

工程勘察证书 B246000912

工程设计证书 A146000915

**三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白  
水桥段）初步设计报告**  
**（报批稿）**



海南宏生勘测设计有限公司

2025年12月





项目名称：三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

委托单位：三亚吉阳城投工程建设管理有限公司

设计单位：海南宏生勘测设计有限公司

工程勘察证书 B246000912

工程设计证书 A146000915

核定：徐 哲（正高级工程师）

审查：孙宗梅（高级工程师）

项目负责：符生海（高级工程师）

校核：陈晓锋（工程师）

编写：王 伟 覃业娟

单位地址：海南省海口市白龙南路40号琼苑广场P栋第三层

联系电话：(0898) 65383886 65226839  
证书编号：A146000915  
水利行业乙级  
有效期至2026年7月  
海南省住房和城乡建设厅监制

电子邮件：[hnhonsheen@163.com](mailto:hnhonsheen@163.com)





|                        |                        |         |       |
|------------------------|------------------------|---------|-------|
| 企业名称                   | 海南宏生勘测设计有限公司           |         |       |
| 详细地址                   | 海南省海口市白龙南路40号琼苑广场p栋第三层 |         |       |
| 建立时间                   | 2003年10月22日            |         |       |
| 注册资本金                  | 2500万元人民币              |         |       |
| 统一社会信用代码<br>(或营业执照注册号) | 914600007543575598     |         |       |
| 经济性质                   | 有限责任公司(自然人投资或控股)       |         |       |
| 证书编号                   | A146000915-6/1         |         |       |
| 有效期                    | 至2028年12月22日           |         |       |
| 法定代表人                  | 曾春生                    | 职务      | 法定代表人 |
| 单位负责人                  | 徐哲                     | 职务      | 总经理   |
| 技术负责人                  | 徐哲                     | 职称或执业资格 | 高级工程师 |
| 备注: 原发证日期: 2012年03月14日 |                        |         |       |

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 业务范围  | 水利行业(灌溉排涝、河道整治、城市防洪)专业乙级。<br>***** |
|  |                                    |

# 目 录

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| <b>1 综合说明 .....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1 绪言 .....         | 1         |
| 1.2 水文 .....         | 12        |
| 1.3 工程地质 .....       | 14        |
| 1.4 工程任务和规模 .....    | 15        |
| 1.5 工程布置及建筑物 .....   | 19        |
| 1.6 施工组织设计 .....     | 22        |
| 1.7 工程占地 .....       | 23        |
| 1.8 环境保护设计 .....     | 23        |
| 1.9 水土保持设计 .....     | 27        |
| 1.10 劳动安全与工业卫生 ..... | 27        |
| 1.11 节能设计 .....      | 28        |
| 1.12 工程管理 .....      | 28        |
| 1.13 工程概算 .....      | 29        |
| 1.14 经济评价 .....      | 29        |
| 1.15 结论与建议 .....     | 29        |
| <b>2 水文 .....</b>    | <b>32</b> |
| 2.1 流域概况 .....       | 32        |
| 2.2 气象 .....         | 34        |
| 2.3 水文基本资料 .....     | 35        |
| 2.4 径流 .....         | 35        |
| 2.5 历史洪涝损失情况 .....   | 35        |
| 2.6 现有水利工程基本情况 ..... | 37        |
| 2.7 洪水 .....         | 40        |
| 2.8 水库调蓄分析计算 .....   | 55        |
| 2.9 施工期洪水 .....      | 58        |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 2.10 排涝流量 .....            | 59         |
| 2.11 泥沙 .....              | 59         |
| 2.12 河口潮汐特性 .....          | 59         |
| 2.13 多年平均径流量 .....         | 63         |
| <b>3 工程地质 .....</b>        | <b>66</b>  |
| 3.1 勘察概况 .....             | 66         |
| 3.2 区域地质概况 .....           | 72         |
| 3.3 堤基工程地质条件及评价 .....      | 78         |
| 3.4 主要工程地质问题 .....         | 97         |
| 3.5 堤基与堤岸工程地质条件分类及评价 ..... | 99         |
| 3.6 主要建筑物工程地质条件及评价 .....   | 104        |
| 3.7 疏浚工程地质条件及评价 .....      | 126        |
| 3.8 天然建筑材料 .....           | 131        |
| 3.9 结论与建议 .....            | 133        |
| <b>4 工程任务和规模 .....</b>     | <b>136</b> |
| 4.1 项目区基本情况 .....          | 136        |
| 4.2 项目上位规划 .....           | 140        |
| 4.3 项目建设的必要性 .....         | 154        |
| 4.4 工程建设任务及目标 .....        | 156        |
| 4.5 工程建设规模 .....           | 158        |
| <b>5 工程布置及建筑物 .....</b>    | <b>188</b> |
| 5.1 编制规范及资料 .....          | 188        |
| 5.2 工程等别及建筑物级别 .....       | 188        |
| 5.3 堤线选择 .....             | 190        |
| 5.4 工程总布置 .....            | 192        |
| 5.5 堤身设计 .....             | 194        |
| 5.6 清障疏浚工程 .....           | 219        |
| 5.7 建筑物设计 .....            | 220        |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 5.8 改迁及保护 .....           | 254        |
| 5.9 生态覆绿工程 .....          | 261        |
| <b>6 施工组织设计 .....</b>     | <b>284</b> |
| 6.1 施工条件 .....            | 284        |
| 6.2 施工导流 .....            | 285        |
| 6.3 主体工程施工 .....          | 286        |
| 6.4 施工交通及施工总布置 .....      | 287        |
| 6.5 施工总进度 .....           | 289        |
| <b>7 工程占地 .....</b>       | <b>293</b> |
| 7.1 概述 .....              | 293        |
| 7.2 工程建设占地范围 .....        | 293        |
| 7.3 工程占地实物指标 .....        | 293        |
| 7.4 补偿投资估算 .....          | 295        |
| <b>8 环境保护设计 .....</b>     | <b>300</b> |
| 8.1 环境保护目标 .....          | 300        |
| 8.2 环境保护法律法规及标准 .....     | 301        |
| 8.3 主要环境影响 .....          | 302        |
| 8.4 环境保护对策措施 .....        | 305        |
| 8.5 环境管理与监测计划 .....       | 309        |
| 8.6 环境保护投资 .....          | 311        |
| 8.7 结论 .....              | 312        |
| <b>9 水土保持设计 .....</b>     | <b>313</b> |
| 9.1 设计依据 .....            | 313        |
| 9.2 项目区水土流失现状 .....       | 314        |
| 9.3 主体工程水土保持评价 .....      | 314        |
| 9.4 土石方平衡 .....           | 315        |
| 9.5 水土流失防治责任范围及防治分区 ..... | 315        |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 9.6 水土流失预测 .....          | 315        |
| 9.7 水土流失防治标准和防治措施 .....   | 317        |
| 9.8 进度安排及施工组织 .....       | 319        |
| 9.9 水土保持监测 .....          | 320        |
| 9.10 水土保持投资估算 .....       | 322        |
| 9.11 水土保持方案实施的保障措施 .....  | 325        |
| 9.12 结论及建议 .....          | 326        |
| <b>10 劳动安全与工业卫生 .....</b> | <b>328</b> |
| 10.1 设计依据 .....           | 328        |
| 10.2 设计原则 .....           | 328        |
| 10.3 劳动安全 .....           | 328        |
| 10.4 工业卫生 .....           | 330        |
| 10.5 安全卫生机构设置及人员配备 .....  | 331        |
| 10.6 安全标志 .....           | 331        |
| <b>11 节能设计 .....</b>      | <b>333</b> |
| 11.1 设计依据 .....           | 333        |
| 11.2 能耗分析 .....           | 334        |
| 11.3 节能设计 .....           | 335        |
| 11.4 节能效果综合评价 .....       | 337        |
| <b>12 工程管理 .....</b>      | <b>338</b> |
| 12.1 管理体制和机构设置 .....      | 338        |
| 12.2 管理范围及保护范围 .....      | 338        |
| 12.3 工程管理内容及措施 .....      | 338        |
| 12.4 工程年运行管理维护费 .....     | 340        |
| <b>13 投资概算 .....</b>      | <b>341</b> |
| 13.1 工程概况 .....           | 341        |
| 13.2 工程投资主要指标 .....       | 342        |

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| 13.3 编制原则和依据 .....    | 342        |
| 13.4 投资概算 .....       | 348        |
| <b>14 经济评价 .....</b>  | <b>353</b> |
| 14.1 概述 .....         | 353        |
| 14.2 费用估算 .....       | 354        |
| 14.3 国民经济评价 .....     | 356        |
| 14.4 效益估算 .....       | 357        |
| 14.5 国民经济分析 .....     | 358        |
| <b>15 结论与建议 .....</b> | <b>360</b> |
| 15.1 主要结论 .....       | 360        |
| 15.2 建议 .....         | 360        |
| <b>16 附件及附图 .....</b> | <b>362</b> |

# 1 综合说明

## 1.1 绪言

### 1.1.1 地区经济社会发展状况

三亚市地处海南岛最南端，地理坐标介于北纬  $18^{\circ} 09' 34'' \sim 18^{\circ} 37' 27''$ 、东经  $108^{\circ} 56' 30'' \sim 109^{\circ} 48' 28''$  之间。东邻陵水黎族自治县，北依保亭黎族苗族自治县，西毗乐东黎族自治县，南临南海。三亚市陆地总面积 1921 平方千米，海域总面积 3226 平方千米。三亚市市区三面环山，一面临海，三亚东、西河穿越而过，构成“山、海、河、城”这一独特而又完美的自然防护。市区地处滨海平原地带，地形起伏变化不大，高程一般在 3~10m，现状建成区围绕三亚河东、西河两侧和滨海、市区呈南北相带状。

截至 2023 年底，三亚市户籍人口 757674 人，比上年末增加 26584 人。其中，男性 379469 人，女性 378205 人。按民族分，汉族 482218 人，占总人口的 63.6%；黎族 245149 人，占总人口的 32.4%；回族 12117 人，占总人口的 1.6%；苗族 4427 人，占总人口的 0.6%；壮族 2933 人，占总人口的 0.4%；其他民族 10830 人，占总人口的 1.4%。

2023 年，三亚市地区生产总值（GDP）971.34 亿元，按不变价计算，同比增长 12.0%，占全省地区生产总值的比重为 12.9%。其中，第一产业增加值 110.89 亿元，同比增长 3.5%；

第二产业增加值 132.64 亿元，同比增长 13.0%；第三产业增加值 727.81 亿元，同比增长 13.0%。三次产业结构为 11.4:13.7:74.9。

2023 年，三亚市实现地方一般公共预算收入 147.42 亿元，同比增长（按新口径计算，下同）23.4%。其中，税收收入 105.96 亿元，同比增长 30.6%；非税收收入 41.45 亿元，同比增长 8.3%。税收收入中，增值税 21.55 亿元，同比增长 151.2%；企业所得税 12.64 亿元，同比下降 7.9%；土地增值税 29.80 亿元，同比增长 20.4%；契税 19.49 亿元，同比增长 103.0%；房产税 5.57 亿元，同比下降 15.2%；城镇土地使用税 3.04 亿元，同比下降 19.8%；城市维护建设税 4.16 亿元，同比增长 12.5%；个人所得税 5.69 亿元，同比下降 17.7%。全市地方一般公共预算支出 232.50 亿元，同比增长 1.5%。其中，卫生健康支出 25.92 亿元，同比下降 24.5%；教育支出 26.74 亿元，同比增长 8.4%；节能环保支出 2.34 亿元，同比下降 68.6%；社会保障和就业支出 21.83 亿元，同比增长 48.3%；城乡社区支出 21.73 亿元，同比下降 50.6%。

### **1.1.2 项目区位**

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）位于三亚市吉阳区大茅水流域。





图 1-1 三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）区位图

### 1.1.3 项目背景及编制过程

2019 年是建设海南自由贸易试验区、探索建立中国特色自由贸易港的关键一年，也是三亚全面深化改革开放、决胜全面建成小康社会的重要一年。2020 年，面对新冠肺炎疫情冲击及复杂严峻的国际国内环境，三亚市认真贯彻党的十九大、习近平总书记“4·13”重要讲话和中央 12 号文件精神，紧紧抓住海南建设自由贸易试验区和中国特色自由贸易港的重大历史机遇，坚决贯彻落实省委、省政府的部署，狠抓“政策落实年”各项工作，扎实开展“两个确保”百日大行动，坚持稳中求进的总基调，扎实做好“六稳”工作，全面落实“六保”任务，全力应对“三个大考”，答好“三张答卷”。坚定信心、精准施策，采取多项超

常规举措，充分激发内生动力推动经济社会稳步发展，全面建成小康社会和脱贫攻坚圆满收官，海南自贸港建设顺利开局。在海南自由贸易港建设历史机遇下，三亚着眼大定位、大视野、大格局、大基础，加快“抱坡新城、总部经济区及中央商务区、崖州湾科技城建设”，在更宽领域，以更大力度，推进全方位高水平开放，全力打造自贸港建设标杆，推动三亚经济高质量发展。

2022年1月4日，全省“六水共治”攻坚战动员部署会在文昌召开。省委书记、省治水工作领导小组组长沈晓明出席并讲话，强调要牢记习近平总书记殷切嘱托，把治水攻坚作为“十四五”期间生态环境保护的重中之重，坚定决心，上下同心，系统推进治污水、保供水、排涝水、防洪水、抓节水、优海水“六水共治”，保护好海南岛的“肾脏”。

2022年2月14日，三亚市“六水共治”攻坚战，总河湖长部署推进会召开，传达学习贯彻省“六水共治”攻坚战动员会部署会精神。省委常委、市委书记周红波出席并讲话，强调要认真贯彻落实党中央和省委、省政府的部署要求，以更加创新的思维、更加务实的举措推进“六水共治”攻坚、河湖长制管理，努力打造生态文明标杆、民生幸福标杆和乡村振兴“三亚样板”。

河道是城市重要基础设施，是城市生态系统的绿色生命线和保持生态平衡的决定性因素之一。随着规划主体功能区的实施，功能区需保障范围扩大，对流域内的防洪安全、生态安全提出了更高的要求。流域内需求的变化以及治水理念的革新，河道建设的现状已影响到流域水资源综合效益的发挥及其城市基础设施

的建设实施，河道规划应与相关专业规划相协调和衔接。同时，人与水的矛盾不断显现，对涉水事务的管理要求大大提高。需要采用越来越平和、越来越合理、越来越有效的途径解决涉水事务的矛盾和冲突，提高涉水事物的管理水平，促进区域经济社会协调发展。

大茅水位于三亚市吉阳区，大茅水是三亚四条主要河流之一，其流域面积约 117 平方公里，干流长度约 19.38 公里。大茅水流域两侧海拔高，中间低，支流汇入干流距离短，汇流速度快。整体形状狭长，径流过程平缓。大茅水干流起始点为三浓水库溢洪道，途经安罗村、新村、田独村、中廖村和大茅村等，沿河段周边有多处基本农田及南繁基地，河道的中、下段穿过 G98 环岛高速公路、田独路和 G223 国道等重要交通要道，大茅水流域是衔接三亚中心城区与东侧亚龙湾和北侧生态屏障的“中央区”，又是重要的山海廊道，对三亚生态安全格局起着至关重要的作用。

为了充分发挥大茅水独特的自然生态资源，解决相关流域的防洪问题，增加两岸高附加值土地开发面积，近年来，三亚市人民政府和三亚市水务局、三亚市规划局等有关部门曾多次组织相关单位对吉阳区大茅水流域进行规划，并根据富有创新的规划指导思想，将对大茅水进行全面治理与改造，为周边居民创造一个安全优美的滨河环境。

十年来，三亚市政府对大茅水流域的中上段的干流及末端的高园水库~大茅水支流做了治理，干流治理长度约 8.6km，支流

长度约 2.0km：2014 年，《三亚市吉阳区大茅水整治工程》对吉阳区海榆东线桥（田独大桥）下游，长 540.0m 的部分进行了治理；2018 年，《高园水库与大茅水水系连通工程》工程水系连通范围为上接高园水库溢洪道尾，下连大茅水，治理全长共 2002m，项目连接了高园水库和大茅水，为大茅水的支流，从高园水库补水，形成活水流动，达到水质变好的目标；2022 年，《吉阳区大茅河专项治理项目（一期）》，项目范围为大茅远洋生态村至沙塘桥，整治河道全长 1.875km，采用格宾石笼结合抛石护脚、护岸及水土保持毯对驳岸进行防护；2023 年，《吉阳区大茅河专项治理》以沙塘桥为起点至中和村，治理河道全长 1900m；2023 年，《三亚市大茅水综合治理工程（白水桥至入海口段）》，项目治理范围为大茅水白水桥至入海口段（河道桩号 15+080-19+360），治理段总长约 4.28km，包括河道清障疏浚、堤防工程、护岸工程等。

目前大茅水的未治理段为上段的三浓水库溢洪道末端~半岭桥段，下段的芭蕉桥至白水桥段。现状河道大部分为天然河道，缺少河道防护结构，部分村庄及农田位于河道弯曲段，发生洪水时，存在水流顶冲弯道情况，易造成塌岸。部分河段过于束窄，且伴随淤积情况，水流贯通性不足，也不利于防洪，河岸顶部没有贯通的步行道或者交通道，汛期防洪检查非常不便，不利于河道的巡查管理，也不利于沿河休闲的旅游需求，不利于当地旅游业的发展。故大茅水流域三浓水库溢洪道末端~半岭桥段、芭蕉桥至白水桥段的建设，是防洪减灾的需要，是符合流域规划的要

求,还有利于河道划界、依法依规管理河道具有十分重要的意义。

2024 年 3 月 18 日,三亚市财政局下达了《关于下达三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）前期工作经费的通知》（三财农〔2024〕41 号）,拟从政府投资计划预留前期经费中下达贵局 85 万元,用于三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）前期工作经费。

2024 年 3 月 20 日,三亚市水务局向三亚市发展和改革委员会发文:《三亚市水务局关于申报三亚市大茅水综合治理工程(三浓水库至白水桥段)立项的函》（三水规建函〔2024〕111 号）,文中提出:“大茅水（三浓水库至白水桥段）现状防洪标准达不到《三亚市大茅水流域综合治理与开发利用规划》、《三亚市大茅水上游河道治导线规划》要求,存在水安全隐患,随着城市迅速发展,河道生态环境退化、河道边界不清晰、河道贯通性不足及水环境空间杂乱无序等问题日益显著,制约了大茅水（三浓水库至白水桥段）河道两岸经济建设,影响三亚创建国际化热带滨海旅游精品城市工作和海南岛建设自由贸易港建设的要求。因此尽快对大茅水（三浓水库至白水桥段）进行综合治理是有必要的”,希望三亚市发展和改革委员会对该项目予以立项。

2024 年 6 月 24 日,三亚市自然资源和规划局《关于申请出具三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）意见的复函》（三自然资市政〔2024〕202 号）提出了项目选址意见。

2024 年 6 月 24 日,三亚市发展和改革委员会在对《三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）》项目进行了立项,

立项文件为《三亚市发展和改革委员会关于三亚市大茅水综合治理工程(三浓水库至白水桥段)》（三发改农经(2024)55号，同意启动该项目。

为了项目尽快实施，该项目初步设计及施工图阶段通过公开投标形式进行竞标，并于2025年08月08日中标，在与三亚吉阳城投工程建设管理有限公司签订设计合同后，我司立即组织成立了初步设计项目组，进行了现场详细踏勘，随后着手三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）初步设计报告的编写工作。项目组按照委托方对项目推进的总体要求，在相关规划落实、勘测及管线资料复查、与相关工程沟通衔接及与相关各方进行沟通汇报等方面做了大量工作，最终完成本项目初步设计报告的编制工作，形成本阶段成果。

#### 1.1.4 可研批复情况

根据三亚市发展和改革委员会关于三亚市大茅水综合治理工程(三浓水库至白水桥段)可行性研究报告的批复（三发改农经【2024】116号），批复如下：

一、同意建设三亚市大茅水综合治理工程(三浓水库至白水桥段)，项目建设地点位于三亚市吉阳区大茅水流域，项目在全国投资项目在线审批监管平台代码:2403-460200-04-01-977023。

##### 二、项目建设内容及规模

本项目拟对大茅水流域局部河段进行疏浚、堤岸防护、生态覆绿及配套建设相关设施。涉及本次大茅水综合治理的河道总长(中心长度)为10780m,其中A段(三浓水库溢洪道末端~半岭桥段)长2017m, B段(芭蕉桥至白水桥段)长8763m。主要建设内容及

规模包括(1)现状河道疏浚长 10780m，清障疏浚总量为 473825m<sup>3</sup>;(2)新建护岸防护工程总长 22249.53m，其中 A 段两岸护岸防护工程共 4189.18m，B 段两岸护岸防护工程共 18060.35m，采用抛石、雷诺或格宾挡墙结合水土保持毯进行防护;(3)新建巡河道路长 7897m;(4)新建及改造溢流坝 10 座;(5)生态覆绿总面积 82540 m<sup>2</sup>;(6)配套改造交通桥、生态坑塘、生态岛、生态覆绿，新建农田排口、通行桥、观测平台等。

三、项目估算总投资为 16812.47 万元,其中:工程费用 8822.04 万元，临时工程 1090.81 万元，独立费用 941.93 万元，基本预备费 1035.92 万元，环境保护及水土保持投资 713.03 万元，建设及施工场地征用费用 4208.74 万元。资金来源为政府投资。

四、原则同意可行性研究报告中提出的工程技术方案、环境保护和节能方案、招投标方案等。

五、请按照批准的投资规模及建设内容开展项目初步设计与概算编制工作，并按程序报批。

六、请按照评估报告的建议推进项目相关工作，确保项目合规有序地推进;项目必须严格执行生态红线及基本农田有关规定使用土地、林地等按行业主管部门批准的要求执行，其他事宜请按项目基本建设程序有关规定办理。

### **1.1.5 批复执行情况**

本次三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）初步设计报告的编制，是在本工程可研批复建设内容的基础上进行深入优化及细化，主要执行情况如下：

### 一、工程建设内容执行情况

本次大茅水整治长度(中心长度)为 10608m，整治河段分为两段，其中 A 段整治长度（中心长度）为 1907m，整治起点为三浓水库溢洪道下游，整治终点为半岭桥交汇处；B 段整治长度（中心长度）为 8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为白水桥。

主要建设内容包括：(1)河道疏浚长 10608m，(2)新建护岸防护工程总长 21505m，其中 A 段两岸护岸防护工程共 3913m，B 段两岸护岸防护工程共 17592m，采用抛块石或格宾挡墙结合水土保持毯进行防护；(3)新建巡河步道；(4)新建溢流坝 2 座及改造溢流坝 4 座；(5)改造过水涵 6 座；(6)新建人行桥 4 座及改造人行桥 1 座；(7)新建农田排口 14 座；(8)配套改造生态坑塘、生态覆绿及新建观测平台等。



项目执行情况对比表如下：

| 项目   | 可研批复   | 初步设计   | 对比结果 | 原因分析   |
|------|--|--|------|--|
| 建设规模 | <p>本项目治理河段现状部分河段两岸为基本农田，导致项目用地红线受限，河道断面行洪能力受限，部分河段无法满足20年一遇的防洪要求。综合考虑项目实际情况，本项目治理标准采用分段的形式，涉及村庄河段治理标准与河道防洪标准一致取20年一遇，涉及农田河段采用齐岸标准（即遇某场洪水时，80%断面的洪水水面线低于岸线，则该场洪水标准即为齐岸标准）。</p> <p>本工程范围内河道的防洪标准为20年一遇，堤防等级为4级，主要建筑物为4级，次要建筑物5级，临时建筑物为5级，其中导流渠及施工围堰取5级。</p>  | <p>本项目治理河段现状部分河段两岸为基本农田，导致项目用地红线受限，河道断面行洪能力受限，部分河段无法满足20年一遇的防洪要求。综合考虑项目实际情况，本项目治理标准采用分段的形式，涉及村庄河段治理标准与河道防洪标准一致取20年一遇，涉及农田河段采用齐岸标准（即遇某场洪水时，80%断面的洪水水面线低于岸线，则该场洪水标准即为齐岸标准）。</p> <p>本工程范围内河道的防洪标准为20年一遇，堤防等级为4级，主要建筑物为4级，次要建筑物5级，临时建筑物为5级，其中导流渠及施工围堰取5级。</p>  | 一致   |  |
| 建设内容 | <p>本次大茅水综合治理的河道总长（中心长度）为10780m，其中A段（三浓水库溢洪道末端~半岭桥段）长2017m，B段（芭蕉桥至白水桥段）长8763m。主要建设内容及规模包括（1）现状河道疏浚长10780m，清障疏浚总量为473825m<sup>3</sup>；（2）新建护岸防护工程总长22249.53m，其中A段两岸护岸防护工程共4189.18m，B段两岸护岸防护工程共18060.35m，采用抛石、雷诺或格宾挡墙结合水土保持毯进行防护；（3）新建巡河道路长7897m；（4）新建及改造溢流坝10座；（5）生态覆绿总面积82540m<sup>2</sup>；（6）配套改造交通桥、生态坑塘、生态岛、生态覆绿，新建农田排口、通行桥、观测平台等。</p> | <p>本次大茅水整治长度（中心长度）为10608m，整治河段分为两段，其中A段整治长度（中心长度）为1907m，整治起点为三浓水库溢洪道下游，整治终点为半岭桥交汇处；B段整治长度（中心长度）为8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为白水桥。</p> <p>主要建设内容包括：（1）河道疏浚长10608m，（2）新建护岸防护工程总长21505m，其中A段两岸护岸防护工程共3913m，B段两岸护岸防护工程共17592m，采用抛块石或格宾挡墙结合水土保持毯进行防护；（3）新建巡河步道；（4）新建溢流坝2座及改造溢流坝4座；（5）改造过水涵6座；（6）新建人行桥4座及改造人行桥1座；（7）新建农田排口14座；（8）配套改造生态坑塘、生态覆绿及新建观测平台等。</p> | 基本一致 | <p>在可研基础上更深入结合地形条件进行优化细化，减少溢流坝4座，治理总长减少172m。</p> |
| 工程投资 | <p>项目估算总投资为16812.47万元，其中：工程费用8822.04万元，临时工程1090.81万元，独立费用941.93万元，基本预备费1035.92万元，环境保护及水土保持投资713.03万元，建设及施工场地征用费用4208.74万元。</p>   | <p>工程总投资：16693.46万元。建筑工程9474.59万元，金属结构设备及安装工程11.42万4元，临时工程1083.04万元，独立费用949.00万元，基本预备费520.41万7元，环境保护及水土保持投资507.02万元，建设及施工场地征用费用4147.96万元。</p>  | 基本一致 |  |

## 1.2 水文

### 1.2.1 流域概况

三亚市由于地形地貌原因，河流主要发源于三亚市北部山区，自北向南注入南海，从而自然形成了东、中、西部三个相对独立的水系，即东部的藤桥河，中部的三亚河和大茅水，西部的宁远河。独流入海的河流有宁远河、藤桥河、三亚河、大茅水、龙江溪、九曲溪（亚龙溪）、烧旗溪（大兵河）、文昌溪（冲会河）、担油河、石沟溪和盐灶河 11 条河流。中心城区主要有三亚西河、三亚东河、大茅水三条主要水系。

本项目三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）位于三亚市吉阳区大茅水流域。大茅水位于三亚市中部，发源于吉阳区北部山区，由北向南流经甘什岭森岭公园、吉阳区等地，于榆林湾注入南海，总流域面积  $117\text{km}^2$ ，主河长  $28.2\text{km}$ ，主河比降  $2.61\text{‰}$ 。大茅水流域地势北高南低，大部分地区海拔几十米至  $300\text{m}$  之间，最高海拔  $611.5\text{m}$ 。大茅水流域东部、西部与北部为中低山环绕，中部为东北向冲积平原，地势较为平坦，南部以低丘为主，间有山间小盆地。

### 1.2.2 水文气象

三亚地处低纬度，属热带海洋性季风气候区。具有日照时间长、终年气温高、积热多、无霜冻、雨量充沛而降雨变率大、蒸发量大和干湿季分明等特点。

三亚市具有热带海洋性季风气候特点。全年平均气温 25.7℃，夏季平均气温 28.2℃，历年最高温度 35.7℃（1977 年），历年最低气温 5.1℃（1974 年），一年中月平均温度高于 25℃ 的有 7 个月，全年温差变化很小。

三亚市多年平均降水量 1475.5mm，降水量年内分配不均，全年约 80% 的降雨量集中在 6~10 月；降雨地区分布不均，东部地区雨水相对充沛，西部地区则干旱少雨。年最大降雨量 1819mm，最小降雨量 674.7mm。降雨量主要集中在雨季 5-10 月份，占全年降雨量的 90% 以上。降雨多以暴雨形式发生，尤以台风暴雨最频繁，多年平均受台风影响 2.6 次，最大年台风出现次数为 8 次。

暴雨具有次数多，强度大的特点。流域实测最大 10 分钟降雨量为 30.00mm，最大 1 小时降雨量为 77.6mm，最大 6 小时降雨量为 229.7mm。三亚市多年平均水面蒸发量 1720mm，年平均相对湿度 83%，年内差别不明显。三亚多年平均风速 2.6m/s，多年平均最大风速 20.1m/s，极端最大风速 40.0m/s，旱季多为东风或东北风，雨季多为西风或西南风。

### 1.2.3 水文基本资料

大茅水流域目前没有任何水文站、水位站，邻近流域宁远河于 1959 年设抱古水位站，后撤销，1960 年重建该站，1964 年又撤销。1972 年设雅亮水文站（控制的流域面积为 644km<sup>2</sup>），从 1972 年观测水位、流量、降雨量等，1977 年起增加蒸发量观测，

由于大隆水库的兴建于 2004 年撤站。大茅水附近流域共设雨量站 8 个，分别为三亚站、榆林站、南田站、南滨站、抱古站、南岛站和立才站，观测系列从 28~44 年不等，其中降雨量观测系列超 30 年的有三亚站和榆林站。

## 1.3 工程地质

### 1.3.1 区域地质构造

海南省经历了多阶段多旋回的地质演化发展过程，地质构造复杂。新生代古近纪—第四纪以来，海南岛处于南海陆块作用背景，随着南海扩张，海南岛及其周边裂陷盆地方向具有多方向性。海南省构造单元有中央裂谷盆地（一级构造单元）和雷琼裂谷、海南地块、莺歌海裂陷盆地、西沙-中沙地块、南沙地块、曾母地块 6 个三级构造单元。本项目即位于东亚大陆边缘（Ⅰ级构造单元）—华南大陆边缘（Ⅱ级构造单元）—海南地块（Ⅲ级构造单元）上。

### 1.3.2 工程地质条件

#### 1、地形地貌

三亚市地属海南岛最南端，三面环山，北有抱坡岭，东有大会岭，虎岭和海拔 393m 的高岭，南有南边岭形成环抱之势，西临南海。

大茅水发源于三亚市北部山区，河道自北向南流，最终于榆林港入海。流域地势北高南低，河道较平缓，树木茂盛，植被覆

盖良好。本次拟治理河段位于大茅水的上游及中下游河段，区域地貌有冲洪积平原地貌单位、剥蚀堆积平原地貌单位及低山丘陵地貌单元，整体地势有一定的起伏。

## 2、地层岩性

本区地层发育主要有第四系河流冲洪积层 ( $Q_4^{al+pl}$ )、中三叠纪花岗岩 ( $\gamma T_2$ )、晚奥陶纪石英砂岩 ( $O_3j$ ) 及其残坡积层等。区域表层主要为花岗岩、砂岩残坡积层及河流冲洪积层，基岩埋于地下，局部于山坡高处或河道中出露于地表，岩石坚硬，裂隙发育。

第四系堆积沉积物按其形成的机制不同，可划分为以下几种成因类型：冲洪积、残坡积等。现将各成因类型土层及岩石分述如下：

①冲洪积 ( $Q_4^{al+pl}$ ) 主要分布于冲沟、山涧凹地、河流及山前平原，为洪流和河流冲积作用所形成，岩性为含细粒土砂、淤泥、粘土、粉土质砂、粘土质砂等。

③残坡积 ( $Q_4^{el+dl}$ ) 主要分布于山坡及坡脚，上部主要为低液限黏土、黏土质砂、角砾，下部为碎石土。

## 1.4 工程任务和规模

### 1.4.1 项目建设必要性

(1) 实施河道综合治理，保障河道防洪安全

大茅水干流总长 19.38km，目前已治理段总长 8.772km，仍有 10.608km 的河段现状防洪标准低，影响整个大茅水的防洪安全。大茅水拟治理河段位于吉阳区东侧，地处三亚湾、亚龙湾之间。治理大茅水的未建段不仅关系到吉阳区的防洪安全，而且影响了亚龙湾的后勤服务及三亚市新兴工业建设及完整的流域体系。

（2）提高河道抗冲减灾能力，减少两岸水土流失，明确河道界限，保护沿河经济发展

河段基本没有明显堤防，河道界限模糊。河道内侵占河道问题严重，如果河道不加以整治，不明确河道界限及堤防保护范围，河道经常遭受洪水的冲刷，堤防稳定性差，周边的村庄防洪形势将更加严峻。同时衔接至上下游的已建堤防，使得河道管理和连通更加科学和系统。

（3）打好“六水共治”攻坚战，助力海南自由贸易港、国家生态文明试验区建设

进入新发展阶段以来，海南始终将生态环境保护作为海南的“国之大者”，牢固树立、全面践行“绿水青山就是金山银山”理念，提出在“十四五”期间用 5 年时间打好“六水共治”攻坚战。排涝水、防洪水均是“六水共治”的重要任务，深入打好防洪、排涝攻坚战，构建健康循环的城市水系统，形成“适度超前、互联互通、安全高效、智能绿色”的现代化流域排水基础设施体系，助力海南自由贸易港、国家生态文明试验区建设。

（4）提高城市综合防灾减灾处理能力

由于大茅水流域现状仍存在部分河段不满足防洪标准，每逢台风或暴雨天气，对市政交通、企业生产、财产安全均构成严重威胁。项目建成后可以提升大茅水流域的防洪能力，提高流域周边防洪安全。

#### （5）完善城市基础设施建设的迫切要求

包括河道护岸、滞洪区等在内的设施均属城市基础设施范畴，城市基础设施建设是推进城市化进程必不可少的物质保证，是实现国家或区域经济效益、社会效益、环境效益的重要条件，对区域经济的发展具有重要作用。

#### （6）高度配合南繁科研育种基地的建设

大茅水沿河道两侧约有 1070 亩的南繁核心区，南繁核心区承担着建成、服务全国的“南繁硅谷”的重大任务，需切实增强责任感、使命感，加快推进《国家南繁科研育种基地（海南）建设规划（2015—2025 年）》（简称《南繁规划》）落实，打造“南繁硅谷”，为建设种业强国和确保国家粮食安全而努力奋斗。治理大茅水，保障河岸的安全，可以改善南繁核心区的农业生产的条件、提高土地生产能力和土地效益，继而能完善集科研、生产、销售、科技交流、成果转化为一体的服务全国的“南繁硅谷”的任务，其经济效益和社会效益十分显著。

综上所述，三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）是提高防洪标准、构建健康循环的城市水系统、形成“适度超前、互联互通、安全高效、智能绿色”的现代化流域排水基础设施体系、改善南繁核心区的农业生产的条件、提高土地生产能

力和土地效益的需要，同时实施治理工程有利于河道划界，对依法依规管理河道具有十分重要的意义。因此，对该段河道进行治理是十分必要的。

### 1.4.2 工程任务及规模

#### 1、工程任务

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）以防洪抗灾为主，兼顾河道周边的情况进行大茅水的驳岸建设和河岸覆绿。结合河道地形、现有工程、城市规划、治导线规划、项目“三区三线”的要求等进行行洪分析，确定大茅水行洪宽度，对有防洪隐患的河段河道进行治理，提高河道的行洪能力，建设大茅水沿岸完善的防洪工程体系，并为河道管理提供科学依据。

#### 2、工程目标

通过建设驳岸、河道清障等措施，达到完善大茅水防洪系统，提高区域防洪标准。涉及村庄河段治理标准与河道防洪标准一致取 20 年一遇，涉及农田河段采用齐岸标准（即遇某场洪水时，80%断面的洪水水面线低于岸线，则该场洪水标准即为齐岸标准）。

（1）为了充分发挥大茅水独特的自然生态资源，解决相关流域的防洪问题。

（2）落实“六水共治”总部署，深入打好防洪、排涝攻坚战，构建健康循环的城市水系统，形成“适度超前、互联互通、安全高效、智能绿色”的现代化流域排水基础设施体系，助力海南自



由贸易港、国家生态文明试验区建设。

（3）统筹发展和安全，构建宜居、韧性滨水空间、促进人与自然和谐共生的“韧性健康水系统”。

### 3、工程建设范围

本次大茅水整治长度(中心长度)为 10608m，整治河段分为两段，其中 A 段整治长度（中心长度）为 1907m，整治起点为三浓水库溢洪道下游，整治终点为半岭桥交汇处；B 段整治长度（中心长度）为 8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为白水桥。主要建设内容包括：(1)河道疏浚长 10608m，(2)新建护岸防护工程总长 21505m，其中 A 段两岸护岸防护工程共 3913m，B 段两岸护岸防护工程共 17592m，采用抛块石或格宾挡墙结合水土保持毯进行防护；(3)新建巡河步道；(4)新建溢流坝 2 座及改造溢流坝 4 座；(5)改造过水涵 6 座；(6)新建人行桥 4 座及改造人行桥 1 座；(7)新建农田排口 14 座；(8)配套改造生态坑塘、生态覆绿及新建观测平台等。

## 1.5 工程布置及建筑物

### 1.5.1 工程等级和标准

本项目治理河段现状部分河段两岸为基本农田，导致项目用地红线受限，河道断面行洪能力受限，部分河段无法满足 20 年一遇的防洪要求。综合考虑项目实际情况，本项目治理标准采用分段的形式，涉及村庄河段治理标准与河道防洪标准一致取 20 年一遇，涉及农田河段采用齐岸标准（即遇某场洪水时，80%断

面的洪水水面线低于岸线，则该场洪水标准即为齐岸标准），具体详见下河道分段防洪标准表 1-1。

本工程范围内河道的防洪标准为 20 年一遇，堤防等级为 4 级，主要建筑物为 4 级，次要建筑物 5 级，临时建筑物为 5 级，其中导流管及施工围堰取 5 级。

河道分段治理标准表

| 河段  | 桩号位置            | 治理标准         |
|-----|-----------------|--------------|
| A 段 | AK0+000-AK1+907 | 20 年一遇洪水设计标准 |
| B 段 | BK0+000-BK2+300 | 齐岸标准         |
|     | BK2+300-BK3+525 | 20 年一遇洪水设计标准 |
|     | BK3+525-BK8+701 | 齐岸标准         |

### 1.5.2 工程总体布置

#### 一、布置原则

结合河道地形、现有工程、城市规划及治导线规划等进行行洪分析，确定河道行洪宽度，以确保河势的稳定和水流顺畅，对有防洪隐患的河段河道进行治理，提高河道的行洪能力，大茅水沿岸完善的防洪工程体系，并为河道管理提供科学依据，实现沿河土地资源有序开发、利用和管理，拓展地区经济发展空间。

堤线布置总体上保持历史河道走势不变，结合城镇总体规划及分区段的地形地貌条件，围绕防洪治理的目标，采用斜坡式和混合堤型布置。在局部河段根据现状河道周边土地利用情况及工程征地协调难易情况进行优化，使其尽可能满足行洪要求和各方面用地需求。本工程河道中心线总长为 10608m，保留现状浆砌石挡墙堤岸，拓宽部分不满足行洪要求的河段，结合两岸用地规

划，统筹考虑河道行洪及绿化，设计生态及自然驳岸，清障河槽，贯通两岸堤顶步道。

在现状河道用地较宽、村庄段或其他可满足防洪标准建设的情况下，采用方案二“采用设计标准为 20 年一遇洪水标准对现状岸坡进行防护”，能做到保护两岸用地和居民的生活出行安全；在农田段，则以保护农田区的河段治理宜以岸坡防冲、疏通和稳定河槽为主要目的。

## 二、总体布置

针对大茅水沿线水环境现状存在问题，建设水环境治理工程，提升吉阳区河流防洪能力，改善流域水环境，以防洪为核心，构建吉阳区河流水生态基底，沿线营建活力氛围，构建吉阳区河流活力长廊，将大茅水治理成安全、生态、智慧的河流。

本次大茅水整治长度(中心长度)为 10608m，整治河段分为两段，其中 A 段为三浓水库溢洪道末端~半岭桥段，整治长度(中心长度)为 1907m，整治起点为三浓水库溢洪道下游，整治终点为半岭桥交汇处；B 段为芭蕉桥至白水桥段，整治长度(中心长度)为 8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为白水桥。

A 段整治长度(中心长度)为 1907m，整治起点为三浓水库溢洪道末端，整治终点为半岭桥交汇处：A 段沿着现状河道布设，按设计标准拓宽河道，整治河底宽度为 8.2~17.5m。该段河道堤防型式主要采用两种型式，第一种为混合堤型断面形式，采用抛块石护脚，格宾石笼墙护岸，7220 型水土保持毯加撒草籽护坡到堤顶；第二种为斜坡式堤型的断面形式，常水位以下采

用抛块石护脚，常水位以上采用 7220 型水土保持毯加撒草籽护坡到堤顶。

B段整治长度（中心长度）为8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为223国道白水桥处：B段沿着现状河道布设，按设计标准拓宽河道，保留农田段的河道宽度，整治河底宽度为5.12~24.18m。该段河道堤防型式主要采用两种型式，第一种为混合堤型断面形式，采用抛块石护脚，格宾石笼墙护岸，7220 型水土保持毯加撒草籽护坡到堤顶；第二种为斜坡式堤型断面形式，常水位以下采用抛块石护脚，常水位以上采用7220 型水土保持毯加撒草籽护坡到堤顶。

## **1.6 施工组织设计**

### **1.6.1 施工条件**

工程位于三亚市大茅水，周边市政道路比较齐全，主要的对外交通干道有 G223 国道、G98 高速、城区内道路等，交通条件便利。

本工程河道沿线主要为园地和荒地，场地开阔，方便施工临时设施布置。施工临时生产、生活用房可搭建活动板房。

工程主要建筑材料包括水泥、钢筋、钢材、木材、砂料、块石料等就近购买。混凝土主要采用商品混凝土，可从三亚市购买，用汽车运至工地现场。回填土料尽量采用满足要求的河道开挖料。工程施工用水可就近接驳市政供水，施工用电采用自发电。

### **1.6.2 施工导流**

### （1）导流标准

本工程主要建筑物为 4 级水工建筑物，根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）规定，河道堤防属于 4 级建筑物，导流建筑物级别为 4 级，相应导流洪水标准采用枯水期 5 年一遇洪水标准。

### （2）导流方式

本工程河道部分新建格宾挡墙及建筑物，需干地施工，因河道不具备断流条件，考河道施工采用分段施工，对每个分段先施工段设横向围堰，创造护岸及坡脚干地施工条件。根据护岸布置情况，部分岸段护岸结构位于干地上，且现有河岸高程较高，护岸结构施工时可在临水侧预留土埂挡水。

A 段河道每个施工段上下游围堰采用 2 根  $\Phi 600$  导流纹管导流，B 段河道每个施工段上下游围堰采用 2 根  $\Phi 800$  导流管导流。

## 1.7 工程占地

工程永久占地范围 153.0 亩，工程临时占地 16.8 亩（含临时道路、施工生活区、仓库及临时堆料场等）。本次工程建设及施工场地征用费用 4147.96 万元。

## 1.8 环境保护设计

### 1.8.1 环境影响预测与评价

本工程对环境的影响包括生态影响、水环境影响，以及施工

期产生大气环境影响、噪声影响、废弃物影响。

### （1）生态影响

本工程横向范围较窄，宽度约为 15~25m，对局部陆生生态影响不大。本工程对河道水生生态的影响主要体现在以下方面，一是固化堤岸，影响河流自然演变趋势；二是通过整治工程控导水流，影响工程上下游的河势变化；三是河流纵坡调缓，复杂回流、涡旋与急缓流交汇大大减弱，使得河流生境多样性降低。

### （2）水环境影响

工程施工期堤岸等工程施工会造成河道固体悬浮物（SS）暂时的升高，但经沉淀后，对河道的水质影响很小。工程施工期施工人员生活污水和生产废水如果直排入河，将对河道水环境造成较大影响。工程建成后，河底淤泥清理和污水截排可以消除影响河道水环境的污染物，有效改善河道水体水质；生态护岸及植物措施可以修复河道的自然净化功能，最终有效改善水环境。

### （3）施工期环境影响

空气质素影响：施工期对空气质素的影响为施工期间产生的施工粉尘，施工机械和运输机械产生的废弃气。

噪声影响：施工期的噪声影响主要为施工期间施工机械和车辆产生的噪声，本次河道整治段基本位于三亚市天涯区，沿线居住人群较多，因此施工可能对其产生较大的噪声影响。施工期河底清淤疏浚对水质的影响：施工期河底清淤疏浚工作将造成泥沙再悬浮和污

染物再释放，河道 SS 暂时的升高，影响河流局部河段的水

质，但经沉淀后，对河道的水质影响很小。

固废弃置影响：河道整治施工可产生一定量的弃渣，在运送到弃置场并合理安置的过程中，会对环境产生不利影响，施工生活垃圾也会对环境产生不利影响。

施工营地生活污水的影响：施工期施工人员生活污水和生产废水如果直排入河，将对河道水环境造成较大影响。

### **1.8.2 环境保护对策措施**

#### **（1）生态保护与恢复措施**

工程施工前，对施工征地范围内的树木进行移植；通过采取移植措施，可使施工破坏损失得到降低。在工程建设期，建设单位应注意对施工区的环境进行管理与监理，确保各项环保措施的实施。完工后对施工迹地及时进行恢复，需绿化的尽快进行绿化。

#### **（2）水环境保护措施**

施工期污水主要为生活污水、基坑废水。施工期污水需分别处理达标后排入市政污水管道。

在运行期间，控制沿岸污水入河是保持水环境的必要措施，严格执行河道及保护区范围的管理制度，严格禁止污废水沿河排入。

#### **（3）大气环境保护措施**

选用标准施工机械运输车辆，减少有害气体的排放，运输干线和施工工地非雨天定期洒水和清扫，场内车辆限速行驶。集中施工作业时注意考虑风力、风向、大气状况等条件，避免集中作

业造成局部大气污染严重；对水泥等施工物料需妥善堆放、保管和运输，避免因搬运等造成飘尘增加；工程弃土及时清运，避免产生扬尘污染；运输车辆要进行清洗后才能离开工地。

#### （4）声环境保护措施

施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机具，尽量选用低噪声的施工机械或工艺，从根本上降低噪声强度；加强设备的维护和保养，保持机械润滑，降低运行噪声；为防止交通混乱造成的人为噪声污染，夜间应减少施工车流量，在工程区域以及生活区出口等车流量较高的交叉路口设立标志牌，限制工区内车辆时速，并在路牌上标明禁止施工车辆大声鸣笛。

#### （5）人群健康保护措施

施工期加强对营地、饮用水源、公共餐饮场所、垃圾堆放点、公共厕所等地的环境卫生管理，定期进行卫生检查，除日常清理外，每月至少集中清理 2 次，生活废弃物就近运至渣场妥善处理。为有效预防现场流行疾病，提高施工人员的抗病能力，定期进行疫情抽样检疫，定期对施工人群采取预防性服药、疫苗接种等预防措施。

本项目建设符合产业政策要求，项目选址符合相关法律法规要求。通过环境保护措施建设项目对环境的不利影响降至最低，在施工中加强管理，该项目的建设从环境保护的角度讲是可行的。

本次工程参考已建同类工程环保措施成果及相应投资，本工程环境保护投资为 112.42 万元。



## 1.9 水土保持设计

工程施工过程中,堤岸工程的修建、以及临时堆料、取土、弃渣等施工活动,势必改变工程区原有地形地貌,损坏林草植被,改变地表土壤结构,使其原有的水土保持功能降低或丧失,造成新的水土流失。编制水土保持规划的目的是分析工程建设对水土流失可能造成的影响,预测工程建设可能引发新的水土流失危害及新增水土流失量,并确定水土流失防治责任范围,提出水土保持防治措施体系,水土保持监测规划、水土保持投资及方案实施保证措施。水土保持工程总投资为 394.60 万元。

## 1.10 劳动安全与工业卫生

本工程设计中贯彻“适用、安全、经济、美观”的建设方针,坚持“安全第一、预防为主”的原则,结合工程实际采取的防治措施,技术上成熟,经济上可行,达到了既节约投资,又保证了安全和文明生产的目的。

（1）生产过程中使用的有毒、有害原料等,其数量较小,设计中通过对其采取隔离、通风等有效的防毒、防腐蚀、防化学伤害措施,对操作人员健康基本不产生影响。

（2）各建（构）筑物均进行防雷设计,设防雷接闪器,经引下线与接地网相接;采用紧急事故报警及自动联锁装置,有效防止电伤事故。

（3）本工程设计考虑了各种相应的防机械危害、防坠落伤

害的措施，以保障工作人员的人身安全和身心健康。

（4）采用通风、空气调节等形式，保证各生产车间作业场所的防暑。

（5）从设备和建筑设计上采取措施防治噪声影响，使噪声水平符合有关标准规定，主要生产设备的基础及平台均采取防振减振措施。

（6）做好照明设计，设置不同标准的启闭设施，以减轻体力劳动强度。

本工程选用的设备及技术方案成熟合理，安全卫生措施恰当、可行，只要在生产运行中严格按照规程正常操作，能够满足安全生产的要求。

### **1.11 节能设计**

本工程建设期和运行期的能耗本身较少，通过加强对施工期施工机电设备的选择，对施工工艺的优化，对机电设备的选择及配套节能制度的设立，可以进一步降低工程建设期和运行期的能耗，达到良好的节能效果。工程本着合理利用能源，提高能源利用效率的原则，遵循节能设计规范，从工程方案论证，工程布置、设备选择、施工组织设计等方面已采用节能技术，选用了符合国家政策的节能机电设备和施工设备，合理安排了施工总进度，符合国家固定资产投资项目节能设计要求。

### **1.12 工程管理**

河道水系管理部门为三亚市吉阳区水务林业局，上级主管部门为三亚市水务局，根据本工程的实际情况，维持现有管理体制和机构设置不变，河道管理中涉及到的问题由市政府各相关职能部门进行管理，不再成立专门的管理部门。

### 1.13 工程概算

工程总投资:166934617.51 元。建筑工程 94745944.22 元，金属结构设备及安装工程 114276.44 元，临时工程 10830455.77 元，独立费用 9490014.05 元，基本预备费 5204158.47 元，环境保护及水土保持投资 5070163.55 元，建设及施工场地征用费用 41479605.00 元。项目资金来源政府资金。

### 1.14 经济评价

本工程按现行价格估算，工程总投资 16693.46 万元。根据计算的效益，本工程经济内部收益率 29.84%，大于 8%；经济净现值 10604.37 万元，大于 0；效益费用比 2.36 大于 1。经济各主要经济指标均满足国家基本要求，经济评价可行。

由敏感性分析可知，当社会折现率为 8%时，各敏感性因素发生变化，其国民经济内部收益率均大于社会折现率，经济净现值均大于 0，经济效益费用比均大于 1，说明工程具有较强的抗风险能力。

综上所述，本工程的建设在经济上是可行的。

### 1.15 结论与建议

## 一、主要结论

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）对大茅水流域的河道进行整治，整治长度为 10608m，其中 A 段整治长度（中心长度）为 1907m，整治起点为三浓水库溢洪道下游，整治终点为半岭桥交汇处；B 段整治长度（中心长度）为 8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为白水桥。

1、通过河道滩地及淤积进行疏浚开挖、驳岸防护、河岸的覆绿设计其他的配套建筑物的建设，达到大茅水的治理标准为：涉及村庄河段治理标准与河道防洪标准一致取 20 年一遇，涉及农田河段采用齐岸标准（即遇某场洪水时，80%断面的洪水水面线低于岸线，则该场洪水标准即为齐岸标准）；

2、落实三亚中心城区河流域防洪规划，完善三亚市三亚大茅水流域洪水防御系统的需要；

3、落实三亚市城市总体规划，保障三亚市三亚大茅水流域经济社会可持续发展的需要；使三亚市三亚大茅水流域有一个自然优美的生态环境，为促进旅游业的发展创造有利条件；本次项目的建设实施是十分必要和迫切的。

## 二、建议

本工程属三亚市大茅流域的全流域，本工程实施后可实现本

区域的防洪减灾体系、生态保护体系、综合管理体系等，对牵涉到本工程的上下游衔接区域及影响总体规划布局的重点区域，建议工程项目主管部门尽快推动相关工程的开展，尽快推动三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）所涉及的征地，推动河道整治工程的实施，解决区域防洪问题，创造了崭新的更舒适的周边水空间环境，为周边居民创造一个安全优美的滨河环境。

## 2 水文

### 2.1 流域概况

三亚市由于地形地貌原因，河流主要发源于三亚市北部山区，自北向南注入南海，从而自然形成了东、中、西部三个相对独立的水系，即东部的藤桥河，中部的三亚河和大茅水，西部的宁远河。独流入海的河流有宁远河、藤桥河、三亚河、大茅水、龙江溪、九曲溪（亚龙溪）、烧旗溪（大兵河）、文昌溪（冲会河）、担油河、石沟溪和盐灶河 11 条河流。中心城区主要有三亚西河、三亚东河、大茅水三条主要水系。



图 2-1 三亚市吉阳区流域水系图

本项目三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）



位于三亚市吉阳区大茅水流域。大茅水位于三亚市中部，发源于吉阳区北部山区，由北向南流经甘什岭森岭公园、吉阳区等地，于榆林湾注入南海，总流域面积 117km<sup>2</sup>，主河长 28.2km，主河比降 2.61‰。大茅水流域地势北高南低，大部分地区海拔几十米至 300m 之间，最高海拔 611.5m。大茅水流域东部、西部与北部为中低山环绕，中部为北东向冲积平原，地势较为平坦，南部以低丘为主，间有山间小盆地。

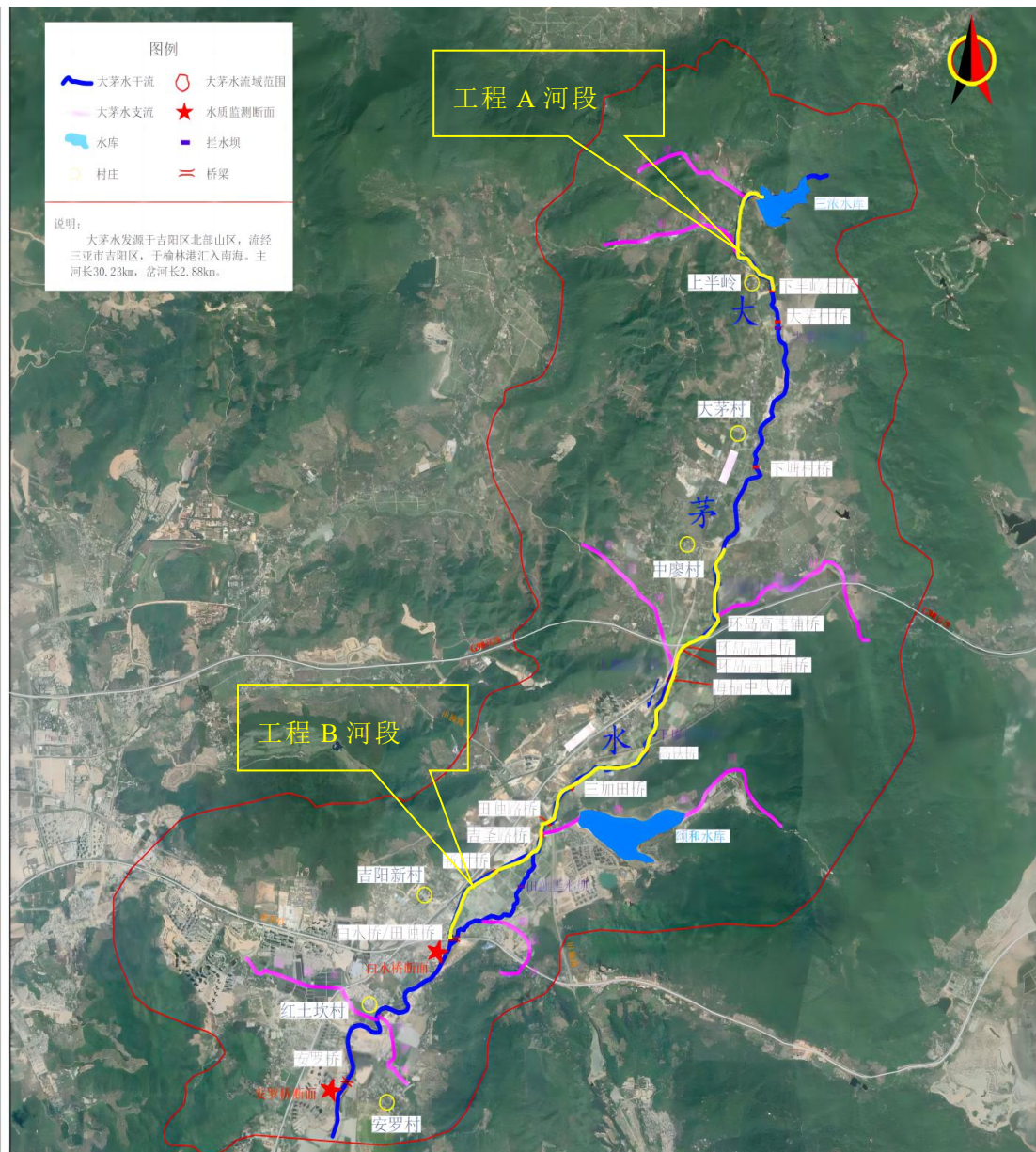


图 2-2 大茅水流域水系图

## 2.2 气象

三亚地处低纬度，属热带海洋性季风气候区。具有日照时间长、终年气温高、积热多、无霜冻、雨量充沛而降雨变率大、蒸发量大和干湿季分明等特点。

三亚市具有热带海洋性季风气候特点。全年平均气温 25.7℃，夏季平均气温 28.2℃，历年最高温度 35.7℃（1977 年），历年最低气温 5.1℃（1974 年），一年中月平均温度高于 25℃ 的有 7 个月，全年温差变化很小。

三亚市多年平均降水量 1475.5mm，降水量年内分配不均，全年约 80% 的降雨量集中在 6~10 月；降雨地区分布不均，东部地区雨水相对充沛，西部地区则干旱少雨。年最大降雨量 1819mm，最小降雨量 674.7mm。降雨量主要集中在雨季 5-10 月份，占全年降雨量的 90% 以上。降雨多以暴雨形式发生，尤以台风暴雨最频繁，多年平均受台风影响 2.6 次，最大年台风出现次数为 8 次。

暴雨具有次数多，强度大的特点。流域实测最大 10 分钟降雨量为 30.00mm，最大 1 小时降雨量为 77.6mm，最大 6 小时降雨量为 229.7mm。三亚市多年平均水面蒸发量 1720mm，年平均相对湿度 83%，年内差别不明显。三亚多年平均风速 2.6m/s，多年平均最大风速 20.1m/s，极端最大风速 40.0m/s，旱季多为东风或东北风，雨季多为西风或西南风。



## 2.3 水文基本资料

大茅水流域目前没有任何水文站、水位站，邻近流域宁远河于 1959 年设抱古水位站，后撤销，1960 年重建该站，1964 年又撤销。1972 年设雅亮水文站（控制的流域面积为  $644\text{km}^2$ ），从 1972 年观测水位、流量、降雨量等，1977 年起增加蒸发量观测，由于大隆水库的兴建于 2004 年撤站。大茅水附近流域共设雨量站 8 个，分别为三亚站、榆林站、南田站、南滨站、抱古站、南岛站和立才站，观测系列从 28~44 年不等，其中降雨量观测系列超 30 年的有三亚站和榆林站。

## 2.4 径流

大茅水水资源总量偏少，时空分布不均匀。大茅水流域总体自北向南流经大茅村、中廖村、吉阳区，最终于安罗村以南榆林湾入海，是三亚市境内流域面积第四大的河流。大茅水流域总面积  $117\text{km}^2$ ，多年平均径流量 0.71 亿  $\text{m}^3$ 。

## 2.5 历史洪涝损失情况

三亚市地处广东南部低纬度滨海台风频繁登陆地区，受海岸山脉地貌带影响，4~10 月份，受锋面雨、台风雨影响，暴雨频发，洪、涝、潮灾害常常发生。大茅水河道两岸多为自然土质岸坡，局部河道现状防洪能力较低。上游河道分汉，河道断面窄小且河弯曲折众多，局部迎流顶冲，河道边坡抗冲蚀能力差，遇洪

水易造成大面积塌岸，影响河道行洪安全。颂和水库、三浓水库库容较小，对洪水的调蓄作用较小。

（1）2009 年汛期颂和水库下游局部河段，河道水位高出现状桥面约 0.5m，下游河道防汛形势严峻。每当台风到来，大茅水河水会迅速暴涨，沿河两岸农田被淹没，并对河岸造成冲刷，威胁到 224 国道和城市干道交通安全。

（2）2013 年 11 月，台风“海燕”引发洪涝灾害淹没了大茅水沿河的部分桥梁和部分农田，洪水频率为 10~20 年一遇，淹桥梁最深 1.5m，淹没农田最深约 1.2m，三亚农业损失 5.3 亿元冬季播种的约 8 万亩蔬菜秧苗如豆角、青瓜、茄子等，全部被雨水浸泡，绝收面积将达 5 万多亩。

（3）2015 年 10 月，受强台风“山神”影响，三亚全市受灾人口达 25 万人，因洪涝造成直接经济损失 3.245 亿元。2016 年 10 月，因台风“莎莉嘉”造成的直接经济损失为 618 万元。其中水利设施直接经济损失 68 万元，农林牧渔业直接经济损失 190 万工交通运输业直接经济损失 260 万元。

（4）2017 年 7 月，台风“塔拉斯”引发洪涝灾害造成三亚直接经济损失 1088.3 万元，其中农林渔业损失 280 万元工业交通运输业损失 125 万元，水利设施损失 683.3 万元。

（5）2022 年 7 月，受台风“暹芭”螺旋雨带影响，海南三亚 1 日午夜到 2 日清晨降下 300 毫米特大暴雨，并伴有大风。“暹芭”制造内涝和建筑物损坏、人员被困等灾情险情，7 月 2 日 3 时至 8 时共出动消防车辆 30 辆次，消防救援人员 175 人次。在

三亚榆亚路 424 号，6 户 19 名居民被困，消防救援人员抵达后发现，由于暴雨倒灌原因，主干道积水严重，积水一度及膝。严重的地方甚至漫过了腰部，积水入侵居民房屋。消防救援人员立即利用橡皮艇将 19 名被困人员转移至安全地带。

## 2.6 现有水利工程基本情况

### （1）水库工程

大茅水流域内有小（1）型水库：颂和水库、三浓水库流域面积分别为  $11.0\text{km}^2$ 、 $5.05\text{km}^2$ ，占总流域面积的 13.7%，有小（2）型水库：双本水库、三郎水库、大安水库、尖岭水库、黄猄水库、高园水库，流域面积分别为  $1.83\text{km}^2$ 、 $0.69\text{km}^2$ ， $0.839\text{km}^2$ 、 $1.02\text{km}^2$ ， $0.8\text{km}^2$ 、 $1.46\text{km}^2$ ，占总流域面积的 5.67%。水库均以灌溉为主，具体详见表 4-1。

颂和水库位于三亚市吉阳区田独村委会管辖区内，水库拦截大茅水支流。坝址距三亚市中心 18km，距离吉阳区 5km。水库设计洪水标准为 50 年一遇设计，500 年一遇校核。现状水库特征水位：设计洪水位为 111.8m；校核洪水位为 112.3m，相应库容为 723 万  $\text{m}^3$ ；水库正常蓄水位为 110.3m，相应库容为 480 万  $\text{m}^3$ ；死水位为 101.5m，相应库容为 11 万  $\text{m}^3$ 。水库枢纽工程由主坝、副坝、灌溉涵和溢洪道组成。大坝为均质土坝，坝顶高程为 114.5m，最大坝高为 16.1m，坝顶长 118.5m，坝顶宽 7.5m。溢洪道为无闸控制宽顶堰，堰顶高程为 110.3m，过流净宽 35.0m。水库自 2009 年除险加固至今运行良好。

三浓水库是一宗以灌溉为主的小（1）型水库，水库设计灌溉面积 0.15 万亩，现灌 0.13 万亩。水库设计洪水标准为 50 年一遇，设计洪水位为 62.67m，相应库容为 282.4 万  $\text{m}^3$ ；校核洪水标准为 500 年一遇，校核洪水位为 63.01m，相应库容为 296.0 万  $\text{m}^3$ ；水库正常蓄水位为 60.62m，相应库容为 220.00 万  $\text{m}^3$ ；死水位为 46.00m，相应库容为 3.00 万  $\text{m}^3$ 。枢纽主要建筑物包括大坝一宗、放水涵一座和溢洪道一座。大坝为均质土坝，坝顶高程 63.88m，最大坝高 20.7m，坝顶宽 6.0m，上游坝坡 1:2.75，下游坝坡一级坡坡比为 1:2.00、二级坡坡比 1:2.50；放水涵为钢筋砼圆管，内径 1000mm，长度约 90m；溢洪道为驼峰堰溢洪道，消能方式为挑流消能。水库自 2009 年除险加固至今运行良好。

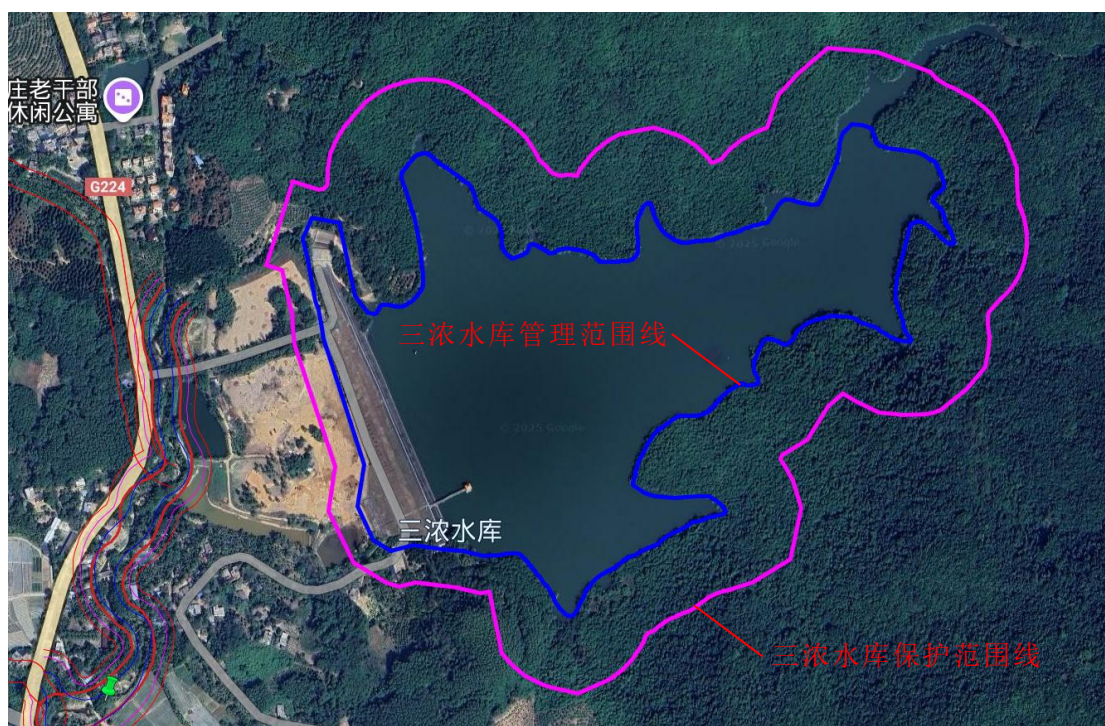


图 2-3 三浓水库管理、保护范围线平面图



**表 2-1 大茅水流域现有水库基本情况**

| 名 称  | 建筑物级别 | 集雨面积<br>(km <sup>2</sup> ) | 总库容<br>(万 m <sup>3</sup> ) | 正常库容<br>(万 m <sup>3</sup> ) | 死库容<br>(万 m <sup>3</sup> ) | 灌溉面积<br>(万亩) |
|------|-------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------|
| 颂和水库 | 小（1）  | 11                         | 723                        | 480                         | 11                         | 0.32         |
| 三浓水库 | 小（1）  | 5.05                       | 296.0                      | 220.0                       | 2.90                       | 0.15         |
| 双本水库 | 小（2）  | 1.83                       | 27.5                       | 18.5                        | 0.3                        | 0.02         |
| 三郎水库 | 小（2）  | 0.69                       | 21.6                       | 17.6                        | 0.25                       | 0.015        |
| 大安水库 | 小（2）  | 0.839                      | 26                         | 18                          | 0.15                       | 0.01         |
| 尖岭水库 | 小（2）  | 1.02                       | 16                         | 11                          | 0.3                        | 0.016        |
| 黄猄水库 | 小（2）  | 0.8                        | 20.5                       | 18.5                        | 0.5                        | 0.018        |
| 高园水库 | 小（2）  | 1.46                       | 97                         | 67                          | 0.4                        | 0.04         |



图 2-4 颂和水库航拍图



图 2-5 三浓水库航拍图

## （2）堤岸护坡

大茅水流域的本次建设河段未进行系统治理，局部河段结合跨河桥梁建设仅进行了部分护砌，局部河段塌岸严重。部分河段河弯密集，迎流顶冲，水流条件差。

## （3）拦河坝工程

工程河段目前有 4 座溢流坝，溢流坝主要作用为抬高上游水位、拦蓄灌溉下游农田。大茅水流域的溢流坝坝型均为宽顶堰，具体情况见表 2-2。

**表 2-2 大茅水溢流坝统计表**

| 序号 | 所在工程河段 | 桩号    | 坝顶高程（m） | 类型  |
|----|--------|-------|---------|-----|
| 1  | B 段    | 0+835 | 21.35   | 滚水坝 |
| 2  | B 段    | 2+286 | 17.00   | 滚水坝 |
| 3  | B 段    | 3+356 | 14.2    | 滚水坝 |
| 4  | B 段    | 6+982 | 6.61    | 滚水坝 |

## 2.7 洪水

### 1、洪水特性

三亚市河流的洪水由暴雨形成，暴雨多由热带气旋和冷锋等天气系统造成，其中以台风暴雨居多，流域受台风影响的多年平均值为 2.6 次/年。暴雨具有雨量集中、强度大、延续时间长、时空分布不均等特点。据三亚雨量站实测降雨量资料系列统计；全市多年平均降雨量为 1430mm，最大降雨量为 1819mm，最小降雨量为 674.7mm。流域汛期一般为 5-10 月，期间的降雨量约占全年降雨量的 92%，洪水主要集中在 8-10 月，期间降雨量约占

全年降水量的 54%，流域的非汛期为 11-4 月，期间的降雨量仅占年降雨量的 8%左右。

## 2、洪水标准

### （1）河道防洪标准

本项目所涉河道大茅水穿越三亚市吉阳区，跨越吉阳区境内安罗村、新村、田独村、中廖村和大茅村，经调查，大茅水流域所在区域均为乡村防护区，根据《防洪标准》（GB50201-2014）中表 4.2.1 和表 4.3.1 的相关规定，大茅水流经的乡村人口约 4 万人，耕地 24652.3 亩，乡村防护区的防护等级为Ⅳ级，相应防洪标准应为 10~20 年。

根据三亚市水利水电勘测设计院于 2015 年 7 月编制完成并获三亚市水务局批准的《三亚市大茅水上游河道治理规划》成果可知，海榆东线公路桥以上河道采用的防洪标准为 20 年一遇。

综上所述，根据国家现行《防洪标准》（GB50201-2014）及《三亚市大茅水上游河道治导线规划》相关规定，同时综合考虑本次大茅水流域流经区域的保护人口、防护等级、所属区域未来的发展规模、社会经济地位和技术经济条件等多方面因素，确定本项目所涉大茅水的防洪标准为 20 年一遇。

### （2）本项目治理标准

本项目治理河段现状部分河段两岸为基本农田，导致项目用地红线受限，河道断面行洪能力受限，部分河段无法满足 20 年一遇的防洪要求。综合考虑项目实际情况，本项目治理标准采用分段的形式，涉及村庄河段治理标准与河道防洪标准一致取 20

年一遇，涉及农田河段采用齐岸标准（即遇某场洪水时，80%断面的洪水水面线低于岸线，则该场洪水标准即为齐岸标准），通过洪水水面线试算，分析计算河道治理前后的过流能力的增量，以此作为河道整治目标之一。具体详见下河道分段治理标准表2-3。

表 2-3 河道分段治理标准表

| 河段  | 桩号位置            | 治理标准         |
|-----|-----------------|--------------|
| A 段 | AK0+000-AK1+907 | 20 年一遇洪水设计标准 |
| B 段 | BK0+000-BK2+300 | 齐岸标准         |
|     | BK2+300-BK3+525 | 20 年一遇洪水设计标准 |
|     | BK3+525-BK8+701 | 齐岸标准         |

### （3）改建过水涵防洪标准

根据现场调查及本项目拟改建过水涵设计方案，现状及改建后交通桥多孔跨径皆小于 30m，单孔跨径皆小于 20m，根据《公路桥涵通用设计规范》(JTGD60-2015)表 1.0.5(桥梁涵洞分类)，本项目拟改建过水涵现状及建设后皆属于小桥。

表 2-4 桥梁涵洞分类

| 桥涵分类 | 多孔跨径总长 L (m)     | 单孔跨径 $L_k$ (m)   |
|------|------------------|------------------|
| 特大桥  | $L > 1000$       | $L_k > 150$      |
| 大桥   | $100 < L < 1000$ | $40 < L_k < 150$ |
| 中桥   | $30 < L < 100$   | $20 < L_k < 40$  |
| 小桥   | $8 < L < 30$     | $5 < L_k < 20$   |
| 涵洞   |                  | $L_k < 5$        |

根据《公路桥涵通用设计规范》(JTGD60-2015)表 3.2.9 (桥梁设计洪水频率)，本项目过水涵道路等级皆为乡村公路，本次改造 1~3#过水涵，参考四级公路上的小桥防洪标准取 25 年一遇。

表 2-5 桥梁设计洪水频率



| 公路等级 | 设计洪水频率 |       |       |       |            |
|------|--------|-------|-------|-------|------------|
|      | 特大桥    | 大桥    | 中桥    | 小桥    | 涵洞及小型排水构筑物 |
| 高速公路 | 1/300  | 1/100 | 1/100 | 1/100 | 1/100      |
| 一级公路 | 1/300  | 1/100 | 1/100 | 1/100 | 1/100      |
| 二级公路 | 1/100  | 1/100 | 1/100 | 1/50  | 1/50       |
| 三级公路 | 1/100  | 1/50  | 1/50  | 1/25  | 1/25       |
| 四级公路 | 1/100  | 1/50  | 1/50  | 1/25  | 不做规定       |

### 3、计算方法

根据《水利水电工程设计洪水计算规范》（SL44—2006），对难获得流量资料的中小工程，可采用雨量资料或经验公式推求设计洪水。大茅水流域无实测流量资料，亦无中小流域设计洪水计算的特定经验公式，所以本次洪水计算采用广东省水文总站1991年编制的《广东省暴雨径流查算图表》给出的推理公式法和综合单位线法，由设计暴雨间接推求设计洪水。计算过程同时采用综合单位线法和推理公式法计算设计洪水并进行比较，调整参数，使得两种方法计算的洪峰流量相差不超过20%（以洪峰结果大者为分母计算），然后合理选用其中的一种计算结果作为最终的设计成果。

为了计算区域内各河段的行洪能力，需将整条河划分为若干段分别进行设计洪水计算。经实地调查分析，大茅水干流有多支支流汇入，支流汇入会导致集雨面积骤然变大，故需在支流汇入处设置节点。同时，本流域内上游建有多座水库，对洪水具有一定的调节作用，为考虑水库对下游洪水的影响，也需在水库坝址处设置计算节点。综合分析考虑，本次设计洪水计算共设立6

个节点，其中节点 1 为本项目 A 河段最下游断面处，节点 2 为大茅水干流与支流中廖水汇合口前，节点 3 为大茅水干流与颂和水库支流汇合口前，节点 4 为本次整治河段终端（海榆东线桥）所在断面处，节点 5 为三浓水库坝址处，节点 6 为颂和水库坝址处。项目区流域水系图及水文计算节点位置示意图 2-10。

经调查可知，大茅水流域内现有两座小（1）型水库，分别为支流上的颂和水库和干流河段上游的三浓水库，流域面积分别为  $11.0\text{km}^2$ 、 $5.05\text{km}^2$ ，有 6 座小（2）型水库，分别为双本水库、三郎水库、大安水库、尖岭水库、黄猄水库、高园水库，流域面积分别为  $1.83\text{km}^2$ 、 $0.69\text{km}^2$ 、 $0.839\text{km}^2$ 、 $1.02\text{km}^2$ 、 $0.8\text{km}^2$ 、 $1.46\text{km}^2$ 。考虑到三浓水库占节点 1 流域面积 32%，颂和水库占节点 4 流域面积 15%，两座水库对上游洪水有一定的调节削峰作用。故本次计算主要考虑三浓水库对节点 1 的调节作用以及颂和水库对节点 4 的调节作用。

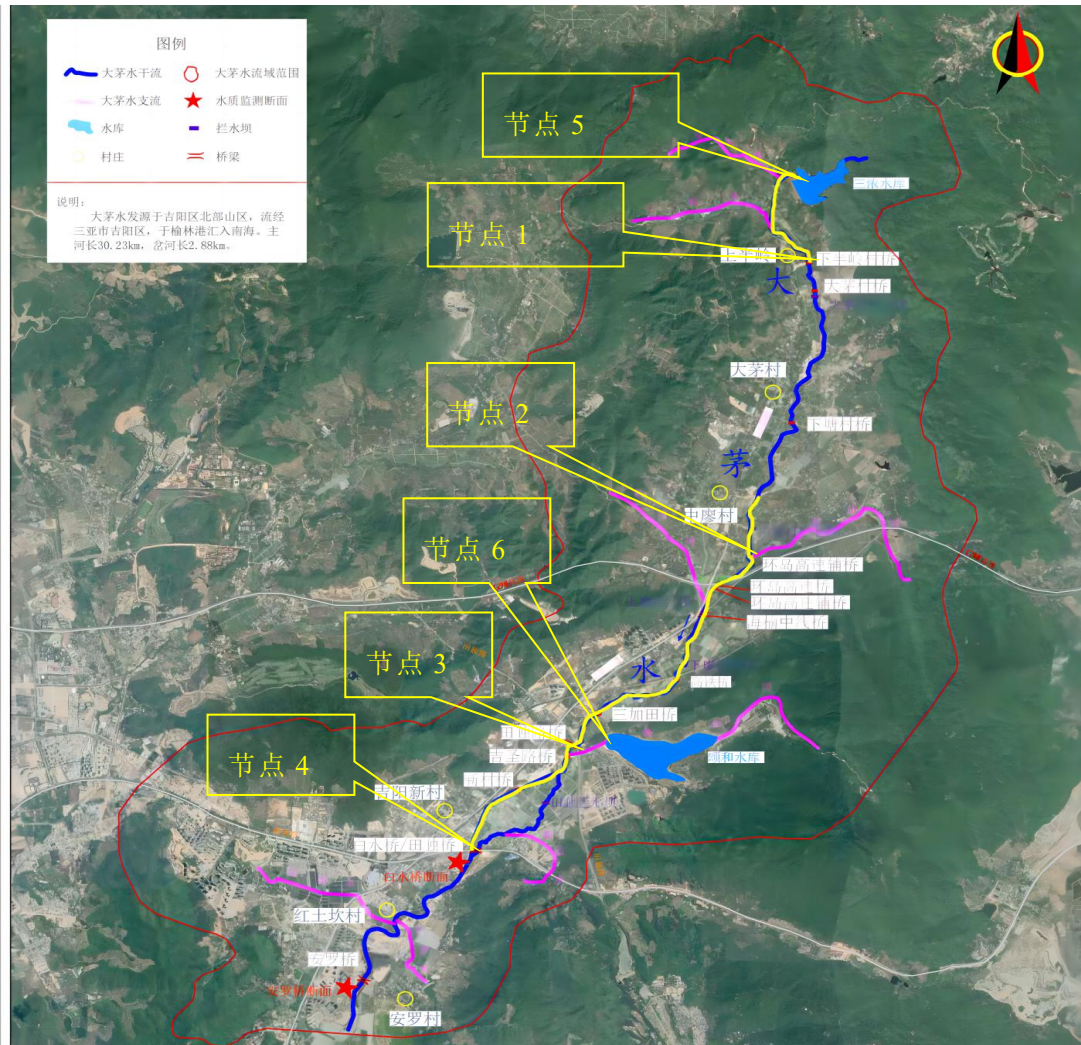


图 2-6 流域水系及计算节点布置图

#### 4、基本参数

由于项目区河段集水面积相对较小,可采用统一的点雨量成果。本次洪水计算节点基本参数如下:

①流域雨量参数由广东省水文总站编制的《广东省水文图集》查取,大茅水位于《广东省水文图集》海南岛分区的 XI<sub>2</sub> 区,参数见表 2-6。

表 2-6 基本雨量参数

| 参 数       | 10 分钟 | 1 小时 | 6 小时 | 24 小时 | 72 小时 |
|-----------|-------|------|------|-------|-------|
| 点雨量均值（mm） | 20.5  | 57   | 108  | 177   | 215   |
| 变差系数 Cv   | 0.25  | 0.28 | 0.43 | 0.48  | 0.47  |

②计算节点的集水面积 F 与河道长度 L 由 1/10000 地形图上量算，见表 2-6。

③河道平均坡降 J 采用公式（2-1）计算，计算成果列于表 2.7-2。

$$J = \frac{(Z_0 + Z_1)L_1 + (Z_1 + Z_2)L_2 + \dots + (Z_{n-1} + Z_n)L_n - 2Z_0L}{L^2} \quad (2-1)$$

式中：Z<sub>0</sub>、Z<sub>1</sub>、Z<sub>2</sub>…Z<sub>n</sub>— 自计算节点起到干流各比降变化特征点的地面高程（m）；

L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>…L<sub>n</sub>— 各特征点间的距离（m）；

L — 河段总长度（m）。

表 2-7 基本地理参数表

| 节点   | 集雨面积（km <sup>2</sup> ） | 河长 L（km） | 坡降 J（‰） |
|------|------------------------|----------|---------|
| 节点 1 | 15.95                  | 5.46     | 25.27   |
| 节点 2 | 28.87                  | 12.11    | 7.87    |
| 节点 3 | 51.81                  | 16.93    | 5.09    |
| 节点 4 | 72.21                  | 19.56    | 3.80    |
| 节点 5 | 5.05                   | 3.54     | 30      |
| 节点 6 | 11.0                   | 7.32     | 40.6    |

## 5、设计暴雨计算

根据各历时点雨量均值  $\overline{H_t}$ 、变差系数  $C_{vt}$  后，再从  $C_s = 3.5C_v$  皮尔逊 III 型曲线  $K_p$  值查取相应设计频率的  $K_{tp}$ ，按式（2-2）计算设计频率的点暴雨量  $H_{tp}$ 。

$$H_{tp} = \overline{H_t} \times K_{tp} \quad (2-2)$$

根据  $a \sim t \sim F$ （点面折算系数~历时~集水面积）关系图查出  $\alpha_t$ ，按式（2-3）计算面暴雨量，计算结果列于表 2-8 和 2-9。

$$H_{tp\text{面}} = H_{tp} \times \alpha_t \quad (2-3)$$

**表 2-8 设计暴雨面雨量计算结果表（P=5%）**

| 时段（h） |          | 1     | 6     | 24    | 72    |
|-------|----------|-------|-------|-------|-------|
| 节点 1  | $K_p$    | 1.52  | 1.84  | 1.95  | 1.92  |
|       | 点面折算系数   | 0.956 | 0.973 | 0.991 | 0.992 |
|       | 面暴雨量（mm） | 83.1  | 193   | 341   | 410   |
| 节点 2  | $K_p$    | 1.52  | 1.84  | 1.95  | 1.92  |
|       | 点面折算系数   | 0.931 | 0.958 | 0.981 | 0.986 |
|       | 面暴雨量（mm） | 80.9  | 190   | 338   | 408   |
| 节点 3  | $K_p$    | 1.52  | 1.84  | 1.95  | 1.92  |
|       | 点面折算系数   | 0.894 | 0.934 | 0.969 | 0.974 |
|       | 面暴雨量（mm） | 77.7  | 186   | 334   | 403   |
| 节点 4  | $K_p$    | 1.52  | 1.84  | 1.95  | 1.92  |
|       | 点面折算系数   | 0.87  | 0.914 | 0.958 | 0.966 |
|       | 面暴雨量（mm） | 75.6  | 182   | 330   | 400   |
| 节点 5  | $K_p$    | 1.57  | 1.90  | 2.01  | 1.95  |
|       | 点面折算系数   | 1     | 1     | 1     | 1     |
|       | 面暴雨量（mm） | 81.4  | 190   | 330   | 401   |
| 节点 6  | $K_p$    | 1.61  | 1.95  | 2.03  | 1.99  |
|       | 点面折算系数   | 0.966 | 0.98  | 0.993 | 0.994 |
|       | 面暴雨量（mm） | 85.4  | 189   | 363   | 474   |

表 2-9 设计暴雨面雨量计算结果表（P=4%）

| 时段（h） |                | 1     | 6     | 24    | 72    |
|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|
| 节点 1  | K <sub>p</sub> | 1.57  | 1.92  | 2.04  | 2.02  |
|       | 点面折算系数         | 0.956 | 0.973 | 0.991 | 0.992 |
|       | 面暴雨量<br>(mm)   | 85.6  | 202   | 359   | 431   |
| 节点 2  | K <sub>p</sub> | 1.57  | 1.92  | 2.04  | 2.02  |
|       | 点面折算系数         | 0.931 | 0.958 | 0.981 | 0.986 |
|       | 面暴雨量<br>(mm)   | 83.4  | 199   | 355   | 428   |
| 节点 3  | K <sub>p</sub> | 1.57  | 1.92  | 2.04  | 2.02  |
|       | 点面折算系数         | 0.894 | 0.934 | 0.969 | 0.974 |
|       | 面暴雨量<br>(mm)   | 80.1  | 194   | 351   | 423   |
| 节点 4  | K <sub>p</sub> | 1.57  | 1.92  | 2.04  | 2.02  |
|       | 点面折算系数         | 0.87  | 0.914 | 0.958 | 0.966 |
|       | 面暴雨量<br>(mm)   | 77.9  | 190   | 347   | 419   |
| 节点 5  | K <sub>p</sub> | 1.62  | 2.00  | 2.12  | 2.04  |
|       | 点面折算系数         | 1     | 1     | 1     | 1     |
|       | 面暴雨量<br>(mm)   | 84.1  | 200   | 347   | 421   |
| 节点 6  | K <sub>p</sub> | 1.62  | 2.00  | 2.12  | 2.04  |
|       | 点面折算系数         | 0.966 | 0.98  | 0.993 | 0.994 |
|       | 面暴雨量<br>(mm)   | 85.9  | 194   | 378   | 488   |

暴雨递减指数  $n_p(1 \sim 6)$  和  $S_p$  根据式 (2-4) 和式 (2-5) 进行计算，计算成果见表 4-9。

$$n_{p(1'6)} = 1 - \frac{\lg(H_{6p\text{面}} / H_{1p\text{面}})}{\lg 6} \quad (2-4)$$

$$S_p = H_{1p\text{面}} \quad (2-5)$$

表 2-10 暴雨参数计算成果表

| 节点   | P=5%           |                    | P=4%           |                    |
|------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
|      | $n_p (1\sim6)$ | $S_p(\text{mm/h})$ | $n_p (1\sim6)$ | $S_p(\text{mm/h})$ |
| 节点 1 | 0.530          | 83.1               | 0.521          | 85.6               |
| 节点 2 | 0.523          | 80.9               | 0.515          | 83.4               |
| 节点 3 | 0.513          | 77.7               | 0.506          | 80.1               |
| 节点 4 | 0.510          | 75.6               | 0.498          | 77.9               |
| 节点 5 | 0.527          | 81.4               | 0.517          | 84.1               |
| 节点 6 | 0.557          | 85.4               | 0.545          | 85.9               |

## 6、设计洪水计算

### （一）综合单位线法

基本原理：广东省综合单位线法是根据《手册》编制，可供广东省、海南省短缺实测流量资料、集水面积小于 1000km<sup>2</sup> 的大（2）型、中型、小型水利工程推求设计洪水。综合单位线法是一种线性单位线，遵循倍比叠加的汇流原理，即每个  $\Delta t$  时段净雨形成的地表径流过程线的纵坐标与净雨强度成正比，逐个时段净雨形成的地表径流过程，按发生先后线性叠加构成整个地表径流过程。

产流分析采用初损后损法。广东省、海南省地处南方湿润地区，损失量相对设计暴雨来说所占比重很小，因此对产流未做深入分析。根据实际资料反映的集水面积大小的差别，分别给出各分区集水面积大于和小于 100km<sup>2</sup> 的产流参数：初损  $I_0$ 、平均后损率  $\bar{f}$ 、3 天平均损失率  $\bar{f}_{3\text{天}}$ 。

汇流分析主要是应用线性系数识别的最小二乘法解算经验

单位线，综合给出分区分类的以无因次单位线  $U_i \sim X_i$  表达的经验线型，并从设计条件出发，建立分区的集水区域特征参数  $\theta$  与稳定的单位线滞时  $m_1$  的关系。

设计洪水计算：设计洪水计算时，由工程集水区域特征参数  $\theta$ ，按工程分区并结合工程集水区域下垫面条件从  $m_1 \sim \theta$  关系图（海南丘陵区 D 线）上选定适当的  $m_1$  值，并按工程集水面积确定适宜的计算时段  $\Delta t$ ，按所属分区分类典型无因次单位线

$m_1-X_i$  的  $k$  及  $\Delta t$  时段单位线的一阶段原点矩  $Y_{ui} = m_1 + \frac{\Delta t}{2}$ ，计算出  $t_p = \frac{Y_{ui}}{k} = (m_1 + \frac{\Delta t}{2}) / k$ ，即可求出  $\Delta t$  时段的单位线  $q_i = \frac{u_i W}{t_p}$ 、

$t_i = x_i t_p$ ，根据设计净雨过程按一般单位线推求设计洪水过程线，同时求得设计洪峰流量。

根据流域特征参数，依据《广东省暴雨径流查算图表使用手册》，流域处于海南丘陵区，属于暴雨高区，采用海南山丘区的 I 号无因次单位线  $U_i \sim X_i$  推算各控制断面单位线，据此求得各计算节点处时段单位线要素如表 4-10。

产汇流计算按照全省统一的 24h 与三天雨型及时程分配，逐时扣除不同历时的损失率  $\bar{f}$  后得到时段净雨量。根据综合单位线和各频率净雨量进行汇流计算，结果见表 2-11。



表 2-11 综合单位线要素表

| 节点   | $\theta = \frac{L}{J^{1/3}}$ | $m_1$<br>(h) | $\Delta t$<br>(h) | $f_1$<br>(mm/h) | $f_3$<br>(mm/h) | $f_1$<br>(mm/h) | $f_3$<br>(mm/h) |
|------|------------------------------|--------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|      |                              |              |                   | p=5%            | p=5%            | p=4%            | p=4%            |
| 节点 1 | 18.61                        | 2.02         | 1.0               | 4.57            | 1.83            | 4.63            | 1.88            |
| 节点 2 | 60.88                        | 3.60         | 1.0               | 4.55            | 1.82            | 4.62            | 1.87            |
| 节点 3 | 98.42                        | 4.90         | 1.0               | 4.53            | 1.81            | 4.60            | 1.86            |
| 节点 4 | 125.35                       | 6.1          | 1.0               | 4.52            | 1.80            | 4.59            | 1.85            |
| 节点 5 | 11.39                        | 1.72         | 0.5               | 4.52            | 1.8             | 4.59            | 1.85            |
| 节点 6 | 21.3                         | 2.1          | 0.5               | 4.65            | 1.99            | 4.71            | 2.02            |

## （二）推理公式法

推理公式法在国外称为“合理化”法，该方法的特点是给出最大流量值，对于小型水利、交通等工程的设计往往已能满足要求。无实测流量资料集水面积小于 1000km<sup>2</sup> 的大（2）型、中型、小型水利工程推求设计洪水采用《图表》直接查算各种历时的设计点暴雨参数，根据集水面积、不同历时 t 的点面换算系数，转换成面暴雨，应用模拟聚类分析方法分析设计雨型，按照设计雨型进行分配得出毛雨过程，以供产汇流分析计算。产流计算是将设计毛雨过程扣除损失后得出设计净雨过程，有了净雨过程，就可以进行汇流计算，最后采用推理公式法进行设计洪水计算。

产流分析同综合单位线法，采用初损后损法。

汇流分析重点对汇流参数 m 值进行分析和综合。除单站的 m 值综合有所改进，m~ $\theta$  关系中的集水区域特征参数改用  $\theta = \frac{L}{J^{1/3}}$  外，将大陆、海南分别定线，大陆的 m~ $\theta$  还分山区、高丘及低丘平原三条线。同时对 m 的选定提出了一些定性和定量指标，设

计洪峰流量的计算，洪峰流量  $Q_m$ 、暴雨历时  $\tau$  是式（4-6）、（4-7）两个基本公式的联解，计算采用迭代法。

$$\tau = \frac{0.27 L}{m J^{\frac{1}{3}} Q_m^{1/4}} \quad (4-6)$$

$$Q_m = 0.278 \frac{h_t}{t} F \quad (4-7)$$

式中：  $\tau$  —主洪峰的汇流历时（h）；

$L$  —河流长度（km）；

$J$  —河流坡降（‰）；

$Q_m$  —洪峰流量（ $m^3/s$ ）；

$m$  —汇流参数；

$t$  —计算时段（h）；

$F$  —集水面积（ $km^2$ ）。

### （三）计算成果

由综合单位线法和推理公式法计算所得设计洪峰流量结果以及二者相比较的结果见表 2-12。

表 2-12 设计洪峰流量计算成果表

| 节点   | 频率   | 综合单位线法<br>( $m^3/s$ ) | 推理公式法<br>( $m^3/s$ ) | 相对误差<br>(%) |
|------|------|-----------------------|----------------------|-------------|
| 节点 1 | P=5% | 201                   | 215                  | 6.51        |
|      | P=4% | 210                   | 225                  | 7.05        |
| 节点 2 | P=5% | 251                   | 234                  | 6.60        |
|      | P=4% | 263                   | 248                  | 5.71        |
| 节点 3 | P=5% | 382                   | 398                  | 3.84        |
|      | P=4% | 402                   | 421                  | 4.57        |
| 节点 4 | P=5% | 464                   | 436                  | 5.98        |
|      | P=4% | 488                   | 464                  | 4.97        |
| 节点 5 | P=5% | 75.3                  | 73.8                 | 2.08        |
|      | P=4% | 78.3                  | 77.3                 | 1.29        |

| 节点   | 频率   | 综合单位线法<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | 推理公式法<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | 相对误差<br>(%) |
|------|------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------|
| 节点 6 | P=5% | 131                                 | 136                                | 3.68        |
|      | P=4% | 133                                 | 138                                | 3.96        |

由表 4-11 的结果可以看出，由综合单位线法和推理公式法计算出不同节点的洪峰流量值的相对误差皆小于 20%。由以上比较说明两种计算方法的计算成果整体吻合性较好，成果较为合理。鉴于综合单位线法所使用的基础资料较推理公式法可靠，且其计算成果的精度也较推理公式法高，故本次计算采用综合单位线计算的设计洪水成果。各节点设计洪水过程线见图 2-7~图 2-12。

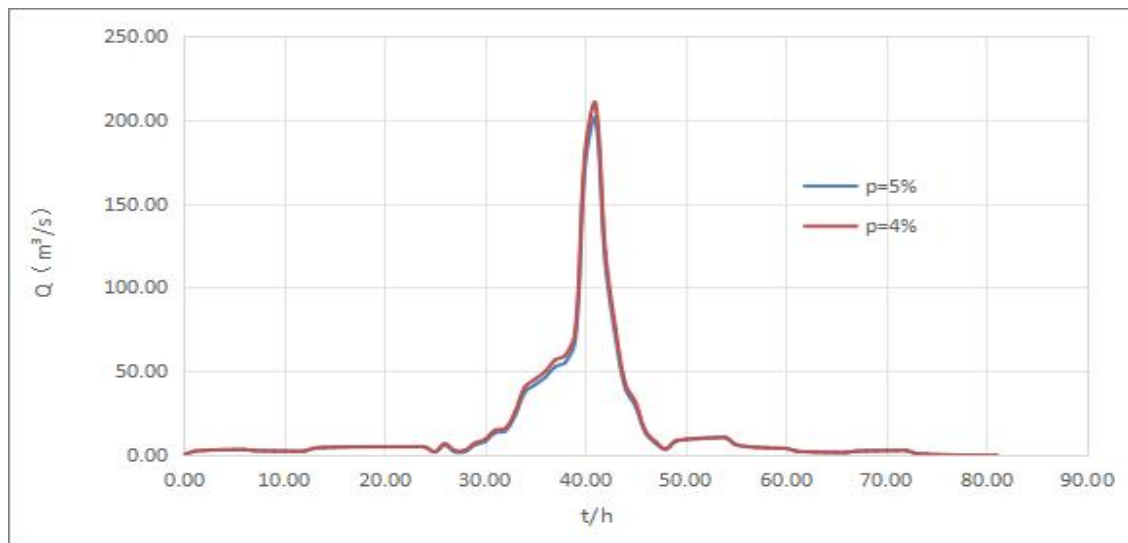


图 2-7 节点 1 设计洪水过程线图

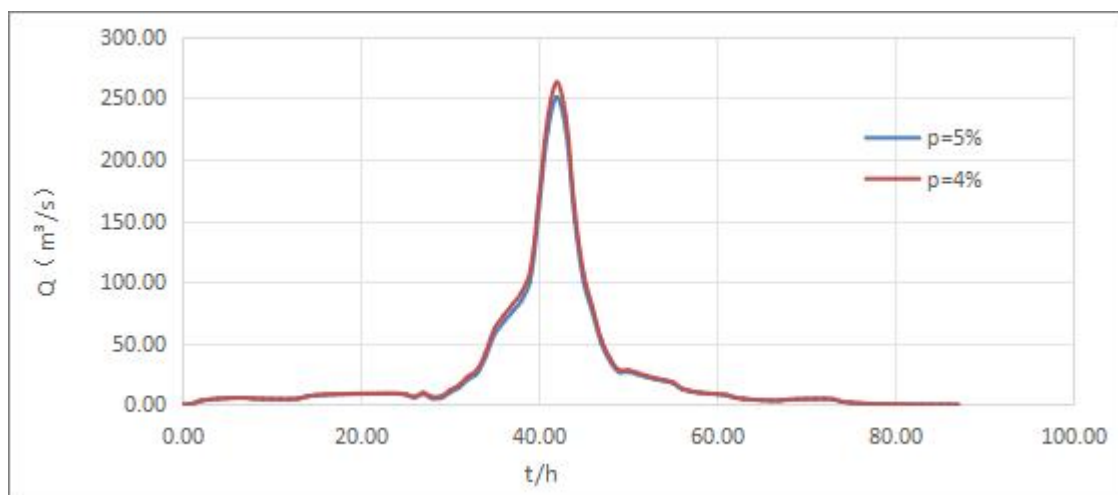


图 2-8 节点 2 设计洪水过程线图

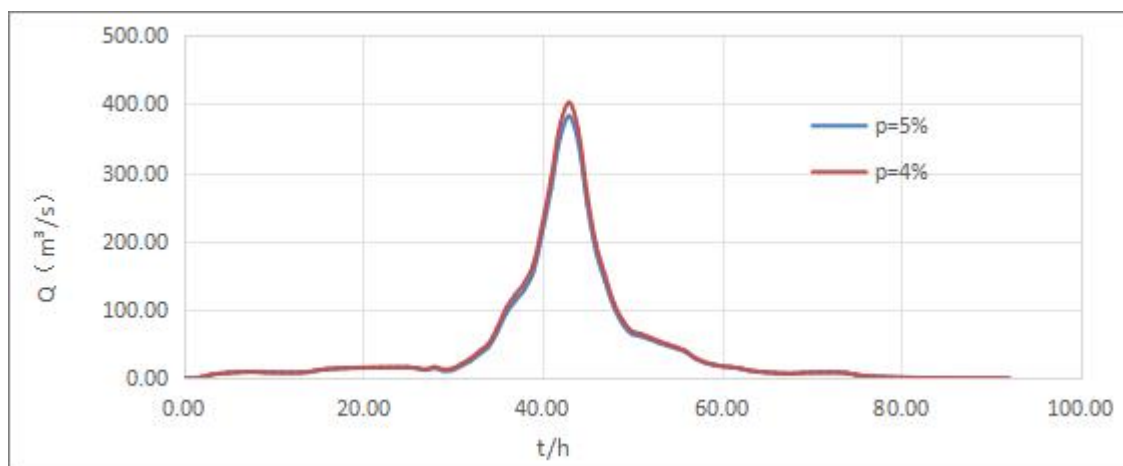


图 2-9 节点 3 设计洪水过程线图

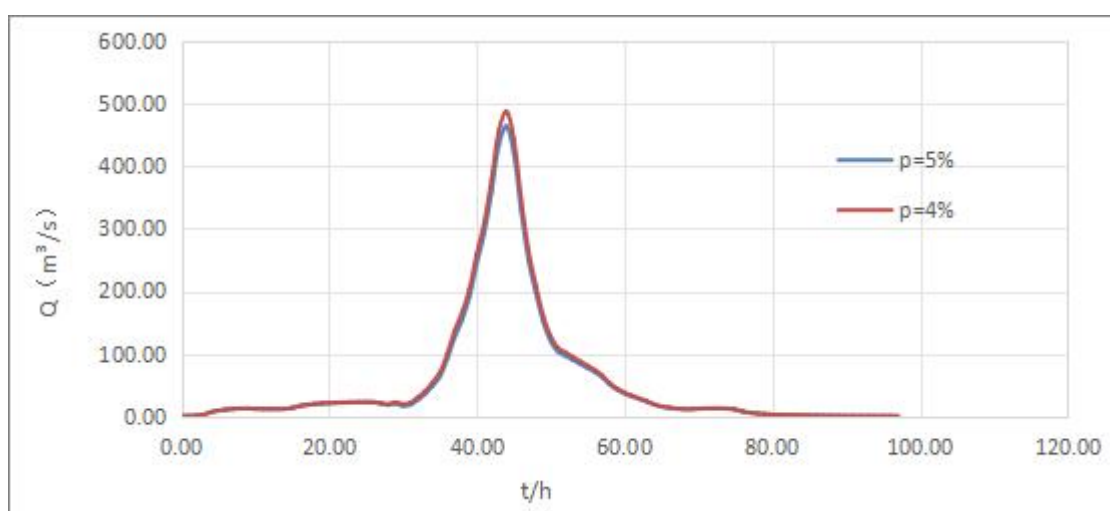


图 2-10 节点 4 设计洪水过程线图

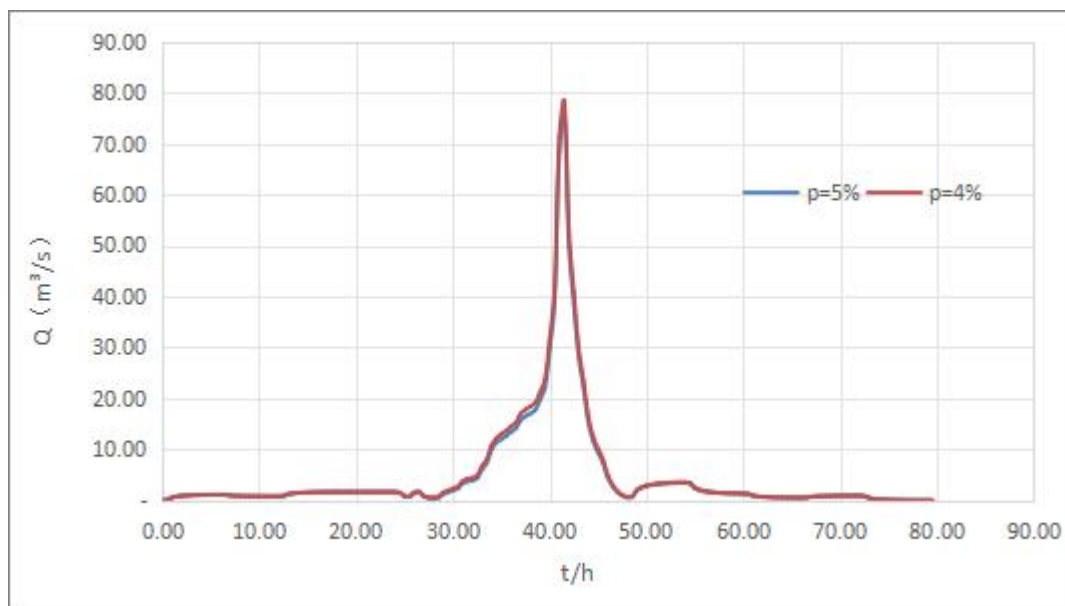


图 2-11 节点 5 设计洪水过程线图

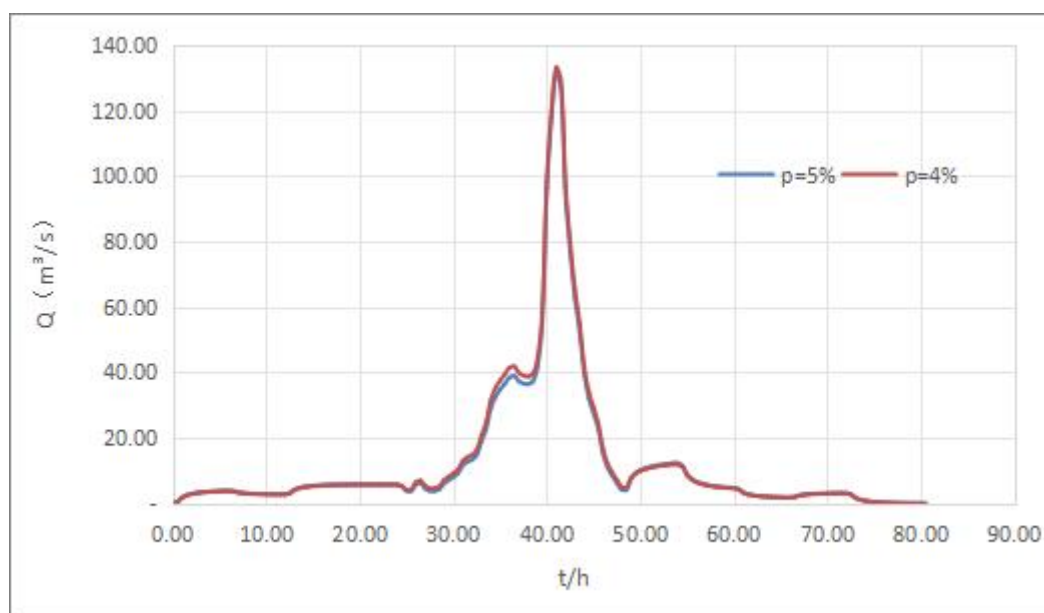


图 2-12 节点 6 设计洪水过程线图

## 2.8 水库调蓄分析计算

考虑到三浓水库占节点 1 流域面积 32%，颂和水库占节点 4 流域面积 15%，两座水库对上游洪水有一定的调节削峰作用。故本次计算主要考虑三浓水库对节点 1 的调节作用以及颂和水库对节点 4 的调节作用。

## 1、计算方法

调洪演算的基本原理为水库水量平衡原理，按水量平衡方程，计算式采用有限差形式表达：

$$\frac{Q_i - Q_{i-1}}{2} - \frac{q_i + q_{i-1}}{2} = \frac{V_i}{\Delta t} - \frac{V_{i-1}}{\Delta t}$$

式中： $Q_i$ 、 $Q_{i-1}$  ——入库流量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）；

$q_i$ 、 $q_{i-1}$  ——溢流坝下泄流量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）；

$V_i$ 、 $V_{i-1}$  ——水库库容（ $\text{m}^3$ ）；

$\Delta t$  ——计算时段（h）。

调洪演算程序采用“海南地区设计洪水计算程序”，该程序是采用半图解法求解溢流坝出流及水库水位变化值。

## 2、三浓水库调洪演算

三浓水库溢洪道为开敞式无闸门驼峰堰，堰顶高程为 60.62m，正常水位为 60.62m，起调水位为正常蓄水位。其水位~库容关系及水位~下泄流量关系根据水库原设计报告计取，详见表 2-13 和表 2-14。水库调洪演算成果详见表 2-15。

**表 2-13 三浓水库水位库容关系表**

|                    |       |      |       |       |       |       |      |
|--------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| z（m）               | 46    | 48   | 49    | 50    | 51.5  | 52.32 | 53.7 |
| v（万 $\text{m}^3$ ） | 3     | 8.9  | 15    | 23.2  | 40    | 50    | 70   |
| z（m）               | 55.38 | 57.2 | 60.18 | 62.27 | 62.97 | 65    |      |
| v（万 $\text{m}^3$ ） | 100   | 140  | 211   | 270   | 292   | 355   |      |

**表 2-14 三浓水库水位泄流关系表**

|                                  |       |       |       |       |       |       |       |        |        |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| z（m）                             | 60.62 | 60.92 | 61.22 | 61.52 | 61.82 | 62.12 | 62.42 | 62.72  | 63.02  |
| 泄流量<br>（ $\text{m}^3/\text{s}$ ） | 0     | 6.45  | 18.25 | 33.54 | 51.63 | 72.15 | 94.85 | 119.53 | 146.03 |

表 2-15 三浓水库调洪演算成果表

| 频率   | 洪峰流量（m <sup>3</sup> /s） | 下泄流量（m <sup>3</sup> /s） | 设计洪水位（m） | 相应库容（万 m <sup>3</sup> ） |
|------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|
| P=5% | 75                      | 50.1                    | 61.79    | 256.57                  |
| P=4% | 78.3                    | 52.9                    | 61.84    | 257.81                  |

### 3、颂和水库调洪演算

颂和水库溢洪道为开敞式无闸门实用堰，堰顶高程为 110.30m，正常水位为 110.30m，起调水位为正常蓄水位。其水位~库容关系及水位~下泄流量关系根据水库原设计报告计取，详见表 2-16 和表 2-17。水库调洪演算成果详见表 2-18。

表 2-16 颂和水库水位库容关系表

|                      |     |     |       |        |        |     |     |
|----------------------|-----|-----|-------|--------|--------|-----|-----|
| z（m）                 | 101 | 102 | 103   | 104    | 105    | 106 | 107 |
| v（万 m <sup>3</sup> ） | 11  | 13  | 34    | 64     | 102    | 145 | 208 |
| z（m）                 | 108 | 109 | 110.3 | 112.15 | 112.45 | 114 |     |
| v（万 m <sup>3</sup> ） | 280 | 360 | 480   | 684    | 714    | 843 |     |

表 2-167 颂和水库水位泄流关系表

|                        |        |        |       |        |        |        |
|------------------------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| z（m）                   | 110.3  | 110.8  | 111.3 | 111.8  | 112.3  | 112.8  |
| 泄流量(m <sup>3</sup> /s) | 0      | 23.02  | 65.11 | 119.62 | 184.17 | 257.38 |
| z（m）                   | 113.3  | 113.8  | 114.3 | 114.8  | 115.3  | 115.8  |
| 泄流量(m <sup>3</sup> /s) | 338.34 | 426.35 | 520.9 | 621.56 | 727.98 | 839.87 |

表 2-18 颂和水库调洪演算成果表

| 频率   | 洪峰流量（m <sup>3</sup> /s） | 下泄流量（m <sup>3</sup> /s） | 设计洪水位（m） | 相应库容（万 m <sup>3</sup> ） |
|------|-------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|
| P=5% | 131                     | 73.4                    | 111.38   | 598.62                  |
| P=4% | 133                     | 76.4                    | 111.4    | 601.71                  |

### 4、调蓄分析计算

本次采用调蓄系数法分析计算水库对节点洪水的调节作用，利用式（2-7）得到该水库调洪对整个流域洪水的调蓄系数  $\delta$ ，经水库调节后的节点 1、节点 4 设计洪水计算成果详见表 2-18。

$$\delta = 1 - (1 - K) \times f / F \quad (2-7)$$

式中：

K—为该水库出库洪峰流量与入库洪峰流量之比；

f—为水库坝址以上流域面积（ $\text{km}^2$ ）；

F—为该流域某个断面以上的流域面积（ $\text{km}^2$ ）。

表 2-19 调蓄分析计算成果表

| 节点   | 频率   | 洪峰流量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ） | 调蓄系数 | 调蓄后洪峰流量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ） |
|------|------|-------------------------------|------|----------------------------------|
| 节点 1 | P=5% | 201                           | 0.89 | 180                              |
|      | P=4% | 210                           | 0.90 | 188                              |
| 节点 4 | P=5% | 464                           | 0.93 | 433                              |
|      | P=4% | 488                           | 0.94 | 456                              |

## 2.9 施工期洪水

本工程项目区河段每年 11 月以后雨量明显减少，进入枯水季节，至次年 4 月以后雨量逐渐增加。施工洪水以 11 月~次年 4 月为计算时段，结合施工要求，本次计算了 5 年一遇标准的施工期洪水，采用时段雨量间接推算。

首先用三亚市气象站实测的日雨量资料统计出 11~次年 4 月最大日雨量系列，然后将日雨量转换为最大 24h 雨量（ $H_{\text{日}} \times 1.13$ ），并计算相应频率的 24h 点雨量。按同倍比缩放的方法及点、面换算，求其 72h、6h 和 1h 面雨量，然后采用综合单位线法推算施工洪水。大茅水工程河段施工期暴雨参数成果如表 2-20 所示，施工洪水成果见表 2-21。



表 2-20 施工期暴雨参数

| 时段 (h) | 1    | 6    | 24   | 72   |
|--------|------|------|------|------|
| 年最大点雨量 | 17.9 | 34.9 | 54.8 | 68.4 |
| 变差系数   | 0.25 | 0.45 | 0.50 | 0.48 |

表 2-21 大茅水各节点不同频率施工期洪水成果表

| 断面   | 分期            | 设计洪峰 $Q_p$ ( $m^3/s$ ) |
|------|---------------|------------------------|
|      |               | $P=20\%$               |
| 节点 1 | 11 月 ~ 翌年 4 月 | 27.7                   |
| 节点 2 |               | 29.6                   |
| 节点 3 |               | 42.8                   |
| 节点 4 |               | 49.7                   |

## 2.10 泥沙

本工程整治的大茅水上游河段大部分为山区,中下游河段主要为冲积平原,地势较平坦,有砖红壤、燥红壤和潮泥土及滨海砂土、非地带性水稻土等,河道两岸植被覆盖良好。大茅水流域无实测泥沙测验资料,本次根据邻近流域昌化江亲天峡站的侵蚀模数资料,推算得大茅水全流域悬移质多年平均输沙量为 2.78 万 t,推移质年输沙量按悬移质多年平均年输沙量的 20%估算,为 0.56 万 t。

## 2.11 河口潮汐特性

三亚市水利水电勘测设计院已于 2011 年 12 月编制完成《大茅水下游河道治理规划》(报批稿),对大茅水出海口处的潮水位做了全面的分析计算,本次直接引用该报告的潮水位成果,具体成果摘录如下。

大茅水河口无潮位站，引用三亚潮位站的潮位作为大茅水河口的设计潮位值。大茅水河口位于我国南海弱潮海区，该海域为不正规日潮混合潮型，以日潮为主，具有明显的日潮不等现象。每月约 14 天为日潮，其余为不正规半日混合潮。本区因属弱潮海区，潮差不大，平均潮差 1.00m 左右，最大潮差 2.00m 左右。平均海平面有明显的季节性变化，一般 10~11 月较高，6~7 月较低。

据三亚潮位站资料统计，历年最高潮位 2.64m（国家 85 标高，下同），历年最低潮位 -0.95m。本海区涨落潮历时显著不对称，涨潮历时（17h）远大于落潮历时（7.7h）。

三亚海域以潮流为主，为不规则全日潮流，呈往复流，最大涨潮为 NNE—NE 方向，落潮流 SN—SSW 向，涨落潮平均流速分别为 0.11m/s 和 0.19m/s，最大涨落潮流速分别为 0.57 m/s 和 0.75 m/s，落潮流速大于涨潮流速。

三亚附近海域设有三亚潮位站和榆林潮位站。榆林潮位站是海军部队 1953 年在三亚榆林港设立的，有 1953 年至今的潮位观测资料。三亚潮位站是海南省海洋局 1993 年在三亚市三亚湾设立的。对比分析三亚站与榆林站同期年最高潮水位实测资料发现，两站历年实测同期年最高潮水位相近，因此榆林站的设计潮位成果可作为三亚站设计潮位。经分析计算，将榆林潮位站历年最高潮位系列转换为三亚潮位站最高潮位系列，得到三亚站 1953 年~2013 年共 61 年潮水位资料系列，其中多年平均最高潮水位为 2.01m，资料系列如表 4-22 所示。

三亚历年最高潮水位为 2.64m，出现在 1971 年 10 月。5～10 月逐月平均最高潮水位分别为 1.77m、1.79m、1.77m、1.73m、1.78m 和 2.01m（均值 1.80m）。本流域暴雨洪水主要发生在 5～10 月，洪水与最高潮水相遇频度在 25%左右；8～10 月，洪水与最高潮水位相遇频度在 10%左右。三亚海区平均高潮位 1.80m；最低低潮位-1.43m，平均低潮位 0.204m，平均潮位 1.03m，最大潮差 2.26m，最小潮差 0.06m。平均潮差 0.79m。

将三亚站年最高潮水位资料转换成国家 85 高程基准，进行频率计算，频率曲线采用 P-III 线型，统计参数先用矩法初估，最后按经验适线法确定。三亚潮位站设计年最高潮位频率曲线图见图 2-17，成果见表 2-24。

**表 2-23**      三亚潮位站历年最高潮位统计成果表（国家 85 高程）

| 序号 | 年份   | 年最高潮水位（m） | 序号 | 年份   | 年最高潮水位（m） |
|----|------|-----------|----|------|-----------|
| 1  | 1953 | 1.98      | 32 | 1984 | 2.04      |
| 2  | 1954 | 2.05      | 33 | 1985 | 2.05      |
| 3  | 1955 | 2.13      | 34 | 1986 | 2.03      |
| 4  | 2319 | 2.16      | 35 | 1987 | 2         |
| 5  | 1957 | 2.12      | 36 | 1988 | 2.16      |
| 6  | 1958 | 2.18      | 37 | 1989 | 2.4       |
| 7  | 1959 | 2.23      | 38 | 1990 | 2.21      |
| 8  | 1960 | 2.22      | 39 | 1991 | 2.15      |
| 9  | 1961 | 1.89      | 40 | 1992 | 2.23      |
| 10 | 1962 | 1.94      | 41 | 1993 | 2.13      |
| 11 | 1963 | 1.75      | 42 | 1994 | 2.1       |
| 12 | 1964 | 2.02      | 43 | 1995 | 2.06      |
| 13 | 1965 | 1.83      | 44 | 1996 | 1.99      |
| 14 | 1966 | 2.01      | 45 | 1997 | 1.759     |
| 15 | 1967 | 1.99      | 46 | 1998 | 1.809     |
| 16 | 1968 | 2.03      | 47 | 1999 | 1.769     |
| 17 | 1969 | 2.06      | 48 | 2000 | 1.619     |

| 序号 | 年份   | 年最高潮水位 (m) | 序号 | 年份   | 年最高潮水位 (m) |
|----|------|------------|----|------|------------|
| 18 | 1970 | 2.22       | 49 | 2001 | 1.799      |
| 19 | 1971 | 2.64       | 50 | 2002 | 1.719      |
| 20 | 1972 | 2          | 51 | 2003 | 1.729      |
| 21 | 1973 | 2.31       | 52 | 2004 | 1.839      |
| 22 | 1974 | 2.04       | 53 | 2005 | 1.859      |
| 23 | 1975 | 1.93       | 54 | 2006 | 1.919      |
| 24 | 1976 | 1.91       | 55 | 2007 | 2.109      |
| 25 | 1977 | 2.05       | 56 | 2008 | 1.899      |
| 26 | 1978 | 1.84       | 57 | 2009 | 2          |
| 27 | 1979 | 1.82       | 58 | 2010 | 2.02       |
| 28 | 1980 | 2.04       | 59 | 2011 | 2.16       |
| 29 | 1981 | 1.93       | 60 | 2012 | 1.89       |
| 30 | 1982 | 2.2        | 61 | 2013 | 1.91       |
| 31 | 1983 | 1.97       | 62 | 2014 | 1.74       |

表 2-24 三亚潮位站年最高潮水位频率计算成果

| 参数     |       |       | 各级频率设计值（国家 85 高程） |      |      |      |      |      |
|--------|-------|-------|-------------------|------|------|------|------|------|
| 均值 (m) | Cs    | Cs/Cv | 1%                | 2%   | 5%   | 10%  | 20%  | 50%  |
| 2.01   | 0.093 | 6     | 2.52              | 2.45 | 2.35 | 2.26 | 2.16 | 1.99 |

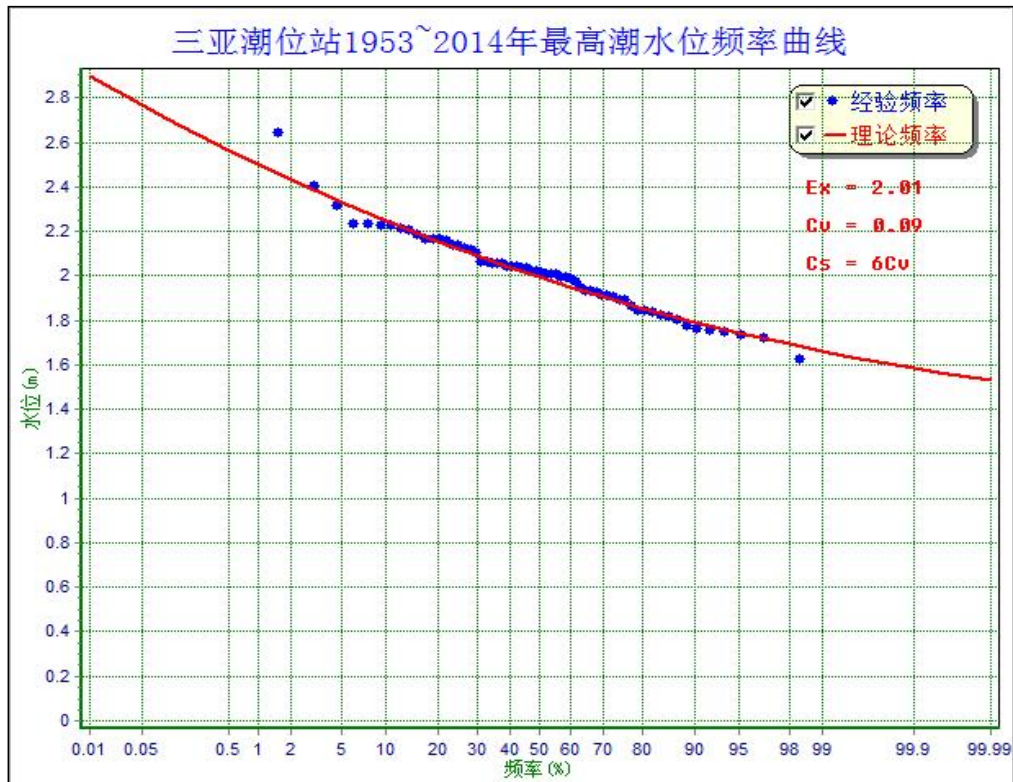


图 2-17 三亚潮位站最高潮水位频率曲线

## 2.12 多年平均径流量

本次多年平均径流量的计算主要以宁远河流域上的雅亮水文站为依据。雅亮水文站是三亚市唯一的水文站，位于宁远河中游，集雨面积 644km<sup>2</sup>，占全流域面积的 63.1%。雅亮水文站设于 1972 年 5 月，观测项目有水位、流量、降雨量，1977 年增加蒸发量观测，因大隆水库的建设于 2004 年撤站。大隆水库初步设计阶段对雅亮水文站资料进行复核，资料整编方法符合测站情况，精度及观测年限均能满足设计要求，可作为工程设计的重要参证站。雅亮站资料成果在大隆水库枢纽工程多次评审中为专家所认可，可作为其他工程设计依据，故本次径流计算以雅亮水文站为参证站，多年平均来水量采用雅亮站径流系列资料以水文比拟法进行计算。

本次雅亮站径流系列采用近期已经通过审批的《国家能源集团三亚东天然气发电项目水资源论证报告书》（三亚市水利水电勘测设计院有限公司，2022.10）中成果，该报告中已对雅亮站径流系列进行了还原计算、插补延长和三性分析，雅亮站还原计算后历年径流资料系列见表 2-25。

表 2-25 雅亮站还原计算后历年径流资料系列 单位：万 m<sup>3</sup>

| 年份   | 月份   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      | 年总量   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|
|      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10    | 11   | 12   |       |
| 1959 | 1626 | 1340 | 1219 | 1120 | 2376 | 881  | 2512 | 4419 | 2981 | 3134  | 1335 | 1029 | 23971 |
| 1960 | 881  | 805  | 538  | 371  | 1112 | 4355 | 6375 | 5276 | 9642 | 20784 | 6843 | 3669 | 60652 |
| 1961 | 2263 | 1648 | 1888 | 2981 | 4018 | 3914 | 2611 | 6000 | 6739 | 8866  | 3810 | 2287 | 47025 |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

| 年份   | 月份   |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |      | 年总量    |
|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
|      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12   |        |
| 1962 | 1462 | 1140 | 1055 | 1550 | 1993 | 2825  | 3161  | 6669  | 18092 | 11383 | 4640  | 2732 | 56702  |
| 1963 | 1741 | 1213 | 1087 | 682  | 790  | 2232  | 8303  | 8223  | 34733 | 8571  | 4614  | 2812 | 75000  |
| 1964 | 2202 | 1477 | 1117 | 943  | 2078 | 3629  | 13928 | 8008  | 16019 | 49818 | 9979  | 4419 | 113617 |
| 1965 | 2451 | 1611 | 1299 | 1337 | 2223 | 6532  | 9053  | 6160  | 5806  | 4500  | 2825  | 1736 | 45533  |
| 1966 | 1299 | 1133 | 1369 | 889  | 2384 | 1275  | 3482  | 4928  | 3810  | 4339  | 2488  | 1685 | 29081  |
| 1967 | 1342 | 1018 | 881  | 3655 | 2068 | 2403  | 1950  | 6401  | 17340 | 7285  | 3758  | 2199 | 50300  |
| 1968 | 1580 | 1440 | 1278 | 1267 | 1650 | 5676  | 1425  | 7607  | 10238 | 4580  | 2343  | 1401 | 40486  |
| 1969 | 1211 | 866  | 774  | 687  | 533  | 988   | 2461  | 2946  | 3110  | 2786  | 1195  | 755  | 18312  |
| 1970 | 525  | 452  | 477  | 407  | 1227 | 4614  | 2011  | 3294  | 5158  | 12722 | 8294  | 4848 | 44029  |
| 1971 | 3107 | 1870 | 1387 | 1249 | 9910 | 6558  | 17758 | 8223  | 7983  | 12910 | 4406  | 3000 | 78361  |
| 1972 | 1583 | 1142 | 1015 | 1309 | 1969 | 4069  | 2812  | 10339 | 12234 | 10098 | 3940  | 2443 | 52953  |
| 1973 | 1711 | 1130 | 948  | 967  | 1607 | 1643  | 5223  | 8089  | 19777 | 24052 | 6765  | 3134 | 75046  |
| 1974 | 1971 | 1289 | 1358 | 1218 | 1104 | 6532  | 1229  | 4821  | 8942  | 5812  | 3292  | 1859 | 39427  |
| 1975 | 1406 | 1194 | 978  | 816  | 1963 | 3784  | 5143  | 16124 | 24443 | 9133  | 3888  | 2732 | 71604  |
| 1976 | 1969 | 1233 | 983  | 767  | 1278 | 3033  | 5250  | 4768  | 5625  | 6803  | 4147  | 2108 | 37962  |
| 1977 | 1556 | 1057 | 828  | 591  | 530  | 308   | 4526  | 2116  | 7413  | 4259  | 1371  | 913  | 25469  |
| 1978 | 787  | 620  | 552  | 360  | 787  | 8320  | 5919  | 10874 | 34992 | 23757 | 6584  | 3321 | 96875  |
| 1979 | 2132 | 1291 | 1149 | 1413 | 7044 | 3888  | 3187  | 5678  | 17340 | 3830  | 2001  | 1345 | 50299  |
| 1980 | 694  | 554  | 335  | 231  | 675  | 6065  | 7955  | 4768  | 16174 | 10874 | 5391  | 2649 | 56365  |
| 1981 | 1620 | 954  | 753  | 868  | 2011 | 2825  | 9214  | 8196  | 8165  | 15588 | 5288  | 2585 | 58068  |
| 1982 | 1760 | 1179 | 929  | 1454 | 3027 | 1980  | 2839  | 2866  | 8009  | 16124 | 5728  | 2812 | 48708  |
| 1983 | 1883 | 1482 | 1527 | 923  | 916  | 1234  | 5384  | 7071  | 5132  | 17249 | 5443  | 2389 | 50632  |
| 1984 | 1701 | 1089 | 943  | 721  | 1736 | 1560  | 3546  | 8892  | 12882 | 7339  | 3213  | 1657 | 45278  |
| 1985 | 1128 | 1069 | 748  | 1794 | 1122 | 1744  | 1260  | 6401  | 9901  | 20168 | 5335  | 2347 | 53018  |
| 1986 | 1380 | 1002 | 832  | 484  | 8383 | 1778  | 6241  | 8276  | 9202  | 5964  | 3098  | 1770 | 48408  |
| 1987 | 1283 | 946  | 619  | 502  | 300  | 783   | 5448  | 14785 | 5335  | 6125  | 2012  | 1183 | 39321  |
| 1988 | 806  | 452  | 495  | 1086 | 893  | 1786  | 1507  | 5338  | 1959  | 14328 | 4535  | 1876 | 35062  |
| 1989 | 1012 | 827  | 485  | 462  | 5708 | 20684 | 13499 | 9857  | 7361  | 46068 | 8476  | 4108 | 118547 |
| 1990 | 3143 | 2390 | 1740 | 1179 | 3309 | 8035  | 4412  | 11383 | 21980 | 19767 | 11534 | 4605 | 93477  |
| 1991 | 2432 | 1457 | 935  | 889  | 1624 | 9694  | 25150 | 23007 | 18040 | 9133  | 4056  | 2415 | 98833  |
| 1992 | 1522 | 1447 | 1412 | 1307 | 1335 | 16304 | 17677 | 13794 | 13997 | 9160  | 3762  | 3171 | 84888  |
| 1993 | 1770 | 1016 | 909  | 652  | 1676 | 1847  | 3159  | 7821  | 12675 | 4932  | 2936  | 1692 | 41086  |
| 1994 | 1202 | 799  | 899  | 468  | 1986 | 5959  | 25820 | 16044 | 25428 | 7607  | 4180  | 2095 | 92487  |
| 1995 | 1496 | 1204 | 964  | 699  | 3514 | 9279  | 3482  | 26650 | 9331  | 26409 | 9357  | 3739 | 96125  |
| 1996 | 2147 | 1454 | 1090 | 733  | 1641 | 1794  | 7633  | 15481 | 25246 | 8892  | 12312 | 3739 | 82163  |

| 年份   | 月份   |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |      | 年总量   |
|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
|      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12   |       |
| 1997 | 2427 | 1563 | 1609 | 1591 | 3198 | 3806 | 6669  | 7205  | 13919 | 11785 | 4087  | 2315 | 60173 |
| 1998 | 1528 | 1099 | 883  | 568  | 1354 | 1850 | 20383 | 4320  | 3962  | 8571  | 2368  | 1299 | 48184 |
| 1999 | 1006 | 737  | 619  | 537  | 3224 | 4149 | 2099  | 7205  | 6480  | 9696  | 19388 | 4642 | 59781 |
| 2000 | 2698 | 1698 | 1202 | 1532 | 3482 | 7284 | 16794 | 10285 | 15163 | 21481 | 6610  | 3204 | 91432 |
| 2001 | 2079 | 1219 | 1544 | 817  | 1393 | 3775 | 6723  | 17517 | 18196 | 1306  | 4960  | 5577 | 65106 |
| 2002 | 2643 | 1898 | 1580 | 867  | 1925 | 2870 | 10071 | 7901  | 34188 | 16365 | 5803  | 3546 | 89657 |
| 2003 | 2024 | 1037 | 774  | 780  | 1599 | 7983 | 14088 | 13258 | 19518 | 6187  | 18196 | 5158 | 90602 |
| 2004 | 1242 | 909  | 598  | 486  | 290  | 758  | 5286  | 14812 | 5168  | 5930  | 1950  | 1146 | 38575 |
| 2005 | 1449 | 1157 | 936  | 678  | 3406 | 9264 | 3377  | 26605 | 9315  | 26364 | 9341  | 3626 | 95518 |
| 2006 | 713  | 395  | 437  | 957  | 786  | 1573 | 1328  | 4710  | 1726  | 13056 | 3991  | 1652 | 31324 |
| 2007 | 762  | 389  | 256  | 430  | 1214 | 2039 | 10577 | 6675  | 5704  | 19378 | 4324  | 2422 | 54168 |
| 2008 | 1400 | 1083 | 915  | 729  | 834  | 3178 | 5598  | 14210 | 7970  | 24922 | 6755  | 3203 | 70797 |
| 2009 | 1830 | 1888 | 1642 | 1511 | 1803 | 2240 | 5840  | 5490  | 13361 | 23980 | 7617  | 4495 | 71697 |
| 2010 | 1211 | 1094 | 780  | 677  | 727  | 912  | 2799  | 11277 | 8532  | 32835 | 5786  | 1840 | 68469 |
| 2011 | 1238 | 583  | 727  | 1172 | 942  | 4167 | 6002  | 7240  | 15987 | 22123 | 6890  | 4225 | 71296 |
| 2012 | 2691 | 1483 | 754  | 1511 | 1992 | 4350 | 5248  | 6917  | 7105  | 8908  | 3526  | 2288 | 46772 |
| 2013 | 1103 | 729  | 619  | 1068 | 888  | 3386 | 14964 | 9797  | 20858 | 12622 | 15368 | 3687 | 85090 |
| 2014 | 1992 | 1191 | 861  | 1042 | 1130 | 990  | 4279  | 6648  | 13834 | 6405  | 3203  | 1895 | 43469 |
| 2015 | 1265 | 681  | 538  | 807  | 242  | 1589 | 11573 | 2745  | 3902  | 5383  | 1642  | 834  | 31202 |
| 平均   | 1633 | 1142 | 966  | 996  | 2086 | 4157 | 7127  | 9060  | 12423 | 13376 | 5561  | 2672 | 61201 |

根据雅亮站历年径流资料系列，雅亮站多年平均径流量为 61201 万  $\text{m}^3$ ，换算成流量为  $19.41\text{m}^3/\text{s}$ ，水文比拟法计算得各计算节点多年平均径流量见下表 2-26。

**表 2-26 多年平均径流量成果**

| 断面   | 集雨面积 ( $\text{km}^2$ ) | 多年平均径流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) |
|------|------------------------|-----------------------------------|
| 节点 1 | 15.95                  | 0.5                               |
| 节点 2 | 28.87                  | 0.9                               |
| 节点 3 | 51.81                  | 1.6                               |
| 节点 4 | 72.21                  | 2.2                               |

## 3 工程地质

### 3.1 勘察概况

#### 3.1.1 工程概况

大茅水位于三亚市中部，发源于吉阳区北部山区，由北向南流经甘什岭森岭公园、吉阳区等地，于榆林湾注入南海，总流域面积 117km<sup>2</sup>，主河长 28.2km，主河比降 2.61‰。本次大茅水整治长度(中心长度)为 10608m，整治河段分为两段，其中 A 段整治长度（中心长度）为 1907m，整治起点为三浓水库溢洪道下游，整治终点为半岭桥交汇处；B 段整治长度（中心长度）为 8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为白水桥。主要建设内容包括：(1)河道疏浚长 10608m，(2)新建护岸防护工程总长 21505m，其中 A 段两岸护岸防护工程共 3913m，B 段两岸护岸防护工程共 17592m，采用抛块石或格宾挡墙结合水土保持毯进行防护；(3)新建巡河步道；(4)新建溢流坝 2 座及改造溢流坝 4 座；(5)改造过水涵 6 座；(6)新建人行桥 4 座及改造人行桥 1 座；(7)新建农田排口 14 座；(8)配套改造生态坑塘、生态覆绿及新建观测平台等。

#### 3.1.2 勘察工作目的任务

本次勘察工作作为初步设计阶段勘察，主要是针对项目区域进行地质勘察，勘察工作目的任务如下：

- 1、了解区域地质构造情况，进行区域构造稳定性评价，确



定地震动参数；

2、查明项目区河道段的地形地貌单元与微地貌类型、特性、分界线，调查河、湖等变迁情况；

3、查明项目区河道各土层成因类型、地质年代、结构组成、分布规律、埋藏条件及其性状等，特别是堤基范围内分布的特殊土层、粗粒土层等；

4、查明项目区河道基岩浅埋或出露区基岩年代及岩性特征、岩层产状、风化程度、喀斯特发育特征、岩土接触面起伏变化情况；

5、查明项目区河道的物理地质现象的发育情况、形成原因及分布范围，并分析其对工程的影响；

6、查明项目区河道相对隔水层和透水层的埋藏条件和渗透特性；

7、查明工程区地下水类型、水位（水头）变化规律、补排条件与地表水体的关系，地表水、地下水的物理性质和化学成分，评价对砼的腐蚀性；

8、提出项目区河道场地的各岩（土）层的物理力学性质参数；

9、对评价项目区工程地质条件，提出岩土层的物理力学性质参数，并对不良地质问题防治和地基处理提出建议；

10、对天然建筑材料进行详查等。

### **3.1.3 勘察依据及执行的技术标准、规范**

（1）《工程勘察通用规范》（GB55017-2021）；

（2）《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）；

（3）《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）（2022年版）；

（4）《堤防工程地质勘察规程》（SL188-2005）；

（5）《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）；

（6）《水电工程区域构造稳定性勘察规程》（NB/T35098-2017）；

（7）《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；

（8）《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018）；

（9）《水利水电工程钻探规程》（SL/T291-2020）；

（10）《土工试验方法标准》（GB/T50123-2019）；

（11）《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》（SL251-2015）；

（12）《水工建筑物地下开挖工程施工规范》（SL378-2007）；

（13）《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）；

（14）《疏浚与吹填工程技术规范》（SL17-2014）；

（15）《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》，中华人民共和国住房和城乡建设部令第47号修正，2019年3月13日。

### 3.1.4 勘察手段及方法

结合本次工程特征，拟采用工程地质调查、钻探、取芯取样、原位测试、岩土室内试验、工程测量等多方法相结合进行勘察。

（1）工程地质调查

主要调查场地及外围 1km 内的地形地貌特征、地质构造、水文地质、不良地质现象、地层岩性及结构等。

#### （2）钻探及取芯取样

钻探执行《水利水电工程钻探规程》（SLT291-2020）。钻机开孔直径 110mm，采用泥浆护壁，冲洗液回转钻进，钻探回次进尺不大于 2m。取芯取样要求：粘土层取 I ~ II 样，取芯率不低于 90%；砂土层取 II ~ III 样，取芯率不低于 70%。

#### （3）现场原位测试

现场原位测试手段主要采用标准贯入试验、动力触探试验。

标准贯入试验：自动落锤，分为预打和正打两部分（预打 15cm，正打 30cm），以正打击数之和为最终结果，试验结果用于评价岩土层力学性质。

动力触探试验：采用重型圆锥动力触探 (N63.5)，根据探头贯入土中 10cm 时所需要的锤击数，判断土的力学特性。

#### （4）室内土工试验

试验项目：天然含水量、天然密度、颗粒分析、液限、塑限、塑性指数、液性指数、孔隙比、饱和度、颗粒比重、压缩模量和抗剪强度等。

#### （5）水的腐蚀性分析试验

判定工程区场地环境水对混凝土结构、混凝土中的钢筋及钢结构的腐蚀性，试验项目为 pH 值、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、游离 CO<sub>2</sub>、侵蚀性 CO<sub>2</sub>、总矿化度等。

#### （6）钻孔测量定位

采用 RTK 测量定位布孔，测量孔口高程，坐标采用 2000 坐标系，高程采用 1985 国家高程。

#### （7）勘探完成后现场处理

工程勘探结束后。用桶将泥浆水集中处理，不得随意丢洒，恢复勘探点位环境。钻探场地存留的勘探孔在进行量测孔中水位或其它原位测试后，按要求进行封孔处理。回填要求：将芯样按原始地层顺序依次投入孔内，单个芯样长度不超过 0.5m；单次回填长度不超过 2.0m；覆盖层孔段芯样不足时，按“以土还土、以砂还砂”的原则回填。基岩孔段芯样不足时，选择碎石等其它合适材料回填。孔口段回填捣实，孔口捣实段长度不小于 3.0m。

#### （8）质量控制措施

为确保勘察成果质量，我司定了一系列质量保证制度，如勘察项目过程控制管理办法、勘察野外工作管理制度、工程勘察野外描述细则、文件校审制度等。按照我公司质量体系对本项目的各过程进行质量控制。

#### （9）安全保证措施

勘探点大多位于现状道路上，采取设置安全围挡、安全标识设置等安全文明生产指示措施保证勘探作业安全；尽量避免在夜间和休息时间段进行工作，因特殊情况时，需要做好周边居民工作，最大限度的减少噪音扰民。

#### （10）环境保护措施

在勘察作业施工过程中，采取措施避免泥浆外溢，保持整洁，

在施工过程中泥浆周围需要设置醒目标志提醒，避免行人不慎踏入滑到等。工程结束后用桶将泥浆收集后集中处理，不得随意丢洒。恢复钻探点位原样。

### 3.1.5 勘察工作布置及完成情况

本项目勘探点根据《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009 年版）和《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）（2022 年版）的有关规定布置勘探点。

本次勘察共布置勘探点 200 个，每个孔深 15.0~20m，总进尺 2800m，现阶段已完成勘察实物工作量汇总见下表。

表 3-1 本阶段勘察实物工作量一览表

| 项 目      |                      | 单位              | 工作量      | 备 注 |
|----------|----------------------|-----------------|----------|-----|
| 资料收集     | 《海南岛三亚地区基础地质研究》      | 份               | 1        |     |
|          | 《海南省地质构造图》1:25 万     | 份               | 1        |     |
|          | 《海南省地质图》1:25 万       | 份               | 1        |     |
|          | 《三亚-陵水地区工程地质图》1:10 万 | 份               | 1        |     |
| 地质调查     | 地质调查面积               | km <sup>2</sup> | 2.83     |     |
| 钻 探      |                      | m/孔             | 2800/200 |     |
| 原位测试     | 标准贯入试验（N）            | 次               | 107      |     |
|          | 重型动力触探试验（N63.5）      | m               | 1.5      |     |
| 取样       | 取土样                  | 组               | 93       |     |
|          | 水样                   | 组               | 5        |     |
| 室内<br>试验 | 土常规试验                | 组               | 93       |     |
|          | 颗分                   | 组               | 69       |     |
|          | 压缩试验                 | 组               | 48       |     |
|          | 直接剪切试验               | 组               | 48       |     |
|          | 水腐蚀性评价               | 组               | 5        |     |

## 3.2 区域地质概况

### 3.2.1 地形地貌

三亚市地属海南岛最南端，三面环山，北有抱坡岭，东有大会岭，虎岭和海拔 393m 的高岭，南有南边岭形成环抱之势，西临南海。

大茅水发源于三亚市北部山区，河道自北向南流，最终于榆林港入海。流域地势北高南低，河道较平缓，树木茂盛，植被覆盖良好。本次拟治理河段位于大茅水的上游及中下游河段，区域地貌有冲洪积平原地貌单位、剥蚀堆积平原地貌单位及低山丘陵地貌单元，整体地势有一定的起伏。

### 3.2.2 地层岩性

本区地层发育主要有第四系河流冲洪积层 ( $Q_4^{al+pl}$ )、中三叠纪花岗岩 ( $\gamma T_2$ )、晚奥陶纪石英砂岩 ( $O_3j$ ) 及其残坡积层等。区域表层主要为花岗岩、砂岩残坡积层及河流冲洪积层，基岩埋于地下，局部于山坡高处或河道中出露于地表，岩石坚硬，裂隙发育。

第四系堆积沉积物按其形成的机制不同，可划分为以下几种成因类型：冲洪积、残坡积等。现将各成因类型土层及岩石分述如下：

①冲洪积 ( $Q^{al+pl}$ ) 主要分布于冲沟、山涧凹地、河流及山前平原，为洪流和河流冲积作用所形成，岩性为含细粒土砂、淤泥、

粘土、粉土质砂、粘土质砂等。

③残坡积（ $Q^{e1+d1}$ ）主要分布于山坡及坡脚，上部主要为低液限黏土、黏土质砂、角砾，下部为碎石土。

### 3.2.3 区域地质构造

海南省经历了多阶段多旋回的地质演化发展过程,地质构造复杂。新生代古近纪—第四纪以来,海南岛处于南海陆块作用背景,随着南海扩张,海南岛及其周边裂陷盆地方向具有多方向性。海南省构造单元有中央裂谷盆地（一级构造单元）和雷琼裂谷、海南地块、莺歌海裂陷盆地、西沙-中沙地块、南沙地块、曾母地块 6 个三级构造单元。本项目即位于东亚大陆边缘（I 级构造单元）—华南大陆边缘（II 级构造单元）—海南地块（III 级构造单元）上。

表 3-2 海南岛大地构造单元划分表

| 阶段                   | I 级             | II 级    | III 级            |
|----------------------|-----------------|---------|------------------|
| 中元古代                 | 华夏古陆            | 海南造山带   |                  |
| 新元古代—<br>三叠纪         | 印支-南海块体         | 三亚地体    |                  |
|                      |                 | 印支地块    |                  |
|                      |                 | 南海地块    |                  |
| 侏罗纪—<br>白垩纪          | 中国东部<br>中生代上叠盆地 | 华南上叠盆地带 | 海南断陷盆地           |
|                      | 菲律宾-南沙群岛裂陷      | 南沙裂陷盆地  | 礼乐滩-北巴拉望<br>裂陷盆地 |
|                      |                 |         | 曾母-万安裂陷盆地        |
|                      |                 | 菲律宾裂陷盆地 |                  |
| 新时代<br>(古近纪—<br>第四纪) | 东亚大陆边缘          | 华南大陆边缘  | 雷琼裂谷             |
|                      |                 |         | 海南地块             |
|                      |                 |         | 莺歌海裂陷盆地          |

|  |         |         |         |
|--|---------|---------|---------|
|  |         |         | 四沙-中沙地块 |
|  | 中央海盆裂谷  |         |         |
|  | 菲律宾大陆边缘 | 南沙-曾母块体 | 南沙地块    |
|  |         |         | 曾母地块    |
|  |         | 加里曼丹块体  |         |

海南地块介于东西向王五一文教断裂、北西向莺歌海裂陷和北东向琼东南盆地之间，属于海南岛陆地主体部分。

三亚地区位于九所-陵水东西向深大断裂带南侧，构造形迹主要由近东西向和北东或北北东向构造组成。

结合海南省相关基础地质资料可见，工程区附近构造形迹主要由近东西向和北东或北北东向构造组成。

根据区域地质构造图，项目区最近的大断裂带为北侧的九所-陵水断裂，距本项目最近距离约 15km，九所-陵水断裂带位于北纬  $18^{\circ} 25' \sim 18^{\circ} 35'$ ，横贯乐东、三亚和陵水等县市，东西总长 100 余千米。除此外，项目区附近还发育有两条小断裂，分别为狗岭断裂（ $F_{74}$ 、 $F_{75}$ ）及那颂岭断裂（ $F_{157}$ ）。

### 1、狗岭断裂（ $F_{74}$ 、 $F_{75}$ ）

狗岭断裂南起鹿回头，往北东经狗岭、田独至三公曲以北逐渐消失，全长约 20km，总体呈  $35^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，向北西倾，倾角约  $80^{\circ}$ ，在死马岭、狗岭、大会岭及南边岭等地均可见挤压破碎带。破碎带宽约 20~30m，最宽达 50m，主要由断层泥砾岩带，挤压片理化带，密集节理带组成。

### 2、那颂岭断裂（ $F_{157}$ ）

自草训西北侧向北北东经那颂岭至牙日一带，长约 9.5km，宽约 1m，产状为  $295^{\circ} \angle 75^{\circ}$ 。构造岩石为糜棱岩，并见宽约 300m



石英斑岩脉充填。左行切错燕山期花岗岩与古生界的接触界线，错距 200m。为左旋压扭性。

### 3.2.4 历史地震

琼南地区历史上发生过多地地震，但多为弱震和微震。据有历史记录以来，项目区历史地震震级均不超过 5.0 级，本地区地震活动较弱，基本没有大的活动（见下文统计表）。最近一次是 2019 年 3 月发生三亚市天涯区高峰以北 4.2 级地震（中国地震台网数据）。

表 3-3 三亚及邻区地震活动一览表

| 地震发生时间  | 地质震中位置 | 地震震级         | 地震烈度       |
|---------|--------|--------------|------------|
| 1952.03 | 田独     | 4.1          | 5.0        |
| 1969.12 | 陵水东南海域 | ①5.1<br>②5.2 | 5.3<br>5.5 |
| 1982.01 | 高峰     | 4.1          | 5.0        |
| 2019.03 | 高峰以北   | 4.2          | 5.1        |

### 3.2.5 区域构造稳定性

在研究区域地质构造、新构造运动与变形、断层活动、地震分析的基础上，结合工程近场及场址区地面岩土体稳定性，综合分析确定工程近场区及工程场址区的构造稳定性。

根据《水电工程区域构造稳定性勘察规程》（NB / T35098-2017）9.2 节内容，对本工程场址区进行区域构造稳定性分级。

工程场址区地震动峰值加速度为  $0.05g < 0.09g$ ；地震烈度为 VI 度  $<$  VII 度；5km 以内无活动断层；工程近场区地震震级 M 最

大为 4.5 级 < 4.7 级。本工程场址区区域构造稳定性分级为：稳定性好。

### 3.2.6 场地地震效应评价

#### （1）场地类别划分

根据现场钻探情况及区域地质资料，本区域覆盖层厚度 3.0~50.0m，根据本工程 ZK4、ZK55、ZK58、ZK121 及 ZK182 勘探孔的勘察资料。根据土的类别估算 20m 范围内且不超过覆盖层厚度范围内土等效剪切波速，判别项目场地类别。

表 3-4 各土层剪切波速估算表

| 土层<br>项目  | 土的类型 | 剪切波速 (m/s) 估计<br>值 |
|-----------|------|--------------------|
| ①-1 杂填土   | 软弱土  | 140                |
| ①-2 耕植土   | 软弱土  | 130                |
| ①-3 素填土   | 中软土  | 170                |
| ②-1 砂混淤泥  | 软弱土  | 110                |
| ②-2 低液限粘土 | 中软土  | 150                |
| ②-3 中砂    | 中软土  | 180                |
| ②-4 低液性粘土 | 中软土  | 200                |
| ②-5 中砂    | 中软土  | 220                |
| ②-7 细砂    | 中软土  | 180                |
| ②-8 碎石    | 中软土  | 230                |
| ③-1 粘土质砂  | 中软土  | 210                |
| ③-2 低液限粘土 | 中软土  | 200                |

表 3-5 各位置土层等效剪切波速成果估算表

| 位置<br>项目 | 覆盖层厚度(m)   | 等效剪切波速<br>(m/s) | 土的类型 | 场地类别 |
|----------|------------|-----------------|------|------|
| ZK4      | 3.4m       | 210             | 中软土  | II类  |
| ZK55     | 11.0m      | 176.6           | 中软土  | II类  |
| ZK58     | 3.00~50.0m | 172.71          | 中软土  | II类  |
| ZK121    | 3.00~50.0m | 223.05          | 中软土  | II类  |
| ZK182    | 3.00~50.0m | 161.13          | 中软土  | II类  |

根据《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018）4.1节内容划分场地类别。经测算，在场地覆盖层厚度范围内的土层等效剪切波速为 161.13m/s~220.0m/s，场地土类型为中软土地。地。

根据区域地质资料，场地覆盖层厚度在 3~50m，根据《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018）4.1.3 内容，场地类别为 II 类场地，场地土类型为中软土地。按表 4.1.1 划分抗震地段类型，属于抗震一般地段。

## （2）地震动参数

根据《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018）和《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2015），拟建建筑场地抗震设防烈度为 6 度，场地类别划分为 II 类场地，设计基本地震加速度值为 0.05g，反应谱特征周期为 0.35s。

拟建项目抗震类别属于标准设防类（丙类），对于抗震设防类别为丙类的建筑物，应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施和地震作用。

### 3.3 堤基工程地质条件及评价

#### 3.3.1 地形地貌

根据三亚市区域地貌图及现场调查，项目区域地貌类型为低山丘陵地貌单元及河流冲洪积平原地貌单元，其中 AK0+000～AK0+600 段为低山丘陵地貌单元，其余段为河流冲洪积平原地貌单元，项目区地面标高 0.32m～50.38m（孔口标高），地形起伏较小，项目区内植被主要为杂草、灌木、农田及果园。

#### 3.3.2 地层岩性

本项目地层根据地貌单元、成因时代、成因类型、岩性等进行综合划分。

根据本次勘察的野外钻探、原位测试及室内土工试验资料结果，本场地在勘探深度范围内地层自上而下，共分为 17 个单元层，各地层的埋藏分布具体情况详见“工程地质剖面图”、“钻孔柱状图”，本次勘察所揭露的各地层形成时代、成因类型及分布特征叙述如下：

##### 1、人工填土（ $Q_4^{ml}$ ）

①-1 杂填土（ $Q_4^{ml}$ ）：杂色，稍湿～饱和，松散状，土质主要中粗砂、黏土质砂，局部夹砖块、钢筋混凝土块、块石等建筑垃圾，局部夹生活垃圾。本层主要分布于道路两侧以及居民区，本阶段揭露层厚最大值 5.36m，层厚最小值 0.80m，层厚平均值 2.41m。层顶高程最大值 47.26m，层顶高程最小值 4.58m，层底高程最大值 45.86m，层底高程最小值 0.30m。本层整体呈松散状，

渗透性较好，允许不冲流速 0.65m/s，工程性能较差，承载力建议值为 80kPa。土工程分级为III类土。

①-2 耕植土（Q4m1）：褐黄色，灰色，土质主要为砂性土，粉黏粒含量较高，局部混有淤泥，夹植物根系、枝叶等有机质。本层主要分布于农田中，本阶段揭露层厚最大值 3.20m，层厚最小值 0.80m，层厚平均值 1.32m。层顶高程最大值 47.06m，层顶高程最小值 2.48m，层底高程最大值 46.26m，层底高程最小值 1.28m。本层整体呈松散状，粘粒含量较高，局部混有淤泥，含有机质，允许不冲流速 0.60m/s，工程性能差，承载力建议值为 70kPa。土工程分级为 II 类土。

①-3 素填土（Q4m1）：褐红色，稍湿～饱和，松散状，土质主要为粘土质砂，局部夹有较多的碎石，碎石粒径 20～50mm。该层主要分布于道路旁，本阶段揭露层厚最大值 4.00m，层厚最小值 1.50m，层厚平均值 3.24m。层顶高程最大值 49.03m，层顶高程最小值 21.65m，层底高程最大值 47.53m，层底高程最小值 35.34m。本层整体呈松散状，允许不冲流速 0.70m/s，工程性能较差，承载力建议值为 100kPa。土工程分级为III类土。。

## 2、第四系沼泽沉积（ $Q_4^h$ ）及第四系全新统冲洪积（ $Q_4^{al+pl}$ ）

②-1 淤泥混砂（ $Q_4^h$ ）：灰黑色，流塑状，为淤泥混砂及砂混淤泥的互层，有腥臭味，含有机质，局部混有较多砂粒，局部夹卵石、块石、混凝土块。该地层主要分布于河床、水塘的表层，该层厚度分布不均匀，水塘、坝前及河湾静水环境厚度较大，揭露层厚最大值 6.60m，层厚最小值 0.50m，层厚平均值

1.35m。层顶高程最大值 45.22m，层顶高程最小值 0.00m，层底高程最大值 44.02m，层底高程最小值-1.60m。允许不冲流速 0.30m/s，承载力建议值为 50kPa，工程性能差。土石工程分级为 II 类土。

②-2 低液限粘土（ $Q_4^{al+pl}$ ）：棕黄色，以可塑状为主，局部软塑状，混有砂粒，且砂粒含量不均匀，干强度中等，韧性中等。该地层主要分布于项目区的表层，揭露层厚最大值 8.50m，层厚最小值 1.10m，层厚平均值 2.79m。层顶高程最大值 43.66m，层顶高程最小值 1.68m，层底高程最大值 41.96m，层底高程最小值-4.84m。允许不冲流速 0.70m/s，承载力建议值为 90kPa，工程性能差。土石工程分级为 III 类土。

②-3 中砂（ $Q_4^{al+pl}$ ）：棕黄色，灰白色，稍湿~饱和，松散状，砂质为石英质，次棱角形，局部黏粒含量较高，局部夹有较多卵石，局部夹有漂石。该地层主要埋于地下，于河床局部段有出露，揭露层厚最大值 16.7m，层厚最小值 0.60m，层厚平均值 7.82m。层顶高程最大值 43.8m，层顶高程最小值-1.60m，层底高程最大值 42.66m，层底高程最小值-13.32m。允许不冲流速 0.60m/s，承载力建议值为 100kPa，工程性能差。土石工程分级为 II 类土。

②-4 低液限粘土（ $Q_4^{al+pl}$ ）：棕黄色，灰白色，可塑状，切面光滑，局部混有较多砂粒，局部夹有卵石，干强度中等，韧性中等。该地层主要埋于地下，揭露层厚最大值 5.40m，层厚最小值 1.80m，层厚平均值 3.29m。层顶高程最大值 15.56m，层顶高

程最小值-7.14m，层底高程最大值 11.36m，层底高程最小值-9.74m。允许不冲流速 0.80m/s，承载力建议值为 120kPa，工程性能差。土石工程分级为III类土。

②-5 中砂（ $Q_4^{al+pl}$ ）：棕黄色，灰白色，饱和，稍密状，砂质为石英质，次棱角形，局部粘粒含量较高。该地层主要埋于地下，揭露层厚最大值 7.20m，层厚最小值 0.90m，层厚平均值 3.32m。层顶高程最大值 11.36m，层顶高程最小值-9.74m，层底高程最大值 6.65m，层底高程最小值-10.78m。允许不冲流速 0.70m/s，承载力建议值为 140kPa，工程性能差。土石工程分级为 II 类土。

②-6 砂混淤泥（ $Q_4^{al+pl}$ ）：灰黑色，饱和，松散状，砂质为石英质，混有淤泥。该层仅于 ZK125、ZK126 孔中有揭露，揭露层厚最大值 2.80m，层厚最小值 2.60m，层厚平均值 2.7m。层顶高程最大值 2.38m，层顶高程最小值 1.88m，层底高程最大值-0.42m，层底高程最小值-0.72m。允许不冲流速 0.50m/s，承载力建议值为 50kPa，工程性能差。土石工程分级为 II 类土。

②-7 细砂（ $Q_4^{al+pl}$ ）：灰白色，棕黄色，饱和，稍密状，粉粘粒含量较高。该层主要深埋于地下，揭露层厚最大值 7.30m，层厚最小值 1.00m，层厚平均值 3.21m。层顶高程最大值 0.52m，层顶高程最小值-10.12m，层底高程最大值-2.68m，层底高程最小值-15.22m。允许不冲流速 0.55m/s，承载力建议值为 120kPa，工程性能差。土石工程分级为 II 类土。

②-8 碎石（ $Q_4^{al+pl}$ ）：棕黄色，褐黄色，饱和，稍密状，碎石为微风化状花岗岩或砂岩，碎石粒径约 20~10mm，碎石间填充低液限粘土，局部砂砾含量较高，局部夹有块石。该层主要深埋于地下，揭露层厚最大值 7.80m，层厚最小值 1.20m，层厚平均值 4.48m。层顶高程最大值 41.88m，层顶高程最小值-1.34m，层底高程最大值 34.38m，层底高程最小值-6.34m。允许不冲流速 1.10m/s，承载力建议值为 160kPa，工程性能差。土石工程分级为 IV 类土。

### 3、第四系残坡积层（ $Q_4^{el+dl}$ ）

③-1 粘土质砂（ $Q_4^{el+dl}$ ）：褐黄色，可塑状，局部混有较多碎石，碎石粒径 20~80mm，局部夹有孤石，孤石岩性为花岗岩，微风化，孤石块径 300~800mm。该地层主要分布于河道的上游，本次揭露层厚最大值 11.90m，层厚最小值 1.30m，层厚平均值 3.89m。层顶高程最大值 50.38m，层顶高程最小值-6.50m，层底高程最大值 46.08m，层底高程最小值-10.00m。允许不冲流速 0.80m/s，承载力建议值为 130kPa，工程性能较好。土石工程分级为 IV 类土。

③-2 低液限粘土（ $Q_4^{el+dl}$ ）：棕黄色，灰白色，可塑状，混有较多的砂粒及砾粒，局部夹有碎石，局部夹有孤石，孤石岩性为砂岩，微风化，孤石块径 200~700mm。该地层主要分布于河道的中游靠近山的位置，本次揭露层厚最大值 10.50m，层厚最小值 1.00m，层厚平均值 4.96m。层顶高程最大值 18.78m，层顶高程最小值 14.55m，层底高程最大值 16.72m，层底高程最小值 7.92m。允许不冲流速 0.85m/s，承载力建议值为 130kPa，工程



性能较好。土石工程分级为 IV 类土。

#### 4、中三叠世花岗岩地层（ $\gamma T_2$ ）

④-1 强风化花岗岩（ $\gamma T_2$ ）：灰斑色，中粗粒结构，块状构造，主要矿物成分为石英、长石、黑云母等，岩芯呈土状或碎块状，RQD 为零。该层在项目区分布广泛，主要埋于地下，局部河床有出露，本次揭露层厚最大值 16.60m，层厚最小值 1.80m，层厚平均值 8.19m。层顶高程最大值 45.58m，层顶高程最小值 39.16，层底高程最大值 43.03m，层底高程最小值 21.08m。抗冲流速约为 2.00m/s，承载力建议值为 300kPa，工程性能极好。土石工程分级为 IX 类岩。

④-2 弱风化花岗岩（ $\gamma T_2$ ）：灰斑色，中粗粒结构，块状构造，主要矿物成分为石英、长石、黑云母等，岩芯呈块状及短柱状，RQD 约 60~70。本层未揭穿，本次揭露层厚最大值 13.50m。层顶高程最大值 46.08m，层顶高程最小值 29.12m，层底高程最大值 35.22m，层底高程最小值 25.58m。该地层抗冲流速大于 4.0m/s，承载力建议值为 800kPa，工程性能极好。土石工程分级为 XI 类岩。

#### 5、晚奥陶纪砂岩（ $O_3j$ ）

⑤-1 强风化砂岩（ $O_3j$ ）：褐紫色~青灰色，主要成分为石英质粉砂、长石和云母碎屑，粉砂质构造，碎块结构，岩芯呈碎块状，锤击声哑，RQD 为 0。该层主要分布于河道的中上游段，主要埋于地下，局部河床有出露，本次揭露层厚最大值 11.20m，层厚最小值 2.00m，层厚平均值 5.13m。层顶高程最大值 27.62m，层顶高程最小值 7.92m，层底高程最大值 23.62m，层底高程最小

值 1.28m。抗冲流速约为 2.00m/s，承载力建议值为 300kPa，工程性能极好。土石工程分级为 IX 类岩。

⑤-1 弱风化砂岩（ $O_3j$ ）：褐紫色～青灰色，主要成分为石英质粉砂、长石和云母碎屑，粉砂质构造，中厚层结构，岩芯呈块状或短柱状，岩体风化裂隙发育，沿节理面有次生矿物，岩体破碎，RQD 约 60～70。该层主要分布于河道的中上游段，主要埋于地下，局部河床有出露，本次揭露层厚最大值 9.40m，层厚最小值 1.20m，层厚平均值 5.63m。层顶高程最大值 13.92m，层顶高程最小值 5.39m，层底高程最大值 8.76m，层底高程最小值 0.26m。抗冲流速约为 4.00m/s，承载力建议值为 800kPa，工程性能极好。土石工程分级为 XI 类岩。

### 3.3.3 不良物理地质现象

根据现场踏勘，项目区植被发育，地表水土保持较好，受水流冲刷作用的影响，局部河岸见小规模塌岸现象。河道沿线未见崩塌、滑坡、泥石流、采空区、地面沉降及影响场地稳定性的全新世活动断裂等不良地质作用现象。

### 3.3.4 水文地质条件

本区域属热带海洋性季风气候，年均气温 24.9℃，极端最高气温 37.0℃，极端最低气温 3.3℃，月最低气温 20.2℃。年主要风向东风，次风向为东北风，年均风速 2.6m/s，年均最大风速 20.1m/s，主要气候灾害是热带风暴（台风），年平均台风影响次数约 3 次，最多 8 次。

本区域阳光充足，雨量充沛，长夏无冬，秋春相连。年均日照时数 2532.8h，年均降雨量 1755.0mm，年均蒸发量 2273.0mm，相对湿度 72~90% 之间。每年 5~10 月为丰水期，降雨量约占全年 90%，12 月至次年 4 月为枯水期。每年进入 8~9 月，降雨量显著增加，降雨量占全年 40% 以上，上半年平水期不明显。洪水一般出现在每年 7~10 月，出现时间、大小与台风登陆方向关系密切，一般台风经过的地区洪水大于其它地区。

河水流量随季节性变化较大，丰水期河水相对较深，场地内地表水主要为现状沟流水，流水主要受大气降雨的影响。工程区河水类型主要有分布于第四系松散层中的孔隙潜水和基岩裂隙水。

孔隙潜水：孔隙潜水主要分布于松散地层中，埋深较浅，地下水位受地形及地表水位变化所控制，主要接受大气降水水补给，排泄于附近沟谷、沟底。

基岩裂隙水：含水层为裂隙性基岩，地下水的赋存及迳流主要受构造发育及岩体风化程度所控制，表层岩体多呈强~弱风化状，裂隙较发育，岩体的透水性亦较大，在裂隙发育带及断层破碎带，其透水性稍大。

#### **3.3.4.1 环境水对建筑材料的腐蚀性评价**

工程环境水主要以河水为主，地下水与河水连通性较好，水质相互影响，勘察期间从拟整治河段 A 上下游各取 1 组。丛拟整治河段 B 上中下游河段各取 1 组，共 5 组地表水水样用作水质分析，分析结果见《水质检验报告》。按照《水利水电工程地质勘

察规范》（GB50487—2008）附录 L（表 L.0.2）的规定，工程区地表水对建筑材料的腐蚀性综合评价结果见表 3-6～表 3-11。

表 3-6 环境水对混凝土的腐蚀性判定（ZK4）

| 腐蚀性类型 | 腐蚀性判别依据                     | 腐蚀程度 | 界限指标                              | 试验结果 | 评价结果 |
|-------|-----------------------------|------|-----------------------------------|------|------|
| 一般酸性型 | PH 值                        | 无腐蚀  | $\text{PH} > 6.50$                | 6.76 | 无腐蚀  |
|       |                             | 弱腐蚀  | $6.5 \geq \text{PH} > 6.0$        |      |      |
|       |                             | 中等腐  | $6.0 \geq \text{PH} > 5.5$        |      |      |
|       |                             | 强腐蚀  | $\text{PH} \leq 5.5$              |      |      |
| 碳酸型   | 侵蚀性 $\text{CO}_2$ 含量（mg/L）  | 无腐蚀  | $\text{CO}_2 < 15$                | 10.7 | 无腐蚀  |
|       |                             | 弱腐蚀  | $15 \leq \text{CO}_2 < 30$        |      |      |
|       |                             | 中等腐  | $30 \leq \text{CO}_2 < 60$        |      |      |
|       |                             | 强腐蚀  | $\text{CO}_2 \geq 60$             |      |      |
| 重碳酸型  | $\text{HCO}_3^-$ 含量（mmol/L） | 无腐蚀  | $\text{HCO}_3^- > 1.07$           | 1.75 | 无腐蚀  |
|       |                             | 弱腐蚀  | $1.07 \geq$                       |      |      |
|       |                             | 中等腐  | $\text{HCO}_3^- < 0.70$           |      |      |
|       |                             | 强腐蚀  | ----                              |      |      |
| 镁离子型  | $\text{Mg}^{2+}$ 含量（mg/L）   | 无腐蚀  | $\text{Mg}^{2+} < 1000$           | 3.9  | 无腐蚀  |
|       |                             | 弱腐蚀  | $1000 \leq \text{Mg}^{2+} <$      |      |      |
|       |                             | 中等腐  | $1500 \leq \text{Mg}^{2+} <$      |      |      |
|       |                             | 强腐蚀  | $\text{Mg}^{2+} \geq 2000$        |      |      |
| 硫酸盐型  | $\text{SO}_4^{2-}$ 含量（mg/L） | 无腐蚀  | $\text{SO}_4^{2-} < 250$          | 13.7 | 无腐蚀  |
|       |                             | 弱腐蚀  | $250 \leq \text{SO}_4^{2-} < 400$ |      |      |
|       |                             | 中等腐  | $400 \leq \text{SO}_4^{2-} < 500$ |      |      |
|       |                             | 强腐蚀  | $\text{SO}_4^{2-} \geq 500$       |      |      |

表 3-7 环境水对混凝土的腐蚀性判定（ZK55）

| 腐蚀性类型 | 腐蚀性判别依据                    | 腐蚀程度 | 界限指标                       | 试验结果 | 评价结果 |
|-------|----------------------------|------|----------------------------|------|------|
| 一般酸性型 | PH 值                       | 无腐蚀  | $\text{PH} > 6.50$         | 6.72 | 无腐蚀  |
|       |                            | 弱腐蚀  | $6.5 \geq \text{PH} > 6.0$ |      |      |
|       |                            | 中等腐  | $6.0 \geq \text{PH} > 5.5$ |      |      |
|       |                            | 强腐蚀  | $\text{PH} \leq 5.5$       |      |      |
| 碳酸型   | 侵蚀性 $\text{CO}_2$ 含量（mg/L） | 无腐蚀  | $\text{CO}_2 < 15$         | 8.6  | 无腐蚀  |
|       |                            | 弱腐蚀  | $15 \leq \text{CO}_2 < 30$ |      |      |
|       |                            | 中等腐  | $30 \leq \text{CO}_2 < 60$ |      |      |
|       |                            | 强腐蚀  | $\text{CO}_2 \geq 60$      |      |      |
| 酸 碳   | $\text{HCO}_3^-$ 含量        | 无腐蚀  | $\text{HCO}_3^- > 1.07$    | 1.07 | 弱腐蚀  |

|      |                                 |     |                                   |      |     |
|------|---------------------------------|-----|-----------------------------------|------|-----|
|      |                                 | 弱腐蚀 | $1.07 \geq$                       |      |     |
|      |                                 | 中等腐 | $\text{HCO}_3^- < 0.70$           |      |     |
|      |                                 | 强腐蚀 | ----                              |      |     |
| 镁离子型 | $\text{Mg}^{2+}$ 含量<br>(mg/L)   | 无腐蚀 | $\text{Mg}^{2+} < 1000$           | 6.8  | 无腐蚀 |
|      |                                 | 弱腐蚀 | $1000 \leq \text{Mg}^{2+} <$      |      |     |
|      |                                 | 中等腐 | $1500 \leq \text{Mg}^{2+} <$      |      |     |
|      |                                 | 强腐蚀 | $\text{Mg}^{2+} \geq 2000$        |      |     |
| 硫酸盐型 | $\text{SO}_4^{2-}$ 含量<br>(mg/L) | 无腐蚀 | $\text{SO}_4^{2-} < 250$          | 15.3 | 无腐蚀 |
|      |                                 | 弱腐蚀 | $250 \leq \text{SO}_4^{2-} < 400$ |      |     |
|      |                                 | 中等腐 | $400 \leq \text{SO}_4^{2-} < 500$ |      |     |
|      |                                 | 强腐蚀 | $\text{SO}_4^{2-} \geq 500$       |      |     |

表 3-8 环境水对混凝土的腐蚀性判定（ZK58、ZK121）

| 腐蚀性类型 | 腐蚀性判别依据                         | 腐蚀程度 | 界限指标                              | 试验结果<br>(ZK58/ZK121) | 评价结果 |
|-------|---------------------------------|------|-----------------------------------|----------------------|------|
| 一般酸性型 | PH 值                            | 无腐蚀  | $\text{PH} > 6.50$                | 6.87/6.82            | 无腐蚀  |
|       |                                 | 弱腐蚀  | $6.5 \geq \text{PH} > 6.0$        |                      |      |
|       |                                 | 中等腐  | $6.0 \geq \text{PH} > 5.5$        |                      |      |
|       |                                 | 强腐蚀  | $\text{PH} \leq 5.5$              |                      |      |
| 碳酸型   | 侵蚀性 $\text{CO}_2$ 含量 (mg/L)     | 无腐蚀  | $\text{CO}_2 < 15$                | 17.1/15.0            | 弱腐蚀  |
|       |                                 | 弱腐蚀  | $15 \leq \text{CO}_2 < 30$        |                      |      |
|       |                                 | 中等腐  | $30 \leq \text{CO}_2 < 60$        |                      |      |
|       |                                 | 强腐蚀  | $\text{CO}_2 \geq 60$             |                      |      |
| 重碳酸型  | $\text{HCO}_3^-$ 含量<br>(mmol/L) | 无腐蚀  | $\text{HCO}_3^- > 1.07$           | 0.68/0.58            | 中等腐蚀 |
|       |                                 | 弱腐蚀  | $1.07 \geq$                       |                      |      |
|       |                                 | 中等腐  | $\text{HCO}_3^- < 0.70$           |                      |      |
|       |                                 | 强腐蚀  | ----                              |                      |      |
| 镁离子型  | $\text{Mg}^{2+}$ 含量<br>(mg/L)   | 无腐蚀  | $\text{Mg}^{2+} < 1000$           | 2.9/1.9              | 无腐蚀  |
|       |                                 | 弱腐蚀  | $1000 \leq \text{Mg}^{2+} <$      |                      |      |
|       |                                 | 中等腐  | $1500 \leq \text{Mg}^{2+} <$      |                      |      |
|       |                                 | 强腐蚀  | $\text{Mg}^{2+} \geq 2000$        |                      |      |
| 硫酸盐型  | $\text{SO}_4^{2-}$ 含量<br>(mg/L) | 无腐蚀  | $\text{SO}_4^{2-} < 250$          | 18.4/16.4            | 无腐蚀  |
|       |                                 | 弱腐蚀  | $250 \leq \text{SO}_4^{2-} < 400$ |                      |      |
|       |                                 | 中等腐  | $400 \leq \text{SO}_4^{2-} < 500$ |                      |      |
|       |                                 | 强腐蚀  | $\text{SO}_4^{2-} \geq 500$       |                      |      |

表 3-9 环境水对混凝土的腐蚀性判定（ZK198）

| 腐蚀性类型 | 腐蚀性判别依据 | 腐蚀程度 | 界限指标                       | 试验结果 | 评价结果 |
|-------|---------|------|----------------------------|------|------|
| 一般酸性型 | PH 值    | 无腐蚀  | $\text{PH} > 6.50$         | 6.79 | 无腐蚀  |
|       |         | 弱腐蚀  | $6.5 \geq \text{PH} > 6.0$ |      |      |

|      |                              |     |                                   |      |      |
|------|------------------------------|-----|-----------------------------------|------|------|
|      |                              | 中等腐 | $6.0 \geq \text{PH} > 5.5$        |      |      |
|      |                              | 强腐蚀 | $\text{PH} \leq 5.5$              |      |      |
| 碳酸型  | 侵蚀性 $\text{CO}_2$ 含量 (mg/L)  | 无腐蚀 | $\text{CO}_2 < 15$                | 12.8 | 无腐蚀性 |
|      |                              | 弱腐蚀 | $15 \leq \text{CO}_2 < 30$        |      |      |
|      |                              | 中等腐 | $30 \leq \text{CO}_2 < 60$        |      |      |
|      |                              | 强腐蚀 | $\text{CO}_2 \geq 60$             |      |      |
| 重碳酸型 | $\text{HCO}_3^-$ 含量 (mmol/L) | 无腐蚀 | $\text{HCO}_3^- > 1.07$           | 1.07 | 弱腐蚀  |
|      |                              | 弱腐蚀 | $1.07 \geq$                       |      |      |
|      |                              | 中等腐 | $\text{HCO}_3^- < 0.70$           |      |      |
|      |                              | 强腐蚀 | ----                              |      |      |
| 镁离子型 | $\text{Mg}^{2+}$ 含量 (mg/L)   | 无腐蚀 | $\text{Mg}^{2+} < 1000$           | 5.3  | 无腐蚀  |
|      |                              | 弱腐蚀 | $1000 \leq \text{Mg}^{2+} <$      |      |      |
|      |                              | 中等腐 | $1500 \leq \text{Mg}^{2+} <$      |      |      |
|      |                              | 强腐蚀 | $\text{Mg}^{2+} \geq 2000$        |      |      |
| 硫酸盐型 | $\text{SO}_4^{2-}$ 含量 (mg/L) | 无腐蚀 | $\text{SO}_4^{2-} < 250$          | 16.0 | 无腐蚀  |
|      |                              | 弱腐蚀 | $250 \leq \text{SO}_4^{2-} < 400$ |      |      |
|      |                              | 中等腐 | $400 \leq \text{SO}_4^{2-} < 500$ |      |      |
|      |                              | 强腐蚀 | $\text{SO}_4^{2-} \geq 500$       |      |      |

表 3-10 环境水对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性判定 (ZK4、ZK55、ZK58、ZK121、ZK198)

| 腐蚀性特征判定依据               | 腐蚀程度 | 界限指标     | 试验结果                           | 评价结果 | 备 注   |
|-------------------------|------|----------|--------------------------------|------|---|
| $\text{Cl}^-$ 含量 (mg/L) | 微腐蚀  | $< 100$  | 17.23/27.43/14.2<br>/13.7/20.3 | 微腐蚀  | $\text{Cl}^-$ 含量 =<br>( $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$<br>$\times 0.25$ ) |
|                         | 弱腐蚀  | 100~500  |                                |      |   |
|                         | 中等腐蚀 | 500~5000 |                                |      |   |
|                         | 强腐蚀  | $> 5000$ |                                |      |   |

表 3-11 环境水对钢结构的腐蚀性判定表 (ZK4、ZK55、ZK58、ZK121、ZK198)

| 腐蚀性特征判定依据   | 腐蚀程度 | 界限指标  | 试验结果  | 评价结果 |
|---|------|---|---|------|
| PH 值、<br>( $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ ) 含量 (mg/L) | 弱腐蚀  | PH 值 3~11、( $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ ) $< 500$    | PH 值<br>=6.76/6.72/6.87/6.8<br>2/6.79、( $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ )<br>=27.5/38.7/28.0/26.<br>0/32.3 | 弱腐蚀  |
|   | 中等腐蚀 | PH 值 3~11、( $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ ) $\geq 500$ |   |      |
|   | 强腐蚀  | PH 值 $< 3$ 、( $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ ) 任何浓度     |   |      |

依据表 3-6～表 3-11 判定结果表明：勘察期间 ZK4 位置环境水对混凝土结构具无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，腐蚀性参考范围为 AK0+000~AK0+800；勘察期间 ZK55 位置环境水对混凝土结构具重碳酸型弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，腐蚀性参考范围为 AK0+800~AK1+907；勘察期间 ZK58、ZK121 位置环境水对混凝土结构具重碳酸型中等腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，腐蚀性参考范围为 BK0+000~BK6+000；勘察期间 ZK198 位置环境水对混凝土结构具重碳酸型弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，腐蚀性参考范围为 BK6+000~BK8+701。

### 3.3.5 主要岩土物理力学参数

根据《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）和《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）等的有关规范规程，提出各地层的主要物理力学指标及其承载力等参数建议值。

地基岩土物理力学参数主要以室内试验为基础，进行数理统计，同时参考地区经验综合确定。地基土承载力，主要依据相关规范、规程的要求确定。砂、黏性土以标准贯入试验锤击数经杆长修正后取平均值，查表确定其建议值；碎石土以动力触探试验，经杆长修正后取平均值，查表并根据工程土场地经验确定其建议值；黏性土除采用标准贯入试验锤击数修正查表外，还采用土工

试验参数：孔隙比（ $e$ ）、液性指数（ $I_L$ ）指标查表获得承载力基本值，经回归修正后，确定其建议值。承载力建议值为不同方法确定的承载力结合地区经验提出，其各岩土承载力建议值见下表。

表 3-12 主要岩土物理力学性质指标统计及建议值表

| 土屋编号及名称   | 指<br>标 | 天然状态物理性质指标  |                   |                   |        |             | 饱<br>和<br>重<br>度  | 液<br>限 | 塑<br>限 | 塑<br>性<br>指<br>数 | 液<br>性<br>批<br>数 | 压<br>缩<br>模<br>量 | 内<br>摩<br>擦<br>角 | 内<br>聚<br>力 |
|-----------|--------|-------------|-------------------|-------------------|--------|-------------|-------------------|--------|--------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|
|           |        | 含<br>水<br>量 | 湿<br>密<br>度       | 干<br>密<br>度       | 比<br>重 | 孔<br>隙<br>比 | $\gamma_{sat}$    | $W_L$  | $W_P$  | $I_P$            | $I_L$            | $E_{s_{1-0.2}}$  | $\Phi$           | $C$         |
|           |        | $W$         | $\rho$            | $\rho_d$          | $G_s$  | $e$         | $\gamma_{sat}$    | $W_L$  | $W_P$  | $I_P$            | $I_L$            | $E_{s_{1-0.2}}$  | $\Phi$           | $C$         |
|           |        | %           | g/cm <sup>3</sup> | g/cm <sup>3</sup> |        |             | kN/m <sup>3</sup> | %      | %      |                  |                  | Mpa              | 度                | KPa         |
| ①-1 杂填土   | 建议值    | /           | /                 | /                 | /      | /           | /                 | /      | /      | /                | /                | /                | (10)             | (10)        |
| ①-2 耕植土   | 建议值    | /           | /                 | /                 | /      | /           | /                 | /      | /      | /                | /                | /                | (15)             | (5)         |
| ①-3 素填土   | 建议值    | /           | /                 | /                 | /      | /           | /                 | /      | /      | /                | /                | /                | (20)             | (10)        |
| ②-1 淤泥混砂  | 建议值    | /           | /                 | /                 | /      | /           | /                 | /      | /      | /                | /                | /                | (3)              | (8)         |
| ②-2 低液限粘土 | 样本     | 13          | 12                | 12                | 13     | 12          | 12                | 13     | 13     | 13               | 11               | 11               | 12               | 12          |
|           | 最大值    | 32.10       | 2.03              | 1.73              | 2.71   | 0.885       | 20.90             | 37.40  | 24.60  | 13.00            | 0.70             | 7.18             | 16.60            | 41.70       |
|           | 最小值    | 17.3        | 1.9               | 1.4               | 2.7    | 0.566       | 19.1              | 27.3   | 15.2   | 10.2             | 0.28             | 4.1              | 8.0              | 20.5        |
|           | 平均值    | 26.0        | 1.96              | 1.55              | 2.71   | 0.746       | 19.8              | 32.2   | 20.2   | 11.9             | 0.55             | 4.9              | 10.9             | 28.0        |
|           | 大值均值   | 28.44       | 2.01              | 1.64              | 2.71   | 0.792       | 20.35             | 34.00  | 21.78  | 12.51            | 0.60             | 6.34             | 13.94            | 35.72       |
|           | 小值均值   | 22.14       | 1.94              | 1.51              | 2.70   | 0.655       | 19.53             | 30.03  | 17.78  | 11.04            | 0.39             | 4.40             | 8.7              | 22.5        |
|           | 建议值    | 26.0        | 1.96              | 1.55              | 2.71   | 0.746       | 19.8              | 32.2   | 20.2   | 11.9             | 0.55             | 4.4              | 8.7              | 22.5        |
| ②-3 中砂    | 建议值    | /           | /                 | /                 | /      | /           | /                 | /      | /      | /                | /                | /                | (20)             | (5)         |
| ②-4 低液限粘土 | 样本     | 11          | 10                | 10                | 11     | 10          | 10                | 11     | 11     | 11               | 7                | 9                | 10               | 10          |
|           | 最大值    | 27.50       | 2.05              | 1.74              | 2.72   | 0.772       | 21.0              | 39.7   | 25.1   | 15.4             | 0.58             | 7.07             | 17.0             | 49.4        |
|           | 最小值    | 12.2        | 1.94              | 1.52              | 2.70   | 0.555       | 19.6              | 25.9   | 13.7   | 10.6             | 0.27             | 4.32             | 10.0             | 24.2        |
|           | 平均值    | 23.5        | 1.97              | 1.58              | 2.71   | 0.716       | 20.0              | 32.8   | 20.6   | 12.2             | 0.37             | 5.73             | 13.6             | 34.9        |
|           | 大值均值   | 25.88       | 2.03              | 1.63              | 2.71   | 0.753       | 20.43             | 35.57  | 23.06  | 13.52            | 0.51             | 6.56             | 15.10            | 41.87       |
|           | 小值均值   | 17.17       | 1.95              | 1.54              | 2.70   | 0.660       | 19.80             | 27.98  | 16.23  | 11.15            | 0.30             | 4.44             | 10.02            | 27.86       |
|           | 建议值    | 23.5        | 1.97              | 1.58              | 2.71   | 0.716       | 20.0              | 32.8   | 20.6   | 12.2             | 0.37             | 4.44             | 10.02            | 27.86       |
| ②-5 中砂    | 建议值    | 16.5        | /                 | /                 | /      | /           | /                 | /      | /      | /                | /                | /                | (20)             | (5)         |



三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|           |      |       |      |      |      |       |       |       |       |       |      |      |       |       |
|-----------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| ②-6 砂混淤泥  | 建议值  | 24.7  | /    | /    | /    | /     | /     | /     | /     | /     | /    | /    | (10)  | (5)   |
| ②-7 细砂    | 建议值  | 21.8  | /    | /    | /    | /     | /     | /     | /     | /     | /    | /    | (15)  | (8)   |
| ②-8 碎石    | 建议值  | 19.1  | /    | /    | /    | /     | /     | /     | /     | /     | /    | /    | (30)  | (10)  |
| ③-1 粘土质砂  | 样本   | 8     | 8    | 8    | 8    | 8     | 8     | 8     | 8     | 8     | 6    | 8    | 8     | 8     |
|           | 最大值  | 28.40 | 1.97 | 1.59 | 2.72 | 0.896 | 20.0  | 38.9  | 24.1  | 14.8  | 0.55 | 7.05 | 14.2  | 37.4  |
|           | 最小值  | 23.4  | 1.83 | 1.43 | 2.71 | 0.703 | 19.1  | 29.3  | 17.2  | 12.1  | 0.29 | 4.73 | 9.4   | 29.8  |
|           | 平均值  | 26.1  | 1.86 | 1.47 | 2.72 | 0.845 | 19.3  | 35.4  | 21.5  | 13.9  | 0.39 | 5.8  | 11.8  | 33.5  |
|           | 大值均值 | 27.65 | 1.97 | 1.54 | 2.72 | 0.87  | 19.70 | 36.88 | 23.00 | 14.36 | 0.55 | 6.72 | 13.20 | 36.10 |
|           | 小值均值 | 24.50 | 1.84 | 1.45 | 2.71 | 0.77  | 19.22 | 31.70 | 20.05 | 13.07 | 0.35 | 5.17 | 10.43 | 31.88 |
|           | 建议值  | 26.1  | 1.86 | 1.47 | 2.72 | 0.845 | 19.3  | 35.4  | 21.5  | 13.9  | 0.39 | 5.17 | 10.43 | 31.88 |
| ③-2 低液限粘土 | 样本   | 8     | 7    | 7    | 8    | 7     | 7     | 8     | 8     | 8     | 8    | 7    | 7     | 7     |
|           | 最大值  | 27.50 | 1.97 | 1.56 | 2.71 | 0.775 | 19.8  | 35.8  | 23.6  | 12.2  | 0.45 | 5.97 | 13.1  | 33.4  |
|           | 最小值  | 25.1  | 1.94 | 1.52 | 2.70 | 0.733 | 19.6  | 32.8  | 21.6  | 10.2  | 0.17 | 5.07 | 9.6   | 27.2  |
|           | 平均值  | 26.3  | 1.95 | 1.55 | 2.70 | 0.746 | 19.7  | 33.5  | 22.6  | 10.9  | 0.34 | 5.6  | 10.6  | 31.1  |
|           | 大值均值 | 26.83 | 1.96 | 1.56 | 2.71 | 0.761 | 19.80 | 34.80 | 23.43 | 11.40 | 0.38 | 5.84 | 12.15 | 32.48 |
|           | 小值均值 | 25.73 | 1.95 | 1.53 | 2.70 | 0.737 | 19.68 | 33.10 | 22.14 | 10.40 | 0.26 | 5.17 | 9.96  | 29.27 |
|           | 建议值  | 26.3  | 1.95 | 1.55 | 2.70 | 0.746 | 19.7  | 33.5  | 22.6  | 10.9  | 0.34 | 5.17 | 9.96  | 29.27 |

注：括号内为工程经验值。

表 3-13 原位试验锤击数  $N/N_{63.5}$  实测击数统计表

| 层号及<br>土层名称 | 状态    | 样本数<br>$n$ | 最小值<br>min<br>击 | 最大值<br>max<br>击 | 平均值<br>$\mu$<br>击 | 标准<br>差 $\sigma$<br>击 | 变异<br>系数<br>$\delta$ | 修正<br>系数<br>$\gamma_s$ | 标准值<br>击 | 备注 |
|-------------|-------|------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|----------|----|
| ②-1 砂混淤泥    | 流塑~软塑 | 7          | 1.0             | 2.0             | 1.6               | 0.535                 | 0.340                | 0.748                  | 1.2      | 标贯 |
| ②-2 低液限粘土   | 可塑    | 18         | 4.0             | 6.0             | 4.8               | 0.732                 | 0.153                | 0.936                  | 4.5      | 标贯 |
| ②-3 中砂      | 松散~稍密 | 36         | 5.0             | 13.0            | 7.6               | 1.420                 | 0.187                | 0.946                  | 7.2      | 标贯 |
| ②-4 低液限粘土   | 可塑    | 12         | 6.0             | 10.0            | 8.3               | 1.215                 | 0.147                | 0.923                  | 7.6      | 标贯 |
| ②-5 中砂      | 稍密    | 7          | 10.0            | 12.0            | 11.1              | 0.900                 | 0.081                | 0.940                  | 10.5     | 标贯 |
| ②-7 细砂      | 稍密    | 6          | 13.0            | 14.0            | 13.2              | 0.408                 | 0.031                | 0.974                  | 12.8     | 标贯 |
| ②-8 碎石      | 稍密    | 15         | 6.0             | 9.0             | 7.8               | 1.014                 | 0.130                | 0.940                  | 7.3      | 动探 |
| ③-1 粘土质砂    | 松散~稍密 | 9          | 8.0             | 12.0            | 10.0              | 1.500                 | 0.150                | 0.906                  | 9.1      | 标贯 |
| ③-2 低液限粘土   | 可塑~硬塑 | 9          | 7.0             | 11.0            | 8.6               | 1.509                 | 0.176                | 0.890                  | 7.6      | 标贯 |

表 3-14 原位测试锤击数  $N'$  /  $N'_{63.5}$  修正击数统计表

| 层号及<br>土层名称 | 状态    | 样本数<br>$n$ | 最小值<br>min<br>击 | 最大值<br>max<br>击 | 平均值<br>$\mu$<br>击 | 标准<br>差 $\sigma$<br>击 | 变异<br>系数<br>$\delta$ | 修正<br>系数<br>$\gamma_s$ | 标准值<br>击 | 备注 |
|-------------|-------|------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|----------|----|
| ②-1 砂混淤泥    | 流塑~软塑 | 7          | 1.0             | 2.0             | 1.56              | 0.526                 | 0.337                | 0.751                  | 1.1      | 标贯 |
| ②-2 低液限粘土   | 可塑    | 18         | 3.82            | 5.78            | 4.58              | 0.655                 | 0.143                | 0.941                  | 4.3      | 标贯 |
| ②-3 中砂      | 松散~稍密 | 36         | 4.82            | 9.86            | 6.93              | 0.987                 | 0.142                | 0.959                  | 6.6      | 标贯 |
| ②-4 低液限粘土   | 可塑    | 12         | 5.18            | 7.81            | 6.65              | 0.763                 | 0.115                | 0.940                  | 6.2      | 标贯 |
| ②-5 中砂      | 稍密    | 7          | 7.93            | 9.79            | 8.83              | 0.672                 | 0.076                | 0.944                  | 8.3      | 标贯 |
| ②-7 细砂      | 稍密    | 6          | 9.83            | 10.66           | 10.06             | 0.303                 | 0.030                | 0.975                  | 9.8      | 标贯 |
| ②-8 碎石      | 稍密    | 15         | 5.4             | 7.4             | 6.4               | 0.585                 | 0.091                | 0.958                  | 6.2      | 动探 |
| ③-1 粘土质砂    | 松散~稍密 | 9          | 7.13            | 11.54           | 9.17              | 1.386                 | 0.151                | 0.905                  | 8.3      | 标贯 |
| ③-2 低液限粘土   | 可塑~硬塑 | 9          | 6.41            | 10.52           | 7.97              | 1.403                 | 0.176                | 0.890                  | 7.09     | 标贯 |

表 3-15 岩土承载力建议值

| 土名及<br>层号  | 承载力<br>建议值<br>(kPa) |
|------------|---------------------|
| ①-1 杂填土    | 80                  |
| ①-2 耕植土    | 70                  |
| ①-3 素填土    | 100                 |
| ②-1 淤泥混砂   | 50                  |
| ②-2 低液限粘土  | 90                  |
| ②-3 中砂     | 100                 |
| ②-4 低液限粘土  | 120                 |
| ②-5 中砂     | 140                 |
| ②-6 砂混淤泥   | 50                  |
| ②-7 细砂     | 120                 |
| ②-8 碎石     | 180                 |
| ③-1 粘土质砂   | 130                 |
| ③-2 低液限粘土  | 130                 |
| ④-1 强风化花岗岩 | 300                 |

|            |     |
|------------|-----|
| ④-2 弱风化花岗岩 | 800 |
| ⑤-1 强风化砂岩  | 300 |
| ⑤-2 弱风化砂岩  | 800 |

表 3-16 挡土墙与地基土摩擦系数建议值表

| 岩石名称       | 建议值  |
|------------|------|
| ②-2 低液限粘土  | 0.25 |
| ②-3 中砂     | 0.4  |
| ②-4 低液限粘土  | 0.3  |
| ②-5 中砂     | 0.4  |
| ②-7 细砂     | 0.3  |
| ②-8 碎石     | 0.45 |
| ③-1 粘土质砂   | 0.4  |
| ③-2 低液限粘土  | 0.3  |
| ④-1 强风化花岗岩 | 0.5  |
| ④-2 风化花岗岩  | 0.6  |
| ⑤-1 强风化砂岩  | 0.5  |
| ⑤-2 弱风化砂岩  | 0.6  |

### 3.3.6 地基渗透性

工程区地下水类型主要有分布于第四系松散层中的孔隙水。孔隙水主要分布于松散地层中，埋深较浅。地基地下水主要受孔隙水的影响，尤其是砂性土层中，含水量较丰富，接受大气降水补给。根据地区经验，地基各岩土层渗透性建议值见下表。

表 3-17 堤基岩土渗透性统计汇总表

| 岩土层名称   | 渗透系数/透水率建议值                         | 透水性   |
|---------|-------------------------------------|-------|
| ①-1 杂填土 | $k=6.0 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ | 强透水性  |
| ①-2 耕植土 | $k=8.0 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ | 弱透水性  |
| ①-3 素填土 | $k=5.0 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ | 中等透水性 |

|            |                                    |       |
|------------|------------------------------------|-------|
| ②-1 淤泥混砂   | $k=3.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ | 弱透水性  |
| ②-2 低液限粘土  | $k=2.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ | 弱透水性  |
| ②-3 中砂     | $k=5.0 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ | 中等透水性 |
| ②-4 低液限粘土  | $k=8.0 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ | 微透水性  |
| ②-5 中砂     | $k=5.0 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ | 中等透水性 |
| ②-6 砂混淤泥   | $k=7.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ | 弱透水性  |
| ②-7 细砂     | $k=2.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ | 中等透水性 |
| ②-8 碎石     | $k=8.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ | 中等透水性 |
| ③-1 粘土质砂   | $k=6.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ | 弱透水性  |
| ③-2 低液限粘土  | $k=8.0 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ | 微透水性  |
| ④-1 强风化花岗岩 | $k=6.0 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ | 中等透水性 |
| ④-2 弱风化花岗岩 | $q=8.0 \text{Lu}$                  | 弱透水性  |
| ⑤-1 强风化砂岩  | $k=8.0 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ | 中等透水性 |
| ⑤-1 弱风化砂岩  | $q=8.0 \text{Lu}$                  | 弱透水性  |

### 3.3.7 堤基岩土开挖分级、边坡开挖坡比及不允许不冲流速

按照《水工建筑物地下开挖工程施工规范》（SL378-2007）（附录 A）：①-1 杂填土、①-3 素填土、②-8 碎石、③-1 粘土质砂、③-2 低液限粘土属 IV 类土，①-2 耕植土、②-1 淤泥混砂、②-3 中砂、②-5 中砂、②-6 砂混淤泥、②-7 细砂属 II 类土，②-2 低液限粘土、②-4 低液限粘土属 III 类土，④-1 强风化花岗岩、⑤-1 强风化砂岩属 IX 类岩石，强度系数 8，④-1 弱风化花岗岩、⑤-1 弱风化砂岩属 XI 类岩石，强度系数为 12。

根据工程地质资料，两岸堤防设计时应根据河势水流条件考虑冲刷深度，在两岸坡脚部位采取必要的防冲措施。堤防及其他建筑物基础开挖时放坡比可按下表参考取值。

表 3-18 岩土边坡开挖坡比及允许不冲流速建议值表

| 地层编号与名称    | 临时边坡    |         | 永久边坡       |         | 允许不冲流速(m/s) |
|------------|---------|---------|------------|---------|-------------|
|            | 水上      | 水下      | 水上         | 水下      |             |
| ①-1 杂填土    | 1: 1. 5 | 1: 2. 0 | 1: 1. 2    | 1: 3. 0 | 0. 65       |
| ①-2 耕植土    | 1: 1. 5 | 1: 2. 0 | 1: 1. 2. 5 | 1: 3. 0 | 0. 60       |
| ①-3 素填土    | 1: 1. 0 | 1: 1. 5 | 1: 1. 5    | 1: 2. 5 | 0. 70       |
| ②-1 淤泥混砂   | 1: 2. 0 | 1: 3. 0 | 1: 2. 50   | 1: 4. 0 | 0. 30       |
| ②-2 低液限粘土  | 1: 1. 0 | 1: 1. 5 | 1: 1. 5    | 1: 2. 0 | 0. 70       |
| ②-3 中砂     | 1: 1. 5 | 1: 2. 0 | 1: 2. 0    | 1: 3. 0 | 0. 60       |
| ②-4 低液限粘土  | 1: 1. 0 | 1: 1. 5 | 1: 1. 5    | 1: 2. 0 | 0. 80       |
| ②-5 中砂     | 1: 1. 5 | 1: 2. 0 | 1: 2. 0    | 1: 3. 0 | 0. 70       |
| ②-6 砂混淤泥   | 1: 2. 0 | 1: 3. 0 | 1: 2. 50   | 1: 4. 0 | 0. 50       |
| ②-7 细砂     | 1: 1. 5 | 1: 2. 0 | 1: 2. 0    | 1: 3. 0 | 0. 55       |
| ②-8 碎石     | 1: 1. 0 | 1: 1. 5 | 1: 1. 5    | 1: 2. 0 | 1. 10       |
| ③-1 粘土质砂   | 1: 1. 0 | 1: 1. 5 | 1: 1. 5    | 1: 2. 0 | 0. 80       |
| ③-1 低液限粘土  | 1: 1. 0 | 1: 1. 5 | 1: 1. 5    | 1: 2. 0 | 0. 85       |
| ④-1 强风化花岗岩 | 1: 1. 0 | 1: 1. 5 | 1: 1. 5    | 1: 2. 0 | 2. 0        |
| ⑤-1 强风化砂岩  | 1: 1. 0 | 1: 1. 5 | 1: 1. 5    | 1: 2. 0 | 2. 0        |

### 3.3.8 堤基工程地质条件评价

本项目共新建护岸防护工程总长 21505m，其中 A 段两岸护岸防护工程长 3913m，B 段两岸护岸防护工程长 17592m，河道护岸形式采用抛石、雷诺或格宾挡墙。

本项目沿线揭露有①-1 杂填土、①-2 耕植土，该层分布于项目区的表层，近期填筑，工程性能差，为软弱土层，施工时建议彻底清除，以下对此类土不再评价该层。

对于拟整治河段 A，根据钻探资料，拟整治河道

AK0+000~AK0+425 段堤基持力层主要为③-1 粘土质砂，该层为花岗岩残坡积层，地基承载力为 130kPa，工程性能较好，可作为堤基基础持力层，可采用天然地基，但该层局部夹有孤石，且由于花岗岩风化界面起伏较大，对施工不利；AK0+425~AK0+750 段左岸、AK1+000~AK1+907 段左岸、AK0+425~AK1+907 段右岸堤基持力层主要为②-3 中砂，该层地基承载力为 100kPa，工程性能一般，可作为堤基持力层，可采用天然地基，对于局部荷载要求较高区段，可采用抛石基础；AK0+750~AK1+000 段左岸存在②-1 淤泥混砂，该层为软弱土层，具高压缩性及低承载力，可能造成堤基较大变形及抗滑稳定问题，未经处理不可作为堤基基础持力层，该层厚度不大，可采用换填方式进行处理或采用抛石基础。

对于拟整治河段 B，根据钻探资料，BK0+000~BK0+625 段堤基持力层主要为②-2 低液限粘土或②-3 中砂，该两层土地基承载力分别为 90kPa、100kPa，②-2 低液限粘土工程性能较差，是否可作为堤基持力层，应该经过计算确定，如不满足设计要求，可采用抛石基础，②-3 中砂工程性能一般，可作为堤基持力层；BK0+850~BK1+275 段左岸、BK1+275~BK1+425、BK1+750~BK2+225、BK2+650~BK8+701 段堤基持力层主要为②-3 中砂，局部为②-2 低液限粘土，②-3 中砂地基承载力为 100kPa，工程性能一般，可作为堤基持力层，②-2 低液限粘土地基承载力为 90kPa，工程性能较差，是否作为堤基持力层，应经过计算确定，当不满足设计要求时，可采用抛石基础；BK1+425~BK1+750、BK2+225~BK2+650 段堤基持力层主要为③-2 低液限粘土，该层土地基承载力为 130kPa，工程性能较好，可作为堤基持力层，可采用天然地基。

### 3.4 主要工程地质问题

#### 3.4.1 渗透稳定问题评价

根据钻探成果，地基浅层地层主要为①-1 杂填土、①-2 耕植土、①-3 素填土、②-3 中砂等，以砂性土为主，呈中等透水性，存在渗透稳定问题，其渗透破坏型式属过渡型或管涌型，根据现场调查结合工程经验，参照《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）附录 G（表 G.0.7），其允许坡降建议值  $J_c=0.20\sim0.26$ 。设计时宜根据需要考虑防渗处理措施。

#### 3.4.2 沉陷变形评价

根据钻探成果，场地分布的地层中①-1 杂填土层土质构成杂乱，含有建筑垃圾，欠固结，易发生不均匀沉降问题；②-1 淤泥混砂为软弱土层，承载力差，工程性能差，易引发不均匀沉降及变形过大问题；①-2 耕植土含有机质，承载力低且不均匀，易引发不均匀沉降及变形过大问题，②-2 低液限粘土工程性能较差，承载力低，在荷载作用下可能引发过大变形问题。

#### 3.4.3 冲刷稳定性评价

根据现场调查及地质勘察资料，河道堤防基础开挖后河床及岸坡两侧主要表露的岩土层有：①-1 杂填土、②-1 淤泥混砂、②-2 低液限粘土、②-3 中砂、③-1 粘土质砂、③-2 低液限粘土等。其中①-1 杂填土、②-1 淤泥混砂、②-3 中砂抗冲能力较低，可能存在冲刷稳定问题，设计时应根据拟建（构）筑物基础类型

及开挖层位的深浅，考虑是否需要进行抗冲刷处理，如抛石护脚等。

#### 3.4.4 抗滑稳定评价

地基土①-1 杂填土和②-1 淤泥混砂为软弱土层，稳定性很差，容易产生沉降、侧向滑动倾斜等安全问题。不能满足水工建筑物变形要求，设计时应根据基础埋深验算，设计时应认真考虑、验算这两层的抗滑、沉沉降等不稳定性，并采取不同程度的工程处理，如固结、预压、换填等强化措施。

#### 3.4.5 抗震稳定性评价

工程区地震动峰值加速度为 0.05g，对应地震基本烈度为 6 度，地震动反应谱特征周期为 0.35s，一般情况下可不考虑砂土液化问题。因此，堤基不存在抗震稳定问题。

#### 3.4.6 应注意的工程施工措施

拟整治河道位于三亚市吉阳区，河道位于吉阳大道及海榆中线附近，交通便利，但沿河无现状道路，施工时应考虑临时施工便道。

拟治理河流为山区河流，枯水期河水面较窄，水流量较小，汛期水位迅速抬高，流速增大，建议避开汛期施工，同时做好围堰导流工程。工程基础开挖要做好围挡、基坑排水、支护等措施；注意天气变化，施工人员及周边过往人员的安全。

基础设计及施工应注意以下事项：



（1）工程区沿线表层局部分布有①-1 杂填土、①-2 耕植土、②-1 淤泥混砂等软弱土层，工程性能均较差，高压缩性、稳定性差，施工时建议进行清除；

（2）场地内浅层土允许冲刷流速低，设计时应根据开挖层位的深浅，考虑是否需要进行抗冲处理，堤基或岸坡附近建议采用防冲处理；

（3）砂性土层透水性较强，基坑挖掘时沟水顺该层不断的流入坑内，设计须考虑正反向径流破坏影响，施工时基坑应重视排水问题；基础施工时应该注意地下水埋深及地表径流汇水，在基槽开挖时应做好防水、排水、支护等措施；

（4）③-1 粘土质砂、③-2 低液限粘土局部夹有孤石，对施工不利，设计时应考虑其不利影响。根据钻探成果及区域地质资料，项目区部分区段花岗岩及砂岩风化界面起伏较大，对工程有一定的影响；

（5）做好施工期间两侧岸坡变形观测和监测工作。

### 3.5 堤基与堤岸工程地质条件分类及评价

#### 3.5.1 堤基地质结构

综合考虑堤基地质结构分类按堤基勘探深度范围内的土、岩分布与组合关系。并根据行业标准《堤防工程地质勘察规程》

（SL188-2005）附录 C “堤基地质结构分类 C.0.2”，按照软土、粘性土、砂性土 3 类土体及基岩的层数分为单一结构（I）、双层结构（II）和多层结构（III）三类，然后按土、岩体的空间分布特征及组合关系，进一步将三类分为若干亚类，详见下表。

表3-19 堤基地质结构分类表

| 分类            |                                     | 结构特征                                      | 亚类                        |
|---------------|-------------------------------------|---|---------------------------|
| 单一结构<br>(I)   | 堤基主要由一类土体或岩体组成                      | 堤基为单一砂性土结构。                               | 砂性土结构 (I <sub>3</sub> )   |
| 双层结构<br>(II)  | 堤基主要由两类土体或一类土体与岩体组成, 按不同组合分成 2 个亚类  | 堤基上部粘性土, 下部为泥质砂岩、泥岩、砂岩、砂砾岩、片麻岩、变质泥岩、花岗岩等。 | 粘岩结构 (II <sub>1</sub> )   |
|               |                                     | 堤基上部砂性土, 下部为泥质砂岩、泥岩、砂岩、砂砾岩、片麻岩、变质泥岩、花岗岩等。 | 砂岩结构 (II <sub>2</sub> )   |
| 多层结构<br>(III) | 堤基主要由多类土体或二类土体与岩体组成, 按不同组合分成 2 一个亚类 | 堤基上部为砂性土; 中部为粘性土; 下部为砂性土。                 | 砂粘砂结构 (III <sub>1</sub> ) |
|               |                                     | 堤基上部为淤泥或淤泥质土; 中部为粘性土; 下部为砂性土。             | 淤粘砂结构 (III <sub>2</sub> ) |

本工程根据钻探深度范围内揭露的地基土的分布和组合关系（备注：①-1 杂填土、①-2 耕植土成份较复杂，工程性能差，且位于表层，施工时建议彻底清除，故不给予评价），纵观拟治理河段地基土层地质结构主要表现为：AK0+000~AK0+600、AK1+800~AK1+907、BK1+750~BK2+650 段堤基类型为上部为砂性土，下部为基岩的砂岩结构（II<sub>2</sub>）；AK0+600~AK1+800、

BK0+000~BK0+225、BK0+850~BK1+425、BK2+650~BK8+050 段堤基类型为砂性土单一结构（ $I_3$ ）；BK0+225~BK0+625 段堤基类型为上部为淤泥质土，中部为粘性土，下部为砂性土的淤粘砂多层结构（ $III_2$ ）；BK1+425~BK1+750、BK2+225~BK2+650 段堤基类型为上部粘性土，下部为基岩的粘岩结构（ $II_1$ ）；BK8+050~BK8+701 段堤基类型为上部砂性土，中部为粘性土，下部为砂性土的砂粘砂结构（ $III_1$ ）。

### 3.5.2 堤基工程地质评价

根据各堤段堤基地质结构类型、存在的主要工程地质问题及严重程度等因素，综合分析勘察堤段的工程地质条件，将堤基划分为 4 类：

#### （1）A 类

A 类：不存在抗滑稳定、抗渗稳定、抗震稳定问题和特殊土引起的问题，堤段工程地质条件好，无需采取任何处理措施。

#### （2）B 类

基本不存在抗渗稳定、抗震稳定问题和特殊土引起的问题，局部坑（塘）处存在渗漏变形问题，已建堤防局部有险情，工程地质条件较好。

#### （3）C 类和 D 类

至少存在一种主要工程地质问题，历史险情普遍，根据主要工程地质问题的严重程度、历史险情的危害程度分为工程地质条件较差（C 类）和工程地质条件差（D 类）。

根据勘察资料，按分段进行堤基评价如下：

1、AK0+000~AK0+600、AK1+800~AK1+907、BK1+750~BK2+650 段堤基类型为上部为砂性土，下部为基岩的砂岩结构，浅层砂性土抗冲刷能力差，易引发冲刷问题，砂性土渗透性较大，易引发渗透稳定问题，根据现场调查，河岸植被发育，局部有小规模塌岸现象，危害性较小，故该段堤基属工程地质条件较差（C 类）。

2、AK0+600~AK1+800、BK0+000~BK0+225、BK0+850~BK1+425、BK2+650~BK8+050 段堤基类型为砂性土单一结构，浅层砂性土抗冲刷能力差，易引发冲刷问题，砂性土渗透性较大，易引发渗透稳定问题，根据现场调查，河岸局部有小规模塌岸现象，危害性较小，故该段堤基属工程地质条件较差（C 类）。

3、BK0+225~BK0+625 段堤基类型为上部为淤泥质土，中部为粘性土，下部为砂性土的淤粘砂多层结构，淤泥具高压缩性，抗剪强度低，且抗冲刷能力弱，易引发抗滑稳定及冲刷稳定问题，根据现场调查，河岸局部有小规模塌岸现象，危害性较小，故该段堤基属工程地质条件较差（C 类）。

4、BK1+425~BK1+750、BK2+225~BK2+650 段堤基类型为上部粘性土，下部为基岩的粘岩结构，浅层粘性土抗冲刷能力差，易引发冲刷问题，根据现场调查，河岸局部有小规模塌岸现象，危害性较小，故该段堤基属工程地质条件较差（C 类）。

5、BK8+050~BK8+701 段堤基类型为上部砂性土，中部为粘性土，下部为砂性土的砂粘砂结构，浅层砂性土抗冲刷能力差，易引发冲刷问题，砂性土渗透性较大，易引发渗透稳定问题，根据现场调查，河岸植被发育，局部有小规模塌岸现象，危害性较

小，故该段堤基属工程地质条件较差（C类）。

### 3.5.3 岸坡工程地质评价

根据《堤防工程地质勘察规程》（SL188-2005）附录 E（E.2），当堤岸受河水冲刷时，可根据岸坡（岩）土体抗冲能力与历史险情将岸坡稳定性分为四类：

1、稳定岸坡：岸坡（岩）土体抗冲能力强，无岸坡失稳迹象。

2、基本稳定岸坡：岸坡（岩）土体抗冲能力较强，历史上基本上未发生岸坡失稳事件。

3、稳定性较差岸坡：组成岸坡的土体抗冲刷能力较差，历史上曾发生小规模岸坡失稳事件，危害性不大。

4、稳定性差岸坡：组成岸坡的土体抗冲刷能力差，历史上曾发生岸坡失稳事件，具严重危害性。

经现场踏勘及钻探资料，按分段进行堤基评价如下：

1、AK0+000~AK0+600 、 AK1+800~AK1+907 、 BK1+750~BK2+650 段岸坡土体主要为砂性土，砂性土抗冲刷能力较差，根据现场调查，河岸植被发育，局部有小规模塌岸现象，危害性不大，故该段岸坡属稳定性较差岸坡。

2、AK0+600~AK1+800 、 BK0+000~BK0+225 、 BK0+850~BK1+425、BK2+650~BK8+050 段岸坡土体主要为砂性土，砂性土抗冲刷能力较差，根据现场调查，河岸植被发育，局部有小规模塌岸现象，危害性不大，故该段岸坡属稳定性较差

岸坡。

3、BK0+225~BK0+625 段岸坡土体主要为粘性土，粘性土抗冲刷能力较差，根据现场调查，河岸植被发育，局部有小规模塌岸现象，危害性不大，故该段岸坡属稳定性较差岸坡。

4、BK1+425~BK1+750、BK2+225~BK2+650 段岸坡土体主要为粘性土，粘性土抗冲刷能力较差，根据现场调查，河岸植被发育，局部有小规模塌岸现象，危害性不大，故该段岸坡属稳定性较差岸坡。。

5、BK8+050~BK8+701 段岸坡土体主要为砂性土及粘性土，砂性土及粘性土抗冲刷能力较差，根据现场调查，河岸植被发育，局部有小规模塌岸现象，危害性不大，故该段岸坡属稳定性较差岸坡。

### 3.6 主要建筑物工程地质条件及评价

根据设计方案，本工程除了新建生态堤防护岸工程外，其它拟建配套建筑物主要有：新建溢流坝 2 座及改造溢流坝 4 座；改造过水涵 6 座；新建人行桥 4 座及改造人行桥 1 座；新建进水涵、排水涵各一座；新建农田排口 14 座；新建巡河步道等。据地质勘探资料，结合现场调查和区域地质资料，拟建附属主要建筑物综合评价分述如下：

### 3.6.1 溢流坝工程地质条件及评价

本工程拟新建溢流坝 2 座，改造溢流坝 4 座，各溢流坝特性见下表

表3-20 溢流坝工程特性表

| 序号 | 拦水坝名称    | 桩号位置    | 坝顶高程 (m) | 坝底高程 (m) | 坝长 (m) | 消力池底板高程 (m) | 消力池长 (m) |
|----|----------|---------|----------|----------|--------|-------------|----------|
| 1  | 新建 1#溢流坝 | AK1+000 | 40.02    | 39.42    | 20.5   | 38.92       | 5.00     |
| 2  | 新建 2#溢流坝 | BK4+650 | 6.72     | 6.16     | 11.0   | 5.62        | 5.00     |
| 3  | 改造 1#溢流坝 | BK0+830 | 21.36    | 18.76    | 20     | 17.06       | 7.1      |
| 4  | 改造 2#溢流坝 | BK2+280 | 17.00    | 14.50    | 20     | 12.70       | 9.3      |
| 5  | 改造 3#溢流坝 | BK3+350 | 14.20    | 11.70    | 34.5   | 9.30        | 9.0      |
| 6  | 改造 4#溢流坝 | BK6+980 | 6.61     | 4.21     | 10     | 3.50        | 10.5     |

各溢流坝工程地质评价如下。

#### （1）新建 1#溢流坝工程地质条件及评价

根据钻探成果，新建 1#溢流坝位置揭露地层主要为①-1 杂填土、②-1 淤泥混砂及②-3 中砂，各地层评价如下：

①-1 杂填土：为人工填土层，土质以砂性土为主，局部夹砖块、块石等建筑垃圾。该层土主要位于项目区的表层，揭露层厚 1.50m~2.80m，层顶高程 41.30m~44.12m，层底高程 39.80m~41.32m。该层土土质不均匀，易引发不均匀沉降问题，地基承载力建议值  $f=80\text{kPa}$ ，工程性能较差，未经处理不可作为溢流坝基础持力层，可采用换填的方式处理，该层允许不冲流速建议值为  $0.65\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

②-1 淤泥混砂：静水环境沉积，为淤泥混砂及砂混淤泥的互

层，局部夹钢筋混凝土块等建筑垃圾，土质不均匀，为软弱土层，地基承载力建议值  $f=50\text{kPa}$ ，工程性能差，该层主要分布于河床的表层，厚度  $0.60\text{m}$ ，可采取换填的方式处理，该允许不冲流速建议值为  $0.3\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

②-3 中砂：河流冲洪积成因，呈松散状，揭露最大层厚  $13.50\text{m}$ ，未揭穿，层顶埋深  $1.50\text{m}\sim 2.80\text{m}$ ，层顶高程  $39.80\text{m}\sim 41.32\text{m}$ ，层底高程  $26.30\text{m}\sim 29.12\text{m}$ 。地基承载力建议值  $f=100\text{kPa}$ ，渗透性大，工程性能一般，可作为溢流坝基础持力层，但应做好防渗措施，该层允许不冲流速  $0.60\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

综上所述，1#溢流坝位置揭露地层中①-1 杂填土、②-1 淤泥混砂为软弱土层，工程性能差，未经处理不可作为溢流坝基础持力层，可采用换填的方式处理；②-3 中砂工程性能一般，可作为溢流坝基础持力层，可采用天然地基，但该层渗透性较大，应做好防渗措施。由于①-1 杂填土、②-1 淤泥混砂、②-3 中砂抗冲刷能力较差，基础设计时应做好防冲刷破坏措施。

## （2）新建 2#溢流坝工程地质条件及评价

根据钻探成果，新建 2#溢流坝位置揭露地层主要为①-2 耕植土、②-2 低液限粘土及②-3 中砂，各地层评价如下：

①-2 耕植土：为人工填土层，土质以粘土质砂为主，局部夹有淤泥，该层土主要位于项目区的表层，揭露层厚  $1.50\text{m}\sim 1.60\text{m}$ ，层顶高程  $10.06\text{m}\sim 10.98\text{m}$ ，层底高程  $8.46\text{m}\sim 9.48\text{m}$ 。该层土土质不均匀，易引发不均匀沉降问题，地基承载力建议值  $f=70\text{kPa}$ ，工程性能较差，未经处理不可作为溢流坝基础持力层，可采用换填的方式处理，该层允许不冲流速建议值为  $0.60\text{m/s}$ ，



抗冲刷能力低。

②-2 低液限粘土：冲洪积成因，以可塑状为主，局部软塑状，揭露层厚 2.30m~2.70m，层顶埋深 1.50m~1.60m，层顶高程 8.46m~9.48m，层底高程 5.76m~7.18m。地基承载力建议值  $f=90\text{kPa}$ ，工程性能较差，未经处理不可作为溢流坝基础持力层，可采取换填的方式处理，该允许不冲流速建议值为  $0.7\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

②-3 中砂：河流冲洪积成因，呈松散状，揭露最大层厚 11.2m，未揭穿，层顶埋深 3.80m~4.30m，层顶高程 5.76m~7.18m，层底高程 -4.94m~-4.02m。地基承载力建议值  $f=100\text{kPa}$ ，渗透性大，工程性能一般，可作为溢流坝基础持力层，但应做好防渗措施，该层允许不冲流速  $0.60\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

### （3）改造 1#溢流坝工程地质条件及评价

根据现场调查，改造 1#溢流坝除坝体局部有轻微破损外，整体结构完好，大坝、侧墙等未见明显变形开裂情况，未见明显渗漏情况，改造 1#溢流坝现状情况较好。根据钻探成果，改造 1#溢流坝位置地层主要为①-1 杂填土、②-2 低液限粘土、②-3 中砂、②-4 低液限粘土及②-5 中砂，坝基持力层为②-4 低液限粘土，该层呈可塑状，切面光滑，局部混有较多砂粒，局部夹有卵石，干强度中等，韧性中等，承载力建议值为  $120\text{kPa}$ ，透水性为微透水，工程性能较好。可满足坝基基础持力层要求，改造 1#溢流坝位置工程地质条件较好。但表层土抗冲刷能力弱，设计时应做好防冲刷破坏措施。

### （4）改造 2#溢流坝工程地质条件及评价

根据现场调查，改造 2#溢流坝现状结构完好，无消力池，大坝、侧墙等未见明显变形开裂情况，未见明显渗漏情况，改造 2#溢流坝现状情况较好。根据钻探成果，改造 2#溢流坝位置地层主要为①-1 杂填土、③-2 低液限粘土、⑤-1 强风化砂岩及⑤-2 弱风化砂岩，坝基持力层为⑤-1 强风化砂岩，该层为基岩类，风化作用强烈，岩石节理裂隙发育，RQD 值几乎为零，地基承载力建议值  $f=300\text{Kpa}$ ，工程性能好，可满足坝基基础持力层要求。

#### （5）改造 3#溢流坝工程地质条件及评价

根据现场调查，改造 3#溢流坝整体结构完好，坝体、侧墙局部略有破损，大坝、侧墙等未见明显变形开裂情况，未见明显渗漏情况，改造 3#溢流坝现状情况较好。根据钻探成果，改造 3#溢流坝位置地层主要为①-2 耕植土、②-2 低液限粘土、②-3 中砂，坝基持力层为②-3 中砂，为河流冲洪积成因，呈松散状，地基承载力建议值  $f=100\text{kPa}$ ，渗透性大，工程性能一般，可作为溢流坝基础持力层，但应做好防渗措施，坝址区表层土抗冲刷能力弱，设计时应做好防冲刷破坏措施。

#### （6）改造 4#溢流坝工程地质条件及评价

根据现场调查，改造 4#溢流坝整体结构较完好，坝体、侧墙局部略有破损，大坝、侧墙局部有轻微开裂现象，改造 4#溢流坝现状情况一般。根据钻探成果，改造 4#溢流坝位置地层主要为①-1 杂填土、②-2 低液限粘土、②-3 中砂，坝基持力层为②-3 中砂，为河流冲洪积成因，呈松散状，地基承载力建议值  $f=100\text{kPa}$ ，渗透性大，工程性能一般，可作为溢流坝基础持力层，

但应做好防渗措施，坝址区表层土抗冲刷能力弱，设计时应做好防冲刷破坏措施。

### 3.6.2 过水涵工程地质条件及评价

本项目拟改造现状过水涵 6 座，改造过水涵采用多孔箱涵结构形式，各过水涵特性见下表。

表3-21 过水涵工程特性表

| 过水涵名称 | 所在桩号位置  | 桥净宽(m) | 孔数(个) | 单孔(宽*高)<br>(m) | 全长(m) |
|-------|---------|--------|-------|----------------|-------|
| 1#过水涵 | AK0+110 | 4.5    | 4     | 4×3.7          | 18.7  |
| 2#过水涵 | AK0+425 | 4.5    | 4     | 4×3.9          | 18.7  |
| 3#过水涵 | AK0+650 | 4.5    | 4     | 4×2.8          | 18.7  |
| 4#过水涵 | BK2+380 | 4.5    | 4     | 4.5×6.1        | 19.5  |
| 5#过水涵 | BK7+420 | 4.5    | 4     | 4×4.3          | 18.7  |
| 6#过水涵 | BK8+150 | 4.5    | 4     | 4×3.7          | 18.7  |

各过水涵工程地质评价如下：

#### （1）1#过水涵工程地质条件及评价

根据钻探成果，1#过水涵位置揭露地层主要为③-1 粘土质砂、④-1 强风化花岗岩，各地层评价如下：

③-1 粘土质砂：为花岗岩残坡积层，该层土主要位于项目区的表层，揭露层厚 3.40m~4.10m，层顶高程 47.68m~48.26m，层底高程 44.16m~44.28m。地基承载力建议值  $f=130\text{kPa}$ ，工程性能较好，可作为过水涵基础持力层，允许不冲流速  $0.80\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

④-1 强风化花岗岩：为基岩类，风化作用强烈，岩石节理裂隙发育，RQD 值几乎为零。揭露最大层厚 16.60m，层顶埋深

3.40m~4.10m，层顶高程 44.16m~44.28m，层底高程 27.68m~28.26m。抗冲流速约为 2.0m/s，与混凝土接触抗剪强度 $f=0.3$ 、抗剪断强度 $f'=0.5$ ， $C'=0.1\text{MPa}$ ，工程力学性能强度较高，变形低等特点，地基承载力建议值  $f=300\text{Kpa}$ ，可满足本工程拟建（构）筑物的承载力要求，可做为过水涵基础持力层，但该层渗透性较大，设计时应考虑防渗措施。

综上所述，1#过水涵位置揭露地层中③-1 粘土质砂、④-1 强风化花岗岩工程性能好，均能满足设计要求，可作为过水涵基础持力层，可采用天然地基。由于③-1 粘土质砂抗冲刷能力较差，基础设计时应做好防冲刷措施，④-1 强风化花岗岩渗透性较大，应做好防渗措施。

## （2）2#过水涵工程地质条件及评价

根据钻探成果，2#过水涵位置揭露地层主要为③-1 粘土质砂、④-1 强风化花岗岩、④-2 弱风化花岗岩，各地层评价如下：

③-1 粘土质砂：为花岗岩残坡积层，该层土主要位于项目区的表层，揭露层厚 4.80m~4.90m，层顶高程 45.58m~45.62m，层底高程 40.68m~40.82m。地基承载力建议值  $f=130\text{kPa}$ ，工程性能较好，可作为过水涵基础持力层，允许不冲流速 0.80m/s，抗冲刷能力低。

④-1 强风化花岗岩：为基岩类，风化作用强烈，岩石节理裂隙发育，RQD 值几乎为零，揭露层厚 10.60m~11.70m，层顶埋深 4.80m~4.90m，层顶高程 40.68m~40.82m，层底高程 29.12m~30.08m。抗冲流速约为 2.0m/s，与混凝土接触抗剪强度 $f=0.3$ 、抗剪断强度 $f'=0.5$ ， $C'=0.1\text{MPa}$ ，工程力学性能强度较高，变形低等特点，地基承载力建议值  $f=300\text{Kpa}$ ，可满足本工程拟建（构）

筑物的承载力要求，可做为过水涵基础持力层，但该层渗透性较大，设计时应考虑防渗措施。

④-2 弱风化花岗岩：为基岩类，风化作用较弱，裂隙发育较少，力学强度高，变形低，揭露底面坡度为 20~40 度，揭露最大层厚 4.50m，层顶埋深 15.50m~16.50m，层顶高程 29.12m~30.08m，层底高程 25.58m~25.62m。抗冲流速大于 4m/s，与混凝土接触抗剪强度  $f=0.5$ 、抗剪断强度  $f'=0.8$ ， $C'=0.5\text{MPa}$ ，工程性能极好，地基承载力建议值  $f=800\text{Kpa}$ ，可满足本工程建（构）筑物的承载力要求，可作为过水涵基础持力层。

综上所述，2#过水涵位置揭露地层中③-1 粘土质砂、④-1 强风化花岗岩及④-2 弱风化花岗岩工程性能好，均能满足设计要求，可作为过水涵基础持力层，可采用天然地基。由于③-1 粘土质砂抗冲刷能力较差，基础设计时应做好防冲刷措施，④-1 强风化花岗岩渗透性较大，应做好防渗措施。

### （3）3#过水涵工程地质条件及评价

根据钻探成果，3#过水涵位置揭露地层主要为①-1 杂填土、②-3 中砂、②-8 碎石、④-1 强风化花岗岩，各地层评价如下：

①-1 杂填土：为人工填土层，土质以砂性土为主，局部夹砖块、块石等建筑垃圾，该层土主要位于项目区的表层，揭露层厚 1.00m~1.20m，层顶高程 42.55m~43.83m，层底高程 41.35m~42.83m。土质不均匀，易引发不均匀沉降问题，地基承载力建议值  $f=80\text{kPa}$ ，工程性能较差，未经处理不可作为过水涵基础持力层，可采用换填的方式处理，该层允许不冲流速建议值为 0.65m/s，抗冲刷能力低。

②-3 中砂：河流冲洪积成因，呈松散状，揭露层厚 2.60m~

4. 10m，层顶埋深 1.00m~1.20m，层顶高程 41.35m~42.83m，层底高程 38.73m~38.75m。地基承载力建议值  $f=100\text{kPa}$ ，渗透性大，工程性能一般，可作为过水涵基础持力层，该层允许不冲流速  $0.60\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

②-8 碎石：呈稍密状，碎石间填充有低液限粘土，局部含较多的砂砾，局部夹有块石，揭露层厚 7.50m，层顶埋深 3.80m~5.10m，层顶高程 38.73m~38.75m，层底高程 33.03m~33.05m。该层地基承载力建议值  $f=160\text{kPa}$ ，工程性能好，可作为过水涵基础持力层。

④-1 强风化花岗岩：为基岩类，风化作用强烈，岩石节理裂隙发育，RQD 值几乎为零，揭露最大层厚 10.50m，层顶埋深 9.50m~10.80m，层顶高程 33.03m~33.05m，层底高程 22.55m~23.83m。抗冲流速约为  $2.0\text{m/s}$ ，与混凝土接触抗剪强度  $f=0.3$ 、抗剪断强度  $f'=0.5$ ， $C'=0.1\text{MPa}$ ，工程力学性能强度较高，变形低等特点，地基承载力建议值  $f=300\text{Kpa}$ ，可满足本工程拟建（构）筑物的承载力要求，可作为过水涵基础持力层。

综上所述，3#过水涵位置揭露地层中①-1 杂填土为软弱土层，工程性能差，未经处理不可作为过水涵基础持力层，可采用换填的方式处理；②-3 中砂、②-8 碎石、④-1 强风化花岗岩工程性能一般~好，可满足设计要求，可作为过水涵基础持力层，可采用天然地基。由于①-1 杂填土抗冲刷能力较差，基础设计时应做好防冲刷破坏措施。

#### （4）4#过水涵工程地质条件及评价

根据钻探成果，4#过水涵位置揭露地层主要为①-1 杂填土、③-2 低液限粘土、⑤-1 强风化砂岩、⑤-2 弱风化砂岩，各地层

评价如下：

①-1 杂填土：为人工填土层，土质以砂性土为主，局部夹砖块、块石等建筑垃圾，该层土主要位于项目区的表层，揭露层厚 1.60m~1.80m，层顶高程 19.00m~19.17m，层底高程 17.20m~17.57m。该层土土质不均匀，易引发不均匀沉降问题，地基承载力建议值  $f=80\text{kPa}$ ，工程性能较差，未经处理不可作为过水涵基础持力层，可采用换填的方式处理，该层允许不冲流速建议值为 0.65m/s，抗冲刷能力低。

③-2 低液限粘土：可塑状，混有较多的砂粒及砾粒，局部夹有碎石，局部夹有孤石，孤石岩性为砂岩，微风化，孤石块径 200~700mm，揭露层厚 4.20m，层顶埋深 1.60m~1.80m，层顶高程 17.20m~17.57m，层底高程 13.00m~13.37m。该层地基承载力建议值  $f=130\text{kPa}$ ，工程性能较好，可作为过水涵基础持力层，该层允许不冲流速 0.80m/s，抗冲刷能力低。

⑤-1 强风化砂岩：为基岩类，风化作用强烈，岩石节理裂隙发育，RQD 值几乎为零，揭露层厚 4.40m~4.60m，层顶埋深 1.60m~1.80m，层顶高程 13.00m~13.37m，层底高程 8.40m~8.97m。抗冲流速约为 2.0m/s，与混凝土接触抗剪强度  $f=0.3$ 、抗剪断强度  $f'=0.5$ ， $C'=0.1\text{MPa}$ ，工程力学性能强度较高，变形低等特点，地基承载力建议值  $f=300\text{Kpa}$ ，可满足本工程拟建（构）筑物的承载力要求，可作为过水涵基础持力层。

⑤-2 弱风化砂岩：为基岩类，风化作用较弱，裂隙发育较少，力学强度高，变形低，揭露底面坡度为 20~40 度，揭露最大层厚 4.80m，层顶埋深 10.20m~10.60m，层顶高程 8.40m~8.97m，层底高程 4.00m~4.17m。抗冲流速大于 4m/s，与混凝土接触抗剪强

度 $f=0.5$ 、抗剪断强度 $f'=0.8$ ， $C'=0.5\text{MPa}$ ，工程性能极好，地基承载力建议值 $f=1000\text{Kpa}$ ，可满足本工程建（构）筑物的承载力要求，可作为过水涵基础持力层。

综上所述，4#过水涵位置揭露地层中①-1 杂填土为软弱土层，工程性能差，未经处理不可作为过水涵基础持力层，可采用换填的方式处理；③-2 低液限粘土、⑤-1 强风化砂岩、⑤-2 弱风化砂岩工程性能较好，可满足设计要求，可作为过水涵基础持力层，可采用天然地基。由于①-1 杂填土、③-2 低液限粘土抗冲刷能力较差，基础设计时应做好防冲刷破坏措施。

#### （5）5#过水涵工程地质条件及评价

根据钻探成果，5#过水涵位置揭露地层主要为①-2 耕植土、②-3 中砂、②-4 低液限粘土、②-7 细砂，各地层评价如下：

①-2 耕植土：为人工填土层，土质以粘土质砂为主，局部夹有淤泥，该层土主要位于项目区的表层，揭露层厚 2.50m，层顶高程 4.78m，层底高程 2.28m。该层土土质不均匀，易引发不均匀沉降问题，地基承载力建议值 $f=70\text{kPa}$ ，工程性能较差，未经处理不可作为溢流坝基础持力层，可采用换填的方式处理，该层允许不冲流速建议值为 0.60m/s，抗冲刷能力低。

②-3 中砂：河流冲洪积成因，呈松散状，揭露层厚 8.00m，层顶埋深 2.50m~3.60m，层顶高程 2.23m~2.28m，层底高程 -5.77m~-5.72m。地基承载力建议值 $f=100\text{kPa}$ ，工程性能一般，可作为过水涵基础持力层，该层允许不冲流速 0.60m/s，抗冲刷能力低。

②-4 低液限粘土：可塑状，混有较多砂粒，局部夹有卵石，揭露层厚 2.20m，层顶埋深 10.50m~11.60m，层顶高程 -5.77m~



-5.72m，层底高程-7.97m~-7.92m。地基承载力建议值  $f=120\text{kPa}$ ，工程性能较好，可作为过水涵基础持力层，该层允许不冲流速  $0.80\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

②-7 细砂：稍密状，揭露最大层厚  $7.30\text{m}$ ，层顶埋深  $12.700\text{m} \sim 13.80\text{m}$ ，层顶高程-7.97m~-7.92m，层底高程-15.22m~-14.17m。地基承载力建议值  $f=120\text{kPa}$ ，工程性能较好，可作为过水涵基础持力层，该层允许不冲流速  $0.60\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

综上所述，5#过水涵位置揭露地层中①-2 耕植土为软弱土层，工程性能差，未经处理不可作为过水涵基础持力层，可采用换填的方式处理；②-3 中砂、②-4 低液限粘土、②-7 细砂工程性能较好，可满足设计要求，可作为过水涵基础持力层，可采用天然地基。由于①-2 耕植土、②-3 中砂、②-4 低液限粘土、②-7 细砂抗冲刷能力较差，基础设计时应做好防冲刷破坏措施。

### 3.6.3 新建人行桥工程地质条件及评价

本工程拟建人行桥 6 座，人行桥工程特性表见下表：

表3-22 人行桥工程特性表

| 人行桥名称    | 所在桩号位置   | 桥净宽(m) | 单跨度(m) | 跨数(个) | 全长(m) |
|----------|----------|--------|--------|-------|-------|
| 新建 1#人行桥 | AK00+675 | 2.0    | 6/5.5  | 4     | 24    |
| 新建 2#人行桥 | AK00+835 | 2.0    | 6/6.5  | 5     | 31.5  |
| 新建 3#人行桥 | AK01+100 | 2.0    | 6      | 5     | 31    |
| 新建 4#人行桥 | BK02+150 | 2.0    | 6/5.5  | 5     | 29    |
| 改造 1#人行桥 | BK07+800 | 2.0    | 6.5    | 2     | 18.4  |
| 人行桥名称    | 所在桩号位置   | 桥净宽(m) | 单跨度(m) | 跨数(个) | 全长(m) |

各人行桥工程地质条件及评价如下：

### （1）1#人行桥工程地质条件及评价

根据钻探成果，1#人行桥位置揭露地层主要为①-1 杂填土、②-3 中砂、②-8 碎石、④-1 强风化花岗岩，各地层评价如下：

①-1 杂填土：为人工填土层，土质以砂性土为主，局部夹砖块、块石等建筑垃圾，该层土主要位于项目区的表层，揭露层厚 0.800m~2.30m，层顶高程 43.37m~45.86m，层底高程 42.57m~43.56m。该层土土质不均匀，易引发不均匀沉降问题，地基承载力建议值  $f=80\text{kPa}$ ，工程性能较差，未经处理不可作为人行桥基础持力层，可采用换填的方式处理，该层允许不冲流速建议值为 0.65m/s，抗冲刷能力低。

②-3 中砂：河流冲洪积成因，呈松散状，揭露层厚 4.80m~5.80m，层顶埋深 0.80m~2.30m，层顶高程 42.57m~43.56m，层底高程 37.76m~37.77m。地基承载力建议值  $f=100\text{kPa}$ ，工程性能一般，能否作为人行桥基础持力层，应经过计算确定，当不满足设计要求时，可采用换填方式处理，该层允许不冲流速 0.60m/s，抗冲刷能力低。

②-8 碎石：呈稍密状，碎石间填充有低液限粘土，局部含较多的砂砾，局部夹有块石，揭露层厚 4.80m~5.40m，层顶埋深 5.60m~8.10m，层顶高程 37.76m~37.77m，层底高程 32.37m~32.96m。该层地基承载力建议值  $f=160\text{kPa}$ ，工程性能好，可作为人行桥基础持力层。

④-1 强风化花岗岩：为基岩类，风化作用强烈，岩石节理裂隙发育，RQD 值几乎为零。揭露最大层厚 4.00m，层顶埋深 11.00m~12.90m，层顶高程 32.37m~30.86m，层底高程 28.37m~30.86m。抗冲流速约为 2.0m/s，与混凝土接触抗剪强度  $f=0.3$ 、抗剪断强

度 $f'=0.5$ ， $C'=0.1\text{MPa}$ ，工程力学性能强度较高，变形低等特点，地基承载力建议值 $f=300\text{Kpa}$ ，可满足本工程拟建（构）筑物的承载力要求，可作为人行桥基础持力层。

综上所述，1#人行桥位置揭露地层中①-1 杂填土工程性能差，未经处理不可作为人行桥基础持力层，可采用换填的方式处理；②-3 中砂工程性能一般，能否作为人行桥基础持力层应经过计算确定，当不满足设计要求时可采用换填的方式处理，②-8 碎石、④-1 强风化花岗岩工程性能好，可满足设计要求，可作为人行桥基础持力层，但该两层埋深较大，可作为人行桥桩基持力层。由于①-1 杂填土、②-3 中砂抗冲刷能力较差，基础设计时应做好防冲刷破坏措施。

## （2）2#人行桥工程地质条件及评价

根据钻探成果，2#人行桥位置揭露地层主要为①-1 杂填土、①-3 素填土、②-1 淤泥混砂、②-3 中砂、②-8 碎石及③-1 粘土质砂，各地层评价如下：

①-1 杂填土：为人工填土层，土质以砂性土为主，局部夹砖块、块石等建筑垃圾，该层土主要位于项目区的表层，揭露层厚 $2.00\text{m}$ ，层顶高程 $43.18\text{m}$ ，层底高程 $41.18\text{m}$ 。土质不均匀，易引发不均匀沉降问题，地基承载力建议值 $f=80\text{kPa}$ ，工程性能较差，未经处理不可作为人行桥基础持力层，可采用换填的方式处理，该层允许不冲流速建议值为 $0.65\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

①-3 素填土：土质主要为粘土质砂，局部夹有较多碎石，该层土主要位于项目区的表层，揭露层厚 $4.00\text{m}$ ，层顶高程 $45.88\text{m}$ ，层底高程 $41.88\text{m}$ 。地基承载力建议值 $f=100\text{kPa}$ ，工程性能一般，

能否作为人行桥基础持力层，应经过计算确定，当不满足设计要求时，可采用换填方式处理。

②-1 淤泥混砂：静水环境沉积，为淤泥混砂及砂混淤泥的互层，局部夹钢筋混凝土块等建筑垃圾，揭露层厚 1.20m~1.50m，层顶埋深 0.00m~2.00m，层顶高程 40.30m~41.18m，层底高程 39.10m~39.68m。土质不均匀，为软弱土层，地基承载力建议值  $f=50\text{kPa}$ ，工程性能差，该层主要分布于河床的表层，厚度不大，可采取换填的方式处理，该允许不冲流速建议值为 0.3m/s，抗冲刷能力低。

②-3 中砂：河流冲洪积成因，呈松散状，揭露层厚 1.60m~1.70m，层顶埋深 1.20m~3.50m，层顶高程 39.10m~39.68m，层底高程 37.50m~37.98m。地基承载力建议值  $f=100\text{kPa}$ ，工程性能一般，能否作为人行桥基地持力层，应经过计算确定，当不满足设计要求时，可采用换填方式处理，该层允许不冲流速 0.60m/s，抗冲刷能力低。

②-8 碎石：呈稍密状，碎石间填充有低液限粘土，局部含较多的砂砾，局部夹有块石，揭露层厚 3.30m~7.50m，层顶埋深 2.80m~5.20m，层顶高程 37.50m~41.88m，层底高程 33.98m~34.38m。该层地基承载力建议值  $f=160\text{kPa}$ ，工程性能好，可作为人行桥基础持力层，允许不冲流速 1.10m/s，抗冲刷能力一般。

③-1 粘土质砂：为花岗岩残坡积层，揭露最大层厚 5.80m，层顶埋深 6.10m~11.50m，层顶高程 33.98m~34.38m，层底高程 28.18m~30.88m。地基承载力建议值  $f=130\text{kPa}$ ，工程性能较好，可作为过人行桥基础持力层，允许不冲流速 0.80m/s，抗冲刷能力低。

综上所述，2#人行桥位置揭露地层中①-1 杂填土、②-1 淤泥混砂为软弱土层，工程性能差，未经处理不可作为人行桥基础持力层，可采用换填的方式处理；①-3 素填土、②-3 中砂工程性能一般，能否作为人行桥基础持力层，应经过计算确定，当不满足设计要求时，可采用换填方式处理，②-8 碎石及③-1 粘土质砂工程性能好，均能满足设计要求，可作为人行桥基础持力层，可采用天然地基。由于①-1 杂填土、①-3 素填土、②-1 淤泥混砂、②-3 中砂抗冲刷能力较差，基础设计时应做好防冲刷破坏措施。

### （3）3#人行桥工程地质条件及评价

根据钻探成果，3#人行桥位置揭露地层主要为①-1 杂填土、②-3 中砂、④-1 强风化花岗岩，各地层评价如下：

①-1 杂填土：为人工填土层，土质以砂性土为主，局部夹砖块、块石等建筑垃圾，该层土主要位于项目区的表层，揭露层厚 1.80m~2.60m，层顶高程 41.28m~42.56m，层底高程 39.48m~39.96m。土质不均匀，易引发不均匀沉降问题，地基承载力建议值  $f=80\text{kPa}$ ，工程性能较差，未经处理不可作为人行桥基础持力层，可采用换填的方式处理，该层允许不冲流速建议值为 0.65m/s，抗冲刷能力低。

②-3 中砂：河流冲洪积成因，呈松散状，揭露层厚 14.20m~14.40m，层顶埋深 1.80m~2.60m，层顶高程 39.48m~39.96m，层底高程 25.08m~25.76m。地基承载力建议值  $f=100\text{kPa}$ ，渗透性大，工程性能一般，能否作为人行桥基础持力层应经历计算确定，当不满足设计要求时，可采用换填方式处理，该层允许不冲流速 0.60m/s，抗冲刷能力低。

④-1 强风化花岗岩：为基岩类，风化作用强烈，岩石节理裂隙发育，RQD 值几乎为零。揭露最大层厚 3.80m，层顶埋深 16.20m~16.80m，层顶高程 25.08m~25.76m，层底高程 21.28m~22.56m。抗冲流速约为 2.0m/s，与混凝土接触抗剪强度  $f=0.3$ 、抗剪断强度  $f'=0.5$ ， $C'=0.1\text{MPa}$ ，工程力学性能强度较高，变形低等特点，地基承载力建议值  $f=300\text{Kpa}$ ，可满足本工程拟建（构）筑物的承载力要求，该层埋深较大，可作为人行桥桩基持力层。

综上所述，3#人行桥位置揭露地层中①-1 杂填土为软弱土层，工程性能差，未经处理不可作为人行桥基础持力层，可采用换填的方式处理；②-3 中砂工程性能一般，能否作为人行桥基础持力层，应经过计算确定，当不满足设计要求时，可采用换填方式处理，④-1 强风化花岗岩工程性能好，可满足设计要求，可作为人行桥基础持力层，但该层埋深较大，可作为人行桥桩基持力层。由于①-1 杂填土、②-3 中砂抗冲刷能力较差，基础设计时应做好防冲刷破坏措施。

#### （4）4#人行桥工程地质条件及评价

根据钻探成果，4#人行桥位置揭露地层主要为①-1 杂填土、②-1 淤泥混砂、②-3 中砂、⑤-1 强风化砂岩，各地层评价如下：

①-1 杂填土：为人工填土层，土质以砂性土为主，局部夹砖块、块石等建筑垃圾，该层土主要分布于项目区的表层，揭露层厚 1.60m~3.00m，层顶高程 17.66m~17.88m，层底高程 14.88m~16.06m。土质不均匀，易引发不均匀沉降问题，地基承载力建议值  $f=80\text{kPa}$ ，工程性能较差，未经处理不可作为人行桥基础持力层，可采用换填的方式处理，该层允许不冲流速建议值为

0.65m/s，抗冲刷能力低。

②-1 淤泥混砂：静水环境沉积，为淤泥混砂及砂混淤泥的互层，局部夹钢筋混凝土块等建筑垃圾，该层土主要分布于项目区的表层，揭露层厚 1.20m，层顶高程 16.28m，层底高程 15.08m。该层土土质不均匀，为软弱土层，地基承载力建议值  $f=50\text{kPa}$ ，工程性能差，该层主要分布于河床的表层，厚度不大，可采取换填的方式处理，该允许不冲流速建议值为 0.3m/s，抗冲刷能力低。

②-3 中砂：河流冲洪积成因，呈松散状，揭露层厚 2.20m~3.00m，层顶埋深 1.20m~3.00m，层顶高程 14.88m~16.06m，层底高程 12.48m~13.06m。地基承载力建议值  $f=100\text{kPa}$ ，渗透性大，工程性能一般，能否作为人行桥基础持力层应经历计算确定，当不满足设计要求时，可采用换填方式处理，该层允许不冲流速 0.60m/s，抗冲刷能力低。

⑤-1 强风化砂岩：为基岩类，风化作用强烈，岩石节理裂隙发育，RQD 值几乎为零。揭露最大层厚 11.20m，层顶埋深 3.80m~5.20m，层顶高程 12.48m~13.06m，层底高程 1.28m~2.88m。抗冲流速约为 2.0m/s，与混凝土接触抗剪强度  $f=0.3$ 、抗剪断强度  $f'=0.5$ ， $C'=0.1\text{MPa}$ ，工程力学性能强度较高，变形低等特点，地基承载力建议值  $f=300\text{Kpa}$ ，可满足本工程拟建（构）筑物的承载力要求，该层埋深较大，可作为人行桥桩基持力层。

综上所述，4#人行桥位置揭露地层中①-1 杂填土、②-1 淤泥混砂为软弱土层，工程性能差，未经处理不可作为人行桥基础持力层，可采用换填的方式处理；②-3 中砂工程性能一般，能否作为人行桥基础持力层，应经过计算确定，当不满足设计要求时，可采用换填方式处理，⑤-1 强风化砂岩工程性能好，可满足设

计要求，可作为人行桥基础持力层。由于①-1 杂填土、②-1 淤泥混砂、②-3 中砂抗冲刷能力较差，基础设计时应做好防冲刷破坏措施。

#### 6.4 新建进水涵工程地质条件及评价

根据钻探成果，新建进水涵位置揭露地层主要为②-1 淤泥混砂、③-1 粘土质砂及⑤-2 弱风化花岗岩，各地层评价如下：

②-1 淤泥混砂：静水环境沉积，为淤泥混砂及砂混淤泥的互层，局部夹钢筋混凝土块等建筑垃圾，土质不均匀，为软弱土层，地基承载力建议值  $f=50\text{kPa}$ ，工程性能差，该层主要分布于河床的表层，厚度不大，可采取换填的方式处理，该允许不冲流速建议值为  $0.3\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

③-1 粘土质砂：为花岗岩残坡积层，地基承载力建议值  $f=130\text{kPa}$ ，工程性能较好，可作为进水涵基础持力层，允许不冲流速  $0.80\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

⑤-2 弱风化砂岩：为基岩类，风化作用较弱，裂隙发育较少，力学强度高，变形低，揭露底面坡度为  $20\sim 40$  度，抗冲流速大于  $4\text{m/s}$ ，与混凝土接触抗剪强度  $f=0.5$ 、抗剪断强度  $f'=0.8$ ， $C'=0.5\text{MPa}$ ，工程性能极好，地基承载力建议值  $f=1000\text{Kpa}$ ，可满足本工程建（构）筑物的承载力要求，可作为进水涵基础持力层。

综上所述，新建进水涵位置揭露地层中②-1 淤泥混砂为软弱土层，工程性能差，且厚度较薄，施工时可彻底清除；③-1 粘土质砂、⑤-2 弱风化花岗岩工程性能好，可满足设计要求，可作为进水涵基础持力层。由于②-1 淤泥混砂、③-1 粘土质砂抗冲刷能力较差，基础设计时应做好防冲刷破坏措施。



### 3.6.4 新建进水涵工程地质条件及评价

根据钻探成果，新建排水涵位置揭露地层主要为②-3 中砂及⑤-1 强风化花岗岩，各地层评价如下：

②-3 中砂：河流冲洪积成因，呈松散状，地基承载力建议值  $f=100\text{kPa}$ ，渗透性大，工程性能一般，可作为排水涵基础持力层，该层允许不冲流速  $0.60\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

⑤-1 强风化砂岩：为基岩类，风化作用强烈，岩石节理裂隙发育，RQD 值几乎为零。抗冲流速约为  $2.0\text{m/s}$ ，与混凝土接触抗剪强度  $f=0.3$ 、抗剪断强度  $f'=0.5$ ， $C'=0.1\text{MPa}$ ，工程力学性能强度较高，变形低等特点，地基承载力建议值  $f=300\text{Kpa}$ ，可满足本工程拟建（构）筑物的承载力要求，可作为排水涵基础持力层。

综上所述，新建进排水涵位置揭露地层中②-3 中砂、⑤-1 强风化花岗岩工程性能一般~好，可满足设计要求，可作为排水涵基础持力层。由于②-3 中砂抗冲刷能力较差，基础设计时应做好防冲刷破坏措施。

### 3.6.5 农田排口工程地质条件及评价

根据钻探成果，各农田排口地基土层工程性能相近，且排口建筑物小，对地基承载力要求低，各农田排口工程地质条件不再分开评价。农田排口位置揭露地层主要为①-1 杂填土、①-2 耕植土、②-2 低液限粘土、②-3 中砂，各地层评价如下：

①-1 杂填土：为人工填土层，土质以砂性土为主，局部夹砖块、块石等建筑垃圾，土质不均匀，易引发不均匀沉降问题，地基承载力建议值  $f=80\text{kPa}$ ，工程性能较差，未经处理不可作为排

口基础持力层，可采用换填的方式处理，该层允许不冲流速建议值为  $0.65\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

①-2 耕植土：为人工填土层，土质以粘土质砂为主，局部夹有淤泥，土质不均匀，易引发不均匀沉降问题，地基承载力建议值  $f=70\text{kPa}$ ，工程性能较差，未经处理不可作为排口基础持力层，可采用换填的方式处理，该层允许不冲流速建议值为  $0.60\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

②-2 低液限粘土：以可塑状为主，局部软塑状，地基承载力建议值  $f=90\text{kPa}$ ，工程性能较差，可作为排口基础持力层，该层允许不冲流速  $0.70\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

②-3 中砂：河流冲洪积成因，呈松散状，地基承载力建议值  $f=100\text{kPa}$ ，渗透性大，工程性能一般，可作为过水涵基础持力层，该层允许不冲流速  $0.60\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

综上所述，左 1 农田排口位置揭露地层中①-1 杂填土、①-2 耕植土为软弱土层，工程性能差，未经处理不可作为排洪涵基础持力层，可采用换填的方式处理；②-2 低液限粘土、②-3 中砂工程性能较差~一般，可满足设计要求，可作为排口基础持力层，可采用天然地基。由于①-1 杂填土、①-2 耕植土、②-2 低液限粘土、②-3 中砂抗冲刷能力较差，基础设计时应做好防冲刷破坏措施。

### 3.6.6 巡河步道

本工程巡河步道沿堤岸线布置，根据地质钻探资料，巡河步道沿线地层为①-1 杂填土、①-2 耕植土、①-3 素填土、②-1

淤泥混砂、②-2 低液限粘土、②-3 中砂、③-1 粘土质砂、③-2 低液限粘土，各地层评价如下：

①-1 杂填土：为人工填土层，土质以砂性土为主，局部夹砖块、块石等建筑垃圾，土质不均匀，易引发不均匀沉降问题，地基承载力建议值  $f=80\text{kPa}$ ，工程性能较差，未经处理不可作为巡河步道基础持力层，可采用换填的方式处理，该层允许不冲流速建议值为  $0.65\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

①-2 耕植土：为人工填土层，土质以粘土质砂为主，局部夹有淤泥，土质不均匀，易引发不均匀沉降问题，地基承载力建议值  $f=70\text{kPa}$ ，工程性能较差，未经处理不可作为巡河步道基础持力层，可采用换填的方式处理，该层允许不冲流速建议值为  $0.60\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

①-3 素填土：土质主要为粘土质砂，局部夹有较多碎石，地基承载力建议值  $f=100\text{kPa}$ ，工程性能一般，能否作为巡河步道基础持力层，应经过计算确定，当不满足设计要求时，可采用换填方式处理。

②-1 淤泥混砂：静水环境沉积，为淤泥混砂及砂混淤泥的互层，局部夹钢筋混凝土块等建筑垃圾，土质不均匀，为软弱土层，地基承载力建议值  $f=50\text{kPa}$ ，工程性能差，该层主要分布于河床的表层，厚度不大，可采取换填的方式处理，该允许不冲流速建议值为  $0.3\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

②-2 低液限粘土：以可塑状为主，局部软塑状，地基承载力建议值  $f=90\text{kPa}$ ，工程性能较差，可作为排口基础持力层，该层允许不冲流速  $0.70\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

②-3 中砂：河流冲洪积成因，呈松散状，地基承载力建议值

$f=100\text{kPa}$ ，工程性能一般，可作为巡河步道基础持力层，该层允许不冲流速  $0.60\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

③-1 粘土质砂：为花岗岩残坡积层，地基承载力建议值  $f=130\text{kPa}$ ，工程性能较好，可作为过巡河步道基础持力层，允许不冲流速  $0.80\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

③-2 低液限粘土：为砂岩残坡积层，地基承载力建议值  $f=130\text{kPa}$ ，工程性能较好，可作为过巡河步道基础持力层，允许不冲流速  $0.80\text{m/s}$ ，抗冲刷能力低。

综上所述，巡河步道沿线揭露地层中①-1 杂填土、①-2 耕植土、②-1 淤泥混砂为软弱土层，工程性能差，未经处理不可作为巡河步道基础持力层，可采用换填的方式处理；②-2 低液限粘土、②-3 中砂、③-1 粘土质砂、③-2 低液限粘土工程性能较差~较好，可满足设计要求，可作为巡河步道基础持力层。

### 3.7 疏浚工程地质条件及评价

本工程疏浚范围为拟整治河道全段，疏浚范围包括两段，即 A 段  $\text{AK}0+000\sim\text{AK}1+907$ ，疏浚长度  $1907\text{m}$ ，B 段  $\text{BK}0+000\sim\text{BK}8+701$ ，疏浚长度  $8701\text{m}$ ，共疏浚河道长  $10608\text{m}$ 。疏浚工程主要是对原有河道进行扩挖或挖深，清除河道范围内影响河道行洪的障碍物。

#### 3.7.1 疏浚岩土分布特征

①-1 杂填土（ $Q_4^{ml}$ ）：杂色，稍湿~饱和，松散状，土质主要中粗砂、黏土质砂，局部夹砖块、钢筋混凝土块、块石等建筑垃圾，局部夹生活垃圾。揭露层厚  $0.80\text{m}\sim 5.36\text{m}$ ，允许不冲流速  $0.65\text{m/s}$ ，土工程分级为Ⅲ类土。

①-2 耕植土 ( $Q_4^{ml}$ )：褐黄色，灰色，土质主要为砂性土，粉黏粒含量较高，局部混有淤泥，夹植物根系、枝叶等有机质。揭露层厚 0.80m~3.20m，允许不冲流速 0.60m/s，土工程分级为 II 类土。

①-3 素填土 ( $Q_4^{ml}$ )：褐红色，稍湿~饱和，松散状，土质主要为粘土质砂，局部夹有较多的碎石，碎石粒径 20~50mm。揭露层厚 1.50m~4.00m，允许不冲流速 0.70m/s，土工程分级为 III 类土。

②-1 淤泥混砂 ( $Q_4^h$ )：灰黑色，流塑状，为淤泥混砂及砂混淤泥的互层，有腥臭味，含有机质，局部混有较多砂粒，局部夹卵石、块石、混凝土块。揭露层厚 0.50m~6.60m，允许不冲流速 0.30m/s，土石工程分级为 II 类土。

②-2 低液限粘土 ( $Q_4^{al+pl}$ )：棕黄色，以可塑状为主，局部软塑状，混有砂粒，且砂粒含量不均匀，干强度中等，韧性中等。揭露层厚 1.10m~8.50m，允许不冲流速 0.70m/s，土石工程分级为 III 类土。

②-3 中砂 ( $Q_4^{al+pl}$ )：棕黄色，灰白色，稍湿~饱和，松散状，砂质为石英质，次棱角形，局部黏粒含量较高，局部夹有较多卵石，局部夹有漂石。揭露层厚 0.60m~16.7m，允许不冲流速 0.60m/s，土石工程分级为 II 类土。

②-4 低液限粘土 ( $Q_4^{al+pl}$ )：棕黄色，灰白色，可塑状，切面光滑，局部混有较多砂粒，局部夹有卵石，干强度中等，韧性中等。揭露层厚 1.80m~5.40m，允许不冲流速 0.80m/s，土石工程分级为 III 类土。

③-1 粘土质砂 ( $Q_4^{el+dl}$ )：褐黄色，可塑状，局部混有较多

碎石，碎石粒径 20~80mm，局部夹有孤石，孤石岩性为花岗岩，微风化，孤石块径 300~800mm。揭露层厚 1.30m~11.90m，允许不冲流速 0.80m/s，土石工程分级为 IV 类土。

③-2 低液限粘土（ $Q_4^{el+dl}$ ）：棕黄色，灰白色，可塑状，混有较多的砂粒及砾粒，局部夹有碎石，局部夹有孤石，孤石岩性为砂岩，微风化，孤石块径 200~700mm。揭露层厚 1.00m~10.50m，允许不冲流速 0.85m/s，土石工程分级为 IV 类土。

④-1 强风化花岗岩（ $\gamma T_2$ ）：灰斑色，中粗粒结构，块状构造，主要矿物成分为石英、长石、黑云母等，岩芯呈土状或碎块状，RQD 为零。揭露层厚 1.80m~16.60m，抗冲流速约为 2.00m/s，土石工程分级为 IX 类岩。

④-2 弱风化花岗岩（ $\gamma T_2$ ）：灰斑色，中粗粒结构，块状构造，主要矿物成分为石英、长石、黑云母等，岩芯呈块状及短柱状，RQD 约 60~70。本层未揭穿，本次揭露层厚最大值 13.50m。该地层抗冲流速大于 4.0m/s，土石工程分级为 XI 类岩。

### 3.7.2 疏浚方案及其注意事项

根据钻探结果，本工程疏浚区域范围内需要疏浚的岩土层主要为①-1 杂填土、①-2 耕植土、①-3 素填土、②-1 淤泥混砂、②-2 低液限粘土、②-3 中砂、②-4 低液限粘土、③-1 粘土质砂、③-2 低液限粘土、④-1 强风化花岗岩和④-2 弱风化花岗岩，依据其工程特性，拟疏浚区域范围内均可选用挖掘机等设备进行疏浚。具体方案建议见下表：

表 3-21 疏浚区各岩土层疏浚方案建议

| 地层名称       | 疏浚岩土级别 | 疏浚的选择                     | 可挖性   |
|------------|--------|---------------------------|-------|
| ①-1 杂填土    | 11     | 挖掘机、推土机、大块钢筋混凝土块需击碎-再挖掘处理 | 较易~较难 |
| ①-2 耕植土    | 5      | 挖掘机、推土机                   | 较易~容易 |
| ②-1 淤泥混砂   | 2      | 挖掘机、推土机                   | 较易~容易 |
| ②-2 低液限粘土  | 5      | 挖掘机、推土机                   | 较易~容易 |
| ②-3 中砂     | 8      | 挖掘机、推土机                   | 较易~容易 |
| ②-4 低液限粘土  | 5      | 挖掘机、推土机                   | 较易~容易 |
| ③-1 粘土质砂   | 10     | 挖掘机、推土机                   | 容易~较难 |
| ③-2 低液限粘土  | 5      | 挖掘机、推土机                   | 容易~较难 |
| ④-1 强风化花岗岩 | 15     | 击碎-再挖掘处理                  | 较难~困难 |
| ④-2 弱风化花岗岩 | 15     | 击碎-再挖掘处理                  | 较难~困难 |

根据《疏浚与吹填工程技术规范》（SL17-2014）并结合地区经验，各类土水下边坡见下表。

根据地勘勘察资料及附近水域多次疏浚清淤的经验，本工程疏浚土主要为①-1 杂填土、①-2 耕植土、①-3 素填土、②-1 淤泥混砂、②-2 低液限粘土、②-3 中砂、②-4 低液限粘土、③-1 粘土质砂、③-2 低液限粘土、④-1 强风化花岗岩和④-2 弱风化花岗岩等，为保证疏浚工作不影响已有河岸的安全稳定，河道疏浚工作要与已有河岸至少保留 5m 以上的安全距离。

表 3-22 疏浚区各类岩土层边坡坡比

| 岩层编号及名称  | 土质类别 | 坡比     |
|----------|------|--------|
| ①-1 杂填土  | 松散砂  | 1: 5.0 |
| ①-2 耕植土  | 松散砂  | 1: 5.0 |
| ②-1 淤泥混砂 | 淤泥   | 1: 8.0 |

|            |      |        |
|------------|------|--------|
| ②-2 低液限粘土  | 可塑粘土 | 1:3.0  |
| ②-3 中砂     | 松散砂  | 1: 5.0 |
| ②-4 低液限粘土  | 可塑粘土 | 1:3.0  |
| ③-1 粘土质砂   | 松散砂  | 1:3.0  |
| ③-2 低液限粘土  | 可塑粘土 | 1:3.0  |
| ④-1 强风化花岗岩 | 强风化岩 | 1:1.0  |

疏浚施工应注意周边居民，工程区属山区气候，下雨天气不适宜施工，应立即撤离人员及机械设备，以免山洪突袭，人身与财产受到损失。

### 3.8 弃渣场工程地质条件及评价

根据设计资料，弃渣场由项目业主与区政府对接确定，弃渣场暂定于海棠区铁炉港西侧，深田村附近，该弃渣场可堆土面积约 387 亩，距离项目区约 18km，本工程需弃渣 20 万方，设计弃渣场堆高 4.0m，渣堆边坡采用自然放坡形式。

弃渣场勘察主要采用坑探方法，弃渣场地层主要为①-1 杂填土及③-1 粘土质砂，各地层描述如下：

①-1 杂填土（ $Q_4^{ml}$ ）：杂色，稍湿～饱和，松散状，土质主要为黏土质砂及中细砂，局部夹砖块、钢筋混凝土块、块石等建筑垃圾，局部夹生活垃圾。该层分布于渣场的表层，揭露层厚 0.80m～1.20m，厚度较小，该层土质不均匀，且具高压缩性，工程性能差，考虑到该层厚度较小，渣堆堆高较小，渣堆对地基承载力及变形适应性较好，该层对渣堆影响较小，可不作处理。

③-1 粘土质砂（ $Q_4^{el+dl}$ ）：褐黄色，可塑状，局部混有较多碎石，碎石粒径 20～80mm。该层广泛分布于渣场内，一般埋于杂填



土下，局部出露于地表，该层揭露最大厚度 1.60m，未揭穿，该层为花岗岩残坡积层，地基承载力建议值  $f=130\text{kPa}$ ，为中等压缩性，工程性能较好，可满足渣堆持力层要求。

本工程弃渣堆高约 4.0m，堆高较小，堆场主要采用自然放坡，无挡墙，渣堆对地基承载力及变形要求小，项目区表层虽分布有软弱土层①-1 杂填土杂填土，但该层分布厚度较小，对渣堆影响较小，可不作处理，③-1 粘土质砂为花岗岩残坡积层，承载力高，为中等压缩性土，工程性能较好，或满足渣堆要求。渣场地层可满足本工程弃渣要求，设计时应做好渣堆边坡防护及水土保持工作。

### 3.9 天然建筑材料

本阶段为初步设计阶段，根据《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》（SL251-2015）及工程建筑物特点，需对石料和土料、砂料进行详查。

#### 3.9.1 土料场

工程基础开挖和疏浚的土料中满足堤防填料要求的，可根据实际情况优先做为回填料，尽量做到挖填土料平衡。另外根据规范的要求，通过对项目区附近几个山包的调查，揭露山坡表层土为风化残积土层，厚度一般 1.50~5.20m 不等，其下是花岗岩全风化带，土质为棕红、灰黄色夹少些杂色的砂质粘土及粘土质砂，土质较为均匀，工程所需土料可从附近山包采取或购买，运距约 15km，该土料场地回填土料物理力学性质指标见下表 9.1-1，使用该土料场土料回填施工时，其施工质量控制指标干密度  $\rho_d$  不

应小于 1.50，压实度不应小于 0.92。一般土填筑料质量技术指标应满足表 9.1-2 要求。如需新开挖的土料场，需通过三亚市自然资源和规划局等相关部门审批。

表 3-23 土料场物理力学性质指标统计表

| 土   | 天然含  | 天然密                   | 土粒比重 | 干密度                   | 饱和度  | 孔隙比   | 最大干                   | 最优含   | 塑性指  | 内摩擦 | 粘聚力 | 压缩系  | 压缩模               | 渗透系数                 |
|-----|------|-----------------------|------|-----------------------|------|-------|-----------------------|-------|------|-----|-----|------|-------------------|----------------------|
|     | %    | g/c<br>m <sup>3</sup> |      | g/c<br>m <sup>3</sup> | %    | e     | g/c<br>m <sup>3</sup> | %     | Ip   | 度   | kPa | MPa  | MPa <sup>-1</sup> | cm/s                 |
| 砂质粘 | 23.5 | 1.92                  | 2.68 | 1.55                  | 86.4 | 0.729 | 1.60                  | 24.70 | 12.4 | 24  | 25  | 0.24 | 7.20              | $2.7 \times 10^{-4}$ |
| 粘土质 | 21.0 | 1.95                  | 2.67 | 1.61                  | 85.2 | 0.658 | 1.67                  | 22.10 | 15.8 | 31  | 12  | 0.21 | 7.90              | $8.1 \times 10^{-4}$ |

量技术指标

| 序号 | 项目                  | 指标                           |
|----|---------------------|------------------------------|
| 1  | 黏粒含量                | 10%~30%                      |
| 2  | 塑性指数                | 7~17                         |
| 3  | 渗透系数(击实后)           | $\leq 1 \times 10^{-4}$ cm/s |
| 4  | 有机质含量(按质量计)         | $\leq 5\%$                   |
| 5  | 水溶盐含量(易溶盐、中溶盐,按质量计) | $\leq 3\%$                   |
| 6  | 天然含水率               | 与最优含水率的允许偏差为 $\pm 3\%$       |

### 3.9.2 砂料

工程所需砂料可从三亚市商品市场购买，经踏勘及详细调查，三亚市有多个售砂点，综合平均运距约 30km，这些砂料均

为外运河砂料，主要成份为石英、长石等，按颗粒以粉细砂、中粗砂及砾砂分类出售，料场砂料含泥粘量均较小，少于 10%，砂质纯洁，砂粒磨圆度较好，质量很好，储量丰富。有交通公路直达，本工程所需砂料可考虑从中购运。对于购运的砂料应进行氯离子检测，如氯离子超标，应采用清水清洗，使氯离子达标后方可使用。

### 3.9.3 石料

本工程所需块石、碎石料可考虑从陵水县英州镇崩田村猴子岭石料场购运，该石料场出售石料主要为花岗岩岩石，岩质新鲜坚硬，为弱~微风化状，岩石主要成分为石英、斜长石、黑云母等，岩石级别为 XI~XIII 等级，极限抗压强度为 120~160MPa，强度系数为 12~16，该料场岩石储量较大，可满足本工程所需，距工程区约 50km，本工程所需块石、碎石等可考虑从中购运。

### 3.10 结论与建议

（1）按照《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）的地震区、带划分方案，工程区地震动峰值加速度为 0.05g，对应地震基本烈度为 6 度，地震动反应谱特征周期为 0.35s。本区内未发现大断裂存在和活动性构造发育，工程区处于区域稳定性好地段。

（2）工程区区域地貌为冲洪积平原地貌单位、剥蚀堆积平原地貌单位及低山丘陵地貌单元。区内构造稳定，不存在近期（全新世）以来的活动性断层。场地和地基基本稳定，适宜进

行本工程建设。

（3）河道两岸人类活动频繁，两岸多为第四纪松散土沉积，受冲刷稳定性较差，洪水期河道两岸受冲刷严重；根据区域地质资料和现场踏勘，工程区沿线及周边未发现有崩塌、滑坡、泥石流以及地面沉陷等影响较大的不良地质现象。

（4）勘察期间 ZK4 位置环境水对混凝土结构具无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，腐蚀性参考范围为 AK0+000~AK0+800；勘察期间 ZK55 位置环境水对混凝土结构具重碳酸型弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，腐蚀性参考范围为 AK0+800~AK1+907；勘察期间 ZK58、ZK121 位置环境水对混凝土结构具重碳酸型中等腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，腐蚀性参考范围为 BK0+000~BK6+000；勘察期间 ZK198 位置环境水对混凝土结构具重碳酸型弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性，腐蚀性参考范围为 BK6+000~BK8+701。

（5）按照《水工建筑物地下开挖工程施工规范》（SL378-2007）（附录 A）：①-1 杂填土、①-3 素填土属 III 类土，②-8 碎石、③-1 粘土质砂、③-2 低液限粘土属 IV 类土，①-2 耕植土、②-1 淤泥混砂、②-3 中砂、②-5 中砂、②-6 砂混淤泥、②-7 细砂属 II 类土，②-2 低液限粘土、②-4 低液限粘土属 III 类土，④-1 强风化花岗岩、⑤-1 强风化砂岩属 IX 类岩石，强度系数 8，④-1 弱风化花岗岩、⑤-1 弱风化砂岩属 XI 类岩石，强度系数为 12。

（6）本工程所揭露岩土层，①-1 杂填土、①-2 耕植土和②-1 淤泥混砂工程性能差，未经处理不可作为构筑物基础持力层，可采用换填的方式处理，②-2 低液限粘土、②-3 中砂工程性能较差~一般，当不满足设计要求时可采用换填方式处理，其余地层承载力均能满足拟建（构）筑物基础的要求，由于浅层地层抗冲刷能力较差，基础埋深设计时应做好防冲刷破坏措施。

（7）地基土①-1 杂填土、①-2 耕植土和②-1 淤泥混砂属高压缩性软弱土，抗剪强度低，稳定性很差，容易产生沉降、侧向滑动倾斜等安全问题。设计时应充分考虑其不利影响，并采取相应的工程处理措施，如固结、预压、换填等强化措施。

（8）堤基表层土层允许不冲流速低，设计时应根据开挖层位的深浅，考虑是否需要抗冲处理。

（9）砂性土层透水性较强，基坑挖掘时应注意渗透稳定问题，同时应重视基坑排水问题；

（10）堤防沿线大部分地段地下水埋藏较浅，在基坑开挖时存在基坑降排水问题，应引起重视；

（11）本工程疏浚区域范围内需要疏浚的岩土层主要为①-1 杂填土、①-2 耕植土、①-3 素填土、②-1 淤泥混砂、②-2 低液限粘土、②-3 中砂、②-4 低液限粘土、③-1 粘土质砂、③-2 低液限粘土、④-1 强风化花岗岩和④-2 弱风化花岗岩，依据其工程特性，拟疏浚区域范围内均可选用挖掘机等设备进行疏浚。

（12）本次调查的天然建筑材料，即土料、石料、砂料的质量和储量均满足工程需求。

## 4 工程任务和规模

### 4.1 项目区基本情况

#### 4.1.1 社会经济发展概况

三亚市地处海南岛最南端，地理坐标介于北纬  $18^{\circ} 09' 34'' \sim 18^{\circ} 37' 27''$ 、东经  $108^{\circ} 56' 30'' \sim 109^{\circ} 48' 28''$  之间。东邻陵水黎族自治县，北依保亭黎族苗族自治县，西毗乐东黎族自治县，南临南海。三亚市陆地总面积 1921 平方千米，海域总面积 3226 平方千米。三亚市市区三面环山，一面临海，三亚东、西河穿越而过，构成“山、海、河、城”这一独特而又完美的自然防护。市区地处滨海平原地带，地形起伏变化不大，高程一般在 3~10m，现状建成区围绕三亚河东、西河两侧和滨海、市区呈南北相带状。

截至 2023 年底，三亚市户籍人口 757674 人，比上年末增加 26584 人。其中，男性 379469 人，女性 378205 人。按民族分，汉族 482218 人，占总人口的 63.6%；黎族 245149 人，占总人口的 32.4%；回族 12117 人，占总人口的 1.6%；苗族 4427 人，占总人口的 0.6%；壮族 2933 人，占总人口的 0.4%；其他民族 10830 人，占总人口的 1.4%。

2023 年，三亚市地区生产总值（GDP）971.34 亿元，按不变价计算，同比增长 12.0%，占全省地区生产总值的比重为 12.9%。其中，第一产业增加值 110.89 亿元，同比增长 3.5%；第二产业

增加值 132.64 亿元，同比增长 13.0%；第三产业增加值 727.81 亿元，同比增长 13.0%。三次产业结构为 11.4:13.7:74.9。

2023 年，三亚市实现地方一般公共预算收入 147.42 亿元，同比增长（按新口径计算，下同）23.4%。其中，税收收入 105.96 亿元，同比增长 30.6%；非税收收入 41.45 亿元，同比增长 8.3%。税收收入中，增值税 21.55 亿元，同比增长 151.2%；企业所得税 12.64 亿元，同比下降 7.9%；土地增值税 29.80 亿元，同比增长 20.4%；契税 19.49 亿元，同比增长 103.0%；房产税 5.57 亿元，同比下降 15.2%；城镇土地使用税 3.04 亿元，同比下降 19.8%；城市维护建设税 4.16 亿元，同比增长 12.5%；个人所得税 5.69 亿元，同比下降 17.7%。全市地方一般公共预算支出 232.50 亿元，同比增长 1.5%。其中，卫生健康支出 25.92 亿元，同比下降 24.5%；教育支出 26.74 亿元，同比增长 8.4%；节能环保支出 2.34 亿元，同比下降 68.6%；社会保障和就业支出 21.83 亿元，同比增长 48.3%；城乡社区支出 21.73 亿元，同比下降 50.6%。

#### **4.1.2 流域水系特点**

大茅水位于三亚市中部，发源于吉阳区北部山区，由北向南流经甘什岭森岭公园、吉阳区等地，于榆林湾注入南海，总流域面积 117km<sup>2</sup>，主河长 28.2km，主河比降 2.61‰。大茅水流域地势北高南低，大部分地区海拔几十米至 300m 之间，最高海拔 611.5m。大茅水流域东部、西部与北部为中低山环绕，中部为北东向冲积平原，地势较为平坦，南部以低丘为主，间有山间小盆

地。

上述流域集雨面积较大，坡面较陡，一降暴雨，在短时间内就能汇集成洪水，由于城市化进程不断加快，土地利用发生变化，大量农田、菜地及原水系通道被周边用户生产侵占后，减少了过流断面，岸坡植被退化，洪水溢槽，直接威胁到周边居民的生命财产安全。随着城市的不断发展，城市人口不断增长，当暴雨袭击，则城区的洪灾损失将更加严重。

#### 4.1.3 河道历年治理情况

##### （1）《三亚市吉阳区大茅水整治工程》(2014)

对吉阳区海榆东线桥（田独大桥）下游，长 540.0m 的部分进行了治理新建河道左岸堤防亲水平台处凝挡，堤防总长度 525m；对河道 0+000~0+540 桩段进行疏浚，疏浚总长 540m；新建排水涵两座，涵管长度均为 20.0m。

##### （2）《高园水库与大茅水水系连通工程》(2018)

工程水系连通范围为上接高园水库溢洪道尾，下连大茅水，全长共 2002m。工程内容主要包括河道工程和水质改善工程。榆亚路桥～大茅水河段护岸工程建筑物设计防洪标准为 20 年一遇，堤防主要建筑物级别为 4 级，次要建筑物为 5 级，水系连通河道总长 2002m。项目连接了高园水库和大茅水，从高园水库补水，形成活水流动，达到水质变好的目标：拓宽并疏浚现有河道，建设防洪排涝体系，沿河截污并集中排放，利用生态方法修复水质，根据现有条件，榆亚路桥至大茅水汇入口河段设计利



用红树林湿地生态系统等方法修复水质，打造怡人的湿地环境。

（3）《新村田洋农田整治工程》(2009)

项目区内的主要建筑物有灌溉系统、排水系统、防洪系统、道路与田间建筑物等五种建筑物。其中涉及到大茅水部分工程为防洪系统建筑物：整治大茅水干支流，其中干流长 1719m，支流长 1550m；防洪标准为 10 年一遇，工程等级 V 等，主要建筑物级别为 5 级。

（4）《吉阳区大茅河专项治理项目（一期）》（2022）

吉阳区大茅河专项治理工程（一期）项目范围为大茅远洋生态村至沙塘桥，整治河道全长 1.875km，采用格宾石笼结合抛石护脚、护岸及水土保持毯对驳岸进行防护。

（5）《吉阳区大茅河专项治理》(2023)

以沙塘桥为起点至中和村，河道全长 1900m。主要治理内容河道清理淤泥，分类沙石二次利用；驳岸处理结合绿化打造趣味石笼墙堤岸；局部扩宽河床，通过石笼墙护岸，驳岸采用本地观赏性强的两栖植物，处理下游河床并增加两道拦水坝，对水流进行控制，驳岸植物采用根系发达植物。

（6）《三亚市大茅水综合治理工程（白水桥至入海口段）》  
(2023)

项目治理范围为大茅水白水桥至入海口段（河道桩号 15+080-19+360），治理段总长约 4.28km。主要建设内容包括：新建防洪工程（河道清障疏浚、堤防工程、护岸工程），防洪标准为 50 年一遇，堤防级别为 2 级。

## 4.2 项目上位规划

### 4.2.1 三亚市中心城区控制性详细规划

三亚市自然资源和规划局公布的《三亚市中心城区控制性详细规划》指出，三亚将统筹考虑中心城区陆海统筹、产城融合、新旧联动的发展策略，构建“一核、一轴、一带、山水廊、多组团”的功能布局结构。融合行政、体育、文化中心，以文化艺术、运动康乐、购物休闲和深养田居四大组团，打造花园办公、文化体育等创意产业，三亚未来将成为高水平城市生活服务新城。

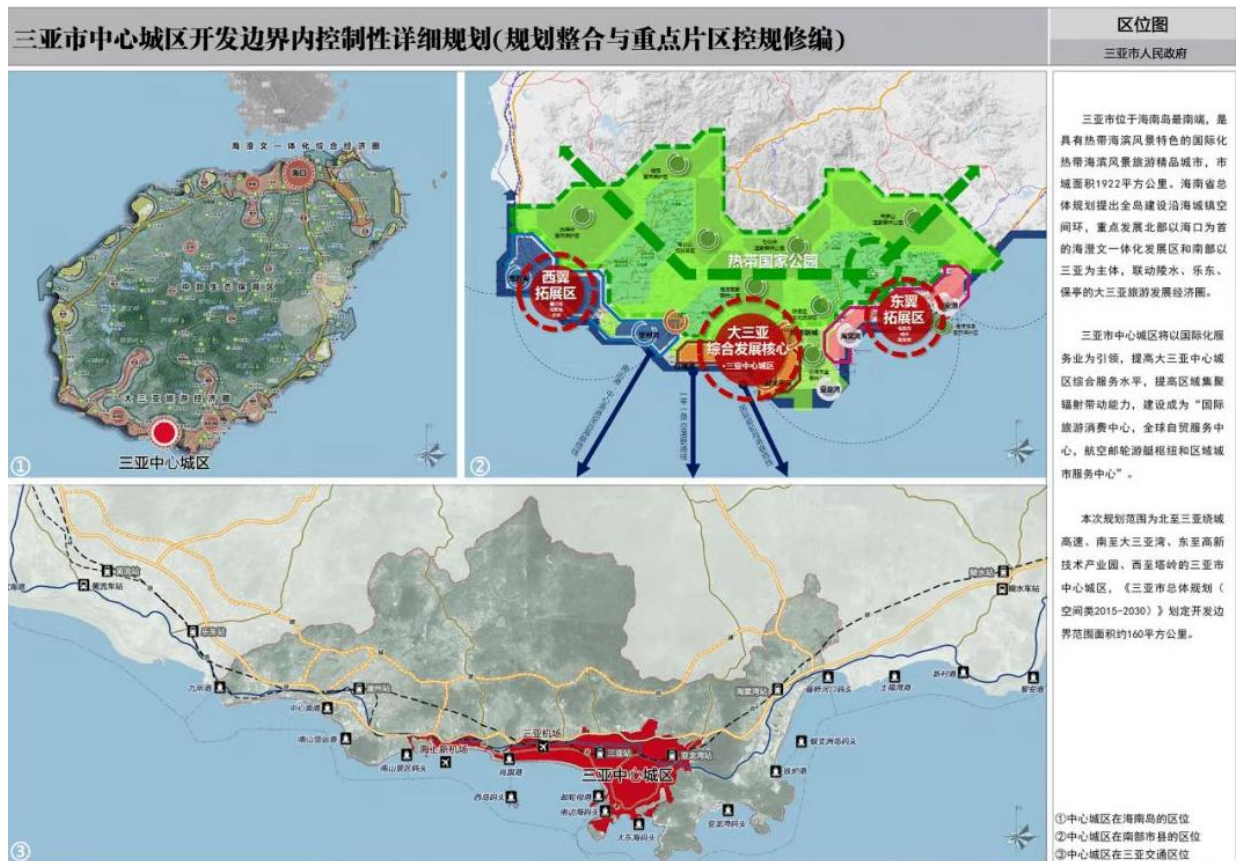


图 4-1 三亚市三中心城区控规图

#### 4.2.2 三亚市国土空间总体规划（2021-2035）

《三亚市国土空间总体规划（2020-2035）》对河湖水系的生态建设提出了新的要求。规划提出“保护三亚市的河湖湿地等生态资源，不得随意填埋并占用河湖水系，防洪工程建设应注重与防护建设相结合”；“保护三亚市的河湖水系，完善河流水系两侧配套设施建设，防治水土流失，严禁非法占用滩涂湿地。在各级城镇规划及专项规划中，落实河湖的具体保护范围和要求”；“划定三亚市主要河湖的城市蓝线范围，蓝线范围内原则上可进行水利工程、河道整治等公用设施建设，对确需占用河道建设的，应取得相关行政主管部门批准，并依法对占用水域岸线进行补偿”；“强化山、海、河、城相互融合的城市防护格局，协调好山、海、河、湿地等自然环境的关系”。

（1）大茅水流域是中心城区重要组成部分，形成中心城区与亚龙湾和海棠湾的纽带。

（2）大茅水流域是三亚市“一心两翼、山海联动”城市格局的重要组成部分，是连接中心城区和东部旅游服务和教育发展翼的重要纽带；

（3）大茅水流域的自然生态资源丰富。意在打造城绿、城水联系紧密的流域；流域范围集中分布众多生态保护红线，基本农田、林地等自然资源，也是城市重要的山海廊道；

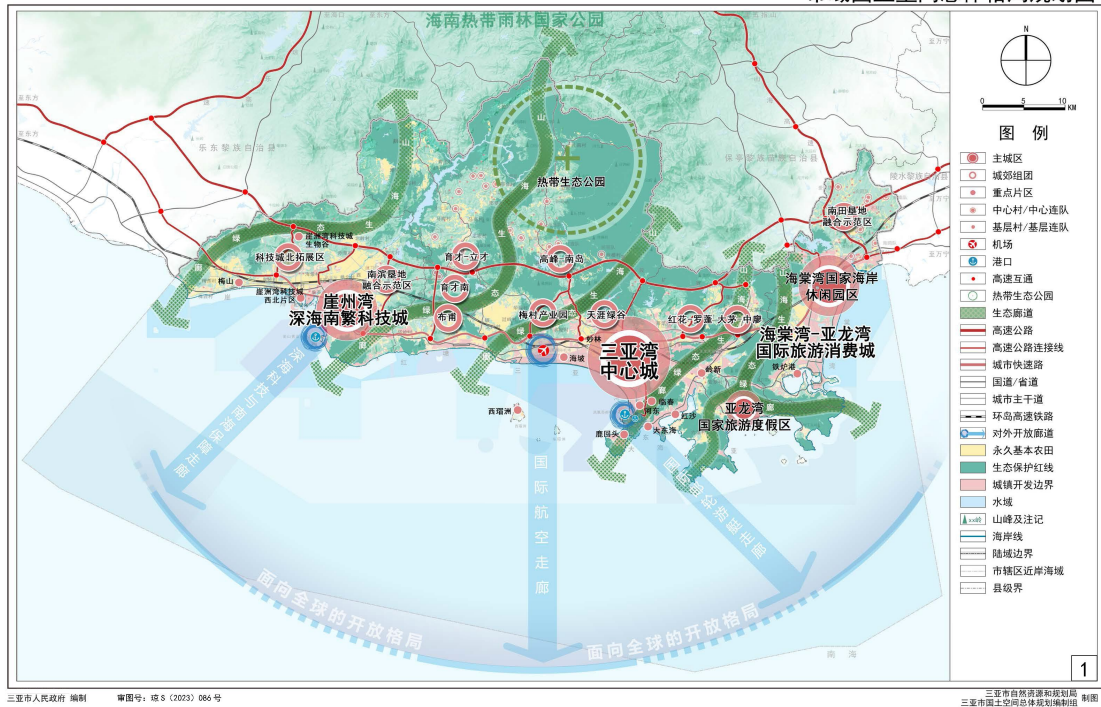
（4）大茅水流域周边主要以自然山水结合田园小镇，形成的山水田园漫游路线。

梳理现状文化资源与旅游景点，将高品质城市空间的打造与

文化旅游资源相结合，进一步挖掘本土文化、田园文化等特色，以精品旅游线路为核心，构筑全龄、全时、全季、全业态的全域旅游体系。

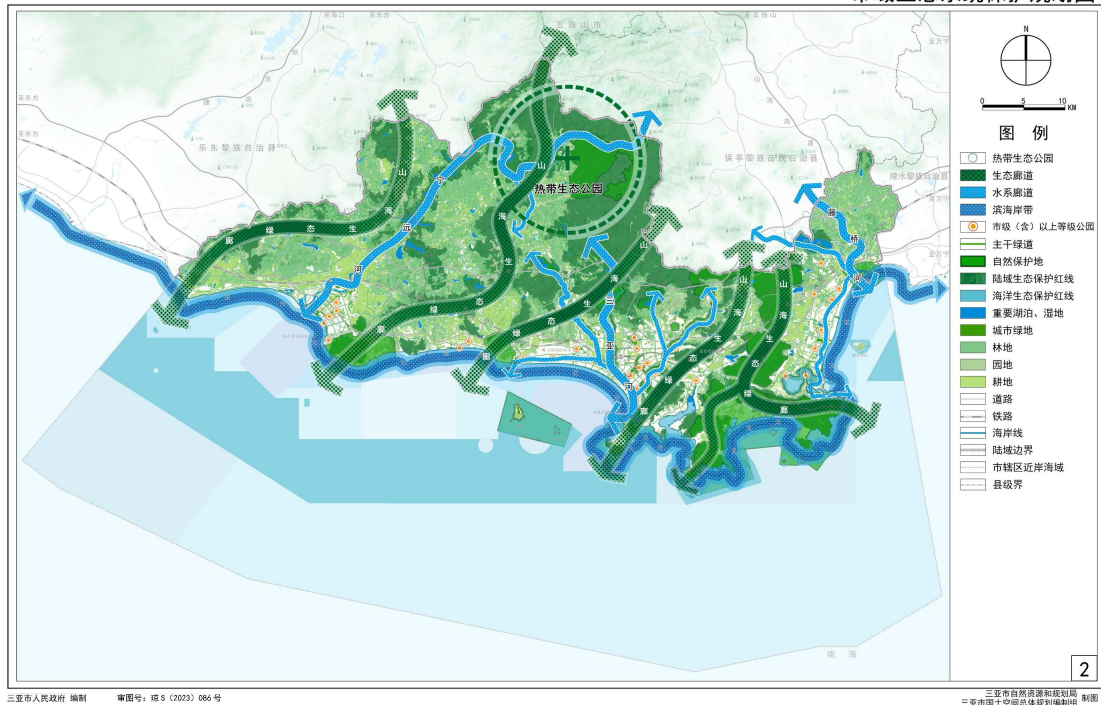
三亚市国土空间总体规划（2021-2035 年）

市域国土空间总体格局规划图



三亚市国土空间总体规划（2021-2035 年）

市域生态系统保护规划图





### 4.2.3 三亚市大茅水上游河道治导线规划（2015）

《三亚市大茅水上游河道治导线规划》（2015）规划范围：本次大茅水治导线规划河道总长为 14.78km，其中：大茅水干流规划范围为颂和水库溢洪道公路桥至上游三浓水库溢洪道末端，规划河道长 12.16km，支流中廖水的规划范围为汇合口至上游东线高速公路桥处，规划治理河长 2.62km。规划水平年：规划基准年为 2013 年，规划水平年近期为 2020 年，远期为 2030 年。对相关规划进行整理，对场地及周边区域的定位、土地利用规划、蓝绿山水格局、风貌形象定位等方面进行梳理，用以指导本次规划。



图 4-6 大茅水流域综合治理与开发利用规划图

## 4.2.4 大茅水流域综合治理与开发利用规划

《大茅水流域综合治理与开发利用规划》：

1、大茅水流域存在的问题：滨水空间利用不足、基础设施不完善岸线空间待修复、景观功能待开发等。

2、大茅水流域的系统规划之一“防洪水”：规划中提出河道防洪标准为 20 年一遇，白水桥上游控制建设区域，确保行洪安全，营造韧性洪水消落带。

3、大茅水流域规划的目标是：构件韧性健康水系统，实现“水清、岸绿、景美”的大茅水流域治理与规划的目标愿景。

4、大茅水流域规划的策略是：大茅水在颂合水库至三浓水库段，按照 20 年一遇的标准，对现状河道进行防护，结合现状的调蓄坑塘，扩大大茅水水面，增大过流面积，增加滨水湿地空间，在河口湿地和漫滩区构建湿生、中生、早生等层次丰富的植物群落，为鱼类生物多样性以及鸟类的觅食生境提供潜在的生态空间，并在两岸形成串联山海绿道体系。







#### 4.3.1 项目区现状及存在的主要问题

##### 一、部分河段地势低洼，易遭洪水侵害

经实地调查并询问村民，大茅水沙塘村、中和村、下鹿村、中廖村、乌石村等河段两岸大部分为农田，地势较低，现状河道条件下，过水流量小，每逢台风暴雨，洪水即淹没两岸低洼地，造成较大的经济损失。

##### 二、河道弯曲，部分河段有淤积现象

大茅水河段部分河道有淤积堵塞现象，部分河段没有明显的河槽，水流漫在田洋里，加上蒸发、下渗、田间作物吸附，到达下游的水量减少，流速小，极易形成淤积，下游河床变浅，非汛期时大面积河滩出露。

##### 三、大茅水河段部分过水涵无法满足河道行洪要求。

茅水河段部分过水涵无法满足河道行洪要求。

##### 四、存在少量点源面源污染

河道沿岸村镇生活污水未经处理直接入河，部分河段遭村民随意丢弃生活垃圾，河道两侧农田存在少量的面源污染，需要采取措施进一步维持和保护良好水体水质。





图 1 现状过水涵过水断面较小

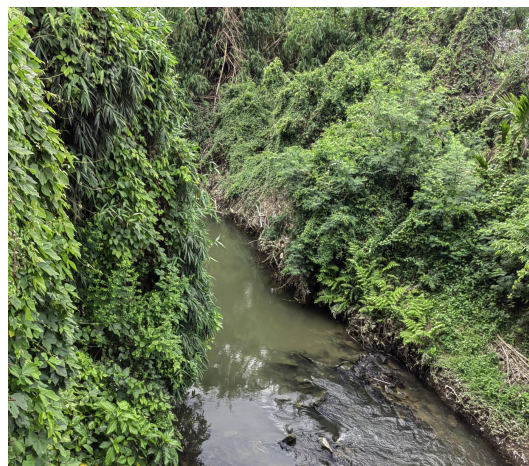


图 2 河道过水断面狭窄



图 3 河道过水断面狭窄



图 4 局部河道淤堵



图 5 河岸被冲刷



图 6 河岸被冲刷

## 二、历史洪灾损失情况

三亚市地处广东南部低纬度滨海台风频繁登陆地区，受海岸山脉地貌带影响，4~10月份，受锋面雨、台风雨影响，暴雨频发，洪、涝、潮灾害常常发生。大茅水河道两岸多为自然土质岸坡，局部河道现状防洪能力不足2年一遇，防洪标准低。上游河道分叉，河道断面窄小且河弯曲折众多，局部迎流顶冲，河道边坡抗冲蚀能力差，遇洪水易造成大面积塌岸，影响河道行洪安全。颂和水库、三浓水库库容较小，对洪水的调蓄作用较小。

（1）2009年汛期颂和水库下游局部河段，河道水位高出现状桥面约0.5m，下游河道防汛形势严峻。每当台风到来，大茅水河水会迅速暴涨，沿河两岸农田被淹没，并对河岸造成冲刷，威胁到224国道和城市干道交通安全。

（2）2013年11月，台风“海燕”淹没了大茅水沿河的部分桥梁和部分农田，淹桥梁最深1.5m，淹没农田最深约1.2m，三亚农业损失5.3亿元冬季播种的约8万亩蔬菜秧苗如豆角、青瓜、茄子等，全部被雨水浸泡，绝收面积将达5万多亩。2015年10月，受强台风“山神”影响，三亚全市受灾人口达25万人，因洪涝造成直接经济损失3.245亿元。2016年10月，因台风“莎莉嘉”造成的直接经济损失为618万元。其中水利设施直接经济损失68万元，农林牧渔业直接经济损失190万工交通运输业直接经济损失260万元。

（3）2017年7月，台风“塔拉斯”引发洪涝灾害造成三亚直接经济损失1088.3万元，其中农林渔业损失280万元工

业交通运输业损失 125 万元，水利设施损失 683.3 万元。

（4）2022 年 7 月，受台风“暹芭”螺旋雨带影响，海南三亚 1 日午夜到 2 日清晨降下 300 毫米特大暴雨，并伴有大风。“暹芭”制造内涝和建筑物损坏、人员被困等灾情险情，7 月 2 日 3 时至 8 时共出动消防车辆 30 辆次，消防救援人员 175 人次。在三亚榆亚路 424 号，6 户 19 名居民被困，消防救援人员抵达后发现，由于暴雨倒灌原因，主干道积水严重，积水一度及膝。严重的地方甚至漫过了腰部，积水入侵居民房屋。消防救援人员立即利用橡皮艇将 19 名被困人员转移至安全地带。

洪涝灾害给城市的发展带来了巨大负面影响，造成社会经济直接损失，危及人民生命财产安全，更主要的是造成生态环境严重破坏，因暴雨洪水，造成水土大量流失。

#### 4.2.5 项目选址

##### 一、三亚市“三区三线”控规选址意见

经核查《三亚市国土空间总体规划（2021-2035）》，项目位于城镇开发边界外，不涉及占用生态保护红线、永久基本农田和自然保护地，项目已纳入国土空间重点项目安排表。经核查 2023 年 8 月 31 日批复的《三亚市林地保护利用规划（2021-2035 年）》，项目占用 IV 级规划林地。经核查 2022 年度（国土变更调查），土地利用现状为河流水面、其他园地、公路用地、果园、灌木林地、坑塘水面、乔木林地、沟渠、其他林地、商业服务业设施用地、农村道路、其他草地、农村宅基地、特殊用地、



水工建筑用地、采矿用地、设施农用地、铁路用地、科教文卫用地、城镇住宅用地、交通服务场站用地、城镇村道路用地 和空闲地。鉴于项目建设有利于改善大茅水周边自然生态环境，提升周边防洪排涝能力，建议按程序推进。项目建设应以水系治理为主，需采取生态护坡方式实施，不得建设人造景观，同时项目需与我局在编的大茅流域专项规划衔接。

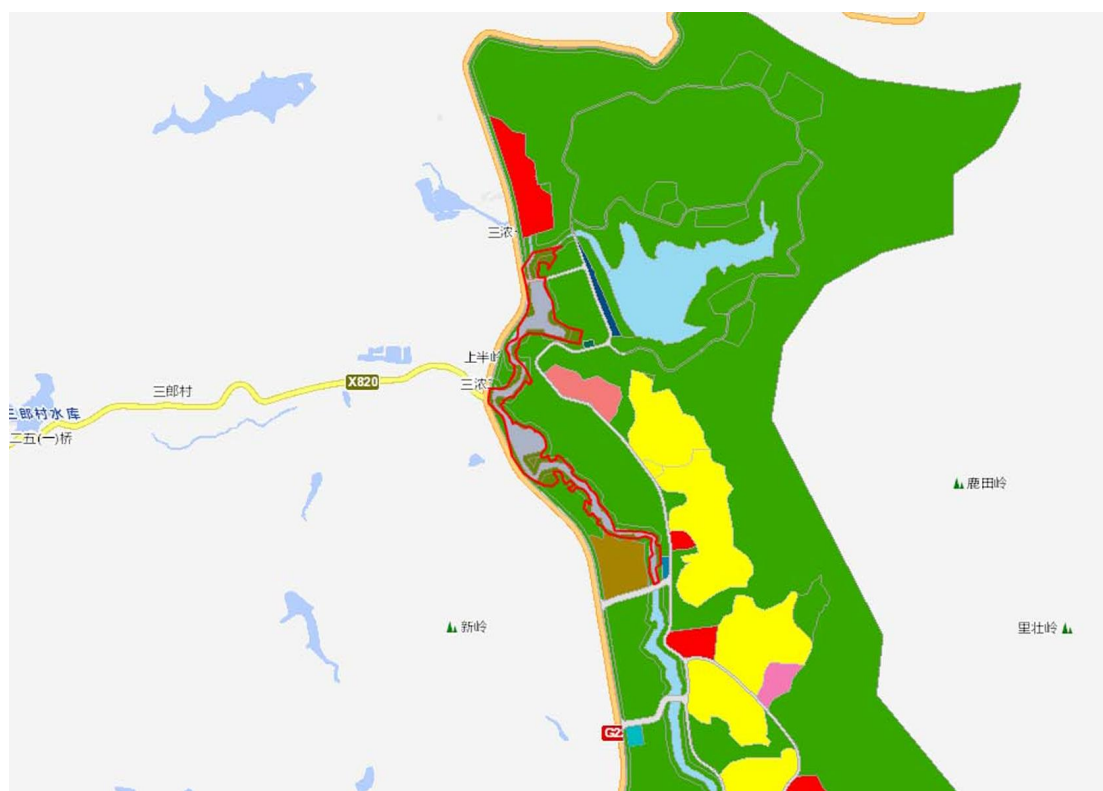


图 4-7 项目区控规示意图（A 段）

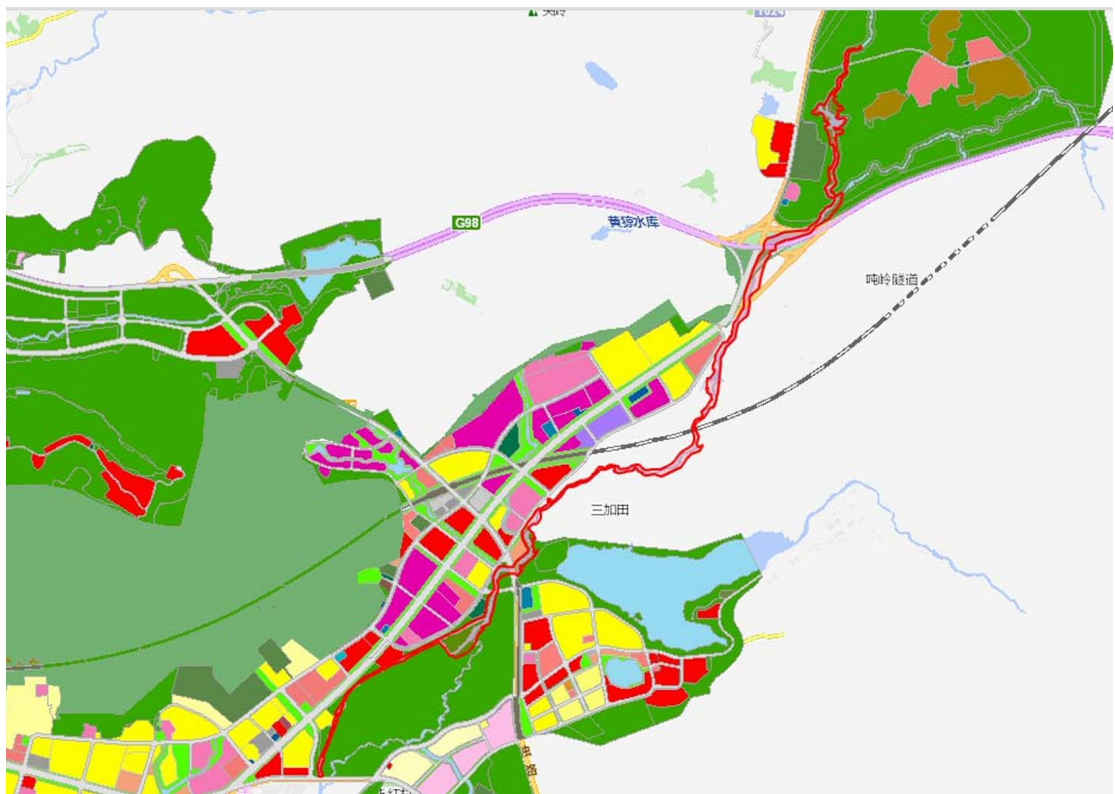


图 4-8 项目区控规示意图（B 段）

《三亚市国土空间总体规划（2021-2035年）》“三区三线”划定成果局部图

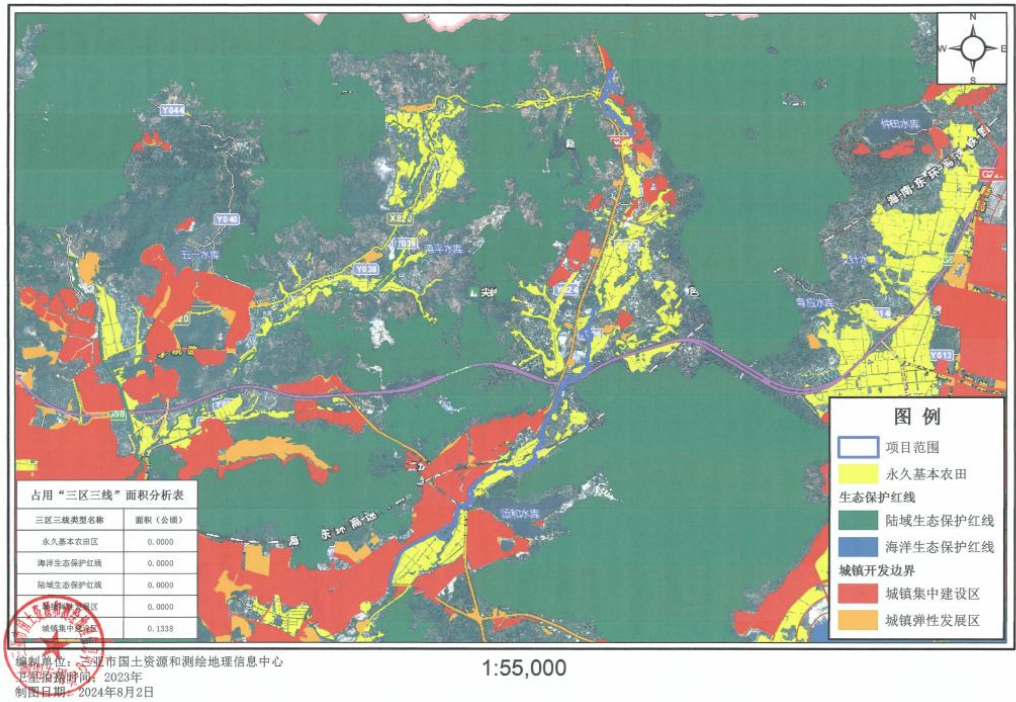


图 4-9 项目区“三区三线图”



土地利用现状图（2022年度国土变更调查成果数据）

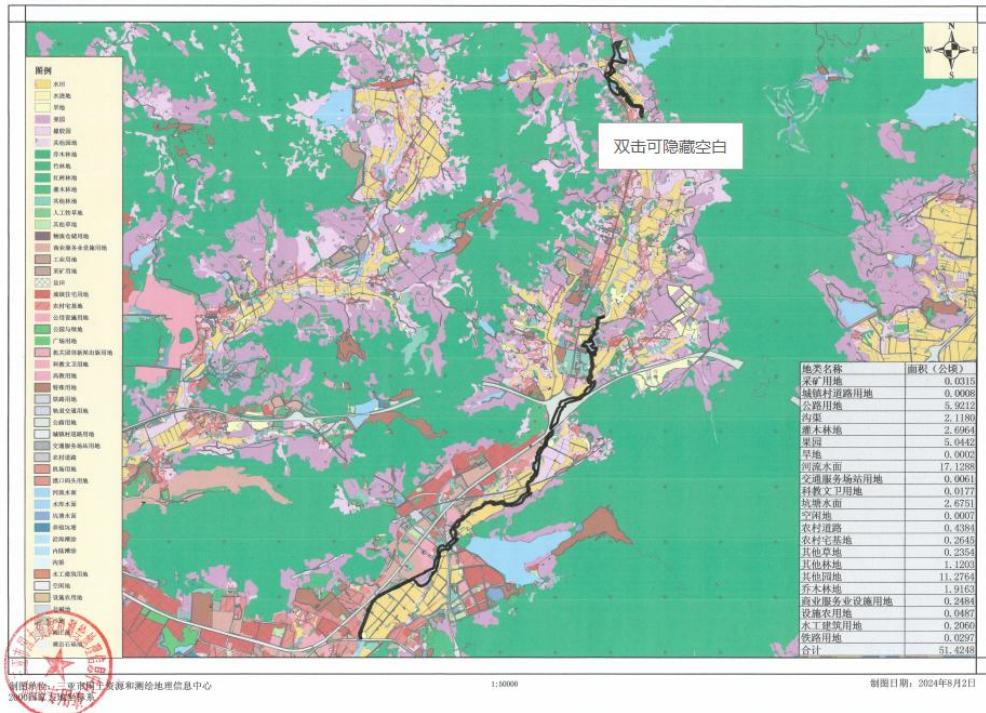


图 4-10 项目区“土地利用现状图”

权属信息示意图

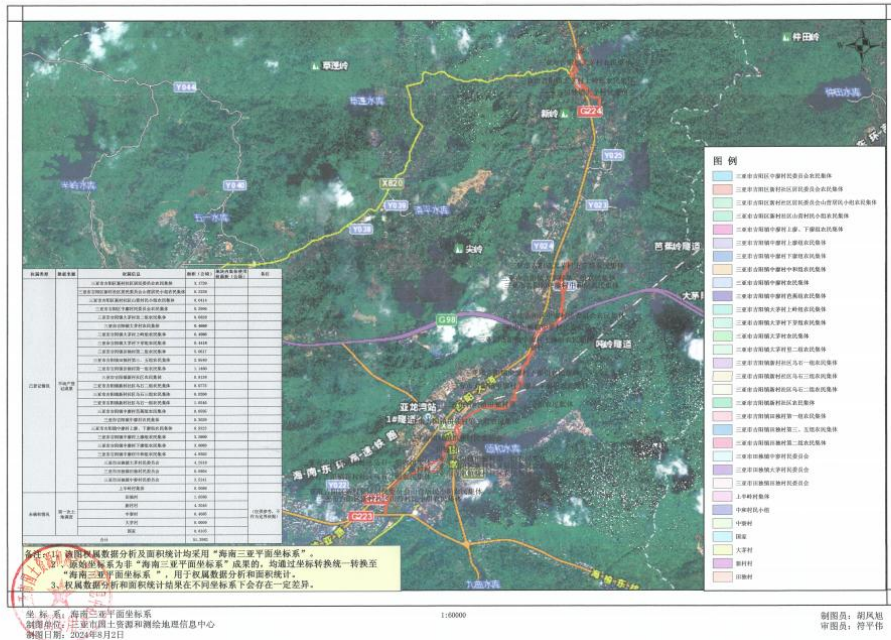


图 4-10 项目区“权属信息示意图”

## 二、三亚市林业保护利用规划选址意见

- 1、经查《三亚市林地保护利用规划（2021-2035 年）》，该项目用地红线涉及规划林地 1.6619 公顷。按林地保护等级分，均为 IV 级保护林地。
- 2、经查 2022 版公益林优化成果数据，该项目用地红线不涉及公益林。
- 3、建议项目尽量避让规划林地，如无法避让，应当按相关规定依法办理审核审批手续。

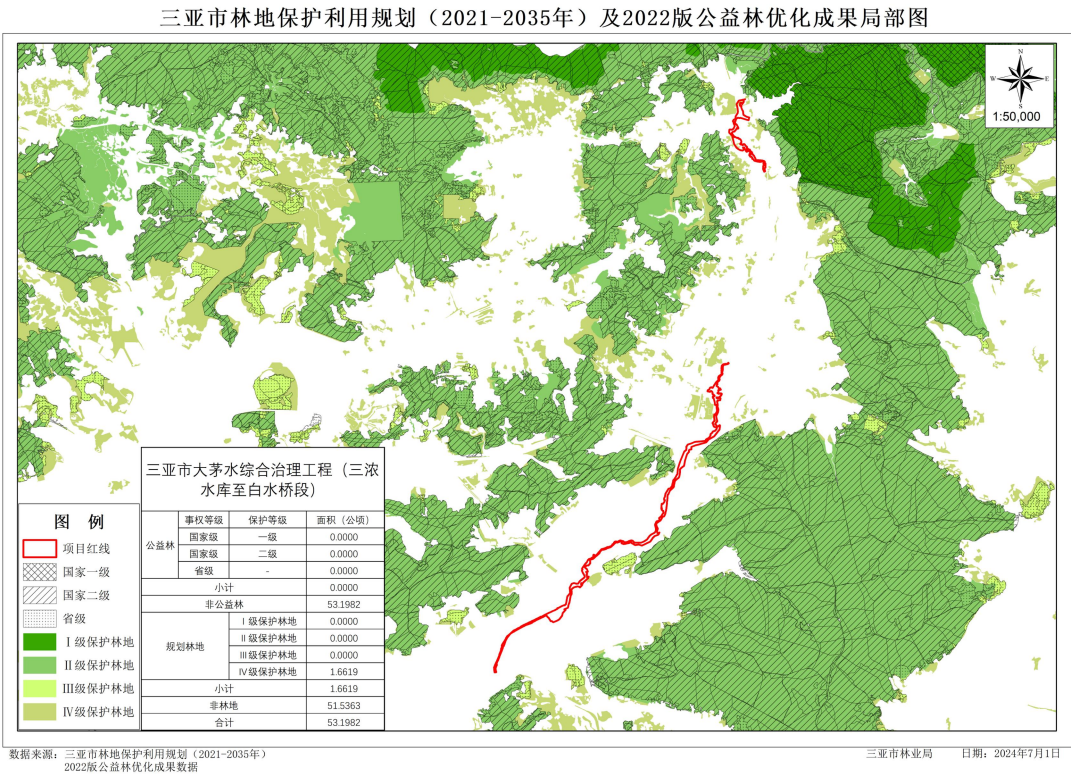


图 4-4 项目区“三亚市林地保护利用规划（2021-2035 年）及 2022 版公益林优化成果局部图”

由于本次河道的整治范围均在大茅水流域范围内进行，未占用基本农田、不涉及生态保护红线，区域内无矿产资源。该区域

内未发现大断裂存在和活动性构造发育，工程区处于区域稳定性好地段。按照《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）的地震区、带划分方案，地震动峰值加速度为 0.05g，对应地震基本烈度为 6 度，地震动反应谱特征周期为 0.35。

## 4.3 项目建设的必要性

### 4.3.2 工程建设的必要性

#### （1）实施河道综合治理，保障河道防洪安全

大茅水干流总长 19.38km，目前已治理段总长 8.772km，仍有 10.608km 的河段现状防洪标准低，影响整个大茅水的防洪安全。大茅水拟治理河段位于吉阳区东侧，地处三亚湾、亚龙湾之间。治理大茅水的未建段不仅关系到吉阳区的防洪安全，而且影响了亚龙湾的后勤服务及三亚市新兴工业建设及完整的流域体系。

#### （2）提高河道抗冲减灾能力，减少两岸水土流失，明确河道界限，保护沿河经济发展

河段基本没有明显堤防，河道界限模糊。河道内侵占河道问题严重，如果河道不加以整治，不明确河道界限及堤防保护范围，河道经常遭受洪水的冲刷，堤防稳定性差，周边的村庄防洪形势将更加严峻。同时衔接至上下游的已建堤防，使得河道管理和连通更加科学和系统。

#### （3）打好“六水共治”攻坚战，助力海南自由贸易港、国家生态文明试验区建设



进入新发展阶段以来，海南始终将生态环境保护作为海南的“国之大者”，牢固树立、全面践行“绿水青山就是金山银山”理念，提出在“十四五”期间用5年时间打好“六水共治”攻坚战。排涝水、防洪水均是“六水共治”的重要任务，深入打好防洪、排涝攻坚战，构建健康循环的城市水系统，形成“适度超前、互联互通、安全高效、智能绿色”的现代化流域排水基础设施体系，助力海南自由贸易港、国家生态文明试验区建设。

#### （4）提高城市综合防灾减灾处理能力

由于大茅水流域现状仍存在部分河段不满足防洪标准，每逢台风或暴雨天气，对市政交通、企业生产、财产安全均构成严重威胁。项目建成后可以提升大茅水流域的防洪能力，提高流域周边防洪安全。

#### （5）完善城市基础设施建设的迫切要求

包括河道护岸、滞洪区等在内的设施均属城市基础设施范畴，城市基础设施建设是推进城市化进程必不可少的物质保证，是实现国家或区域经济效益、社会效益、环境效益的重要条件，对区域经济的发展具有重要作用。

#### （6）高度配合南繁科研育种基地的建设

大茅水沿河道两侧约有1070亩的南繁核心区，南繁核心区承担着建成、服务全国的“南繁硅谷”的重大任务，需切实增强责任感、使命感，加快推进《国家南繁科研育种基地（海南）建设规划（2015—2025年）》（简称《南繁规划》）落实，打造“南繁硅谷”，为建设种业强国和确保国家粮食安全而努力奋斗。

治理大茅水，保障河岸的安全，可以改善南繁核心区的农业生产的条件、提高土地生产能力和土地效益，继而能完善集科研、生产、销售、科技交流、成果转化为一体的服务全国的“南繁硅谷”的任务，其经济效益和社会效益十分显著。

综上所述，三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）是提高防洪标准、构建健康循环的城市水系统、形成“适度超前、互联互通、安全高效、智能绿色”的现代化流域排水基础设施体系、改善南繁核心区的农业生产的条件、提高土地生产能力和土地效益的需要，同时实施治理工程有利于河道划界，对依法依规管理河道具有十分重要的意义。因此，对该段河道进行治理是十分必要的。

## **4.4 工程建设任务及目标**

### **4.4.1 工程建设任务**

#### **1、工程任务**

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）以防洪抗灾为主，兼顾河道周边的情况进行大茅水的驳岸建设和河岸覆绿。结合河道地形、现有工程、城市规划、治导线规划、项目“三区三线”的要求等进行行洪分析，确定大茅水行洪宽度，对有防洪隐患的河段河道进行治理，提高河道的行洪能力，建设大茅水沿岸完善的防洪工程体系，并为河道管理提供科学依据。

#### **2、建设思路**

（1）坚持综合协调、统筹兼顾的原则。综合协调河岸线与

沿河经济发展、城市发展、土地利用等相关规划的关系。综合考虑规划河段上下游、左右岸可能的治理开发问题，在调查了解社会经济、河势变化及已有的河道整治工程情况的基础上，合理确定河道治理方案。处理好整体利益与局部利益关系，统筹上下游、左右岸的需求，坚持人水和谐，协调发展。

（2）依照河势演变规律因势利导。按照河道演变规律，因势利导，稳定河道主流位置，改善水流、泥沙运动和河床冲淤状况，调整和控制河势，保障防洪安全、河势稳定、水生态环境等经济社会的综合要求。

（3）在保证行洪安全的前提下，充分利用现有工程，本着经济可行，技术合理的原则确定河道堤线。确保沿河两岸城镇、村庄、耕地、红树林的安全，也尽量避免上下游、左右岸之间产生不必要的矛盾，同时，为土地开发创造条件。

（4）坚持立足现实、着眼未来，为河道行洪、河道整治留有余地。不仅要考虑三亚市境内区域经济发展状况，更要考虑防洪的需要，以及方案实施的可行性。

#### **4.4.2 工程目标**

通过建设驳岸、河道清障等措施，达到完善大茅水防洪系统，提高区域防洪标准。涉及村庄河段治理标准与河道防洪标准一致取 20 年一遇，涉及农田河段采用齐岸标准（即遇某场洪水时，80%断面的洪水水面线低于岸线，则该场洪水标准即为齐岸标准）。

（1）为了充分发挥大茅水独特的自然生态资源，解决相关流域的防洪问题。

（2）落实“六水共治”总部署，深入打好防洪、排涝攻坚战，构建健康循环的城市水系统，形成“适度超前、互联互通、安全高效、智能绿色”的现代化流域排水基础设施体系，助力海南自由贸易港、国家生态文明试验区建设。

（3）统筹发展和安全，构建宜居、韧性滨水空间、促进人与自然和谐共生的“韧性健康水系统”。

#### 4.4.3 工程建设范围

本次大茅水整治长度(中心长度)为 10608m，整治河段分为两段，其中 A 段为三浓水库溢洪道末端~半岭桥段，整治长度(中心长度)为 1907m，整治起点为三浓水库溢洪道下游，整治终点为半岭桥交汇处；B 段为芭蕉桥至白水桥段，整治长度(中心长度)为 8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为白水桥。

### 4.5 工程建设规模

#### 4.5.1 防洪标准

##### (1)河道防洪标准

本项目所涉河道大茅水穿越三亚市吉阳区，跨越吉阳区境内安罗村、新村、田独村、中廖村和大茅村，经调查，大茅水流域所在区域均为乡村防护区，根据《防洪标准》（GB50201-2014）

中表 4.2.1 和表 4.3.1 的相关规定，大茅水流经的乡村人口约 4 万人，耕地 24652.3 亩，乡村防护区的防护等级为Ⅳ级，相应防洪标准应为 10~20 年。

根据三亚市水利水电勘测设计院于 2015 年 7 月编制完成并获三亚市水务局批准的《三亚市大茅水上游河道治理规划》成果可知，海榆东线公路桥以上河道采用的防洪标准为 20 年一遇。

综上所述，根据国家现行《防洪标准》（GB50201-2014）及《三亚市大茅水上游河道治导线规划》相关规定，同时综合考虑本次大茅水流域流经区域的保护人口、防护等级、所属区域未来的发展规模、社会经济地位和技术经济条件等多方面因素，确定本项目所涉大茅水的防洪标准为 20 年一遇。

## （2）本项目治理标准

本项目治理河段现状部分河段两岸为基本农田，导致项目用地红线受限，河道断面行洪能力受限，部分河段无法满足 20 年一遇的防洪要求。综合考虑项目实际情况，本项目治理标准采用分段的形式，涉及村庄河段治理标准与河道防洪标准一致取 20 年一遇，涉及农田河段采用齐岸标准（即遇某场洪水时，80%断面的洪水水面线低于岸线，则该场洪水标准即为齐岸标准），通过洪水水面线试算，分析计算河道治理前后的过流能力的增量，以此作为河道整治目标之一。具体详见下河道分段防洪标准表。

本工程等级为 4 级，主要建筑物为 4 级，次要建筑物 5 级、临时建筑物为 5 级，其中导流渠及施工围堰取 5 级。

河道分段治理标准表

| 河段  | 桩号位置            | 治理标准         |
|-----|-----------------|--------------|
| A 段 | AK0+000-AK1+907 | 20 年一遇洪水设计标准 |
| B 段 | BK0+000-BK2+300 | 齐岸标准         |
|     | BK2+300-BK3+525 | 20 年一遇洪水设计标准 |
|     | BK3+525-BK8+701 | 齐岸标准         |

#### 4.5.2 工程规模及建设内容

##### （1）工程规模

通过本工程的建设，达到以下规模：涉及村庄河段治理标准与河道防洪标准一致取 20 年一遇，涉及农田河段采用齐岸标准（即遇某场洪水时，80%断面的洪水水面线低于岸线，则该场洪水标准即为齐岸标准），通过洪水水面线试算，分析计算河道治理前后的过流能力的增量，以此作为河道整治目标之一。充分发挥大茅水独特的自然生态资源，解决相关流域的防洪问题。

工程等别为Ⅳ等，堤防工程级别为 4 级，主要建筑物等级为 4 级建筑物，次要建筑物为 5 级建筑物。

##### （2）本工程主要建设内容

本次大茅水整治长度(中心长度)为 10608m，整治河段分为两段，其中 A 段整治长度（中心长度）为 1907m，整治起点为三浓水库溢洪道下游，整治终点为半岭桥交汇处；B 段整治长度（中心长度）为 8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为白水桥。主要建设内容包括：(1)河道疏浚长 10608m，(2)新建护岸防护工程总长 21505m，其中 A 段两岸护岸防护工程共 3913m，B 段两岸护岸防护工程共 17592m，采用抛块石或格宾挡墙结合水

土保护毯进行防护；(3)新建巡河步道；(4)新建溢流坝 2 座及改造溢流坝 4 座；(5)改造过水涵 6 座；(6)新建人行桥 4 座及改造人行桥 1 座；(7)新建农田排口 14 座；(8)配套改造生态坑塘、生态覆绿及新建观测平台等。

### 4.5.3 水系主要设计参数

#### 4.5.3.1 水系平面及堤线布置

结合河道地形、现有工程、城市规划及治导线规划等进行行洪分析，确定河道行洪宽度，以确保河势的稳定和水流顺畅，对有防洪隐患的河段河道进行治理，提高河道的行洪能力，大茅水沿岸完善的防洪工程体系，并为河道管理提供科学依据，实现沿河土地资源有序开发、利用和管理，拓展地区经济发展空间。

堤线布置总体上保持历史河道走势不变，结合城镇总体规划及分区段的地形地貌条件，围绕防洪治理的目标，采用斜坡式和混合堤型布置。在局部河段根据现状河道周边土地利用情况及工程征地协调难易情况进行优化，使其尽可能满足行洪要求和各方面用地需求。本工程河道中心线总长为 10608m，保留现状浆砌石挡墙堤岸，结合两岸用地规划，统筹考虑河道行洪及绿化，设计生态及自然驳岸，清障河槽。

本工程整治范围：对大茅水整治长度(中心长度)为 10608m，整治河段分为两段，其中 A 段为三浓水库溢洪道末端~半岭桥段，整治长度（中心长度）为 1907m，整治起点为三浓水库溢洪道

下游，整治终点为半岭桥交汇处；B 段为芭蕉桥至白水桥段，整治长度（中心长度）为 8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为白水桥。

#### 4.5.3.2 设计纵坡

本次流域水系纵坡根据现状地形地貌的比降进行考虑设计，并考虑水系修复后回淤的可能和年限；充分考虑两岸现状高程，控制挖填平衡的同时，尽量保证河道坡降自然，保持河床稳定，减少对河床的破坏。

因此，在保证洪水过留量的同时，尽量控制挖填平衡。河道整治范围内纵断面参数详见表 4-1、4-2。

表 4-1 A 段河道设计河道纵断面参数表

| A 段（桩号） | 现状地面高程（m） | 设计底高程（m） | 比降    |
|---------|-----------|----------|-------|
| AK0+000 | 46.3      | 44.30    | 1/205 |
| AK0+050 | 44.2      | 44.06    |       |
| AK0+100 | 43.96     | 43.81    |       |
| AK0+112 | 43.96     | 43.75    |       |
| AK0+150 | 43.74     | 43.57    |       |
| AK0+200 | 43.8      | 43.32    |       |
| AK0+250 | 43.35     | 43.08    |       |
| AK0+300 | 43.75     | 42.84    |       |
| AK0+350 | 44.06     | 42.59    |       |
| AK0+400 | 43.4      | 42.35    |       |
| AK0+428 | 43.4      | 42.21    |       |
| AK0+450 | 42.3      | 42.10    |       |
| AK0+500 | 42.03     | 41.86    |       |
| AK0+550 | 43.06     | 41.62    |       |
| AK0+600 | 41.75     | 41.37    |       |



三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|         |       |       |  |
|---------|-------|-------|--|
| AK0+650 | 41.8  | 41.13 |  |
| AK0+700 | 42.45 | 40.89 |  |
| AK0+750 | 40.8  | 40.64 |  |
| AK0+800 | 40.39 | 40.40 |  |
| AK0+850 | 40.37 | 40.15 |  |
| AK0+900 | 40.17 | 39.91 |  |
| AK0+950 | 41.35 | 39.67 |  |
| AK1+000 | 41.44 | 39.42 |  |
| AK1+050 | 41.9  | 39.18 |  |
| AK1+100 | 39.66 | 38.93 |  |
| AK1+150 | 38.5  | 38.69 |  |
| AK1+200 | 40.01 | 38.45 |  |
| AK1+250 | 38.82 | 38.20 |  |
| AK1+300 | 38.26 | 37.96 |  |
| AK1+350 | 37.85 | 37.71 |  |
| AK1+400 | 38.93 | 37.47 |  |
| AK1+450 | 39    | 37.23 |  |
| AK1+500 | 38.38 | 36.98 |  |
| AK1+550 | 38.38 | 36.74 |  |
| AK1+600 | 36.45 | 36.50 |  |
| AK1+650 | 37.68 | 36.25 |  |
| AK1+700 | 37.34 | 36.01 |  |
| AK1+750 | 38.63 | 35.76 |  |
| AK1+800 | 37.02 | 35.52 |  |
| AK1+850 | 35.12 | 35.28 |  |
| AK1+900 | 35.03 | 35.03 |  |
| AK1+907 | 35.78 | 34.91 |  |

表 4-2 B 段河道设计河道纵断面参数表

| B 段（桩号） | 中心线原高程 | 设计底高程 | 比降    |
|---------|--------|-------|-------|
| BK0+000 | 20.35  | 19.80 | 1/800 |
| BK0+050 | 20.09  | 19.74 |       |
| BK0+100 | 20.02  | 19.68 |       |
| BK0+150 | 19.80  | 19.61 |       |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|         |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|
| BK0+200 | 19.83 | 19.55 |       |
| BK0+250 | 19.96 | 19.49 |       |
| BK0+300 | 20.07 | 19.43 |       |
| BK0+350 | 20.50 | 19.36 |       |
| BK0+400 | 20.13 | 19.30 |       |
| BK0+450 | 20.23 | 19.24 |       |
| BK0+500 | 19.92 | 19.18 |       |
| BK0+550 | 20.01 | 19.17 |       |
| BK0+600 | 19.99 | 19.16 |       |
| BK0+650 | 20.42 | 19.15 |       |
| BK0+700 | 19.76 | 19.14 |       |
| BK0+750 | 19.68 |       |       |
| BK0+800 | 20.12 |       |       |
| BK0+835 | 21.35 | 21.35 | 1/700 |
| BK0+850 | 16.78 |       |       |
| BK0+900 | 16.72 | 16.43 |       |
| BK0+950 | 16.50 | 16.36 |       |
| BK1+000 | 16.06 | 16.29 |       |
| BK1+050 | 17.75 | 16.21 |       |
| BK1+100 | 16.52 | 16.14 |       |
| BK1+150 | 16.33 | 16.07 |       |
| BK1+200 | 16.27 | 16.00 |       |
| BK1+250 | 16.57 | 15.93 |       |
| BK1+300 | 17.76 | 15.86 |       |
| BK1+350 | 17.21 | 15.79 |       |
| BK1+400 | 17.52 | 15.71 |       |
| BK1+450 | 15.27 | 15.64 |       |
| BK1+500 | 17.21 | 15.57 |       |
| BK1+550 | 16.71 | 15.50 |       |
| BK1+600 | 16.52 | 15.43 |       |
| BK1+650 | 15.68 | 15.36 |       |
| BK1+700 | 15.51 | 15.29 |       |
| BK1+750 | 18.45 | 15.21 |       |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|         |       |       |        |
|---------|-------|-------|--------|
| BK1+800 | 15.23 | 15.14 |        |
| BK1+850 | 14.82 | 15.07 |        |
| BK1+900 | 15.01 | 15.00 |        |
| BK1+950 | 15.00 | 14.93 |        |
| BK2+000 | 14.76 | 14.86 |        |
| BK2+050 | 16.08 | 14.79 |        |
| BK2+100 | 15.85 | 14.71 |        |
| BK2+150 | 15.30 | 14.64 |        |
| BK2+200 | 15.35 | 14.57 |        |
| BK2+250 | 12.99 | 14.50 |        |
| BK2+286 | 17.22 | 17.22 | 1/200  |
| BK2+300 | 12.81 | 13.55 |        |
| BK2+350 | 13.44 | 13.30 |        |
| BK2+383 | 13.61 | 13.14 |        |
| BK2+400 | 13.61 | 13.05 |        |
| BK2+450 | 12.16 | 12.80 |        |
| BK2+500 | 13.20 | 12.55 |        |
| BK2+550 | 12.48 | 12.49 | 1/800  |
| BK2+600 | 13.33 | 12.43 |        |
| BK2+650 | 13.09 | 12.36 |        |
| BK2+700 | 12.05 | 12.30 |        |
| BK2+750 | 12.20 | 12.24 |        |
| BK2+800 | 11.67 | 12.18 |        |
| BK2+850 | 12.98 | 12.11 |        |
| BK2+900 | 13.04 | 12.05 |        |
| BK2+950 | 12.97 | 11.99 |        |
| BK3+000 | 12.00 | 11.93 |        |
| BK3+050 | 11.89 | 11.86 |        |
| BK3+100 | 11.50 | 11.80 |        |
| BK3+150 | 13.29 | 11.78 | 1/2500 |
| BK3+200 | 13.13 | 11.76 |        |
| BK3+250 | 12.22 | 11.74 |        |
| BK3+300 | 13.01 | 11.72 |        |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|         |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|
| BK3+350 | 12.65 | 11.70 |       |
| BK3+356 | 14.20 | 14.20 | 1/350 |
| BK3+400 | 10.18 | 9.73  |       |
| BK3+450 | 10.25 | 9.59  |       |
| BK3+500 | 9.58  | 9.44  |       |
| BK3+550 | 11.68 | 9.30  |       |
| BK3+600 | 11.68 | 9.16  |       |
| BK3+650 | 10.85 | 9.01  |       |
| BK3+700 | 9.53  | 8.87  |       |
| BK3+750 | 10.78 | 8.73  |       |
| BK3+800 | 8.23  | 8.59  |       |
| BK3+850 | 10.22 | 8.44  |       |
| BK3+900 | 8.61  | 8.30  |       |
| BK3+950 | 9.84  | 8.16  |       |
| BK4+000 | 9.69  | 8.01  |       |
| BK4+050 | 8.60  | 7.87  |       |
| BK4+100 | 7.64  | 7.73  |       |
| BK4+150 | 7.60  | 7.59  |       |
| BK4+200 | 7.52  | 7.44  |       |
| BK4+250 | 8.65  | 7.30  |       |
| BK4+300 | 7.80  | 7.16  |       |
| BK4+350 | 12.88 | 7.01  |       |
| BK4+400 | 7.75  | 6.87  |       |
| BK4+450 | 11.86 | 6.73  |       |
| BK4+500 | 7.00  | 6.59  |       |
| BK4+550 | 8.70  | 6.44  |       |
| BK4+600 | 9.00  | 6.30  |       |
| BK4+650 | 6.79  | 6.16  |       |
| BK4+700 | 6.28  | 6.01  |       |
| BK4+750 | 9.64  | 5.87  |       |
| BK4+800 | 6.12  | 5.73  |       |
| BK4+850 | 6.67  | 5.59  |       |
| BK4+900 | 5.80  | 5.46  | 1/500 |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|         |      |      |        |
|---------|------|------|--------|
| BK4+950 | 5.91 | 5.36 |        |
| BK5+000 | 5.82 | 5.26 |        |
| BK5+050 | 5.57 | 5.16 |        |
| BK5+100 | 8.00 | 5.06 |        |
| BK5+150 | 5.34 | 4.96 |        |
| BK5+200 | 5.36 | 4.86 |        |
| BK5+250 | 5.23 | 4.76 |        |
| BK5+300 | 9.73 | 4.66 |        |
| BK5+350 | 4.60 | 4.56 |        |
| BK5+400 | 5.21 | 4.55 | 1/5000 |
| BK5+450 | 5.94 | 4.54 |        |
| BK5+500 | 5.92 | 4.53 |        |
| BK5+550 | 5.91 | 4.52 |        |
| BK5+600 | 5.71 | 4.51 |        |
| BK5+650 | 5.61 | 4.50 |        |
| BK5+700 | 7.00 | 4.49 |        |
| BK5+750 | 5.53 | 4.48 |        |
| BK5+800 | 5.56 | 4.47 |        |
| BK5+850 | 5.25 | 4.46 |        |
| BK5+900 | 6.00 | 4.45 |        |
| BK5+950 | 5.83 | 4.44 |        |
| BK6+000 | 6.00 | 4.43 |        |
| BK6+050 | 5.50 | 4.42 |        |
| BK6+100 | 5.46 | 4.41 |        |
| BK6+150 | 5.00 | 4.40 |        |
| BK6+200 | 4.87 | 4.39 |        |
| BK6+250 | 4.69 | 4.38 |        |
| BK6+300 | 4.74 | 4.37 |        |
| BK6+350 | 4.50 | 4.36 |        |
| BK6+400 | 4.63 | 4.35 |        |
| BK6+450 | 4.90 | 4.34 |        |
| BK6+500 | 2.82 | 4.33 |        |
| BK6+550 | 4.99 | 4.32 |        |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|         |      |      |       |
|---------|------|------|-------|
| BK6+600 | 4.76 | 4.31 |       |
| BK6+650 | 4.56 | 4.30 |       |
| BK6+700 | 5.97 | 4.29 |       |
| BK6+750 | 5.97 | 4.28 |       |
| BK6+800 | 4.59 | 4.27 |       |
| BK6+850 | 4.88 | 4.26 |       |
| BK6+900 | 4.96 | 4.25 |       |
| BK6+950 | 4.98 | 4.24 |       |
| BK6+982 | 6.61 | 6.61 | 1/100 |
| BK7+000 | 4.17 | 4.01 |       |
| BK7+050 | 4.42 | 3.51 |       |
| BK7+100 | 2.67 | 3.01 |       |
| BK7+150 | 2.51 | 2.51 |       |
| BK7+200 | 2.99 | 2.01 |       |
| BK7+250 | 1.07 | 1.51 |       |
| BK7+300 | 3.80 | 1.46 | 1/950 |
| BK7+350 | 1.80 | 1.40 |       |
| BK7+400 | 1.42 | 1.35 |       |
| BK7+421 | 1.97 | 1.33 |       |
| BK7+450 | 1.63 | 1.30 |       |
| BK7+500 | 2.55 | 1.25 |       |
| BK7+550 | 2.11 | 1.19 |       |
| BK7+600 | 1.58 | 1.14 |       |
| BK7+650 | 2.12 | 1.09 |       |
| BK7+700 | 1.11 | 1.04 |       |
| BK7+750 | 1.21 | 0.98 |       |
| BK7+800 | 0.94 | 0.93 |       |
| BK7+850 | 1.17 | 0.88 |       |
| BK7+900 | 1.12 | 0.83 |       |
| BK7+950 | 0.95 | 0.77 |       |
| BK8+000 | 0.95 | 0.72 |       |
| BK8+050 | 0.52 | 0.67 |       |

|         |       |       |  |
|---------|-------|-------|--|
| BK8+100 | 0.65  | 0.62  |  |
| BK8+150 | 1.06  | 0.56  |  |
| BK8+153 | 1.06  | 0.56  |  |
| BK8+200 | -1.03 | 0.51  |  |
| BK8+250 | 0.60  | 0.46  |  |
| BK8+300 | 0.52  | 0.40  |  |
| BK8+350 | 0.54  | 0.35  |  |
| BK8+400 | 0.57  | 0.30  |  |
| BK8+450 | 0.49  | 0.25  |  |
| BK8+500 | 0.32  | 0.19  |  |
| BK8+550 | 0.41  | 0.14  |  |
| BK8+600 | 0.34  | 0.09  |  |
| BK8+650 | 0.88  | 0.04  |  |
| BK8+701 | 0.43  | -0.02 |  |

#### 4.5.3.3 设计断面形式

##### （1）防护型式选择

根据本工程现场地质、地形、水流、施工条件、运用要求等因素，本工程的堤身结构型式结合岸坡现状情况采用了直立式、坡式、坡式+墙式等结合体。堤身结构型式选择见下：大茅水干流堤身结构型式充分根据现状岸坡型式进行布设，针对现状两侧边坡较缓河段采用坡式结构对现状缓坡进行防护，针对现状两侧边坡较陡或河流顶冲段采用坡式+墙式结合体对边坡进行防护。

##### （2）护岸结构型式

河道断面形式遵循因地制宜的原则，采用不同的护岸结构，同时结合两岸情况需要设置一级或多级平台。为保证堤防防洪安全，按照经济、生态、环保的原则选定材料。在选择岸坡防护材

料时主要考虑以下三方面：一是为减少水面线抬高，所选衬砌材料糙率应较小；二是考虑河道行洪抗冲刷因素；三是考虑水生态建设需要。为此，本阶段对植物、三维土工网垫、7220 型水土保持毯、植草砖、植生型混凝土、植生网垫、石笼等几种护岸材料进行了对比，综合选择最优护岸材料。

### （3）坡脚防冲

为防止水流冲刷堤岸坡脚威胁到堤身安全，在河流两岸采取一定的护脚措施。根据护坡材料、岸坡型式，本次在护岸防护工程中两岸采用宾格石笼及抛块石护脚。

#### 4.5.3.4 水面线

##### （1）计算方法

本次水面线计算采用 HEC-RAS 软件进行水面线计算。HEC-RAS 是由美国陆军工程兵团水文工程中心开发的水面线计算软件包，适用于河道稳定和非稳定流一维水力计算，其功能强大，可进行各种涉水建筑物（如桥梁、涵洞、防洪堤、堰、水库、块状阻水建筑物等）的水面线分析计算，同时可生成横断面形态图、流量及水位过程曲线、复式河道三维断面图等各种分析图表，使用起来十分方便简捷。

##### （2）计算工况、河道几何资料和边界条件

###### 1) 计算工况

本次大茅水整治长度(中心长度)为 10608m，整治河段分为两段，其中 A 段整治长度（中心长度）为 1907m，整治起点为三



浓水库溢洪道下游，整治终点为半岭桥交汇处；B 段整治长度（中心长度）为 8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为白水桥。本次分别计算建设前后两种工况。设计流量为 25 年一遇洪峰流量、20 年一遇洪峰流量及多年平均流量，并采用试算法分别计算现状和项目实施后的洪水水面线，确定齐岸标准对应的过流能力。

## 2) 河道几何资料

本项目河道几何资料主要包括河道纵断面及横断面几何资料，首先在软件河道几何资料编辑视窗中按比例画出水系示意图，然后编辑河道横断面资料，包括：

①横断面参数：根据项目现状地面线及设计横断面图输入现状及项目建设后河道横断面参数。

②本断面至下一个断面之间左岸高滩地、河道主深槽、右岸高滩地的距离：根据项目水系平面图及纵断面设计图输入。

③断面糙率值：参照《水力计算手册》，现状河道主槽细沙，河底中有稀疏水草或水生植物，河段不够顺直，上下游附近弯曲，有挑水坝，水流不够顺畅，糙率建议值为 0.030~0.034；滩地平面、纵面、横面尚顺直整齐，床质为砂砾、卵石滩，或为土、沙质，植被为稀疏杂草，小杂树，或种有高杆作物，糙率建议值为 0.040~0.060 之间。

综合考虑，本次现状河道主槽糙率为 0.033，滩地糙率为 0.045，糙率取值符合《水力计算手册》建议值，并与《三亚市大茅水上游河道治导线规划》（2015 年）、《三亚市大茅水下游河道治理规划》（2013 年）基本相符。

项目区工程规划建设后将对工程过流断面进行塑整和开挖，河道护岸采用格宾石笼及抛石护脚，规划断面主槽糙率取 0.030。

④本断面至下一断面之间的收缩、扩展损失系数：根据断面间收缩扩展程度确定。

### （3）下边界水位

#### ①洪水潮水组合

由于缺少大茅水入海河口实测潮位系列资料，本次洪水潮水组合与《三亚市大茅水下游河道治理规划》（2013 年）一致，沿用三亚站各频率潮位。即：入海河口洪水位受河道洪水、海潮流综合影响，其水位根据洪潮遭遇规律综合确定。根据流域暴雨特性，流域降雨以台风暴雨居多。因此，河道起始水位按洪水位、潮水位同频率组合。

#### ②起始水位的确定

起始断面位于大茅水出海口上游约 10.2km，受河口外潮流影响已经减弱，各频率潮位潮差不大，因此，河道起始水位按洪水位、潮水位同频率组合，根据三亚有关水文站潮位表分析，25 年一遇潮位为 2.38m，20 年一遇潮位为 2.35m，十年一遇潮位为 2.26m，5 年一遇潮位为 2.16m，多年平均潮位为 1.03m。

### （3）计算成果

根据以上计算工况、河道几何资料及边界条件，运行软件后得出项目建设前后 25 年一遇设计洪水水面线成果，详见表 4-3、4-4；项目建设前后 20 年一遇设计洪水水面线成果，详见表 4-5、

4-6；项目建设后多年平均流量水面线成果表成果，详见表 4-7、4-8；BK0+000-BK2+300 河段建设前后齐岸标准洪水水面线试算成果表，详见表 4-9、4-10；BK3+525-BK5+425 河段建设前后齐岸标准洪水水面线试算成果表，详见表 4-10、4-11；BK5+425-BK8+701 河段建设前后齐岸标准洪水水面线试算成果表，详见表 4-12、4-13。

表 4-3 A 河段项目建设前后设计洪水水面线成果表（P=4%）

| 桩号    | 流量<br>(m <sup>3</sup> /s) | 现状    |       |       | 设计    |       |       | 备注                 |
|-------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
|       |                           | 底高程   | 水位    | 流速    | 底高程   | 水位    | 流速    |                    |
|       |                           | (m)   | (m)   | (m/s) | (m)   | (m)   | (m/s) |                    |
| 1+907 | 188                       | 35.11 | 39.56 | 3.94  | 34.91 | 38.79 | 4.1   |                    |
| 1+750 | 188                       | 35.58 | 40.42 | 2.32  | 35.76 | 39.78 | 2.92  |                    |
| 1+500 | 188                       | 37.22 | 40.72 | 1.35  | 36.98 | 40.35 | 1.75  |                    |
| 1+250 | 188                       | 38.19 | 41.93 | 2.82  | 38.2  | 41.86 | 2.74  |                    |
| 1+100 | 188                       | 39.66 | 42.67 | 3.21  | 38.93 | 42.03 | 3.52  |                    |
| 1+000 | 188                       | 40.28 | 43.2  | 1.72  | 39.42 | 42.04 | 4.42  | 1#新建坝(堰顶高程 40.02m) |
| 0+900 | 188                       | 40.17 | 43.28 | 0.59  | 39.91 | 43.14 | 0.49  |                    |
| 0+750 | 188                       | 40.8  | 44.38 | 3.34  | 40.64 | 43.45 | 4.57  |                    |
| 0+650 | 188                       | 41.05 | 44.6  | 5.29  | 41.31 | 44.47 | 3.3   | 改造 3#桥             |
| 0+500 | 188                       | 42.03 | 46.27 | 1.24  | 41.86 | 45.42 | 2.95  |                    |
| 0+428 | 188                       | 42.7  | 46.30 | 3.14  | 42.21 | 45.6  | 3.08  | 改造 2#桥             |
| 0+375 | 188                       | 42.85 | 46.68 | 2.83  | 42.47 | 46.39 | 3.42  |                    |
| 0+112 | 188                       | 43.96 | 49.01 | 3.15  | 43.75 | 46.94 | 3.27  | 改造 1#桥             |
| 0+000 | 188                       | 44.3  | 49.41 | 1.03  | 44.3  | 47.28 | 2.87  |                    |

表 4-4 B 河段项目建设前后设计洪水水面线成果表（P=4%）

| 桩号    | 流量（m³/s） | 现状    |      |       | 设计   |      |       | 备注                |
|-------|----------|-------|------|-------|------|------|-------|-------------------|
|       |          | 底高程   | 水位   | 流速    | 底高程  | 水位   | 流速    |                   |
|       |          | （m）   | （m）  | （m/s） | （m）  | （m）  | （m/s） |                   |
| 8+675 | 456      | -0.33 | 3.3  | 3.1   | 0.01 | 3.35 | 3.02  |                   |
| 8+500 | 456      | 0.32  | 3.91 | 2.81  | 0.2  | 3.83 | 3.32  |                   |
| 8+250 | 456      | 0.6   | 4.68 | 3.34  | 0.46 | 4.69 | 3.15  |                   |
| 8+153 | 456      | 0.91  | 5.35 | 3.25  | 0.56 | 5.23 | 3.01  | 改造 6#桥            |
| 8+000 | 456      | 0.95  | 5.73 | 0.78  | 0.72 | 5.7  | 0.93  |                   |
| 7+750 | 456      | 1.21  | 5.8  | 1.93  | 0.99 | 5.75 | 2.31  |                   |
| 7+550 | 456      | 1.5   | 5.99 | 1.18  | 1.2  | 5.96 | 1.36  |                   |
| 7+421 | 456      | 1.55  | 6.49 | 3.35  | 1.33 | 6.21 | 3.76  | 改造 5#桥            |
| 7+400 | 456      | 1.42  | 7.12 | 1.59  | 1.36 | 7.02 | 1.47  |                   |
| 7+250 | 456      | 1.07  | 7.18 | 2.01  | 1.51 | 7.07 | 1.86  |                   |
| 7+000 | 456      | 2.62  | 7.26 | 3.73  | 2.9  | 7.24 | 4.23  |                   |
| 6+982 | 456      | 3.52  | 9.05 | 2.22  | 4.23 | 9    | 2.2   | 4#改造坝（堰顶高程 6.61m） |
| 6+650 | 456      | 4.56  | 9.42 | 1.7   | 4.3  | 9.3  | 1.8   |                   |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|       |     |       |       |      |       |       |      |                    |
|-------|-----|-------|-------|------|-------|-------|------|--------------------|
| 6+250 | 456 | 4.69  | 9.58  | 2.03 | 4.38  | 9.46  | 2.04 |                    |
| 5+975 | 402 | 5.35  | 9.73  | 2.34 | 4.44  | 9.56  | 2.45 |                    |
| 5+750 | 402 | 5.46  | 10.09 | 1.7  | 4.48  | 9.88  | 1.88 |                    |
| 5+500 | 402 | 5.92  | 10.54 | 3.64 | 4.53  | 10.49 | 3.35 |                    |
| 5+250 | 402 | 5.23  | 11.16 | 1.72 | 4.76  | 11.06 | 1.95 |                    |
| 5+000 | 402 | 5.82  | 11.28 | 3.19 | 5.26  | 11.24 | 3.16 |                    |
| 4+750 | 402 | 6.01  | 11.7  | 1.57 | 5.87  | 11.66 | 1.6  |                    |
| 4+650 | 402 | 6.79  | 11.72 | 2.72 | 6.16  | 11.68 | 2.39 | 新建 2#坝(堰顶高程 6.76m) |
| 4+500 | 402 | 7     | 12.01 | 3.29 | 6.59  | 11.92 | 3.45 |                    |
| 4+250 | 402 | 8.11  | 12.84 | 3.04 | 7.3   | 12.84 | 3.15 |                    |
| 3+975 | 402 | 8.38  | 13.45 | 2.91 | 8.09  | 13.4  | 2.87 |                    |
| 3+725 | 402 | 9.52  | 14.27 | 3.18 | 8.8   | 14.2  | 3.42 |                    |
| 3+500 | 402 | 9.58  | 14.70 | 1.94 | 9.44  | 14.69 | 1.83 |                    |
| 3+356 | 402 | 12.5  | 15.82 | 2.4  | 11.69 | 15.8  | 2.09 | 3#改造坝（堰顶高程 14.2m）  |
| 3+250 | 402 | 12.22 | 16.13 | 1.6  | 11.74 | 16.04 | 1.93 |                    |
| 3+025 | 402 | 11.77 | 16.34 | 3.22 | 11.89 | 16.22 | 3.69 |                    |
| 2+750 | 402 | 12.2  | 16.88 | 2.02 | 12.24 | 16.86 | 2.07 |                    |
| 2+500 | 402 | 13.2  | 17.96 | 3.86 | 12.55 | 17.8  | 3.8  |                    |
| 2+383 | 402 | 13.72 | 18.77 | 4.52 | 12.7  | 18.37 | 3.36 | 改造 4#桥             |
| 2+375 | 402 | 13.78 | 18.79 | 4.79 | 12.71 | 18.4  | 3.78 |                    |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|       |     |       |       |      |       |       |      |                    |
|-------|-----|-------|-------|------|-------|-------|------|--------------------|
| 2+286 | 402 | 15.33 | 20.62 | 2.63 | 14.43 | 20.51 | 2.71 | 2#改造坝（堰顶高程 17m）    |
| 2+250 | 402 | 12.99 | 21.96 | 0.87 | 14.45 | 20.93 | 1.18 |                    |
| 2+100 | 402 | 15.85 | 21.96 | 1.19 | 14.71 | 20.94 | 1.62 |                    |
| 2+000 | 402 | 14.76 | 21.99 | 1.02 | 14.86 | 20.99 | 1.35 |                    |
| 1+725 | 402 | 15.74 | 22.03 | 0.73 | 15.25 | 21.07 | 1.13 |                    |
| 1+500 | 402 | 16.07 | 22.05 | 1.21 | 15.57 | 21.1  | 1.72 |                    |
| 1+250 | 263 | 16.57 | 22.11 | 0.35 | 15.93 | 21.24 | 0.51 |                    |
| 1+000 | 263 | 16.06 | 22.11 | 0.5  | 16.29 | 21.25 | 0.88 |                    |
| 0+900 | 263 | 16.72 | 22.11 | 0.47 | 16.43 | 21.26 | 0.77 |                    |
| 0+835 | 263 | 19.35 | 24.35 | 2.56 | 18.74 | 24.31 | 2.1  | 1#改造坝（堰顶高程 21.35m） |
| 0+750 | 263 | 19.68 | 24.58 | 0.53 | 19.13 | 24.52 | 0.48 |                    |
| 0+500 | 263 | 19.92 | 24.6  | 0.64 | 19.18 | 24.53 | 0.72 |                    |
| 0+225 | 263 | 19.73 | 24.62 | 0.51 | 19.52 | 24.56 | 0.6  |                    |
| 0+000 | 263 | 20.35 | 24.65 | 1.14 | 19.8  | 24.58 | 1.27 |                    |

表 4-5 A 河段项目建设前后设计洪水水面线成果表（P=5%）

| 桩号    | 流量<br>(m <sup>3</sup> /s) | 现状    |       |       | 设计    |       |       | 备注                 |
|-------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
|       |                           | 底高程   | 水位    | 流速    | 底高程   | 水位    | 流速    |                    |
|       |                           | (m)   | (m)   | (m/s) | (m)   | (m)   | (m/s) |                    |
| 1+907 | 180                       | 35.11 | 39.47 | 3.96  | 34.91 | 38.71 | 4.05  |                    |
| 1+750 | 180                       | 35.58 | 40.36 | 2.3   | 35.76 | 39.68 | 2.96  |                    |
| 1+500 | 180                       | 37.22 | 40.67 | 1.36  | 36.98 | 40.29 | 1.8   |                    |
| 1+250 | 180                       | 38.19 | 41.91 | 2.77  | 38.2  | 41.84 | 2.71  |                    |
| 1+100 | 180                       | 39.66 | 42.63 | 3.19  | 38.93 | 42.02 | 3.38  |                    |
| 1+000 | 180                       | 40.28 | 43.17 | 1.73  | 39.42 | 42.03 | 4.26  | 1#新建坝(堰顶高程 40.02m) |
| 0+900 | 180                       | 40.17 | 43.25 | 0.57  | 39.91 | 43.05 | 0.49  |                    |
| 0+750 | 180                       | 40.8  | 44.33 | 3.34  | 40.64 | 43.37 | 4.54  |                    |
| 0+650 | 180                       | 41.05 | 44.51 | 5.2   | 41.31 | 44.4  | 3.24  | 改造 3#桥             |
| 0+500 | 180                       | 42.03 | 46.14 | 1.35  | 41.86 | 44.76 | 4.49  |                    |
| 0+428 | 180                       | 42.7  | 46.2  | 3.13  | 42.21 | 45.72 | 2.85  | 改造 2#桥             |
| 0+375 | 180                       | 42.85 | 46.45 | 3.45  | 42.47 | 46.36 | 3.38  |                    |
| 0+112 | 180                       | 43.96 | 47.99 | 6.38  | 43.75 | 46.91 | 3.16  | 改造 1#桥             |
| 0+000 | 180                       | 44.3  | 50.28 | 0.72  | 44.3  | 47.23 | 2.82  |                    |



表 4-6 B 河段项目建设前后设计洪水水面线成果表（P=5%）

| 桩号    | 流量（m³/s） | 现状    |      |       | 设计   |      |       | 备注                |
|-------|----------|-------|------|-------|------|------|-------|-------------------|
|       |          | 底高程   | 水位   | 流速    | 底高程  | 水位   | 流速    |                   |
|       |          | （m）   | （m）  | （m/s） | （m）  | （m）  | （m/s） |                   |
| 8+675 | 433      | -0.33 | 3.25 | 3.13  | 0.01 | 3.28 | 3.15  |                   |
| 8+500 | 433      | 0.32  | 3.88 | 2.78  | 0.2  | 3.81 | 3.26  |                   |
| 8+250 | 433      | 0.6   | 4.65 | 3.33  | 0.46 | 4.66 | 3.11  |                   |
| 8+153 | 433      | 0.91  | 5.33 | 3.17  | 0.56 | 5.22 | 2.94  | 改造 6#桥            |
| 8+000 | 433      | 0.95  | 5.71 | 0.76  | 0.72 | 5.67 | 0.91  |                   |
| 7+750 | 433      | 1.21  | 5.77 | 1.9   | 0.99 | 5.72 | 2.28  |                   |
| 7+550 | 433      | 1.5   | 5.96 | 1.16  | 1.2  | 5.92 | 1.35  |                   |
| 7+421 | 433      | 1.55  | 6.49 | 3.18  | 1.33 | 6.21 | 3.61  | 改造 5#桥            |
| 7+400 | 433      | 1.42  | 6.96 | 1.61  | 1.36 | 6.94 | 1.51  |                   |
| 7+250 | 433      | 1.07  | 6.98 | 2.12  | 1.51 | 7    | 1.93  |                   |
| 7+000 | 433      | 2.62  | 7.23 | 3.57  | 2.9  | 7.21 | 4.07  |                   |
| 6+982 | 433      | 3.52  | 9    | 2.18  | 4.23 | 8.95 | 2.14  | 4#改造坝（堰顶高程 6.61m） |
| 6+650 | 433      | 4.56  | 9.36 | 1.67  | 4.3  | 9.24 | 1.77  |                   |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|       |     |       |       |      |       |       |      |                    |
|-------|-----|-------|-------|------|-------|-------|------|--------------------|
| 6+250 | 433 | 4.69  | 9.52  | 2    | 4.38  | 9.4   | 2    |                    |
| 5+975 | 382 | 5.35  | 9.67  | 2.28 | 4.44  | 9.5   | 2.39 |                    |
| 5+750 | 382 | 5.46  | 10.01 | 1.69 | 4.48  | 9.8   | 1.87 |                    |
| 5+500 | 382 | 5.92  | 10.52 | 3.51 | 4.53  | 9.82  | 5.4  |                    |
| 5+250 | 382 | 5.23  | 11.55 | 1.46 | 4.76  | 11.53 | 1.31 |                    |
| 5+000 | 382 | 5.82  | 11.58 | 3.14 | 5.26  | 11.56 | 2.12 |                    |
| 4+750 | 382 | 6.01  | 11.74 | 1.53 | 5.87  | 11.72 | 1.45 |                    |
| 4+650 | 382 | 6.79  | 11.76 | 2.64 | 6.16  | 11.75 | 2.21 | 新建 2#坝(堰顶高程 6.76m) |
| 4+500 | 382 | 7     | 11.97 | 3.28 | 6.59  | 11.85 | 3.46 |                    |
| 4+250 | 382 | 8.11  | 12.86 | 3.03 | 7.3   | 12.83 | 3.03 |                    |
| 3+975 | 382 | 8.38  | 13.42 | 2.84 | 8.09  | 13.34 | 2.85 |                    |
| 3+725 | 382 | 9.52  | 14.26 | 3.12 | 8.8   | 14.19 | 3.29 |                    |
| 3+500 | 382 | 9.58  | 14.65 | 1.91 | 9.44  | 14.65 | 1.82 |                    |
| 3+356 | 382 | 12.5  | 15.79 | 2.22 | 11.69 | 15.77 | 2.02 | 3#改造坝（堰顶高程 14.2m）  |
| 3+250 | 382 | 12.22 | 16.11 | 1.56 | 11.74 | 16    | 1.93 |                    |
| 3+025 | 382 | 11.77 | 16.3  | 3.18 | 11.89 | 16.18 | 3.68 |                    |
| 2+750 | 382 | 12.2  | 16.84 | 1.99 | 12.24 | 16.82 | 2.04 |                    |
| 2+500 | 382 | 13.2  | 17.94 | 3.73 | 12.55 | 17.73 | 3.77 |                    |
| 2+383 | 382 | 13.72 | 18.71 | 4.45 | 12.7  | 18.33 | 3.24 | 改造 4#桥             |
| 2+375 | 382 | 13.78 | 18.74 | 4.6  | 12.71 | 18.5  | 3.61 |                    |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|       |     |       |       |      |       |       |      |                    |
|-------|-----|-------|-------|------|-------|-------|------|--------------------|
| 2+286 | 382 | 15.33 | 20.51 | 3.23 | 14.43 | 20.46 | 2.63 | 2#改造坝（堰顶高程 17m）    |
| 2+250 | 382 | 12.99 | 21    | 0.98 | 14.45 | 20.86 | 1.14 |                    |
| 2+100 | 382 | 15.85 | 21    | 1.55 | 14.71 | 20.88 | 1.58 |                    |
| 2+000 | 382 | 14.76 | 21.05 | 1.24 | 14.86 | 20.91 | 1.32 |                    |
| 1+725 | 382 | 15.74 | 21.13 | 0.97 | 15.25 | 20.99 | 1.11 |                    |
| 1+500 | 382 | 16.07 | 21.17 | 1.65 | 15.57 | 21.02 | 1.69 |                    |
| 1+250 | 251 | 16.57 | 21.29 | 0.44 | 15.93 | 21.15 | 0.5  |                    |
| 1+000 | 251 | 16.06 | 21.3  | 0.77 | 16.29 | 21.16 | 0.88 |                    |
| 0+900 | 251 | 16.72 | 21.31 | 0.67 | 16.43 | 21.18 | 0.77 |                    |
| 0+835 | 251 | 19.35 | 24.31 | 2.47 | 18.74 | 24.27 | 2.03 | 1#改造坝（堰顶高程 21.35m） |
| 0+750 | 251 | 19.68 | 24.53 | 0.51 | 19.13 | 24.48 | 0.46 |                    |
| 0+500 | 251 | 19.92 | 24.55 | 0.63 | 19.18 | 24.49 | 0.71 |                    |
| 0+225 | 251 | 19.73 | 24.57 | 0.5  | 19.52 | 24.51 | 0.6  |                    |
| 0+000 | 251 | 20.35 | 24.6  | 1.12 | 19.8  | 24.53 | 1.25 |                    |

表 4-7 A 河段建设后多年平均流量水面线成果表

| 桩号    | 流量 (m³/s) | 设计    |       |       | 备注                 |
|-------|-----------|-------|-------|-------|--------------------|
|       |           | 底高程   | 水位    | 流速    |                    |
|       |           | (m)   | (m)   | (m/s) |                    |
| 1+907 | 0.5       | 34.91 | 35.04 | 0.6   |                    |
| 1+750 | 0.5       | 35.76 | 35.89 | 0.63  |                    |
| 1+500 | 0.5       | 36.98 | 37.07 | 0.4   |                    |
| 1+250 | 0.5       | 38.2  | 38.32 | 0.66  |                    |
| 1+100 | 0.5       | 38.93 | 39.04 | 0.42  |                    |
| 1+000 | 0.5       | 39.42 | 40.11 | 0.06  | 1#新建坝(堰顶高程 40.02m) |
| 0+900 | 0.5       | 39.91 | 40.11 | 0.02  |                    |
| 0+750 | 0.5       | 40.64 | 40.7  | 0.78  |                    |
| 0+650 | 0.5       | 41.31 | 41.37 | 0.45  | 改造 3#桥             |
| 0+500 | 0.5       | 41.86 | 41.97 | 0.53  |                    |
| 0+428 | 0.5       | 42.21 | 42.27 | 0.46  | 改造 2#桥             |
| 0+375 | 0.5       | 42.47 | 42.57 | 0.8   |                    |
| 0+112 | 0.5       | 43.75 | 43.81 | 0.45  | 改造 1#桥             |
| 0+000 | 0.5       | 44.3  | 44.37 | 0.48  |                    |

表 4-8 B 河段建设后多年平均流量水面线成果表

| 桩号    | 流量 (m³/s) | 设计   |      |       | 备注                 |
|-------|-----------|------|------|-------|--------------------|
|       |           | 底高程  | 水位   | 流速    |                    |
|       |           | (m)  | (m)  | (m/s) |                    |
| 8+675 | 2.2       | 0.01 | 1.03 | 0.09  |                    |
| 8+500 | 2.2       | 0.2  | 1.03 | 0.2   |                    |
| 8+250 | 2.2       | 0.46 | 1.05 | 0.28  |                    |
| 8+153 | 2.2       | 0.56 | 1.07 | 0.24  | 改造 6#桥             |
| 8+000 | 2.2       | 0.72 | 1.09 | 0.96  |                    |
| 7+750 | 2.2       | 0.99 | 1.54 | 0.64  |                    |
| 7+550 | 2.2       | 1.2  | 1.69 | 0.46  |                    |
| 7+421 | 2.2       | 1.33 | 1.76 | 0.28  | 改造 5#桥             |
| 7+400 | 2.2       | 1.36 | 1.77 | 0.51  |                    |
| 7+250 | 2.2       | 1.51 | 1.91 | 0.59  |                    |
| 7+000 | 2.2       | 2.9  | 2.98 | 0.96  |                    |
| 6+982 | 2.2       | 4.23 | 6.62 | 0.03  | 4#改造坝（堰顶高程 6.61m）  |
| 6+650 | 2.2       | 4.3  | 6.62 | 0.03  |                    |
| 6+250 | 2.2       | 4.38 | 6.62 | 0.03  |                    |
| 5+975 | 1.6       | 4.44 | 6.62 | 0.03  |                    |
| 5+750 | 1.6       | 4.48 | 6.62 | 0.04  |                    |
| 5+500 | 1.6       | 4.53 | 6.62 | 0.07  |                    |
| 5+250 | 1.6       | 4.76 | 6.62 | 0.09  |                    |
| 5+000 | 1.6       | 5.26 | 6.62 | 0.11  |                    |
| 4+750 | 1.6       | 5.87 | 6.63 | 0.11  |                    |
| 4+650 | 1.6       | 6.16 | 6.9  | 0.11  | 新建 2#坝(堰顶高程 6.76m) |
| 4+500 | 1.6       | 6.59 | 6.91 | 0.84  |                    |
| 4+250 | 1.6       | 7.3  | 7.69 | 0.85  |                    |
| 3+975 | 1.6       | 8.09 | 8.45 | 0.78  |                    |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|       |     |       |       |      |                    |
|-------|-----|-------|-------|------|--------------------|
| 3+725 | 1.6 | 8.8   | 9.07  | 0.65 |                    |
| 3+500 | 1.6 | 9.44  | 9.64  | 0.59 |                    |
| 3+356 | 1.6 | 11.69 | 14.3  | 0.02 | 3#改造坝（堰顶高程 14.2m）  |
| 3+250 | 1.6 | 11.74 | 14.3  | 0.06 |                    |
| 3+025 | 1.6 | 11.89 | 14.3  | 0.07 |                    |
| 2+750 | 1.6 | 12.24 | 14.3  | 0.04 |                    |
| 2+500 | 1.6 | 12.55 | 14.3  | 0.09 |                    |
| 2+383 | 1.6 | 12.7  | 14.3  | 0.06 | 改造 4#桥             |
| 2+375 | 1.6 | 12.71 | 14.3  | 0.05 |                    |
| 2+286 | 1.6 | 14.43 | 17.15 | 0.03 | 2#改造坝（堰顶高程 17m）    |
| 2+250 | 1.6 | 14.45 | 17.15 | 0.02 |                    |
| 2+100 | 1.6 | 14.71 | 17.15 | 0.04 |                    |
| 2+000 | 1.6 | 14.86 | 17.15 | 0.03 |                    |
| 1+725 | 1.6 | 15.25 | 17.15 | 0.06 |                    |
| 1+500 | 1.6 | 15.57 | 17.15 | 0.04 |                    |
| 1+250 | 0.9 | 15.93 | 17.15 | 0.02 |                    |
| 1+000 | 0.9 | 16.29 | 17.15 | 0.05 |                    |
| 0+900 | 0.9 | 16.43 | 17.15 | 0.07 |                    |
| 0+835 | 0.9 | 18.74 | 21.45 | 0.02 | 1#改造坝（堰顶高程 21.35m） |
| 0+750 | 0.9 | 19.13 | 21.45 | 0    |                    |
| 0+500 | 0.9 | 19.18 | 21.45 | 0.03 |                    |
| 0+225 | 0.9 | 19.52 | 21.45 | 0.06 |                    |
| 0+000 | 0.9 | 19.8  | 21.45 | 0.05 |                    |

表 4-9 BK0+000-BK2+300 河段建设前齐岸标准洪水水面线试算成果表

| 桩号      | 左岸高程（m） | 右岸高程（m） | 现状齐岸标准   |       |      |
|---------|---------|---------|----------|-------|------|
|         |         |         | 流量（m³/s） | 水位（m） | 是否漫顶 |
| 0+000   | 23.5    | 22.54   | 25       | 22.74 | 右岸漫顶 |
| 0+500   | 21.97   | 22.36   | 25       | 22.34 | 两岸漫顶 |
| 0+835   | 20.62   | 22.09   | 25       | 22.33 | 两岸漫顶 |
| 0+900   | 19.4    | 21.3    | 25       | 18.21 | 否    |
| 1+000   | 19.88   | 20.36   | 25       | 18.19 | 否    |
| 1+250   | 18.17   | 20.28   | 25       | 18.14 | 否    |
| 1+500   | 20.18   | 19      | 25       | 18.1  | 否    |
| 1+725   | 18.63   | 19.29   | 25       | 18.01 | 否    |
| 2+000   | 20.91   | 18.03   | 25       | 18.01 | 否    |
| 2+100   | 18.14   | 18.29   | 25       | 17.99 | 否    |
| 2+250   | 18.12   | 19.76   | 25       | 18    | 否    |
| 2+286   | 20.09   | 20.09   | 25       | 17.98 | 否    |
| 2+300   | 20.09   | 20.09   | 25       | 15.36 | 否    |
| 不漫顶岸线占比 |         |         | 80.8%    |       |      |

表 4-10 BK0+000-BK2+300 河段建设后齐岸标准洪水水面线试算成果表

| 桩号      | 左岸高程（m） | 右岸高程（m） | 现状齐岸标准                    |           |      |
|---------|---------|---------|---------------------------|-----------|------|
|         |         |         | 流量<br>（m <sup>3</sup> /s） | 水位<br>（m） | 是否漫顶 |
| 0+000   | 23.5    | 22.98   | 88                        | 23.5      | 右岸漫顶 |
| 0+500   | 22.89   | 22.89   | 88                        | 23.46     | 两岸漫顶 |
| 0+835   | 21.14   | 22.09   | 88                        | 23.41     | 两岸漫顶 |
| 0+900   | 19.4    | 21.3    | 88                        | 19.34     | 否    |
| 1+000   | 19.88   | 20.36   | 88                        | 19.26     | 否    |
| 1+250   | 19.38   | 20.66   | 88                        | 19.28     | 否    |
| 1+500   | 20.18   | 19.38   | 88                        | 19.22     | 否    |
| 1+725   | 19.29   | 19.29   | 88                        | 19.19     | 否    |
| 2+000   | 20.91   | 19.28   | 88                        | 19.17     | 否    |
| 2+100   | 19.27   | 19.27   | 88                        | 19.15     | 否    |
| 2+250   | 19.26   | 19.76   | 88                        | 19.16     | 否    |
| 2+286   | 20.09   | 20.09   | 88                        | 19.1      | 否    |
| 2+300   | 20.09   | 20.09   | 88                        | 16.03     | 否    |
| 不漫顶岸线占比 |         |         | 80.8%                     |           |      |

表 4-11 BK3+525-BK5+425 河段建设前齐岸标准洪水水面线试算成果表

| 桩号      | 左岸高程（m） | 右岸高程（m） | 现状齐岸标准                    |           |      |
|---------|---------|---------|---------------------------|-----------|------|
|         |         |         | 流量<br>（m <sup>3</sup> /s） | 水位<br>（m） | 是否漫顶 |
| 3+525   | 14.6    | 13.86   | 85                        | 13.15     | 否    |
| 3+725   | 14.65   | 13.45   | 85                        | 12.34     | 否    |
| 3+975   | 10.12   | 12.57   | 85                        | 11.42     | 左岸漫顶 |
| 4+250   | 14.13   | 12.95   | 85                        | 10.86     | 否    |
| 4+500   | 12.95   | 11.01   | 85                        | 10.3      | 否    |
| 4+650   | 11.04   | 11.06   | 85                        | 10.23     | 否    |
| 4+750   | 9.4     | 10.37   | 85                        | 10.21     | 左岸漫顶 |
| 5+000   | 10.72   | 10.21   | 85                        | 9.95      | 否    |
| 5+250   | 9.49    | 9.56    | 85                        | 9.55      | 左岸漫顶 |
| 5+425   | 8.52    | 9.81    | 85                        | 8.62      | 左岸漫顶 |
| 不漫顶岸线占比 |         |         | 80.0%                     |           |      |

表 4-12 BK3+525-BK5+425 河段建设后齐岸标准洪水水面线试算成果表

| 桩号      | 左岸高程（m） | 右岸高程（m） | 现状齐岸标准                    |           |      |
|---------|---------|---------|---------------------------|-----------|------|
|         |         |         | 流量<br>（m <sup>3</sup> /s） | 水位<br>（m） | 是否漫顶 |
| 3+525   | 14.65   | 14.65   | 175                       | 13.7      | 否    |
| 3+725   | 14.65   | 13.45   | 175                       | 12.55     | 否    |
| 3+975   | 11.27   | 12.57   | 175                       | 12.42     | 左岸漫顶 |
| 4+250   | 14.13   | 12.26   | 175                       | 11.44     | 否    |
| 4+500   | 12.95   | 11.01   | 175                       | 10.78     | 否    |
| 4+650   | 11.04   | 11.06   | 175                       | 10.73     | 否    |
| 4+750   | 9.4     | 10.37   | 175                       | 10.69     | 两岸漫顶 |
| 5+000   | 10.72   | 10.21   | 175                       | 10.21     | 否    |
| 5+250   | 9.49    | 9.56    | 175                       | 9.49      | 否    |
| 5+425   | 8.52    | 9.81    | 175                       | 8.87      | 左岸漫顶 |
| 不漫顶岸线占比 |         |         | 80.0%                     |           |      |

表 4-13 BK5+425-BK8+701 河段建设前齐岸标准洪水水面线试算成果表

| 桩号    | 左岸高程（m） | 右岸高程（m） | 现状齐岸标准                    |           |      |
|-------|---------|---------|---------------------------|-----------|------|
|       |         |         | 流量<br>（m <sup>3</sup> /s） | 水位<br>（m） | 是否漫顶 |
| 5+425 | 8.52    | 9.81    | 100                       | 8.78      | 左岸漫顶 |
| 5+750 | 7.56    | 8.59    | 100                       | 8.39      | 左岸漫顶 |
| 5+975 | 8.78    | 8.8     | 100                       | 8.25      | 否    |
| 6+250 | 8       | 8.04    | 100                       | 8.17      | 两岸漫顶 |
| 6+650 | 7.71    | 11.34   | 100                       | 8.09      | 左岸漫顶 |
| 6+982 | 8.31    | 9.5     | 100                       | 7.99      | 否    |
| 7+000 | 8.16    | 9.5     | 100                       | 6.07      | 否    |
| 7+250 | 6.37    | 7       | 100                       | 5.49      | 否    |
| 7+400 | 5.7     | 6.94    | 100                       | 5.13      | 否    |
| 7+421 | 4.5     | 6.14    | 100                       | 5.07      | 左岸漫顶 |
| 7+550 | 5.54    | 5.92    | 100                       | 5.08      | 否    |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|         |      |      |       |      |   |
|---------|------|------|-------|------|---|
| 7+750   | 6.1  | 7.62 | 100   | 4.9  | 否 |
| 8+000   | 5.01 | 6.59 | 100   | 4.86 | 否 |
| 8+153   | 4.77 | 5.23 | 100   | 3.87 | 否 |
| 8+250   | 3.88 | 7.25 | 100   | 3.84 | 否 |
| 8+500   | 2.78 | 4.51 | 100   | 2.41 | 否 |
| 8+701   | 2.26 | 6.78 | 100   | 1.03 | 否 |
| 不漫顶岸线占比 |      |      | 82.4% |      |   |

表 4-14 BK5+425-BK8+701 河段建设后齐岸标准洪水水面线试算成果表

| 桩号      | 左岸高程（m） | 右岸高程（m） | 现状齐岸标准                    |           |      |
|---------|---------|---------|---------------------------|-----------|------|
|         |         |         | 流量<br>（m <sup>3</sup> /s） | 水位<br>（m） | 是否漫顶 |
| 5+425   | 8.52    | 9.81    | 175                       | 8.87      | 左岸漫顶 |
| 5+750   | 8.39    | 10.3    | 175                       | 8.7       | 左岸漫顶 |
| 5+975   | 8.8     | 9.99    | 175                       | 8.58      | 否    |
| 6+250   | 8.04    | 9.9     | 175                       | 8.51      | 左岸漫顶 |
| 6+650   | 8.19    | 9.74    | 175                       | 8.41      | 左岸漫顶 |
| 6+982   | 8.31    | 9.5     | 175                       | 8.29      | 否    |
| 7+000   | 8.16    | 9.5     | 175                       | 6.94      | 否    |
| 7+250   | 6.37    | 7       | 175                       | 5.82      | 否    |
| 7+400   | 5.7     | 6.94    | 175                       | 5.39      | 否    |
| 7+421   | 5.6     | 6.14    | 175                       | 5.42      | 否    |
| 7+550   | 5.54    | 5.92    | 175                       | 5.29      | 否    |
| 7+750   | 6.1     | 7.62    | 175                       | 5         | 否    |
| 8+000   | 5.25    | 6.59    | 175                       | 4.97      | 否    |
| 8+153   | 4.77    | 5.23    | 175                       | 4.42      | 否    |
| 8+250   | 3.88    | 7.25    | 175                       | 4.35      | 左岸漫顶 |
| 8+500   | 2.78    | 4.51    | 175                       | 2.95      | 左岸漫顶 |
| 8+701   | 2.26    | 6.78    | 175                       | 1.73      | 否    |
| 不漫顶岸线占比 |         |         | 82.4%                     |           |      |



根据表 4-3~4-8，不同工况流量下建设后河道水面线整体均有不同程度的下降。根据表 4-9~4-14 对比可知，本项目治理河段在齐岸标准下，现状桩号 BK0+000-BK2+300、BK3+525-BK5+425 和 BK5+425-BK8+701 河段过流能力分别为  $25.0\text{m}^3/\text{s}$ 、 $85.0\text{m}^3/\text{s}$  和  $100\text{m}^3/\text{s}$ 。本项目实施后对河道进行清淤疏浚，桩号 BK0+000-BK2+300、BK3+525-BK5+425 和 BK5+425-BK8+701 河段过流能力分别提升至  $88.0\text{m}^3/\text{s}$ 、 $175.0\text{m}^3/\text{s}$  和  $175\text{m}^3/\text{s}$ ，较现状过流能力分别增加了 252%、106%和 75%。由以上成果说明本项目的实施可以有效提升大茅水河道的过流能力，治理效果较好。

## 5 工程布置及建筑物

### 5.1 编制规范及资料

- (1) 《防洪标准》GB50201-2014；
  - (2) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL252-2017；
  - (3) 《水利水电工程初步设计报告编制规程》SL/T619-2021；
  - (4) 《堤防工程设计规范》GB50286-2013；
  - (5) 《中国地震动参数区划图》GB18306-2015；
  - (6) 《水工混凝土结构设计规范》DL5057-2018；
  - (7) 《水工建筑物荷载设计规范》SL744-2018；
  - (8) 《水工建筑物抗震设计规范》GB51247-2018；
  - (9) 《水电水利工程设计工程量计算规定》SL328-2018；
  - (10) 《水利水电工程边坡设计规范》（SL386-2016）；
  - (11) 《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007）；
  - (12) 《灌溉与排水工程设计标准》（GB50288-2018）；
  - (13) 《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）；
  - (14) 《河湖生态保护与修复规划导则》（SL709-2015）；
  - (15) 《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）；
  - (16) 武汉大学水利水电学院《水力计算手册》（第二版）；
- 其他有关的法律、法规、条例和技术标准。

### 5.2 工程等别及建筑物级别

#### 5.2.1 工程等别、主要建筑物级别和相应洪水标准

- (1) 大茅水防洪标准

本项目所涉河道大茅水穿越三亚市吉阳区，跨越吉阳区境内安罗村、新村、田独村、中廖村和大茅村，经调查，大茅水流域所在区域均为乡村防护区，根据《防洪标准》（GB50201-2014）中表 4.2.1 和表 4.3.1 的相关规定，大茅水流经的乡村人口约 4 万人，耕地 24652.3 亩，乡村防护区的防护等级为Ⅳ级，相应防洪标准应为 10~20 年。

根据三亚市水利水电勘测设计院于 2015 年 7 月编制完成并获三亚市水务局批准的《三亚市大茅水上游河道治理规划》成果可知，海榆东线公路桥以上河道采用的防洪标准为 20 年一遇。

综上所述，根据国家现行《防洪标准》（GB50201-2014）及《三亚市大茅水上游河道治导线规划》相关规定，同时综合考虑本次大茅水流域流经区域的保护人口、防护等级、所属区域未来的发展规模、社会经济地位和技术经济条件等多方面因素，确定本项目所涉大茅水的防洪标准为 20 年一遇。

## (2) 本项目治理标准

本项目治理河段现状部分河段两岸为基本农田，导致项目用地红线受限，河道断面行洪能力受限，部分河段无法满足 20 年一遇的防洪要求。综合考虑项目实际情况，本项目治理标准采用分段的形式，涉及村庄河段治理标准与河道防洪标准一致取 20 年一遇，涉及农田河段采用齐岸标准（即遇某场洪水时，80%断面的洪水水面线低于岸线，则该场洪水标准即为齐岸标准）。

本工程范围内河道的防洪标准为 20 年一遇，堤防等级为 4 级，主要建筑物为 4 级，次要建筑物 5 级，临时建筑物为 5 级，其中导流管及施工围堰取 5 级。

## 5.2.2 工程抗震标准

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版）附录 A.0.17 条和《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2015），拟建建筑场地抗震设防烈度为 6 度，所属的设计地震分组为第一组，设计基本地震加速度值

为 0.05g，反应谱特征周期为 0.35s。

根据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）内容，拟建项目抗震类别属于标准设防类（丙类），对于抗震设防类别为丙类的建筑物，应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施和地震作用，即按 6 度设防有关要求采用抗震构造措施。

依据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 版）表 4.1.3、表 4.1.6，并结合地方经验判定，场地土类型主要为中软土，建筑场地类别为 II 类。建筑场地属对构筑物抗震一般地段。场地内不存在发震断裂。项目场区地震动峰值加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.35s，设计地震分组为第一组，抗震设防烈度为 6 度。

### 5.3 堤线选择

本工程总体布置上坚持“因势利导，因地制宜”的原则，结合上位规划，以防洪为目标，以遵照水系原走向为原则进行工程布局，强化系统思维，以防洪为目标，尽可能满足行洪要求和各方面用地需求。本项目在本阶段对工程河段的堤线进行了方案比选，结合上位规划、实际地形、工程施工及投资等拟定两套方案，具体内容如下：



图 5-1 方案一平面布置图

图 5-2 方案二平面布置图

表 5-3 大茅水平面方案比选表

| 比较项目 | 方案一   | 方案二   |
|------|---|---|
| 方案   | (1) 方案采用设计标准为5年以下洪水标准对现状岸坡进行防护；河道治理总长为10.78km<br>(2) 设计河床宽度为10~30m。 | (1) 采用设计标准为20年一遇洪水标准对现状岸坡进行防护；河道治理总长为10.78km；<br>(2) 设计河床宽度为40~60m。 |
| 优点   | (1) 占地面积较少；<br>(2) 施工较为便利；<br>(3) 工程投资较少。                           | (1) 在设计洪水标准下，洪水不出槽；<br>(2) 河道过流断面较大；                                |
| 缺点   | (1) 对现状土质岸坡进行防护，不满足规划治导线洪水标准；                                       | (1) 工程占地面积较大；<br>(2) 施工难度大；<br>(3) 工程投资多。                           |

经过两个方案比选：方案二虽满足规划治导线的防洪标准，但占用农田面积大，需要征地面积大等因素不利于项目的落地实施；方案一虽不满足规划治导线的防洪标准，但两岸多为农田或不符合建设河道的其他用地，根据《防洪标准》（GB50201-2014）因地制宜确定防洪标准：在现状河道用地较

宽、村庄段或其他可满足防洪标准建设的情况下，采用方案二“采用设计标准为 20 年一遇洪水标准对现状岸坡进行防护”，能做到保护两岸用地和居民的生活出行安全；在农田段，则以保护农田区的河段治理宜以岸坡防冲、疏通和稳定河槽为主要目的，允许洪水在农作物耐受时间内淹浸农田。两个方案结合使用，既能同时保障村庄段的防洪安全，又能农田段现状边坡免遭洪水冲刷，有利于项目落实建设。

## 5.4 工程总布置

### 一、布置原则

结合河道地形、现有工程、城市规划及治导线规划等进行行洪分析，确定河道行洪宽度，以确保河势的稳定和水流顺畅，对有防洪隐患的河段河道进行治理，提高河道的行洪能力，大茅水沿岸完善的防洪工程体系，并为河道管理提供科学依据，实现沿河土地资源有序开发、利用和管理，拓展地区经济发展空间。

堤线布置总体上保持历史河道走势不变，结合城镇总体规划及分区段的地形地貌条件，围绕防洪治理的目标，采用斜坡式和混合堤型布置。在局部河段根据现状河道周边土地利用情况及工程征地协调难易情况进行优化，使其尽可能满足行洪要求和各方面用地需求。本工程河道中心线总长为 10608m，保留现状浆砌石挡墙堤岸，拓宽部分不满足行洪要求的河段，结合两岸用地规划，统筹考虑河道行洪及绿化，设计生态及自然驳岸，清障河槽，贯通两岸堤顶步道。

在现状河道用地较宽、村庄段或其他可满足防洪标准建设的情况下，采用方案二“采用设计标准为 20 年一遇洪水标准对现状岸坡进行防护”，能做到保护两岸用地和居民的生活出行安全；在农田段，则以保护农田区的河段治理宜以岸坡防冲、疏通和稳定河槽为主要目的。

针对大茅水沿线水环境现状存在问题，建设水环境治理工程，提升吉阳

区河流防洪能力，改善流域水环境，以防洪为核心，构建吉阳区河流水生态基底，沿线营建活力氛围，构建吉阳区河流活力长廊，将大茅水治理成安全、生态、智慧的河流。并结合以下方面进行梳理建设：

（1）坚持综合协调、统筹兼顾的原则。综合协调河岸线与沿河经济发展、城市发展、土地利用等相关规划的关系。综合考虑规划河段上下游、左右岸可能的治理开发问题，在调查了解社会经济、河势变化及已有的河道整治工程情况的基础上，合理确定河道治理方案。处理好整体利益与局部利益关系，统筹上下游、左右岸的需求，坚持人水和谐，协调发展。

（2）依照河势演变规律因势利导。按照河道演变规律，因势利导，稳定河道主流位置，改善水流、泥沙运动和河床冲淤状况，调整和控制河势，保障防洪安全、河势稳定、水生态环境等经济社会的综合要求。

（3）在保证行洪安全的前提下，充分利用现有工程，本着经济可行，技术合理的原则确定河道堤线。确保沿河两岸城镇、村庄、耕地、红树林的安全，也尽量避免上下游、左右岸之间产生不必要的矛盾，同时，为土地开发创造条件。

（4）坚持立足现实、着眼未来，为河道行洪、河道整治留有余地。不仅要考虑三亚市境内区域经济发展状况，更要考虑防洪的需要，以及方案实施的可行性。

## 二、总体布置

本次大茅水整治长度(中心长度)为 10608m，整治河段分为两段，其中 A 段为三浓水库溢洪道末端~半岭桥段，整治长度（中心长度）为 1907m，整治起点为三浓水库溢洪道下游，整治终点为半岭桥交汇处；B 段为芭蕉桥至白水桥段，整治长度（中心长度）为 8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为白水桥。

A 段整治长度（中心长度）为 1907m，整治起点为三浓水库溢洪道末端，整治终点为半岭桥交汇处：A 段沿着现状河道布设，按设计标准拓宽河道，

整治河底宽度为 9.2~17.5m。该段河道堤防型式主要采用两种型式，第一种为混合堤型断面形式，采用抛块石护脚，格宾石笼墙护岸，7220 型水土保持毯加撒草籽护坡到堤顶；第二种为斜坡式堤型的断面形式，常水位以下采用抛块石护脚，常水位以上采用 7220 型水土保持毯加撒草籽护坡到堤顶。

B段整治长度（中心长度）为8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为223国道白水桥处：B段沿着现状河道布设，按设计标准拓宽河道，保留农田段的河道宽度，整治河底宽度为5.12~24.18m。该段河道堤防型式主要采用两种型式，第一种为混合堤型断面形式，采用抛块石护脚，格宾石笼墙护岸，7220 型水土保持毯加撒草籽护坡到堤顶；第二种为斜坡式堤型断面形式，常水位以下采用抛块石护脚，常水位以上采用7220 型水土保持毯加撒草籽护坡到堤顶。

## 5.5 堤身设计

### 5.5.1 堤身结构型式

本堤防级别为 4 级，相应黏性土填筑压实度不小于 0.91，无黏性土填筑相对密度不小于 0.60。

根据本工程现场地质、地形、水流、施工条件、运用要求等因素，堤岸结构型式一般可分为坡式、坝式、墙式及其他型式。根据以上因素，本工程的堤身结构型式结合岸坡改造采用了坡式、坡式+墙式等结合体，主要坡度为 1:1.5~1:3.5，具体详见横断面设计图。

对河道断面结构型式，应按照因地制宜、就近取材的原则，根据河道所处的地理位置、保护对象和地质条件、河道堤身状况、筑堤材料、水流、风浪特性、施工条件、运用和管理要求，结合区域使用功能，周边生态环境、景观美化、工程造价等因素，经技术经济比较后综合选定。结合本工程的特点，并结合可研阶段断面结构型式比较优化，综合分析比较，本工程从减少



占地及必要的景观塑造的角度，主要断面结构型式考虑采用混合堤。

### 5.5.2 堤岸结构设计

常用的直立式岸墙结构形式主要有：浆砌石结构、混凝土结构及宾格石笼结构等。对各种结构特点及工程投资分析对比如下：

浆砌石挡墙：结构整体性较好，抗变形能力强，但施工质量较难保障，现有河道坍塌挡墙大部分为浆砌石挡墙。

石笼挡墙：石笼挡墙是一种将蜂巢形状的格网组装成箱笼，并装入块石等填充料后，用作护岸生态植被的新技术。生态效果好，适应变形能力强。

混凝土挡墙：混凝土挡墙是水利工程常见的结构形式，结构强度高，整体性好。

砌石挡墙：砌石挡墙是介于干砌石挡墙与浆砌石挡墙之间的新型挡墙结构形式，主要采用干砌石、素混凝土交叉铺筑，通过混凝土咬合上下层干砌石结构，挡墙整体性较好。

表 5-1 挡墙性能比较表

| 挡墙型式  | 工程造价                 | 优缺点                                  | 备注 |
|-------|----------------------|--------------------------------------|----|
| 石笼挡墙  | 580 元/m <sup>3</sup> | 生态效果较好，适应变形能力强，<br>但后期维护管理难度大，投资一般   | 采用 |
| 混凝土挡墙 | 850 元/m <sup>3</sup> | 结构强度高，整体性好，抗变形能力强，<br>施工质量容易控制，施工难度小 |    |
| 浆砌石挡墙 | 685 元/m <sup>3</sup> | 整体性较好，抗变形能力强，投资小，<br>但施工质量较难保障       |    |
| 砌石挡墙  | 690 元/m <sup>3</sup> | 生态效果较好，结构强度较高，整体性好，<br>施工简单          |    |

结合工程特点，综合考虑用地条件，现状周边环境条件，同时结合工程的安全性、经济性、实用性、生态性，对不同河段采用不同的岸墙结构，主要采用石笼挡墙和抛石及雷诺护垫等断面形式。

### 5.5.3 堤顶高程设计

根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）7.3.1 条的规定，堤顶高程应按设计洪水位加堤顶超高确定。堤顶高程计算公式如下：

$$Z_p = H + Y$$

其中： $Z_p$ ——堤顶高程（m）；

$H$ ——设计洪水位（m）；

$Y$ ——堤顶超高（m）。

堤顶超高  $Y$  计算公式如下：

$$Y = R + e + A$$

式中： $Y$ ——堤顶超高（m）；

$R$ ——设计波浪爬高（m）；

$e$ ——设计风壅水面高度（m）；

$A$ ——安全加高值（m）。

风浪要素的计算公式如下：

$$\frac{g\bar{H}}{V^2} = 0.13th[0.7(\frac{gd}{V^2})^{0.7}]th\{\frac{0.0018(\frac{gF}{V^2})^{0.45}}{0.13th[0.7(\frac{gd}{V^2})^{0.7}]}\}$$

$$\frac{g\bar{T}}{V} = 13.9(\frac{g\bar{H}}{V^2})^{0.5}$$

$$\frac{gt_{\min}}{V} = 168th(\frac{g\bar{T}}{V})^{3.45}$$

$$L = \frac{g\bar{T}^2}{2\pi}th\frac{2\pi d}{L}$$

式中： $\bar{H}$ ——平均波高（m）；

$\bar{T}$ ——平均波周期（s）；

$t_{\min}$ ——风浪达到稳定状态的最小风时（s）；

$V$ ——计算风速（m/s）；

$F$ —风区长度（m）；

$d$ —水域平均水深（m）；

$L$ —波长(m)。

波浪爬高的计算公式如下：

$$R_{1\%} = \frac{K_{\Delta} K_v K_{1\%}}{\sqrt{1+m^2}} \sqrt{HL}$$

式中： $R_{1\%}$ —累积频率为 1%的波浪爬高（m）；

$K_{\Delta}$ —坝坡的糙率渗透性系数，取  $K_{\Delta} = 0.525$ ；

$K_v$ —经验系数，取  $K_v = 1.02$ ；

$K_{1\%}$ —累积频率换算系数，取  $K_p = 1.17$ 。

风壅水面高度计算公式如下：

$$e = \frac{KV^2F}{2gd} \cos \beta$$

式中： $e$ —计算点处的风壅水面高度（m）；

$\beta$ —计算风向与坝轴线法线的夹角，取 $\beta=0^\circ$ 。

$K$ —综合摩阻系数，取  $K=3.6 \times 10^{-6}$ 。

#### 5.5.4 堤顶宽度

根据《防洪标准》（GB50201-2014）表 4.3.1（城市防护区的防护等级和防洪标准）规定，确定本工程各水系两岸防洪标准为 20 年一遇，相应堤防工程级别为 4 级。按照《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）7.4.1 条的规定，4 级堤防堤顶宽度不宜小于 3m。

根据套三类图成果及规划选址意见，本项目现状河岸两侧多为基本农田、耕地、建设用地，城镇开发边界及其他特殊用地，项目用地红线需避让以上地类，部分河段（上游村庄段）可按 20 年一遇设计洪水标准进行疏挖及边坡防护，疏挖后现状岸坡高度可满足设计洪水位高程，洪水不出槽，农田段两

岸因用地原因无法按 20 年一遇设计洪水标准进行疏挖防护，且现状两岸高程低于设计洪水位，故本项目考虑对现状岸坡进行防护，利用农田作为滞洪区，不设堤防。

### 5.5.5 护坡厚度计算

本项目设计根据河流的流速、流向特性及保护河道建筑物，护坡主要采用抛石护坡及植草等自然生态护坡形式，抛石护坡参考干砌块石护坡的护面厚度计算公式计算，根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）附录 D. 3. 1 条规定，在波浪作用下，本工程斜坡雷诺护垫和抛石护坡的厚度按下式计算：

$$t = K_1 \frac{\gamma}{\gamma_b - \gamma} \frac{H}{\sqrt{m}} \sqrt[3]{\frac{L}{H}}$$

式中：K1——系数，按照一般干砌石可取 0.266；

$\gamma_b$ ——块石的重度（kN/m<sup>3</sup>），取 17 kN/m<sup>3</sup>；

$\gamma$ ——水的重度（kN/m<sup>3</sup>），取 9.81 kN/m<sup>3</sup>；

H——计算波高（m）， $d/L > 0.125$ ，取 H4%；

L——波长（m）；

m——斜坡坡率，取 2~4。

经计算，抛石护坡的计算厚度 t 为 0.43cm，设计厚度均为 50cm。

### 5.5.6 护坡设计

#### 水位变动区边坡防冲方案设计

对护岸材料的选择，以保证堤防防洪安全为前提，按照经济、生态、环保的原则选定材料。在选择材料时主要考虑以下四方面：一是为减少水面线抬高，所选衬砌材料糙率应较小；二是考虑河道行洪抗冲刷因素；三是考虑水生态建设需要；四是考虑生态环境要求。为此，本阶段对以下几种护砌材料进行了对比，综合选择最优护岸材料。

从构成护岸边坡的土层抗冲刷能力及岸坡渗透变形角度分析，设计时应  
对护岸边坡进行防护，以保证边坡抗冲刷要求及渗透稳定安全要求。本次主  
要针对河道常水位附近护坡，选用六种生态护坡方案进行比选。

### 方案一：抛石护坡

抛石护坡水位变化区域绿化覆盖率较好，且生态生态环境效果明显，自  
然河岸护坡效果明显。抛石护坡工程实例照片如下所示：



图 5.5.7-1 抛石护坡

### 方案二：格构梁生态混凝土

生态混凝土在覆土条件下，绿化效果较好，为保证表面草皮根部伸入混  
凝土空隙，覆土厚度在 40~60mm 为宜。但水位变化区在水位变动过程中，  
覆土易流失，且生态混凝土表面的植被在高温季节的养护要求较高。生态混  
凝土工程实例照片如下所示：



图 5.5.7-2 生态混凝土护坡

### 方案三：雷诺护垫

雷诺护垫是厚度在 0.17-0.3m 的网箱结构，在现场用于装填石头。主要用



作河道、岸坡、路基边坡护坡结构。既可防止河岸遭水流、风浪侵袭而破坏，又实现了水体与坡下土体间的自然对流交换功能，达到生态平衡。坡上植绿可增添生态环境、绿化效果。

**整体性：**利用防腐处理的钢丝经机编六角网双绞合网制作成长方形箱体，箱体内填装石料，各箱体用扎丝连接，整体性好。

**刚柔性：**属柔性防护，抗压强度高，柔性好。箱体内填石在外力作用下，受箱体的限制，填石间越加密实。当地基变形和受到超设计侧向外力时，能够很好的适应地基变形，不会削弱整个结构，不易产生垮塌、断裂等破坏。

**透水性：**坡体不需要设计排水孔，受地表水和地下水的影响不大，不易产生破坏。透水性好。通过植被根系把巢室、上下层土壤、无纺土工布等结合成一个整体的多层防护结构。

**耐久性：**抗冲刷好，受施工质量和地基条件限制小，整体结构耐久性好。

镀高尔凡雷诺护垫适应长期浸没及根部冲刷条件的护坡。工程实例照片如下所示：



图 5.5.7-3 镀高尔凡雷诺护垫

#### 方案四：7220 型水土保持毯

1、土壤握持率高：实验表明，草皮形成以前，该产品的土壤握持率高达98%以上。

2、抗水流冲刷能力强：该系列产品能够抵御 3-7m/s 的流水冲刷，保护坡、岸及河道的稳定，防止水土流失。

3、水土保持毯黑色产品性质：在阳光下能保持温度，使得即使施工季节

气温较低，也能确保种子顺利发芽。

4、耐酸碱腐蚀，无毒无污染，耐腐蚀的惰性环保材料，可用于水源工程。

5、三维开孔结构，孔隙率达 95%，土壤在其中可确保稳定与整体性，同时为种子发芽创造适宜的微型环境。这种结构可为植物根系提供加筋作用。网垫凹凸起伏的形状可以促使水流形成细小旋涡，达到水利消能的效果，为边坡提供整体的稳定的保护环境。

生态水土保持毯，它由聚酰胺（pa）干拉一次成型，可铺设在边坡表面，并播种植物，为各类边坡提供即时性和较久性的保护，适用于全球各种环境的水土流失与园艺工程。

工程实例照片如下所示：

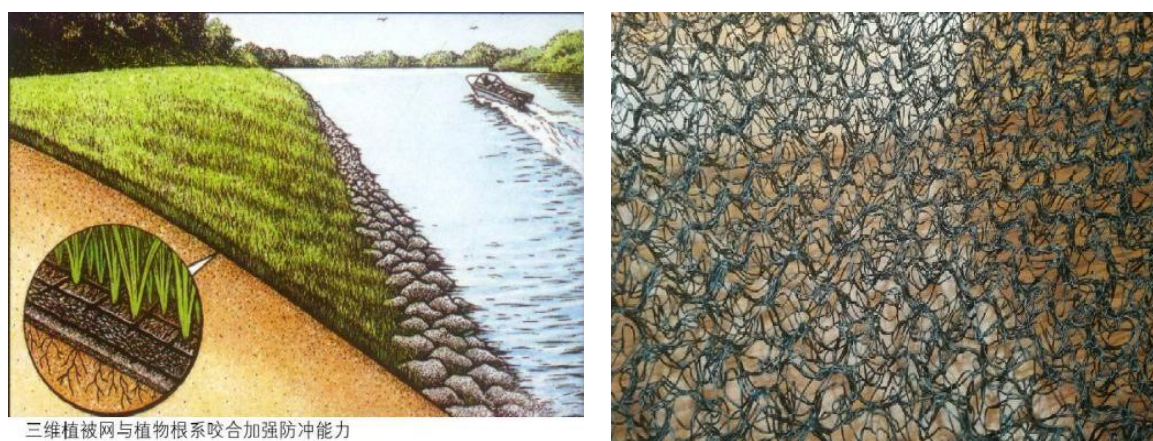


图 5.5.7-4 7220 型水土保持毯护坡

#### 方案五：植物护岸

草类植物覆盖率高，价格低廉，是常用的护岸方式。坡面处理及立地条件接近自然，从生态环境功能考虑，无疑是上佳选择，但其护砌效果与植物生长状况密切相关。如草类植物栽种当年，易被雨水冲刷形成深沟，影响护砌及生态环境效果。而且长期浸泡水下，行洪速度超过 3m/s 的土堤迎水坡面防洪重点地段及坡度小于 2 的情况下一般不宜采用。

#### 方案六：三维土工网垫植草护岸

三维土工网垫植草护坡是一种结合了土工网和植物护坡优点的工程技术，它在水土保持、边坡防护和生态环境改善等方面具有显著的优势。以下

是三维土工网垫植草的主要特点：

1. 结合土工网和植物护坡的优点

三维土工网垫植草技术综合了土工网和植物护坡的优点，起到了复合护坡的作用。这种技术不仅显著提高了边坡的整体和局部稳定性，而且有利于边坡植被的生长，同时工程造价也较低。

2. 提供良好的固土性能

三维土工网垫具有优良的固土性能，能够有效防止水土流失，增加绿化面积，改善生态环境。它的底层为一高膜量基础层，能防止变形和水土流失，表层为起泡层，填入土壤，种上草籽，是非常理想的土壤植被防护材料。

3. 消能作用明显

三维土工网垫的结构能够在水流冲击下起到消能作用，减少水流对边坡的侵蚀。当边坡的植被覆盖率达到 30%以上时，能承受小雨的冲刷；覆盖率达 80%以上时能承受暴雨的冲刷。

4. 网络加筋作用突出

三维土工网垫的网络结构能够起到加筋作用，分散土体应力，限制侧向位移，增强稳定性。这种加筋作用对于提高边坡的抗滑能力和稳定性至关重要。

5. 保温功能良好

三维土工网垫的结构能够提供一定的保温功能，有助于植物在不同气候条件下的生长。这对于在寒冷地区或季节变化大的地区进行边坡绿化尤为重要。

6. 便于施工和维护

三维土工网垫的施工相对简单，可以通过机械化施工快速完成，节省后期养护费用。此外，由于植物的生长对边坡进行了加固，减少了冲刷和清理费用及危险灾害的发生。

7、具有较强的抗冲能力



植物生长起来后形成的复合保护层，具有较强的抗冲能力。在一定时间内可承受特定流速的水流冲刷，例如二天内可经受 3-4m/s 的水流冲刷，4-5 小时内可经受 5-6m/s 的水流冲刷。

综上所述，三维土工网垫植草技术是一种集成了多种功能的生态工程技术，它不仅能够提供有效的边坡防护，还能够促进植被生长，改善生态环境，具有较高的工程应用价值。

方案比较见下表 5-4。

表 5-4 护坡方案综合比较表

| 项目     | 植物护岸  | 水土保持毯               | 三维土工网               | 雷诺护垫                   | 生态混凝                   | 抛石护坡                   |
|--------|-------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 护砌强度   | 低     | 较高                  | 较高                  | 高                      | 高                      | 中                      |
| 抗冲刷能力  | 一般    | 好                   | 好                   | 好                      | 好                      | 好                      |
| 抗淘刷能力  | 一般    | 好                   | 好                   | 好                      | 较好                     | 好                      |
| 植被覆盖率  | > 80% | > 80%               | > 80%               | > 60%                  | > 60%                  | > 75%                  |
| 生态环境效果 | 好     | 好                   | 好                   | 好                      | 较好                     | 好                      |
| 生态效果   | 好     | 好                   | 较好                  | 较好                     | 较好                     | 较好                     |
| 工程造价   | 低     | 18 元/m <sup>2</sup> | 15 元/m <sup>2</sup> | 165 元/m <sup>2</sup> 厚 | 120 元/m <sup>2</sup> 厚 | 115 元/m <sup>2</sup> 厚 |
| 结论     | 比选    | 推荐                  | 比选                  | 比选                     | 比选                     | 推荐                     |

根据上述分析，本工程对于坡式护岸，主要采用水土保持毯垫、抛石护坡等自然生态护坡形式。

### 5.5.8 护脚设计

a、本工程的堤防护脚主要采用格宾挡墙和抛填块石作为护脚结构。在选择材料时主要考虑以下几点：

- 1) 考虑抗冲刷因素；
- 2) 考虑水生态建设需要；
- 3) 考虑生态环境要求。

#### b、护脚抗冲刷计算

根据地质参数找准最不利断面进行冲刷深度计算，同时根据设计水面线结果，河道流速最大 5.4m/s，大于土质、中粗砂质河床允许不冲流速，为减

轻河道冲刷，防止水土流失，须对人工坡面、迎流顶冲及，采取工程措施予以防冲保护。

### ①平顺河段冲刷深度计算

采用《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）中平顺岸坡脚冲刷深度计算公式：

$$h_B = h_p \times \left[ \left( \frac{V_{cp}}{V_{允}} \right)^n - 1 \right]$$

$h_B$ ——局部冲刷深度（m），从水面算起；

$h_p$ ——冲刷处的水深（m），近似设计水位最大深度代替；

$V_{cp}$ ——平均流速（m/s）；

$V_{允}$ ——允许不冲流速（m/s）；

$n$ ——与防护岸坡在平面上的形状有关，一般取  $n=1/4$

由上式计得不同河段冲刷深度 0.39~0.45m。故该河段护脚采用埋深 0.8m 的抛石基础。

### ②弯段冲刷深度计算

采用《堤防工程设计规范》中斜冲脚冲刷深度计算公式：

$$\Delta h_p = \frac{23tg \frac{\alpha}{2} v_j^2}{\sqrt{1+m^2} g} - 30d$$

$\Delta h_p$ ——从河底算起的局部冲深(m)；

$\alpha$ ——水流流向与岸坡交角(度)；

$m$ ——防护建筑物迎水面边坡系数；

$d$ ——坡脚处土壤计算粒径（cm）。取 2cm；

$v_j$ ——水流的局部冲刷流速(m/s)。

河段段水流平直，流向与岸坡交角不大，故采用弯段冲刷深度计算，由

上式计得河道冲刷深度 0.42m~0.55m，故该河段护脚采用格宾挡墙埋深 1.0m 及抛石护脚。

### 5.5.9 块石稳定计算

根据《堤防工程设计规范》(GB50286-2013)，确定块石稳定的重量。

根据《堤防工程设计规范》附录 D.3.4 中在水流作用下防护工程护坡、护脚块石保持稳定的抗冲粒径按下式计算：

$$d = \frac{V^2}{C^2 2g \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}}$$

$$W = \frac{\pi}{6} \gamma_s d^3$$

式中：d 为折算直径(m)，按球型折算；W 为石块重量(kN)；V 为水流流速(m/s)；g 为重力加速度(m/s<sup>2</sup>)；C 为石块运动的稳定系数，水平底坡 C=1.2，倾斜底坡 C=0.9； $\gamma_s$  为石块的容重(kN/m<sup>3</sup>)； $\gamma$  为水的容重(kN/m<sup>3</sup>)。

经过计算，本次单个抛石粒径确定约为 40cm~50cm。

### 5.5.10 断面设计

结合工程特点，综合考虑用地条件，现状周边环境条件，同时结合工程的安全性、经济性、实用性、生态性，堤型断面采用以下断面形式。

#### 一、A 段河道堤岸标准断面

##### 1、标准型式（一）

混合堤型断面形式，采用抛块石护脚，格宾石笼墙护岸，7220 型水土保持毯加撒草籽护坡到堤顶，堤型断面形式见图 5-1。

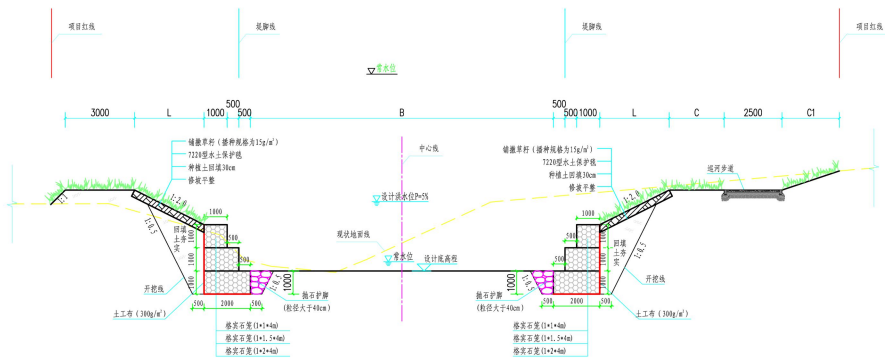


图 5-1 A 段标准断面型式（一）

2、标准型式（二）

斜坡式堤型的断面形式，常水位以下采用抛块石护脚，常水位以上采用 7220 型水土保持毯加撒草籽护坡到堤顶。堤型断面形式见图 5-2。

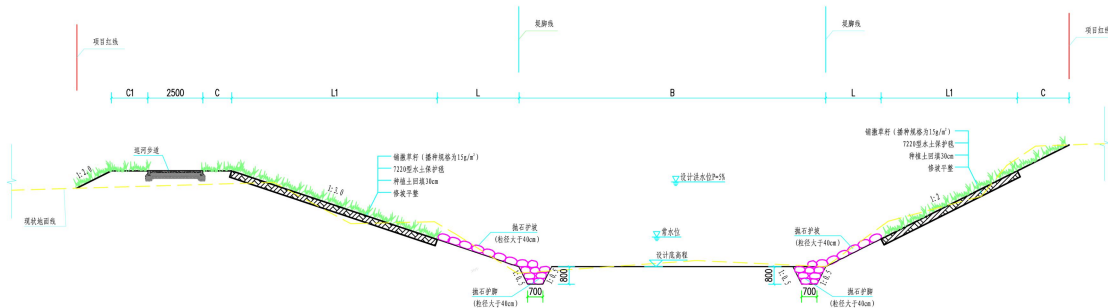


图 5-2 A 段标准断面型式（二）

二、B 段河道堤岸标准断面

1、标准型式（一）

混合堤型断面形式，采用抛块石护脚，格宾石笼墙护岸，抛块石及 7220 型水土保持毯加撒草籽护坡到堤顶，堤型断面形式见图 5-3。

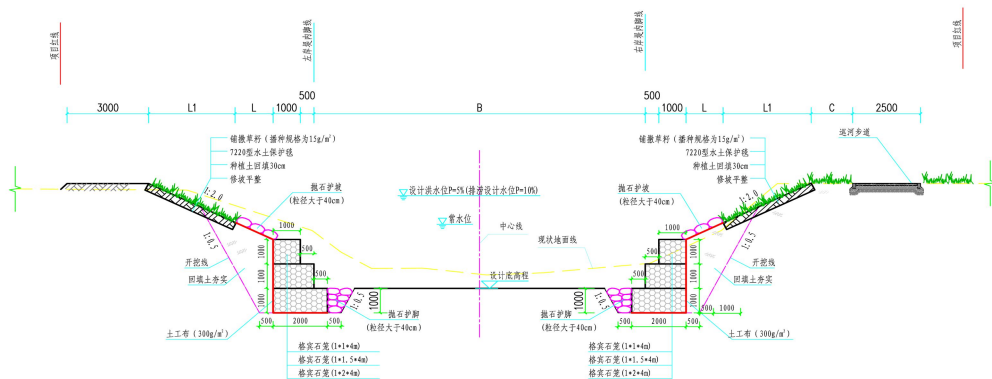


图 5-3 B 段标准断面型式（一）

2、标准型式（二）

斜坡式堤型的断面形式，采用格宾石笼及抛块石护脚，7220 型水土保持毯加撒草籽护坡到堤顶，堤型断面形式见图 5-4。

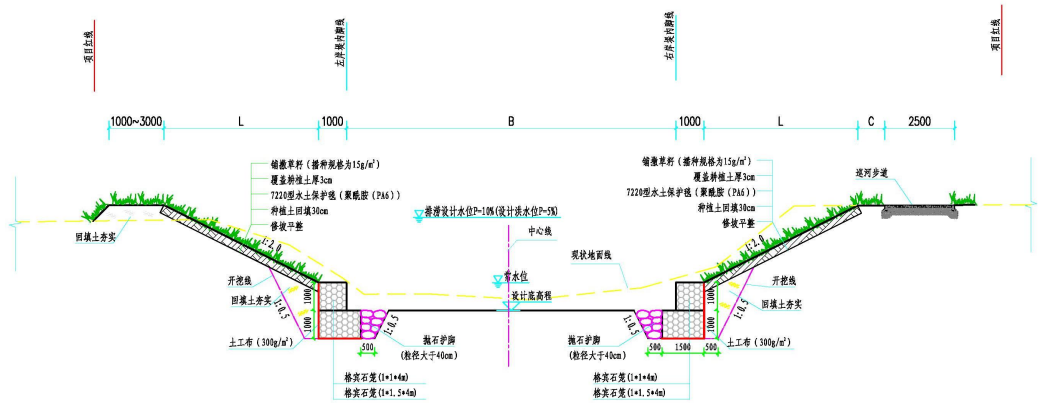


图 5-4 B 段标准断面型式（二）

3、标准型式（三）

斜坡式堤型的断面形式，常水位以下采用抛块石护脚，常水位以上采用 7220 型水土保持毯加撒草籽护坡到堤顶。堤型断面形式见图 5-5。

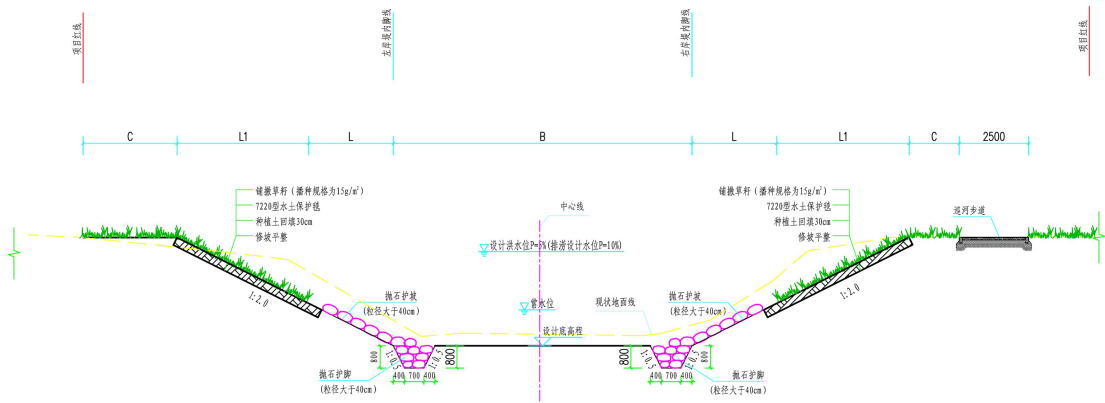


图 5-5 B 段标准断面型式（三）

4、标准型式（四）

混合堤型断面形式，采用抛块石护脚，格宾石笼墙护岸，7220 型水土保持毯加撒草籽护坡到堤顶，堤型断面形式见图 5-6。

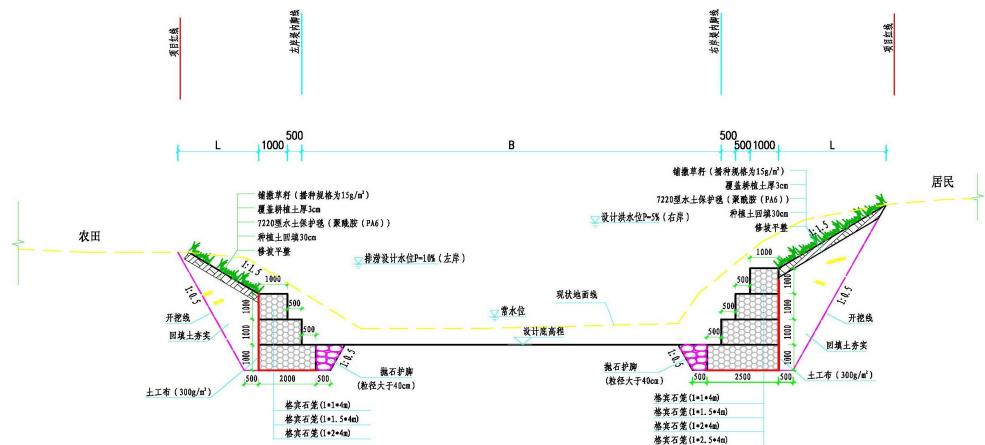


图 5-6 B 段标准断面型式（四）

5.5.11 堤防稳定分析

1、堤防稳定设计参数及计算方法

根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013），堤防边坡抗滑稳定计算可采用瑞典圆弧滑动法，土坡抗滑稳定计算方法可分为总应力法和有效应力法，总应力法计算公式如下：

$$K = \frac{\sum [(W \pm V) \cos \alpha - ub \sec \alpha - Q \sin \alpha] \tan \varphi' + c' b \sec \alpha}{\sum [(W \pm V) \sin \alpha + M_c / R]}$$

- 式中：W——条块重量（kN）；
- Q、V——水平和垂直地震惯性力（V向上为负，向下为正）（kN）；
- u——作用于土条底面的空隙压力（kN/m<sup>2</sup>）；
- $\alpha$ ——条块重力线与通过此条块底面中点的半径之间的夹角（°）；
- b——条块宽度（m）；
- $c'$ 、 $\varphi'$ ——土条底面的有效凝聚力（kN/m<sup>2</sup>）和有效内摩擦角（°）；
- $M_c$ ——水平地震惯性力对圆心的力矩（kN·m）；
- R——圆弧半径（m）。

2、安全系数和地基应力要求

河道边坡整体稳定验算应满足如下规定：

正常运用条件： $K \geq 1.35$ ；

非常运用条件： $K \geq 1.20$ 。

根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013），对于4级建筑物，要求设计低水位工况：抗滑稳定安全系数  $KS \geq 1.35$ ；地震低水位工况：抗滑稳定安全系数  $KS \geq 1.20$ 。

### 3、堤防抗滑稳定计算成果

#### 1) 计算断面选取

本工程治理段，根据工程地质钻孔显示，堤基基础自上而下主要由①-1 杂填土①、-2 耕植土、①-3 素填土、②-1 淤泥混砂、②-2 低液限粘土、、②-3 中砂②-4 低液限粘土、②-5 中砂、②-6 砂混淤泥、②-7 细砂、②-8 碎石③-1 强风化花岗岩、④-1 强风化砂岩等等组成。根据堤防断面型式、填筑材料、运用情况和工程地质条件，选择软弱土层即②-1 淤泥混砂较深厚部位及综合坡比最陡作为典型断面，进行边坡稳定计算。

为验证河道、堤防边坡确定的合理性，本阶段对两种结构型式堤身分别选取典型断面进行岸坡稳定复核算。

a. 非顶冲段堤岸：BK6+550河道左岸，整体抗滑稳定验算；

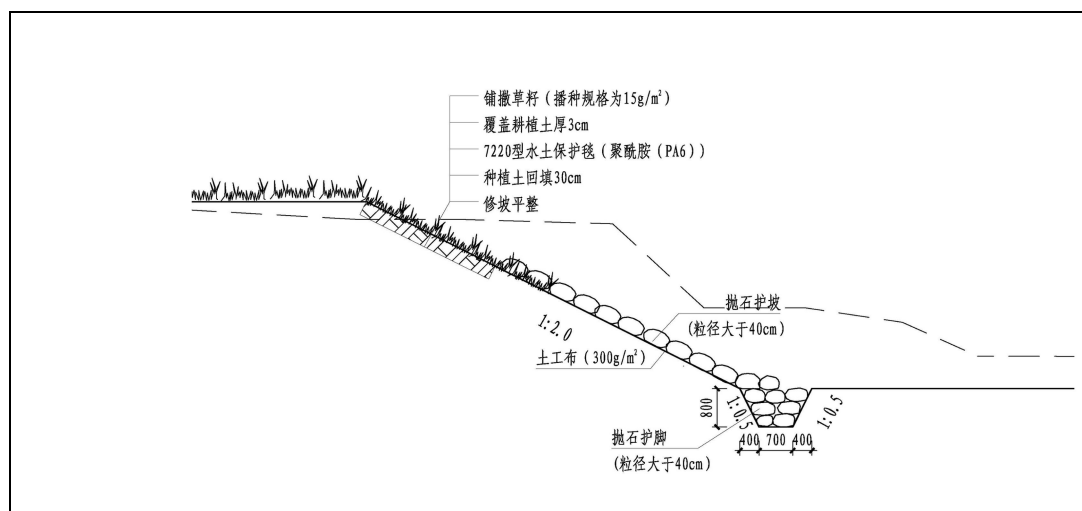


图 5-8 BK6+550 河道左岸设计图

b. 顶冲段堤岸：BK3+450河道右岸，整体抗滑稳定验算；

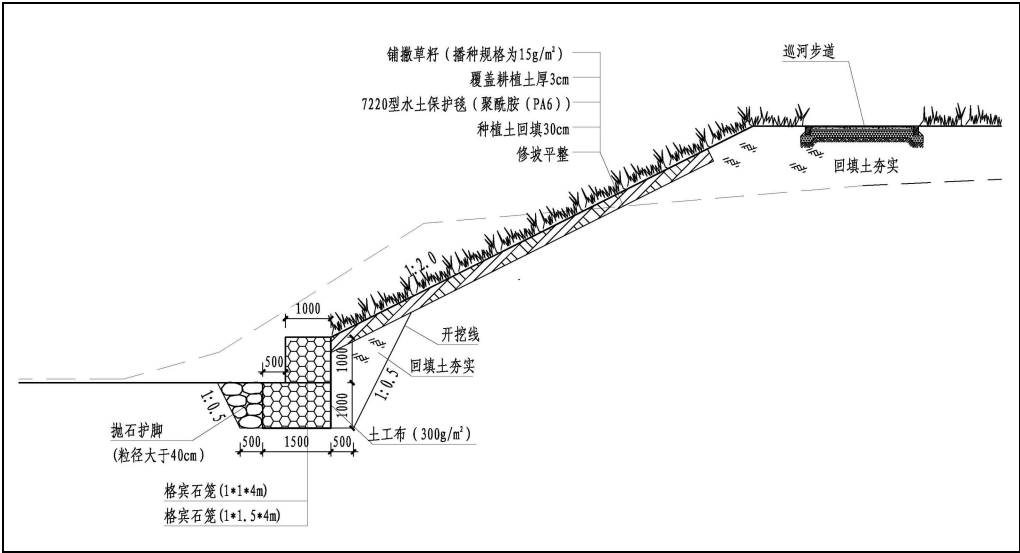


图 5-9 BK3+450 河道右岸设计图

2) 计算工况

根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）规定：堤防边坡抗滑稳定计算可分为正常运用条件和非常运用条件。各种情况下其临水侧、背水侧的水位组合可参见下表。

表 5-5 堤防边坡稳定计算工况及水位组合

| 运用情况   | 计算工况     | 计算边坡 | 临水侧水位（m） | 地下水位（m） |
|--------|----------|------|----------|---------|
| 正常运用条件 | 设计洪水位下   | 背水坡  | 14.74    | 9.95    |
|        | 设计洪水位骤降期 | 迎水坡  | 14.74    | 9.95    |
| 非常运用条件 | 施工期      | 迎水坡  | 10.15    | 9.95    |

注：地下水位根据各钻孔实际测量高程取值。

3) 荷载组合

堤防稳定计算作用荷载主要有自重、水压力 and 堤顶车辆及人群荷载。

由于河道改造后只设堤顶巡查步道则不考虑运行期堤顶车辆；施工期堤顶荷载按 20kN/m<sup>2</sup> 考虑，分布宽度为临时施工道路，宽度为 5 米宽。

4) 土层力学参数选定

堤防抗滑稳定计算各土层物理力学指标见下表。



表 5-6 堤防各土层物理力学指标表

| 土屋编号及名称   | 指<br>标 | 天然状态物理性质指标  |             |             |        |             | 饱和<br>重<br>度<br>$\gamma_{sat}$ | 液<br>限<br>$W_L$ | 塑<br>限<br>$W_P$ | 塑<br>性<br>指<br>数<br>$I_p$ | 液<br>性<br>批<br>数<br>$IL$ | 压<br>缩<br>模<br>量<br>$E_{s_{0.1 \sim 0.2}}$ | 内<br>摩<br>擦<br>角<br>$\Phi$ | 内<br>聚<br>力<br>$C$ |
|-----------|--------|-------------|-------------|-------------|--------|-------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------------|--------------------------|--|----------------------------|--------------------|
|           |        | 含<br>水<br>量 | 湿<br>密<br>度 | 干<br>密<br>度 | 比<br>重 | 孔<br>隙<br>比 |                                |                 |                 |                           |                          |  |                            |                    |
|           |        | $W$         | $\rho$      | $\rho_d$    | $G_s$  | $e$         |                                |                 |                 |                           |                          |  |                            |                    |
|           |        | %           | $g/cm^3$    | $g/cm^3$    |        |             | $kN/m^3$                       | %               | %               |                           |                          | Mpa  | 度                          | KPa                |
| ①-1 杂填土   | 建议值    | /           | /           | /           | /      | /           | /                              | /               | /               | /                         | /                        | /  | (10)                       | (10)               |
| ①-2 耕植土   | 建议值    | /           | /           | /           | /      | /           | /                              | /               | /               | /                         | /                        | /  | (15)                       | (5)                |
| ①-3 素填土   | 建议值    | /           | /           | /           | /      | /           | /                              | /               | /               | /                         | /                        | /  | (20)                       | (10)               |
| ②-1 淤泥混砂  | 建议值    | /           | /           | /           | /      | /           | /                              | /               | /               | /                         | /                        | /  | (3)                        | (8)                |
| ②-2 低液限粘土 | 样本     | 13          | 12          | 12          | 13     | 12          | 12                             | 13              | 13              | 13                        | 11                       | 11   | 12                         | 12                 |
|           | 最大值    | 32.10       | 2.03        | 1.73        | 2.71   | 0.885       | 20.90                          | 37.40           | 24.60           | 13.00                     | 0.70                     | 7.18                                       | 16.60                      | 41.70              |
|           | 最小值    | 17.3        | 1.9         | 1.4         | 2.7    | 0.566       | 19.1                           | 27.3            | 15.2            | 10.2                      | 0.28                     | 4.1  | 8.0                        | 20.5               |
|           | 平均值    | 26.0        | 1.96        | 1.55        | 2.71   | 0.746       | 19.8                           | 32.2            | 20.2            | 11.9                      | 0.55                     | 4.9  | 10.9                       | 28.0               |
|           | 大值均值   | 28.44       | 2.01        | 1.64        | 2.71   | 0.792       | 20.35                          | 34.00           | 21.78           | 12.51                     | 0.60                     | 6.34                                       | 13.94                      | 35.72              |
|           | 小值均值   | 22.14       | 1.94        | 1.51        | 2.70   | 0.655       | 19.53                          | 30.03           | 17.78           | 11.04                     | 0.39                     | 4.40                                       | 8.7                        | 22.5               |
|           | 建议值    | 26.0        | 1.96        | 1.55        | 2.71   | 0.746       | 19.8                           | 32.2            | 20.2            | 11.9                      | 0.55                     | 4.4  | 8.7                        | 22.5               |
| ②-3 中砂    | 建议值    | /           | /           | /           | /      | /           | /                              | /               | /               | /                         | /                        | /  | (20)                       | (5)                |
| ②-4 低液限粘土 | 样本     | 11          | 10          | 10          | 11     | 10          | 10                             | 11              | 11              | 11                        | 7                        | 9  | 10                         | 10                 |
|           | 最大值    | 27.50       | 2.05        | 1.74        | 2.72   | 0.772       | 21.0                           | 39.7            | 25.1            | 15.4                      | 0.58                     | 7.07                                       | 17.0                       | 49.4               |
|           | 最小值    | 12.2        | 1.94        | 1.52        | 2.70   | 0.555       | 19.6                           | 25.9            | 13.7            | 10.6                      | 0.27                     | 4.32                                       | 10.0                       | 24.2               |
|           | 平均值    | 23.5        | 1.97        | 1.58        | 2.71   | 0.716       | 20.0                           | 32.8            | 20.6            | 12.2                      | 0.37                     | 5.73                                       | 13.6                       | 34.9               |
|           | 大值均值   | 25.88       | 2.03        | 1.63        | 2.71   | 0.753       | 20.43                          | 35.57           | 23.06           | 13.52                     | 0.51                     | 6.56                                       | 15.10                      | 41.87              |
|           | 小值均值   | 17.17       | 1.95        | 1.54        | 2.70   | 0.660       | 19.80                          | 27.98           | 16.23           | 11.15                     | 0.30                     | 4.44                                       | 10.02                      | 27.86              |
|           | 建议值    | 23.5        | 1.97        | 1.58        | 2.71   | 0.716       | 20.0                           | 32.8            | 20.6            | 12.2                      | 0.37                     | 4.44                                       | 10.02                      | 27.86              |
| ②-5 中砂    | 建议值    | 16.5        | /           | /           | /      | /           | /                              | /               | /               | /                         | /                        | /  | (20)                       | (5)                |
| ②-6 砂混淤泥  | 建议值    | 24.7        | /           | /           | /      | /           | /                              | /               | /               | /                         | /                        | /  | (10)                       | (5)                |
| ②-7 细砂    | 建议值    | 21.8        | /           | /           | /      | /           | /                              | /               | /               | /                         | /                        | /  | (15)                       | (8)                |
| ②-8 碎石    | 建议值    | 19.1        | /           | /           | /      | /           | /                              | /               | /               | /                         | /                        | /  | (30)                       | (10)               |
| ③-1 粘土质砂  | 样本     | 8           | 8           | 8           | 8      | 8           | 8                              | 8               | 8               | 8                         | 6                        | 8  | 8                          | 8                  |
|           | 最大值    | 28.40       | 1.97        | 1.59        | 2.72   | 0.896       | 20.0                           | 38.9            | 24.1            | 14.8                      | 0.55                     | 7.05                                       | 14.2                       | 37.4               |
|           | 最小值    | 23.4        | 1.83        | 1.43        | 2.71   | 0.703       | 19.1                           | 29.3            | 17.2            | 12.1                      | 0.29                     | 4.73                                       | 9.4                        | 29.8               |
|           | 平均值    | 26.1        | 1.86        | 1.47        | 2.72   | 0.845       | 19.3                           | 35.4            | 21.5            | 13.9                      | 0.39                     | 5.8  | 11.8                       | 33.5               |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|           |      |       |      |      |      |       |       |       |       |       |      |      |       |       |
|-----------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
|           | 大值均值 | 27.65 | 1.97 | 1.54 | 2.72 | 0.87  | 19.70 | 36.88 | 23.00 | 14.36 | 0.55 | 6.72 | 13.20 | 36.10 |
|           | 小值均值 | 24.50 | 1.84 | 1.45 | 2.71 | 0.77  | 19.22 | 31.70 | 20.05 | 13.07 | 0.35 | 5.17 | 10.43 | 31.88 |
|           | 建议值  | 26.1  | 1.86 | 1.47 | 2.72 | 0.845 | 19.3  | 35.4  | 21.5  | 13.9  | 0.39 | 5.17 | 10.43 | 31.88 |
| ③-2 低液限粘土 | 样本   | 8     | 7    | 7    | 8    | 7     | 7     | 8     | 8     | 8     | 8    | 7    | 7     | 7     |
|           | 最大值  | 27.50 | 1.97 | 1.56 | 2.71 | 0.775 | 19.8  | 35.8  | 23.6  | 12.2  | 0.45 | 5.97 | 13.1  | 33.4  |
|           | 最小值  | 25.1  | 1.94 | 1.52 | 2.70 | 0.733 | 19.6  | 32.8  | 21.6  | 10.2  | 0.17 | 5.07 | 9.6   | 27.2  |
|           | 平均值  | 26.3  | 1.95 | 1.55 | 2.70 | 0.746 | 19.7  | 33.5  | 22.6  | 10.9  | 0.34 | 5.6  | 10.6  | 31.1  |
|           | 大值均值 | 26.83 | 1.96 | 1.56 | 2.71 | 0.761 | 19.80 | 34.80 | 23.43 | 11.40 | 0.38 | 5.84 | 12.15 | 32.48 |
|           | 小值均值 | 25.73 | 1.95 | 1.53 | 2.70 | 0.737 | 19.68 | 33.10 | 22.14 | 10.40 | 0.26 | 5.17 | 9.96  | 29.27 |
|           | 建议值  | 26.3  | 1.95 | 1.55 | 2.70 | 0.746 | 19.7  | 33.5  | 22.6  | 10.9  | 0.34 | 5.17 | 9.96  | 29.27 |

工程基础开挖和疏浚的土料中的①-3 素填土、②-2 低液限粘土、②-3 中砂、②-4 低液限粘土、③-1 粘土质砂、③-2 低液限粘土经筛选后可作为堤内回填土料，就地取材，相当方便。

表 5-7 回填土料物理力学性质指标建议值

| 土名   | 天然含水量 | 天然密度              | 土粒比重 | 干密度               | 饱和度  | 孔隙比   | 最大干密度             | 最优含水量 | 塑性指数 | 内摩擦角 | 粘聚力 | 压缩系数 | 压缩模量              | 渗透系数                 |
|------|-------|-------------------|------|-------------------|------|-------|-------------------|-------|------|------|-----|------|-------------------|----------------------|
|      | %     | g/cm <sup>3</sup> |      | g/cm <sup>3</sup> | %    | e     | g/cm <sup>3</sup> | %     | Ip   | 度    | kPa | MPa  | MPa <sup>-1</sup> | cm/s                 |
| 砂质粘土 | 23.5  | 1.92              | 2.68 | 1.55              | 86.4 | 0.729 | 1.60              | 24.70 | 12.4 | 24   | 25  | 0.24 | 7.20              | 2.7×10 <sup>-4</sup> |
| 粘土质砂 | 21.0  | 1.95              | 2.67 | 1.61              | 85.2 | 0.658 | 1.67              | 22.10 | 15.8 | 31   | 12  | 0.21 | 7.90              | 8.1×10 <sup>-4</sup> |

### 5) 计算结果及分析

计算结果见下表。

表 5-8 典型断面稳定分析计算成果表

| 堤段及堤防断面       | 计算边坡 | 抗滑稳定安全系数K |          |      |
|---------------|------|-----------|----------|------|
|               |      | 设计洪水位下    | 设计洪水位骤降期 | 施工期  |
| BK3+450河道右岸断面 | 迎水坡  | /         | 1.52     | 1.38 |
|               | 背水坡  | 1.5       | /        | /    |
| 允许安全系数        |      | 1.15      | 1.15     | 1.05 |

根据上表显示，堤防边坡抗滑稳定安全系数均满足规范要求。下阶段需对土体物理力学指标进一步明确后，再进一步复核。

### 5.5.12 挡墙稳定计算

堤防挡土墙为格宾挡墙，挡土墙的稳定计算包括挡土墙抗滑、抗倾覆稳定计算以及地基承载力验算三个方面的内容。取堤防挡墙最大截面进行挡墙稳定计算，本堤防挡墙最大高度取 3.0m。

1) 挡土墙的抗滑稳定，由以下公式进行验算。

$$K_c = \frac{f \sum W}{\sum P}$$

式中： $k_c$ —抗滑稳定安全系数；

$f$ —挡墙与基岩接触面的抗剪摩擦系数，取 0.35；

$\sum G$ —作用于挡墙上的全部荷载对计算滑动面的法向分量；

$\sum P$ —作用于挡墙上的全部荷载对计算滑动面的切向分量。

2) 挡土墙的抗倾覆稳定,由公式(5-17)进行验算。

$$k_0 = \frac{\sum my}{\sum m_0} \quad (5-17)$$

式中： $\sum M_y$ —作用于墙体的荷载对墙前趾产生的稳定力矩；

$\sum M_0$ —作用于墙体的荷载对墙前趾产生的倾覆力矩；

$K_0$ —抗倾覆稳定安全系数。

计算得堤防最大断面的抗滑、抗倾覆安全系数列于下表 5-9 中。由表 5-9 可以看出，在各种运用条件下，挡墙的抗滑、抗倾覆安全系数均大于允许值，所以挡墙抗滑、抗倾覆稳定满足要求。

3) 地基承载力验算：

最大地基应力在刚竣工墙前无水时出现。单位长的墙在垂直压力作用下，墙底前、后缘的地基应力按下式计算：

$$\sigma_{\min}^{\max} = \frac{\sum G}{B} \left( 1 \pm \frac{6e_0}{B} \right)$$

式中： $\Sigma G$ —单位墙的垂直压力；

$B$ —挡土墙底宽，m；

$e_0$ —外力合力作用点离开底板中心的偏心矩。

计算得：格宾挡墙最大地基承载力为 85kpa，此段大部分基地主要为③-1 粘土质砂、为②-2 低液限粘土、②-3 中砂、③-2 低液限粘土，承载力建议值分别为  $f=130\text{kPa}$ 、 $f=100\text{kPa}$ 、 $f=130\text{kPa}$ ，计算值小于地基允许承载力 90kpa，最小地基承载力不小于零，由此可见，现状地基满足要求，不需要做地基处理。

表 5-9 堤防挡土墙抗滑和抗倾覆计算成果表

| 类型<br>工况 | 基底应力（kpa）       |                 | 抗滑   |      | 抗倾覆  |      |
|----------|-----------------|-----------------|------|------|------|------|
|          | $\sigma_{\max}$ | $\sigma_{\min}$ | 设计值  | 允许值  | 设计值  | 允许值  |
| 正常运用条件   | 121.50          | 48.8            | 1.31 | 1.20 | 2.25 | 1.40 |
| 非常运用条件   | 123.45          | 50.7            | 1.15 | 1.05 | 2.04 | 1.30 |

根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）规定，土基挡墙基本荷载组合条件下的抗滑稳定安全系数应不小于 1.20，特殊荷载组合条件下的抗滑稳定安全系数应不小于 1.05；基本荷载组合条件下的抗倾覆稳定安全系数应不小于 1.40，特殊荷载组合条件下的抗倾覆稳定安全系数应不小于 1.30，根据表 5-9 显示，挡墙运行工况、施工工况抗滑稳定均满足规范要求。

### 5.5.13 渗流及渗透稳定分析

#### 1) 计算断面选取

工程区地下水类型主要有分布于第四系松散层中的孔隙水。孔隙水主要分布于松散地层中，埋深较浅。地基地下水主要受孔隙水的影响，尤其是砂性土层中，含水量较丰富，接受大气降水补给。

根据地形、地质资料及填土透水层分布，选取最厚且堤后地势较低的典型堤防断面作为计算断面，进行渗透出逸比降及渗透稳定计算。

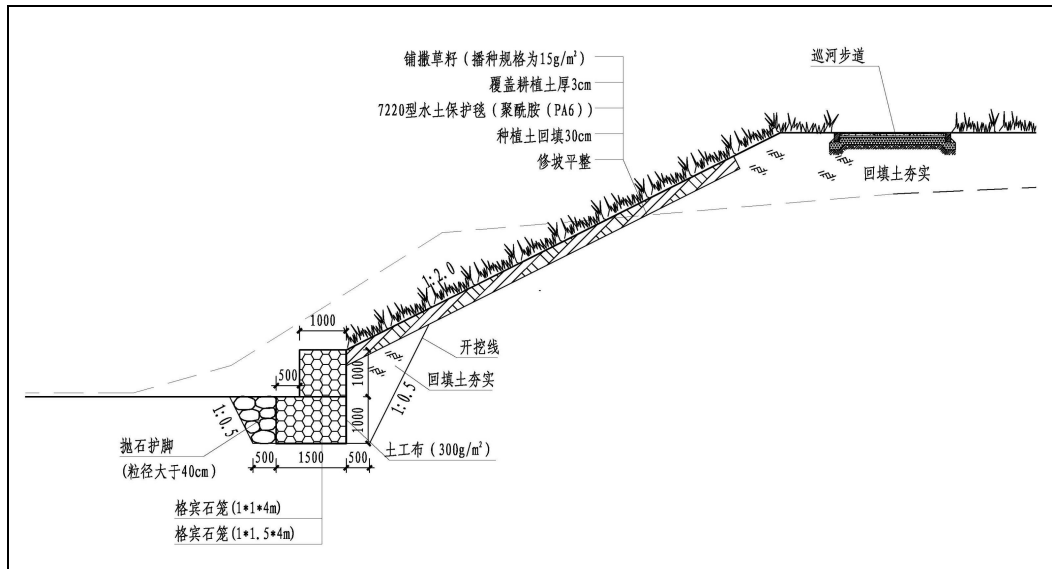


图 5-10 BK3+450 河道右岸设计图

## 2) 计算方法

根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）E.3.1 条规定，透水堤基上的均质土堤应将堤身和堤基的渗流量分开计算，堤身、堤基单位宽度渗流量之和按下式计算：

$$q = q_D + k_0 \frac{(H_1 - H_2)T}{L + m_1 H_1 + 0.88T}$$

$$\frac{q_D}{k} = \frac{H_1^2 - h_0^2}{2(L_1 - m_2 h_0)}$$

式中： $q$ —堤身、堤基单位宽度渗流量之和 $[\text{m}^3 / (\text{s} \cdot \text{m})]$ ；

$q_D$ —不透水地基上求得的相同排水形式的均质土堤单位宽度渗流量 $[\text{m}^3 / (\text{s} \cdot \text{m})]$ ；

$k_0$ —堤基渗透系数（ $\text{m/s}$ ）；

$H_1$ —上游水位（ $\text{m}$ ）；

$H_2$ —下游水位（ $\text{m}$ ）；

$T$ —渗流在背水坡坡脚出现所需时间；

$L$ —上游水位与上游堤坡交点距下游堤脚的水位距离（ $\text{m}$ ）；

$m_1$ —上游坡坡率；

$k$ —堤身渗透系数（m/s）；

$h_0$ —下游出逸点高度；

$m^2$ —下游坡坡率。

透水堤基上的均质土堤下游无水时，坡脚渗流比降按下式计算：

$$J = \frac{1}{\sqrt{1+m_2^2}} \left( \frac{h_0}{y} \right)^{0.25}$$

$$J = \frac{1}{2\sqrt{m_2}} \sqrt{\frac{h_0}{x}}$$

式中： $J$ —下游无水背水坡出口比降；

$x$ —浸润线上任意一点距出逸点的水平距离（m）；

$y$ —浸润线上任意一点距下游坡脚的垂直高度（m）。

### 3）计算工况

根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013），大堤渗流计算内容如下：当浸润线在背水侧堤坡逸出时，应计算出逸点的位置、逸出段与背水侧堤基表面的出逸坡降。

水位组合，主要取设计洪水位工况（临水侧 14.74m、背水侧 13.52m）的背水侧堤坡。

#### a. 计算参数

根据《地质勘察报告》推荐的各土层渗透性指标，选定各土层渗透系数，大堤各土层渗透系数见下表。

表 5-10

堤基各土层渗透系数表

| 岩土层名称      | 渗透系数/透水率建议值                        | 透水性   |
|------------|------------------------------------|-------|
| ①-1 杂填土    | $k=6.0 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ | 强透水性  |
| ①-2 耕植土    | $k=8.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ | 弱透水性  |
| ①-3 素填土    | $k=5.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ | 中等透水性 |
| ②-1 淤泥混砂   | $k=3.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ | 弱透水性  |
| ②-2 低液限粘土  | $k=2.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ | 弱透水性  |
| ②-3 中砂     | $k=5.0 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ | 中等透水性 |
| ②-4 低液限粘土  | $k=8.0 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ | 微透水性  |
| ②-5 中砂     | $k=5.0 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ | 中等透水性 |
| ②-6 砂混淤泥   | $k=7.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ | 弱透水性  |
| ②-7 细砂     | $k=2.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ | 中等透水性 |
| ②-8 碎石     | $k=8.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ | 中等透水性 |
| ③-1 粘土质砂   | $k=6.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ | 弱透水性  |
| ③-2 低液限粘土  | $k=8.0 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ | 微透水性  |
| ④-1 强风化花岗岩 | $k=6.0 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ | 中等透水性 |
| ④-2 弱风化花岗岩 | $q=8.0 \text{Lu}$                  | 弱透水性  |
| ⑤-1 强风化砂岩  | $k=8.0 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ | 中等透水性 |
| ⑤-1 弱风化砂岩  | $q=8.0 \text{Lu}$                  | 弱透水性  |

堤身填土渗透系数根据《地质勘察报告》中土料的击实试验成果选用，填土选用击实后按③-1 粘土质砂渗透系数取值为  $k=6.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。

#### b. 计算结果及分析

堤防渗透计算采用有限元法进行分析，典型断面在稳定渗流期背水坡出逸比降和渗流量计算结果见下表。

表 5-11 典型断面渗透出逸比降和渗流量计算成果表

| 堤防断面桩号  | 设计洪水位工况                         |       |
|---------|---------------------------------|-------|
|         | 单宽渗流量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ ) | 出逸坡降  |
| BK3+450 | 0.176                           | 0.108 |

由表上可知，计算断面堤防渗流出口处的出逸比降小于允许坡降 0.26，渗透出逸比降满足要求，不会产生破坏性渗漏。

### 5.5.14 沉降计算

根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013），本工程堤防应进行沉降计算，沉降计算应包括堤顶中心线处堤身和堤基的最终沉降量，并对计算结果按地区经验加以修正。取用平均低水位时的工况作为荷载计算条件。

#### 1) 计算断面和参数

根据地形、地质资料和堤型断面特征，选取堤身填土较高断面做为典型断面进行计算。本工程计算参数根据《地质勘察报告》选取，详见下表。

**表 5-12 堤基压缩模量选用值**

| 土层名称 |       | 压缩模量（MPa） |
|------|-------|-----------|
| ②-2  | 低液限粘土 | 4.40      |
| ②-4  | 低液限粘土 | 4.44      |
| ③-1  | 粘土质砂  | 5.17      |

#### 2) 计算方法及工后沉降控制标准

沉降根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）9.3.3 条规定，堤身和堤基的最终沉降量可按下式计算：

$$S = m \sum_{i=1}^n \left( \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i \right)$$

式中：S—最终沉降量（m）；

n—压缩层范围的土层数；

$e_{1i}$ —第 i 土层在平均自重应力作用下的孔隙比；

$e_{2i}$ —第 i 土层在平均自重应力和平均附加应力共同作用下的孔隙比；

$h_i$ —第 i 土层的厚度（mm）；

m—修正系数，可取 1.0，软土地基可采用 1.3~1.6。

根据 e~p 曲线计算各分级加荷下的沉降量以及竣工后残余沉降量，并为



分段提出堤防竣工后的预留超高。

## 5.6 清障疏浚工程

### 5.6.1 清障疏浚范围

大茅水河床经多年运行河床不断淤积，逐渐侵蚀过水断面，致使河道行洪不畅。根据本阶段实测地形及地勘资料，并经现场踏勘分析，河道内泥沙、杂草、建筑垃圾等行洪障碍物较多。本次设计拟在满足河道防洪标准要求和基本维持现状河底及保持现状河道走势不变的前提下，对本次设计河段进行清障疏浚。

A 段疏浚长度（中心长度）为 1907m，起点为三浓水库溢洪道末端，终点为半岭桥交汇处；B 段疏浚长度（中心长度）为 8701m，起点为芭蕉桥，终点为白水桥。

### 5.6.2 清障疏浚方案设计

根据设计纵坡及现状河底地形，本次清障主要包括河道丢摊、生活垃圾、杂草杂物，以及砖、石建筑废料等河床障碍物。本次清障疏浚结合岸坡的修整开挖，采用挖掘机直接进行疏浚开挖，对开挖出来的土方及垃圾采用自卸汽车直接运至指定的弃渣场。清障后河底高程详见河道纵断面图、横断面图。

开挖后的弃土具体利用由业主主导使用。

### 5.6.3 清障规模

清障疏浚深度拟定为 0.24~0.86m，疏浚边坡为 1: 2.0~1: 3.0，清障疏浚总量为 509262m<sup>3</sup>，其中石方开挖 9153m<sup>3</sup>，土方开挖 500109m<sup>3</sup>。

### 5.6.4 清障疏浚施工组织设计

采用挖掘机械与人工相结合的方法进行河道清障，然后由 5t 自卸汽车运至堆土场。

土方开挖主要用 1m<sup>3</sup> 挖掘机挖装 5~8t 自卸汽车运至弃渣场堆弃。石方开挖采用风钻钻孔爆破，人工或 1.0m<sup>3</sup> 挖掘机挖 5~8t 自卸汽车外弃，弃土点由业主指定。

土石方填筑采用 1m<sup>3</sup> 挖掘机挖装土，5~8t 自卸汽车自土料场运输至工作面，分层填筑，填筑层厚度不超过 0.3m，8~12t 压路机碾压，压实相对密实度要求不小于 0.90。

运输土方车辆应科学调度和加强管理，必须安装车辆密闭覆盖，防止渣土在运输过程中撒漏，污染道路；土方运输车辆运输建筑渣土时，必须遵守指定的时间和路线，按照核准后的规定路线和时间进行清运。所有运输建筑垃圾的车辆必须统一安装车载卫星定位系统，并在设定的行驶范围内运输；土方运输车辆在倾倒渣土时，必须倾倒在指定的受纳场，严禁在未经批准的地方倾倒渣土。倾倒后必须取得回执以备查验，确保渣土的正确处理和环境的保护。

## 5.7 建筑物设计

### 5.7.1 过水涵改造

本次治理河道段内目前有 6 座连通两岸乡村道路的过水涵，其现状过水能力较小，对行洪阻碍严重，现状过水涵基本情况如下表所示。

**表 5-13 现状过水涵基本情况一览表**

| 过水涵名称 | 所在桩号位置  | 桥宽  | 孔数 | 单孔（宽*高） | 桥长  |
|-------|---------|-----|----|---------|-----|
|       |         | (m) | 个  | (m)     | (m) |
| 1#过水涵 | AK0+110 | 4.5 | 1  | 7×3.5   | 7   |
| 2#过水涵 | AK0+425 | 4.5 | 2  | 5×2.5   | 14  |
| 3#过水涵 | AK0+650 | 4.5 | 1  | 7×1.8   | 7   |
| 4#过水涵 | BK2+380 | 4.5 | 3  | 3×4.5   | 13  |
| 5#过水涵 | BK7+420 | 4.0 | 1  | 6×3     | 11  |
| 6#过水涵 | BK8+150 | 4.0 | 1  | 6×3     | 11  |

#### 5.7.1.1 设计技术标准

本项目对现状 6 座过水涵进行改造，本改造过水涵采用多孔箱涵结构形式，其改造后过水涵主要参数表如下所示。

**表 5-14 过水涵改造后基本情况一览表**

| 过水涵名称 | 所在桩号位置  | 桥净宽(m) | 孔数(个) | 单孔（宽*高）（m） | 全长(m) |
|-------|---------|--------|-------|------------|-------|
| 1#过水涵 | AK0+110 | 4.5    | 4     | 4×3.7      | 18.7  |
| 2#过水涵 | AK0+425 | 4.5    | 4     | 4×3.9      | 18.7  |
| 3#过水涵 | AK0+650 | 4.5    | 4     | 4×2.8      | 18.7  |
| 4#过水涵 | BK2+380 | 4.5    | 4     | 4.5×6.1    | 19.5  |
| 5#过水涵 | BK7+420 | 4.5    | 4     | 4×4.3      | 18.7  |
| 6#过水涵 | BK8+150 | 4.5    | 4     | 4×3.7      | 18.7  |

##### 1) 设计规模

根据现场调查及本项目拟改建过水涵，改造后过水涵多孔跨径皆小于 30m，单孔跨径皆小于 20m，根据《公路桥涵通用设计规范》(JTGD60-2015) 表 1.0.5(桥梁涵洞分类)，本项目拟改造过水涵皆属于小桥。

**表 5-15 桥梁涵洞分类**

| 桥涵分类 | 多孔跨径总长 L (m) | 单孔跨径 L <sub>k</sub> (m) |
|------|--------------|-------------------------|
| 特大桥  | L>1000       | L <sub>k</sub> >150     |
| 大桥   | 100<L<1000   | 40<L <sub>k</sub> <150  |
| 中桥   | 30<L<100     | 20<L <sub>k</sub> <40   |
| 小桥   | 8<L<30       | 5<L <sub>k</sub> <20    |
| 涵洞   |              | L <sub>k</sub> <5       |

## 2) 涵面设计高程确定

不通航河流的桥面设计高程应按下列规定计算：

按设计水位计算桥面最低高程时，应按下式计算：

$$H = H_s + \sum \Delta h + \Delta h_1 + \Delta h_2$$

式中：H—桥面最低高程(m)；

H—设计水位(m)；

$\sum \Delta h$ —考虑壅水、浪高、波浪壅高、河湾超高、水拱、局部股流壅高(水拱与局部股流壅高只取其大者)、床面淤高、漂流物高度等诸因素的总和(m)；

$\Delta h_1$ —桥下净空安全值(m)，应符合表 7.4.1 的规定；

$\Delta h_2$ —桥梁上部构造建筑高度(m)，应包括桥面铺装高度。

**表 5-16 不通航河流桥下净空安全值**

| 桥梁的部位  |          | 高出计算水位 (m) | 高出最高流冰面 (m) |
|--------|----------|------------|-------------|
| 梁底     | 洪水期无大漂流物 | 0.50       | 0.75        |
|        | 洪水期有大漂流物 | 1.50       | —           |
|        | 有泥石流     | 1.00       | —           |
| 支承垫石顶面 |          | 0.25       | 0.50        |
| 拱脚     |          | 0.25       | 0.25        |

本项目改造过水涵均衔接乡村道路，结合现状两侧路面高程，本次交通桥安全超高取 0.5m。

### 5.7.1.2 过水涵设计原则

本工程遵循“安全可靠、技术先进、耐久适用、经济合理、注重环保和美观”的建设方针进行交通桥设计，并综合考虑使用要求、本地区的自然条件、材料来源、便于施工和养护等因素。重视与周围环境、公园、海滨景观的协调，重视交通桥造型美观，充分听取当地政府和有关主管部门的意见。

本工程桥涵设计除应符合部颁设计规范的有关规定外，还按以下原则执行：

（1）全面贯彻“安全、实用、经济、环保、美观”的技术方针。

（2）桥位布置综合考虑城市规划和公园整体布局、现状地形、水文地质等条件，以满足景区整体规划的要求。

（3）选用技术先进成熟、施工便捷的结构方案，保证桥梁建设的顺利进行。

（4）交通桥设计注重“以人为本”的设计理念。

（5）满足三亚地区对本工程环保方面的要求，满足可持续发展的要求。

### 5.7.1.3 结构选型

根据本工程的实际情况，从工程造价、工期、结构及其对该河道行洪影响情况等方面，本次过水涵改造采用多孔箱涵结构形式。

### 5.7.1.4 平、纵、横布置设计

#### （1）平面布置

本项目过水涵结合河道横断面和两岸连接需求布置，跨径主要考虑在河道两岸有道路连接处布置，各座交通桥根据需要适当调整跨径值，根据河道宽度确定跨径组合。

#### （2）横断面布置

交通桥标准横断面布置为：0.2（栏杆）+（行车道净宽）+0.2m（栏杆）。

#### （3）施工控制

1) 施工采用浅挖方法挖到完整岩基为准，基础为承台基础，承台必须在持力层之上。

2) 混凝土施工前，应根据设计和施工工艺要求提前开展混凝土配合比选择试验，并针对混凝土结构的特点和施工环境、使用环境等条件，制定施工过程中各个施工环节的质量控制内容与质量保证措施。重要混凝土结构应进行混凝土试浇筑，验证并完善混凝土的施工工艺。

3) 在炎热气候下浇筑混凝土时，入模前尽量降低模板、钢筋温度以及附近的气温，混凝土的入模温度不宜高于气温且不宜超过 30℃。

4) 混凝土养护期间，混凝土内部的最高温度不宜高于 65℃，混凝土表面的养护水温度与混凝土表面温度之间的温差不得大于 15℃。

5) 钢筋混凝土结构钢筋绑扎时须采取切实可行控制措施，保证钢筋保护层厚度。实际钢筋保护层厚度严格不小于设计值，正负误差不大于 5mm。

6) 施工时外形力求简洁，尽量避免暴露的棱角。结构的形状、布置和构造应有利于避免水、水气和有害物质在混凝土表面的积聚。

#### 5.7.1.5 主要材料

(1) 混凝土：本次过水涵采用的混凝土，除了垫层采用 C20 混凝土，其余部位均采用 C30 混凝土。

(2) 钢筋：普通钢筋采用 HRB400 钢筋，钢筋应符合《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》(GB 1499.1-2007)和《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB 1499.2-2007)的规定。

#### 5.7.1.6 过水能力计算

##### (1) 基本设计资料

##### 1) 依据规范及参考书目：

《灌溉与排水渠系建筑物设计规范》(SL 482-2011)，以下简称《灌排规范》

武汉大学水利水电学院《水力计算手册》（第二版）

中国水利水电出版社《涵洞》（熊启钧编著）

## 2) 计算参数:

计算目标: 已知洞身断面尺寸、进、出口水深, 确定设计流量。

进口型式: 八字墙。

洞身形状: 矩形

## (2) 计算过程

### 2) 计算公式

无压流短洞流量计算公式:

$$Q = \sigma \times \varepsilon \times m \times B \times (2g)^{0.5} \times H_o^{3/2} \quad <\text{式 1}>$$

### 3) 流量计算

<式 1>中包括行近流速水头在内的进口水深  $H_o = H + \alpha \times V^2/(2g)$

### 4) 计算成果分析

进口内水深为理论计算值, 实际上洞内水深  $h_s$  近似等于临界水深。

矩形截面临界水深  $h_k = (\alpha \times q^2/g)^{1/3}$

### 5) 计算公式

无压流长洞流量计算公式:

$$Q = \sigma \times \varepsilon \times m \times B \times (2g)^{0.5} \times H_o^{3/2}$$

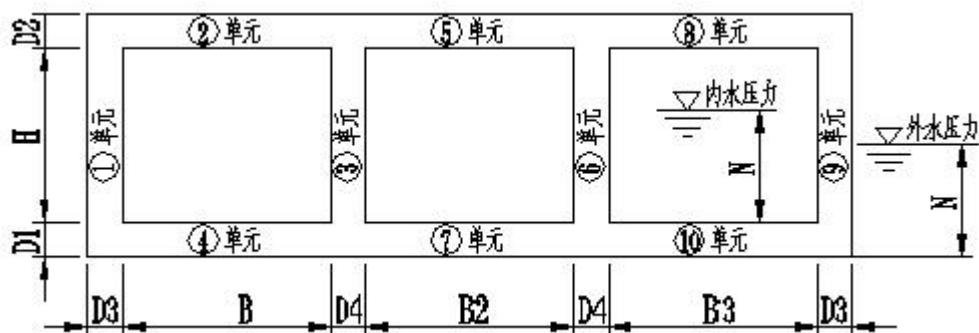
过水涵过流能力参数表

| 过水涵名称 | 所在桩号位置  | 桥净宽(m) | 孔数(个) | 单孔(宽*高)(m) | 交通桥过流能力(m <sup>3</sup> /s) | 全长(m) |
|-------|---------|--------|-------|------------|----------------------------|-------|
| 1#过水涵 | AK0+110 | 4.5    | 4     | 4×3.7      | 192                        | 18.7  |
| 2#过水涵 | AK0+425 | 4.5    | 4     | 4×3.9      | 188                        | 18.7  |
| 3#过水涵 | AK0+650 | 4.5    | 4     | 4×2.8      | 190                        | 18.7  |
| 4#过水涵 | BK2+380 | 4.5    | 4     | 4.5×6.1    | 142                        | 19.5  |
| 5#过水涵 | BK7+420 | 4.5    | 4     | 4×4.3      | 140                        | 18.7  |
| 6#过水涵 | BK8+150 | 4.5    | 4     | 4×3.7      | 145                        | 18.7  |

### 5.7.1.7 结构稳定计算

#### 一、断面选取

箱涵结构计算选取改造 6 座过水涵中选取尺寸最大的过水涵改造进行结构计算，计算结算示意图如下所示。



#### 二、基本设计资料

##### 1. 依据规范及参考书目：

《水工混凝土结构设计规范》(SL 191-2008)，以下简称《砼规》

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)

《水工钢筋混凝土结构学》(中国水利水电出版社)

《公路工程技术标准》JTG B01-2014，以下简称《公路标准》

《公路桥涵设计通用规范》JTJ D60-2015，以下简称《桥涵通规》

《涵洞》(中国水利水电出版社出版，熊启钧编著)

中国建筑工业出版社《高层建筑基础分析与设计》(宰金珉、宰金璋)

##### 2. 几何信息：

单层箱涵孔数  $n = 4$

从左往右第 1 孔净宽  $B1 = 4.500 \text{ m}$

从左往右第 2 孔净宽  $B2 = 4.500 \text{ m}$

从左往右第 3 孔净宽  $B3 = 4.500 \text{ m}$

从左往右第 4 孔净宽  $B4 = 4.500 \text{ m}$



孔净高  $H = 6.100 \text{ m}$

底板厚  $d1 = 0.800 \text{ m}$       顶板厚  $d2 = 0.700 \text{ m}$

侧墙厚  $d3 = 0.600 \text{ m}$       加腋尺寸  $t = 0.300 \text{ m}$

中间隔墙厚  $d4 = 0.500 \text{ m}$

填土高  $Hd = 0.000 \text{ m}$

地基土种类：密实砂类土、硬塑粘性土，填土水上内摩擦角  $\phi = 36.0^\circ$  度；

填土水下内摩擦角  $\phi = 32.0^\circ$  度

填土容重  $\gamma = 22.000 \text{ kN/m}^3$ ；填土浮容重  $\gamma_s = 18.000 \text{ kN/m}^3$

地基承载力特征值  $f_{ak} = 100 \text{ kN/m}^2$

地基土承载力修正系数  $\eta_b = 0.30$  地基土承载力修正系数  $\eta_d = 1.60$

汽车荷载等级：公路-II级

4. 荷载系数：

可变荷载的分项系数  $\gamma_{Q1k} = 1.20$

可变荷载的分项系数  $\gamma_{Q2k} = 1.10$

永久荷载的分项系数  $\gamma_{G1k} = 1.05$

永久荷载的分项系数  $\gamma_{G2k} = 1.20$

按《桥涵通规》第 4.1.5 条规定，汽车车辆荷载分项系数取 1.8

### 三、抗裂验算和裂缝宽度计算

沿纵向取 1 米单宽对箱涵进行抗裂验算及裂缝宽度计算， $b = 1000 \text{ mm}$

$M_k$  —— 计算截面弯矩标准值， $\text{kN} \cdot \text{m}$ ；

$N_k$  —— 计算截面轴力标准值， $\text{kN}$ ；

$A_s$  实配 —— 计算截面下侧或右侧钢筋实配面积， $\text{mm}^2$ ；

$A'_s$  实配 —— 计算截面上侧或左侧钢筋实配面积， $\text{mm}^2$ ；

$\omega$  —— 计算截面的裂缝宽度， $\text{mm}$ ，当抗裂验算满足要求时则显示为“抗裂”；

1. 左边墙右侧抗裂验算：

$$\begin{aligned}
 N_k &= 173667 \text{ N} \leq \gamma_m \times \alpha_{ct} \times f_{tk} \times A_o \times W_o / (e_o \times A_o - W_o) \\
 &= 1.71 \times 0.85 \times 2.01 \times 513683.38 \times 43.92 \times 10^6 / (174.7 \times 513683 - 43.92 \\
 &\times 10^6) = 1434479 \text{ N}
 \end{aligned}$$

故抗裂验算满足要求！

2. 左边墙右侧裂缝宽度验算：

$$e_o = M_k / N_k = 30339115 / 173667 = 174.7 \text{ mm}$$

$$\text{受拉纵筋合力点到构件近边距 } a_s = c + d/2 = 40 + 14.0/2 = 47.0 \text{ mm}$$

$$\text{截面有效高度 } h_o = h - a_s = 500 - 47.0 = 453.0 \text{ mm}$$

$$e_o / h_o = 174.7 / 453 = 0.386 \leq 0.55, \text{ 可不进行限裂验算。}$$

4. 左边墙左侧抗裂验算：

$$\begin{aligned}
 N_k &= 173667 \text{ N} \leq \gamma_m \times \alpha_{ct} \times f_{tk} \times A_o \times W_o / (e_o \times A_o - W_o) \\
 &= 1.71 \times 0.85 \times 2.01 \times 513683.38 \times 43.92 \times 10^6 / (566.4 \times 513683 - 43.92 \\
 &\times 10^6) = 266043 \text{ N}
 \end{aligned}$$

故抗裂验算满足要求。

3. 左边墙左侧裂缝宽度验算：

$$\begin{aligned}
 \omega_{\max} &= 2.1 \times 177.74 / 200000 \times (30 + 40.0 + 0.07 \times 14.0 / 0.030) \\
 &= 0.192 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\omega_{\max} = |0.192| \leq 0.250 \text{ mm}, \text{ 满足要求}$$

7. 右边墙右侧抗裂验算：

$$\begin{aligned}
 N_k &= 173667 \text{ N} \leq \gamma_m \times \alpha_{ct} \times f_{tk} \times A_o \times W_o / (e_o \times A_o - W_o) \\
 &= 1.71 \times 0.85 \times 2.01 \times 513683.38 \times 43.92 \times 10^6 / (566.4 \times 513683 - 43.92 \\
 &\times 10^6) = 266043 \text{ N}
 \end{aligned}$$

故抗裂验算满足要求！

4. 右边墙右侧裂缝宽度验算：

$$\begin{aligned}
 \omega_{\max} &= 2.1 \times 177.74 / 200000 \times (30 + 40.0 + 0.07 \times 14.0 / 0.030) \\
 &= 0.192 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\omega_{\max} = |0.192| \leq 0.250 \text{ mm}, \text{ 满足要求}$$

9. 右边墙左侧抗裂验算:

$$\begin{aligned} N_k &= 173667 \text{ N} \leq \gamma_m \times \alpha_{ct} \times f_{tk} \times A_o \times W_o / (e_o \times A_o - W_o) \\ &= 1.71 \times 0.85 \times 2.01 \times 513683.38 \times 43.92 \times 10^6 / (174.7 \times 513683 - 43.92 \\ &\times 10^6) = 1434479 \text{ N} \end{aligned}$$

故抗裂验算满足要求!

5. 右边墙左侧裂缝宽度验算:

$$e_o = M_k / N_k = 30339115 / 173667 = 174.7 \text{ mm}$$

$$\text{受拉纵筋合力点到构件近边距 } a_s = c + d/2 = 40 + 14.0/2 = 47.0 \text{ mm}$$

$$\text{截面有效高度 } h_o = h - a_s = 500 - 47.0 = 453.0 \text{ mm}$$

$$e_o / h_o = 174.7 / 453 = 0.386 \leq 0.55, \text{ 可不进行限裂验算。}$$

6. 底板下侧抗裂验算:

$$M_k \leq \gamma_m \times \alpha_{ct} \times f_{tk} \times W_o \quad (\text{《砼规》式 7.1.1-2})$$

$$\text{上式中: } A_o = A_c + \alpha_E \times A_s + \alpha_E \times A_s'$$

$$W_o \text{ -- 换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩, } W_o = I_o / (h - y_o)$$

$$y_o = (A_c \times y_c' + \alpha_E \times A_s \times h_o + \alpha_E \times A_s' \times a_s') / A_o \quad (\text{《砼规》式 7.1.2-1})$$

$$I_o = I_c + A_c \times (y_o - y_c')^2 + \alpha_E \times A_s \times (h_o - y_o)^2 + \alpha_E \times A_s' \times (y_o - a_s')^2 \quad (\text{《砼规》式 7.1.2-2})$$

$\alpha_{ct}$  -- 混凝土拉应力限制系数, 对荷载效应标准组合取为 0.85

$\gamma_m$  -- 截面抵抗矩塑性系数, 按砼规附录 C 查得:  $\gamma_m = 1.71$

$y_c'$  -- 混凝土截面重心到受压边缘的距离: 算得:  $y_c' = 250.0 \text{ mm}$

$\alpha_E$  -- 钢筋弹性模量与砼弹性模量的比值,  $\alpha_E = E_s / E_c$

$$\begin{aligned} M_k &= 30600892 \text{ N} \cdot \text{mm} \leq \gamma_m \times \alpha_{ct} \times f_{tk} \times W_o \\ &= 1.71 \times 0.85 \times 2.01 \times 44.58 \times 10^6 = 129871958 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

故抗裂验算满足要求!

7. 底板下侧裂缝宽度验算:

（a）、验算依据：

荷载效应标准组合下的受弯构件截面的最大裂缝宽度可按下式计算：

$$\omega_{\max} = \alpha \times \sigma_{sk} / E_s \times (30 + c + 0.07 \times d / \rho_{te}) \quad (\text{《砼规》式 7.2.2})$$

式中： $\alpha$  —— 考虑构件受力特征和荷载长期作用的综合影响系数，

对受弯构件，取  $\alpha = 2.1$ ；

$c$  —— 最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区边缘的距离。

$d$  —— 钢筋直径，当钢筋采用不同直径时，采用换算直径  $4A_s/u$ ；

$\rho_{te}$  —— 纵向受拉钢筋的有效配筋率， $\rho_{te} = A_s / A_{te}$

$\sigma_{sk}$  —— 按荷载标准值计算的构件纵向受拉钢筋应力，受弯构件按下式计算：

$$\sigma_{sk} = M_k / (0.87 \times h_0 \times A_s) \quad (\text{《砼规》式 7.2.3-2})$$

$$\begin{aligned} \omega_{\max} &= 2.1 \times 58.05 / 200000 \times (30 + 40.0 + 0.07 \times 16.0 / 0.030) \\ &= 0.065 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\omega_{\max} = |0.065| \leq 0.250 \text{ mm}, \text{ 满足要求}$$

8. 底板上侧抗裂验算：

$$\begin{aligned} M_k &= 6386778 \text{ N} \cdot \text{mm} \leq \gamma_m \times \alpha_{ct} \times f_{tk} \times W_0 \\ &= 1.71 \times 0.85 \times 2.01 \times 44.58 \times 10^6 = 129871958 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

故抗裂验算满足要求！

9. 底板上侧裂缝宽度验算：

荷载效应标准组合下的受弯构件截面的最大裂缝宽度可按下式计算：

$$\omega_{\max} = \alpha \times \sigma_{sk} / E_s \times (30 + c + 0.07 \times d / \rho_{te}) \quad (\text{《砼规》式 7.2.2})$$

$$\begin{aligned} \omega_{\max} &= 2.1 \times 12.12 / 200000 \times (30 + 40.0 + 0.07 \times 16.0 / 0.030) \\ &= 0.014 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\omega_{\max} = |0.014| \leq 0.250 \text{ mm}, \text{ 满足要求}$$

10. 顶板下侧抗裂验算：

$$N_k = 80171 \text{ N} \leq \gamma_m \times \alpha_{ct} \times f_{tk} \times A_o \times W_o / (e_o \times A_o - W_o)$$

$$= 1.71 \times 0.85 \times 2.01 \times 530752.70 \times 45.66 \times 10^6 / (967.9 \times 530753 - 45.66 \times 10^6) = 150844 \text{ N}$$

故抗裂验算满足要求！

11. 顶板下侧裂缝宽度验算：

$$\omega_{\max} = \alpha \times \sigma_{sk} / E_s \times (30 + c + 0.07 \times d / \rho_{te}) \quad (\text{《砼规》式 7.2.2})$$

$$\omega_{\max} = 2.1 \times 121.87 / 200000 \times (30 + 40.0 + 0.07 \times 16.0 / 0.030) \\ = 0.137 \text{ mm}$$

$$\omega_{\max} = |0.137| \leq 0.250 \text{ mm}, \text{ 满足要求}$$

12. 顶板上侧抗裂验算：

$$N_k = 80171 \text{ N} \leq \gamma_m \times \alpha_{ct} \times f_{tk} \times A_o \times W_o / (e_o \times A_o - W_o)$$

$$= 1.71 \times 0.85 \times 2.01 \times 530752.70 \times 47.42 \times 10^6 / (1762.2 \times 530753 - 47.42 \times 10^6) = 82575 \text{ N}$$

故抗裂验算满足要求！

13. 顶板上侧裂缝宽度验算：

荷载效应标准组合下的偏心受压构件截面的最大裂缝宽度可按下式计算：

$$\omega_{\max} = \alpha \times \sigma_{sk} / E_s \times (30 + c + 0.07 \times d / \rho_{te}) \quad (\text{《砼规》式 7.2.2})$$

式中： $\alpha$  —— 考虑构件受力特征和荷载长期作用的综合影响系数，

对受弯和偏心受压构件，取  $\alpha = 2.1$ ；

$c$  —— 最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区边缘的距离。

$d$  —— 钢筋直径，当钢筋采用不同直径时，采用换算直径  $4A_s/u$ ；

$\rho_{te}$  —— 纵向受拉钢筋的有效配筋率， $\rho_{te} = A_s / A_{te}$

$\sigma_{sk}$  —— 按荷载标准值计算的构件纵向受拉钢筋应力，大偏心受压构件按下式计算：

$$\sigma_{sk} = N_k / A_s \times (e / z - 1) \quad (\text{《砼规》式 7.2.3-3})$$

上式中： $e = \eta_s \times e_o + y_s$  （《砼规》式 7.2.3-5）

$$\eta_s = 1 + 1 / (1400 \times e_o / h_o) \times (L_o / h)^2 \quad (\text{《砼规》式 7.2.3-6})$$

$$z = [0.87 - 0.12 \times (1 - \gamma_f') \times (h_o / e)^2] \times h_o \quad (\text{《砼规》式 7.2.3-4})$$

上式中： $\gamma_f'$  —— 受压翼缘面积与腹板有效面积的比值；

$$\omega_{\max} = 2.1 \times 99.71 / 200000 \times (30 + 40.0 + 0.07 \times 25.0 / 0.031)$$

$$= 0.132 \text{ mm}$$

$$\omega_{\max} = |0.132| \leq 0.250 \text{ mm}, \text{ 满足要求}$$

13. 中隔墙右侧抗裂验算：

偏心受压构件截面抗裂验算应该符合下列规定：

$$N_k \leq \gamma_m \times \alpha_{ct} \times f_{tk} \times A_o \times W_o / (e_o \times A_o - W_o) \quad (\text{《砼规》式 7.1.1-3})$$

$$\text{上式中：} A_o = A_c + \alpha_E \times A_s + \alpha_E \times A_s'$$

$$y_o = (A_c \times y_c' + \alpha_E \times A_s \times h_o + \alpha_E \times A_s' \times a_s') / (A_c + \alpha_E \times A_s + \alpha_E \times A_s') \quad (\text{《砼规》式 7.1.2-1})$$

$$I_o = I_c + A_c \times (y_o - y_c')^2 + \alpha_E \times A_s \times (h_o - y_o)^2 + \alpha_E \times A_s' \times (y_o - a_s')^2 \quad (\text{《砼规》式 7.1.2-2})$$

$e_o$  —— 轴向力对截面重心的偏心距

$\alpha_{ct}$  —— 混凝土拉应力限制系数，对荷载效应标准组合取为 0.85

$\gamma_m$  —— 截面抵抗矩塑性系数，按砼规附录 C 查得： $\gamma_m = 1.71$

$y_c'$  —— 混凝土截面重心到受压边缘的距离：算得： $y_c' = 250.0 \text{ mm}$

$\alpha_E$  —— 钢筋弹性模量与砼弹性模量的比值， $\alpha_E = E_s / E_c$

$W_o$  —— 换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩， $W_o = I_o / (h - y_o)$

$$\begin{aligned} N_k &= 377271 \text{ N} \leq \gamma_m \times \alpha_{ct} \times f_{tk} \times A_o \times W_o / (e_o \times A_o - W_o) \\ &= 1.71 \times 0.85 \times 2.01 \times 517872.17 \times 44.58 \times 10^6 / (18.8 \times 517872 - 44.58 \\ &\times 10^6) = 1929973 \text{ N} \end{aligned}$$

故抗裂验算满足要求！

14. 中隔墙右侧裂缝宽度验算：

$$e_o = M_k / N_k = 7091951 / 377271 = 18.8 \text{ mm}$$

受拉纵筋合力点到构件近边距  $a_s=c+d/2=40+16.0/2=48.0 \text{ mm}$

截面有效高度  $h_0 = h - a_s = 500 - 48.0 = 452.0 \text{ mm}$

$e_o / h_0 = 18.8 / 452 = 0.042 \leq 0.55$ ，可不进行限裂验算。

15. 中隔墙左侧抗裂验算：

偏心受压构件截面抗裂验算应符合下列规定：

$$N_k \leq \gamma_m \times \alpha_{ct} \times f_{tk} \times A_o \times W_o / (e_o \times A_o - W_o) \quad (\text{《砼规》式 7.1.1-3})$$

上式中： $A_o = A_c + \alpha_E \times A_s + \alpha_E \times A_s'$

$y_o = (A_c \times y_c' + \alpha_E \times A_s \times h_0 + \alpha_E \times A_s' \times a_s') / (A_c + \alpha_E \times A_s + \alpha_E \times A_s')$ （《砼规》式 7.1.2-1）

$I_o = I_c + A_c \times (y_o - y_c')^2 + \alpha_E \times A_s \times (h_0 - y_o)^2 + \alpha_E \times A_s' \times (y_o - a_s')^2$ （《砼规》式 7.1.2-2）

$e_o$  —— 轴向力对截面重心的偏心距

$\alpha_{ct}$  —— 混凝土拉应力限制系数，对荷载效应标准组合取为 0.85

$\gamma_m$  —— 截面抵抗矩塑性系数，按砼规附录 C 查得： $\gamma_m = 1.71$

$y_c'$  —— 混凝土截面重心到受压边缘的距离：算得： $y_c' = 250.0 \text{ mm}$

$\alpha_E$  —— 钢筋弹性模量与砼弹性模量的比值， $\alpha_E = E_s / E_c$

$W_o$  —— 换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩， $W_o = I_o / (h - y_o)$

$$\begin{aligned} N_k &= 377271 \text{ N} \leq \gamma_m \times \alpha_{ct} \times f_{tk} \times A_o \times W_o / (e_o \times A_o - W_o) \\ &= 1.71 \times 0.85 \times 2.01 \times 517872.17 \times 44.58 \times 10^6 / (18.8 \times 517872 - 44.58 \\ &\times 10^6) = 1929973 \text{ N} \end{aligned}$$

故抗裂验算满足要求。

#### 四、地基承载力验算

1. 工况“正常使用”地基承载力验算：

箱涵基础底边长  $B = 20.70 \text{ m}$ ，取 1m 单宽计算，基础宽  $L = 1.0 \text{ m}$

基底面积  $A = B \times L = 20.70 \times 1.0 = 20.70 \text{ m}^2$

截面抵抗矩  $W = L \times B^2 / 6 = 1.0 \times 20.70^2 / 6 = 71.42 \text{ m}^3$

不考虑箱涵外侧地下水对地基承载力的影响。

依照《建筑地基基础设计规范》式 5.2.4:

$$f_a = f_{ak} + \eta_b \times \gamma \times (b-3) + \eta_d \times \gamma_m \times (d-0.5)$$

$$f_a = 100.00 + 0.30 \times 22.00 \times (6.0-3) + 1.60 \times 22.00 \times (7.6-0.5) = 369.72 \text{ kN/m}^2$$

(1) 轴心荷载作用下地基承载力验算:

计算公式:《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)

$$p_k = (F_k + G_k) / A \quad (5.2.2-1)$$

$$p_k = (3283.26 + 0.0) / 20.70 = 158.61 \text{ kPa}$$

$$p_k = 158.61 \text{ kPa} \leq f_a = 369.72 \text{ kPa}$$

轴心荷载作用下地基承载力验算满足要求。

(2) 偏心荷载作用下地基承载力验算:

计算公式:《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)

$$\text{当 } e \leq b/6 \text{ 时, } p_{k\max} = (F_k + G_k) / A + M_k / W \quad (5.2.2-2)$$

$$p_{k\min} = (F_k + G_k) / A - M_k / W \quad (5.2.2-3)$$

$$\text{当 } e > b/6 \text{ 时, } p_{k\max} = 2(F_k + G_k) / (3la) \quad (5.2.2-4)$$

$$\text{偏心距 } e = M_k / (F_k + G_k)$$

$$= 583.51 / (3283.26 + 0.0) = 0.18 \text{ m}$$

$$e = 0.18 \text{ m} \leq B/6 = 20.70/6 = 3.45 \text{ m}$$

$$p_{k\max} = (F_k + G_k) / A + M_k / W$$

$$= (3283.26 + 0.0) / 20.70 + 583.51 / 71.42 = 166.78 \text{ kPa}$$

$$p_{k\max} = 166.78 \text{ kPa} \leq 1.2 \times f_a = 443.66 \text{ kPa}$$

偏心荷载作用下地基承载力验算满足要求!

2. 工况“施工期”地基承载力验算:

箱涵基础底边长  $B = 20.70 \text{ m}$ , 取 1m 单宽计算, 基础宽  $L = 1.0 \text{ m}$

$$\text{基底面积 } A = B \times L = 20.70 \times 1.0 = 20.70 \text{ m}^2$$



$$\text{截面抵抗矩 } W = L \times B^2 / 6 = 1.0 \times 20.70^2 / 6 = 71.42 \text{ m}^3$$

不考虑箱涵外侧地下水对地基承载力的影响。

依照《建筑地基基础设计规范》式 5.2.4:

$$f_a = f_{ak} + \eta_b \times \gamma \times (b-3) + \eta_d \times \gamma_m \times (d-0.5)$$

$$f_a = 100.00 + 0.30 \times 22.00 \times (6.0-3) + 1.60 \times 22.00 \times (7.6-0.5) = 369.72 \text{ kN/m}^2$$

(1) 轴心荷载作用下地基承载力验算:

计算公式:《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)

$$p_k = (F_k + G_k) / A \quad (5.2.2-1)$$

$$p_k = (2716.26 + 0.0) / 20.70 = 131.22 \text{ kPa}$$

$$p_k = 131.22 \text{ kPa} \leq f_a = 369.72 \text{ kPa}$$

轴心荷载作用下地基承载力验算满足要求。

(2) 偏心荷载作用下地基承载力验算:

计算公式:《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)

$$\text{当 } e \leq b/6 \text{ 时, } p_{kmax} = (F_k + G_k) / A + M_k / W \quad (5.2.2-2)$$

$$p_{kmin} = (F_k + G_k) / A - M_k / W \quad (5.2.2-3)$$

$$\text{当 } e > b/6 \text{ 时, } p_{kmax} = 2(F_k + G_k) / (3la) \quad (5.2.2-4)$$

$$\text{偏心距 } e = M_k / (F_k + G_k)$$

$$= 583.51 / (2716.26 + 0.0) = 0.21 \text{ m}$$

$$e = 0.21 \text{ m} \leq B/6 = 20.70/6 = 3.45 \text{ m}$$

$$p_{kmax} = (F_k + G_k) / A + M_k / W$$

$$= (2716.26 + 0.0) / 20.70 + 583.51 / 71.42 = 139.39 \text{ kPa}$$

$$p_{kmax} = 139.39 \text{ kPa} \leq 1.2 \times f_a = 443.66 \text{ kPa}$$

偏心荷载作用下地基承载力验算满足要求!

## 五、过水涵稳定分析

项目区的交通桥不仅仅要承重,还应考虑桥身受侧向洪水冲击的情况,

因此洪水对桥身的冲击力计算。

根据公路桥涵设计通用规范（JTG D60-2015）中水流对箱涵结构压力计算式如下：

$$F_w = AK \frac{\gamma v^2}{2g}$$

式中：F<sub>w</sub>--水流压力标准值（KN）；

A--箱涵阻水面积（m<sup>2</sup>）；

K--箱涵墙壁形状系数，取 1.0；

γ--水的比重（KN/m<sup>3</sup>）；

v--设计流速（m/s）；

g--重力加速度，g=9.81m/s<sup>2</sup>。

由于为钢筋砼，其容重为26KN/m<sup>3</sup>。

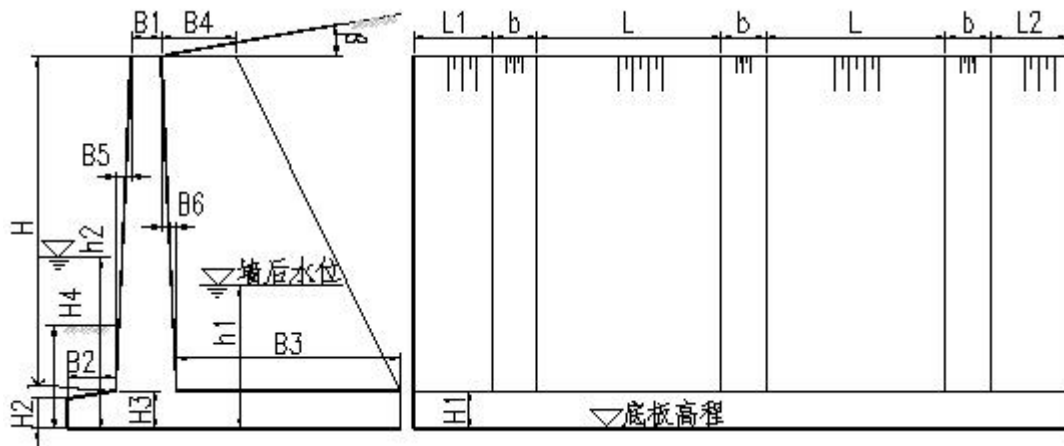
经计算复核成果下表可知，本次交通桥稳定满足要求。

**表 5-18 过水涵稳定计算结果**

| 过水涵名称 | 所在桩号位置  | 水流冲击力（KN） | 桥身重量（KN） | 是否满足要求 |
|-------|---------|-----------|----------|--------|
| 1#过水涵 | AK0+110 | 385.7     | 588.6    | 是      |
| 2#过水涵 | AK0+425 | 385.7     | 598.3    | 是      |
| 3#过水涵 | AK0+650 | 385.7     | 593.7    | 是      |
| 4#过水涵 | BK2+380 | 391.5     | 617.8    | 是      |
| 5#过水涵 | BK7+420 | 385.7     | 597.2    | 是      |
| 6#过水涵 | BK8+150 | 385.7     | 576.8    | 是      |

### 5.7.1.8 扶壁式挡墙结构计算

#### 一、示意图：



#### 二、基本资料：

##### 1. 依据规范及参考书目：

- 《水工挡土墙设计规范》(SL379—2007)，以下简称《挡墙规》
- 《水工混凝土结构设计规范》(SL 191-2008)，以下简称《砼规》
- 《水工建筑物荷载设计规范》(SL 744—2016)
- 《《建筑地基基础设计规范》》(GB 50007-2011)
- 《建筑结构静力计算手册》（第二版）
- 《水工挡土墙设计》(中国水利水电出版社)

##### 3. 设计参数：

抗震类型：非抗震区挡土墙。

水上回填土内摩擦角  $\phi = 32.00$  度， 水下回填土内摩擦角  $\phi' = 32.00$  度

回填土凝聚力  $C = 0.00\text{kN/m}^2$

墙背与填土摩擦角  $\delta = 15.00$  度

地基土质为：松软

墙底与地基间摩擦系数  $f = 0.45$

##### 4. 回填土坡面参数：

回填土表面折线段数为：1 段

折线起点距墙顶高差 = 0.00 m

填土面与水平面夹角  $\beta = 0.00$  度

#### 5. 材料参数：

回填土湿容重  $\gamma_s = 18.00\text{kN/m}^3$ ，回填土浮容重  $\gamma_f = 10.00\text{kN/m}^3$

混凝土强度等级：C30

混凝土裂缝宽度限值  $[\omega_{\max}] = 0.250$  mm

受力钢筋强度等级：HRB335，钢筋的混凝土保护层厚  $c = 0.050$  m

扶臂箍筋强度等级：HRB335

地基允许承载力  $[\sigma_0] = 300.00$  kPa

#### 6. 荷载计算参数：

计算浪压力时采用的位置类型：平原滨海地区

风区长度  $D = 100.000$  m，墙前河（库）底坡度  $i = 1 : 0.00$

重现期为 50 年的年最大风速  $v_0 = 24.000$  m/s

多年平均的最大风速  $v_0' = 30.000$  m/s

地震动态分布系数为梯形分布，最大值  $\alpha_m = 2.00$

#### 7. 附加荷载：

竖向荷载以向下为正，“荷载起始距”以墙顶右侧为原点，右侧为正，左侧为负；

水平荷载以向右为正，“荷载起始距”以墙顶右侧为原点，上侧为正，下侧为负；

### 三、计算

计算公式：郎肯土压力计算公式如下：

$$E = 0.5 \times \gamma \times H^2 \times K_a$$

$$E_x = E \times \cos(\beta)$$

$$E_y = E \times \sin(\beta)$$

$$K_a = \cos \beta \times [\cos \beta - (\cos^2 \beta - \cos^2 \phi)^{1/2}] / [\cos \beta + (\cos^2 \beta - \cos^2 \phi)^{1/2}] \quad (\text{《挡墙规》式 A.0.1-3})$$

式中：

E 为作用于墙背的土压力，作用点为距墙底 1/3 高处，  
方向与水平面成  $\beta$  夹角

$K_a$  为主动土压力系数。

#### 四、抗滑稳定验算的各组合最不利结果

抗滑安全系数最不利的荷载组合为：施工情况

$K_c = 1.42 \geq [K_c] = 1.10$ ，故抗滑稳定安全系数满足要求

#### 五、抗倾覆稳定验算的各组合最不利结果

抗倾覆安全系数最不利的荷载组合为：正常挡水位

$K_o = 2.11 \geq [K_o] = 1.50$ ，故抗倾覆稳定安全系数满足要求

#### 六、地基承载力验算的各组合最不利结果

地基承载力验算最不利的荷载组合为：施工情况

$$P_{\max} = 323.57 \text{ kPa}, P_{\min} = -34.12$$

$$P_{\max} = 323.57 \leq 1.2[\sigma_o] = 360.00, \text{ 满足要求。}$$

$$(P_{\min} + P_{\max}) / 2 = 144.72 \leq [\sigma_o] = 300.00, \text{ 满足要求。}$$

### 5.7.2 人行桥设计

为了河道两岸堤顶巡河步道能够相连，本次工程新建人行桥 4 座，改造人行桥 1 座，其连接河道两岸堤顶巡河步道。

#### 5.8.1.1 设计技术标准

本次建设人行桥采用整体简支 T 型梁桥结构形式，人行桥主要参数表如下所示。

表 5-19

人行桥主要参数表

| 人行桥名称    | 所在桩号位置   | 桥净宽(m) | 单跨度(m) | 跨数(个) | 全长(m) |
|----------|----------|--------|--------|-------|-------|
| 新建 1#人行桥 | AK00+675 | 2.0    | 6/5.5  | 4     | 24    |
| 新建 2#人行桥 | AK00+835 | 2.0    | 6/6.5  | 5     | 31.5  |
| 新建 3#人行桥 | AK01+100 | 2.0    | 6      | 5     | 31    |
| 新建 4#人行桥 | BK02+150 | 2.0    | 6/5.5  | 5     | 29    |
| 改造 1#人行桥 | BK07+800 | 2.0    | 6.5    | 2     | 18.4  |

### 1) 设计规模

根据现场调查及本项目拟建行人桥设计方案，本次建设人行桥多孔跨径皆小于 30m，单孔跨径皆小于 20m，根据《公路桥涵通用设计规范》(JTGD60-2015)表 1.0.5(桥梁涵洞分类)，本项目人行桥皆属于小桥。

表 5-20

桥梁涵洞分类

| 桥涵分类 | 多孔跨径总长 L (m)     | 单孔跨径 $L_k$ (m)   |
|------|------------------|------------------|
| 特大桥  | $L > 1000$       | $L_k > 150$      |
| 大桥   | $100 < L < 1000$ | $40 < L_k < 150$ |
| 中桥   | $30 < L < 100$   | $20 < L_k < 40$  |
| 小桥   | $8 < L < 30$     | $5 < L_k < 20$   |
| 涵洞   |                  | $L_k < 5$        |

### 2) 桥面设计高程确定

不通航河流的桥面设计高程应按下列规定计算：

按设计水位计算桥面最低高程时，应按下式计算：

$$H = H_s + \sum \Delta h + \Delta h_1 + \Delta h_2$$

式中： $H$ —桥面最低高程(m)；

$H$ —设计水位(m)；

$\sum \Delta h$ —考虑壅水、浪高、波浪壅高、河湾超高、水拱、局部股流壅高(水拱与局部股流壅高只取其大者)、床面淤高、漂流物高度等诸因素的总和(m)；

$\Delta h_1$ —桥下净空安全值(m)，应符合表 7.4.1 的规定；

$\Delta h$ 。—桥梁上部构造建筑高度(m)，应包括桥面铺装高度。

表 5-21 不通航河流桥下净空安全值

| 桥梁的部位  |          | 高出计算水位 (m) | 高出最高流冰面 (m) |
|--------|----------|------------|-------------|
| 梁底     | 洪水期无大漂流物 | 0.50       | 0.75        |
|        | 洪水期有大漂流物 | 1.50       | —           |
|        | 有泥石流     | 1.00       | —           |
| 支承垫石顶面 |          | 0.25       | 0.50        |
| 拱脚     |          | 0.25       | 0.25        |

本次建设人行桥主要连接河道两岸堤顶巡河步道，结合河道两岸堤顶巡河步道路面高程，本次交通桥安全超高取 0.5m。

#### 5.7.1.2 人行桥设计原则

本工程遵循“安全可靠、技术先进、耐久适用、经济合理、注重环保和美观”的建设方针进行交通桥设计，并综合考虑使用要求、本地区的自然条件、材料来源、便于施工和养护等因素。重视与周围环境、公园、海滨景观的协调，重视人行桥造型美观，充分听取当地政府和有关主管部门的意见。

本工程人行桥设计除应符合部颁设计规范的有关规定外，还按以下原则执行：

- (1) 全面贯彻“安全、实用、经济、环保、美观”的技术方针。
- (2) 桥位布置综合考虑城市规划和公园整体布局、现状地形、水文地质等条件，以满足景区整体规划的要求。
- (3) 选用技术先进成熟、施工便捷的结构方案，保证桥梁建设的顺利进行。
- (4) 人行桥设计注重“以人为本”的设计理念。
- (5) 满足三亚地区对本工程环保方面的要求，满足可持续发展的要求。

#### 5.7.1.3 结构选型

表 5-21 桥型方案比选表

| 比选方面    | 方案一连续桥梁                         | 方案二：简支桥梁                   | 备注 |
|---------|---------------------------------|----------------------------|----|
| 结构特点    | 超静定结构，支座不均匀沉降会产生显著的附加内力，可能引起开裂。 | 静定结构，支座不均匀沉降不会引起附加内力。      |    |
| 适用性与安全性 | 结构简单，应用广泛，适用于中小跨径。抗震性能良好。       | 整体性强，抗震性好，对地基适应性较强，不易局部冲毁。 |    |
| 水力条件    | 桥下净空较大，阻水相对较小，利于行洪。             | 过流顺畅，壅水高度小，抗冲刷能力强。         |    |
| 施工难度    | 构造较复杂，施工工序多（需处理支座负弯矩区），现场工作量大。  | 构造简单，标准化程度高，施工简便快捷（可预制吊装）。 |    |
| 经济性     | 综合造价通常较高。。                      | 综合造价通常较低。。                 |    |
| 耐久性与维护  | 支座等部件需定期检修，维护相对繁琐。              | 无易损部件，耐久性好，基本免维护。          |    |
| 景观协调性   | 外观轻巧，与自然环境的协调性一般。               | 外形规整，可与河道护岸及周边田园景观较好融合。    |    |

综上所述比较，并根据本工程的实际情况，从工程造价、工期、结构及其对该河道行洪影响情况等方面，本项目人行桥采用简支桥梁结构形式。

#### 5.7.1.4 平、纵、横布置设计

##### （1）平面布置

本项目人行桥结合河道横断面和两岸巡河步道连接需求布置，跨径主要考虑在河道两岸有巡河步道连接处布置，各座人行桥根据需要适当调整跨径值，根据河道宽度确定跨径组合。

##### （2）横断面布置

人行桥标准横断面布置为：（栏杆）+2.0m（行车道净宽）+（栏杆）。

##### （3）施工控制

1) 施工采用浅挖方法挖到完整岩基为准，基础为承台基础，承台必须在持力层之上。

2) 混凝土施工前，应根据设计和施工工艺要求提前开展混凝土配合比选择试验，并针对混凝土结构的特点和施工环境、使用环境等条件，制定施工过程中各个施工环节的质量控制内容与质量保证措施。重要混凝土结构应进行混凝土试浇筑，验证并完善混凝土的施工工艺。



3) 在炎热气候下浇筑混凝土时，入模前尽量降低模板、钢筋温度以及附近的气温，混凝土的入模温度不宜高于气温且不宜超过 30℃。

4) 混凝土养护期间，混凝土内部的最高温度不宜高于 65℃，混凝土表面的养护水温度与混凝土表面温度之间的温差不得大于 15℃。

5) 钢筋混凝土结构钢筋绑扎时须采取切实可行控制措施，保证钢筋保护层厚度。实际钢筋保护层厚度严格不小于设计值，正负误差不大于 5mm。

6) 施工时外形力求简洁，尽量避免暴露的棱角。结构的形状、布置和构造应有利于避免水、水气和有害物质在混凝土表面的积聚。

#### 5.7.1.5 主要材料

(1) 混凝土：本次人行桥采用的混凝土，除了垫层采用 C20 混凝土，其余部位均采用 C30 混凝土。

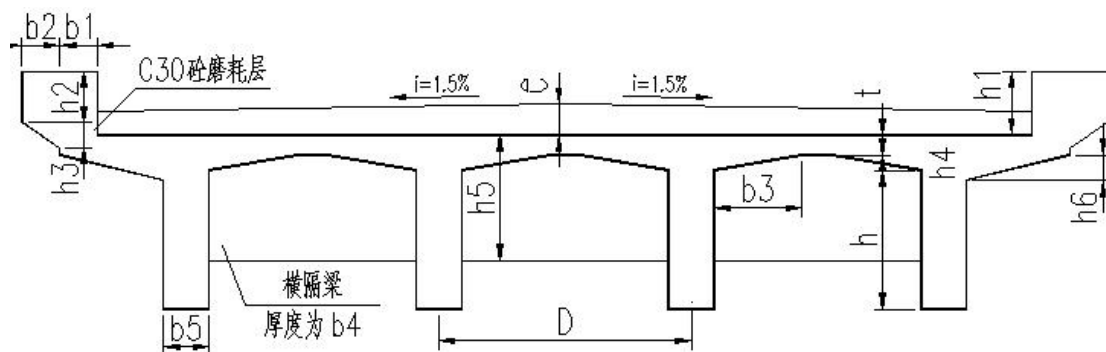
(2) 钢筋：普通钢筋采用 HRB400 钢筋，钢筋应符合《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》(GB 1499.1-2007)和《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB 1499.2-2007)的规定。

(3) 桥梁氟碳防腐涂料是一种具有长效防腐寿命的涂料，能在苛刻条件下使用，并具有耐腐蚀性强、抗龟裂、防漏水、抗撞击、增强涂膜韧性、防霉等特性。

#### 5.7.1.6 结构稳定计算

##### 一、断面选取

人行桥桥梁板结构计算，选取 5 座人行桥中单垮最大跨度（6.5m 长）桥梁板进行结构计算，计算结算示意图如下所示。



## 二、基本设计资料

### 1. 依据规范及参考书目：

《公路工程技术标准》JTG B01-2014，以下简称《公路标准》

《公路桥涵设计通用规范》JTJ D60-2015，以下简称《桥涵通规》

《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362-2018，以下简称《砼桥涵规》

### 2. 几何信息：

桥总长  $L = 6500 \text{ mm}$       支承宽度  $B_z = 400 \text{ mm}$

悬挑宽  $b_2 = 0 \text{ mm}$       板厚度  $t = 250 \text{ mm}$

T 型梁片数  $n = 2$       梁中心距  $D = 450 \text{ mm}$

T 梁腹板宽  $b_5 = 250 \text{ mm}$       T 梁直段高  $h = 250 \text{ mm}$

T 梁斜段宽  $b_3 = 0 \text{ mm}$       T 梁斜段高  $h_4 = 0 \text{ mm}$

两侧 T 梁外侧斜段高  $h_6 = 100 \text{ mm}$

安全带高  $h_1 = 0 \text{ mm}$       安全带宽  $b_1 = 0 \text{ mm}$

悬挑端高  $h_2 = 0 \text{ mm}$       悬挑斜高  $h_3 = 0 \text{ mm}$

磨耗层厚  $e = 100 \text{ mm}$       保护层厚  $c = 30 \text{ mm}$

### 3. 荷载信息：

汽车荷载等级：不考虑汽车荷载

设计安全等级： 三级；结构重要系数：  $\gamma_o = 0.9$

人群荷载  $q_r = 3.00 \text{ kN/m}^2$ ；两侧栏杆自重  $g_l = 1.87 \text{ kN/m}$

## 三、梁的最大裂缝宽度验算

## 1. 计算裂缝宽度

据《砼桥涵规》第 6.4.3 条，最大裂缝宽度计算公式为：

$$\omega_{fk} = C_1 \times C_2 \times C_3 \times \sigma_{ss} / E_s \times [ (c+d) / (0.36+1.7 \rho_{te}) ]$$

$$\omega_{fk} = 1.0 \times 1.500 \times 1.15 \times 175.548 / (2 \times 10^5) \times [ (30.0+8.0) / (0.36+1.7 \times 0.012) ] = 0.151 \text{ mm}$$

## 2. 验算结果

据《砼桥涵规》第 6.4.2 条，钢筋混凝土构件容许最大裂缝宽度： $[\omega] = 0.20\text{mm}$

$$\omega_{fk} = 0.151 \text{ mm} \leq [\omega] = 0.20\text{mm},$$

故板梁的最大裂缝宽度满足规范要求！

## 四、梁的变形验算

据《砼桥涵规》第 6.5.3 条规定：

$$\text{消除板梁自重后挠度 } f' = 0.000 \text{ mm} \leq l_0 / 600 = 5.600 \text{ mm},$$

故板梁的挠度验算满足规范要求。

## 五、过水涵稳定分析

项目区的交通桥不仅仅要承重，还应考虑桥身受侧向洪水冲击的情况，因此洪水对桥身的冲击力计算。

根据公路桥涵设计通用规范（JTG D60-2015）中水流对箱涵结构压力计算式如下：

$$F_w = AK \frac{\gamma v^2}{2g}$$

式中： $F_w$ —水流压力标准值（KN）；

$B$ —箱涵阻水面积（ $\text{m}^2$ ）；

$K$ —箱涵墙壁形状系数，取 1.0；

$\gamma$ —水的比重（ $\text{KN}/\text{m}^3$ ）；

$v$ —设计流速（ $\text{m}/\text{s}$ ）；

$g$ —重力加速度， $g=9.81\text{m/s}^2$ 。

由于为钢筋砼，其容重为 $26\text{KN/m}^3$ 。

经计算复核成果下表可知，本次人行桥稳定满足要求。

**表 5-22 人行桥稳定计算结果**

| 人行桥名称    | 所在桩号位置   | 水流冲击力（KN） | 桥身重量（KN） | 是否满足要求 |
|----------|----------|-----------|----------|--------|
| 新建 1#人行桥 | AK00+675 | 312.6     | 381.2    | 是      |
| 新建 2#人行桥 | AK00+835 | 312.6     | 376.8    | 是      |
| 新建 3#人行桥 | AK01+100 | 312.6     | 366.2    | 是      |
| 新建 4#人行桥 | BK02+150 | 312.6     | 342.4    | 是      |
| 改造 1#人行桥 | BK07+800 | 212.3     | 306.2    | 是      |

### 5.7.3 溢流坝工程

#### （1）溢流坝选址

本次根据各段河沟的河势以及周边地形条件，结合河道比降及周边灌溉需求，共新建及改造 6 座溢流坝，其中新建溢流坝 2 座，改造溢流坝 4 座。

1) 现状拦水坝均为重力式溢流坝，用于抬高河道水位以引水灌溉周边农田，但现状拦水坝经多年运行，局部已出现破损、部分拦水坝下游未设置消能设施或已损坏，需对其进行改造。

2) 新建拦水坝下游两岸多为农田，部分田洋缺少灌溉水源，农户耕作基本采用从河道抽水灌溉的方式，考虑周边农田灌溉需求，本次拟新建 2 座拦水坝以抬高水位引水至下游农田灌溉，同时枯水期间能有一定的水面。

新建及改造溢流坝主要参数见下表 5-23：

**表 5-23 新建及改造溢流坝主要参数表**

| 序号 | 拦水坝名称    | 桩号位置    | 堰顶高程（m） | 坝底高程（m） | 坝长（m） | 消力池底板高程（m） | 消力池长（m） |
|----|----------|---------|---------|---------|-------|------------|---------|
| 1  | 新建 1#溢流坝 | AK1+000 | 40.02   | 39.42   | 20.5  | 38.92      | 5.00    |
| 2  | 新建 2#溢流坝 | BK4+650 | 6.72    | 6.16    | 11.0  | 5.62       | 5.00    |

|   |          |         |       |       |      |       |      |
|---|----------|---------|-------|-------|------|-------|------|
| 3 | 改造 1#溢流坝 | BK0+830 | 21.36 | 18.76 | 20   | 17.06 | 7.1  |
| 4 | 改造 2#溢流坝 | BK2+280 | 17.00 | 14.50 | 20   | 12.70 | 9.3  |
| 5 | 改造 3#溢流坝 | BK3+350 | 14.20 | 11.70 | 34.5 | 9.30  | 9.0  |
| 6 | 改造 4#溢流坝 | BK6+980 | 6.61  | 4.21  | 10   | 3.50  | 10.5 |

## （2）新建溢流坝坝型比选

本次根据溢流坝的功能要求，结合坝址地形、地质条件，选定了“橡胶坝”和“重力式滚水坝”两种坝型进行比选，设计对以上两种坝型综合考虑投资、运行管理、维护、行洪及防护等因素进行详细比选，以确定本工程最优坝型。

上述两种方案优缺点比较详见下表。

表 5-24 坝型方案比较表

| 坝型     | 行洪效果   | 防淤效果 | 运行维护、管理                    | 造价 |
|--------|--------|------|----------------------------|----|
| 橡胶坝    | 行洪效果较好 | 一般   | 安全性、可靠性较差，使用寿命短。需人工定期清理漂浮物 | 较低 |
| 重力式滚水坝 | 对行洪影响小 | 不好   | 方便管理，安全性、可靠性较好，使用寿命长。      | 低  |

综合比较上述各种两型优缺点，拟选重力式滚水坝做为本工程推荐方案。

本次新建溢流坝工程枢纽主要建筑物主要由溢流坝、消力池及左右两侧挡墙组成。改造溢流坝主要改造内容为，新增两岸挡墙对岸坡进行防护，坝体增设消能台阶及下游坝脚增设消力池或对现有消力池进行加固处理。

新建溢流坝：坝体为混凝土重力坝，溢流坝长见表 5-23，为开敞式实用堰，坝体上游坡铅直，泄流段坡比为 1:1.0，消能形式为低流消能。

## （3）新建溢流坝规模

本次拟新建 2 座拦水坝以抬高水位引水至下游农田灌溉，同时枯水期间能有一定的水面。由于本工程等级为 4 级，主要建筑物为 4 级，故本次新建 2 座溢流坝为 4 级建筑，坝体为混凝土重力坝，溢流坝长见表 5-23，为开敞式实用堰，坝体上游坡铅直，泄流段坡比为 1:1.0，消能形式为低流消能。

## （4）重力坝稳定分析

### 1)荷载组合

作用在混凝土重力坝的荷载分为基本荷载和特殊荷载两种，根据各种荷载实际同时出现的可能性，基本组合包括正常蓄水位情况和设计洪水位情况，特殊组合为校核洪水位情况。

### 2) 计算公式

根据《混凝土重力坝设计规范》（SL319-2005），重力坝的抗滑稳定安全系数按下式计算：

$$K = \frac{f \sum W}{\sum P}$$

式中： K—按抗剪强度计算的抗滑安全稳定安全系数；

$f$ —坝体混凝土与岩基接触面的抗剪摩擦系数，取 0.66 进行复核计算；

$\sum W$ —作用于坝体上的全部荷载对计算滑动面的法向分量( t )；

$\sum P$ —作用于坝体上的全部荷载对计算滑动面的切向分量( t )；

作用在坝体上的荷载有静水压力、扬压力、波浪压力、淤沙压力及动水压力分别按下式计算。

#### a.静水压力

$$P = 0.5 \gamma_w H^2$$

式中：

$P$ —静水压力(t/m)；

$\gamma_w$ —水的重度( $\gamma_w=1.0 t/m^3$ )；

$H$ —计算点水深（m）；

#### b.扬压力

作用于坝基础底面上的扬压力，应按垂直作用于全部坝基础底面积上的分布力计算，本坝基未设防渗帷幕，选择该种情况的扬压力分布图形进行计算，在坝踵处扬压力为  $H_1$ （上游水深），坝趾处扬压力为  $H_2$ （下游水深），排水孔处扬压力按下式计算。

$$H_{排} = H_2 + \alpha H$$

其中：  $H = H_{上} - H_{下}$

$H$ —上下游水位差；

$H_{上}$ —上游水位；

$H_{下}$ —下游水位；

$\alpha$ —扬压力强度系数（ $\alpha = 0.5$ ）。

c.波浪压力

$$P_{wk} = \frac{1}{4} \gamma_w L_m (h_{5\%} + h_z)$$

$$h_z = \frac{\pi h_{5\%}^2}{L_m} \operatorname{cth} \frac{2\pi H}{L_m}$$

$$H_{cr} = \frac{L_m}{4\pi} \ln \frac{L_m + 2\pi h_{5\%}}{2\pi h_{5\%}}$$

式中：

$P_{wk}$ —单位长度迎水面上的浪压力，KN/m；

$\gamma_w$ —水的重度，KN/m；

$L_m$ —平均坡长，m；

$h_{5\%}$ —累积频率为5%的波高，m；

$H$ —挡水建筑物迎水面前的水深，m；

$h_z$ —波浪中心线至计算水位的高度，m；

$H_{cr}$ —使波浪破碎的临界水深，m

d.淤沙压力

$$P_s \rightarrow \frac{1}{2} r_{sb} h_s^2 \tan^2 (45^\circ - \frac{s}{2})$$

$$r_{sb} \rightarrow r_{sd} \quad (1-n)r_w$$

式中：

$P_s$ —淤沙压力(t/m);

$r_{sb}$ —淤沙的浮重度(t);

$r_{sd}$ —淤沙的干重度( $r_{sd}=1.3\text{ t/m}^3$ );

$r_w$ —水的重度( $r_w=1.0\text{ t/m}^3$ );

$n$ —淤沙的孔隙率( $n=0.35$ );

$h_s$ —挡水建筑物前泥沙淤积厚度( $h_s=0.5\text{m}$ );

$\varphi_s$ —淤沙的内摩擦角 ( $\varphi_s=10^\circ$ )。

#### e.动水压力

$$P_{xr} = qrv(\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)/g$$

$$P_{yr} = qrv(\sin\alpha_2 + \sin\alpha_1)/g$$

式中:

$P_{xr}$ —单位宽度上离心力合力的水平分力 (t) ;

$P_{yr}$ —单位宽度上离心力合力的垂直分力 (t) ;

$q$ —相应设计状况下反弧段上的单宽流量,  $\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$

$v$ —反弧段最低点的断面流速;

$r$ —水的重度( $r=1.0\text{ t/m}^3$ );

$\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ —反弧角 ( $\alpha_1=59^\circ$ 、 $\alpha_2=16^\circ$ )。

#### 3) 计算成果分析

溢流坝抗滑稳定复核的计算成果详见下表。

表 5-25 溢流坝抗滑稳定计算成果表

| 荷载组合      | 抗滑稳定安全系数 | 允许安全系数 |
|-----------|----------|--------|
| 基本组合正常蓄水位 | 1.32     | 1.05   |
| 基本组合设计洪水位 | 1.20     | 1.05   |
| 特殊组合校核洪水位 | 1.17     | 1.00   |



从表 5-25 可以看出，在各计算工况下，溢流坝的抗滑稳定安全系数大于允许的抗滑稳定安全系数，满足规范要求，这说明非溢流坝及溢流坝混凝土重力坝在各计算工况下抗滑稳定是安全的。

#### （4）溢流坝过水流量计算

溢流坝均为开敞式实用堰，其下泄流量按以下公式计算

$$Q = m \sqrt{2g} B H_0^{3/2}$$

式中：  $Q$ —溢洪道下泄流量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）；

$B$ —堰宽（ $\text{m}$ ）；

$H$ —堰顶水头（ $\text{m}$ ）；

$m$ —流量系数。

#### （5）冲刷消能设计

根据溢洪道设计规范根据《溢洪道设计规范》（SL253-2000）的规定，等宽矩形断面下挖式消力池的池深、池长按公式计算。

##### 1) 消力池的型式和布置

底流消能的基本原则是水流发生临界水跃，通过表面旋滚消能。溢洪道消力池的型式采用等宽矩形断面下挖式。

##### 2) 收缩断面水深及水跃共轭水深

消力池自由水跃共轭水深，水跃长度可按规范公式（A.5.1-1）、（A.5.1-2）、（A.5.1-3）计算：

$$h_2 = \frac{h_1}{2} (\sqrt{1 + 8F_r^2} - 1) \sqrt{\frac{b_1}{b_2}}$$

$$F_{r1} = v_1 / \sqrt{gh_1}$$

$$L = 6.9(h_2 - h_1)$$

式中：  $Fr_1$  ——收缩断面弗劳德数；

$h_1$  ——收缩断面水深， $\text{m}$ ；

$v_1$  ——收缩断面流速，m/s。

$b_1$ 、 $b_2$ ——跃前、跃后断面宽度，m；

$L$ ——自由水跃长度。

收缩断面水深参照《水力计算手册》，按公式(4-2-1)计算：

$$E_0 = h_c + \frac{q^2}{2g h_c^2}$$

式中：  $E_0$ ——以下游河床为基准面的总水头；

$q$ ——收缩断面处的单宽流量；

$\phi$ ——流速系数，取 0.95。

### 3) 消力池的深度和长度

下游水深参照《水力计算手册(渠道的水力计算)》，按下式计算：

$$Q = \frac{[(b+mh)h]^{5/3}}{n(b+2h\sqrt{1+m^2})^{2/3}} \sqrt{i}$$

式中：  $h$ ——正常水深，m；

$b$ ——过水断面渠底宽，m；

$n$ ——计算断面糙率；

$m$ ——断面边坡系数， $m=0$ ；

$Q$ ——过水断面计算流量， $m^3/s$ 。

$i$ ——底坡。

等宽矩形断面下挖式消力池池深，池长可按规范公式（A.5.3-1）、（A.5.3-2）、A.5.3-3）计算：

$$d = \delta h_2 - h_t - \Delta Z$$

$$\Delta Z = \frac{Q^2}{2gb^2} \left( \frac{1}{\phi^2 h_t^2} - \frac{1}{\delta^2 h_2^2} \right)$$

$$L_k = 0.8L$$

式中：d ——池深，m；

$\sigma$  ——水跃淹没度，可取  $\sigma = 1.05$ ；

$h_2$  ——池中发生临界水跃时的跃后水深，m；

$h_t$  ——消力池出口下游水深，m；

$\Delta Z$  ——消力池尾部出口水面跌落，m；

Q ——流量， $m^3/s$ ；

b ——消力池宽度，m；

$\phi$  ——消力池出口段流速系数，可取 0.95；

L ——自由水跃的长度，m。

经复核计算，设计消力池长度  $L_k=4.15m$ ，设计池深 d 为 0.36m；本次设计消力池长为 5.0m，池深 0.5m，消力池满足消能要求。

#### （5）挡土墙抗倾覆计算

根据《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007），挡土墙抗倾覆稳定计算应按下式计算， 计算结果见表 5-26。

$$K_0 = \frac{\sum M_V}{\sum M_H}$$

式中：  $K_0$  ——挡土墙抗倾覆稳定安全系数；

$\sum M_V$  ——对挡土墙基底前趾的抗倾覆力矩（KN·m）；

$\sum M_H$  ——对挡土墙基底前趾的倾覆力矩（KN·m）。

表 5-26 挡土墙稳定计算成果表

| 荷 载 组 合   | 抗滑稳定安全系数 | 抗倾覆稳定安全系数 | 基底最大应力 (kPa) | 基底最小应力 (kPa) |
|-----------|----------|-----------|--------------|--------------|
| 基本组合正常蓄水位 | 1.44     | 1.86      | 17.61        | 14.76        |
| 特殊组合校核洪水位 | 1.37     | 1.73      | 23.13        | 18.65        |

根据《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007），荷载基本组合时抗滑稳定安全系数允许值为 1.05，特殊组合时抗滑稳定安全系数的允许值为 1.0。抗

倾稳定安全系数为允许值为 1.4，特殊组合时抗倾覆稳定安全系数允许值为 1.3。以上计算结果表明，荷载基本组合情况下，边墙的抗滑、抗倾安全系数及应力均满足规范要求。

#### 5.7.4 农田排水口工程

本次农田排水口设计主要根据现状水系及低洼地的具体位置布置，故本工程沿线河道布置 14 左座农田排水口，其中左岸共布置 10 座，右岸共布置 4 座。排水口大小根据排涝区间集雨面积结合现状排口宽度确定，排水涵结构均采用砼预制管涵，每座排水口具体位置确定及主要技术参数详见下表。

表 5-25 排口设计参数表

| 名称           | 所在位置        | 集雨面积<br>( $\text{km}^2$ ) | 排涝排水流量<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | 尺寸<br>(mm) |
|--------------|-------------|---------------------------|-------------------------------------|------------|
| 左岸 1# 农田排水口  | BK1+050(左岸) | 0.06                      | 0.12                                | DN1000     |
| 左岸 2# 农田排水口  | BK4+950(左岸) | 0.32                      | 0.62                                | DN1200     |
| 左岸 3# 农田排水口  | BK4+950(左岸) | 0.023                     | 0.04                                | DN1000     |
| 左岸 4# 农田排水口  | BK5+225(左岸) | 0.03                      | 0.06                                | DN1000     |
| 左岸 5# 农田排水口  | BK5+475(左岸) | 0.27                      | 0.52                                | DN1200     |
| 左岸 6# 农田排水口  | BK7+220(左岸) | 0.02                      | 0.04                                | DN1000     |
| 左岸 7# 农田排水口  | BK7+420(左岸) | 0.09                      | 0.17                                | DN1000     |
| 左岸 8# 农田排水口  | BK7+675(左岸) | 0.08                      | 0.16                                | DN1000     |
| 左岸 9# 农田排水口  | BK7+950(左岸) | 0.12                      | 0.23                                | DN1000     |
| 左岸 10# 农田排水口 | BK8+530(左岸) | 0.17                      | 0.33                                | DN1200     |
| 右岸 1# 农田排水口  | BK3+970(右岸) | 0.25                      | 0.49                                | DN1000     |
| 右岸 2# 农田排水口  | BK4+475(右岸) | 0.36                      | 0.70                                | DN1200     |
| 右岸 3# 农田排水口  | BK6+300(右岸) | 0.48                      | 0.93                                | DN1200     |
| 右岸 4# 农田排水口  | BK7+225(右岸) | 0.23                      | 0.45                                | DN1200     |

#### 5.8 改迁及保护

### 5.8.1 电力改迁及保护

#### （1）迁改基本思路

沿线不符合国家及部颁有关规程、规范要求，影响本工程施工的电力线路均须进行迁改。电力线路在迁改前，应对原线路状况详细勘察，确定经济、技术合理的迁改方案，并取得产权单位的认可。

所有迁改后的电力线路必须都位本工程用地外。所有迁改后的电力线路原则上不提高技术标准和线路等级，但 10kv 及以下线路应按当地电力部门电网发展规划要求，对产权部门已列入近期规划改造的线路应按迁改要求处理。

迁改 110KV 以上线路需要做“环境辐射评估”，该评估流程繁杂，涉及部门多，出具评估报告的时间长。单按迁改一个塔的工程量来计算，从做桩基础、立塔、换线、送电到拆除旧塔至少要 45 天。此基于以上因素，若本工程管线实施时，若红线与高压输电线路红线冲突，需调整管线线位。

#### （2）电力线路迁改特点及原则

##### 1) 交叉穿越电力线路

电缆过轨应穿管保护，为便于维修和事故抢修，减少其对施工基础的影响，每处穿管采用两根钢管保护管(一根穿缆，一根备用)，并在保护管两端、施工用地界外各设电缆井一处。

##### 2) 平行接近电力线路

原则上采取架空方式进行迁改，无路径时可采用下地方式处理。如平移电力线路长度有所增加，电压损失增大，可考虑加大一级导线截面。

#### （3）电力线路迁改范围

本工程建设范围内，建设施工涉及到的电力线路需要进行迁改，需对电力线路迁改长度共约 200m，迁改电线杆 1 杆。

### 5.8.2 燃气管线改迁及保护

### （1）迁改基本思路

沿线不符合国家及地区有关规程、规范要求，影响本工程施工的燃气管道均须进行迁改。燃气管道在迁改前，应对原线路状况详细勘察，确定经济、技术合理的迁改方案，并取得产权单位的认可。

所有迁改后的燃气管道线路都位于本工程用地外，所有迁改后的燃气管道原则上不提高技术标准和技术等级，但中压及以下的管线应结合当地燃气规划进行敷设，对产权部门已列入近期规划改造的线路应按迁改要求处理。

迁改次高压以上压力的燃气管道沿线所设置的阀门间隔较远，迁改接驳时须停气放散的线路较长，影响的用户较多，迁改方案须多方确认后方可实施，确保一次性迁改到位。基于以上因素，本工程管线迁改实施时，若项目红线与次高压天然气管道线路冲突时，应经双方确认，并调整管线的线位，避免二次迁改。

### （2）次高压燃气管道迁改特点及原则

1、燃气管道穿越铁路、高速公路、电车轨道或城镇主要干道时，穿越铁路或高速公路的燃气管道，应加套管，套管的安装要求应符合《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 等相关要求。

2、燃气管道通过河流时，可采用穿越河底或采用管桥跨越的形式。当条件许可时，可利用道路桥梁跨越河流。随桥跨越河流的燃气管道输送压力不应大于 0.4MPa，且必须采取安全防护措施。

3、燃气管道穿越河底时，宜采用钢管，管道至河床的覆土厚度应根据水流冲刷条件及规划河床确定。对不通航河流应不小于 0.5m，对通航的河流不应小于 1.0m，还应考虑疏浚和投锚深度。稳管措施应根据计算确定。

4、在埋设燃气管道位置的河流两岸上、下游应设立标志，穿越火跨越重要河流的燃气管道，在河流两岸应均设置阀门。在次高压、中压燃气干管上，应设置分段阀门，并应在阀门两侧设置放散管。在燃气支管的起点处，应设置阀门。

本阶段的测量和初勘资料中，暂未发现需迁移的燃气管线。下阶段如需迁移燃气管道，则按燃气管道的主管部门的相关规定结合燃气管道迁移规范，对燃气管道进行迁移设计。

### 5.8.3 供水管道及污水管线改迁及保护

（一）管道迁改基本思路：施工场地障碍物→测量放线→沟槽支护、开挖→中粗砂回填夯实管基（同时砌筑构筑物）→过路管段拆除、预埋迁改管道（套管敷设）→迁改管道敷设→管道附件安装→管道切口连接→管道水压试验→回填土→拆除现状迁改段供水管道→回填土。

（二）管道设计：

#### 1、管道迁改设计

- a、管道走向沿村内道路敷设，如出现迂回过多时，适当采取裁弯取直。
- b、管道沿线遇到集镇居民点和障碍物，为避免民事纠纷，减少拆迁和赔偿，可局部修改管道走向。
- c、管线走向应尽量置于安全区域，应尽量避免未来可能建设的区域。
- d、管道的管顶覆土不小于 0.7m，管道埋设在车行道下及穿越农田、道路时，管顶覆土为 1.0m。

#### 2、接口

钢塑管与钢塑管之间，管径 $\leq$ DN50 采用螺纹连接，管径 $\geq$ DN65 采用沟槽连接；钢管与钢管之间采用焊接；PE 管之间采用热熔连接；球墨铸铁管与球墨铸铁管之间采用承插连接，不同管材之间，采用法兰连接。

（四）管道施工工艺

#### 1) 平面定位

管线平面位置图纸中仅为示意，施工时需根据村内道路及路边的宽度尽量将管线布置在路边，以减少对道路的破坏，给村民交通带来不便。因无地下管线资料，在放线及沟槽开挖过程中如遇到无法挪动或拆除的障碍物应及

时和业主单位、监理、设计单位联系经协商后妥善解决。

## 2) 沟槽开挖及支撑

管沟断面形式确定根据现场施工环境、施工设备、土质条件、沟槽深度、气象条件和施工季节等因素综合确定。沟槽放坡按国家现行标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268-2008 的规定执行。沟槽开挖时如遇地下水、软土、不稳定土层或雨季施工时，须进行施工排水、设置沟槽支槽底深度应严格按设计标高开挖，开挖距设计高程 300mm 左右时应通知相关人员验槽，并改用人工开挖至设计高程。开槽时应尽量避免扰动槽底原状土，开槽后有超挖现象时，必须用砂砾土或砂石回填密实。开挖沟槽时应查明地上、地下的建（构）筑物的保护，基槽的支护要有安全可靠的措施。边坡系数暂定 1:1，待地勘资构）物、管线电缆等，距离重要的建（构）筑物较近时，或遇不可拆除的地面障碍时，应注料完成后，根据地勘提出的数据核实调整。如遇软弱地基应在设计单位拿出处理意见后，方可进行下步工序的施工。

## 3) 沟槽回填

管道敷设完毕经检验合格后，应尽快回填，先将管下三角区部分用中粗砂回填密实，然后用中粗砂土或符合要求的原土回填管道两侧，回填时应分层夯（振）实，要求两侧同时对称回填。回填土要求控制好回填材料，最佳含水量，虚铺厚度，其参数应根据现场试验确定。管道在回填过程中，运、倒、夯土时不得损伤管材及接口，不得出现管道移位、转动、脱节现象，且试压后大面积回填土前管内应灌满水。回填土内不得含有机物，砖块、石块等。未尽事宜均按《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB50268-2008）执行。

## （五）管道水压试验及消毒

### 1) 管道水压试验

a.管道安装完毕后，必须分段进行水压试验。PE 配水管道工作压力为 0.15~0.45MPa，该部分管道试验压力为 1.0MPa。DN80-DN40 钢塑管配水管



道工作压力为 0.1~0.5MPa，该部分管道试验压力为 1.0MPa。试验前管道浸泡时间不得小于 24h，每段试验长度不宜大于 1.0km。

b.预试验阶段：将管道内水压缓缓地升至试验压力并稳压 30min.期间如有压力下降可注水补压，但不得高于试验压力；检查管道接口、配件等处有无漏水，损坏现象；有漏水、损坏现象时应及时停止试压，查明原因并采取相应措施后重新试压。

c.主试验阶段：停止注水补压，稳定 15min.，当 15min 后压力下降：钢管不超过 0MPa，PE 管不超过 0.02MPa，将试验压力降至工作压力并保持恒压 30min，进行外观检查若无漏水现象，则水压试验合格。

d.管道升压时，管道的气体应排除；升压过程中，发现弹簧压力计表针摆动、不稳，且升压较慢时应重新排气后再升压。

e.应分级升压，每升一级应检查后背、支墩、管身及接口，无异常现象时再继续升压。

f.水压试验过程中，后背顶撑、管道两侧严禁站人。

g.水压试验时，严禁修补缺陷；遇有缺陷时，应做出标记，卸压后修补。

## 2) 冲洗消毒

a.管道冲洗前必须清理管道内杂物。

b.冲洗应避开用水高峰，以流速不小于 1.0m/s 的冲洗水连续冲洗，直至出水口浊度、色度与入口处冲洗水浊度、色度相同为止。

c.冲洗时应保证排水管路畅通安全。

d.管道应采用含量不低于 20mg/L 氯离子浓度的清洁水浸泡 24h，再次冲洗，直至水质部门取样化验合格为止。

## （六）管道基础

一般土壤地段采用原砂土夯实，其它类土质可采用砂垫层基础。若有不良地质地段，根据工程地质详勘资料另行处理。

## （七）管道支墩及阀门支墩

设计管道转弯处，陡坡处及相距一定距离处设置管道支墩，以防管道因热胀冷缩及外力作用发生移位，影响供水安全，管道支墩做法参见《柔性接口给水管道支墩》（10S505）。在较大的阀门下部设置支墩，以保护设备的运行安全。

#### （八）施工注意事项

（1）建议施工单位合理安排给水管道的施工时间，施工前应做好施工组织设计，尽量不要基础在无水的环境下施工。基坑开挖期间，基坑附近不宜堆放井土和建筑材料堆场。

（2）施工前应查明地下原有隐蔽工程，在施工中应采取切实可行的保护措施，确保现有管线的安全。

（3）沟槽开挖时应根据场地地质状况采取合理的开挖方式以节约工程投资。

（4）基坑开挖应严格控制基槽底部高程，不得超挖及扰动原状土，超挖的部分应采用中粗砂回填到设计标高（密实度要求不小于 93%）。

（5）施工中应加强基底验槽工作，经验槽合格后，方可进行下道工序。

（6）给水管道安装完毕后必须进行注水试验，合格后方可回填沟槽。状物等。要求管道回填砂薄层夯实，分层回填厚度不大于 0.30m。管顶覆土 0.50m 范围内，不得用重型机械压实。回填土的密度应按照《给水排水管道工程施工及验收规范》。

（8）配水管道的管材及金属管道内防腐材料和承插管接口处填充料应符合现行国家标准《生活饮用输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T17219 的规定。

（9）设计给水管道沟槽回填至现状地面，检查井应和现状地面平齐。

（10）管道敷设在低洼地段和管道转弯处应设置管道支墩。

（11）沿线开挖路段局部需破除现状路面、既有管线和沟渠等市政设施的需按相关规范要求恢复。

（12）沿线开挖路段局部需破除现状路面、既有管线和沟渠等市政设施的需按相关规范要求。

（13）机械设备的安装由业主指定厂家负责完成，并符合《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB50231-2009 和《叠压供水技术规程》CECS221-2012 的要求。

（14）未尽事宜按有关规范规定执行。

在本阶段的测量和初勘资料中，暂未发现需迁移的水管线。下阶段如需迁移给水管道，则按给水管道主管部门的相关规定结合给水管道迁移规范，对给水管道进行迁移设计。

## 5.9 生态覆绿工程

### 5.9.1 设计依据

- （1）《中华人民共和国城乡规划法》(2019 年修正)；
- （2）《三亚市国土空间规划管理规定》
- （3）《公园设计规范》（GB51192-2016）；
- （4）《环境景观滨水工程》（10J012-4）；
- （5）《城市绿地分类标准》（CJJ/T85-2017）；
- （6）《城市道路绿化设计标准》CJJ/T75-2023；
- （7）《园林绿化工程项目规范》GB 55014-2021
- （8）《园林绿化工程施工及验收规范》CJJ 82-2012
- （9）《海南省园林绿化工程施工及验收规范》DBJ46-037-2016；
- （10）《海南省城镇园林绿化养护管理规范》DBJ 46-038-2016
- （11）《市政公用工程设计文件编制深度规定》（2025 年版）。
- （12）《三亚市道路绿化景观设计导则》
- （13）《园林绿化工程项目规范》GB 55014-2021

- （14）《海南省城镇绿地植物配置技术规定》
- （15）《海南省城镇园林绿化条例》
- （16）《三亚市道路绿化绿化设计导则》
- （17）《三亚市总体城市设计》（2020-2035）；
- （18）《河湖生态系统保护与修复工程技术导则》（SL/T800-2020）；
- （19）《生态保护修复成效评估技术指南》HJ1272—2022
- （20）《城市夜景照明设计规范》（JGJ/T163-2008）；
- （21）国家及行业颁布的其他有关现行规范、规程、标准等。

### 5.9.2 总体设计理念

本设计依托河流天然生态的廊道，以涵养水源保护生态河道为出发点，空间格局上，统筹生态空间，形成“一轴、两带、多组团”的空间格局。充分发挥天然的河道优势，营造充满活力的河道风貌。集合生态可持续、糅合人文与自然为设计理念，深度发掘河道内在的潜力，打造生态河道和滨水空间。在保证防洪满足要求的前提下，通过生态系统服务功能恢复和提升，打造人水相结合生态河道，增强河道的生态多样性和亲水性。

### 5.9.3 设计原则

（1）以疏通河道、保护原生态环境、涵养水源并提升河道品质与城市品质并重的原则打造生态自然的滨水空间，增强大三亚绿芯的建设保护，并以此提升城市形象。注重与三亚市整个大环境的色调、文化氛围、周边环境的联系，与周围河流的自然肌理建立联系，注重风格的统一，强化环境的和谐。

#### （2）防治污染和保护生态并重的原则

遵循可持续发展的生态优先理念，注重保护大三亚生态绿芯的天然环境，利用山水格局、山地间的关系，因地制宜的进行规划设计，充分展现当地的自然风貌。坚持污染防治与生态保护统一原则，努力实现河道的生态修复。

### （3）坚持水系可持续发展，注重河流功能复合性的原则

生态修复工程设计的目的是促进资源的合理利用，增强区域社会经济发  
展的生态环境支撑力，促进水系的可持续发展，结合河道防洪需求，规划集  
河道生态、湿地、休闲、科普教育等多功能为一体的生态河流。

#### 5.9.4 设计范围和规模

A 段主要建设内容有：新建观测平台约 2030.8 m<sup>2</sup>，新建人行桥 172 m<sup>2</sup>（长  
度 86m），新建巡河道路 2167 m<sup>2</sup>，生态覆绿总面积约为 27222.3m<sup>2</sup>；

A 段现状植被清除及工程量：A 段现状植被多为原生植被，乔木以槟榔、  
椰子、竹子等为主，沿河岸线分布有野生爬藤植物；A 段清除杂灌木工程量  
约为 31420.1 m<sup>2</sup>，保留原有植被面积约为 22510 m<sup>2</sup>。

A 段观测平台选址及规模：依据河道建设用地范围线以及现状用地情况，  
A 段建设生态湿塘区和 3 座观测平台，主要用于观测河道情况及提升河道管  
护空间，3 座观测平台分别设置于河道堤顶路旁，距河道边约 3 至 15 米不  
等处。详见下表：

| A 段观测平台  |                       |                  |         |
|----------|-----------------------|------------------|---------|
| 名称       | 规模                    | 位置               | 类型      |
| 生态湿塘入口平台 | 333 m <sup>2</sup>    | AK0+100~ AK0+350 | 混凝土挡墙平台 |
| A1       | 151.4 m <sup>2</sup>  | AK0+575          | 混凝土挡墙平台 |
| A2       | 1255.7 m <sup>2</sup> | AK1+000          | 混凝土挡墙平台 |
| A3       | 290.7 m <sup>2</sup>  | AK1+200          | 混凝土挡墙平台 |

A 段主要种植其他地被植物约 3438.6 m<sup>2</sup>，，种植灌木 860 株，种植大叶  
油草约 23783.7 m<sup>2</sup>，种植乔木约 1197 株。

B 段主要建设内容有：新建观测平台约 2166.56 m<sup>2</sup>，新建人行桥 63.6 m<sup>2</sup>

（长度 31.8m），新建巡河道路 12057 m<sup>2</sup>，生态覆绿总面积约为 52047.3 m<sup>2</sup>。

B 段沿河现状植被多为原生植被，乔木以槟榔、椰子、竹子等为主，沿河岸线分布有野生爬藤植物，部分区域黄土裸露，整体植被呈自然生长状态，长势凌乱，河岸缺乏水生植物。

B 段现状植被清除及工程量约为 56380.9 m<sup>2</sup>，保留原有植被面积约为 48430.62 m<sup>2</sup>。

B 段观测平台选址及规模：依据河道建设用地范围线以及现状用地情况，B 段建设有 14 座观测平台，主要用于观测河道情况及河道管护能力空间提升，14 座观测平台分别设置于河道堤顶路旁，大小不相同，距河道边约 2 至 10 米不等处。详见下表：

| B 段观测平台 |                      |         |         |
|---------|----------------------|---------|---------|
| 名称      | 规模                   | 位置      | 类型      |
| B1      | 271 m <sup>2</sup>   | BK0+900 | 混凝土挡墙平台 |
| B2      | 52 m <sup>2</sup>    | BK1+325 | 混凝土挡墙平台 |
| B3      | 47.6 m <sup>2</sup>  | BK2+100 | 混凝土挡墙平台 |
| B4      | 167.7 m <sup>2</sup> | BK2+300 | 混凝土挡墙平台 |
| B5      | 347.8 m <sup>2</sup> | BK2+375 | 混凝土挡墙平台 |
| B6      | 55.2 m <sup>2</sup>  | BK3+250 | 混凝土挡墙平台 |
| B7      | 155.7 m <sup>2</sup> | BK3+425 | 混凝土挡墙平台 |
| B8      | 150.3 m <sup>2</sup> | BK4+025 | 混凝土挡墙平台 |
| B9      | 65.9 m <sup>2</sup>  | BK4+000 | 混凝土挡墙平台 |
| B10     | 152.8 m <sup>2</sup> | BK4+150 | 混凝土挡墙平台 |
| B11     | 128.7 m <sup>2</sup> | BK5+625 | 混凝土挡墙平台 |
| B12     | 239.7 m <sup>2</sup> | BK6+950 | 混凝土挡墙平台 |
| B13     | 95.4 m <sup>2</sup>  | BK6+225 | 混凝土挡墙平台 |
| B14     | 236.6 m <sup>2</sup> | BK6+500 | 混凝土挡墙平台 |

B 段主要种植其他地被植物约 13164.3 m<sup>2</sup>，，种植灌木 2287 株，种植大叶油草约 38883 m<sup>2</sup>，种植乔木约 2430 株。

### 5.9.5 设计内容及目标

#### （1）设计内容

结合河道堤防建设内容，新建河道巡河道路、河道观测平台、生态湿塘、生态覆绿等。

#### （2）设计目标

以提高改善城市水系综合生态环境为目标，在保证大茅水整体水系综合运行功能的前提下，结合三亚市城市总体规划及防洪排涝规划，对大茅水进行综合治理，挖掘与开发河道的生态方面的潜能，带动滨河带的休闲、文化、生活宜居等方面的优势，带动城镇开发建设，将大茅水打造成具有地方特色的生态旅游休闲带。

### 5.9.6 总体布局

#### 1、基本原则：

（1）生态优先原则：保护和改善河道生态环境，优化水质水量，恢复和保护生物多样性。

（2）共建共享原则：加强社会公众参与，实现政府、企业、公众多方共同参与河道建设与管理，共享水资源。

（3）全面保护原则：实施综合性河道管理，包括水资源管理、水域治理、防洪减灾等，全面保护水环境。

（4）长效机制原则：建立健全的法律法规和管理体制，确保河道建设可持续发展。

#### 2、总体布局

利用天然的山水优势，打造“一轴、两带、多组团”的设计理念，串起

大茅水两岸生态，民俗，商贸资源，河道沿河布设巡河道路，通过抛石，格宾石笼，植被的处理，打造自然生态河道，充分利用现状水塘，打造生态湿地。利用现有资源结构，构建丰富的生态布局体系，打通山水视廊，连接场地丰富资源。

### 3、工程设计总平面图

治理河段宽度变化较大，上游河道(A段)从三浓水库溢洪道起始，河道较宽，左岸为南繁核心区种植基地；下游河道(B段)末端两岸大部分为农田，局部河道狭窄，部分河段河弯密集，迎流顶冲，水流条件差，局部还有村庄、高速公路和匝道、海榆东线桥以下河道两岸有高新技术区、吉阳区城区，河道周边地形复杂多样，少量河段原生态植被保留完整，生态较好，部分河段植被缺乏，生态单一。

本次设计以大茅水为主要轴线，结合周边的自然条件，利用天然的环境优势，打造“一轴、两带、多组团”的设计理念，串起大茅水两岸“生态，民俗，商贸”等资源。引导多元产业的蓬勃发展，同时进一步带动并促进旅游行业的发展，反哺城市经济。



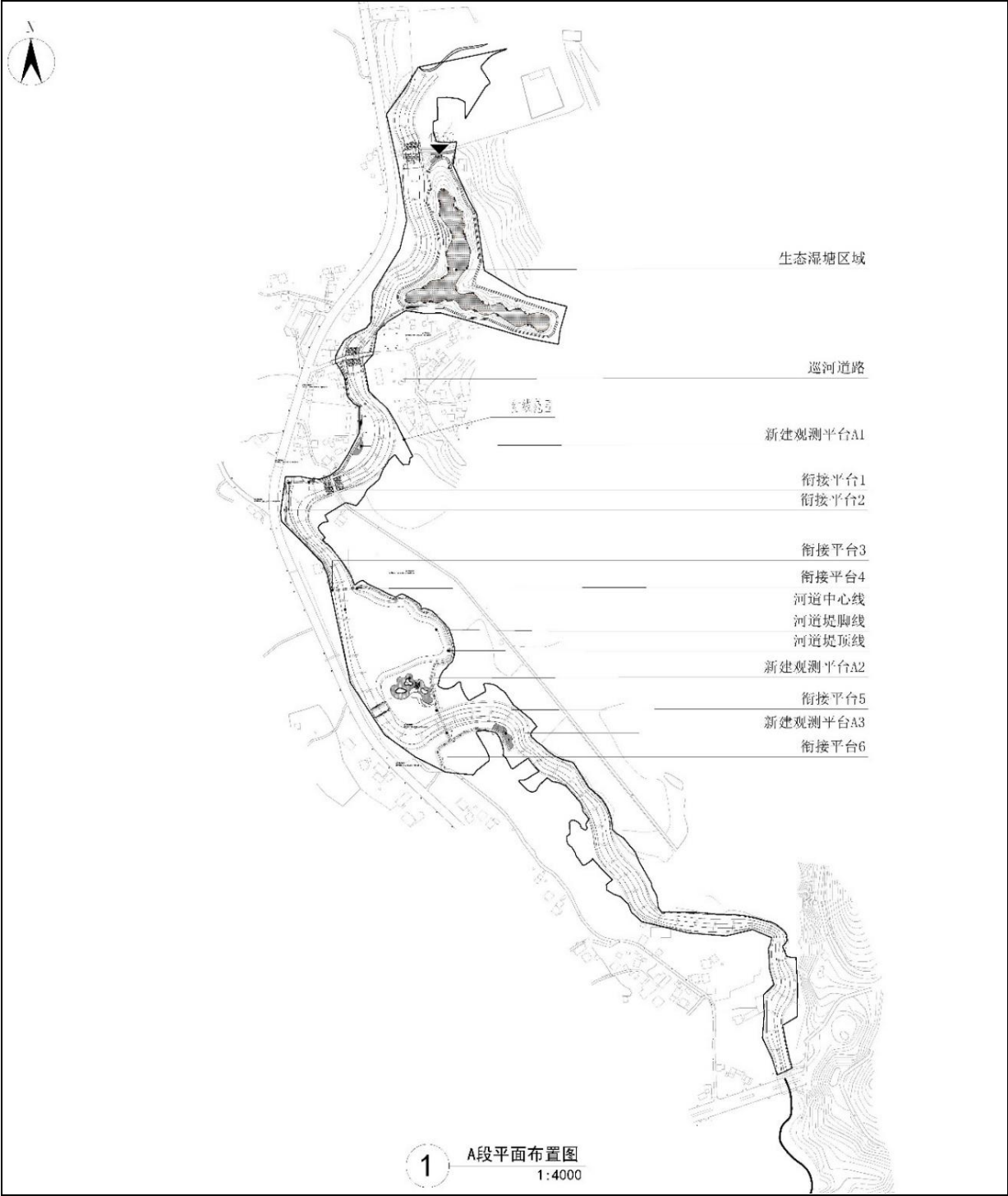


图- A 段设计总平面图

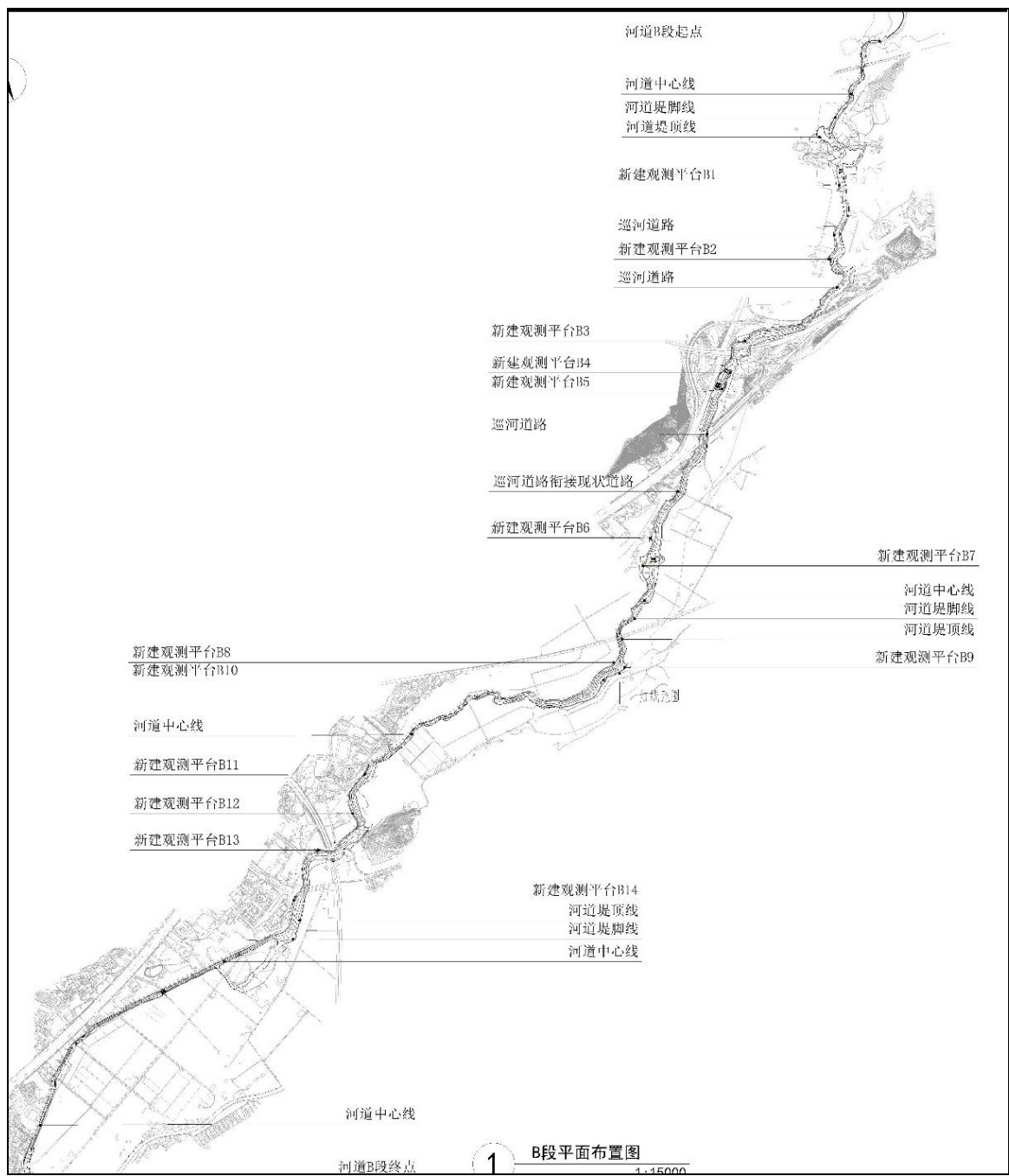


图-B 段设计总平面图

5.9.7 竖向设计

(1) 道路竖向设计

按照道路设计规范要求，堤顶路主要道路纵坡应小于 4%，支路及小路纵坡应小于 18%，超过 15%应做防滑处理，同时应考虑道路台阶、梯道设计及围栏护栏的设施。

(2) 河道竖向设计

河道设计断面为格宾挡墙结合抛石护脚+水土保持毯护坡+自然草坡、格宾挡墙结合抛石护脚+水土保持毯护坡+抛石护脚等多种断面形式。如下图：

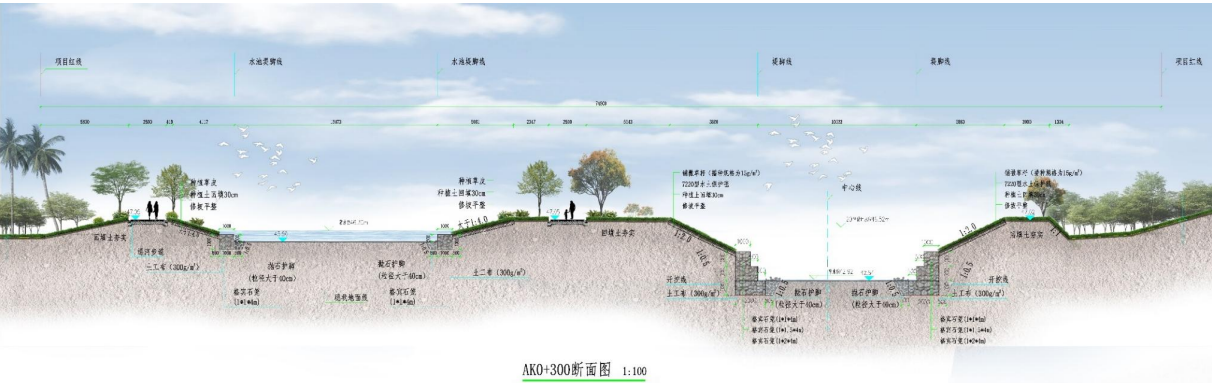


图- 断面形式一

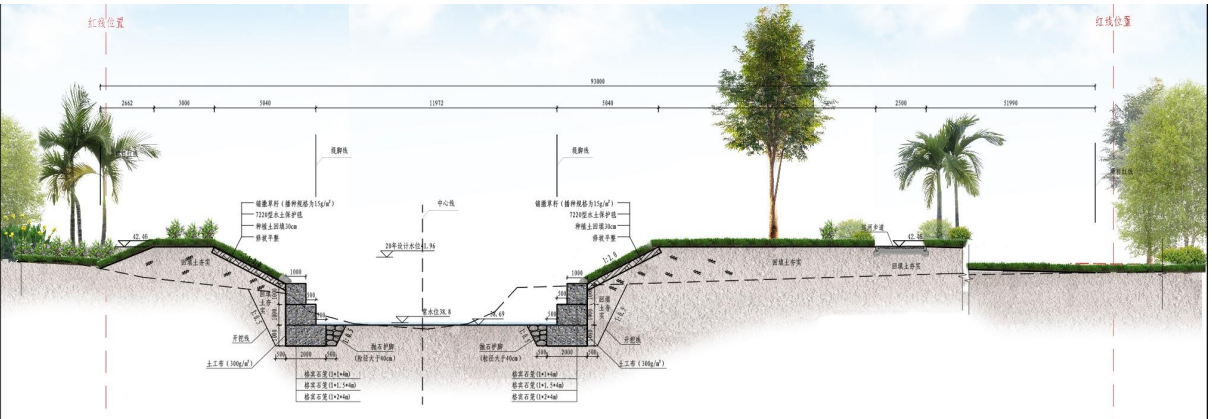


图- 断面形式二

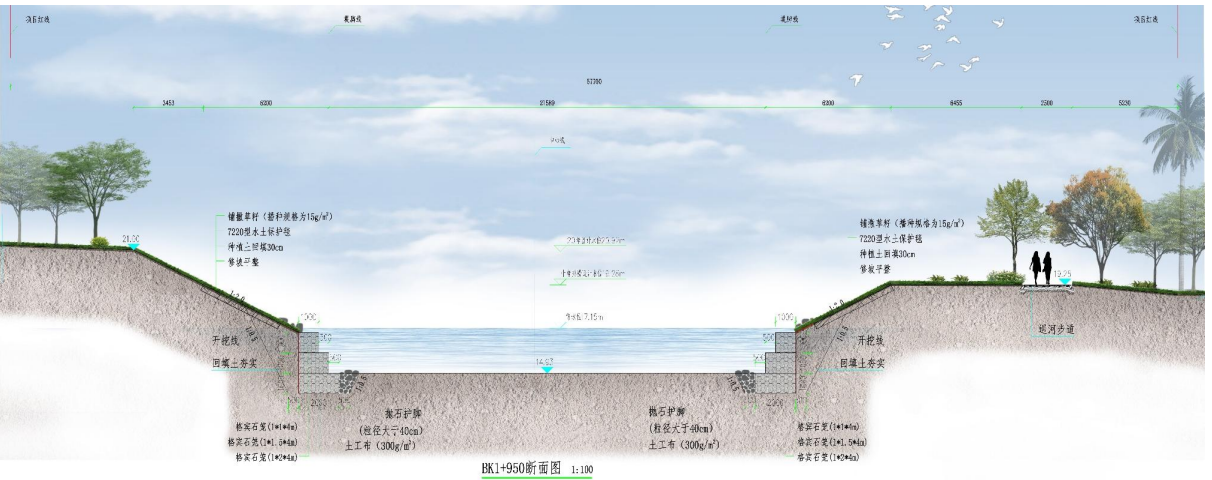


图-断面形式三

### （3）绿化场地竖向设计

绿化场地竖向设计以总体设计布局及控制高程为依据，在整体竖向设计的基础上，结合现状地形空间，营造有利于雨水就地消纳的地形，极大程度上满足植物的生态习性要求，同时通过利用现状多种地貌和多种绿化空间，丰富绿化层次。在确保护岸稳定、安全的前提下，栽种护岸植物。

## 5.9.8 植物规划设计

整个河流生态绿带将形成“自然生态，整洁美观，和谐共生”的整体效果。河道绿化结合水体形式及绿化空间层次，通过乔木、灌木、地被植物、挺水植物的搭配进一步丰富河岸生态空间效果。

### （1）设计原则

结合现状情况及总体规划定位，种植设计规划遵循以下原则：

#### 1) 尊重现状、因地制宜

根据现状沿河地形，尽量保留现有植被。

#### 2) 适地适树、科学合理

充分发挥适生乡土树种的优势，植物种植生态优先，通过构建稳定的植物群落，保证整个区域的高绿视率和绿化覆盖率。

#### 3) 因势利导、突出主题

与大茅水水岸线相结合，体现各绿化生态节点的主题特色，形成多层次的滨水环境风貌。

#### 4) 结合水位，分层规划

竖向上分为堤内绿化、岸坡绿化、堤顶高地绿化三个层次，根据水位情况规划不同的植物品种。

### （2）现状植被分析

沿河现状植被多为原生植被，乔木以槟榔、椰子、竹子等为主，沿河岸线分布有野生爬藤植物，部分区域黄土裸露，整体植被呈自然生长状态，长

势凌乱，河岸缺乏水生植物，整体生态效果较差。

本工程仅对覆绿范围内现状杂乱灌木地被进行清除，清除该区域入侵植物，项目区域范围内为保障植物生长需求，在不利植物生长的区域需更换种植土，部分原生土壤较好的区域则可根据实际情况清除表土，利用现状土壤进行种植，清除现状杂草灌木工程量约为 87800.96 平方米（包含新建巡河道路和新建观测平台面积），保留河道两岸现状长势较好的乔木，如椰子、槟榔，竹子等。重新点缀种植便于后期养护管理的本土植物品种，对两岸进行生态覆绿，提升生态效果。

### （3）堤岸绿化美化

滨河绿化带主要以植物成片种植现成疏林草地为主，多种植物间隔、混合种植，采用原生树种和乡土树种为主，以形成丰富的色彩以及植物层次空间，完善区域植物生态系统层次。总体布局结合水位，分层规划“堤顶高地绿化——生态岸坡绿化美化——堤内绿化美化”进行综合布置。

河堤沿线通过绿化美化，促进生态环境优化、改善人居环境、净化空气、实现沿河纵向绿化带的连续性，以发挥其生物廊道功能；并考虑河道横向的连续性，形成从水域到陆域的完整植物群落体系。

根据沿岸土地利用、功能区划和空间管控要求，合理确定堤岸的绿化美化建设范围并对沿河堤岸进行绿化美化，以绿植柔化护岸，覆绿岸线，增强亲水性，间断种植水生植物，从而提高沿河水质净化能力及生态价值。

沿河设置巡河道路，提升巡河管护能力，助力区域发展。提升河道岸线的生态环境，绿化美化流域生态岸线。改造修复河堤岸线，在流域范围内，实施增绿补绿工程，发挥流域内及周边水环境的本底优势，以绿植增强流域的生态价值、观赏价值，充分兼顾水域与驳岸之间的联系，形成连续且具有净化功能的生态岸线体系。

### （4）绿化植物选择

乔木：雨树、凤凰木、小叶榕、大腹木棉、火焰木、幌伞枫、小叶榄仁



树、大叶榄仁树、黄花风铃木、黄槐、红花鸡蛋花、南洋楹、重阳木、狐尾椰子、龙血树、花叶橡胶榕、海南蒲桃、盾柱木、长叶马府油、尖叶杜英、黄金间碧竹、红花玉蕊、粉花风铃木、大叶紫薇、蒲葵、散尾葵等；

灌木：红花三角梅球、非洲茉莉球、黄金榕、七彩大红花、茶花、美丽针葵、黄金香柳、金边龙舌兰、红车、琴叶珊瑚、小叶紫薇、九里香、黄心梅、双荚槐、剑麻、福建茶等；

地被：大叶油草、蔓花生、变叶木、蜘蛛兰、小叶龙船花、雪茄花、黄心梅、斑斓叶、细叶棕竹、肾蕨、鸭脚木、春羽、洒金变叶木、花叶良姜等。

水生植物：再力花、鸢尾、梭鱼草、菖蒲、黄菖蒲、美人蕉、千屈菜、水葱等。

#### 1) 苗木表

| 乔木苗木表 |       |             |          |         |    |     |    |                    |
|-------|-------|-------------|----------|---------|----|-----|----|--------------------|
| 序号    | 苗木名称  | 规格 (cm)     |          |         |    | 数量  | 单位 | 备注                 |
|       |       | 自然高         | 胸径/地径    | 冠幅      | 土球 |     |    |                    |
| 1     | 长叶马府油 | 250-300     | 10-12    | 250-300 | 60 | 13  | 株  | 假植苗，树形优美，冠幅饱满      |
| 2     | 雨 树   | 250-300     | 10-12    | 300-350 | 60 | 556 | 株  | 树形优美，冠幅饱满，不偏冠，假植苗  |
| 3     | 散尾葵   | 200-250     | 地径 8-10  | 250-300 | 50 | 54  | 株  | 假植苗，树形优美，冠幅饱满      |
| 4     | 蒲 葵   | 250-300     | 地径 20-25 | 200-250 | 60 | 157 | 株  | 假植苗，树形优美，冠幅丰满，不偏冠  |
| 5     | 南洋杉   | 200-250     | 8-10     | 200-250 | 60 | 151 | 株  | 假植苗，树形优美，冠幅丰满，不偏冠  |
| 6     | 尖叶杜英  | 250-300     | 10-12    | 200-250 | 50 | 99  | 株  | 假植苗，树形优美，冠幅丰满，不偏冠  |
| 7     | 红花鸡蛋花 | 200-250     | 头径 8-10  | 200-250 | 50 | 243 | 株  | 树干直，全冠，冠幅丰满，3 分叉以上 |
| 8     | 黄金间碧竹 | 150-200     | 6-8      | 100-150 | 40 | 38  | 丛  | 假植苗，散生，5-7 杆/丛     |
| 9     | 黄 槐   | 250-300     | 10-12    | 200-250 | 60 | 41  | 株  | 假植苗，树形优美，冠幅丰满      |
| 10    | 黄花风铃木 | 200-250     | 10-12    | 200-250 | 50 | 184 | 株  | 假植苗，树形优美，冠幅丰满      |
| 11    | 狐尾椰子  | 净杆高 250-300 | 地径 20-25 | 200-250 | 60 | 368 | 株  | 假植苗，树形优美，冠幅丰满，不偏冠  |
| 12    | 红花玉蕊  | 200-250     | 8-10     | 250-300 | 60 | 23  | 株  | 假植苗，树形优美，冠幅丰满，不偏冠  |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|    |       |         |         |         |    |     |   |                   |
|----|-------|---------|---------|---------|----|-----|---|-------------------|
| 13 | 宫粉紫荆  | 250-300 | 10-12   | 200-250 | 60 | 35  | 株 | 假植苗，树形优美，冠幅丰满，不偏冠 |
| 14 | 粉花风铃木 | 250-300 | 10-12   | 150-200 | 50 | 109 | 株 | 假植苗，树形优美，冠幅丰满     |
| 15 | 凤凰木   | 250-300 | 12-15   | 250-300 | 60 | 123 | 株 | 假植苗，树形优美，冠幅丰满     |
| 16 | 大叶紫薇  | 200-250 | 10-12   | 200-250 | 50 | 100 | 株 | 假植苗，树形优美，冠幅丰满，不偏冠 |
| 17 | 大腹木棉  | 300-350 | 12-15   | 250-350 | 60 | 77  | 株 | 假植苗，树形优美，冠幅丰满，不偏冠 |
| 18 | 小叶榄仁  | 200-250 | 10-12   | 250-300 | 50 | 23  | 株 | 假植苗，树形优美，冠幅丰满，不偏冠 |
| 19 | 南洋楹   | 250-300 | 12-15   | 200-250 | 60 | 28  | 株 | 树形优美，冠幅丰满         |
| 20 | 幌伞枫   | 250-300 | 10-12   | 250-300 | 50 | 16  | 株 | 假植苗，树形优美，冠幅丰满     |
| 21 | 重阳木   | 300-350 | 12-15   | 250-300 | 80 | 41  | 株 | 假植苗，树形优美，冠幅丰满     |
| 22 | 鸡冠刺桐  | 250-300 | 10-12   | 250-300 | 50 | 63  | 株 | 假植苗，树形优美，冠幅丰满     |
| 23 | 黄金熊猫  | 200-250 | 8-10    | 200-250 | 50 | 85  | 株 | 假植苗，树形优美，冠幅丰满，不偏冠 |
| 24 | 红千层   | 200-250 | 8-10    | 200-250 | 40 | 194 | 株 | 假植苗，树形优美，冠幅丰满     |
| 25 | 火焰木   | 250-300 | 12-15   | 250-300 | 60 | 36  | 株 | 假植苗，树形优美，冠幅丰满，不偏冠 |
| 26 | 龙血树   | 150-180 | 地径8-10  | 120-150 | 50 | 19  | 株 | 假植苗，三分枝以上，冠幅饱满    |
| 27 | 锦叶榄仁  | 200-250 | 10-12   | 200-250 | 50 | 56  | 株 | 4层分支及以上，树形优美，冠幅饱满 |
| 28 | 花叶橡胶榕 | 200-250 | 10-12   | 200-250 | 50 | 196 | 株 | 树形优美，冠幅丰满         |
| 29 | 仁面子   | 300-350 | 10-12   | 200-250 | 50 | 44  | 株 | 树形优美，冠幅丰满，不偏冠，假植苗 |
| 30 | 腊肠树   | 250-300 | 9-10    | 200-250 | 60 | 39  | 株 | 树形优美，冠幅丰满，假植苗     |
| 31 | 红花天料木 | 200-250 | 地径30-40 | 250-300 | 60 | 91  | 株 | 树形优美，冠幅丰满，不偏冠，假植苗 |
| 32 | 五月茶   | 200-250 | 10-12   | 200-250 | 50 | 137 | 株 | 树形优美，冠幅饱满，假植苗     |
| 33 | 桃花心木  | 300-350 | 12-13   | 300-350 | 50 | 14  | 株 | 树形优美，冠幅丰满，假植苗     |
| 34 | 盾柱木   | 250-300 | 12-15   | 300-350 | 50 | 67  | 株 | 树形优美，冠幅饱满，假植苗     |
| 35 | 海南蒲桃  | 200-250 | 10-12   | 200-250 | 50 | 88  | 株 | 树形优美，冠幅饱满，假植苗     |
| 36 | 伊朗芷硬胶 | 250-300 | 10-12   | 200-250 | 50 | 19  | 株 | 树形优美，冠幅饱满，假植苗     |

灌木苗木表

| 序号 | 苗木名称  | 规格(cm)  |         |    | 数量  | 单位 | 备注          |
|----|-------|---------|---------|----|-----|----|-------------|
|    |       | 自然高     | 冠幅      | 土球 |     |    |             |
| 1  | 苏铁    | 50-60   | 100-110 | 40 | 40  | 株  |             |
| 2  | 红花三角梅 | 80-100  | 120-140 | 50 | 260 | 株  | 自然状，冠幅饱满，红花 |
| 3  | 金边龙舌兰 | 50-60   | 70-80   | 50 | 163 | 株  | 球状，冠幅饱满     |
| 4  | 黄金榕球  | 80-100  | 70-80   | 50 | 262 | 株  | 球状，冠幅饱满     |
| 5  | 红花檵木  | 80-100  | 80-100  | 50 | 143 | 株  | 自然状，冠幅饱满，红花 |
| 6  | 红车    | 80-100  | 80-100  | 50 | 143 | 株  | 球苗          |
| 7  | 非洲茉莉  | 50-60   | 50-60   | 50 | 160 | 株  | 枝繁叶茂，冠幅饱满   |
| 8  | 琴叶珊瑚  | 80-100  | 80-100  | 50 | 82  | 株  | 冠幅饱满        |
| 9  | 大红花   | 50-60   | 100-120 | 50 | 58  | 株  | 枝繁叶茂，冠幅饱满   |
| 10 | 黄金香柳  | 80-100  | 120-150 | 40 | 76  | 株  | 塔锥形，冠幅饱满    |
| 11 | 小叶紫薇  | 80-100  | 120-150 | 60 | 63  | 株  | 冠幅饱满        |
| 12 | 粉纸扇   | 100-120 | 80-100  | 40 | 160 | 株  | 枝繁叶茂，冠幅饱满   |
| 13 | 细叶棕竹  | 60-80   | 60-80   | 40 | 325 | 株  | 枝繁叶茂，冠幅饱满   |
| 14 | 米兰    | 60-80   | 60-80   | 50 | 45  | 株  | 球状，冠幅饱满     |
| 15 | 九里香   | 60-80   | 60-80   | 50 | 53  | 株  | 球状，冠幅饱满     |
| 16 | 黄心梅   | 80-100  | 80-100  | 50 | 407 | 株  | 冠幅饱满        |
| 17 | 茶花    | 40-50   | 50-60   | 50 | 40  | 株  | 冠幅饱满        |
| 18 | 双荚槐   | 100-120 | 100-120 | 60 | 257 | 株  | 冠幅饱满        |
| 19 | 七彩大红花 | 60-80   | 80-100  | 60 | 144 | 株  | 冠幅饱满        |
| 20 | 美丽针葵  | 80-100  | 60-80   | 50 | 59  | 株  | 冠幅饱满        |
| 21 | 剑麻    | 40-60   | 40-60   | 40 | 55  | 株  | 冠幅饱满        |
| 22 | 福建茶   | 60-80   | 60-80   | 50 | 71  | 株  | 冠幅饱满        |
| 23 | 红绒球   | 60-80   | 60-80   | 50 | 81  | 株  | 球状，冠幅饱满     |



三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

| 地被苗木表 |        |         |       |        |                |                                   |
|-------|--------|---------|-------|--------|----------------|-----------------------------------|
| 序号    | 名称     | 规格 (cm) |       | 数量     | 单位             | 备注                                |
|       |        | 高度      | 冠幅    |        |                |                                   |
| 1     | 斑斓叶    | 30-35   | 30-35 | 459.9  | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup>           |
| 2     | 变叶木    | 25-30   | 25-30 | 159    | m <sup>2</sup> | 袋装, 25 株/m <sup>2</sup>           |
| 3     | 大叶红草   | 25-30   | 25-30 | 130.3  | m <sup>2</sup> | 袋装, 25 株/m <sup>2</sup>           |
| 4     | 风车草    | 30-35   | 30-35 | 124.6  | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup>           |
| 5     | 鹤望兰    | 30-35   | 30-35 | 377.9  | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup>           |
| 6     | 花叶假连翘  | 30-35   | 30-35 | 89.6   | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup>           |
| 7     | 花叶良姜   | 30-35   | 30-35 | 816.9  | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup>           |
| 8     | 黄菖蒲    | 30-35   | 30-35 | 58.8   | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 丛/m <sup>2</sup> , 5 芽/丛   |
| 9     | 黄金榕    | 25-30   | 25-30 | 641.2  | m <sup>2</sup> | 袋装, 25 株/m <sup>2</sup>           |
| 10    | 黄心梅    | 25-30   | 25-30 | 985.1  | m <sup>2</sup> | 袋装, 25 株/m <sup>2</sup>           |
| 11    | 金红羽狼尾草 | 30-35   | 30-35 | 559.1  | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup>           |
| 12    | 九里香    | 30-35   | 30-35 | 143.5  | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup>           |
| 13    | 亮叶朱蕉   | 30-35   | 30-35 | 798.5  | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup>           |
| 14    | 美人蕉    | 30-35   | 30-35 | 689.6  | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup>           |
| 15    | 水生美人蕉  | 30-35   | 30-35 | 50.1   | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 丛/m <sup>2</sup> , 3-5 芽/丛 |
| 16    | 米仔兰    | 30-35   | 30-35 | 278.1  | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup>           |
| 17    | 千屈菜    | 25-30   | 25-30 | 41.2   | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 丛/m <sup>2</sup> , 3-5 芽/丛 |
| 18    | 肾蕨     | 25-30   | 25-30 | 146.7  | m <sup>2</sup> | 袋装, 25 株/m <sup>2</sup>           |
| 19    | 水葱     | 25-30   | 25-30 | 32.3   | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 丛/m <sup>2</sup> , 3-5 芽/丛 |
| 20    | 梭鱼草    | 30-35   | 30-35 | 43     | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 丛/m <sup>2</sup> , 3-5 芽/丛 |
| 21    | 细叶芒    | 30-35   | 30-35 | 102.5  | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup>           |
| 22    | 细叶棕竹   | 30-40   | 30-40 | 434.1  | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup>           |
| 23    | 雪茄花    | 15-20   | 15-20 | 420    | m <sup>2</sup> | 袋装, 36 株/m <sup>2</sup>           |
| 24    | 鸭脚木    | 30-35   | 30-35 | 360.3  | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup>           |
| 25    | 沿阶草    | 20-25   | 20-25 | 136.7  | m <sup>2</sup> | 袋装, 25 株/m <sup>2</sup>           |
| 26    | 鸢尾     | 25-30   | 25-30 | 27.7   | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 丛/m <sup>2</sup> , 3-5 芽/丛 |
| 27    | 再力花    | 30-40   | 30-40 | 17.7   | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 丛/m <sup>2</sup> , 3-5 芽/丛 |
| 28    | 春羽     | 20-25   | 15-20 | 188    | m <sup>2</sup> | 袋装, 36 株/m <sup>2</sup>           |
| 29    | 洒金变叶木  | 20-25   | 20-30 | 347.7  | m <sup>2</sup> | 袋装, 25 株/m <sup>2</sup>           |
| 30    | 小叶龙船花  | 20-25   | 20-25 | 1061.9 | m <sup>2</sup> | 袋装, 25 株/m <sup>2</sup>           |
| 31    | 蜘蛛兰    | 25-30   | 25-30 | 676.6  | m <sup>2</sup> | 袋装, 25 株/m <sup>2</sup>           |
| 32    | 菖蒲     | 20-25   | 15-20 | 19.5   | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 丛/m <sup>2</sup> , 3-5 芽/丛 |
| 33    | 银边草    | 20-25   | 20-25 | 139    | m <sup>2</sup> | 袋装, 25 株/m <sup>2</sup>           |
| 34    | 天门冬    | 20-25   | 20-25 | 130.2  | m <sup>2</sup> | 袋装, 25 株/m <sup>2</sup>           |
| 35    | 小蚌兰    | 15-20   | 15-20 | 254.5  | m <sup>2</sup> | 袋装, 36 株/m <sup>2</sup>           |

|    |       |       |       |        |                |                                   |
|----|-------|-------|-------|--------|----------------|-----------------------------------|
| 36 | 紫花马樱丹 | 25-30 | 15-20 | 147.5  | m <sup>2</sup> | 袋装, 36 株/m <sup>2</sup>           |
| 37 | 翠芦莉   | 30-35 | 20-25 | 187.3  | m <sup>2</sup> | 袋装, 25 株/m <sup>2</sup>           |
| 38 | 纸莎草   | 30-35 | 25-30 | 17.8   | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 丛/m <sup>2</sup> , 3-5 芽/丛 |
| 39 | 香茅    | 30-35 | 30-35 | 439.4  | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup> , 3-5 芽/株 |
| 40 | 粉黛乱子草 | 30-35 | 25-30 | 159.5  | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup> , 3-5 芽/株 |
| 41 | 合果芋   | 25-30 | 20-25 | 39.8   | m <sup>2</sup> | 袋装, 16 株/m <sup>2</sup> , 3-5 芽/株 |
| 42 | 彩叶草   | 20-25 | 25-30 | 101.5  | m <sup>2</sup> | 袋装, 25 株/m <sup>2</sup>           |
| 43 | 满天星   | 15-20 | 15-20 | 125.9  | m <sup>2</sup> | 袋装, 49 株/m <sup>2</sup>           |
| 44 | 蔓花生   | 10-15 | 10-15 | 1717.1 | m <sup>2</sup> | 袋装, 49 株/m <sup>2</sup>           |
| 45 | 大叶油草  | -     | -     | 65021  | m <sup>2</sup> | 满铺                                |

### 5.9.9 河道观测平台设计

利用河道现有地形条件, 连接巡河道路, 依据场地的合理竖向标高, 沿河建设合理的河道巡河观测平台, 用作以不同断面的河道水环境情况监测场地及河道清洁等管护操作场地。

通过观测平台场地的建设既可以增强河道管黎和监护能力, 提高防汛能力, 提升河道综合治理水平, 同时又能有效保障河道清洁及观测作业安全。本次设计有不同形式的观测平台共有 17 座, 其中: A 段 3 座约 2030.8 m<sup>2</sup>; B 段 14 座约 2166.56 m<sup>2</sup>。

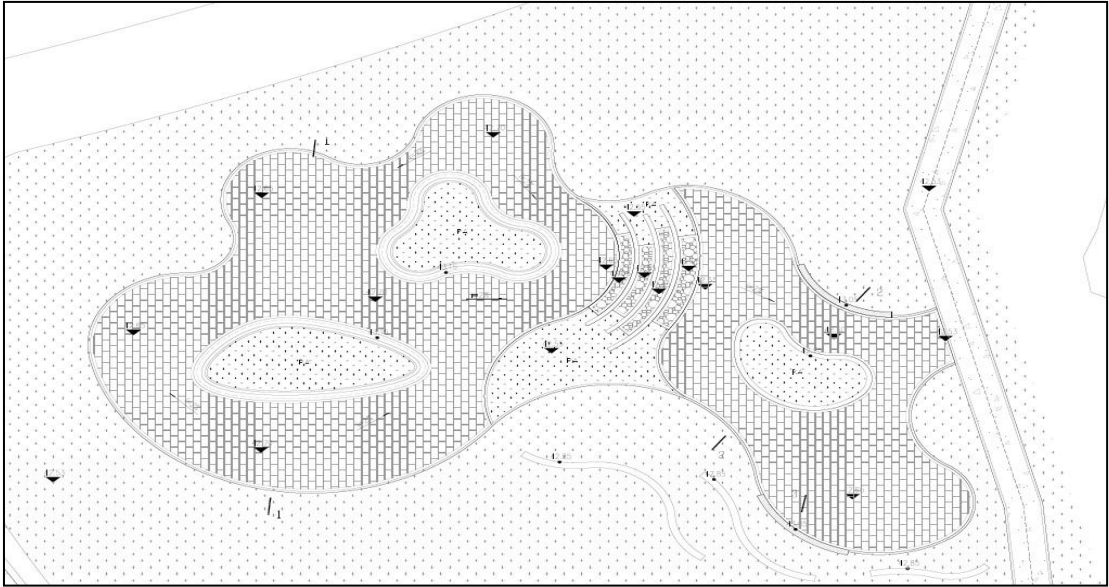


图-部分观测平台平面图

项目红线

绿化

座椅

平台铺装

树池

平台铺装

河道方向

① 观测平台大样图 1:30

277

### 5.9.10 巡河道路设计

设计充分利用现状地形及现状道路，优化并改造现状河道路网空间布局，在沿河两岸布设巡河道路，将河道串联起来。因部分河道堤顶范围过于狭窄的，只在单侧布置巡河步道，尽量满足连通河道的交通通行需求，河道附近有现状市政道路的，布置巡河步道连接，提高河道区域与市政交通系统的通达性。

巡河道路是水环境的保障，能满足巡河员对河道沿线水环境情况巡查及河道清洁等管护需求，本次改造巡河道路长度为：A 段长度约 877m；B 段长度约 4836m。巡河步道宽度主要为 2.5 米。

巡河道路不允许大型机动车入内，应急车辆和后勤车辆可通行。考虑到主要为人行道路，慢道材质上应主要以彩色混凝土为主，两侧以花岗岩路沿石收边。两岸的巡河道路的布设既能充分满足自然生态的视觉需求，在停留区提供舒适的行走体验，又能满足经久耐用基底养护的要求。



图-巡河道路铺装意向图



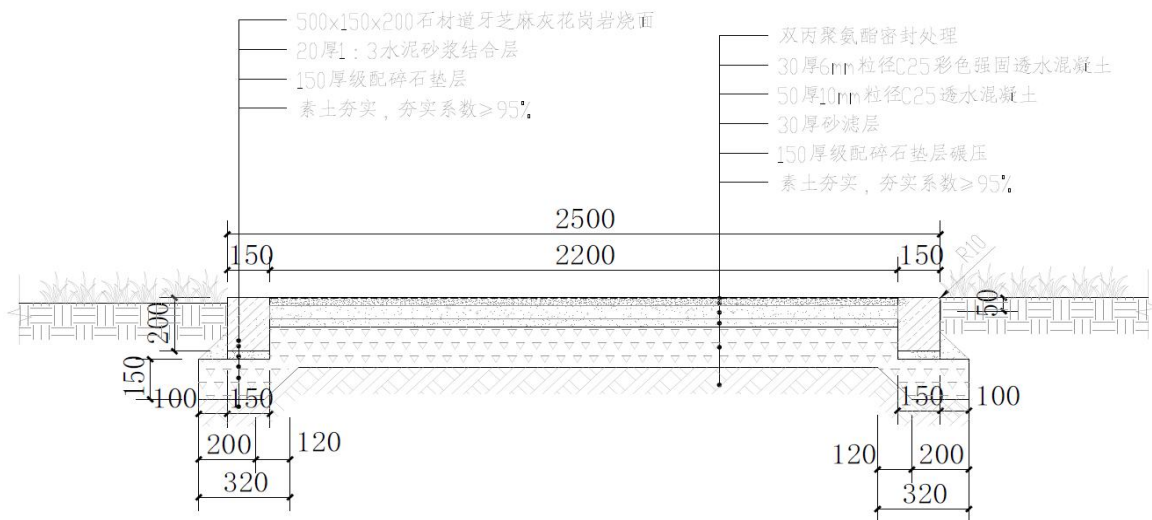


图-巡河道路做法

### 5.9.11 生态湿塘设计

本次治理上游河段左岸现有水塘两处，一处位于河道桩号 Ak0+125 到 Ak0+325 左岸，另一处位于河道桩号 Ak0+850 到 Ak0+950 左岸。本次对两处水塘进行提升改造为生态湿塘。

第一处湿塘改造内容：保留在现状水塘的独立水域，该水塘水源主要通过建设 DN800 进水涵引用上游三浓水库放水涵尾水，为了确保生态坑塘能够拥有安全亲水的水深为 0.8m 左右，在该坑塘下游出口处建设 DN800 排水涵排水到河道调节水位，同时防止丰水期河道倒灌，排水涵水口设置拍门。在该坑塘周边环境环绕巡河步道，部分节点设置观测平台，为了使岸坡坡度平缓便于亲水，对现状水塘回填土提高塘底高程，建设生态岸坡，并移植沉水植物、培育优势种群，重构河岸带的生态结构，塑造动植物栖息地生境，构建完善和健康的河岸带湿地生态系统。

第二处湿塘改造内容：挖开水塘临河道现状堤岸，使水塘与河道水域连为一体，在该坑塘周边环境环绕巡河步道，部分节点设置观测平台，建设生态岸坡，并移植沉水植物、培育优势种群，重构河岸带的生态结构，塑造动植物栖息地生境，构建完善和健康的河岸带湿地生态系统。



图-生态湿塘效果图

5.9.12 基础服务设施

本次河道建成后也将配套一些基础服务设施，根据规范的要求，按服务半径，完善河道环卫设施、休息座椅、标识系牌，安全警示牌、科普标识等设施。设计图纸详见下图。

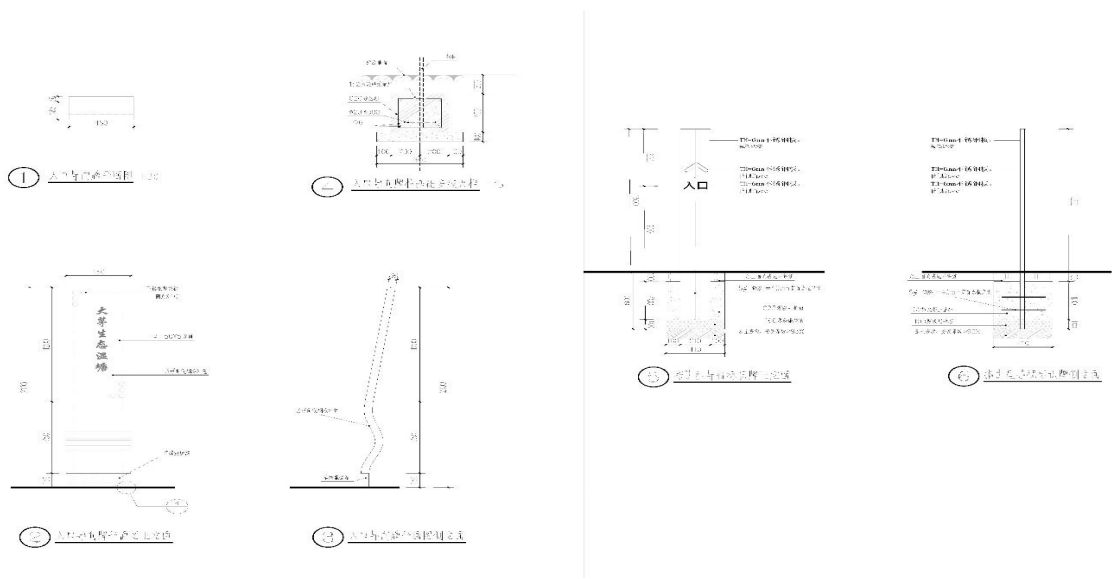


图-标识牌图纸

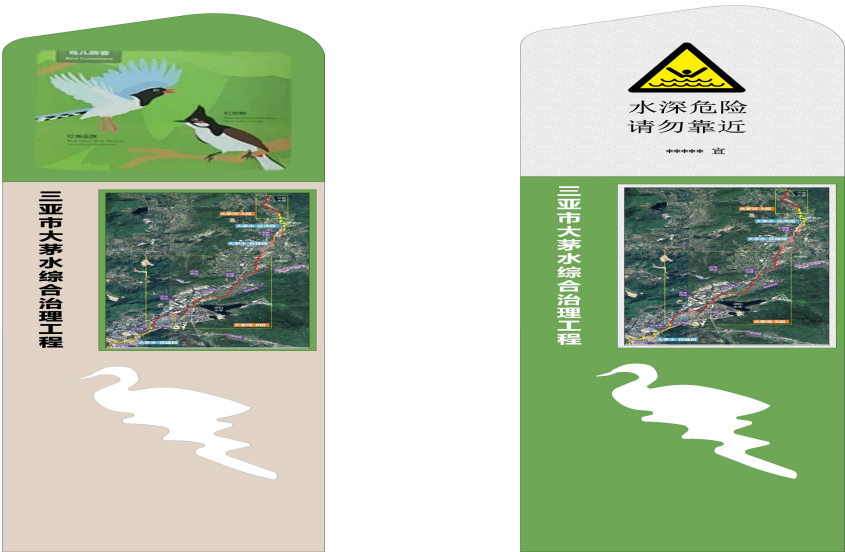


图-安全警示牌及科普标识牌

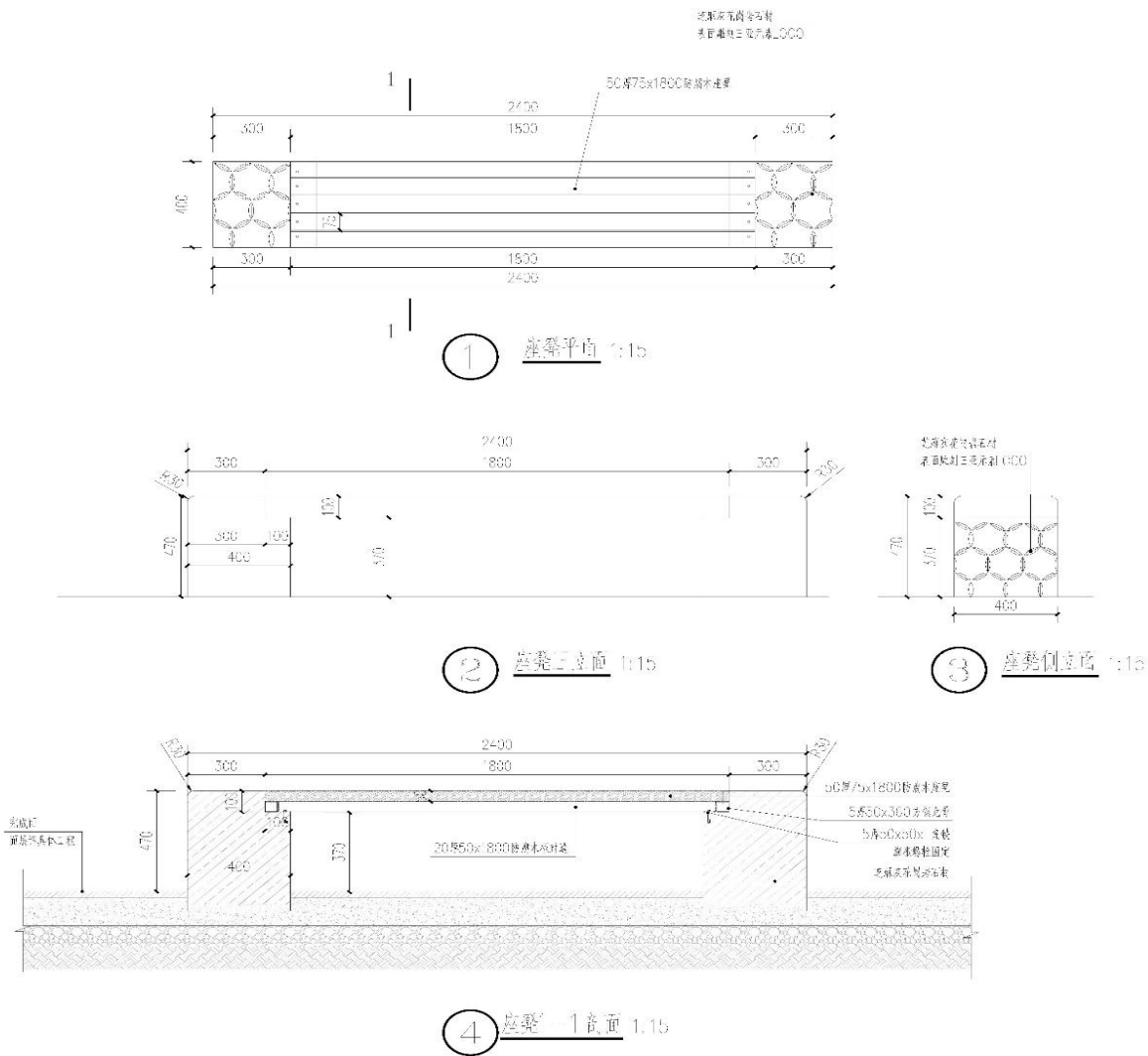


图-坐凳图纸

### 5.9.13 绿地养护节水浇灌

根据现状地形、地貌和林木种植布局，考虑到喷灌灌溉方式可以适应地形起伏不平的要求，同时可充分满足草地植物的灌溉需要。因此设计上采用喷灌方式对绿化带内的林草进行全面灌溉。本灌溉系统设计为喷灌供水灌溉方式。绿地养护节水浇灌系统如下：

（1）水源工程：本项目绿化养护灌溉水源采用附近市政供水水源。

（2）输配水管网：灌溉管材采用 De50PE80 给水管为 5744m，De32PE80 给水管为 210m,De75PE80 给水管为 140m。

### 5.9.14 节水设计专篇

#### 一、设计目标

- 1、年节水率 $\geq 30\%$ ，减少市政供水压力；
- 2、保障植物健康生长，提升绿化效果。

#### 二、设计依据

##### 1、相关规范与标准

- （1）《节水灌溉工程技术规范》（GB/T 50363-2018）
- （2）《城市绿化灌溉用水定额》（CJJ/T 295-2019）
- （3）《建筑给水排水设计标准》（GB 50015-2019）

##### 2、技术参数要求

- （1）灌溉保证率： $\geq 95\%$ ；
- （2）土壤湿润比：根据植物类型调整（草坪 80%-90%，灌木 60%-70%）；
- （3）设计日灌溉时长 $\leq 6$  小时，避开高温时段。

#### 三、节水灌溉技术方案

结合绿化带类型与植物需水特性，采用以下组合技术：



（1）滴灌系统：适用于乔木、灌木及花坛，通过局部精准灌溉减少水分流失；

（2）喷灌系统：覆盖大面积草坪，采用低压旋转喷头降低能耗与飘移损失；

（3）微喷灌系统：用于苗圃及花卉，平衡灌溉均匀度与节水需求。

#### 四、节水措施专项设计

（1）分质供水：非食用植物区域优先使用再生水；

（2）雨水收集：设计下沉式绿地及蓄水池，收集率 $\geq 60\%$ ；

（3）土壤改良：添加保水剂提高土壤持水能力 12。

#### 五、设计计算与校核

##### 1、灌溉需水量计算

采用彭曼公式如下：

$$Q = \frac{A \cdot ET_c \cdot K_c}{E_a}$$

其中：

$A$ ：灌溉面积（ $m^2$ ）；

$ET_c$ ：作物需水量（ $mm/d$ ）；

$K_c$ ：作物系数（草坪 0.8，乔木 1.2）；

$E_a$ ：系统灌溉效率。

##### 2、系统构成

通过计算及结合现状实际情况，确定节水灌溉系统如下：

（1）水源工程：本项目绿化养护灌溉水源采用附近市政供水水源。

（2）输配水管网：灌溉管材采用 De50PE80 给水管为 5744m，De32PE80 给水管为 210m，De75PE80 给水管为 140m。

## 6 施工组织设计

### 6.1 施工条件

#### 6.1.1 工程条件

##### 6.1.1.1 交通条件

工程位于三亚市大茅水，周边市政道路比较齐全，主要的对外交通干道有 G223 国道、G98 高速、城区内道路等，交通条件便利。

##### 6.1.1.2 施工场地

本工程河道沿线主要为园地和荒地，场地开阔，方便施工临时设施布置。施工临时生产、生活用房可搭建活动板房。

##### 6.1.1.3 水、电、劳动力及材料供应

施工用电采用自发电。

施工用水由现状河沟引取，生活用水由就近乡村自来水接取。

施工所需劳力主要为有丰富施工经验的承建单位职工，同时可利用当地劳力从事非主要技术工种的工作。

工程所需的砂石料、钢材、木材、水泥等建筑材料可直接在本市购买，陆运至工地。

#### 6.1.2 自然条件

三亚地处低纬度，属热带海洋性季风气候区。具有日照时间长、终年气温高、积热多、无霜冻、雨量充沛而降雨变率大、蒸发量大和干湿季分明等特点。三亚市全年平均气温 25.7℃，夏季平均气温 28.2℃，历年最高温度 36.2℃，历年最低气温 5.1℃，一年中月平均温度高于 25℃ 的有 7 个月，全

年温差变化很小。三亚市多年平均水面蒸发量 1711.7mm，年平均相对湿度 83%，年内差别不明显。多年平均风速 2.6m/s，多年平均最大风速 20.1m/s，极端最大风速 40.0m/s，旱季多为东风或东北风，雨季多为西风或西南风。

本流域暴雨多由热带气旋和冷锋等天气系统造成，其中以台风暴雨居多，流域受台风影响的多年平均值为 2~3 次/年。暴雨具有雨量集中、强度大、延续时间长、时空分布不均等特点。据三亚雨量站实测降雨量资料系列统计；流域多年平均降雨量为 1475.5mm，最大年降雨量为 1819mm，最小年降雨量为 674.7mm。流域汛期一般为 5~10 月，期间的降雨量约占全年降雨量的 92%，洪水主要集中在 8~10 月，期间降雨量约占全年降水量的 54%，流域的非汛期为 11 月~次年 4 月，期间的降雨量仅占年降雨量的 8%左右。流域暴雨具有次数多，强度大的特点。流域实测最大 10 分钟降雨量为 30.0mm，最大 1 小时降雨量为 77.6mm，最大 6 小时降雨量为 229.7mm。

## 6.2 施工导流

### 6.2.1 导流标准

本工程主要建筑物为 4 级水工建筑物，根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）规定，河道堤防属于 4 级建筑物，导流建筑物级别为 4 级，相应导流洪水标准采用枯水期 5 年一遇洪水标准。

### 6.2.2 导流方式

本工程河道部分新建格宾挡墙及建筑物，需干地施工，因河道不具备断流条件，考河道施工采用分段施工，对每个分段先施工段设横向围堰，创造护岸及坡脚干地施工条件。根据护岸布置情况，部分岸段护岸结构位于干地上，且现有河岸高程较高，护岸结构施工时可在临水侧预留土埂挡水。

A 段河道每个施工段上下游围堰采用 2 根  $\phi 600$  导流管导流，B 段河道每个

施工段上下游围堰采用2根 $\phi 800$ 导流管导流。

### 6.2.3 施工围堰

河道围堰采用两岸开挖土方堆筑，围堰表层采用编织袋装土防护，围堰顶宽 4.0m，围堰高度根据各段过流能力确定，河道围堰高 1.50/2.3m，河道各段围堰衔接处采取平顺衔接，围堰边坡采用 1:1。

围堰填筑土料直接利用护岸开挖料，采用  $1\text{m}^3$ 反铲就近挖土填筑。围堰拆除采用  $1\text{m}^3$ 反铲挖除，10t 自卸汽车运输至指定地点堆弃。

### 6.2.4 基坑排水

为保证工程干地施工，基坑形成初期，选用离心泵抽排；经常性排水考虑布置明沟并设集水井进行抽排，并根据实际情况配置排水泵，以随时抽干积水，排水台班总共3220台班。抽水过程中应根据河道开挖边坡坡面渗水、稳定情况，及时调整抽排能力，发现问题及时采取减慢抽水速度等措施，做好维护工作，确保安全。

## 6.3 主体工程施工

### 6.3.1 土方开挖

工程河道护岸土方开挖采用 $1\text{m}^3$ 反铲开挖，人工配合削坡及进行保护层开挖，5t自卸汽车运输。边坡开挖施工中应注意排水、流沙及塌坡发生。开挖土方用于围堰填筑及结构回填，多余开挖土方由5t自卸汽车运至指定地点堆弃，土方外弃18km。

### 6.3.2 土方回填

本工程护岸结构回填利用结构开挖土方。护岸结构回填应分层分段施工，

在相应的护岸、挡墙结构施工完成并达到要求的强度后方可进行回填。土方由推土机推土入仓，再由反铲改装的打夯机分层夯实，并预留沉降高度；边、角部位回填土方应人工分层铺料并配合蛙式打夯机夯实。

### 6.3.2 混凝土施工

本工程现浇混凝土主要为巡河步道、过水涵及人行桥建筑物等，混凝土采用商品混凝土，由混凝土搅拌运输车运至现场，转1t机动翻斗车运输直接入仓或由溜槽配合入仓，插入式振捣器人工振捣。

混凝土浇筑完毕后应及时覆盖草包洒水养护，保持混凝土表面湿润，洒水养护时间2~3周。

### 6.3.4 石方工程

石方工程主要为格宾挡墙、雷诺护垫、抛石护脚及片石冲砂垫层。施工所需石料全部采用外购，石料材质应满足相应的质量要求，须选用质地坚硬、不易风化之石料，其抗水性、抗压强度、几何尺寸等均应符合设计或有关施工技术规范要求的要求。

砂石垫层所需的砂、碎石料由胶轮车运至工作面，人工分层铺设。

生态石笼网箱从厂家定制，自卸汽车运至现场进行组装。组装完成后，利用反铲挖掘机填充石料，人工分层理砌。生态石笼在施工过程中，应保证同层同网箱同时均匀填充石料，严禁一次性将单个网箱充满，待网箱填满且顶部石料理砌平整后，采用钢丝绑扎封盖。

砂石垫层所需的砂、碎石料由胶轮车运至工作面，人工分层铺设。

## 6.4 施工交通及施工总布置

施工布置应符合方便施工、占地少、节省投资、兼顾全局、突出重点的原则。对施工各项永久和临时设施统筹安排，合理布置，并做好施工各阶段

的协调、衔接工作，保证工程顺利完成。

### 6.4.1 施工交通运输

#### 6.4.1.1 对外交通运输

工程位于三亚市大茅水，周边市政道路比较齐全，主要的对外交通干道有 G223 国道、G98 高速、城区内道路等，交通条件便利。

#### 6.4.1.2 场内交通运输

本工程现状河道两岸没有道路，场内运输条件较差。根据施工需要，施工期间考虑沿河道两岸修建场内临时道路，以满足场内交通运输。根据现场实际条件及河道沿线地形、地貌，本工程需修建施工临时道路长度5457m，采用20cm厚石渣路面，路面宽4m。

### 6.4.2 施工临时设施

施工临时设施布置遵循因地制宜、因时制宜、有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、经济合理的原则进行布设。

施工临时生产设施考虑沿河道周边临时占地布设；办公、生活设施可就近在工程区附近临时占地，搭建活动板房。

### 6.4.3 建筑工程量

主体建筑工程量：石方开挖  $9153\text{m}^3$ ，土方开挖  $500109\text{m}^3$ ，土方回填  $325500\text{m}^3$ ，混凝土  $6242\text{m}^3$ 。

主体建筑工程主要材料用量：钢筋 268.45t，水泥 0.91t，枋板材  $31.99\text{m}^3$ ，块石  $121444.92\text{m}^3$ ，碎石  $447.02\text{m}^3$ ，河砂  $316.91\text{m}^3$ ，柴油 1460.96t，汽油 0.79t。

### 6.4.4 施工总平面布置

#### （1）布置原则

根据本工程的布置特点、导流方式、施工程序和地形条件等情况，并遵循因地、因时制宜、有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、经济合理的原则，减少施工占地，减少临建工程规模等。

## （2）工程施工布置

施工工棚、仓库及各种施工临时设施应根据施工场地实际情况布置。钢筋加工厂以及施工机械停置场，原则上设在生活区附近，以方便管理。按照以上施工总布置原则，在工程附近布置施工生活及办公区、仓库、施工机械设备停置、维修保养场地等。

## 6.5 施工总进度

### 6.5.1 安排原则

根据本工程布置特点及其工程规模、工程区的自然条件和施工条件以及施工导流规划，本阶段施工总进度主要按以下原则设计：

1) 编制施工进度计划时结合业主要求、各阶段工程的重要性及工程量等综合因素进行安排，并以施工方法、机械设备、施工导流、施工布置等实际条件进行具体分析。

2) 施工总进度计划根据各单项工程的施工进度分析，找出控制工期的关键线路，并考虑施工进度要求，注重施工的连续性、资源需求的均衡性和合理性，各单项工程进度安排既考虑施工水平的先进性，同时又留有适当余地。

3) 力争尽快发挥工程作用。

### 6.5.2 施工进度安排

据工程规模确定总工期为 18 个月。

工期分为工程准备期、主体工程施工期、工程完建期。

施工准备期是指准备工程开工至主体工程开工前的工期。主要完成“四通

一平”、导流工程、临时房屋建筑、施工工厂设施建设等。施工导流工程对应主体工程施工期一致，其它准备工作的时间为 3 个月，完成施工场地道路平整，临建房屋和营地建设，水、电、通讯设施建设等。

主体工程施工期是指从河床基坑开挖开始至工程开始受益这段时期。主要完成工程的护岸工程施工等。主体工程施工 12 个月，完成土方开挖，护坡砌筑，同时进行河道内土方清理。

工程完建期是指从工程受益至工程竣工这段时期，主要完成工程绿化、竣工整理等。工程完建期 3 个月，完成临时占地恢复等工作。施工进度安排以控制性工程护坡施工为核心，其他工程相继进行。

在完成招投标工作及场地平整、场地交通、供水供电等准备工作后即开始施工，做好围堰，以方便施工导流，保证进度。主体工程尽量安排在枯水期进行，在汛期到来之前完工，环境绿化等工作争取在春季三、四月份进行。

表 6-1 施工进度安排表

| 建设期        | 工程项目       | 时间          |             |             |   |             |             |    |             |             |    |
|------------|------------|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|----|-------------|-------------|----|
|            |            | 1           | 3           | 5           | 7 | 9           | 11          | 13 | 11          | 15          | 18 |
| 筹建期        | 协调、招标      | <div></div> |             |             |   |             |             |    |             |             |    |
| 准备期        | 施工道路、水电等   | <div></div> |             |             |   |             |             |    |             |             |    |
| 主体工程<br>施工 | 河道开挖       |             | <div></div> |             |   |             |             |    |             |             |    |
|            | 新建河道基础     |             |             | <div></div> |   |             |             |    |             |             |    |
|            | 建筑物施工      |             |             |             |   |             | <div></div> |    |             |             |    |
|            | 设计水位以下水工结构 |             | <div></div> |             |   |             |             |    |             |             |    |
|            | 设计水位以上堤岸结构 |             |             |             |   | <div></div> |             |    |             |             |    |
|            | 河道生态环境绿化   |             |             |             |   |             |             |    | <div></div> |             |    |
| 完建期        | 竣工验收       |             |             |             |   |             |             |    |             | <div></div> |    |

### 6.5.3 土石方工程施工

主体建筑工程量：石方开挖 9153m<sup>3</sup>，土方开挖 500109m<sup>3</sup>，土方回填 325500m<sup>3</sup>，混凝土 6242m<sup>3</sup>。开挖石方量可利用 70%作为本项目石料。

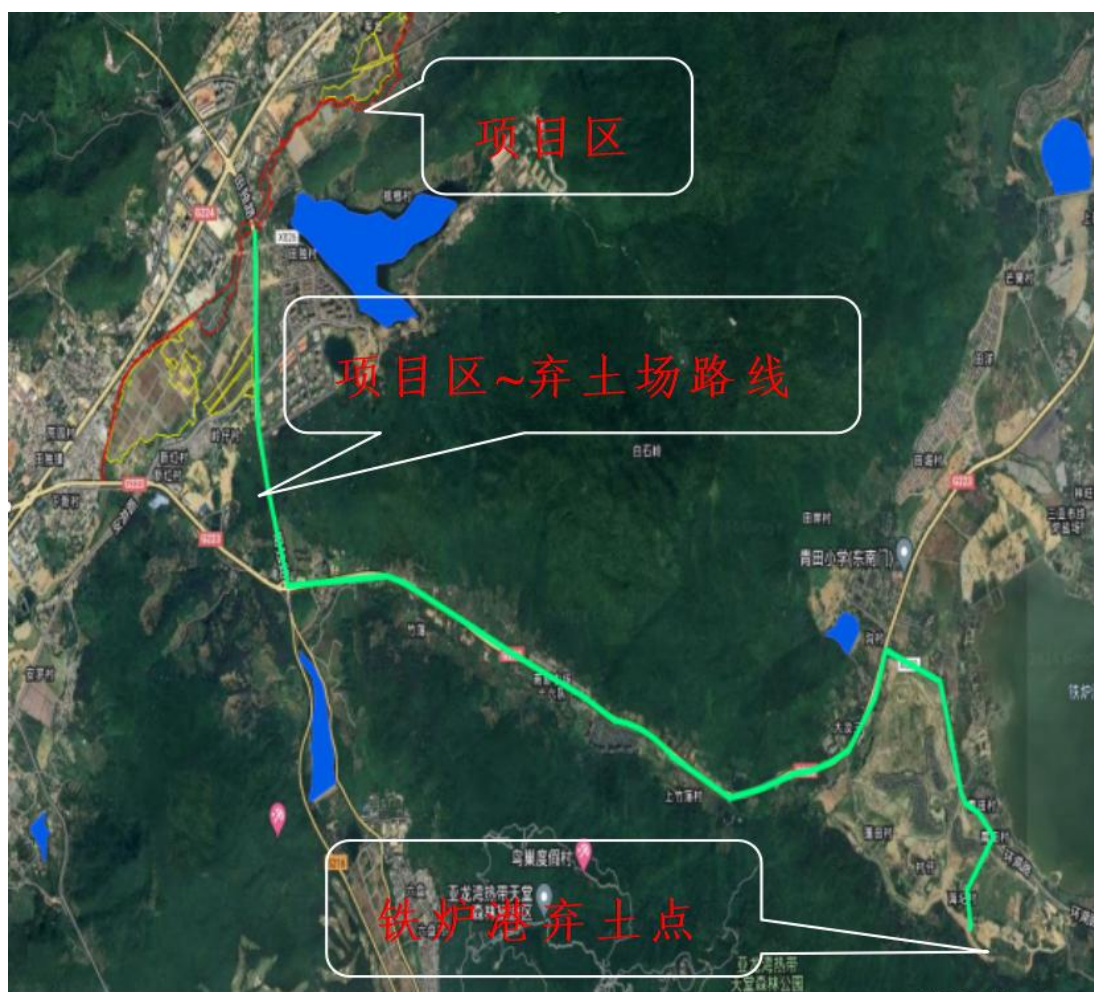
本次项目疏浚开挖土石方外弃由项目业主与区政府对接确定弃土场的位置。目前暂时选定项目区周边几个政府拟定的弃土点作为备选弃土点方案。



1、海棠区铁炉港弃土点位于海棠区铁炉港西侧，深田村附近，可堆土面积约 387 亩，距离项目区约 18km；

2、海棠区龙江水质净化厂弃土点位于海棠区龙江路龙江水质净化场附近，可堆土面积 208 亩，距离项目区约 20km；

故本次项目疏浚开挖土石方外弃场暂定位于海棠区铁炉港西侧的海棠区铁炉港弃土点，运距为 **18km**。



本次项目疏浚开挖有建筑垃圾，目前暂时选定项目区周边几个拟定的建筑垃圾处置点方案。

1、城市建筑垃圾处置的三亚瑞泽再生资源利用有限公司地点位于三亚市天涯区水蛟路南岛农场 14 队，距离项目区约 30km；

2、城市建筑垃圾处置的三亚毅呈再生资源有限公司地点位于师部农场路 128 号，距离项目区约 15km；

3、城市建筑垃圾处置的海南省经济特区陵沂环保科技有限公司三亚分公司地点位于三亚市海棠区林旺大道与文尖路交汇进内 200 米，距离项目区约 14km。

故本次项目建筑垃圾处置点暂定就近的海南省经济特区陵沂环保科技有限公司三亚分公司城市建筑垃圾处置，运距 **14km**。

## 7 工程占地

### 7.1 概述

本次大茅水整治长度(中心长度)为 10608m，整治河段分为两段，其中 A 段整治长度（中心长度）为 1907m，整治起点为三浓水库溢洪道下游，整治终点为半岭桥交汇处；B 段整治长度（中心长度）为 8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为白水桥。主要建设内容包括：(1)河道疏浚长 10608m，(2)新建护岸防护工程总长 21505m，其中 A 段两岸护岸防护工程共 3913m，B 段两岸护岸防护工程共 17592m，采用抛石或格宾挡墙结合水土保持毯进行防护；(3)新建巡河步道；(4)新建溢流坝 2 座及改造溢流坝 4 座；(5)改造过水涵 6 座；(6)新建人行桥 4 座及改造人行桥 1 座；(7)新建农田排口 14 座；(8)配套改造生态坑塘、生态覆绿及新建观测平台等。本工程占地主要有修建堤防占地、绿化占地和临时施工便道及临时弃渣场占地。

### 7.2 工程建设占地范围

本工程占地主要有修建堤防占地、绿化占地和临时施工便道及临时弃渣场占地。征地范围：临时施工便道及临时弃渣场和工程占地以实际占地面积为征地范围。临时施工道路按 4m 宽计算，施工占地以施工组织布置的场地和施工期综合考虑，本工程永久占地面积为 153.00 亩，临时征地面积为 16.8 亩。占地范围内现状主要占用灌木林地、果园、坑塘、其他林地及其他园地等。

### 7.3 工程占地实物指标

#### 7.3.1 实物指标调查的依据、内容和方法

a) 调查依据

- 1) 《大中型水利水电工程建设占地补偿和移民安置条例》（国务院第471号令）；
- 2) 《水利水电工程建设占地移民安置规划设计规范》（SL 290-2009）；
- 3) 水利水电工程建设农村安置规划设计规范（SL440-2009）；
- 4) 水利水电工程建设占地移民实物调查规范（SL442-2009）；
- 5) 2024年实测的1:1000地形地类图；
- 6) 平面布置图及纵、横断面设计图。

b) 调查内容和方法

调查内容：包括房屋、附属建筑、耕地(水田、旱地、菜地等)、园地、林地、牧草地、水塘、其他农用地、建设用地和未利用地以及电信、输配电线路、桥梁等专项设施等。

主要的调查方法：

- 1) 房屋调查：根据1:1000带状地形图及工程平面布置图确定建筑物是否压占房屋，根据地形图核查房屋类型、层数、面积后，再进行实际抽查。
- 2) 土地调查：根据1:1000带状地形图及工程平面布置图，勾绘各类地形边界后利用计算机进行统计。
- 3) 专项设施调查：实地调查统计。

### 7.3.2 工程占地实物指标

根据现场勘测成果及设计内容，本次工程建设范围占地永久征地面积153.00亩，临时征地面积16.8亩。

工程临时占地16.8亩(含临时施工便道、施工生活区、仓库及临时堆料场等)，工程影响实物见下表。

表7-1 工程建设占地影响实物表

| 序号  | 项目         | 单位 | 数量     | 备注 |
|-----|------------|----|--------|----|
| 一   | 永久占地       | 亩  | 153.00 |    |
| (1) | 林地（灌木林地）   | 亩  | 33.00  |    |
| (2) | 园地（芒果、槟榔等） | 亩  | 87.00  |    |
| (3) | 旱地         | 亩  | 16.00  |    |
| (4) | 鱼塘         | 亩  | 17.00  |    |
| 二   | 临时占地       | 亩  | 20.5   |    |
| (1) | 园地（芒果、槟榔等） | 亩  | 16.8   |    |

## 7.4 补偿投资估算

### 7.4.1 编制依据

- (1) 《中华人民共和国土地管理法》（修订）；
- (2) 《中华人民共和国耕地占用税暂行条例》（国务院第511号令）；
- (3) 《中华人民共和国耕地占用税暂行条例实施细则》；
- (4) 《大中型水利水电工程建设占地补偿及移民安置条例》（国务院471号令）；
- (5) 《水利水电工程建设占地移民安置规划设计规范》（SL 290-2009）；
- (6) 《水利工程设计概（估）算编制规定（建设占地移民补偿）》（水总〔2014〕429号）；
- (7) 《海南省耕地开垦费收缴使用管理办法》（琼府〔2002〕7号）；
- (8) 《海南省实施〈中华人民共和国耕地占用税暂行条例〉办法》（海南省人民政府令第217号）；
- (9) 类似工程占地补偿标准等。

### 7.4.2 编制原则

- (1) 遵循国家和地方的有关政策规定；

（2）以调查的实物指标和移民安置规划方案为依据，按照政策和规程规范的规定，结合实际情况，实事求是、公正合理，正确处理业主、当地政府、集体个人之间的关系；

（3）专业项目复建根据受影响程度和影响情况，按原规模、原标准、恢复原功能的原则计算复建投资。不需要或难以恢复的，应根据工程影响的具体情况，给予合理补偿。

### **7.4.3 占地移民补偿标准**

#### **7.4.3.1 农村移民安置补偿**

##### **（1）永久占地补偿费**

根据《三亚市集体土地征收补偿安置管理规定（2013年修订）》，本工程土地补偿费145600元/亩。

##### **（2）临时占地补偿费**

临时占地的土地补偿费按每年每亩11200元计算，临时占地1年。土地复垦费按7200元/亩。

##### **（3）青苗补偿费**

苗圃按1865元/亩。

#### **7.4.3.2 其他费用**

其他费用包括前期工作费、勘测设计费、实施管理费、实施机构开办费、技术培训费、监理监测评估费和咨询服务费。

##### **（1）前期工作费**

在水利水电工程项目建议书阶段和可行性研究报告阶段开展项目用地移民安置前期工作所发生的各种费用，按农村、企业、专项补偿费的2.5%计。

##### **（2）综合勘测规划设计费**

为初步设计和技施设计阶段占地移民设计工作所需要的勘测设计科研费

用，农村部分按4%、企业、专项按1.0%计。

### （3）实施管理费

实施管理费包括地方政府和建设单位的经常性管理费用。地方政府实施管理费农村按4%、企业、专项按2.0%计。建设单位实施管理费按农村、企业、专项的1.2%计。

### （4）实施机构开办费

为移民实施机构启动和运作所必须配置的办公用房、车辆和设备购置及其它用于开办工作所需要的费用，根据移民规模和机构人员编制情况，分项计算确定，初步估列按50万元计。

### （5）技术培训费

为提高农村移民生产技能、文化素质和移民干部管理水平所需要的费用，规范规定按农村部分补偿费的0.5%计列。

### （6）监督评估费

分监督费和监测评估费。监督费主要为对移民搬迁、生产开发、城（集）镇迁建、工业企业和专业项目恢复改建等活动进行监督所发生的费用；监测评估费主要为对移民搬迁过程中生产生活水平的恢复进行跟踪监测、评估所发生的费用。农村按2%，企业、专项部分按1%计。

#### 7.4.3.3 预备费

本阶段基本预备费的取费方式为：永久征地基本预备费取10%，临时征地基本预备费取8%。

价差预备费率取 0%。

#### 7.4.3.4 有关税费

计列有关税费的占地项目仅为工程永久占地和移民安置新址征收的土地。居民安置新址占地占用税均按照耕地的处理。

（1）耕地占用税：《海南省实施<中华人民共和国耕地占用税暂行条例>

办法》（海南省人民政府令第217号），耕地占用税三亚市按35元/m<sup>2</sup>计算，计税的地类为耕地、园地、林地、牧草地、农田水利用地、养殖水面及渔业水域滩涂等其他农用地。

（2）《海南省耕地开垦费收缴使用管理办法》（琼府〔2002〕7号），本工程参照基本农田以外的水田、菜地的标准5000元/亩计算耕地开垦费，三亚市的区域修改系数为1.2，耕地开垦费标准为6000元/亩。

#### 7.4.4 占地移民补偿投资

本工程占地总投资为41479605.00元，工程建设占地投资汇总见下表。

表7-2 永久占地投资估算表

| 项目               | 地类    | 青苗     | 单位 | 面积        | 补偿标准<br>(元/单位) | 投资（元）       |
|------------------|-------|--------|----|-----------|----------------|-------------|
| 第一部分：征地补偿费       |       |        |    |           |                | 29280800.00 |
| （一）征用土地补偿费与安置补助费 |       |        | 亩  | 153.00    |                | 22276800.00 |
|                  | 林地    | 灌木林地   | 亩  | 33.00     | 145600.00      | 4804800.00  |
|                  | 园地    | 芒果、槟榔等 | 亩  | 87.00     | 145600.00      | 12667200.00 |
|                  | 旱地    |        | 亩  | 16.00     | 145600.00      | 2329600.00  |
|                  | 鱼塘    |        | 亩  | 17.00     | 145600.00      | 2475200.00  |
| （二）青苗补偿          |       |        |    |           |                | 6800000.00  |
|                  | 林地    |        | 亩  | 33.00     | 50000.00       | 1650000.00  |
|                  | 园地    |        | 亩  | 87.00     | 50000.00       | 4350000.00  |
|                  | 旱地    | 槟榔     | 亩  | 16.00     | 50000.00       | 800000.00   |
| （三）房屋及附属建筑物拆迁补偿  |       |        |    |           |                | 204000.00   |
|                  | 鱼塘    | 鱼塘青苗   | 亩  | 17.00     | 12000.00       | 204000.00   |
| 第二部分：征地工作经费      |       |        |    |           |                | 3220888.00  |
|                  | 征地经费  |        |    | 第一部分的 10% |                | 2928080.00  |
|                  | 勘测定界费 |        |    | 第一部分的 1%  |                | 292808.00   |
| 第三部分：预备费         |       |        |    |           |                | 878424.00   |
|                  | 基本预备费 |        |    | 第一部分的 3%  |                | 878424.00   |
| 第四部分：有关税费        |       |        |    |           |                | 6835461.00  |



三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|            |         |                |           |          |             |
|------------|---------|----------------|-----------|----------|-------------|
|            | 耕地开垦费   | 亩              | 120.00    | 32600.00 | 3912000.00  |
|            | 森林植被恢复费 | m <sup>2</sup> | 22011.00  | 3.00     | 66033.00    |
|            | 耕地占用税   | m <sup>2</sup> | 102051.00 | 28.00    | 2857428.00  |
| 第五部分：静态总投资 |         |                |           |          | 40215573.00 |

表 7-3

临时占地投资估算表

| 项目           | 地类    | 青苗          | 单位        | 面积    | 补偿标准<br>(元/单位) | 投资 (元)     |
|--------------|-------|-------------|-----------|-------|----------------|------------|
| 一、施工临时用地租地费用 |       |             |           |       |                | 1108800.00 |
| (一) 租金       |       | 园地 (芒果、槟榔等) | 亩         | 16.80 | 11200.00       | 188160.00  |
| (二) 青苗补偿     |       | 园地 (芒果、槟榔等) | 亩         | 16.80 | 50000.00       | 840000.00  |
| (三) 土地恢复费    |       | 园地 (芒果、槟榔等) | 亩         | 16.80 | 4800.00        | 80640.00   |
| 二、征地工作经费     |       |             |           |       |                | 121968.00  |
|              | 征地经费  |             | (一) × 10% |       |                | 110880.00  |
|              | 勘测定界费 |             | (一) × 1%  |       |                | 11088.00   |
| 三、预备费        |       |             | (一) × 3%  |       |                | 33264.00   |
| 四、合计         |       |             | (一+二+三)   |       |                | 1264032.00 |

## 8 环境保护设计

### 8.1 环境保护目标

#### 8.1.1 水环境

根据《三亚市水环境功能区划》，本工程河道涉及二级水功能区，参照三亚市水污染三年行动计划和海绵城市建设方案，近期目标水质执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅵ类标准。控制本工程建设过程中水污染物的排放，施工期工程水域水质不因为本工程建设而明显下降，满足所在水环境功能区相应要求。

#### 8.1.2 生态环境

保护当地的生态环境，控制工程建设对当地生物资源的破坏。保护工程区域内陆域和水域的珍稀生物物种，不使其受到危害。

#### 8.1.3 环境空气

控制本工程建设过程中大气污染物的排放，并对大气污染源进行一定的治理，使本工程工区（工程永久和临时占地范围）及周边环境空气质量不因为本工程建设而明显下降，满足所在环境功能区划对应《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准的要求。

#### 8.1.4 声环境

对工程建设过程中的噪声污染源进行控制和治理，使施工期间工区施工场界环境噪声达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》

（GB12523-2011）中的有关规定，确保工程建设期间区域内居民区等声环境敏感目标处的声环境质量不因本工程建设而降低类别。

## 8.2 环境保护法律法规及标准

### 8.2.1 环境质量标准

- （1）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅵ类标准；
- （2）《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；
- （3）《声环境质量标准》（GB3096-2012）2 类标准；
- （4）《土壤环境质量标准》（GB15618—1995）二级标准；
- （5）《城市区域环境噪声标准》（GB3096-93）；
- （6）《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- （7）《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）；
- （8）《农田灌溉水质标准》（GB5084-92）。

### 8.2.1 污染物排放标准

- （1）《大气污染物综合排放标准》（DB50418-2016）二级标准；
- （2）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；
- （3）《农用污泥中污染物控制标准》（GB4284-84）；
- （4）《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准。

### 8.2.3 法律法规

- （1）《中华人民共和国环境保护法》（1989 年 12 月）；
- （2）《中华人民共和国水污染防治法》（2008 年 2 月修正案）；
- （3）《中华人民共和国大气污染防治法》（2000 年 4 月修正

案）；

（4）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2004 年 12 月修订）；

（5）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（1996 年 10 月）；

（6）《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 253 号令，1998 年 11 月）；

（7）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2008 年 8 月修订）；

（8）《国务院关于环境保护若干问题的决定》（1996 年 8 月）；

（9）《建设项目环境保护设计规定》（国环字[87]第 002 号文）。

## 8.3 主要环境影响

### 8.3.1 施工期

#### （1）水环境影响

工程施工期间，河道开挖、围堰修筑、基坑排水等施工活动排放的废水以及散落的土渣使水体浑浊度提高，水质变差，但施工结束后一般能很快恢复。另外，施工机械、车辆等检修、冲洗含油废水如排入河道也会对水质造成污染。河道疏浚余水中含有大量的悬浮物，如直接排放入河，对水体水质影响较大，并可能对水中的水生动物的存活产生影响。生活污水含有较多细菌和病原体，以及氮、磷化合物和有机污染物等，若直接排入河道，也会对水环境带来污染影响。

#### （2）对声环境的影响

本工程施工过程中，需动用挖掘机、推土机及汽车等施工机械和车辆，将产生施工噪声。类比同类工程，施工中涉及的主要施工机械、

车辆的噪声值及影响距离见表 8-1。

根据建筑施工场界环境噪声控制要求，昼间距离施工机械及车辆等 500m 基本能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的噪声限值；夜间必须进行有效的减噪措施才能符合噪声限值要求。本工程施工期声环境敏感点主要为工程河道附近的居民点。由于声环境敏感点距离施工场界距离不远，施工期噪声对环境敏感点的有一定的影响，需进行有效的防护措施，减小或减免施工噪声对环境敏感点的影响。此外，本工程运输车辆的噪声对声环境也有一定程度的影响。

表8-1 主要施工机械、车辆噪声级及影响距离

| 设备名称   | 不同距离处的噪声 dB（A） |           |            | 施工场界环境噪声限值 dB |    | 声环境质量标准   |           |
|--------|----------------|-----------|------------|---------------|----|-----------|-----------|
|        | 距声源 5m 处       | 距声源 10m 处 | 距声源 500m 处 | 昼间            | 夜间 | 昼间        | 夜间        |
| 推土机    | 83~88          | 80~85     | 63~68      | 70            | 55 | 2 类<br>60 | 2 类<br>50 |
| 挖掘机    | 82~90          | 78~86     | 62~70      |               |    |           |           |
| 自卸汽车   | 82~90          | 78~86     | 62~70      |               |    |           |           |
| 混凝土搅拌机 | 85~90          | 82~84     | 65~70      |               |    |           |           |
| 插入式振捣器 | 80~88          | 75~84     | 55~64      |               |    |           |           |

### （3）对环境空气的影响

本工程空气环境影响主要来自围堰的取土、填筑、运输过程产生的粉尘散落及运输过程中产生的扬尘。另外施工机械运行及施工车辆运输过程中将产生一定量含 NO<sub>2</sub>、CO 的燃油废气。

据调查，施工场地扬尘对大气影响的范围主要在工地扬尘点下风向 150m 内，运输土方的道路扬尘影响的范围为道路两侧 60m 的区域。根据上述分析可知，施工期间的扬尘污染将对工区附近居民区及现场的施工人员造成一定的影响，其中受影响较大的主要是施工人员。

在淤泥开挖施工过程中，河底含有有机物腐殖的污染底泥，在受到扰动和堆放过程中，会有少量恶臭气体产生，主要成分是  $H_2S$ 、 $NH_3$  等，呈无组织状态释放。根据类似工程实例的类比分析来看，底泥在开挖过程中，在岸边 30m 之外有轻微臭味，50m 之外基本无气味。本工程为反铲式开挖，由工程施工区域地势较平坦，大气扩散条件较好，且污泥含水率较低，因此，排泥场内开挖淤泥土方产生的恶臭对周围环境及环境敏感点影响不大。

#### （4）固体废弃物的影响

本工程河道开挖量较大，若处置不当会造成一定的水土流失。另外，弃土运输过程中可能发生散（洒）落，也会对沿途环境产生一定的影响。

工程施工期间大量的施工人员进入工程区域，将产生一定数量的生活垃圾。这些生活垃圾如不及时清运处理，则会腐烂变质、滋生蚊虫苍蝇，产生恶臭，传染疾病，从而对周围环境和作业人员的健康带来不利影响。另外，施工期间还将产生一定数量的建筑垃圾，这些建筑垃圾的产生量虽然不大，但是若随意倾倒也会造成工程区域水体和土壤的污染和景观破坏。

#### （5）对生态环境的影响

工程区河道现状水生生物的种类和生物量有限，工程建设对其影响较小。施工期间对河道的疏浚和对护岸的加固修缮，会对河道原有的动植物产生一定的影响，但由于工程范围内的动植物均为常见种，因此仅在植物数量上有所损失，不会影响当地的生物多样性。

管道开挖一般沿现有道路进行，铺设管线后会进行土方回填并且恢复原貌，不会对工程区内现有动植物产生影响。

#### （6）对人群健康的影响

施工期间，工程区域会产生一定的扬尘、噪音和废气，会对周围居民的正常生活造成短期的影响。施工人员进入工区，人口密度上升，给各种传染性疾病提供了传播途径，工区是潜在的疾病流行、暴发场地，工区周边人群也可能受到影响。

#### （7）对交通的影响

工程施工期间建材、大量土方及块石的运输，会增加本地区陆路交通压力。

#### （8）工程占地影响

本工程实施将临时占用一定数量的土地，但占地面积较小，不会造成区域土地利用性质的变化。因此，工程占地对周围农业生产和土地利用的影响很小。

### 8.3.2 运行期

本工程通过河道扩挖、护岸建设和污染源治理等措施对河道进行综合整治。河道扩挖工程在一定程度上改变河道水下地形，对河道流场产生一定影响，造成局部水域的水流流向、流速分布和下泄流量发生不同程度的变化，使部分河道的冲淤情况发生一定程度的改变；护岸建设可有效改善河道岸坡稳定性；截污纳管削减了入河污染物；岸坡绿化还可改善空气环境质量，对环境和景观带来长期的有利影响。

## 8.4 环境保护对策措施

本工程建设对环境产生的影响主要集中在施工期，且是局部的和暂时的。针对工程可能产生的不利影响，提出相应措施加以减免。

### 8.4.1 水环境保护措施

（1）根据施工场地布置，拟在施工区内设立 1 套简易废水收集和处理系统，处理混凝土拌和废水等。施工污水处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）回用标准后，用于工区冲洗等，剩余回用水及部分施工废水处理达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）一级标准。

（2）在工区内设置专门的车辆冲洗场所，设置隔油沉淀池，对车辆进行集中冲洗，冲洗废水经隔油沉淀达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后排放。

（3）施工人员尽量就近租用当地民房，生活污水利用原有的卫生设备处理，并在施工现场配置移动厕所，污水收集后由环卫部门定期清运。如不租用民房，则设置污水贮存池，将施工人员的生活污水统一收集后，外运集中处置。

（4）河道开挖工程应选在河道枯水期进行，减少淤泥尾水的排放量及减免对施工段水体的扰动影响。

#### **8.4.2 声环境保护对策措施**

为尽量减小施工噪声对环境的影响，拟采取如下防护措施：

（1）施工场地布置时高噪声设备远离声环境敏感点，并在高噪声设备周围和施工场界设隔声屏，以缓解噪声影响。合理布局施工现场，避免在同一地点安排大量动力机械设施，避免局部声级过高。本工程拟对高噪声周围和部分施工场界设置隔声屏，据初步估算，可削减局部噪声 10dB（A）左右。

（2）合理安排施工计划，严禁晚上 21：00~凌晨 7：00 进行可能产生噪声扰民问题的施工活动；高强度噪声施工（如打桩等）尽量安排在假期进行施工；同时尽量缩短居民点附近的高强度噪声设备的



施工时间，减少对居民的影响。针对施工过程中具有噪声突发、不规则、不连续、高强度等特点的施工活动，合理安排施工工序加以缓解。

（3）施工单位应选择低噪声作业方式，禁止不符合国家噪声排放标准的机械设备和运输车辆进入工区。

（4）及时修理和改进施工机械和车辆，加强文明施工，杜绝施工机械在运行过程中因维护不当而产生的其它噪声。

（5）合理安排施工车辆及船舶行驶线路和时间，注意限速行驶、禁止高音鸣号，尽量避开居民密集区及声环境敏感点行驶。对必须经居民区行驶的施工车辆及船舶，应制定合理的行驶计划，并加强与附近居民的协商与沟通，避免施工期噪声扰民。

（6）施工单位应加强对施工人员的个人防护，对高噪声设备附近工作的施工人员，可采取配备耳塞、耳机、防声头盔等防噪用具。

（7）加强施工期间道路交通的管理，保持道路畅通。

（8）建设单位应责成施工单位在施工现场张贴通告，并标明投诉电话，建设单位在接到投诉后应及时与当地环保部门取得联系，及时处理各种环境纠纷。

（9）提倡文明施工，增强全体施工人员防噪声扰民的自觉意识。对人为活动噪声应有管理措施，要杜绝人为敲打、叫嚷、野蛮装卸噪声等现象，最大限度减少噪声扰民。

#### **8.4.3 环境空气保护对策措施**

（1）施工单位应加强施工管理，采取必要的防尘措施。定期洒水清扫运输车进出的主干道，保持车辆出入口路面清洁、湿润，并尽量减缓行驶车速；加强运输管理，坚持文明装卸；运输车辆卸完货后应清洗车厢；工作车辆及运输车辆在离开施工区时冲洗轮胎，检查装

车质量。

（2）加强对施工机械、运输车辆的维修保养，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少烟度和颗粒物排放。

（3）配合有关部门搞好施工期间周围道路的交通组织，避免因施工而造成交通堵塞，减少因此而产生的怠速废气排放。

（4）加强对施工人员的环保教育，提高全体施工人员的环保意识，坚持文明施工、科学施工，减少施工期的大气污染。

#### **8.4.4 固体废弃物防治措施**

（1）工程施工产生的弃土临时堆存于周转料场，但应及时对其进行清运，尽量做到当天开挖，当天清运，对当天无法清运的弃土，应对弃土表面采用毡布覆盖等临时防尘、防雨水冲刷措施。弃土运输过程中，土方车应有防止渣土散落的措施；淤泥运输过程中，泥驳不宜装载过满，避免淤泥沿途洒落。

（2）施工人员生活垃圾利用工程沿线原有卫生设施收集，不能利用原有卫生设施的施工工区，应对生活垃圾加强管理，分片、分类设置垃圾统一收集箱，并委托环卫部门定期清运，禁止随地丢弃。

#### **8.4.5 生态保护与补偿对策措施**

（1）规范施工活动，施工活动应尽量控制在工程占地范围内，并注意保护占地边线以外的农田和植被，防止人为对工程范围外土壤、植被的破坏。

（2）河道疏浚及护岸修缮工程完工后，应及时实施水体生态修复工程，在最短时间内恢复河道水体生态系统。管道开挖后尽快回填并恢复原貌，使区域环境得到较大程度的改观。

#### **8.4.6 人群健康防护措施**

（1）在施工人员进入工区前由医疗机构对施工人员进行健康检查，地方卫生防疫站对施工人员健康进行监督管理，对患病的施工人员进行治疗，治愈后方可进入工区。

（2）保证工区饮用水卫生清洁，符合饮用水卫生标准，加强饮食卫生管理，避免不洁食物，以免造成肝炎、痢疾等疾病的暴发流行。

（3）为保障施工人员的健康，加强工区的卫生防疫宣传教育，普及卫生常识，做好工区的卫生防疫工作；制订工区卫生管理制度，加强对工区的卫生状况检查。

（4）加强工区垃圾及其它污物的管理和处置，生活垃圾等固体废物收集后定期运出。

### **8.5 环境管理与监测计划**

#### **8.5.1 环境管理**

环境管理是工程管理的一部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。建设项目环境管理的目的在于按国家、省、市有关的环境保护法律法规以及环境保护行政主管部门审批的环境影响评价文件落实有关环保责任，加强本工程施工期和运行期的环境管理，落实各项环境保护措施。通过对工程施工期进行全过程的环境监督管理，减少工程施工对生态环境的破坏，避免产生新的水土流失；做好施工后期对生态环境的恢复工作，使工程施工不致对工程区域造成新的环境污染，符合环保法的要求，实现工程建设与社会经济环境协调发展。

#### **8.5.2 环境监测**

为掌握工程建设前后主要环境要素的动态变化 and 环境影响，监督和检查施工期环境保护的实施情况和效果，根据工程建设环境影响特点，提出环境监测计划，为施工期、运行期环境保护提供科学依据。

#### （1）水环境监测方案

1）地表水环境监测：①监测点布置，在施工作业河道（荔枝沟桥、溪泽三桥）分别布设 1 个水环境监测点对河道水质进行监测。②监测指标，水质监测指标包括水温、pH、DO、透明度、COD<sub>Mn</sub>、NH<sub>3</sub>-N、石油类、SS，共 8 项。③监测时间和频率，监测时间为筹建期至工程施工结束，其中筹建期监测 1 期、施工过程中每 2 个月监测 1 期，施工结束后监测 1 期，共 6 期。

2）施工废水监测：①监测点布置，在污水处理设施排放口设 1 个水质监测点。②监测指标，监测指标为 SS、COD<sub>Cr</sub>、pH、石油类，共 4 项。③监测时间和频率，监测工作在施工期每 2 个月监测一期，共监测 4 期。

#### （2）噪声环境监测方案

##### ①监测站位

根据施工进度和施工场地的布置情况，在陆域施工区设置 1 个流动监测点，在监测施工噪声对区域声环境的影响。

##### ②监测指标

等效连续 A 声级 Leq。

##### ③监测频率

在筹建期监测 1 次，施工期每 2 个月监测 1 期，共 4 期。噪声监测分两个时段，昼间噪声监测时间为晨 6:00～晚 10:00，夜间噪声监测时间为晚 10:00～晨 6:00，分别连续采样 20mins。

## 8.6 环境保护投资

### 8.6.1 编制依据

- 1、《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL-359-2009）。
- 2、《水利水电工程概（估）算费用构成及计算标准》（水利部水建[1998]15号文）。
- 3、按国家计委、国家环境保护总局关于规范环境影响咨询收费有关问题的通知计价格[2002]125号文计。

本工程的环境保护总投资为 112.42 万元。

| 序号 | 项目              | 费用（万元）       | 备注              |
|----|-----------------|--------------|-----------------|
| 一  | <b>环境监测措施</b>   | <b>43.08</b> |                 |
| 1  | 水环境监测费          | 16.50        |                 |
| 2  | 地表水             | 3.00         |                 |
| 3  | 生产废水            | 16.50        |                 |
| 4  | 噪声监测费           | 3.00         |                 |
| 5  | 卫生防疫监测          | 4.08         |                 |
| 二  | <b>环境保护临时措施</b> | <b>28.61</b> |                 |
| 1  | 施工期生产废水处理       | 3.00         |                 |
| 2  | 环境空气质量控制        | 3.15         |                 |
| 3  | 噪声防治            | 3.00         |                 |
| 4  | 固体废弃物处置费        | 15.60        |                 |
| 5  | 人群健康保护          | 3.00         |                 |
| 6  | 其他临时工程          | 0.86         | 按环境保护措施费和监测费2%计 |
| 三  | <b>独立费用</b>     | <b>32.40</b> |                 |
| 1  | 环境保护建设管理费       | 3.60         |                 |

|           |              |             |               |
|-----------|--------------|-------------|---------------|
| 2         | 管理人员经常费      | 3.21        |               |
| 3         | 环境保护竣工验收费    | 3.21        |               |
| 4         | 宣教及技术培训费     | 1.43        | 按一～二项的 2%计    |
| 5         | 工程环境监理费      | 8.85        |               |
| 6         | 科研勘察设计咨询费    | 3.00        |               |
| 7         | 环境评价费        | 3.00        |               |
| 8         | 环境保护勘测设计     | 4.30        | 按一～二项的 6%计    |
| 9         | 工程质量监督费      | 1.79        | 按一～二项的 0.25%计 |
| 五         | <b>基本预备费</b> | <b>8.33</b> | 按一～三项的 8%计    |
| <b>合计</b> |              | 112.42      |               |

## 8.7 结论

本工程的建设将进一步提高区域水系防洪能力，改善水质环境，属于具有社会公益性的水利基础设施建设项目。本工程所造成的不利影响主要在施工期，但这些影响是局部的、暂时的、可通过一定的措施予以减免。因此，从环境角度初步分析，不存在制约本工程建设的因素，工程建设可行。

## 9 水土保持设计

### 9.1 设计依据

（1）《中华人民共和国水土保持法》（1991 年 6 月 29 日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议通过，2010 年 12 月 25 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议修订）；

（2）《海南省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》（2002 年 9 月 28 日海南省二届人大常委会第 29 次会议通过，2015 年 7 月 31 日海南省五届人大常委会第 16 次会议修订。该《办法》共 40 条，2015 年 9 月 1 日起施行。2017 年 11 月 30 日海南省第五届人大常委会第三十三次会议《关于修改〈海南省红树林保护规定〉等八件法规的决定》修正）。

（3）《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第 53 号）；

（4）《关于印发〈生产建设项目水土保持监测规程（试行）〉的通知》（办水保[2015]139 号）；

（5）《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）的通知》（办水保[2018]133 号）；

（6）水利部办公厅关于印发《生产建设项目水土保持方案技术审查要点》的通知（办水保[2023]177 号）

（7）《海南省水土保持补偿费征收使用管理办法》（海南省财政厅、海南省物价局、海南省水务厅、中国人民银行海口支行，琼财非税字[2014]1540 号）；

（8）《海南省发展和改革委员会 海南省财政厅 海南省水务厅

关于降低水土保持补偿费收费标准及有关问题的通知》（琼发改收费[2021]716 号）；

（9）《海南省人民政府办公厅关于海南省水土保持规划（2016~2030 年）的复函》（琼府办函[2017]375 号）；

（10）《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；

（11）《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）；

（12）《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）。

## 9.2 项目区水土流失现状

根据《海南省水土保持公报》（2022 年），三亚市土地面积为 1915.56km<sup>2</sup>，其中水土流失面积 72.08km<sup>2</sup>，占总面积的 3.76%。轻度侵蚀面积为 62.67km<sup>2</sup>，占水土流失面积的 86.95%；中度侵蚀面积为 6.22km<sup>2</sup>，占水土流失面积的 8.63%；强度侵蚀面积为 2.18km<sup>2</sup>，占水土流失面积的 3.02%；极强度侵蚀面积为 1.01km<sup>2</sup>，占水土流失面积的 1.40%；剧烈侵蚀面积为 0.00km<sup>2</sup>。整体上三亚市水土流失轻微。

## 9.3 主体工程水土保持评价

本工程属于水利工程，从扰动土地、造成水土流失影响范围和程度等分析，主体工程采用的工程布置方案、施工导流方案、施工围堰、基坑排水等工程和临时措施，与水土保持要求基本一致，不存在水土保持制约性因素。

主体工程设计中的上述措施在保障工程安全和施工安全的同时，也具有较好的水土保持防护功能，起到了防止水土流失的作用。但从水土保持的防护功能来看，工程的水土保持体系还需进一步完善，主



要包括以下几个方面：补充完善施工临时设施区的迹地恢复措施，施工场地、施工便道及土方周转场等的临时防护措施，工程占地范围内的临时排水、沉砂等方面内容及施工结束后的迹地恢复措施。在施工过程中还应加强监督管理，防止水土流失的发生，确保施工顺利进行。

本方案在分析评价主体工程中具有水土保持功能工程的基础上，对其进行补充完善，形成一个完整、严密、科学的水土保持防护体系，有效地防治水土流失。

## 9.4 土石方平衡

石方开挖  $9153\text{m}^3$ ，土方开挖  $500109\text{m}^3$ ，土方回填  $325500\text{m}^3$ ，混凝土  $6242\text{m}^3$ ，结构回填及围堰填筑土方利用工程开挖土方，其余开挖土方及围堰拆除土方作为弃土直接外运。

## 9.5 水土流失防治责任范围及防治分区

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），项目水土流失防治责任范围应包括项目永久征地、临时占地以及其他使用与管辖区域。结合实际情况，项目总占地面积  $12.4\text{hm}^2$ ，因此，本项目水土流失防治责任范围面积为  $12.4\text{hm}^2$ 。

## 9.6 水土流失预测

### 9.6.1 扰动原地貌、占压土地和破坏林草植被的面积

工程扰动土地面积包括整个项目建设区，共  $12.4\text{hm}^2$ ，永久占地主要为主体工程的河道整治等占地，临时占地主要为施工生产生活区、临时道路占地。占地类型主要为水域及水利设施用地（原有河道）、

园地、林地等。

本工程水土流失主要发生在施工期。施工活动可能造成水土流失的范围包括主体工程区、施工临时设施区，即本工程扰动原地貌、损坏土地资源、破坏植被的面积  $12.4\text{hm}^2$ 。

### 9.6.2 生产建设活动对水土流失影响分析

本工程生产建设活动主要有以下几个方面可能产生新增水土流失：一是工程占地对水土流失的影响。工程占地将不同程度地改变、压埋或损坏原有植被、地貌，造成其水土保持功能降低或丧失；二是工程开挖和填筑对水土流失影响。施工辅助设施活动，将使原地面植被遭到破坏，地面组成物质以及地形地貌受到破坏或扰动，形成裸露土地、土面或泥面，土壤表层抗蚀能力减弱，引起新的水土流失。

### 9.6.3 水土流失量预测

根据该地区其他相似工程，本次确定河道改造区侵蚀模数在  $10000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，施工营区侵蚀模数在  $8500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，弃渣场侵蚀模数在  $15000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，临时堆土区侵蚀模数在  $13500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；项目区水土流失面积为  $12.4\text{hm}^2$ ，预计水土流失总量为  $2378.36\text{t}$ 。具体情况见下表。

表9-1 水土流失总量预测表

| 分区    | 时段    | 面积 (hm <sup>2</sup> ) | 侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a) | 侵蚀时间 (a) | 土壤侵蚀总量 (t) |
|-------|-------|-----------------------|-----------------------------|----------|------------|
| 河道改造区 | 施工期   | 12.40                 | 10000                       | 1.5      | 1700.21    |
|       | 自然恢复期 | 12.40                 | 1000                        | 3        | 314.47     |
| 施工营区  | 施工期   | 0.02                  | 8500                        | 1.5      | 2.55       |
|       | 自然恢复期 | 0.02                  | 1000                        | 3        | 0.60       |
| 施工便道  | 施工期   | 0.12                  | 15000                       | 1.5      | 139.50     |
|       | 自然恢复期 | 0.12                  | 1000                        | 3        | 18.60      |
| 临时堆土区 | 施工期   | 0.03                  | 13500                       | 1.5      | 6.08       |
|       | 自然恢复期 | 0.03                  | 1000                        | 3        | 0.90       |
| 弃渣场   | 施工期   | 0.03                  | 15000                       | 1.5      | 6.75       |
|       | 自然恢复期 | 0.03                  | 1000                        | 3        | 0.90       |
| 施工期   |       | 12.20                 |                             | 3        | 2035.47    |
| 自然恢复期 |       | 12.20                 |                             | 3        | 342.88     |
| 合计    |       | 12.20                 | /                           | 1.5      | 2378.36    |

## 9.7 水土流失防治标准和防治措施

### 9.7.1 水土流失防治标准

根据《水利部办公厅关于印发<全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果>的通知》（办水保[2013]188号）和《海南省人民政府办公厅关于海南省水土保持规划（2016~2030）的复函》（琼府办函[2017]375号），项目区不在国家级水土流失重点预防区内及重点治理区内，项目位于三亚市天涯区，属于海南省水土流失重点预防区，防治区代码及名称为SY4-东南沿海水土流失重点预防区。

根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）的规定，本项目水土流失防治标准应为建设类项目南方红壤区一级标准。具体防治目标见下表。

表9-2 水土流失防治目标值计算表

| 防治指标       | 标准规定 |       | 按土壤侵蚀强度修正 |       | 按地理位置修正 |       | 采用标准 |       |
|------------|------|-------|-----------|-------|---------|-------|------|-------|
| 时 段        | 施工期  | 设计水平年 | 施工期       | 设计水平年 | 施工期     | 设计水平年 | 施工期  | 设计水平年 |
| 水土流失治理度(%) | —    | 98    | —         | —     | —       | —     | —    | 98    |
| 土壤流失控制比    | —    | 0.90  | —         | +0.1  | —       | —     | —    | 1.0   |
| 渣土防护率(%)   | 95   | 97    | —         | —     | +1      | +1    | 96   | 98    |
| 表土保护率(%)   | 92   | 92    | —         | —     | —       | —     | 92   | 92    |
| 林草植被恢复率(%) | —    | 98    | —         | —     | —       | —     | —    | 98    |
| 林草覆盖率(%)   | —    | 25    | —         | +2    | —       | +2    | —    | 29    |

### 9.7.2 水土流失防治措施设计

根据本工程不同场地的功能及水土流失特点，在防治责任范围内，为防治新增水土流失，改善工程区生态环境，结合项目主体工程开发建设特点，按照各区具体情况，结合已实施的具备水保功能的工程措施，设计增加排水沟、临时挡护等措施，以水土流失预测为科学依据，合理配置各防治分区的水土保持措施。

具体分区及各分区水土流失新增防治措施如下：

#### （1）主体工程防治区

主体工程防治区建设面积为 12.2hm<sup>2</sup>，包括河道整治、防汛道路等面积。本区主体工程采用了石笼护坡、施工导流、施工围堰、基坑排水、植被绿化等措施，具有较好的水土保持功能。

本工程弃土直接外运，不设弃土场，因此不存在弃土场水土流失问题，但由于陆域绿化需要一定的回填土方，在植物种植之前为裸露土，因此需要采用彩条布进行苫盖防护，同时开挖简易排水沟和沉沙池。由于绿化回去填土方为分批进行，按照整个绿化面积的 10%计算防护面积，则需要彩条布 3654m<sup>2</sup>；按每亩绿化土地开挖简易排水沟 100m，每 5 亩设置沉沙池 1 座计算，需要新增简易排水沟 1500m，

设沉沙池 44 座。

## （2）施工临时设施防治区

施工临时设施防治区建设面积 $0.2\text{hm}^2$ ，主要包括临时生产生活区、施工便道。占地类型为园林地等。

对于施工生产生活区，施工期沿边界四周开挖临时排水土沟，并在排水沟出口处设置沉沙池，工程完工后，施工生产生活区场地清理平整后，恢复其原有功能。对施工便道，对汇水（积水）一侧修建沿路排水边沟，每500m设置沉沙池，施工结束后，对临时占地的施工道路进行土地整治，恢复原来功能。

根据以上各防治分区水土保持措施，新增水土流失防治措施工程量汇总见下表。

**表9-3 新增水土流失防治措施工程量汇总表**

| 措 施 名 称     | 单 位          | 工 程 量 |
|-------------|--------------|-------|
| 第一部分 工程措施   |              |       |
| 一、施工临时设施防治区 |              |       |
| 场地平整        | $\text{m}^2$ | 71735 |
| 第二部分 临时措施   |              |       |
| 一、主体工程防治区   |              |       |
| 1、简易排水沟开挖   | $\text{m}^3$ | 5605  |
| 2、简易沉沙池     | 座            | 30    |
| 3、彩条布       | $\text{m}^2$ | 4654  |
| 二、施工临时设施防治区 |              |       |
| 1、排水沟开挖     | $\text{m}^3$ | 4654  |
| 2、砖砌沉沙池     | 座            | 20    |
| 3、简易沉沙池     | 座            | 50    |

## 9.8 进度安排及施工组织

在措施实施进度安排上，实行水土保持“三同时”制度，各项水土保持工程施工进度应与主体工程的施工进度相协调。水土保持预防措施和主体工程中有水保功能的措施与主体工程同步实施；水土保持治

理措施施工进度安排应体现保护优先，先挡后弃的原则，本着积极稳妥、尽快发挥效益的原则，结合水土保持措施的施工特点和质量要求，合理安排资金、劳力、材料、机械设备、实施进度，确保水土保持措施与主体工程建设协调实施。施工过程中水土保持临时措施应先于主体工程实施，临时建筑的拆除和迹地恢复以及植物措施建设安排在主体工程后期。

## **9.9 水土保持监测**

### **9.9.1 监测目的**

水土保持监测工作的目的主要是协助建设单位落实水土保持方案，加强水土保持设计和施工管理，优化水土流失防治措施，协调水土保持工程与主体工程建设进度；及时、准确掌握生产建设项目水土流失状况和防治效果，提出水土保持改进措施，减少人为水土流失；及时发现重大水土流失危害隐患，提出水土流失防治对策建议；提供水土保持监督管理技术依据和公众监督基础信息，促进项目区生态环境的有效保护和及时恢复。

### **9.9.2 监测任务**

结合工程建设和水土流失的特点，对本工程主要水土流失的部位的水土流失量及水土流失的主要因子进行监测；分析工程建设区水土流失的动态变化；监测水土保持措施实施效果；监测水土流失产生的危害；水土保持管理情况；编制监测报告。

### **9.9.3 监测内容**

水土保持监测内容围绕监测水土保持工程是否达到 6 项防治目标制定，具体包括施工期及运行初期水土流失因子、水土流失状况、水土保持防治效果。

（1）项目建设区水土流失因子监测

- （a）建设项目用地面积、扰动地面面积；
- （b）项目区降雨（1h、3h 和 1d 降雨）、林草覆盖度变化情况；
- （c）项目挖方、填方数量及面积，土方开挖量。

（2）水土流失状况监测

（a）水土流失量的监测

包括主体工程区的开挖面、临时施工生产区等重要施工地段，在施工过程中的水土流失发生、发展情况及相应流失量，其中主体工程区和土方周转场是重点监测对象；

（b）对周边地区造成的危害及趋势

包括水土流失对周围防汛设施、施工及运行安全的影响。

（3）水土流失防治效果监测

- （a）防治措施数量及质量；
- （b）林草成活率、保存率、生长情况及覆盖率；
- （c）防护工程（排水沟、沉沙池、临时拦挡措施）设计合理性、稳定性、完好程度和运行情况；
- （d）各项防治措施保土效果。

#### 9.9.4 监测时段和频次

工程监测时段从施工准备期至运行初期，共 18 个月。

在施工期，拟采用地面观测为主，实地调查为辅。水土流失量监测选择具有代表性的地段进行监测，汛期前后各 1 次，正在实施的水

水土保持措施建设情况等每 10 天监测记录 1 次；对扰动地表面积、水土保持工程措施拦挡效果等每 1 个月监测记录 1 次；主体工程建设进度、水土流失影响因子等每 3 个月监测记录 1 次。水土流失灾害事件发生后 1 周内完成监测。

工程运行初期，即竣工后一年内，根据各防治分区不同情况，汛期 6~10 月每月一次，非汛期汛前汛后各一次。

### **9.9.5 监测方法**

根据项目区水土流失及防治特点，采用定点观测和调查监测相结合的方法进行水土保持监测，以定位观测为主，实地调查为辅。监测的重点区域为主体工程区。主要监测方法为测钎法和沉沙池法。

### **9.9.6 监测位置**

根据工程水土流失特点和水土保持措施布局，由于工程线路较短，在主体工程区、施工临时设施区沿线布设 2 个监测点。

#### **（1）主体工程区**

对工程施工期间的水土流失进行重点监测，监测区土方开挖区和临时堆土区，以调查监测为主。

#### **（2）施工临时设施区**

对工程施工期间的水土流失进行重点监测，监测区域选在临时生产设施区、施工便道排水沟末端沉沙池处及临时堆土区坡面侵蚀小区、测钎法。

## **9.10 水土保持投资估算**

### **9.10.1 编制原则**



水土保持投资估算依据《水土保持工程概（估）算编制规定》（水利部水总[2003]67号文）、《水土保持工程概算定额》（2003年）等进行编制，价格水平年、主要工程和材料单价等与主体工程一致。

### 9.10.2 编制依据

1、国家发展改革委、建设部关于印发《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知（发改价格[2007]670号文）；

2、《关于印发2011年全国性及中央部门和单位行政事业性收费项目目录的通知》（财政部、国家发展改革委、财综[2012]47号）；

3、水利部办公厅关于印发《水利工程营业税改增值税计价依据调整办法的通知》（办水总[2016]132号）；

4、《海南省发展和改革委员会 海南省财政厅 海南省水务厅关于降低水土保持补偿费收费标准及有关问题的通知》（琼发改收费[2021]716号）；

5、《关于降低电信网码号资源占用费等部分行政事业性收费标准的通知》（国家发展改革委、财政部、发改价格[2017]1186号）；

6、海南省住房和城乡建设厅《关于调整海南省建设工程增值税税率的通知》（琼建定[2018]113号）；

7、《关于调整建筑工人人工单价的通知》（琼建规[2021]2号）；

8、海南省水务厅关于印发《海南省水利水电工程营业税改增值税计价依据调整办法》的通知（琼税建管[2017]215号）；

9、《财政部、税务总局关于调整增值税税率的通知》（财税[2018]32号）；

10、《海南省住房和城乡建设厅关于调整海南省建设工程增值税税率的通知》（琼建定[2019]100号）。

### 9.10.3 水土保持投资估算概述

本项目水土保持总投资为 394.60 万元。

表 5-4 水土保持投资估算表（万元）

| 编号       | 工程或费用名称         | 方案新增投资 |      |       |       | 主体工程已列投资 | 合计     |
|----------|-----------------|--------|------|-------|-------|----------|--------|
|          |                 | 建安工程费  | 植物措施 |       | 独立费用  |          |        |
|          |                 |        | 栽植费  | 苗木种子费 |       |          |        |
| 第一部分工程措施 |                 | 1.13   |      |       |       | 31.27    | 32.40  |
| 1        | 主体工程区           |        |      |       |       | 31.27    | 31.27  |
| 2        | 临时堆土场区          | 1.01   |      |       |       |          | 1.01   |
| 3        | 施工生产区           | 0.12   |      |       |       |          | 0.12   |
| 第二部分植物措施 |                 |        | 5.17 | 2.24  |       | 165.36   | 172.77 |
| 1        | 主体工程区           |        |      |       |       | 165.36   | 165.36 |
| 2        | 临时堆土场区          |        | 4.57 | 2.00  |       |          | 6.57   |
| 3        | 施工生产区           |        | 0.60 | 0.24  |       |          | 0.84   |
| 第三部分临时措施 |                 | 76.60  |      |       |       |          | 76.60  |
| 1        | 主体工程区           | 16.46  |      |       |       |          | 16.46  |
| 2        | 临时堆土场区          | 59.73  |      |       |       |          | 59.73  |
| 3        | 施工生产区           | 0.41   |      |       |       |          | 0.41   |
| 第四部分独立费用 |                 |        |      |       |       |          | 52.31  |
| 1        | 建设管理费           |        |      |       | 9.31  |          | 9.31   |
| 2        | 水土保持监理费         |        |      |       | 5.00  |          | 5.00   |
| 3        | 水土保持方案编制费       |        |      |       | 15.00 |          | 15.00  |
| 4        | 水土保持监测费         |        |      |       | 13.00 |          | 13.00  |
| 5        | 水土保持设施竣工验收报告编制费 |        |      |       | 10.00 |          | 10.00  |
| 一至四部分合计  |                 |        |      |       |       |          | 334.08 |
| 基本预备费    |                 |        |      |       |       |          | 16.22  |
| 静态总投资    |                 |        |      |       |       |          | 350.30 |
| 水土保持补偿费  |                 |        |      |       |       |          | 44.30  |
| 主体工程已列投资 |                 |        |      |       |       |          | 196.63 |
| 方案新增投资   |                 |        |      |       |       |          | 197.97 |
| 总投资      |                 |        |      |       |       |          | 394.60 |

#### **9.10.4 水土保持效益分析**

水土保持措施实施后，与确定的水土流失防治目标对比分析，各防治分区水土流失总治理度达 98.22%，项目建设区土壤流失控制比达到 1.2；渣土防护率达到 98.66%；表土保护率达到 95.00%；林草植被恢复率达到 98.50%，林草覆盖率达到 30%。水土保持措施投资虽使建设单位加大了一定的初始经济投入，但水土保持措施实施后，工程引起的水土流失危害和影响程度将大大降低，有效地减少工程建设造成的水土流失及相关经济损失。对控制因工程建设产生的水土流失、恢复和改善该地区的生态环境、保障工程正常运行等将起到积极的作用。

### **9.11 水土保持方案实施的保证措施**

#### **9.11.1 组织领导和措施**

根据《生产建设项目水土保持技术规范》的有关规定，本工程项目水土流失防治责任人为建设单位，本工程水土保持措施实施由该单位负责。防治责任人应针对该项目建立水土保持措施实施管理机构，负责项目区水土保持措施的组织实施。

#### **9.11.2 技术保证措施**

（1）建设单位要组织一支包括水土保持专业人员在内的管理技术队伍，为水土保持措施实施提供技术支持。

（2）通过招投标选择技术好、管理力量强的施工承包商。在工程施工合同中明确承包商防治水土流失的责任条款。

### 9.11.3 投资落实和管理使用措施

水土保持工程投资使用，实行专款专用，由水行政、财政等主管部门对资金的使用情况进行监督。

### 9.11.4 监督保证措施

（1）为控制工程建设施工中的水土流失，保证水土保持工程的实施及效果，由具有监测、监理资格的监测、监理机构对水土保持工程进行相应的监理。同时进一步完善监测方案，及时向水行政主管部门、业主及施工单位发布监测预报，并接受行政主管部门监督检查。

（2）工程竣工主体工程投入运行前必须首先对水土保持设施进行验收检查，水土保持设施未经验收或验收不合格，工程不得投入使用。

## 9.12 结论及建议

### 9.12.1 结论

经过综合分析和论证，在各项水土保持防治措施实施后，各项防治措施指标均可以达到预定的防治目标，并具有一定的生态效益、社会效益和经济效益。从水土保持角度分析，工程建设是可行的。

### 9.12.2 建议

（1）在实际施工中，水土保持工程量、投资及实施责任应在施工合同中明确。施工单位应严格按照水土保持工程设计内容和要求施工，制定详细合理的水土保持工程实施计划，满足施工进度要求；对建成的水土保持工程应加强管理维护，各类永久和临时工程措施和植

物措施，应从施工准备期到工程运行，应严格进行质量测定，不合要求的及时改正，植物措施还需加强植物栽植后的抚育养护管理，确保工程安全和水土保持措施效果。

（2）施工期应根据水土保持方案设计要求，开展水土保持工程监理工作。监理单位应全面监督和检查各施工单位水保方案的实施和效果，力求在计划的投资、进度和质量目标内实施水保方案措施，使水土保持工程按时、保质保量完成，水土流失得以及时防治。

（3）加强水土保持监测工作。水土保持监测应由具有水土保持监测资质的单位进行，监测单位按本章节中的监测要求编制监测计划并实施监测工作，监测成果定期向水行政主管部门报告。水土保持设施竣工验收时，提交监测专项报告。

（4）本工程施工过程中存在大量弃渣，建设单位采用弃渣外运至其他工程，因此，弃渣应加强土石方运输途中防护管理要求，避免途中运输产生大量土方洒落现象。

（5）下一步应及时编制水土保持方案报告书，细化水保措施，有效防治工程建设水土流失的发生。

## 10 劳动安全与工业卫生

### 10.1 设计依据

在项目的设计、施工过程中，为了贯彻“安全第一，预防为主”的方针，保障劳动者在施工、生产、运行管理过程中的安全与健康，遵照《中华人民共和国劳动法》（1995年1月颁发）和劳动部的《建设项目（工程）劳动安全卫生监察规定》（1997年颁发）以及1992年以来劳动人事部、电力工业部、水利部颁发的有关劳动安全与工业卫生方面的技术规定、规范，如《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》DL5061-1996等，结合本项目的设计、施工情况，编写“劳动安全与卫生”的要求。

### 10.2 设计原则

为了保障劳动者——工程设施的建设、管理、运行、检修人员，在劳动过程中的安全与健康，在工程设计中，主要参照“水劳卫规”，结合具体情况，对防火、安全疏散、通风、防淹、防触电、防雷击、防机械伤害和坠落伤害、防污染、防电磁辐射、照明等各方面采取措施和配置一定的设备，做到安全可靠、经济合理、符合现行有关劳动安全和工业卫生各种文件和其它标准规定的要求。

### 10.3 劳动安全

#### 10.3.1 防淹

（1）工程河道堤防堤顶高程均高于设计最高运行水位，可保证各建筑物的安全。

（2）管理区的地面水设有排水设施，可迅速排除雨水。

（3）泵站设有渗漏排水集水井和排水泵以及检修时的排水泵，以防止出现水淹泵房事故。

### 10.3.2 防火、防爆

水利工程各生产运行场所消防设计主要依据是“建规”和“水规”，按其各生产运行场所火灾危险性分类，最低耐火等级见下表。

表10-1 各建筑物的火灾危险性类别及耐火等级

| 生产场所及建筑物、构筑物名称 | 火灾危险性类别 | 耐火等级 |
|----------------|---------|------|
| 控制室            | 丙       | 二    |
| 高、低压开关室        | 丁       | 二    |

各建筑物均为钢筋混凝土结构或钢筋混凝土框架、砖充填结构，其耐火等级能达到一、二级所要求的耐火极限。防火门等设施配置满足相应等级的规定及耐火极限要求。

按消防规范和设备运行、建筑物特点，划分防火分区。当一处发生火灾时，不扩大或蔓延火灾事故。

根据本工程各建筑物的特性、所在位置及当地消防条件，按“预防为主，防消结合”的消防设计原则，结合管理区的布置，均配备一定数量的使用方便、灭火效果好的手提式灭火器和室内外消火栓。当出现火警时，先由运行管理人员采用手提式灭火器和消火栓实行自救，并报警。

电缆进入电气盘、柜和穿过隔墙的孔洞处要采用耐火材料密实封堵，构成有效的阻火层。

### 10.3.3 防雷电及防电气伤害

本工程工作接地、保护接地和雷电保护接地共用一套接地系统，由于考虑到计算机监控系统及工业电视监视系统的要求，本工程接地系统接地电阻要求不大于 $1\Omega$ 。所有电力设备的外壳等均须可靠接地。低压配电系统采用

TN-S接地型式。各建筑物按三级建筑物防雷要求设防，屋面装设避雷带，引下入地处设集中接地极。

变配电设备采用成套设备，设备防护等级为IP4X，外壳温升小于30K，符合“水劳卫规”。高压开关柜具有“五防”要求。

#### **10.3.4 防机械伤害、防坠落伤害**

泵站起吊用起重机、钢丝绳、滑轮及吊钩、吊环等应符合《起重机械安全规程》GB6067有关规定。泵房设计时，已考虑了吊运设备的空间要求。在吊运设备时，可设置临时围拦和标志，以引起人员注意，防止什物和人员坠落，造成伤亡事故。设备应由合格的专职人员操作。各起吊设备及起吊高度依其起吊最重设备来确定。

所有易对人员引起伤害的机械或电气设备，均有外壳保护，或在四周用围拦保护，以防闲杂人员进入，引起不必要的伤害。闸门的门槽处须设置防护栏杆或盖板。凡检修时可能形成的坠落高度在2m以上的孔、坑，均设置临时防护栏杆。电气设备间、工具车间等，内部设备布置和安全设施符合有关规程规范的要求。楼梯及平台采取防滑措施。

### **10.4 工业卫生**

#### **10.4.1 防噪音及防振动**

生产运行场所应防噪音、防振动。泵站电机功率较小，噪音不大。通风机将采用低噪音产品。房间门窗均采用隔音较好的门窗。

#### **10.4.2 温度和湿度控制**

泵站的泵房采用机械通风方式，配置机械通风设备；办公室等房间均能自然通风，并装设空调，以调节室内温度。



### 10.4.3 采光与照明

在有自然采光条件的建筑物内，自然光均加以充分利用；不能完全达到自然采光照度的要求时应加以人工照明。人工照明创造了良好的视觉作业环境，各类工作场所要求的最低照度符合《建筑照明设计规范》。

### 10.4.4 防尘、防污、防腐蚀、防毒

各生产运行场所的所有门窗采用密闭门窗，开启窗设有纱窗。

各建筑物内生活用水及排放水均满足规范要求。

### 10.4.5 防电磁辐射

本工程供电电源等级为10kV，可以不考虑这方面的影响。

## 10.5 安全卫生机构设置及人员配备

生活废水均专门处理，不得直接排放入河道。生活或生产垃圾先集中堆放，再运至专门的垃圾处理场。

根据工程建筑规模和位置，建议配置2人来管理安全卫生工作，可由管理人员兼职，根据生产需要定期向职工进行劳动安全、工业卫生等方面的教育、宣传，保障劳动者在生产过程中的安全和健康，并负责保养维修安全卫生设施。

## 10.6 安全标志

按现行标准《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）设置安全标志。标志分为禁止、警告、指令、提示四种类型。

表10-2

安全标志设置场所及类型

| 标志名称 | 安全色 | 设置场所  | 标志内容                                   |
|------|-----|---|--|
| 禁止标志 | 红色  | 闸门门槽等防护栏杆<br>控制室、继保室、高低压开关室<br>控制室、继保室、高低压开关室<br>电气设备检修期间 | 禁止跨越<br>禁止吸烟<br>禁止使用无线电通讯<br>禁止合闸，有人工作 |
| 警告标志 | 黄色  | 吊物孔盖板打开时  | 当心孔洞                                   |
| 提示标志 | 绿色  | 消防设施<br>安全疏散通道<br>堤顶道路行车标志                                | 消火栓、灭火器<br>安全通道、安全出口<br>交通指示           |

## 11 节能设计

### 11.1 设计依据

#### 11.1.1 相关法律、法规、规划和产业政策

- （1）《中华人民共和国水法》；
- （2）《中华人民共和国节约能源法》（2018 年第二次修订版）；
- （3）《中华人民共和国电力法》（2018 年第三次修订）；
- （4）《中华人民共和国可再生能源法》（2009 年修订）；
- （5）《中华人民共和国清洁生产促进法》（2002 年修订）；
- （6）《中华人民共和国建筑法》（1998 年）；
- （7）《重点用能单位节能管理办法》（国家经贸委令第 7 号）；
- （8）《民用建筑节能管理规定》（建设部部长令第 76 号）；
- （9）《国务院关于发布促进产业结构调整暂行规定的通知》（国发〔2005〕40 号）；
- （10）《节能中长期专项规划》（发改环资〔2004〕2505 号）；
- （11）《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修订）；
- （12）《中国节水技术政策大纲》（2005 年）；
- （13）《国家鼓励发展的资源节约综合利用和环境保护技术》（国家发改委 2005 第 65 号）；
- （14）《关于固定资产投资工程项目可行性研究报告“节能篇（章）”编制及评估的规定》；
- （15）《国家发展改革委关于加强固定资产投资项目节能评估和审查工作的通知》。

### 11.1.2 相关标准和规范

- （1）《公共建筑节能设计标准》（GB 50189-2015）；
- （2）《公共建筑节能设计规范》（DB45/T 392-2007）；
- （3）《电气照明节能设计》（06DX008-1）；
- （4）《电气设备节能设计》（06DX008-2）；
- （5）《公共建筑节能设计标准》（GB 50189-2015）；
- （6）《水利水电工程节能设计规范》（GB/T 50649-2011）；
- （7）《水电水利工程施工机械选择设计导则》(DL/T5133-2001)；
- （8）《工业企业能源管理导则》（GB/T 15587-2008）；
- （9）《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB17167-2006）；
- （10）《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》（JGJ134-2010）；
- （11）《水利水电工程采暖通风与空气调节设计规范》（SL 490-2010）；
- （12）《外墙外保温工程技术规程》（JGJ144-2004）；
- （13）《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）；
- （14）《地下建筑照明设计标准》（CECS 45-1992）；
- （16）《建筑采光设计标准》（GB/T 50033-2013）。

## 11.2 能耗分析

工程建设所消耗的能源主要有水、煤气、原油加工品、电能等。根据施工组织设计工程施工期所需主要能源物资有：水泥、木材、钢材、油料、房建材料、生活物资等。主体工程施工主要以油耗设备和电耗设备为主。其中土石方开挖和填筑项目以油耗设备为主，钢筋制作安装施工等项目以电耗设备为主，混凝土浇筑项目既有油耗设备又有电耗设备。本次耗能计算分析主要根据工程建设机械台班计算表，并通过机械单价定额分析表，经过定额计算确定本工程主要消耗能源。

## 11.3 节能设计

### 11.3.1 施工组织节能

施工机械的选择是提高施工效率及节能降耗的工作重点。本工程在施工机械设备选型及配套设计时，主要参考了《水电水利工程施工机械选择设计导则》(DL/T5133-2001)的有关要求和规定，并结合本工程自身实际情况确定。将满足工程进度要求，保证工程质量，降低工程造价的要求贯穿于施工机械设备选型及配套的设计全过程中。

施工设备选型时遵循以下原则：

(1) 施工设备的技术性能应适合工作的性质、施工对象、施工场地大小和料物运距远近等施工条件，充分发挥机械效率，保证施工质量，满足施工强度的要求；

(2) 所选设备应是技术先进，生产效率高，操纵灵活，机动性高，安全可靠，结构简单，易于检修和改装，防护设备齐全，废气噪音得到控制，环保性能好；

(3) 注意经济效果，所选机械的购置和运转费用少，劳动量和能源消耗低，并通过技术经济比较，优选出成本最低的机械化施工方案；

(4) 选用适用性比较广泛、类型比较单一的通用的机械，所选机械的国别、型号和厂家应尽量少，配件供应要有保证；

(5) 注意各工序所用机械的配套成龙，一般要使后续机械的生产能力略大于先头机械的生产能力，充分发挥主要机械和费用高的机械的生产潜力。

### 11.3.2 电力节能

认真贯彻落实国家照明节能强制性标准，在照明设计中采用光效高的灯具、节能型光源，如用紧凑型、细管径荧光灯，选用能耗低的电子镇流器或

节能型电感镇流器，保证各处照明功率密度值在规定之内。

在有天然采光条件的情况下，均利用天然光，减少夜间施工。必要的夜间施工尽量做到小范围的开灯控制方式，根据照明要求及不同电光源的特点，选择合理的照明方式，并优先选用光效高、显色性好的光源及配光合理、安全高效的灯具。光源可选用高光效的高压钠灯，带小电容补偿，以改善功率因数、减少线路电压降、提高发光效率。灯具效率不低于 60%，配用的镇流器选用低损耗型。局部区域采用庭院灯光时，光源选用紧凑型荧光灯（节能灯）。

### **12.3.3 用水节能**

（1）工程项目临时办公场所、职工食堂、卫生间等公共场合应安装节水龙头，并加装节水阀等节水器具；

（2）在施工场区水泥搅拌、施工用水时应加强节水管理，避免浪费水，尽可能的安装节水阀等节水器具；

（3）通过施工区、生活区等节水器具的推广和节水理念的普及，可大大提高节水效益，可节约用水 30~40%。

### **11.3.4 合理布置减少运输能耗**

本工程场地为带状狭长形，每工区均设置临时施工道路与旁边的市政道路直接相连，施工车辆可以直接进入市政道路，交通便利,从而达到减少运输能耗的目标。

### **11.3.5 加强能耗管理**

（1）对各场地的用电、水、油等进行计量，实行分级核算，对能耗较大的设备单独设置计量装置，及时检查，做好公共设施的日常维护和养护工作；

（2）建立健全能源消耗原始记录和设备能耗台账，做好能源消耗报表，并及时进行统计分析；

（3）建立设备用能技术档案，节能技术措施、设备运行能源消耗指标等有关节能方面的技术文件、资料要与其它技术文件同等归档；施工单位的技术管理部门，应实行节能管理责任制，并接受上级部门的监督检查；

（4）加强能源计量管理，配备必要的能源计量器具。加强机械施工组织及设备管理，提高能源效率，合理组织施工，减少设备的非生产运转；

（5）大力推广应用节能“新技术、新工艺、新产品、新材料”，开展节能技术培训和节能宣传活动；

（6）杜绝技术性差、能耗高的机械设备进场施工。执行设备的技术管理制度，对在用的重点耗能设备要实行经常性的维护、保养，定期检查、修理，保持良好的技术状况。对技术状况差、耗能高的重点耗能设备，要有停止使用、限期技术改造和更新的具体条件和措施。

#### **11.4 节能效果综合评价**

（1）本工程经实施建成后，提高了河道行洪能力和防洪标准，降低了城镇洪涝风险和排涝成本，节约城市内涝区域的抽排工程措施和相应的应急抢险资源与能源；

（2）本工程选用的均为低碳、生态、绿色的工程材料，节约了能源耗损回收成本；

（3）本工程经以上节能措施，可节约可观能源，直接减少生产的中间投入；

（4）本工程节能设计与设备选型结合考虑，节约能源的经济性显著。

## 12 工程管理

### 12.1 管理体制和机构设置

本河道管理部门为吉阳区水务林业局，根据本工程的实际情况，维持现有管理体制和机构设置不变，河道管理中涉及到的问题由市政府各相关职能部门进行管理，不再成立专门的管理部门。

### 12.2 管理范围及保护范围

本工程管理范围为河道划定建设范围向外扩展5m，管理范围主要有：河道堤防之间的水域、截洪沟、溢流坝、配套设施等相应配套设施。

管理内容主要包括河道、堤防、截洪沟、溢流坝、沿河截流管涵、穿堤跨堤交叉建筑物，观测、交通、通信、测量等管理设施以及定期对河流进行清障疏浚、定期维护等。

根据《中华人民共和国河道管理条例》，对工程管理范围内各管理对象进行管理，建桩立界，明确权属，杜绝新的违法侵占河道管理范围及破坏工程运行安全的事件。

### 12.3 工程管理及措施

#### 12.3.1 工程检查

水利设施受自然因素和人为因素的影响，不可避免地要遭到不同程度的损坏，因此要加强对工程的检查，发现问题后及时进行维护，以保证规划标准，工程的检查一般分为经常性检查，定期检查和特别检查。

##### （1）经常性检查



在水利工程正常运行过程中，工程管理单位要安排专业管理人员对工程进行经常性的检查，重点检查险工险段及其变化，检查中尤要注意有无护岸护坡石松动、翻动、塌陷等情况，发现问题要做好记录，并向单位领导报告。对于重大的险情，工程管理单位应上报上级主管部门。检查内容包括护坡有无块石翻起、松动、塌陷或风化等损坏；排水设施有无损坏、淤塞和阻碍物等。

### （2）定期检查

指每年汛前、汛后，工程管理单位应对水利工程进行定期检查。掌握工程效果、存在问题、险工险段、抢险措施落实等情况为抢险指挥、岁修加固等提供依据。汛前着重检查岁修工程完成情况和渡汛存在的问题，汛后着重检查工程变化和损坏情况。

## 12.3.1 监测

管理单位应对河道和岸线进行常年观测及资料的整理分析工作，及时掌握工程的运用情况、河道变化、崩岸变化等，为工程的管理维护，河道治理提供资料。监测的主要内容包括：工程运用情况（变形、沉陷、崩塌、块石走失和材料损坏等），崩岸情况（已护岸及其上下游滩岸的平面变化与横断面变化），水流情况（流速、流向、流态）。

观测结束后，及时对资料进行整理、计算和校核。资料整编每年进行一次，并分析观测成果的变化规律及趋势，如有异常现象及时研究处理。

## 12.3.1 工程维护

对检查、监测中发现的问题，要及时进行处理、维护。重大险情，应上报主管部门。在汛期发现的险情，应立即采取有效除险措施，防止险情扩大，杜绝重大事故发生。

### **12.3.1 工程技术档案**

工程管理部门应建立完整的工程技术档案。内容包括：各种勘测、科研成果及整编资料；设计、施工、管理等有关文件、记录、图表；历次检查、观测记录、报告；有关新工艺、新技术、新材料等资料；险情记载，包括发生日期、地点、桩号、范围、险情类型、发展情况及处理措施与效果等。

### **12.4 工程年运行管理维护费**

工程年运行维护费用主要来源于工程修建维护管理费、岸线及滩地有偿使用经费、岁修和防汛抢险经费、以及自筹经费。

## 13 投资概算

### 13.1 工程概况

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）项目位于三亚市吉阳区境内，距离三亚市中心约 20km。本次大茅水整治长度(中心长度)为 10608m，整治河段分为两段，其中 A 段整治长度（中心长度）为 1907m，整治起点为三浓水库溢洪道下游，整治终点为半岭桥交汇处；B 段整治长度（中心长度）为 8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为白水桥。主要建设内容包括：(1) 河道疏浚长 10608m，(2) 新建护岸防护工程总长 21505m，其中 A 段两岸护岸防护工程共 3913m，B 段两岸护岸防护工程共 17592m，采用抛石或格宾挡墙结合水土保持毯进行防护；(3) 新建巡河步道；(4) 新建溢流坝 2 座及改造溢流坝 4 座；(5) 改造过水涵 6 座；(6) 新建人行桥 4 座及改造人行桥 1 座；(7) 新建农田排口 14 座；(8) 配套改造生态坑塘、生态覆绿及新建观测平台等。

主体建筑工程量：石方开挖  $9153\text{m}^3$ ，土方开挖  $500109\text{m}^3$ ，土方回填  $325500\text{m}^3$ ，混凝土  $6242\text{m}^3$ 。

主体建筑工程主要材料用量：钢筋 268.45t，水泥 0.91t，枋板材  $31.99\text{m}^3$ ，块石  $121444.92\text{m}^3$ ，碎石  $447.02\text{m}^3$ ，河砂  $316.91\text{m}^3$ ，柴油 1460.96t，汽油 0.79t。

## 13.2 工程投资主要指标

工程总投资:166934617.51 元。建筑工程 94745944.22 元,金属结构设备及安装工程 114276.44 元,临时工程 10830455.77 元,独立费用 9490014.05 元,基本预备费 5204158.47 元,环境保护及水土保持投资 5070163.55 元,建设及施工场地征用费用 41479605.00 元。

## 13.3 编制原则和依据

### 13.3.1 编制原则及依据

1、编制依据:国家、行业、地方现行的有关制度、规程及设计图集和报告等。

2、本工程投资概算是按近期信息价公布的材料价格水平编制。

3、项目划分原则:执行《水利水电基本建设工程项目划分》的有关规定划分为建筑工程、机电设备和安装工程、金属结构设备和安装工程、临时工程、独立费用五个部分和预备费。

4、编制办法执行海南省水利局关于颁发的《海南省水利水电工程设计概(估)算编制办法与费用标准》的通知(琼水利基[2000]103号)、海南省水务厅关于调整《海南省水利水电工程设计概(估)算编制办法与费用标准》部分项目组成与划分及计算标准的通知(琼水建管[2013]404号)、海南省水务厅关于印发

《海南省水利水电工程营业税改增值税计价依据调整办法》的通知(琼水建管[2017]215 号)。

5、工程量的计算执行《水利水电工程设计工程量计算规定》(SL328-2005)。

6、概算采用的定额：

(1)海南省水利局琼水利基[2000]42 号文颁发的《海南省水利水电建筑工程预算定额》、海南省水务厅《关于发布水利水电建筑预算补充定额的通知》(琼水建管[2013]452 号)扩大 2%。

(2)机械台班定额按海南省琼水利基[2000]42 号文颁发的《机械施工台班定额》。

(3)缺项参照有关相近定额。

7、水利工程费用构成及计算标准执行海南省水利局关于颁发的《海南省水利水电工程设计概（估）算编制办法与费用标准》的通知(琼水利基[2000]103 号)、海南省水务厅关于调整《海南省水利水电工程设计概（估）算编制办法与费用标准》部分项目组成与划分及计算标准的通知(琼水建管[2013]404 号)、海南省水务厅关于印发《海南省水利水电工程营业税改增值税计价依据调整办法》的通知(琼水建管[2017]215 号)。

### **13.3.2 基础单价的计算依据**

1、人工预算单价

采用海南省水利定额，根据海南省水务厅《关于调整我省水利水电工程人工预算单价的通知》(琼水建管[2017]216 号)计

算，人工单价为 53.00 元/工日。

参考海南省市政及园林等定额人工单价根据海南省住房和城乡建设厅《关于调整建设工程定额人工单价的通知》(琼建规[2022]3 号)：执行 2017 年以后颁布的定额，人工单价调整为 145 元/工日。

## 2、施工用电、风、水单价

电价 0.85 元/kW·h（采用自发电供电方式，按柴油发电机供电综合价 3.0 元/度计算，其中 0.85 元/度直接进入单价，2.15 元/度作为调整补差并计取税金），水价 0.60 元/m<sup>3</sup>，风价 0.15 元/m<sup>3</sup>。

## 3、材料预算价格：

钢筋、水泥、砂石料及木材由三亚市建材市场供应,油料由附近油料市场供应可满足工程的要求。各种材料原价参考《海南工程造价信息》近期公布的价格水平和市场调查确定。运费按海南省物价局、交通厅琼交运[1991]11 号和琼价[1994]45 号规定计算。

为合理控制由于材料上涨对各种费用的影响,本工程对八种主要材料按限价的方法计算,即当材料预算价低于限价时,则以预算价进入工程单价;当材料价高于限价时,则以限价进入单价,超出限价部分以价差的形式计入税金前计算,八种材料限价及预算价见下表:

| 材料名称 | 水泥 | 钢筋 | 汽油 | 柴油 | 河砂             | 碎石             | 块石             |
|------|----|----|----|----|----------------|----------------|----------------|
| 单位   | t  | t  | t  | t  | m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|     |        |         |      |      |        |        |        |
|-----|--------|---------|------|------|--------|--------|--------|
| 限价  | 300    | 2560    | 3590 | 2990 | 50     | 60     | 60     |
| 预算价 | 430.09 | 3549.33 | 8100 | 6750 | 268.89 | 189.98 | 140.00 |

其他次要材料参考海南省水利局《关于公布我省地方水利工程次要材料预算价格的通知》（琼水利基[2008]77 号）和市场调查价格计算。

为加快工程施工进度和减少污染,混凝土施工采用泵送商品混凝土。根据工程单价分析表中去除混凝土拌制及运输的费用,商品混凝土的价格按近期公布的价格水平和市场调查,所用商品混凝土的单价见下表:

| 品种      | 规格       | 单位             | 价格（元）  |
|---------|----------|----------------|--------|
| 泵送商品混凝土 | C20      | m <sup>3</sup> | 497.82 |
| 泵送商品混凝土 | C25      | m <sup>3</sup> | 507.52 |
| 泵送商品混凝土 | C30      | m <sup>3</sup> | 517.23 |
| 泵送商品混凝土 | C30 抗折 4 | m <sup>3</sup> | 541.50 |

### 13.3.3 建筑安装单价组成及计算标准

1、直接费为基本直接费和其他直接费之和,其中:基本直接费由人工费、材料费、机械费组成;其他直接费计算基础为基本直接费,建筑工程费率为 3.5%,安装工程费率为 4.5%。

2、间接费:建筑工程间接费=直接费×间接费率,安装工程间接费=人工费×间接费率。

间接费费率表

| 序号 | 工程类别        | 计算基础 | 间接费率（%） |
|----|-------------|------|---------|
| 1  | 一般土方工程      | 直接费  | 13.5    |
| 2  | 土方工程（机械化施工） | 直接费  | 14.5    |
| 3  | 石方工程        | 直接费  | 14.5    |
| 4  | 混凝土工程       | 直接费  | 13.5    |
| 5  | 钢筋制安工程      | 直接费  | 12.5    |
| 6  | 基础处理工程      | 直接费  | 14.5    |
| 7  | 土坝钻孔灌浆工程    | 人工费  | 112     |
| 8  | 其他工程        | 直接费  | 14.5    |
| 9  | 设备安装工程      | 人工费  | 112     |

3、利润：按直接费与间接费之和的 7%计算。

4、材料价差：按主要材料预算价与主要材料基价的差值乘材料消耗量计算。

5、税金：指计入建筑安装工程费用内的增值税销项税额，根据海南省水务厅关于调整《我省水利工程计价依据增值税税率》的通知(琼水建管[2018]337 号), 税率为 9%。

税金=（直接费+间接费+计划利润+材料价差）×9%。

#### 13.3.4 其他施工临时工程

按全部建筑安装工程费的 3.0%计。

#### 13.3.5 费用计算标准及依据

##### 1、建设管理费

按财政部《关于印发〈基本建设项目建设成本管理规定〉的通



知》（财建〔2016〕504号）计列。

## 2、招标业务费

按国家计委《关于印发〈招标代理服务收费管理暂行办法〉的通知》（计价格〔2002〕1980号）计列。

## 3、工程建设监理费

按国家发改委、建设部关于印发《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知（发改价格〔2007〕670号）计列。

## 4、勘察设计费

(1) 勘察费：按可行性研究报告批复计列。

(2) 设计费：按合同计列。

## 5、前期工作咨询费

(1) 编制可行性研究报告

按国家计委《关于印发〈建设项目前期工作咨询收费暂行规定〉的通知》（计价格〔1999〕1283号文）计列。

(2) 使用林地可行性研究报告编制费：按合同计列。

(3) 防洪评价报告编制费：按可行性研究报告批复计列。

(4) 社会稳定风险性评估报告编制费：按琼风评研中心函〔2019〕1号。

## 6、竣工结算审核费

按海南省建设工程造价管理协会《关于工程造价咨询服务收费的指导意见》（琼价协〔2020〕01号文）计列。

## 7、工程量清单及招标控制价编制费

按海南省建设工程造价管理协会《关于工程造价咨询服务收

费的指导意见》（琼价协[2020]01 号文）计列。

#### 8、工程质量检测费用

按海南省水务厅《关于调整我省水利工程部分费用标准的通知》（琼水建管[2018]336 号）计列。

#### 9、工程保险费

按工程第一至第四部分投资合计的 0.45%计。

#### 10、工伤保险费

按海南省人力资源和社会保障厅等八部门关于印发《海南省铁路、公路、水利、水运、能源、机场工程建设项目参加工伤保险工作实施方案》的通知（琼人社发[2018]195 号文）计列，及按海南省人民政府办公厅关于印发《海南省工伤保险基金统收统支实施方案》的通知（琼府办函[2022]40 号文）计列。

11、施工图设计审查费：按可行性研究报告批复计列。

12、决算编制费及审核费：按可行性研究报告批复计列。

13、基本预备费：按第一至第五部分工程投资的 5%计列，并扣减工程质量检测费。

### 13.4 投资概算

工程投资概算具体见表 13-4。

## 工程概算总表

单位：元

| 编号                      | 工程或费用名称                     | 建安工程费              | 独立费用              | 合 计                 | 占一至五部分投资比例    |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------|
| I                       | <b>工程部分投资</b>               |                    |                   | <b>120384848.95</b> |               |
| <b>第一部分：建筑工程</b>        |                             | <b>94745944.22</b> |                   | <b>94745944.22</b>  | <b>82.26%</b> |
| 一                       | 河道治理工程                      | 85065782.03        |                   | 85065782.03         | 73.85%        |
| 二                       | 建筑物工程                       | 9680162.19         |                   | 9680162.19          | 8.40%         |
| <b>第三部分：金属结构设备及安装工程</b> |                             | <b>114276.44</b>   |                   | <b>114276.44</b>    | <b>0.10%</b>  |
| 一                       | 农田排口工程（14座）                 | 95585.56           |                   | 95585.56            | 0.08%         |
| 二                       | 排水涵工程（4座）                   | 18690.88           |                   | 18690.88            | 0.02%         |
| <b>第四部分：临时工程</b>        |                             | <b>10830455.77</b> |                   | <b>10830455.77</b>  | <b>9.40%</b>  |
| 一                       | 临时导流工程                      | 5247771.62         |                   | 5247771.62          | 4.56%         |
| 二                       | 临时交通工程                      | 1977263.85         |                   | 1977263.85          | 1.72%         |
| 三                       | 临时房屋建筑工程                    | 224000.00          |                   | 224000.00           | 0.19%         |
| 四                       | 自发电供电电价补差                   | 966017.52          |                   | 966017.52           | 0.84%         |
| 五                       | 电线迁改工程                      | 26309.95           |                   | 26309.95            | 0.02%         |
| 六                       | 其他临时工程                      | 2389092.83         |                   | 2389092.83          | 2.07%         |
| 七                       | 安全生产费用（该费用已进入单价中，此处不再计入总投资） | 2639410.00         |                   | 2639410.00          | 按建安工程费的2.5%计  |
| <b>第五部分：独立费用</b>        |                             |                    | <b>9490014.05</b> | <b>9490014.05</b>   | <b>8.24%</b>  |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|   |                    |  |            |            |       |
|---|--------------------|--|------------|------------|-------|
| 一 | 建设管理费              |  | 1637357.87 | 1637357.87 | 1.42% |
| 二 | 招标业务费              |  | 304536.82  | 304536.82  | 0.26% |
| 1 | 施工 招标代理费           |  | 246676.27  | 246676.27  |       |
| 2 | 设计 招标代理费           |  | 32576.77   | 32576.77   |       |
| 3 | 监理 招标代理费           |  | 25283.78   | 25283.78   |       |
| 三 | 工程建设监理费            |  | 1645540.58 | 1645540.58 | 1.43% |
| 四 | 勘察设计费              |  | 2768700.00 | 2768700.00 | 2.40% |
| 1 | 勘察费                |  | 756700.00  | 756700.00  |       |
| 2 | 设计费                |  | 2012000.00 | 2012000.00 |       |
| 五 | 前期工作咨询费            |  | 705044.61  | 705044.61  | 0.61% |
| 1 | 编制可行性研究报告          |  | 345644.66  | 345644.66  |       |
| 2 | 使用林地可行性研究报告<br>编制费 |  | 119300.00  | 119300.00  |       |
| 3 | 防洪评价报告编制费          |  | 165200.00  | 165200.00  |       |
| 4 | 社会稳定风险性评估报告<br>编制费 |  | 74899.95   | 74899.95   |       |
| 六 | 其他                 |  | 2428834.17 | 2428834.17 | 2.11% |
| 1 | 竣工结算审核费            |  | 303547.12  | 303547.12  |       |
| 2 | 工程量清单和控制价编制<br>费   |  | 320057.62  | 320057.62  |       |
| 3 | 工程质量检测费            |  | 528453.38  | 528453.38  |       |
| 4 | 工程保险费              |  | 475608.04  | 475608.04  |       |
| 5 | 工伤保险费              |  | 79268.01   | 79268.01   |       |
| 6 | 施工图设计审查费           |  | 133400.00  | 133400.00  |       |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|     |  |                  |            |                   |         |
|-----|--|------------------|------------|-------------------|---------|
| 7   | 决算编制费                                  |                  | 252200.00  | 252200.00         |         |
| 8   | 决算审核费                                  |                  | 336300.00  | 336300.00         |         |
|     | 一至五部分投资合计                              | 105690676.4<br>3 | 9490014.05 | 115180690.48      | 100.00% |
|     | 基本预备费(一至五部分<br>投资合计的 5%，扣减工程<br>质量检测费) |                  |            | 5204158.47        |         |
|     | 工程静态总投资                                |                  |            | 120384848.95      |         |
| II  | <b>环境保护和水土保持投资</b>                     |                  |            | <b>5070163.55</b> |         |
| 一   | 环境保护工程投资<br>(详见报告书及附件)                 |                  |            | 1124163.55        |         |
| 1   | 环境监测措施                                 |                  |            | 430800.00         |         |
| 2   | 环境保护临时措施                               |                  |            | 286116.00         |         |
| 3   | 独立费用                                   |                  |            | 323976.18         |         |
| 3.1 | 环境保护建设管理费                              |                  |            | 36000.00          |         |
| 3.2 | 管理人员经常费                                |                  |            | 32100.00          |         |
| 3.3 | 环境保护竣工验收费                              |                  |            | 32100.00          |         |
| 3.4 | 宣教及技术培训费                               |                  |            | 14338.32          |         |
| 3.5 | 工程环境监理费                                |                  |            | 88500.00          |         |
| 3.6 | 科研勘察设计咨询费                              |                  |            | 30000.00          |         |
| 3.7 | 环境评价费                                  |                  |            | 30000.00          |         |
| 3.8 | 环境保护勘测设计                               |                  |            | 43014.96          |         |
| 3.9 | 工程质量监督费                                |                  |            | 17922.90          |         |
| 4   | 基本预备费                                  |                  |            | 83271.37          |         |
| 二   | 水土保持工程投资<br>(详见报告书及附件)                 |                  |            | 3946000.00        |         |

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

|     |                                 |  |  |                     |  |
|-----|---------------------------------|--|--|---------------------|--|
| 1   | 工程措施                            |  |  | 324000.00           |  |
| 2   | 植物措施                            |  |  | 1727700.00          |  |
| 3   | 临时措施                            |  |  | 766000.00           |  |
| 4   | 独立费用                            |  |  | 523100.00           |  |
| 4.1 | 建设管理费                           |  |  | 93100.00            |  |
| 4.2 | 水土保持监理费                         |  |  | 50000.00            |  |
| 4.3 | 水土保持方案编制费                       |  |  | 150000.00           |  |
| 4.4 | 水土保持监测费                         |  |  | 130000.00           |  |
| 4.5 | 水土保持设施竣工验收报告编制费                 |  |  | 100000.00           |  |
| 5   | 基本预备费                           |  |  | 162200.00           |  |
| 6   | 水土保持补偿费                         |  |  | 443000.00           |  |
| III | <b>建设及施工场地征用<br/>(详见报告书及附件)</b> |  |  | <b>41479605.00</b>  |  |
| Σ   | <b>工程总投资</b>                    |  |  | <b>166934617.51</b> |  |

## 14 经济评价

### 14.1 概述

#### 14.1.1 项目背景

近年来，随着三亚市建设快速发展，以及区域生态旅游业的发展，现状部分河段防洪能力较低，发生较大洪水时会淹没周边农田及村庄，急需提高防洪能力，三亚市政府对此十分重视，要求对三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）防洪功能进行提升。

#### 14.1.2 基本依据和计算原则

- （1）《建设项目经济评价方法与参数·第三版》 发改投资[2006]1325 号文；
- （2）《水利建设项目经济评价规范》（SL72-2013）；
- （3）《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL618—2013）；
- （4）《水利工程维修养护定额标准（试点）》（水办[2004]307号文）；
- （5）国家、地方现行财税制度。

## 14.2 费用估算

### 14.2.1 建设项目总投资

工程建设项目总投资 166934617.51 元（其中：建设征地补偿费 41479605.00 元），工程总工期为 24 个月，工程增加管理人员共 5 人。资金时间价值计算的基准点定在建设期的第一年年初。

### 14.2.2 流动资金

流动资金包括维持项目正常运行所需购买燃料、材料、备品、备件和支付职工工资等的周转资金。根据《水利建设项目经济评价规范》，流动资金按年运行费的 10% 计算。流动资金在建设期末投入，形成流动资产，在计算期末一次回收。

### 12.2.3 总成本费及年运行费

#### 一、年运行费

水利建设项目的年运行费指项目正常运行期每年所需支出的全部运行费用，本工程的年运行费用包括在工程运行期内各年所需支出的工程维护费和管理费。

#### 1、工程维护费

工程维护费包括修理费、材料费、燃料及动力费等与工程修理养护有关的成本费用。根据《水利建设项目经济评价规范》表



D.2.2-2“堤防工程年运行费计算费率表”四级堤防工程维护费按固定资产原值的 1.4%计，则工程年维护费为 240.21 万元。

## 2、管理费

管理费包括职工工资及福利费、管理费、其它费用等与工程管理有关的费用。根据《水利建设项目经济评价规范》表

D.2.2-2“堤防工程年运行费计算费率表”四级堤防管理费为固定资产原值的 0.3%，则管理费 51.47 万元。

经计算，工程财务年运行费用为 291.69 万元。

## 二、折旧费

折旧费根据《水利建设项目经济评价规范》附录 C“水利工程固定资产分类折旧年限的规定”按各类固定资产的折旧年限，采用平均年限法计提。本工程为河道整治、生态修复等综合性工程，折旧年限按 50 年计，残值率按 4%计。

$$\text{平均年折旧费} = \frac{\text{固定资产原值} (1 - \text{残值率})}{\text{使用年限}} = 341.79 \text{ 万元}$$

## 三、摊销费

摊销费是指生产经营者需计提的管理费组成部分，包括土地资产摊销、无形资产摊销、开办费摊销，鉴于该项费用提取要求尚无明确规定，可计入固定资产原值。

## 四、财务费用

财务费用包括工程运行期各种利息净支出、汇兑净损益以及相关的手续费。本项目财务费用为零。

经计算总成本费用为 2949.04 万元，年运行费用 429.92 万元，折旧费 662.08 万元，财务费用 0 万元，详见表 14-1。

**表 14-1 总成本费用计算表**

| 序号 | 项目名称  | 金额（万元） | 备注                   |
|----|-------|--------|----------------------|
| 一  | 年运行费  | 262.52 |                      |
| 1  | 工程维护费 | 216.19 | 固定资产原值 $\times$ 1.4% |
| 2  | 管理费   | 46.32  | 固定资产原值 $\times$ 0.3% |
| 二  | 折旧费   | 607.61 | 残值率按 4% 计            |
| 三  | 总成本费用 | 571.13 |                      |

#### 14.2.4 有关税费

按《中华人民共和国企业所得税法》，水利工程企业所得税税率为 25%；供水工程增值税为 13%；其他项目增值税为 17%；销售税金附加包括营业税、城市维护建设税和教育附加，营业税按国家或地方政府的有关规定执行，城市维护建设税为 7%，教育附加为 5%；法定盈余公积金应按照法律规定在当年税后利润中提取利润的 10%，法定盈余公积金累计额为公司注册资本的 50% 以上时，可不再提取。

### 14.3 国民经济评价

#### 14.3.1 有关参数选取

根据《水利建设项目经济评价规范》，防洪、治涝工程计算期为 30~50 年，大中型水电站、城镇供水工程为 30~50 年，机电排灌站为 15~25 年。本工程涉及河道整治、水质改善、生态修复等综合性的城市河道整治工程，计算期按 30 年计算。国民

经济评价采用的社会折现率为 8%。

### 14.3.2 费用调整

#### （1）建设项目总投资调整

对建设项目总投资调整，剔除国民经济内部转移的税金、国内借款利息以及各种补贴等，用影子价格对材料费进行调整，根据规范要求计列施工企业资金回收费。经分析计算，影子调整系数为 0.90，调整后的国民经济评价固定资产投资 15442 万元。

#### （2）年运行费

经济年运行费在工程财务年运行费的基础上，按国民经济投资与财务投资比例进行调整计算，则国民经济的年运行费 262.52 万元。

#### （3）流动资金

流动资金按年运行费的 10% 计算，则国民经济的流动资金 26.25 万元。

## 14.4 效益估算

本工程的防洪效益主要是工程实施后可减免的国民经济与社会财产损失，遵循“有无对比”的原则，根据项目区的特点和历史洪灾资料和工程保护范围，按流域面积分摊，采用频率法进行估算，工程多年平均效益采用频率法计算，公式为：

$$B = (P_{\text{现}} - P_{\text{设}}) \times (S_{\text{现}} + S_{\text{设}}) / 2$$

式中：

B——多年平均效益；

$P_{\text{现}}$ 、 $P_{\text{设}}$ ——洪涝工程设计洪水及现有洪水频率；

$S_{\text{现}}$ 、 $S_{\text{设}}$ ——相应工程设计标准洪水损失及现有标准洪水损失。

本工程周边已被划定为中心城区，将逐步打造成为围绕体育中心建设的新地块。通过有效的修复提升，提高大茅水流域片区房地产及相关产业园区经济效益。

经计算，工程的多年平均防洪效益为 2596.32 万元。

## 14.5 国民经济分析

经计算，本工程经济内部收益率 29.84%，大于 8%；经济净现值 10604.37 万元，大于 0；效益费用比 2.36 大于 1。经济各主要经济指标均满足国家基本要求，经济评价可行。其国民经济效益费用流量详见下表。

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）

表 14-2 国民经济效益费用流量表单位：万元

| 序号  | 项目            | 年份     |        |       |       |       |       |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |  |  |  | 合计 |
|---|---------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--|--|--|----|
|   |               | 建设期    | 运行期    |       |       |       |       |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |  |  |  |    |
|   |               | 1      | 2      | 3     | 4     | 5     | 6     | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    | 25    | 26    | 27    | 28    | 29    | 30    |        |  |  |  |    |
| 一   | 效益流量          | 0      | 2600   | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600 | 2600 | 2600 | 2600 | 2600 | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 4075  | 76875  |  |  |  |    |
| 1   | 灌溉效益          |        | 2600   | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600 | 2600 | 2600 | 2600 | 2600 | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 2600  | 75400  |  |  |  |    |
| 2   | 回收固定资产余值      |        |        |       |       |       |       |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1446  | 1446   |  |  |  |    |
| 3   | 回收流动资金        |        |        |       |       |       |       |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 29    | 29     |  |  |  |    |
| 二   | 费用流量          | 14463  | 318    | 289   | 289   | 289   | 289   | 289  | 289  | 289  | 289  | 289  | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 22880  |  |  |  |    |
| 1   | 固定资产投资        | 14463  |        |       |       |       |       |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 14463  |  |  |  |    |
| 2   | 流动资金          |        | 29     |       |       |       |       |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 29     |  |  |  |    |
| 3   | 年成本费用         |        | 289    | 289   | 289   | 289   | 289   | 289  | 289  | 289  | 289  | 289  | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 289   | 8389   |  |  |  |    |
| 三   | 净现金流量         | -14463 | 2282   | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 2311 | 2311 | 2311 | 2311 | 2311 | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 2311  | 3786  | 53995  |  |  |  |    |
| 四   | 累计净现金流量       | -14463 | -12181 | -9870 | -7560 | -5249 | -2938 | -627 | 1683 | 3994 | 6305 | 8615 | 10926 | 13237 | 15548 | 17858 | 20169 | 22480 | 24791 | 27101 | 29412 | 31723 | 34034 | 36344 | 38655 | 40966 | 43277 | 45587 | 47898 | 50209 | 53995 | 571918 |  |  |  |    |
| 五   | 指标计算          |        |        |       |       |       |       |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |  |  |  |    |
| 1   | 经济净现值 ENPV    |        |        |       |       |       |       |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |  |  |  |    |
|   | 折现系数 (Ic=8%)  | 1      | 1      | 1     | 1     | 1     | 1     | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 11     |  |  |  |    |
|   | 净现值           | -13392 | 1956   | 1834  | 1698  | 1573  | 1456  | 1348 | 1248 | 1156 | 1070 | 991  | 918   | 850   | 787   | 728   | 674   | 625   | 578   | 535   | 496   | 459   | 425   | 394   | 364   | 337   | 312   | 289   | 268   | 248   | 376   | 10604  |  |  |  |    |
| 2   | 经济内部收益率 EIRR  |        |        |       |       |       |       |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |  |  |  |    |
|   | 折现系数 (Ic=20%) | 1      | 1      | 1     | 1     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 6      |  |  |  |    |
|   | 净现值           | -12468 | 1696   | 1480  | 1276  | 1100  | 948   | 818  | 705  | 608  | 524  | 452  | 389   | 336   | 289   | 249   | 215   | 185   | 160   | 138   | 119   | 102   | 88    | 76    | 66    | 57    | 49    | 42    | 36    | 31    | 44    | -191   |  |  |  |    |
| 评价指标：经济内部收益率 EIRR=29.84%，社会折现率=8%，经济净现值 ENPV=10604.37 万元，经济效益费用比 EBCR=2.36。 |               |        |        |       |       |       |       |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |  |  |  |    |

## 15 结论与建议

### 15.1 主要结论

三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）对大茅水流域的河道进行整治，整治长度为 10608m，其中 A 段整治长度（中心长度）为 1907m，整治起点为三浓水库溢洪道下游，整治终点为半岭桥交汇处；B 段整治长度（中心长度）为 8701m，整治起点为芭蕉桥，整治终点为白水桥。

1、通过河道滩地及淤积进行疏浚开挖、驳岸防护、河岸的覆绿设计及其他配套建筑物的建设，达到大茅水的治理标准为：涉及村庄河段治理标准与河道防洪标准一致取 20 年一遇，涉及农田河段采用齐岸标准（即遇某场洪水时，80%断面的洪水水面线低于岸线，则该场洪水标准即为齐岸标准）；

2、落实三亚中心城区河流域防洪规划，完善三亚市三亚大茅水流域洪水防御系统的需要；

3、落实三亚市城市总体规划，保障三亚市三亚大茅水流域经济社会可持续发展的需要；使三亚市三亚大茅水流域有一个自然优美的生态环境，为促进旅游业的发展创造有利条件；本次项目的建设实施是十分必要和迫切的。

### 15.2 建议

本工程属三亚市大茅流域的全流域，本工程实施后可实现本区域的防洪减灾体系、生态保护体系、综合管理体系等，对牵涉到本工程的上下游衔接区域及影响总体规划布局的重点区域，建议工程项目主管部门尽快推动相关工程的开展，尽快推动三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）所涉及的征地，推动河道整治工程的实施，解决区域防洪问题，创造了崭新的更舒适的周边水空间环境，为周边居民创造一个安全优美的滨河环境。

## 16 附件及附图

### 附件 1：三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）项目立项的批复

# 三亚市发展和改革委员会文件

三发改农经〔2024〕55 号

## 三亚市发展和改革委员会 关于三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库 至白水桥段）立项的批复

三亚市水务局：

报来《关于申报三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）立项的函》（三水规建函〔2024〕111 号）及其附件收悉。经研究，批复如下：

一、同意启动三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）前期论证，项目位于吉阳区大茅村委会周边，项目范围为三浓水库溢洪道下游至白水桥上游。项目在全国投资项目在线审批



监管平台代码：2403-460200-04-01-977023。

## 二、项目建设内容及规模

（1）新建护岸防护工程总长 24.16km，其中右岸防护工程长 11.903km，左岸防护工程长 11.790km；（2）现状河道疏浚长 10.916km，疏挖方量约 20 万 m<sup>3</sup>；（3）新建巡河路总长 11.54km；（4）新建溢流堰 20 座；（5）新建河岸配套设施工程；（6）新建配套建筑物：桥涵、消力池、人行桥，跌水、陡坡等。

三、工程匡算总投资 21097.51 万元，其中工程建安费 13609.76 万元，工程建设其他费用 1654.23 万元，基本预备费 1148.07 万元，环境保护工程费 204.15 万元，水土保持工程费 476.34 万元，工程建设用地费 4004.96 万元。资金来源为政府投资，前期经费来源为《三亚市财政局关于下达三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）前期工作经费的通知》（三财农〔2024〕41 号）。

四、请进一步落实建设条件，按规定办理相关审批手续。项目建设应规避生态红线，无法规避的，依规定必须取得有关部门审批同意。根据市资规局在海南省工程建设项目策划生成信息平台出的预审意见：项目需与市资规局在编的大茅流域专项规划衔接，且建设应以水系治理为主，需采取生态护坡方式。项目需与市交通局近期实施的 G224 改造项目对接。涉及农用地需按程序办理农转用手续。项目涉及林地问题，需征求市林业局意见。项目涉及穿越高速公路、铁路，需征求相关部门意见。涉及部队用地需征求部队意见，涉及沿线单位的用地、绿化等问题，请与有

关单位协商。

五、其他事宜请按《三亚市政府投资项目管理规定》办理。

（此批复有效期二年）

三亚市发展和改革委员会

2024年6月24日

（此件主动公开）



---

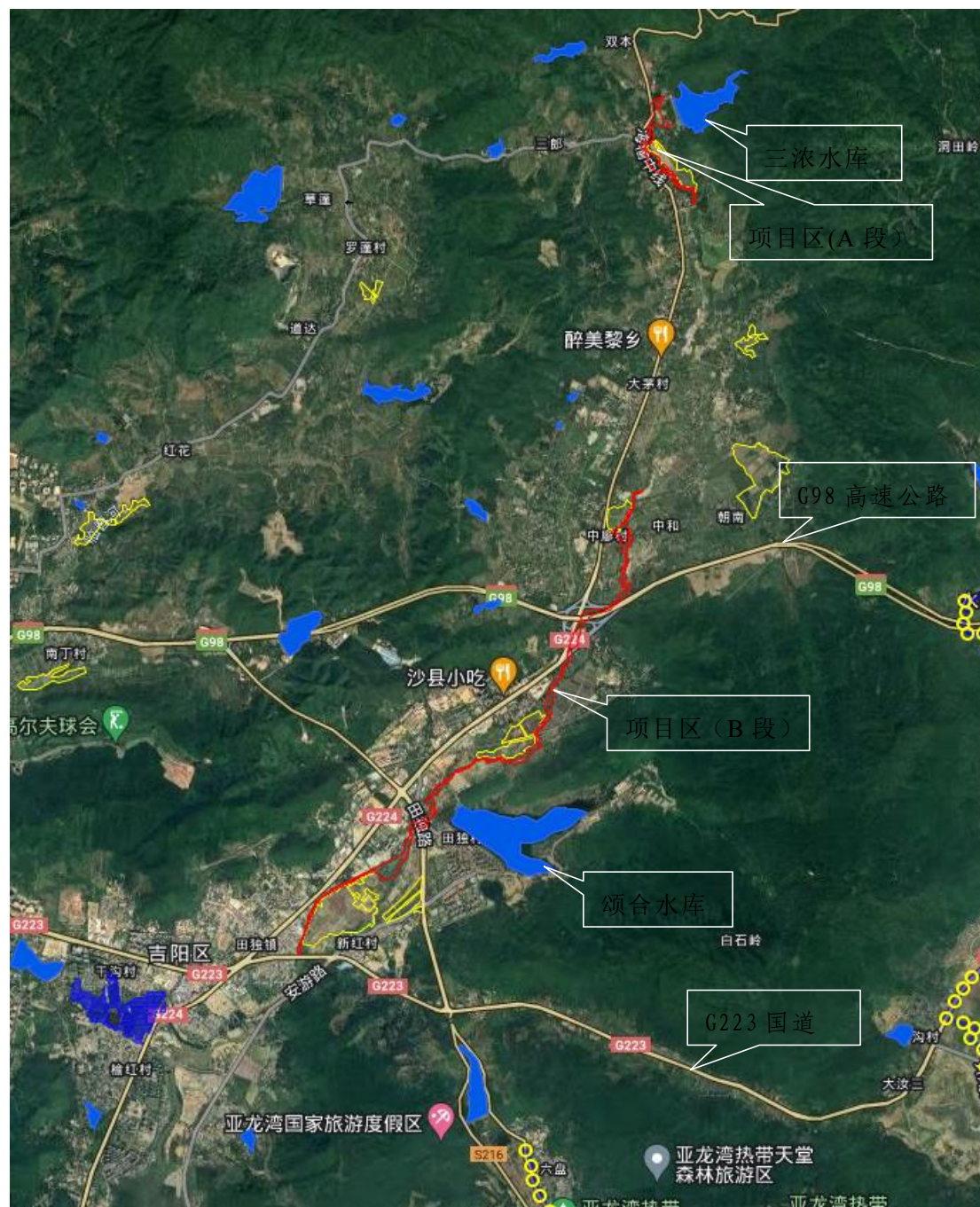
抄送：市资规局，市生态环境局，市财政局，市审计局，市统计局。

三亚市发展和改革委员会办公室

2024年6月24日印发

---

## 附件 2：工程地理位置图





附件 3：三亚市自然资源和规划局关于申请出具三亚市  
大茅水综合治理工程(三浓水库至白水桥段)意见的复函

## 三亚市自然资源和规划局

---

三自然资市政〔2024〕202 号

### 三亚市自然资源和规划局 关于申请出具三亚市大茅水综合治理工程 （三浓水库至白水桥段）意见的复函

三亚市水务局：

《关于申请出具三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）意见的函》（三水规建函〔2024〕148 号）收悉。经研究，函复如下：

一、根据来函提供材料，经核查《三亚市国土空间总体规划（2021-2035）》，项目位于城镇开发边界外，不涉及占用生态保护红线、永久基本农田和自然保护地，项目已纳入国土空间重点项目安排表。经核查 2023 年 8 月 31 日批复的《三亚市林地保护利用规划（2021-2035 年）》，项目占用 IV 级规划林地。经核查 2022 年度（国土变更调查），土地利用现状为河流水面、其他园地、公路用地、果园、灌木林地、坑塘水面、乔木林地、沟渠、其他林地、商业服务业设施用地、农村道路、其他草地、农村宅基地、特殊用地、水工建筑用地、采矿用地、设施农用地、铁路用地、科教文卫用地、城镇住宅用地、交通服务场站用地、城镇村道路用地

和空闲地。项目涉及海南省大茅磷矿、海南高速公路股份有限公司、三亚城市投资建设有限公司、广州军区房地产管理局三亚房地产管理处等权属。

二、鉴于项目建设有利于改善大茅水周边自然生态环境，提升周边防洪排涝能力，建议按程序推进。项目建设应以水系治理为主，需采取生态护坡方式实施，不得建设人造景观，同时项目需与我局在编的大茅流域专项规划衔接。项目与市交通局近期实施的 G224 改造项目存在重合，需与市交通局对接统筹实施。项目涉及使用林地需征求市林业局意见，并按程序办理相关林地审批手续。项目涉及非农建设的应依法办理建设用地审批手续。项目局部穿越高速公路、铁路，需征求高速和铁路相关部门意见。项目涉及部队用地需征求部队意见，涉及沿线单位的用地等需与有关单位协商。

附件：1.项目“三区三线”示意图

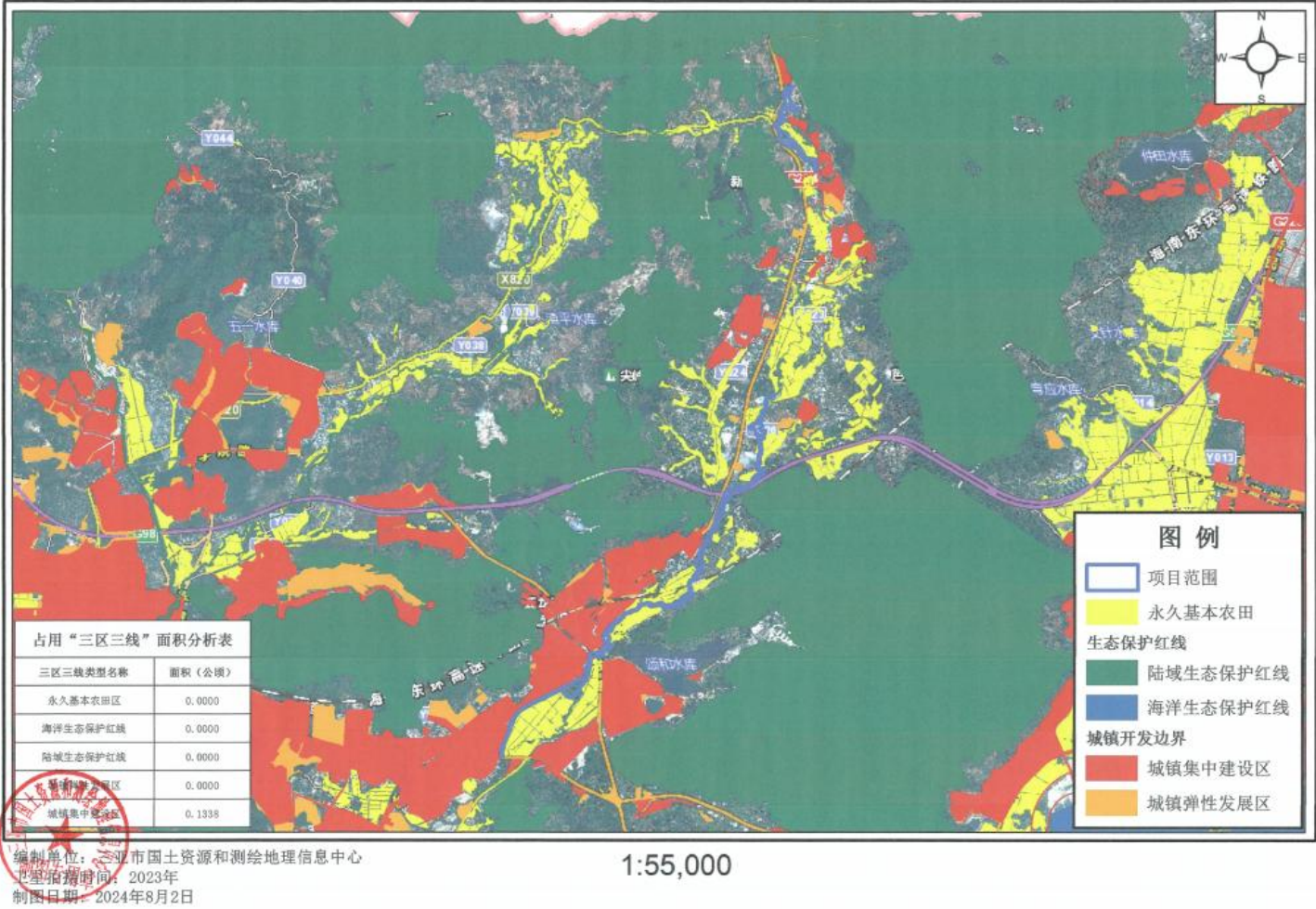
2.项目控规示意图



（联系人：钟瀚波，联系电话：88267736）

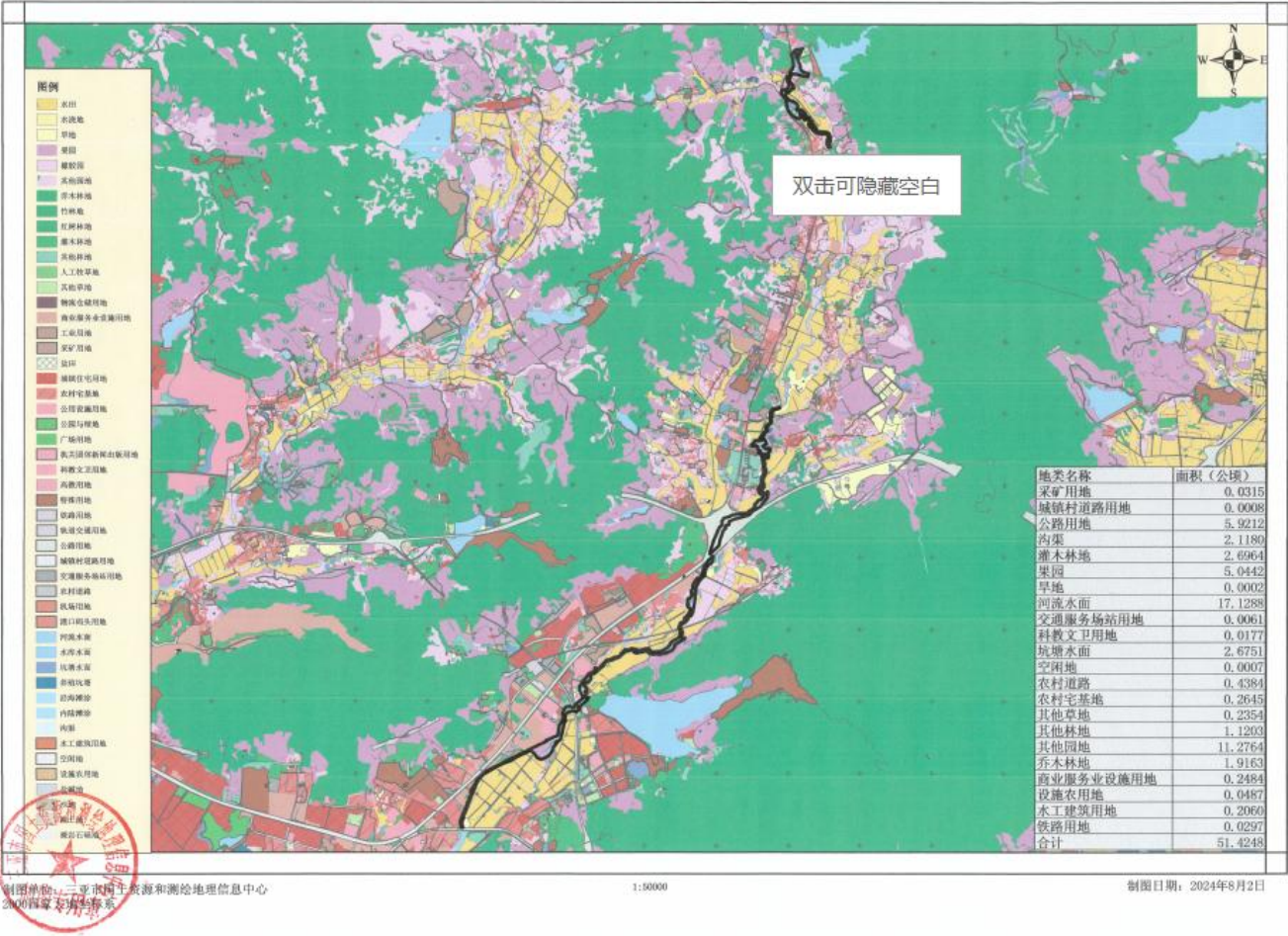
（此件依申请公开）

《三亚市国土空间总体规划（2021-2035年）》“三区三线”划定成果局部图



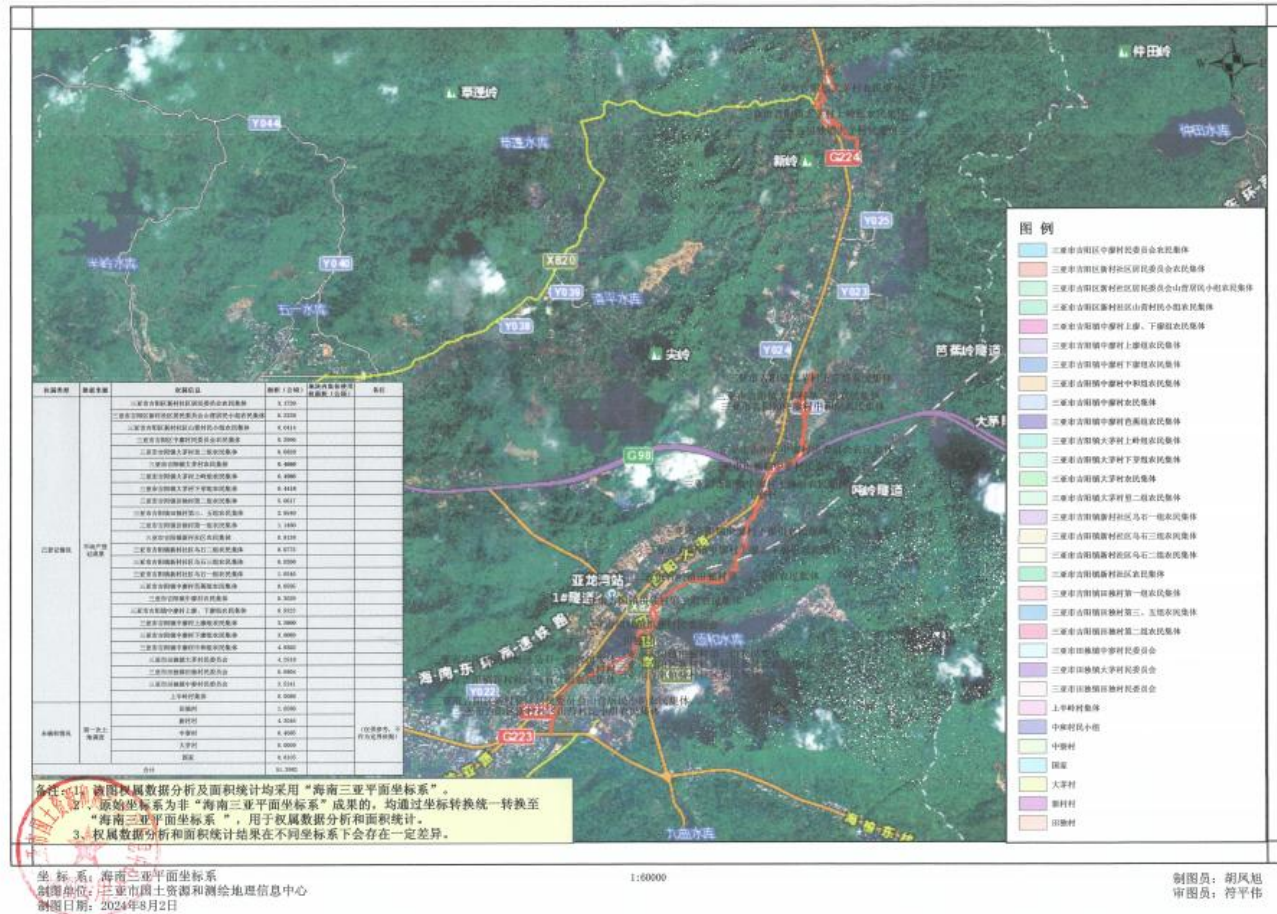


土地利用现状图（2022年度国土变更调查成果数据）





权属信息示意图



附件 4：三亚市林业局关于核查三亚市大茅水综合治理工程(三浓水库至白水桥段)林地及公益林地情况的复函

## 三 亚 市 林 业 局

三林函〔2024〕556 号

### 三亚市林业局 关于核查三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库 至白水桥段）林地及公益林地情况的复函

三亚市水务局：

发来《三亚市水务局关于申请核查三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）林地及公益林地情况的函》（三水规建函〔2024〕281 号）已收悉。经研究，意见如下：

1.按照来函提供的工程红线图（大地 2000 坐标），经查《三亚市林地保护利用规划（2021-2035 年）》，该项目用地红线涉及规划林地 1.6619 公顷。按林地保护等级分，均为 IV 级保护林地。

2.经查 2022 版公益林优化成果数据，该项目用地红线不涉及公益林。

3.建议项目尽量避让规划林地，如无法避让，应当按相关规定依法办理审核审批手续。

自本函印发之日起有效期 6 个月，期满后需重新核查。

附件：三亚市林地保护利用规划（2021-2035 年）及 2022 版公益林优化成果局部图

— 1 —

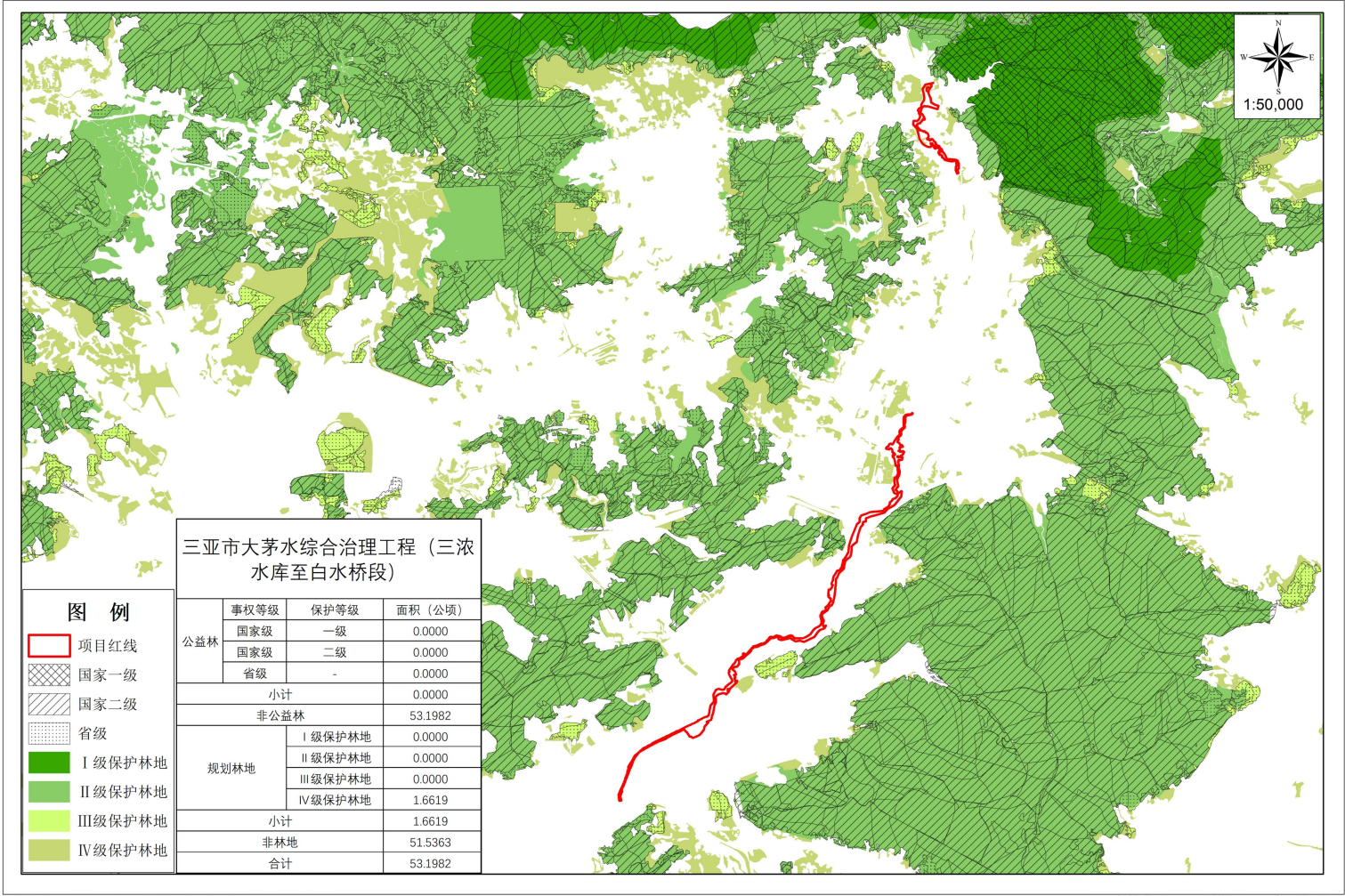


（联系人：林清乐，联系电话：88689902）

（此件依申请公开）



三亚市林地保护利用规划（2021-2035年）及2022版公益林优化成果局部图



数据来源：三亚市林地保护利用规划（2021-2035年）  
2022版公益林优化成果数据

三亚市林业局 日期：2024年7月1日

附件 5：三亚市发展和改革委员会《关于三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）可行性研究报告的批复》（三发改农经〔2024〕116 号）

# 三亚市发展和改革委员会文件

三发改农经〔2024〕116 号

## 三亚市发展和改革委员会 关于三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库 至白水桥段）可行性研究报告的批复

三亚市水务局：

报来《关于申请审批三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）可行性研究报告的函》（三水规建函〔2024〕468 号）及附件收悉。经委托国信国际工程咨询集团股份有限公司组织专家进行评估，并根据《三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段）可行性研究报告》评估报告》（ZAZP-2414701012），现批复如下：

一、同意建设三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水

— 1 —



桥段），项目建设地点位于三亚市吉阳区大茅水流域，项目在全国投资项目在线审批监管平台代码：2403-460200-04-01-977023。

## 二、项目建设内容及规模

本项目拟对大茅水流域局部河段进行疏浚、堤岸防护、生态覆绿及配套建设相关设施。涉及本次大茅水综合治理的河道总长(中心长度)为 10780m，其中 A 段（三浓水库溢洪道末端~半岭桥段）长 2017m，B 段（芭蕉桥至白水桥段）长 8763m。主要建设内容及规模包括（1）现状河道疏浚长 10780m，清障疏浚总量为 473825m<sup>3</sup>；（2）新建护岸防护工程总长 22249.53m，其中 A 段两岸护岸防护工程共 4189.18m，B 段两岸护岸防护工程共 18060.35m，采用抛石、雷诺或格宾挡墙结合水土保持毯进行防护；（3）新建巡河道路长 7897m；（4）新建及改造溢流坝 10 座；（5）生态覆绿总面积 82540 m<sup>2</sup>；（6）配套改造交通桥、生态坑塘、生态岛、生态覆绿，新建农田排口、通行桥、观测平台等。

三、项目估算总投资为 16812.47 万元，其中：工程费用 8822.04 万元，临时工程 1090.81 万元，独立费用 941.93 万元，基本预备费 1035.92 万元，环境保护及水土保持投资 713.03 万元，建设及施工场地征用费用 4208.74 万元。资金来源为政府投资。

四、原则同意可行性研究报告中提出的工程技术方案、环境保护和节能方案、招投标方案等。

五、请按照批准的投资规模及建设内容开展项目初步设计与

桥段），项目建设地点位于三亚市吉阳区大茅水流域，项目在全国投资项目在线审批监管平台代码：2403-460200-04-01-977023。

## 二、项目建设内容及规模

本项目拟对大茅水流域局部河段进行疏浚、堤岸防护、生态覆绿及配套建设相关设施。涉及本次大茅水综合治理的河道总长(中心长度)为 10780m，其中 A 段（三浓水库溢洪道末端~半岭桥段）长 2017m，B 段（芭蕉桥至白水桥段）长 8763m。主要建设内容及规模包括（1）现状河道疏浚长 10780m，清障疏浚总量为 473825m<sup>3</sup>；（2）新建护岸防护工程总长 22249.53m，其中 A 段两岸护岸防护工程共 4189.18m，B 段两岸护岸防护工程共 18060.35m，采用抛石、雷诺或格宾挡墙结合水土保持毯进行防护；（3）新建巡河道路长 7897m；（4）新建及改造溢流坝 10 座；（5）生态覆绿总面积 82540 m<sup>2</sup>；（6）配套改造交通桥、生态坑塘、生态岛、生态覆绿，新建农田排口、通行桥、观测平台等。

三、项目估算总投资为 16812.47 万元，其中：工程费用 8822.04 万元，临时工程 1090.81 万元，独立费用 941.93 万元，基本预备费 1035.92 万元，环境保护及水土保持投资 713.03 万元，建设及施工场地征用费用 4208.74 万元。资金来源为政府投资。

四、原则同意可行性研究报告中提出的工程技术方案、环境保护和节能方案、招投标方案等。

五、请按照批准的投资规模及建设内容开展项目初步设计与

概算编制工作，并按程序报批。

六、请按照评估报告的建议推进项目相关工作，确保项目合规有序地推进；项目必须严格执行生态红线及基本农田有关规定，使用土地、林地等按行业主管部门批准的要求执行。

其他事宜请按项目基本建设程序有关规定办理。

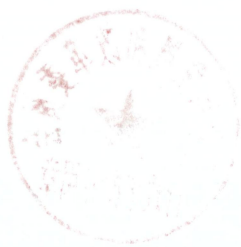
附件：招标核准意见表

三亚市发展和改革委员会

2024年11月12日

（此件主动公开）





---

抄送：市自然资源和规划局，市住建局，市财政局，市审计局，市营商环境局。

---

三亚市发展和改革委员会办公室

2024 年 11 月 12 日印发

---

招标事项核准意见表

单位：（万元）

|   |                         |             |               |    |             |          |    |               |  |
|---|-------------------------|-------------|---------------|----|-------------|----------|----|---------------|--|
| 项目名称  | 三亚市大茅水综合治理工程（三浓水库至白水桥段） |             |               |    | 项目单位        | 三亚市水务局   |    |               |  |
| 项目联系人   | 卢俊毅                     | 联系电话        | 13118951140   |    | 总投资         | 16812.47 |    |               |  |
| 中央资金  |                         | 地方配套        |               |    | 项目性质<br>(√) | 审批       | 核准 | 备案            |  |
|   |                         | 银行贷款        |               |    |             | √        |    |               |  |
| 招标内容  | 单项合同估算金额                | 招标方式<br>(√) | 招标组织形式<br>(√) |    | 招标范围<br>(√) | 不招标      |    |               |  |
|   |                         | 公开          | 邀请            | 自行 | 委托          | 全部       | 部分 | × 原因和理由       |  |
| 勘察  | 75.67                   | ×           |               |    | ×           |          |    | 低于国家规定的招标规范标准 |  |
| 施工  | 9912.85                 | √           |               |    | √           |          |    |               |  |
| 监理  | 195.37                  | √           |               |    | √           |          |    |               |  |
| 设计  | 207.20                  | √           |               |    | √           |          |    |               |  |
| 主要设备  |                         |             |               |    |             |          |    |               |  |
| 重要材料  |                         |             |               |    |             |          |    |               |  |
| 其他  |                         |             |               |    |             |          |    |               |  |
| 项目审批部门核准意见  |                         |             |               |    |             |          |    |               |  |
| 备注：1、项目招标行业行政监督部门：三亚市水务局<br>2、公告方式在《全国公共资源交易平台（海南省）·三亚市》（http://zw.hainan.gov.cn/ggzy/syggzy/）、《全国公共资源交易平台（海南省）》（http://zw.hainan.gov.cn/ggzy/）等指定媒介发布招标公告；<br>3、招标代理机构：自行选择；<br>4、招标人在招标活动中对已核准的招标方式、招标组织形式、招标范围做出改变的，应申请变更核准事项。项目应在具备法律规定的招标条件后，才能开展招标投标活动。 |                         |             |               |    |             |          |    |               |  |
| 三亚市发展和改革委员会<br>(盖章)<br>2024年11月12日  |                         |             |               |    |             |          |    |               |  |
| 注意事项：1、本表一式六份。双方各存一份，抄送市财政局、市审计局、行业行政主管部门、市政务中心。  |                         |             |               |    |             |          |    |               |  |

