普宁市宝月水库工程

环境影响报告书

（征求意见稿）

建设单位：普宁市水利工程管理服务中心

评价单位：广东省水利电力勘测设计研究院有限公司

2022 年 12 月

目 录

前言.....1
一、项目由来.....1
二、环境影响评价的工作过程.....3
三、主要环境影响.....4
四、环境影响评价结论.....4
1 总则.....6
1.1 任务由来.....6
1.2 评价目的.....6
1.3 编制依据.....7
1.4 环境功能区划.....11
1.5 环境影响识别与评价因子筛选.....27
1.6 评价标准.....29
1.7 评价等级.....37
1.8 评价范围.....43
1.9 环境保护要求及环境敏感目标.....45
1.10 评价程序.....48
2 工程概况.....49
2.1 流域概况.....49
2.2 流域规划开发概况.....50
2.3 工程建设必要性.....57
2.4 工程简况.....59
2.5 工程总体布置及主要建筑物.....63
2.6 施工组织设计.....75
2.7 工程占地及移民安置.....89
2.8 水库运行管理.....91
2.9 工程投资.....93
3 工程分析.....94
3.1 与相关法律、产业政策及相关规划的相符性分析.....94
3.2 工程布局和施工总布置方案环境合理性分析.....104
3.3 工程环境影响源分析.....105
4 环境现状调查与评价.....117
4.1 区域自然环境概况.....117

4.2 地表水环境质量调查与评价 123
4.3 地下水环境质量调查与评价 150
4.4 地环境空气质量现状调查与评价 155
4.5 声环境现状调查与评价 156
4.6 土壤环境质量现状调查与评价 159
4.7 生态环境质量现状调查与评价 164
4.8 环境敏感区 216
4.9 评价区域主要生态环境问题 216
4.10 环境现状小结 218
5 环境影响预测与评价 221
5.1 地表水环境影响预测与评价 221
5.2 地下水环境影响预测与评价 257
5.3 大气环境影响预测与评价 259
5.4 声环境影响预测与评价 262
5.5 固体废物影响预测与评价 268
5.6 生态环境影响预测与评价 269
5.7 人群健康影响 277
6 环境风险评价 279
6.1 评价内容和目的 279
6.2 本项目环境风险识别 279
6.3 本项目环境风险分析 280
6.4 环境风险防范 281
6.5 环境风险应急预案 283
7 环境保护措施及其可行性论证 286
7.1 环境保护措施设计原则 286
7.2 环境保护措施总体布置 286
7.3 施工期环境保护措施及其可行性分析 287
7.4 运行期环境保护措施及其可行性分析 308
7.5 环境保护设施“三同时”验收汇总表 312
8 环境管理、监理与监测计划 315
8.1 环境管理 315
8.2 环境监理 320
8.3 环境监测 325
9 环境保护投资估算及环境影响经济损益分析 330

9.1 环境保护投资估算 330
9.2 环境影响经济损益简要分析 334
10 环境影响评价结论 337
10.1 工程概况及工程分析 337
10.2 环境质量现状评价结论 338
10.3 环境影响预测与评价结论 340
10.4 环境保护措施结论 345
10.5 环境风险评价结论及防范措施 348
10.6 环境保护投资 349

前言

一、项目由来

宝月水库拟建坝址位于普宁市南面大南山镇河田坝村，在练江支流白马河上游的益岭水河谷中，地理位置为东经 116°9′59″~116°12′12″，北纬 23°12′32″~23°16′20″。

宝月水库的新建是缓解区域水资源供需矛盾的重要举措，是充分利用地区优质水源，提高普宁市水资源配置能力、优化水资源配置格局的重要途径，是改善水环境、打造生态科技园、提高城市竞争力和品位的需要。

宝月水库的工程任务是以灌溉为主，兼顾发电及改善水环境。本次新建宝月水库用于替代三坑水库大部分灌溉任务，将三坑水库的优质水源用于城市供水。水库灌溉面积1.19万亩；水库电站装机容量为480kW，多年平均发电量155万kWh；宝月水库及库尾水陂的建设可以提高大南山城市公园的品味，改善区域水环境。

工程主要建筑物由主坝、溢洪道、引水隧洞、电站、水陂及库区公路等组成。水库设计正常蓄水位为81.744m(85高程，下同，除特别说明外)，死水位为51.744m，50年一遇设计洪水位为82.354m，1000年一遇校核洪水位为84.004m。水库总库容为595万m^3，兴利库容为488.2m^3。按照《防洪标准》(GB50201-2014)以及《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)的有关规定，本工程为IV等小(1)型工程，大坝、溢洪道、引水隧洞、进水塔、风吹涵溢洪道等主要建筑物级别为4级，水电站、水陂、防汛公路等次要建筑物及临时建筑物级别为5级。

根据《广东省小型水库建设规划（2012—2020年）》（2012年8月），经广东省发展和改革委员会批准同意，普宁市将实施宝月水库工程项目；根据《练江流域综合整治规划(水利部分)》(2014年11月)，“规划在白马溪支流益岭水上新建宝月水库”；根据《广东省水利发展“十四五”规划》，宝月水库工程被列入水资源配置建设项目中；根据2022年7月22日普宁市市政府常务会议纪要（十六届16次〔2022〕10号），实施普宁市宝月水库有利于完善水利基础设施建设，促进普宁市水资源优化配置，提高水旱灾害防御能力，有效提升水安全保障能力。

2019年11月，广东省水利厅以粤水规计[2019]1585号文向广东省发展改革委

提交了本工程可行性研究报告的审查意见。2020 年 4 月，广东省发展和改革委员会以粤发改投审[2020]22 号文对普宁市宝月水库工程可行性研究报告予以批复。根据宝月水库工程可研报告的审查意见，宝月水库的工程任务以灌溉为主，兼顾发电和改善水环境。水库灌溉范围为原三坑水灌区范围，合计灌溉面积 1.15 万亩，电站装机容量为 500kW。

2021 年 10 月，工程建设单位普宁市水利工程管理服务中心委托广东省水利电力勘测设计研究院有限公司进行普宁市宝月水库工程的初步设计工作，2022 年 12 月《普宁市宝月水库工程初步设计报告》取得技术审查意见、2022 年 9 月取得《广东省水利厅关于普宁市宝月水库工程初步设计报告的批复》（粤水建设〔2022〕34 号）。

本次工程的主要内容包括：

（1）水库大坝采用均质土坝，坝址位于河田坝水电站上游有两条支流汇集垭口处；

（2）溢洪道型式为开敞式，布置于大坝右岸，全长共 560m；

（3）引水(放空)兼导流隧洞布置在大坝左岸，为塔式引水，隧洞总长 337m；

（4）水电站为有压引水式电站，发电主厂房布置在引水发电隧洞出口的平地上，电站总装机容量 480kW；

（5）1#～3#水陂布置于上游益岭水上，1#水陂在原水陂位置加固，4#水陂布置于右支流上；

（6）风吹涵水库溢洪道型式为开敞式岸边溢洪道，位于风吹涵水库大坝左岸，原址重建，溢洪道轴线向岸边偏移约 1.7m；

（7）宝月水库新建管理房建筑面积为 640m^2 ，另新建一个 80m^2 的配电房；

（8）库区公路布置于库区南岸，西接 G238 国道，为四级公路，总长 1133m。

工程**总投资** 35682.47 万元，施工**总工期**为 36 个月。工程地理位置图见图 1。

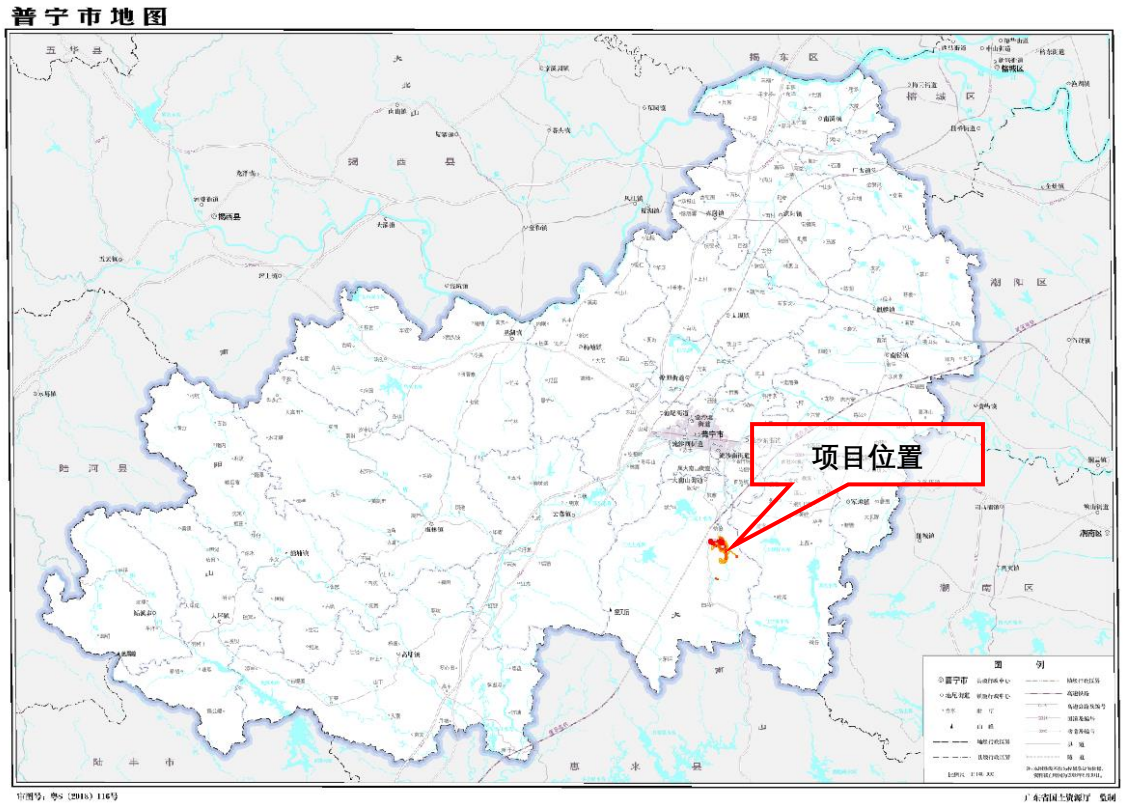


图 1　项目地理位置图

二、环境影响评价的工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》等有关建设项目环境保护管理的规定，国家实行建设项目环境影响评价制度，对环境可能造成重大影响的应编制环境影响报告书，对建设项目产生的污染和环境影响进行全面、详细的评价；按照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），水库项目涉及环境敏感区的应编制环境影响报告书，普宁市宝月水库工程涉及普宁市大南山森林公园（县级）和生态保护红线，根据《揭阳市林业局关于准予普宁市大南山森林公园（县级）改变经营范围的行政许可决定》（揭市林〔2022〕57号），大南山森林公园已调整，调整后工程不涉及森林公园，但风吹涵水库溢洪道原址重建部分涉及生态保护红线。为此，建设单位普宁市水利工程管理服务中心委托广东省水利电力勘测设计研究院有限公司承担本工程的环境影响评价工作。接受委托后，我司按照国家现行的环境影响评价法律、法规及技术规范要求制定了环评工作方案，组织相关人员对工程影响区进行了初步查勘，同时委托相关调

查和监测公司对工程区生态、水、气、声、土壤等进行了现状监测。并协助建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》（2019 年 1 月 1 日起施行）的要求开展了公众参与。在以上工作的基础上，我司于 2022 年 10 月编制完成《普宁市宝月水库工程环境影响报告书（送审稿）》。

三、主要环境影响

工程建设施工期的主要环境影响是施工产生污废水、扬尘、固废、施工噪声以及工程占地破坏植被和部分动物栖息地、引起水土流失等，运行期主要环境影响是工程运行对原有河流水文情势和水生生态环境的改变。本报告针对污废水、施工扬尘、固体废物处理、生态环境保护等制定了相应的环境保护措施，能够有效地减缓工程建设对环境造成的不利影响。

工程区域植被以壳斗科、山茶科等常绿阔叶种类为主，植被覆盖良好。工程建设将使区域自然景观系统的生物量和生产力有所降低，对评价区的生态完整性将产生一定影响，但影响程度有限。宝月水库建成运行后，将对坝下河段的水文情势产生一定影响；蓄水期和运行期水库均下泄生态流量，以维护河流生态系统。

四、环境影响评价结论

普宁市宝月水库是《广东省水利发展“十四五”规划》中的水资源配置建设项目。

工程用地范围内不涉及自然保护区、世界自然遗产、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区，普宁市宝月水库工程可研阶段涉及普宁市大南山森林公园（县级），根据《揭阳市林业局关于准予普宁市大南山森林公园（县级）改变经营范围的行政许可决定》（揭市林〔2022〕57 号），大南山森林公园已调整，调整后工程不涉及森林公园，工程风吹涵水库溢洪道原址重建涉及生态保护红线，风吹涵水库溢洪道主要功能是防洪，工程建设符合广东省相关环境保护规划的要求。

工程施工期产生一定的污废水、扬尘、固废、施工噪声等污染以及生态环境、社会环境影响，施工期工程对各类废（污）水、废气、噪声、固体废物等提出了防治或处置措施，在采取各项措施后，施工过程环境影响可以得到控制，不会对周围环境和敏感目标产生较大不利影响，工程建设对环境的影响在可承受范围之内。运行期主要的影响是对下游河道水生生态环境的影响，通过下泄一定的水量可以保证下游河道的生态环境用水要求，不会造成脱水河段，不会对水生生物造

成重大不利影响；工程所在的河流水质能够满足水环境功能和水功能区要求，下泄水量满足坝下河道的下游灌溉用水要求，预测水温满足农作物生长各期的最低水温要求，不会对农业灌溉造成重大不利影响。工程建设可以推动当地的经济发展，改善区域交通条件，促进工程区旅游资源的开发，具有良好的社会和经济效益。

综合分析，从环境保护的角度，工程建设不存在环境制约性因素，在落实本报告提出的各项环保措施的前提下，普宁市宝月水库工程建设是可行的。

1 总则

1.1任务由来

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》、《广东省建设项目环境保护管理条例》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》等有关建设项目环境保护管理的规定，国家实行建设项目环境影响评价制度，对环境可能造成重大影响的应编制环境影响报告书，对建设项目产生的污染和环境影响进行全面、详细的评价。按照《建设项目环境影响评价分类管理名录》，水库项目涉及环境敏感区的应编制环境影响报告书，普宁市宝月水库工程可研阶段涉及普宁市大南山森林公园（县级）和生态保护红线，根据《揭阳市林业局关于准予普宁市大南山森林公园（县级）改变经营范围的行政许可决定》（揭市林〔2022〕57号），大南山森林公园已调整，调整后工程不涉及森林公园，但风吹涵水库溢洪道原址重建部分涉及生态保护红线，因此本工程应编制环境影响报告书。为此，普宁市水利工程管理服务中心委托广东省水利电力勘测设计研究院有限公司承担普宁市宝月水库工程的环境影响评价工作，我司接受委托后，根据环境影响评价相关技术导则开展相关工作，编制完成《普宁市宝月水库工程环境影响报告书》（送审稿）。

1.2评价目的

通过普宁市宝月水库工程的环境影响评价，论证其建设的环境可行性，为环境保护主管部门的决策提供技术依据。具体如下：

（1）调查评价范围内的环境质量现状及主要环境问题；

（2）分析本项目的基本概况和环境影响因素，确定项目的影响源，并以此为依据进行各环境要素的定量或定性的影响预测，得出评价结论；

（3）分析论证本项目拟采取的环境保护措施的可行性，并提出可行的防治措施和建议，促进经济、社会和环境的协调发展；

（4）分析本项目与区域发展规划及环境保护规划的相容性；

（5）对项目在环境方面是否可行做出明确的结论。

1.3编制依据

1.3.1 相关法律法规

1.《中华人民共和国环境保护法》，2014 年 4 月 24 日修订；

2.《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；

3.《中华人民共和国水污染防治法》，2017 年 6 月 27 日修订；

4.《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日修订；

5.《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 4 月 29 日修订；

6.《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2018 年 12 月 29 日修订；

7.《中华人民共和国水土保持法》，2011 年 3 月 1 日修订；

8.《中华人民共和国水法》，2016 年 7 月 2 日修订；

9.《中华人民共和国野生动物保护法》，2018 年 10 月 26 日修订；

10.《中华人民共和国农业法》，2012 年 12 月 28 日修订；

11.《中华人民共和国森林法》，2020 年 7 月 1 日实施；

12.《中华人民共和国防洪法》，2016 年 7 月 2 日修订；

13.《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 7 月 16 日修订；

14.《中华人民共和国土地管理法实施条例》，2021 年 9 月 1 日施行；

15.《中华人民共和国水土保持法实施条例》，2011 年 1 月 8 日修订；

16.《中华人民共和国森林法实施条例》， 2016 年 2 月 6 日修订。

1.3.2 部委规章

1.《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021 年 1 月 1 日；

2.《国务院关于印发全国生态保护纲要的通知》，2000 年 11 月 26 日施行；

3.《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》，国发〔2015〕17 号，2015 年 4 月 2 日；

4.《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》，国发〔2013〕37 号，2013 年 9 月 10 日；

5.《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》，国发〔2016〕31 号，2016 年 5 月 28 日；

6.《国家发展改革委等 9 部委印发<关于加强资源环境生态红线管控的指导意见>的通知》，发改环资〔2016〕1162 号；

7.《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》，环发〔2014〕65 号；

8.《关于进一步加强生态环境保护工作的意见》，2007 年 3 月 15 日；

9.《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发〔2012〕77 号，2012 年 7 月 3 日；

10.《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》，环发〔2012〕98 号；

11.《产业结构调整指导目录》(2019 年本)，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号；

12.《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》(环办[2012]4 号)；

13.《关于加强水电建设环境保护工作的通知》(环发[2005]13 号)；

14.《环境影响评价公众参与办法》，生态环境部令第 4 号，2019 年 1 月 1 日施行；

15.《国家重点保护野生动物名录》（国家林业和草原局 农业农村部公告（2021 年第 3 号），2021 年 1 月 4 日实施；

16.《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 15 号），2021 年 8 月 7 日实施。

1.3.3 地方法规、政策及文件

1.《广东省环境保护条例》，2019 年 11 月 29 日修订；

2.《广东省人民政府办公厅印发关于深化我省环境影响评价制度改革指导意见的通知》，粤办函[2020]44 号；

3.《广东省实施〈中华人民共和国土壤污染防治法〉办法》，2019 年 3 月 1 日起实施；

4.《广东省实施<中华人民共和国噪声污染防治法>办法(修订)》，2018 年 11 月 29 日修订；

5.《广东省固体废物污染环境防治条例》，2019 年 3 月 1 日起施行；

6.《广东省水污染防治条例》，广东省第十三届人民代表大会常务委员会公告（第 73 号），2021 年 1 月 1 日实施；

7.《广东省大气污染防治条例》，2019 年 3 月 1 日起实施；

8.《广东省森林公园管理条例》，2014 年 9 月 25 日修订；

9.《广东省人民政府关于印发广东省生态文明建设“十四五”规划的通知》，粤

府〔2021〕61 号；

10.《广东省人民政府关于印发广东省主体功能区规划的通知》，粤府〔2012〕120 号；

11. 广东省人民政府关于印发《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的通知，粤府〔2021〕28 号；

12.《广东省人民政府关于印发广东省建设项目环境影响评价文件分级审批办法的通知》，粤府〔2019〕6 号；

13.《广东省人民政府<关于同意实施广东省地表水环境功能区划的批复>》(粤府函[2011]29 号)；

14.《广东省地下水功能区划》，广东省水利厅，2009 年 8 月；

15.《广东省农业环境保护条例》，1998 年 10 月 1 日施行；

16.《广东省野生动物保护管理条例》，2012 年 7 月 26 日修订；

17.《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，粤府〔2020〕71 号；

18.《关于印发广东省主体功能区产业发展指导目录的通知》，粤发改产业〔2014〕210 号；

19.《关于印发广东省主体功能区规划的配套环保政策的通知》，粤环〔2014〕7 号；

20.《广东省生态环境厅关于印发<广东省生态环境保护“十四五”规划>的通知》，粤环〔2021〕10 号；

21.《广东省地下水保护与利用规划》，粤水资源函〔2011〕377 号；

22.《广东省生态环境厅关于优化调整严格控制区管控工作的通知》，粤环函〔2021〕179 号；

23.《广东省林业局关于印发<广东省重点保护陆生野生动物名录>的通知》，粤林〔2021〕18 号；

24.《关于印发广东省主体功能区规划的配套环保政策的通知》，粤环〔2014〕7 号；

25.《广东省人民政府办公厅关于印发广东省水利发展“十四五”规划的通知》，粤府办〔2021〕29 号；

26.《揭阳市人民政府办公室关于印发揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方

案的通知》，揭府办〔2021〕25 号；

27. 《揭阳市生态环境保护“十四五”规划》；

28. 《揭阳市环境保护规划（2006-2020）》；

29. 《普宁市生态环境保护“十四五”规划》。

1.3.4 技术导则及标准

1.《环境影响评价技术导则－总纲》（HJ2.1-2016）；

2.《环境影响评价技术导则－大气环境》（HJ2.2-2018）；

3.《环境影响评价技术导则－地表水环境》（HJ2.3-2018）；

4.《环境影响评价技术导则－声环境》（HJ2.4-2021）；

5.《环境影响评价技术导则－生态影响》（HJ19-2022）；

6.《环境影响评价技术导则－地下水环境》（HJ610-2016）；

7.《环境影响评价技术导则－土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；

8.《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；

9.《环境影响评价技术导则—水利水电工程》（HJ/T88-2003）；

10. 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；

11. 《环境监测技术规范》，国家环境保护总局，1986 年；

12. 《水土保持监测技术规程》，水利部，2002 年 9 月 4；

13. 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)；

14. 《农田灌溉水质标准》(GB3838-2021)；

15. 《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）；

16. 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及其修改单；

17. 《声环境质量标准》(GB3096-2008)；

18. 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB15618-2018)；

19. 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)；

20. 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)；

21. 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)；

22. 《广东省水污染物排放限值》（DB44/26-2001）；

23. 《广东省大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)；

24. 《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）》（GB20891-2014）；

25. 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）。

1.3.5 其它相关依据

1.《普宁市宝月水库工程初步设计报告》（2022 年 9 月）及其批复（粤水建设〔2022〕34 号）；

2.《揭阳市林业局关于准予普宁市大南山森林公园（县级）改变经营范围的行政许可决定》（揭市林〔2022〕57 号）；

3. 普宁市自然资源局《关于<协助出具普宁市宝月水库工程项目占用生态保护红线审核意见的函>的复函》；

4. 与项目有关的其他文件和资料等。

1.4环境功能区划

1.4.1 地表水

（1）地表水环境功能区划

本项目涉及的水体主要为益岭水、益岭水支流（包括东侧和西侧支流）、白马河、三坑水及风吹涵水库。

根据《广东省人民政府<关于同意实施广东省地表水环境功能区划的批复>》(粤府函[2011]29 号)，以上水体均没有划分水环境功能区划，根据揭阳市生态环境局普宁分局《关于<关于请予确认“普宁市宝月水库工程项目”环境功能区划的函>的复函》（附件 9），“建议白马河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）V 类标准；三坑水库执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准；对于三坑水和风吹涵水库，建议根据水域现状及规划使用功能来确定水环境质量执行标准，其中水库水环境质量一般要求达到地面水环境质量标准II类，特殊情况不低于III类。 ”益岭水、益岭水支流（包括东侧和西侧支流）为白马河上游，拟参照白马河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）V 类标准；风吹涵水库及三坑水执行II类标准。由项目所在区域水系图见图 1.4-1，水环境功能区划图见图 1.4-2。

本项目所涉及水体的环境功能区划分情况详见表 1.4-1。

表 1.4-1 地表水环境拟定功能区划表

水系	河流/湖库	起点	终点	水质目标
练江	益岭水	风吹涵水库坝下	汇入白马河	V 类

练江	益岭水东侧支流	土坑寮山脚	汇入益岭水	V 类
练江	益岭水西侧支流	標来香山东边	汇入益岭水	V 类
练江	白马河	益岭水汇入处	汇入练江	V 类
练江	三坑水	三坑下水库坝下	汇入练江	II类
练江	风吹涵水库			II类

（2）饮用水水源保护区

本次新建宝月水库用于替代三坑水库大部分灌溉任务，将三坑水库的优质水源用于城市供水。根据《广东省人民政府关于调整揭阳市部分饮用水水源保护区的批复》（粤府函〔2018〕431 号），普宁市三坑水库为饮用水水源保护区，其保护区划分方案见表 1.4-2。普宁市三坑水库饮用水水源保护区分布示意图见图 1.4-3。

本工程不涉及普宁市三坑水库饮用水水源保护区，工程灌区引水管交水至总干渠处位于水源保护区下游约 3km。

表 1.4-2 饮用水水源保护区基本情况

保护区名称和级别		水域保护范围及水质目标	陆域保护范围	与工程位置关系
普宁市三坑水库饮用水水源保护区	一级保护区	三坑水库上、下库正常水位线（59.5 米）以下水域。水质保护目标为II类。	一级保护区水域向陆纵深 200 米的陆域。	工程不涉及水源保护区，灌区引水管交水至总干渠处位于水源保护区下游约 3km
	二级保护区	——	水库上库、下库集雨区，除一级保护区以外的陆域。	

1.4.2 地下水

根据《广东省地下水功能区划》（粤水资源〔2009〕19 号）及揭阳市生态环境局普宁分局《关于<关于请予确认“普宁市宝月水库工程项目”环境功能区划的函>的复函》，项目位于韩江及粤东诸河揭阳地下水水源涵养区，地下水类型为裂隙水，地下水功能区保护目标为III类，地下水环境执行《地下水质量标准》(GB/T14848-93)中III类标准，见图 1.4-4。

1.4.3 环境空气

根据《揭阳市环境保护规划（2007-2020 年）》及揭阳市生态环境局普宁分局《关于<关于请予确认“普宁市宝月水库工程项目”环境功能区划的函>的复函》，本工程区域属环境空气质量二类功能区，环境空气质量标准执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及其修改单二级标准，具体见图 1.4-5。

1.4.4 声环境

根据《揭阳市声环境功能区划（调整）》（2021 年 7 月）及揭阳市生态环境局普宁分局《关于<关于请予确认“普宁市宝月水库工程项目”环境功能区划的函>的复函》，本工程区域灌区引水渠位于 C653(溪白线)两侧的为 4a 类声环境功能区，风吹涵溢洪道等位于普宁市大南山片区的为 1 类声环境功能区，其他区域为 2 类声环境功能区。其中当交通干线两侧分别与 1 类区、2 类区、3 类区相邻时，4 类区范围是以道路边界线为起点，分别向道路两侧纵深 50 米、35 米、20 米的区域范围，具体见图 1.4-6。

1.4.5 生态环境

根据《揭阳市环境保护规划(2007—2020 年)》中的陆域生态分级控制分布，项目涉及陆域严格控制区、陆域有限开发区和陆域集约利用区，具体见图 1.4-7。

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71 号）和《揭阳市人民政府办公室关于印发揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（揭府办〔2021〕25 号），本项目风吹涵水库溢洪道位于优先保护单元，其余工程内容位于重点管控单元，经在广东省“三线一单”数据管理及应用平台确认，项目涉及 5 个单元，其中有 2 个是与项目无关项的单元，有 3 个为有注意项的单元，有注意项的单元分别是：风吹涵水库溢洪道涉及的普宁市南部优先保护单元（环境管控单元编码：ZH44528110015）、普宁市东部练江流域重点管控单元（环境管控单元编码：ZH44528120019）、三坑下水库大南山街道控制单元（环境管控单元编码：YS4452811210005）。项目与揭阳市“三线一单”环境管控单元位置关系见图 1.4-8，与广东省“三线一单”数据管理及应用平台上的符合性分析见图 1.4-9 和表 3.1.4-1、表 3.1.4-2。

本工程所在区域环境功能属性见表 1.4-3。

表 1.4-3 本工程所在区域环境功能属性表

编号	项目	类别
1	地表水环境功能区	益岭水、益岭水支流（包括东侧和西侧支流）、白马河：水质目标为 V 类；三坑水、风吹涵水库：水质目标为II类；
2	地下水环境功能区	属于“韩江及粤东诸河揭阳地下水水源涵养区”，水质保护目标为III类
3	环境空气质量功能区	二类区，执行 GB3095-2012 及其修改单的二级标准
4	声环境功能区	1 类区、2 类区、4a 类区，分别执行 GB3096-2008 1 类、2 类、4a 类标准

编号	项目	类别
5	生态环境功能区	陆域严格控制区、陆域有限开发区和陆域集约利用区； 优先保护单元
6	是否饮用水水源保护区	否
7	是否自然保护地	否
8	是否重点文物保护单位	否
9	是否属于环境敏感区	是，风吹涵水库溢洪道涉及生态保护红线
10	是否基本农田保护区	否
11	是否风景保护区	否
12	是否水库库区	否，本工程为新建水库
13	是否污水处理厂集污范围	否
14	是否人口密集区	否

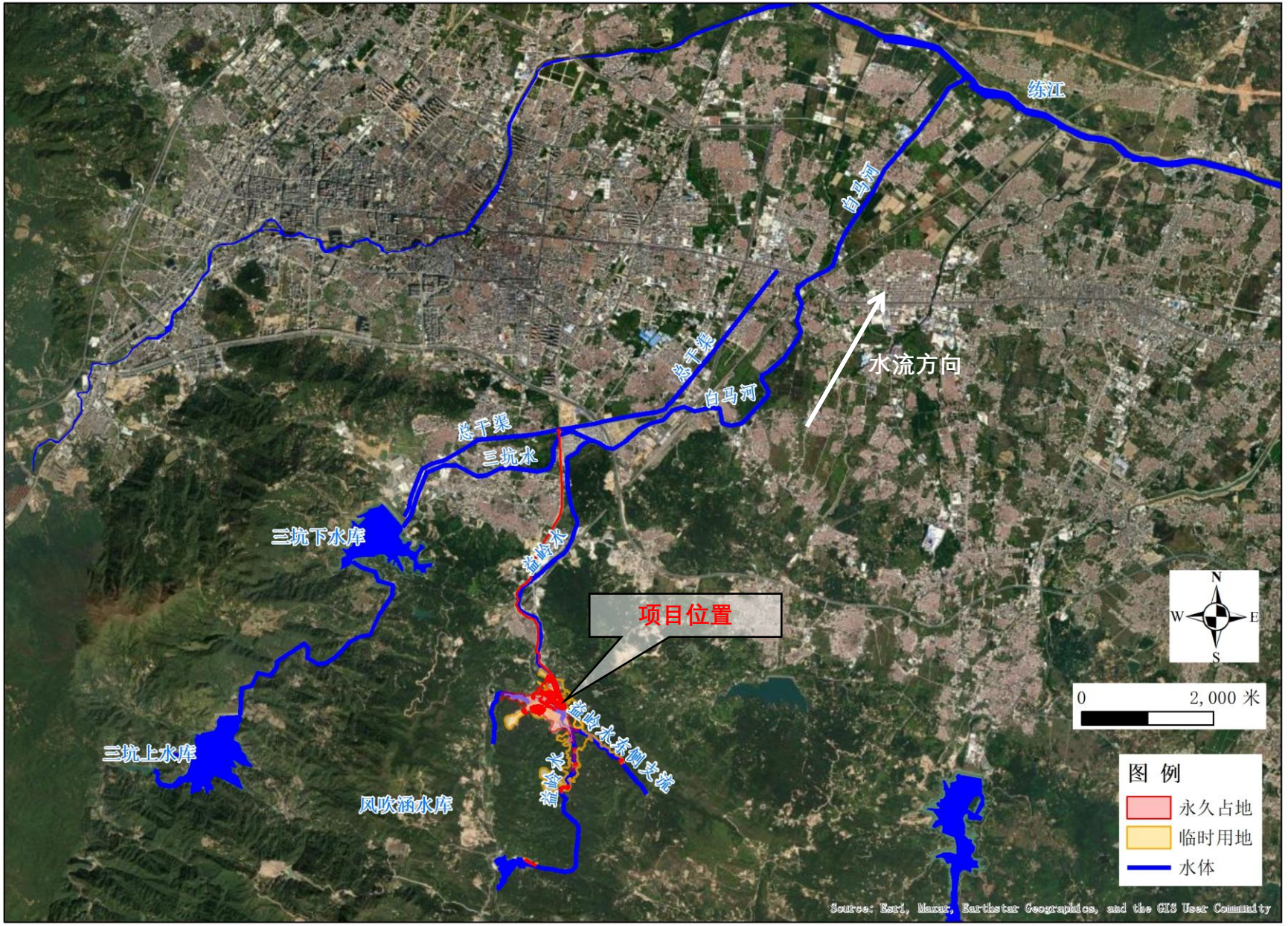


图 1.4-1 项目所在区域水系图

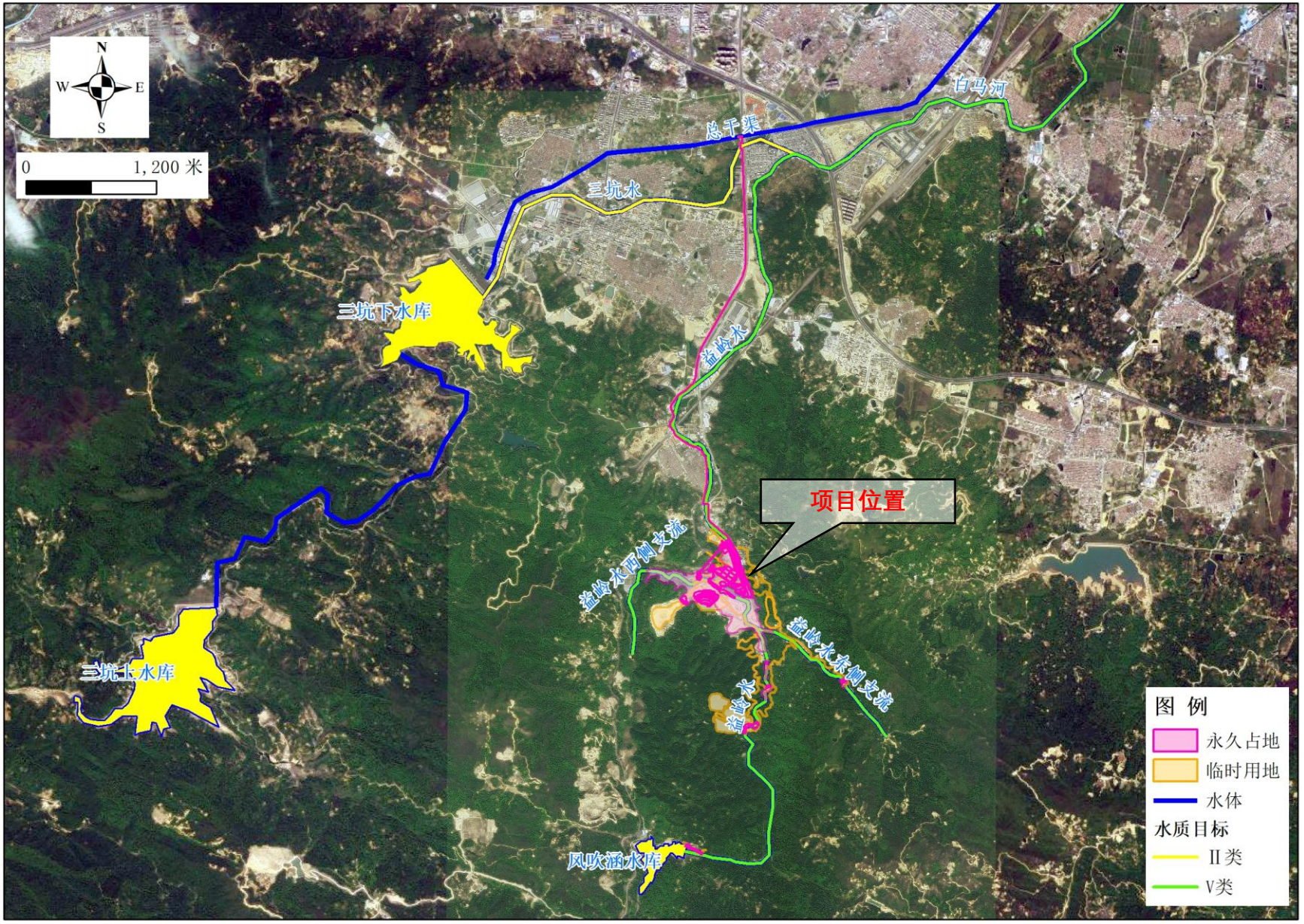


图 1.4-2 项目所在区域地表水环境功能区划图

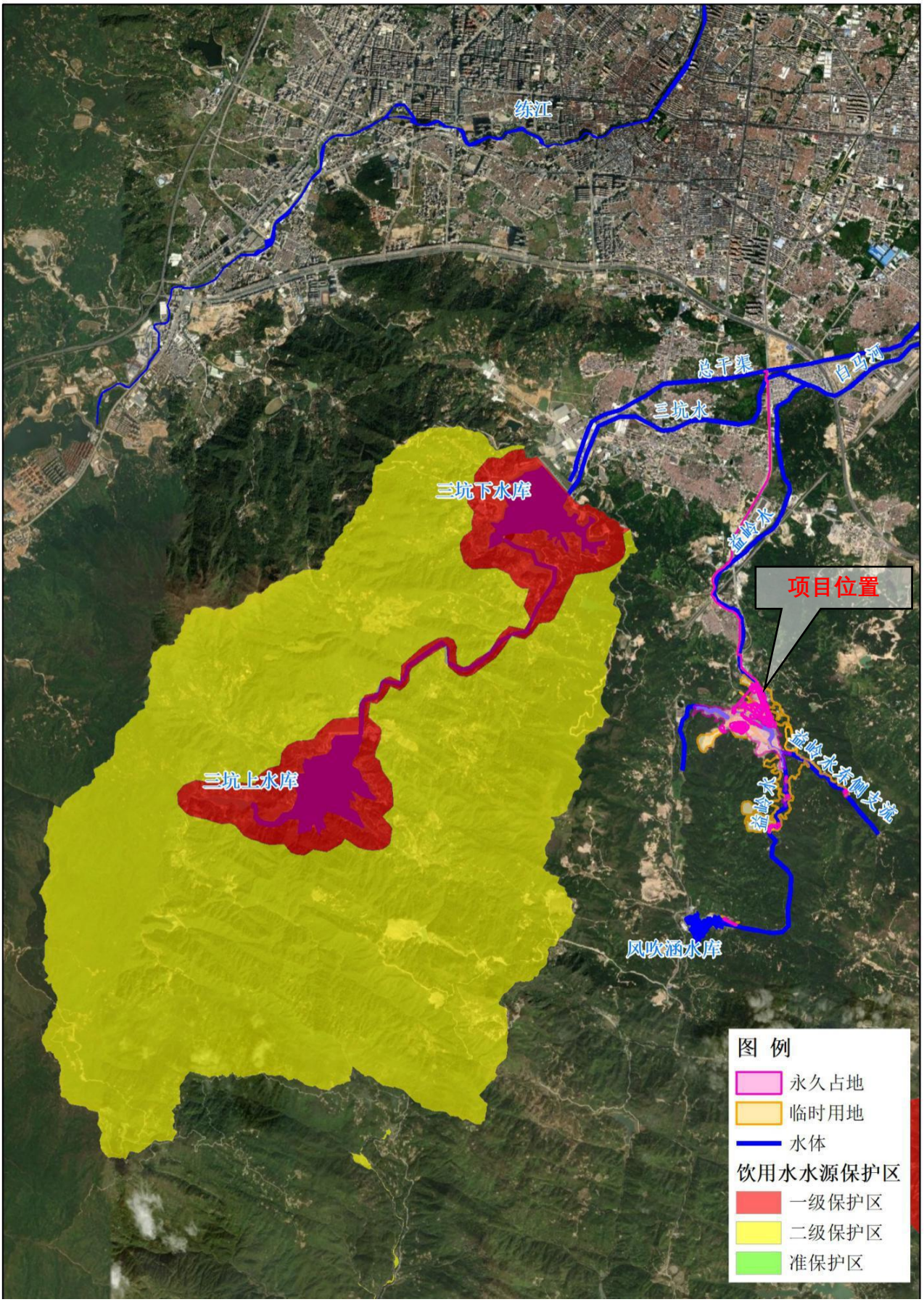


图 1.4-3 工程与普宁市三坑水库饮用水水源保护区的位置关系

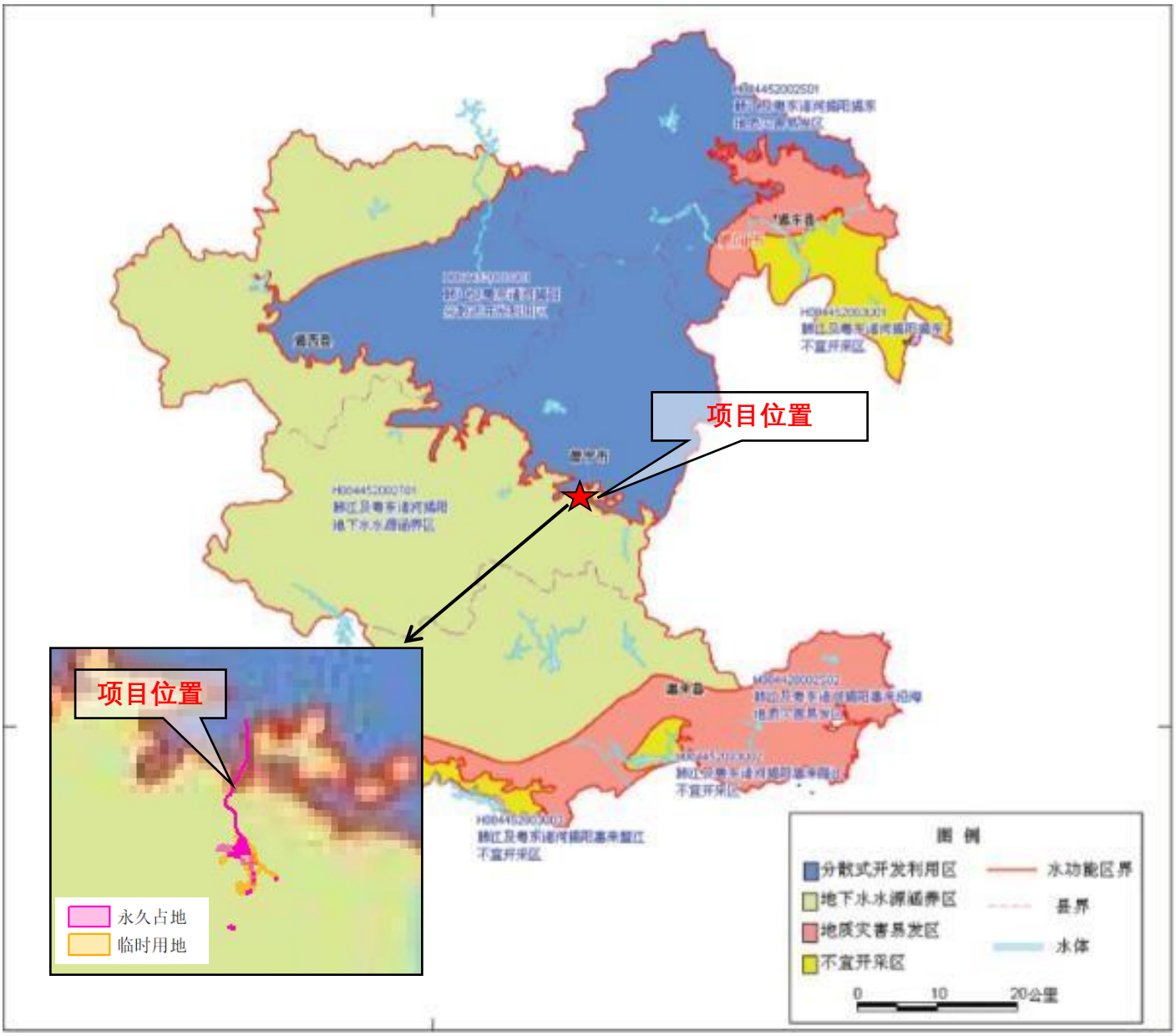


图 1.4-4 项目所在区域地下水功能区划示意图

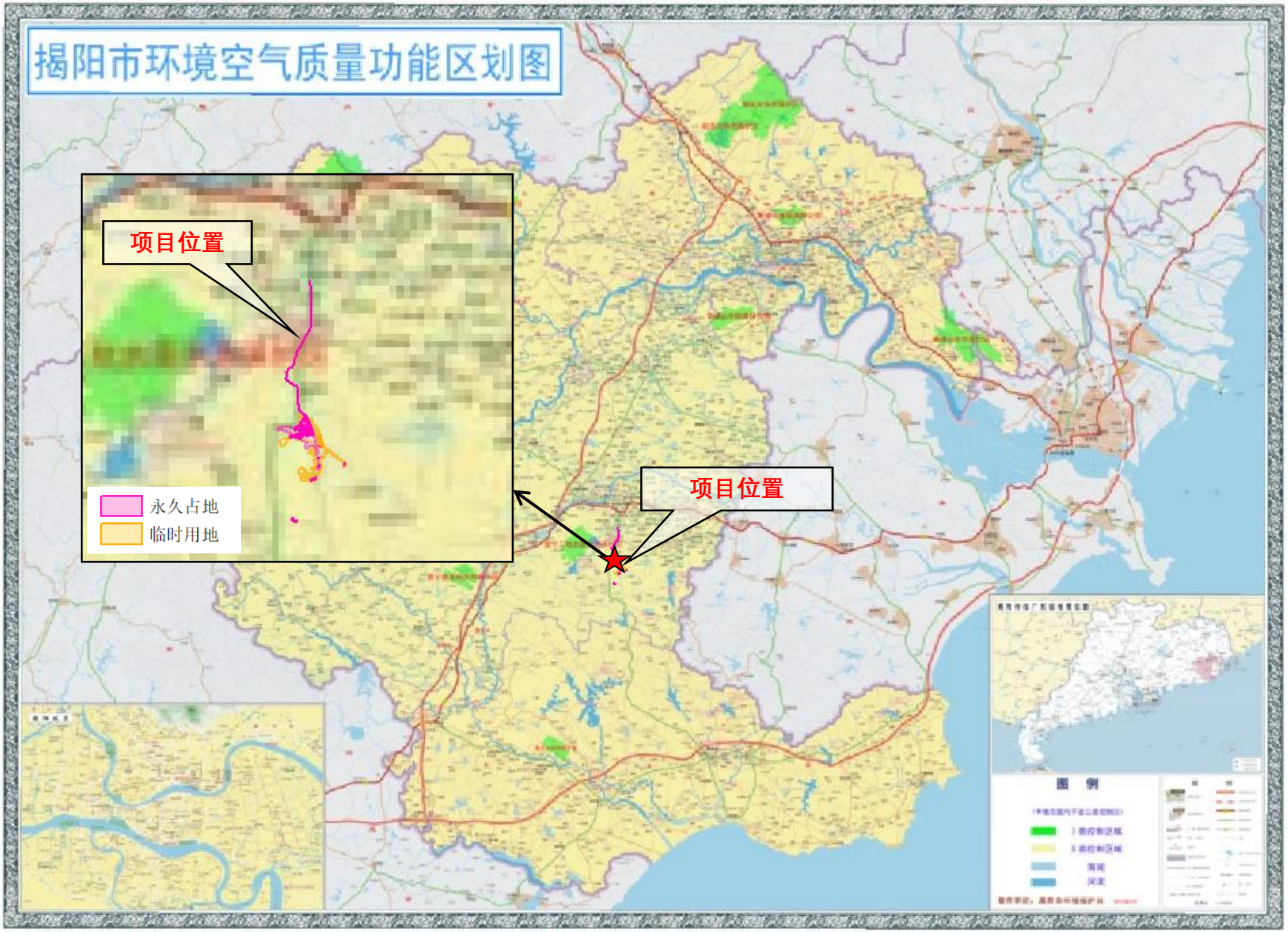


图 1.4-5 项目所在区域大气环境功能区划图

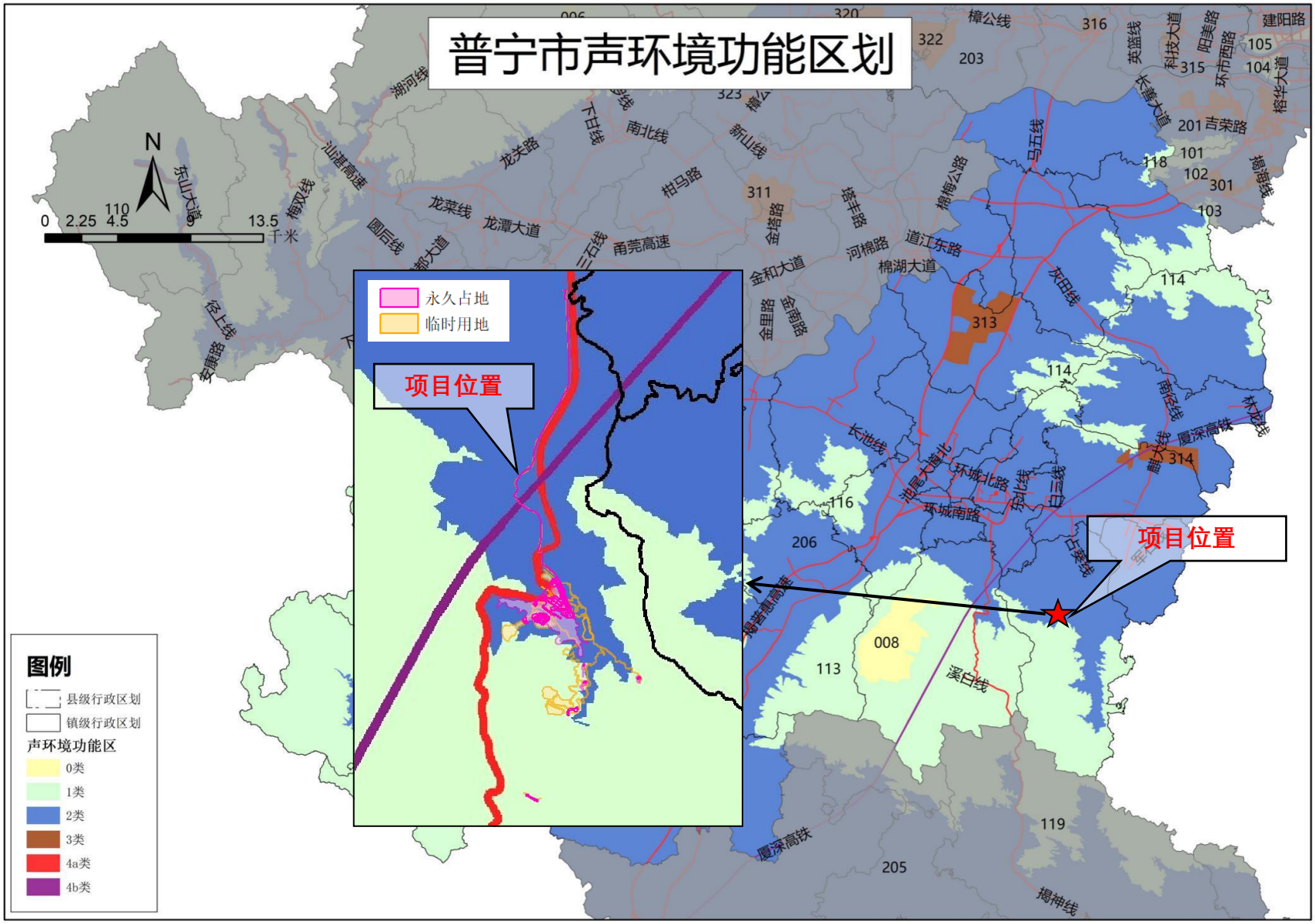


图 1.4-6 项目所在区域声环境功能区划图

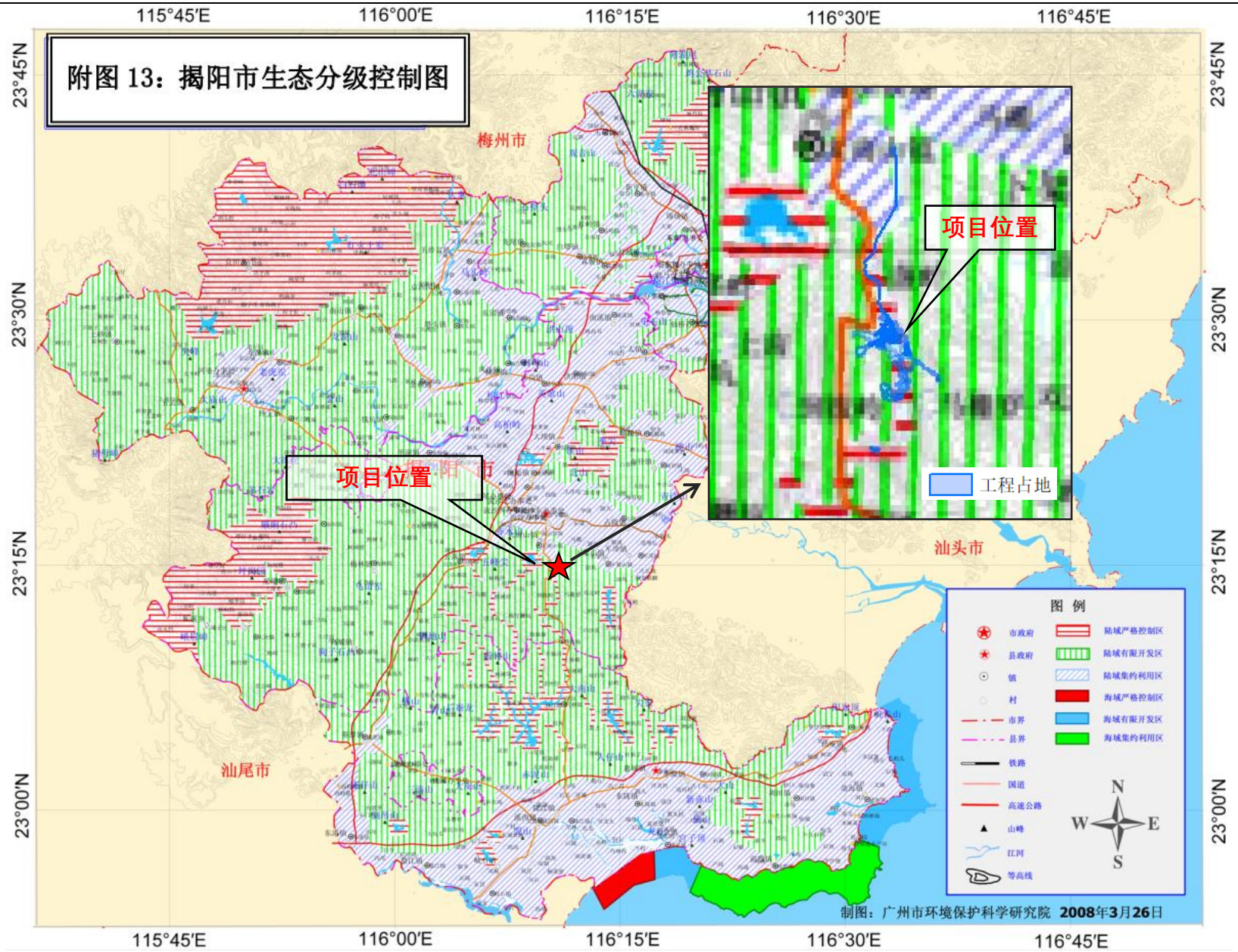


图 1.4-7 揭阳市生态分级控制图

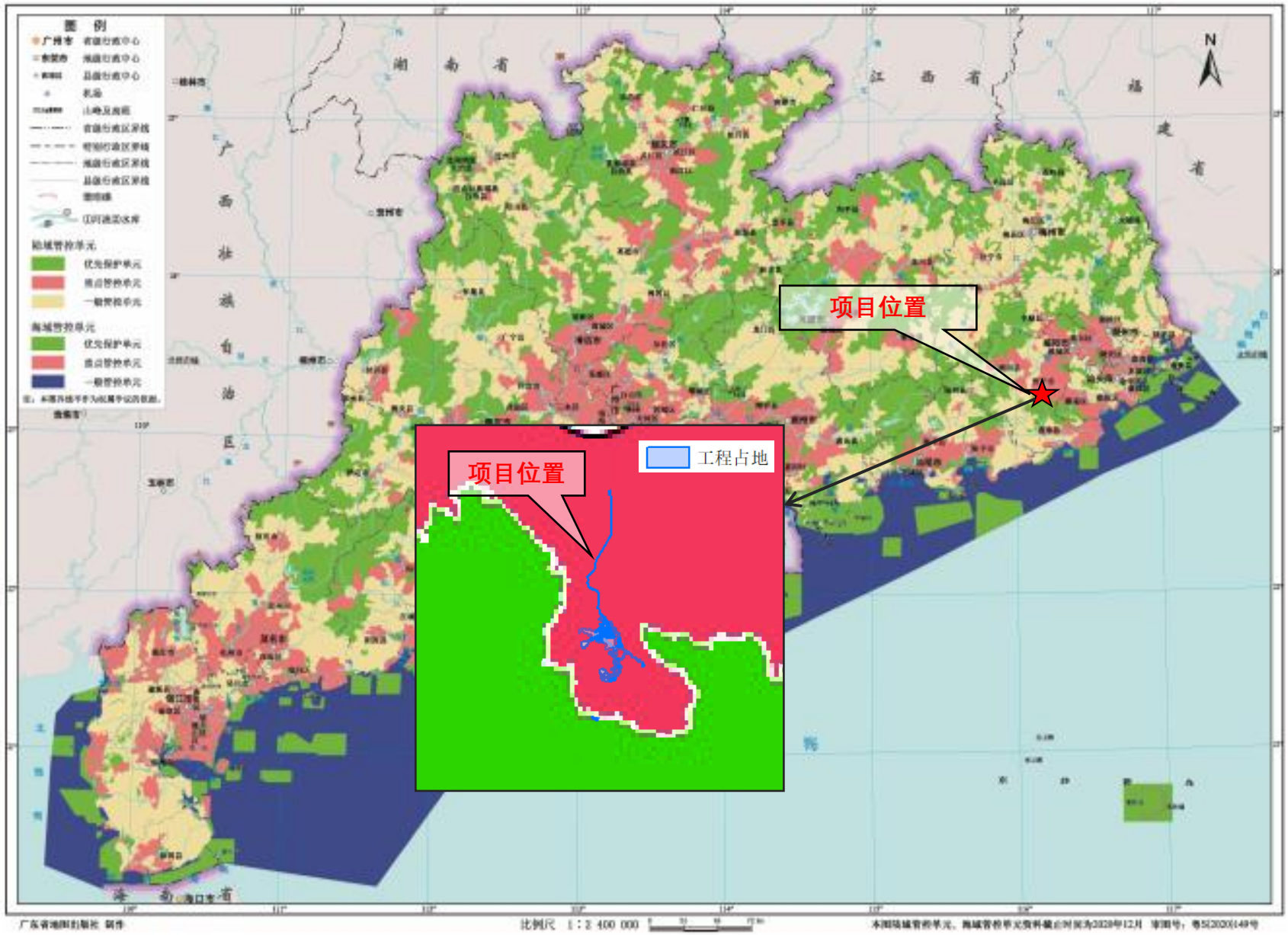


图 1.4-8 广东省“三线一单”生态环境分区管控方案

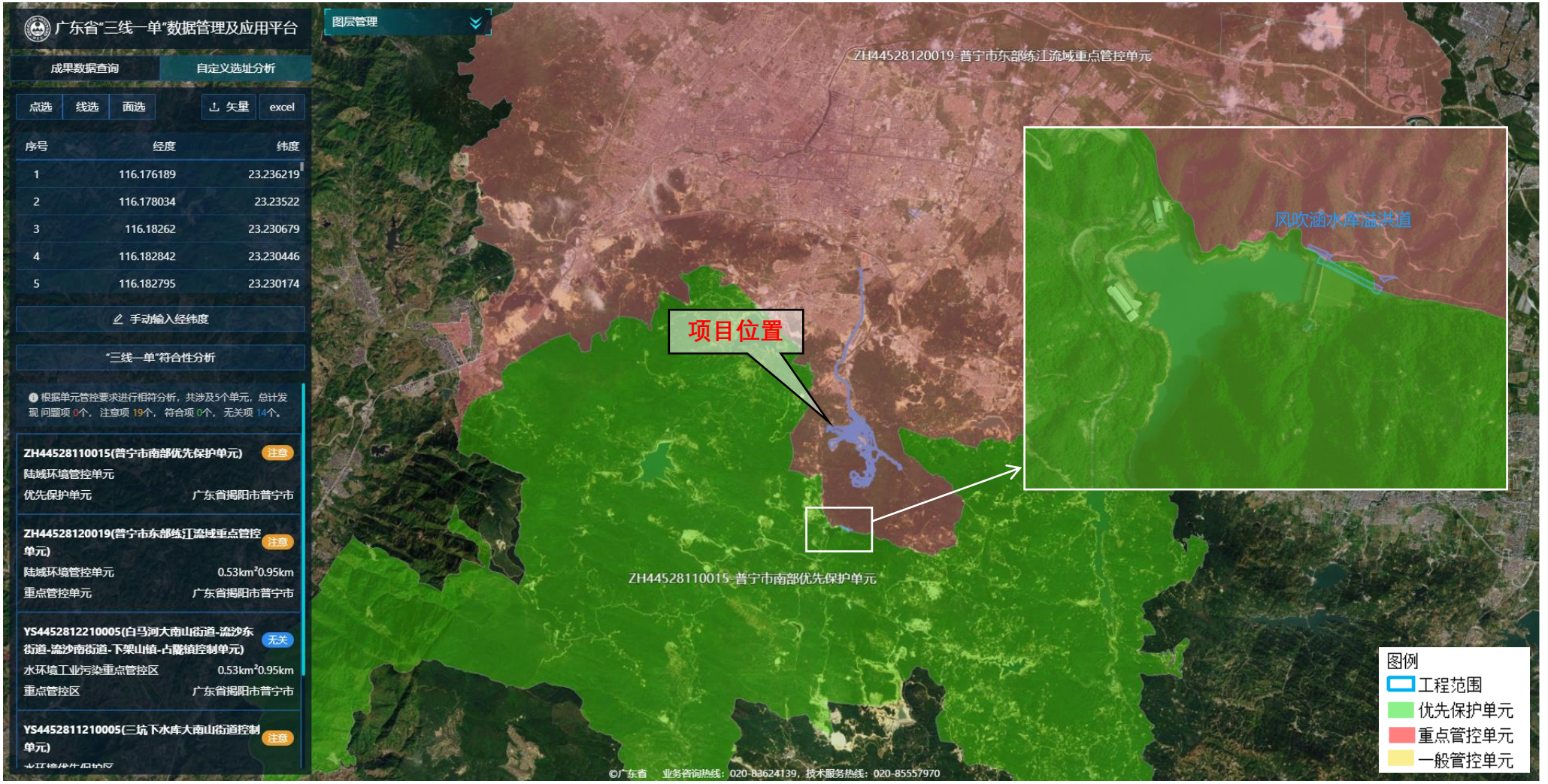


图 1.4-9　广东省“三线一单”数据管理及应用平台

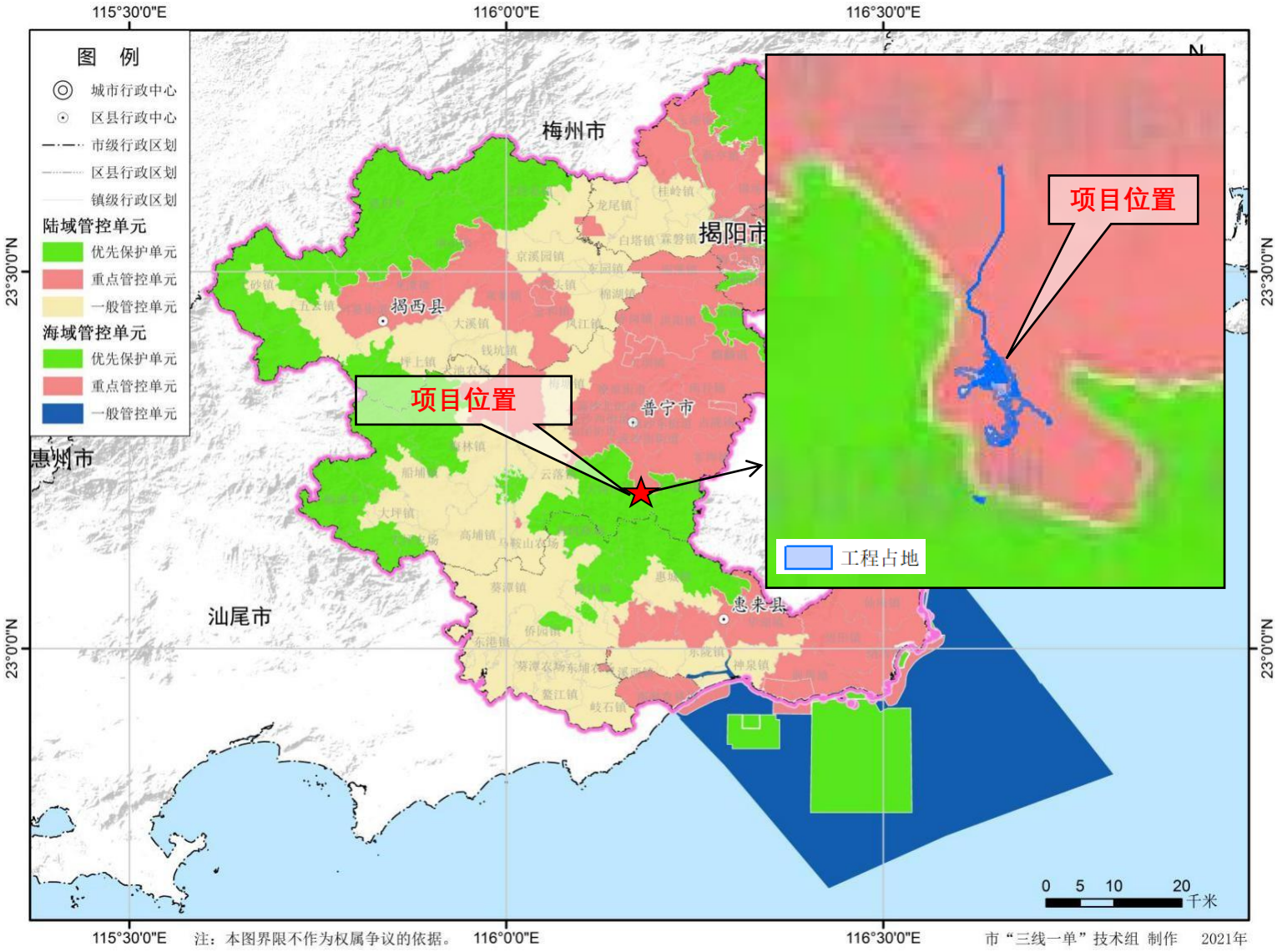


图 1.4-10 揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案

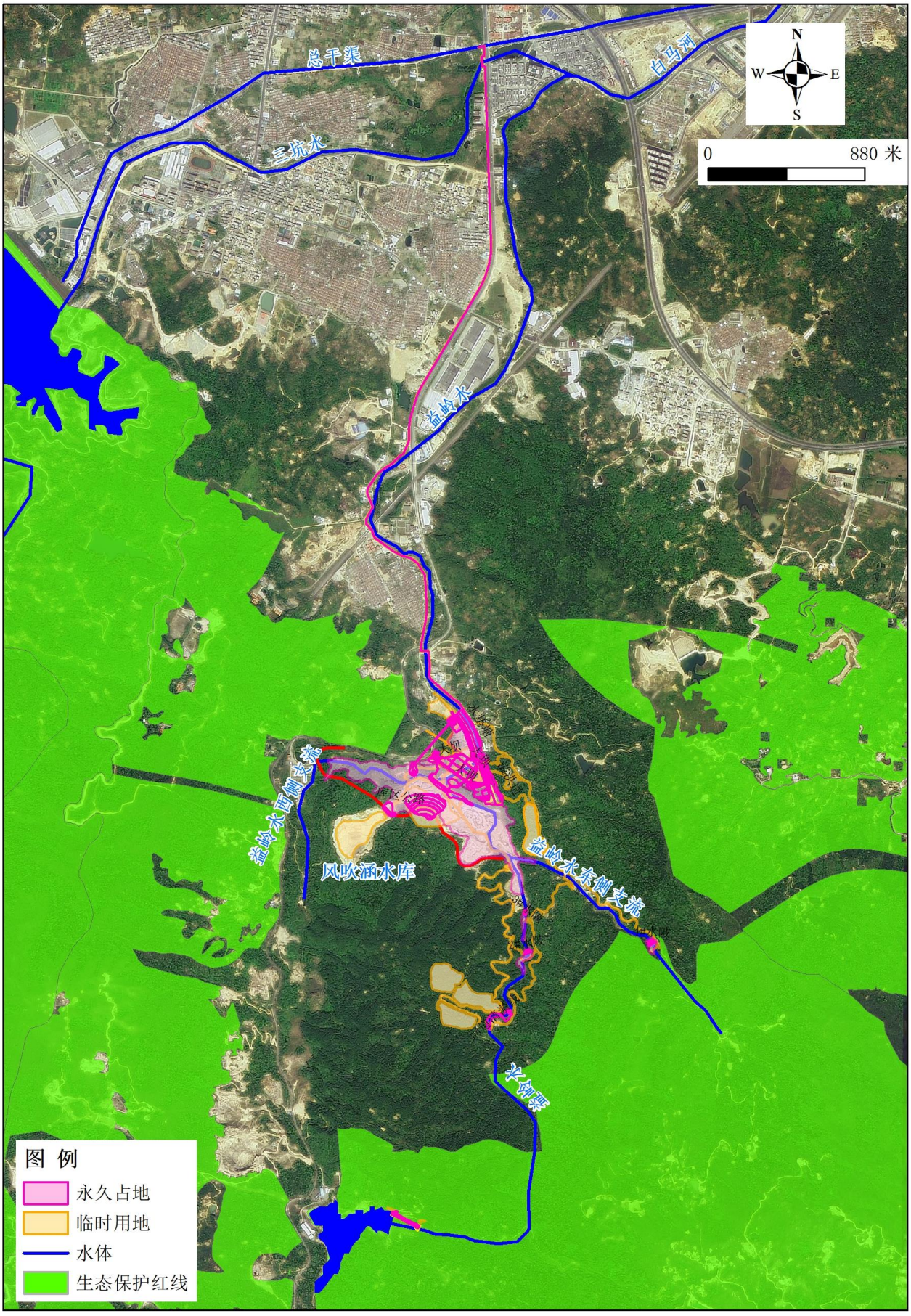


图 1.4-11 工程与生态保护红线位置关系图

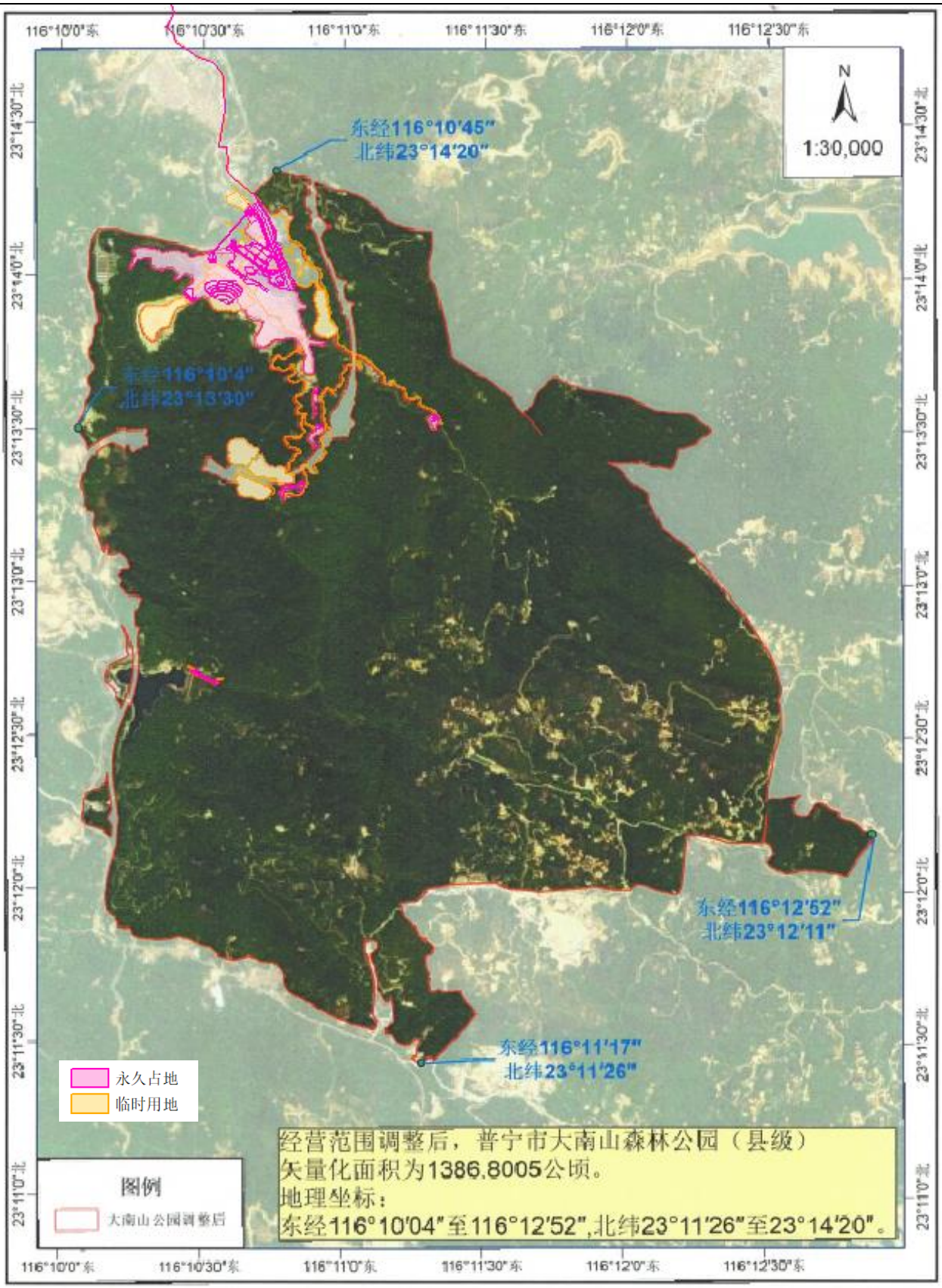


图 1.4-12 工程与森林公园位置关系图

1.5环境影响识别与评价因子筛选

1.5.1 环境影响识别

采用矩阵法进行环境影响识别，环境影响要素识别分析结果见表1.5-1。

通过对工程各个阶段环境影响源及其影响进行识别分析，筛选出以下环境要素作为本次评价工作的主要内容：

（1）施工期

施工废水：在施工过程中，施工人员产生的生活污水、机械设备冲洗水及基坑排水等，处理不当对周边水环境质量产生一定影响。

施工废气：本项目施工过程中产生施工扬尘、运输扬尘、施工机械产生的燃油废气，对环境空气质量产生不利影响。

固体废物：本项目施工过程中产生的弃方及施工人员产生的生活垃圾处置不当对周边水域产生影响。

施工噪声：各类施工机械（如挖掘机、推土机、挖夯机、铲运机等）对周边村庄居民的影响。

生态环境影响和景观影响：工程施工过程中原材料的堆放、土石方的临时堆置会在一定程度上破坏项目区内动植物栖息地、占用土地，引起水土流失等问题，给项目区域内生态环境和景观造成不利影响。

（2）运营期

本项目运营期环境影响因素主要是新建坝址对原有河道阻隔、水库长期蓄水对河流生态环境的影响，及引起的下泄水水温和水量、地下水与土壤环境的变化等，水库管理人员产生的生活污水对水环境的影响、饮食油烟对环境空气影响及水闸等设备运行产生的噪声影响等。

表 1.5-1　环境影响识别矩阵

环境要素		水文情势			地表水		地下水		生态环境		声环境	大气环境	固体废物	人群健康	土壤环境
		流量	泥沙	水位	水温	水质	水质	水位	陆生生物	水生生物					
施工期	枢纽工程施工					-2S			-1S	-1S	-2S	-1S	-1S	-1S	-1S
	灌区引水管工程施工					-1S			-1S	-1S	-2S	-1S	-1S	-1S	-1S
	施工人员活动					-1S					-1S		-1S	-1S	
	施工交通										-2S	-1S			
	施工机械					-1S					-2S	-1S			
	料场开挖与弃渣					-1S			-1S	-1S	-2S	-1S	-2S		-1S
淹没与占地	水库淹没			-2L		-1L			-2L	-2L					-2L
	工程占地								-2L						-2L
运行期	水库蓄水	-3L	-1L	-2L	-1L	-1L			-1L	-2L					
	水文情势变化	-3L	-1L	-2L	-1L	-1L		-1L		-2L					
	大坝阻隔		-2L							-3L					
	灌溉	-2L		-1L		-1L	-1L	-1L	1L						
移民安置									-1L				-1L	-1L	-1L
影响范围	库区淹没及输水线路	-2L	-2L	-2L		-1L			-1L	-2L					-1L
	坝下影响区	-1L			-2L	-1L			-1L	-2L					
	移民安置					-1L									
	施工区					-1S			-1S		-2S	-1S	-1S		

注：表中“-”表示不利影响，“S”表示短期影响，“L”表示长期影响，空格表示无影响，“1”表示轻度影响，“2”表示中等影响，“3”表示较重影响。

1.5.2 评价因子

通过对环境影响的识别，确定本次评价的评价因子如表 1.5-2。

表 1.5-2　评价因子一览表

环境要素	现状评价	预测评价
地表水	流速、流量、水温、水深、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、镉、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、叶绿素 a、透明度、pH 值、SS、BOD5、CODcr、阴离子表面活性剂、氯化物、硫化物、全盐量、总铅、总镉、六价铬、总汞、总砷、粪大肠菌群、蛔虫卵数	悬浮物、水温、水文情势
地下水	八大离子（K^++Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^{2-}、HCO^{3-}、Cl^-、SO_4^{2-}）、pH 值、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数、总大肠菌群、细菌总数、水位	水位
声环境	等效连续 A 声级	等效连续 A 声级
固体废弃物	弃渣及生活垃圾	弃方及生活垃圾
环境空气	SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO、O_3	TSP
生态	植被、动物、土地利用、水土流失	植被、动物、土地利用、水土流失
土壤	镉、汞、砷、铅、总铬、铬（六价）、铜、镍、锌、含盐量，以及 pH 值	pH 值、含盐量

1.6评价标准

1.6.1 环境质量标准

本项目环境影响评价执行环境质量标准具体如下：

表 1.6-1 环境质量标准

项目	执行标准	标准分级/类
地表水	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）	II类、V 类
地下水	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）	III类
环境空气	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单	二级
声环境	《声环境质量标准》（GB3096-2008）	1 类、2 类、4a 类
土壤环境	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）	——

1.6.1.1　地表水环境质量标准

本项目涉及的水体主要益岭水、益岭水支流（包括东侧和西侧支流）、白马河、三坑水、风吹涵水库。根据《广东省人民政府<关于同意实施广东省地表水环境功能区划的批复>》(粤府函[2011]29 号)，以上水体均没有划分水环境功能区划，根

据揭阳市生态环境局普宁分局《关于<关于请予确认“普宁市宝月水库工程项目”环境功能区划的函>的复函》（附件 9），白马河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）V 类标准，益岭水、益岭水支流（包括东侧和西侧支流）为白马河上游，拟参照白马河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）V 类标准；风吹涵水库及三坑水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准。由于本工程建成后宝月水库任务是以灌溉为主，根据《地表水环境质量标准》（GB3838-2002），V 类主要适用于农业用水区，工程灌区种植作物以水稻、蔬菜为主，其中水稻约占 60%、蔬菜等经济作物约占 40%，故益岭水采用 V 类标准，其中宝月水库拟建坝址处上游水质同时采用 V 类标准和《农用灌溉水质标准》（GB 5084-2021）表 1 中的“水田作物”标准限值的较严值评价。地表水有关水质标准限值见表 1.6-2。

表 1.6-2 地表水环境质量标准（单位：mg/L，pH、水温、粪大肠菌群除外，摘录）

项目名称	I类	II类	III类	IV类	V类
水温（℃）	人为造成的环境水温变化应限制在： 周平均最大温升≤1 周平均最大温降≤2				
pH（无量纲）	6～9				
溶解氧≥	饱和率 90%（或 7.5）	6	5	3	2
高锰酸盐指数≤	2	4	6	10	15
化学耗氧量（COD）≤	15	15	20	30	40
五日生化需氧量（BOD_5）≤	3	3	4	6	10
氨氮（NH_3-N）≤	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
总磷（以 P 计）≤	0.02（湖、库 0.01）	0.1（湖、库 0.025）	0.2（湖、库 0.05）	0.3（湖、库 0.1）	0.4（湖、库 0.2）
总氮（湖、库，以 N 计）≤	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
铜≤	0.01	1.0	1.0	1.0	1.0
锌≤	0.05	1.0	1.0	2.0	2.0
氟化物（以 F^- 计）≤	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5
硒≤	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
砷≤	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
汞≤	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
镉≤	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01

六价铬≤	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
铅≤	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
氰化物≤	0.005	0.05	0.2	0.2	0.2
挥发酚≤	0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
石油类≤	0.05	0.05	0.05	0.5	1.0
阴离子表面活性剂≤	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
硫化物≤	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0
粪大肠菌群（个/L）≤	200	2000	10000	20000	40000
硫酸盐（以 SO_4^{2-}）≤	250				
氯化物（以 Cl^-计）≤	250				
硝酸盐（以 N 计）≤	10				
铁≤	0.3				
锰≤	0.1				
SS≤	20	25	30	60	150

注：SS 参照执行《地表水资源质量标准》（SL63-94）

表 1.6-3　农田灌溉水质基本控制项目限值

序号	项目类别	作物种类		
		水田作物	旱地作物	蔬菜
1	pH 值	5.5~8.5		
2	水温/（℃） ≤	35		
3	悬浮物/（mg/L） ≤	80	100	60[a],15[b]
4	五日生化需氧量/（mg/L） ≤	60	100	40[a],15[b]
5	化学需氧量/（mg/L） ≤	150	200	100[a],60[b]
6	阴离子表面活性剂/（mg/L） ≤	5	8	5
7	氯化物（以 Cl^-计）/（mg/L） ≤	350		
8	硫化物（以 S^{2-}计）/（mg/L） ≤	1		
9	全盐量/（mg/L） ≤	1000（非盐碱土地区），2000（盐碱土地区）		
10	总铅/（mg/L） ≤	0.2		
11	总镉/（mg/L） ≤	0.01		
12	铬（六价）/（mg/L） ≤	0.1		
13	总汞/（mg/L） ≤	0.001		

14	总砷/（mg/L）	≤	0.05	0.1	0.05
15	粪大肠菌群数/（MPN/L）	≤	40000	40000	20000[a],10000[b]
16	蛔虫卵数/（个/10L）	≤	20		20[a],10[b]
a 加工、烹调及去皮蔬菜 b 生食类蔬菜、瓜类和草本水果					

1.6.1.2 地下水环境质量标准

地下水环境执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的III类标准，相关标准限值见表 1.6-4。

表 1.6-4 地下水质量标准限值（摘录）单位：mg/L，pH、水温除外

序号	指标	III类
1	pH	6.5~8.5
2	氨氮	≤0.5
3	硝酸盐	≤20.0
4	氰化物	≤0.05
5	砷	≤0.01
6	汞	≤0.001
7	铅	≤0.01
8	亚硝酸盐	≤1.00
9	硒	≤0.01
10	锌	≤1.0
11	硫化物	≤0.02
12	镉	≤0.005
13	总硬度	≤450
14	氟	≤1.0
15	铁	≤0.3
16	锰	≤0.1
17	钠	≤200
18	硫酸盐	≤250
19	铬（六价）	≤0.05
20	铜	≤1.0
21	铝	≤0.20
22	阴离子表面活性剂	0.3
23	氯化物	≤250
24	挥发性酚类	≤0.002
25	溶解性总固体	≤1000

序号	指标	III类
26	耗氧量	≤3.0
27	总大肠菌群	≤3.0
28	细菌总数	≤100
29	苯	≤10.0
30	甲苯	≤0.7

注：pH 无量纲，总大肠菌群单位为 MPN/100mL，细菌总数单位为 CFU/100mL，其余因子单位为 mg/L。

1.6.1.3 环境空气质量标准

本项目所在区域属于二类环境空气质量功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准。相关标准限值见表 1.6-5。

表 1.6-5 环境空气质量评价执行标准一览表

项目	取值时间	浓度限值（mg/m^3）	
		一级	二级
SO_2	年平均	0.02	0.06
	日平均	0.05	0.15
	1小时平均	0.15	0.50
NO_2	年平均	0.04	0.04
	日平均	0.08	0.08
	1小时平均	0.2	0.2
TSP	年平均	0.08	0.2
	日平均	0.12	0.3
PM_{10}	年平均	0.04	0.07
	日平均	0.05	0.15

1.6.1.4 声环境质量标准

本次评价声环境拟执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 1 类、2 类、4a 类标准。相关限值见表 1.6-6。

表 1.6-6 声环境质量评价执行标准限值（摘录）单位：等效声级 Leq（dB(A)）

声功能区类别	昼间	夜间	选用标准
1类	55	45	《声环境质量标准》（GB3096-2008）
2类	60	50	
4a类	70	55	

1.6.1.5 土壤环境质量标准

本工程涉及 1#水陂加固和其上游河道（益岭水）清淤至 104.00m 左右，清淤淤泥运至弃渣场，本次评价土壤环境及河道底泥拟执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）和《环境影响评价技术导则－土壤环境（试行）》（HJ964-2018）相关标准值，见表 1.6-7-表 1.6-9。

表 1.6-7 农用地土壤污染风险筛选值 单位：mg/kg

序号	污染物项目	风险筛选值			
		pH≤5.5	5.5＜pH≤6.5	6.5＜pH≤7.5	pH＞7.5
1	镉	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	40	40	30	25
4	铅	70	90	120	170
5	铬	150	150	200	250
6	铜	50	50	100	100
7	镍	60	70	100	190
8	锌	200	200	250	300

表 1.6-8 土壤盐化分级标准

分级	土壤含盐量（SSC）/（g/kg）	
	滨海、半湿润和半干旱地区	干旱、半荒漠和荒漠地区
未盐化	SSC＜1	SSC＜2
轻度盐化	1≤SSC＜2	2≤SSC＜3
中度盐化	2≤SSC＜4	3≤SSC＜5
重度盐化	4≤SSC＜6	5≤SSC＜10
极重度盐化	SSC≥6	SSC≥10
注：根据区域自然背景状况适当调整		

表 1.6-9 土壤酸化、碱化分级标准

土壤 pH	土壤酸化、碱化程度
pH＜3.5	极重度酸化
3.5≤pH＜4	重度酸化
4≤pH＜4.5	中度酸化
4.5≤pH＜5.5	轻度酸化
5.5≤pH＜8.5	无酸化或碱化
8.5≤pH＜9	轻度碱化
9.0≤pH＜9.5	中度碱化
9.5≤pH＜10	重度碱化

土壤 pH	土壤酸化、碱化程度
pH≥10	极重度碱化
注：土壤酸化、碱化强度指受人为影响后呈现的土壤 pH 值，可根据区域自然背景状况适当调整	

1.6.2 污染物排放标准

本项目环境影响评价执行污染物排放标准具体如下：

表 1.6-10 污染物排放标准

项目	执行标准	标准分级/类
废水	《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）	车辆冲洗；道路清扫
	《广东省水污染物排放限值》（DB44/26-2001）	第二时段二级标准
废气	《广东省大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）	无组织排放监控浓度限值标准（第二时段）
	《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）》（GB20891-2014）	第四阶段
	《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）	小型规模
噪声	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）	——
	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）	2 类
固废	一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）	
	危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 年修改单	

1.6.2.1 废水

（1）施工期

本项目施工期生活污水经处理后回用于周边山林灌溉，处理后的出水需满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GBT18920-2020）城市绿化标准。

施工期生产废水中，机修及汽车冲洗废水、基坑排水和洞室排水参照执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GBT18920-2020）标准，处理后回用于汽车和机械冲洗或用于道路和施工场区洒水降尘。

（2）运行期

运行期管理人员生活污水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GBT18920-2020）城市绿化标准后回用于营地绿化浇灌。

表 1.6-11 废水排放标准（摘录）

废水	标准名称	类别	指标	标准值

施工期污废水	《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GBT18920-2020）	车辆冲洗；城市绿化、道路清扫、建筑施工		车辆冲洗	城市绿化、道路清扫、建筑施工
			pH 值	6.0～9.0	6.0～9.0
			浊度	≤5NTU	≤10NTU
			BOD_5	≤10mg/L	≤10mg/L
			氨氮	≤5mg/L	≤8mg/L
			溶解性总固体	≤1000mg/L	≤1000mg/L
运行期生活污水	《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GBT18920-2020）	城市绿化、道路清扫、建筑施工		城市绿化、道路清扫、建筑施工	
			pH 值	6.0～9.0	
			浊度	≤10NTU	
			BOD_5	≤10mg/L	
			氨氮	≤8mg/L	
			溶解性总固体	≤1000mg/L	

1.6.2.2 废气

施工期产生的大气污染物，施工期扬尘、备用柴油发电机执行广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）表 2 中的第二时段无组织排放监控浓度限值、施工机械或车辆废气执行《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）》（GB20891-2014），施工期食堂油烟执行《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）大型规模相应标准。

运行期水库本身无废气产生，管理人员日常生活产生的饮食油烟参照执行《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001），项目食堂使用 1 个双眼家用燃气灶，基准灶头数为 2，属于小型规模。见表 1.6-12。

表 1.6-12 大气环境影响评价执行污染物排放标准

广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）中的第二时段无组织排放监控浓度限值							
污染源	**污染物**	**浓度限值**					
施工扬尘	颗粒物	1.0mg/m³（周界外浓度最高点）					
备用柴油发电机	颗粒物	1.0mg/m³（周界外浓度最高点）					
	SO_2	0.40mg/m³（周界外浓度最高点）					
	NOx	0.12mg/m³（周界外浓度最高点）					
	烟气黑度	烟气黑度不得超过林格曼 1 级					
非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）							
污染源	**污染物**	**浓度限值（第四阶段）**					
		CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	HC+ NO_x (g/kWh)	PM (g/kWh)	

车辆废气	Pmax＞560	3.5	0.40	3.5,0.67	--	0.10
	130≤Pmax ≤560	3.5	0.19	2.0	--	0.025
	75≤Pmax＜130	5.0	0.19	3.3	--	0.025
	56≤Pmax＜75	5.0	0.19	3.3	--	0.025
	37≤Pmax＜56	5.0	--	--	4.7	0.025
	Pmax ＜37	5.5	--	--	7.5	0.60
《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）						
污染源	**规模**	**最高允许排放浓度**		**净化设施最低去除效率**		
食堂油烟	大型	2.0(mg/m^3)		85%		
食堂油烟	小型	2.0(mg/m^3)		60%		

1.6.2.3 噪声

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）相关标准限值，运营期项目电站边界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类规定的标准限值。具体见表 1.6-13。

表 1.6-13 环境噪声排放标准 单位：dB（A）

执行标准	噪声限值		时段
	昼间	夜间	
《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）	70	55	施工期
《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类	60	50	运营期

1.6.2.4 固废

一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）。电站运行产生的设备维修与保养废机油等危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 年修改单。

1.7评价等级

1.7.1 地表水

本工程施工期将会产生一定量的废污水，主要为工程施工生产废水和施工人员生活污水；运行期水库运行后，主要对河道水文情势产生一定影响。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（ HJ 2.3-2018），施工期参照水污染型建设项目等级判定依据进行评价，运行期按照水文要素影响型建设项目进行评价。

施工期生产废水主要来自机修及汽车冲洗废水、洞室排水和基坑排水等，生活污水主要来自施工人员日常生活。项目施工期生活污水、机修及汽车冲洗废水、

洞室排水和基坑排水收经收集后回用于汽车和机械冲洗或用于道路和施工场区洒水降尘，不外排，因此施工期地表水评价等级参照水污染影响型建设项目三级 A 进行评价。

水库运行期主要为水文要素的影响，宝月水库坝址处多年平均径流量为 1830.3 万 m^3，总库容为 595.0 万 m^3，兴利库容为 498.2 万 m^3，典型年供水期总供水量为 499.6 万 m^3。经计算，α=3.07，β =21.3%，γ =27.3%，综合考虑水库建设对地表水水温、径流的影响程度和水环境保护目标，项目电站为引水式电站，确定运行期地表水环境影响评价等级为一级。

表 1.7-1　水文要素影响型建设项目评价等级判定

评价等级	水温	径流		受影响地表水域		
	年径流量与总库容之比 α	兴利库容与年径流量百分比 β/%	取水量占多年平均径流量百分比 γ/%	工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2；工程扰动水底面积 A_2/km^2；过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 R/%		工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2；工程扰动水底面积 A_2/km^2
				河流	湖库	入海河口、近岸海域
一级	α≤10；或稳定分层	β≥20；或全年调节与多年调节	γ≥30	A_1≥0.3；或 A_2≥1.5；或 R≥10	A_1≥0.3；或 A_2≥1.5；或 R≥20	A_1≥0.5；或 A_2≥3
二级	20＞α＞10；或不稳定分层	20＞β＞2；或季调节与不完全年调节	30＞γ＞10	0.3＞A_1＞0.05；或 1.5＞A_2＞0.2；或 10＞R＞5	0.3＞A_1＞0.05；或 1.5＞A_2＞0.2；或 20＞R＞5	0.5＞A_1＞0.15；或 3＞A_2＞0.5
三级	α≥20；或混合型	β≤2；或无调节	γ≤10	A_1≤0.05；或 A_2≤0.2；或 R≤5	A_1≤0.05；或 A_2≤0.2；或 R≤5	A_1≤0.15；或 A_2≤0.5

注 1：影响范围涉及饮用水水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场、自然保护区等保护目标，评级等级应不低于二级。

注 2：跨流域调水、引水式电站、可能受到河流感潮河段影响，评价等级不低于二级。

注 3：造成入海河口（湾口）宽度束窄（束窄尺度达到原宽度的 5%以上），评价等级应不低于二级。

注 4：对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物（如防波堤、导流堤等），其与潮流或水流主流向切线垂直方向投影长度大于 2km 时，评价等级应不低于二级。

注 5：允许在一类海域建设的项目，评价等级为一级。

注 6：同时存在多个水文要素影响的建设项目，分别判定各水文要素影响评价等级，并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级。

1.7.2 地下水

本项目为水库新建工程，正常蓄水位库容为 535 万 m^3，由于项目涉及环境敏感区编写报告书，属于《环境影响评价技术导则－地下水环境》（HJ610-2016）中的III类建设项目，项目不涉及饮用水水源，无温泉、矿泉水等特殊地下水资源保护区，地下水环境不敏感。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），确定本项目地下水环境影响评价工作等级为三级。

表 1.7-2 地下水环境敏感程度分级表

敏感程度	地下水环境敏感特征
敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。
较敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中水式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 a。
不敏感	上述地区之外的其它地区。
注：a“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区。	

表 1.7-3 地下水影响评价工作判别情况

项目类别 / 环境敏感程度	I类	II类	III类
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

1.7.3 大气环境

本项目属于非污染生态影响型项目，工程对环境空气的影响仅限于施工期，施工期大气污染源主要为施工扬尘及施工机械燃油排放的废气，食堂油烟经处理排放，污染物排放量少，且随施工期结束污染排放消失；营运期工程本身无废气产生，食堂油烟量少，对环境影响很小。根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）相关规定，确定本次环评大气环境评价等级为三级评价。

1.7.4 声环境

本项目属于 1 类、2 类、4a 类声环境功能区，项目建设前后评价范围内各敏感目标噪声级增高量在 3dB（A）以下，受影响人口数量变化不大。按照《环境影响评价技术导则》（声环境）（HJ2.4-2021）的有关规定，确定本项目声环境影响评价工作等级为二级。

1.7.5 土壤环境

本项为新建水库工程，总库容 595 万 m^3（少于 1000 万 m^3），根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018）表 A.1：“水利--其他”，为III类项目。本项目区域土壤盐化程度属于其他，且 5.5＜pH＜8.5，土壤环境属于不敏感区。根据导则，工程可不开展土壤环境影响评价工作。

表 1.7-4 土壤环境影响评价工作等级分级表

敏感程度	I类	II类	III类
敏感	一级	二级	三级
较敏感	二级	二级	三级
不敏感	二级	三级	-

注：“-”表示可不开展土壤环境影响评价工作。

1.7.6 生态环境

普宁市宝月水库工程可研阶段涉及普宁市大南山森林公园（县级）和生态保护红线，根据《揭阳市林业局关于准予普宁市大南山森林公园（县级）改变经营范围的行政许可决定》（揭市林〔2022〕57 号），大南山森林公园已调整，调整后工程不涉及森林公园等各类自然保护地，但风吹涵水库溢洪道原址重建部分涉及生态保护红线。

水陂枢纽工程建设区主要设计成果汇总包括：工程永久占地共 5.73 亩，临时用地共 20.80 亩；引水工程建设区主要设计成果包括：工程永久占地共 0.17 亩，临时用地共 40.0 亩；永久占地共 5.9 亩，临时用地共 60.8 亩，共 66.7 亩，则约 0.044km^2。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）的评价分级原则，本次生态环境评价等级分陆生生态和水生生态，陆生生态评价等级二级、水生生态评价等级一级。

表 1.7-5 生态影响评价工作等判定

序号	原则	项目情况	评价等级	
			陆生生态	水生生态
a	涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；	不涉及	--	--
b	涉及自然公园时，评价等级为二级；	不涉及	--	--
c	涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；	涉及	不低于二级	不低于二级
d	根据 HJ 2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；	水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级	不低于二级	不低于二级
e	根据 HJ 610、 HJ 964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；	地下水评价等级三级、土壤环境评价工作等级为“可不开展”	--	--
f	当工程占地规模大于 20 km^2 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定；	工程永久和临时占用地约 0.044km^2	--	--
g	除本条 a）、 b）、 c）、 d）、 e）、 f）以外的情况，评价等级为三级；		--	--
h	当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级。		二级	二级
其他	建设项目涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域时，可适当上调评价等级。	项目不涉及各类自然保护地	--	--
	在矿山开采可能导致矿区土地利用类型明显改变，或拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下，评价等级应上调一级。	项目为新建水库工程，属拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况	--	一级
	线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级。		--	--
	涉海工程评价等级判定参照 GB/T 19485。	不涉海	--	--
	符合生态环境分区管控要求且位于原厂界（或永久用地）范围内的污染影响类改扩建项目，位于已批准规划环评的产业园区内且符合规划环评要求、不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目，可不确定评价等级，直接进行生态影响简单分析。	非污染影响类	--	--
总结			二级	一级

1.7.7 环境风险

项目施工机械所用柴油均到附近油站加油，施工区无柴油储存，炸药均是当天运当天使用，不设储存。考虑本项目投资规模较大、施工工期较长，工程实施和运行过程中可能存在一些不确定的突发性事故风险因素，造成一定的环境风险，诸如可能在工程区域发生施工车辆机械碰撞等导致油类泄漏造成环境危害，有必要进行环境风险分析，并采取必要的措施。本项目参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），本项目风险潜势为I，确定本项目环境风险评价等级为简单分析。

1.7.8 环境影响评价工作等级小结

总结以上各项，给出本建设项目各环境要素环境影响评价工作等级一览表，详见表 1.7-6。

表 1.7-6　环境影响评价工作等级汇总表

环境要素	判定依据		评价等级
地表水	工程垂直投影面积及外扩范围	A1=0.04825hm^2 则 A_1≤0.05	一级
	年径流量与总库容百分比 α	α=3.07 则 α≤10	
	兴利库容与年径流量百分比 β/%	β =21.3% 则 β≥20	
	取水量占多年平均径流量百分比 γ/%	γ =27.3% 则 30＞γ＞10	
	跨流域调水、引水式电站、可能受到河流感潮河段影响，评价等级不低于二级。		
地下水	项目类别	III类	三级
	项目场地地下水环境敏感程度	不敏感	
大气环境	仅施工期产生扬尘、机械尾气等，运行期食堂油烟少量		三级
声环境	1 类、2 类、4a 类区，项目建设前后噪声级增高量在 3dB（A）以下，受影响人口数量变化不大		二级
土壤环境	项目类别	III类	可不开展
	盐化	其他	
	酸化	5.5≤pH＜8.5	
	碱化		
生态环境	陆生生态	永久占地和临时用地共约 0.044km^2，涉及生态保护红线	二级

环境要素	判定依据		评价等级
	水生生态	拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下，评价等级应上调一级	一级
环境风险	本项目其本身不存在物质危险性和潜在性危险源		简单分析

1.8评价范围

根据评价等级，并结合工程特点及建设项目所在区域环境特征，确定各评价要素的评价范围，具体见表 1.8-1 和图 1.8-1。

表 1.8-1 环境影响评价工作范围一览表

项目	评价范围
地表水	宝月水库淹没范围末端至风吹涵水库，包括区间益岭水、益岭水东侧和西侧支流；宝月水库坝下益岭水至白马河白马溪水陂；灌区引水管涉及穿越的三坑水；灌区引水管交水的总干渠。
地下水	工程施工区和淹没区，以及引水管线路两侧 200m 范围
大气环境	施工期：工程两侧 200m 范围内区域，以及工区、施工道路、渣料场等施工场地周边 200m 范围；运行期：管理楼食堂
声环境	工程两侧 200m 范围内区域，以及工区、施工道路、渣料场等施工场地周边 200m 范围
土壤环境	工程水库淹没区、施工占地区等受工程影响区域
生态环境	考虑项目全部活动的直接影响区域和间接影响区域，生态环境评价范围为枢纽工程建筑物、水库淹没等永久占地、施工临时占地以及库区坝上、坝下地表地下、水文水质影响河段及区域等外扩 500m 范围，以及灌区引水管两侧 300m 范围。

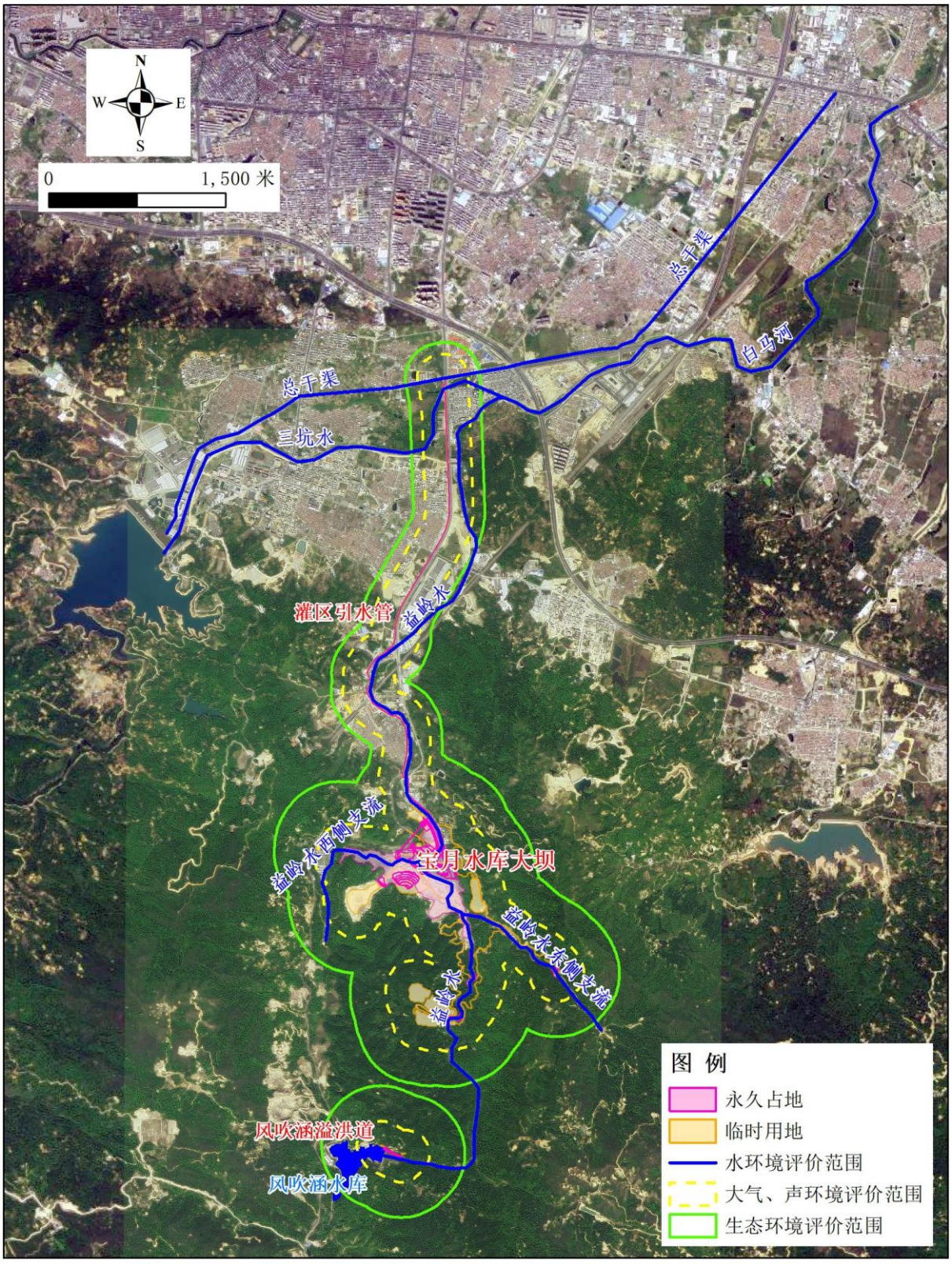


图 1.7-1 地表水、大气、噪声、生态环境评价范围示意图

1.9环境保护要求及环境敏感目标

1.9.1 水环境保护要求

水环境保护对象：要益岭水、益岭水支流（包括东侧和西侧支流）、白马河、三坑水、风吹涵水库等周边水体。

保护要求：保护益岭水、益岭水支流（包括东侧和西侧支流）、白马河、三坑水、风吹涵水库水环境，满足河流、水库水质保护要求，防止工程施工污染水体。

本工程水环境敏感对象，详见表 1.9-1。

1.9.2 环境空气、声环境保护要求

大气及声环境保护对象：评价范围内的居民点。

保护要求：保护项目周边大气和声环境符合环境功能区划要求，本工程施工场地附近分布有居民点，工程建设应不影响当地居民正常生产、学习和生活。

项目所在区域的大气及声环境敏感对象详见表 1.9-1 和图 1.9-1。

1.9.3 生态环境保护要求

生态保护对象：评价范围内的自然生态体系质量。

保护要求：以不破坏区域生态系统稳定性和完整性为目标，减少工程占地及其直接影响区的地表植被破坏，减少水土流失。

1.9.4 环境敏感目标

本工程建设不涉及自然保护区、风景名胜区、世界自然和文化遗产地、森林公园、地质公园、饮用水水源保护区等环境敏感区域，但风吹涵水库溢洪道涉及生态保护红线，环境敏感目标为评价范围内的生态保护红线区域、大南山街道居民点、学校等。具体见表 1.9-1 和图 1.9-1、图 1.9-2 和图 1.4-9。

表 1.9-1　环境敏感点一览表

序号	环境敏感点		与工程位置关系		环境影响要素
	名称	受影响人口/规模	方位	与项目最近距离(m）	
1	灰寨村	1500 人	引水管两侧	10	气、声
2	益岭村	1000 人	引水管两侧	10	气、声
3	枧头寮村小学	300 人	引水管西侧	70	气、声
4	德才小学	300 人	引水管西侧	90	气、声
5	益岭小学	300 人	引水管东侧	45	气、声

序号	环境敏感点		与工程位置关系		环境影响要素
	名称	受影响人口/规模	方位	与项目最近距离(m）	
6	生态保护红线		风吹涵水库溢洪道		生态

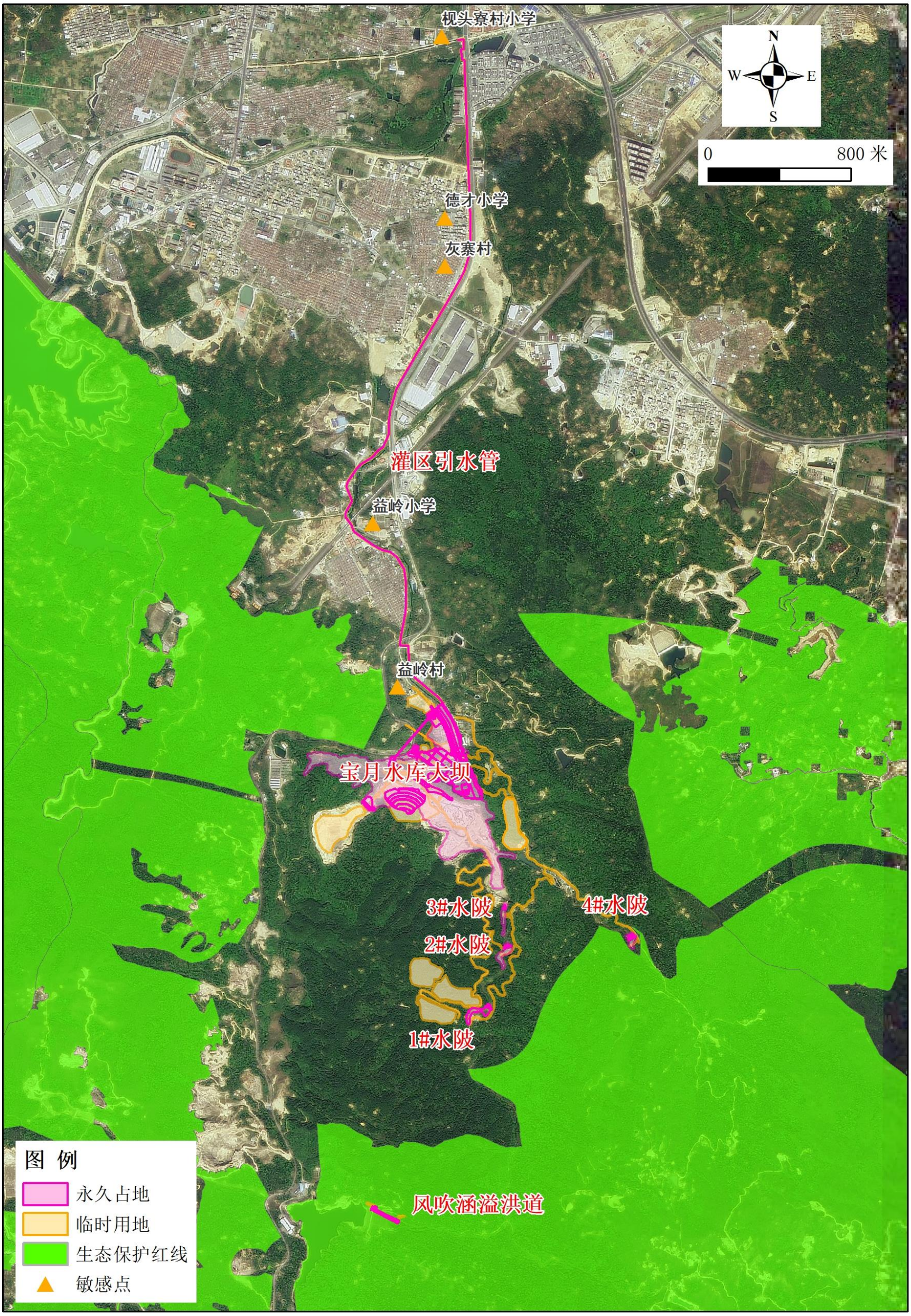


图 1.9-1　项目周边环境敏感点分布图

1.10评价程序

本工程环境影响评价工作分为三个阶段，即调查分析和工作方案制定阶段，预测评价和分析论证阶段，环境影响报告书编制阶段，具体流程见图 1.9-3。

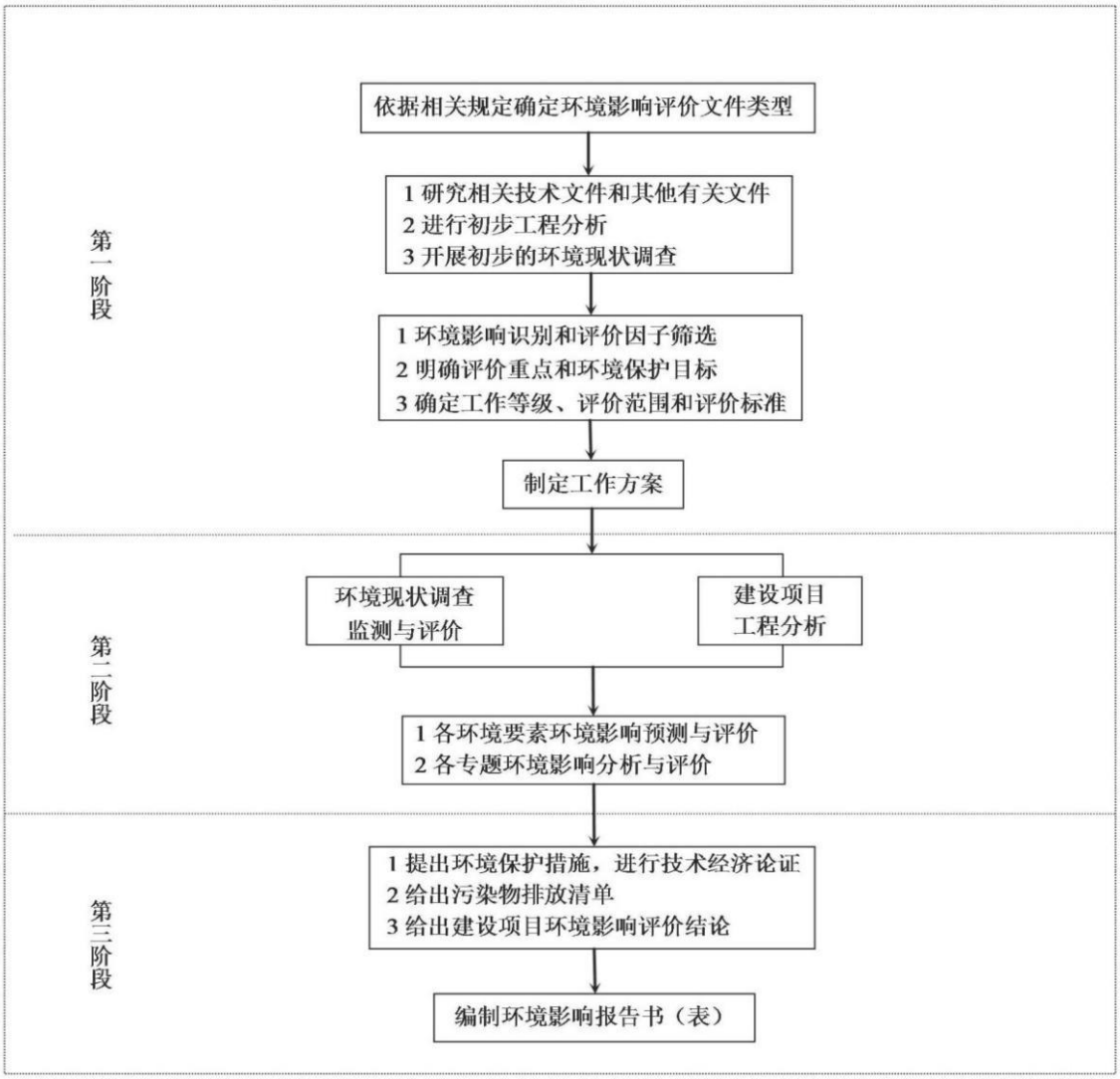


图 1.9-3　　环境影响评价工作程序图

2 工程概况

2.1流域概况

宝月水库拟建坝址位于普宁市南面大南山镇河田坝村，在练江支流白马河上游的益岭水河谷中，工程所在流域为练江流域。

（1）练江

练江发源于普宁五峰山杨梅坪，贯穿普宁、汕头的潮阳和潮南两区。上游为普宁市五峰山寒妈径，向北经流沙镇后与白坑湖水汇合，折向东至六管汇三坑水，至石港山汇汤坑水后，进入汕头境内，再经港口汇北港水至和平桥经龟海新河出海门湾桥闸入海，流域形似葵扇。上游为丘陵区，中、下游为平原区，称练江平原。主要支流有谷饶河，峡山河和潮水溪。练江流域面积 1353km^2，干流原长 99km，经裁弯取直，现长 72km，其中普宁市境内河流长 21km，集雨面积 514.72km^2。流域内已建成上三坑、下三坑、白沙溪、汤坑等中型水库 4 宗，小型水库 53 宗，控制流域面积 148.6km^2，总库容 1.28 亿 m^3。原有流域面积 100km^2 以上的支流 4 条，因三坑水下游河段裁直改口，治涝设围分道入练江；贵屿水与官田水亦因截流和分围，下段归并成北港水，均已不足 100km^2；现仅有普宁市境内的北港水、秋风水流域面积超过 100km^2。练江源短流急，支流多，分布均匀，且流向多与主流垂直，各支流汇流时间相近，形成洪流集中，又练江中下游土地由海湾冲积和人工围垦而形成，河道弯曲狭窄，加以海潮顶托，洪水宣泄不畅，沿江两岸地势低洼，中游部分地面还低于下游，故练江中下游洪(潮)涝经常成灾。练江在普宁境内支流主要有：白坑湖水、流沙中河、白马溪、水尾溪、汤坑溪、西切流、北港河及贵屿水。

（2）白马河

白马河是练江的支流，上游由三坑水和益岭水组成，以三坑水为主，发源于普宁市的大南山脉望天顶峰(高程 973m，黄基)。益岭水发源于普宁市区南面约 10km 处的白马仔，自南向北流至大南山街道园山村附近后与三坑水汇合成白马河主流，随后自西南向东北流经普宁市的大南山街道和普宁市市区(流沙街道)后，在晖含圩汇入练江主流。白马河流域面积 76.48km^2，河流总长 25.00km，河流比降 0.0094；三坑水流域面积 46.18km^2，河流长度 15.15km，河流比降 0.026；益岭水

流域面积 30.3km^2，河流长度 12.7km，河流比降 0.027。

（3）益岭水

益岭水上游建有风吹涵水库，集水面积为 6.26km^2，总库容为 173 万 m^3，工程任务以发电为主；三坑水上建有上三坑水库、下三坑水库，集水面积分别为 25.31km^2 和 39.98km^2(含上三坑水库)，库容分别为 1639 万 m^3 和 1765 万 m^3，工程任务以供水(含灌溉)、发电为主。

（4）拟建宝月水库

宝月水库拟建坝址位于普宁市南面大南山街道河田坝村，在白马河支流益岭水的中游河谷中，经过在广东省测绘局 1982 年出版的万分之一航测图上量算，宝月水库坝址以上总集雨面积为 19.36km^2，干流河长 8.5km，其中风吹涵水库集雨面积为 6.26km^2。扣除风吹涵水库后，风吹涵水库～宝月水库区间集雨面积为 13.1km^2，干流河长 5.91km，干流坡降 0.064。

练江流域水系示意图见图 2.1-1。

2.2流域规划开发概况

2.2.1 练江流域综合整治规划(水利部分)

2014 年 8 月，汕头市水务局、普宁市水务局联合委托省水利电力规划勘测设计研究院编制完成《练江流域综合整治规划(水利部分)》，2015 年 3 月 2 日，广东省人民政府印发了《广东省人民政府关于练江流域综合整治规划(水利部分)的批复》（粤府函〔2015〕31 号）。

2.2.1.1 规划基本情况

规划范围：本次规划范围为练江全流域 1353km^2，重点研究普宁市区以下区域的干流及重要一级支流。

规划水平年：规划基准年为 2012 年，近期水平年为 2015~2017 年，中期水平年为 2018~2020 年，远期水平年为 2021~2025 年。

规划目标：以科学发展观为指导，牢固树立生态文明建设的理念，统筹协调流域治理与经济社会发展和生态环境保护的关系，合理安排治理工程布局和非工程措施，通过对流域内受灾区域的治理，基本形成布局合理、功能完备、高效运行、管理先进的现代化流域治理工程体系，为改善农业生产条件，保障社会安全稳定，促进经济社会发展、国民经济增长、生态环境改善和居民生活水平提高等

提供有力支撑。

规划任务和主要内容：规划期内，通过对流域内的防洪排涝骨干工程和配套工程等的建设，建立安全有效的防洪排涝体系，充分发挥现有水利工程的防洪排涝功能，畅通河道，保障城乡防洪排涝安全。规划主要内容包括工程总体布局、防洪规划、岸线防洪规划、排涝规划、流域水利管理等，其中防洪规划中蓄水工程提及宝月水库工程。以下仅介绍与流域规划防洪工程及宝月水库有关的规划内容。

2.2.1.2 防洪工程总体布局

针对洪水流量日益增大，而干支流行洪能力有限的情况，规划在现有防洪体系下，着重于洪水蓄滞以及打通行洪瓶颈。通过“上蓄、中截、下疏，沿江筑堤”的综合措施，在流域内构建水库、河渠、低洼地带调蓄洪水，河道岸线整治，开挖卡口，畅泄洪水，建设堤防拦截洪水，扩宽河渠分泄洪水等多位一体的洪水控制体系。其中：

上蓄：充分利用上游的 7 宗中型水库蓄滞洪峰，同时发挥流域内低洼农田、水塘调蓄作用，减轻干支流防洪压力；

中截：增强南山截流作用，研究把秋风水库下泄洪水全部截走，减少涝区及干流的压力；

下疏：结合环保清淤，恢复行洪卡口段的原有河道，局部拓宽行洪卡口；沿江筑堤：达标加固未闭合堤防，形成整体防护圈。

2.2.1.3 规划基本情况新建蓄水工程

练江流域三面环山，特别是南部的大南山系有较好的建库条件，各主要支流上均已建成中型蓄水工程。规划在白马溪支流益岭水上新建宝月水库。

宝月水库周边地区离普宁市不到 10km，是普宁市未来发展的重点地区。但是益岭水沿岸除下游极个别地方有低矮堤防外，其余大部分地方都处于不设防状态。现状益岭水周边的新宁、园山、灰寨、高园仔、河田坝、西尾、乌石坎等村，地势低洼，各村靠近河道的农田，每当大雨，均遭水浸。 2006 年夏季，涝水淹没房屋有半米之深，洪水及涝水的威胁时刻存在，而人口及产值不断增加，提高防洪标准和防洪减灾能力的呼声和要求越来越高、越来越迫切。宝月水库建设以后，通过库堤结合，有利于提高水库下游的防洪标准。

宝月水库下游新宁、园山、灰寨、高园仔、河田坝、西尾、乌石坎等村以自

然灌溉为主，兴建宝月水库将增加 6000 亩的保灌面积。另外，水库建成后还可增加河流的枯水期流量，改善河流的水环境。根据地形及需求，规划建设宝月水库总库容为 987 万 m^3，设计标准为 50 年一遇，校核标准为 1000 年一遇，工程总投资约 3 亿元。

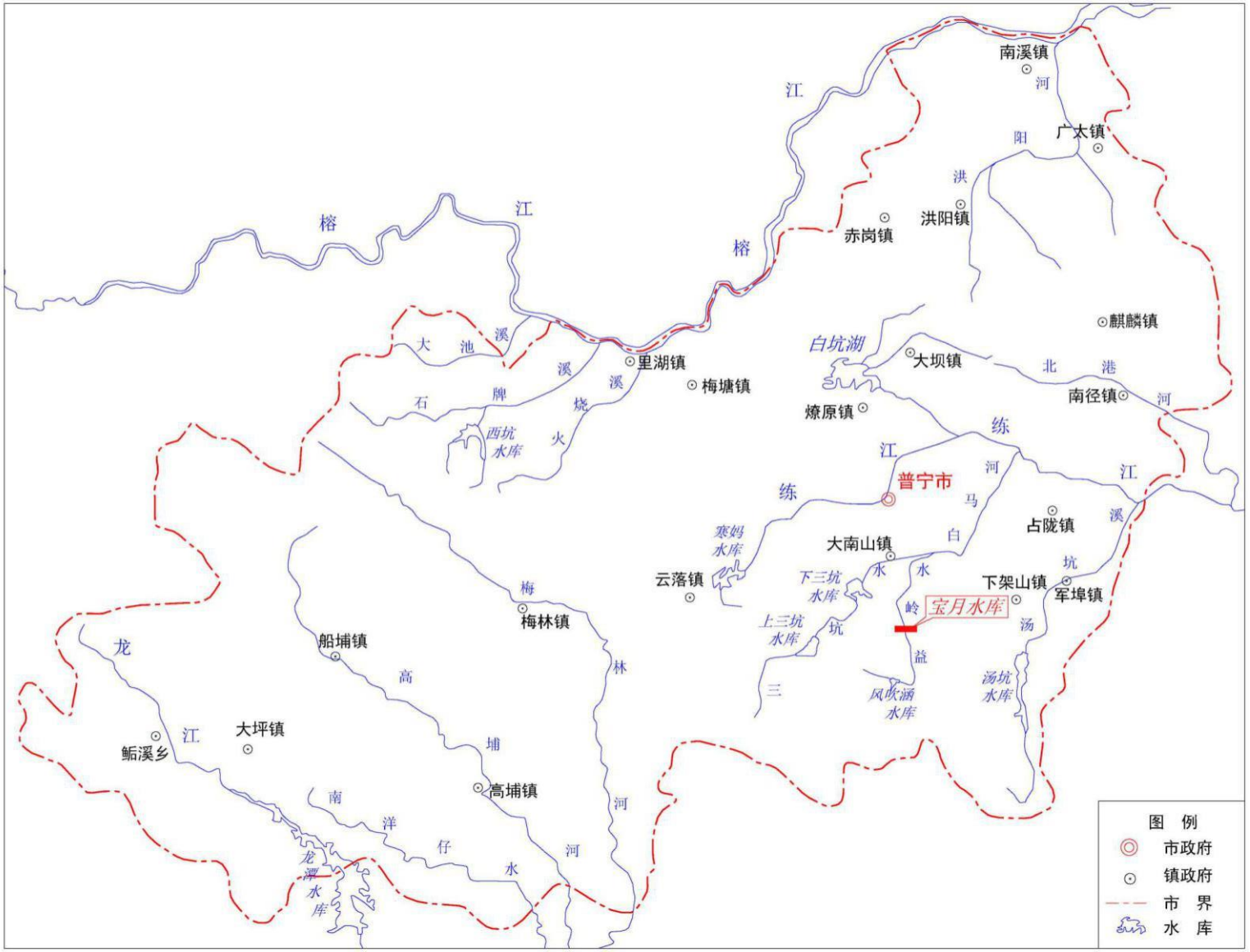


图 2.1-1　练江流域水系示意图

2.2.2 流域开发利用现状

2.2.2.1 堤防工程

练江流域现有江堤长 584km，海堤长 1.1km。2003 年起广东省进行防灾减灾建设，对潮阳城防堤、潮阳练江堤、潮南城防堤、普宁流沙联围进行达标加固建设，除个别堤段外已基本完成。但流域内大部分支流堤围堤身强度及高度均不足、堤基防渗差；堤身单薄，工程质量较差，安全隐患多，抗灾能力低，练江流域堤防情况见表 2.2-1。

表 2.2-1 练江流域各市区堤防现状情况

堤防名称	防洪标准	堤防长度（km）	堤顶高程（m）	捍卫人口（万人）	捍卫耕地（万亩）
潮阳区城防工程	50 年一遇	25.28	1.5～2	38.49	2.74
潮阳区练江堤防	50 年一遇	44.54	1.05～3	40.74	7.93
潮南区城防工程	50 年一遇	23.83		41.6	6.45
普宁流沙联围	50 年一遇	66.2		87.75	12.72

2.2.2.2 水闸

练江流域现有中型水闸 30 座，大多建于二十世纪五十年代～六十年代初的“大跃进”和七十年代的大搞农田基本建设时期，受材料、设备、技术和资金条件所限，因陋就简、就地取材，而且经数十年的运行，建筑物老化，出现裂缝、下沉、变形、消能工损坏等险象。当年设计标准低，水文资料系列短，已远不能适应现行防洪（潮）标准和水情，须加固或重建，练江流域主要水闸情况见表 2.2-2。

表 2.2-2 练江流域主要水闸现状情况

市区名	河流名称	序号	涵闸名称	集水面积（km^2）	闸底高程（m）	水闸规模			设计过闸流量（m^3/s）
						孔口尺寸（m）		有效排水断面（m^2）	
						净高	总净宽		
普宁	练江	1	鸡笼头	23	4.1	4.6	23.6	110	130
	白马溪	2	陂头	81.6	4	3.3	27	92	420
	练江	3	洋尾山	334.3	0.07	4	94	296	970
	西切流	4	西切流	17	2.8	2.8	23	53	200
	光南溪	5	果陇	17	4.7	4.5	24	90	108
	光南溪	6	光南	24	5.3	4.6	14	55	108
	流沙新河	7	湖六	25		4.3	17.4	75	130

	中河	8	中河	27.5	3.5	4.5	10.2	36	120
	陈店截流	9	树新	27		2.5	14	40	120
	汤坑溪	10	党陂	28.5		2.5	19	40	150
	汤坑溪	11	五斗陂	8.2		3	15	36	150
	练江支流	12	青洋山	2.9		4	38	152	112
	练江	13	普宁练江水闸	334.3	0.15		82		
潮阳	练江支流	14	半港水闸		-3.56	4	17	68	120
	练江支流	15	施厝水闸				7.6		130
	练江	16	潮阳练江水闸	867.7	-3.84	5	112	560	1080
潮南	练江	17	海门湾桥闸	1245	-5.2～-3.2	8.5	284	1625	3200
	北港河	18	北港港口闸		-3.41	5	40.8	204	240
	棉城运河	19	前溪水闸	24.5	-3	3.5	16	56	113
	棉城运河	20	后溪水闸	24.5	-3.3	4.8	16	76.8	113
	锣鼓陂水	21	锣鼓陂水闸	78	123.87	3.2	27.6	88.32	519.8
	陇田水	22	伯公头水闸		-2.96	3.5	19.5	68	110
	新坛水	23	新坛水闸	19.69	-4.6	5.98	14.65	87.6	173
	峡山河	24	练南水闸		-2.56	4.5	21.6	97.2	165
	金溪水	25	金溪水尾闸	27.2		3	17.5	50	100
	南山截流	26	南山节制闸	142.8	1.84	5.5	36	180	777
	南山截流	27	仙新节制闸		11.74	3.5	20	70	305
	练江	28	成田大寮		-1.76	4.5	12.8	51	100
	秋风水	29	崎沟水闸				25.2		172
	练江支流	30	港后拦河闸		-1.86	5.2	16	83.2	177

2.2.2.3 泵站

练江流域现有中型泵站 8 座，小型电排 93 宗，原有的排涝设施主要为农田排水服务。改革开放以来，城区、市镇周围大片农田被征用开发，农田面积逐年减少，原有排涝设施已不能满足现状需求，练江流域中型以上电排站见表 2.2-3。

表 2.2-3 练江流域中型以上电排站一览表

市区	序号	站名	站址	装机容量及台数（kw/台）	排涝面积（万亩）	排涝流量（m^3/s）
潮阳	1	贵屿电排南站	贵屿仙马	1750/7	2.2	33
潮阳	2	贵屿电排北站	贵屿马望	1000/4	1.18	20.5
潮阳	3	铜盂电排南站	铜盂东下闸边	1085/7	1.2	21.35
潮阳	4	铜盂电排北站	铜盂方港闸边	1240/8	1.4	27.2
潮南	5	陈店电排站	陈店港后	2015/13	1.83	45.3
潮南	6	司马浦电排东站	司马浦清林八度	930/6	1.02	19.5
潮南	7	司马浦电排西站	司马浦后作溪	1240/8	1.3	26.5
潮南	8	峡山电排站	峡山练南闸边	1800/5	2.8	48.5
合计				11060/58	13	242

2.2.2.4 水库

练江流域共有中型水库 11 座，主要分布在普宁市和潮南区。其中上三坑和下下三坑、白沙溪和汤坑、红场和秋风、龙溪一级和龙溪二级为上下库的关系，练江流域中型以上水库见表 2.2-4。

表 2.2-4 练江流域中型以上水库一览表

市区	序号	水库名称	集雨面积（km^2）	特征水位(m)			总库容（万 m^3）
				正常高	设计	校核	
普宁	1	上三坑	24.8	179.5	180.07	180.89	2470
普宁	2	下三坑	13.2	59.56	60.83	61.59	1765
普宁	3	白沙溪	6.7	382	383.2	383.9	1145
普宁	4	汤坑	34.9	58.26	59.36	61.04	3339
潮南	5	红场	35	243.79	246.25	248.43	3072
潮南	6	秋风	44.95	37.7	39.29	40.58	6384
潮南	7	红口崠	10.3	44	45.01	45.63	1089
潮南	8	龙溪一级	36	184.6	185.75	187.39	1525
潮南	9	龙溪二级	6.9	75	75.79	76.04	3056
潮南	10	小龙溪	8.5	67	67.49	68.01	1107
潮南	11	上金溪	20.34	84.943	87.343	89.743	1892
合计			242				26020

2.2.2.5 水力资源开发

练江流域面积 1353km^2，河长 72km，水能理论蕴藏量 3.75 万 kw，可开发水能资源 1.59 万 kw。已开发装机容量 1.54 万 kw，其中 500kw 以上的水电站 11 座，装机容量 1.25 万 kw。近期规划新建装机 500kw 以上的水电站 1 座，装机容量 0.1 万 kw。规划实现后，练江流域装机容量 1.55 万 kw，其中 500kw 以上的水电站 12 座，装机容量 1.26 万 kw。

2.2.3 流域规划环评

《练江流域综合整治规划(水利部分)》中设置了“环境影响评价”篇章，对规划实施对流域环境影响进行了分析，并提出了环境保护对策措施等。该篇章中综合评价结论如下：

（1）保障练江流域经济发展、社会安定与环境良好

规划建立了一套行之有效的人水和谐防洪除涝减灾体系，以达到常遇洪水不受灾，大洪水灾害损失程度降低，确保生活有序生产正常环境良好，保障水资源可持续利用，促进经济社会可持续发展。

（2）生态环境得到不同程度的改善

河道清淤疏浚工程、清障规划将有利于部分河段水质的改善；岸坡整治工程通过构建良好的生态系统增强河道自我修复能力和实现水环境良性循环；恢复原天然河道将增加水流的蓄滞空间，减缓流速，有利于河道中水生生物的生长与恢复，维持河流健康生命及生物多样性。

新建水库通过调节径流，提高了枯水期河道的稀释净化能力，改善了水质，更为水生生物生存与发展提供了更广阔的空间。

（3）本次规划产生的一些不利影响

本次规划方案的实施难免会对环境产生一些不利影响，施工建设可能会对部分水生生物生境及其本身产生影响、产生噪音污染等，工程建设局部改变河流的水文情势，但这些不利影响可通过各种环境保护措施予以规避与减缓。

总体来看，有利影响是长期、持续的，不利影响是短暂且可控，规划方案合理、可行。

根据工程初设设计报告，水库兴建后，设置了生态流量下泄措施，生态流量取多年平均流量的 20%（0.116m^3/s），对下游河道枯水期特枯月份的生态流量有很好的补充，一定程度上改善了下游流域水环境，符合《练江流域综合整治规划(水利部分)》中“环境影响评价”篇章中提出的要求。

2.3工程建设必要性

2.3.1 练江流域综合整治的重要组成部分

练江是粤东地区重要的独流入海河流之一，洪涝灾害易发多发。练江流域防洪工程由上游水库、截洪渠和干支流堤防组成，防洪总体布局可以概括为“上蓄、中截、下疏，沿江筑堤”。“上蓄”是练江流域防洪的重要一环，根据《练江流域综合整治规划(水利部分)》，明确提出规划在白马溪支流益岭水上新建宝月水库，提高下游防洪标准，并同时有灌溉和改善河流水环境的功能，水库任务为防洪、灌溉、改善水环境。

通过新建宝月水库工程，虽未设防洪库容，但水库自身的滞洪削峰能力还是一定程度降低了天然洪水洪峰流量，进而提高了下游防洪能力，可将 20 年一遇洪峰流量从 458m^3/s 降低到 396m^3/s，可将 30 年和 50 年一遇洪峰流量分别从 485m^3/s、517m^3/s 降低至 407m^3/s 和 426m^3/s，削峰率分别达到 13.5%、16.1%和 17.6%，对

提高下游防洪能力发挥了重要的作用。此外，水库兴建后，通过设置生态流量下泄措施，经过与51年长系列来水量对比，宝月水库下泄的生态流量超过天然来水量的时间有105个月，其中104个月为枯水期，平均每年2个月，对下游河道枯水期特枯月份的生态流量有很好的补充，一定程度上改善了下游流域水环境。

因此，本工程建设符合练江流域综合整治规划，是练江流域综合整治的重要组成部分。

2.3.2 缓解区域水资源供需矛盾的重要举措

普宁市中心城区包括流沙东、流沙西、流沙南、流沙北、池尾、大南山、燎原等七个街道，供水主要依靠莲花山水厂和平头岭水厂联网供水，莲花山水厂现供水规模为20万m^3/d，平头岭水厂现供水规模为5万m^3/d、规划供水规模为10万m^3/d。莲花山水厂以榕江作为主要水源，从榕江乌石拦河闸引水，以三坑水库作为备用水源，枯水年份从三坑水库补水；平头岭水厂以三坑水库作为供水水源。

平头岭水厂始建于1981年，取水水源为三坑水库，现状供水规模为5.0万m^3/d；莲花山水厂始建于1998年，于2000年投产运行，一期工程供水规模为10万m^3/d、二期工程供水规模为10万m^3/d，二期工程于2010年3月启动建设、于2011年8月开始试运行，现状供水规模为20万m^3/d。莲花山水厂主要水源为榕江南河，从乌石拦河闸取水。

普宁市区位于练江流域，地区人口密集，水资源缺乏，由于资源性及水质性缺水，导致当地可用水资源量严重不足。根据需水预测成果及现状水源可供水量分析，至2030年和2050年，现状水厂水源可供水量缺口缺口分别为2161万m^3、2858万m^3。

2020年~2022年，粤东地区遭遇了1961年以来最重的秋冬春连旱，对人民生产生活造成了重大的影响，潮阳、潮南、普宁等地区工程型缺水和资源型缺水问题凸显。在省委省政府对解决粤东地区缺水问题的工作部署下，《韩江榕江练江水系连通后续优化工程可行性研究报告》中，谋划通过建设韩江榕江练江水系连通后续优化工程，在已基本建成的韩江鹿湖隧洞引水工程和榕江关埠引水工程基础上，将韩江水输送至潮阳、潮南、普宁等地区，通过流域外引调水的方式提升潮阳、潮南和普宁的供水能力。由此可见，普宁本地水源已无法满足区域社会经济发展的需要，需要从韩江流域引水补充，而本工程的建设可把三坑水库的优质水

源置换用于生产及生活用水，是充分发掘及合理利用本地优质水源，缓解区域水资源供需矛盾的重要举措。

2.3.3 提高普宁市水资源配置能力、优化水资源配置格局的重要途径

根据揭阳市生态环境局发布的揭阳市所属各县2020年集中式生活饮用水水源水质状况报告(摘自揭阳市生态环境局官方网站)，三坑水库水质可达到I类标准。根据2022年对宝月水库坝址水质检测结果，益岭水现状水质为III类。

三坑水库目前工程任务为以防洪为主，结合供水和灌溉，兼顾发电。从三坑水的工程任务来看，三坑水库灌区设计灌溉面积为2.4733万亩，其中直灌区1.9702万亩、补灌区0.5031万亩。灌区改造工程完成后，多年平均灌溉用水量约为1476万m^3(取灌区P=50%灌溉用水量)。

从水质角度看，宝月水库水质仅能达到城市供水最低水质标准III类(2022表水质检测结果)，而三坑水库水质可达到I类标准(摘自2020年度揭阳市环境质量报告书)，三坑水库水质用水城市供水更符合优水优用的目标；从投资角度看，三坑水库目前已经建有供水设施，从三坑水库供水可避免供水设施重复建设，节约投资，也更方便管理。从以上两个方面看，将宝月水库用于灌溉三坑水库灌区除南山干渠和东干渠以外的耕地，三坑水库剩余水量用于供水，既提高了普宁市区的供水能力，保障了灌区的用水需求，也实现了优水优用，优化了地区的水资源配置格局。

2.3.4 改善水环境、打造大南山城市公园提升城市竞争力和品位的需要

宝月水库所在区域规划为水利工程建设用地，结合宝月水库工程，打造水库和周边地带结合的大南山城市公园，使其在维持城市生态平衡中起着举足轻重的作用。项目实施后，在提高了下游防洪能力的同时，增加了河流的枯水期流量，改善了河流的水环境。此外，宝月水库建设以后可为当地旅游业开辟新的景点和新项目，进一步促进旅游业的发展，还可美化城市景观，改善城市水环境，调节市区气候，提高人文居住环境，从而提高城市品味和综合竞争力，为社会经济可持续发展创造条件。

2.4工程简况

项目名称：普宁市宝月水库工程

地理位置：宝月水库拟建坝址位于普宁市南面大南山镇河田坝村，在练江支流白马河上游的益岭水河谷中，工程所在经纬度为东经 116°9′59″-116°12′12″，北纬 23°12′32″-23°16′20″。

建设单位：普宁市水利工程管理服务中心

项目性质：新建建设类项目

工程任务：以灌溉为主，兼顾发电及改善水环境。水库灌溉面积 1.19 万亩；水库电站装机容量为 480kW，多年平均发电量 155 万 kWh；宝月水库及库尾水陂的建设可以提高大南山城市公园的品味，改善区域水环境。

建设内容：建设内容包括主要建筑物大坝、溢洪道、引水(放空)兼导流隧洞、风吹涵水库溢洪道，次要建筑物包括电站、水陂、灌区引水管等。

工程等级及标准：宝月水库总库容 595 万 m^3，设计灌溉面积 1.19 万亩，多年平均灌溉水量为 388.2 万 m^3。按照《防洪标准》(GB50201-2014)、《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)的有关规定：本工程等别为 IV 等，工程规模为小(1)型；主要建筑物如大坝、溢洪道、引水(放空)兼导流隧洞、进水塔、风吹涵水库溢洪道级别为 4 级建筑物，次要建筑物如水电站、水陂、灌区引水管等为 5 级建筑物。

洪水设计标准：主要建筑物均质土坝、溢洪道、引水(放空)兼导流隧洞(含进水塔)、沥青心墙堆石坝、风吹涵水库溢洪道的洪水标准均按 50 年一遇洪水设计、1000 年一遇洪水校核；次要建筑物水电站按 20 年一遇洪水设计、50 年一遇洪水校核；次要建筑物水陂、灌区引水管按 10 年一遇洪水设计、20 年一遇洪水校核。

施工工期：工程总工期为 36 个月，其中施工准备期 15 个月（第 1 年 7 月～第 2 年 9 月），主体施工期 28 个月（第 2 年 1 月～第 4 年 4 月），工程完建期 2 个月（第四年 5 月～6 月底），施工总进度表见图。高峰期施工人数约 880 人，平均人数 620 人。

总投资：工程概算总投资 35218.39 万元。

表 2.1-1 普宁市宝月水库工程项目组成表

项　　目			单 位	数　量
主体工程	水文特征	坝址以上集雨面积	km2	13.1(风吹涵水库～宝月水库区间)

项　　目				单 位	数　量
		多年平均降雨量		mm	2064
		多年平均径流量		万 m3	1830.3
		多年平均气温		度	21.5℃
		设计洪水流量(P=2%)		m^3/s	62.4
		校核洪水流量(P=0.1%)		m^3/s	93.7
	水库特征	校核洪水位 P=0.1%		m	84.004
		设计洪水位 P=2%		m	82.354
		正常蓄水位		m	81.744
		死 水 位		m	51.744
		正常蓄水位对应的库容		万 m3	535
		总 库 容		万 m3	595
		其 中	兴利库容	万 m3	488.2
			死 库 容	万 m3	92
	大坝	坝　型			均质土坝
		最 大 坝 高		m	53.5
		防浪墙顶高程		m	85.3
		坝 顶 高 程		m	84.2
		坝 顶 长 度		m	235
		坝顶宽度/最大坝底宽度		m	7/228
		基础最低建基面高程		m	30.7
		建基面岩性			全风化花岗岩
	溢洪道	型　式			宽顶堰
		控制段闸门数			2
		闸孔宽度(单孔)		m	6
		工作闸门			平板闸门
		堰顶高程		m	74.744
		下游设计水位		m	35.14
		下游校核水位		m	34.47
		设计洪水位相应泄量		m^3/s	426
		校核洪水位相应泄量		m^3/s	552
	引水发电隧洞(兼施工 导流洞)	隧洞直径		m	3
		长度		m	337
		引水进口底高程		m	48
		放空进口底高程		m	41
		出口高程		m	33
	水电站	多年平均发电量		KW ｈ	155
		1#机组	水轮机型号		HLA339-WJ-42
			发电机型号		SFW160-6/650

项目				单位	数量
			装机功率	kW	160
		2#机组	水轮机型号		HL180-WJ-45
			发电机型号		SFW 320-6/740
			装机功率	kW	320
		发电机层高程		m	31
		主厂房的平面尺寸		m	22.0×10.0
	灌区引水管	灌溉面积		万亩	1.19
		年灌溉供水量		万 m^3	388.2
		管　径		mm	D800
		管　材			球墨铸铁管
		管线总长度		m	4305.6
	水陂	最大陂高		m	12/6/6/7
		陂顶高程		m	144.00/122.00/102.00/170.00
		堰顶高程		m	143.00/121.00/101.00/169.00
		陂顶长度		m	42.21/37.90/13.34/44.11
		建基面最低高程		m	132.00/116.00/96.00/163.00
	风吹涵溢洪道改造	型　式			宽顶堰
		控制段闸门数			2
		闸孔宽度(单孔)		m	4
		工作闸门			平板闸门
		堰顶高程		m	254.16
		下游设计水位		m	222.57
		下游校核水位		m	222.75
		设计洪水位相应泄量		m^3/s	153
		校核洪水位相应泄量		m^3/s	207
辅助工程	施工营地	大坝枢纽施工工区		hm^2	2.07
		水陂施工工区			
		风吹涵水库溢洪道改造施工工区			
公用工程	办公、生活区用房	宝月水库管理处		m^2	320
		电站管理房		m^2	80
经济指标		工程总投资		万元	35218.39
		国民经济内部收益率			9.72%
		经济净现值		万元	20760.89
		经济效益费用比			1.6

2.5工程总体布置及主要建筑物

2.5.1 工程等级和标准

宝月水库总库容595万m^3，设计灌溉面积1.19万亩，多年平均灌溉水量为388.2万m^3。按照《防洪标准》(GB50201-2014)、《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)的有关规定：本工程等别为IV等，工程规模为小(1)型；主要建筑物如大坝、溢洪道、引水(放空)兼导流隧洞、进水塔、风吹涵水库溢洪道级别为4级建筑物，次要建筑物如水电站、水陂、灌区引水管等为5级建筑物。

2.5.2 工程总布置

本工程的工程任务是以灌溉为主，兼顾发电及改善水环境。工程主要建筑物包括大坝、溢洪道、引水(放空)兼导流隧洞、进水塔、风吹涵水库溢洪道，次要建筑物包括水电站、水陂、灌区引水管等。

水库大坝采用均质土坝，坝址位于河田坝水电站上游有两条支流汇集垭口处。均质土坝坝顶高程84.20m，防浪墙顶高程85.30m，坝基最低为30.70m，最大坝高为53.50m。坝顶宽度6m(含防浪墙)，坝顶长度235m。上坝公路利用G238国道。

溢洪道型式为开敞式，布置于大坝右岸，由进水渠、控制段、泄槽段、消能设施段和出水渠组成，全长共560m。

引水(放空)兼导流隧洞布置在大坝左岸，为塔式引水，施工期作为导流隧洞，运行期可作为引水、放空隧洞。隧洞直径 3m，隧洞总长 337m。进水塔布置两孔闸孔，引水闸孔孔底高程48.00m，放空闸孔底高程41.00m。隧洞出口接D2000的压力钢管，钢管末端设锥形阀，锥形阀直径为DN2000。锥形阀前设直径0.2m生态流量钢岔管。

水电站为有压引水式电站，发电主厂房布置在引水发电隧洞出口的平地上，与引水发电隧洞出口阀室紧邻布置，距离坝脚约200m。水电站由引水压力钢管、主厂房、副厂房、尾水检修闸和尾水箱涵组成，电站总装机容量 480kW，共设两台机组，安装高程均为31.80m。副厂房紧邻主厂房西侧布置。

1#～3#水陂布置于上游益岭水上，1#水陂在原水陂位置加固，2#水陂布置于1#水陂下游355m，3#水陂布置于2#水陂下游210m；4#水陂布置于右支流上。水陂高度为6m～12m，溢流堰采用开敞式实用堰，消能方式为底流消能。

风吹涵水库溢洪道型式为开敞式岸边溢洪道，位于风吹涵水库大坝左岸，原

址重建，溢洪道轴线向岸边偏移约 1.7m。由进水渠、控制段、泄槽段、消能防冲段和出水渠组成，全长共 171m。

灌区引水管设计引水流量为 0.52m^3/s，加大流量为 0.67m^3/s，通过宝月水库电站尾水渠引水，通过埋管的形式沿着益岭村、G238 国道到达枧头寮村交水点(渠道设计水位 18.85m)，埋管长 4305.6m(平面距离)，涵管首端设置在河田坝漫水桥上游右岸(正常蓄水位 31.50m)，水头差为 12.65m。

宝月水库新建管理房建筑面积为 400m^2 ，另新建一个 90m^2 的配电房。水库管理处和配电房拟建于大坝右坝肩，电站管理房拟建于大坝下游电站主厂房旁。

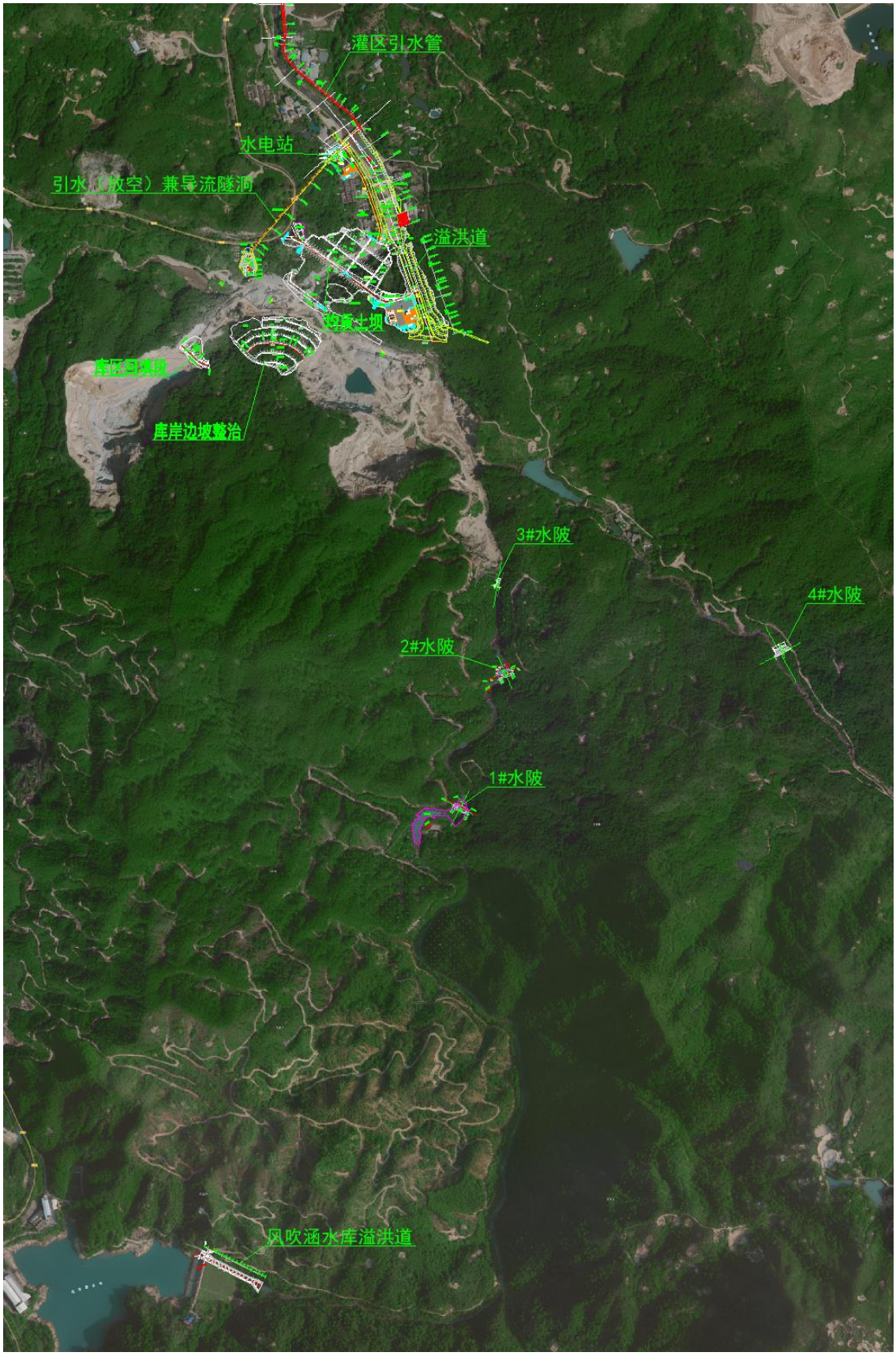


图 2.2-1 工程总布置示意图

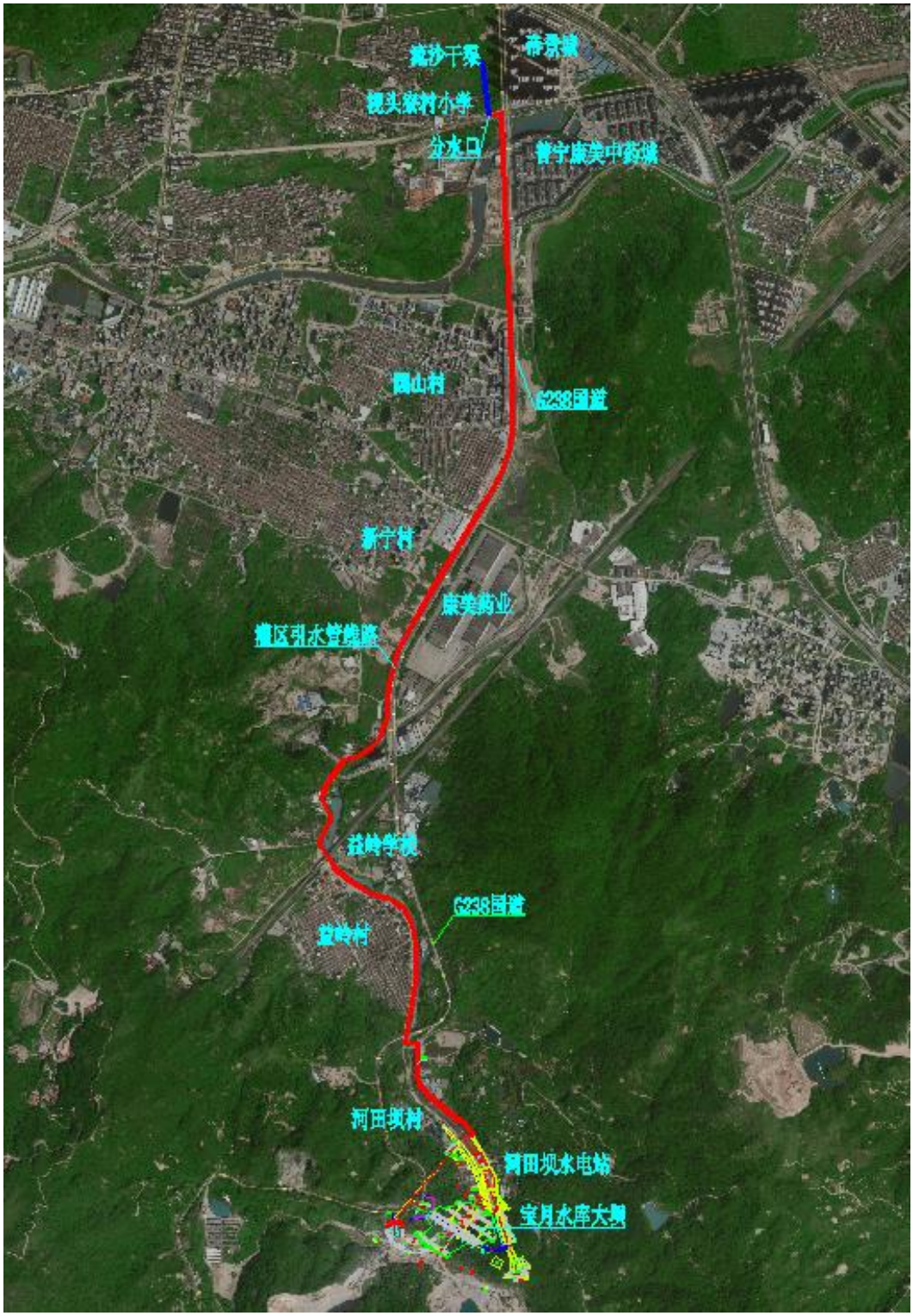


图 2.5-2　灌区引水管线路布置示意图

工程现场图片见图 2.2-1。

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">拟建坝址处</td></tr>
<tr><td> </td><td>
</td></tr>
<tr><td>库区</td><td>拟建水电站处</td></tr>
</table>

河田坝漫水桥闸	取水塔和引水(放空)兼导流隧洞拟建位置
总干渠现状	灌区引水渠交水至总干渠的位置

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>1#水陂现状</td><td>4#水陂拟建处</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>风吹涵水库</td><td>风吹涵水库溢洪道</td></tr>
</table>

图 2.2-1 工程现场图

2.5.3 工程主要建筑物

2.5.3.1 均质土坝布置

均质土坝坝顶高程 84.20m，防浪墙顶高程 85.30m，坝基最低为 30.70m，最大坝高为 53.50m。坝顶宽度 6m(含防浪墙)，坝顶长度 235m。上游坝脚与围堰(按永久建筑物设计)结合，围堰顶高程 50.00m，顶宽 2m，围堰以上采用粘土砌筑坡比 1:2.75，护坡形式采用干砌石护坡。围堰上游填筑开挖石料护脚，坡比为 1:3。下游坝坡分别在高程 70m、55m 各设置一个马道平台宽 2.5m，马道内侧设排水沟，坡比均为 1:2.5，采用草皮护坡。下游坝坡坡脚设排水棱体，排水棱体顶高程为 55m，顶宽 2.5m，外坡为 1:1.5，内坡为 1:1，并于排水棱体顶部及底部各设置排水沟。

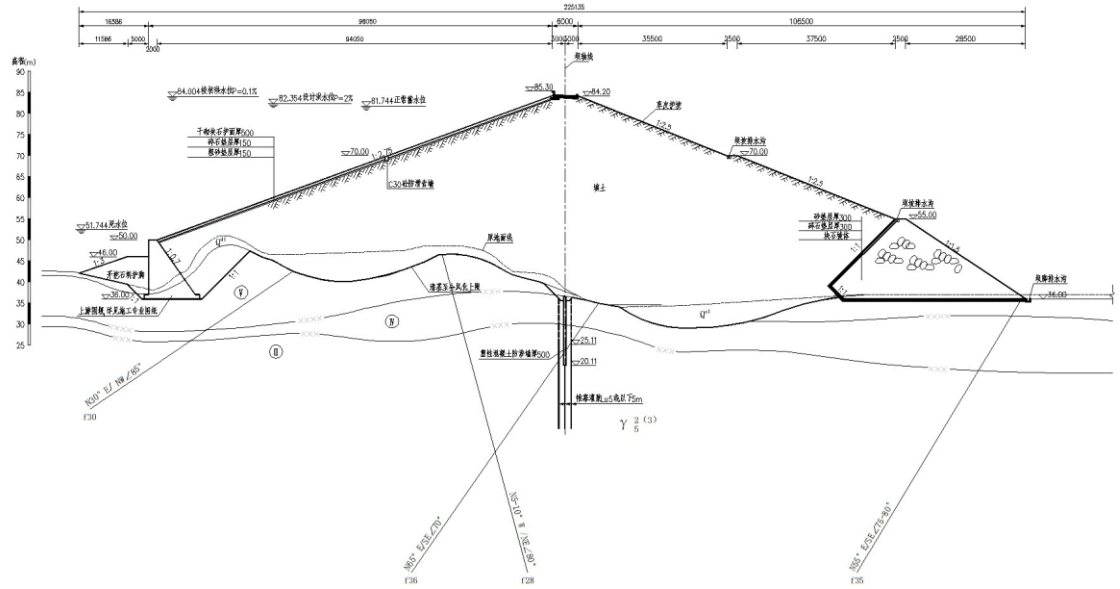


图 2.5-1　大坝标准断面图

2.5.3.2 溢洪道

溢洪道型式为开敞式，布置于大坝右岸，由进水渠、控制段、泄槽段、消能防冲设施和出水渠组成，全长共 560m。

进水渠段桩号溢 0+000.000～溢 0+116.500，全长 116.5m，由 50m 进口段、20m 过渡段及 46.5m 长直段组成。进水渠底板高程为 74.744m，渠底设有 C30 砼护底厚 0.5m。进口段左右岸坡采用 C30 砼护坡至 85.30m，右岸 85.30m 以上开挖边坡采用锚杆+C30 砼框格梁护坡。过渡段左右岸为扭面结构与上下游连接，墙顶高程均为 85.30m。直段上游衔接扭面，下游与闸室相接，净宽 14m，底板高程为 74.744m，墙顶高程 85.30m。

控制段桩号溢 0+116.500～溢 0+131.500，长 15m，整体式结构，过水净宽 12m，

分为两孔，每孔净宽 6m。堰型为宽顶堰，堰顶高程为 74.744m，采用平板闸门进行控制。墩顶设置启闭机室和工作交通桥宽 8m。为减少温度应力对砼结构的影响，施工时降低水化热温升，选择合适的混凝土施工期，并采取温控措施，加强混凝土养护和表层保护，并配置适量的温度钢筋等措施。

泄槽桩号溢 0+131.500～溢 0+239.500，全长 108m，均为等宽 14m 布置，泄槽段底坡为 1:2.75，两侧采用衡重式混凝土挡墙护岸，挡墙高程为 85.30m～38.97m，挡墙以上开挖边坡采用锚杆+C30 砼框格梁护坡，泄槽底板砼采用 C30 钢筋砼，厚度 0.8m，底板下设置排水系统，排水系统采用纵、横暗沟相结合，排水暗沟反滤层为砂、卵石型式，内设 DN100 加筋透水管。

消能防冲设施分为挑坎及冲刷坑。挑坎桩号溢 0+239.500～溢 0+252.500，长 13m。挑槛高程为 35.97m，挑射角为 25 度，挑射圆弧半径为 15m，冲坑深度 8.15m，末端以 1:4 坡与河床衔接，出口河床高程为 28.0m。冲刷坑桩号溢 0+252.500～溢 0+374.500，全长 112m，其中 C30 砼护坦段长 44m，渠底开挖至高程 26.00m。桩号溢 0+296.500～溢 0+330.200 右岸采用 φ1200 连排灌注桩锚拉式挡墙，两岸其他位置采用砼护坡，挡墙底部最大冲坑深度范围内采用 φ1000 连排灌注桩进行防护。

出水渠段桩号溢 0+374.500～溢 0+560.000，全长 185.5m，等宽 35m 布置，渠底高程 28.00m，两侧采用砼护坡护岸。为保证消能冲坑区的水垫深度，在桩号溢 0+422.000 设有一座 C30 砼滚水坝，坝高 2m，堰顶高程 30.00m。

溢洪道最大下泄能力：设计情况(P=2%，库水位 82.354m)为 426m^3/s；校核情况(P=0.1%，库水位 84.004m)为 552m^3/s；消能设计工况(P=20%，库水位 81.744m)为 355m^3/s。

2.5.3.3 引水(放空)兼导流隧洞

引水(放空)兼导流隧洞布置在大坝左岸，为塔式引水，施工期作为导流隧洞，运行期可作为引水、放空隧洞。隧洞直径根据施工期导流要求，采用 3m，隧洞总长 337m。引水(放空)兼导流隧洞由进口明渠段(长 20m)、进水塔(长 13m)、隧洞段(长 337m)、出口钢管段(长 16.5m)、出口阀室段(长 5.5m)、出口消能段(长 17m)和出水箱涵段(长 20.8m)组成；洞身段坡降 1.36%；进口段顶部椭圆曲线型喇叭口，洞口设拦污栅；隧洞进口钢筋混凝土进水塔外围尺寸 13m×8.8m，塔顶高程 85.30m，塔底建基面高程 36.00m，进水塔与左岸 G238 公路之间设一宽 3m 人行桥连接，桥长 47.16m。

为满足引水、发电与放空要求，隧洞进口设进水塔，进水塔布置两孔闸孔，引水闸孔口尺寸为 1.6×2.0(宽×高，m)，放空闸孔口尺寸为 3.0×3.0(宽×高，m)，闸门启闭设备选用两台固定卷扬式启闭机，引水闸孔孔底高程 48.00m，放空闸孔底高程 41.00m。启闭机布置于启闭机房内，启闭机平台高程 93.50m，检修平台高程 85.30m。隧洞出口设一条直径 2m 的放空管，放空管分别引出一条直径 0.6m 和一条直径 0.4m 发电引水钢管，其中放空钢管末端设锥形阀室，用于水库冲沙放空，锥形阀直径为 DN1000。锥形阀前设直径 0.2m 钢岔管，用于水库下放日常生态流量，生态流量为 0.116m³/s，管内设生态补水阀，生态补水阀采用直径 0.2m 的多功能活塞式控制阀配伸缩节。补水阀后设一电磁流量计，以便流量监控。出口消能段包含消力池段 9m，台阶式消能 8m，消力池底高程 30.10m，池深 1m。消能后接出水箱涵，箱涵尺寸为 4×4m，底高程为 28.60m，出水箱涵与顺接下游河道，河床高程 28.00m。

2.5.3.4 水电站

水电站为有压引水式电站，水电站由引水压力钢管、主厂房、副厂房、尾水检修闸和尾水箱涵组成，电站总装机容量 480kW。

隧洞出口分出两条岔管接到水电站主厂房，其中 D400 压力钢管接到 1#机组，长 9m，进水管中心线高程为 30.40m，D600 压力钢管接到 2#机组，长 12m，进水管中心线高程为 30.102m。压力钢管壁厚 10mm，钢材为 Q355，钢管基础为 C30 砼基座厚 0.2m。

发电主厂房布置在引水发电隧洞出口的平地上，与引水发电隧洞出口阀室紧邻布置，距离坝脚约 200m。主厂房分为安装间层、水轮发电机层和流道层，主厂房平面尺寸为 22m×10m(安装间长度 6m)，安装间层高程 36.20m，水轮发电机层高程 31.00m，流道层高程 27.75m～28.75m。

副厂房紧邻主厂房西侧布置，副厂房平面尺寸为 22m×5.5m，副厂房共设一层，楼板高程 36.20m，层高 4m，副厂房内布置有高压柜室、变压器室、低压柜室、中控室及休息室。

尾水检修闸后接尾水箱涵，尾水箱涵接至放空隧洞出口阀室的出水箱涵内，最后流入下游河道。尾水 C30 砼箱涵内部尺寸为 2.4m×2.0m，箱涵壁厚 0.5m。

2.5.3.5 水陂

1#水陂位于左支流上，因现状水陂存在漏水现象，本次将对原水陂进行陂身

加固和上游河道清淤处理。现状 1#水陂采用埋石混凝土重力坝型式，中间陂顶高程 142.50m，两岸墙顶高程 143.50m，陂顶宽度 1.3m。现对水陂表面贴 0.5m 厚的钢筋砼，对其进行加固。加固后，陂顶溢流段顶部高程为 143.00m，长 30.514m；两岸挡水段顶部高程为 144.00m，共长 11.70m。上游河道清淤至 104.00m 左右。为避免小流量泄流冲刷，下游坝脚设混凝土铺盖长 8m。右岸挡水段坝内预埋 DN400 防水管，以满足下游生态流量，并在水陂下游设控制阀。

2#水陂位于左支流上，位于 1#水陂下游 355m。2#水陂陂顶矮墙高程 122.00m，陂基最低高程 116m，陂基为强风化和全风化花岗岩，最大陂高 6m。陂顶长度 37.90m。溢流堰为开敞式堰面，堰顶下游堰面采用 WES 幂曲线，堰顶上游堰头曲线为椭圆曲线，堰顶高程 121.00m，堰面曲线后接 1:1.5 斜坡段通过 R=5m 的反弧段与下游消力池连接。水陂采用底流消能，下游消力池长 8m，池底高程为 117.40m。

3#水陂位于左支流上，布置于 2#水陂下游 350m。3#水陂陂顶高程 102.00m，陂基最低高程 96m，陂基为强风化花岗岩，最大陂高 6m。陂顶长度 13.34m。溢流堰为开敞式堰面，堰顶下游堰面采用 WES 幂曲线，堰顶上游堰头曲线为椭圆曲线，堰顶高程 101.00m，堰面曲线后接 1:1.5 斜坡段通过 R=5m 的反弧段与下游消力池连接。水陂采用底流消能，下游消力池长 12m，深 0.8m，消力池底高程为 96.20m。溢流堰内预埋 DN400 放水管，以满足下游生态流量，并在水陂下游设控制阀。

4#水陂位于右支流上。4#水陂陂顶高程 170.00m，陂基最低高程 163.00m，陂基为强风化花岗岩，最大陂高 7m。陂顶长度 44.11m。溢流堰为开敞式堰面，堰顶高程 169.00m，堰后接 1:1.5 斜坡段通过 R=5m 的反弧段与与下游消力池连接。水陂采用底流消能，下游消力池长 12m，深 0.8m，消力池底高程为 163.20m。溢流堰内预埋 DN400 放水管，以满足下游生态流量，并在水陂下游设控制阀。

2.5.3.6 风吹涵水库溢洪道

重建后溢洪道型式仍为开敞式岸边溢洪道，位于大坝左岸，原址重建，由于净宽增加 1m，由原 3 孔变为 2 孔，溢洪道轴线向岸边偏移约 1.7m。由进水渠、控制段、泄槽段、消能防冲段和出水渠组成，全长共 171m。

进水渠段桩号溢 0+000.000～0+010.000，长 10m。进水渠底板高程为 254.16m，左岸翼墙采用衡重式挡土墙的结构，墙顶高程为 262.4m，与地面同高；右岸导水墙采用重力式结构，与现状浆砌石导水墙之间用锚筋连接，缝填 C15 砼，墙顶高程 261.5m。实施时拆除现状浆砌石底板及左岸浆砌石翼墙，保留现状右岸浆砌石

导水墙，以避免对现状大坝造成影响。

控制段桩号溢 0+010.000～溢 0+025.000，长 15m，整体式结构，过水总净宽 8m，两孔布置，单孔净宽 4m，堰型为宽顶堰，堰顶高程为 254.16m；采用有闸控制，设平板钢闸门；墩顶设置工作交通桥，宽 6m；闸墩顶高程为 262.40m。实施时拆除现状浆砌石底板、浆砌石中墩、浆砌石左边墩、交通桥及上部启闭机室，保留浆砌石右边墩，以避免对现状大坝造成影响，新建右边墩与现状右边墩间采用 C15 砼填缝。

泄槽桩号溢 0+025.000～溢 0+144.000，长 119m，均为等宽 9.5m 布置，泄槽底坡维持现状，上游 25m 底坡为 1:2.5，下游 94m 底坡为 1:5，新建泄槽左岸边墙采用衡重式挡土墙的结构；右岸边墙采用重力式结构，与现状浆砌石右岸边墙之间用锚筋连接，缝填 C15 砼；泄槽底板下设置排水系统，排水系统采用纵、横暗沟相结合，排水暗沟反滤层为砂、卵石型式，内设 DN150 软式透水管。

挑流消能段桩号溢 0+144.000～溢 0+151.000，长 7m，重建后仍采用挑流消能，挑坎高程为 225.85m，挑射角为 20°，挑射圆弧半径为 12m。

出水渠桩号溢 0+151.000～溢 0+171.000，全长 20m，渠底高程 220.0m，两侧采用 C25 砼贴坡挡墙和重力式挡墙护岸，渠道底板砼采用 C30 砼。

2.5.3.7 灌区引水管工程

宝月水库灌区分为两部分，即三坑水库的总干渠灌区和白马溪仔干渠灌区。总干渠灌区灌溉方式是在河田坝电站拦河闸坝前设置引水口，通过引水管道将益岭水的水源引至总干渠流沙干渠分水口，先利用河田坝电站发电泄流量，不足部分由宝月水库补充；白马溪仔干渠灌区先利用白马溪和益岭水的区间径流，不足部分由宝月水库补充。白马溪仔干渠灌区灌溉方式与现状相同，不需要新增灌溉配套设施。

总干渠灌区需要新建引水管道，设计引水流量为 0.52m^3/s，加大流量为 0.67m^3/s，通过宝月水库电站尾水渠引水，通过埋管的形式沿着益岭村、G238 国道到达枧头寮村交水点(渠道设计水位 18.85m)，埋管长 4305.6m(平面距离)，涵管首端设置在河田坝漫水桥上游右岸(正常蓄水位 31.50m)，水头差为 12.65m。

2.5.3.8 边坡工程

本工程永久边坡主要分布于溢洪道右岸边坡、引水(放空)兼导流隧洞进出口段、左坝肩边坡。根据地质建议，建筑物各永久边坡按以下坡度开挖：坡残积土

层和全风化层 1:1.5，IV强风化层不小于 1:0.8，III弱风化层 1:0.75，在高程上每 10m 设一级 2.0m 宽马道，并采用 C30 砼框格梁护坡。若开挖坡度大于上述数值，护坡增加 Φ25 锚杆，锚杆单根长 5.5m，入岩深度 5m，间排距 2m；坡面设 Φ75 排水孔，孔深 2m，间排距 2m。为避免高边坡产生滑坡引起涌浪给大坝带来不利影响，对库区南库岸坝前段边坡进行处理，处理平面长 162m。水库南岸其余的边坡，与坝址有一定安全距离，初步判断其对水库各建筑物影响较低，考虑到投资控制，本工程不予处理。

2.5.3.9 生活管理区

普宁宝月水库工程拟设 1 个生活管理区，设在水库大坝右肩。生活管理区内有水库管理处和配电房等建筑，生产和生活办公用房按照满足工程正常生产和生活所需参考《水库工程管理设计规范》进行考虑，按综合指标 40m^2/人，本工程定编人员 10 人，因此，新建管理房建筑面积为 400m^2 (含水库管理处 320m^2、电站管理房 80m^2)。应辅助生产需求，另外考虑新建一个 90m^2 的配电房。

2.6施工组织设计

2.6.1 施工交通运输

2.6.1.1 对外交通运输

宝月水库工程位于普宁市南面大南山镇河田坝村，属于普宁市规划城区，揭普高速、普惠高速、国道 324 线，省道 236 线、238 线在市区交汇。市区距广州市 400km，距深圳市 300km，距汕头市 60km，交通十分便利。

大南山镇～宝月水库坝址为乡村公路(友谊路)，长约 1.7km，双车道，宽约 4.5m，部分水泥路面，部分为泥结石路面，需扩宽道路，扩宽道路路基宽 8m，路面宽 7m，混凝土路面。

2.6.1.2 场内交通运输

大坝工区尽量利用现有场内道路，为顺利到达场内各个施工部位，拟新建施工临时路约 2.29km，路面宽 5m，泥结石路面厚 300mm；跨现有河沟临时交通桥共 3 座，总跨度 21m。

工程拟扩修现有土路 6.12km，路面拓宽约 1m(占地)，路面总宽 4m，泥结石路面厚 300mm；4 个水陂拟新修下基坑路 0.3km，路面宽 5m，泥结石路面厚 300mm。

2.6.2 料场的选择与开采

2.6.2.1 砂料

本工程周边外购砂料场料源较丰富，供应量可满足工程用砂料的要求，施工过程可供选择外购点。

2.6.2.2 土料

根据工程初设报告，工程区周边的土料场调查情况如下：

II_1 土料场位于益岭水左岸 1#水陂附近，地面植被以桉树为主，有少量坟墓，岩性为花岗岩，有简易公路连接料场，距拟建坝址约 3.0km。

II_2 土料场位于益岭水左岸 4#水陂上游约 500m 处，地面植被以少量松树为主，有少量坟墓，岩性为花岗岩，有简易公路连接料场，距拟建坝址约 5.0km。

II_3 土料场位于益岭水厂附近，地面植被以松树为主，有较多坟墓，岩性为花岗岩，有简易公路连接料场，距拟建坝址约 3.0km。

2.6.2.3 石料

III_1 石料场位于普宁市拟建宝月水库主坝西南面对面山包上，岩性为燕山三期花岗岩，分面有较多坟墓，表面生长杂树，距拟建坝址直线距离约 0.3km。石料场岩性为花岗岩，石料质量能满足规范要求，石料储量能满足工程设计需要的勘察储量，无用层含量高，开采条件差，运输条件好，运输距离近。

III_2 石料场位于普宁市下架山镇上明村委会西面附近，岩性为燕山三期花岗岩，有简易公路从料场连通Ｇ238，距拟建坝址约 11.3km。石料场储量丰富，石料储量、供应量能满足工程设计需要的勘察储量；岩性为花岗岩，质量好。

2.6.2.4 料场选择

II_1、II_3 土料场土料质量好，运距近，均可选做本工程均质土坝填筑料场开采点，II_1 土料场蓄量较充足，优先选择II_1 为主开采料场，II_3 土料场为辅助料场；III1 石料场及III_2 外购石料场储量、供应量、物理力学常规质量指标可满足工程用石料的要求，质量好，施工过程尽量利用溢洪道开挖下段石料，不足部分可供选择外购。

2.6.3 土石方平衡及弃渣规划

2.6.3.1 土石方平衡

本工程开挖方 70.78 万 m^3，回填方 69.86 万 m^3，挖填方总量 140.64 万 m^3，经

土石方平衡，利用方 3.68 万 m^3，需借方 55.19 万 m^3，弃渣量约为 56.11 万 m^3。本项目土石方平衡详见 2.5-1。

表 2.5-1 土石方平衡表

项目名称		开挖	回填	利用	借方	调出	调入	弃渣
		(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)
主体工程	大坝工程	20.03	64.08	3.22	55.19	2.34	8.00	16.81
	溢洪道	29.85	0.30	8.95	0.00	8.65	0.00	20.90
	引水隧洞	2.66	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	2.46
	水电站	0.44	0.52	0.00	0.00	0.00	0.52	0.44
	1#~4#水陂	0.45	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.42
	风吹涵水库溢洪道	0.60	0.23	0.23	0.00	0.00	0.00	0.37
	灌区引水工程	1.43	0.82	0.82	0.00	0.00	0.00	0.61
	库岸整治工程	13.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.19
	建筑绿化工程	0.01	0.13	0.00	0.00	0.00	0.13	0.01
	其他附属工程	0.06	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06
	临时工程	1.93	3.51	1.22	0.00	0.00	2.29	0.71
	围堰拆除	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
	合计	70.78	69.86	14.67	55.19	10.99	10.99	56.11
表土	水库	2.46	0.00	2.46	0.00	2.46	0.00	0.00
	水陂	0.08	0.00	0.08	0.00	0.08	0.00	0.00
	引水工程	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	施工营地	0.62	0.72	0.62	0.00	0.00	0.10	0.00
	临时道路	0.70	0.70	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00
	临时堆土场	0.48	0.48	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
	取土场	1.68	2.94	1.68	0.00	0.00	1.26	0.00
	弃渣场	0.00	1.18	0.00	0.00	0.00	1.18	0.00
	合计	6.03	6.03	6.03	0.00	2.55	2.55	0.00

2.6.3.2 弃渣场规划

根据库区的地形条件，选定弃渣场位于坝址上游约 2km 现状废弃采石坑作为弃渣场，采石坑由于自身开采的需要目前地形呈上宽下窄长条形“盆”状凹坑，坑底最深高程约为 50m，周边高程约为 100～170m，入口处最低约为 82m 高程，弃渣拟填至坑口地面高程 82m 可满足本工程弃渣需求，平均堆高约 17m，占地面积为 3.37hm^2。

2.6.4 施工总布置

施工总布置图见图 2.6-1 和图 2.6-2。

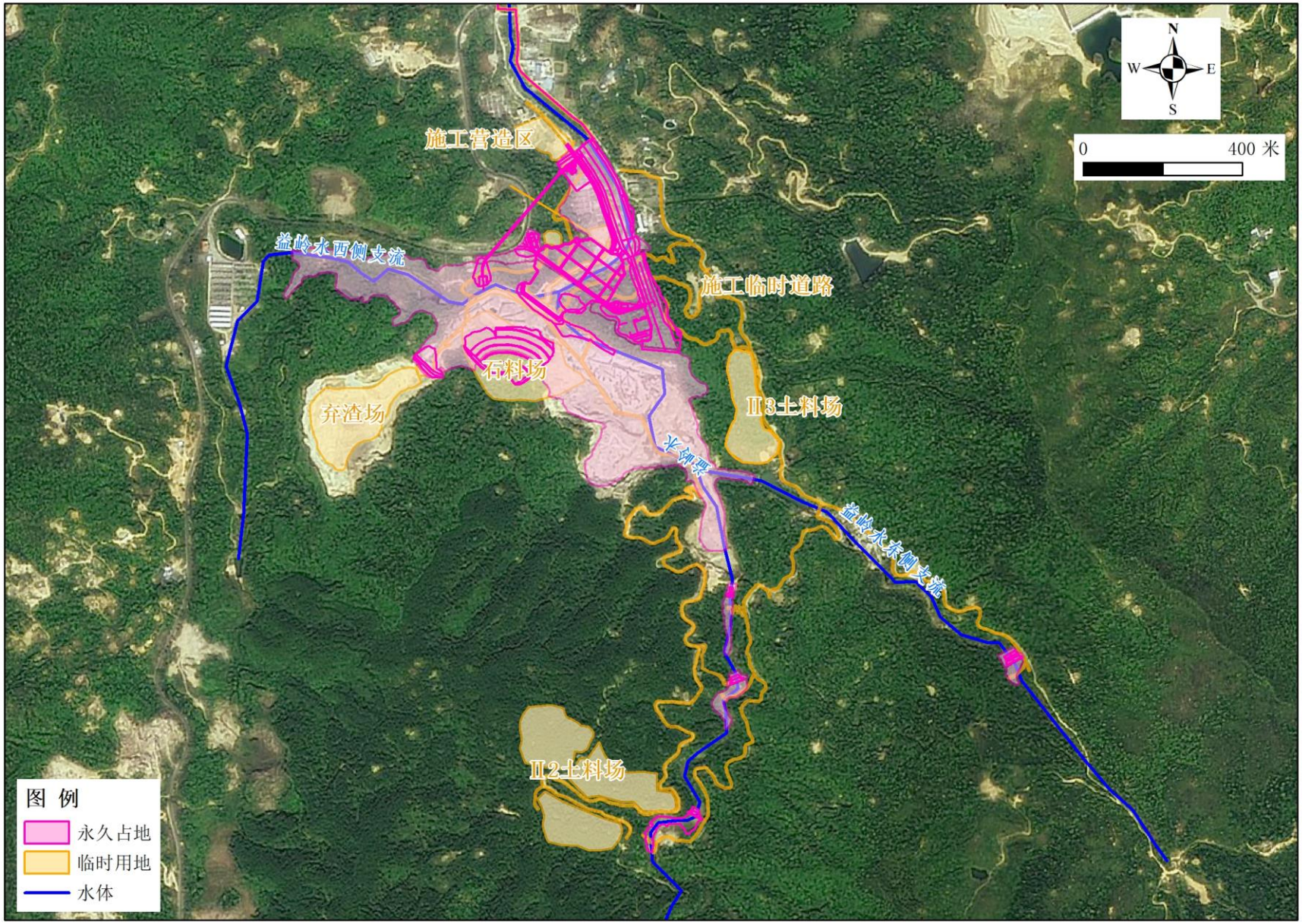


图 2.6-1　施工总布置图（1）

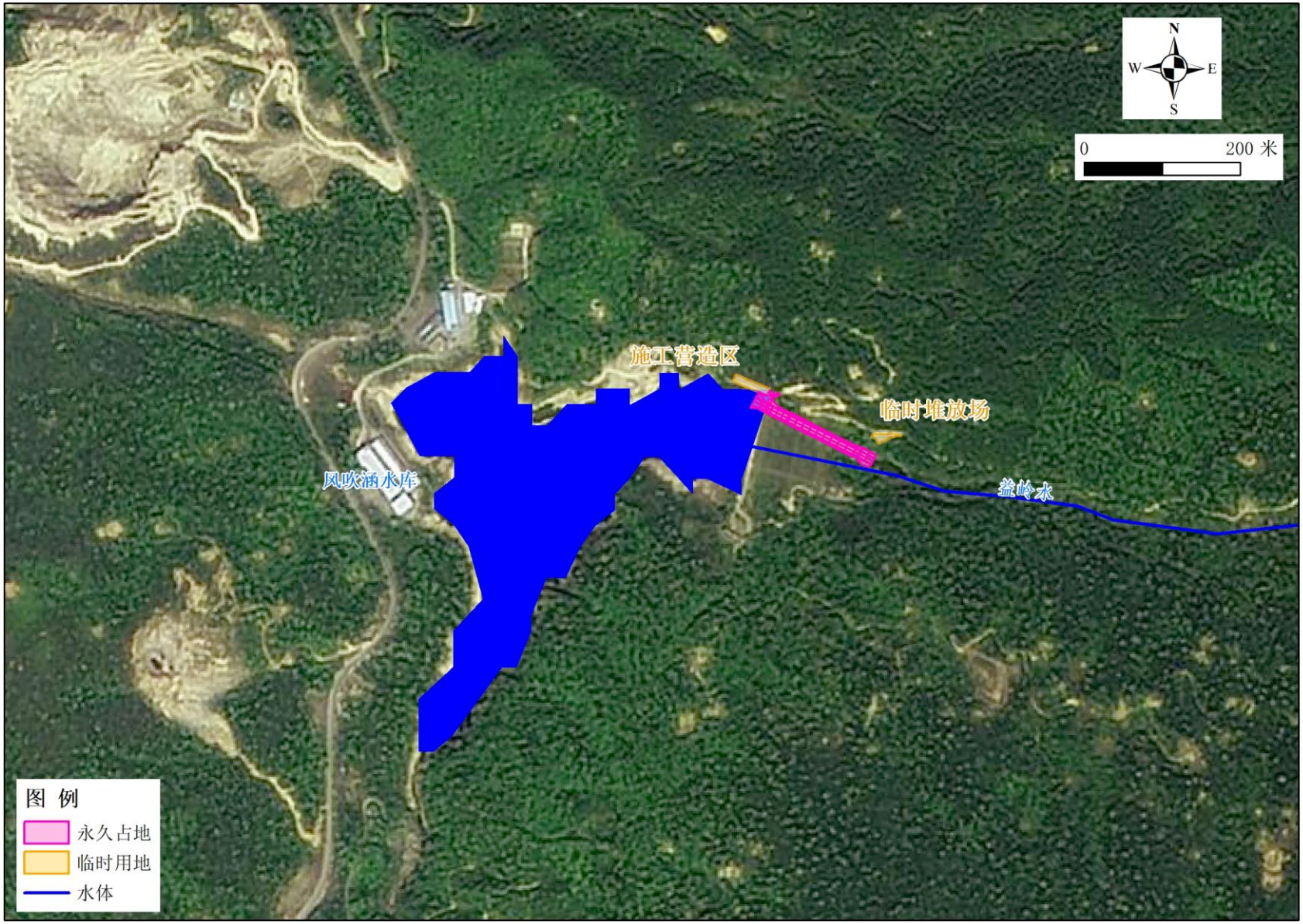


图 2.6-2　施工总布置图（2）

2.6.4.1 施工工厂设施

现场的施工工厂设施本着尽量减少和简化，充分利用就近地方企业原则，并结合工程的需要进行设置。工程所设置的主要施工工厂如下：

（1）混凝土拌和系统

考虑工程项目区位于普宁市规划城区内，距市区较近，且商品砼质量及供应可控性高，本工程拟采用商品砼。

（2）机械修配车间、汽车保养站、综合加工厂

工地设机械修配车间，承担工程机械中小修和保养任务，配有少量机床及修配机具。汽车保养站，承担有小修的保养任务，规模按 30 标准辆(15t 自卸汽车)承修能力设置。钢筋、木材加工厂，按钢筋加工生产能力每班 5t、木材加工生产能力(不包锯材)每班 5m^3 规模设置。

2.6.4.2 施工供风、供水、供电

（1）施工供风

坝区设 4L-20/8 型空压机 3 台(单机：20m3/min，130kW)，其中备用 1 台，供大坝、溢洪道、导流洞开挖使用。料场设 4L-20/8 型空压机 1 台(单机：20m^3/min，130kW)，供开挖堆石料使用。

（2）施工用水

施工和生活用水可从河中直接抽至高位水池，汛期时需进行沉淀、净化处理。根据枢纽布置和地形条件，共设置 2 个供水系统，分别于坝区左右岸 120 高程处各设置 100m^3 水池 1 座，IS100-65-50 型水泵 3 台(单机：Q＝100m3/h，H＝80m，37kW)，其中备用一台。

（3）施工用电

利用电网供电，备用柴油发电机组(200kW)两台。

2.6.4.3 施工工区及营地布置

本项目由大坝枢纽工程、1#～4#水陂、风吹涵水库溢洪道改造及库区防汛公路工程组成。根据工程布置特点，项目较多，位置相对较分散，施工布置方案亦考虑分散布置。

(1) 大坝枢纽施工工区

大坝枢纽工程包含水库均质土坝、溢洪道、引水(放空)兼导流隧洞、水电站，

可集中在枢纽附近布置供电系统、供水系统等小型临时设施。在坝址下游直线距离约 0.5km 处左岸有台地，用于布置施工临时生活区、办公室、施工仓库、钢筋加工厂、木材加工厂、汽车修理及机械修配场等施工辅助企业。

大坝施工工区临时堆放场布置于大坝下游坝脚处台地，地面高程 36m。

(2) 水陂施工工区

1#～4#水陂位于库区上游深山密林之中，4 个项目相对分散、工程量又小，故在项目区附近仅设部分施工仓库及辅助企业。

(3) 风吹涵水库溢洪道改造施工工区

风吹水库涵溢洪道距本工程大坝枢纽工区较远，需设独立的施工工区，布置于溢洪道左侧坝头位置，施工工区布置临时生活区、办公室、施工仓库、钢筋加工厂、木材加工厂、汽车修理及机械修配场等施工辅助企业。

2.6.5 施工导截流

2.6.5.1 导流标准

本工程为IV等小(1)型工程，主要建筑物为 4 级，相应导流建筑物为 5 级，围堰采用混凝土或土石围堰，根据《水利水电工程施工组织设计规范(SL303-2017)》规定，选定导流设计洪水标准为 5 年一遇。

2.6.5.2 导流时段及导流流量

本工程大坝、水陂及部分跨河输水管线需在围堰保护下施工，施工期大坝利用隧洞导流，水陂及跨河输水管线采用围堰一次拦断抽排导流。

根据水文气象资料，本地区暴雨集中在 4 月份～9 月份，占年降雨量 80%以上，暴雨多出现在 5 月份～7 月份，降雨受台风影响较大，往往台风登陆后连降几天暴雨。每年的 9 月～次年 3 月为枯水时段，根据水库大坝工程量情况，大坝施工选择 10 月～次年 3 月为导流时段可满足施工时段要求，相应坝址上游最高水位为 47.0m，导流流量 55.9m^3/s。

上游水陂导流时段选择 11 月～次年 2 月，5 年一遇最大下泄量 1#、2#、3#、4#水陂分别为 6.3m^3/s、20.1 m^3/s、21.4 m^3/s、12.7m^3/s。

2.6.5.3 导流方式

根据大坝、水陂及跨河管线施工需要、地形条件及水工结构情况，施工导流采用一次拦断河床，水陂及跨河管线枯水期小流量时采用抽排导流，发生枯水期

洪水时允许过水；水库大坝结合水工结构，利用后期发电引水隧洞导流，进出口设明渠连接上下游河道。

风吹涵水库溢洪道改造可利用水库发电放水涵降低库水位在溢洪道底板高程以下施工，无需额外导截流。

2.6.5.4 导流建筑物设计

（1）大坝导流隧洞

引水(放空)兼导流隧洞布置在大坝左岸，为塔式引水，施工期作为导流隧洞，运行期可作为引水、放空隧洞。

隧洞进口高程定为同上游河沟底高程 41.0m，隧洞与河沟之间地势相对较高，为了小流量水能顺利归槽到达隧洞口，隧洞与河沟之间开挖一明渠，明渠总长 147m，底宽 3m，左右边坡 1:1，C20 砼护面厚 200mm。

隧洞直径采用 3m，隧洞总长 337m。引水(放空)兼导流隧洞由进口明渠段(长 20m)、进水塔(长 13m)、隧洞段(长 337m)、出口钢管段(长 16.5m)、出口阀室段(长 5.5m)、出口消能段(长 17m)和出水箱涵段(长 20.8m)组成；洞身段坡比 1:42.125；进口段顶部椭圆曲线型喇叭口，洞口设拦污栅；隧洞进口钢筋混凝土进水塔外围尺寸 13m×8.8m，塔顶高程 85.30m，塔底建基面高程 36.0m，进水塔与左岸 G238 公路之间设一宽 3m 人行桥连接，桥长 47.16m。

隧洞出口高程 33.0m，导流时隧洞出口设一条 82m 长明渠与溢洪道下游河道连接，纵坡延伸隧洞同为 1:42.125，梯形断面，C20 砼护面厚 200mm，底宽 3m，渠高 3m，左右边坡 1:1，原地面高程不够段回填土筑堤，河边跨路段设临时交通桥一座，净宽 9m，净跨 11m，明渠出口消能设施共用上游侧现状河道水陂消能设施，不另设。

（2）大坝上下游围堰

鉴于水库引水隧洞进口地形的限制，采用 C25 砼埋石围堰。

大坝上游围堰 5 年一遇 10 月～次年 3 月施工期洪水水位 45.61m，安全超高 0.5m、波浪爬高 0.36m，经计算围堰堰顶高程为 46.47m 可满足要求，但为结合大坝坝脚布置，上游围堰堰顶高程确定为 50.00m。

大坝上游围堰位于水库坝轴线上游约 101m 处，C25 砼埋石围堰，堰顶宽度 2.0m，上游面垂直，下游坡比为 1:0.7，堰前水位 45.61m，堰顶高程 50.00m，最大堰高 14m，堰长 153m。

大坝下游围堰利用隧洞出口现状已有水陂，可满足要求。现状水陂顶高程33.3m，顶宽3m，总跨度52m，其中右岸有6孔净宽2m放水孔。

（3）上游水陂

水库上游共设1#～4#共4座水陂，水陂施工期上游均有来水，需设导截流设施，但上游河道为山区河流，高山峡谷，水陂上下游落差大，考虑水陂工程量不大，施工工期短，水陂为埋石砼结构，结构重要性一般，为节约工程投资及加快施工进度，考虑设围堰一次拦断并采用抽水泵抽排导流，由于是山区河流只需设上游围堰拦断上游来水即可，无需考虑回水设下游围堰。

围堰按过水围堰设计，发生特大洪水时允许过流，洪水过后排干可继续施工，围堰高2m，顶宽1m，上下游边坡1:1.5，上下游边坡及堰顶均设防渗彩条布及200mm厚单层土袋护坡，满足可过水。

抽水泵导流，干流1#～3#水陂上游12月～2月多年平均径流量为0.087m^3/s，平均一天24小时的上游来水量约为7516.8m^3；右支流4#水陂上游12～2月多年平均径流量为0.042m^3/s，平均一天24h的上游来水量约为3628.8m^3；选用IS100-80-125A型单吸单级离心水泵(单机：流量Q=105m3/h，扬程H＝14.4m，配带功率N＝7.5kW)进行不间断的抽排导流排向下游并可用作施工用水，选用4台(1台备用)，若施工期出现施工洪水，抽排不及，当上游水位上涨，围堰预警过水时，应预先撤离人员及设备，围堰过水，洪水过后清理基坑再行施工。

（3）灌区输水管线

跨河输水管线共有4处，跨河段施工主要为埋管及回填，施工历时较短，拟在枯水期设短期小围堰拦截上游来水迅速施工。围堰采用土围堰，堰高2m，顶宽1m，上下游边坡均为1:1.5，上下游边坡及堰顶均设防渗彩条布及200mm厚单层土袋护坡。

2.6.5.5 截流

安排第一年10月初大坝围堰截流，截流标准采用5年一遇的11月份平均流量，Q＝0.28m^3/s，因截流流量小，流速低，截流戗堤施工直接由人工堆砌纺织土袋而成。

2.6.6 主体施工方法

2.6.6.1 大坝土石方开挖

坝肩开挖采用自上而下梯段爆破开挖方式进行，分层开挖台阶高度控制 10m～15m，拟用 100 型潜孔钻配手风钻钻孔爆破，周边要求预裂爆破，2m^3 挖掘机配 15t～20t 自卸汽车出渣，运距约 1.0km。

坝基覆盖层采用 2m^3 反铲直接开挖并配 15t～20t 自卸汽车出渣，河床基础岩石采用 100 型潜孔钻配以手风钻进行钻爆施工，用 2m^3 反铲和配 15t～20t 自卸汽车出渣，运距约 3.0km，开挖接近建基面时就遵循“浅眼、小炮、分层”的原则，建基面采用人工撬挖。

2.6.6.2 均质土坝填筑

由 1m^3～2m^3 反铲挖、装土料，15t～20t 自卸汽车运输至现场卸料，74kW 推土机平土，13t 振动凸块碾碾压。坝体土方填筑料部分利用库区大坝及溢洪道开挖土料，部分取自库区开挖。

2.6.6.3 固结灌浆

采用 150 型地质钻机钻孔，中压泥浆灌浆泵灌浆，固结灌浆在相应部位混凝土浇筑完成并具有至少 1 个月以上龄期后进行，浆液为浓浆，由制浆站供应。

2.6.6.4 帷幕灌浆

大坝的帷幕灌浆分露天灌浆和平洞灌浆两部分，均采用自下而上分段灌浆，且要求在帷幕灌浆前必须首先完成相应部位固结灌浆。灌浆采用 150 型地质钻机钻孔，中压泥浆型灌浆泵灌浆，灌浆遵循分序孔逐步加密，先灌下游排，后灌上游排的施工程序。

2.6.6.5 塑性砼防渗墙

采用两钻一抓法分槽段施工，即在每槽段(每槽段长 5.0m)内先用 CZ22 型钻机钻导孔 2 个，挖槽抓斗抓去导孔间的土体形成槽段，泥浆固壁，下导管自下而上浇筑砼的施工工艺流程。选用 0.4m^3 砼搅拌机拌和砼，8t～15t 自卸汽车运输砼熟料至槽口，通过卸料漏斗、导管，在泥浆下浇筑砼。

2.6.6.6 大坝块石砌筑

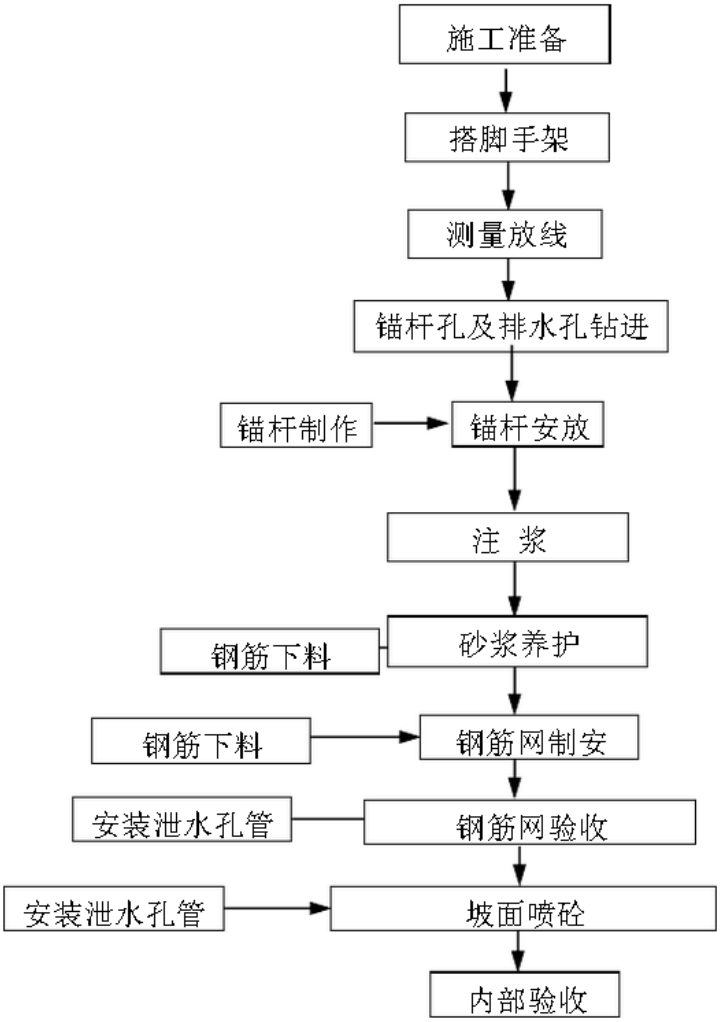
大坝块石砌筑分别有后坡干砌块石排水棱体、干砌石护面及浆砌石排水沟、步级等，利用坝基及溢洪道开挖石料砌筑，15t～20t 自卸汽车从临时堆料场运输至现场卸料。

排水块石棱体施工人工配合 1m^3～2m^3 反铲作业，堆石分层进行，每层厚度 400mm 左右，并使其稳定密实，堆石的上下层面犬牙交错，不得有水平通缝，相

邻两段堆石的接缝，逐层错缝，以免垂直相接。

干砌块石排水棱体及干砌石护面等砌石应垫稳填实，与周边砌石靠紧，不使用有夹角或薄边的石料砌筑，石料最小边尺寸不宜小于 200mm，严禁出现通缝，叠砌和浮塞现象。

2.6.6.7 喷锚支护



2.6.6.8 溢洪道施工

溢洪道位于坝右岸紧靠坝肩，土方采用 2m^3 挖掘机配开挖 15t～20t 自卸汽车出渣，石方采用常规钻爆法爆破开挖，采用合适的爆破参数，进行爆破。用 2m^3 装载机装 15t～20t 自卸汽车运输，符合筑坝要求的石渣料，可直接上坝填筑，其余弃渣运至指定地点堆放，运距约 2.0km。砼浇筑采用人工搭设脚手架、立模，溜槽送砼入仓，人工就位，振捣密实。

2.6.6.9 电站施工

电站施工：土方开挖采用挖掘机开挖，石方采用手风钻钻孔，人工装药爆破开挖，1m^3 反铲挖掘机装 15～20t 自卸汽车运输出渣。

电站砼浇筑时，采用砼拌和机拌和，基础砼采用自卸汽车运输入仓，人工平仓，振捣棒振捣密实，水管喷水养护。上部砼采用泵送混凝土，人工平仓振捣密实。

2.6.7 施工机械

主要施工机械设备估列见表 2.6-2。

表 2.6-2 主要施工机械设备表

序号	施工机械名称	单位	数量	备注
1	2m^3 挖掘机	台	10	
2	1m^3 反铲	台	5	
3	0.6m^3 反铲	台	5	
4	2m^3 装载机	台	10	
5	5t 自卸汽车	辆	5	
6	15t～20t 自卸汽车	辆	30	
7	0.4m^3/h 混凝土拌和机	台	2	
8	74kW 推土机	台	5	
9	120 马力液压推土机	台	5	
10	气腿式手风钻	台	10	
11	手持式手风钻	台	10	
12	潜孔钻	台	4	100 型
13	37kW 轴流式通风机	台	1	
14	混凝土泵	台	4	
15	15t 自行式振动碾	台	2	
16	BW-755 小型振动碾	台	2	
17	溜槽	套	2	
18	混凝土挤压机	台	1	
19	10t 卷扬机	台	2	
20	无轨滑模	套	2	
21	2.2kW 插入式振捣器	台	6	
22	小型振捣器	台	2	直径不大于 30cm
23	150 型地质钻	台	2	
24	20t 汽车式起重机	台	1	

2.6.8 施工进度

根据与本工程相类似的工程施工经验，确定本工程总工期为 36 个月，包括准备期、主体工程施工期及完建期。

2.6.8.1 施工准备期

第 1 年 7 月～第 2 年 9 月，共 15 个月，场内交通、风水电系统、场地平整、临时生活房屋及其它施工辅助企业、导流隧洞工程的施工；第二年 4 月打通导流、引水(发电)隧洞，第二年 8 月底完成隧洞砼衬砌、进出水口砼及进出口导流明渠施工，导流隧洞具备过水导流条件， 第 2 年 9 月底完成 C25 砼埋石围堰及整个导流工程施工。施工总进度表见图 2.6.8-1。

2.6.8.2 主体工程施工期

主体工程施工：第 2 年 1 月～第 4 年 4 月，共 28 个月，主要完成坝体两岸及前方滑坡体开挖、坝基开挖、坝基灌浆、防渗、大坝排水棱体、土体填筑、坝面、坝顶防护、溢洪道施工、库区防汛公路、上游 4 个水陂、风吹涵水库溢洪道施工等。

2.6.8.3 工程完建期

从第四年 5 月～6 月底共 2 个月，为工程完建期，进行场地清理和遗留工程的处理等。

2.6.9 施工人数

本工程施工高峰人数：880 人。

平均人数：620 人。

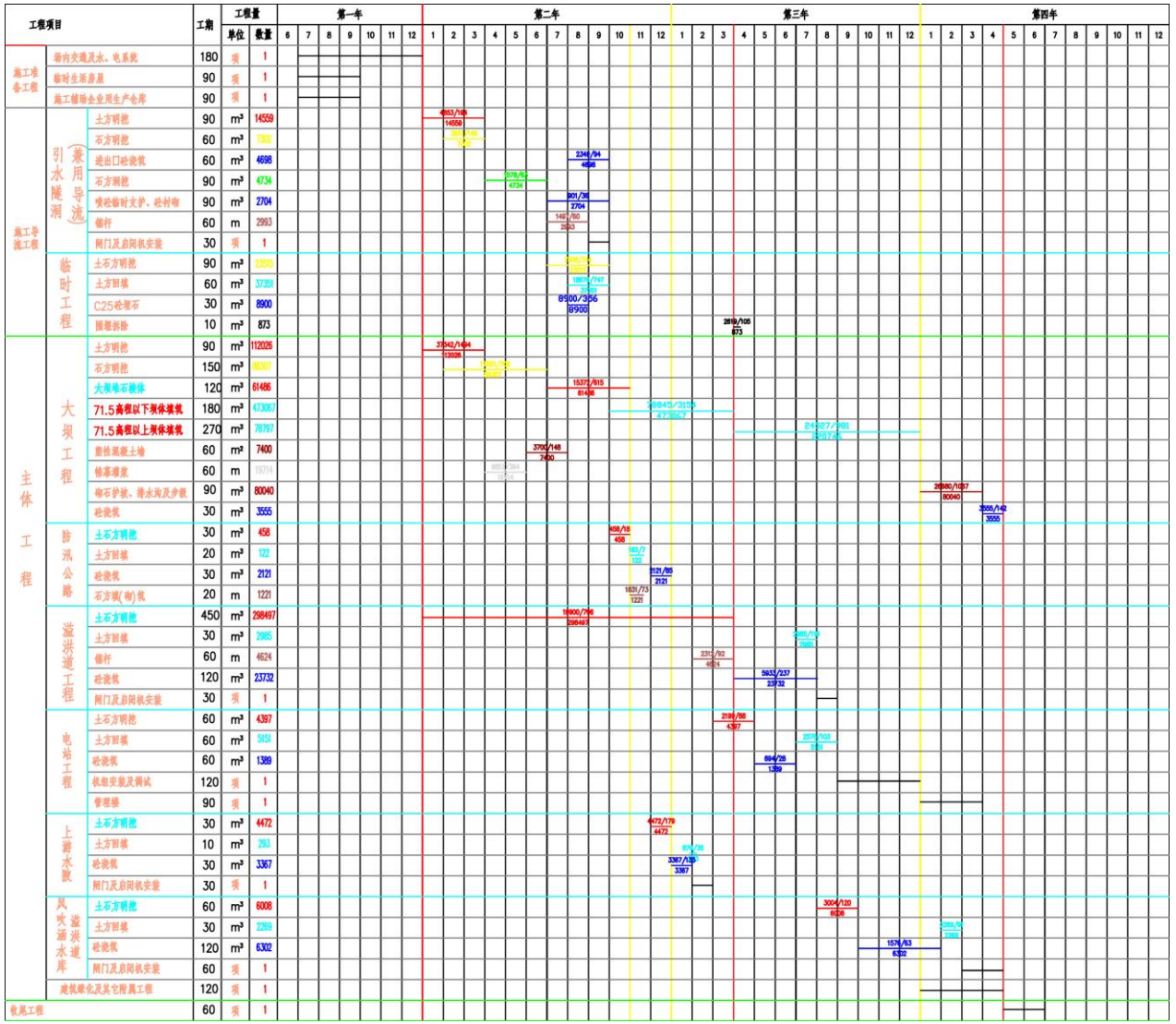


图 2.6.8-1　施工总进度表

2.7工程占地及移民安置

2.7.1 工程占地

工程建设征用地范围主要由水库工程、水陂工程、库区公路工程等三部分组成，其中水库工程包括水库淹没影响范围区和枢纽工程建设区、水陂工程包括水陂淹没影响范围区和枢纽工程建设区、库区公路工程包括路面和边坡开挖区。

本工程总占地面积为54.74hm^2，其中永久占地35.16hm^2，临时占地19.58hm^2。其中，永久占地包括水库淹没区占地 23.76 hm^2，水陂淹没区占地 0.79hm^2，枢纽工程建筑物占地10.21hm^2，水陂建筑物占地0.38hm^2，灌区引水工程占地0.01hm^2；临时占地包括灌区引水工程占地 1.80hm^2，施工营地占地 2.07hm^2，施工临时道路占地2.33hm^2，临时堆土场占地1.60hm^2，取土场占地8.41hm^2，弃渣场占地3.37hm^2。

工程永久占地地类主要为林地、工矿仓储用地、水域及水利设施用地、草地、园地等，临时占地地类主要为林地及其他土地。工程占地不涉及基本农田。

工程占地情况详见表2.7-1。

表2.7-1 工程占地情况表

分区		占地性质	地类(hm^2)									合计(hm^2)
一级	二级		耕地	园地	林地	草地	交通运输用地	水域	建设用地	其他土地	工矿仓储用地	
枢纽工程	水库	临时										0.00
	水陂	临时										0.00
引水工程		临时					1.80					1.80
施工营地		临时								2.07		2.07
临时道路		临时			2.33							2.33
临时堆土场		临时								1.60		1.60
取土场		临时			8.41							8.41
弃渣场		临时			3.37							3.37
临时占地小计			0.00	0.00	14.11	0.00	0.00	0.00	0.00	3.67	0.00	19.58
枢纽工程	水库	永久	0.22	1.42	3.59	1.20	0.11	2.00	1.24	0.00	0.42	10.21
	水陂	永久			0.28			0.10				0.38
引水工程		永久					0.01					0.01
小计			0.22	1.42	3.87	1.20	0.12	2.11	1.24	0.00	0.42	10.61
淹没区	水库	永久			9.09	2.16		2.40	0.49	0.14	9.49	23.76
	水陂	永久			0.65			0.14				0.79
	小计	永久	0.00	0.00	9.74	2.16	0.00	2.54	0.49	0.00	9.49	24.56
永久占地小计			0.22	1.42	13.61	3.36	0.12	4.65	1.73	0.00	9.91	35.16

合计	0.22	1.42	27.72	3.36	0.12	4.65	1.73	3.67	9.91	54.74

2.7.2 移民安置

2.7.2.1 移民搬迁安置

工程建设涉及房屋拆除共 7054m^2，其中框架结构（楼房）1300.10m^2，砖混结构（四点金）5553.90m^2，铁皮房 200m^2，涉及人口搬迁 42 户 269 人。

根据规划基准年为 2022 年，规划水平年为 2023 年，按年人口递增 7.1‰，推算至规划水平年的搬迁人口为 271 人。

结合地方政府意见及移民意愿，工程涉及拆迁房屋按照《普宁市人民政府办公室关于印发普宁市交通基础设施（铁路）征地拆迁补偿方案的通知》（普府办【2020】20 号）进行补偿，移民搬迁统一采取货币补偿，自行安置，即货币安置。

2.7.2.2 生产安置

经计算，基准年（2022 年）生产安置人口 34 人，水平年（2023 年）生产安置人口 35 人。

(1) 货币补偿

本工程永久征用耕地面积少，且所征用耕地对当地村民的基本生活影响小。结合当地政府的意见，本工程征地按省、市、县(区)有关征地补偿标准进行补偿，解决农民的生活问题。

(2) 购买养老保险

按照《广东省人民政府办公厅转发省人力资源社会保障厅关于进一步完善我省被征地农民养老保障政策意见的通知》(粤府办[2021]22 号)和《揭阳市人民政府关于贯彻实施省进一步完善被征地农民养老保障政策意见的通知》（揭府【2021】37 号）的规定，即 21700 元/亩计列。

(3) 留用地

根据《广东省征收农村集体土地留用地管理办法》，为深入推进征地制度改革，多方式妥善安置被征地农民，征收农村集体经济组织土地需执行留用地的管理，切实维护被征地农民合法权益，本次工程按 10%安排留用地。

参照《揭阳市人民政府办公室关于征收农村集体土地留用地折算货币补偿的意见》(揭府办[2016]42 号)，本次工程留用地货币折算按 168000 元/亩计列。

2.7.2.3 工业企业处理

根据实地调查，宝月水库库区淹没涉及 2 个小水电站处理（大陂明丰水电站、十二排水电站）。

受普宁市水利工程管理服务中心委托，揭阳市吉才资产评估事务所作为评估单位，对工程涉及小水电站价值评估结果如下：

大陂明丰水电站：根据“吉才评报字[2022]第 058 号”，评估价值为人民币 2898509 元；

十二排水电站：根据“吉才评报字[2022]第 059 号”，评估价值为人民币 1383123 元。

本次工程影响的小水电站，按照揭阳市吉才资产评估事务所的评估价值进行补偿。

2.7.2.4 专业项目处理

根据实地调查，宝月水库工程涉及专业项目主要为输电线路、通讯线路、坟墓。

工程涉及坟墓共 70 座，其中水库淹没区涉及坟墓 24 座，水库枢纽建设区(含临时用地区)涉及坟墓 46 座。

工程涉及 10KV 输电线路按 0.50km 计列，380V 输电线路按 1.60km 计列，通讯线路 2.35km，路灯 9 座。

本次工程涉及坟墓需作迁移处理，结合当地政府部门意见，坟墓迁移补偿费按照《普宁市人民政府办公室关于印发普宁市交通基础设施（铁路）征地拆迁补偿方案的通知》（普府办【2020】20 号）标准执行。

坝区线路及路灯为搬迁村庄使用，由相关部门重新规划迁改。

2.8水库运行管理

2.8.1 防洪调度

宝月水库下游无防洪要求，水库不设防洪水位，不预留防洪库容。

调洪起调水位为正常蓄水位 81.744m(85 高程)，水库洪水调度方式为：

(1) 当水位未达到正常蓄水位时，闸门关闭，溢洪道不泄洪，保持生态流量下泄；

(2) 当来水量较大、水位超过正常蓄水位时，局部开启第一孔闸门，保持水位在正常蓄水位，若水位继续上涨，则局部开启第二孔，直至 2 孔闸门全开自由

泄流。闸门开度根据洪水情况逐级提高，尽力避开闸门的震动区域，按 1/3 开度、1/2 开度、全开等进行操作；

(3) 当来水较少、水位开始回落时，保持闸门开度，至水位回落至正常蓄水位时全关闸门；

(4) 水库最大下泄流量不超过入库洪水洪峰流量。

2.8.2 兴利调度

(1) 下游灌区灌溉时，按照灌溉方式分两种情况：

1) 现三坑水库直灌区：

① 现三坑灌区东干渠灌溉区域仍由三坑水库提供水源；

② 现三坑灌区总干渠灌溉区域内：南山干渠由三坑水库提供水源；总干渠其他灌溉区域先利用河田坝电站下泄流量，不足部分由宝月水库补充。

2) 现三坑水库补灌区(白马溪仔干渠)：河田坝电站发电尾水未被总干渠灌区利用的水量以及宝月水库～白马溪水陂之间的区间水量，先用于满足生态环境用水，余水用于补灌区灌溉，不足部分由宝月水库补充。

(2) 总干渠灌区灌溉先利用河田坝电站的发电尾水，当河田坝电站尾水不足时，由宝月水库下泄水量通过坝后电站发电后供生态环境用水和灌区灌溉。

现白马溪仔干渠灌区需要引水时，水量通过河道下泄至白马溪水陂，供补灌区引水灌溉。先利用河田坝电站尾水未被总干渠灌区利用的水量和宝月水库～白马溪水陂之间的区间来水量，水量不足时，由宝月水库下泄水量补充。

(3) 发电服从灌溉和生态环境用水需求，水库排洪时可加大发电流量。

宝月水库灌溉范围示意图见图 2.8.2-1。

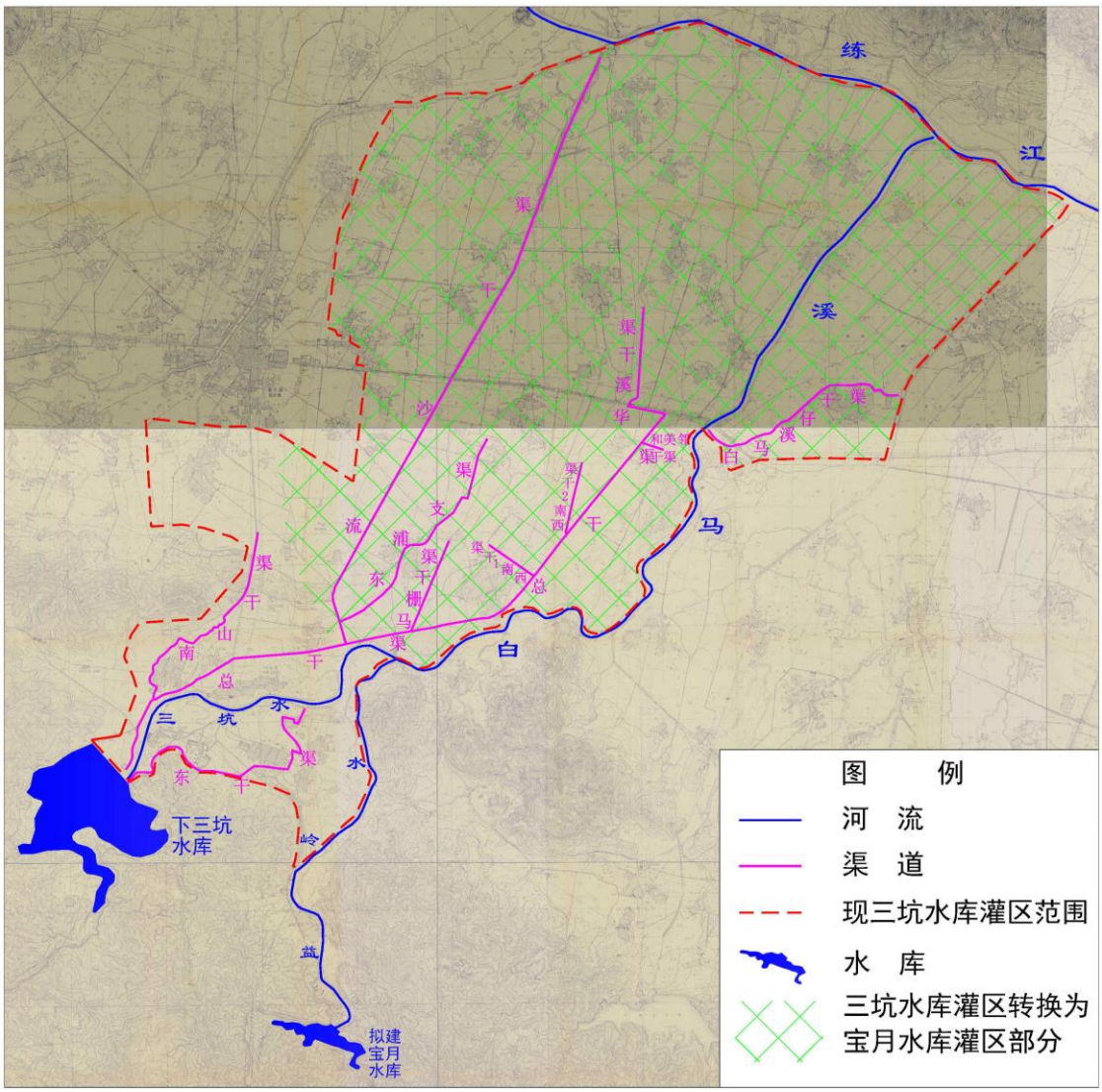


图 2.8.2-1 宝月水库灌溉范围示意图

2.9工程投资

工程总投资 35218.39 万元。其中工程部分投资 21001.78 万元，专项部分工程投资 14216.61 万元。

3 工程分析

3.1与相关法律、产业政策及相关规划的相符性分析

3.1.1 与产业政策相符性分析

本工程的工程任务是以灌溉为主，兼顾发电及改善水环境，根据国家发展和改革委员会颁发的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，项目属于鼓励类“二、水利 11 综合利用水利枢纽工程”，符合国家产业政策的要求。

3.1.2 与相关法规的相符性分析

3.1.2.1 与《中华人民共和国水法》的符合性分析

《中华人民共和国水法》第四条规定：“开发、利用、节约、保护水资源和防治水害，应当全面规划、统筹兼顾、标本兼治、综合利用、讲求效益，发挥水资源的多种功能，协调好生活、生产经营和生态环境用水”；第二十一条规定：“开发利用水资源，应当首先满足城乡居民生活用水，并兼顾农业、工业、生态环境用水及航运的要求”。

本工程的工程任务是以灌溉为主，兼顾发电及改善水环境等综合利用，通过新建水库工程和灌区引水管将宝月水库的水源引至总干渠灌区，灌溉范围包括总干渠流沙干渠以下灌溉范围(包括流沙干渠)及白马溪仔干渠灌溉范围，灌溉面积为 1.19 万亩。工程建成后，可替代现有三坑灌区部分灌区的灌溉任务，把三坑水库的优质水源置换用于生产及生活用水，实现优水优用，优化地区水资源配置格局。同时，工程建设考虑了下游生态、环境需水的最小下泄流量，设置了生态流量下放设施。因此，宝月水库工程符合《中华人民共和国水法》对水资源开发、利用的相关要求。

3.1.2.2 与《中华人民共和国水污染防治法》的符合性分析

《中华人民共和国水法》第四十七条规定：国家禁止新建不符合国家产业政策的小型造纸、制革、印染、染料、炼焦、炼硫、炼砷、炼汞、炼油、电镀、农药、石棉、水泥、玻璃、钢铁、火电以及其他严重污染水环境的生产项目。本项目为新建小型水库工程，工程施工期产生的污废水经处理后进行综合利用，不外排，运行期基本不产生污水，工程不属于严重污染水环境的项目，工程建设与《中

华人民共和国水污染防治法》相关规定不冲突。

3.1.3 工程与相关规划的相符性

3.1.3.1 与主体功能区划相符性分析

根据《广东省主体功能区规划》（粤府[2012]120 号），广东省域范围主体功能区包括优化开发、重点开发、生态发展（即限制开发）和禁止开发四类区域。本工程所在地普宁市位于国家级重点开发区域（海峡西岸经济区粤东部分），不涉及国家级自然保护区、国家地质公园、国家风景名胜区及国家森林公园等禁止开发区域，也不涉及农产品主产区和重点生态功能区等限制开发区域。

重点开发区域发展方向中提出“统筹规划建设交通、能源、水利、通信、环保、防灾等基础设施，构建完善、高效的基础设施网络”。分区指引提出“海峡西岸经济区粤东部分—加强统筹协调，树立大粤东发展意识，突出城市发展特色。强化汕头作为粤东中心城市地位，加强城镇群建设，实现城市功能合理分工和优势互补，建立具有鲜明潮汕特色的城镇密集区，推进汕潮揭同城化，形成区域整体竞争优势。”

本工程属于以灌溉为主，兼顾发电及改善水环境的综合利用水利枢纽工程，是国家鼓励开发的水利基础设施项目，是练江流域综合整治的重要组成部分。工程建成后，可替代现有三坑灌区部分灌区的灌溉任务，把三坑水库的优质水源置换用于生产及生活用水，实现优水优用，优化地区水资源配置格局，对普宁市社会经济的可持续发展具有重要作用，符合《广东省主体功能区规划》的要求。

3.1.3.2 与国民经济发展符合性分析

2021 年 6 月 11 日，普宁市人民政府印发了《普宁市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二 O 三五年远景目标纲要》，根据该纲要第六章第四节“建设智慧供水保障体系”，要求“增强防洪抗旱减灾能力，完善防洪抗旱减灾体系，……，加快推进洪阳河中上游干支流整治工程、神港水闸除险加固工程、新溪水闸除险加固工程、**宝月水库新建工程**、占陇涝区、龙门涝区新建泵站工程等重点项目建设，……。补齐水利工程防灾减灾薄弱环节短板，基本消除现有主要病险水利工程安全隐患。”

宝月水库建设可提高普宁市区的供水能力，保障灌区的用水需求，实现优水优用，优化地区的水资源配置格局，是普宁市建设智慧供水保障体系的重要工程

之一，符合《普宁市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二 O 三五年远景目标纲要》的相关要求。

3.1.3.3 与水利相关规划的相符性

（1）与《练江流域综合整治规划(水利部分)》符合性分析

2015 年 3 月 2 日，广东省人民政府印发了《广东省人民政府关于练江流域综合整治规划(水利部分)的批复》（粤府函〔2015〕31 号）。根据《练江流域综合整治规划(水利部分)》(2014 年 11 月)，“规划在白马溪支流益岭水上新建宝月水库”，水库任务为防洪、灌溉、改善水环境，规划水库总库容为 987 万 m^3，工程总投资约为 3 亿元。

宝月水库工程是练江流域综合整治的重要组成部分，是缓解区域水资源供需矛盾的重要举措，是充分利用地区优质水源，提高普宁市水资源配置能力、优化水资源配置格局的重要途径，符合《练江流域综合整治规划(水利部分)》的相关要求。

（2）与《广东省水利发展“十四五”规划》符合性分析

《广东省水利发展“十四五”规划》在“第二节 实施水资源配置工程 优化水资源配置格局”中提出：“增强水资源调蓄能力。优化水库空间布局，新建、扩建一批供水水库，……，因地制宜建设一批小型水库。”根据该规划的项目表，宝月水库工程被列入水资源配置建设项目中，工程建设可提高普宁市水资源配置能力、优化水资源配置格局，与《广东省水利发展“十四五”规划》的相关要求符合。

（3）与《广东省小型水库建设规划(2012～2020 年)》符合性分析

2012 年 8 月 31 日，广东省水利厅以“关于印发广东省小型水库建设规划（2012-2020 年）的通知”印发实施《广东省小型水库建设规划(2012～2020 年)》。宝月水库属于《广东省小型水库建设规划(2012～2020)年》中的规划新建小型水库之一，其建设符合《广东省小型水库建设规划(2012～2020)年》的相关要求。

3.1.3.4 与环保相关规划的相符性

（1）《广东省生态环境保护“十四五”规划》

《广东省生态环境保护“十四五”规划》提出：系统优化供排水格局。科学规划供水布局，全面统筹、合理规划流域、区域饮用水水源地……。

宝月水库工程建成后，可替代现有三坑灌区部分灌区的灌溉任务，把三坑水库的优质水源置换用于生产及生活用水，实现优水优用，优化地区水资源配置格

局，提高了普宁市区的供水能力，保障了灌区的用水需求。本工程建设符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》的相关要求。

（2）《揭阳市生态环境保护“十四五”规划》

《揭阳市生态环境保护“十四五”规划》在“保障重点河流生态流量”中提出：加强拦河建筑物、生态流量泄放设施管理，通过水资源调度保障生态流量……。

根据工程初设设计报告，宝月水库兴建后，设置了生态流量下泄措施，生态流量取多年平均流量的 20%，对下游河道枯水期特枯月份的生态流量有很好的补充，一定程度上改善了下游流域水环境，符合《揭阳市生态环境保护“十四五”规划》提出的保障河流生态流量的相关要求。

3.1.4 与“三线一单”的相符性分析

3.1.4.1 与广东省“三线一单”生态环境分区管控方案相符性分析

（1）区域布局管控要求

本工程区域属于沿海经济带—东西两翼地区，生态保护目标为打造生态环境与经济社会协调发展区，着力优化产业布局。该区提出优化能源结构，鼓励使用天然气及可再生能源。县级及以上城市建成区，禁止新建每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉。健全用水总量控制指标体系，并实行严格管控，提高水资源利用效率，.....。普宁市宝月水库是列入《广东省小型水库建设规划(2012～2020 年)》和《练江流域综合整治规划(水利部分)》建设的综合利用的水库，工程建成后可有效缓解区域水资源供需矛盾，提高普宁市水资源配置能力、优化水资源配置格局，改善流域水环境，符合“一核一带一区”区域管控要求。

（2）环境管控单元总体管控要求

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府[2021]71 号），本项目风吹涵水库溢洪道位于优先保护单元，其余工程内容位于重点管控单元，不涉及一般管控单元。

1）生态优先保护区

生态优先保护区中指出：“生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。一般生态空间内，可开展生态保护红线内允许的活动；在不影响主导生态功能的

前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动。”

根据全省环境管控单元划分情况，本项目风吹涵水库溢洪道位于环境管控单元中的优先保护单元。根据广东省自然资源厅提供的最新生态保护红线成果(2021年6月政务版)，经叠图分析，除了风吹涵水库溢洪道外，其他工程布置及施工布置均不涉及生态保护红线范围。风吹涵水库溢洪道占用了非自然保护地核心保护区的生态保护红线，但本项目为新建水库工程，属于水利基础设施，属于允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，工程建设符合生态优先保护区的要求。根据普宁市自然资源局《关于<协助出具普宁市宝月水库工程项目占用生态红保护红线审核意见的函>的复函》（附件8），“宝月水库工程项目为防洪和供水设施，根据自然资源部、生态环境部、国家林业和草原局印发的《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，属于其中对生态功能不造成破坏的有限人为活动第6中情形，即‘必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造’。项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定，无需开展不可避让生态保护红线论证工作。”

工程布置与生态保护红线位置关系图见图1.4-11。

2）重点管控单元

重点管控单元提出：以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。本工程为非污染生态类项目，工程施工和运行过程中产生的废污水经处理后回用或达标排放，不属于污染型的建设项目，不会造成资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题，工程建设符合重点管控单元的相关要求。

综上所述，根据全省环境管控单元划分情况，工程涉及环境管控单元中的优先保护单元和重点管控单元。除了风吹涵水库溢洪道外，其他工程布置及施工布置均不涉及生态保护红线范围。风吹涵水库溢洪道占用了非自然保护地核心保护区的生态保护红线，但本项目属于水利基础设施，为非污染生态类项目，属于允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，工程建设符合优先保护单元和重点管控单元的相关要求。此外，本项目属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》中

“国家鼓励类第四项“1、大中型水力发电及抽水蓄能电站”项目，不属于国家明令禁止建设的负面清单建设项目，项目的建设符合广东省“三线一单”生态环境分区管控方案相关要求。

3.1.4.2 与揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案相符性分析

根据《揭阳市人民政府关于印发揭阳市“三线一单” 生态环境分区管控方案的通知》(揭府办〔2021〕25 号)，本项目中风吹涵水库溢洪道涉及的优先保护单元为普宁市南部优先保护单元（环境管控单元编码：ZH44528110015）。工程布置符合区域优先保护单元管控要求。本工程与揭阳市环境管控单元位置关系详见图1.4-7~1.4-10。

本工程为非污染生态类项目，工程施工和运行过程中产生的废污水经处理后回用或达标排放，工程运行不会对项目周边水环境、大气环境、声环境质量造成不利影响，项目建设不会突破环境质量底线要求。项目永久占地能按占补平衡的原则得到补充，项目建设不会突破资源利用上线。

另外，根据普宁市南部优先保护单元中的区域布局的管控要求:【生态/鼓励引导类】 一般生态空间，可开展生态保护红线内允许的活动；在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动。本项目属于水利基础设施，为非污染生态类项目，属于允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，工程建设符合揭阳市普宁市南部优先保护单元中的管控要求。

总体来说，本项目建设符合国家产业政策，符合水资源利用上限要求，工程运行不会对项目周边水环境、大气环境、声环境质量造成不利影响，项目建设不会突破环境质量底线要求，工程建设与揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案是相符的。

项目与广东省和揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案相符性分析详见表3.1.4-1 和 3.1.4-2。

表 3.1.4-1　项目与广东省“三线一单”相符性分析

“三线一单”要求			本项目	相符性
全省总体管控要求	区域布局管控要求	优先保护生态空间，保育生态功能。持续深入推进产业、能源、交通运输结构调整。积极推进电子信息、绿色石化、汽车制造、智能家电等十大战略性支柱产业集群转型升级，加快培育半导体与集成电路、高端装备制造、新能源、数字创意等十大战略性新兴产业集群规模化、集约化发展，全面提升产业集群绿色发展水平。推动工业项目入园集聚发展，引导重大产业向沿海等环境容量充足地区布局，新建化学制浆、电镀、印染、鞣革等项目入园集中管理。依法依规关停落后产能，全面实施产业绿色化改造，培育壮大循环经济。环境质量不达标区域，新建项目需符合环境质量改善要求。	本项目为新建工程，工程建设运行对生态环境功能影响较小。项目所在地地表水、环境空气、土壤及环境噪声等环境质量状况良好，属于达标区域。	符合
	能源资源利用要求	积极发展先进核电、海上风电、天然气发电等清洁能源，逐步提高可再生能源与低碳清洁能源比例，建立现代化能源体系。科学推进能源消费总量和强度“双控”，严格控制并逐步减少煤炭使用量，力争在全国范围内提前实现碳排放达峰。依法依规强化油品生产、流通、使用、贸易等全流程监管，减少直至杜绝非法劣质油品在全省流通和使用。贯彻落实“节水优先”方针，实行最严格水资源管理制度，把水资源作为刚性约束，以节约用水扩大发展空间。落实东江、西江、北江、韩江、鉴江等流域水资源分配方案，保障主要河流基本生态流量。强化自然岸线保护，优化岸线开发利用格局，建立岸线分类管控和长效管护机制，规范岸线开发秩序；除国家重大项目外，全面禁止围填海。落实单位土地面积投资强度、土地利用强度等建设用地控制性指标要求，提高土地利用效率。推动绿色矿山建设，提高矿产资源产出率。积极发展农业资源利用节约化、生产过程清洁化、废弃物利用资源化等生态循环农业模式。	项目生产废水经处理达标后回用于施工机械及车辆冲洗、场地降尘等，符合节约用水要求	符合
	污染物排放管控要求	优化调整供排水格局，禁止在地表水I、II类水域新建排污口，已建排污口不得增加污染物排放量。加快推进生活污水处理设施建设和提质增效，因地制宜治理农村面源污染，加强畜禽养殖废弃物资源化利用。	项目生产废水经处理达标后回用于施工机械及车辆冲洗、场地降尘等，不外排	符合
	环境风险防控要求	加强东江、西江、北江和韩江等供水通道干流沿岸以及饮用水水源地、备用水源环境风险防控，强化地表水、地下水和土壤污染风险协同防控，建立完善突发环境事件应急管理体系。重点加强环境风险分级分类管理，建立全省	项目针对主要环境风险源采取了风险防范措施	符合

“三线一单”要求			本项目	相符性
		环境风险源在线监控预警系统，强化化工企业、涉重金属行业、工业园区和尾矿库等重点环境风险源的环境风险防控。		
“一核一带一区”区域管控要求	区域布局管控要求	推动建设国内领先、世界一流的绿色石化产业集群，大力发展先进核能、海上风电等产业，建设沿海新能源产业带。逐步扩大高污染燃料禁燃区范围，引导钢铁、石化、燃煤燃油火电等项目在大气受体敏感区、布局敏感区、弱扩散区以外区域布局，推动涉及化学制浆、电镀、印染、鞣革等项目的园区在具备排海条件的区域布局。积极推动中高时延大数据中心项目布局落地。	项目属于非污染生态类项目，不属于钢铁、石化、燃煤燃油火电等项目，与区域布局管控要求相符。	符合
	能源资源利用要求	健全用水总量控制指标体系，并实行严格管控，提高水资源利用效率，压减地下水超采区的采水量，维持采补平衡。	本工程为新建小型水库，工程建成后可有效缓解区域水资源供需矛盾，提高水资源利用效率，符合能源资源利用要求。	符合
	污染物排放管控要求	在可核查、可监管的基础上，新建项目原则上实施氮氧化物和挥发性有机物等量替代或减量替代。严格执行练江、小东江等重点流域水污染物排放标准。	本工程为非污染生态类项目，工程施工和运行过程中产生的废污水经处理后回用或达标排放，符合污染物排放管控要求。	符合
	环境风险防控要求	加强湛江东海岛、茂名石化、揭阳大南海等石化园区环境风险防控，开展有毒有害气体监测，落实环境风险应急预案。	项目运营过程中产生的少量废机油等危险废物根据《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及2013年修改单的要求进行贮存，并定期交有资质的单位转运处置。	符合
环境管控单元总体管控要求	一般管控单元	执行区域生态环境保护的基本要求。根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定	项目建成后废水经处理后回用，废气污染物经处理后达标排放，固废合理妥善处置，各污染物对周围的环境影响可接受；此外，项目的建设未对周围生态环境功能造成破坏。	符合

表 3.1.4-2　项目与《揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案》相符性分析

环境管控单元	管控要求	本项目	相符性
普宁市南部优先保护单元（环境管控单元编码：ZH44528110015）	1.【生态/限制类】生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。 2.【生态/鼓励引导类】一般生态空间，可开展生态保护红线内允许的活动；在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动。 3.【水/禁止类】三坑水库、汤坑水库、白沙溪水库、弯肚坑水库水源保护区禁止设置排污口，一级保护区禁止建设与供水设施和保护水源无关的建设项目，二级保护区禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。 4.【生态/禁止类】普宁三坑地方级自然保护区严格按照《中华人民共和国自然保护区条例》《广东省环境保护条例》等相关法律法规实施保护管理，在自然保护区的核心区禁止从事任何生产建设活动；在缓冲区，禁止从事除经批准的教学研究活动外的旅游和生产经营活动；在实验区，禁止从事除必要的科学实验、教学实习、参考观察和符合自然保护区规划的旅游，以及驯化、繁殖珍稀濒危野生动植物等活动外的其他生产建设活动。 5.【生态/禁止类】普宁大南山森林公园严格按照《广东省森林公园管理条例》《广东省环境保护条例》要求进行管护，森林公园除必要的保护设施和附属设施外，禁止从事与资源保护无关的任何生产建设活动；禁止随意占用、征用、征收和转让林地；禁止种植掠夺水土资源、破坏土壤结构的劣质树种。 6.【生态/禁止类】禁止在生态公益林区内伐木、放牧、狩猎、采脂、打树枝、铲草及地表植物、开矿、筑坟、建墓地、开垦、采石、挖砂和取土。 7.【生态/综合类】采取封育保护、自然修复、植树种草等措施，扩大单元山体植被覆盖面积，并加强对生产建设活动的监督管理，预防和减少水土流失。 8.【生态/禁止类】禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物，在坡地上造林，种植果树、茶树、油茶等经济林以及中药材的，应当采取修建梯地、鱼鳞坑整地、保留梯地间植被等水土保持措施，防止造成水土流失。	本项目除了风吹涵水库溢洪道外，其他工程布置及施工布置均不涉及生态保护红线范围。风吹涵水库溢洪道占用了非自然保护地核心保护区的生态保护红线，但本项目为新建水库工程，属于水利基础设施，属于允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，工程建设符合生态优先保护区的管控要求。根据《揭阳市林业局关于准予普宁市大南山森林公园（县级）改变经营范围的行政许可决定》（揭市林〔2022〕57 号），森林公园已调整，调整后项目不涉及大南山森林公园。	符合

环境管控单元	管控要求	本项目	相符性
普宁市东部练江流域重点管控单元（环境管控单元编码：ZH44528120019）	1.【水/禁止类】除入园项目外，禁止新建、扩建印染、制浆、造纸、电镀、鞣革、线路板、化工、冶炼、发酵酿造和危险废物综合利用和处置等水污染物排放量大、存在较大环境风险的行业。 2.【水/限制类】在未按省的规定实现相应的水质目标前，暂停审批电氧化和截污管网外的洗车、餐饮、沐足桑拿、食品加工等耗水性项目，生产过程中含酸洗、磷化、表面处理等工艺的项目。 3.【水/限制类】严格限制水污染型、耗水型和劳动密集型的产业项目。 4.【大气/鼓励引导类】大气环境高排放重点管控区，应强化达标监管，引导工业项目落地集聚发展。 5.【大气/限制类】普宁市区大气环境受体敏感重点管控区，严格限制新建钢铁、燃煤燃油火电、石化、储油库等项目，产生和排放有毒有害大气污染物项目，以及使用溶剂型油墨、涂料、清洗剂、胶黏剂等高挥发性有机物原辅材料的项目。 6.【大气/禁止类】普宁市区高污染燃料禁燃区，禁止销售、燃用高污染燃料；禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施，已建成的高污染燃料设施应当改用天然气、页岩气、液化石油气、电等清洁能源。 7.【岸线/禁止类】在河道管理范围内，禁止从事影响河势稳定、危害河岸堤防安全和妨碍河道行洪的活动。	本项目为新建水库工程，非禁止类或限制类的行业项目。工程建设符合重点管控单元的管控要求。	符合
三坑下水库大南山街道控制单元（环境管控单元编码：YS4452811210005）	1.饮用水源保护区按照《广东省水污染防治条例》及相关法律法规实施保护管理，一级保护区禁止建设与供水设施和保护水源无关的建设项目，二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。 2.水源保护区范围禁止设置排污口；禁止向保护区排放、倾倒、堆放、填埋、焚烧剧毒物品、放射性物质以及油类、酸碱类物质、工业废渣、生活垃圾、医疗废物、粪便及其他废弃物。	本项目灌区引水管工程引水至总干渠，交水点位于三坑水库坝址下游约 3km，不涉及普宁市三坑水库饮用水水源保护区，符合管控要求。	符合

3.2工程布局和施工总布置方案环境合理性分析

3.2.1 坝址选址合理性分析

可研推荐的坝址位于益岭水与左右两支流交汇处下游的垭口处上坝址，该处左岸有 G238 国道通过，下游分布有河田坝村、河田坝水电站等，两岸为相对突出的山体，左岸山顶高程约 97m，右岸山顶高程约 121.85m。可研选定坝址位置示意图图 3.2-1。

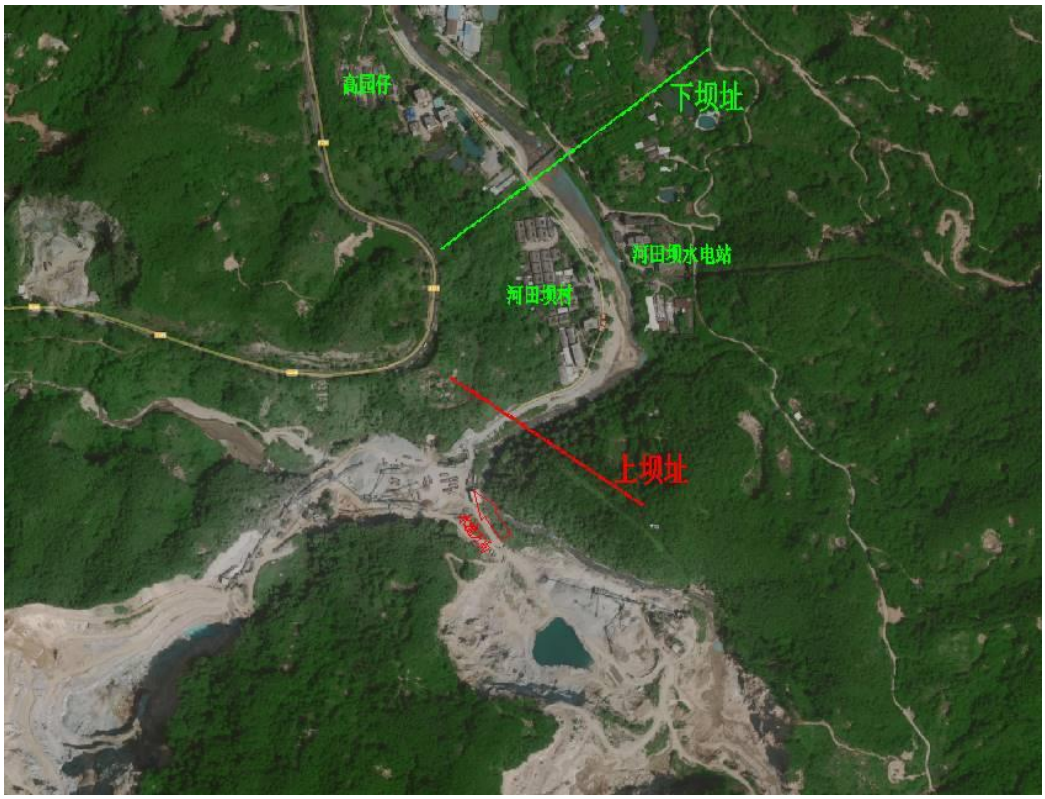


图 3.2-1　可研选定坝址位置示意图

由图 3.2-1 可以看出，可研推荐的上坝址避开了河田坝村及河田坝水电站，尽可能地减少移民搬迁和淹没损失，可研推荐的上坝址在环境影响、移民搬迁、淹没损失等方面占有较大优势，可研阶段选择上坝址作为推荐坝址是合理的。

3.2.2 施工总布置环境合理性分析

施工总平面布置上充分考虑因时、因地制宜，结合实际地形地貌等条件，以期用最少的人力、物力和财力在设计工期内顺利完成工程任务。本项目由大坝枢纽工程、1#～4#水陂、风吹涵水库溢洪道改造、灌区改造工程及库岸整治工程组成。根据工程布置特点，项目较多，位置相对较分散，施工布置方案亦考虑分散

布置。大坝枢纽工程包含水库均质土坝、溢洪道、引水(放空)兼导流隧洞、水电站，可集中在枢纽附近布置供电系统、供水系统等小型临时设施。在坝址下游直线距离约 0.5km 处左岸有台地，用于布置施工临时生活区、办公室、施工仓库、钢筋加工厂、木材加工厂、汽车修理及机械修配场等施工辅助企业；引水管线从溢洪道下游渠道开始布置总长约 4.3km，施工工区可以与大坝枢纽施工工区共用。1#～4#水陂位于库区上游深山密林之中，4 个项目相对分散、工程量又小，故在项目区附近仅设部分施工仓库及辅助企业。风吹水库涵溢洪道距本工程大坝枢纽工区较远，需设独立的施工工区，布置于溢洪道左侧坝头位置。

由施工布置可以看出，本工程大坝枢纽工程施工区、1#～4#水陂施工区、风吹水库涵溢洪道施工区布置相对独立，各自又呈大集中小分散的布置方式，施工总布置较紧凑，施工临建设施尽可能利用淹没区，相对减少了新增征占地，有利于水土保持。渣场及转运场就近布置，减少了运距，减少了施工临时道路修筑量，减少了土石方挖填及倒运，减少了新增征占地，有利于水土保持。施工工区所在的场地较空旷，距离环境敏感点较远，有利于避免施工噪声及粉尘等对周围居民的干扰；施工工区、土料场和弃渣场避开了自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感点；施工生产设施集中布置，有利于对各施工污染环节进行统一集中处理，保证处理效果，避免对水体的污染，施工工区的布置体现了尽量少占地、减少对环境影响的原则。

3.3工程环境影响源分析

3.3.1 施工期环境影响源分析

3.3.1.1 施工期环境影响特征分析

本工程属非污染生态项目，工程施工期的影响主要是施工噪声、扬尘、施工污废水、弃渣等对周围环境的影响。

根据施工组织设计，工程建设时序分为施工准备期、主体工程施工期和工程完建期三个阶段。各个施工时段内，由于施工内容、方式、强度不同，工程对环境作用因素以及相应的影响对象、影响方式、影响性质及强度、影响历时和范围并不一致。可能产生环境影响的主要为施工准备期、主体工程施工期以及工程完建期。具体产生影响的施工行为主要有施工导流、主体工程施工以及工程弃渣等活动。此外，工程建设区和施工区的征占地会造成居民的搬迁损失，水库淹没导

致的搬迁和生产安置移民也需在施工前完成相关的安置工作，移民安置会带来生态环境、社会环境和人群健康的影响等。主要工程作用因素及影响状况见表 3.3-1。

表 3.3-1 施工期环境影响因素分析表

施工阶段	作用因素	影响对象	影响途径/方式	影响强度
准备期	施工占地	植被、土壤、生物多样性	占地、扰动	中
	三通一平	植被、土壤、水体、居民点	噪声、扬尘、水体流失	中
	围堰	水体	扰动	小
	人员生活	植被、土壤、水体	生活垃圾	小
主体工程施工期	施工占地	景观、植被、土壤	占地、扰动	中
	土石方挖填	土壤、居民点	水土流失、渣土、扬尘、噪声	中
	基坑排水	水体	废水	小
	钻孔、灌浆施工	居民点	扬尘、噪声	中
	堆渣	土壤、大气、居民点	扬尘、水土流失	小
	材料加工	施工人员	噪声	小
	道路运输	居民点	噪声、扬尘、燃气废气	小
	施工人员生活	植被、土壤	生活污水、垃圾	小
	施工人员聚集	人群健康	环境卫生、防疫	小
工程完建期	临时设施拆除等	土壤	扰动	小
	施工场地恢复、绿化	植被、土壤	扰动	小

3.3.1.2 地表水环境影响源分析

本工程所需砂石料、混凝土、沥青等均从市场购买，不产生砂石料冲洗废水、砼拌和系统冲洗废水。项目施工期污废水主要为施工人员的生活污水、施工机械及车辆冲洗废水，围堰基坑排水、洞室排水等。

（1）生活污水

生活污水主要是施工生活区的粪便、淋浴洗涤及食堂污废水等。

本项目根据工程布置特点，分别在大坝枢纽工程、1#～4#水陂、风吹涵水库溢洪道改造分散布置 2 个工区和 4 个水陂施工点，其中大坝枢纽施工工区和风吹涵水库溢洪道改造处分别布置了施工临时生活区，1#～4#水陂位于库区上游深山密林之中，4 个项目相对分散、工程量又小，故在项目区附近仅设部分施工仓库及辅助企业，未设置施工临时生活区。

因此，工程布置施工场地内有施工生活区 2 个，分别设置在大坝枢纽施工工区和风吹涵水库溢洪道改造处。水电工程施工人员生活用水量定额按照《广东省用水定额(DB44/T1461.3-2021)》I 区农民用水定额取 0.15m^3/人 d，按污水处理设计规范，生活污水排水率为 80%，未经处理的生活污水成分中 COD_{Cr}、BOD_5、氨氮和 SS 的浓度值约为 250mg/L、100mg/L、20mg/L 和 250mg/L。各施工工区的生活污水排放量见表 3.3-2。

表 3.3-2 施工期各施工生活区生活污水产生量汇总表

施工生活区	高峰人数（人）	平均人员（人）	施工期（月）	高峰期污水规模（m^3/d）	污水平均排放量（m^3/d）	生活污水排放总量（m^3）
大坝枢纽施工生活区	600	440	36	72	52.8	57024
风吹涵水库溢洪道改造处施工生活区	280	180	12	33.6	21.6	7776
合计	880	620	36	105.6	74.4	64800

（2）生产废水

1）施工机械及车辆冲洗废水

本工程施工期大型机械和车辆维修均送至市区或镇区，含油废水主要来自施工机械及车辆日常冲洗，主要含有泥沙和石油类等污染物，其中 SS 浓度约为 1000mg/L，石油类浓度约为 15mg/L。工程施工期每台水电施工机械冲洗用水约 0.3m^3/d，废水产生率按 0.8 算，施工高峰期机械设备约 100 台，故每天产生含油废水 24m^3，工程主体施工期 28 个月，本工程施工期间共产生含油废水量约 20160m^3，施工期 SS 产生量约为 20.16t，石油类产生量约为 0.3024t。拟在施工工区机械设备停放场地设置砖砌隔油沉淀池对含油废水进行处理，出水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中车辆冲洗杂用水水质标准后回用为施工营地车辆冲洗用水使用。

2）基坑排水

本工程大坝施工需要设置围堰，施工围堰区域由于降雨、基础渗水等原因将产生基坑水，基坑水量主要与降雨量和基础渗水量有关。

基坑水 SS 浓度一般在 2000mg/L 左右，静置沉淀 2h 后抽排至下游，要求加快

沉淀时间提高沉淀效果时，可向基坑投加混凝剂，经混凝沉淀后优先回用于场地内洒水降尘。

3）洞室排水

本工程引水(放空)兼导流隧洞布置在大坝左岸，为塔式引水，施工期作为导流隧洞，运行期可作为引水、放空隧洞。隧洞直径 3m，隧洞总长 337m。引水隧洞在开挖过程中将产生一定的地下水渗漏或用水，洞挖工程排水量主要与开挖区水文地质条件、防渗措施效果有关。据钻孔揭露，洞顶以上覆盖层较厚，围岩透水性较弱，富水性较差，预计开挖后不会发生大规模的涌水现象，沿裂隙面或软弱结构面会发生渗滴水或线状流水，如遇断层破碎带，会发生轻微涌水，持续时间较短。洞挖工程排水污染物主要为 SS，类比已建同类工程洞室排水，悬浮物浓度约为 1700mg/L，经沉淀处理后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中道路清扫杂用水水质标准要求。

3.3.1.3 地下水环境影响源分析

工程施工期间将产生一定的生活污水及施工废水，生活污水主要污染物为 COD_{cr}、BOD_5、SS、NH_3-N 和动植物油；施工废水中含有少量的石油类和悬浮物，施工期废水经收集汇入处理设施，在收集、处理过程中，如果未严格落实环保要求，有可能通过渗漏对地下水产生影响。

3.3.1.4 大气环境影响源分析

施工期大气污染主要来自施工作业面粉尘、施工交通道路扬尘、机动车辆和施工机械排放的燃油尾气以及炸药爆破废气等，主要污染物为 TSP、SO2、NO_X 等。

（1）施工扬尘

施工过程中的扬尘主要产生于：①土方挖掘和现场堆放产生扬尘；②建筑材料的搬运及堆放产生扬尘；③物料运输车辆造成的道路扬尘。

施工扬尘产生量与施工管理情况密切相关，若能加强管理，采取如道路硬化管理、边界围挡、裸露地面覆盖、易扬尘物料覆盖、定期喷洒水抑尘，运输车辆冲洗避免二次扬尘等措施，则施工扬尘量将得到有效降低。扬尘排放量见表 3.3-5。

表 3.3-5 水利工程各类施工活动粉尘排放量的调查结果 单位：kg/d

施工区域	施工活动类型	粉尘排放量

施工区域	施工活动类型	粉尘排放量
开挖区	挖掘机开挖和推土机推土	36
	运输车辆装料	0.48
	工地风侵蚀	36.5
堆填区	从运料车卸料	0.75
	工地风侵蚀	46.1
运输线路	运输车在临时路面支线行驶	432
	运输车在水泥路面支线行驶	213

（2）燃油废气

① 车辆尾气

施工过程机动车辆会排放的少量尾气，主要污染物是 SO_2、NOx、烃类等，各类汽车污染物排放量见表 3.3-6。项目主要是 8t 自卸汽车为中型车，NO_2 的排放量约为 6.17~10.07g/d。

表 3.3-6　施工期各类汽车平均排放 NO_2 量统计表单位：g/d

车型	NO_2
汽油轻型车	9.08
汽油中型车	10.07
柴油轻型车	7.36
柴油中型车	6.17
柴油重型车	38.41

② 柴油发电机废气

工程在无电源的工区拟采用 50kW 柴油发电机自发电，柴油废电机也会产生一定尾气。

由于本工程靠近城镇及村庄，可以利用周边电网系统供电；部分偏远工程（如 1~4 水陂）无电源的采用柴油发电机自发电。工程设置 1~3 台柴油发电机，功率为 50kW，柴油发电机使用时间不会太长，按偏僻工程施工 5 个月，每天使用 8h 时计算，柴油发电机使用时间为 1200h，按最大台数 3 台计，则施工期柴油发电机耗油量为 41.04t（柴油密度取 0.84t/m³）。

根据《环境统计手册》提供的参数，每燃烧 1kg 柴油将释放 $15m^3$ 的烟气，则本项目发电机尾气年总排放量为 61.56 万 m^3/施工期，根据《燃料燃烧排放大气污染物物料衡算办法（暂行）》计算：

①G（SO_2）=2000×B×S

式中，G（SO_2）：二氧化硫排放量，kg；

B：消耗的燃料量，t；

S：燃料中的全硫分含量，%；本项目取 0.001%。

②烟尘的排放量计算公式：G（sd）=1000×B×A

式中，G（sd）：烟尘排放量，kg；

B：耗油量，t；

A：灰份含量，%，本项目取 0.01%；

③ NOx 的排放量计算公式：G（NOx）= 1630×B×(N×β+0.000938)

式中，G（NOx）：氮氧化物排放量，kg；

B：消耗的燃料量，t；

N：燃料中的含氮量，%；本项目取值 0.02%；

β：燃料中氮的转化率，%；本项目选 40%。

④ 黑烟

烟气黑度＞1.0 级林格曼黑度

经计算，本项目柴油发电机尾气大气污染物产生情况见表 3.3-7。柴油发电机配有尾气净化装置（碱喷淋装置），类比分析，发电机尾气经消烟除尘后，SO_2 及烟尘的去除率分别为 15%和 40%（NOx 的去除率几乎为 0），烟气黑度＜1.0 级林格曼黑度，处理后发电机尾气后引至所在建筑物楼顶排放（约 3m 高），排放情况见表 3.3-7。

表 3.3-7　备用发电机尾气污染物产生、排放源强表

污染物种类	产生浓度(mg/m³)	产生速率(kg/h)	产生量(kg/施工期)	处理效率	排放浓度(mg/m³)	排放速率(kg/h)	排放量(kg/施工期)
SO_2	1.333	0.0007	0.82	15%	1.133	0.001	0.62
NOx(以NO_2计)	110.62	0.0567	68.10	0	110.62	0.057	68.10
烟尘	6.67	0.0034	4.10	40%	4.00	0.002	2.46
黑烟	烟气黑度＞1.0 级林格曼黑度			烟气黑度＜1.0 级林格曼黑度			

（3）爆破废气

在坝基和隧洞开挖需要使用一定的炸药，会产生 CO、CO_2、NO_2 等污染物。根据《环境影响评价技术手册-水利水电工程》，大多数工程已采用乳化炸药，乳化

炸药爆炸主要污染物为 NO，且有少量的 CO、CO_2、NO_2，由于本项目水库工程炸药使用量少，爆炸过程爆破废气产生量有限。

（4）施工期食堂油烟

施工期食堂厨房设约 8 个炉头，预计每天开炉 5 小时，施工期 3 年，根据同类炒炉烟气排放情况，油烟量平均按 2000m^3/炉·小时算，油烟废气产生量为 16000m^3/h（2880 万标立方米/年），油烟的浓度约为 12mg/m^3，油烟产生量为 0.224kg/h(即 0.4032t/a)。施工期油烟采用油烟净化器净化后经油烟管道高空排放，油烟净化设备最低去除率 85%，其排放浓度均能控制在《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）规定的最高允许排放浓度（2.0mg/m^3）内。

3.3.1.5 声环境影响源分析

本项目的环境噪声源主要来自施工场地施工机作业、车辆运输等。施工场地机械噪声源主要来自于空压机、挖掘机、推土机、自卸汽车、水泵、隧洞口爆破等机械施工活动，作业面噪声值一般在 80dB(A)~140dB(A)之间。

参考《环境影响评价技术手册水利水电工程》（邹家祥主编）、《公路建设项目环境影响评价规范》（JTGB03-2006）以及类比水电工程施工噪声值，常用水利工程、公路工程施工机械噪声测试值见表 3.3-8。

表 3.3-8 主要施工机械噪声值统计表

机械设备	型 号	测点与声源距离(m)	噪声源强(dB(A))
挖掘机	2m^3	1	85
自卸汽车	12t～20t	1	85
推土机	74kW	1	85
手风钻	--	1	97
钻机	100 型	1	72
凿岩机	--	1	92
蛙式打夯机	2.8kW	1	80
砼泵	30m^3/h	1	89
砼振捣器	1.1kW	1	85
灌注桩成孔机械	-	1	87
爆破作业	60kg	1	140

工程施工一般全部安排在白天进行，一个施工单元一般是几台或十几台机械同时操作。根据噪声叠加原理，由表中可得施工机械综合噪声源强约为 100~110dB(A)，爆破作业源强为 140dB(A)。

3.3.1.6 固体废弃物

施工期固体废物主要包括施工过程产生弃渣和施工人员生活垃圾。

（1）工程弃渣

根据本工程初设报告，工程弃渣量约为 56.11 万 m^3。弃方均运至弃渣场堆填。

（2）生活垃圾

生活垃圾主要来源于施工人员日常生活所丢弃的纸屑、废弃物等。工程施工期间，施工期平均人数为 620 人，按每人每天排放 1kg 垃圾计算，则生活垃圾排放量 0.62t/d。本工程施工期内共产生生活垃圾 669.6t。生活垃圾应分类收集，定点堆放，由当地环卫部门清运。

3.3.1.7 生态环境影响

（1）工程占地

本工程总占地面积为 54.74hm^2，其中永久占地 35.16hm^2，临时占地 19.58hm^2。工程永久占地地类主要为林地、工矿仓储用地、水域及水利设施用地、草地、园地等，临时占地地类主要为林地及其他土地。工程占地不涉及基本农田。

工程施工过程中，原材料堆放，施工设备的放置将导致地表受到不同程度的破坏和扰动，施工开挖、永久性或临时性工程将使施工区原有的地形地貌、土地利用方式发生改变，植被受到破坏；施工作业区地表植被层的破坏，会导致区内植被覆盖度的降低，局部自然系统抗外界环境干扰能力减弱，原有生态体系稳定性降低。

（2）工程土方开挖生态环境影响

在本工程的建设过程中，由于主体工程基础开挖、原材料的堆放、施工作业等活动将使原地表植被、地面构成物质及地形、地貌收到扰动，土壤表层破坏，失去原有植被的保护，造成生物量减少，降低或丧失土壤水土保持功能，大量土石方的开挖及其运移，将导致工程区域内原地貌形态的改变，地表破碎度增加，施工结束后将进行整治恢复。

工程区属于人类活动比较频繁的地区，未见大型野生动物及保护动物，项目区经常出没的野生动物多为小型啮齿类动物和常见禽类。施工期间将使其活动范围受到一定限制。

（3）围堰等涉水施工生态环境影响

围堰等涉水施工使河底物质发生扰动，造成泥沙沉积在底基上和水体中悬浮，

减弱了光的穿透能力，增加了河水的浊度，同时围堰施工所造成的高浓度悬浮物将造成所在水域的 SS 增加，将可能对鱼类的呼吸作用产生不利影响。

3.3.2 运行期环境影响分析

3.3.2.1 对水文情势的影响

（1）蓄水期水文情势

本工程需水时间约为 10 个月。水库初期蓄水，会导致库下河道产生不同程度的水位、流量变化，对下游水文情势有一定影响，从而对下游的取用水和生态用水产生影响。为避免初期蓄水期间下游河段出现脱水现象，保证下游生态需水量，工程采用流量泵以最小下泄流量 0.116m^3/s 下放。

（2）水库库区水文情势

设计正常蓄水位 81.744m，相应库容 535 万 m^3，工程建成后，库区由河流状态变为水库。由于水库的形成，淹没范围内原有的河流变为湖库，水深明显加深、水面面积增大，库区水体流速明显减缓。

（3）上、下游河道水文情势

宝月水库建成蓄水后，库尾上游天然河段受到水库回水的影响，水位有所抬高，流速减缓。

宝月水库下游在既定的运行调度方式下，一般来说，丰水期坝址处下泄水量比天然河道流量有所减少，而特征年特定时期枯水期下泄水量比天然河道水量有所增加。水库泄水设施调度原则见 2.8 章节。

3.3.2.2 对水环境的影响

（1）水温影响分析

本工程坝址多年平均径流量 1830.3 万 m^3，总库容为 595 万 m^3，根据公式判断本项目水体水温结构类型：a=（多年平均入库径流量）/（总库容），得出 α 约为 3.08，α 小于 10，初步判断其水温结构为分层型。

（2）水质影响

库区水文情势改变后，使河流变成湖库，流速变缓，污染物容易富集，容易引起库区水质不达标及富营养化等问题，需分析水库蓄水后水质的变化，并采取相应措施保证库区水质不受污染。

水库坝址上游无工矿企业生产分布，零星分布有少量居民，上游污染源点源

主要为生活污染源，上游地区现状居住人口约 500 人，坝址处多年平均年径流量为 11330 万 m^3，总氮、总磷浓度取现状监测的平均值丰水期和枯水期分别为 0.49mg/L 和 0.80mg/L、0.06 mg/L 和 0.05mg/L，则现状总氮、总磷年平均入库量分别为 11.81t、1.04t。

（3）水资源利用影响

益岭水流域内现状水资源开发利用程度较低。宝月水库建成后，典型年灌溉供水期总供水量为 499.6 万 m^3，占益岭水流域地表水资源量的 8.1%。

（4）运行期污废水

水库管理处生活污水：水库管理人数 16 人，按照广东省地方标准《用水定额第 3 部分：生活》（DB44/T 1461.3-2021），有食堂和浴室的办公楼用水定额为 38m^3/人 a，生活用水量为 1.67m^3/d，污水排放系数取 0.9，则污水量为 1.50m^3/d（547.5m^3/a），生活污水采用化粪池、隔油池+一体化生活污水处理设备处理。处理后出水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GBT18920-2020）回用于管理区内的绿化浇灌。

3.3.2.3 对地下水环境的影响

库区蓄水使得坝上游水位上升，同时库区渗漏水进入地下水层，有可能影响区域地下水水位。同时由于受水库蓄水的影响，库区近岸地段地下水位明显抬升，也可能带来沼泽化等环境水文地质问题，并对库区附近人民的生产和生活造成一定的影响。工程所在区域基本以有“村村通”通水，库区周围无地下取水源。

3.3.2.4 生态环境

3.3.2.5 环境空气

工程建成后电站运行不产生大气污染物。电站管理处食堂运行时会产生油烟。工程运行管理人员 16 人，运行期食堂油烟产生量较小，采用油烟净化器净化后经油烟管道高空排放，其排放浓度均能控制在《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）规定的最高允许排放浓度（2.0mg/m^3）内。

3.3.2.6 声环境

工程建成运行后，噪声源主要为电站发电（水轮机）机组运行过程中产生一定的噪声。

3.3.2.7 固体废弃物

（1）生活垃圾

运行期固体废物主要来源于水库管理处工作人员的生活垃圾。运行期水库管理处人员共约 10 人，生活垃圾的产生量按 1.0kg/人.d 计，则电站运行期间日产垃圾量约 10kg/d，年产垃圾 3.65t/a，生活垃圾若处理不当会对环境产生一定影响。

（2）危险废物

电站机组检修过程中将产生一定量的废机油和含油废水，其中废机油、含油废水处理设施产生的废油均为危险废物，属于《国家危险废物名录》中的 HW08 废矿物油，废铅酸蓄电池属于《国家危险废物名录》中的 HW31 含铅废物，需委托有危险废物处置资质的单位进行处置。

3.3.2.8 土壤环境

水库蓄水后，库区水位的变化可能影响地下水水位的变化，从而影响库周土壤质量。水库蓄水导致地下水水位升高，从而引起土壤次生盐渍化和土壤次生沼泽化问题，普宁雨量丰沛，地表水系径流条件好，工程区域无农用地，从气候、降水量、地下水径流排泄条件以及水质分析，普宁土壤不具产生次生盐渍化条件，普宁已建水库也未出现土壤次生盐渍化的现象。

3.3.3 污染源汇总分析

本项目施工期和运行期的污染源强汇总见表 3.3-9。

表 3.3-9 本项目主要污染物产生、排放汇总

时段	类别	污染源		污染因子	处理前		处理后	
					产生浓度	产生量	排放浓度	排放量
施工期	生产废水	施工机械及车辆冲洗废水 24m³/d		SS	1000mg/L	6.72 t/a	达标回用	
				石油类	15mg/L	0.1008 t/a		
		基坑排水		SS	1500~2500mg/L	-	达标优先回用	
		洞室排水		SS	1700mg/L	/	达标回用	
	生活污水	生活区生活污水高峰期 105.6m³/d		COD_{Cr}、BOD_5、氨氮、SS	COD_{Cr}250mg/L、$BOD_5$100mg/L、氨氮 20mg/L、SS250mg/L	CODCr：6.69t/a；BOD_5：2.68t/a；氨氮：0.54t/a；SS：6.69t/a	达标回用	
	废气	施工扬尘		TSP	-	0.48~431 kg/d	-	洒水降尘等
		施工机械燃油废气	车辆尾气	NO_2	-	6.17~10.07g/d	-	6.17~10.07g/d
			柴油发电机废气	SO_2	1.333mg/m³	0.82kg/施工期	1.133mg/m³	0.62kg/施工期
				NOx	110.62mg/m³	68.1kg/施工期	110.62 mg/m³	68.1kg/施工期
				烟尘	6.67mg/m³	4.1kg/施工期	4.00mg/m³	2.46kg/施工期

时段	类别	污染源	污染因子	处理前		处理后	
				产生浓度	产生量	排放浓度	排放量
		食堂油烟	油烟废气	12mg/m^3	0.4032t/a	1.8mg/m^3	0.0605t/a
	噪声	施工机械、施工作业	等效声级	100~140dB(A)		昼间：70dB(A) 夜间：55dB(A)	
	固废	弃土弃渣	弃土弃渣	56.11 万 m^3		运至弃渣场	
		拆除的旧设备	旧设备	-		资源回收	
		生活垃圾	生活垃圾	0.62t/d		由当地环卫部门清运	
运行期	废水	生活污水	403m^3/a				
	废气	食堂油烟废气	少量				
	噪声	电站发电（水轮机）机组等	/				
	固废	生活垃圾	3.65t/a				

4 环境现状调查与评价

4.1区域自然环境概况

4.1.1 地理位置与行政区划

宝月水库拟建坝址位于普宁市南面大南山镇河田坝村，在练江支流白马河上游的益岭水河谷中，地理位置为东经 116°9′59″-116°12′12″，北纬 23°12′32″-23°16′20″。普宁市是广东省辖县级市，揭阳市代管，地处广东省南部，练江上游，潮汕平原西缘，东连潮阳区，南接惠来县，西南毗邻陆丰市，西北部与揭西县接壤，北部紧靠蓝城区，东北界榕城区，1993 年经国务院批准撤县建市，市政府驻流沙镇。全市设 17 个镇、7 个街道办事处、1 个乡、3 个国营农场。

4.1.2 地形地貌

普宁全市总面积 1620km^2，境内有山地、丘陵、平原，地势复杂，河流众多。普宁诸山为阴那山脉向东南延伸的支脉。南部为大南山山地，西南部为峨嵋嶂山地和南阳山丘陵，东北部为练江与榕江之间的低矮丘陵，中部的练江和北部的榕江河畔有宽广的冲积、洪积平原，在平原与丘陵之间有台地分布。

拟建坝址位于河田坝村上游益岭水出口处。坝址左岸山顶高程约 97m，山顶左侧存在一个低矮坳口(垭口 1)，高程约 86m，对应山脊厚度 120m，垭口 1 左岸山顶高程 120m。坝址右岸山顶高程 122.8m，距右坝头 170m 为垭口 2，高程 108.7m，正常蓄水位对应山脊厚度 90m；距右坝头 240m 为垭口 3，高程 108.5m，正常蓄水位高程对应的山脊厚度 140m。

4.1.3 气候气象

项目所在流域属于南亚热带季风气候区，气温受季风影响明显。流域北边是平原，南边是高山。坝址所在山区的月平均气温与平原不同，冬末至春季(1～4月)月平均气温比平原偏高，夏季相差不明显。其次，弱冷空气南下时，受地形阻挡山区不易侵袭，但在无云的夜晨，地面以辐射降温为主，山地降温快，最低气温又比平原低。

根据普宁市气象站资料统计，项目所在地多年平均气温为 21.5℃，年内气温

变化幅度较大，最高气温为 38.1℃(1990 年 8 月 17 日)，最低气温为-0.2℃(1963 年 1 月 27 日)。多年平均降雨量为 2064mm，年最大降雨量为 3038mm，年最小降雨量为 1096mm。多年平均风速为 1.9m/s，夏季多吹偏东风，冬季多吹偏北风。历年最大风速为 35m/s，相应风向为 NE。多年平均水面蒸发量为 1473.7mm。多年平均相对湿度为 82%。各月平均相对湿度最小为 77%，最大为 86%。

4.1.4 水文基本资料

本工程所在流域内没有水文、水位站，附近雨量站有普宁站。工程区邻近的上三坑水库、下三坑水库、白溪沙水库、汤坑水库、白沙溪水库均设有水位站和自记雨量站。考虑到水库自记雨量站未经过水文部门整编，数据可靠性不足，本次将普宁雨量站降雨观测资料作为降雨量计算的设计依据。

4.1.4.1 径流

（1）设计年径流

宝月水库总集雨面积 19.36km^2，其中上游的风吹涵水库集雨面积为 6.26km^2，风吹涵水库主要功能为灌溉和发电，除了灌溉用水外，其余水量通过渡槽引流至宝月水库下游河田坝电站发电。经实地调查，风吹涵水库自建库至今很少出现弃水，溢洪道极少泄洪。由于风吹涵水库发电水量是通过引水渠道引至宝月水库坝址下游右岸的河田坝电站发电后再流入河道，不进入宝月水库，所以，本次计算中，宝月水库天然径流量不考虑风吹涵的来水量，只在下游灌区用水时，考虑风吹涵的下泄流量。扣除风吹涵水库的集雨面积后，宝月水库区间集雨面积为 13.1km^2。

本次采用降雨径流相关的方法推求宝月水库的入库径流量。经一系列计算，得到宝月水库 1966 年～2020 年逐年径流量，见表 4.1-1。

表 4.1-1　宝月水库年径流量计算成果表（不含风吹涵水库）

年份	年径流量(万 m^3)	年份	年径流量(万 m^3)	年份	年径流量(万 m^3)	年份	年径流量(万 m^3)
1966	2065.3	1980	1392.1	1994	2259.8	2008	2880.3
1967	1243.2	1981	1431.3	1995	1866.0	2009	689.3
1968	2188.8	1982	2752.9	1996	1407.4	2010	1556.1
1969	1177.8	1983	1694.0	1997	2754.7	2011	1170.0
1970	2164.1	1984	2268.0	1998	1436.7	2012	1256.3
1971	1252.0	1985	1369.5	1999	1547.3	2013	2823.7
1972	1785.4	1986	2472.8	2000	2086.6	2014	1249.0

1973	3164.3	1987	2163.0	2001	2444.6	2015	2167.8
1974	2598.2	1988	1380.6	2002	2044.1	2016	1643.8
1975	2468.2	1989	1184.5	2003	1265.0	2017	1667.6
1976	1372.1	1990	2120.5	2004	913.4	2018	1528.7
1977	1692.7	1991	2057.5	2005	1602.3	2019	1494.2
1978	1715.1	1992	1894.9	2006	2966.6		
1979	1812.4	1993	1927.3	2007	1306.2		

对宝月水库径流量系列进行频率计算，并以 P-III型曲线适线，得出宝月水库年径流量频率计算成果见表 4.1-2。

表 4.1-2　宝月水库各级频率设计年径流量成果表

水库名称	均值 (万 m^3)	Cv	Cs/Cv	各级频率设计径流量(万 m^3)						
				25%	50%	75%	90%	95%	97%	99%
宝月水库	1830.3	0.35	2.0	2212.4	1756.1	1367.6	1072.2	918.4	827.4	673.2

根据径流年内分配方法计算宝月水库历年逐月径流量后，再根据水库逐月径流成果求得水库径流年内分配见表 4.1-3。

表 4.1-3　宝月水库多年平均径流年内分配表

项目	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	年
径流 (万 m^3)	165.7	237.7	316	275.7	265.3	178.7	73.4	54.7	48.4	50	63.9	100.8	1830.3
百分比 (%)	9.05	12.99	17.26	15.06	14.49	9.76	4.01	2.99	2.64	2.73	3.49	5.51	100

（2）枯水期径流

枯水期径流按 10 月～次年 3 月为枯水期计算，经计算得出，1966 年～2020 年枯水期径流量最大值为 1071.7 万 m^3，最小值为 162.1 万 m^3，多年平均枯水期径流量为 391.3 万 m^3。水文年多年平均径流量为 1830.3 万 m^3，枯水期多年平均径流量占年径流量的 21.4%，丰水期占 78.6%，年内丰枯比为 3.7。枯水期内，最枯三个月(11 月～1 月)多年平均径流量为 152.6 万 m^3，占多年平均径流量的 8.3%。

4.1.4.2　洪水

（1）设计洪水计算

本次建设内容包括一座水库及四座水陂，需要计算各自的设计洪水。根据计

算， 宝月水库设计洪水成果详见表 4.1-4。

表 4.1-4 宝月水库设计洪水表

计算断面	设计洪水流量(m^3/s)						
	0.1%	1%	2%	3.33%	5%	10%	20%
宝月水库坝址	713.3	560.4	517.1	484.5	458.3	411.5	354.5
右支流水陂(水陂 4)		104.0	94.8	87.9	82.2	72.2	61.7
干流三座水陂(水陂 1、2、3)		333.7	311.6	294.8	281.5	257.3	224.3

（2）施工洪水

宝月水库施工洪水受上游风吹涵水库影响，为充分利用风吹涵水库的调蓄作用，施工期时，风吹涵水库预留调蓄施工期洪水(即预降水位)，按发电流量控制泄流，以尽可能减少施工期水库下泄流量，降低工程施工成本。因风吹涵水库发电尾水由渡槽引流至下游河田坝水电站，故宝月水库及水陂 1、2、3 施工洪水计算时可不考虑风吹涵水库的下泄流量。

经计算，宝月水库的施工期洪水成果见表 4.1-5。

表 4.1-5 宝月水库施工洪水成果(综合单位线法)(P=20%)

时段	Qmax(m^3/s)		
	水库坝址	水陂 4	水陂 1、2、3
10 月～3 月	88.2	24.0	40.6
11 月～3 月	69.8	18.9	32.8
11 月～2 月	56.8	15.4	26.7

4.1.4.3 泥沙

本流域没有泥沙观测站，本次从多方面对比后采用合适的输沙模数计算水库的输沙量。

本工程采用悬移质输沙模数为 300 t/km^2，宝月水库悬移质年输沙量则为 0.39 万 t，考虑推移质为悬移质的 20%，则多年平均总输沙量为 0.47 万 t。一般淤沙单位容重为 1.2t/m^3，则多年平均总输沙量为 0.39 万 m^3，泥沙淤积按 50 年计，则总淤积量为 19.65 万 m^3。

4.1.4.4 坝下水位流量关系

宝月水库坝下无实测水位流量资料，在溢洪道出口下游处有一座拦河闸坝

（河田坝电站拦河闸坝），本次采用闸坝上游的水位流量关系作为宝月水库坝址下游的水位流量关系。

(1) 闸坝一直开闸工况

闸坝分为水闸和水陂两部分：水闸分六孔，单孔净宽 2.1m，有四孔底板高程为29.47m，另外两孔分别为29.43m、28.89m，堰型为宽顶堰；水陂顶高程31.8m，过流宽度 26m，堰型为实用堰。

经计算，一直开闸工况下拦河闸坝上游的水位流量关系见表 4.1-6。

表 4.1-6 宝月水库坝下水位流量关系(闸坝一直开闸工况)

高程(m，85 高程)	流量(m^3/s)	高程(m，85 高程)	流量(m^3/s)
28.9	0.0	33.0	195.9
29.4	1.2	33.5	266.3
30.0	10.2	34.0	345.1
30.5	23.9	34.5	431.5
31.0	41.0	35.0	524.7
31.7	69.8	35.5	624.4
32.0	87.8	36.0	730.0
32.5	135.4		

(2) 闸坝小流量不开闸工况

在水库日常运行中，上游未发生洪水时，闸坝关闸保持上游正常蓄水位31.8m，以此工况下计算的水位流量关系作为电站计算电能的依据。

当闸坝上游来水流量较大时，闸坝逐步开闸维持上游正常蓄水位，当来水流量超过水闸最大泄流能力时，水闸和水陂同时过流。经计算，当上游水位维持正常蓄水位时，水闸最大过流能力为 $74.3m^3/s$，水位超过正常蓄水位后，水位流量关系与(1)工况相同。由此得出闸坝小流量不开闸工况的水位流量关系见表 4.1-7。

表 4.1-6 宝月水库坝下水位流量关系(闸坝小流量不开闸工况)

高程(m，85 高程)	流量(m^3/s)	高程(m，85 高程)	流量(m^3/s)
31.8	0.0	34.0	345.1
31.8	74.3	34.5	431.5
32.0	87.8	35.0	524.7
32.5	135.4	35.5	624.4
33.0	195.9	36.0	730.0
33.5	266.3		

4.1.5 地质条件

（1）区域地质概况

本工程区域地处粤东东南沿海地区，位于莲花山脉东南面，属韩江三角洲西部的练江平原西南侧与丘陵交界地带，其东南面距南海之滨约 40km。区内地形总体上呈西南高东北低的趋势。

工程区的地层主要为第四系、侏罗系地层，此外大面积出露有燕山晚期侵入岩。工程区位于粤东沿海，地处新华夏系构造第二复式隆起带的东南侧与南岭东西向复杂构造带南部东段之交接地段。区内地质构造背景复杂，丰良～惠来东西向构造体系、汤坑～汕头新华夏构造体系及韩江～榕江北西向构造体系在区内均有表现。

本区断裂构造以北东向和北西向为主。在北东向断裂与北西向断裂的交汇、截切下，形成了一系列的断隆、断陷构造格局。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，50 年超越概率 10%，工程区地震动峰值加速度为 0.10g，相应的地震基本烈度为VII度。由于水库库容较小，不具备产生水库诱发地震的基本条件，水库蓄水后发生诱发地震的可能性很小。

（2）地层岩性及地质构造

坝址区地层主要分布有第四系人工填土层(Q^{s})、冲积层(Q^{al})、坡积层(Q^{dl})和燕山三期中粗粒花岗岩($\gamma 5^{2(3)}$)，局部见有后期侵入的煌斑岩(x)、辉绿岩脉(βμ)等。坝址区未发现大规模的地质构造，地质构造以小断层和裂隙为主。

（3）水文地质条件

坝址区地下水主要为基岩裂隙水和孔隙性潜水，二者相互联系，并与地表水联系密切。当河水位低于两岸地下水位时，两岸地下水向河水排泄；当河水位高于地下水位时，地下水受河水补给。地下水径流与地形的变化规律一致，由高向低运动。

4.1.6 土壤

项目所在区域主要地处赤红壤地带，土壤类型复杂多样，成土母岩多为花岗岩，小部分为玄武岩，山地丘陵为母岩风化形成的赤红壤，土壤普遍呈酸性；韩江三角洲平原主要为水稻土，新津河和梅溪河之间为潮沙泥土，滨海地带为盐渍沼泽土、滨海砂土；练江、榕江下游的潮阳区受地形地貌的影响，垂直分布不大

明显，山地为赤红壤、平原为河流冲积土、坑廊为谷底冲积土、台岗阶地为或者洪积土、内海湾为海滨沉积盐渍土、海岸为滨海砂土。工程区土壤以赤红壤为主。

4.1.7 植被

普宁市植被属亚热带常绿季雨林，除耕作地带外，多为次生草本植被群落、灌木丛和乔木，今多为人工种植的用材林、经济林、薪炭林和防护林。项目所在区域植物资源丰富，植物主要为亚热带常绿阔叶林，生产油甘，竹蔗，蕉柑，乌橄榄等果品。经调查，工程占地范围内主要是耕地、园地、林地、草地等，植被以人工种植草及人工次生林为主，种类相对单一，植物种类都是本区常见的以栽培林木为主的次生林以及次生林受影响后的野生灌草丛，植物群落生物量及净生产量均较低，调查过程中暂未发现国家重点保护的珍稀濒危植物。

4.1.8 鱼类

本工程坝址所在河段练江支流白马河上游的益岭水为山区河流，现状水质为III类，鱼类资源少，且练江下游河口被海门湾桥闸隔断，调查中未发现有珍稀濒危保护鱼类。

4.2地表水环境质量调查与评价

4.2.1 区域水污染源调查

宝月水库位于普宁市大南山街道，库区属于益岭村，灌区引水管穿越益岭村和灰寨村，根据现场调查，项目库区上游益岭水两岸基本是林地，生态环境良好，上游有零星村民居住，无明显水污染源，益岭水东侧支流有一个小鱼塘，益岭村、灰寨村村民多以务农为生，益岭水和三坑水下游两岸有分布一定的工业企业，区域内主要水污染源以农业面源污染以及村民生活污水为主，并有一定的工业企业污染源。

4.2.2 水资源与开发利用状况调查

4.2.2.1 水资源量

（1）地表水资源量

普宁市属雨水补给型，降雨量是地表径流的唯一来源，地表径流量的变化与降雨量基本一致。根据《揭阳市水资源综合规划》，区域范围内各水资源分区地

表水资源量见表下表。

表 4.2.2-1　分析范围内各水资源分区径流量特征值表

水资源分区		统计参数			不同频率年径流						
		Cv	多年平均		10%	20%	50%	75%	90%	95%	97%
五级区	榕江揭阳普宁	0.26	径流深(mm)	1345.0	1808.1	1627.0	1314.8	1095.6	920.8	825.9	768.0
			径流量(亿 m^3)	6.09	8.19	7.37	5.96	4.96	4.17	3.74	3.48
	练江揭阳普宁	0.21	径流深(mm)	1171.0	1495.1	1371.4	1153.8	997.1	869.0	797.9	754.0
			径流量(亿 m^3)	6.03	7.70	7.06	5.94	5.14	4.48	4.11	3.88
	粤东普宁	0.21	径流深(mm)	1399.1	1786.3	1638.5	1378.6	1191.3	1038.2	953.3	900.8
			径流量(亿 m^3)	9.12	11.65	10.68	8.99	7.77	6.77	6.22	5.87
普宁市		0.22	径流深(mm)	1311.4	1692.1	1546.1	1290.3	1107.1	957.9	875.6	824.8
			径流量(亿 m^3)	21.25	27.41	25.05	20.90	17.93	15.52	14.18	13.36

根据《揭阳市水资源公报(2015 年)》，普宁市多年平均径流深为 1437.4mm、多年平均地表水资源量为 23.29 亿 m^3，2015 年径流深为 1106.4mm、地表水资源量为 17.96 亿 m^3。

（2）地下水资源量

根据《揭阳市水资源综合规划》，普宁市多年平均地下水资源量为 4.26 亿 m3，地下水资源量模数为 29.6 万 m^3/a km^2。

（3）白马河流域水资源量

白马河流域面积 76.48km^2，三坑水、益岭水流域面积分别为 46.18km^2、30.3km^2。经计算，白马河及其支流三坑水、益岭水的径流成果见下表。

表 4.2.2-2　白马河流域地表水资源量计算成果表

计算范围	集雨面积(km^2)	多年平均地表水资源量(万 m^3)	不同保证率地表水资源量(万 m^3)		
			P=10%	P=50%	P=90%
白马河	76.48	15510	21700	15040	9930
三坑水	46.18	9370	13100	9080	5990
益岭水	30.30	6140	8600	5960	3930

4.2.2.2　水资源开发利用分析

（1）现状城镇供水情况

目前普宁市集中式供水工程的水源可分为地表水及地下水，总受益人口

87.75 万人。供水方式可分为正规自来水及简易自来水，其中饮用正规自来水的人数共 84.59 万人，分布在军埠、下架山、里湖、洪阳、占陇、南径等镇，简易自来水分布在梅林、麒麟、广太等镇。

①供水局直属水厂基本情况

普宁市供水局直属 3 座水厂，分别为莲花山水厂、汤坑水厂、平头岭水厂，设计总供水规模为 28 万 m^3/d。

莲花山水厂设计供水规模为 20 万 m^3/d，水源为榕江水；汤坑水厂设计供水规模为 3.5 万 m^3/d，水源为汤坑水库；平头岭水厂设计供水规模为 6.5 万 m3/d，现状实际供水规模为 5 万 m^3/d，水源为下三坑水库。

②镇管自来水厂基本情况

普宁市已建镇管自来水厂 15 座，各水厂基本情况见表 4.2.2-3。

③已建单村集中供水工程基本情况

普宁市已建单村集中供水工程 31 处，总设计供水规模为 12000m^3/d，总供水人口为 92300 人，水源为水库水、山溪水。

表 4.2.2-3　普宁市已建镇管水厂基本情况表

序号	镇名称	水厂名称	设计供水规模(m^3/d)	现状供水规模(m^3/d)	供水范围	供水水源
1	南溪镇	榕南水厂	5000	4000	典郭等 15 个村	榕江
2	广太镇	广太镇水厂	5000	600	金西池等 7 个村	北龙潭下水库
3	洪阳镇	洪阳水厂	7000	3500	镇区等 13 个村	深层地下水
4	麒麟镇	麒麟镇水厂	6000	5000	苍豪等 5 个村	蔡口水库
5		麒麟镇二水厂	6000	5600	镇区等 8 个村	东龙潭水库
6	大坝镇	大坝水厂	5000	1500	大坝等 12 个村	锡坑水库
7	下架山镇	大坝仔水厂	4000	3000	安溪等 12 个村	大坝仔水库
8	里湖镇	万石楼水厂	5000	4200	富美等 5 个村	万石楼水库
9	云落镇	云落水厂	5000	3300	镇区等 9 个村	弯肚坑水库
10	梅林镇	梅林水厂	3000	1300	镇区	山溪水
11	船埔镇	船埔水厂	300	220	镇区	山泉水
12	高埔镇	高埔水厂	2500	2200	镇区等 4 个村	高埔河
13	马鞍山农场	马鞍山农场水厂	850	770	场部等 7 个村	泰盘水
14	大坪镇	大坪水厂	5000	4500	镇区等 10 个村	高湖水库

15	大坪农场	大坪农场水厂	800	700	场部等 4 个村	深层地下水
16	合计		60450	40390		

（2）供用水现状

①供用水总量

根据 2015 年《揭阳市水资源公报》，2015 年，普宁市总供水量为 50647 万 m^3，其中蓄水工程供水量 36638 万 m^3、引水工程供水量 7814 万 m^3、提水工程供水 4397 万 m^3、地下水供水量 1798 万 m^3。

根据 2015 年《揭阳市水资源公报》，2015 年，普宁市总用水量为 50647 万 m^3，其中农田灌溉用水量 31550 万 m^3、工业用水 6888 万 m^3、城镇公共用水量 1091 万 m^3、居民生活用水量 11043 万 m^3、生态环境用水量 71 万 m^3。

2015 年，普宁市供用水量基本平衡，供用水情况见表下表。

表 4.2.2-4　2015 年普宁市供水量及各项用水量表

项　目	用水量(万 m^3)	比例(%)
供水总量	50647	100
蓄水工程供水量	36638	72.3
引水工程供水量	7813	15.4
提水工程供水量	4397	8.7
地下水工程供水量	1798	3.6
总用水量	50646	100
农田灌溉用水	29866	59.0
工业用水	6888	13.6
城镇公共用水	1091	2.2
居民生活用水	11043	21.8
生态环境用水	71	0.1

②用水指标

2015 年，普宁市人均综合用水量 239m^3，万元 GDP 用水量 86m^3，万元工业增加值用水量 19m^3，农田灌溉亩均用水量 742m^3，城镇居民生活人均用水量 154L/d，农村居民生活人均用水量 133L/d。

与揭阳市各项指标相比，普宁市各项用水指标均低于全市均值，说明普宁市用水水平高于揭阳市全市平均水平，用水效益较好。

（3）水资源开发利用分析

①普宁市水资源开发利用分析

根据 2015 年《揭阳市水资源公报》中统计数据，2015 年普宁市总供水量为 50647 万 m^3，其中蓄水工程供水量占 72.3%、引水工程占 15.4%、提水工程占 8.7%、

地下水工程占 3.6%。

2015 年，普宁市总用水量为 50647 万 m^3，在用水量组成中，农业用水占 62.3%、工业用水占 13.6%、城镇公共用水占 2.2%、农村生活用水占 21.8%、生态环境用水占 0.1%。

2015 年，普宁市地表水资源量为 17.96 亿 m^3、地下水资源量为 3.50 亿 m^3，用水量为 5.06 亿 m^3。

普宁市多年平均地表水资源量为 23.29 亿 m^3，普宁市 2015 年用水量为 5.04 亿 m^3，占普宁市多年平均水资源量的 21.6%，开发利用程度一般。

②益岭水水资源开发利用分析

益岭水流域内现状水利工程主要为 1 座小(一)型水库和 5 座电站。

小(一)型水库为风吹涵水库，水库于 1977 年 11 月建成，集雨面积 6.26km^2，总库容 173 万 m^3。水库主要功能为发电，水库蓄水后引水到河田坝电站发电。

经调查，益岭水流域内水资源开发利用主要为农业灌溉用水、农村居民饮用水及水力发电。

1) 农业灌溉用水

益岭水现状下游大部分耕地都已经纳入三坑水库灌区中，其他耕地均为旱作物用地，灌溉面积约为 470 亩，无固定水源灌溉。

2) 农村居民饮水

根据统计资料，益岭水流域内包含益岭村、灰寨村等行政村，人口集中居住在坝址下游，少量分散在坝址上游，现状坝址下游集中居住的村民已有村村通解决生活用水，村民不再取用益岭水作为生活饮水。

3) 水力发电

益岭水流域内目前已建有 5 座水电站，分别为倒梯岭水电站、十二排水电站、大陂明丰电站、大南山桂竹园水电站（益水分站）、河田坝电站，总装机容量 2790kW，多年平均发电量 654 万 kWh。前三座电站均位于宝月水库坝址上游，大南山益水电站位于坝址下游，河田坝电站蓄水建筑物位于坝址上游，电站位于坝址下游。各电站基本情况见下表。

表 4.2.2-6　益岭水流域内水电站情况表

序号	电站名称	装机容量 (kW)	多年平均发电量 (万 kWh)	备注

1	倒梯岭水电站	350	20	
2	十二排水电站	160	24	
3	大陂明丰电站	480	59	
4	大南山益水电站	200	15	
5	河田坝电站	1600	536	

4) 益岭水水资源开发利用程度

根据项目水资源论证，益岭水流域内多年平均用水量为 284 万 m^3，占益岭水流域多年平均地表水资源量(6140 万 m^3)的 4.6%，水资源开发利用程度较低。

益岭水流域的 5 座电站中，河田坝电站规模最大，电站位于宝月水库拟建坝址下游，由位于上游的风吹涵水库蓄水，通过管道引水至下游电站发电，水库集雨面积 6.26km^2，正常蓄水位对应库容 150 万 m^3，多年平均发电量为 536 万 kWh。其余四座电站，均为径流式电站，多年平均总发电量仅为 118 万 kWh，水能利用率较低。

4.2.2.3 水资源开发利用状况存在问题

(1) 普宁市的水资源严重缺乏，水资源人均占有量仅为全省的 37%，由于水质污染越来越严重，部分河流已经不能作为供水水源。资源性和水质性缺水等原因，严重影响人民群众正常的生产生活和社会的和谐发展。

(2) 水源水质污染严重，普宁市除了三坑水库、汤坑水库等水源能按有关要求划分水质保护区和制定保护办法进行保护外，其余的水源没有得到有效的保护，供水水源遭污染事件时有发生。

(3) 根据对普宁市及益岭水流域水资源开发利用状况进行分析，普宁市水资源开发利用程度一般，益岭水开发利用程度较低。

(4) 益岭水流域水资源水质较好，但由于天然来水年际和年内分配不均，加上水源工程建设落后，使得流域内水资源利用水平低。

(6) 随着普宁市的社会经济不断发展，水资源供需矛盾逐步加剧，统筹规划合理利用和优化配置水资源显得越来越重要

4.2.3 地表水环境质量现状监测与评价

4.2.3.1 引用水质现状数据

（1）练江和三坑水库

工程宝月水库拟建于益岭水，属于练江流域，项目灌区引水渠交水至总干渠，三坑水和益岭水汇合后流至白马河，白马河再流至练江，总干渠、三坑水上游均为三坑水库。本次评价引用普宁市环境保护监测站 2019 年~2021 年练江青洋山桥断面水质资料，以及揭阳市 2019 年~2022 年三坑水库水质资料，统计了练江和三坑水库近三年的水质现状。练江青洋山桥断面水质现状为劣V类，三坑水库水质现状为I类。项目上游水质均达到II类标准，但项目下游练江超过了V类标准，水质超标主要因为练江上游城镇工业发展过于密集，河流污染严重，但通过区域的污染源治理，练江水质正在不断变好。

表 4.2.3-1　练江青洋山桥断面近三年水质情况　　单位：mg/L，pH 值为无量纲

	水温（℃）	pH 值	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	总磷	石油类	粪大肠菌群	水质类别
2021 年均值	19.93	7.6808	15.5	6.4392	28.708	5.095833	3.075	0.2	0.0125	8100	劣V类
2020 年均值	20.47	7.3129	20.9	4.5963	23.917	5.665	4.449	0.2695	0.0225	17920.8	劣V类
2019 年均值	24.87	7.51	44.42	4.36	25.0	5.89	5.00	0.447	0.0208	128083	劣V类

表 4.2.3-2　三坑水库近三年水质情况

时间	2022 年第三季度	2022 年第二季度	2022 年第一季度	2021 年第四季度
水质类别	I类	I类	I类	I类
时间	2021 年第三季度	2021 年第二季度	2021 年第一季度	2020 年第四季度
水质类别	I类	I类	I类	I类
时间	2020 年第三季度	2020 年第二季度	2020 年第一季度	2019 年第四季度
水质类别	I类	I类	I类	I类

（2）益岭水

工程建设单位于 2022 年 4 月 13 日对拟建坝址上下游的水样委托广东吉之准检测有限公司进行了检测，监测数据见下表。根据水质监测结果，益岭水现状水质达到《地表水环境质量标准》III类标准。

表 4.2.3-3　益岭水水质监测成果（2022 年 4 月 13 日）

序号	监测项目	单位	数据	水质类别	标准限值		
					I类	II类	III类
1	pH 值	无量纲	6.7	I	6~9		
2	溶解氧	mg/L	5.68	III	≥7.5	≥6	≥5
3	高锰酸盐指数	mg/L	1.2	I	≤2	≤4	≤6

序号	监测项目	单位	数据	水质类别	标准限值		
					I类	II类	III类
4	五日生化需氧量	mg/L	1.0	I	≤3	≤3	≤4
5	氨氮	mg/L	0.208	II	≤0.015	≤0.5	≤1.0
6	总磷	mg/L	0.10	II	≤0.02	≤0.1	≤0.2
7	总氮	mg/L	0.80	III	≤0.2	≤0.5	≤1
8	铜	mg/L	0.001L	I	≤0.01	≤1	≤1
9	锌	mg/L	0.004	I	≤0.05	≤1	≤1
10	氟化物	mg/L	0.360	I	≤1	≤1	≤1
11	硒	mg/L	0.002L	I	≤0.01	≤0.01	≤0.01
12	砷	mg/L	0.005L	I	≤0.05	≤0.05	≤0.05
13	汞	mg/L	0.00004L	I	≤0.00005	≤0.00005	≤0.00005
14	镉	mg/L	0.0001L	I	≤0.001	≤0.005	≤0.005
15	六价铬	mg/L	0.001L	I	≤0.01	≤0.05	≤0.05
16	铅	mg/L	0.001L	I	≤0.01	≤0.01	≤0.05
17	氰化物	mg/L	0.004L	I	≤0.005	≤0.05	≤0.2
18	挥发酚	mg/L	0.0003L	I	≤0.002	≤0.002	≤0.005
19	石油类	mg/L	0.01L	I	≤0.05	≤0.05	≤0.05
20	阴离子表面活性剂	mg/L	0.05L	I	≤0.2	≤0.2	≤0.2
21	硫化物	mg/L	0.01L	I	≤0.05	≤0.1	≤0.2
22	粪大肠菌群	mg/L	200	I	≤200	≤2000	≤10000
23	硫酸盐	mg/L	8.28	I	250		
24	氯化物	mg/L	4.15	I	250		
25	硝酸盐	mg/L	0.570	I	10		
26	铁	mg/L	0.038	I	0.3		
27	锰	mg/L	0.047	I	0.1		

4.2.3.2 补充水质现状监测

（1）监测布点、时间、频率和监测因子

为掌握项目区水环境质量和满足环境影响预测评价的需要，本评价委托广东天鉴检测技术服务股份有限公司进行现状补充监测。本次评价监测 2 期（丰水期 2022 年 8 月 31 日~9 月 2 日和枯水期 10 月 7 日~10 月 9 日），每期布设 7 个水质监测断面，连续监测 3 天，每天监测取样一次（溶解氧和水温每间隔 6h 取样监测一次），同步记录气温，以及河宽、平均测深、流速、流量、水温数据，其中风吹涵水库监测点（W4）监测垂线水温，除水面下 0.5 米监测水温，按水深每 1 米监测 1 次，另取下三坑水库库中（E116.152705°，N23.257192°）测垂线水温（每深 1 米一个监测点）、坝下总干渠（E 116.157308°，N 23.261924°）水面下 0.5m

测水温。监测断面位置和监测因子详见图 4.2.4-1 和下表。

表 4.2.3-4　地表水监测点位和监测因子一览表

水体	断面名称	断面编号	位置	垂线采样点数	监测项目
拟建宝月水库淹没范围（益岭水）	宝月水库拟建坝址处	W1	N:23°14'02.29" E:116°10'39.92"	水面下 0.5m	《农用灌溉水质标准》（GB 5084-2021）表 1 中：pH 值、SS、BOD5、CODcr、阴离子表面活性剂、氯化物、硫化物、全盐量、总铅、总镉、六价铬、总汞、总砷、粪大肠菌群、蛔虫卵数，以及《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中的溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、镉、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、叶绿素 a、透明度，共 32 项。
	宝月水库库尾	W2	N:23°13'39.22" E:116°10'56.03"	水面下 0.5m	pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、CODcr、BOD5、氨氮、总磷、氟化物、六价铬、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、SS，共 15 项。
	宝月水库拟建取水口	W3	N:23°14'01.16" E:116°10'31.05"	水面下 0.5m	
风吹涵水库	风吹涵水库库中	W4	N:23°12'41.29" E:116°10'21.64"	水面下 0.5m，水底上 0.5m 处，1/2 水深处	pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、CODcr、BOD5、氨氮、总磷、总氮、氟化物、六价铬、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、SS、叶绿素 a、透明度，共 18 项。
益岭水东南侧支流	益岭水东南侧支流	W5	淹没范围东南侧上游 N:23°13'46.44" E:116°10'55.54"	水面下 0.5m	pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、CODcr、BOD5、氨氮、总磷、氟化物、六价铬、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、SS，共 15 项。
益岭水	益岭水下游	W6	益岭水汇入白马河前 500 米 N:23°15'51.04" E:116°10'49.41"	水面下 0.5m	
白马河	白马河	W7	益岭水汇入白马河后 500 米 N:23°16'11.14" E:116°11'21.15"	水面下 0.5m	

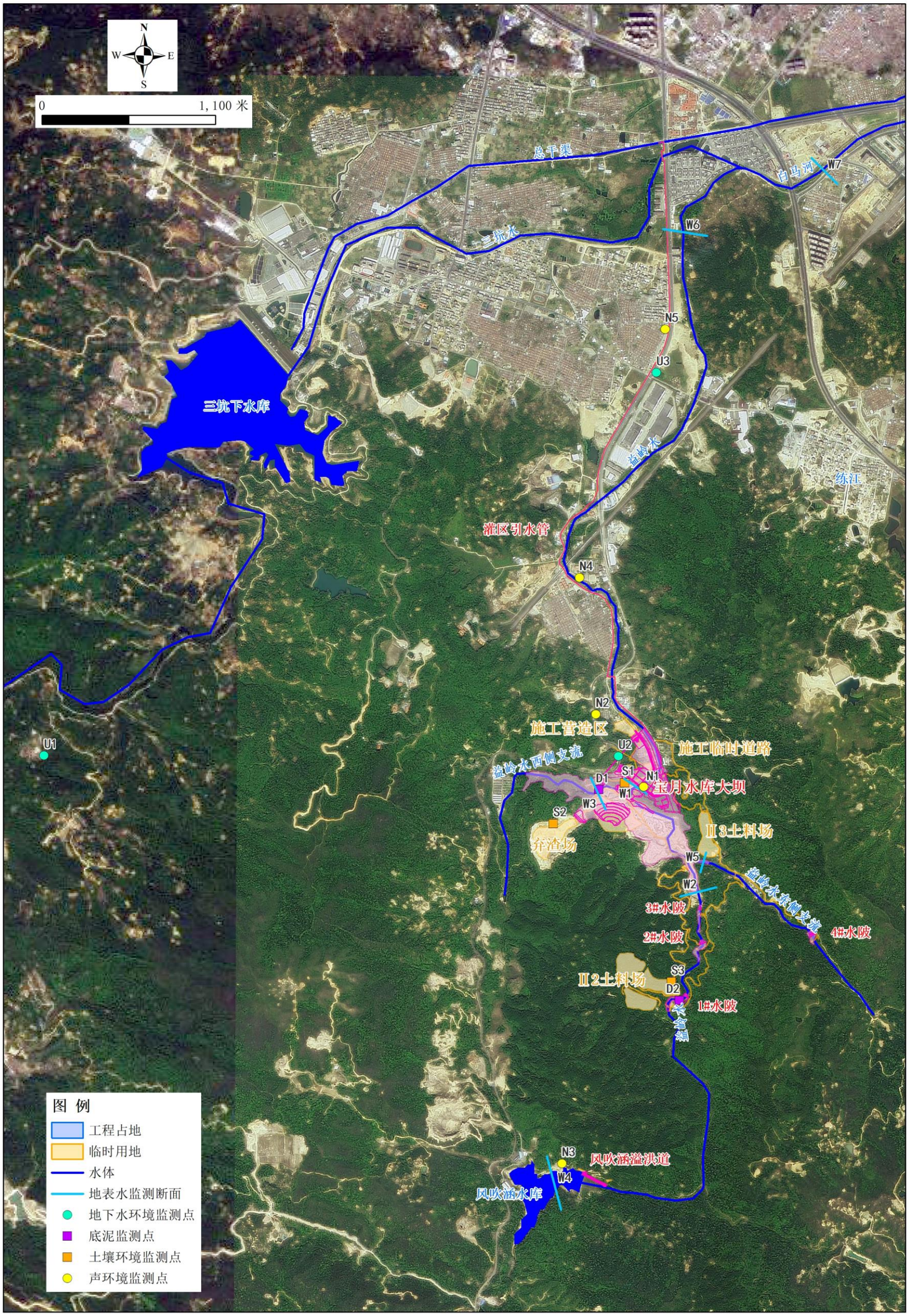


图 4.2.3-1　环境现状监测布点图

（2）监测分析方法

根据《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）、《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）和《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）规定的方法进行水质监测和分析，水质监测方法、使用仪器以及方法检出限见下表。

表 4.2.3-5 水质监测项目分析方法及其检出限

检测项目	检测标准（方法）及编号（含年号）	分析仪器型号	检出限	计量单位
pH 值	水质 pH 值的测定 电极法 HJ 1147-2020	便携式 pH/电导率/溶解氧仪（SX836）	——	无量纲
水温	水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计测定法 GB/T 13195-1991	温盐深仪（304Plus）	——	℃
溶解氧	水水质 溶解氧的测定 电化学探头法 HJ 506-2009	便携式 pH/电导率/溶解氧仪（SX-836)	——	mg/L
高锰酸盐指数	水质 高锰酸盐指数的测定 酸性高锰酸钾法 GB/T 11892-1989	具塞滴定管 (酸式滴定管)	0.5	mg/L
化学需氧量（CODCr）	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法 HJ 828-2017	具塞滴定管 (酸式滴定管)	4	mg/L
五日生化需氧量	水质 五日生化需氧量（BOD5）的测定 稀释与接种法 HJ 505-2009	溶解氧测定仪（JPSJ-605）	0.5	mg/L
氨氮	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ 535-2009	紫外可见分光光度计（Blue star）	0.025	mg/L
总磷（以 P 计）	水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法 GB/T 11893-1989	紫外可见分光光度计（Blue star）	0.01	mg/L
总氮（以 N 计）	水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解 紫外分光光度法 HJ 636-2012	紫外可见分光光度计（Blue star）	0.05	mg/L
铜	水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪（ICAP RQ）	0.00008	mg/L
锌			0.00067	mg/L
铅			0.00009	mg/L
镉			0.00005	mg/L
氟化物（以 F-计）	水质 无机阴离子（F-、Cl-、NO2-、Br-、NO3-、PO43-、SO32-、SO42-）的测定 离子色谱法 HJ 84-2016	离子色谱仪（ICS-90）	0.006	mg/L

检测项目	检测标准（方法）及编号（含年号）	分析仪器型号	检出限	计量单位
硒	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法 HJ 694-2014	原子荧光光谱仪（AFS-8220）	0.0004	mg/L
砷			0.0003	mg/L
汞			0.00004	mg/L
铬（六价）	水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法 GB/T 7467-1987	紫外可见分光光度计（Blue star）	0.004	mg/L
氰化物	水质 氰化物的测定 分光光度法 HJ 484-2009	紫外可见分光光度计（Blue star）	0.004	mg/L
挥发酚	水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法 HJ 503-2009	紫外可见分光光度计（Blue star）	0.0003	mg/L
石油类	水质 石油类的测定 紫外分光光度法 HJ 970-2018	紫外可见分光光度计（Blue star）	0.01	mg/L
阴离子表面活性剂	水质 阴离子表面活性剂的测定 亚甲蓝分光光度法 GB/T 7494-1987	紫外可见分光光度计（Blue star）	0.05	mg/L
悬浮物	水质 悬浮物的测定 重量法 GB/T 11901-1989	电子天平（BSA224S）	4	mg/L
氯化物	水质 无机阴离子（F^-、Cl^-、NO^{2-}、Br^-、NO^{3-}、PO_4^{3-}、SO_3^{2-}、SO_4^{2-}）的测定 离子色谱法 HJ 84-2016	离子色谱仪（ICS-90）	0.007	mg/L
硫化物	水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法替 HJ 1226-2021	紫外可见分光光度计（Blue star）	0.01	mg/L
全盐量	水质 全盐量的测定 重量法 HJ/T 51-1999	电子天平（BSA224S）	10	mg/L
粪大肠菌群	水质 粪大肠菌群的测定 多管发酵法 HJ 347.2-2018	电热恒温培养箱/生化培养箱（DNP-9082/LRH-70）	——	个/L
蛔虫卵数	水质 蛔虫卵的测定 沉淀集卵法 HJ 775-2015	电子天平（DJ302A）	——	个/10L
叶绿素 a	水质 叶绿素 a 的测定分光光度法 HJ 897-2017	紫外可见分光光度计（Blue star）	2	μg/L
透明度	《水和废水监测分析方法》(第四版增补版) 国家环保总局 (2002 年) 铅字法（B）3.1.5.1	透明度盘（SD20）	——	cm
噪声	声环境质量标准 GB 3096-2008	多功能声级计（AWA6228）	——	dB(A)

（3）评价标准

益岭水、益岭水支流（包括东侧和西侧支流）、白马河执行《地表水环境质量

标准》（GB3838-2002）中的 V 类标准，因工程任务以灌溉为主，故益岭水宝月水库拟建坝址处上游（W1、W2、W3、W5 断面）水质采用 V 类标准和《农用灌溉水质标准》（GB 5084-2021）表 1 中的“水田作物”标准限值的较严值评价，风吹涵水库执行II类标准。其中悬浮物 SS 指标执行《地表水资源质量标准》（SL63-94）中相应标准。

表 4.2.3-6　水质评价标准

项目名称	GB3838-2002		GB 5084-2021	益岭水最终标准值
	II类	V类	水田作物	
水温（℃）	人为造成的环境水温变化应限制在：周平均最大温升≤1，周平均最大温降≤2		≤35	≤35，人为造成的环境水温变化应限制在：周平均最大温升≤1，周平均最大温降≤2
pH（无量纲）	6～9		5.5~8.5	6～8.5
溶解氧≥	6	2	-	2
高锰酸盐指数≤	4	15	-	15
化学耗氧量（COD）≤	15	40	150	40
五日生化需氧量（BOD5）≤	3	10	60	10
氨氮（NH3-N）≤	0.5	2	-	2
总磷（以 P 计）≤	0.1	0.4	-	0.4
	（湖、库 0.025）	（湖、库 0.2）	-	（湖、库 0.2）
总氮（湖、库，以 N 计）≤	0.5	2	-	2
铜≤	1	1	0.5	0.5
锌≤	1	2	2	2
氟化物（以 F- 计）≤	1	1.5	2	1.5
硒≤	0.01	0.02	0.02	0.02
砷≤	0.01	0.02	0.05	0.02
汞≤	0.00005	0.001	0.001	0.001
镉≤	0.005	0.01	0.01	0.01
六价铬≤	0.05	0.1	0.1	0.1
铅≤	0.01	0.1	0.2	0.1
氰化物≤	0.05	0.2	0.5	0.2
挥发酚≤	0.002	0.1	1	0.1
石油类≤	0.05	1	5	1
阴离子表面活性剂≤	0.2	0.3	5	0.3

硫化物≤	0.1	1	1	1
粪大肠菌群（个/L）≤	2000	40000	40000	40000
硫酸盐（以 SO_4^{2-}）≤	250	250	-	250
氯化物（以 Cl-计）≤	250	250	350	250
硝酸盐（以 N 计）≤	10	10	-	10
铁≤	0.3	0.3	-	0.3
锰≤	0.1	0.1	-	0.1
SS≤	25	150	80	80
全盐量≤	-	-	1000	1000
蛔虫卵数≤	-	-	20	20

（4）评价方法

单项水质采用单因子标准指数法评价。

单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数为：

$$P_{i,j}=C_{i,j}/C_{si}$$

式中：$P_{i,j}$——第 i 项污染物在第 j 监测点上的污染指数；

$C_{i,j}$——第 i 项污染物在第 j 监测点上的实测值，mg/L；

C_{si}——第 i 项污染物的评价标准值，mg/L；

pH 的标准指数为：

$S_{pH,j}=(7.0-pH_j)/(7.0-pH_{sd})$，　$pH_j \leq 7.0$

$S_{pH,j}=(pH_j-7.0)/(pH_{su}-7.0)$，　$pH_j > 7.0$

式中：pH_j——监测点 j 的 pH 实侧值；

pH_{su}——水质标准中规定的 pH 上限值；

pH_{sd}——水质标准中规定的 pH 下限值。

DO 的标准指数为：

$$S_{DO,j}=DO_S/DO_j \qquad DOj \leq DO_f$$

$$S_{DO,j}=\frac{|DO_f-DOj|}{DO_f-DO_s} \qquad DOj > DO_f$$

$$DO_f=468/(31.6+T)$$

式中：DO_f——饱和溶解氧浓度，mg/L；对于河流，$DO_f = 468/(31.6+T)$；对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域，$DO_f = (491-2.65S)/(33.5+T)$；

Dos——溶解氧评价标准，mg/L；

DOj——溶解氧在监测点 j 的实测浓度，mg/L；

T ——水体水温实测值，℃。

水质参数的标准指数大于 1 时为超标。标准指数越大，则水质越差。

（5）监测结果

各点位基本情况包括水深、流速、流量、水温等统计结果见表 4.2.3-6，水质监测结果及各指标的标准指数见表 4.2.3-7。

（6）水质现状评价

水质评价结果见表 4.2.3-8，益岭水、益岭水支流（包括东侧和西侧支流）、白马河满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 V 类标准，益岭水宝月水库拟建坝址处上游（W1、W2、W3、W5 断面），益岭水、益岭水支流（包括东侧和西侧支流）水质满足 V 类标准和《农用灌溉水质标准》（GB 5084-2021）表 1 中的“水田作物”标准限值的较严值，坝址下游（W6 断面）、白马河（W7 断面）水质均满足 V 类标准，风吹涵水库（W4）满足II类标准。其中益岭水坝址处上游、益岭水支流水质可达到III类水质，益岭水坝址下游达到IV类水质。

表 4.2.3-6 地表水采样点样品基本情况统计

断面名称		采样日期	河宽（m）	水深（m）	流速（m/s）	水温（℃）	地表水样品状态描述
宝月水库拟建坝址处	W1	2022/8/31	2	0.3	2.5	28.6	无色、无气味、无浮油
		2022/9/1	2	0.4	2.4	27.5	无色、无气味、无浮油
		2022/9/2	2	0.3	2.5	28.1	无色、无气味、无浮油
		2022/10/7	2	0.3	2	24.9	无色、无气味、无浮油
		2022/10/8	2	0.3	1.8	26.7	无色、无气味、无浮油
		2022/10/9	2	0.4	2.1	24.7	无色、无气味、无浮油
宝月水库库尾	W2	2022/8/31	2	0.8	2.1	26.1	无色、无气味、无浮油
		2022/9/1	2	1	2.2	26.3	无色、无气味、无浮油
		2022/9/2	2	0.9	2.5	27	无色、无气味、无浮油
		2022/10/7	2	0.5	1.6	24	无色、无气味、无浮油
		2022/10/8	2	0.6	1.7	23.9	无色、无气味、无浮油

断面名称		采样日期	河宽（m）	水深（m）	流速（m/s）	水温（℃）	地表水样品状态描述
		2022/10/9	2	0.6	1.7	24.1	无色、无气味、无浮油
宝月水库拟建取水口	W3	2022/8/31	2	0.5	1.2	28.1	淡黄色、无气味、无浮油
		2022/9/1	2	0.5	1.5	27	淡黄色、无气味、无浮油
		2022/9/2	2	0.6	1.5	27.4	无色、无气味、无浮油
		2022/10/7	2	0.3	0.9	25.3	无色、无气味、无浮油
		2022/10/8	2	0.4	1	25	无色、无气味、无浮油
		2022/10/9	2	0.3	0.9	25.4	无色、无气味、无浮油
风吹涵水库库中	W4	2022/8/31	——	11	——	30.8	无色、无气味、无浮油
		2022/9/1	——	11	——	30.3	无色、无气味、无浮油
		2022/9/2	——	11	——	26.8~29.8	无色、无气味、无浮油
		2022/10/7	——	10	——	27.6~25.5	无色、无气味、无浮油
		2022/10/8	——	10	——	25.4~27.4	无色、无气味、无浮油
		2022/10/9	——	10	——	25.9~27.9	无色、无气味、无浮油
益岭水东南侧支流	W5	2022/8/31	15	1.4	1.4	25.7	无色、无气味、无浮油
		2022/9/1	15	1.5	1.3	25.1	无色、无气味、无浮油
		2022/9/2	15	1.6	1	26	无色、无气味、无浮油
		2022/10/7	15	1	0.9	23.8	无色、无气味、无浮油
		2022/10/8	15	1.1	0.9	24	无色、无气味、无浮油
		2022/10/9	15	0.9	0.9	24	无色、无气味、无浮油
益岭水下游	W6	2022/8/31	13	2.6	3.8	31.8	无色、无气味、无浮油
		2022/9/1	13	2.4	3.2	29.7	无色、无气味、无浮油
		2022/9/2	13	2.7	3.1	29.3	无色、无气味、无浮油
		2022/10/7	13	1.7	2.3	26.9	淡黄色、无气味、无浮油
		2022/10/8	13	1.7	2.4	26.3	淡黄色、无气味、无浮油
		2022/10/9	13	1.8	2.4	27	淡黄色、无气味、无浮油
白马河	W7	2022/8/31	58	4.3	3.6	31.7	无色、无气味、无浮油
		2022/9/1	58	4.5	2.6	30.2	无色、无气味、无浮油

断面名称		采样日期	河宽（m）	水深（m）	流速（m/s）	水温（℃）	地表水样品状态描述
		2022/9/2	58	4.2	4.3	29.5	无色、无气味、无浮油
		2022/10/7	58	3.9	3.2	26.7	淡黄色、无气味、无浮油
		2022/10/8	58	3.9	3.3	26.2	淡黄色、无气味、无浮油
		2022/10/9	58	3.8	3.3	26.5	淡黄色、无气味、无浮油

表 4.2.3-7　地表水水质现状监测结果（1）　　单位：mg/L，pH 值为无量纲，粪大肠菌群：个/L，蛔虫数：个/10L，叶绿素：μg/L

检测项目	宝月水库拟建坝址处 W1						宝月水库库尾 W2						宝月水库拟建取水口 W3					
	2022/8/31	2022/9/1	2022/9/2	2022/10/7	2022/10/8	2022/10/9	2022/8/31	2022/9/1	2022/9/2	2022/10/7	2022/10/8	2022/10/9	2022/8/31	2022/9/1	2022/9/2	2022/10/7	2022/10/8	2022/10/9
pH 值	8.2	8.1	7.9	8.2	7.5	8.1	8.1	8.2	7.8	7.8	7.8	7.8	7	6.7	6.9	8.2	8	8.3
溶解氧	7.3	7.45	7.18	7.13	7.29	7.17	6.35	6.61	6.55	7.34	6.98	6.97	8.3	8.05	7.96	7.01	7.12	6.92
高锰酸盐指数	1.8	0.9	0.6	1.2	1	1.3	1.5	0.8	1.4	1.1	1.1	1	1.6	0.6	1.1	1.1	0.9	1.3
化学需氧量（COD_{Cr}）	4	4（L）	4（L）	6	6	7	4	4（L）	5	6	6	5	4	4（L）	4	6	5	7
五日生化需氧量	1	0.7	0.5（L）	1.4	1.3	1.4	1.1	0.7	1.2	1.2	1.2	1.1	0.9	0.5（L）	1	1.3	1	1.4
氨氮	0.2	0.184	0.205	0.086	0.367	0.198	0.294	0.234	0.282	0.096	0.168	0.134	0.331	0.283	0.295	0.079	0.392	0.266
总磷（以 P 计）	0.08	0.05	0.06	0.04	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.02	0.02	0.03	0.12	0.06	0.1	0.02	0.04	0.03
总氮（以 N 计）	0.57	0.4	0.5	0.63	0.85	0.92												
铜	0.00116	0.00124	0.00122	0.00231	0.00256	0.00255												
锌	0.00402	0.0037	0.00367	0.00067（L）	0.00067（L）	0.00067（L）												
氟化物（以 F-计）	0.344	0.352	0.318	0.375	0.333	0.332	0.135	0.129	0.138	0.147	0.127	0.146	0.32	0.34	0.304	0.74	0.63	0.568
硒	0.0004（L）	0.0004（L）	0.0004（L）	0.0004（L）	0.0004（L）	0.0004（L）												
砷	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0008	0.0012	0.0011												
汞	0.00004（L）	0.00004（L）	0.00004（L）	0.00004（L）	0.00004（L）	0.00004（L）												
镉	0.00005（L）	0.00005	0.00005	0.0002	0.00005（L）	0.00005（L）												
铬（六价）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）
铅	0.034	0.0164	0.0166	0.00154	0.00205	0.00206												
氰化物	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）												
挥发酚	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）
石油类	0.04	0.04	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.1	0.06	0.01（L）	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
阴离子表面活性剂	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）
悬浮物	10	9	8	4（L）	4（L）	4（L）	4	5	7	4（L）	4（L）	4（L）	8	6	5	4（L）	6	4

检测项目	宝月水库拟建坝址处 W1						宝月水库库尾 W2						宝月水库拟建取水口 W3					
	2022/8/31	2022/9/1	2022/9/2	2022/10/7	2022/10/8	2022/10/9	2022/8/31	2022/9/1	2022/9/2	2022/10/7	2022/10/8	2022/10/9	2022/8/31	2022/9/1	2022/9/2	2022/10/7	2022/10/8	2022/10/9
氯化物	3.09	3.04	2.92	5.1	5.11	5.16												
硫化物	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01	0.01（L）	0.01	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）
全盐量	46	45	50	187	213	197												
粪大肠菌群	4.9×102	2.3×102	4.9×102	2.4×103	1.3×103	3.5×103	80	50	50	1.4×103	1.1×103	1.4×103	7.9×102	1.1×103	4.9×102	1.7×103	2.2×103	1.3×103
蛔虫卵数	0	0	0	0	0	0												
叶绿素 a	4	6	6	4	5	6												
透明度	25	28	24	＞30	＞30	33												

表 4.2.3-7　地表水水质现状监测结果（2）

单位：mg/L，pH 值为无量纲，粪大肠菌群：个/L，蛔虫数：个/10L

检测项目	风吹涵水库库中 W4						益岭水东南侧支流 W5						益岭水下游 W6						白马河 W7					
	2022/8/31	2022/9/1	2022/9/2	2022/10/7	2022/10/8	2022/10/9	2022/8/31	2022/9/1	2022/9/2	2022/10/7	2022/10/8	2022/10/9	2022/8/31	2022/9/1	2022/9/2	2022/10/7	2022/10/8	2022/10/9	2022/8/31	2022/9/1	2022/9/2	2022/10/7	2022/10/8	2022/10/9
pH 值	8.9	8.8	9	8.8	8.8	8.8	8.4	8.5	8.2	7.9	7.8	7.9	7.5	7.3	7.3	7.7	7.6	7.8	7.7	7.3	7.2	7.9	8	7.9
溶解氧	6.61	6.7	6.92	6.5	6.58	6.63	6.82	6.9	6.77	7.03	6.84	6.97	5.33	4.98	5.15	5.63	5.97	5.48	6.39	5.9	6.07	5.1	5.62	5.66
高锰酸盐指数	1.7	0.7	0.9	4.1	3.1	3.4	1	1	1.3	1.1	2	1.8	1.7	0.8	1.5	3.8	6.2	5	1.5	1	1.8	4.3	6	5.8
CODCr	4（L）	4（L）	4（L）	15	13	14	4（L）	4（L）	4	6	9	8	6	4（L）	5	19	27	23	5	4（L）	6	23	28	25
五日生化需氧量	0.7	0.5（L）	0.8	2.8	2.2	2.5	0.8	0.8	1.1	1.3	2.1	2	1.5	0.7	1.4	4	5.6	4.9	1.3	0.8	1.6	5	5.9	5.5
氨氮	0.167	0.093	0.133	0.085	0.108	0.11	0.128	0.114	0.12	0.133	0.19	0.162	0.697	0.051	0.212	0.149	1.1	0.667	0.583	0.047	0.319	0.727	1.82	1.32
总磷(以 P 计)	0.05	0.08	0.07	0.02	0.03	0.03	0.05	0.08	0.06	0.01	0.04	0.03	0.18	0.09	0.12	0.12	0.26	0.16	0.18	0.07	0.13	0.15	0.2	0.22
总氮（以 N 计）	0.56	0.22	0.44	0.23	0.21	0.2																		
铜																								
锌																								
氟化物（以 F-计）	0.167	0.154	0.18	0.154	0.132	0.148	0.159	0.164	0.167	0.162	0.167	0.141	0.289	0.287	0.289	0.31	0.914	0.963	0.23	0.244	0.23	0.306	0.293	0.338
硒																								
砷																								
汞																								

检测项目	风吹涵水库库中 W4						益岭水东南侧支流 W5						益岭水下游 W6						白马河 W7					
	2022/8/31	2022/9/1	2022/9/2	2022/10/7	2022/10/8	2022/10/9	2022/8/31	2022/9/1	2022/9/2	2022/10/7	2022/10/8	2022/10/9	2022/8/31	2022/9/1	2022/9/2	2022/10/7	2022/10/8	2022/10/9	2022/8/31	2022/9/1	2022/9/2	2022/10/7	2022/10/8	2022/10/9
镉																								
铬（六价）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004(L)	0.004(L)	0.004(L)	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004(L)	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004(L)	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004（L）	0.004(L)
铅																								
氰化物																								
挥发酚	0.0003(L)	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）
石油类	0.01	0.03	0.02	0.01	0.08	0.05	0.03	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.01（L）	0.01（L）	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04
阴离子表面活性剂	0.05（L）	0.05	0.05	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）	0.05（L）
悬浮物	4（L）	4（L）	4（L）	4	4（L）	4	4	4（L）	4	5	4	6	9	7	10	8	7	9	7	9	5	6	8	5
氯化物																								
硫化物	0.01	0.01	0.01	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01	0.01（L）	0.01	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）	0.01（L）
全盐量																								
粪大肠菌群	1.7×102	1.3×102	80	2.3×102	2.3×102	3.3×102	4.9×102	7.0×102	7.9×102	2.2×103	1.7×103	1.3×103	1.3×103	1.7×103	1.7×103	5.4×103	5.4×103	3.5×103	7.9×102	7.9×102	1.1×103	9.2×103	3.5×103	5.4×103
蛔虫卵数																								
叶绿素 a	6	5	5	20	16	19																		
透明度	60	58	61	68	65	67																		

表 4.2.3-8　地表水水质现状监测结果评价表　　单位：mg/L，pH 值为无量纲，粪大肠菌群：个/L，蛔虫数：个/10L

断面名称		采样日期	pH 值	溶解氧	高锰酸盐指数	COD_{Cr}	BOD_5	氨氮	总磷（以 P 计）	总氮（以 N 计）	铜	锌	氟化物（以 F-计）	硒	砷	汞	镉	铬（六价）	铅	氰化物	挥发酚	石油类	LAS	悬浮物	氯化物	硫化物	全盐量	粪大肠菌群	蛔虫卵数
宝月水库拟建坝址处	W1	丰水期平均值	8.07	7.31	1.10	3	0.65	0.196	0.06	0.49	0.00121	0.00380	0.338	0.0002	0.00015	0.00002	0.00004	0.002	0.0223	0.002	0.00015	0.03	0.025	9	3.02	0.005	47	403	0
		标准指数	0.71	0.27	0.07	0.07	0.07	0.10	0.16	0.25	0.0024	0.0019	0.23	0.01	0.01	0.02	0.0042	0.02	0.22	0.01	0.0015	0.03	0.08	0.11	0.01	0.01	0.05	0.01	0.00
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		枯水期平	7.93	7.20	1.17	6	1.37	0.217	0.05	0.80	0.00247	0.00034	0.347	0.0002	0.00103	0.00002	0.00008	0.002	0.0019	0.002	0.00015	0.03	0.025	2	5.12	0.005	199	2400	0

断面名称		采样日期	pH 值	溶解氧	高锰酸盐指数	COD_{Cr}	BOD_5	氨氮	总磷（以 P 计）	总氮（以 N 计）	铜	锌	氟化物（以 F-计）	硒	砷	汞	镉	铬（六价）	铅	氰化物	挥发酚	石油类	LAS	悬浮物	氯化物	硫化物	全盐量	粪大肠菌群	蛔虫卵数
		均值																											
		标准指数	0.62	0.28	0.08	0.16	0.14	0.11	0.13	0.40	0.0049	0.0002	0.23	0.01	0.05	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.0015	0.03	0.08	0.03	0.02	0.01	0.20	0.06	0.00
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
宝月水库库尾	W2	丰水期平均值	8.03	6.50	1.23	4	1.00	0.270	0.05				0.134					0.002			0.00015	0.02	0.025	5		0.008		60	
		标准指数	0.69	0.31	0.08	0.09	0.10	0.14	0.12				0.09					0.02			0.00	0.02	0.08	0.07		0.01		0.00	
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标				达标					达标			达标	达标	达标	达标		达标		达标	
		枯水期平均值	7.80	7.10	1.07	6	1.17	0.133	0.02				0.140					0.002			0.00015	0.06	0.025	2		0.005		1300	
		标准指数	0.53	0.28	0.07	0.14	0.12	0.07	0.06				0.09					0.02			0.0015	0.06	0.08	0.03		0.01		0.03	
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标				达标					达标			达标	达标	达标	达标		达标		达标	
宝月水库拟建取水口	W3	丰水期平均值	6.87	8.10	1.10	3	0.72	0.303	0.09				0.321					0.002			0.00015	0.01	0.025	6		0.005		793	
		标准指数	0.13	0.03	0.07	0.08	0.07	0.15	0.23				0.21					0.02			0.0015	0.01	0.08	0.08		0.01		0.02	
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标				达标					达标			达标	达标	达标	达标		达标		达标	
		枯水期平均值	8.17	7.02	1.10	6	1.23	0.246	0.03				0.646					0.002			0.00015	0.02	0.025	4		0.005		1733	
		标准指数	0.78	0.29	0.07	0.15	0.12	0.12	0.08				0.43					0.02			0.0015	0.02	0.08	0.05		0.01		0.04	
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标				达标					达标			达标	达标	达标	达标		达标		达标	
风吹涵水库库	W4	丰水期平均值	8.90	6.74	1.10	2	0.58	0.131	0.07	0.41			0.167					0.002			0.00015	0.02	0.042	2		0.010		127	

断面名称		采样日期	pH 值	溶解氧	高锰酸盐指数	COD_{Cr}	BOD_5	氨氮	总磷（以 P 计）	总氮（以 N 计）	铜	锌	氟化物（以 F-计）	硒	砷	汞	镉	铬（六价）	铅	氰化物	挥发酚	石油类	LAS	悬浮物	氯化物	硫化物	全盐量	粪大肠菌群	蛔虫卵数
中		标准指数	0.95	0.89	0.28	0.13	0.19	0.26	0.67	0.81			0.17					0.04			0.08	0.40	0.21	0.08		0.10		0.06	
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标			达标					达标			达标	达标	达标	达标		达标		达标	
		枯水期平均值	8.80	6.57	3.53	14	2.50	0.101	0.03	0.21			0.145					0.002			0.00015	0.05	0.025	3		0.005		263	
		标准指数	0.90	0.91	0.88	0.93	0.83	0.20	0.27	0.43			0.14					0.04			0.08	0.93	0.13	0.13		0.05		0.13	
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标			达标					达标			达标	达标	达标	达标		达标		达标	
益岭水东南侧支流	W5	丰水期平均值	8.37	6.83	1.10	3	0.90	0.121	0.06				0.163					0.002			0.00015	0.03	0.025	3		0.008		660	
		标准指数	0.91	0.29	0.07	0.07	0.09	0.06	0.16				0.11					0.02			0.0015	0.03	0.08	0.04		0.01		0.02	
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标				达标					达标			达标	达标	达标	达标		达标		达标	
		枯水期平均值	7.87	6.95	1.63	8	1.80	0.162	0.03				0.157					0.002			0.00015	0.03	0.025	5		0.005		1733	
		标准指数	0.58	0.29	0.11	0.19	0.18	0.08	0.07				0.10					0.02			0.0015	0.03	0.08	0.06		0.01		0.04	
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标				达标					达标			达标	达标	达标	达标		达标		达标	
益岭水下游	W6	丰水期平均值	7.37	5.15	1.33	4	1.20	0.320	0.13				0.288					0.002			0.00015	0.01	0.025	9		0.007		1567	
		标准指数	0.18	0.39	0.09	0.11	0.12	0.16	0.33				0.19					0.02			0.0015	0.01	0.08	0.06		0.01		0.04	
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标				达标					达标			达标	达标	达标	达标		达标		达标	
		枯水期平均值	7.70	5.69	5.00	23	4.83	0.639	0.18				0.729					0.002			0.00015	0.02	0.025	8		0.005		4767	
		标准	0.35	0.35	0.33	0.58	0.48	0.32	0.45				0.49					0.02			0.0015	0.02	0.08	0.05		0.01		0.12	

断面名称		采样日期	pH 值	溶解氧	高锰酸盐指数	COD_{Cr}	BOD_5	氨氮	总磷（以 P 计）	总氮（以 N 计）	铜	锌	氟化物（以 F-计）	硒	砷	汞	镉	铬（六价）	铅	氰化物	挥发酚	石油类	LAS	悬浮物	氯化物	硫化物	全盐量	粪大肠菌群	蛔虫卵数
		指数																											
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标				达标					达标			达标	达标	达标	达标		达标		达标	
白马河	W7	丰水期平均值	7.40	6.12	1.43	4	1.23	0.316	0.13				0.235					0.002			0.00015	0.02	0.025	7		0.005		893	
		标准指数	0.20	0.33	0.10	0.11	0.12	0.16	0.32				0.16					0.02			0.0015	0.02	0.08	0.05		0.01		0.02	
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标				达标					达标			达标	达标	达标	达标		达标		达标	
		枯水期平均值	7.93	5.46	5.37	25	5.47	1.289	0.19				0.312					0.002			0.00015	0.03	0.025	6		0.005		6033	
		标准指数	0.47	0.37	0.36	0.63	0.55	0.64	0.48				0.21					0.02			0.0015	0.03	0.08	0.04		0.01		0.15	
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标				达标					达标			达标	达标	达标	达标		达标		达标	

注：①益岭水宝月水库拟建坝址处上游（W1、W2、W3、W5 断面），执行 V 类标准和《农用灌溉水质标准》（GB 5084-2021）表 1 中的“水田作物”标准限值的较严值，益岭水坝址下游（W6 断面）、白马河（W7 断面）执行 V 类标准，风吹涵水库（W4）执行II类标准；

②根据《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）要求，检测结果小于最低检出限时，报最低检出限，并加注“L”。

③根据《水环境监测规范》（SL219-2013）要求，当测定结果低于分析方法的最低检出浓度时，按 1/2 最低检出浓度值参加统计处理。

4.2.4 库区营养化分析

4.2.4.1 评价方法

风吹涵水库库区富营养化评价参照《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办[2011]22 号），采用综合营养状态指数法（TLI(∑)）。

采用 0～100 的一系列连续数字对湖泊（水库）营养状态进行分级：

TLI（∑）＜30　　贫营养

30≤TLI（∑）≤50　　中营养

TLI（∑）＞50　　富营养

50＜TLI（∑）≤60　　轻度富营养

60＜TLI（∑）≤70　　中度富营养

TLI（∑）＞70　　重度富营养

综合营养状态指数计算公式如下：

$$TLI(\sum) = \sum_{j=1}^{m} Wj \bullet TLI(j)$$

式中：$TLI(\sum)$——综合营养状态指数；

W_j——第 j 种参数的营养状态指数的相关权重；

TLI（j）——代表第 j 种参数的营养状态指数。

以 chla 作为基准参数，则第 j 种参数的归一化的相关权重计算公式为：

$$W_j = \frac{r_{ij}^{\ 2}}{\sum_{j=1}^{m} r_{ij}^{\ 2}}$$

式中：r_{ij}——第 j 种参数与基准参数 chla 的相关系数；

m——评价参数的个数。

中国湖泊（水库）的 chla 与其他参数之间的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 见表 5.1-10。

表 5.1-10　中国湖泊（水库）部分参数与 chla 的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 值

参数	chla	TP	TN	SD（透明度）	COD_{Mn}
r_{ij}	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r_{ij}^2	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

各项目营养状态指数计算：

$$TLI（chla）=10（2.5+1.086lnchla）$$

$$TLI（TP）=10（9.436+1.624lnTP）$$

$$TLI（TN）=10（5.453+1.694lnTN）$$

$$TLI（SD）=10（5.118-1.94lnSD）$$

$$TLI（COD_{Mn}）=10（0.109+2.661lnCODMn）$$

式中：chla 单位为 mg/m^3，SD 单位为 m；其他指标单位均为 mg/L。

4.2.4.2 监测结果

风吹涵水库库区营养化指标现状监测结果见表 4.2.4-1。总氮、叶绿素 a、透明度、总磷平均值见下表。

表 4.2.4-1 营养化指标现状监测结果

断面名称		采样日期	总氮	叶绿素 a	透明度	总磷
			mg/L	μg/L	cm	mg/L
风吹涵水库库中	W4	丰水期平均值	0.41	5	60	0.07
		枯水期平均值	0.21	18	67	0.03

4.2.4.3 现状评价

本次评价选用 chla、TP、TN、SD 进行评价。

根据 TN、TP、chla、SD 现状监测值，参照《地表水环境质量评价办法（试行）》规定的国内现行湖泊富营养化状态评价方法，计算得到风吹涵水库的综合营养状态指数，具体见表 4.2.4-2，风吹涵水库处于贫营养状态。

表 4.2.4-2 运行期上下库综合营养状态指数

库区	时期	综合营养状态指数 TLI（∑）	营养化等级
风吹涵水库	丰水期	27.96	贫营养
风吹涵水库	枯水期	26.03	贫营养

4.2.5 底泥环境质量现状监测与评价

宝月水库承担灌溉任务，此外，本工程涉及 1#水陂加固及其上游河道（益岭水）清淤，为了解区域底泥的环境质量，本次在取水口和涉及河道清淤处布设了

底泥监测点。

4.2.5.1 监测布点、时间、频率和监测因子

本评价委托广东天鉴检测技术服务股份有限公司于 2022 年 9 月 1 日进行底泥采样，本次评价共设置 2 个底泥监测采样点，分别位于拟建取水口和 1#水陂上游约 50m 处，采样点位置、监测项目及监测频次见表 4.2.5-1，监测点位置见图 4.2.3-1。

表 4.2.5-1 底泥环境现状采样点位置、监测项目及监测频次

编号	断面位置	经纬度	监测项目	监测频次
D1	拟建取水口	E:116°10'31.05" N:23°14'01.02"	pH、汞、总铬、铬（六价）、锌、铅、砷、镉、铜、镍	取样一次
D2	1#水陂上游约 50m	E:116°10'49.35" N:23°13'18.21"		

4.2.5.2 监测和分析方法

监测和分析方法按《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）、《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）和《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）规定的方法进行。底泥质量分析检测方法见下表。

表 4.2.5-2 底泥监测项目分析方法及其检出限

检测类型	检测项目	检测标准（方法）及编号（含年号）	分析仪器型号	检出限	计量单位
底泥	pH	城市污水处理厂污泥检验方法 CJ/T 221-2005.4 电极法	精密 pH 计（PHS-3C）	——	无量纲
	砷	土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法 HJ 680-2013	原子荧光光谱仪（AFS-8220）	0.01	mg/kg
	汞			0.002	mg/kg
	镉	土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法 HJ 803-2016	电感耦合等离子体质谱仪（ICAP RQ）	0.07	mg/kg
	铜	土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ 491-2019	火焰原子吸收分光光谱仪（TAS-990F）	1	mg/kg
	铅			10	mg/kg
	镍			3	mg/kg
	锌			1	mg/kg
	铬			4	mg/kg
	铬（六价）	土壤和沉积物 六价铬的测定	火焰原子吸收分	0.5	mg/kg

检测类型	检测项目	检测标准（方法）及编号（含年号）	分析仪器型号	检出限	计量单位
		碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法 HJ 1082-2019	光光谱仪（TAS-990F）		

4.2.5.3 监测结果

底泥环境现状监测结果见下表。

表 4.2.5-3 底泥环境现状监测结果

检测项目	计量单位	D1 拟建取水口	D2 1#水陂上游约 50m
pH	无量纲	6.19	5.65
砷	mg/kg	5.25	8.72
镉	mg/kg	0.17	0.19
铜	mg/kg	12	29
铅	mg/kg	27	75
汞	mg/kg	0.099	0.195
镍	mg/kg	10	23
锌	mg/kg	59	75
铬	mg/kg	4	11
铬（六价）	mg/kg	＜0.5	＜0.5

注：“＜”表示小于方法检出限。

4.2.5.4 现状评价

（1）评价标准

参考土壤评价标准《土壤环境质量农用地土壤风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）相关标准。

（2）评价方法

采用底泥污染指数计算公式：

$$P_{i,j}＝C_{i,j}/C_{si}$$

式中：$P_{i,j}$——底泥污染因子 i 的单项污染指数，大于 1 标明该污染因子超标；

$C_{i,j}$——调查点位污染因子 i 的实测值，mg/L；

C_{si}——污染因子 i 的评价标准值或参考值，mg/L。

（2）评价结果

底泥环境现状评价结果见表 4.2.5-4。

表 4.2.5-4　底泥环境现状分析表

监测点	监测项目	pH 值	镉	汞	砷	铅	铬	铜	镍	锌
D1 拟建取水口	监测结果	6.19	0.17	0.099	5.25	27	4	12	10	59
	标准指数	-	0.09	0.04	0.13	0.30	0.03	0.24	0.14	0.30
	达标情况	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
D2 1#水陂上游约 50m	监测结果	5.65	0.19	0.195	8.72	75	11	29	23	75
	标准指数	-	0.11	0.08	0.22	0.83	0.07	0.58	0.33	0.38
	达标情况	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
评价标准		5.5~6.5	1.8	2.4	40	90	150	50	70	200

根据上述监测结果可知，监测点位的各项监测因子均不超标，均满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表 1 中用地标准，表明项目区域底泥环境良好。

4.3地下水环境质量调查与评价

4.3.1 地下水水位资料分析

为了解本工程库坝址及库周的地下水埋藏深度情况，本次评价引用主体工程地质设计在坝址左岸垭口 1、右岸垭口 2 和垭口 3 以及 1#水陂、2#水陂、3#水陂、4#水陂陂头肩部等位置的钻孔水位数据，工程区域部分地下水水位数据见表 4.3-1。

表 4.3-1 工程区域地下水位成果汇总表（摘录部分）

工程位置	钻孔编号	孔深(m)	孔口高程(m)	地下水位埋深 高程(m)	观测日期
坝址区	ZKC01	36.7	63.03	12.5	2021.11.11
	ZKC02	35.4	60.98	11.6	2021/11/13
引水管线区	ZKG02	8.2	31.89	2.4	2022.04.22
	ZKG04	8.4	34.1	6.7	2022.04.22
	ZKG14	8.2	24.95	3.1	2022.04.22
坝轴线	ZKX01	48.8	108.32	26.0	2014.01.11
	ZKX02	48.6	97.73	31.0	2014.01.07
	ZKX14	80	105.14	30.5	2018.3.23

根据主体地质设计提供的钻孔地下水位监测数据，工程区域附近地下水位埋深 1.9~31.0m，其中坝址处地下水埋深较深，为 11.6~31.0m，坝址下游的农田灌溉引水管线沿线地下水位埋深较浅，为 2.4~6.7m。从地下水位数据看出，地下水位变幅小。

4.3.2 地下水环境质量现状监测

4.3.2.1 监测布点、时间、频率和监测因子

本评价委托广东天鉴检测技术服务股份有限公司于 2022 年 10 月 9 日进行地下水水质采样，本次评价共设置 3 个水质水位监测采样点，采样点位置、监测项目及监测频次见表 4.3-2，监测点位置见图 5.1-1。

表 4.3-2 地下水环境采样点、监测项目及监测频次

编号	监测点名称	监测项目	监测频次
U2	引水隧洞附近（ZKC07）	八大离子（K^++Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^{2-}、HCO_3^-、Cl^-、SO_4^{2-}）、pH 值、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数、总大肠菌群、细菌总数、水位，共计 18 项	各点监测一天，取样一次
U3	罐区引水管附近（QFKA05）		
U4	项目西侧		

4.3.2.2 监测和分析方法

监测和分析方法按《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）、《地下水环境监测技术规范》 （HJ/T 164-2004）的要求进行。地下水水质分析检测方法见下表。

表 4.3-3 地下水监测项目分析方法及其检出限

检测类型	检测项目	检测标准（方法）及编号（含年号）	分析仪器型号	检出限	计量单位
地下水	pH	水质 pH 值的测定 电极法 HJ 1147-2020	便携式pH/电导率/溶解氧仪（SX836）	——	无量纲
	总硬度（$CaCO_3$ 计）	水质 钙和镁总量的测定 乙二胺四乙酸二钠滴定法 GB/T 7477-1987	具塞滴定管(酸式滴定管)	5.0	mg/L
	溶解性总固体	《水和废水监测分析方法》（第四版增补版）第三篇 第一章第七节 （三） 180℃烘干的可滤残渣（A）	电子天平（BSA224S）	4	mg/L
	挥发性酚类（以苯酚计）	水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法 HJ 503-2009	紫外可见分光光度计（Blue star）	0.0003	mg/L
	耗氧量（COD_{Mn} 法，以 O_2 计）	水质 高锰酸盐指数的测定 酸性高锰酸钾法 GB/T 11892-1989	具塞滴定管(酸式滴定管)	0.5	mg/L
	氨氮（以 N 计）	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ 535-2009	紫外可见分光光度计（Blue star）	0.025	mg/L
	总大肠菌群	生活饮用水标准检验方法 微生物指标 GB/T 5750.12-2006 第 2.1 法	电热恒温培养箱（DNP-9082）	——	MPN/100mL
	菌落总数	生活饮用水标准检验方法 微生物指标 GB/T 5750.12-2006 第	电热恒温培养箱（DNP-9082）	——	CFU/mL

检测类型	检测项目	检测标准（方法）及编号（含年号）	分析仪器型号	检出限	计量单位
		1.1 法			
	硝酸盐（以 N 计）	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T 5750.5-2006 第 5.3 法	离子色谱仪（ICS-90）	0.15	mg/L
	亚硝酸盐氮（以 N 计）	水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法 GB 7493-1987	紫外可见分光光度计（Blue star）	0.003	mg/L
	K^+	水质 可溶性阳离子（Li^+、Na^+、NH_4^+、K^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}）的测定 离子色谱法 HJ 812-2016	离子色谱仪（CIC-D120）	0.02	mg/L
	Na^+			0.02	mg/L
	Mg^{2+}			0.02	mg/L
	Ca^{2+}			0.03	mg/L
	Cl^-	水质 无机阴离子（F^-、Cl^-、NO_2^-、Br^-、NO_3^-、PO_4^{3-}、SO_3^{2-}、SO_4^{2-}）的测定离子色谱法 HJ 84-2016	离子色谱仪（ICS-90）	0.007	mg/L
	SO_4^{2-}			0.018	mg/L
	CO_3^{2-}	地下水质分析方法 第 49 部分：碳酸根、重碳酸根和氢氧根离子的测定 滴定法 DZT 0064.49-2021	具塞滴定管（酸式滴定管）	5	mg/L
	HCO_3^-			5	mg/L

4.3.2.3 监测结果

地下水采样点位置及经纬度、采样日期、水位埋深及样品状态描述情况详见表 4.3-4，地下水环境现状监测结果见表 4.3-5。

表 4.3-4 地下水现状监测点信息表

采样点位置及经纬度	采样日期	水位埋深（m）	地下水样品状态描述
U1 项目西侧（N:23°14'07.96" E:116°08'27.54"）	2022-10-09	0.78	无色、无气味、无浮油
U2 引水隧洞附近（ZKC07）（N:23°13'58.65" E:116°10'51.82"）		3.09	淡黄色、无气味、无浮油
U3 罐区引水管附近（QFKA05）（N:23°15'17.35" E:116°11'01.23"）		2.66	淡黄色、无气味、无浮油

表 4.3-5 地下水水质监测结果

检测项目	采样点位置、采样日期及检测结果			《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类	计量单位
	2022-10-09				
	U1 项目西侧	U2 引水隧洞附近（ZKC07）	U3 灌区引水管附近（QFKA05）		
pH	7.1	7.6	7.0	6.5≤pH≤8.5	无量纲
总硬度 (以 $CaCO_3$ 计)	189	247	283	≤450	mg/L
溶解性总固体	395	510	551	≤1000	mg/L
挥发性酚类（以苯酚计）	0.0003（L）	0.0003（L）	0.0003（L）	≤0.002	mg/L

检测项目	采样点位置、采样日期及检测结果			《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类	计量单位
	2022-10-09				
	U1 项目西侧	U2 引水隧洞附近（ZKC07）	U3 灌区引水管附近（QFKA05）		
耗氧量（COD_{Mn}法，以 O_2 计）	1.0	1.2	1.2	≤3.0	mg/L
氨氮（以 N 计）	0.379	0.482	0.419	≤0.50	mg/L
总大肠菌群	2	2	2	≤3.0	MPN/100 mL
菌落总数	310	390	260	≤100	CFU/ mL
亚硝酸盐（以 N 计）	0.012	0.015	0.016	≤1.00	mg/L
硝酸盐（以 N 计）	7.58	16.7	17.0	≤20.0	mg/L
K^+	10.6	10.2	12.4	——	mg/L
Na^+	29.2	35.8	34.6	——	mg/L
Mg^{2+}	9.98	12.2	13.0	——	mg/L
Ca^{2+}	61.1	80.7	91.0	——	mg/L
Cl^-	16.4	16.8	11.4	——	mg/L
SO_4^{2-}	63.0	74.4	75.1	——	mg/L
CO_3^{2-}	5（L）	5（L）	5（L）	——	mg/L
HCO_3^-	198	272	304	——	mg/L

4.3.2.4 现状评价

（1）评价标准

地下水环境执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的III类标准

（2）评价方法

根据地下水质监测资料，采用《环境影响评价技术导则——地下水环境（HJ 610－2016）》所推荐的标准指数法。

对于评价标准为定值的水质因子，单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数为：

$$P_{i,j}=C_{i,j}/C_{si}$$

式中：$P_{i,j}$——第 i 项污染物在第 j 监测点上的污染指数；

$C_{i,j}$——第 i 项污染物在第 j 监测点上的实测值，mg/L；

C_{si}——第 i 项污染物的评价标准值，mg/L；

对于评价标准为区间值的水质因子 pH，其标准指数为：

$S_{pH,j}=(pH_j-7.0)/(pH_{su}-7.0)$， $pH_j\geq7.0$

$S_{pH,j}=(7.0-pH_j)/(7.0-pH_{sd})$， $pH_j<7.0$

式中：pH_j——监测点 j 的 pH 实侧值；

pH_{su}——水质标准中规定的 pH 上限值；

pH_{sd}——水质标准中规定的 pH 下限值。

水质参数的标准指数大于 1，表明该水质参数超过了规定的水质标准限值，水质参数的标准指数越大，说明该水质参数超标越严重。

（3）评价结果

本工程地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。根据本次环评地下水环境质量现状监测，工程区周边布设 3 个监测点除菌落总数指标均有一定程度超标外（最大超标倍数为 2.9 倍），其余监测指标均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。区域地下水主要为基岩裂隙水和孔隙性潜水，二者相互联系，并与地表水联系密切，监测点距离周边村庄较近，菌落总数超标，主要是由于农村人畜粪便、生活垃圾等污染所致。工程区域地下水水质监测评价结果详见表 4.3-6。

表 4.3-6　地下水水质监测评价结果

监测点	监测项目	pH 值	总硬度（以 CaCO3 计）	溶解性总固体	挥发性酚类（以苯酚计）	耗氧量（CODMn 法，以 O2 计）	氨氮（以 N 计）	总大肠菌群	菌落总数	亚硝酸盐（以 N 计）	硝酸盐（以 N 计）
U1 项目西侧	监测结果	7.1	189	395	0.0003（L）	1	0.379	2	3.1×102	0.012	7.58
	标准指数	-	0.42	0.40	0.15（L）	0.33	0.76	0.67	3.1	0.012	0.38
	达标情况	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	达标	达标
U2 引水隧洞附近（ZKC07）	监测结果	7.6	247	510	0.0003（L）	1.2	0.482	2	3.9×102	0.015	16.7
	标准指数	-	0.55	0.51	0.15（L）	0.4	0.96	0.67	3.9	0.015	0.84
	达标情况	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	达标	达标
U3 罐区引水管附近（QFKA0	监测结果	7.0	283	551	0.0003（L）	1.2	0.419	2	2.6×10^2	0.016	17
	标准指数	-	0.63	0.55	0.15（L）	0.40	0.84	0.67	2.60	0.02	0.85
	达标情况	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标	达标	达标

5）											
评价标准(GB/T 14848-2017)III类（≤）	6.5~8.5	450	1000	0.002	3	0.5	3	100	1	20

4.4地环境空气质量现状调查与评价

4.4.1 区域环境空气基本污染物现状

根据《揭阳市生态环境质量报告书（二〇二一年度 公众版）》，2021 年揭阳市生态环境质量总体保持良好水平，稳中趋好。市区环境空气质量达标率为 96.2%，六项污染物全面达标，指标年均值均达到国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准。普宁市 2021 年基本项目污染物环境质量现状现状评价结果详见表 5.3-1。

表 5.3-1 普宁市 2021 年基本项目污染物环境质量现状评价结果表

污染物	年评价指标	评价标准（μg/m³）	现状浓度（μg/m³）	最大浓度占标率%	超标率%	达标最终判定
SO_2	年均浓度	60	10	16.7	0.00	达标
NO_2	年均浓度	40	18	45.0	0.00	达标
$PM_{2.5}$	年均浓度	35	24	68.6	0.00	达标
PM_{10}	年均浓度	70	40	57.1	0.00	达标
CO	日平均浓度低 95 百分数	4000	1000	25.0	0.00	达标
O_3	日最大 8 小时平均浓度第 90 百分数	160	138	86.3	0.00	达标

4.4.2 空气质量达标区判定

根据《环境影响评价技术导则•大气环境》 (HJ/T2.2-2018)，城市环境空气质量达标情况评价指标为 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO 和 O_3，六项污染物全部达标即为城市环境空气质量达标。

根据《揭阳市生态环境质量报告书（二〇二一年度 公众版）》可知，2021 年普宁市空气环境质量良好，六项污染物年评价浓度均达到国家二级标准，普宁市区域环境空气质量属达标区域。

本工程大气环境评价为三级评价，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》

（ HJ2.2-2018）相关要求，三级评价项目只调查项目所在区域环境质量达标情况即可，不需进行补充监测。

4.5声环境现状调查与评价

为掌握项目区的声环境现状，本次环评委托广东天鉴检测技术服务股份有限公司于 2022 年 9 月 1 日~9 月 2 日和 10 月 9 日~10 月 10 日对工程区内声环境进行了监测。

4.5.1 监测点布设

本次声环境现状监测分别在拟建坝址处、益岭村（溪白线旁）、风吹涵水库旁、益岭学校、灰寨村共设置 5 个监测点，渣料场均距离村民集中居住点较远（最近相距约 500m），具体位置见表下表和图 4.2.3-1。

表 4.5-1　环境噪声监测点位位置

测点编号	监测点位置	监测点坐标位置
N1	拟建坝址处	（N:22°30′23.32″　E:112°23′49.41″）
N2	益岭村（溪白线旁）	（N:22°30′09.72″　E:112°25′03.00″）
N3	风吹涵水库旁	（N:22°30′06.45″　E:112°25′15.70″）
N4	益岭学校	（N:23°14'34.13"　E:116°10'43.57"）
N5	灰寨村	（N:23°15'27.84"　E:116°11'06.86"）

4.5.2 监测时间和频次

按《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ 2.4-2021）和《声环境质量标准》（GB3096-2008）中规定的监测方法进行监测，连续监测 2 天，昼间（6:00~22:00）、夜间（22:00~次日 6:00）各监测一次。监测时间为 2022 年 9 月 1 日~9 月 2 日和 10 月 9 日~10 月 10 日。

4.5.3 监测项目

监测因子为等效连续 A 声级 Leq。

4.5.4 监测方法

测量方法严格按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）和《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）的要求进行，在现场监测时，同时记录监测点周围

环境特征、主要噪声源等。

4.5.5 评价标准

项目区执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类、4a 类标准。

4.5.6 监测结果及评价

噪声现状监测结果见表 4.5-2。

根据监测结果，各监测点昼间均能满足《声环境质量标准》（GB3095-2008）相应标准要求，工程区周边的声环境质量良好。

表 4.5-2　声环境现状监测结果

监测点	主要声源		执行标准	监测时间	测量结果				《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类 4a 类	
	昼间	夜间			昼间	达标情况	夜间	达标情况	昼间	夜间
N1 拟建坝址处	生活噪声	环境噪声	2 类	2022 年 9 月 1 日	58.4	达标	46.8	达标	60	50
				2022 年 9 月 2 日	58.2	达标	49.5	达标	60	50
N2 益岭村（溪白线旁）	交通噪声	交通噪声	4a 类	2022 年 9 月 1 日	65.1	达标	54.4	达标	70	55
				2022 年 9 月 2 日	65.4	达标	54.5	达标	70	55
N3 风吹涵水库旁	生活噪声	环境噪声	2 类	2022 年 9 月 1 日	53.9	达标	42.5	达标	60	50
				2022 年 9 月 2 日	53.9	达标	42.3	达标	60	50
N4 益岭学校	生活噪声	环境噪声	2 类	2022 年 10 月 9 日	55.4	达标	45.7	达标	60	50
				2022 年 10 月 10 日	56.1	达标	47	达标	60	50
N5 灰寨村	生活噪声	环境噪声	2 类	2022 年 10 月 9 日	52.0	达标	46.9	达标	60	50
				2022 年 10 月 10 日	55.1	达标	45.8	达标	60	50

4.6土壤环境质量现状调查与评价

为了解项目所在区域土壤环境现状，本次环境影响评价委托广东天鉴检测技术服务股份有限公司对工程区土壤进行采样监测，监测时间为2022年9月1日。

4.6.1 监测布点

根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），生态影响型建设项目应根据建设项目所在地的地形特征、地面径流方向设置表层样监测点，本次监测布点在占地范围内设1个表层样点，占地范围外设2个表层样点。本次土壤监测点位具体布点见表5.5-1和图5.1-1。

表5.5-1　土壤监测点位一览表

编号	监测点名称	取样深度	设置目的
S1	库区内 （N:23°14'04.04" E:116°10'40.25"）	0~0.2m	占地范围内土壤现状
S2	弃渣场附近 （N:23°13'54.65"　E:116°10'21.72"）	0~0.2m	占地范围外土壤现状
S3	II_2土料场附近 （N:23°13'22.25"　E:116°10'48.43"）	0~0.2m	占地范围外土壤现状

4.6.2 监测时间和频次

委托广东天鉴检测技术服务股份有限公司于2022年9月1日，采一次样进行分析。

4.6.3 监测项目

《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表1中各项因子：pH值、镉、汞、砷、铅、总铬、铬（六价）、铜、镍、锌。

调查土壤理化特性：土体构型、土壤结构、土壤质地、阳离子交换量、氧化还原点位、饱和导水率、土壤容重、孔隙度、植被、地下水位埋深、地下水溶解性总固体。

4.6.4 监测方法

按国家环保局颁发的《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）、《土壤环境质量 农用地土壤风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中推荐方法进行。具体监测方法见下表：

表 5.5-2 监测方法一览表

检测类型	检测项目	检测标准（方法）及编号（含年号）	分析仪器型号	检出限	计量单位
土壤	pH	土壤 pH 值的测定 电位法 HJ 962-2018	精密 pH 计（PHS-3C）	——	无量纲
	砷	土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第 2 部分：土壤中总砷的测定 GB/T 22105.2-2008	原子荧光光谱仪（AFS-8220）	0.01	mg/kg
	汞	土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第 1 部分：土壤中总汞的测定 GB/T 22105.1-2008	原子荧光光谱仪（AFS-8220）	0.002	mg/kg
	镉	土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法 GB/T 17141-1997	石墨炉原子吸收光谱仪（ICE3300）	0.01	mg/kg
	铜	土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ 491-2019	火焰原子吸收分光光谱仪（TAS-990F）	1	mg/kg
	铅			10	mg/kg
	镍			3	mg/kg
	锌			1	mg/kg
	铬			4	mg/kg
	铬（六价）	土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法 HJ 1082-2019	火焰原子吸收分光光谱仪（TAS-990F）	0.5	mg/kg
	阳离子交换量	森林土壤阳离子交换量 LY/T 1243-1999	具塞滴定管（酸式滴定管）	——	cmol(+)/kg
	土壤容重	土壤检测 第 4 部分：土壤容重的测定 NY/T 1121.4-2006	电子天平（HZT-A500）	——	g/cm3
	氧化还原电位	土壤 氧化还原电位的测定 电位法 HJ 746-2015	便携式土壤氧化还原电位仪（STEH-100 型）	——	mV
	孔隙度	森林土壤水分-物理性质的测定 LY/T 1215-1999	电子天平（HZT-A500）	——	%
	饱和导水率	森林土壤渗滤率的测定 LY/T 1218-1999	——	——	mm/min

4.6.5 监测结果

土壤理化特性调查结果见表 5.5-3。土壤现状监测结果见表 5.5-4。

表 5.5-3　土壤理化特性调查表

点号		S1 库区内	采样时间	2022 年 9 月 1 日
经度		E:116°10'40.25"	纬度	N:23°14'04.04"
层次		表层		
现场记录	颜色	灰棕色		
	结构	粒状		
	质地	砂壤土		
	砂砾含量	35%		
	其他异物	无		
实验室测定	pH 值(无量纲)	7.02		
	阳离子交换量（cmol+/kg）	9.74		
	氧化还原电位（mv）	383.5		
	饱和导水率（/cm/s）	3.11		
	土壤容重/（kg/m^3）	1.2		
	孔隙度%	49.1		
点号		S2 弃渣场附近	采样时间	2022 年 9 月 1 日
经度			纬度	
层次		表层		
现场记录	颜色	红棕色		
	结构	粒状		
	质地	砂壤土		
	砂砾含量	40%		
	其他异物	无		
实验室测定	pH 值(无量纲)	6.65		
	阳离子交换量（cmol+/kg）	9.68		
	氧化还原电位（mv）	407.3		
	饱和导水率（/cm/s）	4.52		
	土壤容重/（kg/m^3）	1.15		
	孔隙度%	50.1		
点号		S3 II2 土料场附近	采样时间	2022 年 9 月 1 日
经度			纬度	
层次		表层		
现场记录	颜色	暗灰色		
	结构	粒状		

	质地	砂壤土
	砂砾含量	35%
	其他异物	无
实验室测定	pH 值(无量纲)	7
	阳离子交换量（cmol+/kg）	10.4
	氧化还原电位（mv）	298.7
	饱和导水率（/cm/s）	5.16
	土壤容重/（kg/m^3）	1.13
	孔隙度%	57.2

表 5.5-4　土壤现状检测结果一览表

检测项目	计量单位	S1 库区内土壤监测点	S2 弃渣场附近土壤监测点	S3 II2 土料场附近土壤监测点
pH	无量纲	7.02	6.65	7
砷	mg/kg	3.86	2.44	4.42
镉	mg/kg	0.04	0.08	0.05
铜	mg/kg	7	17	10
铅	mg/kg	32	70	48
汞	mg/kg	0.148	0.04	0.117
镍	mg/kg	10	55	16
锌	mg/kg	56	71	82
铬	mg/kg	16	97	24
铬（六价）	mg/kg	＜0.5	＜0.5	＜0.5

4.6.6 土壤环境质量现状评价

4.6.6.1 评价标准

本项目土壤评价标准执行《土壤环境质量农用地土壤风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）相关标准。

表 5.5-5　《土壤环境质量农用地土壤风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）

单位：mg/kg

序号	污染物项目	风险筛选值			
		pH≤5.5	**5.5＜pH≤6.5**	**6.5＜pH≤7.5**	**pH＞7.5**

1	镉	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	40	40	30	25
4	铅	70	90	120	170
5	铬	150	150	200	250
6	铜	50	50	100	100
7	镍	60	70	100	190
8	锌	200	200	250	300

4.6.6.2 评价因子

评价因子为《土壤环境质量农用地土壤风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中 8 项因子、pH 值。

4.6.6.3 评价方法

8 项基本因子采用单因子指数法进行现状评价，计算公式为：

$Si=C_{i,j}/C_{si}$

式中： Si——污染物单因子指数；

Ci——i 污染物的浓度值，mg/kg ；

Csi—i 污染物的评价标准值，mg/kg 。

4.6.6.4 评价结果

土壤现状统计评价结果见表 5.5-6。

表 5.5-6 土壤环境现状统计分析表

监测点	监测项目	pH 值	镉	汞	砷	铅	铬	铜	镍	锌
S1 库区内土壤监测点	监测结果	7.02	0.04	0.148	3.86	32	16	7	10	56
	标准指数	-	0.13	0.06	0.13	0.27	0.08	0.07	0.10	0.22
	达标情况	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
S2 弃渣场附近土壤监测点	监测结果	6.65	0.08	0.04	2.44	70	97	17	55	71
	标准指数	-	0.27	0.02	0.08	0.58	0.49	0.17	0.55	0.28
	达标情况	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
S3 II_1 土料场附近土壤监测点	监测结果	7	0.05	0.117	4.42	48	24	10	16	82
	标准指数	-	0.17	0.05	0.15	0.40	0.12	0.10	0.16	0.33
	达标情况	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
评价标准		6.5~7.5	0.3	2.4	30	120	200	100	100	250

根据上述监测结果可知，监测点位的各项监测因子均不超标，均满足《土壤

环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）表 1 中用地标准，表明项目区域土壤环境良好。

4.7生态环境质量现状调查与评价

4.7.1 调查方法

4.7.1.1 陆生生态调查方法

（1）调查时间

调查人员于 2022 年 8 月及 2022 年 10 月对评价区陆生生态进行了调查，调查内容涉及陆生植物、两栖类、爬行类、鸟类、哺乳类等。

<table>
<tr><td> </td><td>
</td></tr>
<tr><td>鸟类调查</td><td>夜间调查</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>植物调查</td><td>鸟类调查</td></tr>
</table>

图 4.7.1-1　生态调查工作照

（2）陆生植物调查方法

采取历史资料整理和实地调查相结合的方法，对评价区的野生维管植物进行采集、鉴定。蕨类植物的科属概念采用秦仁昌(1978)系统，裸子植物采用郑万钧

(1978)系统，被子植物采用哈钦松(1926、1934)系统。

首先查阅馆藏于中国科学院华南植物园标本馆(IBSC)的标本，然后制定详细的野外工作计划，野外调查过程中参考《生物多样性观测技术导则陆生维管植物》（HJ 710.1-2014）、《全国植物物种资源调查技术规定（试行）》等文件规定的方法进行调查，主要采用样线、样方调查法。实地调查过程中进行观察记录、拍摄、植物标本采集、鉴定，并详细记录标本采集的时间、地点、生境、生存状况等因素。

通过沿线踏勘选择合适的垂直样线，同时选择典型的群落样地，进行样方调查。乔木层样方面积为 20m×20m，灌木层样方面积为 5m×5m，草本层样方面积为 2m×2m。记录样方内的植物种名，记录树高(灌、草为株高)、胸径(灌木为基径)、冠幅(灌、草为盖度)等指标，乔木起测胸径在 5cm 以上。

表 4.7.1-1 样方布置一览表

编号	样方大小/m²	调查地点及经纬度	海拔/m
S1	20*20	益岭寮 116°11′39.49″E，23°13′18.09″N	214
S2	20*20	小水库 116°11′15.56″E，23°13′38.34″N	101
S3	20*20	风吹涵水库 116°10′41.33″E，23°12′35.43″N	265
S4	20*20	益岭寮 116°11′41.81″E，23°13′15.45″N	247
S5	20*20	益岭寮 116°11′33.83″E，23°13′24.92″N	173
S6	20*20	益岭寮 116°11′29.06″E，23°13′28.31″N	161
S7	20*20	益岭寮 116°11′24.88″E，23°13′30.50″N	140
S8	20*20	风吹涵水库 116°10′36.93″E，23°12′34.56″N	278
S9	20*20	风吹涵水库 116°10′34.39″E，23°12′34.57″N	272

（3）陆生动物调查方法

参照《生物多样性观测技术导则陆生哺乳动物》（HJ 710.3-2014）、《生物多样性观测技术导则鸟类》（HJ 710.4-2014）、《生物多样性观测技术导则爬行动物》（HJ 710.5-2014）、《生物多样性观测技术导则两栖动物》（HJ 710.6-2014）、《全国动物物种资源调查技术规定（试行）》等陆生动物调查方法，主要采用样线法对评价区陆生动物进行调查。调查人员沿选定的路线匀速前进，一般行进速度为 2km/h。

1）两栖类及爬行类

两栖及爬行类动物一般个体小，活动隐蔽，分布不均匀，受景观类型、生态习性、气候等影响，相对集中在适宜的小生境中，采用样线法调查，对白天不易被发现的两栖动物，在夜间进行调查。在调查时，仔细搜寻样线两侧的两栖类及

爬行类动物，发现动物个体后，记录好其种类、数量、栖息地、生态习性以及该个体与观察者之间的距离和微生境状况，野外调查 APP 记录具体的地理位置(行政位置、经纬度、海拔高度、行进距离)。

2）鸟类

鸟类调查主要采用样线法，样线尽量覆盖各种栖息地类型，步行调查速度保持在 1~2km/h 左右。每日调查时间为清晨（日出 0.5 小时至 3 小时）或傍晚（日落前 3 小时至日落），借助双筒望远镜、单反相机和录音笔等工具，记录样线上观察到或通过声音辨别到的鸟类的种类、数量、位置、生境等信息。

3）兽类

①文献调查法

对涉及普宁市的相关调查资料和研究文献进行收集和整理，对其中发现的物种进行统计，形成本市已知物种的名录，在统计名录时，摘录物种曾经的分布区、数量和生境状况，以便为实地调查提供更详实的参考资料。对于可能误记或误认以及在广东省历史上无记录的物种，在野外调查中特别留意。

②样线调查法

统计记录样线上及样线两侧所见到的野生动物名称、野生动物实体数量，痕迹种类(足迹链、卧迹、粪便及其他活动痕迹等)及距中线距离、痕迹数量，地理位置信息等。针对在样线调查难以发现的物种，通过访问当地巡护员、社区居民、农民等进一步了解调查区域物种的分布情况及种群概况。

4.7.1.2 水生生态调查方法

（1）浮游植物采样方法

浮游植物样品按照《淡水浮游生物研究方法》中规定的采样方法进行采集。

定性样品：每次采样时，用 20 um 的浮游生物网在水体表层划“∞”约 5 分钟左右，然后将富集的样品放入 330 mL 的样品瓶中，加 1-2 mL 甲醛固定。摇匀后带回室内分析。瓶外标注：浮植定性、采样日期。

定量样品：用 3 L 采水器取表层(离水面 0.5 m)水样，从中取 500 mL 水样装入聚乙烯瓶中，加鲁哥氏液固定，最终浓度为 15‰，摇匀、低温避光保存，带回实验室经沉淀浓缩后鉴定。瓶外标注：浮植定量、样点名称和采样日期。

样品鉴定：浮游植物定量样品检测采用倒置显微镜法(Utermohl 计数法)，每个样品通过沉淀杯进行沉淀，并使用倒置显微镜进行计数，根据计数视野数，沉淀

体积，沉淀杯计数底座直径等计算浮游植物丰度。定性样品检测静置沉淀 48 h 后，用虹吸管轻轻吸掉上清液，将样品浓缩至 30 ml，取 0.1 ml 用浮游植物计数框在光学显微镜下进行藻类种类鉴定。分类鉴定主要参考《中国淡水藻类：系统、分类及生态》、《中国淡水藻志》。

（2）浮游动物调查方法

原生动物和浮游动物样品按照《淡水浮游生物研究方法》和《渔业生态环境监测规范》中规定的采样方法进行采集。

定性样品：每个采样点用 20um 的浮游生物网垂直和水平拖网收集定性样品，加甲醛固定，瓶外标注：动物定性、采样日期。

定量样品：每个采样点用采水器根据水深分层采水共计 25L，原生动物定量样品取水 1L，加甲醛固定。轮虫、浮游甲壳动物定量样品用 20um 的浮游动物网滤水 20L。加甲醛固定，最终浓度为 3%。瓶外标注：原生动物定量、浮动定量、样点名称和采样日期。

鉴定及计数：样品浓缩用自然沉淀法进行。定性样品在 10 倍镜下鉴定，得出所有原生动物及浮游动物的种类；定量样品沉淀 24-48h 后，吸除上清液，浓缩至 10mL。原生动物用 0.1ml 的浮游生物计数框在 10×20 倍的显微镜下进行计数。轮虫和浮游甲壳动物用 1ml 浮游生物计数框分别在 10×10 和 10×4 倍的显微镜下计数。得出浮游动物的个体数，再根据浮游动物的单个体重换算。分类鉴定主要参考《淡水浮游生物研究方法》、《淡水微型生物图谱》、《中国淡水轮虫志》各分卷、《中国淡水桡足类志》、《中国淡水枝角类志》、《原生动物学专论》和《Protist》等分类书和期刊。

（3）水生植物调查方法

在各采样位点内采用目视法、拍照法，同时采用框架采集法采集挺水植物和浮叶植物，挖取法采集沉水植物，将样方内的植株全部拔起、洗净，装入编有号码的样品袋内，带回实验室，依据《水生植物图谱》《广东植物图鉴》等资料进行鉴定。

（4）底栖动物采样方法

底栖动物样品按照《底栖动物和河流生态评价》、《渔业生态环境监测规范》中规定的采样方法进行采集。用 D 型网(网孔 40 目)和索伯网(网孔 40 目)分别进行定性、定量样品的采集。定性采样主要是通过目测，在石块表面、枯枝和落叶堆

中采集样本，定量样品主要在沿岸区、静水区、水生植物根部等进行采集，累计采样面积控制在 1-2m^2。采样时，用 D 型网和索伯网沿河岸刮取、搅动水草采集其上的底栖动物，再于河中将网置于水流方向的下方，用脚踢、翻搅石块、沙土，使附着的动物随水流进入网中。将采集的样品分别倒入塑料大桶中进行清洗，清理掉大的石块后将样品倒入白色唐瓷托盘中，加入清水(水位应避免溢出)，另用镊子挑取仍然残留在网上的动物放入托盘一起收集。轻轻晃动托盘，使动物浮于托盘里的水中，可用手搅动，然后将水和动物倒入小型滤网(分样筛)，剩余的砂石丢弃。用清水柔和冲洗小型滤网 3~5 次，去除样品上面的泥、杂质，遇泥沙堵塞筛孔，用毛笔、刷子、小棍等轻轻搅动。最后将清洗好的样品再倒回干净的托盘，粘在滤网上的动物用镊子挑回托盘内，可用少许清水将样品冲入托盘，然后将托盘内的所用底栖动物(和少量的水)倒入样品瓶内，加无水乙醇，保证乙醇：水的比例为 8：2。

样品鉴定时大型底栖动物经洗净后，在室内即按大类群分别称重与记数。与泥沙、腐屑等混在一起的小型动物，则须在室内进行仔细的分样：将洗净的样品置入白色瓷盘中，加入清水，利用尖嘴镊、吸管、毛笔、放大镜、解剖镜等工具进行分类、称重与计数。分类鉴定主要参考《底栖动物与河流生态评价》《淡水浮游生物研究方法》、《淡水微型生物图谱》、《淡水浮游生物图谱》《中国经济动物志》《中国动物志》。

（5）鱼类指标采样方法

鱼类指标以实地调查为主，通过不同孔径的刺网(规格：40m 二指三层沉网、30m 一点五指单层浮网、30m 一指单层浮网)、地笼在各采样位点进行下网捕捞，12-18 小时后收网，分类统计渔获物。此外，通过走访附近居民、查阅相关资料、咨询钓鱼者渔获等方法收集鱼类样本数据。依据《中国鱼类系统检索》、《中国淡水鱼类检索》、《中国动物志》、《中国南方淡水鱼类原色图鉴》、《珠江鱼类图鉴》等资料进行鱼类样本分类鉴定。现场采样、调查照片见下图。

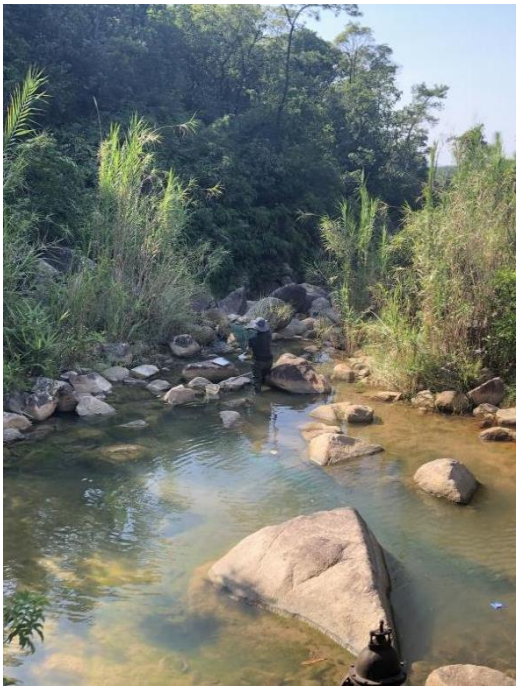


图 4.7.1-2　现场采样、调查照片

4.7.2 项目区土地利用现状

本工程不涉及自然保护区、风景名胜区、自然公园、饮用水水源保护区等生态敏感区。

评价区域内森林覆盖率较高。根据《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017），土地利用类型方面，林地为 828.79hm^2，占比 81.94%；工矿仓储用地用地面积为 12.77 hm^2，占比 1.26%；水域及水利设施用地占地 11.90 hm^2，占比 1.18%；其他用地面积为 158.03hm^2，占比 15.62%。

表 4.7.2-1　评价区土地利用现状表

编码	类型	面积（hm^2）	比例（%）
1	林地	828.79	81.94
2	水域及水利设施用地	11.90	1.18
3	工矿仓储用地	12.77	1.26
4	其他用地	158.03	15.62
	合计	1011.49	100

评价区域土地利用现状示意图见下图。

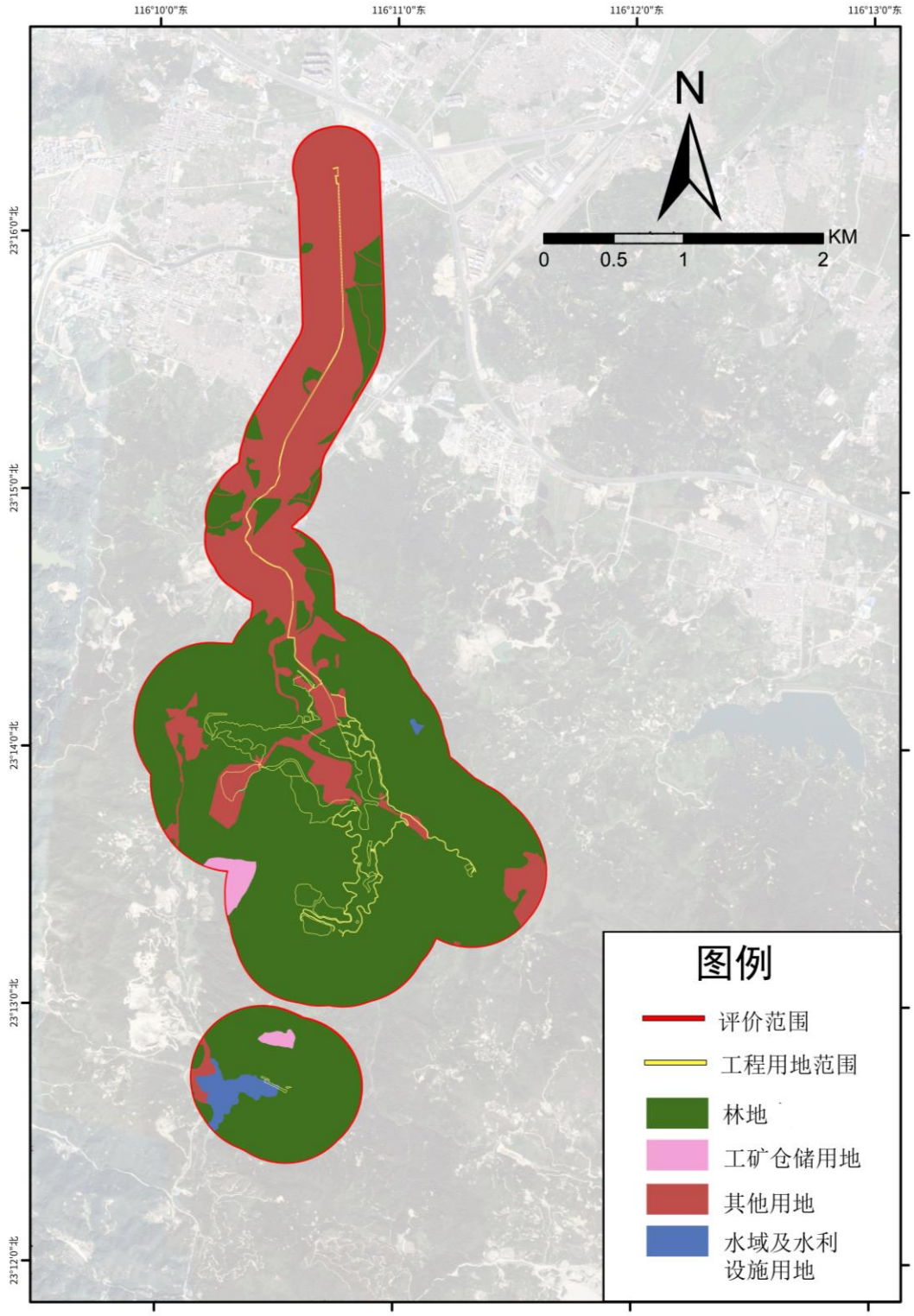


图 4.7.2-1　项目区土地利用现状示意图

4.7.3 生态系统现状

根据《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166—2021）分类。评价区域内主要为森林生态系统，占地面积为 821.13 hm^2，占总评价区域面积的 81.18%。其中针叶林占地 35.34 hm^2，占比 3.49%；阔叶林占

地 668.48 hm^2，占比 66.09%；针阔混交林占地 117.31 hm^2，占比 11.60%。湿地生态系统占地面积为 11.90 hm^2，占总评价区面积的 1.18%，主要为评价区域内的湖泊。此外，评价区域内含有矿场等裸地，不属于自然生态系统，面积为 178.46 hm^2，占比 17.64%。

表 4.7.3-1　评价区生态系统类型表

序号	I 级分类	II 级分类	面积(hm^2)	占比(%)
1	森林生态系统	针叶林	35.34	3.49
2	森林生态系统	阔叶林	668.48	66.09
3	森林生态系统	针阔混交林	117.31	11.60
小计			821.13	81.18
4	湿地生态系统	湖泊	11.90	1.18
5	其他	裸地	178.46	17.64
合计			1011.491	100

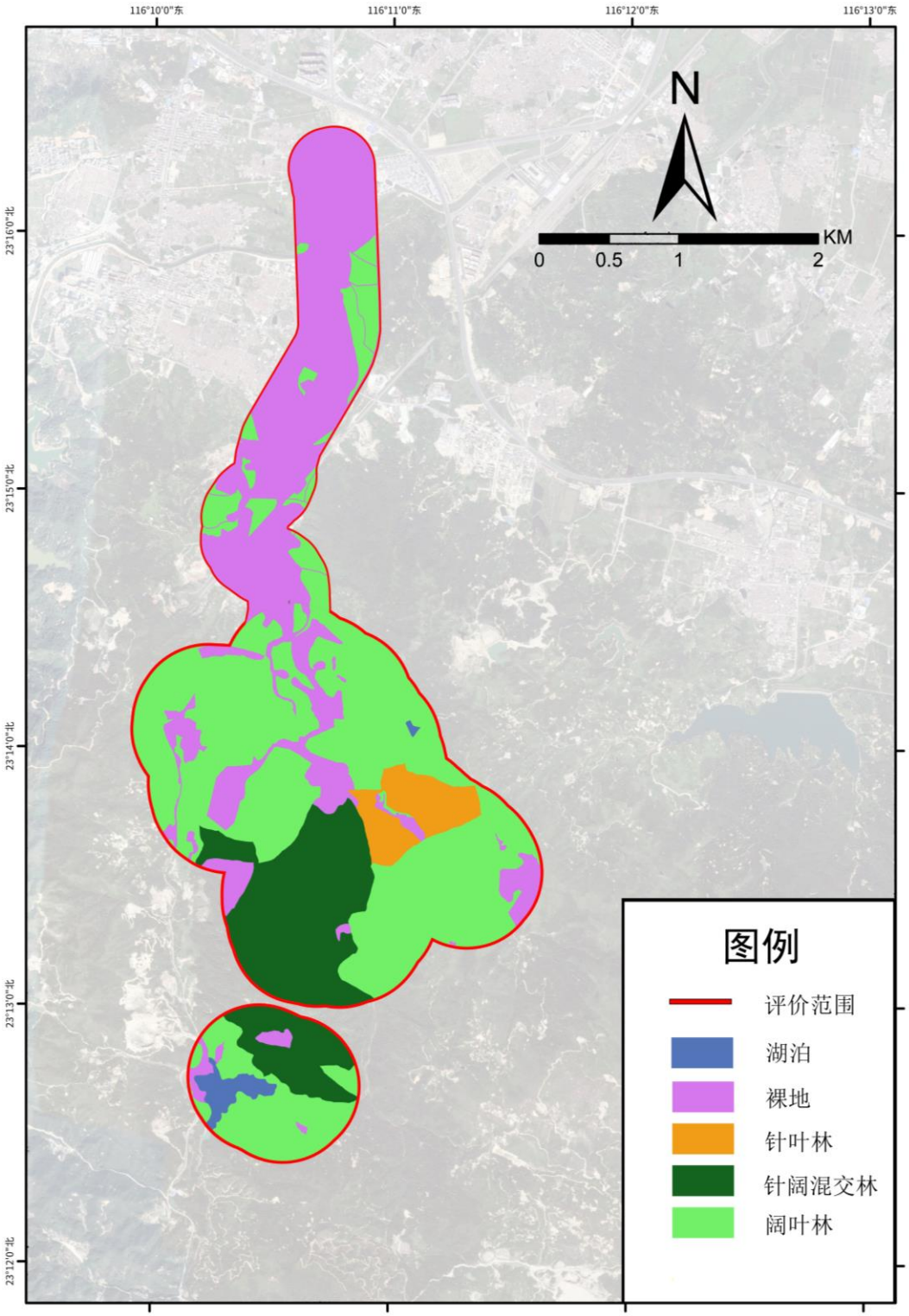


图 4.7.3-1　生态系统类型图

4.7.4 陆生生态现状调查与评价

4.7.4.1　项目区陆生植被现状

（1）植物多样性

根据本次实地调查，普宁宝月水库工程评价区调查范围内共统计有维管植物

共 86 科 190 属 256 种，其中野生维管植物有 73 科 163 属 226 种。野生维管植物中，蕨类植物有 12 科 14 属 20 种；裸子植物 2 科 2 属 2 种，被子植物 59 科 147 属 204 种(双子叶植物 48 科 106 属 146 种，单子叶植物 11 科 41 属 58 种)。栽培植物共计 28 科 30 属 30 种。野生维管植物科属种数分别占广东省野生维管植物 269 科 2028 属 7473 种的 27.14%、8.04%和 3.02%。

各野生类群植物数量及其所占比例统计见下表，其中被子植物 59 科 147 属 204 种分别占全部野生维管植物科属种的 80.82%、90.18%和 90.27%，均居各大类群之首。

表 4.7.4-1　评价区野生维管植物科、属、种统计表

分类群		科		属		种	
		科数	占%	属数	占%	种数	占%
蕨类植物		12	16.44	14	8.59	20	8.85
裸子植物		2	2.74	2	1.23	2	0.89
被子植物	双子叶	48	65.75	106	65.03	146	64.60
	单子叶	11	15.07	41	25.15	58	25.66
	小计	59	80.82	147	90.18%	204	90.27
合计		73	100	163	100	226	100

（2）植物科属区系分析

通过系统的野外实地调查和室内的标本鉴定，资料收集，在普宁宝月水库工程评价区调查范围内共记录到野生维管植物有 73 科 163 属 226 种。本报告在进行区系分析时，剔除蕨类植物（该地区的蕨类植物在本地区的植物类型中不占主导地位，无法反映本地区植物起源及演化的历史过程，故不对其进行区系分析），仅采用野生种子植物的数据。

评价区内有野生种子植物有 61 科 149 属 206 种（包括种下等级），其中裸子植物 2 科 2 属 2 种，被子植物 59 科 147 属 204 种（双子叶植物 48 科 106 属 146 种，单子叶植物 11 科 41 属 58 种）。评价区种子植物科及所含属、种数目见表 4.7.4-2。

从表可以看出，评价区内种子植物含 20 种以上的科只有禾亚科 1 科，包含 23 属 29 种。

含 10~20 种的科有 5 个，共包含 44 属 65 种，即蝶形花科（12 属 15 种）、菊科（11 属 15 种）、莎草科（8 属 15 种）、茜草科（7 属 10 种）、大戟科（6 属 10 种）。

含 2~9 种的科有 26 个，共包含 53 属 83 种，如山茶科（4 属 7 种）、桑科（1 属 6 种）、樟科（3 属 5 种）、蔷薇科（3 属 5 种）、含羞草科（3 属 4 种）、芸香科（3 属 4 种）、紫金牛科（3 属 4 种）、马鞭草科（3 属 4 种）、苋科（2 属 4 种）、卫矛科（2 属 3 种）、旋花科（2 属 3 种）、野牡丹科（1 属 3 种）、冬青科（1 属 3 种）、菝葜科（1 属 3 种）、薯蓣科（1 属 3 种）、防己科（2 属 2 种）、桃金娘科（2 属 2 种）、梧桐科（2 属 2 种）、锦葵科（2 属 2 种）、荨麻科（2 属 2 种）、漆树科（2 属 2 种）、忍冬科（2 属 2 种）、爵床科（2 属 2 种）、天南星科（2 属 2 种）、蓼科（1 属 2 种）、榆科（1 属 2 种）等 26 科。

单种科有 29 个，共包含 29 属 29 种，为毛茛科、金粟兰科、凤仙花科、千屈菜科、柳叶菜科、小二仙草科、第伦桃科、大风子科、杨梅科、壳斗科、檀香科、鼠李科、葡萄科、橄榄科、楝科、五加科、茄科、玄参科、紫葳科、唇形科、鸭跖草科、谷精草科、百合科、露兜树科、灯心草科、杜英科、竹亚科、松科、杉科。

表 4.7.4-2　评价区野生种子植物科、属、种数量统计

序号	科号	科名	属：种	序号	科号	科名	属：种
1	332B	禾亚科	23：29	32	165	榆科	1：2
2	148	蝶形花科	12：15	33	15	毛茛科	1：1
3	238	菊科	11：15	34	30	金粟兰科	1：1
4	331	莎草科	8：15	35	71	凤仙花科	1：1
5	232	茜草科	7：10	36	72	千屈菜科	1：1
6	136	大戟科	6：10	37	77	柳叶菜科	1：1
7	108	山茶科	4：7	38	78	小二仙草科	1：1
8	167	桑科	1：6	39	85	第伦桃科	1：1
9	11	樟科	3：5	40	93	大风子科	1：1
10	143	蔷薇科	3：5	41	159	杨梅科	1：1
11	146	含羞草科	3：4	42	163	壳斗科	1：1
12	194	芸香科	3：4	43	186	檀香科	1：1
13	223	紫金牛科	3：4	44	190	鼠李科	1：1
14	263	马鞭草科	3：4	45	193	葡萄科	1：1
15	63	苋科	2：4	46	196	橄榄科	1：1
16	173	卫矛科	2：3	47	197	楝科	1：1
17	251	旋花科	2：3	48	212	五加科	1：1
18	120	野牡丹科	1：3	49	250	茄科	1：1
19	171	冬青科	1：3	50	252	玄参科	1：1
20	297	菝葜科	1：3	51	257	紫葳科	1：1
21	311	薯蓣科	1：3	52	264	唇形科	1：1
22	23	防己科	2：2	53	280	鸭跖草科	1：1

23	118	桃金娘科	2：2	54	285	谷精草科	1：1
24	130	梧桐科	2：2	55	293	百合科	1：1
25	132	锦葵科	2：2	56	315	露兜树科	1：1
26	169	荨麻科	2：2	57	327	灯心草科	1：1
27	205	漆树科	2：2	58	128A	杜英科	1：1
28	233	忍冬科	2：2	59	332A	竹亚科	1：1
29	259	爵床科	2：2	60	G.4	松科	1：1
30	302	天南星科	2：2	61	G.5	杉科	1：1
31	57	蓼科	1：2				

通过对评价区调查范围内种子植物区系中主要组成科及其所含的物种数与中国种子植物区系中该科所含种数进行比较分析， 可知禾亚科、莎草科以及大戟科等所含种数占中国种子植物区系中相应各科所含种数的比例较高，见下表。

表 4.7.4-3　评价区种子植物区系种类优势科

科名	评价区种数	中国种数	比例(%)
禾亚科	29	1360	2.13
莎草科	15	668	2.25
大戟科	10	363	2.75

禾本科、莎草科、菊科、蝶形花科及茜草科等所含的草本、矮小灌木较多，但在植物区系中并不占优。而大戟科、桑科、樟科植物不仅种数占优，同时也占据了评价区森林植被的主要结构，是本区域的代表科，本区域种子植物科区系的南亚热带地带性成分特征明显。

根据李锡文(1996)和吴征镒等(2003)对科的分布区类型的划分，评价区调查区域 61 科种子植物可以划分为 5 个分布区类型和 2 个变型，详见表 4.7.4-4。其中世界广布科有 20 个,在去除世界广布科后,以泛热带分布及其变型的 28 科(占 68.28%居首位)；北温带分布及其变型的科 8 个(占 19.52%)居其次，热带亚洲和热带美洲间断分布的 4 科(占 9.76%)居第 3，东亚分布科仅 1 个(占 2.44%)，表明普宁宝月水库工程评价区植物区系在科级水平上以泛热带分布及其变型成分为主，掺杂着较多的世界广布和其他类型成分。

表 4.7.4-4　评价区野生种子植物科的分布区类型统计表

序号	分布区类型	科数	占非世界科比例/%
1	1.世界广布	20	扣除
2	2.泛热带分布	27	65.84
	2S.以南半球为主的泛热带分布	1	2.44

3	3.热带亚洲和热带美洲间断分布	4	9.76
4	8.北温带分布	4	9.76
	8-4 北温带和南温带(全温带)间断分布	4	9.76
5	14.东亚分布	1	2.44
	合计	**61**	**100.00**

注：①世界广布20科：毛茛科、蓼科、苋科、千屈菜科、柳叶菜科、小二仙草科、蔷薇科、蝶形花科、榆科、桑科、鼠李科、茜草科、菊科、茄科、旋花科、玄参科、唇形科、莎草科、竹亚科、禾亚科。

②泛热带分布共28科，此类型含1个变型。其中正型(泛热带分布)有樟科、防己科、金粟兰科、凤仙花科、大风子科、山茶科、野牡丹科、梧桐科、锦葵科、大戟科、含羞草科、荨麻科、卫矛科、檀香科、葡萄科、芸香科、橄榄科、楝科、漆树科、紫金牛科、紫葳科、爵床科、鸭跖草科、谷精草科、菝葜科、天南星科、薯蓣科等27科。变型(以南半球为主的泛热带分布)有1科，即桃金娘科。

③热带亚洲和热带美洲间断分布4科，分别为冬青科、杜英科、马鞭草科、五加科。

④北温带分布4科：露兜树科、百合科、忍冬科、松科。

其下的变型北温带和南温带(全温带)间断分布4科：杨梅科、壳斗科、灯心草科、杉科。

⑤东亚分布1科：第伦桃科。

（3）植被类型

森林群落的分类系统主要根据《中国植被》(吴征镒，1980)的分类原则，即植物群落学—生态学原则，主要以植物群落本身特征作为分类的依据，但又十分注意群落的生态关系，力求利用所有能够利用的全部特征。高级分类单位偏重于生态外貌，中低级单位则着重种类组成和群落结构，但它们都是群落本身综合特征的一个方面。

基于以上分类原则对评价区调查范围内植被进行分类，评价区主要植被可分为 2 个植被型，3 个植被亚型 3 个植被群系，详见下表。

表 4.7.4-5　评价区植被分类系统

植被属性	植被型	植被亚型	群系
自然植被	暖性针叶林	常绿针叶林	马尾松林
		暖性常绿针阔叶混交林	马尾松+木荷混交林
	常绿阔叶林	南亚热带季风常绿阔叶林	木荷林

表 4.7.4-6　样方植被类型一览表

编号	样方大小/m²	调查地点及经纬度	植被类型(群落)
S1	20*20	益岭寮 116°11′39.49″E，23°13′18.09″N	木荷+马尾松林
S2	20*20	小水库 116°11′15.56″E，23°13′38.34″N	木荷林
S3	20*20	风吹涵水库 116°10′41.33″E，23°12′35.43″N	马尾松林
S4	20*20	益岭寮 116°11′41.81″E，23°13′15.45″N	木荷+马尾松林
S5	20*20	益岭寮 116°11′33.83″E，23°13′24.92″N	木荷林

编号	样方大小/m²	调查地点及经纬度	植被类型(群落)
S6	20*20	益岭寮 116°11′29.06″E，23°13′28.31″N	木荷林
S7	20*20	益岭寮 116°11′24.88″E，23°13′30.50″N	马尾松林
S8	20*20	风吹涵水库 116°10′36.93″E，23°12′34.56″N	木荷+马尾松林
S9	20*20	风吹涵水库 116°10′34.39″E，23°12′34.57″N	马尾松林

1）常绿针叶林

马尾松林：评价区的马尾松林分布面积不大，主要集中在风吹涵水库周边，分布点较为集中成片，海拔在200~300m之间。本群系群落形成单优马尾松(*Pinus massoniana*)树种，乔木层以马尾松为主。灌木或小乔木主要以木荷(*Schima superba*)、鹅掌柴(*Schefflera heptaphylla*)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、山乌桕(*Triadica cochinchinensis*)等组成灌木层群落结构。草本主要以乌毛蕨(*Blechnum orientale*)、芒萁(*Dicranopteris pedata*)等为主。

图 4.7.4-1　马尾松林

2）暖性常绿针阔叶混交林

暖性常绿针阔叶混交林是指以暖性针叶树为优势种之一，混交许多地带性常绿阔叶树种组成的森林群落类型，是亚热带地区常见的一种先锋群落类型，只要

加强保护，这类森林将较快向地带性森林群落即常绿阔叶林方向演替。

马尾松+木荷针阔叶混交林：评价区分布的暖性常绿针阔叶混交林是以马尾松与木荷为主要乔木类型，再杂以鹅掌柴等常绿阔叶树种混交而成，并伴有山乌桕、余甘子(P*hyllanthus emblica*)、杂色榕(*Ficus variegata*)等。林下灌木常以鹅掌柴、盐麸木(*Rhus chinensis*)以及野漆(*Toxicodendron succedaneum*)两种或三种为主，林下草本常以草本粽叶芦(*Thysanolaena latifolia*)、芒萁、乌毛蕨、锡叶藤(*Tetracera sarmentosa*)中的两种或三种为主。

图 4.7.4-2　马尾松+木荷针阔叶混交林

3）南亚热带季风常绿阔叶林

季风常绿阔叶林是指南亚热带的地带性森林群落类型。南亚热带常绿阔叶林(或称季风常绿阔叶林)主要分布在海拔500m以下的低山丘陵。组成种类以山茶科、樟科、五加科等的一些种类为主，常见的如木荷、华润楠(*Machilus chinensis*)、鹅掌柴，林下灌木以山乌桕、野漆等为主，林下草本植物主要有乌毛蕨、芒萁等。本类型在评价区范围内分布较广。

木荷林：该群落广布于评价区范围内，是评价区主要的自然植被类型。乔木层以木荷占据优势种类，并间有杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、马尾松、余甘子等。林下灌木层主要以野漆、山乌桕、鹅掌柴等组成；林下草本层主要以乌毛蕨、

芒萁、粽叶芦为主。

图 4.7.4-3　木荷林

（4）生物量及生产力

根据方精云等（1996），李高飞，任海（2004），以及 H.里思（2001）的相关文献，计算本评价区各植被类型（生态系统）的生物量和生产力。

表 4.7.4-7　评价区不同群落的生物量和净生产力

植被属性	植被型	植被亚型	群系	生物量 (t/hm^2)	净生产力 ($t/a.hm^2$)
自然植被	暖性针叶林	常绿针叶林	马尾松林	83.25	8.64
		暖性常绿针阔叶混交林	马尾松+木荷混交林	96.31	11.63
	常绿阔叶林	南亚热带季风常绿阔叶林	木荷林	107.24	14.88
平均值				95.6	11.72

4.7.4.2　项目区动物资源

通过外业调查与资料查询，统计到评价区野生脊椎动物 31 种，隶属 10 目 24 科，其中两栖类 1 目 4 科 5 种，爬行类 1 目 3 科 3 种，鸟类 5 目 14 科 20 种，哺乳类 3 目 3 科 3 种。国家II级重点保护动物 1 种，广东省重点保护动物 2 种，“三有”保护名录（即《国家保护的有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录》）收录动物 24 种。

表 4.7.4-8　评价区动物类群目科种组成

动物类群	目数	科数	种数
两栖类	1	4	5
爬行类	1	3	3
鸟类	5	14	20
哺乳类	3	3	3
合计	10	24	31

表 4.7.4-9　评价区保护动物统计表

动物类群	国家 II 级	省重点	三有保护
两栖类			5
爬行类			3
鸟类	1	2	16
哺乳类			
合计	1	2	24

（1）两栖类

通过外业调查与资料查询，统计到评价区两栖类 5 种，隶属 1 目 4 科，占广东省已有两栖类记录 75 种(邹发生等，2016)的 6.67%，均为无尾目(Anura)物种。

表 4.7.4-10　评价区两栖类名录

物种名称	区系	生态类型	保护级别
无尾目 Anura			
(一) 蟾蜍科 Bufonidae			
1. 黑眶蟾蜍 *Duttaphrynus melanostictus*	W	TQ	三有
(二) 蛙科 Ranidae			
2. 阔褶水蛙 *Hylarana latouchii*	C，S	TQ	三有
(三) 叉舌蛙科 Dicroglossidae			
3. 泽陆蛙 *Fejervarya multistriata*	Z	TQ	三有
(四) 姬蛙科 Microhylidae			
4. 饰纹姬蛙 *Microhyla fissipes*	W	TQ	三有
5. 小弧斑姬蛙 *Microhyla heymonsi*	W	TQ	三有

注释：区系，C，S—东洋界华中华南区物种，W—东洋界广布物种(华中，华南，西南三区共有)， Z-广布种(东洋界与古北界均有分布)。生态类型，TQ—陆栖静水型。保护级别，三有—“三有保护”名录物种。

评价区 5 种两栖类，其中东洋界华中华南区物种 1 种，占总数的 20.00%，即阔褶水蛙(*Hylarana latouchii*)；东洋界广布种 3 种，占总数的 60.00%，分别有黑眶蟾蜍(*Duttaphrynus melanostictus*)、饰纹姬蛙(*Microhyla fissipes*)和小弧斑姬蛙(*Microhyla heymonsi*)；广布种 1 种，占总数的 20.00%，即泽陆蛙(*Fejervarya*

multistriata)。

评价区两栖类区系以东洋界占优势，无古北界物种，广布种较少；评价区东洋界物种，以东洋界广布种占多数，其次是华中华南区物种。由此可见，评价区两栖类区系特征，与所在地气候物征(即华南地区南亚热带季风气候，反映了多雨、潮湿、温暖等特征)、动物地理区划基本相一致。

评价区 5 种两栖类均为陆栖静水类型，本类型主要栖息在泄地坑、沼泽、或岸边环境中，离水较近，常在静水中产卵。

（2）爬行类

通过外业调查与资料查询，统计到评价区爬行类 3 种，隶属于 1 目 3 科，占广东省已有爬行类记录 156 种(邹发生等，2016)的 5.36%，均为有鳞目(Squamata)物种。

表 4.7.4-11　评价区爬行类名录

物种名称	动物区系	保护级别
I. 有鳞目 Squamata		
一、**壁虎科 Gekkonidae**		
1. 中国壁虎 *Gekko chinensis*	C，S	三有
二、**鬣蜥科 Agamidae**		
2. 变色树蜥 *Calotes versicolor*	S	三有
三、**水游蛇科 Natricidae**		
3. 黄斑渔游蛇 *Xenochrophis flavipunctatus*	W	三有

注释：区系，S—东洋界华南区物种，C，S—东洋界华中与华南区共有种，W—东洋界广布种(华中，华南，西南三区共有)。保护级别，三有—“三有保护”名录物种。

评价区 3 种爬行类，全部为东洋界物种，其中华南区物种 1 种，即变色树蜥(*Calotes versicolor*)，占总数的 33.33%；东洋界华中华南区物种 1 种，占总数的 33.33%，即中国壁虎(*Gekko chinensis*)；东洋界广布种 1 种，占总数的 33.33%，即黄斑渔游蛇(*Xenochrophis flavipunctatus*) 。

评价区爬行类全部为东洋界物种，无古北界物种和广布种。由此可见，评价区爬行类区系特征，与所在地气候物征(即华南地区南亚热带季风气候，反映了多雨、潮湿、温暖等特征)、动物地理区划基本相一致。

（3）鸟类

根据调查，评价区共记录到鸟类 20 种，隶属 5 目 14 科，占广东省已记录鸟类 553 种(邹发生等，2016)的 3.62%，占中国已记录 1445 种(郑光美，2017)的 1.38%。

其中鸽形目(COLUMBIFORMES)1 科 1 种、鹃形目(CUCULIFORMES)1 科 1 种、鹈形目(PELECANIFORMES)1 科 2 种、佛法僧目(CORACIIFORMES)1 科 1 种、雀形目(PASSERIFORMES)10 科 15 种，以雀形目鸟类居多。

表 4.7.4-12　评价区鸟类名录

物种名称	居留型	区系	保护级别				
			P	N	CITES	IUCN	三有
I. 鸽形目 COLUMBIFORMES							
一、 鸠鸽科 Columbidae							
1. 珠颈斑鸠 *Streptopelia chinensis*	R	O					√
II. 鹃形目 CUCULIFORMES							
二、 杜鹃科 Cuculidae							
2. 褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*	R	O		2		LC	
III. 鹈形目 PELECANIFORMES							
三、 鹭科 Ardeidae							
3. 池鹭 *Ardeola bacchus*	R	O	√			LC	√
4. 白鹭 *Egretta garzetta*	R	O	√			LC	√
IV. 佛法僧目 CORACIIFORMES							
四、 翠鸟科 Alcedinidae							
5. 普通翠鸟 *Alcedo atthis*	R	O				LC	√
V. 雀形目 PASSERIFORMES							
五、 伯劳科 Laniidae							
6. 棕背伯劳 *Lanius schach*	R	O				LC	√
六、 扇尾莺科 Cisticolidae							
7. 黄腹山鹪莺 *Prinia flaviventris*	R	P				LC	
8. 纯色山鹪莺 *Prinia inornata*	R	O				LC	
9. 长尾缝叶莺 *Orthotomus sutorius*	R	P				LC	
七、 燕科 Hirundinidae							
10. 家燕 *Hirundo rustica*	S	O				LC	√
11. 金腰燕 *Cecropis daurica*	S	O				LC	√
八、 鹎科 Pycnonotidae							
12. 红耳鹎 *Pycnonotus jocosus*	R	O				LC	√
13. 白头鹎 *Pycnonotus sinensis*	R	O				LC	√
14. 白喉红臀鹎 *Pycnonotus aurigaster*	R	P				LC	√
九、 绣眼鸟科 Zosteropidae							
15. 暗绿绣眼鸟 *Zosterops japonicus*	R	O				LC	√
十、 椋鸟科 Sturnidae							
16. 黑领椋鸟 *Gracupica nigricollis*	R	P				LC	√
十一、 鹟科 Muscicapidae							
17. 鹊鸲 *Copsychus saularis*	R	P				LC	√
十二、 花蜜鸟科 Nectariniidae							

18. 叉尾太阳鸟 *Aethopyga christinae*	R	P				LC	√
十三、 雀科 Passeridae							
19. 麻雀 *Passer montanus*	R	O				LC	√
十四、 鹡鸰科 Motacillidae							
20. 白鹡鸰 *Motacilla alba*	R	O				LC	√

注释：居留型：R-留鸟，W-冬候鸟，S-夏候鸟，P-旅鸟，V-迷鸟。区系：P-古北界，O-东洋界，C-广布种。珍稀濒危级别：N-国家重点保护，2-国家II级重点保护野生动物；P-广东省重点保护野生动物；CITES-濒危野生动植物种贸易公约附录，II-附录II物种；三有-“三有”保护名录物种。

评价区 20 种鸟类，其中古北界物种 6 种，占总数的 30%；东洋界物种 14 种，占总数的 70%。

表 4.7.4-13 评价区鸟类区系组成

区系成分	数量	百分比(%)
东洋种	14	70
古北种	6	30
广布种	0	0
合计	**20**	**100**

评价区 20 种鸟类，其中留鸟有 18 种，占总数的 90%；夏候鸟 2 种，占总数的 10%。

表 4.7.4-14 评价区鸟类居留型组成

类型	组成	数量	百分比(%)
居留型	留鸟	18	90
	冬候鸟	2	10
	夏候鸟	0	0
合计		**20**	**100**

（4）哺乳类

通过外业调查与资料查询，统计到评价区哺乳类 3 种，隶属 3 目 3 科，占广东省已有哺乳类记录 144 种(邹发生等，2016)的 2.08%。

表 4.7.4-15 评价区哺乳类名录

物种名称	区系	保护级别
I I劳亚食虫目 EULIPOTYPHLA		
（一）鼩鼱科 Soricidae		
1．臭鼩 *Suncus murinus*	O	
II II翼手目 CHIROPTERA		
（二）蝙蝠科 Vespertilionidae		

物种名称	区系	保护级别
2．东亚伏翼 *Pipistrellus abramus*	O	
III　III啮齿目 RODENTIA		
（三）鼠科 Muridae		
3．褐家鼠 *Rattus norvegicus*	W	

注释：区系，O —东洋界，W—广布种。

评价区 3 种哺乳类动物中，东洋界 2 种，占总数的 66.67%，即臭鼩(*Suncus murinus*)和东亚伏翼(*Pipistrellus abramus*)等；广布种 1 种，占总数的 33.33%，即褐家鼠(*Rattus norvegicus*)。评价区属南亚热带气候，在动物区系上表现出较明显的地带性特征，物种以东洋界为主，与所在地气候物征(即华南地区南亚热带季风气候，反映了多雨、潮湿、温暖等特征)、动物地理区划基本相一致。

4.7.4.3　重点保护陆生野生动植物

（1）重点保护野生植物

国家重点保护植物依据 2021 年经国务院正式批准执行的《国家重点保护野生植物名录》选取。广东省重点保护植物名录依据广东省林业厅 2018 年公布的第一批《广东省重点保护野生植物名录》选取。

经过对评价区分布的 226 种野生维管植物进行统计分析，统计出国家重点保护野生植物 1 科 1 属 1 种，保护级别为 II 级。即蕨类植物的金毛狗(*Cibotium barometz*)，种群在评价区内分布较少，本次调查记录到 3 处 3 株，均在工程占地范围外，详见下表及图 4.7.4-7。

表 4.7.4-16　　重点植物位置

序号	物种	经度	纬度	现状图片
1	金毛狗	116°11′8.8222″	23°13′41.737″	

2	金毛狗	116°10′9.645″	23°13′23.782″	
3	金毛狗	116°10′9.639″	23°13′23.555″	

形态特征：多年生树蕨。根茎平卧，带木质，密被棕黄色带有金色光泽的长柔毛。叶多数，丛生成冠状，大形；叶柄粗壮，褐色，基部密被金黄色长柔毛和黄色狭长披针形鳞片；叶片卵圆形，3 回羽状分裂；下部羽片卵状披针形，上部羽片逐渐短小，至顶部呈挟羽尾状，小羽片线状披针形，渐尖，羽状深裂至全裂，亚革质，上面暗绿色，下面粉灰色，孢子囊群着生于小脉顶端，囊群盖坚硬，或成熟时张开，形如蚌壳，露出孢子囊群。

分布生境：生于山麓沟边及林下阴处酸性土上。

（2）古树名木

评价区域内暂未发现登记于《广东省古树名木信息管理系统》的古树名木。

（3）重点保护野生动物

1）褐翅鸦鹃

保护级别：国家二级。

体型特征：全长 430-500mm。通体羽毛除翅和肩部外全为黑褐色，隐约杂有浅色横斑；两翼为红褐色；下体灰黑色，具紫蓝色闪光。尾上覆羽和尾羽横斑显著。

习性与生境：栖息于山边或近水的灌丛和高草地中，可至海拔 1000 m 以上。常在地面活动，有时紧贴植被上方作短距离的飞行，并时常可见立于突出处，两翅半张开保持平衡。褐翅鸦鹃属于留鸟，终年在其出生地(或称繁殖区)内生活，不

随季节迁徙。

图 4.7.4-4　褐翅鸦鹃

2）白鹭

保护级别：广东省重点

体型特征：中等体型（450—670mm）的白色鹭。体型较大而纤瘦，嘴及腿黑色，趾黄色，繁殖羽纯白，颈背具细长饰羽，背及胸具蓑状羽。虹膜－黄色；脸部裸露皮肤黄绿，于繁殖期为淡粉色；嘴－黑色；脚－黑色，趾黄色。

习性与生境：喜稻田、河岸、沙滩、泥滩及沿海小溪流。成散群进食，常与其他种类混群。有时飞越沿海浅水追捕猎物。夜晚飞回栖处时呈“V”字队形。与其他水鸟一道集群营巢。

3）池鹭

保护级别：广东省重点

体型特征：体型略小(450—510 mm)，头、羽冠、后颈、前胸红栗色；肩满布蓝黑色的蓑羽，背鼠灰色。身体余部白色。

习性与生境：通常栖息于稻田、池塘、湖泊、水库和沼泽湿地等水域，有时也见于水域附近 的竹林和树上，常单独或成小群活动，有时也集成多达数十只的

大群在一起，性不甚畏人。

图 4.7.4-5　白鹭

图 4.7.4-6　池鹭

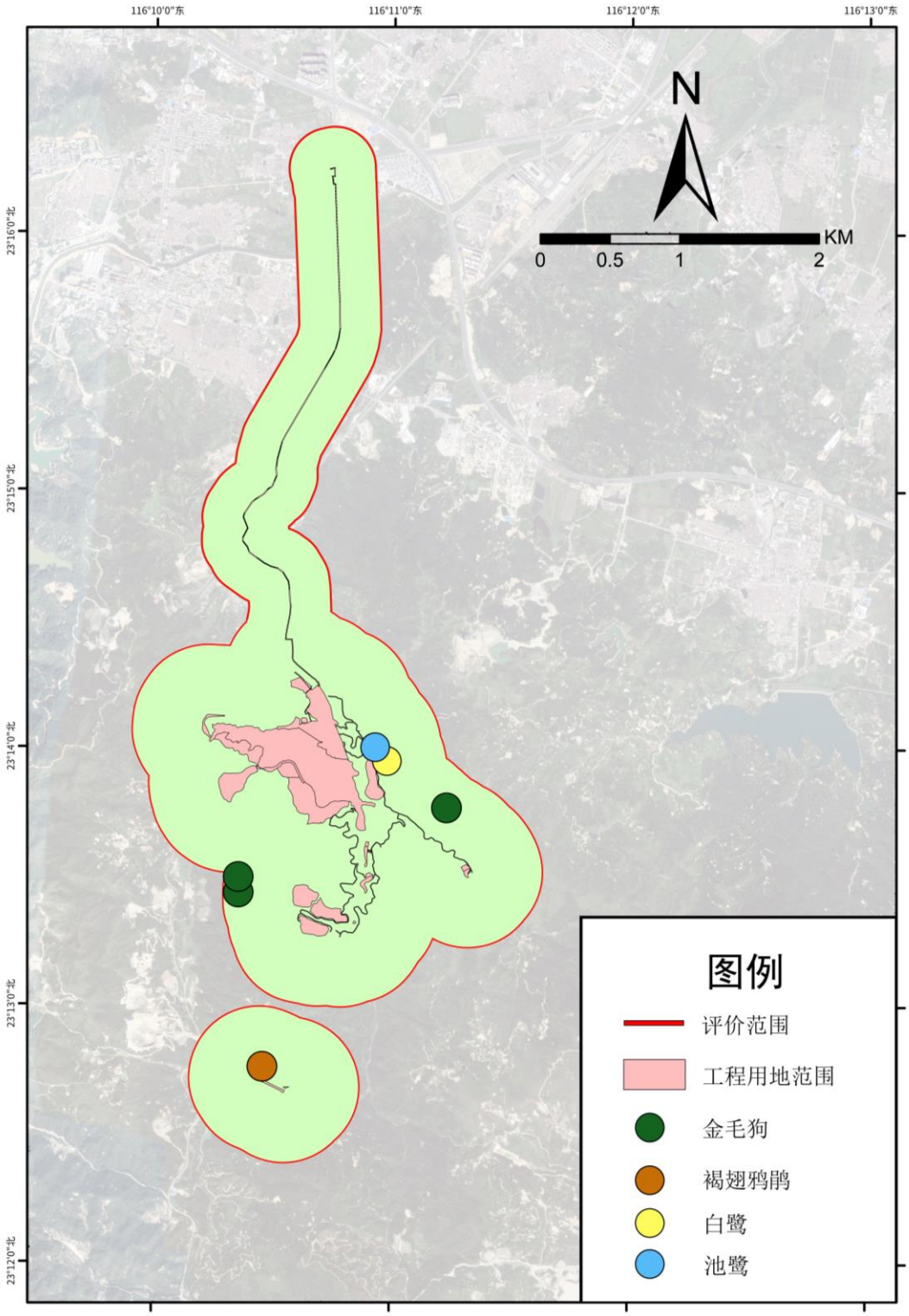


图 4.7.4-7　　重点动植物分布图

4.7.4.4　施工占地区域生态现状

（1）施工工区

本项目由大坝枢纽工程、1#～4#水陂、风吹涵水库溢洪道改造、灌区改造工程及库岸整治工程组成。根据工程布置特点，项目较多，位置相对较分散，施工

布置方案亦考虑分散布置。具体布置主要分为大坝枢纽施工工区、水陂施工工区和风吹涵水库溢洪道改造。植被类型主要为植被类型为常绿针叶林（马尾松林）和暖性常绿针阔叶混交林（马尾松+木荷林）。

（2）土料场

工程共设置 4 个土料场，ABC 土料场位于益岭水左岸水陂上游处，地面植被以少量松树为主，有少量坟墓，岩性为花岗岩，有简易公路连接料场，距拟建坝址约 3-5km。D 土料场位于益岭水厂附近，地面植被以松树为主，有较多坟墓，岩性为花岗岩，有简易公路连接料场，距拟建坝址约 3.0km。

图 4.7.4-8　II1 土料场 A~C 区卫星影像图

图 4.7.4-9　II3 土料场区卫星影像图

（3）弃渣场

工程共设置 1 个弃渣场，弃渣场布置于坝址上游左侧现状采石坑处，平均运距约 1km，占地面积 3.367hm^2。弃渣场占地类型为主要为裸地，植被类型为暖性常绿针阔叶混交林（马尾松+木荷林）。

图 4.7.4-10　弃渣场卫星影像图

（4）石料场

工程共设置 1 个石料场，石料场位于普宁市拟建宝月水库主坝西南面对面山包上，岩性为燕山三期花岗岩，分面有较多坟墓，表面生长杂树，距拟建坝址直线距离约 0.3km。石料场占地类型为主要为裸地，植被类型为暖性常绿针阔叶混交林（马尾松+木荷林）。

图 4.7.4-11　石料场卫星影像图

4.7.5 水生生态现状调查与评价

4.7.5.1 数据分析方法

浮游生物和鱼类监测数据采用香农-维纳多样性指数 *H'* (Shannon-wiener diversity)、均匀性指数 *J* (Pielou's evenness) 和物种丰富度指数 *D* (Margalef's index) 表示。

香农-维纳多样性指数 *H'* (Shannon-wiener diversity)：香农-维纳指数是最常用的多样性指数，综合群落的丰富性和均匀性两个方面的影响，公式是：

$$H' = -\sum Pi \times \ln Pi$$

H'：样品的信息含量，即群落的多样性指数；*Pi*：群落中属于第 *i* 种个体的比例，若总个体数为 *N*，第 *i* 种个体数为 n_i，则 $Pi = n_i/N$。

均匀性指数 *J* (Pielou's evenness)：均匀度指数是通过估计理论上的最大香农-维纳指数 *H'* max，然后以实际测得的 *H'*对 *H'*max 的比率来获得，其计算公式为：

$$J = H'/H'\max$$

物种丰富性指数 *D* (Margalef's index)：物种丰富度指数 *D* 综合了样品中种类数目和丰度的信息，表示一定丰度中的种类数目，公式是：

$$D=（S-1）/\ln N$$

其中 *D*：物种的丰富度指数；*S*：种类总数；*N*：所有物种的数量。

4.7.5.2 浮游植物

（1）组成与分布

本次评价于 2022 年 8 月丰水期和 2022 年 10 月枯水期对宝月水库工程水域的浮游植物群落结构组成与分布进行了调查，共发现浮游植物种类 6 门 82 种(属)。其中绿藻 34 种(属)，占总种数的 41.46%，硅藻 31 种(属)，占总种数的 37.8%，蓝藻 8 种(属)，占总种数的 9.76%，裸藻 4 种(属)，隐藻 2 种(属)，甲藻 3 种(属)。群落结构种类组成如图 4.7.5-1 所示，其中四尾栅藻（*Scenedesmus quadricanda*）、二角盘星藻（*Pediastrum duplex*）、小球藻（*Chlorella* sp.）、月形新月藻（Closterium lunula）、光滑鼓藻（*Cosmarium laeve*）、宽带鼓藻（*Platrotaenium trabecula*）、纤细角星鼓藻（*Staurastrum gracile*）、水绵（*Spirogyra* sp.）、颗粒直链藻（*Melosira granulate*）、小环藻（*Cyclotella* sp.）、舟形藻（*Navicula* sp.）、谷皮菱形（*Nitzschia palea*）、布纹藻（*Cymbella* sp.）、二列双菱藻（*Surirella biseriata*）、粗壮双菱藻（*Surirella robusta*）、赫迪异极藻（*Gomphonema hedinii*）、膨胀桥弯藻（*Cymbella pusilla*）、尖针杆藻（*Synedra acusvar*）、纤细异极藻（*Gomphonema gracile*）、鱼腥藻（ *Anabaena* sp.）、颤藻（*Oscillatoria* sp.）、裸藻（*Euglena sp.*）、啮蚀隐藻（*Cryptomonas erosa*）、飞燕角甲藻（*Ceratium hirundinella*）等在各采样点分布较广泛。种类名录如表 4.7.5-1 所示。

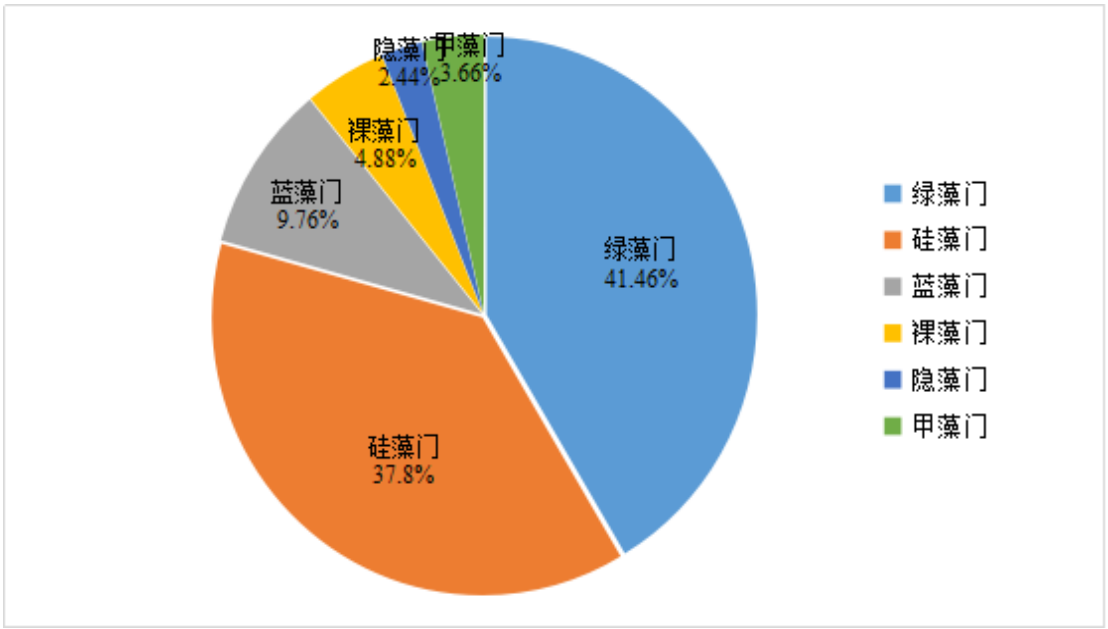


图 4.7.5-1　浮游植物群落结构种类组成

表 4.7.5-1　各采样点浮游植物种类分布

序号	种(属)名	拉丁名	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
一	**绿藻门**	**Chlorophyta**								
1	四尾栅藻	*Scenedesmus quadricanda*	+	+	+	+		+	+	+
2	椭圆栅藻	*Scenedesmus ovalternus*						+		+
3	二形栅藻	*Scenedesmus dimorphus*				+		+		+
4	弯曲栅藻	*Scenedesmus arcuatus*	+	+					+	+
5	空球藻	*Eudorina elegans*			+	+			+	+
6	单角盘星藻	*Pediastrum simplex*		+		+	+		+	+
7	二角盘星藻	*Pediastrum duplex*	+	+	+	+	+		+	+
8	网状空星藻	*Coelastrum reticulatum*	+						+	+
9	纤维藻	*Ankistrodesmus* sp.	+	+				+	+	
10	弓形藻	*Schroederia* sp.		+	+	+	+	+		
11	小球藻	*Chlorella* sp.	+			+	+	+	+	+
12	衣藻	*Chlamydomonas* sp.				+			+	+
13	美丽网球藻	*Dictyosphaerium pulchellum*					+		+	
14	卵囊藻	*Oocystis elliptical*		+		+		+	+	+
15	微小新月藻	*Closterium parvulum*	+		+	+		+		+
16	月形新月藻	*Closterium lunula*			+	+	+	+	+	+
17	美丽盘藻	*Gonium formosum*				+				
18	光滑鼓藻	*Cosmarium laeve*	+	+	+	+	+	+	+	+
19	钝鼓藻	*Cosmarium obtusatum*	+		+			+		+
20	宽带鼓藻	*Platrotaenium trabecula*	+	+		+	+	+	+	
21	方鼓藻	*Cosmarium quadrum*			+					
22	顶接鼓藻	*Spondylosium* sp.		+			+	+	+	+
23	拟角锥鼓藻	*Cosmarium pseudopyramidatum*			+		+			
24	纤细角星鼓藻	*Staurastrum gracile*	+			+	+	+	+	+
25	四角角星鼓藻	*Staurastrum tetracerum*				+		+	+	+
26	角丝鼓藻	*Desmidium* sp.	+		+					
27	十字微星鼓藻	*Micrasterias cruxmelitesis*			+	+		+		
28	角顶鼓藻	*Triploceras gracile*						+		
29	集星藻	*Actinastrum* sp.						+		+
30	肾形藻	*Nephrocytium* sp.		+		+		+	+	+
31	微孢藻	*Microspora* sp.			+	+			+	
32	鞘藻	*Oedocladium* sp.		+	+			+		+
33	水绵	*Spirogyra* sp.	+	+	+	+	+	+	+	+
34	丝藻	*Ulothrix* sp.		+		+	+			
二	**硅藻门**	**Bacillariophyta**								
1	颗粒直链藻	*Melosira granulate*	+	+	+	+	+	+	+	+
2	变异直链藻	*Melosira varians*	+	+		+	+			
3	小环藻	*Cyclotella* sp.	+	+	+	+	+	+	+	+
4	舟形藻	*Navicula* sp.	+	+	+	+	+	+	+	+
5	阿比库丝舟形藻	*Navicula abiskoensis*	+				+	+		

序号	种(属)名	拉丁名	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
6	菱形藻	*Nitzschia* sp.	+	+	+	+	+	+	+	+
7	谷皮菱形藻	*Nitzschia palea*	+	+	+	+	+	+	+	+
8	奇异菱形藻	*Nitzschia paradoxa*	+	+						
9	布纹藻	*Cymbella* sp.	+	+	+	+	+	+	+	
10	曲壳藻	*Melosira* sp.		+	+		+	+		
11	卵形双菱藻	*Surirella ovata*				+	+	+		
12	二列双菱藻	*Surirella biseriata*	+	+	+	+	+	+		+
13	粗壮双菱藻	*Surirella robusta*	+	+	+	+	+	+	+	+
14	螺旋双菱藻	*Surirella spiralis*		+	+	+		+		+
15	脆杆藻	*Fragilaria* sp.	+	+		+	+	+		
16	中型脆杆藻	*Fragilaria intermedia*			+	+			+	
17	针杆藻	*Synedra* sp.		+						+
18	尖针杆藻	*Synedra acusvar*	+	+		+	+	+		+
19	肘状针杆藻	*Synedra ulna*		+	+	+	+	+		
20	纤细异极藻	*Gomphonema gracile*		+	+	+	+	+	+	+
21	赫迪异极藻	*Gomphonema hedinii*	+		+	+	+	+		
22	卵形藻	*Cocconeis* sp.	+	+	+	+	+			
23	膨胀桥弯藻	*Cymbella pusilla*	+	+	+	+	+	+	+	+
24	披针桥弯藻	*Cymbella lanceolata*	+				+	+	+	
25	羽纹藻	*Pinnularia* sp.	+			+	+	+		+
26	双壁藻	*Diploneis* sp.			+					
27	短缝藻	*Eunotia* sp.			+	+				
28	窗纹藻	*Epithemia* sp.		+						
29	辐节藻	*Stauroneis* sp.		+		+		+		
30	等片藻	*Diatoma* sp.							+	
31	双眉藻	*Amphora* sp.	+							
三	**蓝藻门**	**Cyanophyta**								
1	微囊藻	*Microcystis* sp.							+	+
2	色球藻	*Chroococcus* sp.		+		+			+	+
3	腔球藻	*Coebsphaerum* sp.	+		+			+	+	+
4	鱼腥藻	*Anabaena* sp.	+	+		+	+	+	+	+
5	拟柱孢藻	*Cylindrospermopsis raciborskii*	+	+	+					
6	颤藻	*Oscillatoria* sp.	+	+		+	+	+	+	+
7	尖头藻	*Raphidiopsis* sp.		+	+		+			+
8	螺旋藻	*Spirulina* sp.	+		+					
四	**裸藻门**	**Euglenophyta**								
1	裸藻	*Euglena* sp.		+		+	+	+	+	+
2	尖尾裸藻	*Euglena axyuris*					+		+	
3	扁裸藻	*Phacus* sp.					+	+		+
4	囊裸藻	*Trachelomonas* sp.		+	+	+	+	+		
五	**隐藻门**	**Cryptophyta**								
1	卵形隐藻	*Cryptomonas ovata*		+		+	+	+	+	
2	啮蚀隐藻	*Cryptomonas erosa*	+	+		+		+	+	+
六	**甲藻门**	**Pyrrophyta**								
1	裸甲藻	*Gymnodinium* sp.	+	+		+		+		+

序号	种(属)名	拉丁名	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
2	多甲藻	*Peridiniopsis* sp.			+	+		+	+	+
3	飞燕角甲藻	*Ceratium hirundinella*		+	+	+	+	+	+	+

（2）浮游植物现状分析

1）种群丰度

丰水期浮游植物种群丰度的变化范围为 4.23×10^5 ~ 11.77×10^5 cells/L，最大值出现在 T8 采样点，最小值出现在 T3 采样点。优势种主要为网状空星藻、空球藻、水绵、光滑鼓藻、肾形藻、二角盘星藻、腔球藻、舟形藻 、颗粒直链藻、小环藻、卵形藻、拟柱孢藻、微囊藻、颤藻、多甲藻等。

枯水期浮游植物种群丰度的变化范围为 2.65×10^5 ~ 11.13×10^5 cells/L，最大值出现在 T7 采样点，最小值出现在 T2 采样点。优势种主要为光滑鼓藻、四尾栅藻、水绵、二角盘星藻、丝藻、空球藻、美丽网球藻、卵囊藻、舟形藻、颗粒直链藻、颤藻、螺旋藻、鱼腥藻、微囊藻、腔球藻等。

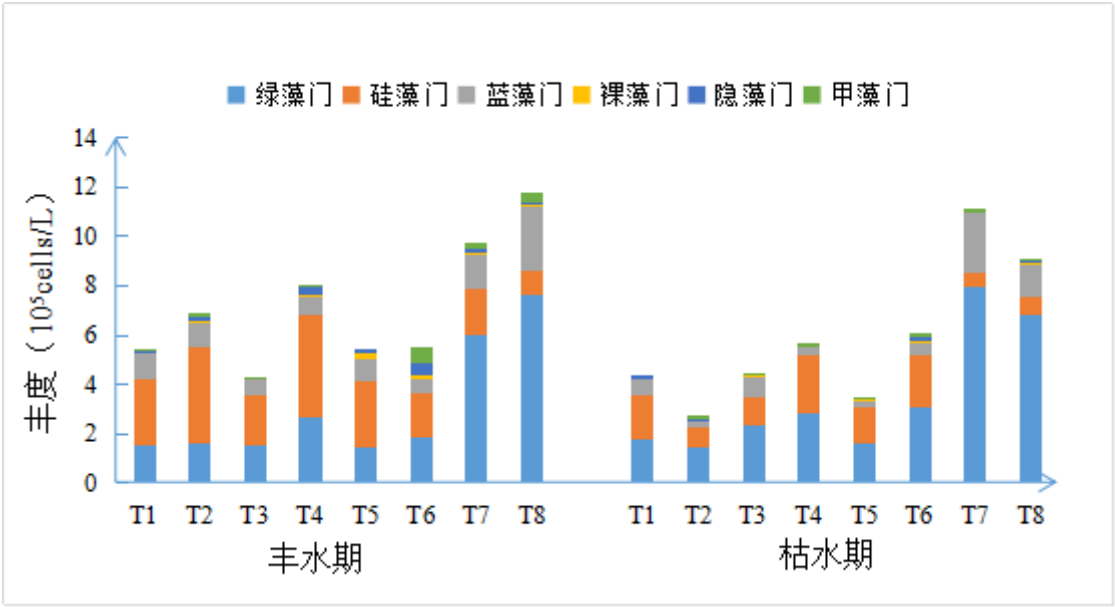


图 4.7.5-2　各采样点浮游植物丰度组成

2）生物量

丰水期浮游植物种群生物量变化范围为 153.75~367.92μg/L，最大值出现在 T4 采样点，最小值出现在 T3 采样点。其中 T1、T2、T3、T4、T5 采样点生物量主要由硅藻门贡献，T6 采样点生物量主要由硅藻门、绿藻门和甲藻门贡献，T7、T8 采样点生物量主要由硅藻门、绿藻门贡献。

枯水期浮游植物种群生物量变化范围为 78.88~203.24μg/L，最大值出现在 T7 采样点，最小值出现在 T2 采样点。其中 T2 采样点生物量主要由硅藻门、绿藻门和蓝藻门贡献，T7 采样点生物量主要由绿藻门、硅藻门和甲藻门贡献。其他各采样点生物量主要由硅藻门和绿藻门贡献。

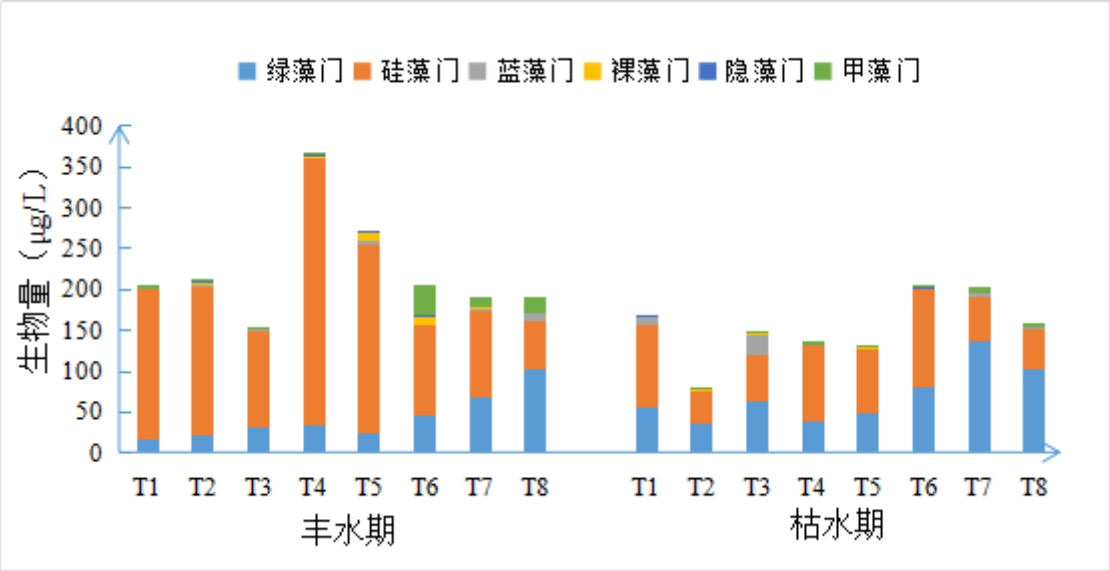


图 4.7.5-3　各采样点浮游植物生物量组成

3）结果分析

各采样点浮游植物的生物多样性指数结果显示：

丰水期香农-维纳多样性指数范围为 2.87~3.24，其中 T1 采样点浮游植物生物多样性一般，其他各采样点浮游植物生物多样性良好。均匀性指数范围为 0.85~0.92，表明各采样点浮游植物群落结构均匀度较好。物种丰富度指数范围为 1.97~2.9，其中 T1 采样点浮游植物群落丰富度较低，其他各采样点浮游植物群落丰富度一般。

枯水期香农-维纳多样性指数范围为 2.09~3.12，其中 T1 和 T6 采样点浮游植物生物多样性良好，其他各采样点浮游植物生物多样性一般。均匀性指数范围为 0.65~0.91，表明各采样点浮游植物群落结构均匀度较好。物种丰富度指数范围为 1.6~2.86，其中 T2 采样点浮游植物群落丰富度较低，其他各采样点浮游植物群落丰富度一般。

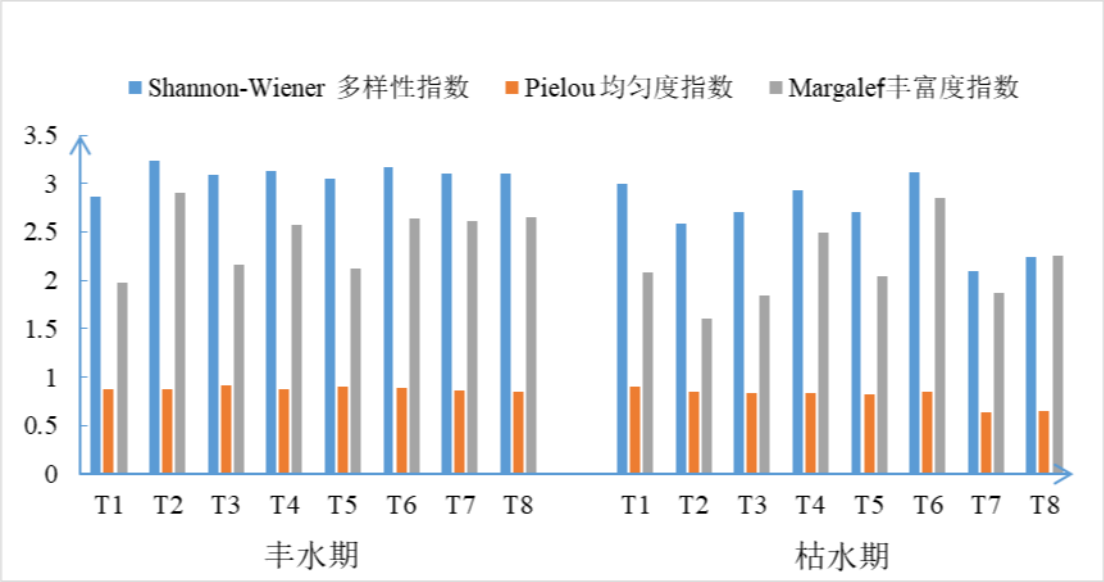


图 4.7.5-4　各采样点浮游植物生物多样性指数

4.7.5.3　浮游动物

（1）组成与分布

本次评价于 2022 年 8 月丰水期和 2022 年 10 月枯水期对宝月水库工程水域的浮游动物群落结构组成与分布进行了调查，共发现浮游动物 56 种(属)，其中轮虫类 32 种(属)，占 57.14%；原生动物 9 种(属)，占 16.07%；桡足类(不包括无节幼体)7 种(属)，占 12.50%；枝角类 8 种占 14.29%，群落结构种类组成如图 4.7.5-5 所示。其中无节幼体、广布中剑水蚤、台湾温剑水蚤、舌状叶镖水蚤、长额象鼻溞、颈沟基合溞、模糊秀体溞、螺形龟甲轮虫、广布多肢轮、囊形腔轮虫、轮虫属、长足轮虫、针棘匣壳虫、冠砂壳虫、弯凸表壳虫、侠盗虫等在各采样点分布较广泛。种类名录如表 4.7.5-2 所示。

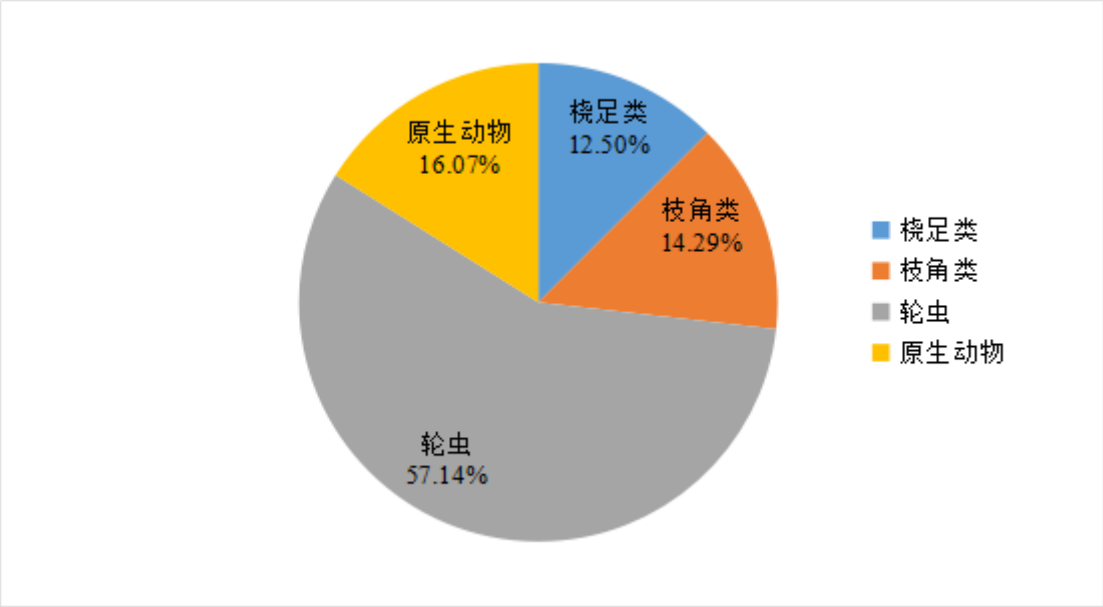


图 4.7.5-5　浮游动物群落结构种类组成

表 4.7.5-2　各采样点浮游动物种类分布

序号	种属名	拉丁名	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
一	**桡足类**	**Copepoda**								
1	无节幼体	*Copepod nauplius*	+	+	+	+	+	+	+	+
2	剑水蚤幼体	*Cyclops larva*	+			+	+	+	+	+
3	广布中剑水蚤	*Mesocyclops leuckart*				+		+	+	+
4	台湾温剑水蚤	*Thermocyclops taihokuensis*		+		+			+	+
5	锯缘真剑水蚤	*Eucylops serrulatus*							+	
6	哲水蚤幼体	*Calanoida larva*				+		+	+	+
7	舌状叶镖水蚤	*Phyllodiaptomustunguidus*				+		+	+	+
8	锥肢蒙镖水蚤	*Mongolodiaptomus birulai*							+	
9	球状许水蚤	*Schmacheria　forbesi*								+
10	猛水蚤幼体	*Harpacticoida larva*		+	+					
二	**枝角类**	**Cladocera**								
1	长额象鼻溞	*Bosmina longirostris*	+	+	+	+	+	+	+	+
2	颈沟基合溞	*Bosminopsis deitersi*		+		+			+	+
3	尖额溞	*Alona* sp.				+				+
4	微型裸腹溞	*Moina micrura*							+	+
5	秀体溞	*Diaphanosoma* sp.		+				+	+	+
6	短尾秀体溞	*Diaphanosoma brachyurum*								+
7	模糊秀体溞	*Diaphanosoma dubium*		+		+			+	+
8	奥氏秀体溞	*Diaphanosoma orghidani*							+	+
三	**轮虫**	**Rotatoria**								

序号	种属名	拉丁名	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	裂足臂尾轮虫	*Brachionus diversicornis*	+							
2	螺形龟甲轮虫	*Keratella cochlearis*	+	+	+	+	+	+	+	+
3	无棘龟甲轮虫	*Keratella Tecta*				+			+	+
4	曲腿龟甲轮虫	*Keratella valga*				+				+
5	鞍甲轮虫	*Lepadella* sp.			+	+				
6	裂痕龟纹轮虫	*Anuraeopsis fissa*						+		
7	方块鬼轮虫	*Trichotria letractis*							+	
8	透明须足轮虫	*Euchlanns pellucida*	+	+						
9	异尾轮虫	*Trichocerca* sp.				+		+		
10	对棘异尾轮虫	*Trichocerca stylata*							+	+
11	刺盖异尾轮虫	*Trichocerca capucina*							+	+
12	圆筒异尾轮虫	*Trichocerca cylindrica*								+
13	长棘异尾轮虫	*Trichocerca longiseta*			+			+	+	+
14	广布多肢轮虫	*Polyarthra vulgaris*	+		+	+		+	+	+
15	细长肢轮虫	*Monommata longiseta*			+			+	+	+
16	郝氏皱甲轮虫	*Ploesoma hudsoni*							+	+
17	沟痕泡轮虫	*Pompholyx sulcata*							+	+
18	扁平泡轮虫	*Pompholyx complanata*						+	+	+
19	盘镜轮虫	*Testudinella patina*	+							
20	囊形腔轮虫	*Lecane bulla*		+	+	+		+	+	+
21	月形腔轮虫	*Lecane luna*		+						+
22	真胫腔轮虫	*Lecane eutarsa*			+		+			
23	四齿腔轮虫	*Lecane quadridentata*				+				
24	晶囊轮虫	*Asplachna* sp.							+	+
25	卵形无柄轮虫	*Ascomorpha ovalis*							+	
26	敞水胶鞘轮虫	*Collotheca* sp.					+			+
27	轮虫属	*Rotaria* sp.		+		+	+	+	+	+
28	长足轮虫	*Rolaria neplunia*	+			+	+	+		+
29	独角聚花轮虫	*Conochilus unicornis*								+
30	叉角拟聚花轮虫	*Conochiloides dossuarius*							+	+
31	巨头轮虫	*Cephalodella* sp.					+			
32	椎轮虫	*Epiphanes* sp.		+	+					
四	**原生动物**	**Protozoa**								
1	针棘匣壳虫	*Centropyxis aculeate*	+	+	+		+		+	
2	冠砂壳虫	*Difflugia corona*			+	+		+	+	+
3	木兰砂壳虫	*Difflugia mulanensis*				+			+	+

序号	种属名	拉丁名	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
4	圆壳虫	*Cyclopyxis* sp.		+						
5	弯凸表壳虫	*Arcella gibbosa*	+			+	+	+		
6	鳞壳虫	*Euglypha* sp.	+					+		
7	累枝虫	*Epistylis* sp.		+						+
8	侠盗虫	*Stribilidium* sp.	+	+				+	+	+
9	天鹅长吻虫	*Lacrymaria olor*		+		+				

（2）浮游动物现状分析

1）种群丰度

丰水期浮游动物种群丰度的变化范围为6~110 ind/L，最大值出现在T8采样点，最小值出现在 T1 采样点，优势种主要为无节幼体、长额象鼻溞 、螺形龟甲轮虫、裂足臂尾轮虫、囊形腔轮虫、长棘异尾轮虫、刺盖异尾轮虫、透明须足轮虫、累枝虫。

枯水期浮游动物种群丰度的变化范围为 4.33~156 ind/L，最大值出现在 T7 采样点，最小值出现在 T3 采样点，优势种主要为无节幼体、细长肢轮虫、螺形龟甲轮虫、沟痕泡轮虫、长额象鼻溞、对棘异尾轮虫、扁平泡轮虫、长棘异尾轮虫、广布多肢轮虫 、轮虫属、鞍甲轮虫、弯凸表壳虫。

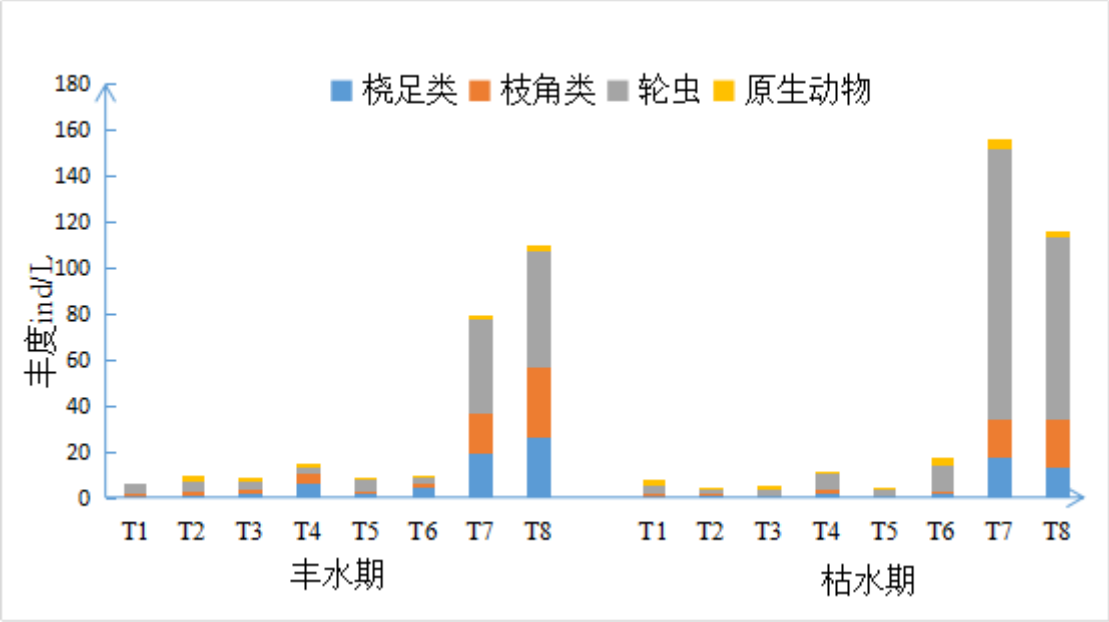


图 4.7.5-6　各采样点浮游动物丰度组成

2）生物量

丰水期浮游动物种群生物量变化范围为 7.22~830.97μg/L，最大值出现在 T8

采样点，最小值出现在 T5 采样点。其中 T1、T2、T3 采样点生物量主要由枝角类贡献，其他采样点生物量主要由桡足类、枝角类贡献。

枯水期浮游动物种群生物量变化范围为 2.15~379.96μg/L，最大值出现在 T7 采样点，最小值出现在 T5 采样点。其中 T1、T3 采样点生物量主要由枝角类贡献，T5 采样点生物量主要由轮虫贡献，其他采样点生物量主要由桡足类、枝角类贡献。

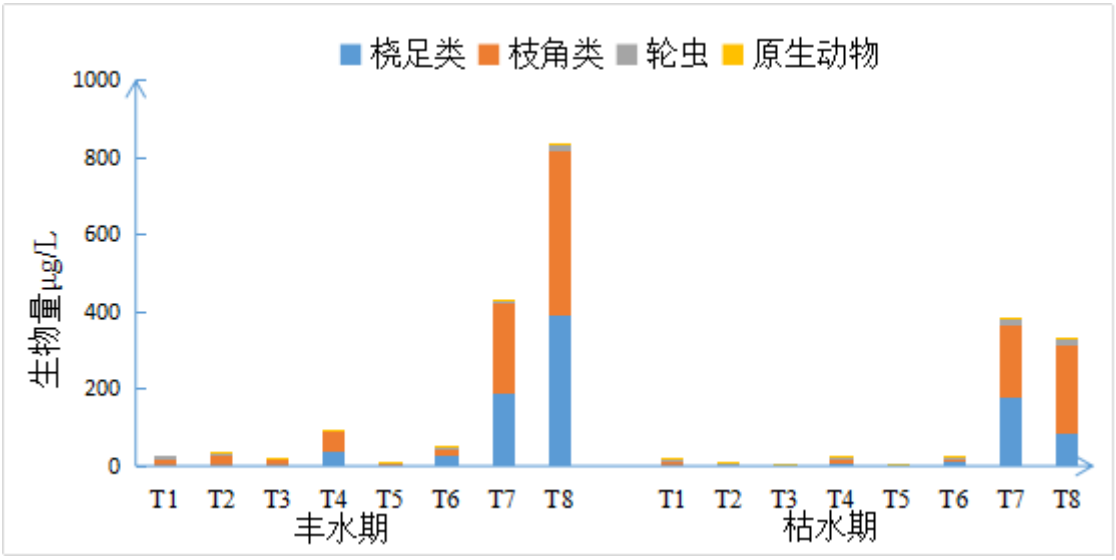


图 4.7.5-7　各采样点浮游动物生物量组成

3）结果分析

各采样点浮游动物的生物多样性指数结果显示：

丰水期香农-维纳多样性指数范围为 1.5~2.82，其中 T1、T3 和 T5 采样点浮游动物生物多样性较低，其他各采样点浮游动物生物多样性一般。均匀性指数范围为 0.83~0.91，表明各采样点浮游动物群落结构均匀度较好。物种丰富度指数范围为 2.79~6.4，其中 T6、T7 和 T8 各采样点浮游动物群落丰富度较好，其他各采样点浮游动物群落丰富度一般。

枯水期香农-维纳多样性指数范围为 1.78~2.62，其中 T3 采样点浮游动物生物多样性较低，其他各采样点浮游动物生物多样性一般。均匀性指数范围为 0.76~0.96，表明各采样点浮游动物群落结构均匀度较好。物种丰富度指数范围为 3.89~6.4，其中 T2、T4 和 T8 各采样点浮游动物群落丰富度较好，其他各采样点浮游动物群落丰富度一般。

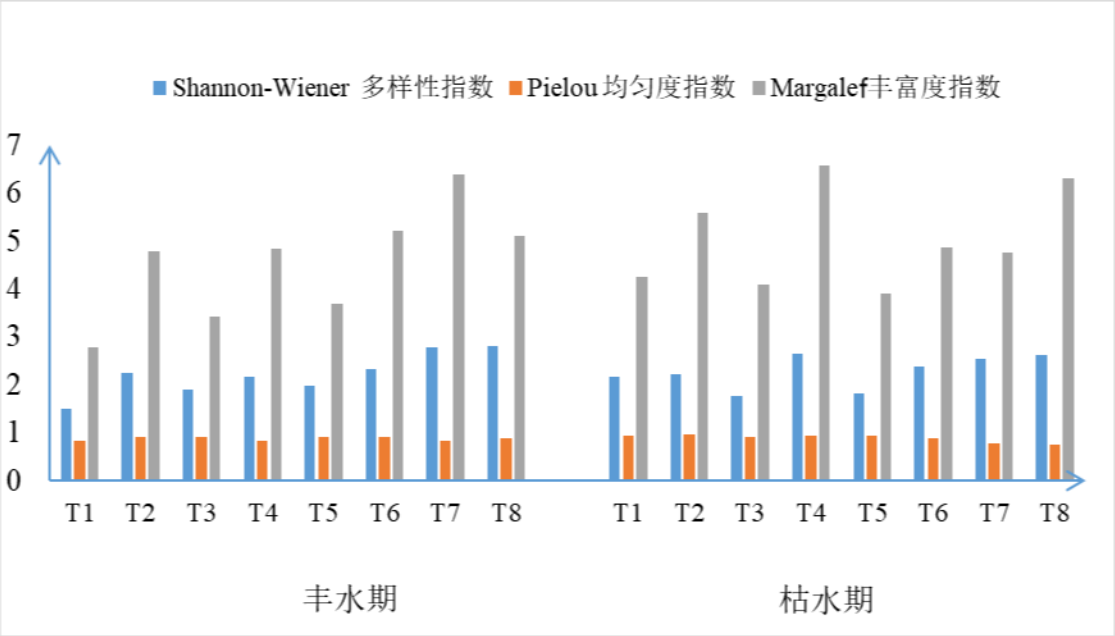


图 4.7.5-8 各采样点浮游动物生物样性指数

4.7.5.4 底栖生物

（1）组成与分布

本次评价于 2022 年 8 月丰水期和 2022 年 10 月枯水期对普宁市宝月水库工程相关水域进行了调查，共发现大型底栖动物 3 门 21 种(属、科)，其中节肢动物门共 13 种(属、科)，占 61.91%；软体动物门共 6 种(属、科)，占 28.57%；环节动物门 2 种(属、科)，占 9.52% ，群落结构种类组成如图 4.7.5-9。种类名录如表 4.7.5-3 所示。

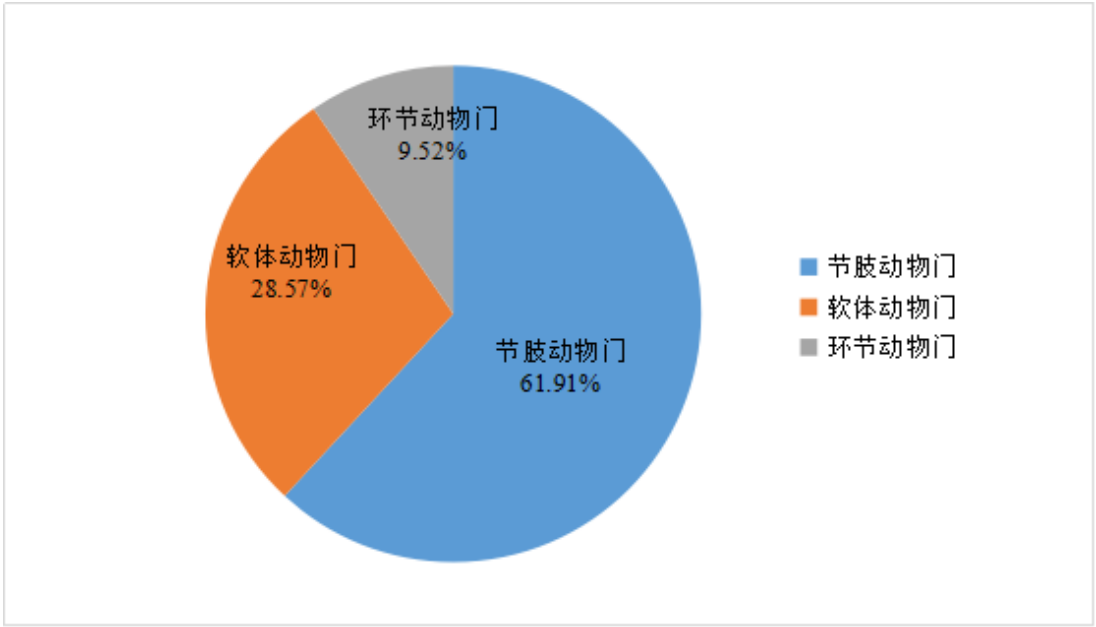


图 4.7.5-9 底栖动物群落结构种类组成

表 4.7.5-3　各采样点底栖动物种类分布

序号	种属名	拉丁名	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
一	**节肢动物门**	**Arthropoda**								
1	溪流摇蚊	*Chironomus riparius*		+	+	+				
2	石蝇	*Perlidae* spp.		+	+	+				
3	水黾蝽	*Aquarium paludum*		+	+		+	+	+	+
4	鱼蛉	*Corydalidae* spp.			+		+			
5	碧伟蜓	*Anax parthenope*		+				+		
6	赤蜻	*Sympetrum* sp.	+		+	+	+	+	+	
7	灰蜻	*Orthetrum* sp.	+		+			+		
8	色蟌	*Calopteryx* sp.			+			+		
9	河蟌	*Calopterygidae* spp.		+	+					
10	蜉蝣	*Ephemeroptera* spp.			+		+			
11	长额米虾	*Caridina longirostris*			+		+	+	+	
12	中华齿米虾	*Caridina denticulata*	+				+	+	+	
13	细螯沼虾	*Macrobrachium superbum*	+		+		+			
二	**软体动物门**	**Mollusca**								
1	河蚬	*Corbicula fluminea*			+			+	+	+
2	多棱角螺	*Angulyagra polyzonata*		+	+				+	+
3	中华圆田螺	*Cipangopaludina cathayensis*		+	+	+	+	+	+	+
4	梨形环棱螺	*Bellamya purificata*							+	+
5	长口韩蛯	*Koreoleptoxis longicornis*					+			
6	大瓶螺	*Pomacea canaliculata*		+						
三	**环节动物门**	**Oligochaeta**								
1	苏氏尾鳃蚓	*Branchiura sowerbyi*		+		+				
2	沙蚕	*Nereis* sp.				+	+	+		

（2）底栖生物现状分析

1）种群丰度

丰水期底栖动物种群丰度的变化范围为 3~42 ind/m^2，最大值出现在 T7 采样点，最小值出现在 T4 采样点。

枯水期底栖动物种群丰度的变化范围为 3~27 ind/m^2，最大值出现在 T8 采样点，最小值出现在 T1 采样点。

其中水黾蝽、赤蜻、长额米虾、中华齿米虾、多棱角螺 、中华圆田螺在各采样点分布较广泛。

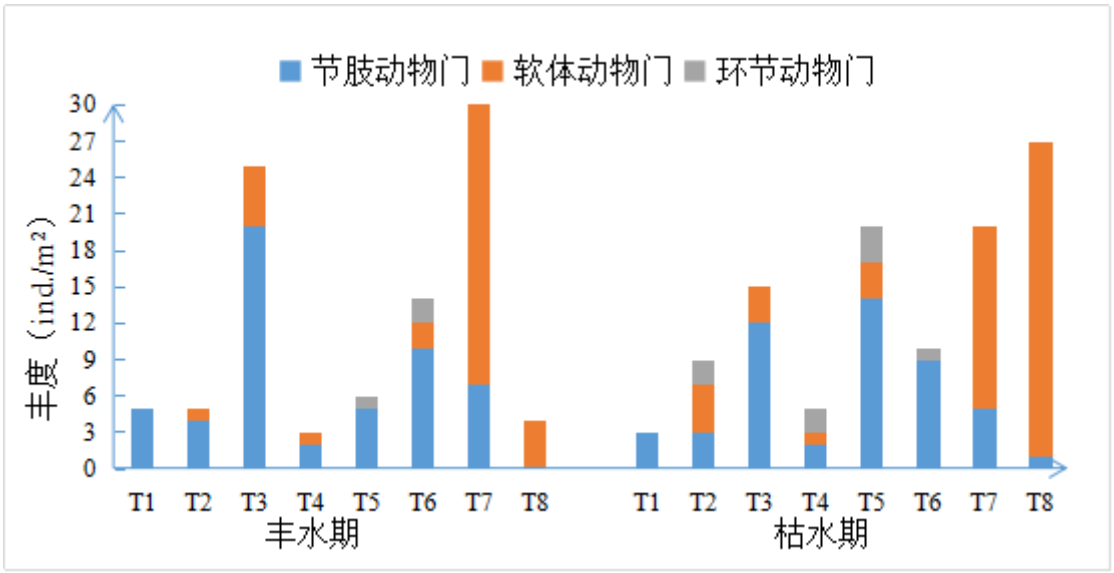


图 4.7.5-10　各采样点底栖动物丰度组成

2）生物量

丰水期底栖动物种群生物量变化范围为 1.29~30.61g/m^2，最大值出现在 T7 采样点，最小值出现在 T5 合采样点，其中 T1 和 T5 采样点生物量主要由节肢动物门贡献，T3 和 T6 采样点生物量主要由软体动物门和节肢动物门贡献，T2、T4、T7 和 T8 采样点生物量主要由软体动物门贡献。

枯水期底栖动物种群生物量变化范围为 1.87~32.47g/m^2，最大值出现在 T8 采样点，最小值出现在 T1 合采样点，其中 T1 和 T6 采样点生物量主要由节肢动物门贡献，T3、T5 和 T7 采样点生物量主要由软体动物门和节肢动物门贡献，T2、T4 和 T8 采样点生物量主要由软体动物门贡献。

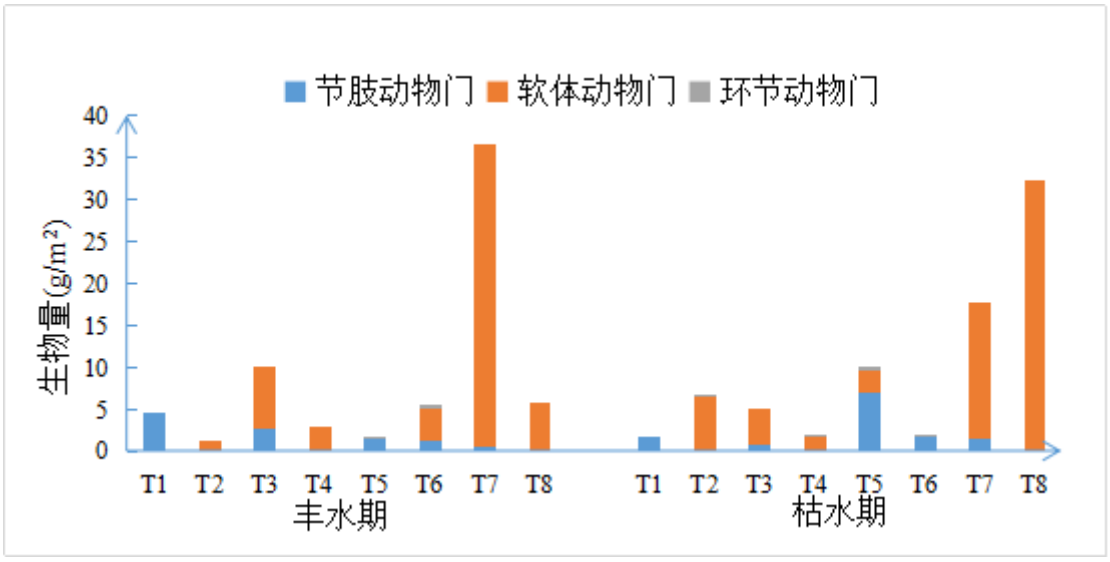


图 4.7.5-11　各采样点底栖动物生物量组成

3）结果分析

各采样点底栖动物的生物多样性指数结果显示：

丰水期香农-维纳多样性指数为 2.551，表明底栖动物生物多样性一般，水体环境质量中等。均匀性指数为 0.901，表明底栖动物群落结构均匀度较好。物种丰富度指数为 3.428，表明水域内底栖动物丰富度一般。

枯水期香农-维纳多样性指数为 2.682，表明底栖动物生物多样性一般，水体环境质量中等。均匀性指数为 0.881，，表明底栖动物群落结构均匀度较好。物种丰富度指数为 4.263，表明水域内底栖动物丰富度一般。

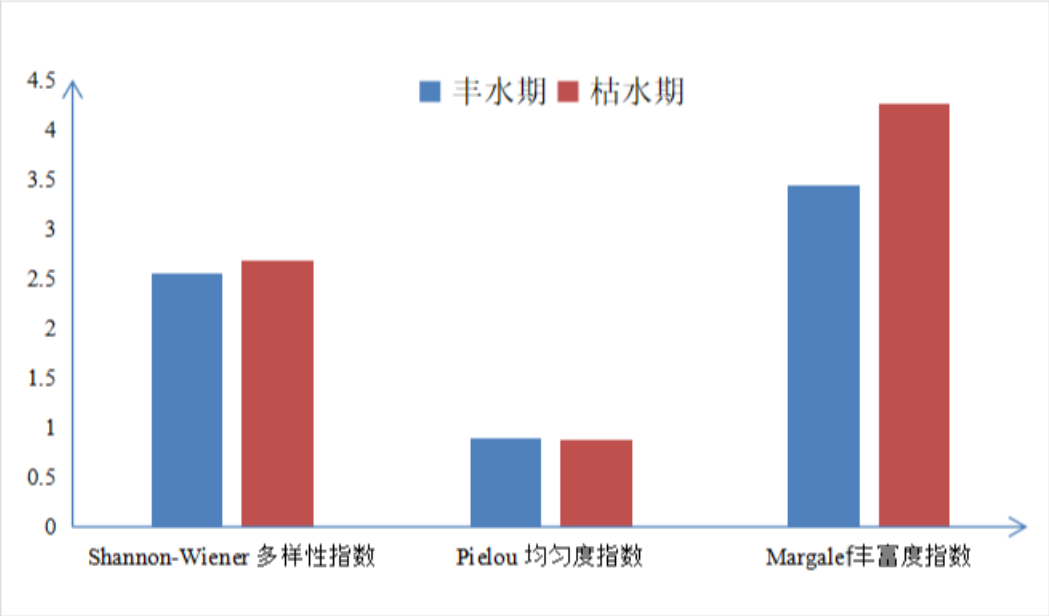


图 4.7.5-12　宝月水库工程水域底栖动物生物多样性指数

4.7.5.5 水生维管束植物

本次评价于 2022 年 8 月丰水期和 2022 年 10 月枯水期对普宁市宝月水库工程相关水域进行了调查，共发现水生植物 33 种，分属于 2 门 19 科 30 属。其中被子植物门 31 种，占 93.94%；蕨类植物门 2 种，占 6.06%。群落结构种类组成如图 4.7.5-13。其中伞草、水莎草、鬼针草、芦苇、野古草等在各采样点分布较广泛。种类名录如表 4.7.5-4 所示。

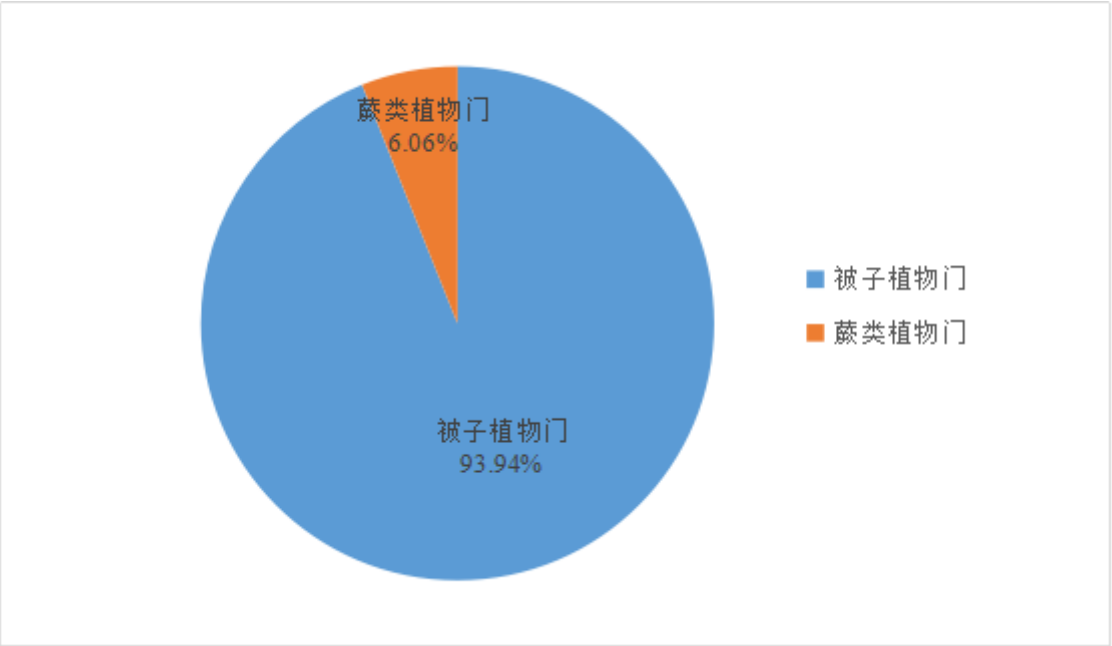


图 4.7.5-13　水生植物群落结构种类组成

表 4.7.5-4　各采样点水生植物种类分布

序号	种(属)名	拉丁名	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
一	**被子植物门**	**Angiospermae**								
1	浮叶慈姑	*Sagittaria natans*	+		+					
2	野芋	*Colocasia antiquorum*		+	+					
3	三轮草	*Cyperus orthostachyus*	+							
4	伞草	*Cyperus involucratus*	+	+	+		+	+		
5	水莎草	*Juncellus serotinus*	+	+	+		+	+		
6	碎子苗	*Cyperus cyperoides*		+						
7	合明	*Aeschynomene indica*	+	+	+					
8	假地豆	*Desmodium heterocarpon*							+	
9	野葛	*Pueraria lobata*				+				
10	聚花草	*Floscopa scandens*				+	+			
11	疣草	*Murdannia keisak*			+					
12	鬼针草	*Bidens bipinnata*	+	+	+	+	+	+		
13	假臭草	*Praxelis clematidea*						+		
14	薏苡	*Coix lacryma*	+		+		+	+		
15	芦苇	*Phragmites australis*	+	+	+	+	+	+		+
16	野古草	*Arundinella anomala*	+		+	+	+	+		
17	牛鞭草	*Hemarthria altissima*	+			+		+	+	
18	有芒鸭嘴草	*Ischaemum aristatum*				+				
19	铺地黍	*Panicum repens*				+				
20	廖	*Polygonum* sp.			+			+		
21	铺地火炭母	*Polygonum chinense*		+	+					
22	虎杖	*Reynoutria japonica*							+	
23	香蒲	*Typha orientalis*	+		+		+			
24	眼子菜	*Potamogeton* sp.			+	+		+		
25	野蕉	*Musa balbisiana*			+					
26	榕	*Ficus* sp.							+	

27	青葙	*Celosia argentea*		+						
28	地桃花	*Urena lobata*			+					
29	篱栏网	*Merremia hederacea*			+					
30	少花龙葵	*Solanum photeinocarpum*		+						
31	萼距花	*Cuphea* sp.				+				
二	**蕨类植物门**	**Pteridophyta**								
1	笔管草	*Equisetum ramosissimum*							+	
2	蕨属	*Pteridum* sp.				+	+			+

4.7.5.6 鱼类资源

（1）组成与分布

本次评价于 2022 年 8 月丰水期和 2022 年 10 月枯水期对宝月水库工程水域进行了调查，共调查到鱼类 13 种，分属于 2 目 5 科 12 属，其中鲤形目 1 科 8 属 8 种，占 61.54%；鲈形目 4 科 4 属 5 种，占 38.46%。结构种类组成如下图。

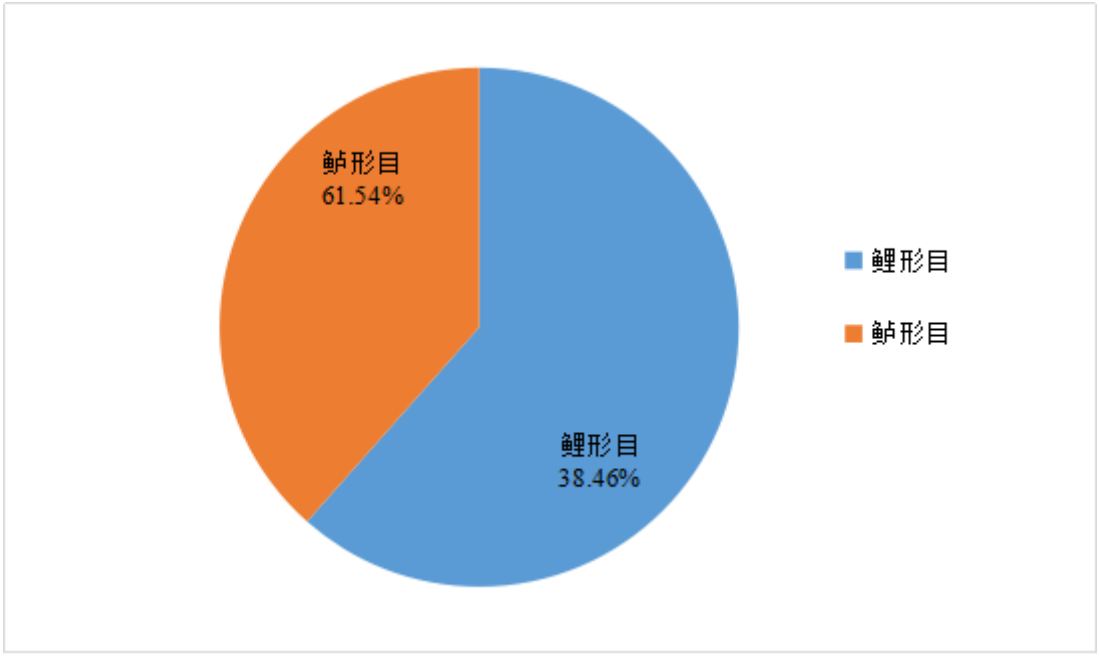


图 4.7.5-14 宝月水库工程水域鱼类群落结构种类组成

调查结果表明，宝月水库工程水域鱼类群落结构的种类组成主要为鲈形目和鲤形目，暂未发现其他种类。常见种类有鲚、马口鱼、北江光唇鱼、莫桑比克罗非鱼、子陵吻鰕虎鱼、宽额鳢等，在各采样点分布较广泛。鱼种类组成如下表。

表 4.7.5-5 各采样点鱼类种类分布

分类(目、科、种)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
I 鲤形目 CYPRINIFORMES								
1、鲤科 Cyprinidae								
(1)鲤 *Cyprtus carpio*				▵			▵	▵

(2)鲫 *Carassius auratus*							+	
(3)鳌 *Hemiculterleucisculus*	+	+		+		+	+	+
(4)马口鱼 *Opsariichthys bidens*				+	+	+	+	+
(5)北江光唇鱼 *Acrossocheilus beijiangensis*	+		+	+	+	+		
(6)鳙 *Aristichthys nobills*				▵			▵	▵
(7)鲢 *Hypophthalmichthy molitrix*				▵			▵	▵
(8)草鱼 *Ctenopharyngodon idellus*				▵			▵	▵
II 鲈形目 PERCIFORMES								
2、丽鱼科 Cichlidae								
(9)尼罗罗非鱼 *Oreochromis nilotica*	+			+			+	
(10)莫桑比克罗非鱼 *Oreochromis mossambica*			+	+	+	+	+	+
3、鰕虎鱼科 Gobiidae								
(11)子陵吻鰕虎鱼 *Rhinogobius giurinus*	+		+		+	+	+	+
4、鳢科 Channidae								
(12)宽额鳢 *Channa gachua*	+		+	+	+	+		
5、沙塘鳢科 Odontobutidae								
(13)沙塘鳢 *Odontobutis sinensis*				+				

注：“▵”代表访问调查物种，“+”代表现场调查物种。

（2）评价区域常见鱼类

评价区域常见鱼类有 9 种，分别为鲫、鳌、马口鱼、北江光唇鱼、莫桑比克罗非鱼、尼罗罗非鱼、子陵吻鰕虎鱼、宽额鳢、沙塘鳢，详见下表。

表 4.7.5-6　评价区常见鱼类

序号	常见鱼类	特征	图片
1	鲫	体高，稍侧扁。头小，口小，端位，鳞较大，侧线平直。背鳍外缘平直或微凹，臀鳍末根不分枝，鳍条为后缘具锯齿的粗壮硬刺，尾鳍浅分叉。体背部灰黑色，体侧银灰色或带黄绿色。鲫鱼适应性强，喜群集而行，栖息在湖泊、江河、河渠、沼泽中，尤以水草茂盛的浅水湖和池塘较多，属底层鱼类，一般情况下，在水下层游动、觅食、栖息。鲫鱼是杂食性鱼类，食性广，主要以植物性食料为主，一些藻类也是鲫鱼的食物，另外还有小虾、蚯蚓、幼螺，昆虫等。	
2	鳌	体长，扁薄，腹棱自胸鳍基部至肛门。头略尖，侧扁，吻中长，吻长于眼径，口端位，中大，斜裂，眼较大，侧中位。体被中大圆鳞，薄而易脱落。体背部青灰色，腹侧银色。尾鳍边缘灰黑。鳌为小型鱼类，生长缓慢。一般体长 100~140mm，行动迅	

		速，喜欢群聚栖息于溪、湖及水库等水之上层，主要摄食藻类，也食高等植物碎屑、甲壳类及水生昆虫等。	
3	马口鱼	体延长，侧扁，头大且圆，吻短，端部略尖。口裂宽大，端位，向下倾斜，上下颌边缘凹凸，上颌两侧边缘各有 1 个缺口，正好为下颌的突出物所嵌，形似马口，口角具 1 对短须，眼较小，鳞细密，背鳍短小，胸鳍长，腹鳍短小，臀鳍发达，尾鳍深叉。雄性腹部银白色，背侧部浅灰色带红色，体侧有 10 余条蓝色垂直条纹，胸鳍橙黄色。雌性个体身体无蓝色条纹，臀鳍不延长。马口鱼游动敏捷、善跳跃，为偏肉食的杂食性鱼类，以小鱼和水生昆虫等为食，食物不足时也可摄食草籽、树籽、水藻。	
5	北江光唇鱼	体长，侧扁，口亚下位，上、下唇连于口角，下唇两侧瓣间有缝隙，下颌突出于下唇之外。唇后沟中断。沿口角有两对触须，背部稍隆起，腹圆无棱，腹鳍起点与背鳍起点相约，尾鳍深叉形，有分散小黑点。背侧呈浅金黄色，腹部银白色，体侧具 5 条垂直黑色条纹，下伸超过侧线，每条占 3~4 列鳞片。北江光唇鱼是中国的特有物种，常栖息于水质较好，河床多砾石、砂底河段，以附着藻类等为食。	
6	莫桑比克罗非鱼	体呈卵圆形，侧扁，背隆起，腹部微突。吻圆钝，口中大，唇厚。体被栉鳞，颊部与鲤盖也有鳞，侧线平直，在背鳍 4~5 软条下方中断，形成上下二侧线，腹鳍末端可达臀鳍起点，尾鳍有斑点但不成规则垂直条纹。体色随环境而异，一般为灰黑色或银灰而带有蓝色，繁殖期体色鲜艳：雄鱼胸鳍、背鳍及尾鳍具鲜红色鳍缘，雌鱼淡黄色。莫桑比克罗非鱼属广盐性鱼类，可存活于淡水及海水中，杂食性，以浮游生物、藻类、水生植物及碎屑等为食，在我国东江、北江、韩江等南方水体均有广泛分布，是外来入侵种。	
6	尼罗罗非鱼	体长，侧扁。卵圆形，口端位，体被栉鳞，颊部与鲤盖也有鳞，背鳍起点略前于胸鳍起点上方，胸鳍长，腹鳍末端伸达肛门，尾鳍中央微凹，有 6~8 条近于垂直的黑色条纹。尼罗罗非鱼属广盐性鱼类，能适应较大盐度范围的变化，一般生活于水底层，随水温变化早晨游向中、上层，中午接近水表层游动，傍晚在中、下层活动，夜间与黎明静止于水底。在评价区水体广泛分布，是外来入侵种。	
7	子陵吻鰕虎鱼	体长 80~120mm，体延长，前部略呈圆柱形，头侧扁或平扁。眼不突出于头的背面，无游离下眼睑。口中大，前位，斜裂。头的吻部、颊部、鳃盖部无鳞。背鳍 2 个，分离。体被栉鳞或圆鳞，或裸露无鳞。无侧线。胸鳍基部肌肉不发达，不呈臂状。左	

		右腹鳍愈合成一吸盘。子陵吻虾虎鱼为淡水小型鱼类，栖息于江、河中下游、湖泊、水库及池沼的沿岸浅滩，或者在小沟的石砾间，有时也栖息于河口。常在水底匍匐游动，伺机掠食，摄食小鱼、虾、水生昆虫、水生环节动物、浮游动物和藻类等。在中国除了西北地区以外的各大江河水系，海南及台湾均有分布。	
8	宽额鳢	前端圆筒形，后部侧扁，头大，极宽扁，其宽大于体宽。吻颇短，圆钝，口大，端位，下颌突出，口裂略斜，上颌骨后端伸达眼后缘下方，上颌及下颌前方有绒毛状齿带。体被鳞，头顶有扩大的鳞片，头侧鳞片亦较大。胸鳍长，腹鳍很小；尾鳍圆形，背、臀鳍基部长。体背侧绿褐色，腹部灰白色，体侧散布许多黑点。背鳍、臀鳍和尾鳍黑色，边缘橙红色。宽额鳢为热带、亚热带肉食性鱼类，喜欢栖息于流水环境，常栖息于水流缓慢的河边及池塘中。昼伏，夜出活动，主要摄食各种小型鱼类、虾、昆虫幼虫等。在中国云南、广东、广西、海南和台湾各水系均有分布。	
9	沙塘鳢	体延长，侧扁或粗壮，头大而阔，稍扁平，腹部浑圆，后部侧扁。口大，上位，斜裂达眼中心的下方。上下颌具细齿。眼中大或小，不突出于头的背面。背鳍两个，各自分离，各鳍均无硬刺。胸鳍大，圆形，腹鳍胸位，具 1 鳍棘，5 鳍条，左右两腹鳍相互靠近，彼此分离，不形成吸盘，尾鳍后缘稍圆，无侧线。体呈黑褐色，带有黄色光彩，腹部淡黄，体侧有不规则的大块黑色斑纹，各鳍都有淡黄色与黑色相间的条纹。沙塘鳢为淡水底层鱼类，生活于湖泊、江河和河沟的底部，喜栖息于杂草和碎石相混杂的浅水区。行动缓慢，游泳力较弱。摄食小鱼、小虾、水蚯蚓、摇蚊幼虫、水生昆虫和甲壳类等。目前分布于长江中、上游的江西、湖北、湖南及珠江水系的广东、广西、海南等地。	

（3）结果分析

宝月水库工程水域鱼类的生物多样性指数结果显示：

丰水期香农-维纳多样性指数为 1.481，表明鱼类生物多样性一般，水体环境质量中等；均匀性指数为 0.761，表明鱼类群落结构均匀度较好；物种丰富度指数为 1.351，表明水域内鱼类丰富度较低。

枯水期香农-维纳多样性指数为 1.927，表明鱼类生物多样性一般，水体环境质量中等；均匀性指数为 0.877，表明鱼类群落结构均匀度较好；物种丰富度指数为

1.712，表明水域内鱼类丰富度较低。

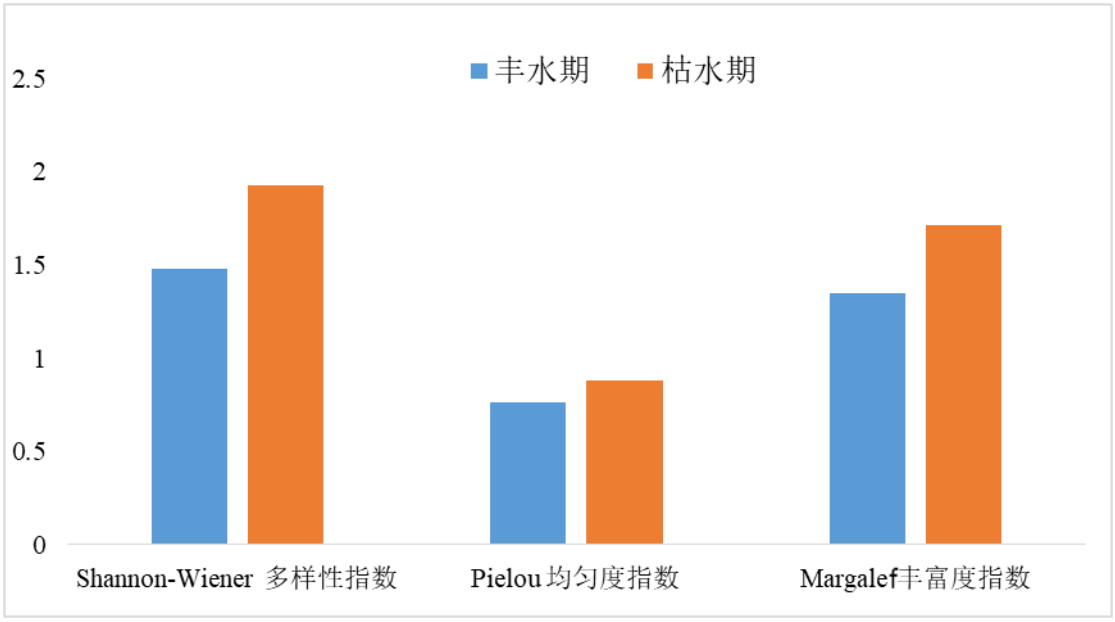


图 4.7.5-15　宝月水库工程水域鱼类生物多样性指数

4.7.5.7　珍稀、濒危水生生物及鱼类重要生境

（1）珍稀、濒危水生生物

根据查阅资料及现场调查，评价区未发现珍稀、濒危水生生物。

（2）鱼类重要生境

结合现状调查，在白马河和益岭水及其东南侧支流、西南侧支流已建有水闸一座、水陂多座。这些水闸及水陂建设时间早，早已改变了本河段的天然河道状态，由于水陂的阻隔作用，鱼类已无法向上游溯河，本流域已不存在长距离洄游性鱼类。

1）产卵场

根据现场调查罗非鱼、马口鱼、北江光唇鱼、宽额鳢、沙塘鳢、子陵吻鰕虎鱼等山地江河鱼类大部分种类产粘沉性卵，一般来说，产粘沉性卵鱼类对产卵场的要求并不严格，只要水温达到要求，具备必要的附着基质便可形成各自的产卵场。根据现场调查，在河流浅滩和湾沱处常可见稚鱼群。因此，鱼类繁殖群体多为分散小群，以适应山地江河水域环境的动态变化。

2）索饵场

总体而言，白马河、益岭水及其东南侧和西南侧支流河床多砾石，有利于附着藻类植物生长，水流速度适中，具有较多湾沱，可作为大多数仔幼鱼鱼类的索饵场所，风吹涵水库库区水深较深，水体趋于稳定，营养物质富集，有利于浮游

动、植物的生长繁殖，鱼类饵料也较为丰富。

3）越冬场

每年秋冬季节进入枯水期后，水量减水，水位降低，鱼类可以游往水温相对较高的湾沱，寻找温度相对稳定目饵料较为丰富的深水潭进行越冬。在调查河段河流中湾沱数量较多，但规模均不大，因此鱼类越冬集群较为分散，且规模小。

4.8环境敏感区

工程用地涉及粤东沿海丘陵平原水土保持生态保护红线。涉及范围共计三块区域，即是风吹涵水库东面施工营造区用地、临时堆放场用地和风吹涵溢洪道占地。占地共 0.35 公顷。涉及范围为林地，植被类型为马尾松林。

图 4.8-1　工程涉及生态保护红线区域

4.9评价区域主要生态环境问题

评价区天然植被次生化、破碎化现象明显。人类活动对生态系统及自然植被的干扰较强，导致评价区植被具有明显的次生化、破碎化特征，形成以次生自然植被与人工林等人工植被为主的植被分布格局。

评价区河田坝区域有一座露天砂石采场。周边大量的植被被砍伐，造成了大面积的植被消失，进而造成了水土流失。

图 4.9-1　河田坝采砂石场

图 4.9-2　河田坝采砂石场

4.10环境现状小结

4.10.1 地表水

根据监测结果，益岭水、益岭水支流（包括东侧和西侧支流）、白马河、风吹涵水库均能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的相应标准，其中益岭水宝月水库拟建坝址处上游水质还同时满足《农用灌溉水质标准》（GB 5084-2021）表 1 中的“水田作物”标准限值，项目所在区域水环质量较好。风吹涵水库处于贫营养状态。

工程拟建取水口、清淤处底泥监测指标均满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）表 1 中用地标准，项目区域底泥环境较好。

4.10.2 地下水

根据地下水环境质量现状监测结果可知，工程区周边布设 3 个监测点除菌落总数指标均有一定程度超标外（最大超标倍数为 2.9 倍），其余监测指标均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。工程区域周边地下水主要为基岩裂隙水和孔隙性潜水，二者相互联系，并与地表水联系密切，监测点距离周边村庄

较近，监测菌落总数有一定程度超标，主要是由于农村人畜粪便、生活垃圾等污染所致。

4.10.3 环境空气

根据《揭阳市生态环境质量报告书（二〇二一年度 公众版）》可知，2021 年普宁市空气环境质量良好，六项污染物年评价浓度均达到国家二级标准，普宁市区域环境空气质量属达标区域，工程所在区域环境空气质量良好。

4.10.4 声环境

本次声环境现状监测分别在拟建坝址处、益岭村（溪白线旁）、风吹涵水库旁、益岭学校、灰寨村共设置 5 个监测点。根据监测结果，各监测点昼间均能满足《声环境质量标准》（GB3095-2008）相应标准要求，工程所在区域的声环境质量良好。

4.10.5 土壤环境

本次监测布点在占地范围内设 1 个表层样点，占地范围外设 2 个表层样点。根据监测结果可知，监测点位的各项监测因子均不超标，均满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）表 1 中用地标准，表明项目区域土壤环境良好。

4.10.6 生态环境

（1）项目区土地利用现状

项目区域内的土地利用类型主要为林地、工矿仓储用地、水域及水利设施用地及其他土地。

（2）生态系统现状

评价区域内主要为森林生态系统，占地面积为 821.13hm^2，占总评价区域面积的 81.18%。其中针叶林占地 35.34 hm^2，占比 3.49%；阔叶林占地 668.48 hm^2，占比 66.09%；针阔混交林占地 117.31 hm^2，占比 11.60%。湿地生态系统占地面积为 11.90 hm^2，占总评价区面积的 1.18%，主要为评价区域内的湖泊。

（3）陆生生态环境现状

根据本次实地调查，普宁宝月水库工程评价区调查范围内共统计有维管植物共 86 科 190 属 256 种，其中野生维管植物有 73 科 163 属 226 种。本区域的代表科植物为大戟科、桑科、樟科植物。本区域种子植物科区系的南亚热带地带性成

分特征明显。植被类型主要为常绿针叶林、暖性常绿针阔叶混交林及南亚热带季风常绿阔叶林。评价范围内发现国家二级保护植物 1 种，为金毛狗。调查中未发现古树名木。

通过外业调查与资料查询，统计到评价区野生脊椎动物 31 种，隶属 10 目 24 科。其中国家二级保护动物 1 种，为褐翅鸦鹃；广东省重点保护动物 2 种，为池鹭及白鹭。

（4）水生生态环境现状

本次调查发现浮游植物种类 6 门 82 种(属)；浮游动物 56 种(属)；大型底栖动物 3 门 21 种(属、科)；水生植物 33 种，分属于 2 门 19 科 30 属。

共调查到鱼类 13 种，分属于 2 目 5 科 12 属，其中鲤形目 1 科 8 属 8 种，占 61.54%；鲈形目 4 科 4 属 5 种，占 38.46%。鱼类生物多样性一般，水体环境质量中等；群落结构均匀度较好；鱼类丰富度较低。

根据查阅资料及现场调查，评价区未发现珍稀、濒危水生生物。

5 环境影响预测与评价

5.1地表水环境影响预测与评价

5.1.1 对水资源利用的影响

根据项目水资源论证，益岭水流域内现状多年平均用水量为284万m^3，占益岭水流域多年平均地表水资源量(6140万m^3)的4.6%，水资源开发利用程度较低。

宝月水库建成后，根据水库历年来水量，选择来水量与 90%设计径流量接近的年份中年内分配对灌溉供水不利的年份，本次选择1967年～1968年水文年作为典型年，具体月份根据水库当年供水期选择5月～次年4月。1967年4月～1968年3月来水量为1243.2万m^3，将典型年来水量缩放至90%径流量1072.2万m^3，再进行水量平衡计算，求得典型年供水期总供水量为499.6万m^3，占益岭水流域地表水资源量的8.1%。益岭水流域内水资源开发利用程度见下表。

表 5.1.2-1　益岭水流域内水资源开发利用程度

河流	地表水水量（万m^3）	现状用水量（万m^3）	本工程用水量（万m^3）	总用水量（万m^3）	开发利用程度
益岭水	6140	284	499.6	783.6	12.8%

5.1.2 区域环境需水量

5.1.2.1 河流生态需水量

本工程基于对河道生态环境的保护考虑，在蓄水期和运行期下泄一定的生态流量，可以减少对大坝下游河道生态环境的不利影响。

根据《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》(环办函[2006]11号)，对于一条河流，其水量应满足以下要求：①维持水生生物生态系统稳定所需要的水量；②维持河流水环境质量的最小稀释净化水量； ③调节气候所损耗的蒸散量；④维持地下水位动态平衡所需要的补给水量等；⑤航运、景观和水上娱乐环境需水量；⑥河道外生态需水量；⑦维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯所需水量。

宝月水库坝下河道不涉及维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯需水量以及河道外生态需水，水面蒸发所损耗的水量也可以忽略，无航运、娱乐用水要求，

河道水量主要考虑满足河流水生生态用水及景观用水需求，无需再考虑其他，河流水生生态用水及景观用水需求可以相互重叠。因此，坝下河段生态流量考虑范围主要为维持水生生态系统所需要的生态基流量。

根据《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》(环办函[2006]11 号)和《河湖生态环境需水计算规范》(SL/Z712-2014)，“维持水生生态系统稳定所需最小水量一般不应小于河道控制断面多年平均流量的 10%”。根据《水利水电建设项目水资源论证导则》(SL525-2011)中，生态需水量“原则上按多年平均流量的 10%～20%确定”。宝月水库坝址以上多年平均径流量为 1830.3 万 m^3，本工程生态流量取多年平均径流量的 20%，即 0.116m^3/s。同时，根据《广东省水利厅关于小水电工程最小生态流量管理的意见》，“小水电工程的最小生态流量由设计单位按以下方法计算确定：原则上按河道天然同期多年平均流量的 10%～20%确定”，本工程生态流量的取值也符合该文件的规定。

宝月水库工程在引水隧洞末端设生态补水钢管，管径为 Φ200mm，管内设生态补水阀，生态补水阀采用直径 0.2m 的多功能活塞式控制阀配伸缩节。在补水阀前设手动闸阀，型号为 Z341H-10C/DN200，公称压力均为 1.0MPa。补水阀后设一电磁流量计，以便流量监控。

工程建设本工程共包括四座水陂，1#水陂是在原有水陂基础上进行加固加高，其余三座水陂为新建。1#水陂为倒梯岭电站的引水水源。1#~4#水陂陂顶高程分别为 143m、121m、101m、169m，在各水陂内均预埋 DN400 防水管，用于下泄生态流量，不会因建设水陂导致下游河道断流。

因此，本工程生态流量满足河流生态需水量。

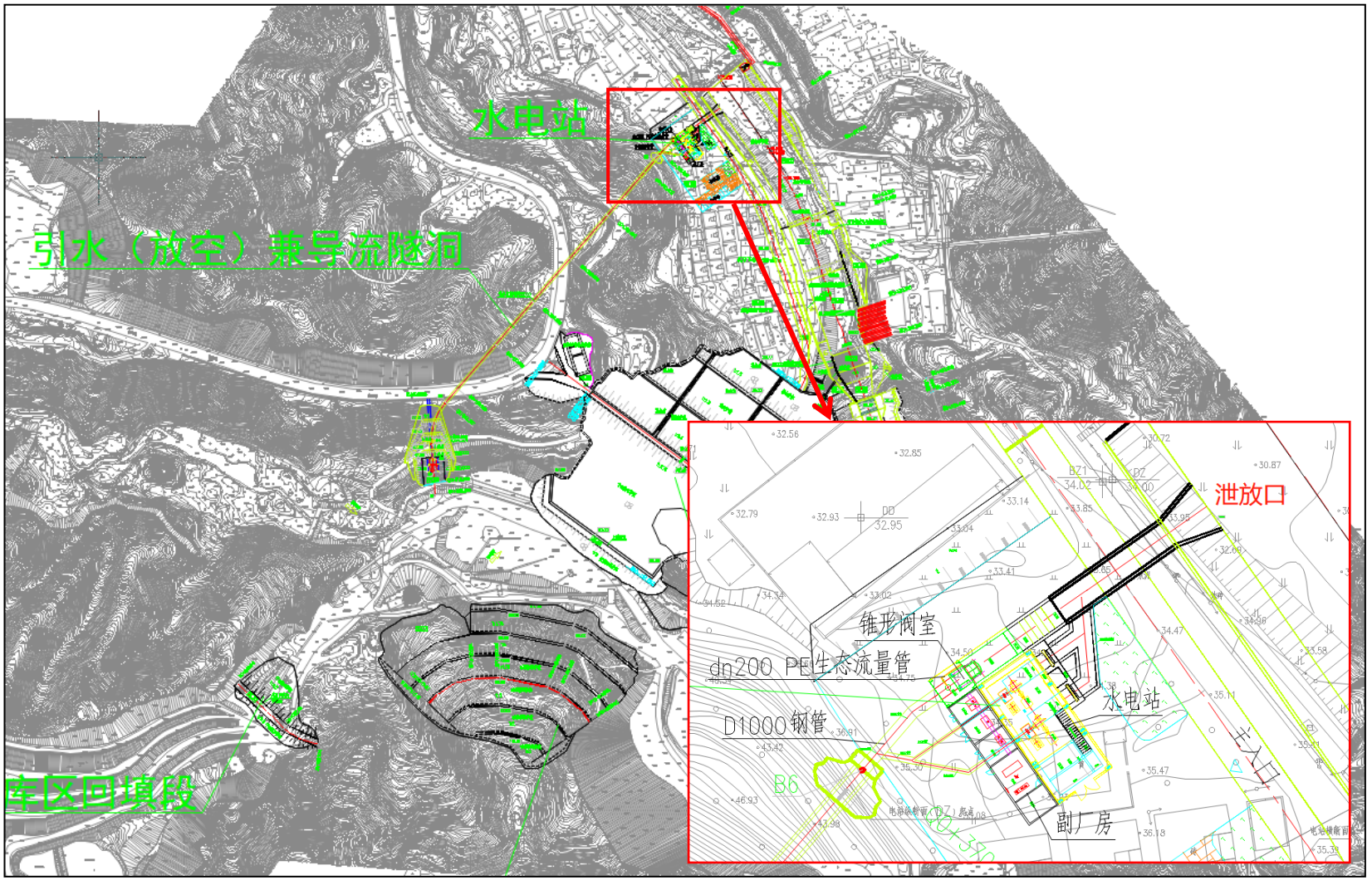
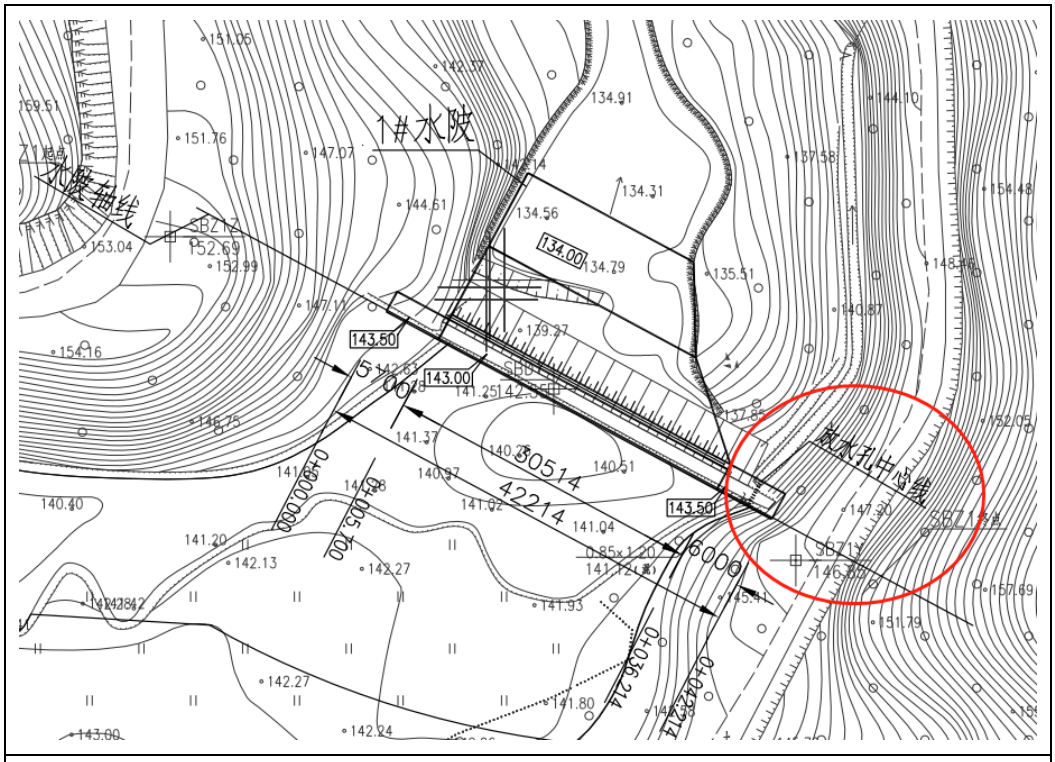
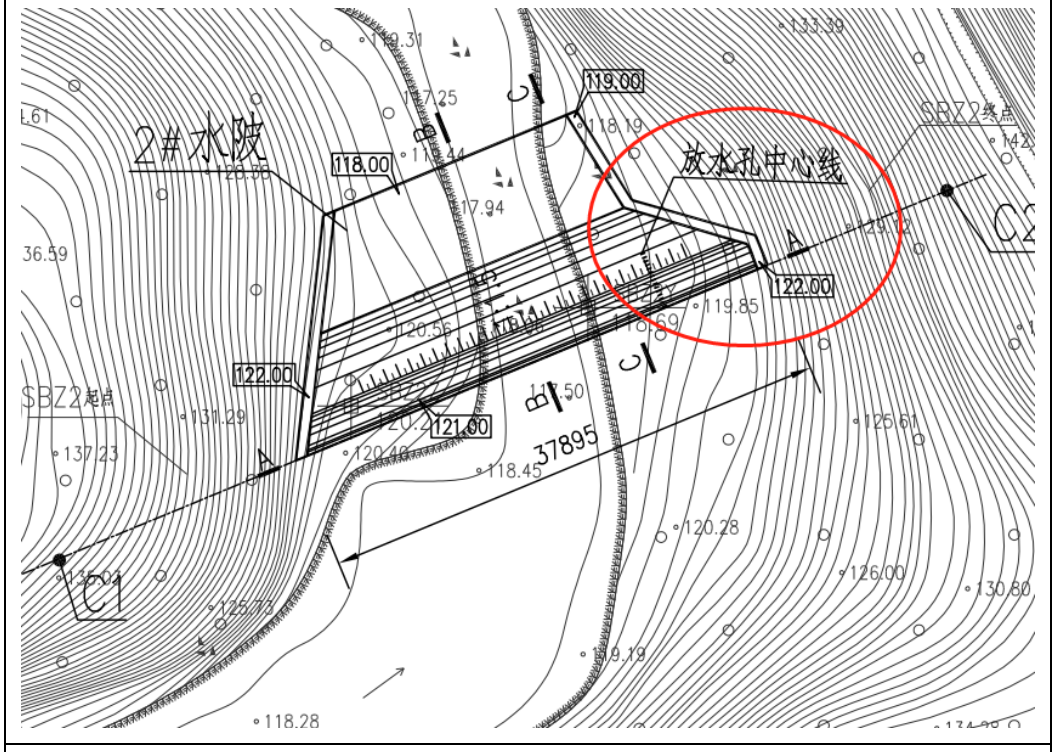


图 5.1.2-1　主坝生态流量下泄管

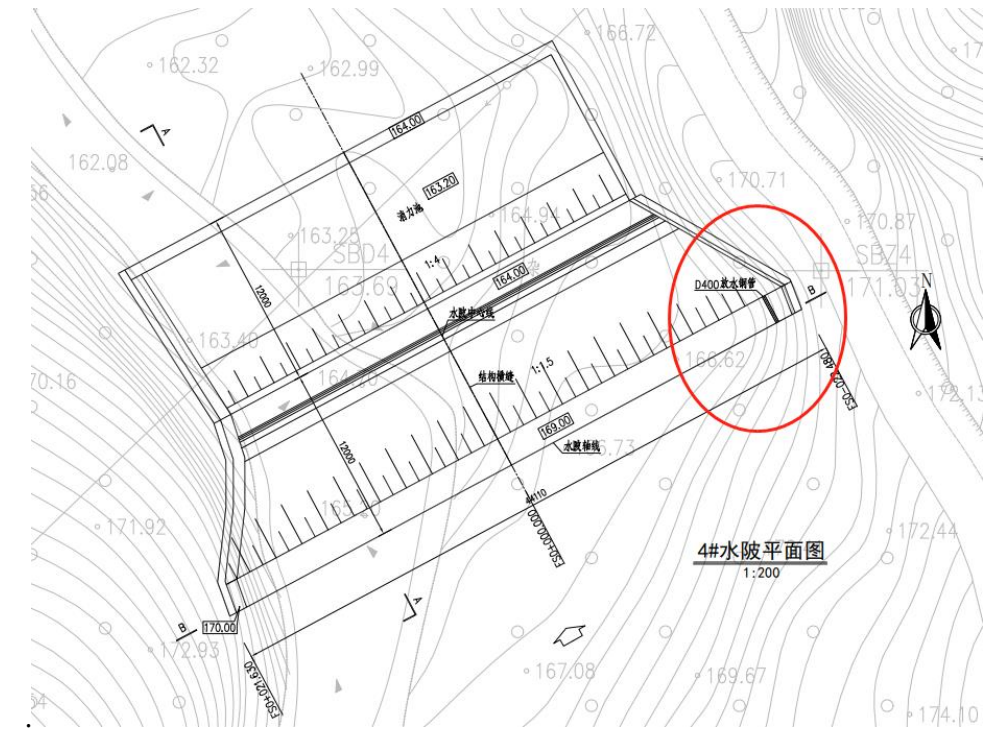

1#水陂
水陂轴线
SBZ12
143.50
143.00
134.00
30514
42214
放水孔中心线
SBZ11
SBZ12
0+000.000
0+005.100
0+036.214
0+042.314

1#水陂


2#水陂
118.00
119.00
122.00
121.00
37895
放水孔中心线
SBZ2起点
SBZ2终点
C1
C2

2#水陂

3#水陂



4#水陂

图 5.1.2-2　水陂生态流量下泄管

5.1.2.2 下游用水需求

益岭水目前无水功能区划，益岭水流域内用水主要考虑农业灌溉、农村居民饮用水及水力发电因素。

（1）农业灌溉用水

益岭水现状下游大部分耕地都已经纳入三坑水库灌区中，其他耕地均为旱作物用地，灌溉面积约为 470 亩，无固定水源灌溉，本项目益岭水需水计算时不考虑该部分用水。故益岭水坝址下游无农业灌溉用水需求。

（2）农村居民饮水

根据统计资料，益岭水流域内包含益岭村、灰寨村等行政村，人口集中居住在坝址下游，少量分散在坝址上游，现状人口约 7753 人，按照《广东省用水定额(DB44/T1461.3-2021)》I 区农民用水定额取 0.15m^3/人 d，则益岭水流域内每年生活用水量约为 42.45 万 m^3，现状坝址下游集中居住的村民已有村村通解决生活用水，村民不再取用益岭水作为生活饮水，故益岭水下游无农村居民饮水需求。

（3）水力发电

益岭水流域内目前已建有 5 座水电站，分别为倒梯岭水电站、十二排水电站、大陂明丰电站、大南山桂竹园水电站（益水分站）、河田坝电站，总装机容量 2790kW，多年平均发电量 654 万 kWh。前三座电站均位于宝月水库坝址上游，大南山益水电站位于坝址下游，河田坝电站蓄水建筑物（风吹涵水库）位于坝址上游，电站位于坝址下游，坝址下游主要为大南山桂竹园水电站（益水分站），其用水为河田坝电站的尾水，故益岭水下游无水力发电用水需求。

（4）生态需水

生态需水按宝月水库坝址以上多年平均径流量（1830.3 万 m^3）的 20%，即 0.116m^3/s（366 万 m^3/年）。

表 5.1.2-1 下游需水量成果表（单位：万 m^3）

用水项目	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	合计
生态需水	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	366

5.1.3 施工期水文情势变化分析

5.1.3.1 施工期用水需求

本工程施工期 36 个月，施工期生产用水量约 2.52 万 m^3，施工期生活用水量

约为 8.10 万 m^3，总用水量 10.62 万 m^3。根据施工进度安排，第 1 年 7 月～第 2 年 9 月为施工准备期，场内交通、风水电系统、场地平整、临时生活房屋及其它施工辅助企业、导流隧洞工程的施工，共 15 个月；第 2 年 1 月～第 4 年 4 月为主体施工期，主要完成坝体两岸及前方滑坡体开挖、坝基开挖、坝基灌浆、防渗、大坝排水棱体、土体填筑、坝面、坝顶防护、溢洪道施工、库区防汛公路、上游 4 个水陂、风吹涵水库溢洪道施工等，共 28 个月；第 4 年 5 月～6 月底为工程完建期，进行场地清理和遗留工程的处理等，共 2 个月；施工用水高峰期出现在施工第 2 年 10 月至第 3 年 12 月，施工高峰用水量 135.6m^3/d，最大月用水量为 4068m^3。

5.1.3.2 施工取水水源

工程施工生活用水可接驳坝址附近自来水管网供水。宝月水库坝址多年平均流量 0.58m^3/s，多年平均径流量 1830.3 万 m^3，水质较好，无厂矿等污染源，可作为施工生产用水水源。施工生产用水平均每月 900m^3，考虑 50%的施工回用水量，平均每月取水量 4500m^3。

5.1.3.3 施工期影响分析

根据前面的施工用水量分析可知，考虑施工取水量 50%回用率情况下，施工高峰期汛期各月天然来水量远大于新增取水量，多余水量导流下泄；枯水期天然来水量同样远大于新增取水量，多余水量导流下泄。水库施工期下泄水量成果表见表 5.1.3-1。

从表 5.1.3-1 可以看出，各来水频率下各月水库下泄水量占天然来水量的比例均大于 99%，施工取水量占天然来水量的比例很小，水库下游河道内水量所受影响很小，河道内水文情势不会发生剧烈的变化，益岭水下游无各类用水需求，施工期对水库坝下河道水文情势影响较小。

表 5.1.3-1 施工期水库下泄水量成果表　　单位：万 m^3

月份	50%				75%				90%			
	天然来水量	高峰期取水量	下泄水量	下泄水量/天然来水量	天然来水量	高峰期取水量	下泄水量	下泄水量/天然来水量	天然来水量	高峰期取水量	下泄水量	下泄水量/天然来水量
4 月	56.80	0.045	56.76	99.921%	154.20	0.045	154.16	99.971%	30.20	0.045	30.16	99.851%
5 月	320.80	0.045	320.76	99.986%	132.20	0.045	132.16	99.966%	284.30	0.045	284.26	99.984%
6 月	334.20	0.045	334.16	99.987%	218.80	0.045	218.76	99.979%	156.70	0.045	156.66	99.971%
7 月	175.30	0.045	175.26	99.974%	184.90	0.045	184.86	99.976%	313.80	0.045	313.76	99.986%
8 月	360.30	0.045	360.26	99.988%	137.70	0.045	137.66	99.967%	125.80	0.045	125.76	99.964%
9 月	142.90	0.045	142.86	99.969%	317.40	0.045	317.36	99.986%	93.80	0.045	93.76	99.952%
10 月	51.20	0.045	51.16	99.912%	13.70	0.045	13.66	99.672%	35.60	0.045	35.56	99.874%
11 月	60.70	0.045	60.66	99.926%	16.00	0.045	15.96	99.719%	10.60	0.045	10.56	99.575%
12 月	57.60	0.045	57.56	99.922%	21.30	0.045	21.26	99.789%	16.60	0.045	16.56	99.729%
1 月	77.30	0.045	77.26	99.942%	11.80	0.045	11.76	99.619%	27.20	0.045	27.16	99.835%
2 月	44.10	0.045	44.06	99.898%	77.70	0.045	77.66	99.942%	10.70	0.045	10.66	99.579%
3 月	104.20	0.045	104.16	99.957%	83.80	0.045	83.76	99.946%	72.50	0.045	72.46	99.938%
合计	1785.40	0.54	1784.86	99.970%	1369.50	0.54	1368.96	99.961%	1177.80	0.54	1177.26	99.954%

注：①下泄水量=天然来水量-高峰期施工取水量；

②高峰期施工取水量=施工生产用水量*0.5，施工用水考虑 50%回用；

③P=50%，选取典型年 1972 年；P=75%，选取典型年 1985 年；P=90%，选取典型年 1969 年。

5.1.4 蓄水期水文情势变化分析

5.1.4.1 蓄水方案

工程第 4 年 5 月～6 月底为工程完建期，按 75%保证率径流量进行调节计算，同时扣除库区水面蒸发、水库渗漏损失、下游河道生态水量，宝月水库蓄水蓄至正常蓄水位相应库容 535 万 m^3 约需要 10 个月，即到第 6 年 4 月可蓄至正常蓄水位。

5.1.4.2 蓄水对下游河道水文情势的影响

在蓄水期，在水库蓄到正常蓄水位以前，出库水量基本是按生态流量出库，坝下游河道水量减少。75%保证率代表年（选取典型年 1985 年）来水蓄水过程量表见表 5.1.4-1。

从表 5.1.4-1 可知，蓄水期下泄水量减少，坝下游河道内的水位有所降低，流速也会随着降低。在 75%保证率来水年来水条件下，水库下放的生态流量（0.116m^3/s）占天然来水量的比例全年变化幅度大，汛期(7 月～9 月)占比在 9.6%~22.1%之间，平均占天然来水量的 16.1%；枯水期(10～3 月)下库生态流量占天然来水量的比例在 36.4%~258.5%之间，平均为 148.4%，下泄水量比天然来水量更大。由此可知，蓄水期下泄至坝下游的水量较天然来水量有所减少，但下泄的生态流量对下游河道水量起到了一定的调节作用，枯水期天然来水量少，下放的生态流量可以补充河道内水量，维持河道水生态环境。

表 5.1.4-1 水库坝址断面初期蓄水下泄水量变化表

项目	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
入库径流量（万 m^3）	184.90	137.70	317.40	13.70	16.00	21.30	11.80	77.70	83.80	154.20
生态流量（万 m^3）	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50
蒸发渗漏量（万 m^3）	7.02	6.99	7.55	7.32	7.50	7.27	7.45	7.08	7.55	7.35
水库蓄水量（万 m^3）	147.38	247.59	526.94	502.82	480.83	464.36	438.21	478.33	524.09	535.00
相应库水位(m，85 高程)	62.04	68.37	80.97	80.05	79.18	78.52	77.45	79.08	80.86	81.744
下泄到河道水量（万 m^3）	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50	129.69
下泄水量占来水量比例	16.5%	22.1%	9.6%	222.6%	190.6%	143.2%	258.5%	39.3%	36.4%	84.1%

5.1.5 运行期水文情势变化分析

5.1.5.1 运行期水量平衡

正常运行期间，宝月水库灌区根据现三坑水库灌区的分布方式分为两部分：现三坑水库直灌区(总干渠灌区)，灌区面积 0.83 万亩；现三坑水库补灌区(白马溪仔干渠灌区)，灌区面积 0.36 万亩。总干渠灌区灌溉方式是通过在河田坝漫水桥闸前新建引水口，通过新建引水管道将水源引至灌区交水点。白马溪仔干渠灌区引水方式不变，通过白马溪河道引水，该水量为下泄到益岭水天然河道。

故本次计算下泄水量时，分别计算了水库下泄到益岭水的总水量，以及从引水口引水后、在河田坝漫水桥闸处下泄到益岭水的水量。目前河田坝漫水桥闸基本处于开闸状态。水库各月来水量需补充水库蒸发、渗漏损失量，河田坝漫水桥闸处下泄的水量需扣除水库直灌区灌溉水量，则宝月水库下泄到益岭水下游的实际水量为宝月水库在河田坝漫水桥闸处下泄的水量，以下简称为“桥闸处下泄水量”，该水量包括通过引水（放空）兼导流隧洞下泄的生态流量、补灌区水量和发电水量，以及达到正常蓄水位后通过溢洪道下泄的水量。各出水口位置示意图见图 5.1.6-2。

在枯水期个别月份天然来水量很小的情况下，桥闸处下泄的生态流量将大于天然来水量。宝月水库运行期水量平衡成果表见表 5.1.5-1。

项目总下泄水量优先满足生态水量，根据表 5.1.5-1，在来水频率 P=50%典型年下，各月的天然来水量均大于下泄的生态水量和蒸发渗漏量之和，5~9 月的天然来水量大于水库灌区灌溉水量、生态水量、蒸发渗漏和除灌溉生态水量外的发电水量之和，满足灌溉、生态、发电需求，其他月份需由水库库容调节水量。工程为优先保证下游生态水量，枯水期当来水小于灌溉水量、生态水量、蒸发渗漏和除灌溉生态水量外的发电水量之和时，工程通过库容调节下泄包活生态流量的水量，使河道较天然状态下泄量增加。P=50%典型年桥闸处下泄水量总体减少幅度约 36.2%，桥闸处下泄到下游水量减少幅度在 4.2%~79.6%之间（不含下泄水量较天然状态下多的月份），枯水期下泄水量减少幅度小于丰水期。

在来水频率 P=75%典型年下，枯水期各月的天然来水量较小，10 月~第二年 1 月的天然来水量小于下泄的生态水量和蒸发渗漏量之和，除灌溉生态水量外的发电水量根据，4 月~9 月和第二年 1~3 月的天然来水量大于水库灌区灌溉水量、生

态水量、蒸发渗漏和除灌溉生态水量外的发电水量之和，满足灌溉、生态、发电需求，其他月份需由水库库容调节水量。工程为优先保证下游生态水量，枯水期当来水小于灌溉水量、生态水量、蒸发渗漏和除灌溉生态水量外的发电水量之和时，工程通过库容调节下泄包活生态流量的水量，使河道较天然状态下泄量增加，有效改善坝下河道水环境。P=75%典型年桥闸处下泄水量总体减少幅度约 12.2%，桥闸处下泄到下游水量减少幅度在 3.9%~63.6%之间（不含下泄水量较天然状态下多的月份）。

在来水频率 P=95%典型年下，枯水期各月的天然来水量较小，与 P=75%的情况相似，10 月~第二年 1 月的天然来水量小于下泄的生态水量和蒸发渗漏量之和，4 月~9 月和第二年 1~3 月的天然来水量大于水库灌区灌溉水量、生态水量、蒸发渗漏和除灌溉生态水量外的发电水量之和，满足灌溉、生态、发电需求，其他月份需由水库库容调节水量。工程为优先保证下游生态水量，枯水期当来水小于灌溉水量、生态水量、蒸发渗漏和除灌溉生态水量外的发电水量之和时，工程通过库容调节下泄包活生态流量的水量，使河道较天然状态下泄量增加，有效改善枯水期坝下河道水环境。由于在 P=95%典型年天然来水减少，桥闸处下泄水量总体减少幅度约 45.6%，桥闸处下泄到下游水量减少幅度在 36.8%~82.7%之间（不含下泄水量较天然状态下多的月份）。

总体来说，在来水频率 P=50%典型年下，桥闸处下泄水量总体减少幅度约 36.2%；在 P=75%典型年下，桥闸处下泄水量总体减少幅度约 12.2%；在 P=95%典型年下，桥闸处下泄水量总体减少幅度约 45.6%。工程优先满足生态水量，当来水小于灌溉水量、生态水量、蒸发渗漏和除灌溉生态水量外的发电水量之和时，工程通过库容调节下泄包活生态流量的水量，使河道较天然状态下泄量增加，有效改善枯水期坝下河道水环境。

表 5.1.5-1　　运行期宝月水库水量平衡成果表　　单位：万 m^3

典型年	月	宝月水库入库径流量	灌溉			生态水量	蒸发渗漏	除灌溉生态水量外的发电水量	库水位	宝月水库坝址下泄水量	桥闸处下泄水量	桥闸处与天然状态水量变化	桥闸处与天然状态水量变化
			直灌区	补灌区	灌溉水量								
		万 m3	万 m3	万 m3	万 m3	万 m3	万 m3	万 m3	m	万 m3	万 m3	万 m3	
P=50%	4	56.8	46	0	46	30.5	7.3	0	55.5	76.5	30.5	-26.3	-46.3%
	5	320.8	27.3	0	27.3	30.5	7.3	35	71.1	92.8	65.5	-255.3	-79.6%
	6	334.2	0	0	0	30.5	7.3	48	81.7	91.2	91.2	-243.0	-72.7%
	7	175.3	0	0	0	30.5	7.3	137	81.7	168.0	168.0	-7.3	-4.2%
	8	360.3	11.6	0	11.6	30.5	7.3	310	81.7	353.0	341.4	-18.9	-5.2%
	9	142.9	50.1	0	50.1	30.5	7.3	55	81.7	135.6	85.5	-57.4	-40.2%
	10	51.2	101.9	8.4	110.2	30.5	7.3	0	78.1	140.7	38.9	-12.3	-24.0%
	11	60.7	0	0	0	30.5	7.3	45	77.2	75.5	75.5	+14.8	+24.4%
	12	57.6	33.4	0	33.4	30.5	7.3	20	75.7	83.9	50.5	-7.1	-12.3%
	1	77.3	17.2	0	17.2	30.5	7.3	35	75.1	82.7	65.5	-11.8	-15.3%
	2	44.1	20.3	0	20.3	30.5	7.3	25	73.3	75.8	55.5	+11.4	+25.9%
	3	104.2	12.9	0	12.9	30.5	7.3	40	73.9	83.4	70.5	-33.7	-32.3%
P=75%	4	154.2	44.9	0	44.9	30.5	7.3	71	81.7	146.9	102.0	-52.2	-33.9%
	5	132.2	56	0	56	30.5	7.3	38	81.7	124.9	68.9	-63.3	-47.9%
	6	218.8	25	0	25	30.5	7.3	156	81.7	211.5	186.5	-32.3	-14.8%
	7	184.9	0	0	0	30.5	7.3	147	81.7	177.6	177.6	-7.3	-3.9%
	8	137.7	40.7	0	40.7	30.5	7.3	59	81.7	130.4	89.7	-48.0	-34.9%
	9	317.4	75.2	0	75.2	30.5	7.3	204	81.7	310.1	234.9	-82.5	-26.0%
	10	13.7	98.5	46.9	145.4	30.5	7.3	0	74.9	175.9	77.4	+63.7	+465.0%

典型年	月	宝月水库入库径流量	灌溉			生态水量	蒸发渗漏	除灌溉生态水量外的发电水量	库水位	宝月水库坝址下泄水量	桥闸处下泄水量	桥闸处与天然状态水量变化	桥闸处与天然状态水量变化
			直灌区	补灌区	灌溉水量								
		万 m3	万 m3	万 m3	万 m3	万 m3	万 m3	万 m3	m	万 m3	万 m3	万 m3	
	11	16	7.6	17.8	25.4	30.5	7.3	35	70.9	90.9	83.3	+67.3	+420.6%
	12	21.3	57.6	26.9	84.4	30.5	7.3	0	65	114.9	57.4	+36.1	+169.5%
	1	11.8	46.5	33.6	80.1	30.5	7.3	0	56.5	110.6	64.1	+52.3	+443.2%
	2	77.7	40.2	0	40.2	30.5	7.3	0	56.5	70.7	30.5	-47.2	-60.7%
	3	83.8	20.1	0	20.1	30.5	7.3	0	58.9	50.6	30.5	-53.3	-63.6%
P=95%	4	101.4	34.7	0	34.7	30.5	7.3	0	56.9	65.2	30.5	-70.9	-69.9%
	5	86.5	37.5	0	37.5	30.5	7.3	0	58	68.0	30.5	-56.0	-64.7%
	6	85.6	32.6	0	32.6	30.5	7.3	0	59.4	63.1	30.5	-55.1	-64.4%
	7	176.5	2.7	0	2.7	30.5	7.3	0	68.7	33.2	30.5	-146.0	-82.7%
	8	143.2	6.4	0	6.4	30.5	7.3	60	70.8	96.9	90.5	-52.7	-36.8%
	9	129.7	50.7	0	50.7	30.5	7.3	10	72.4	91.2	40.5	-89.2	-68.8%
	10	29.6	49.2	6	55.2	30.5	7.3	0	69.1	85.7	36.5	+6.9	+23.3%
	11	8.6	3.8	14.8	18.6	30.5	7.3	0	66.3	49.1	45.3	+36.7	+426.7%
	12	10.6	28.8	19.9	48.7	30.5	7.3	0	60.9	79.2	50.4	+39.8	+375.5%
	1	8.6	23.2	20.5	43.7	30.5	7.3	0	54	74.2	51.0	+42.4	+493.0%
	2	51.3	20.1	0	20.1	30.5	7.3	0	53.1	50.6	30.5	-20.8	-40.5%
	3	81.8	10.1	0	10.1	30.5	7.3	0	56.9	40.6	30.5	-51.3	-62.7%

注：与天然状态水量变化，“-”号代表减少，“+”号代表增加，“+”指河道上游天然来水未能满足生态水量和发电水量，工程建设后通过库容调节使河道较天然状态下泄量增加；P=50%，选取典型年 1972 年；P=75%，选取典型年 1985 年；P=90%，选取典型年 1969 年；P=95%，选取典型年 2004 年。

5.1.5.2 运行期库区的水文情势变化

（1）宝月水库库区

宝月水库工程建成后为小型水库，正常蓄水位 81.744m 时相应库容为 535 万 m^3，水面面积为 0.38km^2。工程建成后，库区范围内原有的溪流沟道被淹没，成为库区环境，益岭水原有的溪流生境有所减少。

水库建库后水位计算采用天然河道水面曲线伯努利能量方程，考虑流速水头损失，采用试算法求解，计算公式为：

$$Z_1+\frac{\alpha_1 V_1^2}{2g}=Z_2+\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g}+\Delta h_f+\Delta h_j$$

式中：Z_1，Z_2——断面 1、2 的水位；

V_1，V_2——断面 1、2 的流速；

α_1，α_2——断面 1、2 的动能校正系数；

Δh_f，Δh_j——沿程水头损失与局部水头损失。

水库建成后，由于库坝挡水，建库后库区水位明显抬高。其中益岭水坝址处 P=20%水位从 37.21m 抬升至 81.74m，到上游 911m 处时水位逐渐恢复至天然状态；右支流汇入干流口流速从 57.43m 抬升至 81.74m，到上游 155m 处时水位逐渐恢复至天然状态；左支流坝址处流速从 37.21m 抬升至 81.74m，到上游 876m 处时水位逐渐恢复至天然状态。

表 5.1.5-2 建库前后各断面水位变化

桩号 (m)	河底高程 (m)	P=5%		差值 (m)	P=20%		差值 (m)
		天然	设计		天然	设计	
干流							
0+000(坝址)	35.47	37.47	81.95	44.48	37.21	81.74	44.53
0+229	39.98	49.16	81.95	32.79	47.17	81.74	34.57
0+711	53.32	57.90	81.95	24.05	57.48	81.74	24.26
0+857	63.19	64.54	81.95	17.41	64.4	81.74	17.34
0+900	70.00	73.03	81.96	8.93	72.78	81.75	8.97
0+911	86.92	87.46	87.59	0.13	87.4	87.52	0.12
右支流							
0+000(与干流汇合口)	53.32	57.76	81.95	24.19	57.43	81.74	24.31
0+131	79.74	81.00	82.49	1.49	80.87	82.21	1.34
0+155	86.64	87.03	87.09	0.06	86.99	87.02	0.03
左支流							
0+000(坝址)	35.47	37.47	81.95	44.48	37.21	81.74	44.53

0+221	41.05	48.63	81.95	33.32	46.69	81.74	35.05
0+469	57.85	58.77	81.95	23.18	58.63	81.74	23.11
0+639	61.45	65.73	81.95	16.22	66.81	81.74	14.93
0+847	78.77	80.27	82.36	2.09	80.1	82.07	1.97
0+876	83.50	84.53	84.54	0.01	84.35	84.36	0.01

水库建成后，由于库区位于山区性河流，天然状态下流速较大，建库后库区流速明显减缓。其中益岭水坝址处 P=20%平均流速从 8.79m/s 减缓为 0.07m/s，到上游 911m 处时流速逐渐恢复至天然状态；右支流汇入干流口流速从 7.92m/s 减缓为 0.29m/s，到上游 155m 处时流速逐渐恢复至天然状态；左支流坝址处流速从 8.79m/s 减缓为 0.07m/s，到上游 876m 处时流速逐渐恢复至天然状态。

表 5.1.5-3　建库前后各断面流速变化

桩号(m)	P=5%		差值(m^3/s)	P=20%		差值(m^3/s)
	天然	设计		天然	设计	
干流						
0+000(坝址)	9.62	0.1	-9.52	8.79	0.07	-8.72
0+229	5.05	0.06	-4.99	4.54	0.05	-4.49
0+711	8.5	0.37	-8.13	7.92	0.29	-7.63
0+857	8.81	0.33	-8.48	7.44	0.27	-7.17
0+900	10.05	0.88	-9.17	12.57	0.72	-11.85
0+911	10.29	10.14	-0.15	12.11	10.98	-1.13
右支流						
0+000(与干流汇合口)	8.5	0.37	-8.13	7.92	0.29	-7.63
0+131	12.42	3.63	-8.79	11.2	3.17	-8.03
0+155	9.37	9.14	-0.23	8.55	8.25	-0.3
左支流						
0+000(坝址)	9.62	0.1	-9.52	8.79	0.07	-8.72
0+221	5.32	0.02	-5.3	5.47	0.02	-5.45
0+469	5.93	0.05	-5.88	5.66	0.04	-5.62
0+639	4.66	0.08	-4.58	3.36	0.06	-3.3
0+847	10.53	2.94	-7.59	9.33	2.49	-6.84
0+876	9.94	9.77	-0.17	9.24	9.05	-0.19

（2）水陂

本工程共包括四座水陂，1#水陂是在原有水陂基础上进行加固加高，其余三座水陂为新建。1#~4#水陂陂顶高程分别为 143m、121m、101m、169m，最深水深均约为 2~3m（1#水陂原最深水深约 2.5m），水陂建设将抬高河道一定的水位，水陂挡水时利用 D400 放水管下放生态流量，水位抬高过堰顶高程时水体漫过陂顶下

流。

1#水陂为倒梯岭电站的引水水源，现状采用埋石混凝土重力坝型式，中间陂顶高程 142.50m，两岸墙顶高程 143.50m，陂顶宽度 1.3m。1#水陂的陂顶高程基本与现状相同，本次在水陂表面贴 0.5m 厚的钢筋砼进行加固，加固后陂顶高程为 143.0m。

2#、3#水陂位于库尾与 1#水陂之间，从能形成水景观和减少对河道行洪的影响等方面考虑，本阶段将陂顶高程确定为 121m 和 101m，陂身高度较为低矮，既可以形成一定长度的水景观，也不会对河道行洪造成较大的影响，蓄至水陂陂顶后水体则漫流至下游，流速较天然状态下变化不大。

4#水陂的主要任务是满足上游灌溉及人畜饮水的需求，本阶段将陂顶高程定为 169m，上游能形成一定的蓄水深度，可以让上游农田灌溉和人畜饮水具备取水条件，也不会对河道行洪造成较大影响，流速较天然状态下变化不大。

表 5.1.5-2　水陂防洪特征水位表

项目		单 位	频率(%)	
			10	5
左支流三级水陂	洪峰流量	m^3/s	257.3	281.5
	水陂 1 坝上水位	m	145.40	145.60
	水陂 2 坝上水位	m	124.40	124.60
	水陂 3 坝上水位	m	105.50	105.80
右支流水陂	洪峰流量	m^3/s	72.2	82.2
	坝上水位	m	169.90	170.00
备注			设计	校核

5.1.5.3　运行期对下游河道水文情势的影响

工程在河田坝电站拦河闸坝前设置引水口，通过引水管道将益岭水的水源引至总干渠流沙干渠分水口。宝月水库坝址处多年平均径流量为 1830.3 万 m^3，现状典型年供水期总供水量为 499.6 万 m^3，占坝址处多年平均径流量 27.3%。

宝月水库建成后典型年不同频率下月均入库流量和桥闸处下泄流量见表 5.1.5-3 所示。从表可以看出，4 月、10 月~第二年 3 月来水较少，但工程可以通过库容调节下泄水量，优先满足生态水量，桥闸处下泄包活生态流量、补灌区水量、除灌溉生态水量外的发电水量等，使部分月份益岭水较天然状态下水量增加，有效改善枯水期坝下河道水环境。

坝址距下游河田坝电站漫水桥闸距离约 400m，由于有河田坝漫水桥闸挡水，

坝址~河田坝漫水桥闸河段水位将较天然河道有所抬升，漫水桥闸陂顶高程31.60m，最高洪水位32.90m，正常蓄水位为31.50m，桥闸闸底高程29.00m。河田坝漫水桥闸除了行洪需要时开闸，其余时间基本为关闸状态，水满即漫过闸水陂向下流走，闸前水深约 2.6m。益岭水河田坝漫水桥闸下游除生态需水，无其它环境敏感区，因此工程的运行对坝下水文情势的影响不大。

表 5.1.5-3 水库不同频率出入库水量表 单位：万 m^3

频率	月份	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
90%	入库	30.2	284.3	156.7	313.8	125.8	93.8	35.6	10.6	16.6	27.2	10.7	72.5
	坝址处下泄	76.2	218.2744	149.4	306.5	118.5	89.8	79.7	81.9	92.9	104.6	67.9	40.6
	桥闸处下泄	41.5	218.2744	144.3	306.5	107.9	30.5	30.5	78.1	64.1	81.4	47.8	30.5
	变化量	+37.4%	-23.2%	-7.9%	-2.3%	-14.2%	-67.5%	-14.3%	+636.8%	+286.1%	+199.3%	+346.7%	-57.9%

5.1.6 运行期对水温的影响预测与评价

工程 1#~4#水陂陂身高度较为低矮，最深水深约 2~3m，对水温影响不大，对水温的影响主要为宝月水库建设。

5.1.6.1 库区水温

1）水温结构判别

采用径流—库容比 α、β 法判别宝月库的水温结构。根据《水电工程水文计算规范》（SL/T278-2020）判别式：

α=W/V

式中：α——判别系数；

W——多年平均年径流量，m^3；

V——总库容，m^3。

当 α<10 时为分层型；当 α>20 时为混合型；当 10≤α≤20 时为过渡型。

宝月水库入库多年平均径流量 1830.3 万 m^3/年，总库容为 565 万 m^3，得出 α=3.08，α 小于 10，可认为其水温结构为分层型。

2）垂向水温预测

本次评价采用《水电工程水文计算规范》（SL/T278-2020）中水温分布公式计算：

$$T_y = (T_0 - T_b)e^{-(\frac{y}{x})^n} + T_b \qquad (5\text{-}1)$$

$$n=\frac{15}{m^2}+\frac{m^2}{35} \quad (5\text{-}2)$$

$$x=\frac{40}{m}+\frac{m^2}{2.37(1+0.1m)} \quad (5\text{-}3)$$

$$T_b = T_b^{'} - K^{'}N \quad (5\text{-}4)$$

式中，Ty——从库水面计水深为 y 处的月平均水温，℃；

T0——库表面月平均水温，℃，可根据设计水库库区的气温并利用气候条件相似同类水库的气温—库表水温关系求得，也可用已建水库库表水温与纬度的关系插补；

m——月份，m=1,2,3,…,12；

n、x——与 m 有关的参数；

Tb——库底月平均水温，℃，对于分层型水库，各月库底水温与其年值差别甚小，可用年值代替；对于过渡型和混合型水库，各月库底水温可用（B.0.2-4）公示计算，该式适用于 23℃N~44℃N；由于宝月水库缺乏同类型水库对比，故采用（5-4）计算库底水温。

N——大坝所在纬度；

T'b、K’——参数，其值见下表。

表 5.1.6-1　库底水温计算公示中的参数 T’b、K’

月份	1~3	4、5			6~8			9		
水深/m	-	20	40	60	20	40	60	20	40	60
T'b	24	30.4	25.6	23.6	35.4	29.9	22.9	37.3	30	23.6
K'	0.49	0.48	0.48	0.47	0.42	0.43	0.44	0.44	0.43	0.44
月份	10			11			12			
水深/m	20	40	60	20	40	60	-			
T'b	33.1	28	23.6	37.4	30.9	24.1	31.5			
K'	0.45	0.43	0.44	0.61	0.52	0.44	0.64			

本次预测只考虑在正常蓄水位情况下的坝前水温分布情况，预测结果见表 5.1.6-2 和图 5.1.6-1。表层水温与底层水温温差最大出现在 5 月（表层 27℃，底层 14.78℃），温差最小在 12 月（表层 17℃，底层 16.65℃）。

表 5.1.6-2　宝月水库坝前垂向水温分布单位：℃

水深	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
0m	16.00	18.00	20.50	23.00	27.00	29.00	30.50	29.00	29.50	25.00	21.50	17.00

2m	16.00	18.00	20.36	22.49	26.14	28.57	30.25	28.92	29.48	25.00	21.50	17.00
4m	16.00	17.99	19.99	21.73	24.98	27.87	29.71	28.68	29.37	24.97	21.50	17.00
6m	16.00	17.96	19.42	20.89	23.76	27.07	28.98	28.27	29.16	24.91	21.49	17.00
8m	16.00	17.88	18.72	20.05	22.56	26.24	28.13	27.73	28.81	24.78	21.47	17.00
10m	16.00	17.72	17.94	19.25	21.44	25.42	27.22	27.07	28.32	24.57	21.43	17.00
12m	16.00	17.45	17.13	18.51	20.41	24.65	26.29	26.33	27.71	24.28	21.37	16.99
14m	16.00	17.05	16.34	17.84	19.50	23.94	25.39	25.54	26.99	23.89	21.28	16.99
16m	16.00	16.51	15.60	17.26	18.69	23.30	24.54	24.75	26.18	23.41	21.16	16.98
18m	16.00	15.84	14.95	16.75	17.98	22.74	23.76	23.98	25.34	22.85	21.00	16.96
20m	16.00	15.11	14.39	16.32	17.38	22.24	23.06	23.25	24.49	22.23	20.80	16.95
22m	16.00	14.39	13.93	15.96	16.86	21.82	22.46	22.60	23.67	21.58	20.57	16.92
24m	16.00	13.75	13.57	15.65	16.42	21.46	21.94	22.03	22.91	20.93	20.32	16.89
26m	16.00	13.26	13.28	15.41	16.06	21.15	21.50	21.54	22.24	20.31	20.06	16.86
28m	15.99	12.94	13.07	15.20	15.75	20.90	21.14	21.14	21.67	19.75	19.80	16.82
30m	15.96	12.75	12.92	15.04	15.50	20.70	20.85	20.81	21.21	19.27	19.56	16.78
32m	15.90	12.66	12.81	14.91	15.29	20.53	20.62	20.56	20.85	18.89	19.35	16.75
34m	15.75	12.63	12.74	14.80	15.12	20.40	20.44	20.37	20.57	18.59	19.18	16.71
36m	15.45	12.62	12.69	14.72	14.99	20.29	20.30	20.23	20.37	18.37	19.04	16.69
38m	14.88	12.62	12.66	14.66	14.87	20.20	20.19	20.12	20.24	18.22	18.95	16.67
40m	14.04	12.62	12.64	14.61	14.78	20.13	20.11	20.05	20.15	18.13	18.89	16.65

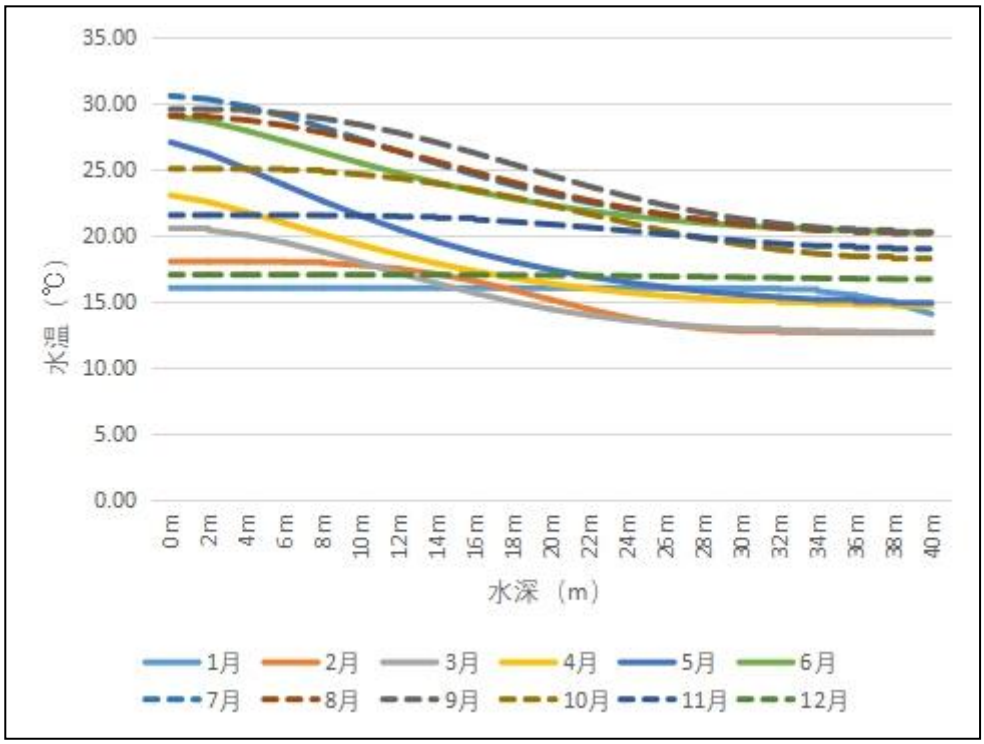


图 5.1.6-1　宝月水库坝前垂向水温分布图

5.1.6.2 下泄水温影响分析

由于灌区引水口位于河田坝漫水桥闸前，下泄到益岭水下游的水体实际为河田坝漫水桥闸处下的水体，故本次下泄水温沿程恢复预测按河田坝漫水桥闸处下泄的水温进行分析。水库坝下至河田坝漫水桥闸区间还有河田坝电站尾水流入，各出水口位置示意图见图 5.1.6-2。由于有河田坝漫水桥闸挡水，宝月水库总下泄水量（包括由引水隧洞下泄的生态水、灌溉水、发电水，还有由溢洪道下泄的水量），与河田坝电闸发电尾水都将在河田坝漫水桥闸前混合，按充分混合计算，混合后水温为 $T_{混}$。各出水口温度计算如下：

（1）水库总下泄水量的水温

本工程坝址下游（北侧）有河田坝漫水桥闸挡水，引水隧洞出水口位于河田坝漫水桥闸前，工程蓄水超过正常蓄水位 81.7m 时，开启闸门从溢洪道泄水。故本次预测按 P=90%典型年，分引水隧洞出水口水温预测，以及溢洪道下泄水温预测。

①引水隧洞出水口水温预测

宝月水库引水隧洞出水口为生态水、灌溉水、水电站尾水的出水口，取水口高程取死水位高程 51m，根据典型年水库逐月蓄水位，引水隧洞出水口下泄水温如表 5.1.6-3 所示。

工程建设后，引水隧洞出水口下泄水水温较天然水温发生不同程度的降低，温降集中发生在取水水深较深的 4~9 月，全年发电下泄水温与天然水温温差为-11.4~0℃，温差最明显发生在夏季 5 月。

②溢洪道下泄水温预测

溢洪道闸门底板高程 74.7m，溢洪道泄水水温按坝前水深 81.7m-74.7m=7m 计算，根据典型年水库逐月蓄水位，溢洪道主要在 5 月和 8 月会泄水，计算结果见表 5.1.6-4，下泄水水温与天然水温温差为-3.7~-1.0℃。

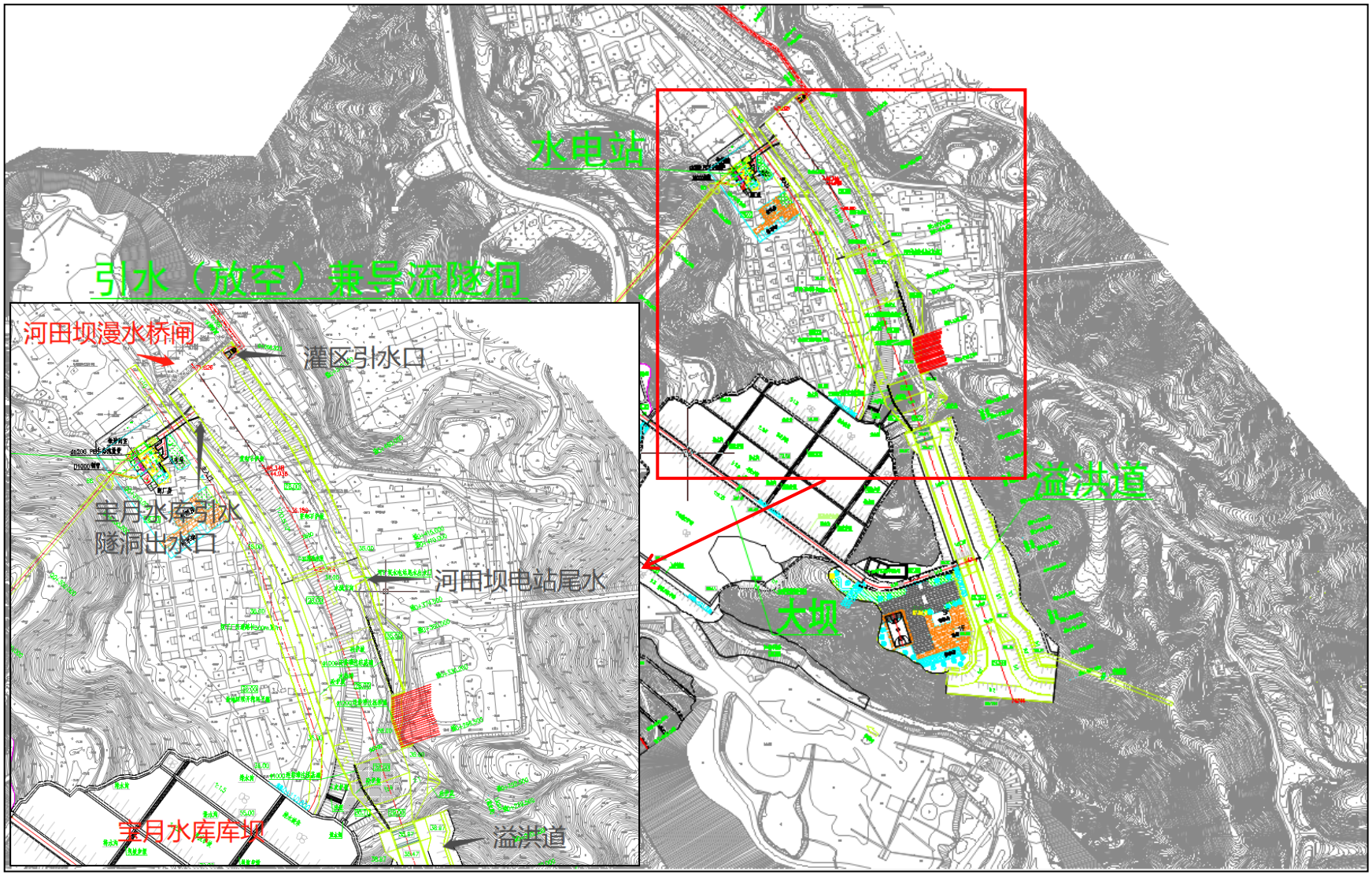


图 5.1.6-2　　各出水口位置示意图

表 5.1.6-3　　引水隧洞出水口下泄水温预测结果表

月份	坝前水位（m）	取水口水深（m）	天然水温（℃）	下泄水温（℃）	下泄水温与天然水温温差（℃）
1	68.1	17.1	16.0	16.0	0.0
2	64.1	13.1	18.0	17.3	-0.7
3	65.7	14.7	20.5	16.1	-4.4
4	79	28	22.9	15.2	-7.7
5	81.7	30.7	26.9	15.4	-11.4
6	81.7	30.7	28.9	20.6	-8.3
7	81.7	30.7	30.5	20.8	-9.7
8	81.7	30.7	29.0	20.7	-8.3
9	81.6	30.6	29.5	21.1	-8.4
10	79.8	28.8	25.0	19.5	-5.5
11	76.5	25.5	21.5	20.1	-1.4
12	72.7	21.7	17.0	16.9	-0.1

表 5.1.6-4　　溢洪道下泄水温预测结果表

月份	溢洪道下泄水量（万 m^3）	天然水温（℃）	溢洪道下泄水温（℃）	下泄水温与天然水温温差（℃）
1	0.0	16.0	——	——
2	0.0	18.0	——	——
3	0.0	20.5	——	——
4	0.0	22.9	——	——
5	14.8	26.9	23.2	-3.7
6	0.0	28.9	——	——
7	0.0	30.5	——	——
8	0.4	29.0	28.0	-1.0
9	0.0	29.5	——	——
10	0.0	25.0	——	——
11	0.0	21.5	——	——
12	0.0	17.0	——	——

（2）河田坝电站发电尾水水温

河田坝电站发电用水来源为风吹涵水库，正常蓄水位库容为 150.60 万 m^3，属小（一）型水库，引水涵管进水口位于死水位，本次按风吹涵水库正常蓄水水位计算，进水口水深约 12m，发电尾水水温逐月水温计算成果以及发电水量（P=90%）见表 5.1.6-6 。忽略引水管内水温变化，发电尾水水温按引水涵管进水口水温计算。

表 5.1.6-5　　河田坝电站发电尾水水温

月份	河田坝电站总发电水量（万 m^3）	水温（℃）
1	0.0	16.0
2	0.0	17.5
3	0.0	17.1
4	0.0	18.5
5	94.2	20.4
6	48.4	24.7
7	134.5	26.3
8	34.4	26.3
9	2.5	27.7
10	0.0	24.3
11	0.0	21.4
12	0.0	17.0

（3）河田坝漫水桥闸处水温

各出水口水体混合后的水温按 $T_{混}=(M_{引水隧洞}T_{引水隧洞}+M_{溢洪道}T_{溢洪道}+M_{河田坝电站}T_{河田坝电站})/(M_{引水隧洞}+M_{溢洪道}+M_{河田坝电站})$，其中 M 为质量，T 为温度，计算得河田坝漫水桥闸前混合后温度，如下表。

表 5.1.6-6　河田坝漫水桥闸坝前水温

月份	河田坝电站总发电水量（万 m3）	河田坝电站尾水水温（℃）	引水隧洞下泄水量（万 m3）	引水隧洞下泄水温（℃）	溢洪道下泄水量（万 m3）	溢洪道下泄水温（℃）	混合后水温（℃）
1	0.0	16.0	104.6	16.0	0.0	0.0	16.0
2	0.0	17.5	67.9	17.3	0.0	0.0	17.3
3	0.0	17.1	40.6	16.1	0.0	0.0	16.1
4	0.0	18.5	76.2	15.2	0.0	0.0	15.2
5	94.2	20.4	203.5	15.4	14.8	23.2	17.3
6	48.4	24.7	149.6	20.6	0.0	0.0	21.6
7	134.5	26.3	306.5	20.8	0.0	0.0	22.5
8	34.4	26.3	118.1	20.7	0.4	28.0	22.0
9	2.5	27.7	89.8	21.1	0.0	0.0	21.3
10	0.0	24.3	79.7	19.5	0.0	0.0	19.5
11	0.0	21.4	81.9	20.1	0.0	0.0	20.1
12	0.0	17.0	92.9	16.9	0.0	0.0	16.9

备注：引水隧洞下泄水量=灌溉水量+生态水量+除灌溉生态水量外的发电水量，溢洪道下泄水量=宝月水库总下泄水量-引水隧洞下泄水量。

（4）下泄水温沿程恢复

根据灌区用水顺序，直灌区先利用河田坝电站下泄流量，由本工程中新建的引水管道引水至流沙干渠分水口上游，不足部分由宝月水库补充，水量平衡计算时取河田坝电站尾水量的一半用于直灌区；补灌区为河田坝电站发电尾水未被总干渠灌区利用的水量以及宝月水库～白马溪水陂之间的区间水量，先用于满足生态环境用水，余水用于补灌区灌溉，不足部分由宝月水库补充。则在河田坝闸桥处下泄的水量为，宝月水库总下泄流量减去直灌区灌溉水量，加上河田坝电站尾水量的一半。

沿程水温计算参考《穆阳溪梯级水库低温水结构分析》（陈辉，水电站设计，1999），河道内水温恢复距离计算公式如下，计算结果见表 5.1.6-7。

$$X = -\frac{86400\,C\rho Q\ln(1-\frac{T_w-T_0}{T_e-T_0})}{[109+Lf(W)\rho(0.61P_a/1000+b)]B} \quad (5\text{-}5)$$

$$L = 597.31 - 0.5631T_w \quad (5\text{-}6)$$

$$f(W) = 0.22\times10^{-3}(1+0.31W_{200}^2)^{0.5} \quad (5\text{-}7)$$

式中：

X——影响距离（m）；

Q ——流量（m^3/s）；

B——河段水面宽（m）；

Tw——平衡水温（℃）；

T_0——初始水温（℃）；

Te——研究河段天然水温（℃）；

C——水的比热，此为常数，取值 1.0003；

ρ——水的密度，此为常数，取值 1000；

Pa——大气压（Pa）；

b——常数；当温度为 0～10℃时，b＝0.52；当温度为 10～30℃时，b＝1.13。

L——汽化潜热；

f(w)——风速函数；

W_{200}——水面 200m 高处的风速，m/s；

表 5.1.6-7　下泄水温沿程恢复预测参数取值

月份	闸桥处下泄流量（m^3/s）	下泄水温（℃）	天然水温（℃）	温差（℃）	平均风速（m/s）
1	0.27	16.0	16.0	0.0	2.5
2	0.26	17.3	18.0	-0.7	2.1
3	0.14	16.1	20.5	-4.4	2.4
4	0.29	15.2	22.9	-7.7	2.3
5	0.98	17.3	26.9	-9.6	3.1
6	0.44	21.6	28.9	-7.3	2.8
7	1.25	22.5	30.5	-8.0	2.9
8	0.51	22.0	29.0	-7.0	2.4
9	0.24	21.3	29.5	-8.2	1.8
10	0.22	19.5	25.0	-5.5	2.7
11	0.24	20.1	21.5	-1.4	2.4
12	0.32	16.9	17.0	-0.1	2.5

表 5.1.6-8　下泄水温沿程恢复预测

月份	下泄水温（℃）	温差（℃）	恢复至与天然水温温差为±2℃距离（km）	恢复至与天然水温温差为±1℃距离（km）
1	16.0	0.0	——	——
2	17.3	-0.7	——	——
3	16.1	-4.4	0.05	0.09
4	15.2	-7.7	0.13	0.19
5	17.3	-9.6	0.73	1.05
6	21.6	-7.3	0.41	0.63
7	22.5	-8.0	0.78	1.17
8	22.0	-7.0	0.26	0.40
9	21.3	-8.2	0.08	0.12
10	19.5	-5.5	0.07	0.11
11	20.1	-1.4	——	0.05
12	16.9	-0.1	——	——

工程建设使下泄水温较天然水温有所降低，受坝下水体和气象因素影响，河道下泄水温沿程得到相应恢复，分析如表 5.1.6-8 所示。桥闸下游 0.78km，下泄水温已恢复至与天然水温温差±2℃内；桥闸下游 1.17km，下泄水温已恢复至与天然

水温温差±1℃内。工程建设后，在闸桥处下泄的流量在 0.14~1.25m^3/s 之间，因流量不大，下泄水体水温沿程得到迅速恢复。受低温水影响最明显为下泄流量最大的 7 月，影响距离为 1.17km。可见工程建设后下泄流量较小，使低温水影响范围并不明显。

（5）对灌区灌溉水水温影响分析

益岭水取水设施主要为直灌区引水口，溢流水下游无其他环境敏感区。直灌区引水口设置在河田坝漫水桥闸坝前，引水口高程 30.00m，引水口对岸上游约 10m 有宝月水库引水隧洞出水口，引水口上游约 150m 还有河田坝电站发电尾水流入，位置关系见图 5.1.6-2。由于有河田坝漫水桥闸阻挡，回水区形成一个狭长型的小水塘，水深约 2.5m，灌区引水口水体水温基本与闸桥前混合后水温相似。从表 5.1.6-6 可知，灌区引水口水温在 15.2~22.5℃之间，最低水温 15.2℃出现在 4 月。灌区种植作物以水稻、蔬菜为主，其中水稻约占 60%、蔬菜等经济作物约占 40%，水稻作物的生长较蔬菜作物对水温更为敏感，根据《云南某大型水库及灌区水温影响研究》（汪青辽、李秋洁、郝红升，环境科学导刊，2021 年），4~5 月为水稻发芽期、反青期，最低水温 12℃，6 月为水稻分叶期，最低水温 15℃，根据预测，直灌区引水口 4~5 月水温为 15.2~17.3℃，6 月水温为 21.6℃，因此，水稻生长期间的灌溉引水水温完全满足水稻生长各期的最低水温要求，供水水温不影响作物正常生长。

补灌区取水位于益岭水下游白马溪水陂前，根据表 5.1.6-8，水温在河田坝漫水桥闸下游 1.17km，下泄水温已恢复至与天然水温温差±1℃内，白马溪水陂位于桥闸约 9.8km 处，水温已基本恢复至天然水温，下泄水温对补灌区作物影响不大。

5.1.7 对水质的影响预测与评价

5.1.7.1 施工期对水质影响预测与评价

本工程所需砂石料、混凝土、沥青等均从市场购买，不产生砂石料冲洗废水、砼拌和系统冲洗废水。项目施工期污废水主要为施工人员的生活污水、施工机械及车辆冲洗废水，围堰基坑排水、洞室排水等。本项目施工期生活污水经处理后用于施工场地及施工道路降尘用水，不外排，处理后的出水需满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”用水标准；施工机械及车辆冲洗废水经处理达到回用标准后回用于车辆冲

洗；洞室排水污染物主要为 SS，经导排、收集、沉淀处理后回用于周边施工场地及施工道路降尘用水等，回用水标准参照执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中道路清扫杂用水水质标准要求；围堰基坑排水优先回用于场地洒水降尘。各类污废水的排放量和去向汇总表见第 3 章的表 3.3-9。

（1）施工期生活污水环境影响分析

从工程的施工布置分析，工程布置施工场地内有施工生活区 2 个，分别设置在大坝枢纽施工工区和风吹涵水库溢洪道改造处。水电工程施工人员生活用水量定额取 0.15m^3/人 d，按污水处理设计规范，生活污水排水率为 80%，未经处理的生活污水成分中COD_{Cr}、BOD_5、氨氮和 SS 的浓度值约为 250mg/L、100mg/L、20mg/L 和 250mg/L。

大坝枢纽施工生活区居住的人员较多，施工时间较长，拟采取化粪池+一体化污水处理装置处理生活污水。项目区属于林区，生活污水经处理后可用于周边施工场区及施工道路降尘洒水，处理后的出水需满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中城市绿化、道路清扫、建筑施工杂用水水质标准。在生活区食堂附近设置 1 座隔油池，收集食堂排出的含油污水去除部分浮油。根据施工人员宿舍楼的布置情况，设置化粪池；粪便定期运出库外，用作农家肥，施工生活区设 1 座成套生活污水处理装置。根据生活办公区的布置情况，埋设生活区内部污水管线。粪便污水通过化粪池处理后和食堂油污水(经过隔油池后)混合进入成套生活污水处理设备进行处理后用于施工场地及临时施工道路降尘洒水。

风吹涵水库溢洪道改造处施工生活区施工时间较短，附近有风吹涵水库管理处，施工人员可就近使用管理楼厕所，但由于施工人员不少，拟再增设环保厕所收集污水，定期抽吸运至大坝枢纽施工生活区生活污水处理设施统一处理。

采取上述措施后生活污水不会对周围水环境造成不利影响。

（2）施工期生产废水环境影响分析

施工期生产废水包括机械及车辆冲洗含油废水、基坑排水、洞室排水等。

机械及车辆冲洗含油废水采用砖砌隔油沉淀池处理；基坑排水可向基坑投加混凝剂进行沉淀处理；洞室内设排水管、集水井抽至洞口排出，在洞口设置沉淀池对其进行混凝沉淀处理；生产废水采用相应的处理方法处理后回用于车辆冲洗、施工场区洒水降尘，不会对周边水环境造成太大的影响。

5.1.7.2 蓄水初期库区水质预测与评价

宝月水库淹没土地面积共 356.47 亩，其中林地 136.33 亩，草地 32.36 亩，水域及水利设施用地 36.0 亩，其他土地 2.09 亩，村庄 7.36 亩，工矿仓储用地 142.33 亩。根据《水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL 290-2009）的规定，蓄水前将对淹没区进行清库工作，建筑物全部予以拆除，对粪坑、垃圾等污染源进行卫生清理，林木进行砍伐并清理外运，故不存在大量植物在库内腐烂而导致水质恶化的可能。在水库蓄水初期，水库淹没部分陆域地表未清理完全的动植物残体、生活垃圾、人畜废弃物等，及土壤中可溶性营养物都将随水库淹没进入水体。因此，在水库蓄水初期，水库水质将受到一定程度的污染，水体中 BOD_5、COD、氮和磷等浓度增加，溶解氧降低。由于河流水体的流动，部分漂浮物将在坝前聚积。随着时间的推移，水库本身淹没后植物腐化分解，土壤中有机营养物质溶出亦达到平衡，从库底进入库区的营养物质逐渐减少。此外，宝月水库坝址上游水质均达到II~III类标准，水质良好，入库污染源较少，蓄水初期少量有机物的释放不会导致库区水质恶化。

根据以上分析可知，在水库蓄水初期，由于水体对原有陆域的淹没影响，加上蓄水期大坝下泄流量较小，水体在库区内的流动速度很小，容易造成污染物在库区内富集。因此，在水库蓄水初期，库区水质可能受到一定程度的污染，但在采取有效的库底清理措施后，库区水质受污染的程度能够较大的减少，且随着水库的运行，上述不利影响也将逐渐消失。

5.1.7.3 运营期库区整体水质预测与评价

库周没有工业污染源分布，上游河道两侧多为林地和零星的村户，有少量的生活污染源，入库水质以丰水期时较差。但由于排放量小，对水库水质不会造成太大影响。污染物伴随泥沙在库区沉降一部分，同时逐渐自净降解，因此坝前水质好于库尾。

（1）库区富营养化预测分析

水库建成以后，随着水流流态结构的变化（流速变缓，水深加大）、被淹没的植被和土壤逐渐释放出有机物和氮磷营养盐以及部分氮、磷污染物的流入，为富营养化发生发展提供有利的水流结构和营养条件，库区水体诱发富营养化的可能性加大。因此，拟建水库蓄水前必须严格依照《水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL 290-2009）的有关要求对库区盆底进行彻底清理；水库运行期必须

严格控制库区周围及其上游流域有机物和营养盐等污染源，防止库区富营养化的发生。

1）污染源分析

工程集雨范围主要为林地，有零星村民居住，根据工程分析，宝月水库集雨面积污染物产生以生活污染源为主，根据现状水质结果，宝月水库拟建坝址处总氮丰水期和枯水期浓度分别为 0.49mg/L、0.80mg/L，总磷分别为 0.06mg/L、0.05mg/L，水质状况良好，总氮、总磷年平均入库量分别为 11.81t、1.04t。

2）预测模式

本次水体富营养化预测采用狄龙模型进行总磷、总氮的预测。主要考虑氮、磷负荷、滞留系数、水力冲刷率、平均深度等因素与水库中氮、磷浓度的关系。其形式如下：

$$C=\frac{E(1-R)}{H\rho}$$

式中：

C——库水中磷（氮）的浓度，mg/L；

E——入库单位面积磷（氮）负荷量，g/(m^2 a)；

R——磷（氮）滞留系数；

H——水库平均水深，m；

ρ——水力冲刷系数，1/a；

入库单位面积磷（氮）负荷量 E 计算公式如下：

$$E=\frac{Q_{in}\times P_{in}}{A}$$

磷（氮）滞留系数 R 计算公式如下：

$$R=0.426e^{(-0.271Qi)}+0.574e^{(-0.00949Qi)}$$

其中 Q_i 公式如下：

$$Qi=Q/A$$

水力冲刷系数 ρ 计算公式如下：

$$\rho=Q/V$$

式中：Q_{in} 为入流流量，m^3；P_{in} 为输入水库的总磷、总氮浓度，mg/L；A 为水库表面积，m^2；Q_i 为水库单位面积水量负荷，m；Q 为多年

平均流入水量，m^3；V 为水库库容，m^3。

3）参数选择

模型参数情况见下表 5.1.7-1。

表 5.1.7-1　　水库富营养化模型参数选取情况表

参数	单位	总氮	总磷
E	g/(m^2 a）	43.61	3.83
R	/	0.30	
H	m	19.76	
ρ	1/a	3.42	
Q	万 m^3/年	1830.3	
A	万 m^2	27.07	
V	万 m^3	535	

4）预测结果

经预测，宝月水库建成后，总氮的浓度为 0.45mg/L，达到II类水质要求；总磷的浓度为 0.04mg/L，达到II类水质要求。根据水库营养状态判别标准（见表 5.1.7-2），宝月水库库区属于贫营养化状态。

表 5.1.7-2　　湖泊（水库）营养状态标准表单位：mg/L

营养状态	指数	总氮（以 N 计）	总磷（以 P 计）
贫	10	0.020	0.001
	20	0.050	0.004
中	30	0.10	0.010
	40	0.30	0.025
	50	0.50	0.050
富	60	1.0	0.10
	70	2.0	0.20
	80	6.0	0.60
	90	9.0	0.90
	100	16.0	1.3

（2）坝址下游水质影响分析

运行期间水库下泄水量至坝下河段优先满足生态流量，河道内的水量主要来自下放的水量和区间汇水量。

益岭水流域内，上游两岸主要为林地，分布有零星村民居住，下游污染源农业面源污染以及村民生活污水为主，并有一定的工业企业污染源，包含益岭村、灰寨村等行政村，坝址下游居民生活用水基本已有“村村通”解决，非取用益岭水作为饮用水。益岭村、灰寨村人口集中居住在坝址下游，少量分散在坝址上游，下游两岸按人口 7000 人计算，按照《广东省用水定额(DB44/T1461.3-2021)》I 区农

民用水定额取 0.15m^3/人 d，则益岭水流域内每年生活用水量约为 42.45 万 m^3，按生活污水产生量为用水量的 80%，生活污水产生量为 33.96 万 m^3，根据《揭阳市生态文明建设“十四五”规划》，2025 年农村生活污水治理率由现状的未有参考值提升至 60%（预期性），污染源将得到有效削减。

根据现状监测，益岭水各监测断面均能达到相应水质要求。益岭水无饮用水水源保护区等水环境敏感对象，宝月水库运行期虽造成坝下河段流量减少，但工程优先满足生态水量，当来水小于灌溉水量、生态水量、蒸发渗漏和除灌溉生态水量外的发电水量之和时，工程通过库容调节下泄包活生态流量的水量，使河道较天然状态下泄量增加，有效改善枯水期坝下河道水环境，不会对该河段水质造成太大的影响。

（3）管理人员生活污水影响分析

本工程运行定员合计 16 人，水库管理处设在水库大坝右肩，电站管理楼设在电站处。按照广东省地方标准《用水定额 第 3 部分：生活》（DB44/T 1461.3-2021），无食堂和浴室的办公楼用水定额为 38m^3/人 a，生活用水量为 1.67m^3/d，污水排放系数取 0.9，则污水量为 1.50m^3/d。生活污水拟采用化粪池、隔油池+一体化生活污水处理设备处理进行处理，在厂区内部处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)城市绿化水质标准，处理后的水流入自建的蓄水池，回用于场地洒水及绿化用水。因此，管理人员生活污水排放对周围水环境影响不大。

表 6.1-1　地表水环境影响评价自查表

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="4">自查项目</td></tr>
<tr><td rowspan="6">影响识别</td><td>影响类型</td><td colspan="4">水污染影响型 ☑；水文要素影响型 ☑</td></tr>
<tr><td>水环境保护目标</td><td colspan="4">饮用水水源保护区□；饮用水取水□；涉水的自然保护区 □；重要湿地 □；重点保护与珍稀水生生物的栖息地 □；
重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体 □；涉水的风景名胜区 □；其他 ☑</td></tr>
<tr><td rowspan="2">影响途径</td><td colspan="2">水污染影响型</td><td colspan="2">水文要素影响型</td></tr>
<tr><td colspan="2">直接排放 ☑；间接排放□；其他 □</td><td colspan="2">水温 ☑；径流 ☑；水域面积 ☑</td></tr>
<tr><td>影响因子</td><td colspan="2">持久性污染物 □；有毒有害污染物 □；非持久性污染物 □；
pH 值 □；热污染 □；富营养化 ☑；其他 □</td><td colspan="2">水温 ☑；水位（水深） ☑；流速 ☑；流量 ☑；
其他 ☑</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">评价等级</td><td colspan="2">水污染影响型</td><td colspan="2">水文要素影响型</td></tr>
<tr><td colspan="2">一级 □；二级 □；三级 A ☑；三级 B □</td><td colspan="2">一级 ☑；二级 ☐；三级 □</td></tr>
<tr><td rowspan="7">现状调查</td><td rowspan="2">区域污染源</td><td colspan="2">调查项目</td><td colspan="2">数据来源</td></tr>
<tr><td>已建 □；在建 □；拟建 □；
其他 ☑</td><td>拟替代的污染源□</td><td colspan="2">排污许可证 □；环评 □；环保验收 □；既有实测 □；
现场监测 □；入河排放口数据 □；其他☑</td></tr>
<tr><td rowspan="2">受影响水体水环境质量</td><td colspan="2">调查时期</td><td colspan="2">数据来源</td></tr>
<tr><td colspan="2">丰水期 ☑；平水期 ☑；枯水期 ☑；冰封期 □
春季 □；夏季 □；秋季 □；冬季 □</td><td colspan="2">生态环境保护主管部门 ☑；补充监测 ☑；其他 □</td></tr>
<tr><td>区域水资源开发利用状况</td><td colspan="4">未开发 □；开发量 40%以下 ☑；开发量 40%以上 □</td></tr>
<tr><td rowspan="2">水文情势调查</td><td colspan="2">调查时期</td><td colspan="2">数据来源</td></tr>
<tr><td colspan="2">丰水期 ☑；平水期 ☑；枯水期 ☑；冰封期 □
春季 □；夏季 □；秋季 □；冬季 □</td><td colspan="2">水行政主管部门 ☑；补充监测 ☑；其他 ☑</td></tr>
<tr><td>补充监测</td><td>监测时期</td><td colspan="2">监测因子</td><td>监测断面或点位</td></tr>
</table>

工作内容		自查项目		
		丰水期 ☑；平水期 ☐；枯水期 ☑；冰封期 □ 春季 □；夏季 □；秋季 □；冬季 □	（pH 值、SS、BOD5、CODcr、阴离子表面活性剂、氯化物、硫化物、全盐量、总铅、总镉、六价铬、总汞、总砷、粪大肠菌群、蛔虫卵数，以及溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、镉、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、叶绿素 a、透明度，共 32 项； 同时监测各监测点位流速、流量、水温、水深等水文资料）	监测断面或点位个数（7）个
现状评价	评价范围	河流：长度（14）km；湖库、河口及近岸海域：面积（）km^2		
	评价因子	（pH 值、SS、BOD5、CODcr、阴离子表面活性剂、氯化物、硫化物、全盐量、总铅、总镉、六价铬、总汞、总砷、粪大肠菌群、蛔虫卵数，以及溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、镉、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、叶绿素 a、透明度，共 32 项； 同时监测各监测点位流速、流量、水温、水深等水文资料）		
	评价标准	河流、湖库、河口：I类 □；II类 ☑；III类 □；IV类 ☐；V类 ☑ 近岸海域：第一类 □；第二类 □；第三类 □；第四类 □ 规划年评价标准（ ）		
	评价时期	丰水期 ☑；平水期 ☐；枯水期 ☑；冰封期 □ 春季□；夏季 ☐；秋季□；冬季 □		

工作内容		自查项目	
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况：达标 ☑；不达标 ☐ 水环境控制单元或断面水质达标状况：达标 ☑；不达标 □ 水环境保护目标质量状况：达标 ☑；不达标 ☐ 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况：达标 □；不达标 □ 底泥污染评价 ☑ 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 ☑ 水环境质量回顾评价 □ 流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况 □	达标区 ☑ 不达标区 ☐
影响预测	预测范围	河流：长度（14）km；湖库、河口及近岸海域：面积（）km^2	
	预测因子	（水温、总氮、总磷）	
	预测时期	丰水期 ☑；平水期 ☑；枯水期 ☑；冰封期 □ 春季 □；夏季 □；秋季 □；冬季 □ 设计水文条件 □	
	预测情景	建设期 ☑；生产运行期 ☑；服务期满后 □ 正常工况 ☑；非正常工况 □ 污染控制和减缓措施方案 □ 区（流）域环境质量改善目标要求情景 □	
	预测方法	数值解 □：解析解 ☐；其他 ☑ 导则推荐模式 □：其他 ☑	
影响评	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区（流）域水环境质量改善目标 □；替代削减源 □	

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="5">自查项目</td></tr>
<tr><td rowspan="6">价</td><td>水环境影响评价</td><td colspan="5">排放口混合区外满足水环境管理要求 □
水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 □
满足水环境保护目标水域水环境质量要求 ☑
水环境控制单元或断面水质达标 □
满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求 □
满足区（流）域水环境质量改善目标要求 □
水文要素影响型建设项目同时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 ☑
对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 □
满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 □</td></tr>
<tr><td rowspan="2">污染源排放量核算</td><td>污染物名称</td><td colspan="2">排放量/（t/a）</td><td colspan="2">排放浓度/（mg/L）</td></tr>
<tr><td>（ ）</td><td colspan="2">（ ）</td><td colspan="2">（ ）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">替代源排放情况</td><td>污染源名称</td><td>排污许可证编号</td><td>污染物名称</td><td>排放量/（t/a）</td><td>排放浓度/（mg/L）</td></tr>
<tr><td>（ ）</td><td>（ ）</td><td>（ ）</td><td>（ ）</td><td>（ ）</td></tr>
<tr><td>生态流量确定</td><td colspan="5">生态流量：一般水期（0.116）m^3/s；鱼类繁殖期（ ）m^3/s；其他（ ）m^3/s
生态水位：一般水期（ ）m；鱼类繁殖期（ ）m；其他（ ）m</td></tr>
<tr><td rowspan="4">防治措施</td><td>环保措施</td><td colspan="5">污水处理设施 ☑；水文减缓设施 □；生态流量保障设施 ☑；区域削减 □；
依托其他工程措施 □；其他 □</td></tr>
<tr><td rowspan="3">监测计划</td><td></td><td colspan="2">环境质量</td><td colspan="2">污染源</td></tr>
<tr><td>监测方式</td><td colspan="2">手动 ☑；自动 ☑；无监测 □</td><td colspan="2">手动 □；自动 □；无监测 □</td></tr>
<tr><td>监测点位</td><td colspan="2">（库中、库尾、坝下 500m 处手动监测水质，生态补水阀后自动监测生态流量）</td><td colspan="2">（ ）</td></tr>
<tr><td></td><td>监测因子</td><td colspan="2">（pH、BOD5、DO、高锰酸盐指数、氨氮、总氮、总磷、悬浮物、粪大肠菌群、石油类、叶绿素 a 和透明度，流量）</td><td colspan="2">（ ）</td></tr>
</table>

工作内容		自查项目
	污染物排放清单	□
评价结论		可以接受 ☑；不可以接受 □
注：“□”为勾选项，可√；“（　　）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。		

5.2地下水环境影响预测与评价

5.2.1 施工期地下水影响分析

根据地质报告，坝址区地下水主要为基岩裂隙水和孔隙性潜水，二者相互联系，并与地表水联系密切。当河水位低于两岸地下水位时，两岸地下水向河水排泄；当河水位高于地下水位时，地下水受河水补给。库区大部分分水岭较雄厚，库盆表层多为坡积层和全风化带弱透水层，可以起到天然防渗铺盖的作用。库区基底由弱风化的中粗粒花岗岩组成，为非可溶性岩石，可视为相对隔水层。库区未发现通向库外的较大断裂，目前发现的断层规模小，胶结好，库水沿断层向邻谷严重渗漏的可能性不大。南库岸的采石场开采后，基岩直接裸露，存在小断层及较多张裂隙，需结合库岸防护进行防渗处理。

工程施工期间将产生一定的生活污水及施工废水，生活污水主要污染物为CODcr、BOD_5、SS、NH_3-N 和动植物油；施工废水中含有少量的石油类和悬浮物，不含重金属污染物。施工期生活污水及生产废水产生量不大，经收集、处理后回用，污废水的停留时间短。施工期对污、废水集中收集并对处理设施做好防渗处理，不会对地下水产生影响。

5.2.2 蓄水初期地下水影响分析

蓄水初期库区及周边地区地下水补、径、排条件不会发生明显改变，由于水库蓄水影响，近岸地段地下水位有一定抬升，部分低洼地区可能出现浸没现象，随着时间的延长，地下水位将有一定的回落，回落速度由快变缓直至水位稳定。

根据现场查勘及资料收集成果，工程所在区域无集中式地下水饮用水保护区，现状居民饮用水多为地表水。根据工程地质勘察报告，除坝址外，分水岭大部分较雄厚，不存在低于正常蓄水位高程 81.744m 的低矮坳口，两岸坝肩地下水位高于河流地表水位，地下水位向两岸逐渐抬升，不存在永久渗漏和岩溶渗漏问题，不会引起周边地区地下水水位变化。

5.2.3 运行期地下水影响分析

5.2.3.1 对地下水水质的影响分析

污染物对地下水的影响主要是由于降雨或废水排放等通过垂直渗透进入包气带，进入包气带的污染物在物理、化学和生物作用下经吸附、转化、迁移和分解

后输入地下水。因此，包气带是联接地面污染物与地下含水层的主要通道和过渡带，既是污染物媒介体，又是污染物的净化场所和防护层。

工程为非污染生态类项目，工程运行时除了少量管理处工作人员的日常生活污水外基本不产生污染物，由于运行期管理处工作人员废水量很小，且污染物浓度较低，采取相应的处理措施后回用，基本不会对地下水水质造成影响。

5.2.3.2 对地下水位变化预测分析

根据工程地质勘察报告，工程所在区域地下水主要为基岩裂隙水和孔隙性潜水，二者相互联系，并与地表水联系密切。当河水位低于两岸地下水位时，两岸地下水向河水排泄；当河水位高于地下水位时，地下水受河水补给。地下水径流与地形的变化规律一致，由高向低运动。孔隙性潜水主要赋存于山体的全风化带及坡积层内，地下水位埋藏较深，孔隙性潜水主要受大气降雨补给，雨季全风化带及坡积层内含水量大，水位随季节变化不大，在凹沟、坡脚内常见孔隙水渗出。基岩裂隙水，赋存于基岩裂隙、断层破碎带中，呈脉状、带状分布，主要来自大气降水及孔隙性潜水的补给，排泄于临近沟谷，含水性和透水性受构造发育程度控制，一般随深度增加而减弱。

根据工程地质勘察报告，除坝址外，分水岭大部分较雄厚，不存在低于正常蓄水位高程 81.744m 的低矮坳口。库盆表层多为坡积层和全风化带弱透水层，库区基底由弱风化的中粗粒花岗岩组成，为非可溶性岩石，可视为相对隔水层。库区未发现通向库外的较大断裂，目前发现的断层规模小，胶结较好，库水沿断层渗漏的可能性不大。

其中坝址左岸垭口 1，高程 85m，略高于正常蓄水位，正常蓄水位高程 81.744m 对应的分水岭山脊厚度约为 120m。根据左坝肩钻孔 ZKX14，地下水埋深 37.1m，地下水位高程约 68.0m，明显低于正常蓄水位，须进行防渗处理。坝址右岸垭口 2，高程 107.8m，正常蓄水位对应山脊厚度 90m，地下水位 78.06m，略低于正常蓄水位，存在渗漏问题。建议对垭口 2 作必要防渗措施，并进行渗流监测。坝址右岸垭口 3，高程 110m，正常蓄水位对应山脊厚 140m，地下水位高程 86.16m，高于正常蓄水位，不会产生库岸渗漏。

工程主体设计已对存在渗漏的部位坝址左岸垭口 1 和坝址右岸垭口 2 进行了防渗处理，水库蓄水后不会有大的渗漏水量，不会造成周边地下水位的大幅上升。同时，工程需防渗处理的部位面积不大，防渗处理不会对地下水流造成明显的隔

断，工程建设不会引起区域地下水流场或地下水水位变化。

进行防渗处理后，则不存在渗漏问题，不会导致地下水位的大幅度提高而产生土地浸没，引起沼泽化等问题。

5.3大气环境影响预测与评价

5.3.1 施工期大气环境影响分析

工程砂石料外购，混凝土使用商品砼，不设砂石加工系统和混凝土拌合系统。施工期大气环境污染物主要来源于施工开挖填筑，施工爆破、物料堆存、运输及装卸产生的扬尘，机动车辆和施工机械排放的尾气等，主要污染物有粉尘、SO_2、NOx 等。

5.3.1.1 施工扬尘影响分析

（1）主要来源

施工期对大气环境最主要的影响因素是扬尘。水库枢纽工程、灌溉引水管线沿线等开挖面，料场和弃渣场等施工作业面均会产生扬尘；建筑物料道路运输、装卸或储存方式不当，也可能造成扬尘。

（2）扬尘影响分析

扬尘产生量与天气干燥程度及风力、施工条件、工法及管理水平，以及采取的抑尘措施等诸多因素有关，如：挖土机等施工机械在工作时的起尘量决定于挖坑深度、挖土机抓斗与地面的相对高度、风速、土壤的颗粒度、土壤含水量、渣土分散度等条件，而对于渣土堆场而言，起尘量还与堆放方式、起动风速及堆场有无防护措施等密切相关。施工期间产生的扬尘污染受风力因素的影响最大，在一般气象条件下，当风速<1.5m/s 时，施工场地的 TSP 浓度可达 1.5~3.0mg/m^3，对 100m 范围内的大气环境影响较大，在做好施工期扬尘的防护措施下施工，下风向 50m 处的 TSP 浓度会小于 0.3mg/m^3。当风速为 2~3m/s 时，建筑工地下风向 TSP 浓度为上风向对照点的 2.0～2.5 倍，建筑施工扬尘的影响范围在其下风向可达 150m，该范围内的 TSP 浓度平均值可达 0.49mg/m^3。当风速大于 5m/s 时，施工现场及其下风向部分区域的 TSP 浓度可能会超过《环境空气质量标准》的二级标准，且随着风速的增加，施工扬尘产生的污染程度和超标范围也将随之增强和扩大。

根据剑潭水利枢纽施工扬尘的监测资料，在平均风速 2.5m/s 时，距离道路下

风向 30m、50m、80m、120m 的 TSP 日均浓度增值分别为 450μg/m^3、330μg/m^3 和 200μg/m^3、180μg/m^3。类比同类工程，在不采取措施抑尘时，将对施工区附近 200m 范围内的居民点产生影响。施工场地周边地区 TSP 浓度值在 80m 范围内呈明显下降趋势，80m 范围以外，TSP 浓度变化基本稳定，采取洒水降尘后，40m 处的 TSP 日均浓度检测值为 0.27mg/m^3，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。项目工程所在地多年平均风速为 1.9m/s，夏季多吹偏东风，冬季多吹偏北风。工程施工扬尘的影响范围在施工作业面下风向约 150m。根据现场查勘，由于大坝下游附近的益岭村部分村庄已作搬迁安置，大坝、渣料场等主要施工作业面周围 200m 范围没有集中的村庄居民点，因此施工作业面产生的扬尘主要对现场施工人员有一定的影响，对周边村庄影响不大，且施工期间可以通过采取洒水降尘（非雨天洒水降尘 3~5 次），避免大风天气进行土石方开挖等措施降低施工扬尘对工程建设对环境空气的影响。

5.3.1.2 施工爆破及燃油废气

本工程大坝及溢洪道等开挖爆破、施工机械运行过程中将产生 CO、NO_x、SO_2 等废气，污染源排放具有流动性、间歇性特点，但日排放量不大。本工程区城区范围较大，施工机械布置也较为分散，且是根据施工进度分时段分区域施工，燃油废气排放范围小、程度轻，加上施工区域周边大气扩散条件较好，总体上燃油废气对环境空气的影响仅限于施工现场及邻近区域。使用符合环保标准的机械设备，并加强对施工机械及车辆的维护保养，使之处于良好的工作状态，燃油废气对工程区环境空气质量总体影响不大。

5.3.1.3 交通运输产生的扬尘

交通扬尘主要来源于施工车辆行驶。一般情况下，车辆行驶产生的扬尘，在同样路面清洁程度条件下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面越脏扬尘量越大。水库枢纽工程区施工对外运输量大，场内交通道路多为碎石路面，在重型施工车辆机械反复碾压下，易发生扬尘。根据资料，施工过程中车辆行驶产生的扬尘约占施工总扬尘量的 60%以上，一辆载重 25t 的汽车，在时速小于 60km 的情况下，不考虑洒水降尘等措施的情况下，粉尘排放量约为 0.625kg/辆·km，场内施工道路总长约 9.4km，估算施工道路扬尘排放强度约为 205.63kg/h。本工程施工期车流量不大，运输车辆尾气排放源强较小，不会对周围环境造成不利影响。

根据现场查勘，由于大坝下游附近的益岭村部分村庄已作搬迁安置，大坝、

渣料场等主要施工作业面周围 200m 范围没有集中的村庄居民点，施工场内的施工道路交通运输产生的扬尘对周围环境影响不大，施工交通运输产生的扬尘影响主要为施工期间大南山镇～宝月水库坝址的乡村公路(友谊路)一侧居民点的扬尘影响，可通过限制车速、路面洒水等临时措施减轻扬尘不利影响。

总体来说，工程区环境空气本底状况良好，水库枢纽区污染源相对集中，对附近居民点影响稍大，水陂工程区较分散、工程规模也小，影响相对较小。在采取有关降尘抑尘措施后，施工扬尘粉尘污染对周围环境影响较小。

5.3.1.4 食堂油烟

施工期食堂厨房设约 8 个炉头，油烟废气产生量为 16000m^3/h（2880 万标立方米/年），油烟的浓度约为 12mg/m^3，油烟产生量为 0.224kg/h(即 0.4032t/a)。施工期油烟采用油烟净化器净化后经油烟管道高空排放，油烟净化设备最低去除率 85%，处理后油烟浓度 1.8mg/m^3，排放浓度可控制在《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）规定的最高允许排放浓度（2.0mg/m^3）内，对周围环境影响较小。

5.3.2 运行期大气环境影响分析

工程拟设 1 个生活管理区，设在水库大坝右肩，工程定编人员 10 人。水库在运行期间基本不产生废气，少量的废气主要来源为食堂油烟和电站管理房的备用柴油发电机尾气。

管理区食堂有基准灶头 2 个，使用液化石油天然气作燃料。食堂的主要污染是烹炒过程产生的油烟。本环评提出新建风量约 4000m^3/h、除油效率≥60%、处理后油烟排放浓度小于 2.0mg/m^3 的油烟净化设备。烟产生量按单个炉头 2000m^3/h 计算，每天开炉约 2 小时，油烟废气量为 4000m^3/h，除油效率 80%计算，初步估算处理后油烟的浓度约为 1.0mg/m^3，油烟排放量为 0.004kg/h（即 0.029t/a）。厨房油烟经处理满足《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2004）后，对环境空气影响很小。

本工程在电站管理房设置 1 台 75kw 设柴油发电机作备用电源，全年运作时间按 6 小时计，发电机耗油率取 0.228kg/h kW，则本工程 75kW 柴油发电机每台发电机全年耗油量为 0.103t/a。根据《大气污染工程师手册》有关参数计算，发电机每燃烧 1kg 的柴油产生的烟气量约 20m^3，本工程 75kW 柴油发电机每台发电机产生的烟气量为 0.206×$10^4$$m^3$/a。经计算，本工程备用发电机废气产生量为 0.206 万

m^3/a，SO_2 排放总量为 0.0021kg/a，NO_X 排放总量为 0.171kg/a，烟尘的排放总量为 0.026kg/a。本工程备用柴油发电机尾气拟由排气管引至所在管理楼顶排放，排放高度约 5m，备用发电机尾气污染物排放浓度可达到广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）（第二时段）二级标准，对周围空气质量不会造成明显不良影响。

5.4声环境影响预测与评价

本工程噪声影响主要集中在施工期，运行期基本不会产生噪声影响。故本报告主要对施工期噪声影响进行预测评价。施工期的环境噪声源主要来自大坝枢纽区施工机械作业、车辆运输、施工爆破等。

5.4.1 施工期噪声影响预测

5.4.1.1 水库枢纽施工区

（1）固定点声源影响预测

1）预测模式

施工期各种机械设备可视为噪声点声源。根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)，采用点声源的几何发散衰减公式计算不同范围内的噪声强度，预测噪声值。

机械噪声源迭加采用下式计算：

式中：L_n－施工区总噪声强度；

L_i－各产生噪声的施工机械噪声强度。

固定源噪声计算采用无指向性点源户外声传播衰减模式，见下式：

式中：L(r)－距声源 r 处的声压级；

$L(r_0)$－距声源 r_0 处的声压级。

2）预测结果

在噪声预测过程中，不考虑噪声在传播过程中的几何发散、遮挡、空气吸收和地面效应作用下产生的衰减量，枢纽工程施工区主要施工机械噪声源贡献值预测结果见表 5.4-1。由于施工场地多台机械设备同时运行，将产生噪声叠加影响，一般将增加 3~8dB(A)，最大不超过 10dB(A)。由于不同施工阶段使用的机械不同，

且各施工机械之间的位置难以确定，因此无法对各机械设备产生的噪声值进行准确叠加。水库枢纽工程施工区主要固定点源噪声源衰减预测见表 5.4-2。

表 5.4-1 水库枢纽工程施工区主要施工机械噪声衰减预测值

机械名称	源强值	预测值							
	1m	5m	10m	20m	40m	80m	100m	150m	200m
挖掘机	85	71	65	59	53	47	45	41	39
自卸汽车	85	71	65	59	53	47	45	41	39
推土机	85	71	65	59	53	47	45	41	39
手风钻	97	83	77	71	65	59	57	53	51
潜孔钻	88	74	68	62	56	50	48	44	42
振动碾	90	76	70	64	58	52	50	46	44
混凝土泵	95	81	75	69	63	57	55	51	49
插入式振捣器	93	79	73	67	61	55	53	49	47

表 5.4-2 水库枢纽工程施工区主要固定点源噪声源衰减预测表

声源	源强 dB(A)	与声源不同距离的噪声值 dB(A)						达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》的距离(m)		达到《声环境质量标准》 2 类标准的距离(m)	
		10m	20m	50m	100m	200m	400m	昼间	夜间	昼间	夜间
水库枢纽工程施工	96	76	70	62	56	50	44	20	112	63	200
施工工厂	90	70	64	56	50	44	38	10	56	32	100
渣料场	88	68	62	54	48	42	36	8	45	25	79

根据表 5.4-2 可知：

枢纽工程施工在距声源 20m 和 112m 处，分别达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的昼间 70dB（A）和夜间 55dB（A）的标准；在距离声源 63m 和 200m，分别达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准昼间和夜间限值。

施工工厂在距声源 10m 和 56m 处，分别达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的昼间 70dB（A）和夜间 55dB（A）的标准；在距离声源 32m 和 100m，分别达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准昼间和夜间限值。

渣料场在距声源 8m 和 45m 处，分别达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的昼间 70dB（A）和夜间 55dB（A）的标准；在距离声源

25m 和 79m，分别达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准昼间和夜间限值。

3）声环境敏感点影响分析

根据现场调查，水库枢纽工程区声环境敏感目标主要为大坝施工区附近的益岭村部分居民点，除此之外无其他敏感点。其中受固定点源噪声影响的有大坝施工营造区和临时堆土场附近的益岭村（溪白线旁）居民点，预测结果见表 5.4-3。

表 5.4-3 大坝施工区施工点源噪声对敏感点影响计算结果表

敏感点	主要噪声源	距离（m）	源强 dB(A)	贡献值 dB(A)	背景值 dB(A)		叠加预测值 dB(A)		声环境质量标准 4a 类 dB(A)	
					昼	夜	昼	夜	昼	夜
益岭村（溪白线旁）	施工工厂	50	90	56	65.1	54.4	65.5	58.3	70	55
益岭村（溪白线旁）	渣料场	100	88	48	65.1	54.4	65.5	55.3	70	55

根据预测结果，大坝施工营造区附近的益岭村部分居民点昼间满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准，夜间超标，超范围约 0.3-3.3dB(A)，施工期间应对采取降噪措施，并禁止夜间施工，可降低施工对居民点的噪声影响。

（2）线声源影响预测

1）预测模式

工程施工车辆以大型载重汽车为主，车型较为单一，主要为承担工程物资、土石方、砂石料及混凝土运输任务的自卸汽车。

根据《水利水电工程环境影响评价》（朱党生，中国环境科学出版社），水利工程施工道路交通噪声预测选择的预测模式如下：

$$L_{eq}=L_{Amax}+10\lg(N/V)+10\lg(7.5/r)+\triangle S-13$$

式中：Leq－距噪声源 r 处的等效声级，dB(A)；

L_{Amax}－距车辆行驶路面中心 7.5m 处的源强，dB(A)，本工程以中型载重汽车为主，选取 L_{Amax} 为 88 dB(A)；

N－车流量(辆/h)，本次选择 N 为 5 辆/h；

r－预测点距机动车行驶中心的距离（m）；

V－机动车行驶速度（km/h），本次选择 V 为 30 km/h；

△S－噪声传播途中声屏障的减噪量，本次取△S 为 0dB(A)。

2）预测结果

根据上述预测模式计算，施工道路交通噪声预测结果见表 5.4-4，施工交通噪声达标距离计算见表 5.4-5。

表 5.4-4　施工道路交通噪声预测值　　单位： dB(A)

距机动车行驶中心的距离/m	10m	20m	30m	50m	70m	80m	90m	100m	150m	200m	300m
噪声值 dB(A)	66.0	63.0	61.2	59.0	57.5	56.9	56.4	56.0	54.2	53.0	51.2

表 5.4-5 施工交通运输噪声达标距离

时段	达标距离（与声源距离/m）			
	4a 类	3 类	2 类	1 类
昼间	4	15	40	130
夜间	40	130	400	1250

3）敏感点影响分析

经预测分析，新建施工道路交通运输造成的流动声源在 40m 范围外，声环境基本满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类昼间标准 60dB 标准限值。大南山镇～水库坝址为乡村公路(友谊路)需作为施工临时道路使用，临时施工道路一侧临近益岭村、益岭学校、灰寨村等敏感点，最近处约 10-15m。昼间施工车辆运输过程中产生的交通噪声将超过《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准，临近道路一侧的居民点昼间超标量约 1.2~6.3dB（A），夜间超标量在 10.2-11.1dB（A），施工期间应采取一定的降噪措施减轻临时施工道路交通运输对其带来的影响，如采取避免在居民区附近禁喇叭和限制车带等措施，以减少交通噪声对周围环境的影响。施工临时道路沿线敏感点交通噪声预测结果见表 5.4-6。

表 5.4-6 施工道路交通噪声对敏感点影响计算结果表

敏感点	距离（m）	源强 dB(A)	贡献值 dB(A)	背景值 dB(A)		叠加预测值 dB(A)		声环境质量标准 2 类 dB(A)		超标程度 dB(A)	
				昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
益岭村	10	80	60	65.1	54.4	66.3	61.1	60	50	6.3	11.1
益岭学校	100	80	40	55.4	45.7	55.5	46.7	60	50	-4.5	-3.3
灰寨村	10	80	60	55.1	45.8	61.2	60.2	60	50	1.2	10.2

（3）爆破噪声影响分析

施工爆破噪声主要产生于大坝开挖、溢洪道、引水（导流）隧洞施工等施工作业面，噪声源强较大，根据《水工设计手册 第 3 卷 征地移民、环境保护与水

土保持》中三峡施工区爆破噪声的监测资料，爆破噪声峰值高，但由于障碍物反射和折射、地面和空气吸收，噪声值随距离的增加衰减很快；同时爆破噪声具有方向性，正面爆破噪声大于侧面；在单孔炸药量 140~190kg，总装药量 11900kg~41400kg 的条件下，爆破正前方 500~600m 的爆破噪声为 120~130dB(A)，侧向 140~200m 的爆破噪声为 108dB~116dB(A)。施工爆破噪声为瞬间点声源，爆破过后影响很快会消失。本工程爆破点有主要集中在枢纽区坝肩石方开挖，噪声经山体阻隔后，实际传导到外部的噪声值较小。

本工程无石料场开采，不会产生石料场爆破噪声。根据调查，距离下库坝址施工区最近的声敏感点为益岭村部分居民点，最近距离约 400m。因爆破为瞬时点生源，对区域声环境的影响时间短暂，只要施工过程中加强管理，禁止使用大爆破，减少药量、控制爆破方向等方面进行控制，在合理安排好爆破时间后，加上还有山体和植被的吸声作用明显，爆破施工对周围声环境影响有限。

5.4.1.2 灌区引水工程区

灌区引水工程埋管长约 4.3km，由于线路较短，沿线未设施工工区，施工工区利用大坝附近的施工区。沿线施工通过埋管的形式沿着益岭村、C653(溪白线)交通道路到达枧头寮村交水点，管线工程是沿引水线路不断推进的，在一个地区的施工持续时间不长，其对周围环境的影响可按点声源考虑。从最不利环境影响考虑，按噪声源集中在一起的情况计算，噪声随距离衰减的预测情况见表 5.4-7。

表 5.4-7 管线施工固定噪声源衰减预测值 单位：dB（A）

机械名称	源强值	预测值								
	1m	5m	10m	20m	40m	80m	100m	150m	200m	250m
挖掘机	85	71	65	59	53	47	45	41	39	37
手风钻	97	83	77	71	65	59	57	53	51	49
潜孔钻	88	74	68	62	56	50	48	44	42	40
振动碾	90	76	70	64	58	52	50	46	44	42
总声压级	98	84	78	72	66	60	58	55	52	50
2 类声功能区达标距离		昼间 80m；夜间 250m								

管线施工沿线区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。通过对管线施工噪声叠加值进行衰减预测，管线施工区满足 2 类昼间标准 60dB（A）的达标距离为 80m；满足夜间标准 50dB（A）的达标距离为 250m。

经预测计算，由于居民点距离管线施工作业面近，管线施工产生的施工噪声与背景值叠加后，昼间施工将导致沿线部分居民点的声环境质量无法满足 2 类声

环境功能区要求，超标幅度在 0.5~15.0dB(A)；夜间超标幅度更大，在 8.2~24.5dB(A)详见表 5.4-8。如夜间施工，超标幅度和受影响人群将更多。因此施工期间应禁止夜间施工，施工机械停止运作，施工噪声将消失，工程区周边的环境噪声质量恢复至自然背景值。本工程灌区引水路线较短，各个敏感点附近的施工期较短，在采取彩钢夹芯板或安装移动声屏障等环保措施后，昼间施工噪声对周边的环境影响可以得到一定的控制，施工期的噪声影响是短暂的、间歇性的，随着施工期的结束，噪声也随之消失，周围声环境即可恢复至现状水平。

表 5.4-8　管线施工对敏感点影响计算结果表　　单位：dB（A）

编号	环境敏感点	与本工程位置关系	所属区域	保护要求	最近距离（m）	源强（声源 1m 处）	贡献值	背景值		预测值		标准值		超标程度 dB(A)	
							昼间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	益岭村	灌区引水管线一侧	普宁市大南山街道	声 2 类	15	98	74.5	65.1	54.4	75.0	74.5	60.0	50.0	15.0	24.5
2	益岭小学	灌区引水管线一侧	普宁市大南山街道	声 2 类	100	98	58.0	55.4	45.7	59.9	58.2	60.0	50.0	-0.1	8.2
3	枧头寮村小学	灌区引水管线一侧	普宁市大南山街道	声 2 类	70	98	61.1	55.4	45.7	62.1	61.2	60.0	50.0	2.1	11.2
4	德才小学	灌区引水管线一侧	普宁市大南山街道	声 2 类	90	98	58.9	55.4	45.7	60.5	59.1	60.0	50.0	0.5	9.1
5	灰寨村	灌区引水管线一侧	普宁市大南山街道	声 2 类	20	98	72.0	55.1	45.8	72.1	72.0	60.0	50.0	12.1	22.0

综上分析，工程对于施工地点附近的声环境将产生一定的不利影响，必须采取适当的措施加以防护，减少施工过程中产生的声环境污染对周边村庄及居民的影响，同时要求施工车辆在经过声环境敏感点时，限速行驶，并禁止鸣笛。

此外，由于施工区作业点的施工人员是噪声污染的主要受体，因近距离作业，噪声将直接危害施工人员健康，应采取有效的劳动保护措施。随着施工的结束，施工带来的不利影响也随着结束。

5.4.2 运行期噪声影响预测

工程属非污染生态影响项目，水库建成运营后无高噪声污染源，对周边环境影响不大。

5.5固体废物影响预测与评价

5.5.1 施工期固体废物影响分析

施工期固体废弃物主要包括工程弃渣、建筑垃圾、施工人员生活垃圾及少量的机械修理废油等危险废物。

（1）施工弃渣

本工程弃渣约 56.11 万 m^3，均运至弃渣场堆填。根据库区的地形条件，选定弃渣场位于坝址上游约 2km 现状废弃采石坑作为弃渣场，占地面积为 3.37hm^2。

为了避免堆渣过程中造成水土流失，工程弃渣处置要严格落实好水土流失防治措施，将水土流失控制在最小范围内，可对周围环境的影响降至最低。此外，弃渣在倾倒和运输过程中会产生二次扬尘，对大气环境有一定的影响；运输汽车出入工地时易将浮土由车轮带入道路，影响环境卫生；施工中不规范堆放的弃土、弃渣在雨水冲刷下也会对周围的环境造成影响。

（2）建筑垃圾

本工程建筑垃圾主要来自施工人员所住工棚和附属企业、建筑的拆除等，随着施工结束，大量的建筑垃圾（包括废弃的石块、木料、废铁、废钢筋等）及各种杂物堆放在施工区，形成杂乱的施工迹地，若不采取施工迹地恢复或改造措施，将会影响施工区的视觉景观和环境卫生。

（3）生活垃圾

生活垃圾主要来源于施工人员日常生活所丢弃的纸屑、废弃物等。工程施工期间，产生生活垃圾约 669.6t。生活垃圾含有有机质和多种病原体，若未及时收集处理或处理不当，垃圾中较轻物质的微粒会被风扬起四处飘散，污染大气、水体、土地等；垃圾中的有机部分会就地腐烂，散出臭气，污染环境，同时招来苍蝇、蚊虫、鼠害等传播疾病。生活垃圾应分类收集，定点堆放，由当地环卫部门清理后，运至指定垃圾填埋场填埋。

（4）危险废物

项目建设过程中可能产生的危险废物主要包括机械修理废油以及相应废油的包装材料及其他废弃物，应该按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）有关要求进行处置，并委托有危险废物经营许可证的单位接收和处置。

采取上述措施后，施工期固体废物对工程区域环境影响不大。

5.5.2 运行期固体废物影响分析

运行期固体废物主要为水库管理区的生活垃圾及机组检修过程中所产生的少量含油抹布废物。其中，水库管理人员 10 人，产生的生活垃圾量约为 0.1t/d，管理区产生生活垃圾集中收集后由工作人员清运至垃圾收集点进行集中处置。

在电站机组检修过程中会产生少量的含油抹布，属于危险废物，应按照危险废物管理的相关规定进行贮存、处置管理。

5.6生态环境影响预测与评价

5.6.1 施工期生态环境影响预测与评价

5.6.1.1 陆生生态影响分析

（1）对陆生植被影响

1）工程占地的影响

工程占地不可避免的会破坏占地区植物及植被。本工程总占地面积为54.74hm^2，其中永久占地 35.16hm^2，临时占地 19.58hm^2。工程永久占地地类主要为林地、工矿仓储用地、水域及水利设施用地等，临时占地地类主要为林地及其他土地。工程占地不涉及基本农田。

根据工程布置结合现场调查，输水线路区占地区植被以林地为主。

工程占地会造成植被破坏、生物量损失。经估算，工程建设造成区域生物量损失 2650.04t，其中永久占地生物量损失 1301.12t，临时占地生物量损失 1348.92t。

表 5.6.1-1 工程占地植被生物量损失汇总表

类型	面积(hm^2)	生物量损失(t)	净生产量损失(t/a)
永久占地	13.61	1301.12	159.46
临时占地	14.11	1348.92	165.32
合计	27.72	2650.04	324.78

①永久占地的影响

工程永久占地会使占地区土地利用类型发生改变，植物个体损失，植被生物量减少。根据工程布置，工程永久占地区植被类型以常绿针叶林和暖性常绿针阔叶混交林为主。根据现场调查，常见植被群系有马尾松林、马尾松+木荷混交林、木荷林等。常见的植物有鹅掌柴、山乌桕、盐麸木、桃金娘等。受永久占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，因此，永久占地对评价区内植物及植被影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少。

施工结束后，林地补偿等植被恢复措施会在一定程度上缓解其影响。因此，永久占地对占地区植物种类、植被类型及生物量的影响较小。

②临时占地的影响

根据工程布置，工程临时占地区主要有施工工区、土石料场、弃渣场。根据现场调查，临时占地区常见植被群系与永久占地类似，占地范围内未发现重点保护野生植物及古树名木等分布，因此，施工占地对评价范围内植物及群系的影响较小，仅为植物个体损失、植被生物量减少，且随着施工结束，对临时占地区土地平整、复耕、植被恢复等，可使临时占地区植物及植被在适宜条件下可迅速得到恢复，因此，工程临时占地对植物及植被的影响较小。

（2）对陆生动物的影响

工程对野生动物的影响主要包括工程占地占用野生动物生境，以及施工产生的噪声、施工活动、人为干扰等。

1）对两栖类的影响

两栖类动物主要分布于评价区沿线的河流、山溪、水塘等水域附近。工程永久和临时占地涉及水域附近区域时，会占用两栖类动物的生境，使其栖息地和繁殖地面积缩小，迫使其转移至其他区域。由于工程占地面积相对较小，影响范围有限。评价区及周围存在大量同类型的生境，工程施工期间，这些两栖类动物可迁移至周边相似生境生活，施工对两栖类动物的影响较小。

2）对爬行类动物的影响

评价区爬行类动物生活于灌丛石隙下及水域附近，工程施工期间对其影响主要有：施工占地破坏其生境，人类活动对其的干扰等，同时施工噪声、震动、扬尘对其也有一定影响。

工程永久及临时占地将占用这些爬行类动物的生境，将其驱赶到远离工程区域的其他生境中生活。由于工程影响区域附近相似生境较多，爬行类可以顺利迁

移，且施工结束后临时占地区植被恢复，其可重新回到原来的栖息地生活。

总体而言，工程施工会使爬行类转移到施工区域以外的相似生境中，将一定程度改变爬行类在施工区及其范围外的分布格局，但是不会导致爬行类动物物种消失。

3）对鸟类的影响

鸟类善于飞翔，行动灵敏、迁移能力强，其生活类型及生活环境也多种多样。工程实施期间对鸟类的影响主要有：施工噪声、震动对其的驱赶，扬尘、人类活动对其的干扰，工程占地对生境破坏等。

评价区主要为林地，分布的鸟类以生活于林灌丛的鸣禽为主，他们在评价区评价范围内广泛分布。工程占用的鸟类生境相对较少。再加上区域内相似生境较多，鸟类活动能力较强，工程施工期间很容易找到替代生境。且施工结束后，临时占地区植被会及时回复，因此总体上工程占地对其栖息地破坏影响不大。鸟类的感官非常灵敏，对噪声和震动反应较为敏感，工程实施期间施工机械、运输车辆、土石方开挖、钻爆施工等产生的噪声将对附近栖息的鸟类产生较大干扰，使鸟类远离施工区域。由于评价区内鸟类适宜生境较多，且噪声影响是暂时的，随着施工的结束而消失，在做好科学合理的施工进度安排，采取适当的保护措施的前提下，噪声对鸟类的影响基本可控。

4）对哺乳类的影响

本工程施工对哺乳类动物的影响主要是由工程占地占用其生境，施工噪声、震动及人为活动等引起。工程占用评价区哺乳类动物的生境，而迫使其向周围地区迁移，施工人为活动增多、施工噪声增加等影响，使得评价区哺乳类生活环境面积有所缩减，哺乳类会迁移到附近相似的生境栖息。但是由于施工范围小，工程施工时间有限，这种影响不会长时间持续。随着工程的结束和当地植被的恢复，它们仍可回到原来的领地生活。施工对哺乳类影响较小。

（3）对重点保护野生动植物的影响

1）对重点保护野生植物的影响

根据结合现场调查情况，施工占地区域内未发现重点保护野生植物。工程占地范围外调查记录到 3 处 3 株国家重点保护野生植物金毛狗，距离较远，工程对其影响较小。

2）对重点保护野生动物的影响

根据现场调查和分析，评价区附近重点保护动物主要为鸟类，飞翔能力较强，活动范围广，在工程实施期间可以转移到工程附近的相似生境生活，本工程在工程实施期间对其影响相对较小。

5.6.1.2 水生生态影响分析

（1）对库区水生态环境的影响

施工期间，库区周边的施工活动较多，施工生产生活废水在保证达标处理后回用的情况下不会对库区内水环境造成大的影响；库周裸露的施工场地在遇暴雨时会发生水土流失，地表径流携带泥沙进入库区使得库内水体变浑浊，影响水生生态环境；此外跨河施工围堰填筑及拆除施工时将扰动水体使得库区水体浑浊，悬浮物增加。水体中的悬浮物浓度增加会影响库区水生生态环境，一些生态敏感性较高的水生生物，如各种浮游生物、底栖生物、鱼类、水生植物等或因不能有效的进行光合作用、或因缺氧和 pH 值改变、或受泥沙的摩擦和堵塞等物理因素影响导致正常的生理过程受阻而死亡。因此，必须做好库区各施工场所的水土保持措施，减轻施工场地的水土流失影响。

（2）对坝下游河段水生态环境的影响

施工期工程建设对坝下游河段水生态环境的影响一方面是施工扰动地表引发水土流失造成河道内水体浑浊悬浮物增加；另一方面是施工用水使得下游河段水量减少从而影响水生生态环境。

根据 5.1.3.3 的施工用水量分析可知，考虑施工取水量 50%回用率情况下，施工高峰期汛期各月天然来水量远大于新增取水量，多余水量导流下泄；枯水期天然来水量同样远大于新增取水量，多余水量导流下泄。各来水频率下各月水库下泄水量占天然来水量的比例均大于 99%，施工取水量占天然来水量的比例很小，水库下游河道内水量所受影响很小，河道内水文情势不会发生剧烈的变化，益岭水下游无各类用水需求，施工期对水库坝下河道水文情势影响较小。

综合以上分析，施工期间坝下游河段河道内水量可以维持其水生态环境，对生态系统及其中的水生生物影响较小。

5.6.1.3 生态环境敏感区影响分析

本项目风吹涵水库溢洪道占用了非自然保护地核心保护区的生态保护红线，根据上文对陆生生态及水生生态分析表明，施工对其造成的生态影响较小，工程建设对不会导致生态保护红线内生态系统内的动植物物种种群发生大的波动或出

现衰退现象，工程建设不改变生态系统的空间结构，不影响生态系统的功能，故对生态保护红线内生态系统的影响较小。

5.6.2 运行期生态环境影响预测与评价

5.6.2.1 陆生生态影响分析

本工程是非污染型项目，工程运行期不产生污染，对生态环境的影响来自施工期的延续，工程完工后，临时占地清理后进行全面整地并恢复原地类，林地、荒草地栽植乔灌木、撒播草籽，恢复原来地类的生态功能，工程运行期对陆生生态影响较小。

5.6.2.2 水生生态影响分析

（1）蓄水期水生生态环境影响

1）对库区水生态环境的影响

工程第 4 年 5 月～6 月底为工程完建期，按 75%保证率径流量进行调节计算，同时扣除库区水面蒸发、水库渗漏损失、下游河道生态水量，宝月水库蓄水蓄至正常蓄水位相应库容 535 万 m^3 约需要 10 个月，即到第 6 年 4 月可蓄至正常蓄水位。

蓄水期间库区水体流动性降低，水体相对静止。相对稳定的水环境有利于营养物质的累积，水体对太阳辐射热能的吸收和积累有利于水生生物，特别是浮游动、植物的生长繁殖。加上库底的枯枝落叶、土壤等因分解作用逐渐释放出来的营养物质，库区水体的营养水平比蓄水前会有所上升。因此，蓄水期间库区浮游动物中的纤毛类原生动物和轮虫类，浮游植物中的蓝藻、绿藻和隐藻等嗜营养性的种类和数量可能会有所增多。水丝蚓和摇蚊类幼虫等底栖动物的数量也会逐渐增多。

随着库区内蓄水量的增加，水面面积不断扩大，一些喜流水生境的鱼类将往上游迁移。

（2）对坝下游河段水生态环境的影响

根据水文情势分析，在来水频率 P=50%典型年下，桥闸处下泄水量总体减少幅度约 36.2%；在 P=75%典型年下，桥闸处下泄水量总体减少幅度约 12.2%；在 P=95%典型年下，桥闸处下泄水量总体减少幅度约 45.6%。工程优先满足生态水量，当来水小于灌溉水量、生态水量、蒸发渗漏和除灌溉生态水量外的发电水量之和

时，工程通过库容调节下泄包活生态流量的水量，使河道较天然状态下泄量增加，有效改善枯水期坝下河道水环境。

蓄水期间坝下河段水量有所减少，水位降低，水面面积减少，水生生态系统的空间有所减小，但河道内能维持一定的水量，且枯水期下放生态流量能保持河道不断流，保证维持水生生态系统所需要的水量，改善枯水期水生态环境；下游河段无敏感的水生生物物种，对水量无特殊要求；同时露天施工活动强度大大降低，场区内水土流失将大大减少，水土流失造成的悬浮物对水环境的影响可逐渐得到缓解；此外，宝月水库坝址上游水质均达到II~III类标准，水质良好，入库污染源较少，且库周没有工业污染源分布，上游河道两侧多为林地和零星的村户，虽有少量的生活污染源，但其排放量小，对水库水质影响较小。因此总体来看，蓄水期下游河段河道内水量有所减少，水生生境会有所萎缩，但下泄的生态流量和下游河段区间汇水能够保证河道内基本的生态需水量，下游河段无敏感的水生生物物种，对水量无特殊要求，下泄水量水质较好，工程对下游河段水生生态环境的影响程度可接受。

（2）运行期水生生态影响

1）对浮游植物的影响

①库区浮游植物的数量和生物量将增加

由于库坝的拦蓄作用，造成库区水位提高，原有的大片土地、植被被淹没，土壤中的营养物质进入水体，被淹植物腐烂分解也将产生有机质，再加上上游和雨水带来的大量外源性有机物也在库区积累，使得库区营养物质的总量远大于过去天然河流水体的营养物质含量，这为浮游植物的生长、繁殖奠定了充足的物质基础。此外，水库建成后，水位提高，流速变缓，水中泥沙含量减少，透明度增大，表层水水温升高，有利于浮游植物光合作用，促进其生长繁殖，浮游植物数量和生物量都将显著增加。

②库区浮游植物的种类组成将发生变化

根据现状调查，评价区浮游植物中，绿藻 34 种(属)，占总种数的 41.46%，硅藻 31 种(属)，占总种数的 37.8%，蓝藻 8 种(属)，占总种数的 9.76%，裸藻 4 种(属)，隐藻 2 种(属)，甲藻 3 种(属)。水库建成后，原有的大部分藻类都会保留下来，但在库区（尤其是营养物质丰富的库湾），绿藻门和蓝藻门的种群和数量将会增加，如绿藻门中的栅藻、盘星藻、鼓藻等，蓝藻门中的螺旋藻、颤藻等将明显增多。

③浮游植物的组成和数量随着时间推移逐渐稳定

建库初期，由于水文、水质、局部气候等生态条件均发生较大改变，有利于浮游植物的繁衍，生物量增长较快。经过数年的调节后，随着各种生态系统趋于稳定，浮游植物的种群和数量随着时间推移会逐渐稳定。

2）对浮游动物的影响

①库区浮游动物的数量和生物量将增加

浮游植物等饵料生物的增加，为浮游动物数量和生物量的增加奠定了物质基础。由于水面扩大，流速变小，泥沙含量减小，透明度增大，在一定程度上有利于原生动物和轮虫的生长繁殖，其种群和数量在建库初期较原来将有所增加，如原生动物的纤毛虫、累枝虫等，轮虫中的腔轮虫、单趾轮虫、臂尾轮虫等，甲壳动物中的秀体溞、网纹溞、尖额溞、象鼻溞、真剑水蚤、荡剑水蚤、温剑水蚤等都会出现并增加，原生动物、轮虫的数量所占的比例可能较大，而枝角类、桡足类的生物量可能占优。浮游动物群落结构由江河流水生态型为主，演变为敞水浮游型为主。

②浮游动物的组成和生物量将逐渐稳定

水库建成后，坝下浮游生物的种类基本保持在坝上的水平，数量及生物量由于受流水和低温的影响将有所下降。坝下河段的水是来自库区底层，因此，坝下段河流的水生生物受水库影响较大，其影响程度四季有所不同。春季上游河水受季节变化影响，升温较快，浮游动物开始生长繁殖，而坝下河段，由于底层放水，水温偏低，生长期推迟。夏季正是浮游动物生长旺季，由于库区上下层水温相差较大，坝下河水温度明显偏低，浮游动物受其影响，数量及生物量将有所减少。秋季坝下水温较上游水偏高，对受影响河段的浮游动物生长发育有一定的促进作用，浮游生物的数量及生物量将有所增加。冬季水温很低，水生生物几乎都停止生长或处于休眠状态，坝下放水对水生生物影响不大。建库对坝下水生生物影响主要是在近坝处河段较为明显，在距大坝较远的下游河段，由于气候、气象及支流汇入等多种因子作用，影响逐渐减少。

随着各种生态系统趋于稳定，特别是浮游植物生物量稳定后，浮游动物在组成和数量上也逐渐趋于稳定。

3）对底栖动物的影响

水库建成后，库尾地区水位抬高得较少，基本保持天然河道形状，大多数种

类的底栖动物所受影响不大；但部分流水性生活的水生昆虫由于水库修建使得水流减缓，水深加深，原有河床卵石或石块淹没在较深的位置，缺少隐蔽场所，数量会有所下降。

库区建成后坝址处水位抬高较多，由于底质和水位的变化，底栖动物的群落结构和分布将会发生变化。最初几年，新淹没区开始栖息底栖动物，原河床区由于水位的加深，底栖动物将发生群落的演变。随着水深增加，库区底层溶解氧减少，底栖动物的种类将发生演替。在河流中需氧量较大的种类，如蜉蝣目、襀翅目等水生昆虫将显著减少或消失，取而代之是需氧量较低的寡毛类，如水丝蚓等以及一些摇蚊幼虫将成为底栖动物种类的优势种，水位上升超过 6m 的深层水域中，底栖动物的种类会大量减少。在新淹没区，由于底质大多数是泥底或泥沙底，底栖动物的种类将会与原河流中的有所不同，数量亦会逐渐增加。根据底栖动物的特点，最先在新淹没区定居的是摇蚊幼虫。之后随着库龄的增加，软体动物的某些种类会有所增多，并将移居沿岸带浅水区，甲壳动物钩虾会进人水生植物生长茂盛地区，数量会逐渐增多。

随着库龄增加，库区的底栖动物种类组成向缓流或净水类型演变，最终成为较稳定结构的类群，在库尾一带将出现河流——湖泊型底栖动物种群的过渡带。

4）对鱼类的影响

①对库区鱼类组成的影响

水库建成运行后，库区水体面积、体积、水深及水面宽度均较天然情况下有较大的增加，而水体流速则减少，水体流态由急流流态转为缓流流态，原适应于急流生活中的种类很难在库区生存下来，它们将向库区上游转移。水库的形成不会对流水性鱼类产生影响，但由于水域面积增加，库湾增多，流速减缓，有利于适应缓流或静水环境生活的鱼类，使之可能成为库区的优势种类。

②大坝阻隔的影响

项目建成后，形成的大坝将阻隔鱼类在上下游之间的正常通行，尤其是下游鱼类上溯几乎不可能正常上溯到坝上水域，造成上下游群体之间的交换减少，对种群间遗传物质交流造成影响。经调查，评价区水域无珍稀水生生物，其他鱼类在评价区域水体中多有分布，工程运行对鱼类生物多样性影响较小。

③ 下泄低温水的影响

水库排出底层低温水水温偏低，需要经过一定流程才能恢复到正常水平。这

使得下游一定距离内水温偏低，对相关河段内鱼类的自然产卵繁殖活动的造成一定影响，其生活繁殖的水域可能下移，繁殖季节可能推后。

根据水温预测分析，工程建设后，在闸桥处下泄的流量在 0.14~1.25m^3/s 之间，因流量不大，下泄水体水温沿程得到迅速恢复。受低温水影响最明显为下泄流量最大的 7 月，影响距离为 1.17km。可见工程建设后下泄流量较小，低温水影响范围并不明显，对鱼类影响较小。

④ 对库区鱼类产卵繁殖活动的影响

项目建成后，由于水位提高，水深增加，流速变缓或接近静水，不利于喜在流水环境下在卵石上产卵的鱼类的繁殖。根据现场调查罗非鱼、马口鱼、北江光唇鱼、宽额鳢、沙塘鳢、子陵吻鰕虎鱼等山地江河鱼类大部分种类产粘沉性卵，一般来说，产粘沉性卵鱼类对产卵场的要求并不严格，只要水温达到要求，具备必要的附着基质便可形成各自的产卵场。评价区鱼类繁殖群体多为分散小群，以适应山地江河水域环境的动态变化，工程运行对其影响较小。

⑤对库区鱼类索饵的影响

流域内建设水电站后，由于生态环境的改变，饵料生物的种群结构和数量也将发生改变。由于水域面积和体积大大增加，饵料生物的绝对数量和生物量将大幅度增长。

5.7人群健康影响

施工区短期内人员聚集，若不注意水源选择、饮水卫生、环境卫生等，容易引发介水传染病在施工人员中的传播和流行；若不注意灭蚊、灭鼠工作，可能引起鼠媒、虫媒传染病。根据有关资料，水利工程可能出现的危害人群健康的病种及产生的原因见表 6.8-1。

表 5.7-1 水利工程施工期健康危害因素统计表

健康危害	产生原因	健康危害	产生原因
自然疫源性疾病	鼠类等	虫媒传染病	蚊子等
地方病	某种元素过多或过少	介水传染病	水源污染、环境卫生差

上述健康危害因素在本工程施工过程中都有发生的可能，尤其是施工高峰季节，特别是夏季，施工区人群集中，生活区蚊、蝇、鼠密度较大，加之卫生条件相对较差，极易导致传染病的发生和流行。因此，必须加强施工区，尤其是生活

区的环境卫生保护工作，对饮用水源加强保护，饮用水及时净化、消毒，同时防止垃圾、废弃物、污水随意排放，在生活区注意灭蚊、灭蝇、灭鼠工作，避免蚊蝇、鼠滋生。

施工中存在施工人员自身为疫源的接触性传染病，如甲肝等，该类传染病极易传染、影响人群健康，为最大程度降低发病几率，尤其应在施工人员进场前进行健康调查和预防检疫的抽检工作。

6 环境风险评价

6.1评价内容和目的

环境风险是指突发性事故对环境（或健康）的危害程度。环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，建设项目建设和运行期间可能发生的突发性事件或事故，引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

根据环境保护部环发[2012]77 号文《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》的要求，参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），通过风险识别、风险分析和风险后果计算等开展环境风险评价，为工程设计、环境管理和环境风险防范等提供资料和依据，以达到降低危险，减少危害的目的。

6.2本项目环境风险识别

6.2.1 施工期环境风险识别

本工程建设对环境的影响主要为生态影响，根据本工程施工特点、周围环境特点以及工程与周围环境之间的关系分析施工期的环境风险，施工期环境风险主要体现在水库枢纽施工区废污水事故排放对坝下河道水质的污染风险，以及施工期油料炸药材料的运输过程中发生的泄漏导致的水环境污染风险。

6.2.2 运行期环境风险识别

运行期环境风险主要为可能发生的环境风险导致库区水质污染的风险。宝月水库在建成以后主要承担农业灌溉任务，同时兼顾兼顾发电及改善水环境。运行期，水库基本没有“三废”排放，库区上游及周边区域无大型工矿企业分布，上坝公路利用 G238 国道，库周部分区域距离 G238 国道较近，因此在水库运行期可能出现的环境风险类型主要为库周交通公路发生交通事故导致库区水质污染。

6.3本项目环境风险分析

6.3.1 施工期环境风险分析

6.3.1.1 施工期废污水事故排放的环境风险分析

本项目施工期产生的污废水主要为生活污水及机械冲洗废水，产生的水量较小，且施工废（污）水处理达标后尽量回用、洒水降尘或农林灌溉等综合利用，多余部分排放。正常情况下，本工程施工活动和运行对水质基本无影响，若发生事故排放，存在对坝下河流水质造成一定影响的风险。根据施工布置，施工生活区、汽车修理及机械修配场等施工辅助企业主要分布在大坝下游的施工工区，与坝下河道之间隔着乡道（友谊路），若发生废污水事故排放废污水直接进入下游河道的风险相对较低，同时，由于事故性排放的时间较短，在处理设施抢修后即可正常运行，故施工废水在发生事故排放时对坝下河流水质造成污染的风险相对可控。但由于坝下河道有灌溉功能，须在施工过程中加强施工管理，杜绝施工废水的事故排放，最大程度保证下游水环境质量和灌溉用水安全。

6.3.1.2 施工期油料、炸药储运风险影响分析

根据主体设计，工程施工需要的油料、炸药等材料均由普宁市采购，施工区不设置油料和炸药库，主要环境风险来自于油料、炸药运输至施工区时发生的泄漏对周围水域水质的污染风险。本工程施工期间的物资运输相对一般公路而言运输量较小，因此发生事故的概率很小。危险品运输是施工安全管理重点，管理严格，事故防范措施严密，根据其它水利水电工程施工情况，因发生危险品运输事故导致水体污染的事故的概率较小。

另外，本项目施工机械、车辆包括反铲挖掘机、推土机、自卸汽车等，施工机械在施工作业及行进过程中，一旦发生燃油泄露污染事故，将对一定范围内的水域造成污染，对下游农业灌溉有一定影响。工程建设期间将对施工设备和机械进行严格的管控，合理组织施工程序和施工机械；加强附近道路运输管理，加强交通管制，并注意路面维护，确保施工运输车辆安全通行，杜绝施工人员由于疲劳驾驶、速度过快或者车况不好，导致翻车漏油事故的出现；严格落实各项风险防范措施和事故应急预案，严防事故发生。

6.3.2 运行期环境风险分析

运行期水库水质污染风险源主要为库周交通公路发生交通事故导致库区水质

污染。水库建成后，上坝公路利用 G238 国道，库周部分区域距离 G238 国道较近，最近的直线距离约 25m 左右，水库库区淹没范围与国道 328 的位置关系详见图 6.3-1。如在以上路段发生危险化学品运输安全事故，会造成有毒有害物质的泄漏，污染物进入水库，可能对水库水质产生一定影响。根据现场查勘，虽然 G238 国道部分路段距离水库淹没线较近，但临近水库一侧的植被均比较茂盛，且安装了防撞护栏，大大降低了公路发生交通事故导致库区水质污染的风险概率。

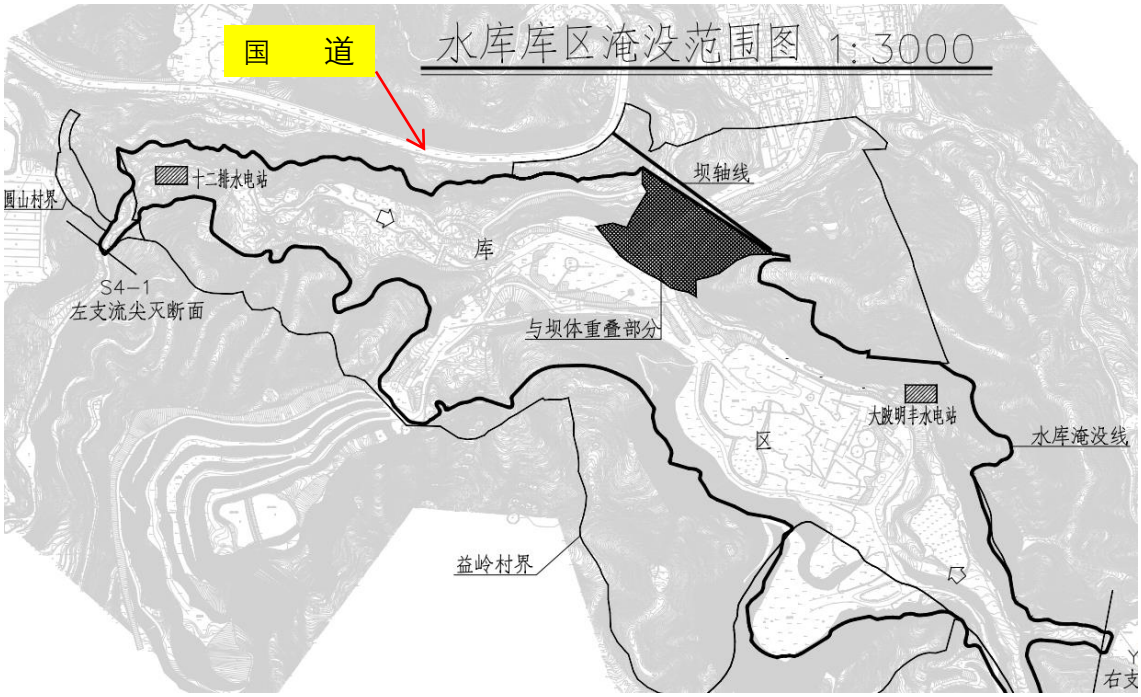


图 6.3-1 水库库区淹没范围与国道 328 的位置关系示意图

6.4环境风险防范

6.4.1 施工期风险防范措施

6.4.1.1 施工污废水事故防范措施

（1）加强对废水处理设施的日常管理，定期进行维护，保证废水处理设施的稳定、正常运行，确保废水处理尾水水质达到相关标准后方可用于场地洒水。

（2）加强对废水处理设施的管理人员的技术培训，增强管理人员的业务能力，避免因人为操作失当引起废水处理设施发生故障。

（3）管理人员如遇到问题及时上报并立即进行排除。

6.4.1.2 施工期施工机械燃油泄露风险防范措施

（1）加强交通运输管理，在施工道路沿河路段设置警示标志，提示车辆减速

行驶，严禁超车、超速。

（2）本工程施工期的施工机械较多，施工期间进出车辆较频繁，可能发生车辆碰撞、侧翻等交通事故造成石油类泄漏的风险。因此施工期间应加强危险路段、车辆较多路段的交通管制，增设交通标志牌，并注意路面维护，确保施工运输车辆安全通行，杜绝施工人员由于疲劳驾驶、速度过快或者车况不好，导致翻车漏油事故的出现，以降低发生的概率。

（3）工程施工前与防汛、气象等部门沟通，研究划定施工界限，获得施工许可；未经同意，不得擅自开工；加强施工质量和进度管理，严格按照既定的施工要求和施工进度进行施工，尽量避免雨季及汛期施工。

（4）加强对施工机械设备操作人员和车辆驾驶人员的技术培训，提高施工人员的安全意识和环境保护意识，严格操作规程，避免人为操作失当引起溢油事故发生。

（5）建立避台防汛应急预案，施工期间如遇恶劣天气必须将工程车辆、机械及时撤离，保证设备及河道水质安全。

（6）制定施工期溢油事故应急预案，预案应包括应急事故机构、应急救援队伍、应急设施及物质配备、应急报警系统、应急处理措施、应急培训计划等内容；施工场所张贴应急报警电话。

（7）油溢到水面后，在自身重力和风、流及其其它因素是作用下会迅速扩散和漂移。因此，溢油清除要尽快采取措施，利用吸油毡、围油栏有效围控溢油，阻止其进一步扩散漂移，以减少水域污染范围。

6.4.2 运行期风险防范措施

运行期水库水质污染风险源主要为库周交通公路发生交通事故导致库区水质污染。虽然发生危险品运输事故的概率很小，一旦发生事故将对库区水质造成影响，因此必须加强对危险品运输的管理，运输过程中须做好密封和安全运输，运输车辆要定时保养，调整到最佳运行状态，避免发生交通事故而造成对库区水体的污染。

针对水库水质可能出现的污染风险，水库管理部门应有针对性地制定环境风险事故应急预案。库区或上游区域一旦发生水污染事故，应立即向主管部门通报事故状况，启动应急预案。

6.5环境风险应急预案

6.5.1 应急预案目的

整个工程施工期间涉及油库、炸药、危险品运输等引起的事故风险，需制定一个统一的施工期应急预案体系，使施工期一旦发生风险事故，能够得到妥善的应急处理。

6.5.2 应急预案内容

（1）适用范围

环境风险应急预案主要针对施工期间施工场区内发生的油品泄露、爆炸等突发环境事故，范围包括整个施工区，主要包括炸药使用点、交通运输道路等。

（2）应急组织机构与职责

1）应急组织体系、机构

建立普宁市宝月水库工程施工期环境风险应急领导小组，由水库管理机构的正职领导为小组组长，下设应急处置小组，包括现场处置组、应急监测组、应急保障组、警戒疏散组等，由应急领导小组负责应急救援工作的组织和指挥，各应急救援小组按照职责分工，密切配合，共同做好突发环境事件应对工作。应急组织机构见图 6.5-1。

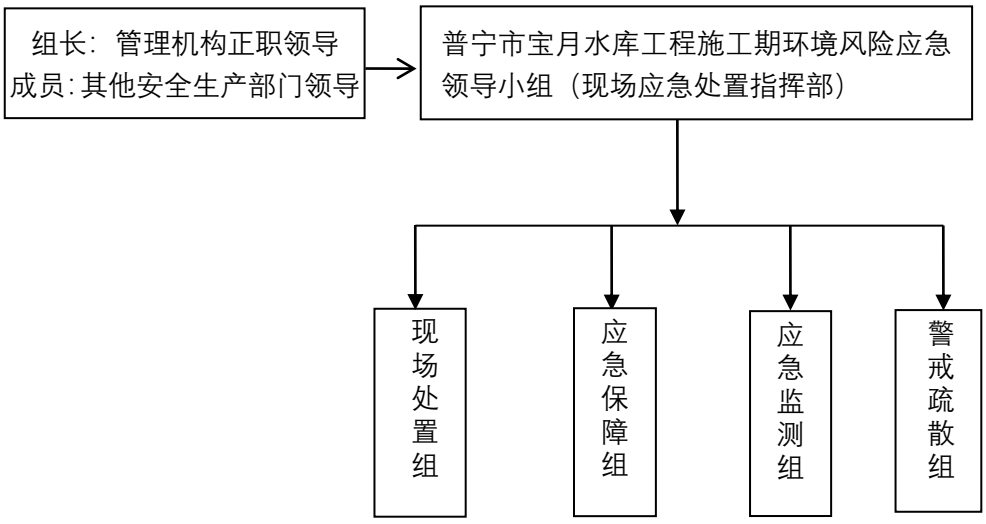


图 6.5-1　应急组织机构图

2）工作职责

水库施工期环境风险应急领导小组受上级部门的监督，积极处理事故过程和

善后工作。

领导小组：负责指挥、协调落实突发环境事件的应急措施和组织开展应急处置工作。

现场处置组：负责事故现场明火扑灭、溢油收集、稀释以及围堵；事故得到控制后负责现场清理及参与事故调查。

应急保障组：负责突发环境事件应急相关后勤保障事务；组织运送抢险物资；对事故现场进行拍摄和取证，协助查找事故原因，提出整改建议和预防措施。

应急监测组：负责突发环境事件应急监测事务联络、安排，为当地环境监测中心制定应急监测方案提供必要的信息，配合监测人员进行现场取样、监测等。

警戒疏散组：负责隔离事故区域、设立警戒线，按事故的发展态势有计划地疏散人员，控制事故区域人员、车辆的进出，做好交通管理工作；负责事故结束后现场洗消、恢复等工作。

（3）预案分级相应条件

本预案不分级，即只要发生其中某种风险事故就全面启动此预案。

（4）应急救援保障

各应急小组都配备救援设备保障人员，专门负责应急状态时的车辆、监测设备、救生设备的保障。

（5）报警、通讯联络方式

在应急状态下报警通讯方式为固定电话和手机，通知方式为电话通知和组内通讯人员亲自传告，确保第一时间通知有关人员和单位。应急状态下实行交通管制，保证应急救援车辆畅通无阻。

（6）应急环境监测、抢险、救援及控制措施

由各组监测人员对事故现场进行侦查监测，对事故性质、参数与后果进行评估，为领导小组提供决策依据。

（7）应急检测、防护措施

由监测人员实施应急检测；由安全保护处置人员根据事故现场承担或协助实施防护措施；由设备保障人员紧急提供现场设备。

（8）人员紧急撤离、疏散，撤离组织计划

危机人民生命安全的事故发生时，立即组织附近村民紧急撤离。撤离时由警戒疏散组协同村民委员会组织村民紧急撤离，设备保障人员准备紧急撤离车辆。

医疗救护人员对事故现场受伤人员实施抢救撤离。

（9）事故应急救援关闭与恢复

1）应急终止的条件

A 事故现场得到控制，失事事件成立的条件已经消除；

B 事故所造成的危害已经基本消除，相关人员已安全撤离；

C 已采取必要的防护措施，使发生事故的成立条件消失或事故得到有效控制；

D 事故现场各种专业应急处置行动已无继续的必要。

2）应急终止的程序

A 现场应急处置指挥部组织专家咨询论证调查，确认突发事件已具备应急终止条件后，向上级突发环境事件应急处置指挥部报告；

B 接到上级突发环境事件应急处理指挥部应急终止通知后，现场应急处置指挥部负责应急人员及设备有序撤离；

C 组织专家进行应急行动后的评估，编制应急评估报告，存档备案，并上报有关部门。

（10）应急培训计划

根据接受培训人员的不同，选择不同侧重点，确定培训内容，指定培训计划。对监测人员的培训内容包括鉴别异常情况并及时上报的能力与意识；对各专业队的培训包括各种抢险器材的使用知识，任务的目的和如何完成任务，与上下级联系的方法和各种信号的含义等等。

（11）公众教育和信息

对施工人员进行安全教育，包括遵照相关环境和安全法律法规和应急知识的培训等。在施工区附近村庄内发布关于施工期安全管理等注意事项的信息。

6.5.3 小结

本工程涉及的主要环境风险为施工期废污水事故排放、机械燃油泄露风险和运行期库周交通公路突发交通事故导致库区水质污染等，项目应制定完善的施工期应急预案体系，应对施工期环境突发事件。根据以上分析，在建设单位严格落实各项防范和应急措施的情况下，其环境风险是可防可控的。

7 环境保护措施及其可行性论证

7.1环境保护措施设计原则

（1）预防为主和环境影响最小化原则

在方案设计时，借鉴成熟的经验和科学知识，预防为主，防治结合，防止不利影响的产生，把对环境的不利影响降到最低。

（2）全局观点、协调性及生态优先原则

各项措施与工程区的生态建设紧密协调、互为裨益，切实作到生态优先。

（3）综合防治，因地制宜，因害设防，突出重点的原则

针对本工程的生产废水、污水、水域功能及废气、噪声特点，有针对性地提出防护措施，突出重点、合理配置，形成综合防治体系。

（4）“三同时”原则

各项环保措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

（5）经济性、有效性原则

遵循环境保护措施投资省、效益好和可操作性强的原则。

7.2环境保护措施总体布置

根据工程环境影响预测评价结论，本工程环境影响主要表现为施工期生活污水、生产废水、扬尘、施工噪声、生活垃圾等对周围环境的影响，运行期主要管理人员生活污水、垃圾等的影响。为减免上述由工程建设所造成的不利影响，需采取相应的环境保护对策措施。环保措施包括了对生态环境、水环境、环境空气、声环境、固体废物以及人群健康等的保护，各项措施总体布置如下：

（1）污废水处理措施：

根据施工组织规划与设计，生活污水经过化粪池、隔油池预处理后，统一收集至成套生活污水处理装置处理后回用施工降尘等。施工机械及车辆冲洗废水采用隔油沉淀池处理后回用于车辆冲洗。基坑排水中多为大颗粒无机物，废水絮凝沉淀 2 小时后，SS 由 2000mg/L 降至 60mg/L 以下后用于施工降尘。洞室排水经过絮凝沉淀处理回用施工降尘等。

运行期生活污水经过化粪池、隔油池预处理后，统一收集至一体化污水处理设施处理后回用于厂区内绿化。

（2）环境空气保护措施：加强机械保养，重点设备强化管理和安装除尘设施，采用湿式作业工艺，加大路面洒水，对施工人员发放防尘口罩、加强劳动保护等。施工期和运行期食堂采用油烟净化器。

（3）声环境保护措施：加强车辆及各种设备的维修保养，降低设备运行时的噪声；严格控制施工时间；固定高噪声设备远离敏感点，并进行隔声、消声及减振；运输车辆经过敏感路段限制车速、禁止鸣笛；在临近敏感点一侧的施工场界布设临时隔声屏障；对现场施工人员加强劳动保护等。

（4）固体废弃物处置措施：对于施工期生活垃圾，采用集中收集、定点投放的方式，将生活垃圾交由当地环卫部门处理。对施工期人群健康，采取卫生清理、检疫和健康检查、加强环境卫生及食品卫生的管理等措施。运行期在电站机组检修过程中会产生少量的含油抹布，属于危险废物，应按照危险废物管理的相关规定进行贮存、处置管理。

（5）生态环境保护措施：对生态环境，加大施工人员的宣传教育；施工后期，及时实施植被恢复、水土保持绿化等生态恢复措施。运行期下泄生态流量。

（6）人群健康保护措施：在施工人员进场前对施工场地进行卫生清理，按当地政府制订的疫情管理及报送制度进行管理，对环境卫生及食品卫生的管理与监督。

7.3施工期环境保护措施及其可行性分析

7.3.1 地表水环境保护措施及其可行性分析

7.3.1.1 施工期生活污水处理

（1）处理目标

施工区生活污水的主要污染物为 COD_{Cr}、BOD_5、氨氮和 SS，未经处理的生活污水成分中 COD_{Cr}、BOD_5、氨氮和 SS 的浓度值约为 250mg/L、100mg/L、20mg/L 和 250mg/L，施工生活区的粪便污水通过化粪池处理后和食堂油污水(经过隔油池后)混合进入成套生活污水处理设备进行处理后用于周边施工场地降尘洒水等，不外排，处理后的出水需满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中道路清扫杂用水水质标准要求回用于工区降尘。

（2）处理规模

从工程的施工布置分析，工程布置施工场地内有施工生活区 2 个，分别设置在大坝枢纽施工工区和风吹涵水库溢洪道改造处。水电工程施工人员生活用水量定额按照《广东省用水定额(DB44/T1461.3-2021)》I 区农民用水定额取 0.15m^3/人 d，按污水处理设计规范，生活污水排水率为 80%，具体污水量见工程分析表 3.3-2，大坝枢纽施工工区生活污水平均排水量 52.8m^3/d，风吹涵水库溢洪道改造处生活污水平均排水量 21.6m^3/d。

（3）处理方案设计

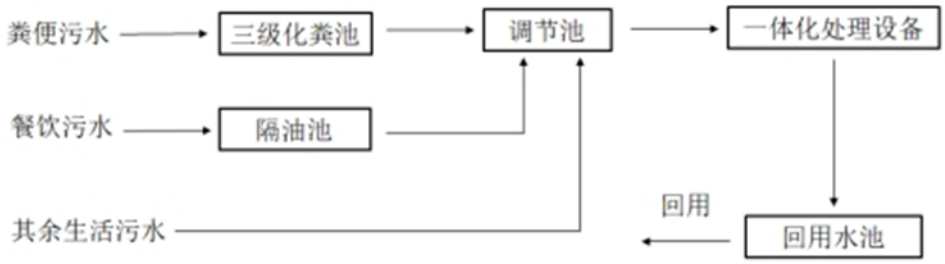
大坝枢纽施工生活区居住的人员较多，施工时间较长，拟采取化粪池+一体化污水处理装置处理生活污水。项目区产生的生活污水经处理后可用于施工场区及施工道路洒水，处理后的出水需满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中道路清扫杂用水水质标准要求。在生活区食堂附近设置 1 座隔油池，收集食堂排出的含油污水去除部分浮油。根据施工人员宿舍楼的布置情况，设置化粪池；粪便定期运出库外，用作农家肥。施工生活区设 1 座成套生活污水处理装置。根据生活办公区的布置情况，埋设生活区内部污水管线。粪便污水通过化粪池处理后和食堂油污水(经过隔油池后)混合进入成套生活污水处理设备进行处理后用于周边施工场地降尘洒水等，不外排，处理后的出水需满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中道路清扫杂用水水质标准要求回用于工区降尘。

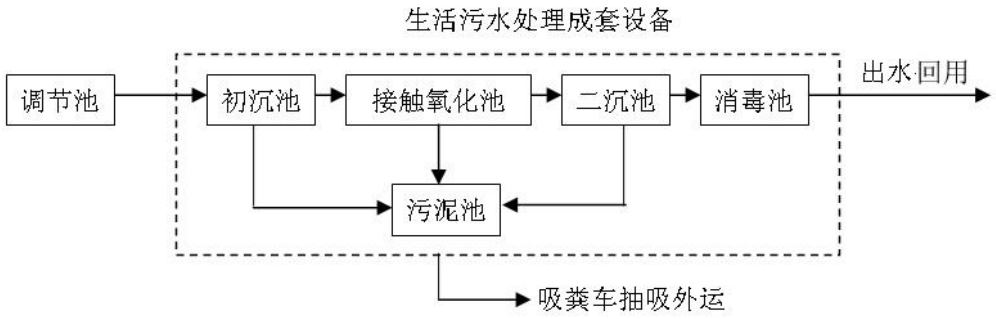
风吹涵水库溢洪道改造处施工区施工时间较短，附近有风吹涵水库管理处，施工人员可就近使用管理楼厕所，但由于施工人员不少，拟再增环保厕所收集污水，定期抽吸运至大坝枢纽施工生活区生活污水处理设施统一处理。

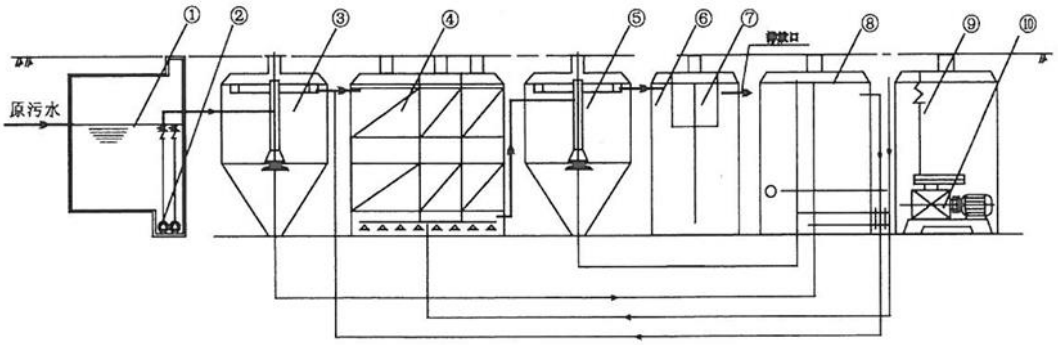
（4）成套污水处理设备工艺设计

成套污水处理设备为钢板模块式污水处理设备，处理流程见图 7.3.1-1。污水设备由六部分组成：初沉池、接触氧化池、二沉池、消毒池和消毒装置、污泥池、风机房和风机。初沉池为竖流式沉淀池，沉淀下来的污泥用空气提升至污泥池。初沉后的水自流至接触氧化池进行生化处理，接触池分三级，总停留时间为 4h 以上，生化池后的污水流到二沉池，二沉池为二只竖流式沉淀池并联运行，排泥采用空气提至污泥池。污水消毒采用固体氯片接触溶解消毒方式，消毒装置能根据出水量大小不断改变加药量。初沉池、二沉池的所有污泥均用空气提至污泥池内

进行好氧消化，污泥池的上清液加流至接触氧化池内进行再处理，消化后的污泥很少，一般 2 年～3 年清理一次，清理方式可用吸粪车从污泥池的检查孔伸入污泥池底部进行抽吸后外运即可。设备的风机房设在消毒池的上方，风机房进口采用双层隔音、进风口有消声器、风机过滤器，运行无噪声。







① 调节池 ② 潜污泵 ③ 初沉池 ④ 三级接触氧化池 ⑤ 二沉池

⑥ 清毒池 ⑦ 消毒装置⑧ 污泥地⑨ 风机房 ⑩ 风机

图 7.3.1-1　施工区生活污水处理流程图

（5）工艺设计参数及构筑物尺寸

生活污水污染物设计浓度 BOD_5 约 100mg/L、COD_{Cr} 约 250mg/L、SS 约 250mg/L、氨氮约 20mg/L，经化粪池、隔油池、一体化污水处理装置处理后，均可达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中道路清扫杂用水水质标准。工艺设计参数见下表。

表 7.3.1-1　施工期生活污水处理系统构筑物设计参数

构筑物名称	主要工艺参数
隔油池	停留时间 30min，清除周期 7d。
化粪池	停留时间 24h，清掏周期 90d。
调节池	停留时间 8h
生活污水处理装置	选用成套生活污水处理装置，出水达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中道路清扫杂用水水质标准，用于施工场地及施工道路降尘用水等。
清水池(即回用水池)	正常情况停留时间为 1d

各施工区生活污水处理系统主要构筑物包括化粪池、隔油池、污水处理装置，并配备潜污泵，尺寸见下表。

表 7.3.1-2　各施工生活区生活污水处理系统构筑物尺寸一览表

地点	构筑物	个数	长(m)	宽(m)	高(m)	结构
大坝枢纽施工生活区	化粪池(G8-25SF)	1	6.00	3.1	3.55	混钢
	隔油池(GG-4SF)	1	2.44	1.94	1.7	混钢
	调节池	1	6.1	6.1	3.15	混钢
	污水处理装置(MBR-150)	1	11	2.4	2.8	成套（单箱）
	回用水池	1	5.1	5.1	2.85	混钢
风吹涵水库溢洪道改造处施工生活区	环保厕所	2	/	/	/	/

7.3.1.2　施工期生产废水处理

（1）基坑排水

① 废水特征

基坑排水包括初期排水和经常性排水。初期排水主要是排除围堰合拢封闭后基坑内的积水与渗水，基坑初期排水水质与河道水质基本相当。经常性排水主要由基坑渗水、降雨积水、施工弃水等三部分组成，主要污染物为 SS，其中 SS 浓度一般在 2000mg/L 左右。

② 处理目标

基坑排水处理后回用于施工道路和施工区内洒水降尘，出水水质达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)道路浇洒用水标准。

③ 处理工艺

基坑初期排水水质与水库水质基本相当，在施工场地设置水泵抽出。对于基

坑经常性排水，类比相关水利工程项目对基坑废水的处理经验，本项目拟在基坑内设置排（截）水沟，并与集水井相连，采用自然沉淀法处理，必要时可向集水井内投加絮凝剂（可采用聚丙烯酰胺，简称 PAM，是线状水溶性高分子聚合物，分子量在 300~1800 万之间，外观为白色粉末状或无色粘稠胶体状，无臭、中性、溶于水、温度超过 120℃时易分解，处理基坑经常性排水用量为 1~5/m^3)。沉淀 2h 左右，其悬浮物浓度可降至 60mg/L，最后由水泵抽出，优先回用于施工道路和施工区内洒水降尘，剩余污泥定时人工清理。

（3）洞室排水

① 废水特征

引水发电隧洞开挖废水中悬浮物浓度较高，类比已建同类工程洞室排水浓度确定的洞室废水水质设计值为：SS1700mg/L。

② 处理目标

出水水质需满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB T18920-2020) 中道路清扫杂用水水质标准要求。

③ 处理工艺及工艺设计参数

地下洞室群洞内设有排水管、集水井，洞内排水经排水管或集水井抽至洞口排走。洞室排水污染物主要为 SS，采用混凝沉淀工艺进行处理，通过投加混凝剂使悬浮物快速沉降，清水排放，沉淀物定期人工清理。

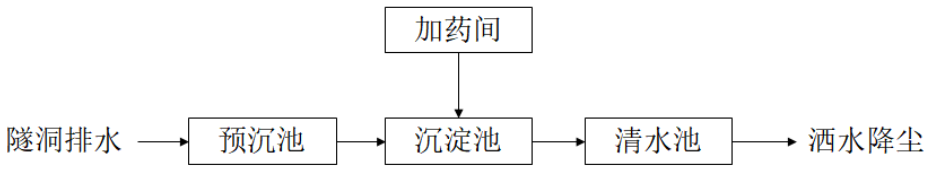


图 7.3.1-2 洞室排水处理工艺流程图

洞室排水经调节池对原水水量及水质进行调节，减轻水力和污染物负荷对后需处理工序的冲击。洞室排水在调节池中停留 4h 后经泵提升至沉淀池，在沉淀池中投加碱式氯化铝，沉淀 2h。废水投加碱式氯化铝后溶液呈酸性，使用石灰调解混凝反应的 pH 值，并充当助凝剂。在沉淀池中投加聚丙烯酰胺以加快絮体的沉降速度，提高出水澄清度和减少沉淀池内的污泥体积。

高峰期量洞挖工程排水经混凝沉淀处理后，除了回用于洞内施工自身用水外，其余部分可用回用于施工道路和施工区内洒水降尘。

洞室排水处理系统主要构筑物尺寸见下表。

表 7.3.1-3　洞室排水处理主要构筑物尺寸表　　单位：m

预沉池(钢混)	沉淀池(钢混)	加药间(砖混)	清水池(砖混)
3×2×2	3×2×2	3×2	5×3×2

（4）施工机械及车辆冲洗废水

① 废水特征

本工程施工期大型机械和车辆维修均送至市区或镇区，含油废水主要来自施工机械及车辆日常冲洗，主要含有泥沙和石油类等污染物，其中 SS 浓度约为 1000mg/L，石油类浓度约为 15mg/L。本工程每天产生含油废水 24m^3，施工期间共产生含油废水量约 20160m^3。

② 处理目标

出水水质需满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB T18920-2020)《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB T18920-2020) 中车辆冲洗水质标准，回用于车辆冲洗。

③ 处理工艺及工艺设计参数

施工机械及车辆冲洗废水采用隔油沉淀池处理，处理工艺图见 7.3.1-2。主要建筑物有隔油沉淀池和清水池，废水处理后回用车辆冲洗，沉渣定期清理运至弃渣场，浮油交由有资质单位处理。含油废水处理系统主要构筑物尺寸详见表 8.3-2。

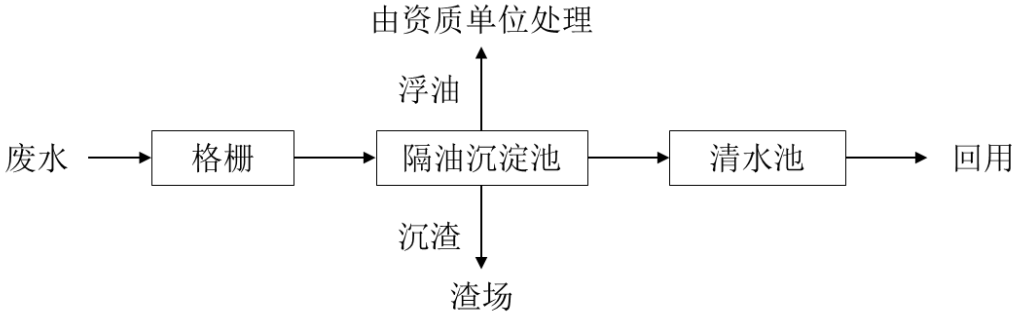


图 7.3.1-3　施工机械及车辆冲洗废水处理工艺流程图

表 7.3.1-4　施工机械及车辆冲洗废水处理系统构筑物尺寸

处理系统	构筑物名称	型号	个数	长(m)	宽(m)	高(m)	结构	主要工艺参数
施工机械和车辆冲洗废水处理	隔油沉淀池（ZC-2）	有效容积 9.6m^3	1	4.94	2.14	3	砖砌	污水在池内流速不大于 0.005m/s，污水停留时间 10min，清除周期 10~15 天
	清水池	有效容积 10m^3	1	3.24	2.74	2.5	砖砌	停留时间 12h

7.3.1.3 污废水处理措施可行性分析

本工程各工区及施工辅助设施产生的废(污)水采取相应的措施进行达标处理后，应充分回用。根据以上处理方案，施工机械及车辆冲洗废水经处理后回用于汽车和机械冲洗，生活污水、基坑排水、洞室排水经处理后回用于施工道路和场地洒水等。

工程施工机械及车辆冲洗用水量约 30m^3/d，废水量约 24m^3/d，由于冲洗废水产生量很小，经隔油沉淀处理后，用于本

区域内的汽车和机械冲洗循环水，方案是可行的。

施工生活区的生活污水采取一体化处理设备处理后，出水水质较好，可用于施工场地及临时施工道路降尘洒水；基坑排水、洞室排水污染物成分简单，污染物主要为 SS，经过絮凝沉淀处理后，水质已相对较好，可用于施工场地洒水降尘。根据《广东省用水定额(DB44/T1461.3-2021)》中表 A1 服务业用水定额表中“浇洒道路和场地*”用水定额通用值取 2.0L/m^2 d，根据施工布置，施工区域洒水降尘用水量见下表。

表 7.3.1-5　主体施工区所需的降尘用水量分析表

项　目	面积（m^2）	用水定额（L/m^2 d）	降尘洒水所需水量（m^3/d）
一、施工道路			
1、新修场内施工临时路	16800	2	34
2、扩建场内施工临时路	26400	2	53
二、临建房屋			
1、生活福利房屋	4000	/	/
2、仓库	2000	/	/
3、辅助企业	4500	/	/
三、施工临时占地			
1、施工道路	23335	2	47
2、营造布置	20668	2	41
3、临时堆放场	16001	2	32
4、土料场	84004	/	/
5、石料场	44669	/	/
6、弃渣场	34002	2	68
总计			274

生活污水高峰期总排水量约 74.4m^3/d，工区所需的降尘用水量大于生活污水排水总量，各施工生活区的生活污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水

质》(GB/T18920-2020)中道路清扫杂用水水质标准后可全部回用于施工场地及周边临时施工道路降尘洒水，场地降尘洒水量不足部分可通过处理达标后的基坑排水、洞室排水予以补充。类比相关水利工程，施工区可以通过设置雾炮机（或洒水车）来控制场地抑尘，对于雨天不需洒水或经处理后的水大于所需回用水量时，污废水经处理达到相应标准后可暂时储存在各施工区的回用池中。生活污水、基坑排水、洞室排水经处理后回用于施工道路和场地洒水方案是可行的。

7.3.2 地下水环境保护措施及其可行性分析

本项目建设对地下水水质的不利影响主要为施工期生产废水、生活污水、固体废弃物等不当管理，因此，建议建设单位在项目施工过程中严格管理，责任到位，以防造成不良影响。

（1）按照本环评提出的各项废污水处理措施，确保工程施工过程中各废污水的处理和回用，生活垃圾统一收集后及时运至当地的垃圾中转站进行处理，施工过程中产生的固体废弃物，尽可能收集堆置运走处理。此外，工程的各项废污水处理构筑物（如沉淀池、隔油池、化粪池等）应做好防渗措施，防止污染物入渗影响地下水水质。

（2）严禁雨季施工污废水乱排、乱放。根据各工程段降雨特征和工地实际情况，设置好排水设施，制定雨季具体排水方案，避免雨季排水不畅，防止污染道路、堵塞下水道、直排进入土壤等事故发生。

7.3.3 大气环境保护措施及其可行性分析

环境空气质量保护目标为工程周边的居民点等主要环境敏感点的空气质量不会受到施工作业的明显影响，不致出现严重的扰民问题。本工程所在地周围的环境空气质量应执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。保护项目周边大气环境符合功能区划要求，工程建设应不影响其正常生产、学习和生活。

7.3.3.1 施工扬尘防治措施

施工扬尘来源于大坝施工、渣料场地的平整清理，土方挖掘填埋，物料堆存，建筑材料的装卸、搬运、使用，以及运料车辆的出入等。施工扬尘的起尘量与许多因素有关，如地面的相对高度、风速、土壤的颗粒度、土壤含水量等因素有关。

为了减少施工过程产生的扬尘对周围环境空气的影响程度，建议采取以下防护措施：

（1）土石方挖装扬尘及爆破粉尘

在土石方开挖和扰动地表较集中的大坝枢纽施工区、渣料场等地，非雨日采取洒水措施起到防止扬尘和加速尘土沉降作用，以缩小扬尘影响时长与范围。洒水次数及用水量根据天气情况和场地扬尘情况确定，要求无雨天气至少每天对上述施工区域洒水 3 次，还应据天气情况酌情增加洒水次数。

为减缓爆破粉尘的影响，在实施爆破前及时告知附近居民，爆破结束对爆破点洒水 2～3 次，控制爆破粉尘扩散范围。

加强施工作业人员的劳动保护。对土方开挖、混凝土拆除等产尘较大施工区应尽量采用湿法作业，并按照国家有关劳动保护的规定，对施工人员发放防尘用品。

（2）车辆运输扬尘

车辆运输扬尘产生自运输物料泄露和车辆碾压道路起尘两方面。主要通过三类措施加以控制：一是加强路面养护，控制车速；二是多尘物料运输时需密闭、加湿或苫盖；三是根据天气情况，进行路面洒水抑尘。

在土方、石料、水泥等物料运输过程中，加强物料转运、使用的管理，合理装卸、规范操作。凡运送土石方等道路材料的运货车，都应用蓬布或塑料布覆盖，或用编织袋分装堆码，避免一路扬尘；运送散装水泥车辆的储罐应保持良好密封状态，运送袋装水泥必须覆盖封闭，经常清洗运输车辆；在施工现场行驶的车辆，应控制车速，尽量不超过 30km/h；干旱、多风季节及运输高峰期，应配备人员及设备进行定期洒水。施工便道一般每天洒水 1~2 次，若遇到大风或干燥天气可适当增加洒水次数，施工场地洒水与否对扬尘的影响比较大，场地洒水后，扬尘量将降低 28%～75%，大大减少了对环境的影响。

（3）临时堆放场地扬尘

料场细骨料等临时堆场等应设简易棚，骨料堆积的边坡角度应稳定，细骨料堆等应适当加湿，采用绿网覆盖，防止细骨料被风吹散。干旱、多风季节，应对场地进行定期洒水，降低扬尘对周边环境的影响。

7.3.3.2 机械燃油废气防治措施

本项目的燃烧废气主要来自施工中以燃油为动力的施工机械所排放的废气，运输车辆燃油产生的废气，主要污染物为 SO_2、NOx、烃类，另外柴油发电机也会产生一定的尾气。为减少车辆及机械燃料废气对周围环境的影响，建设及施工单位应采取以下措施：

（1）施工单位应选用符合国家有关机械、机动车标准的施工机械和运输工具，使用符合标准的油料或清洁能源，使其排放的废气能够达到国家标准。

（2）加强对施工机械、运输车辆的维修保，减少因机械和车辆状况不佳造成的空气污染。

（3）配合有关部门作好施工期间周边道路的交通组织，避免因施工而造成交通堵塞，减少因此而产生的废气排放。

7.3.3.3 食堂油烟处理措施

施工期食堂厨房设约 8 个炉头，采用油烟净化器装置处理油烟，两台风量 8000m³/h 除油效率≥85%，油烟经净化排放，满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）的标准后，对环境空气影响很小。

7.3.3.4 施工期大气污染防治措施可行性分析

施工期施工作业扬尘及施工机械尾气等会对周围产生一定影响，但这种影响是暂时的，随着工程完工，影响将不存在。本项目施工期大气环境影响采用上述减缓措施，效果显著，经济合理，简单易行，故本项目采用以上施工期大气环境影响减缓措施是可行的。

7.3.4 声环境保护措施及其可行性分析

7.3.4.1 施工机械及破噪声控制

施工机械及破噪声控制措施：

(1) 选用低噪声设备和工艺，降低源强；

(2) 加强设备的维护和保养，保持机械润滑，减少运行噪声；

(3) 振动大的机械设备使用减振机座降低噪声；

(4) 破碎机、筛分楼、空压机、制冷压缩机等车间尽可能采用多孔性隔声与吸声材料建立隔声屏障、隔声罩和隔声间，进行封闭生产；

(5) 合理安排施工时间，避免夜间施工。昼间爆破前 15min 应鸣警笛，提示警戒。采用先进的爆破技术，如采用微差松动爆破可降低噪声 3dB(A)～10dB(A)。

7.3.4.2 交通噪声控制

(1) 加强管理。为防止坝址区施工场内交通混乱，坝址区场内道路沿线的敏感路段上下行进出口处分别设立 1 个交通警示牌和减速带，提醒施工车辆限速禁鸣，可降噪约 3～5dB（A）。

(2)加强道路的养护和车辆的维护保养，降低噪声源。

(3)车辆途经居民点时需减速，禁止使用高音喇叭等措施，施工公路应保持平坦顺畅，减少因汽车震动引起的噪声；

(4)使用的车辆必须符合《汽车定置噪声限值》 (GB 16170-1996)和《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》 (GB 1495-2002)。

7.3.4.3 个人防护措施

工程施工噪声主要影响对象为场内施工人员，可采取配备使用耳塞、耳罩、防声头盔等个人防护措施进行保护。要合理安排施工计划，噪声大、冲击性强并伴有强烈振动的活动安排在白天进行，避免在夜间制造噪声。

7.3.4.4 敏感点声环境保护措施

大坝施工工区附近的益岭村部分居民点，临近施工道路一侧的益岭村、灰寨村居民点的噪声预测值，均超过 2 类声环境质量标准，应采取相应的减噪措施以减轻施工噪声对敏感点的影响。

（1）枢纽施工区

对于枢纽施工区，噪声超标的敏感目标分为三类：1）受主体工程挖填方作业噪声影响；2）受施工工区机械噪声影响；3）施工运输道路两侧受运输车辆噪声影响。

根据前面的预测结果，库区内基本无声环境敏感点，水库枢纽区坝下施工营造区距离益岭村部分居民点较近，对于出现超标现象的敏感点，其噪声防治措施见表 7.3-1。

表 7.3-1 枢纽施工区施工期噪声防治措施一览表

敏感点	超标程度 dB（A）	措施及相关要求	采取措施后的达标分析
益岭村	15.0	在施工营造区北场界一侧设置 3m 高隔声屏障，声屏障首尾两端均应超出敏感点 10m。	3m 高移动声屏障的降噪效果达到 10-12dB(A)，再加上其它控制施工机械和交通噪声的措施，经降噪后，可以达 2 类标准。

（2）灌区引水线路施工区

灌区引水线线施工主要采取埋管施工方式，根据同类工程的施工经验，埋管开挖的施工速度相对较快，对敏感目标的影响时间较短，在做好施工前与当地政府、群众的协调工作并加强对施工时间、方式控制的前提下，对敏感点声环境的影响相对较小，一般情况下无需采取工程措施。

考虑到灌区引水线路施工期较短暂，超标 5dB（A）以下的敏感点影响不大，主要考虑对超标 5 dB（A）以上的敏感点采取噪声防护措施。5dB（A）以上的敏感点主要是受施工交通噪声的影响，对于受施工道路影响的居民点，可采用临时隔声屏障措施，声屏障设置在噪声源边界或敏感点靠近噪声源的一侧，一般声屏障降噪效果可以达到 5~15dB（A）以上，根据噪声影响程度的不同分别设置不同形式的隔声屏障。灌区引水线路敏感点防护措施及达标可行性分析详见表 7.3-2。

表 7.3-2 灌区引水线路敏感点防护措施一览表

敏感点	超标程度 dB（A）	措施及相关要求	采取措施后的达标分析
益岭村	15	在运输道路靠居民点一侧设置 2.5m 高移动隔声屏障，声屏障首尾两端均应超出敏感点 10m。	2.5m 高移动声屏障的降噪效果达到 8-10dB(A)， 再加上其它控制施工机械和交通噪声的措施，经降噪后，可以达 2 类标准。
灰寨村	12.1	在运输道路靠居民点一侧设置 2.5m 高移动隔声屏障，声屏障首尾两端均应超出敏感点 10m。	同上，移动声屏障可以重复利用
枧头寮村小学	2.1	合理安排施工进度计划 ，并严格控制作业时间，尽量错开学校上课时间。	/

7.3.5 固体废物处理及其可行性分析

7.3.5.1 施工期固体废物处理

（1）生活垃圾

由于施工区人员居住集中，生活垃圾来源比较简单，主要成份以有机垃圾为主。拟在施工工区和施工临时生活区等人员生活集中的地方设置多个大型临时垃圾桶，生活人员做好垃圾分类后，将生活垃圾装入垃圾袋后投放到垃圾桶内，并派专人负责对垃圾箱区域和整个生活区场地面的清扫，以防止垃圾乱堆、乱弃。

垃圾清运车每天到各个垃圾桶进行垃圾收集，收集后运至当地环卫部门指定地点统一进行处置。

（2）建筑垃圾及弃渣弃土

尽量从源头控制和加强施工管理以减免建筑垃圾的产生量，对于已产生的垃圾也尽量回收利用。在施工现场需对建筑垃圾分类存放，施工工厂车间内应设置垃圾桶，对废弃的物品进行分类收集，委派专人负责回收和清运。对于不易回用处理的建筑垃圾如各种包装材料等与生活垃圾一起交由当地环卫部门处理。工程弃渣应妥善处理运至指定弃渣场。

（3）废机油等危险废物

本工程施工期机械汽车修配厂在使用期间将产生一定量的废机油。施工期间修配厂产生的废油委托有资质的部门处理。根据《国家危险废物名录（2021 年版）》，机修废油属于 HW08 非特定行业产生的废矿物油与含矿物油废物，废物代码为 900-214-08，危险特性为有毒性和易燃性。建议工程危险废物由桶装于专门的危险废物暂存区。根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001），危险废物暂存间需满足以下要求：

1) 危险废物与其他固体废物分区存放，且危险废物贮存场地地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造，建筑材料必须与危险废物相容。

2) 危险废物贮存设施地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造，建筑材料必须与危险废物相容。

3) 用以存放装载液体、半固体危险废物容器的地方，必须有耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂隙。

4) 应设计堵截泄漏的裙脚，地面与裙脚所围建的容积不低于堵截最大容器的最大储量或总储量的 1/5。

5) 危险废物应装入容器内。危险贮存间为封闭式房屋，要防风、防雨、防晒。

6) 作好危险废物情况记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、转运日期及接收单位名称。危险废物的记录和货单在危险废物回取后应继续保留 3 年。

7) 必须定期对所贮存的危险废物包装容器及贮存设施进行检查，发现破损，应及时采取措施清理更换。

8) 危险废物贮存间必须按照《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》GB15662.2 的规定设置警示标志。

7.3.5.2 运行期固体废物处理

本工程为非污染类生态项目，工程运行期固体废弃物主要来源于水库管理区工作人员产生的少量生活垃圾，以及在电站机组检修过程中会产生少量的含油抹布。

（1）生活垃圾

及时做好管理区内垃圾的收集和定期清运工作，生活垃圾集中收集后分别交由当地的环卫部门集中处理。

（2）危险废物

在电站机组检修过程中产生少量的含油抹布等危险废物，将按照危险废物管理的相关规定进行贮存、处置管理。大坝管理区拟设置一处危废贮存室，临时贮存生产过程中产生的含油抹布、废油等危险废物。定期交由具有该项危险废物处置资质的单位清运处置。危废贮存室应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及修改单的要求进行建设，做好防雨、防渗等措施，避免产生二次污染。

7.3.6 人群健康保护

施工期人群健康保护主要针对施工人员和管理人员，其保护内容主要为：

（1）卫生清理

为确保施工区的卫生环境，降低施工区各种病源微生物及虫媒动物的密度，预防和控制施工区传染性疾病和自然疫源性疾病的流行，应采取以下措施：

施工生活区内应定期进行灭鼠、灭蟑螂、灭蚊和灭蝇工作。灭鼠工作原则上每年进行两次，也可根据实际情况增加频率。对蟑螂、蚊、蝇等虫媒动物的灭杀工作应经常进行。

（2）卫生检疫和健康检查

在各施工营地处设疫情监控点，落实责任人，按当地政府制订的疫情管理及报送制度进行管理。一旦发现疫情，及时采取治疗、隔离、观察等措施，对易感人群提出预防措施。该项工作由工区卫生防疫机构负责落实。

（3）环境卫生及食品卫生的管理与监督

食品卫生是影响人群健康的重要方面，应按食品卫生和有关的规章制度加强执法监督和管理。保证向工区人员提供符合卫生要求的饮用水。定期对公共餐饮场所进行卫生清理和卫生检查。

7.3.7 生态保护措施

7.3.7.1 陆生植物保护措施

（1）避让措施

1）优化工程布置和施工临时布置，施工总布置时生活营地和施工营地等临时用地应避开占用生产力较高的林地区域，施工便道尽量不要从成片的林地中穿过，应尽量选择荒地、滩地和水库淹没土地，减少对沿线自然生态和植被的破坏。在施工时，施工活动要保证在征地范围内进行，施工便道及临时用地要采取“永临结合”的方式，尽量缩小范围，减少对林地的占用。

2）优化施工方式，尽量减少挖填方，在最大限度地做到挖填平衡之后，减少土石方远距离纵向调运数量，尽可能地减轻在施工过程中因土石方运输造成的扬尘污染以及雨季施工潜在的水土流失等对植被的破坏。

3）加强森林防火工作，对施工人员和周边的居民进行宣传教育设置警示牌，严禁携带火种进山，严防放火烧荒。避免对林地的损毁。

（2）减缓措施

1）保存占地区熟化土，用于植被恢复。为防止施工占地区表层土的损耗，对永久占用耕地、林地部分的表面 30cm 厚的表层土剥离，进行留存，待施工结束后用于施工场地回填和绿化。

2）划定施工活动范围，严禁越界施工。施工前，在各主要施工生产生活区及植被发育良好的区域设置生态保护警示牌，标明工程征地范围，禁止越界施工或破坏周边植被，尽量减少人为干扰的影响。

3）规范施工活动，严禁污染物乱排乱倒。施工期，加强宣传教育，加强施工监理工作，施工产生的弃渣、废水等应严格排放到指定地点，对于造成的污染应及时进行治理，防止弃渣、废水等污染物对植物及其生境的影响。

（3） 恢复和补偿措施

施工结束后，应结合水土保持植物措施，对各施工迹地实施植被修复措施。

1）植被修复原则

①保护原有生态系统的原则

评价区域种子植物科区系的南亚热带地带性成分特征明显。植被类型主要为暖性针叶林与常绿阔叶林。因此在植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区域

原有体系的生态环境，尽量发展以针叶林、阔叶林植被为主体的生态系统。

②保护生物多样性的原则

植被修复措施不仅考虑植被覆盖率，而且需要在利用当地原有物种的情况下，尽量使物种多样化，避免单一。在保证物种多样性的前提下，防止外来入侵种的扩散。

③景观优化的原则

植被恢复时，应与景观美化相结合，在恢复原有植被、生态系统的同时，尽量与提升景观质量相结合。

2）恢复植物的选择

根据评价区生态环境特点及区域植被分布特征，在植被恢复时乔木树种应尽量选择马尾松、木荷、鹅掌柴等，灌木尽量选择盐麸木、野漆、山乌桕等，草本植物尽量选择粽叶芦、芒萁、乌毛蕨等。这些植物皆为评价区常见种，其适应性强，生长快，且可起到较好的水土保持的作用。

（4）管理措施

1）加强宣传教育活动。施工前印发环境保护手册，组织专家对施工人员及附近居民等进行环保宣传教育，提高施工人员及附近居民对环境的保护意识。坚决制止评价区植被的滥砍乱伐、过量采伐、毁林开荒等不良现象发生，保护和培育现有森林资源。

2）加强施工监理工作，强化对现有植被的管理。施工前划定施工活动范围，确保施工人员在征地范围内活动；施工过程中，加强对施工人员的管理，严格限制施工人员的活动范围，严禁越界施工破坏区域植被及生态环境。

3）工程施工期、运营期都应对植物的影响进行监测或调查。施工过程中若发现保护植物，及时上报主管部门，并根据其所处位置及受影响程度，采取迁地移栽或就地保护等措施。运营期主要监测生境的变化，植被的变化以及生态系统整体性变化。通过监测，加强对生态的管理，在工程管理机构，应设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度，开展对工程影响区的环境教育，提高施工人员和管理人员环境意识。通过动态监测和完善管理，使生态向良性或有利方向发展。

7.3.7.2 陆生动物保护措施

（1）保护措施

1）提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》。施工前对施工人员进行宣传教育，严禁捕杀野生动物，施工过程中如遇到要尽量保护。

2）大型作业要避开动物活动的高峰期，如晨昏等。两栖动物中的蛙类、鸟类和兽类中的夜行型物种对灯光较为敏感，施工尽量安排在白天进行，避免夜间施工对野生动物正常栖息生活造成影响。禁止高噪声设备在晨昏和夜间运行，减少噪声对动物的干扰。

3）加强施工管理，严格控制在征地范围内施工，避免对征地范围外的林地、耕地等的占用，减小对野生动物生境的占用。

4）临近水域及涉水施工时，要严格控制废水的排放，减少对周边水域水质的污染，保护好在水域及其附近栖息活动的动物生境。

5）施工临时占地区域应做好防护，按水土保持方案设置水保措施，防止雨水冲刷造成水土流失对野生动物生境的破坏。

6）施工期间加强施工人员管理，严禁使用烟火，防止发生火灾。

（2）对重点保护野生动物的保护措施

根据本工程对国家重点保护动物及广东省省级重点保护动物的分析可知，工程对重点保护动物的影响主要是工程施工的生境扰动和噪声影响等，因此，针对重点保护动物的措施主要严格控制征地范围，及时对临时占地进行恢复；选用低噪音设备，禁止正午和晨昏进行高噪声活动，做好施工爆破方式、数量、时间的计划，减少爆破噪声对重点保护动物的影响。

表 7.3.7-1　对重点保护野生动物的保护措施

学名	居留型	区系	保护级别	分布	保护措施
1. 褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*	夏候鸟	东洋种	国家二级	活动于评价区内的林地及林缘灌丛	严格划定施工范围，禁止越界施工；晨昏及正午避免高噪音活动，施工尽量安排在白天进行，夜间不施工。加强施工管理，禁止施工人员捕捉或伤害鸟类。
2. 白鹭 *Egretta garzetta*	留鸟	东洋种	省级	主要分布于评价区内的水域附近	
3. 池鹭 *Ardeola bacchus*	留鸟	东洋种	省级		

7.3.7.3　水生生态保护措施

（1）加强污废水的治理

工程施工期间产生的施工废水和生活污水应进行严格处理后回用。生活垃圾应及时收集后妥善处理，禁止向周边环境乱丢乱弃。加强施工管理，优化施工组织和施工方式，减少涉水施工对水体的扰动。

（2）做好施工场地的水土保持措施

做好施工场地内的水土保持措施，尽量减少泥沙进入河道。

（3）加强管理措施

进行生态影响的监测或调查。在施工期主要是对与施工有关的区域进行监测；运营期主要是监测生境的变化，种类和数量变化以及生态系统整体性变化。建立各种管理及报告制度，开展对工程影响区的环境教育，提高施工人员和管理人员环境意识。

7.3.8 水土保持措施

结合主体工程设计、当地的土地利用规划、水土保持生态建设规划等，综合布置本工程的防治措施。根据施工特点及水土流失产生的形式，将本项目水土流失分区划分为枢纽工程、引水工程、施工营地、临时道路、临时堆土场、取土场、弃渣场等 7 个一级分区，其中枢纽工程再细分为水库及水陂 2 个二级分区。各分区采取的水土保持措施如下：

7.3.8.1 枢纽工程

（1）水库

库区主要采用大开挖方法进行施工，利用料直接回填利用，表土及间接利用料临时堆放于临时堆土场待转运，无用开挖料作为弃渣处理。本区部分施工活动在已布设的临时围堰内进行，围堰发挥的拦挡作用能有效防止水土流失。主体工程已设计对该区设置了浆砌石排水沟、砼排水沟、草皮护坡、三维土工网植草护坡、C30 砼框格梁护坡、种植台湾草、龙船花、香樟等水土保持措施，施工结束后有利于水土保持，符合水土保持要求。水土保持方案对该区补充表土剥离、沉沙池、临时拦挡、临时苫盖等措施。

（2）水陂

本区主要采用大开挖方法进行施工，利用料直接回填利用，表土及间接利用料临时堆放于临时堆土场待转运，无用开挖料作为弃渣处理。本区部分施工活动在已布设的临时围堰内进行，围堰发挥的拦挡作用能有效防止水土流失。主体工

程已设计对该区设置了三维土工网植草护坡、C30 砼框格梁护坡等水土保持措施，施工结束后有利于水土保持，符合水土保持要求。水土保持方案对该区补充布设表土剥离、临时拦挡、临时苫盖等措施。

7.3.8.2 灌区引水工程

该区占地为交通运输用地，管线沿现状道路布置，可利用道路排水设施，施工结束后恢复为原地貌，符合水土保持要求。水土保持方案对该区补充布设开挖坡脚临时拦挡措施。

7.3.8.3 施工营地

本工程施工期间共设 7 个施工营地。施工营地设置在工程建设区域附近，营地内设置生活福利房屋、综合加工厂、金结机电安装场、预制场、利用料临时堆放场、材料仓库、施工机械及汽车停放场等。由于工区主要布置于工程沿线及建筑物工管用地内，因此工程施工供电、通讯、机械修理等主要利用当地已有设施。现场设临时设施分别布置在沿河两岸范围内。

主体工程设计未考虑该区的水土流失防治措施，本水土保持方案主要考虑施工前表土剥离、施工过程中场地的临时排水、临时沉沙、临时拦挡、临时苫盖措施，以及完建期表土回填、土地整治、绿化等措施。

7.3.8.4 临时道路

本工程场内交通结合现有城镇交通道路，经布置需修建场内道路 9.4km，路面宽 4～5m，泥结石路面。该区占地面积 2.33hm^2，挖方、填方的施工若不进行防护，对挖填方边坡外侧区域可能造成直接水土流失影响。本区现状地类主要包括林地。

主体工程设计未考虑该区的水土流失防治措施。该区地势起伏，水土保持方案主要是完善该区施工前表土剥离，施工过程中场地的临时排水，以及施工结束后的、土地整治及绿化等防治措施。

7.3.8.5 临时堆土场

为便于施工，本工程设临时堆土场，用于临时堆放、转运开挖、回填料及部分表土。临时堆土场总占地面积为 1.6hm^2，占地类型为其他土地、林地。临时堆土场区的临时防护主要是施工前的表土剥离，施工期间的临时排水、临时沉沙、临时拦挡、临时苫盖以及施工结束后的土地平整、绿化等措施。

7.3.8.6 取土场

取土场面积 8.41hm^2，主要为林地。土料开挖过程必然破坏原地表植被，并改

变原地貌，松散的土体、裸露的表面在降水、径流的作用下极易流失。主体工程没有对本区进行水土流失防治措施布设。水土保持方案新增施工前表土剥离，施工过程中临时拦挡、临时排水、临时沉沙、临时拦挡、临时苫盖等防护措施，施工结束后表土回填、场地平整及绿化等防护措施。

7.3.8.7 弃渣场

该区占地面积 3.37hm^2，占地类型为林地，但该区为其他项目废弃采石场，目前地基本无植被覆盖。弃渣堆砌过程必然破坏原地表植被，松散的渣体、裸露的弃渣面在降水、径流的作用下极易流失。水土保持方案针对该区水土流失影响因素，补充布置施工过程中的排水、沉沙及弃渣堆砌完毕后的表土开挖、排水沟、挡墙、临时拦挡、临时苫盖、表土回填、土地平整、植被恢复、绿化等防治措施。

综上，水土保持措施包括工程措施、植物措施及临时措施等三方面，其中，工程措施包括表土剥离及回填、排水沟、沉沙池、挡墙；植物措施包括全面整地及撒播草籽；临时措施包括开挖临时排水沟、临时沉沙池、草袋挡墙、塑料薄膜。工程新增水土保持措施工程量详见表 7.3-1。

表 7.3-1　水土保持措施工程量汇总表

项目		单位	防治分区								
			水库	水陂	引水工程	施工营地	临时道路	临时堆土场	取土场	弃渣场	合计
工程措施	排水沟土方开挖	(m^3)								793.83	793.83
	排水沟砌砖	(m^3)								324.11	324.11
	沉沙池土方开挖	(m^3)								71.23	71.23
	沉沙池砌砖	(m^3)								33.40	33.40
	砂浆抹面	(m^2)								1927.05	1927.05
	挡墙土方开挖	(m^3)								160.55	160.55
	挡墙浆砌石	(m^3)								332.57	332.57
	碎石垫层	(m^3)								34.46	34.46
	排水管	(m)								195.72	195.72
	排水棱体	(m^3)								27.65	27.65
	表土剥离	(m^3)	16423.65	555.20	0.00	4139.59	4660.00	3199.68	16820.00		45798.11
	表土回填	(m^3)				5174.48	5825.00	3999.60	21025.00	9774.03	45798.11
临时措施	排水沟土方开挖	(m^3)				101.52	3316.32	89.25	635.22		4142.31
	排水沟砌砖	(m^3)				49.72		43.72	345.22		438.65
	沉沙池土方开挖	(m^3)	98.66			7.11		6.10	27.37		139.24
	沉沙池砌砖	(m^3)	50.66			4.09		3.50	10.09		68.34
	砂浆抹面	(m^2)	216.00			543.15		476.97	1833.45		3069.57
	碎石垫层	(m^3)	2.40			0.50		0.43	1.44		4.78
	砌砖拆除	(m^3)	50.66			53.81		47.22	355.31		507.00
	土方回填	(m^3)	98.66			108.63	3316.32	95.35	662.59		4281.55
	草袋挡墙	(m^3)				210.13		505.96	1583.57		2299.67
	草袋挡墙拆除	(m^3)				210.13		505.96	1583.57		2299.67
	塑料薄膜	(m^2)				2759.72		16000.00	11213.33		29973.06
植物措施	全面整地	(hm^2)				2.07	2.33	1.60	8.41	3.37	17.78
	撒播草籽	hm^2)				2.07	2.33	1.60	8.41	3.37	17.78

7.4运行期环境保护措施及其可行性分析

工程属非污染生态影响项目，项目运行后本身不产生污染物，产生污染物主要为管理人员的生活污水、生活垃圾以及食堂油烟。

为确保下放生态用水，水行政主管部门需制定相关规定，加强监督，严禁水库不下放生态用水。

7.4.1 运行期水环境保护措施及其可行性分析

7.4.1.1 库底清理

水库淹没区需清理的废弃物主要包括：各种建筑物、垃圾、人畜粪便、污水、污泥、污物、坟墓、植被等。垃圾、粪便、污水、污泥、植被等的腐败分解使水质恶化，病媒动物昆虫的迁徙繁殖可能会导致传染病的流行或暴发。库区清理要尽可能消除污染水质的因素，保证水质良好，保障库区及其下泄水体的卫生安全，杜绝病原微生物的扩散，防止介水传染病的发生、流行或暴发。因此，清库须按照《水电工程水库库底清理设计规范》(NB/T10803-2021)执行，合理、有效、科学地清理库区废弃物，保证库区水质。本工程库底清理范围包括水库淹没区和水陂淹没区。库底清理包括建(构)筑物清理及林木清理。

（1）建(构)筑物清理

1）建(构)筑物清理后，拆除的线材、木杆不应残留库区。

2）对库岸稳定性有利的建筑物基础、挡土墙等可不拆除。

3）确难清理的较大建筑物、构筑物，应设置蓄水后可见标志，并在地形图上注明其位置和标高。

（2）林木清理

1）砍伐的林木应按当地政府规定进行处理，环境影响评价明确需要保护的植物应按环境保护要求另行处理。

2）树木砍伐残余的枝丫、枯木、灌木丛、秸秆以及柴草等易漂浮物应及时运出库外或采取防漂措施。

3）为了避免林草地清理完地表植物后重新生长造成大量青苗受淹腐烂影响水质建议，建议清除草、树根。

7.4.1.2 下泄生态流量措施及其可行性分析

（1）蓄水期及运行期下泄生态流量

初期蓄水和运行期宝月水库均按多年平均流量的 20%下放生态流量（0.116m^3/s）；水陂挡水时利用生态流量泄放管（D400 放水管）下泄，水位抬高过陂顶高程时水体漫过水陂下流。

① 宝月水库生态流量泄放及监控

工程在大坝左岸布置引水(放空)兼导流隧洞，运行期可作为引水、放空隧洞。隧洞出口接 D2000 的压力钢管，钢管末端设锥形阀，锥形阀直径为 DN2000。锥形阀前设生态流量钢岔管，用于水库下放日常生态流量，管径为 Φ200mm，管内设生态补水阀，生态补水阀采用直径 0.2m 的多功能活塞式控制阀配伸缩节。在补水阀前设手动闸阀，型号为 Z341H-10C/DN200，公称压力均为 1.0MPa。补水阀后设一电磁流量计，以便流量监控。经计算，在死水位时，生态管可下泄流量约为 0.36m^3/s，大于所需下放的生态环境水量，因此满足要求，生态流量泄放措施是可行的。

② 水陂生态流量泄放

1#水陂位于左支流上，在右岸挡水段坝内预埋 DN400 防水管，以满足下游生态流量，并在水陂下游设控制阀；2#水陂位于左支流上，位于 1#水陂下游 355m，在溢流堰内预埋 DN400 放水管，以满足下游生态流量，并在水陂下游设控制阀；3#水陂位于左支流上，布置于 2#水陂下游 350m，在溢流堰内预埋 DN400 放水管，以满足下游生态流量，并在水陂下游设控制阀；4#水陂位于右支流上，溢流堰内预埋 DN400 放水管，以满足下游生态流量，并在水陂下游设控制阀。

生态流量放水管已纳入主体工程中进行设计，该部分投资不再列入环保投资中。

水库和水陂的生态放水管平面布置图见图 5.1.2-1 和图 5.1.2-2。

（2）生态流量管理措施

加强对生态流量下放措施的监督和管理，工程在生态补水阀后设置了电磁流量计，生态流量监控数据接入水库信息化系统，记录生态流量的下放数据，并存档备查，为有关部门提供信息查询服务。

7.4.1.3 污废水处理设施及其可行性分析

（1）污水特征

运行期污废水主要来自管理人员生活污水，生活污水主要污染物为 COD_{Cr}、BOD_5、氨氮和 SS，浓度值分别约为 250mg/L、100mg/L、20mg/L 和 250mg/L，管

理人员 16 人，项目产生生活污水量约为 1.67m^3/d。

（2）处理目标

根据《关于<关于请于确认“普宁市宝月水库工程项目”环境功能区的函>的复函》（见附件 9），本项目运行期生活污水需进入市政污水管网。但由于目前河田坝和益岭村尚未连通市政污水管网且近期未有相关污水管网规划，本报告建议在该区域纳入市政污水管网收集范围、附近有可接驳的污水井前，生活污水采用处理后回用方案，水质达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GBT18920-2020）中“城市绿化、道路清扫、建筑施工”回用于水库管理范围区内的绿化浇灌。后期若附近有可接驳的市政污水井，则对相关污水系统进行改造，将接入一体化的污水接入市政污水管网。

（3）处理工艺及设计参数

项目管理楼有两处，一处为水电站管理房，一处为水库管理处，产生生活污水量共约为 1.67m^3/d。两处管理楼的厕所排水均经化粪池预处理，食堂设置在水电站管理房，故水电站管理房需增设隔油池对厨房排放进行预处理，而后统一收集生活污水，通过新建一体化污水处理设施处理，并设置 15 m^3 清水池，处理后的生活污水回用于水库管理范围内的绿化浇灌，生活污水处理工艺流程见下图。

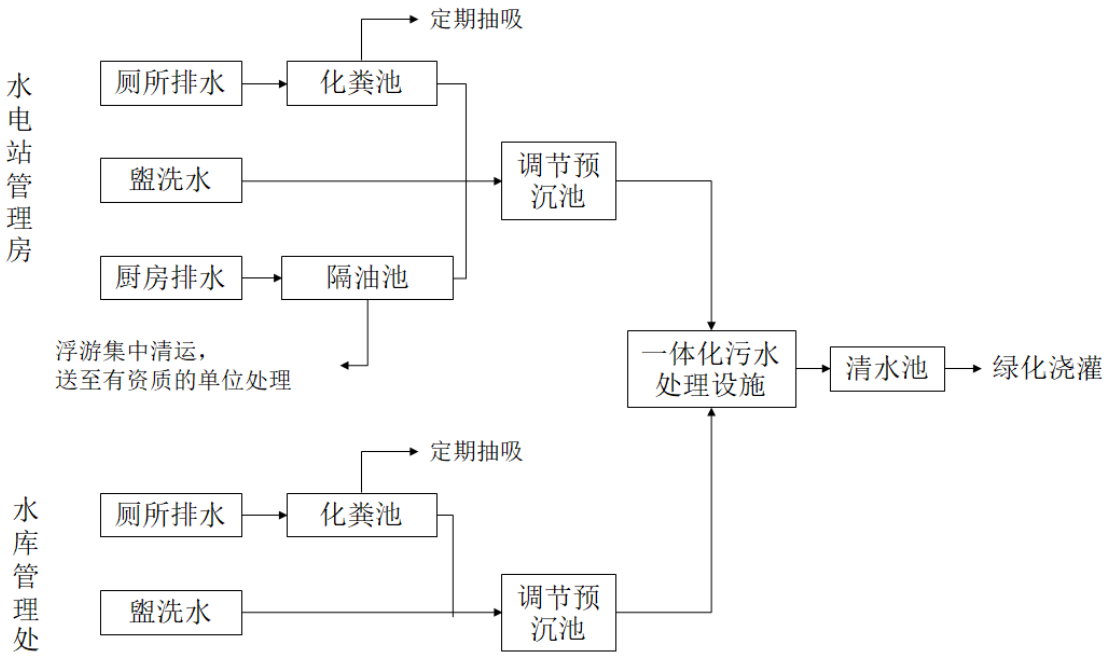


图 7.4-1　生活污水处理工艺流程图

（4）浇灌可行性论证

根据工程总体布置图，水库管理范围内的绿化面积约 2200m^2，按照《建筑给

水排水设计标准》（GB 50015-2019），绿化用水定额为 2L/(m^2.d)，则绿化需水量为 4.4m^3/d，大于生活污水产生量。一般来说，一体化生活污水处理设备处理后的出水水质可达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中相应的绿化用水标准要求。此外，在营地内修建 1 个 15m^3 清水池，用于储存处理后的生活污水，若雨天不需浇灌，可将处理后的出水暂存于清水池内。在遇到连续雨期，可利用污水抽吸车将处理后的生活污水外运至当地污水处理厂处理，相关费用在工程运行费用中考虑。建议主体设计对管理楼外工程的排水及道路绿化进行布置，清水池的水可通过水管接入道路两边的排水管用于绿化浇灌，相关费用已在主体设计计列。

7.4.2 大气环境保护措施及其可行性分析

运行期间废气主要来源为食堂油烟，食堂采用油烟净化器装置，风量 3000m³/h 除油效率≥60%，油烟经净化排放，满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）的标准后，对环境空气影响很小。

7.4.3 声环境保护措施及其可行性分析

工程建成运行后，噪声源主要为电站发电（水轮机）机组运行过程中产生一定的噪声。发电水轮机位于电站内，电站为封闭的钢筋混凝土建筑，对噪声有很好的隔音效果，对声环境影响很小。

7.4.4 固体废弃物处理措施及其可行性分析

管理站产生生活垃圾集中收集后由工作人员清运至垃圾收集点进行集中处置。

7.4.5 生态保护措施及其可行性分析

根据《河湖生态环境需水计算规范》（SL/Z 712-2014），河流生态需水一般不低于多年平均径流量的 10%。宝月水库生态流量以水库控制流域多年平均径流量 20%下泄，则下游年生态补水量为 366 万 m^3。

本工程在大坝左岸引水(放空)兼导流隧洞锥形阀前设直径 0.2m 钢岔管，用于水库下放日常生态流量，生态流量为 0.116m³/s，管内设生态补水阀，生态补水阀采用直径 0.2m 的多功能活塞式控制阀配伸缩节。补水阀后设一电磁流量计，以便流量监控。

7.5环境保护设施“三同时”验收汇总表

工程环境保护措施项目组成见下表。

表 7.5-1 工程环境保护措施项目组成一览表

措施类型	时期	措施内容
水环境保护措施	施工期	基坑排水、洞室排水：絮凝沉淀，回用
		施工机械及车辆冲洗废水：隔油沉淀，回用
		施工人员生活污水：化粪池、隔油池+一体化污水处理设施，回用
	运行期	水库管理区生活污水：化粪池、隔油池+一体化污水处理设施，回用
		下放生态流量
大气环境保护措施	施工期	用合格的燃料，清洁生产；采用先进施工工艺，降低油耗
		洒水、覆盖降尘
		食堂油烟采用油烟处理器处理达标后排放
	运行期	厨房油烟新建油烟处理器处理达标后排放
声环境保护措施	施工期	1）做好机械及车辆的保养、更新 2）加强劳动保护 3）避免夜间施工、运输车辆限制车速 4）敏感区设置声屏障隔声
	运行期	-
固体废弃物处理措施	施工期	弃渣及时清运，篷布遮盖运输
		生活垃圾集中收集、定点投放，交由环卫部门处理
		危险废物贮存于危险废物暂存区，定期转运至有资质单位
	运行期	生活垃圾集中收集、定点投放，交由环卫部门处理
		危险废物贮存于危险废物暂存区，定期转运至有资质单位
陆生生态	施工期	1）优化工程布置和施工临时布置，优化施工方式，加强森林防火工作。 2）保存占地区熟化土，用于植被恢复。划定施工活动范围，严禁越界施工。规范施工活动，严禁污染物乱排乱倒。 3）施工结束后，应结合水土保持植物措施，对各施工迹地实施植被修复措施。 4）加强宣传教育活动、施工监理工作。
	运行期	-
水生生态	施工期	1）加强污废水的治理 2）做好施工场地的水土保持措施 3）加强管理
	运行期	生态流量按多年平均径流量20%泄放
水土保持措施	施工期	工程措施、植物措施、临时防护措施，包括截排水沟、沉砂池等
	运行期	-
人群健康	施工期	场区卫生清理，防疫，施工人员抽样检疫，环境卫生管理
	运行期	-

措施类型	时期	措施内容
环境监测	施工期	水质、生态流量、大气、噪声监测，水土保持监测
	运行期	生态流量
环境风险	施工期	加强交通运输管理、废水处理设施等管理。
	运行期	加强交通运输等管理，制定环境风险事故应急预案。

环境保护监理及环境保护设施“三同时”验收汇总表见下表。

表 7.5-2 环境保护监理及环境保护设施“三同时”验收汇总表

阶段	重点位置	重点内容
筹建期	施工工区	是否配备生活垃圾收集、清运设施； 是否配备生活污水处理设施； 是否饮用水消毒、卫生清理、防疫、施工人员抽样检疫； 施工工区是否采取水土保持措施； 柴油发电机是否配装尾气净化装置。
	进场道路、场内交通	是否洒水降尘； 车辆是否维护保养、车辆噪声达标、严禁夜间施工； 是否采取水土保持措施。
施工期	施工工区	生活污水处理设施运行情况，进出口处主要污染物监测情况； 生产废水处理设施运行情况，进出口处主要污染物监测情况； 降尘情况； 生活垃圾清理、收集、运送情况； 饮用水、生活用水水质是否达标； 是否采取水土保持措施；是否进行水土保持监测。
	工程施工	水环境质量监测； 基坑排水、洞室排水是否絮凝沉淀； 施工机械及车辆冲洗废水是否隔油沉淀。
	渣料场	洒水降尘情况； 水土保持措施效果和水土保持监测。
	场内交通	洒水降尘频率； 水土保持措施效果和水土保持监测。
	声环境、环境空气敏感点	施工车辆是否限速； 车辆是否维护保养； 施工时间是否避开夜间； 距离敏感点近的工区是否设置隔声屏障； 环境空气和声环境质量监测。
	环境风险	是否加强交通运输管理、废水处理设施等管理。
	其他	是否设环境保护管理机构，相关管理、监理、监测人员、制度、报告是否完备。
运行期	管理区	生活污水是否处理后回用； 厨房油烟是否处理后排放； 生活垃圾是否收集交由环卫部门处理； 含油抹布等危险废物是否按照危险废物管理的相关规定进行贮存、处置管理。

	库区	生态流量按多年平均径流量 20%泄放，并有监测措施； 是否按相关应急预案要求进行管理和运行。

8 环境管理、监理与监测计划

8.1环境管理

8.1.1 环境保护管理体系

为了使工程环境保护措施得以切实有效的实施，达到工程建设与环境保护协调发展，必须建立完善的环境保护管理体系，以确保工程建设环境保护规划总体目标的实现，宝月水库工程环境保护管理体系分为外部环境管理和内部环境管理两部分。工程环境管理体系见图 8.1-1。

外部环境管理指国家及各级地方环境保护行政主管部门根据国家相关的法律、法规，不定期的对宝月水库环境保护工作进行检查、监督和指导，检查是否达到相应的环境保护标准与要求。

内部环境管理指建设单位和施工单位对环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家建设项目环境保护要求与地方生态环境主管部门要求。宝月水库内部环境管理体系具体包括工程环境管理机构、工程建设部门、环境监测单位及各环保措施实施单位等，对环境保护工程的实施实行分级监管。

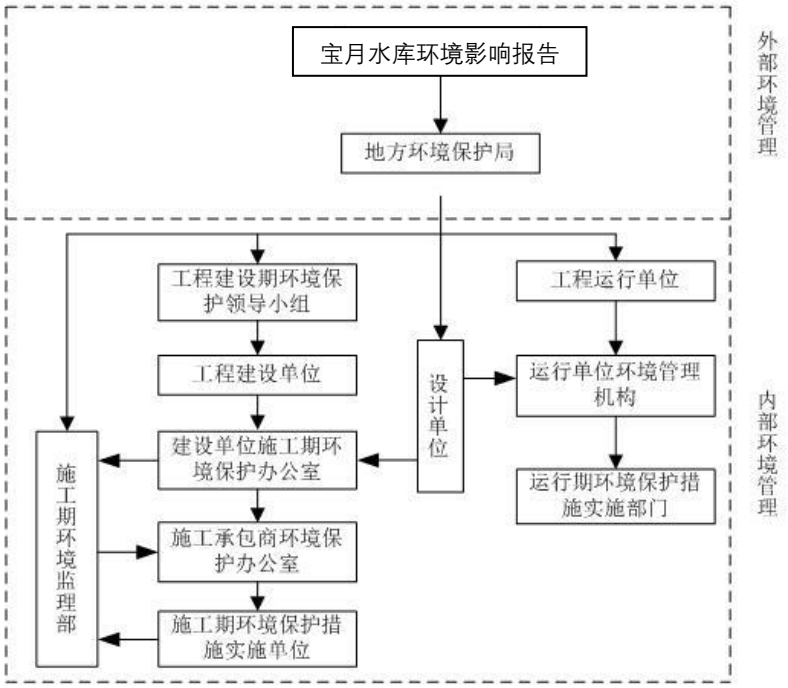


图 8.1-1 环境保护管理体系框架

8.1.2 环境管理机构设置及职能

8.1.2.1 施工期

（1）建设单位

工程开工前建设单位应设置环境保护领导小组与环境保护办公室。

“环境保护领导小组”成员由建设单位、监理单位、设计单位及施工单位等各有关单位的主要领导组成，其中建设单位主要领导任主要负责人，负责确定工程环保方针、审查项目环境目标和指标、审批环保项目立项和投资投入报告、审批环保项目实施方案和管理方案、检查环境管理业绩、培养职工环境保护意识等工作。

“环境保护办公室”为工程施工期“环境保护领导小组”的常设办事机构，设专职人员，具体负责和落实工程建设过程中环境保护管理工作，其主要职责包括：

1）制定、贯彻工程环境保护的有关规定、办法、细则，并处理执行过程中的有关事宜；

2）组织编制工程环境保护总体规划和年度计划，组织规划和计划的全面实施，做好环境保护年度预决算，配合财务部门对环境保护资金进行计划管理；

3）委托进行环保专项设计，检查设计进度，组织设计成果的验收和审查，并保证各项环境保护措施的有效实施；

4）依照法律、规定和方法，对整个工程各项环境保护措施的实施情况进行监督和管理，实施环境质量一票否决制；

5）协调各有关部门之间的关系，听取和处理各环境管理机构提交的有关事宜和汇报，不定期向上级环境保护行政主管部门汇报工作；

6）督促承包商环境管理机构的工作，内部处理环境违法、违规行为，表彰先进事迹；

7）检查督促接受委托的环境监测部门监测工作的正常实施，加强环境信息统计，建立环境资料数据库；

8）组织编写工程环境保护月报、季及年度报告，并向有关主管部门汇报。定期编写环境保护简报，及时公布环境保护动态和环境监测结果；

9）组织鉴定和推广环境保护先进技术和经验，开展技术交流和研讨；

10）做好环境保护宣传工作，组织必要的普及教育，提高有关人员的环境保护意识；

11）完善内部规章制度，搞好环境管理的日常工作，作好档案、资料收集、整理等工作，如做好库区内相关临时环保设施运行记录资料的收集等；

12）组织开展工程竣工验收环境保护调查，组织开展环境保护设施竣工验收。

（2）施工单位

各施工承包单位在进场后均应设置“环境保护办公室”，设专职人员 1～2 人，实施工程招标文件中或设计文件中规定的环境保护对策措施，及时处理施工过程中出现的环境问题，接受有关部门对环保工作的监督和管理。主要包括以下内容工作：

1）制定环境保护年度工作计划和编写环境保护工作月、季及年度工作报告；

2）检查所承担的环保设施的建设进度、质量及运行、检测情况，处理实施过程中的有关问题；

3）核算年度环境保护经费的使用情况；

4）接受环保管理办公室和环境监理单位的监督，报告承包合同中环保条款的执行情况。

（3）监理单位

为了更加有效地实施工程环境保护管理，成立电站环境监理部，参与工程环境管理。

（4）设计单位

根据国家法律法规、环境保护主管部门要求、环境影响报告书和批复等有关文件，从环境保护角度优化工程设计，选用对环境影响小的设计方案，反馈于建设单位和施工单位。

8.1.2.2 运行期

工程建成运行后，在工程管理部门中设置“环境保护办公室”，设专职人员 1 人，具体负责和落实工程建成运行后的环境保护管理工作，其主要职责包括：

（1）根据相关的环境保护法律、法规及技术标准，确定工程运行期环境保护方针和环境保护目标，制定运行期环境保护管理办法；

（2）负责落实环保经费及环境监测工作的正常实施，做好环境信息统计；

（3）协调处理运行期工程影响区出现的各项环境问题。

8.1.3 环境管理制度

8.1.3.1 环境保护责任制

在环境保护管理体系中，建立环境保护责任制，明确各环境管理机构的环境保护责任。

8.1.3.2 分级管理制度

建立环境保护责任制，将环境保护列入施工招标，在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治设施与环境保护措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，由环境监理部门负责定期检查，并将检查结果上报建设单位环境保护办公室及环境保护领导小组，并对检查中所发现的问题督促施工单位整改。

8.1.3.3 监测和报告制度

环境监测是环境管理部门获取施工区环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据。从节约经费开支和保证成果质量的角度出发，建议采用合同管理的方式，委托当地具备相应监测资质的单位，对工程施工区及周围的环境质量按环境监控计划要求进行定期监测。并对监测成果实行月报、年报和定期编制环境质量报告书以及年审的制度。同时，应根据环境质量监测成果，对环保措施进行相应调整，以确保环境质量符合国家所确定的标准和省、地市确定的功能区划要求。

8.1.3.4 “三同时”验收制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的污染防治措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

8.1.3.5 制定对突发事故的处理措施

工程施工期间，如发生污染事故及其它突发性环境事件，除应立即采取补救措施外，施工单位还要及时通报可能受到影响的地区和居民，并报建设单位与地方生态环境保护行政主管部门，接受调查处理。同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予行政或经济处罚，触犯国家有关法律者，移交司法部门处理。并防止以后类似事故的发生。

8.1.3.6 报告制度

日常环境管理中所有要求、通报、整改通知及评议等，均采取书面文件或函件形式来往。施工承包商定期向工程建设环保管理办公室和环境监理部提交环境月、半年及年报，涉及环境保护各项内容的实施执行情况及所发生问题的改正方案和处理结果，阶段性总结。环境监理部定期向工程建设环保管理办公室报告施工区环境保护状况和监理工作进展，提交监理月、半年及年报。环境监测实行月报、季报、年报和定期编制环境质量报告书以及年审等制度，将监测结果上报建设单位，以便及时掌握工程质量状况，并制定相关的环境保护对策。

8.1.4 环境管理计划

环境管理计划的目的是针对施工和运行阶段产生的不利环境影响，提出减免、监督、监测的体制措施，确保环保措施得以有效实施，以保持工程地区生态环境的良性发展。为使本工程的环境问题能及时得到解决，特制定本工程的环境管理计划，见下表。

表 8.1-1 环境管理计划表

阶段	环境因子	关注/管理内容	实施机构	业主职责
设计阶段	周围环境	在工程选址、设计过程中等尽量避开环境敏感区，采用对环境破坏或干扰少的方案	设计单位	配合提供相关资料进行限制性因素排查
施工期	水环境	各个承包商的机械及车辆冲洗废水、洞室排水、生活污水等废污水处理，按相应的回用标准回用。	承包商	拟定管理要求，拟定协议，支付费用，监督处理设施运行情况，监督保护措施开展情况，检查实施效果。
	陆生生态环境	按水土保持方案的要求做好施工场内的水土保持措施；加强生态保护宣传教育，防止破坏施工区域以外的生态环境，禁止施工人员猎捕野生动物。		
	水生生态	下放生态流量		
	环境空气	施工场地的扬尘控制纳入各施工承包商的文明施工管理中，施工现场和道路勤洒水。		
	水土流失	按水土保持方案的要求做好施工场内的水土保持措施。		
	噪声	严格执行国家有关标准，施工人员配备保护设施；合理安排爆破时间。		
	固体废物	施工生活垃圾分类存放，定期运往指定场所，不得随意丢弃。		

阶段	环境因子	关注/管理内容	实施机构	业主职责
	人群健康	进行卫生检疫、定期健康检查、疫情监控；清除鼠、蚊、蝇等；饮用水水质监控，公共场所清理。		
运行期	水环境	水库管理处、电站管理楼生活污水的处理	建设单位	按设计方案执行各项环保措施
	陆生生态	施工临时占地的植被恢复		
	水生生态	下放生态流量		
	固体废弃物	业主营地生活垃圾委托当地环卫部门统一清运；电站机组检修过程产生的废机油等危险废物收集至危废贮存间后定期交由有资质单位处置。		

8.2环境监理

8.2.1 监理目的

本工程施工期较长，环境影响及环境保护涉及因素也较多，环境管理要求高，在工程建设中需单独成立环保监理机构，负责实施工程环保监理工作。监理工作人员常驻工地，对施工区、上下库区等的环境保护工作进行动态管理，监督施工单位环保措施的完成工作情况，并根据工作情况进行日常工作记录和阶段性总结，并上报建设单位和有关环境保护部门。

8.2.2 环境监理与工程管理的关系

（1）环境监理与工程监理的关系

环境监理是工程监理的一个组成部分，但又具有相对的独立性。环境监理工作实行环境监理总工程师负责制，环境监理工程师对承包商违反环保条款的行为提出书面处理意见，经环境监理总工程师签发后下发承包商执行。具体由各标中的环保人员负责监督执行，并将结果反馈给环境监理总工程师。但对施工过程中出现的重大环境问题，特别是与工程进度有直接关系的环境事件，须与工程监理相协调。

（2）环境监理与业主、承包商的关系

环境监理是建设单位和承包商之外的经济独立第三方。它严格按照合同条款独立、公正地开展工作，即在维护建设单位利益的同时，也必须维护承包商的合

法权益。建设单位与环境监理的关系是经济法律关系中的委托协作关系，建设单位与承包商间的关系只是一种经济合同关系。业主与承包商就环保方面的联系必须通过环境监理工程师，以保证命令依据的唯一性。环境监理与承包商的关系是一种工作关系，即工程施工环保工作中的监理与被监理关系。环境监理的存在构成业主、监理、承包商三方相互制约的环境管理格局。

（3）环境监理与环境监测的关系

环境监理与环境监测是一种互为补充的关系，在环境管理中两者缺一不可。环境监测是工程区环境要素状况的动态反映，是环境管理与环境监理工作的重要依据。监测数据服务于监理，监理工程师可以根据施工进度提出监测方案调整意见，并通过建设单位反馈给环境监测单位。

8.2.3 环境监理工程程序

根据国家、广东省相关环境监理工作要求，环境监理工作原则上按下列程序进行：

（1）确定环境监理机构

建设单位在建设项目开工前，确定环境监理机构。建设单位应与环境监理机构签订监理合同，并积极配合环境监理机构开展工作。

（2）编制环境监理方案并进行评估

环境监理机构应按照环境影响评价文件及其批复要求编制建设项目环境监理方案，并开展环境监理方案技术审查工作，按照审查意见完善环境监理方案。

（3）开展设计阶段环境监理

环境监理机构在项目开工建设前应完成设计文件环保核查，并向项目建设单位提交设计文件环保核查报告。

（4）开展施工阶段环境监理

在环境监理方案的指导下，开展施工期环境监理工作，并编制施工期环境监理报告。建设项目施工期环境监理报告是申请建设项目试生产（运营）的必备材料。

（5）开展试生产期环境监理。

环境监理机构应在工程投入试生产三个月内完成试生产期间环境监理报告，并由建设单位将监理报告报当地生态环境局。

（6）开展试生产期环境监理。

环境监理机构应在完成试生产期间环境监理报告的同时，完成编制建设项目环境监理总结报告。环境监理总结报告作为该项目通过竣工环保验收的依据之一。环境监理单位应向建设单位移交全部环境监理档案资料。

8.2.4 环境监理内容

8.2.4.1 施工前期环境监理

（1） 污染防治方案的审核

根据具体项目的工艺设计，审核施工工艺中的“三废”排放环节，排放的主要污染物及设计中采用的治理技术是否先进，治理措施是否可行。污染物的最终处置方法和去向，应在工程前期按有关文件规定和处理要求，做好计划，并向生态环境主管部门申报后具体落实，审核整个工艺是否符合清洁生产，并提出合理建议。

（2） 审核施工承包合同中的环境保护专项条款

施工期承包单位必须遵循的环境保护有关要求应以专项条款的方式在施工承包合同中体现，并在施工过程中据此加强监督管理、检查、监测、减少施工期对环境的污染影响，同时应对施工单位的文明施工素质及施工环境管理水平进行审核。

8.2.4.2 施工期环境监理

（1） 生态保护监理

生态保护措施监理是监督检查建设项目施工建设过程中各项生态保护和恢复措施的落实情况，减缓施工对生态环境造成的破坏。

（2） 水污染防治的监理

了解施工期施工生产和生活污水的来源、排放量、水质指标，处理设施的建设过程和处理效果等进行监理，检查是否进行收集。监督检查施工现场排水系统是否处于良好的使用状态，施工现场是否积水，施工生产废水以及生活废水是否得到有效的处置。对水域施工进行监理，对处理后的施工人员生活污水、生产废水进行监测结果评定，如超标，要及时通知承包方，采取必要的措施，以保证上述污水经处理后回用，不会对益岭水水质造成污染影响。

（3） 环境空气污染防治的监理

施工区域大气污染主要来源于施工和生产过程中产生的废气和粉尘，对污染

源要求达标排放，对施工场地及其影响区域应达到规定的环境质量标准。环境监理工程师应明确施工期施工机械、运输车辆施工作业过程中大气污染源的排放情况，检查施工过程中各类机械设备是否依据有关法规控制粉尘及其它大气污染物污染，对施工现场 200m 之内的大气环境保护目标的环境空气质量监测结果评定，如超标，应通知承包方采取防范措施，保证环境空气质量达到标准限制以内。

（4） 噪声污染防治的监理

监督检查施工过程中各类机械设备是否依据有关法规控制噪声污染。为防止噪声危害，对产生强烈噪声或振动的污染源，应按设计要求进行防治，要求施工场地及施工噪声影响区域的声环境质量达到相应的标准，重点是检查靠近各声环境保护目标的施工点，必须避免噪声扰民。对施工场地 200m 之内的声环境敏感点进行噪声监测结果评定，如超标，应通知承包方采取必要的减噪措施，或调整施工机械作业的时间，保证居民正常生活不受噪声影响。

（5） 固体废物的监理

监督检查建筑工地生活垃圾是否按规定进行妥善处理处置，施工生活区生活垃圾的日常收集、分类存储和处理工作。固体废物处理包括生产、生活垃圾和生产废渣的处理要保证工程所在现场清洁整齐的要求。

（6） 其他方面

施工期间对施工人员做好环境保护方面的培训工作，培养大家爱护环境、保护生态、防止污染的意识，参与调查处理施工期的环境污染事故和环境污染纠纷。

8.2.4.3 施工后期环境监理

监督管理环境恢复监测和环境恢复计划的落实情况及环保处理设施运行情况。检查生态恢复和污染防治措施的落实情况。参与环境工程验收活动，协助建设单位组织人员的环境保护培训，负责工程环境监理工作计划和总结。

8.2.5 环境监理工作范围及职责

施工环境监理的工作范围包括水库施工区、各类施工辅助企业及所有因工程建设可能造成环境污染和生态破坏的区域。

施工环境监理的主要职责为：

（1）依照国家环境保护法律、法规及标准要求，以经过审批的工程环境影响报告书、环境保护设计及施工合同中环境保护相关条款为依据，监督、检查承包

商或环保措施实施单位对施工区环保措施的实施进度、质量及效果。

（2）指导、检查、督促各施工承包单位环境保护办公室的设立和正常运行。

（3）根据实际情况，就承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出清洁生产等环保方面的改进意见，以保证方案满足环保要求。

（4）审查承包商提出的环境保护措施的工艺流程、施工方法、设备清单及各项环保指标。

（5）加强现场的监控，重点监督检查生产废水、生活污水收集和处理系统的施工质量、运行情况。对在监理过程中发现的环境问题，以书面形式通知责任单位进行限期处理改进。

（6）对承包商施工过程及施工结束后的现场，依据环境保护要求进行检查和质量评定。

8.2.6 不同施工阶段的环境监理工作要点

本工程施工期 36 个月，施工时间较长，在不同施工阶段有不同的施工特点，环境监理的工作要点也不一样。

（1）施工准备期

施工准备期主要安排进行施工临时道路的修建，场内施工风水电，临时生产生活设施的建设，辅助企业设置及相应的场地平整等工作。

本阶段环境监理的工作要点是监督、检查施工临时道路和个临时生产生活设施的布置是否与设计文件相符合，是否有随意布设施工临时设施和临时道路的现象，施工临时设施和临时道路是否占用普宁市大南山森林公园，临时道路的渣土是否及时清运至指定弃渣场等，临时生产设施是否预留足够的空间布设各类污废水处理设施等等。

（2）主体工程施工期

主体工程施工期主要完成水库、引水隧洞、水陂和风吹涵溢洪道的土建工程，该阶段土建工程量大，施工人员多，施工强度大，对环境的干扰和影响也较大。

本阶段的环境监理工作要点是监督、检查承包商或环保措施实施单位对施工区环保措施的实施进度、质量及效果；审查承包商提出的环境保护措施的工艺流程、施工方法、设备清单及各项环保指标；加强现场的监控，重点监督检查生产废水、生活污水收集和处理系统的施工质量、运行情况，以及施工场地的扬尘控

制情况。对在监理过程中发现的环境问题，以书面形式通知责任单位进行限期处理改进。

8.3环境监测

8.3.1 施工期监测计划

8.3.1.1 水质监测计划

（1）监测点位、监测项目及监测频率

监测点位、监测项目、监测周期、监测时段及监测频率详见表 8.3-1。

表 8.3-1 水环境监测计划表

内容	对象	监测点	监测项目	监测 时间与频率	监测点次
施工污废水	生产废水	洞室排水处理系统排放口	pH、SS、废水流量	施工期间每季 1 期	12
		机械及车辆冲洗含油废水处理系统排放口	pH、SS、石油类、废水流量	施工期间每季 1 期	12
		生活污水处理系统排放口	pH、SS、动植物油、COD_{Cr}、BOD_5、氨氮、TP、粪大肠菌群、废水流量	施工期间每季 1 期	12
		选 1 处围堰工区基坑排水处理系统排放口	pH、SS、石油类、废水流量	施工期间每季 1 期	12
地表水	-	坝址下游 500m	pH、COD_{Cr}、BOD_5、SS、NH_3-N、TN、TP、DO、石油类	施工期间每季 1 期	12
	-	1#水陂上游 500m	pH、COD_{Cr}、BOD_5、SS、NH_3-N、TN、TP、DO、石油类	施工期间每季 1 期	12
	-	宝月水库库中	pH、COD_{Cr}、BOD_5、SS、NH_3-N、TN、TP、DO、石油类、叶绿素 a 和透明度	蓄水期每季度 1 次	4

（2）资料整编及保存

原始监测资料及整编成果 3 份交业主存档备查。

（3）监测人员及仪器设备

建议采用合同管理方式，委托当地具有相应监测资质的单位承担。

8.3.1.2 环境空气监测计划

（1）监测点布设及监测技术要求

监测方法：根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ/T2.3-2018)和《环境

空气质量手工监测技术规范》(HJ/T194-2017)规定的方法进行环境空气质量的监测和分析。

监测点布设：益岭村、选 1 处施工工区。

监测项目：TSP、PM_{10}。

监测频率：每季度监测 1 次，监测连续 3 天，共 36 点次。

（2）资料整编及保存

原始监测资料及整编成果 3 份交业主存档备查。

（3）监测人员及仪器设备

建议采用合同管理方式，委托当地具有相应监测资质的单位承担。

8.3.1.3 声环境监测计划

（1）监测点布设及监测技术要求

监测方法：根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)和《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)规定的方法进行声环境质量的监测和分析。

监测点布设：益岭村、选 1 处施工工区。

监测项目：昼间等效连续 A 声级。

监测频率：每季度监测 1 天，昼夜各监测一次，共 24 天。

（2）资料整编及保存

原始监测资料及整编成果 3 份交业主存档备查。

（3）监测人员及仪器设备

建议采用合同管理方式，委托当地具有相应监测资质的单位承担。

8.3.1.4 生态环境监测计划

（1）陆生生态监测

1）监测点位布设

重点关注工程施工占地和环境敏感点的植被和野生动物情况，施工隧洞上方植被变化情况，结合工程线路布置，在宝月水库引水隧洞区域、风吹涵水库溢洪道生态保护红线区域各设置 1 个调查点位，共布设 2 个陆生生态调查监测点。

2）监测时段和频率

植被的监测频次：每个时期在夏季和冬季各监测 1 次。植被群落监测应选取一定面积的典型样地，结合 3S 技术和野外调查进行监测。

两栖类、爬行类、哺乳类的监测频次：于两栖类、爬行类、哺乳类活动频繁的季节监测，两栖类、爬行类和兽类在惊蛰后的 5 个月内（4 月~8 月）监测，每年监测 2 次，每次监测时间为 1 周。

鸟类监测频次：鸟类主要在繁殖期、迁徙期、越冬期监测。

繁殖期（春末、夏季）监测 2 次，每次 2d；迁徙期监测 2 次，每次 2d；越冬期（10 月～第二年 3 月）监测 2 次，每次 2d～3d。

3）调查监测内容

植物监测：种类及组成、种群密度、覆盖度、重点保护种等情况。

动物监测：种类、分布、密度和季节动态变化；重点保护野生动物的种类、数量、栖息地、觅食地等。

4）调查监测方法

按照生态调查技术规范，采用样方法进行实地调查。主要结合以下方法开展：

遥感监测：利用 ArcGIS Engine 技术和 Visual Basic 开发平台，以基础地理信息、生态专业数据和属性信息为基础建立数据库，依托 GIS 的空间分析性能进行监测，得到生物丰度指数、植物盖度指数、景观多样性值和优势度值等，来判断植物和植被的变化。

植物监测：在各点位根据陆生生物组成设置固定样线 2 条～3 条，根据各样线群落面积确定设置的样地数量，着重调查植物的垂直和水平分布、植物物种。此外，监测过程中应密切关注外来入侵种的种类、数量、入侵速度。

动物监测：两栖类和爬行类样方：采用抓捕法、访问法调查两栖类和爬行类动物种类、数量、分布特征等。

小型兽类样方：采用日铗法、访问法调查小型兽类动物种类、数量、分布等。

鸟类样方：采用观测法、座谈访问法调查鸟类种类、数量、分布特征等。

（2）水生生态监测

1）监测断面

水生生态监测共设 2 个断面，分别位于益岭水工程拟建宝月水库的上下游。

2）监测内容与监测要素

生境条件监测：水温、溶解氧、pH 值、透明度、水深、流速等。

水生生物监测：叶绿素 a 含量、浮游动植物、底栖动物、水生维管束植物的种类、分布密度、生物量。

鱼类种群动态及群落组成变化：鱼类的种类组成、种群结构，重点监测鱼类种群动态及群落构成的变化趋势，分析鱼类种类的变化趋势。

鱼类产卵与繁殖生态：鱼类种类、时空分布、繁殖量、水文要素（温度、流速、水位、流向）、产卵场的分布与规模、繁殖时间和频次。

3）监测频次与时段

施工期开展 1 期监测。浮游动植物，底栖动物、水生维管束植物在 4 月、10 月各监测一次；鱼类种群动态监测在 4 月～6 月、10 月～11 月进行；鱼类产卵与繁殖生态调查在 4 月～6 月进行。

8.3.1.5 人群监测计划

（1）调查目的

掌握施工人群的健康状况，以便及时采取人群健康保护对策。

（2）调查内容、时间

施工期间每年对施工人员进行抽样检疫 1 次，检疫人数取施工区总人数的 10%；每半年对食堂工作人员进行定期检查，重点检疫疾病为痢疾、肝炎和疟疾；每年定期检查和消灭疾病媒介生物，如蚊、苍蝇、蟑螂、鼠等。

（3）调查单位

建议采用合同管理方式，委托当地具备相应资质的卫生防疫部门承担。

8.3.2 运行期监测计划

8.3.2.1 水质监测计划

（1）监测点位、监测项目及监测频率

监测点位、监测项目、监测周期、监测时段及监测频率详见表 8.3-2。

表 8.3-1 水环境监测计划表

编号	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
W1	水库库中	pH、BOD_5、DO、高锰酸盐指数、氨氮、总氮、总磷、悬浮物、粪大肠菌群、石油类、叶绿素 a 和透明度	运行期监测 5 年	丰水期和枯水期各监测 1 次，每次 2 天，每天采样 1 次。
W2	水库库尾			
W3	下库坝下 500m 处	pH、BOD_5、DO、高锰酸盐指数、氨氮、总氮、总磷、悬浮物、粪大肠菌群、石油类		

（2）资料整编及保存

原始监测资料及整编成果 3 份交业主存档备查。

（3）监测人员及仪器设备

建议采用合同管理方式，委托当地具有相应监测资质的单位承担。

8.3.2.2 生态环境监测计划

（1）监测断面

本工程水生生态监测共设 3 个点位，宝月水库上游、宝月水库库中、宝月水库下游各设置 1 个监测断面。

（2）监测内容与监测要素

生境条件监测：水温、溶解氧、pH 值、透明度、水深、流速等。

水生生物监测：叶绿素 a 含量、浮游动植物、底栖动物、水生维管束植物的种类、分布密度、生物量。

鱼类种群动态及群落组成变化：鱼类的种类组成、种群结构，重点监测鱼类种群动态及群落构成的变化趋势，分析鱼类种类的变化趋势。

鱼类产卵场与繁殖生态：鱼类种类、时空分布、繁殖量、水文要素（温度、流速、水位、流向）、产卵场的分布与规模、繁殖时间和频次。

（3）监测频次与时段

工程开始运行后第 1 年、第 3 年各监测一次。其中浮游动植物，底栖动物、水生维管束植物在 4 月、10 月各监测 1 次；鱼类种群动态监测在 4 月～6 月、10 月～11 月各进行 1 次；鱼类产卵场监测在 4 月～6 月进行 1 次。

（4）调查监测方法

按照《内陆水域渔业自然资源调查手册》、《水库渔业资源调查规范》（SL167-2014）等相关规范及现行规范方法进行

8.3.2.3 生态流量监测计划

工程在生态补水阀后设置了电磁流量计，生态流量监控数据接入水库信息化系统，记录生态流量的下放数据，并存档备查，为有关部门提供信息查询服务。

9 环境保护投资估算及环境影响经济损益分析

9.1环境保护投资估算

9.1.1 编制原则

“谁污染，谁负责，谁开发，谁保护”原则。既保护环境又为主体工程服务，以及为减轻或消除因工程新建对环境造成的不利影响等，需采取的环境保护、环境监测和环境工程管理等措施，其所需投资，应根据其项目的依附性质，列入工程环境保护投资。

“突出重点”原则。对项目影响较大、公众关注、保护等级较高的环境因子进行重点保护，在经费上予以优先考虑。

“功能恢复”原则。对于因工程新建对环境造成不利影响需采取的补偿措施；凡结合迁、改建提高标准或扩大规模增加的投资，应由地方政府或有关部门、产权所有者自行承担。

“一次性补偿”原则。对工程所造成的难以恢复、改建的环境影响对象和生态与环境损失，可采取替代补偿和生态恢复措施，或按有关补偿标准给予一次性合理补偿。

9.1.2 编制依据

（1） 《水利水电工程环境保护设计概(估)算编制规程》(SL359-2006)；

（2） 《关于规范环境影响咨询收费有关问题的通知》(国家计委、国家环保局 计价格[2002]125 号文)；

（3）《工程勘察设计收费管理规定》(国家计委、建设部计价格〔2002〕10 号)；

（4） 《水利、水电、电力建设项目前期工作工程勘察收费暂行规定》(发改价格[2006]1352 号)；

（5） 《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)；

（6） 《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)；

（7） 《关于降低部分建设项目收费标准规范收费行为等有关问题的通知》(发改价格[2011]534)号；

（8） 《关于调整我省建设工程造价咨询服务收费的复函》(粤价函[2011]742 号)；

（9） 《关于我省建设工程造价咨询服务收费的复函》(粤价函〔2013〕990 号)；

（10）《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(粤水建管〔2017〕37 号)；

（11）《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）；

（12）《关于发布<广东省环境监测行业指导价>的通知》（粤环监协[2018]11 号）。

9.1.3 费用构成

本工程环境保护投资由环境保护工程投资和水土保持工程投资组成。

9.1.4 环境保护投资主要指标

环境保护投资包括环境保护工程投资 486.17 万元和水土保持工程投资 467.66 万元，共 953.83 万元。

（1）环境保护工程投资

本项目环境保护工程投资 486.17 万元，其中环境保护措施 20.30 万元，环境监测费 68.98 万元，环境保护临时措施费 117.40 万元，环境保护独立费用 256.35 万元，基本预备费 23.15 万元。详见表 9.1-1。

表 9.1-1 环境保护投资估算表

序号	项目	单位	单价（元）	数量	合计(万元）
第一部分环境保护措施					20.30
一	水环境保护				20.00
1	生活污水处理	项	200000	1	20.00
二	大气环境保护				0.30
1	厨房油烟处理器	台	3000	1	0.30
三	生态环境保护				0.00
1	生态流量下泄设施	主体已计列			0.00
第二部分环境监测（仅计列施工期监测费用，运行期监测费用纳入工程运行成本）					68.98
一	水环境监测				7.26

序号	项目	单位	单价（元）	数量	合计(万元）
1	地表水监测				3.90
1.1	地表水体	元/点次	1350	24	3.24
		元/点次	1650	4	0.66
2	生产废水监测				1.80
2.1	含油废水	元/点次	550	12	0.66
2.2	洞室排水	元/点次	400	12	0.48
2.3	基坑排水	元/点次	550	12	0.66
3	生活污水监测				1.56
3.1	施工期生活污水	元/点次	1300	12	1.56
二	环境空气监测				1.80
1	施工期环境空气监测	元/点次	500	36	1.80
三	声环境监测				1.20
1	施工期声环境监测	元/点次	500	24	1.20
四	生态环境监测				42.00
1	陆生生态监测	元/点位•年	50000	6	30.00
2	水生生态监测	元/点次	60000	2	12.00
五	卫生防疫监测				16.72
1	建档及疫情调查	人	100	880	8.80
2	人群健康监测	元/人次	300	264	7.92
第三部分仪器设备及安装					0.00
第四部分环境保护临时措施					117.40
一	水环境保护措施				99.26
1	生活污水处理				61.60
2	施工废水处理				37.66
2.1	基坑排水处理				1.75
2.2	机械冲洗废水处理				15.91
2.3	洞室排水处理				20.00
二	噪声防治				5.42
1.1	警示牌	元/块	80	3	0.02
1.2	移动式隔声屏	元/m	600	90	5.40
三	固体废物处理				7.64
1.2	收集、清理	月.工区	1000	54	5.40
1.3	垃圾箱	个	300	8	0.24
1.4	废油处理	工区	10000	2	2.00
四	环境空气质量控制	主体已计列			0.00
五	人群健康保护				4.07
1.1	应急医疗品	工区	20000	1	2.00

序号	项目	单位	单价（元）	数量	合计(万元）
1.2	施工区一次性清理和消毒（进场前）	m2	1	20667.7	2.07
六	生态环境保护				1.00
1	生态保护警示牌	个	500	20	1.00
2	植被恢复	主体已计列			0.00
第一至四部分合计					206.68
第五部分独立费用					256.35
一	建设单位管理费				89.60
1	环境管理经常费	第一～第四部分之和的 3%			6.20
2	环境保护设施竣工验收费	参照环境影响评价费			80.30
3	环境保护宣传教育费	第一～第四部分之和的 1.5%			3.10
二	招标业务费	国家计委计价格[2002]1980 号			2.07
三	环境工程监理费	元/人.年	100000	2 人.3 年	60.00
四	工程造价咨询服务费	粤价函[2011]724 号			6.20
五	科研勘测设计咨询费				98.48
1	环境影响评价费	根据工作量、市场价格以及参考同类工程确定			80.30
2	环境保护勘察设计费	按发改价格[2006]1352 号）和计价格〔2002〕10 号）计列			18.19
一至五部分之和					463.02
基本预备费					23.15
环境保护投资					486.17

（2）水土保持工程投资

本工程新增的水土保持投资为 467.66 万元。本工程水土保持投资估算见表 9.1-2。

表 9.1-2　水土保持工程投资估算表

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	植物措施费	独立费用	合计
一	第一部分 工程措施	187.28				187.28
1	工程措施	187.28				187.28
二	第二部分 植物措施			28.07		28.07
1	植物措施			28.07		28.07
三	第三部分 监测措施	35.				35.
1	三 建设期观测人工费用	35.				35.

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	植物措施费	独立费用	合计
四	第四部分 施工临时工程	93.21				93.21
1	临时措施	91.05				91.05
2	其他临时工程费	2.15				2.15
五	第五部分 独立费用				80.04	80.04
1	建设单位管理费				10.31	10.31
2	经济技术咨询费				1.72	1.72
3	工程建设监理费				10.55	10.55
4	工程造价咨询服务费				3.88	3.88
5	科研勘测设计费				16.12	16.12
6	招标业务费				2.46	2.46
7	水土保持方案编制费				20.	20.
8	竣工验收费				15.	15.
I	一至五部分合计	315.48		28.07	80.04	423.6
II	基本预备费					21.07
III	价差预备费					
IV	水土保持设施补偿费					22.99
	静态投资(I+II+IV)					
	总投资(I+II+III+IV)					467.66

（3）环境保护总投资

本工程环境保护总投资由环境保护工程投资和水土保持工程投资组成，总投资为 467.66 万元，占工程总投资约 2.67%。

9.2环境影响经济损益简要分析

普宁市宝月水库工程任务包括灌溉、发电和水景观，工程效益包括灌溉效益、发电效益和环境效益，是一项公益性的水利工程。本次环境影响经济损益简要分析采用类比调查和调查评价等方法，对该项目的经济效益、社会效益、环境效益以及环境资源损失进行简要的分析。环境经济损益分析根据工程各项影响预测与评价结果以定量和定性相结合的方法进行。

9.2.1 社会效益分析

（1）灌溉效益

宝月水库灌区灌溉面积为 11876 亩，水库上游引水陂灌溉面积为 283 亩。

根据 2020 年普宁市国民经济和社会发展统计公报，按照公报中的农业产值和种植面积推算农业亩均产值约为 6326 元，综合考虑，本次采用亩均产值为 6326 元，则总产值为 7512.76 万元。

灌溉效益计算采用分摊系数法，本工程灌溉效益分摊系数取 0.5。则宝月水库建设后增加的灌溉效益为 3756.38 万元，灌溉效益每年考虑一定的增长，年增长率取 1%。

（2）发电效益

本工程多年平均发电量 E＝155 万 kWh，厂用电 1%，网损 4%，一般采用影子电价为 0.5 元/kWh，则发电效益为 73.63 万元。

（3）防洪效益

新建宝月水库工程，虽未设防洪库容，但水库自身的滞洪削峰能力还是一定程度降低了天然洪水洪峰流量，进而提高了下游防洪能力，宝月水库建设后，可将 20 年一遇洪峰流量从 458m^3/s 降低到 396m^3/s，可将 30 年和 50 年一遇洪峰流量分别从 485m^3/s、517m^3/s 降低至 407m^3/s 和 426m^3/s，削峰率分别达到 13.5%、16.1%和 17.6%，对提高下游防洪能力发挥了重要的作用。

根据工程初步设计方案的经济评价，宝月水库是以灌溉为主，兼顾发电及改善水环境等的综合利用水利工程。工程主要经济指标：经济内部收益率为 9.72%，大于社会折现率 6%，经济净现值大于 0，经济效益费用比 1.60 大于 1，该项目主要为社会效益，在经济上是合理、可行的。

9.2.2 环境效益分析

水库兴建后，设置了生态流量下泄措施，生态流量取多年平均流量的 20%，经过与 54 年(648 个月)长系列来水量对比，宝月水库下泄的生态流量超过天然来水量的时间有 112 个月，其中 110 个月为枯水期，平均每年 2 个月，对下游河道枯水期特枯月份的生态流量有很好的补充，一定程度上改善了下游流域水环境。

此外，水库建设后，有利于降低洪涝威胁，减少环境风险隐患，另外通过对水库区域进行植被恢复、营造绿地，可一定程度上恢复区域生态环境。

9.2.3 环境损失估算

环境经济损失按项目的不利影响带来的环境损失计算，包括为减缓工程对环境的不利影响，所采取的环境保护及水土保持措施等。本工程总投资 35682.47 万元，生态环境保护投资（包括环境保护及水土保持措施投资）953.83 万元，占工程总投资的 2.67%。环境损失采用影子工程法估算，即认为环保恢复工程的费用与环境损失的费用相当，则本工程环境损失费为 953.83 万元。

9.2.4 环境影响损益分析

根据环境经济学理论，如果建设项目引起环境质量下降，造成了生产性资产损害，则恢复环境质量或生产性资产所花费的费用可视为环境效益损失的最低估价。本工程环保措施的实施可在很大程度上减免工程建设对环境的不利影响，依据本工程环境影响评价结果，针对不利影响情况，本工程环境保护总投资费用可作为恢复环境质量所花费的费用。普宁市宝月水库工程为非污染生态工程，具有运行年限长，环境损失补偿大多为一次性投入的特点。本工程建成后，在环境损失方面的补偿随时间的增加基本不需追加投资，随着工程的运行，工程效益将不断增大。因此，在环境费用~效益方面，工程具有较优越的经济指标。因此，本工程在环境经济上具有合理性和可行性。

10 环境影响评价结论

10.1工程概况及工程分析

10.1.1 工程概况

项目名称：普宁市宝月水库工程

地理位置：宝月水库拟建坝址位于普宁市南面大南山镇河田坝村，在练江支流白马河上游的益岭水河谷中，工程所在经纬度为东经 116°9′59″-116°12′12″，北纬 23°12′32″-23°16′20″。

建设单位：普宁市水利工程管理服务中心

项目性质：新建建设类项目

工程任务：以灌溉为主，兼顾发电及改善水环境。水库灌溉面积 1.19 万亩；水库电站装机容量为 480kW，多年平均发电量 155 万 kWh；宝月水库及库尾水陂的建设可以提高大南山城市公园的品味，改善区域水环境。

建设内容：包括工程主要建筑物大坝、溢洪道、引水(放空)兼导流隧洞、风吹涵水库溢洪道，次要建筑物包括电站、水陂、灌区引水管等。

工程等级和建筑物等级：宝月水库总库容 595 万 m^3，设计灌溉面积 1.19 万亩，多年平均灌溉水量为 388.2 万 m^3。按照《防洪标准》(GB50201-2014)、《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)的有关规定：本工程等别为 IV 等，工程规模为小(1)型；主要建筑物如大坝、溢洪道、引水(放空)兼导流隧洞、进水塔、风吹涵水库溢洪道级别为 4 级建筑物，次要建筑物如水电站、水陂、灌区引水管等为 5 级建筑物。

施工工期：工程总工期为 36 个月，其中施工准备期 15 个月（第 1 年 7 月～第 2 年 9 月），主体施工期 28 个月（第 2 年 1 月～第 4 年 4 月），工程完建期 2 个月（第四年 5 月～6 月底）。高峰期施工人数约 880 人，平均人数 620 人。总投资。。。

10.1.2 工程分析结论

通过工程分析，结合工程区的环境现状特征，宝月水库工程建设符合国家产业政策要求，与地方相关规划也是协调一致的。工程建设是十分必要的，工程选择的调水规模等设计方案是环境合理的。

工程施工期的环境影响主要有：工程占地对地表植被、陆生动植物等生态环境的影响；工程开挖与弃渣堆放产生的水土流失问题；输水线路施工对地下水的影响；施工“三废一噪”对环境的影响。施工期环境影响是暂时的、局部的。

工程运行基本不产生污染物，但水库蓄水会对水库库区、坝下河道的水文情势、水温、水生生境产生影响；水库调水改变益岭水流域的地表水资源量，对坝下河道水文情势、水生生境产生一定影响，从而对坝下河道的地表水环境、水生生态环境等产生影响。水库运行期对地表水环境产生影响对周围环境产生影响是主要的、长远的。

10.2环境质量现状评价结论

10.2.1 地表水环境质量现状

根据监测结果，益岭水、益岭水支流（包括东侧和西侧支流）、白马河均能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的V类水质标准，风吹涵水库水质满足II类标准，其中益岭水宝月水库拟建坝址处上游水质还同时满足《农用灌溉水质标准》（GB 5084-2021）表 1 中的“水田作物”标准限值，项目所在区域水环质量较好。风吹涵水库处于贫营养状态。

工程拟建取水口、清淤处底泥监测指标均满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）表 1 中用地标准，项目区域底泥环境较好。

10.2.2 地下水环境质量现状

本工程地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。根据本次环评地下水环境质量现状监测，监测点位菌落总数超标，其余指标达标。超标原因主要是农村人畜粪便、生活垃圾等污染所致。

10.2.3 环境空气质量现状

根据《揭阳市生态环境质量报告书（二〇二一年度 公众版）》可知，2021 年普宁市空气环境质量良好，六项污染物年评价浓度均达到国家二级标准，普宁市区域环境空气质量属达标区域。工程所在区域大气环境质量良好。

10.2.4 声环境质量现状

各监测点昼间均能满足《声环境质量标准》（GB3095-2008）相应标准要求，

工程区周边的声环境质量良好。

10.2.5 生态环境质量现状

（1）项目区土地利用现状

项目区域内的土地利用类型主要为林地、工矿仓储用地、水域及水利设施用地及其他土地。

（2）生态系统现状

评价区域内主要为森林生态系统，占地面积为 821.13hm^2，占总评价区域面积的 81.18%。其中针叶林占地 35.34 hm^2，占比 3.49%；阔叶林占地 668.48 hm^2，占比 66.09%；针阔混交林占地 117.31 hm^2，占比 11.60%。湿地生态系统占地面积为 11.90 hm^2，占总评价区面积的 1.18%，主要为评价区域内的湖泊。

（3）陆生生态环境现状

根据本次实地调查，普宁宝月水库工程评价区调查范围内共统计有维管植物共 86 科 190 属 256 种，其中野生维管植物有 73 科 163 属 226 种。本区域的代表科植物为大戟科、桑科、樟科植物。本区域种子植物科区系的南亚热带地带性成分特征明显。植被类型主要为常绿针叶林、暖性常绿针阔叶混交林及南亚热带季风常绿阔叶林。评价范围内发现国家二级保护植物 1 种，为金毛狗。调查中未发现古树名木。

通过外业调查与资料查询，统计到评价区野生脊椎动物 31 种，隶属 10 目 24 科。其中国家二级保护动物 1 种，为褐翅鸦鹃；广东省重点保护动物 2 种，为池鹭及白鹭。

（4）水生生态环境现状

本次调查发现浮游植物种类 6 门 82 种(属)；浮游动物 56 种(属)；大型底栖动物 3 门 21 种(属、科)；水生植物 33 种，分属于 2 门 19 科 30 属。

共调查到鱼类 13 种，分属于 2 目 5 科 12 属，其中鲤形目 1 科 8 属 8 种，占 61.54%；鲈形目 4 科 4 属 5 种，占 38.46%。鱼类生物多样性一般，水体环境质量中等；群落结构均匀度较好；鱼类丰富度较低。

根据查阅资料及现场调查，评价区未发现珍稀、濒危水生生物。

10.3环境影响预测与评价结论

10.3.1 地表水环境影响评价结论

10.3.1.1 对水资源利用的影响

益岭水流域内现状多年平均用水量占益岭水流域多年平均地表水资源量的4.6%，水资源开发利用程度较低。宝月水库建成后，典型年供水期总供水量为499.6万m^3，占益岭水流域地表水资源量的8.1%。

10.3.1.2 生态流量

宝月水库坝址以上多年平均径流量为1830.3万m^3，本工程生态流量取多年平均径流量的20%，即0.116m^3/s。符合《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》(环办函[2006]11 号)、《河湖生态环境需水计算规范》(SL/Z712-2014)、《水利水电建设项目水资源论证导则》(SL525-2011)和《广东省水利厅关于小水电工程最小生态流量管理的意见》等文件要求。

四座水陂均预埋DN400防水管，用于下泄生态流量，不会因建设水陂导致下游河道断流。

10.3.1.3 水文情势影响

水库建成后，由于库坝挡水，建库后库区水位明显抬高。其中益岭水坝址处P=20%水位从37.21m抬升至81.74m，到上游911m处时水位逐渐恢复至天然状态；右支流汇入干流口流速从57.43m抬升至81.74m，到上游155m处时水位逐渐恢复至天然状态；左支流坝址处流速从37.21m抬升至81.74m，到上游876m处时水位逐渐恢复至天然状态。

由于库区位于山区性河流，天然状态下流速较大，建库后库区流速明显减缓。其中益岭水坝址处P=20%平均流速从8.79m/s减缓为0.07m/s，到上游911m处时流速逐渐恢复至天然状态；右支流汇入干流口流速从7.92m/s减缓为0.29m/s，到上游155m处时流速逐渐恢复至天然状态；左支流坝址处流速从8.79m/s减缓为0.07m/s，到上游876m处时流速逐渐恢复至天然状态。

水陂建设将抬高河道一定的水位，水陂挡水时利用D400放水管下放生态流量，水位抬高过堰顶高程时水体漫过陂顶下流。由于陂身高度较为低矮，既可以形成一定长度的水景观，也不会对河道行洪造成较大的影响，蓄至水陂陂顶后水体则漫流至下游，流速较天然状态下变化不大。

10.3.1.4 对水温的影响

宝月水库入库多年平均径流量 1830.3 万 m^3/年，总库容为 565 万 m^3，得出 α=3.08，α 小于 10，可认为其水温结构为分层型。在正常蓄水位情况下，表层水温与底层水温温差最大出现在 5 月（表层 27℃，底层 14.78℃），温差最小在 12 月（表层 17℃，底层 16.65℃）。

河田坝漫水桥闸处下游 0.78km，下泄水温已恢复至与天然水温温差±2℃内；桥闸下游 1.17km，下泄水温已恢复至与天然水温温差±1℃内。工程建设后，在闸桥处下泄的流量在 0.14~1.25m^3/s 之间，因流量不大，下泄水体水温沿程得到迅速恢复。受低温水影响最明显为下泄流量最大的 7 月，影响距离为 1.17km。可见工程建设后下泄流量较小，使低温水影响范围并不明显。

益岭水取水设施主要为直灌区引水口，直灌区引水口设置在河田坝漫水桥闸坝前，由于有河田坝漫水桥闸阻挡，回水区形成一个狭长型的小水塘，水深约 2.5m，灌区引水口水体水温基本与闸桥前混合后水温相似。灌区引水口水温在 15.2~22.5℃之间，最低水温 15.2℃出现在 4 月。4~5 月为水稻发芽期、反青期，最低水温 12℃，6 月为水稻分叶期，最低水温 15℃，根据预测，直灌区引水口 4~5 月水温为 15.2~17.3℃，6 月水温为 21.6℃，因此，水稻生长期间的灌溉引水水温完全满足水稻生长各期的最低水温要求，供水水温不影响作物正常生长。补灌区取水位于益岭水下游白马溪水陂前，白马溪水陂位于桥闸约 9.8km 处，水温已基本恢复至天然水温，下泄水温对补灌区作物影响不大。

10.3.1.5 对水质的影响

（1）施工期

项目施工期污废水主要为施工人员的生活污水、施工机械及车辆冲洗废水，围堰基坑排水、洞室排水等。本项目施工期生活污水经处理后用于施工场地及施工道路降尘用水，不外排，处理后的出水需满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”用水标准；施工机械及车辆冲洗废水经处理达到回用标准后回用于车辆冲洗；洞室排水污染物主要为 SS，经导排、收集、沉淀处理后回用于周边施工场地及施工道路降尘用水等，回用水标准参照执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中道路清扫杂用水水质标准要求；围堰基坑排水优先回用与场地洒水降尘。施工期不会对周边水环境造成太大的影响。

（2）蓄水期

在水库蓄水初期，由于水体对原有陆域的淹没影响，加上蓄水期大坝下泄流量较小，水体在库区内的流动速度很小，容易造成污染物在库区内富集。因此，在水库蓄水初期，库区水质可能受到一定程度的污染，但在采取有效的库底清理措施后，库区水质受污染的程度能够较大的减少，且随着水库的运行，上述不利影响也将逐渐消失。

（3）运行期

经预测，宝月水库建成后，库区水体总氮的浓度为 0.45mg/L，达到II类水质要求；总磷的浓度为 0.04mg/L，达到II类水质要求。宝月水库库区属于贫营养化状态。

坝址下游主要有农业面源以及益岭村、灰寨村等村民生活污染源，有一定工业企业污染源。根据《揭阳市生态文明建设“十四五”规划》，2025 年农村生活污水治理率由现状的未有参考值提升至 60%（预期性），污染源将得到有效削减。根据现状监测，益岭水各监测断面均能达到相应水质要求。益岭水无饮用水水源保护区等水环境敏感对象，宝月水库运行期虽造成坝下河段流量减少，但工程优先满足生态水量，当来水小于灌溉水量、生态水量、蒸发渗漏和除灌溉生态水量外的发电水量之和时，工程通过库容调节下泄包活生态流量的水量，使河道较天然状态下泄量增加，有效改善枯水期坝下河道水环境，不会对该河段水质造成太大的影响。

本工程运行定员合计 16 人，水库管理处设在水库大坝右肩，电站管理楼设在电站处。生活污水量为 1.50m^3/d，生活污水拟采用化粪池、隔油池+一体化生活污水处理设备处理进行处理，在厂区内部处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)城市绿化水质标准，处理后的水流入自建的蓄水池，回用于场地洒水及绿化用水。因此，管理人员生活污水排放对周围水环境影响不大。

10.3.2 地下水环境影响评价结论

10.3.2.1 施工期地下水影响评价

工程施工期间将产生一定的生活污水及施工废水，生活污水主要污染物为COD_{cr}、BOD_5、SS、NH_3-N 等；施工废水中含有少量的石油类和悬浮物，不含重金属污染物。施工期生活污水及生产废水产生量不大，经收集、处理后回用，污废水的停留时间短。施工期对污、废水集中收集并对处理设施做好防渗处理，不

会对地下水产生影响。

10.3.2.2 运行期地下水影响评价

工程主体设计已对存在渗漏的部位坝址左岸垭口 1 和坝址右岸垭口 2 进行了防渗处理，水库蓄水后不会有大的渗漏水量，不会造成周边地下水位的大幅上升。同时，工程需防渗处理的部位面积不大，防渗处理不会对地下水流造成明显的隔断，工程建设不会引起区域地下水流场或地下水水位变化。进行防渗处理后，则不存在渗漏问题，不会导致地下水位的大幅度提高而产生土地浸没，引起沼泽化等问题。

10.3.3 大气环境影响评价结论

10.3.3.1 施工期大气环境影响评价

施工期环境空气污染物主要来源于施工大坝开挖填筑、物料运输及装卸产生的扬尘，机动车辆和施工机械排放的尾气等，主要污染物有粉尘、SO_2、NOx、食堂油烟等。

施工扬尘起尘量与许多因素有关，对环境产生明显不利影响，做好施工期扬尘的防护措施下施工，可大大减小施工扬尘对周边环境的影响。施工机械尾气源强不大，排放高度有限，影响范围仅限于施工现场和十分有限的范围内，具有污染范围小，时间短（仅限于施工期）的特点。施工期食堂油烟经油烟净化器处理后排放，对周边环境影响不大。结合当地环境空气质量现状较好、地势开阔，平均风速值较大，有利于污染物质的扩散等因素综合考虑分析，认为本工程施工排放的废气对空气质量的影响不大。

10.3.3.2 运行期大气环境影响评价

运行期废气主要来源为食堂油烟和电站管理房的备用柴油发电机尾气。运行期本环评提出建设单位新建油烟处理器对食堂油烟进行处理至满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）的标准后排放，对空气质量的影响不大。此外，本工程在电站管理房设置 1 台 75kw 设柴油发电机作备用电源，全年运作时间短，经计算备用发电机尾气污染物排放浓度可达到广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）（第二时段）二级标准，对周围空气质量不会造成明显不良影响。

10.3.4 声环境影响评价结论

10.3.4.1 施工期声环境影响评价

施工期影响较大的噪声源主要分布在大坝开挖爆破、渣料场开挖、综合工厂和交通运输道路等。

根据预测结果，大坝施工营造区附近的益岭村部分居民点、灌区引水管线一侧益岭村、灰寨村等居民点的的施工噪声与背景值叠加后，昼间、夜间分别超过 2 类标准，应对采取降噪措施，并禁止夜间施工，可降低对两处居民点的噪声影响。

总体来说，工程对于施工地点附近的声环境将产生一定的不利影响，必须采取适当的措施加以防护，减少施工过程中产生的声环境污染对周边村庄及居民的影响，同时要求施工车辆在经过声环境敏感点时，限速行驶，并禁止鸣笛。此外，施工噪声对施工人员也造成一定的影响，施工单位必须采取必要的劳动卫生防护措施（如佩戴耳塞），并采取轮班作业，合理安排职工的连续工作时间。

10.3.4.2 运行期声环境影响评价

工程属非污染生态影响项目，水库建成运营后无高噪声污染源，对周边环境影响不大。

10.3.5 固体废物环境影响评价结论

10.3.5.1 施工期固体废物影响评价

施工期固体废弃物主要包括工程弃渣、建筑垃圾、施工人员生活垃圾及少量的机械修理废油等危险废物。工程弃渣运至指定弃渣场妥善处理，在施工现场对对建筑垃圾分类存放，对废弃的物品进行分类收集，委派专人负责回收和清运，可将对周围环境的影响降至最低。生活垃圾做好分类收集，定点堆放，由当地环卫部门清理后，运至指定垃圾填埋场填埋。项目建设过程中可能产生的危险废物主要包括机械修理废油以及相应废油的包装材料及其他废弃物，按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）有关要求进行处置，并委托有危险废物经营许可证的单位接收和处置。采取上述措施后，施工期固体废物对工程区域环境影响不大。

10.3.5.2 运行期固体废物影响评价

运行期固体废物主要为水库管理区的生活垃圾及机组检修过程中所产生的少量含油抹布废物。管理区产生生活垃圾集中收集后由工作人员清运至垃圾收集点

进行集中处置。在电站机组检修过程中会产生少量的含油抹布，属于危险废物，按照危险废物管理的相关规定进行贮存、处置管理后，不会对周围环境造成不利影响。

10.3.6 生态环境影响分析

（1）对陆生生态环境的影响

工程占用植被覆盖的面积为 27.72hm^2。工程占地破坏植被，造成区域生物量减少，经估算，工程建设造成区域生物量损失 2650.04t，其中永久占地生物量损失 1301.12t，临时占地生物量损失 1348.92t。施工占地区域内未发现重点保护野生植物。工程占地范围外调查记录到 3 处 3 株国家重点保护野生植物金毛狗，距离较远，工程对其影响较小。

工程占用评价区陆生动物的生境，施工人为活动增多、施工噪声增加等对陆生动物产生一定影响，评价区附近重点保护动物主要为鸟类，飞翔能力较强，活动范围广，陆生动物在工程实施期间可以转移到工程附近的相似生境生活，本工程在工程实施期间对其影响相对较小。

（2）对水生生态环境的影响

施工期施工活动造成水体局部悬浮物浓度增加，水体透明度下降，浮游生物、底栖生物、鱼类、水生植物等栖息、活动受到轻微影响。

蓄水期下游河段河道内水量有所减少，水生生境会有所萎缩，但下泄的生态流量和下游河段区间汇水能够保证河道内基本的生态需水量，下游河段无敏感的水生生物物种，对水量无特殊要求，下泄水量水质较好，工程对下游河段水生生态环境的影响程度可接受。

运行期库区水位稳定后，库区内水生生态系统中浮游动植物、底栖生物、鱼类等种类组成趋于稳定，发挥其水生生态系统的功能，对周边生态环境影响较小。

10.4环境保护措施结论

10.4.1 施工期环境保护措施

10.4.1.1 地表水环境保护措施

（1）施工期生产生活废污水处理措施

施工生活区的粪便污水通过化粪池处理后和食堂油污水(经过隔油池后)混合

进入成套生活污水处理设备进行处理后用于周边施工场地降尘洒水等，不外排，处理后的出水需满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中道路清扫杂用水水质标准要求回用基坑排水于工区降尘。

基坑排水在基坑内设置排（截）水沟，并与集水井相连，采用自然沉淀法处理，必要时可向集水井内投加絮凝剂，基坑排水沉淀后优先回用于施工道路和施工区内洒水降尘，剩余污泥定时人工清理。

洞室排水经排水管或集水井抽至洞口，经调节池、沉淀池混凝沉淀处理后，除了回用于洞内施工自身用水外，其余部分可用回用于施工道路和施工区内洒水降尘。

施工机械及车辆冲洗废水采用隔油沉淀池处理，废水处理后回用车辆冲洗，沉渣定期清理运至弃渣场，浮油交由有资质单位处理。

（2）运行期水环境保护措施

水库淹没区进行库底清理，按照《水电工程水库库底清理设计规范》(NB/T10803-2021)执行，尽可能消除污染水质的因素，保证水质良好。

初期蓄水和运行期宝月水库均按多年平均流量的 20%下放生态流量（0.116m^3/s）；水陂挡水时利用生态流量泄放管（D400 放水管）下泄，水位抬高过陂顶高程时水体漫过水陂下流。工程在生态补水阀后设置了电磁流量计，生态流量监控数据接入水库信息化系统，对生态流量下放措施的监督和管理。

管理人员生活污水经化粪池预、隔油池预处理后，统一收集至新建一体化污水处理设施处理，并设置 15 m^3 清水池，处理后的生活污水回用于水库管理范围内的绿化浇灌。

10.4.1.2 地下水环境保护措施

做好各项防渗措施，垃圾及时转运；严禁雨季施工污废水乱排、乱放；防止油污冒、跑、漏、滴导致污染物入渗影响地下水水质等。

10.4.1.3 大气环境保护措施

施工期加强废气、扬尘减缓影响措施，主要包括：加强物料转运、使用的管理，合理装卸、规范操作，加强机械保养，在开挖、爆破高度集中的大坝工区和料场区，非雨日采取洒水措施，尽量采用湿法作业，对施工人员发放防尘口罩、加强劳动保护等。加强交通扬尘控制措施，包括成立道路养护、维修、清扫专业队伍，严禁车辆超载，提倡遮盖运输，配置洒水车在无雨日进行洒水降尘等。

10.4.1.4 声环境保护措施

对施工产生的噪声，选用低噪声机械设备，加强车辆及各种设备的维修保养，对振动大的机械设备使用减振基座或减振垫，从根本上降低噪声源强；施工单位必须选用符合国家有关环保标准的施工车辆，如运输车辆噪声应符合《汽车定置噪声限值》（GB16170-1996）和《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》（GB1495-2002）等。合理安排施工时间，避免夜间施工及爆破，周边有环境敏感点的料场避免夜间运输。运输车辆经过敏感路段限制车速、禁止鸣笛；在居民集中的施工区、施工道路沿线设置必要的临时声屏障进行隔声；对现场施工人员加强劳动保护等。

10.4.1.5 固体废弃物处理

对于施工期生活垃圾，采用集中收集、定点投放的方式，将生活垃圾交由当地环卫部门处理。工程拆除建筑垃圾进行资源回收，渣料弃至专门的渣场填埋处置，同时采取相应的防护措施以减少水土流失。施工期机械汽车修配厂在使用期间将产生少量的废机油及含油抹布属于危险废物，定期委托有资质的部门处理。

10.4.1.6 施工期人群健康保护

建立严格的卫生防疫制度，加强宣传，注意饮食卫生，疾病流行季节实施预防服药，对传染病、流行病实行监控、防治，定期对病源区进行消毒、灭菌，对临时生活区进行虫媒消杀等；搞好卫生防疫，施工人员进场前进行身体检查。定期对施工及管理人员进行身体检查，食堂管理人员每年进行两次健康检查，持健康证上岗，对传染病人及时发现和治疗，防止施工区疫情传播；设置工地临时诊所，使受伤或有病的施工人员能得到及时的治疗和护理；定时清理垃圾，定点堆放，定期统一处理清运固体废弃垃圾。

10.4.1.7 生态保护措施

（1）优化工程布置和施工临时布置，优化施工方式，加强森林防火工作。

（2）保存占地区熟化土，用于植被恢复。划定施工活动范围，严禁越界施工。规范施工活动，严禁污染物乱排乱倒。

（3）施工结束后，应结合水土保持植物措施，对各施工迹地实施植被修复措施。

（4）加强宣传教育活动、施工监理工作。

10.4.1.8 水土保持措施

按照枢纽工程、引水工程、施工营地、临时道路、临时堆土场、取土场、弃渣场等防治分区，严格按照水土保持方案进行分区防治，主要包括拦挡、截排水、沉沙、迹地恢复等，控制工程施工造成的水土流失，修复工程占地和扰动影响范围内的植被和生态环境。

10.4.2 运行期环境保护措施

工程属非污染生态影响项目，项目运行后本身不产生污染物，项目不新增工程管理人员，产生污染物主要为原有管理人员的生活污水、生活垃圾以及食堂油烟。

管理人员生活污水经过化粪池、隔油池与处理后统一收集至新建一体化污水处理设施进行处理，达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GBT18920-2020）回用于绿地灌溉。食堂采用油烟净化设备对油烟进行处理。管理人员产生的生活垃圾集中收集后由工作人员清运至垃圾收集点进行集中处置。

本工程在大坝左岸引水(放空)兼导流隧洞锥形阀前设直径 0.2m 钢岔管，用于水库下放日常生态流量，生态流量为 0.116m³/s，管内设生态补水阀，生态补水阀采用直径 0.2m 的多功能活塞式控制阀配伸缩节。补水阀后设一电磁流量计，以便流量监控。水陂利用生态放流管下泄生态流量。

10.5环境风险评价结论及防范措施

10.5.1 环境风险评价

根据本工程特点，施工期的环境风险主要来自施工污废水事故排放进入水体从而影响水体水质以及施工机械或车辆发生侧翻等事故造成石油类进入水体引发水质污染。施工期间只要确保各类环保措施正常进行，加强施工车辆管理，严格杜绝污水事故排放，施工期间发生水质污染的风险概率可以降至最低。

工程运行期间环境风险主要是水库水质遭受突发性污染事故风险。

10.5.2 环境风险防范措施

在施工路段增设交通标志牌，注意路面维护，确保施工运输车辆安全通行；其次杜绝施工人员疲劳驾驶或者超速行驶，保证安全驾驶；再者施工单位应对车辆进行维修保养，确保车辆维持良好的车况。施工期间的生产废水处理设施定期

维护，加强管理，达标处理后回用；加强施工管理，杜绝出现生产废水事故性排放。

有针对性的设立长期水质、水量监测断面，做好运行期水质监测和水质预警预报系统；制定应急预案。

10.6环境保护投资

根据本工程环境影响特点，为了减免、恢复和补偿不利环境影响所采取的环境保护措施主要包括水环境保护措施、环境空气保护措施、声环境保护措施、固体废弃物处理措施、人群健康保护措施、水土保持措施、生态环境保护措施等，在经济技术论证分析及多方案比选的基础上，并进行了环境保护措施费用估算，本工程环保总投资 953.83 万元（含水土保持投资）。