

河池市金城江城区龙江两岸景观改造
及水电站工程项目

环境影响报告书

(征求意见稿)

建设单位：河池市国有资产投资经营有限责任公司

编制单位：中环华诚（厦门）环保科技有限公司

证书编号：国环评证乙字第 2224 号

2019 年 9 月

概述.....	4
1 总则.....	1
1.1 编制依据.....	1
1.2 环境影响识别与评价因子筛选.....	4
1.3 环境功能区划与评价标准.....	8
1.4 评价工作等级和评价范围.....	13
1.5 环境敏感区和环境保护目标.....	17
2 工程概况与工程分析.....	错误！未定义书签。
2.1 工程概况.....	错误！未定义书签。
2.2 影响因素分析.....	错误！未定义书签。
2.3 污染源源强核算.....	错误！未定义书签。
2.4 移民安置.....	错误！未定义书签。
3 环境现状调查与评价.....	错误！未定义书签。
3.1 自然环境现状调查.....	错误！未定义书签。
3.2 陆生生态现状调查.....	101
3.3 水生生态现状调查.....	错误！未定义书签。
3.4 水环境质量调查和评价.....	错误！未定义书签。
3.5 大气环境现状调查和评价.....	错误！未定义书签。
3.6 声环境现状调查和评价.....	错误！未定义书签。
3.7 库区底质现状调查和评价.....	错误！未定义书签。
3.8 景观与文物调查.....	错误！未定义书签。
4 环境影响预测与评价.....	202
4.1 水文、泥沙情势影响分析.....	202
4.2 陆生生态影响预测与评价.....	206
4.3 水生生态影响预测与评价.....	208
4.4 地表水环境影响预测与评价.....	211
4.5 地下水环境影响预测与评价.....	204
4.6 声环境影响预测与评价.....	256
4.7 固体废物影响分析.....	260
4.8 环境地质影响预测与评价.....	261
4.9 施工期空气影响及水土流失分析.....	265
4.10 移民安置及社会环境影响分析.....	266
4.11 环境风险评价.....	267
5 环境保护措施及其可行性论证.....	273
5.1 设计原则.....	273
5.2 环境保护措施总体布置.....	273
5.3 施工期环保措施.....	274
5.4 营运期环保措施.....	295
6 环境影响经济损益分析.....	311
6.1 环境保护投资概算.....	错误！未定义书签。
6.2 环境影响经济损益分析.....	错误！未定义书签。
7 环境管理与监测计划.....	错误！未定义书签。
7.1 环境管理.....	错误！未定义书签。
7.2 环境监理.....	错误！未定义书签。

7.3 环境监测计划.....	错误! 未定义书签。
7.4 环境保护工程竣工验收计划.....	错误! 未定义书签。
8 结论.....	错误! 未定义书签。
8.1 工程分析结论.....	错误! 未定义书签。
8.2 环境现状调查与评价结论.....	错误! 未定义书签。
8.3 环境影响预测与评价结论.....	错误! 未定义书签。
8.4 环境保护措施与投资.....	337
8.5 综合结论.....	342

附图

附图 1 工程地理位置图
附图 2 金城江水电站工程流域水系图
附图 3 龙江干流梯级开发纵剖面图
附图 4 龙江流域环境敏感区示意图
附图 5 龙江水功能区划图
附图 6-1 项目水库淹没范围示意图
附图 6-2 项目水库淹没范围示意图
附图 7 上坝址枢纽布置图（比较方案）
附图 8-1 下坝址枢纽布置图（推荐方案）
附图 8-2 下坝址布置图（推荐方案）
附图 8-3 下坝址布置图（推荐方案）
附图 8-4 景观改造范围平面布局图
附图 9 溢流坝布置图（推荐方案）
附图 10-1 水电站厂房布置图（机组横剖面图）
附图 10-2 水电站厂房布置图（流道层布置图）
附图 11 鱼道纵横断面图
附图 12 施工总平面布置图
附图 13-1 枢纽施工导流布置图
附图 13-2 枢纽施工导流布置图
附图 13-3 枢纽施工导流布置图
附图 14-1 地表水、地质监测布点图
附图 14-2 噪声监测布点图
附图 14-3 环境空气监测布点图
附图 14-4 土壤、温平河以及肯研河水环境监测布点图
附图 14-5 金城江区周边关停或搬迁冶炼厂土壤环境初步调查布点图
附图 16 金城江城区供水厂区域水文地质图
附图 18 项目在广西主体功能区划中位置图
附图 19 项目在广西生态功能区划中位置图
附图 20 项目区植被类型分布图
附图 21 评价河段取水口及入河排污口位置分布图
附图 22 金城江城区污水管网布局及需改造管网位置图
附图 23 金城江城区雨水规划图
附图 24 污水厂尾水管改造方案平面图

附件

- 附件 1 项目委托书
- 附件 2 项目建议书批复（河发改审批[2016]269 号）
- 附件 3 项目名称变更批复（河发改审批[2019]79 号）
- 附件 4 执行标准复函
- 附件 5 《广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书》审查意见
- 附件 6 环境质量现状监测报告
- 附件 7 《河池市金城江水电站建设工程兴建对河池城区供水地下水源点影响水文地质评估报告》评估意见
- 附件 8 水环境与土壤环境补充监测报告
- 附件 9 河池市政府承诺对关停冶炼厂进行场地调查及整治的函
- 附件 10 项目可研批复
- 附件 11 广西壮族自治区环境保护厅《广西壮族自治区环境保护厅关于同意广西中小水电水能资源开发规划环境影响报告书审查意见的函》（桂环函〔2014〕1862 号）
- 附件 12 广西壮族自治区人民政府《关于同意广西中小水电水能资源开发规划的批复》（桂政函〔2016〕229 号）

附表

- 附表 1~4 城北、家辽、肯冲和城西水厂水位低于龙江水位情况一览表
- 附表 5~8 城北、家辽、肯冲和城西水厂地下水壅水预测结果一览表
- 附表 9 土壤环境影响评价自查表
- 附表 10 大气环境影响评价自查表
- 附表 11 地表水环境影响评价自查表
- 附表 12 环境风险评价自查表

概述

1、建设项目的特点

龙江河，亦称龙江，属珠江流域西江水系，是西江一级支流柳江的最大支流，发源于贵州省三都县月亮山西南侧，上游分东西两支，东支称漳江，在荔波县城北面穿过“龙洞”至荔波县城出露；西支称方村河，经荔波县西南黔桂交界处的暗河在贵州王蒙乡与漳江汇合，在翁昂乡界排村流入广西南丹县，至里湖乡拉尾村又折向东流回贵州荔波县境内，至捞村转向南流，复回广西境内，为南丹县与环江县的界河，流入金城江区（从发源地至六甲镇铁桥，称为打狗河），至东江镇三江口有大环江从北岸汇入（六甲铁桥至三江口段称为金城江），始称龙江，再经宜州、柳江（界河）、柳城等，在柳城县凤山镇附近汇入柳江。

龙江流域集雨面积 16843km²，主河道长 390km，方村河与漳江汇合口至入柳江河长 276km（广西境内 262km），天然落差 333m，广西境内干流平均坡降为 1.03%，龙江入柳江多年平均流量为 418m³/s，多年平均径流量 132 亿 m³。龙江水力资源丰富，是 20 世纪重点开发的河流。

2012 年，广西水利电力勘测设计院完成了《广西中小水电水能资源开发规划》，其中龙江干流各梯级均列入了该规划，龙江干流王蒙以下河段梯级布置为贵江、浪详（贵州境内）、平林（贵州境内）、干捞、下桥、江丰、拔贡、六甲、肯足、金城江、拉浪、长瓦、叶茂、洛东、三岔、糯米滩共 16 个梯级；广西环境保护科学研究院于 2014 年 3 月完成《广西中小水电水能资源开发规划环境影响报告书》并通过广西环保厅的审查（附件 11），2016 年 10 月 18 日取得广西壮族自治区人民政府批复（附件 12）。规划环评认为龙江梯级开发总体布局合理，但需进行环境影响回顾性评价工作，未建电站中，除了金城江电站需在库区段水质达标的情况下方可建设以外，其余未建电站均不存在环境制约因素，龙江梯级开发方案环境可行。

2015 年 8 月，在征求贵州、广西两省意见的基础上，中水珠江规划勘测设计有限公司完成了《柳江流域综合规划报告》，并通过了水利部水利水电规划设计总院的审查，其中龙江流域作为柳江的重要支流被列入该规划报告，龙江干流王蒙以下河段梯级布置维持 16 个梯级开发方案。广西水利电力勘测设计研究院受河池市水利局委托，于 2017 年 11 月完成《广西龙江干流环境影响回顾性评价

报告书》（最终稿）。

根据《广西中小水电水能资源开发规划》和《柳江流域综合规划报告》，本项目河池市金城江龙江城区龙江两岸景观改造及水电站工程是龙江梯级规划开发的第 10 个梯级电站，上游肯足电站设计尾水位 185.37m，下游拉浪水电站正常蓄水位 177.17m，本工程利用上下游水头差发电生产清洁能源，缓解河池电网的电力缺电局面，满足河池市大任产业园区的供电需求。

本项目原名称为“河池市金城江龙江重点水环境治理及水电站工程”，河池市发改委以河发改审批[2016]269 号文批复项目建议书。《河池市总体规划（2003—2020）》中提出在龙江两岸结合现有林园建设带状防护林，对龙江进行全面整治，改善水体质量，在河道两侧增加绿化带，初步形成滨江公园，特别加强滨江绿化。《河池水生态文明建设实施方案》在生态景观方面提出提升龙江河景观水位，对河道两岸采取保护、生态修复和水体修复等措施，有效保护河道内及河岸生物多样性，为此，建设单位河池市国有资产投资经营有限责任公司向河池市发改委变更项目名称，2019 年 6 月 13 日，河池市发改委以河发改审批[2019]79 号文批复项目名称变更为“河池市金城江城区龙江两岸景观改造及水电站工程”，建设内容相应变更为金城江区市政两岸景观改造及水电站工程。

2、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》、《广西壮族自治区建设项目环境保护管理条例》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》等相关文件要求，该建设项目必须执行环境影响评价制度。为此，河池市国有资产投资经营有限责任公司委托中环华诚（厦门）环保科技有限公司进行该项目的环境影响评价工作。我公司在接受委托后，立即成立项目组，在详细研判项目可研报告和相关流域规划后，项目组对评价范围内环境现状进行了详细的现场勘查，并委托广西绿保环境监测有限公司进行环境质量现状监测，进行了生态调查和敏感区调查，在此基础上编制了《河池市金城江龙江城区龙江两岸景观改造及水电站工程环境影响报告书》。

3、分析判定相关情况

1) 产业政策

根据《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修正）及中华人民共

和国国家发展和改革委员会令第 36 号（2016 年 3 月 25 号），本工程属于鼓励类“四：电力-水力发电”项目。

2) 与相关流域规划、《规划环评》及《审查意见》的协调性

龙江是柳江最大支流，涉及本项目的流域规划主要《广西中小水电水能资源开发规划》和《柳江流域综合规划报告》（2017）。

2012 年，广西水利电力勘测设计院完成了《广西中小水电水能资源开发规划》，其中龙江作为典型河流，按贵江、浪洋（贵州境内）、平林（贵州境内）、干捞、下桥、江丰、拔贡、六甲、肯足、金城江、拉浪、长瓦、叶茂、洛东、三岔、糯米滩共 16 个梯级方案开发，该规划通过了广西水利厅的审查。广西环境保护科学研究院于 2014 年 3 月完成《广西中小水电水能资源开发规划环境影响报告书》并通过广西环保厅的审查。规划环评认为龙江梯级开发总体布局合理，但需进行环境影响回顾性评价工作，未建电站中，除了金城江电站需在库区段水质达标的情况下方可建设以外，其余未建电站均不存在环境制约因素，龙江梯级开发方案环境可行。

2017 年 11 月，广西水利电力勘测设计研究院受河池市水利局委托，完成《广西龙江干流梯级水电开发环境影响回顾性评价报告书》（修改稿）的编制工作，回顾性评价中金城江电站规划装机容量 15MW，开发任务是以改善城市水景观为主，“河池市金城江城区龙江两岸景观改造及水电站工程”建设内容包括景观亮化及水电站工程，水电站装机容量 15MW。2017 年 12 月 27 日，广西环保厅印发《广西龙江干流梯级水电开发环境影响回顾性评价报告书审查意见》（附件 6，桂环函 2017[2679]号），审查意见认为广西龙江梯级水电开发符合《广西中小水电水能资源开发规划》和正在修编的《柳江流域综合规划》（2017），开发方案合理可行，审查意见还要求后续新建电站应落实生态下泄流量、过鱼设施、增殖放流等生态保护措施，本项目按审查意见要求落实了生态下泄流量、鱼道和增殖放流计划。

2017 年 8 月，在征求贵州、广西两省意见的基础上，中水珠江规划勘测设计有限公司完成了《柳江流域综合规划报告》（2017），并通过了水利部水利水电规划设计总院的审查，其中龙江流域作为柳江的重要支流被列入该规划报告，龙江干流王蒙以下河段梯级布置维持 16 个梯级开发方案。

综上所述，“河池市金城江龙江城区龙江两岸景观改造及水电站工程”属于规划的龙江梯级开发方案中的第 10 个梯级电站，符合流域规划、规划环评、回顾性评价及审查意见要求。

3) “三线一单”要求相符性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150 号），“三线一单”即：“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”，项目建设应强化“三线一单”约束作用。

①生态红线

广西壮族自治区目前还没有划定生态保护红线，《广西龙江干流梯级水电开发环境影响回顾性评价报告书》结合《广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发广西生态保护红线管理办法（试行）的通知》（桂政办发【2016】152 号）中划分生态红线的相关规定，提出禁止开发和重点保护的生态空间。

回顾性评价划分禁止开发区域、重点保护区域和其他区域如下：

①禁止开发区域：评价范围内不涉及禁止开发区域。

②重点保护水域：古龙河-白龙洞自治区级风景名胜区，珍珠岩-金城江自治区级风景名胜区，柳江长臀鮠桂华鲮赤魮国家级水产资源保护区，怀远镇小环江与龙江汇口段的大型鱼类产卵场，宜州临江河与龙江汇口段的大型鱼类产卵场。

③其他区域：禁止开发区域和重点保护区域以外的区域。

④流域空间中的同一功能区，涉及多个行政区的，应按照行政区进行拆分。

⑤流域空间可以按照其特性分为水域空间和陆域空间两个类型，并分别在水域空间和陆域空间内划分禁止开发区域、重点保护区域和其他区域。

项目大坝位于水电站工程大坝位于河池市金城江区东江镇加道村以东金城江～宜州一级公路龙江大桥下游 250m 处，景观改造工程位于龙江两岸城区段，本项目不占用各类保护区，不在国家级和省级禁止开发区域内，不涉及生态公益林、重要湿地和极小种群生境等。

②环境质量底线

本项目评价范围肯定电站大坝至拉浪电站大坝河段涉及三个二级功能区，水质保护目标为Ⅲ类。项目为水力发电项目，无大气污染物排放，根据项目所在地环境现状调查，项目所在区域大气环境、地表水环境等均满足相应的标准，通过

运行期污染物排放物影响预测，本项目实施后对区域内环境影响较小，符合环境质量底线要求。

③资源利用上线

回顾性评价建议龙江河河道外水资源利用量不超过 40%为水资源利用上线。项目为径流式水力发电项目，发电后水量未减少，所用资源相对较小，符合水资源利用上线要求。

④环境准入负面清单

本项目属于《产业结构调整指导目录（2011 本）（2013 年修正）》中的鼓励类“四：电力-水力发电”项目，属于《广西中小水电水能资源开发规划》、《广西龙江干流梯级水电开发环境影响回顾性评价报告书》中的规划的第 10 个梯级电站，由此可知，本项目不在负面清单范围内。

综上，本项目总体上能够符合“三线一单”的管理要求。

4、关注的主要环境问题及环境影响

（1）关注施工期大坝及厂房施工产生的水环境和生态影响，施工期土石方平衡及取土场、弃渣场影响；重点调查水生生态现状和重点保护野生动物，关注淹没区植被现状及现状排污口。

（2）运营期：由于水库淹没，河道水文情势改变和大坝阻隔引起的水温、水质、水生生态变化，由此带来的对景观、植被、野生动植物产生的影响；关注项目生态预防规避措施，最小化、减量化及修复补救措施。

（3）关注项目蓄水后对金城江区饮用水水源地的影响。

5、环境影响评价的主要结论

河池市金城江城区龙江两岸景观改造及水电站工程符合国家的产业政策、能源发展政策；与广西、河池国民经济和社会发展“十三五”规划、广西主体功能规划、广西生态功能区划、龙江干流水电规划相关内容是相符合、协调一致的；符合《广西中小水电水能资源开发规划环境影响报告书》和《广西龙江干流梯级水电开发环境影响回顾性评价报告书》及其审查意见的要求。其开发建设符合我国能源战略和西部大开发战略，有利于能源资源优化配置，是促进地方经济发展、民族团结、社会稳定的重要途径。工程建设对环境的不利影响主要表现在对评价河段的天然水文情势、水温的影响；水库蓄水及工程占地导致部分土地

资源和地表植被损失、大坝阻隔与流水生境变化对河段水生生物的影响、工程施工期的“三废”排放对周边环境质量的影响以及水土流失影响等。在采取设置下泄生态流量、鱼类栖息地保护、过鱼设施、增殖放流、生态调度、生态景观修复、施工期污染防治等环保措施后，工程建设的不利环境影响可以得到控制或减缓。通过环境评价，未发现制约本工程可行性的限制性因素。

1 总则

1.1 编制依据

1.1.1 国家相关法律法规、政策依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015年1月1日起施行);
- (2) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017年6月27日修订);
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018年10月26日修订);
- (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2016年11月7日修订);
- (5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2018年12月29日起施行);
- (6) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月29日起施行);
- (7) 《中华人民共和国水土保持法》(2011年3月1日起施行);
- (8) 《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019年1月1日起施行);
- (9) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2017年01月01日起施行);
- (10) 《中华人民共和国渔业法》(2013年12月28日修订);
- (11) 《中华人民共和国森林法》(2009年8月27日修正);
- (12) 《中华人民共和国森林法实施条例》(2018年3月19日修正实施);
- (13) 《中华人民共和国土地管理法》(2004年8月28日修正);
- (14) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》(2014年7月29日修订);
- (15) 《中华人民共和国城乡规划法》(2015年04月24日修订实施);
- (16) 国务院关于修改《建设项目环境保护管理条例》的决定(国令第682号, 2017年10月1日起施行);
- (17) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》(国发〔2011〕35号);
- (18) 《产业结构调整指导目录(2011年本)》(国家发展和改革委员会2013年第21号令);
- (19) 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》(国发[2015]17号);
- (20) 《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);
- (21) 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)。
- (22) 《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017年10月7日);
- (23) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(1993年10月);
- (24) 《广西壮族自治区实施<中华人民共和国渔业法>办法》(2010年3月

修订，5月1日实施)；

1.1.2 地方法律法规

- (1)《广西壮族自治区环境保护条例》(2016年修订)；
- (2)《环境保护厅关于印发<广西壮族自治区建设项目环境影响评价文件分级审批管理办法>(2015年修订)的通知》(桂环发[2015]29号)；
- (3)《广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发广西壮族自治区大气污染防治联防联控改善区域空气质量实施方案的通知》(桂政办发[2011]143号)；
- (4)《中共广西壮族自治区委员会广西壮族自治区人民政府关于以环境倒逼机制推动产业升级攻坚战的决定》(桂发〔2012〕9号)；
- (5)《广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发广西壮族自治区建设项目环境准入管理办法的通知》(桂政办发〔2012〕103号)；
- (6)环境保护厅办公室关于贯彻落实《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》的通知(桂环办函[2013]644号)；
- (7)《广西壮族自治区水功能区划》(2002)；
- (8)《关于规范合理开发中小水电资源积极保护生态环境的通知》(桂〔2007〕41号)；
- (9)《生态广西建设规划纲要2006-2020》。

1.1.3 导则与技术规范

- (1)《建设项目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 地下水环境》(HJ610-2016)；
- (5)《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)；
- (6)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)；
- (8)《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T 88-2003)；
- (9)《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)；
- (10)《生态环境状况评价技术规范》(HJ/T192)；
- (11)《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169—2018)；
- (12)《水电利建设项目河道生态用、低温和过鱼施环境影响评价技术指南

(试行)》(2006.1)。

- (13)《水利水电工程环境保护设计规范》(SL492-2011);
- (14)《建设项目竣工环境保护验收技术规范水利水电》(HJ464-2009);
- (15)《建设项目竣工环境保护验收技术规范生态影响类》(HJ/T394-2007);
- (16)《水利水电建设工程验收规程》(SL223-2008);
- (17)《水库渔业资源调查规范》(SL167-96);
- (18)《内陆水域渔业自然资源调查试行规范》;
- (19)《环境影响评价技术导则 生物多样性影响》(DB45/T-2017);
- (20)《环境影响评价技术导则 土壤影响(试行)》(HJ964-2018)

1.1.4 技术文件和工作文件

- (1)《环境影响评价咨询合同》;
- (2)环评委托书;
- (3)2017年3月,广西壮族自治区水利电力勘测设计研究院《河池市金城江城区龙江两岸景观改造及水电站工程可行性研究报告》及评估报告;
- (4)《河池市金城江城区龙江两岸景观改造及水电站工程水土保持方案报告书》(广西壮族自治区水利电力勘测设计研究院,2017年7月);
- (5)水资源论证报告;
- (6)《广西中小水电水能资源开发规划环境影响报告书》(广西环境保护科学研究院)及审查意见(桂环函[2014]1862号);
- (7)《广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书》(广西水利电力勘测设计研究院,2017年11月);
- (8)《河池市金城江水电站建设工程兴建对河池城区供水地下水源地影响水文地质评估报告》(广西壮族自治区地质环境监测总站,2012年1月);
- (9)环境质量现状监测报告;
- (10)2006年~2017年金城江区城西水厂、城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂水源监测资料(河池市水利局提供);
- (11)《广西淡水鱼类志》(2005)。

1.1.5 相关规划

- (1)《广西中小水电水能资源开发规划》(2012年);

- (2) 《柳江流域综合规划报告》(2015年);
- (3) 《河池市城市总体规划》(2016-2030年);
- (4) 《河池市中心城区排水工程专项规划》(2013-2020年);
- (5) 《河池市中心城区给水工程专项规划》(2013-2020年);
- (6) 《河池水生态文明建设实施方案》;

1.2 环境影响识别与评价因子筛选

1.2.1 目的

根据项目性质,结合项目所在地社会经济和生态环境特点,判别项目在不同阶段对社会经济和环境产生影响的程度和范围,分析产生环境影响的因素,在此基础上进行分类和筛选,以确定主要的环境影响因素和拟选取的评价因子。

1.2.2 识别和筛选方法

影响因素的识别与评价因子筛选采用矩阵法进行。

1.2.3 识别和筛选结果

环境影响因素的识别分施工期和营运期。

1. 施工期的主要环境影响

- (1) 填挖方的水土流失;
- (2) 产生的空气污染物(以粉尘为主);
- (3) 局部产生水污染,施工机械运行和检修的废油;
- (4) 固体废弃物对环境的影响;
- (5) 对人群健康的影响;
- (6) 周围生态环境的影响。

2. 营运期的主要环境影响

- (1) 水环境的影响

项目为河床式径流水电站,电站发电后发电尾水直接回到河道,对坝下的水环境影响不大。

- (2) 噪声影响

由于厂房周围居民点距电站较远,所以噪声对区影响不大。

- (3) 工程用地对环境的影响

工程用地对当地居民生产、生活造成一定的影响。

(4) 大气环境的影响

本项目不设置食堂，无油烟产生。

表 1.2-1 主要环境影响因素识别矩阵表

环境因素	施工期		营运期	
	符号	影响程度	符号	影响程度
大气环境	●	2	◆	1
水环境	●	1	◆	1
声环境	●	2	◆	1
固体废物	●	1	◆	1
生态	●	1	◆	2

○/◇:短期/长期；涂黑/白：不利/有利影响；数字 1、2、3 表示影响程度，分为轻微、中等和较大；

* “固体废物”一栏指的是固体废物对环境的影响。

1.2.4 评价因子筛选

由环境影响因子识别筛选结果，确定本项目现状评价及预测评价因子，列于表 1.2-2。建设项目污染特征见表 1.2-3。

表 1.2-2 主要评价因子一览表

环境要素	环境现状监测因子	预测因子
空气环境	TSP、PM ₁₀ 、SO ₂ 、NO ₂	TSP
地表水环境	水温、pH、SS、DO、COD、BOD ₅ 、高锰酸盐指数、氨氮、总氮、总磷、石油类、粪大肠菌群、阴离子表面活性剂、汞、砷、铅、镉、锌、铜、六价铬、挥发酚、硫化物、叶绿素 a	分析 COD、氨氮、总磷的影响。
声环境	等效声级 Leq[dB(A)]	连续等效 A 声级
地下水环境	pH、总硬度、高锰酸盐指数、挥发酚、氨氮、硫酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、细菌总数、总大肠菌群	主要分析工程建成后水位雍高对地下水的影
土壤环境	pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘，共 46 个监测因子。	类比分析对土壤 pH 值的影响

表 1.2-3 建设项目污染特征

阶段	种类	来源	主要组成	排放位置	影响程度	污染特点	影响范围	有利/不利	长期/短期	可逆/不可逆	直接/间接	累积/非累积
建设阶段	噪声	运输车辆、施工机械	等效 A 声级	施工场地	中度	间歇性	运输线路沿线及厂界周边	不利	短期	不可逆	直接	非累积
		装修工具		施工场地	中度	间歇性	厂界周边	不利	短期	不可逆	直接	非累积
	废气	运输车辆、施工机械	尾气: CO、NO ₂ 、THC	施工场地	轻度	间歇性	厂界周边及下风向	不利	短期	不可逆	直接	累积
		施工场地	扬尘	施工场地	轻度~严重	间歇性		不利	短期	不可逆	直接	非累积
	废水	施工人员生活污水	COD、BOD ₅ 、SS、NH ₃ -N	施工生活区	轻度~中度	间歇性	纳污水体纳污口下游 1500m	不利	短期	不可逆	间接	累积
		施工废水	SS、石油类	施工场地	轻度	间歇性		不利	短期	不可逆	间接	非累积
	固废	生活垃圾	/	施工生活区	轻度	间歇性	垃圾堆置区周边下风向	不利	短期	不可逆	直接	非累积
		弃土石、建筑垃圾	弃土、砖头、钢筋等	施工场地	轻度	间歇性	堆置区周边及下风向	不利	短期	不可逆	直接	非累积
	生态影响	土石方工程	水土流失	施工场地	轻度~中度	间歇性	施工场地内	不利	短期	不可逆	直接	累积
			植被	施工场地	轻度~中度	间歇性		不利	短期	可逆	直接	累积
			水生生态	坝址	轻度~严重	间歇性	坝址	不利	短期	不可逆	直接	累积

阶段	种类	来源	主要组成	排放位置	影响程度	污染特点	影响范围	有利/不利	长期/短期	可逆/不可逆	直接/间接	累积/非累积
运营期	噪声	发电机组	等效 A 声级	发电厂房	轻度~中度	连续性	厂内、厂界周边	不利	长期	不可逆	直接	非累积
	废水	职工生活污水	COD、BOD ₅ 、SS、NH ₃ -N	办公、生活区	轻微	连续性	纳污水体纳污口下游 500m	不利	长期	可逆	直接	非累积
	固废	生活垃圾	/	环卫部门清运	轻微~中度	间歇性	垃圾收集池周边及下风向	不利	长期	不可逆	直接	非累积
		废机油桶	/	有资质单位收运	轻微~中度	间歇性	修理间	不利	长期	不可逆	直接	非累积

1.3 环境功能区划与评价标准

1.3.1 广西主体功能区划

广西区人民政府办公厅于 2012 年 11 月发布了《广西壮族自治区主体功能区划》(桂政发[2012]89 号), 以促使广西空间开发格局清晰, 推进空间结构优化和利用效率提高, 缩小基本公共服务差距, 增强可持续发展能力。

根据《广西壮族自治区主体功能区划》, 项目所在的金城江区属于自治区层面的**重点开发区域**。功能定位: 建设新型有色金属产业基地、生态旅游基地和富有地方特色的民族文化城市。发展方向为大力发展特色产业, 依托交通通道, 发挥矿产资源优势, 大力发展有色金属及新材料、化工、茧丝绸等优势产业, 延伸产业链, 提高资源深加工水平, 依托原生态风景、原生态民族民俗文化, 突出长寿、生态、民族、红色特色, 大力发展特色旅游业; 加快铁路、公路、水运和机场建设, 打通连接西南地区、北部湾经济区、珠三角地区的交通通道, 进一步提升向经济发达地区的交通通达能力; 大力实施封山育林、退耕还林、植树造林、恢复植被、石漠化治理、坡耕地水土保持、小流域治理和农村沼气建设等生态工程措施, 加强工业污染防治, 适度开发矿产资源, 修复被破坏的生态、植被等资源, 实现资源开发、环境保护的共赢等。详见附图 18。

1.3.2 广西生态功能区划

广西区人民政府办公厅于 2008 年 2 月发布了《广西壮族自治区生态功能区划》(桂政办发[2008]8 号), 为区域产业布局、资源利用和经济社会发展规划提供科学依据, 指导区域生态保护与生态建设, 促进社会经济和生态环境保护的协调发展。

《广西壮族自治区生态功能区划》根据生态系统的自然属性和所具有的主导生态服务功能类型, 将全区划分为生态调节、产品提供和人居保障等 3 类一级生态功能区。在一级生态功能区的基础上, 依据生态功能重要性划分为 6 类二级生态功能区。项目所在的金城江区属于“3-1-10 河池中心城市功能区”, 主要生态问题: 城市环保设施滞后, 部分城市水环境、空气环境污染问题较为突出, 城市生态功能不完善推进生态城市建设, 改善生态人居, 保护方向和措施: 建设生态文明, 弘扬生态文化; 合理规划布局城市功能组团, 完善城市功能; 以循环经济理念指导产业发展, 加快产业结构调整, 推广应用清洁能源, 提高资源利用效率; 加强城市园林绿地系统建设, 保护城市自然植被、水域; 深化城市环境综合整治, 加快城市环保设施建设; 加快公共交通建设, 控制机动车尾气排放, 减少环境污染, 详见附图 19。

1.3.3 水功能区划

根据国务院批复的《全国重要江河湖泊水功能区划(2011-2030年)》，龙江干流(含打狗河)共划分为6个一级功能区，包括打狗河黔桂缓冲区，打狗河、龙江环江-金城江区保留区，打狗河、龙江金城江、宜州开发利用区，龙江宜州保留区，龙江宜州开发利用区，龙江柳江-柳城开发利用区。本项目评价范围肯足电站大坝至拉浪电站大坝河段涉及三个二级功能区，水质保护目标为III类，详见表1.3-1，附图5。

表 1.3-1 龙江干流水功能区划分情况一览表

序号	一级功能区名称	二级功能区名称	河段	范围			水质目标	涉及梯级
				起始断面	终止断面	长度(km)		
1	打狗河、龙江金城江-宜州开发利用区	龙江河池工业、农业用水区	龙江	金城江区六甲镇	金城江区百旺村	20	III	/
		龙江河池过渡区	龙江	金城江区百旺村	大环江入龙江河口	8	出口断面III类	金城江
		龙江金城江-宜州景观娱乐用水区	龙江	大环江入龙江河口	拉浪水电站坝址	23	III	拉浪

1.3.4 环境质量标准

(1)环境空气执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中二级标准及其修改单。

(2)六甲镇~拉浪水电站坝址水质目标为III类，龙江河六甲镇~拉浪水电段水环境质量执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准，对于《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)未列入的悬浮物，参照《地表水资源质量标准》(SL63-94)站坝址水质目标为III类；大环江入龙江口断面为大环江金城江东江工业、农业用水区，水质目标为III类，环境质量执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准。

(3)《地下水质量标准》(GB/T14848-1993)III类；

(4)根据《声环境功能区划技术规范》(GB/T15190-2014)，项目厂界和敏感点执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类。

(5)建设用地执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)，农用地土壤执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)，各监测因子的标准见表1.3-6~表1.3-7。

表 1.3-2 《环境空气质量标准》二级标准（摘要）

执行标准	污染物	浓度限值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		1 小时平均	24 小时平均	年平均
《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准	—			
	SO ₂	500	150	60
	NO ₂	200	80	40
	TSP	—	300	200
	PM ₁₀	—	150	70

表 1.3-3 《地表水环境质量标准》 单位: mg/L (pH 值、粪大肠菌群除外)

类别	pH 值	DO	COD	总氮	BOD ₅	氨氮	总磷
III类	6~9	≥ 5	≤ 20	≤ 1.0	≤ 4	≤ 1.0	≤ 0.2
类别	SS*	汞	砷	铅	镉	锌	铜
III类	≤ 30	≤ 0.0001	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.005	≤ 1.0	≤ 1.0
类别	高锰酸盐指数	石油类	粪大肠菌群 (个/L)	阴离子表面活性剂	挥发酚	硫化物	六价铬
III类	≤ 6	≤ 0.05	≤ 10000	≤ 0.2	≤ 0.005	≤ 0.2	≤ 0.05

*SS 采用 SL63-94 《地表水资源质量标准》

表 1.3-4 《地下水质量标准》(GB/T14848-93) (mg/L, pH 值除外)

序号	项目	III类
1	pH 值	6.5~8.5
2	总硬度	≤ 450
3	氨氮	≤ 0.2
4	高锰酸盐指数	≤ 3.0
5	总大肠菌群	≤ 3.0
6	硫酸盐	≤ 250
7	六价铬	≤ 0.05
8	砷	≤ 0.05
9	镉	≤ 0.01
10	铜	≤ 1.0
11	锌	≤ 1.0
12	铅	≤ 0.05
13	汞	≤ 0.001

表 1.3-5 《声环境质量标准》(GB3096—2008) 单位: dB

声功能区类别	适用地带范围	昼间	夜间
2	居住、商业、工业混杂区等	60	50

表 1.3-6 农用地土壤污染风险筛选值（基本项目）（单位：mg/kg，pH：无量纲）

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

注：①重金属和类金属砷均按元素总量计。
②对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。

表 1.3-7 农用地土壤污染风险管控值（单位：mg/kg，pH：无量纲）

序号	项目		管控值			
			pH≤5.5	5.5≤pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH >7.5
1	镉	其他	1.5	2.0	3.0	4.0
2	汞	其他	2.0	2.5	4.0	6.0
3	砷	其他	200	150	120	100
4	铅	其他	400	500	700	1000
5	铬	其他	800	850	1000	1300

表 1.3-8 建设地土壤污染风险筛选值和管制值（基本项目）（单位：mg/kg）

序号	污染物项目	筛选值		管制值	
		第一类用地	第二类用地	第一类用地	第二类用地
重金属和无机物					
1	砷	20	60	120	140
2	镉	20	65	47	172
3	铬（六价）	3.0	5.7	30	78
4	铜	2000	18000	8000	36000
5	铅	400	800	800	2500
6	汞	8	38	33	82
7	镍	150	900	600	2000
挥发性有机物					
8	四氯化碳	0.9	2.8	9	36

9	氯仿	0.3	0.9	5	10
10	氯甲烷	12	37	21	120
11	1,1-二氯乙烷	3	9	20	100
12	1,2-二氯乙烷	0.52	5	6	21
13	1,1-二氯乙烯	12	66	40	200
14	顺-1,2-二氯乙烯	66	596	200	2000
15	反-1,2-二氯乙烯	10	54	31	163
16	三氯甲烷	94	616	300	2000
17	1,2-二氯丙烷	1	5	5	47
18	1,1,1,2-四氯乙烷	2.6	10	26	100
19	1,1,2,2-四氯乙烷	1.6	6.8	14	50
20	四氯乙烯	11	53	34	183
21	1,1,1-三氯乙烷	701	840	840	840
22	1,1,2-三氯乙烷	0.6	2.8	5	15
23	三氯乙烯	0.7	2.8	7	20
24	1,2,3-三氯丙烷	0.05	0.5	0.5	5
25	氯乙烯	0.12	0.43	1.2	4.3
26	苯	1	4	10	40
27	氯苯	68	270	200	1000
28	1,2-二氯苯	560	560	560	560
29	1,4-二氯苯	5.6	20	56	200
30	乙苯	7.2	28	72	280
31	苯乙烯	1290	1290	1290	1290
32	甲苯	1200	1200	1200	1200
33	间二甲苯+ 对二甲苯	163	570	500	570
34	邻二甲苯	222	640	640	640
半挥发性有机物					
35	硝基苯	34	76	190	760
36	苯胺	92	260	211	663
37	2-氯酚	250	2256	500	4500
38	苯并[a]蒽	5.5	15	55	151
39	苯并[a]芘	0.55	1.5	5.5	15
40	苯并[b]荧蒽	5.5	15	55	151
41	苯并[k]荧蒽	55	151	550	1500

42	蒽	490	1293	4900	12900
43	二苯并[a,h]蒽	0.55	1.5	5.5	15
44	茚并[1,2,3-cd]芘	5.5	15	55	151
45	苯	25	70	255	700

注：①具体地块土壤中污染物检测含量超过筛选值，但等于或低于土壤环境背景值（见 3.6）水平的，不纳入污染地块管理。土壤环境背景值可参见附录 A。

1.3.5 污染物排放标准

(1)施工期扬尘排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 中新污染源无组织排放监控浓度限值，施工场界浓度限值 1.0 mg/m³。

(2)施工期噪声执行《建筑施工厂界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)。

(3)施工期生产污水排放执行《污水综合排放标准》(GB8978 -1996)三级标准。

(4)项目施工产生的弃渣为一般工业固体废物，按照《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)及其修改单进行处置。

(5)运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类。

(6)运营期生活污水执行《污水综合排放标准》(GB8978 -1996)三级标准。

(7)项目运行期产生的废油为危险废物，按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597 -2001)的要求处理。

表 1.3-7 《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准

项目	pH 值	COD _{Cr} ≤	BOD ₅ ≤	NH ₃ -N	SS
浓度 (mg/L)	6~9	100	30	15	70

表 1.3-8 环境噪声排放标准

《建筑施工厂界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)	昼间[dB (A)]	夜间[dB (A)]
	70	55
《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008) 2 类	昼间[dB (A)]	夜间[dB (A)]
	60	50

1.4 评价工作等级和评价范围

1.4.1 评价工作等级

河池市金城江城区龙江两岸景观改造及水电站工程正常蓄水位 185.00m，电站装机 2 ×7.5MW，总库容 5212 万 m³。根据标准、规程相关规定，水库为中型水库属Ⅲ等工程，电站为小（1）型电站，电站厂房为河床式径流电站，为Ⅲ等工程。拟定各单项评价工作等级如下表所示。

表 1.4-1 环境影响评价工作等级划分

评价内容	工作等级	判据	建设项目情况
地表水环境	三级	依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018), 水文要素影响型: 水温, 年径流量与总库容之比 α ; 径流, 兴利库容与年径流量百分比 β /%。	坝址所在河流为龙江河, 项目属水文要素影响型, 根据可研报告, 总库容 5212 万 m^3 , 坝址处多年平均径流量 45.27 亿 m^3 , 死库容 2006 万 m^3 , 兴利库容 3206 万 m^3 , 则 $\alpha=452700/5212=86.8>20$; 日调节, $\beta=3206*100/452700=0.71\%<2$, 则评价等级为三级。
空气环境	三级	依据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018), 以 P_{max} 确定评价等级	项目运营期无大气污染源, $P_{max}<1\%$, 三级评价。
声环境	二级	根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.4-2009), 建设项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量在 3dB(A)以下 (不含 3dB(A)), 且受影响人口数量变化不大	项目所在地属 2 类声功能区, 本工程建设前后噪声的增高小于 3dB (A) 以内, 受影响人口变化不大。
生态环境	三级	根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011), 区域的生态敏感性: 一般区域, 占地范围: 面积 $\leq 2km^2$, 水库面积 $1.68km^2 < 2km^2$, 库区长度 28.875km	评价区域无特殊生态敏感区和重要生态敏感区, 项目枢纽工程工程总占地 $78040m^2 \leq 2km^2$, 库区面积 $1.68km^2 < 2km^2$, 河道长度小于 50km, 评价等级为三级。
地下水环境	三级	根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016), III 类项目, 较敏感, 评价等级为三级	本项目属于 E31 水力发电, 总装机 1000 千瓦以上属于 III 类项目, 项目淹没区不涉及饮用水源保护区及补给径流范围内, 但水库蓄水后, 库区地表水可能补给金城江区城北、肯冲和加辽 3 个水厂所在的地下河, 属于集中式饮用水水源补给区, 较敏感, 因此评价等级为三级
土壤环境	二级	根据 HJ964-2018 表 1: 盐化、酸化和碱化判据	属于 II 类项目, 生态影响型。根据中国干燥度指数分布, 河池土壤干燥度 0.5~1, 土壤含盐量 $< 2g/kg$, 盐化敏感程度为不敏感; 现状调查时有 4.5<两个土壤点 PH 值 < 5.5 , 酸化敏感程度为较敏感。根据表 2 判断: 土壤评价等级为二级
环境风险	三级	HJ 169-2018: 环境风险潜势	项目运营期环境风险为水环境风险: 评价河段地表水 III 类, 水功能敏感性为较敏感 F2, 环境敏感目标为 S3 级, 地表水环境敏感程度分级为 E2, 地表水环境风险物质为城区生活污水, 轻度危害

			P4，环境风险潜势为Ⅱ级，因此，环境风险评价等级为三级
--	--	--	-----------------------------

1.4.2 评价范围

1.4.2.1 生态影响评价范围

评价范围河段沿岸的动物及其栖息地、植物及其生境的调查。

- (1) 陆生生态环境评价范围为施工区、库区淹没线之外扩 1km 范围。
- (2) 水生生态环境评价范围为库区回水线至厂房下游拉浪水电站回线河段。

1.4.2.2 地表水环境评价范围

地表水环境影响评价范围，水温：以电站坝址为基准，向上游延伸至库区正常蓄位的回水线，向坝址下游恢复到建设前水温的水域；径流影响：大坝下游无增减水影响水域，以库区水域为主。

1.4.2.3 地下水环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）建设项目分类，金城江电站）工程属于地下水环境III类建设项目。评价范围以电站坝址为基准，向上游延伸至本库区正常蓄水位的回线可能受影响井、向坝址下游延伸至拉浪电站两侧河段可能受影响的井水。本项目坝址上游已建有城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂、城西水厂 4 个水厂，水源均为地下水，由于与龙江存在水力联系，本次评价范围应包括各水厂水源保护区作为地下水评价范围。

1.4.2.4 大气评价范围

大气环境影响主要是施工机械废气及扬尘造成，评价范围均确定为进场公路两侧各 200m 范围及施工区线外 500m 的范围。

1.4.2.5 声环境影响评价范围

声环境影响主要是施工机械噪声和营运期厂房设备噪声，评价范围为各施工作业区、加工厂和厂内施工道路以及发电厂房周围 200m 范围内区域。

1.4.2.6 土壤环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），本项目为生态影响型项目，评价工作等级为二级，土壤评价范围为发电厂房、大坝，景观改造占地范围及占地范围外 2km 范围。

1.4.3 评价重点

本工程环境影响评价的内容包括建设对当地造成各个方面。根据本工程性质，工程施工期、运行期对水环境的影响相对较大。因此本次评价重点主要为：

- (1)施工期环境影响分析及防治措施；
- (2)工程建设对坝址上、下游流域水环境以及生态影响评价；
- (3)工程建设对水生生物的影响及防治措施；
- (4)项目营运后枯水期的生态影响分析；
- (5)主要环境问题与环境保护措施可行性分析；

1.5 环境敏感区和环境保护目标

1.5.1 环境敏感区调查

根据有关资料及相关调查，本项目评价范围没有自然保护区、世界文化和自然遗产地等特殊生态敏感区，不涉及风景名胜区、森林公园和风景名胜区等重要生态敏感区。

根据生态环境调查成果，评价河段不涉及珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、及越冬场和洄游通道、天然渔场。

根据桂政函〔2012〕98号《关于河池市饮用水水源保护区划定方案的批复》以及河池市金城江区农村集中式饮用水水源保护区划分成果，本项目龙江评价河段不涉及县级、乡镇级及农村集中式饮用水水源保护区。

由于金城江区现状在用的4个水厂：城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂、城西水厂水源均为地下水，考虑本项目蓄水发电抬高龙江水位后可能对4个水厂水源水量和水质的影响，保障金城江区城市生活饮用水地下水水质安全，将城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂、城西水厂饮用水水源保护区作为本项目环境敏感区。本项目环境敏感区主要还包括评价河段内分布的企事业单位取水口和沿岸居民点。

龙江流域环境敏感区情况见表1-5-1~1-5-4，详见附图4。

表 1-5-2 饮用水水源保护区及取水口一览表

一、饮用水水源保护区							
序号	类型	保护区名称	级别	位置	保护区简介	备注	
1	县级及以上 饮用水水源 保护区	肯冲水厂饮用水 水源保护区	河池市市区	金城江区六圩镇下 爱村肯冲屯	地下水：水厂取水井位于下爱屯、上爱屯和板肯屯东 200m，一级保护区总面积 1.86km ² ；二级保护区总面积 14.23km ² ；	均位于本项目 评价河段流域 范围内，水源均 为地下水，由于 水源和龙江存在 水力联系，需 评估项目蓄水 发电抬高龙江 水位对 4 个水 厂水源的影响。	
2		加辽水厂饮用水 水源保护区	河池市市区	东江镇加辽村东面 约 500 米	地下水加辽水厂取水口位于外甲峒屯南面 150m 处及加祥屯南面 50m；一级保护区面积 0.56km ² ；二级保护区 9.34km ² ；		
3		城北水厂饮用水 水源保护区	河池市市区	区东江镇加辽村西 北面约 600 米	地下水：一级保护区面积 1.20km ² ；二级保护区 30.8km ² ；		
4		城西水厂饮用水 水源保护区	河池市市区	六圩镇肯研村 肯研屯	河流型：一级保护区面积取水口上游 1000m 至取水口下游 100m 和取水口南面的肯研小河全长 1000m 的水域以及河两岸 50m 的陆域；二级保护区 30.33km ² ；		
6	乡镇饮用水 水源保护区	根据桂政函（2016）230 号《关于同意河池市乡镇集中式饮用水水源保护区划定方案的批复》，评价河段不涉及乡镇饮用水水源保护区。					
7	农村集中饮 用水水源 保护区	根据河池市金城江区农村集中式饮用水水源保护区划分成果，评价河段不涉及农村集中饮用水水源保护区。					
二、其他取水口（未划分水源保护区）							
序号	取水单位		所在县	取水地点		取水用途用途	年取水规模 (万 m ³ /a)
1	广西河池大金城水泥有限责任公司		金城江区	水泥厂大门前 20 米龙江河右岸		工业用水	18
2	广西易多收生物科技有限公司河池化工厂		金城江区	东江镇铁路桥下游 540 米右岸		工业用水	32.5
3	河池市国有投资产投资经营有限公司		金城江区	龙江金城江区白土乡德地村拉腊屯河段		工业用水	1726
4	河池市供水处		金城江区	龙江河城区河段		农业用水	500
5	广西河池化学工业集团公司，肯足村		金城江区	六甲镇高功村拉才屯龙江河河段		工业用水,生活用水(自备)	1700

表 1-5-4 空气环境和声环境保护目标

序号	保护类型	涉及乡镇	敏感点	基本情况	与梯级电站（相关工程）的相对位置或距离
1	空气环境 2 级，声环境 2 级	东江镇	下沙里屯	38 户，约 150 人饮用水为市政供水	距离东江土料场运输进场公路金宜一级路 10m
2			上沙里屯	55 户，约 220 人，饮用水为市政供水	距离上坝公路 160m，距离左岸施工营地钢筋加工场 180m。距离发电厂房 230m
3			才吉屯	20 户，80 人，饮用水为市政供水	距离右岸施工营地 200m，距离发电厂房 260m
			加道村	138 户，约 690 人，饮用水为市政供水	距离新建的污水厂尾水管最近距离 50m
		白土乡	作定屯	22 户，92 人，饮用水为山泉水	临近施工期弃方运输道路一大任产业园入园二级路
			作肯屯	42 户，204 人，饮用水为山泉水	
			拉腊村	115 户，556 人，饮用水为山泉水	
		金城江区	金龙湾花园	受影响为第一排 35 户，约 170 人	距龙江右岸污水干管改造段 40m
			兴达家园	受影响为第一排 40 户，约 200 人	距龙江右岸污水干管改造段 35m
			河池市技工学校	1360 人	距龙江右岸污水干管改造段 30m
			吉祥小区	受影响为第一排 28 户，约 145 人	距离龙江右岸污水干管改造段 60m

1.5.2 环境保护目标

根据项目所在地的具体情况及相应的环境功能区划要求,本次评价的具体环境保护目标见表 1.5-1。项目周边环境敏感点分布图详见附图 4。

表 1.5-1 项目环境保护目标一览表

环境要素	环境保护目标	保护级别	受环境影响要素
地下水	肯冲水厂	《地下水环境质量标准》 (GB/T 14848-93)	电站营运期龙江河水面雍高,龙江河水体对水厂取水口的影响
	加辽水厂		
	城北水厂		
	城西水厂		
地表水	金城江水电站库区回水区至厂房下游 2.5km 的龙江河流域。	《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002) III类	施工期、营运期外排废水
环境空气	项目所在区域及物料运输沿线居民点环境空气质量	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级	施工期扬尘、汽车尾气等
环境噪声	项目所在区域环境噪声	《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 的 2 类	施工期设备噪声、车辆进出噪声等;营运期交通噪声、发电机组噪声等
生态影响	库区回水河段及水电站厂房下游的河段水生生物及其栖息地、植物及其生境	--	电站建成后下游水生生态系统的影响;下游河段的生态用水、农业灌溉用水等
土壤环境	施工占地区土壤、发电厂房东北面耕地	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》 (GB15618-2018)	本项目无污染物排放,对土壤环境影响较小

2 工程概况与工程分析

2.1 工程概况

2.1.1 工程基本情况

本工程符合相关规划，是柳江流域综合规划龙江干流第 10 个梯级，是以改善金城江城区龙江两岸景观和水力发电的综合利用工程。

1) 项目名称：河池市金城江城区龙江两岸景观改造及水电站工程

2) 建设单位：河池市国有资产投资经营有限责任公司

3) 建设性质：新建

4) 地理位置：河池市金城江城区龙江两岸景观改造位于龙江金城江城区段。水电站工程大坝位于河池市金城江区东江镇加道村以东金城江~宜州一级公路龙江大桥下游 250m 处，距河池市政府 4km，距上游肯足水电站 26km，距下游拉浪水电站 28 km。项目发电厂房中心点地理坐标：北纬 24° 42' 18.2"，东经 108° 7' 58.2"。左岸有金城江~宜州一级公路经过，并直通金城江火车站，距离 5 km，右岸有大任产业园入园二级公路，交通便利。

5) 建设内容：景观改造工程包括复核加固龙江内河市政污水管道 7023m，美化亮化龙江两岸平台 2 处，新建栈桥 2.25km，配置绿色植物 3.6ha，景观改造工程龙江段全长 9.5km。

水电站工程建设内容：建设一座河床式径流电站，装机容量 2*7.5MW，建筑物包括左岸上坝道路、鱼道、发电厂房及溢流闸坝。电站技术参数：多年平均电量 49.04GW·h，年利用小时 3269，正常蓄水位为 185.00m，水库死水位拟定 184.5m，设计水头 6.6m。设计洪标准 50 年一遇设计洪水位 191.32m ($Q_m=4650\text{m}^3/\text{s}$)，相应坝后水位 191.13m；校核洪标准 500 年一遇校核洪水位 195.20m ($Q_m=6250\text{m}^3/\text{s}$)，相应坝后水位为 195.01m。水量利用系数 63.8%。

2.1.2 流域水力资源开发规划及规划环评

(1) 流域水力资源开发规划

龙江干流水力资源丰富，原广西区水电设计院（广西水利电力勘测设计研究院和广西电力工业勘查设计院前身）以及广西河池电力勘测设计院等多家单位曾多次对龙江干流梯级开发进行规划，但都没有报批。截止 2016 年底，龙江干流共规划梯级电站 16 座，分别为贵江、浪洋（贵州境内）、平林（贵州境内）、干

捞、下桥、江丰、拔贡、六甲、肯足、金城江、拉浪、长瓦、叶茂、三岔、洛东和糯米滩，相关规划按时间先后顺序论述如下：

1970年4月，广西区水电设计院革委会龙江规划小组编制完成《龙江流域规划报告》，规划河段为下桥电站至入柳江河段。规划将广西境内龙江梯级开发方案分为8级，分别是下桥、拔贡、六甲、小六甲、拉浪、八汰、洛东和三岔。规划编制前已建的电站有六甲、拉浪和拔贡，规划编制后建设电站有下桥、小六甲。1985年，广西河池水利电力勘测设计院编制完成《龙江流域补充梯级规划方案》，规划河段为下桥电站至入柳江河段。规划将龙江干流广西境内河段的规划为梯级电站11座，依次为下桥、拔贡、六甲、肯足、金城江、拉浪、长瓦、叶茂、洛东、三岔和糯米滩。规划梯级电站的任务均是以发电为主，下桥、拔贡、六甲、金城江、拉浪、长瓦、洛东、三岔和糯米滩等电站兼顾有灌溉效益。

龙江（打狗河）黔桂交界（王蒙（高桥））至下桥水电站库尾段缺乏统一的流域水力开发规划。该河段的贵江、浪详（贵州境内）、平林（贵州境内）、干捞电站来源按时间顺序介绍如下：

《龙江流域规划报告》拟定下桥水库正常蓄水位335m，1970年下桥电站开始建设，在施工过程中发现水文地质和工程地质条件复杂，区计委以桂字1975（284）号文下达“关于下桥水电站采用低坝施工方案的通知”，之后下桥水电站只完成施工围堰，并利用围堰和左岸导流放水电洞发电，水库正常蓄水位为254m。从1999年至2005年，广西电力工业勘察设计研究院对下桥电站开发河段进行了设计，最终确定“干捞（308m）+下桥（282m）”方案，以发电为主。即将原下桥电站正常蓄水位335m方案河段由1座电站调整为2座电站（新增干捞电站）。

2003年，贵州省拟在黔桂省界上游2km处兴建平林水电站，经与广西协调，确定正常蓄水位336m，尾水位308m，开发以发电为主。2015年5月举行开工仪式。

2004年，贵州省在荔波县捞村乡浪详村附近开工建设浪详水电站，水库正常蓄水位380m，为引水式电站，电站从2006年2月开始发电。

2012年9月，河池市发展和改革委员会以河发改审批〔2012〕147号批复南丹贵江水电站项目，电站正常蓄水位392m。

综上，在 2003 年广西水利电力勘测设计研究院和广西电力工业勘察设计研究院编制的《中华人民共和国水力资源复查成果(分省第 18 卷广西壮族自治区)》(修订本)中，根据当时龙江干流广西境内电站规划及开发情况，将龙江干流荔波县捞村乡以下广西境内开发的梯级确定为 13 个，分别是干捞、下桥、江丰、拔贡、六甲、肯足、金城江、拉浪、长瓦、叶茂、洛东、三岔和糯米滩，规划电站均以发电为主，下桥、拔贡、六甲、金城江、拉浪、长瓦、洛东、三岔和糯米滩等电站兼顾有灌溉效益。

2012 年 7 月，广西水利电力勘测设计研究院在《广西中小水电水能资源开发规划》中，根据龙江干流梯级电站规划及开发情况，将龙江干流梯级电站确定为 16 座，分别为贵江、浪详(贵州境内)、平林(贵州境内)、干捞、下桥、江丰、拔贡、六甲、肯足、金城江、拉浪、长瓦、叶茂、三岔、洛东和糯米滩。各梯级电站除金城江水电站工程任务以改善城市水景观为主外，其余电站均以发电为主，部分有灌溉效益，贵江、六甲水电站兼顾旅游开发。2015 年 8 月，在征求贵州、广西两省意见的基础上，中水珠江规划勘测设计有限公司(原水利部珠江水利委员会勘测设计研究院)完成了《柳江流域综合规划报告》(送审稿)，并通过了水利部水利水电规划设计总院的审查。龙江流域作为柳江的重要支流被列入《柳江流域综合规划报告》，其中龙江干流水力发电规划将龙江干流梯级开发确定为贵江、浪详(贵州境内)、平林(贵州境内)、干捞、下桥、江丰、拔贡、六甲、肯足、金城江、拉浪、长瓦、叶茂、三岔、洛东和糯米滩共 16 级方案。由于大多数电站已经实施，《柳江流域综合规划报告》认为龙江干流梯级开发合理，不再进行规划调整。

龙江干流相关规划编制时间基本上都集中在 1970~1985 年之间，由于当时《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国环境影响评价法》和《规划环境影响评价条例》均未颁布，所以没有开展过龙江流域规划环境影响评价工作。

(2) 流域水力资源开发规划环评开展情况

环境保护部办公厅以环办[2012]4 号印发“关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知”，强调“对已实施的有重大影响的水电规划，应组织开展环境影响跟踪评价；对水电开发历史较早，未开展水电开发规划环境影响评价的流域，应及时组织开展流域水电开发的环境影响回顾性评价研究。”

2014年,广西环境保护科学研究院编制了《广西中小水电水能资源开发规划环境影响报告书》并通过了广西环保厅的审查,规划环评从区域层面对龙江梯级开发进行了评价,认为龙江梯级开发总体布局合理,但需进行环境影响回顾性评价工作。龙江干流未建电站中,除了金城江电站需在库区段水质达标的情况下方可建设以外,其余未建电站均不存在环境制约因素,龙江梯级开发方案环境可行。另外,龙江干流涉及的防洪治涝规划和航运规划没有编制过规划环评。龙江是柳江最大支流,涉及本项目的流域规划主要《广西中小水电水能资源开发规划》和《柳江流域综合规划报告》。

广西水利电力勘测设计研究院受河池市水利局委托,于2017年9月完成《广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书》的编制工作。

(3) 上下游电站开发建设情况

1) 肯足水电站

肯足水电站于1987年开工建设,1989年建成投产,电站正常蓄水位为192.6m,装机容量为 $2 \times 2.5\text{MW}$,多年平均发电量为2550万kWh。肯足电站的开发任务是以发电为主,工程等级为III等工程。

2) 拉浪水电站

拉浪水电站始建于1966年,于1974年建成发电,原装机 $3 \times 17000=51000\text{kW}$ 。水轮机型号为ZZ587-LH-330型,设计水头25.2m,单机额定流量为 $76.9\text{m}^3/\text{s}$ 。后于2003年3台机组增容改造后总装机容量为58100kW,设计发电引用流量为 $270\text{m}^3/\text{s}$ 。2009年拉浪电站在右岸已建重力坝段下游约40m处扩建发电厂房,增扩1台机组,装机为 $1 \times 21000=21000\text{kW}$ 。扩建后的总装机容量为79.1MW,发电总量为2.447亿kW.h。拉浪电站水库正常蓄水位为177.0m,对应库容为1.027亿 m^3 ,死水位174.0m,对应库容为0.0801亿 m^3 ,总库容为1.24亿 m^3 ,调节库容为0.226亿 m^3 ,属大(2)型水库,日调节。早期的工程资料均不提及移民安置,故移民安置资料不详。

2.1.3 金城江城区龙江两岸景观改造工程建设内容

根据项目可研报告及初步设计,金城江城区龙江两岸景观改造工程建设内容包括景观量化工程和淹没的市政污水主管改造工程。管网为河道内现状管网,不存在新增占地面积;迁改段管道位于水电站坝址内,无需重复征地。

2.1.3.1 景观亮化工程

根据景观亮化工程初步设计方案景观亮化工程范围为龙江金城江城区段，全场 9.5km 河段，景观改造永久占地面积 59568m²，临时租地面积 6500m²，永久占地中占用水域 6918m²。景观亮化工程包括 11 处景观改造工程：3 处花灌台阶、3 处仿木亲水平台、6 处特色栈道和 4 万 m² 的绿化种植。景观亮化工程布局详见附图 8-4 和表 2.1-1。

表 2.1-1 景观亮化工程一览表

序号	设计内容	平面图编号索引
1	花灌台阶	3处
	左岸花灌台阶1	初-景-定01
	左岸花灌台阶2	初-景-定02
	左岸花灌台阶3	初-景-定09
2	仿木亲水平台	3处
	右岸龙江桥平台	初-景-定03
	右岸上任桥附近平台1	初-景-定06
	右岸上任桥附近平台2	初-景-定07
3	特色栈道	2.2km
	右岸龙江桥附近栈道	初-景-定03
	右岸九龙桥附近栈道	初-景-定04、05
	右岸上任桥栈道	初-景-定06、07
	右岸特色栈道3	初-景-定08
	左岸市政府附近栈道	初-景-定10
	左岸金和桂苑附近栈道	初-景-定11
4	其他绿化种植	4万m ²

(1) 花灌台阶

左岸花灌台阶 1、2 位于龙江桥上游 600m 左岸水文站附近，左岸花灌台阶 1 建设内容包括长 260m 宽 3m 栈道和绿化，左岸花灌台阶 1 建设内容包括长 160m 宽 3m 栈道和绿化。

左岸花灌台阶 3 紧邻百旺桥下游左岸,建设内容包括长 200m 宽 3m 栈道和绿化,花灌台阶设计效果如图 2.1-1。



图 2.1-1 花冠台阶效果图

(2) 仿木亲水平台

仿木亲水平台共三处,分别是:

右岸龙江桥平台,位于龙江桥上游右岸,栈道长 280m

右岸上任桥平台 1,位于上任桥上游右岸,栈道长 200m

右岸上任桥平台 2,位于上任桥上游右岸,栈道长 350m

亲水平台设计效果如图 2.1-2:



图 2.1-2 一桥亲水小平台广场效果图

(3) 滨水栈道

在主城区段河道,结合现状管涵检查井抬高方案规划景观廊道。既方便日常检修作业,又能起到连接不同亲水平台空间的联系作用,同时提给市民提供了一条亲近的休闲绿道、休闲散步场所。景观平台、滨水栈道为框架结构。栈道铺装、

栏杆图案均融入少数民族元素，铺装采用厚烧面花岗岩材质，栏杆则与亲水平台保持一致，采用仿木材质。栈桥所在区段：

右岸：

(K20+730- K20+880) 区段结合污水管道走向，在其上方架设一条宽 3m 的景观廊道一端连接平台；(K22+000- K22+740)、(K22+780- K22+890)、(K22+950- K23+100) 三个区段的管涵之上，廊道作为两个亲水平台的联系。

(K23+350-K23+550) 廊道作为两个亲水平台的联系。

左岸：

(K19+800-K20+050)、(K20+250-K20+380)区段，结合原地形平缓地势条件，在此区间段原水岸线的范围内依势而建花冠台阶，下游左岸(K23+700-K24+580)区段，全段设置景观廊道。左岸栈道宽均为 3m，栈桥基本不涉水；右岸栈道除 K22+380 的标准段区段桥宽为 6m 以外，其余均为 3m，栈桥基本均涉水。6 处栈道总体栈桥长度：2235.8m，占地面积：6918 m²



图 2.1-3 滨水栈道效果图

2.1.3.2 污水管网改造工程

污水管网改造工程包括城区淹没污水管网改造和金城江区市政污水处理厂尾水管改造。

(1) 淹没污水管改造

根据项目可研报告及初步设计，电站正常蓄水水位 185m，污水管渠淹没总

长度 7023m，污水管淹没见附图 22-1 和附图 22-2，具体情况如下：

龙江左岸污水干管全长 2794m，电站正常蓄水水位 185m，淹没污水干管 1664m，淹没深度 0~3.2m。

龙江右岸污水干管全长 6272m，电站正常蓄水水位 185m，淹没污水干管 5047m，淹没深度 0~3.2m。

肯研河污水截流管全长 2335m，电站正常蓄水水位 185m，淹没长度 312m，淹没深度 0~1.3m。

20 年一遇洪水情况下，河道内管 10271m 将全部淹没。

50 年一遇洪水情况下，河道内管 10271m 将全部淹没。

建站后正常蓄水位情况下河道内淹没管涵长度达到 7023 米有余，淹没深度为 2~3 米管涵达到 2 千米有余，这对河道内现状管涵存在极大的安全隐患，若管道接口及管道与检查井衔接处处理不当，河水渗入管涵，将对下游河池市污水处理厂及库区水质造成影响。洪水条件下，水位标高建站前后相差不大，管道全部淹没时间随降雨量及持续时间变化，但持续时间不会太长，因此，淹没管道改造仅考虑正常蓄水情况下淹没的 7023m 污水管道。

考虑到淹没污水管移至河堤外不具备条件，可研报告推荐改造方案为对淹没管道进行保护性改造，包括污水检查井加高、截流井溢流堰改造、钢管外防腐处理和支墩保护等四个方面，详细改造方案见 2.1.8.2。

(2) 金城江区污水处理厂排污口及尾水管改造

由于本项目大坝建成后，库区水流速变缓，建设单位与河池市污水处理厂协商后，由本项目建设单位河池国投公司负责将河池市金城江区污水厂排污口以接管的方式下移至金城江电站大坝下游，需新建一条 2050m 长的污水尾水管。尾水管接现状金城江区污水厂排污口，沿江布置，采用 D1220X12 焊接钢管，管中部标高 180.5m，尾水管出口位于水电站大坝下游右岸 100m 处。

2.1.4 水电站坝址方案及环境合理性分析

由于作定村坝址方案与正在建设的南宁~贵阳高铁线路跨龙江相距较近，左岸为河池市的开发新区，工程占地及与高铁线路等协调难度较大，经业主与河池市政府相关部门沟通，可研报告不考虑作定村坝址方案。项目可行性研究报告(报批稿)对坝址进行了两个方案的比选，分别是金城江抽水站(上坝址)及金城江~宜州一级公路龙江大桥下游河段(下坝址)(图 2.1-5)。坝址比较时正常蓄水位

按 185m，装机容量按 $2 \times 7.5\text{MW}$ 考虑。



图 2.1-5 坝址方案布置

1) 上坝址方案

上坝址位于金城江抽水站拦河连拱坝处，在现有金城江抽水站挡水坝的基础上加高大坝以获得水头，将原水轮泵站改建为水电站。金城江抽水站位于龙江中上游的河池市金城江城区内，是一个以灌溉、供水为主的水轮泵和电力抽水相结合的提水工程，于 1969 年建成投产运行，枢纽由拦河坝、机坑和电力抽水园筒泵房组成，现电力提水设施已停运报废多年。

坝址一带河床宽度 150m，为中低山构造溶蚀谷地地貌，呈台阶状，右岸坡度较平缓。河谷为开阔“U”字形，水流平缓，河床高程 165m，两岸城区高程 191.2~196m。坝址出露石炭系下统大塘阶（C1d）地层，河床基岩裸露，两岸坡有第四系残积粘土覆盖。左岸水轮泵机坑段岩性为薄层炭质页岩夹泥质灰岩，炭质页岩呈灰黑色，为软质岩类，且稳性差；泥质灰岩为硬质岩类，薄~中厚层状。左岸边强风化带厚度 2.5m，呈灰黄色夹灰黑色，岩体极破碎，坝基岩体工程地质分类为 V 类。弱风化带厚度 5.8~12.0m，节理裂隙发育，坝基岩体分类为 IV 类。左岸坡有厚 7m 的残积粘土，近河床为冲积粉质粘土，厚 4.1m。岸坡设有防洪堤。河中至右岸为泥质灰岩夹炭质页岩，炭质页岩层含量占 1/3~1/4，坝基岩体呈弱风化状，岩体工程地质分类为 III 类。岸坡覆盖层为粉质粘土，厚度 5.1m，残积粘土厚 3~6m。

上坝址改造是在现有工程基础上进行，为节省投资和与供水设施利用相结

合，仍采用现有金城江抽水站的坝轴线进行枢纽总体布置，在河池市供水处设生产及办公场地，电站上网出线金城江变电站。因右岸台地已布满居民楼房，没有空闲地段，布置厂房较为困难，所以发电厂房布置在左岸，且受场地限制，考虑不预留船闸，不设鱼道建筑物。

上坝址方案枢纽建筑物布置从左至右如下：

枢纽工程由左岸电站厂房、溢流坝和右岸水轮泵坝组成，副厂房布置于主厂房内，出线直接由电缆接入金城江变电站，不设升压站。厂坝轴线总长 133.15m，其中厂房段长 32.71m，溢流坝段长 88.44m（其中两端接头坝各长 1.0m），利用金城江抽水站的挡水坝——连拱浆砌石坝及水轮泵机坑组成的基础上进行加固改建，并加高而成（原坝顶高程 180.50m），保留并改造右岸原水轮泵坝基坑，长 12 m，基坑进水口移至溢流坝右端。

橡胶坝段位于主河床，左端接发电厂房，右端接右岸水轮泵机坑，砼硬坝顶高程 181.8m，最大坝高 11.3 m。橡胶溢流坝段长 88.44m（其中两端接头坝各长 1.0m），橡胶坝基座宽 11m，179m 高程以下坝体最大断面宽 7m，上、下游各挑出 2m，上、下游坝面垂直，在硬坝顶上装设 3.30m 高的充水式橡胶坝袋，顶高 185.1m，溢流坝最大坝高为 14.6m，橡胶坝袋比正常挡水高程高 0.1m。

橡胶坝采用双线两岸锚固方式，为使塌坝时坝袋能平整地铺设于硬坝上，且在坝袋充胀时，使靠近端部出现的折皱减轻，将两端锚固的边坡布置成 1：2 的斜坡，左右端与接头坝连接。

两端接头坝坝顶高程为 185.3m，宽 11m，坝基底宽 7m，上、下游各挑出 2m。

厂房距变电站 160m（电缆沟长度）。主厂房为河床式的封闭式厂房，尺寸 43.5×53.8×32.6m（长×宽×高）。厂房进水渠长 25m，宽 28.56m，底板高程 173m。厂房尾水渠长 30m，宽 28.56m，底板高程 175m。

2) 下坝址方案

下坝址方案选择在河池市金城江城东加道村以东金城江～宜州一级公路龙江大桥下游 250m 处。

坝址一带河床宽度 120m，河流流向从西往东，左岸为开阔平坦的阶地，右岸阶地不连续，坝轴线附近阶地缺失，河岸紧靠山脚。坝址河谷为开阔“U”字形，水流平缓，河床高程 157～165m，两岸阶地高程为 185.5～192.0 m。坝址一

带龙江河床中分布有一个江心小岛，最高点为 184.15m，主河道位于江心小岛左侧，河床高程为 160~168m，水深一般为 11~15m；右侧河道河床高程为 172.0~176.0m，水深一般为 1~2m。坝址坝基岩石为弱风化白云质灰岩，工程地质条件满足设计及规范有关要求，坝基稳定性好。

由于本工程上、下游各梯级电站均未设置船闸，本工程也不设船闸，仅考虑预留出船闸位置，采用左岸厂房右岸预留船闸的布置方式，厂房布置左岸台地上，预留的船闸靠右岸岸边布置。枢纽建筑物从左到右依次为左岸上坝道路、鱼道、左岸厂房段、河床溢流坝段。

左岸上坝道路从金城江~宜州的一级公路到厂房，总长 180m，路基宽 6m，路面宽 5m，采用 C25 混凝土路面。

鱼道布置于电站厂房左侧，总长 718.123m。

厂房布置于左岸岸边，装机容量为 $2 \times 7.5\text{MW}$ ，安装两台灯泡式贯流机组，两机间不分缝，主机间长度为 32.71m，建基面高程为 161.6m，为弱风化灰岩基础。安装间长度为 17.5m。

溢流闸坝布置在主河槽，溢流坝段总长度为 123.2m，设 7 孔净宽为 14m 的闸坝，闸墩顶高程 198m，堰顶高程为 176.5m，采用宽顶堰型式，建基面放在弱风化灰岩基础上，高程为 159~172m，最大坝高 39m。闸坝设工作闸门及上游检修闸门，工作闸门采用固定式卷扬机启闭；检修门采用坝顶单向门机启闭。

3) 上下坝址比较及选择

1、水环境景观比较

随着城市的发展，目前河池市城区已经沿龙江河发展到了金宜一级公路桥，上坝址位于市区内，且河池市政府也在上坝址下游，上坝址方案的水景观范围有限；下坝址位于金宜一级公路桥下游约 250m 处，蓄水后，库区基本覆盖目前整个河池市城区，水景观覆盖范围要较上坝址方案大的多，水景观效果更好。

2、地形地质条件比较

上坝址大坝坝基岩石为弱风化炭质页岩、泥质灰岩，建基面符合设计及规范有关要求，坝基稳定性好，坝址处为原金城江电站水轮泵坝，现状水轮泵坝坝体施工质量不佳，加上长期水力冲蚀，坝体内存在多个大型淘空空洞，漏水严重，长期运行有可能危及大坝及下游安全，建坝时需对水轮泵坝进行详细检查，并采

取有效修补加固及防渗措施，在此基础上才能进行加高扩建工程。坝基及坝肩弱风化带岩体浅部岩溶裂隙发育，库水可通过岩溶裂隙产生渗漏，需进行帷幕灌浆处理。

下坝址大坝坝基岩石为弱风化白云质灰岩，工程地质条件满足设计及规范有关要求，坝基稳定性好。河床坝基坝肩岩体浅部裂隙发育，库水可通过基岩裂隙产生渗漏，可采取帷幕灌浆等防渗措施进行防渗处理。左右两岸发育浅层地下暗河，暗河垂直河岸发育，浅层溶洞发育，存在岩溶管道渗漏问题，需采取有效的防渗措施进行防渗。厂房一带出露弱风化岩体，是良好地基持力层。

表 2.1-1 上、下坝址工程地形地质条件比较表

比较项目	上坝址	下坝址
地形地貌	河谷呈“U”字型，河谷宽阔，河床基岩出露。位于市区，施工场地太小，受拉浪水电站回水影响较小。	河谷呈“U”字型，河谷宽阔，两岸及河床基岩出露。施工场地较宽，受拉浪水电站回水影响较大。
地层岩性	两岸及河床为弱风化泥质灰岩夹炭质页岩，河床~右岸岩体工程地质分类为 BIII 类，左岸岩体工程地质分类为 BIV 类。	岩性为白云质灰岩，弱风化状，岩质坚硬，岩体工程地质分类为 BIII2 类。
地质构造	发育一小背斜，岩层走向与河谷近平行，倾角 60° 左右。受 F2 断层影响，岩体破碎。	发育一小背斜，岩层走向与河谷近平行，倾角 15~35° 左右。受 F2 断层影响，有次生断层发育，岩体裂隙发育。
岩体风化	受 F2 断层影响，岩体破碎风化强烈，呈强~弱风化状，岩体水稳性差。	受 F2 断层影响，岩体裂隙发育。岩体呈弱风化状。
岩溶作用	弱	强
水库渗漏问题	不存在向邻谷渗漏问题，不存在绕坝渗漏问题，存在坝基岩体裂隙渗漏问题。	不存在向邻谷渗漏问题，存在岩溶渗漏问题。
不良地质问题	两岸覆盖层较厚。	岩溶发育强烈。
浸没和淹没问题	存在少量在浸没和淹没，对城区已建防洪护堤构成影响。	存在少量浸没和淹没，对城区已建防洪护堤构成影响。

3、工程布置条件比较

上坝址在市区内，两岸均为房屋及道路，场地狭窄，工程布置困难，考虑目前河池市城区范围龙江河段，没有通航，本次设计暂未考虑布置船闸，将来如需增设船闸及鱼道，两岸房屋及道路需要拆迁，工程占地及实施难度均较大。

4、施工条件比较

上坝址位于城区内，两岸均为房屋及城市道路，阶地较少，施工场地受限，

施工布置困难，工程施工对岸顶道路交通影响也大；下坝址两岸场地开阔，两岸均有道路，交通方便，施工干扰少、施工场地布置较上坝址明显更优，施工条件较好。

5、工程量及工程投资比较

上、下坝址的工程投资估算分别是 14622 万元和 21263 万元。

6、坝址比较结论

虽然上坝址方案的工程投资较下坝址方案少，但上坝址方案的水景观效果明显比下坝址方案差，工程布置位置受限，无法预留船闸及布置鱼道，施工难度也较下坝址困难；两个坝址方案的地质条件相当，下坝址稍优。综上所述，下坝址方案优于上坝址方案，可研阶段设计推荐下坝址方案。

4) 坝址方案环境合理性分析

表 2.1-1 坝址方案合理性分析一览表

	上坝址方案	下坝址方案	比选分析
生态敏感区	库区及下游影响段均未涉及	库区及下游影响段均未涉及	两个选址评价河段均是电站尾水至拉浪电站回水区均未涉及特殊及重要生态敏感区。
施工期环境影响	上坝址位于城区，周边居民点较多	下坝址周边有上沙里、才吉两个屯，人口较少	本工程施工工期较长，水利枢纽及厂房等工程施工、土石方及建筑材料运输均会对坝址周边保护目标产生一定的噪声和扬尘影响，下坝址受影响人群较少，优于上坝址。
能否布置鱼道	否	能	下坝址优
土石方量	5.1 万方	30 万方	上坝址由于不能布设鱼道，且能利用金城江抽水站挡水坝进行改造，土方开挖量明显小于下坝址。
对金城江城区 4 个水厂水源影响	正常蓄水位 185m	正常蓄水位 185m	两个方案库区正常蓄水位相同，都可能改变 4 个水厂水源点所在地地下水的补径排条件，由于库区水位抬高导致地下水水位抬高。
综合分析	上坝址工程量较小，但上坝址位于城区，施工期环境影响较大，且不能布设鱼道。	下坝址土石方量较大，但坝址周边保护目标人口较少。	两个坝址评价河段均未有特殊生态敏感区和重要生态敏感区分布，两个方案都会改变 4 个水厂所在水文地质单元的补径排条件，抬高地下水水位。下坝址土石方开挖量较大，但弃方运至大任产业园，能较好堆存。下坝址能设置生态保护措施—鱼道，综合分析，可研单位推荐的下坝址方案环境合理。

2.1.5 水电站工程任务、规模与运行方式

2.1.5.1 工程任务

本项目任务为改善河池市水环境、提高城市品位、充分开发龙江水能资源，结合城市规划及航运的实际情况，统筹协调各部门要求的主次顺序，拟定本工程的主要任务是：以改善城市水环境和水力发电为主，兼顾航运等综合利用要求。

2.1.5.2 工程运行方式

本工程是以改善城市水环境、发电为主，兼有其他效益的综合利用工程，为径流式日调节水电站，库容调节能力极小，超过发电用水的水量经溢流坝全部下泄。当入库流量小于 $\leq 1840 \text{ m}^3/\text{s}$ 时，水库由闸门控泄维持正常蓄水位运行；当 $1840 \text{ m}^3/\text{s} < \text{入库流量} \leq 2500 \text{ m}^3/\text{s}$ 时，发电水头小于 2.5 m ，水电站停机度汛，闸门控泄维持城市景观水位；当入库流量 $\geq 2500 \text{ m}^3/\text{s}$ 时，闸门全部敞开泄洪。

2.1.6 水电站工程总布置与主要建筑物

2.1.6.1 工程总布置

本工程以改善城市水环境和水力发电为主，考虑到目前该河流上没有通航船只，规划的龙江肯足电站~凤山河口Ⅶ级航道近期没有条件全线通航，且龙江各梯级也没有设置通航设施，因此本项目考虑缓建通航设施，仅在右岸预留建设Ⅶ级航道位置，为将来的通航创造条件。

从水生生态环境的角度考虑，为不阻隔河道，保持电站上下游河流纵向连通，本工程设置鱼道。工程右岸有现有公路及高速公路，将来船闸附近船只进出活动、噪声和油污及周围的环境对鱼类的洄游、集群等活动不利，本阶段拟将鱼道布设在电站厂房左侧，利用电站的发电尾水，诱导鱼类进入鱼道。

工程总布置采用左岸厂房右岸预留船闸的布置方式，厂房布置左岸台地上，预留的船闸靠右岸岸边布置。枢纽建筑物从左到右依次为左岸上坝道路、鱼道、左岸厂房及河床溢流坝段。

左岸上坝道路从金城江~宜州的一级公路到厂房，总长 180 m ，路基宽 6 m ，路面宽 5 m ，采用C25混凝土路面。

厂房布置于左岸岸边，装机容量为 $2 \times 7.5 \text{ MW}$ ，安装两台灯泡式贯流机组，两机间不分缝，主机间长度为 32.71 m ，建基面高程为 161.6 m ，为弱风化灰岩基础。安装间长度为 17.5 m 。

鱼道布置于电站厂房左侧岸边，在坝轴线处与副厂房垂直相交。结构型式为工程通常采用的横隔板式。

溢流闸坝布置在主河槽，溢流坝段总长度为 123.2m，设 7 孔净宽为 14m 的闸坝，闸墩顶高程 198m，堰顶高程为 176.5m，采用宽顶堰型式，建基面放在弱风化灰岩基础上，高程为 159~172m，最大坝高 39m。闸坝工作门采用平板钢闸门，固定式卷扬机启闭；上游检修门采用叠梁门，平时检修门分节锁定在各孔闸坝检修门槽顶部，使用时由坝顶单向门机启闭。

溢流闸坝右侧预留船闸位置，设交通桥与右岸道路连接，右岸道路长 250m，路基宽 4m，路面宽 2.8m，采用 C25 混凝土路面。

2.1.6.2 主要建筑物级别

河池市金城江龙江重点水环境治理及水电站工程正常蓄水位 185.0 m，电站装机 $2 \times 7.5\text{MW}$ ，总库容 5212 万 m^3 。根据标准、规程相关规定，水库为中型水库属 III 等工程，电站为小（1）型电站，电站厂房为河床式径流电站，为 III 等工程。挡河坝、厂房等 3 级建筑物，按 50 年一遇（ $P=2\%$ ）洪水标准设计，500 年一遇（ $P=0.2\%$ ）洪水标准校核。其他次要建筑物按 4 级建筑物设计，临时性建筑物按 5 级建筑物设计。拦河坝、厂房施工期临时度汛洪水标准为全年 10（ $P=10\%$ ）年一遇洪水标准。

2.1.6.3 主要建筑物

本工程主要建筑物由左岸上坝道路、鱼道、发电厂房及溢流闸坝等组成。

（1）左、右岸上坝道路及交通桥

左岸上坝道路从金城江~宜州的一级公路到厂房，总长 180 m，路基宽 5m，路面宽 4 m，采用 C25 混凝土路面。新建道路两侧坡比为 1:1.5，坡脚设 C20 混凝土排水沟宽 0.7 m，排水沟尺寸为 0.3 m（宽） \times 0.3 m（深）。道路下设两处过洪涵管，连通道路两侧。

右岸从溢流坝顶交通桥至右岸道路设交通桥进行连接。右岸道路长 250 m，路基宽 4 m，路面宽 2.8 m，采用 C25 混凝土路面。新建道路开挖边坡按 1:0.75，坡顶设 C20 混凝土截水沟。

（2）鱼道

根据历史资料，文献记录和现场调查，龙江流域记录鱼类 120 种，分属 8

目 24 科，其中鲤形目有 4 科 90 种，占总数的 75.0%；鲇形目 6 科 12 种，占总数的 10.0%；鲈形目有 9 科 13 种，占总数的 10.8%；合鳃鱼目、鳗鲡目、鲢形目、鲮形目、脂鲤目各 1 科 1 属 1 种，各点总数的 0.83%。其中，尼罗罗非鱼和莫桑比克罗非鱼为外来种鱼类。银鮠、翘嘴鲌、餐、鲤、草鱼、赤眼鳟、鲮、鲇、黄颡鱼、粗唇鲮、大刺鲃、黄鳝等为龙江流域常见土著种经济鱼类。

龙江流域的鱼类分布具有不明显的区域性特征，除长鳍光唇鱼、虹彩光唇鱼为中上游分布外，其余种类在龙江全流域均有分布。由于龙江为柳州的支流，柳江、西江干流有多个大型水电工程，使龙江流域仅有少量海洋性洄游鱼类和长距离洄游性鱼类，绝大多数种类都为非洄游种类。

本工程枢纽鱼道过鱼对象为河道内生存的所有鱼类。

根据鱼类生活习性及其上行要求，考虑全年过鱼。

考虑枢纽上游水位变幅较小，鱼道上游运行水位上限取正常蓄水位 185m，下限选择工程死水位 184.5m。下游最低运行水位采用下游平均低水位 174.27m，最高运行水位采用下游平均高水位 176.65m。因此，鱼道的设计水位差为 $185-174.27=10.73\text{m}$ 。

对于龙江流域内性成熟的主要鱼来说，鱼道中流速取 1.0 m/s 可以满足要求。但鱼道也要考虑其他游泳能力较弱的鱼类和其它体型相对较小的鱼类，同时为防止鱼在鱼道中产生过度疲劳，鱼道设计流速取为 0.8m/s。

考虑到本枢纽工程的过鱼种类及过鱼量，鱼道宽度取为 3m。池室长度初步按 (1.0~1.2) 倍鱼道宽度考虑，池室长度取 3.6m。国内外鱼道深度一般为 1.5~2.5m，本鱼道池室深度取 2.5m。

鱼道上游运行水位变幅仅为 $185-184.5=0.5\text{m}$ ，鱼道设一个出口，出口底板高程取 183.5m。鱼道下游运行水位变幅为 $176.65-174.27=2.38\text{m}$ ，为适应过鱼季节水位变幅及过鱼要求，鱼道设置两个进口，考虑下游电站回水顶托，电站在最低水位时段很短，进口底板高程分别为 174.5m、173.5m。

鱼道布置在左岸厂房边，进口靠近尾水渠布置，利用电站的发电尾水，诱导鱼类进入鱼道。大坝下游段鱼道曲线在左岸边布置成“U”型，然后在坝轴线处与副厂房垂直相交，从副厂房下面穿过，大坝上游段沿上游护岸岸坡布置。

鱼道设计底坡 $i=1/60$ ，鱼道下游共设两个进口 (1#和 2#进口)，进口底板高

程分别为 173.5m、174.5m，两个进口均设闸门及启闭机室；鱼道出口设出口检修闸门及启闭机室，出口底板高程为 183.5m，鱼道总长 718.123m，共设 169 个池室（含 10 个休息池）。

鱼道池室采用钢筋混凝土槽形结构，两侧边墙及底板厚度均为 1m，为增强鱼池的生态功能，池底铺设 0.2m 厚的砂卵石层。鱼道池室净宽 3m，长 3.6m（横隔板中心距离），横隔板厚 0.3m，采用单侧竖缝式型式。鱼道顶部设置栏杆，每隔 30m 设置 2m 宽人行桥板。为改善鱼道水流流态及消除自上而下积聚的水流能量，把鱼道休息池布置在鱼道转弯处，休息池长度 7.2m。

（3）发电厂房

本枢纽电站系低水头河床式电站。电站设计安装 2 台贯流式机组，水轮机型号 GZ895-WP-420 型，单机容量 7.5MW，电站总装机容量 15MW。厂房布置在河床左侧，由主机间、安装间和副厂房组成。左侧与左岸上坝道路连接，右侧与溢流闸坝相连。主机间段 32.71 m，安装间 17.5 m。机组中心距 13.16 m。

电站主要建筑物包括：进水渠、厂房、尾水渠、开关站及厂区交通道路。

①进水渠

进水渠布置在厂房进口的上游，进水渠长 45m，渠底宽 21.32m，底板最低处高程 165.46m。在进水渠进口设一道拦沙坎，拦沙坎顶高程为 177m。

②厂房

A、主机间

主机间段上下游方向宽 54.5m，由进口段、机组段及尾水管段组成。进口段位于厂房上游侧，包括进口渐变段、拦污栅、流道进口检修门槽，总长 13.3m。进口渐变段为每机一孔，孔宽 8.16m，拦污栅段设厚 0.8m 的胸墙，进口底板顶高程为 165.46m。

进口段顶部平台高程为 198m，布置有 2×500kN 双向门机，拦污栅和检修闸门均由该门机启闭，拦污栅污物由采用门机起吊的液压抓斗式清污机清除。坝顶设交通桥与溢流坝交通桥面同高程，为 198m。机组安装高程为 169.9m，运行层高程 179.7m，桥式起重机轨顶高程为 210m，主机间净宽 15m。尾水管段主要布置有尾水管、尾水检修闸门、副厂房及闸门启闭设备等。其中尾水管底高程 166.12m，顶高程 173.68m，尾水闸墩顶部高程 186m，其上设置钢筋混凝土启闭

机排架，排架顶为工作桥，桥面高程 198m，尾水检修闸门孔口尺寸为 7.56m×7.56m（宽×高）。集水井及其上排水泵房布置在主机间下游侧 1#、2#机组间，集水井底高程 159.6m，排水泵房底高程 164.6m。

B、安装间

安装间位于主机间左侧，上下游方向宽度 17m。安装场与坝顶同高程，为 198m，平面尺寸为 17m×17.5m。主机间与安装间之间设一道沉陷伸缩缝。

C、副厂房

副厂房位于主机间及安装间下游侧，净宽为 9.8m，主机间下游侧副厂房共 5 层，顶高程为 198m。

③尾水渠

尾水渠布置在厂房出口下游，渠底宽 20.72m，渠底最低处高程 166.12m，用 1:5 反坡向下游上升至 170m 高程，其后按 170m 高程，设平段与河床地面相接。斜坡段渠长 19.4m，底用 50cm 厚混凝土衬护。

④开关站

主变及开关站布置在安装间下游侧 198m 高程平台上，通过设在出线平台上的出线架出线。

（4）溢流闸坝

本枢纽泄水建筑物由 7 孔溢流闸坝组成，布置在主河床中部位置，左边与电站厂房紧接，右边设交通桥与上坝道路连接。

溢流坝段总长 123.2m，共设 7 孔孔口净宽为 14m 的闸坝，分为 6 个坝块，自左往右依次为 1#~6#坝块，1#坝块长度为 27.7m，6#坝块长度为 27.5m，其余各坝块长度均为 17m，溢流坝顺水流向长度为 20.5m。

闸顶高程为 198m，闸顶宽度为 18.25m，建基面放在弱风化灰岩基础上，建基面高程为 159~172m，最大坝高为 39m。溢流堰为宽顶堰的型式，堰顶高程 176.5m，堰面上游为半径 2m 的圆弧段，其后接 16.5m 的水平段，溢流堰顺水流方向总长为 18.5m。闸坝工作门采用平板钢闸门，固定式卷扬机启闭；上游检修门采用叠梁门，平时检修门分节锁定在各孔闸坝检修门槽顶部，使用时由坝顶门机启闭；堰顶高程 176.5m 高于下游最低水位 174.2m，下游不设检修门。

为了满足施工导流需要，泄水闸坝分二期施工完成：一期施工左 4 孔泄水闸

坝，二期施工右 3 孔泄水闸坝，一、二期泄水闸坝采用纵向导墙进行分隔，导墙上、下游与纵向混凝土施工围堰相接。

坝顶设有交通桥、工作桥、单向门机等，坝顶总宽 18.25m。单向门机设在坝顶中部，用于启闭溢流坝上游检修门，门机轨道中心距 4.5m。门机轨道的上游侧设置宽 5m 交通桥，交通梁采用预制混凝土 T 梁。工作桥布置在坝顶下游侧，宽 2.5m。

闸墩厚度：中墩厚度为 3m，考虑设置坝顶启闭机房两端楼梯后，1#边墩厚度取为 3.7 m、1#边墩厚度取为 3.5 m，一、二期分界的纵向闸墩与施工围堰结合，厚度为 3m。闸墩的基本型式上游为尖圆型，下游为半圆型。闸墩上游侧墩顶于 190.8m 高程向上游外挑 4m 牛腿，用于支承交通桥。

坝体分缝及止水：坝体分缝根据坝体结构布置、施工浇筑条件等因素设置。溢流坝属低坝，只设横缝即可满足要求。溢流坝横缝设在闸孔中心线上，边孔泄水闸分缝长度为 1 孔半，1#闸坝长 27.7m、6#闸坝长 27.5m，其余泄水闸分缝长度为 17m，共设 5 道横缝。横缝设一道铜片止水，缝内填充材料为聚乙烯闭孔泡沫板。

(5) 水工建筑物观测设计

泄水闸、水电站厂房均设置水平位移观测点、沉陷观测点及扬压力观测点。水平位移观测采用视准线法，沉陷观测点采用精密水准测量法，扬压力观测采用埋测压管法。

2.1.6.4 主要施工机械设备

主要施工机械设备见表 2.1.1。

表 2.1-1 工程主要施工机械设备

序号	名称及规格型号	单位	数量	备注
一	土石方机械			
1	液压反铲挖掘机 0.5m ³	台	2	
2	液压反铲挖掘机 1.0m ³	台	3	
3	液压反铲挖掘机 2.0m ³	台	2	
4	压路机 12~15t	台	1	
5	蛙式打夯机 2.2kW	台	3	
6	手持式风钻	台	8	
7	潜孔钻 100 型	台	4	
8	气腿式风钻机	台	4	
9	推土机 88kW	台	3	

10	推土机 132kW	台	2	
11	振动碾 13~14t	台	3	
二	起重、运输机械			
1	汽车起重机 15t	台	2	
2	汽车起重机 5t	台	2	
3	卷扬机 5t	台	3	
4	自卸汽车 15t	辆	12	
5	自卸汽车 20t	辆	8	
三	混凝土施工机械			
1	插入式振捣器 2.2kW	台	6	
2	变频式振捣器 4.5 kW	台	6	
四	基础处理			
1	地质钻机 150 型	台	2	
2	灌浆泵中压	台	2	
3	灰浆搅拌机	台	3	
五	辅助设备			
1	移动式空压机 40m ³ /min	台	3	
2	移动式空压机 6m ³ /min	台	2	
3	轴流式通风机 8kW	台	4	
4	抽水泵 3BA-6	台	3	
5	抽水泵 IS80-50-200B	台	1	
6	变压器 S9-400/10	台	1	
7	柴油发电机组 135GFZ1	套	2	

2.1.6.5 工程特性表

工程特性见表 2.1-2。

表 2.1-2 金城江龙江重点水环境治理及水电站工程工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
一、水文				
1	流域面积			
	全流域	km ²	16878	
	坝址以上集水面积	km ²	6230	
2	水文利用系列年限	年	46	实测与插补延长年份
3	多年平均年径流量	亿 m ³	45.27	
4	代表性流量			
	多年平均流量	m ³ /s	144	金城江站
	实测最大流量	m ³ /s	4240	1970.7.9, 金城江站
	实测最小流量	m ³ /s	1.80	1967.2.23, 金城江站
	调查历史最大流量	m ³ /s	5350	1826 年
	设计洪水标准及流量 (P=2%)	m ³ /s	4650	
	校核洪水标准及流量 (P=0.2%)	m ³ /s	6250	

序号	名称	单位	数量	备注
	大坝施工导流标准及流量 (P=20%)	m ³ /s	801	导流时段 11 月~次年 4 月
5	泥沙			
	多年平均含沙量	kg/m ³	0.094	
6	天然水位			
	坝址多年平均水位 相应流量	m m ³ /s	176.42 144	下游拉浪水电站正常蓄水位 177.17m, 死水位 174.17m, 多年平均运行水位 176.32m
	实测最低水位 相应流量	m m ³ /s	170.39 1.80	1967.2.23、金城江站(拉浪水库建库前)
	实测最高水位 相应流量	m m ³ /s	192.74 4042	1970.7.9, 金城江站
	调查最低水位 相应流量	m m ³ /s	180.04 21.1	2007.1.30, 金城江站
	调查最高水位 相应流量	m m ³ /s	190.9 4240	1970.7.9, 拟建坝址
二、水库规模				
1	水库			
	校核洪水位 (P=0.2%)	m	195.20	
	设计洪水位 (P=2%)	m	191.32	
	正常蓄水位	m	185.00	
	死水位	m	184.50	
	总容积	万 m ³	5212	
	调节库容 (正常蓄水位至死水位)	万 m ³	110	
	死库容	万 m ³	2006	
	回水长度	km	28.875	
	库容系数	%	0.242	
	调节特性 (汛期/枯水期)		日调节	
	水量利用系数	%	63.8	
	校核供水位时最大泄量 相应下游水位	m ³ /s m	6250 195.20	
	设计供水位时最大泄量 相应下游水位	m ³ /s m	4650 191.13	
	最小下泄量 相应下游水位	m ³ /s m	17.5 174.20	
2	水力发电			
	装机容量	MW	15	
	保证出力	kW	1070	
	多年平均发电量	万 kW·h	4904	

序号	名称	单位	数量	备注
	年利用小时	h	3269	
	发电引水流量	m ³ /s	259.8	
三、淹没损失及工程占地				
1	水库淹没占地 (P=20%)	亩	3502.89	
	其中：水田	亩	0	
	旱地	亩	183.73	
2	迁移人口 (P=5%)	人	0	
3	淹没区房屋	m ²	0	
4	淹没区林木	亩	641.29	
5	淹没影响专项设施	亩		污水设施、水轮泵坝、供水设施等
6	工程建设征地	亩	100.71	
	其中：水田	亩	0	
	旱地	亩	3.31	
四、主要建筑物				
1	溢流坝			
	坝型/堰型	混凝土泄水闸坝/宽顶堰		
	地基特性	白云质灰岩		
	坝顶高程/堰顶高程	m	198/176.5	
	最大坝高	m	39	
	坝顶宽度	m	123.2	
	闸孔尺寸 (宽×高)	m	14×9	
	孔数	孔	7	
2	发电厂房			
	型式	河床式		
	地基岩性	白云质灰岩		
	主厂房尺寸 (宽×高)	m	32.71×54.5	
	主轮机安装高程	m	169.90	
	机组台数	台	2	
	水轮机型号	GZ895-WP-420		
	发电机型号	SFWG7500-56/410		
	单机容量	MW	7.5	
五、施工特性				
1	主体工程量			
	土石方开挖	万 m ³	16.46	
	土石方填筑	万 m ³	4.01	
	混凝土浇筑	万 m ³	8.13	
	帷幕灌浆	m	4062	
	钢筋制安	t	3214	
	金属结构	t	1072	
2	导流方式	分期围堰导流		
3	施工总工期	月	24	

序号	名称	单位	数量	备注
六、经济指标				
1	总投资	万元	51458	

2.1.7 工程施工布置及进度

2.1.7.1 施工条件

本工程位于龙江河中游河池市金城江区东江镇加道村以东金城江~宜州一级公路龙江大桥下游 250m 处。左岸有金城江~宜州一级公路经过，并直通金城江火车站，距离 5km，右岸有大任产业园入园二级公路，交通条件便利，可满足施工期间对外交通要求。

本工程按就近采购原则，从河池市建材市场购买水泥、钢材、木材、炸药及油料等建筑材料，运输方便。本工程混凝土采用预拌商品混凝土（石料场位于河池一宜州一级公路旁大任工业园区，隶属广西东江新型建材有限公司，块石料及各粒径的人工骨料均有出售），混凝土总用量约 8.6 万 m³。其中埋石混凝土量为 1.2 万 m³，所用埋石量为 0.24 万 m³，采用开挖料。左岸上坝道路及厂区范围填筑量不大，考虑利用土石方开挖料即可。一、二期土石围堰量为 12.6 万 m³，填筑料设计推荐利用开挖料进行土石围堰填筑，并对围堰堰体采用高压旋喷，进行防渗处理，不从土料场取土填筑围堰。

生产用水可抽取龙江河水，生活用水直接接引当地供水管网。施工电源可从附近 10kV 电网接引。对无法获得电网电源的施工区，可自备柴油发电机组。

本工程施工区位于河池市城区，故不考虑设置机械修配厂，只设施工机械停放场、保养场，机械修配可到河池市城区有关机械厂解决。混凝土预制件厂、钢筋加工工厂及木材加工工厂等综合工厂可布置在左、右两岸空地。

2.1.7.2 施工导流

根据本工程布置特点，工程施工需要进行施工导流的主要项目为泄水闸坝及厂房。

(1) 导流标准

本工程为中型水库，工程等别为 III 等，主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物按 4 级建筑物设计，临时建筑物为 5 级。根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2004），考虑拦河坝及厂房均为混凝土结构，导流建筑物的设计洪水标准采用土石结构围堰的下限值 5 年一遇，纵向混凝土围堰标准同土石结构围堰，

也按 5 年一遇洪水标准设计。

(2) 导流时段

导流时段为 11 月~次年 4 月, 该时段 5 年一遇的洪峰流量为 $801 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

(3) 导流方式及施工

根据地形、地质条件以及枢纽布置方案, 施工导流采用分期围堰导流方式。施工程序为: 一期用上、下游土石围堰及纵向混凝土围堰围左岸, 利用右岸主河槽导流, 施工左岸厂房及近厂房的左侧 4 孔闸坝段, 汛前拆除一期上、下游土石围堰; 二期采用上、下游围堰及纵向混凝土围堰围右岸, 利用已建的左侧 4 孔闸坝导流, 施工右侧的 3 孔闸坝段、交通桥及护岸, 汛前拆除二期上、下游土石围堰。

2.1.7.3 水电站主体工程施工

主体工程分两期施工, 一期施工发电厂房及左 4 孔溢流闸坝, 二期施工右 3 孔溢流闸坝及护岸。左岸厂区、左岸上坝道路及鱼道在阶地上, 可全年施工。

(1) 一期工程施工

A、一期导流

一期导流工程包括临时围堰、一期土石围堰和一、二期共用的纵向混凝土围堰。施工主要程序为: 先填筑临时围堰, 在临时围堰的保护下修筑纵向混凝土围堰, 并填筑一期上、下游土石围堰, 汛前拆除临时围堰。

B、一期闸坝及厂房施工

土方开挖: 采用自上而下, 先岸坡后河床的开挖次序, 岸坡开挖在截流前即可开始, 围堰抽水后即可进行基坑开挖。土方开挖采用 1 m^3 反铲挖掘机挖装, 20 t 自卸汽车运输出渣。

石方开挖: 采用手风钻机钻孔爆破, 接近建基面部位时, 需按基础保护层要求开挖。保护层采用手风钻钻孔爆破, 1 m^3 反铲挖掘机挖装, 20 t 自卸汽车运输出渣。

基础帷幕灌浆: 先浇筑一层厚 2.5 m 的基础混凝土, 以此为盖重进行帷幕灌浆。采用导轨式 YGZ220 风钻机钻孔, 按分序逐次加密原则, 分三序孔先后施工, 采用自上而下灌浆法。帷幕灌浆与混凝土浇筑穿插进行, 不影响整体工期。

闸坝、厂房混凝土浇筑采用预拌商品混凝土, 就近购买, 混凝土搅拌车运至

工地，采用混凝土泵车泵送入仓。

(2) 二期工程施工

二期施工主要为右 3 孔溢流闸坝、右岸交通桥及护岸，需在二期围堰的保护下，用一个枯水期施工完成。

A、二期围堰施工

二期围堰填筑料主要考虑利用坝基开挖料。采用 2m³ 挖掘机挖装，12t 自卸汽车运输，从右岸向左岸进占。堰体形成后在堰顶上进行基础高喷灌浆。

B、二期右 3 孔溢流闸坝、右岸交通桥及护岸

二期闸坝施工时一期闸坝已施工完成，要求严格控制爆破，避免对建筑物造成危害。二期土石方开挖、基础帷幕灌浆及混凝土浇筑等施工方法与一期相同。

C、左岸厂区及左、右岸上坝道路施工

土石方开挖采用常规方法，路面混凝土采用预拌商品混凝土。

(3) 机电设备及金属结构安装

① 机组安装

本工程安装单机容量为 7.5MW 的灯泡式贯流机组二台，设备利用施工门机或坝顶永久门机吊入，预埋件安装与厂房混凝土浇筑交错进行，主机安装安排在厂房基本封顶后进行。根据已建工程的经验，1#机组安装调试时间初定 6 个月，第二年 9 月初开始安装，第三年 2 月底安装完成第一台机组，在此段时间内穿插进行 2#机组安装，根据施工总进度安排，2#机组第三年 5 月底安装完成。

② 金属结构及其启闭设备安装

金属结构及其启闭设备安装分二期进行，一期安装左 4 孔溢流闸坝、厂房部分，二期安装右 3 孔溢流闸坝部分。

金属结构的制作加工应在工程准备期有计划地开始进行。为便于运输和安装，对于较长的预埋件和较重的门叶需分段分节进行制作，待运到安装场地后再拼装。

2.1.7.4 施工总布置

(1) 总布置规划

根据本工程布置特点设置左岸施工区和右岸施工区。左、右岸施工区主要布置布置钢筋加工厂、木材加工模板厂、施工机械停放场、混凝土预制构件厂、生

活福利设施及仓库系统等。施工设施建筑面积、占地面积详见表 2.1-2。

表 2.1-2 施工设施建筑面积、占地面积汇总表

序号	项目名称	单位	建筑面积	占地面积
1	供风、供水、供电系统	m ²	300	600
2	钢筋加工厂	m ²	400	800
3	木材加工厂	m ²	300	600
4	施工机械临时停放场	m ²	0	1500
5	混凝土预制构件厂	m ²	200	400
6	办公、生活建筑	m ²	1500	3000
7	仓库系统	m ²	500	1000
8	临时堆放场	m ²	0	3000
	小计	m ²	3200	10900

(2) 土石方平衡及弃渣场规划

景观改造开挖土方量 7751m³，其中表土 2340m³回用于绿化，弃方 5411 m³，淹没管网改造及尾水管道迁改挖方 3660m³，表土 1250 m³，用于景观工程绿化，弃方 2410 m³。

水电站工程土石方数据引用《河池市金城江龙江重点水环境质量及水电站工程水土保持方案报告书（报批稿）》（广西壮族自治区水利电力勘测设计研究院）。本项目土石方开挖总量为 27.81 万 m³（包括表层土 0.41 万 m³），土石方回填 13.99 万 m³（包括表层土 0.41 万 m³），产生永久弃渣 13.82 万 m³，临时堆放表层土 0.41 万 m³。因此本工程弃方量共计 146021m³。本工程产生弃渣拟运至产业园区征地范围内的低洼带堆放，不再另设弃渣场。消纳场位于金城江区白马乡德地村大任村大任片区龙江河右岸，距坝址公路 20km，可容纳 100 万 m³弃渣，该消纳场可满足本工程的弃渣要求。本项目土石方平衡表见表 2.3-5，土石方流向框图见图 2.3-1。

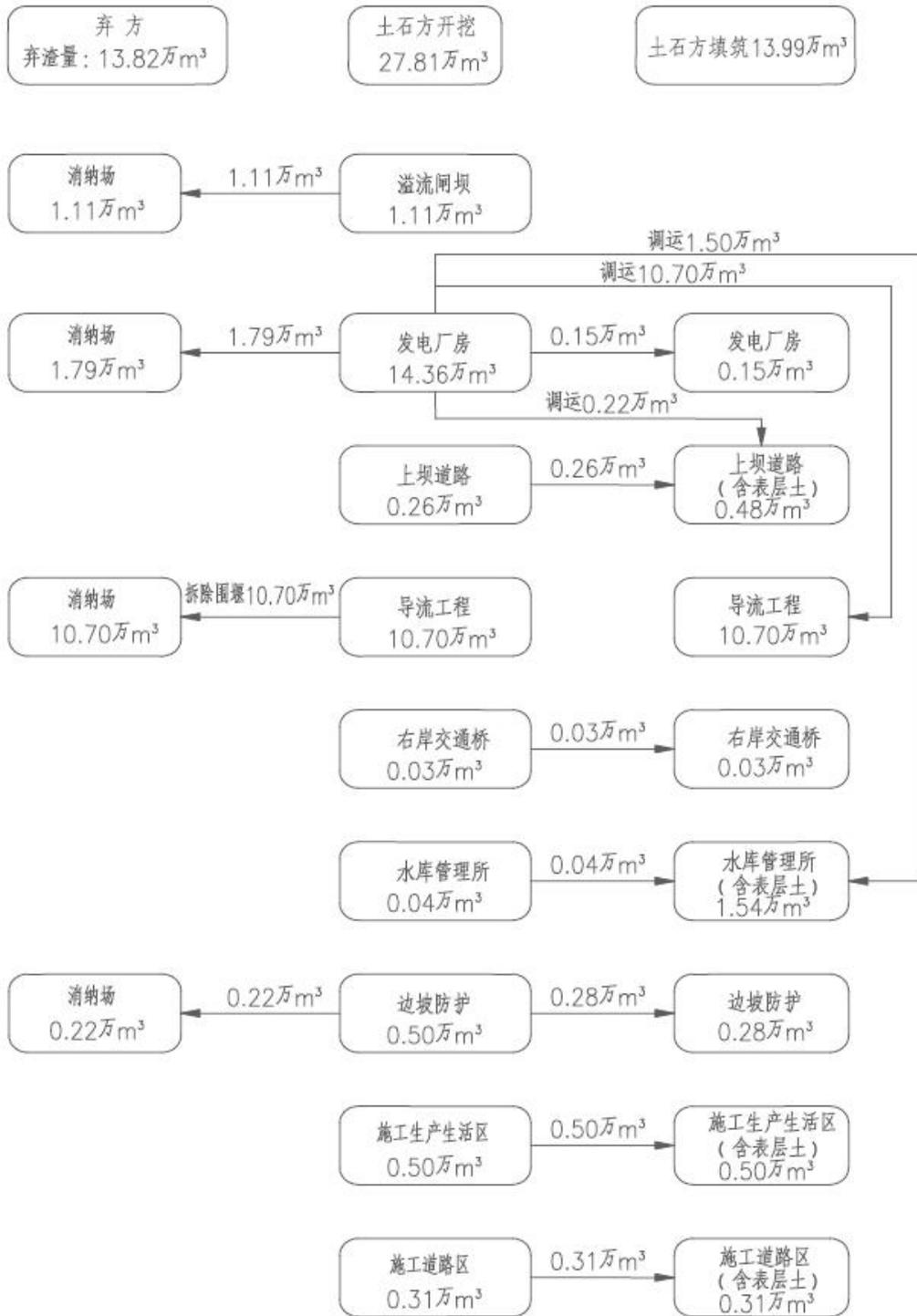


图 2.3-1 水电站工程土石方平衡流向框图

表 2.3-5 水电站工程土石方平衡表单位：万 m³

项目		开挖				回填			调入方		调出方		弃方	
		表层土	土方	石方	合计	表层土	土石方	合计	数量	来源	数量	去向	永久弃渣	去向
主体工程 建设区	溢流闸坝		0.07	1.04	1.11								1.11	
	发电厂房		2.80	11.56	14.36		0.15	0.15			12.42	上坝道路、水库管理所、导流工程	1.79	
	上坝道路	0.06	0.07	0.13	0.26	0.06	0.42	0.48	0.22	发电厂房				
	右岸交通桥		0.02	0.01	0.03		0.03	0.03						
	水库管理所	0.04			0.04	0.04	1.50	1.54	1.50	发电厂房				
	河岸边坡		0.20	0.30	0.50		0.28	0.28					0.22	
	导流工程		1.86	8.84	10.70		10.70	10.70	10.70	发电厂房			10.70	
	小计	0.10	5.02	21.88	27.00	0.10	13.08	13.18	12.42		12.42		13.82	
施工生产生活区	0.20	0.30		0.50	0.20	0.30	0.50							
施工道路	0.11	0.10	0.10	0.31	0.11	0.20	0.31							
合计	0.41	5.42	21.98	27.81	0.41	13.58	13.99	12.42		12.42		13.82		

项目主要工程量见表 2.1-3。

表 2.1-3 主要工程量表

序号	项目	土方开挖 (万 m ³)	石方开挖 (万 m ³)	土石回填 (万 m ³)	混凝土 (万 m ³)	帷幕灌 浆 (m)	钢筋制 安 (t)	金属结 构 (t)
1	大坝	0.07	1.04		3.62	3613	1325	747
2	厂房	2.86	11.57	1.42	3.92	449	1814	325
3	护岸	0.20	0.30	0.23	0.42	/	8	/
4	交通、房 屋建筑	0.28	0.13	2.36	0.17	/	67	/
合计		3.41	13.05	4.01	8.13	4062	3214	1072

2.1.7.5 施工进度

本工程景观亮化工程施工期为 12 个月,污水管网改造工程施工期为 18 个月,亮化工程余污水管网改造工程与水电站同时开工,在水电站蓄水前完工。水电站施工总工期初拟为 24 个月,其中工程准备期为 2 个月,主体工期 22 个月。

表 2.1-4 本项目总施工进度表

序号	工程项目		开工时间	完工时间	施工期(月)
1	施工筹建期		第一年 4 月初	第一年 6 月底	3
2	施工准备		第一年 7 月初	第一年 8 月底	2
3	导流 工程	导流明渠及临时围堰	第一年 8 月初	第一年 9 月底	2
		纵向围堰及一期围堰	第一年 10 月初	第一年 10 月底	1
		二期围堰	第二年 9 月初	第二年 10 月底	2
4	主体 工程 施工	左 4 孔溢流闸坝及发电厂房	第一年 8 月初	第二年 8 月底	13
		右 3 孔溢流闸坝 右岸交通桥及护岸	第二年 11 月初	第三年 4 月底	6
		鱼道	第二年 1 月初	第三年 4 月底	11
		左岸厂区及 左岸上坝道路	第二年 9 月初	第二年 11 月底	8
5	收尾工程		第三年 5 月初	第三年 6 月底	2

2.1.8 淹没、占地与移民安置规划

2.1.8.1 水库淹没实物调查

(1) 设计洪水标准

根据《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》(SL290-2009),居民迁移标准采用 20 年一遇设计洪水,耕地征收采用 5 年一遇设计洪水,林地、草地征地线采用正常蓄水位,库区淹没的各项专业设施,考虑其原有防洪标准并参

照《防洪标准》(GB50201-2014)规定确定。

(2) 淹没实物调查

库区淹没土地面积 3502.89 亩,其中耕地 183.73 亩、园地 7.10 亩,林地 641.29 亩、草地 382.99 亩、交通运输用地 0.99 亩、水域及水利设施用地 2286.79 亩;淹没涉及农村道路 0.50 km、简易码头 31 个;涉及淹没污水收集主管 7023m,检查井 160 个,截留井 13 个,污水泵站 2 个,合污进水管 13 处;涉及水轮泵站 1 座;涉及企业抽水站 5 座,旧抽水站 12 座。此外,淹没还影响零星果(树)木 1136 株(丛)。

库区 2016 年涉及生产安置人口 79 人,推算到规划水平年 2019 年生产安置人口共计 83 人。

2.1.8.2 污水截流管渠淹没情况及改造方案

河池市污水处理一期工程 2008 年 5 月开工建设,2008 年 12 月 9 日通水试运行;二期工程 2008 年 12 月 9 日开工建设,2009 年 10 月 30 日建成投入使用。河池市污水干管基本沿龙江边布置(污水管网布局见附图 22-1~22-3),根据项目可研,正常蓄水水位 185m 时,水库淹没污水截流干管长约 7023m,淹没管渠材料为钢筋砼箱涵和架空钢管,对淹没污水管渠的改造是本项目水环境治理部分主要建设内容,也是防止污水管破裂导致污水直接直排库区的重要风险防范措施。

2.1.8.2.1 金城江电站蓄水后污水截流管渠淹没情况

一、对龙江左岸污水干管的淹没情况

龙江河左岸的污水干管建于 2008~2009 年,全长 2794m,正常蓄水水位 185m 时,淹没管涵长 1664m,淹没深度约 0~3.20m,淹没具体情况如下:

(1) 水泥厂至汽修店段(K19+775-K20+150)

该段为 DN600 钢筋混凝土承插管,全长 388m,在汽修店附近接入下游 DN800 管,起终点管底标高 185.9~185.75m。

正常蓄水水位 185m 情况下,管涵底部露出水面 0.89~0.74m。

(2) 汽修店至货场化验室段(K20+150-K20+416)

该段为 DN800 钢筋混凝土承插管,全长 235m,在货场附近接下游 B×H=800×800 钢筋砼箱涵,起终点管底标高 185.75~185.51m。

正常蓄水水位 185m 情况下,管涵底部露出水面 0.74~0.50m。

(3) 货场化验室段至龙江七桥段(K20+416-K21+836)

该段为 $B \times H=800 \times 800$ 钢筋砼箱涵，全长 1405m，在龙江七桥接下游 $B \times H=1000 \times 1000$ 钢筋砼箱涵，起终点管底标高 185.51~182.74m。

正常蓄水水位 185m 情况下，桩号 K20+416 至桩号 K20+905 段约 506m $B \times H=800 \times 800$ 钢筋混凝土箱涵全部露在常水位以上，管涵底部高出水面 0.50~0.04m。

桩号 K20+905 至桩号 K21+655 段 $B \times H=800 \times 800$ 钢筋混凝土箱涵逐渐淹入水中。淹没管涵长 710m，淹没深度约 0~0.59m。

桩号 K21+655 至桩号 K21+836 段 $B \times H=800 \times 800$ 钢筋混凝土箱涵全部被水淹没。淹没管涵长 189m，淹没深度 2.08~2.26m。

(4) 龙江七桥至四桥泵站段 (K21+836-K22+554)

该段为 $B \times H=1000 \times 1000$ 钢筋混凝土箱涵，全长 765m，龙江七桥处 K21+836) 跌水 0.2m，管内底标高为 182.54m，至四桥泵站 (K22+554) 处管内底标高为 181.80m。

淹没管涵长 765m，淹没深度约 2.26~3.20m。

二、对龙江右岸污水截流管渠的淹没情况

右岸污水管渠建于 2008~2009 年，全长 6272m，电站正常蓄水 185m 时，淹没管涵长 5047m，淹没深度 0~3.2m，详细情况如下：

(1) 龙江二桥至肯研河段 (K18+788-K19+657)

全长约 2043 米。该段 K18+788 至 K19+380 段为 DN800 钢筋混凝土承插管，全长 725m；K19+380 至肯研河段约 230m 采用 D820×12 焊接钢管，肯研河过河段采用 D630×10 焊接钢管倒虹，接入下游 $B \times H=1000 \times 1000$ 钢筋混凝土箱涵。起终点标高为 189.66m~188.81m。

电站正常蓄水 185m 时，管涵底部露出水面 4.65~3.80m。

(2) 肯研河至文明桥泵站 (K19+657- K21+150)

该段全程为 $B \times H=1000 \times 1000$ 钢筋混凝土箱涵，总长 1527m，首尾管底标高 185.36~184m。

电站正常蓄水 185m 时，桩号 K19+657 至桩号 K20+159 段约 500m $B \times H=1000 \times 1000$ 钢筋混凝土箱涵基本全部在龙江常水位以上，管涵底部露出水面 0.35~0 米。桩号 K20+159 至桩号 K21+150 段约 1027m 逐渐没入水中，淹没深度约 0~1.0m。

(3) 文明桥泵站至龙江七桥段 (K21+175-K21+884)

该段为文明桥泵站出水压力管, 采用 D630×10 焊接钢管, 全长 762m, 首尾管底标高 185~183m。

电站正常蓄水 185m 时, 该段全部淹没, 淹没深度 0~2m。

(4) 龙江七桥至水泥厂泵站段 (K21+884-K24+933)

该段全程为 B×H=1200×1200 钢筋混凝土箱涵, 总长 3258m, 首尾管底标高 184.78~181.98m。

电站正常蓄水 185m 时, 该段全部淹没, 淹没深度 0.23~3.2m。

三、对肯研河污水截流管渠的淹没情况

肯研河污水管全长 2335m, 淹没长度 312m:

(1) 肯研河市财政局(桩号 V0+0.00)至南桥(桩号 V0+988.00 或 U0+00.0)的管段, 采用 d800 承插式钢筋混凝土排水管, 其中河道里是满包管方式长 988 米, 管涵底部高出水面 4.6~1.6m。

(2) 南桥(桩号 U0+00.0)至颐园泵站(桩号 U0+861.5)的管段, 采用 d800 承插式钢筋混凝土排水管, 全长 750m, 管底标高 186.45~183.7m。

桩号 K0+999 至桩号 K1+538 段 DN800 钢筋混凝土承插管基本全部在龙江常水位以上, 管涵底部高出水面 1.45~0m

桩号 K1+538 至桩号 K1+853 段 DN800 钢筋混凝土承插管逐渐被水淹没, 至桩号 K1+800 处全部淹没水中。淹没管涵长 312m, 淹没深度约 0~1.3m。

(3) 颐园泵站(桩号 J0+00)至肯研河入龙江河口(桩号 J0+451.0 或 K0+010), 架空钢管 (D820×12) 长 450m, 管底标高 187.1~186.01m。

该段全部露在常水位以上, 管涵底部高出水面 2.1~1.1m。

四、河道污水截流管渠的淹没情况小结

按照建水电坝后水库正常蓄水位为 185m, 河道内被淹没的管渠长约 7023m, 其中:

龙江左岸污水干管全长 2794m, 电站正常蓄水水位 185m, 淹没污水干管 1664m, 淹没深度 0~3.2m。

龙江右岸污水干管全长 6272m, 电站正常蓄水水位 185m, 淹没污水干管 5047m, 淹没深度 0~3.2m。

肯研河污水截流管全长 2335m, 电站正常蓄水水位 185m, 淹没长度 312m,

淹没深度 0~1.3m。

20 年一遇洪水情况下，河道内管 10271m 将全部淹没。

50 年一遇洪水情况下，河道内管 10271m 将全部淹没。

2.1.8.2.2 淹没污水截流管渠改造方案

龙江水电站建成抬高水位后，影响最大的是架空敷设在河堤内的污水管渠，由于该管渠是中心城区的污水主干管，紧邻龙江中心城区浆砌石重力河堤，如何进行改造，涉及到城市基础项目的建设标准、投资和居民对生活场所的期待要求。

在不改变现有管涵的基础上，1) 加高处理淹没和安全超高不够的检查井；2) 在上游没有淹没的管渠部分段，按照 200 米间隔建连接河岸与检查井之间的人行引桥和上下人行踏步，下游淹没段，沿河方向新建一条串联检查井检修平台的观景廊道（人行道）；3) 相应加高一些将被水淹没的截流井；4) 对下游淹没段的钢管进行外包钢筋砼和增加支墩。

一、对淹没的污水截流管渠检查井的加高处理方案

钢筋砼箱涵检查井是在涵顶上设钢制 $\phi 700$ 检查井人孔，椭圆封头（法兰连接），检查井人孔设在靠近桩（柱）基础的 2 米位置。每间隔一定距离，在一些涵底部还设有排泥管 D219x6 及排泥闸阀 DN200。

架空钢管的检查井是建在单桩柱上部，为 1.5x1.5 米方形钢筋砼井，高 1.8-2.0 米。

对于被淹没而不能使用的检查井需要进行加高改造情况：

1、对钢筋砼箱涵检查井的改造方案

由于检查井需要进人和设备，对井内和管道杂物进行清理和疏通，所以仅将原 $\phi 700$ 钢制人孔加高一个钢井筒，则孔径太小不方便人的进出，必须在原 $\phi 700$ 钢制人孔处改造成一座钢筋砼检查井。

井顶漏出水面的高度应考虑水面超出水面 0.8m（水面的波动取 0.4m 和安全超高取 0.4m），则对于渠顶淹没最大深度的 2.47 米，则加高高度为 3.27 米（ $2.47+0.8=3.27$ ）。这样由于原顶板的计算荷载不足，则新建的井壁将沿箱涵两侧渠壁连接浇筑加高。

对于在箱涵原检查人孔部位再加高 2.0 米以上的井筒，若遇到大洪水和水上漂浮大的树木类物的冲击，对采用单根柱桩支撑的水平箱涵会产生垂直的弯矩力，而使箱涵宜发生侧翻。为此，初步设想在检查井两侧还需各补加一根方形护

桩（600x600mm）。

检查井距河堤的距离 8~14 米，河水淹没了河岸河床，使用时需要用船靠到检查井来工作，或按照 100 米间隔建一座连接河岸与井之间的人行引桥和上下人行踏步，见附图 04，05 所示，或与新建观景廊道（人行道）结合，兼做检修通道。

2、对架空钢管检查井的改造方案

同上述箱涵一样，为了方便人和设备的进出，需将原有检查井砼顶凿开后沿原井壁连接浇筑加高。

由于原检查井是建在一根单桩柱的上部，检查井加高后就形成了头重脚轻，造成桩柱的不稳定，初步设想是在原检查井单柱外的周边，重新再补建四个桩柱（D600），起支撑和抗稳作用。同样使用检查井时用船或建人行引桥及踏步。

二、加高的检查井检修平台与新建观景廊道（人行道）结合方案

1、加高的检查井主要是在龙江两岸的下游管渠段。龙江河左岸是水轮坝站跌水后到四桥泵站至段，约有 912 米。龙江河右岸是龙江四桥附近（市政府对面峭壁）到水泥厂泵站，约有 2373 米。若使用船靠到检查井的河中作业方式，显然相当麻烦。为此，考虑在沿河方向新建一条观景廊道（人行道），串联连通各井的检修平台，方便日常管理，同时也提供了一条人与河道能够亲近的休闲走道。

2、初步方案具体简述如下：

（1）龙江河左岸的四桥泵站至水轮坝站段：

该段堤顶标高 193.3 米左右，蓄水后的水位 185.3 米，则检修平台标高为 186.1 米，检修平台与顶的高差约 7.2 米。若在堤中部做个观景廊道，可以弱化直立挡墙的生硬观感。左岸建 3.0 米宽的观景廊道，起端接七桥末端接四桥泵站，长 765 米。观景廊道型式可以采用不在河道施工桩柱，改造原有部分浆砌石挡墙上部为钢筋砼挡墙。

（2）龙江河右岸的水泥厂泵站至市政府对面峭壁处（桩号 M1+793）约 2050 米段：该段较长，观景廊道可以考虑用于自行车道（宽 3.5 米）。廊道线性根据不同地形而建，可以上下缓坡起伏，可以临近河堤，可以远离河堤的曲线廊道。廊道形式多种多样，宽窄不一，譬如：

1) 龙江河右岸七桥至河池市汽车维修有限公司段，长 2230 米。该段情况与左岸基本相同，拟在堤中部做观景廊道。观景廊道型式可以采用在河道施工桩柱

的单柱桥式形式。

2) 龙江河右岸河池市汽车维修有限公司到水泥厂泵站段, 长 820 米。由于该段现状没有河堤, 准备新建河堤, 且河床较宽形态多样, 观景廊道可以与生态河堤建设同步进行, 形式可多样化。

三、对淹没的现状污水排出口和已建截流井的溢流口的处理方案

龙江两岸现有的较大雨污排出口资料如下表所示:

表 2.1-5 龙江两岸现有排水沟底标高一览表

序号	桩号	沟底标高	截流井顶标高	淹没情况
一、龙江右岸				
1	K0+118.44	190.70		
2	K0+247.85	191.00		
3	K0+381.26	185.80	186.0	淹没
4	K0+452.01	188.70		
5	K0+630.38	190.80		
6	K0+658.37	191.30		
7	K0+730.76	190.50		
8	K0+753.17	189.60		
9	K0+829.44	189.10		
10	K0+977.86	182.40	185.8	淹没
11	K1+486.31	184.90	185.5	淹没
12	文明桥泵站	187.20		
13	M0+106.99	186.80		
14	M1+267.07	180.60		
15	M0+222.15	188.20	186.4	
16	M0+578.46	186.00	186.0	淹没
17	M0+689.04	180.70	185.0	淹没
18	M0+953.00	188.40	186.4	
19	M1+814.55			
20	M2+071.77	188.60		
21	M2+632.81	181.50	185.0	淹没
22	M2+124.75	190.20		
23	M2+176.82	190.30		

24	M2+250.61	190.40		
25	M2+306.87	190.20		
26	M2+368.015	190.50		
27	文明桥大排污沟	181.20	184.4	淹没
二、龙江左岸				
1	Z0+68.00	185.6	185.6	淹没
2	Z0+135.00	186.8	186.8	
3	Z0+180.00	183.8	184.9	淹没
4	Z0+284.398	191.1		
5	Z0+495.00	182.2	186.5 (顶管)	
6	Z1+043.998	182.2 (低坝)	183.3	淹没
7	Z1+440.08	185.1 坝下游	185.3	淹没
8	Z1+643.008	187.6	187.6	
9	Z1+933.008	182.4	183.1 (低坝)	淹没

2、截流井加高和溢流堰抬高的改造方案

从上表可以看出，右岸有 7 处是建有截流井后的溢流口标高在为 185.0~186.0 米，左岸也有 5 处截流井的溢流口标高在为 184.9~185.3 米，这些溢流口有的已高出原排放口约 2~3 米。若保证现有截流井可以在水电坝建成后继续截流污水，其溢流口应高出的水位暂取 186.2 时 (185.4+0.4+0.4)，则截流井需要再加高约 1-2.0 米。

3、四处较大的排水渠的改造方案

河道两岸沿途有四处较大的排放口，分别是：左岸 Z1+933 处排水渠，宽 3.6 米，高 4.5 米，渠底 182.4 米；右岸 M2+092.81 处排水渠，宽 2.5 米，高 2.0 米，渠底 181.5 米，文明桥处排水渠，宽 1.0 米，高 2.0 米，渠底 181.29 米，肯研河颐园路排水渠，宽 4.8 米，高 5.0 米，渠底 183.76 米。

四处较大的排放口，实际就是原有的天然排洪口，按照原有地形排水，后来在修筑河堤和建沿江道路时，没有进行改造而保留原标高不变而造成现状标高较低。由于这几处渠道断面和水量大，一二期工程中是采用的在渠道内设低坝方式

截流污水，以后水电坝建成后河道水位就淹没了这些出水口，那么对这些大的排水渠口采用截流井方式，是不可行的。

初步想法是：

(1) 对于左岸 Z1+933 处排水渠：由于该排水渠是河池铁路北侧片区的行洪河道，平时源头就有些山上的泉水，排水渠经过北侧的原铁路编组站及铁路居民区，汇入有污水，应作为一个单独的排水支线系统进行完善治理。通过铁路片区开发，建需要的道路和污水雨水系统，实行雨污分流，解决该渠道向龙江排放污水问题。本次工程暂不考虑该处的改造治理内容。

(2) 对于右岸 M2+092.81 处排水渠和文明桥处排水渠：目前三期工程正在实施的南新路和新建路的污水管网完善工程，该工程是实现河池南片区雨污分流主干线的工程，已经可以减少进入以上两个排水渠大部分的污水。另外由于这两处排水渠进入龙江的坡度较陡，所以，可以考虑移到上游 100-200 米处的较高处设截流井截流污水，再铺设 d600 支管接入龙江河污水干管。

(3) 对于肯研河颐园路处排水渠：也应作为一个单独的排水支线系统进行完善治理，目前三期工程正在实施的南新路污水管网完善工程，也在对流入的污水进行分流，但因其沟底较深，不能够对其有效截流。下一步再进一步摸清排污源头，特别是大的企业和小区较集中的污水，应在各个部位分别实施分流截污。本次工程暂不考虑该处的改造治理内容。

四、对长期淹没的下游钢管的处理方案

从整个淹没的污水管渠情况来看主要是下游段淹没较深，具体为：龙江河左岸是水轮坝站跌水后到四桥泵站至段，龙江河右岸是龙江四桥附近（市政府对面峭壁）到水泥厂泵站段。

这两段大部分是钢筋砼箱涵，仅有部分是架空钢管，如：

(1) 龙江河左岸是水轮坝后接入七桥段，D820x10 钢管长 60 米。

(2) 龙江河右岸有两段：一是市政府对面峭壁段的 D1220x14 钢管，长 233 米；二是进入水泥厂泵站管的 D1220x14 钢管，长 289 米，总长 522 米。

3、钢管改为钢筋砼箱涵的初步方案

钢筋砼箱涵在水中的使用如同桥梁支墩和码头一样，比钢管寿命长，且抗击洪水夹带物的撞击性能好，安全可靠，对于长期长期淹没的管段使用钢筋砼箱涵是应该的。

钢管改为钢筋砼箱涵的方法：考虑利用原管作为内膜，四周外包钢筋砼成方形涵壁，利用原有支墩（经核实，满足使用），由于钢筋砼间距比钢管短，则在中间再加一个支墩。

具体内容为：

龙江河左岸：水轮坝后接入七桥段，D820x12 钢管长 60 米。而 D820x10 钢管的架越跨度不大于 17 米，外包改为钢筋砼箱涵后，柱间距按不大于 9 米计算，需要增加 4 根支撑桩柱。

龙江河右岸：1)进入水泥厂泵站前段管 D1220x14 钢管，长 289 米。D1220x14 钢管的架越跨度不大于 21 米，外包改为钢筋砼箱涵后，柱间距按不大于 15 米计算，中间需要增加 12 根支撑桩柱。2) 市政府对面峭壁段的 D1220x14 钢管，长 233 米，中间需要增加 9 根支撑桩柱。

五、改造方案 1 的具体工程量

该方案需要做以下主要工作：

1、污水管渠工程量

(1)、对淹没和安全超高不够的检查井，顺原有井壁进行加高处理，并在箱涵或检查井旁，再做方形护桩进行抗侧翻的加固。需改造的大小检查井约 75 个。

(2)、对淹没和安全超高不够的截流井加高，需改造的截流井约 26 个。

(3)、下游段钢管外包改为钢筋砼箱涵部分：D820x12 钢管，长 60 米，增加 4 根支撑桩柱。D1220x14 钢管，长 522 米，增加 21 根支撑桩柱。

2、新建观景廊道（人行道或自行车道）工程量

(1)、龙江河左岸：改造原有部分浆砌石挡墙为钢筋砼挡墙，建 3 米宽观景廊道（人行道），长 765 米。

(2)、龙江河右岸：建 3.5 米宽观景廊道（自行车道），单柱桥式形式，长 2230 米；双柱板桥式形式，长 420 米；地面形式，长 400 米。

表 2.1-6 龙江河左岸部分的主要工程量表

序号	名称	规格	单位	数量	备注
一、上游保留改造部分（老地委至水轮坝）					
1	改造的箱涵检查井	长 x 宽=1.2x0.8	个	5	平均加高1.5米
2	改造的截流井	长 x 宽=1.5x2.5	个	4	平均高1.0米

3	淹没钢管增加防锈处理		平方	250	
二、下游部分（水轮坝至四桥泵站）					
1	改造的箱涵检查井	长 x 宽=1.2x1.0	个	7	平均加高2.0米
2	改造的截流井	长 x 宽=1.5x2.5	个	3	平均高1.5米
3	钢管外包改为钢筋砼箱涵	钢管 D800	米	60	
4	新做支撑桩柱	D1000, L=10 米	根	4	
5	新建观景廊道（人行道）	宽 3 米	米	765	需改造挡墙

注：对于左岸 Z1+933 处排水渠的截流，应作为一个单独的排水支线系统进行完善治理，这里暂不计入工程量。

表 2.1-7 龙江河右岸部分的主要工程量表

序号	名称	规格	单位	数量	备注
一、上游保留改造部分（老地委至市政府对面（桩号M1+793））					
1	改造的箱涵检查井	长 x 宽=1.2x1.2	个	10	平均加高1.2米
2	改造的架空钢管检查井（含文明桥泵站上游）	长 x 宽=1.5x1.5	个	14	平均加高1.2米
3	改造的截流井	长 x 宽=1.5x2.5	个	8	平均高1.0米
4	淹没钢管增加防锈处理		平方	6200	
二、下游部分（市政府对面（桩号M1+793）至水泥厂泵站）					
1	改造的箱涵检查井	长 x 宽=1.2x1.0	个	25	平均加高2.0米
2	改造的截流井	长 x 宽=1.5x2.5	个	9	平均高1.5米
3	钢管外包改为钢筋砼箱涵	钢管 D1200	米	522	
4	新做支撑桩柱	D1000, L=10 米	根	12	
5	新建观景廊道（单柱桥式自行车道）	宽 3.5 米	米	2230	
6	新建观景廊道（双柱板桥式自行车道）	宽 3.5 米	米	420	
7	新建观景廊道（地面式自行车道）	宽 3.5 米	米	400	
三、新建文明桥泵站出水压力管，移至岸上部分					
1	承插式钢筋混凝土给水管	DN1000	米	700	

2	钢管	D1020x14	米	100	
3	新建生态景观河堤及加宽道路		米	660	道路扩宽暂按4.0米
4	拆除钢管部分	D630x10	米	763	
四、右岸 M2+092.81 处排水渠和文明桥处排水渠截流改造					
1	钢筋砼截流井	长 x 宽=1.5x2.5	个	2	平均高3米
2	承插式钢筋混凝土排水管 (III级)	d600	米	400	
3	矩形钢筋砼污水检查井	AxB=1.2x1.2m	个	8	
4	钢管	D600x10	米	20	

表 2.1-8 肯研河部分的主要工程量表

序号	名称	规格	单位	数量	备注
1	改造的架空钢管检查井	长 x 宽=1.5x1.5	个	9	平均加高1.5米
2	淹没钢管增加防锈处理		平方	750	

注：对于肯研河颐园路处排水渠的截流，应作为一个单独的排水支线系统进行完善治理，这里暂不计入工程量。

表 2.1-9 污水泵站部分的主要工程量表

序号	名称	规格	单位	数量	备注
一、四桥泵站					
1	新建泵站进水连接井 (钢砼)	长 x 宽=3.0x3.0	个	1	高7米
二、文明桥泵站					
1	新建泵站进水连接井 (钢砼)	长 x 宽=3.0x3.0	个	1	高9米
2	拆除原有污水支管截流泵井		项	1	
3	拆除钢管	D530x10	米	20	
三、颐园路泵站					
1	新建泵站进水连接井 (钢砼)	长 x 宽=3.0x3.0	个	1	高9米
2	拆除和封堵原排水渠截流坝和管		项	1	

2.1.8.3 工程占地

河池市金城江城区龙江两岸景观改造及水电站工程建设区涉及金城江城区和东江镇。

景观改造永久占地面积 59568m²，临时占地面积 6500m²，其中景观改造工程永久占地中包含 6918m² 水域。

管网为河道内现状管网，不存在新增占地面积；迁改段管道位于水电站坝址内，无需重复征地。

水电站工程用地总面积 113.80 亩（不含弃渣场及弃渣场道路），其中工程永久征收 100.71 亩（其中耕地 3.31 亩、园地 1.19 亩、林地 47.95 亩、草地 7.87 亩、交通运输用地 2.67 亩、水域及水利设施用地 33.37 亩、其他土地 4.35 亩），临时征用 13.09 亩（其中耕地 5.32 亩、园地 0.28 亩、林地 3.82 亩、草地 0.29 亩、交通运输用地 1.20 亩、水域及水利设施用地 2.18 亩）。工程建设涉及 110kV 输电线路 0.60 km，10 kV 输电线路 0.46 km，农村道路 0.31 km，机耕道路 0.15 km，架空光缆 0.38 km，地下光缆 0.57 km，输水管道 0.86 km。此外工程建设还涉及坟墓 5 座，零星果树木 61 株（丛）。

工程建设区 2016 年涉及生产安置人口 3 人，推算到规划水平年 2017 年生产安置人口 5 人。

2.1.8.4 移民安置规划及库底清理

河池市金城江龙江重点水环境治理及水电站工程坝址及库区位于河池市金城江区，工程征收耕地涉及的东江镇位于城区附近，东江镇东江社区以及加道村位于城区中心附近，居民收入呈多样化，主要以外出打工以及自己做生意为主，不以农业生产为主。工程征收东江社区耕地 14.8 亩、征收加道村耕地 172.24 亩，工程征收耕地后东江社区人均耕地 2.56 亩/人、加道村人均耕地 2.24 亩/人，征收耕地后人均耕地较高，均满足生产安置标准，且征收耕地比例较小，故征收耕地对当地居民的生产及生活的影响不大。

根据上述原因及移民安置意愿，本次拟采用一次性货币补偿生产安置方案，由移民结合工程在当地建设的有利条件，自主积极发展调整农业结构、开发服务业发展其它第三产业，提高收入，使移民的生产、生活水平逐步超过原有水平。

河池市金城江龙江重点水环境治理及水电站工程淹没涉及金城江区东江镇、

金城江街道、六圩镇及六甲镇，相应的库底清理对象如下：

- ①建（构）筑物拆除与清理；
- ②库区正常蓄水位以下的园地、林地的砍伐、库区零星林（果）木的砍伐；
- ③库区地面上易漂浮物的清理；
- ④居民迁移线以下的区域的卫生、固体废物清理和消毒。

库底清理要求：

（1）一般清理的技术要求与方法

①建（构）筑物的拆除与清理

河池市金城江龙江重点水环境治理及水电站工程正常蓄水位 185.0m，居民迁移线以下的所有建筑物和构筑物以及居民迁移线以下的大体积建筑物和构筑物残留体应该拆除，墙壁应推倒推平，有残留的墙角、墙基等不得高于地面 0.3m。对无用且易漂浮的废旧材料应就地烧毁。

对可能妨碍水库运行安全和库区水体综合利用的设施，废弃设备和旧料应运出库外。清理范围内残留的较大建筑物应炸除，其残留高度一般不得超过地面 0.5m。

②林木清理

在清理范围内的所有林地、园林地中的各种林木和零星果树木应按规定砍伐并清理外运，林木清理后，残留树桩不得高出地面 0.3m。林木清理过程中应按国家或当地有关部门的规定采取安全措施，砍伐林木应符合国家有关规定。

林木砍伐剩余的、利用价值不大的、又不便运出库外的枝桠、梢头藤条、灌木丛及桔柑等要就地烧毁，泥炭等易漂浮物质要采取防漂措施。

③易漂浮物清理

建（构）筑物清理后废弃的木质门窗、木墙椽、木质杆材、油毡、塑料及田间和农舍旁堆置的秸秆应就地处理或运至居民迁移线以上；林木砍伐残余的枝桠、枯木等易漂浮物应就地处理或运至居民迁移线以上。

建（构）筑物清理后的易漂浮材料，不应堆放在居民迁移线以下；清理方案应结合地形、地质、交通条件，根据国家及地方规定，制定简便、易于操作的清理措施；易漂浮物运输过程中不应沿途丢弃、遗散。

④卫生清理与消毒

居民迁移线以下的传染源和污染源如坟墓、有毒物质、垃圾等都要进行卫生清理与消毒。

⑤固体废物清理

固体废弃物的清理应进行无毒或经无害化处理，优先采用就地无害化处理方式，难以就地无害化处理的有毒固体废物应按国家和地方环保部门规定运行至居民迁移线以上处置。

收集、贮存、运输、利用、处置固体废物时，应采取防扬散、防流失、防渗漏或者其他防止污染环境的措施；不应擅自倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物。

(2) 库底清理时序要求

库底清理应当在蓄水前，即施工第三年 5 月前完成。

2.1.8.5 回水计算

本次回水计算涉及龙江干流及支流肯研河和温平河，共布设了龙江干流 38 个断面。多年平均流量 $144\text{m}^3/\text{s}$ 时，回水至肯足电站尾水渠出口断面，回水位比现状水位高出 0.34m ，回水长度 28.875km 。

表 2.1-10 金城江水库水面线计算成果表 单位: m

序号	断面位置	间距 (m)	累距 (m)	多年平均流量 $Q=144\text{m}^3/\text{s}$		$P=20\%$, $Q_m=2960\text{m}^3/\text{s}$		$P=5\%$, $Q_m=4000\text{m}^3/\text{s}$	
				天然水位	回水位	天然水位	回水位	天然水位	回水位
1	本工程坝址	0	0	176.42	185.00	186.21	186.40	189.42	189.60
2	LD8	585	585	176.43	185.00	186.46	186.64	189.67	189.84
3	LD9	783	1368	176.43	185.00	186.65	186.83	189.89	190.06
4	LD10	384	1752	176.43	185.00	186.88	187.04	190.17	190.33
5	LD11	926	2678	176.43	185.00	187.13	187.28	190.43	190.58
6	LD12	1207	3885	176.44	185.00	187.46	187.61	190.75	190.89
7	LD13	656	4541	176.44	185.00	187.74	187.88	191.03	191.17
8	LD14	453	4994	176.45	185.00	188.05	188.18	191.35	191.49
9	LD15	855	5849	176.46	185.00	188.29	188.41	191.59	191.72
10	LD16	521	6370	176.46	185.00	188.47	188.59	191.76	191.89
11	LD16	685	7055	176.47	185.00	188.77	188.88	192.06	192.18
12	LD17 金泵坝	40	7095	180.95	185.00	188.78	188.89	192.07	192.19
13	LD18	552	7647	180.96	185.00	188.97	189.08	192.24	192.36
14	LD19	658	8305	180.96	185.01	189.27	189.37	192.53	192.65
15	LD20	734	9039	180.96	185.01	189.52	189.61	192.77	192.89
16	LD21	588	9627	180.97	185.01	189.71	189.80	192.96	193.08
17	LD22	499	10126	180.97	185.01	189.96	190.05	193.20	193.32
18	LD23	126	10251	180.97	185.01	190.25	190.33	193.51	193.62
19	LD24	545	10797	180.98	185.01	190.42	190.50	193.69	193.80

序号	断面位置	间距 (m)	累距 (m)	多年平均流量 $Q=144\text{m}^3/\text{s}$		$P=20\%$, $Q_m=2960\text{m}^3/\text{s}$		$P=5\%$, $Q_m=4000\text{m}^3/\text{s}$	
				天然水位	回水位	天然水位	回水位	天然水位	回水位
20	LD25	697	11494	180.98	185.01	190.62	190.70	193.90	194.01
21	LD26	724	12218	180.99	185.01	190.98	191.05	194.28	194.38
22	LD27	789	13007	181.00	185.02	191.45	191.52	194.74	194.84
23	LD28	808	13816	181.01	185.02	191.70	191.76	194.98	195.07
24	LD29	621	14437	181.02	185.02	191.99	192.05	195.27	195.37
25	LD30	709	15146	181.04	185.02	192.50	192.55	195.84	195.93
26	LD31	1166	16312	181.07	185.03	193.01	193.06	196.36	196.44
27	LD32	722	17034	181.09	185.03	193.36	193.41	196.73	196.82
28	LD33	1005	18039	181.11	185.04	193.96	194.00	197.37	197.45
29	LD34	1100	19139	181.14	185.04	194.43	194.46	197.84	197.91
30	LD35	1160	20299	181.18	185.05	195.14	195.17	198.52	198.58
31	LD36	1425	21724	181.26	185.06	196.17	196.20	199.57	199.67
32	LD37	930	22654	181.35	185.08	196.93	196.95	200.39	200.51
33	LD38	1157	23811	181.59	185.10	197.85	197.87	201.30	201.41
34	LD39	1802	25613	182.11	185.16	199.05	199.07	202.58	202.66
35	LD40	155	25768	182.20	185.16	199.14	199.16	202.67	202.75
36	LD41	1075	26843	183.05	185.21	199.53	199.55	203.07	203.15
37	LD42	1192	28035	183.33	185.26	200.08	200.10	203.61	203.68
38	LD43	840	28875	185.37	185.71	200.41	200.43	203.94	204.00

2.1.9 工程投资估算

工程静态总投资 51458 万元，其中公益部分投资 40965 万元，由政府承担，占静态总投资的 79.6%；发电专项投资 10492 万元，由企业承担，占静态总投资的 20.4%，其中企业向银行贷款（不含建设期利息）5660 万元。移民与环境投资 21756 万元，其中水库淹没及征地投资 21204 万元本项目投资组成见下表。

表 2.1-11 本项目投资组成表

序号	项 目	合计	分年		
			1	2	3
一	工程部分投资	29701	9203	12097	8401
	其中：发电部分工程投资（含发电厂房建筑工程、机电设备、金属结构部分）	18916	2425	9784	6707
二	移民及环境部分投资	21756	17152	4517	88
	其中：水库淹没及征地投资	21204	16964	4241	
三	合 计	51458	26355	16613	8489

2.2 影响因素分析

2.2.1 污染影响因素分析

2.2.1.1 施工期污染影响因素分析

工程施工中将排放一定量的废水、废气、废渣并产生噪声、粉尘等污染，对区域环境质量及周边的生产生活将产生一定的影响；工程开挖、用地等活动破坏原地形地貌、扰动原地表植被，亦将对区域生态环境产生一定的影响。施工期产污节点图详见图 2.2-1。

栈桥施工采用人工挖孔桩基础，钢筋混凝土框架结构；管网：现状改造的管网只做防腐，金城江区污水厂排污口及尾水管改造采用水下开挖施工方式。

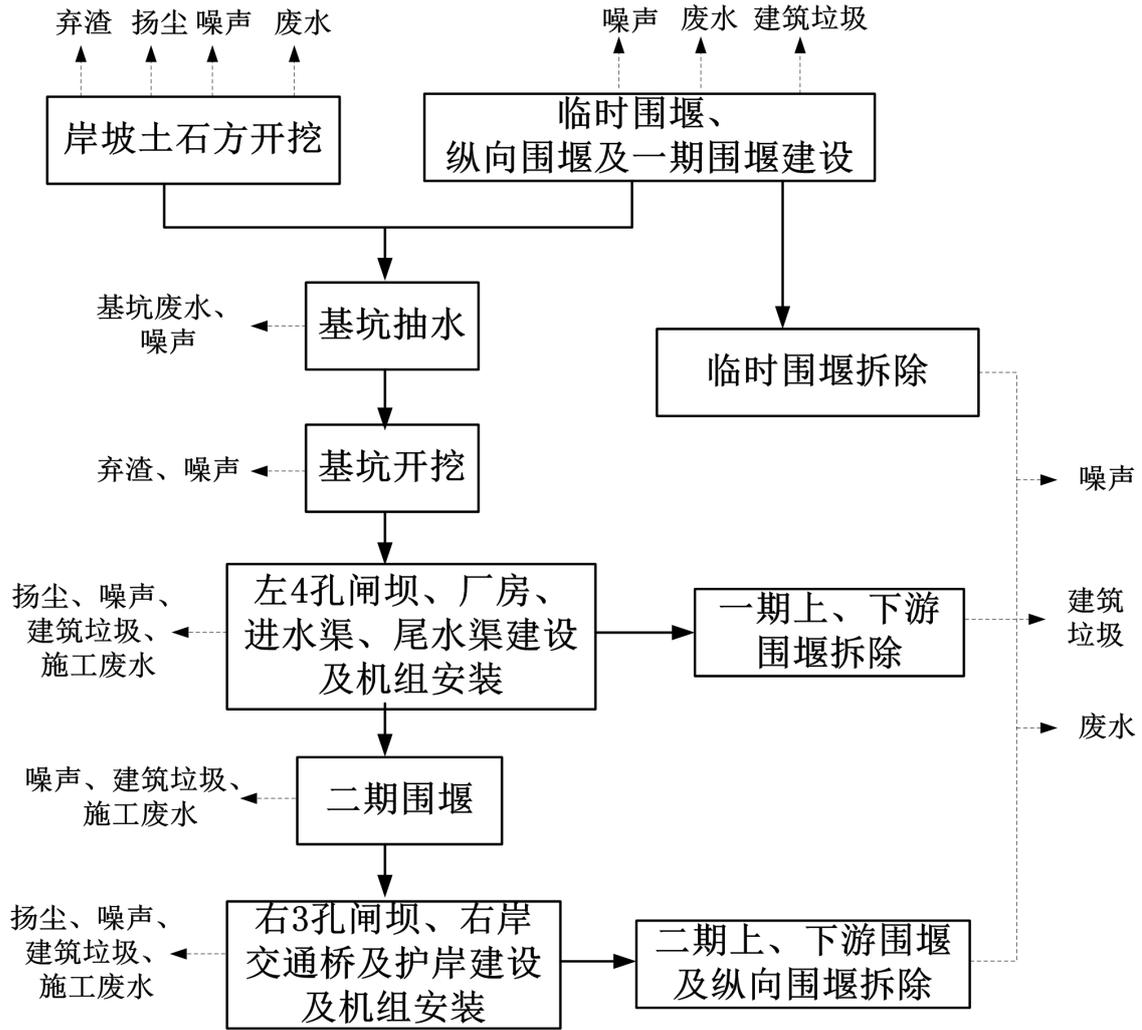


图 2.2-1 项目施工产污节点图

1、水环境影响

项目施工期主要的水环境污染源来自施工生产废水和施工人员生活生活污水。生产废水主要为栈桥人工挖桩孔基础基坑废水、新建尾水管水下开挖基坑废水、机械冲洗废水、基坑废水、机械油污废水。生活污水主要来自施工营地工人生活生产的污水，包括清洁污水、公厕污水等。以上废水若不经处理就直接排入河道，将会对下游河道造成水质污染。

(1) 生产废水

① 运输车辆冲洗废水

施工期的运输车辆冲洗废水主要为运输车辆冲洗产生的废水，该类废水的主要污染物为 SS 和石油类，为虽排放量较小，若直接排入龙江，含油物质将在水体表面形成油膜，会阻隔空气中的氧气进入水中，使得水中溶解氧不易恢复，从

而影响水体水质。项目拟设置隔油沉砂池处理该废水，处理后清水回用，不外排，废油回收后委托有资质的单位处理。

②基坑废水

栈桥人工挖桩孔基础基坑废水、新建尾水管水下开挖基坑废水

水电站厂房基坑开挖、混凝土浇筑、冲洗、养护及泥灌浆等，会使基坑水的悬浮物和 pH 值增高，其浓度受降水、地下岩隙渗水等因素影响。

根据坝址底泥监测结果可知，坝址处底泥总镉、总砷超出《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）中三级旱地标准的要求，其中总镉超标 13.3 倍，总砷超标 0.385 倍。由于底泥长期处于还原性环境，底泥中的砷以三价砷的硫化物形态存在，理化性质较稳定，硫化砷不溶于水，由此可知，底泥中的砷对基坑废水无贡献。同理，由于底泥长期处于还原性环境及 2012 年龙江河镉污染事件治理，底泥中的镉大多以固态镉形态存在，由此可知，底泥中的镉对基坑废水无贡献。同时，基坑废水弃渣虽水溶性镉、砷含量较低，但应妥善处理，临时弃渣场做好防渗。

在大坝基坑排水处设置一沉砂池。工程施期间对基坑废水中的悬浮物主要采取絮凝沉淀处理，沉降时间一般为 2h，之后将上层清水抽排回用，沉砂就近运至临时堆放场，最终同弃渣一同运至弃渣场堆放。

③机械油污废水

机械油污废水来自施工机械跑、冒、漏、滴的油污以及机械露天停放被雨冲刷或定期清洗后产生的石油类污染，这类废水产生量较小，其中所含物浓度不高。估算产废水量约 $2.4\text{m}^3/\text{d}$ 。含油废水随意排放，主要污染检修场附近地面土壤，不利于施工迹地恢复。若废水经过径流进入河流等水体，在水面形成油膜，将对河流等水域水质产生影响。经过项目设置的隔油沉砂池处理，上清液回用于项目施工用水，不排入龙江河，废油回收后委托有资质的单位处理。

（2）施工人员生活污水

施工高峰期上人数约 300 人，施工人员生活用水主要包括洗漱清洗用水、厕所用水等，估算施工期生活污水排放量约为 $48\text{m}^3/\text{d}$ ，即 $17280\text{m}^3/\text{a}$ 。生活污水的主要污染物为 BOD_5 、 COD 等，施工生活污水若未经处理直接排入龙江将会引起污水排放口附近有机质浓度的升高，对排放口附近水质将会产生一定影响。

施工人员生活污水经化粪池处理后可满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表4中三级标准,处理后污水由吸污车运送至附近的污水处理厂处理,不排入龙江。

2、大气污染影响因素

施工期大气污染主要来自工程施工过程中土石方开挖、运输车辆行驶以及爆破等作业将产生的粉尘污染,大型机械设备的燃油废气;公路运输、料场开采及堆料弃渣等引起的粉尘和飘尘等。

(1) 施工场地扬尘

施工场地粉尘对施工区周围的植被也将产生短期影响。施工过程产生的粉尘具有短暂性与瞬时性的特点。施工场地扬尘的主要来源包括以下几方面:

①土石方开挖的过程中,石料落地产生的扬尘、机械搬运物料产生的扬尘等,施工过程中及时进行洒水防尘,以减少该工序中产生的扬尘对周边环境空气的影响。该工序应辅以洒水,遇到干燥、易起尘的土方工程作业时,应尽量缩短起尘操作时间。

②制备建筑材料的过程中,将有粉状物料逸散。粉状材料使用时应轻拿轻放,设置防尘网,在防尘网内使用粉状物料等。

③原料堆场和暴露松散土壤的工作面,受风吹表面侵蚀作用随风飞扬进入空气。为防止扬尘产生应设置在原料堆场、暴露松散土壤的作业面表面用苫布遮盖严实。

(2) 施工期道路扬尘

物料运输车辆行驶时滚动的车轮产生扬尘,尤其是重型车辆,产生的扬尘更大,车辆行驶速度越快,产生的扬尘越大,同时,产生的扬尘量与道路的路面情况以及清洁程度有关。为防止车轮携带灰尘,要求车辆进出施工作业面应在洗车平台清洗轮胎及车身,不得带泥上路。道路扬尘对运输沿线村屯有一定的影响。

(3) 爆破废气及粉尘

河床部分石方开挖主要是紧邻建基面的强风化岩,开挖不深。采用手风钻机钻孔爆破,接近建基面部位时,需按基础保护层要求开挖。保护层采用手风钻钻孔爆破,1m³反铲挖掘机挖装,20t自卸汽车运出渣。雷管炸废气主要为CO、NOX以及爆炸产生的粉尘。由于工程施工爆破污染物都是间歇性排放,且炸药

使用量较少，对周边环境空气影响较小。

(4) 燃油废气

施工过程中需要大量大型机械设备及运输车辆，燃油机械使用过程中排放CO、SO₂等废气。机械燃油废气属无组织排放源，主要集中在施工机械数量较多的厂房、各施工作业区和施工道路沿线，污染物呈面源分布，污染物排放分散。

3、噪声

施工噪声主要来自土石方开挖工程、爆破、机械设备使用和运输车辆的运行。土石方开挖所采用的钻机，如多台同时作业，噪声可达90~100dB(A)，这些噪声为阵发性，音频高，爆破作业瞬时噪声值可高达120dB(A)以上，这些噪声均为间歇非稳定声源，主要对施工作业人员影响大，离开作业区一定距离衰减较快，对施工生活区也会产生一定不良影响。运输车辆噪声源主要集中在工程区、料场区和土石料堆放场区，在运输线路两侧噪声可达80~85dB(A)，影响范围较小。主要施工机械噪声值见表2.2-1。

为降低施工机械噪声对周边环境的影响，施工单位应选用低噪声机械设备，并定期维修保养，对于打桩机、空压机、电锯、风镐等高噪声设备应安装排气消声器、设置移动式隔声罩，提高发动机隔声、减振程度等措施。

表 2.2-1 施工机械噪声值

施工工序	施工机械	1 米处声级/(dB) A
土石方开挖	液压反铲挖掘机	85~90
	压路机	80
	蛙式打夯机	95
	手持式风钻机	85~90
	潜孔钻 100 型	90~105
	气腿式风钻	85~90
	推土机	75
基础处理	地质钻机	90~95
	灌浆泵中压	80
	灰浆搅拌机	85
安装阶段	电锯、电锤	100~105
	电钻	85
	角向磨光机	100
	升降机	80
其他	爆破	≥120
	轴流式通风机	75~80

	抽水泵	75~80
	柴油发电机组	90~105
	汽车起重机	80
	自卸汽车	75

4、固体废物

施工期固体废物主要包括工程施工弃土石方、建筑垃圾、施工人员生活垃圾。

(1) 弃土石方

据本项目《水土保持方案报告》(报批稿),本工程土石方开挖 27.81 万 m³,土方填筑量 13.99 万 m³,根据土石平衡计算,坝区开挖料除部分用于回填外,需弃渣 13.82 万 m³(松方约 21.14 万 m³)。如不采取水土保持措施,将导致水土流失现象。施工弃渣为自然土石方,不含有害物质,但存在占压土地及地表植被,且处置不当时将产生水土流失和影响景观等环境问题。项目弃渣场拟选在作定村高速公路跨龙江河下游约 300m 的右岸土石料堆放场,坝址距土石料堆放场的公路距离约 20km。土石料堆放场占地面积约 5 万 m²,堆场容量约 100 万 m³,计划堆渣约 19.19 万 m³,可满足弃渣需要。

(2) 建筑垃圾

根据《水电工程水库库底清理设计规范》(DL/T5381-2007),结合本项目库底清理计划,库底清理废弃物主要为建筑构筑物(水轮泵坝 1 个)园林地砍伐 20 亩以及零星林木砍伐 1136 棵。同时,施工结束后临时施工设施拆除、地面清理及施工后剩余废料将产生建筑垃圾。

建筑垃圾中首先应考虑废料的回收利用,对钢筋、钢板、木材等下角料可分类回收,交废物收购站处理;对不能回收的建筑垃圾,如混凝土废料、含砖、石、砂的杂土等应集中堆放,严格按照相关规定,定期清运至行政主管部门指定建筑垃圾消纳场处置,以免影响环境质量。

(3) 危险废物

施工期间机械设备维修及维护过程中会产生少量的废机油、废润滑油等危险废物,废物类别为“HW08 废矿物油”。建设单位应委托有资质的危险废物处置单位定期处理。

(4) 生活垃圾

施工人员日常生活将产生一定量的生活垃圾,工程施工高峰期施工人数约为

300人，按照产生生活垃圾 0.5kg/d·人计算，则产生生活垃圾 150kg/d。生活垃圾如不妥善处理会引起细菌、蚊蝇的大量繁殖，导致当地传染病发病率的提高和易于传播，垃圾带来的恶臭气味会影响当地居民和施工人员的生活和健康。但只要采取适当措施，禁止施工人员随意倾倒垃圾，生活垃圾对当地卫生环境影响不大。施工人员生活垃圾集中收集后由当地环卫部门统一清运。

2.2.1.2 营运期污染影响因素分析

本项目是以改善城市水环境和水力发电为主的综合利用工程。项目建成后，库区水位抬高至 185m，可有效增加城市水域面积，符合城市景观规划。同时，本工程的水电站建成投产后，还可有效缓解该网区电力供需矛盾，促进当地经济发展。由于水库蓄水发电，库区水面升高及电站工作人员生产生活将对周边环境产生程度不同的影响。项目营运期产污节点图详见图 2.2-2。

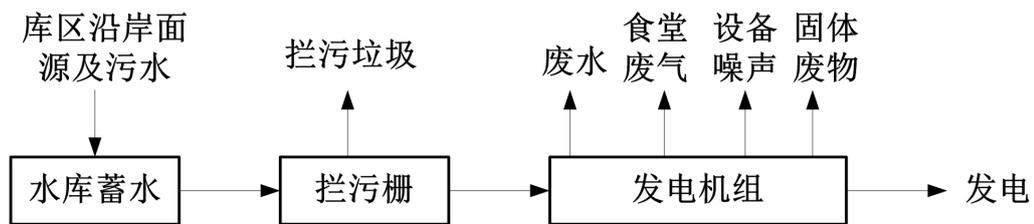


图 2.2-2 项目营运期产污节点图

1、水环境影响因素

(1) 水污染源影响

项目库区所在区域地表水污染源主要来自沿岸、城区雨水排水管及上游村屯的村民生活污水及农业面源。

电站运行本身产生的水污染源除了电站电器设施、辅助机械等维修洗涤过程有少量废水和电厂办公生活区产的少生活污水外，无其它污水。

电站运行期内，管理人员 10 人，每天每天生活用水 200L，生活污水以 80% 计算，则电站每天产生生活污水 1.6 m³，管理人员生活污水经三级化粪池处理后，达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中三级标准后，定期由吸污车运送至附近的污水处理厂处理，不排入龙江。

(2) 河段水文情势及水质的影响

工程运行本身不会产生水污染物，但受拦河大坝的影响，库内水位将抬高，水体流速减缓，水体对污染物的稀释、扩散、迁移和净化能力将产生一定的变化，

对水质有一定的影响。另外由于大坝阻隔，受水库日调节运行调度的影响，大坝下游水量将存在一定程度的减小，水量的减小将降低水体自净能力。

受库区蓄水的影响，坝区上游库区河段由河流变为水库，但电站拦河坝为低矮坝型，库区水深变化不大，水库水温不分层。

水库蓄水后，库区河段水流变缓，水深增大，水体在水库中的滞留时间变长有利于有机物的生物降解，水库蓄水初期库盆土壤和残留植被被淹没后，将浸出并增大有机质和营养物质的含量，将导致水库水体中浮游生物种群数量有所增加。金城江电站水库库容不大，库区周围无工业污染源和其他较大的氮磷污染源存在。

(3) 泥沙影响

龙江流域地处高山峡谷区，大部分处于石灰岩地区，土壤多属页岩砂和石灰岩风化发育形成的红土壤及石灰土，森林茂密，植被良好，森林覆盖率很高，水土流失不严重，河流含沙量较少。根据项目可研资料，金城江水库建成后，年均泥沙淤积量为 9.27 万 m^3 ，淤积年限按 30 年考虑，则水库总淤沙量为 278.1 万 m^3 ，金城江水库坝前泥沙淤积高程应为 172.78m。因此水库不会出现因大量泥沙淤积而影响运行情况，坝址下游泥沙不会有较明显的减少。

2、地下水环境影响因素

项目地处石灰岩地区，以岩溶峰丛谷地地貌为主。库区位于强岩溶区，两岸溶洞、地下河发育。城区设有四个饮用水水源地，根据《河池市金城江水电站建设工程兴建对河池城区供水地下水源地影响水文地质评价报告》（2012，广西壮族自治区地质环境监测总站）调查 2008 年城北水厂发生过龙江河水反向补给。城北、城西、肯冲、加辽 4 个水厂枯水季水位分别为 181.83m、198.77m、180.01m、187.6m，城北水厂和肯冲水厂水位低于本项目库区水位 3.17m 和 4.99m。本项目建设距该《水文地质评价报告》已有 5 年，河池市人口数量的增加必将使得水厂取水量增加，城北、城西、肯冲、加辽 4 个水厂 2016 年抽水量分别为 260 万 m^3 、285 万 m^3 、610 万 m^3 、380 万 m^3 ，较 2008 年抽水量 156 万 m^3 、360 万 m^3 、370 万 m^3 、260 万 m^3 均有较大幅度的增加，本电站蓄水后，龙江水位长期高于城北水厂和肯冲水厂枯水期水位，如果抽水规模大于地下水上游来水，会发生库区地表水通过地下河倒灌补给地下河饮用水情况。

3、大气环境影响因素

项目设员工食堂，员工人数 10 人。根据类比分析，天然气消耗量按每人每次 0.1 m³ 计，人均使用油量为 2.8 g/100 人·d，则食堂天然气消耗量为 1 m³/d，即 365 m³/a；食堂食用油消耗量为 102.2 kg/a。项目拟安装油烟净化装置，油烟由烟道排至办公楼楼顶。油烟排放量较少对周围居民无影响。

4、声环境影响因素分析

水电站工程拟安装两台轮机及发组，类比同工程，厂房内发电机组噪声源强约为 85dB(A)。根据项目设计，项目发电机底部及墙体连接部位拟安装软性连接料，发电厂房墙面、地面及顶棚灯涂布吸声涂料，可有效减少发电机组产生的噪声对周边环境的影响。

5、固体废物

运营期项目产生的固体废物主要为员工活垃圾及机械检修废油、含油抹布。

生活垃圾以每人每天 1kg 计算，垃圾量为 10kg/d。电站管理人员不多，产生活垃圾量小，经修建垃圾箱或垃圾池，生活垃圾集中收集，统一处置。库区上游居民分散，人数少，库区两岸以自然岸线分布为主，多植物，奇石岩壁，沿岸耕地面积少，农业面源污染轻微。城区段龙江河岸线以自然岸线为主，但由于城市建设，连续性较差，城市人流来往较大，来往人流及城市零散固体废物对龙江有一定的影响。

机组检修产生废弃含油抹布约 0.1 t/a，同生活垃圾一同交由环卫部门收集处置。

金城江水电站润滑油使用总量为 0.5 t/a。该电站内不设置贮油灌，需要换油时提前联系供油单位和废油回收单位，润滑直接从销售单位购买，并委托有资质的运输到电站换油。电站检修车间的废机油和含油抹布，机油经处理后回收利用，含油抹布集中收集后交有危险废物处理资质的单位处理。

2.2.2 生态影响因素分析

2.2.2.1 施工期生态影响因素分析

1、工程施工对陆生植物影响

施工引发对景观生态环境的影响，主要是工程施工对地表植被的破坏造成地表裸露或是对地表原有使用功能的改变而导致其与原周围景观的不协调。

①施工占地的影响

工程用地总面积 113.80 亩（不含弃渣场及弃渣场道路），其中工程永久征收 100.71 亩（其中耕地 3.31 亩、园地 1.19 亩、林地 47.95 亩、草地 7.87 亩、交通运输用地 2.67 亩、水域及水利设施用地 33.37 亩、其他土地 4.35 亩），临时征用 13.09 亩（其中耕地 5.32 亩、园地 0.28 亩、林地 3.82 亩、草地 0.29 亩、交通运输用地 1.20 亩、水域及水利设施用地 2.18 亩）。工程施工占地将暂时或永久改变用地的性质，使原有植被消失。项目占地以林地为主，项目永久性占地将导致工程用地原有植被消失，由项目工程取代，施工期工程无绿化规划，因此施工期永久性占地的生态服务功能趋劣，而随着施工结束，项目绿化工程的建设，永久性占地部分地块恢复植被，可缓解项目永久占地生态服务功能趋劣。工程施工临时占地亦将导致原有植被消失，但随着工程施工结束，工程水土保持方案的实施，植被的恢复，工程临时占地的影响程度也将变小。

②弃渣场的影响

本工程土石方开挖 27.81 万 m^3 ，土方填筑量 13.99 万 m^3 ，根据土石平衡计算，坝区开挖料除部分用于回填外，需弃渣 13.82 万 m^3 （松方约 21.14 万 m^3 ）。根据金城江区大任产业园总体规划，位于产业园规划区内存在较多低洼带，建设中需要大量弃土抬填平整，本工程产生弃渣拟运至产业园区征地范围内的低洼带堆放，不再另设弃渣场。产业园消纳场位于金城江区白马乡德地村大任村大任片区龙江河右岸，距坝址公路 20km，可容纳 100 万 m^3 弃渣，该消纳场可满足本工程的弃渣要求。目前，消纳场已投入使用，该消纳场属于河池市国有资产投资经营有限责任公司管理范畴，弃渣堆存后产生的水土流失防治责任及拦挡、排水、植被恢复等水土保持措施由该公司负责。因此，本次评价对项目弃渣场对陆生动物的影响仅做定性评价。

2、工程施工对陆生动物的影响

①工程施工占用土地，剥离原有地表植被，施工占地原陆生动物生境改变，陆生动物向远离施工区的相类似生境迁移。待施工结束后，项目临时占地植被恢复后原地块陆生动物将陆续迁回。

②建设期间，施工活动车来人往会产生各种噪声，对生活在周围地区的动物会产生不利影响。预计在施工期间，周边的部分动物受噪声干扰而向远离施工

区的方向迁移，从而使施工区影响范围动物种类和数量减少，但这种不利影响是暂时的，一旦施工结束，大部分地段陆生动物可以恢复到原来的分布状况。

③施工期间，大量施工人员聚集，对周围的野生动物栖息地以及正常取食将造成一定的影响，也存在施工人员对野生动物进行狩猎的可能，这将对野生动物构成较大的影响。因此，施工人员必须进行文明施工，严禁对当地的野生动物进行猎杀。

3、工程施工对水生生物的影响

施工中废水主要污染物为 SS，工程施工废水排放，使河水变得浑浊，使得水环境水流、光照等发生了一定的改变，从而对水生生物、鱼类物种会有一定的影响，但由于水中泥沙易于沉降，且随着施工期的结束，工程施工对水生生物的影响也随着结束。同时，随着坝址的建设，一期建成闸坝，其周边水文情势将改变，水工建筑的存在也会影响水生植物生长、鱼类分布情况。

4、工程施工对底栖动物的影响

基础开挖引起的水体扰动将可能使沿岸缓流滩上卵石、砾石被污泥覆盖，影响水生底栖无脊椎动物的生存和繁衍；施工导致水体混浊和可能的水体污染，进一步导致底栖动物减少。工程竣后，经过一定时间的自然恢复，如果不出现新的致危因素，底栖生物的资源将逐步得到恢复。

2.2.2.2 营运期生态影响因素分析

1、电站水库蓄水对生态环境的影响

工程运行期直接的生态影响主要表现在：水位抬高，水库水面积增加，库区原有的一部分陆地变成水域，库区淹没土地面积 3502.89 亩，其中耕地 183.73 亩、园地 7.10 亩，林地 641.29 亩、草地 382.99 亩、交通运输用地 0.99 亩、水域及水利设施用地 2286.79 亩。

水库面积增加，引起局地气候的变化、水体增温或降温效应，将导致年平均气温有所增高。水库面积增大，可改善区局地气候，有利于喜暖植物越冬和经济植物生长水库水位消落产局岸稳定的问题，水库水文情势变化形成水库泥沙淤积等。

①陆生生物的影响

库区水位上升将增加消落带的面积，库区淹没带非滨水植物受淹没的影响逐

渐消失，降低生态生产力，沿岸植被多样性降低。沿岸陆生动物受淹没影响向岸上其相似生境迁移，但不会改变改地区陆生动物生物多样性。

②水生生物的影响

水库蓄水，水体体积大幅度增加，河流流速减慢，水体容量增大，悬浮物沉降作用加强，水体悬浮物浓度降低，在不增加污染物排放的前提下，水库水质将得到一定程度的改善。水质的改善，增加了水生生物的种类和生物量，为鱼类提供了丰富的饵料，从而增加了水生生物和鱼类的产量。水库蓄水，库区河段由天然激流河道转变成缓流水库，水库建设文情势的改变，适应不同水深及水流的水生植物将重新分布及生长，以该水生植物为食物的水生动物、浮游生物等将随之改变分布，喜欢激流生存环境的水生生物和鱼类生物量将减少，而喜欢缓流性水生生物和鱼类将增加，于是改变了水库水生生物和鱼类的群落组成。

原本在河流中活动的动物的生境被切割阻断，压缩或破坏原有生物的栖息生境。坝址处底栖动物因河流水流恢复逐渐回到河底，库区底栖动物受水生植物分布改变的影响也将进行分布的改变，但其多样性未受影响。

2、水温影响

项目建成后，将改变原河流径流形式，水库水面面积和水深均有所增加，原天然状态下的水温结构形式也将发生改变。分析水库水温对于综合利用水资源、保护水质、充分发挥水库的综合效益具有重要的意义。水温结构类型的判定，采用国内外通用的 α 、 β 指标判别法，即先采用下式 2.2-1 求得 α 值，然后根据表 2.2-2 所列值判定。最后根据 β 值判断洪水对水温的影响。

$$\alpha = \text{多年平均年径流量 (m}^3\text{/a)} / \text{总库容 (m}^3\text{)} \quad \text{式 2.2-1}$$

$$\beta = \text{一次洪水总量} / \text{总库容} \quad \text{式 2.2-2}$$

判别阈值见表 2.2-2。

表 2.2-2 判别阈值表

α 值（水温结构）			β 值（洪水影响，只对分层型水库）		
<10	$10 \leq \alpha \leq 20$	$\alpha > 20$	$\beta < 0.5$	$0.5 \leq \beta \leq 1$	$\beta > 1$
分层型	不稳定分层型	混合型	无影响	呈过渡阶段，洪水对水温结构产生较小影响，但基本维持原结构	有影响

根据工程概况，项目水电站工程设计的多年平均年径流流量为 454118.4 万 $\text{m}^3\text{/a}$ ，总库容 5212 万 m^3 。

经计算，项目水电站工程 α 值为 87.13，所以该水电站库区为混合型水温结构。

混合型水库全年水库上下层水温没有明显区别，基本保持天然河流状态。因此，项目建成营运后水库水温仍基本保持天然河流状态，对环境的影响较小。

3、对下游生态环境的影响

工程兴建后，电站水库蓄水，龙江河该段流域下游总下泄流量有所减少，由于该水电站属于梯级，上下游皆建有水电站，库建成后不会对下游水量及水利条件改变对水质、水温、水生生物产生太大影响。

2.3 污染源源强核算

2.3.1 施工期污染源源强核算

2.3.1.1 水污染源源强核算

1、生产废水

① 运输车辆冲洗废水

施工期的运输车辆冲洗废水主要为运输车辆冲洗产生的废水，产生量约为 3 m³/d 该类废水的主要污染物为 SS 和石油类，一般该类废水石油类浓度为 6mg/L~20 mg/L，SS 浓度为 200mg/L~1000 mg/L，本次核算以废水石油类浓度为 10 mg/L，SS 浓度为 500 mg/L 为计，项目施工按 360 d/a 计，则项目运输车辆冲洗废水石油类产生量为 10.8 kg/a，SS 生产量为 540 kg/a。项目拟设置隔油沉砂池处理该废水，处理后清水回用，不外排，废油回收后委托有资质的单位处理。

② 基坑废水

项目基坑水一般 SS 浓度为 650mg/L，高时可达到 2000mg/L，pH 一般在 9~10 之间，最高可达到 1。基坑经沉砂池沉降 2h 之后，将上层清水抽排回用，沉砂就近运至临时堆放场，最终同弃渣一同运至弃渣场堆放。

③ 机械油污废水

经估算，机械油污废水产生量约 2.4m³/d。主要污染物有石油类和 SS，石油类浓度为 10mg/L~30 mg/L，SS 浓度为 500mg/L~4000 mg/L。本次核算以废水石油类浓度为 15 mg/L，SS 浓度为 2000 mg/L 为计，项目施工按 360 d/a 计，则项目运输车辆冲洗废水石油类产生量为 12.96 kg/a，SS 生产量为 1.73 t/a。经过项目设置的隔油沉砂池处理，上清液回用于项目施工用水，不排入龙江河，废油回收后委托有资质的单位处理。

2、施工人员生活污水

施工高峰期上人数约 300 人，施工人员生活用水主要包括洗漱清洗用水、厕所用水等，按人均日用水量 200L 计，施工人员日用水量为 60 m³/d，排放洗漱按 0.8 计，则施工期生活污水排放量约为 48 m³/d，即 17280 m³/a。生活污水的主要污染物为 BOD₅、COD 等，经化粪池处理后可满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中三级标准，处理后污水由吸污车运送至附近的污水处理厂处理，不排入龙江。

表 2.3-1 施工期生活污水产生及排放情况

项目	COD	BOD ₅	SS	氨氮
经化粪池处理前产生浓度（mg/L）	400	200	250	30
产生量(t/a)	6.912	3.456	4.32	0.52
经化粪池处理后排放浓度（mg/L）	200	100	100	30
排放量(t/a)	3.456	1.728	1.728	0.52

2.3.1.2 大气污染源源强核算

1、施工场地扬尘

施工过程产生的粉尘比重较大，对周边影响范围较小，类比同类其它工程，施工期 20m 处扬尘源强浓度为 1.303 mg/m³，50 m 处为 0.772 mg/m³。

施工场地植被破坏、地表开挖，如遇干燥大风天气，会产生施工扬尘；另外，水泥、砂石等建筑材料如装卸、运输、堆放方式不当，也会产生扬尘污染。

据有关资料介绍，能产生扬尘的颗粒物径分布为：<5μm 颗粒物的占 8% ，5~20μm 的占 24% ， > 20μm 的占 68% 。据相似条件施工现场监测结果，施工产生扬尘的浓度与距离变化关系见表 2.3-2。

表 2.3-2 施工现场扬尘（TSP）随距离变化的浓度分布 单位：mg/m³。

工地下风向距离（m）	20	50	100	150	200	250	上风向（对照点）
施工现场扬尘	1.303	0.722	0.402	0.311	0.270	0.210	0.204

2、施工期道路扬尘

运输过程车辆所产生的扬尘与路况、车速和气象条件有关，计算公式如下：

$$QI=k \cdot P \cdot F \cdot V \cdot L + q$$

式中：QI—汽车运输的单车扬尘量，g/m；

K—常数；

P—可悬浮的尘比例；

F—路面物质含粉砂比例；

V—车辆平均速度 km/h；

L—车辆轮胎数；

q—汽车尾气排放的颗粒物，g/m。

应用上式进行计算，每辆车产生的扬尘量结果列于表 2.3-3。由于施工现场运输道路一般较窄，因此，计算过程以单辆车所产生的扬尘为准。

表 2.3-3 汽车运输过程产生的扬尘量一览表

路面条件(砂土)	车速(km/h)	
	10~20	20~40
未洒水(g/m·h)	80	160
洒水(g/m·h)	40	80

3、爆破废气及粉尘

项目施工采用手风钻机钻孔爆破，雷管爆炸会产生 CO、NO_x 以及爆炸粉尘。由于工程施工爆破污染物都是间歇性排放，且炸药使用量较少，其产生的粉尘对周边环境空气影响较小。

4、燃油废气

施工过程中使用大型机械设备及运输车辆燃油产生的燃油废气，主要污染物为 CO、SO₂ 等废气。参照《环保工作者实用手册》，按每吨柴油燃烧时将排放 29.35 kg 的 CO、3.522 kg 的 SO₂ 分析，汽油类比柴油的排放系数，根据工程施工期规划燃油使用量计算，废气排放情况见表 2.3.4。

表 2.3.4 施工期燃油废气排放情况表

燃油使用量 t	排放系数		排放量
	SO ₂ 排放系数	CO 排放系数	
燃油 47.96 (柴油 39.17, 汽油 8.79)	29.35 kg/t 燃油	3.522 kg/t 燃油	1.407 t/a
			0.169 t/a

2.3.1.3 固体废物

1、弃土石方

景观改造开挖土方量 7751m³，其中表土 2340m³ 回用于绿化，弃方 5411 m³，淹没管网改造及尾水管道迁改挖方 3660m³，表土 1250 m³，用于景观工程绿化，弃方 2410 m³。

水电站工程土石方数据引用《河池市金城江龙江重点水环境质量及水电站工程水土保持方案报告书(报批稿)》(广西壮族自治区水利电力勘测设计研究院)。

本项目土石方开挖总量为 27.81 万 m³(包括表层土 0.41 万 m³),土石方回填 13.99 万 m³(包括表层土 0.41 万 m³),产生永久弃渣 13.82 万 m³,临时堆放表层土 0.41 万 m³。因此本工程弃方量共计 146021m³。本工程产生弃渣拟运至产业园区征地范围内的低洼带堆放,不再另设弃渣场。消纳场位于金城江区白马乡德地村大任村大任片区龙江河右岸,距坝址公路 20km,可容纳 100 万 m³弃渣,该消纳场可满足本工程的弃渣要求。

考虑到剥离表土营养成分丰富,剥离表土的回填易于植被恢复,景观改造及管网改造工程产生 3590 m³表土,用于绿化种植。水电站工程已考虑对上坝道路、管理所草皮护坡的表层土的剥离及回填,方量为 0.10 万 m³。本工程主体工程建区剥离表土 0.10 万 m³,施工生产生活区剥离表土 0.20 万 m³,施工道路区剥离表土 0.11 万 m³。表层土共计 0.41 万 m³用于后期恢复绿化,各区表土自身挖填平衡。表土剥离及去向情况见表 2.3-6,表土流向框图见图 2.3-2。

表 2.3-6 水电站工程表土剥离及去向情况表 单位: 万 m³

分区	剥离/回填区域地类		剥离		回填		堆存位置	用处
	草地	林地	剥离厚度	剥离量	回填厚度	回填量		
	hm ²	hm ²	m	万 m ³	m	万 m ³		
主体工程建区	0.1	0.4	0.2	0.10	0.2	0.10	1#、2#临时堆土场	相应分区绿化覆土用
施工生产生活区	0.43	0.25	0.3	0.20	0.3	0.2		
施工道路区		0.36	0.3	0.11	0.3	0.11		
合计	0.53	1.01		0.41		0.41		



图 2.3-2 水电站工程表土流向框图

2、建筑垃圾

根据《水电工程水库库底清理设计规范》(DL/T5381-2007)，结合本项目库底清理计划，库底清理废弃物主要为建筑构筑物（水轮泵坝 1 个）园林地砍伐 20 亩以及零星林木砍伐 1136 棵。

同时，施工结束后临时施工设施拆除、地面清理及施工后剩余废料将产生建筑垃圾，施工临时建筑建筑面积 3200m²，预计建筑垃圾产生量约 4000 m³。

3、危险废物

施工期间机械设备维修及维护过程中会产生少量的废机油、废润滑油等危险废物，产生量约 1t/a，废物类别为“HW08 废矿物油”。建设单位应委托有资质的危险废物处置单位定期处理。

4、生活垃圾

施工人员日常生活将产生一定量的生活垃圾，工程施工高峰期施工人数约为 300 人，按照产生生活垃圾 0.5kg/d·人计算，则产生生活垃圾 150 kg/d，按 360d/年计，即施工人员生活垃圾产生量为 54 t/a。

2.3.1.4 施工期主要污染源强统计

施工期废水、废气、噪声、固体废物产生的源强见表 2.3-7。

表 2.3-7 施工期污染源源强一览表

项目	排放源	污染物名称	产生浓度及产生量	预计排放量及浓度	
废水	运输车辆冲洗 废水	SS	500 mg/L, 540 kg/a	隔油沉砂后回用	
		石油类	10 mg/L, 10.8 kg/a		
	基坑废水	SS	600 mg/L~2000 mg/L		
	机修油污废水	SS	2000 mg/L, 1.73 t/a		
		石油类	15 mg/L, 12.96 kg/a		
	生活废水	总量	17280 m ³ /a		17280 m ³ /a
		COD	400 mg/L, 6.912 t/a		200 mg/L, 3.456t/a
		BOD ₅	200 mg/L, 3.456 t/a		100 mg/L, 1.728 t/a
		SS	250 mg/L, 4.32 t/a		100 mg/L, 1.728 t/a
		氨氮	30 mg/L, 0.52 t/a		30 mg/L, 0.52 t/a
废气	燃油废气	SO ₂	1.407 t/a	1.407 t/a	
		CO	0.169 t/a	0.169 t/a	
	道路扬尘	TSP	80~160 g/m·h	40~80 g/m·h	
	爆破废气	TSP	少量, 间歇性	少量, 无组织排放, 间歇性	
	场地扬尘	TSP	无组织排放	无组织排放	
固废	主体建筑等	建筑垃圾	5000m ³	可回收利用遵循回收利用原则, 不可回收的利用的建筑垃圾应按照相应规定运往相关部门制定的位置存放。	
	场地平整、地基开挖等	弃土石方	13.82 万 m ³	大任产业园消纳场	
	机械设备维修及维护过	废机油、废润滑油	1 t	委托有资质的危险物处置单位定期处理	
	施工场地	生活垃圾	54 t/a	环卫部门负责清运处置	
噪声	机械设备噪声	拆迁阶段: 85~105dB(A)			
		土石方阶段: 挖掘机、运输车辆、爆破等: 75~120dB(A)			
		基础处理阶段: 地质钻机、运输车辆等: 80~95 dB(A)			
		安装阶段: 电锯、升降机等: 80~105 dB(A)			
生态影响	<p>施工场地地面的开挖、土地の利用, 易使土壤结构破坏, 凝聚力降低, 产生新的水土流失; 物料及弃渣的堆放对周围的景观产生不良的影响。</p> <p>施工导流及水中施工活动对水生生物生境的影响, 包括施工废水悬浮物进入水体, 水流的扰动, 施工噪声排放以及坝址修建对坝址周边底栖生物的影响。</p>				

项目	排放源	污染物名称	产生浓度及产生量	预计排放量及浓度
	施工现场的生产生活对周边陆生生物的影响，包括地表植被的消失，陆生动物受人流的惊扰离开原有生境等。			

2.3.2 营运期污染源源强核算

2.3.2.1 水污染源源强核算

项目营运期的管理站定员 10 名，每天每天生活用水 200L，生活污水以 80% 计算，则电站每天产生生活污水 1.6 m³，按 365 d/a 计，即污水排放量为 584 m³/a。生活污水的主要污染物为 BOD₅、COD 等，管理人员生活污水经三级化粪池处理后，达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中三级标准后，定期由吸污车运送至附近的污水处理厂处理，不排入龙江。营运期项目管理人员生活污水污染物排放情况详见表 2.3-8。

表 2.3-8 营运期生活污水产生及排放情况

项目	COD	BOD ₅	SS	氨氮
经化粪池处理前产生浓度（mg/L）	400	200	250	30
产生量(t/a)	0.234	0.117	0.146	0.018
经化粪池处理后排放浓度（mg/L）	200	100	100	30
排放量(t/a)	0.117	0.058	0.058	0.018

2.3.2.2 大气污染源源强核算

1、天然气燃烧废气

根据污染影响因素分析，项目营运期食堂天然气消耗量为 1 m³/d，即 365 m³/a。根据《生活源产排污系数及使用说明（2010 年修订版）》（环境保护部华南环境科学研究所）中第 5 点其他燃料类型（煤气、天然气和液化石油气）的核算方法，可知其他燃料类型采用排放系数估算法，其核算公式为：

$$Q=G \times f$$

式中：G 为各类燃气消费量，f 为污染物排放系数，见表 2.3-9。

表 2.5-9 燃气排污系数

天然气	烟气量	m ³ /万 m ³	128000
	烟尘	g/万 m ³	10
	SO ₂	kg/万 m ³	0.09
	NO _x	kg/万 m ³	8

本项目天然气总消耗量为 365 m³/a，则烟气量为 4672 m³/a。项目天然气燃烧烟气中污染物的产生量见表 2.3-10。由表 2.3-10 可知，营运期食堂天然气燃烧

产生的污染物总量均很小，对周围居民影响较小。

表 2.3-10 烟气中污染物的排放系数和排放量

污染物	SO ₂	NO _x	烟尘
天然气消耗量 (m ³ /a)	365		
烟气产生量 (m ³ /a)	4672		
排放量(kg/a)	0.00329	0.292	0.37 g/a
排放浓度 (mg/m ³)	0.70	62.5	0.08

2、食堂油烟

根据污染影响因素分析，项目营运期食堂食用油消耗量为 102.2 kg/a，烹饪过程油烟的产生量按消耗量的 3%，则油烟挥发量为 3.066 kg/a，油烟排放量很少对周围居民影响较小。

2.3.2.3 固体废物

1、生活垃圾

项目营运期管理人员共 10 人，生活垃圾以每人每天 1kg 计算，垃圾量为 10kg/d，按一年运营 365d 计，则项目营运期管理人员年产生生活垃圾 3.65 t/a。经修建垃圾箱或垃圾池，生活垃圾集中收集，统一由环卫部门收集处置。

2、生产废物

电站检修车间会产生的废机油和含油抹布

项目营运期对机组维修可产生约 0.1 t/a 的废弃含油抹布，含油抹布同生活垃圾一同集中收集，交由环卫部门统一收集处置。

项目营运期机组维修会产生废油，约产生 0.5t/a，废物类别 HW08，应按照国家《危险废物贮存污染物控制标准》(GB18597-2001) 的要求，交由具有含矿物油危险废物处理资质的单位进行处理。

2.3.2.4 营运期主要污染源统计

营运期废水、废气、噪声、固体废物产生的源强见表 2.3-11。

表 2.3-11 营运期污染源源强一览表

项目	排放源	污染物名称	产生浓度及产生量	预计排放量及浓度
废水	生活废水	总量	584 m ³ /a	584 m ³ /a
		COD	400 mg/L, 0.234 t/a	200 mg/L, 0.117t/a
		BOD ₅	200 mg/L, 0.117 t/a	100 mg/L, 0.058 t/a
		SS	250 mg/L, 0.146 t/a	100 mg/L, 0.058 t/a
		氨氮	30 mg/L, 0.018 t/a	30 mg/L, 0.018 t/a
废气	天然气燃烧	烟气总量	4672 m ³ /a	4672 m ³ /a

项目	排放源	污染物名称	产生浓度及产生量	预计排放量及浓度
	废气	SO ₂	0.70 mg/m ³ , 0.00329 kg/a	0.70 mg/m ³ , 0.00329 kg/a
		NO _x	62.5 mg/m ³ , 0.292 kg/a	62.5 mg/m ³ , 0.292 kg/a
		烟尘	0.08 mg/m ³ , 0.37 kg/a	0.08 mg/m ³ , 0.37 kg/a
	油烟	油烟	3.066 kg/a	3.066 kg/a
固废	管理人员	生活垃圾	3.65 t/a	环卫部门负责清运处置
	生产废物	含油抹布	0.1 t/a	同生活垃圾一同由环卫部门负责清运处置
		废机油、废润滑油	0.5 t	委托有资质的危险废物处置单位定期处理
噪声	机械设备噪声	85 dB(A)		
生态影响	<p>大坝的阻隔，水库蓄水后，河流水文情势改变，水生生物生境随之改变，这将影响原有水生生物群落的分布。</p> <p>水库运行后库内流速将明显减缓，由于水库面积、水深、库容均相对较小，对局地气候影响微弱，水位壅高大坝阻隔对库区和下游河道的鱼类及水生生态环境也将造成一定的不利影响。</p>			

2.4 移民安置

本工程不涉及搬迁安置，只有生产安置。生产安置的移民对宜林、宜农、宜园荒地开发的过程中，生产的开发活动等都不不可避免地带来不同程度的植被破坏，降低森林覆盖率，形成新的挖方、填方，如不注意正确引导，很容易造成乱开滥垦和过度开发，从而造成新的水土流失，使移民安置区的生态环境遭到破坏。移民安置将对新涉及区域的人口环境容量、居民生活质量以及当地的社会经济发展带来影响。

3 环境现状调查与评价

3.1 自然环境现状调查

3.1.1 项目地理位置

本工程位于河池市金城江区东江镇加道村以东金城江~宜州一级公路龙江大桥下游 250m 处，距河池市政府 4km，距上游肯足电站 26km，距下游拉浪水电站 28km。是一个以改善城市水环境为主，兼顾水力发电、工农业用水及航运的综合利用工程。项目发电厂房中心点地理坐标为东经 108°7′ 58.2″，北纬 24°42′ 18.2″，地理位置见 1。

3.1.2 地形及地貌

本项目河岸地貌类型主要为岩溶峰丛及洼地相间的地貌特征，龙江即为一巨大岩溶谷地。测区以缓慢的间歇性上升运动为主，形成四、五级剥夷面、一至二级河谷阶地及水平溶洞层。四级剥夷面发育于测区以北，三防一带侵蚀破坏稍强，形成低山区，山顶标高一般在 500m 以上。五级剥夷面发育于测区以南，为河池—温平谷地近代地面，平坦开阔，普遍覆盖着较薄的第四系堆积物。

金城江水电站位于龙江流域，库区范围从上游六甲镇到下游下沙里村，全长 26km。水库区为岩溶峰丛谷底地貌，水库两岸大多基岩裸露，河床呈开阔“U”形，岸坡较陡，切割较深，库区河段河床高程 160~180m，两岸多发育有平坦的阶地，阶地高程在 188~198m 之间，设计正常高水位为 185.0m，不出河槽。下坝址方案坝址位于拉浪水电站库区内，水流平缓。

3.1.3 地质

1、区域地质

项目位于云贵高原与广西丘陵交接的斜坡地带，喜山期以来，测区以缓慢的间歇性上升运动为主，形成四、五级剥夷面、一至二级河谷阶地及水平溶洞层。四级剥夷面发育于测区以北，三防一带侵蚀破坏稍强，形成低山区，山顶标高一般在 500m 以上。五级剥夷面发育于测区以南，为河池—温平谷地近代地面，平坦开阔，普遍覆盖着较薄的第四系堆积物。标高均在 300m 以上。

项目大部分地层为可溶性岩类，岩溶发育，区内溶洞、落水洞、岩溶漏斗、岩溶塌陷很发育，龙江两岸发育有多条地下暗河，水文地质条件复杂。在龙江南岸老地委至铜鼓广场一带主要城区地层为石炭系下统大塘阶（C1d）泥质灰岩及

炭质页岩，岩溶作用相对较弱，地质水文条件相对简单。

(1) 坝址区

本工程坝址区位于河池市金城江区东江镇上沙里屯，东江镇西南面约 2.4km 处。城区地面高程一般为 191.00~198.80m，峰丛峰顶高程最高为 651.3m。影响本区的主要深、大断裂有 2 条，分别为南丹—昆仑关断裂带、宜州—柳城断裂带。

根据地震部门资料，河池市是广西的多震区，河池市最大的地震是发生于 2011 年 2 月 28 日都安县三羊乡的 ML3.0 级地震。距离测区最近的一次地震发生于 2010 年 5 月 16 日，河池市金城江区东江镇的 ML2.8 级地震，震源深度约为 5~10km，属于小震级，高烈度地震。而本工程坝址区正位于东江镇西南面约 2.4km 处。根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)，本区地震动峰值加速度为 0.05g，相应地震基本烈度值为 VI 度，区域构造稳定性较好。

(2) 水库区

水库区为岩溶岩溶峰丛谷地地貌，水库区两岸大多基岩裸露，河床呈开阔“U”形，岸坡较陡，切割较深，库区河床高程 160~180m，两岸多发育有平坦的阶地，阶地高程在 188~198m 之间，设计正常高水位为 185.0m，不出河槽。

库区出露地层从老至新有：石炭系下统大塘阶 (C1d)、中统 (C2)、上统 (C3)；二叠系下统栖霞阶 (P1q)、下统茅口阶 (P1m) (4) 三叠系下统罗楼组 (T11)；第四系坡残积层 (Qcd1)、冲积层 (Qal)；冲洪积层 (Qapl)。

(3) 库区岩溶水文地质

根据可研资料，库区位于强岩溶区，两岸发育大量串珠状落水洞、溶洞及地下河，地表水与地下水连通性好，龙江为本区地表水及地下水最低排泄通道。库区两岸有 11 条地下河，其走向大多偏离 NW 向断层且与地层大角度相交。地下河出口位于龙江河床，来水向龙江排泄，形成龙江支流。自市卫校~市一中~桥卜的小溪暗河与明流交替出现，沿该溪流出现的三个泉水点流量最大者河池市一中泉（暗河出口）15L/s，高程 200m，其下游以地表流形式排泄，其次为建材厂泉，补给区于铁路以北的岩溶区，向南流至 F2 断层附近被 C1d 隔水岩层所阻呈泉流出，流量 10L/s，夏季水位高程 185.827m，冬季水位高程 184.647m。泉水水位均高于河水位 8~10m，补给龙江河。

表 3.1-1 库区地下河发育特征表

地下河	走向	发育规模和特征	对工程的影响
①号地下河	近 NS 向，途经良峒、拉烈，在龙江排泄。	属于浅层地下河，已追溯部分长约 3.5km。出口 K1（冒水洞）位于龙江左岸暗脚河床，伴随切岸裂隙发育。汛期有鱼游出，地下河连通性好。	途径良峒、拉烈洼地，洼地最低高程分别为 223.1m、201m，远高于水库正常蓄水位，不存在倒灌引起的淹没、浸没问题。
②号地下河	走向 N20°W，途经 2 个无人居住洼地，在龙江排泄。	属于浅层地下河，顺地层层而发育。出口 K2（出水洞）位于左岸岩质岸坡中部，洞内枯水期无水，汛期涌水出水，有鱼。	途径 2 个洼地，无人居住，工程对地下河无影响。
③号地下河	走向 N40°E~N10°E。途经龙却、同进，在龙江排泄。	属于浅层地下河，在龙却、同进以上升泉（S1、S2）形式露出。排泄口在龙江底，在左岸距离河边 60m 处石山边发现落水洞 V2	途经龙却、同进，沿线地势开阔，排水条件好。不存在倒灌引起的淹没、浸没、内涝问题，该地下河对工程无影响。
④号地下河	走向 N40°~60°E，途经肯冲、外峒、田峒。在龙江排泄。	属于浅层地下河，顺岩层层面发育，肯冲洼地发育地下河天窗 V9，有水厂在此取水，常年有水。田峒发育天窗 V11，为喇叭状落水洞，村民生活废水朝此处排泄，汛期洞内有水浸出地表。地下河出口 K3 位于龙江左岸以上约 2m，走向 N10°W，汛期有鱼涌出。	肯冲洼地最低高程为 194.8m，水厂在此处取水，排水条件良好。外峒洼地目前为养殖场，在龙江发洪水的时候，发生过内涝。洼地四面环山，排水不畅，建库后，龙江水位抬高。
⑤号地下河	走向 N30~50°E，途经外甲峒，在足直转为明流向龙江排泄	属于浅层地下河，与明流交汇。在外甲峒发育落水洞 V6，在足直转为明流（水沟），水沟向龙江排泄。枯水期沟内干涸。汛期有水从 V6 涌出。加辽水厂水源	外甲峒洼地最低高程为 203m，远高于征程蓄水位。足直出口处于狭长谷底，排水条件好。不存在倒灌引起的淹没、浸没、内涝问题。该地下河对本工程无影响。
⑥号地下河	走向 NW 向，为足直地下河分支，在外甲峒分支，经过加辽、基岩坡向龙江排泄	属于浅层地下河，在加辽发育落水洞 V7。在基岩坡靠近左岸 40m 处发育落水洞 V8。推测地下河经过河床，并与右岸连通。	加辽洼地最低高程为 200.1m，远高于水库正常蓄水水位，不存在倒灌引起的淹没、浸没、内涝问题。该地下河对本工程无影响。

⑦号地下河	走向 N15~20°E, 经过内桥卜、外桥卜向龙江排泄	属于浅层地下河, 在内桥卜发育上升泉 S3, 泉眼高程 200m。推测改地下河从龙江底经过与右岸连通。由于该地下河经过城区, 据走访, 大部分落水洞被人工覆盖。城北水厂水源。	内桥卜、外桥卜洼地最低高程分别为 198m、194.1m, 远高于水库正常蓄水水位, 不存在倒灌引起的淹没、浸没、内涝问题。该地下河对本工程无影响。
⑧号地下河	走向 NW 向, 在标峒分支, 一支继续往 NW 向龙江排泄, 一支 NE 向龙江排泄	属于浅层地下河。受地下河影响, 在大湾一带龙江内中发育大量串珠状溶洞、冒水河、落水洞、冒水裂隙等, 具体编号为 V11~V15, 这些溶洞常年有水冒出。	下屯洼地、标峒洼地高程远高于正常蓄水位, 且地表排泄条件好。不存在淹没、浸没、内涝问题。但地下河出口范围河岸为土质岸坡, 经常有小规模塌岸现象。
⑨号地下河	走向为 NE 向, 经过峒坳, 在加排分支并向龙江排泄	属于浅层地下河。分支一出口为 V16 落水洞在龙江左岸岸脚, 上部土质岸坡小规模塌方。分支二出口为 V18 落水洞, 位于推荐坝址上游约 20m 左岸岸脚河床, 常年有水冒出。	加排、上沙里一带地表水排泄良好。但地下河出口附近有两处岩溶塌陷, 塌陷最低高程分别为 184.9m、182.7m, 低于正常蓄水位, 存在浸没问题。
⑩号地下河	位于龙江右岸, NW 走向向龙江排泄, 主要经过百旺洼地。	属于浅层地下河, 地下河出口为 V19 落水洞。	百旺一带最低高程为 190.1m, 且地表水排泄条件良好, 不存在倒灌引起的淹没、浸没、内涝问题。该地下河对本工程无影响。
⑪号地下河	位于龙江右岸, NE 走向向龙江排泄	出口位于金宜一级公路公路桥下, 距离推荐坝址约 50m。出口为裂隙型落水洞 V17, 发育高程约为 175m~178m。	该地下河沿线洼地高程均高于正常蓄水位, 不存在倒灌引起的淹没、浸没问题, 对工程无影响。



图 3.1-1 ①号地下河出口 K1



图 3.1-2 ②号地下河出口 K2



图 3.1-3 ④号地下河出口 K3



图 3.1-4 ⑨号地下河出口 V18

3.1.4 岩体稳定与渗漏情况

库岸类型及现状：龙江两岸天然岸坡主要分为三种，岩质边坡、土质边坡、岩土质边坡。

(1) 岩质边坡

岩质边坡多由坚硬的灰岩及白云质灰岩构成，弱风化，岩层走向与两岸坡面走向基本一致，右岸多为反向坡。山体稳定性好，左岸为顺向坡，岩层产状平缓，自然岸坡稳定。

(2) 土质边坡

主要由残坡积或阶地黏土、粉质黏土、含碎石黏土等构成，库岸调查表明，自然坡度小于 30° 且植被发育的岸坡基本稳定，陡坡段和坡脚岩溶发育段，出现小规模塌方现象。

(3) 岩土质边坡

库岸总体稳定性好。水库蓄水后沿岸土质岸坡地段由于库岸再造，可能产生少量坍岸现象，可采用植树造林进行护岸。

根据可研资料，整个库区岸坡未发现有大滑坡体存在，多以小规模坍塌为主。目前库区左右岸稳定性较差的岸坡总长约为10668.8 m，水库蓄水后可能会产生坍岸问题。

根据可研资料，该河堤均采用浆砌石重力式结构，堤身陡，接近直立，堤基大部分设置在河水位频繁变化带内的残积粉质黏土上，河堤及堤后道路多处出现开裂、下沉等现象，由于河水的冲刷，基础外露及悬空现象也存在，水库修建后可能导致堤基土体被浸泡、冲刷、淘空，堤基抗冲刷稳定问题。少数堤段基础设置于基岩上，但由于墙后填土压实质量较差，排水设施布置不当，堤身质量较差，同样存在安全问题。

此外，正在修建的金城江城区污水管道沿龙江两岸防洪护堤堤基修建，多处已建成的防洪护堤受到损坏，因此建议在水库蓄水前对金城江城区已建的河堤进行专项勘察，检测及安全评价，根据安全评价结论进行除险加固。

库区位于河池——温平谷底内，谷地平坦开阔，两侧峰丛林立，峰高一般为200~300m，谷底高程约180~200m。库区区域地形相对封闭，水库北向、西向、南向均受到地下分水岭阻隔，地下水向龙江汇集。温平谷地也在区域高程相对低

区域，为地表水汇集，故从水文地质条件判断，水库亦不存在重大渗漏问题。

3.1.5 矿产资源

河池市地处环太平洋金属成矿带，属南岭成矿带的一部分。因此矿产资源特别是有色金属矿产资源十分丰富，具有矿种较齐全，共生、伴生矿种多，分布广，质量好，储量大，综合利用性强和价值高等特点。全市 11 个县、市（区）都有矿藏，已探明的有锡、锑、锌、铟、铜、铁、金、银、锰、砷等 46 个矿种，矿产地 172 处，其中大型 18 处，能源矿产主要有煤、石煤等，非金属矿产主要有硫、石灰岩、白云岩等，水气矿产主要有矿泉水，是全国著名的“有色金属之乡”，保有储量居广西首位的有锡、铅、锌、锑、铟等，是河池市优势矿产资源。

3.1.6 气象气候

工程所在龙江流域位于云贵高原东南侧，属亚热带季风气候区，气候温和，雨量充沛。夏季受热带海洋吹来的暖湿气流控制，高温湿热，暴雨频繁，雨洪较多；冬季受北方来干冷气流影响，干冷少雨。

据河池气象站资料统计，多年平均降雨量 1467mm，累年最大日降水量 186.7mm（1987 年 6 月 14 日），降雨年内分配很不均匀，4~10 月占全年雨量的 80%以上；无霜期长，年平均无霜期 347 天。全年日照时数 1350.9 小时，占可照时数的 30%。多年平均气温 20.4℃，极端最高气温 39.7℃，极端最低气温 -1.0℃；多年平均蒸发量 1519.3mm，；多年平均相对湿度 77%，历年最小相对湿度 36%；多年平均风速 1.1m/s，最大风速 28.0 m/s，最多风向为东风。

河池气象站的气象特征统计成果见下表 3.1-2。

表 3.1-2 河池气象站主要气象特征统计表

项目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
多年平均气压 (Hpa)	996.8	994.3	991.1	987.1	983.7	980.5	979.6	980.8	986.1	991.6	995.6	997.3	988.7
多年平均气温℃	1.37	10.8	12.2	16.1	20.8	24.7	26.8	28.1	27.7	25.9	22	17	12.6
多年极端最高气温℃	31.5	34.5	35.7	36.7	37.2	39.3	39.4	39.7	38.2	35.6	33.3	30.1	39.7
多年极端最低气温℃	-1	1	2.5	7.7	12.9	16.3	19.9	19.2	14.7	9.1	4.1	0.2	-1
多年平均相对湿度 (%)	73	76	77	79	79	80	79	80	77	75	75	72	77
降水量	31.5	42.2	58.4	129.3	211.5	265.6	223.6	233.8	101.7	81.8	56.7	31.1	1467.2

(mm)													
蒸发量 (mm)	65.1	66.6	93.4	122.1	155.1	161.8	195.3	192.7	170.4	131.1	91.1	74.6	1519.3
平均风速 (m/s)	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.1	1.2	1	1	0.9	0.9	1	1.1
最多风向	E C	E C	E C	E C	E C	E C	E C	E C	E C	E C	E C	E C	E C
日照时数 (小时)	70.8	55.4	66.6	83.8	113.8	115.6	172.3	190.6	169.4	129.5	106.7	98.5	1372.9

3.1.7 水文

1、主要支流与干流

本区发育的主要河流为龙江及其支流大环江。干流全长 367 km，流域面积 16878 km²，龙江年平均流量 151m³/s，年径流量 47.62×108m³。龙江自西向东穿过测区，过境长度约 39.6 km，过境段平均总坡度 0.76‰。河池城区龙江河段多年平均水位为 179.40m，多年平均最低水位为 177.02m。流域水系图见附图 2。

评价范围内，龙江的主要支流大环江，其发源于贵州省荔波县境内，在河池市的东江镇汇入龙江，流经工作区内长度 8.8 km。大环江平均纵坡度 0.9‰，最大年平均流量 93.7 m³/s（1996），平均水位年变幅 7.54 m。

2、径流

龙江径流主要由降雨形成，径流特性与降雨基本一致，每年 4~9 月为汛期，水量约占年总水量的 80%，10 月~次年 3 月为枯水期，其中最枯的 12 月~次年 1 月，仅占年总水量的 5.3%左右。

工程区域径流年际分配不均，由于工程区域范围较大，径流降雨亦随着空间不同存在差异，根据区域内的金城江水位站 1955~1978 年历年实测流量成果，来水量最大的年份为 1968 年，年平均流量为 250.7m³/s，最枯年为 1972 年，年平均流量为 78.4m³/s，最丰年径流是最枯年的 3.2 倍，最枯月平均流量 18.32m³/s。

根据计算的金城江 1955~2000 年连续 46 年历年平均径流系列，采用数学期望公式计算经验频率，用矩形公式计算参数均值和 Cv，再以皮尔逊—III型适线，得金城江水位站多年平均流量为 144m³/s，Cv=0.3，Cs=2.5Cv，金城江水位站平均流量频率计算成果见表 3.1-3，频率曲线图见图。金城江水位站多年平均径流年内分配见表 3.1-4。

表 3.1-3 金城江水位站年平均流量频率计算成果表

站名	均值 Q (m ³ /s)	Cv	Cs/Cv	保证率 P (%)					
				5	10	20	50	75	90
金城江水位站	144	0.3	2.5	223	202	179	138	112	93.6
代表年				1993	1979	1956	1977	1984	1989
代表年实测径流				218.5	202.1	176.4	136.7	110.5	96.5

表 3.1-4 金城江水位站多年平均径流年内分配表

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
平均流量 Q(m ³ /s)	25.1	30.8	40.0	95.0	220	381	380	276	115	72.5	55.0	31.6	144

本次计算成果与龙江流域上下游各级电站、水文站已有径流成果进行对比分析，如表 3.1-5，自上游至下游，径流成果变小，趋势复核域径流变化规律，认为本次径流设计成果是合理、可靠的。

表 3.1-5 龙江流域年径流设计成果比较表

名称	集雨面积 (km ²)	统计参数				设计频率 (%)					
		系列长度 (年)	均值 (m ³ /s)	Cv	Cs/Cv	5	10	20	50	76	90
下桥电站	4630	46	109	0.30	2.5	169	153	135	105	85.0	70.9
六甲电站	5500	46	127	0.30	2.5	202	182	161	125	101	84.5
金城江站	6199	46	144	0.30	2.5	223	202	179	138	112	93.6
三岔站	16280	44	391	0.30	2.5	606	547	485	375	305	254

3、洪水

根据金城江流域历年洪水资料分析：金城江城区洪水由区间洪水与上游洪水遭遇相叠加而成，上游荔波站流域产生多次连续雨锋降雨，出现多峰洪水过程，而后区间暴雨中心产生强度大、范围广的暴雨过程，促使下游出现大洪水。流域暴雨中心位于荔波与金城江之间。

主要暴雨期为 6~8 月，降雨量约占全年 70%左右，一般 4 月进入汛期，9 月底结束。工程所在流域暴雨洪水过程具有上涨快，退水较缓的特点，洪水历时约为 5~7 天，其中涨水 1~2 天，退水 3~5 天。每年最大洪水主要出现于 5~8 月。

表 3.1.6 金城江实测系列各月出现年最大洪峰统计表

月份	4	5	6	7	8	9	10	合计
出现年(年)	0	5	25	17	8	0	0	55
出现机(%)	0	9.1	45.5	30.9	14.5	0	0	100

根据金城江水位站 1955~2016 年共 62 年历年最大洪峰流量资料，加入 1848 年（1826 年作为同级洪水考虑）、1930 年 2 场历史大洪水，由于 1924 年、1945

年历史洪水小于 1970 年实测洪水，与实测系列基本同属一量级洪水，故不作特大值处理。考虑历史洪水重现期后，采用数学期望公式计算经验频率，用矩法公式计算均值和 C_v ，以皮尔逊—III 型适线，得到金城江水位站各频率设计洪峰成果，见表 3.1-7。

表 3.1-7 金城江水电站设计洪水成果表

项目	均值	C_v	C_s/C_v	0.2%	0.50%	1%	2%	3.3%	5%	10%	20%	50%
洪峰 Q_m (m^3/s)	2355	0.36	4	6250	5620	5130	4650	4300	4000	3480	2960	2170

3.1.8 水文地质条件

根据《河池市金城江水电站建设工程兴建对河池城区供水地下水源地影响水文地质评价报告》(2012, 广西壮族自治区地质环境监测总站), 评价范围内金城江饮用水水源地水文地质条件如下:

1、地下水类型

根据评价地层岩性的分布情况、碳酸盐岩和碎屑岩的组合特征、岩溶发育特征, 可将工作区地下水划分为三类:

(1) 松散岩类孔隙水

赋存于第四系残坡积及冲洪积层中, 主要分布在龙江两岸的河漫滩和阶地、岩溶谷地以及洼地底部, 多沿龙江两侧及沟谷呈带状展布。该含水岩组上部为杂色粘土, 夹碎石或碎石土; 下部为黄红色粘土、砂卵砾石, 最大厚度大于 30 m。孔隙水主要赋存在砂、卵砾石层中, 单位涌水量 0.5~1.5 L/s.m。

(2) 岩溶水

①碳酸盐岩裂隙溶洞水

主要赋存于纯碳酸盐岩和非纯碳酸盐岩类岩组地层中, 其地层岩性主要为灰岩、白云岩、白云质灰岩、泥质灰岩, 是工作区的主要地下水类型。

工作区主要为碳酸盐岩地层, 岩质较纯, 岩溶发育, 地表、地下岩溶现象分布密集, 受构造的控制, 许多区域地下岩溶呈条带状发育和分布。本区岩溶地下水多呈集中径流和集中排泄的特点, 地下水丰富, 流量大, 流速高。

②碎屑岩、碳酸盐岩裂隙溶洞水

主要赋存于碳酸盐岩和碎屑岩互夹的地层分布区, 有的以碳酸盐岩为主, 碳酸盐岩厚度大于 50%, 有的以碎屑岩为主, 碎屑岩厚度大于 50%。

(3) 碎屑岩裂隙水

赋存于碎屑岩分布区，主要存在于 C1y 和 D3t 地层中。该类地下水仅在工作区的东北角和下板附近分布面积稍大，其它区域仅零星分布。

2、岩溶地下水系统划分

根据《河池市金城江水电站建设工程兴建对河池城区供水地下水源点影响水文地质评价报告》(2012, 广西壮族自治区地质环境监测总站)可知, 金城江供水水源地有关的岩溶地下水划分为 6 个相对独立的地下水子系统: 马道地下河子系统 (I-1)、城北水厂地下河子系统 (I-2)、加祥地下河子系统 (I-3)、肯冲地下河子系统 (I-4), 城西水厂岩溶地下水子系统 (II-1)、岜片地下河子系统 (即城东水厂地下河子系统) (II-2)。其中, 加祥地下河子系统 (I-3) 和肯冲地下河子系统 (I-4) 的地下河排泄出口相同, 位于大村六队附近的龙江河谷, 两个子系统位于肯冲抽水井下游的分水岭界线难以准确确定, 没有划分。

3.1.9 泥沙

规划新建的金城江水电站位于金城江水位站下游 7.8km 处, 位于肯足和拉浪电站之间, 坝址控制集雨面积 6230 km², 占全流域面积的 36.9%。

龙江干流设有荔波、贵江、金城江和三岔等 4 个水文站, 其中有含沙量监测的水文站有金城江和三岔水文站。金城江水文站历年 (1954 年~至今) 监测资料显示: 多年平均输沙率 26.56kg/s, 多年平均含沙量 0.095kg/m³, 多年平均输沙量 83.9 万 t; 三岔水文站 (1954 年~至今) 历年监测资料显示: 多年平均输沙率 38.46kg/s, 多年平均含沙量 0.094kg/m³, 多年平均输沙量 121.36 万 t。

3.1.10 土壤

1、土壤类型

龙江流域内自然土壤可分为红壤、黄壤、石灰土、水稻土、冲积土、石灰岩土、紫色土等 7 个土类, 12 个亚类, 29 个土属, 88 个土种。自然土壤中红壤约占自然土壤普查面积的 95%。耕作土壤分为水稻土、耕型红壤、耕型石灰土、冲积土 4 个土类, 13 个亚类, 38 个土属, 91 个土种。耕作土壤中水稻土约占耕作土壤普查面积的 67%。

项目区土层土质较均匀, 厚度分不均, 水田、旱地厚度一般 0.1~1.0m, 林、草地表层腐殖土厚度一般 0.1~1.2m。土壤中大部分成土母质的肥力低, 地处高温

干热环境，土壤风化、淋溶作用强烈，物质循环周期短，有机质分解迅速，盐基大部分淋失，造成瘦瘠土壤比重大；岩溶地区分布广泛，漏水漏肥严重。在耕地土壤有机质含量中，碱解氮含量居中等偏低，普遍缺磷缺钾。

工程区占地区以红壤为主，龙江南面土壤类型为红壤，龙江北面土壤类型为棕色石灰土，土壤在天然状态下抗蚀性较好，但受人为扰动后，易被雨水冲刷。

根据现场踏勘并结合《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）确定工程区各地类土壤侵蚀模数背景值，见表 3.1-8。

表 3.1-8 项目区各地类土壤侵蚀模数背景值

序号	地类	坡度 (°)	植被覆盖度 (%)	侵蚀模数
				背景值 t/(km ² ·a)
1	旱地	<5	—	650
2	园地	<5	40~60	600
3	林地	<15	50~90	500
4	草地	3~10	<50	500
5	交通运输道路用地	3~10	—	800
6	河流水面	3	—	200
7	未利用地		—	500

2、水土流失现状

(1) 区域水土流失现状

按全国水土流失类型区的划分，项目涉及的金城江区属于水力侵蚀为主的西南土方山区，水土流失类型主要为水力侵蚀，一年中 4~10 月降雨区水土流失量最大。

根据广西第一次全国水利普查数据，工程所在的金城江区水土流失总面积为 417.87km²，占该县土地面积的 17.81%。水土流失以轻度、中度水力侵蚀为主。金城江区水土流失情况表见表 3.1-9。

表 3.1-9 项目所在的金城江区水土流失情况表

序号	县名	水力侵蚀					合计
		轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈	
1	金城江区	186.00	127.54	59.41	38.28	6.64	417.87
2	所占比例 (%)	44.51	30.52	14.22	9.16	1.59	100.00

(2) 工程区水土流失现状

根据项目组调查，工程区水土流失主要存在于以下二个区域，一是受龙江河流水起落浸泡及水流冲刷影响，岸坡局部地方出现小崩塌，存在安全隐患和水土流失；二是工程区现有河岸的人类活动也存在一定水土流失。

3、水土流失成因

造成水土流失的主要因素有两个方面：自然因素和人为因素。

(1) 自然因素

①降雨因素：项目区雨量充沛。多年平均年降雨量 1467mm，且全年降雨多集中在 4~10 月，由于降雨集中，强度大，强降雨后极易形成冲刷力强的地表径流，产生水土流失。

②土壤因素：金城江成土母质主要有砂页岩、石灰岩等，大部分为石山，半土石山，少部分是土山，山高，平地少，土层薄，抗蚀力差，易造成水土流失。

③植被因素：项目区植被多以低矮灌木为主，成年乔木覆盖程度较低，因此地表植被的涵养水源、保持水土能力较差，受水力冲刷后极易产生水土流失。

(2) 人为因素

建设单位的前期水土保持意识淡薄，随意弃渣、弃土，任意破坏植被现象比较普遍，对开挖面，堆渣体未采取保护措施，造成了水土流失。此外，乱砍滥伐、开荒等不合理的耕林地经营也会造成大量的水土流失。

4、水土保持现状

根据可研调查资料，本项目扰动地表面积 7.58hm²，损坏水土保持设施面积 4.66hm²，产生弃渣约为 25.52 万 m³（松方）。

根据广西第一次全国水利普查数据，金城江总共实施水土保持综合治理面积 19020.8hm²，主要措施包括梯田、水保林、经济林、封育治理等，具体见表 3.1-10。

表 3.1-10 项目区水土保持措施现状表

县（市）名	综合治理面积 (hm ²)	梯田 (hm ²)	水保林 (hm ²)	经济林 (hm ²)	封育治理 (hm ²)
金城江区	19020.8	10409.1	2423	1203.7	4985

3.2 陆生生态现状调查

3.2.1 陆生植被

3.2.1.1 调查范围

本次陆生生态现状调查主要引用《广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书》（广西水利电力勘测设计研究院，由广西师范学院环境与生命科学学院于 2016 年 3 月 3 日至 3 月 23 日进行）对龙江流域生态现状的部分调查结果，具体的调查的地点和设置的样方数量见表 3.2-1。

表 3.2-1 植被调查监测采样点

序号	工程项目	调查位点	调查范围	调查内容	植被样方样带设置
1	电站	拟建金城江电站	河岸		3
2	生态敏感区	饮用水水源保护区	肯冲水厂饮用水水源保护区和加辽水厂饮用水水源保护区		4

3.2.1.2 调查方法

1、植物样线普查

在工程项目周边的施工区域和淹没区域随机设置样点，重点调查项目周边的生态敏感区域及植被良好的区域，并充分考虑样点的均匀性和代表性。在各类型样点随机设置若干条样线，样线长度根据植被类型确定，一般 50~500m 不等。拍摄和采集样线两边所有新出现的植物物种，记录种名、高度、物候期和所处生境类型等信息。对资源植物和珍稀濒危植物调查采取野外调查和访问调查相结合的方法进行，记录沿线所见到的植物种类和植被类型。统计出调查区域的植物种类组成信息。

2、植物样方调查

在工程项目周边代表性区域（重点施工区域以及植被状况良好的区域）内随机设置 20m×20m 乔木样方若干个（根据景观多样性和植被类型的丰富度确定样方数量，一般 1 个代表性区域 3~5 个样方），再在 20m×20m 样方内设置随机设置 2 个 5m×5m 灌木样方和 4 个 1m×1m 草本小样方（4 个边角各 1 个）。对于乔木和灌木植物，调查并记录其种名、高度、基径和物候期等信息，对于草本植物，调查并记录其种名、平均高度、平均盖度和物候期等信息。同时，测定和记录地理坐标、海拔、坡度、坡向、土壤类型等环境数据。最后，对所有记录的数据进行整理和分析。

3.2.1.3 植被区划

依据《中国植被》、《广西植被》（第一卷）和《广西植被志要》（上下卷），评价范围地带性植被属于典型的常绿阔叶林，其类型包括有暖性针叶林、暖性落叶阔叶林、暖性灌丛和草丛、暖性人工林、暖性竹林。

参考《中国植被》及文献《广西天然植被类型分类系统》（苏宗明，1998）、《广西植被类型及其分类系统》（温远光等，2014）、《广西植被志要》、《广西植被》（第一卷），并结合对评价范围内现状植被中群落组成的建群种与优势种的外

貌，以及群落的环境生态与地理分布特征等分析，将评价范围自然植被划分为 5 个植被型组，6 个植被型，22 个群系。详见表 3.2-2。

表 3.2-2 评价区范围植被类型概况

	植被型组	植被型	群系中文名、拉丁名	分布情况
自然 植被	针叶林	暖性针叶林	马尾松群系 (Form. <i>Pinus massoniana</i>)	评价区零星分布
			杉木群系 (Form. <i>Cunninghamialanceolata</i>)	评价区广泛分布
	阔叶林	暖性落叶阔叶林	栓皮栎群系 (Form. <i>Quercusvariabilis</i>)	龙江河两岸山地广泛分布
			枫杨群系 (Form. <i>Pterocaryastenoptera</i>)	评价区零星分布
			枫香群系 (Form. <i>Liquidambarformosana</i>)	评价区广泛分布
			广东润楠群系 (Form.)	评价区石灰岩山地零星分布
	竹林	低山丘陵竹林	毛竹群系 (Form. <i>Phyllostachysheterocyclus</i> cv. <i>Pubescens</i>)	沿河河岸、居民点附近零星分布
			桂竹林 (Form. <i>Phyllostachys bambusoides</i>)	评价区域有分布
	灌丛	灌丛	桃金娘群系 (Form. <i>Rhodomyrtus tomentosa</i>)	评价区有分布
			小果蔷薇+火棘群系 (Form. <i>Trematomentosa</i> +))	评价区广泛分布
			盐肤木群系 (Form. <i>Litsea pungens</i> + <i>Rhus chinensis</i>)	评价区有分布
			红背山麻秆群系 (Form. <i>Alchornea trewioides</i>)	评价区广泛分布
			黄荆条群系 (Form. <i>Vitex negundo</i>)	评价有广泛分布
	草丛	禾草草丛	五节芒群系 (Form. <i>Miscanthus floridulus</i>)	评价区广泛分布
			狗牙根群系 (Form. <i>Eulaliopsis binata</i>)	龙江河流域范围内退耕地、荒地、河两岸广泛分布
			牛鞭草群系 (Form. <i>Hemarthria altissima</i>)	龙江河流域范围内主要分布于河岸、河滩较为潮湿处
			芦竹群系 (Form. <i>Arundo donax</i>)	靠近河流处有零星分布
			升马唐群系 (Form. <i>Digitaria ciliaris</i>)	河岸边、荒坡处有分布
			白茅群系 (Form.)	评价区广泛分布
		蕨类草丛	铁芒萁群系 (Form.)	评价区分布广泛
			芒萁群系 (Form. <i>Dicranopteris dichotoma</i>)	评价区分布广泛
			蕨菜群系 (Form.)	评价区分布广泛
人工 植被	经济林	经济林	板栗林 (Form. <i>Castanea mollissima</i>)	评价区零星分布
			油茶林 (Form. <i>Camellia oleifera</i>)	评价区零星分布
			油桐林 (Form. <i>Vernicia fordii</i>)	龙江河流域范围内广泛分布
			八角林 (Form. <i>Illicium verum</i>)	评价区零星分布

植被型组	植被型	群系中文名、拉丁名	分布情况
		桉树林 (Form. <i>Eucalyptus tereticornis</i>)	评价区分布广泛
	果木林	芭蕉林 (Form. <i>Musabasjoo</i>)	评价范围低谷地带区域有分布
		柿树林 (Form. <i>Diospyroskaki</i>)	评价区村庄附近有零星分布
		肉桂树林 (Form. <i>Cinnamomumcassia</i>)	龙江河流域范围内零星分布
		芒果树林 (Form. <i>Mangiferaindica</i>)	龙江河流域范围内广泛分布
		酸梅林 (Form. <i>Armeniacamume</i>)	评价范围零星分布
农作物	粮食作物	稻谷、玉米	龙江河流域范围内广泛分布
	经济作物	甘蔗、黄豆、花生、木薯、生姜	龙江河流域范围内广泛分布

3.2.1.4 库区植被类型

经调查,工程占用和淹没范围为龙江河两岸海拔相对较低区域,该区域多为次生植被和农作物,淹没的植物物种均为区域内常见种,物种多样性不高;且电站占地及淹没面积较小,占用的植物种类较少,生物量损失比例也很小。库区现状主要分布的是灌丛、草丛和人工植被,评价范围内无国家重点保护野生植物。项目区植被类型分布图见附图 20。

1、灌丛

在评价区内,灌丛是主要的植被类型,一般都是次生的,它不是一种地带性的植被类型。评价区灌丛面积较大,分布于山坡、林缘或者农田边缘等。

(1) 桃金娘灌丛 (Form. *Rhodomyrtus tomentosa*)

该群落是常绿阔叶林被砍伐后形成的。灌木层高 1m 左右,覆盖度 50-60%。常见的灌木种类有野牡丹、细齿叶柃木、南烛、乌饭树和枫香等;草本层覆盖度 70%, 芒萁的优势明显,覆盖度可达 50%, 常见种有野古草、芒草、四脉金茅、蕨菜、画眉草等;藤本植物种类不多, 只见菝葜、老鼠耳、酸藤子和卵叶菝葜等的零星分布。

(2) 小果蔷薇+火棘群系 (Form. *Trematomentosa*+))

该群落类型在中亚热带石山普遍分布。灌丛生长茂盛,覆盖度达 70%, 高 1-1.5m, 种类较多。该群落以小果蔷薇和火棘占优势, 广西绣线菊、马桑、冻绿也较常见, 幼树包括香叶树、枫香、水东哥、山胡椒和圆叶乌桕等; 草本层覆盖

度 40%，种类有蕨菜、地瓜、毛蕨、白茅等；藤本植物有石岩枫、粗叶悬钩子、老虎刺见血飞等。

(3) 盐肤木灌丛 (Form. *Rhus chinensis*)

灌木层盖度较大，达到 70%以上，群落高度在 2m 左右，灌木层植物种类较为丰富，盐肤木为群落优势种，灌木层主要伴生种有金樱子、梔子、欏木、算盘子、乌柏、山合欢、枫香、箭竹等，草本层较稀疏，盖度 20%-30%，主要种类有蜈蚣草、芒萁、小蓬草、鸡眼草、荆三棱、牛筋草、五节芒等。该灌丛类型一般在评价区如马尾松林等的次生林边缘或者林下间隙、农田边缘较多。

(4) 红背山麻秆灌丛 (Form. *Alchornea trewioides*)

该群落种类丰富，高 1-1.5m，盖度可达 80%，以红背山麻秆占优势，灰毛浆果楝、黄荆条、竹叶椒、矮棕竹、樟叶荚蒾和白饭树也较多，幼树有盐肤木、苹婆、黄连木、青篱柴和斜叶榕等；草本层种类也较多，包括荩草、细柄草、扭黄茅、类芦、芒草等。

(5) 黄荆条群系 (Form. *Vitex negundo*)

该群落为石灰岩森林遭受砍伐或火烧后形成。灌木层高 1-1.5m，覆盖度 70%，以黄荆条占优势，红背山麻秆、灰毛浆果楝、西南扁担杆、竹叶椒也较多，幼树有菜豆树、乌柏等；草本层盖度 30%，已臭干子草、荩草、白茅、细柄草、扭黄茅居多；藤本植物多见龙须藤、云实、老虎刺和雀梅藤。

2、草丛

评价区草丛分为禾草草丛和蕨类草丛 2 个植被型。

(1) 五节芒草丛 (Form. *Miscanthus floridulus*)

五节芒为禾本科，多年生草本植物。该灌丛在评价区主要分布于河岸堤、荒地，群落优势种为五节芒，且纯度较高，层高 0.3-1.5m，群落盖度 70%左右，生长较为茂盛。群落伴生主要有荩草、一年蓬、鸭跖草、狗牙根等草本。

(2) 牛鞭草草丛 (Form. *Hemarthria altissima*)

该群落在评价区内主要分布于河岸、河滩，呈零星分布，层高 0.3m 左右，以牛鞭草为建群种，伴生种较少，常见有水蓼、钻形紫菀、藿香蓟等。

(3) 升马唐草丛 (Form. *Digitaria ciliaris*)

该草丛在评价区主要分布于荒坡、荒地、河岸边，分布较广。群落以升马唐

为优势种，群落高度较低，层高 30-60cm，伴生种主要有藿香蓟、一年蓬、狗尾草、牛膝等。

(4) 狗牙根草丛 (Form. *Cynodondactylon*)

狗牙根灌草丛在评价区分布广泛，路边、农田及河滩上均有分布，群落以狗牙根为优势种，盖度为 70%-90%，主要的伴生种有车前、马唐、蒲公英、一年蓬、紫苏等。

(5) 白茅群系

该群落类型在评价区分布常见。盖度 90%左右，高 70cm，植物种类较多，以白茅和芒草占优势，混生有野古草、野青茅和金茅，零星分布有满山香、盐肤木和菝葜等灌木或藤本植物。

(6) 铁芒萁草丛 (Form. *Dicranopteris linearis*)

该群落主要分布于林缘、荒山，群落高度 0.4-0.8m，覆盖度较高，以铁芒萁占绝对优势，伴生种常见的有野古草、芒草、白茅等。

(7) 芒萁草丛 (Form. *Dicranopterisdichotoma*)

芒萁群落在评价区多分布于林缘、灌丛，在评价区较为常见。群落因生境而生长表现出差异，群落盖度 60%-80%，高度为 0.4-0.8m，伴生种类较少，蜈蚣草、芒萁、小蓬草、鸡眼草、荆三棱、牛筋草、五节芒等。

(8) 蕨菜草丛 (Form. *Pteridium aquilinum*)

芒萁群落在评价区多分布于林缘、荒山和林下，在评价区较为常见。群落因生境而生长表现出差异，群落盖度 60%-80%，高度为 0.4-0.8m，常见有毛蕨、野牡丹、白牛胆等。

3、人工植被

在评价区内存在大量的人工林，包括经济林和果木林，经济林有桉树林、板栗林、油茶林、油桐林、八角林。果木林有芭蕉林、柿树林、肉桂树林、杧果树林、酸梅林、竹林。

农作物种类较多，包括粮食作物和经济作物。粮食作物主要有水稻、玉米等；经济作物有甘蔗、黄豆、花生、木薯、生姜等。

3.2.2 陆生动物

1、动物种类

调查结果：本项目属龙江中下游，两岸人类活动频繁，人为干扰大，无大面积森林分布，该区域基本见不到大型野生动物。根据实地考察及对相关资料进行综合分析，调查区分布的陆生脊椎动物有 4 纲 21 目 47 科 70 属 78 种；无国家 I 级、II 级重点保护野生动物分布。

(1) 两栖动物

调查结果：区域内两栖动物有 1 目 2 科 4 属 4 种，均为东洋区和广布物种，无古北区物种。

根据生活习性的不同，调查区内的两栖类可分为以下 2 种生态类型：陆栖型：黑眶蟾蜍、中华大蟾蜍饰纹姬蛙，蟾蜍类在一些较潮湿的陆地上均有分布。树栖型：华南雨蛙，喜在树上或者庄稼叶片上活动。详见表 3.2-4。

表 3.2-4 评价范围两栖类动物组成

分类阶元	属性
无尾目 ANURA	
蟾蜍科 Bufonidae	
1.黑眶蟾蜍 <i>Bufo melanostictus</i>	
2.中华大蟾蜍 <i>Bufo gargarizans</i>	广布
3.华南雨蛙 <i>Hyla simplex</i>	
姬蛙科 Microhylidae	
4. 饰纹姬蛙 <i>Microhyla ornata</i>	

(2) 爬行类

调查结果：调查区内爬行类共有 2 目 4 科 4 属 7 种，其中游蛇科的种类最多，有 4 种，占 58%。毒蛇类 1 种：竹叶青蛇。。

调查区内爬行类分为 3 种生态类型。①灌丛石隙型：中国石龙子、竹叶青蛇。它们主要分布在调查区内的山林灌丛中，与人类活动关系较密切。②地栖傍水型：赤链蛇、黑眉锦蛇、虎斑颈槽蛇、中国水蛇。它们主要在调查区内潮湿的林地或溪流水体周围活动。③水栖型：鳖。详见表 3.2-5。

表 3.2-5 评价范围爬行类动物组成

分类阶元	属性
龟鳖目 TESTUDINES	
鳖科 Trionychidae	
1 鳖 <i>Trionyx sinensis</i>	广布种
有鳞目 SQUAMATA	
石龙子科 Scincidae	

分类阶元	属性
2 中国石龙子 <i>Eumeces chinensis</i>	
游蛇科 Colubridae	
3 赤链蛇 <i>Dinodon rufozonatum</i>	广布种
4 黑眉锦蛇 <i>Elaphe taeniura</i>	
5 虎斑颈槽蛇 <i>Rhabdophis tigrinus</i>	广布种
6 中国水蛇 <i>Enhydris chinensis</i>	
蝰科 Viperidae	
7 竹叶青蛇 <i>Trimeresurus stejnegeri</i>	

(3) 鸟类

调查结果：龙江干流分布有鸟类有 16 种，隶属于 5 目 13 科 16 种，以雀形目鸟类最多，共 9 种，占 56%。调查区内无国家 I 级，国家 II 级重点保护鸟类和区级重点保护鸟类。

16 种鸟类分为 5 种生态类型：①涉禽：白鹭，这些种类主要分布于河流两岸的滩涂，以及沼泽，水田等处；②陆禽：珠颈斑鸠等，主要分布于林地或农田区域；猛禽：③攀禽：普通翠鸟等，在龙江流域广泛分布；④鸣禽：雀形目的所有鸟类都为鸣禽，广泛分布，主要生境为树林或灌丛。详见表 3.2-6。

表 3.2-6 评价范围鸟类组成

分类阶元	物种属性		
鸛形目 CICONIDFORMES			
鹭科 Ardeidae			
1 白鹭 <i>Egretta garzetta</i>			
鸡形目 GALLIFORMES			
雉科 Phasianidae			
2.中华鹧鸪 <i>Francolinus pintadeanus</i>	留鸟	东洋种	
鸽形目 COLUMBIFORMES			V
鸠鸽科 Columbidae			
3.山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>	留鸟	广布种	
4.珠颈斑鸠 <i>Streptopelia chinensis</i>	留鸟	东洋种	
夜鹰目 CAPRIMULGIFORMES			
夜鹰科 Caprimulgidae			
5.普通夜鹰 <i>Caprimulgus indicus</i>	夏候鸟	东洋种	
佛法僧目 CORACIIFORMES			
翠鸟科 Alcedinidae			
6.普通翠鸟 <i>Alcedo atthis</i>	留鸟	广布种	
7.冠鱼狗 <i>Megaceryle lugubris</i>	留鸟	东洋种	
雀形目 PASSERIFORMES			
百灵科 Alaudidae			
8.小云雀 <i>Alauda gulgula</i>	留鸟	东洋种	

分类阶元	物种属性		
燕科 Hirundinidae			
9.家燕 <i>Hirundo rustica</i>	夏候鸟	古北种	
鹁鸪科 Motacillidae			
10.白鹁鸪 <i>Motacilla alba</i>	留鸟	广布种	
鸫科 Turdidae			
11.灰背燕尾 <i>Enicurus schistaceus</i>	留鸟	古北种	
12.小燕尾 <i>Enicurus scouleri</i>	留鸟	古北种	
画眉科 Timaliidae			
13.黑领噪鹛 <i>Garrulax pectoralis</i>	留鸟	东洋种	
鸦雀科 Paradoxornithidae			
14.斑胸鸦雀 <i>Paradoxornis flavirostris</i>	留鸟	东洋种	
雀科 Passeridae			
15.麻雀 <i>Passer montanus</i>	留鸟	古北种	
燕雀科 Fringillidae			
16.燕雀 <i>Fringilla montifringilla</i>	冬候鸟	广布种	

(4) 兽类

调查结果：龙江流域分布有兽类共有 3 目 5 科 6 属 8 种，兽类组成中以翼手目种类最多，有 6 种；其次为偶蹄目，共有 1 种。无国家 I 级、II 级和区级重点保护兽类分布。

分布的兽类中有穴居型种类，如臭鼩、鼠类等，这些动物主要分布在灌丛和农田中，其中小家鼠和褐家鼠等与人类关系密切；有营地下生活动物，如竹鼠；有营地面生活，如野猪；以及岩洞型生活的蝙蝠。详见表 3.2-8。

表 3.2-8 评价范围兽类组成

分类阶元	物种属性	
食虫目 INSECTIBORA		
鼯鼠科 Soricidae		
1.臭鼩 <i>Suncus murinus</i>	东洋种	
翼手目 CHIROPTERA		
蝙蝠科 Vespertilionidae		
2.普通伏翼 <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	广布种	
3.东方蝙蝠 <i>Vespertilio superansorientalis</i>	广布种	
鼠科 Muridae		
4.中华姬鼠 <i>Apodemus draco</i>	东洋种	
5.小家鼠 <i>Mus musculus</i>	古北种	
6.褐家鼠 <i>Rattus norvegicus</i>	广布种	
竹鼠科 Rhizomyidae		
7.银星竹鼠 <i>Rhizomys pruinosus</i>	东洋种	
偶蹄目 ARTIODACTYLA		

猪科 Suidae		
8.野猪 <i>Sus scrofa</i>	古北种	

3.3 水生生态现状调查

3.3.1 调查范围

本次水生生态现状调查引用《广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书》(广西水利电力勘测设计研究院, 由广西师范学院环境与生命科学学院于 2016 年 3 月 3 日至 3 月 23 日进行)对龙江流域生态现状的部分河段调查结果, 本工程涉及河段监测断面与监测采样点分布见表 3.3-1。

表 3.3-1 本工程涉及河段水生生态监测评价野外采样点

序号	采样点	GPS	海拔 (m)	样点设置 (针对水体与对象)	采样点属性
1	河池拔贡镇贡维村	N24°48'45.645" E107°52'18.574"	214	龙江干流 (本项目库区上游)	六甲水电站库区
2	河池东江镇瓦窑村大环江	N24°43'57.639" E108°9'22.418"	173	龙江支流 (大环江, 本项目大坝下游龙江支流)	自然河段
3	河池拉浪乡九路村	N24°34'39.348" E108°16'58.13"	158	龙江干流 (长瓦水电站库区, 拉浪电站下游)	自然河段

3.3.2 调查方法

按照《内陆水域渔业自然资源调查手册》、《淡水浮游生物研究方法》、《生物物种资源监测概论》、《自然保护野外研究技术》等专业方法进行采样和检测。

1、饵料生物

(1) 水生维管束植物

采用直接观察法和直接采集法, 根据野外实地观察直接鉴定物种。对不能现场鉴定的物种, 样品整株采集, 包括植株的根、茎、叶、花和果实, 样品力求完整, 按自然状态固定保存于自封袋中, 回实验室后鉴定。

(2) 浮游植物

浮游植物的定性样品用 25 号浮游生物网 (孔径 0.064mm) 采集, 并用 5% 甲醛溶液现场固定。浮游植物的定量样品用有机玻璃采水器在距水面 0.5m 处采集水样 5 升, 加鲁哥氏液固定 (使水样中鲁哥氏液浓度为 1.5%)。采集和固定后的定性样品在实验室中用显微镜和解剖镜进行观察和鉴定。浮游植物的定量样品带回实验室, 用沉淀器沉淀 48 小时后, 弃上清液, 使其浓缩至 20ml。浮游植物

细胞的计数是分别取摇匀后的各采样点浓缩样品 0.1ml，加入到浮游植物计数框中，在显微镜下计数，再换算成每升水中的数量。

(3) 浮游动物

原生动物和轮虫的采集采用 25 号浮游生物网在水中拖曳采集，将网头中的样品放入 50ml 样品瓶中，加福尔马林液 2.5ml 进行固定。枝角类和桡足类定性采集采用 13 号浮游生物网在水中拖曳采集，将网头中的样品放入 50ml 样品瓶中，加福尔马林液 2.5ml 进行固定。

将采集的原生动物样品在室内将样品摇匀后取 2 滴于载玻片上，盖上盖玻片后用显微镜检测种类。将采集的轮虫样品摇匀后取 2 滴于载玻片上，盖上盖玻片后用显微镜检测种类。将采集的枝角类和桡足类样品到入培养皿中，在解剖镜下将不同种类挑选出来置于载玻片上，盖上盖玻片后用压片法在显微镜检测种类。

(4) 底栖动物

底栖动物分三大类：软体动物、水栖寡毛类和水生昆虫幼虫。对深水区，用底泥采集器采集样品，每个采样点采泥样 3 个。对区浅水区，则用 D 形网采集长度为 1m 的底泥。砾石底质无法用采泥器挖取的，则用手抄网进行采样，同时还结合洗水草及翻动石头等方法。泥样倒入塑料桶中，对底泥中的砾石，要仔细刷下附着底栖动物，经 60 目分样筛筛选后拣出大型动物，剩余杂物加少许清水在白色解剖盘中用细吸管、尖嘴镊、解剖针分拣。标本用 75% 乙醇溶液保存。软体动物鉴定到种，水生昆虫（除摇蚊幼虫）至少到科；寡毛类和摇蚊幼虫至少到属。

2、鱼类

(1) 鱼类物种多样性和区系组成

采取捕捞、市场调查和走访相结合的方法，采集鱼类标本、收集资料、做好记录，标本用 10% 福尔马林溶液固定保存。通过对标本的分类鉴定，资料的分析整理，编制出鱼类种类组成名录。

(2) 鱼类资源现状

鱼类资源现状的调查采取社会捕捞渔获物统计分析结合现场调查取样进行。采用访问调查和统计表调查方法，调查资源量和渔获量。向当地渔业主管部门和渔民调查了解渔业资源现状以及鱼类资源管理中存在的问题。

(3) 重要、珍稀鱼类生境及“三场”

走访沿江居民和当地水产部门工作人员,了解不同季节鱼类主要集中地和鱼类种群组成,结合鱼类生物学特性和水文学特征,分析鱼类“三场”分布情况,并通过有经验的捕捞人员进行验证。

3.3.3 水生生物类型

3.3.3.1 饵料生物

(1) 水生维管束植物

见表 3.3-2, 监测期为龙江流域的枯水期, 龙江流域水体清澈。

表 3.3-2 龙江流域各采集点主要水生维管束植物名录

序号	中文名	拉丁名	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	水绵	<i>Spirogyra communis</i>	+								+
2	苦草	<i>Vallisneria natans</i>	+								
3	菹草	<i>Potamogeton crispus</i>	+								
4	龙须眼子菜	<i>Potamogeton pectinatus</i>	+								
5	大藻	<i>Pistia stratiotes</i>	+								
6	凤眼莲	<i>Eichhornia crassipes</i>					+				
7	轮叶黑藻	<i>Hydrilla verticillata</i>									+

监测结果: 观察记录到水生维管束植物 7 种, 其中凤眼莲和大藻为外来种。监测到的水生植物种类相对较少, 主要原因是大部分的监测点水体较深, 龙江上游河段底质为细沙和石砾, 水流较急, 不利于水生植物的生长。

大藻和凤眼莲本身具有很强的净化污水的能力, 但由于其无性繁殖速度极快, 大面积繁殖不仅遮挡阳光, 而且会消耗掉水中大量的溶解氧, 导致鱼虾等水生动物缺氧而死亡, 会在极大程度上破坏生态平衡。

(2) 浮游植物

具体见表 3.3-3。

表 3.3-3 龙江流域各采样点藻类各门的属和种类数量组成

浮游植物名称	数量	所占比例
蓝藻门	5	14.7%
硅藻门	11	32.4%
甲藻门	1	2.9%
裸藻门	2	5.8%
绿藻门	14	41.2%
黄藻门	1	2.9%
合计	34	100%

监测结果：共观察到浮游植物 34 种，分别隶属于蓝藻门、硅藻门、裸藻门、甲藻门、绿藻门和黄藻门。在 34 种中，硅藻门和绿藻门的种类最多，分别有 11 种和 14 种，分别占全部藻类的 32.4%和 41.2%；其次是蓝藻门，有 5 种，占全部藻类的 14.7%；裸藻门 2 种，占 5.8%；黄藻门 1 种，甲藻门 1 种。

本工程涉及河段的浮游植物细胞密度见表 3.3-4

表 3.3-4 本工程涉及河段采集点浮游植物主要类群密度统计表（单位：个/L）

中文名	河池拔贡镇贡维村	河池东江镇瓦窑村大环江	河池拉浪乡九路村
蓝藻门	36000	1000	1000
硅藻门	30500	2750	8250
甲藻门	0	2000	750
裸藻门	0	0	0
绿藻门	24000	25750	121250
黄藻门	750	250	1000
小计	91250	31750	132250

由上表可知，从细胞数量上来看都属于寡污至中污型。从细胞密度组成上看，以绿藻门的种类占优势。龙江上游地区水体透明度高，水质较好，虽然浮游植物的密度较高，但主要是由于附着在基地石头上的绿藻类如水棉等造成的。

（3）浮游动物

浮游动物在水生态系统结构、功能和生物生产力研究中占有重要地位，一般分为原生动物、轮虫、枝角类和桡足类四大类。在浮游生物网还采集到部分昆虫类动物。

本工程涉及河段采样点浮游动物密度见表 3.3-5。

表 3.3-5 本工程涉及河段采集点浮游动物主要类群密度统计表（单位：个/L）

类群分类	1	2	3
	河池拔贡镇贡维村	河池东江镇瓦窑村大环江	河池拉浪乡九路村
原生动物	36000	1000	0
轮虫类	30500	2750	1400
桡足类	0	2000	200
枝角类	0	0	0
昆虫类	24000	25750	0
小计	750	250	1600

表 3.3-6 本工程涉及河段采样点浮游动物各类群组成

原生动物	1 种	河池拔贡镇贡维村	河池东江镇瓦窑村大环江	河池拉浪乡九路村

原生动动物	1 种	河池拔贡镇贡 维村	河池东江镇瓦 窑村大环江	河池拉浪乡 九路村
小螺足虫	<i>Cochliopodium minutum</i>	+		
轮虫类	8 种			
前节晶囊轮虫	<i>Asplachna priodonta</i>		+	+
螺形龟甲轮虫	<i>Keratella cochlearis</i>		+	+
缘板龟甲轮虫	<i>Keratella quadrata</i>		+	
长肢多肢轮虫	<i>Polyarthra dolichoptera</i>			+
广布多肢轮虫	<i>Polyarthra vulgaris</i>		+	+
红多肢轮虫	<i>Polyarthra remata</i>			+
月形单趾轮虫	<i>Monostyla lunaris</i>		+	
没尾无柄轮虫	<i>Ascomorpha ecaudis</i>		+	
桡足类	6 种			
毛饰拟剑水蚤	<i>Paracyclops fimbriatus</i>	+		
近亲拟剑水蚤	<i>Paracyclops affinis</i>	+		
湖泊美丽猛水蚤	<i>Nitocra lacustri</i>	+		
大型中镖水蚤	<i>Sinodiaptomus sarsi</i>	+		+
猛水蚤 1	<i>Nitocra</i>		+	
猛水蚤 2	<i>Nitocra</i>	+		
枝角类	2 种			
秀体尖额溞	<i>Alona diaphana</i>	+		
点滴尖额溞	<i>Alona guttata</i>	+		
昆虫类	1 种			
羽摇蚊幼虫	Chironomidae	+		
小计	18 种	9	7	6

本工程涉及河段共检出浮游动物 18 种，其中轮虫种类 8 种，种类最多，占总种数 44.4%；桡足类 6 种，占总种数 33.3%；枝角类 2 种，占总种数 11.1%；原生动动物 1 种。占 5.56%。调查水域各监测点浮游动物组成中轮虫类与桡足类占绝对优势，枝角类与原生动动物较少。

(4) 底栖动物

本工程涉及河段底栖动物名录见表 3.3-7。

表 3.3-7 本工程涉及河段采集点底栖动物名录（表格中数字单位为：个/m²）

中文名	拉丁名	河池拔贡镇 贡维村	河池东江镇瓦 窑村大环江	河池拉浪乡 九路村
软体动物门				
瓶螺科				
1 带瓶螺	<i>Pila tischbeini</i>	5	2.5	
田螺科				

中文名	拉丁名	河池拔贡镇 贡维村	河池东江镇瓦 窑村大环江	河池拉浪乡 九路村
2 梨形环棱螺	<i>Bellamya purificata</i>			85
3 绘环棱螺	<i>Bellamya limnophila</i>	2.5		
4 方形环棱螺	<i>Bellamya quadrata</i>			52.5
5 中华圆田螺	<i>Cipangopaludina cahayensis</i>			2.5
黑螺科				
6 黑龙江短沟蜷	<i>Semisulcospira amurensis</i>			405
7 方格短沟蜷	<i>Semisulcospira cancellata</i>	35	12.5	100
8 色带短沟蜷	<i>Semisulcospira mandarina</i>			17.5
9 瘤拟黑螺	<i>Melanoides tuberculata</i>			7.5
贻贝科				
10 湖沼股蛤	<i>Limnoperna lacustris</i>		15	15
球蚬科				
11 闪蚬	<i>Corbicula nitens</i>	2.5	0	7.5
12 湖球蚬	<i>Sphaerium lacustre</i>			12.5
蚬科				
13 刻纹蚬	<i>Corbicula largillierti</i>			32.5
蚌科				
14 球形无齿蚌	<i>Anodonta globosula</i>	22.5	5	
节肢动物门				
长臂虾科				
15 秀丽白虾	<i>Exopalaemon modestus</i>	5	2.5	
16 中华小长臂虾	<i>Palaemonetes sinensis</i>	2.5		
昆虫纲				
17 亚洲瘦螳	<i>Ischnura asiatica</i>	2.5		
18 马大头	<i>Anax parthenope julius</i>		2.5	

大型底栖动物是重要的水质监测类群。一些河流种，如部分昆虫纲幼虫、蚬类均为清水指示种。在调查过程中，本项目库区上游，喜清洁底栖动物物种数量较多，说明该河段水质较好。水库型生境或水体较深的底质为泥的采集点河池拉浪乡九路村分布的较多数量和种类的底栖螺类。

涉及河段共采集到大型底栖动物 18 种。其中软体动物门有 14 种，占总种数的 77.78%；节肢动物门，共有 4 种，占总种数的 22.2%。

3.3.3.2 鱼类资源

1、鱼类区系特点

根据《中国淡水鱼类的分布区划》，龙江流域鱼类属于东洋区，南东亚亚区的华南小区。该流域以鲤形目鱼类最多；鲤形目中，又以鲤科鱼类为主占绝对优

势，有 74 种，占流域总数的 64.3%。鲤科鱼类种数多，分布广，数量大。

龙江流域作为珠江水系的一部分，地处亚热带季风区，气候温暖湿润，适合于暖水性鱼类生活。龙江干流河流中下游河谷平坦，水流量大，众多珠江流域常见和广布鱼类生活在此；大部分种类为适应性强的缓水型鱼类，而急流型鱼类相对较少。

2、鱼类种类组成

龙江本项目评价河段鱼类名录见表 3.3-8。

表 3.3-8 龙江本项目评价河段鱼类名录

中文名	拉丁名	备注
I 鲢形目	CHONDRICHTHYES	
i 鲢科	Dasyatidae	
1 赤鲢	Dasyatis akajei	EN
II 鳗鲡目	ANGUILIFORMES	
ii 鳗鲡科	Anguillidae	
2 花鳗鲡	Anguilla marmorata	EN\国家 II 级
III 脂鲤目	CHARACIFORMES	
iii 脂鲤科	Characidae	
3 短盖巨脂鲤	Colossoma brachypomun	外来种
IV 鲤形目	CYPRINIFORMES	
iv 鲤科	Cyprinidae	
4 马口鱼	Opsariichthyys bidens	小型鱼类
5 南方波鱼	Rasbora steineri	小型鱼类
6 瑶山鲤	Yaoshanicus arcus	小型鱼类
7 宽鳍鱲	Zacco platypus	小型鱼类
8 翘嘴鲌	Culter alburnus	
9 大眼华鲮	Sinibrama macrops	经济鱼类
10 海南华鲮	Sinibrama melrosei	
11 细鲮	Rasborinus lineatus	
12 鲮	Chetobius elongatus	
13 单纹似鲮	Luciocyprinus langsoni	VU
14 大眼近红鲌	Culter macrops	
15 餐	Hemiculter leucisculus	经济鱼类
16 南方拟餐	Pseudohemiculter dispar	经济鱼类
17 伍氏半餐	Hemidulterella wui	
18 鲮	Parabramis pekinensis	
19 三角鲂	Megalobrama terminalis	
20 团头鲂	Megalobrama amblycephala	
21 银鲴	Xenocypris argentea	

中文名	拉丁名	备注
22 细鳞鲮	<i>Xenocypris microlepis</i>	
23 飘鱼	<i>Pseudolaubuca sinensis</i>	
24 花鱼骨	<i>Hemibarbus maculatus</i>	
25 唇鱼骨	<i>Hemibarbus labeo</i>	
26 棒花鱼	<i>Annotina rivularis</i>	
27 银鮠	<i>Squalidus argentatus</i>	经济鱼类
28 点纹银鮠	<i>Squalidus woltestorffi</i>	
29 蛇鮠	<i>Saurogobio dabryi</i>	
30 小鯨	<i>Sarcocheilichthys parvus</i>	
31 黑鳍鯨	<i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	
32 小麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parva</i>	
33 福建小鰾鮠	<i>Microphysogobio fukiensis</i>	
34 长体小鰾鮠	<i>Microphysogobio elongates</i>	
35 乐山小鰾鮠	<i>Microphysogobio kiatingensis</i>	
36 片唇鮠	<i>Platysmacheilus exiguus</i>	
37 蛇鮠	<i>Saurogobio dabryi</i>	
38 短须鲮	<i>Acheilognathus barbatus</i>	
39 越南鲮	<i>Acheilognathus tonkinensis</i>	
40 广西副鲮	<i>Paracheilognathus meridianus</i>	
41 光倒刺鲃	<i>Spinibarbus hollandi</i>	
42 倒刺鲃	<i>Spinibarbus denticulatus</i>	
43 宜山金线鲃	<i>Sinocyclocheilus yishanensis</i>	
44 短身金线鲃	<i>Sinocyclocheilus brevis</i>	
45 条纹小鲃	<i>Puntius semifasciolatus</i>	
46 南方白甲鱼	<i>Onychosotoma gerlachi</i>	经济鱼类
47 粗须白甲鱼	<i>Onychosotoma barbata</i>	
48 小口白甲鱼	<i>Onychosotoma lini</i>	
49 稀有白甲鱼	<i>Onychosotoma rara</i>	
50 珠江卵形白甲鱼	<i>Onychosotoma ovalis</i>	
51 侧条光唇鱼	<i>Acrossocheilus parallens</i>	
52 长鳍光唇鱼	<i>Acrossocheilus longipinnis</i>	
53 虹彩光唇鱼	<i>Acrossocheilus iridescens</i>	
54 带半刺光唇鱼	<i>Acrossocheilus hemispinus</i>	
55 北江光唇鱼	<i>Acrossocheilus beokoamgemsos</i>	
56 鲮	<i>Cirrhinus molitorella</i>	
57 瓣结鱼	<i>Tor brevifilis</i>	
58 叶结鱼	<i>Tor zonatus</i>	EN
59 露斯塔野鲮	<i>Labeo rohita</i>	外来种
60 桂华鲮	<i>Sinilabeo decorus</i>	珍稀鱼类
61 唇鲮	<i>Semilabeo notabilis</i>	

中文名	拉丁名	备注
62 纹唇鱼	<i>Osteocheilus salsburyi</i>	
63 四须盘鮡	<i>Discogobio tetrabarbatus</i>	
64 东方墨头鱼	<i>Garra orientalis</i>	
65 柳城拟缨鱼	<i>Pseudocrossocheilus liuchengsis</i>	
66 异华鲮	<i>Parasinilabeo assimilis</i>	
67 卷口鱼	<i>Ptychidio jordani</i>	
68 大眼卷口鱼	<i>Ptychidio macrops</i>	EN
69 直口鲮	<i>Rectoris posehensis</i>	
70 高体鲮	<i>Rhodeus ocellatus</i>	
71 圆吻鲷	<i>Distoechodon tumirostris</i>	
72 赤眼鲮	<i>Squaliobarbus curriculus</i>	
73 青鱼	<i>Mylopharyngodon piceus</i>	
74 草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	经济鱼类
75 鲫鱼	<i>Carassius auratus</i>	经济鱼类
76 鲤鱼	<i>Cyprinus carpio</i>	经济鱼类
77 乌原鲤	<i>Procyprinus merus</i>	VU
78 三角鲤	<i>Cyprinus multitaeniata</i>	
v 鳅科	Cobitidae	
79 泥鳅	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	
80 中华花鳅	<i>Cobitis sinensis</i>	
vi 条鳅科	Nemacheilidae	
81 横纹南鳅	<i>Schistura fasciolatus</i>	
82 美丽小条鳅	<i>Micronemacheilus pulcher</i>	
83 平头岭鳅	<i>Oreonectes platycephalus</i>	
vii 爬鳅科	Balitoridae	
84 平舟原缨口鳅	<i>Vanmanenia pingchwenensis</i>	
85 中华近原吸鳅	<i>Erromyzon sinensis</i>	
86 贵州爬岩鳅	<i>Beaufortia kweichowensis</i>	
87 广西爬鳅	<i>Beaufortia kwangsiensis</i>	
88 伍氏华吸鳅	<i>Sinogastromyzon wui</i>	
89 壮体沙鳅	<i>Botia robusta</i>	
90 美丽沙鳅	<i>Botia pulchra</i>	
91 后鳍薄鳅	<i>Leptobotia posterodorsalis</i>	
92 斑纹薄鳅	<i>Leptobotia zebra</i>	
93 大斑薄鳅	<i>Leptobotia pellegrini</i>	
V 鲇形目	SILURIFORMES	
viii 胡子鲇科	Clariidae	
94 胡子鲇	<i>Clarias fuscus</i>	
ix 鲇科	Siluridae	
95 鲇	<i>Silurus asotus</i>	

中文名	拉丁名	备注
96 西江鲇	<i>Silurus glberti</i>	
97 越南鲇	<i>Silurus cochinchinensis</i>	
x 鲿科	Bagridae	
98 粗唇鲿	<i>Leiocassis crassilabris</i>	经济鱼类
99 条纹鲿	<i>Leiocassis virgatus</i>	
100 斑鳊	<i>Mystus guttatus</i>	
101 大鳍鳊	<i>Mystus macropterus</i>	
102 黄颡鱼	<i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	经济鱼类
xi 鮡科	Sisoridae	
103 福建纹胸鮡	<i>Glyptothorax fokiensis</i>	
xii 鲴科	Ictaluridae	
104 斑点叉尾鲴	<i>Ictalurus punctatus</i>	外来种
xiii 长臀鲴科	Cranoglanididae	
105 长臀鲴	<i>Cranoglanis boudierius</i>	VU
VI 鲿形目	CYPRONODONIFORMES	
xiv 胎鲿科	Poeciliidae	
106 食蚊鱼	<i>Gambusia affinis</i>	外来种
VII 鲈形目	PERCIFORMES	
xv 沙塘鳢科	Odontobutidae	
107 中华沙塘鳢	<i>Odontobutis sinensis</i>	
xvi 鲈科	Serranidae	
108 大眼鲈	<i>Simiperca kneri</i>	经济鱼类
109 斑鲈	<i>Siniperca scherzeri</i>	
xvii 丽鱼科	Cichlidae	
110 尼罗罗非鱼	<i>Tilapia niloticus</i>	外来种
111 莫桑比克罗非鱼	<i>Tilapia mossabicus</i>	外来种
xviii 斗鱼科	Belontiidae	
112 叉尾斗鱼	<i>Macropodus opercularis</i>	
xix 鰕虎鱼科	Bobiidae	
113 子陵吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius giuinus</i>	
114 溪吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius duospilus</i>	
xx 刺鲃科	Mastacembelidae	
115 大刺鲃	<i>Mastacembelus armatus</i>	
xxi 塘鳢科	Eleotridae	
116 尖头塘鳢	<i>Eleotris oxycephala</i>	
xxii 斗鱼科	Belontiidae	
117 叉尾斗鱼	<i>Macropodius opercularis</i>	
xxiii 鳢科	Channidae	
118 斑鳢	<i>Channa maculate</i>	
119 月鳢	<i>Channa asiatica</i>	

中文名	拉丁名	备注
VIII 合鳃鱼目	SYNBRANCHIFORMES	
xxiv 合鳃鱼科	Synbranchidae	
120 黄鳝	Monopterus albus	

表 3.3-9 龙江流域鱼类各目科、属和种数量组成

中文名	拉丁名	科数	属数	物种数
I 鲛形目	CHONDRICHTHYES	1	1	1
II 鳗鲡目	ANGUILIFORMES	1	1	1
III 脂鲤目	CHARACIFORMES	1	1	1
IV 鲤形目	CYPRINIFORMES	4	63	90
V 鲇形目	SILURIFORMES	6	8	12
VI 鲿形目	CYPRONODONIFORMES	1	1	1
VII 鲈形目	PERCIFORMES	9	9	13
VIII 合鳃鱼目	SYNBRANCHIFORMES	1	1	1
合计	8 目	24	85	120

调查结果：龙江流域记录鱼类 120 种，分属 8 目 24 科，其中鲤形目有 4 科 90 种，占总数的 75.0%；鲇形目 6 科 12 种，占总数的 10.0%；鲈形目有 9 科 13 种，占总数的 10.8%；合鳃鱼目、鳗鲡目、鲛形目、鲿形目、脂鲤目各 1 科 1 属 1 种，各占总数的 0.83%。

①外来种鱼类：斑点叉尾鮰、短盖巨脂鲤、露斯塔野鲮、食蚊鱼、尼罗罗非鱼和莫桑比克罗非鱼。食蚊鱼、尼罗罗非鱼和莫桑比克罗非鱼在流域部分水域已形成自然种群。

②龙江流域常见土著种经济鱼类：银鲷、翘嘴鲌、餐、鲤、草鱼、赤眼鲮、鲮、黄颡鱼、粗唇鲮、大刺鲃、黄鳝等。

③珍稀类、国家重点保护类：单纹似鲃、大眼卷口鱼、叶结鱼、乌原鲤、长臀鲮被列入《中国濒危动物红皮书》；桂华鲮为该流域珍稀种类。

3、鱼类的划分

龙江流域落差小，大部分河段水流较缓，较少急流型河段。分布的鱼类大多具有适应当地这种流水型自然河段和缓水型库区水生生境的形态特点。

1) 从生活类群看，可将本区域鱼类划分为 2 类：

①流水生态型鱼类：如福建纹胸鮡、广西爬鳅、贵州爬岩鳅、直口鲮、横纹南鳅、平舟原缨口鳅和大刺鲃等种类；

②缓流或静水生态型：如草鱼、鲤鱼、鲇鱼等。

2) 从食性上看, 这些鱼类可以划分为 4 类:

①刮食性: 如直口鲮、白甲鱼等, 它们的口下位, 口裂较宽, 口唇部发达, 有些种类下颌前缘具有锋利的角质, 适应于刮取生长于石上的藻类的摄食方式。该类群鱼类喜流水型生境, 常在一些自然河段有分布。

②底栖食性: 如鳅科鱼类和大刺鳅等, 它们的口部常具有发达的触须或肥厚的唇, 用以吸取食物。所摄取的食物, 部分生长在深水和缓流河段泥沙底质中的摇蚊科幼虫和寡毛类。与刮食性种类相近, 喜自然河段分布。

③食鱼虾性: 如鲇科、鲢科、鳊科、鮠科鱼类等, 这些肉食性鱼类口内有齿, 适应于猎取的摄食方式。这些鱼类常为喜水库型水体种类。

④杂食性鱼类: 如鲤、鲫、罗非鱼、麦穗鱼等。这些种类既摄食水生昆虫、虾类、软体动物等动物性饵料, 也摄食藻类及植物的残渣与种子等。该类群鱼类分布广、适应性强, 各类水体均有分布上。

4、鱼类分布特点

龙江流域的鱼类分布具不明显的区域性特征, 赤鲮和花鳊主要分布龙江下游与融江交汇江段, 在本项目评价河段没有分布。

由于龙江为柳州的支流, 柳江、西江干流有多个大型水电工程, 使龙江流域仅有少量海洋性洄游鱼类和长距离洄游性鱼类, 绝大数种类都为非洄游种类。赤鲮和花鳊虽然都是具有洄游性特征, 目前在龙江口江段虽然偶有捕获, 但捕获量极少。

5、鱼类资源现状

调查和访问结果表明, 龙江流域鱼类种类多, 调查发现的多数种类为小型鱼类。由于电站的修建, 众多电站大坝构成的库区环境, 适合于众多静水型鱼类的生长。

6、龙江干流部分鱼类习性特征

(1) 桂华鲮: 体长而侧扁, 背腹缘隆起, 尾柄高而短。吻端圆钝; 吻皮下垂覆盖住上唇中部, 边缘光滑。口下位。上唇紧包上颌。下唇与下颌分离, 下唇内缘有许多肉质小乳突。须 2 对。眼中等大。背鳍无硬刺。尾鳍叉形。鲜活个体青绿色, 背部尤深。腹部黄白色。体侧鳞片中心有红点。各鳍灰黑色。为江河底层鱼类, 常栖息于石隙中。主要以硅藻、丝状藻类及高等植物碎片为食。分布于

珠江水系的西江和北江，龙江流域广泛分布，但数量极少。

(2) 乌原鲤：体长，侧扁，略显菱形，背部隆起。头近圆锥形，鼻孔处稍凹。吻钝。口亚下位。唇发达。须 2 对，发达。眼大，侧上位。鳞中等大，侧线 42-45。背鳍外缘深凹，末根不分枝鳍条为硬刺，后缘具锯齿。腹鳍末端伸达肛门。尾鳍深分叉。头及体背侧暗黑色，腹部银白色，体侧每个鳞片基部具 1 小黑色，形成数条纵形条纹；各鳍深黑色。珠江流域广泛分布，龙江全域流都有分布但数量极少，偶有捕获。

(3) 赤魮：体盘近圆形，吻部薄，吻端尖突。眼小。喷水孔位于眼后。口、鼻孔、鳃孔、泄殖孔均位于腹面。口小，横裂，口底有乳突 5 个。齿细小。腹鳍后缘平切，前、后角圆钝。尾细长如鞭；尾刺之后背腹面各有 1 皮膜。体盘背面赤褐色，边缘略淡。体盘腹面乳白色，边缘桔黄色。

(4) 花鳊：体细长如蛇状。吻短，稍平扁。眼小。前鼻孔位于吻端两侧，后鼻孔在眼的前上方。口大，口裂略平直，后端伸达眼后缘的下方。唇厚，发达。鳃孔中等大，位于胸鳍基部前方。体被长椭圆形细鳞。奇鳍相连。胸鳍短小。尾鳍圆钝。肛门在臀鳍起点前方。体青灰色，腹部白色。

(5) 长臀鲩：体长，侧扁，背鳍起点为体最高处，最大体重可达 2kg，头扁平，略呈三角形，背面骨粗糙裸露。吻突出，钝圆。口近端位，弧形，上颌略突出。上颌齿带横列，中间有裂缝；下颌齿带明显，分为左右两块；齿绒状。两鼻孔相隔较远；前鼻孔近吻端，呈短管状；后鼻孔有 1 发达的鼻须，鼻须一般伸达眼后缘，个别略超过或达至眼中心。上颌须 1 对，下颌须 2 对。鳃孔大，鳃膜游离。匙骨后端尖形。体无鳞。侧线直线形，背鳍很高，尖刀形，位于体背前部；脂鳍短，后端游离；臀鳍甚很长，臀鳍条 26-34；胸鳍很低；腹鳍位于背鳍基后，伸达臀鳍；尾鳍尖叉状。体背侧橄榄色，腹侧乳白色。鳍灰白，基部黄色。

3.3.4 鱼类的“三场”

(1) 产卵场：通过访问当地水产部门专家、实地考察并结合龙江鱼类的生物学特性，龙江流域主要集中的产卵场主要有柳城凤山镇龙江与融江的交汇口段、宜州临江河与龙江汇口段、怀远镇小环江与龙江汇口段，流水型小型鱼类的产卵场散布于流域内各自然河段，而本工程库区范围内并无产卵场。

(2) 越冬场：河流鱼类的越冬场通常在水深的地方。龙江中下游流域为亚

热带地区，冬季低温时间较短。多数种类终年活动，其他种类的越冬场也散布于整个流域的深水区。中下游流域电站较多，多数电站的库区也成为鱼类的天然越冬场。龙江上游自然河段整体较长，冬季水量明显减少，零散分布的深水潭为鱼类提供了良好的越冬场。

(3) 索饵场：鱼类索饵场一般在食物比较丰富的地方，龙江流域沿岸人口密集，河流底质含泥量不大，流域水体水草并不丰富。由于该流域综合开发利用程度较高，建成了众多的大坝，静水环境有利于浮游生物量的增加，为各种鱼类提供了丰富的食物。流域未形成集中的索饵场。

本工程库区范围内无产卵场和水生生态保护区。但拦河筑坝也会影响下游河流鱼类至上游索饵，以及影响洄游鱼类的繁衍，建议根据河段的形态、水文、地质、工程布置及特征水位、调度运行方式等设置过鱼通道。

3.4 水环境质量调查和评价

3.4.1 地表水环境现状调查

3.4.1.1 水环境功能区划

根据国务院 2011 年批复的《全国重要江河湖泊水功能区划(2011-2030 年)》，工程影响范围内的河段属打狗河、龙江金城江-宜州开发利用区（一级水功能区）中龙江河池工业、农业用水区（二级水功能区）和龙江河池过渡区（二级水功能区）。水功能区水质目标均执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。本工程涉及的水功能区划分情况见表 3.4-1。

表 3.4-1 本工程涉及水功能区划表

序号	二级功能区	所在一级功能区	河段	范围			水质目标 (2020年)
				起始断面	终止断面	长度 (km)	
1	龙江河池过渡区	龙江河池工业、农业用水区	龙江	金城江区六甲镇	金城江区百旺村	20	III
2		打狗河、龙江金城江-宜州开发利用区		金城江区百旺村	大环江入龙江河口	8	III

3.4.1.2 区域污染源调查

1、工业污染源

根据广西入河排污口登记资料，龙江本项目库区入河排污口共有 4 个，其中

工业排污口 2 个。总的入河污水排放量 329.235 万 t/a，其中工业废水入河排放量 197.05 万 t/a，生活污水入河排放量 132.185 万 t/a，主要污染项目为化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷，入河排污口具体情况见表 3.4-2。

表 3.4-2 本项目库区入河排污口情况

序号	排污口名称	排污口位置	与电站距离 (km)	排水量 (万 t/a)	COD 排放量 (t/a)	氨氮排放量 (t/a)
1	河池化工	金城江区东江镇百旺	27(上游)	104.19	74.19	3.36
2	河池市南桥屠宰厂	金城江区北环路	7.1(上游)	92.86	42.86	3
合计						

2、生活污染源

根据调查和河池市市政局提供资料，金城江生活污水入河排放量最大，但该区 90%的生活污水经过河池市污水处理厂进行处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 B 标准后排放。2018 年龙江生活污水排放量如下表 3.4-3。

表 3.4-3 库区生活污水排放及入河量表

流域涉及乡镇	涉及村屯个数	涉及人口 (万人)	污水产生量 (万 m ³ /a)	COD 排放量 (t/a)	氨氮排放量 (t/a)
金城江区	城区	26.3	1800	457.2	48.6
六甲镇	六甲镇	0.65	47.45	94.9	47.4

根据现场调查，龙江一桥下游—九龙桥之间北岸还存在一些生活污水直排口（如下图），为保障蓄水后库区水质，金城江区应完善城区生活污水截流工作，将未纳入污水管网收集的生活污水进行截流收集，消除生活污水直排龙江的情况，保障库区水质稳定达标。

根据调查，库区上游唯一乡镇六甲镇目前还未建设污水处理厂，目前生活污水直接排入龙江，排口位于本项目大坝上游 27km，肯足电站大坝下游 1km 处。六甲镇计划明年建设污水处理厂，建成后该镇入河污染物可大幅削减。



图 3.4-1 龙江一桥—九龙桥北岸现状生活污水直排口

3、农业面污染源

龙江流域两岸以农业种植为主，易造成农业面源污染。根据 2016 年《广西年鉴》，以及河池市相关部门提供的数据，经由龙江干流沿岸农业面源污染源折算后得到本工程沿岸农业面源污染源估算如下表 3.4-4 所示。

表 3.4-4 本工程沿岸农业面源污染源估算表 单位：t/a

污染源	化肥使用量		营养元素入河量		
			氨氮	总氮	总磷
农业面源 0.16 万亩	氮肥	530	0.73	7.33	—
	磷肥	210	—	—	1.85
	复合肥	395	0.18	1.78	0.79
合计	—	—	0.91	9.11	2.64

3.4.1.3 地表水现状监测

1、地表水监测布点、频次、时间

监测日期：2017 年 8 月 8 日~2017 年 8 月 10 日。

本次地表水现状监测共布设 9 个监测断面。地表水环境监测断面设置、监测项目及监测频次情况见表 3.4-5，监测布点图见附图 14-1。

评价单位于 2017 年 12 月对温平河和肯研河汇入龙江口断面进行监测，两个断面一些因子出现超标，为查清两条河超标范围，评价单位于 2018 年 11 月分别对温平河和肯研河全段进行了补充监测。

表 3.4-5 龙江监测断面、项目、频率一览表

序号	编号	水体名称	具体位置	监测原因	监测断面取样点的布设	监测项目	监测频次
1	W1	龙江	高功屯下游 300m 回水段上游 200m	回水区上游水质现状	取样断面上各距岸边三分之一水面宽处, 设一条取样垂线 (应在有较明显水流处)	水温、pH、SS、DO、COD、BOD ₅ 、高锰酸盐指数、氨氮、总氮、总磷、石油类、粪大肠菌群、阴离子表面活性剂、汞、砷、铅、镉、锌、铜、六价铬、挥发酚、硫化物等 22 项, 其中 W4 金城江坝上游 200m 和 W8 拟建项目坝址断面增加监测项目叶绿素 a	连续监测 3 天, 每天采样一次
2	W2		岜仑村铁路桥下游 200m	了解回水段水质现状	在取样断面的主流线上及距两岸不少于 0.5m, 并有明显水流的地方, 各设一条取样垂线, 共 3 条取样垂线		
3	W3		金城江老街桥(龙江二桥)下游 200m	了解回水段进入城区前水质现状			
4	W4		金城江坝上游 200m	水文特征突变处			
5	W5		金城江上任桥下游 200m	典型城区重要水工建筑			
6	W6		金城江污水处理厂上游 500m	规模性排污口			
7	W7		金城江污水处理厂下游 500m				
8	W8		坝址位置	了解库区水质现状			
9	W9		厂房下游 1000m	了解厂房尾水水质现状			

表 3.4-6 2017 年 12 月肯研河、温平河监测断面、项目、频率一览表

序号	编号	水体名称	具体位置	监测原因	监测项目	监测频次
1	W10	肯研河	肯研河汇入口处上游 200m	了解肯研河汇入龙江前的水质现状	水温、pH、SS、DO、COD、BOD ₅ 、高锰酸盐指数、氨氮、总氮、总磷、石油类、粪大肠菌群、阴离子表面活性剂、汞、砷、铅、镉、锌、铜、六价铬、挥发酚、硫化物等 22 项,	连续监测 3 天, 每天采样一次
2	W11	温平河	温平河汇入口处上游 200m	了解温平河汇入龙江前的水质现状		

表 3.4-7 2018 年 11 月肯研河、温平河监测断面、项目、频率一览表

序号	水体名称	具体位置	监测项目	监测频次
1	肯研河	肯研河汇入龙江口上游 100m	水温、pH、SS、DO、	连续监测 3 天, 每天采样
2		西环路跨河处上游 50m	COD、BOD ₅ 、高锰酸	

3	温平河	城西大道跨河处上游 100m	盐指数、氨氮、总氮、	一次
4		323 国道跨河处上游 200m	总磷、石油类、粪大	
5		廷榄小河	肠菌群、阴离子表面	
6		都腊小河	活性剂、汞、砷、铅、	
7		加辽社区断面	镉、锌、铜、六价铬、	
8		北环路跨河处上游 150m	挥发酚、硫化物等 22	
9		下妹屯断面	项，	
10		下社水库汇入口下游 200m		

2、垂线上取样水深的确定

在一条垂线上，水深大于 5m 时，在水面下 0.5m 水深处及距河底 0.5m 处，各取样一个；水深为 1~5m 时，只在水面下 0.5m 处取一个样；在水深不足 1m 时，取样点距水面不应小于 0.3m，距河底也不应小于 0.3m。

水样的对待：每个取样断面每次只取一个混合水样，即在该断面上，各处所取的水样混匀成一个水样。

3、监测分析方法

监测分析方法按国家环境保护局发布的 HJ/T91-2002 《地表水和污水监测技术规范》中的有关规定进行。

4、评价标准

地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。对于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）未列入的悬浮物，参照《地表水资源质量标准》（SL63-94）。

表 3.4-8 《地表水环境质量标准》单位：mg/L（pH 值、粪大肠菌群除外）

类别	pH 值	DO \geq	COD \leq	总氮 \leq	BOD ₅ \leq	氨氮 \leq	总磷 \leq
III类	6~9	5	20	1.0	4	1.0	0.2
类别	SS* \leq	汞 \leq	砷 \leq	铅 \leq	镉 \leq	锌 \leq	铜 \leq
III类	30	0.0001	0.05	0.05	0.005	1.0	1.0
类别	高锰酸盐指数 \leq	石油类 \leq	粪大肠菌群（个/L） \leq	阴离子表面活性剂 \leq	挥发酚 \leq	硫化物 \leq	六价铬 \leq
III类	6	0.05	10000	0.2	0.005	0.2	0.05

*SS 采用 SL63-94 《地表水资源质量标准》

5、评价方法

采用《环境影响评价技术导则》中推荐的标准指数法进行评价。公式为：

$$S_{i,j} = C_{ij} / C_{si}$$

式中：

$S_{i,j}$ ——污染物 i 在监测点 j 的的指数，标准指数大于 1，说明水质已受到该污染物的污染；

C_{ij} ——污染物 i 在监测点 j 的浓度；

C_{si} ——水质参数 I 的地面水水质标准。

DO 的标准指数为：

$$S_{DO,j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad DO_j \geq DO_f$$

$$S_{DO,j} = DO_s / DO_j \quad DO_j < DO_f$$

式中：

$S_{DO,j}$ ——单项水质参数 DO 在 j 点的污染指数；

DO_f ——饱和溶解氧浓度， $DO_f = 468 / (31.6 + T)$ ，mg/L；

DO_j ——单项水质参数 DO 在 j 点的浓度，mg/L；

DO_s ——溶解氧的地表水水质标准，mg/L；

T ——水温， $^{\circ}C$ 。

pH 的标准指数为：

$$S_{PH,j} = \frac{7.0 - PH_j}{7.0 - PH_{sd}} \quad PH_j \leq 7.0$$

$$S_{PH,j} = \frac{PH_j - 7.0}{PH_{su} - 7.0} \quad PH_j > 7.0$$

PH_j —— j 点的 pH 值；

PH_{sd} ——地表水水质标准中规定的 pH 值下限；

PH_{su} ——地表水水质标准中规定的 pH 值上限。

水质参数的标准指数 >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，说明该水质参数污染越严重。

6、监测结果及评价

各断面的监测结果见表 3.4-7，由监测结果可知，龙江各断面所监测项目（水

温、总氮、粪大肠菌群不参与评价)的监测值均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准,水质达标率 100%,说明评价河段各断面水质良好。将肯冲、加辽和城北水厂地下河出口上游龙江 1#和 2#断面监测结果与地下水 III类标准进行对比,两个断面数据均优于地下水 III类标准,评价结果见表 3.4-9~3.4-11。

根据 2017 年 12 月监测结果,肯研河汇入龙江口上游 200m 断面溶解氧,温汇入龙江口上游 200m 断面平河悬浮物、溶解氧、化学需氧量、五日生化需氧量、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、砷、挥发酚、阴离子表面活性剂均达不到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准,其余各项监测因子达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准。

根据 2018 年 11 月监测结果,肯研河汇入龙江上游 100m 断面溶解氧、氨氮和总磷出现超标,超标率 100%,最大超标倍数分布为 0.27、0.79 和 0.05 倍;肯研河西环路上游 50m 出氨氮超标,超标率 100%,最大超标倍数 0.65 倍。温平河下社水库入口下游 200m 断面溶解氧出现超标,超标率 100%,最大超标倍数 0.27 倍。肯研河超标原因主要是由于生活污染源造成,随着水环境整治,村屯污水收集处理达标排放和清淤等整治措施的实施,控制外源污染和内源污染,水质可逐渐改善。温平河上游水质均较好,出现一个断面溶解氧超标可能与周边村屯生活污水排入河有关,随着温平河水环境整治的进行,村屯污水收集处理达标排放和清淤等整治措施的实施,控制外源污染和内源污染,温平河水质将逐渐改善。

表 3.4-7 龙江监测数据统计结果 单位: mg/L (pH 及特别注明者除外)

监测断面 编号	项目	水温 (°C)	pH 值 (无量纲)	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	五日生化 需氧量	高锰酸盐 指数	氨氮	总氮	总磷	六价铬	石油类
1#	8月8日	25.0	8.08	10	7.2	8	0.9	0.9	0.099	0.61	0.03	0.004L	0.01
	8月9日	25.1	8.18	13	7.1	7	0.7	1.0	0.059	0.60	0.03	0.004L	0.01
	8月10日	25.0	8.12	11	7.3	7	1.2	1.0	0.082	0.61	0.03	0.004L	0.01
	标准值	—	6~9	30	≥5	≤20	≤4	≤6	≤1.0	—	≤0.2	≤0.05	≤0.05
	Si _j	—	0.54~0.59	0.333~0.367	0.68~0.70	0.35~0.40	0.175~0.30	0.15~0.167	0.059~0.099	—	0.15	0.04	0.2
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
2#	8月8日	25.2	7.98	8	6.9	7	0.8	1.0	0.059	0.62	0.03	0.004L	0.01
	8月9日	25.0	8.20	10	6.4	7	0.8	1.0	0.062	0.63	0.03	0.004L	0.01
	8月10日	25.1	8.06	7	7.2	7	0.8	1.0	0.067	0.63	0.04	0.004L	0.01
	标准值	—	6~9	30	≥5	≤20	≤4	≤6	≤1.0	—	≤0.2	≤0.05	≤0.05
	Si _j	—	0.49~0.60	0.233~0.333	0.69~0.78	0.35	0.2	0.167	0.059~0.067	—	0.15~0.2	0.04	0.2
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
3#	8月8日	25.2	8.05	11	6.6	7	0.8	0.9	0.048	0.56	0.03	0.004L	0.01
	8月9日	25.0	8.11	8	6.9	7	1.0	0.8	0.062	0.58	0.03	0.004L	0.01
	8月10日	25.0	8.01	10	6.8	7	0.9	0.9	0.056	0.55	0.02	0.004L	0.01
	标准值	—	6~9	30	≥5	≤20	≤4	≤6	≤1.0	—	≤0.2	≤0.05	≤0.05
	Si _j	—	0.505~0.555	0.233~0.367	0.72~0.76	0.35	0.2~0.25	0.133~0.15	0.048~0.062	—	0.1~0.15	0.04	0.2
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
4#	8月8日	25.0	8.00	8	7.0	8	0.7	1.0	0.068	0.67	0.02	0.004L	0.01
	8月9日	25.0	8.23	7	6.7	7	0.6	1.0	0.067	0.56	0.03	0.004L	0.01
	8月10日	25.2	8.17	10	6.7	8	0.9	0.9	0.067	0.67	0.03	0.004L	0.01
	标准值	—	6~9	30	≥5	≤20	≤4	≤6	≤1.0	—	≤0.2	≤0.05	≤0.05
	Si _j	—	0.5~0.615	0.233~0.333	0.71~0.75	0.35~0.4	0.15~0.225	0.15~0.167	0.067~0.068	—	0.1~0.15	0.04	0.2

监测断面编号	项目	水温(℃)	pH 值(无量纲)	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	五日生化需氧量	高锰酸盐指数	氨氮	总氮	总磷	六价铬	石油类
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
5#	8月8日	25.1	8.27	10	7.3	9	1.2	0.9	0.032	0.59	0.03	0.004L	0.01
	8月9日	25.2	8.26	12	7.0	8	1.0	0.8	0.065	0.64	0.03	0.004L	0.01
	8月10日	25.0	8.21	9	7.2	8	1.1	0.8	0.054	0.64	0.03	0.004L	0.01
	标准值	—	6~9	30	≥5	≤20	≤4	≤6	≤1.0	—	≤0.2	≤0.05	≤0.05
	Si _j	—	0.605~0.635	0.3~0.4	0.70~0.71	0.4~0.45	0.25~0.3	0.133~0.15	0.032~0.065	—	0.15	0.04	0.2
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
6#	8月8日	25.2	8.32	9	6.4	10	1.0	0.9	0.040	0.70	0.02	0.004L	0.01
	8月9日	25.1	8.10	11	6.8	10	0.8	1.1	0.070	0.68	0.02	0.004L	0.01
	8月10日	25.0	8.19	8	7.3	9	0.7	1.0	0.051	0.68	0.03	0.004L	0.01
	标准值	—	6~9	30	≥5	≤20	≤4	≤6	≤1.0	—	≤0.2	≤0.05	≤0.05
	Si _j	—	0.55~0.66	0.267~0.367	0.68~0.78	0.45~0.5	0.175~0.25	0.15~0.183	0.04~0.07	—	0.1~0.15	0.04	0.2
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
7#	8月8日	25.0	8.20	7	7.2	9	0.7	1.0	0.056	0.56	0.03	0.004L	0.01
	8月9日	25.2	8.22	8	7.1	9	0.6	0.9	0.059	0.62	0.02	0.004L	0.01
	8月10日	25.2	8.16	11	7.2	7	0.9	0.9	0.048	0.61	0.02	0.004L	0.01
	标准值	—	6~9	30	≥5	≤20	≤4	≤6	≤1.0	—	≤0.2	≤0.05	≤0.05
	Si _j	—	0.58~0.61	0.233~0.367	0.67~0.70	0.35~0.45	0.15~0.225	0.15~0.167	0.048~0.059	—	0.1~0.15	0.04	0.2
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
8#	8月8日	25.1	8.24	11	6.2	9	1.1	0.9	0.046	0.62	0.03	0.004L	0.01
	8月9日	25.2	8.19	13	6.8	9	1.3	1.0	0.043	0.55	0.02	0.004L	0.01
	8月10日	25.1	8.22	12	7.3	7	1.0	0.9	0.051	0.58	0.04	0.004L	0.01
	标准值	—	6~9	30	≥5	≤20	≤4	≤6	≤1.0	—	≤0.2	≤0.05	≤0.05

监测断面 编号	项目	水温 (°C)	pH 值 (无量纲)	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	五日生化 需氧量	高锰酸盐 指数	氨氮	总氮	总磷	六价铬	石油类
	Si _j	—	0.595~0.62	0.367~0.433	0.68~0.81	0.35~0.45	0.25~0.325	0.15~0.167	0.043~0.051	—	0.1~0.15	0.04	0.2
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
9#	8月8日	25.0	8.08	10	6.7	11	1.0	0.9	0.039	0.66	0.03	0.004L	0.01
	8月9日	25.0	8.00	9	6.9	11	0.8	0.9	0.054	0.54	0.02	0.004L	0.01
	8月10日	25.1	8.04	11	7.0	9	1.1	1.0	0.048	0.64	0.04	0.004L	0.01
	标准值	—	6~9	30	≥5	≤20	≤4	≤6	≤1.0	—	≤0.2	≤0.05	≤0.05
	Si _j	—	0.5~0.54	0.3~0.367	0.71~0.75	0.45~0.55	0.2~0.275	0.15~0.167	0.039~0.054	—	0.1~0.2	0.04	0.2
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0

续表 3.4-7 地表水监测统计结果

监测项目 监测点位	项目	砷 (μg/L)	汞 (μg/L)	铜 (μg/L)	铅 (μg/L)	镉 (μg/L)	锌 (mg/L)	挥发酚 (mg/L)	硫化物 (mg/L)	阴离子表面 活性剂 (mg/L)	粪大肠菌群 (个/升)	叶绿素 a (mg/m ³)
1#高功屯下游 300m 回水段上游 200m	8月8日	0.5	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0011	0.005L	0.05L	7.9×10 ³	—
	8月9日	0.6	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0012	0.005L	0.05L	4.9×10 ³	—
	8月10日	0.4	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0014	0.005L	0.05L	6.3×10 ³	—
	标准值	≤50	≤0.1	≤1000	≤50	≤5	≤1	≤0.005	≤0.2	≤0.2	—	—
	Si _j	0.008~0.01	0.2	0.0005	0.1	0.1	0.025	0.22~0.28	0.0125	0.125	—	—
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
2#岫仑村铁路桥 下游 200m	8月8日	1.7	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0014	0.005L	0.05L	7.0×10 ³	—
	8月9日	1.7	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0012	0.005L	0.05L	9.4×10 ³	—
	8月10日	2.0	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0013	0.005L	0.05L	7.9×10 ³	—
	标准值	≤50	≤0.1	≤1000	≤50	≤5	≤1	≤0.005	≤0.2	≤0.2	—	—
	Si _j	0.034~0.04	0.2	0.0005	0.1	0.1	0.025	0.24~0.28	0.0125	0.125	—	—

	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—

续表 3.4-7 地表水监测统计结果

监测项目 监测点位	项目	砷 ($\mu\text{g/L}$)	汞 ($\mu\text{g/L}$)	铜 ($\mu\text{g/L}$)	铅 ($\mu\text{g/L}$)	镉 ($\mu\text{g/L}$)	锌 (mg/L)	挥发酚 (mg/L)	硫化物 (mg/L)	阴离子表面 活性剂 (mg/L)	粪大肠菌群 (个/升)	叶绿素 a (mg/m^3)
3#金城江老街桥（龙江二桥）下游 200m	8月8日	1.3	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0011	0.005L	0.05L	1.4×10^4	—
	8月9日	1.3	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0013	0.005L	0.05L	1.1×10^4	—
	8月10日	1.4	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0012	0.005L	0.05L	9.4×10^3	—
	标准值	≤ 50	≤ 0.1	≤ 1000	≤ 50	≤ 5	≤ 1	≤ 0.005	≤ 0.2	≤ 0.2	—	—
	Si _j	0.026~0.028	0.2	0.0005	0.1	0.1	0.025	0.22~0.26	0.0125	0.125	—	—
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
4#金城江坝上游 200m	8月8日	1.4	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0012	0.005L	0.05L	3.5×10^4	7.1
	8月9日	1.0	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0010	0.005L	0.05L	3.5×10^4	7.9
	8月10日	1.4	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0011	0.005L	0.05L	5.4×10^4	6.9
	标准值	≤ 50	≤ 0.1	≤ 1000	≤ 50	≤ 5	≤ 1	≤ 0.005	≤ 0.2	≤ 0.2	—	—
	Si, j	0.02~0.028	0.2	0.0005	0.1	0.1	0.025	0.2~0.24	0.0125	0.125	—	—
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
5#金城江上任桥 下游 200m	8月8日	1.3	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0010	0.005L	0.05L	2.4×10^4	—
	8月9日	1.0	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0011	0.005L	0.05L	2.2×10^4	—
	8月10日	1.3	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0012	0.005L	0.05L	2.2×10^4	—
	标准值	≤ 50	≤ 0.1	≤ 1000	≤ 50	≤ 5	≤ 1	≤ 0.005	≤ 0.2	≤ 0.2	—	—

	Si _j	0.02~0.026	0.2	0.0005	0.1	0.1	0.025	0.2~0.24	0.0125	0.125	—	—
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
6#金城江污水处理厂 上游 500m	8月8日	1.2	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0010	0.005L	0.05L	5.4×10 ⁴	—
	8月9日	1.3	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0013	0.005L	0.05L	3.5×10 ⁴	—
	8月10日	1.1	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0011	0.005L	0.05L	5.4×10 ⁴	—
	标准值	≤50	≤0.1	≤1000	≤50	≤5	≤1	≤0.005	≤0.2	≤0.2	—	—

续表 3.4-7 地表水监测统计结果

监测项目 监测点位	项目	砷 (μg/L)	汞 (μg/L)	铜 (μg/L)	铅 (μg/L)	镉 (μg/L)	锌 (mg/L)	挥发酚 (mg/L)	硫化物 (mg/L)	阴离子表面 活性剂 (mg/L)	粪大肠菌群 (个/升)	叶绿素 a (mg/m ³)
6#金城江污水处理厂 上游 500m	Si _j	0.022~0.026	0.2	0.0005	0.1	0.1	0.025	0.2~0.26	0.0125	0.125	—	—
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
7#金城江污水处理厂 下游 500m	8月8日	1.1	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0012	0.005L	0.05L	2.4×10 ⁴	—
	8月9日	1.2	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0010	0.005L	0.05L	2.2×10 ⁴	—
	8月10日	1.1	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0011	0.005L	0.05L	1.7×10 ⁴	—
	标准值	≤50	≤0.1	≤1000	≤50	≤5	≤1	≤0.005	≤0.2	≤0.2	—	—
	Si _j	0.022~0.024	0.2	0.0005	0.1	0.1	0.025	0.2~0.24	0.0125	0.125	—	—
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
8#坝址位置	8月8日	1.5	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0013	0.005L	0.05L	3.5×10 ⁴	8.8
	8月9日	1.3	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0010	0.005L	0.05L	2.4×10 ⁴	9.0
	8月10日	1.4	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0011	0.005L	0.05L	2.2×10 ⁴	8.5

	标准值	≤50	≤0.1	≤1000	≤50	≤5	≤1	≤0.005	≤0.2	≤0.2	—	—
	Si _j	0.026~0.03	0.2	0.0005	0.1	0.1	0.025	0.2~0.26	0.0125	0.125	—	/
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	
9#厂房下游 1000m	8月8日	1.0	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0012	0.005L	0.05L	3.5×10 ⁴	—
	8月9日	1.1	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0012	0.005L	0.05L	3.5×10 ⁴	—
	8月10日	1.1	0.04L	1L	10L	1L	0.05L	0.0012	0.005L	0.05L	2.4×10 ⁴	—
	标准值	≤50	≤0.1	≤1000	≤50	≤5	≤1	≤0.005	≤0.2	≤0.2	—	—
	Si _j	0.02~0.022	0.2	0.0005	0.1	0.1	0.025	0.24	0.0125	0.125	—	—
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—

表 3.4-8 肯冲、加辽和城北水厂地下河出口上游龙江 1#~2#断面水质与地下水水质标准对比

监测断面编号	项目	pH 值 (无量纲)	高锰酸盐 指数 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	六价铬 (mg/L)	砷 (μg/L)	汞 (μg/L)	铜 (μg/L)	铅 (μg/L)	镉 (μg/L)	锌 (mg/L)	挥发酚 (mg/L)	阴离子表面活性剂 (mg/L)
1#高功屯下游 300m 回水段上游 200m	监测值范围	8.08~8.18	0.9~1.0	0.059~0.099	≤0.004	0.4~0.6	≤0.004	≤1	≤10	≤1	≤0.05	0.0011~0.0014	≤0.05
	地表水Ⅲ类标准	6~9	≤6	≤1.0	≤0.05	≤50	≤0.1	≤1000	≤50	≤5	≤1	≤0.005	≤0.2
	地下水Ⅲ类标准	6.5~8.5	≤3	≤0.2	≤0.05	≤50	≤1	≤1000	≤50	≤10	≤1.0	≤0.002	≤0.3
2#岜仑村铁路桥 下游 200m	监测值范围	7.98~8.20	1.0	0.059~0.067	≤0.004	1.7~2.0	≤0.04	≤1	≤10	≤1	≤0.05	0.0012~0.0014	≤0.05
	地表水Ⅲ类标准	6~9	≤6	≤1.0	≤0.05	≤50	≤0.1	≤1000	≤50	≤5	≤1	≤0.005	≤0.2
	地下水Ⅲ类标准	6.5~8.5	≤3	≤0.2	≤0.05	≤50	≤1	≤1000	≤50	≤10	≤1.0	≤0.002	≤0.3

表 3.4-9 肯研河与温平河地表水现状监测结果统计 (2017 年 12 月)

监测点位及编号	项目	水温 (°C)	pH 值 (无量纲)	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	五日生化需氧量	高锰酸盐指数	氨氮	总氮	总磷	六价铬	石油类
1#肯研河, 肯研河汇入龙江口上游 200m	监测值范围	9.8~12.3	7.84~7.88	14~18	4.2~4.6	14~16	1.6~2	6.6~7.1	1.95~2.15	4.75~5.88	0.28~0.29	≤0.004	0.02
	III 类标准值	—	6~9	≤30	≥5	≤20	≤4	≤6	≤1.0	—	≤0.2	≤0.05	≤0.05
	Si _j	—	0.42~0.44	0.467~0.6	1.08~1.9	0.7~0.8	0.4~0.5	1.1~1.18	1.95~2.15	—	1.4~1.45	0.04	0.4
	超标率	—	0	0	100	0	0	100	100	—	100	0	0
2#温平河, 温平河汇入龙江口上游 200m	监测值范围	11.1~12.5	7.71~7.76	38~48	≤0.2	172~181	69.7~75.8	20.2~21.4	61.1~76	85.3~95.6	7.91~8.3	≤0.004	0.02
	III 类标准值	—	6~9	≤30	≥5	≤20	≤4	≤6	≤1.0	—	≤0.2	≤0.05	≤0.05
	Si _j	—	0.355~0.38	1.267~1.6	25	8.6~9.05	17.43~18.95	3.367~3.567	61.1~76	—	39.55~41.5	0.04	0.4
	超标率	—	0	100	100	100	100	100	100	—	100	0	0

续表 3.4-9 肯研河与温平河地表水现状监测结果统计 (2017 年 12 月)

监测点位及编号	项目	砷 (μg/L)	汞 (μg/L)	铜 (μg/L)	铅 (μg/L)	镉 (μg/L)	锌 (mg/L)	挥发酚 (mg/L)	硫化物 (mg/L)	阴离子表面活性剂 (mg/L)	粪大肠菌群 (个/升)
1#肯研河, 肯研河汇入龙江口上游 200m	监测值范围	2.2~3.8	≤0.004	≤1	≤10	≤1	≤0.05	0.0003~0.0004	≤0.005	0.11~0.13	2.2×10 ⁶ ~2.8×10 ⁶
	III 类标准值	≤50	≤0.1	≤1000	≤50	≤5	≤1	≤0.005	≤0.2	≤0.2	—
	Si _j	0.04~0.08	0.02	0.0005	0.1	0.1	0.025	0.06~0.08	0.0125	0.55~0.65	—
	超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
2#温平河, 温平河汇入龙江口上游 200m	监测值范围	93.4~98.9	≤0.004	≤1	≤10	≤1	≤0.05	0.1277~0.1876	0.047~0.053	0.75~0.92	1.7×10 ⁸ ~1.7×10 ⁸
	III 类标准值	≤50	≤0.1	≤1000	≤50	≤5	≤1	≤0.005	≤0.2	≤0.2	—
	Si _j	1.87~1.98	0.02	0.0005	0.1	0.1	0.025	25.54~37.52	0.235~0.265	3.75~4.6	—
	超标率	100	0	0	0	0	0	100	0	100	—

表 3.4-10 肯研河与温平河地表水现状监测结果统计（2018 年 11 月）

监测断面编号	项目	水温 (°C)	pH 值 (无量纲)	溶解氧	悬浮物	高锰酸盐指数	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	总氮	总磷	石油类
1#肯研河，汇入龙江处上游 100m	11 月 15 日	19.9	8.10	3.9	5	1.4	11	1.2	1.70	3.74	0.21	0.01
	11 月 16 日	19.7	8.11	4.1	5	1.3	10	1.0	1.68	3.85	0.20	0.01
	11 月 17 日	19.7	8.09	4.9	5	1.4	13	1.0	1.79	3.87	0.19	0.02
	标准值	—	6~9	≥5	30	≤6	≤20	≤4	≤1.0	—	≤0.2	≤0.05
	Si _j	—	0.545-0.555	1.02-1.27	0.167	0.217-0.233	0.5-0.65	0.25-0.3	1.68-1.79	—	0.95-1.05	0.2-0.4
	超标率%	—	0	100	0	0	0	0	100	—	67	0
	最大超标倍数	—	0	0.27	0	0	0	0	0.79	—	0.05	0
	项目	阴离子表面活性剂 (mg/L)	挥发酚 (mg/L)	硫化物 (mg/L)	六价铬 (μg/L)	铜(μg/L)	锌(mg/L)	铅(μg/L)	镉(μg/L)	砷(μg/L)	汞(μg/L)	粪大肠菌群(个/升)
	11 月 15 日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.2	ND	7.9×10 ⁴
	11 月 16 日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.4	ND	1.7×10 ⁵
	11 月 17 日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.4	ND	2.4×10 ⁵
	标准值	≤0.05	≤0.005	≤0.2	≤50	≤1000	≤1	≤50	≤5	≤50	≤0.1	10000
	Si _j	0.5	0.3	0.0125	0.00004	0.0005	0.025	0.1	0.1	0.022-0.024	0.2	3.95-12
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1100	

监测断面编号	项目	水温(℃)	pH值(无量纲)	溶解氧	悬浮物	高锰酸盐指数	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	总氮	总磷	石油类
2#肯研河, 西环路跨河处上游 50m	11月15日	20.2	8.26	6.4	7	1.6	11	ND	1.65	3.53	0.19	0.02
	11月16日	20.3	8.25	6.7	9	1.5	8	1.0	1.56	3.57	0.19	0.02
	11月17日	20.0	8.25	7.7	4	1.5	11	1.6	1.62	3.61	0.18	0.01
	标准值	—	6~9	≥5	30	≤6	≤20	≤4	≤1.0	≤1.0	≤0.2	≤0.05
	Si _j	—	0.625-0.63	0.65-0.78	0.133-0.3	0.25-0.267	0.4-0.55	0.063-0.4	1.56-1.65	—	0.9-0.95	0.2-0.4
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	100	—	0	0
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0.65	—	0	0
	项目	阴离子表面活性剂(mg/L)	挥发酚(mg/L)	硫化物(mg/L)	六价铬(μg/L)	铜(μg/L)	锌(mg/L)	铅(μg/L)	镉(μg/L)	砷(μg/L)	汞(μg/L)	粪大肠菌群(个/升)
	11月15日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.5	ND	5.4×10 ⁴
	11月16日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.5	ND	5.4×10 ⁴
	11月17日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.5	ND	9.2×10 ⁴
	标准值	≤0.05	≤0.005	≤0.2	≤50	≤1000	≤1	≤50	≤5	≤50	≤0.1	—
	Si _j	0.5	0.3	0.0125	0.00004	0.0005	0.025	0.1	0.1	0.025	0.2	—
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—

监测断面编号	项目	水温(℃)	pH值(无量纲)	溶解氧	悬浮物	高锰酸盐指数	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	总氮	总磷	石油类
3#肯研河,城西大道跨河处上游100m	11月15日	19.7	8.02	8.1	5	1.4	15	0.6	0.204	2.34	0.12	0.01
	11月16日	19.9	8.03	8.3	6	1.2	10	0.8	0.268	2.38	0.14	0.01
	11月17日	19.7	8.02	7.8	6	1.3	11	0.6	0.320	2.38	0.16	0.01
	标准值	—	6~9	≥5	30	≤6	≤20	≤4	≤1.0	≤1.0	≤0.2	≤0.05
	Si _j	—	0.51-0.515	0.60-0.64	0.167-0.2	0.2-0.233	0.5-0.75	0.15-0.2	0.204-0.32	—	0.6-0.8	0.2
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0
	项目	阴离子表面活性剂(mg/L)	挥发酚(mg/L)	硫化物(mg/L)	六价铬(μg/L)	铜(μg/L)	锌(mg/L)	铅(μg/L)	镉(μg/L)	砷(μg/L)	汞(μg/L)	粪大肠菌群(个/升)
	11月15日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.5	ND	1.7×10 ⁴
	11月16日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.6	ND	7.9×10 ³
	11月17日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.3	ND	7.0×10 ³
	标准值	≤0.05	≤0.005	≤0.2	≤50	≤1000	≤1	≤50	≤5	≤50	≤0.1	—
	Si _j	0.5	0.3	0.0125	0.00004	0.0005	0.025	0.1	0.1	0.023-0.026	0.2	—
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—

监测断面 编号	项目	水温 (°C)	pH 值 (无量纲)	溶解氧	悬浮物	高锰酸盐 指数	化学需氧 量	五日生化 需氧量	氨氮	总氮	总磷	石油类
4#肯研河, 323 国道跨河处上 游 200m	11月15日	19.2	8.09	6.0	6	0.6	5	0.6	0.125	1.74	0.05	0.02
	11月16日	19.5	8.09	5.8	8	0.6	5	0.8	0.093	1.83	0.05	0.02
	11月17日	19.3	8.03	5.8	4	0.5	7	ND	0.085	1.73	0.06	0.01
	标准值	—	6~9	≥5	30	≤6	≤20	≤4	≤1.0	—	≤0.2	≤0.05
	Si _j	—	0.515-0.545	0.83-0.86	0.133-0.267	0.083-0.1	0.25-0.35	0.063-0.2	0.085-0.125	—	0.25-0.3	0.2-0.4
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0
	项目	阴离子 表面活性 剂 (mg/L)	挥发酚 (mg/L)	硫化物 (mg/L)	六价铬 (μg/L)	铜(μg/L)	锌(mg/L)	铅(μg/L)	镉(μg/L)	砷(μg/L)	汞(μg/L)	粪大肠菌 群(个/升)
	11月15日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.7	ND	1.7×10 ⁴
	11月16日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.7	ND	7.9×10 ³
	11月17日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.8	ND	7.0×10 ³
	标准值	≤0.05	≤0.005	≤0.2	≤50	≤1000	≤1	≤50	≤5	≤50	≤0.1	—
	Si _j	0.5	0.3	0.0125	0.00004	0.0005	0.025	0.1	0.1	0.007-0.008	0.2	—
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—

监测断面 编号	项目	水温 (°C)	pH 值 (无量纲)	溶解氧	悬浮物	高锰酸盐 指数	化学需氧 量	五日生化 需氧量	氨氮	总氮	总磷	石油类	
5#廷榄小河	11月15日	20.0	8.04	6.6	4	0.7	6	0.8	0.090	1.78	0.05	0.01	
	11月16日	20.1	8.04	6.6	5	0.5	8	0.6	0.090	1.78	0.04	0.02	
	11月17日	20.1	8.05	5.9	6	0.7	10	0.6	0.082	1.96	0.04	0.01	
	标准值	—	6~9	≥5	30	≤6	≤20	≤4	≤1.0	≤1.0	≤0.2	≤0.05	
	Si _j	—	0.52-0.525	0.76-0.85	0.133-0.2	0.083-0.117	0.3-0.5	0.15-0.2	0.082-0.09	—	0.2-0.25	0.2-0.4	
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	
	项目	阴离子 表面活性 剂 (mg/L)	挥发酚 (mg/L)	硫化物 (mg/L)	六价铬 (μg/L)	铜(μg/L)	锌(mg/L)	铅(μg/L)	镉(μg/L)	砷(μg/L)	汞(μg/L)	粪大肠菌 群(个/升)	
	11月15日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.6	ND	3.5×10 ⁴
	11月16日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.7	ND	1.1×10 ⁴
	11月17日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.6	ND	2.4×10 ⁴
	标准值	≤0.05	≤0.005	≤0.2	≤50	≤1000	≤1	≤50	≤5	≤50	≤0.1	—	
	Si _j	0.5	0.3	0.0125	0.00004	0.0005	0.025	0.1	0.1	0.006-0.0 07	0.2	—	
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	

监测断面 编号	项目	水温 (℃)	pH 值 (无量纲)	溶解氧	悬浮物	高锰酸盐 指数	化学需氧 量	五日生化 需氧量	氨氮	总氮	总磷	石油类	
6#都腊小河	11月15日	20.3	7.81	5.6	6	0.6	14	ND	0.073	1.20	0.02	0.01	
	11月16日	20.5	7.83	5.7	7	0.5	13	0.5	0.087	1.17	0.03	0.02	
	11月17日	20.5	7.80	5.9	5	0.5	9	ND	0.087	1.35	0.02	0.01	
	标准值	—	6~9	≥5	30	≤6	≤20	≤4	≤1.0	≤1.0	≤0.2	≤0.05	
	Si _j	—	0.4-0.415	0.85-0.89	0.167-0.233	0.083-0.1	0.45-0.7	0.063-0.125	0.73-0.87	—	0.1-0.15	0.2-0.4	
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	
	项目	阴离子 表面活性剂 (mg/L)	挥发酚 (mg/L)	硫化物 (mg/L)	六价铬 (μg/L)	铜(μg/L)	锌(mg/L)	铅(μg/L)	镉(μg/L)	砷(μg/L)	汞(μg/L)	粪大肠菌 群(个/升)	
	11月15日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.1	ND	2.4×10 ⁵
	11月16日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.0	ND	7.9×10 ⁴
	11月17日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.0	ND	5.4×10 ⁴
	标准值	≤0.05	≤0.005	≤0.2	≤50	≤1000	≤1	≤50	≤5	≤50	≤0.1	—	
	Si _j	0.5	0.3	0.0125	0.00004	0.0005	0.025	0.1	0.1	0.01-0.01 1	0.2	—	
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	

监测断面 编号	项目	水温 (℃)	pH 值 (无量纲)	溶解氧	悬浮物	高锰酸盐 指数	化学需氧 量	五日生化 需氧量	氨氮	总氮	总磷	石油类
7#温平河, 加 辽社区断面	11月16日	19.8	8.04	5.9	6	2.6	11	1.5	0.469	1.60	0.05	0.02
	11月17日	19.7	8.04	5.5	4	2.3	13	1.9	0.603	1.67	0.06	0.01
	11月18日	19.5	8.05	5.0	6	2.6	13	1.2	0.236	1.49	0.05	0.01
	标准值	—	6~9	≥5	30	≤6	≤20	≤4	≤1.0	≤1.0	≤0.2	≤0.05
	Si _j	—	0.52-0.525	0.85-1.00	0.133-0.2	0.383-0.433	0.55-0.65	0.3-0.475	0.236-0.603	—	0.25-0.3	0.2-0.4
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0
	项目	阴离子 表面活性剂 (mg/L)	挥发酚 (mg/L)	硫化物 (mg/L)	六价铬 (μg/L)	铜(μg/L)	锌(mg/L)	铅(μg/L)	镉(μg/L)	砷(μg/L)	汞(μg/L)	粪大肠菌 群(个/升)
	11月16日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.8	ND	4.6×10 ³
	11月17日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.9	ND	2.3×10 ³
	11月18日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.8	ND	3.4×10 ³
	标准值	≤0.05	≤0.005	≤0.2	≤50	≤1000	≤1	≤50	≤5	≤50	≤0.1	—
	Si _j	0.5	0.3	0.0125	0.00004	0.0005	0.025	0.1	0.1	0.008-0.009	0.2	—
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—

监测断面编号	项目	水温(℃)	pH值(无量纲)	溶解氧	悬浮物	高锰酸盐指数	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	总氮	总磷	石油类
8#温平河, 北环路跨河处上游 150m	11月16日	19.3	8.12	5.4	6	1.7	9	0.7	0.218	2.13	0.06	0.02
	11月17日	19.4	8.13	5.8	5	1.7	10	0.5	0.230	2.49	0.07	0.01
	11月18日	19.5	8.13	5.8	8	1.7	10	0.8	0.335	2.57	0.06	0.01
	标准值	—	6~9	≥5	30	≤6	≤20	≤4	≤1.0	≤1.0	≤0.2	≤0.05
	Si _j	—	0.56-0.565	0.86-0.93	0.167-0.267	0.283	0.45-0.5	0.125-0.2	0.218-0.335	—	0.3-0.35	0.2-0.4
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0
	项目	阴离子表面活性剂(mg/L)	挥发酚(mg/L)	硫化物(mg/L)	六价铬(μg/L)	铜(μg/L)	锌(mg/L)	铅(μg/L)	镉(μg/L)	砷(μg/L)	汞(μg/L)	粪大肠菌群(个/升)
	11月16日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.8	ND	1.7×10 ⁴
	11月17日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.9	ND	1.7×10 ⁴
	11月18日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.9	ND	1.3×10 ⁴
	标准值	≤0.05	≤0.005	≤0.2	≤50	≤1000	≤1	≤50	≤5	≤50	≤0.1	—
	Si _j	0.5	0.3	0.0125	0.00004	0.0005	0.025	0.1	0.1	0.008-0.009	0.2	—
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—

监测断面编号	项目	水温(℃)	pH值(无量纲)	溶解氧	悬浮物	高锰酸盐指数	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	总氮	总磷	石油类
9#温平河, 下妹屯断面	11月16日	19.0	8.09	5.9	8	1.4	8	0.7	0.154	2.59	0.03	0.01
	11月17日	19.0	8.07	6.6	12	1.3	10	0.8	0.151	2.75	0.03	0.01
	11月18日	19.1	8.07	5.5	14	1.3	10	0.6	0.282	2.63	0.03	0.01
	标准值	—	6~9	≥5	30	≤6	≤20	≤4	≤1.0	≤1.0	≤0.2	≤0.05
	Si _j	—	0.535-0.545	0.76-0.91	0.267-0.467	0.217-0.233	0.4-0.5	0.15-0.2	0.151-0.282	—	0.15	0.2
	超标率%	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0
	最大超标倍数	—	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0
	项目	阴离子表面活性剂(mg/L)	挥发酚(mg/L)	硫化物(mg/L)	六价铬(μg/L)	铜(μg/L)	锌(mg/L)	铅(μg/L)	镉(μg/L)	砷(μg/L)	汞(μg/L)	粪大肠菌群(个/升)
	11月16日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	ND	2.4×10 ⁴
	11月17日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	ND	5.4×10 ⁴
	11月18日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	ND	3.5×10 ⁴
	标准值	≤0.05	≤0.005	≤0.2	≤50	≤1000	≤1	≤50	≤5	≤50	≤0.1	—
	Si _j	0.5	0.3	0.0125	0.00004	0.0005	0.025	0.1	0.1	0.003	0.2	—
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—

监测断面编号	项目	水温(℃)	pH值(无量纲)	溶解氧	悬浮物	高锰酸盐指数	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	总氮	总磷	石油类
10#温平河, 下社水库江入口下游 200m	11月15日	20.1	8.21	4.5	8	1.6	7	ND	0.285	1.34	0.03	0.01
	11月16日	20.1	8.21	4.5	10	1.5	6	ND	0.312	1.35	0.04	0.02
	11月17日	20.1	8.18	3.9	7	1.6	7	0.6	0.329	1.36	0.03	0.02
	标准值	—	6~9	≥5	30	≤6	≤20	≤4	≤1.0	≤1.0	≤0.2	≤0.05
	Si _j	—	0.59-0.605	1.11-1.28	0.233-0.333	0.25-0.267	0.3-0.35	0.063-0.15	0.285-0.29	—	0.15-0.2	0.2-0.4
	超标率%	—	0	100	0	0	0	0	0	—	0	0
	最大超标倍数	—	0	0.27	0	0	0	0	0	—	0	0
	项目	阴离子表面活性剂(mg/L)	挥发酚(mg/L)	硫化物(mg/L)	六价铬(μg/L)	铜(μg/L)	锌(mg/L)	铅(μg/L)	镉(μg/L)	砷(μg/L)	汞(μg/L)	粪大肠菌群(个/升)
	11月15日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.1	ND	3.3×10 ³
	11月16日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.9	ND	1.7×10 ³
	11月17日	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.8	ND	2.3×10 ³
	标准值	≤0.05	≤0.005	≤0.2	≤50	≤1000	≤1	≤50	≤5	≤50	≤0.1	—
	Si _j	0.5	0.3	0.0125	0.00004	0.0005	0.025	0.1	0.1	0.008-0.011	0.2	—
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	最大超标倍数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—

3.4.1.4 地表水水质历史变化趋势

根据 2006 年~2018 年河池环境保护监测站编制的《广西河池市环境质量报告书》，其中龙江干流水质例行监测断面有金城江区六甲镇六甲断面、金城江大环江入龙江下游的三江口断面和宜州市洛东乡杨民村断面共 3 个断面，其中六甲镇断面位于本项目库区，三江口断面位于本项目大坝下游的拉浪电站库区，六甲断面和三江口断面各年份例行监测断面水质评价结果见表 3.4-8。

表 3.4-8 2006~2019 年龙江干流六甲镇和断面水质状况一览表

序号	年份	断面	水质目标	各月水质状况											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2006	六甲	III	III	III	III	III	II	II	II	II	III	III	III	III
		三江口	III	劣V	劣V	劣V	III								
2	2007	六甲	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
		三江口	III	V	V	III									
3	2008	六甲	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
		三江口	III	V	V	III									
4	2009	六甲	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
		三江口	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
		杨民	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
5	2010	六甲	III	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
		三江口	III	劣V	IV	III	IV	IV	III	III	III	II	III	II	III
6	2011	六甲	III	II	II	III	I	II	I						
		三江口	III	III	III	III	III	III	III	III	II	II	II	II	III
7	2012	六甲	III	II	III	II	III								
		三江口	III	III	II	III	II	III	II	III	II	III	III	III	II
8	2013	六甲	III	I	II	II	II	III	II	II	II	I	III	II	II
		三江口	III	III	III	III	II	III	II						
9	2014	六甲	III	II	II	II	II	III	II	II	I	I	II	III	II
		三江口	III	III	III	III	II	II	II	II	II	I	II	II	II
10	2015	六甲	III	III	III	II	III	III							
		三江口	III	III	III	II	III	III							
11	2016	六甲	II	I	I	I	I	I	II	II	I	I	II	II	II
		三江口	II	II	III	II	II	I	II	II	II	II	I	I	II
12	2017	六甲	II	II	I	I	II	I	I						
		三江口	II	II	II	II	II	II	II	II	I	II	II	II	II
13	2018	六甲	II	I	I	I	II	I	I						
		三江口	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	I	II
14	2019	六甲	II	I	II	I	II	II	II	II	II				
		三江口	II	II	II	II	II	II	II	II	II				

(1) 总体来看,2006年~2019年3月龙江上游六甲断面水质总体较好,中游三江口断面在2006年、2007年、2008年和2010年出现过达不到水质目标的情况,主要出现在1~4月份的枯水期。从最近14年水质变化趋势看,2011年以后的水质较2006~2010年的水质要好,龙江水质逐步改善。特别是2012年初龙江河镉污染事件之后,河池市有关部门多次开展专项整治活动,大力度的查处和关闭了偷排漏排污水的企业,有色金属冶炼企业“退城入园”,严格要求废水排放不达标企业限期整改等,经过专项整治后,水环境质量显著改善。

(2) 本项目库区六甲断面水质保护目标为Ⅲ类,2006年~2019年3月水质类别均达到或优于Ⅲ类,水质状况为良好以上,其中2010年以后各月水质均达到Ⅲ类,大部分月份达到Ⅱ类,水质状况为优,特别是2016年以后,各月水质均达到Ⅱ类水质要求。

(3) 本项目大坝下游三江口断面水质保护目标为Ⅲ类,2006年~2008年、2010年均有一部分月份不能满足水功能区水质保护要求,2011年以后各月水质类别均达到或优于Ⅲ类,特别是2016年以后,各月水质均达到Ⅱ类水质要求。

3.4.2 地下水环境调查

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)建设项目分类,本工程属于地下水环境Ⅲ类建设项目,现状龙江属金城江区4个饮用水水源地下河的排泄通道,但蓄水后由于水位抬高,库区地表水可能补给金城江区4个水厂的地下河,属于集中式饮用水水源补给区,敏感程度为较敏感,因此评价等级为三级。

3.4.2.1 主要供水水源地

河池市城区共有城北、加辽、肯冲、城西等4个供水水源点,除城西水厂外,其余3个水源点的取水口,均为地下河天窗(或落水洞)。

根据各水厂地下水资源评价报告和水厂提供的资料,各水厂供水能力和2008年的实际供水量见表3.4-8。

表 3.4-8 河池市城区供水水厂供水能力一览表

水厂名称	岩溶地下水子系统	供水能力(万 m ³ /d)		2008年实际供水量 (万 m ³ /d)	
		枯水期	丰水期	枯水期	丰水期
城北水厂	I-2	1.5	3.0	0.43	0.15
加辽水厂	I-3	1.5	3.0	0.72	1.4
肯冲水厂	I-4	3.0	5.0	1.01	1.0
城西水厂	II-1	2.0	5.0	1.0	1.5

3.4.2.2 地下水子系统水资源评价

根据《河池市金城江水电站建设工程兴建对河池城区供水地下水源点影响水文地质评价报告》（2012，广西壮族自治区地质环境监测总站）可知，4个水厂岩溶地下水子系统的汇水面积、水资源量结果分别见表 3.4-9 与表 3.4-10。

表 3.4-9 岩溶地下水子系统汇水面积一览表

岩溶地下水子系统	水厂名称	总面积 (km ²)	水厂以上上游汇水区面积 (km ²)	
			富水性弱的含水 岩组分布区面积	富水性中等的含水 岩组分布区面积
城北水厂地下河子系统	城北水厂	8.83	0.00	6.36
加祥地下河子系统	加辽水厂		0.00	15.40
肯冲地下河子系统	肯冲水厂		0.00	73.49
城西水厂子系统	城西水厂	106.40	24.10	44.88

表 3.4-10 各岩溶地下水子系统水资源量计算结果一览表

岩溶地下水子系统	水厂名称	计算参数					补给资源量 (t/d)					
		入渗系数	多年平均降雨量 mm	2001~2007 年平均降雨量 mm	2001~2001 枯季平均降雨量 mm/月	多年平均陆地平均蒸发量 mm	入渗法 (采用多年平均降雨量)	入渗法 (采用 2001~2007 年平均降雨量)	入渗法 (采用 2001-2007 年平均枯季降雨量)	模数法	水均衡法 (采用多年平均降雨量)	水均衡法 (采用 2001-2007 年平均降雨量)
城北水厂地下河子系统	城北水厂	0.323	1450	1275.1	37.92	1095.6	8166.8	7181.7	2562.9	3172.6	6179.2	3129.7
加祥地下河子系统	加辽水厂	0.323	1450	1275.1	37.92	1095.6	19762.5	17378.7	6201.9	7677.3		
肯冲地下河子系统	肯冲水厂	0.323	1450	1275.1	37.92	1095.6	94308.2	82932.7	29595.9	36636.8	71355.8	36141.0
城西水厂子系统	城西水厂	0.246	1450	1275.1	37.92	1095.6	67418.2	59286.1	21157.2	28662.3		

注：①汇水面积见表 6-11，枯季径流模数见算法说明。②据罗城 20 万区域水文地质报告，加祥地下河和肯冲地下河的公共出口 1981 年 12 月 25 日

的实测流量为 86400 t/d。

由于工作区地下水径流模数和降雨入渗系数是在 1:20 万区域地质调查时，利用实测资料计算得到的，可信度较高。因而，采用地下水径流模数法和以 2001~2007 年的枯季平均降雨量为计算因子采用降雨入渗法计算得到的地下水补给量较为可靠，两者的差别也较小。

因此，综合各种因素，将地下水径流模数法的计算结果作为各岩溶地下水子系统水源点所在截面的地下水补给量是恰当，其结果见表 3.4-11。

表 3.4-11 各岩溶地下水子系统地下水补给资源量一览表

岩溶地下水子系统	水厂名称	补给资源量 (t/d)
城北水厂地下河子系统	城北水厂	3172.6
加祥地下河子系统	加辽水厂	7677.3
肯冲地下河子系统	肯冲水厂	36636.8
城西水厂子系统	城西水厂	28662.3

由此可见，与过去估算的各水厂的供水能力（表 3.4-8）相比，城北水厂和加辽水厂的枯季供水能力明显高估，究其原因，主要有如下几方面的原因：

①没有将各地下水系统单独划分出来，而将多系统合并在一起进行计算；

②由于水源点通过地下河与龙江相通，各水源点在进行抽水试验时，抽取的水量不仅有上游的补给量，还包括下游地下河中的水量，当降深较大时，水位明显低于龙江水位时，还可能包括通过地下河补给地下水的龙江河水；

③近年来干旱加剧，降雨量与过去相比明显减少，使得计算因子（枯季平均降雨量）发生变化引起的差别。

3.4.2.3 饮用水水源保护区

根据桂政函【2012】98 号《关于河池市饮用水水源保护区划定方案的批复》，河池市金城江区 4 个饮用水源保护区——肯冲水厂、加辽水厂、城北水厂、城西水厂饮用水源保护区可划分为一级保护区，二级保护区和准保护区。本库区与各水源地理位置关系见表 3.4-12，见附图 17。

表 3.4-12 库区与各水源地理位置关系一览表

序号	饮用	与取水口方位、最近	与一级保护区	与二级保护区最	与准保护区最近
----	----	-----------	--------	---------	---------

	水源保护区	距离 (m)	最近距离	近距离	距离
1	肯冲水厂	龙江左岸: 约 2.5km, 坝址: 西北面约 11.2km	龙江左岸: 2.5km 坝址: 11.2km	龙江左岸: 2.3km 坝址: 10.2km	龙江左岸: 150m 坝址: 4.2km
2	加辽水厂	龙江左岸: 约 3km, 坝址: 西北面约 9km	龙江左岸: 约 3km 坝址: 约 8.3km	龙江左岸: 2.5km, 坝址: 约 7.1km	龙江左岸: 约 150m, 坝址约: 4.2km
3	城北水厂	龙江左岸: 约 2km, 坝址: 西北面约 8km	龙江左岸: 约 1.4km, 坝址: 约 6.4km	龙江左岸: 约 1.3km, 坝址: 约 4.3km	龙江左岸: 约 150m, 坝址: 约 4.2km
4	城西水厂	龙江右岸: 约 4.5km, 坝址: 西南面约 11.6km	龙江右岸: 约 4.4km 坝址: 10.8km	龙江右岸: 3.4km, 坝址: 约 10.6km	龙江右岸: 约 2.9km, 坝址: 约 10.6km

1、肯冲水厂饮用水源保护区

该区取水水源位于下爱屯、上爱屯和板肯屯东 200m, 距龙江左岸约 3km, 距项目下坝址约 11km。

(1) 一级保护区

以肯冲水厂取水口长度从该取水口上游——往北经下爱 1500m——往东北经板肯 1000m——分别往西北经上峒东北面 750m、往东北经牛峒西面 500m——下长峒西北面 400m——分别往西北 620m 经加皮、往东北 1000m 经加楼为基线, 两侧 50m 的陆域。总面积 1.86km²。

(2) 二级保护区

以肯冲取水口西面 350m 处——内漏——旦峒西面 1000m——会峒——博峒——加皮——茶峒——内峒——大闷东面 500m——加楼东面 800m——长峒东面 1000m——肯托为包络线范围内的陆域。总面积: 14.23km²。

(3) 准水源保护区

为肯冲、加辽、城北水厂水源地共同的地下和水源补给区。由边线为东起河池市民族医院住院部北侧山顶, 往东北经土塘山山顶南面 200 米处——长排小学东南面 350 米处——六和山山顶——东江纺织厂北面 1000 米处——大屯东面 1300 米处——大山山顶——旗山山顶——九高屯——塘角屯东面 350 米处——

坡标山顶——峒马山山顶——土弄山山顶——大方山山顶——东兴屯北面 500 米处——社垌屯东面山顶——禁峒屯东面 600 米处——上盆屯东面山顶——家峒屯北面——外苗屯东面山顶——下伦峒屯——藤洞屯西南面 300 米处——龙江左岸——乾坤大山山顶——河池市民族医院住院部北侧山顶所围成的区域。总面积：274.20km²。

2、加辽水厂饮用水源保护区

该取水口位于外甲峒屯南面 150m 处及加祥屯南面 50m, 距龙江左岸约 3km, 距离项目下坝址约 9km。

(1) 一级保护区

以加辽水厂取水口——外甲峒屯南面 150 米处——加祥屯南面 50 米处——加从屯东南面 270 米处——木友屯东面 120m 处——拉才屯——可丘屯西面 50 米处——花老屯南面 450 米处的连线（长 5000 米）为基线，两侧 50 米的陆域。总面积：0.56km²。

(2) 二级保护区

以加辽水厂取水口南面 200 米处——一级保护区基线——上移屯——上移屯西北面 420 米处连线（长 5700 米）为基线，两侧不小于 1000 米的汇水区。其中加祥屯西南面二级保护区边界以极限那面第一重山山脊线为界、北面边线为基线 500 米处的山脊线；雷峒晕峒 1000 米往北至子牙屯西面 300 米处的二级保护区边界与城北水厂饮用水源地二级保护区边界重合（一级保护区除外），保护区范围包括加祥屯、木友屯、拉才屯、中丘屯、才贵屯、拉香屯、保峒屯、他料屯等。总面积 9.34km²。

(3) 准水源保护区

同城北水厂和肯冲水厂饮用水源保护区。总面积 274.20km²。

3、城北水厂饮用水源保护区

(1) 一级保护区

以城北水厂取水口西北 50 米处至马道屯西南 150m 处的连线为基线两侧 50 米范围内的陆域；贵州平寨至金城江铁路从乾沙屯西北面 360 米处向东北延伸 2000 米的路段东面 200 米高程以下洼地；以及木吕屯、拉依托屯、齐美屯西北

面 530 米处、长浪屯西面 1000 米和西南面 350 米、岜贵山顶西面 260 米处和南面 390 米处 7 个天窗、漏斗、落水洞为圆心，半径 50m 的圆形区域。总面积：1.20km²。

(2) 二级保护区

以城北水厂取水口西北 50 米处——马道屯西南 150 米——乾沙屯东北面 250 米处——肯伦屯西南面 210 米处——那长屯东面 100 米处——因火屯西面——尾赖屯西面 50 米处——木吕屯东面 170 米处——岜洋山顶西面 750 米处——岜贵山顶西南 1050 米处的连线（9600 米）为基线，两侧不小于 1000 米的汇水区（含基线通过的温平谷地汇水区）。总面积 30.8km²。

(3) 准水源保护区

同加辽水厂和肯冲水厂饮用水源保护区。总面积 274.20km²。

4、城西水厂饮用水源保护区

该区取水水源为河池市金城江区六圩镇凌霄村延榄屯及都腊屯地下水，属于河流型水源地。

(1) 一级保护区

水域范围：六圩小河城西水厂取水口上游 1000 米至取水口下游 100 米和取水口南面的肯研小河，全长 1000 米的水域（水域宽度为该水域河段两岸 5 年一遇洪水淹没线之间的距离），以及肯研水库正常水位线以下的水域。

陆域范围：六圩小河和肯研小河一级保护区水域河段两岸各纵深 50 米的陆域，肯研水库正常水位线以上不小于 200 米范围内的汇水区陆域。

(2) 二级保护区

包括六塘谷地、凌霄谷地、肯研谷地和欧峒谷地，其范围为从取水口下游 300 米处——取水口东南面 500 米处——那龙水库北面 600 米处——那龙水库坝首东面 1300 米处——欧峒屯东北面 1000 米处——白尾屯南面 500 米处——楼梯屯北面 400 米处山顶——园洞屯——肯代屯东北面 900 米处——金峒屯南——欧峒屯西面 1200 米处山顶——外板坝屯东南面 500 米处山顶——外板坝屯——都日屯北面——延榄屯东北面 100 米处——百敢屯北面 200 米处——侯洞屯北面 100 米处——侯洞屯西面 1100m 米处——内板屯东面 500 米处——六王屯北面——

—六友屯西面——岜岭山顶北面 900 米处——六圩镇西面 500 米处山顶——取水口下游 300 米处包络线范围内的陆域。总面积 30.33km²。

(3) 准水源保护区

为城西水厂水源地和凌霄水源地共同的地下河补给区,其范围为取水口下游 600 米处——那龙水库北面 600 米处——那龙水库坝首东面 1300 米处——欧峒屯东北面 1000 米处——白尾屯南面 500 米处——楼梯屯北面 400 米处山顶——园峒屯——板坝屯西面 100 米处——都恒屯西面 800 米处——龙骨屯东南面 700 米处——下峒屯东南面 300 米山顶——下汶屯西南面 800 米处山顶——内塘屯东面 700 米处山顶——内塘屯东南面 500 米处山顶——外塘屯南面 800 米处——外塘屯西面 1200 米处——加六屯东面 500 米处——兴峒屯西面 1000 米处——内丈屯南 1400 米处——界峒屯南 800 米处——界峒屯西南 200 米处——芭白杆山顶南面 800 米——芭白杆山北西 200 米处——岜可安山顶 1300 米处——马峒屯东面 500 米处——岜拉好山顶——岜岭山顶——岜肯邦山顶——岜肯邦山北西山山顶——六塘屯被西面 700 米山顶——大禄屯东面 2000 米山顶——京峒屯北面 600 米山顶——高峰山顶——下腰屯西面 1200 米处——六徐振西面 300 米处——取水口下游 600 米处的包络线范围内的陆域。总面积 67.14km²。

5、小结

本库区范围从上游六甲镇到下游下沙里村,坝址区位于河池市金城江区东江镇上沙里屯,东江镇西南面约 2.4km 处。根据金城江区饮用水源保护区划分范围,本项目不在 4 个饮用水水源地一、二级保护区和准保护区范围内。

根据 2017 年 3 月,广西壮族自治区水利电力勘测设计研究院《河池市金城江龙江重点水环境治理及水电站工程可行性研究报告》,水库蓄水后抬高地下水位和地下河倒灌引起城区房屋的浸没问题调查结果表明:加辽水厂泵房机组泵轴高程为 178.16m,泵房外墙角高程为 200.4m。城北水厂机组泵轴高程为 180.72m,泵房外地面高程为 192.87~192.9m。肯冲水厂取水泵房机组泵轴高程为 180.5m,泵房外地面高程为 198.65m。库水位抬高至正常蓄水位 185.0m 高程后,城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂的机组泵轴会被淹没,但水厂房屋建筑地面高程均高于 186.0m,不存在浸没问题。

3.4.2.4 饮用水水质现状

根据河池市水利局提供资料，2016~2017 年上半年河池市区城西水厂、城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂等 4 个集中式饮用水水源水质所监测指标均符合《地下水环境质量标准》（GB/T14848—1993）III类标准，水质达到或优于III类比例为 100%，水质保持稳定。2016 年完成《关于印发河池市水污染防治 2016 年度工作计划的通知》（河政办发〔2016〕13 号）提出的饮用水水源和地下水的工作指标要求，向自治区环境监测中心站报送监测数据 1168 个。2017 年上半年达到《关于印发广西水污染防治行动计划工作方案的通知》（桂政办发〔2015〕131 号）提出的饮用水水源和地下水的工作指标要求，共向自治区环境监测中心站报送监测数据 552 个。

根据《2017 年 10 月~2019 年 3 月河池市集中式饮用水源地水质月报》，城西水厂、城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂 4 个城市集中式饮用水源地水质监测的 23 项水质指标均达到《地下水质量标准》（GB/T 14848—1993）III类水质标准，水质达标率为 100%，水质状况详见表 3.4-13。

3.4-13 2017 年 10 月河池市集中式饮用水源地水质状况

序号	水源名称	水源类型	监测项目	达标情况	超标指标及超标倍数
1	城西水厂	地下水	pH 值、总硬度、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、挥发酚、阴离子合成洗涤剂、高锰酸盐指数、硝酸盐（以 N 计）、亚硝酸盐（以 N 计）、氨氮、氟化物、氰化物、汞、硒、砷、铅、镉、铬（六价）、总大肠菌群，共计 23 项。	达标	—
2	城北水厂	地下水		达标	—
3	肯冲水厂	地下水		达标	—
4	加辽水厂	地下水		达标	—

注：“—”表示无超标项目。

3.4.2.5 饮用水水质历史变化趋势

2006-2018 年河池市集中式饮用水源地四个监测点城西水厂、城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂水质评价结果详见表 3.4-14。

根据河池市水利部提供的水源监测资料，2006~2018 年河池市集中式饮用水源地四个监测点城西水厂、城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂的监测结果见表 3.4-15。

从近 10 年水质变化趋势看，4 个饮用水源地所监测项目（粪大肠菌群、

细菌总数不参与评价) 均达到《地下水质量标准》(GB/T14848-93) III类标准, 水质达标率为 100%, 水质状况符合集中式生活饮用水水源地水质要求。

表 3.4-14 2006-2018 年河池市城区饮用水源地水质监测评价结果

水源地名称	年度	月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
城西水厂	2006	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2007	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2008	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2009	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2010	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2011	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2012	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2013	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2014	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2015	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2016	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2017	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2018	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
城北水厂	2006	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2007	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2008	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2009	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2010	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2011	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2012	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2013	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2014	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2015	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2016	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2017	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2018	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
加辽水厂	2006	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2007	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2008	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2009	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2010	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2011	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2012	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

	2013	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2014	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2015	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2016	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2017	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2018	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
肯冲水厂	2006	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2007	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2008	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2009	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2010	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2011	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2012	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2013	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2014	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2015	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2016	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	2017	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2018	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	

注：“√”表示达标。

表 3.4-15

2006~2015 年城西水厂水质监测结果

单位: pH 值无量纲

项目	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	全市
pH(无量纲)	7.70	7.55	7.5	7.57	7.5	7.48	7.45	7.45	7.44	7.52	7.47
总硬度	276.5	216.5	235	208	209	215	220	220	210	237	220
硫酸盐	14.5	15.9	16.5	13.9	19.721	17	17.4	17.4	17.98	14.2	16.80
氯化物	1.90	2.93	2.62	2.38	2.777	1.82	2.21	2.21	1.9	1.91	2.01
铁*	—	0.03	0.05	0.083	0.03	0.015	0.06	0.06	0.03	0.017	0.04
锰*	—	0.01	0.008	0.051	0.07	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
铜*	—	0.001	0.001	0.001	0.001	0.015	0.025	0.025	0.000045	0.00011	0.01303
锌*	—	0.152	0.043	0.076	0.05	0.025	0.025	0.025	0.0004	0.00040	0.0152
挥发酚*	—	0.002	0.002	0.002	0.0003	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.0002	0.0002
阴离子表面活性剂*	—	0.05	0.03	0.05	0.05	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
高锰酸盐指数	0.6	0.55	0.7	0.7	0.9	0.7	0.7	0.7	0.6	0.4	0.6
硝酸盐	—	1.043	1.02	2.686	5.82	3.91	2.37	2.37	1.05	0.73	2.09
亚硝酸盐	—	0.003	0.003	0.003	0.003	0.0015	0.003	0.003	0.003	0.002	0.0025
氨氮	0.012	0.032	0.031	0.031	0.047	0.04	0.052	0.052	0.025	0.020	0.038
氟化物	0.055	0.094	0.045	0.102	0.110	0.124	0.09	0.09	0.07	0.06	0.09
氰化物	—	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
汞*	—	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.000025	0.000005	0.000005	0.000005	0.00002	0.00001
砷*	—	0.007	0.004	0.007	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0024	0.0018	0.0009
硒*	—	—	—	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.000175	0.0001
镉*	—	0.0015	0.002	0.003	0.000238	0.000005	0.00024	0.00024	0.00005	0.00003	0.00011
铬(六价)*	—	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
铅*	—	0.018	0.021	0.012	0.001	0.000098	0.005	0.0005	0.0005	0.00026	0.001272

总大肠菌群 (个/L)	2	2	1	2	未检出	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
-------------	---	---	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

续表 3.4-15

2006~2015 年城北水厂水质监测结果 单位: pH 值无量纲

项目	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	全市
pH(无量纲)	7.60	7.63	7.6	7.52	7.5	7.50	7.32	7.32	7.40	7.44	7.40
总硬度	288.8	240.5	246	238	233	233	239	239	230	234	235
硫酸盐	17.8	20.2	22.0	20.1	26.2	20.02	19.9	19.9	21.8	15.1	19.34
氯化物	2.62	3.97	4.40	3.82	4.488	3.69	4.03	4.03	4.74	4.86	4.27
铁*	—	0.03	0.10	0.101	0.03	0.015	0.03	0.03	0.015	0.02	0.02
锰*	—	0.01	0.013	0.036	0.065	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
铜*	—	0.001	0.001	0.001	0.001	0.026	0.025	0.025	0.00011	0.00014	0.01525
锌*	—	0.034	0.018	0.040	0.05	0.13	0.025	0.025	0.0161	0.0108	0.0414
挥发酚*	—	0.002	0.002	0.002	0.0003	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.0002
阴离子表面活性剂*	—	0.05	0.03	0.05	0.05	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
高锰酸盐指数	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
硝酸盐	—	2.175	2.02	6.871	13.57	6.18	4.40	4.40	2.94	2.11	3.42
亚硝酸盐	—	0.003	0.003	0.003	0.003	0.0015	0.003	0.003	0.005	0.0028	0.00306
氨氮	0.012	0.027	0.029	0.037	0.032	0.035	0.033	0.033	0.0125	0.0125	0.025
氟化物	0.062	0.094	0.044	0.102	0.119	0.091	0.09	0.09	0.09	0.08	0.09
氰化物	—	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
汞*	—	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.000025	0.000005	0.000005	0.000005	0.00002	0.00001
砷*	—	0.007	0.006	0.007	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001
硒*	—	—	—	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001
镉*	—	0.002	0.002	0.004	0.000146	0.000005	0.00020	0.00020	0.00005	0.00004	0.00010
铬(六价)*	—	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002

铅*	—	0.015	0.021	0.015	0.003	0.000070	0.0005	0.0005	0.0005	0.00038	0.00039
总大肠菌群（个/L）	2	2	1	2	未检出	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

续表 3.4-15 2006~2015 年加辽水厂水质监测结果 单位：pH 值无量纲

项目	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	全市
pH(无量纲)	7.73	7.69	7.6	7.55	7.5	7.55	7.43	7.43	7.54	7.50	7.49
总硬度	295.8	236.5	237	242	232	234	238	238	241	251	240
硫酸盐	23.4	18.1	20.7	18.3	22.231	19.9	21.9	21.9	18.2	13.2	19.02
氯化物	2.12	2.37	2.44	1.90	1.980	2.36	3.21	3.21	2.26	2.49	2.706
铁*	—	0.03	0.02	0.078	0.03	0.015	0.015	0.015	0.015	0.02	0.02
锰*	—	0.01	0.019	0.030	0.07	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
铜*	—	0.001	0.001	0.001	0.001	0.015	0.025	0.025	0.00017	0.00018	0.01307
锌*	—	0.017	0.016	0.094	0.05	0.025	0.025	0.025	0.0018	0.0019	0.0157
挥发酚*	—	0.002	0.002	0.002	0.0003	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.0002
阴离子表面活性剂*	—	0.05	0.05	0.05	0.05	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
高锰酸盐指数	0.5	0.4	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.4	0.6
硝酸盐	—	1.705	1.46	3.83	8.94	12.59	3.29	3.29	1.39	1.13	4.34
亚硝酸盐	—	0.009	0.002	0.003	0.003	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015
氨氮	0.012	0.028	0.024	0.029	0.028	0.038	0.031	0.031	0.0125	0.0125	0.025
氟化物	0.078	0.090	0.042	0.102	0.082	0.065	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08
氰化物	—	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
汞*	—	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.000025	0.000005	0.000005	0.000005	0.00002	0.00001
砷*	—	0.007	0.007	0.007	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
硒*	—	—	—	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001
镉*	—	0.0015	0.002	0.003	0.00014	0.000005	0.00020	0.00020	0.00005	0.00004	0.00010

					9						
铬(六价)*	—	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
铅*	—	0.012	0.018	0.015	0.003	0.000098	0.0005	0.0005	0.0005	0.00016	0.000352
总大肠菌群(个/L)	2	2	1	2	未检出	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

续表 3.4-15

2006~2015年肯冲水厂水质监测结果

单位: pH值无量纲

项目	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	全市
pH(无量纲)			7.5	7.56	7.5	7.55	7.42	7.42	7.52	7.46	7.47
总硬度			242	231	225	234	242	242	236	257	242
硫酸盐			24.5	20.8	23.127	22.8	22.7	22.7	20.9	14.4	20.70
氯化物			1.89	1.91	2.596	1.89	2.00	2.00	2.32	2.17	2.076
铁*			0.02	0.083	0.03	0.015	0.015	0.015	0.015	0.02	0.02
锰*			0.010	0.030	0.05	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
铜*			0.001	0.001	0.001	0.015	0.025	0.025	0.00014	0.00012	0.01305
锌*			0.010	0.044	0.05	0.22	0.025	0.025	0.0021	0.0038	0.0552
挥发酚*	未开展监测	未开展监测	0.001	0.002	0.0003	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.0002
阴离子表面活性剂*			0.03	0.05	0.05	0.025	0.025	0.025	0.025	0.015	0.023
高锰酸盐指数			0.5	0.6	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.3	0.6
硝酸盐			1.25	5.135	6.87	8.23	3.31	3.31	1.46	0.94	3.45
亚硝酸盐			0.002	0.003	0.003	0.0015	0.0015	0.0015	0.003	0.0015	0.0018
氨氮			0.023	0.032	0.030	0.059	0.025	0.025	0.0125	0.0125	0.027
氟化物			0.029	0.107	0.114	0.063	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08
氰化物			0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
汞*			0.00002	0.00005	0.00005	0.000025	0.000005	0.000005	0.000005	0.00002	0.00001
砷*			0.004	0.007	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0002

硒*			—	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001
镉*			0.002	0.004	0.00006 1	0.000005	0.00020	0.00020	0.00005	0.00004	0.00010
铬（六价）*			0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
铅*			0.033	0.012	0.002	0.00003	0.0005	0.0005	0.0005	0.00033	0.000372
总大肠菌群（个/L）			1	2	未检出	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

3.4.3 地表水、地下水历史水质关系分析

地表水以水质变化较明显的龙江-三江口断面为例，地下水以加辽水厂为例，并考虑近年影响水质较明显的监测因子，做出以下 2006 年~2015 年高锰酸盐指数、氨氮、砷浓度的变化趋势图。



图 3.4-1

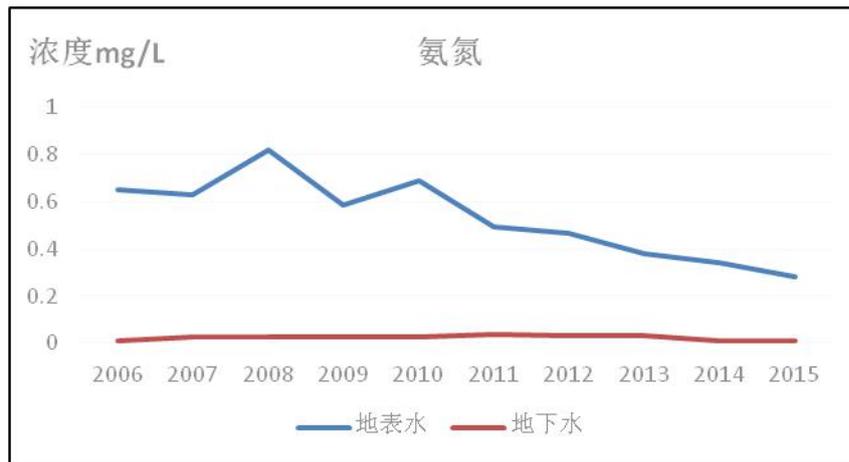


图 3.4-2



图 3.4-3

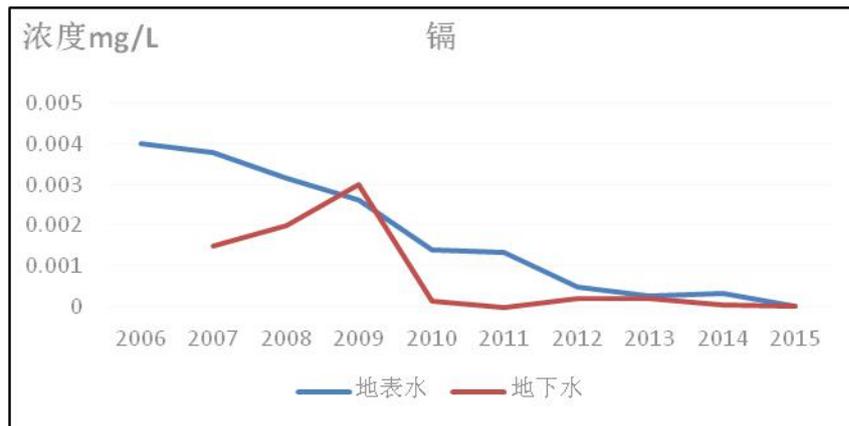


图 3.4-4

由以上各图可看出，地表水与地下水水质变化大体相同，在 2006~2010 年水质变化较明显，2011 年~2015 年水质变化趋势逐渐平稳，说明近年来龙江水质逐步改善，饮用水源地水质也逐年提升。

3.5 大气环境现状调查和评价

本工程所在区域按照空气环境功能区分类，属于环境空气二类功能区，项目所在区域属于环境空气二类功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单二级标准。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中 6.2 的要求，SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO 和 O₃ 六项基本污染物优先采用国家或地方生态环境主管部门公开发布的基准年公告或环境质量报告中的数据或结论，本评价引用相邻河池市 2017 年环境质量公报内容作为项目区域环境空气质量达标判定依据。

根据河池市环境保护局于 2018 年 9 月 18 日在其网站发布的《2017 年河池市环境状况公报》，2017 年，中国环境监测总站委托第三方武汉天虹环保产业股份有限公司开展河池市区环境空气质量监测，共布设 3 个国控环境空气质量监测点位，其中东仁乐园子站为对照点，市环保站子站和市疾控中心子站为评价点，全年自动监测，每日 24 小时连续监测，各监测站基本情况见表 3.5-1，基本污染物环境现状评价见表 3.5-2。

表 3.5-1 河池市监测站点位基本信息

监测站点名称	监测站坐标		监测因子	相对项目方位	备注
	经度 (°)	纬度 (°)			

东仁乐园	108.2084	24.7155	SO ₂ 、NO ₂ 、	西北面 60.1km~67.9km	国控
市环保局	109.0502	24.6957	PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、	西北面 76km~80km	国控
市疾控中心	108.0982	24.6992	O ₃ 、CO	西北面 72.5km~75.8km	国控

表 3.5-2 河池市 2017 年基本污染物环境质量现状评价表

污染因子	评价指标	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	现状浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	最大浓度占 标率 (%)	达标 情况
SO ₂	年平均	60	9	15.0	达标
	24 小时平均第 98 百分位数	150	20	13.3	达标
NO ₂	年平均	40	25	62.5	达标
	24 小时平均第 98 百分位数	80	55	68.8	达标
CO	24 小时平均第 95 百分位数	4000	1200	30.0	达标
PM ₁₀	年平均	70	60	85.7	达标
	24 小时平均第 95 百分位数	150	128	85.3	达标
PM _{2.5}	年平均	35	35	100	达标
	24 小时平均第 95 百分位数	75	80	106.7	超标
O ₃	日最大 8 小时滑动平均值第 90 百分位数	160	110	68.8	达标

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)中 6.4.1.1 的判定依据,判定本项目所在区域河池市为环境空气不达标区,不达标因子为 PM_{2.5}。根据《环境保护厅关于印发广西壮族自治区大气污染防治 2017 年度实施计划的通知》(桂环规范〔2017〕3 号),到 2017 年底,河池市细颗粒物(PM_{2.5})年平均质量浓度不高于 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。河池市 2017 年 PM_{2.5} 的年平均质量浓度为 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,可以达到《环境保护厅关于印发广西壮族自治区大气污染防治 2017 年度实施计划的通知》(桂环规范〔2017〕3 号)的要求。

1、监测点位

评价单位于 2017 年布设 2 个大气环境监测点,测点具体位置见附图 14-3,监测点位、项目、频次见表 3.5-3。

表 3.5-3 环境空气质量现状监测点位情况

编号	序号	监测点名称	监测点位置	监测项目	备注
1	A1	才吉屯	见附图 14-3	SO ₂ 、NO ₂ 、 PM ₁₀ 、TSP	坝址周边环境空气质量现状
2	A2	作定	见附图 14-3		弃渣运输路线沿线村屯环境空气质量现状(弃渣运至金城江区大任开发区)

2、监测因子

SO₂、NO₂、PM₁₀、TSP。

3、监测时间和频率

SO₂、NO₂、PM₁₀、TSP 采样频率为：连续采样 7 天，分 1 小时平均浓度和 24 小时平均浓度两种方法采样，SO₂、NO₂、PM₁₀、TSP 监测 24 小时平均浓度，SO₂、NO₂、PM₁₀ 每天采样时间为 20 小时、TSP 24 小时平均浓度每天采样时间为 24 小时，SO₂、NO₂、小时值的监测为每天测 4 次，每次采样不少于 45 分钟，时段分别为 02：00、08：00、14：00、20：00。

4、监测方法

空气质量监测期间同步观测气温、气压、湿度、风向、风速、云量等气象要素。按国家环保总局 HJ/T194-2005《空气环境质量手工监测技术规范》和《环境空气质量标准》（GB3095-2012）有关规定进行。

5、评价标准

环境空气执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中二级标准。

表 3.5-4 《环境空气质量标准》二级标准（摘要）

执行标准	污染物	浓度限值（μg/m ³ ）		
		1 小时平均	24 小时平均	年平均
《环境空气质量标准》 （GB3095-2012）二级标准	—	1 小时平均	24 小时平均	年平均
	SO ₂	500	150	60
	NO ₂	200	80	40
	TSP	—	300	200
	PM ₁₀	—	150	70

6、评价方法

采用单项质量指数法进行评价：

$$I_i = C_i / C_{oi}$$

式中：I_i ——某污染物的单项质量指数；

C_i ——某污染物的实测浓度，mg/m³；

C_{oi} ——某污染物的评价标准，mg/m³。

7、监测结果及评价

表 3.5-5 环境空气监测结果（小时值）

监测日期	监测点位编号及名称	监测时段	监测项目(mg/m ³)		气象参数				
			NO ₂	SO ₂	气温(°C)	湿度(%)	风向(方位)	风速(m/s)	气压(kPa)
2017年8月7日	1#才吉屯	2:00~3:00	0.018	ND	27.2	76	S	1.3	97.64
		8:00~9:00	0.020	ND	27.8	76	S	1.0	97.68
		14:00~15:00	0.015	ND	33.5	70	S	1.2	97.44
		20:00~21:00	0.018	ND	32.3	67	S	1.6	97.27
	2#作定	2:00~3:00	0.020	ND	27.2	76	S	1.3	97.64
		8:00~9:00	0.018	ND	27.8	76	S	1.0	97.68
		14:00~15:00	0.015	ND	33.5	70	S	1.2	97.44
		20:00~21:00	0.017	ND	32.3	67	S	1.6	97.27
2017年8月8日	1#才吉屯	2:00~3:00	0.018	ND	28.4	74	S	1.2	97.45
		8:00~9:00	0.020	ND	29.6	72	C	0	97.56
		14:00~15:00	0.013	ND	33.8	70	C	0	97.33
		20:00~21:00	0.018	ND	32.5	76	C	0	97.27
	2#作定	2:00~3:00	0.023	ND	28.4	74	S	1.2	97.45
		8:00~9:00	0.017	ND	29.6	72	C	0	97.56
		14:00~15:00	0.015	ND	33.8	70	C	0	97.33
		20:00~21:00	0.018	ND	32.5	76	C	0	97.27
2017年8月9日	1#才吉屯	2:00~3:00	0.017	ND	25.2	67	W	1.1	97.75
		8:00~9:00	0.020	ND	26.5	67	SW	1.1	97.64
		14:00~15:00	0.015	ND	31.8	61	S	1.3	97.66
		20:00~21:00	0.018	ND	30.1	69	S	1.3	97.86
	2#作定	2:00~3:00	0.019	ND	25.2	67	W	1.1	97.75
		8:00~9:00	0.023	ND	26.5	67	SW	1.1	97.64
		14:00~15:00	0.016	ND	31.8	61	S	1.3	97.66
		20:00~21:00	0.017	ND	30.1	69	S	1.3	97.86
2017年8月10日	1#才吉屯	2:00~3:00	0.019	ND	25.6	69	S	1.1	97.36
		8:00~9:00	0.021	ND	26.5	71	S	1.1	97.51
		14:00~15:00	0.015	ND	31.8	66	S	1.3	97.26
		20:00~21:00	0.018	ND	30.3	69	S	1.6	97.41

表 3.5-6 环境空气监测结果（日均值）

监测日期	监测点位编号及名称	监测项目(mg/m ³)				气象参数				
		SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	TSP	气温(°C)	湿度(%)	风向(方位)	风速(m/s)	气压(kPa)
2017年8月7日	1#才吉屯	ND	0.018	0.038	0.085	30.1	72	S	1.3	97.53
	2#作定	ND	0.017	0.041	0.092	30.1	72	S	1.3	97.53
2017年8月	1#才吉屯	ND	0.015	0.031	0.088	31.0	70	C	0	97.40

月 8 日	2#作定	ND	0.016	0.037	0.095	31.0	70	C	0	97.40
2017 年 8 月 9 日	1#才吉屯	ND	0.017	0.029	0.079	29.3	66	W	1.2	97.76
	2#作定	ND	0.018	0.034	0.090	29.3	66	W	1.2	97.76
2017 年 8 月 10 日	1#才吉屯	ND	0.016	0.036	0.083	29.1	68	S	1.3	97.58
	2#作定	ND	0.017	0.042	0.098	29.1	68	S	1.3	97.58
2017 年 8 月 11 日	1#才吉屯	ND	0.020	0.033	0.086	30.8	71	S	1.4	97.61
	2#作定	ND	0.017	0.038	0.093	30.8	71	S	1.4	97.61
2017 年 8 月 12 日	1#才吉屯	ND	0.017	0.035	0.086	30.1	64	S	1.5	97.51
	2#作定	ND	0.018	0.040	0.096	30.1	64	S	1.5	97.51
2017 年 8 月 13 日	1#才吉屯	ND	0.018	0.032	0.080	29.4	70	S	1.3	97.58
	2#作定	ND	0.020	0.039	0.087	29.4	70	S	1.3	97.58

表 3.5-7 环境空气质量 1 小时均值监测统计与评价

监测点位	统计指标	NO ₂	SO ₂
		标准值 (mg/m ³)	0.2
1#才吉屯	时均浓度范围 (mg/m ³)	0.013~0.021	<0.007
	污染指数 Pi	0.065~0.105	<0.014
	超标率%	0	0
	达标情况	达标	达标
2#作定	时均浓度范围 (mg/m ³)	0.015~0.023	<0.007
	污染指数 Pi	0.075~0.115	<0.014
	超标率%	0	0
	达标情况	达标	达标

表 3.5-8 环境空气质量日均值监测统计与评价

监测点位	统计指标	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	TSP
		标准值 (mg/m ³)	0.15	0.08	0.15
1#才吉屯	日均浓度范围 (mg/m ³)	<0.004	0.015~0.02	0.029~0.038	0.079~0.088
	污染指数 Pi	<0.0267	0.1875~0.25	0.193~0.253	0.263~0.293
	超标率%	0	0	0	0
	达标情况	达标	达标	达标	达标
2#作定	日均浓度范围 (mg/m ³)	<0.004	0.016~0.02	0.034~0.042	0.087~0.098
	污染指数 Pi	<0.0267	0.20~0.25	0.227~0.28	0.29~0.327
	超标率%	0	0	0	0
	达标情况	达标	达标	达标	达标

由上表可知，各项监测因子均未超过浓度限值，标准指数均小于 1，日均污染物浓度变化较小，各监测点参与评价的各项因子均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值要求，表明评价区域环境空气质量良好。

3.6 声环境现状调查和评价

本工程位于龙江河中游河池市金城江区城东加道村以东金城江~宜州一级公路龙江大桥下游 250m 处, 设 4 个厂界噪声监测点位及 2 个环境监测点位, 各测点布设详见附图 14-2 和表 3.6-1。

1、监测点位

表 3.6-1 噪声监测点位一览表

序号	编号	监测点位	备注
1	N1	厂房东侧厂界	厂界 1m 处
2	N2	厂房南侧厂界	厂界 1m 处
3	N3	厂房西侧厂界	厂界 1m 处
4	N4	厂房北侧厂界	厂界 1m 处
5	N5	上沙里屯	厂房东北面 230m
6	N6	才吉屯	厂房东南面 260m

2、监测频率

连续监测 2 日, 昼间 (6:00~22:00), 夜间 (22:00~6:00 点) 各测量一次。

3、监测方法

按照《声环境质量标准》(GB3096-2008) 和《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 进行。选择无雨、风速小于 5.5m/s 时进行测量, 对非稳态噪声读取 100 个数据以上分别计算出 LAeqdB(A)。

4、评价标准

根据《声环境功能区划技术规范》(GB/T15190-2014), 项目厂界和敏感点执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准。监测结果及评价见下表:

表 3.6-2 厂界噪声监测结果统计表

监测点位	监测日期	监测时段	监测值 dB (A)	监测标准 dB (A)	达标情况
1#厂房东侧 厂界	8 月 10 日	昼间			达标
		夜间			达标
	8 月 11 日	昼间			达标
		夜间			达标
2#厂房南侧 厂界	8 月 10 日	昼间			达标
		夜间			达标
	8 月 11 日	昼间			达标
		夜间			达标

3#厂房西侧 厂界	8月10日	昼间			达标
		夜间			达标
	8月11日	昼间			达标
		夜间			达标
4#厂房北侧 厂界	8月10日	昼间			达标
		夜间			达标
	8月11日	昼间			达标
		夜间			达标

表 3.6-3 环境噪声监测结果统计表

监测点位	监测日期	监测时段	监测值 dB (A)	监测标准 dB (A)	达标情况
5#上沙里屯	8月10日	昼间			达标
		夜间			达标
	8月11日	昼间			达标
		夜间			达标
6#才吉屯	8月10日	昼间			达标
		夜间			达标
	8月11日	昼间			达标
		夜间			达标

由上表可知，厂界与环境敏感点的各监测点昼间、夜间的噪声值均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准限值要求，表明评价区的声环境质量良好。

3.7 土壤环境现状调查和评价

3.7.1 淹没区土壤环境现状调查

一、监测点布设

电站库区淹没土地面积 3502.89 亩，其中耕地 183.73 亩、园地 7.10 亩，林地 641.29 亩、草地 382.99 亩、交通运输用地 0.99 亩、水域及水利设施用地 2286.79 亩，为了解淹没土地环境质量现状，本次土壤监测点设 13 个，监测点点位详见附图 24 及表 3.7-1。

表 3.7-1 淹没区土壤环境监测布点情况

编号	点位名称	土壤类型	采样要求
1#	大湾屯	旱地	每个监测点位取 1m 土壤剖面，每
2#		林地	

3#	加道村	旱地	20cm 取一个样， 每个剖面 5 个样。
4#		园地	
5#	金城东路跨江处下游 1360m 处(龙 江右侧)	旱地	
6#		草地	
7#		林地	
8#	金城江三桥上游 670m (龙江右岸)	林地	
9#	下卷二队	水田	
10#		旱地	
11#	拉结屯	水田	
12#	旦洞村	旱地	
13#	拉烈村	林地	

二、监测频率及监测时间

监测频率：监测点为一次性采样。

监测时间：2018 年 11 月 14 日~2018 年 11 月 18 日。

三、监测项目及分析方法

监测项目：pH 值、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌共 9 项。

项目的监测采样及分析方法参照国家环境保护总局《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166-2004)的有关规定执行，见表 3.7-2。

表 3.7-2 土壤监测项目及分析方法

土壤采样	土壤环境监测技术规范 HJ/T 166-2004	——
pH 值	土壤中 pH 值的测定 NY/T 1377-2007	0.01pH 值
镍	土壤质量 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法 GB/T 17139-1997	5 mg/kg
镉	土壤质量 铅、镉的测定 KI-MIBK 萃取火焰原子吸收分光光度法 GB/T 17140-1997	0.05 mg/kg
铬	土壤 总铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ 491-2009	5 mg/kg
铅	土壤质量 铅的测定 火焰原子吸收法 《土壤元素的近代分析方法》 中国环境监测总站 (1992 年)	0.06 mg/kg
铜	土壤质量 铜、锌的测定 火焰原子吸收分光光度法 GB/T 17138-1997	1 mg/kg
锌		0.5 mg/kg
汞	土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定	0.002 mg/kg

	原子荧光法 第 1 部分：土壤总汞的测定 GB/T 22105.1-2008	
砷	土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第 2 部分：土壤总砷的测定 GB/T 22105.2-2008	0.01 mg/kg

四、评价方法

采用单因子质量指数法进行评价，公式如下：

$$P_i = C_i / S_i$$

式中： P_i ——土壤污染物的质量指数，质量指数大于 1，说明土壤已受到污染物的污染。

C_i ——土壤中污染物的含量

S_i ——土壤质量标准

五、评价标准

淹没区土壤执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）。

六、监测结果与评价

监测分析统计结果及评价见表 3.7-3。

表 3.7-3 土壤监测结果及质量评价 单位：mg/kg (pH 值除外)

监测项目 及结果		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
1#-1 大湾屯 (剖面样 20cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
1#-2 大湾屯 (剖面样 40cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
1#-3 大湾屯 (剖面样 60cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
1#-4 大湾屯 (剖面样 80cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
1#-5 大湾屯 (剖面样 100cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									

监测项目 及结果		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
2#-1 大湾屯 (剖面样 20cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
2#-2 大湾屯 (剖面样 40cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
2#-3 大湾屯 (剖面样 60cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
2#-4 大湾屯 (剖面样 80cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
2#-5 大湾屯 (剖面样 100cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									

监测项目 及结果		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
3#-1 加道村 (剖面样 20cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
3#-2 加道村 (剖面样 40cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
3#-3 加道村 (剖面样 60cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
3#-4 加道村 (剖面样 80cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
3#-5 加道村 (剖面样 100cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									

监测项目 及结果		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
4#-1 加道村 (剖面样 20cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
4#-2 加道村 (剖面样 40cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
4#-3 加道村 (剖面样 60cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
4#-4 加道村 (剖面样 80cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
4#-5 加道村 (剖面样 100cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									

监测项目 及结果		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
5#-1 金城东江跨江处下游 1360m (龙江右岸) (剖面样 20cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
5#-2 金城东江跨江处下游 1360m (龙江右岸) (剖面样 40cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
5#-3 金城东江跨江处下游 1360m (龙江右岸) (剖面样 60cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
5#-4 金城东江跨江处下游 1360m (龙江右岸) (剖面样 80cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
5#-5 金城东江跨江处下游 1360m (龙江右岸) (剖面样 100cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									

监测项目 及结果		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
6#-1 金城东江跨江处下游 1360m (龙江右岸) (剖面样 20cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
6#-2 金城东江跨江处下游 1360m (龙江右岸) (剖面样 40cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
6#-3 金城东江跨江处下游 1360m (龙江右岸) (剖面样 60cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
6#-4 金城东江跨江处下游 1360m (龙江右岸) (剖面样 80cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
6#-5 金城东江跨江处下游 1360m (龙江右岸) (剖面样 100cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									

监测项目 及结果		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
7#-1 金城东江跨江处下游 1360m (龙江右岸) (剖面样 20cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
7#-2 金城东江跨江处下游 1360m (龙江右岸) (剖面样 40cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
7#-3 金城东江跨江处下游 1360m (龙江右岸) (剖面样 60cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
7#-4 金城东江跨江处下游 1360m (龙江右岸) (剖面样 80cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
7#-5 金城东江跨江处下游 1360m (龙江右岸) (剖面样 100cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									

监测项目 及结果		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
8#-1 金城江三桥上游 670m (龙江右岸)(剖面样 20cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
8#-2 金城江三桥上游 670m (龙江右岸)(剖面样 40cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
8#-3 金城江三桥上游 670m (龙江右岸)(剖面样 60cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
8#-4 金城江三桥上游 670m (龙江右岸)(剖面样 80cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
8#-5 金城江三桥上游 670m (龙江右岸)(剖面样 100cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									

监测项目 及结果		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
9#-1 下卷二队 (剖面样 20cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
9#-2 下卷二队 (剖面样 40cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
9#-3 下卷二队 (剖面样 60cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
9#-4 下卷二队 (剖面样 80cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
9#-5 下卷二队 (剖面样 100cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									

监测项目 及结果		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
10#-1 下卷二队 (剖面样 20cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
10#-2 下卷二队 (剖面样 40cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
10#-3 下卷二队 (剖面样 60cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
10#-4 下卷二队 (剖面样 80cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
10#-5 下卷二队 (剖面样 100cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									

监测项目 及结果		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
11#-1 拉结屯 (剖面样 20cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
11#-2 拉结屯 (剖面样 40cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
11#-3 拉结屯 (剖面样 60cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
11#-4 拉结屯 (剖面样 80cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
11#-5 拉结屯 (剖面样 100cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									

监测项目 及结果		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
12#-1 旦洞村 (剖面样 20cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
12#-2 旦洞村 (剖面样 40cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
12#-3 旦洞村 (剖面样 60cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
12#-4 旦洞村 (剖面样 80cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
12#-5 旦洞村 (剖面样 100cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									

监测项目 及结果		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
13#-1 加道村 (剖面样 20cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
13#-2 加道村 (剖面样 40cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
13#-3 加道村 (剖面样 60cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
13#-4 加道村 (剖面样 80cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									
13#-5 加道村 (剖面样 100cm)	监测值									
	污染指数 P_i									
	超标倍数									

根据评价结果，3#加道村 20cm 土壤铅、镉和锌超过筛选值，超标倍数 1.17 倍、91.67 倍和 1.58 倍；40cm、60cm 和 80cm 土壤镉超过筛选值，超标倍数 18.87 倍、1.23 倍和 1.67 倍；铅未超过风险管控值，20cm 和 40cm 土壤镉浓度分别为 27.8mg/kg 和 5.96mg/kg，超过风险管控值标准（3.0mg/kg）8.2 倍和 0.98 倍。3# 监测点超标原因是由于该地块属旱地，灌溉用水来自于龙江，多年取用龙江水灌溉造成铅、镉和锌的累积并向下迁移所致。

7#金城东江跨江处下游 1360m（龙江右岸）40cm、60cm、80cm 和 100cm 土壤铜、锌和镍浓度超过风险筛选值，超标倍数分别为 0.08~0.24 倍、0.33~0.7 倍、0.09~0.33 倍。7#监测点土地属林地，铜、锌和镍轻微超标可能是受金城江城区冶炼厂关停前烟气沉降污染有关。

8#金城江三桥上游 670m（龙江右岸）20cm 土壤锌超过风险筛选值 0.02 倍。10#下卷二队 60cm 土壤铅超过风险筛选值 0.05 倍，未超过风险管控值。8#点和 10#号点均位于江边，历史上洪水期可能淹没该地块，10#点靠近南方冶炼厂和宝来冶炼厂，土壤可能受龙江水淹没及冶炼厂关停前烟气沉降污染有关。

3.7.2 库区流域范围内搬迁（关停）冶炼厂内土壤环境初步调查

监测项目及结果 监测点位编号及名称		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	总铬 (mg/kg)
		筛选值 (管控值)	18000 (36000)	800 (2500)	65 (78)	/	900 (2000)	60 (140)	38 (82)	/
14#-1 金城江区宝来冶炼厂 (剖面样 20cm)	监测值	5.53	22	64.5	1.21	166	35	18.5	0.338	79
	污染指数 P_i	/	0.001	0.081	0.019	/	0.039	0.308	0.009	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
14#-2 金城江区宝来冶炼厂 (剖面样 40cm)	监测值	5.46	19	44.5	0.99	144	25	12.1	0.259	61
	污染指数 P_i	/	0.001	0.056	0.015	/	0.028	0.202	0.007	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
14#-3 金城江区宝来冶炼厂 (剖面样 60cm)	监测值	5.38	16	37.4	0.49	104	24	14.5	0.230	61
	污染指数 P_i	/	0.001	0.047	0.008	/	0.027	0.242	0.006	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
14#-4 金城江区宝来冶炼厂 (剖面样 80cm)	监测值	5.30	17	49.6	0.42	128	31	12.4	0.213	80
	污染指数 P_i	/	0.001	0.062	0.006	/	0.034	0.207	0.006	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
14#-5 金城江区宝来冶炼厂 (剖面样 100cm)	监测值	5.18	16	115	0.38	124	30	20.9	0.336	76
	污染指数 P_i	/	0.001	0.144	0.006	/	0.033	0.348	0.009	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/

监测项目 及结果 监测点位 编号及名称		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	总铬 (mg/kg)
		筛选值 (管控值)	18000 (36000)	800 (2500)	65 (78)	/	900 (2000)	60 (140)	38 (82)	/
15#-1 南方有色金属有限公司 (剖面样 20cm)	监测值	6.11	46	240	4.10	227	57	38.6	0.529	122
	污染指数 P_i	/	0.003	0.300	0.063	/	0.063	0.643	0.014	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
15#-2 南方有色金属有限公司 (剖面样 40cm)	监测值	6.23	49	275	8.36	210	45	37.4	0.724	120
	污染指数 P_i	/	0.003	0.344	0.129	/	0.050	0.623	0.019	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
15#-3 南方有色金属有限公司剖 面样 60cm)	监测值	6.48	58	280	8.23	245	74	41.3	0.873	122
	污染指数 P_i	/	0.003	0.350	0.127	/	0.082	0.688	0.023	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
15#-3 南方有色金属有限公司剖 面样 80cm)	监测值	6.52	62	363	9.84	345	104	31.0	1.29	144
	污染指数 P_i	/	0.003	0.454	0.151	/	0.116	0.517	0.034	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
15#-3 南方有色金属有限公司剖 面样 100cm)	监测值	6.78	48	234	7.70	225	66	38.7	0.788	140
	污染指数 P_i	/	0.003	0.293	0.118	/	0.073	0.645	0.021	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/

监测项目 及结果 监测点位 编号及名称		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
		筛选值 (管控值)	18000 (36000)	800 (2500)	65 (78)	/	900 (2000)	60 (140)	38 (82)	/
16#-1 五吉一厂 (剖面样 20cm)	监测值	6.80	31	78.2	0.30	161	46	15.2	0.266	86
	污染指数 P_i	/	0.002	0.098	0.005	/	0.051	0.253	0.007	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
16#-1 五吉一厂 (剖面样 40cm)	监测值	6.97	24	39.3	0.13	102	32	13.3	0.279	48
	污染指数 P_i	/	0.001	0.049	0.002	/	0.036	0.222	0.007	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
16#-1 五吉一厂 (剖面样 60cm)	监测值	7.18	28	70.2	0.17	144	42	17.8	0.243	80
	污染指数 P_i	/	0.002	0.088	0.003	/	0.047	0.297	0.006	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
16#-1 五吉一厂 (剖面样 80cm)	监测值	7.20	39	110	0.21	216	59	10.5	0.518	92
	污染指数 P_i	/	0.002	0.138	0.003	/	0.066	0.175	0.014	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
16#-1 五吉一厂 (剖面样 100cm)	监测值	7.25	44	66.4	0.24	171	45	12.4	0.647	52
	污染指数 P_i	/	0.002	0.083	0.004	/	0.050	0.207	0.017	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/

监测项目 及结果 监测点位 编号及名称		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
		筛选值 (管控值)	18000 (36000)	800 (2500)	65 (78)	/	900 (2000)	60 (140)	38 (82)	/
17#-1 河池冶化厂 (剖面样 20cm)	监测值	7.30	37	153	0.78	271	82	12.3	0.571	198
	污染指数 P_i	/	0.002	0.191	0.012	/	0.091	0.205	0.015	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
17#-1 河池冶化厂 (剖面样 40cm)	监测值	7.38	46	112	0.89	530	88	10.7	0.547	228
	污染指数 P_i	/	0.003	0.140	0.014	/	0.098	0.178	0.014	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
17#-1 河池冶化厂 (剖面样 60cm)	监测值	7.55	43	143	0.75	244	73	14.7	0.622	233
	污染指数 P_i	/	0.002	0.179	0.012	/	0.081	0.245	0.016	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
17#-1 河池冶化厂 (剖面样 80cm)	监测值	7.50	45	154	4.71	212	74	16.6	0.666	232
	污染指数 P_i	/	0.003	0.193	0.072	/	0.082	0.277	0.018	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
17#-1 河池冶化厂 (剖面样 100cm)	监测值	7.42	55	268	10.1	41	95	16.0	0.603	225
	污染指数 P_i	/	0.003	0.335	0.155	/	0.106	0.267	0.016	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/

监测项目 及结果 监测点位 编号及名称		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
		筛选值 (管控值)	18000 (36000)	800 (2500)	65 (78)	/	900 (2000)	60 (140)	38 (82)	/
18#-1 广西金河矿业有限公司 (剖面样 20cm)	监测值	6.12	21	46.8	0.14	31	16	73.1	0.164	42
	污染指数 P_i	/	0.001	0.059	0.002	/	0.018	1.218	0.004	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	0.218	/	/
18#-1 广西金河矿业有限公司 (剖面样 40cm)	监测值	5.84	17	31.9	0.09	41	9	60.8	0.220	45
	污染指数 P_i	/	0.001	0.040	0.001	/	0.010	1.013	0.006	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	0.013	/	/
18#-1 广西金河矿业有限公司 (剖面样 60cm)	监测值	5.70	18	36.0	0.05	47	13	55.0	0.170	67
	污染指数 P_i	/	0.001	0.045	0.001	/	0.014	0.917	0.004	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
18#-1 广西金河矿业有限公司 (剖面样 80cm)	监测值	5.75	18	29.5	0.07	46.8	10	93.1	0.203	45
	污染指数 P_i	/	0.001	0.037	0.001	/	0.011	1.552	0.005	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	0.552	/	/
18#-1 广西金河矿业有限公司 (剖面样 100cm)	监测值	5.64	14	33.4	0.05	22.3	9	75.0	0.156	34
	污染指数 P_i	/	0.001	0.042	0.001	/	0.010	1.250	0.004	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	0.25	/	/

监测项目 及结果 监测点位 编号及名称		pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
		筛选值 (管控值)	18000 (36000)	800 (2500)	65 (78)	/	900 (2000)	60 (140)	38 (82)	/
19#-1 五吉二厂 (剖面样 20cm)	监测值	4.95	29	76.4	0.27	203	18	22.3	0.254	46
	污染指数 P_i	/	0.002	0.096	0.004	/	0.020	0.372	0.007	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
19#-1 五吉二厂 (剖面样 40cm)	监测值	5.01	19	31.3	0.15	171	19	10.8	0.262	42
	污染指数 P_i	/	0.001	0.039	0.002	/	0.021	0.180	0.007	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
19#-1 五吉二厂 (剖面样 60cm)	监测值	5.14	20	38.3	0.15	177	22	11.0	0.316	43
	污染指数 P_i	/	0.001	0.048	0.002	/	0.024	0.183	0.008	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
19#-1 五吉二厂 (剖面样 80cm)	监测值	5.32	27	63.1	0.20	302	14	28.8	0.263	35
	污染指数 P_i	/	0.002	0.079	0.003	/	0.016	0.480	0.007	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/
19#-1 五吉二厂 (剖面样 100cm)	监测值	5.50	16	31.3	0.16	209	17	12.8	0.280	38
	污染指数 P_i	/	0.001	0.039	0.002	/	0.019	0.213	0.007	/
	超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/

根据评价单位对 6 家冶炼厂内土壤的初步调查结果,除金河矿业土壤的砷超过筛选值(未超过风险管控值)以外,其余厂内土壤各监测因子均为超过筛选值。根据《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)要求,土壤中污染物浓度超过筛选值,表明该土壤对人体健康可能存在风险,应当进行进一步的详细调查及风险评估。由于本次属初步调查,调查点位不能全面反映 6 家冶炼厂内土壤污染状况,这 6 家冶炼厂均位于项目库区集雨范围内,特别是南方冶炼厂、宝来冶炼厂和五吉一厂与城北水厂位于同一个水文地质单元,随着金城江电站蓄水后区域地下水位壅高,城北水厂如果抽水量过大,龙江水会经过上述三家冶炼厂地下岩溶层对城北水厂取水点形成补给,存在威胁城北水厂水质安全的环境风险。

随着这 6 家冶炼厂的关闭或搬迁,环境管理水平的下降和厂房的破损拆迁,原来是室内环境的情况变成露天,冶炼厂内残存的污染物、建筑物中的重金属污染物很有可能进入外环境,最终进入周边土壤和龙江,对周边土壤、地下水和龙江水环境存在潜在污染的环境风险。因此,对上述 6 家企业开展场地调查和风险评估工作,切断冶炼厂残留污染物进入外环境的渠道对保障城北水厂水质安全,保障库区水质指标不下降至关重要。为此,河池市政府将制定工作计划,落实 6 家冶炼厂旧址的场地调查、风险评估和整治修复计划,落实责任人、资金和进度要求,在本工程蓄水前完成场地调查和整治修复工作。

3.8 库区底质现状调查和评价

1. 监测点位

底质监测点位布置如下，具体见下表 3.8-1 及附图 14-1。

表 3.8-1 底质现状监测点布置

序号	监测河段	断面布置
1	龙江	金城江坝址上游 200m，了解金城江坝址底质现状
2		金城江污水处理厂上游 500m 处，了解污水处理厂上游对龙江河底质现状
3		金城江污水处理厂下游 500m 处，了解污水处理厂对龙江河底质影响)
4		拟建水电站坝址位置，了解库区的底质现状
5		电站尾水排放河段，发电厂房下游 1000m 处，了解发电尾水的底质现状
6		邕仑村铁路桥下游 200m
7		金城江老街桥（龙江二桥）下游 200m
6	肯研河	肯研河汇入龙江口上游 100m
7		西环路跨河处上游 50m
8		城西大道跨河处上游 100m
9		323 国道跨河处上游 200m
10		廷榄小河
11	都腊小河	
12	温平河	加辽社区断面
13		北环路跨河处上游 150m
14		下妹屯断面
15		下社水库汇入口下游 200m

2、监测因子

pH、铜、锌、铅、镉、汞、铬、镍、砷。

3、监测时间和频次

监测 1 天，各监测断面取样一次。

4、监测分析方法与检出限

库区底质监测按国家环保局《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)及相关规范进行。

5、评价标准

库区底质暂未有统一的评价标准，本次库区底质仅列出监测值，不进行评价。

6、监测结果及评价

见表 3.7-2，由监测结果可知，除了拟建水电站坝址位置，其余监测点位水

库底质中的镉含量较高，金城江污水处理厂上游 500m 处、拟建水电站坝址位置的底质砷含量较高，经分析，镉污染事件发生 5 年，龙江各监测断面底泥仍有镉滞留，说明处理后的镉已沉淀且基本固定于江底，成为非水溶性镉。

表 3.8-2 龙江水系沉积物监测结果 单位：(mg/kg) pH 值(无量纲)

监测日期	监测点位及统计指标	监测项目及结果								
		pH 值	铅(mg/kg)	镉(mg/kg)	铜(mg/kg)	锌(mg/kg)	镍(mg/kg)	铬(mg/kg)	砷 mg/kg)	汞(mg/kg)
2017 年 8 月 10 日	1#金城江坝址上游 200m									
	2#金城江污水处理厂上游 500m 处									
	3#金城江污水处理厂下游 500m 处									
	4#拟建水电站坝址位置									
	5#电站尾水排放河段, 发电厂房下游 1000m 处									
2018 年 1 月 11 日	6 岜仑村铁路桥下游 200m									
	7 金城江老街桥(龙江二桥)下游 200m									

表 3.8-3 肯研河和温平河水系沉积物监测结果 单位：(mg/kg) pH 值(无量纲)

监测点位 编号及名称	pH 值 (无量纲)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)	镉 (mg/kg)	锌 (mg/kg)	镍 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (mg/kg)	铬 (mg/kg)
1#肯研河 (肯研河汇入龙江口上游 100m)									
2#肯研河 (西环路跨河处上游 50m)									
3#肯研河 (城西大道跨河处上游 100m)									

4#肯研河（323 国道跨河处上游 200m）									
5#肯研河（廷榄小河）									
6#肯研河（都腊小河）									
7#温平河（加辽社区断面）									
8#温平河（北环路跨河处上游 150m）									
9#温平河（下妹屯断面）									
10#温平河（下社水库江入口下游 200m）									

3.9 景观与文物调查

金城江县建制始于宋初，人文景观丰厚。有著名的河池红军标语楼、金城江老街、风流桥、金城江纪念碑、清代石孔桥等。其中已列入全国重点文物保护单位的河池红军标语楼，至今还保留有全国较为完整，集中的红军标语，真实记录着邓小平、张云逸、韦拔群等老一辈无产阶级革命家领导的红七军曾三次进驻河池县城的光辉足迹。

经调查，本工程评价范围内没有文物古迹。

4 环境影响预测与评价

4.1 水文、泥沙情势影响分析

4.1.1 截流水文情势变化分析

根据可研设计方案，主体工程分两期施工，一期施工发电厂房及左 4 孔溢流闸坝，二期施工右 3 孔溢流闸坝、右岸交通桥及护岸。金城江水电站截流时段选在施工第二年 10 月中旬，截流设计流量取龙江 10 月中旬 5 年一遇洪水，相应流量 $112\text{m}^3/\text{s}$ 。截流前，左 4 孔溢流闸坝、厂房已修建完成，截流从右岸进占，采用上游单戽堤单向立堵右岸端进方案（详见二期围堰平面布置图）。截流时河水由一期已完成的左 4 孔溢流闸坝和二期围堰龙口下泄，龙口流量由截流开始时的 $112\text{m}^3/\text{s}$ 逐渐减少为 $0\text{m}^3/\text{s}$ ，而左 4 孔溢流闸坝处流量由截流开始时的 $4\text{m}^3/\text{s}$ 逐渐增大为 $112\text{m}^3/\text{s}$ ，整个截流期坝下河道流量一直保持 $112\text{m}^3/\text{s}$ ，对下游河段水文情势无影响。

4.1.2 初期蓄水水文情势变化分析

根据施工总进度计划，选择施工第三年 5 月下闸蓄水。蓄水期间，利用抽水泵向下游排水，排水量不低于坝址多年平均流量的 10%，保证下游足够的生态流量。蓄水期间，坝区下游河段由于水电站大坝截流阻隔，河道水量减少，会造成短时间的下游拉浪库区来水量减少，但由于拉浪电站与金城江电站水位是衔接的，5 月不属于枯水期，因此，蓄水期间，不会导致下游拉浪库区水文情势发生明显改变。

4.1.3 运营期水文情势变化分析

当库区正常蓄水位回水高程不低于相邻上游电站坝址断面河底高程或者发电尾水位高程时，认为这两个电站水位是衔接的。

金城江电站建成后，水位与上游的肯足电站水位衔接，其下游的拉浪电站与金城江电站水位衔接，详见表 4.1-1。

表 4.1-1 金城江水电站建成后与上下游电站水位衔接情况表

关系	电站名称	所在县 (区)	控制流域 面积 (km^2)	多年平均 流量 (m^3/s)	正常蓄水位 (m)	坝址处河 底高程 (m)	水位是否 衔接

关系	电站名称	所在县(区)	控制流域面积 (km ²)	多年平均流量 (m ³ /s)	正常蓄水位 (m)	坝址处河底高程 (m)	水位是否衔接
上游	肯足	金城江	5610	137	192.6	185	是
本站	金城江	金城江	6230	144	185	177	是
下游	拉浪	宜州	9337	215	177	146	是

4.1.3.1 库区水文情势影响分析

库区形成后，库区肯足电站下游 100m 水位流量关系见表 4.1-2 和图 4.1-1。

表 4.1-2 肯足电站下游 100m 断面水位流量关系曲线表水位 (85 基准)

流量(m ³ /s)	0	28	50	100	200	300	400	500	600	700
水位	183.57	183.77	184.18	185.25	186.73	187.74	188.70	189.46	190.21	190.97
流量(m ³ /s)	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
水位	191.75	193.14	194.46	195.68	196.68	197.68	198.53	199.38	200.23	201.04
流量(m ³ /s)	2800	3000	3200	3400	3600	3800	4000	4100	5650	
水位	201.82	202.59	203.37	204.14	204.83	205.36	206.00	206.30	210.35	

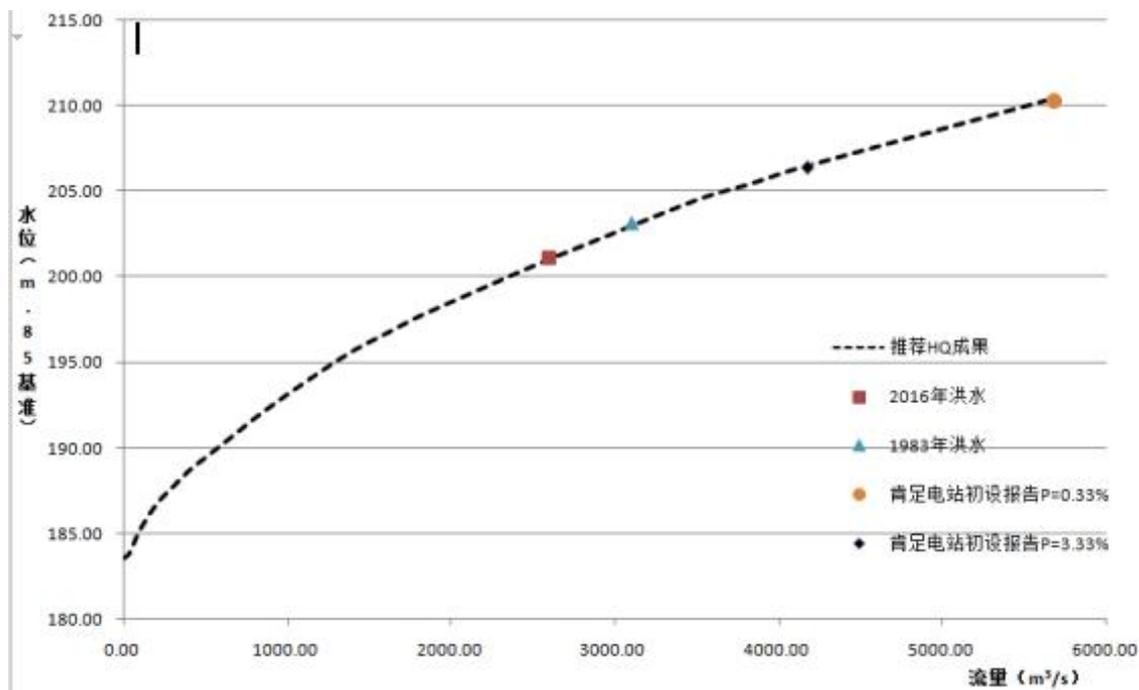


图 4.1-4 肯足电站下游 100m 断面水位流量关系曲线图

金城江电站坝址处多年平均水位 176.42m，水库蓄水后，正常蓄水位为 185m，回水长度 28.875km，正常蓄水位对应库容 5212 万 m³，坝前水深抬高 8.58m。多年平均流量 144m³/s 时，回水至肯足电站尾水渠出口断面，回水位比现状水位高

出 0.34m。金城江电站至上游肯足电站坝址现状平水期水面面积约 120hm²，电站建成后正常蓄水位水面面积 168hm²，建库后河宽，水深均相应增加，水体平均流速从库尾向坝首逐步递减，坝前平均流速受大坝下泄流量（含发电流量和泄洪等）控制，下泄流量越小，坝前平均流速越小，河流流速受影响较大。

电站建成前后河流水文参数变化见表 4.1-3。

表 4.1-3 金城江电站建成前后库区水文参数变化表

项目	单位	水库形成前	水库形成后	水库形成后/前
水库（域）面积	hm ²	120	168	1.4
水库（域）体积	万 m ³	852	5212	6.1
平均流速	m/s	0.15	0.068	0.45
平均水深	m	7.1	11	1.55
平均水面宽度	m	83.56	106.12	1.27

4.1.3.2 坝下水文情势

根据可研报告，考虑拉浪电站影响后的坝址下游 100m 处断面水位~流量关系曲线，成果详见表 4.1-3、图 4.1-2。

表 4.1-3 坝址下游 100m 处水位流量关系曲线成果表

流量 (m ³ /s)	0	59	63	181	250	280	350	400	550	648
水位 (m, 85 基准)	176.33	176.34	176.34	176.45	176.63	176.68	176.88	177.18	177.74	178.12
流量 (m ³ /s)	831	900	1006	1192	1305	1424	1552	1688	1831	1981
水位 (m, 85 基准)	178.82	179.08	179.51	180.18	180.59	181.01	181.46	181.94	182.46	182.99
流量 (m ³ /s)	2139	2304	2488	2699	2919	3029	3090	3350	3620	3880
水位 (m, 85 基准)	183.49	184.11	184.71	185.38	186.08	186.42	186.66	187.48	188.29	189.07
流量 (m ³ /s)	4180	4510	4880	5270	5680	6120	6250			
水位 (m, 85 基准)	189.94	190.78	191.71	192.72	193.74	194.75	195.01			

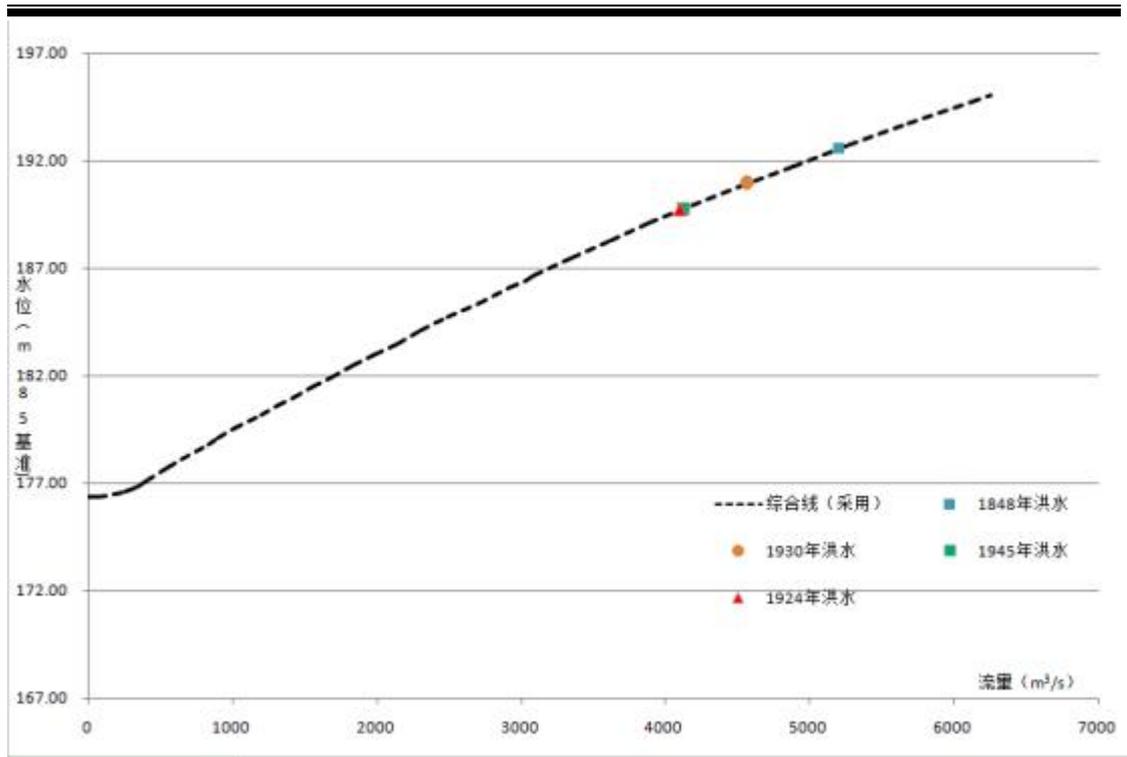


图 4.1-2 下坝址下游 100m 处断面水位流量关系曲线图

本工程为径流式日调节水电站，库容调节能力极小，超过发电用水的水量经溢流坝全部下泄。在汛期和平水期，由于上游来水量较大，上游来水量一般大于电站正常发电流量，除发电用水外，其余多余水量均从溢流坝下泄，大坝下游水量与天然情况相差不大，大坝下游河段流量基本与天然状态一致，不存在减脱水河段。

在枯水期，上游来水量相对较少，电站不能保持满机组发电，但基本上都能够满足最小发电流量要求，坝下流量随电站发电流量变化且小于上游来水量，坝下形成减水河段，减水河段长度受下游相邻电站水位影响，且与河底纵坡相关。减水河段最大长度为下游水位不衔接河段与相邻下游水库的消落区河长之和。

在特枯时段，上游来水量不满足电站最小发电流量要求，若不下放环境基流，坝址下游将形成静水河段，该河段水体主要为相邻下游水库的回水。静水河段长度受下游相邻电站水位影响，最大长度为下游水位不衔接河段与相邻下游水库的消落区河长之和。

根据金城江电站与上游肯足和下游拉浪电站之间的距离及水位差计算库区平均坡降，并计算消落区河长，详见表 4.1-2。

表 4.1-2 金城江电站及上下游电站水库库区坡降、消落区河长统计表

关系	电站名称	正常蓄水位 (m)	死水位 (m)	消落带河长 (m)	库区平均 坡降%	距上游坝址 距离 (km)
上游	肯足	192.6	192	309	1.94	3.6
本站	金城江	185	184	3250	0.31	26
下游	拉浪	177	174	2274	1.32	23.5

根据拉浪电站资料，拉浪正常蓄水位位于死水位水位差值为 3m，消落带河长 2274m。电站实际运行过程中，受回水顶托影响，减水河段长度比消落区河长略小。根据拉浪电站运行资料，枯水期（12 月~次年 3 月），当水库进库流量小于 90m³/s 时，库水位控制在 177~176.5m。

结合本电站水库及下游拉浪电站运行方式，在丰水期、平水期，电站尾水其下游的拉浪电站库区水位衔接，不存在减脱水情况，下游河段维持在水库形态。在枯水季，拉浪电站库区水位维持在 177m~176.5m，水位与本电站尾水位衔接，因此，在枯水期也不会出现减脱水河段。

4.1.3.3 泥沙

经计算金城江水库建成后，年均泥沙淤积量为 9.27 万 m³，淤积年限按 30 年考虑，则水库总淤沙量为 278.1 万 m³，金城江水库坝前泥沙淤积高程应为 172.78m。

金城江水电站所处区域大部分处于石灰岩地区，水土流失较轻，河流含沙量较少，泥沙来源主要是洪水对流域内表土的冲刷及侵蚀造成的，流域内植被条件较好，土壤结构密实，水土流失轻微，故河流含沙量较少。因此水库不会出现因大量泥沙淤积而影响运行情况，坝址下游泥沙不会有较明显的减少。

4.2 陆生生态影响预测与评价

4.2.1 对陆生植物的影响

4.2.1.1 施工期对陆生植物影响分析

施工期对陆生植物影响主要为工程占地，上坝道路、鱼道、发电厂房等永久建筑物布置在陆地，施工活动会剥离地表植被，原有植被消失；弃渣场堆放土石方会导致植被暂时受到破坏。

景观改造永久占地面积 59568m²，临时占地面积 6500m²，其中景观改造工

程永久占地中包含 6918m² 水域。管网为河道内现状管网，不存在新增占地面积；迁改段管道位于水电站坝址内，无需重复征地。景观工程及新建尾水管对陆生生态影响主要表现为开挖会铲除地表植被，后期覆绿后地表植被为人工种植植被，植被类型有所改变。

水电站工程用地总面积 113.80 亩（不含弃渣场及弃渣场道路），其中工程永久征收 100.71 亩（其中耕地 3.31 亩、园地 1.19 亩、林地 47.95 亩、草地 7.87 亩、交通运输用地 2.67 亩、水域及水利设施用地 33.37 亩、其他土地 4.35 亩），临时征用 13.09 亩（其中耕地 5.32 亩、园地 0.28 亩、林地 3.82 亩、草地 0.29 亩、交通运输用地 1.20 亩、水域及水利设施用地 2.18 亩）。本工程土石方开挖 27.81 万 m³，土方填筑量 13.99 万 m³，根据土石平衡计算，坝区开挖料除部分用于回填外，需弃渣 13.82 万 m³（松方约 21.14 万 m³）。根据金城江区大任产业园总体规划，位于产业园规划区内存在较多低洼带，建设中需要大量弃土抬填平整，本工程产生弃渣拟运至产业园区征地范围内的低洼带堆放，不再另设弃渣场。产业园消纳场位于金城江区白马乡德地村大任村大任片区龙江河右岸，距坝址公路 20km，可容纳 100 万 m³ 弃渣，该消纳场可满足本工程的弃渣要求。

电站开发占用了一些当地的常见植物，使得各植被类型面积有一定程度的变化，但由于这些植物分布范围广、种群数量大，在周边地区有广泛分布，工程建设没有引起植被类型的变化，也没有造成植物种类的消失，不存在因局部植物物种损失而导致植物物种多样性减少，没有对区域生态系统稳定性构成威胁。工程评价范围内没有发现国家或自治区级重点保护植物和古树名木。工程建设破坏的植物生物量损失比例很小，且这些植物分布范围广、种群数量大，在周边地区有广泛分布，因此，工程建设对陆生植物影响较小。工程占用为龙江河两岸海拔相对较低区域，该区域多为次生植被和农作物，物种多样性不高，区系成分比较简单，电站建设不会造成植物物种多样性减少，也不会对区域生态系统稳定性构成威胁。

4.2.1.2 运营期对陆生植物影响分析

运营期对陆生植被影响主要表现为水库蓄水淹没土地，造成被淹没土地植被破坏，原陆生生态系统消失。

根据工程分析和现状调查，库区淹没土地面积 3502.89 亩，其中耕地 183.73 亩、园地 7.10 亩，林地 641.29 亩、草地 382.99 亩、交通运输用地 0.99 亩、水域及水利设施用地 2286.79 亩

工程淹没范围内没有发现国家或自治区级重点保护植物和古树名木。水库淹没破坏的植物生物量损失比例很小，且这些植物分布范围广、种群数量大，在周边地区有广泛分布，淹没范围为龙江河两岸海拔相对较低区域，该区域多为次生植被和农作物，物种多样性不高，区系成分比较简单，电站蓄水不会造成植物物种多样性减少，也不会对区域生态系统稳定性构成威胁。

4.2.2 对陆生动物的影响

对陆生动物影响分为施工期和运营期，施工期主要是施工活动如土石方开挖、料场和弃渣场人员活动、施工机械等施工行为会对工程占地范围内动物造成影响。运营期对陆生动物影响主要表现在蓄水期淹没破坏动物原有生境，造成动物被迫迁移寻找替代生境。

根据现状调查，电站及周边替代生境较多，几乎全部陆生脊椎动物都能在评价范围及附近区域找到替代生境，水库蓄水淹没、工程占地等破坏工程区动物生境，对区域内陆生野生动物的生境改变不大，而且，陆生野生动物大多在生态环境突变时具有逃逸迁徙的本能，迁移到库区外适宜的环境中，加上工程建成后，随着临时征地区域的植被恢复，部分野生动物可以回到原栖息地继续生活，根据调查结果来看，流域内现有电站建设及运营对区域陆生野生动物影响较小，没有对其生存造成威胁。

经调查，金城江电站周边没有发现国家或自治区级保护动物。由于工程建设规模都比较小，占用的陆地面积较小，只要严格控制施工范围，严禁捕杀动物，并采取措施降噪减尘，后续工程建设对陆生动物的影响极其有限。

总体来看，项目施工对陆生动物影响有限，且施工影响是暂时的，随着各种环境保护措施的落实，临时征用的土地植被将得以恢复，野生动物的生活范围可得到一定的恢复。电站建设及运行对飞行能力较强的鸟类和陆地森林生活的兽类基本上都没有影响。

4.3 水生生态影响预测与评价

4.3.1 对水生维管束植物的影响评价

库区形成后，由于水体加深，透明度降低且为静水环境，绝大部分的水生维管束植物无法生存，也很难快速地在库区浅水区生长。本次调查发现了外来种大藻和凤眼莲，因为本次调查为3月份，水温和气温相对较低，未见这类外来种大量繁殖的状况。但随着气温的升高，此类外来种在一些静水区域将大量繁殖，会使水体进一步富营养化，某些种类的种群会得到较快的发展，成为占绝对优势的种群。

水华是淡水水体中藻类大量繁殖的一种自然生态现象，是水体富营养化的一种特征，主要由于大量的氮、磷等营养物质进入水体后，蓝藻、绿藻、硅藻等大量繁殖后使水体呈现蓝色或者绿色的一种现象。当藻类大量生长时，这些藻类常在下风头水面漂浮着一层蓝绿色或者红黄色的水花或薄膜——湖靛。虽然藻类生长很快，但因水中的营养盐被用尽，它们也很快死亡。藻类大量死亡后，在腐败、被分解的过程中，也要消耗水中大量的溶解氧，并会上升至水面而形成一层绿色的黏质物，使水体严重恶臭。加上大藻等外来物种的迅速生长，水华现象将进一步加剧。本项目为日调节径流式电站，不会形成长时间大范围的静水湖面，形成水华的可能性较小。

4.3.2 对浮游植物的影响评价

电站大坝建成蓄水后，平均流速减缓，库区泥沙沉积量增多并逐步累积，水中的营养盐类渐渐增加，另外，由于水面面积增大，表层水温易受太阳辐射影响而升高。这些环境条件的改变，都利于光合自养的藻类植物生长，藻类植物的种类和生物量将会增加，藻类植物的群落结构也会发生改变，并随着环境的稳定而趋于相对稳定。当环境发生变化时（如水污染等），该群落结构将跟随变化。从调查结果来看，电站建设运行使得浮游植物群落从原有的河流型向水库型群落转化，一些真性浮游的种类逐渐生长并达到相对平衡。部分库区由于水质营养水平的提高，一些喜肥耐污种类的种群比如蓝藻门颤藻属等得到了较大的发展。

4.3.3 对浮游动物的影响评价

电站建成后，由于大多数水域水深增加，水面积扩大，被淹没区域的植被、土壤内营养物质渗出，水中有机物质及矿物质逐步增加，加上库区水流速度减缓，泥沙沉降，导致营养物质的滞留和积累，这些条件的改变都有利于浮游动物的生长繁殖。根据本次调查，库区各调查点浮游动物的种类组成以静水敞水性物种为主，密度以及生物量较天然河段有所提升。

4.3.4 对底栖动物的影响评价

栈桥施工采用人工挖孔桩基础，钢筋混凝土框架结构，金城江区污水厂排污口及尾水管改造采用水下开挖施工方式。栈桥和新建尾水管均涉及水下开挖，开挖过程会造成低栖动物生境破坏，开挖时对水体的扰动也会短暂影响低栖动物，施工开挖时，部分底栖动物迁移，会造成底栖动物数量减少和种群结构发生改变。

电站建成后，库区内平均流速减缓，库区泥沙沉积量增多并逐步累积，底质由石沙底质变为沙泥混合底质，直接影响大型底栖动物的种群结构。一些静水种的种类及数量增加，圆田螺、蚌等鱼塘常见软体动物也在库区出现或大量繁殖；蜉蝣、毛翅目幼虫等流水种类减少。另外，在静水环境中沉水植物的种群数量有所增加，在此基础上，一些昆虫的幼虫种类及数量也有所增加，而且，由于浮游生物的增加，主食浮游生物的虾类数量有所增长。

在此次调查中，没有发现外来底栖动物。但作为广西常见的外来种金苹果螺很有可能扩散分布到龙江流域，应引起重视。

4.3.5 对鱼类的影响评价

(1) 对鱼类食性的影响

电站建设导致库区水环境发生变化，水生植物分布区扩大，浮游植物大量繁衍，底栖动物和浮游动物增加。对鱼类而言，总的趋势是食物更加充足了。水生植物和浮游植物的增加，对植食性、滤食性鱼类更为有利；浮游动物和底栖动物生物量的增加，对以浮游动物为食的中上层鱼类、底层鱼类及鱼类幼鱼更为有利。这也为各种家鱼等外来物种的入侵提供了条件。

另外，浮游动物是大多数鱼类幼鱼的主要食物，浮游动物种类和数量的增加，为鱼类的生长提供了条件。

(2) 对鱼类繁殖的影响

龙江干流由于梯级电站建设,目前仅少量河段保持天然状态,大部分河段变成库区,电站水库运行及相邻上游电站下泄水量的变化直接影响到鱼类生境,并影响到鱼类的繁殖。

对于鲤、鲫等在缓流或静水中产卵的鱼类,由于水域面积增加,产卵场面积相应增大,所有库区都能够成为这类鱼类的产卵场,但由于库区水位的波动,特别是各库区消落带,可能导致部分鱼类所产的粘性卵被搁浅。消落带水体水位变化情况与天然洪水过程有相似之处,只是交替的过程相对缓慢,而且由于龙江干流各梯级消落带面积比较小,影响范围比天然洪水影响的范围更小。加上消落带基本上没有植被覆盖,鱼类粘性卵被搁浅的几率相对较低。

对于需要流水环境才能产卵的鱼类,由于适合其产卵的环境或场地大大减少,这些鱼类仅能利用洪水季节短暂的洪水期完成产卵。

(3) 对洄游及珍稀鱼类的影响

目前,龙江流域仅有2种海洋性洄游鱼类,无长距离江河洄游性鱼类。花鳊鲌和赤鲴由于下游大坝的修建,在龙江已极少能捕获。大部分鱼类行短距离运动,其活动范围现已经受到大坝的影响,本项目设置了鱼道,可在一定程度上降低这种影响。

(4) 对鱼类多样性的影响

龙江干流鱼类120种。历史记录的一些洄游性种类,如鲴、鳊鲌近年来极少有采集记录,仅访问渔民可知在龙江下游江段还偶有捕获。物种多样性的减少主要与龙江流域及其下游地区流域生境的改变直接相关。这些改变主要表现在,大坝的建设阻断了海洋洄游鱼类的上游,库区水环境的增多使那些喜急流水环境的鱼类减少。

根据相关资料,龙江鱼类以喜缓流和静水种类为主。电站建成后,库区河段水文条件的改变导致鱼类栖息条件、繁殖条件变化、水体初级生产力的提高和饵料生物构成变化,直接或间接地影响到了库区河段的鱼类种类组成及其资源量。适应于静水环境生活的鱼类如麦穗鱼、鲫、鲤、鲇等,由于水库的繁殖条件能够满足,饵料生物比较丰富,栖息水域十分广阔,其资源数量逐渐上升,并成为库

区的优势物种。

总体而言，大坝建成后，对肯足电站大坝至拉浪大坝段库区的鱼类物种多样性将有所下降，下降程度较小，鱼道的建设将降低影响。

4.4 地表水环境影响预测与评价

4.4.1 水温

金城江水电站具有日调节性能，坝前最大壅水高约 8.58m，因水库对水量的调蓄以及水体热量存储条件的变化，将对金城江电站库区及其下游的水温分布造成影响。为此，进行了金城江水电站水温影响预测工作。

水库水温分为混合型、稳定分层型和过渡型三种类型。混合型（等温型）：库内水温分布均匀，梯度小于 1，库表面与库底有明显的热交换，水库调节能力较低；稳定分层型升温期库表面的水温明显高于中、下层而出现温度分层，水库调节能力较高；过渡型兼前二者特性。对于库内水温是否因滞留而分层，我国现行的水库环境影响评价中普遍采用库水交换次数法来判别水库水温结构。库水交换次数法为《水利水电工程水文计算规范》中推荐方法：径流—库容比数法判别，计算公式如下：

$$\alpha = W/V$$

$$\beta = WC/V$$

式中： α 、 β ——径流、库容比指数；

W ——多年平均入库径流量， m^3 ；

WC ——一次洪水总量， m^3 ；

V ——正常蓄水位时库容， m^3 。

当 $\alpha \leq 10$ 时，水库水温结构为稳定分层型；当 $\alpha \geq 20$ 时，水库水温结构为混合型；当 $10 < \alpha < 20$ 时，水库水温结构为过渡型。对于分层型水库，当 $\beta \leq 0.5$ 时，一次洪水对水温分层无多大影响；当 $0.5 < \beta < 1$ 时，洪水对水温结构有一定影响，但未破坏水温的分层结构；当 $\beta \geq 1$ 时，说明水体热交换强烈，破坏了水库分层结构，形成暂时的混合型。根据水文调查，龙江流域洪水主要特点是上涨快、退水较缓慢、洪水过程多为单峰型，一般较大的洪水过程都在 5~7 天

左右。为了突显来水对水库水温结构的影响程度，本次采用 5 天的多年平均径流量作为一次性洪水总量。

本电站设计径流参数：多年平均流量 $144\text{m}^3/\text{s}$ ，则多年平均入库径流量为 45.41亿 m^3 ，正常蓄水时库容 5212万 m^3 ，设计洪水流量 4650m^3 ，一次洪水总量 6220万 m^3 。计算结果 $\alpha=87.1>20$ ， $\beta=1.19$ 。

根据计算结果，金城江电站库区 $\alpha > 20$ ，水温不会形成稳定分层结构，而且，即使是多年平均流量也会较大程度的干扰水温结构。也就是说，电站水库水温基本上与上游来水水温保持一致，但由于建库后库区水体增大，水温变化速度略有滞后。由于水库规模不大，减缓滞后趋势不明显。

4.4.2 对取水影响分析

城区工农业用水主要由河池供水处和少数企业抽取龙江及支流来水提供，河池市供水处始建于 1966 年，1970 年建成投入运行，提供城区多数企业工业用水和金城江镇、东江镇、水源镇的 10 个村 11900 亩水田及 3000 多亩旱地灌溉。

库区内涉及 8 处企业工业取水口和 6 处电灌站农业取水口，均为泵站提水，其中河化集团、河池市南方有色冶炼有限责任公司等 5 家规模以上取水口，许可取水量为 $2063\text{万 m}^3/\text{年}$ ，9 处规模以下工业、农业取水口，年取水量约 $235\text{万 m}^3/\text{年}$ 。下游取水口主要为大任产业园生产用水取水口，位于龙江金城江区白土乡德地村拉腊屯河段， $1726\text{万 m}^3/\text{年}$ 。

拟建工程电站为低水头径流式电站，不具调节性能，运营后电站发电水量通过尾水渠全部回归到河流当中，下游水量不减少，故本工程运营对库区及下游农业生产用水、居民用水不影响；

4.4.3 水质影响预测与评价

水环境容量及纳污能力都是指设定河段在满足一定水质要求，天然消纳某种污染物的能力，包括水体的自净容量以及对其中的污染物的稀释容量。从水利管理的角度出发，纳污能力是以水功能区为河段管理单元，按一定保证率下的流量条件为依据计算出的水环境容量成果。并且，为了满足国家及地方政策要求，在纳污能力的基础上，结合污染物入河量情况制定出污染物限制排污量成果。

(1) 水环境容量计算模型简介

水环境容量计算模式可以根据河流或水库情况分别拟定。对于 $Q \geq 150 \text{m}^3/\text{s}$ 的河段（肯定以下），库区现状环境容量选用河流二维模型计算；蓄水后，库区水环境容量采用湖（库）模型计算。

①对于顺直河段，忽略横向流速及纵向离散作用，且污染物排放不随时间变化时，河流二维对流扩散方程为：

$$u \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial y} \left(E_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) - KC$$

式中： y ——计算点到岸边的横向距离， m ；

E_y ——污染物的横向扩散系数， m^2/s 。

污染物浓度为：

$$C(x, y) = \left[C_0 + \frac{m}{h\sqrt{\pi E_y x v}} \exp\left(-\frac{v}{4x} \frac{y^2}{E_y}\right) \right] \exp\left(-K \frac{x}{v}\right)$$

式中： h ——设计流量下计算水域的平均水深， m ；

v ——设计流量下计算水域的平均流速， m/s 。

相应水域水环境容量为

$$M = (C_s - C(x, y))(Q + Q_p)$$

②对于污染物均匀混合的小型湖（库），水质表达式为：

$$C(t) = \frac{m + m_0}{K_h V} + \left(C_h - \frac{m + m_0}{K_h V} \right) \exp(-K_h t)$$

式中： $C(t)$ ——计算时段 t 内的污染物浓度， mg/L ；

m_0 ——湖（库）入流污染物排放速率， $m_0 = C_0 Q_L$ ， g/s ；

K_h ——中间变量， $K_h = \frac{Q_L}{V} + K$ ， L/s ；

Q_L ——湖（库）出流量， m^3/s ；

V ——设计水文条件下的湖（库）容积， m^3 ；

当湖（库）流入和流出水量平衡时，水环境容量计算公式为：

$$M = (C_s - C_0)V$$

对比以上①、②两个模型可见，河流和湖（库）水环境容量比较，导致水环境容量差异的主要因子为 C_x 和 V （计算采用的库容）。

(2) 水环境容量影响因子

根据水环境容量计算模型可知，影响水域水环境容量的主要因子 C_x （流经 x 距离后的污染物浓度）和 V （计算采用的库容），在同样的初始条件、水质保护目标和污染物排放情况下， C_x 和 V 主要受河流（或水库）以下因子控制：

① 流速、流量因子

流速、流量直接影响到污染物的稀释和运移能力，根据水文情势评价结果，金城江电站建设对径流量影响微弱，但在很大程度上降低了水体平均流速，致使水体自净能力降低。

② 水温、泥沙因子

水温主要是通过影响水体中的微生物活动影响水体中污染物的化学转化速度。根据水温预测结果，虽然金城江电站建设使得水面面积扩大，有利于接受太阳辐射及水体复氧，但由于金城江电站规模不大，电站建设对水温的影响很有限，对水环境影响有限。

泥沙主要是对部分污染物具有一定的吸附作用，由于大坝拦截，大多数泥沙都在库区沉积，虽然在水体中污染物的浓度会有一定程度降低，但沉积之后的底质将会在较长的时期内缓慢释放污染物，对水环境容量会有一个长期的影响过程。考虑到龙江属于少沙河流，虽然梯级电站建设在一定程度上减少了下游的泥沙量，但减少量有限，因此，泥沙因子对龙江干流水环境容量减少的贡献量有限。

(3) 纳污能力分析

受电站建设影响，虽然有利于水体接受太阳辐射、水体复氧以及污染物沉积，但由于水体流速受影响较大，而且泥沙沉积会形成长期的水环境影响效应，因此，电站建设虽然在一定程度上减小了水环境容量，但极其有限。

(4) 纳污能力及限制排污量

根据《广西珠江流域重要江河湖泊水功能区纳污能力核定和分阶段限排总量控制方案》和《龙江环境影响回顾性评价报告》，在水环境容量计算成果的基础上，金城江电站库区纳污能力及限制排污量见表 4.5-1。

表 4.5-1 金城江电站库区纳污能力及 2020 年限制排污量成果表

序号	一级功能区名	二级功能区名称	COD (t/a)	氨氮 (t/a)
----	--------	---------	-----------	----------

	称		现状入河量	纳污能力	限排量	现状入河量	纳污能力	限排量
1	打狗河、龙江金城江-宜州开发利用区	龙江河池工业、农业用水区（六甲镇-百旺村）	978.6	2898.99	2863.72	106.30	204.04	199.73
		龙江河池过渡区（百旺村~大环江入龙江口）	265.6	725.49	537.7	26.97	28.52	26.97
合计			1244.2	3624.48	3401.42	133.27	232.56	226.7

结合“3.4.1.2 水污染源调查”成果可以看出，库区的纳污能力和限排量都大于现状污染物入河量，满足水功能区管理要求。

另外，由于重金属极难降解，虽然现状水质监测结果表明存在一定的纳污能力，但是考虑到重金属累积后对下游的不利影响，本次评价建议金城江电站库区对重金属实施零排放管理。

（5）预测污染源

根据 3.4.1 库区污染源调查，进入库区污染源见表 4.5.2。

表 4.5.2 2016 年排入库区污染源统计

序号	排污口名称	排污口位置	与电站距离 (km)	排水量 (万 t/a)	COD 排放量 (t/a)	氨氮排放量 (t/a)
1	河池化工	金城江区东江镇百旺	27 (上游)	104.19	74.19	3.36
2	河池市南桥屠宰厂	金城江区北环路	7.1 (上游)	92.86	42.86	3
3	河池市金城江生活污水	河池市污水处理厂	1.9 (上游)	1800	457.2	48.6
4	六甲镇	库区上游，肯足电站下游 1km	27	47.45	47.4	1.42
合计				376.685	217.32	16.24

（6）预测方案及预测结果

现状监测值能反映现状污染源排入龙江后的水质情况，以此，本次预测方案分为：电站大坝建设后流速变慢，由此带来的对河流水质的影响和河池市金城江污水处理厂排污口迁至本项目大坝下游后对大坝下游水质的影响。河流水质预测指标为氨氮和 COD，预测因子 COD、氨氮为非持久性污染物，龙江属于中河，根据 HJ2.3-2018《环境影响评价技术导则 地表水环境》，对非持久性污染物，考

虑 4 个排污口位于不同位置, 采用分段预测。预测关心点为加祥地下河、肯冲地下河出口(电站大坝上游 13.5km)和城北水厂地下河出口(电站大坝上游 12km)处, 选择平面二维模型。

E.1 混合过程段长度估算公式

$$L_m = 0.11 + 0.7 \left[0.5 - \frac{a}{B} - 1.1 \left(0.5 - \frac{a}{B} \right)^2 \right]^{1/2} \frac{uB^2}{E_y}$$

式中: L_m ——混合段长度, m;

B ——水面宽度, m;

a ——排放口到岸边的距离, m;

u ——断面流速, m/s;

E_y ——污染物横向扩散系数, m^2/s 。

平面二维数学模型-连续稳定排放 E35

$$C(x, y) = C_h + \frac{m}{h\sqrt{\pi E_y u x}} \exp\left(-\frac{uy^2}{4E_y x}\right) \exp\left(-k \frac{x}{u}\right)$$

式中: $C(x, y)$ ——纵向距离 x 、横向距离 y 点的污染物浓度, mg/L;

m ——污染物排放速率, g/s;

C_h ——上游断面浓度, mg/L

h ——断面水深, m

E_y ——横向扩散系数, m^2/s

u —— x 方向流速, m/s。库区 0.068 m/s, 大坝下游河段 0.15 m/s

k ——污染物综合衰减系数, 1/s

(2) 参数取值

综合衰减系数

引用《广西壮族自治区环境保护局水环境容量核定技术报告》的成果, COD、 NH_3-N 综合衰减系数 k 分别取 0.000002291/s 和 0.000001192/s。

横向扩散系数 E_y

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》要求 E_y 采用泰勒法计算： $E_y = (0.058H + 0.0065B) (gHI)^{1/2}$

$$E_y = (0.058 * 7 + 0.0065 * 80) (9.8 * 7 * 0.0012)^{1/2} = 0.26$$

河流本底浓度取现状监测 1#断面平均值，COD 7.3mg/L，氨氮 0.08mg/L，完全混合后，库区氨氮浓度 0.0874mg/L，COD 浓度 7.34mg/L，库区水质预测结果如下表：

表 4.4-3 库区水质预测结果 COD, mg/L

x\C/y	0m	20m	40m	60m	80m	100m
10m	8.0248	7.5053	7.3041	7.2994	7.2994	7.2994
1010m	7.3297	7.3343	7.3378	7.3403	7.3418	7.3423
2010m	7.2534	7.2565	7.2589	7.2607	7.2618	7.2622
3010m	7.183	7.185	7.1866	7.1878	7.1886	7.1888
4010m	7.1157	7.1171	7.1183	7.1191	7.1196	7.1198
5010m	7.0505	7.0516	7.0525	7.0531	7.0535	7.0536
6010m	6.9869	6.9878	6.9885	6.989	6.9893	6.9894
7010m	6.9246	6.9253	6.9259	6.9263	6.9265	6.9266
8010m	6.8634	6.8639	6.8644	6.8647	6.8649	6.865
9010m	6.803	6.8035	6.8039	6.8042	6.8043	6.8044
10010m	6.7435	6.7439	6.7443	6.7445	6.7446	6.7447
11010m	6.6847	6.6851	6.6854	6.6856	6.6857	6.6858
12010m	6.6267	6.627	6.6272	6.6274	6.6275	6.6276
13510m	6.5692	6.5695	6.5697	6.5699	6.57	6.57 加祥地 下河出口
14010m	6.5124	6.5127	6.5129	6.513	6.5131	6.5132
15000m	6.4568	6.457	6.4572	6.4573	6.4574	6.4574 城北水厂地 下河出口
16010m	6.4006	6.4008	6.401	6.4011	6.4012	6.4012
17010m	6.3455	6.3457	6.3459	6.346	6.346	6.3461
18010m	6.291	6.2912	6.2913	6.2914	6.2915	6.2915
19010m	6.237	6.2371	6.2373	6.2373	6.2374	6.2374
20000m	6.184	6.1842	6.1843	6.1844	6.1844	6.1844
南桥屠宰场	7.9731	7.777	7.7011	7.6993	7.6993	7.6993

拍污口下游 河段 10m						
1010m	7.6689	7.6706	7.6719	7.6729	7.6735	7.6736
2010m	7.5985	7.5997	7.6006	7.6013	7.6017	7.6019
3010m	7.5308	7.5315	7.5322	7.5326	7.5329	7.533
4010m	7.4645	7.4651	7.4655	7.4658	7.466	7.4661
5000m	7.4001	7.4005	7.4008	7.4011	7.4012	7.4013

表 4.4-4 库区水质预测结果 氨氮, mg/L

X\c/Y	0m	20m	40m	60m	80m	100m
10m	0.1085	0.0881	0.0802	0.08	0.08	0.08
1010m	0.0822	0.0824	0.0825	0.0826	0.0827	0.0827
2010m	0.0802	0.0803	0.0804	0.0805	0.0805	0.0806
3010m	0.0785	0.0786	0.0786	0.0787	0.0787	0.0787
4010m	0.0769	0.0769	0.077	0.077	0.077	0.077
5010m	0.0754	0.0754	0.0754	0.0754	0.0755	0.0755
6010m	0.0739	0.0739	0.074	0.074	0.074	0.074
7010m	0.0725	0.0725	0.0725	0.0726	0.0726	0.0726
8010m	0.0711	0.0712	0.0712	0.0712	0.0712	0.0712
9010m	0.0698	0.0698	0.0699	0.0699	0.0699	0.0699
10010m	0.0685	0.0686	0.0686	0.0686	0.0686	0.0686
11010m	0.0673	0.0673	0.0673	0.0673	0.0673	0.0673
12010m	0.0661	0.0661	0.0661	0.0661	0.0661	0.0661
13510m	0.0649	0.0649	0.0649	0.0649	0.0649	0.0649 加祥 地下河出口
14010m	0.0637	0.0637	0.0637	0.0637	0.0637	0.0637
15000m	0.0626	0.0626	0.0626	0.0626	0.0626	0.0626 城北 水厂地下河 出口
16010m	0.0615	0.0615	0.0615	0.0615	0.0615	0.0615
17010m	0.0604	0.0604	0.0604	0.0604	0.0604	0.0604
18010m	0.0593	0.0593	0.0593	0.0593	0.0593	0.0593
19010m	0.0582	0.0582	0.0582	0.0582	0.0582	0.0582
20000m	0.0572	0.0572	0.0572	0.0572	0.0572	0.0572
南桥屠宰场 拍污口下游 河段 10m	0.0851	0.0721	0.0671	0.067	0.067	0.067
1010m	0.0681	0.0682	0.0683	0.0684	0.0684	0.0684
2010m	0.0666	0.0667	0.0667	0.0668	0.0668	0.0668

3010m	0.0652	0.0653	0.0653	0.0653	0.0653	0.0653
4010m	0.0639	0.0639	0.064	0.064	0.064	0.064
5000m	0.0627	0.0627	0.0627	0.0628	0.0628	0.0628

河池市污水处理厂排污口迁至本项目大坝下游 200m 后影响预测：

大坝至下游大环江汇入处全长 2060m，平均河宽 80m，计算得混合过程段长度 1637m，即在龙江余大环江汇合前完全混合，本次预测范围为排污口至大环江龙江交汇处，全长 1860m。

混合过程段预测结果如下表所示：

表 4.4-5 河池市污水厂排污口迁至本项目大坝下游 200m 处后影响预测

C (x, y)		Y					
		5	10	20	30	60	80
X	10	8.62	7.75	7.31	7.30	7.30	7.30
	20	8.42	7.95	7.37	7.30	7.30	7.30
	30	8.27	7.98	7.46	7.31	7.30	7.30
	40	8.17	7.96	7.52	7.34	7.30	7.30
	50	8.09	7.94	7.57	7.36	7.30	7.30
	60	8.03	7.91	7.60	7.39	7.30	7.30
	70	7.98	7.88	7.61	7.41	7.30	7.30
	80	7.94	7.86	7.63	7.43	7.30	7.30
	90	7.91	7.84	7.63	7.45	7.30	7.30
	100	7.88	7.82	7.64	7.46	7.30	7.30
	200	7.72	7.69	7.62	7.52	7.33	7.30
	300	7.64	7.63	7.58	7.52	7.36	7.32
	400	7.60	7.59	7.56	7.52	7.38	7.33
	500	7.56	7.56	7.54	7.51	7.39	7.34
	600	7.54	7.54	7.52	7.50	7.40	7.35
	700	7.52	7.52	7.51	7.49	7.41	7.36
	800	7.51	7.51	7.49	7.48	7.41	7.37
	900	7.50	7.49	7.48	7.47	7.41	7.37
	1000	7.49	7.48	7.48	7.46	7.41	7.37
1100	7.48	7.48	7.47	7.46	7.41	7.38	
1200	7.47	7.47	7.46	7.45	7.41	7.38	
1300	7.46	7.46	7.46	7.45	7.41	7.38	
1400	7.46	7.46	7.45	7.44	7.41	7.38	
1500	7.45	7.45	7.45	7.44	7.41	7.38	
1600	7.45	7.45	7.44	7.43	7.41	7.38	
1700	7.44	7.44	7.44	7.43	7.40	7.38	

	1800	7.44	7.44	7.43	7.43	7.40	7.38
--	------	------	------	------	------	------	------

根据上述预测结果，本项目电站蓄水后，由于水文情势的改变，库区排污口正常排放情况下，库区水质不会出现明显的下降。加祥地下河出口和城北水厂地下河出口处龙江水质受上游排水影响较小，龙江水质即使补给肯冲水厂、加辽水厂和城北水厂地下河，对水质的影响也较小。

根据预测结果，河池市污水处理厂排污口迁至本项目大坝下游 200m 处后对龙江水质影响与在现有位置排放的影响变化不大。

《广西龙江干流梯级水电开发环境影响回顾性评价报告书》提出，金城江电站建设需考虑排污口整治，确保库区水质达标。根据预测结果，库区水质能达到 III 类水质要求，表明由于电站建设对库区水文情势的改变不会导致库区水质发生明显恶化。

根据现场调查，龙江一桥下游一九龙桥之间北岸还存在一些生活污水直排口，为保障蓄水后库区水质，金城江区应完善城区生活污水截流工作，将未纳入污水管网收集的生活污水进行截流收集，消除生活污水直排龙江的情况，保障库区水质稳定达标。

根据调查，库区上游唯一乡镇六甲镇目前还未建设污水处理厂，目前生活污水直接排入龙江，排口位于本项目大坝上游 27km，肯足电站大坝下游 1km 处。六甲镇计划明年建设污水处理厂，建成后该镇入河污染物可大幅削减，由于该镇位于上游，建议排放标准按城镇污水标准一级 A 标执行。以上措施实施后本项目库区水质将得到保障。

(7) 水库富营养化预测

发生富营养的条件主要有总磷、总氮等营养盐相对比较充足；缓慢的水流流态；适宜的温度条件，只有在 3 方面条件都比较适宜时，才会出现某种优势藻类“疯”长现象，爆发富营养化。采用荻隆模型计算主要营养元素氮、磷浓度变化，预测金城江水库形成后富营养化发展趋势。

$$P = \frac{L_p(1 - R_p)}{\beta h_p}$$

式中：P——水库中氮、磷的年平均浓度，mg/L；

LP——水库中单位面积年氮（磷）负荷量，g/(m²·a)；

RP——水库中氮（磷）的滞留系数，1/a；

β——水力冲刷系数，1/a；

hP——水库平均水深，m。

$$R_p = 0.426 \exp(-0.271q_s) + 0.574 \exp(-0.00949q_s), \quad q_s = Q/A$$

$$\beta = \frac{Q_a}{V}$$

Q_a——入水库水量，m³/a；

V——水库库容，m³。

湖库中氮磷的水域纳污能力按下式计算：

$$M_N = L_S \cdot A$$

$$L_S = \frac{P_S h_P Q_a}{(1 - R_P)V}$$

M_N——氮或磷的水域纳污能力（t/a）；

L_S——单位水库面积，氮或磷的水域纳污能力（mg/m²·a）；

A——水库面积（m²）；

P_S——库中氮或磷的年平均控制浓度（g/m³）。

由于金城江水库为日调节，一年中大多时段入库水量与出库水量基本相同，氮、磷入库浓度按库尾干支流水质监测成果计算。将预测值与水利部《地表水资源质量评价技术规程》中水库富营养化状况指标进行对比，见表 4.5-4。

表 4.5-4 湖泊营养状态评价指标

污染物营养状况	总氮指标	总氮预测值	总磷指标	总磷预测值
贫营养	0.02~0.05		0.001~0.004	
贫~中营养	0.05~0.1		0.004~0.01	
中营养	0.1~0.3	0.26	0.01~0.025	0.02
中~轻度富营养	0.3~0.5		0.025~0.05	0.03
轻度富营养	0.5~1		0.05~0.1	
轻度富营养~中度富营养	1~2		0.1~0.2	
中度富营养	2~6		0.2~0.6	
中度富营养~重度富营养	6~9		0.6~0.9	
重度富营养	9~16		0.9~1.3	

预测表明：在现有入库浓度条件下，蓄水后，水库中的总氮浓度为 0.61mg/L，总磷浓度为 0.03mg/L，均低于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中规定的 III 类水标准。根据湖库营养状态评价标准，总氮、总磷均处于中营养水平，金城江电站为日调节水库，运行期水体交换较频繁，对库区发生富营养化有限制作用，水库发生富营养化的可能性较小。

4.4.4 施工期水环境影响分析

1、生产废水

① 运输车辆冲洗废水

施工期的运输车辆冲洗废水主要为运输车辆冲洗产生的废水，产生量约为 3 m³/d 该类废水的主要污染物为 SS 和石油类，一般该类废水石油类浓度为 6mg/L~20 mg/L，SS 浓度为 200mg/L~1000 mg/L，本次核算以废水石油类浓度为 10 mg/L，SS 浓度为 500 mg/L 为计，项目施工按 360 d/a 计，则项目运输车辆冲洗废水石油类产生量为 10.8 kg/a，SS 生产量为 540 kg/a。项目拟设置隔油沉砂池处理该废水，处理后清水回用，不外排，废油回收后委托有资质的单位处理。

② 基坑废水

栈桥施工采用人工挖孔桩基础，钢筋混凝土框架结构，金城江区污水厂排污口及尾水管改造采用水下开挖施工方式。水电站厂房基坑开挖、混凝土浇筑、冲洗、养护及泥灌浆等，会使基坑水的悬浮物和 pH 值增高。

项目基坑水一般 SS 浓度为 650mg/L，高时可达 2000mg/L，pH 一般在 9~10 之间，最高可达 1。基坑经沉砂池沉降 2h 之后，将上层清水抽排回用，沉砂就近运至临时堆放场，最终同弃渣一同运至弃渣场堆放，水下开挖和围堰施工对水环境的影响主要表现为水体悬浮物上升，但这个影响是短暂的，随着施工期的结束，影响可消除。

③ 机械油污废水

经估算，机械油污废水产生量约 2.4m³/d。主要污染物有石油类和 SS，石油类浓度为 10mg/L~30 mg/L，SS 浓度为 500mg/L~4000 mg/L。本次核算以废水石油类浓度为 15 mg/L，SS 浓度为 2000 mg/L 为计，项目施工按 360 d/a 计，则项目运输车辆冲洗废水石油类产生量为 12.96 kg/a，SS 生产量为 1.73 t/a。经过

项目设置的隔油沉砂池处理，上清液回用于项目施工用水，不排入龙江河，废油回收后委托有资质的单位处理。

④温平河、肯研河整治工程施工期水环境影响分析

温平河、肯研河整治工程以河池市水利局作为业主单位，将另行环评，本次仅做简要分析。温平河、肯研河，河道整治对水环境影响主要表现在河道开挖对水体和底泥的扰动，使水体悬浮物上升，底泥中污染物重新释放进入水中。整治工程应选择平水期或枯水期进行施工，以减少对水质的影响。

2、施工人员生活污水

施工高峰期上人数约 300 人，施工人员生活用水主要包括洗漱清洗用水、厕所用水等，按人均日用水量 200L 计，施工人员日用水量为 60 m³/d，排放洗漱按 0.8 计，则施工期生活污水排放量约为 48 m³/d，即 17280 m³/a。生活污水的主要污染物为 BOD₅、COD 等，经化粪池处理后可满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中三级标准，处理后污水由吸污车运送至附近的污水处理厂处理，不排入龙江。

本项目施工期间废水均能得到合理处理，对地表水环境影响较小。

4.5 地下水环境影响预测与评价

水电站建设对地下水的影响主要表现为由于河流转化为湖库形态，水文情势发生改变，水位抬高、水流变缓，由此可能造成地下水保护目标所在水文地质单元的补、径、排条件，从而对地下水保护目标的水量、水质造成影响。

根据 4.1.1 施工期水文情势分析结论，本项目施工期不会改变库区水文情势，因此，本评价重点分析从蓄水初期到运营期对地下水的影响。为评价金城江水电站建设对金城江区 4 个水厂的影响，保障金城江区地下水饮用水水源的安全，通过区域水文地质调查，以确定新建水电站拦河坝工程抬高水位后，是否加剧龙江河水对河池城区供水地下水源点的影响。河池市水利局委托广西壮族自治区地质环境监测总站开展地下水环境影响评价，形成《河池市金城江水电站建设工程兴建对河池城区供水地下水源点影响水文地质评估报告》（广西壮族自治区地质环境监测总站，2012 年 1 月）。本次地下水现状调查与影响分析评价主要引用该报

告成果。

根据现状调查,本项目库区与金城江区 4 个地下水饮用水水源保护区的位置关系见表 4.5-1。

表 4.5-1 本工程与个水源地位置关系一览表

序号	饮用水源保护区	与取水口方位、最近距离 (m)	与一级保护区最近距离	与二级保护区最近距离	与准保护区最近距离
1	肯冲水厂	龙江左岸: 约 2.5km, 坝址: 西北面约 11.2km	龙江左岸: 2.5km 坝址: 11.2km	龙江左岸: 2.3km 坝址: 10.2km	龙江左岸: 50m 坝址: 4.2km
2	加辽水厂	龙江左岸: 约 3km, 坝址: 西北面约 9km	龙江左岸: 约 3km 坝址: 约 8.3km	龙江左岸: 2.5km, 坝址: 约 7.1km	龙江左岸: 约 50m, 坝址约: 4.2km
3	城北水厂	龙江左岸: 约 2km, 坝址: 西北面约 8km	龙江左岸: 约 1.4km, 坝址: 约 6.4km	龙江左岸: 约 1.3km, 坝址: 约 4.3km	龙江左岸: 约 50m, 坝址约: 4.2km
4	城西水厂	龙江右岸: 约 4.5km, 坝址: 西南面约 11.6km	龙江右岸: 约 4.4km 坝址: 10.8km	龙江右岸: 3.4km, 坝址: 约 10.6km	龙江右岸: 约 2.9km, 坝址: 约 10.6km

4.5.1 调查评价方法与主要工作量

本次工作主要以综合岩溶水文地质调查为主,通过岩溶形态组合分析,掌握岩溶发育规律与影响控制因素;通过对前人开展的钻探、岩溶、水化学、抽水和连通试验以及地下水动态和水质监测等资料的分析,研究岩溶发育结构和充填特征,判断隐伏岩溶的发育及其分布特征,确定工作区岩溶地下水的补给、径流和排泄关系,划分岩溶地下水子系统,在对龙江河水与各水源点的关系进行现状评估的基础上,开展金城江电站蓄水后,龙江河水对各水源点的影响进行预测评估。

地下水评价单位于 2011 年 9 月 10 日组织 5 名技术人员进场,10 月 20 日完成野外主要工作,历时 40 天。主要开展了岩溶水文地质调查、水样采取与分析、地表地下水露头长观点的统测等,完成的主要工作量如下:

- 1、完成金城江城区供水水源点 1:50000 水文地质调查 850km²;
- 2、监测点水位统测一次;
- 3、收集城北水城、加辽水厂、肯冲水厂 2008 年一个水文年的水位、水量观测数据;
- 4、收集龙江 2008 年一个水文年水位监测数据;
- 5、收集龙江与各水源点水质监测资料 8 份;

6、收集地质、水文地质、水源地勘察评价报告、金城江水源污染调查报告、降雨量等资料 8 份。

4.5.2 金城江城区水厂水源地水文地质特征

河池市金城江区共有城北、加辽、肯冲、城西、城东等 5 个供水水源点，除城西水厂外，其余 4 个水源点的取水口，均为地下河天窗（或落水洞）。因发生严重污染，城东水厂于 1995 年停产、废弃外，其它 4 个水厂目前均在正常使用。

根据各水厂地下水资源评价报告和水厂提供的资料，各水厂供水能力和 2008 年的实际供水量见表 4.5-2。

表 4.5-2 河池市城区供水水厂供水能力一览表

水厂名称	岩溶地下水系统	供水能力(万 m ³ /d)		2008 年实际供水量(万 m ³ /d)	
		枯水期	丰水期	枯水期	丰水期
城北水厂	I-2	1.5	3.0	0.43	0.15
加辽水厂	I-3	1.5	3.0	0.72	1.4
肯冲水厂	I-4	3.0	5.0	1.01	1.0
城西水厂	II-1	2.0	5.0	1.0	1.5
城东水厂	II-2	1995 年因发生严重的污染而停产、废弃			

工作区地下河发育，金城江城区供水厂中城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂、城东水厂的水源点均为地下河的天窗或落水洞。这些地下河的排泄口均位于龙江河床中，高程低于 180m，目前均位于河水位以下。地下河（地下管道）是地下水集中径流和集中排泄的通道，其地下水流速快，水中溶质扩散快。自然条件下，有利于地下水快速向龙江排泄，但在抽水强度大，降深大的情况下，也有可能造成龙江河水的快速倒灌，影响水源点的水质。地下河埋藏于地下，主要通过岩溶洼地、落水洞、消水洞、天窗等岩溶现象的分布特征来确定地下河的位置和走向。

根据工作区地下水赋存条件，地下水的补给、径流和排泄特征，将工作区划分为两个岩溶水文地质系统：以龙江为界，分为城北岩溶地下水系统（I）和城南岩溶地下水系统（II）。根据岩溶水文地质条件和岩溶地下水的补给、径流、排泄特征，以及本项目工作的性质和目的，将与金城江供水水源地有关的岩溶地

下水划分为 6 个相对独立的地下水子系统：马道地下河子系统（I-1）、城北水厂地下河子系统（I-2）、加祥地下河子系统（I-3）、肯冲地下河子系统（I-4），城西水厂岩溶地下水子系统（II-1）、岜片地下河子系统（即城东水厂地下河子系统）（II-2）。其中，加祥地下河子系统（I-3）和肯冲地下河子系统（I-4）的地下河排泄出口相同，位于大村六队附近的龙江河谷，两个子系统位于肯冲抽水井下游的分水岭界线难以准确确定，没有划分。

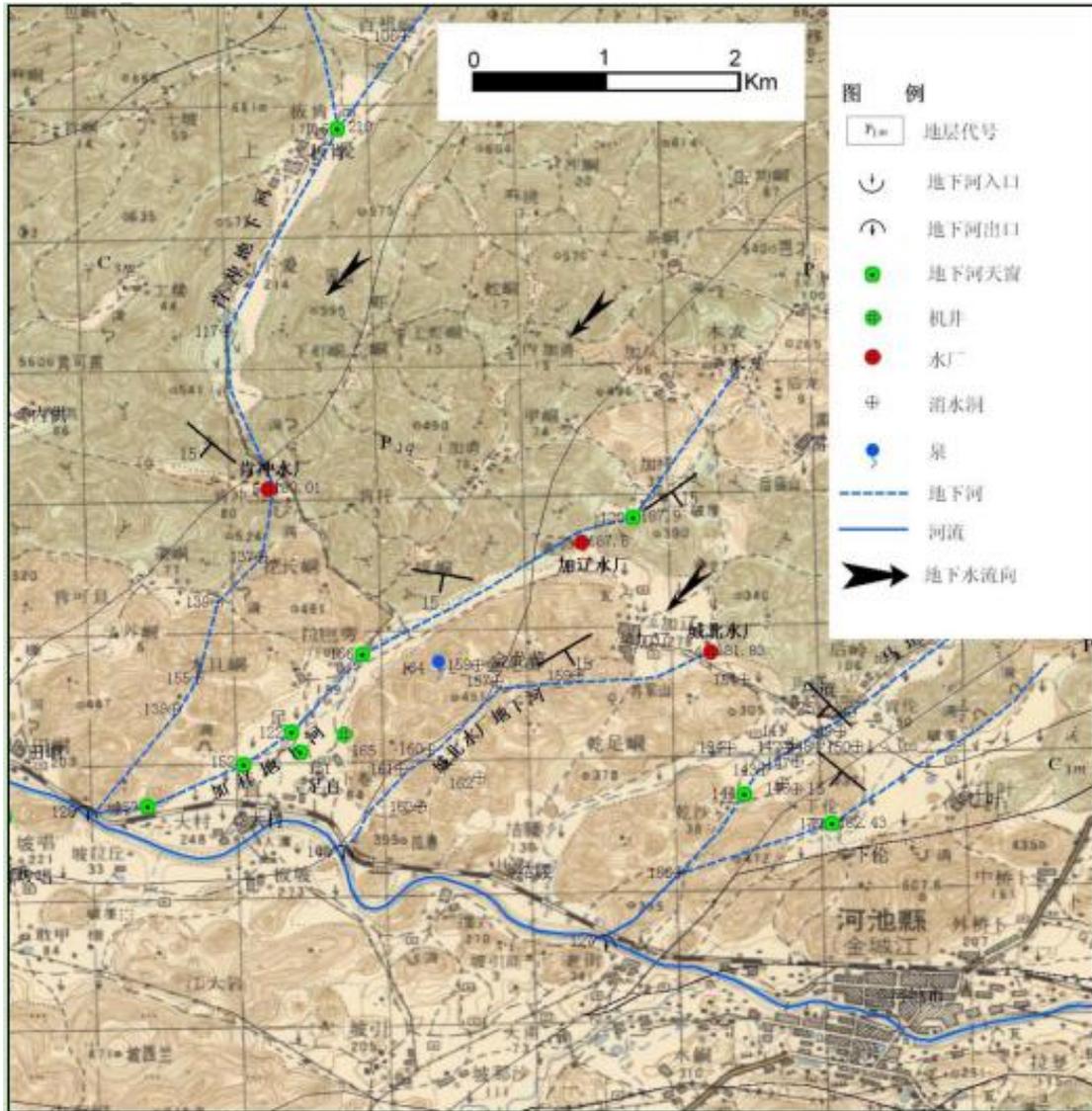


图 4.5-1 肯冲、加辽和城北水厂所在地下河走向图

各地下河子系统补径排条件如下：

(1) 马道地下河子系统补径排条件

马道地下河子系统总体上呈 NS 展布的带状分布，南北长约 25 km，东西宽约 2~10 km，呈北部宽，南部窄。该系统主要补给区位于下板村以北的峰丛洼

地区，包括东江镇的温平，环江县水源镇的三美、广南、独山、下邦等，汇水区的最北边界位于下邦村附近。径流区主要位于广南-温平-板旧-马道谷地，是马道地下河的主径流通道。

大气降雨通过裂缝、落水洞、地下河天窗等渗入地下成为地下水，以分散补给的方式补给马道地下河主管道，通过地下河主管道集中径流，经环江县肯圩、曲江、广南、含香、齐美、板旧、马道，向龙江河北岸的龙江二桥处地下河出口集中排泄。

整个马道地下河子系统面积达 154.96 km²，其中，马道村以上的汇水面积为 149.40km²。

(2) 城北地下河子系统补径排条件

城北地下河子系统（I-2）沿 SW 向呈带状展布，长 8.5km，宽约 1 km，整个地下河系统汇水总面积为 8.83km²，其中，城北水源点以上上游汇水面积为 6.36km²。

在罗城幅 20 万《区域水文地质调查报告中》，马道地下河子系统（I-1）和城北水厂地下河子系统（I-2）是作为一个系统，没有细分。



图 4.5-2 城北水厂地下河出口

根据本次水文地质调查发现的一些新证据，我们将城北地下河子系统单独划

分出来：

①经过详细的调查访问，在龙江河床找到城北水厂地下河出口（图 4.6-2），目前处于水下，已看不到，但可看到河岸水下的沿 NE 向发育的溶缝，据大村、足直村老农介绍，该地下河出口水量比肯冲地下河出口的流量小得多，但从不断流；

②城北水源点下游峰丛洼地上落水洞多呈 NE 向的串珠状展布，部分落水洞呈 NE 向发育，如金龙苗洼地的长轴方向为 NW 向，但根据被施工填土掩埋的消水洞渗水后留下的痕迹判断，消水洞主发育方向与洼地长轴方向垂直，是沿 NE 向发育的，该洼地边山体上也密集分布 NE 向的裂缝；

③经调查访问，以前南方冶炼厂向厂区的落水洞排泄废水时，南方冶炼厂抽水井的水变黄，而附近的加祥地下河下游的大村四队、五队、六队等处的天窗、均未出现这种现象；

④首先，如果城北水厂与马道地下河为同一地下水系统，城北水源点与马道地下河主管道相通，那么由于马道地下河主管道距城北水源点的距离比城北水源点距龙江要近得多，而马道地下河汇水面积大，地下水径流补给量大，当城北水源点水位下降时，马道地下河主管道中的地下水会优先于龙江河水补给城北水源点，而马道地下河完全能够满足城北水厂的开采量要求；其次，在最枯季（12月~3月）时，由于降雨稀少，几乎没有地表水流，温平谷地产生的生活和工农业污水全部通过落水洞、天窗等渗入或灌入马道地下河中，所以，马道地下水的水质是较差的，但是，自从城北水厂建成投产后，除了 1999 年因龙江河水倒灌造成城北水厂污染外，城北水厂的水质一般都是较好的，因而，可以断定，城北水厂与马道地下河并不连通。

城北地下河子系统的主要汇水区位于城北水厂以北的峰丛洼地区，从牛峒、甘灰、更胆峒、雷峒一路往南西方向到城北水厂一带，并向下游的金龙苗一带径流，最终从下卷附近的龙江北岸河谷中排泄。城北地下河系统，没有地表河流。因此，本系统的地下水全部来源于大气降雨，除了蒸发、灌溉及少量鱼塘用水外，全部转化为地下水。

大气降雨通过地表裂缝、落水洞、地下河天窗等渗入地下形成岩溶地下水，

再通过分散补给的方式进入地下河主管道，并最终从地下河出口排泄，因此，本系统地下水运动方式属于分散补给、集中径流和集中排泄的方式。

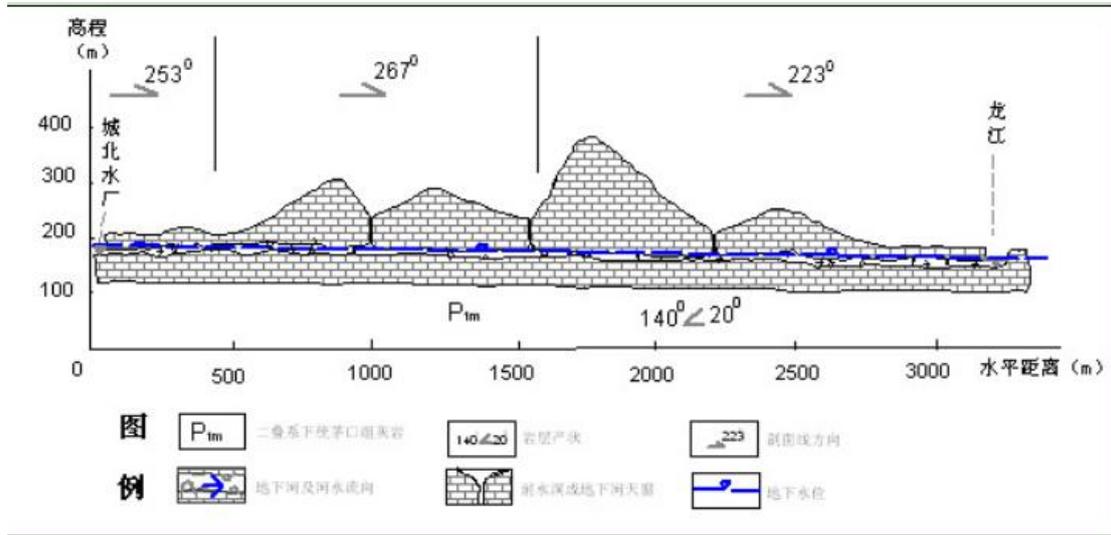


图 4.5-3 城北水厂-城北地下河出口（龙江）地质剖面图

(3) 加祥地下河子系统补径排条件

加祥地下河子系统（I-3）也是沿 SW 向呈带状分布，长约 9.5 km，宽约 0.5 ~ 3.3 km，加辽水厂上游的汇水面积 15.4 km²。因该地下河系统与肯冲地下河系统共用一个排泄出口，两系统之间的下游径流区分水岭难以准确划分，故该地下河系统的总汇水面积无法准确算出，只能算出水源点上游的汇水面积。

加祥地下河系统发源于保峒一带，向南西经木友、加辽水厂、足直，最终从大村六队附近的地下河出口排入龙江。

加祥地下河系统区内从加祥到加辽水厂再到足直存在季节性地表水溪流，未降雨时，该溪流干涸无水，只有中雨以上降雨时才会形成地表水，地表水从足直村附近汇入龙江。

加祥地下河系统没有外部水源补给，其全部地下水均来源于大气降雨。大气降雨较小时全部转化为地下水，降雨较大时，部分渗入地下形成地下水，部分通过地表溪流汇入龙江。

本区大气降雨通过地表裂缝、落水洞、地下河天窗等渗入地下形成岩溶地下水，然后，分散补给地下河主管道，通过地下河径流，最终向龙江排泄。因此，本系统地下水运动方式属于分散补给，集中径流和集中排泄的方式。

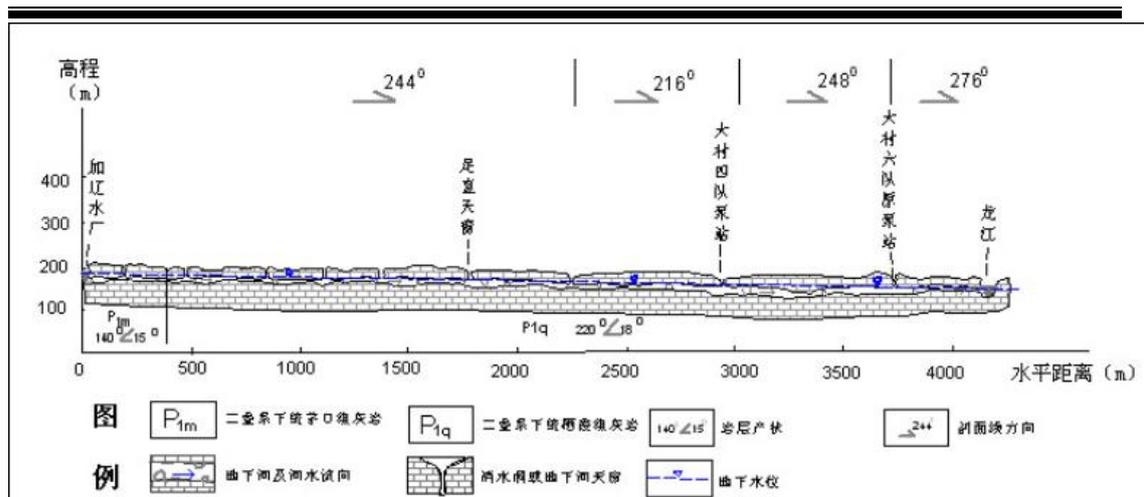


图 4.5-4 加辽水厂-加祥地下河出口（龙江）地质剖面图

(4) 肯冲地下河子系统补径排条件

肯冲地下河子系统（I-4）沿 SSW 向呈带状分布，整体呈中间大，南、北两端小的棒槌状，长约 17.2 km，宽约 1.0~7.3 km，肯冲水厂以上的上游汇水面积 73.49 km²（附图 16）。因该地下河系统与加祥地下河系统共用一个排泄出口，两系统之间的下游径流区分水岭难以准确划分，故该地下水系统的总汇水面积无法准确算出，只能算出水源点上游的汇水面积。

肯冲地下河系统发源于北部的宁峒，经甲道、赛峒、板肯、肯冲、龙胆峒，最终从大村六队附近的龙江河谷中的地下河出口排泄。

肯冲地下河系统是一个独立的系统，地表水流没有地表出口，也没有其它系统的地下水进入。因此，本区地下水全部来源于大气降雨，除了蒸发水量外，所有大气降雨最终都转化为地下水。

本区大气降雨通过地表裂缝、落水洞、地下河天窗等渗入地下形成岩溶地下水，再分散补给地下河主管道，并最终从地下河出口排泄。因此，本系统地下水运动方式属于分散补给，集中径流和集中排泄的方式。

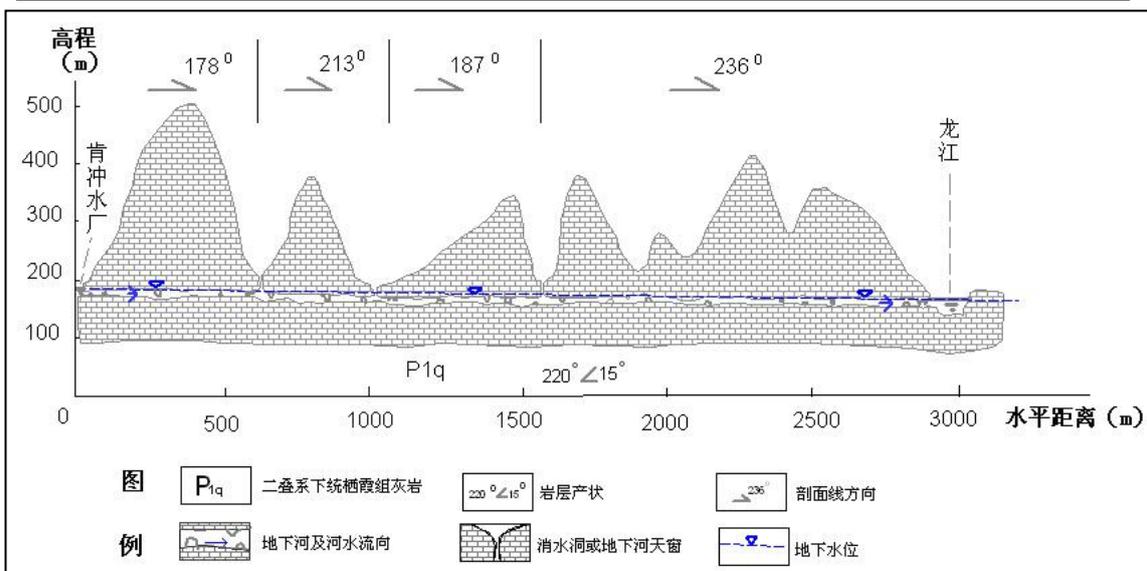


图 4.5-5 肯冲水厂—肯冲地下河出口（龙江）地质剖面图

(5) 城西水厂岩溶地下水子系统补径排条件

城西水厂岩溶地下水子系统分上游和下游两部分，上游部分呈倒三角状，汇水面积 68.98 km²，下游呈歪四边形状，汇水面积 37.37 km²，总汇水面积 106.35 km²。

城西水厂的地下水主要来源于上游都腊地下河、廷榄地下河及六塘泉水排泄到地表形成的地表河流-六圩河，再由地表河沿断裂带渗透补给形成。都腊地下河发源于内塘一带，经都立、肯代，从都腊地下河出口排出地表。廷榄地下河发源于内丈一带，经兼则坝、侯洞，在廷榄村遇阻水断层后，以上升泉的形式出露地表。六塘岩溶泉发源于凉水坳一带，流量较小。

城西水厂岩溶地下水系统的地下水除了都腊地下河、廷榄地下河和六塘岩溶泉三个次级系统外，没有其它外部来源，其地下水全部通过降雨补给，除蒸发外，这三个次级地下水系统范围内的降雨全部转化为地下水，通过分散补给、集中径流方式，一部分通过六圩河排入龙江，一部分通过地下径流并最终向龙江排泄。

(6) 城东水厂岩溶地下水子系统补径排条件

城东水厂岩溶地下水子系统也称岜片地下河子系统，它沿 NE 向呈带状分布，长约 6.7 km，宽约 1.7 ~ 4.0 km，汇水面积 17.95 km²，城东水厂上游汇水面积 17.06 km²。

城东地下河子系统发源于则峒一带，经下江、香炉、城东水厂，最终从龙江

河谷地下河出口排入龙江。

岜片地下河系统的后背峒以南区域为主要汇水区，属峰丛洼地，无外部水源补给。因此，地下水完全依靠大气降雨补给，除蒸发外，降雨全部渗入地下形成地下水。地下水通过裂隙分散补给地下河主管道形成集中径流，向岜片谷地径流。

岜片谷地只有季节性河流，在降雨时形成地表溪流，地表水部分通过溪流直接排入龙江，部分渗入地下形成地下水，并与上游地下河水汇合继续向下游径流，经香炉、城东水厂，最终从龙江河谷地下河出口排入龙江。

4.5.3 金城江城区水厂水源点水文地质现状评估

1959年4月以前，龙江河金城江段尚未修建拦河坝，龙江两岸的地下水动态多处于天然状态下，除了少量抽水点影响地下水位的动态变化外，一般只受降雨的影响，处于龙江河岸的金城江城区供水水源点所在地下河系统的地下河出口，多数情况下未被龙江河水淹没。

1959年4月后，由于在金城江水文站下游110m处修建约2m高的拦河坝提水灌溉，1967年2月拦河坝加高扩建成金城江水轮泵站，其坝顶高程在1967、1973、1988和1994年都有不同程度的变化，目前坝高9.5m，坝顶高程180.5m。该水轮泵站的修建，对工作区的地下水动态产生了影响，淹没了地下河的出口，使各地下河系统在排泄区和部分径流区的地下水位发生了壅高，使龙江两岸一定宽度内的径流区和排泄区的地下水水力坡度降低。

尽管如此，由于马道地下河系统、城北水厂地下河系统、加祥地下河系统、肯冲地下河系统、城西岩溶地下水系统和岜片地下河系统除了降雨补给外，并没有其它补给来源，龙江是它们唯一的排泄出口，在天然条件下，上游水位总是高于龙江水位，总是由地下水补给龙江，只有在洪水期龙江水位快速上涨，才会出现短期的龙江水反向补给地下水：根据长期观测结果，龙江一次洪水过程历时约5~7天，其中涨水1~2天，退水3~5天，洪峰持续1~2小时左右，因此，洪水对地下水的反向补给时间较短。

在金城江城区供水水源点的正常抽水情况下，地下水动态会发生改变，如果抽水强度过大，就会出现水源点的水位低于龙江水位，当水源点水位长期低于龙江水位时，就会发生龙江水反向补给地下水的状况。

由于在 1999 年以后，各水源点的地下水开采量尽管有所变化，但总体相对稳定，选择具有代表性的 2008 年一个水文年的龙江和水源点的监测数据，对城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂进行地下水动态分析，研究地下水与龙江河水之间的关系。另外，因排泄出口位于金城江水轮泵站的下游，金城江水文站的监测水位不能代表该河段的龙江水位。因此，根据河池地环站的监测资料，选取 2008 年城东水厂与龙江的水位监测数据以及 2009 年城西水厂与龙江水位的监测数据进行地下水动态分析，研究两水厂地下水与龙江水位之间的关系。

4.5.3.1 城北水厂供水水源点地下水动态特征及与龙江河水关系

(1) 城北水厂水源点水位动态变化特征

城北水厂供水水源点为一溶潭，开采的是岩溶地下水。根据本次水文地质调查以及 1999 年发生的水厂污染事件调查、评价资料分析，城北水厂水源点通过地下河与龙江直接相通。由于地下河流量大，流速也大，天然条件下，地下河中的地下水可以快速从城北水厂向龙江排泄。

根据河池市水文水资源局和河池市自来水公司 2008 年的监测结果（图 4.6-6），尽管受到城北水厂抽水的影响，但城北水厂水位与龙江水位的变化规律总体上基本一致，两者的水位高峰值或低值几乎同步出现。因此，城北水厂水位与龙江水位联系密切，城北水厂水位的变化随龙江水位的变化而变化。

龙江河水与城北水源点水位对比分析（附表 1）表明，在 2008 年的地下水开采强度和开采模式下，城北水厂水源点的水位多数情况下均高于龙江水位，低于龙江水位的天数为 137 天。其中，主要发生在 1 月~3 月份，其次为 4 月份，其它月份出现的天数较少。

这是自然因素和水厂的开采模式共同作用的结果：1 月~3 月为工作区的枯水季节，4 月份为偏枯月份，降雨量小，城北水厂的地下水补给水量相对较小。同时，1 月~4 月河池城区的用水量较大，抽取的地下水量较大，其开采量分别达到 278055 m³、194542 m³、150215 m³、92529 m³，以后各月除丰季的 9 月份开采量达 105763 m³ 外，其余各月开采量均小于 3.8×10⁴ m³，其中，最小的 12 月份仅为 1.86×10⁴ m³。因此，降雨量较小的枯季，开采量大，补给量不足，就会造成地下水位的降深较大，形成城北水源点水位低于龙江水位的状况。

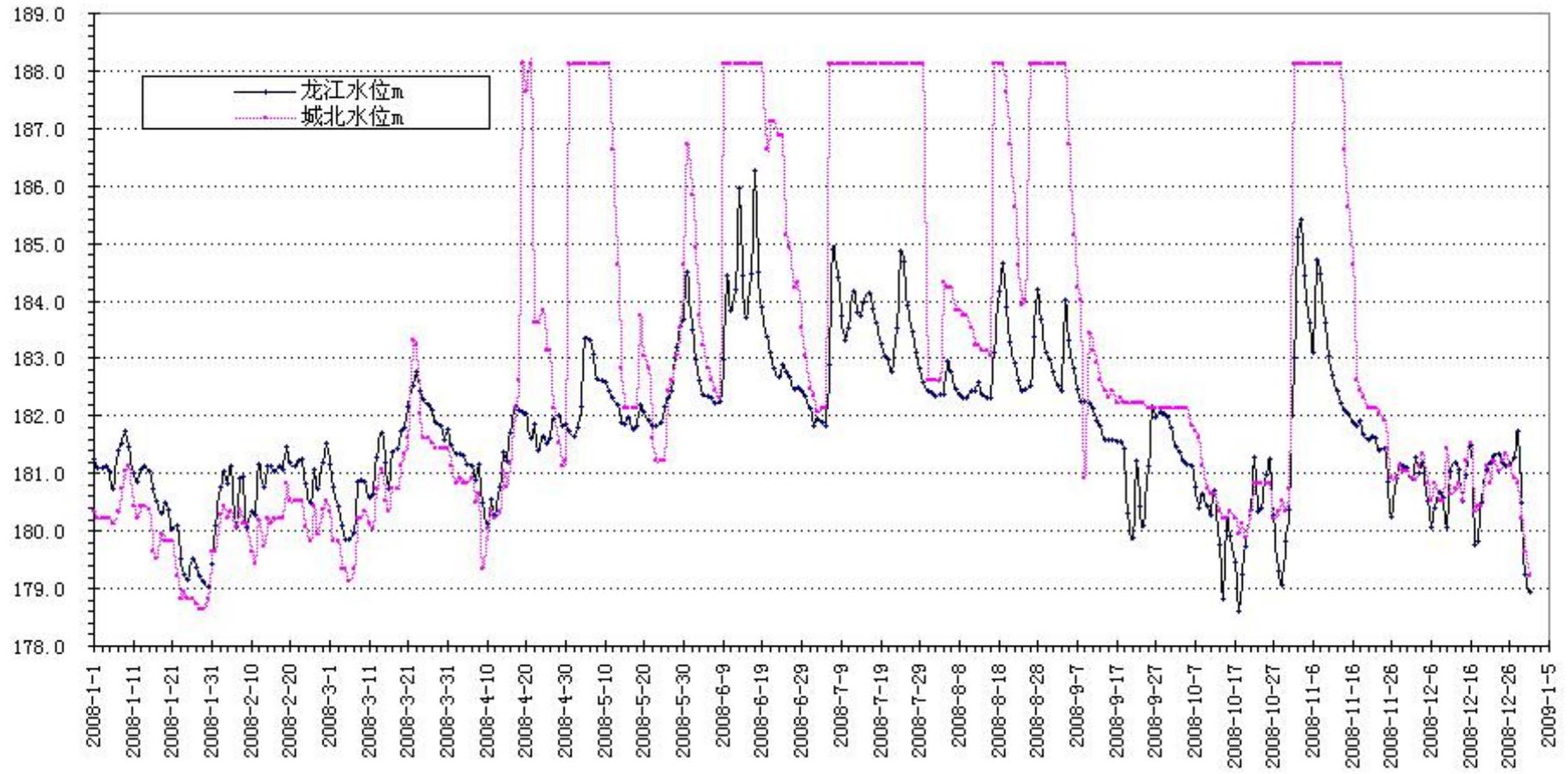


图 4.5-6 龙江与城北水源点 2008 年水位历时曲线

(2) 龙江河水对城北水源点水质的影响分析

由于城北水厂岩溶地下水系统是一个相对独立的系统,地下水完全由大气降雨补给,没有外部补给源,龙江是其唯一排泄出口。所以,在天然条件下,城北水厂水位必然高于龙江水位,地下水从城北水厂方向向龙江排泄,除非河水位的突然上涨,一般不会发生龙江河水补给河岸地下水的情况。但是,当城北水源点因开采地下水,引起水源点水位较大降深,造成水源点水位低于龙江水位时,将会发生地下水反方向补给,由龙江河水反向补给龙江两岸的地下水。参考岜片地下水连通试验的结果,地下水在地下河中的流速达 44 m/h,而城北水源点与龙江之间的距离约为 3000 m,假设城北水厂水位一直低于龙江水位,龙江河水持续补给城北水源点,龙江河水到达城北水源点最少需要 2.8 天。

根据河池地环站对 1999 年城北水厂污染事件的调查、取样分析和评价结论:在城北水源点的水位比龙江水位低 0.27m 以上时才会发生龙江河水倒灌进入城北水源点,影响水源点的水质。2008 年龙江河水与城北水源点实测结果(表 6-14)表明,2008 年城北水源点水位低于龙江水位的天数为 137 天,超过临界水位差的天数为 111 天。因此,以 2008 年的开采强度和模式,存在有些时段龙江河水反向补给城北水源。

尽管根据现状评价结果,2007 年~2011 年 5 年水质数据的平均值评价的结果城北水厂均达到良好级。但是,城北水源点的水样按次评价结果(表 6-6、表 6-9)表明,城北水厂 2008 年 2 月 25 日的水质为“较差”级,其超标污染物为铁(Fe)和铅(Pb),尽管与同一天的龙江河水的超标污染物不同,但因龙江河水要到达水源点需要数天甚至更长的时间,水厂和龙江河水同一天的的水质分析数据并不是对应关系。

综上所述,2008 年城北水厂发生过龙江河水反向补给,影响了城北水厂的水质。

4.5.3.2 加辽水厂供水水源点的水位动态变化特征

(1) 加辽水厂水源点水位动态变化特征

根据本次水文地质调查,加辽水厂的地下水通过地下河与龙江相通。天然条件下,地下水总是从加辽水厂方向向龙江排泄。

河池市水文水资源局和河池市自来水公司的 2008 年监测结果表明, 虽然受抽水的影响, 局部时段在细节上有所差别, 但加辽水源点的水位与龙江水位的变化规律总体上基本一致。

龙江河水与加辽水源点水位对比分析(表 4.6-4)表明, 在 2008 年的地下水开采强度和模式下, 加辽水源点水位只在 1 月 1 日~3 月 18 日出现低于龙江水位的现象, 出现天数为 75 天, 其它时间均高于龙江水位。

根据河池自来水公司提供的开采量数据, 加辽水厂 3 月的开采量较大, 达 181420 m³, 但 1 月、2 月的开采量并不大, 分别为 61362 m³、62766 m³, 且有些天还停采, 还出现水位低于龙江水位的情况, 其原因除了枯季地下水补给量较小外, 还与加辽水厂北东约 300m 的加祥电灌站抽水有关, 该电灌站枯季的抽水量较大, 但其抽水时间、抽水量均无实测数据。

(2) 龙江河水对加辽水源点水质的影响分析

由于加辽水厂岩溶地下水系统是一个相对独立的系统, 地下水完全由大气降雨补给, 没有外部补给源, 排泄的唯一出口为龙江。所以, 在天然条件下, 加辽水厂水位必然高于龙江水位, 地下水从加辽水厂方向向龙江排泄, 除非河水位突然上涨, 一般不会发生龙江河水补给河岸地下水的情况。然而, 当加辽水源点因开采地下水, 引起水位较大下降时, 造成水源点水位低于龙江水位时, 将会发生龙江水向河岸方向补给地下水。根据邕片地下河连通试验的结果, 地下水在地下河中的流速达 44m/h, 而城北水源点与龙江之间的距离约 3900m, 假设抽水造成加辽水厂水位一直低于龙江水位, 龙江河水持续补给加辽水源点, 龙江河水到达加辽水源点最少需要 3.7 天。

尽管根据现状评价结果, 2007 年~2011 年 5 年水质数据的平均值评价的结果, 加辽水厂水质均达到良好级。但是, 加辽水厂水质按次评价结果表明, 2008 年 2 月 25 日和 8 月 6 日的水质都是“较差”级, 2 月 25 日的超标污染物为铁 (Fe) 和铅 (Pb), 含量均达到 IV 类水质标准, 8 月 6 日的超标污染物为锌 (Zn), 含量达到 IV 类水质标准, 按照《地下水水质标准》(GB/T 1448-93) 必须经适当处理才能作为生活饮用水。而同期的龙江水质也属于“较差”级, 但其超标污染物并不一样, 河水的铁 (Fe)、铅 (Pb) 和锌 (Zn) 含量均低于加辽水厂。由于龙

江河水要到达加辽水源点需要数天甚至更长的时间，水厂和龙江河水同一天的的水质分析数据并不是对应关系；而且，由于缺乏连续的龙江和水源点的水质监测资料，因此，根据目前的水质分析结果并不能判断是否发生龙江河水的倒灌，影响加辽水厂的水质。

不过，1999年龙江河水倒灌造成城北水厂发生污染时，龙江河水较长时间处于高浓度的污染状况下，加辽水厂并未监测到同类污染物的污染，加辽水厂当时的开采量与2008年的开采量相当。据此，可以认为在2008年的开采强度和模式下，加辽水厂尚未受到龙江河水的影响。

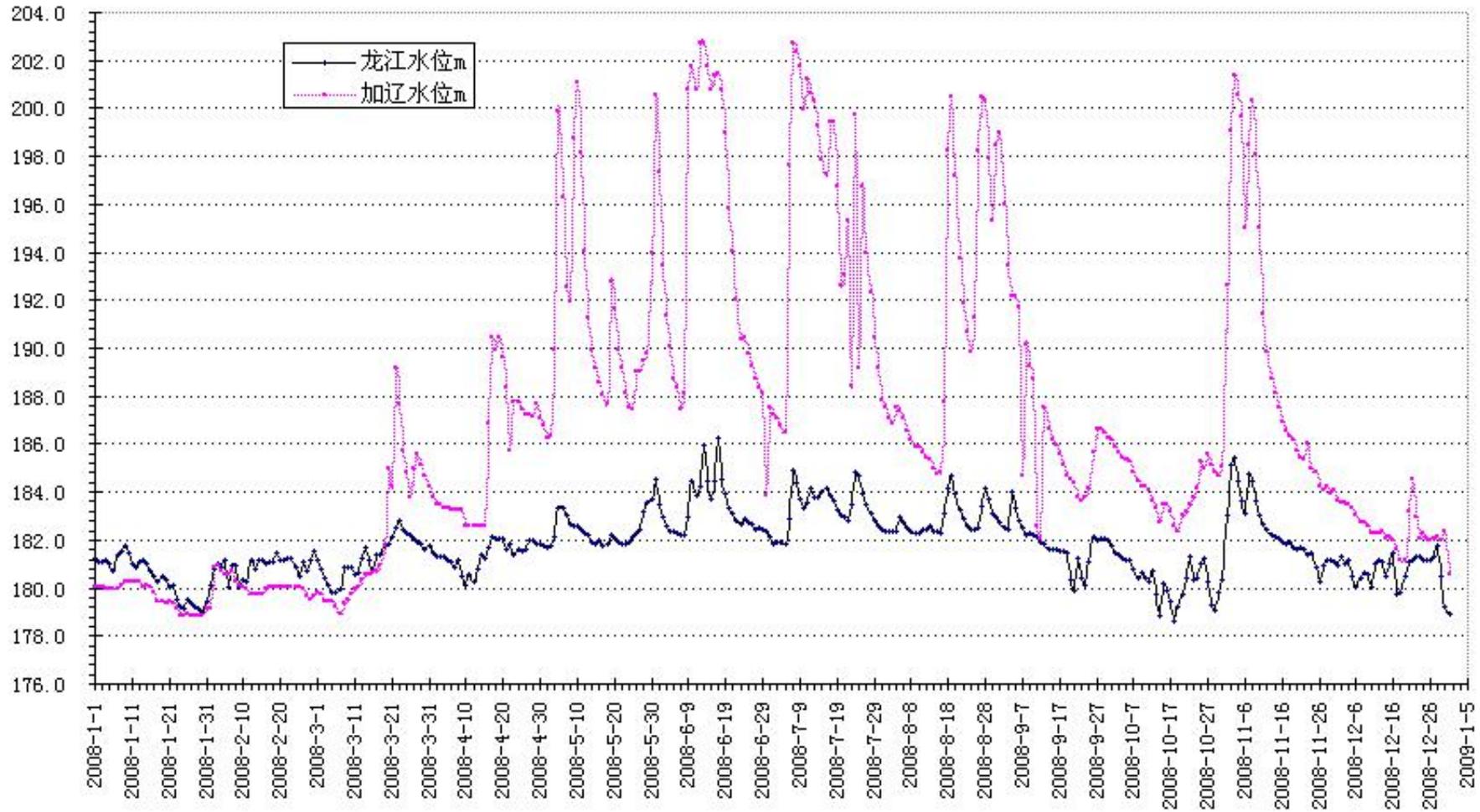


图 4.5-7 2008 年加辽水厂、龙江水位历时曲线

4.5.3.3 肯冲水厂供水水源点的水位动态变化特征

(1) 肯冲水厂水源点水位动态变化特征

根据现场水文地质调查,肯冲水厂的地下水通过地下河与龙江相通,天然条件下,肯冲地下水通过地下河快速向龙江排泄,根据岜片地下河连通实验的结果,地下河中地下水的流速约 44m/h。

河池市水文水资源局和河池市自来水公司 2008 年监测结果表明,虽然受抽水的影响,局部时段在细节上有所差别,但肯冲水厂水源点的水位与龙江水位的变化规律总体上基本一致。

龙江河水与肯冲水源点水位对比分析(表 4.6-5)表明,在 2008 年的地下水开采强度和模式下,由于每天都在抽水(每天停抽的时间为 2~4h),且开采强度大(最小的为 11 月 206878 m³,最大为 1 月,达 441040 m³),肯冲水源点的水位大多数时间都低于龙江水位,全年低于龙江水位的天数达 317 天。根据第 6.4.1 节水资源计算结果,肯冲的地下水补给量较大,是能够满足肯冲水厂 2008 年的开采强度要求的。之所以出现水源点水位长期低于龙江水位的状况,可能是由于上游含水介质渗透系数较低,需要足够大的降深才能达到稳定的水量。

(2) 龙江河水对肯冲水源点水质的影响分析

由于肯冲水厂岩溶地下水系统是一个相对独立的系统,地下水完全由大气降雨补给,没有外部补给源,排泄的唯一出口为龙江。所以,在天然条件下,肯冲水厂水位必然高于龙江水位,地下水从肯冲水厂方向向龙江排泄,除非河水位突然上涨,一般不会发生龙江河水补给河岸地下水的情况。但是,当肯冲水源点因开采地下水,引起水位较大下降,造成水源点水位低于龙江水位时,将会发生龙江水向河岸方向补给地下水。根据岜片地下河连通试验的结果,地下水在地下河中的流速达 44m/h,而肯冲水源点与龙江之间的距离约 2800m,假设抽水造成肯冲水厂水位一直低于龙江水位,龙江河水持续补给肯冲水源点,龙江河水到达肯冲水源点最少需要 2.6 天。

尽管根据现状评价结果,2007 年~2011 年 5 年水质数据的平均值评价的结果,肯冲水厂水质达到良好级。水质按次评价结果表明,肯冲水厂 2008 年 2 月 25 日和 8 月 6 日的水质都是“较差”级,2 月 25 日的超标污染物为铅(Pb),含量

为 0.162 mg/l，属于 IV 类水质，按照《地下水水质标准》（GB/T 1448-93）不能作为生活饮用水；8 月 6 日的超标污染物为铁（Fe）对人体害处不大。而同期的龙江河水尽管属于“较差”级，但其超标污染物为亚硝酸盐和氨氮，与肯冲水厂的超标污染物完全不一样。由于龙江河水要到达肯冲水源点需要数天甚至更长的时间，水厂和龙江河水同一天的水质分析数据并不是对应关系；而且，由于缺乏连续的龙江和水源点的水质监测资料，因此，根据目前的水质分析结果并不能判断是否发生龙江河水的倒灌，影响了肯冲水厂的水质。

不过，1999 年龙江河水倒灌造成城北水厂发生污染时，龙江河水较长时间处于高浓度的污染状况下，肯冲水厂并未监测到同类污染物的污染，肯冲水厂当时的开采量与 2008 年的开采量相当。据此，可以认为在 2008 年的开采强度和模式下，肯冲水厂尚未受到龙江河水的影响。

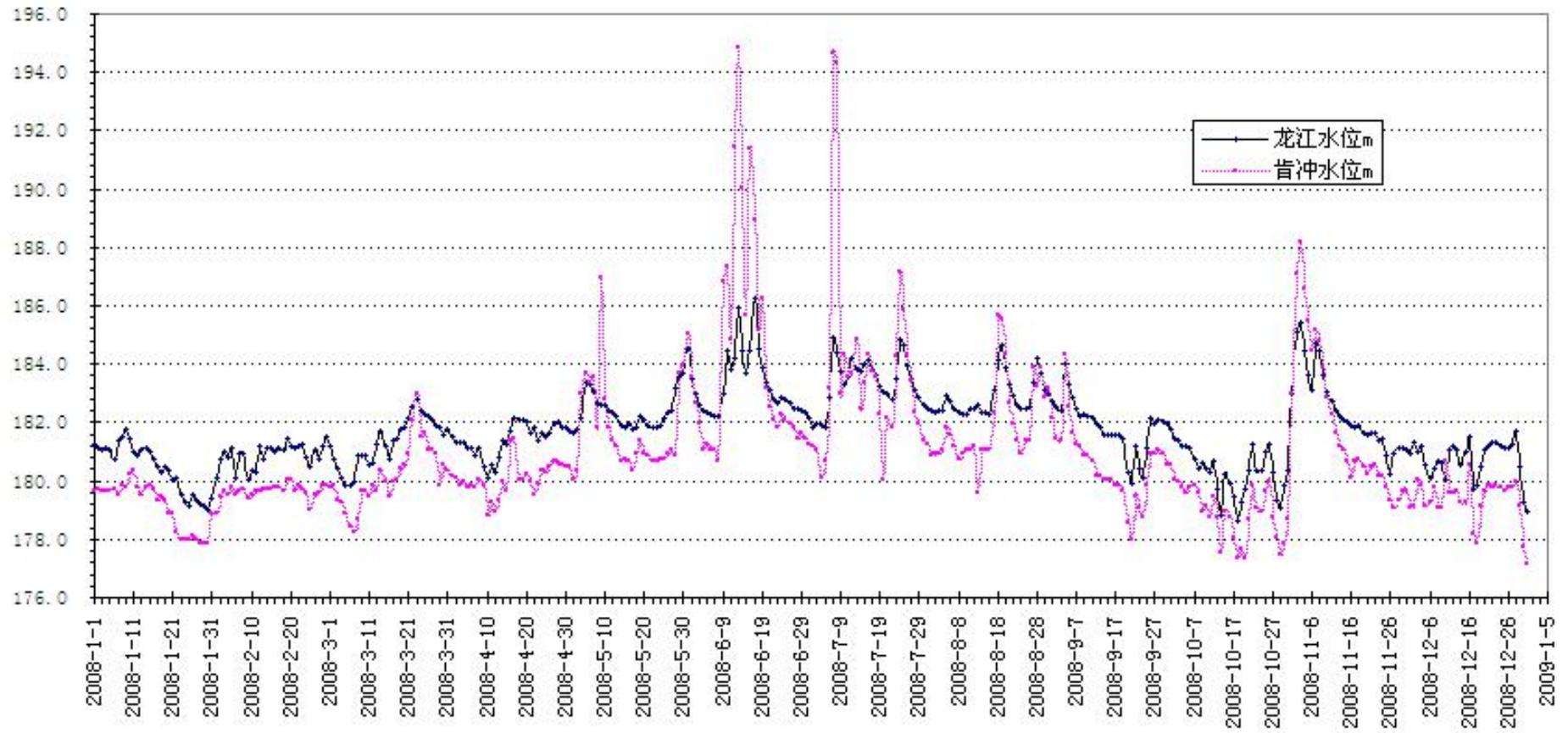


图 4.5-8 2008 年龙江、肯冲水厂水位水位历时曲线

4.5.3.4 城西水厂供水水源点的水位动态变化特征

(1) 城西水厂水源点水位动态变化特征

根据广西壮族自治区地质环境监测总站河池分站 2009 年的监测结果（图 4.6-9），虽然两曲线的大多数时间变化趋势基本一致，但仅是由于它们都属于径流型曲线，从图 4.6-9 看，在 7 月上旬~9 月中旬，两曲线的变化差别较大，对应关系不明显。因此，龙江水位与城西水厂的水位变化联系不紧密。

城西水厂与龙江河水位对比分析（表 4.6-6）表明，城西水厂水源点的水位与龙江水位相差较大，城西水厂水位大大高于龙江水位。尽管城西水厂 24 小时不间断抽水，其平水期的稳定水位最大降深仅 1.8m（2011 年 10 月实测），城西水厂水位高于龙江水位 20m 以上。

(2) 龙江河水对城西水质的影响分析

由于城西水厂水位与龙江水位联系不密切，城西水厂水位大大高于龙江水位，城西岩溶地下水系统内的地下水总是向龙江方向径流、排泄，补给龙江，而不会发生龙江河水补给城西水源点的现象。因此，龙江河水对城西水厂的水质没有影响。

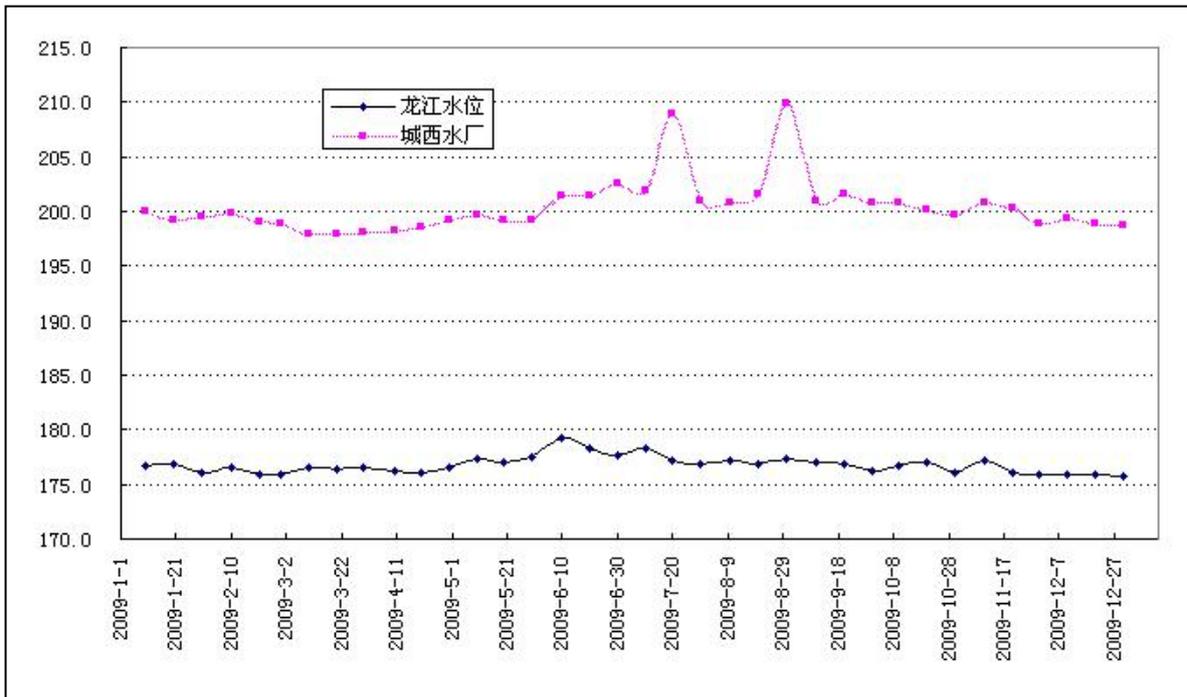


图 4.5-9 2009 年城西水厂、龙江水位历时曲线

必须说明的是,在本次金城江供水水源点的水文地质现状评价过程中,目前仍在正常运行的城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂和城西水厂均出现过水质为“较差”级的情况,其中对人体有害的超标污染物铅(Pb)的浓度到达IV类、甚至V类水的标准。由于四个水厂上游汇水范围内均没有该类污染源,对应时间龙江河水的铅(Pb)并未超标。

根据计算,龙江河水达到各水源点最少需要3天左右,但龙江河水和水源点的水质监测频率较低(河池地环站的水质监测频率为每年丰、枯季各一次),同时,龙江河水水样监测点设于城北、加辽和肯冲地下河出口的下流也不太合适(应位于上游200m左右为好)。这些不利因素,严重影响龙江河水与各水源点的水质之间的关系的有效评估,有可能对前述龙江河水对水源点水质的影响结论产生影响。

4.5.4 金城江城区水厂水源点水文地质预测评估

4.5.4.1 水位壅高预测方法

由于金城江水源点所在的岩溶地下水系统都是相对独立的封闭系统,除了大气降雨外,没有其它外部水源补给,其排泄出口均位于龙江河床。因此,在天然条件下,从补给区到径流区再到排泄区,其水位总是从高到低,由两岸地下水补给龙江。但是,当水源点的开采强度较大时,就容易形成水源点水位低于龙江水位的状况。如果水源点水位长期低于龙江水位,将会引起龙江水位反向补给两岸的地下水,如果达到临界水位差,还会使龙江水倒灌进入水源点,影响水源点的水质,从而威胁河池市城区供水安全。

根据工作区岩溶水文地质条件、龙江河岸的形态特征及《水利水电工程水文地质勘察规范》(SL373-2007),可将水源点与龙江之间地块的水文地质条件概化为模型I(图4.6-7)的模式:无渗入的均质岩层、隔水层底板水平和河岸陡直。由于水源点到龙江之间地块是各水源点所在的岩溶地下水系统的主径流区,岩溶裂隙、溶潭、天窗等较发育,岩溶地下水承压特征不明显,上部潜水与下部岩溶水隔水界线不明显,两者联系密切,水位变化具有趋同的特征。因此,也可以将水源点与龙江之间地块的地质条件概化为模型II(图4.6-8)的模式:无入渗的

非均质岩层、透水性在水平方向上急剧变化；此时，岩层中的壅水值与岩层渗透系数无关。

这两种预测地下水的壅水模型都不需考虑含水层的渗透系数，其计算公式采用式 7-1。

根据金城江温平、肉联厂等多处水文地质和矿区钻探资料，金城江各水源点到龙江之间地块的含水层底板位于地表下约 100m，其高程为 94.50m。

根据河池城区供水厂多年开采情况，本次地下水壅水计算主要选用具有代表性的 2008 年监测数据进行预测，龙江水位数据由河池水文水资源局监测和提供，城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂监测数据由河池自来水公司监测和提供。因城西水厂和城东水厂对应龙江河段位于金城江水轮泵站的下游，河池水文水资源局没有进行水位监测。因此，城西水厂、城东水厂和对应龙江河段的水位监测数据采用广西地质环境监测总站河池分站的监测数据（城西水厂 2008 年没有监测，采用 2009 年数据）进行预测，其 h_1 、 h_2 分别为 2008 年或 2009 年实测龙江和各水源点水位高程与含水层底板高程之差， H 为蓄水后的龙江各种工况下的水位与含水层底板高程之差。

据此，金城江电站投入使用后各种工况下，按照式 4-1 计算得到在用的城北、加辽、肯冲、城西水源点的水位预测结果见表 4.5-7~4.5-10。

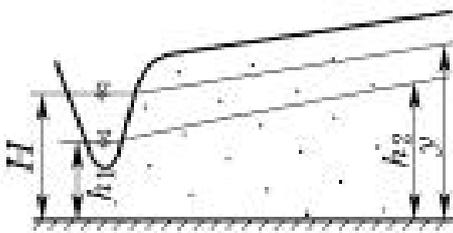


图 4.5-10 模型 I 水文地质模式图

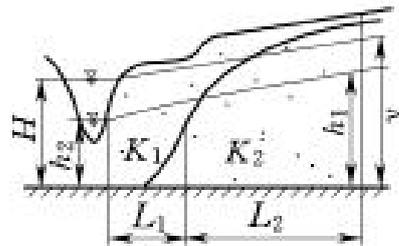


图 4.5-11 模型 II 水文地质模式图

$$y = \sqrt{(h_2^2 - h_1^2 + H^2)} \quad (\text{式 4-1})$$

式中： y — 地下水雍高后计算断面处的含水层厚度

h_1 — 水库蓄水前河流水边线处的含水层厚度

h_2 — 水库蓄水前计算断面处的含水层厚度

H — 隔水底板与水库蓄水后不同工况的水位之差

4.6.4.2 龙江对水源点的影响评价方法

金城江电站对河池城区水源点的影响以现状评估结果为基础，以水源点水位低于龙江水位的监测结果（两者之差为负值）为对象进行评估。评估模型采用式 7-2。由于，水源点水位高于龙江水位时，不会发生龙江河水的倒灌问题，因此，式 7-1 仅针对水源点水位低于龙江河水的状况，即只针对 $\Delta H_1 < 0$ ， $\Delta H_2 < 0$ 的情况进行评价。

通过分析、比较电站蓄水前、后水源点与龙江水位差进行评估：如果 $\Delta H > 0$ ，则蓄水后龙江河水对水源点的影响大于蓄水前的影响，电站的修建加剧了龙江河水对水源点的影响；如果 $\Delta H \leq 0$ ，则，电站修建后，龙江河水对水源点的影响轻于蓄水前，没有加剧龙江河水对水源点的影响。

式 4-2：

$$\Delta H = \text{ABS}(\Delta H_2) - \text{ABS}(\Delta H_1) \quad (\text{式 4-2})$$

式中： ΔH — 蓄水后不同工况下，龙江对水源点影响的评价值

ΔH_1 — 蓄水前水源点水位与龙江水位之差（仅针对水源点水位低于龙江水位的状况）

ΔH_2 — 蓄水后水源点水位与龙江水位之差（仅针对水源点水位低于龙江水位的状况）

ABS — 绝对值符号

金城江电站投入使用后龙江对河池供水水源点的影响分析

4.5.4.2 龙江对城北水厂供水水源点的影响分析

城北水厂水源点水位预测结果（表 4.5-7、图 4.5-9）表明，在 2008 年的开采强度和开采模式下，城北水厂水源点的不同工况下的壅水水位与龙江水位的差值与 2008 年城北水源点与龙江水位的差值变化规律基本一致，在 2008 年水源点水位低于龙江水位时，蓄水后不同工况下水源点水位也低于龙江水位，两者的差值比较接近。

根据计算结果， ΔH 正常高水位 ≤ 0 、 ΔH 死水位 ≤ 0 、 ΔH 高设计洪水

位 ≤ 0 、 ΔH 校核水位 ≤ 0 。因此，以 2008 年的开采强度和模式，金城江电站投入使用后，在正常高水位、死水位、设计洪水位和校核洪水位等工况下，龙江河水对城北水厂的影响与 2008 年龙江河水对城北水厂的影响相当，电站的修建和运行，加剧龙江河水对城北水源点水质影响的可能性小。

根据现状评价结果，以 2008 年的开采强度和模式，城北水厂部分时段受到了龙江河水的补给，对其水质有一定的影响。其中，影响主要发生在枯季，其它季节影响的天数较少。因此，金城江电站投入使用后，城北水厂的水质也会受到龙江河水的影响，其影响与 2008 年的影响相当。

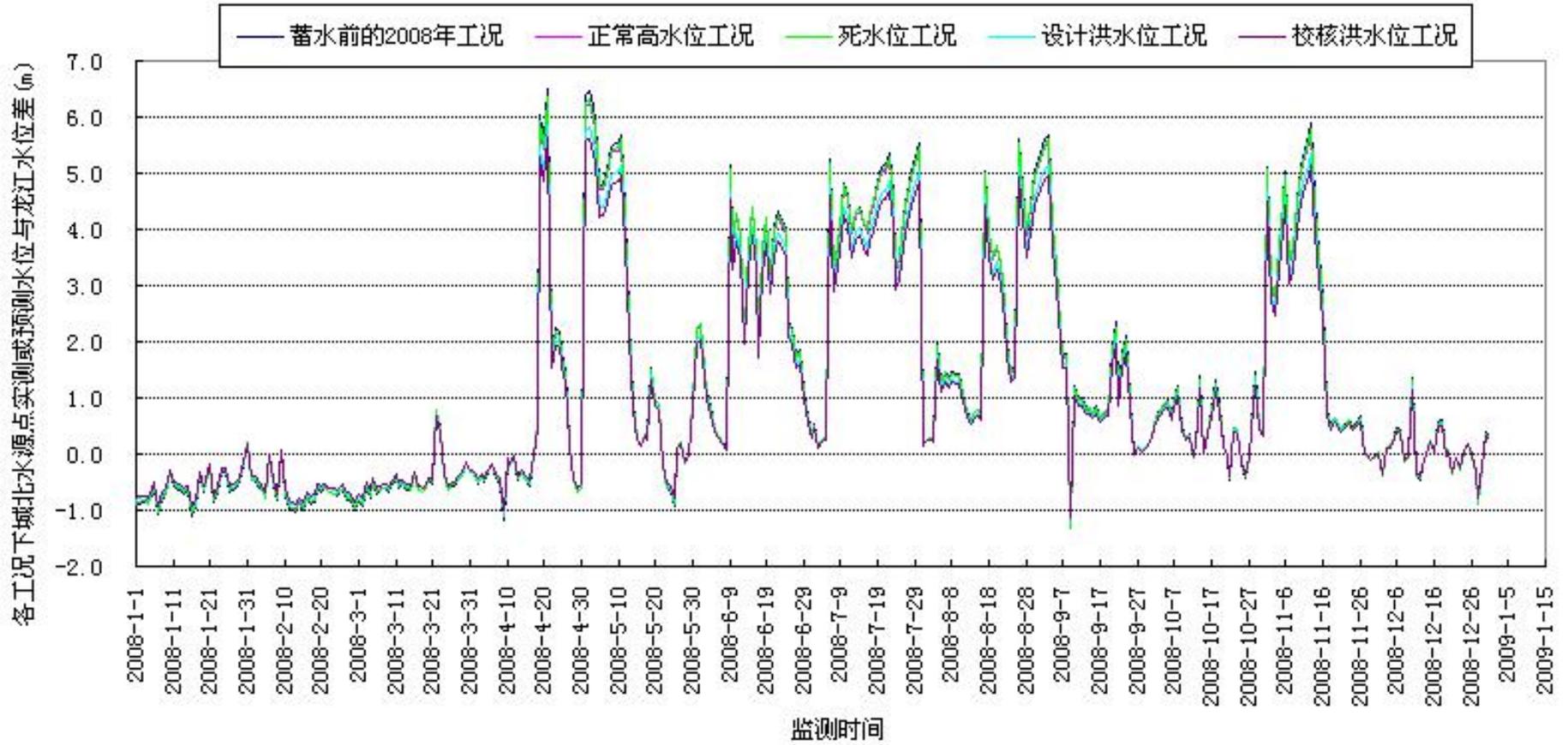


图 4.5-9 不同工况下，城北水厂实测或预测水位与龙江水位差曲线

4.5.4.3 对加辽水厂供水水源点的影响分析

加辽水厂水源点水位预测结果（表 4.5-8、图 4.5-10）表明，在 2008 年的开采强度和开采模式下，加辽水厂水源点在不同工况下的壅水水位与龙江水位的差值与 2008 年加辽水源点与龙江水位的差值变化规律基本一致，两者的差别较小，在 2008 年水源点水位低于龙江水位时，蓄水后，对应时段不同工况下水源点水位也低于龙江水位。

根据计算结果， ΔH 正常高水位 ≤ 0 、 ΔH 死水位 ≤ 0 、 ΔH 高设计洪水位 ≤ 0 、 ΔH 校核水位 ≤ 0 。因此，以 2008 年的开采强度和模式，金城江电站投入使用后，在正常高水位、死水位、设计洪水位和校核洪水位等工况下，龙江河水对加辽水厂的影响与 2008 年龙江河水对加辽水厂的影响相当，电站的修建和运行，加剧龙江河水对加辽水源点影响的可能性小。

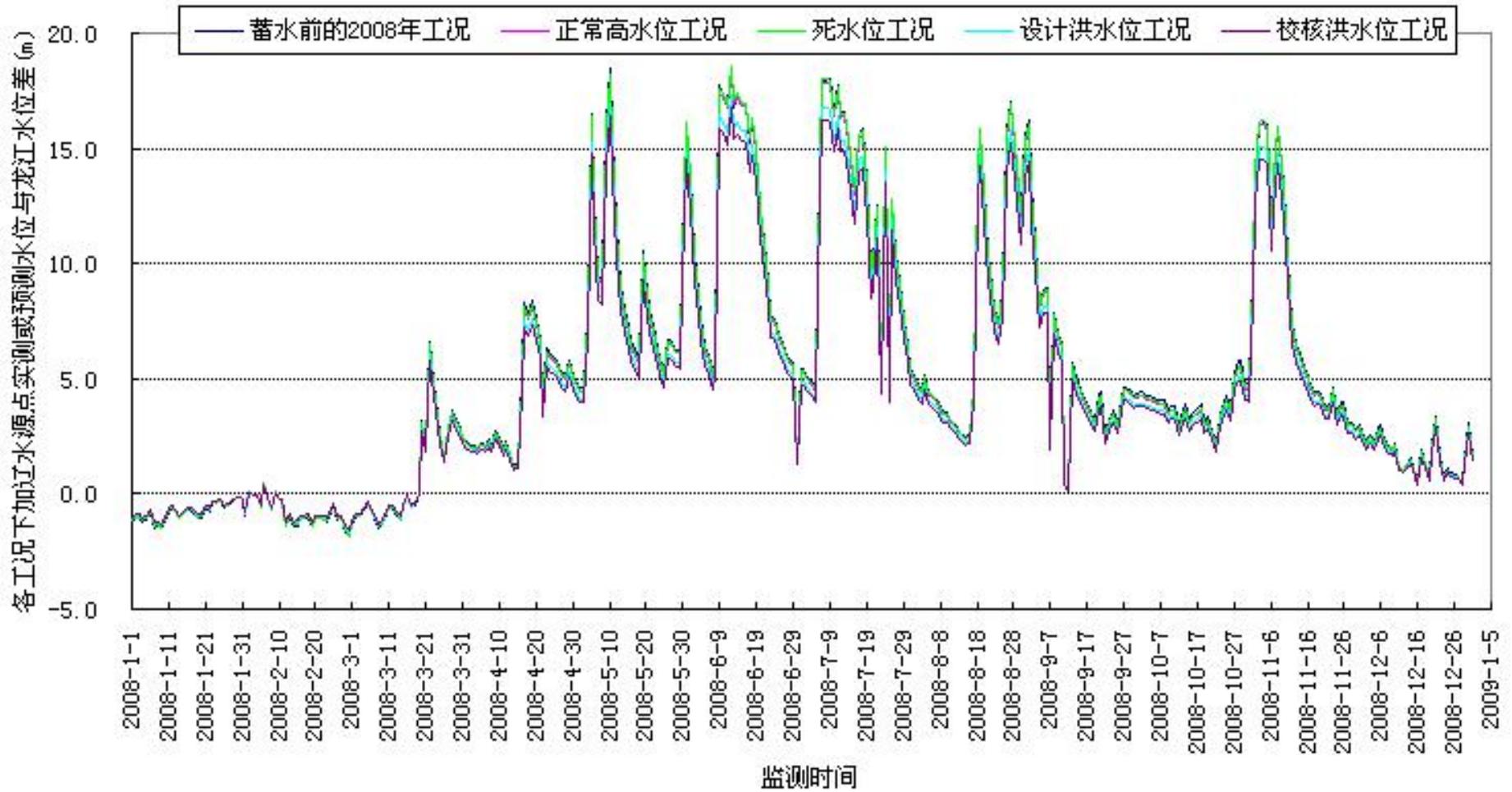


图 4.5-10 不同工况下，加辽水厂实测或预测水位与龙江水位差曲线

4.5.4.4 对肯冲水厂供水水源点的影响分析

肯冲水厂水源点水位预测结果（表 4.5-9、图 4.5-11）表明，在 2008 年的开采强度和开采模式下，在不同工况下，肯冲水源点的壅水水位与龙江水位的差值与 2008 年肯冲水源点与龙江水位的差值比较接近，其变化规律基本一致：2008 年水源点水位低于龙江水位时，蓄水后不同工况下水源点水位也低于龙江水位。

根据计算结果， ΔH 正常高水位 ≤ 0 、 ΔH 死水位 ≤ 0 、 ΔH 高设计洪水位 ≤ 0 、 ΔH 校核水位 ≤ 0 。因此，以 2008 年的开采强度和模式，金城江电站投入使用后，在正常高水位、死水位、设计洪水位和校核洪水位等工况下，龙江河水对肯冲水厂的影响与 2008 年龙江河水对肯冲水厂的影响相当，电站的修建和运行，加剧龙江河水对肯冲水源点影响的可能性小。

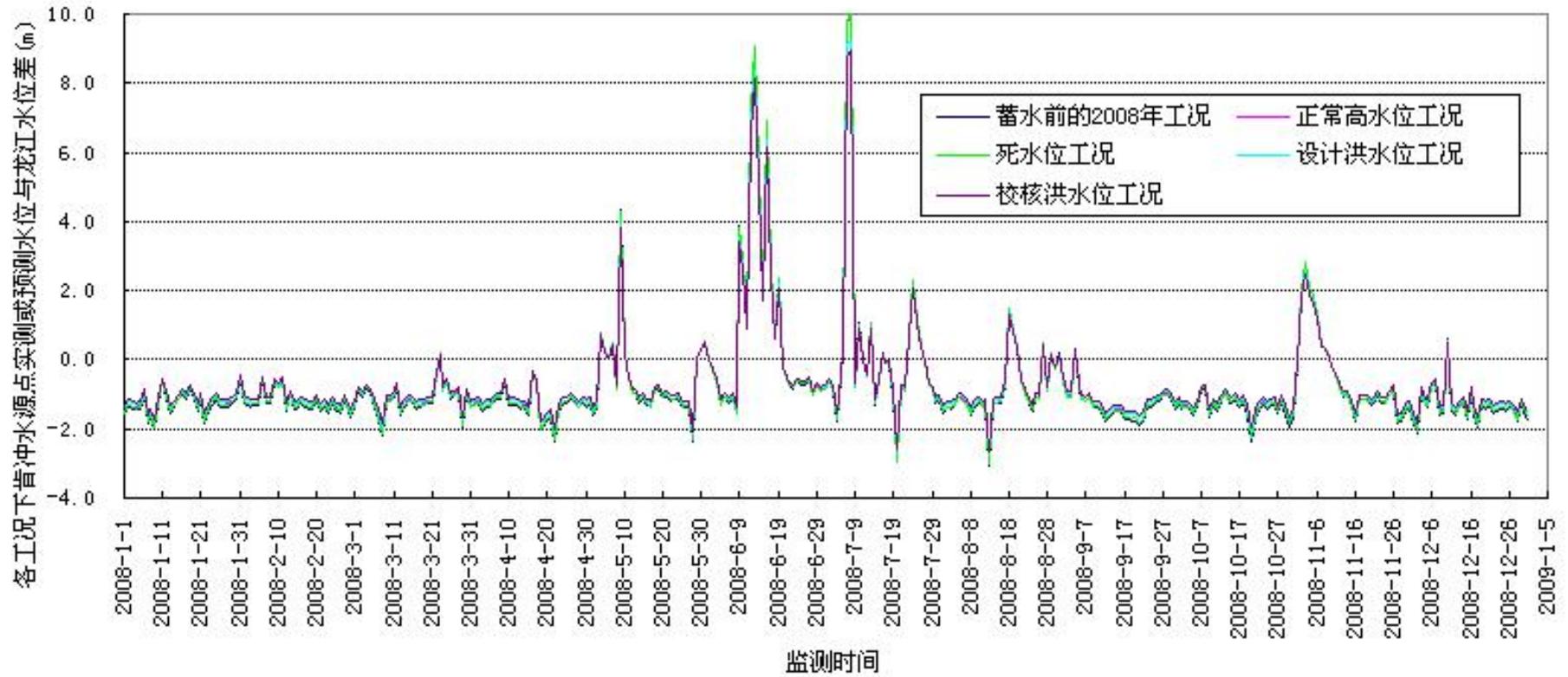


图 4.5-11 不同工况下，肯冲水厂实测或预测水位与龙江水位差曲线

4.5.4.5 龙江对城西水厂供水水源点的影响分析

城西水厂水源点水位预测结果（表 4.5-10、图 4.5-12）表明，以 2009 年的开采强度和开采模式，在不同工况下，城西水源点的壅水水位都大大高于龙江水位，地下水向龙江排泄，未发生龙江补给水源点的现象。因此，金城江电站投入使用后，龙江河水对城西水厂的水质没有影响

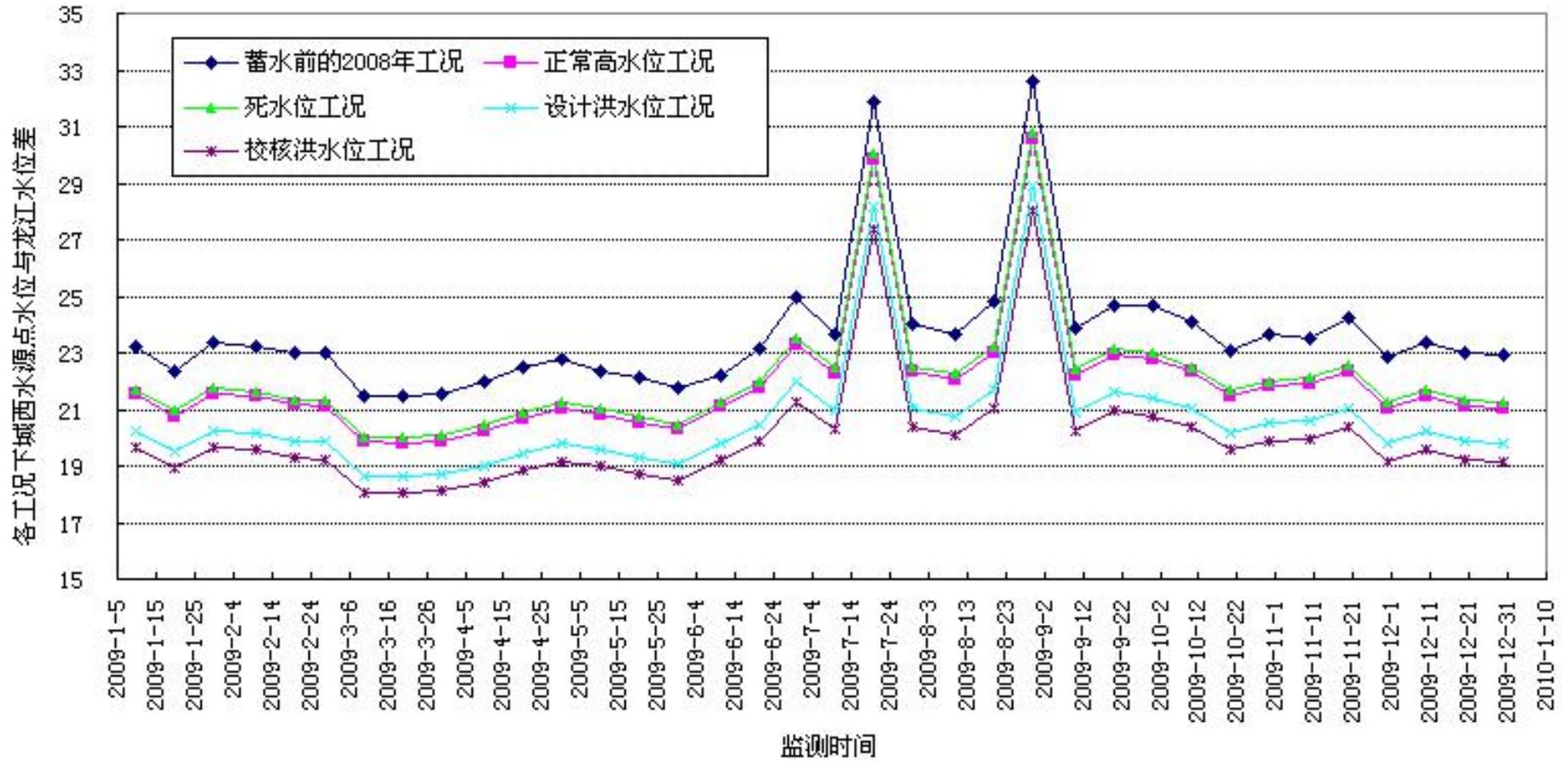


图 4.5-12 不同工况下，城西水厂实测或预测水位与龙江水位差曲线

4.5.4.6 景观改造及管网工程对地下水影响

栈桥施工采用人工挖孔桩基础，钢筋混凝土框架结构，金城江区污水厂排污口及尾水管改造采用水下开挖施工方式。景观改造过程开挖过程会破坏包气带，影响包气带防污性能，但景观改造工程位于龙江边，该区域地下水无人饮用，因此，景观工程开挖对地下水的影响可控。

4.5.4.7 地下水影响评价结论

(1) 以 2008 年的开采强度和开采模式，2008 年的部分时段城北水厂的水质已经受到龙江河水一定程度的影响，其影响主要发生在枯水期，在平水期也受到一定程度的影响。电站修建后，以 2008 年的开采强度和开采模式，在正常高水位、死水位、设计洪水位、校核洪水位等工况下，城北水源点水质受到龙江河水的影响程度与蓄水前的 2008 年的影响相当。电站的修建加剧龙江对城北水源点水质影响的可能性小。

(2) 以 2008 年的开采强度和开采模式，2008 年加辽水厂的水质尚未明显受到龙江河水的影响。电站修建后，以 2008 年的开采强度和开采模式，在正常高水位、死水位、设计洪水位、校核洪水位等工况下，加辽水源点水质受到龙江河水的影响程度与蓄水前的 2008 年的影响相当。电站的修建，加剧龙江对加辽水源点水质影响的可能性小。

(3) 以 2008 年的开采强度和开采模式，2008 年肯冲水厂的水质尚未明显受到龙江河水的影响。电站修建后，以 2008 年的开采强度和开采模式，在正常高水位、死水位、设计洪水位、校核洪水位等工况下，肯冲水源点水质受到龙江河水的影响程度与蓄水前的 2008 年的影响相当。电站的修建，加剧龙江对肯冲水源点水质影响的可能性小。

(4) 在目前的开采条件下，蓄水前和蓄水后，龙江河水影响城西水厂的可能性小。

城北、城西、肯冲、加辽 4 个水厂枯水季水位分别为 181.83m、198.77m、180.01m、187.6m，城北水厂和肯冲水厂水位低于本项目库区水位 3.17m 和 4.99m。本项目建设距该《水文地质评价报告》已有 5 年，河池市人口数量的增加必将使得水厂取水量增加，城北、城西、肯冲、加辽 4 个水厂 2016 年抽水量分别为 260 万 m³、285 万 m³、610 万 m³、380 万 m³，较 2008 年抽水量 156 万 m³、360 万

m³、370 万 m³、260 万 m³均有较大幅度的增加。

城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂通过地下河与龙江连通，水力联系密切，本电站蓄水后，龙江水位长期高于城北水厂和肯冲水厂枯水期水位，如果抽水规模大于地下水上游来水，取水口地下水位下降过快，会发生库区地表水通过地下河补给城北、肯冲和加辽水厂地下河饮用水的情况。根据龙江水质现状监测数据，本次地表水现状监测的 1#和 2#断面均位于城北水厂和肯冲水厂地下河出口上游，将 1#和 2#地表水断面现状监测数据对比《地下水质量标准》III 类标准，两个断面监测因子中所有重合因子均优于《地下水质量标准》III 类标准要求。根据本项目库区龙江六甲镇断面 2006 年~2015 年历史水质评价结果：六甲断面水质保护目标为III类，2006 年~2015 年水质类别均达到或优于III类，水质状况为良好以上，其中 2010 年、2011 年各月水质均达到II类，水质状况为优。因此，本项目建成后，库区水位上涨可能造成地表水补给城北、肯冲和加辽水厂所在地下河，但由于龙江水质较好且近年来逐渐改善，对城北、肯冲和加辽水厂水源水质的影响较小。

4.6 声环境影响预测与评价

4.6.1 施工期声环境影响预测与评价

根据施工总平面布置图，施工产生的固定连续噪声源主要有钢筋加工厂和木材加工厂，其余爆破、污水尾水管网施工、污水干管改建施工机械噪声为间歇式瞬时噪声，以及运输产生的交通噪声，各噪声源对环境的影响如下。

4.6.1.1 施工期点声源影响预测

施工期间各工场的施工机械噪声可近似作为点声源处理，根据点声源噪声传播衰减模式，可估算施工期间离噪声声源不同距离处的噪声值，从而可就施工噪声对敏感点的影响作出分析评价。预测模式如下：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - A_{div}$$

$$A_{div} = 20 \lg(r / r_0)$$

式中：LA(r)——预测点声压级，dB(A)；

LA(r0)——噪声源强，dB(A)；

Adiv——几何发散衰减，dB(A)；

r—预测点离噪声源的距离，m。

r0—参考位置距声源的距离，m；

根据施工机械满负荷运行单机噪声值，采用上述公式，可计算得到施工期主要施工机械单机满负荷运行时不同距离处的噪声影响预测结果；现场施工时有多台设备同时运转，其噪声情况应是这些设备总叠加，则本项目将所产生噪声叠加后预测对某个距离的总声压级。以上预测结果详见表 4.7-1。

表 4.7-1 主要施工机械噪声预测结果 单位：dB (A)

声级 dB (A) 机械类型	距离 (m)									标准值 dB (A)		达标距离 (m)	
	10	20	40	60	80	100	150	200	300	昼间	夜间	昼间	夜间
轮式装载机	84	78	72	68	66	64	60	58	54	70	55	48	266
平地机	84	78	72	68	66	64	60	58	54	70	55	48	266
振动式压路机	80	74	68	64	62	60	56	54	50	70	55	30	169
三轮压路机	75	69	63	59	57	55	51	49	45	70	55	17	100
轮胎压路机	70	64	58	54	52	50	46	44	40	70	55	10	53
推土机	80	74	68	64	62	60	56	54	50	70	55	30	169
轮胎式液压挖掘机	78	72	66	62	60	58	54	52	48	70	55	24	134
发电机组	78	72	66	62	60	58	54	52	48	70	55	24	134
冲击式钻井机	81	75	69	65	63	61	57	55	51	70	55	34	200
混凝土搅拌机	59	53	47	43	41	39	35	33	29	70	55	3	15

由表 4.7-1 可知，经预测单机施工机械噪声昼间最大在距声源 48m 以外可达《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 70dB (A) 标准限值要求；夜间在 266m 以外可达 55dB (A) 标准限值要求。根据施工场地平面布局，单台施工机械噪声无遮挡情况下，施工场界处噪声值无法达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 昼间 70dB(A)、夜间 55dB(A) 的标准限值要求；同时，多种机械同时施工的影响范围大于单台机械施工的影响范围。

由于上沙里屯距离施工道路 A(上坝公路)和施工营地最近距离分别为 160m 和 180m，才吉屯距离右岸施工营地 200m，加道村距离尾水管网 50m，污水干管改建工程附件有金龙湾花园、兴达家园、河池市技工学校 and 吉祥小区等居民集中区，为防止施工噪声影响居民，项目夜间 22:00~06:00 不能进行施工作业，特别是夜间不能进行钢筋加工作业。

4.6.1.2 施工交通运输噪声对敏感点的影响分析

施工期交通噪声主要包括施工道路 A，该道路作为将来上坝公路，是东江土料场进场运输必经道路；本项目弃渣场依托大任产业园消纳场，路线为从右岸营地上大任产业园入园道路。

交通噪声主要影响对象为坝址周边的上下里、下沙里和才吉屯，下沙里、才吉屯分别距离金宜一级路、大任产业园入园道路约 10m、15m。施工期土方运输车辆和弃渣运输车辆通过时对大任产业园入园道路附件居民点有一定影响，主要敏感点包括作定屯，作肯屯和拉腊村，运输车辆在通过上述村庄时应当减速慢行，禁止鸣笛，禁止中午 12:00 到 14:00 和夜间 22:00~06:00 作业，以减少对敏感点影响。

4.6.1.3 土料场噪声影响分析

取土场噪声源主要为施工机械，主要有挖掘机、推土机、装载机等，取土场主要施工机械噪声达标距离预测结果详见表 4.7-2。

表 4.7-2 取土场主要施工机械噪声达标距离预测结果 单位：dB(A)

序号	噪声源名称	测试距离 (m)	声级值 dB(A)	限值标准 dB(A)		达标距离(m)	
				昼间	夜间	昼间	夜间
1	挖掘机	1	90	70	55	10	56
2	推土机	1	89			9	50
3	装载机	1	86			6	35
4	载重车	1	85			6	32

现场施工时有多台设备同时运转，其噪声情况应是这些设备总叠加，则本项目将所产生噪声叠加后预测对某个距离的总声压级，计算结果见表 4.7-3。

表 4.7-3 多台机械同时施工时在不同距离的噪声预测值 单位：dB(A)

距离	1m	5m	10m	20m	40m	50m	100m	150m	200m	210m
声级	94.0	80.0	74.0	68.0	62.0	60.0	54.0	50.5	48.0	47.6

多台施工设备同时运行时，昼间机械设备在施工场界周围 16m 范围外的噪声值符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)要求、夜间 89m 以外符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 要求。

取土场周边 200m 范围内没有居民等敏感保护目标，故土料场施工作业对周边敏感点影响较小。

4.7.2 运营期声环境影响预测与评价

本工程装机 $2 \times 7.5\text{MW}$ ，安装 2 台水轮机及发电机组，单发电机组噪声源强约为 85dB(A) 。

根据点声源特点，采用《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2009)中推荐的无指向性点源几何发散衰减模式。模式如下：

(1) 室外声源在预测点的声压级

$$LA(r)=LA_{\text{ref}}(r_0)-(A_{\text{div}}+A_{\text{bar}}+A_{\text{atm}}+A_{\text{exc}})$$

式中： $LA(r)$ —距声源 r 处的 A 声级， dB(A) ；

$LA_{\text{ref}}(r_0)$ —参考位置 r_0 处的 A 声级， dB(A) ；

A_{div} —声波几何发散引起的 A 声级衰减量， dB(A) ；

A_{bar} —遮挡物引起的 A 声级衰减量， dB(A) ；

A_{atm} —空气吸收引起的 A 声级衰减量， dB(A) ；

A_{exc} —附加衰减量， dB(A) 。

(2) 噪声随距离衰减模式

点声源几何发散衰减模式：

$$L_A(r)=L_A(r_0)-20\lg(r/r_0)$$

式中：

$LA(r)$ —距点声源 r 处的 A 声级 (dB)；

r_0 ， r —参考位置距点声源的距离 (m)；

LA —参考位置噪声源声功率级 (dB)。

(3) 多声源叠加模式

$$L_0 = 10\lg\left(\sum_{i=1}^n 10^{L_i/10}\right)$$

式中：

L_0 —叠加后总声压级， dB(A) ；

n —声源级数；

L_i —各声源对某点的声压级， dB(A) 。

(4) 建设项目声源在预测点产生的等效声级贡献值计算公式 (2)：

$$L_{eqg} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_i t_i 10^{0.1L_{Ai}} \right)$$

式中：

Leqg—建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

LAi—i 声源在预测点产生的 A 声级，dB(A)；

T — 预测计算的时间段，s；本次预测取 60s；

ti — i 声源在 T 时段内的运行时间，s。

(5) 预测结果

4.7-4 运营期噪声预测结果 dB(A)

噪声源	源强	叠加源强	贡献值						
			10m	20m	40m	80m	160m	上沙里 (230m)	才吉屯 (260m)
发电机组 1	85	88	68	62	56	50	42	40.8	39.8
发电机组 2	85								
现状监测值								昼：48.4 夜：47.3	昼：49.2 夜：46.8
预测值								昼：48.9 夜：48.2	昼：49.6 夜：47.5

根据预测结果，两个敏感点运营期预测值均满足 2 类标准，表明运营期噪声对敏感点影响较小。

4.7 固体废物影响分析

4.7.1 施工期固体废物影响分析

工程施工期产生的固体废物主要包括工程弃渣、建筑垃圾、生活垃圾。

(1) 工程弃渣

工程弃渣主要是工程施工过程中开挖、填筑产生的无用的土石方渣料等。根据本项目《水土保持方案报告》(报批稿)，本工程土石方开挖 27.81 万 m³，土方填筑量 13.99 万 m³，根据土石平衡计算，坝区开挖料除部分用于回填外，需弃渣 13.82 万 m³ (松方约 21.14 万 m³)。根据金城江区大任产业园总体规划，位于产业园规划区内存在较多低洼带，建设中需要大量弃土抬填平整，本工程产生弃渣拟运至产业园区征地范围内的低洼带堆放，不再另设弃渣场。消纳场位于金城江区白马乡德地村大任村大任片区龙江河右岸，距坝址公路 20km，可容纳 100 万 m³ 弃渣，该消纳场可满足本工程的弃渣要求。消纳场周边无敏感点，废渣堆

存对环境影响较小。

(2) 建筑垃圾

施工现场、混凝土拌和系统、机械修配停放场、综合加工厂及综合仓库，施工结束后，临时建筑拆除，也将产生一定量的建筑垃圾。施工期产生的建筑垃圾统一收集后外运处理。

(3) 生活垃圾

工程施工期间，施工高峰施工人员数为 100 人/天，生活垃圾按平均每人每天排放 1 kg 计算，施工期 12 个月，生活垃圾排放总量为 36t。施工期产生的生活垃圾统一收集后外运处理

4.7.2 运营期固体废物影响分析

(1) 生活垃圾

项目建成后生活垃圾总量约为 3.65t/a (10.0kg/d)。建设单位应该修建生活垃圾池(桶)收集生活垃圾，不得随意丢弃，由环卫部门统一处置。生活垃圾对环境影响不大。

(2) 废润滑油

金城江水电站润滑油使用总量为 500kg。该电站内不设置贮油罐，需要换油时提前联系供油单位和废油回收单位，润滑油直接从销售单位购买，并委托有资质的运输车辆运输到电站换油。

润滑油一般两年更换一次。润滑油损耗量约为用油量的 5%，每次换油产生的废油量约为 500kg。根据中华人民共和国环境保护部、中华人民共和国国家发展和改革委员会共同发布的《国家危险废物名录》(2008 年 8 月 1 日起施行)，更换产生的废油属危险废物，废物类别：HW08，非矿物油；废物代码：900-249-08。因此，更换下来的废油需由有资质的单位处置。

项目的运行车间、机修车间地面必须进行硬化处理，避免废油下渗，同时设置截油沟和废油的收集池，仪器设备维护、检修时产生的废油集中收集到收集池内，不得随意泼倒，避免废油进入河内，污染河流。采取以上措施后，废润滑油对环境影响不大。

4.8 环境地质影响预测与评价

4.8.1 库岸稳定

(1) 土质岸坡

该类岸坡一般由第四系阶地冲积土或残坡积土组成，在左岸约占 9.8%，在右岸约占 20.4%。库岸调查表明，自然坡角小于 30° 且植被发育的岸坡基本稳定；陡坡段和坡脚岩溶发育段，出现小规模塌方现象。经初步计算分析和工程类比，在不考虑植被的作用下，水库蓄水后，再造坡库岸计算的坍岸宽度一般为 8~15m。

(2) 岩土质岸坡

该类岸坡上部为粘土或粉质粘土，厚度一般为 5~8m，下部为灰岩或白云质灰岩等，在左岸约占 50%，在右岸约占 40.7%。坡高一般为 8~10m，坡角一般为 30° ~ 50° ，局部达 50° ~ 70° 。在枯水期岩石一般在水面以上 1~3m 出露。水库蓄水后，再造坡大部分变为土质岸坡，由于岸坡土体抗冲能力差，可能出现坍塌等不良工程问题。

(3) 岩质岸坡

岩质岸坡在各类岸坡中比重最大，在左岸约占 25.6%，在右岸约占 20.2%。边坡岩性多为厚~巨厚层的灰岩、白云质灰岩，在河槽多形成天然陡立的库岸，稳定性较好，不需要进行防护处理。

(4) 已建护岸段工程地质评价

由于城市建设需要，龙江城区段两岸大多河段已经修建了防洪护堤，其中龙江左岸二桥~五桥、右岸水厂~区法院等河段河堤为市政府部门所建，由于历史原因所限，未经专门的勘察、设计及验收，质量难以保证。为了解上述堤段工程地质条件及堤身质量，对其进行了勘察。

该河堤均采用浆砌石重力式结构，堤身陡，接近直立，堤基大部分设置在河水位频繁变化带内的残积粉质粘土上，河堤及堤后道路多处出现开裂、下沉等现象，由于河水的冲刷，基础外露及悬空现象也存在，水库修建后可能导致堤基土体被浸泡、冲刷、淘空，堤基抗冲刷稳定问题不容忽视。少数堤段基础设置于基岩上，但由于墙后填土压实质量较差，排水设施布置不当，堤身质量较差，也存在安全问题。

另外，正在修建的金城江城区污水管道沿龙江两岸防洪护堤堤基修建，多处已建成的防洪护堤受到损坏，因此，建议在水库蓄水前对金城江城区已建的河堤进行专项勘察、检测及安全评价，根据安全评价结论进行除险加固。

4.8.2 水库浸没

水库浸没评价主要依据当地浸没临界值与潜水回水位埋深之间的关系确定，当预测的潜水回水位埋深值小于浸没的临界地下水位埋深时，即判定该地区为浸没区。另外，库岸地带有常年流水的溪沟，其水位等于或高于水库设计正常高水位时，判定为不易浸没地区。

根据《水利水电工程建设征地移民设计规范》的规定，淹没赔偿需考虑水库正常蓄水位以上 0.5~1.0m。根据本工程的实际情况，水库正常蓄水位以上 0.5m 以内田地及以上 1.0m 以内民房按淹没赔偿处理。因此，本报告中的浸没范围是指水库正常蓄水位以上 0.5m 之外的浸没土地和正常蓄水位以上 1.0m 之外的浸没房屋。

库水位为 183.7m 时，库区两岸 I 级阶地标高高于水库正常高水位 4~15m，库水完全在河槽里，不存在淹没和农田浸没问题。如库水位提高至正常蓄水位 185.0m 高程，由于地下水位雍高，加排村一带 185.5m 标高以下的农田和 186m 标高以下的建筑物可能存在浸没问题。初判浸没区有两个（详见库区工程地质平面图），建议初步设计阶段对浸没范围进行了复判。

本阶段对水库蓄水后抬高地下水位和地下河倒灌引起城区房屋的浸没问题进行了初步调查。金城江城区范围内大部分地下河天窗、落水洞等因城区建设需求已被覆盖，故本次主要对城区范围从地下河取水的各水厂取水点进行走访调查。根据调查结果，加辽水厂泵房机组泵轴高程为 178.16m，泵房外墙角高程为 200.4m。城北水厂机组泵轴高程为 180.72m，泵房外地面高程为 192.87~192.9m。肯冲水厂取水泵房机组泵轴高程为 180.5m，泵房外地面高程为 198.65m。库水位抬高至正常蓄水位 185.0m 高程后，城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂的机组泵轴会被淹没，但水厂房屋建筑地面高程均高于 186.0m，不存在浸没问题。

4.8.3 水库渗漏

库区位于河池一温平谷地内，谷底平坦开阔，两侧峰丛林立，峰高一般为 200~300m，谷底高程约 180~200m，谷地第四系松散覆盖层广泛覆盖。库区地

形总体上西高东低，北高南低，区域地形相对封闭。水库北向、西向、南向均受到地下分水岭阻隔，地下水向龙江汇集。而龙江所在河池一温平谷地亦在区域内高程相对低区域，为地表水汇集区。故从水文地质条件判断，水库亦不存在重大渗漏问题。

由于库区大部分地层为可溶岩类，主要为灰岩、白云质灰岩等。龙江两岸发育有多条地下河，水文地质条件复杂。库区存在岩溶渗漏问题，其主要途径有：沿岩溶管道形成管涌渗漏；沿构造断裂带形成的潜蚀渗漏；沿近地表广泛发育的岩溶化裂隙普通渗漏；沿岩溶裂隙发生的坝基、坝肩渗漏。

(1) 沿岩溶管道形成管道渗漏：库区内存在乾表、加辽、足直、可友等多条地下暗河，与龙江水力联系良好，多与河流大角度相交，龙江为本区地表水及地下水最低排泄通道，两侧无低矮邻谷水系，上述地下河天窗高程均远远高于水库正常高水位，因此水库蓄水后，不存在库水通过地下河向邻谷渗漏问题。岩溶管道渗漏对水库蓄水影响不大。

(2) 沿构造断裂带形成的潜蚀渗漏：肯旺至坝址段河道在 F2 断裂破碎带范围之内，受构造潜蚀影响，该段河床基岩裸露，岩体较破碎，并发育有大量串珠状落水洞和岩溶裂隙 (V11~V18)。该段渗漏主要表现为向沿断层破碎带发生的纵向渗漏和沿岩溶裂隙发生的横向渗漏。由于断层破碎带硅化胶结良好，透水性差，这种渗漏方式渗径短，漏水量小，对水库蓄水影响不大。

(3) 沿近地表广泛发育的岩溶化裂隙普通渗漏：在库区两岸大面积基岩出露，主要为灰岩和白云质灰岩，岩溶裂隙发育，主要为陡倾角裂隙，走向多与库岸斜交，向两岸延伸，这种岩溶裂隙未形成连通坝址上下游、河床与邻谷的情况，因此漏水量小，对水库蓄水基本无影响。

(4) 沿岩溶裂隙发生的坝基、坝肩渗漏：推荐坝址坝基和坝肩基岩裸露，表层岩体岩溶裂隙发育。可能存在沿岩溶裂隙的坝基、坝肩渗漏和绕坝渗漏的问题。

综合判断，水库不存在影响水库蓄水功能的水库渗漏问题。

4.8.4 水库诱发地震

库区范围内主要发育宜山—柳城断裂，该断裂总体呈东西向展布，经过东江镇、金城江城区，在龙江北面基本平行龙江发育，带宽 5~20km，库区基本处于

断裂破碎带范围内。根据地震资料,该断裂属于继承性活动断裂,在新生代以后有微弱活动,受该断裂影响,2010年5月16日,东江镇发生ML2.8级地震,震源深度约为5~10km,属于小震级、高烈度地震。同时,由于库区范围内岩溶发育。水库蓄水后,龙江水位抬高,断层破碎带和库内溶洞内水压力增大,可能引起或加速岩溶塌陷的速度,提前释放断层的构造应力,导致水库诱发地震。根据地震台网推测,河池境内不具备发生5级至6级以上的地震条件,发生7级以上大地震的可能性很小。河池市历史上发生的地震等级最高位ML3级。故判断,虽然本工程存在水库诱发地震的可能性,但震级小,对工程及当地的人居和建筑影响不大。

4.9 施工期空气影响及水土流失影响分析

本项目施工期大气污染主要来自工程施工过程中土石方开挖、运输车辆行驶以及爆破等作业将产生的粉尘污染,本项目水环境治理工程中尾水管建设和大坝厂房建设设计土石方开挖,开挖过程及运输过程均产生一定程度扬尘,对大坝周边及尾水管附近加道村产生一定的影响,施工期应做好洒水抑尘,文明施工,以减少施工扬尘污染影响。

本工程已编制《水土保持方案报告》,本评价主要引用水土保持方案报告(报批稿)影响预测结论。

本工程总工期为24个月,工程预计2018年1月初开始施工准备,2020年6月底工程竣工。本方案设计水平确定为主体工程完工的后一年,即2021年。本项目服务期从施工准备期开始计算,至设计水平年结束,水保方案服务期自2018年1月开始计算,2021年6月结束,共41个月。

经预测,本工程建设期间将扰动原地貌、损坏土地和林草植被面积8.54hm²,损坏水土保持设施面积5.62hm²,工程建设产生弃渣13.82万m³(松方21.14万m³),临时堆放表层土总量0.41万m³。如不采取水土保持措施可能造成的水土流失总量为845t,新增水土流失总量773t,其中施工期造成的新增水土流失量为764t,自然恢复期造成的新增水土流失量为9t,施工期是产生水土流失的主要时段;主体工程建设区是本工程水土流失防治的重点。

本工程水土流失防治责任范围总面积为242.73hm²,其中项目建设区242.07hm²,直接影响区0.66hm²。把因工程建设造成水土流失区域分成4个防治

区，123 分别为主体工程建设区防治区、施工道路区防治区、施工生产生活区防治区和临时堆土区防治区。

根据工程建设特点，本着全面规划，综合治理，注重效益的方针，实行生物措施与工程措施相结合的原则，建立较为完善的水土保持防治体系。经计算本工程主要水土保持工程量为：

工程措施：剥离表层土 0.41 万 m³，回填表层土 0.41 万 m³，复耕 0.54hm²，土地整治 1.04hm²，穴状整地 2600 个，M7.5 浆砌石排水沟 500m，M7.5 浆砌石沉沙池 4 个，混凝土排水沟 1000m。

植物措施：种植杜鹃 2600 株，撒播狗牙根草籽 1.04hm²，种植草皮 5000m²。

临时措施：土质排水沟 1628m²，土质沉沙池 8 座；草袋装土临时挡墙 206m；无纺布 11480m²。

本水土保持方案防治目标为扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 97%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率为 99%，林草覆盖率为 27%。

本方案水土保持措施实施后，设计水平年时扰动土地整治面积为 8.52hm²，扰动土地整治率达到 99.77%，治理水土流失面积 2.03m²，水土流失总治理度达到 99.02%，土壤流失控制比达到 1.0，拦渣率达到 99.7%，建设林草植被面积 1.93hm²，林草植被恢复率达到 99.00%，林草覆盖率达到 22.6%，可减少水土流失量 702t，水土流失控制率将达到 83%。

4.10 移民安置及社会环境影响分析

4.10.1 移民安置影响

河池市金城江龙江重点水环境治理及水电站工程征地主要涉及金城江区东江镇、金城江街道、六圩镇以及六甲镇，工程永久征收土地 5.97hm²；临时征用土地 6.44 hm²。本次工程不涉及移民安置。

(1) 工程用地对环境的影响

根据建设征地规划，工程用地数量占各村屯耕地比例很小，工程用地对各村屯居民生产生活影响很小。另外，工程用地会使得永久用地区域的植被和植物资源但由于工程永久占地面积较小，对周边生态环境影响有限；工程临时用地范围内的植被在施工结束后都将采取恢复措施，对周边生态环境影响很小。

(2) 生产安置对环境的影响

规划水平年生产安置人口 88 人，其中：库区 83 人，枢纽工程建设区 5 人。根据移民生产安置意愿调查结果并征求业主意见，采用一次性货币补偿生产安置方案，由村民利用补偿资金在村内自行安置，同时结合工程在当地建设的有利条件，积极调整农业种植结构，充分利用库区丰富的林业资源，大力发展经济作物的种植。移民生产安置对当地的环境影响不大。

4.10.2 社会环境影响分析

(1) 经济效益

随着金城江区经济的发展，该地区的社会用电量将进一步增长，而电源建设速度则远不及负荷增长快。因此，金城江水电站建成投产后，就近向河池市工业企业供电，缓解了该网区电力供需矛盾，促进了该地区经济发展。

(2) 防洪效益

本项目建成抬高河水位后，防洪堤基础长期浸泡，需要对已建防洪堤的安全性进行评价，对存在安全问题的堤岸进行除险加固，提升了防洪堤防洪能力，防洪效益明显。

(3) 景观效益

工程建设后，提高了龙江河河池市城区段景观水位，能极大的改善城市居住环境，尤其是抬升到 185.0m 水位时，景观效果显著提升，为居民提供了一个更舒适的休闲出游的滨水活动空间，打造龙舟赛事等滨水活动，提高人民生活质量，社会效益显著。此外，提高景观水位，可以增加地下水补给量，提升龙江河的自净能力，为龙江河滨水景观的设计提供一个良好的生态基底。

(4) 水环境效益

水库建成后，库区水位上升，水量增多，水环境容量增大，水环境质量有所改善；此外，工程建设同时将对受影响的河池市污水处理厂的污水截流管渠进行加固和改造，工程建成投入运营后，需对污水截流管渠的检修。工程对污水管的加固、改造和检修减少了污水截留管的事故性排水，保护了电站库区水质，提升了库区水环境质量。

4.11 环境风险评价

4.11.1 评价目的

根据工程规模、建设特点及周边环境特征，工程运行期间主要风险事故为金

城江区污水管破损事故排放水环境污染风险、加祥地下河上游 1.5km 跨越龙江的原油输油管道破损泄露环境风险等。根据国家环保部环发[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》和环发[2012]98 号文《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》的要求，参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）要求，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。

4.11.2 评价等级和评价范围

根据《危险化学品重大危险源辨别》（GB18218-2009）中危险化学品重大危险源辨别相关规定。根据《建设项目环境风险评价技术导则》中环境风险评价工作等级划分的规定，库区不涉及环境敏感区。据此确定本工程环境风险评价工作等级为二级。

4.11.3 风险源识别

（1）金城江污水管干管

水库淹没污水截流干管长约 4348m，污水管主要输送金城江城区市政生活污水。

（2）输油管道

该管道于足直村附近跨越龙江，为西南输油管道，主要输送原油。

（3）物质危险性识别

按《物质危险性标准》、《危险化学品重大危险源辨别》（GB18218-2009）、《职业性接触毒物危害程度分级》（GB50844-85）的相关规定，以及水电工程施工物资种类特点，本工程涉及的危险性物质为市政污水和原油等。

（4）污水事故排放

本项目蓄水后淹没金城江区污水干管 4348m，由于金城江区市政生活污水干管均沿河布置，本项目蓄水后会淹没生活污水主干管，如果干管破损，会导致生活污水直接排入龙江，对库区水质造成污染。

4.11.4 风险评价

（1）风险评价目标

1) 污水事故排放影响预测；

2) 原油泄露风险分析

(2) 事故可能性分析

1) 废水事故排放水环境污染

本项目蓄水后淹没金城江区污水干管 4348m, 由于金城江区市政生活污水干管均沿河布置, 本项目蓄水后会淹没生活污水主干管, 如果干管破损, 会导致生活污水直接排入龙江, 对库区水质造成污染。

2) 原油管道泄漏

该原油管道跨越龙江, 由于下游 1.5km 处即为肯冲水厂和加辽水厂所在地下河出口, 如果管道发生泄漏进入地表水, 地表水补给地下河则会对水厂水质造成威胁。

4.11.5 事故影响分析

(1) 污水事故排放影响分析

本项目蓄水后淹没金城江区污水干管 4348m, 由于金城江区市政生活污水干管均沿河布置, 本项目蓄水后会淹没生活污水主干管, 如果干管破损, 会导致生活污水直接排入龙江, 对库区水质造成污染。

市政污水管均位于加辽地下河和城北水厂地下河下游, 污水管泄露对饮用水没有影响, 下面对污水管破裂造成污水泄露对龙江水质影响进行预测分析, 泄露地点选在最上游污水干管处, 距离项目大坝 10km。预测源强按金城江区目前最大市政污水排放量 8 万立方米进行计算。

表 4.11-1 污水泄露影响预测结果 COD, mg/L

X\c/Y	0	20	40	60	80	100
10	59.3186	22.2806	7.9352	7.6	7.5994	7.5994
210	18.8813	18.2851	16.6932	14.7509	13.2039	12.6188
410	15.9964	16.0487	15.8201	15.4664	15.1623	15.0439
610	14.9849	15.2519	15.3846	15.4277	15.4291	15.425
810	14.4612	14.7875	15.0216	15.1747	15.2598	15.2869
1010	14.1042	14.433	14.6868	14.8659	14.9721	15.0073
1210	13.8199	14.1311	14.3773	14.5548	14.662	14.6978
1410	13.5753	13.8629	14.0924	14.2594	14.3608	14.3948
1610	13.3568	13.6201	13.8311	13.985	14.0787	14.1101
1810	13.1577	13.3983	13.5912	13.7321	13.8179	13.8467
2010	12.9743	13.1942	13.3705	13.4993	13.5777	13.6041
2210	12.8042	13.0057	13.167	13.2849	13.3566	13.3807

2410	12.6456	12.8307	12.9787	13.0868	13.1526	13.1746
2610	12.4971	12.6676	12.8039	12.9033	12.9637	12.984
2810	12.3576	12.5152	12.641	12.7327	12.7884	12.8071
3010	12.2261	12.3722	12.4888	12.5736	12.6252	12.6425
3210	12.1019	12.2378	12.346	12.4248	12.4726	12.4886
3410	11.9842	12.1109	12.2118	12.2851	12.3296	12.3445
3610	11.8725	11.9909	12.0851	12.1536	12.1951	12.209
3810	11.7662	11.8772	11.9654	12.0295	12.0683	12.0813
4010	11.6649	11.7691	11.8519	11.912	11.9484	11.9606
4210	11.568	11.6662	11.7441	11.8006	11.8349	11.8463
4410	11.4754	11.568	11.6415	11.6947	11.727	11.7378
4610	11.3866	11.4742	11.5436	11.5938	11.6243	11.6345
4810	11.3014	11.3843	11.45	11.4975	11.5263	11.5359
5010	11.2194	11.2981	11.3604	11.4054	11.4327	11.4418
5210	11.1405	11.2153	11.2744	11.3172	11.3431	11.3517
5410	11.0644	11.1356	11.1918	11.2325	11.2571	11.2653
5610	10.991	11.0588	11.1124	11.1511	11.1745	11.1824
5810	10.9201	10.9848	11.0359	11.0728	11.0951	11.1026
6010	10.8514	10.9132	10.9621	10.9973	11.0186	11.0258
6210	10.7849	10.8441	10.8908	10.9245	10.9448	10.9516
6410	10.7205	10.7771	10.8218	10.8541	10.8736	10.8801
6610	10.6579	10.7123	10.7551	10.786	10.8047	10.8109
6810	10.5972	10.6493	10.6904	10.7201	10.738	10.744
7010	10.5381	10.5882	10.6277	10.6562	10.6733	10.6791
7210	10.4807	10.5288	10.5668	10.5941	10.6107	10.6162
7410	10.4247	10.4711	10.5076	10.5339	10.5498	10.5551
7610	10.3702	10.4148	10.45	10.4753	10.4906	10.4958
7810	10.317	10.3601	10.394	10.4184	10.4331	10.438
8010	10.2651	10.3067	10.3394	10.3629	10.3771	10.3819
8210	10.2144	10.2546	10.2861	10.3089	10.3226	10.3272
8410	10.1649	10.2037	10.2342	10.2561	10.2694	10.2738
8610	10.1165	10.154	10.1835	10.2047	10.2175	10.2218
8810	10.0692	10.1054	10.1339	10.1545	10.1669	10.171
9010	10.0228	10.0579	10.0855	10.1054	10.1174	10.1214
9210	9.9774	10.0114	10.0382	10.0574	10.069	10.0729
9410	9.9329	9.9659	9.9918	10.0105	10.0217	10.0254
9610	9.8893	9.9213	9.9464	9.9645	9.9754	9.979
9810	9.8465	9.8776	9.9019	9.9195	9.9301	9.9336
10000	9.8066	9.8368	9.8605	9.8776	9.8878	9.8913

表 4.11-2 污水泄露影响预测结果 氨氮, mg/L

X\c/Y	0	20	40	60	80	100
10	5.2389	1.5351	0.1006	0.0671	0.067	0.067
210	1.1964	1.1367	0.9776	0.7833	0.6286	0.5701
410	0.9091	0.9143	0.8914	0.8561	0.8256	0.8138
610	0.8091	0.8358	0.849	0.8534	0.8535	0.8531
810	0.7579	0.7905	0.8139	0.8292	0.8377	0.8404
1010	0.7234	0.7562	0.7816	0.7995	0.8101	0.8137
1210	0.6961	0.7272	0.7518	0.7696	0.7803	0.7839
1410	0.6728	0.7016	0.7245	0.7412	0.7513	0.7547
1610	0.6521	0.6784	0.6995	0.7149	0.7243	0.7274
1810	0.6334	0.6574	0.6767	0.6908	0.6994	0.7023
2010	0.6162	0.6382	0.6558	0.6687	0.6765	0.6792
2210	0.6003	0.6205	0.6366	0.6484	0.6556	0.658
2410	0.5856	0.6041	0.6189	0.6297	0.6363	0.6385
2610	0.5719	0.589	0.6026	0.6126	0.6186	0.6206
2810	0.5591	0.5749	0.5875	0.5966	0.6022	0.6041
3010	0.5471	0.5617	0.5734	0.5819	0.587	0.5888
3210	0.5359	0.5495	0.5603	0.5682	0.5729	0.5745
3410	0.5252	0.5379	0.548	0.5553	0.5598	0.5613
3610	0.5152	0.5271	0.5365	0.5433	0.5475	0.5489
3810	0.5057	0.5168	0.5257	0.5321	0.5359	0.5372
4010	0.4967	0.5072	0.5154	0.5215	0.5251	0.5263
4210	0.4882	0.498	0.5058	0.5115	0.5149	0.516
4410	0.4801	0.4893	0.4967	0.502	0.5052	0.5063
4610	0.4723	0.4811	0.488	0.493	0.4961	0.4971
4810	0.4649	0.4732	0.4798	0.4845	0.4874	0.4884
5010	0.4579	0.4657	0.472	0.4765	0.4792	0.4801
5210	0.4511	0.4586	0.4645	0.4688	0.4714	0.4722
5410	0.4446	0.4517	0.4574	0.4614	0.4639	0.4647
5610	0.4384	0.4452	0.4505	0.4544	0.4568	0.4575
5810	0.4324	0.4389	0.444	0.4477	0.4499	0.4507
6010	0.4267	0.4329	0.4378	0.4413	0.4434	0.4441
6210	0.4212	0.4271	0.4317	0.4351	0.4372	0.4378
6410	0.4158	0.4215	0.426	0.4292	0.4311	0.4318
6610	0.4107	0.4161	0.4204	0.4235	0.4254	0.426
6810	0.4057	0.411	0.4151	0.418	0.4198	0.4204
7010	0.4009	0.406	0.4099	0.4127	0.4145	0.415
7210	0.3963	0.4011	0.4049	0.4077	0.4093	0.4099

7410	0.3918	0.3965	0.4001	0.4027	0.4043	0.4049
7610	0.3875	0.3919	0.3955	0.398	0.3995	0.4
7810	0.3833	0.3876	0.391	0.3934	0.3949	0.3954
8010	0.3792	0.3833	0.3866	0.389	0.3904	0.3909
8210	0.3752	0.3792	0.3824	0.3847	0.386	0.3865
8410	0.3714	0.3752	0.3783	0.3805	0.3818	0.3822
8610	0.3676	0.3714	0.3743	0.3764	0.3777	0.3781
8810	0.364	0.3676	0.3705	0.3725	0.3737	0.3742
9010	0.3604	0.3639	0.3667	0.3687	0.3699	0.3703
9210	0.357	0.3604	0.3631	0.365	0.3661	0.3665
9410	0.3536	0.3569	0.3595	0.3614	0.3625	0.3629
9610	0.3504	0.3536	0.3561	0.3579	0.359	0.3593
9810	0.3472	0.3503	0.3527	0.3545	0.3555	0.3559
10000	0.3442	0.3472	0.3496	0.3513	0.3523	0.3527

根据事故分析预测结果，如果污水管网发生泄漏，从泄露点至大坝段库区水质较现状水质浓度有比较明显的上升，泄露点附近还出现超标现象。根据调查，本工程淹没的 4849m 污水管网大部分是钢筋混凝土渠道，仅有部分为钢管分别为：1) 龙江河左岸是水轮坝后接入七桥段，D820x10 钢管长 60 米；2) 龙江河右岸有两段：一是市政府对面峭壁段的 D1220x14 钢管，长 233 米；二是进入水泥厂泵站管的 D1220x14 钢管，长 289 米，总长 522 米。总长度为 815m。将这 815m 钢管进行改造，对淹没的钢管采用外包钢筋混凝土的措施进行处理，钢筋混凝土，钢筋混凝土管不易服饰，可有效防止污水管破损爆裂现象。

电站建成后，应加强巡查，一旦发现泄露现象，应及时封堵，减少污水入河排放量，降低环境风险事故影响和持续时间。

(2) 石油管道泄漏影响分析

该原油管道跨越龙江，由于下游 1.5km 处即为肯冲水厂和加辽水厂所在地下河出口，如果管道发生泄漏进入地表水，地表水补给地下河则会对水厂水质造成威胁。因此，水厂应加强巡查和监测，一旦发现石油管道有破损漏油现象，应密切监测水质，如果水质受到污染，可从城西水厂调水供给城北、加辽和肯冲水厂服务范围内居民，保障供水安全。

4.12 土壤环境影响预测与评价

根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），项目土壤环境评价等级为二级。

工程施工期各类污废水处理回用，生活垃圾运至垃圾填埋场处置，在采取上述措施后，施工期各类污染物对工程区土壤环境污染影响很小。

施工期施工作业产生的表土扰动、弃渣等将造成扰动区表层土壤环境的破坏，对其产生不利影响，因此，应对扰动区表土进行收集并单独存放，在施工结束后用于扰动区的植被恢复，减缓施工活动对土壤环境产生的影响。

工程运行期主要污染物为业主营地生活污水和厂房油污水，经处理达标后回用或外排，不会引起土壤的盐化、酸化、碱化。运行期水库蓄水后可能造成周边土壤的盐化现象，对水库蓄水可能引起的盐化影响采用《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中的附录 F “土壤盐化综合评分预测方法” 进行预测评价。

(1) 土壤盐化综合评分法

采用公示 5.10-1 计算土壤盐化综合评分值(Sa)，具体如下

$$Sa = \sum_{i=1}^n W_{X_i} \times I_{X_i}$$

式中：n—影响因素指标数目；

I_{x_i}—影响因素 i 指标评分；

W_{x_i}—影响因素 i 指标权重。

(2) 土壤盐化影响因素赋值

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)，土壤盐化影响因素赋值情况见表 4.12-1。

表 4.12-1 土壤盐化影响因素赋值表

影响因素	分值				权重
	0分	2分	4分	6分	
地下水位埋深(GWD)/(m)	GWD≥2.5	1.5≤GWD<2.5	1.0≤GWD<1.5	GWD<1.0	0.35
干燥度(蒸降比值)(EPR)	EPR<1.2	1.2≤EPR<2.5	2.5≤EPR<6	EPR≥6	0.25
土壤本底含盐量(SSC)/(g/kg)	SSC<1	1≤SSC<2	2≤SSC<4	SSC≥4	0.15
地下水溶解性总固体(TDS)/(g/L)	TDS<1	1≤TDS<2	2≤TDS<5	TDS≥5	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、砂粉土	0.10

本项目库区地下水位埋深较大大于 2.5m，水库蓄水完成后，库区内地下水将升高，，工程建成后库区两侧地下水埋深仍将大于 2.5m，土壤盐化影响赋值为 0 分。工程区域多年平均降水量为 1467mm，多年平均蒸发量为 1519mm，干燥度(EPR)为 1.03，土壤盐化影响赋值为 0 分。根据土壤环境质量监测结果，工程区土壤含盐量为<2g/kg，SSC<2，土壤盐化影响赋值为 0.3 分。

根据地下水水质监测结果，工程区地下水溶解性总固体含量在 0.180~0.536g/L 之间，TDS<1，土壤盐化影响赋值为 0 分。根据土壤理化特性调查结果，工程区域土壤主要为壤土，土壤盐化影响赋值为 4 分。

(3) 土壤盐化影响预测

根据本项目土壤盐化影响因素赋值及权重，本项目的土壤盐化综合评分值 $S_a=2 \times 0.15+4 \times 0.10=0.7 < 1$ 。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中的土壤盐化预测表，本项目建成后周边土壤不会发生盐化现象。

5 环境保护措施及其可行性论证

5.1 设计原则

(1) 生态优先、整体协调原则：环境保护措施制定与广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书及其审查意见协调一致，紧密结合；各项措施与工程区的生态建设紧密协调、互为裨益，切实做到生态优先。

(2) “三同时”原则：各项环保措施、水保措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行，充分发挥作用和效益。

(3) 技术经济可行原则：遵循环境保护、水土保持方案具有投资省、效益优、操作性强的原则。

(4) 科学性、针对性原则：结合金城江龙江水电站工程的特点，有针对性的采取各项环境保护措施。

(5) 适地适时原则：各项环境保护措施应遵循因地制宜，因时而异，永久措施与临时措施相结合的原则。

5.2 环境保护措施总体布置

对水环境、大气环境、声环境、水生生态、陆生生态、固体废物及社会环境等各个方面均做出相应的保护措施，总体布置如下：

(1) 生产、生活废水处理措施：在左岸、右岸施工区，分别设置相应的水处理设施，对生产废水、生活污水进行处理后，达到回用标准后回用，禁止排入龙江。

(2) 鱼类保护措施：采取包括过鱼设施、增殖放流、渔政管理、施工期鱼类保护及水生生态监测的鱼类保护综合措施体系。

(3) 陆生生态保护措施：临时征用地在施工结束后及时恢复；加强施工区环境保护宣传教育。

(4) 水土保持措施：临时堆土场、施工生活区、主体工程建设区等提出挡、护、排及植被恢复等水土流失防治措施。

(5) 环境空气保护措施：对开挖、爆破等施工活动，交通运输中产生的粉尘、扬尘采取封闭运输、洒水降尘等多项措施加以控制。

(6) 声环境保护措施：通过选用低噪设备、加强设备维护、避免夜间爆破、限制车速、设立警示标志牌、设置声屏障等方式降低噪声影响。

(7) 生活垃圾处置措施：采取分类处理集中收集，由市政部门统一清运。

(8) 人群健康保护措施：对施工人员进行健康检查，饮用水、食宿采取卫生防护措施。

5.3 施工期环保措施

5.3.1 施工期水环境保护措施

(1) 机械冲洗废水

① 废水特性

根据施工规划，设有左岸施工区与右岸施工区，机械冲洗废水主要为运输车辆冲洗产生的废水，产生量约为 $3\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物为 SS 和石油类，一般石油类浓度为 10mg/L 、SS 浓度为 500mg/L 。

② 处理措施

项目拟在左岸施工区与右岸施工区各设置一个隔油沉砂池来处理机械冲洗废水，在洗车厂周围布置集水沟，集水沟收集的废水经隔油板隔油后进入沉砂池处理，处理达到回用标准后，清水回用，废油回收后委托有资质的单位处理。

隔油池尺寸约为 $2.5\text{m} \times 2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ ，沉砂池尺寸约为 $3.0\text{m} \times 2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ 。

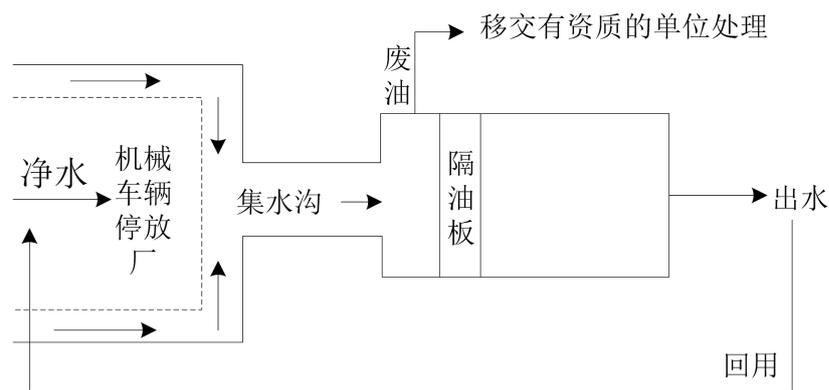


图 5.3.1-1 机械冲洗废水处理工艺流程图

(2) 机械油污废水

① 废水特性

机械油污废水主要来自施工机械跑、冒、漏、滴的油污以及机械露天停放被雨

冲刷后产生的石油类污染，产生量约 $2.4\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物有石油类和 SS，石油类浓度为 15mg/L ，SS 浓度为 2000mg/L 。

②处理措施

经收集后汇入项目左右岸施工区的隔油沉砂池处理，处理达到回用标准后，上清液用于项目施工用水，废油由有资质的单位处理。

(3) 基坑废水

①废水特性

基坑废水的主要污染物为 SS，一般 SS 浓度为 650mg/L ，高时可达到 2000mg/L ，pH 一般在 9~10 之间，最高可达到 1。

②处理措施

根据国内有关水电站工程项目对基坑废水的处理经验，基坑废水一般不采用设施处理。工程施工期间对基坑废水中的悬浮物主要采取絮凝沉淀处理，在大坝基坑排水处设置一沉砂池，向沉砂池中投加絮凝剂，使其 pH 值达到 6~9 范围，静置沉淀 2h 后，处理达到回用标准后，将上层清水抽排回用，沉渣就近运至临时堆放场，最终同弃渣一同运至弃渣场堆放，剩余污泥定期人工清除。

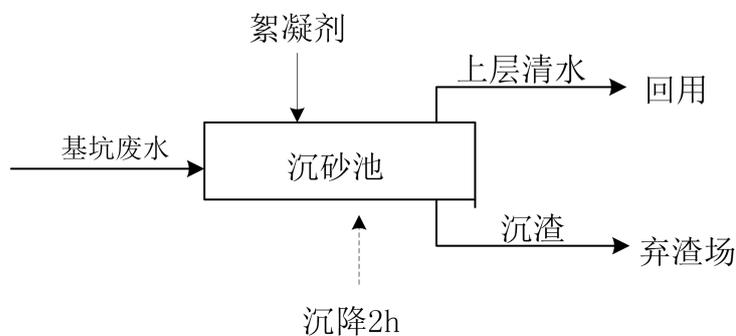


图 5.3.1-2 沉砂池处理流程图

(4) 营地生活污水

①废水特性

施工期施工人员生活污水排放量约为 $48\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物为 BOD_5 、COD 等，一般 BOD_5 浓度为 400mg/L 、COD 浓度为 200mg/L 。

②处理措施

施工期生活污水不排入龙江，在左右岸施工区生活区各设置一个临时化粪池，化粪池具有造价低、运行费用低等特点，污水经化粪池处理后满足《污水综

合排放标准》(GB8978-1996)表4中三级标准,由吸污车运送至附近的污水处理厂进一步处理。

⑤库底清理

尽可能消除各种建筑物、垃圾、人畜粪便、污水、污泥、污物、植被等在蓄水后分解、腐烂污染水质的因素,产生病源。确保库区及其下游地区工业、农业生产和居民饮用水的卫生安全,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。

清理范围:水库正常蓄水位 185m 以下区域。

清理方法:由专业卫生防疫单位实施,采取边清理、边填写登记表、边审查、边验收的方法。

清理重点:淹没线以下的建筑物、厕所、生活垃圾及农家肥堆积场所、污水坑(沟)、植被。

库区内淹没线以下的专项设施,包括污水设施、水轮泵坝、供水设施等都应撤除,不能利用的水泥建筑物一律推倒运到建筑垃圾制定堆放点;如是土胚房可将外土墙推倒铺平,暴晒,以杀死病原菌,残留的墙根,不应高出地面 30cm;残留的沟、渠、水井用净土或卵石填平夯实,防止塌陷和渗水。

清除厕所(粪坑)、垃圾堆(或肥料堆积场所)、污水沟(坑)中的粪便、垃圾、秸秆、肥料、污泥等,高温堆沤后运出库区用作肥料。厕所、堆肥场、污水沟就地撤除,开挖底层土至原始土层以下 30cm 深度,曝晒、每平方米 1kg 生石灰消毒,再用净土填平夯实。

淹没区灌木、乔木、林木等均应连根拔除,砍伐的树桩应破碎清除。对利用价值很小的树木及杂草就地焚烧,清除灰烬后夯实净土。清理工作由移民部门牵头,由移民机构、卫生防疫部门及当地政府成立临时清理组织,统一管理和实施。清理工作应在蓄水前三个月完成,并进行验收。

5.3.2 陆生生态保护措施

5.3.2.1 植被的保护与恢复措施

施工进场前,应加强对施工人员的生态保护的宣传教育工作,在工地及周边地区,设立与环境保护有关的科普性宣传牌,包括生态保护的科普知识、相关法

律法规、拟采用的生态保护措施及意义等。

1、一般性植被保护措施

在工程建设期间，为减免工程施工造成的不利影响，在工程设计中应尽量减少占用林地、耕地等，把破坏程度降至最低。

(1) 应合理规划施工布置，加强施工管理。通过施工区合理布局，减少对周边环境的影响；对于不影响工程施工的乔木、灌木植株给予保留，这样可以减少评价区植物受影响的数量和程度，同时能提升植被恢复的速度及质量；加强施工管理，预防因施工爆破或人为引起火灾。

(2) 严格控制施工范围。在施工区设置警示牌标明施工活动区，严禁施工人员越界进行施工破坏，尽量降低工程对陆生植物的破坏，禁止破坏施工范围外的植被条件，保护区域环境。

(3) 保存优良土壤，以便后续植被恢复工作。施工期间在对有良好土壤区域进行开挖时，应在开挖前取走表层土壤并集中堆放保存，以便施工结束后植被恢复使用，提高植被恢复效果。

(4) 及时恢复临时占地区域植被。在施工完成后，临时占地区域及河岸带区域应及时恢复植被，遵循“原样恢复”的原则，优先考虑当地物种，避免使用外来物种，禁止使用外来入侵物种，以维护评价区的植物物种多样性和生态安全。

(5) 对于永久性占地应采取异地补偿的保护措施。永久性占地导致植被被占用后无法恢复，根据统计结果本工程永久征收土地 100.71 亩（其中耕地 3.31 亩、园地 1.19 亩、林地 47.95 亩、草地 7.87 亩等），由于占地区内的植被无法恢复，本项目应在异地（荒地）恢复治理同样面积的灌木林、草地和耕地，使评价区林地、草地植被面积不会因本项目的建设而减少。异地补偿恢复后应加强后期管理，确保植被恢复效果。

2、对珍稀濒危植物的保护措施

根据调查，本工程评价范围内不涉及珍稀濒危野生植物天然集中分布区、未发现古树名木、珍稀保护植物。建议项目单位及施工单位，加强宣传教育，如在施工过程中遇到疑似保护植物的应该在施工前及时与当地林业部门取得联系，对其进行移植或者就地保护并挂牌保护，避免造成破坏。

3、国家重点保护野生植物保护措施

根据现场调查，评价范围内没有国家重点保护植物。

加强对施工人员进行野生植物辨识培训工作，如在施工过程中遇到疑似保护植物的应该及时与当地林业部门取得联系，避免造成破坏，对其进行移栽或者就地保护措施。

5.3.2.2 陆生野生动物的保护措施

为了在水电站建设过程中，使陆生野生动物受到的影响减小到最低程度，同时确保流域生态环境得到有效保护，使资源得以恢复与持续利用，建议采取下列措施：

1、加强宣传、管理工作

宣传野生动物保护法规，打击捕杀野生动物的行为。提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。在有林地、草地等动物的重要生境地设置保护动物的告示牌、警告牌等；制定管理制度，施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》；制定奖惩制度，对偷猎野生动物者进行处罚，涉及违法的要追究其法律责任，对检举偷猎者进行奖励表彰。

2、保护动物栖息地生境

施工过程中，要加强对工程区域范围外植被的保护，严格控制施工活动范围，减少对动物栖息地生境的破坏，施工期应尽量避免动物产卵、繁殖季节。对生产、生活的废物应集中、快速处理，防止生产和生活废水、废渣、垃圾污染环境。在施工结束后，对施工临时占地做到有计划、有步骤、有目的地恢复受损的植被，以恢复动物的栖息地。

3、严禁捕杀、贩卖野生动物

对于施工中遇到的野生动物，应避让，如无法避让交给林业局专业人员处理，不得擅自处理；对于施工中遇到的鸟窝（因需砍伐树木）要移到非施工区的其他树上。

施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎、贩卖野生动物；发现野生动物受伤后，应立即救治，如无法救治应交于林业局专业人员处理，发现偷猎事件后，应及时报警。

5.3.3 水生生态保护措施

5.3.3.1 鱼类保护措施

通过调查及访问，本工程影响范围内无鱼类三场“越冬场、产卵场、鱼类索饵场”，从保护流域鱼类出发，应尽可能的从保护鱼类生境、禁止对鱼类的滥捕等方面考虑，针对工程特点制定以下鱼类保护措施：

1、加强对施工人员的法制教育。进行《渔业法》和生物多样性保护的宣传，提高保护野生鱼类的认识，自觉保护野生鱼类。

2、制定规定，严禁施工人员捕鱼、电鱼、毒鱼、炸鱼，违者要给以处罚，违法者要追究其法律责任。

3、文明施工。合理安排施工时间围堰填筑减少对河水的扰动，加强对施工期废水、垃圾的处理，严禁未经处理达标，直接排入龙江。

5.3.4 环境空气保护措施

5.3.4.1 污染源分析

施工产生的大气污染主要来自开挖、爆破产生的粉尘，交通运输引起的扬尘，以及施工机械、车辆产生的尾气。

5.3.4.2 控制目标

控制施工期大气污染物排放，改善施工现场条件，施工区空气质量达到《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中二级标准。施工期扬尘等主要污染物排放达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2中新污染源无组织排放要求。

5.3.4.3 主要保护措施

（1）开挖、爆破粉尘的削减与控制

①工程爆破方式应优先选用凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破等技术，以减少粉尘产生量。凿裂、钻孔及爆破等施工提倡湿法作业，降低粉尘。

②露天开挖、爆破采取洒水降尘措施，以缩短粉尘污染的影响时间和范围。

③加强一线工人防尘劳动保护措施，分发佩戴防尘口罩等。

（2）交通扬尘的削减与控制

①水泥、物料、弃渣运输、装卸过程尽可能采用篷布密封等操作方式，减少

沿途的遗洒。

②对公路进行定期养护并清洁路面和工区，配备两台洒水车，除冬季外，无雨天每天定时洒水 4 次~5 次，减少扬尘。

③结合水土保持措施，在公路两旁有条件的地方进行绿化。

（3）施工区扬尘的削减与控制

①水泥、石灰、土石方等容易产生粉尘的物料应铺设防尘网。

②施工区配备洒水车，在工程施工范围内开挖集中的料场区要定时洒水，扬尘污染严重时可适当加大洒水频次，保持路面湿润。

③施工区进出车辆应在洗车平台上清洗轮胎及车身，不得带泥上路。

（4）机械、车辆尾气的削减与控制

①施工期交通车辆多为柴油燃料的大型运输车辆，尾气排放量与污染物含量较高，需安装尾气净化设备，保证汽车尾气达标排放，降低污染程度。

②进场施工机械尽量选用燃烧效率高的设备，对大型施工机械、车辆加强维修保养，保持良好状态，降低油耗，减少污染物的排放量。

（5）敏感点环境保护措施

由于敏感点主要受到施工运输扬尘的影响，本工程注意做好以上大气污染控制措施后，对敏感点的大气环境影响较小。对于产尘量较大的施工时段、施工地区、采取施工前提前公告居民，采取临时避让措施。

5.3.5 声环境保护措施

5.3.5.1 污染分析

施工期噪声主要来源为机械设备噪声、土石方开挖噪声、爆破噪声及交通噪声。除爆破为瞬时噪声外，其他噪声多为间歇性噪声。

5.3.5.2 控制目标

施工区声环境满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），昼间噪声限值为 70dB（A），夜间噪声限值为 55dB（A）；生活区及周边敏感点声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求，昼间噪声低于 60dB（A），夜间噪声低于 50dB（A）。

5.3.5.3 主要保护措施

(1) 合理安排施工时间，禁止夜间施工。

(2) 施工单位使用车辆必须符合《汽车定置噪声限值》(GB16170-1996)和《机动车辆允许噪声》(GB1495-79)，加强对现有设备的维修和保养，保持机械润滑，降低运行噪声，振动较大的机械设备使用减振机座以降低噪声。

(3) 施工爆破采用先进爆破技术，炮眼分散，不集中放炮，控制加药量，不鸣大炮，禁止夜间爆破；施工过程中尽量避免打干钻，湿钻可降低噪声 30dB 左右。

(4) 爆破影响防治措施：

爆破振动防治措施：控制一次爆破的炸药使用量及爆破倾向，爆破面尽量侧对房屋；合理安排施工时间，避免休息时段作业。

爆破安全防治措施：《爆破安全规程》(GB6722-2003)中的相关规定，设置爆破警戒线，警戒线范围为进出口爆破的周围 300m 范围内；爆破前派专人在警戒线一带进行看守，并设立告示牌，并对该范围内的职工进行通知，确认警戒线范围无行人时方可爆破，待爆破过后确认安全时，方可解除警戒；爆破由具有资质的施工队伍及专业技术人员操作，以降低安全事故的发生率；合理安排爆破时间，应征求当地群众意见，尽量避免当地群众活动频繁时间段爆破作业；根据岩体情况通过控制炸药量来降低飞石距离，并及时清理飞石。

若因施工爆破造成村民住宅损坏的，需进行理赔。项目所采取的措施简便，有针对性，可操作性强，措施合理可行。

(5) 对高噪声区作业人员做好劳动保护工作，如凿岩、钻孔、开挖等，施工人员应佩戴防噪耳塞、耳罩或防噪头盔等个人防声用具，这是一种经济有效的防噪声措施。

(6) 对运输道路、尾水管和污水干管附件居民区防护措施：为减小噪声对生活区的影响，应尽量避免夜间 22:00~06:00 施工，运输车辆通过居民区应减速慢行，禁止鸣笛。

5.3.6 固体废物处理措施

5.3.6.1 生活垃圾处理措施

施工期生活垃圾主要是塑料废纸、厨余垃圾等产生量为 150kg/d。

1、生活垃圾处理目标

(1) 防止生活垃圾有害成分进入水体和土壤，污染地表水、地下水和土壤等。

(2) 减少恶臭，减轻对施工区空气质量的污染。

(3) 防止蚊、蝇、鼠等大量繁殖引起传染病流行。

2、处理措施比选

目前常见的生活垃圾处理方式有堆肥、焚烧、卫生填埋等处理方案。对 3 种处理方案及外运方案进行比较，见表 5.3.6-1。

表 5.3.6-1 生活垃圾处理技术比较

比较内容	好氧堆肥	焚烧	卫生填埋	外运
技术可靠性	可靠	可靠	可靠，常用处理方法	可靠
吨投资（万元，不计征地费）	25~36	50~70	18~27	18~30
处理成本（元/t）	50~80	90~160	60~100	50
地表水污染	可能性较小	炉渣填埋时存在	需要完善的渗滤液处理系统	无
地下水污染	可能性较小	可能性较小	场底需做防渗处理	无
大气污染	有轻微气味，应设除臭装置和隔离带	应加强对酸性气体、重金属和二噁英的控制和治理	有污染、可用导气、覆盖、隔离带等措施控制	无
土壤污染	需要控制堆肥重金属含量和 PH 值	灰渣不能随意堆放	限于填埋场区域	无

电站生活垃圾处理量不大，含水率高、有机物含量低和热值低不适合堆肥、焚烧处理方案。而新建生活垃圾填埋场占地较大，一次性投资大，后期运行管理费用比较高，且容易产生污染，不适合作为较小垃圾量的处理方案。则工程施工期生活垃圾采用清运的方式处理，去向明确，从投资、满足环境改善等角度看，该措施合理可行。

3、生活垃圾清运方案

(1) 处理规模

根据施工规划，工程高峰期施工人数约为 300 人，工程总施工期 24 个月，施工人员生活垃圾产生量按 0.5kg/d·人计，产生生活垃圾 150kg/d，一年按 365 天计，则施工期总垃圾量为 109.5t。

(2) 处理方式

本工程生活垃圾由建设单位统一收集，在左右岸施工区设置几个垃圾桶，施工现场各区域负责收集区域内的生活垃圾，由市政环卫部门统一清运处理。

5.3.6.2 施工废物的处理措施

(1) 建筑垃圾：首先应考虑废料的回收利用，对钢筋、钢板、木材等下角料可分类回收，交废物收购站处理；对不能回收的建筑垃圾，如混凝土废料、含砖、石、砂的杂土等应集中堆放，严格按照相关规定，定期清运至行政主管部门指定建筑垃圾消纳场处置，以免影响环境质量。

(2) 施工期间机械设备维修及维护过程中会产生少量的废机油、废润滑油等危险废物，废物类别为“HW08 废矿物油”。建设单位应委托有资质的危险废物处置单位定期处理。

5.3.7 水土保持措施

5.3.7.1 水土保持措施体系及总体布置

根据水土流失防治分区的水土流失特点、危害程度和防治目标，采取重点治理与面上防治相结合、植物措施与工程措施相结合、治理措施与美化绿化相结合，统筹布局各类水土保持措施，以形成完整的水土流失防治体系，各分区水土保持措施布局见表 5.3.7-1，体系见图 5.3.7-1。

表 5.3.7-1 金城江水电站工程水土流失分区防治措施汇总一览表

分区名称		工程措施	植物措施	临时措施
主体工程建设区		截排水沟，沉沙池、	草皮护坡、播撒狗牙草籽护坡，	无纺布苫盖
施工道路区		土地整治，穴状整治，复耕	移植灌木，草皮	排水沟，沉砂池
施工生产生活区		土地整治，穴状整治，复耕	移植灌木，草皮	四周布设排水沟，末端设置沉砂池，无纺布覆盖。
临时堆土场	1#左岸	/	播撒狗牙草籽	草袋装土护脚墙，排水沟，沉沙池，无纺布覆盖。
	2#右岸			

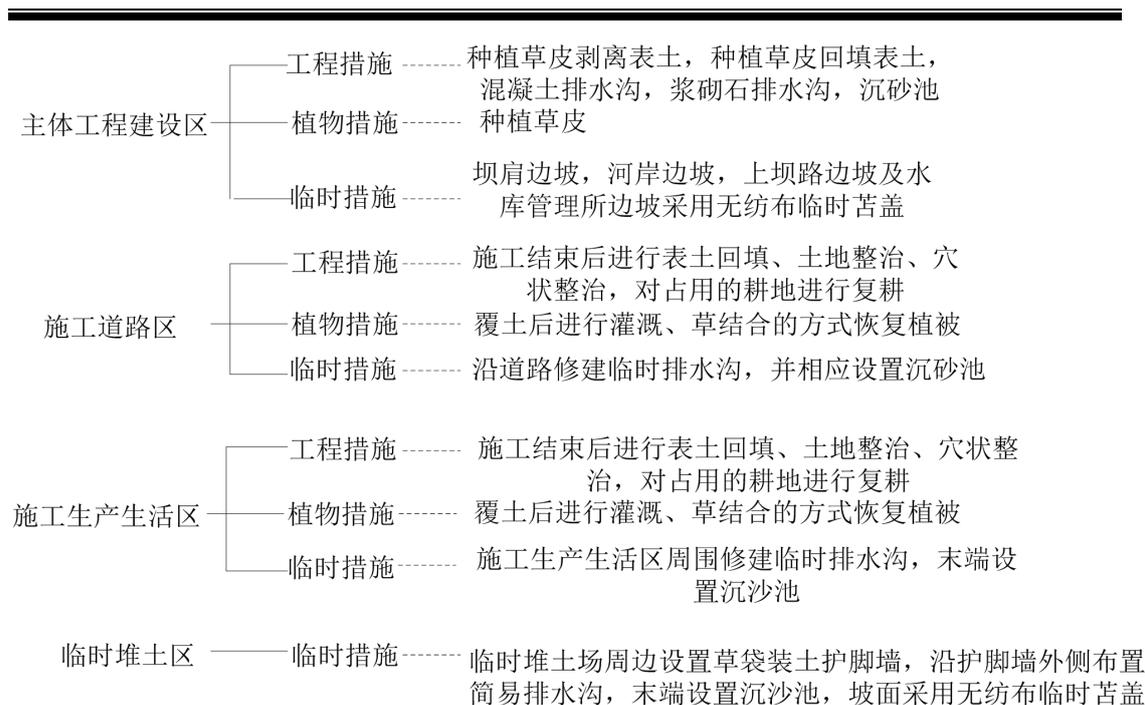


图 5.3.7-1 水土流失防治体系框图

1、主体工程建设区

(1) 施工管理

主体工程在开挖时应按照不同的地质条件，设置不同的开挖边坡，开挖弃料不得流入河道。基础开挖弃方等渣料应及时清运并在指定消纳场集中堆放，且弃渣在转运过程中应避免沿途散落。施工结束后应注意对该区进行清理，其对象主要是施工过程中的建筑材料散落体，清理废弃物并集中运到消纳场处理。同时强调施工期尽可能避开大风日或雨天施工。

(2) 工程措施

为防止周边汇水对各开挖边坡的冲刷，在左、右岸上坝道路两侧、河岸边坡等区域，布设截排水沟，将汇水排入下游沟道或低洼地，并在汇水末端设置一浆砌石沉砂池，用来沉淀泥沙。

排水沟：长 500m，为浆砌石结构，梯形截面，底宽 0.3m，沟深 0.3m，边坡比 1: 0.5，浆砌石衬砌厚 30cm，采用 M10 水泥砂浆抹面。

沉砂池：为浆砌石结构，采用 M7.5 浆砌石，矩形截面，池长×池宽×池深（2m×2m×1.5m），共布设 4 个沉砂池。

(2) 植物措施

本区在施工区结束后，大部分场地被硬化，从水土保持生态恢复方面考虑，为改善和美化枢纽施工区环境，改善视觉效果，在主体工程已经采取护坡护岸工程防护的基础上，对枢纽区开挖边坡及坝顶平台等具有植被恢复条件的部位实施植物护坡措施。采用草皮护坡，护坡面积为 5000m²，并在道路边坡撒播狗牙根草籽进行防护。

(3) 临时措施

主体工程坝肩及河岸开挖边坡较陡，施工期间需采取适当的临时措施防止边坡碎石滑落。拟在坝肩及河岸开挖边坡采取无纺布苫盖，避免雨天碎石滑落。

2、施工道路区

(1) 工程措施

施工前，对施工道路区占用的草地进行剥离表土，剥离厚度 0.3m，并堆放在最近的临时堆土场内。工程施工结束后，对临时施工道路区进行清理，并回填表层土，回填厚度为 0.3m，并进行土地整治，表层土均来源于临时堆土场，种植灌木还需要进行穴状整治，穴状整地采用人工挖土、翻土，灌木穴状尺寸为 300mm×300mm（穴径×坑深）。

(2) 植物措施

施工结束后，对覆土整治后的施工道路区恢复植被。植物措施的配置采取浅根生植物与深根生植物相结合，建立灌、草相结合的生态体系。灌木选用杜鹃，按间距 2m×2m 种植；并在其间播撒狗牙根草籽，草籽撒播密度为 60kg/hm²。

(3) 临时措施

在临时施工道路内侧布置排水沟，引走汇水，防止冲刷路基，排水沟长 1000m。排水沟断面为梯形断面，底宽 0.4m，沟深 0.4m，边坡比 1: 0.5；临时施工道路排水沟末端出口处各设置临时沉沙池，共设置 4 个；沉沙池为梯形断面，池口尺寸长×宽×高（2.5m×2m×1.0m），内坡比 1: 0.5。排水沟和沉沙池均采用人工开挖的简易断面即可。

3、施工生产生活区

(1) 工程措施

工程施工结束后，对施工生产生活区进行清理，然后对临时占用的林草地回

覆表土，回填厚度不小于 0.3m，并进行土地整治。表土均来源于临时堆土场，种植灌木时还需进行穴状整地，穴状整地采用人工挖土、翻土，灌木穴位尺寸为 300mm×300mm（穴径×坑深）。

(2) 植物措施

施工结束后，对覆土整治后的施工生产生活区恢复植被。采取浅根生植物与深根生植物相结合，建立灌、草相结合的生态体系。灌木选用杜鹃，按间距 2m×2m 种植；并在其间播撒狗牙根草籽，草籽撒播密度为 60kg/hm²。

(3) 临时措施

施工前，在施工生产生活区四周布置排水沟，引走汇水，防止冲刷，排水沟长 418m。排水沟断面为梯形断面，底宽 0.4m，沟深 0.4m，边坡比 1: 0.5；排水沟末端设置临时沉沙池，梯形断面，池口尺寸长×宽=4m×2.5m，池深 1.0m，边坡比 1: 0.5，左、右岸各设置 1 个临时沉沙池，共 2 个。排水沟和沉沙池均采用人工开挖的简易型式即可。

4、临时堆土场

在左、右岸施工生产生活区域，全部利用主体已有占地进行布置，临时堆土场特性见表 5.3.7-2。

表 5.3.7-2 临时堆土场特性表

序号	名称	位置	占地面积 (hm ²)	最大堆置高度 (m)	计划堆存量(万 m ³)	备注
1	1#临时堆土场	左岸施工区	0.12	3	0.27	堆放左岸上坝道路、管理所、左岸施工生产生活区、左岸临时施工道路剥离的表土，以用于以上区域的表土回填。
2	2#临时堆土场	右岸施工区	0.06	3	0.14	表土回堆放右岸上坝道路、右岸施工生产生活区及右岸临时施工道路剥离的表土，以用于以上区域的表土回填。

1、临时措施

(1) 临时拦挡工程

为了防止临时堆土场水土流失，堆放土料时，要事先将部分表土填入草袋做

成草袋装土临时挡墙进行拦挡。挡墙为梯形断面，其尺寸为：顶宽 0.6m，底宽 1.6m，高 1m。待工程结束后，拆除草袋临时挡墙，将草袋中的表土留作场地整治用。

(2) 临时排水工程

为了防止雨水冲刷，应事先在临时挡墙周边修建临时排水沟，并将排水沟与周围排水沟相接。排水沟为梯形断面，顶宽 0.8m，底宽 0.4m，高 0.4m，坡比为 1: 0.5，排水沟出口处设置临时沉沙池，共 2 个沉沙池，本次设计沉沙池为梯形断面，池口尺寸长×宽=2.5m×2m，池深 1.0m，内坡比 1: 0.5。排水沟和沉沙池均采用人工开挖的简易型式即可。

(3) 临时苫盖

临时堆土场区堆放的是剥离的表层土，土质疏松，若不采取覆盖措施，遇降雨容易发生侵蚀，造成水土流失。本方案拟对临时堆土场区的堆土采取无纺布进行覆盖。

5.3.8 移民安置及淹没设施处置措施

本电站仅涉及生产安置，不涉及人民搬迁。库区淹没主要影响到农村道路、码头、污水管渠、企业抽水泵、抽水站。以下针对生产安置及库区淹没设施提出处置措施：

1、生产安置：根据移民安置的意愿，采用一次性货币补偿的生产安置方案。

2、农村道路及码头：库区淹没总共影响到农村道路 0.2km，码头 31 个。根据实际情况将对农村道路及码头进行复改建，恢复改建道路总长度为 0.3km，码头为 31 个。

3、污水处理设施：库区淹没影响污水管渠长约 4348m。在不改变现有管涵的基础上，进行如下处理：

(1) 加高处理淹没和安全超高不够的检查井；

(2) 在上游没有淹没的管渠部分段，按照 200 米间隔建连接河岸与检查井之间的人行引桥和上下人行踏步，下游淹没段，沿河方向新建一条串联检查井检修平台的观景廊道（人行道）；

(3) 相应加高一些将被水淹没的截流井；

(4) 对下游淹没段的钢管进行外包钢筋砼和增加支墩。

4、企业抽水泵：库区淹没共影响到 2 座企业抽水站其中 1 座为缆车式，另外 1 座位潜水泵式，主要影响其检修平台，根据工程实际对检修平台进行复改建。

5、抽水站：库区淹没共影响抽水站 12 座，皆为缆车式抽水站，主要影响缆车设备以及管道。采取一次性补偿的方式进行补偿。

5.3.9 人体健康保护措施

5.3.9.1 防治目标

(1) 保护当地居民人群健康，防止外来疾病的入侵。

(2) 保护施工人员健康，防止因环境卫生条件等因素引发传染病流行。

5.3.9.2 进场前卫生清理

采取措施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，确保施工区的卫生环境。

(1) 原有生活性污染源旧址的一次性消毒和清理

选用生石灰和漂白粉等药物用机动喷雾器消毒，并同时清理废弃物。主要重点考虑厕所、粪坑、畜圈、垃圾堆放点等。

工程建设涉及到 5 座坟墓，不满 15 年的坟墓一律迁出，埋葬 15 年以上或掩埋较深的坟墓，撤出墓碑后就地加固，可不外迁。坟墓迁出后的土壤应反复摊晒，并用生石灰或漂白粉消毒。

5.3.9.3 施工人群卫生防疫和健康检查

(1) 施工人员进场前的卫生检疫

对准备进入工程区的施工人员进行卫生检疫，以了解将要进入工程区的施工人员的健康和带菌情况，防止在施工人群中造成相互传染和流行。

① 检疫项目

肺结核、传染性肝炎等，外来施工人员还应视其来源地的疾病构成确定相应的检疫项目。

② 措施和方法

凡是进入工程区的施工人员（包括管理人员），需进行卫生检疫，合格者发放“作业人员健康许可证”，否则不允许进入工区。

(2) 施工人员定期健康检查

工程开工过后,工程区环境状况逐步改变,施工人员劳动强度较大且体质各不相同,可能会有新的感染病例出现。定期对施工人群进行观察和检查,有利于掌握不同时期劳动力的健康状况,及时预防和控制疾病的发生和蔓延,保证工程建设的正常进行。

(3) 施工人员预防免疫计划

旨在提高施工人群在施工期对疾病的抵抗能力,防止危害较大且容易感染的疾病在施工区爆发流行,危害施工人群健康。

根据水利水电工程施工现场疾病流行的相关调查统计,拟对施工人群采取痢疾和霍乱预防性服药,甲、乙型肝炎疫苗接种的预防免疫措施。

(4) 疫情控制

①在施工营地处设疫情监控点,落实责任人,按当地政府制定的疫情管理及保送制度进行管理。一旦发生疫情,及时采取治疗、隔离、观察等措施,对易感人群提出预防措施。此项工作有工区卫生防疫机构负责落实。

②工区及影响区一旦发生传染病流行,应按疫情上报制度及时上报并采取治疗、抢救、隔离措施,对易感人群采取预防措施。由于工区医疗条件所限,应与地方有关医院保持经常联系,做到有备无患。工区应有一定量的应急药品储备。

5.3.9.4 环境卫生及食品卫生管理与监督

工程区及工程影响区食品卫生是影响人群健康的重要方面,应按当地政府制订的现行规章制度进行监督管理和执法。

(1) 对生活饮用水水质进行监控

为保证向工区人员提供符合卫生要求的饮用水,应随时掌握水源水及饮用水水质变化动态。

(2) 定期对公共餐饮场所进行卫生清理和卫生检查,除日常清理外每月集中清理不得少于2次,生活废弃物要妥善处理。根据气候变化及时安排灭蚊、灭蝇、灭鼠。

(3) 对食堂服务人员和供水工作人员实行“健康证制度”,定期进行健康检查,有传染病带菌者要及时撤离岗位。

(4) 成立专门的清洁队伍，负责生活、办公区环境卫生清扫，并根据工区人口密度和人员流动情况，在生活区、办公区分设垃圾桶（箱），楼房应建垃圾清运通道，由市政环卫部门定期统一清运垃圾。

5.3.10 环境风险防范措施与应急预案

1) 污水事故排放风险防范措施

本项目蓄水后淹没金城江区污水干管 4348m，由于金城江区市政生活污水干管均沿河布置，本项目蓄水后会淹没生活污水主干管，如果干管破损，会导致生活污水直接排入龙江，对库区水质造成污染。根据调查，本工程淹没的 4849m 污水管网大部分是钢筋混凝土渠道，仅有部分为钢管分别为：1) 龙江河左岸是水轮坝后接入七桥段，D820x10 钢管长 60 米；2) 龙江河右岸有两段：一是市政府对面峭壁段的 D1220x14 钢管，长 233 米；二是进入水泥厂泵站管的 D1220x14 钢管，长 289 米，总长 522 米。总长度为 815m。将这 815m 钢管进行改造，对淹没的钢管采用外包钢筋混凝土的措施进行处理，钢筋混凝土，钢筋混凝土管不易服饰，可有效防止污水管破损爆裂现象。

电站建成后，应加强巡查，一旦发现泄露现象，应及时封堵，减少污水入河排放量，降低环境风险事故影响和持续时间。

为防止废污水未经处理排入地表水体，需建立环境安全“预防、预警、应急”三级防控体系，主要包含以下内容：

(1) 建立安全责任制度，日常的工作管理方面落实到人、明确职责、期检查。加强对污水干管日常巡查，一旦发现泄露破损情况，立即关闭支管节流阀。

(2) 进入工程现场的一切人员必须严格执行有关环境卫生管理规定，保持现场及周围环境卫生，不准将施工废污水私自排放到场外。

(3) 污水处理的各种机械电器、仪表设备、必须选择质量优良、事故率低、便于维修的产品。

(4) 严格控制处理设施的水量、停留时间、负荷强度等工艺参数，确保处理效果的稳定性和连续性，处理后的水全部回用或综合利用。

(5) 建立安全操作规程，平时严格按规程办事，定期对污水处理人员的理论和操作技能进行培训和检查。

(6) 在污水处理系统中安装水位传示仪，如果发生事故，水位传示仪会自动报警，提醒工作人员进行检修。

2) 输油管泄露风险防范措施

建设单位应与西南输油管道业主对接，了解对方输油管道泄漏环境风险防范措施和预案，应急预案应与对方应急预案衔接，加强巡查，一旦发现事故，应及时报告和处置。

因此，水厂应加强巡查和监测，一旦发现石油管道有破损漏油现象，应密切监测水质，如果水质受到污染，可从城西水厂调水供给城北、加辽和肯冲水厂服务范围内居民，保障供水安全。

据河池市自来水公司提供资料，金城江区城区平均用水量为 6 万吨，四个水厂城西、城北、肯冲和加辽水厂日供水能力分别为 6 万吨、2 万吨、5 万吨和 2 万吨，因此，发生事故时，由不受本项目影响的城西水厂暂时供水是可行的。

3) 环境风险应急预案

根据国务院《国家突发公共事件总体应急预案》、《广西壮族自治区突发公共事件总体应急预案》确定的全国突发公共事件应急预案体系的划分原则，本工程应急预案体系为突发公共事件地方应急预案和广西环境污染和生态破坏事故应急预案。突发公共事件的应急处理程序

主要包括以下 4 个方面：

(1) 信息报告

特别重大或者重大突发公共事件发生后，要立即报告上级应急指挥机构并通报有关地区和部门，最迟不得超过 4 小时。应急处置过程中，要及时续报有关情况。

(2) 先期处置

突发公共事件发生后，在报告特别重大、重大突发公共事件信息的同时，要根据职责和规定的权限启动相关应急预案，及时、有效地进行处置，控制事态。

(3) 应急响应

对于先期处置未能有效控制事态的特别重大突发公共事件，要及时启动相关预案，由上一级应急指挥机构统一指挥或指导有关地区、部门开展处置工作。

现场应急指挥机构负责现场的应急处置工作。需要多个相关部门共同参与处置的突发公共事件，由该类突发公共事件的业务主管部门牵头，其他部门予以协助。

(4) 应急结束

特别重大突发公共事件应急处置工作结束，或者相关危险因素消除后，现场应急指挥机构予以撤销。

4) 事故应急预案

本工程的建设必然伴随潜在的危害，如果防范措施水平高，则事故的概率必然会降低，但仍然存在发生事故的可能。一旦发生事故，需要采取上述工程应急防范措施，控制和减小事故危害。并需制订应急预案，实施相关措施。

本工程突发事故涉及河池市东江镇，本工程事故应急应纳入广西突发公共事件应急预案体系中，并据此确定本工程应急预案。

(1) 应急计划区

本工程应急计划区包括：环境保护目标区，主要是周边居民点和水域。应急事件包括爆炸溢油事故等。

(2) 应急组织机构、人员

1) 应急领导机构

应急总领导机构为广西壮族自治区人民政府突发公共事件应急委员会，作为协调指挥机构，统一领导突发公共事件的应急处置工作。

地方应急领导机构由涉及各县的分管环保的县长、环保局及其它相关各协作部门负责人组成。现场应急领导机构由建设单位分管环保的领导、环境保护管理办公室负责人、承包商单位分管环保的领导组成。

2) 现场指挥

由应急领导机构指定现场指挥，火灾、爆炸时一般由消防队长担任现场指挥负责指挥应急反应行动的全过程；溢油事故应急行动由安全科科长负责指挥。

3) 应急救援人员

应急救援人员包括：

A.危险源控制组，主要是负责在紧急状态下的现场抢险作业，及时控制危险

源，由建设单位和承包商单位消防、安全部门组成，必要时包括地方专业防护队伍；

B.伤员抢救组，负责现场伤员的搜救和紧急处理，并护送伤员到医疗点救治，由事故责任单位和施工区医疗机构负责；

C.医疗救护组，负责对受伤人员进行紧急救治并护送重伤人员至医院作进一步治疗，由施工区医疗机构负责，当地医院协作；

D.消防组，负责现场灭火、设备容器的冷却、喷水隔爆、抢救伤员及事故后对被污染区域的清洗工作，人员由建设单位、承包商消防人员和当地公安消防队伍组成；

E.安全疏散组，负责对现场及周围人员进行防护指导、疏散人员、现场周围物资的转移，由建设单位和承包商安全监督部门、安全保卫人员和当地政府人员组成；

F.安全警戒组，负责布置安全警戒，禁止无关人员、车辆进入危险区域，在人员疏散区域进行治安巡逻，由建设单位和承包商安全保卫人员、当地公安部门负责；

H.物资供应组，负责组织抢险物资、工器具和后勤生活物资的市场供应，组织运送抢险物资和人员，由建设单位和当地县区政府负责；

I.环境监测组，负责对大气、水质、土壤等进行环境应急监测，确定影响区域范围和危险物质浓度，对事故造成的环境影响做出正确评估，为指挥人员决策和消除事故污染提供依据，并负责对事故现场危险物质的处置，由建设单位和承包商单位环境保护管理办公室和当地环保局负责；

J.专家咨询组，负责对事故应急救援提出方案和安全措施，现场指导救援工作，参与事故的调查分析并制定防范措施，由建设单位和承包商单位安全监督部门、当地各相关部门技术专家组成，由领导机构负责组织；

K.综合协调组，负责综合协调、信息沟通、事故新闻和应急公告发布，由建设单位、当地宣传部门组成；

L.善后处理组，负责现场处置、伤亡善后工作，由建设单位、当地政府相关部门组成。

4) 预案分级响应

事故分为以下 4 个等级：特别重大（I 级），重大（II 级），较大（III 级），一般（IV 级）。针对不同事故等级，实行分级响应。

事故发生时，立即启动并实施本部门应急预案，I 级、II 级响应：现场指挥在事故应急领导机构的统一领导下，具体安排组织重、特大事故应急救援预案的组织和实施；组织所有应急力量按照应急救援预案迅速开展抢险救援工作；根据事故险情，对应急工作中发生的争议采取紧急处理措施；根据预案实施过程中存风险事故发生报告情况判断、响应级别、信息反馈、宣布应急启动上报、成员到位、信息网络保证、应急物资调配、现场指挥到位、扩大应急应急救援行动、事故控制、确定应急方案、危险源控制、伤员抢救、环境保护、环境监测、专家咨询、应急解除、应急结束。

在的问题和险情的变化，及时对预案进行调整、修订、补充和完善，确保人员各尽其职、救援工作灵活开展；根据现场险情，在技术支撑下，科学组织人员和物资疏散工作；现场应急指挥与应急领导机构要保持密切联系，定期通报事故现场的态势，配合上级部门进行事故调查处理工作，做好稳定社会秩序和伤亡人员的善后及安抚工作，适时发布公告，将危机的原因责任及处理决定公布于众，接受社会的监督。III 级、IV 级响应：各相关职能部门按照各自职责开展应急处置工作,防止事故扩大、蔓延，保证信息渠道畅通，及时向领导机构通报情况。因环境污染事故存在不可预见、作用时间较长、容易衍生发展的特点，现场指挥可根据现场实际情况随时将响应等级升级或降级。

因此，水厂应加强巡查和监测，一旦发现石油管道有破损漏油现象，应密切监测水质，如果水质受到污染，可从城西水厂调水供给城北、加辽和肯冲水厂服务范围内居民，保障供水安全。

据河池市自来水公司提供资料，金城江区城区平均用水量为 6 万吨，四个水厂城西、城北、肯冲和加辽水厂日供水能力分别为 6 万吨、2 万吨、5 万吨和 2 万吨，因此，发生事故时，由不受本项目影响的城西水厂暂时供水是可行的。

5.4 营运期环保措施

5.4.1 水环境保护措施

5.4.1.2 生活污水处理措施

营运期生活污水主要来自于水电站工作人员工作生活产生的生活污水，厨房含油废水经隔油池处理后同生活污水一起汇入三级化粪池处理，水质达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表4中三级标准后，定期由吸污车运送至附近的污水处理厂处理，不排入龙江。

5.4.1.3 库区水环境整治措施

河池市金城江龙江重点水环境治理措施及水电站工程的重要内容在于水环境治理和保障龙江库区段水质不下降。

(1) 总体来看，2006年~2019年3月龙江上游六甲断面水质总体较好，中游三江口断面在2006年、2007年、2008年和2010年出现过达不到水质目标的情况，主要出现在1~4月份的枯水期。从最近14年水质变化趋势看，2011年以后的水质较2006~2010年的水质要好，龙江水质逐步改善。特别是2012年初龙江河镉污染事件之后，河池市有关部门多次开展专项整治活动，大力度的查处和关闭了偷排漏排污水的企业，有色金属冶炼企业“退城入园”，严格要求废水排放不达标企业限期整改等，经过专项整治后，水环境质量显著改善。

(2) 本项目库区六甲断面水质保护目标为Ⅲ类，2006年~2019年3月水质类别均达到或优于Ⅲ类，水质状况为良好以上，其中2010年以后各月水质均达到Ⅲ类，大部分月份达到Ⅱ类，水质状况为优，特别是2016年以后，各月水质均达到Ⅱ类水质要求。

(3) 本项目大坝下游三江口断面水质保护目标为Ⅲ类，2006年~2008年、2010年均有一部分月份不能满足水功能区水质保护要求，2011年以后各月水质类别均达到或优于Ⅲ类，特别是2016年以后，各月水质均达到Ⅱ类水质要求。

根据影响预测，本项目电站蓄水后，由于水文情势的改变，库区排污口正常排放情况下，库区水质不会出现明显的下降。加祥地下河出口和城北水厂地下河出口处龙江水质受上游排水影响较小，龙江水质即使补给肯冲水厂、加辽水厂和

城北水厂地下河，对水质的影响也较小。

结合库区淹没区及流域范围内现状污染源调查和河池市金城江区未来发展，金城江电站库区主要污染源为金城江城区生活污染源和一些工业排污口。随着金城江城区周边冶炼企业退城入园，生活污染源为金城江电站库区最大污染源，也是影响本项目库区水质安全的主要因素。

为配合本项目建设，河池市政府下大力整治水环境和污染源，根据与建设单位沟通，结合现状调查和预测评价结果，为河池市另外为保证库区水质稳定达标，防止因库区水体反向补给而造成污染金城江区饮用水，保障饮用水水质安全，本项目水环境综合治理措施包括：

(1) 进一步控制金城江城区生活污染源：提高金城江城区生活污水截污率，消除生活污水直排口；根据《河池市中心城区排水工程专项规划》(2013-2020)，老城区由现状合流制逐步改造为雨污分流排水制。完善金城江区老城区雨污分流排水系统改造，在全部 6 个雨水排水流域逐步实现雨污分流，减少雨水进入污水管现象和污水通过雨水排入龙江现象。

(2) 龙江支流水环境整治，主要是龙江支流温平河及肯研河的水环境整治。以河池市水利局作为业主单位，温平河和肯研河属库区支流，现状均存在一定程度的污染，两条内河开展水环境整治后，河流水质将逐步改善，清淤后能控制内源污染，对保障温平河、肯研河及龙江水质有积极的作用。

(3) 金城江城区有色金属冶炼企业出城入园后，金城江区城区周边的冶炼厂目前均已关闭或搬迁，根据调查，关闭或搬迁冶炼厂情况如下：河池市金城江宝来冶炼厂（2016 年 10 月停产）、广西河池南方有色金属有限公司（2016 年 10 月停产）、五吉一厂（2008 年停产）、河池冶化厂（2008 年关停）、广西金河矿冶股份有限公司（2014 年停产）、五吉二厂（2016 年 10 月停产，搬迁至五圩工业园）。这 6 家冶炼厂均位于城区周边，位于金城江电站库区径流范围内，特别是南方冶炼厂、宝来冶炼厂和五吉一厂与城北水厂位于同一个水文地质单元，随着金城江电站蓄水后区域地下水位壅高，城北水厂如果抽水量过大，龙江水会经过上述三家冶炼厂地下岩溶层对城北水厂取水点形成补给，存在威胁城北水厂水质安全的环境风险。

根据评价单位对 6 家冶炼厂内土壤的初步调查结果，6 家冶炼厂内土壤铬和金河矿业土壤的砷均出现超标，根据《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB36600-2018) 要求，土壤中污染物浓度超过管控值，表明

该土壤对人体健康存在不可接受的风险，须进行进一步的场地调查及修复工作。随着这 6 家冶炼厂的关闭或搬迁，环境管理水平的下降和厂房的破损拆迁，原是室内环境的情况变成露天，冶炼厂内残存的污染物、建筑物中的重金属污染物很有可能进入外环境，最终进入周边土壤和龙江，对周边土壤、地下水和龙江水环境存在潜在污染的环境风险。因此，对上述 6 家企业开展场地调查和修复工作，切断冶炼厂残留污染物进入外环境的渠道对保障城北水厂水质安全，保障库区水质指标不下降至关重要。

为此，河池市政府承诺落实 6 家冶炼厂旧址的场地调查和整治修复计划，落实责任人、资金和进度要求，建议在本工程蓄水前完成场地调查和整治修复工作。

对于已关闭或搬迁企业遗留场地，河池市政府承诺将逐步开展遗留场址及周边环境调查与整治修复，控制遗留场地污染物进入龙江的环境风险，保障水质安全

(4) 由于本项目大坝建成后，库区水流速变缓，建设单位与河池市污水处理厂协商后，由本项目建设单位河池国投公司负责将河池市金城江区污水厂排污口以接管的方式下移至金城江电站大坝下游，需新建一条 2050m 长的污水尾水管。

(5) 根据项目可研报告及可研批复，改造城区段架设在河堤内的库区淹没的金城江区市政污水干管 4348m。

以上水环境整治措施能保障库区水质稳定达标并且水质不下降，也是本项目建设的前提，由河池市相关部门负责。

此外，还须以下措施 (1) 禁止周边生活污水直接排入龙江，完善金城江城区生活污水截污系统，消除少量生活污水直排口，将生活污水全部收集进入生活污水处理厂进行处理。根据现场调查，龙江一桥下游一九龙桥之间北岸还存在一些生活污水直排口，为保障蓄水后库区水质，金城江区应完善城区生活污水截流工作，将未纳入污水管网收集的生活污水进行截流收集，消除生活污水直排龙江的情况，保障库区水质稳定达标。

根据调查，库区上游唯一乡镇六甲镇目前还未建设污水处理厂，目前生活污水直接排入龙江，排口位于本项目大坝上游 27km，肯足电站大坝下游 1km 处。六甲镇计划明年建设污水处理厂，建成后该镇入河污染物可大幅削减，由于该镇

位于上游，建议排放标准按《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标进行设计。以上措施实施后本项目库区水质将得到保障。

(1) 推广生态农业，减少农药化肥的使用量或代替使用新型高效环保类，减少农业面源污染。

(2) 禁止向库区倾倒垃圾，对于水库的漂浮定期进行收集清理，连同厂区垃圾，由市政环卫部门统一清运处理。

(3) 建议当地政府加强水质管理，控制库周污染源，禁止库区发展网箱养鱼。

(4) 建议当地渔政部门在鱼类繁殖季节加强渔业管理，划定禁渔期和禁渔区，保护产卵群体能够顺利产卵繁殖，严禁毒鱼、炸鱼、电鱼等。

5.4.1.4 饮用水水质保护措施

(1) 合理控制开采量，优化开采模式

城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂通过地下河与龙江连通，水力联系密切，如果开采强度过大，长期、持续地保持水厂水位低于龙江水位，将会引起龙江河水反向补给两岸地下水，如果达到临界水位差，还会发生地下水位壅高，地表水进入取水点的情况。因此，要合理控制开采量，正确制定每天的抽水时长和间隔，既使开采量尽可能达到最大，又保证水质达标。

(2) 加强龙江和各水源点的水位和水质监测，跟踪评价龙江河水对水厂水质的影响

适当频率的水位和水质监测有利于合理确定各水源点的开采强度和开采模式，对于准确判定龙江河水对各水源点的影响程度至关重要。因此，建议加强对龙江和各水源点的监测，尤其是当水源点的水位低于龙江水位时，要严格监测。水质监测频率建议每 1 天一次，水位监测频率应根据抽水情况，每天一次至多次，如采用自动化监测更好。其中，水厂水位应监测每次启动抽水机的时间和水位，每次关闭抽水机的时间和水位，以及每小时的抽水量。龙江水质取样点建议设在肯冲地下河出口上游 200m 左右。

5.4.2 陆生生态环境保护措施

(1) 落实生态环境恢复和景观绿化

电站主体工程结束后，应该采取土木工程与生物工程相结合的生态措施，尽快落实和实施水库周围的生态环境恢复和景观绿化。对施工营地等临时用地，应及时复垦或恢复植被，恢复其原来的生态功能。

（2）自然景观保护

电站蓄水后，及时发掘新形成的自然景观，确定新形成的景物景观的类型特征，并进行评价分级，对新形成的各景观提出具体保护措施及开发利用方案。

5.4.3 水生生态保护措施

评价河段没有珍稀濒危鱼类及特有鱼类分布，根据生态调查结果，坝址下游河段没有鱼类产卵场、索饵场、越冬场分布，河段的主要保护要求为维持或改善该河段主要经济鱼类种类和种群数量。

5.4.3.1 广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书及审查意见对龙江流域水电站鱼类保护措施的要求

1、《广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书》中对拟建龙江流域水电站鱼类保护措施的建议及要求

（1）栖息地保护措施

龙江中较大的大环江、小环江、东小江等较大支流都已经进行了水力开发，较小的支流流量不能得到保证，因此不在龙江支流进行栖息地保护的要求。

考虑各水库库尾河段与天然河流流态相差不大，建议在各电站保证下泄生态流量的前提下，将各电站坝址下游河段（坝址至相邻下游水库死水位之间的河段，即库尾河段）作为栖息地进行保护。

本项目鱼类栖息地保护主要涉及金城江水电站坝址~拉浪电站坝址之间的河段。

（2）过鱼设施

要求后续阶梯建设（含改扩建）时必须同步建设过鱼设施，由政府各部门及“河长办公室”监督其执行情况。

本项目拟建设过鱼设施为鱼道。

（3）鱼类增殖放流

目前龙江流域没有建设鱼类增殖站，建议龙江流域建设 1 个增殖站，放流种

类以桂华鲮、乌原鲤、叶结鱼、长臀鲩等重点保护种为主，当地经济鱼类为辅；考虑到近期缺少保护鱼类苗种来源，近期放流以当地经济鱼类为主，之后逐步加大保护种数量，放流地点为坝首以及坝址下游河段。建议金城江电站鱼类放流数量为5万尾/每年。

考虑到增殖站的交通条件、水源、场地，以及服务龙江整条流域的要求，增殖站的位置可以设在龙江流域的中游。增殖站建设及运行由“河长办公室”委托专业部门进行设计并实施，所需经费由龙江干流各梯级电站按电站装机规模分摊并公示，接受社会监督。

本项目预留出增殖放流的资金，后续建议建设增殖放流站，每年放流鱼类5万尾。

（4）生态流量泄放措施

后续拟建（改扩建）电站需保证电站运行期有足够的环境流量，维持各河段生态流量需求。通过发电、漫坝、放空闸、泄洪闸等方式或措施，要求平水期、枯水期下泄流量不得低于多年平均流量的10%，丰水期（5~9月）下泄流量不得低于多年平均流量的20%，

要求后续水电站工程建设需设置生态机组或者放空闸等生态流量下泄措施。金城江水电站的控制流域面积为6230km²，多年平均流量为144m³/s，要求平、枯水期生态流量为14.4m³/s，丰水期生态流量为28.8m³/s，下泄方式为机组、放空闸。

本项目为日调节水电站，为减轻对坝址下游水生生态环境的影响，蓄水期间利用抽水泵或其他方式向下游排水，保证下放足够的生态流量（不低于坝址多年平均流量的10%）。

（5）渔政管理措施

梯级开发后，需加强渔政管理执法，重要区域控制捕鱼量，设定禁渔区、禁渔期，限制捕捞幼苗；严禁酷渔滥捕和电、毒、炸等违法行为，禁止使用有害资源的渔具渔法；禁止捕捉、出售、食用国家重点保护野生动物。

建议将龙江白沙村至龙江口河段（约7.0km）划为禁渔区，在临江河（东小江）汇入龙江河段以及小环江汇入龙江河段设置禁渔期，每年3~7月禁渔。

本项不属于禁渔区内，但禁止在库区进行炸鱼、电鱼及毒鱼等破坏生态可持

续发展的违法活动。

5.4.3.2 广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书审查意见对龙江流域水电站鱼类保护措施的要求

5.4.3.3 金城江水电站鱼类保护措施体系

1、鱼类保护对象

根据水生生态现状调查,龙江流域仅有少量海洋性洄游鱼类和长距离洄游性鱼类,绝大多数种类都为非洄游种类。从鱼类重要性、受工程影响程度、鱼类资源现状、鱼类生态习性等方面考虑,确定鱼类保护对象为:河道内所有鱼类

2、鱼类保护措施体系

根据《《广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书》》及审查意见对龙江流域拟建(改扩建)水电站主体工程鱼类保护措施的要求,结合金城江水电站评价河段鱼类生物学及生态学特征,提出包括栖息地保护、过鱼设施、增殖放流、渔政管理、施工期鱼类保护、水生生态调查及跟踪监测与评估在内的鱼类保护措施体系。措施体系详见表 5.4-1。

表 5.4-1 金城江水电站鱼类保护措施体系一览表

序号	保护措施	金城江水电站采取的措施	保护对象	主要作用
1	栖息地保护	将金城江水电站坝址~拉浪水库死水位之间的河段作为鱼类栖息地重要生境加以保护;提出栖息地保护河段的近自然恢复、恢复自然化。	河道内所有鱼类	通过保护鱼类生境,达到保护鱼类资源的目的。
2	过鱼设施	技术型鱼道	河道内所有鱼类	减缓大坝阻隔效应,促进种群间的遗传基因交流。
3	施工期的鱼类保护措施	加强宣传、设置警示牌等措施	河道内所有鱼类	保护鱼类资源
4	渔政管理	加强地方渔政管理投入和力度,树立标识牌,禁止在库区进行炸鱼、电鱼及毒鱼等破坏生态可持续发展的违法活动。	河道内所有鱼类	保护鱼类资源及其重要生境
5	水生生态调查、跟踪评价监测与评估	提出鱼类栖息地保护效果、集诱鱼效果及过鱼效果、人工增殖放流效果跟踪监测与评估计划。	河道内所有鱼类	保护鱼类资源及其重要生境

5.4.3.4 栖息地保护措施

根据《广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书》建议在各电站保证下泄生态流量的前提下，将各电站坝址下游河段（坝址至相邻下游水库死水位之间的河段，即库尾河段）作为栖息地进行保护。则本项目鱼类栖息地保护主要涉及金城江水电站坝址~拉浪水库库尾之间的河段。

根据坝址下游情况，坝址下游至拉浪水库库尾河段无拦河坝等阻碍设施，河段间均是连通的，提出以下保护措施：

（1）加强管理措施。严格实行禁渔期、休渔期、渔业捕捞制度。杜绝电捕鱼、炸鱼、毒鱼等行为的发生，加强对鱼类产卵场等重要水域保护，设立醒目标示牌或浮标。

（2）保护栖息地的自然河段现状。严禁影响河段水文情势的项目的开发活动。同时，建议建立区域、流域的鱼类保护管理机构，统筹管理、安排、实施鱼类保护工作。

5.4.3.5 过鱼措施

1、过鱼措施的必要性

（1）维持河流生态系统的连通性、物种的遗传及生物多样性的需要

金城江水电站是龙江梯级规划开发的第 10 个梯级电站，上游与肯足电站衔接，下游为拉浪水电站。工程建设一宽顶堰型式溢流坝，最大坝高为 39m，工程建设对河段鱼类造成阻隔影响，将坝址上下游鱼类分隔成坝上、坝下两个种群，鱼类种群个体及其遗传交流受阻，同时阻碍了鱼类的上溯洄游。为了维持河流生态系统的连通性、维持鱼类遗传及生物多样性，金城江水电站工程有必要设置过鱼设施。

（2）满足法律法规及其他相关文件要求

①《中华人民共和国水法》第三章第二十七条规定“在水生生物洄游通道修建永久性拦河闸坝，建设单位应当同时修建过鱼设施，或者经国务院授权的部门批准采取其他补救措施”。

②《中华人民共和国渔业法》第四章第三十二条规定，“在鱼、虾、蟹洄游通道建闸、筑坝，对渔业资源有严重影响的，建设单位应当建造过鱼设施或者采

取其他补救措施”。

③根据《广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书》及其审查意见（环审）

“后续阶梯建设（含改扩建）时必须同步建设过鱼设施，由政府各部门及“河长办公室”监督其执行情况。”

2、过鱼对象

本工程枢纽鱼道过鱼对象为河道内生存的所有鱼类。

3、过鱼时段与周期

根据鱼类生活习性及其上行要求，考虑全年过鱼。

4、过鱼方案及可行性分析

（1）枢纽工程区地形条件及金城江水电站枢纽布置

①地形

坝址一带河床宽为 120m，河流流向从西往东，左岸为开阔平坦的阶地，右岸阶地不连续，河岸紧靠山脚。河谷呈“U”字型，水平平缓，河床高程 157~165m，两岸阶地高程为 185.5m~192m，

两岸及河床基岩出露。岩性为白云质灰岩，弱风化状，岩质坚硬，岩体工程地质分类为 BIII2 类。发育一小背斜，岩层走向与河谷近平行，倾角 15~35°左右。受 F2 断层影响，有次生断层发育，岩体裂隙发育。

②工程枢纽布置

本工程主要建筑物由左岸上坝道路、发电厂房、鱼道、溢流闸坝（7 孔）、右岸交通桥及道路等组成。

（2）过鱼方案初步选择

根据《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T35054-2015），主要的过鱼设施类型包括鱼道、仿自然通道、鱼闸、升鱼机和集运鱼系统。其主要特点和试用条件如下：

①仿自然通道

仿自然通道是人工修建的仿自然溪流，用以连通被阻碍的河流，并考虑鱼类行为和通道坡度、仿自然河床、水流条件等因素为鱼类提供了一种洄游通道。仿自然通道系统要求有足够的空间，一般应用于缓丘低山地形，不适宜水头过高的

大坝，也不适宜高山峡谷区，还应避开人口稠密区域、减少对鱼类的干扰。

②鱼道

鱼道为呈连续阶梯状的水槽式构筑物，主要型式包括池式鱼道、槽式鱼道和特殊形态的鱼道等。进口多布置在水流平稳，且有一定水深的岸边或溢流坝出口附近。可适用于大部分鱼类，对鱼类洄游能力要求不高，鱼类通过鱼道上溯时，不会受到伤害。

③鱼闸

由进口水槽、闸室和出口水槽等部分组成，利用上、下两座闸门调节闸室内水位而过鱼，其原理与船闸相似。鱼闸一般用于中低水头水电工程，鱼类通过鱼闸时费力不大，对游泳能力差的鱼类尤为适用。

④升鱼机

原理与电梯相似，由进鱼槽、竖井、出鱼槽三大主要部分组成。由进鱼槽口放水，将下游鱼类诱入进鱼槽，接着用赶鱼栅把鱼驱入竖井，提升竖井至上游水位，打开出鱼槽驱鱼入上游水域。升鱼机可用于中高水头大坝，对枢纽建筑物干扰较小。

各种过鱼设施原理、应用范围、优缺点、过鱼效果以及金城江水电站可行性分析详见表 5.4.3-2。

表 5.4.3-2 各种过鱼设施原理、应用范围、优缺点、过鱼效果以及金城江水电站可行性分析表

序号	过鱼措施	原理	应用范围	优点	缺点	过鱼效果	国内外已实施的工程	本工程的可行性
1	仿自然通道	绕过大坝并呈模仿自然外观,呈现自然形式的鱼道。	适合于所有具备足够空间的工程	应用范围广	占地面积大,枢纽区两侧以及上游具备布置空间	所有的水生物均可通过,是唯一能绕过大坝的方法。	大渡河安谷水电站(已建)	金城江水电站枢纽河谷狭窄,无布置仿自然鱼道的场地条件
2	技术型鱼道	采用混凝土式通道,内部设有各式隔板、狭槽等,将水槽分隔成一系列互相沟通的水池,有时成阶梯式。	采用型式较多,适合于中、低水头大坝	能够连续过鱼;能够维持一定的水系连通,少量个体可下行过坝;鱼类自行溯游过坝。	鱼道对过鱼对象有一定的选择性;过鱼效果受诱鱼系统影响较大,鱼道建设完成后,修改调整较困难。	鱼道型式有三种;狭槽型可形成较好的吸引水流;水池型所需流量较低;丹尼尔需较大流量。	西藏狮泉河鱼道、Bosher 大坝垂直缝式鱼道、江苏斗龙港鱼道。	根据水电站所处地理位置条件,在左岸设置池式鱼道,池室多,流速小,鱼类易上易下,
3	鱼闸	为凹形通道,上下游两端都有可控制的闸门,通过控制闸门的开关或往通道注水来形成吸引流	适用于高水头,或空间以及水流量有限的区域。	对水消耗较低,适用于大型鱼类(如鲟鱼)。	需要较高的设计和建造技术要求,频繁维护和运行所需费用高。	主要适用于大型鱼类(如鲟鱼类)及游泳能力较弱的鱼类	英国奥令鱼闸、爱尔兰阿那克鲁沙鱼闸、前苏联伏尔加格勒鱼闸。	鱼类以小型鱼类为主,坝高较低,不适宜采用鱼闸。
4	升鱼机	为配置有运送水槽和机械装置的升降机,通过把鱼从下游吊起送到上游,通过渠道连通上游。	适用于高水头,或空间以及水流量有限区域。	适于高坝过鱼,能适应水库水位的较大变幅,与同水头的鱼道相比,造价较省、占地少,便于在水利枢纽中布置。	机械设施结构复杂,发生故障的可能性较大,需频繁的维护和运行,不能连续过鱼且过鱼量有限。	对鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类效果较好	美国的 Round Butter 坝,坝高 134m,采用索道吊罐系统运鱼过坝;	坝高 39m,且电站属于日调式,水位变化不大

根据表 5.4.3-2 可知, 根据各种过鱼设施的比较, 本工程较适合建设鱼道, 工程总投资为 46500 万元, 鱼道工程投资 2611 万元, 占总投资的 5.6%, 本项目建设过鱼设施为鱼道可行。

(5) 鱼道的附属设施

①观察室和观测计数设备

为了便于管理和观测过鱼数目, 在厂房下游侧设置观察室, 观察室位于中部, 呈岛形布置, 上下游侧为半圆形。为便于观察过鱼, 在观察室两侧设置钢化玻璃观测窗。观察室设有观测计数设备, 以便观测鱼道过鱼效果, 掌握鱼道过鱼规律和水流规律, 开展鱼道原型观测试验, 总结鱼道建设的经验。

②诱鱼拦鱼设施

为了提高进口进鱼效果, 在鱼道进口利用发电尾水诱鱼向鱼道进口集群, 为了避免鱼类溯流进入电站, 拟在鱼道入口上游侧泄水闸下和厂房尾水的水体中设置一道拦鱼电栅。拦鱼电栅具有阻力小、不怕漂浮物、操作管理方便等优点。

5、过鱼设施系统运行管理

(1) 机构设置

金城江水电站建成后需在电站管理机构中设置专门的过鱼设施运行管理部门, 配置专业人员和兼职人员, 负责日常运行和管理, 包括设备保养和观测统计和相关资料的研究和发布等, 主要职责包括:

①制定过鱼设施运行方式和操作规程, 结合工程水库运行方式和上下游电站调度关系, 开展过鱼设施和水库生态调度研究;

②负责过鱼设施正常运行和管理, 做好日常观测和过鱼资料的统计和信息处理;

③协调处理过鱼设施运行与工程枢纽的关系, 确保过鱼设施正常有效运行。

④做好过鱼设施运行和鱼类特性的研究, 协助做好科普宣传工作, 提高水生生态保护意识;

(2) 运行方式

①运行时段

全年过鱼。

②试运行

在设施和设备投入正式运行前，必须对过鱼设施及配套设备进行试验，以便及时发现实际使用中可能出现的问题，并提出解决方案和改进方案，提高工程正式运行的工作效率。

设备调试：试运行阶段，需要对工程主要结构与相关设备的运行情况进行仔细检测，保证各项设施的正常运行状态。

测量指标：在试运行阶段需要对鱼道内部与进口处的水动力学进行实测，监测过鱼设施内流速、水深、进口流速等重要指标是否达到设计标准。发现过鱼设施运行中存在的问题，提出改进措施。对鱼道内的水温、溶氧量、水质等参数进行监测与记录。

原型试验：在工程与过鱼设施联合运行条件下，对鱼道口处附近鱼群的时空分布进行原型观测，探测鱼道进口附近鱼类的活动规律，实测鱼道进口流速，观测进口诱鱼效果，并观测实际

编制运行管理手册：在试运行期内应编制过鱼设施运行管理手册，明确运行方式、优化进口诱鱼补水流量方案、编制闸门与补水设施自动控制程序，维护过鱼设施的正常运行，充分发挥过鱼设施的效益。

②正式运行

定期开展过鱼设施的过鱼效果观测和统计，分析过鱼效果，积累基础资料，建立监测评估数据库。定期对过鱼设施及附属设备进行维护、保养及检修，在过鱼季节来临前进行全面整修，保证过鱼设施功能的正常发挥。

(3) 保养维修

过鱼设施投入运行后，必须加强保养和维修，保证正常运行。经常检查各闸门、设备，经常清理泥沙、漂浮物和垃圾等。

(4) 监测评估

过鱼设施设计是个复杂的过程，难以做到一次设计完全满足所有鱼类长期的过坝需求，若要发挥其最佳效果，必须对其投入运行后的实际效果进行跟踪监测，并根据监测结果对过鱼设施的运行方式进行优化。

(5) 优化改进

在运行后根据观测评估及调查研究的结果,结合过鱼设施运行情况、过鱼对象的洄游和上溯要求、水力条件现场实测结果,进一步对过鱼设施进行优化调整和改进;根据鱼类行为学监测结果及诱鱼能力的分析,对过鱼设施进口的设计方案进行修改和完善;根据运行情况对过鱼设施的运行、管理和维护规程进行完善。

5.4.3.6 增殖放流

按照《广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书》中的鱼类增殖放流规划方案考虑,拟在龙江流域建设一个增殖站,龙江干流增殖放流按 80 万尾/年考虑,鱼类增殖站占地规模按 40 亩计。考虑到增殖站的交通条件、水源、场地,以及服务龙江整条流域的要求,增殖站的位置可以设在龙江流域的中游。增殖站建设及运行由“河长办公室”委托专业部门进行设计并实施,所需经费由龙江干流各梯级电站按电站装机规模分摊并公示,接受社会监督。

(1) 增殖放流站任务

鱼类增殖站的主要工作任务是:进行野生亲本捕捞、运输,驯养,实施人工繁殖和苗种培育,接受标志(或标记)的技术培训,进行放流苗种的标志(或标记),建立遗传档案,建立并长期维持人工种群,提供苗种进行放流。

(2) 增殖放流对象

关于放流对象的选择,由于保护鱼类、特有鱼类大多种群数量少,生境要求特殊,自我调节能力和抵抗外界干扰的能力差,一旦破坏难以恢复,因此增殖放流鱼类重点是对梯级电站工程比较敏感的珍稀重要鱼类,其次考虑的是主要经济鱼类。同时增殖放流对象的选择还应考虑受工程影响程度、保护要求、现状资源量、人工繁殖技术等因素。根据以上放流对象选择原则,综合考虑龙江流域及金城江水电站河段鱼类组成特点及其鱼类生态习性,优先考虑桂华鲮和乌原鲤,近期如果没有桂华鲮和乌原鲤的苗种来源,可以考虑放流光倒刺鲃以及当地经济鱼类。

(3) 放流规格

综合考虑放流区域捕食性鱼类和敌害生物情况,苗种生产实际状况、放流成活率、放流水域饵料条件,推荐每年放流两次,第一次放流体长 4cm~6cm 的当年苗种,第二次放流 1 冬龄鱼种。此规格的鱼种在运输过程中苗种死亡率低,苗种

体质良好，基本能够适应新的生存环境。

(4) 增殖放流规模

《广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书》中提出目前“龙江流域没有建设鱼类增殖站，从长期的角度考虑，本次建议龙江流域建设1个增殖站，所需经费由龙江干流各梯级电站按电站装机规模分摊并公示，接受社会监督。龙江干流各电站建议增殖放流种类和数量见表5.3.4-3

表 5.3.4-3 龙江干流各电站增殖放流种类及数量表

序号	电站名称	放流数量	放流种类	放流地点
1	糯米滩电站	10万尾/每年	放流种类以桂华鲮、乌原鲤、叶结鱼、长臀鮠等重点保护种为主，当地经济鱼类为辅；考虑到近期缺少保护鱼类苗种来源，近期放流以当地经济鱼类为主，之后逐步加大保护种数量	梯级的库中、坝首以及坝址下游河段
2	三岔电站	10万尾/每年		
3	洛东电站	10万尾/每年		
4	叶茂电站	10万尾/每年		
5	长瓦电站	5万尾/每年		
6	拉浪电站	10万尾/每年		
7	金城江电站	5万尾/每年		
8	肯足电站	4万尾/每年		
9	六甲电站	4万尾/每年		
10	拔贡电站	2万尾/每年		
11	江丰电站	2万尾/每年		
12	下桥电站	4万尾/每年		
13	干捞电站	2万尾/每年		
14	贵江电站	2万尾/每年		
合计		80万尾/每年		

金城江水电站预留出250万元资金进行增殖放流，具体增殖站的建设及运行由“河长办公室”委托专业部门进行设计并实施

5.4.3.7 生态流量下泄措施

金城江水电站运行后，发电后的水经过电站尾水渠回归河道内，由于水库具有日调节电站性能，新建电站尾水渠下游流量与上游来水量保持一致。

坝址断面多年平均流量为144m³/s，为保证下放足够的生态流量（不低于坝址多年平均流量的10%），平水期下放的生态流量为14.4m³/s，丰水期下泄生态流量最少应为28.8m³/s，保证下放足够的生态流量。

5.4.3.8 加强渔政宣传和管理

水电站建成后，除依靠生态系统自身的恢复功能外，加强库区资源的保护有利于降低项目建设对鱼类资源的影响。要加强渔政管理，严格执行禁渔期和禁渔区管理，防止电、毒、炸鱼事件的发生，对渔业生产过程中网具种类和网目大小严格规定；对水产养殖限制开发，加强管理，防止过度开发利用造成资源破坏，影响资源的可持续利用。

5.4.4 环境空气保护措施

项目厨房应安装油烟净化装置，油烟由烟道排至办公楼楼顶。厂区内保持卫生清洁，无雨天采用洒水车喷水降尘，配合绿化措施。

5.4.5 固体废物处置措施

(1) 生活垃圾

在厂区内设置垃圾桶分类收集垃圾，定期由市政环卫部门统一清运处理。

(2) 电站检修废油

运行车间与机修车间必须进行地面硬化处理，避免废油下渗，同时设置截油沟和废油收集池，仪器设备维护、检修时产生的废油集中收集到收集池内，不得随意泼倒，避免废油进入河内，污染河流。废油由有资质的单位统一进行处理。

6 环境影响经济损益分析

6.1 环境保护投资概算

6.1.1 编制原则

- (1) 对于属于《水利水电工程环境保护概估算编制规程》(SL359-2006)；
- (2) “一次性补偿”原则。对工程所造成的难以恢复的环境损失，采取替代补偿，或按有关补偿标准给予一次性合理补偿。
- (3) 环境保护作为工程建设的一项重要内容，其费用构成、概算依据、价格水平与主体工程一致。

6.1.2 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) 国家计委“计价格[1999]1283 号”文《建设项目前期工作咨询收费暂行规定》；
- (3) 国家发改委、建设部发布的“发改价格[2006]1352 号”文《水利、水电、电力建设项目前期工作勘察收费暂行规定》；
- (4) 国家发展与改革委员会“计价格[2002]1980 号”文关于印发《招标代理服务收费管理暂行办法》的通知；
- (5) 国家发改委、建设部“发改价格[2007]670 号”文关于印发《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知；

6.1.3 环保投资估算

表 6-1 环保投资估算表 单位（万元）

		主要内容	工程设计	环评新增
第一部分 环境保护措施(含临时)				
1	水环境保护		/	/
(1)	生活污水处理	化粪池 4 个	3.0	/
(2)	机械废水处理	集水沟、2 个隔油沉砂池	/	5.0
(3)	基坑废水处理	絮凝剂，沉砂池（2 个）	/	2.3
(4)	库底清理	/	49.01	/
(5)	库区淹没区清理	/	/	56.03
2	环境空气保护		/	/
(1)	施工期	劳动防护用品，洒水车费用	2.5	/
(2)	运营期	油烟净化器，洒水车费用	/	1.5

3	固废处置		12	/
(1)	/	垃圾桶, 生活垃圾、建筑垃圾处置	/	/
4	噪声防治措施		/	3.2
(1)	敏感点	隔声屏障	/	/
(2)	施工区	减震机座, 警示牌	/	/
5	生态环境保护		/	/
(1)	鱼道	鱼道工程及其电气设备安装	2731.18	/
(2)	鱼道拦鱼电栅	拦鱼电栅及配电箱	75.32	/
(3)	增殖放流	预留资金	250	/
(4)	警示牌 (15 个)	环境保护警示牌, 宣传栏	/	1.2
6	水土保持		129.88	/
(1)	工程措施	截排水沟, 沉沙池、土地整治	13.03	/
(2)	植物措施	草皮护坡, 移植灌草木, 播撒种子	1.89	/
(3)	临时措施	纱布、排水沟, 沉沙池	8.48	/
(4)	其他	/	106.48	
7	人体健康保护		/	/
	/	人体疫情抽查, 体检	/	1.2
8	环境监测措施		15.2	/
9	独立费用	/	100.18	/
(1)	建设管理费	/	34.18	/
(2)	环境监理费	/	16.00	/
(3)	科研勘测设计咨询 费	/	50	/
10	基本预备费		38.37	/
小计			3406.64	70.43
合计			3477.07	

工程总投资为 51458 万元, 环保投资为 3477.07 万元, 占总投资的 6.74%。

6.2 环境影响经济损益分析

6.2.1 环境效益

1、环境经济效益

本电站装机容量为 $2 \times 7.5\text{MW}$, 电站出力为 1070KW, 年利用小时数为 3269h, 多年多年平均发电量为 4904 万 KW.h, 上网电价按 0.57 元/kW.h 考虑, 经计算, 电站正常运行后发电年效益为 2491 万元。

经计算, 本项目内部收益率为 9.0%, 大于社会折现率 8%; 经济净现值 ($Is=8\%$) 为 3844 万元, 大于零; 经济效益费用比 ($Is=8\%$) 为 1.09, 大于 1。

发电效益显著。

2、社会效益

随着水电站的建设，将会促进区域旅游、文化经济的发展，为区域经济创造良好的给予，局部改善电网电能质量，增加地方财政收入，促进当地经济发展。因本效益难于货币化，暂不计列。

3、生态效益

工程建设后，水环境、水景观得到很大的改善，促进了旅游、文化、娱乐业的发展，促进经济发展；水电为清洁能源，电站运行后，多年平均发电量为 4904 万 KW.h。

本工程环保措施实施后，因工程建设造成的环境破坏和水土流失将得到有效治理，有效维护和改善项目区域生态环境。水库可能会使局部水环境变得湿润，

使旱生河谷灌丛或草丛植被类型向半湿润型的植被类型演变。该部分的环境效益难于货币化，暂不计列。

6.2.2 环境损失

根据金城江水电站工程及工程区域环境特点，为减免、恢复或补偿不利环境影响所采取的环境保护措施主要包括以下内容：施工生产废水及生活污水处理、大气污染控制措施、固体废弃物处理、噪声及粉尘控制；生态建设与水土保持；鱼类资源保护及人群健康保护等，在进行分析或多方案比选的基础上，提出了各项措施推荐方案及相应费用概算。工程环境保护措施总费用为 3477.07 万元（包含水保投资），作为本工程可货币化的环境损失。

6.2.3 环境影响损益分析

根据以上分析，金城江水电站工程具有较好的经济、社会效益和一定的环境效益，为减免不利环境影响所采取的环保措施费用在各项环保措施得到落实的情况下，可较大程度地减免因环境损失而造成的潜在损失。

7 环境管理与监测计划

7.1 环境管理

7.1.1 目的

金城江水电站环境管理目的在于保证主体工程各项环境保护措施的顺利实施，使工程施工和运行产生的不利环境影响得到减免，以实现工程建设与生态环境保护、经济发展相协调。

7.1.2 管理原则

- (1) 预防为主、防治结合原则
- (2) 在施工和运行过程中，环境管理要预先采取防范措施，防止环境污染和生态破坏的现象发生，并将预防作为环境管理的重要原则。
- (3) 分级管理原则
- (4) 工程建设和运行应接受各级环境保护行政主管部门的监督，内部实行分级管理制，层层负责，责任明确。
- (5) 相对独立性原则
- (6) 环境管理是工程管理的一部分，需满足整个工程管理的要求，同时环境管理又具有一定的独立性，必须依据我国现行环境保护法律法规体系，从环境保护的角度对工程进行监督管理，协调工程建设与环境保护的关系。
- (7) 针对性原则
- (8) 工程建设的不同时期和不同区域可能会出现不同的环境问题，应通过建立合理的环境管理机构和管理制度，针对性地解决出现的问题。

7.1.3 环境管理体系

金城江水电站工程环境管理分为外部环境管理和内部环境管理两大部分。

1、外部环境管理：指国家及地方环境保护行政主管部门，依据国家相关法律、法规和政策，按照工程需达到的环境标准与要求，依据对各工程建设阶段进行不定期监督、检查及环境保护竣工验收等活动。

2、内部环境管理：分为施工期和运行期。

(1) 施工期主要由建设单位负责，承包商协作，对工程施工期环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家和地方对建设项目环境保护的要求。施工期内部环境管理体系由建设单位和施工单位分级管理，分别成立专职环境管理机构。

(2) 运行期由建设单位负责组织实施，对工程运行期的环境保护规划、保护措施进行优化、组织和实施。

7.1.4 环境管理体制

(1) 建设期环境管理机构及职责

(2) 建设期环境管理机构为项目业主——河池市国有资产投资经营有限责任公司，执行以下职责：

①贯彻执行环境保护法规和标准，制定和完善项目的环境保护制度和环境管理手册。

②负责项目的环境保护日常管理工作，接受政府主管部门的监督和检查。

③设立环境保护机构，由专职环保人员组成，负责自查项目运行情况，制定项目环保工作计划。

④执行和监督施工单位执行各项环境管理措施、环境污染防治措施、水土保持措施等。

⑤组织学习和开展环境保护专业技术培训，提高职工的环境保护意识，并负责突发环境事故调查和处理。

(2) 运行期环境管理机构及其职责

运行期环境管理机构为河池市水利局，执行运行期各项环保措施。

(3) 人员设置

根据《水利工程管理单位岗位设置标准（试点）》、《广西壮族自治区水利工程管理条例》及水利部 2003 年 6 月制定的《水利工程管理单位岗位设置标准》的有关规定，金城江水电站库容为 5212 万 m³ 的中型水库，定员级别为 4 级。经计算，本工程配置管理、生产和辅助人员总数为 30 人，其中单位负责人、行政管理、技术管理、财务与资产管理及水政监察类岗位定员 12 人、运行、观测类岗位定员 15 人、辅助类岗位定员 3 人。

7.1.5 环境管理制度

(1) “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及其他公害措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。“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。

(2) 分级管理制度

建立由各参建单位分工负责的环境保护分级管理制度。在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治和生态保护设施与措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，环境监理联合工程监理进行日常监督检查，建设单位环境保护管理机构负责定期检查，对检查中所发现的问题通报监理部门，由监理部门督促施工单位整改。

(3) 监测制度

环境监测是环境管理部门获取金城江水电站工程施工期环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据。应委托当地具备相应环境监测资质的单位，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，实施监测成果季报、年报和定期编制环境质量报告书以及年审制度。根据环境监测结果，适时优化调整环境保护措施。

(4) 环境信息公开制度

建立环境信息全过程公开制度，建设单位应在工程建设过程中公开环境影响报告书编制信息、公开环境影响报告书全本、公开建设项目开工前信息、公开建设项目施工过程中及建成后的信息。

7.1.6 环境管理内容

表 7.1-1 环境管理内容一览表

时期	环境管理内容	实施机构	环境管理机构
未建项目实施前	①新建电站必须是列入本规划环评的电站，不列入本规划环评的不审批，特殊需建的项目按分级管理原则报批。 ②审核主体设计方案，从环境保护角度对工程方案进行论证，推荐工程建设方案。	设计单位、环评单位	自治区、市县环保、水利、水产等主管部门

时期	环境管理内容	实施机构	环境管理机构
	③必须保证各电站下游的生态用水、生活用水、工农业等用水需水量；检查环保措施合理性，检查弃渣场是否合理。 ④新建水电站不得涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水水源保护区以及种资资源保护区；对评价范围内的敏感点，根据实际情况设置合理的保护措施。 ⑤制定移民安置及补偿方案。		
电站建设过程中	①检查施工场地、料场、弃渣场等选址是否合适 ②检查噪声污染控制措施，高噪设备采取降噪措施 ③合理控制施工时间，搅施工区域特别是敏感点附近采取洒水降尘等粉尘污染控制措施；材料运输、材料堆放注意遮盖等 ④检查施工场所生产废水、生活污水的处理和回用情况，避免废污水直接入河 ⑤生活垃圾集中堆放，定期运至指定地点处理，严禁乱倒垃圾 ⑥严格控制施工范围，禁止乱砍滥伐，施工迹地及时采取植被恢复措施 ⑦加强施工区消毒及卫生清理；加强卫生检疫、预防免疫及卫生防疫；加强食品卫生管理与监督，保护饮用水水质 ⑧检查环保设施“三同时”落实情况，检查环保设施是否正常运行，污染物是否达标排放	施工单位、电站业主	自治区、市县环保、水利、水产等主管部门
全流域电站运行期	①检查运行期环保措施的实施情况 ②检查环境监测计划的实施情况，按照环境监测技术规范要求开展环境监测 ③检查各敏感点环境保护措施落实情况，检查需进一步加强的环保措施 ④检查环境敏感点的环境质量是否满足要求 ⑤检查电站环保制度的建立、健全情况 ⑥检查电站是否有应急预案可以应对突发的环境事件 ⑦开展项目周边环境保护宣传活动	电站业主	自治区、市县环保、水利、水产等主管部门

7.1.7 工程管理范围及保护范围

工程管理范围包括工程区和生产、生活区。参照《水库工程管理设计规范》规定，工程管理范围及保护范围如下：

(1) 枢纽工程各组成部分的覆盖范围。包括泄水闸坝、鱼道、发电厂房、左岸上坝道路及护岸等建筑物；

(2) 坝轴线上游 100m、坝脚线下游 150m 以内、左岸至厂区以外 15m、右

岸至右岸公路边为管理范围，管理范围以外 200m 为保护区。

- (3) 水文观测设施、交通设施、专用通讯及其附属设施；
- (4) 管理和运行所必需的其他设施占地。包括管理单位的生产、生活区等；
- (5) 水库土地征用线以内的库区。

工程管理和保护范围应由管理机构会同有关部门，充分考虑各种因素，共同协商确定后报请政府批准，并在边界设立标志。

7.2 环境监理

7.2.1 目的

环境保护管理与监督是工程管理重要组成部分，主要内容包括工程施工期环境影响恢复情况检查、设置环境保护管理机构、制定并执行监测计划等。

7.2.2 任务

在运行期，工程管理单位的环境保护工作主要有以下几个方面：

- ①贯彻执行国家及地方环境保护法律、法规和方针政策；
- ②落实工程运行期环保措施；
- ③负责落实运行期的环境监测，并对结果进行统计分析；
- ④监督周围环境变化对工程的影响，并向有关部门反映，督促有关部门解决问题；

另外，当地环保行政主管部门应加强环境保护的监督管理，特别是生态基流保证情况的监管。

7.2.3 环境保护监督机构

(1) 施工期

河池市生态环境局：全面负责项目环境管理工作，组织协调与该项目有关机构的环境保护工作，指导项目所在地环保局执行各项法规，负责各项环保措施的竣工验收，负责对项目施工和运行阶段的环保工作进行统一监督管理。

河池市水利局：对施工期水土保持方案“三同时”进行检查督促等。

金城江区生态环境局：对施工期各项环保措施的施工、竣工情况进行检查、监督管理。

(2) 运行期

河池市生态环境局：全面负责项目环境管理工作。负责对项目运行阶段的环保工作进行统一监督管理。

金城江生态环境局：对运行期工程的各项环保设施的运行情况进行检查、监督管理。

河池市水利局：定期对运行期间的各项水土保持措施及有关的环保管理制度的执行情况进行督促检查。

7.2.4 监理内容与人员设置

7.2.4.1 监理内容

环境监理部门对工程施工期的环境保护措施实施监理制度，监理内容包括：水、大气、声、固体废弃物、水体保持措施等的实施，运输和施工机械的检修和正常运行，环境监测制度的落实等。施工期重点应落实污水管网改造工程是否落实，运行期主要是保证施工临时占地的生态建设等的内容落实。

7.2.4.2 监理人员设置

根据工程规模，结合主体工程监理开展环境监理工作，委托 1 名主体工程监理工程师兼顾环境监理，负责对环保措施的执行情况进行监理。

7.3 环境监测计划

7.3.1 目的

金城江水电站工程的建设会造成一定的环境污染和生态破坏。为了评价规划实施后的实际环境影响，纠正环评预测结果中出现的偏差，检查规划实施过程中环保措施的贯彻实施及执行效果，有必要制定环境监测计划，并根据监测结果对规划实施过程中出现的环境问题采取防治和改进措施。

7.3.2 监测布点原则

1、针对性和代表性原则

根据环境现状和环境预测结果，选择对环境影响显著、对工程区域环境影响有控制性和代表性的因子进行监测，合理选择监测点位和监测项目，做到监测方案有针对性和代表性。

2、统一规划，分步实施原则

监测计划从总体考虑，统一规划，根据工程不同阶段的重点与要求，逐步实施和完善。

3、与工程建设紧密结合原则

监测范围、对象和重点结合金城江水电站工程施工的特点及周围环境敏感点的分布，及时反映工程施工过程中周边环境的变化以及环境变化对工程施工和运行的影响。

4、经济性和可操作性原则

按照相关专业技术规范要求，监测项目、频次、时段和方法以满足本工程环境保护需要为前提，科学安排监测计划，力求以较少的投资获得较完整、准确的环境监测数据。

7.3.3 环境质量监测计划

7.3.3.1 施工期监测计划

监测时段包括整个施工期，监测的环境因子包括地表水、大气、噪声等。具体监测点位布设见表 7.3-2。

表 7.3-2 施工期环境监测布设

序号	环境类别	断面或监测点位置	监测项目	监测频率	监测方法
1	地表水	拦河坝上游 500m 处的龙江	水温、pH 值、SS、DO、高锰酸盐指数、阴离子表面活性剂、BOD ₅ 、石油类、氨氮、类大肠菌群、氨氮	施工期丰、平、枯水期各监测 1 次，连续 3 天	《地表水与污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)
2		拦河坝下游 500m 处的龙江			
1	大气	上沙里屯	TSP、PM ₁₀ 、SO ₂ 、NO ₂	施工期每半年监测 1 次，每次一天，昼夜各监测 1 次	《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ/T194-2005)
2		下沙里屯			
3		才吉			
1	声	上沙里屯	等效连续 A 声级		《声环境质量标准》(GB3096-2008)
2		下沙里屯			
3		才吉			

7.3.3.2 运营期监测计划

表 7.3-3 运行期环境监测布设

序号	环境类别	断面或监测点位置	监测项目	监测频率	监测方法
1	地表水	库区：肯冲地下河出口上游200m	水温、pH 值、总硬度、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、挥发酚、阴离子表面活性剂、高锰酸盐指数、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、氟化物、氰化物、汞、硒、砷、铅、镉、铬（六价）等 22 项	每个月三次	HJ/T91-2002《地表水和污水监测技术规范》
2	地下水	肯冲、城北和加辽水厂取水口	水位，水质指标：pH 值、总硬度、氨氮、高锰酸盐指数、总大肠菌群、硫酸盐、六价铬、砷、镉、铜、铅、锌、汞	每天进行一次，由水厂负责	《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）

7.3.4 生态监测计划

1、监测目的

通过对金城江水电站建设前后陆生生态与水生生态环境进行监测，可以为陆生生态环境保护和流域环境管理提供更好的依据。

2、陆生生物监测计划

表 7.3-4 陆生生物监测布设

序号	监测对象	监测点位置	监测内容及方法	监测频率
1	陆生植物	坝址左、右岸	以库区草丛和灌木丛植物种类，在监测点设置样带进行植被及变化调查	水库蓄水前调查 1 次，蓄水后 2 年进行 3 期监测，每期监测在一个年度内分别进行雨季和旱季 2 次监测。
2	陆生动物		根据陆生生物组成设置固定样线 2~3 条，统计兽类、鸟类、两栖类、爬行类的物种出现率	水库蓄水前调查 1 次，蓄水后 2 年进行 3 期监测

3、水生生态监测计划

表 7.3-5 水生生物监测布设

监测对象	监测断面	监测内容	监测频次
------	------	------	------

水生生物监测	库尾、库中、 坝前、坝下游拉浪水 电站库尾	浮游植物、动物，底栖无脊 动物和水生维管束植物的 种类、分布密度与生物量	蓄水前监测 1 次， 运行后连续监测 2 年，每年 1 次
鱼类种群		鱼类种类、种群、分布情况	
过鱼设施效果	过鱼通道	监测鱼道过鱼季节、种类及 数量，鱼道进出口水动力学 特征与鱼类集群溯流情况	

7.4 环境保护工程竣工验收计划

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》中的有关要求，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、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。

金城江水电站工程环境保护竣工验收表见表 7.4-1。

表 7.4-1 金城江水电站工程环境保护竣工验收清单

序号	分项		验收主要内容		备注
1	组织机构设置		按照环评报告书和管理要求成立相应的环保组织机构		由项目业主在提交验收申请时提供
2	招投标文件		在工程施工及设施采购合同中应有环保的规定条款		
3	动态监测资料		施工期环境监测报告		
4	环保设施效果验收		对环保设施效果的检验报告		
5	环保设施一览表		工程设计及环评确定的环保设施		
	治理或保护对象		措施内容	执行或排放标准	
	废水	施工废水	机械冲洗废水、油污废水经隔油、沉淀处理后回用；基坑废水絮凝沉淀后回用		禁止排放
		生活污水	施工期	采用临时化粪池处理，水质达到标准后，再由吸污车运送至附近的污水处理厂进一步处理。	施工期、运营期均执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准
	运营期	厨房含油废水经隔油池处理后同生活污水一起汇入三级化粪池处理，水质达到排放标准后，定期由吸污车运送至附近的污水处理厂处理，不排入龙江。			
水库水质保护	淹没线以下的建筑物、厕所、生活垃圾及农家肥堆积场所、污水坑（沟）、植被	施工期	由专业卫生防疫单位实施，采取边清理、边填写登记表、边审查、边验收的方法。		
		运营期	①水库周边建议禁止发展污染企业，严禁设置各类排污口；		

			②禁止周边生活污水直接排入龙江，控制周边农田的化肥使用量； ③限制库区内进行网箱养殖，以免造成营养物质富集。		
废气	土石方开挖、运输车辆行驶以及爆破等作业将产生的粉尘污染，大型机械设备的燃油废气	施工场地采取洒水降尘，施工道路采取密闭运输方式控制扬尘污染；车辆安装尾气净化装置；控制燃油施工机械和生活燃料废气；敏感点设置防尘围栏，施工人员配备防尘口罩		执行《大气污染物综合排放标准（GB16297-1996）表2中新污染源无组织排放监控浓度限值，施工场界浓度限值1.0 mg/m ³ 。	
噪声	施工噪声	设置隔声罩，采用环保施工机械、设备降噪、控制高噪声设备运行时间		满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准；施工期执行《建筑施工厂界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），运营期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类	
	交通噪声	控制汽车超载、限速、禁止鸣笛			
固体废物	生活垃圾	设置垃圾桶，施工现场各区域负责收集区域内的生活垃圾，由市政环卫部门统一清运处理		及时清运，保持该区清洁卫生	
	建筑垃圾	交废物收购站回收利用，对不能回收利用的，定期清运至行政主管部门指定建筑垃圾消纳场处置。			
	机械检修废油、含油抹布	废物类别为“HW08 废矿物油”，由建设单位委托有资质的危险废物处置单位定期处理。		按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）的要求处理	

陆生生态保护	陆生植被恢复与保护	宣传科普生态保护知识；合理规划施工布置，加强施工管理，严格控制施工范围；保存优良土壤，以便后续植被恢复工作及时恢复临时占地区域植被；对于永久性占地应采取异地补偿的保护措施			
	陆生动物	施工期加强宣传、管理工作；保护动物栖息地生境；严禁捕杀、贩卖野生动物			
水生生态保护	主要鱼类资源	施工期	加强教育；制定规定，严禁违法捕鱼，违法者要给予处罚并追究其法律责任；文明施工，合理安排施工时间围堰填筑以减少对河水的扰动，严禁未经处理的废水、垃圾直接排入龙江。		
	水生生物	营运期	水生生态保护管理措施，栖息地保护、过鱼设施、鱼类增殖放流、生态流量泄放、渔政管理、设置警示牌等措施		
水土保持	水土流失	避开大风日或雨天施工；布设截排水沟，防止周边汇水对各开挖边坡的冲刷；实施植物护坡措施；在坝肩及河岸开挖边坡采取无纺布苫盖，避免雨天碎石滑落			
人群健康	施工人员	设置公厕，在施工区进行卫生清理与消毒；施工人员进场前的卫生检疫，施工人员定期健康检查，进行预防免疫计划，疫情控制措施；加强食品卫生管理与监督。			

8 结论

8.1 工程分析结论

河池市金城江龙江重点水环境治理及水电站工程符合国家的产业政策、能源发展政策；与广西、河池国民经济和社会发展“十三五”规划、广西主体功能规划、广西生态功能区划、龙江干流水电规划相关内容是相符合、协调一致的；符合《广西中小水电水能资源开发规划环境影响报告书》和《广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书》及其审查意见的要求。

本工程建设内容分为两部分：电站库区段龙江水环境治理及水电站建设。

水环境治理建设内容包括：（1）进一步控制金城江城区生活污染源：提高金城江城区生活污水截污率，消除生活污水直排口；根据《河池市中心城区排水工程专项规划》（2013-2020），老城区由现状合流制逐步改造为雨污分流排水制。完善金城江区老城区雨污分流排水系统改造，在全部6个雨水排水流域逐步实现雨污分流，减少雨水进入污水管现象和污水通过雨水排入龙江现象。（2）龙江支流水环境整治，主要是龙江支流温平河及肯研河的水环境整治。（3）金城江城区有色金属冶炼企业出城入园后，金城江区城区周边的冶炼厂目前均已关闭或搬迁，根据调查：河池市金城江宝来冶炼厂（2016年10月停产）、广西河池南方有色金属有限公司（2016年10月停产）、五吉一厂（2008年停产）、河池冶化厂（2008年关停）、广西金河矿冶股份有限公司（2014年停产）、五吉二厂（2016年10月停产，搬迁至五圩工业园）。对于已关闭或搬迁企业遗留场地，河池市政府承诺将逐步开展遗留场址及周边环境调查与整治修复，控制遗留场地污染物进入龙江的环境风险，保障水质安全。（4）由于本项目大坝建成后，库区水流速变缓，建设单位与河池市污水处理厂协商后，由本项目建设单位河池国投公司负责将河池市金城江区污水厂排污口以接管的方式下移至金城江电站大坝下游，需新建一条2050m长的污水尾水管。（5）根据项目可研报告及可研批复，改造城区段架设在河堤内的库区淹没的金城江区市政污水干管4348m。

金城江水电站在可研阶段，通过环境影响评价工作与主体工程设计工作的全程互动，对坝址、坝型、正常蓄水位、枢纽布置、施工布置等均做了方案优化和比选，充分考虑了环境影响，工程在环境保护方面无重大环境制约因素，工程建设环境合理可行。

8.2 环境现状调查与评价结论

根据对生态环境的调查,本工程河段内不涉及珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、重要水生生物的自然产卵场、索饵场及越冬场、洄游通道、天然渔场。

经调查,工程占用和淹没范围为龙江河两岸海拔相对较低区域,该区域多为次生植被和农作物,淹没的植物物种均为区域内常见种,物种多样性不高;且电站占地及淹没面积较小,占用的植物种类较少,生物量损失比例也很小。库区现状主要分布的是灌丛、草丛和人工植被。

评价范围地带性植被属于典型的常绿阔叶林,其类型包括有暖性针叶林、暖性落叶阔叶林、暖性灌丛和草丛、暖性人工林、暖性竹林。结合对评价范围内现状植被中群落组成的建群种与优势种的外貌,以及群落的环境生态与地理分布特征等分析,将评价范围自然植被划分为5个植被型组,6个植被型,22个群系。

本项目属龙江中下游,两岸人类活动频繁,人为干扰大,无大面积森林分布,该区域基本见不到大型野生动物。根据实地考察及对相关资料进行综合分析,调查区分布的陆生脊椎动物有4纲21目47科70属78种;无国家I级、II级重点保护野生动物分布。

观察记录到水生维管束植物7种,其中凤眼莲和大藻为外来种。共观察到浮游植物34种,分别隶属于蓝藻门、硅藻门、裸藻门、甲藻门、绿藻门和黄藻门。在34种中,硅藻门和绿藻门的种类最多,分别有11种和14种,分别占全部藻类的32.4%和41.2%;其次是蓝藻门,有5种,占全部藻类的14.7%;裸藻门2种,占5.8%;黄藻门1种,甲藻门1种。本工程涉及河段共检出浮游动物18种,其中轮虫种类8种,种类最多,占总种数44.4%;桡足类6种,占总种数33.3%;枝角类2种,占总种数11.1%;原生动物1种,占5.56%。调查水域各监测点浮游动物组成中轮虫类与桡足类占绝对优势,枝角类与原生动物较少。

大型底栖动物18种。其中软体动物门有14种,占总种数的77.78%;节肢动物门,共有4种,占总种数的22.2%。

龙江流域记录鱼类120种,分属8目24科,其中鲤形目有4科90种,占总数的75.0%;鲇形目6科12种,占总数的10.0%;鲈形目有9科13种,占总数

的 10.8%；合鳃鱼目、鳗鲡目、鲢形目、鳙形目、脂鲤目各 1 科 1 属 1 种，各占总数的 0.83%。

电站影响区和龙江流域的鱼类分布具不明显的区域性特征，由于龙江为柳州的支流，柳江、西江干流有多个大型水电工程，使龙江流域仅有少量海洋性洄游鱼类和长距离洄游性鱼类，绝大多数种类都为非洄游种类。赤魮和花鳗鲡虽然都是具有洄游性特征，目前在龙江口江段虽然偶有捕获，但捕获量极少。调查和访问结果表明，龙江流域鱼类种类多，调查发现的多数种类为小型鱼类。由于电站的修建，众多电站大坝构成的库区环境，适合于众多静水型鱼类的生长。各断面所监测项目（水温、总氮、粪大肠菌群不参与评价）的监测值均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，水质达标率 100%。

2016~2017 年上半年河池市区城西水厂、城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂等 4 个集中式饮用水水源水质所监测指标均符合《地下水环境质量标准》（GB/T14848—1993）III类标准，水质达到或优于III类比例为 100%，水质保持稳定。根据《2017 年 10 月河池市集中式饮用水源地水质月报 [2017]第 10 期》，城西水厂、城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂 4 个城市集中式饮用水源地水质监测的 23 项水质指标均达到《地下水质量标准》（GB/T 14848—1993）III类水质标准，水质达标率为 100%，

各项监测因子均未超过浓度限值，标准指数均小于 1，日均污染物浓度变化较小，各监测点参与评价的各项因子均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值要求。

厂界与环境敏感点的各监测点昼间、夜间的噪声值均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准限值要求。

由监测结果可知，除了拟建水电站坝址位置，其余监测点位水库底质中的镉全部超标，金城江污水处理厂上游 500m 处、拟建水电站坝址位置的底质砷超标，其余各项监测因子监测值均符合《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）中三级标准的要求，经分析，镉污染事件发生 5 年，龙江各监测断面底泥仍有镉滞留，说明处理后的镉已沉淀且基本固定于江底，成为非水溶性镉。

8.3 环境影响预测与评价结论

8.3.1 水文情势影响分析

金城江电站坝址处多年平均水位 176.42m, 水库蓄水后, 正常蓄水位为 185m, 回水长度 0km, 正常蓄水位对应库容 5212 万 m^3 , 坝前水深抬高 8.58m。多年平均流量 $144m^3/s$ 时, 回水至肯足电站尾水渠出口断面, 回水位比现状水位高出 0.34m。金城江电站至上游肯足电站坝址现状平水期水面面积约 $120hm^2$, 电站建成后正常蓄水位水面面积 $168hm^2$, 建库后河宽, 水深均相应增加, 水体平均流速从库尾向坝首逐步递减, 坝前平均流速受大坝下泄流量(含发电流量和泄洪等)控制, 下泄流量越小, 坝前平均流速越小, 河流流速受影响较大。

本工程为径流式日调节水电站, 库容调节能力极小, 超过发电用水的水量经溢流坝全部下泄。在汛期和平水期, 由于上游来水量较大, 上游来水量一般大于电站正常发电流量, 除发电用水外, 其余多余水量均从溢流坝下泄, 大坝下游水量与天然情况相差不大, 大坝下游河段流量基本与天然状态一致, 不存在减脱水河段。

结合本电站水库及下游拉浪电站运行方式, 在丰水期、平水期, 电站尾水其下游的拉浪电站库区水位衔接, 不存在减脱水情况, 下游河段维持在水库形态。在枯水季, 拉浪电站库区水位维持在 177m~176.5m, 水位与本电站尾水位衔接, 因此, 在枯水期也不会出现减脱水河段。

金城江水电站所处区域大部分处于石灰岩地区, 水土流失较轻, 河流含沙量较少, 泥沙来源主要是洪水对流域内表土的冲刷及侵蚀造成的, 流域内植被条件较好, 土壤结构密实, 水土流失轻微, 故河流含沙量较少。因此水库不会出现因大量泥沙淤积而影响运行情况, 坝址下游泥沙不会有较明显的减少。

8.3.2 陆生生态影响分析与评价

电站开发占用了一些当地的常见植物, 使得各植被类型面积有一定程度的变化, 但由于这些植物分布范围广、种群数量大, 在周边地区有广泛分布, 工程建设没有引起植被类型的变化, 也没有造成植物种类的消失, 不存在因局部植物物种损失而导致植物物种多样性减少, 没有对区域生态系统稳定性构成威胁。工程

评价范围内没有发现国家或自治区级重点保护植物和古树名木。工程建设破坏的植物生物量损失比例很小，且这些植物分布范围广、种群数量大，在周边地区有广泛分布，因此，工程建设对陆生植物影响较小。工程占用为龙江河两岸海拔相对较低区域，该区域多为次生植被和农作物，物种多样性不高，区系成分比较简单，电站建设不会造成植物物种多样性减少，也不会对区域生态系统稳定性构成威胁。

工程淹没范围内没有发现国家或自治区级重点保护植物和古树名木。水库淹没破坏的植物生物量损失比例很小，且这些植物分布范围广、种群数量大，在周边地区有广泛分布，淹没范围为龙江河两岸海拔相对较低区域，该区域多为次生植被和农作物，物种多样性不高，区系成分比较简单，电站蓄水不会造成植物物种多样性减少，也不会对区域生态系统稳定性构成威胁。

经调查，金城江电站周边没有发现国家或自治区级保护动物。由于工程建设规模都比较小，占用的陆地面积较小，只要严格控制施工范围，严禁捕杀动物，并采取措施降噪减尘，后续工程建设对陆生动物的影响极其有限。

总体来看，项目施工对陆生动物影响有限，且施工影响是暂时的，随着各种环境保护措施的落实，临时征用的土地植被将得以恢复，野生动物的生活范围可得到一定的恢复。电站建设及运行对飞行能力较强的鸟类和陆地森林生活的兽类基本上都没有影响，对直接依赖于水体生存的虎纹蛙影响最大，但对其影响都是暂时的，随着施工结束而恢复。

8.3.3 水生生态影响分析与评价

1、对水生维管束植物的影响

库区形成后，由于水体加深，透明度降低且为静水环境，绝大部分的水生维管束植物无法生存，也很难快速地在库区浅水区生长。本项目河段水生生态已基本上趋于稳定，金城江电站实施后对现状的水生维管束植物新增影响很小。

2、对浮游动植物的影响评价

电站大坝建成蓄水后，平均流速减缓，库区泥沙沉积量增多并逐步累积，水中的营养盐类渐渐增加，另外，由于水面面积增大，表层水温易受太阳辐射影响而升高。这些环境条件的改变，都利于光合自养的藻类植物生长，藻类植物的种

类和生物量将会增加，藻类植物的群落结构也会发生改变，并随着环境的稳定而趋于相对稳定。

3、对底栖动物的影响评价

结合现状调查知，软体动物门和节肢动物门的底栖生物在评价占相对优势，在龙江各河段均有分布。金城江电站库区水深抬高仅 3~8m，库底能够得到阳光照射，有利于底栖动物生长繁殖，由于水库水深较浅，对底栖生物影响不大。

4、对鱼类的影响评价

(1) 对鱼类食性的影响

本电站建设导致库区水环境发生变化，水生植物分布区扩大，浮游植物大量繁衍，底栖动物和浮游动物增加。对鱼类而言，总的趋势是食物更加充足了。水生植物和浮游植物的增加，对植食性、滤食性鱼类更为有利；浮游动物和底栖动物生物量的增加，对以浮游动物为食的中上层鱼类、底层鱼类及鱼类幼鱼更为有利。这也为各种家鱼等外来物种的入侵提供了条件。

另外，浮游动物是大多数鱼类幼鱼的主要食物，浮游动物种类和数量的增加，为鱼类的生长提供了条件。

(2) 对鱼类繁殖的影响

对于鲤、鲫等在缓流或静水中产卵的鱼类，由于水域面积增加，产卵场面积相应增大，所有库区都能够成为这类鱼类的产卵场，但由于库区水位的波动，特别是各库区消落带，可能导致部分鱼类所产的粘性卵被搁浅。消落带水体水位变化情况与天然洪水过程有相似之处，只是交替的过程相对缓慢，由于金城江电站消落带面积比较小，影响范围比天然洪水影响的范围更小。加上消落带基本上没有植被覆盖，鱼类粘性卵被搁浅的几率相对较低。

(3) 对洄游及珍稀鱼类的影响

目前，龙江流域仅有 2 种海洋性洄游鱼类，无长距离江河洄游性鱼类。花鳢和赤鲃由于下游大坝的修建，在龙江评价河段已极少能捕获。大部分鱼类行短距离运动，其活动范围现已经受到大坝的影响，本项目设置了鱼道，可在一定程度上降低这种影响。

(4) 对鱼类多样性的影响

评价河段鱼类 120 种。历史记录的一些洄游性种类，如鲴、鳊鲃近年来极少有采集记录，仅访问渔民可知在龙江下游江段还偶有捕获。物种多样性的减少主要与龙江流域及其下游地区流域生境的改变直接相关。这些改变主要表现在，大坝的建设阻断了海洋洄游鱼类的上游，库区水环境的增多使那些喜急流水环境的鱼类减少。

根据相关资料，龙江鱼类以喜缓流和静水种类为主。电站建成后，库区河段水文条件的改变导致鱼类栖息条件、繁殖条件变化、水体初级生产力的提高和饵料生物构成变化，直接或间接地影响到了库区河段的鱼类种类组成及其资源量。适应于静水环境生活的鱼类如麦穗鱼、鲫、鲤、鲇等，由于水库的繁殖条件能够满足，饵料生物比较丰富，栖息水域十分广阔，其资源数量逐渐上升，并成为库区的优势物种。

总体而言，大坝建成后，对肯足电站大坝至拉浪大坝段库区的鱼类物种多样性将有所下降，下降程度较小，鱼道的建设将降低影响。。

8.3.4 地表水影响预测与评价

根据计算结果，金城江电站库区 $\alpha > 20$ ，水温不会形成稳定分层结构，而且，即使是多年平均流量也会较大程度的干扰水温结构。也就是说，电站水库水温基本上与上游来水水温保持一致，但由于建库后库区水体增大，水温变化速度略有滞后。由于水库规模不大，减缓滞后趋势不明显。

拟建工程电站为低水头径流式电站，不具调节性能，运营后电站发电水量通过尾水渠全部回归到河流当中，下游水量不减少，故本工程运营对库区及下游农业生产用水、居民用水不影响；

《广西龙江干流梯级水电开发环境影响回顾性评价报告书》提出，金城江电站建设需考虑排污口整治，确保库区水质达标。根据预测结果，库区水质能达到 III 类水质要求，表明由于电站建设对库区水文情势的改变不会导致库区水质发生明显恶化。

根据湖库营养状态评价标准，总氮、总磷均处于中营养水平，金城江电站为日调节水库，运行期水体交换较频繁，对库区发生富营养化有限制作用，水库发生富营养化的可能性较小。

8.3.5 地下水影响预测与评价

(1) 以 2008 年的开采强度和开采模式, 2008 年的部分时段城北水厂的水质已经受到龙江河水一定程度的影响, 其影响主要发生在枯水期, 在平水期也受到一定程度的影响。电站修建后, 以 2008 年的开采强度和开采模式, 在正常高水位、死水位、设计洪水位、校核洪水位等工况下, 城北水源点水质受到龙江河水的影响程度与蓄水前的 2008 年的影响相当。电站的修建加剧龙江对城北水源点水质影响的可能性小。

(2) 以 2008 年的开采强度和开采模式, 2008 年加辽水厂的水质尚未明显受到龙江河水的影响。电站修建后, 以 2008 年的开采强度和开采模式, 在正常高水位、死水位、设计洪水位、校核洪水位等工况下, 加辽水源点水质受到龙江河水的影响程度与蓄水前的 2008 年的影响相当。电站的修建, 加剧龙江对加辽水源点水质影响的可能性小。

(3) 以 2008 年的开采强度和开采模式, 2008 年肯冲水厂的水质尚未明显受到龙江河水的影响。电站修建后, 以 2008 年的开采强度和开采模式, 在正常高水位、死水位、设计洪水位、校核洪水位等工况下, 肯冲水源点水质受到龙江河水的影响程度与蓄水前的 2008 年的影响相当。电站的修建, 加剧龙江对肯冲水源点水质影响的可能性小。

(4) 在目前的开采条件下, 蓄水前和蓄水后, 龙江河水影响城西水厂的可能性小。

城北、城西、肯冲、加辽 4 个水厂枯水季水位分别为 181.83m、198.77m、180.01m、187.6m, 城北水厂和肯冲水厂水位低于本项目库区水位 3.17m 和 4.99m。本项目建设距该《水文地质评价报告》已有 5 年, 河池市人口数量的增加必将使得水厂取水量增加, 城北、城西、肯冲、加辽 4 个水厂 2016 年抽水量分别为 260 万 m^3 、285 万 m^3 、610 万 m^3 、380 万 m^3 , 较 2008 年抽水量 156 万 m^3 、360 万 m^3 、370 万 m^3 、260 万 m^3 均有较大幅度的增加。

城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂通过地下河与龙江连通, 水力联系密切, 本电站蓄水后, 龙江水位长期高于城北水厂和肯冲水厂枯水期水位, 如果抽水规模大于地下水上游来水, 取水口地下水位下降过快, 会发生库区地表水通过地下河

倒灌补给城北、肯冲和加辽水厂地下河饮用水的情况。根据龙江水质现状监测数据，本次地表水现状监测的 1#和 2#断面均位于城北水厂和肯冲水厂地下河出口上游，将 1#和 2#地表水断面现状监测数据对比《地下水质量标准》III 类标准，两个断面监测因子中所有重合因子均优于《地下水质量标准》III 类标准要求。根据本项目库区龙江六甲镇断面 2006 年~2015 年历史水质评价结果：六甲断面水质保护目标为 III 类，2006 年~2015 年水质类别均达到或优于 III 类，水质状况为良好以上，其中 2010 年、2011 年各月水质均达到 II 类，水质状况为优。因此，本项目建成后，库区水位上涨可能造成地表水倒灌补给城北、肯冲和加辽水厂所在地下河，但由于龙江水质较好且近年来逐渐改善，倒灌对城北、肯冲和加辽水厂水源水质的影响较小。

城北水厂、加辽水厂、肯冲水厂通过地下河与龙江连通，水力联系密切，如果开采强度过大，长期、持续地保持水厂水位低于龙江水位，将会引起龙江河水反向补给两岸地下水，如果达到临界水位差，还会发生水库水倒灌进入取水点的情况。因此，要合理控制开采量，正确制定每天的抽水时长和间隔，既使开采量尽可能达到最大，又保证水质达标。

应加强龙江和各水源点的水位和水质监测，跟踪评价龙江河水对水厂水质的影响：适当频率的水位和水质监测有利于合理确定各水源点的开采强度和开采模式，对于准确判定龙江河水对各水源点的影响程度至关重要。因此，建议加强对龙江和各水源点的监测，尤其是当水源点的水位低于龙江水位时，要严格监测。

水质监测频率建议每 1 天一次，水位监测频率应根据抽水情况，每天一次至多次，如采用自动化监测更好。其中，水厂水位应监测每次启动抽水机的时间和水位，每次关闭抽水机的时间和水位，以及每小时的抽水量。龙江水质取样点建议设在肯冲地下河出口上游 200m 左右。

8.3.6 移民安置与社会环境影响分析

河池市金城江龙江重点水环境治理及水电站工程征地主要涉及金城江区东江镇、金城江街道、六圩镇以及六甲镇，工程永久征收土地 5.97hm²；临时征用土地 6.44 hm²。本次工程不涉及移民安置。

(1) 工程用地对环境的影响

根据建设征地规划，工程用地数量占各村屯耕地比例很小，工程用地对各村屯居民生产生活影响很小。另外，工程用地会使得永久用地区域的植被和植物资源但由于工程永久占地面积较小，对周边生态环境影响有限；工程临时用地范围内的植被在施工结束后都将采取恢复措施，对周边生态环境影响很小。

（2）生产安置对环境的影响

规划水平年生产安置人口 88 人，其中：库区 83 人，枢纽工程建设区 5 人。根据移民生产安置意愿调查结果并征求业主意见，采用一次性货币补偿生产安置方案，由村民利用补偿资金在村内自行安置，同时结合工程在当地建设的有利条件，积极调整农业种植结构，充分利用库区丰富的林业资源，大力发展经济作物的种植。移民生产安置对当地的环境影响不大。

（3）社会环境影响分析

随着金城江区经济的发展，该地区的社会用电量将进一步增长，而电源建设速度则远不及负荷增长快。因此，金城江水电站建成投产后，就近向河池市工业企业供电，缓解了该网区电力供需矛盾，促进了该地区经济发展。本项目建成抬高河水位后，防洪堤基础长期浸泡，需要对已建防洪堤的安全性进行评价，对存在安全问题的堤岸进行除险加固，提升了防洪堤防洪能力，防洪效益明显。工程建设后，提高了龙江河河池市城区段景观水位，能极大的改善城市居住环境，尤其是抬升到 185.0m 水位时，景观效果显著提升，为居民提供了一个更舒适的休闲出游的滨水活动空间，打造龙舟赛事等滨水活动，提高人民生活质量，社会效益显著。此外，提高景观水位，可以增加地下水补给量，提升龙江河的自净能力，为龙江河滨水景观的设计提供一个良好的生态基底。水库建成后，库区水位上升，水量增多，水环境容量增大，水环境质量有所改善；此外，工程建设同时将对受影响的河池市污水处理厂的污水截流管渠进行加固和改造，工程建成投入运营后，需对污水截流管渠的检修。工程对污水管的加固、改造和检修减少了污水截留管的事故性排水，保护了电站库区水质，提升了库区水环境质量。

8.4 环境保护措施与投资

8.4.1 水环境保护及整治措施

河池市金城江龙江重点水环境治理措施及水电站工程的重要内容在于水环境治理和保障龙江库区段水质不下降。

根据现状调查结果，龙江库区水质现状达标。历史数据表明 2006 年~2010 年龙江上游六甲断面水质总体较好，中游三江口断面在 2006 年、2007 年、2008 年和 2010 年出现过达不到水质目标的情况，主要出现在 1~4 月份的枯水期。从最近 10 年水质变化趋势看，后 5 年（2011~2015）的水质较前 5 年（2006~2010）的水质要好，龙江水质逐步改善。特别是 2012 年初龙江河镉污染事件之后，河池市有关部门多次开展专项整治活动，大力度的查处和关闭了偷排漏排污水的企业，有色金属冶炼企业“退城入园”，严格要求废水排放不达标企业限期整改等，经过专项整治后，水环境质量显著改善。本项目库区六甲断面水质保护目标为Ⅲ类，2006 年~2015 年水质类别均达到或优于Ⅲ类，水质状况为良好以上，其中 2010 年、2011 年各月水质均达到Ⅱ类，水质状况为优。

根据影响预测，本项目电站蓄水后，由于水文情势的改变，库区排污口正常排放情况下，库区水质不会出现明显的下降。加祥地下河出口和城北水厂地下河出口处龙江水质受上游排水影响较小，龙江水质即使补给肯冲水厂、加辽水厂和城北水厂地下河，对水质的影响也较小。

结合库区淹没区及流域范围内现状污染源调查和河池市金城江区未来发展，金城江电站库区主要污染源为金城江城区生活污染源和一些工业排污口。随着金城江城区周边冶炼企业退城入园，生活污染源为金城江电站库区最大污染源，也是影响本项目库区水质安全的主要因素。

为配合本项目建设，河池市政府下大力整治水环境和污染源，根据与建设单位沟通，结合现状调查和预测评价结果，为河池市另外为保证库区水质稳定达标，防止因库区水体反向补给而造成污染金城江区饮用水，保障饮用水水质安全，本项目还须配套治理措施包括：

- ①提高金城江城区生活污水截污率，消除生活污水直排口，金城江城区生活

污水截污率现状为 96%，为保障金城江电站库区水质，需进一步提高生活污水截污率至 100%。

根据污染源调查，龙江一桥下游一九龙桥之间北岸还存在一些生活污水直排口（见 3.4.1.2），为保障蓄水后库区水质，金城江区应完善城区生活污水截流工作，将未纳入污水管网收集的生活污水进行截流收集，消除生活污水直排龙江的情况，保障库区水质稳定达标。

根据调查，库区上游唯一乡镇六甲镇目前还未建设污水处理厂，目前生活污水直接排入龙江，排口位于本项目大坝上游 27km，肯定电站大坝下游 1km 处。六甲镇计划明年建设污水处理厂，建成后该镇入河污染物可大幅削减。

②完善金城江城区雨污分流排水系统，在全部 6 个雨水排水流域全部实现雨污分流，消除雨水进入污水管现象，消除污水通过雨水排入龙江现象；目前河池市市政局已经在进行部分路段雨污分流改造工作。为减少雨水、泉水进入污水管道的数量，提高进厂污水浓度，降低污水处理厂运行成本，改善龙江河环境质量，建设河池市老城区污水收集系统管网完善工程是十分必要的。现已实施建设规模及主要建设内容：铺设管径 D300-D800 的污水管 25.9 公里。项目概算总投资 11366.64 万元。城市较大的雨污水排水分区基本是按照现在的 9 条天然河沟所汇集的区域划分①翠玉路流出经新建路②河池市金河公司东南面山体流出③从金城江公园西门一带流出④从拥政路与南新西交叉路口一带流出⑤从康得乐小区旁流出到南新路⑥从自来水公司城东水厂南面流出⑦从火车站一带流出⑧北岸中山路东侧原铁路机务段上游流出⑨从百旺转盘南面路口附近流出后经南环路、百旺村一带进入龙江河。

③金城江城区冶炼企业出城入园，已关闭或搬迁企业遗留场地整治与修复，消除金城江电站流域重金属污染源。

龙江河污染事件发生以来，河池市政府着手搬迁河池市城区周边有色金属冶炼企业，根据调查从 2012 年至今，河池市已关闭并将金城江城区周边的生富、成源、鑫锋冶炼厂和金兴生物科技搬入大任产业园，南方和宝莱冶炼厂业已停止生产。河池市下一步将加速推进出城入园，并对已搬迁企业原厂址进行场地污染源调查和场地修复工作。

④河池市金城江区污水厂排污口目前位于本项目电站大坝上游 1.9km 南岸处，电站蓄水后，水流变缓，不利于污染物扩散和降解。由于库区地表水可能会补给肯足、加辽和城北水厂所在地下河，为保障库区水质和饮用水水质安全，预防环境风险，本评价建议河池市将金城江城区污水厂排污口下移至金城江电站大坝下游。

以上配套措施能保障库区水质稳定达标，也是本项目建设的前提，由河池市相关部门负责。

禁止周边生活污水直接排入龙江，完善金城江城区生活污水截污系统，消除少量生活污水直排口，将生活污水全部收集进入生活污水处理厂进行处理。根据现场调查，龙江一桥下游一九龙桥之间北岸还存在一些生活污水直排口，为保障蓄水后库区水质，金城江区应完善城区生活污水截流工作，将未纳入污水管网收集的生活污水进行截流收集，消除生活污水直排龙江的情况，保障库区水质稳定达标。

根据调查，库区上游唯一乡镇六甲镇目前还未建设污水处理厂，目前生活污水直接排入龙江，排口位于本项目大坝上游 27km，肯足电站大坝下游 1km 处。六甲镇计划明年建设污水处理厂，建成后该镇入河污染物可大幅削减，由于该镇位于本项目库区上游，建议排放标准按《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标进行设计。以上措施实施后本项目库区水质将得到保障。

8.4.2 水生生态保护措施

本工程设置鱼道，鱼道布置在左岸厂房边，进口靠近尾水渠布置，利用电站的发电尾水，诱导鱼类进入鱼道。大坝下游段鱼道曲线在左岸边布置成“U”型，然后在坝轴线处与副厂房垂直相交，从副厂房下面穿过，大坝上游段沿上游护岸岸坡布置。根据鱼类生活习性及其上行要求，考虑全年过鱼。鱼道的设计水位差为 $185-174.27=10.73\text{m}$ ，鱼道设计流速取为 0.8m/s 。

本枢纽工程的过鱼种类及过鱼量，鱼道宽度取为 3m ，本鱼道池室深度取 2.5m 。鱼道上游运行水位变幅仅为 $185-184.5=0.5\text{m}$ ，鱼道设一个出口，出口底板高程取 183.5m 。鱼道下游运行水位变幅为 $176.65-174.27=2.38\text{m}$ ，为适应过鱼季节水位变幅及过鱼要求，鱼道设置两个进口，考虑下游电站回水顶托，电站在

最低水位时段很短，进口底板高程分别为 174.5m、173.5m。鱼道出口设出口检修闸门及启闭机室，出口底板高程为 183.5m，鱼道总长 718.123m，共设 169 个池室（含 10 个休息池），休息池长度 7.2m。

按照《广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书》要求，各梯级在枯水期、平水期按不低于多年平均流量的 10%，在丰水期按不低于多年平均流量的 20% 下放生态环境需水量，以维护下游河段的水生生态环境。本项目生态下泄流量：坝址断面多年平均流量为 144m³/s，为保证下放足够的生态流量（不低于坝址多年平均流量的 10%），平水期下放的生态流量为 14.4m³/s，丰水期下泄生态流量最少应为 28.8m³/s。

按照《广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书》中的鱼类增殖放流规划方案，每年在库区进行 5 万尾/年的增殖放流，放流种类以桂华鲮、乌原鲤、叶结鱼、长臀鲃等重点保护种为主，当地经济鱼类为辅；考虑到近期缺少保护鱼类苗种来源，近期放流以当地经济鱼类为主，之后逐步加大保护种数量。

8.4.3 陆生生态保护措施

(1) 落实生态环境恢复和景观绿化

(2) 电站主体工程结束后，应该采取土木工程与生物工程相结合的生态措施，尽快落实和实施水库周围的生态环境恢复和景观绿化。对施工营地等临时用地，应及时复垦或恢复植被，恢复其原来的生态功能。

(3) 电站蓄水后，及时发掘新形成的自然景观，确定新形成的景物景观的类型特征，并进行评价分级，对新形成的各景观提出具体保护措施及开发利用方案。

8.4.4 施工期其他环境保护措施

1) 施工期空气环境保护措施

(1) 开挖、爆破粉尘的削减与控制

①工程爆破方式应优先选用凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破等技术，以减少粉尘产生量。凿裂、钻孔及爆破等施工提倡湿法作业，降低粉尘。

②露天开挖、爆破采取洒水降尘措施，以缩短粉尘污染的影响时间和范围。

③加强一线工人防尘劳动保护措施，分发佩戴防尘口罩等。

(2) 交通扬尘的削减与控制

①水泥、物料、弃渣运输、装卸过程尽可能采用篷布密封等操作方式，减少沿途的遗洒。

②对公路进行定期养护并清洁路面和工区，配备两台洒水车，除冬季外，无雨天每天定时洒水 4 次~5 次，减少扬尘。

③结合水土保持措施，在公路两旁有条件的地方进行绿化。

(3) 施工区扬尘的削减与控制

①水泥、石灰、土石方等容易产生粉尘的物料应铺设防尘网。

②施工区配备洒水车，在工程施工范围内开挖集中的料场区要定时洒水，扬尘污染严重时可适当加大洒水频次，保持路面湿润。

③施工区进出车辆应在洗车平台上清洗轮胎及车身，不得带泥上路。

(4) 机械、车辆尾气的削减与控制

①施工期交通车辆多为柴油燃料的大型运输车辆，尾气排放量与污染物含量较高，需安装尾气净化设备，保证汽车尾气达标排放，降低污染程度。

②进场施工机械尽量选用燃烧效率高的设备，对大型施工机械、车辆加强维修保养，保持良好状态，降低油耗，减少污染物的排放量。

2) 施工期噪声防治措施

(1) 合理安排施工时间，禁止夜间施工。

(2) 施工单位使用车辆必须符合《汽车定置噪声限值》(GB16170-1996)和《机动车辆允许噪声》(GB1495-79)，加强对现有设备的维修和保养，保持机械润滑，降低运行噪声，振动较大的机械设备使用减振机座以降低噪声。

(3) 施工爆破采用先进爆破技术，炮眼分散，不集中放炮，控制加药量，不鸣大炮，禁止夜间爆破；施工过程中尽量避免打干钻，湿钻可降低噪声 30dB 左右。

(4) 对高噪声区作业人员做好劳动保护工作，如凿岩、钻孔、开挖等，施工人员应佩戴防噪耳塞、耳罩或防噪头盔等个人防声用具，这是一种经济有效的防噪声措施。

(5) 对居民区、生活区和施工人员的防护措施：为减小噪声对施工生活区

的影响，其建筑物应选择具有较强吸声、隔声性能的材料，并搞好办公生活区周围的绿化，栽种常绿树等。

3) 施工期固废处置措施

本项目施工期弃方拟运至产业园区征地范围内的低洼带堆放，不再另设弃渣场。消纳场位于金城江区白马乡德地村大任村大任片区龙江河右岸，距坝址公路20km，可容纳100万m³弃渣，该消纳场可满足本工程的弃渣要求。消纳场周边无敏感点，废渣堆存对环境的影响较小。

8.4.5 环境保护投资

工程总投资为51458万元，环保投资为3477.07万元，占总投资的6.74%，环保投资中环评新增70.43万元。

金城江水电站工程具有较好的经济、社会效益和一定的环境效益，为减免不利环境影响所采取的环保措施费用在各项环保措施得到落实的情况下，可较大幅度地减免因环境损失而造成的潜在损失。

8.5 综合结论

河池市金城江城区龙江两岸景观改造及水电站工程符合国家的产业政策、能源发展政策；与广西、河池国民经济和社会发展的“十三五”规划、广西主体功能区规划、广西生态功能区划、龙江干流水电规划相关内容是相符合、协调一致的；符合《广西中小水电水能资源开发规划环境影响报告书》和《广西龙江干流环境影响回顾性评价报告书》及其审查意见的要求。其开发建设符合我国能源战略和西部大开发战略，有利于能源资源优化配置，是促进地方经济发展、民族团结、社会稳定的重要途径。工程建设对环境的不利影响主要表现在对评价河段的天然水文情势、水温的影响；水库蓄水及工程占地导致部分土地资源和地表植被损失、大坝阻隔与流水生境变化对河段水生生物的影响、工程施工期的“三废”排放对周边环境质量的影响以及水土流失影响等。在采取水环境整治措施的前提下，通过设置下泄生态流量、鱼类栖息地保护、过鱼设施、增殖放流、生态调度、生态景观修复、施工期污染防治等环保措施后，工程建设的不利环境影响可以得到控制或减缓，可保证龙江水质不下降。公众调查表明，公众较关心库区水质达标问

题，提出了一些建议，本评价采纳了这些建议。通过环境评价，未发现制约本工程可行性的限制性因素。因此，河池市金城江龙江重点水环境治理及水电站工程在环境上是可行的。