

藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压 直流输电工程跨潞江蓄滞洪区

洪水影响评价报告

(报批稿)

声 明

本成果仅限于合同指定的项目使用。未经知识产权所有人书面授权，不得翻印（录）、传播或他用。对侵权行为将保留追究其法律责



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)

2026 年 6 月

藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压
直流输电工程跨潞江蓄滞洪区

洪水影响评价报告

(报批稿)

总 经 理：陈光存 

总 工 程 师：刘元勋 

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)

2026 年 6 月

藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压
直流输电工程跨潞江蓄滞洪区

洪水影响评价报告

(报批稿)

核 定：高慧琴

审 查：林焕新

校 核：刘昭辰

编 写：陈 飞（项目负责人）

陈柏文 颜禧妮

彭欣雨

洪水影响评价成果简表

项目名称	藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压直流输电工程跨潞江蓄滞洪区洪水影响评价	
所在水系	潞江蓄滞洪区	
位置描述	广东省清远市佛冈县	
建设项目基本情况	建设项目立项情况	2025 年 6 月，国家发展改革委办公厅印发《国家发展改革委关于 T067（藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压直流输电工程核准的批复）》项目代码：2405-000000-04-01-567487
	建设项目防洪标准	100 年一遇
	总体布置	工程线路以架空的形式跨越潞江蓄滞洪区，共计 5 段线路跨越蓄滞洪区，共计 1.81km 线路从潞江蓄滞洪区上空跨过，需在潞江蓄滞洪区新建铁塔 1 基，编号为 Z117NN。Z117NN 塔基共 4 个塔脚，呈正方形布置，间距 20m，塔脚直径 2.4m、埋深 21m、出露 5.5m，顶高程 22.9m，电塔建设位置塔基距凤洲围最近距离 131m。 J083-J084A 线路段电塔跨越潞江蓄滞洪区段线路工程位于清远市佛冈县龙山镇乐格村西侧。跨越潞江蓄滞洪区长度 1.1km，在潞江蓄滞洪区内新建 Z117NN 电塔 1 基。 J084A-J085 线路段跨越潞江蓄滞洪区段线路工程位于清远市佛冈县龙山镇乐格村北侧。跨越潞江蓄滞洪区长度 0.05km，不涉及在潞江蓄滞洪区内新建铁塔。 J086-Z120 线路段跨越潞江蓄滞洪区段线路工程位于清远市佛冈县龙山镇关前村西北侧。跨越潞江蓄滞洪区长度 0.06km，不涉及在潞江蓄滞洪区内新建铁塔。 J088-J088A 线路段跨越潞江蓄滞洪区段线路工程位于清远市佛冈县龙山镇下岳村东侧。跨越潞江蓄滞洪区长度 0.5km，不涉及在潞江蓄滞洪区内新建铁塔。 J088A-J089N 线路段跨越潞江蓄滞洪区段线路工程位于清远市佛冈县龙山镇下岳村北侧。跨越潞江蓄滞洪区长度 0.10km，不涉及在潞江蓄滞洪区内新建铁塔。

琶江蓄滞洪区	分洪标准	300 年一遇
	设计蓄滞洪水位	22.62m
	蓄滞容积	4.5 亿 m ³
占用蓄滞洪区容积		在运行期占用蓄滞洪区容积约 99.5m ³ 占用总容积比例约 0.00002%（百万分之零点二）。施工期无临时阻水建筑物，占用蓄滞洪区情况与运行期相同
壅水影响		本工程位于凤洲围内滞洪区，由于占用容积很小，对附近河道及滞洪区水域基本不产生壅水影响。
消除和减轻影响措		选定藏粤直流输电线路 J083~J084N 段沿线跨过的佛冈县龙山镇乐格村一处标高为 16.5m 面积为 106m ² 的较高空地，向下削平 1m 至 15.5m。高地向下削平后，共增加蓄滞洪区容积 106m ³ 。

目 录

1 概述.....	1
1.1 项目概况.....	1
1.2 评价依据.....	9
1.3 评价范围.....	12
1.4 研究内容和技术路线.....	14
1.5 基面及平面坐标系统.....	17
2 建设项目基本情况.....	18
2.1 建设项目概况.....	18
2.2 工程施工方案.....	55
2.3 工程占用蓄滞洪区情况.....	63
2.4 工程与蓄滞洪区内堤防的关系.....	65
2.5 地形、地貌与工程地质.....	67
3 工程区域防洪基本情况.....	79
3.1 河道基本情况.....	79
3.2 水利工程与其他水利设施.....	96
3.3 相关规划与实施安排.....	115
3.4 洪水调度与蓄滞洪区运用.....	125
4 河道演变.....	127
4.1 历史演变概况.....	127
4.2 河道近期演变分析.....	128
4.3 河床未来演变趋势分析.....	135
5 洪水影响评价计算.....	137
5.1 水文分析计算.....	137
5.2 二维数学模型建立与验证.....	146
5.3 建设项目对防洪的影响分析.....	153
5.4 洪水对建设项目的影晌分析计算.....	162
6 建设项目对防洪的影响评价.....	170

6.1 与法规、规划适应性评价.....	170
6.2 对河道行洪影响评价.....	171
6.3 对河势稳定影响评价.....	173
6.4 对蓄滞洪区运用影响评价.....	174
6.5 对防洪工程影响评价.....	174
6.6 对其他设施影响评价.....	175
6.7 对防汛抢险与水上救生影响评价.....	176
6.8 综合评价结论.....	176
7 洪水对建设项目的影晌评价.....	178
7.1 建设项目防御洪涝标准与措施评价.....	178
7.2 淹没影响评价.....	179
7.3 冲刷与淤积影响评价.....	179
7.4 洪水对建设项目施工影响评价.....	180
7.5 对第三人合法水事权益的影响分析.....	181
7.5 综合评价结论.....	181
8 消除或减轻洪水影响的措施.....	183
8.1 消除或减轻建设项目对洪水影响的工程措施.....	183
8.2 消除或减轻洪水对建设项目影响的工程措施.....	187
8.3 非工程措施.....	188
9 结论与建议.....	190
9.1 结论.....	190
9.2 建议.....	190

1 概述

1.1 项目概况

1.1.1 项目背景

西藏水电、风电、光伏等清洁能源蕴藏丰富，开发潜力巨大，是国家重要的清洁能源接续基地和可再生能源利用示范区。加快推动实施西藏清洁能源基地开发并送电粤港澳大湾区消纳，是提高粤港澳大湾区能源保障能力和绿色发展动能，促进西藏高质量发展，助力实现“2030 年碳达峰、2060 年碳中和”目标和构建以新能源为主体的新型电力系统的重要举措。

按照国家发展改革委、国家能源局工作部署以及西藏、广东两省区政府与南方电网公司签订的《西藏清洁能源基地送电粤港澳大湾区合作框架协议》的要求，为推动能源绿色转型和实现“双碳”目标，打通西藏电力外送通道，促进藏东南地区优势资源开发和优化配置，支撑西藏经济社会发展和边疆稳定，提高广东电力供应保障能力，优化能源供给结构，促进电力技术创新发展，南方电网公司拟投资建设藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压直流输电工程（以下简称“藏粤直流工程”）。

1.1.1.1 建设项目名称和建设单位

建设项目名称：藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压直流输电工程。

建设单位：广东藏粤直流电力运营有限公司。广东藏粤直流电力运营有限公司作为藏东南至粤港澳大湾区±800千伏特高压直流输电工程项目法人，负责项目的建设、经营及贷款本息偿还。

1.1.1.2 工程地理位置

藏粤直流工程依托玉曲河、察隅曲、克劳龙河（吉太曲）等流域“水风光一体化”清洁能源基地，在送端西藏建设一座 800 万千瓦直流换流站和一座 500 万千瓦直流换流站，在受端广东建设两座 500 万千瓦直流换流站。工程送端位于西藏，经云南、广西入广东，直流线路全长 2688.9km（其中西藏南部换至广州花西换长度 2023km），受端落点拟位于广东深圳市和广州市，计划“十五五”末形成送电能力。

藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压直流输电工程（滇桂粤段）线路标段 14 段全程 262.116km，沿线主要经过广州市花都区、从化区，清远市清城区、佛冈县、英德市，韶关市新丰县共 3 个地级市和 6 个县（市、区），于清远市佛冈县龙山镇跨越潞江蓄滞洪区，且在龙山镇蓄滞洪区内立塔 1 基。本次评价的是直流输电线路部分跨越潞江蓄滞洪区且在龙山镇蓄滞洪区内立塔 1 基的工程。拟建工程地理位置见附图 1.1-1。

1.1.1.3 项目建设规模

藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压直流输电工程（滇桂粤段）线路标段 14 全程 262.116km（以下简称藏粤直流输电标段 14），起于广东省广州市花都区赤坭镇小迳换流站，沿线主要经过广州市花都区、从化区，清远市清城区、佛冈县、英德市，韶关市新丰县共 3 个地级市和 6 个县（市、区），于清远市佛冈县龙山镇跨越潞江，且在龙山镇蓄滞

洪区内立塔1基，项目止于广东省惠州市龙门县地派镇坪山顶村南侧。全线分为直流部分和接地极单独架设部分，其中直流部分（含直流与接地极共塔）长度176.404km；接地极单独架设部分长度85.712km。

本工程线路以架空的形式跨越湛江蓄滞洪区。穿越滞洪区长度为1.6km，需在湛江蓄滞洪区新建铁塔1基。

1.1.2 项目必要性

拟建的藏东南至粤港澳大湾区±800千伏特高压直流输电线路工程已完成备案并获得国家发展改革委批复，工程对加快推动实施西藏清洁能源基地开发并送电粤港澳大湾区消纳、提高粤港澳大湾区能源保障能力和绿色发展动能、促进西藏高质量发展具有重大作用。

1) 项目是促进区域优势互补、协同发展及服务构建全国能源电力新发展格局的需要

习近平总书记在《求是》杂志发表重要文章《推动形成优势互补高质量发展的区域经济布局》，提出要发挥各地区比较优势，形成优势互补、高质量发展的区域经济布局。我国能源资源与需求逆向分布的特点决定了中长期能源将长期维持自西向东、自北向南的基本格局。综合全国能源格局、电力流向、输电距离等因素，充分开发西藏丰富的清洁电力并优先送往经济活力最强、单位产值更高的大湾区，保障大湾区高可靠性用电，符合全国能源电力流向，可最大程度发挥送电效益，实现大湾区科技创新、金融及高端制造业发展与西藏绿色能源高质量发展相结合，充分发挥双方在生产力布局、能源供需、绿色发展方面的互补优势，实现东西部高质量协同发展。

2) 项目是推动藏东南清洁能源规模化开发、促进当地优势能源资源的开发与转化、助力实现经济社会稳定发展及长治久安的需要

习近平总书记在中央第七次西藏工作座谈会上强调,“要贯彻新发展理念,聚焦发展不平衡不充分问题”,“要围绕川藏铁路建设等项目,推动建设一批重大基础设施”。西藏是我国重要的清洁能源基地,水电资源和新能源均十分丰富,但距离中东部负荷中心较远,开发难度较大。建设藏东南送电粤港澳大湾区直流输电工程,在送端充分利用藏东南清洁能源资源优势,大力推进“藏电外送”,加快资源优势向经济优势转变,带动地方经济社会快速发展,扩大就业渠道,提高人民收入,对于促进民族团结和谐、实现经济社会稳定发展及长治久安具有重要的意义。

3) 项目是实现粤港澳大湾区碳达峰、碳中和目标、提升电力安全可靠供应能力、助力能源清洁低碳转型的需要

习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上提出,“中国将提高国家自主贡献力度,采取更加有力的政策和措施,二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值,努力争取 2060 年前实现碳中和”。大湾区能源资源不足,难以依靠自身满足经济社会持续健康发展。省内粤东、西、北地区受用地、环境容量等因素限制,新增发电规模有限。周边临近省份未来能源资源也仅能满足自身需要,难以继续向大湾区增送。

根据新型电力系统建设要求,结合可再生能源电力消纳责任权重建议,到 2030 年广东省可再生能源电力总量消纳责任权重达到 40%,非水电消纳责任权重达到 18.7%,根据目前广东省内新能源规划情况,预计到 2030 年可再生能源电力总量消纳责任权重仅可达到 29.48%,非水电消纳责任权重达约 13.83%,离预期值仍有较大距离。根据《广东省人民

政府关于完整准确全面贯彻新发展理念推进碳达峰碳中和工作的实施意见》，到 2030 年非化石能源消费比重达到 35%左右，而截至 2022 年广东省非化石能源消费比重为 28.7%，广东能源转型压力较大，亟需引入清洁稳定经济的电力，保障电力供应安全，提升清洁电力比重，促进能源绿色转型。

西藏是我国重要的清洁能源基地，水电资源和新能源均十分丰富，藏东南清洁能源开发并送往粤港澳大湾区消纳，是粤港澳大湾区实现碳达峰、碳中和目标的重要依托。藏粤直流建成投产后，2030 年上网电量可达到约 451 亿千瓦时，新能源电量占比约 67%，按 2030 年广东省全社会用电量 10900 亿千瓦时计算，藏粤直流的投产可为广东省可再生能源电力总量消纳责任权重提升约 4.07%，非水电消纳责任权重提升约 2.72%，可为粤港澳大湾区提供有效的清洁电量支撑。

4) 项目是推动创新驱动、保障西电东送可持续发展的需要

在国家促进大型清洁能源基地开发外送、推动中长期西电东送可持续发展的目标指导下，未来我国将大力发展藏东南水电、西部及三北地区新能源等清洁能源。藏东南地区海拔高，自然地理条件复杂，站址和走廊资源紧张，通道资源紧张，局部地区纯新能源电力外送存在较大技术难点，依托本工程建设特高压大容量多端直流示范工程，重点攻克高海拔特高压直流技术难题和高比例新能源外送特高压柔直技术难题，推动高海拔、高比例新能源直流输电技术创新，为后续藏东南地区水电及大规模新能源开发和外送奠定基础，为后续工程如期建设，起到试验示范作用。

综上所述，本工程的建设符合国家总体规划的需要，有利于推动藏

东南清洁能源基地发展，保障粤港澳大湾区电力供应安全，促进送受端地区经济社会高质量发展，建设藏东南送电粤港澳大湾区直流工程是必要的。

1.1.3 项目前期工作

2021年12月，国家发改委、国家能源局印发“十四五”电力发展规划，明确“十四五”期间开工建设藏东南至粤港澳大湾区直流输电通道工程。

2021年7月，西藏、广东能源局和南方电网公司在成都召开了西藏清洁能源基地送电粤港澳大湾区推进会，启动工程预可研。

2022年5月，根据《国家能源局电力司关于请报送藏东南至粤港澳大湾区特高压直流工程送端方案的通知》，两网报送了送端系统方案，能源局将相关成果委托中咨公司评估。

2022年12月，中咨公司报送《关于藏东南至粤港澳大湾区特高压直流工程方案的评估报告》（咨能源〔2022〕2435号），评估认为：一是柔性直流运行方式灵活，无换相失败风险，运行安全性较高，对于未来沙戈荒弱送端外送具有一定示范作用，藏粤直流输电方式可按柔性直流开展下一步工作；二是从更好发挥电源汇集工程投资效益，更强带动西藏电网、藏东南区域水电和新能源开发建设，为藏粤直流安全稳定运行提供支撑，同时兼顾枯期电量留存和丰期富余水电外送、兼顾滇藏铁路供电等角度出发，建议送端电源汇集可按与西藏主网联网方式开展下一步工作。三是为避免对西藏主网的不利影响，现阶段藏粤直流工程与西藏主网可考虑弱联系（通过尽可能少的连接点联网），建议下一步对具体方案和安全稳定措施开展专题研究确定。

2023年1月，国家能源局印发《关于委托开展藏东南至粤港澳大湾区特高压直流输电工程技术方案研究论证的函》，委托国家电力规划研究中心（电力规划设计总院）牵头开展工程技术方案研究论证工作，并组织开展多端高海拔柔直工程设计等专题研究。2023年10月，国家电力规划研究中心向国家能源局报送藏粤直流工程技术方案论证报告及专家咨询会意见。报告主要结论如下：（1）强联网方案下，有利于新能源电力的汇集和地方供电，可提高新能源利用率；为解决强联网引起的电网安全稳定问题，需加装SVG（或调相机）及安控装置等。（2）弱联网方案下，直流运行工况对西藏电网影响小、直流调度运行简单、事故处理方便，但直流故障下需在送端配置储能或耗能装置。送端单点方案中，需加装串补装置以满足送出需求；送端双点方案中北部换流站孤岛运行，夜间光伏供电需直流反送，新能源汇集电网利用率低；同时也需加装SVG（或调相机）。（3）投资方面，换流站接入系统单点方案弱联网方案较强联网方案贵约3~10亿元；双点方案强联网方案较弱联网方案贵约22~28亿元。报告明确：建议工程采用±800千伏直流输电方式，输送容量初步考虑1000万千瓦左右，工程采用柔性直流输电方案。其中，送端采用单点或双点方案，受端采用双点方案，均是可行的。建议在可研阶段对南部和北部两个站址同步开展工作，以两点方案为主进一步论证优化。

2024年2月，国家能源局下发《关于藏东南送电粤港澳大湾区特高压直流输电工程前期工作有关事项的通知》（国能发电力〔2024〕15号），明确藏粤直流工程采用±800千伏特高压柔性直流输电技术方案，工程送端与西藏主网联网并建设美玉、察瓦龙2座换流站，受端与广东电网联

网，建设广州、深圳 2 座换流站。工程兼顾电力外送和西藏自治区电力保供。

2024 年 3 月 28 日，在国家发展改革委组织下，南方电网公司和国家电网公司在北京签订战略合作协议，明确了藏粤直流由南方电网公司牵头。藏粤直流工程采用±800 千伏特高压柔性直流输电技术，输送容量为 1000 万千瓦。工程送端与西藏主网联网并建设美玉、察瓦龙两座换流站，受端与广东电网联网，建设广州、深圳两座换流站。工程投运后在做好电力外送工作的同时，兼顾西藏电力保供。

2024 年 8 月，由中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司、中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司等多个公司完成《藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压直流输电工程可行性研究》编制。

2025 年 6 月 24 日，国家发展改革委办公厅印发《国家发展改革委关于 T067（藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压直流输电工程核准的批复）》，同意建设 T067（藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压直流输电工程，项目代码：2405-000000-04-01-567487）（见附件 1）。广东藏粤直流电力运营有限公司作为项目法人，负责项目的建设、经营及贷款本息偿还。

藏粤直流工程于清远市佛冈县龙山镇跨越湛江，因跨越处江面较宽，且沿线有±800kV 楚穗直流、±500kV 兴安直流、楚穗直流接地极线路、110kV 浩滢线、广连高速、汕湛高速和密集民房，路径受限，因此涉及在蓄滞洪区内立塔 1 基，自南向北穿越湛江蓄滞洪区，属于蓄滞洪区内非防洪建设项目。根据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》、《中华人民共和国河道管理条例》、《国务院办公厅转发水利

部等部门关于加强蓄滞洪区建设与管理若干意见的通知》、《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》和水利部《关于珠江水利委员会河道管理范围内建设项目审查权限的通知》等有关规定，蓄滞洪区内非防洪建设项目须进行洪水影响评价，分析工程建设可能对蓄滞洪区分洪、蓄洪、排涝、河势稳定、蓄滞洪区内撤退转移道路等产生不利的影响以及洪水对建设项目自身的影响，并编制洪水影响评价报告，作为建设项目工程方案报建的附件。为此，2025年8月，受中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司委托，中水珠江规划勘测设计有限公司承担了藏粤直流工程线路穿越潞江蓄滞洪区的洪水影响评价工作，项目组在现场调研的基础上，综合工程方案特点及所在潞江蓄滞洪区的特征，对线路跨越潞江蓄滞洪区进行了专题研究，编制了《藏粤直流工程线路穿越潞江蓄滞洪区洪水影响评价报告》。

1.2 评价依据

1.2.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国水法》，1988年1月21日发布，2016年7月2日修正；
- (2) 《中华人民共和国防洪法》，1998年1月1日起施行，2016年7月2日修正；
- (3) 《中华人民共和国河道管理条例》，1988年6月10日起施行，2018年3月修正；
- (4) 《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》，1992年水利

部、国家计委水政〔1992〕7号发布，2017年12月修正；

(5)《水利部关于印发河湖管理范围内建设项目各流域管理机构审查权限的通知》（水河湖〔2021〕237号）；

(6)《关于珠江水利委员会河道管理范围内建设项目审查权限的通知》（水建管〔2000〕81号）；

(7)《广东省河道堤防管理条例》，2012年1月9日修正；

(8)《广东省水利工程管理条例》，2020年11月27日修正；

(9)《蓄滞洪区运用补偿办法》，2025年6月23日起施行；

(10)《关于加强蓄滞洪区建设与管理的若干意见》（国办发〔2006〕45号）；

(11)《全国蓄滞洪区建设与管理规划》，国函〔2009〕134号，2009年11月9日起施行；

(12)《水利部关于加强非防洪建设项目洪水影响评价工作的通知》（水汛〔2017〕359号）；

(13)《水利部关于加强蓄滞洪区内非防洪建设项目洪水影响评价管理的意见》，2024年11月14日水防〔2024〕300号发布；

(14)其他相关国家、地方法律法规及实施办法。

1.2.2 相关技术标准

(1)《防洪标准》（GB50201-2014）；

(2)《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）；

(3)《堤防工程管理设计规范》（SL/T171-2020）；

(4)《公路工程水文勘测设计规范》（JTGC30-2015）；

- (5) 《水利工程水利计算规范》（SL104-2015）；
- (6) 《水利水电工程设计洪水计算规范》（SL44-2006）；
- (7) 《水利水电工程水文计算规范》（SL/T 278—2020）；
- (8) 《蓄滞洪区设计规范》（GB 50773-2012）；
- (9) 《蓄滞洪区运用预案编制导则》（SL 488-2010）；
- (10) 《洪水影响评价技术导则》（SL/T 808-2025）。

1.2.3 相关规划文件

- (1) 《珠江流域综合规划（2012-2030 年）》，水利部珠江水利委员会，2013.3；
- (2) 《珠江流域防洪规划（2025-2035 年）》（报批稿），水利部珠江水利委员会，2025.5；
- (3) 《西、北江及三角洲主要控制水文站设计洪水成果及水位～流量关系复核报告》，水利部珠江水利委员会，2009.1；
- (4) 《广东省北江流域综合规划修编报告》（报批稿），广东省水利水电勘测设计研究院等，2012.3；
- (5) 《北江飞来峡水利枢纽初步设计报告》（上册），水利部珠江水利委员会勘测规划设计院，1992.6；
- (6) 《广东省清远市清远水利枢纽工程初步设计报告》（审定稿），中水珠江规划勘测设计有限公司，2009.11；
- (7) 《珠江流域蓄滞洪区建设与管理规划报告》，中水珠江规划勘测设计有限公司，2010.11；
- (8) 《滘江蓄滞洪区运用预案》，广东省水利水电勘测设计研究院

等，2010.9；

（9）《潞江蓄滞洪区洪水风险图编制报告》，水利部珠江水利委员会，2013.5；

（10）《潞江蓄滞洪区建设与管理工程可行性研究报告》，广东省水利水电勘测设计研究院等，2018.05；

（11）《广东省 2014-2015 年度洪水风险图编制项目潞江蓄滞洪区内洪水风险图编制报告》，广东省水利水电勘测设计研究院等，2016.3；

（12）《清远市防洪规划（2023~2035）》（清远市水利水电勘测设计院有限公司，2024 年 1 月）；

（13）与项目有关的相关政府主管部门文件。

1.3 评价范围

本次评价对象为藏东南至粤港澳大湾区±800千伏特高压直流输电工程（滇桂粤段）线路标段 14 跨越潞江蓄滞洪区 3 段直流输电线路，其中包括在潞江蓄滞洪区内立塔 1 基。具体如下：

本项目输电线路自南向北穿越潞江蓄滞洪区，第 1 段穿越蓄滞洪区工程前后桩号为 J083~J084A，蓄滞洪区内线路长 1.62km，并于区内立塔 1 基（Z117NN），线路跨越潞江示意图见图 1.3-1。Z117NN 位于清远市佛冈县潞江龙山镇，凤洲围堤防旁。第 2、3 段于广连高速下岳村段跨越潞江蓄滞洪区，跨越处桩号为 J088-J088A-J089N，线路长度 2.27km，转角塔基 4 个，直线塔 1 个，电塔塔基均位于潞江蓄滞洪区范围外。具体位置见图 1.3-2。

Z117NN 塔基占用了一部分潞江蓄滞洪区凤洲围围内滞洪容积，可

能对蓄滞洪区分洪、蓄洪、滞洪可能产生影响；另外湛江蓄滞洪区启用期蓄滞的洪水，对电塔的相关结构、设施可能产生影响。因此本次评价范围为湛江蓄滞洪区，主要为凤洲围内滞洪区，重点关注位于蓄滞洪区内的电塔与其相互的影响。

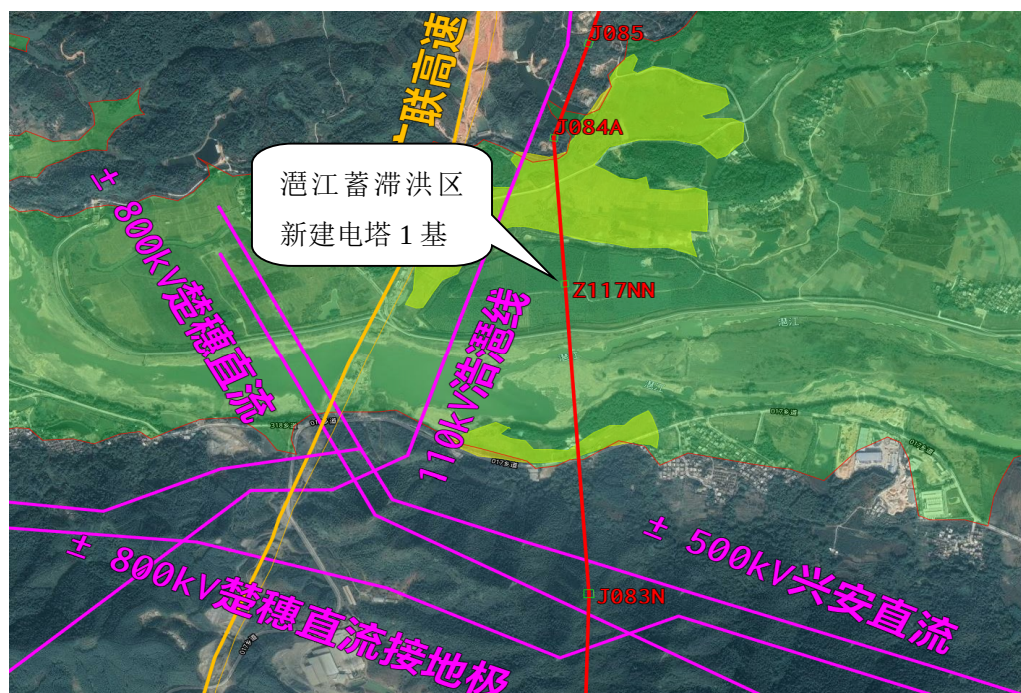


图 1.3-1 J083-J084A 段跨越湛江蓄滞洪区路径示意图



图 1.3-2 J088-J088A-J089N 跨越湛江蓄滞洪区段路径示意图

1.4 研究内容和技术路线

1.4.1 研究内容

根据《洪水影响评价技术导则》的要求，拟定评价内容如下：

(1) 基本资料分析：建设项目基本资料，建设项目涉及河道、蓄滞洪区的自然状况、水文气象、经济社会、水工程、相关水利规划和影响分析范围内其他设施等；

(2) 蓄滞洪区内非防洪建设项目技术要求：建设项目选址、布局、工程规模、建设任务等，应符合其相关行业规划；

(3) 洪水影响分析计算：包括水文分析计算、河势演变分析、建设项目对防洪的影响分析计算、洪水对蓄滞洪区内非防洪建设项目的影
响分析计算；

①水文分析计算主要包括不同频率下相应防洪标准的水位、流量，多沙河流应包括泥沙相关计算成果。

②建设项目对河势稳定可能产生影响或所在河段有重要防洪任务的应进行河道演变分析，包括历史演变、近期演变、演变趋势等内容。

③建设项目对防洪影响的分析计算应包括各计算工况条件下的影响，包括对河道行洪、河势稳定与冲刷淤积、蓄滞洪区功能和运用、防洪工程安全等影响分析与计算。

④洪水对蓄滞洪区内非防洪建设项目影响的分析计算应包括淹没、冲刷与淤积等影响。洪水淹没影响应计算设计洪水或蓄滞洪区运用工况下的风浪爬高、淹没范围、水深、历时等。洪水冲刷或淤积影响建设项目安全和正常运行的，应分析计算冲刷或淤积形态。

(4) 洪水影响评价：包括非防洪建设项目对蓄滞洪区防洪的影响评价和洪水对非防洪建设项目的影晌评价；

①非防洪建设项目对蓄滞洪区内防洪的影响评价：包括规划符合性论证评价、蓄滞洪运用影响评价、对防汛抢险与水上救生影响评价、河势稳定影响评价、河道行洪影响评价、水工程安全影响评价等。

②洪水对非防洪建设项目的影晌评价：包括非防洪建设项目防御洪涝标准与措施评价及淹没影响评价、冲刷与淤积影响评价等。

(5) 消除或减轻洪水影响的措施：应提出消除或减轻洪水影响的工程和非工程措施，消除或减轻不利影响，并对实施效果进行分析；

(6) 评价结论：包括蓄滞洪区影响评价、防御洪涝标准与措施评价、冲刷与淤积影响评价、河势稳定影响评价、河道行洪影响评价等，根据评价结论和存在的问题提出建议，明确有影响、无影响或通过采取措施

可减轻影响等结论。

1.4.2 技术路线

技术路线具体如下：

（1）现场查勘

对本项目所在河段进行实地查勘，了解工程所在蓄滞洪区及附近河道的地形地貌、河势、岸线、堤防、水利工程施工、交通、涉河建筑及周边其他情况，并收集相关资料。

（2）工程方案布置分析

根据工程方案，分析工程占蓄滞洪区情况，分析工程穿越堤防、道路情况、工程与水利工程关系及可能带来的影响。

（3）河床演变分析

收集工程附近河道的多年地形资料以及最新实测水下地形资料，结合以往的研究成果，分析泥沙淤积环境、滩槽地形的历史和近期演变规律，结合水利规划实施安排及工程布置方案，对将来的演变趋势进行定性分析。

（4）洪水影响数学模型计算

采用蓄滞洪区内水动力数学模型，计算分析工程附近蓄滞洪区水动力条件变化，线路沿线流速分布规律及水深，并通过经验公式计算分析冲淤变化。

（5）洪水影响综合评价

根据上述计算与分析，结合水利规划，分析评价工程对蓄滞洪区正常运用、调度及其附近河道的行洪安全、河势稳定、防汛抢险的等影响；

分析蓄滞洪区分洪对工程建设的影响。

(6) 提出防治及补救措施和建议。

1.5 基面及平面坐标系统

本报告除特别说明外，研究成果均采用国家 85 高程基面、大地 2000 坐标系。珠江基面与国家 85 高程数据相互转换关系如下：

国家 85 高程=珠基高程+0.744m。

2 建设项目基本情况

2.1 建设项目概况

2.1.1 项目名称及其基本情况

项目名称：藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压直流输电工程

工程性质：新建工程

项目地点：藏粤直流工程线路全长约 2698km，途径西藏、云南、广西、广东 4 省（区），西藏境内约 316km，云南境内约 1106km，广西境内约 685km，广东境内约 591km。藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压直流输电工程（滇桂粤段）线路标段 14 段全程 262.116km（以下简称藏粤直流输电标段 14），起于广东省广州市花都区赤坭镇小迳换流站，沿线主要经过广州市花都区、从化区，清远市清城区、佛冈县、英德市，韶关市新丰县共 3 个地级市和 6 个县（市、区），于清远市佛冈县龙山镇跨越湛江，且在龙山镇蓄滞洪区内立塔 1 基，项目止于广东省惠州市龙门县地派镇坪山顶村南侧。本次评价的是直流输电线路部分跨越湛江蓄滞洪区且在龙山镇蓄滞洪区内立塔 1 基的工程。工程总平面布置图见图 2.1-1。

建设目的：本项目的建设符合全国能源电力流向，有利于服务构建新发展格局，促进区域优势互补、协同发展，有利于粤港澳大湾区碳达峰、碳中和目标实现，提升电力安全可靠供应能力，助力能源清洁低碳

转型。西藏是我国重要的清洁能源基地，水电资源和新能源均十分丰富，藏东南清洁能源开发并送往粤港澳大湾区消纳，是粤港澳大湾区实现碳达峰、碳中和目标的重要依托。藏粤直流输电工程建成投产后，2030 年上网电量可达到约 451 亿千瓦时，新能源电量占比约 67%，按 2030 年广东省全社会用电量 10900 亿千瓦时计算，藏粤直流输电工程的投产可为广东省可再生能源电力总量消纳责任权重提升约 4.07%，非水电消纳责任权重提升约 2.72%，可为粤港澳大湾区提供有效的清洁电量支撑。

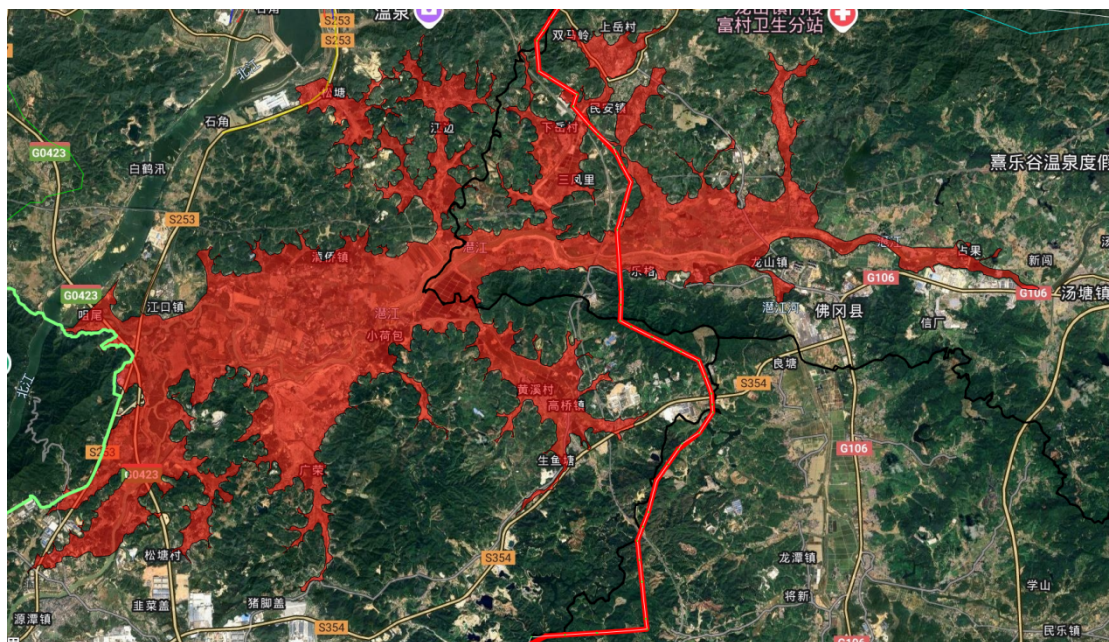


图 2.1-2 线路跨越湛江滞洪区位置图

2.1.2 项目建设规模、防洪标准

（1）建设规模

藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压直流输电线路标段 14 段全程 262.116km，沿线主要经过广州市花都区、从化区，清远市清城区、佛冈县、英德市，韶关市新丰县共 3 个地级市和 6 个县（市、区）。全线分为直流部分和接地极单独架设部分，其中直流部分（含直流与接地极共塔）长度 176.404km；接地极单独架设部分长度 85.712km。

本工程线路以架空的形式跨越湛江蓄滞洪区，共计 5 段线路跨越蓄滞洪区，共计 1.81km 线路从湛江蓄滞洪区上空跨过，需在湛江蓄滞洪区新建铁塔 1 基，编号为 Z117NN。

表 2.1-1 涉湛江蓄滞洪区线路情况表

线路段	线路长度（km）	涉蓄滞洪区长度（km）	涉蓄滞洪区塔基
J083~J084A	1.62	1.1	1 基（Z117NN）
J084A~J085	0.3	0.05	不涉及
J086~Z120	0.54	0.06	不涉及
J088~J088A	0.69	0.5	不涉及
J088A~J089N	0.35	0.1	不涉及

（2）防洪标准

根据国家《防洪标准》（GB 50201-2014），±800 千伏特高压架空输电线路的防洪标准为 100 年一遇。湛江蓄滞洪区 300 年一遇设计水位 22.62m。考虑湛江蓄滞洪区洪水对拟建工程的影响，落于蓄滞洪区内的 Z117NN 塔基顶部高程设置为 22.9m 高于湛江蓄滞洪区 300 年一遇洪水水位。

2.1.3 项目设计方案

(1) 项目概况

藏东南至粤港澳大湾区±800千伏特高压直流输电线路标段14段全程262.116km，沿线主要经过广州市花都区、从化区，清远市清城区、佛冈县、英德市，韶关市新丰县共3个地级市和6个县（市、区）。全线分为直流部分和接地极单独架设部分，其中直流部分（含直流与接地极共塔）长度176.404km；接地极单独架设部分长度85.712km。本次评价的是直流部分跨越潞江滞洪区的工程。

(2) 涉潞江蓄滞洪区工程平立面布置

本报告评价的线路工程为跨越潞江蓄滞洪区的架空线路工程，涉及电塔桩号分别为：J083-J084A、J084A-J085、J086-Z120、J088-J088A、J088A-J089N，总平面布置图见附图2.1-1。

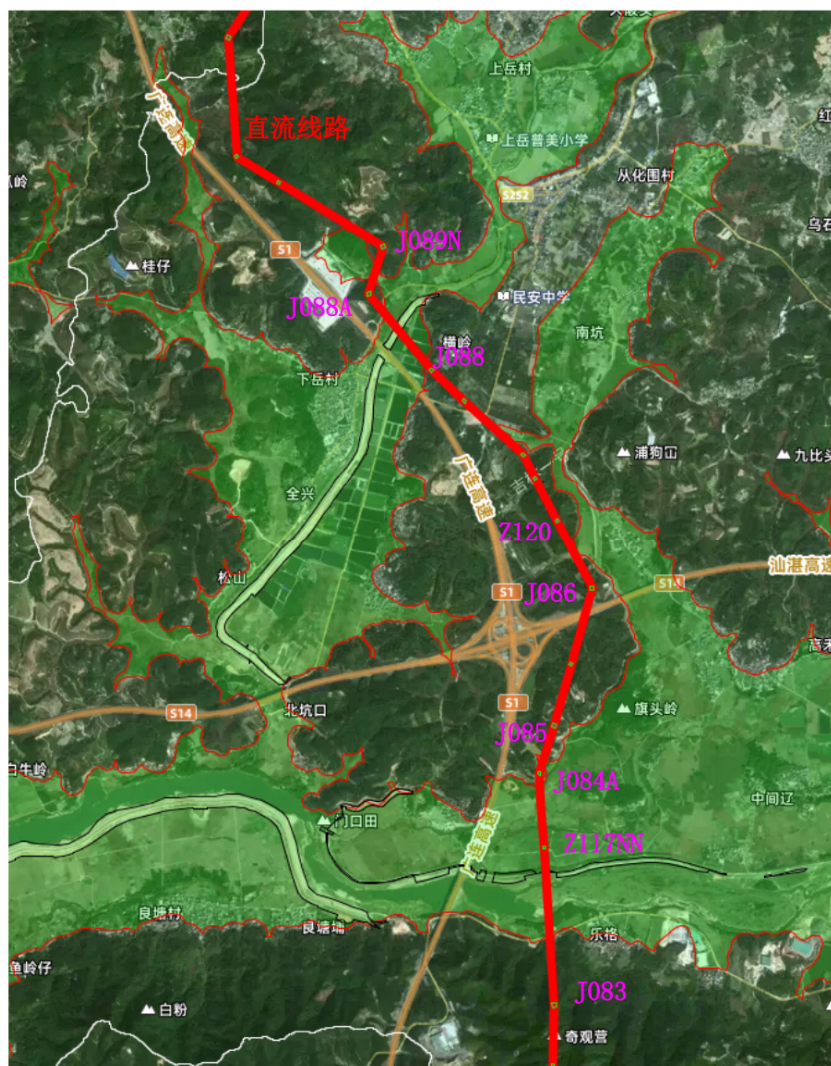


图 2.1-3 直流线路跨越湛江蓄滞洪区平面图

其建设方案具体如下：

1) J083~J084A 段线路

J083-J084A 电塔跨越湛江蓄滞洪区段线路工程位于清远市佛冈县龙山镇乐格村西侧。拟采用跨越的方案，跨越湛江蓄滞洪区长度 1.1km，在湛江蓄滞洪区内新建 Z117NN 电塔 1 基。其平面图如图 2.1-4 所示。

J083-J084A 之间档距为 1.62km，J083、J084A 塔均落在蓄滞洪区外，塔基高程分别为 171.54m、33.78m，均高于湛江蓄滞洪区 300 年一遇设计洪水水位 22.62m。Z117NN 塔落在湛江蓄滞洪区内，塔基共 4 个塔脚

呈正方形，塔脚直径 2.4m、埋深 21m、出露 5.5m，顶高程 22.9m，塔脚之间间距 20m，电塔建设位置塔基距凤洲围最近距离 131m，满足 4 级堤防的相关保护规范。

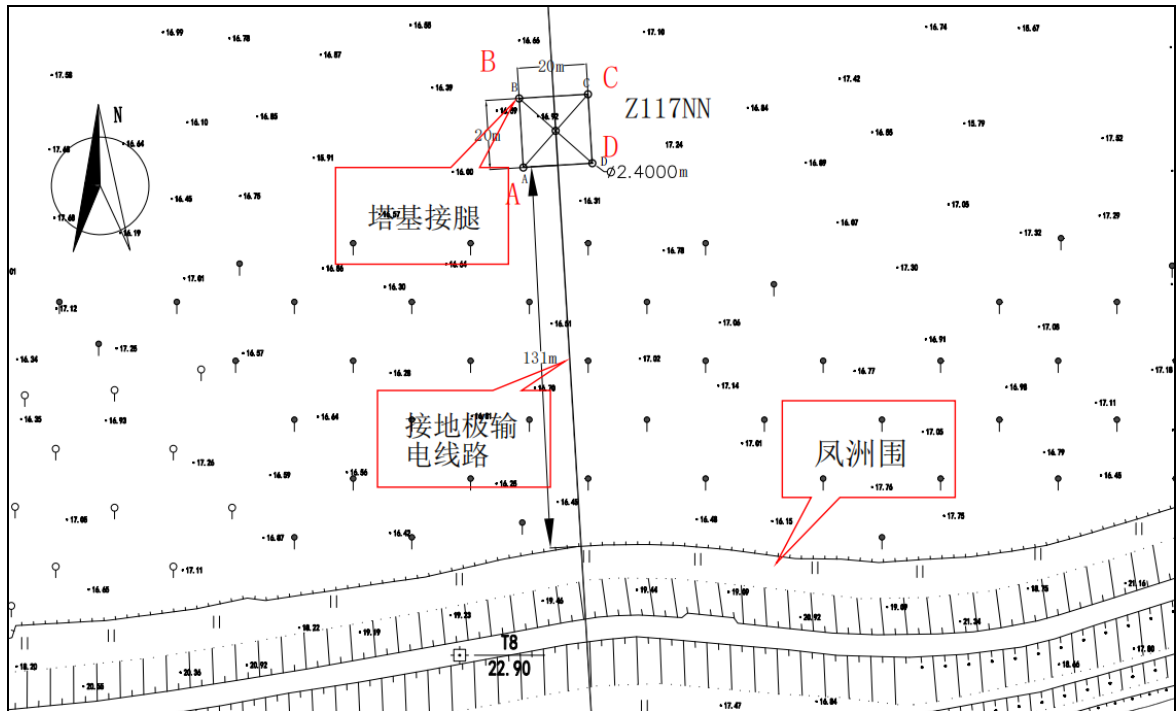


图 2.1-4 塔基平面布置图

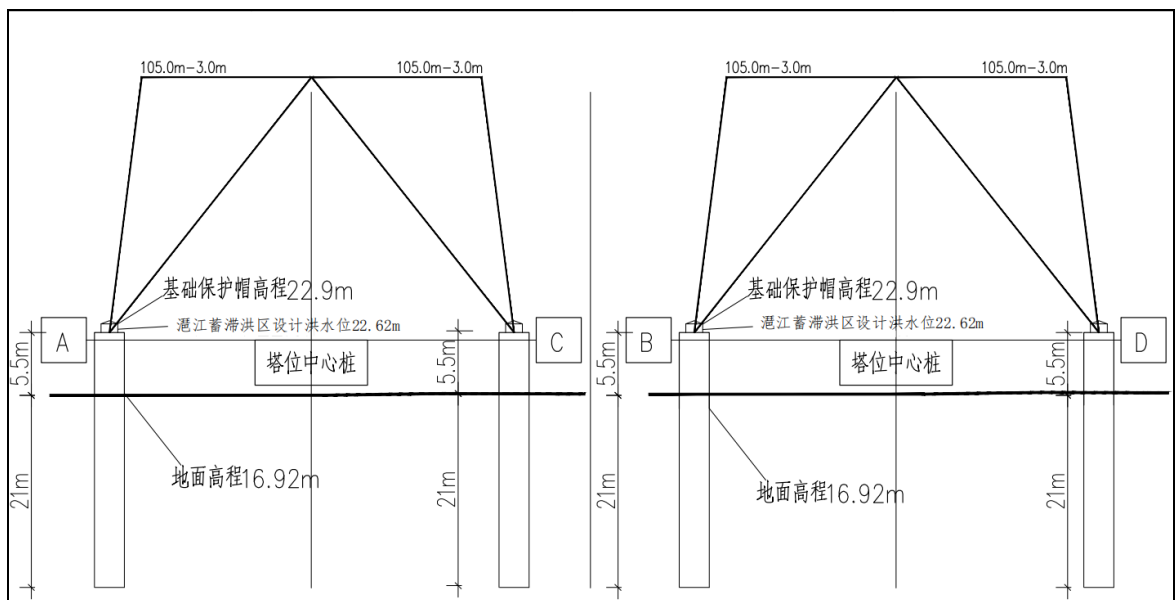


图 2.1-4 塔基立面布置图

J083-Z117NN-J084A 电塔的立面图见附图 2.1-4，输电线路最低高程

为 52.89m，较蓄滞洪区 300 年一遇设计水位 22.62m 预留 30.27m 的行洪净空。



图 2.1-4 J083~J084A 电塔跨越潞江蓄滞洪区示意图

2) J084A-J085 段线路

J084A-J085 跨越潞江蓄滞洪区段线路工程位于清远市佛冈县龙山镇乐格村北侧。拟采用跨越的方案，跨越潞江蓄滞洪区长度 0.05km，不涉及在潞江蓄滞洪区内新建铁塔。其平面图如图 2.1-5 所示。

J084A-J085 电塔之间档距约为 0.30km，J085 塔落在蓄滞洪区外，塔基高程为 42.4m，高于潞江蓄滞洪区 300 年一遇设计洪水水位 22.62m。

J084A-J085 电塔的立面图见附图 2.1-5，输电线路最低高程为 63m，较蓄滞洪区 300 年一遇设计水位 22.62m 预留 40.38m 的行洪净空。



图 2.1-5 J084A-J085 电塔跨越潞江蓄滞洪区示意图

3) J086-Z120 电塔

J086-Z120 跨越潞江蓄滞洪区段线路工程位于清远市佛冈县龙山镇关前村西北侧。拟采用跨越的方案，跨越潞江蓄滞洪区长度 0.06km，不涉及在潞江蓄滞洪区内新建铁塔。其平面图如图 2.1-6 所示。

J086-Z120 电塔之间档距为 0.54km，J086、Z120 塔均落在蓄滞洪区外，塔基高程分别为 56.13m、48.3m，高于潞江蓄滞洪区 300 年一遇设计洪水水位 22.62m。

J086-Z120 电塔的立面图见附图 2.1-6，输电线路最低高程为 66.38m，较蓄滞洪区 300 年一遇设计水位 22.62m 预留 43.76m 的行洪净空。



图 2.1-6 J086-Z120 电塔跨越潞江蓄滞洪区示意图

4) J088-J088A 电塔

J088-J088A 跨越潞江蓄滞洪区段线路工程位于清远市佛冈县龙山镇下岳村东侧。拟采用跨越的方案，跨越潞江蓄滞洪区长度 0.5km，不涉及在潞江蓄滞洪区内新建铁塔。其平面图如图 2.1-7 所示。

J088-J088A 电塔之间档距约为 0.69km，J088、J088A 塔均落在蓄滞洪区外，塔基高程分别为 26.9m、48.9m，高于潞江蓄滞洪区 300 年一遇设计洪水水位 22.62m。

J088-J088A 电塔的立面图见附图 2.1-6，输电线路最低高程为 43.13m，较蓄滞洪区 300 年一遇设计水位 22.62m 预留 20.51m 的行洪净空。

5) J088A-J089N 电塔

J088A-J089N 跨越潞江蓄滞洪区段线路工程位于清远市佛冈县龙山镇下岳村北侧。拟采用跨越的方案，跨越潞江蓄滞洪区长度 0.10km，不涉及在潞江蓄滞洪区内新建铁塔。其平面图如图 2.1-7 所示。

J088A-J089N 电塔之间档距约为 0.35km，J089N 塔均落在蓄滞洪区外，塔基高程 59.4m，高于滬江蓄滞洪区 300 年一遇设计洪水水位 22.62m。

J088A-J089N 电塔的立面图见附图 2.1-6，输电线路最低高程为 92.96m，较蓄滞洪区 300 年一遇设计水位 22.62m 预留 70.34m 的行洪净空。



图 2.1-7 J088-J088A-J089N 电塔跨越滬江蓄滞洪区示意图

2.1.4 项目线路选址唯一性论证

受地形、区域发展和工程条件限制，藏粤直流输电标段 14 建设项目不可避让部分设施占用滬江蓄滞洪区范围，本小节充分论证了项目选址的唯一性，认为推荐方案是唯一选址、综合最优方案。

2.1.4.1 项目线路选择原则

路径方案优化本着统筹兼顾、相互协调的基本原则，根据最新高清数字卫片，结合现场收资、调查和勘测工作，进行路径优化。路径优化时主要按下述原则进行：

1) 根据电力系统规划要求，综合考虑线路长度、地形地貌、地质、水文气象、冰区、交通、林木、矿产、障碍设施、交叉跨越、施工、运行及地方政府意见等因素，进行多方案比较，使路径走向安全可靠，经济合理。

2) 原则上避开军事设施、城镇规划、大型工矿企业、自然保护区、旅游风景区及重要通信设施，减少线路工程建设对地方经济发展的影响。

3) 在经济合理的前提下尽量避开高山大岭、恶劣地质区和重冰区、已有的各种矿产采空区、开采区、规划开采区及险恶地形、水网、不良地质地段。

4) 尽可能靠近现有国道、省道、县道及乡村公路，改善交通条件，方便施工和运行。

5) 充分考虑地形、地貌，避免大档距、大高差、相邻档距相差悬殊地段，为使新建线路安全可靠，力求避开严重覆冰地段。

6) 减少交叉跨越已建送电线路，特别是高电压等级的送电线路，以降低施工过程中的停电损失，提高运行的安全性。路径选择应充分考虑到特高压、500kV、220kV 电力线的规划，既保证工程线路的经济合理，同时应兼顾同期或远期其他线路路径的走向。

7) 充分征求地方政府及有关部门对路径方案的意见和建议。

8) 尽量利用省、市分界地区，城镇、乡镇之间结合部，利用率较低

的土地。路径方案技术可行，经济合理。

9) 在路径选择中，考虑到房屋拆迁费用高，且经常影响施工工期、易引起纠纷等现实情况，对房屋特别是相对比较集中的房屋，应尽量避免。对局部地段房屋较多且需要拆迁的地方，应充分进行技术经济比较，在投资相同或相近的条件下，做到尽量少拆房屋拆迁。

10) 针对本工程与高速公路、国道及电力线等的交叉跨越，应尽量选择好交叉跨越点，在保证线路运行安全可靠的前提下，力求减少工程投资；对标准轨距铁路、高速公路等重要设施时，应注意跨越点的选择，为施工、运行创造良好条件。

11) 对沿线各类保护区、森林公园，尽量减少穿越，无法避让的，通过合理的路径选择和塔位布置，降低对生态环境的影响。

2.1.4.2 项目可研阶段线路方案

1) 藏粤直流输电工程总体路径方案比选

藏东南至粤港澳大湾区±800 千伏特高压直流输电工程±800kV 特高压直流输电线路起于西藏自治区昌都市左贡县西藏北部换流站换流站，途径西藏自治区林芝市察隅县西藏南部换流站（察瓦龙站址）、途经广东省广州市花都区珠西北换流站，止于广东省深圳市龙华区珠东南换流站。三个站址基本在同一直线上，航空直线总长度 1695km，其中西藏南部～珠西北段航空直线长度 1562km，珠西北～珠东南段航空直线长度 133km。

航空直线为西北至东南方向，依次经过了西藏自治区、四川省、云南省、贵州省、广西壮族自治区和广东省，走向如下图所示。



图 2.1-8 藏粤直流输电工程路径整体比选方案

根据两端换流站位置，基于滇藏通道出藏前提，结合现有南网输电线路走廊现状与远期外送规划，线路进入云南后，在云南省剑川县以东拟定了北、中、南、南支四个路径方案，由于云南境内南方案和南支方案在滇桂省界处合并，因此在贵州与广西段拟定北、中、南三个路径方案。广东省境内路径长度较短，受站址和沿线敏感点限制，总体路径不设比选方案，局部分为北、中、南三个方案进行比选。藏粤直流输电工程广东段路径起于桂粤省界接头点，途经珠西北换流站，止于珠东南换流站。

(1) 桂粤省界至珠西北换流站段

根据桂粤交界点以及珠西北落点的选择情况，藏粤直流线路桂粤省界至珠西北换流站段的线路总体走向为由西北向东南方向走线。而由于落点位置的关系，不可避免地与现有的±800kV 楚穗直流及±500kV 兴安直流交叉；另外，综合考虑避让封开国家地质公园、自然保护区及风景名胜區，该段线路通道拟选以航空直线为准的北、中、南方案三个方案

进行比选，线路路径如图 2.1-9 所示。



图 2.1-9 桂粤省界至珠西北换流站段线路通道

注：红色实线为推荐北方案，青色、粉色为比选的中、南方案

1、北方案

藏粤直流线路自桂粤省界交界点，进入肇庆市封开县向东北走线，在北侧途经大玉口镇、南丰镇，在金装镇境内跨越怀郁高速，于肇庆大水口国有林场北侧进入怀集县后，转向东走线，绕过怀集莫湖县级森林公园折向东南大致平行已有 500kV 贺罗 I、II 回走线，于坳仔镇东南侧进入广宁县。两回直流继续向东南走向，先后经过坑口镇、螺岗镇、南街镇、潭步镇，在潭步镇东南侧进入四会市，绕开大坑口水源保护区和一级林地，随后在壮坑县级森林公园内相继跨越±500kV 兴安直流及±800kV 楚穗直流，在壮坑水源保护区南侧进入罗源镇，随后跨越汕湛高速进入皇帝岭县级森林公园，在迳口镇南侧、水径水库东侧进入佛山三水区。

线路进入三水区后，继续向东走线，于现有 500kV 贺罗 II 线及 500kV 玉东线中间走廊，采用大跨越方式跨越北江，并继续向东跨越 500kV 贺罗 I 线及 S269 省道后进入清远市清城区。

线路进入清城区后，相继跨越 500kV 玉东线及 500kV 东花线，曲折向东走线，避让沿线村庄，在跨越 500kV 贺罗 II 线后进入广州市花都区。

线路进入花都区后，继续向东，跨越佛清从高速后右转向南，在珠三角环线高速北侧进入广州换流站。

藏粤直流广东西段线路途经肇庆市封开县、怀集县、广宁县、四会市，佛山市三水区，清远市清城区及广州市花都区，路径长度 191km，曲折系数为 1.27。

2、中方案

藏粤直流线路自桂粤省界交界点，进入肇庆市封开县向东北走线，在北侧途经大玉口镇、南丰镇，在金装镇境内跨越怀郁高速，于肇庆大水口国有林场北侧进入怀集县后，转向东南走线，从肇庆怀集三宝山区级森林公园、永固镇南侧绕过，在石咀镇进入广宁县境内，线路转左，向东走线，大致平行兴安直流和楚穗直流，途经洲仔镇、横山镇、排沙镇，穿越广宁县规划区，从肇庆四会红林湖县级森林公园北侧绕过，经潭布镇进入四会市地豆镇境内。随后线路绕开大坑口水源保护区和一级林地，随后在壮坑县级森林公园内相继跨越±500kV 兴安直流及±800kV 楚穗直流，在壮坑水源保护区南侧进入罗源镇，随后跨越汕湛高速进入皇帝岭县级森林公园，在迳口镇南侧、水径水库东侧进入佛山三水区。

线路进入三水区后，继续向东走线，于现有 500kV 贺罗 II 线及 500kV 玉东线中间走廊，采用大跨越方式跨越北江，并继续向东跨越 500kV 贺罗 I 线及 S269 省道后进入清远市清城区。

线路进入清城区后，相继跨越 500kV 玉东线及 500kV 东花线，曲折向东走线，避让沿线村庄，在跨越 500kV 贺罗 II 线后进入广州市花都区。

线路进入花都区后，继续向东，跨越佛清从高速后右转向南，在珠三角环线高速北侧进入广州换流站。

藏粤直流广东西段线路途经肇庆市封开县、怀集县、广宁县、四会市，佛山市三水区，清远市清城区及广州市花都区，路径长度 192km，曲折系数为 1.28。

3、南方案

藏粤直流线路自桂粤省界交界点，进入肇庆市封开县向东偏南走线，从大玉口镇北侧、南丰镇南侧经过，跨越怀郁高速，在桥头镇南侧进入怀集县境内。线路继续向东，穿过肇庆燕岩省级风景名胜区，跨越 G234 国道，依次途经永固镇南侧、石咀镇南侧、洲仔镇南侧，从广宁县竹海国家级风景名胜区和广宁县整体规划南侧绕过，经横山镇、五和镇、宾亨镇，在黄田镇北侧跨越绥江。随后线路向东走线，避让肇庆四会五指山县级森林公园、四会市规划机场，经下茆镇至龙甫镇太平坑，线路为避让佛山三水大南山县级森林公园，转左向北走线，途经肇庆四会水迳县级森林公园南侧，在迳口镇南侧、水径水库东侧进入佛山三水区。

线路进入三水区后，继续向东走线，于现有 500kV 贺罗 II 线及 500kV 玉东线中间走廊，采用大跨越方式跨越北江，并继续向东跨越 500kV 贺罗 I 线及 S269 省道后进入清远市清城区。

线路进入清城区后，相继跨越 500kV 玉东线及 500kV 东花线，曲折向东走线，避让沿线村庄，在跨越 500kV 贺罗 II 线后进入广州市花都区。

线路进入花都区后，继续向东，跨越佛清从高速后右转向南，在珠三角环线高速北侧进入广州换流站。

藏粤直流广东西段线路途经肇庆市封开县、怀集县、广宁县、四会

市，佛山市三水区，清远市清城区及广州市花都区，路径长度 183km，曲折系数为 1.22。

综合考虑了主要路径障碍、地形地貌条件、交通条件、交叉跨越条件、覆冰气象条件、邻近重要设施情况、线路投资及地方政府意见，桂粤省界至珠西北换流站段线路路径推荐采用北方案。

（2）珠西北换流站至珠东南换流站段

珠西北换流站与珠东南换流站的航空直线距离约为 133km，但航空直线所途经区域为珠三角核心区域，已然发展为城市化中心，无新建架空直流线路的可能性，故线路路径选择只能采取“北绕”的方案。

北绕的特高压通道，根据在运的特高压直流线路，主要有两大通道：

一为现有±800kV 楚穗直流及±500kV 兴安直流通，其中楚穗直流落点广州市增城区穗东换流站，兴安直流落点深圳市宝安区宝安换流站，该通道由西北至东南主要途经广州市从化区、增城区，惠州市博罗县。但上述两条直流的投产时间分别为 2010 年及 2006 年，10 年间的发展，线路所途经地区已发展成为广州及惠州城市生态化的主要示范发展区域，避开新建成的城市化密集区及规划区域，线路周遭的“人烟稀少”区域已设立了流溪河国家森林公园、石门国家森林公园、南昆山国家森林公园、罗浮山风景名胜区及白水寨风景名胜区等多个国家级生态保护区，如下图 2.1-10 所示。因此近 10 年的 500kV 及以上超高压线路工程，已无法从该区域穿越。

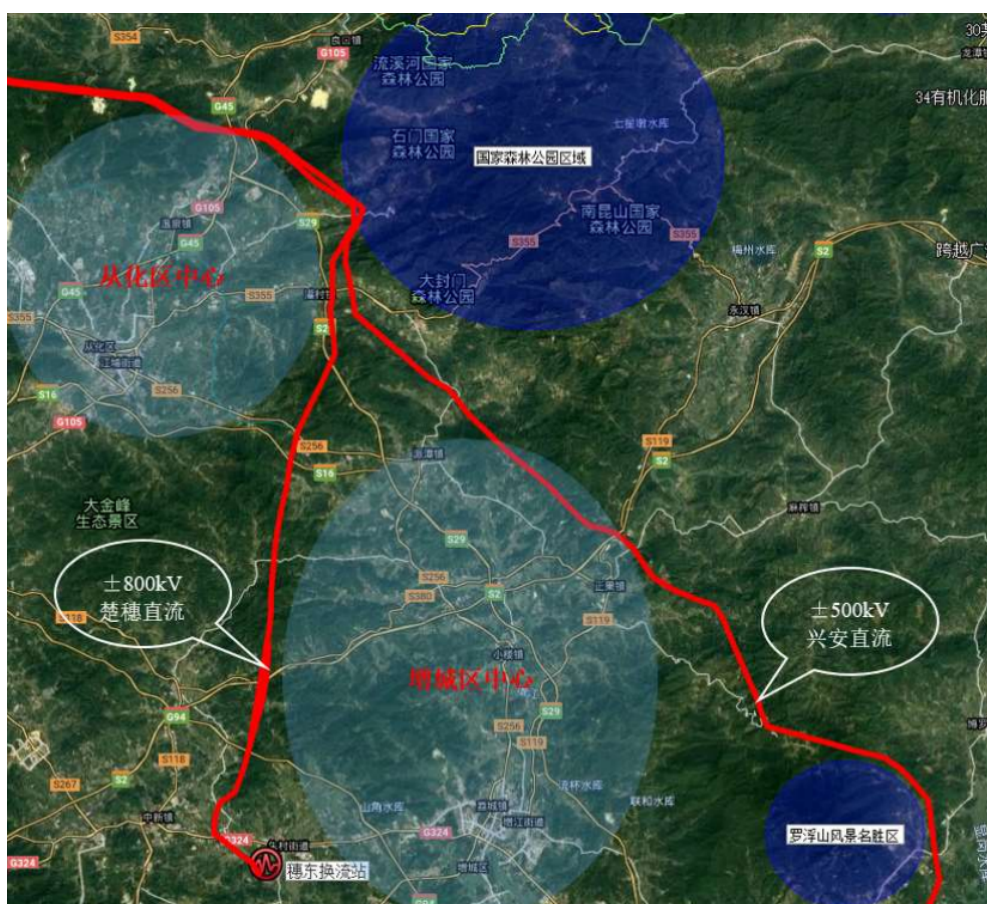


图 2.1-10 现有 $\pm 800\text{kV}$ 楚穗直流及 $\pm 500\text{kV}$ 兴安直流线路通道

二为现有 $\pm 800\text{kV}$ 新东直流、 $\pm 800\text{kV}$ 昆柳龙直流通道及刚建成的 500kV 外环中段通道，该通道由西北至东南主要途经广州市从化区、清远市佛冈县、韶关市新丰县、惠州市龙门县、博罗县，如下图 2.1-5 所示。该通道“北绕”行至清远佛冈县南侧山地，路径避让了各市、县的城市发展中心区域，并兼顾了避让生态敏感区域，故为目前唯一可行的由西至东的特高压直流输电通道。线路至惠州龙门县后右转南行，并行现有的 $\pm 800\text{kV}$ 昆柳龙直流及 $\pm 800\text{kV}$ 新东直流，途经惠州博罗县、惠城区、惠阳区后线路继续向南走线，继续并行现有 500kV 及 220kV 高压线路，主要沿着山地走线，途经东莞的清溪镇、凤岗镇，深圳的龙岗区，至深圳中部站址。线路为了避让山地外的城市密集区，防止大量的拆迁及群众

维稳压力，无可避免地进入了众多的森林公园及水源保护区。



图 2.1-11 现有±800kV 新东直流及±800kV 昆柳龙直流线路通道

综上所述，该段直流线路的选址选线路径走向采取“北绕”至清远佛冈县，并行±800kV 新东及昆柳龙直流线路，至龙门县南下“惠莞深”的路径走向唯一具有可实施性，路径见下图 2.1-12。

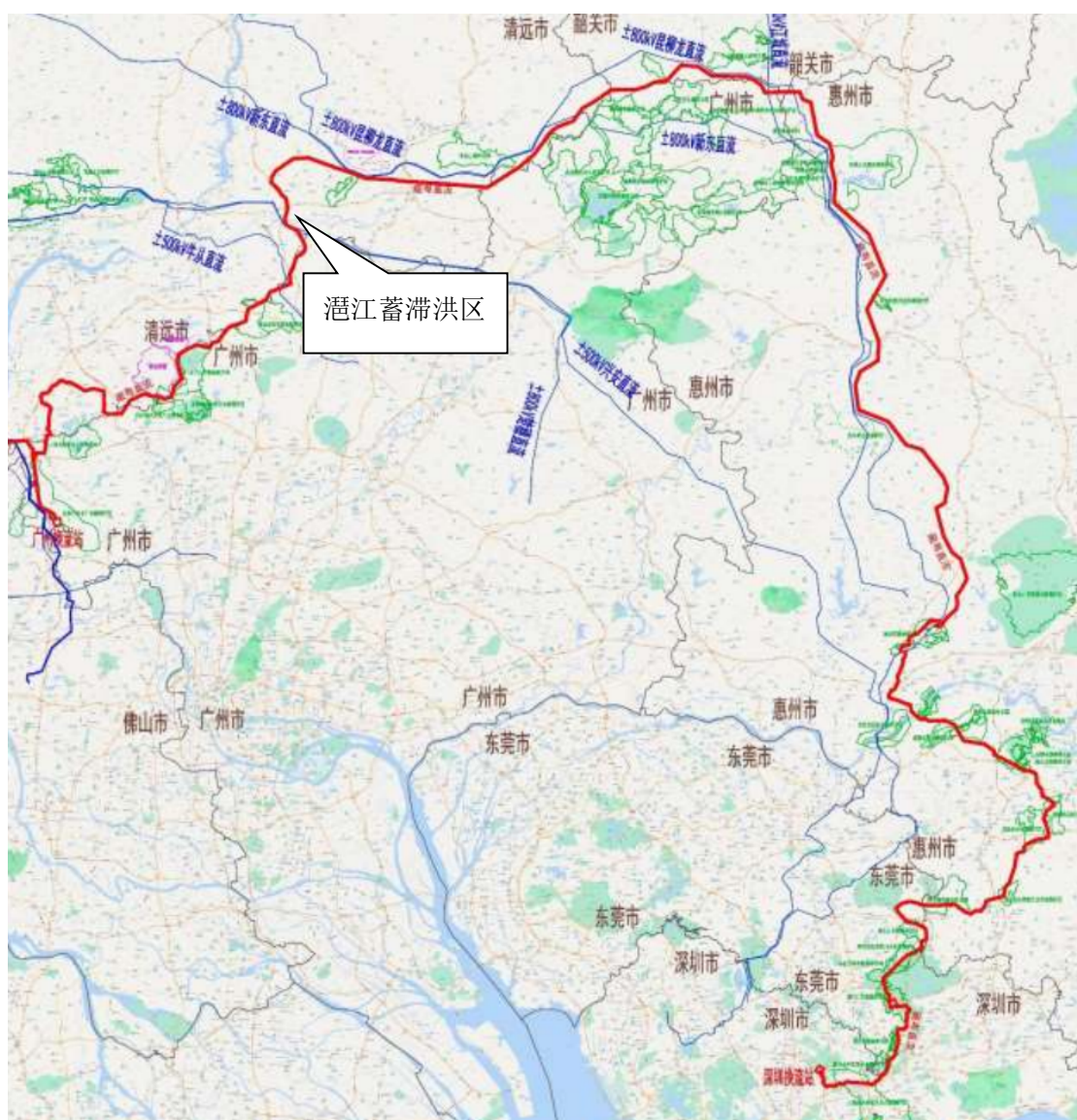


图 2.1-12 珠西北落点广州换流站至珠东南落点深圳换流站段线路通道

2.1.4.3 项目跨潞江线路可研阶段方案

项目可研阶段已确定桂粤省界至珠西北换流站段线路路径推荐采用北方案，珠西北换流站至珠东南换流站段直流线路的选址选线路径走向采取“北绕”至清远佛冈县，并行±800kV 新东及昆柳龙直流线路，至龙门县南下“惠莞深”的路径走向唯一具有可实施性。

藏粤直流输电标段 14 段线路于清远市佛冈县龙山镇跨越潞江，因跨

越处江面较宽，且沿线有 $\pm 800\text{kV}$ 楚穗直流、 $\pm 500\text{kV}$ 兴安直流、楚穗直流接地极线路、 110kV 浩滢线、广连高速、汕湛高速和密集民房，路径受限，因此可研阶段方案涉及在蓄滞洪区内立塔 4 基。线路与滢江蓄滞洪区的位置关系如下图所示：

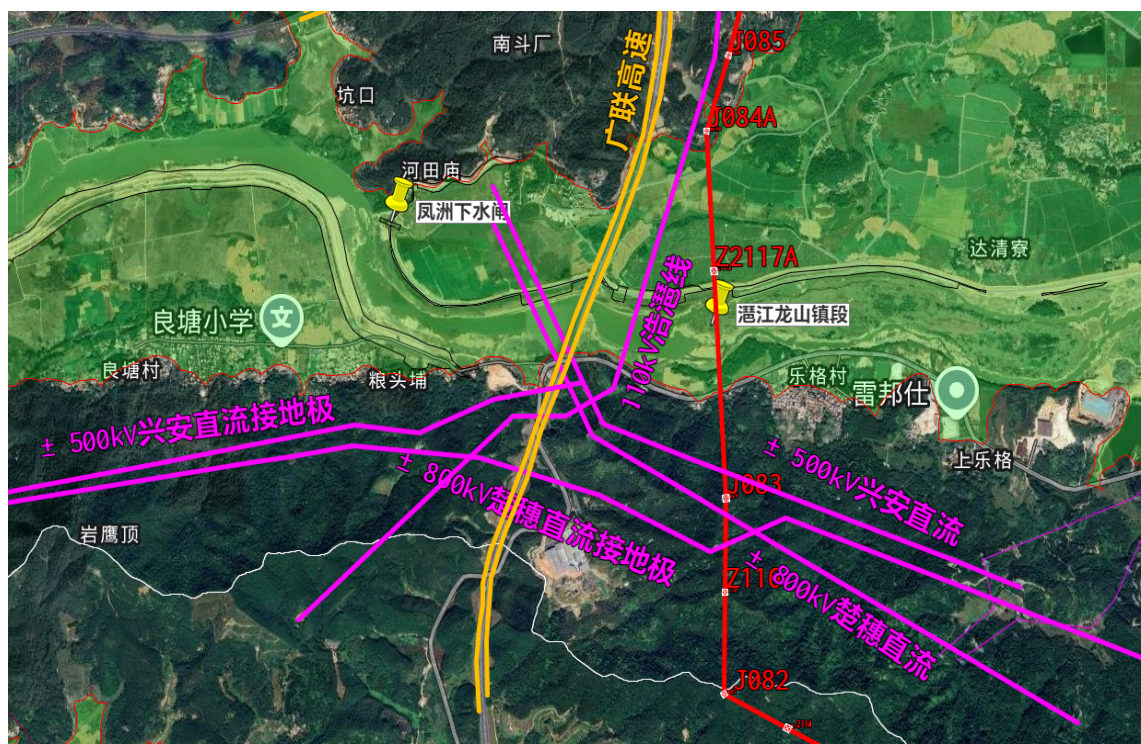


图 2.1-13 跨越潞江蓄滞洪区平面示意图 1

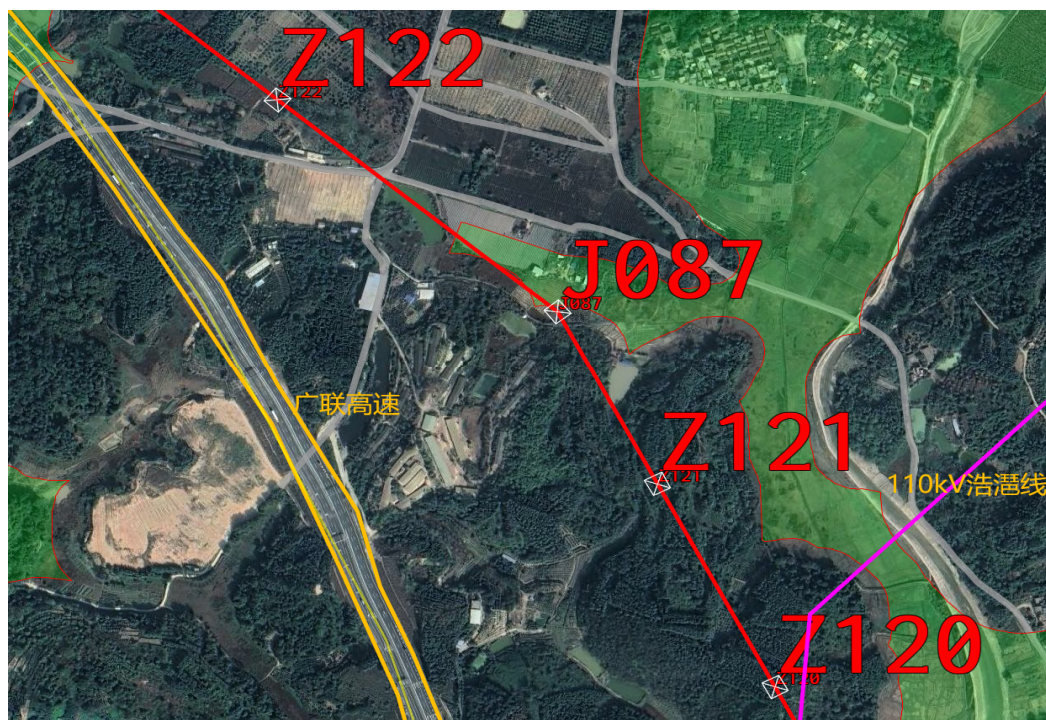


图 2.1-13 跨越滘江蓄滞洪区平面示意图 2



图 2.1-13 跨越滘江蓄滞洪区平面示意图 3

2.1.4.4 项目跨滬江线路初设阶段优化情况

本工程可研阶段共 4 基塔位于滬江蓄滞洪区内，初步设计阶段根据现场勘察情况及障碍物，对线路路径进行优化，优化后仅 1 基塔位于滬江蓄滞洪区内，优化方案说明如下。

(1) J083-J084A 段

本段线路因滬江蓄滞洪区宽度较大，且存在交叉跨越，无法避免在滬江蓄滞洪区内立塔 1 基，详细论述见下节。

(2) J087-J088 段

本段线路可研方案（下图红线方案）J087 塔塔腿部分位于滬江蓄滞洪区内，初步设计阶段根据现场勘察情况，将 J087 塔后移以避让滬江蓄滞洪区，优化后方案见下图青色。



图 2.1-13 初步设计优化方案对比

(3) J088-J090 段

本段线路可研方案（下图红线方案）Z123 和 J089 塔均位于滬江蓄滞洪区内，初步设计阶段对方案进行优化，于蓄滞洪区的空隙处穿插走线，虽两次跨越蓄滞洪区，但减少在蓄滞洪区内立塔 2 基。优化后方案见下图青色。

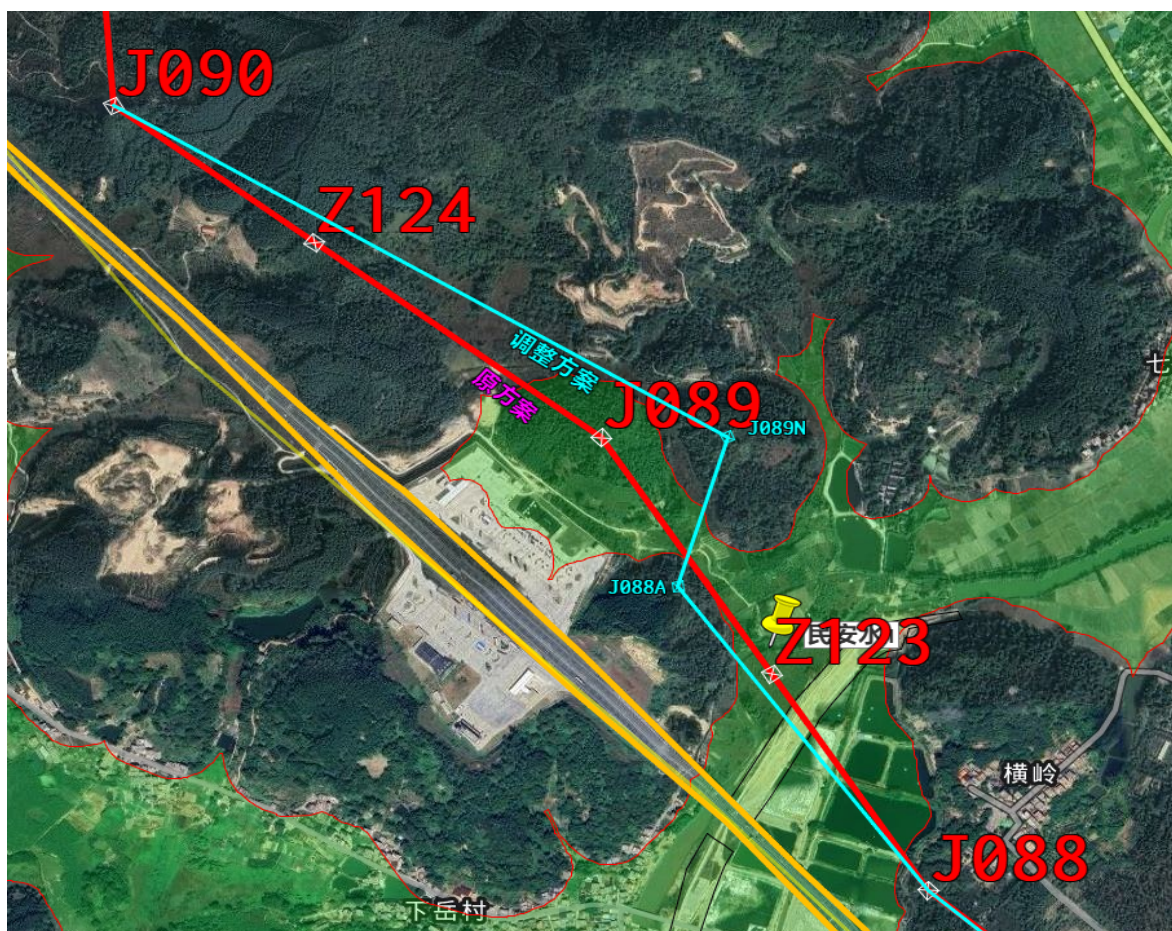


图 2.1-14 跨越滬江蓄滞洪区平面示意图

2.1.4.5 初设阶段跨越蓄滞洪区段路径唯一性说明

(1) J083-J084A 段

藏粤直流输电标段 14 线路 J083N-J084A 段跨越滬江段，并于滬江蓄滞洪区内立塔 1 基。线路整体呈南北走线，而滬江及其蓄滞洪区整体呈

东西走向，带状分布，从整体来看，工程线路于蓄滞洪区较窄处进行跨越，但由于潞江南侧交叉跨越众多，该跨越段从南到北依次跨越东西走向的楚穗直流接地极线路、±800kV 楚穗直流和±500kV 兴安直流，同时平行 110kV 浩潞线和广连高速走线。

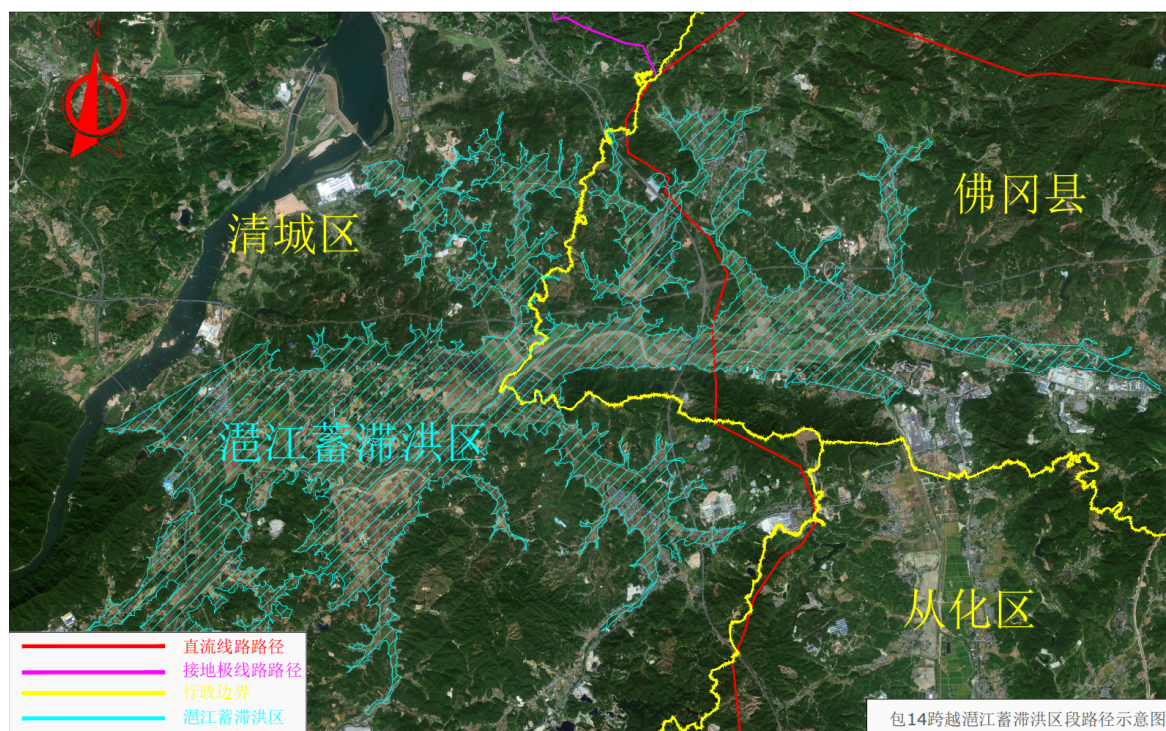


图 2.1-14 J083N-J084A 段跨越潞江整体平面图

前期选线时，主要思路如下：

1) 尽可能选取蓄滞洪区较窄处跨越

因潞江蓄滞洪区整体呈东西带状分布，东西向绵延近 23km，且西侧基本与北江相连，东侧连接佛冈县汤塘镇镇区；西侧因北江限制线路无法绕行，东侧需从佛冈县汤塘镇绕行，沿线建筑密集，永久农田连片分布，且考虑到接地极极址位于英德市，直流线路终点位于韶关市，线路绕行后接地极线路仍需向西侧走线，直流线路需向东侧走线，此时线路呈 Y 型割裂佛冈县汤塘镇和龙山镇，对地方规划极其不利。综合上述，

线路只能于龙山镇蓄滞洪区较窄处跨越，跨越处蓄滞洪区宽度约 1.1km。

2) 尽可能贴近行政边界走线

为避免±800kV 直流线路与接地极线路出现对行政区的包夹，本工程跨越潞江蓄滞洪区段采用直流线路、接地极线路共塔架设，以避免多次跨越。同时为了避免线路对行政区出现大面积的割裂，本工程跨越段基本沿清城区与佛冈县的行政边界走线，避免对镇区规划产生影响，目前线路路径也已取得了佛冈县人民政府、佛冈县自然资源局和龙山镇人民政府的协议回函。

3) 尽可能贴近现有高速、电力线路廊道走线

为避免本工程新建线路与现状高速、电力线路形成对村落的包夹，本工程线路在选线时，在保证与高速和现状线路的安全距离的前提下，尽可能地贴近现状广连高速和 110kV 浩滢线走线，同时兼顾考虑跨越点潞江蓄滞洪区应尽可能地狭窄。利用现有的广连高速与 110kV 浩滢线的廊道，节约廊道资源，避免对村落和密集建筑形成包夹。

4) 控制新建线路与现状超高压、特高压直流线路的安全距离，并避免一档跨越±500kV 兴安直流和±800kV 楚穗直流

因本工程跨越点潞江南岸涉及跨越±800kV 楚穗直流和±500kV 兴安直流，该线路电压等级较高，传输容量较大。根据调度反馈，两条线路同时停电将造成大面积的失电风险，严重危害电力系统安全稳定运行。因此本工程需在±800kV 楚穗直流和±500kV 兴安直流之间立一基耐张塔，前后耐张段分开放线，以避免两线路同时停电。因现状线路均位于山脊高处，为保证路径的可通过性，需考虑在线路弧垂较低处、地势较高处跨越；同时为避免一档同时跨越±800kV 楚穗直流和±500kV 兴安直

流导致施工和后续运维检修期间的两条线路同时停电的问题，考虑于±800kV 楚穗直流和±500kV 兴安直流两条线路之间的较宽处立一基耐张塔开断线路。

综合上述考虑，工程现状路径，西侧虽潞江蓄滞洪区宽度有所变小，但东侧±800kV 楚穗直流和±500kV 兴安直流线路间距逐渐变小，两线路之间无立塔条件，且需要控制与 110kV 浩潞线和广联高速之间的平行距离。东侧潞江蓄滞洪区宽度明显变大，且±800kV 楚穗直流和±500kV 兴安直流线路间还有楚穗直流接地极线路，线路廊道更加紧张，无立塔条件，因此工程路径跨越潞江点通道唯一。

（2）J084A-J085 段

本段线因潞江蓄滞洪区范围与 110kV 浩潞线相连接，且现状 110kV 浩潞线与现状广连高速呈并行走线，若将 J084A 向西移动跨越 110kV 浩潞线，此时因 Z117NN 与 J084A 与 110kV 浩潞线交叉角度较小，移动后 J084A 塔需增高。同时该塔位于 110kV 浩潞线和现状广连高速之间，为保证线路与 110kV 浩潞线之间的安全距离，塔基边缘距离高速仅 70 余米，对广连高速后续扩建存在影响，广连高速管理的单位不同意该方案。

此外，若将 J084A 塔向西移动，潞江蓄滞洪区内的 Z117NN 塔将由悬垂塔变为耐张塔，承受的荷载增大，需增大桩径，且杆塔较高，铁塔的永久占地将增大，占用蓄滞洪区内的容量将进一步增大。

综合上述，推荐方案虽跨越潞江蓄滞洪区，但跨越范围仅约 0.05km，且不在潞江蓄滞洪区内立塔，线路路径唯一。

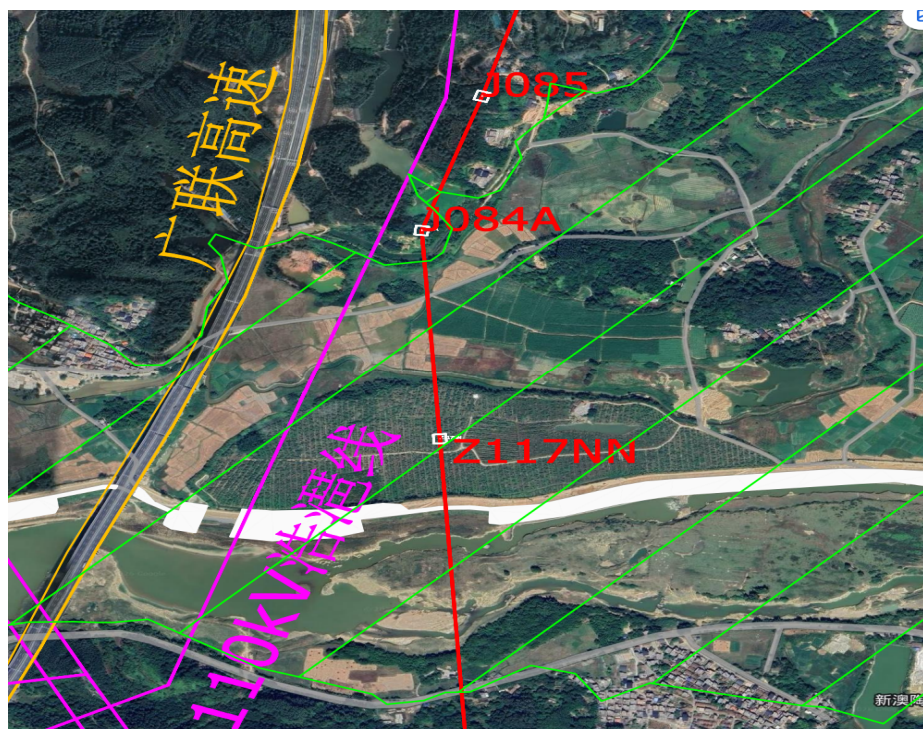


图 2.1-16 J084A-J085 段跨越路径方案示意图

(3) J086-Z120 段

本工程 J086-Z120 段线路第三次跨越湛江蓄滞洪区，跨越段西侧为汕湛高速与广连高速交汇处的三凤里立交桥，东侧为更大范围的湛江蓄滞洪区，J086 塔小号侧跨越汕湛高速，大号侧跨越蓄滞洪区与 110kV 浩滢线。

若 J086 塔向西侧调整避让蓄滞洪区，存在以下制约因素：

1) 汕湛高速匝道

现状线路尽可能从高速主干道路面跨越，若 J086 塔西移，其小号测线路将不可避免的跨越汕湛高速与广连高速交汇处匝道，且更靠近三凤里立交桥，对于高速匝道部分，后续扩建情况复杂，且跨越点处又靠近高速交汇处的三凤里立交桥，高速管理单位要求线路尽可能地远离立交部分并不得在匝道上跨越。

2) 线下密集养殖房屋

现状线路 J086 西侧为数千平米的密集养殖房屋，线路西移后将不可避免地产生大量的房屋拆迁，社会稳定性风险较高

综合上述，推荐方案不涉及高速匝道跨越和大量的房屋拆迁，虽跨越滬江蓄滞洪区，但跨越宽度仅约 0.06km，不在蓄滞洪区内立塔，线路路径唯一。



图 2.1-17 线下密集养殖房屋

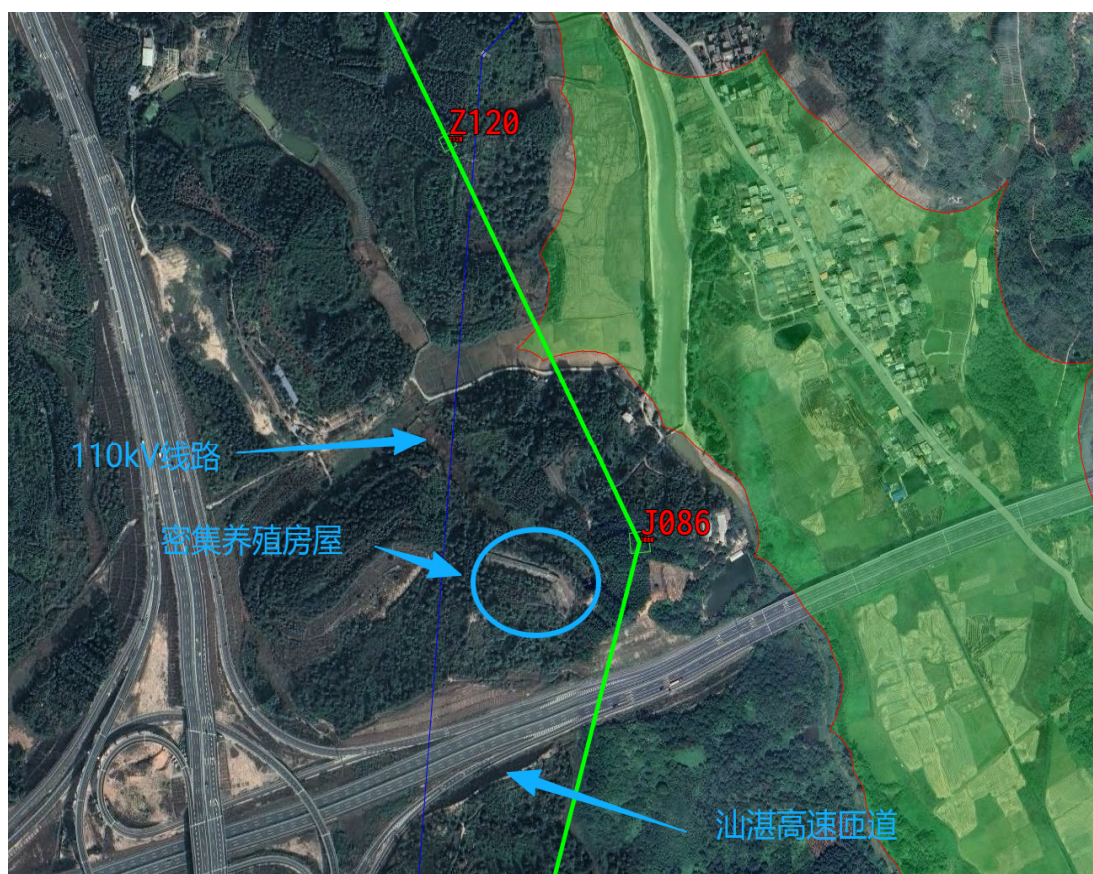


图 2.1-18 J086-Z120 段方案示意图

(4) J088-J089N 段

本工程 J088-J089N 段线路两次跨越湛江蓄滞洪区，本段线路因已进入蓄滞洪区内部，不可避免跨越蓄滞洪区，只能在蓄滞洪区内部空隙穿插走线。

J088 塔若向西侧绕行，则不可避免跨越广连高速，但由于高速两侧也均处于蓄滞洪区范围内，无立塔条件，若调整至龙山服务区南侧非蓄滞洪区内立塔，线路与高速的交叉角度不满足规范要求，方案不可行。

若 J088 塔向东侧绕行，由于蓄滞洪区边界与横岭村密集建筑区相连，线路路径将从横岭村穿越，产生大量的民房拆迁，且线路距离村庄极近，社会稳定性风险极高。

综合上述，推荐方案不可避免跨越湛江蓄滞洪区。



图 2.1-19 J088-J089N 段方案示意图

2.1.4.6 电塔 Z117NN 不可避免落于蓄滞洪区内的说明

为说明 J083~J084A 段之间必须在蓄滞洪区内设置 Z117NN 电塔，分为两个方案进行比选：方案 1，电塔落于潞江蓄滞洪区之外的南岸；方案 2，电塔落于潞江蓄滞洪区内。

1) 方案 1，电塔落于潞江蓄滞洪区之外的南岸

由于跨越处潞江蓄滞洪区宽度约为 1.1km，而 J083 耐张塔-潞江蓄滞洪区南侧边界之间地势陡然下降，立塔后无法改善±500kV 兴安直流的跨越条件，反而将导线下拉，不利于跨越。若强行立塔以避免于蓄滞洪区立塔，则需立一基全高为 183m 的耐张塔，同时 J084A 塔也需改为全高 177m 的耐张塔。

此时潞江南岸需新增全高 183m 的耐张塔，耐张塔跟开约为 30m，永久占地近 1000 平方米。由于该区域地形坡度较陡（35°~40°），布

置大根开塔基会导致四个塔腿之间的高差极其显著，此时为了保证塔腿基础持力层的稳定性，需对塔基周围进行大面积降基处理，这样降基范围会成倍扩大，不仅会破坏大面积原生植被，更会扰动斜坡的原始应力平衡，诱发滑坡风险。此外，由于塔腿高差大，在基础开挖时将不可避免地形成高陡边坡，变成一个大型临空面。

针对上述高陡边坡，常规的放坡处理因场地受限已无法实施，必须采用强支护措施，如预应力锚索框架梁、抗滑桩或重力式挡土墙，但在 35° 以上的陡坡上施工不仅工程量大，而且难度极高，大型机械难以就位，往往需要搭设复杂的施工栈道或采用人工开挖，工效极低。其次，在高陡边坡上进行深基坑开挖和锚索钻孔作业极其危险，施工过程中极易诱发边坡局部垮塌，对施工人员安全构成重大威胁。此外，后期维护很困难，由于特高压线路运行周期长，此类高陡人工边坡在暴雨、地震等极端工况下的长期稳定性难以保证，后期的运维监测和加固成本将是一笔巨大的隐形开支。

由于 J084A 塔塔型变化，J084A 塔跟开也随之变大，原 J084A 塔位处永久占地面积变大后，110kV 浩滬线与本工程新建铁塔之间的安全距离不足，极易发生风偏闪络事故，不利于电力系统的安全稳定运行。

同时，即使在滬江南岸新增塔以减小跨越蓄滞洪区档距后，该塔前后侧档距分布极其不均匀，前后侧档距分别为 285m 和 1340m，杆塔承受的不平衡荷载极大，同时考虑恶劣的地质条件，杆塔的稳定性的风险极高。

2) 方案 2，电塔落于滬江蓄滞洪区内

在蓄滞洪区立塔后，相比方案 1，导线抬高，可显著改善与±500kV

兴安直流的跨越条件。蓄滞洪区内地势平缓，塔基结构稳定安全。同时该塔前后挡距分布均匀，杆塔承受的荷载较为平衡，杆塔的稳定条件较好。

3) 方案对比

综合上述，J083-J084A 之间档距高达 1.617km，一档难以跨越，且湛江南岸无立塔条件，因此需在湛江北岸的蓄滞洪区内立塔 1 基减小档距，无法避免在蓄滞洪区内立塔。

表 2.1-2 电塔位置方案比选表

项目	方案 1，电塔落于湛江蓄滞洪区之外的南岸	方案 2，电塔落于湛江蓄滞洪区内	对比
塔高	183m, 177m	68m, 30m	方案 2 更优
用地及地质条件	1000m ² ，地势较陡，地面坡角约 35°，地基上覆盖砾粉质黏土、全风化砂岩等地层，覆盖层较厚，地质条件极差	400m ² ，地势平坦，地质条件良好	方案 2 更优
与周边线路关系	与±500kV 兴安直流的跨越关系不佳，与 110kV 浩滢线铁塔之间的安全距离不足，极易发生风偏闪络事故	与周边线路位置关系满足要求	方案 2 更优
安全性	前后侧档距分别为 285m 和 1340m，杆塔承受的不平衡荷载极大，同时考虑恶劣的地质条件，杆塔的稳定风险极高。	前后挡距分布均匀，杆塔承受的荷载较为平衡，且地势平缓，杆塔的稳定条件较好	方案 2 更优
综合对比		推荐方案 2	

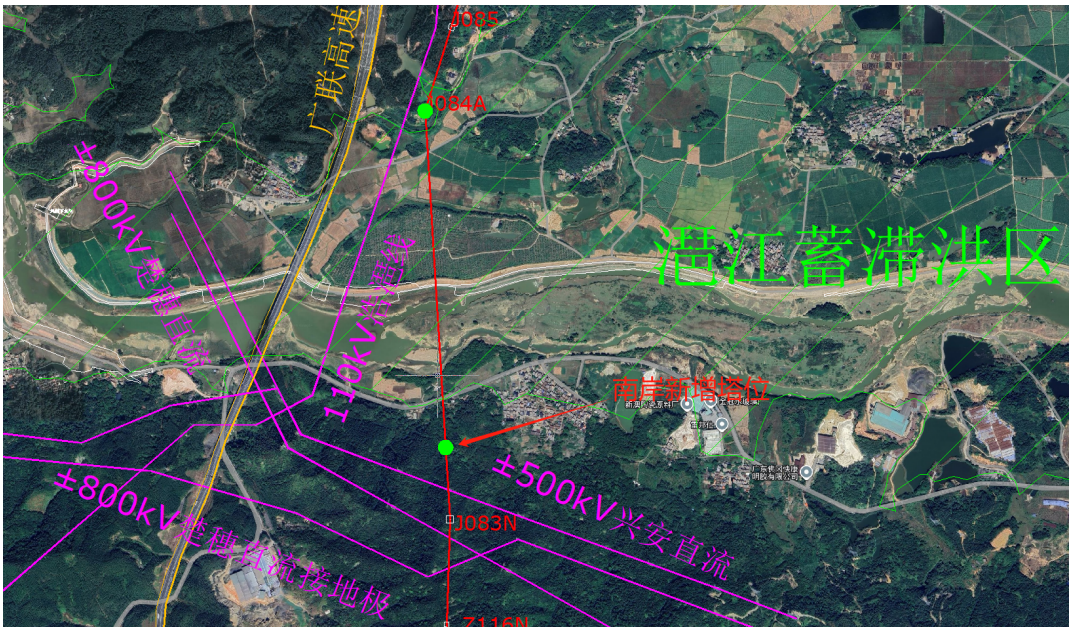


图 2.1-20 J083N-J084A 段跨越湛江局部平面图（蓄滞洪区内不立塔方案）

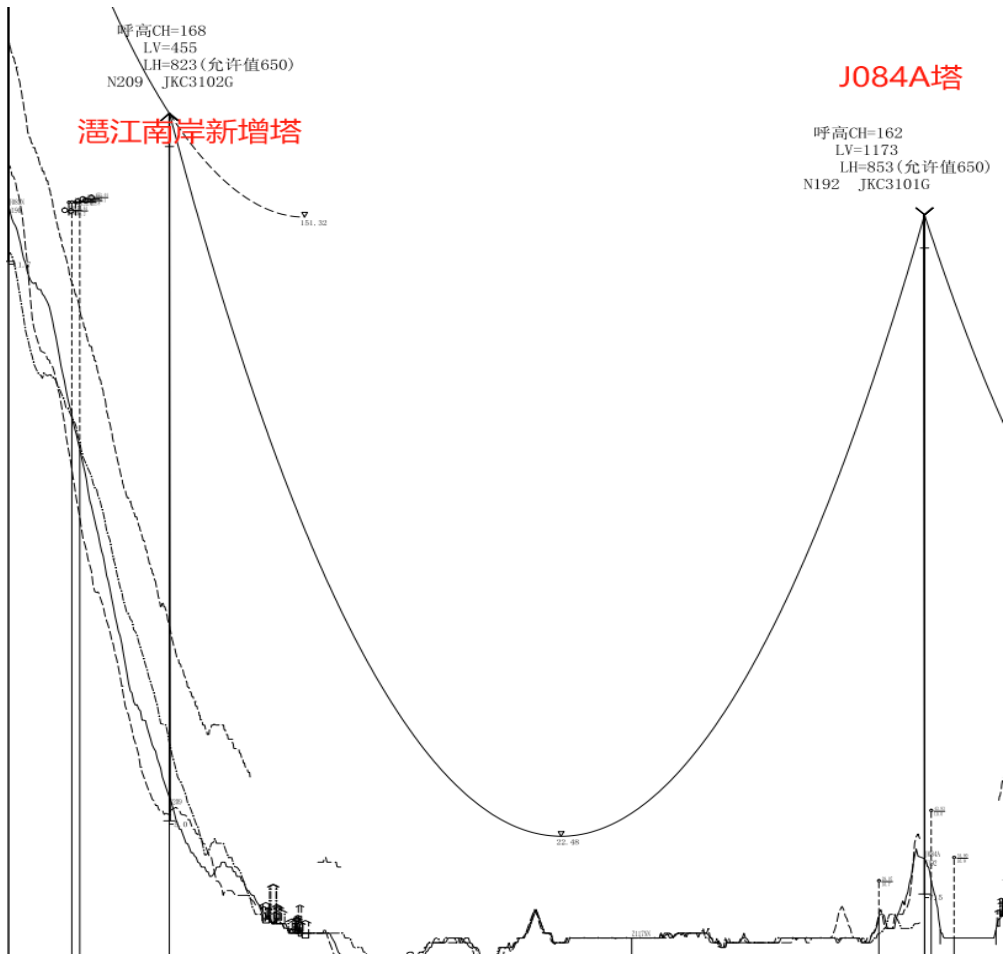


图 2.1-21 蓄滞洪区不立塔方案断面示意图

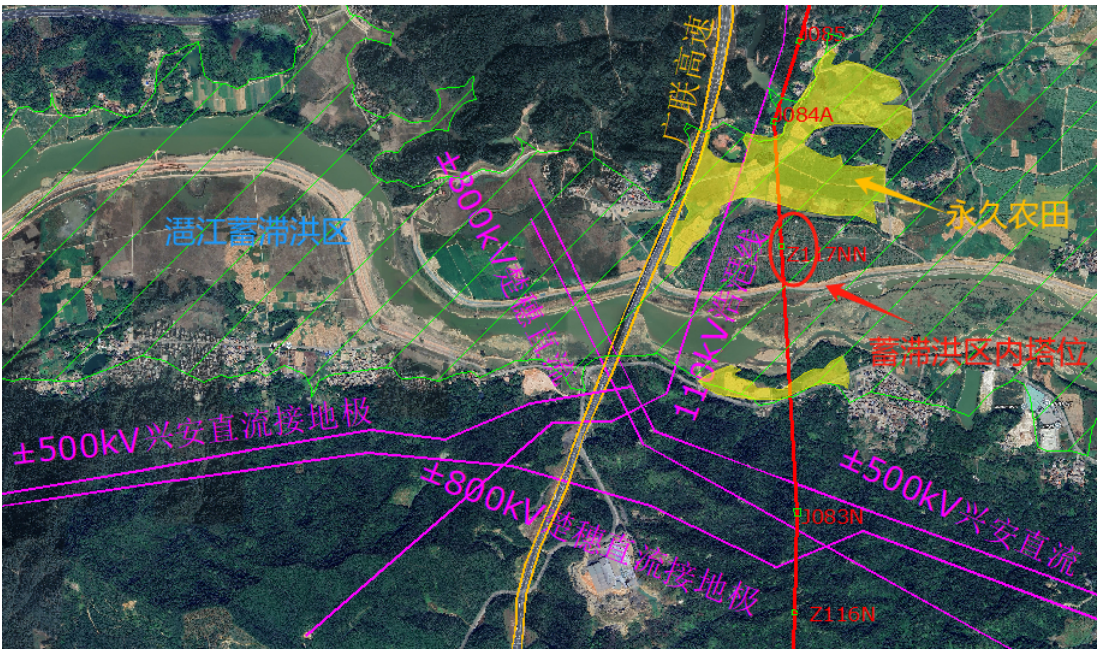


图 2.1-22 J083N-J084A 段跨越湛江局部平面图（蓄滞洪区内立塔方案）

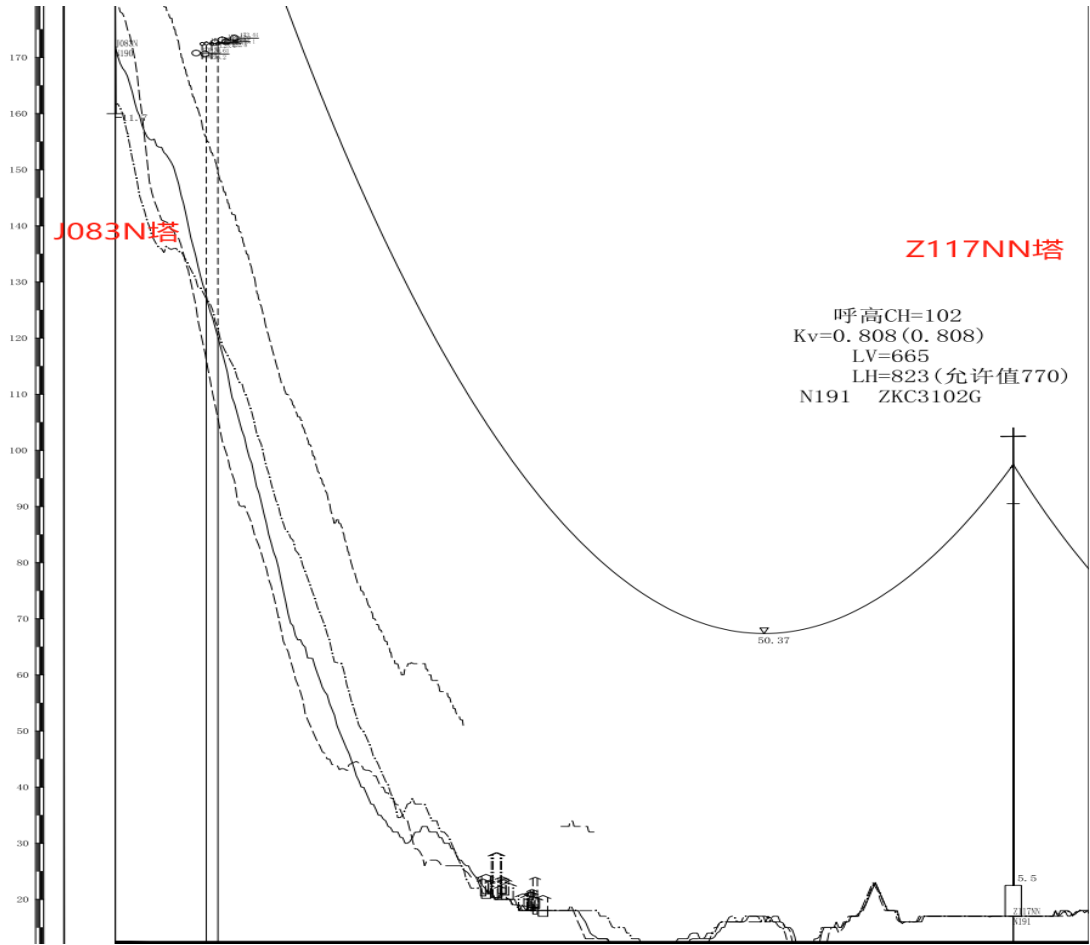


图 2.1-23 J083N 大号侧断面示意图（蓄滞洪区内立塔方案）

2.1.5 输电线路跨越滬江及蓄滞洪区安全措施

2.1.5.1 导、地线选型

跨越滬江及蓄滞洪区段采用直流与接地极线路共塔架设的形式，直流线路导线为 6×JL/G2A-720/50 钢芯铝绞线，安全系数为 2.5；接地极线路导线为 2×2×JNRLH60/G3A-300/40 钢芯铝绞线，安全系数为 2.63；地线 1 根采用 JLB20A-150 铝包钢绞线，安全系数为 3.5；另一根采用 OPGW 光缆，待招标后确定安全系数。导、地线均满足安全系数要求。

2.1.5.2 绝缘子和金具

本工程绝缘子机械强度的安全系数，如下表所示：

表 2.1-3 绝缘子机械强度的安全系数表

情 况	最大使用荷载		常年荷载	验算	断线	断联
	盘型绝缘子	棒型绝缘子				
安全系数	2.7	3.0	4.0	1.5	1.8	1.5

金具强度的安全系数如下：

- 1 最大使用荷载情况不应小于 2.5。
- 2 断线、断联、验算情况不应小于 1.5。

2.1.5.3 杆塔设计

（1）杆塔选型

本工程常规杆塔采用导线水平排列的自立式铁塔。悬垂直线塔采用导线悬垂串 V 型布置的羊角型塔；常规耐张塔采用干字型塔，跳线串采用鼠笼式刚性跳线，双 V 型绝缘子串悬挂。杆塔型式如下图所示：

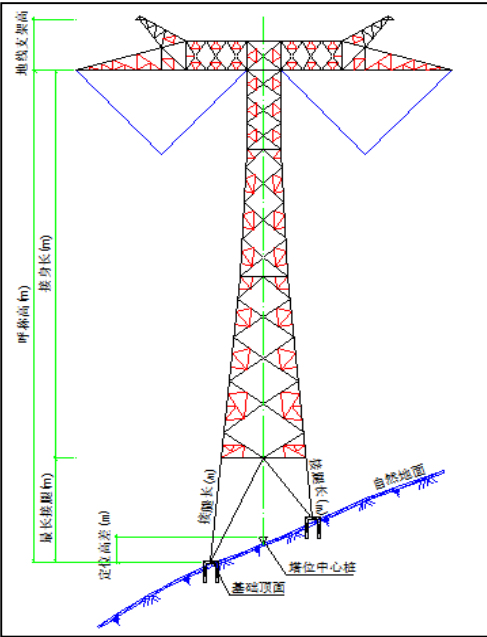


图 2.1-24 (1) 悬垂直线塔

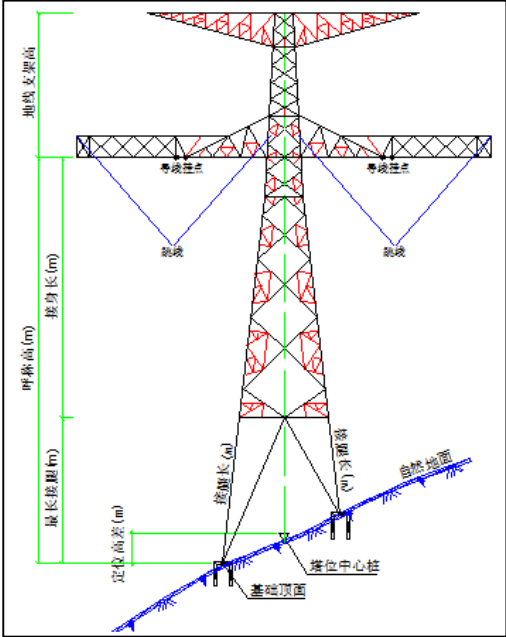


图 2.1-24 (2) 耐张塔

(2) 杆塔抗震设计

本标段路径起自广州市花都区赤坭镇，向北东走线，途经广州花都狮岭镇、梯面镇、清远市清城区、广州从化区、清远佛冈县，止于韶关市新丰县梅坑镇。根据国家标准《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及《建筑抗震设计标准（2024 修订版）》（GB/T 50011-2010），按 II 类建筑场地考虑，整条线路基本地震动峰值加速度 0.05g，地震动加速度反应谱特征周期 0.35s。抗震设防烈度为 VI 度，设计地震分组为第一组。

根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》10.1.16 条“位于地震烈度为 7 度以上地区的混凝土高塔和位于地震烈度为 9 度以上地区的各类杆塔均应进行抗震验算。”的规定，本工程铁塔为全钢结构自立式杆塔，属于柔性结构，经计算，地震荷载并不控制铁塔杆件规格，与《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》10.1.16 条的相关规定吻合，因

此，即使在地震烈度为 7 度的地区铁塔也能满足正常使用；根据《架空输电线路基础设计技术规程》3.0.13 条的规定，在地震烈度为 7 度的地区基础也能满足正常使用。

（3）基础选型及安全措施

基础设计主要依据下列规程：《架空输电线路基础设计技术规程》（DL/T 5219-2023），《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011），《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008），《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）

基础工程是输电线路工程体系的重要组成部分，它的造价、工期和劳动消耗量在整个线路工程中占很大比重。因此，针对不同的基础负荷、地质及地形条件，因地制宜、经济合理地选择基础型式，不仅可降低工程成本，而且可确保线路的安全运行，同时可最大限度的保护好自然环境，以实现安全、环保、经济、合理的目的，有效降低工程造价。

要实现上述目的，基础设计需要从以下方面综合考虑：

- 1) 塔位的地形、地貌及植被覆盖情况
- 2) 塔位的地质情况以及地下水位情况
- 3) 塔位及外负荷大小
- 4) 塔位周边的设施情况
- 5) 杆塔位置的运输情况
- 6) 材料的采集情况(如砂、石、水等)
- 7) 施工的难易程度及安全性
- 8) 杆塔与基础的连接方式

不同的基础型式具有不同的特点，承载能力、材料耗量、土石方量

以及对环境的影响等各不相同；对输电线路而言，各个塔位的微地形相当复杂，这需要设计根据塔位不同的地质、地形及周边环境来选择适宜的基础型式，充分利用每个基础的优点，达到安全、经济、环保的目的。

考虑到本工程 Z117NN 塔位在农田中，地下水位较浅，且土层较软，本工程 Z117NN 采用灌注桩单桩基础。

该种基础型式通过机械成孔浇筑钢筋混凝土，通过作用于桩端的地层阻力和桩周土层的摩阻力来支撑轴向荷载，依靠桩侧土层的侧向阻力来支撑水平荷载。该型基础钢筋和混凝土用量都较大，造价很高，主要用于由于基础作用力很大、地质条件差或有地下水等情况，普通浅埋基础不能满足要求的塔位。

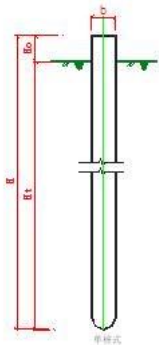


图 2.1-25 灌注桩基础示意图

表 2.1-3 Z117NN 塔位基础技术指标一览表（单腿）

基础直径 (m)	基础桩长 (m)	基础设计埋 深 (m)	基础设计冲刷 深度 (m)	基础实际露 头 (m)	基础混凝土方 量 (方)	基础钢筋重 量 (kg)
2.4	26.5	17	4	5.5	119.88	9647.4

（3）基础设计中采取的安全措施

本工程湛江蓄滞洪区的杆塔的基础作用力计算时均考虑了 1.1 的重要性系数。本工程基础设计荷载分项系数取 1.35。在基础设计时，以上抗力分项系数、荷载分项系数、重要性系数同时使用，大大提高了基础

设计的安全性。

为防止水土流失，对开挖过程中的土、石方（含导线风偏和对地距离不够开方）应根据塔位的具体情况，指定位置堆放或在塔位处修筑保坎进行堆放，避免施工余土随意堆放，影响塔位的安全和环境。工程竣工验收前，铁塔基础、不应出现浮土，须栽植草皮或撒草籽。

基坑开挖凡能成形的基坑，均采用“坑壁”代替基础底板模板方式开挖，尽可能减少开挖量。线路尽量避免在高陡斜坡上立塔，当高陡斜坡下方存在重要建筑设施、民居及人员经常活动区域而线路无法避让时，则根据具体情况考虑弃土装袋外运和挂设防护网等措施，以保护设施及人员的安全。

（4）基础抗震设计

根据《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010），跨越处的抗震设防烈度为 VI 度，鉴于滠江蓄滞洪区的杆塔及基础按 VI 度进行设计，并针对铁塔钢结构节点采取抗震构造措施，以保证铁塔在地震作用力的安全。

（4）基础抗冲刷设计

根据本工程水文勘察报告的提资，蓄滞洪区塔位 Z117NN 的冲刷深度为 4m，本工程 Z117NN 按 4m 的冲刷深度进行设计。

2.2 工程施工方案

涉及滠江蓄滞洪区施工只有一座 Z117NN 电塔，该铁塔全高 108.8 米，根开 19.08 米，采用灌注桩基础施工。

2.2.1 总体施工组织布置及规划

施工开挖方量和弃土方量约为 350 方，弃渣以泥浆的方式运至政府指定的弃渣场，计划堆放位置：佛冈县龙山镇从化围村与黄塍村地段土地，距离 10km。施工时间约为 45 天，避开汛期施工，施工营地不处于滞洪区，不需临时建筑物，施工完成后，地面原状恢复标高不变。

施工区域为电塔四周 40m×40m 范围，在该范围一侧设置 13×40m 材料堆放区域。进场道路依靠现有交通道路和机耕路。



图 2.2-1 施工布置图

2.2.2 施工组织安排

2.2.2.1 施工工期

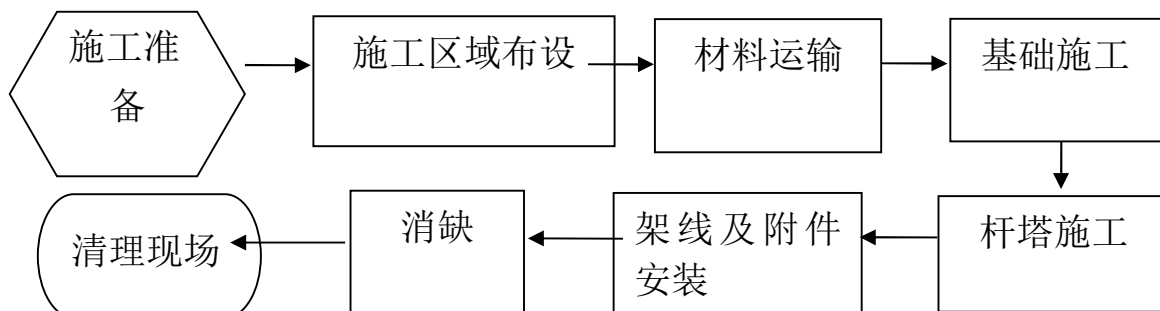
本工程施工工期为 45 天，计划于 2026 年 11 月开工，2026 年 12 月竣工。为保证工程项目按进度计划顺利实施，工程进度力求安排紧凑，互相衔接，相互交叉，以利于缩短建设周期，按时按质完成项目建设。

2.2.2.2 施工时序

本项目施工结合区域气象水文干湿季分明、汛期与雨季基本一致的特点，涉蓄滞洪区施工工程安排在枯水期（2026 年 11 月~2026 年 12 月）施工，以避免雨季蓄滞洪区水位上升所造成的施工安全、基坑排水困难、基础冲刷等干扰影响，从而确保工程质量，加快工程进度。

2.2.3 主要工程施工方案

一般线路施工流程如下：



2.2.3.1 施工区域布置

根据设计占用地划定施工作业区域，采用插入式安全围栏（安全警戒绳、彩旗，配以红白相间色标的金属立杆）对施工现场进行围护、隔离、封闭。

2.2.3.2 施工交通及材料运输

施工场外交通路径为：376 县道-341 乡道（坝顶道路）-现有机耕路-Z117N 塔位。现状堤顶道路与 376 县道接驳段无限高限重警示牌或拦挡设施。根据《公路桥梁信息公示牌设置要求》和《公路桥梁限载标志设置要求》说明堤顶道路可按正常通行要求通过。根据《公路桥涵设计通用规范》和《公路工程技术标准》，现状堤顶道路载重上限为总重 49t、轴重 14t。施工期考虑对现有堤顶路的保护，拟在堤防下坡路段铺设钢板以保护现有堤防和道路。

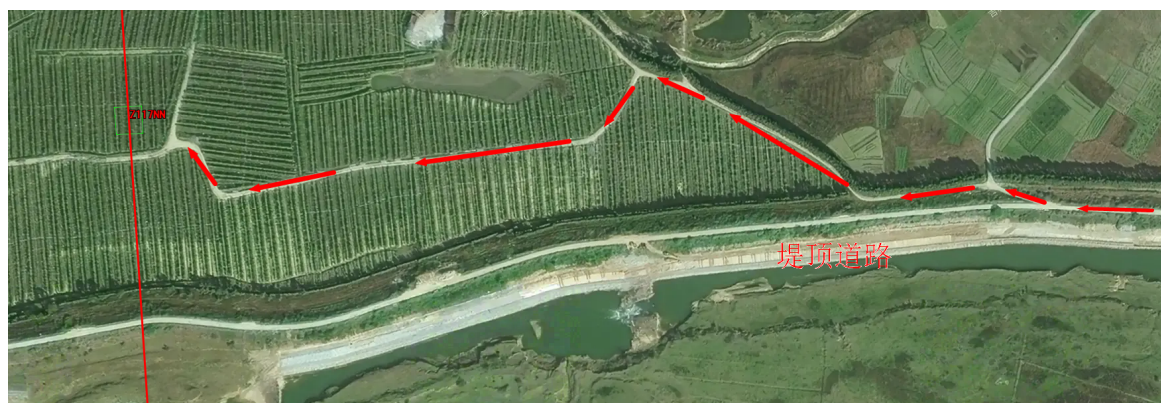


图 2.2-2 施工场外交通线路图示

材料运输及现场布设包括工器具运输、基础及铁塔等材料运输。

(1) 在用汽车吊卸货时，尽量采用吊带，如需要用钢丝套时，则应在绑扎处衬垫麻布片或木板条，以防止破坏镀锌层；起吊时需慢起慢落，防止材料旋转伤人。在吊装吊件离开地面 100mm 时应暂停起吊并进行全面的安全检查，确认正常且吊件上无搁置物及人员后方可继续起吊，起吊速度应均匀。

(2) 由于本工程部分地土质均较为松软，车辆应尽量减少载重负荷，严格控制运输重量，严禁超载运输，一般控制在 5t 以内。

(3) 本次施工最重设备为 20 吨反循环 ZFJ-2000 回转钻机，总质量

为 20t，运输车辆重 6.7t。可分批次运送到施工区后组装工作。

2.2.3.3 基础施工

（1）测量定位

由施工队伍技术员和现场监理对定位轴线、水准点、标高控制点进行复测，并且将中心桩、方向桩（副桩）准确移出，做好保护，可以考虑用浇制混凝土的方式固定好移出的桩点。

（2）成孔及清孔

钻机就位后，调整钻机平台的水平，保持“三点一线”，在钻进过程中为防止因地层软硬不均出现的孔斜事故，施工时，在配备足够钻头配重压力的同时，采用“减压钻进”以保证钻孔垂直度。当钻孔深度达到要求后，应及时清孔及基础浇筑。

（3）钢筋笼制作与吊运安装

钢筋笼一般采用标准模具制作，保证主筋位置正确。分段制作的钢筋笼，主筋采用通过套筒将两根钢筋相连，套筒质量按照国家现行标准《机连接用套筒》JGT163 执行，施工按国家现行标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ107 执行。

（4）基础浇筑

混凝土浇筑前必须对基础根开、地脚螺栓规格、间距、露出基面高度、主配筋规格等进行复核。尤其要区分清转角塔的上拔和下压腿。

（5）混凝土养护

现场浇筑混凝土的一般养护应符合下列规定：混凝土应在终凝后的 12h 内开始养护，但天气炎热、干燥有风时，应在浇注完后 3 小时内开

始浇水养护。养护时应在基础模板外加遮盖物，浇水次数应能保持混凝土表面始终湿润。

2.2.3.4 杆塔组立

本组塔施工方案根据塔型及现场地形勘察，综合考虑施工可行性、经济性，拟选用汽车吊或者落地双平臂、落地双摇臂抱杆配合进行铁塔组立，根据不同阶段的塔高进行吊车选择，力求立塔经济化。

组塔前应对基础各部尺寸进行复核，特别是根开、基础顶面高差、对角线、地脚螺栓布置及外露尺寸等。

清点整理工器具。工器具使用前，应根据有关条文进行外观、内在质量的检查，不合格者严禁使用。

地面组装。先将塔材分片组装好，组装塔片按起吊顺序由近到远依次排列，便于起吊。

2.2.3.5 架线施工

准备好必备的施工技术资料，包括：线路安装明细表、金具组装图、张力架线施工质量制度、安全技术措施、压接作业指导书、张力架线施工作业指导书。供应到现场的导地线、OPGW、绝缘子及金具需进行外观、数量、规格、质量等方面的检验。材料按供应计划运抵工地，分类摆放，并采取防雨、防潮等成品保护措施。

对场地进行规划、平整及安全文明施工布置，对原有运输道路进行勘查，补修不具备设备及架线材料通过能力的路段，补强危桥。在规划场地内埋设固定牵张设备和其他设施的地钻。

放线滑车、转向滑车使用前逐个检查、维修、保养，确保部件齐全，

转动灵活。张力架线中的连接工具，如牵引板、卡线器、连接器等必须经拉力试验判定合格后，方准现场使用。

架线施工前对沿线的交叉跨越等障碍物进行详细调查，凡是设计规定需要拆除的建筑物、构筑物必须拆除，按规定要迁移的电力线、通信线则及时迁移。

导线展放完成后，进行牵、张场塔基的挂线施工，根据地形情况，采取地面锚线、压接、升空、挂线或者高空进行锚线、压接、挂线。

2.2.3.6 度汛方案

本工程施工期为 45 天，计划于 2026 年 11 月开工，2026 年 12 月竣工。工程不涉及汛期施工。

2.2.3.7 取弃土方案

施工开挖方量和弃土方量约为 350 方，弃渣以泥浆的方式运至政府指定的弃渣场，计划堆放位置：佛冈县龙山镇从化围村与黄塍村地段土地，距离 10km。

2.3 工程占用蓄滞洪区情况

本报告评价的线路工程为跨越潞江蓄滞洪区的架空线路工程，涉及电塔桩号分别为：J083-J084A、J084A-J085、J086-Z120、J088-J088A、J088A-J089N，总平面布置图见附图 2.1-1。

藏粤直流输电标段 14 段 J084A-J085、J086-Z120、J088-J088A、J088A-J089N 等 4 段线路于空中跨过潞江蓄滞洪区，跨越长度分别为

0.05km、0.06km、0.50km、0.10km；塔基均不落在蓄滞洪区内，线路最低点均高于 300 年一遇湛江蓄滞洪区淹没水位。

藏粤直流输电标段 14 仅有 J083-J084A 线路中 Z117NN 电塔落在湛江蓄滞洪区内。电塔塔基 4 个塔脚落在蓄滞洪区内，塔脚直径为 2.4m，露出地面高度 5.5m，占用蓄滞洪区面积约 18.1m²，现状塔基底高程为 16.92m，300 年一遇湛江蓄滞洪区淹没水位为 22.62m，塔基全部位于该水位以下，因此，在运行期占用蓄滞洪区容积约 99.5m³。工程电线情况：1 根地线 JLB20A-150（直径 15.8mm）；1 根 OPGW 光缆 OPGW-150(直径大约 17mm)；12 根直流导线 JL/G2A-720/50（直径 36.23mm）；4 根接地极导线 JNRLH60/G3A-300/40（直径 23.94mm）。拉线跨越蓄滞洪区 1.81km,投影面积共计 1020m²。施工期无临时阻水建筑物，占用蓄滞洪区情况与运行期相同。

表 2.3-1 电塔工程占用蓄滞洪区面积、容积统计表

编号	电塔名称	塔基塔脚 占用滞洪 容积(m ³)	塔基占 用平面面 积(m ²)	塔基塔 脚占用 平面面 积 (m ²)	塔基塔脚 占用容积 比例	塔基占用 面积比例	塔基塔脚 占用面积 比例
1	J083	0	0	0	0.000000%	0.000000%	0.000000%
2	Z117NN	99.5	484	18.1	0.00002%	0.000550%	0.000021%
3	J084A	0	0	0	0.000000%	0.000000%	0.000000%
4	J085	0	0	0	0.000000%	0.000000%	0.000000%
5	J086	0	0	0	0.000000%	0.000000%	0.000000%
6	Z120	0	0	0	0.000000%	0.000000%	0.000000%
7	J088	0	0	0	0.000000%	0.000000%	0.000000%
8	J088A	0	0	0	0.000000%	0.000000%	0.000000%
9	J089N	0	0	0	0.000000%	0.000000%	0.000000%
合计		99.5	484	18.1	0.00002%	0.000550%	0.000021%

2.4 工程与蓄滞洪区内堤防的关系

藏粤直流输电工程线路自南向北跨越潞江蓄滞洪区的凤洲围及下岳围。根据 2019 年《潞江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告》，凤洲围及下岳围均位于清远市佛冈县龙山镇，防洪建设标准均为 20 年一遇，堤防长度分别为 14.85km、3.56km。

2.4.1 与凤洲围堤防关系

本项目输电线路自南向北穿越潞江蓄滞洪区，J083~J084A 电塔跨越蓄滞洪区，蓄滞洪区内线路长 1.10km，其中 J083~J084A 电塔的 Z117NN 塔落在潞江蓄滞洪区内，其平面图如图 2.4-1 所示。

J083-J084A 之间档距为 1.62km，于空中跨过凤洲围，Z117NN 塔落在潞江蓄滞洪区内，电塔塔基建设位置距凤洲围 131m，满足 4 级堤防的 50~100m 的保护范围要求。

本工程跨越潞江蓄滞洪区段采用直流线路、接地极线路共塔架设，接地极交流线路位于电塔下层、直流线路位于电塔上层。接地极交跨按交流 110kV 设计，根据《110KV~750KV 架空输电线路设计规范》要求，与路面最小垂直距离大于 7m、与 300 年一遇水位最小垂直距离大于 3m。交流线路与凤洲围堤顶的净空是 41.9m，满足与路面最小垂直距离大于 7m 的要求。根据《±800kV 直流架空输电线路设计规范》要求，本工程直流线路与路面最小垂直距离大于 21m、与 300 年一遇水位最小垂直距离大于 12.5m。直流线路与凤洲围堤顶的净空是 60.4m，满足与路面最小垂直距离大于 21m 的要求。



图 2.4-1 J083~J084A 电塔跨越湛江蓄滞洪区示意图

2.4.2 与下岳围堤防关系

本项目输电线路自南向北穿越湛江蓄滞洪区，J088~J088A 电塔跨越蓄滞洪区，蓄滞洪区内线路长 0.50km，其平面图如图 2.4-2 所示。

J088~J088A 之间档距为 0.69km，于空中跨过下岳围，J088、J088A 电塔建设位置塔基距下岳围分别为 347m、294m。线路建设满足 4 级堤防的 50~100m 的保护范围要求。

本工程跨越湛江蓄滞洪区段采用直流线路、接地极线路共塔架设，接地极交流线路位于电塔下层、直流线路位于电塔上层。接地极交跨按交流 110kV 设计，根据《110KV~750KV 架空输电线路设计规范》要求，本工程对地距离大于 6m、与路面最小垂直距离大于 7m、与 300 年一遇水位最小垂直距离大于 3m。线路与下岳围的净空 20.1m，满足与路面最小垂直距离大于 7m 的要求。根据《±800kV 直流架空输电线路设计规范》

要求，本工程直流线路与路面最小垂直距离大于 21m、与 300 年一遇水位最小垂直距离大于 12.5m。直流线路与下岳围堤顶的净空是 38.6m，满足与路面最小垂直距离大于 21m 的要求。

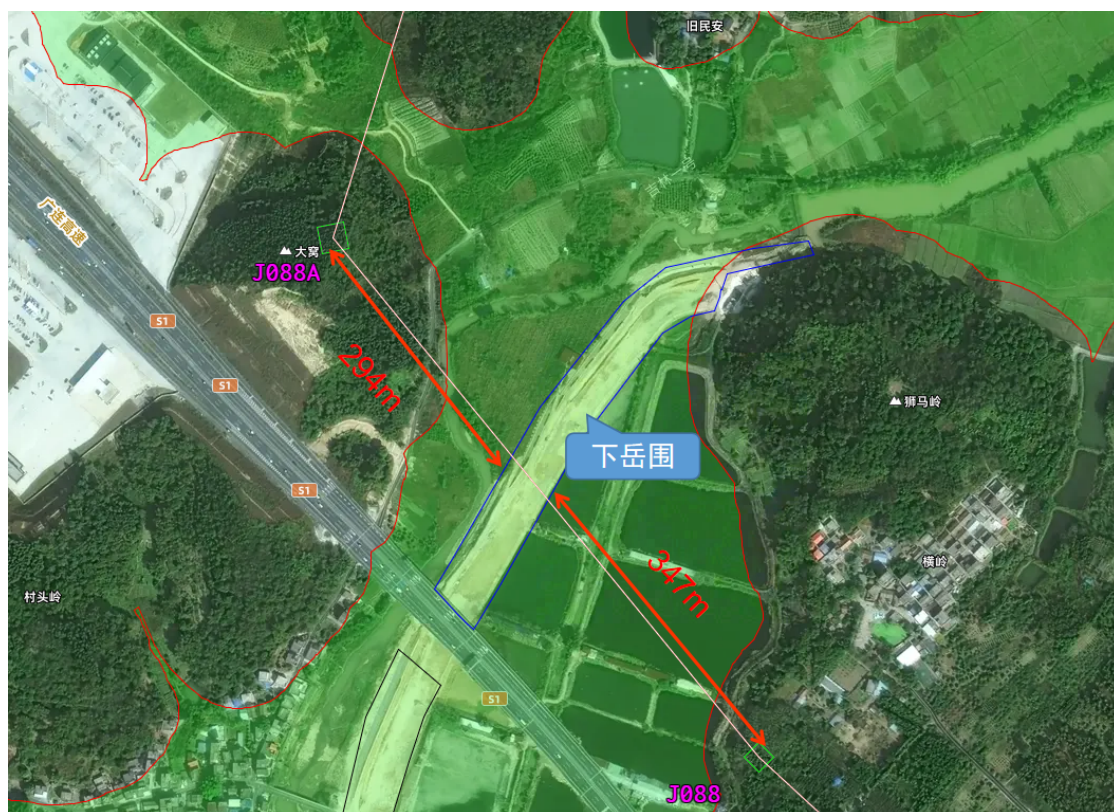


图 2.4-2 J088~J088A 电塔跨越滬江蓄滞洪区示意图

2.5 地形、地貌与工程地质

本次拟建藏粤直流输电线路工程（涉滬江蓄滞洪区）勘察桥梁孔 9 个，钻孔位置见图 2.5-1。

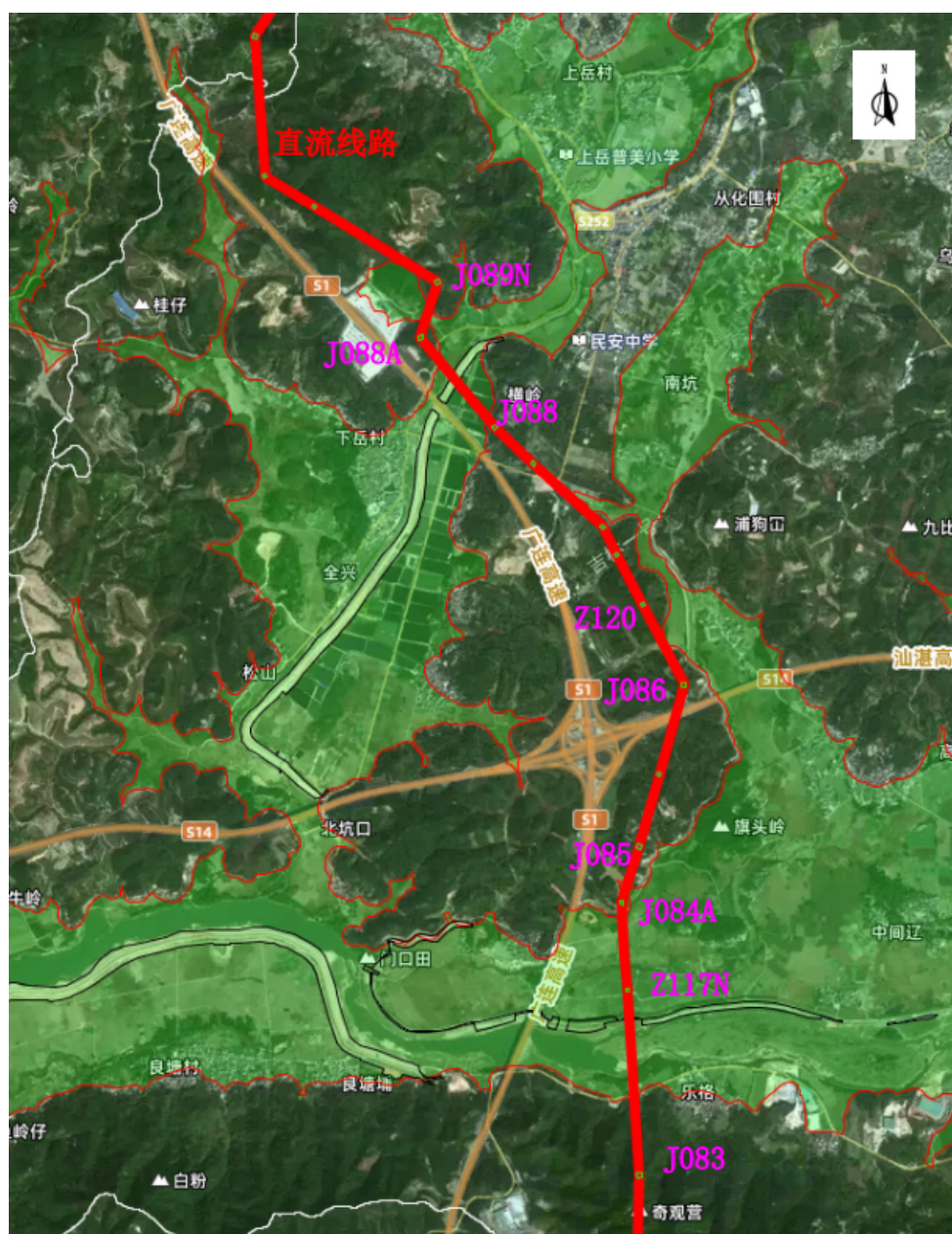


图 2.5-1 J083~J089N 电塔钻孔平面位置示意图

2.5.1 地形地貌

拟建藏粤直流输电线路包 14 途经广州市花都区、从化区，清远市清城区、佛冈县，韶关市新丰县，沿线区域植被发育，地貌类型以低山丘陵为主，间夹冲洪积平原（农田、水塘、林地），整体上东北高，西南低，西南部冲洪积平原（含少许丘陵地貌）海拔一般为 3.5~152.5m，往

东北方向的低山丘陵海拔一般为 43.0~885.0m。

拟建藏粤直流输电线路工程（涉潞江蓄滞洪区）位于广东省清远市佛冈县龙山镇，地貌以低缓丘陵及山间洼地为主，地形起伏较大，地面标高 9.33~73.52m。

2.5.2 工程地质

2.5.2.1 区域地质构造

藏粤直流输电工程（14 包）段线路临近或跨越的主要断裂构造有：恩平—新丰断裂带（图中断裂编号(6)）、吴川—四会断裂带（图中断裂编号(7)）、佛冈—丰良断裂带（图中断裂编号(8)）、白坭—沙湾大断裂带（图中断裂编号⑤）。

项目区域上主要受东西向控制。

（1）佛冈-丰良东西向构造带

佛冈-丰良东西向构造带分布于佛冈、清远及中部的从化一带，区内断续延长约 150km，宽约 30~40km。主要由走向东西的冲断裂、潜伏基底断裂以及燕山期侵入体、火山盆地等组成，实际上是横贯区内北部的一条构造岩浆岩带。沿断裂有一系列成群成组分布的东西向断裂，自北往南，主要有高埔断裂组、西坑断裂组等，断裂多向北倾，倾角较陡，单条断裂一般延长 10~50km，破碎带宽一般几米至几十米，最宽者 100m 以上。佛冈-丰良东西向构造带离本工程约 25km，距离较远，晚近时期，断裂带仍有活动，对本工程场地稳定性影响较小。

总体来说，拟建线路路径从这些断裂带跨越或相近，在跨越断裂区域未发现断裂错断第四系地层迹象。



图 2.5-2 项目场区区域构造纲要图

2.5.2.2 地层岩性

根据跨越湛江蓄滞洪区线路沿线地形地貌、地层岩性等要素将整个线路进行分段。

(1) 低山丘陵地段

低山丘陵区线路沿线下伏基岩主要为二长花岗岩（ $\eta\gamma$ ）、侏罗世黑云母花岗岩（ $\gamma\beta 52(3)$ ）、白垩世黑云母花岗岩（ $\gamma\beta 53(1)$ ），分布于线路大部分区段，其差异风化明显，中风化基岩面埋深变化较大。此外，在线路西南段的丘陵（广州花都一带，间夹冲击平原）、以及北江支流两岸，分布有三叠系砂岩（T3）、石炭系灰岩（C1）等沉积岩。结合跨越湛江蓄滞洪区沿线塔基定位、勘探成果及邻近工程资料，低山丘陵区地层分布具体描述如下：

1) 沉积岩地区

含砾粉质黏土：坡积成因，灰黄色、褐黄色、灰褐色、黄色、灰色，

可塑，局部硬塑，黏性土为主，夹砾石，一般粒径约 0.2~3cm，局部最大为 4cm，表层含植物根茎和风化碎屑。主要分布于沉积岩地区表层。

粉质黏土混碎石：坡积成因，灰黄色、褐黄色、褐红色，硬塑，由黏性土、砂性土混碎石组成；碎石多呈次棱角状、局部三角状等，含量约 20%~50%，一般粒径约 0.2~5cm，最大超过 5cm。主要分布于沉积岩地区。

碎石夹粉质黏土：坡积成因，灰黄色、褐黄色、褐红色，稍密为主，由碎石夹黏性土、砂性土组成；碎石呈次棱角状，含量约 50~75%，一般粒径约 0.2~5cm，最大超过 6cm。主要分布于沉积岩地区。

粉质黏土：残积成因，褐黄色、夹红褐色，硬塑，黏性土为主，局部夹碎石，含细砂颗粒和风化碎屑等。局部分布于沉积岩地区。

1、砂岩（T3）

全风化砂岩：灰黄色、灰褐色、褐黄色、褐红色、肉红色、局部夹灰白色、青灰色，岩芯呈砂土状、砂砾状，遇水易崩解、软化，手捏易碎，混强风化碎块。局部塔基处夹孤石块。

强风化砂岩：褐黄色、褐红色、灰褐色、局部紫红色，节理裂隙极发育，原岩结构破坏严重，岩芯呈碎块状（偶夹块状）夹少量砂土状，锤击易碎，混中风化块体（偶夹灰岩岩块）。局部塔基处本层存在与灰黑色强风化碳质泥岩互层现象。

中风化砂岩：褐红色、肉红色、褐黄色、灰褐色、局部紫红色、灰色，砂质结构，层状或块状构造，岩体较破碎，属较软~较硬岩，岩体基本质量等级为IV级。岩芯呈短柱状、碎块状，偶夹少量灰岩块。

2、灰岩（C1）

强风化灰岩：灰色、局部灰白（黄）色，节理裂隙极发育，原岩结构清晰，岩芯呈碎块状，局部夹少量砂土状，混中风化块体。

中风化灰岩：灰色、青灰色，层状构造为主，兼有块状构造，属较硬岩，岩体较破碎~较完整，岩体基本质量等级为III~IV级。岩芯呈短柱状、碎块状，节理裂隙发育，主要矿物有：方解石、白云岩、石英、黏土等。个别塔基处存在岩溶弱发育，均揭示有岩溶土充填物，硬塑，成分以灰白色、灰黄色黏性土为主，夹碎石块（母岩为灰岩，局部富集）。

3、碳质泥岩

全~强风化碳质泥岩：灰黑色、黑色，半岩半土状，以黏土矿物为主，含碳氧化物，质地细腻，属软质岩，岩石的抗风化能力及抗水性差，遇水易崩解、泥化，手捏可散，局部混中风化块体。局部塔基处仅揭示为强风化碳质泥岩，局部地段与砂岩或灰岩有互层现象。

2) 花岗岩地区

粉质黏土：坡积成因，灰褐色、灰黄色、褐黄色、局部夹灰白色、红褐色，可塑，黏性土为主，局部夹砂性土及碎石，表层含植物根茎和风化碎屑等。主要分布于花岗岩地区表层。

砂质黏性土：残积成因，灰黄色、褐黄色，硬塑，混 1~2mm 砂粒，遇水易软化崩解，局部夹碎石/角砾、块（孤）石、强风化碎块、球状风化岩块等。本层在局部塔位处揭示为砂质黏性土混碎石，灰黄色、褐黄色，硬塑，由砂质黏性土混碎石组成，浅部夹植物根茎；碎石呈次棱角状、三角状等，含量约 40~50%，一般粒径约 3~6cm，最大约 8cm。主要分布于花岗岩地区。

花岗岩（ $\eta\gamma$ 、 $\gamma\beta$ ）——花岗岩存在差异风化，风化带厚度变化

大，同时表层破碎程度较高

全风化花岗岩：灰黄色、褐黄色、褐红色、局部夹灰白色，岩芯多呈砂土状、砂砾状，遇水易崩解、软化，手捏易碎。混强风化碎块，局部塔基处夹球状风化岩块或孤石。

强风化花岗岩：灰白色、灰黄色、局部夹褐红色、肉红色，节理裂隙极发育，原岩结构破坏严重，岩芯呈碎块状夹少量砂土状，遇水易崩解、软化，锤击易碎，混中风化块体。

中风化花岗岩：灰白色、灰黄色、灰色、局部夹褐红色，花岗斑状，块状构造。岩芯多呈柱状、短柱状、碎块状，节理裂隙弱发育，岩体较破碎~较完整，较硬岩，岩体基本质量等级为III~IV级。锤击震手不易碎。

(2) 冲洪积平原地段（含山前平原）

主要分布于北江支流两岸，以及线路西南段（广州花都及清远清城一带），上部覆盖层主要为第四系全新统冲洪积层(Q4al+pl)，下伏基岩主要为三叠系砂岩（T3）、石炭系灰岩（C1）、花岗岩（ $\eta\gamma$ 、 $\gamma\beta$ ）。一般描述如下：

1) 沉积岩地区

素填土(Q4ml)：杂色，松散，不均匀，黏性土为主，夹粉砂及少量碎石（块），含植物根茎。局部表层为耕植土。广泛分布。

杂填土(Q4ml)：杂色，松散，不均匀，主要由混凝土块体、碎块及少量黏性土组成，含植物根茎。零星分布。

淤泥质粉质黏土(Q4al+pl)：冲洪积成因，灰色、灰褐色、局部灰黑色、灰黄色，流塑~软塑，含有机质，局部夹少量粉砂及铁锰质氧化物。零星分布。

粉质黏土(Q4al+pl): 冲洪积成因, 灰黄色, 夹灰色、灰白色, 软塑为主, 局部可塑, 含铁锰质斑点, 上部含腐殖质, 局部夹少量砂土颗粒。零星分布。

粉质黏土(Q4al+pl): 冲洪积成因, 灰黄色、褐黄色, 局部夹灰色、灰白色、褐红色、褐色等, 可塑, 含铁锰质斑点, 局部夹砂土颗粒、碎石、角砾。局部分布。

粉质黏土(Q4al+pl): 冲洪积成因, 灰黄色、褐黄色, 局部灰白色、灰褐色等, 可塑~硬塑, 含铁锰质斑点, 局部夹砂土颗粒和风化碎屑。局部分布。

粉质黏土混碎石(Q4al+pl): 冲洪积成因, 红褐色、褐黄色, 硬塑, 由黏性土、砂性土混碎石组成, 浅部夹植物根茎; 碎石呈次棱角状、三角状等, 含量约 20%~50%, 一般粒径约 0.2~5cm, 最大可达 15cm。零星分布。

砾砂(Q4al+pl): 冲洪积成因, 灰黄色, 局部灰褐色、灰白色, 饱和, 稍密, 含云母碎屑, 夹少量黏性土, 局部夹中砂、角砾等。零星分布。

砾砂(Q4al+pl): 冲洪积成因, 灰黄色, 夹灰白色, 饱和, 中密, 以云母、长石、石英为主, 夹少量黏性土, 局部夹角(圆)砾或风化碎屑。局部分布。

粉质黏土(Qdl+el): 残坡积成因, 褐黄色、灰黄色, 局部褐红色、灰白色等, 硬塑, 含砂土颗粒和风化碎屑, 局部夹少量碎石、角砾。局部分布。

1、砂岩(T3)

全风化砂岩: 褐黄色、褐红色、灰黄色、灰褐色、肉红色、紫红色

等，岩芯呈砂土状、砂砾状，遇水易崩解、软化，手捏易碎，混强风化碎块。局部塔基处夹全~强风化碳质泥岩、强风化灰岩碎块。

强风化砂岩：褐红色、紫红色、褐黄色、灰褐色、局部灰白色，节理裂隙极发育，原岩结构破坏严重，岩芯呈碎块状夹少量砂土状，锤击易碎，混中风化块体（局部呈短柱状）。

中风化砂岩：褐红色、棕红色、紫红色、局部夹灰白色，砂质结构，层状或块状构造，岩体较破碎，属较软~较硬岩，岩体基本质量等级为IV级。岩芯呈柱状、短柱状、局部碎块状。

2、灰岩（C1）

强风化灰岩：（深）灰色、灰白色，节理裂隙极发育，原岩结构清晰，岩芯呈碎块状，局部夹少量砂土状，混中风化块体。

中风化灰岩：灰色、灰白色、局部夹紫红色，层状构造为主，兼有块状构造，属较硬岩，岩体较破碎~较完整，岩体基本质量等级为III~IV级。岩芯呈柱状、短柱状、局部碎块状，节理裂隙发育，主要矿物有：方解石、白云岩、石英、黏土等。Z022塔基处该层与强风化碳质泥岩互层；Z024塔基处该层顶部存在硬塑粉质黏土，推测为岩溶土充填物。此外，个别塔基处存在岩溶中等~强发育，均揭示为岩溶土充填物，硬塑，成分以灰白色、灰黄色黏性土为主，夹碎石块（母岩为灰岩，局部富集）。

3、碳质泥岩

全~强风化碳质泥岩：灰黑色、黑色，半岩半土状，以黏土矿物为主，含碳化物，质地细腻，属软质岩，岩石的抗风化能力及抗水性差，遇水易崩解、泥化，手捏可散，局部混中风化块体。Z023塔基处仅揭示为强风化碳质泥岩；此外，个别塔基处本层存在与砂岩或灰岩互层现象。

（二）花岗岩地区

素填土(Q4ml): 杂色, 松散, 不均匀, 黏性土为主, 夹粉砂及少量碎石(块), 含植物根茎。局部表层为耕植土。广泛分布。

粉质黏土(Q4al+pl): 冲洪积成因, 灰黄色、褐黄色, 局部夹灰色、灰白色、褐红色、褐色等, 可塑, 含铁锰质斑点, 局部夹砂土颗粒、碎石、角砾。局部分布。

粉质黏土(Q4al+pl): 冲洪积成因, 灰黄色、褐黄色, 局部灰白色、灰褐色等, 可塑~硬塑, 含铁锰质斑点, 局部夹砂土颗粒和风化碎屑。局部分布。

砾砂(Q4al+pl): 冲洪积成因, 灰黄色, 夹灰白色, 饱和, 中密, 以云母、长石、石英为主, 夹少量黏性土, 局部夹中砂、角(圆)砾或风化碎屑。局部分布。

粉质黏土(Qdl+el): 残坡积成因, 褐黄色、灰黄色, 局部褐红色、灰白色等, 硬塑, 含砂土颗粒和风化碎屑, 局部夹少量碎石、角砾。局部分布。

砂质黏性土(Qel): 残积成因, 褐黄色、局部褐红色、灰黄色等, 硬塑, 混 1~2mm 砂粒, 局部夹碎石。遇水易软化、崩解。普遍分布。

花岗岩 ($\eta \gamma$ 、 $\gamma \beta$)

全风化花岗岩: 褐红色、灰黄色、褐黄色、局部夹灰白色, 岩芯多呈砂土状、砂砾状, 遇水易崩解、软化, 手捏易碎。混强风化碎块, 局部塔基处本层因氧化而揭示为黑灰色。

强风化花岗岩: 灰黄色、灰白色、局部夹褐红色, 节理裂隙极发育, 原岩结构破坏严重, 岩芯呈碎块状夹砂土状, 遇水易崩解、软化, 锤击

易碎，混中风化块体。

中风化花岗岩：灰白色、灰黄色、局部夹褐红色、灰色，花岗斑状，块状构造。岩芯多呈柱状、短柱状、（碎）块状，节理裂隙发育，岩体较破碎~较完整，较硬岩，岩体基本质量等级为III~IV级。锤击震手不易碎。

2.5.3 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016年版），拟建藏粤直流工程穿越场区抗震设防烈度为6度，设计地震分组为第一组，地震动峰值加速度区划值为0.05g，地震动反应谱特征周期为0.35s。

从历史记载来看，拟建线路区域的地震活动比较频繁，震中多分布于新会、顺德、广州、番禺、南海等地，震级多在3~4级。恩平—新丰断裂带震中烈度大于六度的地震有四次，近年来珠江三角洲、台山广海地区小震活动频繁。吴川—四会断裂带一般以2.0~4.0级地震为主，四会—茂名段常有5.0级发生，而6.0级以上地震则发生吴川、电白以南，尤其是海城地区。沿佛冈—丰良断裂带2~6级地震成带状分布，佛冈以东，地震活动水平较高；佛冈以西，地震活动水平较低。近年来在丰顺地区发生过4.0和4.7级地震，在其与寻乌—东莞断裂交汇地区，发生过1962年新丰江6.1级地震。白坭—沙湾断裂带在晚更新世晚期至全新世初有过活动，但没有发生过大于5级地震。此外，珠江三角洲各地历史上遭受地震袭击最大烈度在5~6级之间。最近的一次地震记录为2021年8月7日发生在佛冈县的1.2级地震，最大强度的一次地震记录为1962

年的新丰江水库地震，震级为 6.1 级。

综上所述，拟建线路区域地质环境较为稳定，线路沿线无全新世活动断裂分布，地震活动虽较为多发，但强度不高，区域构造稳定性好，适宜本工程建设。

3 工程区域防洪基本情况

3.1 河道基本情况

3.1.1 区域自然地理

藏粤直流输电标段 14 在清远市境内经过英德市、佛冈县、清城区。

（1）自然概况

清远市境内兼有平原、丘陵、山地和喀斯特地形地貌，地形总趋势西北高东南低。西北部为南岭山脉断续排列成东西走向的破碎山地。南岭山脉是珠江与长江分水岭，华中、华南气候分界线，它对台风北上和寒潮南下都起到一定屏障作用。有广东“屋脊”之称的石坑崆，位于阳山县北端的湘粤交界处，海拔 1902m，是广东省境内最高峰。东南部是地势较低的丘陵和河谷冲积平原，洼地最低处仅为海拔 6m。平原主要分布在飞来峡以下的北江两岸。连山、连南、连州、阳山一般海拔在 500~1000 m 左右，清新、英德、佛冈一般在海拔 500m 以下，低山丘陵为主，间中亦有 500m 以上的山地。清城区在全市最南面，一般在海拔 80m 以下，台地、平原为主，其南缘接珠江三角洲平原。全市耕地主要分布在河谷、台地、冲积平原及岩溶洼地。

（2）地理概况

清远市，位于广东省西北部，北江中下游地区，全境位于东经 113°55′~111°55′，北纬 23°23′~25°12′，属南岭山脉南侧与珠江三角洲的结合带，是广东省南北经济的重要通道。全市国土面积为 1.9 万 km²，占

佛冈县位于广东省中部，佛冈是位于广东中部的山区县，古有“橐钥三州”之称，意为佛冈是广州、韶州、惠州之通衢。区位在北回归线北侧，珠江三角洲北部边缘。处于东经 113°17'28"至 113°47'42"，北纬 23°39'57"至 24°07'15"。县境东西长 50.92 公里，南北宽 50.35 公里。佛冈县东北与新丰县交界，东南与从化市接壤，西南与清城区毗邻，西北与英德市相连。全县行政区域范围总面积为 1295 平方公里。

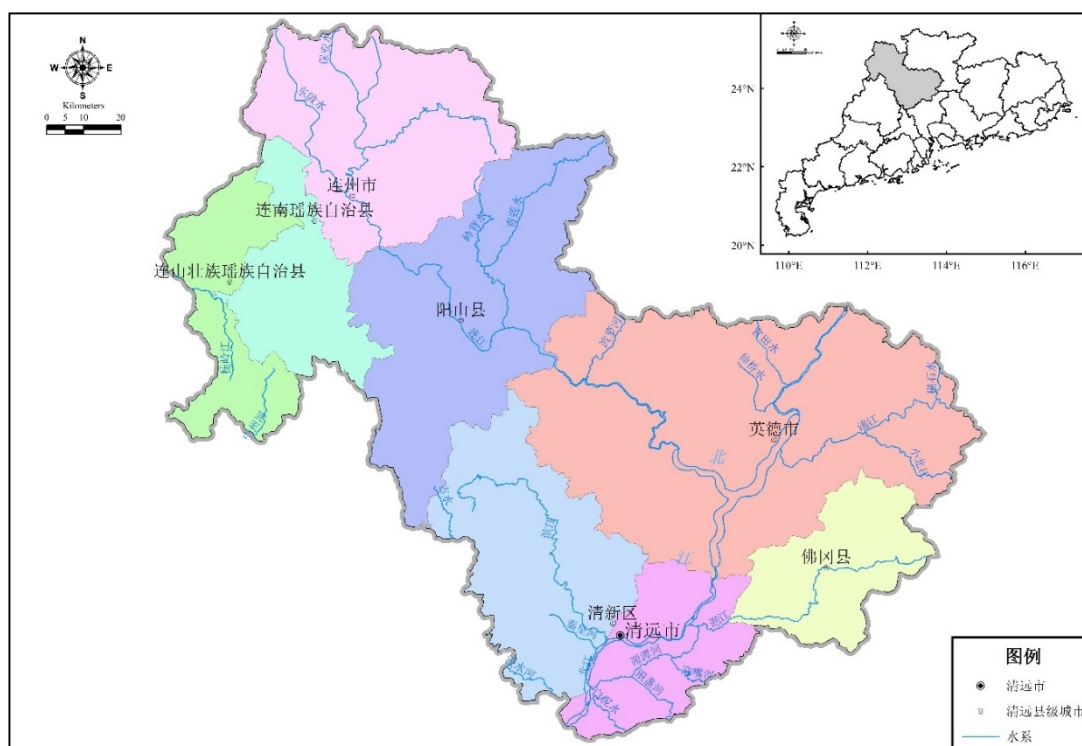


图 3.1-1 清远市地理位置示意图

3.1.2 河流水系

(1) 北江

北江主源称湏水，发源于江西省信丰县石碣大茅山，河流自东北向西南流，经大余县进入广东，至广东省韶关市沙洲尾与发源于湖南省临武县三峰岭的武水汇合后始称北江，北江自北向南流，经曲江、英德、清远至三水思贤滘与西江相通后，注入珠江三角洲河网区。从源头至韶关市沙洲尾为北江上游，沙洲尾至清远飞来峡为中游，飞来峡至思贤滘为下游。上游集流快、洪水历时短、降雨损失少，但北江干流总比降平缓，洪水涨陡落缓，历时长。中游升平镇附近已建成以防洪为主的大型水库飞来峡水库。北江干流从源头至思贤滘北滘口全长 468km，平均坡降 0.26‰，思贤滘以上流域总集水面积 46710km²，占珠江流域面积的 10.3%，其中 92% 的流域面积在广东省境内，其余 8% 的面积在江西、湖南省境内。流域内集雨面积超过 1000km² 的支流有墨江、锦江、武江、南花溪、南水、滃江、烟岭河、连江、青莲水、潞江、滨江、绥江、凤岗河 13 条，其中一级支流 9 条，潞江、滨江、绥江、凤岗河位于飞来峡水利枢纽以下。支流按叶脉状排列，从东西两侧汇入干流，部分支流汇口距离比较接近，故易造成洪水集中，来势凶猛。

(2) 潞江

潞江属北江干流一级支流，发源于佛冈县水头镇上潭洞村的通天蜡烛顶，向西流，与浮良水、四九水、洛洞水、潞二水、民安水、高桥水等支流会合后，在清远县江口站注入北江，如图 3.1-2 所示。流域集水面积 1410km²，河长 82km，河床平均比降 1.74‰，属佛冈县境内流域面积 903.5km²，河长 69.3km，河床平均比降 1.98‰；清新县江口镇林塘以下

属清城区地域，流域面积 156.2km²，河长 12.7km，河床平均比降 0.34‰。其余流域面积属广州市从化区。潯江流至大庙峡水文站，流域面积 472km²，占流域总面积的 34.05%，河长 41km。由发源地至大庙峡下的三门刀排村，河床较陡，河床平均比降达 4.82‰。汤塘以下至良塘村，河床较缓，河床平均比降为 0.8‰~1.0‰；由龙山镇水电管理所至良塘河段，因河床坡降平缓与地势较低的关系，洪水受北江洪水倒灌顶托影响，1915 年北江洪水倒灌流至从化区的官庄圩，佛冈县的汤塘圩以下，以及清城区的高桥圩以上，故潯江的下游属于北江的滞洪区。

潯江流域以低山丘陵为主，地势东北和南部较高，山地丘陵海拔在 1000m 以下，中间河谷地带较低，河谷平原平均海拔 200m 以下，潯江蓄滞洪区靠山临水地势低洼开阔，一般地面高程 12m~15m（珠基，本章节涉及高程均为珠基），形成了一个天然的蓄滞洪区。汤塘以下至良塘村，河床较缓，河床平均比降为 0.8-1.0‰；龙山镇水电管理所至良塘河段，因河床坡降平缓与地势较低的关系，北江洪水倒灌进潯江。因此，潯江下游历来是北江下游天然的洪泛区，是北江中下游防洪体系的主要组成部分之一，对北江洪水有分流和滞洪作用，以确保下游的清远、广州等城市的安全。



图 3.1-2 工程附近水系示意图

(3) 民安水

民安水发源于龙船窝，流经大营、高路、上岳、民安等村庄，于下岳村汇入滃江，属于滃江一级支流。民安水集雨面积为 62.59km^2 ，河长 21.11km ，平均坡降 8.1‰ 。民安水上游河床坡降较陡，洪水汇流迅速，洪峰猛涨暴落，具有山区河流的特点。民安水流至民安街，坡降减缓，出口段受到江洪水顶托作用，在洪水期在河流出口段会形成较高的水位。拟建藏粤直流输电标段 14 在 J088~J088A 线路跨过民安水。

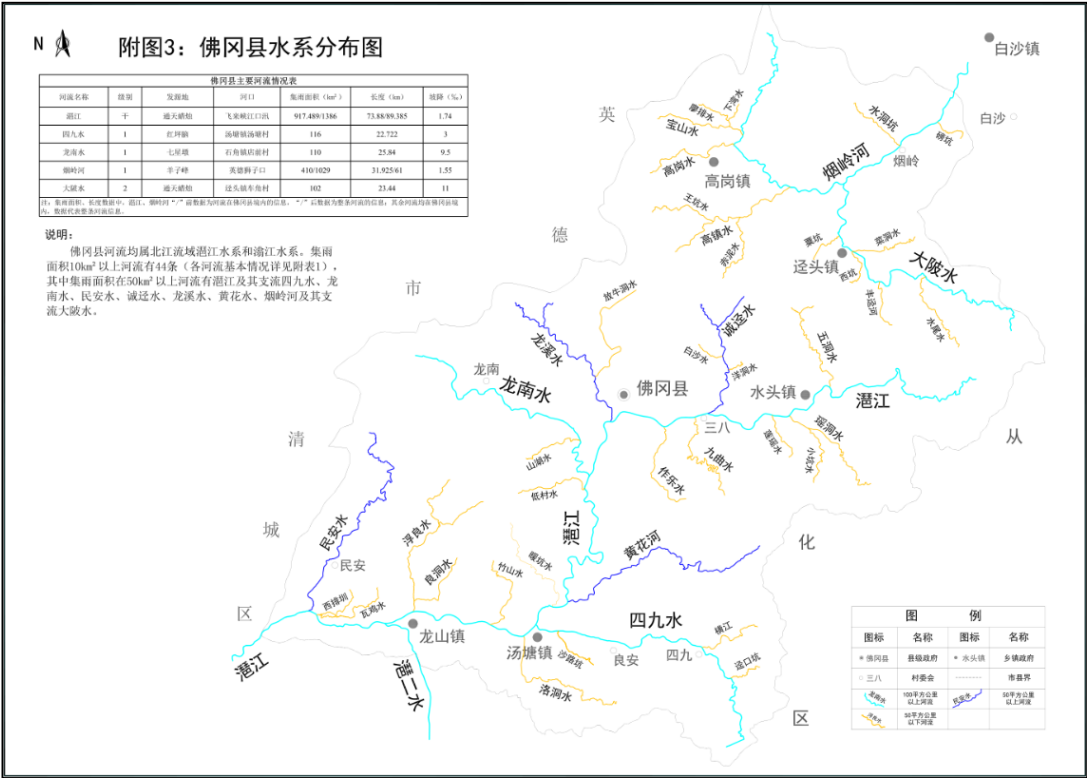


图 3.1-3 民安水位置示意图

3.1.3 气象水文

3.1.3.1 气象

湛江属于以亚热带气候为主的湿润性季风气候，一年四季均受季风影响，气候分明。春季冷暖空气交替频繁，多低温阴雨；夏季炎热，盛夏午后多雷阵雨；秋季晴朗，秋高气爽，昼夜温差大；冬季寒冷，每天均有低温天气出现。日照充足，降水充沛，气候条件优越，对农作物生长有利，但同时也会出现暴雨、干旱、冰雹、大风等多种气象灾害。清远站主要气象特征值见表 3.1-1。

表 3.1-1 清远站主要气象特征表

项目	清远	项目	清远
多年平均年降雨量（mm）	2133.6	多年平均水面蒸发量（mm）	1643.3（E601）

项目	清远	项目	清远
年平均降雨日数 (d)	171	多年平均风速 (m/s)	1.7
多年平均气温 (°C)	21.7	最多风向	偏北风
月平均最高气温 (°C)	28.8 (7 月)	瞬时极大风速 (m/s)	36.5 (1999.5.25)
月平均最低气温 (°C)	12.4 (1 月)	多年平均最大 10min 风速 (m/s)	12.7
极端最高气温 (°C)	38.7	多年平均日照时数	1670.1 (h)
极端最低气温 (°C)	-0.6	最多日照时数 (h)	1956 (1963 年)
多年平均相对湿度 (%)	77	最小日照时数 (h)	1340 (1997 年)

(2) 降雨

北江流域高温多雨,锋面雨多出现在 4~6 月,台风雨主要发生在 7~9 月。流域多年平均降雨量在 1400~2500mm 之间,雨量分布大致自南向北递减,北江干流的英德至清远是稳定的暴雨中心,最大年雨量及短历时最大暴雨均集中在这个地区。流域降雨的特点是降雨量年内分配不均匀、年际变化较大、暴雨多。根据清远气象站降雨资料统计,多年平均降雨量为 2133.6mm,最大年降雨量为 3004.7mm (1983 年),最小年降雨量为 1420.3mm (1985 年),最大年降雨量约为最小年降雨量的 2.12 倍,日降雨量最大为 640.6mm,出现在 1982 年 5 月 12 日;年内降雨量主要集中在 4~9 月,占年降雨量的 81.3%,5、6 月降雨量最为集中,两月降雨量占年降雨量的 37.0%,11、12 月降雨量最小,仅占年降雨量的 3.4%。

湛江流域降雨主要是锋面雨、热雷雨和热带气旋雨。多年平均降雨量佛冈城为 2201mm,大庙峡为 2150mm。4-6 月为锋面雨,7-9 月是热雷雨和热带气旋雨。降雨分布自东北往西南逐渐增加。实测最大年降雨量:放牛洞水库 3857mm (1983 年),佛冈县城 3520mm (1983 年),庙峡水文站 2835mm (1961 年);最小降雨量:佛冈县城 1362mm (1963 年),大庙峡水文站 1525mm (1963 年)。24 小时降雨量均值佛冈县城

180mm，大庙峡 185mm；实测最大 24 小时降雨量：佛冈县城 294mm，大庙峡 281mm（1968.6.18），高路下水库 408mm（1975.5.19）。大庙峡最大三天降雨量 341mm（1968.6.16）。大庙峡丰水年（P=10%）降雨量 2045mm，平水年（P=50%）降雨量 1368mm，枯水年（P=90%）降雨量 950mm。

（3）蒸发量

北江流域多年平均水面蒸发量（E601）1320~1840mm，清远站多年平均水面蒸发量为 1643.3mm，年最大蒸发量为 1890mm（1977 年），年最小蒸发量为 1296mm（1994 年）。蒸发量年内变化以 7 月份平均蒸发量最大，2 月份平均蒸发量最小。年蒸发量一般与该年的降雨量呈相反的趋势，即降雨量多或出现涝的年份，蒸发量则较小；若降雨量稀少和干旱，则蒸发量较大。

（4）气温

清远站多年平均气温 21.7℃，历年年平均最高气温为 22.6℃（2003 年），历年年平均最低气温为 20.9℃（1984 年），气温的年际变化不大。气温年内变化 7 月份平均气温最高，为 28.8℃，1 月份平均 33 气温最低，为 12.4℃。年极端最高气温为 38.7℃，出现在 1967 年 8 月 29 日和 1990 年 8 月 17 日及 2004 年。年极端最低气温为-0.6℃，现在 1957 年 2 月 11 日。

（5）日照

清远站多年平均日照时数为 1670.1h，日照时年内分配下半年多于上半年。日照最多的年份为 1963 年，达 1956h，日照最少的年份为 1997 年，只有 1340.8h。

（6）湿度

北江流域气候湿润，清远站多年平均相对湿度 77%，年际变化不大，各月历年平均相对湿度都在 65%以上。因春季低温阴雨，夏季降雨多而集中，年内相对湿度以 3~6 月为最大，月平均相对湿度最大为 84%（出现在 5 月），月平均相对湿度最小为 69%（出现在 11 月）。在初春至初夏期间阴雨天较多，空气中水汽含量很高，相对湿度最高可达 100%。

（7）风向、风速

清远站多年平均风速 1.7m/s。流域冬季盛行偏北风，夏季盛行偏南风，春秋转换季节风向很不稳定，各种风向均有出现，多数地方全年偏北风出现机会较多。

（8）台风暴雨

北江流域暴雨中心主要出现在英德至清远一带，其中以滃江、连江下游和北江干流雨量最集中。北江暴雨具有范围较广、强度大等特点。北江流域由于北部地势较高，流域暴雨主要由静止锋、西南槽及西南低空急流等天气形势形成。每年 4 月~6 月间，由于孟加拉低槽不断加强，西南低槽比较活跃，位于西太平洋的副热带高压西伸北上，此时流域上空盛行西南季风，与南下的冷空气相遇，常造成锋面性暴雨和大暴雨，4 月~6 月为暴雨集中发生时间；7 月~9 月间，随着西太平洋副热带高压的继续北抬，流域受副热带高压南半部的影响，热带气旋活动频繁，亦常导致大暴雨；7 月以后热带辐合带相当活跃，当热带气旋发展成台风并登陆时，也会给北江造成台风暴雨。

3.1.3.2 水文

(1) 径流特征

区域地表径流主要来源于降雨，因此地表径流的分布与降水的趋势一致。根据《清远市水资源综合规划》报告，全市 8 个水文站年径流深均值变化范围 900~1600mm 左右，大庙峡站最大，其值为 1601mm；黄麋塘站次之，其值为 1588mm，其中大庙峡站位于北江中下游降水高区，黄麋塘站集水面积小，下垫面条件较好，故径流也较大。年径流深均值凤凰山站最小，其值为 973mm；长湖水库(大坝)站次小，其值为 1007mm，其中凤凰山站位于清远市降水低区，长湖水库（大坝）站受水库调蓄影响。年径流深 C_v 值（适线值）变化范围 0.26~0.33。年径流深 C_v 值以珠坑站 0.26 最小，以黄麋塘站 0.33 最大。地表水多年平均年径流总量 236.9 亿 m^3 ，折合年径流深 1236.9mm，全市年径流变差系数为 0.25。从行政分区来看，英德市多年平均地表水资源量最大，为 65.2 亿 m^3 ，占了全市的 27.5%；清新区、阳山县次之，分别为 41.8、41.6 亿 m^3 ，均占全市的 17.6%；清城区最小，为 10.6 亿 m^3 ，占全市的 4.5%。

表 3.1-2 清远市代表水文站天然径流量特征表

站名	1956~2000 年		
	年径流量（亿 m^3 ）	年径流量 C_v	年径流深（mm）
横石	350	0.31	1029.7
石角	428	0.32	1115.9
长湖水库（大坝）	48.3	0.31	1007.1
凤凰山	15.1	0.32	972.9
高道	107	0.32	1190.7
黄麋塘	9.45	0.33	1588.4
大庙峡	7.56	0.28	1600.7
珠坑	25.4	0.26	1582

(2) 洪水特性

1) 北江洪水

北江流域洪水由暴雨形成，洪水特性受流域特性和暴雨特性所制约。洪水发生的时间和地区分布与暴雨一致，根据北江下游横石、石角站实测水文资料统计，北江的较大洪水主要发生在5月~6月，4、7月也会发生较大洪水。如1915年、1931年大洪水就发生在7月上、中旬。据横石、石角站1952年~1997年46年最大洪峰流量资料统计，两站年最大洪水发生在5月~6月的概率分别为74%和76%。石角站调查到的历史最大洪峰流量是22000m³/s（1915年）。横石、石角站各月出现年最大洪峰流量概率如表3.1-3所示。

表 3.1-3 横石、石角站各月出现年最大洪峰流量概率表

站名		3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	合计
横石	出现年数	2	4	13	21	4	—	2	46
	出现概率(%)	4.3	8.7	28.3	45.7	8.7	—	4.3	100
石角	出现年数	1	5	13	22	4	—	1	46
	出现概率(%)	2.2	10.8	28.3	47.8	8.7	—	2.2	100

北江位于南岭山脉的迎风坡，暴雨大而积聚。由于流域坡降较陡，加之流域水系呈羽状分布，洪水汇流迅速，猛涨暴落，峰高而量较小，历时相对较短，水位变化较大，具有山区性河流的洪水特点。中下游洪水以单峰和双峰过程为多，多峰型过程较少出现。一次连续降雨（3d~5d）所形成的洪水过程历时约7d~20d，洪峰持续时间约为6h~12h，一般洪水过程涨水历时约2d~3d，退水历时为6d~10d。洪峰流量与最大日平均流量的比值约为1.04倍左右，一般洪水过程涨水历时约2d~3d，退水历时为6d~10d。每年汛期发生洪水3~4次。

2) 潞江洪水

洪水期北江和潞江发洪水时，部分洪水注入大燕河，经大燕河河口

汇入北江。大庙峡水文站查测历史最高洪水位（1885 年）相应流量 $2870\text{m}^3/\text{s}$ ，根据大庙峡 1960～2005 年系列资料统计，实测最高洪水位（1988.5.25）相应流量 $2870\text{m}^3/\text{s}$ 。实测多年平均流量 $21.5\text{m}^3/\text{s}$ ，实测最小流量 $0.95\text{m}^3/\text{s}$ （1972.3.24）。最高洪水位一般发生在 5～7 月，最低水位一般发生在 12 月前后。

（3）洪水组成

根据《广东省清远市清远水利枢纽工程项目建议书》及《北江飞来峡水利枢纽初步设计报告》（水利部珠江水利委员会勘测设计院，1992 年 6 月）分析，横石、石角站历年洪水组成情况，南北方向上的组成比较稳定，马径寮以上洪量组成百分比较所占流域面积比例小，只占 44.3%，马径寮以下滙江、连江和北江干流区的洪量组成，比面积比大，占 55.7%，是北江洪水的主要来源，也是防洪控制的重点。石角站洪量组成见表 3.1-4。

表 3.1-4 石角站洪量组成表

项目 \ 站名	横石	珠坑（绥江）	大庙峡	区间	石角
面积比（%）	88.7	4.2	1.2	5.9	100
洪量比（%）	83.5	4.9	1.9	9.7	100
备 注	根据各站 1955～1982 年洪水资料每年选取一场峰高量大的洪水统计				

注：本表数据来自《广东省清远市清远水利枢纽工程项目建议书》。

（4）洪水遭遇

由于北江流域多为峰面系统降雨，降雨范围较大，而且北江流域形状为扇形，各大支流的洪水常常遭遇。但北江中下游汇入的滙江、滨江虽是同时降雨，而洪水却先行下泄，故与干流洪峰遭遇的机会较少。滙江、滨江与干流洪水的遭遇，从建国前 1915 年、1931 年的特大洪水以及建国后的 1964 年～1977 年的历次大洪水的情况来看，彼此相遭遇的

机会很少。各年遭遇情况见表 3.1-6。1915 年清城站为大于 200 年一遇的特大洪水。这场洪水虽属流域性特大洪水，但潯江没有查测的洪水资料（1991 年广东省《洪水调查资料》未查测到），说明北江的这场特大洪水，潯江如有发洪，其洪水规模也不会很大；滨江虽有发洪，但其洪水频率也仅为小于 5 年一遇的洪水。1931 年清城站为大于 100 年一遇特大洪水。这场洪水虽属流域性特大洪水，但 1991 年广东省《洪水调查资料》中也未查测到潯江、滨江的洪水资料，说明这两条支流如有发洪，洪水规模也较小。建国后发生的 1964 年、1966 年、1968 年、1982 年等大洪水，清城站与潯江大庙峡站、滨江珠坑站同属 6 月发洪，但洪峰出现时间差别大。潯江大庙峡站、滨江珠坑站洪峰出现时间早于清城站洪峰时刻 2-12 天（其中 1982 年洪水为早一天）；1983 年 6 月洪水，潯江大庙峡站、滨江珠坑站洪峰出现时间分别较清城站早 10 天和迟 6 天。1997 年 7 月洪水，潯江大庙峡站、滨江珠坑站分别较清城站洪峰出现时间，早 1~2 天。从上述几场洪水来看，潯江、滨江洪水一般都早于北江洪水。



图 3.1-4 濠江流域水系图

3.1.4 泥沙特征

根据《广东省清远市清远水利枢纽工程初步设计报告》：北江流域地处亚热带，地表土壤主要是暗红壤及黄壤，植被以亚热带常绿阔叶林为主，植被覆盖良好，水土流失不严重，河流含沙量较小，属少沙河流，平均侵蚀模数小。北江流域的泥沙系暴雨对地表的侵蚀所致，主要来源于浈水、武水、潯江、连江、潯江、滨江等地。其中浈水、武水、南水、潯江的含沙量较低，在 $0.16\text{kg/m}^3 \sim 0.18\text{kg/m}^3$ 之间。

北江流域最大含沙量多发生在暴雨期，最大输沙率一般是较大沙峰与较大洪峰相遇而产生，沙峰一般较洪峰出现稍早一些，但与洪水是相应的。北江虽属少沙河流，但其悬移质输沙量年内分配悬殊，年际变化亦较大。输沙量集中于汛期（4月～9月），占年输沙量的90%左右，其中尤以前汛期（4月～6月）为甚，占年输沙量的70%左右。最大月输沙量多发生在5、6月份，多年平均最大月输沙量占多年平均年输沙量的40%。石角站最大年输沙量（1396万 t, 1982年）与最小年输沙量（86.7万 t, 2004年）的比值为16.1。石角站的输沙量年内分配及年际输沙特征见表3.1-5和表3.1-6。

表 3.1-5 多年平均输沙量分季统计表

项 目	1月～3月	4月～6月	7月～9月	10月～12月	全年
输沙量（万 t）	43.5	370	125	14.6	553
占年（%）	7.85	66.9	22.6	2.62	100

表 3.1-6 石角站悬移质输沙特征值表

项 目		平均	最大	最小
年输沙量	万 t	553	1396	86.7
	年份	1954～2007	1982	2004
汛期输沙量	万 t	495	1306	72.2
	年份	1954～2007	1982	1963

年最大月输沙量	万 t	225	932	/
	年月	1954~2007	1982.5	/
年最大日输沙量	万 t	40.9	355	/
	年月日	1954~2007	82.5.13	/
年输沙率	kg/s	175	443	28.9
	年份	1954~2007	1982	2004
最大日输沙率	kg/s	/	41100	/
	年月日	/	1982.5.13	/
年平均含沙量	万 t	0.132	0.31	0.056
	年份	1954~2007	1982	1963
最大断面含沙量	万 t	/	6.28	/
	年份	/	1982.5.13	/

表 3.1-7 北江干流与湛江、滨江洪水遭遇情况统计表

河名、站名	北江清城站			湛江大庙峡站			滨江珠坑站		
水位、时间、频率	洪峰水位 (m)	峰现时间	频率 (%)	洪峰水位 (m)	峰现时间	频率 (%)	洪峰水位 (m)	峰现时间	频率 (%)
1915 年洪水	15.62	7 月 10 日	大于 0.5	没有发大洪水			26.89	7 月	小于 20
1931 年洪水	15.48	7 月 1 日	大于 1	没有发大洪水			没有发大洪水		
1964 年洪水	15.92	6 月 17 日	稍大于 20	25.12	6 月 15 日	远小于 20	25.12	6 月 15 日	远小于 20
1966 年洪水	15.84	6 月 24 日	20	49.26	6 月 21 日	远小于 20	28.04	6 月 12 日	相当 10
1968 年洪水	16.59	6 月 26 日	稍大于 10	50.28	6 月 19 日	接近 20	24.14	6 月 23 日	远小于 20
1982 年洪水	16.62	5 月 13 日	大于 10	49.05	5 月 12 日	远小于 20	34.39	5 月 12 日	相当 0.33
1983 年洪水	16.08	6 月 19 日	大于 20	51.7	6 月 16 日	大于 10	28.44	6 月 18 日	大于 10
1994 年洪水	17.08	6 月 19 日	接近 2	50.14	6 月 9 日	接近 20	28.97	7 月 25 日	接近 5
1997 年洪水	16.58	7 月 6 日	稍大于 10	48.63	7 月 5 日	远小于 20	28.55	7 月 4 日	大于 10
说明	1、清城站 1915 年洪水归槽水位为 18.54 米；1931 年洪水归槽水位为 18.09 米； 2、没有发大洪水，指没有实测水位，或 1991 年广东省《洪水调查资料》没有查测水位记录。								

注：上表源自《清远市洪情概貌》（清远市水利局，2004 年）

3.1.5 社会经济

截至 2024 年末，清远市年末常住人口 398.9 万人，其中城镇常住人口 232.29 万人，占常住人口比重（常住人口城镇化率）58.23%，比上年末提高 1.07 个百分点。2024 年全年我市地区生产总值（初步核算数）为 2253.07 亿元，比上年增长（下同）3.8%。其中，第一产业增加值为 361.73 亿元，增长 3.8%；第二产业增加值为 785.29 亿元，增长 6.4%；第三产业增加值为 1106.06 亿元，增长 2.0%。三次产业结构比重为 16.1:34.8:49.1。人均地区生产总值 56498 元，增长 3.7%。三次产业结构比重为 16.1:34.8:49.1。人均地区生产总值 56498 元，增长 3.7%。

潞江蓄滞洪区隶属清远市管辖，主要涉及清远市清城区和佛冈县。根据 2016 年调查统计结果，23.00m（调查水位）以下潞江蓄滞洪区内面积 96.7km²，户籍人口 6.38 万人，常住人口 5.52 万人，耕地面积 7.38 万亩，粮食产量 4.69 万 t，工业总产值 5.44 亿元，农业总产值 2.38 亿元，GDP 为 6.98 亿元，固定资产 4.2 亿元，房屋 264 万 m²，机动车辆 2.23 万辆；22.62m（江口圩 300 年一遇洪水位）以下潞江蓄滞洪区淹没面积 82.6km²，户籍人口 5.49 万人，常住人口 4.81 万人，耕地面积 6.43 万亩，粮食产量 4.03 万 t，工业总产值 4.68 亿元，农业总产值 2.05 亿元，GDP 为 6.00 亿元，固定资产 3.61 亿元，房屋 230 万 m²，机动车辆 1.97 万辆。

3.2 水利工程与其他水利设施

3.2.1 潞江蓄滞洪区水利工程

（1）蓄滞洪区基本情况

潞江蓄滞洪区位于飞来峡水利枢纽下游约 10km 的左岸，区内地势低洼，由围内和围外两部分组成，一般地面高程 12m~15m。

区内沿潞江两岸 17 条堤围形成狭长的大小不一的独立蓄滞区，可以实现分仓滞洪。蓄滞洪区隶属清远市管辖范围，涉及清远市清城区和佛冈县的多个村镇。由于滞洪区内的潞江河口位于北江干流飞来峡峡谷进口附近，受飞来峡峡谷的束水顶托，当北江干流流量大于 2000m³/s 时，北江一部分水流即可倒灌流入滞洪区，再经长布天然分流口，注入大燕水（源潭河），在石角附近复归北江，因此，潞江蓄滞洪区历来是北江下游天然的洪泛区，对北江洪水有分流和滞洪作用，可减轻下游地区的防洪负担。

根据《珠江流域蓄滞洪区建设与管理规划报告（2006）》，确定潞江蓄滞洪区设计蓄滞洪水位 22.36m（300 年一遇洪水位），相应总面积 79.8km²，相应总库容 4.11 亿 m³，其中围外面积 33.3km²，相应库容 1.64 亿 m³，围内面积 46.5km²，相应库容 2.47 亿 m³。

根据《潞江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告（2018）》，确定设计蓄滞洪水位为 22.62m，相应总面积为 87.95km²，其中安全区面积 5.35km²，淹没面积 82.6km²。相应总库容 4.5 亿 m³，其中围内 2.6 亿 m³，围外 1.9 亿 m³。

广东省水利电力勘测设计研究院于 2018 年完成了《潞江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告》的编制工作，其在已有规划成果的基础上，对蓄滞洪区范围进行复核、调度运行方式进行了优化，并已通过广东省水利厅批复。考虑到《珠江流域蓄滞洪区建设与管理规划报告》编制时间过长，近年多次对潞江蓄滞洪区提升建设，故本次采用《潞江蓄滞洪

区建设与管理工程初步设计报告》设计蓄滞洪水位 22.62m 进行报告相关分析。

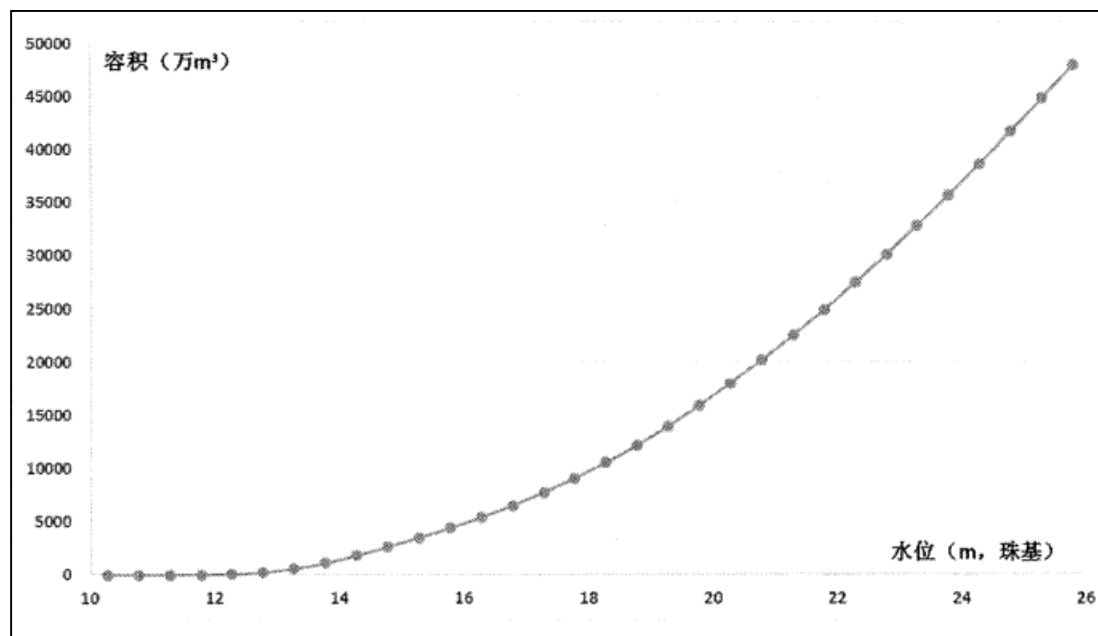


图 3.2-1 湛江蓄滞洪区 17 条堤围围内库容曲线

(2) 堤围

湛江蓄滞洪区现有堤围 17 宗，清远市清城区 12 宗，佛冈县 5 宗。总长约 57.768km，分别是清城区的高桥围、果园围、松塘围、天吉围、长布围、踵头围、大厂围、江咀围、饭店围、叔伯塘围、独树围、林塘围，佛冈县的下岳围、凤洲围及西排堤、良塘围、白沙塘围、官路唇围。除江咀围外各堤围均闭合，形成了各自独立的保护区。

堤围多建于 20 世纪 50~60 年代，近年来多次堤围进行了维护加固，部分堤围现有情况与原规划设计有很大不同，主要区别是在于堤顶高程普遍加高，堤身有所培厚，防洪能力有所提高，大部分的堤围堤顶高程达到 10~20 一遇的防洪标准。各堤围位置见附图 3.2-1。各围基本情况和保护耕地情况见表 3.3-1。

表 3.3-1 湛江滞洪区堤围现状情况表

序号	堤围	现状保护对象	人口 (万人)	耕地 (万亩)	加固后堤围级别及 防洪标准
1	饭店围	一般乡镇	0.15	0.07	3 级/20 年一遇
2	江咀围	一般乡镇	0.13	0.08	3 级/20 年一遇
	江咀围新建段				3 级/20 年一遇
3	大厂围	华侨农场及一般乡村	0.99	2.08	4 级/20 年一遇
	大厂围子堤				3 级/20 年一遇
4	林塘围	一般乡村	1.05	0.62	4 级/20 年一遇
5	下岳围	一般乡村	0.20	0.37	4 级/20 年一遇
6	凤洲围	一般乡村	1.38	0.86	4 级/20 年一遇
7	果园围	一般乡村	0.21	0.29	4 级/20 年一遇
8	天吉围	一般乡村	0.04	0.1	4 级/20 年一遇
9	长布围	一般乡村	0.16	0.1	4 级/20 年一遇
10	松塘围	一般乡村	0.16	0.37	4 级/20 年一遇
11	叔伯塘围	一般乡村	0.06	0.4	4 级/20 年一遇
12	独树围	一般乡村	0.13	0.47	4 级/20 年一遇
13	踵头围	一般乡村	0.14	0.16	4 级/20 年一遇
14	高桥围	一般乡村	0.80	0.63	4 级/20 年一遇
15	良塘围	一般乡村	0.37	0.35	4 级/20 年一遇
16	白沙塘围	一般乡村	0.15	0.15	3 级/20 年一遇
17	官路唇围	一般乡村	0.26	0.29	3 级/20 年一遇

拟建藏粤直流输电标段 14 空中跨过湛江蓄滞洪区堤防为为凤洲联围及下岳围，堤围设计防洪标准均为 20 年一遇，沿岸植被主要为桉树、低矮灌木及少量果树，偶见低洼小型池塘，具体见图 3.2-2。



图 3.2-2 直流输电线路跨湛江蓄滞洪区堤围示意图

1) 凤洲联围

1、凤洲联围历史堤防

凤洲联围始建于上世纪 50 年代，1956 年开工建设、1958 年建成，原设计标准低，加上运行长期运用、维修不善，1985 年对凤洲围进行了除险加固，主要进行了兴建丁坝 25 座、干砌石护脚 221m 以及涵闸维修加固。2001 年经省水利厅粤水资[2001]53 号文、省计委粤计农[2001]649 号文批准立项，再次对凤洲围按 20 年一遇设计标准进行除险达标加固，沿原有的旧堤加固河堤，部分堤段适当取直，采用土堤加防浪墙加固，外坡采用 30cm 厚干砌石护坡，对长约 6.375km 的透水堤基进行压渗处理，对长约 4.25km 受河水冲刷的堤脚进行抛石处理，完善防汛公路，管理设施等，但堤基处理处理不彻底。凤洲围位于山间冲积平原，堤顶高程为 21.74~28.94m，堤内大部分为农田，地面高程为 17.24~25.24m。

堤身高度一般 5~7m，堤顶宽度 5~6m，局部达到 8m，混凝土路面可通车。由于堤防修建年代久远，堤围分多次建设、加高培厚，堤身填土主要由含砂质黏性土和粉土填筑而成，一般呈可塑状，具中压缩性，压实程度总体一般，局部较差，堤身填土以中等透水为主，现状堤顶高程已超过湛江 20 年一遇设计水位 22.39~24.60m，但下游段部分堤段堤顶超高不能满足规范要求。

2、凤洲围现状堤防

2018年《湛江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告》对凤洲围进行重新加固，设计洪水标准为20年一遇，为四级堤防。堤身断面采用土堤断面形式，凤洲围超过一半的堤段堤外滩地较窄，考虑到堤围部分堤段于2001年进行过达标加固且堤顶高程满足规范要求，规划仅对背河侧堤坡陡于1:2的堤段进行培厚处理，加固后背河侧堤坡1:2.5，对堤顶高程不满足的堤段布设防浪墙，防浪墙顶设计高程23.69~23.83m，土堤面高程为23.19~23.33m。凤洲围堤顶宽度5.0 m，采用泥结石路面。凤洲围设1级坡，临河侧堤坡保持现状，坡比1:2.75，背河侧堤坡保持现状，坡比1:2~1:2.5，设计不考虑专门的堤后防汛道路。堤顶路面为厚200mm的C30砼，下设150mm厚的水泥稳定土垫层(含6%水泥)和300mm厚级配碎石层。

本工程涉及凤洲围后方滞洪区范围，Z117NN塔基距离凤洲围堤脚直线距离约131m（图3.2-3）。凤洲围已按20年一遇规划建设。

图 3.2-3 跨越潜江线路工程处凤洲围堤防断面图

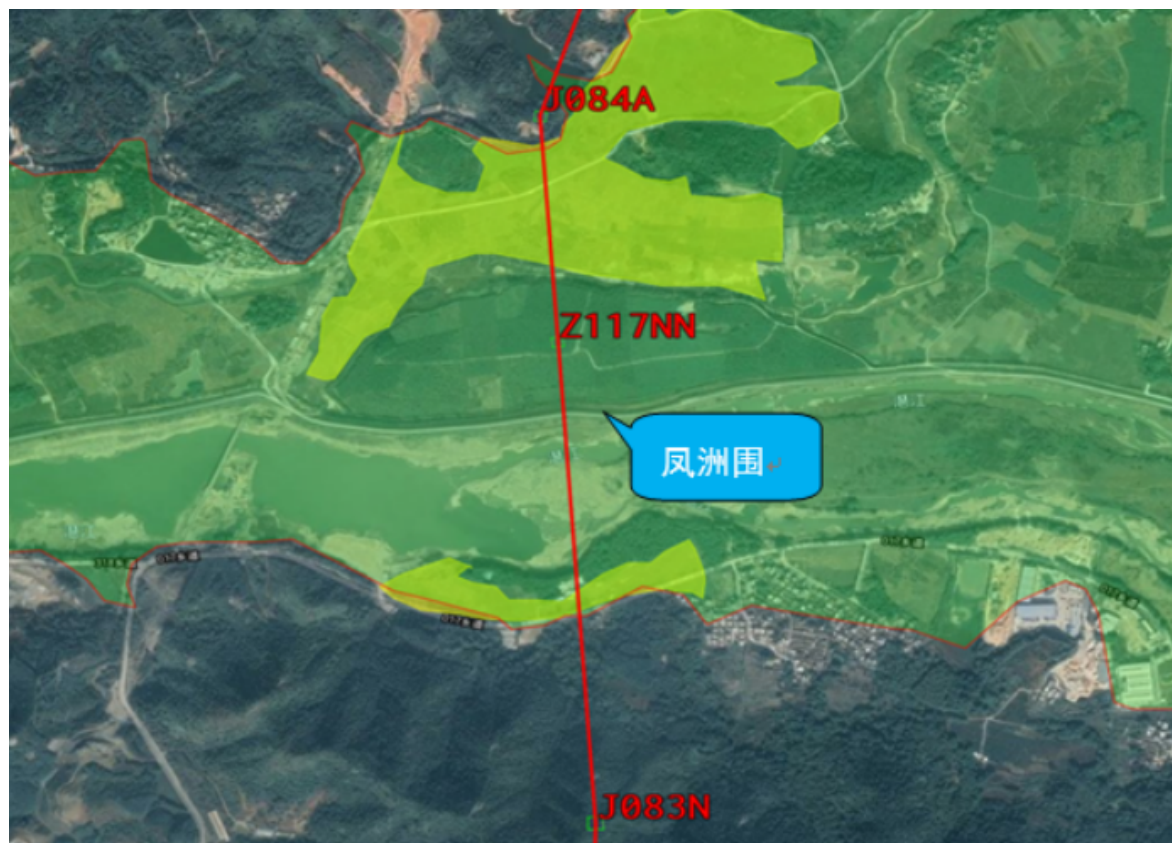


图 3.2-4 跨越潜江线路工程与堤防位置示意图

2) 下岳围

1、下岳围历史堤防

下岳围位于佛冈县江支流民安河左岸，堤内地面高程一般为16.44~19.54m，河床底高程为13.44~17.74m，长3.561km，堤身填土厚度一

般6.5~9.0m，堤顶宽度2~5m，工程主要任务是防御江和民安河洪水，在滬江蓄滞洪区启用时围内蓄滞洪水。

下岳围始建于上世纪60年代，现状设计标准为10年一遇。由于堤防修建年代久远，堤围分多次建设、加高培厚，2018年以前堤围堤顶高程22.64~23.74m，堤顶宽度4~5m，迎河侧堤坡1:2~1:2.5、背河侧堤坡1:1.5~1:2，上、背河侧堤坡为草皮护坡，但堤坡灌木、杂草丛生。除上游长75m的部分段堤防外，其余段堤顶高程已超过江20年一遇设计水位22.40~22.95m，但堤顶超高不能满足规范要求。

2、下岳围现状堤防

2018年《滬江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告》对下岳围进行重新加固，设计洪水标准为20年一遇，为四级堤防。堤身断面采用土堤断面形式，由于下岳围XY0+810~XY3+232堤段堤外滩地较窄或基本无滩，规划该段结合堤身加固培厚及堤基处理将堤适当后移至背河侧堤坡；同时考虑到少占围内农田，其他堤段对临河侧堤坡进行培厚处理；加固后临河侧堤坡1:2.5，背河侧堤坡1:2.5。对堤顶高程不满足的堤段布设防浪墙，防浪墙顶设计高程23.70~24.30m，土堤面高程为23.20~23.75m。

本工程涉及下岳围后方滞洪区范围，J088、J088A塔基距离下岳围堤脚直线距离分别为347m、294m。凤洲联围已按20年一遇规划建设。

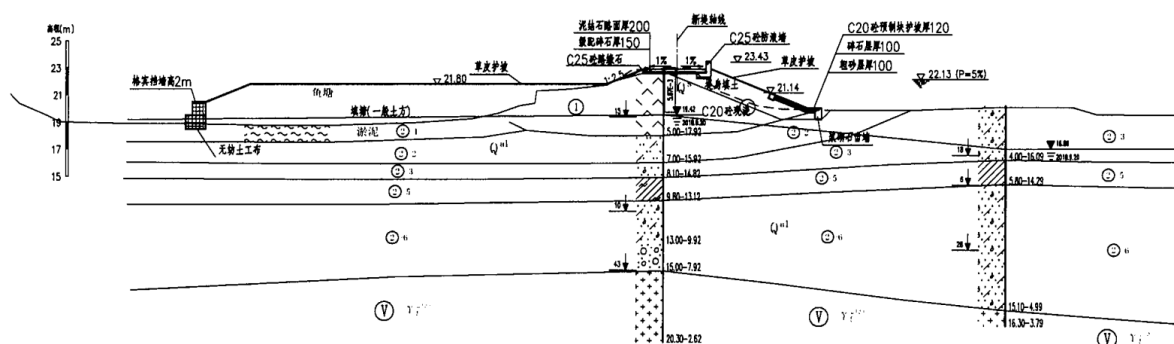


图 3.2-4 跨越湛江线路工程处下岳围堤防断面图

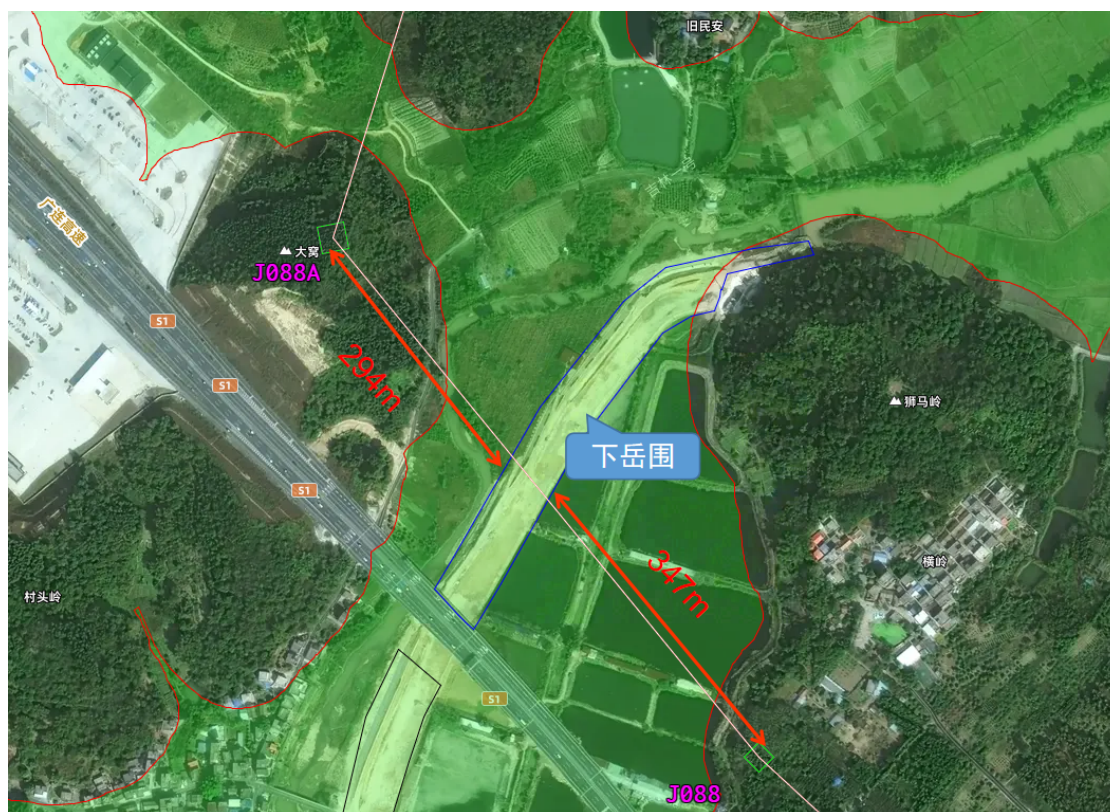


图 3.2-4 跨越湛江线路工程与堤防位置示意图

(3) 穿堤建筑物

2018 年前，湛江蓄滞洪区共有排洪穿堤建筑物 38 座，其中水闸 18 座，排水泵站 17 座，涵 3 座。区内的穿堤建筑物全部始建于上世纪 60～70 年代，部分排站近年更新了机组，目前全部闸站基本能维持运转。区内林塘围、天吉围、长布围、松塘围、高桥围等 5 个堤围无排水泵站，围内排涝采用自排方式；其余饭店围、江咀围、大厂围、下岳围等 12 个堤围设有闸站结合的排水设施，采用自排与电排相结合的方式解决汛期过后围内退水、排水问题。

排洪穿堤建筑物现状情况统计见表 3.2-2、3.2-3。

下岳围有下岳水闸、下岳排站与下岳进水涵作为分洪排涝工程，下岳水闸最大分洪流量 $169\text{m}^3/\text{s}$ ，设计排涝流量 $12.48\text{m}^3/\text{s}$ ，水闸底板高程 1

3.40m，孔口尺寸 $2\text{m} \times 3.5\text{m} \times 3.5\text{m}$ (孔数 $\times$ 宽 $\times$ 高)，下岳电排站设计排涝流量 $4.16\text{m}^3/\text{s}$ ；凤洲围有凤洲上水闸、凤洲下水闸与荷田电排站作为分洪排涝工程，凤洲上、下水闸最大分洪流量分别为 $118\text{m}^3/\text{s}$ 、 $175\text{m}^3/\text{s}$ ，设计排涝流量分别为 $50.72\text{m}^3/\text{s}$ 、 $49.32\text{m}^3/\text{s}$ ，水闸底板高程分别为 17.00 m、12.75m，孔口尺寸均 $2\text{m} \times 3.5\text{m} \times 3.5\text{m}$ (孔数 $\times$ 宽 $\times$ 高)，凤洲排站设计排涝流量 $16.44\text{m}^3/\text{s}$ 。

表 3.2-2 各堤围排涝电排站情况表

序号	名称	编号	设计排涝流量(m ³ /s)
1	饭店围	FD2	4.95
2	江咀围	JZ1	8.66
3	大厂围	DC5	10.16
		DC2	2.00
4	林塘围	LTW2	7.48
5	下岳围	XY2	4.16
6	凤洲围	FZ4	16.44
7	果园围	GY3	8.55
8	天吉围	TJ2	1.50
9	长布围	CB2	1.11
10	松塘围	ST2	5.52
11	叔伯塘围	SBT1	1.57
12	独树围	DS2	6.41
13	踵头围	ZT1	4.50
14	高桥围	GQ3	10.96
15	良塘围	LT2	4.39
16	白沙塘围	BST3	8.19
17	官路唇围	GLC1	18.33

表 3.2-3 各堤围水闸基本情况表

序号	堤围名称	涵闸名称	最大分洪 流量(m³/s)	设计排涝 流量(m³/s)	底板高程 (m)	孔口尺寸(孔数 ×宽×高, m)
1	饭店围			4.95	11.20	1×3.5×3.5
2	江咀围			8.66	10.50	2×3.5×3.5
3	大厂围	大厂北水闸	961	66.55	9.7	7×4×4
4	林塘围	林塘水闸	91	22.44	12.4	1×3.5×3.5
5	下岳围	下岳水闸	169	12.48	13.4	2×3.5×3.5
6	凤洲围	凤洲下水闸	175	49.32	12.75	2×3.5×3.5
		凤洲上水闸	118	50.72	17	2×3.5×3.5
7	果园围	果园水闸	131	25.65	10	1×4×4
8	天吉围	天吉水闸	66	4.49	11.55	1×3×3
9	长布围	长布水闸	40	3.34	10.6	1×3×3
10	松塘围	松塘水闸	81	16.57	13	1×3.5×3.5
11	叔伯塘围	叔伯塘水闸	99	4.72	11	1×3.5×3.5
12	独树围	独树水闸	210	19.23	10	2×3.5×3.5
13	踵头围	踵头水闸	93	13.49	12.1	1×3.5×3.5
14	高桥围	高桥水闸	89	32.89	12.6	1×3.5×3.5
15	良塘围	良塘水闸	87	13.18	13	1×3.5×3.5
16	白沙塘围			8.19	16.20	2×3.5×3.5
17	官路唇围			18.33	17.50	2×3.5×3.5



图 3.2-5 潞江蓄滞洪区水利工程位置图

3.2.2 流域水利枢纽情况

3.2.2.1 飞来峡水利枢纽

飞来峡水利枢纽位于北江中下游，于 1999 年建成，坝址控制流域面积 34097km²，占北江流域面积的 73%，占北江下游防洪控制断面石角站以上流域面积的 88.9%，是控制北江洪水的关键性工程。枢纽以防洪为主，兼有航运、发电等综合利用功能。飞来峡水库正常蓄水位 24.74m，设计水位 31.91m，校核水位 33.91m，总库容 19.03 亿 m³；汛期洪水起调水位 18.74m，汛限水位 18.74~24.74m，防洪库容 13.36 亿 m³，汛期洪水调度以入库流量为控制指标；与潞江蓄滞洪区联合运用，可将石角站 100~200 年一遇洪水削减为 50 年一遇洪水，300 年一遇洪水削减为 100 年一遇洪水。水库防洪主要保护对象是包括广州市在内的北江大堤保护区，并还可适当提高下游重点堤围的防洪标准。

根据国家防总 2014 年 9 月批复的《珠江洪水调度方案》，飞来峡水库运行调度方式如下：

① 当入库流量达到 1700m³/s 时，水库实施预泄，逐步降低库水位，预报未来 24h 入库流量超过 5000m³/s 时，库水位降至 18.74 m。

② 当入库流量大于 5000m³/s 但不大于 15000m³/s（约 20 年一遇）时，水库敞泄。

③ 当入库流量大于 15000m³/s 但不大于 19200m³/s（100 年一遇）时，控制出库流量不大于 15000m³/s，确保北江大堤石角站洪水不超过 50 年一遇（水位 15.32m 或者流量 17600m³/s）。

④ 当入库流量大于 19200m³/s 但小于 21600m³/s（300 年一遇）时，

控制出库流量不大于 $16000\text{m}^3/\text{s}$ ，确保北江大堤石角站水位或洪峰流量不超过 100 年一遇（水位 16.10m ，流量 $19000\text{m}^3/\text{s}$ ）。

⑤ 当入库流量达到 $21600\text{m}^3/\text{s}$ 或库水位达到 31.91m 后，控制出库流量不大于入库流量，确保库水位不超过 33.91m 。

⑥ 当入库洪水开始消退后，相机控泄洪水，视下游洪水和工程情况，尽快将库水位降至汛限水位。

3.2.2.2 清远水利枢纽

清远水利枢纽为综合利用的水利水电工程，正常蓄水位 10.74m ，枢纽总库容 3.018 亿 m^3 ，电站总装机容量 4.4 万 Kw ，由北江干流枢纽和大燕河江口水闸组成，北江干流枢纽位于北江支流大燕河河口上游约 1km 处的北江干流上。

清远水利枢纽运行方式如下：

① 当上游来水小于或等于电站机组最大流量 $1113.1\text{m}^3/\text{s}$ 时，水库坝前水位维持在 10.74m 运行，来水除满足船闸、供水、灌溉用水需要和从大燕河水闸下泄大燕河生态用水流量 $11\text{m}^3/\text{s}$ 外，其余水量用来发电。

② 当上游来水大于枢纽电站机组最大流量 $1113.1\text{m}^3/\text{s}$ 时，小于电站停机 $2473\text{m}^3/\text{s}$ 时，水库坝前水位维持在正常蓄水位 10.74m 运行；来水除满足船闸、供水、灌溉用水需要和从大燕河水闸下泄大燕河相应流量外，其余水量从枢纽下泄；当来水量小于或等于电站发电流量时，来水量全部通过机组发电；当来水量大于电站发电流量时，电站所有机组全开发电，多余水量从泄水闸下泄。

③ 当上游来水等于电站停机流量 $2473\text{m}^3/\text{s}$ 时，电站停止发电后，应

逐步打开枢纽所有泄水闸闸门敞泄洪水，让库区水位恢复到天然状态。

④洪水期间，枢纽所有泄水闸闸门全开敞泄洪水。

(2) 江口水闸（清远水利枢纽大燕河副坝）

江口水闸（清远水利枢纽大燕河副坝）为综合利用的水利水电工程，正常蓄水位 10.74m，枢纽总库容 3.018 亿 m^3 ，电站总装机容量 4.4 万 Kw，由北江干流枢纽和大燕河江口水闸组成。北江干流枢纽位于北江支流大燕河河口上游约 1km 处的北江干流上，大燕河江口水闸位于大燕河进口下游约 120m 的河槽上。

运行调度如下：

①当上游来水小于 $1347\text{m}^3/\text{s}$ 时，在一般情况下，水库坝前水位要维持在 10.74m 运行，来水除满足船闸等用水需要和从大燕河副坝水江口水闸下泄大燕河生态流量 $11\text{m}^3/\text{s}$ 外，其余用水量用来发电；当需要进行反调节时，枢纽下泄流量不得小于最小通航流量 $237\text{m}^3/\text{s}$ ，坝前水位不得低于 10.30m；当珠三角地区需要进行水量统一调度时，要服从广东省防汛防风防旱总指挥部的调度和指挥，此时大燕河副坝水闸闸前水位维持在 $10.0\sim 11.19\text{m}^3/\text{s}$ 运行。

②当上游来水大于 $1347\text{m}^3/\text{s}$ ，小于 $2930\text{m}^3/\text{s}$ 时，水库坝前水位维持在正常想蓄水位 10.74m 运行；电站所有机组全开发电，来水除满足发电、船闸等用水需要和从大燕河副坝江口水闸下泄 $11\text{m}^3/\text{s}-206\text{m}^3/\text{s}$ 外，多余水量从泄水闸下泄。此时大燕河副坝江口水闸逐步打开闸门下泄多余来水量，大燕河副坝坝前水位维持在 $11.91\sim 13.61\text{m}$ 运行。

③当飞来峡水库开始预泄 $3000\text{m}^3/\text{s}$ ，坝址流量等于 $2930\text{m}^3/\text{s}$ 时，电站停机，同时逐步打开枢纽所有的泄水闸闸门加大泄量腾空库容，让库

区水位恢复到天然状态。此时大燕河副坝江口水闸逐步打开所有闸门敞泄洪水，让水位恢复到天然状态。

④当坝址流量大于 $2930\text{m}^3/\text{s}$ 和整个洪水过程中，主坝和副坝泄水闸全部敞开泄洪。

⑤洪水过后，当坝址流量小于 $2930\text{m}^3/\text{s}$ 时，枢纽开始减小下泄流量回蓄发电，下泄流量不得小于下游最小通航流量 $237\text{m}^3/\text{s}$ ，当坝前水位回蓄至正常蓄水位 10.74m 时，按上游来水下泄，此时大燕河水闸关闭，但保证下泄生态流量 $11\text{m}^3/\text{s}$ 。

3.2.3 水文站情况

湛江流域现有水文站点 1 个为大庙峡水文站，水位站 1 个为江口圩水位站，具体位置见图 3.2-7。

大庙峡水文站是湛江上游的流量控制站，设立于 1960 年 1 月，至今已有 53 年资料记录，集雨面积 475km^2 。拟建穿越湛江线路工程位于大庙峡水文站下游 27.00km 左右，位于江口圩水位站上游 17.00km 左右。

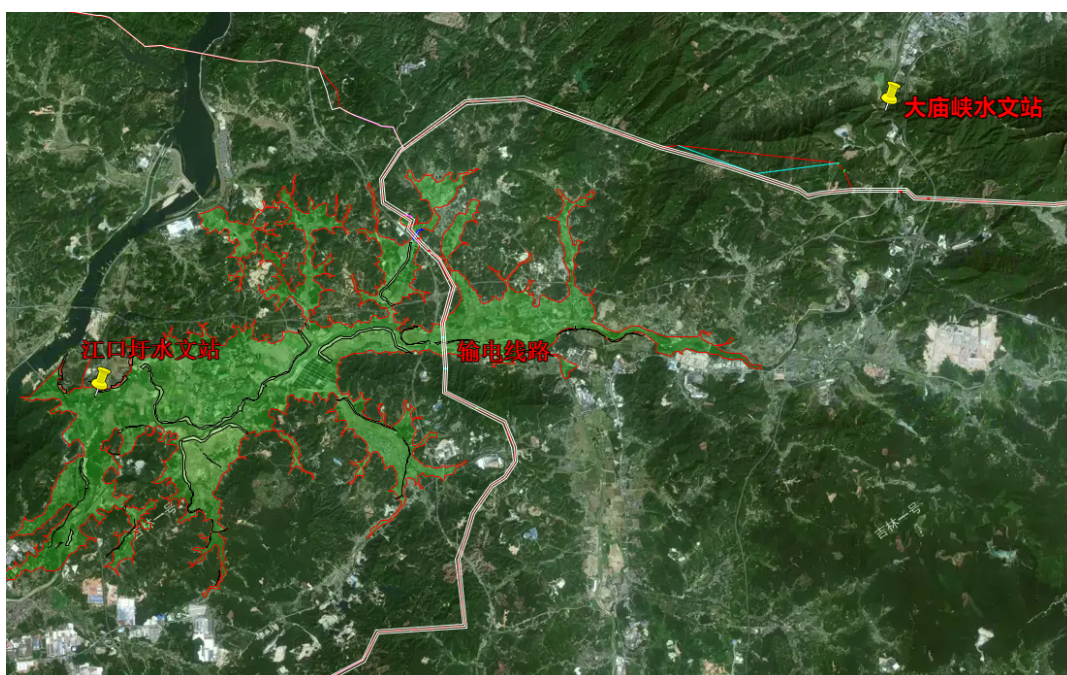


图 3.2-7 拟建工程与水文站位置关系图

3.2.4 工程附近其他工程

拟建藏粤直流输电标段 14 跨越滬江蓄滞洪区的 J083~J084A 线路上游 4.2km 左右为 X376 县道桥，下游 600m 左右为广联高速，下游 2km 左右有凤洲下水闸。线路跨越段从南到北依次跨越东西走向的±800kV 楚穗直流接地极线路、±800kV 楚穗直流和±500kV 兴安直流，同时平行 110kV 浩滬线和广联高速走线。拟建线路工程附近其他工程相对位置见图 3.2-8~3.2-9。

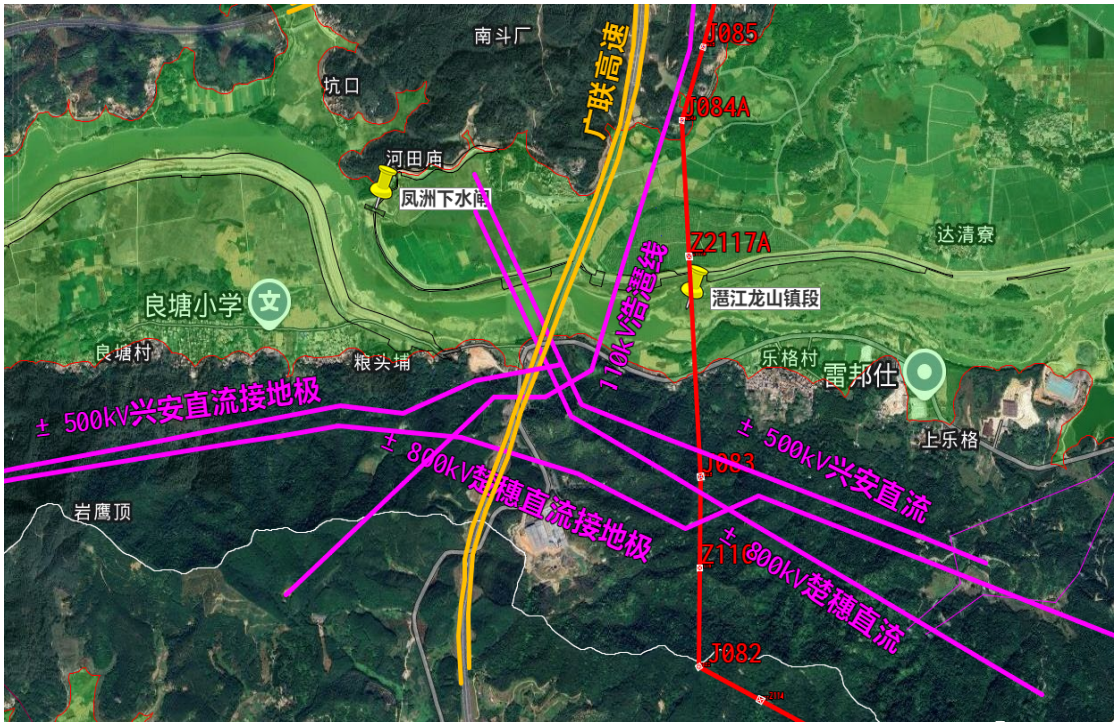


图 3.2-8 拟建线路跨越其他工程示意图

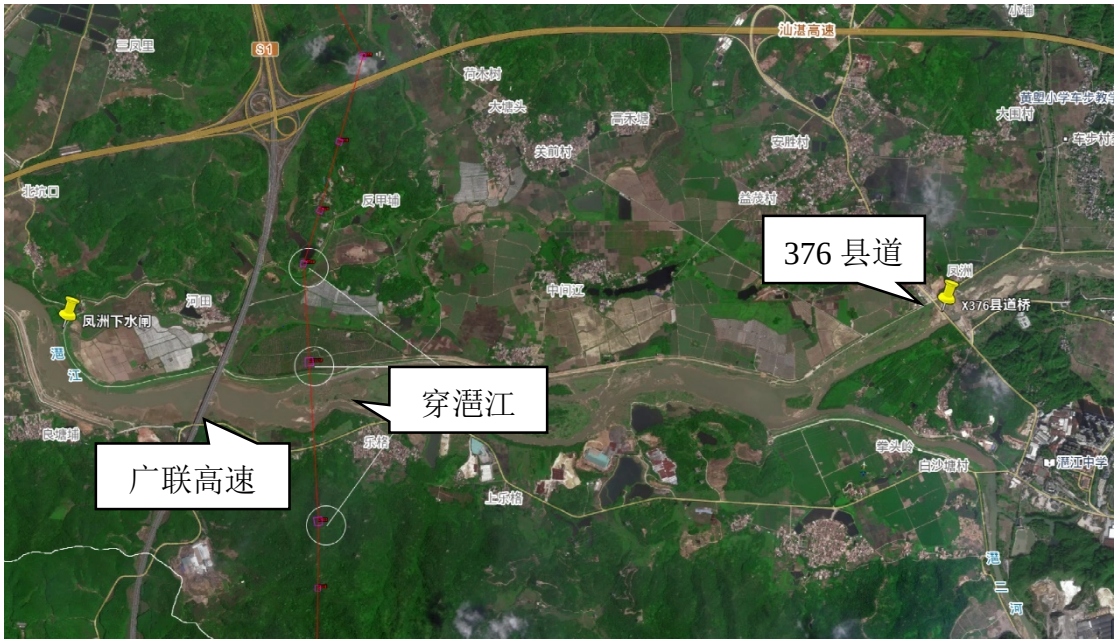


图 3.2-9 拟建线路工程附近其他工程相对位置

3.3 相关规划与实施安排

3.3.1 防洪规划

依据《珠江流域综合规划（2012~2030）》和《珠江流域防洪规划》，北江的潞江蓄滞洪区为珠江流域唯一列入国家蓄滞洪区名录的蓄滞洪区，是北江中下游防洪工程体系的重要组成部分。潞江蓄滞洪区是北江下游天然的洪泛区，位于广东省飞来峡水利枢纽下游约 10km 的北江左岸，涉及清远市清城区及佛冈县，区内地势低洼，一般地面高程 12m~18m。潞江蓄滞洪区现有堤围 17 宗，其中清城区 12 宗、佛冈县 5 宗，总长 57.22km。蓄滞洪区面积 87.95km²，实际滞洪容积 4.03 亿 m³，区内人口 6.30 万人，耕地 6.09 万亩，重要道路 26 条，地区生产总值 7.78 亿元。

潞江蓄滞洪区的防洪任务是与北江飞来峡水利枢纽联合运用，将包括广州市在内的北江大堤保护区防御北江洪水的能力，由 100 年一遇提高到 300 年一遇，同时将北江中下游的清东、清西等堤围的防洪能力由 50 年一遇提高到 100 年一遇。蓄滞洪区采取天然与工程措施相结合的运用方式，启用标准为 20~300 年一遇。当江口圩水位超过 19.74m 时，首先启用独树围与叔伯塘围；江口圩水位超过 20.8m 时，所有堤围利用分蓄洪口门适时分蓄洪水。对 50、100、300 年一遇洪水，蓄滞洪量分别为 3.66、3.70、4.11 亿 m³，分洪最高水位分别为 21.80、21.85、22.36m，可削减防洪控制断面石角站洪峰流量 324m³/s~662m³/s。

潞江蓄滞洪区工程主要为堤防和分洪、退水设施，规划安全区的堤

防标准为 50 年一遇，其它堤防标准为 20 年一遇。

3.3.2 广东省北江流域综合规划修编

根据《广东省北江流域综合规划修编》，湛江蓄滞洪区被列为一般滞洪区，也是广东省唯一的国家级蓄滞洪区。规划蓄滞洪区影响人口近 7.7 万人、耕地 8.2 万亩，影响历时一般 10 天左右。滞洪区内建设管理严重滞后，区内居民生命及财产得不到有效保障，严重影响了北江中下游防洪体系整体功能的发挥。根据《中共广东省委广东省人民政府关于加快我省水利改革发展的决定》，2015 年前重点推进湛江蓄滞洪区的建设。湛江蓄滞洪区安全建设内容包括：新建、加固堤防 55.90km，新建、加固进退水建筑物 53 座，扩建排水泵站 2 座；新建、维护撤退道路 101.5km，其中新建 31.5km（其中 3.5m 宽路面长 20.75km，7m 宽路面长 10.75km），现有公路改造 70km；平整土地面积 266 万 m²；配备抢险舟船 23 艘；通信预警系统 2 台套；规划外迁人口 2.44 万人，其中围外 1.05 万人，围内 1.39 万人；临时安置人口 1.82 万人；安全区安置人口 0.78 万人。通过各种安全建设措施共计解决 5.75 万人的安全问题。以上项目完成土方挖填量 1367 万 m³，石方 308 万 m³，工程永久占地面积 394.41 hm²，临时占地 46.14hm²。湛江蓄滞洪区建设工程总投资为 9.90 亿元，其中工程投资 3.68 亿元，基本预备费 0.52 亿元，外迁补偿 5.43 亿元，环保投资 0.02 亿元，占地补偿 0.25 亿元。规划建设内容现已完成。

3.3.3 珠江流域蓄滞洪区建设与管理规划

为解决好蓄滞洪区建设与管理，保障流域防洪安全和经济社会可持续发展，根据 2005 年 8 月水利部以水规计[2005]425 号文件，批复的全

国蓄滞洪区建设与管理规划项目任务书，水利部珠江水利委员会结合2005年由国防办主持召开的全国蓄滞洪区建设与管理规划工作会议精神，总体负责开展和组织编写《珠江流域蓄滞洪区建设与管理规划报告》。2009年，潞江蓄滞洪区列入国务院批复的《全国蓄滞洪区建设与管理规划》中。潞江蓄滞洪区设计蓄滞洪水位 22.36m（300 年一遇），相应容积 4.11 亿 m³。

（1）运用方式

1）原运用方式

潞江蓄滞洪区原运用方式为天然蓄滞洪方式，即北江发生低于 20 年一遇洪水时，洪水于潞江口自然倒灌分流进入滞洪区，首先经过围外天然滞洪区滞蓄洪水，当区内江口圩水位超过 19.74m 时，启用独树围和叔伯塘围滞洪，当江口圩水位超过 21.54m 时，区内堤围（除安全区）分洪，蓄滞洪区进入全面滞洪。

2）推荐运用方式

若经过有关部门审批通过，可考虑如下运用方式：对于潞江蓄滞洪区围外部分，仍采用天然滞洪方式；对围内部分则根据洪水大小采取不同的运用方式，对 100 年一遇以下洪水，是否启用围内容积，可酌情掌握，如若启用，也应尽量推迟启用时机。一般情况下，若潞江江口圩水位不超过 21.94m，则可不人工干预区内各围的溃围进程，如若下游防洪形势严峻，需要启用围内容积滞洪，则为减少滞洪损失，对区内各堤围可采用分区运用的方式，建议溃围顺序按独树围、叔伯塘围、大厂围、高桥围、林塘围、凤洲围来启用；对超 100 年的洪水，蓄滞洪区需全面溃围滞洪，但溃围的水位可适当提高，建议当江口圩水位超 21.94m 且石

角站流量接近 $18000\text{m}^3/\text{s}$ 时，若区内堤围没有自然溃决，则应采取人工干预措施全面启用围内滞洪容积，在启用中小堤围围内容积的同时，依次破开设在独树围、大厂围、高桥围、凤洲围上的分洪堰。

（2）安全建设规划

蓄滞洪区安全建设的目的是保障蓄滞洪区内居民在分洪蓄水时的生命安全，对区内居民进行避洪安置。依据蓄滞洪区的洪水特点与风险分区及人口和财产分布情况，有针对性的确定居民避洪安置方向和安全建设模式，确定主要安全设施，避洪设施建设的格局和规模，制定建设标准和建设方案。

根据蓄滞洪区安全建设的原则结合其防洪任务、地形条件等因素，确定湛江蓄滞洪区外安置配置形式、外迁后靠安置、区内安置形式、安全区、临时避洪及自保安置。同时配套撤退转移路、桥、运输工具、通信预警设施等。

依据《珠江流域蓄滞洪区建设与管理规划报告》，规划湛江蓄滞洪区安全建设工程：建设外迁安置区 23 处、安全区 1 处、新建撤退道路 29.42km、现有公路改造 70km、新建撤退桥涵 2 座、临时安置帐篷 5000 顶、配备通信预警系统 2 台套等。

（3）工程建设规划

规划蓄滞洪区加固、新建堤防 55.90km，其中加固 55.45km，新建 0.45km。新建穿堤建筑物 15 座，其中，分洪堰 4 座，裹头 11 座；扩建排水泵站 2 座。

1）堤防工程

长布围、踵头围、天吉围、松塘围、下岳围、果园围、叔伯塘围、

独树围、高桥围、白沙塘围共 10 条堤围按防洪标准 10 年一遇，5 级堤防进行达标加固；大厂围、林塘围、凤洲围、良塘围、官路唇围等 5 条堤围按照防洪标准 20 年一遇，4 级堤防进行达标加固；饭店围、江咀围规划围内为安全区（堤围防洪标准 50 年一遇）。

2) 分洪工程

针对各堤围的分洪流量、滞洪容积、堤围等级等各不同，规划不同规模堤围采取不同的分洪措施。

规划在大厂围、高桥围、独树围、凤洲围修建分洪堰：

①大厂围分洪堰

大厂围分洪堰总净宽 210m，堰顶高程 18.35m。由于大厂围堤长为 11.267km，堤线较长，因此规划在距大厂围终点 1.38、9.37、10.95km 附近（注：以琶江顺水流方向堤围的上游为起点，下游为终点，下同）分别修建分洪堰一座，每座分洪堰 70m，启用时统一调度。

②高桥围分洪堰

初拟距高桥围终点 0.5km 附近修建高桥围分洪堰，分洪流量为 300m³/s，堰顶高程 18.34m，分洪堰总净宽 36m。

③独树围分洪堰

初拟距独树围终点 0.55km 附近修建独树围分洪堰，分洪流量为 500m³/s，堰顶高程 16.68m，分洪堰总净宽 60m。

④凤洲围分洪堰

初拟距凤洲围终点 2.34km 附近修建凤洲围分洪堰，分洪流量为 350m³/s，堰顶高程 20.06m，分洪堰总净宽 60m。

规划在良塘围、下岳围、官路唇围、林塘围、果园围、天吉围、长

布围、松塘围、踵头围、叔伯塘围、白沙塘围等 11 个堤围采用裹头的分洪方式：

天吉围、长布围、松塘围 3 处裹头净宽 8m，良塘围、下岳围、官路唇围、果园围、踵头围、叔伯塘围、白沙塘围 7 处裹头净宽均为 10m，林塘围裹头净宽 25m。

3) 退水、排涝工程

排涝工程主要针对安全区的排涝问题。根据《蓄滞洪区设计规范》关于安全区排涝标准的有关规定，规划安全区排涝按 10 年一遇 24h 暴雨 24h 排干的标准进行复核扩建，安全区的排水泵站按防洪标准 50 年一遇，工程级别 3 年一遇进行扩建。安全区排涝按 10 年一遇 24h 排干的标准（不考虑闸排）进行泵站总规模匡算，扣除现有泵站装机情况，江咀围增加 2 台水泵合计抽排流量 $3.6\text{m}^3/\text{s}$ ，总装机 335kW。非安全区的排涝设施不列入蓄滞洪区工程建设范围，仍沿用原有排水设施，不另行规划。分洪设施与排涝设施兼作退水设施，与原有排涝设施一起承担起湛江蓄滞洪区的退水任务。

3.3.4 滘江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告

根据 2019 年《滘江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告》，滘江蓄滞洪区设计蓄滞洪水位为 22.62m，相应总面积为 87.95km²，其中安全区面积 5.35km²、淹没面积 82.60km²，包括围内淹没面积 52.86km²，围外河道面积 29.74km²。相应总库容 4.50 亿 m³，其中围内 2.60 亿 m³，围外 1.90 亿 m³。

（1）总体布局

17 条堤围中将饭店围、江咀围、白沙塘围、官路唇围等 4 个堤围设为安全区（对比《珠江流域蓄滞洪区建设与管理规划报告》新增了白沙塘围、官路唇围 2 个堤围作为安全区）。对 17 条堤围及其穿堤建筑物进行达标加固及重建，一般堤防设计工程标准为 20 年一遇，安全区堤防按滘江天然 50 年一遇设计，对于江口圩不封闭的堤段进行新建延长，涉及堤围总长 58.02km。新（重）建或加固穿堤建筑物 44 座，其中重建分洪闸 14 座（包括松塘闸站）、排涝水闸 4 座，重（新）建电排站 17 座（不含松塘闸站），加固灌溉用电排站 4 座，加固穿堤引水涵管 5 座。安全设施建设包括撤退道路和临时避洪点，设计利用现有道路，对部分现有道路进行改造以满足使用要求，共 20.60km；临时避洪点主要利用现有设施，共布设 26 个点。目前相关建设任务已完成。

（2）启用标准与控制条件

滘江蓄滞洪区采用天然和人工滞洪相结合的蓄洪方式。围外河道采用天然滞洪，围内通过分洪闸控制采用人工滞洪。北江洪水（不足 20 年一遇）来临时，于滘江口自然倒灌分流，围外河道采用天然滞

洪。围内以江口圩水位和石角站流量双控制，分批分区运用的调度运用方式。当江口圩水位达到 22.04m，且石角站流量大于 18000m³/s 时，启用第一批堤围（叔伯塘围、独树围、大厂围）开闸滞洪；江口圩水位达到 22.14m 时，启用其余堤围滞洪（除安全区外的其余 10 个堤围）；当江口圩水位低于 21.74m，且石角站流量小于 18000m³/s 时，水闸关闸。待外江退水至水位低于围内水位时，开闸退洪。

（3）堤防工程

湛江蓄滞洪区的一般堤防设计工程标准为 20 年一遇，安全区堤防按湛江天然 50 年一遇设计。

已对 17 条堤围及其穿堤建筑物进行达标加固及重建（基本维持原有堤线），对于江口圩不封闭的堤段进行新建延长。各堤围加固主要措施基本情况见表 3.3-1。

表 3.3-1 《湛江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报》各堤围加固基本情况表

序号	名称	堤围长(km)	加固长(km)	建设标准（年）
1	饭店围	1.421	1.421	50
2	江咀围	1.409	加高 1.16，新建 0.249	50
3	大厂围	11.184	11.184	20
4	林塘围	0.253	0.253	20
5	下岳围	3.561	3.561	20
6	凤洲围及西排堤	14.85	4.00	20
7	果园围	1.255	1.255	20
8	天吉围	0.19	0.19	20
9	长布围	0.64	0.64	20
10	松塘围	0.146	0.146	20
11	叔伯塘围	0.982	0.982	20
12	独树围	4.362	4.362	20
13	踵头围	2.696	2.696	20
14	高桥围	5.131	3.721	20
15	良塘围	4.628	4.628	20

16	白沙塘围	1.947	0.794	50
17	官路唇围	3.362	3.362	50
合计		58.017	44.604	

（4）电排站工程

结合滘江蓄滞洪区各堤围现状情况，共设置排涝电排站 18 座（新建 4 座，重建 14 座）。安全区按 10 年一遇暴雨 24h 暴雨一天排干的标准，其他涝区按 10 年一遇暴雨 24h 暴雨三天排干的标准。

（5）水闸工程

考虑排涝与分洪结合，共设置排涝闸 18 座（新建 1 座、重建 17 座）。安全区水闸按 10 年一遇暴雨设计洪峰排除，非安全区水闸按滞洪要求确定水闸规模，按排涝要求确定闸底高程。

3.3.5 佛冈县防洪规划

依据佛冈县水利局在 2025 年 3 月 21 日公开发布的《佛冈县防洪规划（2022~2035）》（报批稿），佛冈县中心城区（石角镇）、重点镇（汤塘镇和迳头镇）防洪标准为 50 年一遇，其余镇（水头镇、龙山镇、高岗镇）防洪标准为 20 年一遇，其他乡村防洪标准按洪水重现期 10~20 年一遇设防。

排涝规划：城市集中建设区近期 10 年一遇最大 24 小时暴雨 1 天排干，远期 20 年一遇最大 24 小时暴雨 1 天排干；其他城镇近期 10 年一遇最大 24 小时暴雨 1~2 天排干，远期 10 年一遇最大 24 小时暴雨 1 天排干。以种植水稻为主的农田，按 10 年一遇 24 小时暴雨所产生的径流量 3 天排干；以种植蔬菜或水产养殖业为主的农田，按 10 年一遇 24 小时暴雨所产生的径流量 2 天排干。

后续根据修编后的珠江流域规划、省防洪规划和清远市防洪规划调

整佛冈县治涝标准，到 2050 年，全县排涝能力进一步提升。

湛江蓄滞洪区是国家级滞洪区，位于飞来峡水利枢纽下游 10km 处的北江左岸。佛冈县位于湛江蓄滞洪区内的防洪工程，防汛指挥部门应服从湛江蓄滞洪区调度运用方案；位于湛江蓄滞洪区以外的防洪工程，防汛指挥部门根据降雨情况、主要堤围的抵御洪水能力以及防汛物资准备情况，进行洪水调度。

3.3.6 规划实施情况

根据《珠江流域蓄滞洪区建设与管理规划报告》，规划湛江蓄滞洪区安全建设工程：建设外迁安置区 23 处、安全区 1 处、新建撤退道路 29.42km、现有公路改造 70km、新建撤退桥涵 2 座、临时安置帐篷 5000 顶、配备通信预警系统 2 台套等。规划蓄滞洪区加固、新建堤防 55.90km，其中加固 55.45km，新建 0.45km。新建穿堤建筑物 15 座，其中，分洪堰 4 座，裹头 11 座；扩建排水泵站 2 座。规划建设内容现已实施完成。

根据《湛江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告》，报告确定工程建设主要内容：对 17 条堤围及其穿堤建筑物进行达标加固及重建，一般堤防设计工程标准为 20 年一遇，安全区堤防按湛江天然 50 年一遇设计，对于江口圩不封闭的堤段进行新建延长，涉及堤围总长 58.02km。新（重）建或加固穿堤建筑物 44 座，其中重建分洪闸 14 座（包括松塘闸站）、排涝水闸 4 座，重（新）建电排站 17 座（不含松塘闸站），加固灌溉用电排站 4 座，加固穿堤引水涵管 5 座。安全设施建设包括撤退道路和临时避洪点，设计利用现有道路，对部分现有道路进行改造以满足使用要求，共 20.6km；临时避洪点主要利用现有设施，共布设 26 个

点。初步设计内容现已实施完成。

3.4 洪水调度与蓄滞洪区运用

3.4.1 蓄滞洪区在区域防洪体系中的地位与作用

2007年,《珠江流域防洪规划》规划在北江流域设置1个正常运用的一般蓄滞洪区,即潞江蓄滞洪区,作为北江中下游防洪体系的重要组成部分,主要用于防洪流域性洪水。2009年,潞江蓄滞洪区被列入《全国蓄滞洪区建设与管理规划》,也是广东省唯一列入该规划的蓄滞洪区。

北江中下游防洪体系是由飞来峡水利枢纽、潞江蓄滞洪区、北江大堤、芦苞涌和西南涌分洪水道及其他中小堤围组成的防洪体系,防洪目标为:北江大堤加固达到防御100年一遇洪水标准后,通过飞来峡水库调蓄、潞江天然蓄洪、芦苞涌和西南涌分洪水道联合运用,并结合其它中下堤围,使包括广州市在内的北江大堤保护区达到防御北江300年一遇洪水标准,把北江下游重点防洪保护区防洪标准由50年一遇提高到100年一遇。

潞江蓄滞洪区对北江洪水有分洪和滞洪作用,与飞来峡水利枢纽及北江大堤共同抵御北江洪水的危害,捍卫北江中下游包括广州、佛山、清远等广大地区。潞江蓄滞洪区的防洪任务是辅助飞来峡水利枢纽、北江大堤、清远各堤围,使北江中下游堤围如清远的清东、清西和清城等堤围的防洪标准由50年提高到100年一遇,使包括广州市在内的北江大堤保护区达到防御北江300年一遇洪水标准,把北江下游重点防洪保护区防洪标准由50年一遇提高到100年一遇。

3.4.2 蓄滞洪区运用

3.4.2.1 运用方式

为了高效充分地利用蓄滞洪区有限的滞洪容积，经广东省有关部门批复的滘江蓄滞洪区建设与管理工程初设报告提出的调度运用方式为：滘江蓄滞洪区采用天然和人工滞洪相结合的蓄洪方式，滘江围外河道采用天然滞洪，围内通过分洪闸控制采用人工滞洪。北江洪水（不足 20 年一遇）来临时，于滘江口自然倒灌分流，围外河道采用天然滞洪。围内以江口圩水位和石角站流量双控制，分批分区运用的调度运用方式。当江口圩水位达到 22.04m，且石角站流量大于 18000m³/s 时，启用第一批堤围（叔伯塘围、独树围、大厂围）开闸滞洪；江口圩水位达到 22.14m 时，启用其余堤围滞洪（除安全区外的其余 10 个堤围）；当江口圩水位低于 21.74m，且石角站流量小于 18000m³/s 时，水闸关闸。待外江退水，滘江水位低于围内水位时，开闸退洪。

3.4.2.2 运用实例

2022 年 6 月第一次启用：北江流域遭遇超百年一遇特大洪水，北江干流石角站洪峰流量达到历史极值，对下游城市构成严重威胁。6 月 22 日，经广东省政府批准，滘江蓄滞洪区首次正式启用，启用独树围、踵头围、大厂围、江咀围、下岳围等 5 个堤围。滞蓄洪水约 3 亿 m³，削减北江洪峰流量 680m³/s，极大减轻了广州、佛山、清远等城市的防洪压力，确保了重点防洪区域人民群众生命安全，无一例因洪涝灾害造成人员伤亡。

4 河道演变

4.1 历史演变概况

潞江，属珠江流域北江水系中的一级支流。潞江发源于广东省佛冈县水头镇上潭洞的通天蜡烛（山名）南侧，由东向西南流经上潭洞、下潭洞，西田、桂田、水头镇，汇耀洞，经莲瑶、莲塘，于二七汇诚迳水，过三八镇又汇九曲水，过吊牛岭至佛冈县城（石角镇），汇龙溪水后，经白坟前至科旺，到店前村又汇龙南汶坑水，穿过大庙峡谷至汤塘镇的升平、三门等村汇岑坑水，在汤塘镇汇黄花河、四九水，洛洞水，经联和折向西南至龙山镇的占果村又汇竹山水，经官路唇于车步汇浮良水后到凤洲，过龙山镇汇潞二水，经乐格、良头布村到民安镇坑口村又汇合民安水，然后到良塘村的大罗坑（地名，佛冈与清远县分界处），在清新县江口镇注入北江，集雨面积为 1386km²，河长 82km。

根据历史资料记载以来，潞江在大庙峡以上河段发生过多河道变迁：一是三八镇上莲塘河段，原是由莲瑶流经车田村北侧从田心村边流过的。约在清朝末年上莲塘村人开挖了一条水道，把货船通至村前，以利经商。后经长期洪水冲刷，河道改至上莲塘村前流过，成为当今河段；二是石角河段，原河段由县供电局处转入瓷厂旁边，经佛冈中学旁边至九曲松折向岗田村，流经科旺西潭村，又折回吉田村前，经惠爱亭入大庙峡。后来，在河段拐弯处（即县供电局所在地）筑陂引水灌田，河道遂冲向龙溪村边，成为现在的石角河段；50年代初、中期，潞江下游的

汤塘、龙山镇河段，对弯曲河道进行整治，沿河两岸加筑了土（沙）堤，后经多年培厚加固，遂成为今天的堤防。

根据拟建工程处所在河段位置，该河段历史演变主要受自然因素影响，基本处于稳定态势，未曾出现过河道改道事件。

4.2 河道近期演变分析

（一）河道近年卫星影像对比

通过多时相遥感对比方法，分析了河道近35年（1985~2020年）的河道平面形态演变特征。结果表明：研究河段在此期间未发生显著平面摆动，河道走向、弯曲及分汊格局未发生明显改变；主槽位置保持稳定，主槽宽度未有明显波动；岸线变迁幅度不明显。根据历史卫星影像，工程场区平面位置也无明显变化，属于典型的稳定型河岸。

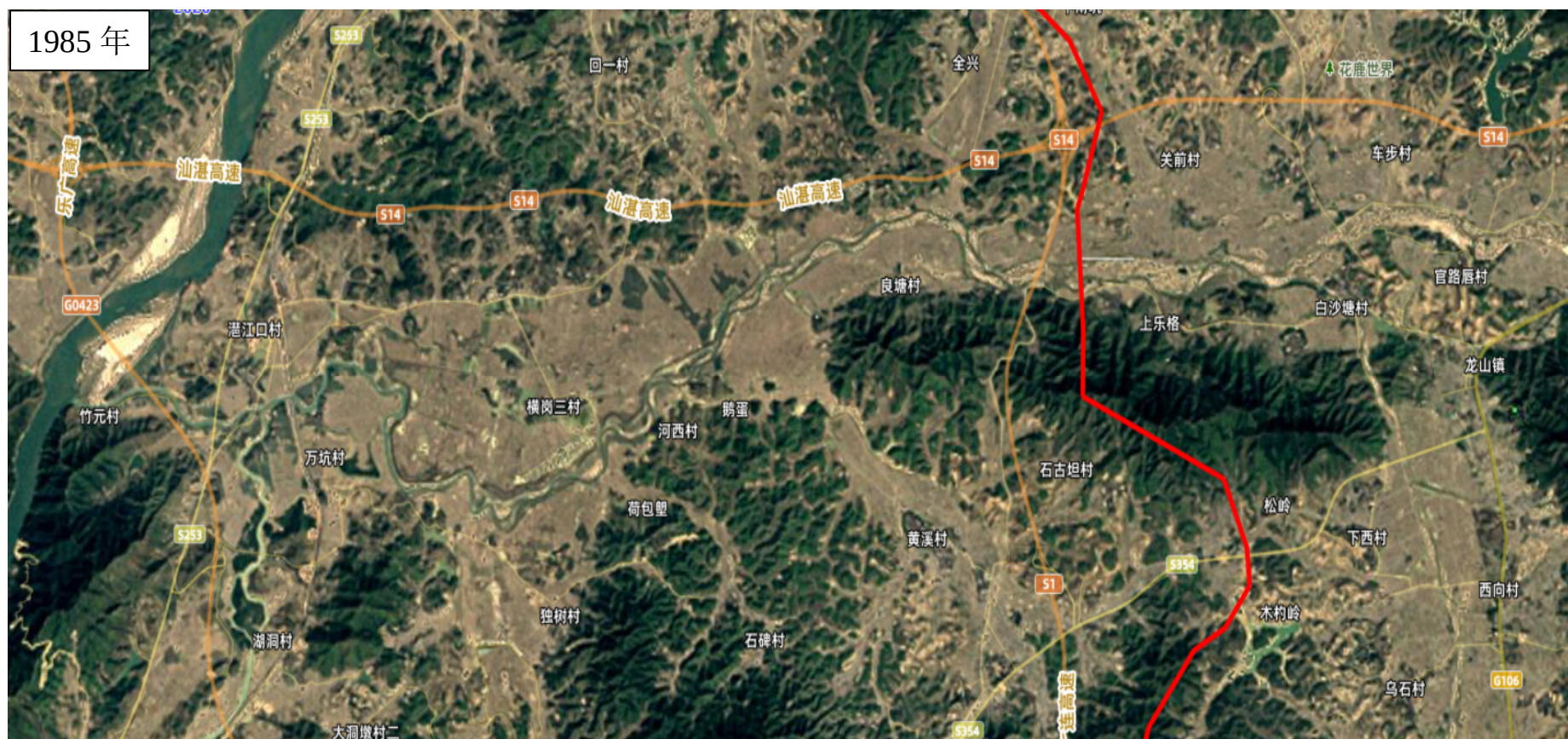


图 4.2-1a 穿湛江河段 1985 年卫星影像图



图 4.2-1b 穿湛江河段 1995 年卫星影像图

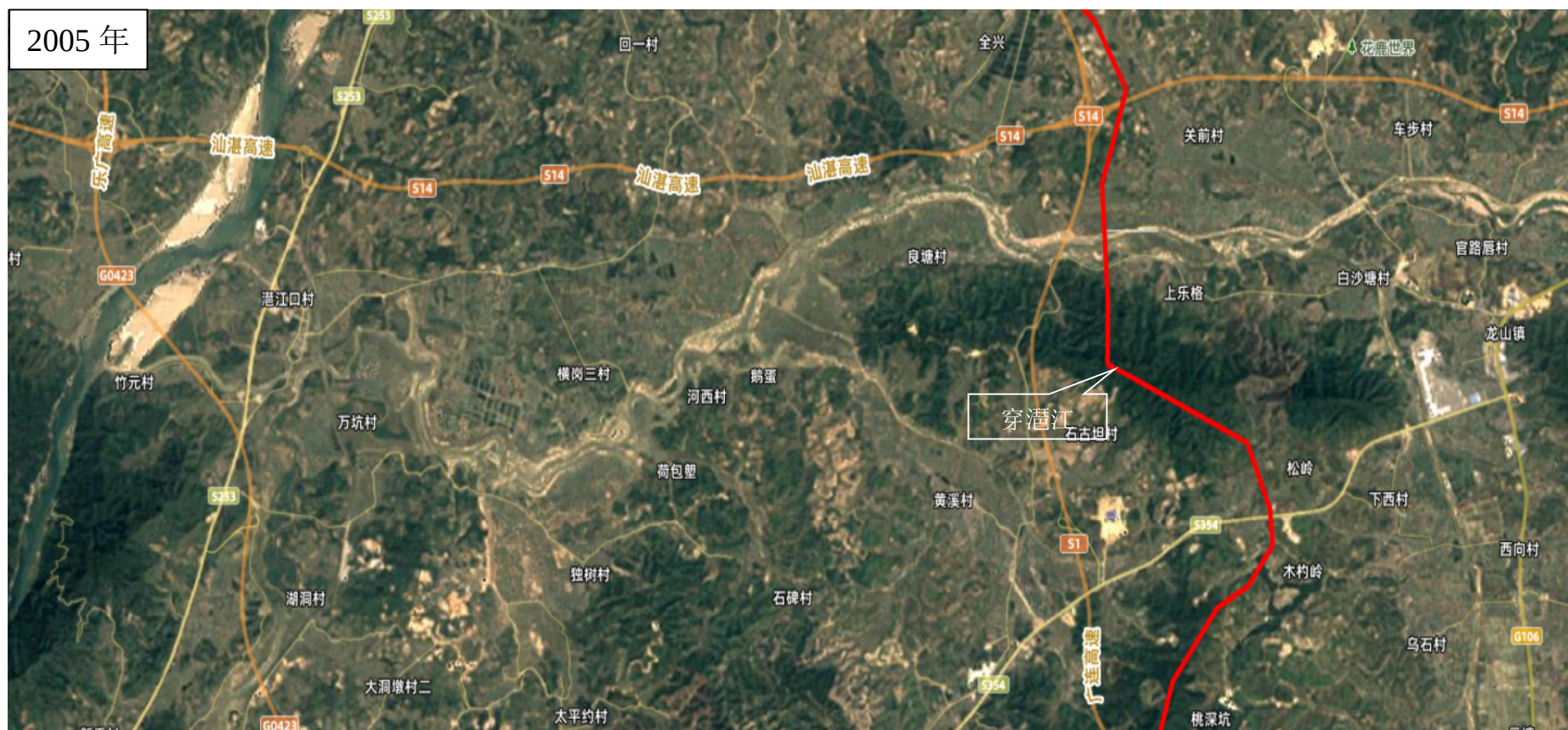


图 4.2-1c 穿湛江河段 2005 年卫星影像图

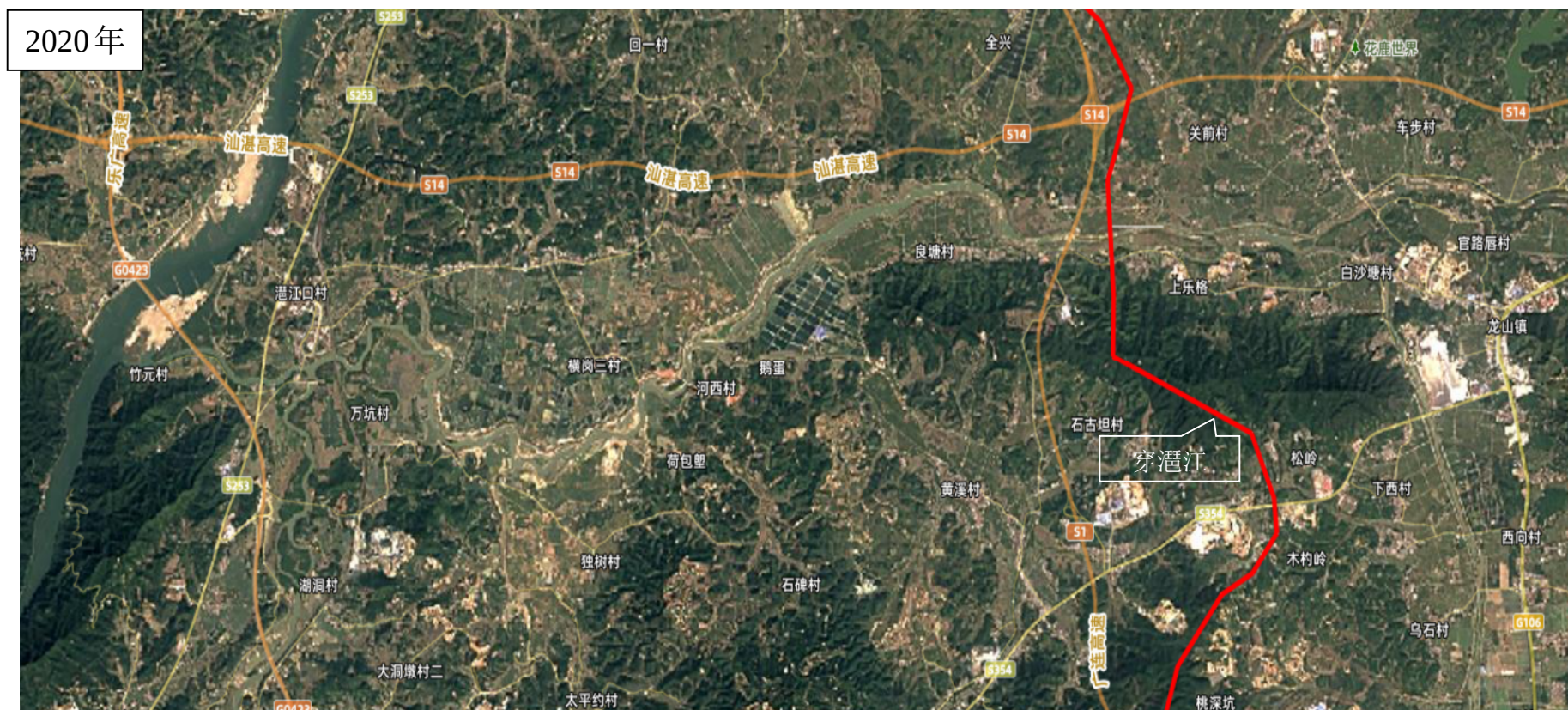


图 4.2-1e 穿湛江河段 2020 年卫星影像图

（二）河势稳定性分析

河床演变的根本原因归结为输沙不平衡，河床决定的纵向水流条件与纵向来沙不适应所引起的纵向变形，河床同样决定的横向流水条件与横向来沙不适应所引起的横向变形。河床稳定指标是判别河床演变特性的重要参数，包括河道纵向稳定系数、河床横断面稳定系数及综合稳定系数，用来定性分析河床稳定性，可利用河流动力学原理对河床变形进行概化理论计算。

从河床的纵、横向稳定性和综合稳定性来看：

（1）河床纵向稳定性

水流对河床泥沙的拖曳力与床面泥沙抵抗运动的摩阻力之间的相互作用，决定着河床的纵向稳定性。反映水流拖曳力的 t_0 主要取决于水深和比降；反映床面泥沙摩阻力的 t_c 则主要与床沙粒径有关。按照洛赫金公式，河床的纵向稳定性指标 K_1 可用下式计算：

$$K_1 = \frac{d}{hJ} \quad (3-1)$$

式中： d 为床沙平均粒径，mm；

h 为河流平滩水深，m；

J 为河床比降，‰。

显然， K_1 越小，水流作用越强，底沙越易运动，河床越不稳定，反之， K_1 越大河床越稳定。

根据拟建跨湛江线路工程处地勘资料，工程处河床为粉质黏土，粒径取 0.075mm，平滩水深取 3m，河长比降取 1.74‰，计算得该线路工程纵向稳定性指标 K_1 为 0.014。

（2）横向稳定性指标，采用如下公式，即：

$$K_2 = Q^{0.5} / BJ^{0.2} \quad (3-2)$$

式中： Q 为平滩流量， m^3/s ；

B 为造床流量下的河宽，m；

J 为河床平均比降。

K_2 值较大，表明河身相对较窄，比降较小，水流平缓归顺，河岸较为稳定；反之， K_2 越小，河床越不稳定。

拟建穿湛江线路工程平摊流量取 $2563\text{m}^3/\text{s}$ ，河宽 B 取 431m ，河床平均比降取 1.74% ，计算得拟建跨湛江工程的横向稳定性指标 K_2 为 0.42 。

(3) 综合稳定性

河流平面河势的稳定性，既取决于河床纵向稳定，也取决于河床横向稳定，这两种综合影响用综合稳定性指标 K 表示：

$$K = \frac{d}{hJ} \left(\frac{Q^{0.5}}{J^{0.2}B} \right)^2 \quad (3-3)$$

经计算得拟穿湛江线路工程附近河床综合稳定系数 K 为 0.009 。

由以上计算分析可知，拟建线路工程处断面 K_1 均小于 3 ，表明特大洪水时，河流底沙易运动，纵向较不稳定； K_2 均小于 1 ，说明特大洪水时，河流对两岸有一定的侧向侵蚀作用。拟建线路工程河床综合稳定性指标小于 3 ，说明工程河段河床纵向和横向上在特大洪水时对河床有一定的冲刷及对两岸有一定的侧向侵蚀。

4.3 河床未来演变趋势分析

河床的冲淤演变，主要反映了水流和泥沙的相互作用。如果水流流速较大，挟沙能力增强而含沙量没有达到饱和，则会出现河床冲刷；如果水流动力减小而含沙量超过饱和，挟沙能力减小则会出现淤积。

拟建工程为藏粤直流输电工程，电塔塔基均落在湛江河道外，湛江蓄滞洪区内，不会改变湛江河段的水沙情势和环境，因此工程建设对该内河道的整体冲淤趋势不会造成影响。

河道演变除与区域的地形地质有关外，还与人类活动对河道的干扰有关。根据《珠江流域重要河道采砂管理规划（2021-2025 年）报告》工程河段为禁

采区，彻底消除了人为采砂导致的河床下切风险。因此，随着湛江流域河道治理规划的实施，河床将不会发生巨大变化，河床总体将会相对稳定。

5 洪水影响评价计算

5.1 水文分析计算

5.1.1 洪水来源

湛江蓄滞洪区位于北江干流飞来峡水利枢纽下游约 10km 的左岸，湛江河口靠近北江干流飞来峡峡谷进口，受飞来峡峡谷的束水顶托，当北江干流流量大于 $2000\text{m}^3/\text{s}$ 时，北江一部分水流即可倒灌进入滞洪区，再经长布天然分流口，注入大燕水，在石角附近复归北江。因此，根据湛江蓄滞洪区所处的地理位置和对北江的分流和滞洪作用，洪水来源主要包括北江洪水、湛江洪水及少量坡面汇水。

5.1.2 洪水地区组成及遭遇分析

参考《广东省 2014~2015 年度洪水风险图编制项目湛江蓄滞洪区洪水风险图编制报告》，综合考虑，从对评价对象偏于不利的角度，确定如下洪水组合方式：

（1）北江洪水为主，横石石角同频，区间相应（北江洪水（横石）300 年一遇+区间（含湛江）洪水 20 年一遇）。

（2）北江洪水为主，区间石角同频，横石相应（北江洪水（横石）200 年一遇+区间（含湛江）洪水 300 年一遇）。

5.1.3 设计洪水

（1）北江横石站（飞来峡站）设计洪水

横石水文站建于 1953 年 4 月 10 日，位于北江干流中游，上距连江汇入口约 25km，下游约 15km 为飞来峡峡口，集水面积 34013km^2 ；1999 年飞来峡水利枢纽建成后横石站移至飞来峡下游约 2.7km 处，改成飞来峡站，集水面积 34097km^2 。

根据《珠江流域防洪规划修编水文分析报告》（2024年6月）成果，与《珠江流域防洪规划水文分析报告》（本报告称2007年水文分析报告）对比，北江干流横石站（飞来峡站）设计洪水洪峰各级率较2007年水文分析成果大5.04%~5.68%、各时段洪量与2007年水文分析成果相差0~3.31%，横石站设计洪水推荐采用规划修编成果。本次横石站设计洪水采用规划修编成果，设计洪水成果见表5.1-1。

表 5.1-1横石站设计洪水成果表单位：峰—m³/s 量—亿 m³

项目	均值	Cv	Cs/Cv	各级频率（%）设计值									备注
				0.2	0.333	0.5	1	2	3.33	5	10	20	
Q _m	9920	0.34	3.0	23900	22700	21800	20200	18600	17400	16300	14500	12500	规划修(采用)
	9450	0.34	3.0	22700	21600	20700	19200	17600	16500	15500	13800	11900	2007 年水文分析
W _{3d}	21.0	0.38	3.0	55.0	52.1	49.8	45.8	41.7	38.7	36.2	31.7	26.9	规划修(采用)
	20.8	0.37	3.0	53.4	50.5	48.4	44.6	40.7	37.8	35.4	31.1	26.5	2007 年水文分析
W _{7d}	36.6	0.40	3.0	100	94.4	90.0	82.7	75.0	69.2	64.6	56.2	47.3	规划修(采用)
	37.4	0.38	3.0	98.0	92.8	88.6	81.5	74.4	68.9	64.4	56.4	47.9	2007 年水文分析
W _{15d}	59.3	0.41	3.0	165	156	149	136	123	114	106	91.9	77.0	规划修(采用)
	62.3	0.37	3.0	160	151	145	134	122	113	106	93.2	79.4	2007 年水文分析

（2）石角站设计洪水

1）石角站全归槽设计洪水

根据《珠江流域防洪规划修编水文分析报告》（2024年6月）成果，与《珠江流域防洪规划水文分析报告》（本报告称2007年水文分析报告）对比，北江干流石角站全归槽设计洪水洪峰各级率较2007年水文分析成果大5.59%~6.73%，各时段洪量与2007年水文分析成果相差0~2.81%，石角站全归槽设计洪水推荐采用规划修编成果。本次石角站全归槽设计洪水采用规划修编成果，设计洪水成果见表5.1-2。

表 5.1-2 石角站全归槽设计洪水成果表 单位：峰— m^3/s 量—亿 m^3

项目	均值	Cv	Cs/Cv	各级频率(%)设计值									备注
				0.2	0.333	0.5	1	2	3.33	5	10	20	
Q _m	10400	0.34	3.0	24900	23800	22800	21100	19400	18100	17000	15100	13100	规划修(采用)
	9800	0.34	3.0	23500	22300	21500	19900	18300	17100	16100	14300	12300	2007 年水文分析
W _{3d}	23.4	0.35	3.0	57.4	54.5	52.3	48.4	44.4	41.3	38.8	34.4	29.6	规划修(采用)
	23.0	0.36	3.0	57.7	54.7	52.4	48.5	44.3	41.2	38.7	34.1	29.2	2007 年水文分析
W _{7d}	42.6	0.37	3.0	109	104	99.0	91.4	83.4	77.4	72.5	63.7	54.3	规划修(采用)
	43.0	0.37	3.0	110	104	100	92.2	84.2	78.1	73.2	64.3	54.8	2007 年水文分析
W _{15d}	70.2	0.38	3.0	184	174	167	153	140	129	121	106	89.9	规划修(采用)
	72.9	0.36	3.0	183	174	166	154	140	131	123	108	92.5	2007 年水文分析

(3) 北江飞来峡~石角区间设计洪水

《珠江流域防洪规划修编水文分析报告》(2024 年 6 月)将飞来峡~石角区间洪水系列延长至 2022 年进行复核,设计成果与《飞来峡枢纽初步设计报告》成果相差不大,飞来峡~石角区间维持原设计洪水。飞来峡~石角区间洪水设计成果见表 5.1-4。

表 5.1-4 飞来峡~石角区间设计洪水成果表 单位：峰— m^3/s 量—亿 m^3

项目	统计参数			各级频率(%)设计值					
	均值	Cv	Cs/Cv	0.33	0.5	1	2	5	10
Q _m	2160	0.34	3.0	4950	4730	4380	4040	3540	3150
W _{3d}	4.23	0.32	3.0	9.26	8.88	8.29	7.66	6.77	6.05
W _{7d}	7.63	0.32	3.0	16.7	16.0	15.0	13.8	12.2	10.9
W _{15d}	12.8	0.33	3.0	28.7	27.5	25.6	23.6	20.7	18.4

(4) 湛江大庙峡站设计洪水

按大庙峡站历年实测系列,经考证并参照横石站和石角站调查资料,大庙峡洪峰流量 1885 年为 1764 年以来最大,达到 $2870\text{m}^3/\text{s}$,重现期为 251 年。1942 年为第二位特大值、1953 年为第三位特大值,洪峰流量分别为 $2450\text{m}^3/\text{s}$,

2110m³/s。本次大庙峡站设计成果采用已批复的《湛江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告》成果，见表 5.1-5。

表 5.1-5 大庙峡站设计洪水成果表 单位：峰（W）—m³/s，量（Q）—亿m³

站名参数设计值		洪峰流量 (m ³ /s)	三日洪量 (万 m ³)	七日洪量 (万m ³)	十五日洪量 (万 m ³)
统计参数	均值	816	5250.5	8371	13135
	Cv	0.57	0.49	0.47	0.49
	Cs	3Cv	3Cv	3Cv	3Cv
各级频率 (%)设计值	0.01	4335	23324	35475	58351
	0.1	3384	18608	28471	46554
	0.2	3095	17169	26328	42952
	0.333	2882	16100	24737	40279
	0.5	2712	15246	23463	38143
	1	2421	13773	21264	34458
	2	2127	12279	19030	30720
	3.33	1908	11161	17354	27922
	5	1734	10260	16002	25668
	10	1431	8684	13628	21724
	20	1122	7038	11139	17608
	50	691	4644	7478	11619

（5）滨江珠坑站设计洪水

滨江主要控制站点为珠坑站。按珠坑站历年实测系列，其中 1982年为特大值，参照横石站和石角站调查资料，1982 年重现期为 1764年以来最大，达到 3970 m³/s，重现期为 251 年。1985 年为第二位特大值、1923 年为第三位特大值，洪峰流量分别为 3600 m³/s，2460 m³/s，本次珠坑站设计洪水成果采用《湛江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告》已有成果，见表 5.1-6。

表 5.1-6 珠坑站设计洪水成果表 单位：峰（W）—m³/s 量（Q）—亿 m³

站名参数设计值		洪峰流量 (m ³ /s)	三日洪量 (万 m ³)	七日洪量 (万 m ³)	十五日洪量 (万m ³)
	均值	1297	15172	23320	36410

统计 参数	Cv	0.51	0.53	0.45	0.34
	Cs	3Cv	3Cv	3Cv	3Cv
各 级 频 率 (%) 设计 值	0.01	6033	73838	94190	110717
	0.1	4786	58250	76058	92855
	0.2	4406	53509	70501	87310
	0.33	4124	49996	66367	83157
	0.5	3899	47194	63058	79814
	1	3511	42370	57336	73987
	2	3119	37495	51510	67986
	3.33	2826	33860	47132	63421
	5	2590	30941	43592	59687
	10	2178	25863	37361	53005
	20	1751	20615	30794	45758
	50	1135	13139	21034	34341

5.1.4 设计洪水过程线

(1) 飞来峡下泄洪水过程

飞来峡下泄洪水过程采用 1982 年石角区间同频、飞来峡相应和 1994 年石角飞来峡同频、区间相应典型洪水进行设计，飞来峡下泄洪水过程线见图 5.1-1、5.1-2。

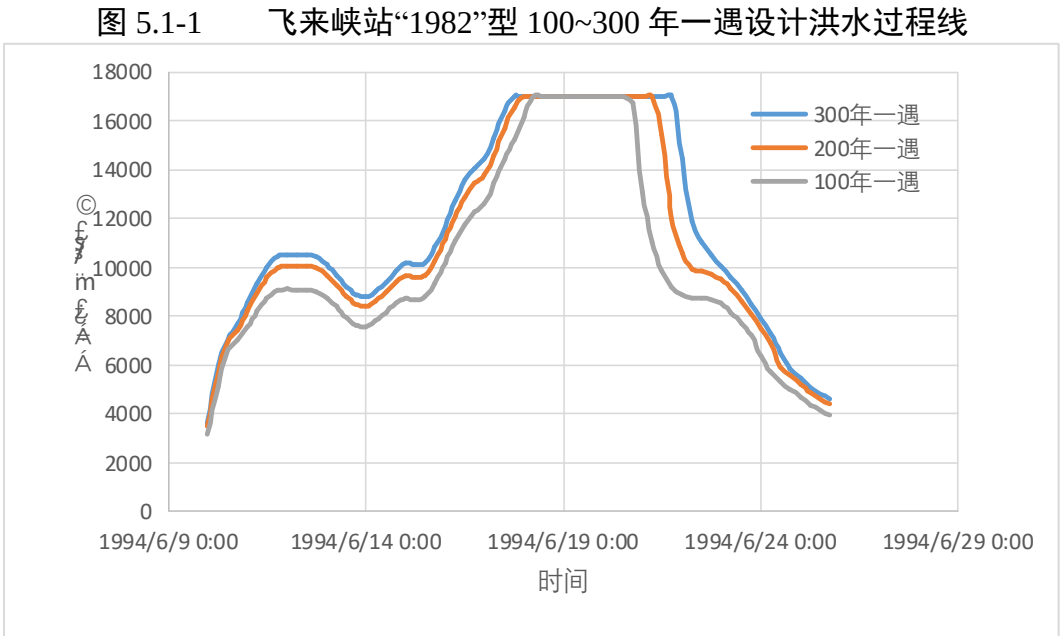
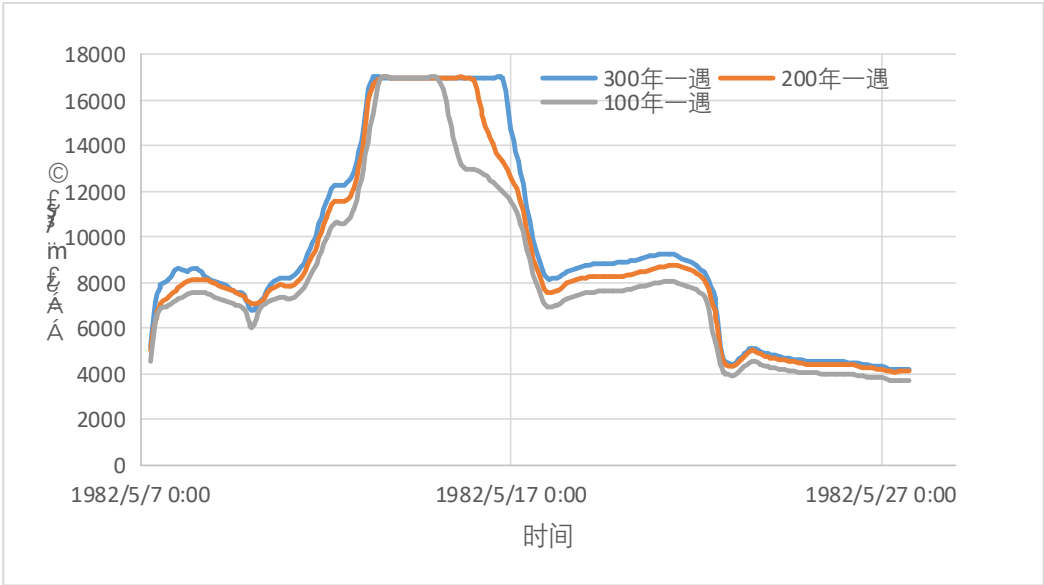


图 5.1-2 飞来峡站“1994”型 100~300 年一遇设计洪水过程线

(2) 湛江设计洪水过程

飞来峡～石角区间设计洪水过程采用《珠江流域防洪规划修编水文分析报告》（2024 年 6 月）成果，北江左岸区间以湛江为主按面积分配区间洪水过程，见图 5.1-3、5.1-4。

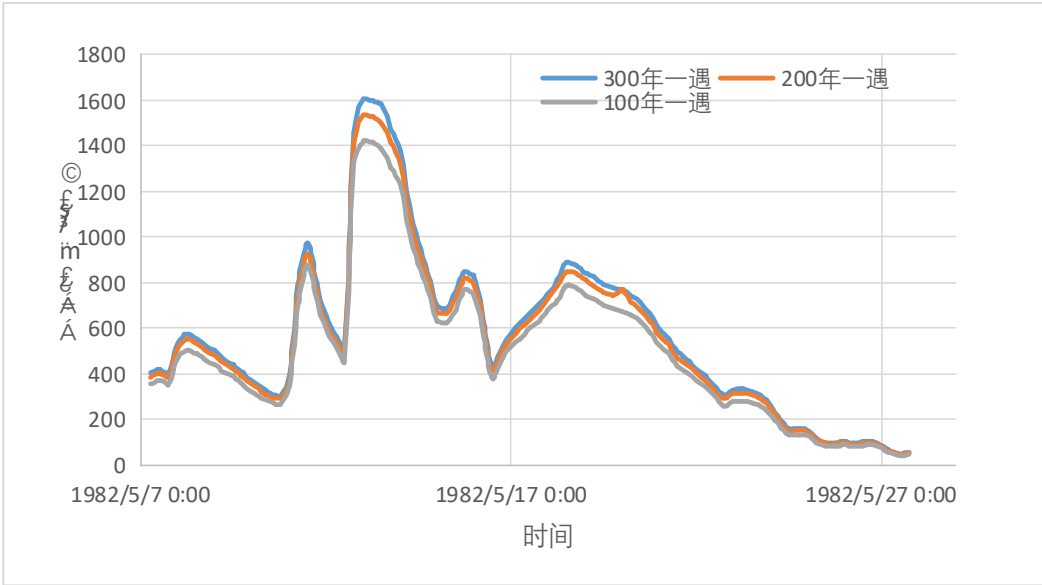


图 5.1-3 北江左岸以湛江为主“1982”型 100~300 年一遇设计洪水过程线

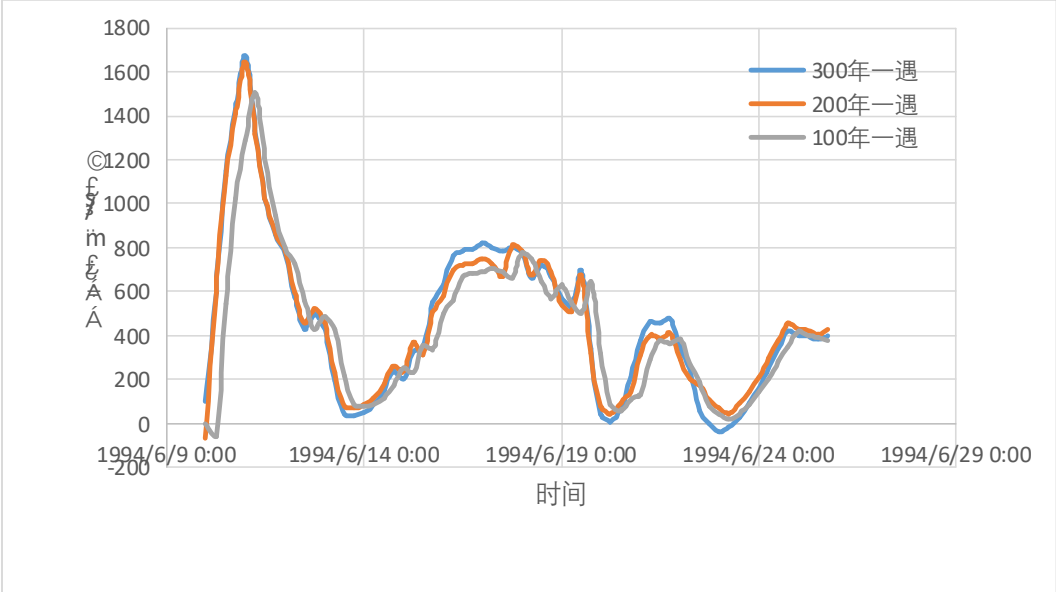


图 5.1-4 北江左岸以湛江为主“1994”型 100~300 年一遇设计洪水过程线

(3) 飞来峡~石角区间（右岸以滨江为主）洪水过程

飞来峡~石角区间设计洪水过程采用《珠江流域防洪规划修编水文分析报告》（2024 年 6 月）成果，北江右岸区间（以滨江为主）支流按面积分配区间洪水过程，见图 5.1-5、5.1-6。

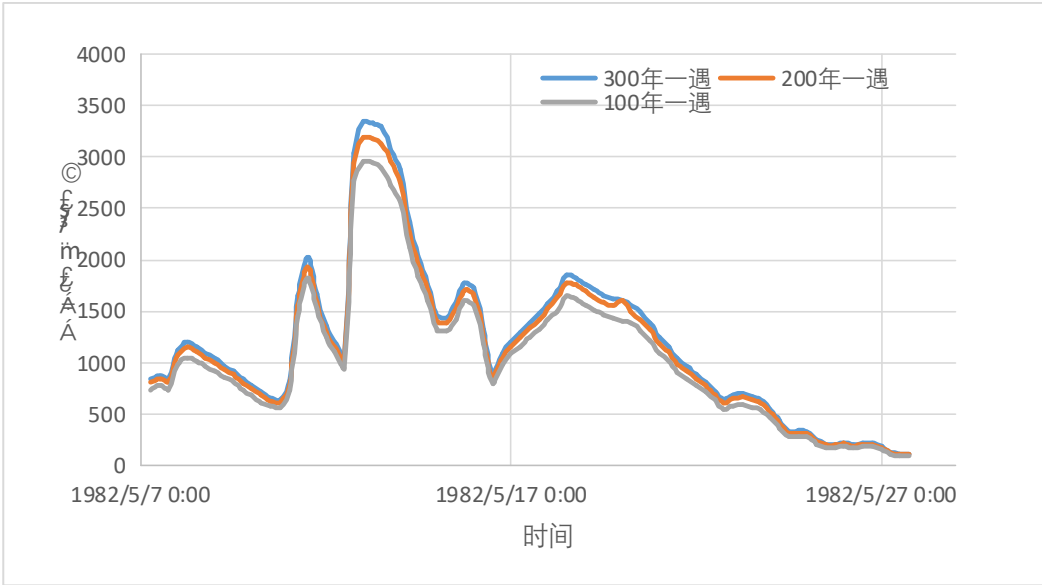


图 5.1-5 北江右岸（以滨江为主）“1982”型 100~300 年一遇设计洪水过程线

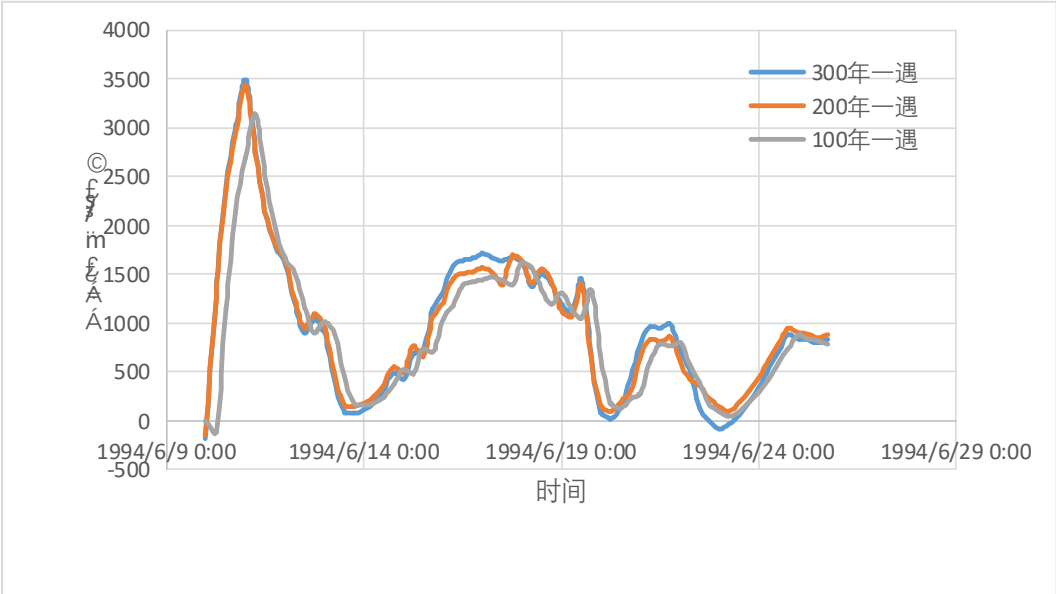


图 5.1-6 北江右岸（以滨江为主）“1994”型 100~300 年一遇设计洪水过程线

4.1.5 石角站水位流量关系

根据《珠江流域防洪规划修编水文分析报告》（2024 年 6 月），根据石角站 2011 年~2020 年洪水要素资料及 2022 年 6 月洪水报讯资料复核其综合水位流量关系，见图 5.1-5。从图可看出：石角站水位流量呈现出绳套曲线特征，2011 年~2016 年间绳套缓慢右移，但基本位于下线两侧，略为偏右；2017 年点据左移，退水部分主要位于原下线左侧。根据实测资料分析，2017 年洪

水西、北两江最大洪水同一天在思贤滘遭遇，西江高要站洪峰流量大于 10 年一遇，北江石角站洪峰流量约为多年平均，西江来水较大导致三水站洪水位较高，对石角站洪水造成顶托，因此水位流量关系线左移。2018 年点据右移，随后左移，2020 年左移至下线略偏左位置，2022 年 6 月特大洪水报讯资料点据位于原下线左侧附近，水位较原下线略高，相差在 0.6m 以内，相差较小。总的来看：近年来石角站水位流量关系点据基本位于 2018 年水文复核推荐的下线附近。

石角站水位流量关系上线是《珠江流域综合利用规划》时期根据本站 1980 以前的实测水位、流量资料拟定的，1980 年~2000 年水位、流量点据与其配合较好，2000 年以后，因受人类活动影响，北江石角站及以下河段整体下切，石角站同流量下水位约降低 4m。结合不同年代来沙量分析，以飞来峡水利枢纽建成为分界点，1999 年以后北江下游河段来沙量已减少为不到 1999 年以前的 7 成。基于以上分析，预测在规划期内，北江下游河道地形很难恢复到 2000 年以前的状态，基于以上分析，本次复核石角站拟定一条近期水位流量关系综合线供本次修编相关工作参考，水位流量关系综合线推荐采用与近期水位、流量点据配合较好的 2018 年水文复核下线，按趋势外延，考虑到上、下线不同用途，从成果的延续性考虑，本次复核仍维持石角站原水位流量关系上、下线成果，成果见图 5.1-5、表 5.1-9。

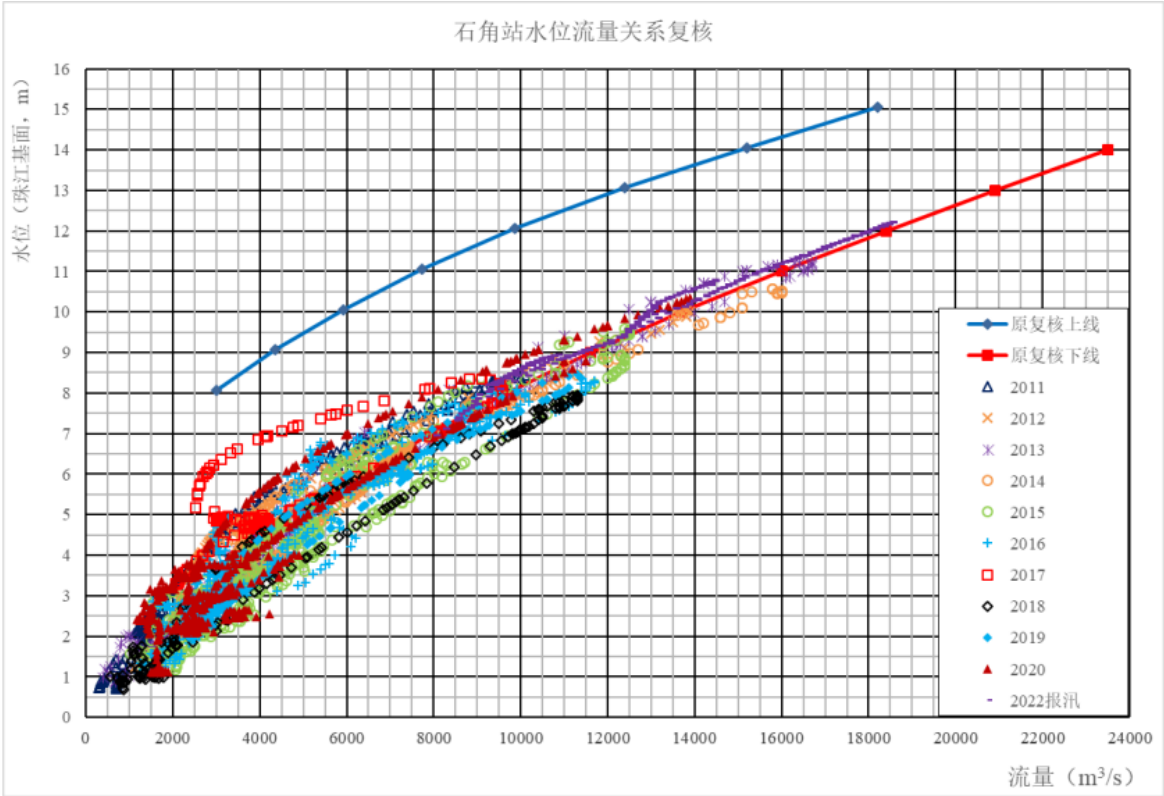


图 5.1-5 石角站水位流量关系曲线

表 5.1-9 石角站水位流量关系曲线表

上线（2018 年水文复核，采用）		下线（2018 年水文复核，采用）	
水位（m）	流量（m³/s）	水位（m）	流量（m³/s）
8.8	3000	5.74	4950
9.8	4350	6.74	6360
10.8	5920	7.74	7930
11.8	7740	8.74	9680
12.8	9860	9.74	11600
13.8	12400	10.74	13700
14.8	15200	11.74	16000
15.8	18200	12.74	18400
		13.74	20900
		14.74	23500

5.2 二维数学模型建立与验证

5.2.1 一维水流数学模型

基于 2022~2025 年实测的河道地形资料，建立了工程附近北江干流-湛江

一维模型。模型范围为：北江干流飞来峡坝下～石角，滬江为滬江口局部河段。

模型的上边界：①北江干流飞来峡下泄流量过程（横石站洪水过程经飞来峡调洪后）；②滬江水位过程（与二维模型正向耦合连接）；③滨江以点源流量过程加入。

模型的下边界：石角站水位流量关系。

根据实测河道地形确定河道左、右岸边界，并以此为界按照与河道主流垂直的方向进行河道断面划分。一维模型剖分断面 145 个，断面布置如图 5.2-1。



图 5.2-1 一维模型断面布置图

5.2.2 二维水流数学模型

二维模型区域包含整个滬江蓄滞洪区，并外延至各支流上游区域。

采用 SMS 软件进行三角网格剖分，可准确拟合任意不规则边界。综合模型计算效率与模拟精度，网格划分采取重点区域（如滬江河道、工程区域）加密网格处理、其他区域相对稀疏的原则，共划分网格 25 万个。利用工程近

期实测的 1:2000 地形资料结合大范围的历史地形资料,对网格进行地形插值,图 5.2-2 为网格模拟的地形示意图。

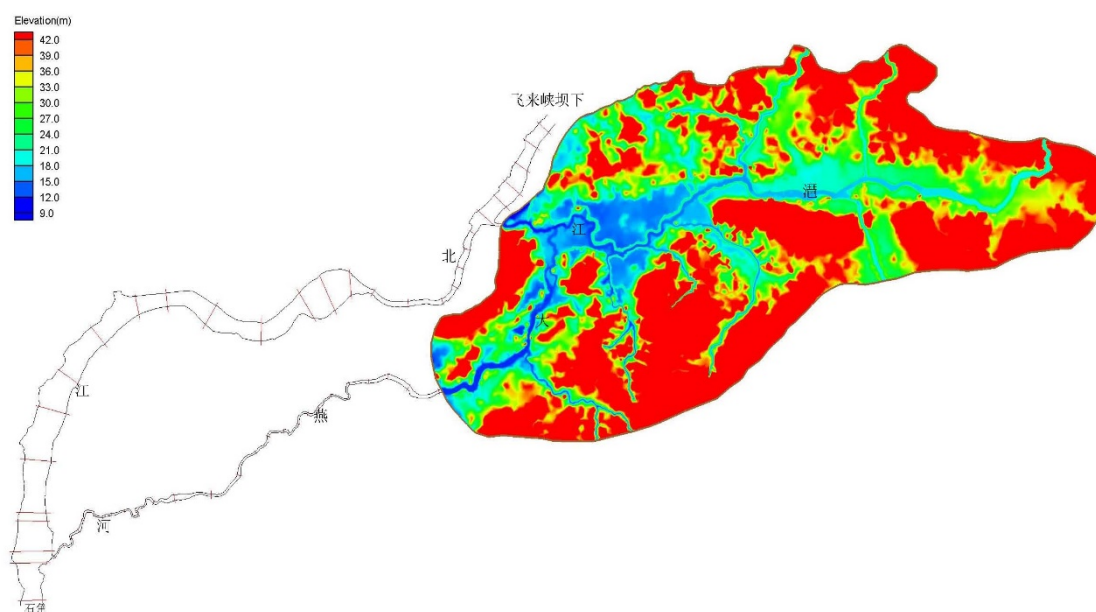


图 5.2-2 一、二维模型联解范围示意图

5.2.3 模型的率定与验证

采用近期发生的“2022.6”洪水对模型进行率定,“2024.4”洪水进行验证(不考虑堤围溃决,蓄滞洪区按天然滞洪模式运行)。

(1) 模型率定

受强烈西南季风河高空槽的持续影响,北江流域及支流 2022 年 6 月出现较大洪水,飞来峡水库出现超 100 年一遇的最大入库流量,飞来峡 6 月 22 日最大下泄流量 18300m³/s;石角站洪峰 18500m³/s;清远站 6 月 23 日 19 时出现洪峰水位 14.57m;江口圩站 6 月 23 日 20 时出现洪峰水位 21.45m。

清远站及江口圩站模型计算水位与实测水位对比见图 5.2-3、5.2-4,可以看出计算水位过程与实测水位过程吻合较好,峰值差值总体在 0.1m 以内,率定出的河道糙率(二维模型对应河道区域)在 0.018~0.035 之间。

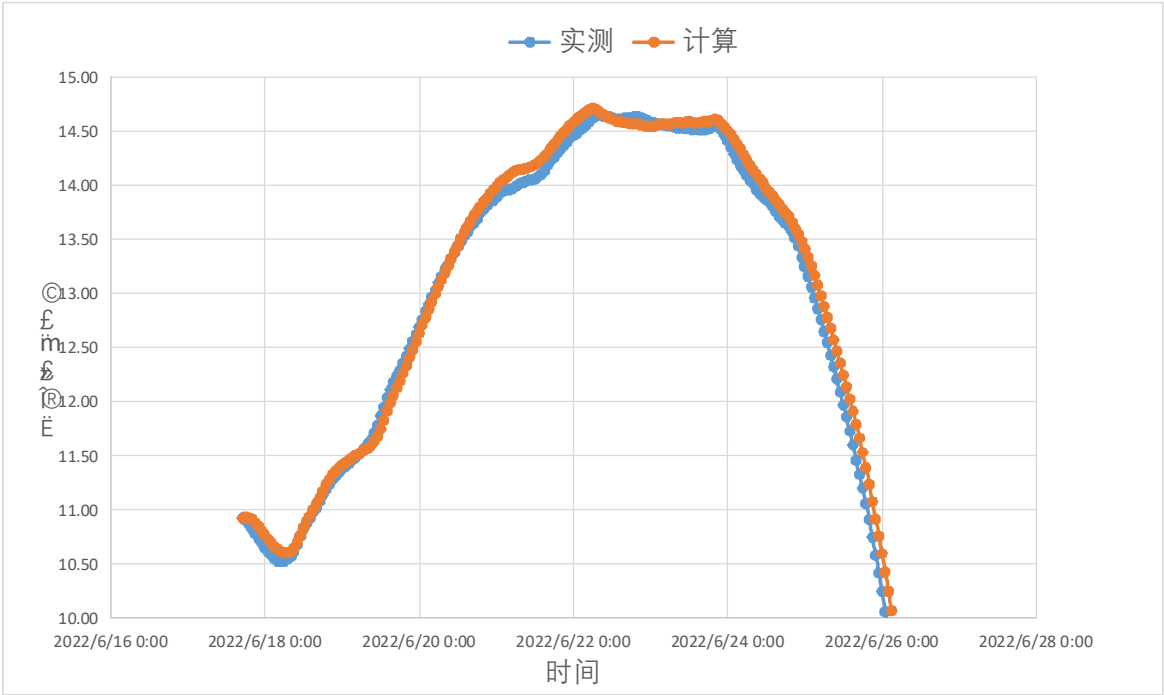


图 5.2-3 “2022.6”洪水清远站水位实测计算过程对比图

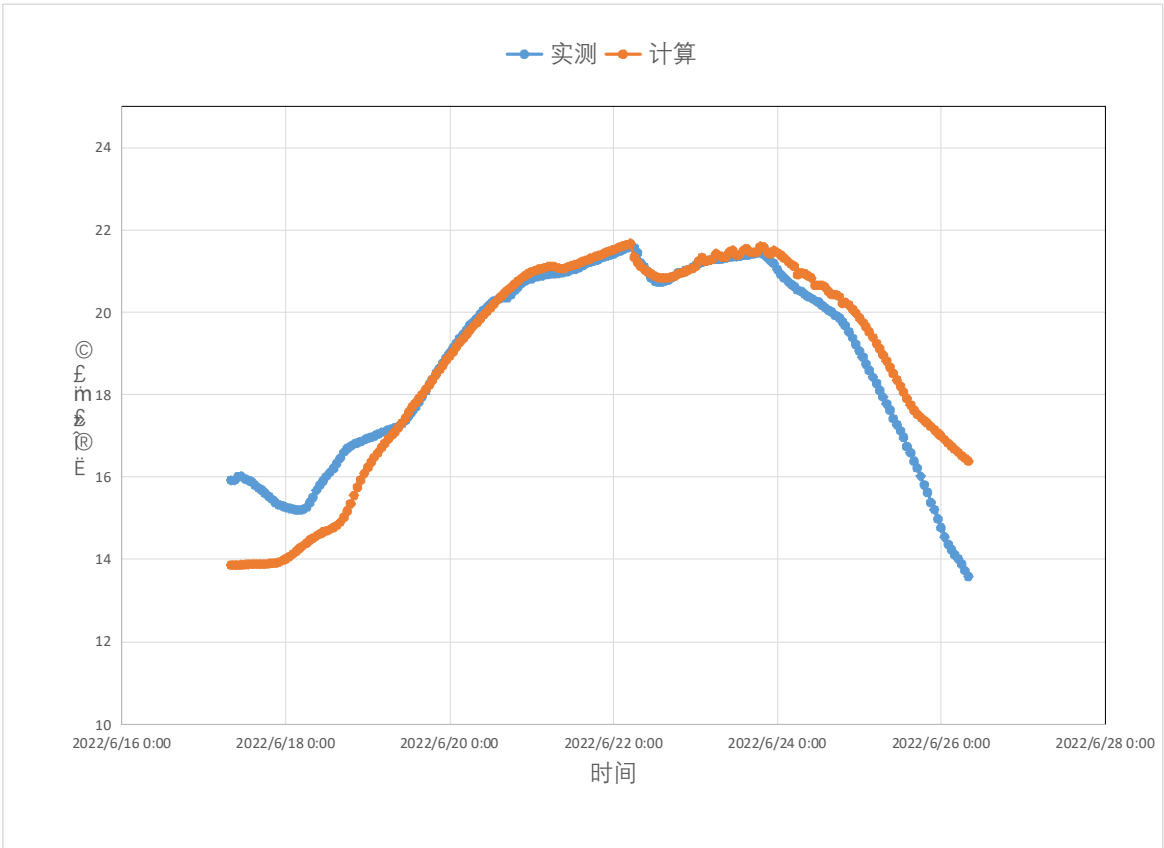


图 5.2-4 “2022.6”洪水江口圩站水位实测计算过程对比图

(2) 模型验证

2024 年 4 月 18~25 日，广东清远遭遇特大暴雨，北江石角站出现洪峰流

量 $18100\text{m}^3/\text{s}$ ，重现期超 100 年一遇，为历史第二大洪水；飞来峡枢纽最大下泄流量 $15800\text{m}^3/\text{s}$ ；清远站 4 月 22 日 2 时出现洪峰水位 14.17m ；江口圩站 4 月 21 日 20 时出现洪峰水位 21.28m 。

采用率定好的糙率，对“2024.4”洪水进行验证，清远站与江口圩站验证成果见图 5.2-5、5.2-6，可以看出，模型计算水位成果与实测水位成果较为吻合，因此该模型可以用于后续的蓄滞洪区洪水模拟。

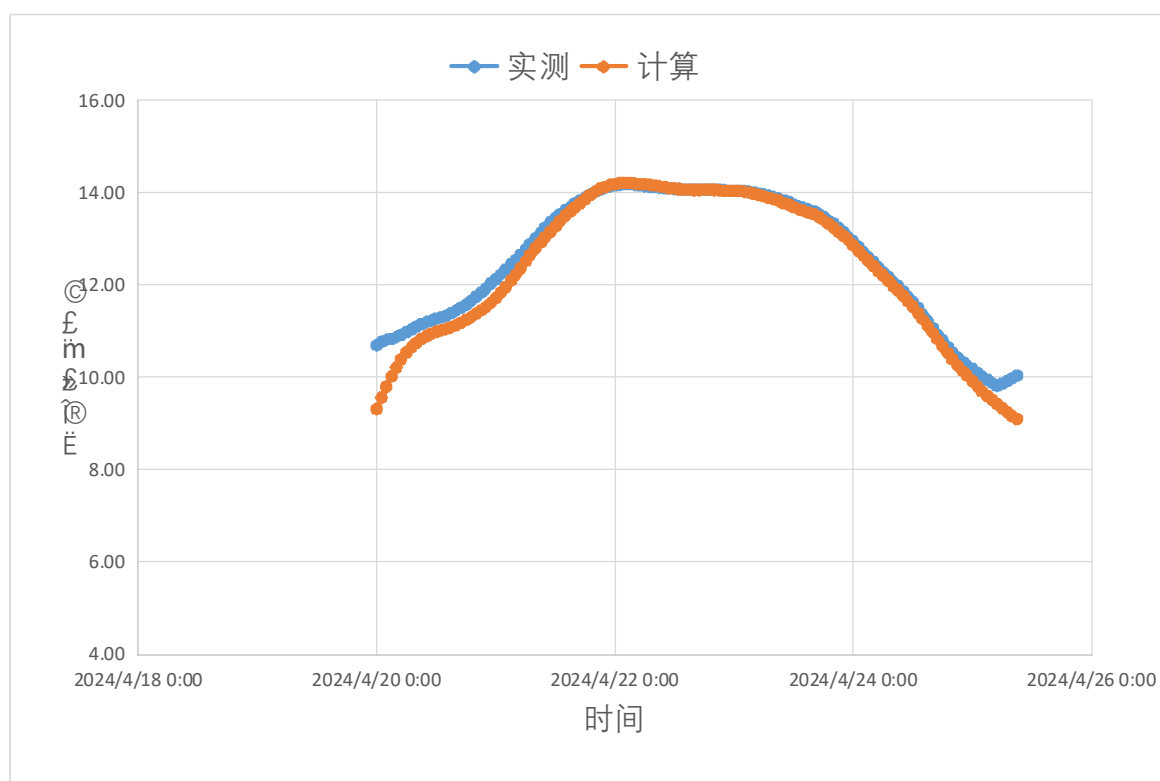


图 5.2-5 “2024.4”洪水清远站水位实测计算过程对比图

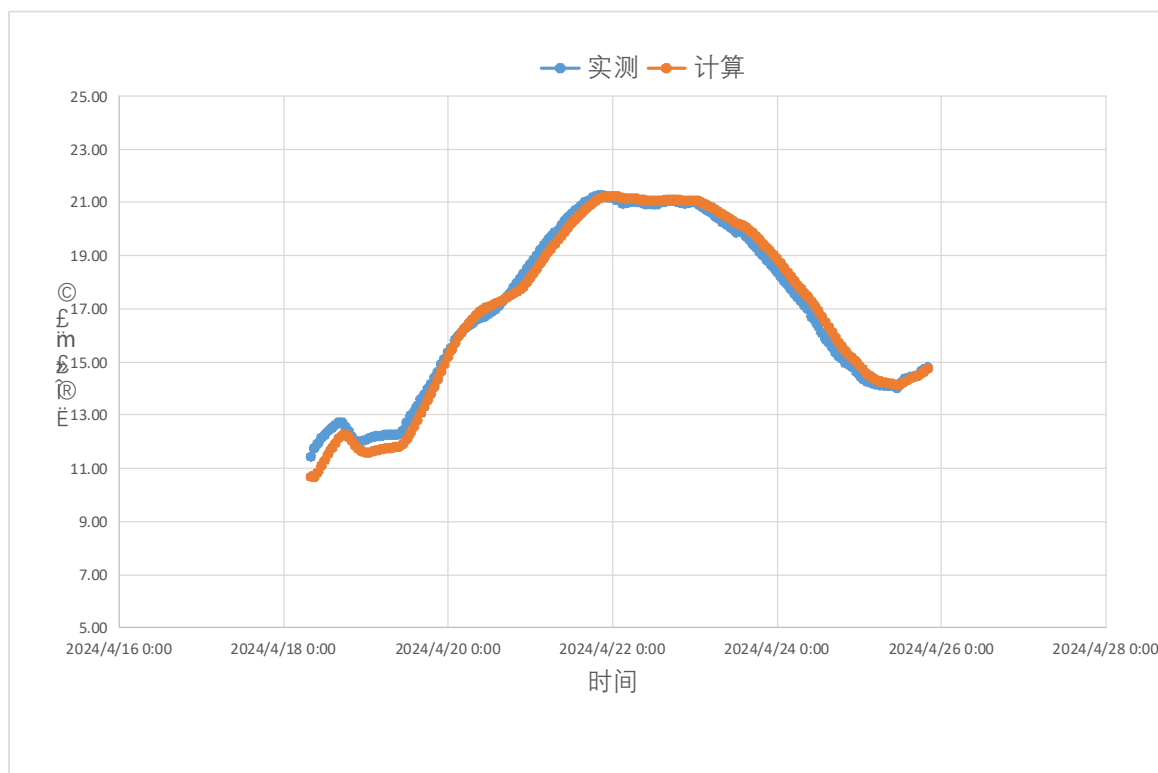


图 5.2-6 “2024.4”洪水江口圩站水位实测计算过程对比图

5.2.4 工程概化

运行期，藏粤直流输电标段 14 仅有 J083-J084A 线路中 Z117NN 电塔塔基 4 个塔脚落在湛江蓄滞洪区内，塔脚直径为 2.4m，露出地面高度 5.5m，占用蓄滞洪区面积约 10.17m²，300 年一遇湛江蓄滞洪区淹没水位为 22.62m，塔基全部位于该水位以下，因此，模型概化时对电塔塔基按照实际高程进行概化。施工期为枯水期，旱地施工，不占用湛江河道，不影响滞洪区正常运用。

5.2.5 计算工况

洪水影响数模计算分洪闸位置及调度方式按照《湛江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告》考虑。

(1) 分洪闸位置与形状

规划工况湛江蓄滞洪区分洪闸的位置根据《湛江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报》中设计的位置确定，分别于长布围、天吉围、果园围、松塘围、踵头围、叔伯塘围、大厂围、独树围、林塘围、高桥围、良塘围、下岳

围、凤洲围设置分洪闸，饭店围、江咀围、白沙塘围、官路唇围根据规划设为安全区，分洪闸位置详见附图 3.2-1。各分洪闸参数见表 5.2-2。

表 5.2-2 湛江蓄滞洪区各堤围分洪闸基本特征参数表

堤围名称	涵闸名称	底板高程 (m)	孔口尺寸 (孔数×宽×高, m)
大厂围	大厂北水闸	10.44	7×4×4
林塘围	林塘水闸	13.14	1×3.5×3.5
下岳围	下岳水闸	14.14	2×3.5×3.5
凤洲围	凤洲下水闸	13.49	2×3.5×3.5
凤洲围	凤洲上水闸	17.74	2×3.5×3.5
果园围	果园水闸	10.74	1×4×4
天吉围	天吉水闸	12.29	1×3×3
长布围	长布水闸	11.34	1×3×3
松塘围	松塘闸站	13.74	1×3.5×3.5
叔伯塘围	叔伯塘水闸	11.74	1×3.5×3.5
独树围	独树水闸	10.74	2×3.5×3.5
踵头围	踵头水闸	12.84	1×3.5×3.5
高桥围	高桥水闸	13.34	1×3.5×3.5
良塘围	良塘水闸	13.74	1×3.5×3.5

(2) 分洪闸调度规则

根据《湛江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告》，当江口圩水位达到 22.04m，且石角站流量大于 18000m³/s 时，启用第一批堤围（叔伯塘围、独树围、大厂围）开闸滞洪；江口圩水位达到 22.14m 时，启用其余堤围滞洪（除安全区外的其余 10 个堤围）；当江口圩水位低于 21.74m，且石角站流量小于 18000m³/s 时，水闸关闸。待外江退水，水位低于围内水位时，开闸退洪。

(3) 计算工况汇总

本报告将工程前、工程后具体定义如下：

工程前（F0）——工程建设前的蓄滞洪区地形边界工况；

工程后（F1）——工程建成后蓄滞洪区地形边界工况，考虑本工程塔基对蓄滞洪区的占用。

结合前文洪水组合最终确定计算工况组合见表 5.2-3。

表 5.2-3 计算工况组合表

模型	洪水组合	工程前后情况
一、二维联解模型	北江洪水为主，横石石角同频，区间相应（北江洪水（横石）300年一遇+区间（含湛江）洪水20年一遇） (方案一)	工程前
		工程后
	北江洪水为主，区间石角同频，横石相应（北江洪水（横石）200年一遇+区间（含湛江）洪水300年一遇） (方案二)	工程前
		工程后

5.3 建设项目对防洪的影响分析

5.3.1 壅水分析计算

5.3.1.1 分洪运用期间壅水分析

为了便于问题的分析，在工程附近布置了 25 处采样点。其中采样点 g1、g2、g4、g5、g14、g15、g17、g18 布置在电塔 Z117NN 塔基处，其余布置点位于塔基附近，采样点位置见附图 5.3-1。

凤洲围下水闸闸内外水位监测结果见表 5.3-1，本工程附近水位监测点水位峰值、峰现时间统计见表 5.3-2。对于方案一，因北江洪水相比区间洪水（含湛江）量级大较多，蓄滞洪区主要由北江洪水漫灌淹没；对于方案二，主要是由于区间洪水（含湛江）较大，虽洪水总体以北江为主，但峰值时刻受区间洪水影响较大。

根据《湛江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告》确定的工程设计参数：蓄滞洪水位为 22.62m，相应总面积为 87.95km²，相应总库容 4.5 亿 m³。Z117NN 电塔塔基共占用蓄滞洪区面积约 18.1m²，占蓄滞洪区总容积约 0.00002%（百万分之零点二），影响程度极小。由表可见，由于洪水量级较大，方案一和方案二条件下，拟建工程塔基基本不产生壅水，水位峰值出现时间工程前后均无变化。工程建设后，凤洲围下水闸闸内、闸外水位及水位峰值出现时间均无变化，说明工程建设不会造成闸外河道的壅水。总体看来，本工程位于凤

洲围内滞洪区，对附近河道及滞洪区水域壅水基本不产生影响。

表 5.3-1 分洪闸内外水位监测结果表

分洪闸名称	位置	水位峰值 (m)			
		方案一		方案二	
凤洲下水闸		工程前	工程后-工程前	工程前	工程后-工程前
	闸外	21.85	0	22.14	0
	闸内	20.83	0	21.48	0

表 5.3-2 拟建工程附近水位监测结果表

测点	方案一				方案二			
	峰现时间 (h)		水位峰值 (m)		峰现时间 (h)		水位峰值 (m)	
	工程前	工程后-工程前	工程前	工程后-工程前	工程前	工程后-工程前	工程前	工程后-工程前
g1	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g2	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g3	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g4	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g5	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g6	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g7	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g8	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g9	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g10	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g11	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g12	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g13	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g14	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g15	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g16	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g17	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g18	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g19	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g20	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g21	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g22	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g23	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g24	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g25	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0

5.3.1.2 非分洪运用期间壅水分析

非分洪期间，凤洲围未启用，拟建电塔 Z117NN 位于凤洲围围内现状旱地上。工程对潞江蓄滞洪区壅水无影响。

5.3.1.3 施工期壅水分析

本工程电塔施工严格安排在枯水期进行，该时段电塔 Z117NN 施工区域均为旱地，采用陆域电塔组装施工工艺，完全不占用潞江河道以及枯期潞江蓄洪区容积。因此，工程建设对整个潞江蓄滞洪区及凤洲围壅水基本无影响。

为确保安全，施工期间将实施水位实时监测（精度±1cm）和应急抽排准备，并承诺在汛期前完全撤除临时设施。

5.3.2 河势影响分析

（1）运行期

方案一条件下，凤洲围内分洪初始时刻最大流速在 0.35m/s 以内；分洪 24h 时围内最大流速基本在 0.05m/s 以内；分洪 72h 时，围内最大流速<0.02m/s，基本为静止水面。方案二不同时刻分洪流场与方案一类似，体现了蓄滞洪区对洪水的蓄、滞作用。方案一与方案二工程前后最大流速对比图以及流速变化等值线图见附图 5.3-2~5.3-5。

拟建电塔 Z117NN 塔基 4 个塔脚露出地面，抬高了工程位置原始地形，工程后凤洲围内水流无法淹没塔基，塔基塔脚处流速为 0m/s，在方案一与方案二条件下，该处测点（g1、g2、g4、g5、g14、g15、g17、g18）流速减小较大，最大减小 0.35m/s，但影响范围较小，约在塔基附近 5m 范围内水域；在塔基附近 5~15m 范围内水域流速减小基本在 0.01m/s 以

下，15m 以外水域流速减小基本为 0。拟建工程位置距离凤洲下水闸较远，其流速不受本工程的影响。

（2）施工期

本工程电塔施工严格安排在枯水期进行，该时段电塔 Z117NN 施工区域均为旱地，不占用湛江河道以及枯期湛江蓄洪区容积。施工期工程区域无水流，不会对湛江河道及蓄洪区河势产生影响。

综上所述，现状下，拟建藏粤直流输电工程电塔均位于湛江河道外，只有 Z117NN 电塔塔基落在湛江蓄滞洪区内，建成后在施工期和运行期都不会改变湛江河道的水流条件，不会影响其现状下的流速，也未改变河道岸线。拟建工程在蓄滞洪区规划运用期间和施工期（按《湛江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告》中确定的运用方式运行）对蓄滞洪区的河势影响是较小的。

表 5.3-3 拟建工程附近流速监测结果表

测点	方案一		方案二	
	流速峰值（m/s）		流速峰值（m/s）	
	工程前	工程后-工程前	工程前	工程后-工程前
g1	0.16	-0.16	0.16	-0.16
g2	0.15	-0.15	0.17	-0.17
g3	0.18	-0.01	0.24	0.00
g4	0.17	-0.17	0.22	-0.22
g5	0.17	-0.17	0.22	-0.22
g6	0.16	0.00	0.22	0.00
g7	0.18	0.00	0.20	0.00
g8	0.14	0.00	0.14	0.00
g9	0.19	0.00	0.24	0.00
g10	0.18	0.00	0.21	0.00

g11	0.17	0.00	0.22	0.00
g12	0.18	-0.01	0.23	0.00
g13	0.17	-0.01	0.29	-0.01
g14	0.23	-0.16	0.35	-0.35
g15	0.20	-0.20	0.26	-0.26
g16	0.21	-0.02	0.29	-0.02
g17	0.15	-0.13	0.23	-0.22
g18	0.09	0.08	0.10	-0.10
g19	0.13	0.00	0.18	0.00
g20	0.14	0.00	0.19	0.00
g21	0.15	0.00	0.20	0.00
g22	0.18	0.00	0.27	0.00
g23	0.16	0.00	0.22	0.00
g24	0.17	0.00	0.22	0.00
g25	0.17	0.00	0.21	0.00

5.3.3 冲刷与淤积分析计算

滬江蓄滞洪区启用期间，本工程电塔 Z117NN 塔基占用了凤洲围围内滞洪空间，会导致塔基水流发生局部变化，需分析其冲刷或淤积。

（1）一般冲刷

根据《公路桥涵设计通用规范》（JT GD60-2015），建桥后一般冲刷计算公式为：

$$h_p = \left[\frac{\frac{Q_1}{\mu B_{tj}} \left(\frac{h_{tm}}{h_{tq}} \right)^{5/3}}{V_{H1}} \right]^{5/6}$$

$$Q_1 = \frac{Q_{t1}}{Q_c + Q_{t1}} Q_P$$

式中： h_p 为桥下河槽一般冲刷后最大水深，m； Q_p 为设计流量， m^3/s ； Q_1 为桥下河滩通过的设计流量， m^3/s ； Q_c 为天然状态下桥下河滩部分通过的流量， m^3/s ； Q_n 为天然状态下河滩部分通过的流量， m^3/s ； m 为桥墩侧向压缩系数。

2) 局部冲刷公式

$$\begin{aligned} \text{当 } V \leq V_0 \text{ 时, } h_b &= K_\xi K_{\eta 1} B_1^{0.6} \left(\frac{V - V'_0}{V_0 - V'_0} \right)^n \\ \text{当 } V > V_0 & h_b = K_\xi K_{\eta 1} B_1^{0.6} (V_0 - V') \left(\frac{V - V'_0}{V_0 - V'_0} \right)^n \end{aligned}$$

$$V_0 = 0.0246 \left(\frac{h_p}{d} \right)^{0.14} \sqrt{332d + \frac{10 + h_p}{d^{0.72}}}$$

$$K_{\eta 1} = 0.8 \left(\frac{1}{d^{0.45}} + \frac{1}{d^{0.15}} \right)$$

$$V'_0 = 0.462 \left(\frac{d}{B_1} \right)^{0.06} V_0$$

$$n = \left(\frac{V_0}{V} \right)^{0.25} d^{0.19}$$

$$V = E d^{-\frac{1}{6}} h_p^{\frac{2}{3}}$$

式中， h_b 为桥墩局部冲刷深度，为墩台颗粒影响系数， n 为指数，为墩形影响系数， B_1 为桥墩计算宽度， V 为一般冲刷后，墩前行近流速， E 为与汛期含沙量有关的系数，参考规范取 $E=0.46$ 。

根据上述计算公式和工程位置水沙特性，方案一与方案二的计算结果见表 5.3-4。从计算结果看，工程后，方案一、方案二河槽一般冲刷深度分别为 0.29m、0.41m，局部冲刷深度较大，分别为 0.63m、0.71m。

综上所述可知，工程后，由于整体河势变化较小，流速增加不大，对河道总体冲淤特性影响有限，而桩基局部由于流速变化，可能引起较大的局部冲刷，塔基设计考虑了 4m 的极限冲刷深度，桩基直径 2.4m，

可以保证工程自身稳定安全。

表 5.3-4 冲刷深度计算成果表 单位：m

频 率	工况	设计水位	一般冲刷	局部冲刷
300 年一遇	方案一	20.09	0.29	0.63
	方案二	20.74	0.41	0.71

5.3.4 蓄滞洪影响分析计算

(1) 工程对蓄滞洪区启用时机的影响

根据蓄滞洪运用方案：当江口圩水位达到 22.04m，启用第一批堤围（叔伯塘围、独树围、大厂围）开闸滞洪；江口圩水位达到 22.14m 时，启用其余堤围滞洪（除安全区外的其余 10 个堤围）。拟建工程附近涉及到的堤围为凤洲围，表 5.3-5 给出了凤洲围分洪具体时间，可以看出拟建工程对蓄滞洪区启用时机无影响。

表 5.3-5 分洪过程中破围时间统计表

名称	方案一（h）		方案二（h）	
	工程前	工程后-工程前	工程前	工程后-工程前
凤洲围下水闸开启时间	283.30	0.00	77.20	0.00

(2) 工程对凤洲围进、退洪量的影响

凤洲围围分洪口断面最大进退洪流量统计结果见表 5.3-6。由表可知，凤洲下水闸进退洪流量基本不受本工程影响。

表 5.3-6 凤洲下水闸分洪口门最大进退洪流量统计表

名称	方案一（m ³ /s）		方案二（m ³ /s）	
	工程前	工程后-工程前	工程前	工程后-工程前
进洪流量	154.79	0.00	155.44	0.00
退洪流量	111.38	0.00	55.57	0.00

(3) 工程对蓄滞洪区面积的影响

工程前后蓄滞洪区蓄洪面积统计见表 5.3-7，可以看出工程后蓄滞洪区淹没面积无变化。

表 5.3-7 工程前后蓄滞洪区淹没面积统计表

方案一		方案二	
蓄洪面积 (km ²)		蓄洪面积 (km ²)	
工程前	工程后-工程前	工程前	工程后-工程前
74.7	0	78.8	0

(4) 工程对凤洲下水闸分洪历时的影响

工程前后蓄滞洪区内凤洲围下水闸分洪历时统计见表 5.3-8，可以看出工程前后各分洪闸分洪历时基本没有变化。

表 5.3-8 凤洲下水闸分洪历时统计表

名称	方案一 (h)		方案二 (h)	
	工程前	工程后-工程前	工程前	工程后-工程前
凤洲围下水闸分洪历时	55.84	0.00	84.50	0.00

(5) 工程对蓄洪容积的影响

根据《湛江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告》确定的工程设计参数：蓄滞洪水位为 22.62m，相应总面积为 87.95km²，相应总库容 4.5 亿 m³。本工程电塔塔基建设永久占用滞洪容积 99.5m³，占蓄滞洪区总容积约 0.00002%（百万分之零点二），影响程度极小。

为充分保障蓄滞洪区功能，工程在蓄滞洪区湛江河道范围内拆除房屋并进行土地平整处理，共补偿容积 106m³。

本工程占用湛江蓄滞洪区容积、面积极小，工程实施后湛江蓄滞洪区的坡面水系网络保持完整，未改变湛江蓄滞洪区防洪格局。防洪调度关键参数（包括启用时机、进退洪流量、凤洲下水闸分洪历时等）变化幅度均小于 0.1%，完全满足《蓄滞洪区设计规范》（GB50773-2012）中

“不影响蓄滞洪区正常使用功能”的技术要求，对区域防洪体系不产生可观测影响。

(5) 工程对蓄滞洪区避洪转移的影响

附图 5.3-6 显示了输电线路与避洪设施的位置关系，可以看出输电线路下方不涉及避洪场所。前已述及电线最低点距离地面高度在 20m 以上，不影响道路的交通，因此，工程建设对现有和规划的安全区、安全台、避水楼、转移道路及桥梁等安全设施和人员转移安置方案均不产生不利影响。

5.3.5 灌溉与排涝影响分析计算

本工程选址位于凤洲围围内滞洪范围，场区边缘距凤洲下水闸直线距离 2000m。凤洲围防洪工程已按 20 年一遇防洪标准建设完成。配套建设的凤洲下水闸具备双向功能；荷田电排站设计排涝流量 $7.89\text{m}^3/\text{s}$ 。

经复核，工程建设既未改变现有分洪排涝设施布局，也未影响滞洪区调蓄功能，对凤洲下水闸分洪能力和电排站排涝能力均无不利影响。同时，工程选址避让了围内零星分布的基本农田，施工范围与农田灌溉系统无交集，不会对农业生产用水造成任何干扰。通过优化工程布局和严格施工管理，确保了凤洲下水闸防洪排涝系统的完整性和基本农田的保护要求。

5.3.6 工程对堤岸稳定影响的计算分析

由于《湛江蓄滞洪区建设与管理工程可行性研究报告》规划对本次直流输电工程涉及的凤洲联围按 20 年一遇标准进行加固，因此本次分别对现状堤岸及规划堤防进行堤岸稳定影响分析。

拟建藏粤直流输电工程跨越湛江蓄滞洪区，Z117NN 电塔塔基落在湛江蓄滞洪区内，其距离 4 级堤防凤洲围背水侧堤脚线 131m，根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013），4~5 级堤防的工程保护范围为 50~100m，工程建设不影响凤洲围堤防的稳定性。

5.4 洪水对建设项目的影响分析计算

5.4.1 洪水对建设项目的淹没影响分析

工程附近监测点最大水深和淹没历时统计见表 5.4-1。由表可见，拟建 Z117NN 电塔附近淹没水深在 3.91~4.56m，淹没历时约 117.20~245.37h。

表 5.4-1 工程附近区域最大淹没水深及淹没历时统计表

工程位置	最大水深（m）		淹没历时（h）	
	方案一	方案二	方案一	方案二
Z117NN 塔基	3.91	4.56	117.20	245.37

当凤洲围内蓄洪区启用时，Z117NN 电塔主体结构塔架会被部分淹没。在此情况下，洪水会淹没位于 Z117NN 电塔的塔基及塔下部分主体结构，但该区域水流流动性较弱，不会对 Z117NN 电塔主体结构产生不利影响，建议做好防腐蚀和防冲刷措施。

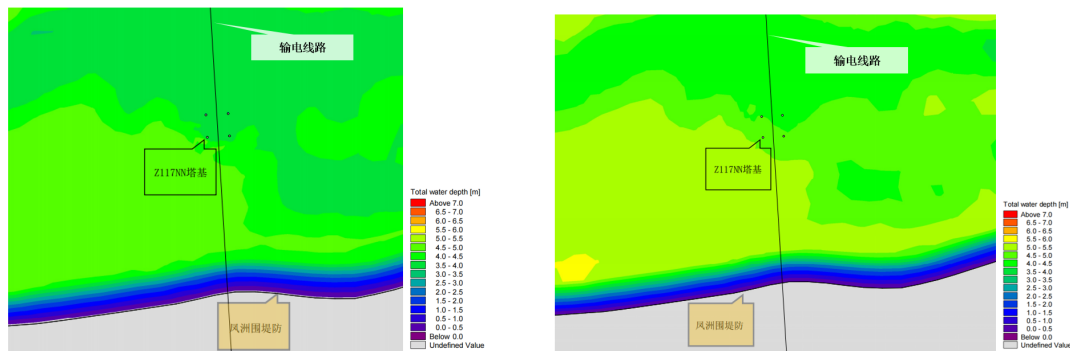


图5.4-1 塔基附近淹没水深图

5.4.2 工程附近冲刷与淤积分析计算

本工程位于凤洲围后方滞洪区范围，但工程建设严格避让蓄滞洪区内河道，完全保持现状河道的自然形态和冲淤特性，确保河道行洪能力不受影响。

在常规洪水情况下，工程建设与河道洪水互不干扰；当遭遇超标准洪水需要启用凤洲围滞洪区分洪时，洪水仅会淹没 Z117NN 电塔的塔基及塔下部分主体结构。电塔所在位置处于天然形成的凹地蓄洪区，该区域水流流速平缓，水动力条件较弱，不会对电塔结构的长期稳定性和安全性产生较大影响。

工程前后电塔塔基附近的监测点流速峰值基本无变化，且工程所在位置非蓄滞洪区内主要干支流过洪断面，而是属于蓄滞洪区库尾段，仅在较高蓄滞洪水位时洪水才会漫溢进入，因此本工程对蓄滞洪区附近可能的冲刷或淤积基本无影响。

根据根据前述塔基位置的冲刷分析计算，一般冲刷深度为 0.41m，局部冲刷深度为 0.71m，该计算冲刷主要发生在塔基位置。

（1）结构稳定计算条件

为保障安全稳定，Z117NN 电塔设计方案按冲刷 4m 极限深度考虑，此时塔基埋深 17m，出露 9.5m，在此工况下验算结构稳定

表 5.4-1 基础基本信息表

基础类型	杆塔型式	地栓偏心 X(m)	地栓偏心 Y(m)	地面允许位移(m)	桩尖支撑类型
单桩灌注桩	悬垂直线塔	0.000	0.000	0.010	支立于土中

表 5.4-2 桩体尺寸

直径(m)	埋深(m)	天然地面以上桩长(m)	设计地面以上桩长(m)
2.400	17.000	5.500	9.500

表 5.4-3 桩材料信息

混凝土等级	保护层厚度(m)	fc(Mpa)	ft(Mpa)	Ec(Mpa)	重度(kN/m3)
C30	0.050	14.30	1.43	30000.0	24.00

表 5.4-4 桩配筋信息

类型	钢筋规格	直径(mm)	根数	间距(mm)
主筋	HRB400	32	48	-
外箍筋	HPB300	12	-	200
内箍筋	HPB300	22	-	1500

表 5.4-5 土层地质参数

编号	桩土类型	厚度(m)	容重(kN/m3)	侧阻力 qs(kPa)	端阻力 qp(kPa)	抗力系数(kN/m4)
1	粘土	0.60	17.50	20.00	0.00	3000.00
2	粘土	4.80	18.00	55.00	0.00	9000.00
3	砂/碎石	3.60	18.50	28.00	0.00	6000.00
4	砂/碎石	7.80	19.50	60.00	0.00	10000.00
5	岩石	6.40	20.50	180.00	2200.00	30000.00
6	岩石	5.30	24.50	320.00	4000.00	70000.00

(2) 结构稳定计算条件

根据《架空输电线路基础设计规程》(DL/T 5219-2023)、《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2010)、《架空输电线路杆塔结构设计技术规程》(DL/T 5486-2020)和《混凝土结构通用规范》(GB 55008-2021)等规范要求,采用 SmartFoundation 分析软件进行计算结果如下。在考虑足够裕度的前提下,稳定和位移均满足要求。

表 5.4-6 单桩灌注桩验算结果概览表

计算项目	允许值	实际值	单位	裕度(%)	通过
上拔稳定	5652	3059	kN	45.9 [5.0]	√
下压稳定	7861	4665	kN	40.7 [5.0]	√
地面位移	10.0	8.6	mm	14.3	√
桩顶位移	-	29.7	mm	-	-

桩配筋面积	≥33778	38604	mm ²	12.5 [5.0]	√
桩配筋率	≥0.200	0.853	%	-	√
桩主筋净距	60~300	115	mm	-	√

注：裕度(%)=100×|允许值-实际值|/允许值

综上所述可知，工程后，由于整体河势变化较小，流速增加不大，对河道总体冲淤特性影响有限，而桩基局部由于流速变化，可能引起较大的局部冲刷，塔基设计考虑了 4m 的极限冲刷深度，桩基直径 2.4m，可以保证工程自身稳定安全。

5.4.3 施工期洪水影响分析

（1）对蓄滞洪区运用的影响

本工程电塔安排在枯水期施工，不影响凤洲下水闸、荷田电排站等分洪排涝设施正常运行，不影响农田灌溉系统，建设项目施工期对蓄滞洪区运用基本无影响。

本工程位于凤洲围后方滞洪区范围，电塔施工严格安排在枯水期进行，施工不新增占用蓄滞洪区行洪断面、行洪通道，对蓄滞洪区的正常运行基本无影响。

（2）对水利工程安全及运行管理的影响

落于蓄滞洪区内的 Z117NN 电塔施工期场外交通涉及凤洲围堤顶道路。凤洲围堤顶宽度 5.0m，采用泥结石路面。凤洲围设 1 级坡，临河侧堤坡保持现状，坡比 1:2.75，背河侧堤坡保持现状，坡比 1:2~1:2.5，设计不考虑专门的堤后防汛道路。堤顶路面为厚 200mm 的 C30 砼，下设 150mm 厚的水泥稳定土垫层(含 6%水泥)和 300mm 厚级配碎石层。

施工场外交通路径为：376 县道-341 乡道（坝顶道路）-现有机耕路-

Z117NN 塔位。现状堤顶道路与 376 县道接驳段无限高限重警示牌或拦挡设施。根据《公路桥梁信息公示牌设置要求》和《公路桥梁限载标志设置要求》说明堤顶道路可按正常通行要求通过。根据《公路桥涵设计通用规范》和《公路工程技术标准》，现状堤顶道路载重上限为总重 49 t、轴重 14t。电塔施工最重设备为 20 吨反循环 ZFJ-2000 回转钻机，总质量为 20t，运输车辆重 6.7t。可分批次运送到施工区后组装工作。电塔施工车辆的重量满足堤顶公路的通行要求。为安全考虑，施工期车辆荷载对堤防稳定的影响计算分析采用瑞典圆弧法进行定量分析计算。

(1) 计算方法及模型

本次设计采用理正岩土软件进行分析计算，对土堤稳定分析采用瑞典圆弧滑动条分法进行计算，其计算公式如下：

水位降落期抗滑稳定安全系数：

$$K = \frac{\Sigma(C_{cu} b \sec b + (S \cos b - m_l b \sec b) \operatorname{tg} j_{cu}}{\Sigma W \sin b}$$

$$W = W_1 + W_2 + g_w Zb$$

稳定渗流期抗滑稳定安全系数：

$$K = \frac{\Sigma \{ C' b \sec b + [(W_1 + W_2) \cos b - (m - Z g_w) b \sec b] \operatorname{tg} j' \}}{\Sigma (W_1 + W_2) \sin b}$$

式中：b—条块宽度（m）；

W—条块重力， $W = W_1 + W_2 + r_w Zb$ （kN）；

W_1 —在堤坡外水位以上的条块重力（kN）；

W_2 —在堤坡外水位以下的条块重力（kN）；

Z—堤坡外水位高出条块底面中点的距离（m）；

m —稳定渗流期堤身或堤基中的孔隙压力（kPa）；

m_i —水位降落前堤身中的孔隙压力 (kPa) ;

b —条块的重力线与通过此条块底面中点的半径之间的夹角 (度) ;

g_w —水的重度 (kN/m³) ;

$C_u, j_u, C_{cu}, j_{cu}, C', j'$ —土的抗剪强度指标 (kN/m³, 度), 应符合《堤防工程设计规范》(GB50286-2013) 表 F 的规定。

(2) 计算工况

堤防抗滑稳定计算按《堤防工程设计规范》(GB50286-2013) 规定要求, 进行设计洪水位下的稳定渗流期、设计洪水位骤降工况的稳定计算。同时考虑到蓄滞洪区的运用在增加蓄滞洪区工况。

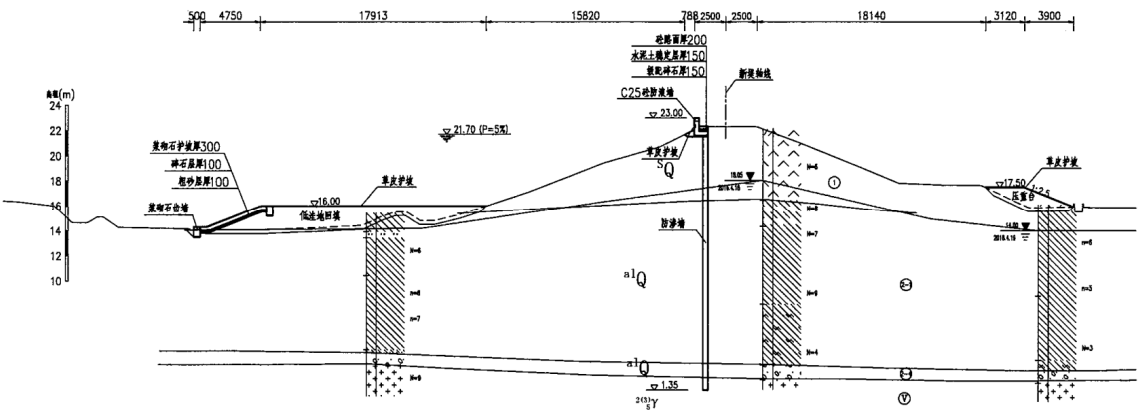
工况①:设计洪水位下稳定渗流期的背河侧堤坡稳定,计算时采用有效应力法抗剪强度指标计算值。

工况②:设计洪水位骤降期的临水侧堤坡稳定,根据范江洪水过程线取 24 小时骤降 5m,计算时采用有效应力法抗剪强度指标和总应力法抗剪强度指标计算的小值。

工况③:蓄滞洪区运用时临水侧堤坡稳定,计算时采用有效应力法抗剪强度指标和总应力法抗剪强度指标计算的小值。本工况主要考虑退水过程中围内水位高过外江水位的不利挡水情况。根据规划专业提供的退水过程线,考虑围内外最大水位差为 5m。

(3) 计算断面

计算断面选取凤洲围堤顶道路施工期通过车辆的堤段初设成果, 堤防计算断面见下图。



(4) 计算参数

根据凤洲围初设阶段地质勘察报告,凤洲围堤基主要为②-1 层粉质黏土和黏土,局部夹淤质黏土层粘土、②-2 层泥质粉细砂和中细砂、②-3 层泥质中粗砂和砾砂、②-4 层砂卵砾石和砂砾石层、V 层全风化花岗岩。

表 5.4-2 施工期施工车辆通过堤段稳定分析采用的物理力学指标表

代号	土名	天然容重	浮容重	水位降落期		稳定渗流期	
				总抗剪强度		有效抗剪强度	
				C(kPa)	Φ(°)	C(kPa)	Φ(°)
1	堤身填土	19.15	9.09	13	20	12	23
2-1	黏性土	18.25	8.43	17	18	15	23
2-1	淤质黏性土	18	7.88	7	9		
2-2	泥质粉细砂、中细砂	19.4	8.95		26		28
2-3	泥质中粗砂、砾砂	20	9.88		29		31
2-4	含卵砂砾石层	21	10.39		31		33
2-5	黏性土、 淤质黏性土	18.75	8.77	9	11	15	23
V	全风化花岗岩、砂岩	19.5	9.53	9	21		
	堤围加固新填土	17.1	9.22				

表 5.4-3 施工期施工车辆通过堤段稳定计算成果表

水位组合	位置	计算方法	计算 K 值	规范[k]值
工况①设计洪水位	背河侧堤坡	瑞典法	1.52	1.15
工况②水位骤降	临河侧堤坡	瑞典法	1.45	1.15
工况③蓄滞洪运用	临河侧堤坡	瑞典法	1.44	1.15

堤防抗滑稳定计算结果表明，施工车辆在堤顶道路运行对堤防抗滑稳定计算结果满足要求。施工期施工运输对堤防影响较小。但施工期仍要注意交通安全，避免碰撞堤防设施，加强实时检测堤防不均匀沉降、变形等不利变化，一旦发生险情应立即采取措施并上报堤防管理单位。

（3）对防汛抢险的影响

本工程施工通道未跨越、占用堤顶路等防汛抢险道路，工程施工现场无临时水尺等防汛设施，对险情巡检、防汛抢险无不利影响。但施工场外交通利用现有堤顶道路。施工期应加强交通疏导、不得拥堵堤顶道路影响防汛抢险车辆通行。

根据现状地面高程，若施工期间发生极端天气，遭遇特大洪水需启用蓄滞洪区，Z117NN 电塔塔基将受到洪水淹没影响。在蓄滞洪区可能启用的极端情况下，必须制定完善的应急预案，确保能够及时拆除临时设施，既保障蓄滞洪区正常行洪功能，又避免工程安全和周边环境造成不利影响，切实维护人民群众生命财产安全。

6 建设项目对防洪的影响评价

6.1 与法规、规划适应性评价

(1) 与法律、法规的适应性评价

蓄滞洪区内建设非防洪建设项目相关法律、法规条文有：

《中华人民共和国防洪法》第三十三条：在洪泛区、蓄滞洪区内建设非防洪建设项目，应当就洪水对建设项目可能产生的影响和建设项目对防洪可能产生的影响作出评价，编制洪水影响评价报告，提出防御措施。

《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》第四条：河道管理范围内建设项目必须符合国家规定的防洪标准和其它技术要求，维护堤防安全，保持河势稳定和行洪、航运通畅；蓄滞洪区、行洪区内建设项目还应符合《蓄滞洪区安全与建设指导纲要》的有关规定。

《关于加强蓄滞洪区建设与管理的若干意见》有关规定：加强蓄滞洪区土地管理，土地利用、开发和各项建设必须符合防洪的要求，保证蓄滞洪容积，实现土地的合理利用，减少洪灾损失。

《广东省河道堤防管理条例》第七条规定：凡在河道、滩地上修建工程设施的，不得影响河道行洪、排涝及上下游左右岸河道堤防安全，不得引起河势的不良变化，不得妨碍水文观测，不得危及水陆交通安全。

本建设项目运行期电塔全部位于地面以上，电缆跨越湛江蓄滞洪区，不占用河道过流面积，工程建设后河道水位不会发生变化。工程建设后

滳江蓄滞洪区由于 Z117NN 电塔塔基建设，该处会形成微弱阻水，但壅水高度不高，进行相应的占补平衡设计后对滳江蓄滞洪区水位基本没有影响。施工期为枯水期，拟建电塔均位于滳江河道外，枯水期不占用河道过流面积，Z117NN 电塔塔基落在滳江蓄滞洪区内，其距离 4 级堤防凤洲围背水侧堤脚线 131m，根据《堤防工程设计规范》(GB50286-2013)，4~5 级堤防的工程保护范围为 50~100m，工程建设不影响凤洲围堤防的稳定性，距离均满足规范要求。因此，工程运行期与施工期均对防洪没有影响。

综上所述，本项目经过占补平衡设计，建设后不减少滳江蓄滞洪区内蓄滞洪容积，不减少所在分洪断面的有效过流面积，不占用蓄滞洪区内规划的后靠安置区，不截断现状县、乡和村路，不阻断山体排水通道。

项目建设与滳江蓄滞洪区有关法律法规相适应。

6.2 对河道行洪影响评价

根据《洪水影响评价报告编制导则》(SL/T 808-2025)和《水利部关于加强蓄滞洪区内非防洪建设项目洪水影响评价管理的意见》(水防〔2024〕300 号)的相关规定，本工程选址位于凤洲围后方滞洪区，距凤洲围堤防直线距离 131m，属于典型的蓄滞洪区非防洪建设项目。

工程在选址和方案设计过程中，严格遵循《蓄滞洪区建设与管理规划》的各项管控要求，确保工程边界与现状河道管理范围保持合理距离，平面布置充分考虑了与现有河道岸线、堤防工程的安全间距。经评价，工程实施后未改变现状河道的行洪断面，对周边河道的正常行洪能力不会产生任何不利影响。同时，工程方案已充分考虑蓄滞洪区的特殊水文

条件，采取了相应的防护措施，确保在蓄滞洪区启用时不会对工程安全及周边防洪体系造成负面影响，符合相关规范和技术标准的要求。

蓄滞洪区分洪运用期间（按《湛江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告》中确定的运用方式运行），数模计算结果显示：工程后虽然在蓄滞洪区内建设 Z117NN 电塔塔基占用蓄滞容积，但其对水位峰值壅高基本不产生影响；各分洪闸内外水位峰值在工程前后均无变化；各监测点及分洪闸内外峰值水位计峰现时间无变化。因此，拟建工程在蓄滞洪区运用时对其壅水的影响是较小的。

蓄滞洪区非分洪运用期间，拟建 Z117NN 电塔位于凤洲围围内现状旱地上。工程对湛江蓄滞洪区河道行洪、壅水无影响。

本工程 Z117NN 电塔安排在枯水期施工，枯水期工程区域为旱地，不占用蓄洪容积，故施工期对蓄滞洪区河道行洪、壅水无影响。

6.3 对河势稳定影响评价

根据《洪水影响评价报告编制导则》（SL/T 808-2025）和《水利部关于加强蓄滞洪区内非防洪建设项目洪水影响评价管理的意见》（水防〔2024〕300号）的相关规定，本工程选址位于凤洲围后方滞洪区，距凤洲围堤防直线距离约131m，根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013），4~5级堤防的工程保护范围为50~100m，工程建设不影响凤洲围堤防的稳定性。

蓄滞洪区运用期间（按《潞江蓄滞洪区建设与管理工程初步设计报告》中确定的运用方式运行），数模计算结果显示：拟建电塔Z117NN塔基4个塔脚露出地面5.5m，工程后凤洲围内分洪初始时刻水流无法淹没塔基，塔基塔脚处流速为0m/s，在方案一与方案二条件下，该处测点（g1、g2、g4、g5、g14、g15、g17、g18）流速减小较大，最大减小0.35m/s，但影响范围较小，约在塔基附近5m范围内水域；在塔基附近5~15m范围内水域流速减小基本在0.01m/s以下，15m以外水域流速减小基本为0。拟建工程位置距离凤洲下水闸较远，其流速不受本工程的影响。

蓄滞洪区非分洪运用期间，电塔Z117NN塔基位于凤洲围围内现状旱地。工程对潞江蓄滞洪区河道行洪、壅水无影响。

在项目规划建设过程中，严格贯彻落实《蓄滞洪区建设与管理规划》的各项管控要求，确保工程范围完全避让蓄滞洪区内河道管理范围，既未设置任何穿越河道的构筑物，也未对现状河道及河岸实施开挖作业，从而有效维护了原有河道的自然形态和河势稳定。工程实施后不会改变区域水文特征，对蓄滞洪区的防洪调度功能和河道行洪安全均不会产生

不利影响，符合国家现行防洪规范和技术标准的要求。

6.4 对蓄滞洪区运用影响评价

本工程实施后，Z117NN 电塔塔基占用潞江蓄滞洪区的容积仅为 99.5m³，占蓄洪总容积的 0.00002%（百万分之零点二）；占用滞洪区面积 18.1m²，占总面积的 0.00002%（百万分之零点二）。为充分保障蓄滞洪区功能，工程设计在蓄滞洪区潞江河道范围内拆除房屋并进行土地平整处理，共补偿容积 106m³。

综合分析表明，工程对蓄滞洪区的影响不明显。工程占用潞江蓄滞洪区容积、面积小；既未破坏原有坡面水系汇集系统，也不影响蓄滞洪区启用时机和运用机遇；对进洪退洪流量、淹没历时、水深分布及局部流速等关键参数均无实质影响；完全保持了潞江蓄滞洪区现有的防洪格局，对现有和规划的安全区、安全台、避水楼、转移道路及桥梁等安全设施和人员转移安置方案均不产生不利影响。工程实施后，潞江蓄滞洪区的蓄滞洪功能将得到完整保留，各项防洪指标均能满足原设计要求。

6.5 对防洪工程影响评价

6.5.1 对堤防影响分析

拟建藏粤直流输电工程跨越潞江蓄滞洪区，Z117NN 电塔塔基落在潞江蓄滞洪区内，其距离 4 级堤防凤洲围背水侧堤脚线 131m，根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013），4~5 级堤防的工程保护范围为 50~100m，工程建设不影响凤洲围堤防的稳定性。

本项目运行期不会引起蓄滞洪区内水位变化，对蓄滞洪区内的防洪工程、排涝工程基本无影响。

6.5.2 对水闸、电排站影响分析

潞江蓄滞洪区现有及规划建设的防洪工程设施体系完善，包括堤防、水闸、电排站、排洪渠、避险转移道路、安置点等重要基础设施。在这些设施中，与本工程空间位置较近的主要是凤洲下水闸和荷田电排站。

根据模型计算结果，工程建设后对流速、流场影响范围在 Z117NN 电塔塔基附近 15m 范围内，凤洲下水闸和荷田电排站在本工程影响范围之外，工程建设前后凤洲下水闸和荷田电排站位置水位无变化，流速无变化，对凤洲下水闸进退洪量、分洪历时无不利影响，对荷田电排站排涝无不利影响。故本工程建设对的水闸、电排站正常运行、分洪、排涝等均无不利影响。

且经实地调查，本工程与这两处关键设施的直接距离均保持在约 2000m 的安全范围，严控控制在设施保护范围和管理范围之外，既不会干扰水闸和电排站的日常运行调度，也不会对其管理维护产生不利影响。工程方案设计充分考虑了与周边水利设施的协调性，确保不会改变现有防洪工程体系的整体功能布局和运行效率。

6.6 对其他设施影响评价

潞江江口圩水文站和大庙峡水文站距离本项目均超过 10km，影响范围不涉及水文、水资源监测站点，因此，不会对相关水文测验断面的稳定性及数据采集精度造成干扰。因此本项目对江口圩水文站和大庙峡水

文站的正常运行没有影响。

工程附近无其他设施。

6.7 对防汛抢险与水上救生影响评价

根据 2026 年《广东省清远市潯江蓄滞洪区运用预案》潯江蓄滞洪区避洪点分布图套汇工程线路布置图，本项目线位上不涉及避洪点。

依据实地调查和清远水务局收集资料，蓄滞洪区内专用撤退转移道路正在规划中。目前蓄滞洪区内撤退转移路线以乡道和县道为主，村路为辅。本项目藏粤直流输电线路主要以电塔的形式跨越潯江蓄滞洪区和潯江河道，施工期在非汛期，运行期远离撤退转移道路，不会对滞洪区防汛抢险造成影响。

综上，拟建工程对蓄滞洪区内的防汛抢险影响较小。

6.8 综合评价结论

拟建工程对防洪的各方面影响如下：

①拟建工程与珠江流域综合规划、珠江流域蓄滞洪区建设与管理规划、清远市防洪规划基本适应。符合相关江河流域综合规划和防洪规划、区域防洪规划、蓄滞洪区建设与管理规划、河流治理规划等规划要求。

②拟建工程对潯江蓄滞洪区的行洪基本没有影响。

③拟建工程对潯江蓄滞洪区的河势基本没有影响。

④拟建工程对蓄滞洪区正常运用的基本没有影响。

⑤拟建工程对蓄滞洪区防洪工程影响较小。

⑥拟建工程对对蓄滞洪区的排涝工程基本没有影响。

⑦拟建工程对蓄滞洪区内的防汛抢险基本没有影响。

7 洪水对建设项目的影晌评价

7.1 建设项目防御洪涝标准与措施评价

根据国家《防洪标准》（GB 50201-2014），关于 35kV 及以上的高压、超高压和特高压架空输电线路基础，应根据电压分为四个防护等级，其防护等级和防洪标准按表 7.1-1 确定。

表 7.1-1 高压、超高压和特高压架空输电线路的防护等级和防洪标准

防护等级	电压（kV）	防洪标准 [重现期（年）]
I	1000、±800	100
II	750、±660、±500	50
III	500、330	30
IV	≤220、≥35	20~10

当凤洲围内蓄洪区启用时，Z117NN 电塔主体结构塔架会被部分淹没，但该段输电线路最低高程为 52.89m，较蓄滞洪区 300 年一遇设计水位 22.62m 预留 30.27m 的行洪净空，线路安全能够得到充分保障。在此情况下，洪水会淹没位于 Z117NN 电塔的塔基，但该区域水流流动性较弱，不会对 Z117NN 电塔主体结构产生不利影响，建议做好防腐蚀和防冲刷措施。

经综合评估，本工程的防洪设防标准与措施完全符合国家相关规范要求，能够有效应对设计标准内的各类洪水风险。

7.2 淹没影响评价

拟建 Z117NN 电塔附近淹没水深在 3.91~4.56m，淹没历时约 117.20~245.37h。

当凤洲围内蓄洪区启用时，Z117NN 电塔主体结构塔架会被部分淹没，但该段输电线路最低高程为 52.89m，较蓄滞洪区 300 年一遇设计水位 22.62m 预留 30.27m 的行洪净空，线路安全能够得到充分保障。在此情况下，洪水会淹没位于 Z117NN 电塔的塔基，但该区域水流流动性较弱，不会对 Z117NN 电塔主体结构产生不利影响，建议做好防腐蚀和防冲刷措施。

根据施工安排，本项目蓄滞洪区段施工期为枯水期。因此，工程施工期不会受到洪水淹没影响。

综上所述，本项目施工期与运行期均不受滞洪区分洪期间淹没影响。

7.3 冲刷与淤积影响评价

本工程位于凤洲围后方滞洪区，在设计和建设过程中严格遵循蓄滞洪区管理要求，确保工程范围完全避让蓄滞洪区内河道，保持了现状河道的自然形态和冲淤特性，因此蓄滞洪区未启用时，河道洪水不会对工程建设产生不利影响。

在常规洪水情况下，工程建设与河道洪水互不干扰；当遭遇超标准洪水需要启用凤洲围滞洪区分洪时，洪水仅会淹没 Z117NN 电塔的塔基，但该段输电线路最低高程为 52.89m，较蓄滞洪区 300 年一遇设计水位 22.62m 预留 30.27m 的行洪净空，线路安全能够得到充分保障。且电塔

所在位置处于天然形成的凹地蓄洪区，该区域水流流速平缓，水流动力较弱，对电塔塔基的局部冲刷和泥沙淤积影响较小，不会对电塔结构的长期稳定性和安全性产生较大影响。

工程前后电塔塔基附近的监测点流速峰值基本无变化，且工程所在位置非蓄滞洪区内主要干支流过洪断面，而是属于蓄滞洪区库尾段，仅在较高蓄滞洪水位时洪水才会漫溢进入，因此本工程附近可能的冲刷或淤积影响局限在工程塔基局部。

7.4 洪水对建设项目施工影响评价

工程施工场外交通路径为：376 县道-341 乡道（坝顶道路）-现有机耕路-Z117NN 塔位。现状堤顶道路与 376 县道接驳段无限高限重警示牌或拦挡设施。根据《公路桥梁信息公示牌设置要求》和《公路桥梁限载标志设置要求》说明堤顶道路可按正常通行要求通过。根据《公路桥涵设计通用规范》和《公路工程技术标准》，现状堤顶道路载重上限为总重 49t、轴重 14t。电塔施工最重设备为 20 吨反循环 ZFJ-2000 回转钻机，总质量为 20t，运输车辆重 6.7t。可分批次运送到施工区后组装工作。电塔施工车辆的重量满足堤顶公路的通行要求。为安全考虑，施工期车辆荷载对堤防稳定的影响计算分析采用瑞典圆弧法进行定量分析计算表明，施工车辆在堤顶道路运行对堤防抗滑稳定计算结果满足要求。施工期施工运输对堤防影响较小。但施工期仍要注意交通安全，避免碰撞堤防设施，加强实时检测堤防不均匀沉降、变形等不利变化，一旦发生险情应立即采取措施并上报堤防管理单位。

本工程位于凤洲围后方滞洪区，工程施工期为枯期，在常规情况下，

由于围内区域不启用，围外河道洪水不会对工程施工进度和质量造成不利影响。

但在极端情况下，若施工期间北江流域遭遇超标准洪水需要启用蓄洪区滞洪时，必须立即启动防洪应急预案：首先全面暂停所有施工作业；其次有序撤离施工机械设备及人员至安全区域，确保全部撤出蓄洪区影响范围；同时严格服从当地防汛抗旱指挥部的统一调度和指挥，积极配合防洪抢险工作。工程参建各方将提前制定详细的防洪避险方案，明确责任分工，落实应急物资储备，定期开展应急演练，确保在紧急情况下能够快速响应，切实保障施工人员生命财产安全，最大限度降低洪水可能造成的损失。在蓄洪区功能解除后，还需组织专业人员对施工现场进行全面安全检查，评估洪水影响，在确保安全的前提下方可恢复施工。

7.5 对第三人合法水事权益的影响分析

现状下，拟建藏粤直流输电工程电塔均位于潞江河道外，只有 Z117NN 电塔塔基落在潞江蓄滞洪区内，因此，穿越蓄滞洪区线路工程施工期和运行期不会改变各穿越河道的水位、水流条件，工程对工程附近桥梁、水库、灌溉陂头等第三人合法水事权益基本没有影响。

7.5 综合评价结论

综上所述，本项目自身防洪标准满足相关规定的要求；现状下，拟建藏粤直流输电工程电塔均位于潞江河道外，只有 Z117NN 电塔塔基落在潞江蓄滞洪区内，分洪期，滞洪区分洪引起的局部冲刷不会对建设项

目安全和正常运行造成较大影响；跨越蓄滞洪区线路工程施工期和运行期基本不会改变各穿越河道的水位、水流条件，工程对工程附近桥梁、水库、灌溉陂头等第三人合法水事权益基本没有影响。

8 消除或减轻洪水影响的措施

8.1 消除或减轻建设项目对洪水影响的工程措施

8.1.1 蓄滞洪区滞洪容积占补平衡设计

拟建藏粤直流输电工程电塔除 Z117NN 电塔塔基落在潞江蓄滞洪区内，其余均位于潞江河道外，塔基建设占用相应的蓄滞洪区容积，为确保蓄滞洪区防洪功能不受影响，需进行相应的潞江蓄滞容积占补平衡设计。

根据现场勘察情况，及与水行政主管部门沟通协商结果，充分考虑到补偿区域的实用性、施工的可行性，为与蓄滞洪区现有蓄洪空间良好衔接，选定藏粤直流输电线路 J083~J084N 段沿线跨过的佛冈县龙山镇乐格村一处标高为 17.8m 面积为 106m² 的较高空地，向下削平 1m 至 16.8 m。高地向下削平后，共增加蓄滞洪区容积 106m³，大于本工程占用的蓄滞洪区容积 99.5m³ 可作为本工程的占补平衡设计。该占补平衡位置周边房屋为本工程征地拆迁对象，在本工程实施中同步拆除。详见图 8.1-1。



图 8.1-1 占补平衡设计位置示意图

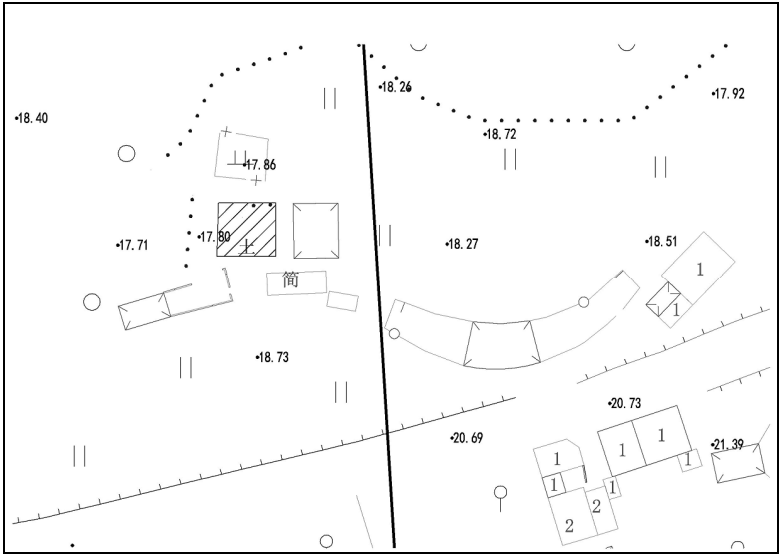


图 8.1-2 占补平衡设计位置地物地形



图 8.1-3 占补平衡区域现状（房屋为本工程征迁拆除对象）

8.1.2 占补平衡设计效果分析

通过模型计算，模拟有无容积开挖补偿措施对电塔位置的水位影响。工况如下：

工程前（F1）：考虑电塔塔基影响；

工程后（F2）：考虑电塔塔基和占补平衡设计影响。

表 8.1-2 计算工况组合表

模型	洪水组合	工程前后情况
	北江洪水为主，横石石角同频，区间相应（北江洪水（横石）300 年一遇+区间（含滬江）洪水 20 年一遇）	工程前
		工程后

一、二维联解模型	(方案一)	
	北江洪水为主，区间石角同频，横石相应（北江洪水（横石）200年一遇+区间（含潞江）洪水300年一遇）	工程前
	(方案二)	工程后

由于占补平衡设计方案位于潞江左岸河道内，占补平衡措施对凤洲围内水位无影响，水位峰值出现时间工程前后均无变化；占补平衡设计位置受占补平衡设计影响，附近水位略有降低，降低值在0.011m以内，水位峰值出现时间工程前后均无变化，工程建设不会造成潞江河道的壅水。

总体看来，占补平衡设计方案增加了蓄滞洪区的有效容积，有效的消除减轻了电塔位置由于塔基建设导致占用整个潞江蓄滞洪区蓄滞容积的影响。

表 8.1-3 分洪闸内外水位监测结果表（m）

分洪闸名称	位置	水位峰值（m）			
		方案一		方案二	
凤洲下水闸		工程前	工程后-工程前	工程前	工程后-工程前
	闸外	21.85	0	22.14	0
	闸内	20.83	0	21.48	0

表 8.1-4 拟建工程附近水位监测结果表（m）

测点	方案一				方案二			
	峰现时间（h）		水位峰值（m）		峰现时间（h）		水位峰值（m）	
	工程前	工程后-工程前	工程前	工程后-工程前	工程前	工程后-工程前	工程前	工程后-工程前
g1	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g2	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g3	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g4	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0

g5	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g6	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g7	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g8	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g9	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g10	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g11	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g12	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g13	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g14	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g15	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g16	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g17	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g18	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g19	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g20	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g21	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g22	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g23	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g24	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0
g25	284.80	0.000	20.83	0.000	78.58	0	21.48	0

8.2 消除或减轻洪水对建设项目影响的工程措施

(1) 滞洪区在分洪期间形成的淹没对工程有一定影响，可能会对 Z117NN 塔基产生一定的冲刷以及电塔主体结构的部分淹没，需进行相应的防冲刷和防腐蚀设计。运行期线路管理单位应监测塔基的冲刷、沉降和位移情况，如遇险情应立即采取措施。

(2) 工程施工期应设置观测点观测堤岸的位移和沉降情况，发现堤

岸异常情况时，应立即停止施工，并上报水行政主管部门，查清原因并采取有效措施予以消除。在拟建 Z117NN 塔施工时，施工车辆可能引起堤岸及地表产生不同程度沉降变形，因此施工过程中应特别注意控制堤岸及地表沉降量，做好堤防、岸坡的监测。如发现堤岸沉陷、开裂、冒水和冒浆等异常情况时，应立即停止施工，并上报水行政主管部门。待查清原因，经应急预案措施处理消除上述异常现象后，再继续施工。

(3) 重型施工机械和车辆应尽可能避开堤防，减少外部荷载对堤防稳定的不利影响，确保防汛渠道的畅通；重型施工机械和车辆在进入施工场的过程中，应注意对县道、村道的保护，工程完工后，需对受损的县道、村道按原标准进行修复。

(4) 施工期间不得向滞洪区及河道内倾倒余泥废料和生活垃圾，弃土、弃渣不可置于滞洪区内，以免影响滞洪区分洪，污染环境。

8.3 非工程措施

(1) 编制施工期防汛预案和运行期防汛预案

湛江蓄滞洪区内是国家级蓄滞洪区，主要保护广州、佛山和清远等城市的防洪安全。本项目管线跨越蓄滞洪区，建议建设单位编制施工期和运行期防汛预案，报送蓄滞洪区管理单位批准。

(2) 施工期非工程措施

本项目施工期为枯水期，建议施工单位与蓄滞洪区管理部门相协调，制定合理的施工期方案，及时转移大型施工机械、施工材料、施工生活设施，及时清理施工期占用的分洪过流断面、撤退转移道路，以免影响洪水期滞洪区分洪。

(3) 在施工的过程及运行管理中需加强监管，避免对水功能区水质产生影响，运行期，做好事故应急预案，避免突然性水污染事件发生，对水功能区水体及工程处人畜产生危害。

9 结论与建议

9.1 结论

(1) 拟建工程与珠江流域综合规划、珠江流域蓄滞洪区建设与管理规划等基本适应。

(2) 拟建工程对潞江蓄滞洪区行洪基本没有影响。

(3) 拟建工程对潞江蓄滞洪区河势基本没有影响。

(4) 拟建工程对潞江蓄滞洪区的正常运用基本没有影响。

(5) 拟建工程对潞江蓄滞洪区防洪工程影响较小。

(6) 拟建工程对潞江蓄滞洪区的排涝工程基本没有影响。

(7) 拟建工程对潞江蓄滞洪区的防汛抢险基本没有影响。

(8) 拟建工程防御洪水的标准与措施适当。

(9) 拟建工程受洪水淹没有一定影响，但可以通过工程措施减免。

(10) 拟建工程受洪水冲刷与淤积的影响较小。

(11) 拟建工程防御洪水的标准与措施满足相关规定的要求。

9.2 建议

(1) 根据项目的建设方案，滞洪区在分洪期间形成的淹没对工程有一定影响，电塔主体结构部分被淹没，分洪期，受到洪水的冲刷作用，蓄滞洪区内布设电塔位置将受到洪水冲刷。根据冲淤计算分析，方案一、方

案二河槽一般冲刷深度分别为 0.29m、0.41m，局部冲刷深度较大，分别为 0.63m、0.71m。建议做好电塔防冲刷和防腐蚀性能的设计。

（2）建议完善现有的建设和施工期方案以达到蓄滞洪区内建设项目的标准，及时转移大型施工机械、施工材料、施工生活设施，及时清理施工期占用的分洪过流断面、撤退转移道路，以免影响洪水期滞洪区分洪。

（3）施工过程中发现堤岸异常情况时，应立即停止施工，采取应急措施并上报水行政主管部门，查清原因并采取有效措施予以消除；注意保护堤防堤身的安全，避免重型机械对堤身的干扰，如有损毁，应及时向水行政主管部门汇报，并须无条件修复。

（4）施工及运行期需加强监管，不得向滞洪区及内倾倒余泥废料和生活垃圾，弃土、弃渣不可置于滞洪区内，以免影响滞洪区分洪，避免对该水功能区水质产生影响，运行期，做好事故应急预案，避免突然性水污染事件发生，对水功能区水体及工程处人畜产生危害。