

广宁五和广东肇庆浪江抽水蓄能电站项目 “12·7”一般坍塌事故调查报告

编制单位：广宁五和广东肇庆浪江抽水蓄能电站项目
“12·7”一般坍塌事故调查组

编制日期：2026 年 4 月 30 日

目 录

一、事故工程有关情况	2
(一) 工程项目概况	2
(二) 工程立项、审批情况	6
(三) 参建单位情况	7
(四) 工程主要开展情况	18
二、事故基本情况	39
(一) 事故发生经过	39
(二) 事故应急处置情况	41
三、事故原因分析	44
(一) 事故直接原因	44
(二) 灾害成因分析	44
(三) 排除的其他因素	47
四、存在的其他问题和处理建议	50
五、事故主要教训	51
六、事故防范措施和建议	51

广宁五和广东肇庆浪江抽水蓄能电站项目 “12·7”一般坍塌事故调查报告

2025 年 12 月 7 日 20 时 53 分，广宁县五和镇广东肇庆浪江抽水蓄能电站项目（以下简称“浪江抽蓄项目”）下水库进/出水口 0-091.34~0-118.70 段右侧边坡施工现场突发边坡坍塌，造成正在+173m 平台上坍塌区域的 2 名工作人员坠落死亡，直接经济损失约 400 万元。

事故发生后，广宁县委县政府高度重视，县领导作出批示，要求相关单位查清事故原因，举一反三，加强对全县施工项目的重点地区和关键领域风险隐患监管，确保施工安全，同时依法依规妥善做好后续工作，切实防范次生风险的发生，并做好对家属的安抚工作。另外，要做好舆情监测，防止谣言散播等工作。

根据《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令 493 号）有关规定，经广宁县人民政府批准，成立了由广宁县应急管理局牵头，县发改局、县公安局、县总工会和五和镇政府组成的广宁五和广东肇庆浪江抽水蓄能电站项目“12·7”一般坍塌事故调查组（以下简称“调查组”），同时邀请县纪委监委派人参加。事故调查组聘请岩土工程专业、水工结构专业、采矿工程专业、安全专业等方面的 6 名专家参与事故调查工作。肇庆市安委会对该起事故的调查处理工作实行督办。

事故调查组坚持“科学严谨、依法依规、实事求是、注重实效”的原则，通过现场勘查、调查询问、调阅资料、仿真建模、专家论证等方式，查明了事故发生的经过、发生原因、人员伤亡和直接经济损失等情况，认定了事故性质和责任，总结了事故的主要教训，提出了防范和整改措施建议。

事故调查组认定，本起事故是一起因岩体隐蔽节理与孔隙水耦合共同作用造成临时边坡局部坍塌，导致 2 名作业人员伤亡的生产安全非责任事故。现将有关情况报告如下：

一、事故工程有关情况

（一）工程项目概况

事发地点位于广东省肇庆市广宁县五和镇下源村围寨顶浪江抽水蓄能电站下水库扩容区域，该区域属丘陵山区，地形较复杂，地势落差大。涉事项目为该电站下水库土建工程，项目合同价 6.6116 亿元。下水库正常蓄水位 202m，死水位 174m，正常蓄水位时库容为 912.7 万 m³，死库容 134.6 万 m³。挡水坝为沥青混凝土心墙堆石坝，坝顶高程 207m，最大坝高 73m，坝顶长度 605m。

下水库标核心施工内容包括：下水库沥青混凝土心墙堆石坝、扩库开挖及防护工程、下水库库岸边坡防护工程、竖井式泄洪洞、放水管及生态流量管、放水管闸门井、下水库进 / 出水口及施工辅助设施等。



图 1 事发地点卫星图

下水库进 / 出水口位于下水库扩库开挖区，距离挡水坝约 500 米，项目于 2025 年起推进下水库进 / 出水口相关施工，由引水明渠段、防涡梁段、拦污栅段、箱型扩散段、隧洞段、闸门井段及闸门后渐变段等组成。进 / 出水口设计宽度为 43.7m，底板高程为 156m，总长度为 226.44m。

截止事发时，下水库项目工程整体已完成约 25%工程量，土石开挖已按设计完成约 80%工程量，进 / 出水口处的土石开挖已完成，第一层边坡支护已全部完成并经过验收，第二层支护也基本完成。



图 4 滑坡区鸟瞰图



图 5 滑坡区正面图

本次事故坍塌部位位于下水库进 / 出水口处拦污栅段和防涡梁段,桩号为 0-091.34~0-118.70 段右侧边坡,开挖高度约 19m,采用分层开挖支护模式,每级高度 9.5m,设计采用“锚网喷”支护形式,事发时处于边坡开挖完成后第二层支护施工阶段。支护的主要技术参数为:1.喷混凝土:喷混凝土 C25 厚 150mm;2.挂钢筋网:挂钢筋网 $\phi 8@200\times 200$;3.系统锚杆:C25, L=6.0m,入岩 5.0m,外露 1.0m,间排距 1.5m,梅花型布置;4.底板插筋:C25, L=4.5m,入岩 3.5m,外露 1.0m,间排距 2.0m,梅花型布置。



图 6 边坡支护施工情况图

(二) 工程立项、审批情况

2020 年 8 月,水电水利规划设计总院启动广东省抽水蓄能电站选点规划调整工作,2022 年 3 月印发《广东省抽水蓄能电

站选点规划调整报告审查意见》，同意浪江抽蓄（1200MW）作为新增规划推荐站点。

2021 年 8 月，国家能源局综合司发布了《抽水蓄能中长期发展规划(2021-2035 年)》，广东肇庆浪江抽水蓄能电站列入抽水蓄能中长期发展规划“十四五”重点实施项目清单。

2021 年 8 月 5 日，水电水利规划设计总院印发“关于印送《广东肇庆浪江抽水蓄能电站预可行性研究报告技术评审意见的函》”（水电规〔2021〕129 号），批复了工程预可行性研究报告。

2022 年 7 月 30 日，水电水利规划设计总院印发“关于印发《广东肇庆浪江抽水蓄能电站可行性研究报告审查意见》的函”（水电规水工〔2022〕81 号），批复了工程可行性研究报告。

2022 年 8 月 8 日，广东省肇庆市发展和改革局印发《关于广东肇庆浪江抽水蓄能电站项目核准的批复》（肇发改核准〔2022〕12 号），核准该项目建设。

2022 年 12 月，项目主体工程全面开工建设，并在当月向国家可再生能源发电工程质量监督站申请了质量监督注册。

（三）参建单位情况

1.建设单位

肇庆浪江蓄能发电有限公司^[1]（以下简称肇蓄公司）为浪江

[1] 肇庆浪江蓄能发电有限公司，统一社会信用代码：91441223MACHM0AX8B；成立日期：2023 年 05 月 10 日；类型：其他有限责任公司；法定代表人：郑智；注册资本：173500.00 万人民币，

抽蓄项目的业主单位。

2022 年 11 月 18 日，南方电网调峰调频发电有限公司工程建设管理分公司（以下简称“建管公司”）与广东水电二局股份有限公司（以下简称“广水二局”）签订《广东肇庆浪江抽水蓄能电站下水库土建工程施工合同》。根据生产经营需要，南方电网储能股份有限公司设立子公司肇庆浪江蓄能发电有限公司作为浪江抽蓄项目法人。2023 年 5 月 10 日，肇蓄公司正式成立。2023 年 7 月 26 日，建管公司致函广水二局，告知将下水库施工合同中的甲方主体由建管公司变更为肇蓄公司，甲方权利义务均由肇蓄公司承继。2023 年 8 月 10 日，广水二局回函同意由肇蓄公司承继下水库施工合同项下建管公司对广水二局的所有权利义务。

经查，肇蓄公司有落实涉事工程施工安全全面管理责任，有按规定建立安全生产组织和管理机制，有建立健全风险分级管控和隐患排查治理双重预防工作机制及配足相关人员；有统筹组织建立健全包括参建各方的安全生产责任制和应急指挥机构，并通过签订《安全生产管理协议》《年度安全生产目标责任书》等压

住所：广宁县南街街道竹乡桥头侧青云商场第三层商铺 3 之 315 室；经营范围：许可项目：水力发电；发电业务、输电业务、供（配）电业务；输电、供电、受电电力设施的安装、维修和试验；电气安装服务；检验检测服务；住宿服务。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）一般项目：通用设备修理；专用设备修理；电气设备修理；电子、机械设备维护（不含特种设备）；工程管理服务；工程和技术研究和试验发展；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；发电技术服务；安全咨询服务；物业管理；单位后勤管理服务；住房租赁；非居住房地产租赁。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。

实各方安全生产职责，及时协调和解决涉事工程施工过程中的安全生产重大问题，足额向施工单位支付安全生产措施费^[2]，定期组织开展危险源辨识、评估、应急演练及隐患排查等工作。

自下水库开工以来共组织召开 13 次安委会会议，编制了 1 份综合预案并向行业监管部门备案、13 份专项预案，开展应急演练 16 次，组织参建各方进行安全隐患排查 20 次。

2. 勘察、设计单位

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司^[3]（以下简称“中南院”）为浪江抽蓄项目下水库土建工程的勘察、设计单位。

[2] 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号）相关工作要求，浪江蓄能浪江蓄能已向下水库工程（建工集团公司）支付合同约定的 50% 安全生产费用、进度款截止至 11 月已申报至 46%，安全生产费用及时、足额支付。

[3] 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司，统一社会信用代码：91430000444885356Q；成立日期：1994 年 01 月 19 日；类型：有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）；法定代表人：周峰；住所：长沙市雨花区香樟东路 16 号；经营范围：许可项目：建设工程设计；建设工程勘察；建设工程施工；建设工程监理；公路工程监理；水利工程建设监理；建设工程质量检测；水利工程质量检测；检验检测服务；测绘服务；国土空间规划编制；安全评价业务；职业卫生技术服务；地质灾害治理工程设计；地质灾害治理工程勘察；地质灾害治理工程施工；地质灾害危险性评估；特种设备设计；建筑智能化系统设计；输电、供电、受电电力设施的安装、维修和试验。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）一般项目：规划设计管理；工程管理服务；工程技术服务（规划管理、勘察、设计、监理除外）；对外承包工程；工程造价咨询业务；招投标代理服务；地理遥感信息服务；计量技术服务；水利相关咨询服务；水土流失防治服务；水资源管理；水文服务；储能技术服务；风力发电技术服务；环保咨询服务；环境保护监测；海洋环境服务；土壤污染治理与修复服务；农业面源和重金属污染防治技术服务；土壤环境污染防治服务；土地整治服务；水环境污染防治服务；公路水运工程试验检测服务；信息技术咨询服务；信息系统集成服务；数字技术服务；安全技术防范系统设计施工服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；工程和技术研究和试验发展；机械设备研发；特殊作业机器人制造；以自有资金从事投资活动；自有资金投资的资产管理服务。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。具备《工程设计综合资质甲级》资质证书（编号：A143000032-10/1；有效期至 2028 年 12 月 22 日）和《工程勘察综合资质甲级》资质证书（编号：B143000032-10/1；有效期至 2030 年 02 月 14 日）。

2020 年 9 月 8 日，南方电网公司（甲方）与中南院（乙方）签订《广东肇庆抽水蓄能电站预可行性研究、可行性研究、招标设计和施工图设计阶段勘测设计合同》。双方约定主要工作范围及内容为：按照国家和行业有关规程规范规定的内容和深度，完成浪江抽蓄项目预可行性研究、可行性研究、招标设计和施工图设计阶段的勘察、设计、科研、验收、相关服务与配合工作，合同费用共计为 28138.57 万元。涉及下水库区域的工程地质勘察主要有预可行性研究报告（工程地质）、可行性研究报告（工程地质）、招标设计文件（水文气象及工程地质专篇）、施工阶段地质勘察（地质素描图、隐患排查报告、地质填图），工程勘察设计文件等资料较完整，满足工程施工安全需要。

预可行性研究阶段进行勘探钻孔 1987.6m/34 孔，岩土测试报告 1 份、水质分析报告 1 份，相关报告于 2021 年 8 月 5 日通过水电水利规划总院审查。

可行性研究阶段完成可行性研究报告 1 份，工程地质附图 61 张、工程区地质灾害危险性评估报告 1 份、压覆矿产资源量评估报告 2 份、物探报告 1 份、岩土测试报告 1 份、水质分析报告 1 份、岩矿鉴定报告 1 份；勘探钻孔 8881.9m/191 孔，勘探平洞 1997.4m/5 条，相关报告于 2022 年 7 月 30 日通过水电水利规划总院审查。

招标设计阶段完成招标设计文件（水文气象及工程地质专篇），招标设计文件地质填图 42 张；上下库连接道路工程地质勘察报告 1 份及其附图 19 张，招标文件均通过了业主审查。

施工详图设计阶段完成隧洞地质编录 9.3km；边坡地质编录 3.8 万 m²；钻探 291.4m/11 孔；下水库库尾中桥工程地质勘察报告 1 份及其附图 13 张；完成设计地质图 51 套；地质预报单 99 份；地质灾害隐患排查报告 6 份，相关报告均通过业主方审查。

另外，该公司有对事发区域实施工程岩体检验、勘探结论复核等，根据勘察设计成果提出了《劳动安全与工业卫生》专篇，项目动工后有按规定开展超前地质预报，有结合预报结论进行动态设计和指导施工，根据地质条件变化情况，及时调整设计方案和安全技术措施，出具《土石方明挖及开挖支护施工技术要求》和施工图设计说明等文件。有对进/出水口边坡稳定性及支护设计进行了复核计算，分析了不同位置状态下的边坡稳定系数，针对安全系数较低区域提出加强支护的方案。有根据施工安全操作和防护的需要，在设计文件中注明涉及施工安全的重点部位和环节，提出防范安全生产事故的指导意见；向参建单位进行技术和安全交底，说明设计意图，共计开展技术和安全交底 104 次。同时，有对施工期的重大危险源做出了辨识，针对辨识的安全隐患编写了对策措施等工作。

3.监理单位

(1) 中国水利水电建设工程咨询西北有限公司^[4]（以下简称“西北咨询公司”）为浪江抽蓄项目的监理单位。

2021年11月19日，南方电网工程建设管理分公司（甲方）与西北咨询公司（乙方）签订《广东肇庆抽水蓄能电站主体工程监理合同》。双方约定主要工作内容为：按合同要求进行广东肇庆浪江抽水蓄能电站主体工程项目的监理，合同费用共计为9150.7780万元。

经查，该公司在涉事项目中设有总监工作部、土建工程部、技术质量部、安全环保部、计划合同部和金结机电部等六个部门，共有人员65人（其中：注册监理工程师17人，监理员37人），共配置16种专业工程师。

该公司有编制《肇庆浪江监理中心监理实施细则》，其中安全相关实施细则37项，明确了安全监理目标、措施、计划和安全监理程序，明确了施工单位和监理单位的安全责任。能及时审查涉事工程的专项施工方案，对进场分包单位、设备等进行资质审查，针对涉事下水库进/出水口工程的围岩情况和施工特点，

[4] 中国水利水电建设工程咨询西北有限公司，统一社会信用代码：91610000220530812K；成立日期：1988年6月25日；类型：有限责任公司（非自然人投资或控股法人独资）；法定代表人：陈锐睿；住所：陕西省西安市长安区城南大道18号中电建西北院常宁基地4001室；经营范围：水利水电建设工程勘测、设计、科研、试验的技术咨询；工程建设监理、工程项目管理、工程总承包；水利水电工程新材料研究开发及应用；土木、水运、公路、人防工程勘测、设计、科研试验的技术咨询。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。具备《工程监理综合资质》（证书编号：E161002518，有效期：至2028年12月22日）和《水利工程施工监理甲级资质》（证书编号：水建监资字第22022101A077号，有效期：至2030年6月23日）。

有督促施工单位编制重大危险源辨识评价与控制措施，确定了危险源的类别，并提出了具体的管理要求。同时，建立了安全生产周、月例会制度，通过日常巡查、定期检查、专项检查和组织参加四方研讨等方式进行安全隐患排查治理，及时指出和总结施工单位安全隐患情况、整改要求期限及布置下阶段安全工作，并指定项目监理工程师督促施工单位落实整改。

下水库土建工程开工以来，该公司共组织安全月例会 19 次，月例行检查和专项检查 39 次，旁站共 958 次，其中进/出水口区域 20 次（爆破 11 次，支护 9 次），组织参建四方 4 次就边坡局部支护参数调整进行研讨并签署备忘录。2025 年 8 月 12 日，该公司组织召开进/出水口开挖支护及相关图纸会审及设计交底会，并形成会议纪要。

（2）广东锡源爆破科技股份有限公司^[5]（以下简称“锡源爆破公司”）为浪江抽蓄项目的爆破作业监理单位。该公司持有《爆破作业单位许可证》（编号为：4400001300020），具备爆破作业安全监理资质。2023 年 4 月 28 日，广水二局（甲方）与锡源爆破公司（乙方）签订《爆破作业项目安全监理合同》，双

[5] 广东锡源爆破科技股份有限公司，统一社会信用代码：91441300758340009Q；成立日期：2004 年 02 月 18 日；类型：其他股份有限公司(非上市)；法定代表人：梁海，注册资本：1163.64568 万人民币；住所：惠州市演达一路三环装饰城 8A05；经营范围：爆破作业，土石方工程施工，建设工程施工，信息技术咨询服务，业务培训，建筑劳务分包，金属制品销售，机械设备销售，建筑用石加工，矿产资源开采，机械设备租赁，基础地质勘察，工程技术服务。

方约定按合同要求由锡源爆破公司对广东肇庆浪江抽水蓄能电站下水库土建工程进行爆破监理，合同费用为 74 万元。

经查，该公司在浪江抽水蓄能下水库土建工程项目中共有 7 名人员，其中项目负责人 1 人，注册监理工程师爆破中级 1 人、高级 2 人和监理员 3 人。该单位有针对下水库进/出水口工程的围岩情况和开挖爆破方法对《爆破设计方案》进行审批，有编制《肇庆浪江爆破监理实施细则》，其中涉及安全的实施细则 3 项，明确了安全监理目标与程序、爆破安全职责、安全专项管控和全责任等。在爆破作业的关键环节有按规定实施旁站监督和检查，自 2023 年 6 月至 2025 年 12 月共监理旁站约 400 次，其中进/出水口区域共旁站 18 次。

4. 施工单位

广东省建筑工程集团股份有限公司^[6]（以下简称“广东建工

[6] 广东省建筑工程集团股份有限公司，统一社会信用代码：914400007349924088；成立日期：2001 年 12 月 27 日；类型：股份有限公司(上市、国有控股)；法定代表人：谢彦辉，注册资本：375439.3242 万人民币；住所：广东省广州市增城区新塘镇广深大道西 1 号 1 幢水电广场 A-1 商务中心 20 层；经营范围：国内外，境内国际招标的建筑、公路、铁路、市政公用、港口与航道，水利水电各类别工程的施工总承包，工程总承包和项目管理业务；机电工程、电力工程施工总承包；隧道工程、地基基础工程、水工金属结构制作与安装工程专业承包；房屋建筑工程、机电安装工程、城市轨道交通工程、园林绿化工程施工；境外工程所需的设备材料出口；对外派遣实施上述境外工程所需的劳务人员；工程技术研发及转化；水利水电工程设计；固定式、移动式启闭机等制造安装；公路、铁路、水务、水电、城市公用设施等基础设施投资、建设及运营管理；水力发电、风力发电、光伏发电、光热发电、生物质发电等清洁能源开发；实业投资、对外投资；工程机械销售；起重机械制造、安装、维修（具体按照特种设备制造许可证及安装改造维修许可证经营）；国内船舶管理业务；货物进出口、技术进出口（法律、行政法规禁止的项目除外；法律、行政法规限制的项目须取得许可证后方可经营）。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。具备《水利水电工程施工总承包特级资质证书》（编号：D144029671，有效期至 2028 年 12 月 22 日）；《安全生产许可证》（编号：(粤)JZ 安许证字（2023）013175，许可范围：建筑施工；有效期：2025 年 11 月 28 日至 2028 年 11 月 27 日）。

股份”）为浪江抽蓄项目下水库土建工程的施工单位。

2022 年 11 月 18 日，广水二局与建管公司签订《广东肇庆浪江抽水蓄能电站下水库土建工程施工合同》。2024 年 2 月 5 日，广东水电二局股份有限公司名称变更^[7]为广东省建筑工程集团股份有限公司，广水二局原与建管公司签订的《广东肇庆浪江抽水蓄能电站下水库土建工程施工合同》的权利与义务除名称更改外其余不变。

经查，涉事项目管理中有按规定组建浪江抽蓄项目下水库土建工程项目部及安全生产管理机构，并成立以项目经理为第一责任人的安全管理领导小组，按规定配备专职安全管理人员，明确项目经理、项目副经理、技术负责人、专职安全员及各施工班组兼职安全员的岗位职责，并全面签订安全责任书。项目部现有人员 86 人，其中专职安全管理人员 8 人，兼职安全管理人员 11 人。

项目部有按规定制定《项目安全生产管理制度》《安全检查制度》《安全教育培训制度》《隐患排查治理制度》《安全技术交底制度》等制度，制度体系较为完备；有开展现场查勘，编制施工组织设计、施工方案和安全技术措施并按技术管理相关规定报建设单位、监理单位同意；有制定应急救援预案、现场处置方案，定期开展应急演练；有编制安全生产费用使用计划，专款专

[7] 《关于公司名称变更的通告》自 2024 年 2 月 5 日起，公司名称变更为“广东省建筑工程集团股份有限公司”其余不变。

用；有与涉事劳务分包单位签订《安全生产管理协议》，并按规定开展“三级培训”、“安规考试”、班前会议、安全交底及“日常检查、每周专项检查、每月综合检查”的三级安全检查制度，定期组织全员开展安全知识、操作技能及应急处置能力培训；有参与业主组织的安全巡查大队每周进行联合检查，建立每日巡查、每周检查和每月专项排查的多层次隐患排查机制，对排查发现的隐患均按要求及时整改。

5. 劳务分包单位

广东鑫旺建筑劳务有限公司^[8]（以下简称“鑫旺公司”）为浪江抽蓄项目下水库进/出水口土建工程的劳务分包单位。

2024 年 7 月 16 日，广东省建筑工程集团股份有限公司广东肇庆浪江抽水蓄能电站下水库土建工程施工项目经理部（甲方）与广东鑫旺建筑劳务有限公司（乙方）签订《广东省建筑工程集团股份有限公司广东肇庆浪江抽水蓄能电站下水库土建工程扩库开挖及库岸防护劳务分包合同》，合同编号：ZQXN-LW-2024-05，合同金额为 3123.38 万元，劳务分包作业范围及内容为土方明挖工程、石方明挖工程、支护工程、喷混凝土

[8] 统一社会信用代码：91440101MA5CXDE1XC；成立日期：2019 年 8 月 21 日；注册资本：人民币伍佰万元；类型：有限责任公司(自然人独资)；法定代表人：刘凯梅；住所：广州市黄埔区科学大道 118 号、120 号 1908 房；经营范围：商务服务业（具体经营项目请登录国家企业信用信息公示系统查询，经相关部门批准后方可开展经营活动）。具备《施工劳务不分等级》资质（证书编号：DL34415856，有效期：至 2027 年 9 月 16 日）和《安全生产许可证》（许可范围：建筑施工，编号：(粤)JZ 安许证字〔2020〕012857，有效期：2023 年 9 月 11 日至 2026 年 9 月 11 日）。

（浆）、钻孔和灌浆工程、土石方填筑工程、混凝土工程、植物工程等劳务作业。

经查，该公司在涉事项目中共分 4 个班组，约 40 人，设有 1 名兼职安全员；有与广东建工股份签订《安全生产管理协议》，约定双方安全生产责任；进场施工工人有接受“三级安全教育”，考核合格后上岗作业，在各施工环节有接受项目部的安全管理、教育培训、安全技术交底和安全隐患排查等工作。

6. 爆破单位

江门市安恒爆破工程有限公司^[9]（以下简称“安恒爆破公司”），事发项目的爆破施工单位，负责涉事工程项目的爆破施工。2023 年 5 月 19 日，项目部与安恒爆破公司签订《爆破工程施工承包合同》及《安全管理协议》，约定由安恒爆破公司承接浪江抽蓄项目下水库土建工程施工过程中需要进行爆破工程施工的工作，单价按人民币 10 元/m³ 结算；2024 年 12 月 20 日和 2025 年 11 月 30 日，双方两次签订了《爆破工程专业承包合同补充协议》将合同期限延期至 2026 年 6 月 30 日，双方责任及其他有关事宜仍按上述合同约定。

[9] 统一社会信用代码 91440101MA5CXDE1XC；成立日期：1997 年 2 月 3 日；类型：其他有限责任公司；法定代表人：梁万泉；注册地址：江门市蓬江区建设路 82 号之三 8 楼；经营范围：承接爆破设计施工，安全监理，安全评估（以上凭有效的经营许可证经营）；土石方挖运；建筑物机械及人工拆除（以上项目凭资质证经营）；爆破技术咨询；建筑劳务分包。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。（爆破作业单位许可证编号：4400001300146，有效期至 2030 年 7 月 25 日；安全生产许可证编号：（粤）JZ 安许证字（2023）020732，有效期至 2026 年 10 月 13 日）。

2023 年 5 月，该公司有按《爆破安全规程》的要求编制和落实《爆破设计施工方案》，有针对性地进行爆破和安全措施设计，2023 年 6 月 13 日在广宁县公安局治安大队首次进行了备案审核，并每年定期进行备案，取得《爆破作业项目备案表》。

(四) 工程主要开展情况

1. 勘察情况

(1) 地质构造总体情况

下水库进/出水口位于下水库扩库开挖区，下水库进/出水口包括：反坡段、防涡梁段、扩散段、隧洞段、闸门段和渐变段。下水库进/出水口底板高程+156.00m，结构体型长度为 64.50m。附近地形略显凌乱，小冲沟及小山脊连续发育，自然坡度 $10^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。地表第四系覆盖层分布广泛，基岩露头少，仅在进/出水口南侧冲沟谷底零星出露。

下水库区主要出露地层有第四系冲洪积层(Q_4^{pal})、第四系坡积层(Q_4^{dl})、震旦系上统乐昌峡群上亚群(Z_2lc^b)黑云母石英片岩，并在下水库进/出水口区侵入燕山三期细～中粒黑云母花岗岩($\gamma_5^{2(3)}$)。

第四系冲积层(Q_4^{pal})：分布在沟谷、河床和冲积阶地，为松散的砂、卵砾石、粘土等，不均匀，透水性强，钻孔揭露厚度 1.6m～8.2m，平均厚度 6.1m。

第四系坡积层 (Q_4^{dl})：分布在山顶及山坡表层，主要为粉质粘土、碎石土，红黄色、灰黄色，表层含植物根系，土质不均，含较多碎石，粘性差~较好，可塑~硬塑状，揭露厚度为 0.8m~10.1m，平均厚度 3.3m。

震旦系上统乐昌峡群上亚群(Z_2lc^b) 岩性为黑云母石英片岩，岩层产状： $50^\circ\sim 60^\circ/SEZ70^\circ\sim 80^\circ$ ，为下水库主要地层。岩石风化较深，地表主要出露较厚的全风化土，强风化岩、弱风化岩只在沟底零星出露。

燕山三期黑云母花岗岩($\gamma_5^{2(3)}$)：呈岩脉状分布于水库西侧进/出水口一带，岩性为细~中粒黑云母花岗岩。岩石风化较深，地表主要出露较厚的全风化土。

(2) 地质断层情况

工程区位于吴川-四会褶断构造带北西侧，区内挤压揉皱现象较为普遍。受燕山三期花岗岩侵入影响，下水库及尾水系统一带岩层陡倾，且产状变化较大，区内地质构造较复杂，断裂构造较发育。根据《广东肇庆浪江抽水蓄能电站可行性研究报告：第三卷工程地质》（中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司 2022 年 7 月），下水库主要断层 2 条，为 F_{12} 、 F_{13} ，其主要特征见表 2-1。

表 1 下水库主要断层特征一览表

组别	断层编号	出露位置	断层特征	级别
I(北东向组)	F ₁₃	下水库进/出水口附近	压性断层, 产状 N60° E/SW ∠70°, 宽度 0.2m~0.3m, 碎裂岩, 硅化, 石英脉充填, 胶结较好, ZKY04 中揭露厚度 0.5m~0.8m。	IV
II(北西向组)	F ₁₂	下水库坝址	压性断层, 产状 N30° W/SW ∠70°, 宽度 0.3m~0.4m, 碎裂岩、硅化岩, 轻度硅化, 胶结良好, 见石英脉、钙质穿插, ZKX02、ZKX10 中揭露视厚度 0.7m~1.0m。	IV

F₁₂: 产状 330°/SW ∠70°, 在钻孔 ZKX02、ZKX10 中揭露, 钻孔中揭露厚度 0.7m~1.0m, 断层由碎裂岩、硅化岩组成, 轻度硅化, 胶结良好, 见石英脉穿插。F₁₂ 发育于坝址, 与坝轴线夹角约 65°。

F₁₃: 产状 295°/SW ∠70°, 在下库进/出水口钻孔 ZKY04 中揭露, 揭露厚度 0.5m~0.8m, 碎裂岩, 硅化, 石英脉充填, 胶结较好。

(3) 地质裂隙情况

根据《广东肇庆浪江抽水蓄能电站可行性研究报告第三卷 4 工程地质》(中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司 2022 年 7 月)对下水库进行了节理裂隙统计, 其中下水库进/出水口区域优势结构面主要包括以下 3 组:

北西向组: 300°~320°/SWZ60°~85°, 面平粗糙, 充填钙质、石英脉, 延伸长, 频率 4 条/m~6 条/m。

北东向组: 35°~55°/SEZ60°~80°、NWZ35°~65°, 面平粗糙, 充填钙质、石英脉, 延伸较长, 频率 3 条/m~5 条/m。

北北东向组： $10^{\circ}\sim 20^{\circ}/NWZ60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，面平粗糙，充填钙质、石英脉，延伸较频率 2 条/m~4 条/m。

(4) 水文地质条件情况

下水库主要由近南北向和近东西向冲沟组成，两岸冲沟发育，沟水均汇入下水库石梯河，在下水库坝址下游处汇入宾亨河。下水库库周分水岭高程+240m~+390m，除近南北向冲沟流出库外，没有其他通向库外的冲沟，南部分水岭相对单薄，高程+235m~+275m。库区地形显凌乱，集雨面积约 6.02km^2 ，坝址处沟地表多年平均流量 $0.189\text{m}^3/\text{s}$ 。地下水以渗流形式向库内冲沟汇集，流量随降雨情况变化，丰水期流量增大，枯水期流量减小。

下水库库周除右岸单薄分水岭之外，其余部位地形雄厚。下水库正常蓄水位高程 202.00m，右岸单薄分水岭地下水位相对较低，孔口高程 238.02m 的 ZKXF01 钻孔内枯水期最低地下水位为 197.97m。

2.设计情况

根据《广东肇庆浪江抽水蓄能电站下水库土建工程下水库进/出水口开挖及支护专项施工方案》事发段边坡开挖支护总体施工流程为：原始地形测量→临时施工道路修筑→土方开挖→土石方分界确认→爆破孔钻孔→爆破、出渣→石方转运大坝填筑→设计边坡削坡施工→锚杆钻孔、注浆→挂网、喷混→混凝土施工→循环流水作业。

根据施工蓝图，进/出水口顶面高程为 EL173.000m，坡底高程由 EL153.000m 沿进/出水口轴线起坡至 EL169.000m，最大高度为 19m。进/出水口开挖区为 EL190~EL173、EL173~EL154 二级边坡开挖，每级高 9.5m，事故边坡位于土建工程下水库进/出水口位置 0—091.34~0—118.70 段右侧边坡，属于箱型扩散段、防涡梁段、拦污栅段。事发段边坡岩体总体属于Ⅲ类围岩^[10]，围岩整体条件较好，该段设计施工内容如下：

下水库进/出水口桩号尾主 0-054.200~尾主 0-114.200 为矩形扩散段及拦污栅段，边坡采用直立边坡开挖，边坡顶部高程 +173.0m，底部高程 +154.0m，高度 19m。该处边坡支护参数为挂钢筋网 $\phi 8@200 \times 200$ ；喷 C25 混凝土厚 150mm；采用系统锚杆 $\phi 25$ ，长度 $L=6.0\text{m}$ ，入岩 5.0m，间排距 1.5m，梅花型布置。

针对下水库进/出水口临时边坡分层开挖过程，设计和施工单位均对边坡分别进行典型剖面计算^[11]，计算结果都显示：临时边坡施工阶段在不同工况下边坡稳定性安全系数均能满足规范要求，且边坡稳定安全系数均有较大的裕度。

经专家查证，涉事下水库进/出水口前池边坡施工阶段计算书选取计算依据、参数选取、工况组合、计算方法及结论，整体

[10] 《水利水电工程地质勘察规范》（2022 年版）》（GB 50487-2008）附录 N 围岩工程地质分类：围岩类型：Ⅲ类围岩；稳定性评价：局部稳定性差。围岩强度不足，局部会产生塑性变形，不支护可能产生塌方或变形破坏。完整的较软岩，可能暂时稳定；支护类型：喷混凝土、系统锚杆加钢筋网。采用 TBM 掘进时，需及时支护。跨度 >20m 时，宜采用锚索或刚性支护。

[11] 《肇庆抽水蓄能电站下水库进/出水口前池边坡稳定性分析补充计算》(施工详图阶段)
《下水库进出水口开挖稳定计算》

符合《水电工程边坡设计规范》（NB/T10512-2021）及相关技术文件编制要求。

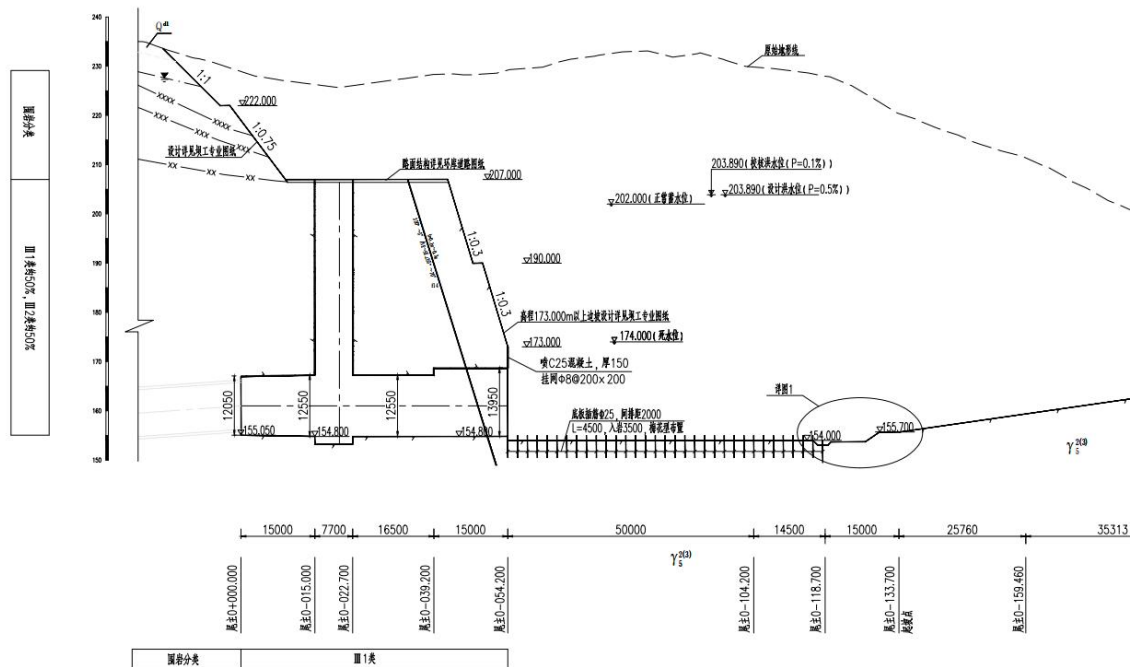


图 7 下水库进/出水口开挖支护纵剖面图

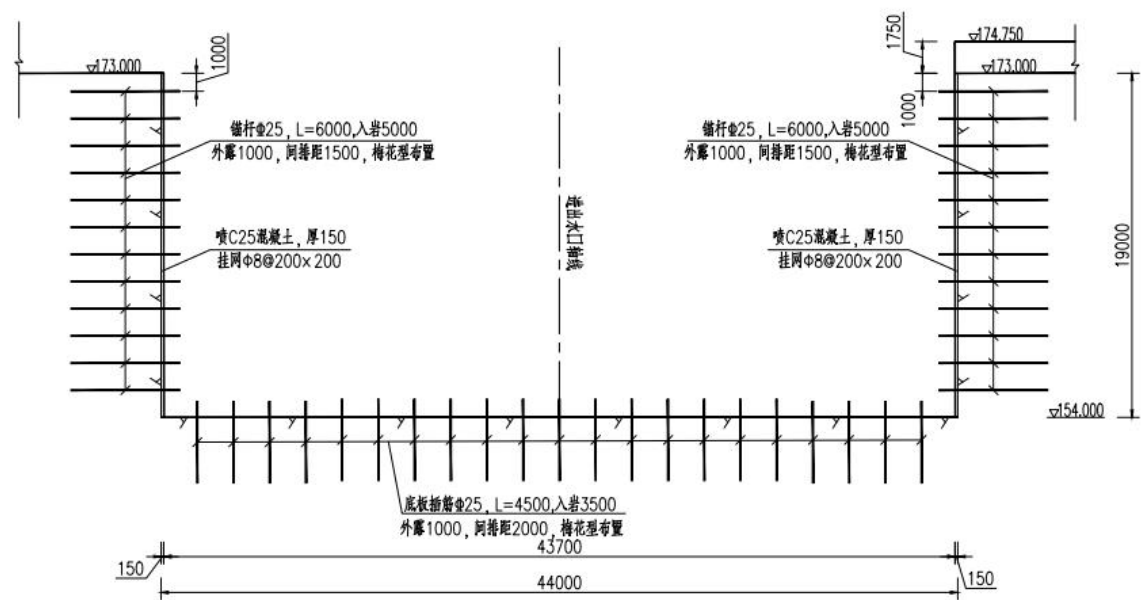


图 8 箱型扩散段支护设计图

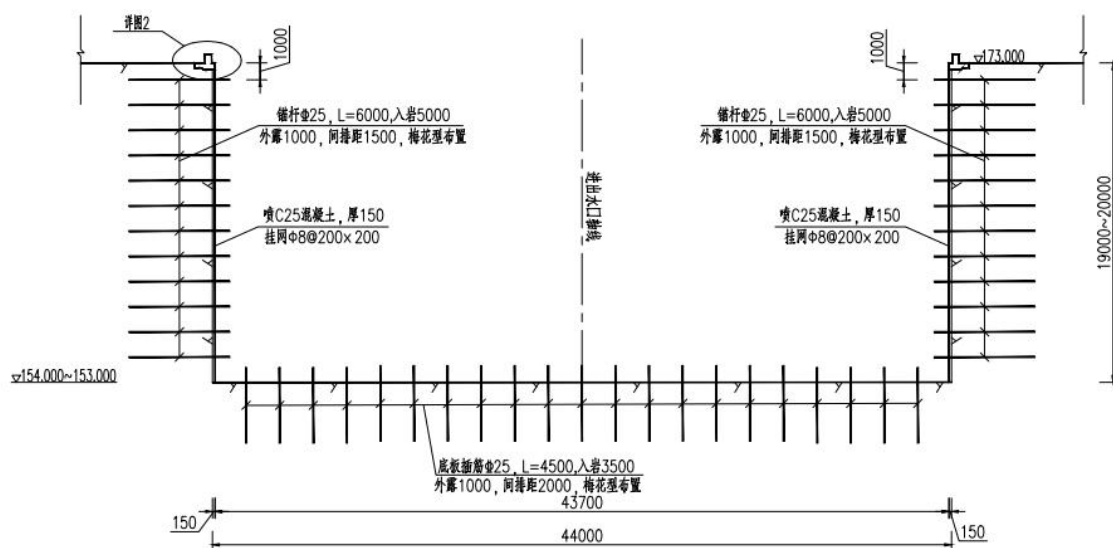


图 9 污栅段支护设计图

3.地质预报

涉事进/出水口边坡施工有按要求，采取地质巡视和地质素描的手段开展了 2 次地质预报，并出具地质预报单。在开挖过程中，现场地质专业人员及时进行了地质巡视及地质素描，12 月 2 日在地质编录过程中发现坡面高程约+161.0m、桩号尾主 0-100m 附近出露陡倾坡外的小光面，产状 $80^{\circ}/NWZ70^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ，并在附近出现零星掉块现象，项目进行了加强支护设计。

4.施工期安全监测情况

根据专家论证结论^[12]：肇庆浪江抽水蓄能电站下水库进/出水口前池边坡最大高度 19m，岩体为微风化至新鲜花岗岩。根据工期与工序安排，该边坡存续时间不超过 1 年，两侧混凝土结构

[12]按照《水电工程边坡设计规范》(NB/T 10512-2021)的相关规定，下水库进/出水口前池边坡属临时边坡，边坡类别和级别划分为 A 类III级是合适的。

施工完成后，侧向临空面被混凝土结构和回填石渣填充，后续不存在边坡稳定问题，在工程寿命期内对下水库进/出水口箱型扩散段、防涡梁段、拦污栅段等水工建筑物安全无影响，主要考虑该边坡在施工期的安全。另外，下水库进/出水口前池边坡属临时边坡，边坡类别和级别划分为 A 类Ⅲ级。

对于 A 类Ⅲ级边坡其地下水位监测为选测项，且该边坡岩体为微风化至新鲜花岗岩，岩性单一，允许渗透坡降高，开挖期间无明显渗水迹象，经论证^[13]可不设地下水位监测项目。边坡施工期间，根据设计要求，施工单位在下水库进/出水口及扩库开挖区边坡监测内容包括表面变形、深部变形、锚杆应力、锚索应力等，监测仪器自 2024 年 11 月 8 日开始随边坡开挖支护进度及时安装，截至 2025 年 12 月，共设置了 2 个永久主监测断面，并根据实际需要补充设置了 2 个外观监测辅助断面及 15 个锚索测力监测点位，安装表面变形监测墩 10 个，深部位移监测点 16 个，锚杆应力监测点 23 个，锚索测力计 15 个，监测布置满足相关规范^[14]要求。监测数据每日采集，在工程安全监测平台中实时更新，每月形成月报。

[13] 根据《水电工程边坡设计规范》（NB / T 10512-2021）、《水电工程边坡安全监测技术规范》（DL/T 5796-2019）的相关要求，下水库进/出水口前池临时边坡现开展了巡视检查、表面变形监测等项目满足规范要求。地下水位监测为选测项，该边坡岩体为微风化至新鲜花岗岩，岩性单一，允许渗透坡降高，开挖期间无明显渗水迹象，可不设地下水位监测项目。

[14] 《水电工程边坡安全监测技术规范》（DL/T 5796-2019）第 4.3.2 条 I 级边坡主监测断面不应少于 2 个，II 级及以下边坡主监测断面布置不应少于 1 个，辅助监测断面根据需要设置。



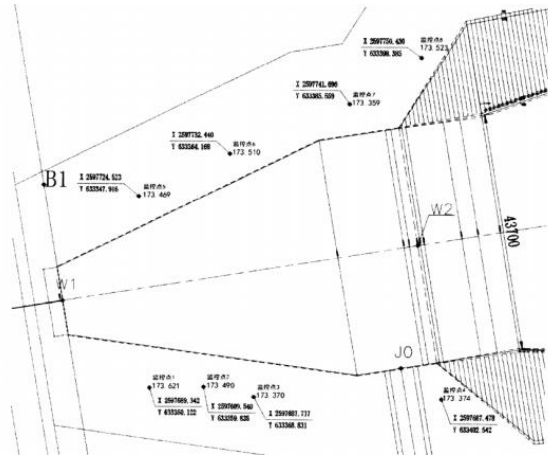
(a) 监测点 1



(b) 监测点 2、3



(c) 监测点 4



(d) 监测点总平面布置

图 10 监测点布置位置图

根据施工需要，施工单位于 2024 年 10 月 13 日在下水库进/出水口+173 平台两侧边坡边沿补充设置沉降及位移观测点，共布设 2 条观测线，每个观测断面布设 4 个观测点，并取得初始值（布置位置见图 10）。事故发生段当天监测数据显示，边坡顶部沉降和水平数据正常，没有超出预警阈值^[15]，相关变形监测数

[15] 《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013) 第 19.1.7 条 边坡工程施工过程中及监测期间遇到下列情况时应及时报警，并采取相应的应急措施: 1 有软弱外倾结构面的岩土边坡支护结构坡顶有水平位移迹象或支护结构受力裂缝有发展; 无外倾结构面的岩质边坡或支护结构构件的最大裂缝宽度达到国家现行相关标准的允许值; 土质边坡支护结构坡顶的最大水平位移已大于边坡开挖深度的 1/500 或 20mm，以及其水平位移速度已连续 3d 大于 2mm/d。

据无明显异常。截止事故发生前，下水库土建施工共计埋设监测仪器 52 支，观测 1346 次，形成观测月报 13 份，观测数据均无异常。

5.工程施工、监理情况

通过查阅施工日志、监理日志、影像资料及笔录，施工单位在事故发生段按设计方案实行平面分段流水作业，立体自上而下的施工方法；采取先土方后石方，先开挖后支护的原则，各流水区段工作面交替进行施工作业。

下水库进/出水口扩散段边坡高程+154.0m~+173.0m，分两级开挖支护，完成上层支护后，进行下层的开挖支护。右侧边坡开挖按照每层两个区域进行分段开挖分段支护，第一区域为（桩号为：0-054.20~0-82.490），第二区域为（桩号为：0-082.49~0-118.7）进行流水作业施工。第一层边坡高程为+173.00m~+163.50m，于 2025 年 11 月初开挖完成。具体施工节点如下：

下水库进出水口边坡（桩号为：0-082.490~0-118.700 高程 EL163.500~EL173.000），分别在 2025 年 10 月 22 日、2025 年 10 月 27 日、2025 年 10 月 29 日、2025 年 10 月 30 日和 2025 年 11 月 3 日进行+164m 以上石方爆破，期间共计进行 5 次预裂爆破作业。

2025 年 10 月 29 日基本完成右侧边坡（桩号为：0-082.49~0-118.7 高程 EL163.500~EL173.000）出渣施工，在清

出作业平台后同步进行右侧（桩号为：0-082.49~0-118.7 高程 EL163.500~EL173.000）钻孔及注浆施工。

2025 年 10 月 30 日至 2025 年 11 月 6 日完成右侧（桩号为：0-082.49~0-118.7 高程 EL163.500~EL173.000）边坡钻孔及注浆施工作业。

2025 年 11 月 7 日至 2025 年 11 月 11 日完成此段钢筋网铺设及喷射混凝土支护施工。

2025 年 11 月 16 日基本完成右侧边坡（桩号为：0-054.2~0-082.49 高程 EL163.500~EL173.000）出渣施工。在清出作业平台后同步进行右侧边坡钻孔及注浆施工。

2025 年 11 月 17 日至 2025 年 11 月 21 日完成右侧边坡（桩号为：0-54.2~0-082.49 高程 EL163.500~EL173.000）钻孔及注浆施工作业。

2025 年 11 月 22 日至 2025 年 11 月 25 日全部完成此段钢筋网铺设及喷射混凝土支护施工。

第二层边坡高程为+163.50m~+154.00m，于 2025 年 12 月初开挖。该段边坡各施工节点如下：

2025 年 11 月 17 日、2025 年 11 月 30 日下水库进出水口（桩号为：0-082.490~0-118.700 高程 EL154.000~EL163.500）完成 +154m 以上的石方爆破，截至事发前共计进行两次预裂爆破^[16]。

[16] 《水电水利工程边坡施工技术规范》（DL/T 5255-2010）第 3.0.10 条预裂爆破：沿开挖线按

2025 年 12 月 3 日基本完成右侧（桩号为：0-054.2~0-082.49 高程 EL154.000~EL163.500）出渣施工，在清出作业平台后同步进行右侧边坡钻孔及注浆施工。

2025 年 12 月 4 日至 2025 年 12 月 6 日正在进行右侧（桩号为：0-54.2~0-082.49 高程 EL154.000~EL163.500）钻孔及注浆施工及喷射混凝土支护施工。

2025 年 12 月 7 日当日事发段正准备进行（0-082.49~0-118.7 高程 EL154.000~EL163.500）的锚杆作业施工。

根据设计文件，临时边坡施工阶段各种施工工况边坡安全系数均符合相关规范要求。经专家论证和评估，该段边坡施工采用的爆破工法和支护方式满足 III 类围岩边坡开挖支护要求，符合规范^[17]关于岩石边坡开挖相关要求。

在完成第二层边坡开挖后，设计单位于 12 月 2 日在地质编录过程中发现坡面高程约+161.0m 桩号尾主 0-100m 附近出露陡倾坡外的小光面，产状 80°/NWZ70°~75°，并在附近出现零星掉

设计孔距钻孔，不耦合装药，在主爆孔起爆前分段或一次起爆，形成一定宽度的贯穿裂缝，以减弱爆破对边坡保留岩体的破坏影响，是形成平整边坡轮廓的起爆技术。

[17] 《水电水利工程边坡施工技术规范》（DL/T 5255-2010）第 5.4.2 条 岩石边坡开挖应遵循以下基本要求：

- 1 边坡开挖梯段高度应根据地质条件、马道设置、施工设备等因素确定，一般不宜大于 15m。
- 2 同一梯段的开挖宜同步下挖。若不能同步时，相邻区段的高差不宜大于一个梯段高度。
- 3 对不良地质条件和需保留的不稳定岩体部位，应采取控制爆破，及时支护。
- 4 设计边坡面的开挖应采用预裂爆破或光面爆破。预裂和光面爆破孔孔径不宜大于 110mm，梯段爆破孔孔径不宜大于 150mm。保护层开挖，其爆破孔孔径不宜大于 50mm。
- 5 分区段爆破时，宜在区段边界采用施工预裂爆破。
- 6 紧邻水平建基面、新浇筑大体积混凝土、浆区、预应力锚固区、锚喷(或喷浆)支护区等部位附近的爆破应按 DL/T5389 相关规定执行。

块现象。在发现隐蔽节理出露且边坡有零星掉块现象后，为保证边坡稳定，监理方于 12 月 3 日组织参建四方现场商定处置方案，并以备忘录形式确定先行加强支护方案：桩号尾主 0-092.200～尾主 0-110.000 范围，高程 164.0m 增加 6 根随机锚杆 $\phi 32$, $L=12.0\text{m}$ ，外露 1.0m；尾主 0-082.490～尾主 0-0-092.200 范围，高程 164.0m 至 159.250m 范围，将原设计系统锚杆 $\phi 25@1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$, $L=6.0\text{m}$ ，外露 1.0m 参数调整为系统锚杆 $\phi 28@1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$, $L=9.0\text{m}$ ，外露 1.0m；并在坡面上方设置变形观测点，加强坡面变形观测。12 月 7 日，设计单位出具《关于下水库进/出水口桩号尾主 0-082.49～尾主 0-110.000 右侧边坡先行支护参数设置的通知》

（(ZLS/C2)字水道 2025 年第 03 号）确定下水库进/出水口桩号尾主 0-082.49～尾主 0-110.000 右侧边坡加强支护方案。以上处置措施符合规范^[18]关于边坡浅表层加固的要求，处理流程符合规范^[19]相关要求。

经专家通过有限元软件计算，受岩体内部隐藏顺层非贯通节理影响，在采取原设计支护方案后，在自重工况下，事故区边坡在锚网支护下边坡安全系数为 1.10~1.18，安全系数满足规范^[20]

[18] 《水电工程边坡设计规范》（NB/T 10512-2021）第 7.5.2 条 边坡浅表层加固应根据岩土体力学特性、边坡结构、边坡变形与破坏机制，因地制宜选择加固措施，可采用锚杆、挂金属网、喷混凝土、贴坡混凝土、混凝土格构等措施。

[19] 《国家能源局关于印发水电工程勘察设计管理办法和水电工程设计变更管理办法的通知》（国能新能〔2011〕361 号，国能发新能〔2018〕45 号修订）第三十三条 工程设计变更分为一般设计变更和重大设计变更。一般设计变更由设计单位负责编制设计变更文件。重大设计变更由建设单位组织设计单位编制专题报告，报原审查单位审查。

[20] 《水电工程边坡设计规范》（NB/T 10512-2021）第 4.0.5 条水电工程边坡稳定分析应区分不

要求。

6. 爆破施工情况

事发区域爆破作业无邻近水库等重要工程设施，有按规定办理备案手续，有根据相关风险管控措施制定和落实《爆破设计方案》《广东肇庆浪江抽水蓄能电站下水库土建工程下水库进/出水口开挖及支护专项施工方案》。下水库区域爆破设计分为主爆区和边坡预裂爆破区设计，进/出水口区域石方开挖最深 19 米，采用露天深浅结合、临近永久边坡采用预裂爆破的技术方案。对挖深小于 5m 的地方，采用 $\phi 40\text{mm}$ 浅孔台阶爆破法进行施工；对于挖深 5-10m 的地方，采用 $\phi 90\text{mm}$ 和 $\phi 115\text{mm}$ 的深孔一次爆破到位的松动爆破法进行施工，对于大于 10m 的地方采用分台阶进行施工。起爆网路采用电子雷管起爆网路，选用 32mm、70mm 和 90mm 直径的乳化炸药，结合工程岩石性质、地质情况等，采用逐孔起爆技术。临近永久边坡开挖线 10m 左右时采用数码电子雷管毫秒微差预裂爆破开挖，控制最大炸药用量达到控制爆破振动速度，爆破减少周边孔炸药用量、减少对边坡围岩影响，保证坡面基岩的完整性和开挖面的平整度。根据施工日志记录，施工单位严格按照施工方案进行施工，下水库进/出水口全区域共开展 18 次爆破作业，其中主爆 9 次、预裂爆破 9 次。

同的荷载效应组合或运用状况，采用极限平衡法的下限解法进行抗滑稳定计算时，边坡抗滑稳定设计安全系数应符合表 4.0.5 的规定。经论证，影响 4 级、5 级水工建筑物安全的 A 类枢纽工程区 III 级边坡，在短暂状况条件下的抗滑稳定安全系数可取 1.10~1.05。

（1）涉事区域的爆破作业情况

下水库进/出水口右侧边坡分 2 层（第一层高程 EL163.500~EL173.000、第二层高程 EL154.000~EL163.500），每层分 2 个区域（第一区域桩号为 0-054.20~0-82.490，第二区域桩号为 0-082.49~0-118.7）以流水作业的形式进行分段开挖和分段支护。经查，上述区域总计预裂爆破 7 次。

第一层第一区域（桩号 0-082.490~0-118.700 高程 EL163.500~EL173.000），分别于 2025 年 10 月 22 日、27 日开展了 2 次预裂爆破，完成+164m 高程以上石方爆破。

第一层第二区域（桩号 0-054.2~0-082.49 高程 EL163.500~EL173.000），分别于 2025 年 10 月 29 日、30 日及 11 月 3 日开展了 3 次预裂爆破，完成+164m 高程以上石方爆破。

第二层第二区域（桩号 0-054.2~0-082.49 高程 EL154.000~EL163.500），于 2025 年 11 月 30 日开展了 1 次预裂爆破，完成+154m 高程以上石方爆破。

第二层第一区域（桩号 0-082.49~0-0118.7 高程 EL154.000~EL163.500），于 2025 年 11 月 30 日完成 1 次预裂爆破。

（2）涉事区域的主爆作业情况

下水库进/出水口分 4 个区域（第一区域桩号为 0-159.460~0-194.773，第二区域桩号为 0-118.700~0-159.460、第三区域桩号为 0-082.490~0-118.700、第四区域桩号为 0-054.20~0-082.490）

进行分段开挖，第一区域开挖（高程 EL170.000~EL160.000），第二区域、第三区域、第四区域分 2 层开挖（第一层高程 EL173.000~EL163.500、第二层高程 EL154.000~EL163.500）进行流水作业。进出水口开挖总计主爆 9 次。

第一区域（桩号 0-159.460~0-194.773 高程 EL170.000~EL160.000），分别于 2025 年 10 月 16 日开展了 1 次梯段爆破，完成 160m 高程以上石方爆破；

第一层第二区域（桩号 0-118.700~0-159.460 高程 EL173.000~EL163.500），分别于 2025 年 10 月 21 日开展了 1 次梯段爆破，完成 163.5m 高程以上石方爆破；

第一层第三区域（桩号 0-082.490~0-118.700 高程 EL173.000~EL163.500），分别于 2025 年 10 月 24 日及 10 月 26 日开展了 2 次梯段爆破，完成 163.5m 高程以上石方爆破；

第二层第二区域（桩号 0-118.700~0-159.460 高程 EL163.500~EL154.000），分别于 2025 年 11 月 17 日及 11 月 18 日开展了 2 次梯段爆破，完成 154.0m 高程以上石方爆破；

第二层第三区域（桩号 0-082.490~0-118.700 高程 EL163.500~EL154.000），分别于 2025 年 11 月 19 日开展了 1 次梯段爆破，完成 154.0m 高程以上石方爆破；

第二层第四区域（桩号 0-054.20~0-082.490 高程 EL163.500~EL154.000），分别于 2025 年 11 月 27 日及 11 月 30 日开展了

2 次梯段爆破，完成 154m 高程以上石方爆破。

以上爆破施工作业，施工单位已按规定办理了爆破备案等手续，并按照爆破相关法律法规及规范要求制定了《危险化学品管理制度》《爆破作业安全生产管理制度》。并按照制度要求制定了爆破部位的爆破设计方案，所有爆破参数按照方案实施，监理单位进行了全程旁站监理，爆破进行了全过程警戒，项目在安全技术交底和站班会过程中对爆破作业风险进行了识别和交底，爆破风险管控措施执行基本到位。

（3）离事发最近一次爆破作业情况

根据施工日志记录，离事故发生时间最近的一次爆破作业时间是 12 月 4 日 12 时 20 分，位置为下水库扩库开挖区 10-10 断面 EL219-EL206.4，离事故区域直线距离约 260 米。根据《爆破设计施工方案》爆破采用单孔单响方式，雷管用量为 195 发，炸药量为 9912kg，最大单响炸药量为 57kg，当天未进行爆破振动监测。专家组论证认为：爆破对建（构）物的影响主要由最大一段炸药量和爆破振动速度决定，根据下水库爆破振动衰减规律^[21]计算得到当天爆破振动速度最大在 0.217cm/s，即 10-10 断面 EL219-EL206.4 的爆破作业对事发段边坡的稳定性影响可忽略不计。

[21] 《广东肇庆浪江抽水蓄能电站工程下水库进出水口及扩库开挖期间尾水洞爆破振动监测成果简报》（中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司）

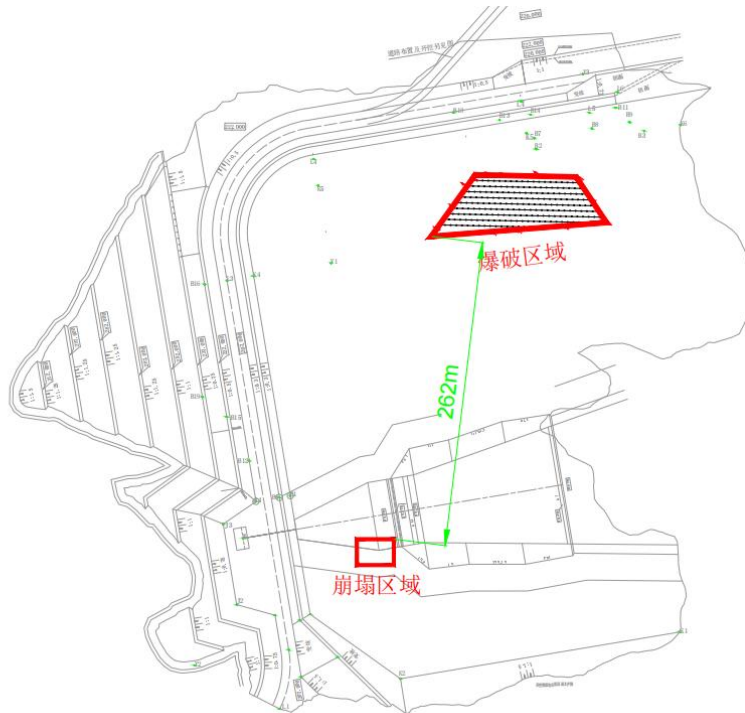


图 11 爆破区域示意图

综上，下水库进/出水口的爆破和支护作业符合《爆破安全规程》《安全管理制度汇编》《专项施工方案》的相关要求。另外，根据 2025 年 10 月、11 月历史监测数据，爆破振动速度最大在 0.3cm/s，符合规范^[22]要求。

6. 涉事区域工程质量验收情况

(1) 第一层边坡开挖质量验收情况

2025 年 11 月 5 日，参建四方共同对下水库进/出水口工段：尾主右 0-082.490～尾主右 0-118.700，EL173.000～EL163.500 的明挖施工完成情况进行验收。地质描述为：该段边坡由弱风化花

[22] 《爆破安全规程》第 13.2.2 条 地面建筑物、电站(厂)中心控制室设备、隧道与巷道、岩石高边坡和新浇大体积混凝土的爆破振动判据,采用保护对象所在地基础质点峰值振动速度和主振频率。安全允许标准见表 2 第 9 项 永久性岩石高边坡 安全允许质点振动速度 $v/(cm/s)$ 8~15。

岗岩组成，节理较发育，岩体完整性较好；验收意见为：满足设计要求，同意进入下道工序施工，并出具《边坡开挖单元竣工面联合检验签证表》。

（2）支护质量验收情况

2025 年 11 月 6 日、11 日和 17 日，劳务施工方和监理方对下水库进/出水口边坡支护桩号和高程为：尾主右 0-082.490～尾主右 0-118.700，EL173.000～EL164.000 的锚杆制作安装质量、喷射混凝土质量和喷射混凝土厚度情况进行质量验收。锚杆制作安装质量验收结论为：检查测点 184 个，合格测点 181 个，合格率 98.4%，并出具《锚杆制作安装质量检查记录表》；喷射混凝土质量结论为：检查测点 90 个，合格测点 88 个，合格率 97.8%，并出具《喷射混凝土质量检查记录表》；喷射混凝土厚度结论为：共检查 1 个断面 10 个测点，其中合格 10 个点，合格率 100%，实测厚度最大值 21.9cm，最小值 16.2cm，厚度平均值 17.95cm，检查结果符合规范及设计要求，并出具《喷射混凝土厚度检查记录表》。

2025 年 11 月 15 日，广东建工股份委托浙江电力建设土建工程质量检测中心有限公司广东肇庆浪江抽水蓄能电站土建工程中心试验室对下水库进/出水口边坡支护（尾主右 0-082.490～尾主右 0-118.700，EL173.000～EL164.000）的锚杆长度、饱满度进行检测。本次检测单元工程锚杆总数 150 根，抽检锚杆 15

根，抽检比例为 10%。检查结果：Ⅰ级锚杆 6 根，占比 40%，Ⅱ级锚杆 9 根，占比 60%，无Ⅲ级和Ⅳ级锚杆，抽检样本中 100% 达到Ⅱ级及Ⅱ级以上锚杆，且无Ⅳ级锚杆，该锚杆判断为合格。

7.事发时施工作业及人员状态情况

（1）施工作业情况

涉事边坡于 2025 年 12 月初开挖完成，高度约 19m（高程：+154m-+173m），边坡上部设有围挡，+164m-+173m 边坡支护已完成并通过质量验收。事发时黄某华施工班组正在按边坡加强支护施工计划对+154m~+165m 高程的边坡进行插锚杆作业，待监理员验收后进行注浆作业。

黄某华施工班组共 6 人，7 日 18 时在临时办公室集中并由测量员兼安全员苏某浩落实“站班会议”，进行安全和技术交底工作并对各工人的个人安全防护装备进行复检，填写《每日站班会及风险控制措施检查记录表》，约 19 时，黄某华施工班组分批到达下水库进/出水口施工区域，按照往常分工开展施工作业；20 时 20 分许，苏某浩（测量员兼安全员）与于某旭（技术员）及陈某忠（监理员）来到施工作业区域（+173 平台）。

7 日 18 时 30 分许，下水库施工区域晚班专职安全员张某到达黄某华班组的施工位置，发现未有工人在场，便到进/出水口左侧直线距离约 100 米远的“9-9、6-6”区域监管钻孔和开挖作业。约 21 时许，张某巡完上述区域后想验收黄某华班组的插锚

杆和注浆作业，在步行回进/出水口位置过程中发现黄某华班组区域发生坍塌事故。

（2）涉事人员状态情况

事发时+154m 平台没有作业人员，只有 1 台高臂钻机；+164m 高臂钻机作业平台上有 2 名工人正在进行插锚杆作业；+173m 平台共有 5 名人员，其中 2 名工人正在进行拌浆作业，于某旭刚检查完水泥浆及原材料质量，陈某忠及苏某浩正站在围挡旁，边坡坍塌时陈某忠、苏某浩及滑坡体上部围挡随滑坡体一同掉落（人员具体站位见图 13）。



图 12 滑坡上部围挡

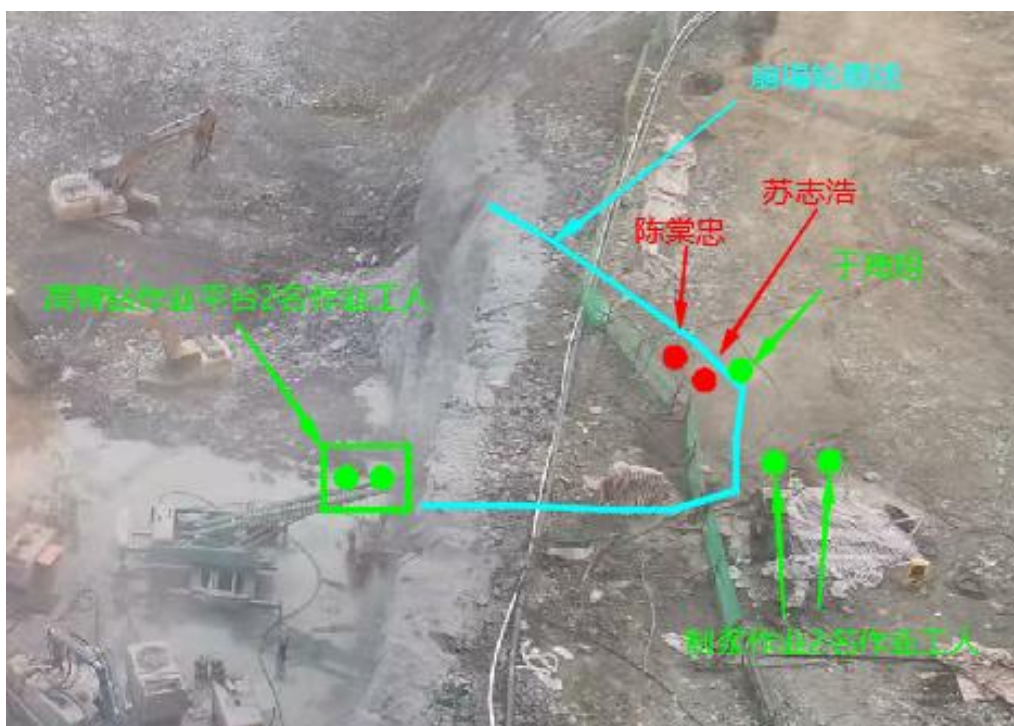


图 13 事发时人员站位图

二、事故基本情况

（一）事故发生经过

2025 年 12 月 7 日 20 时 53 分，位于五和镇广东肇庆浪江抽水蓄能电站项目下水库进/出水口施工现场（0-091.34~0-118.70 段右侧边坡）突发边坡坍塌，造成正在+173 平台上坍塌区域的 2 名工作人员坠落死亡。经过如下：

2025 年 12 月 7 日 18 时，鑫旺公司黄某华施工班组（6 人）经过每日站班会后准备上晚班。19 时许，黄某华施工班组分批到达下水库区域准备对进/出水口右侧+173 平台坡面开展插锚杆（12 米）和注浆施工作业。按照分工，工人宋某和颜某华在+173

平台操作搅拌机械开展拌浆作业，班组长黄某华和工人田某军在+154平台操作高臂钻机开展插锚杆作业，工人王某香和欧某山负责后勤保障（事发时2人因拿工具离开施工现场）。

19时39分，于某旭接到苏某浩电话通知，被告知20时30分有锚杆注浆作业，需要于某旭约监理员一起到场对施工作业进行旁站。

20时20分许，苏某浩开车搭载于某旭和陈某忠到下水库进/出水口右侧+173平台，车辆停在搅拌机械背后；3人下车后，于某旭检查水泥砂浆和原材料情况，苏某浩和陈某忠走到平台围栏旁提醒站在高臂钻机作业平台上的工人（黄某华和田某军）做好个人安全防护措施。

20时53分，于某旭检查完后走向苏某浩和陈某忠方向，突然+173平台边坡发生局部坍塌，于某旭看到苏某浩和陈某忠先后随滑塌体一同坠落，现场漫起大量灰尘，立即转身跑离坍塌区域，随后电话向项目部常务副经理刘某涛汇报坍塌情况；宋某和颜某华离坍塌区域约10米未受波及，后续二人自行撤离现场；+154平台的高臂钻机机体受塌方岩块撞击晃动剧烈，离地面约10米高的工作平台上黄某华和田某军因紧握平台围栏未受伤害，黄某华随即打电话给鑫旺公司负责人之一苏某（苏某浩父亲）告知其施工的边坡发生坍塌。

21时许，附近工段的工人、项目部管理人员和鑫旺公司相

关人员先后到达事故现场并开展救援。

21 时 15 分，苏某浩被苏某等人救出并立即送往广宁人民医院抢救。

21 时 30 分，陈某忠被杨某旭等人救出并立即送往广宁人民医院抢救。

（二）事故应急处置情况

1.事故应急处置总体情况

事故发生后，县委、县政府高度重视，县主要领导要求相关单位妥善做好家属的安抚工作，查清事故原因，举一反三，加强对全县施工项目的监管，确保施工安全，切实防范安全生产事故的发生。当晚迅速成立了由常务副县长为组长的“12·7”一般坍塌事故调处工作组，落实相关工作。

12 月 7 日 20 时 53 分，涉事项目部立即启动应急预案，组织相关人员赶赴事故现场开展救援工作，21 时 15 分、30 分，2 名受伤人员分别被救出，随后立即送往县人民医院抢救。

22 时许，2 名伤员送达医院后，医护人员开通绿色通道，立即开展抢救治疗；22 时 20 分许，县公安局南街派出所民警在处置其他警情的过程中发现特情后，能主动了解情况及时上报；22 时 57 分，县公安局 110 指挥中心将情况通报县应急局值班室，联同开展应急处置工作。23 时 17 分和 20 分，陈某忠和苏某浩经救治无效先后宣布死亡。

事故调处工作组分组处置，一组由县公安局牵头赶赴县人民医院开展死亡原因调查和取证工作；一组由县应急局牵头赶赴事故现场开展现场应急处置，下达停工通知、撤出事故区域人员和设备，落实事故现场围闭保护工作，严防次生事故发生；一组由五和镇政府牵头组织善后工作；经调查核实，2名死者为胸腹部脏器破裂死亡，符合坍塌致挤压胸部致死特征，结合现场勘查和询问笔录情况，排除刑事案件可能。

2.事故善后处置情况

12月8日、10日，事故相关单位与死者家属签订了《人民调解协议书》和《工伤赔偿协议》，死者双方家属先后到医院取得《死亡证明》并到殡仪馆处理遗体火化事宜。

3.事故应急处置评估结论

（1）相关职能部门反应迅速

接到人员伤亡报告后，广宁县120急救指挥中心处置规范；广宁县南街派出所民警发现异常情况后，能主动了解情况，及时向上级汇报；五和镇政府、县公安局、县应急局等单位在接到事故通知后，能马上派出工作人员及时到场组织开展基本调查及应急处置工作。各职能部门有效开展各项应急处置工作，应急救援响应迅速、有效。

（2）现场处置措施较恰当

事故发生后，事故应急救援处置总体有序、有效，救援过程

快速，未发生次生灾害，未发生衍生事故。相关部门能及时赶到事故现场，按照正常的工作程序，立即撤离事故区域的人员及设备，做好现场封控措施，下达停工通知，没有因处置不力而造成不良社会影响。

（3）项目部未按要求上报事故情况

涉事项目部自事故发生至相关人员在广宁人民医院被民警问询，期间未按规定^[23]及时向相关政府部门上报事故的情况，属于迟报。

4.人员伤亡和直接经济损失情况

（1）人员伤亡情况

事故造成 2 人死亡：死者陈某忠（460*****2115），男，汉族，20**年**月出生，海南定安人；死者苏某浩（430*****7317），男，汉族，19**年**月出生，湖南岳麓人。

（2）直接经济损失情况

经事故发生企业统计，调查组核定确认，事故造成 2 人死亡，一台高臂钻机受损，直接经济损失约为 400 万元。

[23] 《生产安全事故报告和调查处理条例》第九条 事故发生后，事故现场有关人员应当立即向本单位负责人报告；单位负责人接到报告后，应当于 1 小时内向事故发生地县级以上人民政府安全生产监督管理部门和负有安全生产监督管理职责的有关部门报告。

三、事故原因分析

（一）事故直接原因

事故调查组通过深入调查和专家论证，认定事故发生的直接原因是：浪江蓄能电站项目下水库进/出水口位置 0—091.34~0—118.70 段右侧边坡岩体中发育有顺层非贯通节理，边坡开挖后，在自重作用和孔隙水耦合作用下，岩体沿结构面发生无征兆的突发性坍塌，导致站在+173 平台坍塌区域内的人员（苏某浩、陈某忠）随滑坡体坠落受伤，后送医院抢救无效死亡。

（二）灾害成因分析

1. 边坡岩体内部隐藏节理发育

12 月 2 日，中南院在地质编录过程中发现坡面高程约 +161.0m 桩号尾主 0-100m 附近出露陡倾坡外的小光面，产状 $80^{\circ}/NW \angle 70^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ，并在附近出现零星掉块现象。根据地质勘察报告及事后笔录记录，该节理在勘探阶段和前期开挖面（第一层边坡）均未完全揭露，属于岩体内部的顺层非贯通节理，常规勘察的间距和手段不足以完全揭示其空间分布。

根据现场勘察及专家论证，推断本次事故形成机理如下：该隐蔽节理与岩体内另一组斜切坡面的节理（J2 号节理或其变体）组合，在岩体内部共同切割出一个被隔离的不稳定楔形或板状岩体。当边坡开挖形成高达 19 米的直立临空面时，打破了岩体原始的应力平衡。垂直于坡面的约束力急剧释放，引发岩体向临空

方向回弹变形（卸荷回弹，导致其张开度增加，坡脚应力集中），这一过程直接导致倾向临空面的陡倾节理发生松弛、张开。在重力和卸荷回弹的持续作用下，原本被完整岩块（岩桥）分隔的非贯通节理尖端，产生高度的应力集中。应力驱动节理尖端发生稳定的次生扩展，或导致岩桥发生渐进性剪切破坏。最终，相邻的非贯通节理通过岩桥破坏实现“贯通”，形成一个连续的破裂面。

上述过程是一个累进、内部损伤积累的“静默”过程，表面征兆（如变形）极不明显。一旦节理完全贯通，抗滑力瞬间丧失，随即发生坍塌。其破坏模式是倾倒-滑移复合型坍塌：岩体先沿陡倾后缘节理拉裂、下坐，然后整体向临空方向发生剪切滑移并崩解。

2.水文地质的影响分析

经专家勘察，事发现场滑坡体前侧有一明显小股水流沿边坡壁流入+154m进/出水口基坑，与滑坡体没有直接联通，滑坡滑移面有局部潮湿痕迹，下水库进/出水口上侧边坡均能看到渗水痕迹，无地表水汇入+154m进/出水口基坑，基本可以排除地表水对边坡的影响。

根据 2021 年的进/出水口位置地质勘探孔资料显示，孔口位置在标高+191.55m，地下水位在+174.44m，随着后期施工，边坡上部表土剥离，岩体内部水位随之下降。进/出水口开挖至+154m 标高后，施工单位在底板位置设置集水坑，汇集周边的渗

水及雨水。另外，施工单位在下水库进/出水口区域布置 1 个水位长观孔，并对地下水位进行了动态观测，进/出水口区域位于下水库扩库开挖区，主要为岩质边坡，岩体透水性多属微透水～弱偏微透水，开挖过程中地下水无明显出露痕迹。

根据施工单位 12 月在进/出水口抽排水记录，抽排水量整体稳定在每天 70m^3 左右，水的来源主要来自隧洞地下水自然补给和渗流。现场工作平台进行抽排后，+154 平台基本无积水。专家组通过现场勘察并参考事发前影视记录，得出以下结论：进/出水口开挖后的边坡渗水较少，滑坡体的水痕迹是来自基岩内部裂隙的渗水。

3. 涉事边坡内部孔隙水作用

涉事边坡岩体内部发育有一组顺坡向（产状约 $\text{N}80^\circ \text{W/NE}$ $\angle 70\sim 75^\circ$ ）倾向临空面的陡倾隐蔽性节理，该节理在+164-+173 高程坡面未出露，勘察与前期开挖均未发现，具有高度不可预见性。在边坡开挖形成临空面后，岩体卸荷回弹，导致该组节理松弛张开，原先封闭或微张的节理，发展成导水通道和储水空间。根据事后现场勘察，坍塌边坡滑坡面有明显渗水点的存在，证实了孔隙水沿此组结构面向临空面排泄的动态过程。赋存于张开节理中的孔隙水对节理两壁施加垂直于壁面的静水压力，此压力一方面直接助推上盘岩体向临空方向位移，与卸荷回弹方向一致，形成“水力楔入”效应，加速了节理的张开和延伸。使其从稳定

状态进入临界平衡状态。

经专家技术组技术分析，进/出水口右岸+173m 平台在自然工况下边坡采取支护措施后整体的安全系数为 1.10~1.18，边坡整体处于稳定状态。考虑地下水作用影响边坡的安全系数为 1.0~1.05，边坡整体安全系数下降 11%，边坡整体处于临界安全状态^[24]，说明基岩内部孔隙水是影响边坡失稳破坏的关键因素之一。



图 14 渗水点图

（三）排除的其他因素

1.降雨影响因素

[24] 《水电工程边坡设计规范》（NB /T 10512-2021）第 4.0.5 条水电工程边坡稳定分析应区分不同的荷载效应组合或运用状况，采用极限平衡法的下限解法进行抗滑稳定计算时，边坡抗滑稳定设计安全系数应符合表 4.0.5 的规定。经论证，影响 4 级、5 级水工建筑物安全的 A 类枢纽工程区Ⅲ级边坡，在短暂状况条件下的抗滑稳定安全系数可取 1.10~1.05。

根据广东省广宁县气象局统计数据，2025 年 11 月 8 日至 12 月 7 日期间，累计有 4 天小雨，1 天中雨（11 月 8 日）累计降雨 31.6mm，无强降雨过程，且事故发生前 5 天内都未有降雨过程，室外温度 12℃~25℃，微风，满足作业环境的基本要求。因此，可以排除天气因素引发事故的可能。

2. 爆破、支护作业施工影响因素

施工扰动（如爆破振动、机械碾压、开挖方式不当）直接触发或加剧的边坡失稳，边坡变形响应通常具有一定的“同步性”或“短期滞后性”，即施工扰动导致的失稳，通常伴随一个从变形启动、发展到加速的清晰过程，监测数据必然会记录到相应的位移累积或速率变化。

根据施工日志记录：进/水出口位置最后一次爆破^[25]在 2025 年 11 月 30 日进行，当天爆破总炸药量 4872kg，单孔炸药量 7.2kg~28.8kg。爆破作业后至 12 月 3 日，现场主要进行出渣和边坡岩面清撬作业。12 月 4 日，完成涉事区域边坡混凝土素喷；12 月 5 日至 12 月 7 日，主要进行边坡分段锚杆支护工作；截至事发时，事发段边坡已完成全部锚杆钻孔作业。

经查临时监测成果数据，施工单位自 2025 年 11 月 3 日至

[25] 2023 年 5 月 19 日，广东水电二局股份有限公司广东肇庆浪江抽水蓄能电站下水库土建工程施工项目经理部（甲方）与江门市安恒爆破工程有限公司（乙方）签订《广东肇庆浪江抽水蓄能电站下水库土建工程施工项目爆破服务专业分包合同》，合同编号：ZQXN-ZY-2023-01，合同金额为 3533.095 万元，分包工程承包范围：各施工部位的石方开挖的爆破服务工作，包括但不限于火工材料的采购、运输、现场临时保管、爆破技术服务、回收、火工材料信息录入备案，负责公安机关协调，配合承包人协调其他主管单位相关检查等工作。

12月7日对下水库进/出水口右侧边坡沉降及位移观测点定期观测和巡查,期间监测数据未发生异常变化,边坡未发现变形迹象。事发当天,事发区域 4#测点(最近测点)测得沉降量为 2mm,累计变化量为 3mm,水平位移 Δx -2mm, Δy -1mm,监测数据未达到预警要求。

根据边坡沉降及位移观测记录,截至事发当天未见有监测数据异常或达到规定预警值,且事发当天周边未进行爆破作业,经专家组判断,涉事边坡坍塌是在监测数据正常的状态下突发,与爆破或支护施工扰动等的直接触发特征不符。另外,根据有限元分析计算结果:进/出水口右岸+173m 平台在正常工况条件下初始边坡的安全系数整体为 1.10~1.18,在爆破工况条件下边坡的安全系数整体为 1.10~1.15,施工过程边坡安全系数均符合规范^[26]要求,边坡处于稳定状态,故排除爆破和支护等施工作业导致事故的可能。

3.地震影响因素

本工点抗震设防烈度为 7 度,设计基本地震加速度值为 0.10g,基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s,根据中国地震台网查询历史记录,2025 年 11 月 8 日至 12 月 7 日期间,广宁县未观测到 ML1.0 级以上地震。因此,可以排除地震因素引发事故

[26] 《水电工程边坡设计规范》(NB/T 10512-2021)第 4.0.5 条水电工程边坡稳定分析应区分不同的荷载效应组合或运用状况,采用极限平衡法的下限解法进行抗滑稳定计算时,边坡抗滑稳定设计安全系数应符合表 4.0.5 的规定。经论证,影响 4 级、5 级水工建筑物安全的 A 类枢纽工程区 III 级边坡,在短暂状况条件下的抗滑稳定安全系数可取 1.10~1.05。

的可能。



图 15 地震查询截图

综上，经事故调查组调查和专家组论证，浪江抽蓄项目下水库施工工程前期选址、勘察、设计、施工作业及相关管理措施都符合相关规范要求，本起事故是一起因岩体隐蔽节理与孔隙水耦合共同作用造成临时边坡局部坍塌，导致 2 名作业人员伤亡的生产安全非责任事故。

四、存在的其他问题和处理建议

广东省建筑工程集团股份有限公司存在未按规定^[27]及时向相关政府部门上报事故的情况。建议由广宁县应急管理局根据《生产安全事故报告和调查处理条例》的有关规定^[28]对刘某涛^[29]

[27] 《生产安全事故报告和调查处理条例》第九条 事故发生后，事故现场有关人员应当立即向本单位负责人报告；单位负责人接到报告后，应当于 1 小时内向事故发生地县级以上人民政府安全生产监督管理部门和负有安全生产监督管理职责的有关部门报告。

[28] 《生产安全事故报告和调查处理条例》第三十五条 事故发生单位主要负责人有下列行为之一的，处上一年年收入 40%至 80%的罚款；(二)迟报或者漏报事故的。

（男，身份证号：652*****0510）迟报事故的违法行为，依法实施行政处罚。

五、事故主要教训

本次事故暴露出涉事水利工程建设中存在部分短板，一是施工单位对复杂地质条件下施工致灾可能预判不足，未能充分考虑非常规性地质因素风险的存在；二是施工过程中对高边坡的监测预警较为单一，未能实现对地质变形、应力变化等核心数据的实时捕捉与动态分析；三是涉事相关方管理人员对事故的预防、应急救援处置和特种施工作业管理能力有待提高。

六、事故防范措施和建议

（一）吸取事故教训，浪江抽蓄项目下水库土建工程项目部要进一步统筹各相关单位做好各类地质不利因素导致施工风险的防控措施，特别是对隐蔽性强，容易导致人员伤亡的地质因素，切实将防范措施贯穿至施工全过程。

（二）举一反三，广东建工股份公司要进一步加强施工过程的监测预警措施，配备更多更先进的监测预警设备，最大限度做到有效预防及时预警。

（三）适时开展各类事故的预防、应急救援处置和安全生产

[29] 《建筑施工企业主要负责人、项目负责人和专职安全生产管理人员安全生产管理规定实施意见》一、企业主要负责人的范围 企业主要负责人包括法定代表人、总经理（总裁）、分管安全生产的副总经理（副总裁）、分管生产经营的副总经理（副总裁）、技术负责人、安全总监等。广东省建筑工程集团股份有限公司《关于刘某涛同志任职的通知》粤建股份【2023】46号《肇蓄项目部关于项目经理周清外出期间暂由项目副经理刘*涛暂行履职的通知》

管理能力的专项教育培训工作，肇蓄公司和浪江抽蓄项目下水库土建工程项目部要全面提高应对事故安全防范意识、应急救援处置能力和特种施工作业性质的认识，加强场内特种作业岗位人员管理，定期开展人员持证情况核查。

（四）广宁县五和镇人民政府和广宁县发展和改革局也要牢固树立安全生产红线意识，以“时时放心不下”的责任感，切实履行属地和行业监管职责，加强对国家安全生产方针政策，特别是县大型重点项目的安全监管方面的政策宣传及贯彻落实力度，确保为辖区安全生产工作构筑一道强有力的安全屏障。