

水电站建设工程安全管理体系建设

宋新华

山南三川电站管理有限公司杭州分公司，浙江省杭州市，310012；

摘要：全球能源结构深度调整背景下，水电站作为清洁能源核心载体，其建设规模与战略价值持续提升。但水电站建设涵盖坝体浇筑、洞室开挖等多类作业，面临地质条件复杂、施工周期漫长、多专业交叉协同等固有特性，安全风险防控难度突出。本文以水电站建设工程为研究对象，界定安全管理核心概念，依托风险管理、系统管理等理论支撑，从组织、制度、风险管控等六个维度构建安全管理体系。通过明确各体系核心要素与运行逻辑，为水电站建设工程提供全流程安全保障方案，旨在降低安全事故发生率，推动工程建设安全与效率的协同提升，为同类大型工程安全管理提供实践参考。

关键词：水电站；建设工程；安全管理体系

DOI：10.64216/3080-1508.26.02.078

1 绪论

金沙江畔的巨型水电站施工现场，塔吊长臂在云雾中摆动，混凝土罐车沿着临时栈道有序穿行。这样的场景在我国西南地区日益常见，作为水电资源富集区域，这里正成为全球清洁能源建设的核心阵地。水电站建设不仅是缓解能源供需矛盾的关键举措，更是实现“双碳”目标的重要支撑，其每一步推进都与国家能源安全紧密相连。但与常规建筑工程不同，水电站建设往往选址于偏远河谷地带，施工区域地质构造复杂，断层、滑坡等地质风险潜藏；部分作业需在水下或高边坡进行，空间限制大且环境恶劣；加之工程涉及土建、机电、水利等多个专业，近千名施工人员同步作业的情况屡见不鲜，安全管理难度呈几何级数增长^[1]。本文立足水电站建设实际，构建全方位、多层次的安全管理体系，既填补现有研究在体系化构建方面的空白，又为工程实践提供可操作的实施路径。

2 水电站建设工程安全管理相关理论基础

2.1 核心概念界定

水电站建设工程是指通过修建坝体、厂房、引水系统等建筑物，将水流势能转化为电能的系统性工程，根据布置形式可分为坝式、引水式、混合式三类。其建设流程涵盖规划选址、地质勘察、设计施工、设备安装、竣工验收等阶段，全周期通常长达 5 至 10 年，部分巨型项目工期可超过 15 年。与其他工程相比，其突出特点体现在三个方面：一是工程规模大，单个项目投资往往超过百亿元，涉及土石方开挖量可达数千万立方米；二是环境依赖性强，施工进度受降水、气温等自然条件影响显著；三是技术复杂度高，大型发电机组安装精度

要求达毫米级，对施工工艺提出严苛标准。

安全管理体系是指为实现安全目标而构建的有机整体，包含组织架构、制度规范、技术手段、人员配置等多个要素，通过各要素的协同运行实现风险防控与事故预防。在水电站建设场景中，这一体系并非孤立存在，而是贯穿工程全生命周期，与质量管理、进度管理、成本管理相互交织。其核心目标包括两个层面：直接目标是保障施工人员生命安全与设备财产安全，减少安全事故造成的人员伤亡和经济损失；间接目标是通过安全保障确保工程顺利推进，避免因事故导致的工期延误和信誉损害。

2.2 相关理论支撑

风险管理理论为安全管理提供了科学的流程框架，其核心逻辑包括风险识别、风险评估、风险控制、风险监控四个环节。在水电站建设中，该理论的应用体现在：通过地质勘察、现场调研等方式识别潜在风险点，建立风险清单；采用定性与定量结合的方法评估风险等级，确定管控优先级；针对不同等级风险制定工程技术、管理措施等防控方案；利用监测设备实时跟踪风险变化，及时调整管控策略。

系统管理理论强调从整体视角看待管理问题，认为任何组织都是由相互关联的要素构成的有机系统，需通过要素协同实现整体目标。将该理论应用于水电站安全管理，要求打破部门壁垒，实现建设单位、施工单位、监理单位、设计单位的协同联动。

人本管理理论突出人的核心地位，认为人的安全意识与操作行为直接影响安全管理成效。水电站建设中，施工人员是一线作业主体，其安全素养直接关系到工程

安全。该理论要求通过安全教育培训提升人员安全意识，通过合理的激励机制规范人员操作行为，通过完善的劳动保护措施保障人员安全权益。

3 水电站建设工程安全管理体系构建

3.1 组织保障体系

组织保障体系是安全管理的核心骨架，为安全管理提供机构与人员支撑。某巨型水电站建设项目构建了“三级安全管理架构”，形成了完整的管理链条：第一级为项目安全领导小组，由建设单位负责人担任组长，施工、监理、设计单位负责人为成员，主要职责是制定安全管理总体目标，审批安全管理制度，协调解决重大安全问题；第二级为专职安全管理部，配备15名持有注册安全工程师证书的专业人员，负责日常安全检查、风险评估、培训组织等工作；第三级为班组安全员，每个施工班组设置1名专职安全员，实时监控现场作业安全，及时制止违章操作。这种架构实现了安全管理的全覆盖，确保各项措施能够落地执行。

人员配置需满足专业适配性要求，不同岗位的安全管理人员应具备相应专业能力^[2]。安全管理部负责人需具备5年以上大型工程安全管理经验，熟悉水利工程相关法律法规；地质安全专员需具备地质工程专业背景，能够精准识别地质风险；设备安全专员则需掌握机械、电气等专业知识，具备设备故障诊断能力。为提升人员专业素养，项目定期组织“安全技能提升班”，邀请行业专家讲解地质风险识别、设备安全检测等专业知识，同时安排人员到先进项目观摩学习，借鉴成熟管理经验。

3.2 制度保障体系

安全生产责任制是制度保障体系的核心，通过明确各方责任实现“人人有责”。制定《安全责任清单》，明确建设单位对安全管理负总责，承担安全投入保障、监管协调等责任；施工单位承担主体责任，负责现场安全管理、风险防控等具体工作；监理单位承担监督责任，对施工过程进行全程监督，发现问题及时督促整改；设计单位承担技术责任，确保设计方案符合安全标准，提供技术支持。

基础管理制度涵盖安全培训、设备管理等多个方面，为日常安全管理提供规范依据。安全培训制度要求施工人员必须参加岗前培训，培训内容包括安全操作规程、风险识别方法、应急处置流程等，经考核合格后方可上岗；岗中每半年进行一次复训，结合近期安全案例更新培训内容^[3]。设备管理制度明确了设备采购、安装、维

护、报废的全流程要求，采购设备需符合国家安全标准，安装后需进行调试验收，日常维护实行“专人负责制”，定期进行设备性能检测，对老化设备及时办理报废手续，避免因设备问题引发安全事故。

考核与奖惩制度通过激励与约束提升安全管理执行力。某水电站将安全绩效纳入各单位考核指标，占比达30%，若发生重大安全事故，实行“一票否决”，取消年度评优资格。对个人考核实行“安全绩效工资”制度，将安全表现与工资直接挂钩，规范操作、发现隐患的人员可获得额外奖励；违章操作、造成安全问题的人员则扣除绩效工资，情节严重的予以辞退。

3.3 风险管控体系

风险识别模块需构建多维度风险清单，全面覆盖水电站建设各环节。可建立“四维风险识别体系”：地质维度涵盖断层、滑坡、泥石流等风险，通过地质勘察、无人机航拍等方式排查；设备维度包括塔吊、挖掘机、发电机组等设备的故障风险，通过设备运行记录、日常检查等手段识别；人为维度聚焦违章操作、安全意识薄弱等问题，通过现场巡查、视频监控等方式发现；环境维度关注暴雨、高温、寒潮等极端天气风险，结合气象部门预警信息梳理。

风险控制模块针对不同等级风险制定差异化措施。重大风险采用工程技术措施为主、管理措施为辅的方式，如针对高边坡滑坡风险，采用“锚杆支护+混凝土喷护”的工程技术进行加固，同时设置24小时监测点，安排专人值守。较大风险以管理措施为核心，如针对塔吊设备故障风险，制定严格的设备维护计划，每周进行一次全面检查，每月开展一次性能检测。一般风险通过个体防护措施与岗位培训解决，如针对高空作业人员，要求佩戴安全带、安全绳等防护用品，定期开展高空作业安全培训。

3.4 人员安全管理体系

通过多样化活动营造安全氛围。在施工现场设置了“安全文化长廊”，张贴安全标语、事故案例、安全先进事迹等内容，让人员在进出工地时随时接受安全教育；每月组织“安全案例分享会”，邀请施工人员讲述身边的安全故事，分析事故原因，吸取教训；每季度开展“安全知识竞赛”，设置抢答、实操等环节，竞赛内容涵盖安全法规、操作规程等，竞赛优胜者给予表彰奖励。这些活动让安全理念深入人心，施工人员主动遵守安全制度的意识明显增强。

完善措施提升人员安全感。在劳动保护方面，项目

为施工人员配备符合标准的安全帽、安全带、防滑鞋等防护用品，定期检查防护用品完好情况，及时更换老化破损用品；针对高空、高温等特殊作业环境，采取专项保护措施，如高空作业搭设安全防护网，高温天气调整作业时间，避免中暑事故。在安全健康监测方面，建立“人员健康档案”，每年组织施工人员进行体检，重点关注从事粉尘、噪音作业人员的健康状况；设置医务室，配备常用药品和急救设备，为人员提供及时医疗服务^[4]。

3.5 设备与现场安全管理体系

设备全生命周期管理覆盖设备从采购到报废的全过程。在采购验收阶段，严格审核设备生产厂家资质，要求提供产品合格证书、安全性能检测报告等资料，设备到货后组织专业人员进行验收，检查设备外观、性能是否符合要求；安装调试阶段，由具备相应资质的单位负责安装，安装完成后进行空载、负载调试，确保设备运行正常；日常维护阶段，实行“一机一档”制度，记录设备运行时间、维护内容、故障情况等信息，按照维护计划定期进行润滑、紧固、清洁等工作；定期检测阶段，每年邀请第三方机构对设备进行全面检测，重点检测特种设备安全性能；报废更新阶段，对达到使用年限、性能无法满足要求的设备，严格按照报废流程办理，及时更换新设备，避免老旧设备“带病运行”。

现场作业安全管理通过严格制度规范作业行为。作业许可制度要求高危作业必须办理作业许可证，如洞室开挖、高空作业等，需经施工单位负责人、监理工程师审批，明确作业时间、安全措施后方可进行。现场安全巡查制度实行“日常巡查+专项巡查”模式，日常巡查由班组安全员负责，每天对作业区域进行检查；专项巡查由专职安全管理部组织，每周针对高风险作业开展专项检查^[5]。交叉作业协调管理要求不同班组在同一区域作业时，提前制定协同方案，明确各自安全职责，设置专人负责现场协调，避免因工序冲突引发安全事故。

3.6 应急管理体系

应急组织体系由应急指挥机构和救援队伍构成。应急指挥机构由建设单位负责人担任总指挥，统筹协调应急处置工作；下设现场救援组、医疗救护组、后勤保障组等专业小组，现场救援组负责现场人员搜救、隐患处置；医疗救护组负责伤员救治与转运；后勤保障组负责应急物资调配、交通疏导等工作。救援队伍采用“专业+兼职”模式，专业救援队伍由具备应急救援资质的人

员组成，兼职救援队伍由施工人员中的骨干力量构成，定期开展联合训练。

应急资源保障体系确保应急物资与设备充足可用。应急物资储备清单涵盖救援设备、防护用品、医疗药品等，如破拆工具、担架、急救药品、应急照明设备等；根据事故风险等级确定储备数量，重大风险区域适当增加储备量。储备地点选择交通便利、地势较高的区域，避免受洪水等自然灾害影响；实行“专人负责制”，定期检查物资有效期与完好情况，对过期、损坏物资及时补充更换。应急设备维护要求每月对救援设备进行调试，确保设备性能良好，如定期检查应急发电机的启动情况，保证突发停电时能够正常运行。

4 结论

水电站建设工程的安全管理是一项复杂的系统工程，受地质环境、人员操作、设备状态等多重因素影响，构建完善的安全管理体系是实现安全防控的核心举措。本文通过对水电站建设工程安全管理的研究，明确了安全管理体系的核心构成与运行逻辑。本文构建的安全管理体系为水电站建设工程提供了可操作的安全管理方案，但仍存在一定不足。在后续研究中，可结合不同类型水电站的建设特点，进一步优化体系内容，提升体系的适配性；同时，加强信息化技术的深度应用研究，探索数字孪生、人工智能等技术在安全管理中的实践路径，推动安全管理向智能化、精细化方向发展。

参考文献

- [1] 张甲栋. 水电站建设工程安全管理体系分析[J]. 水电站机电技术, 2021, 44(5): 106-108.
- [2] 周劲松. 水电站建设工程安全管理体系建设研究[J]. 中国公共安全, 2024(6): 73-75.
- [3] 谭毛, 吴石国. 水电站工程建设施工安全管理要点[J]. 中国航班, 2021(33): 133-135.
- [4] 李峰. 提升小型水电站工程建设安全管理水平[J]. 水上安全, 2023(16): 148-150.
- [5] 和江云. 水电站建设工程安全管理体系研究[J]. 城市周刊, 2025(48): 145-147.

作者简介：宋新华，（1985.8-），男，河南省南阳市人，汉族，高级工程师（建筑工程管理）中级职称（水利水电工程），硕士研究生，硕士，研究方向：水电工程管理。