

高原环境对水利水电工程安全管理的影响及对策研究

陈 丰

中国水利水电第十二工程局有限公司 浙江 杭州 310012

摘 要：高原环境具有低氧、强辐射、昼夜温差大、地质条件复杂以及生态环境脆弱等显著特点，给水利水电工程安全管理带来诸多挑战。从人员健康风险、设备运行稳定性、地质灾害威胁以及生态保护压力等方面剖析其对安全管理的影响。针对这些问题，提出完善风险评估体系、强化人员健康保障、优化设备管理、加强地质灾害防范以及落实生态保护措施等一系列对策，旨在为高原环境下水利水电工程的安全管理提供理论支持和实践指导，保障工程建设的顺利进行。

关键词：高原环境；水利水电工程；安全管理；影响；对策

1 高原环境特征分析

1.1 地理与气候特征

高原地区通常具有显著的地理与气候特征。地理上，高原以地势高耸、地形开阔平坦或略有起伏为主要特点，其海拔高度远高于周边地区，形成明显的地势落差。高原边缘常伴随陡峭的山脉或深切的峡谷，进一步突显其地势特征。气候方面，高原气候受海拔高度、地形条件及大气环流等多重因素影响，呈现出独特的冷、干、强辐射等特点^[1]。由于空气稀薄，太阳辐射强烈，导致昼夜温差大，气温年较差相对较小。高原地区降水分布不均，部分区域因地形抬升作用形成多雨带，而另一些区域则因远离水汽源地而降水稀少，高原气候还表现出明显的垂直地带性，随着海拔升高，气候类型发生显著变化。

1.2 地质与生态特征

高原的地质与生态特征同样显著。地质上，高原地区往往经历了长期的地壳运动和构造抬升，形成了复杂的地质构造和多样的地貌类型。生态上，高原生态系统脆弱且独特，生物多样性丰富但分布不均。由于气候寒冷、干旱且土壤贫瘠，高原植被以耐寒、耐旱的草甸、灌丛和荒漠为主，形成了独特的植被景观。同时，高原地区也是众多珍稀濒危物种的栖息地，如藏羚羊、雪豹等，这些物种对高原生态系统的稳定和平衡起着至关重要的作用。随着人类活动的加剧和气候变化的影响，高原生态系统正面临着前所未有的挑战和威胁。

2 高原环境对水利水电工程安全管理的直接影响

2.1 人员健康与安全

高原环境以其独特的地理和气候条件，对水利水电工程中的人员健康与安全构成了直接且严峻的挑战。高原地区空气稀薄，氧气含量显著低于平原地区，这使得

人体在短时间内难以适应，极易引发高原反应。施工人员可能会出现头痛欲裂、全身乏力、呼吸困难等不适症状，这些症状不仅会影响工作效率，严重时还可能危及生命安全，高原地区的气候变化无常，昼夜温差极大，白天可能阳光炽热，而夜晚却寒风凛冽。极端天气事件，如突如其来的暴风雪、冰雹等，更是增加了施工人员遭遇意外伤害的风险。

2.2 设备性能与可靠性

高原环境对水利水电工程设备的性能与可靠性产生了显著且多方面的影响。由于高原地区空气密度低、气压小，发动机的燃烧效率会大幅下降。在燃烧过程中，氧气供应不足会导致燃料燃烧不充分，从而使动力设备的功率降低，油耗却大幅增加。高原地区的低温环境对设备的运行也极为不利。低温会使设备的润滑油变稠，流动性变差，导致机械部件之间的摩擦增大，加速设备的磨损。低温还可能使设备的电池性能下降，影响设备的启动和正常运行。另外，高原地区强烈的紫外线辐射和风沙天气，对设备的电气系统、密封件等造成了严重的腐蚀和破坏。紫外线会加速设备外壳的老化，使密封件失去弹性，导致设备出现漏水、漏气等问题，降低设备的使用寿命。

2.3 施工工艺与质量控制

高原地区地形复杂多样，地质条件恶劣，这给施工带来了极大的难度和风险。在一些冻土区，土壤在冬季会冻结成坚硬的冰块，而在夏季又会融化变得松软，这种冻胀融沉现象会导致地基不稳定，给建筑物的施工带来很大的困难。如果在冻土区进行基础施工时没有采取有效的处理措施，建筑物可能会在后期出现不均匀沉降，导致墙体开裂、结构损坏等问题^[2]。在一些强风化岩层中，岩体结构松散，稳定性差，施工过程中很容易发

生岩体坍塌事故,威胁施工人员的生命安全。高原地区的气候条件对混凝土浇筑、养护等施工工艺也产生了不利影响。高原地区昼夜温差大,混凝土在浇筑后容易因温度变化过快而产生裂缝。而且,高原地区空气干燥,水分蒸发快,混凝土在养护过程中如果得不到充分的水分补充,其强度会受到影响,无法达到设计要求。

2.4 环境风险与生态保护

高原生态系统是一个脆弱且敏感的系统,一旦遭到破坏,很难在短时间内恢复。水利水电工程建设可能会对周边生态环境造成不可逆的破坏。这不仅会影响当地的生态环境,还可能对下游地区的生态环境造成连锁反应。施工活动产生的噪音、粉尘等污染物会干扰野生动物的栖息地,影响它们的正常生活和繁殖,导致生物多样性减少。高原地区地质灾害频发,如滑坡、泥石流等。水利水电工程建设可能会改变当地的地形地貌和地质结构,从而加剧这些地质灾害的风险。

3 高原环境下水利水电工程安全管理现状分析

在高原环境下,水利水电工程安全管理现状呈现出复杂且严峻的态势。一方面,高原地区独特的气候条件,如低氧、强辐射、昼夜温差大以及极端天气频发,给人员健康与安全带来极大挑战。施工人员因高原环境导致身体机能下降,高原反应频发,同时冻伤、中暑等健康问题也时有出现。此外,高原人员降效明显,在操作过程中失误率较高,尽管目前事故率较低海拔地区仍相对可控,但潜在风险不容忽视,这无疑增加了安全管理的难度和成本。另一方面,恶劣的自然环境对工程设备的性能与可靠性产生显著影响。在高原环境下,设备易出现故障,运行效率降低,这不仅导致施工进度受阻,还引发了新的安全隐患。例如,设备在低氧、低温条件下可能无法正常启动或运行,增加了设备损坏和安全事故的风险。另外,高原复杂的地质条件,如冻土、强风化岩层等,对施工工艺的选择提出了更高要求,使得施工难度加大,质量控制变得更为复杂。一旦施工不当,极易引发地质灾害,如滑坡、泥石流等,直接威胁工程安全。在环境风险与生态保护方面,水利水电工程建设对高原脆弱生态系统的潜在破坏不容忽视。高原生态系统本身就较为脆弱,工程建设可能对其造成不可逆的影响。然而,当前环境风险评估与生态保护措施的实施面临诸多困难,如评估方法不够完善、生态补偿机制不健全等,这使得安全管理责任更加重大。

4 高原环境水利水电工程安全管理对策

4.1 风险识别与评估体系

高原地区地质、气候、生态等环境复杂,给水利水

电工程建设带来诸多潜在风险。构建全面、科学的风险识别与评估体系是保障工程安全管理的首要任务。

在风险识别方面,需建立多维度、多层次机制,涵盖自然环境、技术、人员和管理等风险。为确保工作有序开展,要明确各部门职责分工,建立跨部门协作机制,保障信息共享与沟通顺畅。制定风险识别工作的时间节点和流程规范,如在项目筹备、施工前及施工过程中定期开展,并形成书面报告。同时,建立风险识别知识库,对以往项目积累的风险因素进行整理归档,为后续项目提供参考。风险识别采用定性与定量结合的方法,通过现场勘查、历史数据分析、专家咨询等全面梳理风险因素^[3]。风险评估环节,运用科学模型和方法量化分析风险,确定等级和损失程度。建立动态监测与预警机制,利用遥感监测、传感器网络等技术实时获取风险信息,及时预警。为保证工作质量,需制定风险评估报告审核制度,明确流程和标准;建立预警响应机制,依预警等级制定措施和责任人,规定处理时限和反馈要求,并将相关工作纳入绩效考核体系。此外,要定期更新完善风险识别与评估体系,建立评估与改进机制,组织内部评审和外部专家评估,设立专项资金确保体系科学有效。

4.2 人员健康与安全管理

人员是工程建设主体,保障其健康与安全是核心内容。在人员招聘选拔阶段,充分考虑高原环境特殊性,制定健康标准,明确体检项目和合格标准。建立适应性培训档案,记录培训情况和考核成绩,作为上岗依据,同时规定培训师资质和内容大纲。工程建设中,建立健全健康监测制度,制定实施细则,明确检查频率、项目和责任人。建立防护用品管理制度,确保质量和供应,对生活工作环境制定标准并定期检查评估。鉴于高原环境消耗大,制定辅助工具使用管理制度,根据施工环节配备合适工具,规范采购、维护、保养和操作培训,定期评估使用效果并优化调整。加强施工现场安全管理,制定安全操作规程修订完善机制,建立教育培训档案,明确安全警示标志设置要求并定期检查维护,对安全防护设施进行全过程管理。制定完善的应急预案,建立评估修订制度,制定演练计划和方案,总结评估效果并及时整改。同时,建立应急物资储备和管理制度,确保物资充足、完好和可用,以最大程度减少突发事件造成的人员伤亡和财产损失。

4.3 设备与材料管理优化

高原环境对水利水电工程设备与材料的性能和可靠性提出了更高的要求,因此优化设备与材料管理是保障

工程安全的重要环节。在设备选型方面,要充分考虑高原环境的特点,选择适应性强、性能稳定的设备。加强设备的采购管理,选择信誉良好、质量可靠的供应商,确保设备的质量符合工程建设要求。在设备运输和安装过程中,要采取必要的防护措施,避免设备受到损坏。对于大型设备,要制定详细的运输和安装方案,确保设备安全、准确地到达施工现场并顺利安装就位。材料管理方面,要严格把控材料的质量关,对进入施工现场的材料进行严格的检验和验收,确保材料的质量符合设计要求和相关标准。针对高原地区的气候特点,合理选择材料的储存方式,防止材料因受潮、受冻等原因而损坏。还应建立设备与材料的信息化管理系统,对设备与材料的采购、运输、储存、使用等环节进行全程跟踪和管理,实现设备与材料的动态调配和优化配置,提高设备与材料的使用效率和管理水平。

4.4 设备维护与保养计划

设备的正常运行是保障水利水电工程建设顺利进行的关键,而高原环境的恶劣条件会加速设备的磨损和老化,制定科学合理的设备维护与保养计划至关重要。根据设备的类型、使用频率、工作环境等因素,制定详细的维护与保养方案,明确维护与保养的内容、周期和标准。日常维护工作要做到定期、及时,包括设备的清洁、润滑、紧固等,确保设备的外观整洁、运转灵活。定期对设备进行全面的检查和保养,如更换机油、滤清器等易损件,检查设备的电气系统、液压系统等关键部位的工作状态,及时发现并排除设备存在的隐患。针对高原地区的气候特点,要加强对设备的防寒、防冻、防风沙等特殊维护措施。建立设备维护与保养档案,记录设备的维护与保养情况,包括维护时间、维护内容、更换的零部件等信息,为设备的维修和管理提供依据。加强对设备维护与保养人员的培训,提高其专业技能和责任意识,确保设备维护与保养工作的质量和效果。

4.5 生态保护与合规性管理

高原地区的生态环境脆弱敏感,水利水电工程建设必须高度重视生态保护工作,严格遵守相关法律法规和环保标准,实现工程建设与生态保护的协调发展。在工程建设前期,要开展全面的环境影响评价工作,对工程

建设可能对周边生态环境造成的影响进行科学评估,制定相应的生态保护措施和补偿方案^[4]。在施工过程中,要采取有效的生态保护措施,减少对周边生态环境的破坏。例如,合理规划施工场地,尽量减少对植被的破坏;设置沉淀池、过滤网等设施,防止施工废水、废渣等污染物直接排放到周边环境;加强对野生动物的保护,设置警示标志和防护设施,避免施工活动对野生动物造成干扰和伤害。建立生态监测体系,对工程建设过程中的生态环境变化进行实时监测,及时掌握生态环境的变化情况,根据监测结果调整生态保护措施。要积极参与当地环保部门、林业部门等沟通协调,接受其监督和指导,确保工程建设符合环保要求。加强合规性管理,建立健全内部环保管理制度,明确各部门和人员的环保职责,加强对工程建设全过程的环保监管。对违反环保规定的行为要严肃处理,追究相关人员的责任。通过加强生态保护与合规性管理,实现水利水电工程建设的社会效益、经济效益和环境效益的统一,为高原地区的可持续发展做出贡献。

结束语

高原环境下的水利水电工程安全管理是一项复杂且艰巨的任务,涉及人员、设备、地质、生态等多个关键要素。通过深入研究高原环境对安全管理的影响,并针对性地提出一系列切实可行的对策,能够为工程建设提供科学有效的安全保障。在实际工程中,应充分认识到安全管理的重要性,严格落实各项对策措施,不断总结经验,持续改进管理方法,以实现工程建设与环境保护、人员安全的协调统一,推动高原地区水利水电事业的可持续发展。

参考文献

- [1]赵心月,刘文字.谈双碳背景下水利水电工程建设与生态环境保护[J].山东水利,2023,(02):50-51+54.
- [2]白少博,吴志鹏.水利水电工程施工期生态环境管理要点分析[J].西北水电,2022,(02):120-123+127.
- [3]王丽华.水利水电工程建设能源节约与生态环境保护管理工作要点[J].福建水力发电,2021,(01):30-31.
- [4]李辉发.浅谈水利水电工程建设与水利工程安全[J].内蒙古水利,2021(01):75-76.