

水利水电工程建设施工安全技术分析

史中伟¹ 鲁旭²

1. 黄河水电工程建设有限公司 河南 郑州 450003

2. 郑州黄河河务局巩义黄河河务局 河南 郑州市 450003

摘要: 水利水电工程建设意义重大,但施工安全问题不容忽视。本文先阐述施工安全的重要性及管理原则,随后深入剖析其施工难点,包括复杂地质、气候影响、规模与周期特性等。接着对施工导流及围堰、坝体填筑、路基施工、大体积碾压混凝土、边坡支护等关键安全技术展开详细分析,最后提出涵盖制度建设、教育培训、现场管控及应急预案等多方面的施工安全管理措施。旨在通过对安全技术与管理探讨,为提升水利水电工程施工安全水平提供全面参考,保障工程顺利推进并减少安全事故发生。

关键词: 水利水电; 工程建设; 施工安全; 技术分析

引言: 水利水电工程在能源供应、防洪灌溉、水资源调配等多方面发挥着极为关键的作用,是国家基础设施建设的重要组成部分。然而,其施工过程面临诸多挑战与风险,施工安全直接关系到人员生命财产安全、工程质量与进度以及周边生态环境稳定。施工安全管理遵循预防为主、综合治理等原则,通过对施工各环节的有效把控,力求将安全隐患消除在萌芽状态。深入研究水利水电工程施工安全技术与管理措施,对推动行业健康发展、确保工程效益最大化具有不可替代的重要意义。

1 水利水电工程施工安全概述

1.1 施工安全的重要性

第一, 关乎人员生命健康, 施工现场人员众多, 复杂的作业环境和高难度施工工艺, 如高空作业、爆破作业等, 若无安全保障, 极易引发伤亡事故, 给家庭带来巨大痛苦。第二, 影响工程进度与质量, 安全事故发生会导致施工中断, 对已完成工程部分可能造成损坏, 需花费额外时间与资源修复与整改, 延误工期且可能降低工程质量标准。第三, 涉及经济成本, 安全事故引发的人员伤亡赔偿、工程修复重建、设备损坏维修以及可能的法律诉讼等, 都会大幅增加工程建设成本, 甚至可能使项目面临资金困境。第四, 对社会稳定与企业形象也有深远影响, 重大安全事故可能引发社会关注与质疑, 损害企业声誉, 影响其后续项目承接与发展, 同时也会在一定程度上干扰社会秩序^[1]。

1.2 施工安全管理的原则

水利水电工程施工安全管理需遵循一系列关键原则。预防为主原则是核心, 强调在施工前通过详细的风险评估、合理的施工方案设计、完善的安全防护设施配备等, 提前识别并消除潜在安全隐患, 将事故防范于未

然。例如在施工导流方案设计时充分考虑洪水风险并制定应对措施。综合治理原则要求从多方面入手, 综合考虑人员、设备、环境、管理等因素, 构建全方位安全管理体系, 如既要培训施工人员安全技能, 又要确保设备正常运行且适应施工环境。全员参与原则明确所有参与工程建设的人员, 包括管理人员、技术人员、施工工人等, 都应承担相应安全责任, 如施工工人严格按操作规程作业, 管理人员加强监督与资源调配。

2 水利水电工程施工难点分析

2.1 复杂地质条件

水利水电工程常处于复杂地质环境之中。在山区修建大坝等工程时, 可能遭遇断层、破碎带、岩溶等不良地质构造。断层的存在使岩体完整性遭到破坏, 增加了岩体的不稳定性, 容易引发滑坡、坍塌等地质灾害, 对工程基础施工造成极大困难, 如基础处理不当会导致坝体沉降不均甚至开裂。岩溶地区则存在溶洞、地下河等, 可能造成施工过程中涌水、突泥等突发状况, 威胁施工人员安全并影响工程进度。在软土地基区域, 土壤承载力低, 容易产生沉降变形, 对于大型水利水电建筑物的稳定性极为不利, 需要采取特殊的地基加固处理措施, 但这些措施往往技术复杂且成本高昂。

2.2 气候条件影响

在雨季, 大量降水会导致施工场地积水、道路泥泞, 土方工程难以开展, 如土方开挖后边坡受雨水冲刷易发生坍塌。对于处于河流上的工程, 洪水期水位急剧上升, 会淹没施工区域, 冲毁临时设施和施工围堰, 使施工被迫中断, 还可能造成已完成工程部分的损坏, 如基础被冲刷掏空。在寒冷地区, 冬季低温会使混凝土浇筑等作业受到限制, 因为低温环境下混凝土凝结时间

延长、强度增长缓慢,易出现冻害,导致混凝土结构疏松、强度降低,影响工程质量。高温天气则会使混凝土水化反应过快,产生温度裂缝,同时也会影响施工人员的身体健康和工作效率,增加中暑等热害风险,并且高温还可能引发火灾等安全事故,对施工中的易燃易爆材料管理提出更高要求^[2]。

2.3 施工规模大、周期长

大规模的工程涉及大量土石方开挖与填筑、海量混凝土浇筑以及众多机电设备安装等作业。例如大型大坝的混凝土浇筑量可达数百万立方米,需要多台大型混凝土搅拌、运输和浇筑设备协同作业,设备的调配、维护与管理难度极大。长周期施工过程中,材料价格波动频繁,如钢材、水泥等主要材料价格上涨会增加工程成本,而资金预算通常是按初期价格预估,容易导致资金短缺,影响工程后续进展。人员管理方面,长时间施工需要持续补充劳动力,不同批次人员的技能水平和安全意识参差不齐,培训与管理工作繁重。此外,施工周期长意味着面临更多不可预见因素,如政策法规变化、周边社会环境变迁等,可能导致工程设计变更、征地拆迁等问题重新出现,进一步影响工程顺利推进并增加安全管理的复杂性与不确定性。

3 水利水电工程施工安全技术分析

3.1 施工导流及围堰技术

施工导流旨在为主体工程施工创造干地作业条件,其方案需依据工程地形、地质、水文等条件精心规划。导流方式包括分期导流、一次拦断导流等。例如在分期导流中,要合理划分导流时段,准确计算各时段导流流量,确保导流建筑物能安全宣泄洪水。围堰则是临时挡水结构,其类型多样,如土石围堰、混凝土围堰等。土石围堰施工简便、成本较低,但防渗性和稳定性相对较弱,需重视防渗处理,如采用土工膜、黏土心墙等措施;混凝土围堰结构坚固、防渗性好,但施工工艺复杂、成本高。在施工过程中,要对围堰进行实时监测,包括位移、沉降、渗流等参数,以便及时发现并处理险情,保障施工安全与进度^[3]。

3.2 坝体填筑施工工艺

首先是料场规划,需综合考虑料场储量、质量、开采条件以及运距等因素,确保坝体填筑材料供应稳定且符合设计要求。在填筑过程中,严格控制铺料厚度、平整度和压实参数。例如,对于土石坝,铺料厚度一般通过现场试验确定,采用合适的压实机械如振动碾进行压实,控制压实遍数和压实度,保证坝体填筑密实度均匀,防止出现薄弱环节引发坝体渗漏或沉降变形。不同

部位的坝体材料可能不同,如心墙采用黏土等防渗性好的材料,上下游坝壳采用透水性较好的石料,在衔接处要做好过渡处理,避免出现渗透破坏,在填筑施工时要注意天气变化,避免在雨天进行填筑作业,防止填料含水量过大影响压实质量和坝体稳定性。

3.3 路基施工技术

路基施工前需进行详细的地质勘察,了解沿线地质情况,对于软土地基、膨胀土地基等不良地质地段要制定专门的处理方案。在开挖过程中,依据地形和设计要确定合理的开挖方式,如分段分层开挖,控制开挖边坡坡度,防止边坡失稳坍塌。对于高陡边坡,可采用预裂爆破等技术减少爆破震动对边坡的影响,并及时进行边坡防护,如挂网喷锚支护等。在填方路基施工时,要对填料进行筛选和处理,确保填料质量符合要求,分层填筑并压实,每层压实度都要达到规定标准,要做好路基排水系统,包括边沟、截水沟等的设置,及时排除路基地表和地下水,避免水对路基的浸泡和冲刷,保障路基的强度和稳定性,为后续工程施工提供坚实可靠的基础。

3.4 大体积碾压混凝土施工技术

其特点是采用大仓面薄层连续铺筑,施工效率高。在原材料选择上,水泥要考虑其水化热特性,选择中低热水泥以减少混凝土内部温升;骨料的级配要良好,以提高混凝土的和易性和密实度。配合比设计需经多次试验优化,确定合适的水胶比、砂率等参数,满足混凝土强度、抗渗性等设计要求。在施工过程中,控制好混凝土的入仓温度至关重要,可通过预冷骨料、加冰拌和等措施降低入仓温度。采用大型振动碾进行碾压,确定合理的碾压遍数、行走速度和振动频率,保证混凝土压实效果,要加强混凝土的温控监测,在混凝土内部布置测温点,实时掌握温度变化情况,必要时采取通水冷却等温控措施,防止因温度应力过大导致混凝土出现裂缝,确保大体积碾压混凝土结构的整体性和耐久性。

3.5 边坡支护技术

对于土质边坡,常用的支护方法有土钉墙支护。土钉墙通过在边坡土体中钻孔置入土钉,然后喷射混凝土面板形成支护体系。土钉与土体相互作用,提高边坡的抗滑力和稳定性。在施工时要严格控制土钉的长度、间距、角度以及喷射混凝土的厚度和强度等参数。对于岩石边坡,锚杆支护较为常见。锚杆一端锚固在稳定岩体中,另一端与坡面防护结构相连,通过施加预应力提高边坡岩体的抗剪强度。在高陡岩石边坡还可采用锚索支护,锚索长度较长、锚固力大,能有效控制深层岩体的变形和滑动。此外,边坡防护还包括挂网喷浆、挡土墙

等措施。挂网喷浆可防止坡面风化剥落,挡土墙则能直接抵抗土体或岩体的侧向压力,多种支护技术常结合使用,根据边坡的地质条件、高度、坡度等因素综合确定支护方案,确保边坡在施工及运行期间的安全稳定^[4]。

4 水利水电工程施工安全管理措施

4.1 安全管理制度建设

首先需建立健全安全生产责任制,明确建设单位、施工单位、监理单位等各方在工程施工中的安全职责,将安全责任细化到每个岗位和个人,确保事事有人管、人人有专责。制定安全生产操作规程,涵盖各类施工工艺与设备操作流程,使施工人员有章可循,规范作业行为。建立安全检查与监督制度,定期开展综合检查、专项检查 and 日常巡查,及时发现并整改安全隐患。设立安全考核与奖惩机制,对安全工作表现优秀的部门和个人给予奖励,对违反安全制度的行为进行严肃惩处,形成良好的安全管理激励约束环境,建立安全档案管理制度,对安全管理文件、检查记录、事故报告等资料进行规范存档,为安全管理决策提供数据支撑与历史经验参考。

4.2 安全教育培训

第一,针对新入场员工开展三级安全教育,使其了解工程概况、施工特点及基本安全知识与规章制度。定期组织岗位安全技能培训,根据不同工种如电工、焊工、架子工等的作业要求,传授专业安全操作技能、安全防护用品使用方法以及应急处置技巧。采用案例分析、模拟演练等多样化培训方式,让施工人员深刻认识安全事故的严重性与后果,增强安全意识。开展安全法律法规培训,使全体人员知晓在施工安全管理中的法律责任与义务,提高依法依规施工的自觉性。建立培训效果考核机制,通过理论考试、实际操作考核等方式检验培训成效,确保施工人员真正掌握安全知识与技能,只有考核合格者方可上岗作业,持续提升施工队伍整体安全素养。第二,在场地布置方面,合理规划施工区域、办公区域、生活区域以及材料堆放和机械设备停放场地,确保道路畅通、消防设施完备、排水系统良好。对施工设备进行严格管理,定期进行维护保养与检查,建立设备档案,记录设备运行状况与维修历史,确保设备性能良好、安全装置齐全有效,严禁设备带“病”运行。加强对施工材料的管理,特别是易燃易爆和有毒有

害材料,要分类存放、专人保管,设置明显警示标识,并做好防火、防爆、防毒等防护措施。

4.3 应急预案与响应

首先要结合工程特点与风险评估结果,制定完善的综合应急预案、专项应急预案以及现场处置方案,包括火灾事故应急预案、坍塌事故应急预案等,明确应急组织架构、职责分工、应急处置流程和救援措施。定期组织应急演练,演练形式包括桌面演练、实战演练等,通过演练检验应急预案的可行性与有效性,提高各应急救援小组之间的协同配合能力以及施工人员的应急反应速度。建立应急物资储备库,储备足够的消防器材、急救药品、抢险救援设备等应急物资,并定期检查、维护与更新,确保应急物资随时处于良好备用状态,建立与当地政府相关部门、医疗机构、消防部门等的应急联动机制,确保在事故发生时能够迅速获得外部支援,最大限度减少事故损失与影响^[5]。

结束语

在水利水电工程建设中,施工安全技术的深入剖析与有效应用是保障工程顺利推进、人员生命财产安全以及生态环境稳定的关键所在。通过对施工导流、坝体填筑、路基施工、大体积碾压混凝土、边坡支护等关键技术的细致研究,结合严谨的安全管理制度、全面的安全教育培训、严格的施工现场管控以及完善的应急预案体系,可大幅降低安全风险,提高工程建设的安全性与可靠性。未来,随着科技的持续进步,施工安全技术也需不断创新与优化,以适应水利水电工程日益增长的建设需求与挑战,推动行业稳健发展。

参考文献

- [1]魏林良,李自翔.水利水电工程施工管理及安全管控措施[J].价值工程,2019,38(22):93-95.
- [2]沙淑艳.水利水电工程施工安全管理与安全控制[J].科学技术创新,2019(16):122-123.
- [3]王京浦.BIM技术在水利水电工程施工安全管理中的实践思考[J].工程技术研究,2019,4(03):163-164.
- [4]光洪洋,刘洋.浅谈水利水电施工安全技术措施[J].农民致富之友,2018(19):73.
- [5]姚宝永,张贺.水利水电建设工程安全文明施工措施费监管探讨[J].中国工程咨询,2018(06):64-66.