

水利水电工程质量缺陷成因及预防措施研究

刘瑞乐

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 710000

摘要: 水利水电工程质量缺陷对工程的安全、效益与寿命有着显著影响。本文深入剖析其成因,涵盖工程设计的不合理、施工材料的不合格、施工工艺与技术的偏差、施工人员的不规范操作、工程管理的漏洞的干扰等多方面因素。基于这些分析,提出了包括优化设计方案、严格把控材料质量、规范工艺技术应用、强化人员培训管理、完善质量管理体系以及应对自然环境不利影响等一系列预防措施,旨在为提升水利水电工程质量,保障工程稳定运行提供理论依据与实践指导。

关键词: 水利水电; 工程质量; 缺陷成因; 预防措施; 研究

引言: 水利水电工程作为国家基础设施的重要组成部分,其质量状况关乎国计民生。然而,在工程建设过程中,质量缺陷问题时有发生。这些缺陷不仅可能导致工程局部功能失效,甚至可能引发严重的安全事故,造成巨大的经济损失与不良的社会影响。因此,深入探究水利水电工程质量缺陷的成因,并针对性地制定预防措施具有极为重要的意义。通过对各相关因素的系统研究,有助于从源头上把控工程质量,推动水利水电行业的健康、可持续发展,确保工程能更好地服务于社会经济与人民生活。

1 水利水电工程质量缺陷的危害性

水利水电工程在防洪、发电、灌溉、供水等多方面发挥着不可替代的作用,其质量关乎国计民生与生态环境,质量缺陷可能引发一系列严重危害。从工程安全角度看,质量缺陷易使水利水电设施的结构强度受损,例如大坝坝体出现裂缝或内部混凝土不密实,在高水位压力及水流长期冲刷侵蚀下,可能导致坝体垮塌,引发洪水等灾难性后果,威胁下游居民生命财产安全。在发电方面,水轮机等设备若因质量问题运行不稳定,不仅会降低发电效率,频繁故障停机还会造成电力供应中断,影响工业生产与居民日常生活用电稳定性。对水资源利用而言,渠道、涵管等输水设施的质量缺陷如渗漏,会造成水资源大量浪费,加剧水资源短缺矛盾,尤其在干旱地区,影响农业灌溉,降低农作物产量,威胁粮食安全^[1]。

2 水利水电工程质量缺陷成因分析

2.1 工程设计因素

工程设计是水利水电工程建设的蓝图,若设计环节出现问题,极易引发质量缺陷。一方面,设计前期的地质勘查不充分是关键因素。未能精准掌握工程所在地的地质构造、地层岩性、水文地质条件等,可能导致基

础设计不合理。例如在软土地基上设计的建筑物基础承载力不足,在后续施工或运行中出现不均匀沉降,使建筑物产生裂缝甚至倾斜。另一方面,设计方案缺乏全面性与前瞻性。未充分考虑工程未来运行中的各种工况,如水库调洪演算不准确,在洪水期可能出现泄洪能力不足,危及大坝安全;部分设计人员对新技术、新工艺应用不当,盲目追求创新而忽视实际工程条件与适用性,导致施工难度增加且难以达到预期效果,从而产生质量隐患。

2.2 施工材料因素

施工材料作为水利水电工程建设的物质基础,其质量状况直接关联到工程整体质量。在材料采购环节,若采购人员对材料质量把控不严,受利益驱使选择价格低廉但质量不达标材料,例如水泥标号不符合设计要求、钢筋强度不足等,这些劣质材料构筑的工程结构必然无法满足设计承载与耐久性标准。在材料的运输与存储过程中,缺乏科学管理也会引发诸多问题。如水泥受潮结块,其活性降低,会影响混凝土的强度与凝结性能;砂石料在运输途中混入泥土杂质或遭受雨水冲刷,导致含泥量超标,使混凝土的和易性变差,进而降低混凝土的密实度与抗渗性^[2]。

2.3 施工工艺与技术因素

施工工艺与技术的合理运用对水利水电工程质量起着关键作用,其一旦出现问题,会导致多种质量缺陷。在混凝土浇筑方面,振捣工艺不当是较为常见的问题,振捣不密实会使混凝土内部存在蜂窝、麻面等缺陷,严重影响混凝土结构的强度与抗渗性。模板安装工艺若不符合要求,如模板拼接不严密、固定不牢固,会造成混凝土漏浆,致使结构外观质量差且尺寸偏差大。在水利工程的基础处理技术上,如灌浆施工中,灌浆压力控制

不准确、浆液配比不合理,会导致灌浆效果不佳,无法有效加固地基,使基础承载力不足。对于一些新型施工技术,施工人员如果未能充分掌握其技术要点就盲目应用,例如在新型防渗材料铺设过程中,因施工工艺生疏,导致材料搭接不规范、焊接不牢固,容易引发渗漏问题,给水利水电工程的安全稳定运行带来极大风险。

2.4 施工人员因素

施工人员是水利水电工程建设的直接参与者,他们的状况对工程质量有着至关重要的影响。部分施工人员专业素养不足,缺乏系统的水利水电工程知识培训,对施工图纸理解不透彻,在施工过程中无法准确执行施工要求,容易出现诸如钢筋绑扎位置错误、管道安装偏差等问题,严重影响工程结构的稳定性与功能性。施工人员的责任心不强也是一大隐患。一些人员在工作中敷衍了事,不严格遵循施工规范与工艺流程,像在混凝土浇筑时随意加水改变配合比,致使混凝土质量大打折扣。此外,施工队伍的流动性较大,不同施工人员的技能水平参差不齐,在衔接工作时容易产生质量波动。部分一线施工人员安全意识淡薄,在施工中忽视安全操作规范,不仅危及自身生命安全,还可能因安全事故导致工程进度受阻、质量受损,例如违规操作施工机械造成设备损坏进而影响工程正常推进与质量保障。

2.5 工程管理因素

工程管理工作在水利水电工程建设中起着统筹协调与监督保障的作用,若管理环节出现漏洞,将引发诸多质量缺陷。质量管理体系不完善是突出问题,部分工程缺乏明确、严格的质量标准与检验流程,导致质量把控无章可循,一些质量问题难以及时发现与处理。例如在施工过程中,对关键工序与隐蔽工程的质量检验缺乏有效监督机制,容易使不合格的施工成果蒙混过关。进度管理不合理也会影响质量。为了追赶工期,盲目加快施工进度,可能会压缩必要的施工工序时间,如混凝土养护时间不足,导致其强度发展不充分,降低结构耐久性^[3]。

3 水利水电工程质量缺陷预防措施

3.1 优化工程设计方案

设计前期,务必强化地质勘查工作,采用先进的勘查技术与设备,如高精度地质雷达、钻探取样结合地球物理勘探方法等,全面精准地掌握工程区域的地质地貌、地层结构、水文地质等详细信息,为基础设计提供坚实依据,确保基础设计能适应复杂地质条件,有效避免因基础不稳定引发的质量问题。设计过程中,组建经验丰富且专业多元的设计团队,涵盖结构、水力、电气等多领域专家,运用先进的计算机辅助设计软件进行多

方案模拟分析与比选。例如在大坝设计时,通过数值模拟不同坝型在各种工况下的应力应变分布、渗流情况等,选择最优坝型与结构参数,提升设计的科学性与合理性。同时,注重设计方案的前瞻性与适应性,充分考虑工程全生命周期内可能面临的洪水、地震等极端工况以及未来运行管理需求,预留必要的安全余量与检修维护条件,从源头上降低质量缺陷发生的可能性,为水利水电工程的高质量建设奠定稳固基础。

3.2 严格把控施工材料质量

在采购环节,建立严格的供应商筛选机制,优先选择信誉良好、生产资质齐全、产品质量稳定的供应商,并对其进行实地考察与定期评估,依据工程设计要求制定详细的材料采购标准,明确材料的规格、型号、性能指标等参数,防止采购人员因疏忽或利益诱惑而购入劣质材料。材料运输与存储过程中,针对不同材料特性制定科学的管理方案。例如,水泥应存储在干燥、通风良好的仓库内,避免受潮和淋雨,且遵循先进先出原则,防止过期使用;砂石料要分类堆放,并做好场地硬化与排水设施,防止泥土混入与雨水浸泡。对于钢材等易锈蚀材料,需采取防锈蚀措施并定期检查。在材料进场时,加强检验工作,配备专业的检验设备与人员,按照相关标准规范进行抽样检验,包括材料的物理性能、化学成分等多方面检测,确保每一批次材料质量合格后方可投入使用,杜绝不合格材料进入施工现场,从而为水利水电工程筑牢质量防线。

3.3 规范施工工艺与技术应用

在混凝土施工工艺方面,应严格按照设计配合比进行配料,精确控制水泥、骨料、水及外加剂的用量,使用先进的计量设备确保配料准确性。在浇筑过程中,采用分层浇筑、分层振捣技术,每层厚度根据结构特点和振捣设备合理确定,振捣时遵循快插慢拔原则,确保混凝土振捣密实,避免出现蜂窝、麻面等缺陷。对于基础处理技术,如灌浆施工,要依据工程地质条件和设计要求,精准确定灌浆参数,包括灌浆压力、浆液浓度与注入率等。施工前进行现场灌浆试验,优化施工工艺。在施工过程中,严格监控灌浆压力变化,采用自动记录仪器记录灌浆数据,保证灌浆质量符合设计标准,有效加固地基,积极推广应用成熟的新技术、新工艺,如新型防渗材料与施工技术,但在应用前组织施工人员进行专项培训与技术交底,确保施工人员熟练掌握技术要点,严格按照工艺规范操作,从而提升工程施工质量与效率。

3.4 加强施工人员培训与管理

在培训方面,开展多层次、多形式的培训活动。首

先进行入职基础培训,向新员工传授水利水电工程的基本知识,包括工程结构、施工流程、安全规范等,使其对行业有初步的认识与了解。定期组织专业技能提升培训,根据不同岗位需求,如混凝土工、钢筋工、焊工等,邀请行业专家或经验丰富的技术人员进行实操演示与理论讲解,提升施工人员的专业操作水平。同时,加强安全培训,通过案例分析、现场模拟等方式,强化施工人员的安全意识,使其熟悉各类安全防护设备的使用方法以及应急处理流程。在人员管理上,建立完善的人员考核制度,将施工质量、工作效率、安全表现等纳入考核指标体系,考核结果与薪酬待遇、晋升机会挂钩,激励施工人员积极工作、注重质量。实行岗位责任制,明确每个施工人员的工作职责与任务范围,做到责任到人,避免推诿扯皮现象,确保施工过程中的每一个环节都有专人负责,保障工程施工有序、高效、高质量地进行。

3.5 完善工程质量管理体系

建立健全质量管理制度,明确各参建单位在工程建设不同阶段的质量责任与义务,制定详细的质量控制流程与标准,从项目规划、设计、施工到竣工验收,每个环节都有章可循。例如在施工阶段,规定施工单位必须严格执行“三检制”,即班组自检、施工队复检、项目部终检,确保每一道工序质量合格后才能进入下一道工序。加强质量监督机制,组建专业的质量监督团队或委托第三方质量检测机构,对工程建设全过程进行动态监督。采用定期检查与不定期抽查相结合的方式,重点检查关键部位与隐蔽工程的质量情况,如大坝基础、输水隧洞衬砌等。同时,建立质量信息反馈平台,及时收集、整理和分析施工过程中的质量数据,以便迅速发现质量问题并采取针对性的整改措施。强化质量奖惩措施,对严格遵守质量管理制度、施工质量优良的单位和个人给予物质奖励与精神表彰,如颁发奖金、荣誉证书等;对违反质量规定、造成质量事故的,予以严厉处罚,包括罚款、责令整改、降低资质等级等,通过奖罚分明的手段促进质量管理体系的有效运行。

3.6 应对自然环境不利影响的措施

针对气象条件,在高温季节施工时,采用遮阳棚、喷雾降温等措施降低混凝土浇筑温度,同时调整混凝土配合比,增加缓凝剂用量,防止混凝土因水分过快蒸发而开裂。低温环境下,搭建暖棚为混凝土浇筑和养护提供适宜温度环境,对原材料进行加热,确保混凝土入模温度,并加强保温覆盖,减少冻融破坏。对于降水因素,在施工场地周边设置完善的排水系统,包括截水沟、排水沟和集水井等,及时排除雨水,防止场地积水和基坑被淹。对施工材料和设备进行防雨遮盖保护,避免受潮和损坏。在洪水季节来临前,制定防洪应急预案,加强对工程临时设施和基坑等重点部位的防护加固,必要时暂停危险区域施工并转移人员和设备。面对复杂地质条件,施工前进行详细的地质勘察和风险评估,提前制定应对地质灾害的技术方案。例如在地震多发区,采用抗震设计规范进行工程结构设计,提高建筑物的抗震性能;在岩溶地区,进行溶洞填充和加固处理,确保基础稳定,从而有效降低自然环境对水利水电工程质量的不良影响。

结束语

水利水电工程的质量关乎民生福祉与社会发展,对其质量缺陷成因及预防措施的研究意义深远。通过深入剖析设计、材料、工艺、人员、管理及自然环境等多方面因素,我们明晰了质量缺陷产生的根源。而相应预防措施的制定与实施,为工程质量提供了可靠保障。在未来工程建设中,各参与方应高度重视质量管控,持续优化设计方案,严格把控材料与工艺,强化人员管理与培训,完善质量管理体系,积极应对自然环境挑战,以打造高质量水利水电工程,推动行业稳健前行。

参考文献

- [1]季洪波.影响水利工程建设质量问题与质量控制措施分析[J].内蒙古水利,2021(3):52-53.
- [2]陈晓梅.水利工程建设质量控制措施[J].农业工程,2019,7(4):105-106.
- [3]张宝军.试论水利工程管理的现代化与精细化建设[J].冶金管理,2021(17):157-158.