

水利工程冬季施工技术措施与质量保障

许建龙

山东省水利工程局有限公司 山东 济南 250000

摘要: 冬季施工对水利工程影响显著,尤其北方地区低温更甚,会抑制混凝土强度、破坏土方稳定性、干扰输水系统运行等。为此需采取关键技术措施,如构建混凝土、土石方等工程专项技术体系;建立质量保障体系,涵盖材料控制、过程监控等方面;实施安全保障技术,包括人员防护、设备安全及应急管理。通过这些措施,可有效应对冬季施工难题,保障工程质量和施工安全,确保水利工程在低温环境下顺利推进与稳定运行。

关键词: 水利工程;冬季施工技术;质量保障

引言:水利工程关乎国计民生,冬季施工因低温等特殊条件,面临诸多挑战。低温影响材料性能、施工机械运行,给工程质量和施工安全带来隐患。如何克服冬季施工难题,确保水利工程顺利推进,成为亟待解决的问题。本文深入剖析冬季施工对水利工程的影响,系统阐述关键技术措施、质量与安全保障体系,为冬季水利施工提供参考。

1 冬季施工对水利工程的影响分析

低温会直接抑制混凝土强度发展,使得混凝土强度增长速度大幅放缓,延长结构成型周期,影响施工进度同时也增加了质量管控难度,冻土层的形成会破坏土方工程原有的稳定性,导致土体颗粒间的结合力降低,结构松散,易引发坍塌沉降等问题,影响工程基础承载能力,水体结冰会直接干扰输水系统的正常运行,不仅会降低输水效率,减少输水总量,还会因冰层膨胀对输水设施产生挤压作用,造成设施损伤,进一步影响水利工程的整体运行效能。冬季低温环境会导致混凝土外加剂的效能出现明显衰减,原本具备的抗冻早强等功能无法充分发挥,难以有效提升混凝土的抗冻性能和早期强度,钢材在低温条件下会逐渐呈现脆性特征,其韧性和抗冲击能力下降,断裂风险显著提升,对工程结构的安全性造成威胁,土工材料的抗冻融性能也会随之下降,长期处于冻融循环环境中,材料内部结构会发生破坏,出现老化开裂等现象,进而影响水利工程的防渗防护效果和整体耐久性^[1]。冬季低温会对施工机械设备的正常运行造成严重影响,液压系统受低温影响,内部液压油粘度增加,流动性下降,易出现启动困难运行卡顿甚至部件损坏等问题,柴油发动机在低温环境下燃油雾化效果变差,燃烧效率明显下降,不仅增加燃油消耗,还会降低设备作业效率,电气元件的绝缘性能会因低温而弱化,绝缘层易变脆开裂,易引发短路漏电等电气安全隐患,这些

问题共同作用,严重制约冬季水利工程施工的顺利推进。

2 冬季施工关键技术措施体系

2.1 混凝土工程专项技术

混凝土工程冬季施工需围绕配合比优化浇筑工艺控制保温养护方案和温度监测体系构建专项技术体系,配合比优化核心是抗冻剂掺量的动态调整,需根据冬季不同时段的环境温度变化,灵活调整抗冻剂掺量,在保证混凝土抗冻性能的同时,兼顾结构强度和工作性能,避免掺量不当导致的质量缺陷。浇筑工艺控制重点是分层分段浇筑的时序优化,需结合施工环境温度合理划分浇筑区域和时段,控制浇筑速度和间隔时间,减少混凝土在浇筑过程中的热量散失,确保浇筑过程连续有序,杜绝冷缝裂缝等问题出现。保温养护方案采用电热毯与阻燃被复合保温系统,通过双重保温结构有效锁住混凝土内部热量,减缓温度下降速度,为混凝土强度发展提供稳定适宜的温度环境,避免冻融破坏^[2]。温度监测体系应用分布式光纤测温技术,实现对混凝土内部及表面温度的全面实时监测,精准掌握温度变化规律,根据监测数据及时调整保温养护措施,确保混凝土强度稳定增长,保障混凝土工程质量。

2.2 土石方工程防冻技术

在不宜爆破、不宜重型破碎锤施工的区域,土石方工程冬季施工需落实全方位的防冻技术,贯穿开挖、破碎、回填、压实全过程。开挖面隔热采用泡沫玻璃板覆盖工艺,利用其良好保温性能,减少开挖面与外界低温的热量交换,防止土体冻结硬化,保障开挖顺利进行,同时避免土体因冻结产生结构破坏。冻土破碎采用高压水射流切割技术,通过调整切割参数,利用高压水流冲击力高效破碎冻土。该工艺既能提高破碎效率,又能减少对土体结构的破坏,降低施工能耗。回填土预处理采用蓄热法保温材料配比,对回填土进行预热,减少土体

内冻结颗粒含量,改善回填土的压实性能。压实度控制应用核子密度仪实时检测,在回填压实全过程进行动态监测,及时掌握压实情况并调整参数,确保压实度达到设计要求,避免因压实不足导致后期沉降渗漏等问题,保障土石方工程的稳定性。

2.3 金属结构安装技术

金属结构冬季安装需针对焊接连接防腐等关键环节改进技术,提升安装质量和结构稳定性,焊接工艺改进核心是实行预热温度与层间温度双控,在焊接作业前,对焊接部位进行充分预热,提升焊接区域温度,焊接过程中严格控制层间温度,避免温度波动过大产生焊接应力,有效防止焊接裂纹的产生,确保焊接接头的强度和密封性。螺栓连接防松采用双螺母与弹簧垫片组合方式,利用双螺母的锁紧作用和弹簧垫片的弹性补偿功能,增强螺栓连接的稳定性,避免低温环境下螺栓因热胀冷缩出现松动,保障金属结构的安装精度和整体稳定性。防腐涂层施工需严格控制环境湿度阈值,选择适宜的施工时机,确保施工环境湿度符合涂层施工要求,使防腐涂层与金属表面紧密结合,提升涂层的附着力和抗冻防腐性能,有效抵御冬季低温和潮湿环境的侵蚀,延长金属结构的使用寿命,保障金属结构的安全稳定运行。

2.4 输水系统防冰技术

输水系统冬季防冰技术需构建防冰监测除冰一体化体系,确保输水系统正常运行,微气泡防冰装置重点优化气水混合比,通过向输水系统中持续注入微气泡,改变水体表面张力和结冰条件,抑制冰层形成和增厚,减少结冰对输水系统的影响,保障输水效率。冰厚监测系统采用激光测距仪合理布置监测点,实现对输水系统内冰层厚度的实时监测,精准掌握冰情动态变化,为防冰除冰工作提供科学的数据支撑,便于及时采取针对性措施。机械除冰设备优化旋转式破冰耙参数,调整破冰耙的转速和破冰角度,提升破冰效率,在破冰过程中避免对输水设施造成损伤,确保输水系统结构完整,同时减少破冰作业对输水运行的干扰,全方位防范冬季结冰带来的安全隐患和效率损失,保障输水系统冬季稳定运行。

3 冬季施工质量保障体系构建

3.1 材料质量控制机制

材料质量是冬季水利工程施工的基础,需建立完善的控制机制,全方位管控各类材料,从源头保障工程质量。外加剂性能复试重点开展冰点降低值测试,全面检验外加剂在低温环境下的抗冻、早强效能,确保其性能符合施工要求,避免因效能不达标影响混凝土质量。骨料含泥量控制应用超声波清洗设备,通过超声波振动有

效去除骨料表面附着的泥土杂质,提高骨料纯度和洁净度,保障混凝土及砌体工程的强度和耐久性,避免杂质影响材料结合效果。通过以上措施,严格把控冬季施工材料质量,为水利工程在低温环境下顺利施工、实现结构安全与长期耐久奠定坚实基础。

3.2 施工过程监控体系

施工过程监控是保障冬季施工质量的关键,需构建全流程动态监控体系,实现对各工序各环节的精准管控。工序交接检验应用三维激光扫描技术进行验证,通过激光扫描获取工序衔接部位的精准数据,精准检测工序衔接质量,确保上一道工序符合设计要求后,再开展下一道工序,避免工序衔接不当导致的质量隐患,保障施工工序的连续性和质量稳定性^[3]。隐蔽工程验收应用内窥镜探测技术,利用内窥镜的可伸缩性和高清成像功能,对隐蔽部位进行全面细致检测,及时发现隐蔽工程中的质量问题,采取针对性整改措施,确保隐蔽工程质量达标,避免后期出现质量隐患。实时质量预警构建基于BIM的质量信息模型,整合施工过程中的各类质量数据,实现质量数据的实时更新和共享,通过模型分析及时识别质量隐患,发出预警信号,便于施工人员及时采取整改措施,防范质量问题扩大,保障冬季施工质量稳定。

3.3 成品保护措施

冬季施工成品易受低温冻融等因素影响,需制定专项保护措施,确保成品质量完好。表面防护采用硅烷浸渍剂涂刷工艺,均匀涂刷在混凝土表面形成致密防护层,增强混凝土抗冻抗渗性能,防止表面出现冻裂、起砂、剥落等问题,保障结构完整性和耐久性。金属结构防锈采用气相防锈纸包裹规范,全面覆盖金属结构表面,隔绝空气水分接触,抑制金属锈蚀,防范冬季低温潮湿环境对金属结构的侵蚀,保护其性能和外观。渠道衬砌保护根据冬季温度变化,采用保温被或岩棉被进行覆盖养护,合理控制养护时间,利用其优良的保温性能,减少低温冻融对渠道衬砌的破坏;也可选用复合土工膜覆盖,在保温同时增强防渗效果,防止衬砌出现开裂、脱落等问题,确保渠道衬砌的完整性和防渗性,保障水利工程正常运行。

3.4 质量追溯系统

质量追溯系统是保障冬季施工质量的重要支撑,需构建全流程可追溯的管理体系,实现质量责任可落实可追溯。RFID芯片植入用于材料批次追踪管理,将RFID芯片植入各类施工材料中,准确记录材料的采购运输储存使用等全流程信息,实现材料质量的全程追溯,一旦出现材料质量问题,可快速定位问题源头,采取整改措施。

施工日志实现电子化管理,采用区块链存证技术,确保施工日志的真实性完整性和不可篡改,详细记录施工过程中的各类参数工序开展情况质量检测结果等信息,便于后续质量核查和问题追溯^[4]。建立质量责任矩阵,明确各岗位与各施工工序的对应关系,将质量责任落实到每个岗位每个人,形成人人有责层层管控的质量责任体系,确保每一道工序每一个环节都能得到有效管控,保障冬季施工质量。

4 冬季施工安全保障技术

4.1 人员防护技术

冬季施工人员安全防护需围绕防寒防滑劳动强度调控构建专项防护技术,确保施工人员人身安全和身体健康。防寒服需满足相应的热阻性能要求,能够有效抵御冬季低温环境,为施工人员提供充足的保暖保护,防止冻伤等安全事故发生。防滑鞋需达到规定的摩擦系数要求,通过斜坡行走试验台检测防滑性能,确保施工人员在冬季冰雪路面行走时不易滑倒,减少滑倒受伤事故。劳动强度调控应用心率变异分析,实时监测施工人员的身体状态和疲劳程度,根据监测结果合理调整劳动强度和作业时间,避免施工人员在低温环境下过度劳累,防止因疲劳引发安全事故,同时保障施工人员的身体健康,确保施工人员能够正常开展作业。

4.2 设备安全技术

机械设备冬季安全运行是施工安全的重要保障,需落实针对性的设备安全技术措施。防冻液冰点检测采用旋转粘度计测量方法,准确检测防冻液冰点,确保其适应冬季低温环境,防止机械设备冷却系统结冰损坏,保障设备正常运行。消防系统进行适应性改造,采用“保温棉+防冻电伴热”复合保温设计,通过防冻电伴热带对消防管线进行主动加热,外层包裹保温棉减少热量散失,防止消防管线冬季结冰堵塞,确保消防系统能够随时正常启用,及时应对火灾等突发安全事件,防范事故扩大^[5]。临时用电安全重点校准漏电保护器灵敏度,确保其能够及时响应漏电隐患并快速切断电源,避免因电气元件绝缘性能弱化引发漏电、短路等电气安全事故,保障施工

用电安全,为施工顺利推进提供坚实保障。

4.3 应急管理技术

冬季施工应急管理需构建完善的预警避险物资保障体系,提升应对突发安全事件的能力。极端天气预警采用多源气象数据融合模型,整合各类气象监测数据,通过模型分析实现极端低温暴雪等恶劣天气的提前预警,为施工人员避险设备防护提供充足时间,便于及时采取防范措施。避险场所规划应用GIS空间分析技术,结合施工场地布局和冬季天气特点,科学规划避险场所的位置和规模,确保避险场所能够满足施工人员的避险需求,为施工人员提供安全的避险空间,保障施工人员人身安全。应急物资储备采用动态补给算法优化,根据施工进度天气变化施工人员数量等因素,合理储备防寒防冻应急救援等各类应急物资,实现应急物资的动态补给,确保应急物资充足可用,能够及时应对各类突发安全事件,降低安全事故造成的损失。

结束语:

冬季水利工程施工虽面临诸多困难,但通过构建完善的关键技术措施体系、质量保障体系以及安全保障技术,能够有效应对低温等不利因素。从混凝土工程到土石方工程,从材料质量控制到应急管理,全方位的保障措施为工程质量和施工安全筑牢防线。未来,随着技术不断进步,冬季水利施工将更加高效、安全、优质。

参考文献:

- [1]王文杰.建筑工程技术中混凝土冬季施工技术的研究[J].中国建筑装饰装修,2024,(14):182-184.
- [2]陈光明.钢筋混凝土冬季施工技术难点探究[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(32):108-110.
- [3]陆旭,李学一.浅析低温环境中建筑工程混凝土施工技术[J].四川水泥,2023,(06):162-163+166.
- [4]黄涛.冬季砌体工程防冻施工技术与质量保障实践[J].工程质量,2021,39(12):97-100.
- [5]周明.冬季装饰装修工程施工技术优化及质量控制[J].建筑技术开发,2022,49(14):104-106.