

水利施工过程的质量监测方法

代 龙

重庆市垫江县乡村振兴服务中心 重庆 408300

摘 要:水利施工过程质量监测涵盖基础工程、主体结构、防渗排水、辅助工程及现场环境等多方面。本文详细阐述各类工程具体监测方法,包括地基压实、基坑沉降、混凝土强度等基础与主体结构监测,防渗墙完整性、排水管道通畅性等防渗排水监测,临时道路承载力等辅助工程监测,以及地下水位、土体变形等现场环境监测,还涉及数据采集传输方法,为水利施工质量把控提供全面参考。

关键词:水利施工;质量监测方法;基础工程;主体结构;防渗排水

引言:水利工程是基础设施建设的重要组成部分,其施工质量直接关系到工程的安全与长久运行。由于水利施工过程复杂,涉及众多环节与因素,任何细微的质量问题都可能引发严重后果。质量监测作为保障施工质量的关键手段,通过科学有效的监测方法,能够及时发现施工中的质量隐患并采取相应措施。因此,深入探讨水利施工过程各类工程及现场环境的质量监测方法,对于提升水利施工整体质量水平具有重要意义。

1 水利施工基础工程质量监测方法

1.1 地基处理质量监测方法

地基压实质量监测是确保地基稳定性的关键环节。针对砂石地基,常采用环刀法,通过取样测定土体干密度,判断压实程度是否达标。对于黏性土地基,核子密度仪可快速无损地获取压实度数据,提高监测效率。此外,灌砂法作为传统方法,通过测量挖坑体积与灌砂质量,精准计算土体密度,适用于各类土质地基压实监测^[1]。地基防渗处理质量监测需关注防渗层完整性。电法勘探技术通过测量地下介电性差异,识别防渗墙缺陷位置,适用于深层防渗结构监测。声波透射法则利用声波在混凝土中的传播特性,检测防渗墙内部是否存在孔洞或裂缝,确保防渗效果。对于土工膜防渗层,真空盒法通过抽气形成负压,观察压力变化判断膜体密封性,操作简便且结果可靠。地基承载力监测直接关系工程安全。平板载荷试验通过逐级加载,记录地基沉降与荷载关系曲线,确定极限承载力,是经典且权威的监测方法。标准贯入试验利用锤击能量将贯入器打入土中,根据贯入深度评估土体密实度与承载能力,适用于砂土、粉土等地基。静力触探仪通过连续测量锥尖阻力与侧壁摩擦力,绘制土层剖面图,为地基承载力计算提供基础数据。

1.2 基坑工程质量监测方法

基坑沉降监测需建立高精度基准网,采用几何水准

测量法,定期测量基坑周边建筑物与地面沉降量,分析沉降速率与趋势。自动化监测系统结合静力水准仪与数据采集模块,实现沉降数据实时传输,提升监测时效性。基坑边坡位移监测常用全站仪极坐标法,通过测量边坡特征点坐标变化,计算位移矢量。对于复杂地质条件,合成孔径雷达干涉测量技术可实现大范围边坡微变形监测,精度达毫米级。激光位移传感器则适用于局部边坡位移监测,通过发射激光束测量反射面位移,响应速度快且抗干扰能力强。基坑渗流量及渗压监测是防渗体系效果评价的重要依据。量水堰法通过测量堰上水头与堰型系数计算渗流量,适用于明渠排水情况。渗压计埋设于基坑底部与边坡,直接测量渗流压力,结合水位变化分析渗流路径与稳定性。

1.3 围堰工程质量监测方法

围堰沉降与位移监测需覆盖全施工周期。水准仪与全站仪联合监测可获取围堰垂直与水平位移数据,建立三维变形模型。GNSS自动化监测站通过接收卫星信号,实现围堰动态变形连续监测,数据更新频率高且精度稳定。围堰防渗效果监测需结合多种技术手段。电位差法通过测量围堰内外电位差,判断渗流通道位置,适用于土石围堰防渗监测。温度场监测法利用渗流与温度场耦合关系,通过埋设温度传感器反演渗流速度与方向,为防渗加固提供依据。围堰结构完整性监测需关注材料性能与连接部位。超声波探伤仪可检测混凝土围堰内部缺陷,如裂缝、孔洞等,通过分析声波传播参数评估结构损伤程度。应变计埋设于钢围堰关键节点,实时监测应力变化,预防结构失稳。

2 水利施工主体结构工程质量监测方法

2.1 混凝土结构质量监测方法

混凝土浇筑温度监测方法参照水利水电工程混凝土施工规范,结合混凝土配合比及施工环境温度,在浇筑

体内部、表面合理布设温度监测点,采用精准测温仪器实时采集温度数据,跟踪浇筑体温度变化规律,控制内外温差在规范允许范围,防范温度应力引发裂缝^[2]。混凝土裂缝监测方法聚焦浇筑体表面及内部裂缝,采用适配监测工具排查裂缝产生情况,精准记录裂缝出现时间、长度及宽度,跟踪裂缝发展趋势,及时采取防控措施避免裂缝扩大。混凝土强度发展监测方法依据混凝土强度增长规律,按规范要求选取监测试样,采用对应检测手段定期监测强度发展情况,掌握强度增长速率,确保混凝土强度达到设计标准。混凝土密实度监测方法针对浇筑体内部密实情况实施,采用专用监测设备排查内部空洞、蜂窝等缺陷,保障混凝土密实度符合要求,提升结构抗渗、抗裂性能。

2.2 砌体结构质量监测方法

砌体砌筑质量监测需关注灰缝饱满度与垂直度。百格网法通过抽取砌体样本,统计灰缝中砂浆覆盖面积占比,评估灰缝饱满程度。激光垂准仪可快速测量砌体垂直度,确保结构几何尺寸符合设计要求。砌体强度监测需结合材料性能与施工工艺。原位轴压法通过在砌体表面施加压力,直接测定其抗压强度,结果可靠但属局部破坏性检测。扁顶法利用扁式千斤顶测量砌体变形,结合应力-应变关系推算强度,适用于既有建筑检测。砌体防渗性监测需模拟实际工况。喷淋试验通过向砌体表面持续喷水,观察内部渗水情况,评估防渗层效果。电位差法利用砌体中水分导电特性,通过测量电位差变化判断渗流路径,适用于隐蔽部位防渗监测。

2.3 钢筋结构质量监测方法

钢筋位置与间距监测需保证结构受力合理性。电磁感应法利用钢筋对电磁场的扰动特性,快速定位钢筋位置并测量间距,适用于混凝土保护层较薄的结构。雷达探测技术通过发射高频电磁波,穿透混凝土识别钢筋分布,适用于复杂结构监测。钢筋保护层厚度监测直接影响结构耐久性。磁性测厚仪利用钢筋磁性特性,通过测量磁感应强度推算保护层厚度,操作简便且结果直观。钢筋扫描仪结合电磁感应与雷达技术,可同时获取钢筋位置与保护层厚度数据,提高监测效率。钢筋连接质量监测需确保传力可靠性。机械连接采用扭矩扳手检测连接套筒拧紧力矩,确保达到设计要求。焊接连接则通过超声波探伤仪检测焊缝内部缺陷,如气孔、夹渣等,保证焊接质量。对于绑扎连接,需抽样检查绑扎牢固程度与搭接长度,防止松动或滑移。

3 水利施工防渗与排水工程质量监测方法

3.1 防渗工程质量监测方法

防渗墙质量监测方法参照水利水电工程防渗墙施工技术规范及渗控工程监测标准,围绕墙体完整性、连续性、防渗核心性能系统开展监测^[3]。采用适配监测手段全面排查墙体内部孔洞、裂缝及夹泥等质量缺陷,细致监测墙体与周边岩体、土体的衔接紧密程度,同步跟踪墙体强度发展状态,确保防渗墙达到设计要求的防渗效能,为工程防渗安全提供基础保障。帷幕灌浆质量监测方法聚焦灌浆密实度与帷幕整体连续性,精准监测灌浆过程中灌浆压力、浆液扩散范围及灌浆饱满度等核心指标,灌浆完成后跟踪帷幕形成后的防渗密闭性,全面排查灌浆不密实、断幕及衔接不严等隐患,保障帷幕能够有效阻隔渗流,发挥预期防渗作用。土工合成材料防渗质量监测方法针对材料铺设质量与拼接可靠性重点实施,严格监测材料铺设平整度、张拉度及铺设位置准确性,细致检查拼接缝密封质量与拼接宽度,排查材料破损、老化及拼接不严等问题,保障土工合成材料防渗层整体完整性,充分发挥材料防渗功能。

3.2 排水工程质量监测方法

排水管道通畅性监测需模拟实际排水工况。通球试验将直径不小于管道内径的球体注入管道,通过观察球体通过情况判断管道是否存在堵塞。内窥镜检测利用高清摄像头深入管道内部,实时传输影像资料,精准定位堵塞位置与原因。流量监测法在管道出口安装流量计,通过测量排水流量变化,间接评估管道通畅程度。排水系统渗流量监测需建立长期观测机制。量水堰法在排水沟或集水井设置标准堰板,通过测量堰上水头计算渗流量,适用于明渠排水系统。容积法在封闭容器中收集排水,记录单位时间水量变化,适用于小流量监测。自动化监测系统结合流量传感器与数据采集模块,实现渗流量实时传输与动态分析。排水体结构完整性监测需覆盖反滤层与排水体。探地雷达扫描技术通过发射电磁波,穿透排水体表面,分析反射信号识别内部结构缺陷,如反滤层缺失或排水体断裂。钻孔取样法在关键部位提取排水体样本,观察颗粒级配与反滤层厚度,验证施工是否符合设计要求。

3.3 渗流场质量监测方法

渗流速度监测需结合测压管与示踪技术。测压管水位观测法通过测量不同位置测压管水位,计算水力梯度,结合介质渗透系数推算渗流速度。示踪剂监测法向渗流场注入可检测物质,通过测量示踪剂迁移距离与时间,直接计算渗流速度,适用于复杂地质条件。渗流水位监测需建立长期观测网络。水位自动记录仪在关键部位安装水位传感器,实时记录水位变化,分析渗流场动态特征。人工观测法定期测量测压管水位,补充自动化监测

数据,确保数据连续性^[4]。渗流水质监测需关注化学与物理指标。现场快速检测法利用便携式仪器,测量水样pH值、电导率、溶解氧等参数,初步判断水质状况。实验室分析法采集水样进行离子色谱、原子吸收等精密检测,确定污染物种类与浓度,评估渗流对环境的影响程度。

4 水利施工辅助工程及现场环境质量监测方法

4.1 施工临时工程质量监测方法

临时道路及栈桥质量监测方法聚焦结构稳定性与通行安全性,参照水利工程临时设施监测相关规范,重点监测路面及桥面平整度、承载力,以及栈桥支架连接可靠性,通过对应监测仪器采集数据,及时捕捉结构变形、破损等异常情况。临时输水及输浆管道质量监测方法围绕管道密封性与结构完整性开展,监测管道接口密封性能,排查渗漏隐患,同时监测管道受力状态与敷设坡度,保障输水、输浆效率与管道运行安全。临时支护结构质量监测方法针对支护强度、刚度及稳定性实施,监测支护结构位移、沉降及应力变化,跟踪支护结构与周边土体衔接状态,防范支护失效引发施工风险。

4.2 现场施工环境相关质量监测方法

施工区地下水位监测方法结合水利工程水文监测规范,布置合理监测点位,采用水位计等仪器定期采集水位数据,跟踪地下水位变化规律,掌握水位波动对施工区域土体及主体结构的影响。施工区土体变形监测方法针对施工扰动引发的土体位移、沉降及固结情况实施,选取代表性监测断面,通过变形监测仪器捕捉土体变形数据,分析变形发展趋势,为施工参数调整提供支撑。施工扰动影响监测方法聚焦施工活动对周边土体、水体及周边设施的扰动程度,监测扰动范围与影响深度,排查扰动引发的质量隐患,保障施工周边环境稳定。

4.3 监测数据采集与传输方法

人工监测数据采集方法按照水利施工监测规范要求,

明确采集频次、采集精度,监测人员采用专用仪器现场采集各类监测数据,规范记录采集时间、监测点位及数据数值,确保数据真实、完整、准确^[5]。自动化监测数据采集方法依托自动化监测系统,布置传感器、数据采集终端等设备,实现监测数据实时采集、自动记录,减少人工干预,提升数据采集效率与精度,满足连续监测需求。监测数据传输与存储方法采用符合水利监测标准的数据传输技术,将采集的监测数据安全传输至数据管理平台,建立规范化数据存储体系,对监测数据进行分类归档,保障数据可追溯、可查询,为后续监测分析提供可靠数据支撑。

结束语

水利施工过程质量监测是确保工程安全与质量达标的重要环节。通过对基础工程、主体结构、防渗排水、辅助工程及现场环境等多方面质量监测方法的系统阐述,明确了各环节监测要点与技术手段。严格落实这些监测方法,可及时发现并解决施工中的质量问题,保障水利工程建设顺利进行。在实际施工中,需依据工程特点与要求,合理选用监测方法,加强数据管理与分析,为水利施工提供可靠的质量保障,推动水利工程高质量发展。

参考文献

- [1]邓小龙.渗流监测技术在水利工程施工质量检测中的应用[J].中国水运,2025(16):112-114.
- [2]陈景宏.农田水利工程施工全流程质量控制策略研究[J].农业开发与装备,2025(6):146-148.
- [3]刘道霞.水利工程施工阶段质量控制与安全保障措施分析[J].水上安全,2025(9):131-133.
- [4]陈森.影响水利工程施工质量控制的主要因素及对策措施研究[J].水上安全,2023(16):142-144.
- [5]徐文亮.水利泵站施工期安全监测与变形分析[J].张江科技评论,2025(11):79-81.