

水利工程混凝土检测技术研究

康路杰

河南省水利第一工程局集团有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 水利工程混凝土结构质量对工程的安全与耐久性起着决定性作用。本文深入探讨水利工程混凝土检测技术,详细阐述回弹法、超声法、超声回弹综合法、钻芯法和拔出法等常用技术的原理、特点与应用要点,分析其在确保结构安全和工程耐久性方面的重要意义。同时对检测技术的发展趋势进行研究,包括智能化、自动化检测技术的兴起,多种检测技术综合运用以及检测标准的完善统一,旨在为水利工程混凝土检测提供全面的技术参考,促进水利工程质量保障工作的有效开展。

关键词: 水利工程;混凝土;检测技术;研究

引言:水利工程作为基础设施的重要组成部分,在水资源利用与调配中承担着关键任务。混凝土结构是水利工程的主体,其质量优劣直接关联到工程的运行安全与使用寿命。水利工程混凝土检测意义非凡,一方面,通过精准检测可及时察觉混凝土结构中的缺陷与隐患,采取针对性加固修复举措,有效确保结构在复杂水动力及环境荷载下的安全稳定,防止坍塌等事故发生。另一方面,检测能够对混凝土耐久性相关指标进行评估,如抗渗性、抗冻性等,为保障工程长期经受水流冲刷、干湿交替、冻融循环等恶劣条件考验,延长工程使用年限提供有力支撑。

1 水利工程混凝土检测的重要意义

1.1 确保结构安全

水利工程混凝土结构常承受巨大的水压、土压力、水流冲击力等多种复杂荷载作用。在施工阶段,若混凝土存在质量问题,如强度不足、内部有孔洞或裂缝等缺陷,可能导致结构在施工过程中就发生坍塌等严重事故,危及施工人员生命安全并造成巨大经济损失。而在工程投入使用后,随着时间推移和环境变化,混凝土结构可能会因材料老化、地基沉降等因素产生新的损伤。通过定期的混凝土检测,能够及时发现这些潜在的安全隐患,例如利用回弹法检测混凝土表面强度,超声法探测内部缺陷,钻芯法获取芯样直观判断混凝土质量等。这样就可以在结构安全问题尚未恶化之前,采取有效的加固、修补措施,如对局部缺陷进行灌浆处理、对强度不足区域进行外包混凝土加固等,从而确保水利工程混凝土结构在整个服役期内都能安全可靠地运行,保障水利设施周边地区人民生命财产安全以及社会经济的稳定发展^[1]。

1.2 保证工程耐久性

水利工程所处环境极为特殊且恶劣,长期经受水流冲刷、干湿交替、冻融循环以及化学物质侵蚀等作用。混凝土的耐久性直接决定了水利工程的使用寿命。检测技术能够对混凝土的耐久性指标进行有效评估。例如,通过检测混凝土的抗渗性,可以判断其抵抗水渗透的能力,防止水分侵入内部导致钢筋锈蚀和混凝土内部结构破坏;检测抗冻性可了解混凝土在寒冷地区经受冻融循环时的性能变化,避免因冻融作用使混凝土产生剥落、开裂等破坏现象。利用超声回弹综合法等检测混凝土的密实度,密实度高的混凝土能更好地抵抗外界侵蚀介质的侵入。只有保证混凝土具备良好的耐久性,水利工程才能在长期运行过程中,持续发挥其防洪、灌溉、发电、供水等功能,减少因耐久性不足而频繁进行维修、重建所带来的高额成本投入以及对周边环境和社会经济的不利影响,实现水利工程的可持续发展。

2 水利工程混凝土检测技术

2.1 回弹法

回弹法是基于混凝土表面硬度与抗压强度相关原理的检测手段。其操作过程是利用回弹仪的弹击装置使重锤冲击混凝土表面,重锤回弹高度与混凝土表面硬度存在对应关系,进而可间接推定混凝土抗压强度。回弹仪具有轻便、易于操作的特点,检测时无需对混凝土结构造成较大破坏,能在短时间内对大面积混凝土进行快速检测,效率较高,成本也相对较低。然而,该方法的准确性受多种因素干扰。例如,混凝土表面的碳化程度会显著影响检测结果,碳化使表面硬度增加,导致回弹值偏高,从而可能高估混凝土实际强度;混凝土表面的平整度、湿度以及是否存在疏松层等也会对回弹值产生影响。在实际应用中,检测前需对回弹仪进行严格率定,确保其准确性;应选择结构侧面进行检测,并对混凝土

表面进行适当处理,去除疏松层与浮浆,要精确测量碳化深度,依据相关规范对回弹值予以修正,以提高检测结果的可靠性。

2.2 超声法

超声法借助超声波在混凝土中的传播特性来评估混凝土质量。超声波在混凝土中传播时,其传播速度、波幅、频率等参数会因混凝土的密实度、弹性模量、强度以及内部是否存在缺陷(如空洞、裂缝、疏松等)而发生变化。通过在混凝土结构的不同位置布置超声换能器,测量超声波在其间的传播参数,即可推断混凝土内部状况。超声法的优势在于能够有效检测混凝土内部深处的缺陷,且检测精度相对较高,可对混凝土结构进行较为全面、细致的“体检”。不过,其检测结果对混凝土的原材料特性、配合比、龄期等较为敏感,不同的原材料和配合比会导致超声波传播参数有所差异;同时,该方法对操作人员的专业技能和经验要求较高,检测设备也较为复杂,成本相对昂贵。在使用超声法时,要确保超声换能器与混凝土表面紧密耦合,以保障超声波的良好传播;需依据混凝土结构的具体尺寸、形状合理规划测点分布,使检测结果能真实反映结构整体状况;并且要对检测数据进行深入分析,结合混凝土的实际背景情况准确判断缺陷的类型与严重程度。

2.3 超声回弹综合法

超声回弹综合法是将超声法与回弹法有机结合的一种混凝土检测技术。它充分考虑了混凝土的表面硬度与内部密实度这两个关键因素,通过大量试验建立起超声声速、回弹值与混凝土抗压强度之间的特定关系曲线,进而推定混凝土强度。该方法的显著优点是检测结果的准确性较高,由于综合了两种方法的优势,能够弥补回弹法仅依赖表面硬度和超声法受多种因素影响较大的不足。对于较高强度等级的混凝土以及遭受过冻害、火灾等损伤的混凝土,其检测效果更为理想。例如,在检测遭受冻融循环后的混凝土强度时,单独的回弹法可能因表面损伤而误判,超声法也可能因内部结构变化复杂而不准确,而超声回弹综合法可通过两者的协同作用更精准地确定强度。但这种方法的检测流程相对复杂,需要同时操作回弹仪和超声检测仪,对操作人员的技术素质要求也更高,且检测速度较回弹法稍慢^[2]。

2.4 钻芯法

钻芯法属于半破损检测方法,即通过在混凝土结构上使用专门的钻芯设备钻取圆柱形芯样,然后对芯样进行加工处理,制成标准试件后进行抗压强度试验,同时还可直接观察芯样内部的结构状况,如骨料分布、是否

存在裂缝及孔洞等缺陷。钻芯法的最大优势在于检测结果直观、准确,它能够真实反映混凝土的实际强度和内部结构的真实状态,不受混凝土表面状况(如碳化、平整度等)以及龄期的干扰,检测结果具有较高的可靠性和权威性。例如,当对其他非破损检测方法的结果存在疑虑时,钻芯法可作为最终判定依据。然而,该方法存在一些明显缺点,它会对混凝土结构造成局部的损伤,在钻芯位置留下孔洞,可能影响结构的局部受力性能;而且能够钻取的芯样数量有限,难以全面反映整个结构的混凝土质量情况;另外,钻芯法的检测成本较高,检测周期相对较长,并且不适用于钢筋密集区域的混凝土检测,因为容易碰到钢筋导致芯样破损或检测无法进行。在实施钻芯法检测时,要精心选择钻芯位置,使其具有代表性,同时避开钢筋、预埋件等关键部位,并尽量减少对结构整体受力性能的不利影响;钻取芯样过程必须严格按照操作规程执行,保证芯样的完整性、尺寸精度以及垂直度等要求;对芯样进行加工处理时,应严格符合相关标准规范;在分析芯样抗压强度试验结果时,要充分考虑芯样的高径比、端面平整度等因素对试验结果的影响,以确保检测结果的准确性与科学性。

2.5 拔出法

拔出法是通过在混凝土结构中预先埋置或后装锚固件,然后利用专门的拔出试验设备对锚固件施加拔出力,根据拔出力的大小与混凝土抗压强度之间的特定关系来推定混凝土强度的检测方法。该方法的突出优点是检测结果较为可靠,其与混凝土的实际抗压强度之间具有良好的相关性,能够较为准确地反映混凝土的真实强度状况。与钻芯法相比,对混凝土结构的损伤相对较小,并且可以在同一结构部位进行多点检测,从而更好地反映混凝土的局部强度差异情况,对于发现局部薄弱环节具有重要意义。不过,拔出法的操作过程相对复杂,需要配备专门的拔出试验设备,而且对锚固件的埋置深度、角度、垂直度等要求较高,若这些参数控制不当,将直接影响检测结果的准确性;此外,该方法的检测成本也相对较高。在应用拔出法时,首先要高度重视锚固件的安装质量,严格确保其埋置深度、垂直度等符合设计与规范要求;在进行拔出试验时,要缓慢、均匀地施加拔出力,并精确测量拔出力的数值大小;对试验数据进行分析时,需要充分考虑混凝土的原材料特性、配合比、龄期等多种因素的综合影响,并严格依据相关标准规范进行强度推定。

3 水利工程混凝土检测技术的发展趋势

3.1 智能化检测技术的应用

随着科技的迅猛发展,智能化检测技术在水利工程混凝土检测领域崭露头角。智能检测设备集成了先进的传感器、微处理器与数据分析算法。例如智能回弹仪,不仅能自动记录回弹值,还可通过内置传感器测量碳化深度,并借助大数据分析与人机智能算法,依据海量试验数据建立的模型,直接精准推定混凝土强度,减少了人工计算与经验判断的误差。智能超声检测系统能自动调整检测参数,对混凝土结构进行全方位扫描,利用图像识别技术将超声波传播数据转化为直观的三维图像,清晰展示缺陷的位置、形状与大小,极大提高了检测效率与准确性,让检测工作更高效、智能,有效降低了人为因素对检测结果的干扰,为水利工程混凝土质量评估提供更可靠的数据支持^[3]。

3.2 自动化检测技术的发展

自动化检测技术正逐步改变水利工程混凝土检测的模式。在混凝土施工阶段,自动化温度监测系统可实时连续监测混凝土内部温度变化,配合自动化坍落度监测仪,能及时反馈混凝土的工作性能与硬化特性,一旦出现异常,可迅速预警,便于施工人员及时调整配合比与施工工艺,确保混凝土浇筑质量。在工程运行阶段,自动化应变监测传感器与裂缝监测传感器可长期稳定地监测混凝土结构的受力与变形情况,数据自动采集、传输与存储,通过远程监控系统,技术人员能随时随地掌握结构状态,实现对水利工程混凝土结构的动态、实时监测,提前发现潜在安全隐患,为结构的维护、加固提供科学依据,保障水利工程长期安全稳定运行,减少人工巡检成本与时间。

3.3 多种检测技术的综合运用

未来水利工程混凝土检测将愈发强调多种检测技术的协同合作。单一检测技术往往存在局限性,综合运用可优势互补。如先采用回弹法、超声法等无损检测技术对大面积混凝土结构进行快速普查,能迅速筛查出可能存在质量问题的区域,确定重点关注部位。对于这些可疑区域,再利用钻芯法或拔出法等半破损检测技术进行精准检测,获取混凝土内部更详细、准确的质量信息,如芯样的实际强度、内部缺陷微观特征等,从而全面、深入地评估混凝土质量。多种技术综合运用可提高检测

结果的可靠性与全面性,避免因单一技术误判导致的质量隐患遗漏,为水利工程混凝土结构的质量评定、寿命预测与维护决策提供更科学、完善的依据,适应水利工程复杂多样的结构与严苛的运行环境要求。

3.4 检测标准的完善与统一

水利工程混凝土检测技术的进步呼唤检测标准的与时俱进与协调统一。当前,不同检测技术的标准规范存在差异,给检测结果的对比、整合与应用带来诸多不便。未来需深入研究各检测技术的原理、适用范围与精度特性,制定更为科学合理、详细全面的检测标准。例如,明确各种检测技术在不同水利工程类型、不同混凝土结构部位的应用条件与操作流程,统一检测数据的处理、分析与报告格式。使各检测技术标准相互衔接、协调一致,提高检测工作的规范性与标准化水平,便于不同检测机构间的检测结果互认,促进水利工程混凝土检测行业的健康有序发展,为水利工程建设与管理提供坚实的技术支撑与质量保障体系^[4]。

结束语

水利工程混凝土检测技术是保障工程质量与安全的关键所在。通过对回弹法、超声法、超声回弹综合法、钻芯法和拔出法等技术的深入探究,可知各技术特点鲜明、优势互补。随着科技发展,智能化、自动化检测技术兴起,多种检测技术综合运用将成主流,检测标准也将不断完善统一。这一系列的进步,不仅会提升检测的精准度与效率,还将为水利工程混凝土结构的质量把控提供更可靠依据,有力推动水利工程建设迈向新高度,实现可持续发展。

参考文献

- [1] 龚林.分析水利工程技术建筑中混凝土防渗墙施工技术[J].砖瓦,2020(09):186-187.
- [2] 李小辉.混凝土施工技术在水利工程施工中的应用[J].四川水泥,2020(06):121-122.
- [3] 苏兴礼.水利工程混凝土施工管理技术与方法探微[J].居舍,2020(17):155-156.
- [4] 冯移旭.水利水电工程混凝土施工技术优化[J].建材发展导向,2021,19(4):77-78.