

水利水电混凝土质量检测分析

叶超

杭州求实工程质量检测有限公司 浙江 杭州 311312

摘要：水利水电工程中，混凝土作为关键建材，其质量直接关系到整体工程的稳定性与耐久性。检测分析显示，对混凝土原材料的质量把控、配合比设计合理性、搅拌及运输过程中的控制、浇筑与养护等环节均对最终质量有着显著影响。通过采用先进的检测技术，如回弹法、钻芯法等，能够精准评估混凝土的抗压性能、密实性等关键指标。确保混凝土质量达标，是保障水利水电工程安全运行与延长使用寿命的关键所在。

关键词：水利水电；混凝土；质量检测

引言：水利水电工程作为国家基础设施的重要组成部分，对于推动经济发展、保障民生安全具有重要意义。在这些宏伟工程的背后，混凝土作为最基础的建筑材料，其质量优劣直接关系到整个工程的稳定性、安全性和耐久性。因此，对水利水电混凝土质量进行全面、深入、细致的检测分析显得尤为重要。本文旨在探讨影响水利水电混凝土质量的主要因素，分析现有的检测技术与方法，并提出有效的质量控制措施与建议，以期为水利水电工程的高质量建设提供有力支持。

1 水利水电混凝土质量影响因素分析

1.1 材料选择

首先，水泥作为混凝土的主要胶结材料，其品种、级别及性能指标对混凝土的质量至关重要。不同种类和级别的水泥在硬化速度、强度发展及耐久性等方面存在差异，应根据工程需求合理选用。骨料（砂、石）的粗细、级配及洁净度同样影响着混凝土的密实、强度、抗渗及抗冻等性能。合理的骨料级配能减少混凝土内部孔隙，提高密实度；而骨料的洁净度则直接关联到混凝土拌合物的工作性能和硬化后的力学性能。此外，外加剂的种类和用量也是影响混凝土性能的重要因素，如缓凝剂、早强剂、减水剂等，它们能显著改善混凝土的和易性、硬化速度和强度等性能。同时，水质的选择也需严格控制，避免使用含有有害物质的水，影响混凝土的凝结和硬化。

1.2 配合比设计

配合比是决定混凝土性能的关键参数。合理的水泥、水、骨料及外加剂的配比原则应基于工程要求、原材料性能和施工条件等因素综合考虑。配合比调整会直接影响混凝土的强度、和易性、耐久性等性能。因此，在配合比设计过程中，需通过试验和试配，不断优化配合比，以达到最佳性能。

1.3 施工工艺

搅拌工艺、浇筑、振捣、养护等施工环节的质量控制是保证混凝土质量的重要手段。搅拌工艺直接影响混凝土拌合物的均匀性和工作性能；浇筑过程中需控制混凝土的下落高度和速度，避免产生离析现象；振捣应充分且均匀，以保证混凝土的密实性和强度；养护则是确保混凝土在硬化过程中保持适宜的温度和湿度条件，防止干缩裂缝和温度裂缝的产生。此外，施工过程中的温度、湿度控制也需密切关注，避免环境因素对混凝土质量造成不利影响。

1.4 设备与环境

机械设备的性能对混凝土质量同样具有重要影响。搅拌、输送、振捣等机械设备应保持良好的工作状态，确保混凝土在各个环节中得到充分和均匀的处理。同时，施工环境的温湿度、风速等因素也会对混凝土质量产生影响。在高温、大风等恶劣环境下施工时，需采取相应的措施对混凝土进行保护，防止因环境因素导致的质量问题。

2 水利水电混凝土质量检测技术与方法

2.1 抗压强度检测

(1) 回弹法及其优缺点。回弹法是一种常用的混凝土抗压强度检测方法，通过测量回弹仪在混凝土表面产生的回弹强度来推算其抗压强度。其优点在于操作简单、成本低廉、检测速度快，且对混凝土无损伤。然而，回弹法也存在一些缺点，如受测试人员技能和现场环境影响较大，不同型号回弹仪的测量结果可能存在差异，以及仅适用于混凝土表面具有一定硬度和密实度的情况，对于表面不平整或有明显缺陷的混凝土结构，其检测结果可能不够准确。(2) 钻芯法的应用与精度分析。钻芯法是一种直观且精度较高的混凝土抗压强度检测方法，通过钻取混凝土芯样并进行抗压试验来评

估其强度。钻芯法能够直接反映混凝土内部的质量状况，特别适用于对结构重要部位或存在质量疑问的混凝土进行检测。其精准度较高，但属于局部破损检测方法，可能对混凝土结构造成一定损伤，且操作过程复杂，对检测人员的技能要求较高^[1]。（3）立方体抗压强度试验的标准与操作流程。立方体抗压强度试验是评定混凝土抗压强度的标准方法，按照标准制备尺寸为150mm×150mm×150mm的混凝土立方体试件，并进行标准养护后，在试验机上进行加载直至破坏，记录最大荷载并计算抗压强度。该方法操作简单，结果可靠，但制备和养护过程需严格控制以保证试件质量。

2.2 耐久性检测

（1）冻融循环试验的原理与步骤。冻融循环试验是通过模拟混凝土在实际使用过程中经历的温度变化（如冬季和春季的冻融循环）来评估其耐久性的重要方法。试验过程中，将混凝土试件反复置于冰点以上和冰点以下的环境中，通过多次循环后观察试件的混凝土抗冻是质量损失率和自振频率控制等情况来评估其耐冻性能。该试验能够真实反映混凝土在寒冷地区的使用性能。

（2）渗透性试验方法及标准。渗透性试验主要用于评估混凝土的抗渗性能，常用的方法包括抗渗压力试验和吸水率试验。抗渗压力试验通过在试件上施加压力观察其渗漏情况来评估抗渗性能；而吸水率试验则是通过测量试件在一定时间内的吸水重量来计算其吸水率。这两种方法各有特点，可根据具体需要选择使用。（3）其他耐久性检测方法简介。除了冻融循环试验和渗透性试验外，还有多种其他耐久性检测方法，如碳化试验、氯离子扩散试验等。这些方法从不同角度评估混凝土的耐久性，为工程设计和施工提供参考依据。

2.3 物理性能检测

（1）密度、吸水率等物理参数的检测意义。密度、吸水率等物理参数是反映混凝土物理性能的重要指标。密度直接关联到混凝土的密实度和质量均匀性，而吸水率则与混凝土的抗渗性密切相关。检测这些参数对于评估混凝土的整体性能、耐久性以及在极端环境下的表现至关重要。（2）检测方法及其适用条件。1）密度检测：通常采用排水法或干湿法。排水法是将混凝土试件完全浸没在水中，测量其排开水的体积来计算密度。而干湿法则是先测定试件的干重和湿重，通过差值计算吸水质量，再进一步得到密度。两种方法各有适用条件，排水法适用于大多数情况，而干湿法对于吸水率较高的混凝土更为适用。2）吸水率检测：通常在规定的条件下，让试件在水中浸泡一定时间后，称量其增重部分与

试件原始质量的比值来计算吸水率。该方法简单直观，适用于各种类型的混凝土^[2]。

2.4 非破损检测技术

（1）超声波检测、红外热像检测等新兴技术的应用。非破损检测技术因其无需对混凝土结构造成损伤而受到广泛应用。超声波检测和红外热像检测是其中的代表。1）超声波检测：利用超声波在混凝土中的传播特性来检测其内部缺陷。当超声波遇到混凝土内部的空洞、裂缝等缺陷时，会发生反射、折射等现象，导致波形变化。通过分析这些变化，可以推断出混凝土内部的质量状况。该技术特别适用于检测大体积混凝土和深埋结构。2）红外热像检测：利用红外热像仪捕捉混凝土表面的热辐射图像，通过分析图像中的温度差异来检测内部缺陷或异常。该技术适用于检测混凝土表面的裂缝、渗漏点等，且在夜间或低温环境下效果更佳。（2）技术原理、特点与适用范围。1）技术原理：超声波检测基于声波在介质中的传播特性，而红外热像检测则基于物体热辐射的原理。2）特点：两者均为非接触式、非破坏性检测技术，操作简便、结果直观。超声波检测能深入混凝土内部，对内部结构进行细致检测；红外热像检测则能快速捕捉表面温度差异，对表面缺陷敏感。3）适用范围：超声波检测适用于各种混凝土结构的内部质量检测，如桥梁、大坝等；红外热像检测则更适用于表面质量检测，如检测建筑外墙的保温性能、防水性能等。

3 水利水电混凝土质量控制措施与建议

3.1 原材料质量控制

（1）严格材料进场检验制度。原材料的质量是混凝土质量的基础。因此，必须建立严格的材料进场检验制度，对每一批次的原材料进行严格的质量检测。检验内容包括但不限于水泥的强度、安定性，骨料的粒径、含泥量，以及掺合料和外加剂的种类、掺量等。只有符合标准要求的原材料才能被允许进入施工现场，从源头上保障混凝土的质量。（2）材料存储与保管要求。原材料在存储和保管过程中，易受环境因素影响而发生质量变化。因此，需制定科学合理的存储与保管制度。例如，水泥应存放在干燥、通风良好的仓库内，避免受潮结块；骨料应分类堆放，防止混杂；掺合料和外加剂则需按产品说明书要求妥善保管，防止变质。同时，还需定期检查原材料的质量状况，确保其在使用前始终保持良好的质量状态。

3.2 配合比设计与优化

（1）配合比设计的科学性与合理性。配合比设计是混凝土质量控制的核心环节之一。应根据工程的具体要

求、原材料的性能特点以及施工条件等因素,通过试验室试配和现场调整相结合的方式,确定出既满足强度、耐久性要求又经济合理的混凝土配合比。在设计过程中,应注重数据的准确性和可靠性,避免主观臆断和经验主义的影响。(2) 配比调整的依据与原则。在施工过程中,由于原材料性能的变化、施工条件的调整等因素,可能需要对混凝土配合比进行适当调整。调整时应遵循以下原则和依据:一是确保调整后的混凝土性能不低于原设计要求;二是尽量减少材料浪费和成本增加;三是调整方案应经过试验验证并报请相关部门批准后方可实施^[3]。

3.3 施工工艺改进

(1) 搅拌、浇筑、振捣等环节的优化措施。搅拌、浇筑和振捣是混凝土施工中的关键环节,对混凝土质量有着直接影响。在搅拌过程中,应确保搅拌时间充足、搅拌均匀,避免混凝土出现离析和泌水现象;在浇筑过程中,应控制浇筑速度和高度,防止混凝土内部产生气泡和孔洞;在振捣过程中,应遵循快插慢拔、均匀振捣的原则,确保混凝土内部密实无空洞。此外,还应加强对这些环节的现场监控和管理力度,确保施工工艺的规范化和标准化。(2) 养护制度的完善。混凝土养护是确保其性能充分发挥的关键步骤。应根据混凝土的强度等级、环境条件以及施工要求等因素制定合理的养护方案。养护期间应保持混凝土表面湿润避免干裂;同时控制环境温度和湿度以促进水泥水化反应的进行;此外还需定期检查养护效果并根据需要进行调整。完善的养护制度可以有效提高混凝土的强度和耐久性。

3.4 设备与环境管理

(1) 设备性能维护与保养。施工设备的性能直接关系到混凝土生产和施工的质量。因此,建立健全的设备维护与保养体系至关重要。这包括定期对搅拌站、运输车、泵送设备等进行检查、维修和保养,确保其处于良好的工作状态。特别是对于搅拌机、振动器等关键设备,需要更加频繁地进行维护和保养,以保证其搅拌和振捣效果达到设计要求。此外,还应建立设备使用记录和故障报告制度,及时发现并解决问题,避免设备故障对混凝土质量产生不利影响。(2) 施工环境监控与调节。施工环境对混凝土质量也有重要影响。施工现场的温度、湿度、风速等因素都可能影响混凝土的凝结速

度、强度发展和耐久性。因此,需要建立施工环境监控系统,实时监测并记录这些环境因素的变化情况。根据监测结果,采取相应的调节措施,如增设遮阳棚、洒水降温、调节风速等,以优化施工环境,为混凝土生产和施工创造有利条件。

3.5 质量检测体系完善

(1) 建立完善的质量检测体系。建立完善的质量检测体系是保障混凝土质量的重要手段。这包括建立专门的检测机构和试验室,配备先进的检测设备和仪器,制定科学合理的检测方法和标准。同时,还需要建立检测人员的培训和考核机制,提高其专业素质和检测技能。通过这些措施,可以确保检测结果的准确性和可靠性,为混凝土质量控制提供有力支持。(2) 检测结果的及时反馈与整改。检测结果的及时反馈与整改是质量检测体系的重要组成部分。一旦发现混凝土质量问题或不合格情况,应立即将检测结果反馈给相关责任部门和人员,并要求其迅速采取措施进行整改。整改措施应具体明确、可操作性强,并明确整改期限和责任人。同时,还需要对整改结果进行跟踪验证,确保问题得到彻底解决。对于屡次出现质量问题的环节或单位,应采取更加严格的监管措施,以防止类似问题再次发生。

结束语

综上所述,水利水电混凝土质量检测分析是确保工程安全与质量不可或缺的重要环节。通过系统分析影响混凝土质量的多种因素,并综合运用多种检测技术和方法,我们能够精准把握混凝土的性能状态,为工程质量控制提供科学依据。同时,加强原材料管理、优化配合比设计、改进施工工艺、强化设备与环境控制以及完善质量检测体系等措施,将进一步提升混凝土质量控制的水平。展望未来,我们将继续深化研究,推动技术创新,为水利水电工程的高质量发展贡献力量。

参考文献

- [1]田雄基.水利工程中混凝土检测试验及其质量控制措施[J].水能经济,2021,(12):112-113.
- [2]陈耀强.基于水利水电工程中混凝土检测及质量控制的要点初探[J].水利水电,2021,(04):46-47.
- [3]周先水,单涛年.试析水利水电工程中混凝土施工技术及其质量控制措施[J].建筑·建材·装饰,2020,(13):136-138.