

水利工程混凝土质量检测的要点与常见问题分析

许 昆

新疆兵团水科院（有限公司） 新疆 乌鲁木齐 841100

摘 要：水利工程作为国家基础设施建设的关键部分，其混凝土质量直接关系到工程的安全性、耐久性和稳定性。本文聚焦水利工程混凝土质量检测，阐述其基本内容、要点、常见问题及改进措施。质量检测要点包括原材料、配合比、拌合物、力学与耐久性等多方面检测，明确各环节关键指标及重要性。深入分析检测中存在的标准不统一、样品无代表性、设备精度低、人员素养不足等问题，并针对性提出统一标准、增强样品代表性、强化设备管理与提升人员素质的改进举措，旨在为保障水利工程混凝土质量、提升检测水平提供全面且实用的参考依据，推动水利工程建设质量稳步提高。

关键词：水利工程；混凝土质量；检测的要点；常见问题；分析

引言：水利工程建设关乎国计民生，混凝土作为关键建筑材料，其质量对工程结构安全与使用寿命起着决定性作用。混凝土质量检测则是把控其质量的关键防线，贯穿于工程建设的各个阶段。从原材料的筛选到配合比的确定，再到拌合物性能、力学性能及耐久性的评估，每一项检测都不容忽视。然而，在实际检测工作中，由于多种复杂因素的交织，使得检测过程面临诸多挑战与困境。因此，深入探讨水利工程混凝土质量检测的相关内容，对于确保水利工程质量、保障工程安全稳定运行具有重要的现实意义和迫切的实际需求。

1 水利工程混凝土质量检测的基本内容

水利工程混凝土质量检测是一项系统且复杂的工作，旨在确保混凝土的质量符合工程设计与实际应用的要求，保障水利工程的安全与耐久性。其基本内容涵盖多个方面：首先是原材料的质量把控，包括对水泥的品种、强度等级、安定性、凝结时间等指标进行检测，骨料的颗粒级配、含泥量、针片状含量等参数测定，以及掺合料的活性指数、细度等特性检验，外加剂的减水率、含气量等性能测试，从源头上保障混凝土的质量基础。其次是配合比设计的验证，依据工程需求和原材料特性设计配合比后，通过试配试验检测混凝土拌合物的坍落度、扩展度、含气量、凝结时间等工作性能，以及不同龄期的抗压、抗拉、弹性模量等力学性能，还有抗渗、抗冻、抗氯离子渗透等耐久性指标，根据试验结果对配合比进行优化调整，确保其科学性与适用性，为水利工程混凝土质量提供关键保障，使其能承受各种复杂的水利工况和环境条件考验^[1]。

2 水利工程混凝土质量检测的要点

2.1 原材料检测

2.1.1 水泥

水泥是混凝土的关键组成部分，其质量检测要点包括品种与强度等级的确认，必须符合工程设计要求。安定性检测至关重要，若水泥安定性不良，硬化时会产生裂缝，严重影响混凝土结构安全。凝结时间需精准测定，初凝时间过短会阻碍施工，终凝时间过长则延缓工程进度并影响早期强度发展。对水泥的细度和比表面积进行检测，其会影响水化反应速度和混凝土早期强度、工作性能，确保水泥质量是混凝土质量稳定的基础。

2.1.2 骨料

骨料在混凝土中占比较大，对其性能影响显著。细骨料（砂）的颗粒级配应良好，能使混凝土密实度和强度提高，同时节省水泥。含泥量和泥块含量必须严格控制，否则会降低混凝土强度和耐久性，增加收缩变形。粗骨料（石子）的粒径和颗粒级配要依据工程结构与施工工艺选定，针片状含量过多会使混凝土工作性能变差，压碎指标反映其强度，对混凝土抗压强度有重要影响，优质骨料是保障混凝土质量的关键要素。

2.1.3 掺合料

掺合料在现代混凝土中应用广泛，能有效改善性能。粉煤灰的细度、需水量比和活性指数是检测重点，细度影响水化速度和填充效果，需水量比低可改善工作性能，活性指数关乎后期强度增长。合理掺加粉煤灰可降低水化热，提高抗渗和耐久性，适用于大体积混凝土工程。矿渣粉的活性指数较高，能提升后期强度，改善抗化学侵蚀能力。

2.2 配合比设计验证

配合比设计验证是确保混凝土质量满足工程要求的关键环节。首先，依据工程结构特点、所处环境以及原

材料性能等因素,按照设计规范初步确定混凝土的配合比。然后通过试配试验来验证其合理性,试配过程中要精确称量各种原材料,确保配合比准确实施。对试配出的混凝土拌合物,全面检测其坍落度、扩展度、含气量、凝结时间等工作性能,以及不同龄期的抗压强度、抗渗性、抗冻性等力学和耐久性指标。

2.3 混凝土拌合物性能检测

2.3.1 坍落度和扩展度

坍落度和扩展度是衡量混凝土拌合物流动性的重要指标。坍落度反映了混凝土在自重作用下的坍落程度,扩展度则体现其在平面上的流动能力。两者数值大小直接影响混凝土的施工可操作性,如泵送、浇筑和振捣等工序的难易程度。坍落度太小,施工困难;坍落度太大,易离析泌水。合适的坍落度和扩展度能确保混凝土在施工过程中具有良好的工作性能,保证施工质量和效率,对于水利工程的顺利建设具有重要意义。

2.3.2 含气量

混凝土拌合物的含气量对其性能有着多方面的影响。适量的含气量可以显著提高混凝土的抗冻性和抗渗性,因为内部气泡能为水分膨胀提供缓冲空间,并堵塞孔隙阻止水分侵入。然而,如果含气量过高,会导致混凝土内部孔隙率增大,有效受力面积减小,进而降低混凝土的强度。因此,在检测过程中,必须使用专门的含气量测定仪准确测量,并根据工程要求将其控制在合适范围,以平衡各项性能,保障水利工程混凝土质量。

2.3.3 凝结时间

混凝土的凝结时间包括初凝时间和终凝时间,对工程施工进度和混凝土早期强度发展具有关键作用。初凝时间过短,会使混凝土在施工过程中迅速硬化,影响搅拌、运输和浇筑等操作;终凝时间过长,会延缓工程进度并可能影响早期强度增长。通过凝结时间的检测,合理选择水泥品种和外加剂,调整配合比等措施,确保其符合施工工艺要求和工程实际需要,保障水利工程建设顺利进行和结构可靠。

2.4 混凝土力学性能检测

2.4.1 抗压强度

抗压强度是混凝土力学性能的关键指标。通过制作标准养护和同条件养护的立方体试件,在规定龄期进行压力测试。其结果直观反映混凝土承受压力荷载的能力,与水利工程结构的承载能力紧密相关。如大坝、桥墩等主要受压结构,抗压强度必须达到设计要求,否则易出现裂缝、变形甚至垮塌等严重安全隐患,是衡量混凝土质量是否合格的重要依据,对保障水利工程长期稳

定运行意义重大。

2.4.2 抗拉强度

抗拉强度对评估混凝土抗裂性能十分重要。采用轴心抗拉或劈裂抗拉试验测定,在水工建筑物受拉区,如水池壁、薄板结构等部位,抗拉强度不足会导致裂缝产生,影响结构的防水性和耐久性。虽然混凝土抗拉强度远低于抗压强度,但在受弯、受拉工况下,其抗拉能力对结构完整性至关重要。

2.4.3 弹性模量

弹性模量体现混凝土受力时的弹性变形能力。它与结构刚度和变形性能密切相关,通过压力试验机测定应力应变关系得出。在水利工程设计中,如大坝变形计算、水闸结构分析等,弹性模量是关键参数。准确测定其值可确保结构在受力时的变形预测准确,避免因变形过大引发裂缝或破坏,保证工程结构在正常使用状态下的稳定性和安全性,为水利工程的合理设计与安全运营提供重要数据支持。

2.5 混凝土耐久性检测

2.5.1 抗渗性

抗渗性是衡量混凝土抵抗水渗透能力的关键指标。通过抗渗试验,对混凝土试件施加水压,观察其渗水情况确定抗渗等级。在水利工程中,如水闸、大坝、水池等结构,若抗渗性不佳,水的渗入会导致钢筋锈蚀、混凝土膨胀开裂,严重影响结构的稳定性和耐久性。良好的抗渗性可有效阻止水的侵入,保障结构内部环境稳定,确保水利工程在长期运行中正常发挥功能,延长其使用寿命,是混凝土耐久性的重要保障之一。

2.5.2 抗冻性

抗冻性检测主要依据冻融循环试验,模拟混凝土在寒冷环境下的使用状况。多次冻融循环后,观察试件的质量损失、强度变化及外观破坏程度来评定抗冻等级。对于处于寒冷地区的水利工程,如冬季河流上的桥梁墩柱、北方的灌溉渠道等,抗冻性差会使混凝土内部结构因水结冰膨胀而破坏,降低结构强度和整体性。确保混凝土具有足够的抗冻性,可使其在寒冷气候条件下维持性能稳定,保证水利设施的安全运行和长期使用。

2.5.3 抗氯离子渗透性

抗氯离子渗透性检测对于处于海水环境或受氯离子侵蚀风险的水利工程至关重要。采用电通量法、扩散系数法等手段,评估混凝土阻止氯离子侵入的能力。氯离子侵入会破坏钢筋表面的钝化膜,引发钢筋锈蚀,导致混凝土结构开裂、剥落,严重危及结构安全。通过检测并采取措提高混凝土的抗氯离子渗透性,如优化配合比、添

加矿物掺合料等,可有效保护钢筋,增强混凝土结构在恶劣环境下的耐久性,保障水利工程的长期可靠运行。

3 水利工程混凝土质量检测常见问题分析

3.1 检测标准不统一

水利工程行业中,混凝土质量检测标准多样,不同地区、项目采用的标准存在差异,如抗渗性检测,各标准在试验方法、试件尺寸及压力施加方式上不同,导致数据缺乏可比性,评判结果不一致。且随着技术发展,新材料、新工艺不断涌现,现行标准难以及时涵盖新情况,更新滞后,使检测工作面临标准适用的困惑与不确定性,影响检测质量和行业交流。

3.2 样品代表性不足

在原材料抽样时,抽样方法常不科学,如骨料只在料堆表面或局部取样,忽略内部差异,致样品不能反映整批材料质量。混凝土拌合物取样也存在问题,若制取过程中搅拌不均、取样位置时间不当,以及试件制作振捣不密实、养护不符合要求等,都会使样品性能无法代表实际混凝土质量,导致检测结果偏差,无法准确反映工程中混凝土的真实状况^[2]。

3.3 检测设备精度不够

部分水利工程检测单位设备老化陈旧,缺乏维护校准,如压力试验机测力传感器不准,影响混凝土抗压强度检测精度;水泥胶砂搅拌机叶片磨损,降低搅拌均匀性,使水泥强度检测结果不可靠。同时,一些先进检测设备因价格高未普及,限制检测工作的全面性与准确性,像高精度的氯离子扩散系数测定仪等,无法深入探究混凝土耐久性和内在质量,制约质量检测水平提升。

3.4 检测人员专业素养参差不齐

混凝土质量检测要求检测人员具备扎实专业知识和丰富实践经验,但实际情况是部分人员对混凝土性能、检测标准方法理解不深,操作不规范,数据处理分析能力不足,导致检测结果不准。而且一些人员责任心不强,工作中马虎大意,甚至伪造数据,严重损害检测工作的科学性和公正性,影响对混凝土质量的准确判断,为水利工程埋下质量隐患。

4 改进水利工程混凝土质量检测的措施

4.1 统一检测标准

为改进水利工程混凝土质量检测,统一检测标准势在必行。应组织行业内权威专家对现有各类标准进行全面梳理整合,消除地区与项目间的差异,制定出一套科学、严谨且通用的检测标准体系。同时,建立标准的动态更新机制,紧密跟踪混凝土技术的创新发展,如新型外加剂的应用、特种骨料的使用等,及时将新的检测方法和指标纳入标准中,确保标准的时效性与先进性。

4.2 提高样品代表性

提高样品代表性需从多方面入手。在原材料抽样环节,严格遵循随机抽样原则,采用分层、多点等科学抽样方法,确保所取样品能全面反映整批原材料的真实质量状况,例如对骨料的抽样应涵盖料堆不同部位。对于混凝土拌合物,规范取样流程,在搅拌机卸料口的多个位置和不同时段进行随机抽取,并严格按照标准操作制作试件,保证试件的成型质量和养护条件与实际工程相符。

4.3 加强检测设备管理

加强检测设备管理是提升检测质量的关键。首先,加大资金投入,及时更新老旧设备,引进先进的高精度检测仪器,如自动化的混凝土性能测试仪等,以满足日益复杂的检测需求。建立完善的设备管理制度,定期安排专业人员对设备进行维护保养,详细记录设备的运行状况和维护历史。同时,严格按照计量校准规范,定期对设备进行校准,确保设备的测量精度和准确性始终符合检测要求。

4.4 提升检测人员素质

提升检测人员素质对于改进水利工程混凝土质量检测至关重要。一方面,加强专业知识培训,定期组织涵盖混凝土材料学、检测标准规范、试验操作技能、数据处理分析等内容的培训课程和学术交流活动,邀请行业专家授课,使检测人员深入理解混凝土质量检测的理论基础和技术要点,不断更新知识体系。另一方面,注重实践操作能力的培养,通过实际案例分析、模拟检测试验等方式,提高检测人员在样品制取、试验操作、数据记录与分析等环节的实际操作水平和问题解决能力^[3]。

结束语

本文通过对原材料、配合比、拌合物性能、力学性能及耐久性等要点的精准把控,能为工程质量筑牢根基。然而,当前检测中存在的标准不统一、样品代表性不足、设备精度不够和人员素养参差不齐等问题亟待解决。只有持续优化检测流程、统一标准、提升技术装备水平、加强人才队伍建设,才能不断提高检测的准确性与可靠性,确保水利工程混凝土质量符合高标准,为水利事业的稳健发展保驾护航,让水利工程在经济社会发展中发挥更为坚实的支撑作用。

参考文献

- [1]周利.当议建材检测中混凝土钢筋锈蚀的检测要点[J].中国建材科技,2021,30(05):37-38.
- [2]赵刚.水利工程混凝土检测技术探讨[J].居舍,2021(29):79-80.
- [3]彭鸿辉.水利工程混凝土检测试验及控制要点研究[J].珠江水运,2023(13):82-83.