

水利水电工程施工中混凝土质量检测技术分析

徐唯唯

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 咸阳 712000

摘要: 水利水电工程中, 混凝土质量检测是保障工程安全稳定运行的关键。其需遵循精准、时效、全面要求, 涵盖力学与耐久性能指标检测。各施工阶段有不同检测技术, 包括原材料、施工过程及成品结构检测。检测结果准确性受仪器精度、人员操作与专业能力、检测环境等因素影响。为提升检测质量, 需强化仪器管理, 建立全生命周期管理机制; 提升人员专业能力, 加强培训与考核; 规范检测环境与时机, 确保检测数据准确可靠。

关键词: 水利水电; 工程施工; 混凝土质量检测; 技术分析

引言: 在水利水电工程建设中, 混凝土质量关乎工程安全与稳定运行, 其质量检测是关键环节。精准判定混凝土材料及结构是否契合设计标准, 为工程质量评估提供依据, 这要求检测工作具备精准性、时效性与全面性。从原材料到成品结构, 各施工阶段都有相应核心检测技术。然而, 检测仪器精度、人员操作规范及专业能力、检测环境等因素, 都会影响检测结果准确性。为此, 需采取强化仪器管理、提升人员能力、规范检测环境与时机等质量控制措施, 以保障检测工作有效开展。

1 水利水电工程混凝土质量检测的核心要求

在水利水电工程建设中, 混凝土质量检测是保障工程安全与稳定运行的关键环节。其核心目标在于精准判定混凝土材料及结构是否严格契合设计标准, 为工程质量提供坚实可靠的评估依据。这一检测工作必须严格遵循精准性、时效性、全面性三大核心要求。(1) 精准性是混凝土质量检测的基石。检测数据必须能够真实、准确地反映混凝土的实际质量状况, 任何细微的偏差都可能导致对混凝土性能的误判, 进而影响整个工程的质量评估。只有确保数据的精准性, 才能为后续的质量控制与决策提供科学依据。(2) 时效性同样不容忽视。水利水电工程施工具有连续性和阶段性的特点, 在各个关键施工节点及时完成混凝土质量检测至关重要。若检测滞后, 不合格的材料或施工工序可能已进入下一环节, 不仅会造成资源浪费, 还可能埋下安全隐患, 增加后续修复的难度和成本。(3) 全面性要求检测工作贯穿混凝土施工的全流程。从原材料的进场检验, 到施工过程中的配合比控制、浇筑养护, 再到成品的强度、耐久性能检测, 每一个阶段都需纳入检测范围。只有实现全流程覆盖, 才能确保无质量管控盲区, 及时发现并解决潜在的质量问题。(4) 混凝土质量检测的核心指标主要分为力学性能指标与耐久性能指标两大类。力学性能指标如立

方体抗压强度、轴心抗压强度、抗折强度等, 直接决定了混凝土结构的承载能力, 是评估结构安全性的重要依据。耐久性能指标包括抗渗等级、抗冻等级、氯离子渗透系数、碳化深度等, 这些指标与混凝土结构在水利水电复杂环境中的使用寿命密切相关。不同的检测指标对应着不同的检测技术与方法, 在实际检测工作中, 需根据具体的施工阶段和检测目的, 合理选择适宜的检测方法, 以确保检测结果的准确性和可靠性^[1]。

2 水利水电工程混凝土施工各阶段核心检测技术

2.1 原材料质量检测技术

原材料是决定混凝土质量的基础, 水利水电工程混凝土原材料主要包括水泥、砂石骨料、外加剂、掺合料及拌合用水, 各类原材料的检测技术需针对性匹配其质量控制要点。(1) 水泥检测核心围绕其强度、安定性、凝结时间等指标展开。强度检测采用胶砂强度试验方法, 通过制备标准胶砂试件, 经标准养护后进行抗压、抗折强度测试, 判断水泥强度等级是否符合设计要求; 安定性检测采用沸煮法, 通过检测水泥浆体在沸煮后的体积变化, 判断其是否存在体积安定性不良问题, 避免混凝土硬化后因体积变形产生裂缝; 凝结时间检测则通过标准稠度用水量制备水泥净浆, 利用凝结时间测定仪记录初凝与终凝时间, 保障水泥的拌合、运输及浇筑时间符合施工工艺要求。(2) 砂石骨料检测重点关注颗粒级配、含泥量、泥块含量及表观密度等指标。颗粒级配检测采用筛分法, 通过一套标准筛对骨料进行分级筛分, 测定不同粒径骨料的质量占比, 确保骨料级配符合设计要求, 提升混凝土的密实度; 含泥量与泥块含量检测采用称量法, 通过对骨料进行清洗、烘干后称量质量差, 判断泥质含量是否超标, 避免泥质影响混凝土与骨料的粘结强度; 表观密度检测采用容量瓶法, 测定骨料单位体积的质量, 为混凝土配合比设计提供基础数据。(3) 外加剂

与掺合料检测需结合其类型针对性开展。外加剂（如减水剂、缓凝剂）检测重点关注减水率、凝结时间差等指标，通过对比掺入外加剂与基准混凝土的性能差异，判断外加剂效果是否符合要求；掺合料（如粉煤灰、矿渣粉）检测则关注细度、活性指数等指标，细度检测采用比表面积法，活性指数检测通过对比掺合料与基准水泥胶砂的强度比，保障掺合料能够提升混凝土性能。拌合用水检测则重点关注pH值、氯离子含量等指标，避免有害离子影响混凝土的耐久性。

2.2 施工过程质量检测技术

施工过程是混凝土质量形成的关键阶段，该阶段检测重点包括混凝土拌合质量检测、浇筑过程检测及养护过程检测，核心目标是保障施工工艺符合规范要求，避免因施工操作不当导致质量缺陷。（1）混凝土拌合质量检测核心指标为坍落度、扩展度及拌合均匀性。坍落度检测采用坍落度筒法，将混凝土拌合物装入标准坍落度筒并振捣密实，提起筒后测量拌合物自由下落的高度差，判断混凝土的流动性是否符合浇筑要求，流动性不足会导致浇筑困难，流动性过大则可能引发离析；扩展度检测则针对大流动性混凝土，通过测量坍落度筒提起后拌合物自然扩展的直径，更精准地反映其流动性；拌合均匀性检测采用直观观察与取样检测相结合的方式，直观观察拌合物是否存在骨料堆积、水泥浆分离等现象，同时通过取样测定不同部位拌合物的含气量、容重等指标，判断拌合是否均匀。（2）浇筑过程检测重点关注平仓振捣质量与浇筑温度。平仓振捣检测主要通过直观观察与仪器辅助相结合的方式，观察振捣棒的插入深度、振捣频率及振捣时间，确保振捣到位且无过振、漏振现象，过振会导致混凝土离析，漏振则会导致混凝土密实度不足；浇筑温度检测采用温度计法，在混凝土入仓后及时测量拌合物温度，避免温度过高或过低影响混凝土的凝结硬化，尤其在高温或低温环境施工时，需通过检测数据调整浇筑节奏。（3）养护过程检测重点关注养护湿度与温度。湿度检测采用湿度计法，定期测量混凝土表面及养护环境的湿度，确保混凝土在养护期间保持湿润，避免表面失水过快产生裂缝；温度检测则通过在混凝土内部埋设温度传感器，实时监测混凝土内部温度变化，避免内外温差过大引发温度应力裂缝，同时记录养护温度数据，为混凝土强度增长评估提供依据^[2]。

2.3 成品混凝土结构质量检测技术

成品混凝土结构检测是质量验收的核心环节，重点检测混凝土强度、内部缺陷及表面质量，常用技术包括无损检测与局部破损检测两类，需根据检测部位与检测

目的合理选择。（1）混凝土强度无损检测技术以回弹法、超声回弹综合法为主。回弹法通过回弹仪测量混凝土表面的回弹值，利用回弹值与混凝土抗压强度的相关性，推算混凝土的抗压强度，该技术操作简便、效率高，适用于大面积混凝土结构的强度普查，但检测结果易受混凝土表面硬度、含水率等因素影响；超声回弹综合法则结合超声波检测仪与回弹仪，通过测量混凝土的声速与回弹值，综合推算抗压强度，相较于单一回弹法，其检测精度更高，能够有效规避表面因素的干扰，适用于对强度检测精度要求较高的部位。（2）混凝土内部缺陷检测以超声波透射法为主。该技术通过在混凝土结构内预埋声测管，将超声波发射与接收探头分别置于不同声测管内，测量超声波在混凝土中的传播速度、振幅及波形等参数，若混凝土内部存在孔洞、裂缝或密实度不足等缺陷，超声波传播参数会发生明显变化，据此可判断缺陷的位置、大小及范围，适用于大体积混凝土结构（如大坝、桥墩）的内部质量检测。（3）混凝土表面质量检测则以直观观察与回弹法辅助相结合的方式开展。直观观察重点检查混凝土表面是否存在裂缝、蜂窝、麻面、露筋等缺陷，记录缺陷的位置、形态及尺寸；对于表面裂缝，可采用裂缝宽度检测仪测量裂缝宽度，判断其是否超出设计允许范围，同时结合回弹法检测裂缝周边混凝土的强度，评估裂缝对结构性能的影响。

3 影响混凝土质量检测结果准确性的关键因素

3.1 检测仪器因素

检测仪器因素对混凝土质量检测结果准确性有着关键影响。检测仪器的精度与运行状态是确保检测数据可靠的基础前提。若未依照规定周期对检测仪器进行校准，或者仪器零部件出现磨损、老化等状况，会直接引发检测数据出现偏差。像回弹仪弹击锤磨损，会使回弹值测量不精准；超声波检测仪探头故障，会降低声速测量精度。而且，仪器选型与检测指标的匹配度，例如用普通回弹仪检测高强混凝土强度，因其测量范围局限，会导致检测数据严重失真^[3]。

3.2 检测人员因素

检测人员因素在混凝土质量检测中对结果准确性起着决定性作用。检测人员的操作规范性是获取准确数据的关键，若未能严格依照检测标准执行，像在坍落度检测时振捣不密实，会使所测数据不能真实反映混凝土的和易性；回弹法检测时弹击角度出现偏差，会导致回弹值不准确。此外，检测人员的专业能力也不容忽视，其对检测标准的理解深度、对检测数据的分析判断能力，都会影响最终结果。例如，在利用超声波检测时，对波

形变化的判断出现偏差,就极有可能造成对混凝土内部缺陷情况的误判。

3.3 检测环境因素

在水利水电工程中,检测环境因素对混凝土质量检测结果影响显著。施工环境复杂多变,温度、湿度、风速等条件均会干扰检测。高温环境下,混凝土表面水分快速蒸发,回弹仪检测时回弹值会虚高;低温时,混凝土表面硬化进程受阻,强度检测结果易不准确。风速较大时,坍落度检测中混凝土拌合物水分流失加快,流动性检测数据会出现偏差。同时,检测部位表面状态也不容忽视,若表面平整度差、存在清洁度问题,如附着浮浆、油污等,会使回弹仪与混凝土表面无法良好接触,进而影响回弹值测量的精准度,最终干扰对混凝土质量的准确判断。

4 混凝土质量检测的质量控制措施

4.1 强化检测仪器管理

在混凝土质量检测中,强化检测仪器管理是保障检测数据精准可靠的关键。应构建完善的检测仪器全生命周期管理机制,涵盖购置、使用、维护直至报废的全过程。需依据相关技术标准,严格规定校准周期与方法,定期对仪器进行校准与检定,保证其精度达标。建立详尽的仪器使用台账,清晰记录使用时间、人员、项目及维护状况,以便及时察觉故障并维修更换。同时,在每次使用前,仔细检查仪器状态,确认零部件完好、参数设置准确,杜绝因仪器自身问题引发检测数据偏差^[4]。

4.2 提升检测人员专业能力

在混凝土质量检测工作中,提升检测人员专业能力至关重要。需强化对检测人员的培训与管理力度,定期组织系统学习活动,让检测人员深入钻研混凝土质量检测的相关技术标准与操作规范,切实提升其对标准的理解深度与执行能力。同时,积极开展实操技能培训,借助模拟检测、现场实操等多样化方式,严格规范检测人员的操作流程,有效减少操作误差。此外,建立科学合理的检测人员考核机制,定期对检测人员的专业能力进行全面考核,只有考核合格者方能上岗,以此确保检测

人员具备扎实的专业素养。

4.3 规范检测环境与检测时机

在混凝土质量检测过程中,规范检测环境与检测时机是确保检测结果准确可靠的重要环节。需依据不同检测项目的特性,精准明确适宜的检测环境条件与检测时间节点。例如,开展坍落度、扩展度等拌合质量检测时,要尽可能避开高温、大风等不利环境,若客观条件不允许,则必须采取有效的遮阳、挡风等防护举措,并迅速完成检测。进行混凝土强度检测时,务必严格依照标准规定的养护龄期开展检测工作,防止因检测时间过早或过晚而造成强度评估出现偏差。同时,检测前要对检测部位表面进行清理和平整处理,保证检测仪器与检测部位良好接触^[5]。

结束语

水利水电工程混凝土质量检测是保障工程安全与稳定运行的基石。从核心要求到各阶段检测技术,再到影响结果准确性的因素及质量控制措施,每一环节都紧密相连、缺一不可。精准、时效、全面的检测要求,为工程质量评估筑牢根基;科学合理的检测技术,能精准把控各阶段质量;重视仪器、人员、环境等关键因素,并采取有效的质量控制措施,可确保检测结果准确可靠。唯有严格落实这些要点,才能为水利水电工程建设提供坚实的质量保障,推动工程实现高质量、可持续发展,更好地服务于社会经济发展与民生需求。

参考文献

- [1]吴明.水利水电工程中混凝土质量检测及控制措施[J].石材,2023,(04):72-74.
- [2]王雪.水利水电工程中混凝土质量检测及控制分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(06):43-45.
- [3]万品三.水利水电工程中混凝土质量检测及控制分析[J].内蒙古水利,2022,(05):70-71.
- [4]唐文富.水利水电工程施工中混凝土质量检测技术分析[J].低碳世界,2025,15(02):55-57.
- [5]赵风海.基于水利水电工程中混凝土检测及质量控制的要点分析[J].科技与创新,2023,(08):95-97.