

# 水利工程中混凝土检测试验及其质量控制措施

张旷原 高庆龙

杭州信立工程检测有限公司 浙江 杭州 311231

**摘要：**水利工程中，混凝土检测试验与质量控制至关重要。检测试验涵盖强度、抗压性、密实性、钢筋锈蚀程度等多维度，确保混凝土性能满足设计要求。质量控制则涉及原材料筛选、配合比设计、施工工艺优化及养护管理，全面提升混凝土质量。通过科学精准的混凝土检测试验与严谨全面的质量控制流程，有力保障水利工程结构安全稳定，有效延长其使用寿命，积极推动水利事业稳健可持续发展。

**关键词：**水利工程；混凝土检测试验；质量控制措施

## 引言

水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，其质量直接关系到人民群众的生命财产安全及经济社会发展。混凝土作为水利工程中的主要建筑材料，其性能优劣直接影响工程结构的稳定性和耐久性。因此，加强混凝土检测试验与质量控制，对于提升水利工程整体质量具有重要意义。本文将从混凝土检测试验内容及质量控制措施两方面进行探讨。

### 1 混凝土检测试验的重要性

在水利工程中，混凝土检测试验具有不可替代的重要意义。混凝土作为水利工程结构的主要构成材料，其质量状况对整个工程的安全性能影响深远。水利工程要承受巨大的水压、水流冲击力以及各种复杂的地质应力。如大坝这样的大型水利结构，混凝土质量存在问题，在高水压作用下可能出现裂缝，随着时间推移，裂缝扩展并相互贯通，严重削弱结构的整体性，甚至导致灾难性的溃坝事故。通过检测试验，提前发现混凝土内部存在的薄弱环节，如强度不足或密实性差等问题，及时采取措施避免安全事故的发生。从耐久性角度来看，水利工程大多处于长期潮湿、水流冲刷或可能遭受化学侵蚀的环境中。如在一些沿海地区的海堤工程，混凝土会受到海水的侵蚀，包括氯离子侵蚀、硫酸盐侵蚀等。混凝土检测试验能评估其抗渗性、抗冻融等耐久性指标。通过检测，确定混凝土是否能在恶劣环境下长期保持性能稳定，这对保障水利工程在设计寿命期内正常运行至关重要。混凝土检测试验对于保证工程质量符合标准也极为关键。水利工程设计对混凝土各项性能都有明确要求，从原材料选择到配合比设计，再到施工工艺，都要以检测试验数据为依据。如果没有严格的检测试验，出现混凝土强度不达标、工作性差等问题，导致工程返工，浪费大量的资源和成本，还会延误工期。而准

确的检测试验结果确保混凝土质量与设计要求的相符，保障水利工程建设顺利进行。

## 2 水利工程混凝土检测试验内容

### 2.1 强度检测

(1) 混凝土强度是衡量其质量好坏的重要指标，直接关系到水利工程的稳定性和安全性。水利工程施工中，混凝土要承受各种荷载，包括水压力、风力、自重等，因此混凝土的强度必须达到设计要求，才能确保工程结构的整体稳定。(2) 混凝土强度检测通常包括抗拉强度、抗折强度和抗压强度的测试。在检测过程中，检测人员要按照标准流程进行操作。先从混凝土搅拌机出口处收集样品，制备成标准试件。试件的制备需要遵循一定的规范，确保试件的质量和尺寸符合标准要求。接着对试件进行养护，养护条件包括恒定的温度和湿度，以确保试件的强度发展。养护结束后，对试件进行抗拉、抗折性能指标的测试。测试时，要使用专业的测试设备，按照标准要求施加载荷，记录下载荷和变形的数据。(3) 通过测试得到的数据，进行数据分析和强度计算。常用的计算方法包括直接计算法和经验公式法等。根据计算结果，评估混凝土的强度等级和质量。如果测试结果不符合设计要求，采取相应的措施进行改进，以确保混凝土的质量达到标准<sup>[1]</sup>。

### 2.2 抗压性检测

(1) 抗压性检测是评估混凝土质量的重要指标。通过对抗压性能的测试，了解混凝土的强度和耐久性，判断其是否满足设计要求。目前，已经出现了多种检测抗压性能的形式，如压力试验机、超声波检测仪等。这些不同的检测形式所得到的检测数据之间仍然会存在很大的差异，因此要根据实际情况选择合适的检测方法。

(2) 抗压性检测具有效率高、结果可靠的优点。在当前的水利工程混凝土结构检测试验中应用较为普遍。使用

抗压性检测快速得到检测结果，不会延误水利工程施工的正常进行。这种检测方法也不会对混凝土内部结构造成破坏，保证了工程的完整性和稳定性。（3）为了提高抗压性检测的准确性和可靠性，要采取质量控制措施。先选择合格的原材料，确保原材料的质量符合国家标准和设计要求；加强混凝土配合比的设计和控制，确保混凝土的工作性能和力学性能达到设计要求；还加强混凝土拌制过程的控制，严格控制水灰比、骨料级配等参数，确保混凝土拌制质量。在混凝土浇筑过程中，要严格控制浇筑速度和振捣程度，避免产生蜂窝、麻面等缺陷。

### 2.3 密实性检测

第一，混凝土构架的承载能力与混凝土密实性息息相关。承载能力若不符合标准要求，会直接影响混凝土密实性，极易引发质量问题，严重时会对人员安全构成威胁。所以，在质量检验过程中，混凝土密实性检测至关重要。第二，当前，电磁波检验方法、热图无损检测方法和弹性波检验方法是检测混凝土密实度的主要手段。热图无损检验方法是一种高技术性的检测方式，它融合了力学、电子信息和机械等多方面的知识。这种方法能够对混凝土内部结构进行有效检测，通过其独特的技术原理，为评估混凝土密实性提供重要依据。第三，电磁波检验方法则是利用电磁波的特性，对混凝土内部框架质量进行检验。通过这种方式，实现对混凝土内部整体结构的监测，获取有关混凝土密实性的信息。这些检测方法各有优势，在水利工程混凝土密实性检测中发挥着关键作用，有助及时发现混凝土密实性方面可能存在的问题，保障水利工程的质量和安<sup>[2]</sup>。

### 2.4 钢筋锈蚀程度检测

（1）水利工程施工中，钢筋常被用于增强混凝土结构的强度和稳定性。然而，混凝土内部环境复杂，钢筋容易受到侵蚀，导致锈蚀问题。锈蚀会降低钢筋的力学性能，还引发混凝土结构的开裂和破坏。因此钢筋锈蚀程度的检测是评估混凝土结构耐久性和安全性的重要手段。（2）当前，半电位法是水利工程中常用的钢筋锈蚀程度检测方法。该方法通过在钢筋结构上连接专用的半电位锈蚀检测仪，利用不同电介质间的电压变化来评估钢筋的锈蚀情况。具体检测过程中，检测人员会在钢筋上连接一根铜线，并将检测仪的探头与铜线相连。随着检测仪的启动，不同电介质间的电压将发生变化，检测人员通过观察电压变化的情况，初步判断钢筋的锈蚀程度。（3）对钢筋锈蚀程度的检测有助评估混凝土结构的耐久性，还能为工程维护提供重要依据。通过定期检测，及时发现并处理钢筋锈蚀问题，避免结构破坏和安

全事故的发生。检测结果还可以为工程设计和施工提供反馈，优化材料选择和施工工艺，提升工程质量。

## 3 混凝土质量控制措施

### 3.1 原材料质量控制

（1）水泥的质量检测是原材料质量控制的重要环节。水泥是混凝土的主要胶凝材料，其质量直接影响到混凝土的强度和耐久性。水泥的质量检测主要关注其强度、凝结时间以及安定性等指标。通过定期对水泥进行抽样检测，及时发现水泥质量问题，并采取相应的措施进行处理，确保水泥质量符合国家标准和设计要求。

（2）骨料的质量检测也是原材料质量控制的关键。骨料是混凝土的骨架，其质量对混凝土的力学性能和稳定性具有重要影响。骨料的质量检测主要关注其粒径分布、含泥量以及有害物质含量等指标。通过对骨料进行严格的筛选和清洗，去除其中的杂质和有害物质，提高骨料的质量。还要对骨料的粒径分布进行合理控制，以满足混凝土的设计要求。（3）水的质量检测同样不可忽视。水是混凝土拌制过程中不可或缺的成分，其质量对混凝土的性能具有重要影响。水的质量检测主要关注其pH值、氯离子含量以及硫酸盐含量等指标。通过检测水质，确保混凝土拌制用水的质量符合标准要求，避免因水质问题导致的混凝土质量问题<sup>[3]</sup>。

### 3.2 配合比设计

第一，混凝土配合比设计在保障混凝土质量方面处于关键地位。这过程并非简单随意，而是要综合考量多方面因素。工程要求是重要的出发点，不同的水利工程，如大坝、水闸、渠道等，对混凝土强度、抗渗性、抗冻性等性能有着各自明确的要求。原材料性能也不容忽视，水泥的品种、强度等级，骨料的粒径、级配、含泥量，外加剂的类型和特性等都直接影响着配合比的确定。施工工艺也是关键因素，如泵送混凝土需要良好的流动性，而水下浇筑混凝土对其黏聚性和抗离析性有特殊要求。第二，合理的配合比设计对于混凝土各项指标的达标有着至关重要的作用。它能精准地保障混凝土的强度满足设计承载要求，确保在水利工程运行过程中结构稳定可靠。在耐久性方面，通过合适的配合比使混凝土具备抵抗环境侵蚀的能力，无论是水中的化学物质侵蚀，还是干湿交替、冻融循环等恶劣条件都能应对。且良好的配合比能赋予混凝土优异的工作性能，使其在搅拌、运输、浇筑和振捣等施工环节顺利进行。第三，配合比设计还能根据实际施工需求灵活调整相关参数。如依据施工环境温度、湿度以及运输距离等条件，对混凝土的坍落度进行调整，保证其在运输到浇筑点时仍具有

合适的流动性。同时对初凝时间和终凝时间进行控制，确保施工有足够的操作时间，避免因凝结过快或过慢而导致质量问题，保障整个施工过程的连续性和混凝土质量的稳定性。

### 3.3 施工工艺控制

(1) 搅拌是混凝土生产的第一步，也是确保混凝土质量的基础。搅拌过程中，须确保各种原材料的均匀混合，避免离析和泌水现象的发生。这要求搅拌设备具备良好的性能，搅拌时间要充足，且搅拌过程中要适时调整搅拌速度，以保证混凝土的均匀性和稳定性。(2) 混凝土的运输过程同样需要严格控制。在运输过程阶段，确保混凝土的连续性和稳定性，防止因运输过程中的颠簸或停放时间过长而导致的分层和离析现象。为此，应选择性能良好的运输车辆，并合理规划运输路线和时间，确保混凝土在运输过程中的质量不受影响。(3) 浇筑和振捣是混凝土施工中的关键环节，直接影响混凝土的密实度和均匀性。在浇筑过程中，需要控制浇筑速度，避免过快或过慢导致的混凝土质量问题。振捣环节也至关重要，须选择合适的振捣设备和振捣频率，确保混凝土在振捣过程中达到理想的密实度和均匀性。振捣不足会导致混凝土内部存在空隙，影响强度；而振捣过度则可能导致混凝土分层或离析，同样会降低其质量。

### 3.4 养护管理

养护管理是确保混凝土质量的重要环节。在混凝土浇筑完成后，对其进行及时的养护管理。养护管理的主要目的是保持混凝土的湿润状态，避免其出现干裂和龟裂现象；还通过养护管理提高混凝土的强度和耐久性。喷水养护是常用的一种方法，通过定期向混凝土表面喷洒适量的水，保持其湿润状态。这种方法适用于环境温度较高或湿度较低的地区。覆盖养护则是在混凝土表面覆盖一层塑料薄膜或湿麻袋等材料，以减少水分蒸发。这种方法适用于环境温度较低或湿度较高的地区。化学

养护则是通过在混凝土表面喷洒一种特殊的化学物质，形成一层保护膜，防止水分蒸发。这种方法适用于对混凝土表面有特殊要求的工程。具体选择哪种方法要根据实际情况进行综合考虑。如对大面积的混凝土结构，采用喷水养护和覆盖养护相结合的方法；对于小型构件或处于特殊部位的混凝土，由于其结构特点或所处环境的特殊性，可采用化学养护的方法。化学养护剂能在混凝土表面形成一层保护膜，减少水分散失，为水泥水化提供良好条件。同时，要特别留意养护时间的长短，根据混凝土的类型、配合比以及环境温度等因素来确定合适的时长，确保养护充分。养护频率的高低也不容忽视，要保证在整个养护期间内，混凝土都能持续处于良好的养护状态，以此保障混凝土的强度、耐久性等质量指标符合设计要求，保障工程质量<sup>[4]</sup>。

### 结束语

综上所述，混凝土检测试验与质量控制是水利工程不可或缺的重要环节。通过科学的检测试验，能够准确评估混凝土性能，为质量控制提供有力依据。而严谨的质量控制措施，则可以确保混凝土质量稳定可靠，为水利工程的安全运行提供坚实保障。未来，随着技术的不断进步，混凝土检测试验与质量控制将迈向更加智能化、精细化的道路。

### 参考文献

- [1]魏冰.水利工程中混凝土检测试验及其质量控制措施[J].水上安全,2024(7):142-144.
- [2]刘洋,马霄.水利工程中混凝土检测试验及其质量控制措施分析[J].科技资讯,2023,21(6):83-86.
- [3]张能良.水利工程中混凝土检测试验及其质量控制措施探讨[J].科技创新导报,2020(18):25-26.
- [4]高磊.浅析水利工程中混凝土检测试验及其质量控制措施[J].珠江水运,2020(3):16-17.