

# 水利工程材料质量检测技术研究与应用

徐磊

浙江金华市东昊工程检测有限公司 浙江省金华市 321000

**【摘要】**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生命财产安全和社会经济的可持续发展。而水利工程材料质量是决定水利工程质量的关键因素之一。本文深入探讨了水利工程材料质量检测技术,包括常用检测技术的原理、操作要点以及实际应用案例分析。同时,对当前检测技术存在的问题进行剖析,并展望了未来检测技术的发展趋势,旨在为提高水利工程材料质量检测水平,保障水利工程的安全稳定运行提供参考依据。

**【关键词】**水利工程;材料质量;检测技术研究;应用

Research and application of material quality testing technology of water conservancy Project

Xu Lei

Jiang Jinhua Donghao Engineering Testing Co., LTD. Zhejiang Jinhua 321000

**【Abstract】** As an important part of national infrastructure construction, the quality of water conservancy projects is directly related to the safety of people's lives and property and the sustainable development of social economy. The quality of water conservancy project materials is one of the key factors to determine the quality of water conservancy project. This paper discusses the quality testing technology of water conservancy engineering materials, including the principle of common testing technology and operation points and practical application case analysis. At the same time, the problems existing in the current detection technology are analyzed, and the development trend of the future detection technology is prospected, aiming to provide a reference for improving the material quality detection level of water conservancy projects and ensuring the safe and stable operation of water conservancy projects.

**【Key words】** water conservancy project; material quality; testing technology research and application

## 引言

水利工程在防洪、灌溉、供水、发电等诸多方面发挥着不可替代的作用。从古代的都江堰到现代的三峡工程,水利工程见证了人类利用水资源、改造自然环境的伟大历程。然而,水利工程长期处于复杂的自然环境中,承受着各种荷载和侵蚀作用,这就对水利工程材料的质量提出了极高的要求。只有通过科学、准确的质量检测技术,才能确保所选用的材料符合工程设计标准,进而保证水利工程的质量和安

## 1 水利工程材料质量检测的重要性

### 1.1 保障工程结构安全

优质的工程材料是构建稳固水利工程结构的基础。例如,在大坝建设中,混凝土材料的强度、耐久性等指标若不达标,可能导致大坝出现裂缝、渗漏甚至垮塌等严重事故,威胁下游地区人民生命财产安全。通过质量检测,可以筛选出性能可靠的材料,为工程结构安全提供坚实保障。

### 1.2 确保工程功能实现

不同类型的水利工程具有各自特定的功能需求。如输水渠道需要材料具备良好的抗渗性,以减少水资源的浪费;水电站的压力管道则要求材料有足够的抗压强度和抗疲劳性能。准确的质量检测能够保证所采用的材料满足这些功能要

求,使水利工程正常发挥其应有的效益。

### 1.3 控制工程成本

在工程项目中,有效控制工程成本是确保项目顺利推进并实现预期经济效益的关键环节。其中,合理开展材料质量检测工作发挥着不可忽视的重要作用。

材料作为工程项目的组成部分,其质量直接关系到整个工程的品质与稳定性。若使用了不合格材料,极有可能引发一系列严重后果,比如频繁的返工现象。返工不仅会耗费大量的人力、物力资源,延长工程工期,还会产生额外的施工费用;维修情况同样不容小觑,后续不断出现的维修需求,会持续增加资金投入,使工程成本大幅攀升。

尽管进行材料质量检测本身确实需要投入一定的成本,涵盖检测设备购置、检测人员薪酬以及检测场地租赁等多方面费用。然而,我们必须清晰地认识到,与因材料问题引发工程事故所带来的巨大经济损失相比,这些前期的检测成本简直微不足道。一旦发生工程事故,不仅要承担修复工程的高额费用,还可能面临对周边设施的赔偿责任,甚至会因延误交付而支付巨额违约金,更会对企业声誉造成难以估量的损害。

更为重要的是,通过精准的材料质量检测,能够全面了解各类材料的性能与质量状况。在此基础上,便可以综合考量价格因素,挑选出性价比高的材料。这样一来,既能严格保证工程质量达到甚至超越预期标准,又能巧妙地优化工程成本,实现质量与成本的完美平衡,为工程项目的成功实施奠定坚实基础。

## 2 水利工程材料常用质量检测技术

### 2.1 物理性能检测技术

#### 密度检测

密度是材料单位体积的质量，它反映了材料的紧密程度。对于砂石等集料，密度检测通常采用环刀法或蜡封法。环刀法适用于细粒土，通过将环刀压入试样中，测量环刀内土样的质量和体积，从而计算出密度。蜡封法则主要用于测定形状不规则的岩石或颗粒材料的密度，先将试样用石蜡密封，再通过排水法测量其体积，进而得出密度值。

#### 孔隙率与吸水率检测

孔隙率是指材料中孔隙体积与总体积之比，吸水率是材料吸收水分的能力。对于多孔材料如砖、石材等，孔隙率和吸水率的大小直接影响其耐久性。常用的检测方法是将干燥的试样浸泡在水中一定时间后，测量其质量变化，根据质量增加量计算吸水率，并结合材料的干密度和表观密度计算孔隙率。

### 2.2 力学性能检测技术

#### 抗压强度检测

抗压强度是衡量材料抵抗压力能力的重要指标。对于混凝土、砖石等材料，一般采用压力试验机进行抗压强度试验。将制备好的标准试件放置在压力试验机上，按照规定的加载速度施加压力，直至试件破坏，记录最大破坏荷载，根据试件尺寸计算抗压强度。

#### 抗拉强度检测

一些水利工程材料如钢材、纤维增强材料等需要检测抗拉强度。通过拉伸试验机对标准试件施加轴向拉力，测量试件在拉伸过程中的应力和应变，直至试件断裂，获取最大拉应力即为抗拉强度。

### 2.3 化学性能检测技术

#### 成分分析

采用化学分析法或光谱分析法确定材料的化学成分。化学分析法通过化学反应定量分析材料中各种元素的含量；光谱分析法则利用物质对光的吸收、发射特性来确定元素种类和含量。例如，在钢材质量检测中，通过分析碳、硅、锰、硫、磷等元素的含量，判断钢材是否符合质量标准。

#### 耐久性检测

耐久性是材料抵抗环境介质作用并长期保持其原有性能的能力。对于水工混凝土，常采用抗渗性试验和抗冻性试验来评估其耐久性。抗渗性试验通过向试件施加一定水压，观察试件的渗水情况，以确定其抗渗等级；抗冻性试验则是将试件在吸水饱和状态下反复冻融循环，根据质量损失、强度损失等指标评价其抗冻性能。

### 2.4 无损检测技术

#### 超声检测

超声检测是利用超声波在材料中的传播特性来检测内部缺陷。当超声波遇到缺陷时，会发生反射、折射和散射现象，通过接收和分析反射波的信号，可判断缺陷的位置、大小和形状。在混凝土结构检测中，超声检测常用于检测内部的孔洞、裂缝等缺陷。

#### 回弹法

回弹法基于回弹仪冲击混凝土表面，根据回弹值与混凝土抗压强度之间的相关性来推定混凝土强度。该方法操作简便、快速，但精度相对较低，常用于混凝土强度的初步检测和大面积普查。

## 3 水利工程材料质量检测技术的实际应用案例

### 3.1 某大型水库大坝混凝土质量检测

#### 工程概况

某大型水库大坝为混凝土重力坝，坝高 150m，总库容 10 亿立方米。为确保大坝混凝土质量，在施工过程中开展了全面的质量检测工作。

#### 检测技术应用

物理性能检测：对混凝土原材料如砂石集料进行密度、孔隙率和吸水率检测，确保其质量符合要求。通过严格控制集料的物理性能，保证了混凝土的工作性和耐久性。

力学性能检测：按规范制作大量混凝土抗压强度试件，采用压力试验机进行抗压强度试验。同时，对部分部位的混凝土进行抗拉强度检测，以评估大坝在不同受力条件下的性能。

无损检测：在大坝混凝土浇筑完成后，采用超声检测和回弹法相结合的方式，对混凝土内部质量进行检测。对于超声检测发现的异常部位，进一步采用钻芯取样进行验证，及时发现并处理了局部混凝土缺陷问题。

#### 检测结果及效果

通过全面的质量检测，大坝混凝土各项性能指标均满足设计要求。在后续的运行过程中，大坝未出现明显的质量问题，保障了水库的安全蓄水和正常运行。

### 3.2 某引水渠道管材质量检测

#### 工程概况

某引水渠道全长 50km，采用预应力钢筒混凝土管（PCCP）作为输水管道。由于渠道沿线地质条件复杂，对 PCCP 管材的质量要求较高。

#### 检测技术应用

外观检查：对进场的每根 PCCP 管材进行外观检查，查看管材表面是否有裂缝、砂眼、蜂窝麻面等缺陷。

物理力学性能检测：抽取部分管材进行抗压强度、抗裂性能等试验。通过专用的压力试验设备，模拟管材在实际运行中的受力情况，检测其力学性能。

无损检测：采用超声波探伤仪对管材的焊缝进行无损检测，确保焊缝质量符合要求，防止因焊缝缺陷导致的渗漏问题。

#### 检测结果及效果

在检测过程中，发现部分管材存在轻微的外观缺陷和个别焊缝不合格情况。对不合格管材进行退场处理，对焊缝缺陷进行修复，保证了引水渠道管材的质量。通水运行后，渠道未出现渗漏等质量问题，保障了引水工程的顺利实施。

## 4 当前水利工程材料质量检测技术存在的问题

#### 4.1 检测标准不完善

目我国水利工程材料质量检测标准现状及问题分析

目前,我国水利工程建设事业蓬勃发展,水利工程项目数量与规模不断扩大。在此背景下,水利工程材料质量检测标准也在持续改进与完善,这无疑为保障工程质量奠定了坚实基础。然而,不可忽视的是,现行检测标准体系仍存在一些亟待解决的问题。

部分标准的指标设置不够细化,这一情况在实际检测工作中带来诸多不便。以混凝土材料为例,现有的强度检测指标虽有明确规定,但对于其耐久性相关指标,如抗渗性、抗冻性等,在不同环境条件下的具体量化要求不够细致。在一些复杂地质和气候条件的水利工程中,这种不细化的指标难以准确评估混凝土材料能否长期稳定地满足工程需求。

更为突出的是,随着科技的飞速发展,新型材料不断涌现并逐渐应用于水利工程领域。但针对这些新型材料,相应的检测标准却较为匮乏。例如,一些具备特殊性能的高分子合成材料,它们在改善水利工程防渗、加固等方面展现出巨大潜力。然而,由于缺乏统一规范的检测标准,不同检测机构在面对此类材料时,采用的检测方法和判定依据各不相同。这不仅使得检测结果缺乏准确性,无法真实反映材料的质量状况,而且不同项目间的检测结果难以进行有效对比,严重影响了新型材料在水利工程中的科学合理应用,也给工程质量埋下了潜在风险。因此,进一步完善水利工程材料质量检测标准迫在眉睫。

#### 4.2 检测设备精度和可靠性有待提高

一些基层检测机构的检测设备老化、精度不足,无法满足高精度检测的要求。同时,部分设备在长期使用过程中缺乏有效的维护和校准,导致检测数据的可靠性降低。此外,随着新材料、新工艺的不断涌现,现有的检测设备可能无法适应新的检测需求。

#### 4.3 检测人员专业素质参差不齐

水利工程材料质量检测工作需要专业知识和实践经验兼备的人才。然而,目前检测队伍中部分人员专业素质不高,对检测标准和操作规程理解不深,操作技能不熟练,容易导致检测误差增大,甚至出现错误的检测结果。

#### 4.4 检测过程的规范性不足

在实际检测工作中,存在部分检测机构不严格按照标准操作规程进行检测的现象。例如,试件制备不规范、试验环境不符合要求、数据记录和处理不严谨等,这些问题都会影响检测结果的真实性和可靠性。

### 参考文献

- [1]数字测量技术优势及在水利工程测量中的应用探讨.黄胜东.水电站机电技术, 2021(06)
- [2]水利工程测量技术的分析.李秀远.中华建设, 2020(10)
- [3]水利工程测量技术的发展与应用.邵先学.现代物业(中旬刊), 2018(06)
- [4]水利工程测量质量的影响因素和有效措施.冯辉.河南水利与南水北调, 2020(06)
- [5]水利工程测量技术的发展和运用.吴钧辉;徐欣来;沈盈涵.中国新技术新产品, 2019(10)

作者简介:徐磊(1981—),性别男,民族汉,籍贯浙江省金华市,学历本科,研究方向:土木工程专业。

### 5 水利工程材料质量检测技术的发展趋势

#### 5.1 智能化检测技术的应用

随着人工智能、大数据、物联网等技术的飞速发展,智能化检测技术将在水利工程材料质量检测中得到广泛应用。例如,利用智能传感器实时监测材料的性能变化,通过数据分析和机器学习算法自动识别材料的质量问题,实现检测过程的自动化和智能化,提高检测效率和准确性。

#### 5.2 无损检测技术的创新

无损检测技术将朝着更加精确、高效、多功能的方向发展。新型的无损检测设备和方法不断涌现,如相控阵超声检测技术、脉冲涡流检测技术等,能够更准确地检测材料内部微小缺陷和复杂结构的质量状况。同时,无损检测与其他检测技术的融合将进一步提高检测结果的可靠性。

#### 5.3 绿色环保检测技术的推广

在可持续发展理念的推动下,绿色环保检测技术将成为未来的发展趋势。传统的检测方法可能会产生一定的废弃物和污染物,而绿色环保检测技术将采用更加环保的试剂和设备,减少对环境影响。例如,采用生物检测技术替代部分化学检测方法,实现检测过程的绿色化。

#### 5.4 标准化和国际化进程加快

为适应水利工程全球化发展的需求,水利工程材料质量检测标准将进一步与国际接轨,实现标准化和国际化。同时,国内的检测标准也将不断完善和细化,确保检测工作有章可循、规范统一。

### 结语

水利工程材料质量检测技术是保障水利工程质量和安全的重要手段。通过对常用检测技术的研究和实际应用案例分析,可以看出这些技术在确保工程材料质量方面发挥了重要作用。然而,当前检测技术在标准完善、设备精度、人员素质和检测规范性等方面还存在一些问题。未来,随着智能化、无损检测技术的创新发展以及绿色环保检测技术的推广,水利工程材料质量检测技术将不断提升,为水利事业的高质量发展提供更加有力的支持。水利工程建设者和检测人员应持续关注检测技术的发展动态,积极引进和应用新技术、新方法,提高水利工程材料质量检测水平,为保障国家水利设施的安全稳定运行贡献力量。