

# 水利工程金属结构连接件强度检测质量控制措施

王者雯 赵泓

江苏禹衡工程质量检测有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i8.17077

**[摘要]** 为确保水利工程中金属结构连接件的强度检测结果既准确又可靠,本研究聚焦于检测质量的控制措施。分析结果显示,连接件的强度对于整个水利工程的安全而言至关重要,而在检测质量控制方面,则面临着来自环境、设备以及人员等多方面的严峻挑战。通过科学地制定检测标准并严格执行,定期对检测设备进行校准与维护,对操作人员进行专业培训与严格考核,同时完善检测过程的监督与反馈机制,这些措施能够有效提升检测质量。同时,通过引入更为先进的检测技术与设备,对检测流程与方法进行优化,并深入剖析检测数据,将其有效应用于实践之中,能够进一步提升检测的精准度以及实用性。

**[关键词]** 水利工程; 金属结构连接件; 强度检测; 质量控制

中图分类号: TV5 文献标识码: A

## Strength Detection Quality Control Measures for Metal Structural Connectors in Hydraulic Engineering

Zhewen Wang Hong Zhao

Jiangsu Yuheng Engineering Quality Detection Co., Ltd.

**[Abstract]** To ensure the accuracy and reliability of strength detection results for metal structural connectors in hydraulic engineering, this study focuses on quality control measures for the detection process. Analysis shows that the strength of connectors is crucial to the safety of the entire hydraulic project, while quality control in detection faces significant challenges from environmental, equipment, and human factors. By scientifically establishing and strictly implementing detection standards, regularly calibrating and maintaining detection equipment, providing professional training and rigorous assessment for operators, and improving supervision and feedback mechanisms during the detection process, the quality of detection can be effectively enhanced. Additionally, the introduction of more advanced detection technologies and equipment, optimization of detection procedures and methods, and in-depth analysis of detection data for practical application can further improve the accuracy and practicality of detection.

**[Key words]** Hydraulic Engineering; Metal Structural Connectors; Strength Detection; Quality Control

### 引言

金属结构连接件强度检测是水利工程质量控制的核心环节,其检测精度直接关系到工程结构的安全性与耐久性<sup>[1]</sup>。随着水利工程规模不断扩大、结构日益复杂,金属结构连接件的种类也变得越来越多,涵盖了螺栓连接、焊接接头以及铆接结构等,不同连接形式在力学性能上的差异十分明显,这给检测技术的适用性带来了更高的要求。现有研究表明,连接件强度检测误差主要来源于设备精度、操作规范性及环境干扰等因素<sup>[2]</sup>。螺栓预紧力检测中,扭矩系数偏差可能导致轴力计算结果失真;焊接接头超声检测时,耦合剂性能不稳定会影响缺陷识别率<sup>[3]</sup>。因此,构建一套系统化的质量控制体系,借助标准化流程、定期设备校准以及专业人员培训等手段,对于提升检测结果的可靠性而言,

有着重要的理论价值和实践意义。

### 1 金属结构连接件强度检测的重要性

#### 1.1 连接件强度对工程安全的关键作用

金属结构连接件,堪称水利工程中不可或缺的核心承载构件,力学性能如何直接关乎着整个工程结构的稳固程度。根据结构力学原理,连接件的强度不足将导致应力集中效应加剧,引发局部破坏并逐步扩展为整体结构失稳<sup>[4]</sup>。以大型水闸工程作为实例,其闸门所配备的连接件需要承受来自水流的压力、自身重量以及启闭过程中产生的荷载等多重复合作用,一旦连接件的强度无法达到要求,就极有可能导致闸门出现卡阻、渗漏,甚至发生垮塌等极其严重的灾难性后果。

#### 1.2 检测质量控制对保障检测结果的意义

金属结构连接件的强度检测,是一项涉及材料力学试验、无损检测技术,还有数值模拟分析等多个不同学科交叉融合的复杂领域工作。检测质量的控制工作,需要全面且细致地贯穿于样品采集、试验实施、数据处理以及结果判定的每一个环节之中。按照《金属材料拉伸试验方法》(GB/T 228.1-2021)等一系列国家标准,在检测过程中,必须对环境温度、加载速率以及试样对中程度等参数进行严格把控,因为只要出现任何一点偏差,都极有可能致使检测结果与真实值不符。例如,当环境温度每上升10℃时,钢材的屈服强度大概会降低5MPa左右,这种看似微小的变化,在大型工程中却可能逐渐累积,最终形成不容忽视的安全隐患。

### 1.3 实际检测中质量控制面临的难题

水利工程现场的检测环境,往往复杂且多变,这无疑给质量控制带来了极为严峻的挑战。在温度波动这一因素上,当处于露天作业环境时,检测设备与试样之间的温差或许会超过20℃,这种温差会引发热胀冷缩效应,进而造成测量误差的出现。在湿度控制这一环节,高湿度环境就像一个无形的“腐蚀者”,会加速金属的腐蚀进程,改变连接件表面的原本状态,进而对无损检测信号产生干扰。在某水库闸门的检测工作中,人们发现当湿度由60%攀升至90%时,超声波检测信号的衰减率上升了15%,这一变化极大地降低了对缺陷识别的精准度。

## 2 金属结构连接件强度检测的质量控制措施

### 2.1 科学制定与严格执行检测标准

检测标准的科学程度与严谨程度,宛如稳固的基石一般,支撑着水利工程金属结构连接件强度检测的质量控制工作。依据金属结构连接件自身独特的力学特性、实实在在的材料属性以及具体的工程应用场景,要精心制定出一套涵盖检测项目、检测方法、检测频率以及合格判定标准等核心要素的规范体系。以高强度螺栓连接件为例,要清晰地确定其预紧力的检测办法,像扭矩法、转角法等,并且明确允许出现的偏差范围;而对于焊接连接件,则要规定好焊缝无损检测的比例,以及缺陷等级的评定标准。通过设计标准化的流程,能够保证检测过程既具有可重复性,又能实现可追溯性<sup>[5]</sup>。同时,为了进一步强化标准的执行力度,需要构建一个多层次的监督机制,这个机制应涵盖检测机构内部的自我检查、行业主管部门的随机抽查,以及第三方认证机构的审核,从而有效避免因操作不当或对标准理解有误而造成的检测数据失真,为工程质量的评估奠定坚实可靠的依据。

### 2.2 定期校准与精心维护检测设备

检测设备的精度高和稳定性强弱,是确保检测数据可靠性的关键硬件保障。金属结构连接件的强度检测工作,会用到多种高精度仪器,像万能材料试验机、硬度计、超声波探伤仪以及磁粉检测设备等等,这些仪器的量值溯源工作,必须严格依照国家计量法规的要求来开展。针对检测设备的定期校准工作,应当紧密结合设备的使用频率以及实际工况来量身定制校准方案。比如,那些高频使用的万能材料试验机,建议每3个月就进行一次全面的量程校准;而使用频率较低的硬度计,则可以将校准周期

延长至每6个月进行一次。校准内容需要全面覆盖力值、位移、速度等核心参数,并由法定计量机构出具认证的校准证书,以此保障设备量值传递的精准无误。设备维护过程中,应当构建起预防性维护(PM)和故障后维修(BM)相互配合的双重保障机制。预防性维护工作涵盖了日常清洁、润滑、紧固,还有传感器灵敏度测试等一系列常规操作,这些操作能够有效降低设备突发故障的发生概率。

### 2.3 专业培训与严格考核操作人员

操作人员的专业技能高低与质量意识的强弱,是影响检测过程能否规范化的关键软性要素。金属结构连接件的强度检测牵扯到力学、材料学,还有无损检测这些多学科的知识,就要求操作人员得有扎实的理论基础,还得有丰富的实践经验。专业培训应当建立起一套分层级的培训体系,这个体系涵盖了基础理论方面的培训,像金属材料的力学性能、焊接缺陷的类型等知识;还包括设备操作方面的培训;同时也包含数据分析方面的培训。培训方式上可以选用“理论授课、实操演练再加上案例分析”的混合模式。严格的考核是确保操作人员能力能够达标的关键核心手段。考核内容需包含理论考试和实操评估这两个关键部分,其中理论考试着重检验学员对检测标准、设备运行原理以及质量控制要点的掌握程度,实操评估则依据标准化操作流程(SOP)来评判学员的设备操作熟练程度和数据记录的规范程度。

### 2.4 完善检测过程监督与反馈机制

检测过程的监督,是确保检测质量达到合规标准的关键且重要的手段。需要构建一套完整的全流程监督体系,这个体系要全面覆盖检测前的各项准备工作(比如设备的校准、样品的标识)、检测过程中的具体操作(例如加载速率的控制、数据的记录)以及检测后报告的精心编制(如数据的修约、结论的准确判定)等多个环节。监督方式可以灵活采用现场巡查和远程监控相结合的办法,比如,当对大型水利枢纽的金属结构连接件展开检测时,能够安装摄像头来实时查看检测现场的操作情况,同时利用数据采集系统自动把检测参数记录下来,让整个检测过程都有迹可循。反馈机制如同持续优化检测质量的强劲引擎,发挥着核心驱动作用。需要构建起一个“检测数据-问题分析-改进措施”的完整闭环管理流程。

## 3 提高金属结构连接件强度检测质量的策略

### 3.1 积极引入先进检测技术与设备

在水利工程里,金属结构连接件的强度检测工作至关重要,而引入先进的检测技术和设备,是提升检测质量的关键办法。无损检测技术,作为当下极为前沿的一项技术,有着非破坏性、高精度等十分显著的优势,可以在不损伤连接件的情况下,精准无误地检测出连接件内部的缺陷以及强度状况。例如,超声波检测技术通过发射超声波并接收反射波,依据波的传播特性判断连接件内部是否存在裂纹、气孔等缺陷,进而评估其强度。高精度测量仪器依靠自身极为出色的测量精度,给检测结果带来了十分可靠的数据支持。激光测距仪、三维坐标测量仪这类设备,

能对连接件的尺寸、形状等参数展开高精度测量,降低人为测量时产生的误差,让检测数据更加准确。当积极引入这些先进的检测技术和设备后,检测人员可以收集到更全面、更精准的检测数据,为后续的质量评估和决策打下牢固的基础,进而大幅提升检测的质量水平。

### 3.2 结合实际优化检测流程与方法

水利工程金属结构所使用的连接件类型十分丰富,在结构形式、材料特性以及使用环境等方面都存在着显著的差异,这就使得检测流程与方法必须依据实际情况进行细致的优化调整。对于各种不同类型的连接件,量身定制个性化的检测方案,乃是优化检测流程与方法的关键所在。例如,当面对体积十分庞大、结构异常复杂的大型钢结构连接件时,传统的整体检测方法往往会遇到实施困难,在这种情况下,便可以采用分区域、分阶段逐步推进的检测策略。把连接件细细拆分成几个小区域进行检测,再把各个小区域检测出来的结果汇总起来综合分析,能得出整体的强度评估情况啦。这种分区域、逐步推进的检测方法,不仅提升了检测工作的实际可操作性,还能更为精准地捕捉到局部存在的缺陷,进而为工程质量的把控提供更加具体、有针对性的参考依据。对于那些由高强度钢材打造而成的连接件,鉴于其材料性能十分稳定,所以可以选用一些较为常规的检测办法,像拉伸试验、硬度试验之类的,以此获取它们基本的力学性能指标。对于那些在恶劣环境里服役的连接件,比如长时间置身于潮湿、腐蚀氛围中的连接件,除了开展常规的强度检测工作之外,还需额外增添耐腐蚀性检测项目,像盐雾试验、电化学腐蚀试验之类的,如此才能全方位地评估在实际使用环境下的性能表现。

### 3.3 深入分析检测数据并应用于实践

对检测数据进行深入细致的分析,是充分挖掘数据潜在价值、有效提升检测整体质量的关键环节。在水利工程的金属结构连接件强度检测环节,往往会产生数量庞大的数据,这些数据里潜藏着极为丰富的信息,只要对这些数据展开深入且细致的挖掘与分析工作,就能够探寻到连接件强度变化的规律以及其

发展趋势。比如说,要是对不同时间段、不同部位所检测到的连接件强度数据进行一番细致的对比分析,就能察觉到连接件在使用的时候,其强度有没有出现改变,还能知晓改变的程度大小以及变化走向。同时,若将连接件的设计参数、施工工艺等要素纳入考量范围,便能更深入地剖析出影响连接件强度的那些关键因素,进而为工程的质量控制提供坚实且科学的依据。

## 4 结论

水利工程金属结构连接件的强度检测质量控制,堪称保障整个工程安全稳定运行的最为关键且基础性的工作,其构建的技术体系,要全面涵盖标准制定、设备管理、人员能力以及流程优化等多个维度的关键要素。基于力学性能非线性退化规律与服役环境复杂性,检测过程需严格遵循标准化操作流程,通过定期校准高精度测量仪器确保数据采集的可靠性,同时依托专业培训与考核机制提升操作人员对螺栓预紧力计算、焊接缺陷识别等关键技术的掌握程度。实践显示,当把无损检测技术和智能化数据分析方法结合起来运用时,就能够对连接件强度变化展开动态监测,还能对其发展趋势进行预测,能为工程维护决策提供可靠的科学依据,从而极大地提高水利工程在整个生命周期内的安全性与耐久性。

### [参考文献]

- [1]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(6):83-86.
- [2]张国付.辽宁省水利工程监理平行检测改进方式与质量控制措施探讨[J].水利技术监督,2023(3):282-284.
- [3]蔡勤.水利工程中混凝土检测试验及质量控制措施研究[J].新潮电子,2023(3):115-117.
- [4]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.
- [5]熊夏霞.水利工程中混凝土检测试验及其质量控制措施浅述[J].明日,2021(13):0431.