

# 水利工程金属闸门止水性能检测方案设计与应用

徐海亮 赵 泓

江苏禹衡工程质量检测有限公司 江苏 盐城 224000

**摘要：**水利工程金属闸门止水性能关乎工程安全与效益。本文聚焦其检测方案设计及应用，先概述金属闸门止水性能要点，接着从检测指标确定、方法选择、设备选型、流程规划等方面详细阐述检测方案设计内容。随后介绍该方案在定期检测、特殊工况检测、新建工程验收检测等场景的应用，以及检测结果反馈与应用情况。最后针对检测过程提出优化策略，包括检测技术改进、流程优化、人员培训与管理、标准完善等，旨在提升金属闸门止水性能检测水平，保障水利工程稳定运行。

**关键词：**水利工程；金属闸门；止水性能；检测方案；应用优化

引言：水利工程作为国家基础设施建设的关键部分，在防洪、灌溉、发电、供水等诸多领域发挥着不可替代的作用。金属闸门作为水利工程中控制水流、调节水位的关键设备，其止水性能至关重要。良好的止水性能可有效防止水流渗漏，避免水资源浪费，保障工程结构安全与正常运行。然而，受多种因素影响，金属闸门止水性能可能出现问题，进而影响水利工程效益。因此，设计科学合理的金属闸门止水性能检测方案并加以应用，及时发现并解决潜在问题，对确保水利工程长期稳定运行具有重大现实意义。

## 1 水利工程金属闸门止水性能概述

水利工程中，金属闸门是控制水流、调节水位的关键设施，其止水性能直接关系到工程的运行安全与效益。金属闸门止水，主要是通过由在闸门与门槽、闸门与周边结构接触部位设置止水装置，阻止水流渗漏。止水性能的优劣受多方面因素影响。材料方面，止水橡胶等密封材料的耐老化性、弹性等特性，决定了其在长期使用和复杂环境下的密封效果；结构设计上，合理的止水形式与尺寸，能更好地贴合闸门运动轨迹，实现有效密封。良好的止水性能意义重大。一方面，可避免大量水资源渗漏浪费，提高水资源利用效率；另一方面，能防止因渗漏引发的闸门周边结构冲刷、侵蚀，保障工程结构安全稳定。若止水性能不佳，不仅会造成经济损失，还可能引发安全隐患，如闸门周边土体流失导致结构失稳等。因此，对金属闸门止水性能进行检测、评估与维护，是水利工程管理工作中不可或缺的重要环节<sup>[1]</sup>。

## 2 水利工程金属闸门止水性能检测方案设计

### 2.1 检测指标确定

水利工程金属闸门止水性能检测指标的确定需全面且精准，以准确反映止水状况。渗漏量是核心指标之

一，它直观体现止水系统阻止水流通过的能力，渗漏量过大意味着止水效果不佳，可能引发水资源浪费和周边结构安全隐患。止水带压缩量也不容忽视，合适的压缩量能保证止水带与接触面紧密贴合，若压缩量不足，止水带无法有效密封；压缩量过大，则可能导致止水带过早老化损坏。此外，止水带与闸门、门槽等接触面的贴合度也是重要指标，贴合不紧密会产生缝隙，导致渗漏。同时，还需考虑止水材料的物理性能，如橡胶止水带的硬度、拉伸强度等，这些性能指标影响止水带的使用寿命和密封效果。综合这些指标，能从多个维度全面评估金属闸门止水性能，为后续的检测、维护和改进提供可靠依据。

### 2.2 检测方法选择

水利工程金属闸门止水性能检测方法多样，需根据实际情况合理选择。直观检查法是基础，通过肉眼观察止水带外观，查看是否有破损、老化、变形等情况，初步判断止水状况。对于渗漏量的检测，可采用容积法或流量计法。容积法是在特定时间内收集渗漏水，测量其体积来计算渗漏量；流量计法则是利用流量计直接测量渗漏水流量。要检测止水带压缩量，可使用百分表等精密仪器进行测量，准确获取压缩数据。贴合度检测可借助塞尺，将塞尺插入止水带与接触面之间，测量缝隙大小来判断贴合情况。对于止水材料物理性能检测，需送至专业实验室，采用拉伸试验机、硬度计等设备进行测试。综合运用多种检测方法，能全面、准确地评估金属闸门止水性能。

### 2.3 检测设备选型

水利工程金属闸门止水性能检测设备的选型至关重要，直接影响检测结果的准确性和可靠性。检测渗漏量时，若采用容积法，需选择合适规格的容器，确保能准

确收集渗漏水且便于测量体积；使用流量计法时，要根据水流特点和流量范围，挑选精度高、稳定性好的流量计。测量止水带压缩量，百分表是常用设备，应选择量程合适、分度值小的百分表，以保证测量精度。检测贴合度的塞尺，要保证其精度和刻度清晰，便于准确读取缝隙尺寸。对于止水材料物理性能检测设备，拉伸试验机需具备足够的拉力和精度，能准确测量材料的拉伸强度等参数；硬度计要符合相关标准，可精确测定橡胶等材料的硬度。此外，检测设备还应具备良好的耐用性和适应性，能在水利工程现场复杂的环境下正常工作，为检测提供可靠保障。

#### 2.4 检测流程规划

水利工程金属闸门止水性能检测流程需科学规划，以确保检测工作有序进行。首先进行准备工作，包括收集金属闸门的设计资料、运行记录等，了解闸门的基本情况和历史止水状况；同时，准备检测所需的设备、工具和材料，并对设备进行调试和校准，保证其正常运行。接着开展现场检测，按照先整体后局部的原则，先对闸门止水系统进行直观检查，记录外观问题；然后依次进行渗漏量、止水带压缩量、贴合度等指标的检测，记录各项数据。检测过程中要严格按照操作规程进行，确保数据准确。完成现场检测后，对检测数据进行处理和分析，与相关标准进行对比，评估止水性能是否合格。最后根据检测结果编制检测报告，提出针对性的维护、维修或改进建议，并将报告提交给相关部门，为金属闸门的止水性能管理提供决策依据<sup>[2]</sup>。

### 3 水利工程金属闸门止水性能检测方案应用

#### 3.1 定期检测应用

水利工程金属闸门长期处于水环境中，受水流冲刷、水质侵蚀等因素影响，止水性能会逐渐发生变化。定期检测是及时发现并解决这些潜在问题的有效手段。依据工程特点与运行需求，制定合理的定期检测周期，如每年或每两年开展一次全面检测。在定期检测中，检测人员运用专业设备与技术，对闸门止水系统进行细致检查。重点测量渗漏量，判断是否超出允许范围；检查止水带的外观，查看有无老化、破损、变形等情况；测量止水带的压缩量与贴合度，确保其与闸门、门槽紧密贴合。通过对多次检测数据的对比分析，能掌握止水性能的变化趋势。若发现渗漏量逐渐增大或止水带老化加速，可提前安排维护或更换工作，避免问题恶化影响工程安全。定期检测还能为金属闸门的使用寿命评估提供依据，有助于合理安排检修计划，降低运维成本，保障水利工程长期稳定运行。

#### 3.2 特殊工况检测应用

特殊工况下，水利工程金属闸门承受的压力和运行条件与常规状态差异较大，对止水性能的要求也更为严格。例如，在遭遇特大洪水时，闸门需频繁启闭且承受巨大水压力，可能导致止水带移位、损坏，引发严重渗漏。此时应迅速组织特殊工况检测，重点检查止水带与闸门、门槽的连接是否牢固，有无松动或脱落现象；测量渗漏量，评估止水系统的实际止水效果。当地震发生后，金属闸门的止水结构可能因震动产生裂缝、变形等问题，影响止水性能。同样需及时开展检测，利用无损检测等技术手段，查看止水结构的完整性。此外，在闸门长时间高水位运行或经历极端气温变化后，也应进行特殊工况检测。

#### 3.3 新建工程验收检测应用

新建水利工程金属闸门止水性能验收检测是确保工程质量的关键环节。在验收阶段，需严格按照设计要求和相关标准，对止水系统进行全面、细致的检测。首先检查止水材料的规格、质量是否符合设计文件，确保其具备良好的物理性能和耐久性。对止水带的安装质量进行重点检测，查看其安装位置是否准确、固定方式是否牢固，保证止水带在闸门运行过程中不会发生移位。测量渗漏量是验收检测的重要内容，通过专业的测量设备和方法，获取准确的渗漏数据，判断是否在允许范围内。同时，检查止水带与闸门、门槽的贴合度，确保无缝隙存在。若检测结果不符合标准，要求施工单位进行整改，直至止水性能达标。

#### 3.4 检测结果反馈与应用

检测结果反馈与应用是水利工程金属闸门止水性能检测工作的重要后续环节。检测完成后，应及时将详细的检测报告反馈给工程管理、运维等相关部门。报告中不仅要明确指出止水性能存在的问题，如渗漏量超标、止水带老化等，还要提供具体的数据和分析，为后续处理提供科学依据。相关部门根据检测结果，制定针对性的维护、维修或改造计划。对于轻微问题，安排定期维护，如对止水带进行清洁、涂刷防护涂料等；若问题较严重，及时组织维修或更换止水部件，确保止水性能恢复正常。同时，将检测结果和处理情况记录存档，建立完善的金属闸门止水性能数据库。通过对历史数据的分析，总结经验教训，优化检测方案和维护策略<sup>[3]</sup>。

### 4 水利工程金属闸门止水性能检测方案优化策略

#### 4.1 检测技术改进

水利工程金属闸门止水性能检测技术的改进是提升检测准确性与效率的关键。引入先进的无损检测技术，

如超声波检测、红外热成像检测等。超声波检测可精准探测止水带内部是否存在缺陷、裂缝，且对止水带无损伤；红外热成像检测能通过温度差异快速定位渗漏点，尤其适用于大面积闸门的快速筛查。同时，利用智能化检测设备，如具备自动数据采集与分析功能的仪器，减少人工操作误差，提高数据精度。此外，借助物联网技术，实现检测设备的远程监控与数据实时传输，方便管理人员及时掌握检测情况。不断研发新型检测试剂与材料，提升对止水材料性能检测的灵敏度与准确性，为全面、精准评估金属闸门止水性能提供技术支撑。

#### 4.2 检测流程优化

优化水利工程金属闸门止水性能检测流程能提高工作效率与质量。首先，简化不必要的检测环节，对一些常规且关联性强的检测项目进行整合，如将止水带外观检查与初步贴合度检查合并进行。其次，合理安排检测顺序，按照先整体后局部、先易后难的原则，先对闸门整体止水状况进行快速评估，再针对重点部位和疑似问题区域进行详细检测。同时，建立检测流程标准化手册，明确各环节的操作规范与质量要求，确保检测人员严格按照流程执行。此外，引入信息化管理系统，对检测流程进行实时跟踪与监控，及时调整不合理环节，保证检测工作有序、高效开展。

#### 4.3 检测人员培训与管理

检测人员的专业水平直接影响水利工程金属闸门止水性能检测的质量。加强检测人员培训，定期组织专业技能培训课程，邀请行业专家讲解最新的检测技术、标准和规范，提升检测人员的理论知识水平。开展实践操作培训，让检测人员在模拟场景或实际工程中进行操作演练，熟练掌握检测设备的使用方法和检测技巧。建立严格的人员管理制度，对检测人员进行资质认证与考核，只有通过考核的人员才能从事检测工作。同时，建立绩效考核机制，根据检测人员的工作质量、效率等进行奖惩，激励检测人员不断提升自身能力，打造一支专业素质高、责任心强的检测队伍。

#### 4.4 检测标准完善

完善水利工程金属闸门止水性能检测标准是保障检测工作科学、规范的基础。对现有检测标准进行全面梳理，结合实际工程经验和新技术发展，修订不合理、不完善的条款。明确各项检测指标的具体要求和检测方法，使检测标准具有更强的可操作性。针对不同类型的金属闸门和工程特点，制定差异化的检测标准，提高标准的针对性。同时，加强与国际、国内先进标准的对接与交流，及时引进先进的理念和方法，提升我国水利工程金属闸门止水性能检测标准的整体水平。建立检测标准的动态更新机制，根据工程实践反馈和行业发展需求，及时对标准进行修订和完善，确保检测标准始终适应工程实际需要<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

水利工程金属闸门止水性能检测方案的设计与应用，是保障水利工程安全稳定运行的关键举措。通过科学合理的方案规划，综合运用先进检测技术、优化检测流程、强化人员管理与完善检测标准等多方面策略，能实现对金属闸门止水性能全面、精准的评估。这不仅有助于及时发现潜在问题并采取有效措施，延长闸门使用寿命，更能确保水利工程在防洪、灌溉、供水等方面发挥重要作用。未来，随着技术不断进步，我们需持续优化检测方案，提升检测水平，为水利工程的可持续发展提供坚实保障，守护好国家的水资源安全与民生福祉。

#### 参考文献

- [1]李姣,郭莉皎.冶炼化工设备金属材料腐蚀原因及防护措施[J].造纸装备及材料,2022,51(3):94-96.
- [2]李伟康,王畅,张博越.基于D-H曲线及性能退化的钢闸门寿命预测方法[J].水利水电技术,2022,50(7):87-91.
- [3]潘光清.水工钢闸门制作过程焊接质量控制[J].现代制造技术与装备,2022,58(09):98-100.
- [4]王志民,再丽娜,张兵,郑莉.水工金属结构钢闸门启闭力测试方法[J].起重运输机械,2021(08):78-82.