

# 水闸安全鉴定中检测技术的应用

刘远萍

水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院

DOI: 10.12238/jpm.v5i9.7220

**[摘要]** 水闸作为水利工程的重要组成部分，其安全性直接关系到防洪、供水和发电等功能的正常运行。随着技术的发展，各种先进的检测技术在水闸安全鉴定中得到了广泛应用。这些技术包括但不限于无损检测、遥感监测、智能传感器和数据分析等，有效提高了水闸安全评估的准确性和效率。本文将探讨这些检测技术在水闸安全鉴定中的具体应用及其效果。

**[关键词]** 水闸安全鉴定；检测技术；应用

## Application of detection technology in the safety appraisal of sluice

Liu yuanping

Ministry of Water Resources, Ministry of Transport, National Energy Administration, Nanjing Institute of Water Resources

**[Abstract]** As an important part of water conservancy project, the safety of sluice is directly related to the normal operation of flood control, water supply and power generation functions. With the development of technology, various advanced detection technologies have been widely used in the safety identification of sluice. These technologies include but are not limited to nondestructive testing, remote sensing monitoring, intelligent sensors and data analysis, which effectively improve the accuracy and efficiency of sluice safety assessment. This paper will explore the specific application and effect of these detection techniques in the safety identification of sluice.

**[Keywords]** sluice safety identification; detection technology; application

### 引言：

水闸的安全性是保障水利工程稳定运行的关键。随着时间的推移和环境的变化，水闸可能会出现各种损伤和老化问题，因此定期进行安全鉴定显得尤为重要。近年来，随着科技的进步，一系列先进的检测技术被引入到水闸安全鉴定中，这些技术不仅提高了检测的准确性，还大大缩短了检测时间，降低了成本。本文旨在分析这些检测技术在水闸安全鉴定中的应用及其对提升水闸安全管理水平的影响。

### 1. 水闸安全鉴定的必要性

#### 1.1 水闸的功能与重要性

水闸作为水利工程的关键组成部分，其主要功能在于调控水流，防止洪水，以及在干旱时期保障供水。水闸的重要性不仅体现在其对水资源的有效管理上，更在于其对经济社会发展的支撑作用。在防洪方面，水闸能够有效地控制河流水位，减轻下游地区的洪水压力，保护人民生命财产安全。在供水方面，水闸能够确保农业灌溉、工业用水及城市居民生活的稳定供应。此外，水闸还承担着航运、发电等多重功能，对区域经济的可持续发展具有不可替代的作用。因此，确保水闸的安全运行，对于维护社会稳定、促进经济发展具有极其重要的意义。

#### 1.2 水闸老化与损伤的风险

随着时间的推移，水闸结构会逐渐老化，面临各种损伤风险。这些风险包括但不限于材料疲劳、腐蚀、地基沉降、结构裂缝等。水闸的老化问题可能导致其功能下降，甚至引发严重的安全事故。例如，闸门密封性能的下降可能导致泄漏，影响水闸的正常运行；结构裂缝的扩大可能威胁到水闸的整体稳定性，增加溃坝的风险。此外，自然灾害如地震、洪水等也会水闸造成额外压力，加剧其损伤程度。因此，定期进行水闸安全鉴定，及时发现并处理潜在问题，是确保水闸长期安全运行的必要措施。

### 2. 传统检测技术及其局限性

#### 2.1 人工检查方法

在水闸安全鉴定中，传统检测技术扮演了至关重要的角色。人工检查方法，作为最古老的检测手段之一，其历史可以追溯到水闸建设的初期。这种方法主要依赖于经验丰富的工程师和技术人员，他们通过肉眼观察、手动测量和简单的工具来评估水闸的结构完整性和功能状态。人工检查方法的具体步骤包括：首先，检查人员会对水闸的外观进行全面的视觉检查，寻找裂缝、腐蚀、变形或其他可见的损伤。其次，他们会使用简单的测量工具，如卷尺和水平仪，来测量水闸的关键尺寸和水平位置，以确保其符合设计规格。此外，检查人员还会通过

手动操作闸门，检查其开启和关闭的顺畅性，以及密封性能。

然而，尽管人工检查方法在历史上发挥了重要作用，但它也存在明显的局限性。首先，这种方法依赖于检查人员的经验和判断，因此存在主观性和不一致性的问题。其次，人工检查的效率相对较低，尤其是在大型水闸或多个水闸的检查中，需要耗费大量的人力和时间。此外，人工检查的精度也受到限制，对于微小的损伤或隐蔽的问题，可能无法及时发现。

随着科技的进步，现代检测技术如无损检测、远程监控和自动化分析等，已经开始逐步取代传统的人工检查方法。这些新技术不仅提高了检测的准确性和效率，还大大降低了人力成本和安全风险。因此，尽管人工检查方法在水闸安全鉴定中仍有一席之地，但其局限性也促使我们不断探索和应用更为先进和可靠的检测技术。

## 2.2 传统检测技术的不足

在水闸安全鉴定中，传统检测技术的应用虽然历史悠久，但其局限性也日益凸显。传统检测技术主要包括目视检查、手动测量和简单的机械测试等方法。这些技术在早期水闸建设和维护中发挥了重要作用，但随着时间的推移，它们逐渐暴露出一系列不足之处。首先，传统检测技术在精确度上存在明显缺陷。目视检查依赖于检测人员的经验和判断，容易受到主观因素的影响，导致检测结果的准确性和可靠性大打折扣。手动测量虽然能够提供一定的数据支持，但其测量精度受限于工具的精度和操作人员的技能水平，难以满足现代水闸安全鉴定对高精度数据的需求。

其次，传统检测技术的效率低下。在水闸的检测过程中，需要对多个部位进行逐一检查和测量，这不仅耗时耗力，而且在大型水闸的检测中，这种逐点检查的方式几乎无法实现全面覆盖。此外，传统检测技术在应对复杂环境和高风险区域时显得力不从心，无法有效保障检测人员的安全。

再者，传统检测技术的数据处理能力有限。在检测过程中收集到的数据往往需要人工进行整理和分析，这不仅增加了工作量，而且容易出现数据处理错误，影响最终的鉴定结果。随着水闸规模的扩大和结构复杂性的增加，传统检测技术在数据处理方面的局限性愈发明显。最后，传统检测技术缺乏系统的风险评估能力。在现代水闸安全鉴定中，风险评估是一个至关重要的环节，它要求对水闸的各个组成部分进行全面的风险分析和评估。然而，传统检测技术在这方面显得力不从心，无法提供系统化的风险评估工具和方法，难以满足现代水闸安全管理的需要。

## 3. 现代检测技术在水闸安全鉴定中的应用

### 3.1 无损检测技术

无损检测技术在水闸安全鉴定中的应用日益广泛，其核心优势在于能够在不破坏结构的前提下，对水闸的内部和外部状况进行全面评估。首先，超声波检测技术通过发射高频声波并分析其反射信号，能够精确探测水闸混凝土结构中的裂缝、空洞和脱层等缺陷。其次，磁粉检测技术适用于金属部件，通过在表面施加磁场并观察磁粉的分布，可以揭示微小的裂纹和疲劳损伤。再者，红外热像技术利用物体表面温度分布的差异，

对水闸的渗漏和热损伤进行非接触式检测。此外，X射线探伤技术能够穿透水闸的金属和混凝土结构，提供内部缺陷的直观图像。这些技术的综合应用，不仅提高了水闸安全鉴定的准确性和效率，而且为水闸的维护和修复提供了科学依据。

### 3.2 遥感监测技术

在水闸安全鉴定中，现代检测技术的应用至关重要，其中遥感监测技术尤为突出。遥感监测技术通过远距离感知和记录水闸及其周边环境的状态，为水闸的安全评估提供了强有力的数据支持。遥感监测技术主要依赖于卫星、无人机和地面传感器等设备，这些设备能够捕捉到水闸结构的变化、水位的波动以及周围环境的微妙变化。通过高分辨率的图像和数据，工程师和技术人员可以精确地分析水闸的结构完整性、渗漏情况以及可能的破坏模式。

此外，遥感监测技术还能够实时监控水闸的运行状态，及时发现异常情况并采取相应的措施。例如，通过热成像技术，可以检测到水闸结构中的热点，这些热点可能是由于结构内部的缺陷或损伤导致的。通过分析这些热点的位置和温度，可以预测潜在的结构问题，并提前进行维修或加固。遥感监测技术的另一个重要应用是环境监测。水闸的运行不仅影响其自身的安全，还可能对周边的生态系统产生影响。

### 3.3 智能传感器技术

在水闸安全鉴定中，现代检测技术的应用至关重要，尤其是智能传感器技术的发展，为水闸的安全监测提供了前所未有的精确度和效率。智能传感器技术通过集成先进的电子设备和数据处理算法，能够实时监控水闸的结构健康状况，包括但不限于应力分布、变形情况、裂缝扩展等关键参数。智能传感器技术的核心优势在于其高度的自动化和智能化。传感器网络可以被部署在水闸的关键部位，通过无线通信技术实现数据的实时传输和集中管理。这些数据随后通过高级算法进行分析，以识别潜在的结构问题或异常行为。例如，通过对比历史数据和当前监测结果，系统可以预警可能的结构疲劳或损伤，从而及时采取维护措施，避免灾难性事故的发生。

此外，智能传感器技术还能够适应复杂多变的环境条件，如水下、高温、高湿等极端环境，确保监测数据的连续性和可靠性。这种技术的应用不仅提高了水闸安全鉴定的科学性和准确性，也为水闸的长期管理和维护提供了强有力的技术支持。

### 3.4 数据分析与处理技术

在水闸安全鉴定中，现代检测技术的应用至关重要，尤其是在数据分析与处理技术方面。这些技术不仅提高了鉴定的准确性，还极大地增强了安全评估的可靠性。首先，数据分析技术在水闸安全鉴定中的应用主要体现在对检测数据的深入挖掘和解析。通过使用高级统计方法和机器学习算法，可以对大量的检测数据进行模式识别和异常检测。例如，通过对水闸结构应力分布的数据分析，可以准确识别出潜在的裂缝或变形区域，从而为维修和加固提供科学依据。其次，数据处理技术在水闸安全鉴定中的应用同样不可或缺。这包括数据的清洗、整合和可视化处理。数据清洗技术能够去除检测数据中的噪声和错误，确保分析的准确性。数据整合技术则能够将来自不同检

测设备和方法的数据进行统一处理,形成完整的数据集。而数据可视化技术则通过图表、图像等形式直观展示分析结果,便于工程师和管理人员快速理解和决策。

此外,随着大数据技术的发展,数据分析与处理技术在水闸安全鉴定中的应用也呈现出新的趋势。例如,通过构建智能分析平台,可以实现对水闸运行状态的实时监控和预测分析,提前预警潜在的安全风险。同时,利用云计算和边缘计算技术,可以实现数据的快速处理和高效存储,进一步提升数据分析的效率和准确性。

#### 4. 检测技术应用的效果与挑战

##### 4.1 提高检测效率与准确性

在水闸安全鉴定中,检测技术的应用不仅极大地提高了检测效率,而且显著增强了检测的准确性。随着科技的进步,现代检测技术如无损检测、遥感技术和智能传感器等,已经成为水闸安全评估的重要工具。这些技术能够实时监控水闸的结构状态,及时发现潜在的安全隐患,从而在问题恶化之前采取有效的预防措施。

然而,检测技术的应用也面临着一些挑战。首先,技术的复杂性和高成本限制了其在一些地区的广泛应用。其次,检测数据的处理和分析需要专业知识和技能,这对于一些缺乏技术支持的地区来说是一个难题。此外,技术的更新换代速度快,需要持续的研发和培训来保持技术的先进性和有效性。尽管存在这些挑战,但检测技术的应用在水闸安全鉴定中的重要性不容忽视。通过不断的技术创新和优化,可以进一步提高检测效率和准确性,确保水闸的安全运行,为社会和经济的可持续发展提供坚实的保障。

##### 4.2 面临的挑战与未来发展方向

在水闸安全鉴定中,检测技术的应用不仅带来了显著的效果,同时也面临着一些挑战。首先,检测技术的精确性和可靠性是确保水闸安全的关键。随着科技的进步,高精度的传感器和先进的成像技术已经被广泛应用于水闸结构的监测中,这些技术能够实时捕捉到水闸的微小变化,从而提前预警可能的

安全隐患。

然而,这些技术的应用并非没有挑战。一方面,高精度的检测设备往往成本高昂,这对于一些财政预算有限的水利部门来说是一个不小的负担。另一方面,技术的更新换代速度快,维护和操作这些设备需要专业的人员,这在一定程度上增加了人力资源的成本。此外,数据分析和处理也是一个不容忽视的挑战。大量的监测数据需要通过复杂的算法进行分析,以提取有价值的信息。这不仅要求操作人员具备专业的技术知识,还需要有强大的数据处理能力。

未来发展方向上,检测技术需要朝着更加智能化、自动化的方向发展。例如,通过引入人工智能和机器学习算法,可以实现对监测数据的自动分析和异常检测,从而减少人为错误,提高工作效率。同时,开发成本更低、操作更简便的检测设备也是未来的一个重要方向,这将有助于检测技术在更广泛的范围内得到应用。

#### 结语:

综上所述,现代检测技术在水闸安全鉴定中的应用极大地提升了检测的效率和准确性,为水闸的安全运行提供了有力保障。然而,这些技术在实际应用中仍面临一些挑战,需要不断的技术创新和完善。未来,随着技术的进一步发展,预计水闸安全鉴定将更加智能化、自动化,从而更好地服务于水利工程的安全管理。

#### [参考文献]

- [1] 梁安辉. 探地雷达在公路检测中的应用[J]. 智能城市, 2020, 6(24): 55-56.
- [2] 郭胜男, 王泽, 刘涵等. 水闸工程安全运行专项检查的分析评价和思考[J]. 海河水利, 2021, (S1): 81-84.
- [3] 岳浩, 张显玥, 李云帆. 浅谈水闸工程管理的实践及思考[J]. 治淮, 2021, (12): 79-81.
- [4] 陈乃辉. 关于水闸安全鉴定的几点思考[J]. 治淮, 2022, (06): 62-63.

#### 上接第 195 页

在成本管理方面, BIM 技术虽能提供精确的成本估算与动态调整,但如何确保各方基于同一平台进行协同工作,避免信息孤岛,以及如何在复杂多变的市场环境中保持成本数据的实时性与准确性,仍是亟待解决的问题。综上所述, BIM 技术在排水泵站施工与成本管理中的应用需克服多重挑战,以实现其最大价值。

尽管 BIM 技术在排水泵站施工与成本管理中具有显著优势,但在实践过程中仍面临一些挑战:一是技术门槛较高,需要投入大量的人力物力进行研发和推广;二是数据共享机制尚不完善,不同专业之间的信息孤岛现象依然存在;三是政策支持和行业规范尚需加强,以促进 BIM 技术的广泛应用和发展。

#### 5. 结论

BIM 技术在排水泵站施工与成本管理中的应用实践表明,该技术能够显著提升项目管理水平和效率,优化成本结构和管

理流程。随着信息技术的不断发展和政策支持力度的加大, BIM 技术将在建筑行业发挥更加重要的作用。未来,应进一步加强 BIM 技术的研发和推广力度,完善数据标准和共享机制,提高行业规范水平,推动 BIM 技术在排水泵站及其他建筑项目中的广泛应用和发展。

#### [参考文献]

- [1] 桂华桥. BIM 技术在水利工程建设领域中的应用[J]. 科技创新与应用, 2024, 14(21): 177-180.
  - [2] 常远. BIM 技术在建筑运行维护阶段的应用[J]. 中国储运, 2024, (07): 152-153.
  - [3] 梁春光, 吴建军, 刘思源. BIM 技术在水电站技术供水系统升级改造中的应用[J]. 水电站设计, 2024, 40(02): 67-70.
- 作者简介: 温胜利, 1970年4月, 男, 汉, 河北省栾城县, 大学本科, 高级工程师, 研究方向: 市政排水施工、市政排水维护管理、城区防汛。