

# 水利水电工程金属结构检测内容与方法

田利新

新疆生产建设兵团建筑工程科学技术研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要：**水利水电工程金属结构是水利水电设施的核心，其安全性和稳定性对工程的整体运行至关重要。本文深入探讨了水利水电工程金属结构的检测内容与方法，旨在确保这些结构在多变环境下持续、安全地运行。检测内容涵盖焊缝、涂层、尺寸、安装质量及材料性能等方面，采用超声波探伤、磁粉探伤等多种检测方法，并注重检测前的准备、安全操作及结果判定，以保障水利水电工程的安全稳定。

**关键词：**水利水电工程；金属结构；检测内容；检测方法；注意事项

引言：水利水电工程金属结构检测具有重要的意义。一方面，金属结构长期暴露在恶劣的自然环境中，易受腐蚀、磨损和疲劳等因素的影响，从而引发安全隐患。另一方面，金属结构的健康状况直接关系到水利水电工程的整体性能和运行效率。因此，定期对水利水电工程金属结构进行检测，及时发现并处理潜在问题，对于保障工程安全、提高运行效率具有重要意义。

## 1 水利水电工程金属结构检测的意义

### 1.1 及时发现缺陷与损伤保障结构安全

金属结构在长期使用过程中，由于各种内外因素的作用，难免会出现各种缺陷和损伤。这些缺陷可能表现为焊缝的裂纹、材料的腐蚀、涂层的剥落等。通过专业的检测手段，如超声波探伤、磁粉探伤等，可以及时发现这些潜在的安全隐患。检测结果的准确性对于后续维修和加固工作至关重要，它能够为工程人员提供精准的定位和量化的损伤程度，从而制定出科学合理的修复方案。及时修复这些缺陷，可以有效防止安全事故的发生，保障水利水电工程的安全运行。

### 1.2 延长结构使用寿命提高经济效益

金属结构的检测不仅是为了发现潜在的安全隐患，更是为了延长结构的使用寿命。通过对金属结构的定期检测，可以掌握其健康状况和性能变化，从而制定出合理的维护和保养计划。及时的维护和保养能够减缓结构的劣化速度，延长其使用寿命，减少因结构失效而导致的经济损失<sup>[1]</sup>。此外，检测还能够为工程的设计、施工和运行管理提供数据支持，帮助工程人员优化设计方案、改进施工工艺、提高运行效率，从而进一步提高工程的经济效益。

### 1.3 为工程设计和施工提供反馈与改进依据

金属结构的检测结果是工程设计和施工质量的直接反映。通过对检测数据的分析和总结，可以发现设计和

施工中的不足之处，为后续的工程设计和施工提供宝贵的反馈和改进依据。例如，如果发现焊缝质量普遍较差，那么就需要对焊接工艺进行改进；如果发现涂层剥落严重，那么就需要对涂层材料和施工工艺进行优化。这些反馈和改进措施能够不断提升水利水电工程的设计和施工水平，提高工程的质量和安全性。

## 1.4 促进技术创新与产业升级

随着科技的不断进步和创新，金属结构的检测技术也在不断更新和完善。这些新技术的出现不仅提高了检测的准确性和效率，还为水利水电工程的技术创新和产业升级提供了有力支持。例如，智能化检测技术、远程监控技术等新兴技术的应用，使得金属结构的检测更加便捷、高效和准确。同时这些新技术的推广和应用也促进了相关产业的发展和升级，为水利水电工程的可持续发展注入了新的活力。

## 2 水利水电工程金属结构检测内容

水利水电工程金属结构作为水利枢纽的核心组成部分，其质量和安全性直接关系到整个工程的稳定性和运行效率。为了确保这些结构在复杂多变的环境条件下能够持续、安全地发挥作用，对其进行全面、细致的检测显得尤为重要。

### 2.1 焊缝检测

焊缝作为金属结构中连接各个部件的关键环节，其质量直接关系到结构的整体强度和密封性能。在水利水电工程中，焊缝检测是不可或缺的一环。检测人员通常会采用超声波探伤、磁粉探伤、渗透探伤等多种无损检测技术，对焊缝进行全面的检查。这些技术能够精准地识别出焊缝中可能存在的裂纹、焊瘤、飞溅、电弧擦伤、未焊透、表面夹渣、咬边、表面气孔等缺陷。一旦发现这些缺陷，检测人员会立即进行记录和评估，为后续的维修和加固工作提供可靠的依据。焊缝检测的重要

性不言而喻。第一，焊缝缺陷可能导致结构在承受水压和动力负荷时出现断裂或泄漏，严重威胁工程的安全运行。第二，焊缝缺陷还可能加速结构的腐蚀和老化过程，缩短其使用寿命。因此，对焊缝进行定期、全面的检测是确保水利水电工程金属结构安全稳定的关键措施之一。

## 2.2 涂层检测

防腐涂层是保护金属结构免受腐蚀损害的重要屏障。在水利水电工程中，金属结构长期暴露在潮湿、酸碱等恶劣环境中，极易受到腐蚀的侵袭<sup>[2]</sup>。因此，对涂层进行定期检测，评估其完整性和附着力显得尤为重要。涂层检测通常包括外观检查、厚度测量和附着力测试等多个环节。外观检查主要观察涂层是否存在剥落、开裂、起泡等缺陷；厚度测量则使用专业的测厚仪对涂层进行定点测量，确保其满足规范和设计要求；附着力测试则通过划格法、拉拔法等手段检测涂层与金属基材之间的结合强度。这些检测结果能够为后续的涂层维护和修复工作提供有力的支持。

## 2.3 尺寸与外形检测

金属结构的尺寸和外形是否符合设计要求和规范，直接关系到其能否正常发挥作用。在水利水电工程中，对金属结构的尺寸和外形进行检测是确保工程质量和安全性的重要环节。检测人员通常会使用精密的测量工具，如游标卡尺、千分尺、激光测距仪等，对金属结构的各个部位进行准确的测量。这些测量数据将与设计图纸进行比对，以评估结构是否存在尺寸偏差或形状畸变。一旦发现偏差或畸变，检测人员会立即进行记录和评估，并提出相应的处理建议。

## 2.4 安装质量检测

金属结构的安装质量直接影响到其运行效果和安全性。在水利水电工程中，对金属结构的安装质量进行检测是确保工程顺利运行的关键措施之一。安装质量检测通常包括闸门启闭试验、启闭机运行状况检查等多个环节。闸门启闭试验主要检查闸门在启闭过程中是否存在卡阻、异响、抖动等现象；启闭机运行状况检查则关注启闭机的传动系统、制动系统、电气系统等方面是否存在异常。这些检测结果能够为后续的调试和维修工作提供重要的参考。

## 2.5 材料检测

金属结构的材料质量是其安全性和稳定性的基础。在水利水电工程中，对金属结构的材料进行检测是确保工程质量和安全性的重要保障。材料检测通常包括化学成分分析、机械性能测试等多个方面。化学成分分析主

要检测材料的元素组成和含量，以确保其符合相关标准和要求；机械性能测试则通过拉伸试验、冲击试验等手段评估材料的强度、韧性等力学性能。这些检测结果能够为材料的选择和使用提供科学的依据。

## 3 水利水电工程金属结构检测方法

水利水电工程金属结构的检测是确保其安全、稳定运行的关键环节。随着科技的进步，检测方法也在不断发展和完善。

### 3.1 超声波探伤检测

超声波探伤检测是一种广泛应用于水利水电工程金属结构内部缺陷检测的方法。该方法利用超声波在金属中的传播特性，通过探头向金属内部发射超声波，并接收反射回来的信号，从而判断金属内部是否存在缺陷。超声波探伤检测具有灵敏度高、检测成本低、速度快等优点，特别适用于体积大、形状不规则的金属结构。在水利水电工程中，焊缝是金属结构中最容易出现缺陷的部位之一。超声波探伤检测能够准确地检测出焊缝内部的裂纹、未焊透、夹渣等缺陷，为后续的维修和加固工作提供可靠的依据。此外，超声波探伤检测还可以对金属结构的整体厚度进行测量，评估其腐蚀程度，为工程的安全评估提供数据支持。

### 3.2 磁粉探伤检测

磁粉探伤检测是一种用于检测金属结构表面及近表面缺陷的方法。该方法利用磁场的作用，使金属表面的微小缺陷产生漏磁场，从而吸引磁粉形成磁痕，显示出缺陷的位置和形状。磁粉探伤检测特别适用于角焊缝的检测，因为角焊缝的形状复杂，难以用其他方法进行检测。在水利水电工程中，金属结构经常受到水流冲刷、泥沙磨损等外部因素的影响，表面容易出现裂纹、磨损等缺陷<sup>[3]</sup>。磁粉探伤检测能够准确地检测出这些缺陷，为工程的安全运行提供有力保障。此外，磁粉探伤检测还可以用于检测金属结构在加工、焊接过程中产生的表面缺陷，如气孔、夹渣等。

### 3.3 渗透探伤检测

渗透探伤检测是另一种用于检测金属结构表面缺陷的方法。该方法利用渗透剂对金属表面进行渗透，使缺陷处的渗透剂在毛细作用下渗透到缺陷内部，然后通过显像剂将缺陷显示出来。渗透探伤检测适用于非磁性材料的检测，如铝合金、铜合金等。在水利水电工程中，有些金属结构是由非磁性材料制成的，如闸门、管道等。这些结构在长期使用过程中，表面容易出现裂纹、腐蚀等缺陷。渗透探伤检测能够准确地检测出这些缺陷，为工程的维修和加固工作提供可靠的依据。此外，

渗透探伤检测还可以用于检测金属结构在加工、焊接过程中产生的表面缺陷，如气孔、夹渣等。

### 3.4 涂层厚度检测

涂层厚度检测是评估金属结构防腐性能的重要手段。在水利水电工程中，金属结构长期暴露在潮湿、酸碱等恶劣环境中，容易受到腐蚀的侵袭。为了保护金属结构免受腐蚀损害，通常会在其表面涂覆一层防腐涂层。涂层厚度检测通常使用测厚仪进行测量。测厚仪通过发射和接收超声波或电磁波等信号，测量涂层与金属基材之间的距离，从而得出涂层的厚度。涂层厚度检测能够确保涂层达到设计要求的厚度，为工程的防腐性能提供有力保障。此外，涂层厚度检测还可以用于评估涂层的磨损程度和老化程度，为后续的维修和更换工作提供数据支持。

### 3.5 启闭机试验

启闭机试验是通过启闭机的运行试验来检查金属结构的安装质量和运行状况的方法。在水利水电工程中，启闭机是控制闸门启闭的重要设备。其运行状况直接影响到金属结构的稳定性和安全性。启闭机试验通常包括无荷载试验和荷载试验两个环节。无荷载试验主要用于检查启闭机的传动系统、制动系统、电气系统等是否正常工作；荷载试验则用于检查启闭机在承受实际荷载时的运行状况，包括闸门的启闭速度、稳定性、密封性等。通过启闭机试验，能够及时发现并处理启闭机及金属结构中存在的问题，为工程的安全运行提供有力保障。

## 4 金属结构检测中的注意事项

金属结构检测是确保水利水电工程安全稳定运行的关键环节。然而，检测过程并非简单直观，它涉及多个复杂步骤和细致考量。为了确保检测的有效性和安全性，以下是在金属结构检测中必须注意的几个关键事项。

### 4.1 检测前的准备工作

检测前的准备工作是确保检测结果准确性的基础。第一，需要对检测表面进行彻底清理，去除油污、锈蚀、旧涂层等杂质，以确保检测设备能够准确接触并识别金属结构的真实状态。这一步骤对于超声波探伤、磁粉探伤和渗透探伤等表面敏感的检测方法尤为重要。第二，校准检测设备是另一个不可忽视的环节。无论是超声波探伤仪、磁粉探伤设备还是涂层测厚仪，都需要在使用前进行精确的校准，以确保其测量结果的准确性和

可靠性。校准过程应遵循设备制造商提供的指南，并定期进行，以应对设备长期使用可能产生的漂移。

### 4.2 检测过程中的安全措施

金属结构检测往往涉及高空作业、密闭空间作业等高风险环境，因此安全措施至关重要。检测人员必须严格遵守相关的安全操作规程，佩戴必要的个人防护装备，如安全帽、安全带、防护眼镜、呼吸器等<sup>[4]</sup>。在高空作业时，应确保有稳固的工作平台和可靠的防护措施。此外，对于涉及电气设备的检测，应特别注意防止触电风险。在检测前，应确认设备已断电并挂上警示牌，同时遵循电气安全操作规程进行操作。

### 4.3 检测结果的判定与处理

检测结果的判定与处理是金属结构检测的最终目的。根据检测结果和相关标准，对金属结构的质量进行评估。对于检测出的缺陷，应详细记录其位置、大小、类型等信息，并进行分类和评级。根据缺陷的严重程度，采取相应的处理措施。对于轻微缺陷，如表面划痕或微小气孔，可能只需进行局部修复或加强监控。然而对于严重缺陷，如内部裂纹或未焊透，则可能需要更彻底的修复，甚至更换整个结构部件。在处理检测结果时，还应考虑金属结构的使用历史和未来运行环境。对于即将面临极端环境条件的结构，即使当前检测结果良好，也可能需要采取额外的预防措施以确保其长期稳定性。

## 结语

水利水电工程金属结构检测是保障工程安全、提高运行效率的重要手段。通过科学的检测内容和方法，结合严格的注意事项，可以及时发现并处理金属结构中的潜在问题，为水利水电工程的长期稳定运行提供有力保障。未来，随着检测技术的不断进步和创新，金属结构检测将更加智能化、自动化，为水利水电工程的安全运行提供更加全面、高效的支持。

## 参考文献

- [1]侯绍祥.水利水电工程金属结构制作安装细节质量控制[J].中国厨卫,2024,23(11):176-178.
- [2]迟晓平,彭小明.水利水电工程金属结构制作安装细节质量控制[J].水利水电快报,2023,44(S2):24-26.
- [3]伊聪慧.水利水电工程金属结构安装施工质量的控制[J].河南水利与南水北调,2021,50(02):42-43.
- [4]胡国伟.水利金属结构的钢焊缝无损检测技术分析[J].山西水利,2023(03):56-57.