

水工金属结构喷锌防腐技术及其质量控制措施

王凡瑞

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v8i12.5932

[摘要] 水工金属结构作为水利枢纽工程的重要组成部分,其长期处于复杂多变的水文环境中,极易遭受腐蚀侵害,从而影响工程的安全与稳定运行。喷锌防腐技术作为一种先进的金属防腐蚀方法,因其卓越的防护性能,被广泛应用于水工金属结构的防腐蚀处理中。本文旨在探讨水工金属结构喷锌防腐技术的应用意义、表面预处理技术及其质量控制措施,以为水工金属结构的防腐蚀处理提供理论支持和实践指导。

[关键词] 水工金属结构; 喷锌防腐; 表面预处理; 质量控制

中图分类号: TV221 **文献标识码:** A

Zinc Spraying Anti-corrosion Technology for Hydraulic Metal Structures and Its Quality Control Measures

Fanrui Wang

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey, Design, and Research Institute Co., Ltd.

[Abstract] As a crucial component of hydraulic pivot projects, hydraulic metal structures are constantly exposed to complex and ever-changing hydrological environments, making them highly susceptible to corrosion, which in turn affects the safety and stable operation of the projects. Zinc spraying anti-corrosion technology, an advanced method of metal corrosion protection, is widely used in the corrosion protection treatment of hydraulic metal structures due to its excellent protective performance. This paper aims to explore the application significance, surface pretreatment technology, and quality control measures of zinc spraying anti-corrosion technology for hydraulic metal structures, providing theoretical support and practical guidance for the corrosion protection treatment of these structures.

[Key words] hydraulic metal structures; zinc spraying anti-corrosion; surface pretreatment; quality control

引言

水工金属结构作为水利枢纽中的关键部件,其长期暴露于潮湿、多变的水文环境中,极易遭受腐蚀侵害。腐蚀不仅会导致金属结构的有效截面均匀削弱,还会引发局部锈坑,引起应力集中,进而降低结构的承载能力,甚至促使结构的脆断。因此,对水工金属结构实施有效的防腐蚀处理显得尤为重要。喷锌防腐技术作为一种先进的金属防腐蚀方法,因其能够形成连续、无孔的金属防护层,有效隔绝水、氧及腐蚀性介质与金属基材的直接接触,从而减缓或阻止腐蚀反应的进行,被广泛应用于水工金属结构的防腐蚀处理中。本文将从喷锌防腐技术的应用意义、表面预处理技术及其质量控制措施三个方面进行详细阐述。

1 水工金属结构中喷锌防腐技术的应用意义

水工金属结构如长期暴露于空气中或处于水下而未加有效的防护时,表面极易锈蚀,特别是水工钢结构由于水位变化而经常处于干湿交替的环境中,以及空气或水中有各种化学介质,更

易产生电化学的作用,锈蚀更为严重。腐蚀不仅会导致金属结构的有效截面均匀削弱,还会引发局部锈坑,引起应力集中,进而降低结构的承载能力,甚至促使结构的脆断。因此,对水工金属结构实施有效的防腐蚀处理,对于确保工程的安全与稳定运行具有重要意义。喷锌防腐技术作为一种先进的金属防腐蚀方法,其通过高压喷涂技术,将高纯度的锌微粒均匀且致密地附着于金属结构表面,形成一层连续、无孔的金属防护层。这层防护层不仅能够有效隔绝水、氧及腐蚀性介质与金属基材的直接接触,从而减缓或阻止腐蚀反应的进行,还因锌元素本身具备优异的阴极保护性能,在腐蚀环境中能优先发生氧化反应,从而牺牲自我以保护金属结构主体不受侵害。因此,喷锌防腐技术在水工金属结构防腐蚀处理中的应用,对于提高金属结构的耐久性、延长工程使用寿命具有重要意义。

2 水工金属结构喷锌防腐表面预处理技术

2.1 表面清洁与除锈处理

表面清洁与除锈处理是喷锌防腐技术的基础,其质量直接影响后续喷锌涂层的附着力和防腐效果。在进行喷锌防腐处理前,必须对金属结构表面进行彻底的清洁与除锈处理。首先,应清除金属结构表面的旧涂层、锈迹、油污和其他杂质。这可以通过机械清理或化学清理方法实现。机械清理包括磨光机、喷砂机等工具的使用,可以去除坚硬和附着的锈迹;化学清理则是使用酸洗液去除表面的锈迹和氧化物。在清洁与除锈处理过程中,应确保金属结构表面干燥、无油污、无锈迹,并具有一定的粗糙度以增加涂层附着力。对于一些小的凹坑或不平整的地方,需要进行填补或打磨处理。清洁与除锈处理完成后,应对金属结构表面进行清洁度和粗糙度的评定,以确保其符合喷锌防腐处理的要求。

2.2 表面活化处理

表面活化处理是喷锌防腐技术中的重要环节,其目的是进一步提高金属结构表面的活性,增强喷锌涂层与金属基材的结合力。表面活化处理通常包括喷砂、酸洗等方法。喷砂处理通过高压气流将磨料喷射到金属结构表面,形成粗糙的表面形貌,增加涂层与金属基材的接触面积和机械咬合力。酸洗处理则是利用酸液的化学作用去除金属表面的氧化物和锈蚀产物,同时使金属表面产生一层均匀的活化层,有利于喷锌涂层的附着。在进行表面活化处理时,应严格控制处理参数,如喷砂压力、磨料粒度、酸洗浓度和时间等,以确保处理效果符合喷锌防腐处理的要求。

2.3 喷锌涂层施工

喷锌涂层施工是喷锌防腐技术的核心环节,其质量直接影响防腐效果。在进行喷锌涂层施工前,应对金属结构表面进行彻底的清洁与活化处理,并确保施工环境符合要求。喷锌涂层施工通常采用热喷涂技术,将高纯度的锌丝熔化后,通过压缩空气将熔融的锌雾化并喷射到金属结构表面,形成一层连续、无孔的金属防护层。在喷锌涂层施工过程中,应严格控制喷涂参数,如喷涂距离、角度、速度和温度等,以确保涂层厚度均匀、致密且无缺陷。同时,还应注意对喷涂带之间的重叠和喷枪走向的控制,以确保涂层之间的良好结合和交叉覆盖。喷锌涂层施工完成后,应对涂层进行外观检查和质量检测,以确保其符合设计要求和质量标准。

3 水工金属结构喷锌防腐的质量控制措施

3.1 喷锌涂层厚度控制

涂层厚度是评价喷锌防腐效果的关键指标,它直接影响涂层的耐腐蚀性和使用寿命。为确保涂层厚度符合设计要求,需从以下几个方面进行严格控制。

3.1.1 涂层厚度设计依据

涂层厚度的设计应基于金属结构的使用环境、预期寿命以及防腐要求。对于长期处于恶劣环境中的金属结构,如海洋平台、水电站闸门等,应适当增加涂层厚度以提高其耐腐蚀性。同时,还需考虑涂层的经济性,避免过厚的涂层造成的材料浪费。因此,在设计阶段,应综合考虑多种因素,通过计算和分析确定合

理的涂层厚度范围。在设计涂层厚度时,还需考虑涂层的均匀性。理想的涂层应是在整个金属表面形成一层连续、均匀的锌层,避免出现局部过厚或过薄的情况。这要求在设计阶段就对喷涂工艺进行细致规划,确保喷涂过程中能够均匀覆盖整个金属表面。

3.1.2 涂层厚度实时监测

在喷涂过程中,应使用专业的厚度测量仪器对涂层厚度进行实时监测。这些仪器能够精确测量涂层的厚度,帮助施工人员及时调整喷涂参数,确保涂层厚度达到设计要求。实时监测不仅有助于提高涂层质量的可控性,还能及时发现并纠正喷涂过程中的问题,避免涂层厚度出现较大偏差。实时监测涂层厚度还能后续的评估提供数据支持。通过记录喷涂过程中的厚度数据,可以绘制出涂层厚度的分布图,直观展示涂层的均匀性。这有助于在涂层施工完成后进行全面的质量检测,确保涂层厚度符合设计要求。

3.1.3 涂层厚度后期评估

涂层施工完成后,应对涂层厚度进行全面评估。这包括使用专业的测量仪器对涂层进行多点测量,计算平均厚度和厚度标准差,以评估涂层的均匀性和一致性。若发现有涂层厚度不符合设计要求的情况,应及时进行补喷或修整,确保整个金属表面的涂层厚度都达到标准。后期评估还应包括对涂层厚度的长期监测。由于涂层在使用过程中可能会受到各种因素的影响,如磨损、腐蚀等,导致其厚度发生变化。因此,应定期对涂层厚度进行检测,及时发现并处理涂层厚度异常的情况,确保涂层的长期防腐效果。

3.2 喷锌涂层黏结强度控制

喷锌涂层与金属基材之间的黏结强度是评价防腐效果的重要指标。若黏结强度不足,涂层易脱落或开裂,导致防腐效果大打折扣。因此,在喷锌涂层施工过程中,应严格控制涂层与金属基材之间的黏结强度。

3.2.1 表面预处理对黏结强度的影响

金属结构表面的清洁度和活化程度直接影响涂层与金属基材之间的黏结强度。因此,在喷涂前应对金属表面进行彻底的清洁与活化处理,去除表面的油污、锈迹和其他杂质,确保金属表面干净、粗糙且具有一定的活性。这样可以增加涂层与金属基材的接触面积和机械咬合力,提高黏结强度。表面预处理还包括对金属表面进行适当的粗糙化处理。通过喷砂、打磨等方法增加金属表面的粗糙度,可以提供更多的锚点供涂层附着,从而增强涂层与金属基材之间的结合力。但粗糙度也需控制在一定范围内,过高的粗糙度可能导致涂层无法均匀覆盖金属表面,影响防腐效果。

3.2.2 喷涂参数对黏结强度的影响

喷涂参数如喷涂距离、角度、速度和温度等都会影响涂层与金属基材之间的黏结强度。喷涂距离过远可能导致涂层粒子无法充分附着在金属表面,影响黏结效果;喷涂距离过近则可能导致涂层粒子堆积过厚,形成缺陷。因此,应根据涂料的特性和

金属表面的情况选择合适的喷涂距离。喷涂角度和速度也会影响涂层的黏结强度。理想的喷涂角度应使涂料粒子能够均匀分布在金属表面,形成致密的涂层。喷涂速度则应控制在一定范围内,确保涂料粒子有足够的时间附着在金属表面并形成牢固的结合。此外,喷涂过程中的温度也是影响黏结强度的重要因素。过高的温度可能导致涂料过早固化,影响涂层与金属基材之间的结合;过低的温度则可能使涂料无法充分流平,形成缺陷。

3.2.3黏结强度测试与评估

在涂层施工完成后,应对涂层与金属基材之间的黏结强度进行测试。这可以通过拉拔试验、剪切试验等方法实现。测试时应选择具有代表性的样本进行测试,以确保测试结果的准确性。若测试发现黏结强度不符合设计要求,应及时进行补救处理,如重新喷涂或采用其他加固措施。黏结强度的评估还应考虑涂层在使用过程中可能受到的各种力学作用和环境因素。例如,水工金属结构在使用过程中可能受到水流的冲击、冰凌的挤压等力学作用,这些作用都可能对涂层的黏结强度产生影响。因此,在评估黏结强度时,应综合考虑各种因素,确保涂层在实际使用中具有足够的耐久性。

3.3喷锌涂层外观质量控制

喷锌涂层的外观质量不仅影响防腐效果,还直接影响金属结构的美观度。因此,在喷锌涂层施工过程中,应严格控制涂层的外观质量,确保涂层表面均匀、平滑、无裂纹、无气泡、无剥落等缺陷。

3.3.1表面预处理与外观质量

金属结构表面的清洁度和活化程度对外观质量有着直接的影响。若表面存在油污、锈迹或其他杂质,喷涂后这些杂质可能会被涂层覆盖,形成瑕疵。因此,在喷涂前应进行彻底的清洁与活化处理,确保表面干净、无杂质。同时,还应进行适当的粗糙化处理,以增加涂层与金属基材之间的结合力,并改善涂层的外观质量。

3.3.2喷涂工艺与外观质量

喷涂工艺对外观质量的影响不容忽视。喷涂距离、角度、速度和温度等参数都会影响涂层的外观效果。例如,喷涂距离过近可能导致涂层堆积过厚,形成橘皮状表面;喷涂角度不当可能导致涂层分布不均,形成条纹或斑点。因此,在喷涂过程中应严格控制这些参数,确保涂层能够均匀、平滑地覆盖在金属表面。此外,喷涂过程中的涂料选择也对外观质量产生重要影响。应选择质量优良、性能稳定的涂料,并根据金属表面的情况和防腐要求选择合适的涂料类型。涂料的稀释比例和搅拌均匀性也会影

响涂层的外观效果。因此,在喷涂前应严格按照涂料的使用说明进行稀释和搅拌,确保涂料的质量稳定。

3.3.3外观质量检查与评估

在涂层施工完成后,应对涂层的外观质量进行全面检查。这包括观察涂层表面是否均匀、平滑,是否存在裂纹、气泡、剥落等缺陷。检查时应选择光线充足的环境,以便更好地观察涂层的外观效果。若发现涂层存在缺陷或不符合设计要求的情况,应及时进行修补或重新喷涂。外观质量的评估还应考虑涂层在实际使用中的耐久性。水工金属结构长期处于复杂多变的环境中,涂层可能受到水流冲击、紫外线照射、温度变化等多种因素的影响。因此,在评估外观质量时,应综合考虑这些因素,确保涂层在实际使用中能够保持良好的外观效果。同时,还应定期对涂层的外观质量进行检查和维护,及时发现并处理涂层出现的问题,延长涂层的使用寿命。

4 结束语

综上所述,喷锌防腐技术作为一种先进的金属防腐方法,在水工金属结构防腐处理中发挥着重要作用。通过严格的表面预处理技术和质量控制措施,可以确保喷锌涂层与金属基材之间形成良好的结合,提高防腐效果和使用寿命。因此,在水工金属结构防腐处理中,应优先考虑采用喷锌防腐技术,并结合实际工程情况进行合理的设计和施工,以确保工程的安全与稳定运行。

[参考文献]

- [1]张瀚.水工金属结构喷锌防腐技术及其质量控制措施[J].造纸装备及材料,2023,52(12):97-99.
- [2]张学禹.水工金属结构维护与修复的理论与方法[J].产品可靠性报告,2024,(07):132-133.
- [3]许旭东,蔡一平,王延艳.水工金属结构防腐涂层附着力试验与分析[J].水利建设与管理,2024,44(05):65-69.
- [4]方超群,耿红磊,毋新房,等.基于水工金属结构设备特点的数字孪生技术[C]//中国水利学会.2023中国水利学术大会论文集(第一分册).水利部水工金属结构质量检验检测中心,2023:4.
- [5]刘琦.水工金属结构浮筒闸门制作工艺及方法[J].云南水力发电,2023,39(08):140-144.

作者简介:

王凡瑞(1999--),男,汉族,新疆昌吉人,工学硕士学位,助理工程师,研究方向为水工金属结构。