

# 正交异性钢箱梁公路桥钢结构涂层翻新工程的施工技术探析

胡炜

中交建筑集团有限公司

**摘要:** 正交异性钢箱梁公路桥作为现代交通建设的重要组成部分,其钢结构涂层在长期使用过程中难免会出现老化、损坏等问题,进而影响桥梁的安全性和使用寿命。因此,对钢结构涂层进行翻新工程显得尤为重要。本文旨在对正交异性钢箱梁公路桥钢结构涂层翻新工程进行全面概述,包括涂层失效机制、翻新基本理论、实际应用及关键措施等方面的探讨。通过深入分析与实践经验的总结,旨在为相关工程提供理论依据和实践指导,推动涂层翻新技术的不断发展和完善,为桥梁的安全运行和交通事业的持续发展贡献力量。

**关键词:** 正交异性钢箱梁;公路桥;钢结构涂层;翻新工程;施工技术

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-6261.2023.09.234

## 前言

正交异性钢箱梁公路桥钢结构涂层翻新工程,是一项专门针对正交异性钢箱梁公路桥钢结构表面涂层进行的更新和维护工作。随着桥梁使用年限的增长,原有的涂层会因自然老化、环境侵蚀等因素逐渐失效,导致钢结构暴露在外,容易受到腐蚀和损伤。因此,涂层翻新工程旨在通过清除旧涂层、处理钢结构表面、涂刷新涂层等步骤,恢复钢结构的防腐性能,延长其使用寿命。这一工程不仅关乎桥梁的安全性和稳定性,更是保障交通安全和畅通的重要环节,对于推动交通事业的发展具有重要意义。

## 一、正交异性钢箱梁公路桥钢结构涂层翻新工程的意义

涂层翻新工程能有效提升钢结构的防腐性能。长期暴露在户外环境中的钢结构,易受到腐蚀介质的侵蚀,导致涂层老化、开裂、脱落,进而威胁桥梁结构的稳定性和安全性。通过翻新工程,能够去除老化的涂层,重新涂刷高质量的防腐涂料,增强钢结构的防腐能力,延长桥梁的使用寿命。而且,随着岁月的流逝,桥梁的外观也会逐渐失去光泽,影响城市形象。通过翻新工程,可以恢复桥梁的原有色彩和光泽,使其焕然一新,与周围环境相协调,提升城市的整体美观度。此外,涂层翻新工程还有助于保障交通的顺畅与安全。桥梁作为城市交通的重要组成部分,其畅通无阻对于缓解交通压力、提高运输效率具有重要意义。涂层翻新工程能够确保桥梁结构的稳定性和安全性,减少因桥梁病害导致的交通事故和交通拥堵,保障人们的出行安全。

## 二、钢结构涂层失效机制分析

钢结构涂层失效机制是一个复杂且多样的过程,它涉及涂层材料本身的性能、环境因素以及涂层与钢结构之间的相互作用等多个方面。一方面,涂层材料自身的性能是决定其失效与否的关键因素。涂层材料的质量、厚度、均匀性、附着力等都会直接影响其耐久性。例如,涂层材料如果含有过多的杂质或气泡,就会形成涂层内部的缺陷,这些缺陷在长期使用过程中会逐渐扩大,最终导致涂层失效。此外,涂层材料的耐腐蚀性、耐磨性、耐候性等性能也会影响其使用寿命。如果涂层材料的耐腐蚀性差,就容易被环境中的腐蚀介质侵蚀,导致涂层破坏<sup>[1]</sup>。

另一方面,钢结构通常暴露在户外环境中,受到阳光、雨水、风沙、温度变化等多种自然因素的影响。这些因素会导致涂层材料的老化、开裂、脱落等现象。特别是潮湿和高温环境,会加速涂层的老化过程,使其失去原有的保护性能。此外,涂层与钢结构之间的相互作用也是涂层失效的重要机制之一。钢结构表面的清洁度、粗糙度以及涂层与钢结构之间的附着力都会影响涂层的耐久性。如果钢结构表面存在油污、锈蚀等污染物,就会导致涂层与钢结构之间的附着力降低,使涂层容易脱落。同时,如果涂层与钢结构之间的化学反应不恰当,也会导致涂层失效。

## 三、钢结构涂层翻新技术的基本理论

首先,涂层翻新技术的核心在于对原有涂层的去除和新涂层的涂装。在去除旧涂层时,需要采用高效且环保的方法,如机械打磨、化学清洗等,确保钢结构表面

清洁无杂质，为后续涂装提供良好的基础。同时，新涂层的选择与涂装工艺也是至关重要的。新涂层应具有良好的防腐性能、耐候性和附着力，能够与钢结构紧密结合，形成有效的保护层。涂装工艺则需要严格控制涂料的稀释比例、涂装厚度和涂装环境等因素，确保涂层质量。

其次，涂层翻新技术还注重涂层与钢结构之间的相互作用。在涂装过程中，需要采用适当的表面处理工艺，如喷砂、抛丸等，以提高钢结构表面的粗糙度和附着力。涂层翻新技术还涉及涂层体系的设计和优化，通过合理的涂层组合和厚度配置，提高涂层的整体性能和使用寿命。最后，涂层翻新技术还强调施工过程的质量控制和监测。在施工过程中，需要对涂料的性能、涂装工艺的执行情况、涂层质量等进行严格把关，确保施工质量和涂层效果。同时，还需要对施工环境进行监测和控制，以减少施工过程中对周围环境的影响<sup>[2]</sup>。

#### 四、涂层翻新施工技术的实际应用

##### （一）施工前的准备工作

##### 1. 现场勘查与评估

勘察团队一般由结构工程师、涂层专家以及安全管理人员等专业人员组成，他们应对钢结构进行全面细致的检查，包括涂层破损程度、锈蚀情况、结构变形等，并详细记录相关信息。同时，还需对周边环境进行考察，了解施工场地的布局、交通状况以及可能影响施工的因素。在评估阶段，勘察团队需对收集到的数据进行深入分析，判断钢结构的整体稳定性和安全性，确定涂层翻新的范围和难度。同时，还需考虑施工环境对涂层翻新效果的影响，如气候条件、湿度、酸碱度等。为了提高勘查与评估的准确性和可靠性，还可以借助先进的检测设备和检测手段。例如，可以利用无损检测技术对钢结构进行内部缺陷检测，利用涂层测厚仪对涂层厚度进行测量等。这些设备和技术能够提供更为精确的数据支持，有助于制定更为科学合理的施工方案。最后，勘查与评估的结果应形成详细的报告，包括钢结构的现状描述、施工环境分析、风险评估以及建议的施工方案等。这份报告将为后续的施工工作提供重要的参考依据，确保涂层翻新工程的顺利进行。

##### 2. 施工主要条件准备

首先，选择涂层材料时，需综合考虑多种因素。一是涂层材料的防腐性能，应能满足钢结构在特定环境下

的长期保护需求。二是涂层的美观度，应与钢结构的外观相协调，提升整体视觉效果。三是涂层的施工性能，应易于涂装且干燥迅速，以提高施工效率。四是考虑涂层材料的成本及供应情况，确保选择的涂层材料既经济又可靠。其次，规划涂装工艺时，应注重涂装过程的细节控制。确定合适的涂装层数、每层涂料的稀释比例以及涂装厚度等参数。同时，选择合适的涂装方法和设备，如喷涂、刷涂或滚涂等，以确保涂层均匀、无缺陷。并且，涂装工艺的规划还应考虑施工环境的湿度、温度和风速等因素，以避免涂装过程中出现涂层起泡、开裂等问题。

在考虑施工条件时，应充分评估施工环境的实际情况。完整检查施工场地的平整度、清洁度以及通风情况，确保施工环境符合涂层施工的要求。同时，还需考虑施工期间的天气变化，如避免在雨雪、大风等恶劣天气下进行施工。对于高空作业等特殊情况，还需制定专门的安全防护措施和施工方案。确保施工安全设备流程方面，应严格遵守相关安全规定和操作规程。为施工人员配备合格的安全防护用品，如安全帽、防护眼镜、手套等。同时，还需对施工现场进行定期安全检查，及时发现并消除安全隐患。在涂装过程中，应采取有效的防火、防爆措施，确保施工过程的安全可控<sup>[3]</sup>。

##### （二）翻新施工技术的关键措施

##### 1. 表面处理与清洁技术

表面处理作为涂层翻新的首要步骤，其核心在于去除旧涂层和锈蚀层，以暴露出新鲜、干净的金属表面。这一过程中，常用的方法包括机械打磨、喷砂清理和化学除锈等。机械打磨适用于小面积和局部处理，通过高速旋转的砂轮或刷子去除表面污垢和锈蚀；喷砂清理则适用于大面积处理，利用高压喷出的砂粒冲击金属表面，迅速去除旧涂层和锈蚀层；化学除锈则是利用化学药剂与金属表面的锈蚀层发生反应，使其溶解或剥离。在表面处理完成后，清洁技术则显得尤为重要。清洁工作需彻底去除金属表面的灰尘、油污和其他残留物，以确保新涂层能够紧密附着。常用的清洁方法包括高压水冲洗、溶剂清洗和吸尘等。高压水冲洗利用高压水流冲刷表面，迅速去除残留物；溶剂清洗则选用适当的溶剂溶解和去除油污等难以清除的污垢；吸尘则用于去除表面残留的微小颗粒，确保表面绝对干净。

##### 2. 涂层翻新施工方法

施工人员应该选择并实施合适的施工方法，以确保涂层与钢结构之间的紧密结合和涂层质量的均匀性。对于某些薄型或需要精细涂覆的涂层，可以采用刷涂的方式，在刷涂过程中，施工人员需选用适当的刷子，并确保刷子与涂层材料的兼容性。通过均匀的涂刷动作，将涂层材料均匀涂抹在钢结构表面，避免出现漏刷或涂层厚度不均的情况。

喷涂方法广泛应用于大面积和高效率的涂层施工，其关键在于喷涂设备的精准调控与施工人员的专业操作。喷涂前，对设备进行全面检查与调试至关重要，确保喷涂压力和喷涂量精准匹配涂层材料的要求，为优质涂层施工奠定坚实基础。在喷涂过程中，施工人员需保持稳定的喷涂距离和角度，这是确保涂层均匀覆盖钢结构表面的重要保障。同时，喷涂速度的控制亦不容忽视，过快可能导致涂层过薄，过慢则可能引发涂层过厚，均会影响涂层质量。因此，喷涂施工需细致入微，确保每一环节都精准到位，从而实现高质量的涂层施工效果<sup>[4]</sup>。

此外，对于某些特殊涂层，如厚型涂层或需要特定性能的涂层，涂覆方法可能更为适用。涂覆通常需要使用专业的涂覆设备，如涂覆机或涂覆枪。在涂覆前，需对涂覆设备进行充分准备和调试，确保涂层材料能够均匀、稳定地流出并覆盖在钢结构表面。涂覆过程中，施工人员需保持稳定的操作姿势和速度，确保涂层厚度的均匀性和涂层表面的平整性。

### 3. 涂层测试

涂层测试旨在确保涂层与钢结构之间的牢固结合，以及涂层在长期使用过程中的稳定性和耐久性。在涂层附着力测试中，常用的附着力测试方法包括划格法、拉开法等。在进行划格法测试时，施工人员需在涂层表面划出一定规格的网格，并使用专用刀具切割涂层至钢结构表面。随后，通过观察和评估网格内涂层的脱落情况，判断涂层的附着力等级。拉开法则是利用专用拉拔仪在涂层上施加拉力，测量涂层被拉脱所需的力，从而评估涂层的附着力。在涂层耐候性测试中，需要模拟涂层在不同气候条件下的老化过程，观察涂层的颜色变化、开裂、剥落等现象。耐候性测试通常通过户外暴露试验或加速老化试验进行。户外暴露试验是将涂层样板置于实际环境中，长期观察其性能变化；而加速老化试验则是利用特定的试验设备，模拟极端气候条件，在短

时间内评估涂层的耐候性能<sup>[5]</sup>。

### 4. 防腐措施

涂层防腐旨在提高钢结构的防腐性能，延长其使用寿命，常考虑的防腐方面有防水、防火、防爆、密封和防尘等。在防水方面，需要使用防水涂料或防水卷材对钢结构表面进行涂刷或覆盖，并对钢结构连接处、孔洞和裂缝等易渗水部位进行特殊处理，确保防水层的完整性和密封性。在防火方面，钢结构在高温下易失去稳定性，因此需采用防火涂料或防火板材对钢结构进行防火处理。而且，对于可能产生爆炸危险的区域，需采用防爆涂料和防爆电气设备，同时加强通风换气，降低爆炸风险。在密封方面，需确保钢结构表面无缝隙、无孔洞，以防止水分、空气和其他有害物质侵入。可通过涂刷密封胶或安装密封条等方式实现密封效果。最后，防尘措施也是必不可少的。在翻新施工过程中，应采取湿作业、设置防尘网等措施，减少粉尘的产生和扩散，保护施工环境和人员健康。

### 结语

综上所述，正交异性钢箱梁公路桥钢结构涂层翻新工程不仅关乎桥梁的防腐性能与使用寿命，更对保障交通安全与畅通具有重要意义。通过深入分析涂层失效机制，掌握翻新基本理论，并严格实施表面处理、翻新方法、涂层测试及防腐等关键措施，我们能够确保翻新工程的质量和效果。这一工作的推进不仅是对既有桥梁资源的有效利用，更是对桥梁工程技术的不断发展和完善的体现。

### 参考文献

- [1] 刘禹尧. 正交异性钢桥面板焊接细节残余应力分布及其对疲劳性能的影响研究[D]. 西南交通大学, 2022.
- [2] 何志远. 正交异性钢桥焊接结构运维服役安全分析[D]. 哈尔滨工业大学, 2022.
- [3] 陈玉立. 正交异性钢-混凝土组合连续板抗弯性能研究[D]. 东南大学, 2022.
- [4] 姜贺, 许梁. 正交异性钢结构桥梁面板焊接区缺陷空间视觉定位方法[J]. 焊接技术, 2023, (07): 112-116.
- [5] 熊建辉. 桥梁钢结构疲劳设计原则及方法[J]. 北方建筑, 2023, (05): 49-52.