

# Analysis of Rust Damage and Maintenance Measures for Steel Box Girders of Long Span Steel Bridges

Baohong Chang

Dingxi Highway Development Center, Dingxi, Gansu, 744300, China

## Abstract

The corrosion of steel box beams in large-span steel bridges is an important issue in the field of steel bridge maintenance. As a key component of bridge structures, steel box girders bear enormous loads and environmental impacts, and are prone to corrosion and rusting. In order to ensure the structural safety of steel box beams and extend their service life, effective analysis and maintenance measures must be taken. The paper conducts an in-depth analysis of the corrosion diseases of steel box beams in large-span steel bridges, explores the formation mechanisms and influencing factors of different types of diseases, and introduces maintenance measures for corrosion diseases, including environmental control, protective measures, regular inspection and maintenance, repair and reinforcement, and other aspects. Through systematic research and practical summary, guidance is provided for the maintenance work of steel box girders, improving the safety and reliability of steel bridge structures.

## Keywords

long span steel bridge; steel box girder; rust disease; maintenance measures

# 大跨径钢桥钢箱梁锈蚀病害分析及养护措施

常宝宏

定西公路事业发展中心, 中国 · 甘肃 定西 744300

## 摘要

大跨径钢桥钢箱梁的锈蚀病害是钢桥养护领域中的重要问题。钢箱梁作为桥梁结构的关键部件, 承受着巨大的荷载和环境影响, 容易受到腐蚀和锈蚀的侵害。为了确保钢箱梁的结构安全和延长其使用寿命, 必须采取有效的分析与养护措施。论文对大跨径钢桥钢箱梁锈蚀病害进行深入分析, 探讨不同类型的病害形成机理和影响因素, 并介绍针对锈蚀病害的养护措施, 包括环境控制、防护措施、定期检查和维修、修复与加固等方面的内容。通过系统的研究和实践总结, 为钢箱梁的养护工作提供指导, 提高钢桥结构的安全性和可靠性。

## 关键词

大跨径钢桥; 钢箱梁; 锈蚀病害; 养护措施

## 1 引言

随着城市建设的不断发展, 大跨径钢桥作为交通基础设施的重要组成部分, 承担着承载车流、行人和货物的重要任务。然而, 由于环境因素和长期使用, 大跨径钢桥钢箱梁往往会出现锈蚀病害问题, 严重影响其结构安全和使用寿命。论文结合专业理论知识, 综合运用工程力学、材料科学和结构分析等方法, 全面分析大跨径钢桥钢箱梁锈蚀病害的特点和危害, 为养护工作提供科学有效的建议。

## 2 大跨径钢桥钢箱梁锈蚀病害的重要性

大跨径钢桥是现代城市交通基础设施中不可或缺的一部分, 承载着重要的交通流量和行人通行, 对城市的发展和

社会经济的繁荣具有重要作用。然而, 随着时间的推移和外界环境的影响, 大跨径钢桥钢箱梁常常遭受锈蚀病害的侵袭, 这对桥梁的结构安全和使用寿命产生了严重的威胁。

首先, 大跨径钢桥的结构安全是保障交通运输畅通的基础。钢箱梁作为大跨径钢桥的主要构件, 承受着巨大的荷载压力。然而, 锈蚀病害会导致钢材表面的腐蚀和剥落, 削弱了钢箱梁的承载能力和结构强度, 甚至可能引发严重事故。因此, 及时发现和处理钢箱梁的锈蚀病害, 对于保障大跨径钢桥的结构安全具有重要意义<sup>[1]</sup>。

其次, 大跨径钢桥的使用寿命与城市发展息息相关。随着城市规模的扩大和交通需求的增加, 大跨径钢桥承受着日益增加的负荷和使用压力。然而, 钢箱梁的锈蚀病害会导致桥梁结构的逐渐损坏和衰老, 缩短了其使用寿命, 增加了养护和维修的成本。因此, 对大跨径钢桥的钢箱梁锈蚀病害进行及时的分析和养护措施的实施, 能够延长桥梁的寿命,

【作者简介】常宝宏(1989-), 男, 中国甘肃定西人, 本科, 工程师, 从事公路桥梁隧道养护等研究。

减少维修投入,提高城市基础设施的可持续发展能力。

再次,钢箱梁锈蚀病害的研究对于推动工程技术的进步和创新具有重要意义。通过深入分析钢箱梁的锈蚀病害,可以揭示其发生机理和演化规律,为预防和治理提供科学依据。同时,针对钢箱梁锈蚀病害的养护技术研究也将推动养护工程领域的发展,促进新材料、智能监测系统和养护方法的创新和应用。这将有助于提高大跨径钢桥的抗锈蚀性能和养护效果,为未来的桥梁设计和养护工作提供有益的经验 and 借鉴。

最后,大跨径钢桥钢箱梁锈蚀病害的研究还与环境保护和可持续发展紧密相关。锈蚀病害会导致钢材的消耗和资源浪费,对环境造成负面影响。通过对锈蚀病害的深入了解和养护措施的优化,可以减少资源的消耗,降低环境污染,并推动桥梁工程的可持续发展。

### 3 钢箱梁结构的腐蚀特点和损伤形态分析

钢箱梁结构的腐蚀特点是指其在特定环境下腐蚀过程的一些共性特征。首先,钢箱梁结构常受到大气环境中的氧气、水分和二氧化碳等物质的侵蚀。这些物质在钢材表面引发电化学反应,形成腐蚀电池,并加速钢材的腐蚀速度。其次,钢箱梁结构常处于湿润或潮湿的环境中,如桥梁接触到雨水、河水或海水等,加剧了钢材的腐蚀程度。最后,大跨径钢桥常位于高盐度地区或工业污染区域,含有有害化学物质的介质接触钢箱梁,也会引发严重的腐蚀问题<sup>[2]</sup>。

钢箱梁结构的腐蚀损伤形态表现多样,主要包括表面腐蚀、局部腐蚀和穿透腐蚀等。表面腐蚀是最常见的腐蚀形态,通常表现为钢材表面出现锈斑、氧化和剥落等现象。这种腐蚀形态主要影响钢材的外观美观和光滑度,但一般不会对结构强度产生显著影响。局部腐蚀是指钢材表面某些区域出现的较深的腐蚀坑或凹陷。这种损伤形态较为严重,可能导致钢材的截面减小、强度下降以及腐蚀疲劳的发生。穿透腐蚀是最为严重的损伤形态,指腐蚀物质渗透到钢材内部,导致钢材截面的完全破坏。这种情况下,钢箱梁的承载能力将大幅降低,结构安全性受到极大威胁。

除了这些常见的腐蚀损伤形态,还有一些特殊的腐蚀问题需要关注。例如,钢箱梁在高温环境下的腐蚀问题。高温会加速钢材的腐蚀速度,并引发发热腐蚀、氧化腐蚀等现象,对钢箱梁的结构性能造成严重影响。此外,还要注意钢箱梁结构中的微观腐蚀问题,如微孔腐蚀、晶间腐蚀等。这些微小的腐蚀损伤可能会逐渐扩大,并最终导致结构的失效。

## 4 大跨径钢桥钢箱梁锈蚀病害的养护措施

### 4.1 锈蚀病害的检测和评估

#### 4.1.1 目视检查

目视检查是最基本也是最常用的检测方法。养护人员通过对钢箱梁表面进行仔细观察,寻找可能存在的锈斑、剥落和腐蚀坑等病害特征。这种方法简便易行,成本低廉,但其检测范围受到视线限制,对于隐蔽部位的腐蚀损伤难以观察到。

### 4.1.2 无损检测技术

无损检测技术是一种非破坏性的测试方法,可以在不影响结构完整性的前提下获取有关腐蚀损伤的信息。常用的无损检测技术包括超声波检测、磁粉检测、涡流检测和红外热像检测等。超声波检测能够探测钢材内部的缺陷和腐蚀损伤,磁粉检测适用于发现表面和近表面的腐蚀问题,涡流检测可用于检测钢材表面和近表面的缺陷,而红外热像检测则可以通过测量表面温度分布来发现隐藏的腐蚀区域。无损检测技术具有快速、精确的优点,但需要专业人员操作,并且其应用受到材料和结构条件的限制<sup>[3]</sup>。

### 4.1.3 电化学检测

电化学检测是一种基于腐蚀电化学原理的方法,用于评估钢箱梁的腐蚀状态。通过测量钢材表面的电位和电流等参数,可以推断出钢材的腐蚀速率和腐蚀程度。常用的电化学检测方法包括极化曲线法、电化学阻抗法和电位差法等。电化学检测具有非破坏性、实时性和定量化的特点,能够提供有关腐蚀行为和损伤程度的详细信息。然而,电化学检测需要专业的设备和操作技术,并受到环境条件和电解质的影响。

### 4.1.4 取样分析

取样分析是通过实验室测试对钢箱梁材料进行化学分析和物理性能测试,以评估腐蚀程度和剩余强度。取样分析通常需要在受损部位进行样品采集,并通过金相显微镜、扫描电子显微镜和能谱分析仪等仪器进行分析。这种方法提供了详细的腐蚀损伤信息和材料性能数据,但对结构造成一定的破坏,并且需要较长的时间和较高的成本。

## 4.2 环境控制和防护措施

### 4.2.1 环境控制

首先,控制湿度:湿润环境是钢箱梁腐蚀的主要因素之一,因此,在钢桥建设过程中,应采取措施确保桥梁结构与水源的良好隔离,避免长期接触水分。此外,定期检查桥梁排水系统的畅通情况,及时清理积水和排除漏水现象,保持桥梁周围环境的干燥。其次,控制盐度:盐度是导致钢箱梁腐蚀的重要因素之一,尤其是在海洋环境和盐湖地区。在这些地区,应采取措施减少盐分对钢材的侵蚀。例如,可以使用防盐喷雾涂层,限制海水接触钢箱梁表面,以减少盐分的吸附和腐蚀作用。最后,控制化学物质:大跨径钢桥常处于工业污染区域或高污染源附近。这些化学物质会加速钢材腐蚀的发生和发展。在这种情况下,应加强对环境污染源的监测和管控,确保钢箱梁不暴露于有害化学物质中<sup>[4]</sup>。

### 4.2.2 防护措施

第一,防腐涂层:防腐涂层能够隔绝钢材与环境的直接接触,形成一层保护膜,减少腐蚀介质的侵蚀。选择合适的防腐涂层要考虑桥梁的使用环境、耐候性能、附着力以及涂层施工的可行性等因素。第二,防护覆盖:在大跨径钢桥钢箱梁的养护中,可以采用防护覆盖的方式来减少腐蚀病害

的发生。例如,可以在钢箱梁表面覆盖防护层,如聚乙烯薄膜、橡胶垫等,以阻隔腐蚀介质的直接接触,同时起到一定的防水和防尘效果。这种防护覆盖层具有较好的耐候性和抗老化能力,能够有效减少腐蚀病害的发展。第三,电化学防护:通过施加外加电流或电位来抑制钢材的腐蚀。在大跨径钢桥钢箱梁的养护中,可以采用阴极保护系统来实现电化学防护。阴极保护系统通过在钢箱梁表面设置阴极,使钢材成为阴极,从而抑制腐蚀反应的发生。这种技术需要精确的设计和控 制,以确保电流和电位的合理施加,从而达到有效的防护效果。

#### 4.3 修复与加固措施的分析

锈 蚀 修 复 是 指 针 对 钢 箱 梁 表 面 或 内 部 发 生 的 锈 蚀 病 害 进 行 修 复 处 理。第一,清洗与除锈:采用适当的除锈方法,如钢丸清理、喷砂、喷水高压清洗等,将受损区域的锈蚀层彻底清除,以便后续处理。第二,补焊与补强:对于严重锈蚀的部位,需要进行局部焊接修补或增加钢板补强,恢复钢箱梁的强度和刚度。第三,防腐涂层修复:在锈蚀修复后,重新涂覆防腐涂层,确保钢箱梁表面免受腐蚀介质的侵蚀。第四,加固措施:加固措施旨在提升钢箱梁的承载能力和结构稳定性,以应对锈蚀病害带来的影响。常见的加固措施包括。第五,钢板包裹:在受损的钢箱梁外部包裹一层钢板,增加其横向刚度和承载能力。

结构监测与评估:对于大跨径钢桥钢箱梁,及时的结构监测与评估是修复与加固措施的关键步骤。通过对钢箱梁的结构健康状态进行监测和评估,可以确定修复与加固的需求和效果,确保工作的有效进行。具体措施包括:首先,采用各种监测技术,如应变传感器、振动传感器、位移传感器等,对钢箱梁的变形、振动、应力等参数进行实时监测。这些数据可以提供钢箱梁的结构健康状态信息,发现潜在的问题和异常变化。其次,采用无损检测技术对钢箱梁进行表面和内部缺陷的检测,如超声波检测、磁粉检测、X射线检测等。这些技术可以在不破坏结构的情况下,发现隐藏的缺陷和腐蚀病害,为后续修复与加固提供依据。再次,根据监测数据和非破坏检测结果,对钢箱梁的结构安全性和承载能力进行评估。通过结构分析和计算,确定结构的强度、刚度、稳定性等参数,评估其满足设计要求和使用寿命的能力。最后,根据结构评估的结果,制定修复与加固方案。结构设计需要考虑修复与加固的具体要求,如材料选择、施工工艺等。优化设计可以通过结构分析和计算,寻找最经济和有效的修复与加固方案,提高钢箱梁的整体性能<sup>[5]</sup>。

#### 4.4 定期检查和维 护

钢桥钢箱梁的定期检 查应根据其使用环境和养护历史

确定适当的频率。一般建议每年至少进行一次全面的检查,并根据需要进行更频繁的表面检查。在恶劣环境条件下,如高盐度、高湿度或污染区域,检查频率应适当增加。

钢箱梁表面的检查是定期检 查的基本步骤。具体方法包括:目视检查,仔细观察钢箱梁表面,寻找可能的锈蚀迹象,如锈斑、锈皮、涂层剥落等。同时,注意检查焊缝、连接件等处的异常情况。敲击检查,用敲击工具轻敲钢箱梁表面,听声音判断是否有空洞、腐蚀或松动的地方。不同的声音可能暗示不同的问题,需要进一步检查。清洁检查,对于有积尘、污垢的区域,需要先进行清洁,以便更好地观察表面情况。可以使用高压水洗或适当的清洁剂进行清洗。

钢箱梁内部的检查对于发现隐藏的锈蚀病害也非常重要。具体方法包括穿孔检查,通过在钢箱梁壁上进行穿孔,使用光源和检查工具检查内部情况。穿孔位置应选择 在可能发生锈蚀的区域,如焊缝、接头等处。端部检查,钢箱梁的端部是锈蚀病害易发区域。通过拆卸部分端部防护措施或进行开口检查,查看端部区域的状况<sup>[6]</sup>。

## 5 结 语

综上所述,大跨径钢桥钢箱梁的锈蚀病害分析及养护措施是确保桥梁结构安全和延长使用寿命的重要任务。通过深入分析钢箱梁的腐蚀特点和损伤形态,了解锈蚀病害的形成机理和影响因素,制定科学有效的养护策略。在养护措施中,定期检查和维 护是及时发现问题、预防事故的关键步骤。同时,环境控制和防护措施能够减少钢箱梁的暴露程度和腐蚀速度,延缓病害的发展。修复与加固措施可以恢复钢箱梁的承载能力和结构完整性。因此,重视大跨径钢桥钢箱梁的养护工作,建立健全的养护体系,加强技术研究和经验总结,以保障桥梁的安全运行,为人们的出行提供可靠的桥梁保障。

## 参 考 文 献

- [1] 曹俊杰,申铁军.钢箱梁桥钢结构制作加工与养护要点分析[J].四川建材,2022,48(6):174-175.
- [2] 祝龙.大跨径钢桥钢箱梁锈蚀病害分析及养护措施[J].北方交通,2021(7):4-7.
- [3] 闫亚倩.大跨径钢箱梁桥面铺装优化技术研究[D].郑州:郑州大学,2021.
- [4] 陈若男.大跨径钢箱梁悬索桥的病害分析及正交异性钢桥面板的疲劳研究[D].南京:东南大学,2017.
- [5] 徐懋刚.跨海斜拉桥钢箱梁锈蚀退化分析及预养护[J].城市道桥与防洪,2017(4):130-133+15.
- [6] 张丽芳,艾军,张鹏飞,等.大跨度钢箱梁病害及成因分析[J].公路与汽运,2013(3):203-206.