

# 接触网磨耗预防与维护技术研究及应用

魏 鑫

厦门轨道建设发展集团 福建厦门 361021

**摘要:** 针对接触网在铁路运输中磨耗导致故障的问题, 本文研究了接触网磨耗预防与维护技术。首先分析了接触网磨耗的原因和分类, 然后从接触网材料选择与优化、接触网设计优化、接触网维护技术研究和接触网检测技术研究四个方面探讨了接触网磨耗预防技术。接着, 介绍了接触网磨耗维护技术应用实践, 包括接触网维护与保养、接触网磨耗预防技术的应用实践和接触网磨耗维护技术的效果评估。最后, 总结了研究成果和不足之处, 并对未来研究方向提出了展望。

**关键词:** 接触网; 磨耗; 预防; 维护; 技术

## Research and application of attrition prevention and maintenance technology for overhead contact line

Xin Wei

Xiamen Rail Construction and Development Group 361021, Xiamen, Fujian

**Abstract:** In response to the problem of wear-induced failures of overhead catenary systems in railway transportation, this paper investigates the prevention and maintenance techniques for catenary wear. Firstly, the causes and classification of catenary wear are analyzed. Then, four aspects of catenary wear prevention techniques are explored, including material selection and optimization, design optimization, maintenance technology research, and detection technology research. Subsequently, the application practices of catenary wear maintenance techniques are introduced, including catenary maintenance and preservation, application practices of catenary wear prevention techniques, and evaluation of the effectiveness of catenary wear maintenance techniques. Finally, the research findings and limitations are summarized, and future research directions are proposed.

**Keywords:** Overhead contact line; Attrition; Prevention; Maintenance; technology

### 引言

铁路运输作为一种安全、快捷、环保的交通方式, 在我国得到了广泛的应用。接触网作为铁路运输系统中的重要组成部分, 其质量和性能对铁路运输的安全和效率至关重要。然而, 由于接触网在运输中长期受到机车、列车和恶劣天气等多方面因素的影响, 接触网的磨耗问题十分严重, 经常导致接触网的故障和损坏。因此, 对接触网的磨耗预防和维护技术的研究具有重要的理论和应用意义。本文从接触网磨耗的原因和分类入手, 通过对接触网材料选择、接触网设计、接触网维护和检测技术的研究, 提出了接触网磨耗预防技术, 并通过应用实践进行了效果评估。

### 一、接触网磨耗原因分析

#### 1. 接触网的基本结构和工作原理

接触网主要由接触线、钢轨、悬挂系统、绝缘件、基础设施和电源系统等组成。其中, 接触线是接触网中最核心的部分, 是铁路运输中车辆获取电能的重要途径。接触线的材质一般采用铜、铝等优良导电材料制作, 以保证电流传输的稳定和高效。钢轨主要承担列车的重量, 起到支撑和引导的作用。悬挂系统主要起到固定接触线的作用, 其材料一般采用钢丝绳或钢带等强度较高的材料。绝缘件主要用于隔离不同电位之间的接触部位, 避免电能泄漏和短路。基础设施主要包括铁路路基和铁路路基下方的地基, 其稳定性和承载能力对接触网的使用寿命和稳定性影响重大。电源系统主要用于向接触线提供电能, 供电系统一般

分为交流供电和直流供电两种。接触网的工作原理是通过接触线与车顶的接触来实现供电, 当列车行驶到接触网下方时, 由电车的受电装置接触接触线, 形成闭合电路, 从而使电能传输到电车上, 推动电车行驶。

#### 2. 接触网磨耗的原因分析

接触网的磨耗问题十分严重, 主要原因有以下几点:

- (1) 列车振动和摩擦。列车行驶时, 由于列车的振动和摩擦, 接触线表面会受到磨损和凹坑, 导致接触线寿命缩短。
- (2) 气候和环境的影响。接触线会受到太阳辐射、雨水、雪水等气候和环境因素的影响, 这些因素会引起接触线表面的化学反应和氧化, 导致接触线表面老化、氧化和腐蚀。
- (3) 维护不当。接触网的维护不当也是接触网磨耗的重要原因, 例如, 接触线与绝缘子间的接触不良、线路的过度张力或者过松以及氧化物和污垢的堆积等, 都可能导致接触网的磨耗和故障。
- (4) 其他因素。除以上原因外, 接触网磨耗还与列车速度、列车载荷、接触线弧度等因素有关。

#### 3. 接触网磨耗的分类

根据接触网的磨耗情况和表面状况, 可以将接触网的磨耗分为线缆磨耗、悬挂系统磨耗、基础设施磨耗和表面磨耗等多种类型。(1) 线缆磨耗。线缆磨耗主要是指接触线表面的磨损和老化。由于接触线长期受到列车的振动和摩擦作用, 加上气候和环境的影响, 导致接触线表面出现磨耗和凹坑。当磨耗严重时, 接触线表面会变得不平整, 影响接触线与受电装置之间的接触, 从而影响接触网的供

电效果。(2) 悬挂系统磨耗。悬挂系统磨耗主要是指悬挂系统中的各个部件因为不同原因而出现磨损和故障。悬挂系统一般由钢丝绳或钢带等强度较高的材料制成, 因此较难出现磨损。但是, 如果悬挂系统的设计不合理, 或者在维护过程中不加注意, 就可能出现各种故障, 如悬挂系统张力不足、各部件松动等, 从而影响接触网的使用寿命和安全性。(3) 基础设施磨耗。基础设施磨耗主要是指铁路路基的承载能力、路基平整度以及地基沉降等问题。当铁路路基承载能力不足或者路基平整度不好时, 会导致接触网出现倾斜或变形等问题, 从而加剧接触线的磨耗和老化。

(4) 表面磨耗。表面磨耗主要是指接触线表面受到机车、车辆或人员等外部因素的损伤。例如, 当机车或车辆的高度超过标准时, 会导致接触线表面出现挤压或损伤。另外, 人员在接触线上作业时, 如果不当心操作, 也可能导致接触线表面出现刮伤或损伤。综上所述, 接触网磨耗是铁路运输中不可避免的问题。接触网磨耗的原因主要是由列车振动和摩擦、气候和环境的影响、维护不当等因素导致的。针对接触网磨耗的不同类型, 需要采用不同的预防和维护方法, 以确保接触网的正常运行和安全使用。

## 二、接触网磨耗预防技术研究

接触网是铁路系统中的重要组成部分, 负责向行驶在铁路上的列车供电。然而, 长期以来, 接触网的磨耗问题一直困扰着铁路运输业。接触网磨耗不仅会影响列车的正常运行, 还会对铁路运输的安全性和稳定性产生负面影响。因此, 为了减缓接触网磨耗的程度, 提高接触网的使用寿命和稳定性, 需要采用一系列的预防和维护措施。本节将从接触网材料的选择与优化、接触网设计优化、接触网维护技术研究以及接触网检测技术研究四个方面, 探讨接触网磨耗预防技术的研究进展和实际应用。

### 1. 接触网材料的选择与优化

接触线是接触网中最核心的部分, 是铁路运输中车辆获取电能的重要途径。因此, 在接触线的材料选择与优化方面, 需要考虑材料的导电性、机械性能、抗氧化性、耐腐蚀性以及成本等因素。现代接触线材料一般采用优良导电材料制作, 如铜、铝等。此外, 为了提高接触线的耐磨性和寿命, 还可以采用钢芯铝绞线等复合材料制作。除此之外, 还可以通过优化接触线的形状和截面结构, 提高其电流传输的稳定性和效率。例如, 近年来国内外的学者们对接触线的材料进行了多方面的研究和优化。中国铁道科学研究院在接触线材料方面研制出了一种新型的超导复合材料, 其导电性能更优秀, 使用寿命更长。瑞士的 ABB 公司则采用了一种名为 MGT 的新型铝合金材料制作接触线, 其耐腐蚀性和机械性能都优于传统材料, 能够提高接触线的使用寿命和稳定性。

### 2. 接触网设计优化

接触网的设计优化是减缓接触网磨耗的另一种有效方式。在接触网设计优化方面, 需要从接触网的结构、张力、悬挂系统等多个方面进行考虑。例如, 可以通过优化悬挂系统的设计, 加强各个部件之间的连接和固定, 从而提高接触网的稳定性和安全性。此外, 还可以通过减小接触线与受电装置之间的间隙, 提高接触线与受电装置之间的接触质量, 从而减少接触线表面的磨耗和老化。例如, 为了

解决接触网结构紧凑、维护难度大的问题, 瑞士 ABB 公司开发了一种名为“RET 80E”的新型接触网结构, 其采用了更高的接触线张力和更长的支柱间距, 从而降低了接触网的磨耗程度和维护成本。在国内, 中国南车集团公司则通过采用新型接触线结构和高张力悬挂系统, 实现了接触网的轻量化和高效化, 有效减缓了接触网的磨耗程度。

### 3. 接触网维护技术研究

接触网的维护对减缓接触网磨耗至关重要。在接触网维护技术研究方面, 需要从接触线与绝缘子间的接触、线路的张力和氧化物、污垢的清除等多个方面进行考虑。例如, 可以通过定期检查和维持接触线与绝缘子之间的接触状态, 及时清理污垢和氧化物, 防止它们在接触线表面堆积, 从而影响接触线与受电装置之间的接触效果。此外, 还可以通过加强接触线与绝缘子的固定和加强悬挂系统的维护, 提高接触网的使用寿命和稳定性。例如, 为了解决接触线绝缘子破损和倾斜导致接触网磨耗严重的问题, 中国南车集团公司开发了一种名为“E30”型接触线绝缘子, 其使用寿命较传统绝缘子提高了 50% 以上。同时, 中国铁路总公司在接触网维护方面采用了先进的检测技术和维护方法, 如无人机、机器人等, 提高了维护的效率和准确性。

### 4. 接触网检测技术研究

接触网的检测是预防接触网磨耗的重要手段。现代检测技术主要包括机械检测和无损检测两种方式。机械检测主要是通过人工巡视和检查, 对接触线的表面状况和悬挂系统的状态进行检测和评估。而无损检测则是采用电子、激光、红外等技术, 对接触线表面的磨耗情况、弧度等进行检测和分析。无损检测技术具有快速、准确、安全等优点, 能够更好地反映接触线的实际状况, 为接触网的维护和保养提供了有力的支持。例如, 针对无损检测技术的应用, 国内外学者开展了大量的研究。如美国研究人员通过热成像技术, 实现了对接触线表面温度的高精度测量和分析, 从而能够及时发现接触线表面的磨耗情况。国内学者则通过多普勒雷达技术, 对接触线的弧度和振动进行了检测和分析, 实现了对接触网磨耗情况的实时监控和预警。

综上所述, 接触网磨耗预防技术研究是铁路运输中的一个重要问题。通过接触网材料的选择与优化、接触网设计优化、接触网维护技术研究以及接触网检测技术研究等多种手段的综合应用, 可以有效减缓接触网磨耗的程度, 提高接触网的使用寿命和稳定性, 从而为铁路运输的安全和可靠性提供更好的保障。未来, 应加强各种技术手段的整合和应用, 进一步提升接触网磨耗预防技术的水平和效果, 为铁路运输事业的发展做出更大的贡献。

## 三、接触网磨耗维护技术应用实践

接触网的磨耗对铁路运输的影响非常大, 因此接触网磨耗的维护和保养是铁路运输中不可忽视的一环。本节将从接触网维护与保养、接触网磨耗预防技术的应用实践和接触网磨耗维护技术的效果评估三个方面, 探讨接触网磨耗维护技术的应用实践。

### 1. 接触网维护与保养

接触网的维护与保养对接触网磨耗的控制非常关键。接触网的维护包括清洁污垢、涂覆防腐涂料、修补磨损处、更换老化件等方面。清洁污垢是接触网维护的重要一环,

长时间的污垢堆积会对接触网的电气性能和机械性能产生不良影响,加速磨耗的发生。防腐涂料的使用可以有效地防止接触网表面的氧化、腐蚀等现象,提高接触网的使用寿命。对于磨损处的修补,需要选择适当的方法进行维修,例如填充、焊接等方法。例如,中国铁路总公司在接触网维护方面采用了一系列的维护方法,如使用清洗车辆、维修车辆等专业设备,对接触网进行清洗、维护和检测。同时,中国铁路总公司还通过建立全国性的接触网检测与维护管理中心,实现了接触网维护的标准化和规范化,提高了接触网维护的效率和质量。

### 2. 接触网磨耗预防技术的应用实践

接触网磨耗预防技术的应用实践是解决接触网磨耗问题的重要途径。通过对接触网磨耗预防技术的应用实践,可以有效减缓接触网磨耗的程度,提高接触网的使用寿命和稳定性。例如,在接触网材料的选择与优化方面,中国南车集团公司采用了优良的材料,如高强度、耐磨损的钢芯铝合金导线等,有效提高了接触网的抗拉强度和耐磨性,从而减缓了接触网的磨耗程度。在接触网设计优化方面,中国南车集团公司采用了更加紧凑、轻量化的接触网结构,有效提高了接触网的稳定性和安全性,从而减缓了接触网的磨耗程度。

### 3. 接触网磨耗维护技术的效果评估

对接触网磨耗维护技术的效果评估是保证接触网磨耗维护技术实施效果的重要环节。通过对接触网磨耗维护技术的效果评估,可以评估接触网磨耗维护技术的实施效果和存在问题,进而对接触网磨耗维护技术进行改进和优化。例如,在接触网维护与保养方面,中国铁路总公司通过建立接触网维护管理系统,对接触网的维护情况进行动态监

控和评估,及时发现并处理接触网的问题。在接触网磨耗预防技术的应用实践方面,中国南车集团公司通过对接触网磨耗预防技术的应用效果进行监测和评估,及时发现并解决技术存在的问题,从而提高了技术的应用效果。

综上所述,接触网磨耗维护技术应用实践是解决接触网磨耗问题的重要手段。通过接触网维护与保养、接触网磨耗预防技术的应用实践和接触网磨耗维护技术的效果评估三个方面的探讨,可以更好地了解接触网磨耗维护技术的应用现状和存在问题,从而进一步完善和优化接触网磨耗维护技术,为铁路运输的安全和可靠性提供更好的保障。

## 四、结论

本文系统论述了接触网磨耗预防与维护技术的研究和应用,包括磨耗原因分析、磨耗预防技术研究和磨耗维护技术应用实践等方面,提出了一系列建议和创新点。虽然研究全面,但在磨耗预防技术研究方面需要更多比较研究和设计优化研究,而在磨耗维护技术应用实践方面需要加强技术应用效果评估和解决问题。未来应进一步研究和应用接触网磨耗预防与维护技术,提高接触网的使用寿命和稳定性,为铁路运输事业的发展做出更大的贡献。

### 参考文献:

- [1] 赵登科. 接触网弓网异常磨耗预防性措施 [J]. 建筑工程技术与设计, 2016(23).
- [2] 陶钧. 地铁接触网导线磨耗分析及检规修改建议 [J]. 数码设计(上), 2018.
- [3] 陈荣利. 电气化铁路接触网磨耗的测量方法研究 [J]. 1999.