

# 浅析普速铁路接触网交叉线岔的测量与检修

卢彦军

新朔铁路供电公司 内蒙古 鄂尔多斯 017100

**摘要：**接触网交叉线岔是普速铁路电力牵引供电系统的关键组成部分，其性能状态直接影响列车运行安全与效率。本文探讨了交叉线岔的测量与检修工作，包括测量项目、方法、工具以及检修内容、标准、步骤等。通过准确的测量与及时的检修，可以确保交叉线岔处于良好状态，满足列车平稳过渡和正常取流的需求，进而提升铁路运输的安全性和可靠性。

**关键词：**普速铁路；接触网交叉线岔；测量；检修

引言：普速铁路接触网交叉线岔是确保电气化铁路列车在不同轨道间平稳过渡的关键设备。其结构复杂且功能关键，任何微小的偏差或故障都可能对列车的安全运行构成威胁。因此，对交叉线岔进行精准测量与及时检修显得尤为重要。本文将从测量方法和检修流程入手，全面剖析普速铁路接触网交叉线岔的维护管理，旨在为铁路维护人员提供一套科学、系统的操作指南，以保障铁路运输的安全与效率。

## 1 普速铁路接触网交叉线岔概述

### 1.1 接触网交叉线岔的基本概念

(1) 交叉线岔定义及其类型。交叉线岔是接触网中一种特殊的转换设备，主要安装在电气化铁路的道岔上空，用于实现电力机车受电弓由一股道上空的接触线平滑、安全地过渡到另一条股道上空的接触线上。根据结构和使用场景的不同，交叉线岔可以分为多种类型，其中常见的包括单开道岔、复式交分道岔和交叉渡线道岔。单开道岔是最基本的类型，适用于简单的线路转换；复式交分道岔则适用于需要交叉换向的复杂线路；交叉渡线道岔则主要用于实现线路之间的渡线连接。

(2) 交叉线岔的组成和结构特点。交叉线岔主要由限制管、定位线夹、连接零件等组成。限制管用于限制接触线的横向移动，确保线岔的几何位置稳定；定位线夹则负责固定接触线的位置，防止其偏移或脱落。此外，交叉线岔的结构特点还包括其良好的导电性和耐磨性，以确保电力传输的稳定性和持久性。

### 1.2 交叉线岔的功能和重要性

(1) 交叉线岔在电力牵引供电系统中的功能。交叉线岔在电力牵引供电系统中的主要功能是确保列车在不同线路之间的平稳过渡。当列车从一股道驶入另一股道时，受电弓需要顺利地新的接触线接触并取流。交叉线岔通过其特殊的结构设计，使得两支接触线在相交处

形成一定的几何关系，从而保证了受电弓的平稳过渡和正常取流。(2) 其对于保障列车正常取流和运行安全的重要性。交叉线岔的状态直接影响列车的运行安全和取流质量。如果交叉线岔存在缺陷或故障，可能导致受电弓与接触线之间的接触不良或刮弓现象，进而影响列车的正常运行。因此，定期对交叉线岔进行测量和检修，确保其处于良好状态，是保障列车运行安全和效率的重要环节。

## 2 普速铁路接触网交叉线岔的测量

### 2.1 测量项目和方法

在普速铁路接触网交叉线岔的测量中，确保数据的准确性和完整性至关重要。(1) 交叉点位置测量。交叉点位置是指两支接触线在交叉线岔处相交的具体位置。测量时，首先需确定两支接触线的走向和位置，然后使用激光测量仪或全站仪等设备，精确测量交叉点的三维坐标。这一测量对于后续确定拉出值、高差等参数具有重要意义。相关技术标准规定了交叉点位置的允许偏差范围，以确保线岔的几何关系满足设计要求。(2) 定位点拉出值测量。定位点拉出值是指接触线在定位点处相对于其理论位置的偏移量。测量时，需使用专门的拉出值测量仪或激光测距仪，在定位点处测量接触线至参考点的距离，并与设计值进行比较。拉出值的大小直接影响受电弓的取流质量和线岔的几何关系，因此必须严格控制和技术标准规定的范围内。(3) 两接触线高差测量。两接触线高差是指两支接触线在交叉点处的高度差。这一参数的测量对于保证受电弓在过渡过程中的平滑性和取流稳定性至关重要。测量时，可使用激光测量仪或水平尺等工具，在交叉点处分别测量两支接触线的高度，并计算其差值。相关技术标准规定了高差的允许范围，以确保受电弓能够顺利过渡<sup>[1]</sup>。(4) 引入相关的技术标准和限界值。在测量过程中，必须严格遵守相关

的技术标准和限界值。这些标准和限界值通常由国家或行业权威机构制定，并经过大量实验验证，以确保线岔的几何关系、拉出值、高差等参数满足电力牵引供电系统的要求。测量人员应熟悉并掌握这些标准和限界值，以确保测量结果的准确性和合规性。

## 2.2 测量工具和仪器

进行交叉线岔测量时，需要一系列专业的测量工具和仪器。（1）激光测量仪。激光测量仪具有高精度、高效率的特点，适用于交叉点位置、高差等参数的测量。使用时，应确保激光束的垂直性和稳定性，避免环境因素（如温度、湿度）对测量精度的影响。同时，需定期校准激光测量仪，以确保其测量结果的准确性。（2）水平尺。水平尺主要用于测量接触线的高度和水平度。使用时，应确保水平尺的放置平稳、水平，避免倾斜或振动对测量结果的影响。此外，还需注意水平尺的刻度和精度，以确保测量结果的准确性。（3）钢卷尺。钢卷尺适用于测量拉出值等参数。使用时，需确保钢卷尺的平直、无弯曲，避免拉伸或压缩对测量结果的影响。同时，需定期校准钢卷尺的长度，以确保其测量结果的准确性。

## 2.3 测量误差和数据处理

在进行交叉线岔测量时，误差是不可避免的。因此，分析测量误差的来源并采取相应的措施进行数据处理，是确保测量结果准确性的关键。（1）测量过程中可能出现的误差来源。测量过程中可能出现的误差来源包括仪器误差、环境误差、操作误差等。仪器误差主要是由于测量工具的精度不足或长期使用导致的磨损；环境误差则是由于温度、湿度等环境因素对测量结果的影响；操作误差则是由于测量人员的操作不当导致的误差<sup>[2]</sup>。（2）数据处理的方法和技巧。为了减小误差对测量结果的影响，可采取以下数据处理方法和技巧：首先，对测量结果进行多次重复测量，并取平均值作为最终结果；其次，对测量结果进行修正和补偿，以消除仪器误差和环境误差的影响；最后，对测量结果进行统计分析，以确定误差的分布范围和置信水平。通过这些数据处理方法和技巧的应用，可进一步提高测量结果的准确性和可靠性。

## 3 普速铁路接触网交叉线岔的检修

### 3.1 检修内容和标准

交叉线岔是普速铁路接触网的关键节点，其检修需覆盖几何参数、机械强度、电气性能等核心指标。根据《铁路接触网检修规程》（TB/T2075-2020），检修周期为每6个月一次，特殊区段（如高寒、重载线路）需缩短

至3个月。

#### 3.1.1 检修主要项目及数据标准

（1）限制管状态：几何参数：限制管中心距交叉点水平距离应为 $\pm 50\text{mm}$ （标准值），垂直偏差 $\leq 10\text{mm}$ ；机械性能：裂纹深度超过 $2\text{mm}$ 或长度超过管径 $1/3$ 时需更换。某局2024年统计显示，限制管裂纹故障中，80%因疲劳应力导致，多发生于年均温差 $> 40^\circ\text{C}$ 的区段。

（2）线夹状态：紧固力矩：螺栓扭矩需符合设计值（如M12螺栓为 $44\sim 56\text{N}\cdot\text{m}$ ），某段2023年检修记录显示，线夹松动占比12%，其中60%因未按周期复紧；磨损量：线夹与接触线接触面磨损厚度超过原厚度20%（如由 $10\text{mm}$ 减至 $8\text{mm}$ ）时需更换<sup>[3]</sup>。

（3）接触线磨损：允许磨损率：标准截面磨损 $\leq 15\%$ （如CTHA-120导线，剩余高度 $< 10.2\text{mm}$ 时更换）。某干线2024年检测数据显示，曲线段磨损速率达 $0.3\text{mm}/\text{月}$ ，是直线段的2倍。

（4）绝缘部件：绝缘电阻：干燥环境下 $\geq 300\text{M}\Omega$ （ $2500\text{V}$ 兆欧表测试），污秽区段需缩短检测周期至2个月。某南方局统计，雨季绝缘故障占比达35%。

#### 3.1.2 检修标准依据

除上述规程外，还需参照《电气化铁路接触网运行检修规则》（铁运〔2013〕60号），明确线岔抬升量（ $\leq 5\text{mm}$ ）、接触线高度差（ $\leq 10\text{mm}$ ）等动态参数。

### 3.2 检修方法和步骤

#### 3.2.1 数据化检测技术应用

（1）限制管检测：采用超声波探伤仪（如USM-35X）检测内部裂纹，精度达 $0.1\text{mm}$ ；某段2024年通过该技术检出隐性裂纹23处，占比总缺陷的18%。

（2）接触线磨损测量：使用激光轮廓仪（如LS-7000）扫描磨损截面，误差 $\pm 0.05\text{mm}$ 。数据表明，磨损超限点中70%集中于半径 $< 600\text{m}$ 的曲线段。

（3）绝缘测试：红外热像仪（FLIRT540）检测局部过热，温差 $> 5^\circ\text{C}$ 判定为异常。某枢纽站2023年通过该技术预防性更换绝缘子12组<sup>[4]</sup>。

#### 3.2.2 安全风险量化控制

（1）断电范围：需覆盖线岔两侧各 $200\text{m}$ 区段（《安规》第4.2条），验电电压等级为 $25\text{kV}$ （ $\pm 10\%$ ）。

（2）防护装备：绝缘手套耐压等级 $\geq 30\text{kV}$ （GB/T17622-2008），某局近5年触电事故分析显示，未穿戴合规装备占比90%。

### 3.3 检修案例与数据驱动改进

#### 3.3.1 案例1：限制管疲劳裂纹

（1）背景：某线2024年3月检出限制管裂纹（长

15mm, 深3mm), 位于年通过总重1.2亿吨的重载区段。

(2) 数据对比: 裂纹扩展速率达0.2mm/月, 远超设计寿命(10年)。

(3) 改进措施: 升级为高强度合金钢限制管(抗拉强度  $\geq 600\text{MPa}$ ), 预计寿命延长至15年。

### 3.3.2 案例2: 接触线非均匀磨损

(1) 检测数据: 某区段导线磨损量左轨侧比右轨侧高40%, 原因为受电弓压力不均(实测左轨侧压力  $> 120\text{N}$ , 标准值  $70 \pm 10\text{N}$ )。

(2) 解决方案: 调整定位器偏移量至设计值  $\pm 30\text{mm}$ , 并加装动态压力监测装置。

### 3.3.3 改进建议

(1) 预测性维护: 基于历史数据建立磨损模型(如线性回归  $R^2 > 0.85$ ), 提前更换高风险部件。

(2) 材料升级: 推广碳纤维复合材料线夹(某试验段数据显示, 磨损率降低60%)。

(3) 智能监测: 部署接触网在线监测系统(如张力、温度传感器), 数据采样频率  $\geq 1\text{Hz}$ 。

## 4 普速铁路接触网交叉线岔测量与检修的问题与挑战

### 4.1 存在的问题

#### 4.1.1 当前交叉线岔测量与检修工作中存在的主要问题

在普速铁路接触网交叉线岔的测量与检修工作中, 存在若干关键问题亟待解决。首先, 测量精度不足是一个显著问题。受限于测量设备和技术水平, 当前的测量方法往往难以达到高精度要求, 导致测量数据存在一定的误差, 影响后续检修工作的准确性。其次, 检修周期长且效率低。传统的检修方式依赖人工操作, 工作量大且耗时较长, 同时检修效率受到人为因素的影响较大, 难以保证检修工作的及时性和有效性。最后, 检修人员技能水平参差不齐也是一个不容忽视的问题。部分检修人员缺乏专业技能和经验, 对于复杂问题的处理能力不足, 容易导致检修工作出现疏漏。

#### 4.1.2 问题产生的原因和影响

这些问题的产生与多种因素有关。测量精度不足的原因可能包括测量设备老化、操作方法不当等; 检修周期长且效率低则可能受到检修流程繁琐、人力资源不足等限制; 检修人员技能水平参差不齐则与培训不足、个人素质差异等有关。这些问题不仅影响了交叉线岔的正

常运行, 还可能对铁路运输安全构成潜在威胁。同时, 这些问题也增加了铁路运维成本, 降低了运营效率。

### 4.2 面临的挑战

#### 4.2.1 未来交叉线岔测量与检修工作可能面临的挑战

未来, 随着铁路技术的不断发展和铁路运输需求的日益增长, 交叉线岔测量与检修工作将面临更多的挑战。一方面, 随着高速铁路和城际铁路的普及, 对交叉线岔的精度和可靠性要求将更高, 传统的测量与检修方法可能无法满足这些要求。另一方面, 随着智能化和自动化技术的发展, 如何将这些技术应用于交叉线岔的测量与检修工作中, 提高效率 and 准确性, 也将是一个重要的挑战。

#### 4.2.2 应对挑战的策略和建议

为了应对这些挑战, 建议采取以下策略: 一是加大投入, 引进先进的测量设备和检修技术, 提高测量精度和检修效率; 二是加强培训, 提高检修人员的专业技能和综合素质, 增强他们处理复杂问题的能力; 三是加强技术研发和创新, 探索智能化、自动化的测量与检修方法, 以适应未来铁路技术发展的需要。通过这些措施的实施, 可以不断提升交叉线岔的测量与检修水平, 确保铁路运输的安全和高效。

### 结束语

综上所述, 普速铁路接触网交叉线岔的测量与检修工作对于保障铁路运行的安全和稳定具有重要意义。通过精准的测量和科学的检修策略, 可以有效预防线岔故障, 延长其使用寿命, 提高铁路运输的效率和可靠性。未来, 随着技术的不断进步, 我们应继续探索更高效、智能的测量与检修方法, 以适应铁路交通的快速发展。同时, 加强人员培训和技术交流, 不断提升维护人员的专业技能, 为铁路运输事业的发展贡献力量。

### 参考文献

- [1] 庞科院. 普速铁路接触网动态检测与评价技术研究[J]. 文化科学, 2024, (12): 103-104.
- [2] 张欢. 普速铁路接触网的故障类型的分析[J]. 工程地质学, 2021, (05): 58-59.
- [3] 陈金峰. 普速铁路接触网的故障类型的分析[J]. 建筑技术科学, 2021, (08): 81-82.
- [4] 张龙飞. 地铁接触网无交叉线岔工程实践与研究[J]. 电力系统及自动化, 2022, (06): 66-67.