

市域轨道交通交流接触网可视化接地管理系统研究

周 丹¹ 何治新¹ 靳守杰² 赖 峰³ 邓德波³

(1. 广州地铁设计研究院股份有限公司, 510010, 广州; 2. 广州地铁集团有限公司, 510335, 广州;
3. 珠海优特电力科技股份有限公司, 519085, 珠海//第一作者, 高级工程师)

摘 要 目的:为了确保市域轨道交通线路接触网接地作业安全,提高检修作业的质量和效率,需研究具有远程操作和实时监控功能的交流接触网可视化接地管理系统。方法:阐述了既有轨道交通接触网的接地方式,以及传统人工接地方式存在的安全风险。明确了可视化接地管理系统的研究目标,分析了可视化接地管理系统的核心技术(在线精准实时验电、供电网络拓扑安全联锁及非同源设备状态双确认等)。研发了适用于交流接触网的可视化验电接地装置,并以遥控接地为例说明该系统的操作流程。结果及结论:远程可视化接地管理系统解决了传统作业方式操作效率低和安全保障不足的问题,可有效提升运维过程中人员和设备的安全保障能力,提高接触网检修效率和质量。

关键词 市域轨道交通; 交流接触网; 可视化接地管理系统; 可视化验电接地装置

中图分类号 U239.58
DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.07.050

Research on Visual Grounding Management System of City Rail Transit AC Catenary

ZHOU Dan, HE Zhixin, JIN Shoujie, LAI Feng, DENG Debo

Abstract **Objective:** To ensure the safety of city rail transit line catenary grounding operation, improve the quality and efficiency of maintenance work, it is necessary to carry out research on developing an AC (alternating current) catenary visual grounding management system (hereafter VGMS for short) with remote operation and real-time monitoring functions. **Method:** The existing rail transit catenary grounding methods and the safety hazards of conventional manual grounding methods are expounded. The research objectives of the VGMS are clarified, and the key technologies of VGMS are analyzed (such as online accurate real-time power inspection, power supply network topology safety interlocking, and dual confirmation of non-homologous device states). A visual power inspection and grounding device suitable for AC catenary is developed, and the system operation process is illustrated using remote grounding as an example. **Result & Conclusion:** The

remote VGMS solves the problems of low operation efficiency and inadequate safety assurance in conventional methods, effectively improving the safety capabilities of personnel and equipment in the operation and maintenance process, thereby improving the efficiency and quality of catenary maintenance.

Key words city rail transit; AC catenary; visual grounding management system; visual power inspection and grounding device

First-author's address Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd., 510010, Guangzhou, China

接触网检修作业前,必须实施接触网停电作业,并做好接地安全措施。目前基于 27.5 kV 交流牵引供电的接触网接地作业大多采用人工操作及人工监管方式,作业效率低下,且作业过程中还存在误触电、误接地及误送电等安全风险,此类安全风险引发了多起安全事故。本文对交流接触网可视化接地管理系统(以下简称“交流可视化接地系统”)及交流可视化验电接地装置的应用进行研究,通过远程可视化自动接地替代现场人工接地,以实现接触网的安全、快速接地,保证有效检修作业时间,进而为实现市域轨道交通安全、高效、绿色运营提供技术支撑。

1 轨道交通接触网接地方式

1.1 传统人工挂接地线方式

目前我国大部分轨道交通线路在进行交流接触网检修时仍采用人工挂接地线方式。工作人员按照任务要求,携带接地线、验电器及防护用品到达接地点。工作人员接到操作指令后,先在带电设备处验电,以检验验电器是否正常,然后到接地点验电,验明接地点无电后再挂接地线。整个接地过程依靠人工监督来保证作业安全。

传统人工接地方式完全依靠工作人员的经验 and 责任心来保证作业安全,常因作业人员的疏忽大

意导致误挂、误拆、漏挂及漏拆接地线等问题。该方式存在极大安全隐患:①没有强制验电,若在不验电或验电器故障情况下进行作业,将引发带电挂接地线事件;②在“V型”天窗或复杂电网环境下,受感应电压干扰严重,存在带电挂接地线的安全风险;③难以强制限定验电接地点,存在误挂、漏挂接地线的安全风险;④拆除地线时无法确定核查地线是否全部拆除,存在误拆、漏拆接地线的安全风险;⑤接地状态不能实时上送,存在接地状态下误送电的可能。

1.2 采用电动挂接地线装置接地

部分铁路运维单位曾尝试采用一些简易的电动挂接地线装置,如通过伸缩臂或加挂接地杆等方式实现自动挂接地线。在隔离开关处于分闸状态时,电动操作该装置,采用将伸缩摇臂杆伸开或控制地线杆转向接触网的方式与接触网接触,以实现接触网接地^[1-3]。

该方式的优点是比较贴合传统人工接地操作方式,隔离开关分合状态的可视性好。但是,该方式也存在以下问题:

- 1) 电动挂接地线装置没有验电功能,仅依靠隔离开关的分位来判断能否接地。为确保作业安全,接地装置与交流可视化接地系统相配合,进一步实现对接触网接地作业的智能控制、监测及管理。
- 2) 接地时接地杆与接触网形成点接触,接触面小,难以承受接地状态下的短路电流。此外,在短路电流的电动力作用下,很可能形成开断点绝缘性能良好,采用该方式作业,应采取应对措施,确保接地作业安全。

3 交流可视化接地系统的关键技术

3.1 交流接触网在线精准实时验电技术

判断接触网是否带电是能否实施接地作业的前提

- 触网设备的绝缘距离要求,交流可视化验电接地装置无法直接沿用直流接地装置的开关柜方式。
- 2) 二者的验电方式不同,交流接触网若沿用直流接地装置的直接验电方式,将需要增加电压互感器,费用高、体积大,难以实现。
 - 3) 交流接触网隔离开关的供电范围远大于直流接触网,且受感应电压影响很大,其每段供电区间的接地装置数量需多于直流接触网,接地装置与隔离开关并非一一配对。两者间的安全联锁方式如果采用传统控制电缆方式,所需控制电缆距离长、数量多,联锁结构非常复杂,难以满足联锁可靠性要求。

2 交流可视化接地系统的研究目标

- 1) 研究适用于交流 27.5 kV 牵引供电接触网的可视化接地操作技术及系统软件,以实现接触网远程可视的自动接地,以及对接地装置的视频画面监视、数据监测、遥控操作及智能化管理。
- 2) 设计一种智能化、可视化的自动接地装置,使之具有状态采集、操作控制、自诊断、视频智能分析识别及安全联锁逻辑控制等功能,并能与接触网隔离开关的分位来判断能否接地。为确保作业安全,采用该方式时,接地点与隔离开关的距离不能太远,且应采用该方式作业时,应设置安全距离,防止误碰带电设备,以方式仪用,无法用于双侧供电。
- 2) 接地时接地杆与接触网形成点接触,接触面小,难以承受接地状态下的短路电流。此外,在短路电流的短路,导致接地不可靠。
- 3) 为确保接触网接地时不会造成接触网短路,长期下来会导致接触网变形,进而影响接触网性能。
- 4) 接地臂结构复杂,接地作业相当于时刻与带电设备接触,会增加误碰带电设备的可能性。

1.3 采用直流可视化验电接地装置接地

以直流牵引接触网为对象,参照 DL/T 538

