

缩短区间信号点灯单元故障处理时间的作业工法优化

罗航

中铁八局集团电务工程有限公司, 四川 成都 610000

[摘要] 区间信号点灯装置是色灯信号机的重要组成部分, 它的工作稳定性关系到行车安全及运输速度, 在对现有区间信号点灯器件故障修理中存在的问题进行了剖析的基础上, 基于对点灯装置故障原理及既有维修流程缺陷的研究提出了较为完整的作业方法改进思路。从故障查找手段改进、作业程序规范化制定、检修仪器配备完善和技术管理保证等方面入手, 使区间信号点灯装置故障处理更加高效省时, 提高了电务检修工作效率。

[关键词] 区间信号; 点灯单元; 故障处理; 作业工法; 流程优化

DOI: 10.33142/sca.v9i2.19090

中图分类号: U231

文献标识码: A

Optimization of Operation Method for Shortening the Fault Handling Time of Interval Signal Lighting Unit

LUO Hang

China Railway No.8 Engineering Group Electric Engineering Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract: The interval signal lighting device is an important component of the color light signal machine, and its working stability is related to driving safety and transportation speed. Based on the analysis of the problems existing in the repair of existing interval signal lighting devices, a relatively complete improvement idea for the operation method is proposed based on the study of the failure principle of the lighting device and the defects in the existing maintenance process. Starting from improving fault finding methods, standardizing operating procedures, equipping maintenance instruments, and ensuring technical management, the fault handling of interval signal lighting devices has been made more efficient and time-saving, which improving the efficiency of electrical maintenance work.

Keywords: interval signal; lighting unit; fault handling; homework method; process optimization

引言

信号机是控制着列车运行的重要设备, 被称为铁路的“红绿灯”, 信号机的准确性以及可靠性直接决定了行车的安全性, 点灯电路是信号机产生灯光信号的一个执行机构, 它的可靠性以及安全性直接关系到了整个信号系统是否可以可靠的进行工作, 区间信号设备点位多、线路长、位置偏远、地形复杂等特征, 出现故障后维修人员赶赴现场耗时较长; 如果故障处理缓慢会对正常的运输造成很大的影响甚至会威胁到行车安全, 所以加快区间信号设备点灯电路故障的修复速度对于提高运输的安全和运营效率有着重要的意义。随着铁路运输密度日益加大, 对于信号设备的可靠性和维修性也有了更高的要求。但是传统的应急抢修模式存在着故障判断依靠经验、程序步骤繁琐复杂、现场检测方法缺乏等缺陷无法满足及时处理的要求, 在此基础上本文以“快速确定-精确处理-器械支撑”这条路径展开对点亮模块故障应急抢修作业工艺的改进研究, 为现场应急抢修工作提供合理可行的技术参考依据。

1 区间信号点灯单元故障处理现状与问题分析

1.1 点灯单元常见故障类型

点灯单元存在的故障种类较多, 在其发生故障的原因

有以下几个方面: 电气方面的故障, 比如变压器损坏、整流器件击穿、电容器损坏等。这些故障都会造成点灯器无输出电压或输出电压异常, 从而引起信号机灯灭或发光异常; 在 ZPW-2000A 区间自动闭塞系统中, 对于智能点灯单元 DZD-C 曾存在着一种灯丝报警系统不稳定的故障现象, 这种现象就是区间信号机灯丝报警系统发生故障, 影响到了系统的正常使用情况; 机械部分主要出现了接点阻塞及转换装置故障等情况; 点灯装置里面的灯丝转换继电器经过长时间的工作之后可能会出现接点腐蚀或者卡滞问题造成主副灯丝不能够进行正常的更换。光学性故障有发光盘老化、灯具寿命结束等, 在城市轨道交通中使用了 LED 技术以后, LED 铁路信号灯系统取代了传统的钨丝灯源, 智能化的点灯装置可以通过控制装置获取到故障探测器的相应 LED 灯泡及回路的测试信息从而达到对灯泡的工作情况实时监控以及报警提示的作用。外部干扰性的故障是由雷电、电压不稳定、配线连接松动等原因造成的。而在京秦线提速改造过程中, 在区间通过信号机点灯回路就存在着长大区间的通过信号机灯丝双断的情况下室内的灯丝继电器仍不能落下的情况, 由于电缆芯线之间存在分布电容而形成的漏流值大于了灯丝继电器的释放值。

1.2 传统故障处理流程

传统的区间信号点灯单元出现故障时的一般操作程序如下:接到故障信息、准备好工具备品、快速到达现场、室内室外沟通、逐个检查、找到问题所在位置、更换相关设备、进行联锁测试、重新投入运营。在现场实际工作过程中,工作人员严格执行“拆一根、上一根”制度,在需更换点灯单元之前先作好线缆标记再进行安装,安装完之后仔细拧紧线缆卡箍螺丝并用红色油漆做防松标记,在以后维修工作中可以很快辨别出是否有松动线缆的存在,提高维修速度。室内室外工作人员密切配合,进行电气特性测量,仔细核对接口电压及点灯电流数值是否达标,精确调试后再开始至关重要的一项——联锁试验。但是传统工作程序中的明显低效环节:故障查找基本上靠个人的经验判断,缺少一定的科学手段;反复跑路及最初的检查消耗了很多时间;现场缺少必要的仪器仪表,查障手段不足;查询技术资料不方便,图纸与现场情况不符。

1.3 影响故障处理效率的主要因素

在对施工现场调查的基础上,影响区间信号点灯单元故障处理效率的主要方面可以总结如表 1 所示。

表 1 影响故障处理效率的主要因素分析

因素类别	具体问题表现	对处理时间的 影响程度	频次等级
人员因素	故障定位依赖个人经验,缺乏标准化方法	高	★★★
技术因素	现场诊断手段不足,仪表携带不齐全	高	★★★
管理因素	备品备件存放分散,取用耗时长	中	★★☆
环境因素	区间路途遥远,到达现场时间长	高	★★★
信息因素	图纸资料查阅不便,与现场实际不符	中	★★☆

对于 ZPW-2000A 区间信号点灯电路灭灯故障,分析可以找到造成灯丝监督继电器电流不足的主要因素,整治达标之后就能解决。这说明了技术因素中的电气指标不合格是造成此类故障频繁发生及不易排除的一个重要原因。

2 区间信号点灯单元故障处理作业流程优化

2.1 故障快速定位方法优化

故障准确定位是减少故障处理时间的主要步骤,改进主要是采用了“二分法”,“特征值对比法”,迅速锁定故障范围。在微机监测采样回路中做了改动,使维护人员能够在监测系统上及时准确地诊断出熄灯故障,减少故障延误时间,保障行车安全。“改进”就是采用室内监测的方法,在出发之前就可以对故障类型(室内/室外)做出初步判定。改进的办法是:设置依据电压/电流特征值得到的判断故障的标准,测量分线盘电压、电缆环阻等一系列重要参数,在五分钟之内就能确定好是室内还是室外的故障;利用灯丝监控继电器电流值的发展趋势来推测可能出

现的问题。使用 XDZ-B 型多功能点灯装置检测台,在隔离状态下采集点灯装置电气参数的同时,还可以对现场各种不同的常见故障进行自动仿真试验,做到了自动检测,检测结果一致性强、精度高。

2.2 故障处理作业流程优化

把故障处理全段工序分解为标准单元模块,是实施“流水线式”,缩短故障延时的有效办法。改善后的修理工序共分为四个互相关联的标准单元模块,接报预判模块为工序改进的第一步,在接收到故障报告之后,值班主任要在两分钟之内做两件事,第一件事情是对故障发生时微机监测系统的电压电流波形进行回顾,对故障类型做出初步分析判断;第二件事情是基于对预判结果的分析,按照“一类故障一套工具”的方式以最快速度选取出相应的应急工具包及备品;通过改造微机监测采样电路设计使得检修人员可以凭借微机监测系统的显示直观准确地确认灭灯故障,节约故障处理时间。该过程把“到了现场再检查”转换成了“出发之前早知情”。室内外隔离与校验模块即是定位故障的过程,在到达现场以后工作人员会在室内分线盘或者组合架对电压以及电流进行检测。通过检查分线盘端子电压可以确定故障是否在室内还是室外,使用钳形电流表来检测灯丝继电器电流大小来判断故障是否在于室外,点灯设备的隐性故障;通过隔离的方法获取点灯设备的电气参数就可以及时找到故障点并迅速排除不良的点灯设备。这个环节需要在十分钟之内测完并且定位故障范围。室外更换与恢复模块则是处理故障的重要部分。经过检查发现是由于室外原因导致的故障,在查明原因之后,工作人员立即携带好应急抢修设备前往现场处理,在更换过程中严格按照“拆一根,装一根”的原则来操作,同时将点灯单元所做好的线头标记再进行安装,安装完毕后拧紧螺丝并进行防松标记,并且进行电压检测,保证一次更换到位。联试验收模块是最后的关卡,更换完毕之后,做信号显示测试、主副丝切换测试以及灯丝报警功能测试,判断报警信息是否可以正确上传到监控终端,听到对讲机里传来的“S3 信号机绿灯主副丝转换正常!”的声音,则表示该点灯单元已经更换完,可以销记使用了。四个环节一环套一环,把传统的“摸着石头过河”的排障模式变成规范化、可复制的流水线式生产方式来提高排障时限,大大缩短了排障时间。

2.3 检修作业步骤标准化

对于重大调试环节制定统一的操作规程,降低由于误操作导致的误停以及衍生的问题。点灯装置现场简易检测程序:采用移动式检测试验设备,在“一次侧电源-二次侧电源-点灯电流-灯端电压”的顺序下进行对比实验,与规定数值进行比较确定点灯装置的状态是否合格;排除法及置换法的规范化运用:首先利用电压检测将一次侧供电

问题剔除，然后替换成新的点灯装置本体，最后检查配线电缆、发光盘等部分，形成规范化的“替换顺序”方法。更换完毕后的联锁测试标准程序：当对讲机传出声音是“S3 信号机构绿灯主副丝转换正常！”时汇报后，表示信号机的点灯单元已经更换完毕，工作人员要认真开展主副丝切换试验、灯丝报警试验。

2.4 检测与维护工具配置优化

为了解决现场缺少常用工具及诊断水平较低的问题，对工具配备方式进行改进并制定出标准的“应急处理包”，使工作人员在出站时就可以根据不同的故障种类选取相应工具，不再出现因为缺少工具来回跑的情况。优化配备方式如下表 2。

表 2 检测与维护工具优化配置方案

工具类别	传统配置	优化后配置	优化说明
检测仪表	万用表	万用表+钳形电流表+便携式测试平台	增加电流直接测量功能，提升诊断准确性
专用工具	通用螺丝刀	WAGO 端子专用起子+内六角扳手套装	适应新型端子结构，提高操作效率
照明工具	手电筒	头灯+手持应急灯	解放双手，便于高空作业
应急备品	零散存放	标准化“应急处置包”	集成化配置，即拿即走
技术资料	纸质图纸	手持终端电子图纸	查阅快捷，及时更新

施工之前，工作人员要做好相关准备工作。当接到天窗号令后，马上根据分工安排赶往各自的作业区域，在标准的工机具配备下，让工作人员能够在出发时就已经准备好所有所需的用具物品，不会出现缺少工具来回取料的情况。

3 缩短故障处理时间的技术与管理措施

3.1 检修人员技术能力提升

人员技术是工法实施的重要保证。构建以案例数据库为基础的有针对性教育培训方案，搜集积累一些典型案例，制作图例结合的文字型案例集作为教案，组织进行实战性的应急演练，在演习中设置各种典型故障场景，使维保队伍中的工作人员对经过改进之后的操作步骤有一个直观的认知；加强对新技术、新器材的培训教育，让检修工人学会对智能点灯模块、LED 信号机等新型材料的养护方法。当前使用的点灯监视控制系统存在着主次两套回路由只有一条主回路持续运行而另一条长时间不通电的现象，从而造成频繁出现故障以及使用寿命短的情况发生，并且它自身不具备诊断功能，必须依靠维修工程师定期来进行现场观测。所以，维修人员必须学会智能点灯模块自身的检测功能以及报警信号的理解技巧，只有这样才能够更好的完成对灯具的维护检修工作。

3.2 备品备件与应急物资保障

强化储备材料管理，保障应急材料“储得好、调得快、用得上”。实行储备材料定位化存储管理，标明各类储备

材料的位置及最低库存数量与检查频次^[1]。依据区间长短布置移动备用料箱或者区间中继备用料点，节省来回取料时间。制定储备材料质量动态监测办法，定期对储备材料通电检测保证了应急使用过程中设备的可用性。按“常用器材前置放、应急器材独立留”的方式调整摆放顺序，极大程度上提高了抢修过程中的材料调度速度。该电力行业仓库管理经验也可应用于电务系统备品的管理上。

3.3 信息化技术在故障处理中的应用

积极利用信息技术，提高故障处理信息化水平。搭建电子图本手持机阅读平台，在区间信号设备配线图以及电缆走向图等信息电子化的基础上，一线工作人员可以随时随地进行查看，保证图纸对应现场情况的一致性^[2]。搭建设备履历及历史数据网上查询模块方便掌握设备运用态势，研究远程技术支持方式，对于突发疑难问题可以通过视频通话得到后台技术支持。通过对内外部环境的研究，进而通过内外部环境的结合达到改善内部环境的目的，达到内部的自我完善的过程，在较小的空间内实现自我的修复，减少了人工修复次数与频率，降低人力资源损耗，延长了点灯单元寿命。智能灯具模块可以随时对内部、外部环境条件进行检测，在条件开始恶化之初就发出警报提醒工作人员提前应对可能出现的问题。

3.4 作业安全与质量控制措施

在保证检修效率的基础上更要保障检修作业的安全以及检修质量，在检修过程中严格落实双人作业与呼唤应答制度，重要的检修步骤要双人确认，增设检修过程中的质量控制节点，对于“配线核对-单元更换-电压测试-联锁试验”等重要工序实施质量把控。在恢复开通之前要做好联锁条件校验保证信号显示准确，灯泡报警功能完好，形成事后回溯分析机制，总结检修过程，不断优化检修工艺^[3]，检修人员熟练打开箱盒，坚持“拆一根、上一根”。对需更换的点灯单元要做好标记后再进行安装。安装完毕之后，他们仔细地拧紧线缆扣紧螺丝，再用马克笔进行防松标志，方便之后检修时可以快速查看是否有松动的线缆，提高工作效率。

4 结语

减少区间信号点灯单元故障处理时间是一项综合性的工作，要着眼于技术革新、制度改革、设备完善、人员培养、材料配备等多个方面齐抓共管。本文提出的一种作业工法改进办法，针对“迅速查找-精确处理-工具准备”三个重点环节进行，制定了故障寻查办法、标准化工序步骤、精简工具装配及相关支持措施。在故障预测中应用微机监测信息分析，在排除故障过程中按模块化顺序操作，在准备好所需工具时做到统一化装配，能够大大的缩短故障处理的时间，加快电务维修作业效率。随着智能点灯单元以及物联网、人工智能等一系列新技术的应用，在今后

区间信号设备发生故障时将会向着更加智能化、自动化的方向转变。借助智能点灯单元自身检测与修复的功能,可以对一些故障进行自我修复,运用大数据进行故障预警,提前消除甚至杜绝故障的发生,减少甚至不需要再花费大量时间和人力物力去解决故障,从而更好的保障铁路运输的安全及顺畅。

[参考文献]

[1]李厦.某站接近信号机点灯电路的分析及优化设计[J].

铁路通信信号工程技术,2023,20(8):90-94.

[2]窦磊.嘉兴站上行出站信号机点灯电路修改及验证[J].铁路通信信号工程技术,2023,20(1):99-104.

[3]石玉莹,方亚非,张红华.遮断信号机点灯电路的改进[J].铁路通信信号工程技术,2022,19(12):101-104.

作者简介:罗航(1991.2—),男,汉,籍贯:重庆大足,单位:中铁八局集团电务工程有限公司,职称:工程师,学历:本科,研究方向:铁道信号。