

# 地铁低压动力照明系统的测试及优化措施研究

左颖彬

石家庄市轨道交通集团有限责任公司运营分公司

**摘要:** 随着城市化的发展,城市人口越来越多,地铁建设规模也在不断扩大,地铁是一个非常重要且普遍的交通方式。由于我国目前大多数城市都是采用电力系统供电,而这种模式会消耗大量资源。因此为了节约能源、保护环境和减少浪费就必须要对整个电气设备进行综合检测与优化设计,来提高可靠性及安全性。随着人们生活水平的日益提升以及社会经济发展快速等因素,导致了供电负荷不断增加,地铁照明也成为不可忽视的问题。

**关键词:** 地铁低压动力; 照明系统测试; 优化措施

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2022.09.239

## 引言

随着地铁建设的不断扩大,城市交通拥堵问题也日益突出。目前,我国大多数城市都采用了照明系统来缓解高峰时段人与车冲突,但由于地铁系统容量大、设备复杂等特点,导致线路长时间处于超负荷运行状态下工作和过载运营时易引起火灾事故。为了保证施工安全以及降低工程造价在施工过程中发生意外而引发的伤亡及经济损失,需要对其进行科学合理的管理。

## 一、地铁低压动力照明系统概述

### 1. 系统组成

地铁的低压系统主要由照明装置、供电电路、控制和管理构成,其中照明线路是一个重要部分,它由灯管、配电箱等电气设备组成。动力变电站通过高压电力电缆将电压传递到控制中心或终端站供能开关组来进行调节与保护,监控单元可以实时监测变压器工作状态,并可设定值班人员及周边环境的安全隐患,从而达到自动控制的目的,并且实现地铁照明系统自动化管理。地铁的低压动力照明系统主要由电源、供电设备和控制电路组成,其中电源是整个电气设计中最核心环节,它直接影响着整体系统能否正常运行<sup>[1]</sup>。为了保证地铁能在各种工况下都能够稳定工作,并且达到预期要求的指标要求时就必须为其提供足够电力供应,而供电则对电能进行合理分配才能保障各子系统能够正常安全高效地运转。同时也可以减少设备投资费用和工程造价成本等。地铁的照明系统对施工安全和工程造价有着重大影响,所以需要引起我们足够重视。在进行室内电气设备设计时应充分考虑到灯具、开关等关键部件,比如说:控制线路上各种电力线载流部分的电流,保证供电系统正常工作中不会因为短路而出现火灾事故,避免发生电弧光伏发电装置在运行过程中会产生大量热量和辐射能量对周边环境造成影响等等,这些因素都会使照明系统受到严重损害甚至是破坏。

### 2. 工作原理

地铁低压动力照明系统的工作原理是,在发生故障

时,首先由供电部门通过监控设备发出控制信号,然后相关人员按下操作按钮将按钮关闭,当电源接通后停止开关断开。由于电力电子技术和计算机网络通信技术发展速度较快、应用领域广泛及智能化程度高,且其功能强大等特点决定了它具有广阔的前景与市场价值,而地铁低压动力照明系统也不例外。在我国目前的研究中还没有出现一种成熟先进可靠地设计理论模式,地铁低压动力照明系统的工作原理是在发生火灾时,通过手动按钮控制灯具和指示器来显示发生火灾情况,当故障出现后按下紧急制动开关使电路断开。为了保证整个电气设备处于正常状态下,需要使用专用的应急电源供电线路、柴油发电机等。在电气设备启动之后就会自动切断高压泵电机驱动阀门,并打开照明系统灯管路并开启备用灯光开关进行检修工作,如果发现火情应立即停止消防供水和控制按钮。地铁照明系统中的低压动力设备,是通过电力电缆进行供电,并且将电能输送到各个线路,从而实现对隧道内各种机械设施和机械设备之间的控制。在实际工作过程当中由于一些人为因素造成信号出现失真、误报等问题。因此为了保证整个电气系统正常稳定运行,就需要采用大功率光源以及低功耗产品,来满足要求且降低成本提高照明质量的目的,另外还应该根据相关规定合理设计供电回路并选择合适电源。

### 3. 现状分析

随着地铁建设的不断扩大,城市轨道交通对人们生活水平提出了更高要求,而在目前我国大部分地区,由于技术等方面原因导致地铁低压照明系统出现了供不应求、浪费电能的问题。因此有必要通过研究影响高压电路正常工作状态和干扰因素来找出优化措施<sup>[2]</sup>。加强控制人员管理力度,严格执行相关规章制度,保证灯具与线路设备之间能够安全运行,对开关进行合理设计以降低损耗并提高供电质量。目前,我国大多数地铁照明系统都采用的手动控制开关,即在灯具处于闭合状态时自动开启,但这种方法存在很多不足之处。首先是手动

操作引起的损耗较大；其次因为人不可能一直保持对楼道内光线进行调节，而造成室内光强过高或者过低等现象发生；最后是因为人为因素导致亮度分布失衡、照度变化和眩光问题频繁出现，这些都是由于照明系统设计不当所产生的，因此在实际应用中要根据现场具体情况进行调整。目前国内地铁的照明设备主要由交流电网供电，而在城市轨道交通中，直流电缆线路由于其特殊性，一般采用电缆铺设方式，但是这种方法施工难度大、造价高。随着近些年我国城市化建设步伐加快和大量高楼大厦拔地起才会出现大规模高层建筑越来越多，以及地铁通信系统等技术不断发展完善后也就有更多人力投入到地铁照明的工作当中去，并且得到更好的应用效果，这为城市轨道交通供电设备带来新机遇与突破，同时给整个行业都注入新鲜血液。

## 二、地铁低压动力照明系统测试方法

### 1. 测试内容及指标

在进行地铁照明系统的测试时，应根据相关规定，选择合适的测试方法，才能保证整个电气设备及装置正常工作。首先要确定灯管是否存在开关现象；其次是光源、灯具以及控制回路等方面能否达到标准要求和指标；再次则需要明确的是电路中各部分之间连接关系与功能作用是否正确合理；最后则需对各个元器件进行检测和校验其性能参数是否符合规范规定，确保满足设计的基本需求方可使用此照明系统，否则再好高端的设备也无法正常工作。在进行地铁照明系统的测试时，一方面要确定光源、灯具以及其他配套设备是否满足设计要求，然后通过不同参数下的光强变化来判断电路板上各点电压值和输出电流，最后根据标准规范中规定测试方法及程序编写出相应软件代码完成最终调试，并得到实际结果及预期效果图纸等相关资料，为以后在地铁行业领域工作奠定基础，提供经验与帮助。同时也是检验自己理论知识、实践能力的一种方式。在地铁低压动力照明系统的测试过程中，由于受施工场地、施工人员素质等条件限制，所以要想顺利完成整个工程，就必须充分利用实验设备进行实际操作。如果有较多专业人员来参与工作或参加项目管理活动时可能会对一些问题提出质疑或者建议与他们交流沟通，但若遇到一些特殊情况也可以由相关技术人员代替其现场指挥作业者解决问题或是向其他人请教解决方法的过程中。

### 2. 测试方法与技术

测试方法与技术的选择是影响地铁低压照明系统性能好坏和工作效率高低关键因素。目前，我国大多数城市都采用了比较先进、功能多样、操作简便、技术成熟等特点的智能化设备来进行现场调试或远程控制管理。在设计阶段主要对光源分布及亮度以及开关状态监测方

式进行规划研究，试验阶段主要针对电气参数和开关状态检测方法展开分析与探讨<sup>[3]</sup>。测试过程中重点关注照明系统的调节问题，并结合实际情况确定最佳灯具选择方案和调整策略。在地铁低压系统的测试中，需要用到一些比较重要的仪器和设备，比如：测压传感器、显示器等，这些仪器和器件都有其自身独特之处。为了更好地满足工程建设需求与技术要求标准所以要进行合理选择使用，另外由于施工环境复杂多变且难以控制，导致现场检测工作量大而且繁杂难免会出现误差，还有就是现场监测时不可以直接接触到水或者其他的一些元件，因此需要用到测试设备来代替它测量数据、记录等一系列工作。在进行地铁低压照明系统的测试时，要先对光源、配电箱等设备进行严格按照规定的要求来安装。同时还要根据实际情况合理地调整和控制灯具，当开关按钮可以正常工作后才打开其他电路，如果不能顺利开启或者关闭则需要重新启动。

### 3. 测试流程设计

在测试过程中，为了保证系统的正常运行，需要将各个部分紧密联系起来，所以必须要对整个电路进行合理有效的设计。首先是电源模块，地铁照明系统中包括了动力设备、电气控制装置以及用电负载等所有电器元件都会受到环境因素影响而产生一定程度上变化；其次就是光控开关和配电柜之间存在着相互干扰问题，从而导致信号不能正常传输或者出现断开现象；最后就是因为电缆线缆自身老化或使用过程中发生故障造成的跳闸等等。电缆线缆在使用中，因为受到外界环境的影响，会有一些老化或者是破损，这些都对电线造成了一定程度上的损坏。由于地铁低压动力照明系统当中高压线路比较多且分布密度比较大、施工难度也相对较高和复杂等原因，导致其出现故障时不能及时进行维修维护，还有就是电缆绝缘层容易被破坏而发生跳闸等等情况，另外因为电缆线缆在使用过程中，会因为一些人为或者自然因素造成老化或是破损现象的产生。随着地铁的建设，工程项目越来越多、线路越长、工程结构也变得复杂，而施工现场往往都是一些小细节。因此有许多新技术、新工艺和新型材料出现在实际工作中使用，还有就是由于施工人员素质参差不齐以及一些不可预见或不能预料到的因素，造成了某些部位产生裂缝等问题发生。此外地铁照明系统是一个比较庞大的体系，它包括着众多电气设备与控制装置，而这些部件都会影响整个工程。

## 三、地铁低压动力照明系统优化措施

### 1. 设备优化

在进行设备优化的时候，要选择合理、经济地型号。地铁照明系统是一个复杂且庞大的过程。因此我们

需要对其进行综合考虑,以保证整个工程能发挥最大效率和效益性。此外还要结合实际情况来决定是否继续使用或者更换相应功能部件,最后还应该根据施工现场环境及要求及时更新照明装置,或替代现有光源设备等工作状态。这样才能使施工人员在日常作业中能够保持清醒头脑,并提高操作技能与技术水平的目的。为了提高照明效果,减少对环境的影响,我们需要在施工前,合理规划设备<sup>[4]</sup>。一方面是要根据实际工况进行选择,比如:合理布置灯具,因为地铁工程建设周期长、投资大且难以准确预测,另一方面是根据现场具体情况来确定灯管材料和数量等参数的准确性以及安装位置是否正确等等,都会造成不必要损耗浪费或者损坏问题出现的可能性,所以我们需要在施工前对所有设备进行检查维修保养以保证照明效果达到要求。由于地铁的负荷主要来自隧道内,所以照明系统也应该从地面照明开始进行调整。为了使其达到最优化效果,首先应保证设备开关数量、线路敷设及灯具选择合理;其次是要对施工过程中出现异常情况及时解决处理并做出相应改进措施,确保设备在发生故障时能正常工作且不会造成严重后果或人身事故;最后就是根据现场实际运行状况和参数设置控制点,以保证照明系统的稳定性与安全性。

## 2. 控制策略优化

为了保证系统的稳定性和可靠性,在对地铁进行设计时,必须要考虑到现场环境、施工条件等因素。因此对于照明设备以及相关电气控制装置都有一定要求,首先是电源开关,根据不同分区的实际情况选择合适型号及规格好用电负荷量、电压等级来完成线路供电需求;其次是电压回路和电流回路选择合理性,保证灯具与电缆在同一相位上正常工作时不会发生误动作;最后就是光控电路,对地铁内各种照明设备进行实时监测并控制。对于地铁低压动力照明系统的控制策略优化主要是根据其具体功能和需求进行调整,以满足正常工作时设备运行状态下对灯具开关量、线路负荷以及电源等参数要求。在实际操作中往往会出现多种类型的问题,比如:当电源接通后电压升高,导致电路短路或者不稳定;当断电了故障电流又到零时造成整个地铁照明系统无法供电或启动困难等等一系列状况。在地铁低压动力照明系统的正常运行过程中,光控层和底板是其两个重要部分,而底板则起着决定性作用,所以我们要对这两方面进行严格把关。主要是在光源照射下时应尽量避免使用明火,还有就是光控层和控制区之间应该设置一定距离以防止反射损耗,最后为了使光控系统具有良好的延展性能必须保证照明系统灯具能够稳定工作,同时还要确保开关具备好的灵敏度、抗干扰能力及高分辨率性等要求。

## 3. 系统集成优化

在地铁的正常运行中,照明系统是一个非常重要而又复杂、繁琐且庞大的工程。由于施工场地狭小和施工作业面较多等因素影响,对电气设备进行管理维护显得尤为困难。目前国内大多数城市都没有统一标准规范对灯具及线路系统集成优化设计与控制要求<sup>[5]</sup>。同时也缺乏相关专家学者针对不同工况下的现场测试分析结果提出一套科学合理、有效可靠地方案来保障照明系统运行安全稳定高效运转。系统集成优化主要是对地铁低压动力照明的过程进行分析,根据测试方法和目的,制定出合理、高效的方案,确定各单元设备在正常工作时可能发生故障。由于每个部件都有自己独特特性以及功能特点等因素,而导致了其性能与参数存在不同程度上波动性变化,另外各个组件之间也会相互影响相互作用,从而产生不协调效应。因此我们可以通过建立一个模型来模拟这些情况,以保证系统能稳定、高效地运行下去。在对整个系统进行调试时,我们要考虑到各个部件的工作情况和性能,首先是电源系统;其次是照明设备;最后就是光控部分、监控器及门电路等硬件设施的调试与优化,以保证整个地铁低压动力照明控制系统可以正常运行。与此同时也能为乘客提供一个舒适安全环境,来提高效率减少成本浪费问题,同时也会对其他工程项目有一定借鉴意义,所以我们要充分考虑到各部件之间存在的关系以及它们间所具有相互影响和相互作用。

## 结语

在地铁的照明系统中,低压动力设备是非常重要的和必须进行维护与保养,所以需要对其进行合理地规划。由于现在城市人口不断增加、交通压力增大以及人们对于舒适度要求提高等因素,导致了高压电源线网出现严重老化问题。因此我们可以通过加强管理控制来降低电线电缆线材所使用的材料质量从而减少损耗,另外在照明方面也要注意灯具寿命的选择及设计方法和技术参数。

## 参考文献

- [1] 岳田河. 地铁低压动力照明系统应用策略[J]. 光源与照明, 2023, (09): 47-49.
- [2] 邵松. 地铁低压动力照明系统的测试及优化措施研究[J]. 光源与照明, 2023, (01): 48-50.
- [3] 黄晶. 地铁低压动力照明系统的测试方法及系统优化措施[J]. 光源与照明, 2022, (01): 37-39.
- [4] 黄桂红. 地铁车站低压配电深化设计及施工[J]. 安装, 2021, (06): 64-65+69.
- [5] 边洋洋, 徐正斐. 地铁低压动力照明系统的优化及应用[J]. 安装, 2020, (09): 33-35.

作者简介: 左颖彬(1994/11/06)男, 汉族, 本科学历, 助理工程师, 中级工, 籍贯: 河北省石家庄市。