

# 城市轨道交通车站照明及控制优化设计

张世民

石家庄市轨道交通集团有限责任公司 河北 石家庄 050000

**摘要:** 文章根据现代城市轨道交通车站照明系统的特点,重点分析了城市轨道交通车站照明系统的优化设计内容,并提出有效的优化策略,旨在为相关工程设计工作提供参考。针对车站照明系统设计,应做好总体设计,并重点针对公共区智能照明系统设计、应急照明设计等做好优化工作,再重点介绍城市轨道交通车站智能照明控制系统的设计方案,以期在现代城市轨道交通车站智能照明控制系统的设计与完善提供参考。

**关键词:** 城市轨道交通; 车站; 照明系统

## 引言

随着国民经济的稳步增长,我国的城市化建设规模不断扩大,在现代科技水平的快速进步下,城市现代化建设的速度也不断加快。城市轨道交通作为现代化交通方式在各城市中的应用越来越多,其运营里程覆盖范围越来越广。大部分城市轨道交通在地下环境运行,照明设施是其必备设施,照明产生的电量负荷较大,在城市轨道交通运营能耗中占比很大。应用智能照明控制系统能够实现对各部分照明系统的智能化与自动化控制,在最大程度上节约能耗,在保证城市轨道交通车辆安全运行的基础上,达到节能降耗的效果。城市轨道交通设计部门应明确当前城市轨道交通车站智能照明控制系统的需求及其应用优势,再科学设计城市轨道交通车站智能照明控制系统,确保城市轨道交通社会效益与经济效益的最大化。

## 1 智能照明系统构成及功能

智能照明控制系统可以控制的区域范围较广,但从工程实践及运营管理角度来看,以车站为单位进行管理控制较为合理。智能照明系统按照其实现的功能可以划分为3个部分:一是输入输出模块部分,包括开关控制模块、负载反馈型控制模块、调光模块、RS-485接口模块、RS-232接口模块等;二是现场控制部分,包括可编程控制面板、彩色触摸屏、智能传感器、时钟控制器等;三是监控调试部分,包括可移动编程器、系统管理软件、系统调试软件等。通过屏蔽数据双绞线将各模块按不同的分区、不同功能有序组合,可以构成一个能对区域内所有设备实现智能控制的网络<sup>[1]</sup>。

系统模块主要功能如下:(1)开关模块可以实现对所连接回路灯具的智能开闭功能。依据预先设定的场景模式或时钟自动完成对任一回路灯具的控制,达到预期的照度值,实现不同的场景需求。(2)开关模块的分回路开

启功能可避免浪涌电流对灯具的冲击,延长灯具寿命。(3)自反馈型的开关模块可以实现对灯具运行时间、回路电流值的实时检测和记录存储功能。通过管理软件系统可以实时调取相应的数据,为节能分析及灯具全寿命周期维护提供数据支持。系统根据自反馈型模块记录的电流值及相关参数,可以迅速判断出故障回路,节约运营人员维修检查时间。(4)触摸屏和场景控制面板,均可实现对区域灯具的场景控制模式。控制面板可以完成对预设模式的一键操作;触摸屏控制方式可以实现更多的场景定义及照度调节功能,满足不同层次的需求。(5)车站运营人员可以通过时钟控制模块,按其针对不同时段预设的场景,定时开启相应的模式,通过对照度调节改善环境舒适度,提高对乘客服务水平。通过管理和调试软件,可以实现对单个灯具、单个回路、群控等更为灵活的功能。智能照明系统可以实现多项智能化功能,灵活的控制功能可以通过多种方式体现。通过控制管理软件,可以在主机上实现对场景模式、时钟开闭、数据统计等进行调用和设置,特别是可以通过图形化界面的双击操作,实现对单个灯具参数、单个回路参数、群控等功能的设置,对灯具的调光、全寿命周期的维护等具有重要意义。场景模式预设功能可以在管理软件中进行一次设定,实现全年按模式表运营,大大提高工作效率。智能预警功能可以判断灯具或回路的运行状态,当回路的参数超过正常值时,可以在系统主机界面中出现警示提示,为运营人员第一时间处理问题提供预判,若较长时间未人工复位,系统将自动切断故障回路,预防故障范围扩大。环境照度智能管理可以通过管理软件平台预先设置照度值,并结合现场照度传感器的监测数据,自动完成对该区域灯具回路的开启功能<sup>[2]</sup>。

## 2 总体设计方案

使用微处理器配以各种传感器检测环境信息的控制

方式，已经成为城市轨道交通车站照明系统的主要方式。此类系统完成了节能目的的同时，也给人们带来了生活上的一些困扰。受到系统自身性能的影响，此类声光控智能照明系统需配合高于60分贝的声音，在图书馆、轨道交通车站这些地方并不适用。传感器用来探测人和光的信息，把探测到的情况转化为电信号发送给处理器分析，分析的结果决定照明灯的亮灭情况。尽管该系统鲁棒性十分优秀，不过为了防止意外情况的发生，在该系统发生故障时可以重启电路，需要添加一个复位按钮。所有探查到的信息每分钟更新一次，便于处理器实时分析情况。从设计思路可以看出这套系统所需用料少，安装便捷，省人工省钱的同时稳定可靠，不会对人造成任何伤害。设计过程分为以下几个步骤：首先确定需要几个模块才能完成所有功能，在任务书中主要用到能检测人的红外传感器和能探查光的强弱的光敏传感器，然后在此基础上添加一个复位按钮、一个系统级开关、几个指示灯。把所有功能都按任务书上任务的顺序组装起来，最终形成系统的整体框架。如图1所示，两个传感器开始正常工作，探查范围内信号。其中，红外传感器负责探查区域内有没有人，有人时向处理器发送电信号，传感器旁边的指示灯被点亮。无人时指示灯不亮，返回继续从有没有复位按钮被按下开始重新运行。光传感器用来判断范围内太阳光的强度有没有到达一定阈值。正常白天亮度则指示灯一直处于熄灭状态，并不停返回有没有人按下复位按钮的一步向下运行。当处理器接收到传感器发送的电信号后，经过逻辑运算将是否启动照明灯的命令传输给继电器，点亮照明灯<sup>[3]</sup>。

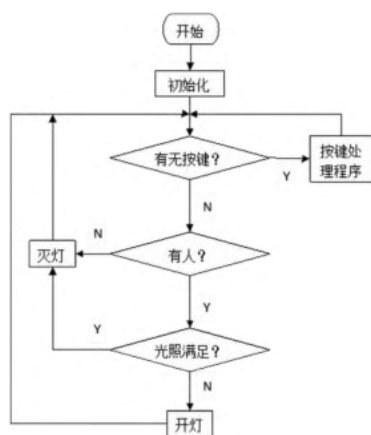


图1 系统最基本功能实施流程图

### 3 现代城市轨道交通车站照明系统具体设计内容

#### 3.1 公共区智能照明系统设计

(1) 优化负荷分级及其供电电源。将车站公共区的正常照明设计为一级负荷，工作照明和节电照明等均由

各层照明配电室供电，并采用双电源供电；利用各层的工作照明柜、节电照明柜等进行调色和调光控制。公共区的应急照明和疏散照明等要作为重要负荷考虑，可设计由车站站厅层、站台层照明配电室中的应急照明柜提供稳定电源。将车站内部设置的广告照明等作为三级负荷，采用各层照明配电室中的商业配电柜供电。

(2) 合理布置灯具。针对没有吊顶的车站，可将照明灯具线缆沿着钢梁辐射到灯具下管，然后在站厅层顶部设计三头筒灯，设置调光功能；沿着筒灯的方向设计弧形灯带，设置调色功能；沿着灯带方向设计洗墙灯，设置开关功能。同时，可在站厅柱子上设计筒灯或者伞状柱洗墙灯；在垂梯圈梁上设计变色灯带，以此与站厅顶部的灯带形成联动。此外，可在地面罗盘箱及护栏扶手上设计无调光变色灯带，有助于营造舒适、良好的乘车灯光环境。根据现代城市轨道交通车站智能化照明系统的设计要求，在站厅及站台等位置均需要设计智能化的照明设施，以保证车站内部环境的整体性和协调性。应针对站厅吊顶与地面疏散、站台吊顶等进行呼应式设计。设计人员可在电梯圈梁、站台楼梯扶手等处设置相应的灯带（主要采用24 V供电），能够提高乘客在候车时的舒适性<sup>[4]</sup>。

(3) 公共区正常照明采用BAS模式控制时，采用反逻辑控制。由于公共区正常照明只在运营时开启，在运营结束后关闭，只留应急照明作为车站工作人员的值班照明。目前已运营的大部分轨道交通线路，该部分照明BAS系统控制开启时，按图1所示程序控制。

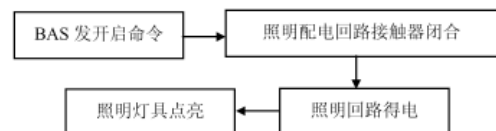


图2 BAS控制照明程序

如图2所示，要点亮照明灯具，需将照明回路内的接触器闭合，通常接触器采用常开节点，BAS开启时得到命令，接触器闭合，灯打开。此种方式下，当BAS系统故障，开启命令不能发出时，存在照明回路不能点亮的隐患。为了避免该问题的发生，可采用反逻辑控制，即照明回路接触器采用常闭节点，配电回路平时是接通的，当BAS控制关闭照明时，发关闭命令，断开主回路接触器，照明关闭。在这种情况下，即便是在BAS系统故障，关闭命令不能发出时，车站照明仍是点亮的，较第一种方式可靠。

#### 3.2 地下站一般照明在火灾事故时延时切非

目前的切非模式，对于车站一般照明，不管是公共

区、设备管理用房还是区间,在火灾事故时,FAS系统均按照车站非消防负荷切除。根据《城市轨道交通照明》(GB/T 16275)相关要求,公共区、一般设备房间、走廊、通道、楼梯等地方的应急照明照度不应小于正常照明的10%;控制室、站长室、消防泵房等重要场合应急照明照度不应小于正常照明的50%,根据该要求,对于按50%应急照明设计的场所,正常照明切除后照度只降低了一半,而对于按10%设计的场所,应急照明切除后照度降低90%,会有一个明显的明暗交替过程。特别是在地下站公共区运营期间,若发生火灾事故,FAS系统将正常照明切除后,照明会明显下降,如果发生火灾事故将会加剧乘客的恐惧感。这种切非在有自然光补充照明的高架站、地面站,且在白天时较合理,而对于地下站不合理。为此,公共区正常照明延时切非。目前有多个城市按延时6 min后进行切非,推荐采用<sup>[5]</sup>。

#### 4 城市轨道交通车站智能照明控制系统的应用前景

根据当前城市轨道交通车站智能照明控制系统的实际应用数据,在社会各界,尤其是照明设备生产企业对智能照明控制系统相关技术的研究和大力开发的推动下,智能控制照明系统相关技术成果越来越多,并且对智能控制系统相关技术的应用也越来越成熟。智能照明控制系统具有节能降耗和成本较低的优势,大范围的推广和实践应用成为可能。对比传统轨道交通照明控制系统与智能照明控制系统可以发现,智能控制系统在城市轨道交通车辆运行和地下隧道应用中有着明显优势。大部分地铁和轨道交通车站在地下环境中运行,无法采光,整体采光性较差,需要使用大量照明维持运营。

在传统设计中,地铁车站站台、公共区域采用的是普通灯具。随着照明设备行业的快速发展,新型照明灯具开始取代普通灯具,如节能照明灯具,其内部往往是半导体材料作为核心。在节能照明灯具中,通过载流子复合可以发出大量能量来提供光源,又被称为半导体照明灯具。半导体照明灯具有明显的节约能源的特点,而且灯具使用寿命较长,是绿色照明灯具。其不同于传统照明灯具,可以与智能照明控制系统完美契合。智能照明控制系统可以对照明设备进行通电控制,调节灯具发出灯光的强弱,从而结合自动感光设备进行实时调节。例如,地铁出站口、进站口顶部可安装感光传感器,当地铁运营车辆进站时,可通过自动感光器连杆技术增强屏蔽门口灯光亮度;结束进站后,再通过联动设置来降低屏蔽门门灯亮度,以此达到节能降耗的效果。

#### 5 地铁车站照明系统自动控制问题的解决方案论述、比选

##### 5.1 用双点控制代替单点控制,提高可靠性

修改环控系统PLC程序,将照明控制触点改为双点控制,增加控关点KA2,这样BAS控制照明由两个点完成。遥控回路增加BAS控开自保持点,提高照明回路控制的可靠性。此方案需要修改BAS数据库,增加控关点,系统I/O模块也相应增加控关点,照明控制箱内需增加继电器实现功能(见图2)。此方案可通过增加BAS控制输出点达到提高照明系统可靠性的目的。但由于BAS原设计时没有留够预留点,增加设备成本较高,同时需要修改数据库,在数据库中增设一个输出点,实现与现场PLC的双点控制相对应,并且还要将新修改的数据库重新下载到车站的系统服务器中,这样就需要对整个系统内的所有点进行调试,以确保系统的可靠性。这种方案的工作量较大,对整个系统的影响也很大,还会给运营带来较大风险<sup>[6]</sup>。

##### 5.2 增设定时器,用定时器的控制点替代PLC的常保持控制点,提高系统的可靠性

由于要增设冗余PLC、现场总线工程复杂,对整个BAS系统影响大、工期长。因此考虑相对简单的改造方案,在现场控制回路采取措施提高其可靠性。通过增设定时器,用定时器的常保持控制点并联PLC的常保持控制点,提高系统的可靠性,定时控制车站照明。定时器结构简单、性能可靠,现场安装简便易行,对系统影响小。但由于季节不同,地面车站的开关灯时间需要调整,也就是要定期调整定时器的时间设置,造成后期维护工作量较大。

#### 6 结束语

综上所述,照明系统是现代城市轨道交通车站运行中不可缺少的重要组成部分,能够为地下车站的正常工作和活动提供必要的光源,从而保障乘客顺利出行。在城市轨道交通不断发展的新形势下,应实现地铁车站照明系统的智能化建设,以节省能耗,提高交通出行服务质量。

#### 参考文献

- [1]张晴雪,党聪,李虹江,等.城市轨道交通智能照明控制系统探析[J].工业控制计算机,2021,34(8):36-37.
- [2]黄丽莹,陈浩杰,卢欣欣,等.轨道交通智能照明控制系统的应用与技术分析[J].光源与照明,2021(9):18-20.
- [3]周明珠,王玮,王福源.无触点开关在控制中的应用[J].现代电子技术,2019(8):22-24.