

基于旅客服务系统平台的大型火车站照明节能控制系统

为了降低火车站大量无效照明带来的能源浪费,在调研分析火车站与旅客乘降有关区域的照明特点后,提出一种基于旅客服务系统平台的车站照明节能控制系统设计方案。经在试点城市火车站应用验证,达到了降低照明能耗,节能减排,减少铁路运营成本的目的,取得了满意的效果,可以加以推广。

杨 光/南京信息职业技术学院 廉宇峰/长春工业大学电气与电子工程学院
张天扬/苏州易维迅信息科技有限公司



杨 光/讲师

我国目前的节能形势已经极其紧迫,“十二五”期间节能环保成为经济健康发展的重中之重,2012年7月,国务院通过并发布《节能减排十二五规划》。同年,《铁路节能“十二五”规划》中提出铁路建筑节能工程为“十二五”铁路节能重点工程。

火车站是一个旅客人流密集的场所,需要照明设备多,每天耗电量大,成为车站的主要能耗部分。目前站内照明管理主要依赖人工控制或时间表控制的方式。人工控制是通过工作人员手动控制车站某场区照明设备的接通与断开。该方式工作量大,任务烦琐,故障率高,缺乏远程控制手段,能耗大,增加了铁路运营成本。时间表控制是根据火车站所在城市日出日落时间,确定夜间照明起止时间,制定开关灯时间表,通过智能照明控制系统自动执行,但这种方式无法根据车次情况对与旅客乘降有关区域(如站台、检票口等)进行精细化控制,使这些区域在列车开走旅客离站的情况下依然灯火通明,产生大量无效照明。

本文研究并设计出一种根据旅客服务系统平台(以下简称旅服平台)客运组织计划中列车开行规律及变化规则,制定站台、检票口等区域的照明计划,按照“车来灯开、人走灯灭”的应用逻辑对照明设备进行自动控制的照明节能控制系统。该节能系统可以实现能耗的高效利用,避免无效光照,减少操作人员工作量,目前国内尚属首创,对实现节能降耗有着极其重要的意义。

总体结构设计

1. 系统结构

整个照明节能控制系统是由服务器、网络设备和输出设备三大部分构成。其中服务器包括旅服平台、中央控制计算机和控制软件;网络设备是构成该系统的一些必配元器件,包括总线耦合器、电源模块和相应接口模块。输出设备为负载反馈型继电器模块,主要用于从总线上得到并执行命令。

为了实现照明节能控制,把火车站与旅客乘降有关的区域划分为两类,即站台区和检票区,每类区域按照具体火车站的规模分成若干个区域,如站台1区、站台2区、检票1区和检票2区等。根据各区域大小和客流量多少确定照明回路数,回路上所有照明设备连接至负载反馈型继电器模块上。为便于中央控制计算机对各区域设备的寻址和控制,将每个区域设成一个子网网段,网段内所有继电器模块都定义一个子网号,一个网段最多可接32个继电器模块,各网段

关键词/Keywords

旅客服务系统平台·
列车开行规律·
车站照明·
节能控制·

通过总线耦合器连接，最终将所有区域连接在一个局域网内，具体系统结构如图1所示。

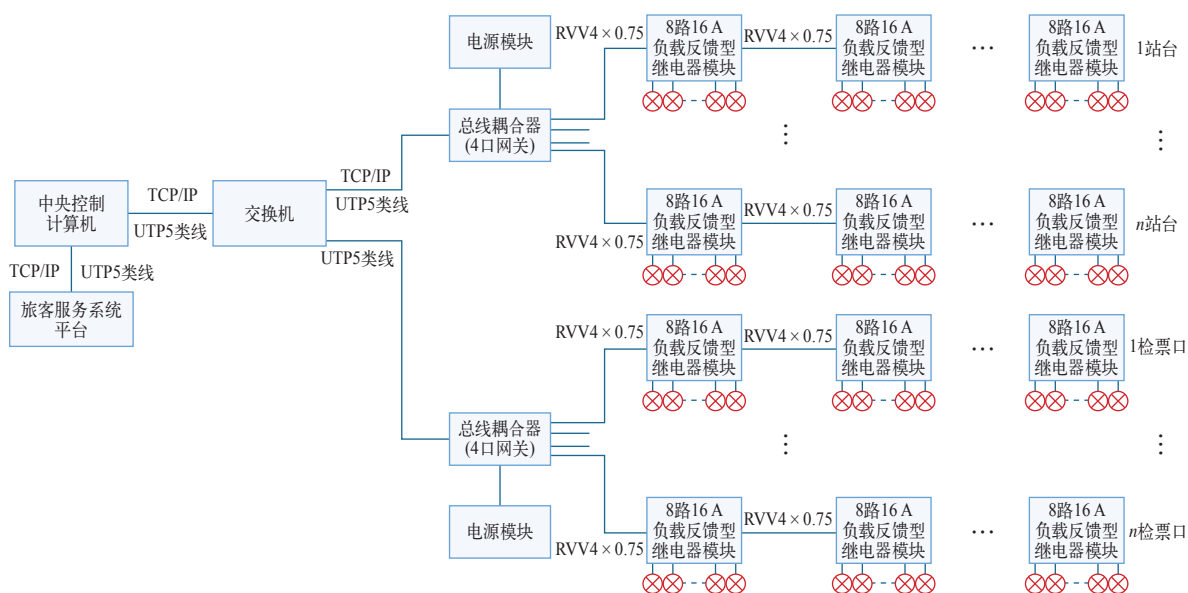


图1 照明节能控制系统结构图

2. 系统设计原理

系统主要设计原理是采用中央控制计算机从旅服平台获取车站客运组织计划，包括列车类型、列车的到发车时间及开始和停止检票时间等数据，建立照明需求、列车和时间三者关系模型，计算并生成照明执行计划。根据该计划，寻址到所属照明区域，通过总线给该区域的负载反馈型继电器模块下发指令，由该模块自动控制所接照明设备的开启和关闭。从而实现了车站照明设备根据列车开行计划的精细化控制，真正达到节能的目的。

主要硬件模块设计

1. 总线耦合器

本次设计采用的是爱瑟菲厂家生产的ASF.CP.4型总线耦合器，又称4口网关，它具有4个总线接口，可以与以太网和各种现场总线相连接，方便实现现场照明设备与中央控制计算机之间的协议转换。主要作用是将中央控制计算机发出的指令通过TCP/IP协议传至总线耦合器上，再由总线耦合器选址后将指令转换成RS 485接口协议，通过485总线传输到指定的负载反馈型继电器模块上，

从而完成对照明设备的控制。

2. 负载反馈型继电器

本次设计采用的ASF.RL.8.16 A负载反馈型继电器属于自锁型继电器，优点在于电感线圈不通电时没有工作电流和工作噪声，工作状态下仅通过短时间脉冲电流几乎不产生热量，提高了继电器过载能力，没有弹簧机构，工作寿命长，方便实现远程控制照明设备开关。该继电器每路最大负载16 A，可连接各种照明设备。每个子网网段内各继电器模块之间采用手拉手连接方式，即每个设备只有一条进线一条出线，末端设备只有一条进线。

软件设计

1. 总体设计思想

整个软件采用Visual C++语言编制，设计思想是根据旅服平台客服信息更新频率，照明节能控制系统按2 min的轮巡周期从旅服平台中获取原始客运计划数据，包括车次、列车类型、停靠类型、到发时间、开停检时间、站台、检票口、出站口和客运计划日期等，将这些数据与上次在客运数据导入模块中缓存的客运计划数据做差异运

算，若计算结果两次数据有变化，则更新照明客运计划，并对该客运计划数据进行后台计算，根据计算结果通知照明计划模块更新照明计划，设备状态计划模块按新的照明计划更新设备状态计划，控制相应区域的继电器模块按要求点亮或关闭指定照明设备。最后清空上次缓存的旅服客运计划，缓存本次获取的旅服客运计划，具体流程如图2所示。

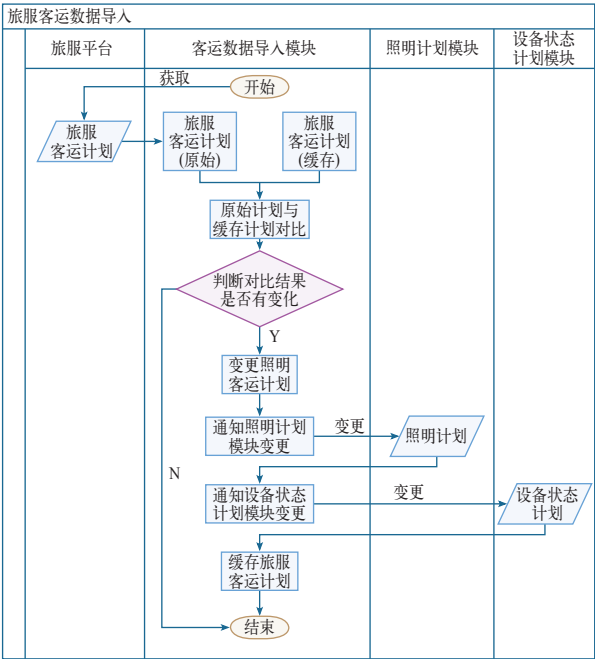


图2 总体软件设计流程图

2. 确定照明规则

为了达到节能目的，当夜间无车时，可让各站台、检票口照明回路交替开启，保障工作人员

基础照明。当夜间有车时，相应站台、检票口照明回路按设定的照明模式开启，保障旅客安全。有车时照明设备开启、关闭的时间以及时长取决于列车类型和列车在本站的停靠类型，具体设置如表1所示。

表1 照明时间设定规则

停靠类型	开启时间	关闭时间	全开启时长
终到车	到站前2 min	到站后15 min	17 min
途径车	到站前20 min	离站后2 min	22 min + 停靠时间
始发车	离站前20 min	离站后2 min	22 min

表1所设定时间可根据列车的类型、客流量和车站规模的大小在照明节能控制系统中修改，修改界面如图3所示。

3. 照明模式设定

所谓照明模式就是指在每个区域内照明回路开启的组合方式。它取决于照明区域内照明回路设置情况以及该区域列车类型和客流量。以某站台为例，从旅服平台调出该站台的夜间客运计划，获悉每次列车类型、停靠类型以及客流量，设定每次列车照明回路开启的方式。如客流量大，设置为回路全开模式；客流量小或无车时，可以从中组合出某几个回路开启，如半开模式、1/4开模式或仅让某一回路开启的模式等。照明模式设置可根据具体车站情况在照明节能控制系统中手动修改和编辑。

4. 照明计划后台计算

照明计划的变更是根据客运计划信息，按照区域类型，分别计算出各个区域下，在相应的时

系统监控 > 照明时间基准设定						
列车类型		全部		查询		
列车类型	区域类型	始发		途径	终到	操作
快速	检票口	开始基准：发点 结束基准：发点	时间：-40分钟 时间：1分钟	开始基准：发点 结束基准：发点	时间：-40分钟 时间：1分钟	修改
快速	站台	开始基准：开检 结束基准：发点	时间：-20分钟 时间：20分钟	开始基准：到点 结束基准：发点	时间：-20分钟 时间：20分钟	修改
直待	检票口	开始基准：发点 结束基准：发点	时间：-40分钟 时间：1分钟	开始基准：发点 结束基准：发点	时间：-40分钟 时间：1分钟	修改
直待	站台	开始基准：开检 结束基准：发点	时间：-20分钟 时间：20分钟	开始基准：到点 结束基准：发点	时间：-20分钟 时间：20分钟	修改
特快	检票口	开始基准：发点 结束基准：发点	时间：-40分钟 时间：1分钟	开始基准：发点 结束基准：发点	时间：-40分钟 时间：1分钟	修改
特快	站台	开始基准：开检 结束基准：发点	时间：-20分钟 时间：20分钟	开始基准：到点 结束基准：发点	时间：-20分钟 时间：20分钟	修改

图3 照明时间基准设定

段对应的照明模式。照明计划后台计算具体步骤如下：

1) 统计所有区域下，有车时对应的时段。从旅服平台调出客运计划，包括每列车的停靠站台、到发时间和停靠时间等，根据已经设定的照明时间规则，统计出每个区域夜间照明场景下全部照明时段。

2) 统计所有区域下，无车时对应的时段。无车分两种情况：一种是该区域内两列火车发出和到来的间隔期间较短，小于所设标准值时（如标准值8 min）呈现无车状态；另一种是该区域在相对较长的一段时间内无车。为了防止短时间照明设备被频繁开启和关闭，影响使用寿命，故将短时间内无车情况视为有车，即前次列车离站后不再关闭照明设备，一直等到下次列车到来后改变进入新的照明模式，只有长期无车时段才转入无车照明模式。

3) 计算时段模式。根据前面统计出来的各区域所处状态，有车、无车和长期无车，以及它们对应的时段，计算该区域照明模式，进而确定照明回路和照明设备开启数量。

4) 插入数据库。将上述统计出来的有车、无车和长期无车对应时段及时段照明模式数据信息插入照明节能控制系统数据库。数据结构包括：区域类型、区域、车次、开始时间、结束时间、状态和模式。

照明计划后台计算流程图如图4所示。

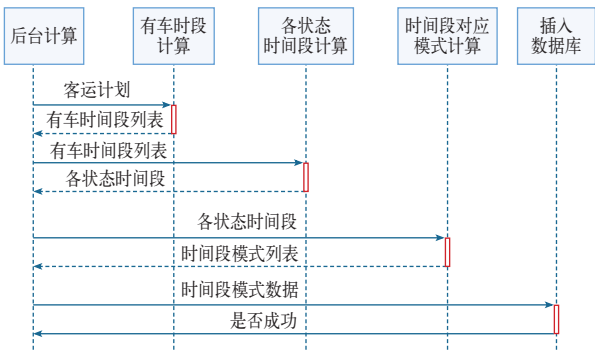


图4 照明计划后台计算流程图

节能效果估算

设某市火车站一站台选用LED节能灯，共配置4个照明回路，各回路设置情况如表2所示。

表2 站台照明回路设置情况

站台	回路1	回路2	回路3	回路4
灯数/个	57	58	30	10
功率/(W/每个)	70	70	50	70
总功率/W	3 990	4 060	1 500	700

从查找全国主要城市日出日落时间表得知，该市一年内平均每天日照时间为5：31～17：13，共702 min，则非日照时间（视为夜间）为24×60 min－702 min＝738 min，从旅服平台调出的客服计划得到该站台某天夜间列车客运计划，经照明计划后台计算得到该站台对应的夜间照明模式共两种：全开模式和回路1、回路4组合半开模式，如表3所示。

表3 某站台夜间客运计划及照明模式

停靠类型	车次	类型	到点	发点	开检时间	停检时间	全开时长/min	全开时间汇总/min	半开时长汇总/min
始发车	T272	特快	--：--	21：35	21：10	21：32	22	39	738－39＝699
终到车	6022	普快	22：00	--：--	--：--	--：--	17		

两种模式下的照明总功率计算如下：

1) 全开模式。 $P_{全}=P_1+P_2+P_3+P_4=3\,990\text{ W}+4\,060\text{ W}+1\,500\text{ W}+700\text{ W}=10\,250\text{ W}$ 。

半开模式： $P_{半}=P_1+P_4=3\,990\text{ W}+700\text{ W}=4\,690\text{ W}$ ，节能前夜间站台4回路照明设备全部

点亮，耗能计算为：节能前耗能= $\frac{P_{全}}{1000}\times\frac{738}{60}=126.08\text{ kW}\cdot\text{h}$ ，节能后仅当列车到站时站台照明设备全部点亮，其余时间部分点亮，耗能计算为：

节能后耗能＝全开模式耗能＋半开模式耗能＝

$$\frac{P_{全}}{1000}\times\frac{39}{60}+\frac{P_{半}}{1000}\times\frac{699}{60}=61.3\text{ kW}\cdot\text{h}$$
，节能率＝

$$\frac{126.08\text{ kW}\cdot\text{h}-61.3\text{ kW}\cdot\text{h}}{126.08\text{ kW}\cdot\text{h}}=51.4\%$$
。（下转第120页）

离断路器在设计过程中将所有的触头部位置于灭弧室内，避免了腐蚀性物质的侵蚀，延长了其使用寿命和运行效果。

国内对双功能隔离断路器的研究较晚，处于产品试制阶段，在设计过程中一方面吸取国外先进的设计理念，另一方面不断创新，克服了隔离开关和断路器功能复合化设计中存在的多种制约瓶颈，实现了隔离开关和断路器的组合。

结束语

随着智能变电站工程的不断实施，具有双重功能的隔离断路器得到了人们的广泛关注，且在变电站的设计中发挥着越来越重要的作用。本文主要介绍了一种具有隔离开关和断路器双重功能的一体化操作机构，由驱动断路器的涡卷弹簧－凸轮－连杆机构和操作隔离开关的电动机－丝杆－拨叉机构两部分组成，详细介绍了该复合机构的组成、原理以及传动的路线。通过设

计实现了主元件与主构件的功能复合，实现了隔离开关与断路器的双功能一体化操动机构的优化设计。

参考文献

[1] 黄新波, 王宵宽, 方寿贤, 等. 智能变电站断路器状态监测IED设计 [J]. 电力系统自动化, 2012, 36 (22) : 95-99.

[2] 刘骥, 黄国方, 徐石明. 智能电网状态监测的发展 [J]. 电力建设, 2009, 30 (7) :1-3.

[3] 陈安伟, 乐全明, 张宗益, 等. 智能变电站一次主设备在线监测系统工程实现 [J]. 电力系统自动化, 2012, 36 (13) : 110-115.

[4] 李劲彬, 陈隽. 新一代智能变电站中隔离断路器的技术特点分析 [J]. 湖北电力, 2013, 37 (7).

[5] 刘立峰, 刘海琼. 隔离断路器在新一代智能变电站中的应用 [J]. 湖北电力, 2013, 37 (9).

(收稿日期: 2015－03－07) EA

(上接第52页)

该市火车站共8个站台，按上述方法分别统计出每个站台的节能前后照明设备耗能情况如表4所示。

表4 车站站台照明设备耗能统计 (单位: kW·h)

站台	节能后耗能	累计	节能前耗能	累计	节能率 (%)
站台一	91.71	397.11	295.2	1 309.77	69.68
站台二	61.30		126.08		
站台三	83.62		287.82		
站台四	23.69		66.39		
站台五	38.96		100.82		
站台六	25.57		110.41		
站台七	19.74		61.06		
站台八	52.52		261.99		

按该市平均每kW·h电费0.92元计算，则采用照明节能控制系统后共节约电费为(1 309.77 kW·h－397.11 kW·h)×0.92＝1 391.65(元/每天)×30＝41 749.42(元/每月)。

结束语

本次研究和设计的车站照明节能控制系统经

试验其平均无故障时间MTBF≥20 000 h；系统平均修复时间MTTR≤30 min；系统支持7×24 h连续工作；状态信息发布到显示终端实时方式≤2 s。系统性能稳定，反应迅速。通过此系统的使用，可以有效节约车站照明能耗，达到节能减排的目的。同时此系统具有较强的可复制性，可以快速推广到全国各城市火车站及线路，预计应用前景良好。

参考文献

[1] 沈晓燕. 基于总线技术的智能照明监控系统 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2007.

[2] 赵志敏, 张柳芳. 教室照明区域化智能控制器的设计 [J]. 低压电器, 2008 (12) : 39-41.

[3] 姜亚南, 杨帅, 魏天勇, 等. 基于电力线通信技术的城市路灯节能监控系统 [J]. 水电能源科学, 2011, 29 (9) : 161-163, 184.

[4] 秦文, 胡天友, 叶琴瑜. 基于ATmega128的通信基站智能节能窗控制系统设计 [J]. 电子技术应用, 2011, 37 (11) : 99-102.

(收稿日期: 2014－11－10) EA