

路灯远程监控系统中智能控制器的设计研究

穆伟力, 林景栋, 唐 妍, 刘 勇

(重庆大学 自动化学院, 重庆 400045)

摘 要:随着城市经济的发展,路灯监控系统从原来简单的监控功能,发展到远程监控和节能控制于一体的新型路灯监控系统。设计了一种路灯智能控制器,采用一种结合了照度检测控制、时间表控制和组群控制的特点的控制策略,同时可以和监控中心进行远程通信,以实现监控中心对远端现场的遥测、遥控和遥信功能,具有更为灵活的控制方式,运行可靠,高效节能,相对于传统的控制器,控制效果更能符合人们的需求。本智能控制器现已使用在重庆某高校,经过运行一段时间后,该控制器提高了照明质量并且获得良好的节能效果。

关键词:路灯;监控;智能控制器

中图分类号:TP302

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)06-0216-03

The Designing and Research of Intelligent Controller in Street Lighting Monitoring System

MU Wei-li, LIN Jing-dong, TANG Yan, LIU Yong

(Automation Institute of Chongqing University, Chongqing 400045, China)

Abstract: With the development of city's economy, the street lighting monitoring system has been developed from the original simple monitoring function, to the new lamp monitoring system based on remote monitoring and energy-saving control. Designed a new kind of intelligent controller, using a control strategy combines the characteristics of illumination detection and control, schedule control and the control group, while remote monitoring center can communicate, in order to achieve the remote monitoring center field telemetry, remote control and remote communication functions which have more flexible control mode, running reliable, energy efficient, compared with the traditional controller, its control effect can meet people's needs better. This intelligent controller has been used in university in Chongqing, after running for some time, the controller improves the quality of lighting and obtains good energy saving effect.

Key words: street lighting; monitoring; intelligent controller

0 引 言

随着城市亮化工程的不断深入,我国大多数地区使用的路灯监控系统还比较落后,其控制方式的运行、操作结果不能集中监视、记录和统计,达不到量化管理的要求^[1]。

文中针对这些缺点,设计了一种新型的智能控制器。该控制器能够对现场数据进行采集与处理,采用一种结合了照度检测控制、时间表控制和组群控制的特点的控制策略,同时可以和监控中心进行远程通信,以实现监控中心对远端现场的遥测、遥控和遥信的功能。相对于传统的控制器,控制效果更能符合人们的需求。

1 系统总体设计以及主要功能

路灯远程监控系统由2部分组成:一是以单片机作为控制核心部件的智能控制器;二是以PC机作为上位机的监控中心^[2]。该系统采用数传电台作为PC机与智能控制器之间的数据通信媒介,由PC机与多个智能控制器组成控制网络,实现多地、多路、实时远程监控。系统拓扑架构图如图1所示。

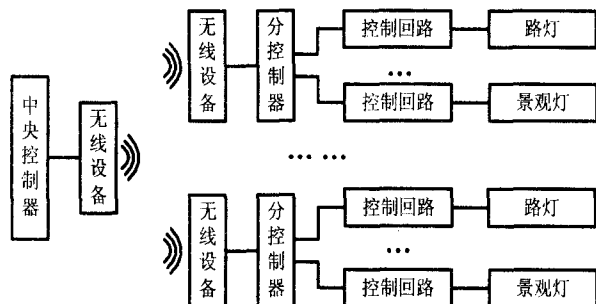


图1 路灯远程监控系统拓扑架构图

图中各智能控制器分别控制26盏路灯或26路灯线路。系统中智能控制器的个数由PC机决定。该系

收稿日期:2010-11-14;修回日期:2011-03-03

作者简介:穆伟力(1984-),男,河北石家庄人,硕士研究生,主要研究方向为工业控制和智能照明控制等;林景栋,副教授,硕士生导师,主要研究方向为基于数据驱动的复杂工业过程状态识别和优化控制、先进控制理论研究等。

统主要有以下功能:遥控功能、遥测功能、遥信功能和报警功能。

遥控功能:将人工定义的场景表、方案表、调度表、主次回路配置表、检测回路配置表和照度模式表等与控制相关的参数存储于PC机中,并下载到智能控制器中作为该部分控制策略的依据。若无特殊情况,智能控制器先根据光照度检测单元采集回来的数据与照度模式表所设定的数据进行比较分析,可确定晴天、多云、阴天、重阴天、晚间等五种模式中的一种^[3]。前四种模式直接对应着其场景。然而针对晚间模式,控制器还需根据场景表、方案表和调度表,获得当天晚间执行的方案,按照时间自动执行对应的路灯开关场景动作。此外还可以通过PC机的人机界面随时对各智能控制器进行手动控制,遥控开、关灯。

遥测功能:操作人员通过手动操作随时对各智能控制器进行数据采集,采集的数据包括各个智能控制器在该时刻的电压、电流等数据^[4]。而且操作人员还可以随时检测各智能控制器下路灯的运行情况,并在人机界面上显示出其所在的地理位置及其运行正常与否的状态。

遥信功能:监控中心可以查询智能控制器的实时时间、参数配置表、当日执行方案、报警数据、照度数据等,以便操作人员了解各智能控制器的工作状态和运行参数。

报警功能:智能控制器每隔一段时间进行数据采集,然后通过分析所采集到的数据,判断设备是否出现故障^[5]。若出现异常情况,智能控制器立即关闭对应的路灯,并且向监控中心报警,在人机界面上显示相应的报警区域和报警原因。

2 智能控制器结构设计

智能控制器的结构设计如图2所示,主要包括电源模块、单片机及其外围电路、RS232通信接口、接触器驱动控制模块、时钟模块、光照度检测模块、模拟量采集模块和人机交互接口等。

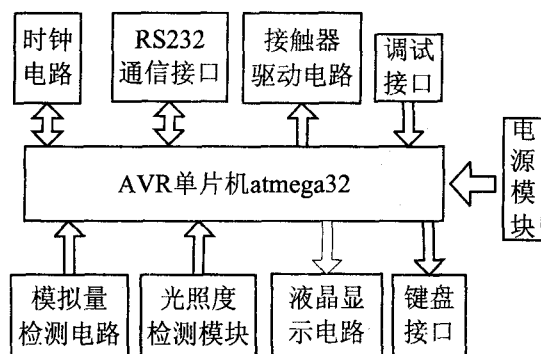


图2 智能控制器的结构设计

根据实际所需要处理的信息量,通过对各种单片

机的控制功能、性价比等进行比较,最终选取了AVR单片机atmega32。其具有32k字节的系统内可编程Flash,1024字节容量且可擦写100000次的EEPROM,8路10位ADC,可编程的串行USART,独立片内振荡器的可编程看门狗定时器、32个可编程的I/O口等特性,能够完成智能控制算法运算、数据采集、开关量输入输出等功能^[6]。准确的时钟在智能控制器运行过程中起着极其重要的作用,保障了控制的准确性和自主工作的可靠性。时钟日历芯片需要自动产生世纪、年、月、日、时、分、秒等时间信息,而且自带有电池,外部掉电时,其内部时间信息还能够常年保持。由此,选择采用了Dallas公司的DS12C887。

3 控制策略

传统的路灯控制器一般采用单一的控制策略,包括时钟定时控制、电力载波控制、光电开关控制、微电脑控制、GSM短消息控制和CDPD(Cellular Digital Packet Data,蜂窝数字分组数据)等^[7]。这些单一的控制策略存在很多问题,无法获得理想的符合人们需求的控制效果。文中将提出一种结合了照度检测控制、时间表控制和组群控制的特点的新型控制策略。在现场照明控制过程中,以照度检测控制为主,结合时间表控制,确定某时段的场景。当需要对景观照明进行实时控制时,控制器可以在对道路照明控制的同时采用组群控制,以实现照明需求^[8]。这种控制策略实现了照明管理的动态智能化和照明场景的多样化,从而提高照明质量且获得最佳的节能效果。

3.1 照度检测控制策略

考虑到天气异常变化的影响,比如在阴雨天气,实际的天黑时间将比正常情况提前,天亮时间将会推迟,这样就必须提前开灯或者推迟关灯。在这种情况下单纯按照时间控制策略中的开关灯时间进行控制,达不到理想的控制效果。

智能控制器根据自然环境照度,将一天内的照度数据进行五个模式划分,每个分界点的照度值按从大到小的顺序对应晴天/云天、云天/阴天、阴天/重阴天、重阴天/晚间,使控制模式更为恰当。

控制器采用多级照度控制,提高了照明的光效,并实现节能。然而照度采样间隔时间对于节能具有一定的影响。采样、控制周期越短,节能效果越好,但是同样会增加控制器的繁忙程度和运行负担,所以需要折中考虑。

3.2 时间控制策略

照度检测控制策略仅仅根据环境照度作为唯一的控制条件,且只针对道路照明灯进行控制。由于后半夜道路照明太亮,造成能源浪费等问题^[9],所以在晚间

时刻,智能控制器将采用时间控制策略。

时间表的设置关系到照明质量,所以应该考虑以下几点:一是在不同季节,控制方案应自动更替;二是在周末双休日及法定节假日,道路照明灯和景观灯应该根据需求可以制定特殊的控制方案;三是考虑到人们的活动规律,在控制方案中一天应被划分为多个控制时段。综合以上分析,智能控制器根据场景表、方案表和调度表这三类表,自动控制路灯工作在不同状态。该三类表的关联示意图如图 3 所示。

场景表的具体内容可以是部分开关灯或者全部开关灯。操作人员可以根据每个智能控制器所辖路段的实际情况设定各种合理的场景动作。场景是操作人员制定各种方案的基础。方案表是根据不同的控制需求而制定。在方案表中,把一天划分了几个控制时段,每个时段的起始时间,也是上个时段的终止时间。操作人员可以通过设置不同的场景及其起始时间,以实现方案的多样化^[10]。调度表归纳了在一年里哪些日期将执行哪种方案。一年的照明周期被划分为 2 段,即冬季和夏季。每一时段又可分为工作日和周末。另外,在一些比较重要的节假日,人们的作息习惯会和平时出现差异,需要综合考虑选择更加人性化的方案,所以把这些节假日归为特殊日期。另外,在特殊日期到的时候,智能控制器优先选择特殊日期的方案执行。

3.3 组群控制策略

在同一个智能控制器所控制的路灯里,有些路灯由于其所在位置和类型(庭院灯、地理灯、观景柱灯、地理灯等)的不同,对其照明控制的要求也不同。比如某些景观灯在整个照明中因其作用比较重要且需要人工监控,就不能与其他路灯同时由控制器自动控制^[11]。另外考虑像诸如日全食、特大交通事故等意外情况,道路照明灯就不能按照预设的控制方案执行。针对这些情况,控制器采用组群控制。组群控制其实

是一种特殊的手动控制,优先于时间控制和照度检测控制。路灯在执行场景动作时,操作员不仅可以对某单路路灯进行开关灯控制,还能根据路灯的工作属性,同时控制某几路路灯,以实现多样化的组群控制组合,进而满足各种控制要求。

4 通信协议

路灯远程监控系统的串行通信协议以 DB9 针串行口为通信接口、RS232 通信协议为基础,采用半双工、点对多点通信方式。监控中心的 PC 机为主站,智能控制器为从站。PC 机通过发送特定格式的数据对智能控制器进行管理,最终达到控制路灯的目的。

根据控制要求,PC 机采用轮询方式发送数据。PC 机向单个控制器发送信息,如果连续 3 次发送都没有接收该控制器返回的数据,则认定数据发送失败。在通信过程中使用的数据帧采用不定长数据帧格式,其格式如表 1 所示。

表 1 数据帧格式表

帧头	数据长度	站点地址	数据类型	数据部分	CRC 校验码
1byte	1byte	1byte	1byte	不定	2byte

5 结束语

本智能控制器现已使用在重庆某高校,经过运行一段时间后,该控制器提高了照明质量并且获得了良好的节能效果^[12]。

(1) 结合了照度检测控制、时间表控制和组群控制的特点的新型控制策略,适用于不同的路灯(道路照明灯和景观灯)控制要求;

(2) 以实现对道路照明灯的分时、分段控制管理,可大大减少电费支出。多级照度控制和典型“全夜一半夜”控制,可使节电率达到 45% 以上,较好地实现绿色照明;

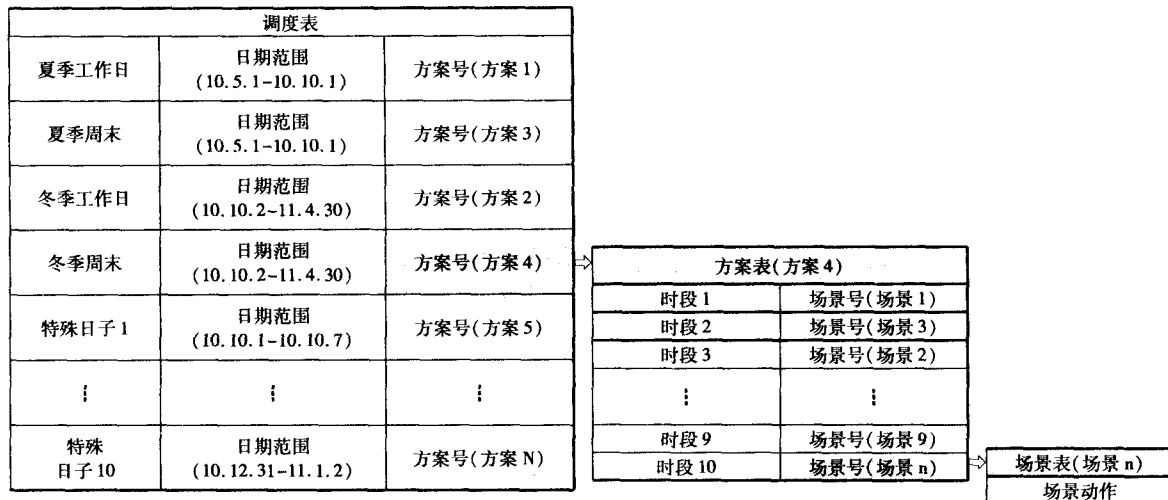


图 3 场景表、方案表和调度表关联示意图

(下转第 222 页)

表 1 需求点间距离车型数量及时间窗表

距离	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	203	376	413	491	412	374	507	213	527
1	203	0	200	238	293	236	199	308	12	329
2	376	200	0	38	92	38	0.8	107	188	122
3	413	328	38	0	79	0.5	37	94	223	109
4	491	293	92	79	0	78	92	15	304	30
5	412	236	38	0.5	78	0	38	93	223	122
6	347	199	0.8	37	92	38	0	107	188	123
7	507	308	107	94	15	93	107	0	297	19
8	213	12	188	223	304	223	188	297	0	318
9	527	329	122	109	30	122	123	19	318	0
所需车型、 数量	D	D	D	D	D	D	M	D	D	M
装载定额	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
到达时间	[23, 31]	[45, 51]	[47, 60]	[43, 72]	[47, 56]	[43, 52]	[54, 85]	[23, 54]	[56, 80]	

6 结束语

将汽车整车配载和运输路径优化两个问题合二为一,提出行之有效的解决方案,即把运输任务进行分解,分为满载运输和非满载运输,而后分别进行求解。对满载运输采用经典的 Dijkstra 算法求储运中心到各中转站或经销商的最短路径;对于非满载运输,在加入运输车辆装载定额限制和时间要求约束基础上,设计了一种改进的 C-W 节约算法,对汽车整车配载和运输路径优化两个问题统一进行求解。实验表明,此方案及算法可以有效地进行汽车整车运输计划的编制和对汽车配板及运输车辆调度问题进行求解,研究具有很好的实用价值。

(上接第 218 页)

(3) 自动切断出现故障的回路,对灯具起到良好的保护效果,并且对出现故障地点有准确的定位,提高了故障排除效率,节省了大量的人力。

事实证明该控制器运行稳定可靠,可用于各种路灯控制场所,使用范围广,具有很高的推广价值。

参考文献:

- [1] 李战明,刘宝. Zigbee 传感器网络在路灯远程监控系统中的应用[J]. 微计算机应用,2009,30(2):17-20.
- [2] 刘建成. 路灯控制系统中集中控制器的设计研究[J]. 中国新技术新产品,2009(6):120-120.
- [3] 刘晓胜,胡永军,张胜友,等. 城市道路照明中的场景控制策略及其实现[J]. 新视点,2005,24(11):121-124.
- [4] Denardin, Barriquello G W, Campos C H, et al. An intelligent system for street lighting monitoring and control(CA)[C]//2009 Brazilian Power Electronics Conference, COBEP2009. [s.l.]:[s.n.],2009:274-278.
- [5] 戚佳金,刘晓胜,李琰,等. 基于动态调光的隧道照明监

参考文献:

- [1] 龚延成,郭晓芬,田光均,等. 带时间窗约束的物流配送线路启发式算法[J]. 交通与计算,2003,6(6):77-79.
- [2] Clarke G, Wright J W. Scheduling of vehicles from a central depot to number of delivery points[J]. Opns. Res, 2004, 12(4):12-18.
- [3] Savelsbergh M. Local search for routing problem with time window[J]. Annals of Operations Research, 1985, 16(4):285-305.
- [4] 于斌. 基于 GIS 的 Dijkstra 算法在运输系统的应用[J]. 通信技术,2010,43(3):121-133.
- [5] 万莉,黄攀雄,李智勇. 基于 GIS 优化 Dijkstra 算法在物流中心选址中的研究[J]. 计算机应用研究,2007,24(8):98-102.
- [6] 陈昊,宁红云. 基于集合运算的最短路径搜索算法[J]. 计算机工程,2007,20(10):87-89.
- [7] 朱永升,韩伯荣,夏平,等. 交通限制条件下城市物流配送路线优化选择[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2004,3(6):57-58.
- [8] 陈新庄,郭强,范昌胜. 多车场满载车辆路径优化算法[J]. 计算机工程与设计,2008,12(15):88-90.
- [9] 宋伟刚,张宏霞,佟玲. 有时间窗约束非满载车辆调度问题的节约算法[J]. 东北大学学报,2006,12(6):66-68.
- [10] Wang Hongyong, Lu Zhanwei. The Improvement of Dijkstra in the Embedded-GIS Route Analysis[J]. Journal of Institute of Surveying and Mapping, 2005, 22(1):43-45.
- [11] Barber, Federico. Optimization model of transport currents[J]. Journal of Mathematical Sciences, 2006, 6(13):99-101.

控系统研究[J]. 电气应用,2006,25(12):123-127.

- [6] 王苡竹,马礼民,万东华. 舞台灯光控制技术发展简史[J]. 演艺设备与科技,2005(12):53-56.
- [7] 王海滨. 海南南山海上观音—网络智能环境艺术照明控制系统解决方案[J]. 照明工程学报,2005,16(3):56-58.
- [8] 郝洛西,李勋栋. 高效节能与城市照明[J]. 照明工程学报,2006,17(2):18-22.
- [9] Chen Meiqian, Liu Tundong, Zhou Wenbo, et al. GPRS-based intelligent monitoring system of public lighting[J]. Electric Power Automation Equipment, 2010, 30(9):114-117.
- [10] Mendalka M, Gadaj M, Kulas L, et al. WSN for intelligent street lighting system[C]//Proceedings of the 2010 2nd International Conference on Information Technology, ICIT 2010. [s.l.]:[s.n.],2010:99-100.
- [11] 赵家荣,韩文科. 绿色照明工程与节能新机制[M]. 北京:中国环境科学出版社,2006.
- [12] 谢永冰,徐光平. 网络灯光控制系统的实践与探索[J]. 演艺设备与科技,2005(5):14-17.