

一种实验室照明控制系统的设计

建筑能耗已经成为我国社会与经济发展中不可忽视的一个战略问题, 选择合理的照明方案, 配置先进的控制系统, 提高对照明灯具的科学管理水平, 可有效节约能源30%, 具有极大的经济意义和社会效益。以海湾的直接数字控制器 (DDC) HW-BA5201为硬件设备, 采用力控V6.0为组态软件, 设计了一套照明控制系统装置, 实现了对实验室内各照明灯组的现场/远程、手动/自动控制。该照明控制装置可以实现照明灯组的状态的集中监控, 同时通过室内自然光照度的变化自动开关照明灯具。

陈小荣 张 玫/北京电子科技职业学院自动化学院



陈小荣/副教授

近年来, 建筑能耗已经成为我国社会与经济发展中不可忽视的一个战略问题。在大学校园里, 大功率动力和制冷设备数量较少, 而照明灯具数量很多, 因此照明方案是否合理, 照明控制系统是否先进, 照明灯具的管理是否科学, 对降低学校运行费用, 节约电能, 具有很大的经济意义和社会效益, 是当今节约型社会对照明系统提出的迫切要求^[1]。而目前很多高校照明用电管理还是一种粗放式管理, 即由学生自主控制开启关闭, 存在着非常大的浪费现象。

在现有照明系统基础上开发智能照明控制系统, 可以对照明系统进行时间段、工作模式的细分, 在保证必要照明的同时, 有效减少了灯具的工作时间; 同时, 系统还能充分利用自然光, 在室内照度满足要求情况下自动调节灯具开关, 达到节能的效果。

关键词/Keywords

照明控制系统 ·
直接数字控制器 ·
组态软件 ·

智能照明控制系统简述

目前智能照明控制系统主要有总线型、电力线载波型和无线网络型等^[2]。

常见的总线型智能照明控制系统包括邦奇公司的DyNet总线、美国立维腾公司的LCnet总线、施耐德-奇胜公司的C-BUS总线、瑞士ABB公司的i-bus总线、广州河东公司HDL-BUS等。其特点是将所有设备的通信与控制集中在一条总线上, 是一种全分布式智能控制网格技术, 其产品模块具有双向通信能力, 以及良好的互操作性和互换性, 其控制部件也可以编程。典型的总线技术采用双绞线总线结构, 各网络节点可以从总线上获得供电, 亦通过同一总线实现节点间无极性、无拓扑逻辑限制的互连和通信。总线技术类一般设置安装比较复杂, 稳定性好、造价高且工期长, 适用于新装修的建筑物。

电力线载波型智能照明控制系统实际上是基于X-10协议的照明控制系统。X-10协议基于电力线载波技术^[3], 是以电力线为连接介质对电子设备进行远程控制的通信协议。采用电力线载波技术的智能照明系统可以使用原有的电力线网络, 最大的优点是不需要重新布线, 施工简单。使用中直接通过电力线将传感器、执行器和网关等设备联系在一起, 电力线同时作为控制总线, 通过载波方式将控制信号进行传输。

典型的无线网络照明控制系统主要基于ZigBee技术。ZigBee技术是一种低功耗、低成本、低复杂度且低传输速率的短距离无线通信技术。ZigBee无线

北京市职业院校教师素质提高工程项目 (PXM2014_014306_000041_00131004_FCG)。

网络照明控制系统中的网络节点按功能可分为协调器节点、路由器节点和终端节点，一个房间是一个单元，可设置一个路由器，房间的每盏灯是一个终端设备，路由器与协调器通信并向房间内终端设备转发数据，达到智能控制照明的目的。无线通信技术类最大的优点是不需要重新布线，安装方便灵活，而且根据需求可以随时扩展和改装，可以适用于新装建筑和已装建筑。

直接数字控制器（Direct Digital Control，DDC），目前被广泛应用于各种建筑物内空调器和水的自动控制，系统可完成各种逻辑功能，可按建筑操作的客观情况作出复杂、灵活而准确的控制，本文应用DDC开发了一套照明控制系统用于实验室内外灯光控制。

照明控制系统的设计

照明控制系统要求通过现场控制装置实现各照明灯组的自动控制；通过通信网络和计算机软硬件系统平台，实现工作人员在控制计算机上对各照明灯组的远程监控；通过对室内自然光照度的采集，实现各照明灯组的自动控制。

1. 照明控制系统的结构框图

根据控制要求所设计的照明控制系统采用DDC作为现场控制器，通过网关实现多个教学楼与上位管理机PC机的通信，结构框图如图1所示。管理机里安装了组态软件力控ForceControlV6.0。

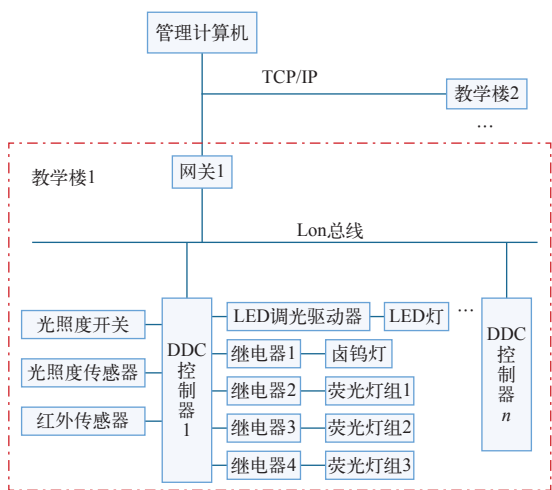


图1 照明控制系统结构框图

本文设计了一个实验室照明控制器，其输入有照度开关、照度传感器及红外传感器，输出照明灯组设计了5组，包括由开关量控制的1组卤钨灯、3组荧光灯和1组模拟量控制的可调光的LED灯组。DDC选用海湾公司的HW-BA5201，组态软件中的变量和DDC内部的输入及输出绑定，DDC的输入DI点连接照度传感器及从现场反馈的5组灯组的亮灭状态信号，照明灯组连接DDC的输出点，从而实现对照明灯组的监控。

2. 利用力控组态软件实现监控画面的组态

(1) I/O设备的设置^[4]

I/O设备设置是指对组态软件力控ForceControlV6.0的软件设备和现场采集交换数据的硬件设备DDC的I/O设备的驱动程序进行配置，使二者能进行通信构成一个完整的系统。在I/O设备组态中选择FCS-ECHELON，设备名称中写入DDC。一个现场控制器I/O地址分配如表1所示。

表1 I/O地址分配

序号	I/O地址	接线器件名称/端子	功能解释
1	UI ₁	光照度开关	
2	UI ₂	光照度传感器	
3	UI ₃	被动红外探测器	
4	UI ₄	KA ₁	卤钨灯反馈
5	UI ₅	KA ₂	荧光灯1反馈
6	UI ₆	KA ₃	荧光灯2反馈
7	UI ₇	KA ₄	荧光灯3反馈
8	UO ₁	KA ₁	卤钨灯
9	UO ₂	KA ₂	荧光灯组1
10	UO ₃	KA ₃	荧光灯组2
11	UO ₄	KA ₄	荧光灯组3
12	UO ₅	KA ₅	LED灯

(2) 数据库的建立

实时数据库是整个监控系统的核心，负责整个系统的实时数据处理和历史数据的存储^[5]。进入数据库组态界面，逐一选择系统需要的I/O点，定义I/O设备，与已经设定好的表1“DDC”设备HW-BA5201数据连接。创建完成后的数据库如表2所示。

(3) 画面创建

在一个实验室按照一定的布局布置照明灯

表2 照明控制系统数据库

序号	点名	点说明	I/O连接
1	ZDKG	光照度开关	DESC = hw5201/Subsystem1/5201/nvo_UI_1 FMT; Poll
2	ZDCGQ	光照度传感器	DESC = hw5201/Subsystem1/5201/nvo_UI_2 FMT; Poll
3	BDHW	被动红外探测器	DESC = hw5201/Subsystem1/5201/nvo_UI_3 FMT; Poll
4	FK ₁	卤钨灯反馈	DESC = hw5201/Subsystem1/5201/nvo_UI_4 FMT; Poll
5	FK ₂	荧光灯组1反馈	DESC = hw5201/Subsystem1/5201/nvo_UI_5 FMT; Poll
6	FK ₃	荧光灯组2反馈	DESC = hw5201/Subsystem1/5201/nvo_UI_6 FMT; Poll
7	FK ₄	荧光灯组3反馈	DESC = hw5201/Subsystem1/5201/nvo_UI_7 FMT; Poll
8	D ₁	卤钨灯	DESC = hw5201/Subsystem1/5201/nvi_UO_1 FMT; Poll
9	D ₂	荧光灯组1	DESC = hw5201/Subsystem1/5201/nvi_UO_2 FMT; Poll
10	D ₃	荧光灯组2	DESC = hw5201/Subsystem1/5201/nvi_UO_3 FMT; Poll
11	D ₄	荧光灯组3	DESC = hw5201/Subsystem1/5201/nvi_UO_4 FMT; Poll
12	D ₅	LED灯	DESC = hw5201/Subsystem1/5201/nvi_UO_5 FMT; Poll

组，根据照明控制系统的监控特点，应用组态软件力控6.0设计了系统的控制画面，如图2所示，主要包括有各灯组的手动控制、自动控制、定时控制及运行反馈状态等。

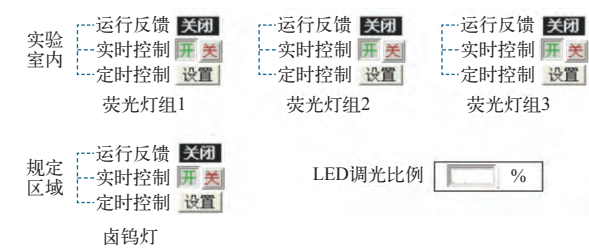


图2 实验室照明控制系统设计的控制画面

(4) 动画连接

动画连接是指画面中的图形对象与变量或表达式的对应关系^[5]。动画连接建立后，在监控系统组态运行时，当表达式的数据或变量发生变化，其对应的图形对象会随之发生变化，如颜色、大小等外观改变，使现场实际数据变化在监控画面上动态地表现出来，如此计算机的监控画面中就反映了现场真实的数据，从而达到了实时监控的目的。如图2中，灯的亮状态通过动画连接用黄色表示，灭状态用灰色表示，这样可以在监控画面中用黄和灰直观显示各照明灯组的开启情况。

(5) 脚本程序

利用力控6.0自带函数编写脚本程序，可以实现对照明灯组的时序自动控制，或根据照明亮度实现闭环控制。照明灯组的时序如表3所示。

表3 时序控制

序号	名称	开启时间
1	卤钨灯	18: 00~6: 00
2	荧光灯	8: 00~12: 00
3	荧光灯	14: 00~21: 00

```
IF zidong = 1 THEN
IF $Hour> = 18&& $Hour< = 6 THEN
D1.DESC = " 100.0 1" ;
ELSE
D1.DESC = " 0.0 0" ;
ENDIF
IF $Hour> = 8&& $Hour< = 12 THEN
D2.DESC = " 100.0 1" ;
ELSE
D2.DESC = " 0.0 0" ;
ENDIF
IF $Hour> = 14&& $Hour< = 21 THEN
D2.DESC = " 100.0 1" ;
ELSE
D2.DESC = " 0.0 0" ;
ENDIF
ENDIF
```

节能效果分析^[6]

1. 节电量大

将开发的照明控制器布置在一个实验室中，

该实验室房间中装有3组共21个荧光灯盘,每个灯盘由2个功率为28 W荧光灯组成。

应用照明控制系统前,从8:00到21:00,基本是长明灯状态,此间实验室耗电为 $2 \times (28 + 4) \text{ W} \times 21 \times 13 \text{ h} = 17.472 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

应用照明控制系统后,定时控制至少每天可在午休时间关闭灯光,节约2 h,可节约电能 $2 \times (28 + 4) \text{ W} \times 21 \times 2 \text{ h} = 2.688 \text{ kW} \cdot \text{h}$,节能效果达到15%以上。在定时范围内,人体感应控制可以实现有人在开灯,人走关灯;光照感应控制可以按照自然光强度自动调整照度水平,二者结合也可以实现每天更多有效节能,数据显示节能效果达到15%。

以上仅是一间房间一天的照明节能数量,如果推算到一所学校多栋楼、一栋楼多个房间及一年9~10个月时间,照明系统节能的数据将是可观的。例如本校有384个教学房间,按每年两个学期,一学期4个月计算,一年可以节约电能 $247\,726.08 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。假设智能控制照明系统的使用寿命为10年,则10年内可以节电248万 $\text{kW} \cdot \text{h}$,在能源如此短缺的今天,其意义非常重大。

2. 经济效益大

按电价0.55元/ $\text{kW} \cdot \text{h}$ 计算,每年可以节约电费支出136 249.34元(在智能控制照明系统使用有效期10年内)。不考虑电费上涨因素,未来10年可以节约电费支出136万元。经综合估计,智能控制照明系统价格20万左右,不难看出,节约资金116万元,产生的经济效益是所增加投资的5.8倍,投资回收期大约1.5年。

3. 社会效益明显

减少有害气体排放改善环保。每节约1 $\text{kW} \cdot \text{h}$

电能,相应减少排放0.272 kg粉尘、0.997 kg二氧化碳、0.03 kg二氧化硫及0.015 kg氮氧化物。每年节电24.8万 $\text{kW} \cdot \text{h}$,则可以减少排放67 t粉尘、248 t二氧化碳、7 t二氧化硫和3.7 t氮氧化物。

结束语

本文开发出了一种实验室照明控制系统装置,该装置现场控制的设备采用直接数字控制器HW-BA5201,并通过控制器实现现场设备与上位机之间的数据通信,通过力控6.0组态软件设计,实现了实验室内照明系统中各照明灯组的现场控制与远程集中监控结合的功能。该装置通过定时控制、人体感应控制及光照感应控制,实现了照明系统节能,节能效果达到了30%。

参考文献

- [1] 钟震西. 智能照明控制系统的研究 [J]. 武汉理工大学学报, 2011 (3): 393-395.
- [2] 陈小荣. 关于智能控制系统在照明中的应用问题的几点思考 [J]. 制造业自动化, 2012 (9): 131-133.
- [3] 李琛. 智能照明控制系统 [J]. 智能建筑与城市信息, 2011 (9): 84-88.
- [4] 叶建华, 钱虹, 张蕊, 等. 基于力控组态软件的高速公路隧道照明控制系统 [J]. 上海电力学院学报, 2009 (2): 28-30.
- [5] 王文强. 基于PLC与力控组态软件实现的温度控制系统 [J]. 化学工程与装备, 2009 (12): 82-86.
- [6] 邵晶. 办公楼智能照明控制系统节能效果分析 [J]. 低压电器, 2009 (12): 4-6.

(收稿日期: 2015-06-10) EA

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告