

智能照明控制技术

Intelligent lighting control technology

孙全增, 杨劲, 陈晖

广东大比特资讯广告发展有限公司 广州 510660

摘要: 智能照明控制系统, 是一个集多种照明控制方式、现代化数字控制技术和网络技术为一体的智能化控制系统。目前智能照明使用的主要技术: 有线智能控制方案; 电力线路载波控制; 无线智能控制方案。介绍了智能照明控制系统的发展方向。

关键词: 智能照明, 控制技术

1 概述

照明智能控制技术与人类的光源技术、电气技术、微电子技术和微型计算机技术、自动控制技术、通信技术和网络技术的学科交叉, 紧密结合和相互渗透的结晶。在信息网络日益发达的今天, 智能控制技术把现代照明推向了节能化、智能化、信息化、人性化、艺术化、个性化的全新高度。

照明智能控制通过节能模型控制、智能开关、智能调光、“软开、软关”、红外传感器的随机实现“人来灯亮, 人走灯灭”或“人来灯亮, 人走灯暗”, 光敏传感器结合自然光的恒照度照明, 各种灯光场景设定, 定时、分时与分区照明, 抵御电网波动与浪涌等一系列照明控制策略, 可实现照明节能和呵护光源。

在建筑室内照明智能控制领域, 照明节能率可达 15% ~ 75%, 延长光源寿命 2 ~ 4 倍。在道路照明领域, 据目前控制水平, 一般节能率约 10% ~ 15%, 最好的大致也能接近 30% 左右。实验室内照明人性化、个性化和艺术化灯光场景, 及其一键化的便捷控制, 以及城市夜景照明或装饰照明的各种动态艺术灯光演示, 把人类的光环境提升到一个全新的境界。

今天, 照明智能控制的优势已经使人类产生了新的理念。如果忽视照明智能控制, 绿色照明事业将会停滞不前, 照明的现代化将无从谈起, 照明智能控制技术已成为绿色照明的基石。

电气化、自动化、智能化是照明智能控制前进的足迹。今后, 照明智能控制将随着人类高新技术的征程, 向着智慧化的方向前进。

2 有线智能控制方案

有线方案的智能照明控制系统, 其单元设计简单, 由于采用的专用的双绞线作为通讯介质, 所以具有抗干扰性

能强、通讯效果好, 通讯稳定性高的优点。目前, 应用普遍的主要有 DALI、EIB、DMX 等。

2.1 DALI 系统

DALI 是数字式可寻址照明控制接口标准 (Digital Addressable Lighting Interface) 的英文缩写, 是一种定义各种智能照明控制模块之间数字通信的接口标准。DALI 技术实现了采用尽量少的设备, 提供高效简便操作的智能化照明控制方式。

DALI 系统可以通过 DALI/1 ~ 10V 转换器实现对带有 1 ~ 10V 接口设备的控制, 并可通过网关实现与其他总线控制系统的集成。

因 DALI 系统可靠、成熟, 至今还在智能照明领域中应用。欧洲有多家厂商研究开发符合 DALI 标准的产品, DALI 标准已被编入欧洲电子镇流器标准, 其代表为锐高公司 lux CONTROL 照明控制系统和飞利浦公司的 Scenio 照明控制系统。

2.2 EIB 系统

EIB 是欧洲电气接线装置总线 (European Installation Bus) 的英文缩写, 是为电气接线装置专业打造的智能化控制系统, 照明系统是该系统的一个组成部分。

EIB 系统作为欧洲安装总线标准, 利用一条双绞线作为控制总线, 取代了传统数量繁多的导线, 使照明、百叶窗、场景控制、用电负荷控制、保安、供电系统实现智能化, 并成为完整总线系统。

EIB 系统也可依据外部环境的变化自动调节总线中设备的状态, 达到安全、节能、人性化的效果, 并能在今后的使用中根据用户的要求增加或修改系统的功能, 而无须重新铺设电缆, 真正成为灵活的电气安装系统, 这是传统的电缆铺设方式所无法做到的。

EIB 系统标准是一个开放式的系统, 可以由任何人、

在任何芯片或可供选择的处理平台上实现。该系统是在欧洲占主导地位的楼宇自动化 (BA) 和家庭自动化 (HA) 标准, 采用 EIB 标准的智能化照明控制系统有许多品牌, 例如: ABB i-bus 系统, 西门子 instabus 智能总线系统。

2.3 DMX 系统

DMX512 系统是当今在舞台灯光及景观照明使用最广的灯光通讯协议。由于结构简单、成本低、安装使用方便, 各大厂商先后把 DMX512 接口加到产品上, 使得它的使用非常广泛。

DMX512 协议成功推广的原因, 是数十年来电脑灯具的迅速发展、及大量使用于大型演出、以及城市景观照明的迅猛发展, DMX512 可产生的各种奇妙的照明效果。DMX512 控制线采用 5 针 XLR (有时候是 3 针) 连接设备, 母接口适用于发送器, 而公接口适用于接收器。

DMX-NET 系统是把计算网络技术和 DMX512 标准整合在一起形成的智能控制系统。该系统融合两种技术的优点, 使整个系统的带宽、距离、可靠性和双向等功能的实现, 这意味着在一个网络里可同时连接的设备更多, 且连接的距离更长, 传输控制协议使可调光照明系统的控制质量和可靠性更高, 双向通讯使设备的远程监测和控制更有效, 因而构筑大规模可靠的可调光照明系统的网络成本更低。

2.4 其他

除此之外, 还有许多类似的总线制照明控制系统, 它们的功能近似, 通讯协议各不相同, 如美国路创电子公司的 GRAFIK 6000R 智能照明控制系统、澳大利亚邦奇公司的 Dynalite 智能照明控制系统, 日本松下公司的 WRT2040 智能照明控制系统、瑞朗公司的 RL-XIO 智能照明控制系统以及奇胜公司采用总线制加红外遥控器组成的 C-Bus 智能照明控制系统等。

3 电力线路载波控制 (PLC)

电力线路载波 (Power Line Communication, 简称 PLC), 是利用现有电力线 (电源线) 作为传输媒介, 通过载波方式高速传输模拟或数字信号, 实现数据传输和信息交换的一种技术。

目前, PLC 适用的频率范围为 50kHz ~ 200kHz。

3.1 PLC 工作系统

在电力线上通过载波方式进行系统联网, 每个系统控制单元所发出的控制信号都通过载波方式在整个电力线里进行传播, 各个系统控制单元从电力线上接收到控制信息后, 则根据系统通讯协议的规定执行相应的动作, 从而实

现智能网络控制。

3.2 PLC 局限性

PLC 方案与有线方案相比, 取消了专用的网络线, 安装或扩展也较为简单, 只需连接电源线就可实现网络控制。但是 PLC 方案在具体应用上往往由于电力线的干扰问题而变得不稳定。电力线路载波信号会随着距离增大快速衰减, 公用变压器线路工频谐波对其干扰也很大。电力线上众多电气设备都是载波通讯的干扰源。其中, 以电子产品较为严重, 它们或者产生干扰信号, 影响系统单元接收, 或者吸收系统单元所发出的载波信号, 使其它单元无法正确接收, 从而使控制失灵。为解决这类问题, 需要在此类电器的电源进线和总电源进线处安装各种阻波器来阻隔干扰, 保障载波通讯的稳定和可靠性。加之, 目前我国的电源质量普遍欠佳, 造成通信的可靠性不高, 且成本很高, 因此其技术进入使用的难度很大, 至今很难进行市场推广。

由于 400V 以下民用电力线路对通信而言是一个不确定、无规则、随机干扰、网络拓扑呈非标准型的通信网, 增加了载波技术开发的难度。目前利用电力线载波进行通信的产品中, 主要使用窄带通信和扩频通信两种方式。当信道容量一定时, 信道带宽与信噪比之间存在着互换关系, 增加带宽则可降低对信噪比的要求, 即通过扩展信号的带宽, 可有效的提高系统抗干扰的能力。随着扩频技术的成熟和国内电源质量的提高, 其应用将成为可能。

国外在照明控制系统中, 载波技术已有应用, 其代表品牌为美国埃斯朗 (Echelon) 公司的产品。

4 无线智能控制方案

随着无线通讯技术的发展和物联网的兴起, 采用光缆通讯的智能网络控制系统开始出现。这种系统的每个系统控制单元所发出的控制信号都以无线电波的方式进行传播, 各个系统控制单元接收这些传播信息, 然后根据系统通讯协议的规定执行相应的动作, 从而实现智能网络控制。与电力线载波方案一样, 由于没有专用的网络线, 安装和扩展非常简单。

现代无线通讯技术和计算机网络技术的发展, 已经解决了无线通讯可靠性和互相串扰等问题, 使无线网络技术得到空前的发展。从技术发展方向看, 基于有线的照明控制系统, 具有布线麻烦, 增减设备需要重新布线、系统可扩展性差、系统安装和维护成本高以及移动性能差等缺点, 因此无线通信技术, 是实现智能照明系统的理想选择, 无线网络技术有着无可比拟的先天优势。

目前, 行业中无线智能照明控制技术, 主要有 WF-IoT、NB-IoT、ZigBee、GPRS 以及 WiFi、蓝牙等近距离

无线通信技术。

4.1 WF-IoT

WF-IoT 融合物联网技术 (Wide area Fusion Internet of Things) 是优势科技基于 RFID 技术, 在 Air Lamp 商用物联网照明组网控制协议上, 独创发展的超远距离无线传输方案, 可以为用户提供一种简单的能实现远距离、大容量、中高速、免付费、低功耗的物联网系统。WF-IoT 使用的频段分别为 780MHz、2.45GHz, 均为免执照频段, 点对点通信可达 30m, 通过增益可达 2km, 具有“网络拓朴, 云/霾/雾融合计算、分布式智能、可软件定义、全自动控制、应用即服务”等典型特征, 其“一网多用、一物多能”的物联网 2.0 特性, 可以同时满足大规模部署、多业务融合、低成本刚需、高时效反应、低功耗要求等众多行业应用需求, 已在商用智能照明领域有十分成熟应用。

4.2 NB-IoT

NB-IoT 基于蜂窝的窄带物联网技术 (Narrow Bane Internet of Things), 只消耗大约 180kHz 的带宽, 可直接部署于 GSM 网络、UMTS 网络或 LTE 网络, 以降低部署成本、实现平滑升级。NB-IoT 是物联网领域内的一个新兴技术, 支持低功耗设备在广域网的蜂窝数据连接, 也被叫作低功耗广域网 (LPWAN)。NB-IoT 运行在公网上, 其低廉的数据包月费用, 支持数据传输速率不高、时延不敏感的业务应用, 可以在需远传通讯的照明系统中应用。

4.3 ZigBee

ZigBee 技术译为“紫蜂”, 是一种新兴的短距离无线通信技术, 由 IEEE802.15 工作组中提出, 并由其 TG4 工作组制定规范。ZigBee 技术主要应用在短距离范围内以及数据传输速率不高的各种电子设备之间, 其典型的传输数据类型有周期性数据 (如传感器) 和间歇性数据 (如照明控制)。其目标功能是自动化控制, 它采用跳频技术, 使用的频段分别为 2.4GHz (ISM)、868MHz (欧洲) 及 915MHz (美国)。而且均为免执照频段, 有效覆盖范围已达到 (70 ~ 200) m。ZigBee 网络可由一个节点管理若干子节点, 最多一个节点可以管理 254 个子节点。同时该节点还可由上一层节点管理。可组成 65536 个节点的大型网络。因为 ZigBee 数据传输速率低, 协议简单, 所以大大降低了成本, 相比于 Wi-Fi 和 UWB 等这些适用于无线局域网和多媒体应用的高速率无线标准而言, 价格非常低廉。且 ZigBee 的响应速度较快, 一般从睡眠状态转入工作状态只需 15ms, 节点连接进入网络只需要 30ms, 进一步节约能源。相对而言, Bluetooth 需

要 3 ~ 10s, Wi-Fi 需要 3s。

4.4 GPRS

GPRS 即 General Packet Radio Service, 通用无线分组业务, 是一种基于 GSM 系统的无线分组交换技术, 提供端到端的、广域的无线 IP 连接。通俗地讲, GPRS 是一项远距离的高速数据处理技术。虽然 GPRS 是作为现有 GSM 网络向第三代移动通信演变的过渡技术, 但是它在许多方面都具有显著的优势。GPRS 系统由于应用在公网上, 其低廉的数据流包月费用, 可以在需远传通讯的照明系统中应用。

4.5 其他

近年来, 近距离无线通信技术获得了迅猛发展。其中主流技术还有红外技术、蓝牙 (Blue-tooth)、Wi-Fi 和 UWB (Ultra-Wideband) 技术等, 另外还有 Z-Wave 和 MiWi 等专有无线技术, 它们都有各自的标准、特点和相应的应用领域。

5 WF-IoT 与其在智能照明控制上的比较

对于照明控制系统的优点, WF-IoT 具有明显的技术优势, 与其他技术在智能照明上比较见表 1 所示。

6 智能照明控制系统的组成

智能照明控制系统由输入单元、输出单元、系统单元、监控单元四部分组成。

输入单元: 负责主要功能是利用控制面板灯, 将外界的控制信号转换成网络上的传输信号, 在系统总线上传播。传输信号具体有开关, 红外接收开关, 红外遥控器, 多功能的控制板, 传感器。

输出单元: 智能系统的输出单元是用于接收来自网络传输的信号, 控制相应回路的输出以实现实时控制。在收到相关的命令后, 按照命令对灯光做出相应的输出动作。

系统单元: 用于提供工作电源, 源系统时钟及各种系统的接口如 PC、以太网、电话等。

监控单元: 监控整个系统的设备、灯光状态并直接细致的控制系统上相关场景, 为智能照明提供更智能的外化表现。

7 智能照明控制系统的发展方向

(1) 通信、传输系统的研究

目前总线照明控制系统已非常成熟, 而基于 ZigBee + GPRS 的无线照明控制技术, 因它具有无线连接、无需另布控制线、容易使用和易于对原有照明系统的改造的特

表 1 WF-IoT 与其他技术在智能照明上的比较

种类 项目	有线智能 控制技术	电力载波 智能控制	WF-IoT	NB-IoT	ZigBee	GPRS	其他
通信距离	/	/	节点到节点 (80-300)m, 增益 2km, 网关级联远 距离通信	节点到基站 15km	节点到节点 (50-300)m, 网关级联远 距离通信	节点到基站 15km	<50m
传输速率			250kbps~ 2Mbps	<40kbps	<250kbps	<40kbps	11 Mbps
网络特点	以上位机为 中心	以上位机为 中心	无中心、自 由组网	以基站为中 心	无中心、自 由组网	以基站为中 心	
通信方式			点播、组播、 广播	点播	点播、组播、 广播	点播	
并发信道	/	/	3000 多个 (频分×码分)	12 个		12 个	
供电	外部供电	无需单独供 电	无需单独供 电	电池	电池或外部 供电	电池	/
功耗等级			超低功耗	低功耗	超低功耗	低功耗	
子网节点数			65000	/	65000	/	<50
联网所需时 间	<1ms	<1ms	<1ms	数秒	30ms	数秒	
网络使用费	无	无	无	有	无	有	无
安装使用难 易	很难	难	非常简单	一般	非常简单	一般	简单
使用成本			低	高	低	高	低
集成度和可 靠性	低	一般	高	一般	高	一般	一般
安全性			64bit,128bit		128 bit AES		
复杂度	非常复杂	非常复杂	简单	复杂	简单	复杂	一般
应用场景			大数据量、 时延敏感	小数据量、 时延不敏感	时延不敏感	小数据量、 时延不敏感	

点，是很有发展前途的。利用现代通讯技术使照明设备达到真正意义上的“智能”。

(2) 智能化灯光控制与天然光控制相结合的系统

天然光是最清洁的能源、最环保的能源，以最大限度地合理利用天然光为目标的人工照明补偿控制模式，是照明技术的重要发展方向。

(3) 可调光灯具

特别是金卤灯、高压钠灯这类大功率 HID 灯具的调光，以及新兴的 LED 灯具的调光，对于智能照明控制技术的应用将起到重要的作用。

将来对智能照明控制系统的基本要求是：有前瞻性、技术先进性、功能强大、较好的开放性和可扩充性、工作稳定、安全可靠、设备安装简单、操作维护方便，接口部件可方便地与其他系统互连、有用户界面友好的中文监控软件便于管理与监控。

从节能、环保、运行维护及便于使用等多方面看，现代智能照明控制方式必将成为照明控制的主流。

参考文献

- 1 智能照明. <https://baiku.so.com/doc/1223813-1294507html>
- 2 智能照明控制技术概述. <https://wenku.so.com/d/08257d11691d26064d8e264ed9c87306>
- 3 照明智能化控制系统的应用技术. <https://www.wenmi.com/article/px0y2n029n2h.html>
- 4 智能照明控制技术及应用. <https://wenku.so.com/d/6554e2ffbaa988e8c145443fbceldea8>
- 5 2023年中国家用智能照明行业研究报告. <https://www.doc88.com/p-79959855450823html/?r=1>

上接42页

- 3 智能照明控制技术概述. <https://wenku.so.com/d/08257d11691d26064d8e264ed9c87306>
- 4 照明智能化控制系统的应用技术. <https://www.wenmi.com/article/px0y2n029n2h.html>
- 5 智能照明控制技术及应用. <https://wenku.so.com/d/6554e2ffbaa988e8c145443fbceldea8>

- 6 智能照明有哪些控制技术. http://www.qianjia.com/html/2019-04/25_334737html
- 7 2023年中国家用智能照明行业研究报告. <https://www.doc88.com/p-79959855450823html/?r=1>