智能照明综述

Overview of intelligent lighting

摘要：智能照明是指利用物联网技术、有线/无线通讯技术、电力载波通讯技术、嵌入式计算机智能化信息处理，以及节能控制等技术组成的分布式照明控制系统，来实现对照明设备的智能化控制。文章综述了智能照明的分类、智能照明产业链、智能照明与传统照明的区别、智能照明具有的控制功能、智能照明系统优势、智能照明系统节能效果。

关键词：智能；照明

1 引言

智能照明是指利用计算机、无线通讯数据传输、扩频电力载波通讯技术、计算机智能化信息处理及节能型电器控制等技术组成的分布式无线遥测、遥控、遥讯控制系统，来实现对照明设备的智能化控制。具有灯光亮度的强弱调节、灯光软启动、定时控制、场景设置等功能；并达到安全、节能、舒适、高效的特点。

2 智能照明的分类

智能照明是指利用物联网技术、有线/无线通讯技术、电力载波通讯技术、嵌入式计算机智能化信息处理，以及节能控制等技术组成的分布式照明控制系统，来实现对照明设备的智能化控制。具有灯光亮度的强弱调节、灯光软启动、定时控制、场景设置等功能。

智能照明的分类：智能照明可分为城市智能照明系统和家庭智能照明两部分。表 1 列出智能照明的分类。

表 1　智能照明的分类

种类	简介

城市智能照明系统	作为智慧城市的核心子系统，运用无线 ZigBee、WiFi、GPRS 等多种物联网和 IT 技术，实现了远程单灯开关、调光、检测等管控功能，开辟了城市照明“管理节能”的新篇章。
家庭智能照明	是智能家居范畴的重要组成部分，自苹果 iPhone，iPad，及 Android 手机和平板日益普及后，智能照明离普通消费者的家庭越来越近，从智能灯泡，到智能灯座和智能控制盒产品已经曙光。

2.1 城市智能照明系统

城市智能照明系统作为智慧城市的核心子系统，运用无线 Zigbee、WiFi、GPRS 等多种物联网和 IT 技术，实现了远程单灯开关、调光、检测等管控功能，开辟了城市照明“管理节能”的新篇章。

(1)本系统整合了路灯、隧道灯、景观灯、商业照明、学校机关照明等照明系统，用一个统一的平台来进行管理。本系统是一个开放的系统，预留了各种接入方式，可进一步打造成智慧城市“云 ”系统。

(2)目前我国的城市道路照明管理信息化程度还较低，基于物联网和云计算的系统管理软件为路灯管理部门的信息化建设提供了一套全面的解决方案。

控制路灯开关、亮度调节、电流、电压采集、被盗报警等，并预留了温度采集、灯杆倾斜检测等功能。

(3)路灯管理器分为模块式(内置灯具中)和外挂式(可内置灯杆中)，可分别满足路灯企业和工程企业的使用需求。

(4)智能照明网关是实现路灯单灯监控的重要硬件设备，它使用 Zigbee 无线技术和灯控器通信，与系统中心的通信可以使用 GPRS /CDMA、以太网、Wi-Fi 网络或 ADSL modem 等一般安装在户外路灯控制箱内。

智能照明网关内置多种功能，包括：时序调度功能、报警功能、类型转换功能、内部实时时钟等功能。

(5)可以通过网关接入的产品有：控制箱管理器、灯控器、光感检测器、电缆防盗器、雨雪传感器等。

2.2 家庭智能照明

智能照明是智能家居范畴的重要组成部分，自苹果 iPhone,iPad,及 Android 手机和平板日益普及后，智能照明离普通消费者的家庭越来越近，从智能灯泡，到智能灯座和智能控制盒产品已经曝光，其中 Philips Hue 灯泡的出现，第一次打开了普通家庭的智能照明场景变化的神奇面纱，揭开了低耗，环保，调光，配色的智能化家居照明新篇章。

3 智能照明产业链分析

3.1 产业链

智能照明行业产业链上游主要为材料部件及控制系统；中游为智能照明设备及智能照明平台；下游根据应用场景主要可分为景观照明、功能照明、应急照明、通用照明等。

图 1 示出智能照明行业产业链示意图。

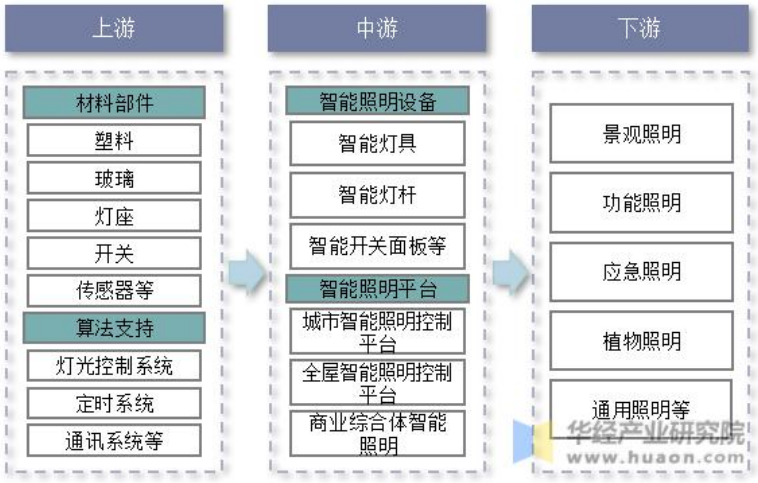


图 1　　智能照明行业产业链示意图

3.2 应用结构

我国智能照明下游应用结构领域主要集中在工业及商业领域、住宅及家居领域、户外照明领域和公共照明领域。2021 年我国智能照明应用领域中，工商业照明为智能照明行业最大的应用领域，占比约为 57.21%：其次为家居照明、户外照明、公共照明，占比分别为 21.36%、12.16%、9.27%。

图 2 示出 2021 年中国智能照明应用领域分布情况。

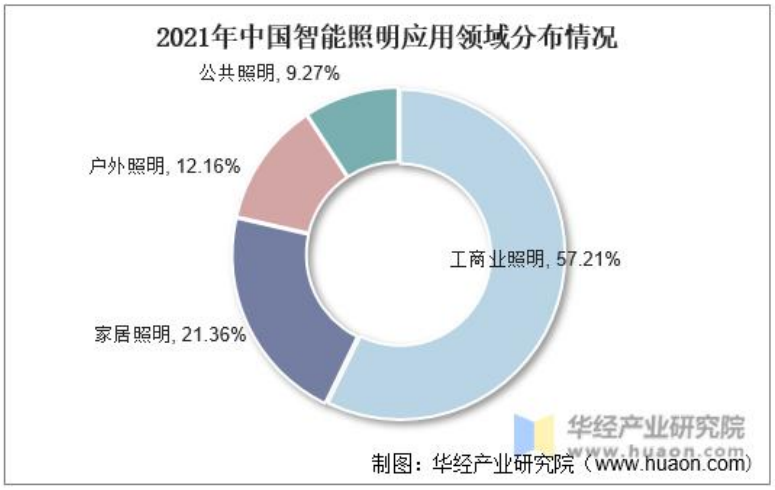


图 2　　2021 年中国智能照明应用领域分布情况

3.3 产品结构分析

智能照明产品由照明系统与灯具和相关配件组成，智能照明系统是利用先进电磁调压及电子感应技术，改善照明电路中不平衡负荷所带来的额外功耗，提高功率因数，降低灯具和线路的工作温度，达到优化供电目的照明控制系统，是智能照明产品的核心，占整体销售市场份额的 90%。灯具和相关配件占比 10%。

图 3 示出中国智能照明产品占比结构图。



图 3　中国智能照明产品占比结构图

4　智能照明与传统照明的区别

(1)技术手段传统照明采用传统的电力技术；智能照明采用计算机技术、网络通信技术、自动控制技术、微电子技术和系统集成技术。

(2)控制方式传统照明采用手动开关，必须一路一路地开或关；智能照明采用智能化控制，具有信息采集、传输、逻辑分析、智能分析推理及反馈控制等智能特征。

(3)照明方式传统照明只有开和关，灯光无法变化；智能照明通过灯光的调控在不同使用场合产生不同灯光效果，营造出不同的舒适氛围。

(4)管理方式传统照明对照明的管理是人为管理；智能照明可实现能源管理自动化，通过分布式网络，只需一台计算机就可实现对整幢大楼的管理。

(5)布线结构传统照明大都是独立的、本地的、局部的电力线布线；智能照明可以是很大范围的网络结构布线，可以进行的控制信息交换和通信。

(6)光源寿命传统照明由于电网质量不稳定，会缩短光源寿命；智能照明采用缓起缓灭的软启动软关断技术和调光技术后，消除了电流冲击，大大延长光源的使用寿命。

(7)能源消耗传统照明无法主动式的节能；智能照明采用调光技术和智能控制技术后，能节约 40～60%的能源。

(8)灯光环境传统照明无法灵活调整灯光环境，无法保持照度的一致性；智能照明通过调光控制能灵活改变灯光场景，始终保持舒适温馨的光环境。

5　智能照明具有的控制功能

5.1　遥控照明

遥控照明是通过无线电信号控制照明设备，简单便捷。随着技术的成熟，数码无线遥控技术已经取代传统机械手动开关，渐渐成为现代人追捧的潮流。

(1)遥控开关给灯具装上遥控器

遥控开关通常有两种遥控方式：一种是利用手机客户端远程遥控开关，另一种是购买时就配备了开关插座和发射器。

遥**控开关**由可移动的遥控发射器、固定在墙壁上的开关接收器组成，所有功能既可以在墙壁开关上直接操作，也可以用遥控器远距离操控，极大地方便了使用者，控制灯具就像用遥控器给电视换台一样轻松。

(2)LED 遥控灯不要改装电路线

智能 LED 遥控灯的种类繁多，包括卧室吸顶灯、客厅水晶灯、灯带、灯泡、灯管等。在控制器上同样也分为手机或配备发射器调控，LED 遥控灯进一步解决了很多用户不愿意重装插座开关、不愿改装电路线等问题。

LED 遥控灯内置大功率 LED 灯珠，灯头装有无线接收模块，连接有编码器和控制灯亮灭的开关模块。

与遥控开关相比，遥控灯直接把接收器安装在了灯头内，省去了线路改装的麻烦。常见的由发射器控制的 LED 灯具的遥控距离大约在 10 米左右，品牌遥控灯能达到 15 米以上，这样的控制距离完全能够满足普通家庭所需。

5.2　感应照明

人体感应也叫红外感应，人的身体都有恒定的体温，一般在 37 度左右，所以会发出特定波长的红外线，而人体感应照明就是通过捕捉这种特定波长的红外线来控制灯具明灭的。

(1)延时照明

红外线人体感应开关的最大特点是延时照明。打开灯具后如何熄灭，需要延时照明来控制照明时间了。

在延时时间段内，如有人在有效感应范围内活动，开关将持续接通，待人离开后，延时自动关闭负载，实现了“人来灯亮、人走灯熄”的智能控制功能。

(2)光敏控制

红外线感应开关自动测光，光线强时不感应。通常当外界光线处于 15 流明以下时才工作，但是有些适用于地下室或车库的全天候红外线感应灯，就不会增加光敏控制了。

在安装人体感应开关时，应该远离暖气、空调、冰箱、火炉等电器，而且开关不要直对窗口，防止窗外热气流扰动、人员走动可能引起的误报。

(3)亮度高、能耗小、抗高温

人体感应灯亮度高、能耗小、抗高温。USB 充电橱柜灯安装在橱柜中，一旦有人走进感应范围，专用传感器探测到人体红外光谱带来的变化，便会自动开启照明源，若人不离开且持续活动，灯会一直保持明亮状态，待人离开后才会自动关闭。

5.3 组合照明

随着智能照明领域的发展，由多种光源构成的组合照明已经发展得十分成熟。

(1)场景开关多种模式选择

场景开关可谓是智能开关的功能集成器。场景开关最吸引人的还是其人性化智能设计，多种场景自由切换，灯光的颜色、亮度、开启个数都可以自由组合，能满足现代化家庭的任何场景需求。

例如开启家庭影院模式，就能整体调暗灯光；开启舞厅模式，灯光不仅能变换色彩，闪烁功能更是能让舞会掀起高潮；家庭聚餐时，橘黄色的暖光能营造温馨的进餐氛围；开启阅读模式，将光线调至柔和不伤眼的流明度；夜深人静时，开启安睡模式一键关闭所有灯具，便捷又安心。

(2)智能调色灯千变万化

颜色不仅能够影响心情，还能影响人们对周遭环境的感知。炎热的夏季，冷白光让人觉得清凉舒爽；寒冷的冬季，橘黄光让人倍感温暖。人性化的智能调色灯，可调冷暖明暗，1600 万种颜色变化让你大开眼界。

调色灯多是室内床头台灯，为了便于小孩子使用，会在灯的顶部安装按钮，操作起来简单方便。夜晚起床，打开手机点亮贴心的小夜灯，柔和不刺眼睛，延时关灯可以使灯光在主人熟睡后熄灭。

5.4 触控照明

触控设备通常内置触摸感应芯片，触摸感应面板目前主流的技术采用电容感应技术，通过手指触摸带来电容变化，从而控制开关或灯具。

触控开关的好处是绝缘防水。很多家庭都会在浴室、厨房等空间使用触控开关，而且随着技术的整合，不少浴室使用的触控面板能同时实现多种功能，比如，实时显示浴室温度，控制风暖，提供照明，最大程度地利用触控面板的防水功能。

6 智能照明系统优势

智能照明系统是利用先进电磁调压及电子感应技术，对供电进行实时监控与跟踪，自动平滑地调节电路的电压和电流幅度，改善照明电路中不平衡负荷所带来的额外功耗，提高功率因素，降低灯具和线路的工作温度，达到优化供电目的照明控制系统。

（1）灯光调节：用于灯光照明控制时能对电灯进行单个独立的开、关、调光等功能控制，也能对多个电灯的组合进行分组控制，方便用不同灯光编排组合形式营造出特定的气氛。

主要特点为：①系统可控制任意回路连续调光或开关。②场景控制：可预先设置多个不同场景，在场景切换时淡入、淡出。③可接入各种传感器对灯光进行自动控制。④时间控制：某些场合可以随上下班时间调整亮度。⑤红外遥控：可

用手持红外遥控器对灯光进行控制。⑥系统联网：可系统联网，利用上述控制手段进行综合控制或与楼宇智能控制系统联网。

（2）智能调光：随意进行个性化的灯光设置；电灯开启时光线由暗逐渐到亮，关闭时由亮逐渐到暗，直至关闭，有利于保护眼睛，又可以避免瞬间电流的偏高对灯具所造成的冲击，能有效的延长灯具的使用寿命。

（3）延时控制：在您外出的时候，您只需要按一下“延时”键，在您出门后 30 秒，所有的灯具和电器都会自动关闭。

（4）控制自如：可以随意遥控开关屋内任何一路灯；可以分区域全开全关与管理每路灯；可手动或遥控实现灯光的随意调光，还可以实现灯光的远程电话控制开关功能。

（5）全开全关：整个照明系统的灯可以实现一键全开和一键全关的功能。

（6）场景设置：回家时，在家门口用遥控器直接按“回家”场景。

主要特点为：

（1）系统可控制任意回路连续调光或开关。

（2）场景控制：可预先设置多个不同场景，在场景切换时淡入、淡出。

（3）可接入各种传感器对灯光进行自动控制。

（4）时间控制：某些场合可以随上下班时间调整亮度。

（5）红外遥控：可用手持红外遥控器对灯光进行控制。

（6）系统联网：可系统联网，利用上述控制手段进行综合控制或与楼宇智能控制系统联网。

7　智能照明系统节能效果

在实际应用中，智能照明系统的节能主要体现在以下几个方面。

(1)集中管理，减少人为浪费。

现代高层办公大楼中，人为造成照明能源浪费的现象非常严重，无论房间有人还是无人，经常是“长明灯”。智能照明系统既能分散控制又能集中管理，在大楼的中央控制室，管理人员通过操作键盘即可关闭无人房间的照明灯。

(2)自动调光，可充分利用自然光。

智能照明系统中的光线感应开关通过测定工作面的照度，与设定值比较，控制照明开关，这样可以最大限度地利用自然光，达到节能的目的，也可提供一个不受季节与外部气候环境影响的相对稳定的视觉环境。一般来讲，越靠近窗自然光照度越高，从而人工照明提供的照度就越低，但合成照度应维持在设计照度值。

(3)安装便捷，节省线缆。

智能照明系统采用二芯线控制，用总线将系统中的各个输入单元、输出单元和系统元件连接起来，大截面的负载线缆从输出单元的输出端直接接到照明灯具或其他用电负载上，无须经过智能开关。安装时不必考虑任何控制关系，在整个系统安装完毕后再通过软件设置各个单元的地址编码，从而建立对应的控制关系。由于系统仅在输出单元和负载之间使用负载线缆连接，与传统控制方法相比节省了大量原本要接到普通开关的线缆，也缩短了安装施工的时间，节省人工费用。

(4)延长光源寿命。

光源损坏的致命原因是电网过电压，控制过电压可以有效延长光源寿命。智能照明控制系统采用软启动的方式，能控制电网冲击电压和浪涌电压，使灯丝免受热冲击，光源寿命得到延长。智能照明系统通常能使光源寿命延长 2～4 倍，不仅节省大量光源，而且大大减少更换光源的工作量，有效地降低了照明系统的运行费用，同时也免去处理废旧光源带来的环境污染问题。

7 结束语

智能照明是先进的一种照明控制方式，它采用全数字、模块化、分布式的系统结构，通过控制总线将系统中的各种控制功能模块及部件连接成控制网络的一个照明控制系统。

智能照明系统是利用电磁调压及电子感应技术，对供电进行实时监控与跟踪，自动平滑地调节电路的电压和电流幅度，改善照明电路中不平衡负荷所带来的额外功耗，提高功率因素，降低灯具和线路的工作温度，达到优化供电目的照明控制系统。

参考文献

1 智能照明. https://baiku.so.com/doc/1223813-1294507html

2 智能照明系统. https://baiku.so.com/doc/1223841-1294539.html

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发展.
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