

摘要：随着先进科技的提升，传感器技术的应用领域变得广泛。从工业生产逐渐进入日常生活中，传感器不仅提升加工、生产和农业的效率，也使生活更加便捷及多样化。传感器的种类繁多，光照传感器是传感器中的一种类型，可根据不同的光照度需求对光照进行测量，转换输出相应的电信号，在许多领域中得到广泛应用。文章主要介绍光照传感器的背景，分析光照传感器的研究现状，梳理光照传感器的分类与工作原理，并归纳阐述光照传感器的应用情况及发展趋势。

关键词：光照传感器；原理；应用；发展趋势

中图分类号：TP212.9 文献标识码：A 文章编号：1006-883X(2021)02-0001-05

收稿日期：2020-12-23

光照传感器原理应用及发展趋势

王开群

贵州师范大学，贵州贵阳 550025

0 前言

随着发展需要，传感器技术在数字化、自动化及智能化的发展中发挥着重要作用。传感器技术是通过信息的采集、转换及处理等方式，达到对现代系统进行测控的目的。光照传感器是传感器中的一种类型，根据不同的光照度需求对光照进行测量控制。如今在生活、环境以及农业中已经离不开光照传感器技术，在智能控制中用到许多光照传感器。光照传感器的使用很大程度上实现了高效、便捷、健康、环保、安全及节能的效果。

1 研究现状

国外对光照传感器检测技术的研究要早于我国，借鉴国外先进的光照传感器技术，我国研制的光照传感器也取得很大进步。随着现代社会快速发展，人们在很多场合都离不开光照传感器，为了规范光照传感器技术，中国计量科学研究院提出了光照传感器技术的标准，在2005年发布《光照度计检定规程 JJG 245-2005》^[1]，为了提高适应性，2013年中国建筑科学研究院发布了《建筑照明设计标准 GB 50034-2013》^[2]。

目前，光照传感器在设计上有光电信号转换和用单片机加以控制两种形式^[3]。在改善技术上有硬件和软件两种方法，硬件的改善主要通过光电器件、光照所用材料以及光照电路的途径；软件的改善通常用到单片机或者是通过上位机进行的处理方式，通过以上两种改善方式可以让光照传感器的使用范围变得越来越广^[4-5]。从研究内容来看，光照传感器技术可以结合其他传感器及技术实现智能调节、管理与控制。

2 光照传感器定义及分类

2.1 光照传感器定义

照度是对光照强度的简称，是表示物体表面的光通量与被照的面积之间的比值，通常也说物体的照明程度^[6]。光照度单位为勒克斯（Lux 或 Lx），在人们生活和工作中有着重要作用，足够的光线便于学习、生活及其他活动，光线过暗会带来很多负面影响，照度计能够用于检测照明的条件。

光照传感器可以感知光线明暗程度，在输出时可以转换为能用的电信号，是传感器中的一种类型。光照传感器采用光敏二极管来检测日光照射变化的状况，

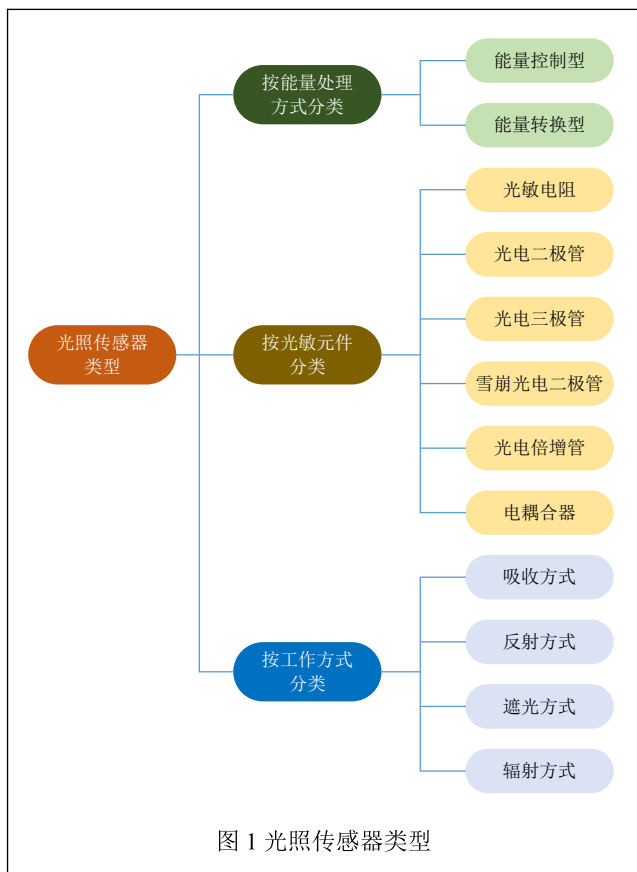


图1 光照传感器类型

光敏二极管对日照变化的反应具有高灵敏性，不受自身原本温度的影响，再通过光照强度转换为电流信号并传入控制单元，实现车灯的自动控制^[7]。

2.2 光照传感器分类

光照传感器的类型比较多，可按能量处理形式、光敏元件、工作方式等分类。按能量处理形式分，有对能量控制和转换两种类型，能量控制型的光照传感器对光照度反应灵敏度要求不是很高，只需设置在某种场合所需要的光照度在哪个数值之上或之下即可，常见的有开关量的控制；而能量转换型的光照传感器是根据光照的程度以线性的形式输出，对光照度的感应灵敏度要求较高。

按光敏元件分，种类较多，有光敏电阻、光电二极管、光电三极管、雪崩光电二极管、光电倍增管及电荷

耦合器件等，每一种光敏元件有其各自不同的特点，根据其特点在不同的应用中所选择的光敏元件也是各不相同。

按工作方式分，可分为吸收方式、反射方式、遮光方式及辐射方式，不同的工作方式有各自原理，应用于不同的事物中。图1为光照传感器类型图。

3 光照传感器的工作原理

光照传感器是基于光的原理发展的，可以对人工和太阳光照进行检测。光在本质上是一种电磁波，正常情况下，太阳光中是有可见光、紫外光、红外光及其他波长成分的复合光。光照传感器的工作原理是把不同角度的各种光线经过余弦修正器汇聚到感光的区域中，在这个区域，太阳光在经过蓝色和黄色的进口滤光片把除可见光外的其余光线过滤掉，经过滤光片的可见光可以照射到进口的光敏元件，光敏元件按照光照程度转换成各种不同的电信号，电信号传入单片机系统中，单片机系统再通过温度来感应电路，把所采集到的相应的光电信号作温度补偿，最后把线性电信号精准地输出。光照传感器的主要元件是光敏元件，刘宪宇^[8]运用光电技术能够做到快速、无接触、测量精准及远距离的控制。光照传感器工作原理流程如图2所示。

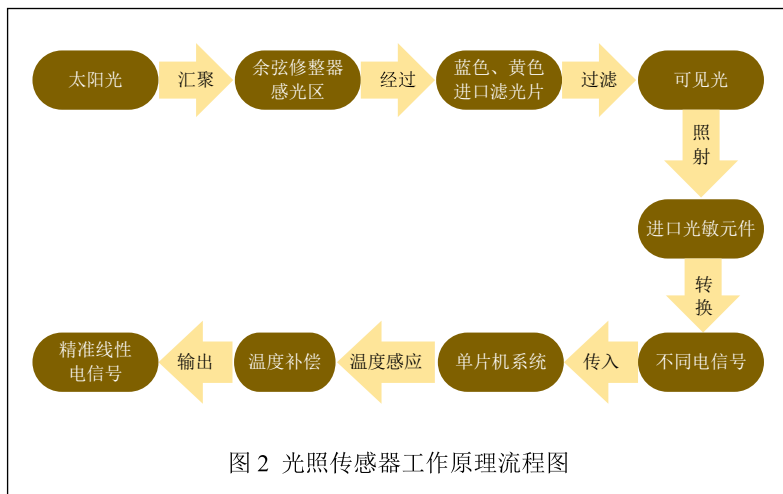


图2 光照传感器工作原理流程图

4 光照传感器的应用

4.1 光照传感器的特点及应用范围

光照传感器根据环境所需的要求选用，在应用时需要考虑所要使用技术标准、测量的精度和范围，根据量程、光谱范围、输出信号、精确度、工作环境及工作电压等性能指标情况，再选择符合需求的光照传感器，在选择中要分析所选择的光照传感器性能指标。不同的光敏元件所具有的特点不同，应用场合及范围也各不相同，因此了解各种光敏元件的特点和应用对光照传感器的选用有重要意义。各种光照元件的特点以及适用情况如表 1 所示。

4.2 光照传感器在室内的应用

在室内使用的光照传感器，要求对光的探测灵敏度要高，并且要有精准的线性放大电路，对光照的测量有多种范围才能输出精准的线性电信号。在室内多用壁挂安装的形式，便于室内装饰，常在仓库、机房、工厂、智能楼宇控制、学校及家庭中应用。在室内，光照传感器可以根据环境要求自动检测并控制室内事

物的运行状态。包依勤和许文斌^[9]以人体红外和光强传感器为基础设计了智能网络开关，这种智能网络开关需满足室内有人且光线较暗时灯才会自动开，在无线组网下能够对数据进行实时传输，具有智能节能效果。许胜^[10]通过特定的微处理与光照传感器及其他传感模块连接，利用互联网技术可以对室内的内部环境进行管理，实现家居电器的远程监测和调节控制，让室内安全得到更好的保证。于鸿瑞等^[11]通过把光照传感器技术融入到互联网技术中，设计出可对教室做智能管理的系统，使得管理更加便捷高效。李升红^[12]运用 BH1750FVI 型的光照传感器，并结合其他技术，可实现对家居中的盆栽进行智能监控，光照会影响植物对光合作用的进行，影响植物对水和矿物质的较好吸收，经过采用这种技术的检测，用户可以准确了解光照强度，植物能较好地生长，提高了环境舒适度。张波等人^[13]的研究把光照传感器应用在智能实验室灯光和窗帘控制系统中，根据照度需求来实现实验室灯和窗帘的自动控制。王晓晔等^[14]采用光照传感器与单片

表 1 各种光照元件特点及应用范围

光敏元件种类	特点	应用范围
光敏电阻	1. 由半导体材料制造成的一种电阻；2. 光照度变化其电导率也跟着变化；3. 体积小，灵敏度高，反应快，封装可靠性和光谱特性好，光照呈现非线性的特点。	应用于室内光线控制、光控灯、光控开关、照相机自动测光、工业控制、报警器、电子玩具及光电控制等。
光电二极管	1. 所用材料一般为硅或锗单晶材料，典型的有 PN 结型和 PIN 结型两种结构；2. 在反向偏置或者是无偏状态下都能工作；3. 频带宽，灵敏度高，响应速度快，噪声低，线性输出范围比较宽。	应用于光电检测、光通讯、红外遥控、医用分析仪器、紫外光照度计、污水检测、指纹识别及分光光度计及闪光灯等。
光电三极管	1. 感光面有一个光敏感的 PN 结；2. 可接收红外线，具有放大功能；3. 灵敏度较高，响应速度快，成本低，体积小，光照和温度的特性呈线性状态。	应用于光电逻辑电路，测量光亮度，如光耦合器、光控开关、光控语音报警器、防盗夜视装置、红外检测器、烟雾报警器。
雪崩光电二极管	1. 响应度高，暗电流低；2. 响应速度快，噪声低；3. 光敏面径宽，上升时间快。	应用于激光测距、激光雷达、高速光通信、工业自动化控制、汽车防撞系统及医疗仪器等。
光电倍增管	1. 时间分辨率高，暗电流较小；2. 稳定性较好，光照灵敏度高，噪声低；3. 高量子效率，高弱光检测，具有电流放大特性。	应用于资源勘查、X 光时间计、厚度计、射线测量仪、半导体元件检测系统、彩色扫描、热量计、等离子检测及大气观察等。
电荷耦合器 (CCD)	1. 属于典型的固体图像传感器；2. 具有存储和转移电荷的功能，并对信号电荷传输和检测；3. 质量好，噪声低，光敏感度和准确度高；4. 技术先进，发展成熟。	应用于数码相机、广播电视、无线传真、摄像机、可视电话、扫描仪及自动监视装置等。

机结合，在不同位置安装光照感知模块后可以监测室内外日光的照度，当置于自动模式时，通过光敏传感器实现室内的窗帘自动控制，若光照度强自动关，没有阳光时自动拉开。马萍^[15]把光照传感器应用于智能农业系统中，有效对农作物进行光照的实时监测以及显示反馈数据，以便智能系统能够采取相应的应对措施。光照传感器在室内一些环境的应用如图3所示。

4.3 光照传感器在室外的应用

在室外使用的光照传感器要求其环境适应性较高，常选封闭型铸铝材质的，需要有防水、抗腐蚀、模拟信号的输出精准及检测量程宽的特点。在光控路灯、农业生产、环境监测及车灯中常应用到。在提高测量准确性的研究中，针对由环境影响和不规范的使用引起光照传感器在品质、输出及真实值之间差异性大的问题，周放^[16]设计了自动校准系统，可以通过一个校准过程实现对多个光照传感器的校准。米文辉等^[17]的研究通过加入光照传感器结合其他技术，实现对路灯的智能控制。在农业生产的研究中，为使农业快速发展，提高种植产量及缩短成熟时间，利用人工光源种植的方式也变得比较普遍，成为农业种植的一种新趋势。张昕昱等^[18]设计了余弦修正片材料，可用于多通道光量子传感器，同时运用3D打印技术设计了滤光片配套使用的防串光套，使滤光片的边缘漏光问题得到解决。也有应用于温室大棚中，严凯等^[19]设计了多点光照采集系统，可以改变大棚植物的生长环境，管理者只需要在数据中心即可远程监测温室大棚。在汽车应用研究中，光照传感器能够检测车外光线的明暗情况，可感知处于各种不同场景的路况，根据检测到的道路情况，可自动控制车子大灯的开关状态，自动调节空调和雨刮等，可以减少因光线问题对驾驶员操作的影响，降低交通事故。韩芝侠^[20]将雨量和光照传感器集成，形成一种新型雨量光照传感器，在汽车电子工业中应用。许春平^[21]把光照传感器应用于智

能传感器中，利用单片机技术设计出雨量光照传感器，可以用于汽车的独立外装，从而降低成本和提高汽车性能。何方等^[22]设计了汽车的雨量光照传感器的调试仪，给调试人员的工作带来了极大的便利，在进行研发和调试工作中进一步提高了效率。光照传感器在室外一些环境的应用如图4所示。

5 光照传感器的发展趋势

光照传感器的规格对其发展也尤为重要，因此改善性能指标是发展的关键。光照传感器在光敏度、集成信号调节功能、封装大小、最大勒克斯数、光谱响应及功耗等方面不断改善，输出不单是线性模拟输出，将根据不同需求实现多种输出形式，朝着集成化、微型化及智能化的方向发展。

近年来，光照传感器在智能家居、产品、种植及制造等方面有很大的进展。智能手机中就用到许多的光照传感器，如手机里的环境光线传感器，可以根据检测环境亮度自动调节屏幕亮度。通过综合运用大数据，智能家居以及人工智能结合光照传感器从不同维度去分析与判断，可检测物体的状态，使生活变得更加智能方便。



室内照明



车间照明

图3 光照传感器室内应用



户外照明



路灯照明

图4 光照传感器室外应用

6 结语

光照传感器技术已经成为智能化发展的重要技术之一。光照传感器与人们的生产和生活都有着紧密联系,智能手机、电脑、激光打印机、电视机、工业生产、条形码的读取、汽车及医疗等都离不开光照传感器。光照传感器在自身性能指标、集成及体积上不断改善,在多领域中从各方面与不同的新技术相结合,在质量上不断提升,在应用范围上更加广泛,有助于传感器技术的优化与发展,同时也推动智能化的发展。

参考文献

- [1] JIG 245-2005. 光照度计检定规程 [S].
- [2] GB 50034-2013. 建筑设计照明标准 [S].
- [3] 侯文辉. 高精度照度计的设计 [D]. 大连理工大学, 2007.
- [4] 孙马驰. 车用压力传感器自动化校准系统的设计 [D]. 中国计量学院, 2014.
- [5] 朱晓雷. 基于单片机的温室环境数据监测系统的设计 [D]. 内蒙古农业大学, 2015.
- [6] 海涛. 传感器与检测技术 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2016: 233-236.
- [7] 李欣, 龙建, 付贻玮, 任小龙. 光照传感器在自动头灯应用案例研究 [J]. 汽车实用技术, 2017(18): 49-50.
- [8] 刘宪宇. 传感器及 WSN 技术应用 [M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 2017: 87-96.
- [9] 包依勒, 许文斌. 基于人体红外和光强传感器的智能网络开关的研究与设计 [J]. 物联网技术, 2018, 8(05): 16-18, 23.
- [10] 许胜. 基于 stm32 的智能家居控制系统设计 [J]. 电子世界, 2020(01): 192-193.
- [11] 于鸿瑞, 张文振, 余小溪, 王楠, 王奕. 基于物联网技术的智能教室系统 [J]. 电脑编程技巧与维护, 2020(02): 117-120.
- [12] 李升红. 基于 STM32 和 Wi-Fi 技术的家居盆栽植物智能监控系统 [D]. 武汉轻工大学, 2018.
- [13] 张波, 周广林, 李金泽, 李发英. 智能实验室的研究与设计 [J]. 电脑知识与技术, 2019, 15(31): 251-252.
- [14] 王晓晔, 温显斌, 王法玉. 支持探究性教学的光照传感器自动窗帘设计 [J]. 物联网技术, 2019, 9(12): 103-104, 107.
- [15] 马萍. 智慧农业控制系统设计 [J]. 花炮科技与市场, 2020(01): 254, 258.

- [16] 周放. 光照传感器及其自动校准系统的研究与设计 [D]. 贵州大学, 2017.
- [17] 米文辉, 刘倩, 于海霞. 基于“车联网”的 V2R 智能路灯控制系统 [J]. 中国新通信, 2020, 22(05): 106.
- [18] 张昕昱, 宁效龙, 郑佳楠, 等. 余弦修正片对光照传感器进光量的影响 [J]. 照明工程学报, 2019, 30(06): 174-179.
- [19] 严凯, 姚凯学, 韦付芝, 等. 基于 STM32F103ZET6 的温室大棚多点光照采集系统 [J]. 计算技术与自动化, 2018, 37(02): 42-46.
- [20] 韩芝侠. 一种新型的雨量光照传感器的设计 [J]. 电子设计工程, 2015, 23(17): 154-157.
- [21] 许春平. 基于单片机的外装车雨量光照传感器装置设计 [J]. 科技创新与应用, 2020(09): 39-40.
- [22] 何方, 袁峰, 徐海宁, 等. LIN 总线汽车雨量光照传感器调试仪的设计 [J]. 电子世界, 2020(08): 130-131.

Application and Development Trend of Light Sensor

WANG Kaiqun

(Guizhou Normal University, Guiyang 550025, China)

Abstract: With the improvement of advanced science and technology, the application of sensor technology has become more and more extensive. From industrial production to the daily life, sensors not only improve the efficiency of processing, production and agriculture, but also make life more convenient and diverse gradually. There are many kinds of sensors. Light sensor is a type of sensor, which can measure the light according to different illumination requirements, convert and output the corresponding electrical signal, and has been widely used in many fields. The paper mainly introduces the background of light sensor, analyzes the research status of light sensor, combs the classification and working principle of light sensor, and summarizes the application and development trend of light sensor.

Key words: light sensor; principle; application; development trend

作者简介

王开群: 贵州师范大学, 硕士研究生, 贵州省电子信息技师学院助理讲师, 研究方向为职业技术教育。

通信地址: 贵州省南华新村 5 栋 3 单元 601

邮编: 558000

邮箱: 982879330@qq.com