

# 调光电路设计与性能测试

何艳玲

中节能晶和科技有限公司，江西南昌，330000；

**摘要：**调光电路在现代照明系统中扮演着关键角色，其设计与性能直接影响照明效果与能源利用效率。本文聚焦于一种新型调光电路的设计原理与架构，详细探讨了其硬件与软件设计要点。通过精心设计的性能测试方法，全面评估了调光电路的性能表现。研究结果表明，该调光电路在调光精度、稳定性及能耗控制方面表现出色，为智能照明系统的发展提供了有力支持。

**关键词：**调光电路；电路设计；性能测试；调光技术；硬件设计

**DOI：**10.64216/3080-1508.25.12.086

## 引言

在当今社会，随着人们对节能环保的追求以及对高质量照明环境的需求不断增加，调光技术逐渐成为照明领域的研究热点。调光电路作为实现调光功能的核心部件，其设计与性能优化对于提升照明系统的整体性能至关重要。本文旨在通过系统的研究方法，设计一种高效、稳定的调光电路，并对其性能进行全面测试与分析。通过深入探讨调光电路的设计原理与架构，结合硬件与软件设计的优化策略，本文期望为智能照明系统的发展提供有价值的参考。

## 1 调光电路设计原理与架构

### 1.1 调光技术概述

调光技术的发展经历了从简单的机械调光到复杂的电子调光的转变。早期的调光方式主要依赖于机械部件，如可变电阻，通过改变电阻值来调节电流，从而实现调光功能。然而，这种方式存在诸多缺点，如调光精度低、能耗高以及寿命短等。随着电子技术的飞速发展，电子调光技术应运而生。电子调光技术利用半导体器件和微控制器，通过改变电压或电流的波形来实现调光，具有调光精度高、响应速度快以及能耗低等优点。

### 1.2 电路架构设计

调光电路的架构设计是实现其功能的基础。本文设计的调光电路主要由微控制器、驱动电路、传感器模块以及用户接口组成。微控制器作为调光电路的核心部件，负责接收用户输入的调光指令以及传感器反馈的环境光强信号，并根据预设的调光算法进行处理，输出相应的控制信号。驱动电路的作用是将微控制器输出的控制信号放大，以驱动灯具的调光模块。传感器模块用于实时监测环境光强，为调光算法提供动态反馈，从而实现

自动调光功能。用户接口则允许用户手动调节调光亮度，满足个性化需求。

### 1.3 调光原理实现

调光原理的实现是调光电路设计的核心环节。本文采用的 PWM 调光技术通过改变脉冲信号的占空比来调节灯具的亮度。具体而言，微控制器根据用户输入或传感器反馈的信号，计算出合适的占空比值，并输出相应的 PWM 信号。驱动电路将该信号放大后，送至灯具的调光模块。灯具根据 PWM 信号的占空比改变其实际工作功率，从而实现亮度的调节。为了提高调光精度，本文设计了一种基于反馈机制的调光算法。该算法通过实时监测灯具的实际亮度，并与目标亮度进行比较，动态调整 PWM 信号的占空比。

## 2 调光电路硬件设计

### 2.1 关键元件选择

在调光电路的硬件设计中，关键元件的选择至关重要，直接影响电路的性能与可靠性。首先，微控制器是调光电路的核心部件，其性能决定了调光算法的执行效率与精度。本文选用了一款高性能的 32 位微控制器，具备高速处理能力、丰富的外设接口以及低功耗特性。该微控制器能够快速响应用户指令和传感器信号，确保调光过程的实时性与稳定性。其次，驱动电路中的功率器件是实现调光功能的关键。本文选择了一款高效率的 MOSFET 作为功率器件，其具有低导通电阻、高开关速度以及良好的热性能。通过合理设计驱动电路，确保 MOSFET 在调光过程中能够稳定工作，同时降低电路的能耗。

### 2.2 电路布局设计

电路布局设计是硬件设计的重要环节，合理的布局能够有效提高电路的性能与稳定性。在本文设计的调光电路中，微控制器、驱动电路、传感器模块以及用户接口等各个模块的布局经过精心规划。微控制器作为核心部件，被放置在电路板的中心位置，以便于与其他模块的连接。驱动电路紧邻微控制器布局，以减少信号传输路径上的干扰。在驱动电路的设计中，特别注意了电源线和地线的布局，采用宽线设计以降低线路阻抗，确保电源供应的稳定性。传感器模块则被放置在靠近灯具的位置，以便实时监测环境光强。同时，为了减少传感器信号在传输过程中的干扰，采用了屏蔽线进行连接，并在信号输入端设计了滤波电路。用户接口部分则被放置在电路板的边缘位置，便于用户操作。在整体布局过程中，充分考虑了信号完整性与电磁兼容性。

### 2.3 硬件电路优化

硬件电路的优化是提升调光电路性能的关键步骤。在本文设计的调光电路中，主要从电源管理、信号处理以及散热设计等方面进行了优化。首先，在电源管理方面，采用了高效的开关电源模块，为电路提供稳定的电源供应。通过合理的电源滤波设计，消除了电源中的纹波和噪声，确保微控制器和驱动电路能够在稳定的电源环境下工作。其次，在信号处理方面，对传感器信号进行了多级滤波处理，以提高信号的稳定性和准确性。同时，对 PWM 信号的生成电路进行了优化，采用了高精度的定时器和滤波电路，确保 PWM 信号的占空比精度达到设计要求。最后，在散热设计方面，针对功率器件在调光过程中产生的热量，设计了有效的散热措施。通过合理布置散热片和优化电路板的散热布局，确保功率器件在高功率工作时能够保持在安全的温度范围内，延长了器件的使用寿命，提高了调光电路的可靠性。

## 3 调光电路软件设计

### 3.1 调光算法设计

调光算法是实现调光功能的核心，其设计直接影响调光电路的性能与用户体验。本文设计了一种基于反馈机制的调光算法，旨在实现高精度、低闪烁的调光效果。该算法通过实时监测灯具的实际亮度，并与目标亮度进行比较，动态调整 PWM 信号的占空比。具体而言，算法首先根据用户输入或传感器反馈的环境光强信号，计算出目标亮度值。然后，通过实时监测灯具的实际亮度，计算出亮度误差，并根据误差值调整 PWM 信号的占空比。为了提高调光精度，算法采用了比例-积分-微分控制策

略。PID 控制器能够根据误差值的大小和变化趋势，动态调整占空比的调整量，从而实现快速、稳定的调光效果。同时，为了降低调光过程中的闪烁现象，算法在调整占空比时采用了平滑过渡策略。通过合理设置占空比的调整步长和过渡时间，使得灯具的亮度变化更加平滑，提升了用户的视觉体验。算法还具备自适应功能，能够根据不同的灯具类型和使用环境，自动调整调光参数，以达到最佳的调光效果。

### 3.2 软件实现流程

调光电路的软件实现是将设计好的调光算法转化为可执行程序的过程。本文采用了一种模块化的设计思路，将软件分为初始化模块、用户输入处理模块、传感器信号处理模块、调光算法模块以及驱动信号生成模块。在初始化模块中，对微控制器的各个外设接口进行配置，包括定时器、中断、输入输出端口等，确保微控制器能够正常运行。用户输入处理模块负责接收用户通过用户接口输入的调光指令，并将其转换为调光算法所需的参数。传感器信号处理模块则负责采集传感器反馈的环境光强信号，并对其进行滤波处理，以提高信号的稳定性。调光算法模块是软件的核心部分，根据用户输入和传感器信号，调用调光算法计算出 PWM 信号的占空比。最后，驱动信号生成模块根据计算出的占空比值，生成相应的 PWM 信号，并将其输出至驱动电路。整个软件实现流程采用了分层设计的思想，各模块之间通过函数调用进行交互，具有良好的可读性和可维护性。通过模块化的设计方法，不仅提高了软件开发的效率，还便于后续的调试与优化。此外，为了确保软件的稳定性和可靠性，本文在软件实现过程中采用了严格的测试策略。对每个模块进行了单元测试，确保其功能正确无误。同时，对整个软件系统进行了集成测试，验证了各模块之间的协同工作能力，确保调光电路在各种工况下能够稳定运行。

### 3.3 软件优化策略

软件优化是提升调光电路性能的重要环节，通过优化软件代码，可以提高调光算法的执行效率，降低系统的功耗。在本文设计的调光电路软件中，主要从代码优化、资源管理以及算法优化等方面进行了优化。首先，在代码优化方面，采用了高效的编程语言和优化的代码结构。通过合理使用循环、分支语句以及函数调用，减少了代码的冗余度，提高了代码的执行效率。同时，对关键代码段进行了汇编语言优化，进一步提升了代码的运行速度。其次，在资源管理方面，合理分配了微控制

器的内存资源，避免了内存溢出和资源冲突的问题。通过优化数据存储结构，减少了内存的占用量，提高了系统的运行效率。最后，在算法优化方面，对调光算法进行了简化和优化。通过合理设置算法的参数，减少了计算量，提高了算法的执行速度。同时，采用了快速傅里叶变换（FFT）算法对传感器信号进行处理，提高了信号处理的效率和精度。通过这些软件优化策略，本文设计的调光电路软件在执行效率和功耗方面得到了显著提升，为调光电路的高性能运行提供了有力支持。

## 4 调光电路性能测试方法

### 4.1 测试环境搭建

性能测试是验证调光电路设计是否满足要求的关键环节。为了准确评估调光电路的性能，本文搭建了一个专业的测试环境。测试环境包括标准的照明实验室、可调光灯具、高精度的光强传感器以及数据采集系统。标准的照明实验室提供了稳定的环境条件，包括恒定的温度、湿度以及背景光强，确保测试结果的准确性。可调光灯具作为被测对象，能够根据调光电路的控制信号实现亮度调节。高精度的光强传感器用于实时监测灯具的实际亮度，并将其转换为电信号。数据采集系统则负责采集传感器信号，并将其传输至计算机进行分析处理。在测试环境中，将调光电路与可调光灯具连接，通过微控制器的用户接口输入调光指令或通过传感器反馈的环境光强信号进行自动调光。同时，利用高精度光强传感器实时监测灯具的实际亮度，并通过数据采集系统记录测试数据。通过搭建这样一个专业的测试环境，能够全面、准确地评估调光电路的性能表现，为后续的性能分析与优化提供可靠的数据支持。

### 4.2 测试指标设定

为了全面评估调光电路的性能，本文设定了多个关键测试指标。首先，调光精度是衡量调光电路性能的重要指标之一。调光精度反映了调光电路能够实现的最小亮度变化量，直接影响用户的视觉体验。本文通过比较灯具的实际亮度与目标亮度之间的误差，计算出调光精度。其次，调光稳定性也是重要的测试指标。调光稳定性反映了调光电路在不同工况下保持亮度稳定的能力。本文通过长时间监测灯具的亮度变化，计算出亮度的波动范围，以此评估调光稳定性。此外，能耗也是调光电路的重要性能指标。能耗反映了调光电路在实现调光功

能时的能源利用效率。本文通过测量调光电路在不同亮度下的功率消耗，计算出能耗指标。

### 4.3 测试流程说明

调光电路的性能测试流程是确保测试结果准确性和可靠性的关键环节。本文设计了一套完整的测试流程，包括测试前准备、测试过程以及测试数据处理。在测试前准备阶段，首先对测试环境进行检查，确保照明实验室的环境条件符合要求。然后，对调光电路进行初始化操作，包括检查电路连接是否正常、微控制器是否能够正常运行等。接着，对测试设备进行校准，包括光强传感器的校准和数据采集系统的校准，确保测试设备的准确性。在测试过程阶段，首先进行调光精度测试。通过输入不同的调光指令或改变环境光强，记录灯具的实际亮度变化，并计算调光精度。然后进行调光稳定性测试，长时间监测灯具的亮度变化，记录亮度的波动范围。接着进行能耗测试，测量调光电路在不同亮度下的功率消耗，并计算能耗指标。

## 5 结论

本文通过系统的研究方法，设计了一种高效、稳定的调光电路，并对其性能进行了全面测试与分析。在调光电路的设计过程中，本文详细探讨了调光技术的选择、电路架构的设计以及硬件与软件的实现要点。通过精心设计的性能测试方法，本文全面评估了调光电路的调光精度、稳定性、能耗以及动态响应能力。测试结果表明，该调光电路在各项性能指标上均表现出色，能够满足现代智能照明系统的需求。

### 参考文献

- [1] 肖飞, 张西超, 尤成江, 等. 某重型商用车自动调光遮阳板控制电路设计[J]. 汽车实用技术, 2023, 48(17): 65-70.
- [2] 林为, 胡昌吉, 李姗, 等. 一种晶闸管 LED 调光控制方法及调光电路设计[J]. 电工技术, 2024, (20): 11-13+16.
- [3] 吴钊强. 调光感应 LED 照明系统设计与分析[J]. 中国照明电器, 2021, (06): 23-27.
- [4] 袁雨桐. 基于单片机 LED 调光电路设计[J]. 中国新通信, 2019, 21(22): 68.
- [5] 冯虎林, 孙颖韬, 李昱林. LED 手电筒的高效调光电路设计与实现[J]. 决策探索(中), 2019, (01): 84-85.