

DOI: 10.3969/j.issn.1009-9492.2018.10.006

基于 WiFi 调光的 LED 驱动控制器的设计*

陈家明, 师文庆*

(广东海洋大学 电子与信息工程学院, 广东湛江 524088)

摘要: 设计一种基于 WiFi 短距离无线数字通信技术控制 LED 光源亮度的驱动控制器。采用 PWM 控制 LED 光源亮度, 用脉宽调制技术精确控制流过 LED 光源的电流, 为 LED 光源提供恒定的驱动电流和安全稳定的负载。使用者可以通过手机控制软件设置四路 LED 光源的亮度、色温等光学参数, 也可以根据相应的应用场合设置光照时间以及光照模式等。实验证明, 该控制方法简单、可靠、方便, 具有一定的实用意义。

关键词: WiFi 调光; PWM; LED 驱动; 恒流驱动

中图分类号: TP368

文献标识码: A

文章编号: 1009-9492(2018)10-0018-04

Design of LED Driver Controller Based on WiFi Dimming

CHEN Jia-ming, SHI Wen-qing*

(College of Electronics & Information Engineering, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China)

Abstract: This paper designs a LED driver controller based on WiFi short-range radio communication technology to control the brightness of LED light source. Using PWM to control the brightness of the LED light source, pulse width modulation technology is used to precisely control the current flowing through the LED light source to provide a constant drive current and a safe and stable load for the LED light source. The user can set the optical parameters such as the brightness and color temperature of the four-way LED light source through the mobile phone control software, and also set the lighting time and lighting mode according to the corresponding application. Experiments show that the control method is simple, reliable, convenient and has certain practical significance.

Key words: WiFi; PWM; LED driver; constant current driver

0 引言

近几年, LED 光源照明行业年产值增幅均高于 39%。根据中国光学光电子行业协会 LED 显示应用分会的统计调查可知, 2015 年度全国 LED 显示应用行业市场销售总额为 310 亿元, 2016 年度市场总体规模为 335 亿元, 较 2015 年度增长了 8.1%。随着科学技术进步, LED 光源照明技术各方面进一步完善, 价格也出现极大的调整, 应用范围越来越广泛, 其中在显示应用、照明应用和植物辐照应用等领域应用广泛^[1-2]。

LED 光源在信息显示领域的应用, 其产品涵盖从一般文字信息发布到高端全彩视频显示屏, 已形成一条完整的产业链。此外, LED 光源照明技术在植物的种植领域具备十分优势。不同植物整个的生长发育、开花结果过程, 其吸收光波长峰值也有差别, 同一种植物在不同生长阶段所需光强和光波也是不一样的。要使植物生长达到最大的效率, 在植物生长过程中适当地改变光波长和调节光照强度是极为重要的^[3]。LED 光源不同于普通的白炽灯可以直接

采用 220 V 的交流电进行供电。此外, LED 光源是特性敏感的半导体器件, 又具有负温度特性, 必须通过低电压驱动。在实际应用过程中必须使用相应的驱动器。LED 驱动器的作用就是在输入电压和环境温度等因素发生变动的情况下能稳定地控制 LED 电流的大小, 提供稳定的工作电流、工作电压, 保证 LED 光源的光输出将随输入电压和温度等因素变化而变化, 不会出现 LED 电流失控。结合调光技术可以有效地降低 LED 光源的温度, 延长 LED 光源的使用寿命, 只有 LED 驱动器和 LED 调光系统的两者相结合才能更好地发挥 LED 的长处, 确保 LED 光源的可靠性和实用性。

1 硬件电路设计

1.1 系统概念图

LED 驱动器由驱动电源、直流驱动、调光和多种保护电路所组合起来的, 保证通过 LED 负载的是恒定的直流电, 并且要降低自身电路的功耗^[4]。

如图 1 所示, 本文设计的基于 WiFi 调光的 LED 驱动控

* 广东省湛江市科技计划项目 (编号: 2015A02020); 广东省大学生创新创业训练计划项目 (编号: CXX12017076)

收稿日期: 2018-04-20

制器主要由MCU微处理器、电源模块、定时器模块、显示器模块、红外接收模块、WiFi手机通讯模块和四路LED驱动模块七部分组成。电源模块把输入DC36V的恒压电源转化成DC5V和DC3.3V，分别给MCU微处理器、WiFi手机通讯模块显示模块等供电。而LED驱动模块则是采用开关电源DC36V进行供电，分别驱动四路LED光源。MCU微处理器负责将WiFi手机通讯模块和红外接收模块接收到的调光数据和控制信息进行解析，将其中的通信数据转化成相应占空比的PWM信号输出给驱动模块的数字调光端口，从而实现远程无线数字调节光强和控制装置的目的。WiFi手机通讯模块和红外接收模块是无线数据可靠传输的核心模块，在装置正常工作后，可以用智能手机或者平板电脑等智能终端通过WiFi链接到装置，并且可以通过手机控制软件和红外遥控器以无线电形式发送调光数据和控制命令等信息进行控制装置。

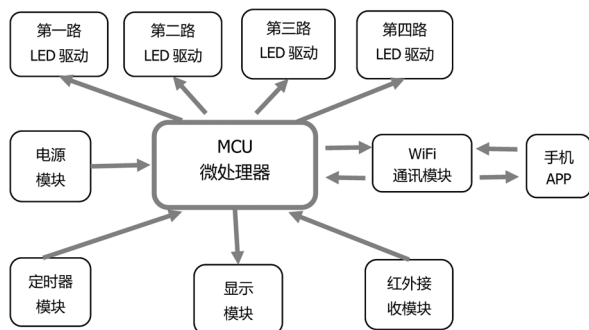


图1 系统概念框图

2.2 电源模块设计

由于本装置使用36V开关电源为整个系统进行供电，而系统的MCU微处理器、WiFi手机通讯模块、定时器模块等需要的是5V和3.3V供电，压差最大达到32.7V，直接使用开关电源供电将导致芯片烧坏。而且由于本装置的WiFi模块ESP8266对供电电源的纹波要求很高，若供电电压差过大会导致其重启。因此，采用如图2所示的电源降压

电路，其中的XL1509是一个150kHz固定频率脉宽调制（降压型）DC/DC转换器，具备2A负载驱动能力、效率高、低纹波和极好的线性、负载调节能力好等优点。LM1117是一款正电压输出的低压降三端线性稳压电路，在1A输出电流下的压降为1.2V，输出5.0V的电压精度为1%，同时内部集成过热保护和限流电路。故电源降压电路使用XL1509降压型DC转换器把36V转换为5V，再利用LM1117把5V转换成3.3V给相应的芯片系统供电，解决芯片发热和电源纹波两个问题。

2.3 定时器模块设计

定时器是单片机系统以及各电路模块非常重要的组成部分，定时器在保证电路正常运行的重要因素^[5]。定时原理是：定时器/计数器的核心部件是利用一个加法(减法)的计数器，对脉冲进行计数。计数脉冲来源分为：如计数脉冲来自系统时钟，则为定时方式，此时定时器/计数器每12个时钟或者每6个时钟得到一个计数脉冲，计数值加1^[6]。

R8025作为本装置的定时器模块芯片，内置高精度频率调整的32.768kHz水晶振子，可编程6种发生中断和2个系统的闹钟功能，具有计时与日历的计数功能。此外该芯片的振动停止检测功能可对内部数据进行有效无效判定，这样可以提高时钟精度调整与对时钟进行任意精度调整。如图3所示，实时定时器芯片R8025与单片机通过I²C总线接口方式进行通信。R8025芯片的SCL和SDA引脚分别连接FC通信的串行时钟和串行数据两条总线，数据在SDA线上以8位字节的形式进行传送。

2.4 MCU微处理器

本装置的MCU微处理器采用STC15W408AS。该芯片是增强8051CPU，运算速度比普通8051快8~12倍，另外STC15W408AD系列工作电压为5.5~2.4V，片内集成512字节的SRAM，内部集成8通道10位高速ADC，速度可选30万次/s，3路PWM还可当3路DA使用，可以满足本装置PWM脉冲调光、WiFi通信以及程序代码运算的需求。

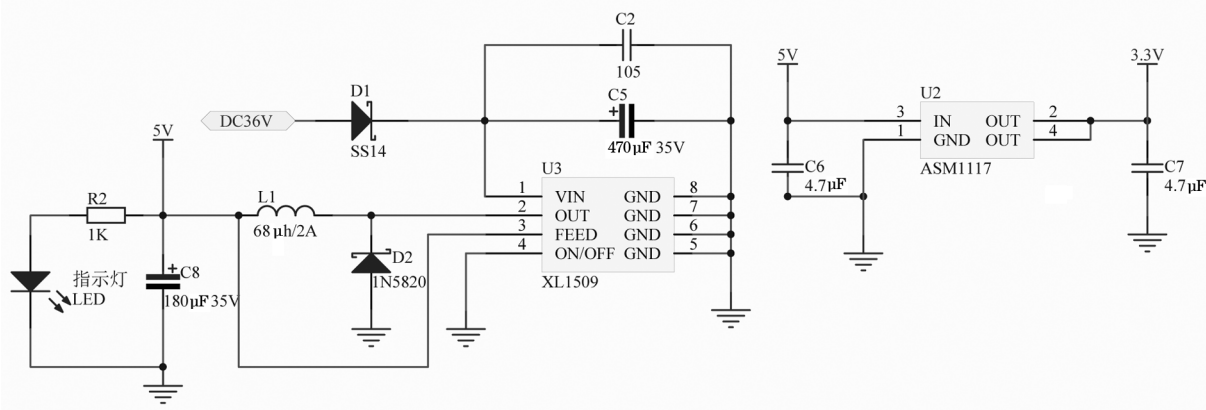


图2 电源降压电路

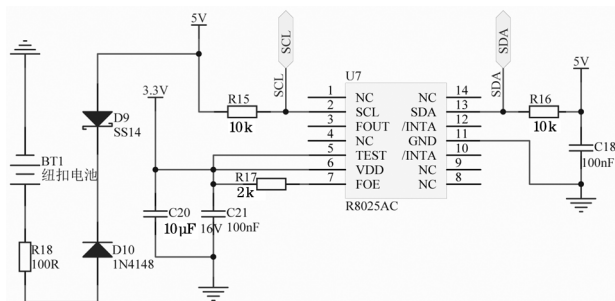


图3 定时器电路

本装置设计了4路PWM输出用于调节LED光照强度，而STC15W408AS单片机片内只集成了3通道PWM，还有一路PWM输出可以结合定时器中断利用IO口模拟PWM输出，这样就可以实现4路PWM输出。图4为STC15W408AS最小核心系统电路，单片机其余IO口外设在图中也有相应标出，可见该单片机刚好满足本设计的外围设备需要，同时可减少设计的成本，降低设计的复杂性，缩短开发周期。

2.5 无线通讯模块设计

由于WiFi技术具有无线电波覆盖范围广、速度快、费用低廉等特点，随着WiFi技术的不断成熟与普及，基于WiFi协议通讯的各类系统在各行业领域应用广泛^[7]。此外，WiFi通信还具备方便与现有的有线以太网整合的优点，组网的成本更低^[8]。

图5为本装置设计的WiFi接口电路图，图6为WiFi无线通信的核心—ESP8266模块，该模块电路高度集成和应

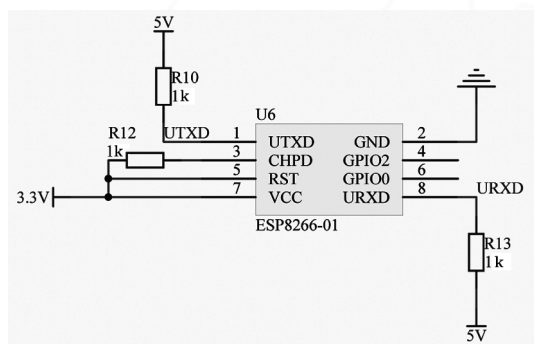


图5 wifi接口电路

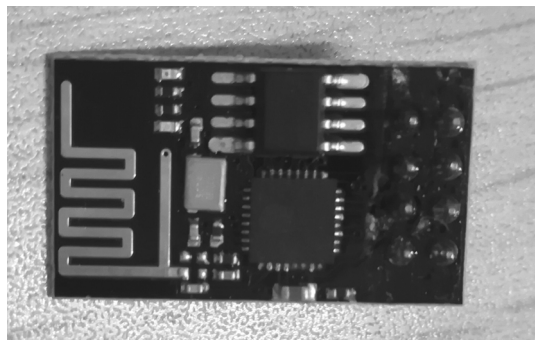


图6 ESP8266实物图

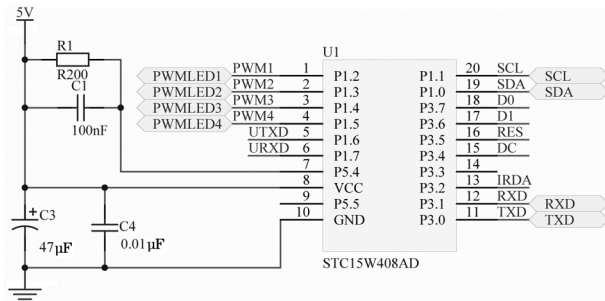


图4 STC15W408AS最小核心系统电路

用外围电路设计非常简单，同时具有STA、AP、STA+AP三种模式。如图7所示，本装置设计的无线通信方式采用BSS模式进行WiFi组网。组网通信系统中softAP模块、station模块均基于ESP8266进行搭建，并建立1个softAP无线接入点和多个与其关联的station无线网络的终端。各station模块实现不同的功能，如各类传感器、光照模式以及PWM调光等，手机端利用APP对softAP模块进行访问，进行装置参数的设定和LED光照的调节。在无线通信过程中，ESP8266模块相当于一个中间站的作用，经过云平台大数据处理，可以将各类实时数据保存到大型的服务器上，供用户使用电脑和手机快速查看或下发实时操作指令，可以远程控制电子产品\仪器\系统，实现不同的功能切换、监控、数据采集，达到无线控制LED光照和控制其他外围设备的作用^[9]。

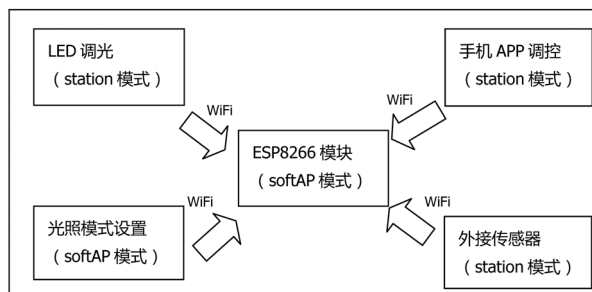


图7 wifi通信概念图

2.6 LED驱动模块

LED驱动器按照驱动方式，可以分为恒流式、稳压式。由于LED属于电流控制类的器件，使用恒压源驱动时，一旦驱动电源电压有微小波动，输出电流变化明显，就无法保持通过LED电流稳定。另外由于LED的制造工艺的不同和串联电阻的分压，即使能精确控制每个LED的端电压相同，也不能保证流过的电流相同，因此采用输入电压恒定的恒压源不能确保每个LED的亮度一致。如果用恒流源给LED光源供电，就能够确保了通过LED负载电流稳定^[10]。根据LED恒流驱动电源的可靠性容差设计可知，影响LED恒流驱动电源输出电流的关键元器件是稳压产生电路中的稳压器及相关分压电阻和采样电阻。考虑到驱动

电源的效率转换、有效功率、恒流精度、电源寿命等因素^[1]。图8为本装置设计的LED驱动电路,采用大功率LED驱动芯片SN3350作为驱动电路芯片。该芯片是一款降压型电流连续模式驱动芯片,可以驱动多达10颗单灯3W的LED,工作电压高达40V,驱动电流能力可达700mA。该芯片在工作过程中恒流效果稳定,不受电压波动影响,有效功率高达95%。该LED驱动电路中C1为输入电压滤波电容,R1为LED高位电流检测电阻,芯片的ADJ引脚为PWM输入端。ADJ脚悬空时,其输出电流 $I_{LED}=667\text{mA}$,当ADJ脚有电压 V_{ADJ} ,此时输出电流 $I_{LED}=0.083\frac{V_{ADJ}}{R_1}$,ADJ脚的直流电压 V_{ADJ} 为0.3~1.2V。单片机通过控制PWM波的电压占空比调节 V_{ADJ} 的大小,从而调节芯片输出电流大小,当 V_{ADJ} 达到预定的调光电平后LED灯发光稳定,无闪烁现象,达到恒流驱动LED的效果。该驱动电路调光范围可从0%~100%,整个调光范围平滑变化,效率高。

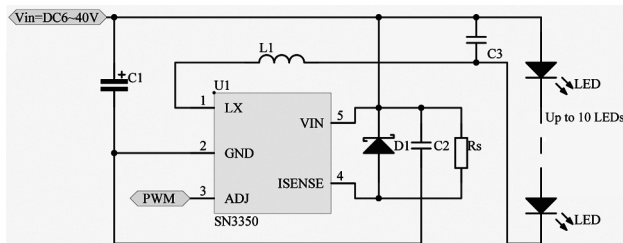


图8 LED驱动电路

2.7 LED调光的设计

温度是影响LED光源使用寿命的重要因素之一,调光可以有效地降低LED光源的温度,维持LED光源的光通量以及延长LED光源的使用寿命。调光在技术实现上有模拟调光、可控硅调光和脉宽调制(PWM)调光等多种方式。PWM也称脉宽调制,是利用半导体开关器件的导通和关断把直流电压变成电压脉冲列,并通过控制电压脉冲宽度和脉冲列的周期以达到变压变频目的的一种控制技术^[12]。PWM调光技术可使LED光源始终在恒流条件下工作且转换效率高。虽然模拟调光应用简单、价格低廉,但是无法达到恒流效果,调光效率也会随电流减小而降低。显然,PWM调光更符合人们对调光精度以及效率的要求。

为了增加调光系统的稳定性和实用性,本装置设计了红外遥控调光和手机软件调光两种无线调光方式。如图9所示为本装置设计的手机调光软件,当装置正常工作后,使用智能手机或者平板电脑等智能终端自动搜索到相应WiFi名称,用户可在LED调光软件上发送调光数据以及控制命令等信息,同时软件可以检测各路LED驱动的光强情况。此外,本装置搭载HX1838作为红外接收模块。该芯片耗能低、灵敏度高、接收范围可达10米。图10为红外遥控器,图11为HX1838作为红外接收模块应用电路图,遥控发出编码信号驱动红外发射管。编码信号再以光

信号发射给HX1838红外接收模块并转换成电信号经单片机解码。在红外接收范围内,用户可以使用红外遥控器选择调光模式或者调节四路LED光强。



图9 LED调光控制软件界面



图10 红外遥控器

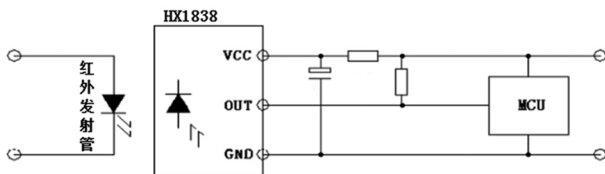


图11 HX1838应用电路图

3 结语

本文设计的一种基于WiFi技术可调光调色温的LED驱动控制器,研制带有调光功能的驱动电路对LED光源的高效率、高节能效果具有很大的意义,同时把物联网技术和数字调光技术、背光技术相结合。在实际应用中可以作为光照培养箱的控制器使用,可满足不同植物、菌类培养过程中对光照的需求。此外本文设计的LED驱动控制器集合了物联网WiFi技术,也可应用在智能家具、智能果蔬栽培等领域,从而为LED智能照明系统打开更广阔的市场空间,并为节能减排和绿色照明做出更大的贡献。

参考文献:

- [1] 常卫刚. LED照明技术的应用现状与发展趋势 [J].

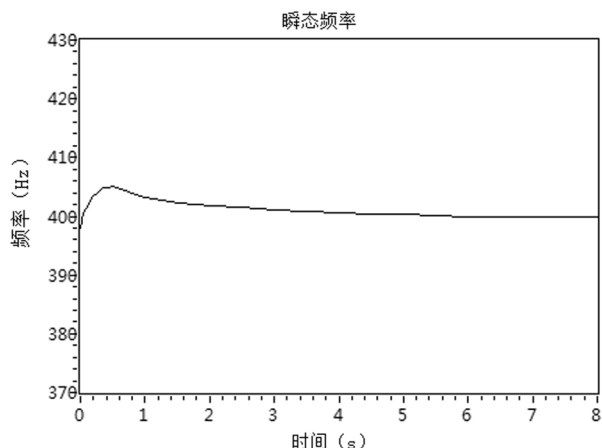


图8 100%负载突减时发电频率曲线

从图7可以看出,当机组100%负载突加时,由于燃机的转速会突降,从而导致机组发电频率有所下滑到393 Hz左右,此时控制器根据转速偏差,对机组电磁阀进行快速调整,增加系统供油量,使发电机组4 s后发电频率恢复到400 Hz附近。

从图8可以看出,当机组100%负载突减时,由于燃机的转速会突增,从而导致机组发电频率有所上升到405 Hz左右,此时控制器根据转速偏差,对机组电磁阀进行快速调整,减小系统供油量,使发电机组5 s后发电频率恢复到400 Hz附近。

从机组发电频率瞬态响应曲线可以看出,当发电机组输出频率发生变化时,控制器能够让燃气轮机转速平稳、快速恢复,控制效果较为理想。

5 结论

本文针对某微型燃气轮机发电机组控制系统的设计需

求,对机组控制系统工作原理和特点进行了分析,重点对机组启动控制、转速控制策略进行了研究,并设计了一个集数据采集、程序控制、故障检测与一体的控制器。经机组运行测试表明,该控制器满足燃气轮机发电机组控制系统设计要求,具备良好的快速响应能力和环境适应能力,具有很好的应用前景。

参考文献:

- [1] 韦炜,李磊,李珊.燃气轮机启动控制策略研究与仿真[J].中国新技术新产品,2015(15):60.
- [2] 郭荣祥,武嘉杰.燃气轮机发电模块的控制策略探析[J].山东工业技术,2016(04):58.
- [3] 谢清明,徐圆,郭宏,等.微型燃气轮机发电站控制策略分析[J].推进技术,2012(01):84-88.
- [4] 郝少杰,方康玲.基于模糊PID参数自整定的温度控制系统的研究[J].现代电子技术,2011(07):196-198.
- [5] 石莹,朱丽君,任建平,等.基于模糊PID控制的微型燃气轮机发电系统研究[J].工矿自动化,2015,41(03):84-87.
- [6] 张玲娜,马艳,张建军.PID控制与模糊PID控制在电机调速系统中的比较与仿真[J].自动化与仪器仪表,2016(07):52-54.
- [7] 刘慧博,王静,吴彦合.无刷直流电机模糊自适应PID控制研究与仿真[J].控制工程,2014(04):583-587.
- [8] 王庆明,孙怡.基于模糊PID控制的直流电机同步控制系统[J].机电工程,2012,29(05):493-496.

作者简介:杨秀涛,男,1986年生,贵州黎平人,硕士,工程师。研究领域:系统供电及测试技术。

(编辑:麦丽菊)

(上接第21页)

- [1] 产业与科技论坛,2017,16(13):67-68.
- [2] 关积珍,姚太平,马修阁,等.2016中国LED显示应用行业年度发展报告[J].智能建筑电气技术,2017,11(06):72-76.
- [3] 李熹霖.可见光LED应用:机遇和责任[J].智能建筑电气技术,2017,11(06):56-58.
- [4] 周志敏,周纪海.LED驱动电路设计与应用[M].北京:电子工业出版社,2008.
- [5] 张毅刚.MCS-51单片机应用设计[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版,1990.
- [6] 朱旭光.单片机定时器应用探讨[J].自动化技术与应用,2012,31(01):99-103.
- [7] 李扬.WiFi技术原理及应用研究[J].科技信息,2010(06):241-241.
- [8] IEEE 802.11b-1999 Supplement to 802.11-1999[S]. Wireless LANMAC and PHY specifications: Higher speed Physical Layer (PHY) extension in the 2.4GHz

band.

- [9] 邱宏斌.一种基于ESP8266模块的物联网设计思路[J].电子世界,2017(07):157-157.
- [10] 李杨帅.基于PWM的无级调光LED驱动电路设计[D].西安:长安大学,2015.
- [11] 翟国富,胡泊,张宾瑞,等.LED路灯恒流驱动电源可靠性容差设计技术的研究[J].电工技术学报,2011,26(01):135-140.
- [12] 金英,潘再平.脉宽调制控制方法研究[J].科技通报,2005(01):30-32.

第一作者简介:陈家明,男,1994年生,广东清远人,大学本科。研究领域:电子科学与技术。

※通信作者简介:师文庆,博士,副教授,主要从事物理电子与激光应用技术方面的教学与研究工作。

(编辑:阮毅)