

基于虚拟仪器的光电传感器实验系统

曹显莹 曲 阳 郭春来

(哈尔滨石油学院实验中心 黑龙江 哈尔滨 150000)

(收稿日期:2018-01-17)

摘 要:基于美国国家仪器公司(简称NI)的NI USB-6003数据采集器,结合目前使用的D-GD-III型号的光电传感器特性综合实验仪,用LabVIEW设计了测量光电传感器特性实验系统,使用该系统测量了光敏二极管的光照特性和伏安特性,该系统具有测量方便灵活,实时直观,扩展性好等优点,测量的实验结果与传统的教学仪器测量结果吻合.

关键词:光敏二极管 NI USB-6003 数据采集器 LabVIEW 光电传感器特性综合实验仪

光敏传感器是将光信号转换为电信号的传感器,也称为光电式传感器,它可用于检测直接引起光强度变化的非电量,如光强、光照度、辐射测温、气体成份分析等;也可用来检测光能转换成光量变化的其他非电量.光敏传感器具有非接触、响应快、性能可靠等特点,因而在工业自动控制及智能机器人中得到广泛应用.光敏二极管,响应速度快、频率响应好、灵敏度高、可靠性高,广泛应用于可见光和远红外探测,以及自动控制、自动报警、自动计数等领域中的生产设备和检测装置.

为了增加学生对光敏传感器的了解,大学物理实验课开设了光电传感器特性测量实验,实验教学设备和测试方法都比较传统,目前我校使用的实验教学设备是某公司生产的D-GD-III型号的光电传感器特性综合实验仪,测量方法是学生通过测量数据点,然后绘制光敏传感器的光照曲线和伏安曲线,因此,学生在测量过程中需要大量的数据点,比如,在绘制光照曲线时,学生一般需要记录40个数据点,在记录的过程中学生普遍感到枯燥而厌烦,难免在记录过程中出现错误,在绘制图像时,需要将众多的数据点绘制到计算纸上,这个过程不仅耗时而且

繁琐,在绘制过程中,曲线拟合十分粗糙,造成画出的图像与理论不相符合,有些学生为了使自己的测量结果接近实验结果,个人的主观因素对实验结果影响较大,学生会对实验仪器、理论知识出现怀疑,如果在这时我们能将传统的实验仪器与计算机结合,利用计算机进行控制、采集、记录、分析数据,使用Origin数据处理软件进行处理数据,不仅省时还能得到更客观的实验数据和直观的图像.

虚拟仪器技术是现代仪器技术与计算机技术相结合的产物,利用计算机软件代替传统仪器的硬件实现信号分析、数据处理和显示等多种功能^[1].虚拟仪器利用LabVIEW图形化语言,具有开发效率高、界面美观友好、扩展性强等特点^[2].

基于虚拟仪器等特点,本文基于美国国家仪器公司(简称NI)的NI USB-6003数据采集器^[3,4],结合目前使用的D-GD-III型号的光电传感器特性综合实验仪,使用LabVIEW设计了测量光电传感器特性实验系统,介绍了使用NI USB-6003数据采集卡的实验方法,信号采集的电路设计,数据分析,利用Origin数据处理软件处理实验数据,并与使用传统实验仪器测量数据的实验方法进行对比,发现该

实验方法测量方便灵活,实时直观,并具有较强的扩展性.学生可以利用该实验方法,自己设计合适的实验电路,对有关物理量进行测量和分析.

1 测量光敏二极管基本特性的实验系统

1.1 实验系统的硬件结构

实验系统原理框图如图1所示,核心是1台NI USB-6003数据采集器,有2个模拟信号输入通道CH0和CH1,采样速率100 kHz,双通道采集时每通道可达到50 kHz的采样率,采样精度为16位.输入数据采集卡的两路信号作为CH0的光照信号和CH1的光电流信号.

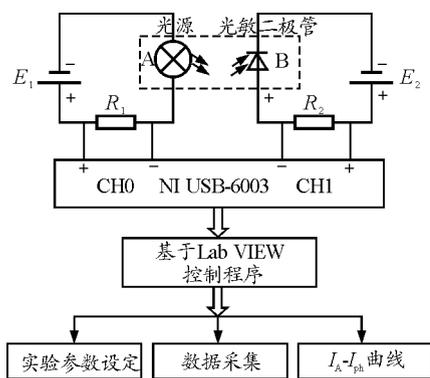


图1 实验系统原理框图

主电路的左半部分为光照信号,利用一只可调电源向小灯泡 A 供电,电路中串接一只电阻器 R_1 ,实验过程中通过调节可调电源来调节小灯泡 A 的光强,此时利用数据采集卡输入通道 CH0 采集电阻器 R_1 两端电压 U_{R_1} , U_{R_1} 与 R_1 成正比,其中,本实验所用的小灯泡的规格为 12 V, 10 W, 输出电流 I 取值在 0 ~ 800 mA, 可调电源 E_1 取值在 0 ~ 12 V, 故我们选取的电阻 R_1 为 0.6 Ω .

主电路的右半部分代表光电流信号,同样将光敏二极管电路中串联一只电阻器 R_2 ,数据采集卡输入通道 CH1 采集电阻器 R_2 两端电压 U_{R_2} , U_{R_2} 与 R_2 成正比,其中, E_2 为稳压电源, E_2 的调节范围在 0 ~ 12 V, 电阻 R_2 的取值基于 D-GD-III 型光传感器特性综合实验仪,由于本实验是将数据采集卡连接到实验仪上,而实验仪中的电阻 R_2 为固定值 1 k Ω .

1.2 实验系统软件结构

基于 LabVIEW 的测控软件包括参数设定、数据采集、 $I-U$ 曲线实时显示、数据记录及保存和数据分析等功能,其中光敏二极管的光电流和光照电流的前面板如图2所示,参数设定模块可对 R_1 两端的电压 U_{R_1} 和 R_2 的两端电压 U_{R_2} 进行设定,数据采集模块可对 U_{R_1} 和 U_{R_2} 值进行测量, $I-U$ 关系曲线模块把 U_{R_1} 和 U_{R_2} 值分别还原为电流 I_{R_1} 和电压 I_{R_2} 后实时显示,数据记录及保存模块把 I_{R_1} , I_{R_2} 值和实验参数量写入用户文件,数据处理主要完成对 U_{R_1} 按照标定系数转换成为电流 I_{R_1} , 对 U_{R_2} 按照标定系数转换为 I_{R_2} , 画出 $I_{R_1} - I_{R_2}$ 曲线.

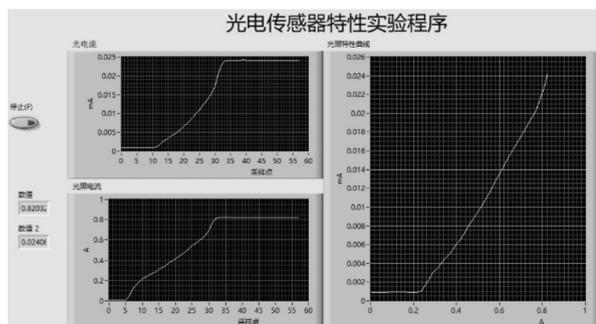


图2 光敏二极管的光电流和光照电流前面板图

2 实验结果

2.1 光敏二极管的光照特性曲线

所谓光敏二极管的光照特性就是测定光敏二极管在不同的外加电压 U 下,光电流 I_{ph} 随光照的变化情况.

图3为图2采集数据导出的 Origin 数据处理软件所做的图像^[5],其中实线为 Origin 软件直线线性拟合, $y = kx + b$, 其中拟合的斜率

$$k = 0.03452 \quad b = -0.008$$

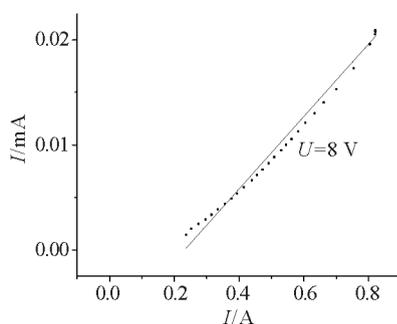


图3 利用 Origin 软件拟合的光照特性曲线

2.2 光敏二极管的伏安特性曲线

光敏二极管的伏安特性是指测定在不同光照下光电流 I_{ph} 随电压 U 的变化。

由于本校实验过程中所用的光电传感器实验箱的稳压电源 E_2 电压不能从 $0 \sim 12\text{ V}$ 逐渐调节,本文选择的电压点为 $2\text{ V}, 4\text{ V}, 6\text{ V}, 8\text{ V}, 10\text{ V}, 12\text{ V}$,图4为光敏二极管伏安特性数据采集曲线,光照电流分别在 $0.6\text{ A}, 0.7\text{ A}, 0.8\text{ A}$,图4为由图2采集数据导出的 Origin 数据处理软件所做的图像。

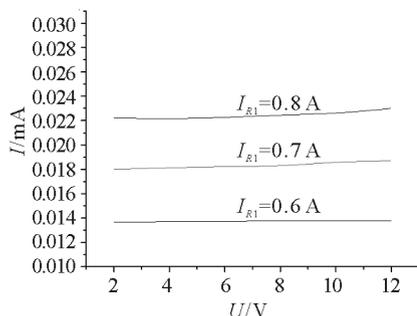


图4 利用 Origin 软件绘制的伏安特性曲线

3 讨论与分析

图5和图6分别是学生利用描点法绘制的光敏二极管光照曲线和伏安曲线,学生使用的是 D-GD-III 型光传感器特性综合实验仪,其中图5在 $E_2 = 6\text{ V}, E_2 = 8\text{ V}$ 时的两条光照曲线,从图中可以看出,每条曲线均需要记录大概 40 个数据点,数量很大与理论图像相比较,结果比较相似,将图3和图5进行比较,结果比较相似,与理论结果相比,图3更加吻合。

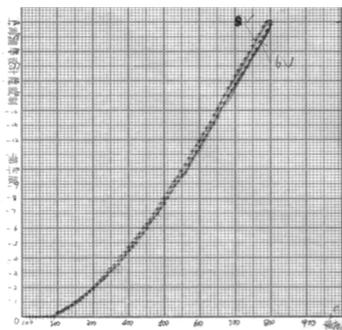


图5 描点法绘制光敏二极管光照曲线

图6是光照电流分别在 $600\text{ mA}, 700\text{ mA}, 800\text{ mA}$ 的光敏二极管的伏安曲线,共需要记录 18 个

点,通过与图4和图6进行对比,采用该实验系统所得到的图与教学仪器得到的结果基本符合,并且更加接近理论结果。

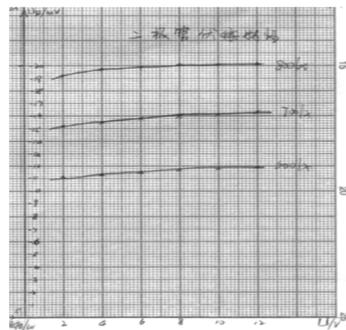


图6 描点法绘制光敏二极管伏安曲线

4 结论

本文将数据采集器与传统的实验仪器相结合,测了光敏二极管的光照特性曲线和伏安特性曲线,利用数据采集器采集数据,通过计算机进行数据分析,利用 Origin 数据处理软件进行数据处理,将该实验方法与使用传统实验仪器测量数据的实验方法进行比较,发现该实验方法大大提高了实验数据测量的精度和实验效率,学生可以针对不同的实验内容,自己设计合适的实验电路,对有关物理量进行测量和分析.这样既丰富了物理实验课程的内容,又可以充分调动学生参与实验的积极性和主动性。

参考文献

- 1 王亚凡,张秉仁,闫立东.基于 LabVIEW 的多功能虚拟频谱分析仪的设计.电子技术应用,2014,40(12):100~102,106
- 2 王泳宁,毛多鹭.基于 LabVIEW 的微机原理实验辅助学习平台.现代电子技术,2015,38(18):33~35
- 3 廖德驹,沈韩,崔新图,等.一种数据采集器的温度特性实验系统.实验室研究与探索,2016,35(1):111~113
- 4 崔新图,沈韩,方奕忠,等.基于 NI myDAQ 数据采集器的表面张力系数测量系统.物理实验,2015,35(3):6~9
- 5 郝长春,孙文远,冯盈,等.Origin9.0 软件在微波技术实验中的应用探讨.大学物理实验,2017,30(2):93~96

精确测量安培力与磁场和电流夹角关系的创新实验设计

岳凌月

(北京师范大学附属中学 北京 100052)

琚鑫

(北京市第十五中学 北京 100054)

梁吉峰

(北京市第八中学京西校区 北京 102308)

(收稿日期:2018-01-11)

摘要:利用更加精确和灵敏的安培力定量演示仪,精确测量任意角度下的安培力大小,并得到了完整的正弦函数曲线.

关键词:自主探究 安培力 正弦曲线

1 研究背景

匀强磁场中安培力的特点是高中物理教学的一个重点.但关于安培力大小 $F=ILB\sin\theta$ 这个公式,人教版教材只给出了定性的实验研究($B\perp I$)和理论上的推导(磁感应强度 B 与电流 I 成任意夹角 θ 的情境),并没有定量的实验验证.从目前发表成果来看,多为定性研究^[1~3]或只研究了 F 与 B, I, L 的

定量关系,而缺少 F 与 θ 的定量关系^[4~6].只有极少数教师挑战了 F 与 θ 的定量关系,也仅仅实现了特殊角度($0, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ$)的测量,当磁场方向与电流方向间夹角变化较小时,安培力测量仪对安培力的变化反应不灵敏,这造成有效数据减少,无法直观看出来 F 与 θ 间的正弦关系^[7~8].

笔者提出一种可以精确测量磁场与电流成任意夹角时的安培力的实验装置.

Photoelectric Sensor Experimental System Using Virtual Instrument

Cao Xianying Qu Yang Guo Chunlai

(Center of Experiment, Harbin Institute of Petroleum, Harbin, Heilongjiang 150000)

Abstract: Using NI USB-6003 with the photoelectric sensor characteristics of the experimental instrument, an experiment system for photoelectric sensor characteristics of the experimental system was designed base on NI USB-6003, we measured photodiode photometric characteristics and volt-ampere characteristics by the system, the system has the following advantages, for example, measurement for convenient and flexible, real-time visual, scalability and so on, The measured results are in good agreement with the traditional teaching instruments.

Key words: photodiode; NI USB-6003 data acuisitor; LabVIEW; photoelectric sensor characteristics of the experimental instrument