



经济型便携式电子技术综合实验室的构建

金建辉, 邵永成, 李盛洪, 李灿灿, 金 龙

(昆明理工大学 信息与自动化学院, 昆明 650500)

摘要: 市场上的便携式电子技术实验室设备, 大多价格昂贵, 不能每名同学都配备。该文提出了一种经济型便携式电子技术综合实验室的设计方案, 性价比高, 方便携带, 能独立开展电子技术基础实验, 还能开展软硬件结合、模数电结合和单片机模数结合的综合融合电子技术实验, 实验的高阶性, 以及挑战度和创新性要求显著提高。学生实验时间和场所之间的矛盾得到解决, 不仅能完成电子技术课程实验, 而且能进一步拓展学生创新性实验范围, 能进一步调动学生学习积极性, 提升实践动手能力, 加强了理论和实践的结合。

关键词: 电子技术; 经济型; 便携式; 实践创新能力

中图分类号: G642

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20200290

Construction of Economical Portable Electronic Technology Comprehensive Laboratory

JIN Jianhui, SHAO Yongcheng, LI Shenghong, LI Cancan, JIN Long

(Faculty of Information Engineering and Automation, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China)

Abstract: Most of the portable electronic technology laboratory equipment on the market are expensive and cannot be equipped to every student. This paper puts forward a design scheme of an economical portable electronic technology comprehensive laboratory, which is cost-effective and easy to carry. It can independently carry out basic experiments of electronic technology, and also carry out software and hardware combined, analog and digital combined, and single-chip microcomputer analog and digital combined and other comprehensive experiments of electronic technology. The high-level, challenge rating and innovation requirements of the experiments are significantly improved. It can not only solve the experimental problems of electronic technology courses, but also further expand the scope of students' innovative experiments, further mobilize students' learning enthusiasm, improve practical ability, and close the combination of theoretical learning and practice.

Key words: electronic technology; economical type; portable; practical innovation ability

新时代背景下, 国家确定了以创新驱动为主的发展战略, 高校必须承担起为国家发展复兴培养具备较高理论和实践创新能力人才的历史任务。现代电子技术发展快速, 新技术已经日新月异, 在生产生活中应用广泛, 对具有较高实践创新能力的电子类人才需求很大。然而, 很多高校的电子技术类学科实践教学还停留在简单水平, 培养出的相关专业学生大部分实践创新能力低下, 无法独立开展电子技术实践创新活动, 无法适应社会需求。分析原因主要是高校电子技术实验室设备数量

有限, 实验场所面积有限, 实验课时有限, 学生无法随时随地开展大量创新性实验和探究式实验, 影响了学生的学习积极性和主动性, 学生实践创新能力的培养和锻炼的质量不高^[1-2]。相应的实践教学改革也在如火如荼地进行着, 大家公认的方法就是为学生配备一套便携式电子技术综合实验室设备, 让学生随时随地开展大量实验, 就能有效解决这样的困境。市场上出现了很多便携式电子技术实验室设备, 大多价格昂贵, 动辄上千元人民币, 很多学校无法为每名同学配备, 学生自己也大多买不

收稿日期: 2020-06-24; 修回日期: 2020-12-09

基金项目: 昆明理工大学“实验室建设与管理研究”项目(syyj201726); 昆明理工大学“基于电子技术实验的学生创新创业能力培养模式研究”项目(2019)。

作者简介: 金建辉(1974-), 男, 硕士, 高级实验师, 主要从事电子科学与技术方面的工作。

起。为了解决这个问题,本文提出了一种经济型便携式电子技术综合实验室的设计方案,该方案性价比高,方便携带^[3],不仅可以独立开展单一电子技术基础实验,还可以开展软硬件结合、模数电结合和单片机模数结合的综合复杂型电子技术实验^[4],完全满足电子技术类学生电子技术实践基础教学的学习要求,在200元人民币以内,学生负担不重。在昆明理工大学电子技术实验教学中已经使用,教学实践效果很好,学生完成的电子技术实验的数量增加,质量提高,实验的高阶性、挑战度和创新性要求明显提高^[5-9]。当然对实验课教师的综合专业素质要求也提出了挑战,要求教师必须要有解决学生更多个性化问题的综合实践创新能力。

1 经济型便携式电子技术综合实验室的组成及特点

1.1 经济型便携式电子技术综合实验室的组成

如图1所示,经济型便携式电子技术综合实验室方案包括便携式模拟电子技术实验板、便携式数字电子技术实验板、便携式单片机开发基础板、数字万用表和单通道简易示波器5部分组成。其中便携式模拟电子技术实验板、便携式数字电子技术实验板和便携式单片机开发基础板是自主设计的实验板,数字万用表和单通道简易示波器是购买市场成熟产品。每部分可以单独开展电子技术实验,又可以融合开展电子技术实验,方便灵活。

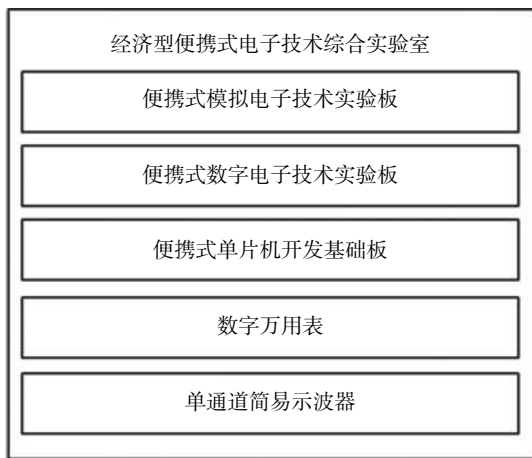


图1 经济型便携式电子技术综合实验室方案组成

便携式模拟电子技术实验板,针对模拟电子技术实验内容特点设计,可以独立完成模拟电子技术相关实验;便携式数字电子技术实验板,针对数字电子技术实验内容特点设计,可以独立完成数字电子技术相关实验;便携式单片机开发基础板,可以

独立完成单片机的最基础实验,主要考虑到大部分学生还没有开设相关单片机课程,没有理论基础,简单内容容易上手,为此还为学生配套了对应开发板的单片机仿真电路及程序,方便无基础学生学习;数字万用表只要求具备万用表基本功能,精度一般,价格便宜;单通道简易示波器只要求观测一般电压幅值和频率的波形信号,指标不高,价格适中。这些设备组合在一起相当于一套简易的综合电子技术实验室,完全能胜任电子技术实验的基础教学内容,而且还扩展了现有电子技术基础实验内容及要求,提前引入了单片机基础实验,使电子技术基础实验内容更加灵活、新颖和丰富,即符合现代电子技术软硬件紧密结合的要求,又大大增加了电子技术实验内容的趣味性,可充分调动学生的自主实验积极性和主动性。

1.2 经济型便携式电子技术综合实验室的特点

便携式电子技术实验室通用性强、灵活性好、价格便宜、耐用性好、方便携带使用并能组合完成各种综合性创新实验,但是设备性能指标不高,只能满足相对指标较低的基础综合实验内容要求。

1) 便携性

便携式电子技术实验室各部分体积小,重量轻,方便学生随身携带,供电采用人人有的充电宝,实现随时随地开展实验,既可在实验室开展,也可在教室、宿舍开展。

2) 独立性

便携式电子技术实验室每个实验模块都可以独立开展与模块对应的电子技术实验。便携式模拟电子技术实验板,支持学生独立完成模拟电子技术实验指导书上的所有实验项目,还支持学生完成个性化创新性模拟电子技术实验项目。便携式数字电子技术实验板,支持学生独立完成数字电子技术实验指导书上的所有实验项目,还支持学生完成个性化创新性数字电子技术实验项目。便携式单片机开发基础板,支持学生独立完成单片机基础开发实验。

3) 完整性

全套设备包括了模数电实验板、单片机实验板和电子技术基本测量设备,设备齐全,相当于现在的模拟电子技术实验室、数字电子技术实验室和单片机实验室3个实验室的基本设备。多块相同模块板可以组合完成同一课程内容的复杂综合性实验,多块不同模块也可以组合完成多门课程内容融合在一起的复杂综合性实验。

4) 经济性

便携式电子技术实验室性价比相当高, 价格 200 元以内, 学生较能接受, 方便推广使用。

5) 独特性

该型便携式电子技术实验室与现有便携式电子技术实验室相比, 电源功率加大, 交流电源不需要变压器, 电源有保护、有抗干扰措施和显示, 模块组合灵活。

2 经济型便携式电子技术综合实验室主要模块的设计方案

2.1 便携式模拟电子技术实验板的设计

如图 2 所示, 便携式模拟电子技术实验板设计有信号源单元电路、隔离型 5 V 转正负 12 V 直流电源单元电路、5 V 升转 24 V 交流电源单元电路、电源保护单元电路、电流显示单元电路和电路面包板单元构成^[10]。成品 PCB 板的 3D 图如图 3 所示。

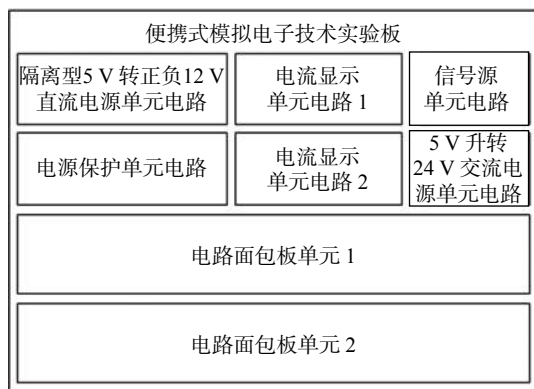


图 2 模拟电子技术实验板方案框图

1) 信号源单元电路

采用集成信号发生芯片设计, 能提供 1 Hz~1 MHz 的正弦波、方波和三角波。正弦波和三角波幅值 0~3 V 可调, 方波 8 V 输出, 满足基础模拟电子技术实验对信号的要求。不足之处是功率小, 带负载能力弱, 幅度可调范围小, 在使用时需加跟随电路或放大电路。

2) 隔离型 5 V 转正负 12 V 直流电源单元电路

隔离型 5 V 转正负 12 V 直流电源能充分利用学生人人有的充电宝, 实现随时随地开展实验的可能, 正负 12 V 电源的电流指标是正 12 V 1 A 和负 12 V 1 A, 满足大多数模拟电子技术实验要求的功率。

3) 交流电源单元电路

由于模拟电子技术实验中有整流稳压实验,

所以设计了一个由 5 V 升 12 V 转 24 V 交流的逆变电路, 输出电流指标是 500 mA, 基本满足电源实验的功率。不足之处是功率偏小。

4) 电源保护单元电路

初学的学生实验故障多, 必须增加可靠的电源保护, 保护电源和电路不被烧毁, 采用了精确可调限流电路进行保护, 才开始学习可以设定较小的保护电流, 如 300 mA, 之后可以根据实验功率及时调整保护电流大小, 已达到保护实验设备和电路的目的。

5) 电流显示单元电路

有了电流显示单元电路, 学生可以及时了解实验电路电压电流状态和电路功耗, 发现电路故障, 深刻认识能量对电路工作状态的影响, 这是无数次仿真都不能体会到的认识。

6) 电路面包板单元

电路面包板可以适应大多数模拟电子器件的连接, 方便学生开展各种个性化综合实验, 不足之处就是长时间使用它会出现接触不良的问题, 需要及时更换。

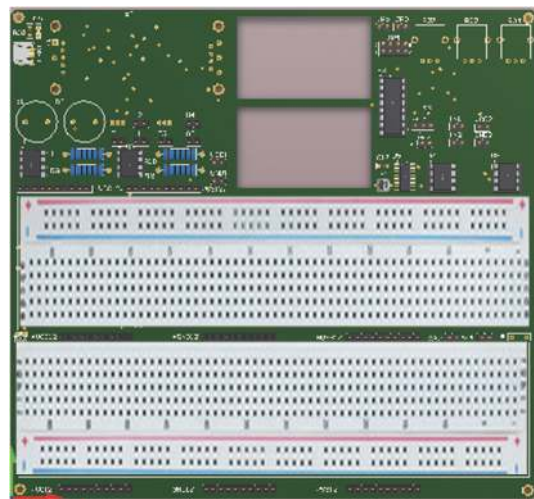


图 3 实验板成品 PCB 板的 3D 图

2.2 便携式数字电子技术实验板的设计

如图 4 所示, 便携式数字电子技术实验板由逻辑信号输出单元电路, 逻辑信号输入单元电路、数码管译码显示单元电路、电源保护单元电路、电流显示单元电路和电路面包板单元构成, 成本控制在 35 元人民币以内。成品 PCB 板的 3D 图如图 5 所示。

1) 可调脉冲信号源单元电路

能产生 0.1 Hz~1 MHz 的分段可调连续 CP 脉冲, 为数字电路提供实验脉冲信号, 基本满足数

字电子技术实验要求。

2) 单脉冲源单元电路

能实现防抖输出按钮信号, 为数字电路提供实验手动单脉冲信号。

3) 逻辑信号输入单元电路

由单管电路构成, 结构简单, 能以电平方式输入逻辑“0”和“1”, 逻辑“0”对应 0 V 电压, 逻辑“1”对应 3.5 V, 电流可以提供 10 mA, 可以带多个逻辑输入, 共 8 路, 由 8 个按钮控制。

4) 逻辑信号输出单元电路

由单管电路构成, 结构简单, 能以发光二极管显示电路逻辑状态, 逻辑“0”表示发光二极管不亮, 逻辑“1”表示发光二极管发红光。电平小于 2.7 V 输出逻辑对应逻辑“0”, 电平大于 2.7 V 输出逻辑对应逻辑“1”。

5) 数码管译码显示单元电路

由两个带限流电阻的数码管和两个带二十进制译码器的数码管, 共 4 个数码管组成, 能完成显示译码器设计实验和计数器设计实验的数码管计数显示, 也可以做其他显示设计实验。

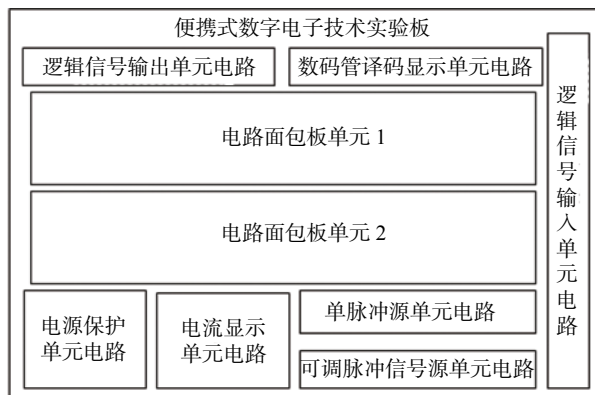


图4 数字电子技术实验板方案框图

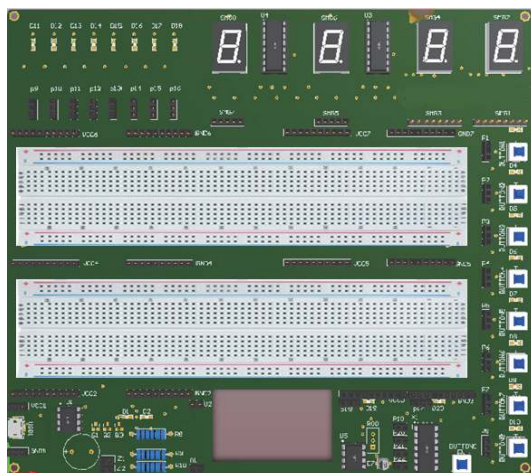


图5 实验板成品PCB板的3D图

6) 电源保护单元电路

为应对初学的学生实验故障多, 必须增加可靠的电源保护, 保护电源和电路不被烧毁, 采用了精确可调限流电路进行保护。

7) 电流显示单元电路

有了电流显示单元电路, 学生可以及时了解实验电路电压电流状态和电路功耗, 发现电路故障。

8) 电路面包板单元

电路面包板可以适应大多数数字芯片的连接, 方便学生开展各种个性化综合实验, 与模拟的一样不足之处就是长时间使用它会出现接触不良的问题, 需要及时更换。

2.3 便携式单片机开发基础实验板的设计

如图6所示, 便携式单片机开发基础实验板由单片机芯片单元电路、按钮输入单元电路、发光二极管输出单元电路、继电器输出单元电路、数码管译码显示单元电路, 电源抗干扰单元电路, 程序烧写接口单元电路和通用 I/O 接口单元组成, 同时还配套了对应板子的软件仿真电路和基础程序。成品 PCB 板的 3D 图如图7所示。

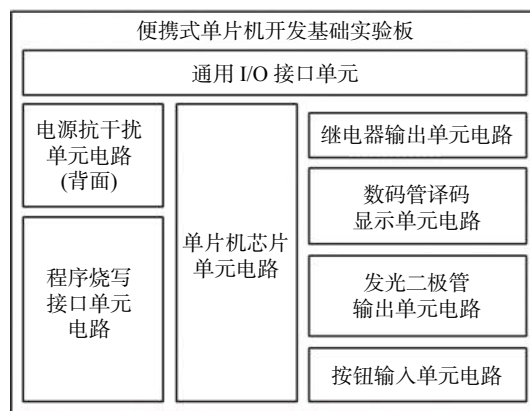


图6 单片机开发基础实验板方案框图

1) 单片机芯片单元电路

STC 单片机简单易学, 价格便宜, 功能齐全, 实验板配备了对应仿真电路图和仿真调试程序, 学生虽然没有学习过单片机, 完全可以通过仿真软件调试设计程序, 调试好后下载到实验板上进行实验。

2) 按钮输入单元电路

能进行按钮的编程设计, 实现按钮控制的实验。

3) 发光二极管输出单元电路

能进行发光二极管的编程设计, 实现控制发光二极管显示的实验。

4) 继电器输出单元电路

能进行继电器控制的编程设计, 实现对继电

器的控制实验,如弱电控制强电的实验。

5) 数码管显示单元电路

能进行数码管显示的编程设计,实现程序控制数码管显示信息的实验。

6) 电源抗干扰单元电路

要实现与模数电电路的连接实验,干扰大,必须对单片机电源进行加固完善,防止单片机死机。

7) 程序烧写接口单元电路

能实现将仿真程序直接下载到单片机里,不用再配专用下载器,方便下载。

8) 通用 I/O 接口单元

剩余的单片机 I/O 接口可以用来备用,做一些特殊功能使用,如 A/D 采样、D/A 转换、PWM 控制,有能力的学生可以用来开展更复杂的综合性实验。

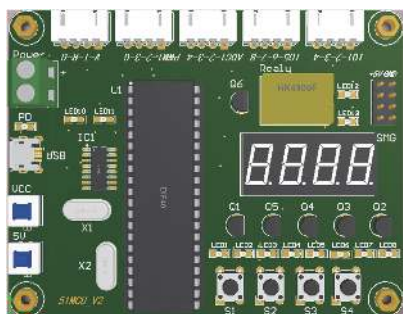


图 7 实验板成品 PCB 板的 3D 图

2.4 其他模块的选择

数字万用表购买单芯片数字万用表,基本功能齐全,价格便宜的成熟产品,推荐参考图如图 8 所示。单通道简易示波器购买单通道 1 MHz 带宽,最高 50 V 电源输入的简易示波器,满足基础实验的波形观测,推荐参考图如图 9 所示。在实验过程中,用来测量实验数据,以便对实验结果进行分析判断。



图 8 数字万用表产品参考图

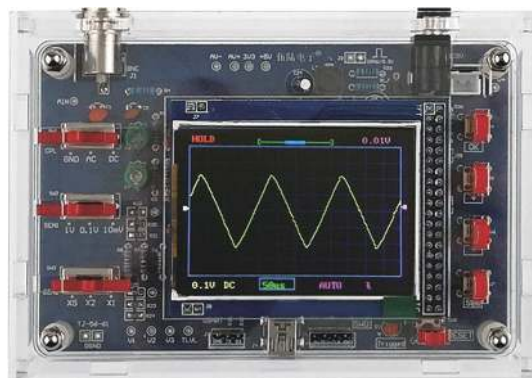


图 9 单通道简易示波器产品参考图

3 基于经济型便携式电子技术综合实验室的实验教学实施

3.1 教学实施优势

1) 设备价格便宜,基本功能齐全,便于大规模配备,这样就可以弥补学校电子技术类实验设备不足的困境,同时也能弥补学校电子技术设备功能单一问题。

2) 设备便于携带,充电宝供电,学生可以随时随地开展电子技术实验,弥补电子技术实验课时减少的矛盾,在不改变课时的情况下,学生利用课余时间就可以增加实验次数和学时数。理论课布置作业不仅可以是理论计算和仿真,还可以是实践电路设计和测试,增加理论和实践的紧密性,丰富理论课教学内容和作业形式。

3) 既能实现模电、数电和单片机的独立实验,又能实现模数电、模电单片机、数电单片机和模数单片机在真实场景下的融合类实验,丰富电子技术实验内容,提高电子技术实验的高阶性、挑战度和创新性,推动电子技术实验教学内容的革新,以适应新时代新工科发展要求。可以尝试和推广基于便携式电子技术综合实验室的系化实验教学实验教学。

4) 当前的电子技术线上教学主要是看视频和做仿真,没有办法开展真实场景实验教学,很多真实实验现象是仿真不出来的,比如功率消耗、干扰故障、接触不良等问题,在学生实践创新能力的培养方面有局限。线下教学也只能在实验室开展,设备数量有限,功能单一,实验内容过于基础。经济型便携式电子技术综合实验室的引入,有利于开展线上真实场景实验教学,完善线下实验室教学,增加学生自主实验数量和质量,

推动线上线下混合实验教学革新,可以尝试和推广基于便携式电子技术综合实验室的网络实验教学。

3.2 教学实施存在问题及解决措施

1) 由于经济型便携式电子技术综合实验室成本限制,设备精度有限,存在使用这些设备测试波形数据时无法得到非常精确的数据问题。学生可以在实验室开放时使用学校提供的高性能设备完成精细测试测量,得到精准的数据,弥补经济型便携式电子技术综合实验室设备精度的不足。

2) 由于经济型便携式电子技术综合实验室只适用于小信号、小功率电子电路实验,存在无法完成大信号、大功率电子电路实验问题。学校可以通过大型课程设计、毕业设计或创新创业项目和竞赛支持学生开展更加复杂的电子电路实验和设计,弥补经济型便携式电子技术综合实验室设备信号功率的不足。

3) 由于经济型便携式电子技术综合实验室设备性能资源有限,存在不能完成工程级电子电路的开发问题。可以通过开设专门电子电路设计课程使学生学会设计电子电路PCB板,完成复杂电子电路的设计和实验,弥补经济型便携式电子技术综合实验室设备性能的不足。

4 结束语

整套经济型便携式电子技术综合实验室,性价比高,功能齐全,方便便携,保护可靠,组合灵活,融合性好。在电子技术实验教学中的实践表明,同样的实验设备条件和实验课时下,配备这种经济型便携式电子技术综合实验室的学生,可以在线上线下随时随地开展电子技术实验,完成的电子技术基本实验次数增加,课时数增加;完成综合性电子技术实验的高阶性、挑战度和创新性明显提高;学生电子技术实践创新能力培养质量显著提高。学生实验时间和场所之间的矛盾得到解决,不仅能完成电子技术课程实验,而且能进一步拓展学生创新性实验范围,能进一步调

动学生学习积极性,提升实践动手能力,密切理论学习和实践结合^[11-14]。但是,随着学生个性化综合性实验的增加,学生实验问题的个性化和难度也增加,实验课教师必须要有较强的专业综合能力才能应对,对实验课教师的综合素质提出了更高的要求。

参考文献

- [1] 陈洁,仲雪飞,杨兰兰,等.基于口袋实验室的实践教学模式改革探索[J].电气电子教学学报,2019(4): 89-92.
- [2] 初站邑,房启志,张丽丽.“口袋实验室”在电子类专业实践教学中的应用[J].教育教学论坛,2016(50): 131-132.
- [3] 郭旻,刘丰.基于口袋实验室的电子类专业实践教学改革与研究[J].科教导刊(电子版),2017(13): 48-49.
- [4] 吴霞,施阁,李孝禄.“电路与电子技术实验”多样性教学模式探索与实践[J].实验室研究与探索,2016(6): 194-197.
- [5] 张琦弦.培养本科生科研创新能力的探索型实验设计[J].实验技术与管理,2018,35(4): 192-194.
- [6] 郝彦爽,鲁亿方,韩守梅.非电类专业的电子技术实验教学改革[J].实验技术与管理,2018(1): 238-240.
- [7] 王革思,周天,潘大鹏,等.基于探究式教学的“数字电子技术”实验案例设计[J].实验技术与管理,2017(2): 166-169.
- [8] 杨学军.加强实践动手能力培养改革创新人才培养模式[J].高等教育研究学报,2013,36(1): 4-7.
- [9] 郝智,伍玉娇,张金柱,等.以大学生科研训练计划为载体培养创新人才[J].实验室研究与探索,2010,29(11): 71-74.
- [10] 王晓鹏.面包板电子制作68例[M].北京:化学工业出版社,2012.
- [11] 张友琴,王萍,朱昌平,等.以大学生创新性实验计划为契机培养创新型人才[J].实验技术与管理,2011,28(7): 167-170,212.
- [12] 桂小红.基于科研实践提高大学生创新能力[J].实验技术与管理,2018,35(2): 21-25.
- [13] 顾秉林,王大中,汪劲松,等.创新性实践教育:基于高水平学科建设的创新人才培养之路[J].清华大学教育研究,2010,31(1): 1-5.
- [14] 张红光,姚宝峰,刘中良,等.促研究性学习提高人才培养质量[J].实验室研究与探索,2014,33(1): 177-181.

编辑 张俊