

# 电子类课程的多模式混合教学改革探索



许鸣珠<sup>1,\*</sup>, 许志平<sup>2</sup>, 李申山<sup>1</sup>

<sup>1</sup>石家庄铁道大学机械工程学院, 河北石家庄 050043

<sup>2</sup>河北城乡建设学校城建交通系, 河北石家庄 050021

**摘要:** 针对电子类课程难度大和机械类学生电子基础薄弱的特点, 为了改变目前的教学现状, 提高学生的学习兴趣、改善教学效果。在多年积累的教学基础上, 参考目前相关理论与实现方法的发展状况, 提出了采用线上教学+线下课堂+仿真练习+实践设计+课程案例等多种模式并行的混合教学方法。充分利用线上、线下的优秀教学资源, 并补充录制了课程的设计实践视频, 为每门课程分别建立了课程理论教学和设计实践网站, 帮助学生进行课前预习和课后练习。为每门课程设计了 20-40 个案例, 帮助学生应用仿真软件进行电路设计和编程练习。同时, 利用实物实验帮助学生理解真实的电路设计。通过案例式教学和课程设计实践等多种手段、多个环节, 加强学生理解能力和动手能力的培养。近 3 年的教学实践证明, 本文方法能够激发学生积极探索的学习热情、提高教学效果。为培养新型机电创新人才奠定基础。

**关键词:** 线上资源; 课程网站; 线下课堂; 设计实践; 混合式教学

**DOI:** [10.57237/j.edu.2022.01.009](https://doi.org/10.57237/j.edu.2022.01.009)

## Exploration of Multi-mode Mixed Teaching of Mechanical and Electronic Courses

Xu Mingzhu<sup>1,\*</sup>, Xu Zhiping<sup>2</sup>, Li Shenshan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>College of Mechanical Engineering, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, China

<sup>2</sup>Department of Urban Construction and Transportation, Hebei Urban and Rural Construction School, Shijiazhuang 050021, China

**Abstract:** Aiming at the difficulty of electronic courses and the weak electronic foundation of mechanical students. In order to change the current teaching situation, improve students' interest in learning, and improve the teaching effect. On the basis of years of accumulated teaching, and referring to the current development of relevant theories and implementation methods. A hybrid teaching method using online teaching + offline classroom + simulation exercise + practical design + course cases and other modes is proposed. Make full use of online and offline excellent teaching resources, and supplement the recording of course design practice video. For each course, a curriculum theory teaching website and a design practice website were set up to help students preview before class and practice after class. 20-40 cases are designed for each course to help students apply simulation software for circuit design and programming exercises. At the same time, real experiments are used to help students understand the real circuit design. Through the case teaching and course design practice and other means, multiple links, strengthen the students' understanding ability and practical ability. The teaching practice in the past three years has proved that this method can stimulate students' enthusiasm for learning and improve the teaching effect. It

基金项目: 河北省高等教育教学改革研究项目《机械电子类课程线上+线下+仿真+实践+案例式混合教学改革研究与实践》(2020GJJG181); 《智能仪器原理与设计》河北省研究生示范课程建设 (KCJSX2022076).

\*通信作者: 许鸣珠, xmzsjz@126.com

收稿日期: 2022-09-26; 接受日期: 2022-10-20; 在线出版日期: 2022-11-01

<http://www.educationrd.com>

lays the foundation for training new mechanical and electrical innovative talents.

**Keywords:** Online Resources; Course Website; Offline Classroom; Practical Application; Blended Teaching

## 1 引言

电子类课程比较抽象，随着大规模集成电路、智能电路的发展，越来越多的新元件、新电路出现，电路和芯片的复杂程度越来越高。机械类学生电子基础差，在教学过程中遇到的困难更多。单纯的课堂讲解学生理解起来非常困难，动手设计更是无从下手[1-2]。随着网络功能越来越强大，尤其是 2020 年之后很多教学资源免费开放，各种优秀教学资源及超星学习通等教学平台的不断涌现，对教学的支持力度非常大，为本文的教学改革实践提供了有力保障。

本文针对机械类学生的特点充分利用线上、线下的各种资源，通过线上视频和线下课堂进行理论讲解与辅导、利用仿真软件练习电路设计和编程、利用实物实验理解真实的电路设计、通过案例式教学和课程设计实践应用等多种手段、多个环节加强学生理解能力和动手能力，引导学生进入机械电子工程的设计领域，为培养新型机电创新人才奠定基础。

## 2 国内外现状和趋势

目前，国内外电子信息类课程的教学方法都在不断改进中，例如：哈佛大学、耶鲁大学等国际名校都发布了多门网络公开课，供学生随时随地自主学习，并配合仿真电路设计和实践项目提高学生的实际应用能力[3-4]。国内也涌现出了各种国家级优秀课程视频网站，例如：超星、慕课、学堂在线等，教师可以有针对性地进行线上建课，帮助学生更好地掌握理论知识。受条件限制大部分课程实验属于演示类，学生自己动手的机会不多，综合能力训练方面还有待加强。

为了方便电路设计，很多软件公司推出了相应的仿真软件，例如：英国 labcenter 公司研制出了专门针对单片机系统设计的仿真软件 Proteus。采用 Proteus 软件可以在没有单片机硬件的条件下，以个人计算机为平台，配合 Keil 软件，用虚拟技术实现单片机相关电路的软硬件仿真调试，提高效率的同时降低实验成本。

Proteus 软件和 Keil 软件也在不断的升级，新版本增加了 DSP 模块、Arduino 模块以及市面上出现的各种

单片机，方便不同需求类型的人员使用[5-6]。例如：Arduino 模块可以帮助没有电子基础的学生进行信息产品设计，DSP 可以方便专业人士进行电子产品设计，非常有利于各类学生动手能力的提高。

鉴于疫情影响，线上和仿真教学发展较快，经过两年多的应用改进，对教师教学和学生学习的辅助效果越来越明显。因此，疫情缓和之后，结合传统的课堂和实验教学成果，充分利用线上资源和线下课堂及实验条件的线上、线下、仿真和实践相结合的课程教学模式，必将成为电子电路相关课程的发展趋势。

## 3 课程网站建设

依据课程需要，设计录制了多个实用的教学视频，并充分利用线上各种优质教学资源，建设了相关课程网站。按照每门课程的学习顺序分别建设了理论教学网站和设计实践学习网站，两个网站相互支撑、相互补充，学生可以在理论指导下动手练习，多方面强化学以致用的教学目标。

### 3.1 理论学习

本次改革涉及的课程都采用国家精品课程教材，有配套的精品资源共享。为了方便学生学习相关理论知识，利用超星学习通和共享视频建立了相关的理论讲解网站。方便学生课前预习和课后复看理解，如图 1 所示是课程理论教学网站的入口，图 2 是课程理论教学的部分内容展示。



图 1 理论学习网站入口

## 第2章 智能仪器的数据采集技术 第3章 人机对话与数据通讯

2.1 采集系统组织结构	3.1 实体键盘
2.1.1 基本结构	3.2 LCD显示器
2.1.2 集中式采集	3.3 触摸屏简介
2.1.3 分布式采集	3.4 串行总线数据通讯
2.2 模拟信号调理	3.5 USB通用串行总线及应用
2.2.1 典型调理电路	3.6 无线数据传输

图 2 理论学习网站内容

网站设计采用细分章节，每个小节配置课程视频，详细讲解相关理论知识。每个视频讲清楚一个知识点，长度 10 分钟左右，方便同学们反复回看学习，加深理解。

## 3.2 实践练习

很多电子类课程的教材都是偏向理论讲解，例如：智能仪器相关的课程就有很多教材，包括：智能仪器设计基础[7]、智能仪器原理及应用[8]、智能仪器[9]等，都是着重从智能仪器的组成和设计理论方面进行讲解，电路基础不好的同学理解起来非常困难，对后面的设计工作更是无处下手。为了解决教学中的痛点，为每门课程建立了设计实践网站，配合理论学习进程，循序渐进地练习设计与实现的每个环节。图 3 所示是课程设计实践网站的入口，电路设计和编程实践网站的部分内容，如图 4 所示。



图 3 设计实践网站入口

## 第4章 液晶

4.1 液晶显示	5.1 单路A/D转换
4.1.1 液晶显示理论讲解	5.1.1 AD转换理论
4.1.2 液晶显示练习1-2	5.1.2 AD0804说明书
4.1.3 液晶显示练习3	5.1.3 单路AD练习1
4.1.4 液晶显示练习4	5.1.4 单路AD练习2-3
4.2 触摸屏显示器	5.2 多路A/D转换

图 4 设计实践网站部分内容

## 4 教学设计与实验

多媒体教学以文本、图形、动画、视频和音频等形式来表现教学内容，从多方位刺激感官，在学生的头脑中留下比较深刻的印象[10-11]。课堂上可以采用多媒体动画讲解课程的体系与结构、组成部分的特点，从理论的高度讲解主体内容。为了加深理解，在教学实践过程中，重点考虑仿真实验和多媒体的配合。

使用电路仿真软件 Proteus，在课堂上从应用的角度入手，依据前期学过的模拟电路、数字电路知识，自己设计相关电路。以实验过程和实验现象为主导，由浅入深、循序渐进地讲述相关电路设计方法，让学生直接看到设计结果，提高了学习兴趣。只需要一台电脑，就可以利用课余时间自己动手设计电路、编写程序，强化课堂教学内容，实际效果比单独使用多媒体讲解要好得多。

### 4.1. Proteus 电路仿真设计

仿真软件 Proteus 功能强大，能够提供智能原理图设计系统、SPICE 模拟电路、数字电路及 MCU 器件混合仿真系统和 PCB 设计系统等功能。运用它可以仿真传统的电路分析实验、模拟电子线路实验、数字电路实验等，其最大特色在于提供嵌入式系统，包括单片机、ARM 及 DSP 应用系统等的仿真实验，并支持周边设备的仿真。在编译方面，它也支持 Keil 和 MPLAB 等多种编译器[12-13]。

随着软件版本的不断升级，Proteus 所能完成的功能越来越强大。硬件环境实现困难的电路，也能够方便地调试完成，例如：多位数码管显示+16 位键盘输入的硬件电路如图 5 所示。

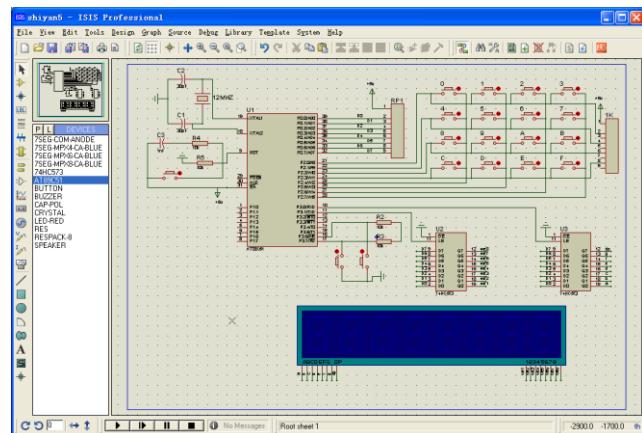


图 5 多位数码管实验电路图

图中，单片机的接口只有 32 位，为了能够接入更多的硬件，8 位数码管采用了动态扫描控制，4x4 键盘选择行扫描方式识别，仿真结果与真实电路的调试结果一致。通过动手设计这个电路，能够帮助学生深入了解动态扫描硬件和非编码键盘的使用方法，深入理解非编码键盘的各种检测原理，如直接按键法、行扫描方法、线翻转方法等，同时学习数码管的多种控制方法。

## 4.2. Keil 软件编程

Keil Vision 软件支持众多不同公司的芯片，集编

辑、编译和程序仿真等于一体，同时还支持 PLM、汇编和 C 语言的程序设计。它在调试程序、软件仿真方面有很强大的功能，可与 Proteus 仿真软件联机调试，能够直观展示设计结果，目前有很多应用工程师都在使用该软件。

在课堂教学中，针对自己设计的电路图，配套设计控制软件，演示如何通过编程实现控制目的。把纯理论的知识变成可以自己动手实现的内容。由浅到深引导学生逐步学习电路和编程的进阶内容，图 6 是 Keil uVision 软件 C51 的编程界面。

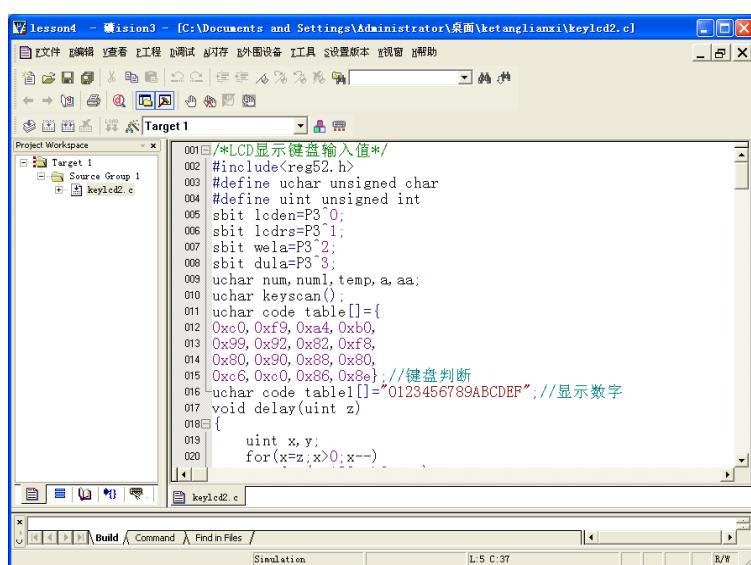


图 6 Keil C51 编程窗口

## 4.3 课程案例设计

在电路仿真编程的基础上，根据不同课程的特色，为每门课设计了 20 多个教学案例和课后作业，利用线下课堂讲解设计方法，学习设计理论和相关电子芯片、电路结构原理。针对相关难点录制讲解视频，帮助学生理解元器件说明书的使用方法，循序渐进地辅助课程进展。部分案例如图 7 所示。

10. 编写程序实现 7 彩渐变。改变颜色的同时，在 LCD 用英文显示相应的颜色指示。
11. 利用 74HC595 实现，2 个灯点亮，从左到右移动 8 灯循环。
12. 2 人合作实现 16 个灯循环，每次点亮 3 个灯，从右向左循环。
13. 用点阵实现轮流显示字母 A、B、C、D、E、F，并每个字母闪烁一次。
14. 使用三个按钮，设计实现舵机的三种情况控制：(1) 手动调节转动位置；  
(2) 自动开闭循环运动；(3) 转到固定的平直位置停止。
15. 模拟电风扇开关设计，设计一个按钮，按下表示开启风扇，松手表示关闭风扇，在风扇开启时，可以调节速度。风扇关闭时，调节无效。
16. 通过串口通讯控制继电器，实现交通灯红色和绿色按要求变化。
17. 通过串口接收信息 abcdef，并用液晶显示。
18. 用液晶显示检测到的温度、湿度、时间。
19. 用液晶显示烟雾信息，当不满足一定条件时，点亮 led，接通蜂鸣器报警。
20. 用液晶显示超声波测距结果，首先直流电机正转，模拟小车前进，当距离障碍物小启动舵机转向，直流电机倒转。

图 7 部分案例内容

## 4.4 电路实验

在完成仿真案例教学和课后作业的同时, 进行对应的实际电路实验, 帮助学生理解仿真和实物的关联。利用单片机实验箱和相关实验设备进行实物实验, 进一步理解电路设计和实现方法。部分实验器材如图 8 所示, 该设备可以进行单片机、DSP、嵌入式和 Arduino 等相关电路和编程实验, 插接式接线方便学生使用。



图 8 部分实验器材

更进一步, 学生可以依据仿真成功的电路设计实际电路板, 通过自己绘制电路板图、测量筛选相关的元器件、自己动手焊接、调试硬件和软件, 进一步体会单片机系统电路设计的精髓, 积累更多的设计经验。

## 4.5 课程设计

为了检验课程教学效果, 为每门课程设计了多个设计作业, 供学生选择, 鼓励创意思维, 允许学生自主创意题目。每人一题进行独立设计, 组织全班同学进行评议, 总结出每个设计的优点和需要改进的地方,

在反思中发散思维, 提高个人能力。图 9 所示是部分设计题目, 图 10 是部分学生作品。

- |                             |                                      |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| 2、 <a href="#">电子篮球积分牌</a>  | 12、 <a href="#">净水器控制板</a>           |
| 3、 <a href="#">6 位密码锁</a>   | 13、 <a href="#">加湿器控制面板</a>          |
| 4、 <a href="#">温控风扇</a>     | 14、 <a href="#">空气净化器控制面板</a>        |
| 5、 <a href="#">贪吃蛇游戏</a>    | 15、 <a href="#">土壤自动浇水</a>           |
| 6、 <a href="#">音乐播放器</a>    | 16、 <a href="#">大棚自动开窗控温、控湿</a>      |
| 7、 <a href="#">定时电子钟</a>    | 17、 <a href="#">声光控路灯开关</a>          |
| 8、 <a href="#">多路抢答器</a>    | 18、 <a href="#">自动寻迹小车控制</a>         |
| 9、 <a href="#">水位自动控制器</a>  | 19、 <a href="#">超声波测距 LCD 显示, 避障</a> |
| 10、 <a href="#">可演奏的电子琴</a> | 20、 <a href="#">厨房烟雾超标报警, 自动开窗</a>   |
| 11、 <a href="#">饮水机控制板</a>  | 21、 <a href="#">智能垃圾桶</a>            |

图 9 部分设计题目展示

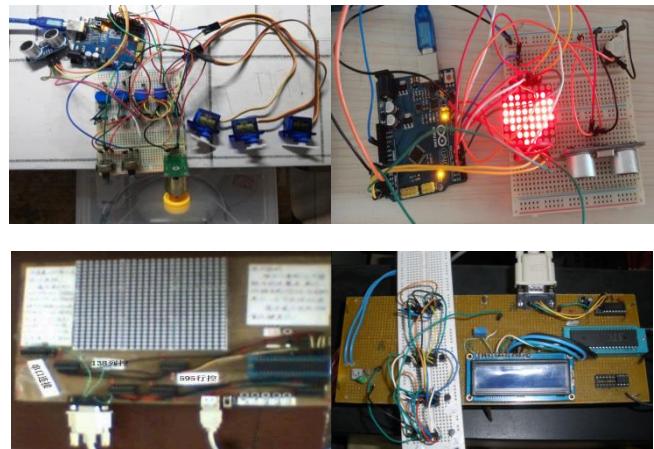


图 10 部分学生作品展示

## 4.6 毕业设计

在本科生毕业设计中, 通过给定设计条件, 训练学生独立撰写开题报告、确定研发框架、实现硬件选型、编写控制程序, 进行软硬件仿真设计与联合调试。仿真成功后再利用 Proteus 设计硬件电路板, 完成元器件的测量筛选、电路板焊接、软硬件调试、总体测试等产品研发过程, 有助于学生的设计能力平滑过渡到独立研发阶段。

多年的毕业设计实践证明, 学生的设计水平相比单纯的图纸设计得到明显提高, 制作出了稳定运行的样品, 多次获得石家庄铁道大学校级优秀, 在毕业典礼上受到表彰。例如: 多路温度采集系统设计, 仿真原理如图 11 所示。图 12 所示的是多路温度采集和点阵汉字显示的硬件实验结果。

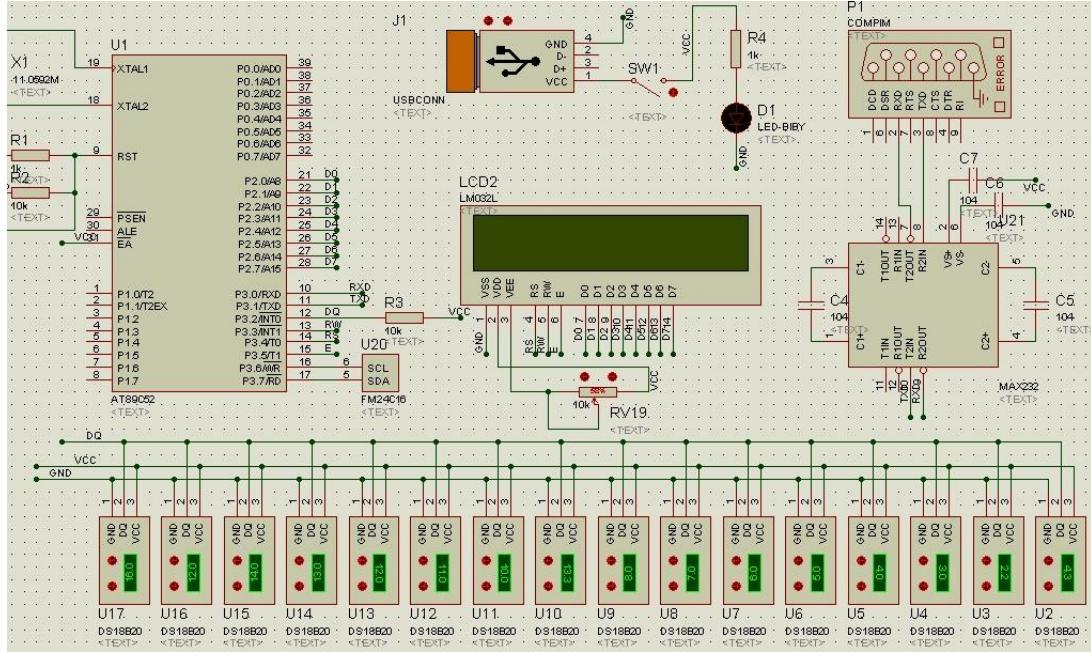


图 11 仿真电路



图 12 实际电路实现

## 4.7 智能控制算法实现

算法是单片机、DSP 等电路控制的精髓。在课程进行中专门针对控制算法的实现进行了练习。例如：

如何去除噪声干扰、PID 控制、神经网络控制、模糊控制等算法的实现。在讲解算法原理的基础上，通过编程将算法应用到控制过程中，对比控制效果的变化，帮助学生学会使用相关电路实现复杂的算法控制。

例如：研究生在电动汽车永磁同步电机驱动控制研究课题中，为了实现电机的驱动控制，基于 DSP28335 进行了仿真和实际控制研究，应用小波神经网络提高电机的转速控制精度[14-15]。仿真控制电路模型如图 13 所示，硬件控制电路如图 14 所示。

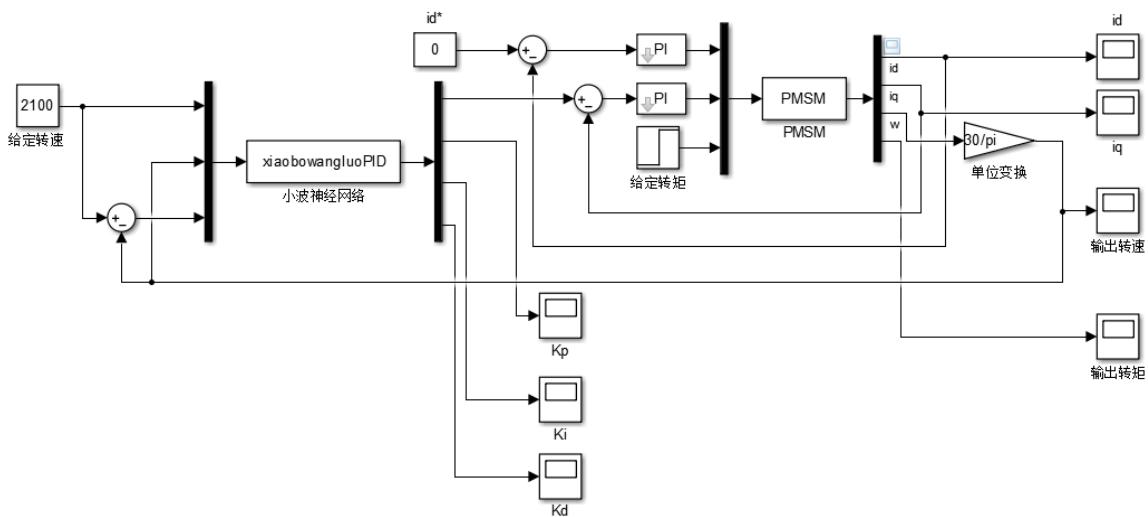


图 13 基于 DSP 的仿真控制模型



图 14 基于 DSP 的电机控制系统

PID 控制的电机转速如图 15 所示, 小波神经网络 PID 控制曲线如图 16 所示。从图中可以看出, 增加小波神经网络算法的电机控制曲线改善了超调, 增速更平滑, 启动控制的稳定性更好。

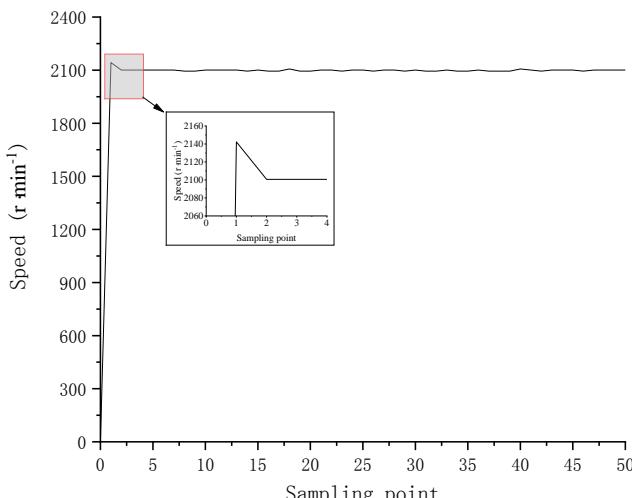


图 15 PID 控制速度曲线

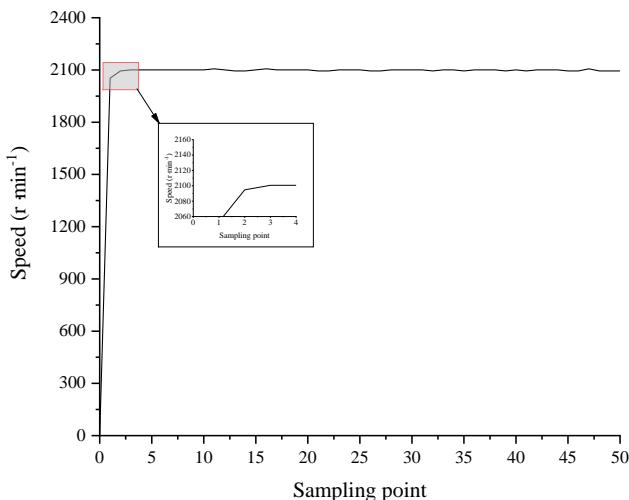


图 16 小波神经网络 PID 控制速度曲线

通过多个学习步骤的点滴积累、循序进阶学习, 由浅入深增强了学生从事专业工作的信心, 为今后的研究工作打下了良好的基础。

## 5 结论

本文所提方法, 改善了电子类课程在机械方向教学中的单调局面, 激发了学生的学习兴趣, 变被动学习为主动探索。理论和实践相结合, 有利于对学生获取新知识及应用能力培养。帮助学生灵活深入地掌握课程的基本原理和软硬件的设计方法。在设计练习过程中方便学生对前面学过的专业知识进行练习, 对陌生的内容进行有效拓展, 专业知识活学活用, 提高动手能力和学习兴趣。

本文研究方法, 已经在石家庄铁道大学机械工程学院机械电子工程系、测控技术与仪器系及工业设计系等本科生和研究生的教学中应用超过 3 年, 取得了很好的教学效果。可以推广应用到单片机、DSP 原理与设计、嵌入式系统、计算机接口技术和信号与系统等电子信息类课程的教学, 对提高教学质量有一定的实用价值。

## 参考文献

- [1] 李海林, 李泽林. 多媒体教学的优缺点及改进措施 [J]. 青春岁月, 2013, (11): 196-198.
- [2] 董祥飞, 韩立群. 高校多媒体教学现状及提高多媒体教学质量的策略 [J]. 产业与科技论坛, 2021, 20 (22): 117-118.
- [3] 赵辛. 运用虚拟仿真与多媒体教学相结合的材料力学实验教学改革 [J]. 渤海大学学报(自然科学版), 2021, 42 (02): 164-168.
- [4] 王贵才, 杨久民. 多媒体教学系统虚拟仿真实验平台设计与实现 [J]. 实验室研究与探索, 2022, 41 (4): 223-226.
- [5] 郭一军, 周武. Proteus 和 Keil C51 在单片机实验教学中的应用研究 [J]. 科教导刊, 2021, (01): 62-63.
- [6] 王卉军, 刘虎, 曹锐, 王伟. 虚拟仿真技术在机械制造类课程中的应用探讨 [J]. 时代汽车, 2022, (15): 54-56.
- [7] 王祁. 智能仪器设计基础 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2010.
- [8] 赵茂泰. 智能仪器原理及应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2015.

- [9] 程德福.智能仪器 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2017.
- [10] 丁莉, 何波. Proteus 仿真软件在单片机教学中的应用 [J]. 教育教学论坛, 2019, (45): 256-257.
- [11] 胡明峰.电路仿真软件在电子技术教学中的应用 [J]. 电子技术, 2022, 51 (5): 220-221.
- [12] 吕海军.基于单片机控制的智能检测系统 Proteus 仿真设计研究 [J]. 能源技术与管理, 2015, 40 (05): 201-203.
- [13] 郑三婷, 胡晓霞, 白燕燕. 电路仿真软件在电工电子实验中的应用 [J]. 电子测试, 2015, (19): 98-99.
- [14] 郭天祥. 51 单片机 C 语言教程 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.
- [15] Mingzhu Xu, Zhaohan Huo. Active steering PMSM speed control with wavelet neural network [J]. Int. J. Vehicle Design, 2020, (82): 64-74.

## 作者简介

许鸣珠

1967 年生, 教授, 博士, 硕士生导师, 主要研究方向包括: 控制理论与工程, 机电一体化控制等.

E-mail: xmzsjz@126.com