

doi: 10.16104/j.issn.1673-1891.2024.02.016

基于 CDIO-PBL 教学模式的 DSP 应用技术实验课程教学改革 ——以亳州学院为例

张丽, 武明西, 陈灿, 郑祥明

(亳州学院电子与信息工程系, 安徽亳州 236800)

摘要: DSP 应用技术是一门综合性较强的课程, 在电子信息工程专业人才培养方案中占据重要地位。为提高学生学习积极性和综合应用能力, 提出基于构思—设计—实现—运作 (conceive—design—implement—operate, CDIO) 和以问题为导向 (project-based learning, PBL) 的 DSP 应用技术实验课程改革, 并具体从教学方法、教学内容和考核评价 3 方面进行改革与探索; 为满足不同基础学生的需求, 设置难易程度不同的 2 个实验项目, 由学生根据自身情况自行选择; 整个教学过程以学生主体, 教师全程辅助指导。该模式为学生创设了问题情景, 引导学生解决问题, 同时提供自主探究的环境, 有效提高了学生分析问题、解决问题的能力, 同时对学生深入掌握数字信号处理器 (digital signal processor, DSP) 相关知识有很强的促进作用。

关键词: DSP; 课程改革; CDIO; PBL; 能力培养

中图分类号: TN911.72-4; G642 文献标志码: A 文章编号: 1673-1891(2024)02-0114-07

Teaching Reform of DSP Application Technology Experimental Course Based on CDIO-PBL Teaching Mode: Taking Bozhou University as an Example

ZHANG Li, WU Mingxi, CHEN Can, ZHENG Xiangming

(Department of Electronics and Information Engineering, Bozhou University, Bozhou 236800, Anhui, China)

Abstract: DSP application technology is a comprehensive course, occupies an important position in the education programme for electronics and information engineering talents. To promote students' learning initiative and comprehensive application ability, the teaching reform of DSP application technology experimental course based on conceive—design—implement—operate (CDIO) and project-based learning (PBL) theories is proposed, and specifically, the teaching methods, teaching materials and teaching evaluations are reformed and explored. To meet the needs of students with different abilities, two experimental projects with different levels of difficulty are designed, and students can choose a project based on their abilities. In the whole process, students play the dominant role, and teachers assist and give guidance. In this teaching model, problem scenarios are designed for students, who are guided to solve problems; meanwhile, an environment for independent inquiry is created to effectively improves students' ability to analyze and solve problems. This model is very effective for students' in-depth mastery of digital signal processor (DSP)-related knowledge.

Keywords: DSP; course teaching reform; CDIO; PBL; ability development

收稿日期: 2023-11-09

基金项目: 亳州学院重点教学研究项目 (2021XJXM065); 亳州学院校级质量工程项目 (2022XJXM064)。

作者简介: 张丽 (1991—), 女, 安徽亳州人, 助教, 硕士, 研究方向: 有源噪声控制、语音信号处理研究, e-mail: zxn12@163.com。

0 引言

随着5G、物联网技术的普及,数字信号处理器(digital signal processor, DSP)芯片的应用趋向多样化,目前在音视频算法处理、通信系统、医疗成像、雷达等对信号实时处理要求较高的领域已有广泛应用。与此同时,社会层面对DSP技术软硬件设计人才的需求也在逐年增加,然而在DSP人才的供需之间有很大缺口。人才的培养是整个教育工作的根本任务,面对新工科背景下的教学改革要求,为提高DSP应用技术课程的教学效果,多所高校都在尝试教学改革。李志远^[1]提出以TMS320VC5502为实验平台,将理论教学与实验教学相结合,并开展实践创新活动,但该方案仍然是以老师讲授为主,没有激发学生主动思考主动探究实验内容。孙成立等^[2]、李利等^[3]提出在课程教学中增加实例教学,其中孙成立等^[2]依托DSP芯片通过单音子声韵隐马尔可夫模型HMM作为声学模型完成语音命令唤醒;李利等^[3]基于TMS320C5509A芯片完成三角波转换成相同频率的正弦波,实例引入课程教学中学生在学习理论知识的同时提高学生综合能力,但是以上2个方案均只有一个实例,对于班级中软硬件基础较好的学生来说可以达到预期教学效果,但是

对于基础较差的同学来说较难完成。赵继政等^[4]以有限冲激响应(finite impulse response, FIR)滤波器的DSP程序设计为实验项目,根据CDIO教学理念将实验进行项目式教学,且项目进行子内容划分,分步完成项目设计,由学生自主完成实验项目,教师在实验过程中进行辅助指导,此方案可有效提高学生的综合能力,但是文中没有根据方案设计一定的过程性考核标准。

在查阅、借鉴和学习多所高校针对DSP课程改革的基础上,根据亳州学院(以下简称我校)办学定位及专业人才培养目标,同时综合学生知识储备及学习情况,本文提出以问题为导向的项目式教学模式改革与探索。CDIO工程教育理念是麻省理工学院、瑞典皇家工学院等4所大学开发的,包括构思(conceive)、设计(design)、实现(implement)和运作(operate),它是“做中学”原则和“基于项目的教育和学习”的集中体现^[5-7]。PBL(project/problem based learning)即基于项目/问题的学习模式,PBL强调以问题/项目为引导,以学生为主体,老师在教学过程中处于引导作用,引导学生分析问题、制定方案和计划、实践解决问题、交流分享等(图1),通过学生的自主探究和合作解决问题,可有效提高学生解决问题、分析问题的能力^[8]。

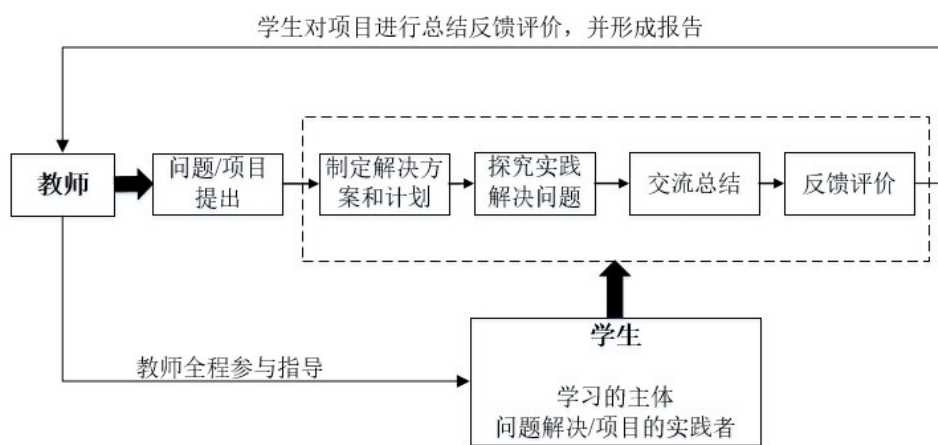


图1 基于问题的教学模式

本文将CDIO和PBL教学模式相融合,开展DSP应用技术实验课程改革,鼓励学生积极参与问题解

决和项目驱动式学习。

1 DSP 应用技术实验课程现状

1.1 DSP 应用技术课程分析

DSP 应用技术课程是电子信息工程本科专业课,课程内容多、综合性强、与其他课程关联性强但是学时少(32学时),按照传统教学方式局限于书本知识,无法让学生对已学习的课程知识进行融会贯通,学生在学习 DSP 应用技术课程时在软件编程、硬件结构、各部件工作原理等方面具有一定基础,但是对多门课程之间的关系认识不够,综合多门课程完成实际应用的经验明显不足。除此之外,老师讲、学生听的教学模式没有发挥学生主体作用,同时也无法真正发挥学生的主动性。虽然目前课程中设置了一些互动环节,但是实际教学过程中效果并不理想。

1.2 课程实验现状

DSP 的硬件结构较单片机更为复杂,学生需要花费更多时间进行理解。传统实验项目与单片机技术及应用、嵌入式系统、微机原理与接口技术实验等差别不大,一般分 8 个实验项目,分别为 LED 控制实验、蜂鸣器控制实验、矩阵按键检测实验、定时器中断实验、PWM 输出实验、数码管显示实验、ADC 模数转换实验、串口通信实验;以验证性实验为主,注重对已知理论的验证,不同之处在于芯片不同、编译调试工具不同、代码不同。传统实验项目在单片机、嵌入式课程中均做过类似内容,所以学生觉得枯燥,没有新鲜感;同时缺乏对实际问题的解决能力,这可能使学生在实际应用中遇到问题时无法灵活应对和解决,限制了学生问题解决能力的培养。

传统实验操作中,由老师演示,学生看,然后学生做,曾尝试分步完成实验操作和设置拔高实验。在分步操作中,约有 30%~70% 的同学跟不上,常常出现老师讲解第 2 步时,学生还在做第 1 步;很多学生第 1 步完成后,老师讲解的第 2 步结束了,整体课

堂效果一般。设置的拔高实验,班级中约 10% 的同学愿意去做且能完成;从实验报告书写中可以发现,40% 左右学生的实验报告重复率很高。由此可以看出,被动学习的状态让学生听课效率偏低,没有真正激发大部分学生主动思考、主动解决问题。

基于实际应用的综合性实验,一方面帮助学生深入理解嵌入式系统的多样性,通过与 C51 单片机、STM32 课程的对比学习,让学生掌握三者之间的区别,从而可以根据系统的实际功能需求选择合适的开发板;另一方面为学生大四下学期的毕业设计打下基础,提高毕业设计质量,同时为学生以后的专业发展奠定坚实的基础。

2 基于 CDIO-PBL 教学模式的 DSP 应用技术实验课程教学改革

针对 DSP 应用技术实验课程中存在的问题,提出教学以 CDIO-PBL 教学模式为导向的教学改革,如图 2 所示。图 2 中对传统教学中存在的问题进行分类,然后分别对存在的问题提出教学改革方向。下面分别从教学方式改革、教学内容改革和考核评价改革 3 个方面展开介绍具体改革内容。

2.1 以项目驱动进行教学方式改革

传统的教师教、学生听的模式学生听课效率低、主动性低,引入 PBL 教学模式进行改革,教学方式为教师引导、学生主导完成实验项目。实验全程由学生根据项目要求进行自主探究、合作研究,教师把控学生研究方向,真正实现以学生为主,教师辅助引导的教学形式,增加学生参与感,让学生主动思考、主动解决问题。

通过对学生学习情况进行分析发现,不同学生知识储备不同,接受新知识的能力也不同。为满足不同学生的需求,引入差异化教学,设置 2 个难度不同的实验项目:项目一是消除正弦信号中的白噪声(难度较低),项目二是消除音频信号中的白噪声(难度较高)。学生自行分组、自行选择题目,模拟

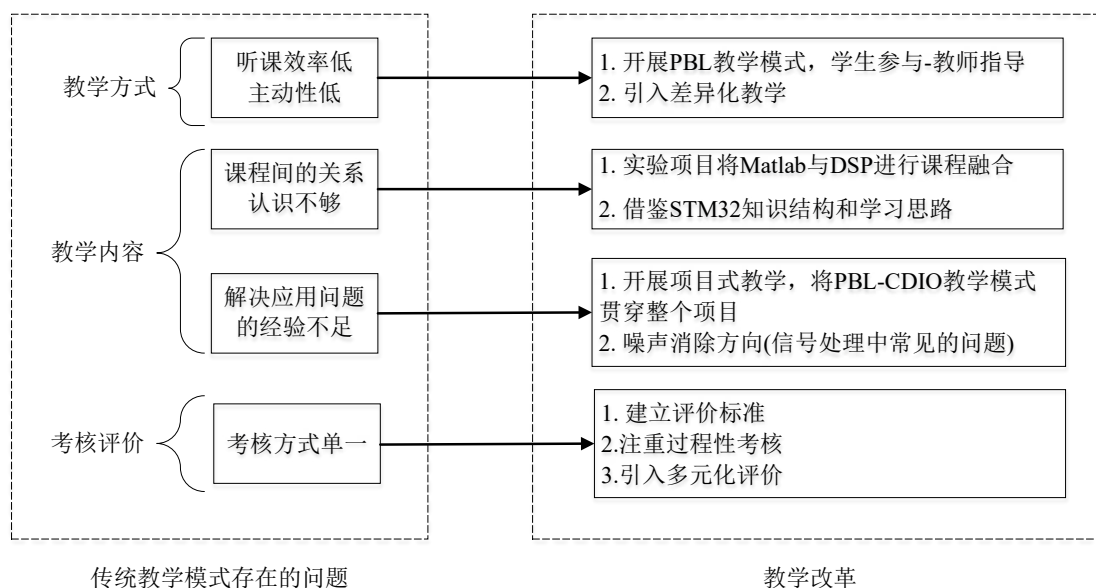


图 2 DSP 应用技术实验课程教学改革设计

实际工程项目,每 4 位同学构成一个团队,设置项目 1 位培养不同的能力,具体任务划分和能力培养如表 1 所示。

表 1 岗位设置及任务划分

岗位	项目任务划分	培养能力
项目管理	1. 负责整个项目期间进展汇报,及时向老师反馈项目期间遇到困难,保证项目按时间节点完成 2. 项目总结书写 3. PPT 答辩	交流沟通能力 语言表达能力 项目管理能力 解决问题的能力
开发工程师	1. 负责自适应滤波器的 MATLAB 程序、C 语言程序设计 2. 基于 CCS 平台进行代码调试 3. 完成代码移植 4. 撰写使用说明	系统思维 理论结合实际 可行性理解 个人理论知识的应用 专业能力与专业素养 解决问题的能力
测试工程师	1. 根据系统完成测试方案设计 2. 完成多次不同条件下项目测试 3. 撰写测试报告	系统思维 发现问题与解决问题的能力

2.2 基于 CDIO-PBL 教学模式的教学内容改革

针对学生对课程间的关系认识不够的问题,提出 MATLAB 课程与 DSP 课程融合,并借鉴 STM32 知识架构(CPU 芯片引脚功能介绍、寄存器配置、时钟产生及配置、A/D 采样应用),开展 DSP 应用技术实验课程的教学。

因学生解决应用问题的经验不足,故开展项目式教学,并将 PBL-CDIO 教学模式贯穿整个项目,设

置噪声去除方向的实验项目。在实际应用场景下,无论是语音处理还是图像处理噪声去除都是非常重要的一步,所以选择从噪声消除方向开展本次实验设计。该方向一方面可以让学生掌握日常生活中接触到的技术与本门课程的关系,另一方面培养学生关注前沿技术发展的意识。本项目完成后学生可以为毕业设计、升学、工作等打下坚实基础。

基于 CDIO-PBL 教学模式的教学内容改革,主

要措施主要包括以下 4 项:(1)老师设计问题驱动的学习任务,开展与 DSP 相关的实验项目,比如“如何利用 DSP 去除正弦信号中的高斯白噪声?”(2)建立团队合作环境,学生自行分组完成项目,对项目进行分析,实现项目内容;(3)教师为学生提供资源支持和技术指导,学生可以在实践中循序渐进学习 DSP;(4)引入反馈机制,教师不断获取学生的过程反馈,了解学生的学习情况和问题,并及时进行指导和调整。

参考国内高校 DSP 项目的实践案例^[1-8],针对当前学生知识储备及综合能力现状,构建以学生为主体的差异化实验教学,设置 2 个难度不同的实验项目:项目一是基于 DSP 消除正弦信号中的高斯白噪

声,涉及硬件模块较少,难度偏低,去噪效果可直接从示波器观察;项目二是基于 DSP 消除音频信号中的高斯白噪声,涉及音频信号的采集,用到的硬件模块较多,寄存器配置较复杂,而且信号效果观察需要用专门的音频分析工具,所以难度较高。学生根据自身实际情况进行题目选择。

将实验项目按照构思、设计、实现、运作设置 4 个环节开展^[9],每个环节教师和学生均需完成不同工作内容(节点),如图 3 所示。每个环节学生均需向老师汇报项目进展、遇到的问题 and 下一步解决方法,教师把控解决问题方向是否正确、方法是否合理。以 CDIO 理念为主线开展实验教学,PBL 思维模式贯穿整个改革过程(图 3)。

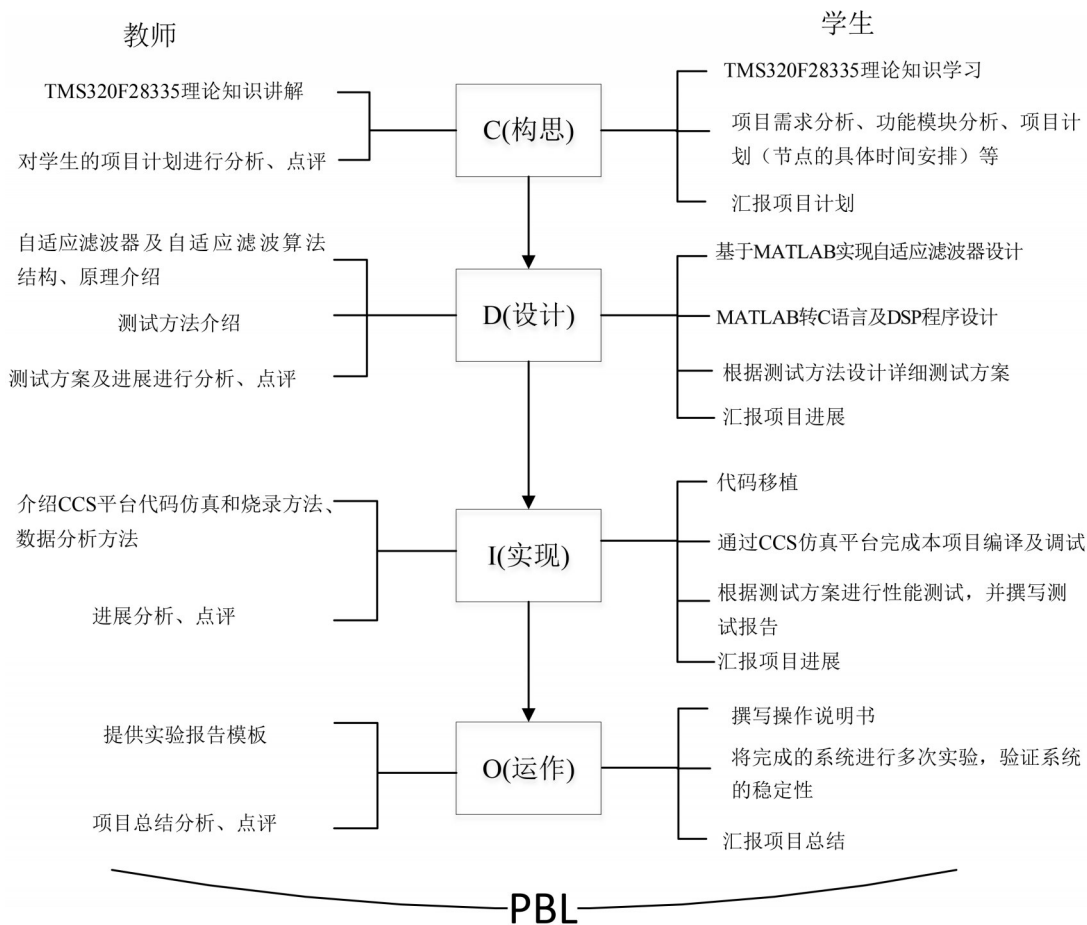


图 3 课程内容改革

改革后的实验引入 GPIO-PBL 教学理念,从实际应用角度出发完成实验。以“基于 DSP 的高斯白

噪声消除”实验项目为例,学生在完成岗位选择和任务划分后,针对项目内容展开讨论,将项目划分

为多个子任务:基于MATLAB的自适应滤波算法设计、基于DSP的自适应滤波器设计、高斯白噪声去除效果验证、系统稳定性测试、项目汇报和项目总结。然后由学生使用MATLAB软件进行自适应滤波器设计,并在MATLAB软件中实现白噪声去除,教师对降噪性能指标把关;学生编写DSP程序实现已经设计好的自适应滤波器;完成实验后,由学生完成项目总结报告,汇报程序实施过程,分析降噪性能,撰写测试报告和实验报告。所有环节,教师全程参与辅导。

2.3 考核评价改革

在CDIO-PBL教学模式下,根据实施过程对考核评价进行改革。首先,从传统的知识记忆型评价转变为能力培养型评价,更注重学生的实际操作能力、团队合作能力、创新能力等方面;其次,引入多元化的评价,比如生生互评、过程汇报、作品展示、设计报告等,在多元化评价中更注重学生的过程性评价;最后,建立评价标准和体系。具体考核评价标准如表2所示。

表2 CDIO-PBL教学模式下的考核评价标准

考核评价内容	占比/%	考核评价细则
小组互评	10	小组内部互评成员在团队中的贡献度
过程考核(设计、构思、实现、运作)	40	根据4个环节的进展进行评定,每个环节的分值权重为0.25
项目设计报告	30	系统性、完整性、规范性
作品展示	20	项目总结、作品演示、答辩等

3 教学改革成效

3.1 课程成绩得到提高

期末卷面成绩能体现学生对本门课程基础知识的掌握情况。近3年学生的卷面成绩分布如图4

所示。从图4可以看出,教学改革后成绩分布在80~<90分、90~100分的同学逐年增加。课程评教分数也逐年增加,说明教学改革后大部分学生都很喜欢本门课程的设计,从本门课程中学到了一定的知识、培养了一定的能力。

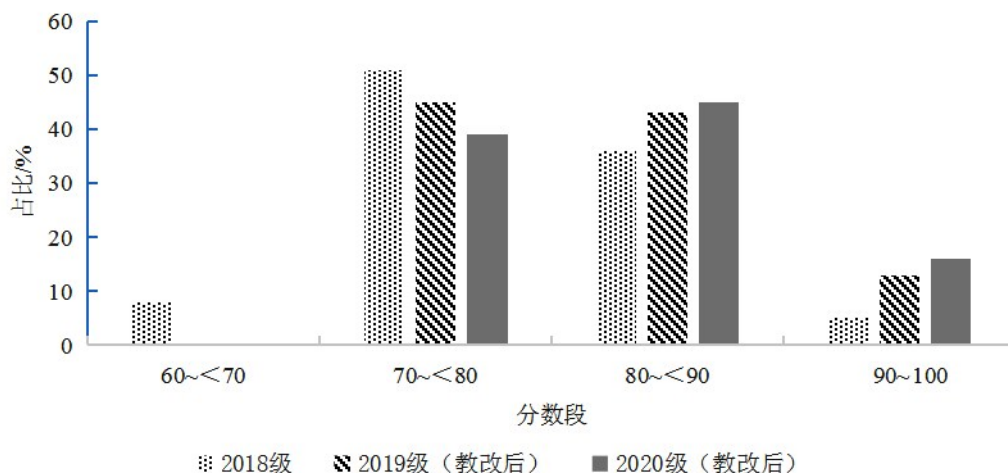


图4 教改前后课程卷面成绩分布

3.2 项目设计报告重复率较低

与传统老师讲、学生听的教学模式相比,改革

后的课堂氛围活跃,学生与老师沟通的次数变多,遇到问题会积极与其他同学进行交流。教学过程

中能看到学生解决问题后的成就感,还有发自内心的高兴,学习的兴趣也在逐渐增加。与传统实验报告相比,每组同学也在期末设计报告中加入了自己实验过程的思考与心得,设计报告重复率明显变低。

3.3 解决问题的能力显著提高

在新的教学模式下,学生逐渐掌握在综合项目中如何循序渐进开展工作、如何查找资料,遇到问题如何分析问题、解决问题。电子信息工程专业的学生参与学科竞赛的比例明显提升。学生积极参与电子设计大赛、机器人大赛、挑战杯大赛等,并在各项赛事中均获得多项奖励。

学生将在本门课中学到的知识融入毕业论文中,2019级学生毕业论文质量相较于2018级明显提

高,搭建出实物的人数比2018级增加了45%。

4 结束语

本文基于CDIO-PBL教学模式对DSP应用技术实验课程进行改革,从构思、设计、实现、实施4个环节展开教学,并在教学过程中以问题为导向,引导学生利用已学知识分析问题、解决问题。通过上述教学改革,使DSP应用技术实验课程更加贴近实际工程应用,提高了学生的实践能力和解决问题的能力,培养了学生的综合应用能力和团队合作能力。这样的教学方法能够更好地满足工程教育的需求,培养符合新工科理念的工程人才。希望通过这些探讨,能够为高等教育中的课程改革提供一些参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 李志远. DSP 实验教学改革与实践[J]. 实验科学与技术, 2016(14):164-167.
- [2] 孙成立,张向阳. 基于项目贯穿式教学的 DSP 技术课程教学改革研究[J]. 南昌航空大学学报(自然科学版), 2020, 34(1):97-101.
- [3] 李利,陈刚,赵润森. 项目驱动在“DSP 技术”课程教学中的应用[J]. 电气电子教学学报, 2019, 41(2):73-76.
- [4] 赵继政,李敏通,宋怀波,等. 借鉴CDIO理念的DSP课程实践教学改革的探索[J]. 高教学刊, 2017(20):75-76+79.
- [5] 郑晓东. OBE-CDIO理念在“DSP技术”课程教学中的设计与实现[J]. 现代职业教育, 2019(14):138-140.
- [7] 张熙悦. 浅析CDIO理念下的工科类学科教学改革[J]. 中国新通信, 2020, 22(5):176-177.
- [6] 孙伟忠. CDIO导向的项目驱动式DSP课程的实践及探索[J]. 中国校外教育, 2020(9):97+106.
- [8] 张熙悦. 浅析CDIO理念下的工科类学科教学改革[J]. 中国新通信, 2020, 22(5):176-177.
- [9] 彭朋,刘伟峰,曹晓倩,等. 基于CDIO-PBL教学模式的微处理器与嵌入式系统课程教学改革探讨[J]. 高教学刊, 2022, 8(27):138-141.
- [10] 王庆香,蔡洪民,彭业开. 基于CDIO的《电路与电子技术》课程实验教学模式的探索[J]. 电脑知识与技术, 2018, 14(26):113-115.