

CDIO-OBE导向下的模拟电子技术实验教学改革探索

韩绍程, 王玉松, 高 欢, 张 超

中国民航大学工程技术训练中心, 天津

收稿日期: 2026年3月30日; 录用日期: 2026年7月24日; 发布日期: 2026年7月31日

摘 要

模拟电子技术实验在培养高校电类专业学生工程实践、创新能力方面发挥着重要作用。基于改革前实验教学中存在的实际问题, 从教学模式、教学内容及方法、考核方式等几个方面, 分析和总结了我校模拟电子技术实验课程的教学改革及建设现状。在“新工科”和工程教育认证背景下, 重新认识课程建设中存在的不足, 深度融合CDIO和OBE理念, 对后续模拟电子技术实验教学实施, 提出了几点探索性建议, 为提高电类基础实验教学质量 and 培养学生自主学习、实践创新能力提供了思路。

关键词

模拟电子技术实验, 教学质量, 能力培养, CDIO, OBE

Teaching Reform and Exploration of Analog Electronic Technology Experiments under the Guidance of CDIO-OBE

Shaocheng Han, Yusong Wang, Huan Gao, Chao Zhang

Engineering Technology Training Center, Civil Aviation University of China, Tianjin

Received: March 30, 2026; accepted: July 24, 2026; published: July 31, 2026

Abstract

Analog electronic technology experiment plays an important role in training the engineering practice ability and innovation ability of students from electronic majors in colleges. Based on the practical issues existing in experimental teaching before the reform, the situation about teaching reform and construction of analog electronic technology experiment of our university are analyzed

and summarized in the aspects of teaching mode, teaching content and ways and evaluation methods. In the context of “New engineering” and Engineering Education Accreditation, some deficiencies in the course construction are still found. At last, based on the ideas about CDIO and OBE, some tentative suggestions for how to reform the analog electronic technology experimental course in the future are put forward. What’s more, this article provides ideas for improving the teaching quality of basic electronic experiment teaching and cultivating students’ abilities of independent learning and practical innovation.

Keywords

Analog Electronic Technology Experiment, Teaching Quality, Ability Cultivating, CDIO, OBE

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

实验教学是普通高校提高学生动手实践能力和创新意识的重要教学环节[1]。模拟电子技术实验作为我校电类专业一门核心基础实验课程,在锻炼学生实际动手能力、分析及解决问题能力、创新和工程实践能力等方面,始终扮演着极为重要的角色[2],同时,也为各种电类学科竞赛提供必备的基础知识和技能支撑[3]。近年来,全国众多高校一直致力于模拟电子技术实验教学的改革创新,并取得了一些优异成果[4][5]。但是,在“新工科”工程人才培养背景下[6],如何在模拟电子技术实验教学中,从学生实际需求出发,更有效地培养学生的工程实践能力,仍需要结合各高校自身实际情况进行不断探索。

实践经验证明,在众多先进教育理念中,以能力培养为主线的 CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate)理念和以成果为导向的 OBE (Outcome-Based Education)理念相得益彰,一直指导和推动着工程教育改革的步伐,成为国内普通工科高校广泛关注的焦点[7][8]。CDIO 工程教育模式以产品研发到产品运行的整个生命周期为载体,让学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式学习工程技术,按照培养工程师的标准培养学生的工程实践能力和创新能力[9]。OBE 是一种以学生预期学习产出(毕业后职业发展中所需要的素质、知识、能力等)为中心来进行组织、实施和评价的教育模式[10]。从本质上讲,CDIO 就是一种以预期毕业生能力驱动整个教育过程的特殊 OBE 教育方式[11]。值得庆幸的是,CDIO 和 OBE 正好与电子技术实验课程改革方向不谋而合。因此,在模拟电子技术实验教学中深度融合 CDIO 和 OBE 理念,开展 CDIO-OBE 理念导向下的教学内容、教学方法及课程考核评价方式的改革创新具有重要意义。

2. 教学改革前存在的问题

(1) 实验设备陈旧。原有实验箱长期使用,故障多发,给学生顺利完成实验造成困难。另外,原实验箱电路结构固定且备选器件少等,不利于开展综合设计性实验项目。

(2) 学生学习积极性不高,教学效果欠佳。部分同学课前预习不充分,导致课上听不懂、跟不上、问题多,从而影响实验内容的完成效果。教师课上重复回答学生提问,课下交流讨论机会有限。

(3) 课程考核方式不够全面。出勤及实验报告占 40%,一次性期末考试占 60%。该考核方式重结果轻过程,不能充分体现学生的个体化层次需求。

3. 课程改革过程与教学实践

3.1. 改革教学模式，“云班课”进课堂

课程改革后，借助“云班课”移动教学平台开展线上线下混合式教学。课前学生线上浏览课程文档、视频等教学资源，开展实验预习并完成预习任务；课中学生可以通过班课活动现场分享实际测量数据，及时发现问题并修正；课后学生可以进行验收测试、答疑讨论和学习效果反馈等活动。通过云班课平台，实验教学摆脱了对时间和空间的依赖，实现了“教”与“学”的及时交互。运用新的教学模式，让学生在学习过程中充分感受到自己的“主体地位”，增强了参与课程学习的积极性和主动性。

3.2. 教学内容设计与教学方法调整

1) 以能力培养为核心，改革教学内容

改革后，在实验内容上先是将“单级放大电路”实验拆解成四个部分。每个部分都设定了明确的实验目标和方法，录制了丰富的教学视频。同学们在做细、做精、做透该实验项目的过程中，既加深了对理论知识的理解，又能熟练掌握了相关仪器仪表的操作，为后续实验项目的学习打下良好基础。

同时，考虑到学时有限，在实验内容上将“差动放大电路”和“直流稳压电源”这两个实验去掉。增加了综合设计性实验(I)和有源滤波器设计实验。其中，设计性实验(I)要求同学们以小组的形式，运用晶体管放大电路实验相关知识、方法，在课上按照特定指标设计一个放大电路并完成测试。另外，由于滤波器相关理论在电子信息类专业后续专业课程及学科竞赛中占有举足轻重的地位，增加该实验内容，有利于学生对后续课程的直观学习和理解。

2) 问题启发式教学，培养学生创新意识

教师在学生创新意识的培养中发挥主要作用，要打破学生在应试教育中形成的“课堂是输入，学习是存储，考试是输出”的学习模式，要激发学生对实验学习的兴趣，培养其科学思维方法。针对验证性实验内容，可以采用逆向思维法，引导学生在虚拟工程环境中发现问题、提出方案、解决问题。例如，在完成“晶体管放大电路”验证性测试任务之后，可以增加一些相关的故障检测内容。设计电路连线故障或不合适的静态工作点，造成没有输出或输出波形失真等情况，让学生自己经历“现象观察 - 数据测试 - 理论分析 - 发现故障 - 分析调试 - 解决故障”这一逆向的实验过程，提高学生发现问题、分析问题、解决问题的能力。同时，问题启发式教学还需要强化实验预习和总结在课程学习中的作用，例如，在预习环节预先设计问题，引导学生理解实验原理、掌握实验方案等，带着问题完成实验；课程结束后，可以通过头脑风暴的形式让学生就相关问题进行分析和总结，进一步强化对理论知识的理解。

3) 从实际问题出发，引导学生建立工程意识

在实验课程学习中，既要求学生紧紧抓住基本概念、基本理论和基本分析方法，也要时刻提醒学生从实际问题出发，抓住主要矛盾、忽略次要因素，辩证地引导学生建立工程意识。例如，在分压偏置共射极放大电路中，计算集电极电流 I_c 的时候往往需要忽略 I_b 的作用；估算电路电压放大倍数的时候，有时会忽略基区电阻 $r_{bb'}$ 的作用；放大电路在什么条件下才能等效转化为小信号模型；运算放大器电路中的“虚短”和“虚断”的概念，这些都属于“近似”原理。告知学生在实验过程盲目追求计算及测试结果数值的“精确”是完全没有必要的，培养学生建立工程意识。

3.3. 改革考核方式

改革后课程成绩仍由平时成绩(40%)和考试成绩(60%)两个部分组成，具体的课程总成绩评估权重分配方案如图 1 所示。和以往不同的是，平时成绩是基于学生参与实验课程学习的“全过程”，从实验预

习、课程参与度、随堂测试和实验报告四个方面综合进行评定，而且都是借助云班课平台完成。同时，将“一次性”期末考试，改为期中阶段性测试和期末终结性测试 2 项内容。期中测试是小组合作实验，2~3 名同学一起完成一个有关晶体管放大电路的综合设计性实验，学生参与互评。期末测试，既有理论客观题，也有实操主观题，要求学生独立完成，主要考查学生现场电路搭接、调试能力。该考核方式可以激励学生自主学习，提高学习热情，增进学习效果。

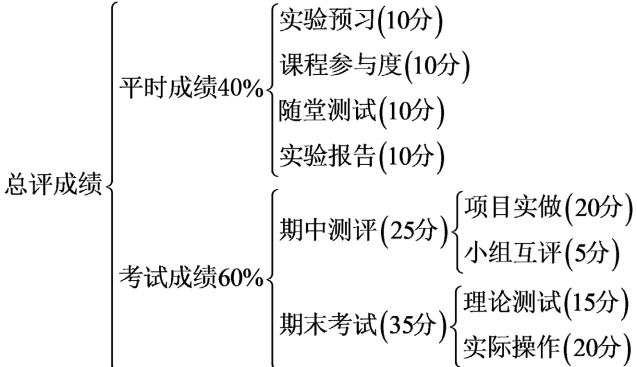


Figure 1. Assessment weight distribution of overall course score
图 1. 课程总成绩评估权重分配

4. 教学改革信息反馈



Figure 2. Feedback from students
图 2. 学生反馈意见

通过多轮实践，教学改革取得了一些阶段性成果，在专业整体不及格率降低的同时，课程教学模式

和效果得到大部分同学普遍认可。例如，针对“教学改革反馈意见”这一问题，面对电气、自动化、电子信息等专业的全体到课学生进行了调查问卷，图 2 是课程结束后搜集的一些学生反馈意见截图。

其中大部分反馈意见反映出众多学生对现有教学改革的成效是比较肯定的：

“加入期中考试这一考核，比单纯只考一次期末好，既可以检测期中学习情况，又可以分担期末复习压力”“今年的考核方式更为合理，将成绩更多一部分落在平时操作中，使得我们去实验室的时间变多了，对实验仪器的使用也更熟悉了”“评分标准很合理，能调动学生学习的积极性，希望以后继续”“现在的教学方式很好，利用信息化平台随时可以参与课程学习”。

此外，学生们对该课程的教学及实施过程也提出了许多宝贵建议：“希望能有一个课外实验能够让自己焊接一个小音箱或是电子钢琴之类的作品，会让实验课形式更丰富”“我觉得比较合理，不过可以多加一项趣味模拟电路的实验内容”“如果老师多示范下会比较好”。

5. 后期改革思路及建议

课程改革虽取得一定成效，但仍存在一些待改进的问题：课程目标对毕业需求的支撑作用并不太明显；现有教学大纲中对课程知识点及实验技能的描述不够细化；实验项目内容的层次性体现不太突出，限制了一部分学生个体能力的发展需要；要求学生对基本知识、技能学习的同时，应继续加强学生工程能力的培养，建立课程与职业发展之间的联系。针对以上问题，基于 CDIO 和 OBE 理念，给出以下几点探索性建议。

5.1. 建立实验内容的课程目标与毕业标准之间的支撑关系

明确的课程目标不仅是教师如何落实教学责任的参考点，也是学生学习该课程的出发点和落脚点。要让学生在实验学习中明确：学什么，为什么学，有什么用。针对现有课程中教学目标不够明确、具体的问题，参考新版教学大纲，拟从知识点、实验技能、实验方法、实践能力和综合素质等几个方面重新梳理和修改课程目标。课程目标中应体现“用什么干什么”的理念，强调引导学生主动学习，强调学习效果达成，强调解决复杂工程问题。例如，针对单级放大电路实验，修改后的课程目标与毕业需求的对应关系如表 1 所示。

Table 1. Correlation between experiment objectives and graduation requirements
表 1. 实验目标与毕业需求对应关系

编号	项目内容	课程目标	毕业标准
1	单级放大电路实验研究	能计算放大电路静态工作点、电压放大倍数；能使用专业仪器和仿真工具测量放大电路关键技术指标；能对实验数据进行处理和误差分析；能根据设计需求对电路参数进行调整，能解决实验中出现的随机电路故障。	工程知识；问题分析；研究；设计/开放解决方案；使用现代工具。

5.2. 完善达成课程目标的途径与措施

为了更好地达成课程目标和满足毕业标准，拟从以下几个方面对教学过程的实施开展进一步探索与实践：

1) 继续加强 CDIO 理念在实验教学中的应用

CDIO 标准及大纲要求“回归工程”，为此在实验教学中要尽量创造虚拟的工程职业环境，落实 CDIO 标准和大纲中提到的相关理念。

(1) 继续增加设计性实验。设计性实验内只提供给学生设计指标和要求，电路方案选择、参数确定、

电路仿真、实验表格设计、数据误差分析等都是学生自己完成。

(2) 加强工程意识的培养。例如,在集成运算放大器应用实验中,可以引导学生从工程角度出发,参考器件手册,考虑系统指标、器件的极限参数、性价比等完成器件的选型,理解理想参数与实际应用的差异,在系统调试时还需要根据测试结果对电路参数进行调整。

(3) 提高口头表达和人际交流能力。在线下课堂时间允许的前提下,可以给有需要的同学提供就某一实验专题进行汇报、总结及展示的机会。

2) 数字化教学资源库的完善与优化

数字化教学资源库的完善和优化不仅是学生发展的需要,也是学校高质量课程建设工程中的重要内容。在今后教学中,可以在内容和形式上进一步丰富数字化教学资源建设,例如添加电路故障分析和错误排查的举例视频、提供实验数据测试对比标准、增加设计性实验的教学案例、增加理论知识应用的工程案例等。另外,教学资源库的建设,要结合当代大学生的时代特征,跟踪电子信息产业器件、技术的最新发展,满足不同层次学生的学习需求,不断地进行更新和完善。

3) 强调毕业需求导向,加强课程间的联系

本校大部分电子信息类专业学生,毕业后可能会从事飞机机务维修、通信导航设备保障、电子电气部件维修等工作。实验教学中可以通过有效组织教学活动、设计教学内容等方式,为行业能力及素质的培养提供支撑。例如,让学生在设计电路的时候尽量参考英文的原始器件手册,教会学生正确熟练使用通用仪器设备的方法,培养学生分析实验故障,解决实际电路问题的能力,培养学生严格遵守实验室规章及仪器使用规范等。另外,也可以借鉴本校 CDIO 分级项目教学的成功经验,建立本实验课程与后续相关专业实践课程如“飞机电子系统维修实践”等之间的联系,在实际教学中逐步培养学生专业技能、行业能力和工程素养。

6. 结语

本文从教学实际问题出发,分析和总结了我校模拟电子技术实验课程的教学改革及应用情况,并基于 CDIO 和 OBE 教学理念,对今后课程改革提出了一些具体建议。在“新工科”理念和工程教育认证背景下,电子技术实验教学改革与建设必须坚持以学生为中心、以学生的学习成果为导向和持续改进的理念。不断引进新的教学方法,巧妙设计教学活动,及时完善多元评价机制,才能更有效地提高学生自主学习能力和解决实际复杂电路问题的能力,培养学生创新思维和建立工程意识。

基金项目

天津市普通高等学校本科教学质量与教学改革研究计划项目(A251005901);教育部产学研合作协同育人项目(230802595284545);中国民航大学教育教学改革与研究项目(CAUC-2025-C-01)。

参考文献

- [1] 顾艳丽,朱震华,刘莞健,等.层次化电工电子实验教学平台建设思考与实践[J].实验室研究与探索,2023,42(10):216-219.
- [2] 刘婕,刘微容,刘朝荣,等.电子技术实验线上线下混合教学模式改革[J].实验科学与技术,2023,21(3):123-128.
- [3] 任君玉.模拟电子技术实验教学改革与创新人才培养[J].实验技术与管理,2019,36(9):219-221.
- [4] 汪洋堃,王自珍,张峰,等.BOPPPS 教学模型在电子技术实验课堂的应用实践探究[J].实验室研究与探索,2022,41(10):230-235.
- [5] 印月,周群,徐航,等.面向新工科的两阶段探究式模拟电子技术实验教学实践[J].实验科学与技术,2023,21(5):59-64.
- [6] 王博,韩绍程,高欢,等.新工科背景下“综合电子设计”层次化实验教学探索[J].职业教育研究,2024(2):76-80.

-
- [7] 常德显, 孙佳佳, 朱远芳. 融合 OBE-CDIO 理念的实践课程考核模式探索[J]. 计算机教育, 2024(7): 98-102.
 - [8] 宋秀兰, 周文乐, 何德峰. 新工科与 OBE-CDIO 模式下电子信息实践教学改革[J]. 电气电子教学学报, 2024, 46(2): 226-229.
 - [9] 黄美根, 王涛, 明梦君, 等. 基于建构主义的工程能力 CDIO 实践培养模式[J]. 高等工程教育研究, 2023(4): 58-64.
 - [10] 常建华, 张秀再. 基于 OBE 理念的实践教学体系构建与实践——以电子信息工程专业为例[J]. 中国大学教学, 2021(1): 87-92.
 - [11] 吴涛, 吴福培, 包能胜. 知识探究导向的层次化教学方法研究与实践[J]. 高等工程教育研究, 2018, 66(1): 146-153.