

基于AI和模拟招投标的数电第二课堂教学实践探索

马腾达, 赵宏旭, 樊志远, 刘晓琳, 詹湘琳, 魏 也

中国民航大学电子信息与自动化学院, 天津

收稿日期: 2026年9月12日; 录用日期: 2026年10月14日; 发布日期: 2026年10月20日

摘 要

针对当前数字电子技术课程教学中学生实践能力培养不足、人工智能工具使用缺乏有效引导等问题, 基于成果导向教育理念, 提出在数字电子技术第二课堂中引入模拟招投标机制和AI辅助工具的教学改革方案。以基本数字逻辑电路的设计、仿真、PCB制作为全流程实践载体, 学生作为投标方参与应标, 教师基于AI开展辅助评阅, 构建需求分析、设计开发、投标实施的完整实践链条。通过逆向设计教学活动, 将信息辨识能力、自主学习能力和诚实守信品格的培养融入教学全过程, 实现知识传授、能力培养与价值塑造的有机融合。教学实践表明, 该模式能有效激发学生学习兴趣, 在培养学生正确使用AI工具、提升解决复杂工程问题能力方面取得了良好效果, 为AI时代工科实践教学改革提供了可借鉴的案例。

关键词

数字电子技术, 人工智能, 模拟招投标, 第二课堂

An Exploratory Study on Second-Classroom Teaching Practice for Digital Electronics Courses Based on AI and Simulated Bidding

Tengda Ma, Hongxu Zhao, Zhiyuan Fan, Xiaolin Liu, Xianglin Zhan, Ye Wei

College of Electronic Information and Automation, Civil Aviation University of China, Tianjin

Received: September 12, 2026; accepted: October 14, 2026; published: October 20, 2026

Abstract

In response to the current issues in digital electronics technology teaching, such as insufficient cultivation of students' practical abilities and the lack of effective guidance in using artificial intelligence tools, this paper proposes a teaching reform plan based on the Outcome-Based Education

文章引用: 马腾达, 赵宏旭, 樊志远, 刘晓琳, 詹湘琳, 魏也. 基于 AI 和模拟招投标的数电第二课堂教学实践探索[J]. 教育进展, 2026, 16(10): 1187-1197. DOI: 10.12677/ae.2026.16102218

concept. The plan introduces a simulated bidding mechanism and AI-assisted tools into the second classroom of digital electronics technology. Using the design, simulation, and PCB fabrication of basic digital logic circuits as the full-process practical platform, students participate as bidders in the bidding process, while teachers conduct AI-assisted evaluation. This approach builds a complete practical chain of needs analysis, design and development, and bid implementation. Through backward design of teaching activities, the cultivation of information discrimination ability, autonomous learning ability, and integrity is integrated throughout the entire teaching process, achieving an organic integration of knowledge impartation, ability cultivation, and value shaping. Teaching practice has shown that this model effectively stimulates students' learning interest. It has achieved good results in guiding students to correctly use AI tools and enhancing their ability to solve complex engineering problems, providing a referable example for the reform of engineering practice teaching in the AI era.

Keywords

Digital Electronics Technology, Artificial Intelligence, Simulated Bidding, Second Classroom

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

教育部印发的《高等学校课程思政建设指导纲要》指出,要“寓价值观引导于知识传授和能力培养之中,帮助学生塑造正确的世界观、人生观、价值观”[1]。教育部2025年发布的《卓越工程师教育认证标准》指出,卓越工程师是国家战略人才力量的重要组成部分,培养造就大批工程师,是国家和民族长远发展大计[2]。《数字电子技术》是电类相关专业的重要基础必修课,兼具理论性与实践性[3]。中国民航大学电子信息工程专业具有鲜明的民航特色,在课程教学中不仅要传授专业知识,还需融入民航精神与工程伦理教育。当前数电课程的教学往往侧重于理论讲授和验证性实验,学生缺乏从需求分析、方案设计到实物制作的全流程实践体验。另一方面,人工智能技术的快速发展深刻影响着学生的学习方式,如何正确引导学生使用AI工具,避免其成为“代写工具”,而是作为“学习助手”,已成为当前教学改革中亟待解决的重要课题[4][5]。基于OBE (Outcome-Based Education, 成果导向教育)理念,提出在数字电子技术第二课堂中开展基于AI辅助和模拟招投标机制的教学实践探索。通过逆向设计教学活动,以数字逻辑电路的设计、仿真、PCB (Printed Circuit Board, 印制电路板)制作为成果导向,采用模拟招投标形式组织教学,引导学生合理使用AI工具,在完成真实项目任务的过程中实现知识内化、能力提升和价值塑造。

在工程教育领域,以问题为导向的PBL、以项目为载体的CDIO等模式已被广泛用于实践教学改革,强调在真实或仿真情境中完成构思、设计、实现、运行的完整过程;OBE理念则进一步要求以学习成果反向设计教学活动与评价标准[6][7]。近年来,AI辅助教学成为研究热点,已有研究探讨了AI大模型在混合式教学、项目式学习中的应用[8]。本研究在已有基础上,尝试将OBE的成果导向、模拟招投标的情境约束与AI辅助工具有机结合,构建完整实践链条,重点探索AI在工程实践教学中的规范使用与评价机制。本研究的贡献主要体现在三个方面:一是将模拟招投标机制引入数电第二课堂,构建了具有规则约束的真实工程情境;二是提出了AI在学生辅助设计与教师辅助评阅两个维度的应用框架,并配套雷同标认定与AI代写检测机制;三是通过教学实践与问卷反馈,初步验证了该模式在激发学习兴趣、引导规范使用AI方面的可行性,为后续研究提供了实践基础。

2. 核心思路与教学理念

2.1. OBE 理念下的逆向教学设计

OBE 理念强调以学生的学习成果为导向，所有教学活动、资源配置和评价方式均围绕预期成果进行逆向设计。将 OBE 理念贯穿于数电第二课堂教学的全过程，确立了三个层次的目标。

目标 1：需求分析——学生能够准确理解招标文件中的商务要求和技术要求，提取关键信息，明确设计任务，培养信息辨识能力。

目标 2：设计开发——学生能够独立完成数字逻辑电路的方案设计、仿真验证和 PCB 制作全流程，培养自主学习能力和工程实践能力。

目标 3：投标实施——学生能够按照招标规则提交投标文件及实物成果，接受评标与反馈，培养诚实守信品格和规则意识。

围绕上述目标，逆向设计教学活动和评价标准，确保每一环节的教学安排均服务于预期成果的实现。

2.2. 模拟招投标机制的引入

真实的招投标过程涵盖了需求发布、应标准备、方案设计、评审定标、异议处理等完整环节，与工程教育中学生应具备的需求分析能力、方案设计能力、规范执行能力和沟通表达能力高度契合。将模拟招投标机制引入数电第二课堂，具有以下优势：第一，情境真实。招投标是工程实践中常见的项目实施方式，学生通过角色扮演，能够提前感受工程实践的真实场景，体验从需求到交付的完整项目周期。第二，任务完整。从标书解读到实物提交，涵盖电路设计的全流程，避免了传统实验中“按图连线”的碎片化操作，有利于培养学生系统思维。第三，规则约束。招投标中的期限规定、雷同标认定、废标判定等规则，有助于培养学生的诚信意识和规则意识，实现思政教育在实践环节的自然融入。

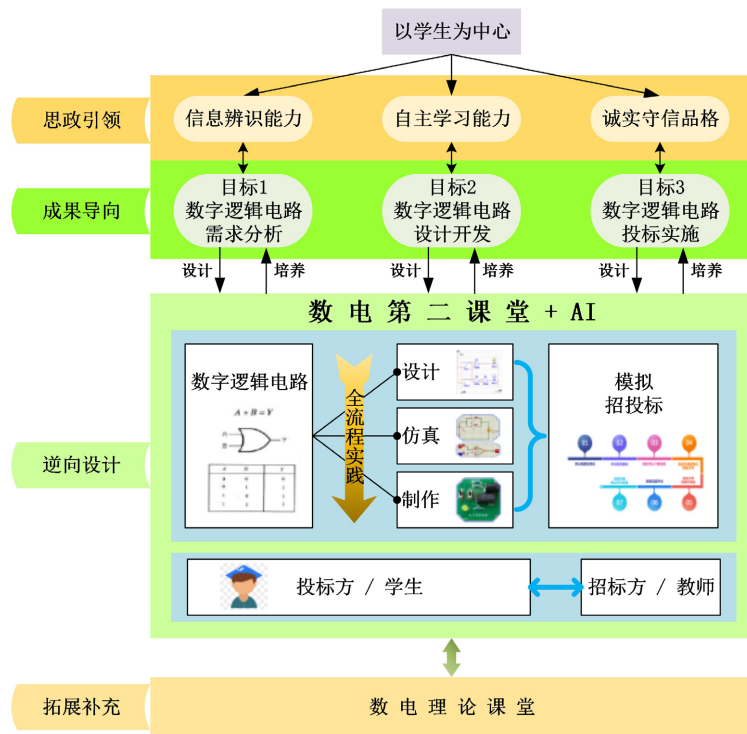


Figure 1. Diagram of the core concept
图 1. 核心思路图

在模拟招投标的过程中,引入 AI 作为辅助,在第二课堂中探索学生用 AI 辅助设计、教师用 AI 辅助评阅的方式和方法。核心研究思路如图 1 所示。

2.3. AI 辅助工具的定位与应用框架

当前,学生在学习已广泛应用各类 AI 工具(如 DeepSeek、豆包等),然而,学生使用 AI 的水平参差不齐,部分学生存在直接复制 AI 生成答案而不加思考的现象。本研究对 AI 工具的定位是“辅助学习、辅助设计、辅助评阅”,而非“替代思考、代写方案、代做设计”。在第二课堂教学实践中,AI 的应用分为两个维度。

(1) 学生端——AI 辅助设计

学生在投标准备和实物制作的全流程中,可在以下环节借助 AI 工具。需求分析阶段:使用 AI 对招标文件中的要求条款进行关键词提取和语义理解,辅助解读复杂的指标要求,快速定位核心约束条件。方案设计阶段:使用 AI 检索相关电路拓扑、芯片选型参考和设计案例,启发设计思路,但最终方案的选择和论证必须由学生自主完成。仿真调试阶段:当仿真结果与预期不符时,使用 AI 辅助分析异常原因、排查逻辑错误,AI 充当“虚拟讨论伙伴”。PCB 设计阶段:使用 AI 辅助 EDA 工具进行初步布局,或借助 AI 查询 PCB 设计规则(如线宽、间距、过孔尺寸等)。

为系统培养学生正确使用 AI 的能力,设计了 AI 素养微课模块,主要包含三个部分:(a) 有效提问专题——讲授如何将模糊需求拆解为具体、可验证的提问,避免笼统提问导致的低质量回答;(b) 交叉验证专题——讲授如何通过仿真实验、教材查阅、多工具比对等方式交叉验证 AI 生成内容,识别 AI 的“幻觉”与错误,建立不唯 AI、不弃 AI 的理性态度;(c) 伦理边界专题——明确 AI 可用于辅助分析、启发思路,但方案选择、设计论证和实物制作必须由学生自主完成,界定辅助与代写的边界。三个专题以线下课堂演示讲解形式开展,并配合提问、验证、修正的迭代式使用模式训练,使学生将 AI 使用规范内化为自觉行为。

(2) 教师端——AI 辅助评阅

教师在评标环节中,可借助 AI 工具实现高效、精准的评审。格式规范性审查:使用 AI 对投标文件的格式、字数、图表编号等规范性要素进行快速筛查。相似度检测:使用 AI 工具对学生提交的设计方案、仿真代码、PCB 版图进行相似度比对,识别雷同标和抄袭行为。初步评分辅助:教师设定评价维度和权重后,AI 可依据既定规则对投标文件进行初步评分和排序,供教师参考,最终定标权仍由教师掌握。共性错误统计:AI 可对学生投标文件中出现的共性问题和典型错误进行聚类统计,辅助教师在总结环节进行针对性的集中讲评。

3. 教学活动的设计与实施

3.1. 整体流程设计

在数电第二课堂中举办了“数字逻辑电路设计招标模拟大赛暨数字电子技术第二课堂教学活动”,面向教学班全体学生,在完成组合逻辑电路教学内容后开展。此时学生已具备数电基础知识,且大多接触过 PCB,但普遍缺乏从设计到制作的全流程经验。

整体流程参照真实招投标程序,流程设计为 4 个阶段,核心举措如图 2 所示。

(1) 招标发布阶段:教师发布招标文件,明确供货内容、技术指标、投标截止时间、评标标准和投标文件格式要求。教师在此阶段之前已使用 AI 辅助设计了若干正确和错误方案的演示资源。

(2) 投标准备阶段:学生以个人为单位,解读招标需求,检索相关资料,制定设计方案,并制作 PCB 实物,在此过程中可使用 AI 工具进行辅助分析和设计。

- (3) 标书评审阶段：学生提交投标文件，教师借助 AI 工具进行形式审查、相似度检测和初步评分，判定是否存在雷同标或废标情形。
- (4) 定标公示阶段：教师对学生提交的投标文件(含制作的 PCB 实物照片等)进行综合评标，公示中标结果，并进行异议处理和经验总结。教师使用 AI 辅助生成评标报告和教学反馈。

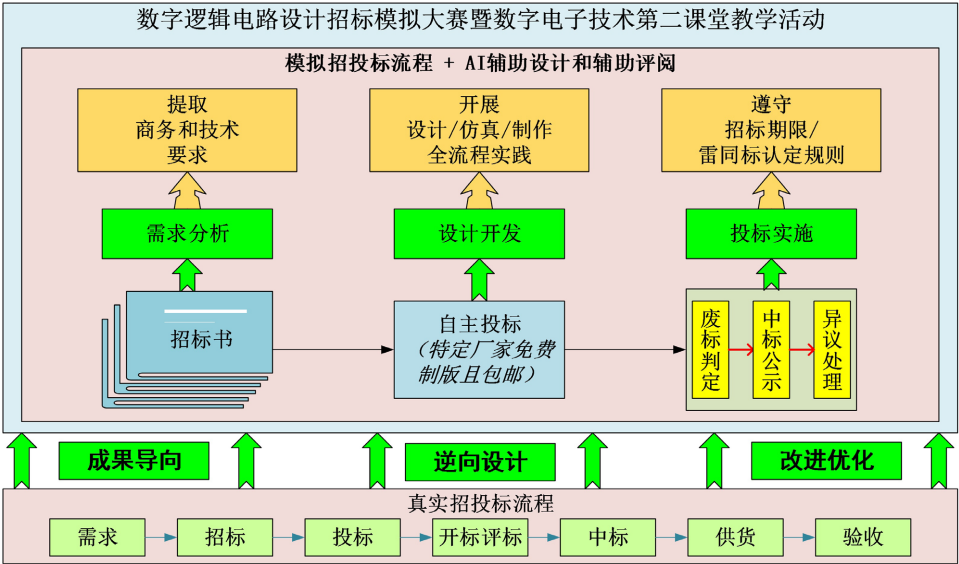


Figure 2. Diagram of the key measures
图 2. 核心举措图

3.2. 供货内容与教学资源设计

为保障招标活动的可操作性，设计了具有典型教学价值的数字逻辑电路作为供货需求，如“与门逻辑演示电路”等。这些电路既能覆盖数电课程中的核心知识点，又相对简单，适合新手在有限时间内完成全流程设计。

某次招投标活动的核心设计要求如下：

开发以 74HC00 为核心的演示电路，可用于教学演示，具体要求包括：

- 1、用户能够方便地改变输入电平，如采用开关等形式；
- 2、用户能够直观的看到输出结果，如采用 LED 等形式；
- 3、芯片、器件可采用贴片或直插等任意封装形式实现；
- 4、PCB 应包含个人姓名学号标识；
- 5、最终成品可包含外壳；
- 6、独立完成，不得参考他人设计或为他人提供参考，经认定为雷同标的，相关各方均按废标处理，该次投标成绩记为零分。

提交的技术资料至少包括：

- 1、提供电路设计的仿真图(可采用 Proteus、Multisim 等任意仿真软件实现)；
- 2、提供电路 PCB 设计的原理图、布局布线图和三维仿真图(可采用嘉立创 EDA、Altium Designer 等任意 PCB 设计软件实现)；
- 3、提供未焊接元器件的 PCB 实物图；
- 4、提供电路外壳设计的三维模型图(可采用 SolidWorks 等任意三维设计软件实现)；

5、提供电路外壳的 3D 打印实物图(选做)。

其他：其他方面无任何要求，未尽事宜，照自己的理解进行即可。

根据招标书的相关规范，将上述内容及投标截止时间、方式等撰写到招标书中，供学生分析。

在教学资源方面，开发了正反两方面的招标演示资源。正面范例：若干正确设计的电路实物和完整投标文件范例，展示从需求分析到实物交付的规范流程。反面案例：包含典型设计错误(如逻辑功能错误、PCB 布线违规等)的电路实物和文件，用于课堂对比讲解。

上述正反资源的开发过程中，教师预先使用 AI 工具进行辅助设计，即教师以“学生角色”使用 AI 来完成部分设计任务，从而提前掌握学生在使用 AI 过程中可能遇到的技术问题、认知误区和常见错误。例如，教师使用 AI 生成某一电路的最初版本，观察 AI 在逻辑化简、芯片选型、PCB 布局等方面是否存在错误或不足，并将这些“AI 易错点”整理为教学要点，在活动启动时向学生进行预警讲解。

3.3. 过程管理

首先，明确雷同标认定规则及处罚：经 AI 预审、教师复核并公示、异议反馈后，认定为雷同标的，相关投标方全部废标。该次投标成绩记为零分，并记入课程诚信档案。

在具体实施中，第二课堂活动以课外时间为主，教师通过线上平台和线下答疑提供指导。值得指出的是，嘉立创等 PCB 制造平台在特定条件下提供免费制板且包邮服务，使得本项目无需额外资金投入即可使学生体验包含 PCB 制板在内的完整设计流程，极大地降低了第二课堂实践活动的实施门槛，保证了面向全体学生的可推广性。

教师在过程管理中，设置多个阶段性检查节点(如方案评审节点、PCB 设计评审节点)，确保学生按进度推进。同时，教师利用 AI 工具对提交的阶段性成果进行快速筛查，及时发现雷同设计或异常情况，并依据事先公布的规则进行警示或处理。

总体实施过程如图 3 所示。

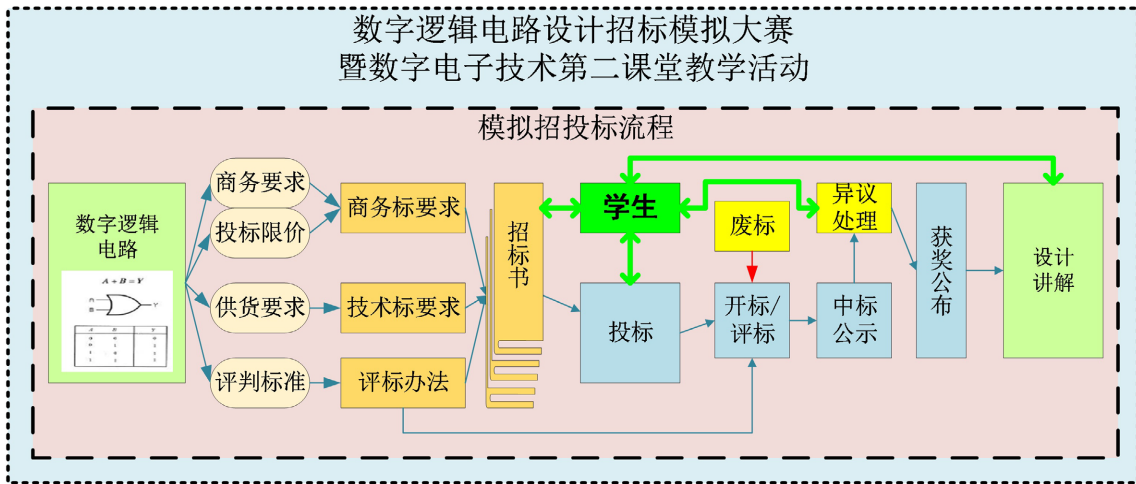


Figure 3. Diagram of the overall implementation process
图 3. 总体实施过程图

4. 考核评价体系

为全面评价学生在第二课堂中的学习成果，建立了多元化的考核评价体系，涵盖以下维度，如表 1 所示。

Table 1. Assessment and evaluation system
表 1. 考核评价体系

序号	评价维度	权重	评价方式	AI 参与
1	设计质量	40%	仿真验证 + 实物测试	AI 辅助初步筛查逻辑错误和布线违规
2	过程表现	20%	阶段性节点检查 + 教师观察	AI 辅助检查进度与异常行为
3	投标文件	20%	文件评审	AI 辅助格式审查、相似度检测、初步评分排序
4	思政素养	20%	规则遵守、AI 使用合规性、诚信表现	AI 辅助检测雷同标和 AI 代写行为

教师借助 AI 工具对投标文件进行辅助评阅，具体流程为：

(1) AI 初筛：将所有投标文件输入 AI 评阅系统，进行格式规范性检查、设计方案的相似度聚类分析、仿真代码和 PCB 文件的特征比对；

(2) 异常标记：AI 自动标记出疑似雷同标(相似度超过阈值)、疑似 AI 代写(文本风格偏离学生正常表达水平)等异常情况；

(3) 教师复查：教师对 AI 标记的异常情况进行人工复核，确认是否构成违规；

(4) 综合评分：教师结合 AI 提供的初步评分建议和自己的专业判断，给出最终评分和定标结果。

采用人机协同的评阅模式，既能充分发挥 AI 在数据处理和模式识别方面的效率优势，又能确保评阅的公平性和专业性，同时有效遏制了学生滥用 AI 代写的行为。

5. AI 辅助效果与反馈

采用问卷调查法对教学实践效果进行初步评估，面向 2026 年参与活动的全体学生开展了 AI 辅助设计与分析的问卷调查，回收有效问卷 106 份。问卷涵盖学生 AI 使用习惯、AI 辅助设计应用、AI 回答质量评价及活动整体反馈等维度。需要指出的是，本研究属于教学实践的探索性案例研究，尚未设置对照组，亦未采集前测数据，因此问卷结果主要用于反映学生的主观感知与使用行为分布，尚不足以作为教学成效的因果性证据。后续研究拟引入准实验设计，设置平行班对照组，采用前后测、多教师盲评作品质量、学生访谈与焦点小组等多源方法，从知识应用、工程思维和创新能力等维度客观衡量学生的真实变化。

5.1. 学生 AI 使用习惯与认知

在日常 AI 使用习惯方面，调查结果如表 2 所示。数据显示，约 90% 的学生对 AI 在日常使用中的表现持基本肯定或中性态度(选择“大部分时候符合”或“一半一半吧”)，仅有极少数学生(约 11%)认为 AI “基本没有符合过”或“少部分时候符合”，且无人选择“几乎就没有符合过”。这表明绝大多数学生在日常学习中已积累了一定的 AI 使用经验，并对其持基本肯定的态度，这为在第二课堂中引入 AI 辅助设计提供了良好的认知基础。

Table 2. Degree of conformity to daily AI usage requirements
表 2. 日常使用 AI 的需求符合程度

选项	选项内容	人数	占比
A	基本没有符合过我的需求	6	6%
B	大部分时候符合我的需求	52	49%
C	一半一半吧	43	41%
D	少部分时候符合我的需求	5	5%
E	几乎就没有符合过我的需求	0	0%

注：因占比保留到整数，故各百分比相加为 101%。

当 AI 回答未能满足需求时(表 3)，大部分学生(约 81%)将原因归咎于 AI 本身，但也有 38%的学生能够反思自身提问方式可能存在的问题。进一步追问应对方式(表 4)，约 83%的学生在 AI 首次回答不理想时会选择调整提问策略重新尝试，仅约 17%放弃追问。这表明多数学生具备与 AI 进行多轮交互的意识和能力，能够在受挫后主动调整策略，这是有效利用 AI 工具的重要素养。

Table 3. Perceived possible reasons for unsatisfactory AI responses
表 3. AI 回答不理想时认为的可能原因

选项	选项内容	人数	占比
A	针对这个问题，AI 不靠谱	86	81%
B	我提问的方式可能有误	40	38%
C	其他	7	7%

注：该题为多选，最多可选 2 项，百分比以总人数为分母计算，组合选项分布为 A(59 人，56%)、AB(24 人，23%)、AC(3 人，3%)、B(16 人，15%)、C(4 人，4%)。

Table 4. Coping strategies when AI responses are unsatisfactory
表 4. AI 回答不理想时的应对方式

选项	选项内容	人数	占比
A	是的，我会换个方式再问问看	88	83%
B	这回答太不靠谱了，不问了	18	17%

在学生判断 AI 回答是否靠谱的方式上，如表 5 所示，多数学生倾向于通过外部验证来评估 AI 回答的可信度，“上网查询”和“询问他人”是最主要的两种方式。与此同时，仍有相当比例的学生(约 35%)“凭借直觉判断”，仅有约 5%的学生表示从未判断过 AI 回答的正确性。这表明多数学生具备一定的信息甄别意识，但在判断方法上仍以外部验证或自身直觉为主，缺乏系统性的批判性思维训练。这一发现为本项目后续加强“AI 素养”教育提供了明确的方向。

Table 5. Ways to judge the reliability of AI responses
表 5. 判断 AI 回答是否靠谱的方式

选项	选项内容	提及人数	占比
A	基本没有判断过 AI 的回答是否正确	5	5%
B	凭借直觉判断	37	35%
C	上网查询 AI 的回答是否靠谱	61	58%
D	询问他人以判断 AI 的回答是否靠谱	48	45%

注：该题为多选，最多可选 2 项，百分比以总人数为分母计算，组合选项分布为 A(3 人，3%)、AB(1 人，1%)、AC(1 人，1%)、B(16 人，15%)、BC(12 人，11%)、BD(8 人，8%)、C(25 人，24%)、CD(23 人，22%)、D(17 人，16%)。

5.2. AI 在第二课堂中的应用情况

在数电第二课堂教学活动中，AI 工具的使用率约 70%(见表 6)，表明 AI 在实践类学习活动中具有较强的渗透力，学生普遍愿意在电路设计、仿真、PCB 制作等任务中借助 AI 提高效率。

Table 6. Proportion of AI usage in the second classroom
表 6. 第二课堂中 AI 使用比例

选项	选项内容	人数	占比
A	是的，使用了 AI 辅助	74	70%
B	没有使用 AI	28	26%
C	其他	4	4%

在具体使用场景方面，如表 7 所示，学生在仿真和原理图设计环节使用 AI 的比例相对较高，同时“帮助分析任务内容”也达到了约 29%，说明 AI 在需求解读和方案分析环节同样发挥着重要作用。相比之下，AI 在 PCB 检查或改进、外壳设计等环节的使用比例较低。这一分布与不同设计环节对 AI 工具的适用性有关——仿真调试和方案分析更适合 AI 介入，而 PCB 布线和实物制作等对动手操作要求较高的环节，AI 的辅助空间相对有限，这也印证了本项目对 AI 使用范围的规范设计是合理的。

Table 7. Distribution of AI-assisted work usage in the second classroom
表 7. 第二课堂中 AI 辅助工作的使用分布

选项	选项内容	人数	占比
A	仿真电路设计	32	30%
B	仿真电路检查或改进	20	19%
C	原理图电路设计	19	18%
D	原理图电路检查或改进	15	14%
E	PCB 设计	8	8%
F	PCB 检查或改进	5	5%
G	外壳设计	6	6%
H	外壳检查或改进	3	3%
I	帮助分析任务内容	31	29%
J	帮助回答问卷中总结及改进问题	9	8%
K	其他	25	24%

注：该题为多选，最多可选 2 项，百分比以总人数为分母计算，因组合分布较多，此处省略。

5.3. AI 辅助效果的学生评价

Table 8. Evaluation of the reliability of AI-assisted design or inspection/improvement
表 8. AI 辅助设计或检查改进时的可信度评价

选项	选项内容	人数	占比
A	没有使用 AI 辅助设计或检查改进	17	16%
B	AI 的回答起到了很大作用	22	21%
C	AI 的回答起到了部分作用	57	54%
D	AI 的回答基本没什么用	5	5%
E	其他	5	5%

注：因占比保留到整数，故各百分比相加为 101%。

针对 AI 在辅助设计或检查改进方面的实际效果, 学生评价如表 8 所示, 在 AI 使用者中, 大多数同学认为 AI 的回答起到了一定作用甚至很大作用, 仅极少数人认为基本没什么用。这表明绝大多数使用者认可 AI 在电路设计、仿真调试和任务分析等环节能够提供有价值的参考或启发。这与 5.1 节中约 49% 的学生认为 AI “大部分时候符合需求” 的日常使用评价基本一致, 说明 AI 在不同场景下的表现具有较好的稳定性。同时, 仍有少数使用者对 AI 回答质量评价不高, 这提醒教师需进一步加强对提问技巧的培训与指导。

5.4. 综合效果分析

综合问卷数据, 可以得出以下结论:

(1) 学生对 AI 工具的引入持较积极的接受态度。约 90% 的学生在日常使用中对 AI 持肯定或中性态度, 约 70% 的学生在第二课堂中主动使用了 AI 辅助设计, 表明将 AI 融入实践教学具备良好的学生基础和可行性。

(2) AI 辅助覆盖了核心设计环节。从仿真设计、原理图设计到 PCB 设计, 学生在电路设计的各个环节均使用了 AI 辅助, 尤其在方案分析和仿真调试环节使用较为集中, 这与数电课程的核心能力培养目标高度契合。

(3) 学生具备一定的 AI 交互素养, 仍需持续引导。约 83% 的学生在 AI 回答不理想时能够调整提问策略重新提问, 体现了良好的交互意识和韧性; 但判断 AI 回答是否靠谱的方式仍以外部验证为主, 缺乏系统性的批判性思维训练, 说明在后续教学中应强化 “AI 素养” 教育, 帮助学生建立更科学的 AI 结果评估方法。

(4) 多数学生对 AI 辅助效果持肯定评价。在使用 AI 进行辅助设计或检查改进时, 约 75% 的学生认为 AI 的回答起到了一定作用甚至很大作用。提示 AI 辅助在提升学习效率方面具有潜力, 但其对学习质量的真实影响仍需进一步验证。

基于上述调查结果, 在后续教学中应重点优化以下三个方面: 一是将 AI 素养微课模块化、常态化, 开发有效提问、交叉验证、伦理边界三个专题的系列微课与配套练习, 并将学生的 AI 交互过程记录纳入考核, 使 AI 素养培养从活动前演示转变为全程浸润; 二是完善 AI 辅助评阅的反馈机制, 使学生能够更清晰地了解 AI 在评阅中的具体作用; 三是针对 PCB 检查、外壳设计等 AI 适用性较弱的环节, 探索更有效的 AI 介入方式或替代方案, 以进一步提升 AI 辅助的全流程覆盖率。

6. 结语

基于成果导向教育理念, 以数字逻辑电路的设计、仿真、PCB 制作为全流程实践载体, 将模拟招投标机制和 AI 辅助工具引入数字电子技术第二课堂教学, 构建了以 “需求分析 - 设计开发 - 投标实施” 为主线的实践教学体系。通过逆向设计教学活动, 将信息辨识能力、自主学习能力和诚实守信品格的培养融入教学全过程, 实现了知识传授、能力培养与价值塑造的有机融合。

实践表明, 该教学模式能够有效激发学生的学习兴趣, 提升其解决复杂工程问题的能力。问卷调查显示, 绝大多数学生在第二课堂中主动使用了 AI 辅助设计, 且大多数使用者认为 AI 起到了实际作用; 同时, 明确的 AI 使用规范和雷同标认定规则有效遏制了抄袭行为, 使学生在实践中养成了诚信意识和规则意识。为引导学生正确认识和使用 AI 工具、探索 AI 时代工科实践教学改革提供了可借鉴的范例。

需要指出的是, 本模式的实施依赖若干条件: 其一, 需要教师具备一定的 AI 工具使用与评阅经验, 并能投入额外精力设计招标文件、开发正反案例资源; 其二, 需要相对完整的课外时间保障, 以及可免费或低成本获取的 PCB 制板渠道; 其三, 模拟招投标的规则设计需与课程内容难度相匹配, 招标任务过

难或过易都会削弱教学效果。因此,本模式更适合在已完成核心理论教学、具备一定动手基础的教学班中开展,对于课时紧张或实践条件有限的院校,可考虑将招投标环节简化或分阶段实施。上述边界条件的明确,有助于其他教育工作者根据自身情况判断该模式的可迁移性。

基金项目

中国民航大学教育教学改革与研究项目“基于 AI 和模拟招投标的数电第二课堂教学实践探索”(CAUC-2025-C-05)。

参考文献

- [1] 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知[EB/OL].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html, 2020-06-01.
- [2] 教育部关于发布《卓越工程师教育认证标准》教育行业标准的通知[EB/OL].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/202512/t20251209_1422841.html, 2025-11-25.
- [3] 康华光, 张林. 电子技术基础数字部分[M]. 第 7 版. 北京: 高等教育出版社, 2021.
- [4] 周凤燕. AI 赋能高等数学跨学科项目式学习的实践探索——以导数在卫星轨道设计中的应用为例[J]. 教育进展, 2026, 16(1): 1798-1805.
- [5] 张铎, 张慧丽, 谢家焯, 等. AI 大模型赋能的“数字电子技术”混合式教学改革实践研究[J]. 工业和信息化教育, 2026(8): 74-79.
- [6] 冯琪景, 张金学, 董国华, 等. 融合 OBE-CDIO 理念的数字电子技术实验教学模式研究[J]. 创新创业理论与实践, 2026, 9(1): 125-128.
- [7] 陈姗. CDIO 导向下的“三情境”工程管理改革研究——以工程招投标实训为例[J]. 中国管理信息化, 2025, 28(13): 142-145.
- [8] 王启吾, 黄华, 张伟, 等. AI 赋能“BIM 技术与应用”课程混合式教学模式构建[J]. 西部素质教育, 2026, 12(17): 151-154.