

“教学做合一”视域下数电课程趣味化教学体系的构建*

郭立强^{1**} 任舰¹ 苏丽娜¹ 李文佳¹ 刘恋²

1 淮阴师范学院计算机科学与技术学院, 淮安 223300

2 淮阴师范学院物理与电子电气工程学院, 淮安 223300

摘要 针对当前数电课程在培养定位、教学模式与技术应用中的多重矛盾, 本文探讨了计算机专业数电课程的教学改革路径, 提出基于“教学做合一”理念的趣味化教学体系。通过构建包括趣味演示电路、理论和实验教材、便携式数字电路硬件实验平台和混合式在线课程的立体化教学资源, 并实施“四阶联动”教学模式, 有效激发了学生的求知热情, 显著提升了学生的工程实践能力。教学实践表明, 该教学体系在促进学生掌握数电知识、提高应用能力方面成效显著, 对应用型普通高校计算机专业电类基础课的实践教学改革具有一定的借鉴价值和推广意义。

关键字 数字电子技术, 趣味教学, 教学做合一, 教学改革。

Constructing an Engaging Teaching System for Digital Electronics Courses under the “Teaching – Learning – Practice Integration” Framework

Liqiang Guo¹, Jian Ren¹, Lina Su¹, Wenjia Li¹, Lian Liu²

1.School of computer Science and Technology,
Huaiyin Normal University,
Huai'an 223300, China

2.School of Physics and Electronic Electrical Engineering,
Huaiyin Normal University,
Huai'an 223300, China

Abstract—Addressing the multifaceted contradictions in cultivation orientation, pedagogical approaches, and technological applications within current digital electronics education, this study systematically explores reform pathways for computer science curricula. We propose a novel instructional framework grounded in the “Teaching-Learning-Practice Integration” philosophy, featuring: interactive demonstration circuits, integrated theoretical and experimental teaching materials, portable digital circuit hardware experiment platforms, and hybrid online courses. The implemented “Four-Phase Synergistic” teaching methodology has demonstrably enhanced student engagement while substantially improving engineering competencies. Teaching practice demonstrates that this teaching system has achieved remarkable results in promoting students’ mastery of digital electronics knowledge and improving their application skills, offering valuable insights for practical teaching reforms in foundational electrical courses at application-oriented universities.

Keywords—Digital Electronics; Engaging pedagogy; Teaching-Learning-Practice Integration; Teaching Reform

1 引言

数字电子技术基础(简称“数电”)是计算机大类专业的核心先导课程, 数电课程的逻辑门电路、组合逻辑电路以及时序电路等知识点直接服务于计算机组成原理、计算机体系结构、嵌入式系统等课程, 是理解 CPU 指令执行、总线传输、存储控制等硬件工作机制的基础[1-6]。同时, 数电的相关知识点也助力学生理解计算机硬件如何支持操作系统的资源管理, 为操作系统硬件抽象层的寄存器操作与中断管理提供了底

层行为描述依据[7]。因此, 数电课程在培养学生硬件系统思维与工程实践能力中起到基础桥梁的作用。特别是在“新工科”建设背景下, 计算机专业人才需要具备软硬件协同创新能力已成为业界共识[8]。然而, 随着计算机专业教育教学改革进入深水区, 数电课程已被边缘化, 其教学现状需要引起我们足够的重视。

1.1 培养导向与课程体系的失衡

计算机专业的数电课程本应作为硬件课程群的枢纽, 衔接电路基础与计算机组成原理。然而, 从培养方案的制定到学生的学习均存在着“身份认知危机”。一方面, 大多数普通本科院校计算机专业的培养方案存在着“重软件、轻硬件”的问题。特别是每四年一

* **基金资助:** 本文得到全国高等院校计算机基础教育教学研究项目(2024-AFCEC-059)、江苏省高等教育学会高校实验室研究委员会 2024 年度课题(GS2024BZZ08)。

** 讯作者: 郭立强 guolq@hytc.edu.cn。

次的专业培养方案的修订中,专业课的总学分呈现逐年递减的趋势,而硬件基础课往往成为了“牺牲品”。通过调研发现,普通本科院校计算机专业数电课时一般为32-48学时(包括实验学时),仅为电子信息类专业的一半,甚至很多学校电路分析以及模拟电子技术课程都不开设,直接从数电课程讲起,硬件类基础课被压缩为“微型化”的电子技术导论。另一方面,学生缺乏对数电课程的认同感。以我院为例,期中教学检查中对学生的问卷调查显示:绝大多数学生认为“数电不如数据结构、操作系统等课程重要”。调研也发现,国内多数普通本科院校的计算机类专业将数电课程设置为考查科目,这一教学安排客观上降低了学生对课程的重视程度,导致学习投入不足的问题愈发突出。但后续课程教师反馈:很多学生因数电基础差导致计算机组成原理等专业课程学习困难,学生因课程非核心产生轻视心理,但后续课程暴露了学科基础薄弱的问题。

1.2 教学模式与能力培养的矛盾

首先,教学内容与专业需求脱节。课程内容偏重传统的组合逻辑电路和时序逻辑电路的分析与设计,但相关知识点的讲解与计算机系统(如奇偶校验、算术逻辑单元、指令译码、总线数据传输、存储器等)的关联设计不足,学生难以感知课程的应用价值。从微观教学看,该设计符合数电课程的教学要求;但从专业课程体系的宏观视角,这种孤立的知识传授割裂了硬件基础与系统设计的逻辑关联[9],缺乏系统硬件思维。其次,教学方法单一。当前课堂教学往往以“PPT+板书”的单向输出模式为主,填鸭式理论灌输致使学生陷入被动学习的状态,课堂参与度与学习兴趣持续低迷。最后,理论与实践脱节。对于普通本科院校而言,受限于学生基础薄弱与课程认同感缺失的客观约束,实验教学呈现验证性实验主导、创新性实验缺位的结构性失衡,实验教学对理论迁移的支撑不足。

1.3 技术赋能与教育本质的脱节

由于专业特点以及办学经费的限制,大多数普通本科院校计算机专业(包括作者所在单位)均没有专业的电子技术教学实验室,硬件类基础课程的实验教学通常依托普通计算机机房开展。在此背景下,各种EDA仿真软件成为数电实验教学的核心工具[10-12]。仿真软件的应用显著降低了教学成本与硬件设备依赖,有效规避了传统实验箱体积笨重、设备老化、维护困难等弊端。通过机房计算机的虚拟仿真实施实验教学,不仅便于课程安排,更克服了没有电子技术专业实验室的困境,为实验环节提供了高效便捷的解决方案,成为教师开展教学活动的主要选择。然而,EDA仿真技术的过度依赖也暴露了其局限性:学生在虚拟环境中虽能完成逻辑设计与仿真验证,但缺乏对实体

电路搭建、元器件特性认知及硬件调试等实践环节的深度参与。这种教学模式易导致学生仅停留于对EDA工具的操作层面,难以形成对计算机硬件系统底层设计原理的深刻理解,客观上弱化了工程实践能力的培养,与工程教育“虚实结合、软硬协同”的本质要求相悖。

面对上述挑战,如何化解计算机专业数电课程在培养定位、教学模式与技术应用中的多重矛盾,破解硬件基础课程边缘化与实践能力培养结构性失衡的困境,成为亟待通过系统性教学改革回应的现实问题。基于近八年的教学改革探索,本文提出计算机专业数电课程“趣味牵引、生态重构”的教学改革路径:以趣味教学为切入点,践行陶行知先生的“教学做”统一的教育理念,对数电课程实践教学改革与能力培养等方面进行研究与探索。

2 基础理论

2.1 “教学做合一”理念的内涵

陶行知先生提出的“教学做合一”教育思想[13-15],本质上是将知识传授、能力培养与实践创新置于统一认知框架下的教育哲学体系,强调以“做”为中心的教学方法论,即“事怎样做便怎样学,怎样学便怎样教”,将知识传递过程转化为“做中教、做中学”的闭环认知系统。

从教学论视角审视,“教学做合一”蕴含三重实践逻辑:其一,教师需革新“教”的范式,将知识嵌入具体实践场景,例如通过趣味电路演示将相关知识点具象化;其二,学生需重构“学”的方式,实现从知识接收者到问题解决者的转变,如在实验环节自主设计电路验证理论;其三,课程需建立以“做”为导向的评价体系,重点考察学生解决问题的能力而非单纯的知识记忆。该模式突破了传统线性教学方法,构建“实践—认知—创新”的螺旋上升机制,为计算机专业数电课程改革奠定方法论基础。

2.2 趣味化教学的实践逻辑

课堂教学是一门艺术,其核心价值在于激发学生持久的学习内驱力。研究表明,当课程设计未能有效调动学生的学习兴趣时,即便采用最前沿的教学方法也难以充分发挥其效用。因此,构建富有吸引力的趣味课堂不应仅被视为教学辅助手段,而应成为现代教学设计的核心要素。通过精心设计的趣味教学活动,教师能够创造愉悦的学习体验,引导学生从被动接受转向主动探究,在问题解决中实现从知识理解到创新应用的思维跃升。大量教学实践证实,恰当地运用趣味性教学策略,不仅能显著提升学生的课堂参与度,更能有效促进知识的深度理解和长期记忆,最终实现

教学效果的最优化。

趣味化教学的实践逻辑根植于心理学的认知负荷理论 (Cognitive Load Theory) [16-17], 该理论从神经认知与行为表现这两个维度揭示了教学优化的生理学依据。数电课程的教学困境本质上是三类认知负荷的协同失衡: 内在认知负荷由课程难度决定, 如时序电路的分析与设计的固有复杂度; 外在认知负荷源于教学设计缺陷, 如填鸭式的满堂灌教学方法; 相关认知负荷涉及知识重构的深度与效率, 如学生未能将触发器、状态机等分散知识点整合为可迁移的系统性思维模型。抽象的数电知识若以纯理论形式呈现, 易导致学生工作记忆超载。而趣味电路的具象化演示通过构建声光电一体化的多模态认知增强系统 (视觉反馈的 LED 状态跳变、听觉反馈的脉冲蜂鸣、触觉反馈的元件插拔) 来激活感知记忆通道, 根据认知负荷优化原则实现三重调控: 首先将抽象逻辑概念分解为可观察的物理现象, 通过现象—原理的实时映射使工作记忆负荷与课程复杂度动态适配 (内在负荷优化); 继而采用即时反馈机制消除认知干扰, 通过声光电多模态反馈验证电路状态, 为插拔操作提供行为锚点 (外在负荷削减); 最终通过具身实践促进知识重构, 使学生在电路搭建过程中形成操作记忆与感知记忆协同编码的认知结构, 实现从具体操作到抽象思维的认知迁移 (相关负荷激发)。这种基于感知—实践—反馈循环的趣味化教学设计, 有效突破了传统数电教学中的认知瓶颈。

3 教学体系的构建与实施

针对引言所提及的计算机专业数电课程所存在的一些教学痛点问题, 本节阐述基于“教学做合一”理念所构建的趣味化教学体系。如图 1 所示, 该体系包含教学资源建设和教学方法革新。相关教学资源包括: 趣味演示电路、自编理论教材、自编实验教材、便携式数字电路硬件实验平台和混合式在线课程 (智慧课程)。教学方法上则是通过教学资源的相互衔接, 旨在通过情境激趣、探究内化、实践应用和展示赋能四个阶段, 实现做中启、做中教、做中学、做中讲, 形成一个完整的教学链条, 实现知识传授与能力培养与的有机统一。

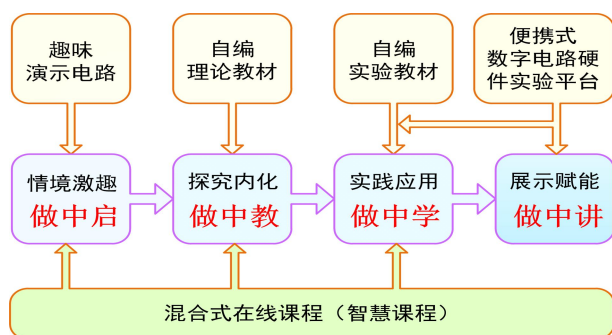


图 1 数电课程教学体系

3.1 立体化教学资源建设

(1) 趣味演示电路

趣味演示电路是整个教学资源体系的核心支撑。作者按照生活化场景映射原则、游戏化交互设计原则和课程衔接联动原则先后设计制作了六十余款趣味演示电路。

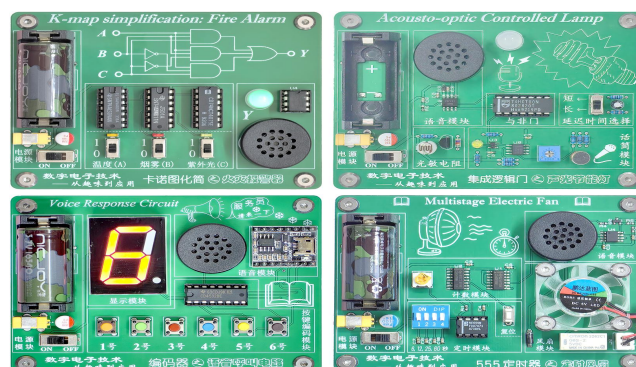


图 2 部分生活场景相关的趣味演示电路

生活化场景映射原则通过将抽象的理论知识与日常生活场景有机结合, 实现专业概念的具象化呈现。该原则强调在真实应用场景中解析电路原理, 例如讲解卡诺图化简知识点时, 设计“火灾报警器” (如图 2 所示), 通过火灾报警器电路的化简来掌握卡诺图化简这一知识点; 设计“声光节能灯”来解读与非门的应用; 设计“语音呼叫电路”来阐释编码器的原理; 设计“定时风扇”来讲解 555 定时器的应用等。基于生活场景的趣味演示电路共计设计制作了 37 款, 涉及到逻辑代数基础等六个章节的相关知识点。

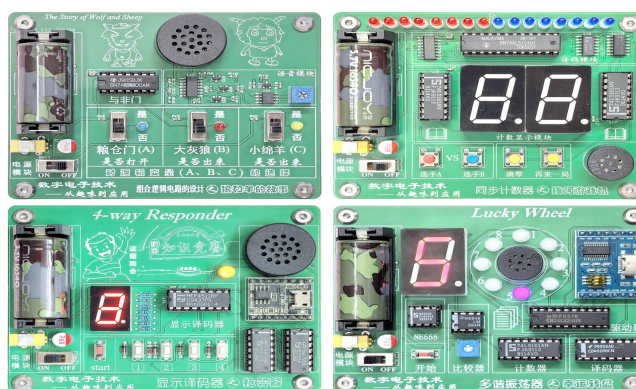


图 3 部分游戏交互相关的趣味演示电路

游戏化交互设计原则通过引入竞赛机制和互动元素有效增强学习参与度。该原则以竞技性操作为切入点, 激发学生的主动探究意识, 典型的趣味演示电路如图 3 所示, 包括: “狼和羊的故事”趣味电路关联组合逻辑电路的设计知识点; “拔河游戏机”趣味电路解读同步计数器的原理; “抢答器”趣味电路模拟抢答比赛场景, 解读显示译码器的应用; “幸运转盘”趣味电

路解读利用 555 定时器实现随机信号的生成。特别值得关注的是,同一功能电路(如抢答器)可通过基本 RS 触发器(与编码器联动)、D 触发器、数据选择器等不同方案实现。类似的,在讲解组合逻辑电路的设计、译码器、数据选择器等知识点时,均会演示投票表决器(举重比赛表决器)趣味演示电路,这种“一题多解”的异构实现方案,能够系统训练学生根据工程需求选择最优设计方案的综合实践能力。基于游戏化交互设计原则实现的趣味演示电路共计 12 款,涉及到组合逻辑电路等四个章节的相关知识点。

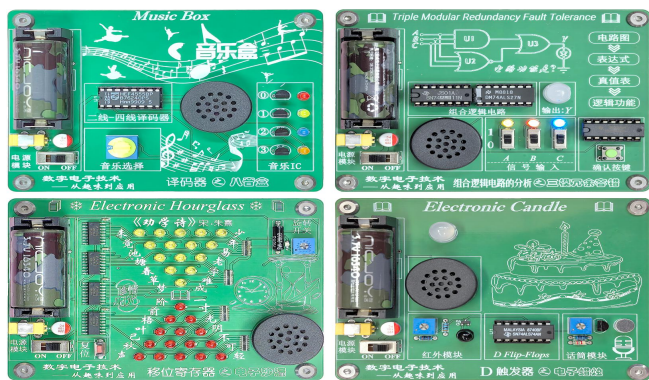


图 4 部分课程衔接相关的趣味演示电路

课程衔接联动原则强调在数字电路教学中实现知识体系的纵向衔接。应用相关趣味电路进行知识点解读过程中构建与计算机组成原理等后续课程的关联。例如,在“八音盒”趣味电路教学中阐释译码器原理时,同步渗透译码器在计算机寻址的核心作用;借助简化版的“三模冗余容错”趣味电路讲解组合逻辑电路的分析知识点时,延伸说明星载计算机采用触发器冗余设计抵御宇宙射线引发位翻转的工程实践;“电子沙漏”趣味电路涉及到移位寄存器这一知识点,直接关联指令暂存与顺序传递的计算机底层机制;“电子蜡烛”趣味电路所涉及到的 D 触发器则对应 CPU 中数据寄存器、指令寄存器等关键部件,承担着数据暂存与状态同步的功能。图 4 是部分课程衔接相关的趣味演示电路。基于课程关联设计原则实现的趣味演示电路共计 14 款,涉及到触发器等五个章节的相关知识点。



图 5 数电趣味演示教具

作者将六十余款趣味演示电路进行系统化整合,构建一套完整的教学演示工具(如图 5 所示)。根据实际的教学需求以及教学反馈与效果评估,目前相关趣味演示电路仍在持续的迭代更新中。

(2) 便携式数字电路硬件实验平台

为有效弥补 EDA 仿真实验教学的局限性,切实贯彻“教学做合一”的教育理念,作者于 2016 年成功研制便携式数字电路硬件实验平台(具体设计流程与核心功能架构详见文献[18])。该平台 V1.3 版本在 2018 年第五届全国高等学校教师自制实验仪器设备创新大赛中荣获三等奖。基于持续的教学实践反馈,平台已进行多次功能优化与版本升级,最新发布的 V1.8 版本如图 6 所示。

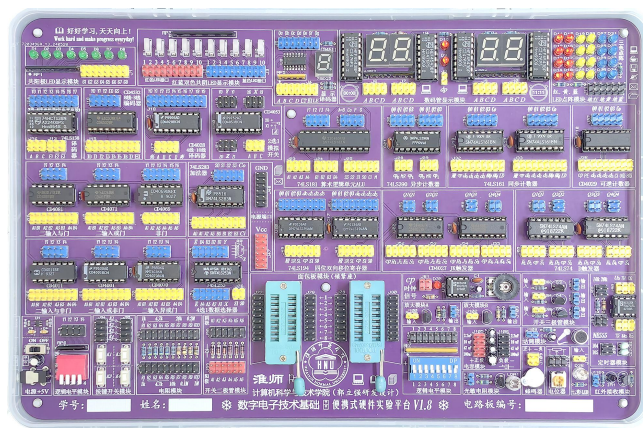


图 6 便携式数字电路硬件实验平台

(3) 自编教材

随着人才培养方案的优化调整,计算机专业类基础课教学中存在着“知识点多、课时少”的突出矛盾,现有相关教材的篇幅就显得过于庞大。为了适应计算机专业人才培养的新要求,笔者编写了江苏省应用型本科计算机专业规划教材《电子技术简明教程》[19]。该教材以“简明”为特色,“简”体现在精选电子技术基础理论与核心知识,注重内容衔接;“明”则强调知识呈现的深入浅出,契合教学实际与学生认知水平。同时配套编写《电子技术基础实验指导教程》[20],与自主研发的便携式数字电路硬件实验平台形成完备的教学体系。实验教材采用“夯实基础—跟踪训练—拓展提高”的三级递进式架构,通过趣味电路的搭建实现基础技能训练与创新能力培养的有机结合。

(4) 混合式在线课程建设

为构建多元化教学体系,作者于 2018 年建设完成了混合式在线课程(如图 7 所示)。该课程采用 GIF 动画、微视频等多媒体形式呈现教学重难点,通过单元导学与思维导图系统梳理知识脉络。课程实施过程

中,每节课均配备课前自学问卷,实现精准化教学反馈。该在线课程与自编教材、趣味演示电路及便携式数字电路硬件实验平台共同形成了一套完整的立体化教学资源体系。



图7 混合式在线课程

3.2 “四阶联动”教学体系

本教学改革方案以趣味电路为教学载体,系统构建了包含情境激趣、探究内化、实践应用和展示赋能四个递进环节的完整教学模式,旨在通过趣味性实践提升学生核心素养。具体实施路径包括:情境创设环节借助趣味电路演示引发学生探究兴趣,通过预设问题链驱动思维活动;知识解析环节将理论要点融入电路功能解读(采用“电路功能—器件特性—逻辑原理”的三层分析法),实现理论知识的具象化呈现;实践操作环节依托便携式数字电路实验平台,指导学生完成趣味电路搭建、参数调试和功能验证,强化动手能力;成果展示环节则通过学生自主讲解实验成果,促进知识的内化与外显表达,培养表达能力。该模式通过理论讲解与实践训练的深度结合,形成了从感性认知到知识理解、再到实际应用和最终讲授输出的完整学习闭环。我们通过电子沙漏趣味电路这一典型教学案例来详细介绍上述“四阶联动”教学过程。

(1) 情境激趣环节:做中启

本阶段聚焦于课堂导入环节,通过趣味电路的现场演示,将抽象知识点转化为具象化问题链,引导学生主动思考并激发他们的探究欲望。为了更好的实现做中教,讲解相关知识点,问题链的设计一般分为三个层次:现象观察、器件分析和原理探究。需要注意的是,在具体的教学实施过程中,上述三个层级的问题无须一次性的全部抛给学生,一般是只提1-2个问题,在探究内化阶段结合具体的教学场景适时地提出后续的思考问题,引导学生主动地参与课堂互动中。

现象观察聚焦趣味电路的外部特性,以电子沙漏(通过LED的依次熄灭和点亮来模拟沙漏计时的过程)趣味电路为例,教师可以提出一个与视觉感知相

关的问题:“同学们注意到没有,沙漏上半部分黄色LED会依次熄灭,而下半部分对应位置的红色LED会同步点亮,这个现象是怎么产生的呢?”随后自然地引出本节课主题:“其实这个效果是通过移位寄存器实现的,今天我们就来详细研究它的工作原理。”

器件分析旨在引导学生分析电路的功能模块。对于电子沙漏趣味电路,提出思考问题:“移位寄存器是如何控制LED的亮灭时序?”该问题帮助学生建立器件功能与实际现象的联系,为后续理论解析建立认知基础。

原理探究则是追溯底层逻辑,教师可以进一步提问:“沙漏点亮与熄灭的过程涉及到移位寄存器的串并转换,这个转换过程具体是如何实现的?数据控制信号在其中发挥什么作用?”在讲解过程中,可以适时的补充计算机系统发展史:“早期计算机正是运用移位寄存器实现指令暂存与有序传递,这种机制至今仍在现代处理器中发挥作用。”通过学科发展脉络的纵向关联,强化学生对核心知识的理解深度。

(2) 探究内化环节:做中教

在完成情境导入后,教师需将理论讲解嵌入趣味电路的原理剖析中,实现“做中教”的深度知识传递。在课堂教学的探究内化环节,教师应当采用循序渐进方式,将移位寄存器的理论知识有机融入电子沙漏电路实际分析中。这一教学环节设计需遵循由浅入深原则,确保学生逐步掌握相关知识。

首先,教师应当引导学生回顾前序课程中关于通用寄存器的知识,在此基础上提出“移位寄存器是如何控制LED的亮灭时序?”这一核心问题。教学内容的展开应当遵循从简单到复杂的顺序:先讲解单向左移寄存器的工作原理,通过师生互动的方式讨论单向右寄存器的特点;然后结合电路图,采用时序逻辑电路的分析方法,详细讲解双向移位寄存器的工作原理,并重点介绍4位双向移位寄存器芯片74LS194的功能特性。

完成上述铺垫后就进入趣味电路解读环节。具体是结合8位电子沙漏的GIF动画来分析课堂导入环节的问题,其核心是黄色和红色LED是如何联动的。需要着重分析LED的串联连接方式,引导学生思考中间节点的电平控制问题。通过设置“如何用74LS194控制显示模块”的思考题,帮助学生理解芯片并行输出端口与LED电路的连接关系。具体来说,要让学生明白:当黄色LED点亮而红色LED熄灭时,串联电路的中间节点应该接入低电平,反之亦然。

最后,教师应当提出更深层次的探究问题:“沙漏点亮与熄灭的过程涉及到移位寄存器的串并转换,这个转换过程具体是如何实现的?”这一过程需要逐步

引导,通过分析 8 位显示需求与 4 位芯片的限制,自然引出级联应用的解决方案。这一过程既巩固了教材中的知识点,又培养了学生的电路分析能力。特别要指出的是,教材第 270 页的串并转换例题为这个问题提供了解决方案,其中详细说明了移位寄存器的级联方法和串并转换的实现原理。

通过上述“电路功能—器件特性—逻辑原理”的层层递进式原理解读,将每个教学节点设置对应层级的引导问题,既保持课堂节奏的连贯性,又为不同认知水平的学生提供梯度化思考空间。

(3) 实践应用环节:做中学

基于认知科学理论指导,本教学环节的设计充分考虑了学习过程中的认知负荷管理。根据 Sweller 的认知负荷理论,在学生的内在认知负荷接近临界值时,适时引入实验操作可以有效调节三种认知负荷的平衡状态。同时,结合艾宾浩斯遗忘规律,在理论授课后立即安排实验操作,能够充分利用记忆保持的最佳窗口期,通过多感官协同刺激强化知识的内化效果。在实际教学安排上,我院数字电路课程采用“2+2”的课段连排模式,即两节理论课后紧接两节实验课,确保学生能在最佳时机进行实践操作,使用便携式数字电路实验平台复现课堂所学的趣味电路及相关理论知识。

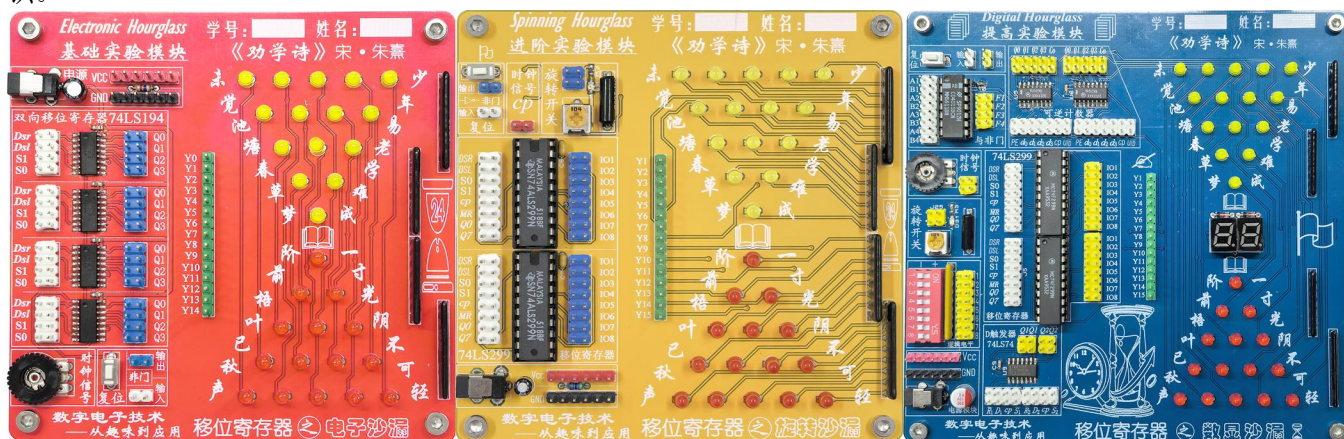


图 8 电子沙漏实验模块(从左向右依次是基础、进阶和提高模块)

作为本课程的重点综合实验项目,电子沙漏实验仍然遵循差异化的教学实施方案,以确保不同能力水平的学生都能获得适配的学习体验。考虑到标准实验平台缺乏专用的 LED 沙漏模块,我们开发了包含基础、进阶和提高三个难度层次的实验套件(如图 8 所示)。

每个难度层次的实验均配备有详细的实验指导手册及配套的在线教学视频资源,学生可根据自身学习进度与能力水平,自主选择合适层级的实验任务,通过循序渐进的方式逐步掌握电子沙漏的设计与实现原理。其中,进阶实验与提高实验所采用的芯片已不再局限于理论课程中讲解的 74LS194 芯片,而是升级为

在实验转化实施层面,我们采用了“虚实结合”的实验教学模式,通过整合 Proteus 仿真软件与实体硬件实验平台,构建了完整的工程能力培养路径,有效衔接理论教学与实践应用。针对学生个体差异,实验教材中的实验任务设置了三个递进层次:夯实基础、跟踪训练和拓展提高,并配套开发了包含 GIF 动画、微视频、知识图谱等形式的混合式在线课程资源,为学生提供多维度的个性化学习支持。实验操作指南和具体要求均可在在线课程平台查阅,确保学生能够随时获取必要的学习资源,提升自主学习效率。

具体实验流程采用“仿真验证—硬件搭建—功能调试”的三阶段渐进式设计,系统培养学生的工程思维能力。实验内容首先要求学生完成 74LS194 芯片的基本功能测试:串行右移、串行左移、并行置数和数据保持,通过虚拟仿真熟悉芯片特性。在此基础上,参照教材第 270 页例题的电路图,完成 8 位双向移位寄存器的级联实现,验证电路设计的逻辑正确性。实验过程中,学生需先在 EDA 仿真环境中验证电路设计的正确性,待仿真通过后再将设计方案移植到便携式数字电路硬件实验平台完成硬件电路的搭建,强化动手实践能力。最终通过将 74LS194 的并行输出端口与 LED 显示模块连接调试,直观验证理论课程中的关键知识点,实现从理论到实践的闭环学习。

全新的 74LS299 芯片,要求学生结合器件手册进行电路设计与实现。这种分层递进式的实验设计,既确保了实验教学的基础性要求得到充分落实,又为不同能力水平的学生提供了个性化的发展空间,有效实现了实验教学的差异化与针对性。

(4) 展示赋能环节:做中讲

本环节作为教学闭环的最终阶段,其核心目标在于促进知识的显性化表达与实践能力的迁移转化。根据学习金字塔理论,当学习者能够运用自己理解的语言来讲解所搭建的电路的原理时,其知识内化效果将

获得显著提升。为达成这一目标，我们设计了“课中即时展示”与“课前专题展示”相结合的做中讲体系，既充分尊重学生的个体差异，又系统性地构建了“观察—理解—应用—讲授”的完整认知链条。

在具体实施层面，本环节采用分层递进的组织方式，针对不同实验操作能力的学生群体实施差异化教学策略。对于实验操作能力较强的学生群体，在实验课程中创新性地穿插“课中即时展示”环节，邀请 2-3 名率先完成电路搭建任务的学生进行现场演示与原理讲解，教师在此过程中主要承担引导与补充的角色，以激发学生的自主探究能力。而对于实践基础相对薄弱、学习进度相对滞后的学生群体，则采用“课前专题展示”的差异化“做中讲”机制：每周选定 2 名学生，利用课后时间进行专项准备，在下一周理论课开始前的十分钟进行专题电路搭建演示汇报。这种阶梯式的教学设计既保证了优秀学生的展示空间与成就感，也为学习进度相对滞后的学生提供了循序渐进的成长路径与个性化指导，同时通过展示环节的提前介入，有效促进了理论课前后知识点的衔接与融合。

在评价机制建设方面，本课程创新性地将平时成绩的 30% 权重专门用于课堂表现评价，其中重点聚焦学生在“做中讲”环节的综合表现，包括知识应用能力、问题解决水平及团队协作意识等维度。这种明确的评价导向不仅有效激发了学生的课堂参与热情与主动性，更逐步形成了“实践探索—成果展示—互动反馈”的良性教学循环，促进了教学相长的动态发展。通过持续实施这一教学环节，学生不仅在专业层面深化了对数字电路核心概念的理解与应用能力，更重要的是系统培养了工程表达能力、系统设计思维、创新实践能力等多项职业核心素养。这种以学生为主体、以实践为驱动的知识外显过程，既实现了学习者个体认知结构的重构与优化，也生动诠释了“教学做合一”教育理念中知识传授、能力培养与情感培育三位一体的价值追求，为工程教育的人才培养提供了可复制的实践范式。

4 改革实践成效

基于“教学做合一”理念构建的趣味化教学体系于 2021 年完成基础框架搭建并进入实施阶段。为科学评估该教学体系的实际成效，我们以该时间节点为基准，选取前四届 8 个教学班与后四届 8 个教学班的期末卷面成绩作为样本进行对比分析，具体数据如表 1 所示。分析结果显示：改革前对照组（8 个班级）的期末卷面平均分为 66.34 分，平均不及格率高达 22.27%，表明传统教学模式存在一定的知识掌握短板；而实施教改后的对照组（8 个班级）的期末卷面平均分显著提升至 75.79 分，平均不及格率则大幅下降至 10.70%。教学改革前后，卷面平均分提升幅度达 9.45

分，不及格率降幅超过 50%，呈现出显著的改善趋势。此外，优良率指标的变化更为突出，从教改前的 19.42% 提升至教改后的 48.23%，增长幅度超过 150%，反映出学生整体知识掌握水平的显著提升。这些数据变化直观印证了“教学做合一”理念指导下的趣味化教学体系在促进知识掌握、提升学习效果方面的积极作用，为教学改革提供了有力的实证支撑。

表 1 教改前后学生成绩对比分析

	平均分	不及格率	优良率
教改前	66.34	22.27%	19.42%
教改后	75.79	10.70	48.23%

通过对计算机组成原理等专业核心课程的持续跟踪调研发现，我们所提出的教学改革方案对后续专业课程学习产生了显著的促进作用，使学生在计算机硬件系统认知、功能模块理解及系统级设计能力等方面均取得显著提升。在教学改革实施过程中，我们创新性地与学院机器人竞赛团队建立联动机制，通过专业教师与竞赛指导教师联合选拔的方式，从实验课程表现优异的学生中遴选具有硬件系统调试特长的优秀人才加入机器人竞赛集训队。在此基础上，我们构建了“以赛代练、以练促学”的实践教学模式，通过真实竞赛场景的模拟训练，有效巩固了学生的理论知识体系，显著提升了学生的工程实践能力与创新设计水平。近三年来，学院机器人竞赛团队在中国机器人大赛、全国大学生智能汽车竞赛、中国大学生计算机设计大赛等多项国家级高水平学科竞赛中屡创佳绩，累计获得国家级一等奖 11 项、二等奖 19 项、三等奖 22 项，获奖数量与质量均实现历史性突破。这些竞赛成果不仅充分印证了教学改革在提升学生工程实践能力方面的显著成效，更为培养具备创新精神和实践能力的应用型人才提供了有力支撑。

5 结束语

针对计算机专业数字电路课程在教学过程中面临的多重挑战，本文基于“教学做合一”的教育理念，创新性地构建了一套趣味化教学体系。该体系通过系统化的教学资源建设与教学方法革新，实现了理论教学与实践训练的深度融合，有效突破了传统数电课程教学中理论与实践脱节的瓶颈。在具体实施层面，该体系不仅丰富了教学手段，显著提升了学生的学习兴趣与课堂参与度，而且通过精心设计的情境激趣、探究内化、实践应用和展示赋能四个递进式教学环节，形成了“认知—理解—应用—创新”的完整学习闭环，促进了学生专业知识掌握与实践操作能力的同步提升。经过教学实践验证，该体系对于改善数字电路课程的教学效果、强化学生的工程实践素养具有显著成效，为计算机专业电类基础课的教学改革提供了可借鉴的新思路与实践路径。

参考文献

- [1] 盛建伦, 巩玉皇, 刘淑霞, 王勇, 王日法. 计算机专业硬件基础课程实验教学体系的研究 [J]. 实验室研究与探索, 2013, 32(10): 387-391.
- [2] 张洪杰, 方恺晴, 徐 成. 数字逻辑与系统设计类自主实验教学模式研究 [J]. 计算机教育, 2015, 240: 61-64.
- [3] 冯国富, 马玉奇, 易丛琴, 董立夫. 面向数字逻辑与计算机组成原理衔接的实践环节 [J]. 计算机教育, 2017, 266: 141-145.
- [4] 唐志强. 计算机专业数字逻辑实验的设计与实践 [J]. 软件导刊(教育技术), 2019, 18 (5): 35-38.
- [5] 付小晶, 刘书勇, 张立国, 李思照. 教育数字化转型背景下计算机硬件实验课程改革[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(3): 51-57.
- [6] 王琳, 陈磊国, 李晋丽. 微机原理与接口技术课程教学改革探讨[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 13(1): 92-96.
- [7] 袁春风, 杨若瑜, 王 帅, 唐 杰. 计算机组成与其他课程之间的关联内容分析 [J]. 计算机教育, 2015, 245: 35-39.
- [8] 苏 庆, 列志毅, 刘冬宁, 何楚明, 黄剑锋. 软硬结合的计算机专业基础课程群实验教学模式创新与内容体系优化 [J]. 计算机教育, 2022, 327: 24-29.
- [9] 徐立, 白金牛. 面向系统能力培养的高校计算机专业课程优化——以“数字逻辑基础”课程为例 [J]. 教育教学论坛, 2020, 476: 296-297.
- [10] 刘亚楠, 刘路路. 计算机类专业《数字逻辑》课程建设探讨与实践 [J]. 合肥师范学院学报. 2019, 37 (06): 108-110.
- [11] 马习平, 冉兴萍. 基于Logisim的新工科数字逻辑课程改革探索 [J]. 电脑知识与技术. 2022, 18 (16): 155-157.
- [12] 吕念芝. 基于Multisim与EDA技术的数字逻辑实验教学改革研究 [J]. 工业和信息化教育. 2022, 115: 82-86.
- [13] 侯怀银, 李艳莉. “教学做合一”述评 [J]. 课程教材教法. 2013, 33(8): 16-23.
- [14] 张东. 教学做合一模式下知识建构的系统化逻辑 [J]. 南宁职业技术学院学报. 2020, 25(4): 54-57.
- [15] 周逸先. “教学做合一”加强课堂教学的实践性——陶行知生活教育方法论对课堂教学改革的启示 [J]. 学科教育. 2001, 5: 14-18.
- [16] Sweller J, Ayres P, Kalyuga S. Cognitive Load Theory [M]. Springer New York Dordrecht Heidelberg London, 2011.
- [17] Sweller J, Merriënboer, Jeroen J G, Fred P. Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later [J]. Educational Psychology Review. 2019, 31(2): 261-292.
- [18] 郭立强. 便携式数字电路实验平台的设计 [J]. 中国现代教育装备. 2019, 321: 7-10.
- [19] 郭立强. 电子技术基础简明教程 [M]. 南京大学出版社. 2020年.
- [20] 郭立强. 电子技术基础实验指导教程 [M]. 南京大学出版社. 2019年.