《数字电子技术》混合式教学改革探索
——以铜仁学院信息工程专业为例

王强 冉耀宗 黄帅
铜仁学院，贵州 铜仁 554300

摘要：本文介绍了我校《数字电子技术》课程为解决教学内容、教学手段和课程考核方式等方面的问题，构建“学生为中心、教师为主导”的翻转教学框架教学服务改革。对课程内容进行了调整和删减，增加了模块化设计和硬件描述语言等内容。课程团队利用多种网络平台发布教学资料和视频,供学生随时预习和复习。教学方法上,采用了线上线下混合式教学方法、项目驱动式教学法、PBL 任务教学法和自学研讨等多种教学策略。同时，对课程成绩评定方式采用多元过程考核。经过两年多的改革实践，获得了较好的改革成果。

关键词：数字电路；混合教学；教学改革；项目驱动

Exploration of Blended Teaching Reform in *Digital Electronic Technology*: A Case Study of Information Engineering at Tongren University

Wang,Qiang Ran,Yaozong Huang,Shuai

Tongren University, Tongren, Guizhou, 554300, China

Abstract: This paper introduces the teaching service reform of the *Digital Electronic Technology* course at our university, which aims to address issues related to teaching content, teaching methods, and course assessment methods by constructing a flipped classroom framework that is “student-centered and teacher-led.” The course content has been adjusted and reduced, with additions such as modular design and hardware description languages. The course team utilizes various online platforms to publish teaching materials and videos, allowing students to preview and review at any time. In terms of teaching methods, a combination of online and offline blended teaching, project-driven teaching, PBL (Problem-Based Learning) task-based teaching, and self-educated study and discuss have been adopted. Additionally, a diversified process assessment method is used for course evaluation. After more than two years of reform practice, satisfactory results have been achieved.

Keywords: Digital circuits; Blended teaching; Teaching reform; Project-driven

DOI: 10.62639/sspips13.20250201

一、背景

《数字电子技术基础》课程是我校工程专业筹建以来就确立的专业基础课程，

2013 年起开始为本专业开设，该课程大致发展可以分为两个阶段，2018 年之前的初始阶段，该阶段主要按照教材的知识体系讲解数字电路基本原理和应用研究等基础内容。其次是 2019 年后根据新的人才培养方案，同时在新工科和卓越工程师背景下对课程建设进行的课程改革探索阶段。具体表现为：持续优化课程类容，探索新兴教学资源，尝试校内 SPOC(小规模限制性在线课程 Small Private Online Course) 拓宽学生学习方式，持续优化教学设计及课程考核等。

二、课程发展及改革解决的重点问题

《数字电子技术基础》课程目前面临的问题有如下几方面：

（一）教学内容方面：传统的“数字电路”理论教学以布尔代数和逻辑卡诺图为理论工具，以门电路和触发器作为基本电路单元，以组合电路和时序电路作为知识主干。以中小规模集成芯片为主要器件，实验手段局限在器件连线和传统示波器等的使用。这样传统的教学方式导致培养的学生缺乏设计复杂数字系统的能力、缺乏熟练使用现代数字系统设计、测试和调试工具的能力，所学的知识与实际的技术应用脱钩，如何让学生在掌握数字电路基础知识的同时又清楚地掌握这些知识在现代技术中的应用是数字电路课程教学必须解决的问题。

（二）教学手段方面：传统的教学模式将理论知识和实际应用相剥离，授课过程中只注重具体理论知识的灌输，没有将理论知识映射到实际生活应用上，使得学生学习起来枯燥无味、缺乏学习热情。课堂教学采用以教师为中心的“填鸭式”

（稿件编号：IPS-25-1-1018）

作者简介：王强（1984-），男，土家族，贵州省江口县人，硕士研究生，铜仁学院大数据学院工作，副教授，研究方向：数字逻辑系统验证设计。
冉耀宗（1981-），男，土家族，贵州省松桃县人，博士研究生，铜仁学院大数据学院，副教授，研究方向：教育教学。
黄帅（1983-），男，汉族，重庆黔江人，硕士研究生，铜仁学院大数据学院，副教授，研究方向：大功率器件。

基金项目：铜仁学院 2022 一流本科教育专项项目：“数字电子技术基础”（项目编号：YLBK-2022014）。

教学模式，学生被动地接受知识，学习积极性很差，教学效率低下，没有充分利用网络时代的便利和当前大学生的特点开展基于网络的教学；教学方法单一，无法激起学生兴趣，教学效果不佳。

（三）课程考核方式方面：传统的数字电路考核形式和内容较单一，一般是理论成绩加上平时成绩，其中理论成绩占一部分，平时成绩占一定比例，这种一卷定结果的终结型考核形式不足以反映学生的综合实践能力和创新能力。传统的考核评价方式以结果为导向，把教师掌握的现成知识、技能传递给学生，或者让学生简单地按照教师的安排和讲授去得到一个结果。这就容易导致教学中出现两大问题：一是学生学习主动性差，学习效率低下，二是学生能力得不到提高。教师将大部分工作完成后，学生依样画葫芦，不能对知识进行重新组合、融会贯通，无法将知识内化成分析问题和解决问题的能力。

三、教学改革思路设计

本次教学改革的总体思路是以人才需求分析为导向，驱动课程目标的设定。麻省理工学院和瑞典皇家工学院等四所大学组成的跨国研究团队经过四年的探索研究，创立了 CDIO 工程教育理念，实践的方式学习工程，被广泛地应用于工程类实训项目 1。课程改革设计理念以 CDIO 工程教育模式为抓手，项目案例为引领，以“学生为中心、教师为主导”的翻转教学为框架，构建总体思路。

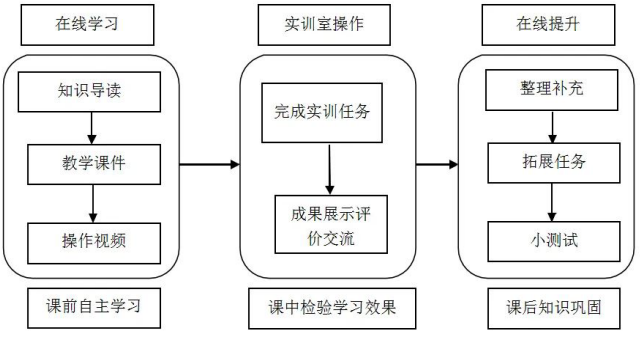

图 1 混合式课程设计

教学环节基本按照“课前理论探索——课中应用研究——课后反思巩固”三个阶段（如图 1）。课前阶段，通过雨课堂等在线平台把基本理论内容、讲授视频等资料放在网上，让学生提前预习，同时把一部分任务移到线上完成，课前学习导入问题的设计要求教师知行合一，具备理论联系实际的能力，将知识实践化于生活，激发学习者强烈的学习欲望，进而逐渐培养学生对该课程及相关领域的学习原动力 2。课中应用阶段，以项目驱动教学法，明确每个项目的内容和要求。学生 2-3 人为一组，自由组合，尽量做到强弱组合，相互协作共同完成每一个实验任务。鼓励学生从资料收集、推演计算、方案拟订、绘图与仿真、布线实操、诊断调试、演示答辩到总结报告，全程自行完成，强调学生“自导自演”；同时，鼓励每个项目小组组内同学和组间同学自由讨论和交流，通过思想碰撞，激发灵感，通过相互批判，获得最优解决方案。课后阶段学生可以利用网络平台查缺补漏，并使用开发工具进行拓展任务练习，达到巩固、内化知识的目的。

四、课程内容与资源建设及改革情况。

课程内容方面：对相对陈旧的课程内容做了部分调整和删减，对数字电路课程理论教学内容进行优化调整，减少传统教学中的 74 芯片使用方法的相关内容，增加模块化设计，进一步培养学生利用硬件描述语言和设计复杂数字系统的能力，新增加一些常见组合逻辑电路实例来介绍基于 Verilog HDL 语言的设计方法，包含 Verilog HDL 基础，计数器和状态机架构、数字系统设计案例等。

在线资源建设方面：课程团队深耕网络平台的学习和使用，初期到后期分别采用了雨课堂，学习通等多种平台以达到课前理论学习探索的目的。在课程内容上，课程团队制作了适应雨课堂等平台使用的数字电子技术基础课程全套课件，上传在班级课堂里供学生在线随时对后续内容进行预习。同时引入学堂在线和中国大学 MOOC 中的优质免费资源：清华大学自动化系的数字电子基础基础公开课视频，在班级课堂平台上传提供给学生进行课前理论学习。

以上课程内容和资源分别在 2021、2022、2023 年春季学期，面对本专业学生在平台发布教学课件、视频、布置作业、交流互动等，累计利用线上平台发布课件及理论自学视频 80 余次，创建作业 100 余次，课程随堂练习 30 余次，累计互动千余次。让学生可以不受时间、地点限制的进行理论课程预习和复习，随时查阅以往的学校知识点，很大程度的解决了以往学生学习资源零散，不方便查找的问题，提高了学习效率。

五、教学方法改革

在新工科背景下，课程团队基于 CDIO 教学理念 3，开展了线上线下混合式教学方法，项目驱动式教学法、PBL（Problem-Based Learning）任务教学法、自学研讨等多种教学策略与方法。

混合式教学法：如前所述，通过在学习平台发布课程学校资料、作业、讨论等完成“课前理论探索 - 课中应用研究 - 课后反思巩固”三个课程的教学阶段。

项目驱动式教学法：在课中引入项目驱动法，目的是培养学生独立分析和解决问题的能力，将课程内容分解成一个个单独的项目任务，明确每个项目的内容和要求；鼓励学生从资料收集、推演计算、方案拟订、绘图与仿真、布线实操、诊断调试、演示答辩到总结报告，全程自行完成；同时鼓励每个项目小组组内同学和组间同学自由讨论和交流，通过思想碰撞，激发灵感，通过相互批判，获得最优解决方案。

PBL 是一种“基于问题、以问促学”的教学方法 4。在数字电路设计课中，采用双向提问模

式激发学生积极思考，努力创新。在给学生的学习资料和短视频里事先设计一些问题，要求学生线上思考并回答；课程中不是对照 PPT 照本宣科，而是事先精心设计多个问题，采用问和答的方式把内容剖析给学生，激发学生积极思考，引导学生解决实际问题。

自学研讨：要求本课程学生通过老师发布在学校平台里的课件、视频等学习资料，进行自学、归纳、总结，提出对知识点的看法，并鼓励学生在讨论区或课程课堂中相互讨论交流。

六、教学内容及组织实施情况

为了解决传统教学内容的最大问题，即所学的知识与实际的技术应用脱钩，如何让学生在掌握数字电路基础知识的同时又清楚地掌握这些知识在现代技术中的应用，课程团队对本课程内容作出了以下调整：

（一）逻辑函数与卡诺图内容方面：新课程对逻辑函数和卡诺图的化简内容进行了大幅度的弱化，只介绍了基本的原则，不作为教学内容的重点。

（二）组合电路内容方面：新课程只对典型组合电路的功能进行简单介绍，教学重点为 Verilog HDL 行为描述的常用语法介绍，并通过一些常见组合逻辑电路实例来介绍基于 Verilog HDL 语言的设计方法，如二进制 –BCD 码转换器。

（三）时序电路内容方面：新课程中删减了时序逻辑电路的传统设计方法，弱化了不同结构、功能和用途的锁存器、触发器的教学内容，将教学重点关注到这些基础时序逻辑单元的 Verilog HDL 描述方法上。

（四）新增了融合硬件描述语言的电路设计内容，包含Verilog HDL 语言基础、相关开发环境、计数器架构八步法和有限状态机的 Verilog HDL 语言描述、IP 核设计方法等内容。

组织实施情况：

基于 CDIO 教学理念，利用项目驱动的方式，诠释 CDIO 的构思 – 设计 – 实现 – 运作四个过程（见表 1）。

表 1 融入 CDIO 教学理念的项目教学过程

阶段	各阶段任务	提交材料	与 CDIO 对应
阶段一	确定项目功能需求	项目计划书	Conceiving(构思)
阶段二	电路原理图规划，组队分工	项目实施方案	Designing(设计)
阶段三	电路原理图设计并仿真验证	电路原理图	Implementin（实现）
阶段四	项目评价与改进	项目总结报告	Operating(运作)

在上述教学内容的实施过程中，以 6 个小项目为引导线，将本课程教学目标进行融合。通过项目驱动教学和分组协作实现融合，项目设计循序渐进，由易到难、由简单到综合，将教学内容逐一囊括。本课程的理论性和实践性都很强，理论课内容在翻转模式下依托学习通平台顺畅进行。倘若理论不能很好地付诸于实验得以印证，学生将无法深刻地理解理论。实践教学部分，规定了 8 个验证性的基础性实践。为提高学生对数字电路的深层认知及应用感受，实践课堂采用虚拟实验平台与实际操作相结合，选择贴近生活的 6 个案例（见表 2），采用 CDIO 的模式推进引导完成。我们选择了成熟完善、易上手的仿真工具，项目的设计实现首先通过仿真模拟软件进行，分别实现硬件选型、布线设置、仿真。学生在获取理论准备知识之后，更提高了学生解决实际问题的能力。

所有教学内容融入“课前理论探索 – 课中应用研究 – 课后反思巩固”三个阶段。

表 2 CDIO 项目内容及教学内容联合设计

CDIO 项目名称	关联教学内容
交通控制器	组合逻辑电路设计
校园歌手晋级表决器	中规模集成电路实现组合逻辑函数
医护值班电路	优先编码器、显示译码器
序员表白神器：8 路循环彩灯	计数器、定时器
数字时钟	任意进制计数器
楼梯触控灯实现	555 定时器的原理及使用

七、课程成绩评定方式

在线上线下混合教学模式下，该课程成绩评定采用多元过程考核，与传统教学相比，不再局限于期末笔试考试结果，而是更加注重过程考核，平时成绩与期末成绩由初期的 3:7 调整为 5:5。基于过程的成绩评定方式见表 3。

表 3 基于过程的成绩评定方式

过程考核占比 50%				期末考试占比 50%
线上	占比 25%	线下	占比 25%	闭卷笔试
预习任务	10%	实验操作	5%	
线上作业	10%	课堂作业	10%	
讨论	5%	实验报告	10%	

八、总结

在两年多的《数字电子技术基础》课程改革过程中，基于新工科 CDIO 模式理念，采用混合式教学方法，项目驱动试教学法、PBL 教学法等多种教学策略，让学生成为课堂的中心，教师成为课堂组织者。近两级本专业的学生在本课程的及格率上都有所提高。在学校教务系统中同行及学生对课程的评价都相对较好。学生在课程中真真切切学习到了数字电路基本理论同时提高了工程实践能力，在近三年两次大学生电子设计大赛中，本专业同学连续获得省级二等奖和一等奖，成绩较过去有大幅提高，这和课程组的积极改革关联甚大，说明本次课程改革总体方向是成功的。

参考文献：

[1] 张凤英，闫晓艳，李为民．新工科背景下融合 CDIO 模 . . . 数字电路》课程教学改革研究 [J]. 中国教育信息化，2021,18(04):69-72.

[2] 边莉，李海军，张春晶等．以学生为中心的人才培养体系构建与实践 [J]. 电气电子教学学报，2021,43(08):37-41.

[3] 保慧琴，邹昕．基于 CDIO 教学理念的数字电路课程教学模式改革 [J]. 教育现代化，2020,10(01):49-50.

[4] 李厚杰，张俊星，刘忠富等．基于 OBE 的电子信息类工程 . . . 实践——以大连民族大学为例 [J]. 大连民族大学学报，2021,23(05):277-280.