

《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程实践性教学探索

贺莉, 李瑞

西安工商学院, 陕西 西安 710200

DOI: 10.61369/TACS.2025050023

摘 要 : 《VHDL 语言及数字逻辑设计》是电子信息类专业的核心课程, 实践性极强。本文针对当前该课程实践性教学中存在的课程内容脱节、实践项目简单、教学方法单一、师资力量不足等问题, 提出了将《数字电子技术基础》课程与 VHDL 语言及 FPGA 技术紧密结合, 通过项目式教学改革, 重构课程内容, 设计并实施一系列基于 VHDL 语言及 FPGA 开发板的数字逻辑设计及应用项目等优化策略。实践表明, 这些策略有效提高了学生的实践能力、创新思维和团队协作能力, 提升了课程教学质量。

关 键 词 : VHDL 语言; 数字逻辑设计; 实践性教学; 项目式教学; FPGA 技术

Exploration on Practical Teaching of "VHDL Language and Digital Logic Design" Course

He Li, Li Rui

Xi'an Technology and Business University, Xi'an, Shaanxi 710200

Abstract : "VHDL Language and Digital Logic Design" is a core course for electronic information majors with strong practicality. Aiming at the problems existing in the current practical teaching of this course, such as disjointed course content, simple practical projects, single teaching methods, and insufficient teaching staff, this paper puts forward optimization strategies. These include closely integrating the "Fundamentals of Digital Electronic Technology" course with VHDL language and FPGA technology, reconstructing the course content through project-based teaching reform, and designing and implementing a series of digital logic design and application projects based on VHDL language and FPGA development boards. Practice shows that these strategies have effectively improved students' practical ability, innovative thinking and teamwork ability, and enhanced the quality of course teaching.

Keywords : VHDL language; digital logic design; practical teaching; project-based teaching; FPGA technology

引言

在数字技术飞速发展的今天, 电子信息类专业人才需要具备扎实的数字逻辑设计能力和熟练的硬件描述语言应用技能。《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程作为连接数字理论与工程实践的桥梁, 对于培养学生的实践创新能力具有至关重要的作用。该课程不仅要求学生掌握 VHDL 语言的语法规则和数字逻辑设计的基本原理, 更需要通过大量的实践操作, 将理论知识转化为实际应用能力。然而, 传统的《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程实践性教学模式存在诸多不足, 难以满足现代电子信息产业对人才培养的需求。随着 FPGA (现场可编程门阵列) 技术的不断发展, 其以灵活性高、开发周期短等优势在数字逻辑设计领域得到广泛应用。将《数字电子技术基础》课程与 VHDL 语言及 FPGA 技术紧密结合, 通过项目式教学改革重构课程内容, 设计基于 VHDL 语言及 FPGA 开发板的实践项目, 成为提升该课程实践性教学质量的重要途径。本文旨在对《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程实践性教学进行探索, 分析当前存在的问题并提出优化策略, 为培养高素质的电子信息类专业人才提供参考。

一、《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程实践性教学存在的问题

(一) 课程内容与相关课程脱节, 知识体系不连贯

目前《VHDL 语言与数字逻辑设计》课程中内容安排并没有

将先修课程《数字电子技术基础》有效衔接和融合。《数字电子技术基础》主要教学目的是对数字逻辑的基本概念、逻辑门电路、组合逻辑设计、时序逻辑电路等方面的基本理论知识点进行讲解; 而《VHDL 语言与数字逻辑设计》更侧重于对 VHDL 语言语法规则与数字逻辑实施上的编码进行研究。二者的割裂与脱节造

成了学生在学习时无法对数字电子学的理论知识与 VHDL 语言的运用有机融合,难以从理论到实操系统构建知识框架,导致两者割裂。例如在学生学习组合逻辑设计时,已经掌握逻辑代数化的方法,而在使用 VHDL 语言实施时却不知道如何将理论体系转变成具体程序代码,因而出现理论与实践脱节的现象^[1]。

（二）实践项目设计简单,缺乏综合性和实用性

现有的许多“VHDL 语言与数字逻辑设计”的实践教学主要是完成验证性的实验,实验的项目内容较为单一且缺少具有综合性和实践性的活动。验证性的实验就是让学生按照事先安排的步骤完成分配的某项任务来验证某逻辑的正确性,在实验过程中,学生没有自由发挥的空间,难以将所学知识独立思考应用于某些实际问题。例如很多实践项目要求学生完成简单的门电路设计、触发器等等,这就会导致学生缺少亲身体验数字逻辑设计是如何运用在实际工程中的,这类基础实践项目难以有效激发学生兴趣,也不利于培养解决实际问题的能力,当学生完成了这些项目之后往往对数字逻辑设计并没有全面的认识,对于数字逻辑设计的真正用途也只是停留在表面的皮毛,一旦遇到实际复杂的工程问题,学生的解决能力就显得十分匮乏。

（三）教学方法单一,学生主动性和创造性不足

“数字逻辑设计与 VHDL 语言”课程传统授课采用教师讲解—学生模仿的方法,教师深入浅出地讲授实验题目内容、方法、要求及应注意的问题,然后学生按照教师演示的方法进行操作。在这样的教学方法下,学生完全处于被动接受的状态,缺乏主动学习和创新实践的机会,缺乏积极性与主动性。在实践过程中只是生搬硬套而未深入思考,因而创新能力与实际动手操作能力不能得到有效提高。此外,缺乏有效的师生交流和生生交流,一旦学生在实际操作中出现问题也无法得到即时指导,因而影响到实践教学的效果。

（四）师资力量不足,实践教学指导能力有待提升

对于讲授《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程来说,实践教学要求非常高,因为除了要有扎实的理论功底以外,还需要具有实际工作经历及项目实践指导经验,但是目前部分高校该课程教师缺乏实际工程经验,他们在实践教学中只是侧重理论教学,对 FPGA 技术应用和项目开发流程不够熟悉以及项目的实践操作过程,所以他们在实践教学中不能有效对学生进行实践引导,也不能及时地对学生在实际操作中遇到的技术问题进行有效指导。另一方面,师资力量短缺,一般情况下教师不能面向所有学生,所以学生实践环节得不到较好地监管和辅导,导致实践教育质量下降^[2]。

二、《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程实践性教学优化策略

（一）重构课程内容,实现与相关课程的有机融合

在以《数字电子技术基础》的内容为基础的前提下,重构《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程内容,使得两门课程内容有效衔接。教师可以按照数字逻辑设计的流程安排教学内容的章节,

将《数字电子技术基础》中的数字电路设计内容与 VHDL 语言设计方法结合在一起。例如,组合电路设计章节中,复习《数字电子技术基础》中的组合电路分析设计方法,如逻辑代数化简、卡诺图等,讲解 VHDL 语言设计组合电路方法和技巧,如并行语句、条件语句等,介绍学生用 VHDL 语言设计组合逻辑电路的方法。例如在时序逻辑电路设计部分,结合《数字电子技术基础》中的触发器、寄存器、计数器等时序逻辑部件的工作原理,讲解 VHDL 语言中时序逻辑电路的描述方法,如时钟信号的处理、状态机的设计等。这样让学生从先修课程的学习到《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程的学习有个承接过渡,形成连续的学习框架^[3]。另外,可以在课程中加入 FPGA 技术的知识讲解,阐述 FPGA 的硬件组成原理、设计开发及应用实践,从而达到加深学生理解 VHDL 语言与 FPGA 技术关联以及为学生提供实践应用的前提目标。

（二）设计基于 VHDL 语言及 FPGA 开发板的综合性实践项目

结合工程的实际需求,给出一系列具有一定深度和高度且全面的工程实践项目,均采用 VHDL 语言和 FPGA 开发平台实现,涵盖到数字逻辑设计的各个层次。项目的难度依次递增,学生在完成项目的具体执行过程中不断增强自身的实践能力。初级项目主要集中在建立简单的基础数字逻辑部件,例如编码器、解码器、加法器、计数器等。由学生用 VHDL 语言编写并用 FPGA 开发板实现,对这些基础部件进行实现结果测试。例如,设计一个 4 线-7 线译码器,学生通过按 FPGA 开发板上的按钮控制 LED 指示灯的状态变化来检测编码器的性能。中档项目重点集中在建立具有一定应用价值的数字系统,例如交通灯控制系统、数字频率计、电子密码锁等^[4]。以交通灯控制工程为例,学生要根据交通灯工作规律来设计交通灯的控制逻辑功能,如交通信号灯的时间顺序控制、交通灯倒计时显示等,用 VHDL 语言编写控制程序,在 FPGA 开发板上进行调试与实现,通过真实设备运行观察系统的运行过程。对于高级项目而言,它能将理论与实际结合在一起,进而设计更为复杂的数字系统,如微处理器或数字信号处理器等。该阶段工作需要学生分组进行研究需求、制定计划、编程实现、调试验证等分阶段程序。这种实践综合性活动能使学生学以致用,即用所学的 VHDL 语言知识、数字逻辑设计的思想与 FPGA 的实际应用来解决问题,从而提高学生的实战能力与感受数字逻辑设计在实际应用工程中的重要性,进一步调动学生的积极性。

（三）推行项目式教学改革,创新教学方法

教师应积极采用项目式教学,以此为引导,将教学过程与项目研发紧密结合起来。在教学开课时,教师结合课程目标与学生实际,设定具体课题任务,将学生划分为多个小组,运用独立探究、查阅资料、小组讨论等多种方式,制定实施方案。在执行过程中,教师扮演辅导员和监督者角色,随时为学生提供技术帮助和指导,协助解决执行中遇到的问题^[5]。在指导学生编写 VHDL 语言程序、进行 FPGA 开发板调试等方面的工作经历,让学生亲身感受数字逻辑设计的整个流程,提高学生的自学能力、动手能

力和创新性思维。同时鼓励学生对项目设计进行创新,提出自己的想法和思路,并对项目进行进一步完善和改进。最后举办项目成果展与交流会。每个小组以 PPT 或实物模型方式呈现项目的建设成果,并分享自己在项目开发过程中的体会和感受。其他同学、教师也有机会提问评价,促成同学之间互学互勉。通过项目化教育教学改革的实施,改变了以往陈旧的教学手段,大大地调动了学生的学习积极性与主动性,提高了教育教学质量。

(四) 加强师资队伍建设,提升实践教学指导能力

加强教师队伍建设对于提高《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程的实践教学水平十分重要。采取措施提升教师实践教学指导水平,比如鼓励教师参加企业培训和工程实践,学习 FPGA 技术的最新发展趋势及真实的应用实践,积累工程实践经验。比如安排教师到电子相关的企业从事具体的研发项目,掌握整个研发项目的流程与技术要求;又如邀请公司工程师、业界领军人物进校作报告、培训,让师生们了解数字逻辑设计的最新技术和工程应用案例,通过与公司人员交流和合作,开拓教师视野,提高教师专业能力;再如建立校内教师培训机制,组织教师举办教学研讨

和技术交流。开展学习 VHDL 语言、FPGA 技术的学习班,让教师们相互学习、互相促进。同时鼓励教师们参加教学改革项目、科学研究项目,将科学研究成果转化应用于教学,丰富教学内容,提高教学质量;合理安排教师教学工作量,使每个教师都有充分的时间和精力投入实践教学中。加强对实践教学的全程控制和监管,建设实践教学考评体系,对教师实践教学的水平进行考核和评价,促使教师努力提升实践教学指导能力^[6]。

三、结语

综上所述,《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程实践性教学对于培养电子信息类专业学生的实践能力和创新思维具有重要意义。通过对当前课程实践性教学中存在的问题进行分析,本文提出了重构课程内容、设计综合性实践项目、推行项目式教学改革和加强师资队伍建设等优化策略,旨在有效提高学生的实践能力、创新能力和团队协作能力,提升课程教学质量,培养更多适应社会发展需要的高素质电子信息类专业人才。

参考文献

- [1] 周越. 新工科背景下 "EDA 技术" 教学改革探索 [J]. 电气电子教学学报, 2023, 45(04): 15-19.
- [2] 杨华, 安然, 杨美玲, 张艳华, 郭娜. 数字逻辑与 VHDL 课程线上线下混合模式教学实践 [J]. 电子技术, 2022, 51(01): 262-263.
- [3] 韩建栋, 高嘉伟, 张霞, 李茹. 新工科系统能力培养视角下的数字逻辑设计教学研究 [J]. 计算机教育, 2021, (03): 135-139.
- [4] 孔繁铨. 《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程实践性教学探索 [J]. 科技创新导报, 2015, 12(25): 117-118.
- [5] 何乐生, 余鹏飞. "数字逻辑设计" 课程教学改革的探讨 [J]. 中国电力教育, 2014, (02): 115-116.
- [6] 韩天荣. "数字逻辑与数字系统" 实践教学改革的初探 [J]. 集宁师专学报, 2010, 32(04): 8-10.