

新工科背景下基于系统能力培养的数字逻辑设计教学研究

金晶 朱艾春

(南京工业大学, 江苏南京 211816)

摘要: 随着新工科教育理念的提出, 对工程技术人才的培养提出了更高的要求。数字逻辑设计作为计算机科学与技术、电子信息工程等专业的重要基础课程, 其教学方法和内容的改革显得尤为重要。文章在具体阐述系统能力的内涵与目标的基础上, 分析了现阶段数字逻辑设计教学中学生系统能力培养现存问题, 并就此对新工科背景下基于系统能力培养的数字逻辑设计教学策略展开积极探索, 以不断提高学生的系统设计能力、创新能力和工程实践能力。

关键词: 新工科; 系统能力; 数字逻辑设计

新工科以新经济、新产业为背景, 相较于传统工科, 更加强调跨学科融合、创新能力和实践技能的培养。在这样的背景下, 数字逻辑设计课程作为电子信息工程、计算机科学与技术等相关专业的基础性课程, 其教学目标已经逐渐由以往的强调“程序性开发能力”转变为更加符合新工科建设需求的“系统能力”。所谓系统能力, 是指学生应具备的能力不仅包括对单一技术的掌握, 更重要的是能够将不同技术进行整合, 解决复杂工程问题的能力。系统能力的培养要求学生能够理解整个系统的运作机制, 包括硬件与软件的协同工作, 以及系统在不同环境下的适应性和可靠性。本文旨在探讨如何在新工科教育理念的指导下, 通过数字逻辑设计课程的教学改革, 培养学生的系统思维和综合设计能力。

一、系统能力培养的内涵与目标

(一) 系统能力的定义与内涵

系统能力的定义与内涵涉及对工程系统全面理解的能力, 包括系统分析、设计、集成、测试和优化等环节。系统能力不仅要求学生掌握基础的数字逻辑知识, 还要求他们能够将这些知识应用于更广泛的工程实践中。具体而言, 系统能力的内涵包括以下几个方面:

1. 系统分析能力: 能够对复杂工程问题进行分解, 识别关键因素, 理解各部分之间的相互作用和影响。
2. 系统设计能力: 能够根据需求设计出合理的系统架构, 包括硬件和软件的合理配置, 以及系统功能的实现。
3. 系统集成能力: 能够将不同的模块和子系统有效地整合成一个协调工作的整体。
4. 系统测试与优化能力: 能够对系统进行测试, 发现并解决存在的问题, 对系统性能进行评估和优化。

(二) 系统能力培养的目标

系统能力培养的目标是为学生提供一个全面的工程教育, 使他们能够适应未来工程领域的挑战。具体目标包括:

1. 培养学生的跨学科思维, 使他们能够理解并应用不同学科的知识解决工程问题。
2. 提高学生的创新意识和能力, 鼓励他们在设计和解决问题时采用创新的方法和思路。
3. 强化学生的工程实践能力, 通过实际操作和项目经验, 使学生能够将理论知识应用于实际工程问题中。
4. 增强学生的团队合作精神和沟通能力, 使其能够在多学科团队中有效协作, 共同完成复杂的工程项目。

二、数字逻辑设计教学中学生系统能力培养现存问题

(一) 教学内容与实际应用脱节

现阶段, 基于学生系统能力培养的数字逻辑设计教学存在的突出问题之一便是教学内容与实际应用脱节。虽然数字逻辑设计课程内容中已经对数字逻辑设计涉及的基础理论与方法进行了全面阐

释, 但是在与现代工程实践相结合的案例分析与实践操作环节却略显不足。这一问题的存在导致学生难以将所学知识与现实世界中的技术需求和挑战进行联系, 从而不利于学生系统设计能力的培养。

(二) 缺乏系统性思维训练

在数字逻辑设计教学过程中, 学生往往被要求掌握一系列独立的技术和算法, 但缺乏将这些技术整合成一个完整系统的能力。这种教学方式未能充分培养学生的系统性思维, 即从整体上理解和处理问题的能力。学生在面对需要综合运用多种技术解决的复杂问题时, 往往感到无所适从, 难以形成有效的解决方案。

(三) 实践环节不足

尽管理论知识的学习对于学生掌握数字逻辑设计的基本原理至关重要, 但实践环节的不足同样制约了学生系统能力的培养。当前, 许多课程的实验和项目作业往往局限于验证性实验, 缺乏创新性和综合性设计项目。这导致学生在实际操作中缺乏足够的机会去应用所学知识, 解决实际问题, 从而难以提升其系统设计和工程实践能力。

(四) 评价体系单一

目前, 数字逻辑设计课程的评价体系往往侧重于理论考试成绩, 而忽视了对学生系统能力的综合评价, 特别是在创新能力和实践技能方面的考核。这种单一的评价体系无法全面反映学生在系统分析、设计、集成、测试和优化等方面的实际能力, 从而无法有效激励学生在这些方面进行深入学习和实践。

三、新工科背景下基于系统能力培养的数字逻辑设计教学策略

(一) 优化课程体系与教学内容

1. 整合课程资源, 加强课程间的衔接与互补。为了更有效地提升学生的系统性思维和综合能力, 对数字逻辑设计课程体系及其教学内容进行优化显得尤为重要。首先, 关键在于对现有的课程资源进行有效的整合, 以加强不同课程之间的衔接和互补性。例如, 可以将数字逻辑设计课程与计算机组成原理、微处理器设计等相关的课程紧密结合起来, 形成一个逻辑严密、内容连贯的课程体系。通过这种整合, 学生不仅能够更广泛的知识背景下理解数字逻辑设计的重要性, 还能够深入认识到它在计算机系统中的应用和作用。此外, 这种跨课程的整合还能够帮助学生建立起更为全面的知识结构, 使他们能够更好地理解各个课程之间的内在联系, 从而在学习过程中形成更为系统和深入的理解。通过这种优化, 课程体系将更加注重培养学生的综合分析能力和解决实际问题的能力, 为他们未来在计算机科学与工程领域的深入研究和实践打下坚实的基础。

2. 引入前沿技术与案例, 丰富教学内容。教学内容应不断更新, 引入当前工业界广泛使用的现代技术与案例。例如, 可以将FPGA(现场可编程门阵列)设计、SoC(系统级芯片)设计等现代技术纳入课程, 让学生了解并掌握这些前沿技术的实际应用。通过引

入真实的工业案例分析,学生能够更直观地理解数字逻辑设计在现代工程实践中的重要性,以及如何将理论知识应用于解决实际问题。例如,可以分析FPGA在高速数据处理中的应用,或者SoC在移动设备中的集成设计案例。通过这些案例的学习,学生不仅能够掌握技术本身,还能够学会如何在具体工程背景下进行系统分析和设计。

3. 强化系统设计与实现能力的培养。为了强化学生的系统设计与实现能力,教学内容应着重于实际工程项目的模拟和实践。课程设计应包括一系列由浅入深的项目作业,从简单的数字逻辑电路设计到复杂的系统集成项目。例如,可以设置一个综合性的课程项目,要求学生设计一个小型的数字系统,如一个简易的计算器或游戏机。在项目实施过程中,学生需要完成从需求分析、系统设计、模块划分、硬件选择、软件编程到系统集成和测试的全过程。通过这样的实践,学生能够亲身体验系统设计的各个环节,从而加深对系统设计理论的理解,并提高解决实际问题的能力。

(二) 创新教学方法与手段

1. 翻转课堂:让学生在课前自主学习,课堂上进行讨论与实践。翻转课堂是一种有效的教学方法,它能够激发学生的主动学习兴趣,并提高课堂互动性。在数字逻辑设计课程中,教师可以将理论知识的讲解视频或材料提前发放给学生,要求他们在课前自主学习。课堂时间则主要用于讨论和实践,教师可以组织小组讨论,引导学生针对数字逻辑设计中的难点和重点问题进行深入探讨。此外,通过实际操作和案例分析,学生可以在教师的指导下,将理论知识应用于具体问题的解决过程中,从而加深理解并提升实践能力。例如,在教学FPGA设计时,教师可以提供基础的FPGA开发板和相关的开发环境,让学生在课堂上尝试编写代码并将其下载到FPGA上进行验证。通过这种方式,学生不仅能够立即看到自己编程的成果,还能够通过实践来理解理论知识与实际应用之间的联系。

2. 混合式教学模式:将线上教学与线下教学相结合,提高教学效率。混合式教学模式是一种将传统面对面教学与现代在线教学相结合的教学方法,其在数字逻辑设计教学中的应用,能够全面整合线上教学与线下教学的优势,提高数字逻辑设计教学的灵活性,为学生带来更加丰富、个性化的学习体验。在教学实践中,教师可充分利用Canvas、MOOCs、Blackboard等在线课程管理系统,发布课程资料,组织视频讲座、在线测试以及讨论互动,使得学生能够根据自己的学习节奏与时间安排进行自主学习。例如,在数字逻辑设计课程中,教师可以安排学生在实验室中进行FPGA编程和调试,或者在课堂上进行小组合作,共同解决一个复杂的系统设计问题。在此基础上,教师还可通过线上平台收集学生的学习数据,以更好地了解学生的学习进度和难点,从而有针对性地辅导和改进教学方法,实现更加精准和高效的个性化教学,提高学生的学习积极性和参与度。

3. 探究式学习:鼓励学生自主探究,培养解决问题的能力。探究式学习是一种以学生为中心的教学方法,旨在激发学生的好奇心和探究欲,通过自主学习和研究来解决问题。在数字逻辑设计课程中,教师可以设计一系列开放性项目或问题,鼓励学生主动探索和研究。例如,可以提出一个与数字逻辑设计相关的实际问题,如设计一个智能交通信号控制系统,要求学生通过查阅资料、小组讨论和实验验证来寻找解决方案。在解决实际问题的过程中,学生可能需要运用到计算机科学、电子工程、数学建模等多个领域的知识。这种跨学科的学习经历不仅能够拓宽学生的知识视野,还能够提高他们应对复杂工程问题的综合能力。

(三) 强化实践教学环节

1. 引入EDA技术,进行数字系统设计实践。EDA(电子设

计自动化)技术是现代数字系统设计不可或缺的工具,它能够帮助学生在计算机上模拟和验证数字电路设计,从而提高设计效率和准确性。在数字逻辑设计教学中引入Cadence、Altera Quartus Prime等EDA工具,能够为学生提供一个接近真实工业环境的设计平台。通过使用这些工具,学生可以进行电路的绘制、仿真、综合以及布局布线等操作,从而获得宝贵的实践经验。例如,教师可以安排学生使用EDA工具设计一个简单的数字滤波器,并通过仿真验证其功能,促使学生在实践中加深对数字逻辑设计理论的理解,熟悉现代数字系统设计流程和工具的使用,为将来的职业生涯打下坚实的基础。

2. 搭建实验平台,开展综合性实验项目。在数字逻辑设计课程中,搭建实验平台,开展综合性实验项目,是提高学生实践能力的重要途径。为更好地培养学生的系统能力,可通过建立一个功能齐全的实验室,配备先进的实验设备和工具,让学生可以亲自动手进行各种数字逻辑设计实验。例如,教师可以设置一个综合性的实验项目,要求学生设计并实现一个基于微处理器的嵌入式系统,让学生亲自完成从硬件选择、电路板设计、编程到系统调试的全过程,锻炼学生的理论知识运用能力,培养其团队合作和项目管理能力。

3. 加强校企合作,开展产学研结合的实践项目。加强校企合作,开展产学研结合的实践项目,是将学术研究与工业实践紧密结合的有效途径。通过与企业建立合作关系,学校可以为学生提供真实的工作环境和实际项目,使学生能够直接参与到企业的研发和生产过程中,从而获得宝贵的工作经验。例如,学校可以与电子设计公司合作,共同开发一些实际的数字逻辑设计项目。学生在教师和企业工程师的共同指导下,参与到项目的各个阶段,从需求分析、方案设计、系统实现到测试验证,让学生在项目参与中了解行业最新技术和发展趋势,学习到项目管理、团队协作和沟通技巧等职场必备技能。

(四) 完善评价体系与激励机制

建立多元化的评价体系,包括平时成绩、实验成绩、项目成绩等多个方面,能够全面地评估学生的学习效果和um能力发展。在数字逻辑设计课程中,传统的笔试和闭卷考试往往难以全面反映学生对知识的掌握和应用能力。因此,教师可以设计包括课堂表现、作业完成情况、小组讨论参与度、实验操作技能以及项目设计和实施能力在内的综合评价标准。通过这样的评价体系,学生不仅需要理论知识上下功夫,还要在实践操作和团队合作中展现自己的能力,从而促进学生全面发展。

四、结语

总之,新工科背景下,数字逻辑设计课程的教学改革,需要从教学内容、教学方法、实践教学环节以及评价体系等多方面进行综合考虑和创新,培养学生的工程实践能力和创新思维,促进学生系统能力的全面提升,为他们未来在数字逻辑设计领域的职业发展奠定坚实的基础。

参考文献:

- [1] 李东勤,徐勇,常郝.面向系统能力培养的数字逻辑设计教学改革[J].福建电脑,2022,38(07):106-109.
- [2] 曲中水.数字逻辑课程综合设计的计算机系统能力培养探索[J].中国现代教育装备,2021(05):106-107+113.
- [3] 韩建栋,高嘉伟,张霞,等.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] 李东勤,徐勇,常郝.系统能力培养背景下《数字逻辑》课程实践教学改革[J].现代计算机,2020(31):68-71.

项目来源:南京工业大学教改项目(20230129)