

课证赛联动：校企合作在教学改革中的创新实践探索

张蓉^{1*}, 刘晶晶², 刘慧敏¹, 苏林¹, 郭映¹

¹天津理工大学集成电路科学与工程学院, 集成电路设计与集成系统系, 天津

²飞腾信息技术有限公司/人才发展中心, 北京

收稿日期: 2025年2月8日; 录用日期: 2025年4月1日; 发布日期: 2025年4月10日

摘要

集成电路产业作为新兴国家战略性新兴产业, 对高素质人才的需求日益迫切。在此背景下, 我国高校集成电路设计与集成系统专业面临着教学改革的重大的挑战和机遇。为了更好地满足人才需求, 提高学生的实践能力和就业竞争力, 许多高校积极探索教学模式的改革。本文以“课(Class)证(Certification)赛(Competition)联动”的“3C”集成电路人才培养模式为例, 探讨了天津理工大学与飞腾信息技术有限公司校企合作在教学改革中的创新实践。通过分析该模式的实施背景、具体做法及其成效, 为同类院校提供可借鉴的经验。

关键词

集成电路, 教学改革, 课证赛联动, 校企合作

Integration among Class, Certification and Competition: An Innovative Approach of School Enterprise Collaboration in Teaching Reform

Rong Zhang^{1*}, Jingjing Liu², Huimin Liu¹, Lin Su¹, Ying Guo¹

¹Department of Integrated Circuit Design and Integrated System, School of Integrated Circuit Science and Engineering, Tianjin University of Technology, Tianjin

²Talent Development Center, Phytium Technology Co., Ltd., Beijing

Received: Feb. 8th, 2025; accepted: Apr. 1st, 2025; published: Apr. 10th, 2025

*通讯作者。

文章引用: 张蓉, 刘晶晶, 刘慧敏, 苏林, 郭映. 课证赛联动: 校企合作在教学改革中的创新实践探索[J]. 创新教育研究, 2025, 13(4): 32-38. DOI: 10.12677/ces.2025.134212

Abstract

The integrated circuit industry, as a strategic emerging industry of the nation, has an increasingly urgent demand for high-quality talent. Against this backdrop, the major of Integrated Circuit Design and Integrated Systems in universities in our country is facing significant challenges and opportunities for educational reform. In order to better meet the needs of the talent demand and enhance the practical abilities and career competitiveness of students, many universities are actively exploring reforms in educational models. This article takes the “3C” integrated circuit talent training model of “Class-Certification-Competition” as an example, and discuss the innovative practices in educational reform through the collaboration between Tianjin University of Technology and Phytium Technology Co., Ltd. By analyzing the implementation background, specific practices, and achievements of this model, it provides reference experiences for similar institutions.

Keywords

Integrated Circuit, Teaching Reform, Class-Certification-Competition (3C), School Enterprise Collaboration

Copyright © 2025 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

自 2018 年中美贸易战爆发以来,美国针对我国集成电路产业实施了多项限制性措施,以遏制我国该行业的发展。这些措施包括发起 301 调查,生效《外国投资风险评估现代化法案》,发布《关于美国在受关注国家开展涉及国家安全技术及产品领域投资的规定》,以及签署《2022 年芯片与科学法案》等[1]。这些措施不仅影响了我国集成电路行业的发展,也对该行业相关的人才培养提出了更高的要求[2]。在此背景下,我国高校集成电路设计与集成系统专业也迎来了教学改革的重挑战 and 机遇。

面对外部压力和技术封锁,高校如何通过教学改革培养出适应集成电路产业发展需求的人才,已成为当前迫切需要解决的问题[3]。目前已有许多学校开展了集成电路人才培养模式的创新探索。例如,北京航空航天大学采用本研贯通的人才培养模式,实现了本科与研究生教育的无缝衔接,保障了人才培养的连续性[4]。黑龙江大学探索了课赛融通体系,通过课程与学科竞赛(特别是集成电路创新创业大赛)的深度融合,充分调动了学生的创新精神并提升了学生的实践能力[5]。沈阳工业大学以“产教研融合”理念为核心,通过修订培养方案、更新实践教学内容、建设“双师型”师资队伍以及探索课程思政建设等举措,将人才培养与岗位需求深度融合,助力辽宁传统产业的转型升级,推动集成电路等新兴产业的布局与发展[6]。广东工业大学则通过建设集成电路人才实验班等方式,探索集成电路拔尖创新人才培养模式[7]。

校企合作作为产教融合的重要形式,已被广泛证明是提升教育质量和学生实践能力的有效途径,通过校企合作,可以全面系统地提升学生的学科基础知识和实践技能,精准对接行业需求,共同培养适应产业发展的高素质人才[8]。创新与课外研学课程是天津理工大学集成电路设计与集成系统专业的核心必修实践课程,旨在通过综合实践活动,帮助学生掌握科学研究与发明创造的方法,能够运用数学、自然科学及工程科学的基本原理,识别、表述并借助文献研究解决本领域的复杂工程问题。课程还注重培养学生的工程师思维,使其能够从专业视角有效应对实际挑战。在此背景下,我校携手飞腾信息技术有限公司,在创新与课外研学课程中积极探索并实施“课(Class)证(Certification)赛(Competition)联动”的“3C”

集成电路人才培养模式。通过一系列创新实践策略，我们期望进一步提升学生的实践能力和创新思维，同时深化校企之间的合作，为学生的职业发展和行业的持续进步提供有力支持。

2. “课证赛联动”模式的提出

2.1. 实施背景

随着 5G、物联网、大数据、云计算、人工智能等前沿技术的迅猛发展，集成电路作为信息技术的基石，其战略重要性日益突出。在这样的背景下，市场对于具备优秀实践能力和创新精神的集成电路专业人才需求日益迫切。然而，传统教育体系中理论与实践脱节的现象普遍存在，导致学校的人才培养与企业需求是“两张皮”，学校培养的人才难以快速适应企业工作岗位。为此，国务院办公厅、教育部和地方教育委员会多次强调要加强产教融合，推动校企合作，构建更加符合产业发展需求的人才培养体系。

飞腾信息技术有限公司在高性能通用计算微处理器(CPU)的设计、研发及产业化推广方面处于行业领先地位，具有重要的战略地位。CPU 不仅是技术密集型产品，其生态系统的建设同样至关重要。Intel 和 AMD 的 CPU 之所以能在 PC 市场占据主导地位，ARM 架构的 CPU 能在智能手机终端市场占据优势，一个关键因素就是它们拥有强大的软件生态系统。通过校企合作的“3C”集成电路人才培养模式，不仅可以显著提升学生的实践能力，加强学校的专业建设，还能吸引更多学生参与飞腾 CPU 的应用开发，从而助力飞腾 CPU 的生态建设，实现学生、学校和企业的多方共赢。

2.2. 模式内涵

著名实用主义教育家 John Dewey 倡导以需求导向的动态学习[9]，在此理念启发下，“课证赛联动”人才培养模式应运而生。这一模式以学生为中心，围绕“3C”构建集成电路人才培养体系，它将课程教学、人才认证证书和各类学科竞赛有机结合在一起。其核心在于通过校企合作，将企业的真实项目引入课堂，使学生在参与实际项目的过程中学习专业知识。同时，学生可以获得相应的人才认证证书，并具备参加各种学科竞赛的能力。这种模式旨在增强学生的实践能力和创新能力，打造一个集理论学习、创新实践、思维训练、能力提升和价值塑造为一体的协同育人环境(如图 1 所示)。



Figure 1. The cultivation goal of students' qualities in the “3C” integrated circuit talent training mode
图 1. “3C” 集成电路人才培养模式学生素养培育目标

3. 实施策略

3.1. 建立校企合作基地

2021 年, 天津理工大学与飞腾信息技术有限公司签订了战略合作协议, 并建立了创新实践实训基地和集智飞腾爱国主义教育实践基地(如图 2 所示)。该基地的建立旨在促进双方资源共享、优势互补, 共同推进教学改革和人才培养。基地的建立为深入实施“3C”集成电路人才培养模式奠定了坚实基础。通过这一平台, 学校邀请企业专家参与培养方案修订和教学改革, 确保教学内容与行业需求紧密对接, 开展适合企业需求的课程内容, 确保教学内容的前沿性和实用性。



Figure 2. Tianjin University of Technology and Phytium Technology Co., Ltd. jointly build a practical base
图 2. 天津理工大学与飞腾信息技术有限公司共建实践基地

3.2. 教师队伍建设

鼓励并支持专业教师积极参加企业组织的培训, 以便他们能够及时掌握最新的行业动态和技术知识。专业教师先后参加了飞腾平台系统软件工程师和信息系统适配验证师培训并通过考试, 获得了工信部和飞腾信息技术有限公司颁发的飞腾平台系统软件工程师认证证书和信息系统适配验证讲师证书。这样的实践不仅有助于学校任课教师拓宽视野, 而且能够显著提升他们在实际教学中的实践能力。此外, 我们还邀请企业中的专家担任兼职授课教师, 他们将参与到课程内容的设计、实训环节的指导以及教学方法的改进等关键环节中来, 从而确保教学内容与行业需求保持同步, 为学生提供更加贴近实际工作环境的学习体验。

3.3. 优化课程内容与教学方法

在课程内容方面, 我们根据行业需求和企业专家的建议, 对创新与课外研学课程的内容进行了重新设计, 将基于飞腾 CPU 的嵌入式开发技术引入课堂, 新的课程体系不仅涵盖了基本的理论知识, 还增加了大量实践项目内容。通过课程学习, 学生需要了解嵌入式开发框架及知识体系, 掌握基于飞腾 CPU 的嵌入式开发技能, 包括硬件接口设计、软件开发流程、调试技巧等。新的课程结构能够使学生在解决实际问题的过程中深化对理论知识的理解, 并培养解决实际问题的能力。

在课程开展过程中, 我们精心设计了教学环节, 课前引导学生自主预习相关资料并搭建开发环境, 这使得课堂上可以更加专注于实践操作和深入讨论, 在此基础上引入翻转课堂的教学模式, 课后学生们可以访问 gitee 上的 Phytium 嵌入式软件仓库, 进行更深层次的学习探索。这种教学方式极大地满足了学生课外拓展的需求, 并显著增强了他们的自主学习能力和学习效率。通过这些精心设计的措施, 课程内容和教学方法更加贴近学生的实际需求和行业需求, 为学生的职业发展打下了坚实的基础。

3.4. 人才认证

在完成课程实训内容、认真撰写实训报告并顺利通过公司组织的考试后，学生可获得由工业和信息化部人才交流中心和飞腾信息技术有限公司联合颁发的飞腾平台嵌入式开发工程师证书以及飞腾信息技术有限公司颁发的认证证书，表现优秀的学生还会获得优秀学员证书，如图 3 所示。这些认证不仅是对学生专业技能和知识掌握程度的官方认可，也是对其在集成电路设计与集成系统领域实践能力的一种肯定。获得此证书的学生将在未来的职业发展中拥有更多竞争优势，因为这表示他们已经具备了飞腾嵌入式开发所需的关键技能和实际操作经验。



Figure 3. The certificates issued by the Ministry of Industry and Information Technology Talent Exchange Center and Phytium Technology Co., Ltd.

图 3. 工信和信息化部人才交流中心与飞腾信息技术有限公司颁发的证书

3.5. 竞赛组织与指导

为了全面提升学生的实践技能和创新思维，我们积极引导学 生踊跃参加各种学科竞赛，并为此组建了竞赛指导团队。在备赛期间，指导教师每周定期与参赛学生进行深入沟通，及时解决他们在备赛过程中遇到的各种问题，为学生提供全方位的支持与指导。通过参与这些竞赛，学生不仅能够 在实践中锻炼和提升自己的专业技能，还能在团队合作中培养协作能力、沟通能力和解决问题的能力，为未来的职业生涯积累宝贵的经验。这种以赛促学、以赛促教的模式，为学生搭建了一个展示自我、提升自我的优质平台，助力他们在未来的职业道路上脱颖而出。

4. 教学效果

4.1. 学生受益

通过“课证赛联动”的“3C”集成电路人才培养模式，实现了理论教学与产业实践的深度融合。自 2022 年校企合作共建课程以来，参加该课程的集成电路设计与集成系统专业的 311 名同学中，有 291 名学生成功通过了飞腾嵌入式开发的官方认证考试(通过率高达 93.6%)，有 73 名同学获得了优秀学员证书(优秀率达 23.47%)，说明课程设计有效覆盖认证考试的核心知识 点。

在全国集成电路创新创业大赛的飞腾杯赛道中，近两年来，有 17 支队伍成功晋级至华北赛区总决赛，是全国大学生集成电路创新创业大赛飞腾杯赛道华北赛区入围队伍数量最多的高校，如表 1 所示。在这些入围队伍中，3 支队伍荣获华北赛区一等奖，7 支队伍荣获华北赛区二等奖，7 支队伍荣获华北赛区三等奖。与入围总决赛 15 支队伍的北京理工大学相比，除了华北赛区一等奖队伍数量比北京理工大学少 1 支之外，华北赛区二等奖和三等奖获奖队伍数量均超过北京理工大学，如表 2 所示。在荣获华北赛区一等奖的 3 支队伍中，有 1 支队伍荣获全国总决赛一等奖，2 支队伍荣获全国总决赛三等奖。在其他竞赛的飞腾杯赛道，2024 年有 1 支队伍荣获 2024 年全国大学生计算机系统能力大赛-操作系统设计赛

(全国)-OS 功能挑战赛道全国三等奖，有 1 支队伍荣获全国第二届先进计算技术创新大赛总决赛第四名，全国三等奖的优异成绩。优异的竞赛成绩证明了“3C”集成电路人才培养模式不仅提升了学生的专业技能和创新能力，还显著增强了他们的团队合作和问题解决能力。

Table 1. Advancement results of the Phytium Cup in the China College IC competition: North China regional preliminary contest (the 7th-8th editions)

表 1. 集成电路创新创业大赛飞腾杯华北赛区初赛晋级情况(第七届~第八届)

学校	天津理工 大学	北京理 工大学	天津 大学	中国地质大学 (北京)	齐鲁工 业大学	南开 大学	中国科学院 大学	北京工业 大学
届								
第七届	8	5	2	1	1	0	0	0
第八届	9	10	1	0	0	1	1	1
总数	17	15	3	1	1	1	1	1

Table 2. Award results of the Phytium Cup North China regional finals in the Chinese College IC competition (the 7th-8th editions)

表 2. 集成电路创新创业大赛飞腾杯华北分赛区决赛获奖情况(第七届~第八届)

学校	天津理工大学				北京理工大学		
名次	华北赛区 一等奖	华北赛区 二等奖	华北赛区 三等奖	华北赛区 一等奖	华北赛区 二等奖	华北赛区 三等奖	华北赛区 三等奖
届							
第七届	1	5	2	2	1	1	1
第八届	2	2	5	2	4	3	3
总数	3	7	7	4	5	4	4

4.2. 合作推广

在 2022 年课程开发与教学实践的基础上，在 2023 年 6 月，天津理工大学与飞腾信息技术有限公司联合组织了“国产 CPU 赋能高校人才培养师资培训班”，此次培训是飞腾信息技术有限公司面向全国高校教师开展的首次师资培训，培训班吸引了全国 20 所高校的 40 名教师参与。在培训班中，飞腾信息技术有限公司的专家团队以飞腾 CPU 的嵌入式开发为主要内容，讲授了飞腾 CPU 的研发历程、人才培养以及课程建设等内容。通过系统的学习，教师们不仅掌握了飞腾 CPU 的基础知识和嵌入式开发技能，而且对飞腾 CPU 在不同场景的应用有了更深入的理解。

4.3. 课程反响

创新与课外研学课程的开展受到了学生们的广泛好评，学生们认为“这门课程不仅在知识层面为他们带来了新的收获，而且在实践技能方面也实现了显著的提升，对未来在嵌入式领域的深入探索感到信心满满”。同行教师们对课程的评价也很积极，他们认为课程“教学内容前沿、教学方法灵活多样，教学成果显著，有效激发了学生的学习热情和创新思维”。课程的成功也得到了媒体的正面报道，2023 年的课程结业典礼被《天津教育报》报道，并给予了高度评价[10]。该媒体认为，这一校企合作课程为我国集成电路人才的培养做出了重要贡献。在 2024 年，该课程获评天津市一流课程，进一步证明了其良好的影响力和认可度。

5. 总结

“课证赛联动”的“3C”集成电路人才培养模式在天津理工大学与飞腾信息技术有限公司的校企合作中取得了显著成效，不仅提升了学生的实践能力和创新思维，也为企业的技术创新和市场竞争注入了

新的活力。通过这一模式的实施,学校和企业共同构建了一个符合产业发展需求的人才培养体系,实现了理论学习与实践操作的有机结合,为我校集成电路设计与集成系统专业的高质量人才培养提供了有力支撑。未来,随着校企合作的不断深入和“3C”集成电路人才培养模式的持续优化,相信能够培养出更多具备实践能力和创新思维的高素质人才,为推动集成电路产业的自主发展和技术创新做出更大的贡献。

基金项目

论文受飞腾信息技术有限公司教育部产学研合作协同育人项目资助(231103428132421)。

参考文献

- [1] 白光裕,王建,黄紫春. 美国集成电路产业政策动向及我国应对策略[J]. 国际贸易, 2023(11): 67-76.
- [2] 吴松强,徐子鉴,金鑫,等. 我国集成电路产业突围路径探究:中美贸易摩擦视角[J]. 创新科技, 2020, 20(10): 16-23.
- [3] 葛芬,王毅,陈未央. 集成电路专业产教融合人才培养模式探索与研究[J]. 华东科技, 2024(4): 120-122.
- [4] 邵琳. 本研贯通制人才培养模式实践探索——以集成电路专业教育为例[J]. 教育教学论坛, 2024(51): 1-4.
- [5] 胡靖. 新工科背景下集成电路设计与集成系统专业课赛融通体系模式探索[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2024(30): 8-10.
- [6] 张贺,李新,孙显龙,等. 集成电路产教融合助力辽宁产业结构转型[J]. 教育教学论坛, 2024(33): 115-118.
- [7] 李建中,廖学峰,刘远. 高校集成电路拔尖创新型人才培养模式的研究——以广东工业大学集成电路创新设计人才实验班为例[J]. 产业创新研究, 2023(23): 169-171.
- [8] 范继辉,庞智勇. “新工科”背景下集成电路与集成系统专业人才培养方案探索与实践[J]. 教育现代化, 2020, 7(52): 24-8.
- [9] 约翰·杜威,著. 我们怎样思维·经验与教育[M]. 姜文闵,译. 北京:人民教育出版社, 2005: 243-247.
- [10] 天津教育报. 探索集成电路专业学生培养特色路径:“天津理工大学-飞腾实习实训基地”校企联合共建课程第三期结业[EB/OL].
https://www.toutiao.com/article/7304617680374448674/?tt_from=weixin&utm_campaign=client_share&app=news_article&utm_source=weixin&iid=3371540068476684&utm_medium=toutiao_android&share_token=5f134a86-7951-4c28-b97e-013149295561&wxshare_count=2&source=m_redi&wid=1735647862594.2023, 2023-11-23.