

微电子科学与工程专业人才培养模式研究与实践

李昶 孙小香 李宏民

(湖南理工学院 湖南岳阳 414000)

摘要: 微电子科学与工程专业的建设关乎集成电路产业未来的发展。本论文以湖南理工学院微电子科学与工程专业的本科生作为研究对象,提出一种面向集成电路产业链需求的“1+2+3”全面型人才培养体系。该体系以集成电路产业链(一链)中微电子器件和工艺版图设计为切入点,以产教融合和科教融合(双向)为路线,以教学平台、实验平台和实践平台(三体)为支撑,建立一套具有可操作性和可推广性的人才培养运行机制,实现高校人才培养与企业用人需求之间的准确对接。

关键词: 微电子科学与工程 人才培养 现状分析

中图分类号: C961 **文献标识码:** A

DOI: 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.31.066

一、研究背景

集成电路因其重要的战略地位成为全球关注的焦点。加快构筑以集成电路为核心的现代信息技术产业成为推进信息和工业化融合、提升国家安全战略的第一要务^[1]。1956年国务院制订《1956至1967年科学技术发展远景规划纲要》,半导体技术被列为国家重点科学技术项目之一,标志着我国集成电路产业发展和建设的开端。经过近70年的建设,集成电路产业迈上了全新的发展台阶,但飞速发展过程中暴露的问题也直面而来,“大而不强,快而不优”的突出矛盾制约了集成电路产业的高质量发展。总结起来,我国集成电路产业发展主要存在以下突出问题:(1)企业无法突破低端产品定位锁定的格局,我国集成电路产品覆盖全面,在各个主要集成电路领域都不缺乏国内企业的参与,但大部分企业提供的产品无法获得高价值和高端市场份额;(2)基础环节受制于人的局面没有得到根本性改变,美国对华为和中兴等企业进行的制裁让我们深刻地认识到我国集成电路产业基础的薄弱性,在产业链最上游和最基础的环节不能实现自主可控;(3)芯片设计人才供不应求。根据《中国集成电路产业人才白皮书(2019-2020年版)》统计,我国集成电路行业从业人员的结构正在发生调整,芯片设计人才需求旺盛,设计人才的需求量保持第一位。按照当前的人才需求,集成电路产业设计从业人员仍存在大量缺口,人才供应不足势必会阻碍产业的进一步发展。

要想冲破我国集成电路产业面临的发展瓶颈和西方国家对我们的技术封锁,关键核心在产业人才^[2]。因此,当下微电子科学与工程专业的建设关乎集成电路产业未来的发展。但传统的微电子科学与工程专业人才培养模式难以应对集成电路产业日新月异的发展,如何应对理论和技术的快速更新迭代,满足产业对当下和未来人才的需求,成为微电子科学与

工程专业人才培养面临的紧迫问题。现有研究表明:微电子科学与工程专业人才培养模式主要存在以下共性问题^[3]:(1)学生缺乏实践能力和拓展技能培养。(2)学生缺乏学习意识和能力培养。(3)“双师双能”型教师缺乏。总而言之,当前微电子科学与工程专业人才培养体系与集成电路产业实际的用人需求存在偏差甚至是脱节现象^[4]。要改变这一现状,需要在人才培养体系层面进行改革,以企业的实际人才需求为出发点,面向集成电路产业链,有针对性地开展教学改革^[5]。

本论文以湖南理工学院微电子科学与工程专业的本科生作为研究对象,面向集成电路产业链需求,构建基于“一链、双向、三体”的“1+2+3”全面型人才培养体系。以集成电路产业链(一链)中微电子器件和工艺版图设计为切入点,以培养应用型和科研型人才为出发点,以产教融合和科教融合(双向)为路线,以教学平台、实验平台和实践平台(三体)为支撑(如图1所示),以理论教学、实验教学、工程实习、科学研究为载体,建立并完善一套具有可操作性和可推广性的人才培养运行机制,实现高校人才培养与企业用人需求之间的准确对接,从而达到培养高质量人才的目的。

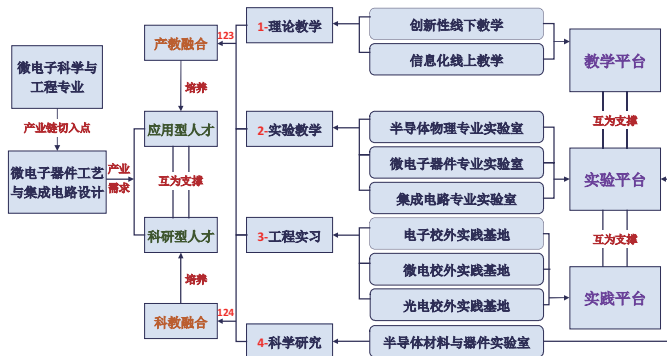


图1 “1+2+3”人才培养体系总体方案示意图

二、培养体系方案

1. 策略与途径

“因材施教”是高质量人才培养的重要前提，如何实施人才培养的细分化是开展因材施教的关键所在。“1+2+3”人才培养体系细分化的总体策略是应用型学习为主，科研型学习为辅。细分途径基于双向选择、分阶段和分层次以及学生为本的基本原则。双向选择原则是指，一方面，学生根据自己的兴趣和意向选择应用型或科研型，比如具有就业意向和具有读研意向的学生可分别划分为应用型和科研型；另一方面，科研型教师在开展课程教学过程中发现有科研兴趣和潜力的学生可进行积极的引导并成为其科学研究导师。分阶段和分层次原则是指，培养模式的选择要综合考虑学生所处的年级和个人能力特点并给予正确的引导和建议，针对不同阶段和层次的学生制定个性化的培养方案。学生为本原则是指，要尊重学生的个人发展意愿，在不同的学习阶段允许学生在应用型和科研型培养模式之间进行切换，且教师在这一过程中要给予充分的帮助和支持。基于以上策略与途径，实现应用型人才和科研型人才培养的合理划分，并最终向社会输出高质量的、全面型的集成电路产业人才。

2. 教学模式改革

应用型和科研型人才培养的关键在于教学模式的改革与创新，“1+2+3”人才培养体系以培养学生的应用能力和科研能力为主要目标，实施以下四种教学模式：

(1) 工程应用导师和科学研究导师负责制

基于学生培养细分化的模式，教师队伍同样进行精细化管理。工程应用导师和科学研究导师分别负责应用型和科研型人才的培养。工程应用导师队伍由具有企业任职或锻炼履历的专任教师和合作企业指派的工程师共同组成，前期队伍建设以企业指派工程师为主，后期队伍建设以学校专任教师为主，从而强化微电子科学与工程专业的“双师双能”教师队伍建设。科学研究导师队伍以学校科研型教师为主，企业研发工程师为辅，每位导师分配的学生人数结合个人的科研体量和意愿进行动态化调整。工程应用导师和科学研究导师分别依照对应的教学模式开展人才培养。通过学生和教师的细分化，强化学生和教师之间的纽带，让学生找到适合自己的导师，并在导师的引领下充分挖掘自身的潜力。

(2) “3+1”应用型教学模式和“1+3”科研型教学模式

遵循学生为本的基本原则，工程应用导师和科学研究导师分别参照“3+1”和“1+3”的教学模式开展人才培养。“3+1”教学模式是指学生前三年在学校进行有针对性的理论知识学

习和实验、实践技能学习，最后一年选派进入关联合作企业开展工作实习，实习期间由工程应用导师负责指导，原则上由导师负责学生的毕业综合设计任务。“3+1”教学模式旨在培养和锻炼学生的工程实践能力，让学生从“坐而论道”和“纸上谈兵”的学习者成长为“坐言起行”和“身经百战”的实践者。“1+3”教学模式是指学生先进行一年的公共基础课学习，第二年开始跟随科学研究导师进入实验室开展科学研究工作，学习开展科学研究的基本思路和方法，原则上由导师负责学生的毕业论文研究任务。“1+3”教学模式旨在培养和锻炼学生的创新思维能力，训练学生的科学研究技能，为我国集成电路产业薄弱的基础理论研究积蓄科研力量。

(3) 注重应用和科研能力培养的一流课程

以培养自主学习意识为出发点，以培养应用能力和科研能力目标，对课程教学内容进行全面改革，摒除书本内容全覆盖的思想，有针对性、有目的地开展课程教学。课程内容设置参照“记忆型知识浅讲解，理解型知识深讲解，拓展型知识重引导”的基本思路，留给学生自主选择的空间，激发学习意识，培养学习能力，从而促进应用能力和科研能力的提升。同时，加强精品课程（尤其是线上精品课程）建设，打造学生认可度高的“金课”，淘汰“水课”。目前，湖南理工学院微电子科学与工程专业已建设相关省级一流课程3项，包括《电磁场与电磁波》《单片机原理与应用》以及《半导体物理》，随着建设一流本科课程理念的深入，未来会有更多的专业课程加入其中，更加充分地保障学生专业理论知识的学习。

(4) 信息化教学平台建设

信息化是发展的大势所趋，信息化技术和手段已经渗透进社会体系的方方面面，深刻影响和改变着人们的生活、学习和工作。信息化教学的开展是育人理念紧跟时代发展的脉搏重要体现。湖南理工学院微电子科学与工程专业信息化教学平台的建设思路为“线上线下有机结合，互为支撑”。平台基本架构如图2所示，一方面，推进课程教学的信息化建设，线上开设“超新学习通”课程教学平台，平台具备教学资源发布、教师教学视频回放、名校名师教学视频学习、作业/测试发布、提交和批阅等一系列学习功能，让其成为学生学习的线上第二课堂；另一方面，线下引入手机端App、电脑端软件、音频或视频、远程教学或答疑等信息化交互体验，全面激发学生的学习兴趣，提高学生参与课堂教学的主观能动性，同时结合线上平台方便学生随时随地开展自主学习。创新线下课堂教学模式，积极探索翻转课堂、小组讨论、第二课堂等新兴教学手段与专业课程的结合方式，让先进的教学

理念和手段在理科课堂上落地扎根。另外，线下引入实践驱动教学模式，将实际工程案例和科研案例等带进课堂，达到理论知识在案例中落地，学习兴趣在案例中激发，应用能力和科研能力在案例中锻炼的效果。最后，通过创新性线下教学与信息化线上教学的有机互补保障理论教学的高质量开展。

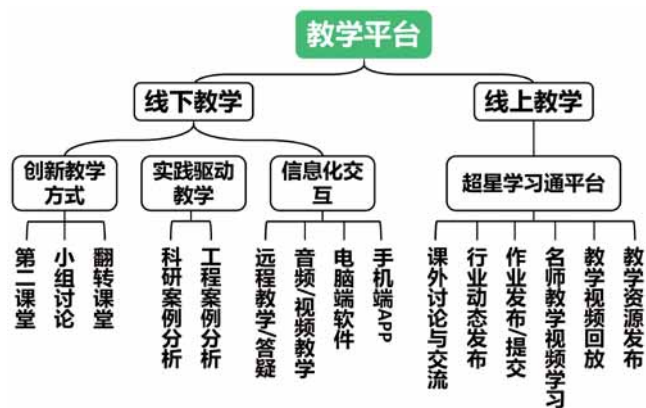


图2 教学平台架构示意图

3. 实验平台建设

综合性实验平台的建设以集成电路产业实际需求为导向，以湖南理工学院的地方性高校定位为考量，以微电子器件和工艺版图设计为切入点，以半导体物理、微电子器件、集成电路专业实验室以及半导体材料与器件科研实验室为支撑，建设周期为三年。平台基本架构如图3所示，涵盖专业技术实验和科学研究实验两部分。其中，专业技术实验包含基础理论实验、测试与分析实验、器件仿真实验以及集成电路设计实验；科学研究实验包含新型锗硅材料、有机薄膜材料、氮化镓薄膜材料以及碳基纳米材料研究。专业技术实验依托三个专业实验室和专业课任课教师开展，科学研究实验依托物理与电子科学学院半导体材料与器件科研实验室及其团队成员开展。专业技术实验和科学研究实验相辅相成，既锻炼学生的动手能力，又激发学生的创新、创业意识。

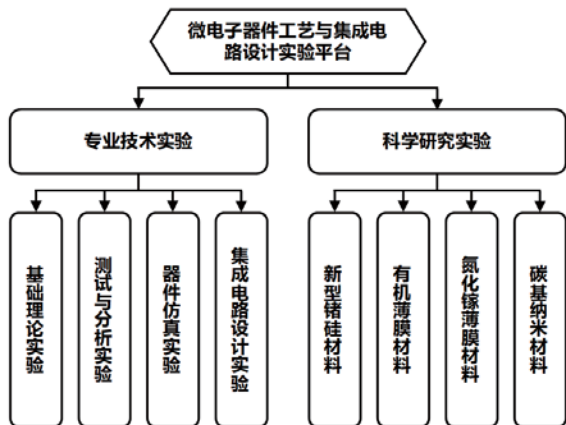


图3 实验平台架构示意图

4. 实践平台建设

开拓和建设与专业密切相关的地方企业实践教育基地，充分挖掘并整合学校和企业的教育教学资源，实施校企之间的联培联动机制，推行工程师进课堂和学生进企业的双向教学模式，实现高校和企业间的互通互联，打通人才培养的各环节。创新合作模式方面，企业和高校可进一步提升相互的认可度，企业人员在指导学生过程中获得的成果和荣誉可纳入企业选拔人才的考量标准；深化合作力度方面，企业可更加深入地参与人才培养过程，如选派工程师指导学生参加各类学科竞赛，这一过程中，企业将更加了解学生的个人能力特点，从而进行更加准确的用人判断；学生则可利用企业的资源在竞赛中取得更好的成绩，扩大学校的社会影响力。目前，湖南理工学院已建立微电、电子和光电专业校外实践基地，能为学生提供丰富多样的实习实践环境，学生通过在实践基地的学习，工程实践得到了显著提升，社会和企业认可度明显改善。

结语

地方高校微电子科学与工程专业人才培养体系在多个环节与集成电路产业实际的用人需求存在偏差甚至是脱节现象。地方高校在人才培养体系层面进行改革十分有必要，以企业的实际人才需求为出发点，面向集成电路产业链，通过构建面向集成电路产业链需求的“1+2+3”（一链、双向、三体）人才培养体系，才能实现高校人才培养与企业用人需求之间的准确对接，达到保“量”提“质”的人才培养目的。

参考文献

- [1]朱晶,赵佳菲,史弘琳,韩晓琳.2020年中国集成电路产业现状回顾和新时期发展展望[J].中国集成电路,2020,258(11):16-21.
- [2]朱晶.我国集成电路产业高端化突破面临的问题研究及有关建议[J].中国集成电路,2020,29(5):14-19.
- [3]宣南.微电子科学与工程:争议背后的方寸世界[J].求学,2018,(1):27-27.
- [4]邹继军,彭新村.微电子工艺与器件实验平台建设[J].电气电子教学学报,2016,38(4):133-134.
- [5]吴丰民,姜久兴,王振华.微电子科学与工程专业评价指标体系研究[J].大学教育,2016,(11):154-156.

作者简介

李昶(1990.8—),男,汉族,湖北,博士研究生,讲师,有机太阳能电池。