

提升集成电路人才自主培养质量的创新路径

李锦华

(中山大学集成电路学院, 广东深圳 518107)

集成电路是“工业粮食”，关乎国家核心竞争力与信息安全。面对新一轮科技革命和产业变革以及集成电路产业的快速发展，党和国家对高质量卓越集成电路人才的迫切需求前所未有。据预测，2025年，我国集成电路产业人才缺口将达30万^[1]。此外，目前我国高校的集成电路人才培养与产业实践之间存在落差。人才数量上的短缺特别是质量上的结构性失衡，已成为我国集成电路产业发展的关键瓶颈。必须依托国家既定政策，以刀刃向内的改革破除人才培养困局，构建以“产业真需求”为牵引、以“能力真提升”为核心的新型集成电路人才培养范式。

1 现状与问题：集成电路人才培养的深层结构性矛盾

近年来，国家高度重视集成电路人才培养，在交叉学科门类下设立了“集成电路科学与工程”一级学科，布局了28所国家示范性微电子学院^[2]、20个国家集成电路人才培养基地^[3-5]、8个国家集成电路产教融合创新平台^[6]，实施了“卓越工程师教育培养计划2.0”等，旨在通过深化产学研合作、创新教学模式，培养适应科技产业变革的集成电路人才。然而，在政策红利下，集成电路人才培养的“最后一公里”仍存在三大突出矛盾：

一是在运行机制上，产教“两张皮”与政策要求“深度融合”之间的冲突矛盾。产教深度融合，是培养高质量集成电路人才的重要路径。然而，目前的校企合作多为“点状”项目，多数合作仍停留在参观实习、设备捐赠等浅层互动，未能形成“体系化”共生机制。企业参与人才培养的内生动力不足，企业导师投入有限，教学过程与产业真实问题脱节。

二是在资源整合上，知识结构“陈旧断裂”与产业技术“快速迭代”之间的壁垒矛盾。高校学科壁垒未能有效打破，课程创新滞后，教学内容追赶既定技术而非引领前沿，对Chiplet、存算一体、第三代半导体等前沿趋势反应迟缓。教材更新周期长，课程体系仍以传统设计、工艺划分，“知识孤岛”现象依然存在。计算机、电子信息、微电子、物理、材料等关联学科在教学中彼此割裂，缺乏贯穿材料、器件、封测、设计、软件的系统级视野。

三是在目标导向上，实践环节“真空虚拟”与能力要求“真刀真枪”之间的差异矛盾。“流片”¹成本高昂，先进EDA工具与工艺平台获取困难，导致学生实践停留在仿真与过时技术节点。实践的“真空虚拟化”导致学生缺乏使用先进PDK、参与全流程设计、处理实际工程问题的经验，创新能力与解决复杂问题能力不足。

作者简介：李锦华，中山大学集成电路学院党委副书记、讲师，研究方向为高等教育。

¹ 流片（英文：Tape Out），是芯片设计和芯片量产的中间环节，是指将设计好的集成电路（IC）布局转换成实际的物理芯片的过程，就像流水线一样，通过一系列工艺步骤制造芯片。

2 路径与举措：构建持续优化的集成电路人才培养共同体

要破解上述矛盾，打破高校与产业界之间这堵无形的“墙”，亟需从“管理思维”转向“赋能思维”，构建一个能够自我演进的生态系统，即以国家战略为引领，以产业需求为牵引，以高校育人为基础，以平台资源为支撑，形成闭环反馈、持续优化的集成电路人才培养共同体。

一是深化产教融合，从“松散合作”走向“利益共生”。共建“集成电路未来技术学院”，赋予其在招生、师资、培养模式上更大自主权；推行“校企双首席教授”制，共同负责专业方向规划与核心课程建设。建设“技术攻关共同体”，以解决产业实际问题为突破点，激发企业参与动力，将企业面临的真实技术难题拆解为学生的“毕业设计项目池”或“学期挑战项目”，以企业典型复杂工程问题和优质技术资源反哺创新人才培养。打造“师资旋转门”，深化校企导师协同育人，一方面开展专任教师企业挂职计划，助力教师提升工程实践能力；另一方面在高校设立“产业研究员”岗位，吸引企业顶尖技术专家带薪到高校工作一至二年，深度参与教学与科研。

二是重构课程体系，从“知识灌输”走向“能力建构”。迭代更新课程体系，完善模块化教学体系，设立“前沿技术动态模块”，将行业技术路线图、顶级会议（ISSCC、IEDM）最新论文、产业白皮书等内容，快速转化为短期课程或专题研讨会，确保知识前沿性。强化“系统级思维”训练，整合不同学科知识，形成多元化技术课程层，设立跨学科项目，要求学生组队完成包含软硬件协同设计的微型系统芯片（SoC）定义与实现。推广“开源芯片生态”进课堂，将 RISC-V 等开源架构与相关 EDA 工具链纳入教学主干道，降低创新门槛，培养学生底层优化与架构创新能力。

三是打通实践瓶颈，从“模拟仿真”走向“一线实战”。强化“国家产教融合创新平台”的公共服务职能，将其打造为人才培养的“国家流片银行”和“共享工具池”；设立专项基金，为优秀学生设计项目提供 MPW 流片支持；集中采购并云端化部署高端 EDA 软件，向成员高校师生开放。推行“研

习一体”模式，将研究生和高年级本科生嵌入国家科技重大专项、重点研发计划等科研任务中，在“真课题、真环境、真压力”下锤炼工程能力。建立“创新能力认证”体系，由行业协会、龙头企业与高校共同制定能力标准和联合开展评定，对学生在流片成功、设计竞赛、开源贡献等方面的成果给予认证，使其成为就业市场上的“硬通货”。

提升我国集成电路人才自主培养质量，是一项紧迫的战略任务和多层次多维度的系统工程，必须要以问题为导向，以创新为驱动，强化政策联动、设立专项激励、营造创新文化，用改革的勇气打破体制机制障碍，才能真正构建起支撑我国集成电路产业自主可控、可持续发展的高质量人才梯队。

责任编辑：李 琦 校对：梁思琪 刘晓莉

参考文献

- [1] 张立. 中国集成电路产业人才发展报告[R]. 北京: 中国半导体行业协会、中国电子信息产业发展研究院, 2022.
- [2] 教育部、国家发展改革委、科技部、工业和信息化部、财政部、国家外专局关于支持有关高校建设示范性微电子学院的通知[EB/OL]. (2015-07-17). http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s5664/moe_1623/s3845/201507/t20150728_196321.html.
- [3] 教育部、科技部关于批准有关高等学校建设国家集成电路人才培养基地的通知[J]. 教育部政报, 2003(9): 400-401.
- [4] 教育部关于批准有关高等学校建设第二批国家集成电路人才培养基地的通知[J]. 中华人民共和国教育部公报, 2004(12): 18-19.
- [5] 教育部关于批准有关高等学校建设第三批国家集成电路人才培养基地的通知[EB/OL]. (2009-11-04). http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/200911/t20091104_80317.html.
- [6] 国家发展改革委社会发展司组织召开国家集成电路产教融合创新平台建设会议[EB/OL]. (2020-10-26). https://www.ndrc.gov.cn/fzggw/jgsj/shs/sjdt/202010/t20201026_1249036_ext.html.