Advances in Education 教育进展, 2026, 16(11), 706-717
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ae
https://doi.org/10.12677/ae.2026.16112434

Hans汉斯

产教融合赋能青年技能人才培养的机制与困境

——基于上海集成电路硬科技领域的混合方法研究

陈佳鹏[1*]，彭亚男[2]，江振林[1]，王宝秀[1]

[1]上海工程技术大学化学化工学院，上海
[2]上海民航职业技术学院通用航空与无人机学院，上海

收稿日期：2026年10月5日；录用日期：2026年11月4日；发布日期：2026年11月11日

摘　要

产教融合是推动教育、科技、人才一体化发展、破解人才培养与产业需求“两张皮”问题的核心战略。已有研究多停留在政策文本与文献概括层面，对“培养目标与产业需求错位”等判断缺乏一手数据支撑，问题分析趋于宽泛。文章以上海集成电路硬科技领域为研究场景，构建“需求－培养(供给)－协同”分析框架，综合采用课程大纲文本分析、毕业生问卷调查与企业用人方深度访谈的混合方法：编码分析8所高校246份培养方案与核心课程大纲，回收386份2023~2025届毕业生有效问卷，并对28家集成电路企业的36位人力资源负责人与技术主管进行半结构化访谈。研究发现：其一，课程供给侧存在实践学分占比偏低(均值24.1%)、内容更新周期偏长(均值3.4年)、企业真实项目进课堂比例不足三成等结构性问题；其二，57.0%的毕业生感知课程内容滞后于岗位实际，深度参与产教融合的毕业生在岗位胜任力、人岗匹配度、首年留任率上均显著优于普通培养组(Cohen's d = 0.82)；其三，企业用人方认为最突出的能力短板是质量与工艺规范意识(4.18分)和真实工况问题排查调试能力(4.12分)，而非专业理论基础(2.71分)；回归分析表明，深度产教融合参与、顶岗实习时长与企业导师指导显著正向预测岗位胜任力($R^2 = 0.437$)。在此基础上，研究提出“三链耦合、闭环反馈”的产教融合机制模型，并从课程动态更新、真实项目牵引、多元协同保障三方面给出可操作策略，为上海及类似产业集聚区的集成电路等硬科技领域技能人才培养提供实证依据与机制参考。

关键词

产教融合，青年技能人才培养，集成电路，供需错位，混合方法

Mechanisms and Dilemmas of Industry-Education Integration in Empowering Young Skilled Talents Cultivation

—A Mixed-Methods Study of Shanghai's Integrated Circuit Hard Technology Sector

*通讯作者。

文章引用: 陈佳鹏, 彭亚男, 江振林, 王宝秀. 产教融合赋能青年技能人才培养的机制与困境[J]. 教育进展, 2026, 16(11): 706-717. DOI: 10.12677/ae.2026.16112434

Jiapeng Chen[1*], Yanan Peng[2], Zhenlin Jiang[1], Baoxiu Wang[1]

[1]School of Chemistry and Chemical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai
[2]School of General Aviation and Drones, Shanghai Civil Aviation College, Shanghai

Received: October 5, 2026; accepted: November 4, 2026; published: November 11, 2026

Abstract

Industry-education integration is a core strategy for promoting the integrated development of education, science and technology, and talent, and for resolving the "two disconnected systems" between talent cultivation and industrial demand. Existing studies mostly remain at the level of policy texts and literature summaries, lacking first-hand data support for judgments such as "misalignment between cultivation objectives and industrial demand", and problem analysis tends to be broad. Taking the hard technology field of integrated circuits in Shanghai as the research scenario, this paper constructs a "demand - cultivation (supply) - collaboration" analytical framework and comprehensively adopts a mixed-methods approach combining textual analysis of course syllabi, a questionnaire survey of graduates, and in-depth interviews with employers: it codes and analyzes 246 cultivation programs and core course syllabi from 8 universities, collects 386 valid questionnaires from graduates of the 2023~2025 cohorts, and conducts semi-structured interviews with 36 HR managers and technical supervisors from 28 integrated circuit enterprises. The findings are as follows: First, on the curriculum supply side, there are structural problems such as a low proportion of practical credits (mean 24.1%), a long content update cycle (mean 3.4 years), and a proportion of real enterprise projects entering the classroom of less than 30%. Second, 57.0% of graduates perceive that course content lags behind actual job requirements, and graduates who deeply participated in industry-education integration significantly outperform the ordinary cultivation group in job competence, person-job matching, and first-year retention rate (Cohen's d = 0.82). Third, employers consider the most prominent capability shortcomings to be awareness of quality and process specifications (4.18 points) and the ability to troubleshoot and debug under real working conditions (4.12 points), rather than professional theoretical foundation (2.71 points). Regression analysis shows that deep participation in industry-education integration, duration of on-the-job internship, and enterprise mentor guidance significantly positively predict job competence (R^2 = 0.437). On this basis, this paper proposes a "three-chain coupling, closed-loop feedback" industry-education integration mechanism model, and provides operational strategies from three aspects: dynamic curriculum updating, real project traction, and multi-stakeholder collaborative support, offering empirical evidence and mechanism-related insights for cultivating skilled talents in integrated circuits and other hard-tech fields in Shanghai and similar industrial cluster regions.

Keywords

Industry-Education Integration, Youth Skilled Talent Cultivation, Integrated Circuit, Supply-Demand Mismatch, Mixed Method

Copyright © 2026 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

集成电路是信息技术产业的核心，是支撑经济社会发展和保障国家安全的基础性、先导性产业。当

前全球半导体产业进入新一轮扩张与技术迭代周期，预计至2030年全球半导体行业需新增员工超百万人[1]。我国集成电路产业在制造、封装、测试及设备材料环节存在大量复合型、现场型高技能人才缺口，而传统高校教育常因课程内容滞后、实践环节薄弱、教学形式单一等问题陷入“供给错配”困境[1] [2]。

上海是我国集成电路产业的核心集聚区。临港新片区集成电路产值已从2019年的4亿元增长至2025年的350亿元[3]，张江、临港、漕河泾等园区形成了覆盖设计、制造、封测、设备材料的完整产业链。产教融合作为破解人才培养与产业需求“两张皮”问题的关键路径，已成为国家推动教育、科技、人才一体化发展的重要抓手。2026年，上海市教育委员会明确提出深化产教融合，重点围绕集成电路等领域一线技术技能人才需求，以专业快速响应产业需求为主线、以人才培养模式改革为核心[4]。

然而，现有研究与实践对产教融合“难在何处、何以有效”的回答仍不充分。一方面，大量研究以政策解读和文献综述为主，对“培养目标与产业需求错位”、“校企合作流于形式”等关键判断缺少基于一手数据的实证检验：所谓“错位”究竟是通过课程大纲比对、毕业生跟踪，还是企业用人方访谈得出，往往语焉不详，导致问题分析宽泛、普遍化，难以支撑精准施策。另一方面，对不同产教融合模式的成效差异、哪些培养环节真正提升了毕业生的岗位胜任力，尚缺乏量化识别。

基于此，本文以上海集成电路硬科技领域为研究场景，尝试回答三个问题：当前产教融合培养供给与产业需求的错位具体表现在哪些方面、程度如何？哪些培养环节和融合模式与青年技能人才的岗位胜任力显著相关，并可构成其预测因素？应当构建怎样的机制使产教融合持续有效？为此，本文构建“需求–培养(供给)–协同”分析框架，采用课程大纲文本分析、毕业生问卷调查与企业用人方访谈相结合的混合方法，对上述问题进行实证测度，并据此重构产教融合赋能机制，以期为硬科技领域技能人才培养提供可追溯的证据与可操作的路径。

2. 分析框架、数据与方法

2.1. “需求–培养–协同”分析框架

产教融合本质上是产业人才需求与教育人才供给之间的匹配与协同过程。本文借鉴供需匹配理论与共生理论[5]，构建“需求–培养(供给)–协同”三维分析框架。需求侧刻画产业岗位的能力标准与技术迭代要求，是人才培养的“输入端”；培养(供给)侧以课程体系、实践训练、师资队伍为载体，决定人才培养的数量、结构与质量；协同侧由政府、高校、企业、行业组织构成，通过制度安排、平台共建、成本分担与评价激励为供需匹配提供保障。三者之间通过“就业反馈–标准修订”形成闭环。供需错位可从三个可观测口径加以测度：课程文本与岗位能力标准的一致性(文本口径)、毕业生对培养环节的评价(毕业生口径)、企业用人方对毕业生能力短板的判断(雇主口径)。三源数据相互印证，可克服单一来源的主观偏差。

2.2. 研究设计与数据来源

本文采用解释性序列混合方法设计，先通过课程文本分析与毕业生问卷识别错位的结构性特征与组间差异，再通过企业访谈对量化发现加以解释和补充。三类数据的来源与采集情况如下：

1) 课程大纲文本。2026年3~5月，选取上海地区8所开设集成电路相关专业的高校，涵盖研究型、应用型本科及高职等类型，收集其2022~2025级集成电路设计与集成系统、微电子科学与工程、集成电路技术等专业的培养方案32份、核心课程大纲214份，合计246份文本。

2) 毕业生问卷。2026年3~6月，面向2023~2025届在上海集成电路企业连续就业满6个月的毕业生，通过高校就业部门、校友会及园区企业定向发放电子问卷，共发放450份，回收有效问卷386份，有效回收率85.8%。

3) 企业用人方访谈。2026 年 4~7 月，在张江、临港、漕河泾三个园区选取 28 家企业(设计 9 家、制造 6 家、封测 8 家、设备材料 5 家)，对 36 位人力资源负责人与用人部门技术主管进行半结构化访谈，每次访谈约 40~60 分钟，经转录与三级编码后用于分析。三类数据在专业类型、学历层次与产业链环节上保持对应分布，便于交叉验证。

2.3. 变量测量与分析策略

1) 文本编码。对课程文本按实践学分占比、大纲修订周期、企业师资授课比例、真实项目进课程、岗位标准对接、前沿工艺覆盖 6 个维度进行结构化编码，由两名编码员独立编码，编码一致性 Kappa 值为 0.86，分歧项经讨论确定。

2) 问卷变量。岗位胜任力量表参考工程教育认证毕业要求与相关研究[6]自编，含专业理论、工艺规范、设备与调试、问题解决 4 个维度，共 16 个题项，采用李克特 5 级计分，总量表 Cronbach's $\alpha = 0.89$；另测量人岗匹配度、课程滞后感知、实践帮助度及人口学与培养经历信息。其中，将参加产业学院、订单班、现代学徒制等制度嵌入型培养项目，或累计顶岗实习满 6 个月者界定为具有“深度产教融合经历”。为进一步识别不同模式的差异化效果，将深度产教融合组细分为三类：制度嵌入型(产业学院/订单班/现代学徒制，n = 填实际值)、长周期实习型(累计顶岗实习 ≥ 6 个月，n = 填实际值)和复合深度型(同时具备制度嵌入与长周期实习，n = 填实际值)。若部分亚组样本量不足，则合并为“制度嵌入型”与“长周期实习型”两类。普通培养组为均未达到上述标准者。

3) 分析策略。采用 SPSS 27.0 进行描述统计、独立样本 t 检验、卡方检验与多元层次回归；采用主题分析法对访谈资料进行三级编码：先进行开放编码，再进行主轴编码，最后进行选择性编码，形成一级主题与二级主题。由两名研究者独立编码，分歧经讨论解决。访谈资料用于解释量化发现，并独立呈现产教融合微观实践中的机制、张力与主体认知差异。回归以岗位胜任力得分为因变量，以深度融合参与、顶岗实习时长、企业导师指导频次、实践学分占比为核心自变量，并控制性别与学历层次。

3. 上海集成电路产业发展与产教融合实践格局

3.1. 产业扩张与人才需求

上海集成电路产业近年保持高速增长。临港新片区集成电路产值从 2019 年的 4 亿元增长至 2025 年的 350 亿元，对应用型工程师需求迫切[3]。上海滴水湖青创湾于 2026 年 5 月启幕，未来三年聚焦集成电路、人工智能等赛道打造“一带串三区”的创新生态[3]。

人才政策持续加码。2026 年非上海生源应届高校毕业生进沪就业通知明确，聚焦集成电路、生物医药、人工智能等重点产业优先满足用人需求[7]。临港新片区修订《前沿产业优秀人才安家补贴实施办法》，博士最高可获 10.4 万元安家补贴、硕士 2.6 万元、本科 1.3 万元[8]。“小蓝鲸”大学生实习计划推出岗位 8100 余个，累计建设 457 家实习基地[3]；实习补贴大专生最高 1000 元/月、本科生 2000 元/月、硕士 3000 元/月、博士 5000 元/月[3]；“临港菁才卡”放宽至在临港缴纳社保满 1 个月即可申领[8]。政策端的密集供给为产教融合提供了良好外部条件，但政策红利能否转化为培养质量，仍取决于培养过程本身。

3.2. 产教融合的四种典型模式

上海集成电路产教融合已形成多元模式竞相发展的格局，可归纳为四种典型类型。

第一，“引企入校”模式。上海建桥学院联合香远芯兴集团实施“引企入校、产教融合”培养，2023

年获批上海市第二批现代产业学院“集成电路现代产业学院”；基地总投资超亿元，拥有近 2000 平方米洁净厂房和百余台主流封测设备，是全国少有的实现量产的集成电路封装教学产线，实施“双师双聘”、企业常驻 10 余位工程师团队[9]。

第二，“产业学院”模式。华东师范大学集成电路产业学院于 2025 年 10 月入驻普陀区，由华东师范大学、普陀区与上海集成电路研发中心有限公司政校企三方共建，聘任资深行业专家担任产业导师，并设立“芯基金”支持学生科研创新[10]。

第三，“产教融合共同体”模式。浦东新区于 2025 年 9 月启动面向五大先导产业的产教融合共同体，集成电路共同体由国家集成电路创新中心等 3 家龙头企业牵头、上海电机学院为牵头高校，10 余家单位参与[11]。

第四，“校企联合培养”模式。2026 年 7 月，上海建桥学院与电子科技大学签署集成电路联合培养协议，推出“1.5 + 1 + 1.5”分段式项目，学生先后在校夯实基础、赴电子科技大学接受关键制程全流程实操、再进入龙头企业长周期定岗实习[12]。

表 1 从建设主体、核心特征、规模与成效等方面对四种模式加以比较：

Table 1. Comparison of four typical industry-education integration models in Shanghai’s IC industry
表 1. 上海集成电路产教融合四种典型模式比较

模式类型	典型代表	核心特征	建设规模	主要成效
引企入校	上海建桥学院[9]	真实量产产线入校，真题实做	投资超亿元，约 2000 m^2 洁净厂房，百余台设备	首批学员 100%获工信部认证，本地就业率提升近 3 倍，联合获 14 项专利[9]
产业学院	华东师大集成电路产业学院[10]	政校企三方共建，产研一体	入驻普陀，设 EDA/IP 创新平台	聘任行业专家担任产业导师，设“芯基金”[10]
产教融合共同体	浦东集成电路共同体[11]	高校－中职－企业协同联动	3 家龙头牵头，10 余家单位参与	对接“中国芯”生态，覆盖多产业链环节
校企联合培养	建桥学院－电子科技大学[12]	“1.5 + 1 + 1.5”分段培养	华虹、积塔等龙头企业参与	对接工艺/设备工程师紧缺岗位

4. 产教融合培养困境的实证测度

4.1. 供给侧：课程大纲文本分析

246 份课程文本的编码结果(表 2)显示，课程供给与产业要求之间存在系统性落差。

Table 2. Coding results for course texts by type of institution (n = 246)
表 2. 课程文本编码结果(按院校类型，n = 246)

编码指标	研究型高校	应用型本科	高职院校	总体
实践学分占总学分比例(%)	19.6	27.3	31.8	24.1
课程大纲平均修订周期(年)	3.0	3.5	3.9	3.4
企业真实项目/案例进课程比例(%)	24.8	31.6	34.2	29.9
企业工程师授课 ≥30%课时比例(%)	15.3	19.7	22.1	18.7
对接职业标准/岗位能力图谱比例(%)	28.7	34.5	37.6	33.2
先进工艺/先进封装内容覆盖比例(%)	16.2	11.8	9.6	12.6

具体而言：其一，实践学分占比总体均值仅 24.1%，研究型高校低至 19.6%，与集成电路岗位高度依

赖实操的特征不相称；其二，课程大纲平均修订周期为 3.4 年，而集成电路工艺与设备的迭代周期通常为 18~24 个月，课程内容天然滞后于技术前沿，其中工艺与设备类课程修订周期更长(4.1 年)；其三，仅 29.9% 的课程引入企业真实项目，18.7%的课程由企业工程师承担较大比例课时，课程“闭门生产”特征明显；其四，涉及 14 nm 及以下先进工艺、Chiplet 等先进封装内容的课程覆盖率仅 12.6%，且多为概论式介绍。文本口径的证据表明，“培养目标与产业需求错位”首先表现为课程结构与内容更新机制的错位。

4.2. 毕业生侧：培养环节评价与组间差异

386 份毕业生问卷的样本结构与主要评价结果见表 3。毕业生对在校实践训练帮助当前工作的评价均值为 3.97 (SD = 0.86)，但感知课程内容滞后于岗位实际的均值达 3.58 (SD = 0.94)，其中评分 ≥ 4 分者占 57.0%，即超过半数毕业生明确感到所学内容“不够用、偏陈旧”。CCF YOCSEF 在沪举办的滴水湖论坛同样以“集成电路人才培养与产业需求断裂该如何‘突围’”为议题，表明供需断裂已成为行业与学界的共同关切[13]。

Table 3. Sample structure and group differences of graduates (n = 386)
表 3. 毕业生样本结构与组间差异(n = 386)

变量/指标	深度融合组(n = 142)	普通培养组(n = 244)	检验统计量
本科/高职(%)	58.5/41.5	60.7/39.3	$\chi^2 = 0.17$，不显著
设计/制造/封测/设备材料(%)	30.3/27.5/25.4/16.8	32.0/26.2/24.6/17.2	$\chi^2 = 0.22$，不显著
岗位胜任力得分(M)	4.08	3.49	$t = 7.63^{***}$，$d = 0.82$
人岗匹配度(M)	4.02	3.31	$t = 6.91^{***}$
转正后月薪(元)	9680	8350	$t = 4.27^{***}$
首年留任率(%)	90.1	73.4	$\chi^2 = 14.7^{***}$

注：***表示 $p < 0.001$；两组在学历层次与就业环节分布上差异不显著，具有可比性。

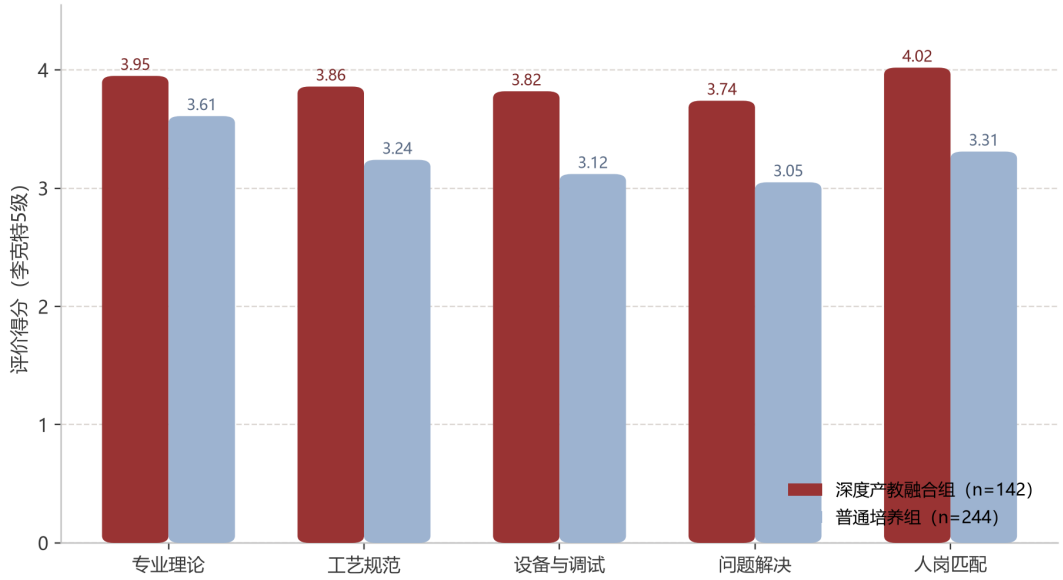


Figure 1. Comparison of graduate competency between in-depth industry-education integration and ordinary training groups
图 1. 深度产教融合组与普通培养组毕业生胜任力对比

独立样本检验显示(图 1)，深度产教融合组在岗位胜任力总分上显著高于普通组(M = 4.08 对 3.49，t(384) = 7.63，p < 0.001，Cohen's d = 0.82)，在工艺规范、设备与调试、问题解决等实践相关维度上差距尤为明显；深度组人岗匹配度更高(4.02 对 3.31)、转正后月薪更高(9680 元对 8350 元)、首年留任率更高(90.1%对 73.4%，$\chi^2 = 14.7$，p < 0.001)。这表明，产教融合的成效差异主要不取决于“是否合作”，而取决于学生是否被置于真实生产情境、经历了足够深度与时长的实践。

访谈为上述差异提供了微观解释。一位 2024 届封测岗位毕业生表示：“设备报警时第一反应是叫师傅，因为学校从没让我们独立排过故障”(G-22)；另一位制造环节毕业生提到：“学校讲的还是成熟工艺，公司产线上的很多问题课本里根本没有”(G-15)。

4.3. 需求侧：企业用人方的能力短板评价

36 位企业人力资源负责人与技术主管对应届毕业生能力短板的评价见表 4、图 2。

Table 4. Employers' ratings of competency gaps among new graduates (n = 36, 5-point scale)
表 4. 企业用人方对应届生能力短板的评价(n = 36，5 级计分)

能力项	短板评分(M)	排序
质量与工艺规范意识	4.18	1
真实工况问题排查与调试	4.12	2
跨工序/跨学科复合能力	3.95	3
主流设备与产线实操	3.83	4
EDA/工业软件熟练度	3.57	5
沟通与团队协作	3.19	6
专业理论基础	2.71	7

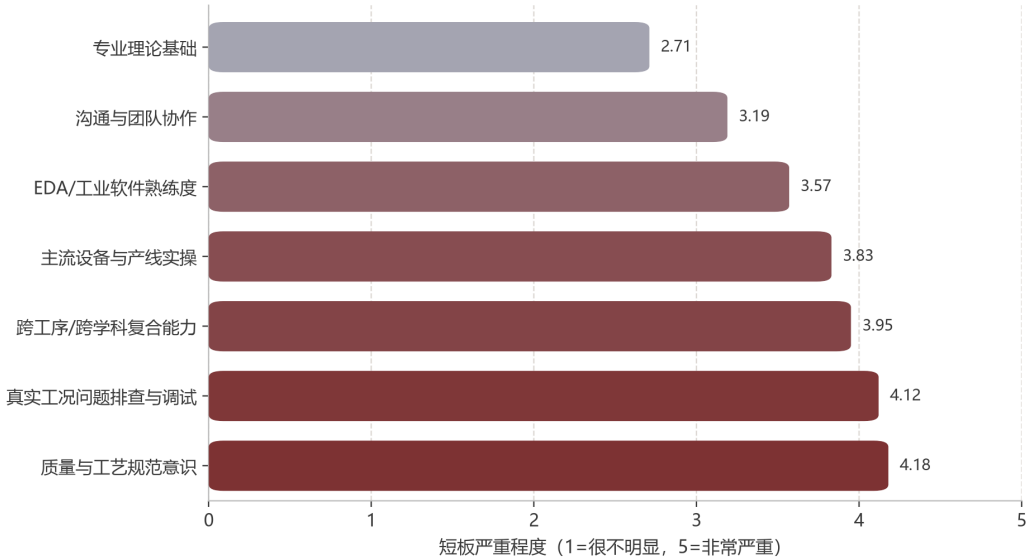


Figure 2. Employers' ratings of competency gaps among new graduates
图 2. 企业用人方对应届生能力短板的评价

用人方评价呈现出与高校培养“重心倒置”的特征：短板最突出的并非专业理论基础(2.71 分，排序

最末)，而是质量与工艺规范意识(4.18 分)、真实工况问题排查与调试能力(4.12 分)和跨工序复合能力(3.95 分)。企业对应届毕业生的整体满意度为 3.34 分，其中对深度产教融合组毕业生的满意度达 4.15 分，明显高于普通组的 3.18 分。

临港某封测企业人力主管指出：“学生理论不差，但 SPC、良率分析、8D 报告这些到了线上完全没概念，企业至少要再带半年”(HR-07)；张江某制造企业工艺主管表示：“学校讲的还是成熟工艺，先进产线上的问题课本里根本没有”(T-15)；一家设计企业负责人强调：“我们更看重调试思维和规范习惯，这些恰恰是成绩单体现不出来的”(HR-21)。三源数据在此高度一致：错位的实质，是培养侧偏重理论知识的“可教学性”，而需求侧更看重规范、调试与复合能力等“隐性胜任力”。对该判断的质性主题分析详见 4.5。

4.4. 岗位胜任力的相关因素：培养环节的回归识别

为进一步识别培养环节对岗位胜任力的净影响，以岗位胜任力得分为因变量进行层次回归，结果见表 5。

Table 5. Hierarchical regression results for correlates of job competency
表 5. 岗位胜任力相关因素的层次回归结果

自变量	模型 1 β	模型 2 β
性别(女 = 1)	0.04	0.03
学历(本科 = 1)	0.11*	0.09
深度产教融合参与(是 = 1)	—	0.31***
顶岗实习时长(月)	—	0.19**
企业导师指导频次	—	0.17**
实践学分占比(%)	—	0.14*
R^2	0.118	0.437
调整 R^2	0.113	0.428
F	25.7***	48.9***
ΔR^2	—	0.319***

注：*p < 0.05，**p < 0.01，***p < 0.001，下表同；各自变量方差膨胀因子(VIF)均小于 3，不存在明显多重共线性。

模型 1 仅纳入控制变量，解释力有限(R^2 = 0.118)；模型 2 加入培养环节变量后，解释力大幅提升至 R^2 = 0.437 (ΔR^2 = 0.319, p < 0.001)。其中，深度产教融合参与的标准化系数最大(β = 0.31, p < 0.001)，顶岗实习时长(β = 0.19, p < 0.01)、企业导师指导频次(β = 0.17, p < 0.01)和实践学分占比(β = 0.14, p < 0.05)均显著正向预测胜任力；而学历层次在控制培养经历后不再显著。这意味着，岗位胜任力的差异主要由实践经历的“深度”而非学历“层次”解释。将胜任力测量替换为雇主评价、并剔除上下 1%极端值后，核心结论保持稳健。需要指出，横截面数据难以完全排除自选择因素(如能力更强的学生更倾向参加融合项目)，相关因果判断仍有待追踪数据进一步检验。

需要特别说明的是，深度产教融合组与普通培养组并非随机分配。职业目标更清晰、信息获取能力更强、家庭资本更充足或更早接触产业资源的学生，可能更倾向于选择产业学院、订单班和长周期顶岗实习，从而产生自选择偏误。因此，表 3、表 5 中的组间差异与回归系数应主要解释为“相关”或“预测”关系，而非严格的因果效应。为缓解可观测选择偏误，若数据允许，可进一步采用倾向性评分匹配(PSM)，以性别、学历、专业方向、就业环节、入学前实习经历、企业规模等为协变量，对深度产教融合组与普通培养组进行 1:1 最近邻匹配，并在匹配样本上重新估计岗位胜任力差异。若匹配后核心结论仍成立，则说

明结果对可观测选择因素具有一定稳健性；若受数据限制未能实施，则应在研究局限中明确，并将因果识别列为未来研究方向。本文未使用倾向性评分匹配或追踪数据，因果效应识别不足，未来研究可采用PSM、双重差分或工具变量法加以改进。

4.5. 质性主题分析：产教融合微观机制与困境

对36位企业人力资源负责人与技术主管的访谈资料进行三级编码后，可提炼出五个一级主题(表6)。

第一，隐性胜任力的“情境依附性”。企业普遍认为，质量与工艺规范意识、SPC、良率分析、8D报告、设备报警排故等能力难以仅靠课堂讲授获得。临港某封测企业人力主管指出：“学生理论不差，但SPC、良率分析、8D报告这些到了线上完全没概念，企业至少要再带半年”(HR-07)；一位2024届封测岗位毕业生也表示：“设备报警时第一反应是叫师傅，因为学校从没让我们独立排过故障”(G-22)。这说明，隐性胜任力高度依附于真实生产情境。

第二，课程更新的“制度时滞”。多位技术主管提到，学校讲授内容仍以成熟工艺为主，而先进产线问题在教材中难以及时体现。张江某制造企业工艺主管表示：“学校讲的还是成熟工艺，先进产线上的问题课本里根本没有”(T-15)；另一位制造环节毕业生也提到：“学校讲的还是成熟工艺，公司产线上的很多问题课本里根本没有”(G-15)。课程大纲平均修订周期3.4年，明显长于集成电路工艺与设备18~24个月的迭代周期，形成结构性时滞。

第三，企业导师指导的“频次–质量–责任”差异。访谈显示，企业导师若仅以讲座式参与，学生难以进入真实任务；若常驻产线、项目化带教，则能显著提升排故与规范意识。一家设计企业负责人强调：“我们更看重调试思维和规范习惯，这些恰恰是成绩单体现不出来的”(HR-21)。

第四，校企协同的“成本–收益”张力。企业普遍顾虑培养周期长、人才流失和财税激励不足。访谈显示，72.2%的企业顾虑培养周期长与人才流失，69.4%的企业反映缺乏财税激励与成本补偿。这说明，产教融合不仅是教育问题，也是企业成本分担与激励设计问题。

第五，主体认知差异。人力资源负责人更重视质量规范、留任率与职业素养；技术主管更重视真实工况排故、调试思维和跨工序能力；毕业生则更关注是否独立承担过真实任务、是否获得师傅有效指导。不同主体的评价口径差异，导致“培养目标与产业需求错位”在不同层面表现不同。

Table 6. Thematic analysis results of interviews
表6. 访谈主题分析结果

自变量	模型1 β	模型2 β
性别(女 = 1)	0.04	0.03
学历(本科 = 1)	0.11*	0.09
深度产教融合参与(是 = 1)	—	0.31***
顶岗实习时长(月)	—	0.19**
企业导师指导频次	—	0.17**
实践学分占比(%)	—	0.14*
R^2	0.118	0.437
调整 R^2	0.113	0.428
F	25.7***	48.9***
ΔR^2	—	0.319***

进一步比较不同企业类型可见：设计企业更强调 EDA 工具、调试思维与跨模块协作；制造企业更强调 SPC、良率分析、8D 报告与工艺规范；封测企业更强调设备报警处理、排故与质量追溯；设备材料企业更强调现场服务、跨工序沟通与客户问题响应。这一差异提示，产教融合课程与项目设计应避免“一刀切”，而应按产业链环节进行模块化区分。

5. 产教融合赋能机制重构与推进策略

5.1. “三链耦合、闭环反馈”机制模型

基于实证发现，本文提出产教融合“三链耦合、闭环反馈”机制模型(图 3)。该模型以需求链(产业岗位能力标准)为输入端，以培养链(课程、实践、师资)为转化端，以人才链(青年技能人才的胜任力、留任与成长)为产出端，三链耦合；协同保障层(政府－高校－企业－行业组织)通过制度协同、平台共建、成本分担与多元评价激励为全链条提供支撑；人才链的就业与能力评价结果再反馈至需求链，驱动岗位标准修订与课程更新，形成闭环。模型的核心含义是：产教融合持续有效的关键，在于以真实需求牵引培养、以制度协同保障供需对接、以反馈闭环实现动态校准。

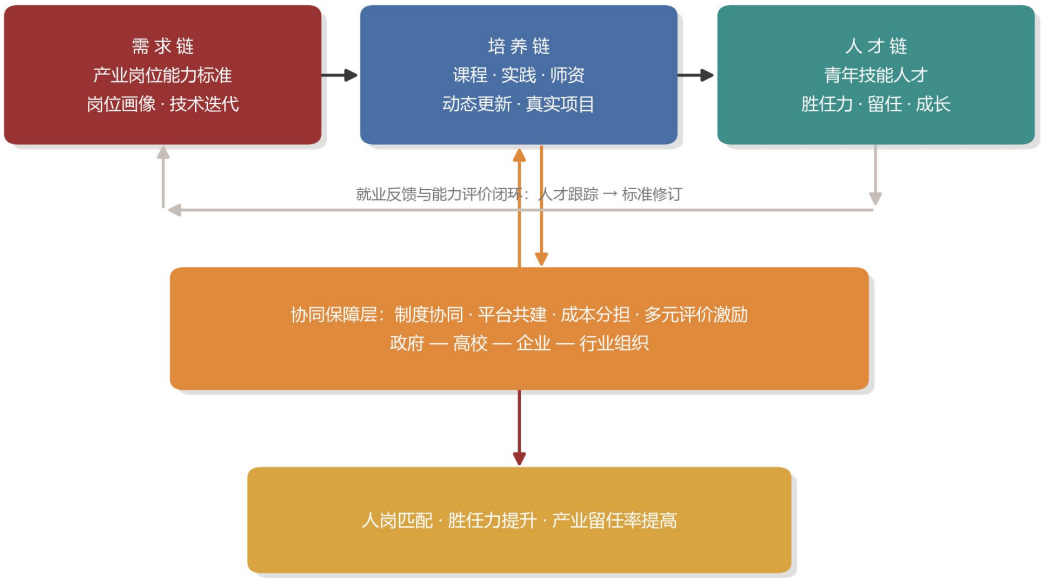


Figure 3. The “three-chain coupling with closed-loop feedback” industry-education integration mechanism model
图 3. 产教融合“三链耦合、闭环反馈”机制模型

5.2. 课程动态更新：对接岗位能力标准

针对课程更新周期长、前沿覆盖不足的问题，应建立由高校、龙头企业与行业组织共同参与的岗位能力图谱与课程动态更新机制。一是联合开发覆盖设计、制造、封测、设备材料的岗位能力标准，将质量规范、调试排故、跨工序复合等隐性胜任力转化为可教学、可考核的课程模块；二是缩短课程大纲修订周期，建立工艺案例库的年度滚动更新制度，将企业真实工艺案例、良率与 SPC 数据(脱敏后)及时转化为教学内容；三是提高实践学分占比并刚性约束企业工程师授课比例，推动企业导师从“讲座式参与”转向“课程化嵌入”[14]。

5.3. 真实项目牵引：实践育人链条重构

针对“真项目不足、实操不深”的问题，应以真实项目重构“学－练－赛－创”实践链条。一是推广

“真题实做 + 生产性实训”，将企业真实研发与工艺改进项目分解为学生可承担的子课题，在双导师指导下完成[9] [15]；二是完善从校内技能比武到行业竞赛、以世界技能大赛为牵引的竞赛体系，将企业工艺标准融入竞赛内容[4]；三是延长顶岗实习周期、强化企业导师指导频次，使学生在真实工况中独立承担排故与改进任务；四是借助虚拟仿真与人工智能技术建设技能成长数字画像，对实践过程进行精准评价与个性化反馈[14]。同时，可借鉴本研贯通培养的制度设计，增强长周期培养中课程与实践环节的纵向衔接与连续性[16]。

5.4. 多元协同保障：成本分担与评价激励

针对企业参与动力不足的问题，应健全成本分担与协同保障机制。访谈显示，72.2%的企业顾虑培养周期长与人才流失，69.4%的企业反映缺乏财税激励与成本补偿。对此，一是落实产教融合型企业财税激励、实习补贴与学徒培养成本分担政策，降低企业“为他人作嫁衣”的顾虑；二是建立校级产教融合办公室等实体协调机构，统筹教学计划刚性与企业需求弹性之间的矛盾，规范知识产权与保密安排[4]；三是建立多元评价与就业激励机制，推动实习实训、技能竞赛、技术攻关成果的学分互认，设立企业冠名奖学金，依托订单班、现代学徒制畅通“入学即入行、毕业即上岗”通道，提升产业留任率。

5.5. 上海模式的边界条件与可移植性讨论

上海集成电路产教融合模式的有效运行，依赖若干关键条件：一是政府高强度制度供给与财政补贴，如临港新片区人才安家补贴、实习补贴和“小蓝鲸”实习计划；二是龙头企业与链主企业牵头，降低高校单独寻找合作企业的交易成本；三是张江、临港、漕河泾等园区形成完整产业链，使岗位能力标准相对清晰、真实项目来源充足；四是高校专业集群与产业学院实体化运行，使企业工程师能够稳定嵌入课程与项目；五是集成电路制造、封测、设备材料等环节具有较强的“可教学化”特征，便于将工艺规范、设备调试和良率分析转化为课程模块。

上述要素也构成上海模式的可移植性边界。对于产业密度较低、龙头企业不足或财政能力有限的地区，不宜简单复制“亿元级产线入校”或“政校企三方共建产业学院”等重资产模式，而可优先移植轻资产机制：联合开发岗位能力图谱、建立课程年度滚动更新制度、推动企业导师课程化嵌入、完善实习补贴与成本分担、利用虚拟仿真补充真实设备不足。对于不同行业，也应做适应性改造：设计类岗位优先强化 EDA 工具、调试思维与跨模块协作；制造类岗位优先强化 SPC、良率分析、8D 报告与工艺规范；封测类岗位优先强化设备报警处理、排故与质量追溯；设备材料类岗位优先强化现场服务、跨工序沟通与客户问题响应。

6. 结语

本文以上海集成电路硬科技领域为例，基于课程文本、毕业生问卷与企业访谈三源一手数据，对产教融合的培养困境与赋能机制进行了实证研究，主要结论如下：

第一，产教融合的供需错位是可观测、可测度的结构性错位。课程供给侧表现为实践学分占比偏低(24.1%)、更新周期偏长(3.4 年)、真实项目进课程不足三成、先进工艺覆盖仅 12.6%；57.0%的毕业生感知课程滞后，企业用人方则指认短板集中于质量规范(4.18)与调试排故(4.12)而非理论基础(2.71)。三源证据相互印证，说明错位的实质是培养重心与岗位隐性胜任力之间的“重心倒置”。

第二，产教融合的成效与实践中“深度”显著相关，而不仅取决于合作的“名义”。深度参与产教融合的毕业生在胜任力($d = 0.82$)、人岗匹配、月薪与首年留任率上均显著占优；回归分析显示，深度参与、实习时长、企业导师指导与实践学分占比与胜任力显著正向相关，并可预测胜任力($R^2 = 0.437$)，学历在控制实践经历后不再显著。

第三，持续有效的产教融合需要“三链耦合、闭环反馈”的机制保障。同时，该机制模型以上海集成电路产业为原型，其推广需满足产业集聚、龙头带动、政府投入与企业激励等边界条件，并应结合区域产业基础与行业岗位特征进行适应性改造。质性分析进一步表明，错位并非简单的“课程少、实践少”，而是隐性胜任力的情境依附性、课程更新的制度时滞、企业导师指导差异与校企成本收益张力共同作用的结果。

本研究仍存在局限：样本集中于上海且为横截面数据，深度产教融合组与普通培养组之间可能存在自选择偏误，本文结果更多反映变量间的条件相关关系而非因果效应。问卷自评数据也可能存在共同方法偏差。未来研究可扩大区域与产业范围，采用追踪设计、倾向性评分匹配、双重差分或工具变量法识别因果效应，并将机制模型转化为可考核的操作规范，在更多高校与企业中检验其适用性。

基金项目

上海学校共青团课题“深化青年技能人才培养的产教融合机制与共青团赋能策略研究——以集成电路硬科技领域为例”(项目编号：2026LXP288)和“深化青年技能人才培养的产教融合机制与共青团赋能策略研究”(项目编号：2026LXP420)；上海工程技术大学研究生教育综合改革“揭榜挂帅”项目“高效低耗智慧集成电路制造产教融合协同育人模式研究与实践”(项目编号：2026-33-02)。

参考文献

[1] 智联招聘. 集成电路产业人才数据趋势报告[R]. 北京: 智联招聘, 2025.

[2] 时绮晗, 王瑾, 邓建平. 集成电路产教融合生态体系问题分析与应对策略[J]. 中国集成电路, 2025, 34(12): 26-31.

[3] 中国(上海)自由贸易试验区临港新片区管理委员会, 上海市浦东新区人民政府, 上海市规划和自然资源局. 中国(上海)自由贸易试验区临港新片区滴水湖核心片区单元规划[EB/OL]. https://ghzyj.sh.gov.cn/ghjh/20230309/38085a7e83a848dd8c3d3cd23ce662be.html, 2023-03-09.

[4] 上海市教育委员会关于印发《深化人才培养模式全过程改革推动上海高等职业教育全面适配产业发展的工作方案》的通知[EB/OL]. https://edu.sh.gov.cn/xxgk2_zdgz_gdjy_09/20260305/42b4582ee6a04303bbf716c2cf29d14e.html, 2026-03-06.

[5] 王玥, 韩旭, 徐江涛, 等. 基于共生理论的集成电路领域产教融合[J]. 科技创业月刊, 2023, 36(7): 164-167.

[6] 王冲, 刘凯. 集成电路卓越工程师人才培养的几点思考[J]. 教育教学论坛, 2026(4): 44-48.

[7] 上海市教育委员会 上海市发展和改革委员会 上海市公安局关于做好 2026 年非上海生源应届普通高校毕业生进沪就业工作的通知[EB/OL]. https://edu.sh.gov.cn/xxgk2_zdgz_xxxsgz_01/20260506/f4df3bb5b82747b893b1eb10ca2b1f8b.html, 2026-05-06.

[8] 《临港新片区前沿产业优秀人才安家补贴实施办法》2026-2030 [EB/OL]. https://www.sh-keji.cn/qtfc/24395.html, 2026-05-20.

[9] 上海建桥学院. 集成电路封装测试产教融合实践基地建设报告[R]. 上海: 上海建桥学院, 2025.

[10] 华东师范大学集成电路产业学院正式入驻普陀[EB/OL]. https://www.ecnu.edu.cn/info/1426/70635.htm, 2025-10-22.

[11] 智融产教 匠育未来 浦东启动一批产教融合共同体和产教联合体[EB/OL]. https://www.pudong.gov.cn/019020001/20250919/814434.html, 2025-09-18.

[12] 上海建桥学院牵手电子科技大学, 校地企合力共育临港“芯”未来[EB/OL]. https://www.gench.edu.cn/2026/0624/c10144a184748/page.htm, 2026-06-24.

[13] CCF YOCSEF 上海第三届滴水湖论坛: 集成电路人才培养与产业需求断裂该如何“突围” [EB/OL]. 上海电机学院. https://news.sdju.edu.cn/2025/1022/c6981a145516/page.htm, 2025-10-18.

[14] 罗伟. 人工智能赋能的集成电路现场工程师模块化课程构建与产教融合保障机制研究[J]. 中国集成电路, 2025, 34(12): 32-37.

[15] 赵俊霞, 杨喆娴. “沉浸式”产教融合人才培养模式的探索和实践——以集成电路设计与集成系统专业为例[J]. 教育教学论坛, 2024(12): 185-188.

[16] 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.