

普通高等学校本科专业设置申请表

校长签字：

学校名称（盖章）：上海工程技术大学

学校主管部门：上海市

专业名称：半导体工艺与装备

专业代码：080723TK

所属学科门类及专业类：工学 电子信息类

学位授予门类：工学

修业年限：四年

申请时间：2026-08-24

专业负责人：李军

联系电话：13524458254

教育部制

1. 学校基本情况

学校名称	上海工程技术大学	学校代码	10856
主管部门	上海市	学校网址	http://www.sues.edu.cn
学校所在省市	上海上海上海市松江区 龙腾路333号	邮政编码	201620
学校办学基本类型	☐ 教育部直属院校 ☐ 其他部委所属院校 ☒ 地方院校 ☒ 公办 ☐ 民办 ☐ 中外合作办学机构		
已有专业学科门类	☐ 哲学 ☒ 经济学 ☐ 法学 ☐ 教育学 ☒ 文学 ☐ 历史学 ☒ 理学 ☒ 工学 ☐ 农学 ☒ 医学 ☒ 管理学 ☒ 艺术学 ☒ 交叉学 科		
学校性质	☐ 综合 ☒ 理工 ☐ 农业 ☐ 林业 ☐ 医药 ☐ 师范 ☐ 语言 ☐ 财经 ☐ 政法 ☐ 体育 ☐ 艺术 ☐ 民族		
曾用名	无		
建校时间	1978	首次举办本科教育年份	1978年
通过教育部本科教学评估类型	审核评估	通过时间	2016年12月
专任教师总数	1549	专任教师中副教授及以上职称教师数	748
现有本科专业数	64	上一年度全校本科招生人数	4705
上一年度全校本科毕业生人数	4358		
学校简要历史沿革	学校于1985年经教育部批准设立，前身为创建于1978年的上海交通大学机电分校（其中华东化工学院分院于1984年编入）和华东纺织工学院分院，是教育部首批“卓越工程师教育培养计划”试点高校、全国地方高校新工科建设牵头单位、上海市高水平地方应用型高校试点建设单位，现有1个一级学科博士学位授权点。		
学校近五年专业增设、停招、撤并情况	学校坚持依托产业办学，主动对接国家及区域经济社会发展战略，紧跟全球科技与经济发展趋势科学布局学科专业。近五年来，学校紧密对标上海市“3+6”产业体系建设部署，持续深化“四新”专业建设，系统性推进专业迭代升级。学校构建了面向产业需求的专业设置管理机制和“招生-培养-就业”全链条联动的专业动态调整机制，常态化统筹优化学科专业布局。围绕		

	产业新兴赛道布局紧缺特色专业，新增低空技术与工程、智能车辆工程等3个专业；逐步淘汰适配度不足的传统专业，对广播电视工程、摄影等4个专业暂停招生，依规撤销能源与环境系统工程、机械设计制造及其自动化等3个持续停招专业，不断增强校内专业集群与城市重点产业发展的适配度。
--	---

2. 申报专业基本情况

申报类型	新增国控专业		
专业代码	080723TK	专业名称	半导体工艺与装备
学位授予门类	工学	修业年限	四年
专业类	电子信息类	专业类代码	0807
门类	工学	门类代码	08
所在院系名称	材料科学与工程学院		
学校现有相近专业情况			
相近专业1专业名称	电子封装技术	开设年份	2013年
相近专业2专业名称	-	开设年份	-
相近专业3专业名称	-	开设年份	-

3. 申报专业人才需求情况

申报专业主要就业领域	据我校办学定位和产业调研，本专业面向半导体产业链工程制造现场应用环节，重点服务晶圆制造与制程工艺、半导体装备应用与运行维护、半导体材料与工艺验证、半导体检测及可靠性分析等领域。 毕业生在半导体晶圆制造、半导体装备、半导体材料、半导体检测等领域从事工艺工程师、设备工程师、半导体材料应用工程师、可靠性分析工程师、半导体产品工程师和现场应用工程师等岗位工作。
人才需求情况	近年来，半导体产业已成为全球科技竞争和产业竞争的战略焦点，产业链供应链正加速向制造、装备、材料和先进封装等关键环节重构。美国《芯片与科学法案》安排527亿美元用于半导体相关项目；2025年全球半导体销售额达到7917亿美元，同比增长25.6%；国际半导体产业协会（SEMI）预测，2026年全球半导体制造设备销售额将达到1659亿美元，同比增长23.2%，表明半导体制造与装备领域仍保持较快增长。 我国持续强化半导体产业链关键环节布局。2024年，国家集成电路产业投资基金三期成立，注册资本3440亿元，进一步加大对集成电路制造、装备、材

	料等领域的支持。上海作为我国半导体产业聚集区，2025年集成电路产业营收规模预计突破4600亿元，同比增长约24%。同时，上海集成电路行业产教融合就业育人联盟援引《中国集成电路产业人才白皮书》指出，我国集成电路人才缺口约30万，上海也存在10万量级人才缺口，表明半导体工艺与装备方向应用型工程技术人才需求具有较强的现实性和持续性。 为准确掌握人才需求情况，学校通过实地走访、专题座谈、问卷调查等方式，面向以上海为核心的长三角地区20余家代表性单位开展调研（见调研报告），覆盖晶圆制造、半导体装备、半导体材料、封装测试、工艺验证及仿真、电子制造等产业链关键环节。调研对象包括上海市集成电路行业协会、上海华力集成电路制造有限公司、安靠封装测试（上海）有限公司、上海宇量昇科技有限公司、上海弘快科技有限公司、上海飞凯材料科技股份有限公司、上海新阳半导体材料股份有限公司等。其中，10家代表性用人单位未来三年人才需求预测分别为：上海华力300人、上海微电子装备120人、上海集成电路材料研究院60人、宁波江丰电子100人、上海睿昇半导体200人、环旭电子50人、上海凯虹科技电子60人、上海宇量昇200人、上海飞凯材料120人、上海弘快科技30人，合计1240人。 调研结果显示，用人单位对半导体工艺与装备方向应用型工程技术人才需求旺盛，紧缺岗位主要集中在工艺工程师、设备工程师、检测工程师、可靠性分析工程师、材料应用工程师、半导体产品工程师和现场应用工程师等方向。企业普遍认为，当前产业发展不仅需要高层次研发人才，更需要具备较强工程实践能力，能够深入制造、设备和应用现场，开展工艺开发与验证、设备运行维护、材料应用、检测分析及可靠性评价等工作的复合应用型工程技术人才。	
申报专业人才需求调研情况	年度招生人数	30
	预计升学人数	8
	预计就业人数	22
	上海华力集成电路制造有限公司	6
	上海微电子装备（集团）股份有限公司	4
	上海凯虹科技电子有限公司	2
	上海弘快科技有限公司	2
	上海宇量昇科技有限公司	4

	上海睿昇半导体科技有 限公司	2
	上海集成电路材料研究 院	2

4. 产业调研报告

关于增设【半导体工艺与装备】专业的 行业产业调研报告



01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

2026 年 7 月

目 录

前言	1
一、半导体工艺与装备专业设置的产业背景与现实需求	5
（一）全球竞争加剧：工艺水平、装备能力与制造良率成为产业核心竞争力	5
（二）国家战略驱动：半导体工艺与装备成为产业链自主可控关键支撑	7
（三）区域承载强化：上海成为半导体制造与装备协同发展的重要增长极	8
二、半导体工艺与装备产业发展现状与趋势分析	9
（一）产业规模与结构：制造、装备和材料环节协同发展	9
（二）产业技术趋势：先进工艺、国产装备与智能制造加速融合	13
（三）产业协同趋势：制造、装备与材料由供应配套向协同开发转变 ..	15
三、半导体工艺与装备领域人才需求及供需特征分析	17
（一）岗位结构：制造工艺与设备工程岗位需求突出	17
（二）招聘需求特征：本科人才需求稳定，专业背景呈现交叉化	19
（三）企业人才需求差异：制造、装备、材料和封测企业各有侧重	21
（四）区域招聘趋势：上海及长三角形成高度集聚的人才市场	23
（五）人才供需特征：复合型工程人才存在结构性供给不足	25
四、半导体工艺与装备领域典型岗位工作任务与职业能力需求分析	26
（一）专业面向的工作领域与典型岗位	26
（二）典型岗位知识、能力与素养要求	27
（三）产业岗位核心能力结构分析	28
五、半导体工艺与装备相关专业人才培养供给现状	31
（一）全国相关专业布局及 080723TK 首设专业建设情况	31

(二) 上海市相关高校专业布局与人才培养现状	32
(三) 人才培养供给与制造装备岗位需求的匹配分析	35
六、调研结论与建议	36
(一) 产业发展形成持续且复合化的人才需求	36
(二) 应用型工程人才存在结构性供给不足	37
(三) 增设“半导体工艺与装备”专业具有较充分的产业和人才需求依据	37
(四) 对拟增设专业人才培养的启示	37

前言

集成电路产业是信息技术产业的重要基础，是支撑数字经济、人工智能、新能源汽车、智能制造等新兴产业发展，保障产业链供应链安全和推动新质生产力发展的战略性、基础性产业。半导体制造工艺与装备是芯片由设计方案转化为实体产品并实现规模化生产的重要支撑，其技术水平直接影响芯片性能、制造良率、生产效率和制造成本，也是提升我国集成电路产业链供应链韧性与自主可控能力的重要环节。

当前，全球半导体产业进入技术快速迭代、制造能力加快布局和产业链供应链深度调整的新阶段。我国集成电路产业规模持续扩大，晶圆制造能力不断增强，国产半导体装备和关键材料加快进入工艺验证和量产应用阶段，制造、装备、材料、检测和数据之间的技术联系日益紧密。上海作为我国集成电路产业集聚度较高、产业链较为完整的重要区域，已经形成覆盖芯片设计、晶圆制造、封装测试、半导体装备和关键材料等环节的产业体系。2025 年，上海集成电路产业营收规模超过 4800 亿元，同比增长 24%。产业规模扩大和制造、装备、材料协同发展，为相关工程技术人才形成了较为稳定的需求。

高等教育专业结构也在主动响应产业发展变化。2026 年，教育部正式将“半导体工艺与装备”列入《普通高等学校本科专业目录（2026 年）》，专业代码为 080723TK，属于工学门类电子信息类。教育部相关政策解读指出，该专业的设置响应国家对集成电路核心装备自主可控的战略需求。这表明，围绕半导体制造工艺和核心装备系统培养本科层次工程技术人才，正在成为高等教育适应产业技术发展和人才需求变化的重要方向。

为深入了解半导体工艺与装备领域产业发展状况、岗位需求特征及人才培养供给情况，为上海工程技术大学拟增设“半导体工艺与装备”本科专业提供产业和人才需求依据，学校开展了系统的行业产业及人才培养调研。调研综合采用政策与产业资料研究、企业实地走访、专题座谈、问卷调查、深度访谈、招聘岗位数据分析和相关高校比较研究等方法。产业端重点调研上海及长三角晶圆制造、半导体装备、关键材料、封装测试等相关行业协会、企业和科研机构；人才市场端系统分析前程无忧、智联招聘等招聘平台岗位信息，并结合学校汇总的猎聘大数

据研判岗位结构、区域分布和人才供需特征；高校端赴上海交通大学、南京邮电大学等高校开展专题调研，并对全国相关专业布局、080723TK 首设专业以及上海高校相关人才培养情况进行比较分析。

综合产业调研、企业访谈、招聘岗位分析和高校人才培养供给研究可以看出，当前半导体制造与装备领域人才需求具有明显的工程化、交叉化和制造现场导向。制造工艺、设备工程、工艺集成、材料应用、检测量测、可靠性和现场技术支持等岗位形成了较为稳定的人才需求；与此同时，现有微电子、材料、机械、自动化等相关专业虽然能够从不同领域提供人才基础，但面向制造现场、系统贯通工艺与装备知识并具有工程实践能力的应用型本科人才供给仍相对不足。企业对“懂工艺、通装备、会分析、能实践”的复合型工程人才需求较为突出。

基于上述调研，本报告按照“产业背景与现实需求—产业发展现状与趋势—人才需求及供需特征—典型岗位与职业能力—人才培养供给—调研结论与建议”的逻辑展开，重点回答产业发展需要什么样的人才、现有人才培养供给呈现什么特征，以及拟增设专业人才培养应重点关注哪些方面，为“半导体工艺与装备”专业设置及后续人才培养方案制定提供参考。

一、半导体工艺与装备专业设置的产业背景与现实需求

半导体工艺与装备是连接芯片设计与规模化制造的重要环节，其技术水平直接影响芯片制造能力、生产效率、产品良率和产业化水平。当前，全球半导体产业链供应链加快调整，人工智能、高性能计算、新能源汽车、智能制造等新兴产业快速发展，我国集成电路产业进入强化关键核心技术攻关、提升产业链自主可控能力和推动产业高质量发展的重要阶段。国家战略部署、全球产业竞争格局变化以及上海集成电路产业集聚发展，共同构成了加强半导体工艺与装备领域人才培养、增设相关本科专业的产业背景与现实需求。

（一）全球竞争加剧：工艺水平、装备能力与制造良率成为产业核心竞争力

当前，全球半导体产业进入新一轮技术迭代和产能布局调整期。人工智能、高性能计算、高带宽存储、新能源汽车等应用快速发展，对先进逻辑、存储、功率器件以及各类特色工艺芯片形成新的需求。与此同时，半导体供应链区域化趋

势进一步增强，主要经济体纷纷通过产业政策、财政支持和重大项目建设强化本土芯片研发与制造能力，全球半导体竞争正在由产品和技术竞争向产业链、供应链和制造体系综合竞争延伸。如图 1-1 所示，美国《芯片与科学法案》为恢复和强化其国内半导体产业提供 527 亿美元政府补贴；相关政策明确将扩充先进制程和成熟制程制造能力、强化产业供应链以及发展半导体技术人才作为重要目标。欧盟通过《欧洲芯片法案》推动超过 430 亿欧元的政策驱动投资，重点加强欧洲半导体研发、制造能力和供应链韧性。日本近年来同样持续加码半导体产业，截至 2030 财年计划通过人工智能与半导体产业基础强化框架提供超过 10 万亿日元公共支持，以带动更大规模社会资本投入。主要经济体持续强化半导体制造能力，说明制造环节已经成为全球技术竞争、产业竞争和经济安全竞争的重要领域。

➤ **全球格局：全球主要经济体加速本土布局半导体产业**

- 全竞争格局转变：全球半导体竞争已由单一产品竞争，转向制造能力、装备体系和产业链安全竞争。
- 主要经济体加速布局：**美国、欧盟、日本、韩国**等主要经济体持续强化本土半导体制造、核心装备和先进工艺能力。
- 人才培养需求凸显：先进制造、核心装备、工艺平台和良率提升成为国际竞争关键，亟需培养懂工艺、通装备、能实践的工程应用型人才。

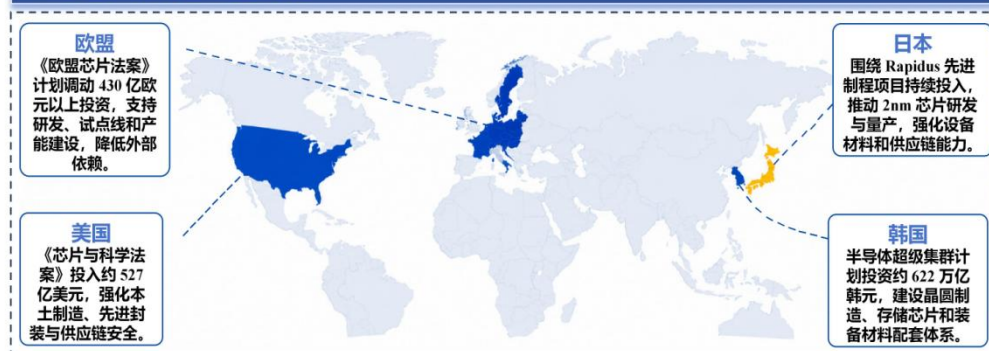


图 1-1 全球主要经济体半导体产业本土化布局及政策支持情况

全球产业投资数据进一步反映出制造能力竞争持续升温。国际半导体产业协会（SEMI）数据显示，2025 年全球半导体制造设备销售额达到 1351 亿美元，同比增长 15%，创历史新高；其中晶圆制造相关前道设备继续保持增长，测试设备销售同比大幅上升。中国大陆 2025 年半导体设备支出保持较高水平，仍处于接近历史高位的状态。中国大陆、中国台湾和韩国三大市场合计占全球设备市场的 79%，表明全球半导体制造投资仍高度集中于亚洲。

半导体制造具有工艺流程长、设备种类多、技术参数复杂、工序之间高度耦合等典型特征。随着器件尺寸缩小、三维结构增加以及制造步骤不断增加，单一

设备或单道工艺的稳定性已不能完全保证最终产品性能，制造竞争越来越体现为工艺整合能力、设备稳定运行能力、缺陷控制能力和跨工序协同能力。对于晶圆制造企业而言，提升良率意味着在大量工艺步骤和设备参数之间持续寻找稳定的工艺窗口，及时识别设备漂移、材料变化和工艺异常，并通过数据分析、实验设计和跨工序协同不断降低缺陷率和工艺波动。因此，工艺水平、装备能力和制造良率本质上构成相互关联的制造能力体系。

这种制造模式的变化也进一步提高了产业对跨工序协同、工程分析和制造现场问题解决的要求，并对工程技术人才结构产生影响，相关人才需求特征将在第三、四章进一步分析。

（二）国家战略驱动：半导体工艺与装备成为产业链自主可控关键支撑

半导体产业是支撑数字经济、人工智能、新能源汽车、智能制造、新一代通信以及国防安全等领域发展的战略性、基础性产业。与芯片设计主要解决电路功能及系统实现问题不同，半导体制造工艺与装备直接面向芯片由设计方案转化为实体产品的制造过程，是实现芯片规模化生产的重要基础。

从制造过程看，晶圆制造涉及光刻、刻蚀、薄膜沉积、离子注入、热处理、清洗、化学机械抛光、检测量测等一系列关键工序，并形成与之相配套的光刻、刻蚀、薄膜沉积、离子注入、清洗、化学机械抛光和检测量测等高端装备体系，同时向先进封装和测试等后道制造环节延伸。上述工艺之间高度关联，设备状态、材料性能、工艺参数及环境条件的细微变化均可能影响芯片最终性能和产品良率。因此，工艺稳定性、装备可靠性以及制造良率，是决定芯片能否实现稳定、高效和规模化量产的关键因素。

近年来，我国持续强化集成电路等重点产业链战略布局。2024年7月，党的二十届三中全会通过《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》，明确提出抓紧打造自主可控的产业链供应链，健全强化集成电路、工业母机、医疗装备、仪器仪表、基础软件、工业软件、先进材料等重点产业链发展体制机制，全链条推进技术攻关和成果应用；同时提出着力培养造就卓越工程师、大国工匠和高技能人才。上述部署表明，提升半导体产业链自主可控水平，

不仅需要加强关键核心技术攻关,还需要同步构建与产业技术创新和工程化应用相匹配的人才支撑体系。

2026 年发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》进一步强化了这一战略导向,提出实施产业基础再造工程和重大技术装备攻关工程,提升产业链自主可控水平,聚焦战略必争领域和产业链供应链薄弱环节,全链条推动集成电路、工业母机、高端仪器、基础软件、先进材料等重点领域关键核心技术攻关。同时,《纲要》提出实施制造业人才支持计划和专业技术人才知识更新工程,围绕国家战略需求加强协同育人,强化新兴领域和急需紧缺领域人才培养。如图 1-2 所示,产业政策、科技政策和人才政策之间的协同进一步加强,为半导体制造、装备和材料领域技术创新及人才培养提供了明确导向。

产业资本持续向集成电路产业链关键环节集聚。国家集成电路产业投资基金三期于 2024 年成立,注册资本达 3440 亿元,进一步强化对集成电路制造及设备、材料、设计和封装测试等领域的长期支持。持续加大的产业投入,体现了国家推动集成电路产业补短板、强基础、提升全产业链协同发展能力的政策导向。在国家战略、产业政策和资本投入共同推动下,我国集成电路产业规模持续扩大,并在长三角、上海等重点区域形成较强集聚效应,制造、装备、材料和封测等环节协同发展进一步深化,对工艺、装备及工程应用类人才形成了持续增长的需求。

➤ **国家战略:** 在国家战略和产业政策持续支持下,我国集成电路产业规模快速提升,产业链协同能力不断增强,长三角、上海等重点区域集聚效应日益凸显——**工艺装备人才缺口持续凸显。**



➤ 随着集成电路产业规模扩张和产业链升级加快,半导体工艺、装备、材料与封测等关键环节对工程实践型人才需求持续上升,目前高素质复合型人才供给不足,人才结构性短缺已成为制约产业高质量发展的重要因素。

图 1-2 国家战略驱动下我国集成电路产业发展与区域集聚情况

尤其值得关注的是，产业发展需求已进一步传导至高等教育专业结构调整。2026 年，教育部正式将“**半导体工艺与装备**”列入《普通高等学校本科专业目录（2026 年）》，专业代码为 **080723TK**，属于工学门类电子信息类。教育部在相关政策解读中明确指出，设置半导体工艺与装备专业，是响应国家对集成电路核心装备自主可控战略需求的重要举措。这表明，围绕半导体制造工艺和核心装备系统培养本科层次专门人才，已经成为高等教育主动服务国家战略急需、优化人才培养结构的重要方向。

（三）区域承载强化：上海成为半导体制造与装备协同发展的重要增长极

上海是我国集成电路产业集聚度较高、产业链较为完整、创新资源较为丰富的重要区域，已形成覆盖芯片设计、晶圆制造、封装测试、半导体装备、关键材料及产业服务等环节的产业体系。如图 1-2 所示，2025 年，上海集成电路产业营收规模超过 4800 亿元，同比增长 24%，产业规模持续扩大，制造、装备、材料和封装测试等环节的协同发展进一步增强。

从空间布局看，上海已形成以浦东新区为核心、多区域协同发展的集成电路产业格局。张江科学城长期承担集成电路科技创新和产业集聚的重要功能，在芯片设计、晶圆制造、装备、材料和研发平台等方面形成较为完整的产业基础；临港新片区依托“东方芯港”等重点产业载体，持续集聚集成电路制造、核心装备、关键材料、高端芯片和先进封装等领域的重大项目和产业资源，进一步增强上海在半导体制造、装备和材料领域的产业承载能力。

从产业主体看，上海已集聚中芯国际、华虹集团、积塔半导体等晶圆制造企业，中微公司、上海微电子设备等半导体装备企业，以及沪硅产业、上海飞凯等半导体材料企业，同时拥有较为丰富的封装测试、检测量测和产业配套资源。制造、装备和材料企业在区域内的集聚，使工艺开发、装备验证、材料导入和量产应用之间具备较好的产业协同条件，也为半导体制造与装备技术的持续迭代提供了较丰富的工程应用场景。

从长三角更大区域看，上海与江苏、浙江等地已经形成较为紧密的集成电路产业分工协作体系。上海在晶圆制造、半导体装备、关键材料、研发平台和产业服务等领域具有较强集聚优势，周边地区则在晶圆制造、封装测试、半导体材料

和装备零部件等领域形成了较为丰富的产业布局。学校对上海及浙江相关半导体企业的实地调研也表明，区域产业链上下游联系紧密，上海半导体产业的发展具有明显的长三角协同特征。

总体来看，上海已形成较为完整的集成电路产业生态，并正在进一步强化晶圆制造、半导体装备和关键材料等环节的协同发展。较强的产业集聚度、较完整的产业链布局以及长三角区域协同，为半导体工艺与装备领域提供了稳定的产业承载基础和丰富的工程应用场景，也构成后续分析相关领域人才需求和岗位结构的重要区域产业基础。

综上，从国家战略层面看，集成电路制造工艺、核心装备和关键材料已成为提升产业链供应链自主可控水平的重要领域，国家“十五五”规划和本科专业结构调整均进一步强化了相关技术攻关与人才培养导向；从全球产业竞争看，主要经济体持续加强半导体制造能力建设，工艺水平、装备能力和制造良率正在成为产业综合竞争力的重要体现；从区域发展看，上海已经形成涵盖制造、装备、材料和封装测试等环节的集成电路产业生态，并正在进一步强化先进制造和装备材料协同发展。

二、半导体工艺与装备产业发展现状与趋势分析

（一）产业规模与结构：制造、装备和材料环节协同发展

1. 晶圆制造规模持续扩大，制造环节产业基础不断增强

半导体制造是连接芯片设计、装备、材料和封装测试等环节的产业枢纽。晶圆制造产能扩大不仅直接带动制造企业工艺开发和生产运行需求，也会向上游装备、材料和关键零部件以及下游封装测试、检测分析等环节传导。因此，制造规模和产能变化是判断半导体工艺与装备产业发展态势的重要基础指标。

从全球市场看，半导体产业在经历 2024 年的恢复性增长后，2025 年进一步进入较快增长阶段。世界半导体贸易统计组织（World Semiconductor Trade Statistics, WSTS）公布的全年数据表明，2025 年全球半导体市场销售额达到 7956 亿美元，同比增长 26.2%，创历史新高。增长主要受到数据中心基础设施、人工智能相关计算平台以及存储需求拉动，其中计算应用成为全年市场增长的重要驱动力。**从国内产业看**，我国集成电路产业规模也保持较快增长。国家发展改

革委 2026 年 5 月公布的信息显示，2025 年我国集成电路产业销售收入超过 1.7 万亿元，同比增长超过 19%。中国半导体行业协会相关统计进一步显示，设计、制造和封装测试三个主要环节均保持增长，表明我国集成电路产业链总体呈现协同扩张态势。**从产量端看**，工业和信息化部数据显示，2025 年中国集成电路产量达到 4843 亿块，同比增长 10.9%；同期规模以上电子信息制造业增加值同比增长 10.6%，保持较快增长。集成电路产量持续增长，反映出国内晶圆制造及相关产业具有较大的生产规模，并为装备、材料及制造技术服务形成了持续的市场需求。**从晶圆制造产能和投资看**，制造能力仍处于扩张阶段。SEMI 发布的 2026 年第二季度《世界晶圆厂预测》显示，全球晶圆厂设备支出预计在 2026 年达到约 1520 亿美元，同比增长 24%，2027 年预计进一步增长至 1660 亿美元。全球已安装晶圆制造产能预计 2026 年和 2027 年均保持约 5% 的增长。具体到 300 毫米晶圆领域，SEMI《300 毫米晶圆厂展望》预计 2026 年全球 300 毫米晶圆厂前道设备支出将达到约 1420 亿美元，同比增长 25%，300 毫米晶圆总装机产能预计同比增长约 7%。值得关注的是，200 毫米晶圆制造仍然保持较强的产业生命力。模拟芯片、功率半导体、传感器以及部分特色工艺产品大量采用成熟工艺制造。SEMI 预计，2026 年全球 200 毫米晶圆厂装机产能将增长约 3%，达到每月 770 万片左右。从产能全球分布看，有机构预测 2026 年中国大陆 12 英寸晶圆产能将增长至 321 万片/月，约占全球 12 英寸晶圆厂产能的三分之一。在 22 至 40 纳米主流制程节点，中国产能占比 2026 年将达到 37%。

由此可见，半导体制造并非简单表现为先进制程对成熟制程的替代，而是呈现出**先进制程持续突破、成熟制程保持规模化应用、特色工艺不断拓展**的多层次发展结构。对于我国特别是上海及长三角地区而言，制造企业既需要面向先进工艺开展技术迭代，也需要围绕功率器件、模拟芯片、汽车电子、传感器等特色应用持续提升成熟工艺的稳定性、效率和良率，这使制造工艺人才需求具有较强的长期性和多样性。

2. 半导体装备市场保持高位，前道制造设备投资持续增长

半导体装备是制造工艺得以实现的重要物质基础。晶圆加工的核心工序均需要专用设备完成，由此形成覆盖光刻、刻蚀、薄膜沉积、离子注入、热处理、清洗、化学机械抛光、检测量测等环节的复杂装备体系。随着制造工艺复杂度提高

和产能规模扩大，设备精度、重复性、稳定性以及与具体工艺的适配能力日益重要。

SEMI 数据显示,如图 2-1 所示,2025 年全球半导体制造设备销售额达到 **1351 亿美元**,**同比增长 15%**,创历史新高。其中,晶圆加工设备销售额同比增长 12%,其他前道设备增长 13%,表明前道晶圆制造仍是半导体装备投资的主体;测试设备销售额同比增长 55%,组装与封装设备销售额同比增长 21%,先进逻辑、高带宽存储以及先进封装等应用成为重要驱动力。

从区域市场看,中国大陆 2025 年半导体设备支出达到 **493 亿美元**,较上年基本持平,仍处于接近历史高位水平;中国大陆、中国台湾和韩国三个市场合计占全球设备市场的 79%,显示全球半导体制造装备需求仍高度集中于亚洲。

从未来投资趋势看,设备市场仍保持较强增长预期。SEMI 于 2026 年 7 月发布的年中预测显示,2026 年全球半导体制造设备销售额预计达到 **1659 亿美元**,**同比增长 23.2%**;其中晶圆厂设备销售额预计达到 1439 亿美元,同比增长 23.1%。人工智能相关的先进逻辑、先进存储以及测试和封装需求成为推动设备投资的重要因素。

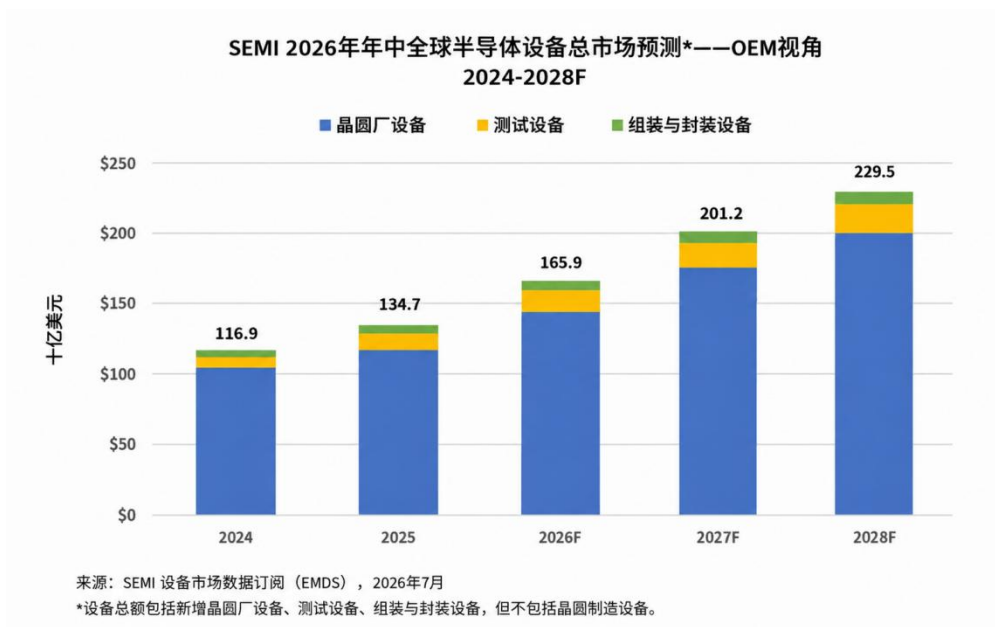


图 2-1 2024—2028 年全球半导体制造设备销售额及预测

需要指出的是，半导体装备并非一般意义上的通用机械设备，其技术性能最终需要通过具体晶圆加工结果进行评价。设备能否进入量产环境，不仅取决于机械、电气、真空、温控和自动控制等系统性能，还要通过持续的工艺验证评价设备重复性、均匀性、缺陷水平、工艺窗口和长期运行稳定性。因此，半导体装备产业逐步形成“**装备研发—工艺验证—客户导入—量产应用—持续优化**”的工程链条，装备企业与晶圆制造企业之间的技术协同不断深化。

3. 半导体材料市场稳定增长，材料与制造工艺耦合程度提高

半导体材料是芯片制造的重要基础。晶圆制造所需材料包括硅片、光掩膜、光刻胶、电子特气、湿电子化学品、靶材以及化学机械抛光材料等。材料的纯度、均匀性、稳定性及其与工艺设备和参数之间的适配程度，会直接影响制造过程稳定性和最终产品性能。

SEMI 数据显示，2025 年全球半导体材料市场销售额达到 **732 亿美元**，**同比增长 6.8%**，创历史新高。其中，晶圆制造材料销售额达到 **458 亿美元**，**同比增长 5.4%**；封装材料销售额达到 274 亿美元，同比增长 9.3%。光掩膜、光刻胶及其辅助材料、湿电子化学品等部分晶圆制造材料增长较快，反映出制造工艺复杂度提升对材料性能和消耗量提出了更高要求。中国大陆 2025 年半导体材料销售额达到 **156 亿美元**，位居全球第二，并保持两位数增长。

随着制造技术发展，半导体材料需求已经不仅表现为使用规模增加，更体现为材料性能和工艺适配要求持续提高。同一种光刻胶、电子特气、靶材或抛光材料，在不同设备平台和工艺参数条件下可能形成不同的加工结果；新材料进入晶圆制造生产线，也需要经过材料评价、工艺验证、参数优化和量产稳定性验证后才能实现规模应用。

因此，材料企业的技术开发越来越需要与具体制造工艺和设备平台相结合，晶圆制造企业在导入新材料时也需要同步开展工艺适配和制造验证。材料研发、工艺开发和装备应用之间的联系由此进一步增强。

综合晶圆制造、装备和材料三个环节可以看出，当前半导体产业呈现明显的协同发展特征：**制造产能扩大带动装备和材料需求，装备技术进步支撑工艺能力提升，材料性能改善又为新的制造工艺提供实现基础。** 制造、装备和材料之间

正由传统的上下游供应关系逐步向协同开发、工艺验证和量产优化关系延伸，半导体制造日益表现为工艺、装备与材料高度耦合的复杂工程系统。

（二）产业技术趋势：先进工艺、国产装备与智能制造加速融合

1. 先进制程与成熟特色工艺并行发展，制造技术呈现多层次演进

人工智能、高性能计算和先进存储的发展持续推动先进逻辑和存储制造能力扩张。SEMI 预计，全球 7 纳米及以下先进工艺产能将由 2024 年的每月约 85 万片增长至 2028 年的约 140 万片，增幅约 69%；其中 2026 年预计首次超过每月 100 万片。先进制程产能扩张带来更复杂的器件结构和更严格的尺寸、缺陷及一致性控制要求，从而提升光刻、刻蚀、薄膜沉积、清洗以及检测量测等关键制造环节的技术难度。

与此同时，成熟和特色工艺仍具有稳定的市场基础。SEMI 对 200 毫米晶圆厂的持续跟踪表明，汽车、工业自动化、物联网等领域仍大量依赖 200 毫米生产线制造功率器件、微机电系统、模拟集成电路及传感器等产品，相关产能在 2026 年仍保持增长。

因此，未来半导体制造技术不会形成单一制程路径，而是由先进逻辑、先进存储、成熟制程、功率半导体和特色工艺等多类制造平台共同构成。产业发展更加要求制造技术具备对不同器件结构、工艺平台和装备体系的适应能力。

2. 制造工艺复杂度提升，装备竞争由单机性能向综合工艺能力延伸

半导体器件结构日趋复杂，对关键工艺装备提出了更高要求。以薄膜沉积为例，除传统的物理气相沉积（Physical Vapor Deposition, PVD）和化学气相沉积（Chemical Vapor Deposition, CVD）外，原子层沉积（Atomic Layer Deposition, ALD）等能够实现精细厚度和界面控制的技术在复杂器件结构制造中的重要性持续提高；刻蚀、光刻、清洗和化学机械抛光等工序同样需要满足更加严格的尺寸控制、均匀性、缺陷和重复性要求。

在这一背景下，半导体装备评价标准逐步由“能否实现基本加工功能”向“能否在量产环境下形成稳定工艺能力”延伸。设备的温度、压力、气体输运、射频、运动控制、颗粒控制以及过程监测等系统，都可能通过工艺过程影响晶圆最终加工结果。装备性能与工艺结果之间的联系更加紧密。

对于装备企业而言，新设备研发需要依托实际工艺完成性能验证和持续优化；对于晶圆制造企业而言，设备管理也逐渐由保障基本运行向提升设备稳定性、工艺一致性和有效产出能力延伸。工艺工程与装备工程的协同因而成为半导体制造技术发展的重要特征。

3. 国产装备与材料应用由产品突破向工艺验证和规模化应用延伸

中国大陆已经形成全球规模较大的半导体装备和材料市场。2025 年中国大陆半导体设备支出达到 493 亿美元，半导体材料销售额达到 156 亿美元；与此同时，SEMI 预计中国仍将在 2026 年保持全球最大的晶圆制造设备投资市场和较大的制造装机产能。

较大的制造规模为本土装备和材料开展产品研发、工艺验证和应用迭代提供了丰富的产业场景。从产业化规律看，装备和材料实现规模应用不仅需要解决产品本身的性能问题，还需要进一步解决与具体制造工艺能否适配、能否长期稳定运行以及能否满足量产性能和良率要求等工程问题。

因此，装备和材料的产业化过程正在进一步向工艺验证和量产适配延伸。装备企业需要围绕晶圆制造需求完成设备参数调试、工艺窗口验证和量产导入；材料企业需要针对不同设备和工艺条件开展材料评价和应用验证；晶圆制造企业则需要协调工艺、设备和材料等多个环节完成新产品、新设备和新材料的导入。

这种产业运行模式进一步增强了晶圆制造企业、装备企业和材料企业之间的技术协同，也使半导体产业技术创新越来越体现为产业链各环节共同参与的工程化过程。

4. 数字化与智能化加快进入制造现场，数据驱动成为工艺优化的重要趋势

半导体制造具有设备数量多、制造流程长、工艺参数密集和生产数据量大的特点。随着传感技术、计算能力和工业软件的发展，设备运行数据、工艺参数、检测量测结果以及产品良率数据正在更加深入地参与制造过程分析和优化。

SEMI 近年来持续推进半导体智能制造和数字孪生相关研究与标准化工作。2025 年底，SEMI 成立“制造中的数字孪生”专项工作组；2026 年进一步启动相关标准制定工作，并发布半导体制造数字孪生白皮书，重点关注虚拟建模、预测性维护、虚拟量测、运行优化以及面向人工智能驱动自主工厂的技术框架。

在实际制造环境中，数字孪生、虚拟量测、预测性维护以及人工智能辅助分析等技术正逐步用于设备状态监测、过程漂移识别、生产调度和制造优化。SEMI有关智能制造研究也将虚拟量测、预测性维护和批次间控制等列为数字孪生及智能制造的重要应用场景。

由此，半导体制造正在由主要依赖工程经验和事后分析，逐步向工艺机理、实时数据和智能分析协同的方向发展。需要强调的是，数据模型并不能脱离工艺知识独立发挥作用，只有在理解工艺原理、设备机理和数据物理含义的基础上，才能准确判断分析结果并将其转化为有效的工程决策。数字化和智能化因此并不是对传统工艺工程能力的替代，而是对制造工程技术体系的进一步拓展。

（三）产业协同趋势：制造、装备与材料由供应配套向协同开发转变

随着半导体制造技术复杂度不断提高，晶圆制造、装备和材料之间的关系正在由传统的上下游供应配套，逐步转向更加紧密的协同开发和联合验证。过去，装备企业主要向晶圆制造企业提供设备，材料企业主要提供生产所需原材料，各产业环节之间相对独立。当前，随着工艺窗口不断收窄、器件结构日趋复杂以及量产稳定性要求持续提高，单一环节的性能提升已难以独立支撑制造能力升级，制造企业、装备企业和材料企业之间的技术协同程度明显增强。

首先，装备开发与制造工艺的协同更加深入。半导体装备的性能最终需要通过具体工艺结果进行评价。刻蚀、薄膜沉积、清洗、化学机械抛光、检测量测等设备在进入晶圆生产线后，需要围绕工艺均匀性、重复性、缺陷水平、设备稳定性和量产效率等指标开展持续验证。设备研发由此不再局限于机械结构、电气控制和系统功能实现，而是逐渐延伸到工艺开发、参数优化和客户现场验证等环节。晶圆制造企业也从单纯的设备采购和使用方，逐渐成为装备性能改进和工艺能力提升的重要参与者。

其次，材料研发与制造工艺的耦合程度持续提高。光刻胶、电子特气、湿电子化学品、靶材以及化学机械抛光材料等关键材料，其性能不能脱离具体设备平台和制造条件进行评价。同一种材料在不同温度、压力、流量、功率和设备状态下可能呈现不同的工艺结果，因此新材料从实验室研发走向规模应用，通常需要经历材料性能评价、工艺适配、设备匹配、产品验证和量产稳定性测试等多个环

节。材料企业与晶圆制造企业之间的合作，也由传统产品供应逐步延伸至联合开发和应用验证。

再次，制造环节正在成为装备和材料技术协同的重要枢纽。晶圆制造企业掌握实际生产环境、工艺条件和产品质量数据，能够将设备运行状态、材料性能变化与最终工艺结果进行关联分析。装备企业和材料企业则分别通过设备性能优化和材料性能提升，为制造工艺改进提供支撑。制造、装备和材料三个环节由此形成以实际工艺结果和量产需求为牵引的协同创新机制。

随着国产半导体装备和关键材料不断扩大产业化应用，这种协同开发特征进一步增强。国产设备和材料进入晶圆生产线后，需要经过较长周期的工艺验证、可靠性评价和量产导入；制造企业在验证过程中提出的问题，又会反馈至装备和材料企业进行产品迭代。产业创新由过去相对独立的“产品研发—产品供应”模式，逐步向“联合开发—工艺验证—量产导入—持续优化”的闭环模式转变。

与此同时，先进封装、特色工艺以及第三代半导体等新技术的发展，也进一步扩大了跨环节协同范围。器件结构、制造工艺、装备性能、材料特性和封装方式之间的相互影响不断增强，产业技术创新越来越需要从单一设备、单一材料或单一工艺优化，转向面向完整制造流程的系统协同。

总体来看，半导体产业链正在由传统的上下游线性供应关系，逐步向制造企业、装备企业和材料企业共同参与的协同开发模式演进。制造提出工艺需求，装备提供实现载体，材料支撑工艺过程，三者通过工艺验证和量产应用形成持续迭代。这种协同发展模式正在成为半导体制造能力提升和产业链技术升级的重要特征，并为下一章进一步分析产业人才需求结构变化提供了产业基础。

三、半导体工艺与装备领域人才需求及供需特征分析

（一）岗位结构：制造工艺与设备工程岗位需求突出

1. 产业集聚带动制造与装备人才需求集中释放

半导体产业具有明显的产业集聚特征，人才需求也相应集中于晶圆制造、装备、材料和封装测试企业较为密集的区域。学校汇总的猎聘大数据显示，图 3-1，2024 年上海集成电路行业职位发布量约占全国总量的 12.52%，位居全国前列；深圳、上海、北京、苏州、东莞等前五位城市的职位发布量合计超过全国总量的

一半，反映出集成电路人才需求与产业空间布局具有较强一致性（数据来源：猎聘大数据）。

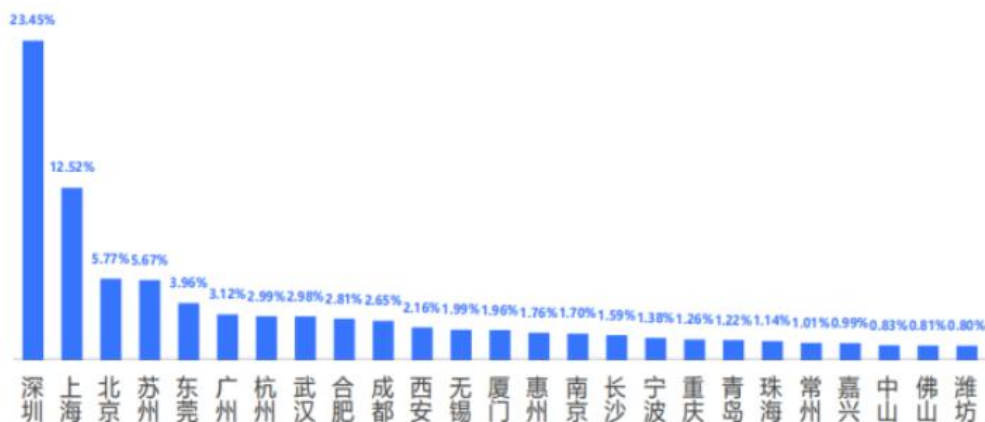


图 3-1 2024 年集成电路发布职位需求城市分布

从上海产业用人实际看，人才需求已不局限于芯片设计和研发岗位。随着晶圆制造规模扩大、国产装备持续导入以及材料验证需求增加，工艺、设备、工艺集成、检测量测、质量可靠性和现场应用等直接服务制造过程的工程岗位成为企业人才配置的重要组成部分。

上海市现行集成电路工程技术人才评价体系也体现了这一岗位结构特征，相关专业方向不仅涵盖集成电路设计，还覆盖制造工艺与工艺实现、制造设备开发、半导体材料、封装测试及现场应用技术支持等领域。上海在 2025 年度相关职称评审中进一步提出关注设备和材料领域科技创新项目，说明制造、装备和材料已成为本地集成电路工程人才体系的重要组成部分。

2. 制造工艺与设备工程构成主要岗位方向

根据学校汇总的招聘数据，可将与半导体工艺与装备专业密切相关的人才需求大体归纳为研发、生产制造和应用服务三类。其中，制造类岗位约占 45%，研发类岗位约占 30%，应用类岗位约占 25%。虽然不同企业和不同统计口径下具体比例存在一定差异，但总体表明，直接服务量产制造和工程应用的岗位是半导体人才需求的重要组成部分。

从具体职位看，猎聘《2025 年集成电路人才供需报告》显示，2025 年半导体产业人才同比增长 17.5%，增速领衔全行业。岗位需求同比增长 3%，工艺/制程工程师需求居首。（数据来源：猎聘大数据）

从岗位能力要求变化趋势看，企业对本科毕业生的要求正由传统的操作执行能力逐步转向工程分析与问题解决能力。2024 年代表性紧缺岗位人才紧缺指数（Talent Shortage Index, TSI）显示，现场应用工程师（Field Application Engineer, FAE）TSI 为 2.31，电子技术研发工程师为 2.03，IC 验证工程师为 2.02，机械结构工程师为 1.85，质量管理工程师和电子/电器工程师均为 1.79，FPGA 工程师为 1.66，均显著高于 1，表明相关工程岗位处于供不应求状态。对于半导体工艺与装备专业而言，上述岗位能力需求集中体现为工艺流程理解、装备运行认知、设备状态判断、质量数据分析、测试验证和工程协同能力。

3. 半导体工艺与装备相关岗位形成多层次岗位群

结合企业调研和招聘数据，与拟设专业关联度较高的岗位可以归纳为以下五类。

表 3-1 半导体工艺与装备岗位方向

岗位方向	典型岗位	主要用人主体
工艺开发与集成	工艺工程师、制程工程师、工艺集成工程师、良率工程师	晶圆制造、特色工艺企业
半导体装备	设备工程师、装备研发工程师、装备应用工程师、现场服务工程师	晶圆制造、半导体装备企业
材料与工艺验证	材料研发工程师、材料验证工程师、电子化学品应用工程师	半导体材料、晶圆制造企业
封装测试与可靠性	封装工艺工程师、测试工程师、可靠性工程师	封装测试、器件制造企业
半导体现场应用与产品工程	现场应用工程师、产品工程师、客户应用工程师	装备、材料、器件及技术服务企业

上述岗位群中，**制造工艺和设备工程是与半导体工艺与装备专业关联最直接的就业领域**；工艺集成、良率、材料应用、封装测试和现场技术支持则进一步拓展了专业人才的产业应用空间。

（二）招聘需求特征：本科人才需求稳定，专业背景呈现交叉化

1. 本科层次是制造与装备工程人才的重要来源

半导体产业不同岗位在学历要求上存在明显的层次差异。前沿器件、先进工艺研发和核心技术研发等岗位通常具有较高的研究生学历要求，而设备工程、生产技术、部分工艺工程、现场应用、质量管理和材料应用等岗位则形成了较为稳定的本科人才需求。

上海华力公开校园招聘信息具有一定代表性。其工艺工程岗位主要面向材料、化学、物理、微电子等相关专业的学生，而设备工程岗位则明确面向材料、化学、机械工程、自动化、机械电子等相关专业本科及以上学历毕业生；设备工程相关工作涉及设备选型、安装调试、故障处理、维护保养及性能改善等。由此可以看出，在高端制造企业内部，研究生和本科人才分别承担不同层级、不同类型的工程技术工作，共同构成制造技术人才体系。

学校对长三角集成电路先进材料相关企业的专项调研也呈现相似特征。调研样本中，本科人才约占 49%，主要分布于工艺工程、质量管理、生产技术及技术支持等岗位；硕士、博士主要集中于材料研发、配方设计和失效分析等研发岗位。（数据来源：学校企业专项调研及猎聘大数据）

因此，半导体产业并非单纯表现为学历不断提高，而是形成了**高层次研发人才与本科工程应用人才并重**的人才结构。对于制造与装备现场而言，本科层次工程人才具有稳定而明确的岗位空间。

2. 人才专业来源分散，企业用人突破传统专业边界

从人才专业来源看，目前进入半导体工艺与装备相关岗位的毕业生主要来自微电子科学与工程、集成电路设计与集成系统、电子科学与技术、材料科学与工程、机械工程、自动化、电气工程、电子信息工程、物理、化学等相关专业。

这种专业来源多元化与产业技术特征密切相关。晶圆制造同时涉及器件、材料、化学、机械、电气、控制等知识；半导体装备既具有精密机械和自动控制属性，又必须实现具体制造工艺；半导体材料也必须通过制造或封装工艺完成产品验证。因此，不同传统专业均能够为产业提供部分人才基础，但很难由单一专业完整覆盖半导体制造现场的全部知识需求。

学校企业调研中，多家单位均反馈，毕业生进入制造、装备和材料企业后，通常需要根据岗位进一步补充其他领域知识。例如，机械和自动化背景毕业生需

要补充半导体器件与制造工艺知识，材料背景毕业生需要进一步了解半导体制造及产品验证流程，而微电子背景毕业生则需要强化装备系统和制造现场工程认知。

这表明企业对人才专业背景的要求正在由简单的“专业对口”，逐步转向**多学科基础与岗位适应能力并重**。

3. 招聘评价更加关注工程实践和持续学习能力

学校走访企业发现，对于本科层次毕业生，企业并不期望其入职时已经具备成熟工程师的全部能力，而更加关注其是否具有较完整的专业基础、工程意识以及在真实制造环境中快速学习和持续成长的能力。

特别是在工艺、设备、材料应用和现场技术服务岗位中，用人单位普遍重视毕业生对制造流程的基本认知、对工程规范和质量要求的理解，以及进入企业后通过培训、项目实践和岗位历练不断形成技术分析能力的潜力。

因此，当前半导体制造与装备领域的招聘需求呈现出**学历层次差异化、专业背景交叉化、工程能力实践化**的总体特征。

（三）企业人才需求差异：制造、装备、材料和封测企业各有侧重

学校通过实地走访、专题座谈和问卷调查等方式，图 3-2 所示，对晶圆制造、半导体装备、先进材料和封装测试等不同类型的企业进行了调研。结果表明，不同产业环节虽然对人才知识结构和岗位配置各有侧重，但工艺与装备、材料与工艺以及研发与应用之间的交叉需求均在增强。



图 3-2 行业协会、企业及高校代表性实地调研现场

1. 晶圆制造企业：工艺、设备、工艺集成和良率人才需求较为集中

晶圆制造生产流程长、设备数量多、工艺控制复杂，需要持续配置工艺、设备、工艺集成、检测量测、良率和可靠性等工程技术人才。

学校对上海华力等制造企业的调研显示，制造企业特别重视毕业生对晶圆制造体系的理解以及进入生产现场后的工程适应能力。公开招聘信息也显示，上海华力校园招聘长期设置工艺集成、工艺、良率提升、设备等制造类工程岗位，设备岗位明确面向本科及以上学历人员，为本科工程人才进入晶圆制造企业提供了较为直接的就业通道。

与从事基础研究或前沿器件研发的人才相比，这类岗位更加贴近稳定量产和制造优化，是半导体工艺与装备本科人才的重要就业领域。

2. 半导体装备企业：“装备研发+工艺应用”双重人才需求明显

半导体装备涉及机械、真空、电气、射频、运动控制、软件和自动化等多个技术系统，因此装备研发需要大量机械、电气、电子和自动化背景人才。

但设备研发完成后，还必须进入晶圆生产线开展工艺验证、客户导入和量产应用。因此，装备企业不仅需要“懂设备”的研发人员，也需要能够理解芯片制造过程、连接设备参数与工艺结果的工艺应用及现场技术人员。

学校调研中，多家相关企业均反映，相比单纯机械、电气或自动化背景人才，同时具有一定半导体制造认知的人才更容易适应装备工艺验证和客户应用场景。

“装备研发+工艺应用”由此成为半导体装备企业较为典型的人才结构。

3. 半导体材料企业：“材料研发+工艺验证”交叉需求不断增强

学校对上海飞凯材料、安集科技、上海新阳、上海集成电路材料研究院以及上海金发科技、上海普利特等相关单位的调研表明，半导体材料企业的人才需求已由材料配方、合成、制备和表征进一步向工艺验证及应用技术延伸。

材料产品最终必须进入晶圆制造或封装生产线进行验证，其产业化不仅取决于材料本身的性能，还受到设备平台、加工条件和产品结构等因素影响。因此，企业除需要材料研发人才外，还需要能够理解半导体工艺、参与产品导入和客户应用支持的工程技术人员。

企业访谈中较为集中的反馈是，传统化学、材料类毕业生通常具备较好的材料基础，但对芯片制造、封装工艺和产业验证流程的认识相对有限，进入半导体材料企业后仍需要通过较长周期的工程实践建立行业应用能力。

由此，“**材料+工艺应用**”正成为半导体材料企业重要的人才需求方向。

4. 封装测试企业：工艺、测试和可靠性人才需求持续存在

学校对环旭电子、宏茂微电子、上海凯虹科技电子等相关企业的调研表明，封装测试领域的人才需求主要集中于封装工艺、生产设备、测试和可靠性等方向。

随着芯粒（Chiplet）、2.5D/3D 先进封装及异构集成等技术发展，后道制造中的工艺、材料、设备和可靠性关联程度进一步提高。不过，结合本报告研究

重点以及拟设专业定位,封装测试在人才需求分析中主要作为晶圆制造和装备方向的产业链延伸,不作为本专业人才需求分析的主体。

综合不同类型企业可以发现,当前产业人才需求存在一个共同趋势:**越来越多岗位位于不同技术环节和传统学科的交界处**。制造企业需要了解装备的工艺人才,装备企业需要熟悉工艺的应用人才,材料企业需要能够参与制造验证的技术人才,产业对跨领域工程人才的需求由此不断增强。

(四) 区域招聘趋势：上海及长三角形成高度集聚的人才市场

1. 上海岗位需求与人才供给均居全国前列

从招聘市场看,上海已成为全国集成电路人才需求最集中的城市之一。猎聘《集成电路人才供需报告》显示,在集成电路行业人才需求的城市分布中,上海职位需求占比为 12.52%,位居全国第二,仅次于深圳;从行业人才城市分布看,上海集成电路人才占比为 9.98%,同样处于全国前列。

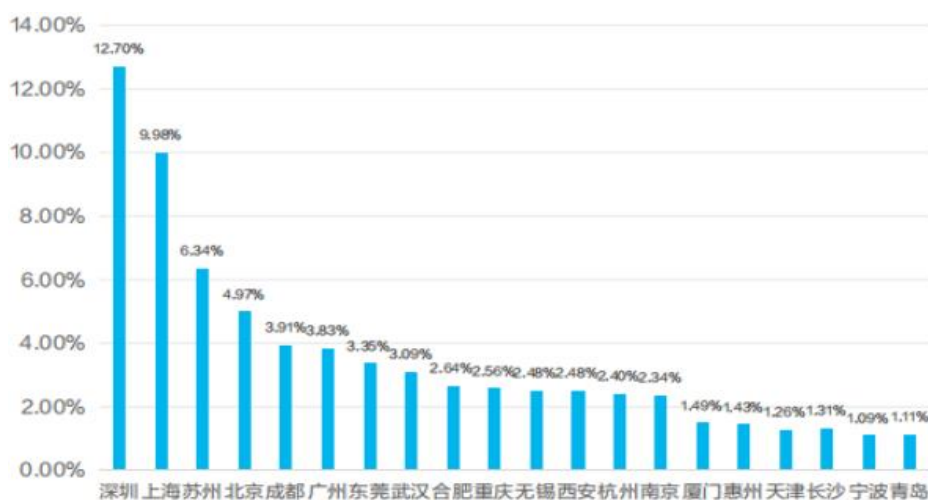


图 3-3 集成电路行业人才城市 TOP20

进一步比较可以发现,上海集成电路职位需求占全国的比重比人才占比高出 2.54 个百分点,职位需求份额约为人才份额的 1.25 倍。这表明,在猎聘平台样本口径下,上海不仅具有较强的集成电路人才集聚基础,其企业招聘需求的区域集中度更高,人才供给仍面临持续扩充的压力。需要说明的是,上述差异反映的是招聘职位和平台人才分布的相对关系,并不能直接等同于实际人才缺口。

从人才流动特征看,上海集成电路产业的人才配置已不局限于本地市场,而是与长三角及全国主要产业城市形成较为紧密的人才联系。学校汇总的猎聘大数据显示,投递上海相关岗位的人才除本地人才外,还较多来自北京、苏州、杭州、

深圳等城市。其中，苏州、杭州等长三角城市与上海产业联系紧密，为上海吸纳专业人才提供了重要的区域性来源。这说明上海集成电路人才市场具有较明显的跨区域配置特征，本地人才培养与外部人才引进共同构成产业人才供给的重要来源。

从更宏观的产业集聚程度看，上海市经信委公开信息显示，上海已集聚超过1200家集成电路企业，并汇聚全国约40%的产业人才、近50%的产业创新资源。2025年，上海集成电路产业规模首次突破5700亿元，约占全国25%。这进一步体现了上海在国内集成电路产业链和高层次专业人才布局中的核心地位。

需要特别说明的是，猎聘统计中的“职位需求占比”“平台人才城市分布占比”，以及上海市政府公布的“全国约40%的产业人才集聚上海”，来源于不同机构或不同统计体系，在人才定义、样本范围、统计时间和计算方法等方面均可能存在差异，因此不宜进行直接的数值比较或据此测算人才缺口。综合这些指标，更适宜得出的结论是：上海集成电路产业同时呈现出岗位需求高度集中、专业人才高度集聚和跨区域人才流动活跃的特征；随着产业规模持续扩大，仅依靠本地人才存量难以完全满足企业持续增长的人才需求，强化本地高校相关专业人才培养和长三角协同引才具有重要意义。

2. 招聘活动反映全产业链工程人才需求

区域性招聘活动也能够反映企业当前人才需求结构。2025年张江高科“895人才汇”上海专场吸引中芯国际、盛美半导体、博通集成等30余家企业参与，现场提供500余个岗位，覆盖芯片设计、制造、装备、材料、软件与应用等集成电路全产业链。

该活动并不能直接用于推算上海年度人才缺口，但从企业类型和招聘岗位覆盖范围可以看出，上海集成电路人才需求已形成从设计研发到制造、装备、材料和应用服务的完整链条，其中工程应用类岗位是人才招聘的重要组成部分。

3. 长三角产业协同形成跨区域人才需求

上海及长三角已经形成较紧密的集成电路产业分工和人才流动体系。2025年5月，长三角集成电路人才创新联盟在南京江北新区成立，由江苏、浙江、安徽相关行业组织和上海有关平台共同发起，并汇聚高校、科研机构及产业资源，

共建人才培养和创新平台。公开信息指出，长三角集聚全国约一半的集成电路创新平台。

学校此次调研样本也由上海延伸至浙江相关半导体企业，进一步说明半导体企业人才招聘和毕业生就业已具有明显的跨区域特征。

因此，对于上海高校而言，半导体工艺与装备相关专业人才培养所面对的就业市场不应局限于上海行政区域，而应立足上海并面向整个长三角集成电路制造、装备、材料和封装测试产业集群。

（五）人才供需特征：复合型工程人才存在结构性供给不足

1. 人才供需矛盾主要表现为结构性不匹配

当前半导体工艺与装备领域的人才问题并不宜简单概括为“人才总量不足”，更突出地表现为产业岗位所需能力结构与现有人才供给结构之间存在一定差异。

2024 年上海集成电路行业产教融合就业育人联盟成立时，上海市政府公开报道援引《中国集成电路产业人才白皮书》指出，全国集成电路人才缺口约 30 万，上海存在 10 万量级人才需求缺口；上海教育主管部门同时指出，集成电路领域人才供给的结构和质量与产业实际需求之间仍存在较大差距，并正在推动制造、封测、材料等产线急需工程人才的校企联合培养。

2. 人才专业来源广泛，但跨领域人才供给相对不足

从企业招聘情况看，半导体制造与装备相关岗位的人才来源较为广泛，涉及微电子、集成电路、电子科学、机械、自动化、电气、材料、物理和化学等多个专业。这表明产业岗位本身具有较明显的多学科交叉属性。

企业调研同时反映，制造现场的实际工程问题往往跨越传统专业边界，单一专业背景人才进入岗位后通常还需要通过企业培训和工程实践进一步建立对其他技术环节的认识。因此，当前人才供需矛盾更多表现为跨领域知识和工程实践能力供给相对不足，而不是某一传统专业人才的简单数量不足。不同相关专业的人才培养特点及其与产业需求的匹配情况将在第五章进一步分析。

3. 复合型工程人才需求特征更加突出

综合企业访谈和招聘岗位分析，制造、装备和材料企业对相关工程人才的共同要求可以概括为“懂工艺、通装备、会分析、能实践”。这一人才画像并不意味

着本科毕业生需要同时精通工艺、装备、材料和数据分析，而是强调其应具有跨领域的基本知识框架、制造现场认知和持续工程学习能力。

从国际行业调查也可以观察到类似趋势。SEMI 于 2026 年发布的台湾半导体产业会员调查显示，受访企业在制程/制造工程、研发创新和设备制程支持等领域存在较明显招聘困难，并将跨领域人才不足视为未来产业发展面临的问题之一。由于该调查对象为台湾地区企业，其结果不能直接代表上海人才市场，但可作为产业对制造工程和跨领域人才需求增强的辅助参照。

具体岗位所要求的知识、能力和素养将在第四章进一步分析。

总体来看，半导体工艺与装备领域的人才供需矛盾主要表现为结构性不匹配。一方面，制造与装备相关岗位形成了较为稳定的本科人才需求；另一方面，产业岗位越来越强调跨学科知识、制造现场认知和工程实践能力，复合型工程人才供给相对不足。下一章将在此基础上进一步分析典型岗位工作任务及其知识、能力与素养要求。

四、半导体工艺与装备领域典型岗位工作任务与职业能力需求分析

（一）专业面向的工作领域与典型岗位

结合半导体产业链岗位需求、上海及长三角产业布局，以及应用型本科人才培养定位，本专业面向半导体产业链中工程应用属性较强、岗位需求较为集中的关键环节，重点服务晶圆制造与制程工艺、半导体装备应用与运行维护、半导体材料与工艺验证、检测量测与良率提升、先进封装与测试、产品工程与现场应用支持等方向，具体见表 4-1。

上述领域既覆盖半导体制造、装备、材料、封装、测试、质量控制、可靠性评价和应用支持等工程岗位，也与应用型本科人才培养强调工程实践能力、岗位适应能力和产业服务能力的要求相契合。与偏重芯片设计、算法验证或前沿器件基础研究的专业方向相比，半导体工艺与装备专业更加突出制造现场导向，强调学生掌握半导体材料与器件基础、理解典型制造工艺流程、熟悉关键装备运行逻辑、具备测试分析和工程问题解决能力。

表 4-1 半导体工艺与装备专业面向的工作领域与典型岗位

工作领域	主要就业单位	典型岗位
晶圆制造与制程工艺	晶圆制造企业、特色工艺制造企业、半导体制造平台、集成电路制造相关企业	工艺工程师、制程工程师、工艺整合工程师、良率工程师
半导体装备与产线运行	半导体装备企业、晶圆厂设备部门、检测量测装备企业、封装测试装备企业	设备工程师、设备应用工程师、装备调试工程师、检测量测工程师
半导体材料与工艺验证	半导体材料企业、电子化学品企业、薄膜材料企业、工艺应用与验证平台	材料验证工程师、工艺应用工程师、电子化学品应用工程师、材料测试工程师
先进封装、测试与可靠性评价	先进封装企业、封装测试企业、第三方检测机构、可靠性评价机构	封装工艺工程师、测试工程师、可靠性工程师、失效分析工程师
半导体产品工程与现场应用支持	终端电子制造企业、半导体设备材料供应商、工程技术服务单位、客户应用服务部门	产品工程师、FAE 现场应用工程师、客户应用工程师、技术支持工程师

（二）典型岗位知识、能力与素养要求

根据《集成电路工程技术人员国家职业技术技能标准（2021 年版）》以及半导体制造、装备应用和工程服务类岗位能力要求，半导体工艺与装备相关岗位不仅要求学生掌握半导体材料、器件、工艺和装备等专业基础知识，更强调工艺流程理解、设备运行认知、实验测试、数据记录、质量规范、异常分析和现场协同等实际工作能力。结合典型岗位任务，本专业职业能力要求如表 4-2。

表 4-2 半导体工艺与装备专业典型工作任务与职业能力要求

典型岗位方向	典型工作任务	职业能力要求
工艺开发与集成方向	参与光刻、刻蚀、薄膜沉积、清洗、CMP、离子注入等工艺流程实施，协助开展工艺参数记录、工艺状态跟踪、工艺窗口优化和异常反馈。	掌握半导体工艺原理和典型制造流程，理解工艺参数对器件结构、缺陷形成和产品良率的影响，具备工艺记录、数据分析和问题初步判断能力。

半导体装备方向	参与半导体制造、检测量测和封装测试装备的运行状态记录、点检维护、安装调试配合、异常识别和设备导入支持。	理解半导体装备基本组成、运行规范和安全要求，了解真空、等离子体、精密运动、自动化控制等装备基础，具备设备状态识别、运行维护和现场协同能力。
材料与工艺验证方向	参与半导体材料、薄膜材料、电子化学品和封装材料的样品制备、工艺适配、基础测试、数据整理和验证记录。	掌握半导体材料、电子材料和工艺验证基础知识，熟悉常用材料表征与测试方法，具备样品处理、测试操作、数据对比和验证报告撰写能力。
先进封装与测试方向	参与装片、互连、键合、塑封、切筋成型、测试分选、可靠性评价和失效分析等流程，协助开展测试数据整理和质量问题反馈。	理解先进封装、测试评价和可靠性分析基本流程，掌握封装互连、热管理、失效分析等基础知识，具备封装工艺认知、测试分析和质量规范意识。
半导体现场应用与产品工程方向	参与客户工艺导入、设备材料验证、产品应用测试、客户问题记录、技术资料整理和工程报告撰写。	具备产品工程和现场应用基础认知，能够开展应用验证、问题记录、技术沟通和工程协同，具备企业现场岗位适应能力。

（三）产业岗位核心能力结构分析

综合晶圆制造、半导体装备、材料应用、封装测试及现场技术服务等典型岗位的工作任务和能力要求可以发现，不同岗位虽然在专业知识、技术对象和工作场景上存在差异，但其工程能力要求具有较明显的共性。特别是随着半导体制造过程复杂化以及工艺、装备、材料、检测和数据之间关联程度不断提高，产业对工程技术人才的要求已由单一知识或单项技能逐步转向多领域知识综合运用和制造现场工程问题解决。

结合企业调研、招聘岗位分析及典型岗位工作任务，可将半导体工艺与装备领域产业岗位核心能力概括为**工艺理解与实施、装备运行与分析、材料与工艺适配、检测与数据分析、工程问题解决、现场协同与规范实践**六个相互关联的能力维度。

1. 半导体制造工艺理解与实施能力

半导体制造工艺是相关产业岗位共同的技术基础。无论从事晶圆制造、设备应用还是材料验证,工程技术人员均需要理解芯片制造的基本流程以及主要工艺环节之间的关系,能够认识光刻、刻蚀、薄膜沉积、离子注入、热处理、清洗、化学机械抛光和检测量测等关键工艺的基本原理、主要参数及其对制造结果的影响。

对于工艺工程、工艺集成和良率等岗位,该能力进一步表现为能够依据制造要求参与工艺参数调整、工艺窗口优化和工艺异常分析;对于设备和材料岗位,则主要体现为能够从制造工艺需求出发理解设备性能或材料性能要求。因此,产业所要求的“懂工艺”并不是简单熟悉工艺流程,而是能够建立**工艺原理、过程参数与加工结果之间的基本联系**。

2. 半导体装备运行认知与状态分析能力

半导体制造高度依赖精密装备,工艺结果与设备运行状态之间具有紧密联系。典型岗位调研显示,制造企业设备工程师需要掌握设备运行、维护和异常处理,工艺工程师也需要理解设备状态对工艺结果的影响;装备企业的工艺应用和现场技术人员则需要同时连接设备性能与客户工艺需求。

因此,相关工程人员需要具备半导体装备基本组成及工作原理认知,能够理解机械、电气、真空、温度、气体输运、射频、运动控制和自动化等系统在半导体设备中的基本作用,并能够结合设备运行参数和工艺结果进行初步状态判断。

这种能力并不要求所有岗位人员都具备复杂装备自主设计能力,而是强调建立“**装备状态—工艺参数—加工结果**”之间的关联意识,使工程技术人员能够跨越传统工艺与设备专业边界开展有效协作。

3. 材料性能与制造工艺适配能力

半导体材料直接参与晶圆制造和封装过程,其性能只有在具体工艺和设备条件下才能得到最终评价。企业调研表明,材料研发成果进入生产线后通常需要经过材料评价、工艺适配、产品验证和量产稳定性验证,因此材料应用岗位越来越强调对制造工艺的理解。

相关产业岗位需要能够认识硅片、光刻胶、电子特气、湿电子化学品、靶材、薄膜材料及化学机械抛光材料等主要材料的基本性能,并能够理解材料性质与具

体制造工艺之间的联系。对于材料应用和验证岗位，还需要能够参与材料导入、工艺适配和性能评价。

这一能力反映出半导体产业由传统“材料供应”向“**材料—工艺—装备协同验证**”发展的现实要求。

4. 检测量测与数据分析能力

半导体制造是一项高度依赖数据进行过程控制和质量改善的工程活动。工艺参数、设备运行状态、检测量测结果、缺陷分布以及产品良率之间存在复杂关联，制造过程中的技术判断越来越需要检测和数据提供支撑。

因此，工程技术人员需要具备基本的检测量测结果分析能力，能够理解常用质量和工艺数据的工程含义，并能够采用统计方法和数据分析工具对工艺波动、设备状态、缺陷和质量问题开展初步分析。

随着智能制造技术进入晶圆生产线，这一能力还进一步向数据驱动的制造分析延伸。对于本科层次工程人才而言，重点并非掌握复杂人工智能算法研发，而是能够**基于工艺机理正确理解和使用生产数据**，利用数据辅助工程判断和工艺改善。

5. 制造现场工程问题分析与解决能力

制造现场的问题通常并非由单一因素引起。工艺异常可能涉及设备状态、材料批次、工艺参数、环境条件和前后工序等多个因素。因此，与单纯掌握知识相比，企业更加关注工程技术人员能否面对实际问题进行系统分析。

典型岗位共同要求工程技术人员能够从生产现象出发收集相关信息，识别可能影响因素，通过检测、数据分析、实验验证等方式逐步缩小问题范围，并参与形成改善方案。在这一过程中，需要综合运用工艺、装备、材料和检测等多领域知识。

因此，**复杂工程问题分析与持续改善能力**是连接不同岗位能力要求的重要核心，也是工艺工程师、设备工程师、工艺集成工程师、良率工程师以及现场应用工程师共同需要发展的能力。

6. 制造现场协同与工程规范实践能力

半导体制造具有流程长、专业分工细和跨部门协作频繁等特点。一项工艺异常或设备问题往往需要工艺、设备、质量、材料、生产及供应商等多方共同参与。

因此，除了技术能力外，企业也十分重视工程人员的团队协作、沟通表达和项目执行能力。

与此同时，半导体制造对洁净环境、生产安全、设备操作、质量管理、数据记录和知识产权保护等均具有严格要求。工程人员需要形成较强的质量意识、安全意识、规范意识和责任意识，能够按照生产规范和工程流程开展工作。

这种能力体现了半导体产业典型的现场工程属性，也是本科毕业生由学校学习环境向企业生产环境转变过程中必须建立的重要职业素养。

总体而言，半导体工艺与装备领域的岗位能力结构并不是工艺、设备、材料和数据知识的简单叠加，而是围绕真实制造过程形成的相互关联的工程能力体系。其核心特征可以进一步概括为：**以半导体制造工艺为主线，以装备运行与应用为重要支撑，以材料、检测和数据分析为必要基础，以复杂工程问题解决和制造现场实践为综合落脚点。**

五、半导体工艺与装备相关专业人才培养供给现状

（一）全国相关专业布局及 080723TK 首设专业建设情况

从现有高校专业结构看，与半导体制造及装备相关的人才培养主要分布在几类专业中。

一类是以**微电子科学与工程、集成电路科学与工程**等专业为代表的集成电路相关专业，主要围绕半导体物理、器件、集成电路设计、制造工艺等建立知识体系；一类是**材料科学与工程、材料物理、化学**等专业，为硅片、光刻胶、电子化学品、薄膜及封装材料等领域提供人才；另一类是**机械工程、机械电子工程、自动化、电气工程**等专业，为半导体装备机械结构、电气系统、运动控制和自动化等提供人才基础。此外，电子封装技术等专业主要面向芯片封装、电子制造及可靠性等后道制造领域。

上述专业共同构成了我国半导体制造与装备人才供给的重要基础，但由于其形成背景和学科归属不同，人才培养往往分别突出器件与设计、材料、机械装备或封装测试中的某一领域，直接贯通“半导体工艺—装备—材料—制造应用”的本科专业相对较少。

2026 年，教育部发布《普通高等学校本科专业目录（2026 年）》，将“**半导体工艺与装备**”正式列入本科专业目录，专业代码为 **080723TK**，属于工学门类电子信息类。四川大学获批全国首个“半导体工艺与装备”本科专业，并于 2026 年正式招生，标志着我国开始在本科层面建立专门面向半导体工艺与核心装备的人才培养体系。

从四川大学公布的专业建设定位看，该专业并非传统芯片设计专业的简单延伸，而是突出半导体材料、核心制造工艺与关键装备之间的交叉融合。学校提出构建覆盖“半导体材料—核心工艺—关键装备”的完整知识体系，将电子信息、物理、材料、化学等多学科知识进行融合，重点培养既理解半导体制造工艺又具有装备技术基础的复合型人才。从培养定位看，半导体工艺与装备专业不是传统芯片设计类专业，也不是单一材料或机械专业，而是面向芯片制造、先进封装、半导体设备、光电芯片和新型半导体材料的新工科专业。学生需要理解半导体材料如何生长、器件结构如何形成、薄膜如何沉积、图形如何转移、微纳结构如何刻蚀、晶圆如何加工、芯片如何封装以及设备如何控制。

在课程设置方面，四川大学公开介绍的核心课程包括半导体物理、微电子器件原理、3D 封装技术、半导体设备理论等，并通过科教融汇、产教融合和校企协同，将实验室科研成果和企业实际项目引入教学过程，使学生接触器件设计、工艺开发、装备调试和性能测试等工程环节。

从这一首设专业的建设思路可以看出，“半导体工艺与装备”本科专业具有三个较鲜明的特点。

第一，**专业知识结构具有明显的交叉性**。专业不局限于半导体器件，也不局限于机械装备，而是将半导体物理、材料、器件、制造工艺和装备技术有机结合。

第二，**培养对象更加贴近芯片制造过程**。相对于主要围绕芯片功能设计和电路实现的人才培养，该专业更加关注工艺如何实现、设备如何支撑工艺以及制造过程如何稳定运行。

第三，**工程实践成为重要培养环节**。工艺开发和装备应用均具有较强实践属性，需要通过实验、工程训练、企业项目和产业实践等方式建立制造现场认知。

因此,从目前首设专业的建设情况看,我国半导体工艺与装备本科人才培养刚刚进入专业化布局阶段,其培养逻辑正在由传统单一学科人才供给进一步向**工艺与装备融合、多学科交叉和工程实践**导向发展。

(二) 上海市相关高校专业布局与人才培养现状

上海集成电路产业高度集聚,与之相对应,高校已经形成较为丰富的微电子、集成电路、材料、机械和自动化相关人才培养基础。但从具体培养方向看,不同高校人才培养定位和专业优势存在较为明显的差异。

复旦大学在微电子和集成电路领域形成了较为完整的人才培养体系。2025年新增集成电路科学与工程本科专业,并构建理论、设计、制造、封测和应用相衔接的培养体系,同时保留微电子科学与工程等传统优势专业,突出基础理论、学科交叉、本研融通和创新人才培养。

上海交通大学集成电路学院(信息与工程学院)目前设有电子科学与技术、信息工程和微电子科学与工程三个本科专业,其中微电子科学与工程明确面向集成电路设计、制造和测试领域开展人才培养,突出扎实专业基础、创新能力和工程实践能力。总体上,上海交通大学、复旦大学等研究型高校更加突出科学基础、技术创新以及高层次人才的连续培养。

上海大学则在微电子科学与工程本科专业基础上突出实践化和产教融合培养。其微电子科学与工程专业依托8英寸中试线等实践平台,形成“一次芯片设计、一次实践流片、一次集成分析、一个创新项目”的“四个一”实践培养模式,将芯片设计、工艺流片和封装测试等环节纳入本科工程实践。该培养模式目前仍在持续实施。近年来,上海大学还设置了集成电路制造工艺、半导体装备与人工智能制造、微电子材料与器件、光刻力学等微专业,从制造工艺、装备、材料等不同方向拓展跨学科人才培养。需要指出的是,这些项目属于在主修专业基础上设置的微专业,并不等同于独立的“半导体工艺与装备”本科专业。

这种培养布局说明,上海高校已经通过本科专业、微专业、中试线和专项实践等不同方式,逐步加强制造工艺、半导体装备及材料等领域人才培养。但总体上,相关培养内容仍分布于不同专业和培养项目之中,尚未形成较大规模的、以制造工艺和装备交叉为核心的独立本科人才供给。

上海工程技术大学较早开展了面向集成电路制造后道环节的应用型本科人才培养。学校 2006 年开始招收材料成型及控制工程（微电子封装）方向本科生，2013 年根据本科专业目录调整为电子封装技术专业，是国内最早开展电子封装本科人才培养的高校之一。专业长期突出电子封装、微电子制造、材料及工程实践的交叉融合。在研究生培养层面，学校已拥有集成电路科学与工程一级学科硕士学位授权点，形成集成纳电子科学、集成电路制造工程、集成电路设计与设计自动化等研究方向，并在课程体系中设置集成电路制造技术、材料分析、电子化学品及应用等内容。在本科实践培养方面，学校 2025 年成立微电子封装现代产业学院，与行业协会及相关企业推进协同育人，见图 5-1，形成“基础筑基—产线淬炼—驻企实战—能力进阶”的分阶段产教融合实践路径，见图 5-2。这一探索主要面向电子封装及相关制造领域，体现出地方应用型高校通过企业产线和真实工程场景强化实践教学的培养特点。相关的成果被人民网、新华网、光明日报、解放日报、文汇教育、上海教育、上海发布等多家媒体报道，见图 5-3。



图 5-1 企业专家（导师）走进课堂



图 5-2 学生在企业实训现场



图 5-3 产教融合成果被人民网、新华网和光明日报等多家媒体报道

总体而言，上海高校相关人才培养基础较强，已经覆盖器件、设计、制造、材料、装备和封装等产业环节，但相关培养资源仍较多分布于不同传统专业和培养项目之中。直接以制造工艺为主线、以半导体装备为重要特色，并系统贯通材料、检测与工程实践的本科人才培养供给仍相对有限。

（三）人才培养供给与制造装备岗位需求的匹配分析

将全国及上海高校现有人才培养情况与第三、四章所识别的产业岗位结构和核心能力要求进行比较可以发现，现有相关专业能够为半导体产业提供较好的学科知识基础，但在面向制造现场的知识贯通和工程能力整合方面仍存在一定的结构性差异。这种差异并不主要表现为高校简单“缺少某一门课程”，而在于**高校传统专业通常按照学科知识体系组织人才培养，而半导体制造岗位更多按照实际制造流程和复杂工程问题组织技术活动**。二者之间的组织逻辑存在一定差异。

1. 现有专业能够提供较好学科基础，但工艺与装备知识相对分散

微电子、集成电路相关专业能够为学生提供半导体物理、器件、制造工艺及集成电路技术基础；机械、自动化和电气类专业能够提供装备结构、机械设计、运动控制和自动化基础；材料类专业能够提供材料组成、结构、制备及性能评价基础。

这些专业均是半导体制造人才的重要来源，但其课程体系主要围绕各自学科逻辑建立。真实晶圆制造现场则要求将器件、工艺、设备、材料、检测等因素放在同一制造过程中综合考虑。

因此，现有人才培养与产业需求之间首先表现为一种**知识基础较丰富但跨领域贯通不足**的结构特征。

2. 制造现场需要完整工程链条认知，传统专业培养往往突出某一技术环节

第三、四章分析表明，晶圆制造和装备企业的工程岗位通常并不只处理单一专业问题。工艺结果可能同时受到装备状态、工艺参数和材料性能影响，设备验证又必须通过实际制造结果进行评价。

相比之下，传统专业一般按照材料、器件、机械、电气、自动化等专业方向组织知识体系。学生能够在某一技术领域形成较扎实基础，但对“**材料—器件—工艺—装备—检测—制造结果**”之间的完整联系通常需要在进入企业后进一步建立。

因此，产业需求与现有人才供给之间的差异更多表现为**制造工程链条的系统认知不足**，而不是某一单项专业知识完全缺失。

3. 工程实践培养持续加强，但真实制造场景仍具有较高进入门槛

上海高校近年来已经通过中试线、产业学院、实践流片、企业项目及驻企实践等方式不断强化半导体领域工程实践。例如，上海大学利用 8 英寸中试线开展芯片设计、实践流片和集成分析，上海工程技术大学依托微电子封装现代产业学院推进产线训练和驻企实践，说明相关高校均在积极缩短理论教学与产业现场之间的距离。

但与一般工程专业相比，半导体制造具有洁净环境要求高、设备投资大、制造流程复杂、工艺参数敏感以及生产资源开放受限等特点，高校难以完全依靠常规校内实验条件复制真实晶圆制造环境。

因此，**真实制造场景实践资源不足或获取难度较高**，仍是半导体制造与装备人才培养需要面对的共同问题。高校实验平台、中试平台、企业产线以及工程案例如何形成有效衔接，是现有人才培养供给进一步提升的重要环节。

综合来看，当前半导体制造与装备人才培养并非缺乏相关专业和学科基础，而是现有培养资源较多分布于微电子、集成电路、材料、机械、自动化和电子封装等不同专业体系之中。随着产业由专业分工向多领域协同发展，分散于不同专业中的知识和实践资源需要进一步加强交叉衔接。

因此，现有人才培养供给与产业需求之间的差异主要表现为工艺与装备知识贯通程度、完整制造工程认知以及真实工程场景实践等方面仍存在进一步提升空间。总体而言，直接以半导体制造工艺为主线、突出装备应用，并兼顾材料、检测和工程实践的本科人才培养供给仍相对有限。

六、调研结论与建议

综合产业发展研究、企业人才需求调研、典型岗位分析和高校人才培养供给比较，本次调研形成以下主要结论与人才培养启示。

（一）产业发展形成持续且复合化的人才需求

半导体制造、装备和材料产业持续发展，以及制造过程数字化、智能化和产业链协同程度不断提高，为相关工程技术人才形成了较为稳定的需求。上海及长

三角较为完整的集成电路产业布局，也为制造工艺、装备应用及相关工程技术人才提供了较广泛的就业空间。

与此同时，产业人才需求正在由相对单一的专业背景向跨领域工程能力转变。制造现场强调工艺、装备、材料、检测和数据之间的协同，企业更加关注人才对制造过程的理解、工程问题分析以及现场实践能力。总体上，产业人才需求呈现明显的复合化和制造现场导向。

（二）应用型工程人才存在结构性供给不足

现有微电子、集成电路、材料、机械、自动化和电子封装等相关专业已为半导体产业形成较好的本科人才供给基础，但相关知识和实践资源主要分布在不同专业体系之中。

与半导体制造现场跨工序、跨专业的工程需求相比，系统贯通制造工艺、装备应用、材料适配和检测分析，并具有较强制造现场实践能力的应用型本科人才供给仍相对有限。因此，当前人才供需矛盾更多表现为人才能力结构与产业岗位需求之间的结构性差异，而非单纯的人才总量不足。

（三）增设“半导体工艺与装备”专业具有较充分的产业和人才需求依据

综合产业发展、企业岗位需求和人才培养供给情况可以判断，半导体制造与装备领域已形成较为明确的本科层次工程人才需求，而现有相关专业人才供给在工艺与装备贯通及制造现场实践等方面仍具有进一步拓展空间。

2026年“半导体工艺与装备”进入普通高等学校本科专业目录，也表明本科专业体系正在主动回应集成电路制造工艺和核心装备领域的人才需求变化。因此，面向上海及长三角半导体制造、装备和材料产业，开展工艺与装备交叉融合的应用型本科人才培养，具有较充分的产业和人才需求依据。

（四）对拟增设专业人才培养的启示

1. 培养定位应突出半导体制造与装备现场应用

专业培养应主要面向晶圆制造、半导体装备及相关材料应用领域，以制造工艺和装备应用为重点，适度覆盖检测量测、可靠性和先进封装等相关环节，突出应用型本科人才培养和制造现场导向。

2. 能力结构应强化工艺、装备、材料与数据交叉融合

专业人才培养应以半导体制造工艺为主线，以装备运行与应用为重要支撑，强化材料、检测和数据分析基础，重点形成“懂工艺、通装备、会分析、能实践”的能力特征，使学生具备理解制造过程和参与工程问题分析解决的基本能力。

3. 课程体系应围绕典型岗位和工作任务进行组织

课程体系应围绕半导体制造过程和典型岗位工作任务进行系统组织，加强基础理论、制造工艺、装备技术、材料与检测、数据分析和工程应用之间的衔接，避免不同学科课程的简单叠加。

4. 实践教学应强化产教融合与真实工程场景训练

应强化实验教学、工程训练、企业实践和毕业设计之间的递进衔接，充分利用行业协会、晶圆制造企业、装备企业、材料企业及相关平台资源，将真实或近真实的工艺流程、设备案例和工程问题引入实践教学，提升学生制造现场认知和工程实践能力。

总体来看，拟增设“半导体工艺与装备”专业的人才培养应立足制造现场，以制造工艺为主线、装备应用为重要特色，强化材料、检测和数据分析支撑，通过产教融合提升工程实践能力，形成与上海及长三角半导体制造、装备和材料产业需求相适应的应用型本科人才培养特色。

5. 申请增设专业人才培养方案

半导体工艺与装备专业培养方案

本科 | 材料科学与工程学院 | 158 学分

一、培养目标

本专业立足于上海，致力于服务长三角地区，面向国家集成电路产业链自主可控和半导体产业高质量发展需求，依托学校应用型办学定位和产教融合特色，培养德智体美劳全面发展，具有良好人文素养、职业道德、社会责任感和工程伦理意识，掌握半导体工艺与装备领域基础理论、专业知识和工程方法，具备工程实践、技术应用、问题分析、协同创新和持续学习能力，能够在集成电路制造、半导体装备、半导体材料与工艺验证及相关领域从事工艺开发、装备应用、生产运行、质量控制、测试分析和技术支持等工作的高素质应用型工程技术人才。

本专业学生毕业5年左右，预期能够达到以下目标：

（一）具备扎实的半导体工艺与装备专业基础和工程实践能力，能够胜任半导体制造、装备应用、工艺优化、生产运行、质量控制等工程技术工作。

（二）具备解决复杂工程问题的能力，能够在半导体工艺与装备相关领域开展工程分析、方案设计、实验验证、现场实施和持续改进。

（三）具备良好的工程规范意识、职业道德、社会责任感和项目管理能力，能够在工程实践中遵守法律法规、行业标准和安全生产规范，综合考虑社会、健康、安全、环境和可持续发展等因素。

（四）具备创新意识、团队协作能力、沟通表达能力和终身学习能力，能够适应半导体产业技术快速迭代和多学科交叉发展需要，逐步成长为相关领域的技术骨干、项目负责人或基层技术管理人才。

二、专业特色

本专业面向半导体制造与装备应用一线，坚持“工艺为核、装备为重、产教融合、现场育人”的建设思路，突出半导体工艺与装备融合培养特色。专业强化工艺实施、装备运行、参数优化、质量控制和现场工程问题解决能力培养。通过校企协同、项目化教学和企业实践，培养能够适应半导体晶圆制造、半导体装备、半导体材料、半导体检测等产业岗位需求的高素质应用型工程技术人才。

三、毕业要求

本专业紧密结合国家集成电路产业战略与长三角半导体产业发展需求，坚持工程应用导向，聚焦半导体制程工艺、装备运行与调试、工艺参数优化、可靠性评价和现场工程问题解

决等能力培养。毕业生应达到以下要求：

（一）工程知识：具有将数学、自然科学、工程基础和专业知用于解决半导体工艺与装备领域复杂工程问题。

（二）问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达半导体工艺、精密制造与装备应用等领域复杂工程问题，并通过文献查询研究分析，以获得有效结论。

（三）设计、开发解决方案：针对半导体工艺与装备领域复杂问题，设计工艺方案、装备应用方案、测试验证方案和质量改进方案，并在设计过程中体现创新意识，并能综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

（四）研究：能够基于科学原理并采用科学方法对半导体材料应用、精密工艺开发、高端装备调试、产线质量检测、制程可靠性分析等复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。

（五）使用现代工具：能够针对半导体工艺与装备领域复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解这些现代工具的局限性。

（六）工程与可持续发展：能够基于半导体产业和工程实践背景，分析和评价半导体工艺开发、装备运行、材料应用等工程活动对社会、健康、安全、环境、法律以及文化的影响，具备绿色制造、安全生产、资源节约和环境保护意识。

（七）工程伦理和职业规范：了解我国基本国情，树立社会主义核心价值观，有工程报国、为民造福的意识，具有人文社会科学素养和社会责任感，能够理解和践行工程伦理，能够在半导体工艺与装备相关工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。

（八）个人和团队：能够在电子信息、材料科学、精密机械、自动化控制等多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。

（九）沟通：能够就半导体工艺与装备领域复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写工艺报告、装备调试文稿、项目设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

（十）项目管理：理解并掌握国家对于半导体与集成电路行业产业政策、工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科交叉的精密制造、工艺装备应用环境中应用。

（十一）终身学习：认识并理解当前半导体工艺、高端装备行业发展迅速、技术迭代更新快的特点，具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应行业技术发展的能力。

四 课程体系

课程体系：包括通识类课程、学科基础课程、专业课程、集中实践教学环节等。课程体系与

毕业要求矩阵表:

[illegible]

大学物理实验A（下）	M										
制造技术基础A					M						
信息检索		M			L						
复变函数与积分变换	M										
电路	H		M								
电路实验	H		M								
模拟电子技术	H		M								
数字电子技术	H	H									
半导体工艺与装备导论						H					
工程经济与项目管理						M				H	
半导体科技英语									M		
半导体物理基础*		H		L							
材料科学基础（半导体材料方向）		H		L							
半导体器件物理（全英文）*	M	M									
半导体制造技术及原理*			M	M		H					
精密机械设计*			M	M		H					
工程光学			M	M							
控制工程基础*			M	M		H					
半导体真空技术与装备*		M			M	L					
半导体材料与电子化学品*			H			L					L
半导体检测与分析*		M			H						
刻蚀技术及装备		H				L					
光刻技术及装备		H				L					
MEMS和微系统制造基础			M			H					
微纳加工技术		M		M		L	L				
先进封装技术			M		H	L					
半导体工艺模拟与仿真			M		M						
半导体薄膜物理与技术*				H							
光电子材料与器件		M									
半导体热管理材料与人工智能优化		M			L						H

工程训练基础A（一）				M				M			
集成电路制造综合实验			M			M			M		
半导体工艺与装备产教融合实习						M	H	M	L		
毕业设计（论文）	M	H	M	M					M		
艺术审美与设计体验									L		
历史人文与管理经纬										M	
社会治理与国际视野										L	H
创新思维与创业教育									L		H
四史类课程											H
创新创业类课程								M		H	
素质拓展类课程										H	

注：1.H-高度相关，M-中等相关，L-弱相关；2.课程名称后加“*”者为该专业核心课程。

五、实践教学

实践教学包括课内实践和集中实践。课内实践包括课内实验、上机实践、调研、劳动教育等。集中实践环节包括公共基础类、专业基础类、专业综合类、校企合作实践等。

六、第二课堂

第二课堂总计2学分，分为创新创业类（含三旋翼工作坊）、素质拓展类两大模块，两类模块各计1学分。第二课堂学分具体认定按照学校相关文件执行。

七 学制及毕业规定

（一）本专业基本学制4年，学生可在3至6年内完成学业。

（二）学生在规定的学习年限内修满培养方案规定的各教学模块的学分，方能毕业。

八 学位

符合学校学士学位授予规定的毕业生授予工学学士学位。

九 课程设置及学分要求

课程代码	课程名称	学分	总学时	理论学时	实验学时	实践学时	建议修读学期	考核方式
一、通识教育课程(必修36学分)								
(1)通识必修课程(必修28学分)								
229601	形势与政策1	0.25	8	7		1	1	考查
229506	中国近现代史纲要	3	48	32		16	1	考试
236001	体育（一）	0.75	36			36	1	考查
310110	大学生职业生涯规划	0.5	16	16			1	考查
310113	军事理论	2	32	32			1	考查

310112	大学生心理健康	2	32	32			1	考查
229602	形势与政策2	0.25	8	7		1	2	考查
229111	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	3	48	32		16	2	考试
229302	思想道德与法治	3	48	32		16	2	考试
491001	劳动教育（一）	0.5	16	8		8	2	考查
236002	体育（二）	0.75	36			36	2	考查
225001	大学生国家安全教育	1	16	12		4	2	考查
229603	形势与政策3	0.25	8	7		1	3	考查
229202	马克思主义基本原理	3	48	40		8	3	考试
236003	体育（三）	0.75	36			36	3	考查
491002	劳动教育（二）	0.5	16	8		8	3	考查
229108	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3	48	32		16	4	考试
229604	形势与政策4	0.25	8	7		1	4	考查
236004	体育（四）	0.75	36			36	4	考查
229605	形势与政策5	0.25	8	7		1	5	考查
236005	体质健康（一）	0.5	24			24	5	考查
229606	形势与政策6	0.25	8	7		1	6	考查
310111	大学生就业指导	0.5	16	16			6	考查
229607	形势与政策7	0.25	8	7		1	7	考查
236006	体质健康（二）	0.5	24			24	7	考查
229608	形势与政策8	0.25	8	7		1	8	考查
(2)通识选修课(选修8学分)								
思政	中国共产党历史、社会主义发展史、新中国史、改革开放史(任选1门)	1	16	16			2、3	考查
工程	哲学智慧与工程伦理	非工学、理学类专业至少修2学分						
	科学素养与科技探索							
设计	艺术审美与设计体验	非艺术学类专业至少修2学分						
管理	历史人文与管理经纬	非经济学、管理学、文学类专业至少修2学分						
	社会治理与国际视野							
创新	创新思维与创业教育	至少修1学分						
	“三旋翼”导论							
二、公共基础课程(选修48学分)								
(1)大学外语（英语或德语）(选修4学分)								
英语(必修4学分)								
183004	大学英语（一）	2	32	32			1	考试
183005	大学英语（二）	2	32	32			2	考试
德语(必修4学分)								
181025	大学德语（一）	2	32	32			1	考试

181026	大学德语（二）	2	32	32			2	考试
(2)大学外语拓展(选修2学分)								
(3)人工智能基础与应用(必修3学分)								
025004	人工智能基础与应用A	3	48	24	24		1	考查
(4)计算机语言与数据科学类课程(选修2学分)								
(5)公共基础必修课(必修37学分)								
210191	高等数学A（上）	5	80	80			1	考试
044001	大学化学	2	32	32			1	考试
219761	大学物理实验A（上）	1	20	2	18		2	考查
219261	大学物理A（上）	4	64	64			2	考试
211178	线性代数	2	32	32			2	考试
210192	高等数学A（下）	5	80	80			2	考试
243003	电路	3	48	48			2	考试
020423	电路实验	1	20		20		2	考查
219762	大学物理实验A（下）	1	20		20		3	考查
219262	大学物理A（下）	3	48	48			3	考试
211179	概率论与数理统计	3	48	48			3	考试
249101	制造技术基础A	3	48	48			3	考查
260110	信息检索	1	16	8		8	3	考查
219108	复变函数与积分变换	3	48	48			3	考查
三.专业课程(选修42学分)								
(1)专业基础课(必修20学分)								
	半导体工艺与装备导论	2	32	24		8	1	考查
052104	工程经济与项目管理	1	16	16			3	考查
355027	模拟电子技术	2	32	32			3上	考试
353025	数字电子技术	2	32	32			3下	考试
355022	半导体物理基础*	2	32	32			4上	考试
	精密机械设计*	3	48	44	4		4上	考试
355018	半导体器件物理（全英文）*	2	32	32			4下	考试
	材料科学基础（半导体材料方向）	2	32	28	4		4	考试
	工程光学	2	32	32			4	考试
010406	控制工程基础*	2	32	28	4		4	考试
(2)专业必修课(必修12学分)								
	半导体科技英语	1	16	16			4	考查
	半导体制造技术及原理*	2	32	32			5	考试
	半导体真空技术与装备*	2	32	32			5	考试
	AI+半导体试验设计与数据分析	1	16	16			5	考查
	半导体材料与电子化学品*	2	32	32			5	考试

	半导体薄膜物理与技术*	2	32	32			5	考试
	半导体检测与分析*	2	32	32			5	考试
(3)专业选修课1(选修6学分)								
	刻蚀技术及装备	2	32	32			7	考查
	光刻技术及装备	2	32	32			7	考查
355002	MEMS和微系统制造基础	2	32	32			7	考查
051408	微纳加工技术	2	32	32			7	考查
	先进封装技术	2	32	32			7	考查
	半导体工艺模拟与仿真	2	32	24		8	7	考查
050414	光电材料与器件	2	32	32			7	考查
	半导体热管理材料与人工智能优化	2	32	32			7	考查
(4)专业选修课2(选修4学分)								
微课程、微课群(选修4学分)								
跨学院课程(选修4学分)								
三旋翼跨学科PBL课程(选修4学分)								
本研贯通课程(选修4学分)								
四、集中实践教学(必修30学分)								
(1)公共基础类(必修4学分)								
310115	军训	2	3周			1	考查	
242006	工程基础训练A	2	2周			1	考查	
(2)专业综合类(必修6学分)								
355016	集成电路制造综合实验	4	4周			5	考查	
	精密机械设计课程设计	2	3周			4下	考查	
(3)校企合作实践(必修8学分)								
	半导体工艺与装备产教融合实习	8	16周			6	考查	
(4)毕业设计（论文）(必修12学分)								
052208	毕业设计（论文）	12	16周			8	考查	
五、第二课堂(选修2学分)								
(1)创新创业类(含三旋翼工作坊)(选修1学分)								
(2)素质拓展类(选修1学分)								

总学分158分

附录1 -毕业要求与专业培养目标对照表

毕业要求	本专业立足于上海，致力于服务长三角地区，紧扣国家半导体与集成电路产业战略及工艺装备领域前沿发展方向，依托学校世界一流应用创新型大学的办学定位，旨在培育出能够满足现代半导体精密制造及长三角社会经济发展的专业人才，满足半导体材料、晶圆工艺、半导体装备、精密制造、检测可靠性、先进封装等领域对高素质复合型人才的需求。	本专业学生将系统掌握半导体工艺与装备领域的专业知识，系统掌握创新思维与方法论，具备创新精神、批判性思维和探索未知的主动性，熟练运用所学知识解决半导体工艺、精密制造与高端装备应用领域的复杂工程问题，具有卓越的沟通和团队协作能力，具备良好职业道德、强烈的社会责任感和社会主义建设者的使命感，全方位提升半导体工艺与装备设计、制造、测试等工程应用能力，成为德智体美劳全面发展的高素质工程应用型人才。	具备扎实的半导体工艺与装备基本知识，具有开展半导体工艺开发、高端装备调试优化、制程良率提升、质量控制、工程实践和创新研究能力。能够立足半导体材料、器件物理、微纳加工、精密光刻、薄膜沉积、刻蚀工艺与半导体核心装备技术基础，胜任半导体精密制造领域工艺改良、装备运维、技术升级与工程应用工作。	具备规范的工程判断与项目管理能力。在半导体工艺与装备工程实践中，能够严格遵守法律法规、行业标准与精密制造安全生产规范，综合考虑社会、健康、安全、法律、文化和环境等多方面因素，具备科学的项目评估、产线制程管理与装备运维管理能力，坚持可持续发展理念，有效解决半导体工艺制造与装备应用领域的复杂工程问题。	拥有开阔的国际视野与综合管理潜力。适应材料、光学、机械、控制、电子信息多学科交叉团队和跨文化环境的工作要求，能够有效与同行沟通与交流，规范撰写装备调试报告、工艺技术文档、制程分析报告，展现出出色的技术管理和工程决策能力，具备担任半导体工艺、装备、制造相关岗位、项目或部门负责人的发展潜力。	具备终身学习与持续创新发展能力。能够紧跟半导体新材料、先进制程、高端精密装备、智能检测技术的迭代发展步伐，主动更新知识体系、掌握创新方法，持续实施工艺与装备技术创新并具备解决关键技术和突破性难题的潜力，通过终身学习不断提升自身职业竞争力，在半导体工艺、高端装备与精密制造领域持续发挥重要作用。
工程知识：具有将数学、自然科学、工程基础和专业知用于解决半导体工艺与装备领域复杂工程问题。	✓	✓	✓			
问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学	✓	✓		✓		

的基本原理，识别、表达半导体工艺、精密制造与装备应用等领域复杂工程问题，并通过文献查询研究分析，以获得有效结论。						
设计、开发解决方案：针对半导体工艺与装备领域复杂问题，设计工艺方案、装备应用方案、测试验证方案和质量改进方案，并在设计过程中体现创新意识，并能综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。		✓	✓	✓		
研究：能够基于科学原理并采用科学方法对半导体材料应用、精密工艺开发、高端装备调试、产线质量检测、制程可靠性分析等复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。		✓		✓		
使用现代工具：能够针对半导体工艺与装备领域复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解这些现代工具的局限性。		✓	✓	✓		
工程与可持续发展：能够基于半导体产业和工程实践背景，分析和评价半导体工				✓		

艺开发、装备运行、材料应用等工程活动对社会、健康、安全、环境、法律以及文化的影响，具备绿色制造、安全生产、资源节约和环境保护意识。						
工程伦理和职业规范：了解我国基本国情，树立社会主义核心价值观，有工程报国、为民造福的意识，具有人文社会科学素养和社会责任感，能够理解和践行工程伦理，能够在半导体工艺与装备相关工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。	✓	✓			✓	
个人和团队：能够在电子信息、材料科学、精密机械、自动化控制等多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。		✓			✓	
沟通：能够就半导体工艺与装备领域复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写工艺报告、装备调试文稿、项目设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。		✓			✓	
项目管理：理解并掌握国家对于半导体与集成电路行业产业政策、工程管理原		✓			✓	

理与经济决策方法，并能在多学科交叉的精密制造、工艺装备应用环境中应用。						
终身学习：认识并理解当前半导体工艺、高端装备行业发展迅速、技术迭代更新快的特点，具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应行业技术发展的能力。		✓				✓

6. 教师及课程基本情况表

6.1 专业核心课程情况表

课程名称	课程总学时	课程周学时	拟授课教师	授课学期
半导体物理基础	32	4	陈捷狮，曾琪	4上
精密机械设计	48	4	张立强	4上
控制工程基础	32	4	张海峰	4
半导体器件物理（全英文）	32	4	孙明轩	4下
半导体制造技术及原理	32	4	郝惠莲	5上
半导体薄膜物理与技术	32	4	麻哲义培	5下
半导体真空技术与装备	32	4	杨冬野，沙玲	5下
半导体检测与分析	32	4	李军	5
半导体材料与电子化学品	32	4	鲁娜，李文尧	5

6.2 本专业授课教师基本情况表

姓名	性别	出生年月	拟授课程	专业技术职务	学历	最后学历 毕业学校	最后学历 毕业专业	最后学历 毕业学位	研究领域	专职/兼职
李军	男	1977-02	半导体检测与分析	教授	研究生	华东理工大学	材料学	博士	半导体材料	专职
陈捷狮	男	1985-04	半导体物理基础，先进封装技术	教授	研究生	上海交通大学	材料科学与工程	博士	半导体工艺	专职
张立强	男	1979-01	精密机械设计	教授	研究生	上海交通大学	机械制造及其自动化	博士	机械设计	专职
苗晓丹	女	1980-06	数字电子技术	教授	研究生	上海交通大学	电子科学与技术	博士	微机电装备	专职
沙玲	女	1970-12	半导体真空技术与装备	教授	研究生	吉林大学	机械工程	博士	机械设备	专职
杨冬野	男	1981-12	半导体真空技术与	教授	研究生	哈尔滨工业大学	材料加工工程	博士	半导体装备	专职

			装备							
鲁娜	女	1980-08	半导体制造技术及原理，MEMS和微系统制造基础	教授	研究生	中国科学技术大学	化学	博士	微纳传感	专职
张艳	女	1985-02	半导体热管理材料与人工智能优化	教授	研究生	上海交通大学	材料科学与工程	博士	电子材料与器件	专职
孙明轩	男	1983-11	半导体器件物理（全英文）	教授	研究生	复旦大学	物理电子学	博士	新能源材料与器件	专职
李文尧	男	1986-11	半导体材料与电子化学品	教授	研究生	东华大学	材料物理与化学	博士	新能源器件	专职
贡丽萍	女	1991-01	工程光学	副教授	研究生	东南大学	光学工程	博士	信息光学	专职
张海峰	男	1982-09	控制工程基础	副教授	研究生	西安交通大学	控制科学与工程	博士	设备智能控制	专职
郝惠莲	女	1980-05	半导体制造技术及原理	副教授	研究生	上海交通大学	凝聚态物理	博士	光学基础研究	专职
赵嫚	女	1989-07	刻蚀技术及装备	副教授	研究生	东华大学	机械工程	博士	设备智能制造	专职
郭隐桦	女	1990-07	光电材料与器件	副教授	研究生	东华大学	材料学	博士	柔性电子材料与器件	专职
杨皓	男	1984-06	光刻技术及装备	副教授	研究生	北京航空航天大学	机械工程	博士	智能装备与精密检测	专职
徐书生	男	1990-12	模拟电子技术	副教授	研究生	上海交通大学	电子科学技术	博士	半导体传感器	专职
王祎雪	女	1980-05	材料科学基础（半导体材料	副教授	研究生	哈尔滨工业大学	材料学	博士	半导体材料	专职

			方向)							
何志芪	女	1978-03	电路	副教授	研究生	华中科技大学	电气工程	硕士	输电线路 在线监测	专职
曾琪	女	1987-07	半导体物理基础	讲师	研究生	复旦大学	凝聚态物理	博士	光电器件	专职
李彬	男	1982-07	微纳加工技术，集成电路制造综合实验	讲师	研究生	哈尔滨工业大学	材料加工工程	博士	电子封装技术	专职
艾欣	女	1989-11	半导体科技英语，AI+半导体试验设计与数据分析	讲师	研究生	德累斯顿工业大学	材料学	博士	热电材料与器件	专职
麻哲义培	男	1993-08	半导体薄膜物理与技术	讲师	研究生	中南大学	材料科学与工程	博士	电磁吸波材料	专职
刘欣荣	男	1987-09	精密机械设计课程设计	讲师	研究生	上海理工大学	机械工程	博士	智能机器人控制	专职
解安全	男	1994-11	半导体工艺模拟与仿真，集成电路制造综合实验	讲师	研究生	南京工业大学	化学工程	博士	半导体热管理	专职
金积德	男	1971-05	半导体制造技术及原理	其他正高级	研究生	美国亚利桑那州立大学	微机电工程	博士	半导体制程	兼职
田博博	男	1989-01	半导体器件物理（全英文）	其他副高级	研究生	中国科学院上海技术物理研究所	微电子与固体电子学	博士	半导体器件	兼职
尹权欢	男	1979-09	半导体工艺与装备	其他正高级	大学本科	上海大学	通信工程	学士	半导体封装技术	兼职

			产教融合 实习							
付永朝	男	1978-07	半导体工 艺与装备 产教融合 实习	其他正高 级	研究生	西安电子 科技大学	电子科学 与技术	硕士	半导体封 装	兼职
邵滋人	男	1977-01	—	其他正高 级	大学本科	吉林大学	电子信息 工程	学士	半导体封 测营运管 理/研发	兼职
蔡晓峰	男	1977-09	—	其他正高 级	研究生	中欧国际 工商学院	EMBA	硕士	半导体封 测	兼职
张健健	男	1982-09	半导体科 技英语	其他副高 级	研究生	上海理工 大学	工商管理	硕士	半导体封 装与测试	兼职
周斌	男	1984-09	—	其他副高 级	大学本科	复旦大学	行政管理	学士	半导体芯 片生产及 研发	兼职
瞿文元	男	1972-12	半导体工 艺与装备 产教融合 实习	其他正高 级	大学本科	武汉理工 大学	航海技术	学士	半导体封 装	兼职
顾培民	男	1985-02	先进封装 技术	其他副高 级	大学本科	江南大学	自动化	学士	设备工程 管理	兼职
刘逸宁	男	1983-11	AI+半导 体试验设 计与数据 分析	其他副高 级	大学本科	上海应用 技术大学	汽车工程 专业	学士	新产品开 发	兼职
董美丹	女	1982-01	数字电子 技术	其他副高 级	研究生	上海交通 大学	集成电路 制造	硕士	新产品设 计开发	兼职
曹持论	男	1972-01	—	其他正高 级	研究生	美国德克 萨斯大学 阿灵顿分 校	工商管理	硕士	集成电路 封测	兼职
赵仁洁	男	1992-08	半导体工 艺与装备 产教融合 实习	其他副高 级	研究生	上海大学	材料加工	硕士	半导体装 备制造	兼职
吴声誉	男	1982-08	MEMS和微	其他副高	研究生	北京信息	电子信息	硕士	芯片封装	兼职

			系统制造基础	级		科技大学	工程		设计与开发	
武乐可	男	1980-06	材料科学基础（半导体材料方向）	其他副高级	研究生	上海交通大学	凝聚态物理	博士	第三代半导体材料开发	兼职
岳晴雯	女	1988-06	半导体制造工艺	其他副高级	研究生	中国科学院上海硅酸盐研究所	材料学	博士	半导体功能材料	兼职
占卫君	男	1988-01	半导体工艺与装备产教融合实习	其他正高级	研究生	浙江工业大学	材料科学与工程	硕士	精密焊接与精密机加工	兼职
邵锦钟	男	1990-01	半导体工艺与装备产教融合实习	其他中级	研究生	上海工程技术大学	材料加工工程	硕士	半导体CVD用核心零部件开发	兼职

6.3教师及开课情况汇总表

专任教师总数	25		
具有教授（含其他正高级）职称教师数	18	比例	40.91%
具有副教授及以上（含其他副高级）职称教师数	37	比例	84.09%
具有硕士及以上学位教师数	38	比例	86.36%
具有博士学位教师数	28	比例	63.64%
35岁及以下青年教师数	5	比例	11.36%
36-55岁教师数	39	比例	88.64%
兼职/专任教师比例	19:25		
专业核心课程门数	9		
专业核心课程任课教师数	12		

7. 专业主要带头人简介

姓名	李军	性别	男	专业技术职务	教授	行政职务	院长
拟承担课程	半导体检测与分析			现在所在单位	上海工程技术大学		
最后学历毕业时间、学校、专业	2005年毕业于华东理工大学大学材料科学专业						
主要研究方向	半导体材料						
从事教育教学改革研究及获奖情况（含教改项目、研究论文、慕课、教材等）	1. 2025年上海工程技术大学教材成果特等奖“面向集成电路行业的“四阶递进”式产教深度融合育人模式创新与实践” 2. 2026年上海工程技术大学电子封装技术PBL示范专业建设，负责人，50万 3. 2024年上海工程技术大学电子封装技术产教融合示范专业，负责人，10万 4. 2024年上海市级微专业建设——微电子封装微专业，负责人，15万 5. 2026年上海工程技术大学集成电路专项班建设，负责人，50万						
从事科学研究及获奖情况	公开发表论文： 1.R.L. Li, J. Li*, Y.N. Yan, M. Shao, J. Li. Tribocorrosion resistance of CoCrFeNiNbx laser-clad coatings in the neutral and acid solutions [J]. Optics & Laser Technology, 2023, 158: 108817. 2.Yinsi Xu, Jun Li*, Wanggen Li. Evolution in electrochemical performance of the solid blend polymer electrolyte (PEO/PVDF) with the content of ZnO nanofiller [J]. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2022, 632:127773. 3.Baige Yuan, Jun Li*, Manman Xia, Ying Zhang, Ruyan Lei, Peng Zhao and Xiao Li. Synthesis and electrochemical performance of hollow-structured NiO + Ni nanofibers wrapped by graphene as anodes for Li-ion batteries [J]. Nanotechnology, 2021, 32:335603. 4.X. Li, J. Li*, Y. Zhang, P. Zhao. Synthesis of Ni-MOF derived NiO/rGO composites as novel electrode materials for high performance supercapacitors [J]. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2021, 622:126653. 5.P. Zhao, J. Li*, Y. Zhang, X. Li, M.M. Xia, B.G. Yuan. Wear and high-temperature oxidation resistances of AlNbTaZrx high entropy						

		alloys coatings fabricated on Ti6Al4V by laser cladding [J]. Journal of Alloys and Compounds, 2021, 862:158405.					
		科研项目及获奖情况 1. 202506-202807, 半导体先进封装用临时键合胶机理与性能研究, 上海市科学技术委员会, 40万, 在研, 排序第1 2. 2025. 12-2027. 12面向超高压期间领域碳化硅深沟槽结构的刻蚀技术及设备研发项目, 长三角科技创新共同体联合攻关项目, 40万, 在研, 排序第1 3. 202007-202306磨损-腐蚀交互作用致激光改性层疲劳累积损伤失效机制及寿命预测研究, 上海市科学技术委员会, 20万, 结题, 主持 4. 2024年获上海重点产品质量攻关项目成果二等奖; 排名第1 5. 2023年获上海产学研合作优秀项目奖三等奖; 排名第1 6. 2023年获第二十三届中国国际工业博览会新材料产业展优秀产品奖; 排名第1; 7. 2022年获上海科普教育创新奖提名奖; 排名第1 8. 2022年获中国产学研合作创新成果优秀奖; 排名第1 9. 2021年获上海市育才奖 10. 2012年入选上海市曙光人才计划, 获得曙光学者称号。					
近三年获得 教学研究经 费(万元)	125. 0			近三年获得 科学研究经 费(万元)	200. 0		
近三年给本 科生授课课 程及学时数	材料现代分析方法等 共计200			近三年指导 本科毕业设 计(人次)	3		
姓名	陈捷狮	性别	男	专业技术职 务	教授	行政职务	省级平台副 主任
拟承担课程	半导体物理基础, 先进封装技术			现在所在单 位	上海工程技术大学		
最后学历毕业时间、学 校、专业		2016年毕业于上海交通大学材料科学与工程专业					
主要研究方向		半导体工艺					
从事教育教学改革研究 及获奖情况(含教改项目 、研究论文、慕课、教材 等)		1. 基于“新工科”背景下的集成电路专业型人才培养模式研究 (220505079300945) 教育部产学研合作协同育人项目, 5万, 2022年, 排序第1 2. 《微连接原理》课程建设(K202005001), 1万, 2020年, 排序第1					

	3. 微电子封装微专业，0.5万，2024年，排序第13 4. 《微连接原理》产教融合课程建设，1万，2024年，排序第1 5. 集成电路封装制造及装备研究生创新实践基地，3万，2025年，排序第1 6. 集成电路封装及先进制造研究生学术创新论坛（第一届），4万，2025年，排序第1 6. 集成电路封装及先进制造研究生学术创新论坛（第二届），5万，2026年，排序第1 教学论文： 1. 陈捷狮等：微连接原理课程建设与实践改革探讨，教育，2020 陈捷狮等：基于“新工科”背景下的高端激光装备专业型人才培养模式研究，教育，2023
从事科学研究及获奖情况	公开发表论文（共计SCI论文102篇）主要代表如下： 1. Shuai Li, Jieshi Chen*, et al. Comparative study of the micro-mechanism of charge redistribution at metal-semiconductor and semimetal-semiconductor interfaces: Pt(Ni)-MoS₂ and Bi-MoS₂(WSe₂) as the Prototype. Applied Surface Science, 623, 157036 (2023). (ESI热点/高倍引论文) 2. Jiang yuan Ji, Zhiyuan Zhang, Jieshi Chen*, et al. Effect of refractory elements M (=Re, W, Mo or Ta) on the diffusion properties of boron in nickel-based single crystal superalloys. Vacuum, 2141, 111923 (2023) ((ESI高倍引论文)). 3. Zhiyuan Zhang, Jieshi Chen*, et al. Effects of solder thickness on interface behavior and nanoindentation characteristics in Cu/Sn/Cu microbumps. Welding in the World 66, 973 - 983 (2022). (ESI热点论文, IIW专题优秀推荐论文, 引用128次) 4. Jieshi Chen#, et al. The Zn accumulation behavior, phase evolution and void formation in Sn-xZn/Cu systems by considering trace Zn: a combined experimental and theoretical study. Journal of Materials Research and Technology, 8(5), 4141-4150 (2019). 5. Jieshi Chen#, et al. Effect of substrates on the formation of Kirkendall voids in Sn/Cu joints. Welding in the World 63, 751 - 757 (2019). (IIW “Microjoining and Nanojoining” 优秀推荐论文) 科研项目： 1. 国家自然科学基金委员会，面上项目，52375351，结构原子级精确的全

		IMC互连结构高通量设计及其实验研究，2024-01-01 至 2027-12-31，50万元，在研，主持 2. 上海市人才工作局，上海市东方英才计划青年项目人才计划，QNJY2024005，2025-01-01 至 2027-12-31，，60万元，负责人 3. 国家自然科学基金委员会，青年项目，52375351，Cu6Sn5 单晶互连结构异质形核机制研究，2018-01-01 至 2021-12-31，26万元，结题，主持 4. 重大横向(24CL-033)：基于高通量设计的电子封装材料的智能系统及关键技术开发（主持 530 万，在研） 5. 重大横向(22CL-022)：具有优良磁性能的冷轧取向硅钢产品研究（主持 340 万， 2024 年结题） 6. 重大横向(22CL-011)：面向 SY215 挖掘机斗杆的单边角接激光-电弧复合焊技术开发（主持 156 万，2025年结题） 7. 重大横向(23CL-009)：新能源用超短脉冲激光微细加工及激光熔覆技术开发（主持 100 万，在研） 8. 重大横项(21CL-060)：激光振镜智能螺旋焊接系统及关键技术开发（主持 100 万，2023 年结题）					
近三年获得教学研究经费（万元）	20.5			近三年获得科学研究经费（万元）	640.0		
近三年给本科生授课课程及学时数	微连接原理，半导体物理基础，共192学时			近三年指导本科毕业设计（人次）	12		
姓名	张立强	性别	男	专业技术职务	教授	行政职务	副院长
拟承担课程	精密机械设计			现在所在单位	上海工程技术大学		
最后学历毕业时间、学校、专业	2008年毕业于上海交通大学机械制造及其自动化专业						
主要研究方向	智能制造与数控技术、大型薄壁件精密制造技术						
从事教育教学改革研究及获奖情况（含教改项目、研究论文、慕课、教材等）	1. 面向产业转型，强化创新赋能——机械工程应用型人才培养模式探索与实践，上海市级教学成果奖二等奖，2022.10，排序第2； 2. 新工科视域下一流机械工程专业人才“三三融合”培养模式的创新与实践，上海工程技术大学教学成果一等奖，排序第7； 3. 优势工科专业牵引，大中小协同科创教育体系的建立与创新实践，上海工程技术大学教学成果特等奖，2026.5，排序第2；						

	4. “机械原理”上海市级一流本科课程，上海市教育委员会，2024.12，排序第1； 5. “机械设计”国家级一流本科课程，教育部，2023.05，排序第3； 6. 薄壁件数控加工理论与精度控制方法，华中科技大学出版社，2022.12，排序第3.
从事科学研究及获奖情况	公开发表代表性论文： 1. Tong Yang; Liqiang Zhang; Meihua Zhang; Di Wu; Nan Wu; Numerical simulation and experimental analysis of thermal conduction and stress in laser cladding repair of thin-walled parts, Optics & Laser Technology, 2025, 181(11897). (SCI, 通讯作者) 2. Panping Xu; Liqiang Zhang; Meihua Zhang; Yongqiao Jin; A collaborative docking strategy for medium-to-large segments based on the combined field-of-view measurement system, Measurement, 2025, 242(116313). (SCI, 通讯作者) 3. Nan Wu; Liqiang Zhang; Meihua Zhang; Man Zhao; Gang Liu; Multi-objective optimization of ultrasonic vibration-assisted drilling in carbon fiber reinforced polyetherketoneketone laminate, Polymer Composites, 2025, 46(4): 3595-3611. (SCI, 通讯作者) 4. Nan Wu; Liqiang Zhang; Meihua Zhang; Panping Xu; Gang Liu; Experimental study on ultrasonic vibration-assisted drilling performance of carbon fiber polyetherketoneketone laminate, Polymer Composites, 2024, 45(18): 16674-16691. (SCI, 通讯作者) 5. Meihua Zhang; Nan Wu; Liqiang Zhang; An experimental study on drill bit wear and hole quality in ultrasonic vibration-assisted drilling of carbon fiber-reinforced polyetherketoneketone composites, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2025, 39(1-2): 799-808. (SCI, 通讯作者) 科研项目： 1. 202401-202712，瞬时动力学特性不确定下大型薄壁件镜像铣削抑振机理及稳态调控研究，国家自然科学基金面上项目，主持，50万，在研； 2. 201801-202112，基于面型重构与刚度适配的薄壁件镜像高效加工理论与方法，国家自然科学基金面上项目，主持，59万，结题； 3. 202410-202709，航发叶盘五轴加工中心研制与验证，国家科技重大专项项目子课题，72.1万，在研；

		4. 201901-202112, 上海市人才发展基金资助项目, 上海市人力资源和社会保障局, 30万, 结题; 5. 202107-202306, 大型航空航天薄壁结构件高质高效加工技术与工艺研发, 成都永峰科技有限公司, 100万, 结题。 科技成果获奖: 1. 低刚度复杂薄壁件精密加工检测技术及其装备, 中国商业联合会科学技术奖二等奖, 2017.12, 排序第2; 2. 多轴联动数控装备轮廓误差检测与补偿技术及其应用, 中国机械工业科学技术奖三等奖, 2017.10, 排序第3.					
近三年获得 教学研究经 费(万元)	35.0			近三年获得 科学研究经 费(万元)	120.0		
近三年给本 科生授课课 程及学时数	机械原理等 480			近三年指导 本科毕业设 计(人次)	12		
姓名	杨冬野	性别	男	专业技术职 务	教授	行政职务	无
拟承担课程	半导体真空技术与装备			现在所在单 位	上海工程技术大学		
最后学历毕业时间、学 校、专业		2016年毕业于哈尔滨工业大学材料加工工程专业					
主要研究方向		半导体设备					
从事教育教学改革研究 及获奖情况(含教改项目 、研究论文、慕课、教材 等)		1. 2024年, 主持《集成电路半导体制造》市级微专业建设; 排序第1 2. 2025年-至今, 获批《集成电路工艺及设备概述》教材建设项目; 排序第1 3. 2025年, 主持《研创融本: 产教融合下的毕业设计创新实践》校级教育教学改革研究项目; 排序第1 4. 2025年, 主持优质教学资源《科技创新实践基地建设》项目排序第1					
从事科学研究及获奖情 况		公开发表代表性论文: 1.Xinran Li, Dongye Yang*,Zixu Zhao, Fangjie Li, Yan Zhang*.Controlled synthesis and mechanistic insights into the formation of yttriumoxide mesocrystals with tailored morphologies[J]. Ceramics International, 2025. 2.Ke Si, Dongye Yang*,Xinran Li, Fangjie Li, Yan					

Zhang*.Mechanistic insight into the synthesis and morphological evolution of yttriumoxide nanotubes[J]. Ceramics International, Volume 50, Issue 11, Part B, 2024, 20441-20446. 3. Xinqi Zhang, Dongye Yang*,Yandong Jia, Gang Wang, et al. Microstructure evolution and tensile property ofhigh entropy alloy particle reinforced 316L stainless steel matrix compositesfabricated by laser powder bed fusion[J]. Journal of Alloys and Compounds,2023, 965: 171430. 4. Jiayi Zhou, Yan Zhang*, Ming Zhang, Dongye Yang*, Wenwei Huang, AoZheng, and Lingyan Cao*. High-Performance MXene Hydrogel for Self-PropelledMarangoni Swimmers and Water-Enabled Electricity Generator. Adv. Sci. 2024,2408161. 5. Ao Zhang, Yan Zhang*, Weihua Cheng, Xinran Li, Kai Chen, Fangjie Li, DongyeYang*. Dual-gas sensing via SnO₂-TiO₂ heterojunctionon MXene: Machine learning-enhanced selectivity and sensitivity for hydrogenand ammonia detection[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, Volume 429, 2025, 137340. 科研项目： 1. 2021.04-2025.12，主持企业委托横向课题《干法刻蚀机G6.5 & G7安装用多功能平台研发》，826万； 2. 2020.05-2021.12，主持企业委托横向课题《干法刻蚀机G5.5安装用多功能平台研发》，286万； 3. 2019.09-2020.12，主持企业委托横向课题《干法刻蚀机G4.5安装用多功能平台研发》，115万；							
近三年获得教学研究经费（万元）	20.0			近三年获得科学研究经费（万元）	541.5		
近三年给本科生授课课程及学时数	集成电路工艺及设备 96			近三年指导本科毕业设计（人次）	18		
姓名	苗晓丹	性别	女	专业技术职务	教授	行政职务	副系主任
拟承担课程	数字电子技术			现在所在单位	上海工程技术大学		

最后学历毕业时间、学校、专业	2012年毕业于上海交通大学电子科学与技术专业
主要研究方向	微机系统，传感与测试技术
从事教育教学改革研究及获奖情况（含教改项目、研究论文、慕课、教材等）	1. 先进制造技术课程数字人建设, 校级教学建设项目, 2026. 06, 排序第1; 2. 机械类专业课程的思想政治教育研究, 校级教学建设项, 2020. 03, 排序第1;
从事科学研究及获奖情况	公开发表代表性论文: 1. Zhanghao; XiaodanMiao; Yanning tang; Zhanghao; Janyang; Analysis of Aerodynamic Noise Reduction Method of a High-Speed Train Pantograph Based on Active Jet. International Journal of Computational Fluid Dynamics, 2025, 39(5):316-329. 2. Huichen; Xiaodan Miao; Yanning tang; Zhanghao; Janyang; Noise reduction of high-speed train pantograph cavity based on the combination of active jet and vortex generato, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, 2025, 239(9): 751-764 3. Daowei Liu; Xiaodan Miao; Ziheng Zhang; Ruigang Song; Tianchen Yuan; Jian Yang; Interior Noise Reduction Method of Pantograph Areas for Highspeed Trains Based on Active Jet Technology, Journal of Applied Fluid Mechanics, 2024, 17(7) 4. Ziheng Zhang; Xiaodan Miao; Daowei Liu; Cavity noise reduction of a high-speed train pantograph through jet parameter optimization, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, 2024, 238(8) 5. Chen he; Xiaodan Miao; Lu hongguang; Liushi Hai; Yangzhuo qing; High-efficiency 3D-printed three-chamber electromagnetic peristaltic micropump, Micromachines, 202314(2):257 科研项目: 1. 202201-202512, 高速列车受电弓智能射流与结构仿生协同降噪方法研究, 国家自然科学基金面上项目, 主持, 58万, 结题; 2. 202512-202711, Development of Acoustic metamaterials for high-speed train aerodynamic noise reduction, 上海科委项目, 国内主持, 40万, 在研;

		3. 202503-202612, 高速列车受电弓智能射流降噪方法研究, 上海市地面交通工具空气动力与热环境模拟重点实验室开放课题, 10万, 在研; 4. 202307-202406, 钨基复合材料薄膜氢气检测传感器开发, 上海锐宇流体控制有限公司, 30万, 结题;	
近三年获得教学研究经费(万元)	4.0	近三年获得科学研究经费(万元)	85.0
近三年给本科生授课课程及学时数	传感与测试技术等 350	近三年指导本科毕业设计(人次)	18

8. 教学条件情况表

可用于该专业的教学实验设备总价值（万元）	1630.0	可用于该专业的教学实验设备数量（千元以上）	305（台/件）
开办经费及来源	1. 上海市和上海工程技术大学划拨专项经费； 2. 产教融合合作企业划拨办学经费（含捐赠设备）		
生均年教学日常运行支出（元）	4321.2		
实践教学基地（个）	10		
教学条件建设规划及保障措施	上海工程技术大学建设半导体工艺与装备专业，将依托现有办学基础和区位优势，从五方面推进。 平台建设：依托材料科学与工程、电子封装技术、机械工程、电子信息工程、集成电路科学与工程等相关学科和专业基础，整合6个相关省部级学科平台，建设集成电路制程实验室、微电子封装产线实践基地（类产线环境工厂）、半导体可靠与测试实验室等实验平台。 师资结构：近四年引进相关领域高层次人才近20名，其中专职15名、兼职4名，并选派教师赴企业和科研院所进修，吸纳企业导师参与教学，不断优化师资队伍结构，强化教师产教融合育人能力。 教学体系：构建以半导体物理基础、器件物理、真空技术与装备、控制工程基础、检测与分析等课程为支撑的体系，依托专业化的实验室，开设综合性、设计性实验；推进案例教学、项目制教学和企业专家进课堂，强化理论教学与工程实践结合。 校企合作：依托长三角产业优势，与材料、制造装备、封装及测试企业共建实践基地和联合实验室，邀请企业专家参与培养方案、课程建设和驻企实践指导。 保障措施：加大经费投入，完善专业建设管理和质量监控机制，明确各方职责，通过课程评价、企业反馈和毕业生跟踪持续改进人才培养体系。		

主要教学实验设备情况表

教学实验设备名称	型号规格	数量	购入时间	设备价值（千元）
行星高能球磨机	PULVERISETTE4	1	2013	296.73
真空中频感应炉	YQ-DX10KG	1	2014	280.0
等离子增强系统	科晶PECVD	1	2015	168.75
滑动高真空系统	科晶OTF-1200X-4-	1	2015	120.6

	RTP			
多功能真空实验仪	DDH2010F	1	2015	169.0
真空淬火炉	WHQ-200	1	2017	560.0
多通量微波消解/萃取系统	MDS-6G	1	2019	60.0
螺杆式空气压缩系统	IR UP5-18-8	1	2020	125.0
等离子体纳米改性系统	赛斯特102	1	2021	458.0
多气氛高温烧结系统	SJF1750	1	2022	96.0
柔性电子器件制备打印机	Scientific 4	1	2024	195.0
流延机	LY-250-03-P	1	2024	90.0
丝网印刷机	HSP-12A	1	2024	90.0
流延拉膜机	LJSBL	1	2024	276.0
材料加工系统供气装置	定制	1	2025	189.0
基于Parker多轴平台的3D打印可控环境系统	非标	1	2025	598.6
空气压缩机系统	RM7i	1	2025	72.3
真空热压烧结炉	RYL-16-15	1	2025	298.0
隔膜泵（含离子源）	16771481692	1	2025	94.88
磁控溅射镀膜机	M360	1	2025	1270.0
紫外光刻机	URE2000/17型	1	2017	110.0
激光加工光束调节系统	PFo	1	2022	477.23
HMDS烘箱	MD-15	1	2024	120.0
光刻机	C25-XA	1	2024	156.5
精密激光微纳加工平台	定制	1	2024	348.6
显影机	EZ6-DEV-CTM-GC	1	2024	90.95
晶圆切割机	DS613	1	2024	187.5
清洗机	新阳硅密SC-1	1	2024	178.89
湿法刻蚀机	新阳硅密s-1	1	2024	188.89
三轴精密平台	非标	1	2025	197.6
实验室内嵌式超净系统	YM-FFU-100	1	2025	190.0
电池单体组装及封装设备	GY-DPZ300D	1	2024	424.6
真空回流焊机	定制LAW501	1	2024	438.0

点胶机	MEST-T3SV-331	1	2025	96.9
点胶机	MEST-T3S-331	1	2025	64.85
焊线机	SH3018	1	2025	60.0
热压叠片机	HMB-20-15	1	2025	59.8
压力烧结设备	VLS150	1	2025	452.0
集成电路微型MGP塑封压机	XP-523	1	2026	38.0
MGP塑封模架	XP-M012	1	2026	30.0
SOP8 MGP模具	XP-MP08	1	2026	30.0
废胶切割机	XP-TF02	1	2026	80.0
SOP8 MGP冲胶模具	XP-MR08	1	2026	30.0
自动切筋成型系统	XP-TR06	1	2026	270.0
SOP8 切筋成型模具	XP-MT08	1	2026	30.0
自动充氮烘箱	XP-HX05	1	2026	28.0
集成电路高精度装片系统	XP-DB08	1	2026	50.0
集成电路全自动芯片微连接设备	XP-WB06	1	2026	60.0
X射线衍射仪	X Perp PRO	1	2009	1755.96
扫描式电子显微镜	日立 S-3400N	1	2010	1061.6
激光拉曼光谱仪	labRAM HR Evolution	1	2016	1628.11
荧光光谱仪	F-7000	1	2017	254.38
比表面测试仪	JW-BK200B	1	2017	198.0
紫外可见分光光度计	UV-2600	1	2018	196.9
动态接触角测量仪	SZ-CAMC32	1	2019	59.0
Olympus 三维立体显微镜	BX53M	1	2019	96.8
台阶仪	D300	1	2020	256.35
共聚焦显微镜	OLS5000	1	2020	700.0
等离子光谱元素分析仪	HoribaUltiaExpert	1	2021	632.62
三维测量与激光扫描反求系统	WENZEL	1	2021	1000.0
同步热分析仪	TGA/DSC 3+	1	2021	500.0

激光粒度仪	LT2200	1	2021	141.75
场发射扫描电镜	LYRA3	1	2021	3986.25
场发射透射电镜	TALOS F200S	1	2021	6003.54
钨灯丝扫描电镜	VEGA3	1	2021	1505.87
能谱仪	Xplore30	1	2022	300.0
高压DSC-TG分析系统	定制	1	2023	485.0
光学成像系统	IX73	1	2023	488.0
高精度光栅光谱仪	Omin	1	2024	598.0
金相显微镜	WMJ-9950	1	2024	71.5
高灵敏手持式拉曼仪	ATR3110XW-785-LT	1	2024	179.65
高温润湿角测量仪	CA600	1	2024	295.0
比表面积分析测试系统	ASAP2460	1	2025	790.0
电子显微镜	DX-201	1	8211	60.08
扫描电子显微镜	s-2700	1	9210	632.89
低频疲劳试验机	CAREIBTC-300	1	2013	284.27
多功能摩擦磨损试验机	MUF-1050	1	2013	734.4
电液伺服疲劳材料试验机	250KN	1	2014	1812.65
电子拉伸材料试验机	5KN	1	2014	353.43
万能材料硬度计	5KN	1	2014	261.46
电子拉伸材料试验机	150KN	1	2014	905.24
高温真空摩擦磨损试验仪	GHT-1000E	1	2014	188.0
通用有限元分析软件 ABAQUS	ABAQUS	1	2017	289.8
高温材料热导率测量仪	1800-HTCMI	1	2017	195.0
deform-3D软件	v12	1	2020	198.0
电动力学拉扭复合疲劳 测试系统	MTS Acumen 12 A/T	1	2022	1633.23
红外热成像仪	T480	1	2022	148.0
智能化硬度测量分析系 统	HMAS-C1000SZZ	1	2022	136.0
高温疲劳试验机	HA100	1	2023	2245.46
高温蠕变试验机	100KN	1	2023	165.0

电子万能试验系统	C45.605	1	2023	1310.0
低温冲击试验机	JBW-300D	1	2024	68.0
推拉力测试机	MFM1200L	1	2024	294.0
高低温试验箱	AP-HX-50F	1	2025	350.0
推力测试模组	DS200KG	1	2026	66.5
高频疲劳试验机	PLQ-100	1	9309	179.0
电子万能材料试验机	AG-25TA	1	9401	386.0
介电常数测试系统	STD-C	1	2022	75.0
美国泰克Trek-370直流 式静电电压表	Trek-370-1-H	1	2024	114.5
定制光电测试型真空液 氮恒温器	定制	1	2024	51.8
热阻测试仪	DZDR-AS	1	2025	145.0
半导体参数测试仪	B2901B	1	2025	84.0
自动ATE测试分选实训平 台	XP-TEST01	1	2026	480.0

9. 申请增设专业的理由和基础

一、申请增设专业的理由

（一）国家战略驱动：半导体工艺与装备成为产业链自主可控关键支撑

在全球半导体产业竞争加剧、产业链供应链安全重要性不断提升的背景下，集成电路已成为我国推进高水平科技自立自强和现代化产业体系建设的关键领域。半导体产业关系国家安全和国民经济命脉，其核心技术突破和产业链自主可控能力提升，已成为国家战略布局的重要方向。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》明确提出：

“全链条推动集成电路、工业母机、高端仪器、基础软件、先进材料、生物制造等重点领域关键核心技术攻关取得决定性突破”，明确要求高校应面向集成电路产业链关键环节加强人才培养。

半导体工艺与装备是集成电路制造的核心支撑，直接影响芯片性能、产品良率和产业链安全。光刻、刻蚀到薄膜沉积等关键制程，既依赖稳定可靠的工艺装备，也对工艺开发、参数优化、过程控制和设备运行维护提出较高要求。当前，我国半导体制造设备的国产化率大多在20%以下，薄膜沉积、刻蚀等核心前道工艺设备自主可控能力亟待增强，一方面亟需提升薄膜沉积、刻蚀等核心前道装备的国产化与工程应用能力，另一方面也迫切需要加强工艺开发、工艺优化、工艺集成及现场异常分析等方面的人才培养。

2026年4月28日，教育部发布《普通高等学校本科专业目录（2026年）》，正式增设半导体工艺与装备专业，体现了国家从高等教育专业布局层面对集成电路关键领域人才培养的前瞻部署。面向国家集成电路产业链自主可控和关键核心技术攻关需求，加快建设半导体工艺与装备专业，培养半导体制造与装备领域应用型工程技术人才，具有重要的战略意义和现实必要性。

（二）上海产业需求：支撑集成电路高端制造与装备突破

上海是我国半导体产业链基础最雄厚、产业链条最完整、创新资源最集聚的地区之一。2025年，上海集成电路产业营收突破4600亿元，同比增长24%，已形成涵盖芯片设计、晶圆制造、封装测试、装备材料、EDA工具

和产业服务等环节的较为完整产业生态。同时，上海集聚超1200家集成电路企业，汇聚全国约40%的产业人才和近50%的创新资源，产业规模、企业数量和人才基础均居全国前列。随着上海集成电路产业由规模扩张向核心环节突破转变，产业发展重点进一步聚焦制造工艺、核心装备、关键材料和先进封装等方向。《上海市支持先进制造业转型升级三年行动方案（2026—2028年）》明确提出，支持集成电路企业瞄准装备、先进工艺、光刻胶材料、3D封装，实现全产业链突破。这一政策导向与半导体工艺与装备专业的人才培养方向高度契合。产业链核心环节的突破，关键在于高素质工程技术人才的支撑。晶圆制造、半导体装备、关键材料和封装测试等领域，企业对工艺工程师、设备工程师、材料工程师、质量工程师和应用工程师等岗位需求不断增加。加快建设半导体工艺与装备专业，可为上海集成电路产业高端化、智能化和自主化发展提供应用型工程技术人才支撑。

（三）松江区位承载：依托G60科创走廊和区域产业生态

上海工程技术大学主校区地处上海市松江区，是长三角 G60 科创走廊策源地核心高校。作为长三角G60科创走廊策源地，松江处于上海联通长三角先进制造业和科技创新资源的重要节点。长三角G60科创走廊覆盖上海、嘉兴、杭州、金华、苏州、湖州、宣城、芜湖、合肥九个城市，是推动长三角产业协同创新和先进制造业集群发展的重要平台。依托这一国家战略平台，松江正加快集聚创新资源、产业资源和人才资源，为半导体工艺与装备相关人才培养提供了良好的区域基础。

从产业承载看，松江已形成较为鲜明的集成电路和先进制造产业基础。松江经开区集聚了台积电、豪威半导体、上海超硅、新阳半导体、尼西半导体等50余家集成电路重点企业，涵盖设计、制造、装备、零部件及材料、封装测试等产业链环节，对工艺、设备、材料、质量等岗位人才具有现实需求。

从高等教育资源分布看，松江大学城高校集聚度高，但以工科为主的高校仅有2所（东华大学、上海工程技术大学）。上海工程技术大学立足地方，聚焦面向产业一线、可堪大用的应用型工程技术人才培养，重点解决生产现场工艺调试、设备运维、良率提升等量产环节工程实际问题。上海

工程技术大学的人才培养定位和松江区企业对本地化、应用型、现场型工程人才的显示需求是相契合的。依托松江大学园区高校资源、长三角 G60 科创走廊产业平台以及区域半导体制造企业集群开设半导体工艺与装备专业，能够为实习实训开展、项目化教学落地、企业导师协同育人、毕业生就业对接提供有力支撑，专业建设具备优越的区位条件、坚实的产业基础和广阔的协同育人空间

（四）人才供给缺口：面向制造现场的工艺与装备应用型人才亟待培养

半导体制造具有流程复杂、设备密集、工艺精细和工程实践要求高等特点。晶圆制造、装备运维、材料应用、检测与可靠性分析等环节，均需要大量能够理解工艺机理、熟悉装备运行、掌握参数优化方法并能够解决生产现场问题的应用型工程技术人才。随着我国集成电路产业向高端制造、核心装备国产化和全链条协同突破方向发展，产业一线对工艺工程师、设备工程师、良率工程师、工程师、应用工程师、生产运行与质量管理人员等岗位需求持续增长。

当前，半导体相关人才培养仍存在结构性不足。一方面，部分高校相关专业更多侧重芯片设计、微电子理论或基础研究；另一方面，面向半导体制造现场、突出工艺实施、装备运维、质量控制和良率提升能力培养的本科专业供给仍相对不足。2026年，四川大学半导体工艺与装备专业作为全国首次开设的新工科专业开始招生，表明该专业方向已纳入国家战略急需人才培养布局，但全国本科层面相关专业布点仍处于起步阶段，面向产业现场的应用型人才培养供给亟待加强。

因此，增设半导体工艺与装备专业，能够有效回应集成电路产业链关键环节对应用型工程技术人才的迫切需求，弥补现有人才培养中面向制造现场和装备应用能力不足的问题。该专业建设有助于推动人才培养从“学科思维”向“产业思维”转变，为半导体产业高质量发展提供更加精准的人才支撑。

二、申请增设专业的基础

（一）集成电路人才培养基础扎实

上海工程技术大学是改革开放以来全国第一个“合作教育”教改试点学校，“合作教育”已成为学校应用型人才培养的重要基因。学校长期坚持依托产业办学、服务产业发展的办学传统，在集成电路相关领域已形成较为扎实的专业建设基础。2006年，为响应国家和上海市重点布局集成电路产业链的需求，学校前瞻性开设材料成型及控制工程（微电子封装）本科专业方向；2013年，根据教育部本科专业目录正式更名为电子封装技术专业，成为国内最早开展电子封装技术本科招生专业的高校之一；2025年，入选上海市应用型本科高校人才培养模式改革试点专业。经过二十年建设，该专业已累计培养本科及硕士毕业生800余人，在专业建设、课程体系、实践教学、校企合作和行业服务等方面积累了较为成熟的经验，为半导体工艺与装备专业建设奠定了坚实基础。除此之外，学校还开设了机械工程、智能制造工程、电气工程及其自动化、电子信息工程、数据科学与大数据技术、数据计算及应用和光电信息科学与工程等和集成电路相关的本科专业；拥有“机械工程”一级学科博士点，“集成电路科学与工程”、“材料科学与工程”、“智能科学与技术”、“控制科学与工程”、“光学工程”五个一级学科硕士点和“机械”、“材料与化工”、“电子信息”三个专业硕士点，形成了和集成电路相关的本、硕、博贯通衔接的人才培养体系，可为半导体工艺与装备专业建设提供专业和学科支撑。

（二）电子封装技术专业建设成效显著

学校电子封装技术专业作为集成电路人才培养模式改革的先行专业，近年来在专业吸引力、人才培养质量和行业认可度等方面持续提升。近年来，专业第一志愿报考率和就业率均接近100%；2024—2025年连续两年校内64个专业排名第1，成为转专业过程中学生净流入的热门专业。该专业设立20年来，已累计培养相关领域毕业生800余人，毕业生去向对口率达到85%以上，毕业三年后继续从事本领域工作的比例达到75%以上，用人单位满意度近100%。学校与多家集成电路和电子制造领域头部企业建立了长期合作关系，并在产教融合合作基础上与5家头部企业签署全面战略合作协议，推动合作从实习实训、课程共建向联合培养、项目协同和人才输送等方向深化。相关数据和调研显示，学校培养的人才对上海重点制造业，特别是集

集成电路相关企业的人才供给贡献度位居市内高校前列，体现出学校集成电路应用型人才培养的行业认可度和现实支撑力。

（三）集成电路领域人才培养模式新颖

学校于2025年5月揭牌成立了微电子封装现代产业学院，由学校牵头建设，上海市集成电路行业协会、行业龙头企业共同参与，着力打造“行业—高校—企业”协同育人平台。同年该产业学院获批G60长三角现代产业学院，进一步拓展了学校对接长三角集成电路和先进制造产业资源的渠道。依托现代产业学院，探索并实施了以下多种产教融合新模式：

1、“2.5+0.5+1”产教融合模式

1）基础筑基阶段（2.5年）：重构“数理基础+工艺原理+材料特性”交叉课程群，通过通识教育课程，拓宽学生学科视野；加强数学、物理等基础学科的教学力度；引入专业导论课程，为学生铺设专业认知的初步框架。

2）驻企实战阶段（0.5年）：通过“双向选择+定向分配”整建制进入上微、安靠等头部企业进行16周驻企培养，有明确的岗位名称用于实践、有指定的一线师傅用来带教、有严格的考勤制度用来约束、有完善的课程模块用于互换、有规范的考核体系用来评价。

3）能力进阶阶段（1年）：双向选择式驻企深度培养，实施校企双导师制，以企业实际项目为牵引开展模块化实践，通过“小线开题”和“产线考核”在企业完成毕业设计。

通过该模式将校内理论学习、企业集中实践和毕业设计有机衔接，组织学生开展整建制16周集中驻企实践，使学生在真实生产环境中接受系统工程训练。相关专业（电子封装技术专业）学生实现100%参与产教融合实践，产教融合由部分学生、单一环节参与转变为面向全体学生、覆盖培养全过程的育人机制。相关经验以“中共上海市委教育工作领导小组专题简报”形式上报教育部并在全国推广（2023年第9期）；2025年3月，上海市教育委员会进一步将该专业列入应用型人才培养模式改革试点（沪教委办高抄告【2025】15号）。相关成果被人民网、新华网、光明日报、解放日报、上海教育等多家媒体报道，体现出学校产教融合育人模式的示范性和影响力。

学校现有产教融合实践单位包括上海微电子装备（集团）股份有限公司、上海华力集成电路制造有限公司、安靠封装测试（上海）有限公司、环旭电子股份有限公司、上海凯虹科技电子有限公司、宏茂微电子（上海）有限公司、上海美维电子有限公司等，合作企业规模大、产业代表性强、管理规范、工程岗位与人才培养目标匹配度高，覆盖半导体装备、晶圆制造、封装测试及电子制造等半导体产业关键环节，能够为学生提供稳定、规范、与专业能力要求高度匹配的工程实践环境。

2、“2+0.5+0.5+1”产教融合模式

在“2.5+0.5+1”产教融合模式基础上，将“2.5”中的“0.5”剥离出来设置为“产线淬炼阶段（0.5年）”，在该阶段，校企共建虚拟仿真平台和校内产线基地。通过虚拟仿真平台模拟真实工厂环境，为学生提供直观体验；依托校内产线基地，通过PBL项目，实施“真实设备、工艺、环境、管理”四真教学，开展光刻-键合-测试全流程轮岗实践。

3、“2+0.5+1.5”产教融合模式（定向班）

在“2+0.5+0.5+1”产教融合模式基础上，将最后的“0.5+1”合并为“1.5”，面向集成电路重点企业实施本科定向班“2+0.5+1.5”驻企培养模式。基础筑基阶段（2年）：完成通识教育和专业基础教育；产线淬炼阶段（0.5年）：嵌入企业定制课程并开展校内产线专项训练；驻企实战阶段（1.5年）：学生整建制进入企业开展长期驻企培养和顶岗实践，在真实生产环境中完成工程能力训练和毕业设计，实现招生与招工衔接、培养与就业贯通。

目前，学校已根据企业实际人才需求，采用该模式面向集成电路重点企业联合开设定向班3个（与上海华力联合开设集成电路制造定向班，与上海宇量晟开设集成电路设备定向班，与上海弘快联合开设集成电路封装设计定向班）。

上述产教融合模式的探索和实施，为半导体工艺与装备专业实施全过程、深层次校企协同育人提供了良好基础。

（四）集成电路领域人才培养平台完善

半导体工艺与装备专业工程实践属性突出，对洁净实验环境、工艺装备、虚拟仿真、测试分析平台和企业现场实践条件要求较高。学校依托近

二十年集成电路相关专业建设积累，已形成覆盖半导体制造、封装测试、虚拟仿真、可靠性分析等环节的实践教学平台。

1、集成电路制程实验室（千级超净间）

学校与上海华力集成电路制造有限公司共建该实验室，可同时满足2个班学生开展实验实训，配备3台光刻机以及PVD、CVD、离子溅射等工艺设备，具备薄膜生长、光刻、刻蚀等较为完整的半导体制造工艺实验条件。学生可围绕典型制造流程开展工艺操作和参数分析，掌握不同工艺环节的基本原理、装备功能及工艺参数与加工结果之间的关系，为晶圆制造、半导体装备操作和工艺调试等实践教学提供支撑。

2、集成电路虚拟仿真实验室

学校与上海弘快科技有限公司共建该实验室，主要面向集成电路制造全过程开展虚拟仿真实实践教学。通过数字化方式呈现晶圆制造工艺流程、典型装备运行和工艺参数变化，使学生能够系统认识集成电路制造全过程，并开展工艺流程认知、装备操作模拟、工艺参数设置和典型工况分析；引入封装EDA等数字化设计与分析工具，开展封装结构设计、封装体有限元分析以及热、力等多物理场仿真分析，提升学生运用数字化工具开展结构设计、性能分析和工程优化的能力，实现制造工艺实践与设计仿真分析的有机衔接。该实验室与集成电路制程实验室实体操作相结合，形成“全过程认知—关键工艺仿真—实体设备操作”相互衔接的实践训练方式，有效拓展了制造工艺与装备教学的深度和广度。

3、微电子封装产线实践基地（类产线环境工厂）（万级超净间）

学校与宏茂微电子（上海）有限公司、环旭电子股份有限公司等多家企业共建该实验室，可同时满足60余名学生开展实验实训。实验室按照企业生产流程配置切割、贴片、引线键合、塑封、切筋打弯、筛选、打码等工艺设备，形成较为完整的类工厂封装工艺链。通过引入企业生产流程、工艺规范和工程案例，学生能够按照实际生产过程开展连续化、工程化实践训练，加深对前道制造与后道封装之间衔接关系的理解，提升工艺实施、装备操作和生产过程分析能力。

4、半导体材料分析实验室

该实验室主要面向半导体材料、薄膜及相关结构的微观组织、形貌、成分和膜层特征分析，配备透射电子显微镜（TEM）、场发射扫描电子显微镜（SEM）、聚焦离子束（FIB）等分析表征设备，可开展微观形貌观察、组织结构分析、元素与成分分析、缺陷表征，以及沉积层厚度、台阶高度等测试项目。通过材料分析与制造工艺相结合，使学生掌握半导体材料及薄膜的基本表征方法，理解工艺参数对材料组织、成分及膜层质量的影响，为后续工艺优化、性能评价和失效分析提供基础支撑。

5、半导体可靠性与测试实验室

该实验室主要面向半导体器件、材料及互连结构的性能测试与可靠性评价，具备电学参数测试、引线推拉力测试、高低温循环、可靠性应力试验及应力前后性能对比等实验条件。依托学校通过“CNAS”和“CMA”双认证的材料及构件可靠性测试分析实验室，可进一步开展互连可靠性、环境可靠性、失效分析等实践教学与测试评价。实验教学注重将制造工艺与检测分析相衔接，引导学生依据测试结果分析缺陷产生原因及其与工艺参数、装备状态之间的关系，形成“工艺实施—性能检测—可靠性评价—问题诊断—工艺优化”的工程训练闭环。

目前，学校已形成“制造全过程虚拟仿真—关键制造工艺实训—封装设计与仿真分析—类工厂封装训练—测试与失效分析—驻企现场实践”相互衔接的实践教学体系，能够支撑学生从集成电路制造全过程认知，到工艺实施、装备操作、参数分析，再到性能测试、问题诊断和工艺优化的递进式工程训练，与半导体工艺与装备专业“懂工艺、熟装备、能操作、会调试、善优化”的人才培养目标高度契合，为培养高素质应用创新复合型人才提供了坚实的实践教学支撑。

（五）集成电路师资队伍实力雄厚

依托相关学科和专业平台，学校已形成由高层次人才、学科骨干和中青年博士教师组成的教学团队。现有专任教师25人（博士占比100%），“双师型”教师占比超80%，其中省部级及以上人才15名。教师队伍在材料科学、电子技术、精密机械设计、可靠性分析、精密传动及半导体装备相关技术

等方向形成了较好的教学基础。在满足教学基础上，团队也围绕集成电路设备关键精密传动部件“重复定位精度”和“尺寸稳定性”等工程技术难题开展研究。近五年，学校承担集成电路领域经费总经费近3000万元，相关科研成果和工程项目进一步转化为专业课程案例、实验项目、课程设计、毕业设计和学生创新实践内容，推动科研、产业与教学深度融合。

学校同时注重发挥行业企业人才在专业建设和人才培养中的作用，持续完善专兼结合、校企协同的师资队伍结构。学校聘请集成电路行业企业高级管理人员/资深专家和一线工程师19名担任兼职教师。高级管理人员/资深专家主要参与专业发展规划、人才培养方案论证和专业方向把握，将产业发展趋势、企业用人需求和技术迭代及时反馈到专业建设中；一线工程师主要参与专业课程教学、实验实训、企业实践和毕业设计指导，将真实工艺流程、装备运行经验和工程案例融入人才培养全过程。初步形成校内教师与企业专家优势互补、协同育人的师资队伍体系。

总体来看，学校已形成一支校内专任教师基础扎实、双师型教师比例较高、企业专家深度参与、多学科交叉融合的专业建设队伍，能够较好满足半导体工艺与装备专业在课程建设、实践教学、工程训练和产业协同育人等方面的师资需求。

三、与现有专业的区分度

上海工程技术大学现有电子封装技术专业已形成较好的集成电路封装制造人才培养基础。拟增设的半导体工艺与装备专业，其主体面向晶圆制造工艺及关键装备，与现有电子封装技术专业形成差异化的人才培养定位。为进一步明确两个专业的培养边界，现从专业定位与培养目标、培养内容与实践能力、就业方向及专业互补关系等方面进行比较说明。

（一）专业定位与培养目标差异

电子封装技术专业主要面向集成电路后道制造及电子制造领域，围绕芯片封装、封装结构、封装材料、微连接、测试评价及可靠性等环节培养工程技术人才，重点解决芯片完成晶圆制造后在互连、封装、测试和可靠性保障等方面的工程问题。其培养目标更加强调封装工艺实施、材料与结构协同、质量控制及可靠性分析能力。

半导体工艺与装备专业则主要面向晶圆制造过程及关键制造装备，以半导体制造工艺为主线，以装备运行与应用为重要支撑，强调半导体材料、器件基础、制造工艺和装备技术的交叉融合。重点培养学生对制造工艺开发与优化、装备运行与应用、工艺验证、检测分析以及制造现场工程问题解决等方面的能力。

因此，两专业最核心的区别在于：电子封装技术专业以集成电路后道封装制造为主要对象；半导体工艺与装备专业以晶圆制造工艺及制造装备为主要对象。二者分别服务集成电路制造的不同环节，培养主线和主体能力要求具有明显差异，具体分工逻辑图如9-1所示。

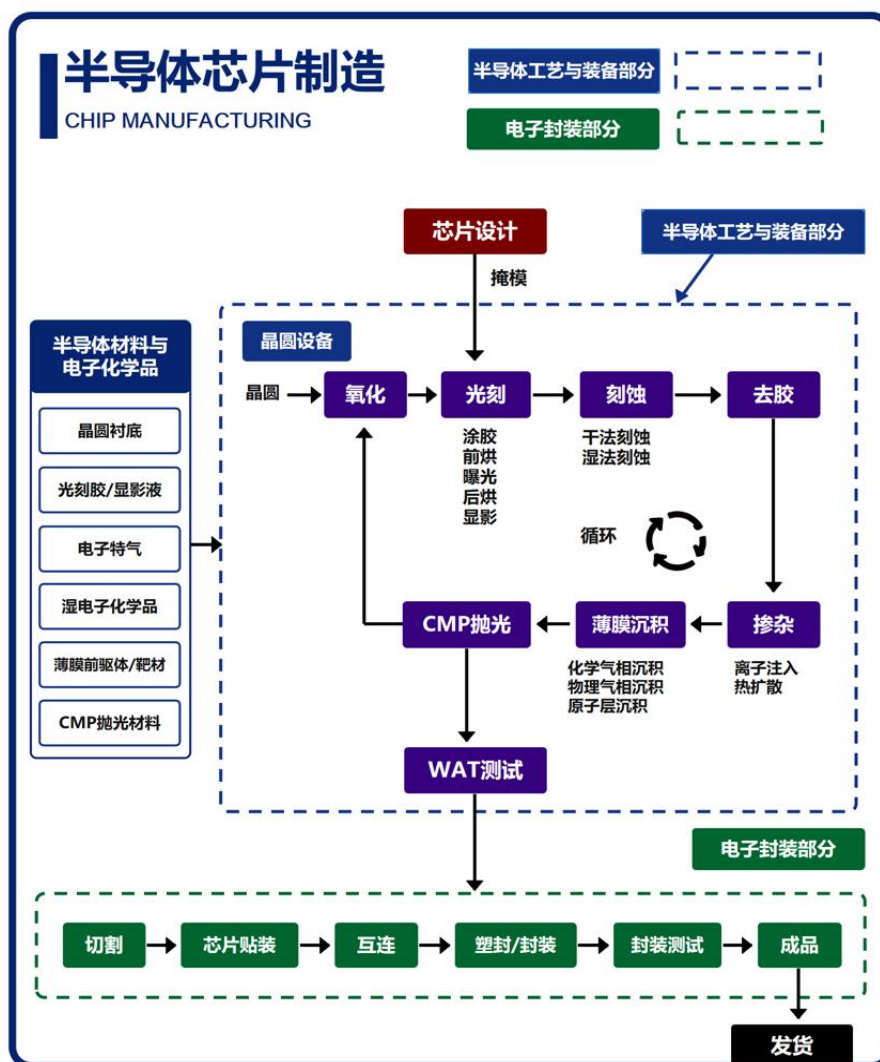


图9-1 芯片制造流程及两专业主要产业链关系图

(二) 培养内容与实践能力差异

两个专业虽然均涉及半导体材料、电子技术、制造基础和工程实践等

知识，但课程体系的组织主线不同。电子封装技术专业围绕“材料—结构—互连—封装—测试—可靠性”展开，培养内容重点包括电子封装材料与工艺、封装结构设计、微连接、先进封装、测试评价、可靠性及失效分析等，主要服务后道制造过程中的封装实现和性能保障。

半导体工艺与装备专业则围绕“材料与器件基础—制造工艺—关键装备—检测分析—工程应用”组织培养内容，重点覆盖光刻、刻蚀、薄膜沉积、清洗、热处理、化学机械抛光、检测量测等典型晶圆制造工艺，并配置真空、精密机械、自动控制、装备技术和材料工艺验证等相关内容，突出工艺参数、设备状态、材料特性与制造结果之间的关联。

在实践能力培养方面，电子封装技术专业重点强化封装工艺、微连接、测试及可靠性评价等实践；半导体工艺与装备专业则更加突出晶圆制造流程认知、工艺实验、装备运行与调试、工艺参数优化、检测分析和制造现场问题解决能力。先进封装与测试可作为半导体工艺与装备专业认识完整产业链的拓展内容，但不作为与晶圆制造和半导体装备并列的主体培养方向，具体见表9-1。

表9-1 两专业培养内容与实践能力表

比较维度	半导体工艺与装备专业	电子封装技术专业
产业链面向	晶圆制造及半导体装备，向材料验证、检测量测和产品应用等制造环节延伸	后道封装、先进电子制造、测试与可靠性
培养目标	突出制造工艺开发与优化、装备运行与应用、工艺验证及制造现场问题解决	突出封装工艺、微连接、封装结构与材料、测试评价及可靠性
知识主线	材料与器件基础—制造工艺—关键装备—检测分析—工程应用	材料—结构—互连—封装—测试—可靠性
实践能力	晶圆制造流程认知、工艺实验、装备运行与调试、参数优化、检测分析	封装设备操作、键合与倒装焊、封装工艺、芯片测试、可靠性评价

主要岗位	工艺工程师、工艺整合工程师、设备工程师、装备应用工程师、检测量测/工艺验证等	封装工艺/制程、封装设备、测试、可靠性、生产与质量管理等
------	--	------------------------------

（三）就业方向及专业互补关系

电子封装技术专业毕业生主要面向集成电路封装测试、电子封装制造、先进封装及可靠性评价等领域，对应封装工艺、封装设备、测试、可靠性和失效分析等岗位。半导体工艺与装备专业毕业生则更集中于半导体制造前道工序：晶圆制造、半导体装备及相关工艺技术领域，可从事工艺开发、设备工程、工艺整合、装备应用、检测量测、工艺验证及制造技术支持等工作。

总体来看，两个专业具有共同的半导体产业基础，但并非简单重复。电子封装技术专业以集成电路后道封装制造为主要培养领域，半导体工艺与装备专业以晶圆制造工艺和关键装备为主要培养领域。两者可在基础课程、实验平台、产业学院和企业实践资源等方面形成共享，同时在核心课程、工程能力和主要就业岗位上保持清晰区分。拟增设半导体工艺与装备专业，有利于在学校现有电子封装人才培养基础上进一步拓展晶圆制造与半导体装备方向，形成从晶圆制造工艺与装备到封装测试的差异化、互补型专业布局。

四、结语

综上所述，上海工程技术大学申请增设半导体工艺与装备专业，既契合国家集成电路产业链自主可控和关键核心技术攻关的战略需求，又紧密对接上海建设世界级集成电路产业集群和松江承接长三角G60科创走廊产业资源的现实需要。学校在集成电路先挂领域具有二十年的办学积淀，已形成成熟的产教融合机制，具备较完善的实验、实践教学条件、较强的师资与科研支撑能力的以及多层次人才培养基础，为专业建设提供了良好保障队伍基础和本硕贯通培养体系，具备增设该专业的良好条件。

半导体工艺与装备专业的增设，将进一步完善学校集成电路领域专业布局，推动人才培养由现有后道封装测试进一步向前道晶圆制造、半导体装备、工艺调试、量测检测和良率提升等产业关键环节拓展，形成前后道

协同、专业错位发展的集成电路人才培养格局。

学校将充分发挥产教融合办学优势，深化与行业龙头企业协同育人，着力培养既掌握半导体工艺原理，又熟悉装备运行维护，具有较强工程实践和现场问题解决能力的高素质应用型人才，为提升我国集成电路产业自主创新能力、服务上海及长三角半导体产业高质量发展提供有力的人才支撑。该专业的增设，将进一步完善学校集成电路领域人才培养布局，推动人才培养向半导体制造工艺、装备运行、工艺调试和良率提升等产业关键环节延伸，为国家集成电路产业链自主可控和上海半导体产业高质量发展培养高素质应用型工程技术人才。