

山东理工大学

2024 年“职教国培”示范项目

实施方案

项目名称： 集成电路领域领军教师示范培训项目

专业大类： 电子与信息大类

专业类： 集成电路类

举办单位： 山东理工大学

目录

一、项目实施方案	2
1. 培训对象资质要求	2
2. 需求分析	2
3. 目标定位	3
4. 培训师资安排	4
5. 内容设计	7
6. 特色亮点	10
7. 预期效果	10
8. 条件支持	11
9. 生活保障	11
10. 培训课程	11
二、培训费预算	14
三、绩效指标	14

一、项目实施方案

1. 培训对象资质要求

全国中高职院校电子与信息大类(包含但不限于集成电路技术、微电子技术、电子信息工程技术、物联网应用技术、应用电子技术、电子产品制造技术、电子产品检测技术、移动互联应用技术、智能产品开发与应用)专业领军人才。

2. 需求分析

本项目依据对培训对象、学校、政府企业等调研数据进行了需求分析,以更好地确定培训内容,针对短板开展培训。

(1) 培训对象需求分析

通过对来自中高职院校电子信息类一线教师调研数据,发现大部分培训对象在以下方面有强烈需求。

专业技能提升需求:教师希望获得最新的集成电路设计、制造和测试技术知识,以更新教学内容,确保与行业需求同步。

教学方法创新需求:教学寻求将实践项目、案例研究和虚拟实验室融入课程,以提高学生的实践能力和解决问题的能力。

行业动态了解需求:教师期望通过培训了解集成电路行业的发展趋势、市场动态和前沿技术,增强教学内容的时效性和实用性。

(2) 学校需求分析

通过对中高职院校调研数据,发现大部分院校在以下方面存在需求。

课程与产业对接需求:学校需要课程内容与行业需求紧密对接,确保毕业生的就业竞争力。

师资队伍建设需求:学校需不断提升教师队伍的专业水平和教学能力,以培养更多高质量的集成电路专业人才。

实验室与设备升级需求：学校需获取最新的教学设备和软件，为学生提供更接近实际工作环境的实践教学平台。

（3）政府企业需求分析

产业政策导向需求：政府希望培训项目能够促进集成电路产业的发展，包括人才培养、技术创新和产业升级。

企业参与合作需求：企业期望通过培训项目建立与高校的紧密联系，参与课程开发，提供实习机会，共同培养符合行业需求的人才。

技术转化与创新需求：促进高校科研成果向产业转化，鼓励创新项目合作，加速集成电路领域的新技术开发和应用。

通过综合考虑培训对象、学校、政府和企业的需求，本项目制定了全面的培训计划，包括基础理论、高级技术和行业前沿。同时将实践与理论结合，强化实践教学，通过与企业合作，引入真实项目，让学员在实践中培训，有效提升集成电路领域教师的教育能力和行业竞争力，为产业发展输送高质量人才。

3. 目标定位

深入了解集成电路产业发展及专业建设：通过专家报告等形式，使学员掌握行业的前沿信息，包括全球集成电路产业技术路线图趋势、相关产业政策、集成电路专业建设、课程资源开发等，能够在实际工作中更好地把握行业方向。

提升集成电路工艺方面的专业技能：使学员熟悉和掌握集成电路制造的各个环节，包括芯片设计、制造及其设备、材料等，能够解决实际生产中遇到的工艺问题，提高产品的质量和性能。

强化集成电路版图设计能力（提高）：进一步提升学员在集成电路版图设计方面的技能水平，培养他们设计复杂集成电路版图的能力，以满足高端芯片设计的需求。

增强实践能力和解决实际问题的能力：通过实践操作、案例分析和项目实训等方式，让学员在真实的环境中锻炼技能，积累实际项目经验，提高解决实际问题的能力，提升专业教学能力。

培养创新思维和科研能力：鼓励学员在学习和实践中积极探索创新，提高科研创新能力，为推动集成电路技术的发展做出贡献。

促进团队协作和沟通能力：在培训过程中，通过团队项目等形式，培养学员的团队协作精神和良好的沟通能力，使其能够在跨部门、跨领域的工作环境中有效地与他人合作。

4. 培训师资安排

本次培训现有培训专家 70 名，顾问 11 人。培训专家来自高校专家 13 名，行业企业专家 57 名，行业专家占比 81.4%；教授 9 名、副教授 3 名、正高级工程师 2 名，高级工程师 67 名。专家团队结构合理，能够稳定参与日常的培训管理工作。培训专家分别来自职教研究领域内的知名专家、行业企业具有高级职称或高级职业资格的行业导师、高级工程师、高级技师等，已经建立起结构合理的专业的高水平师资培训团队。

专家团队专业技术能力突出，培训经验丰富，且能比较稳定的参与培训工作。根据培训对象需求，可灵活组建培训专家团队，团队充分发挥了校企合作“理实结合，双师共建”的整体优势，保障了培训教学工作质量。

企业专家在电子信息、集成电路等领域有着非凡的建树；企业高工均具有多年的企业工作经历，深知产业的发展动态。专家库人员均可长期稳定的支持培训工作，可进行产业发展前沿讲座或报告等。本次培训主要由以下专家库成员参与培训：

(1) 赵超，北京超弦研究院执行副院长、北京航空航天大学兼

职教授，曾任中国科学院微电子研究所副总工程师，中国科学院大学教授、博导，先后在国际学术期刊和会议上发表科研论文 130 多篇，总体引用率超过 1000 次。此外，完成发明专利申请 80 项，其中已获美国欧洲专利授权 5 项。主要开展包含集成电路行业概述、行业发展趋势及面临挑战、行业人才需求分析等内容的行业解读主题报告。

(2) 孙贤明，山东理工大学教授，毕业于西安电子科技大学，获博士学位，主持国家自然科学基金、山东省自然科学基金等省部级以上课题十余项，发表论文 50 余篇，其中 SCI 检索 30 余篇。主要开展集成电路专业课程教学与课程思政的主题报告。

(3) 杜猛，山东大学集成电路学院副院长、教授，主要开展包含学习管理理念、培养创新思维、提高专业引领力等内容的专业引领能力提升主题报告。

(4) 邵英，上海电子信息职业技术学院电子技术与工程学院院长、教授，上海高校市级教学名师、应用电子技术专业市级教学团队带头人，主持《嵌入式系统应用》等多门上海市精品课程，曾获上海市教学成果一等奖、上海高职高专教学比武一等奖、上海仪电系统优秀共产党员、全国职业院校技能大赛优秀工作者。入选上海产学合作教育协会校企合作教育专家；担任 Google 中国高职教育项目专家组委员，负责谷歌高职人工智能技术群工作。获 Arm 中国教育匠心奖、Google 中国教育合作部最佳合作奖。主要开展集成电路专业建设方面主题报告。

(5) 居水荣，江苏信息职业技术学院微电子学院院长、教授，江苏省“333 工程”第二层次培养对象、首批中青年科技领军人才。曾获国家重点新产品奖、江苏省高新技术产品奖、江苏省科技进步二等奖。主要开展课程建设方面主题报告。

(6) 陆瑛，中国半导体行业协会集成电路分会主任，主要开展专业人才培养方案制定主题报告。

(7) 封国强，紫光教育科技有限公司高级工程师、副研究员，毕业于清华大学集成电路学院，曾任中国科学院国家空间科学中心副研究员，加拿大萨省大学高级访问学者，有多年产业工作经验，主持过多项集成电路制造方向项目，芯片可靠性专家，授权发明专利 10 余项，其中第一发明人授权 4 项，集成电路行业从业二十余年。主要开展半导体材料及制备工艺等集成电路工艺专业技术技能提升。

(8) 姚健，紫光教育科技有限公司高级工程师、副研究员，毕业于清华大学电子科学与技术专业，博士。主要开展芯片制造中的氧化、CVD、光刻、刻蚀、金属化工艺等集成电路工艺专业技术技能提升。

(9) 陈文钢，紫光教育科技有限公司高级工程师、副研究员，主要开展氧化工艺分析与应用、离子注入工艺分析与应用等集成电路工艺专业技术技能提升。

(10) 刘建，紫光教育科技有限公司高级工程师、副研究员，主要开展扩散和退火工艺分析与应用、沉积、外延、光刻、刻蚀与典型前后道工序等集成电路工艺专业技术技能提升。

(11) 周强，青软晶尊微电子科技有限公司技术总监，主要开展常见门电路版图的绘制、常见门电路的版图验证，错误报告查看和分析等集成电路版图设计专业技术技能提升。

(12) 董科，青软晶尊微电子科技有限公司技术总监，主要开展常见门电路的标准数字单元版本实现、模拟集成电路版图特点及设计方法等集成电路版图设计专业技术技能提升。

除以上十二位专家、企业培训技术人员，培训专家库还有百科荣

创（山东）科技发展有限公司总监、高级工程师王占奎，杭州加速科技有限公司测试开发工程师何谈，山东理工大学教授徐丙垠，武汉华中数控股份有限公司高级工程师田茂胜，联想职教集团高级工程师唐天刚等多位专家、企业培训技术人员作为储备力量，可及时参与本次培训。

5. 内容设计

（1）专家报告

为提升学员的专业建设能力，深入把握集成电路产业的最新发展动态和趋势，特聘请北京超弦研究院执行副院长、北京航空航天大学兼职教授赵超、山东大学集成电路学院副院长杜猛、上海电子信息职业技术学院电子技术与工程学院院长邵英等相关专家做关于集成电路行业解读、集成电路技术专业课程思政建设、集成电路技术及相关专业引领能力提升、集成电路技术及相关专业建设、集成电路技术及相关专业课程建设方面、集成电路技术及相关专业人才培养方案制定等方面的专家报告。

（2）专业技能提升

聘请紫光教育科技有限公司高级工程师清华大学博士姚健、紫光教育科技有限公司高级工程师封国强等专家进行集成电路制造工艺授课。

半导体材料及制备工艺：讲解半导体的概念和半导体材料的种类，介绍常用半导体材料_硅的物理化学特性，分析半导体硅晶圆制备工艺步骤。

芯片制造中的氧化、CVD、光刻、刻蚀、金属化等工艺：讲解氧化膜、热氧化生长、氧化设备和氧化工艺步骤。薄膜工艺 CVD 工艺、常见 CVD 工艺和 CVD 工艺的应用。光刻的概念、光刻工艺分类、光刻

工艺步骤和光刻机。刻蚀工艺、刻蚀参数、干法刻蚀和湿法刻蚀。金属化概念、芯片制造中应用的金属类型、金属化方法和铜互连工艺。

六种常见前道工艺和两种常见后道工艺：讲解六种常见前道工艺：LOCOS 工艺、倒掺杂阱工艺、氧化增强扩散工艺、多层外延工艺、SOI 工艺和局部掺杂工艺。

两种常见后道工艺：金属电极工艺和多层互联工艺。

电阻、二极管、三极管、JFET、MOSFET、FinFET 等器件成套工艺：讲解电阻、二极管、三极管、JFET、MOSFET、FinFET 器件结构和基本制造工艺步骤，分析工艺参数对制造工艺的影响。

氧化工艺分析与应用：通过氧化类型、氧化时间、氧化温度等参数的分析，进一步熟悉氧化工艺原理。

离子注入工艺分析与应用：通过注入离子类型、注入剂量、注入能量等参数的分析，进一步熟悉离子注入工艺原理。

扩散和退火工艺分析与应用：通过扩散杂质源类型、扩散时间、扩散温度、扩散杂质浓度等参数的分析，进一步熟悉扩散工艺原理。

沉积、外延、光刻、刻蚀与典型前后道工序：学习沉积、外延、光刻和刻蚀工艺的使用方法。应用外延工艺进行多层外延，改变衬底掺杂特性。

聘请青软晶尊微电子科技有限公司技术总监周强、青软晶尊微电子科技有限公司技术总监董科等专家进行集成电路设计授课。

以数字门电路设计项目为例，以对数字门电路模块的面积压缩方法作为切入点，在端口规划、布局优化、标准数字单元设计等方面进行方法和技巧的讨论和实践，并在教学中融入企业级项目管控机制，使学员具备相对进阶的集成电路版图设计知识，可以进行初级的企业级项目开发，提升设计开发能力和项目管理能力。

模拟集成电路版图设计是集成电路版图设计中最为重要的部分。以模拟集成电路版图设计为切入点，通过对模拟集成电路版图的特点及设计方法的讲解和实践，在实践教学中融入企业级工程项目，紧跟行业需求，提升设计开发能力和项目管理能力。

通过案例分享的模式，使学员通过具体案例了解集成电路设计前沿，并使用交流讨论的方式，引导学员对集成电路设计流程、方法、技巧、工程管理等方面进行探讨。教学过程中融入智能化教学手段，支持互助式教学、研讨、项目评审，提升学员分析问题、解决问题的能力以及解决复杂工程问题的能力。

（3）头部企业参观

安排学员进入集成电路先进制造产线、高校先进封测线参观。

芯恩(青岛)集成电路有限公司成立于2018年4月。公司具备雄厚的8英寸晶圆、12英寸晶圆、测试等集成电路产品的研发、生产能力以及一站式服务能力。2022年4月，青岛市委市政府授予芯恩公司“青岛市集成电路产业链主企业”称号。芯恩公司投资建设的电子信息产业园项目位于青岛中德生态园，总投资超过300亿元，一期占地373亩，总建筑面积约38.5万平方米，主要从事8英寸晶圆、12英寸晶圆等集成电路产品的研发与量产，截至目前，8英寸、12英寸晶圆都已投产该项目的投产填补了青岛市乃至山东省大尺寸晶圆制造的产业空白，突破目前“缺芯少面”的产业瓶颈，加速推动全省新旧动能转换，进一步提升国内芯片的自主供给能力。

山东集成电路融合创新平台借助先进芯片封装测试线实施“一生一芯”中的封测环节，并汇聚集成电路龙头企业优势资源，与省内集成电路制造龙头企业芯恩、物元半导体签署全面战略合作协议，借助其大型离子注入设备实施“一生一芯”中离子掺杂环节，深度推动科

教融合、产教融合。

6. 特色亮点

(1) 彰显产教融合与科教协同：培训项目强调产业界与学术界的紧密结合，通过整合高校和企业的资源，共同培养符合行业需求的高素质教师和技术人才。

(2) 凸显实战导向：课程内容不仅涵盖理论教学，还包括实践实训、现场观摩和虚拟仿真等多种形式，以确保教师能够将理论知识应用于实际工作中。

(3) 组建优质教学团队：培训邀请了集成电路领域的顶尖学者和行业内的专家担任讲师，保证了教学内容的前沿性和实用性。

(4) 注重“双师型”教师培养：通过理论与实践相结合的培训模式，提升教师的教学能力和工程实践能力，培养能够适应职业教育特点的“双师型”教师。

(5) 定制培训内容：培训内容覆盖制造工艺、器件、集成电路设计验证、行业前沿等多个方面，全面提升教师的专业技能。

(6) 强化资金和资源保障：培训项目得到相关政府部门的大力支持，配备了优质的教学资源、实践平台及舒适的培训场所，确保培训质量。

7. 预期效果

(1) 了解半导体产业链基本状况。

(2) 提升集成电路专业课程教学与课程思政能力。

(3) 了解学习管理理念、培养创新思维、提高专业引领力。

(4) 熟悉集成电路基本制造工艺流程。

(5) 掌握集成电路从前端设计到版图设计的基本流程及主流集成电路设计软件的使用方法。

(6) 通过具体案例了解集成电路设计前沿。

(7) 了解集成电路制造企业的工作模式与产品开发一般流程。

通过本次培训，期望达到从专业建设、专业引领能力、国家级课程建设、人才培养方案、集成电路专业技术技能等多方面综合提升参训人员教学教研能力的效果。

8. 条件支持

学校已立项国家级职业教育示范虚拟仿真实训基地，具备良好的集成电路制造工艺、集成电路版图设计培训条件。实训基地具有集成电路虚拟工艺制造生产实训平台、集成电路版图设计实验平台、实验用半导体参数分析仪等平台和设备，能够满足集成电路制造工艺、版图设计的学习实训。学校与芯恩集成电路有限公司、山东大学建立了密切合作关系，能够现场观摩集成电路制造生、集成电路封装测试生产线，了解集成电路制造企业的工作模式与产品开发流程。

9. 生活保障

可为培训学员就近 1 公里以内统一安排安适的住宿场所；可为学员提供必要的班车服务；培训地点内为学员提供健康丰盛的餐饮服务；可提供完备的医疗后勤服务，全方位保障培训期间学员的各种可能突发状况和人身财产安全。

10. 培训课程（附后）

本次培训采用专家授课、项目实践、考察观摩相结合的方式开展，其中理论课程学时为 24 学时，实践课程学时为 56 学时，实践课程学时占比 70%。

	阶段	模块	课程	学时	内容要点	培训方式	授课教师	单位	职称
培训 课程 计划	领域 前瞻	行业解读	主题报告	4	1. 集成电路行业概述 2. 行业发展趋势及面临挑战 3. 行业人才需求分析	专家授课	赵超	北京超弦研究院 执行副院长 北京航空航天大学 兼职教授	教授
	综合 素质	课程思政	主题报告	4	1. 专业课程教学与课程思政 2. 将实践观、真理观、认识观和方法 论与专业知识相结合	专家授课	孙贤明	山东理工大学	教授
	综合 素质	专业引领 能力提升	主题报告	4	1. 学习管理理念 2. 培养创新思维 3. 提高专业引领力	专家授课	杜 猛	山东大学集成 电路学院副院 长	教授
	专业能 力提升	集成电路 专业建设 方面	主题报告	4	1. 集成电路专业建设 2. 专业团队师资建设 3. 专业教学资源开发	专家授课	邵英	上海电子信息 职业技术学院 电子技术与工 程学院院长	教授
	专业能 力提升	课程建设 方面	主题报告	4	1. 集成电路课程体系构建 2. 集成电路课程资源建设	专家授课	居水荣	江苏信息职业 技术学院微电 子学院院长	教授
	专业能 力提升	专业人才 培养方案 制定	主题报告	4	1. 集成电路人才培养定位 2. 集成电路人才培养方案制定	专家授课	陆瑛	中国半导体行 业协会集成电 路分会主任	教授
	项目实 践能力	专业技术 技能提升	集成电路 工艺	8	1. 半导体材料及制备工艺 2. 芯片制造中的氧化、CVD、光刻、 刻蚀、金属化等工艺	项目实践	姚健 封国强	紫光教育科技 有限公司	高级工程 师 副研究员

	项目实践能力	专业技术技能提升	集成电路工艺	8	1. 六种常见前道工艺和两种常见后道工艺 2. 电阻、二极管、三极管、JFET、MOSFET、FinFET 等器件成套工艺	项目实践	姚健 封国强	紫光教育科技有限公司	高级工程师 副研究员
	项目实践能力	专业技术技能提升	集成电路工艺	8	1. 氧化工艺分析与应用 2. 离子注入工艺分析与应用 3. 扩散和退火工艺分析与应用 4. 沉积、外延、光刻、刻蚀与典型前后道工序	项目实践	陈文钢 刘建	紫光教育科技有限公司	高级工程师 副研究员
	项目实践能力	专业技术技能提升	集成电路版图设计	4	1. 常见门电路版图的绘制 2. 常见门电路的版图验证, 错误报告查看和分析	项目实践	周强	青软晶尊微电子科技有限公司	技术总监
	项目实践能力	专业技术技能提升	集成电路版图设计	8	1. 数字门电路压缩面积的方法和技巧-端口规划 2. 标准数字单元设计	项目实践	周强	青软晶尊微电子科技有限公司	技术总监
	项目实践能力	专业技术技能提升	集成电路版图设计	8	1. 常见门电路的标准数字单元版本实现 2. 电路版图特点及设计方法 3. 常见模拟器件的版图设计案例	项目实践	董科	青软晶尊微电子科技有限公司	技术总监
	项目实践能力	专业技术技能提升	案例分享	4	1. 通过具体案例了解集成电路设计前沿 2. 集成电路设计交流讨论	案例分享 交流研讨	董科	青软晶尊微电子科技有限公司	技术总监
	项目实践能力	专业技术技能提升	企业参观	8	了解集成电路制造企业的工作模式与产品开发一般流程	考察观摩			

注：1. “培训方式”是指采取哪种方式、形式，如通过线上线下相结合、相近学科混合组班等方式，灵活采取专家授课、名师引领、交流研讨、考察观摩、项目实践、案例分享等多种形式等。

二、培训费预算

经费总额	275000 元	培训经费标准	550 元/（人·天）
培训费预算明细			
分项支出	标准（元）	数量	金额（元）
住宿费	180	10 天*50 人	90000
伙食费	120	10 天*50 人	60000
交通费	300	50 人	15000
培训场地费	2000	10 天	20000
培训资料费	300	50 人	15000
师资费	3500	10 天	35000
其他费用	300	50 人	15000
实训耗材	500	50 人	25000

三、绩效指标

绩效指标			
一级指标	二级指标	三级指标	
成本指标	经济成本指标	指标 1: 经费执行率	≥90%
		指标 2: 培训费标准（含食宿）	≤500 元/人/天
		指标 3: 服务单位的资金给付率	≥95%
产出指标	数量指标	指标 1: 培训总体参训率	≥95%
		指标 2: 培训总体结业率	≥95%
		指标 3: 培训学时	≥80 学时
		指标 4: 企业工程师的授课占比	≥86%
	质量指标	指标 1: 学员集中学习作业完成优秀率	≥90 %

		指标 2: 学员返岗实践行为转化作业优秀率	≥90 %
		指标 3: 实践性课程占比	≥70%
		指标 4: 开发视频资源占数字化教学资源的比例	≥30%
		指标 5: 教师专业能力	显著提升
		指标 6: 形成国培示范项目实施样板	1 套
		指标 7: 形成类似项目的本校组织质量规范	1 套
	时效指标	指标 1: 培训完成时间	2024 年 10 月 31 日前
	指标 2: 教师个人培训作品提交时间	2024 年 10 月 31 日前	
效益指标	社会效益指标	指标 1: 对职教教师培训体系构建的促进作用	作用明显
		指标 2: 对培训价值的社会大众反响	积极
满意度指标	满意度指标	指标 1: 参训者满意度	≥95%
		指标 2: 授课讲师满意度	≥95%