

# 齐鲁工业大学（山东省科学院）增设《集成电路设计与集成系统》本科专业可行性分析报告

为适应社会发展新需求，响应国家新工科建设需要，更好地服务地方产业发展，结合校（院）实际，拟申报《集成电路设计与集成系统》专业。

## 一、专业申报必要性

### （一）国家战略需要

集成电路产业和软件产业是信息产业的核心，是引领新一轮科技革命和产业变革的关键力量。我国高度重视集成电路产业发展，将集成电路产业发展上升至国家战略高度，全力支持并推动集成电路产业跃升发展。近年来，国家积极出台相关政策，为集成电路产业发展营造良好的政策环境，《国家集成电路产业发展推进纲要》、《中国制造 2025》、《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》、《关于做好2022年享受税收优惠政策的集成电路企业或项目、软件企业清单制定工作有关要求的通知》等政策相继出台，从发展战略、发展目标、财税补贴等多维度助力集成电路产业发展。

集成电路产业作为国民经济中基础性、关键性和战略性的产业，已经上升到国家战略高度。我国相继出台多项政策支持集成电路产业发展。2021年3月国家“十四五”规划明确提到，要瞄准人工智能、量子信息、集成电路、生命健康、脑科学、生物育种、空天科技、深地深海等前沿领域，实施

一批具有前瞻性、战略性的国家重大科技项目。与此同时，国务院学位委员会会议投票通过集成电路专业将作为一级学科，并将从电子科学与技术一级学科中独立出来的提案。集成电路行业迎来发展新机遇。

目前，我国集成电路人才培养能力薄弱，远远不能满足需求，难以支撑集成电路及相关行业的高速发展，因此在整体推进集成电路人才队伍建设的同时，还应特别关注人才的培养，夯实基础为集成电路可持续发展提供保障。高校作为人才培养的基地，应在集成电路产业发展的关键期迅速把握时机，树立培养集成电路高素质人才的理念，科学建设集成电路设计与集成系统本科专业，为我国集成电路产业发展储备优质人才。

## （二）产业需求

受益于集成电路行业的快速发展，集成电路企业在不断扩张，与此同时人才短缺问题也越发严重。从全球市场来看，欧、美、日、韩等国集成电路企业中，以ASML为例的众多头部企业，员工需求预计将每年增加10%或更多，来满足全球芯片工厂激增为其带来的发展需求；英特尔、台湾半导体制造、三星电子、AMD等众多知名企业扩张趋势也愈发明显。根据《中国集成电路产业人才发展报告（2020-2021年版）》，在2020年，我国集成电路相关毕业生规模在21万左右，预计到2023年前后，全行业人才需求将达到76.65万人左右，其中人才缺口将达到20万，如果将产业技术工人、各个产业链上游的材料领域以及设备领域都纳入统计范畴，人才缺口远

不止于此。

在此背景下，集成电路企业都无法避免地陷入到“人才争夺战”中，为此许多企业都在想方设法缓解人才短缺问题。中智咨询数字科技事业部近期发布的《集成电路行业人才管理研究报告》指出，参与中智调研的集成电路企业中，有一半的集成电路企业表示整体人才缺口在10%-20%。从人员类别来看，57.1%的企业表示目前管理人员已经基本满足企业的需求；有52.4%的企业表示研发技术人员的缺口较大，在10-20%；有63.6%的企业表示职能人员基本满足企业的需求；有43.8%的企业表示蓝领人员缺口较小，在10%以内；有42.9%的企业表示销售人员缺口较小，在10%以内。如图1所示。

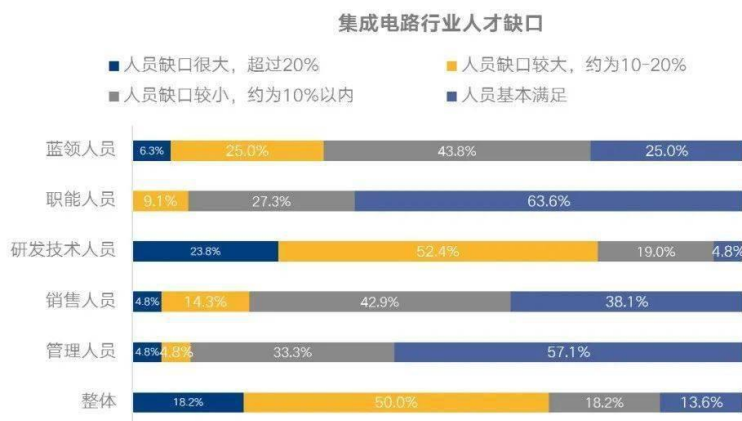


图1 集成电路行业人才缺口

目前集成电路企业招聘需求最大的岗位主要集中在研发类人员中，并且与招聘难度最大的岗位大类重叠性高。企业对研发类人员和销售类人员的需求最高，同时该类岗位的招聘难度也最大，例如算法工程师、数字IC设计工程师、模拟电路工程师等。

根据2021年5月前程无忧发布的《2021年Q1“芯力量”

（集成电路/半导体）市场供需报告》（下称“市场供需报告”），集成电路/半导体行业的用人需求在过去三年保持了持续增长。集成电路/半导体行业2021年一季度的招聘量比2020年和2019年同期分别增长了65.3%和22.2%，并呈现出进一步增长的态势。

从结构上看，我国芯片从业人员的结构分布正在发生调整。根据人才白皮书分析，我国芯片行业人才结构逐渐形成设计业和制造业“前中端重”、封装测试业“后端轻”的趋势。到2022年前后，设计环节人才将达到27.04万人，制造环节26.43万人，封装测试环节20.98万人。如图2所示。



图2 集成电路从业人员结构分布

未来这一趋势还将保持，设计业人才需求量最高。根据人才白皮书的调研结果显示，设计业企业的人才需求量保持第一位，占总调研企业人才需求量的81.80%。

集成电路也是山东省十四五规划的重要组成部分，近期，山东省政府印发《“十强产业”2022年行动计划》，提出聚焦集成电路、高端软件、计算机及外设和智能家电4条产业链，深入征集企业共性需求，支持“链主”企业联合有关配套企业、科研院所承担国家产业基础再造、制造业高质量发展以及省科技创新重大工程、新旧动能转换重大产业攻关项

目等重大专项，全年组织实施30项以上重大技术创新项目，攻关解决一批制约行业发展的关键技术瓶颈。

山东省正处于新旧动能转换关键时期，集成电路作为新一代信息技术的重要组成部分，在传统产业转型升级、未来技术引领等方面起到重要的推动作用。

### （三）集成电路设计与集成系统专业布点不足

第一，2020年之前，集成电路专业分散在不同的二级、三级学科中，有关部门对学科的重视程度相对较低。

第二，集成电路是知识密集型学科，涵盖的领域非常多，横跨电子科学与技术、物理、化学、材料、化工等多个学科。但在先前的人才培养过程中，各个学科之间缺乏互通性和互融性，人才培养常常出现脱节现象，这就导致了学生知识储备量的不足。

第三，对高端人才的培养力度不够大，因此各个学科中常常会缺乏“领军人物”，难以对高端前沿技术展开进一步研发。

第四，有关部门对集成电路领域的师资考核方式不够全面，且考核方式不具备学科针对性，过于片面。比如以其他学科的考核标准来对集成电路学科的师资进行考核，就会导致高校无法吸纳真正优质的师资力量，造成优秀教师资源的缺乏，这严重阻碍了我国集成电路学科的发展和集成电路人才的培养。中国要抢占集成电路制高点，集成电路要获得不断发展，就需要大量集成电路人才，高校则应将集成电路人才培养工作视为“历史使命”，并有必要从本科阶段开始培

养。

2020年，教育部官网公布了《国务院学位委员会教育部关于设置“交叉学科”门类、“集成电路科学与工程”和“国家安全学”一级学科的通知》。18所高校获批全国首批正式获批的集成电路科学与工程一级学科博士学位授权点高校。

从名单来看，获批授权点的高校中，既有北京大学、清华大学、浙江大学这样的全国名校，也有南京邮电大学、杭州电子科技大学这样专业特色鲜明的地方高校。教育部等七部门关于加强集成电路人才培养的意见，重点提出“扩大集成电路相关学科专业人才培养规模”“加强集成电路相关学科专业和院系建设”“创新集成电路人才培养机制”“建设集成电路人才培养公共实践平台”等意见和措施。然而，目前山东省只有山东大学、青岛科技大学、济南大学等八所院校设置了集成电路设计与集成系统专业，人才培养存在巨大缺口。

#### （四）学校学科发展需要

齐鲁工业大学是山东省重点建设的应用研究型大学，山东省最大的综合性自然科学研究机构，山东省属高校高水平大学“冲一流”建设高校。学校建设国家级平台11个，省部级重点科研平台70余个。学校设有26家教学科研机构，有全日制在校本科生、研究生、留学生共35000余人。此外，拥有1个博士学位授权一级学科、15个硕士学位授权一级学科，拥有12种硕士专业学位授权类别、9个省部级重点学科、1个山东省“高峰学科”建设学科、1个山东省“优势特色学科”

建设学科、3个山东省一流学科、83个本科专业。此外，工程学、化学、材料科学、农业科学、环境学及生态学、计算机科学和生物及生物化学等7个学科进入ESI世界排名前1%。我校聚焦集成电路学科前沿，强化交叉融合，计划设立集成电路设计与集成系统专业。主要培养具有集成电路设计方面专业知识、基本方法和实现技能，具有工程实践能力、创新意识和国际竞争力，良好文化素质和职业道德的复合型高级工程技术人才，以满足社会对微电子集成电路行业设计、生产、测试、应用、研究及管理各方面的人才需求，从根本上解决制约我国集成电路产业发展的“卡脖子”问题提供强有力人才支撑。

## **二、专业申报可行性**

### **（一）政策支持**

2016年4月，教育部、国家发展改革委、科技部、工业和信息化部、财政部、人力资源社会保障部、国家外专局等七部委联合发文各地教育行政部门和相关部门要高度重视集成电路人才培养工作，贯彻落实《国家集成电路产业发展推进纲要》《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020年）》，创新集成电路相关专业人才培养机制，提高人才培养质量，为集成电路产业发展提供人才和智力支撑。2020年12月，国务院学位委员会、教育部印发《关于设置“交叉学科”门类、“集成电路科学与工程”和“国家安全学”一级学科的通知》。“集成电路科学与工程”成为一级学科后，将在学科建设、人才培养方案上具备更多自主性。

2021年3月，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》明确提出要发展战略性新兴产业，瞄准人工智能、量子信息、集成电路、生命健康、脑科学、生物育种、空天科技、深地深海等前沿领域，实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大科技项目。集成电路方面，开展集成电路设计工具、重点装备和高纯靶材等关键材料研发攻关、在集成电路先进工艺和绝缘栅双极型晶体管（IGBT）、微机电系统（MEMS）等特色工艺取得突破，实现先进存储技术升级，推动碳化硅、氮化镓等宽禁带半导体发展。

《山东省“十四五”科技创新规划》将新一代信息技术列为重点支持“十强”产业之首。明确提出将围绕建设数字强省重大需求，开展5G、人工智能、区块链、工业互联网、量子通信、集成电路等领域关键共性技术研究。《山东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出关键核心技术攻关动态清单，聚焦集成电路、高端装备、新材料等领域，每年实施100项左右重大技术攻关项目，集中突破一批“卡脖子”技术。

《济南市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》明确提出：加快集成电路产业跨越式发展，围绕第三代半导体、高端芯片、网络安全、智能终端、汽车电子、卫星导航等领域，提升集成电路产业规模和竞争力。

## （二）学科基础



为进一步服务国家重大战略需求，培养满足产业发展急需的创新型人才，齐鲁工业大学于2014年设立微电子科学与工程专业并于2017年开始招生。该专业以半导体技术为基础，以集成电路为核心，涉及半导体器件和大规模集成电路的设计、制造及测试，是国家急需及优先发展的专业。近3年毕业生初次就业率均达到92%以上，学生进入中芯国际、华为、中兴、英特尔（中国）、三安光电等知名微电子、集成电路、光电技术企业担任研发工程师；升学率高于30%，毕业生考入复旦、西电、北邮等国内知名院校继续深造。

此外，本专业依托的齐鲁工业大学光电科学与技术学部，下设齐鲁工业大学光电工程国际化学院和山东省科学院激光研究所。光电工程国际化学院是齐鲁工业大学（山东省科学院）建立的第一批科教融合学院，包含光电信息科学与工程专业（国家一流专业）、微电子科学与工程专业和大学物理教学部。学院整合山东省科学院激光研究所的师资及外籍专家、科教产平台等优质资源逐渐形成国际化新工科人才培养模式。学部聘请英国皇家工程院院士、英国伦敦城市大学研究生院院长、国际计量测试联合会主席Grattan教授担任院长，现有教职工150余人，含外籍教师8人，其中诺奖专家团队4人，外籍院士3人，在校研究生150余人，本科生500余人。光电科学与技术学部为集成电路设计与集成系统专业的教学科研工作奠定了良好的基础，也为本专业的进一步建设提供了良好的开端和借鉴。

### （三）师资队伍

集成电路设计与集成系统专业，已形成一支以学历结构、年龄结构、职称结构和学缘结构合理、学历层次高、中青年博士为主体的教师队伍。本专业现有专任教师20人，其中教授5人、副教授8人，博士20人，博士学历教师占比100%，教师数量和结构能够支撑专业建设需要。在此基础上，学院将加强师资队伍建设和大力引进集成电路和半导体方向人才，着力培养青年教师，支持青年教师进修访学、进企业挂职；聘请校外专家和企业工程师参与教学，建设一支专兼结合的高水平教师队伍。

#### （四）实验条件

依据专业培养目标，兼顾专业培养方向，强调理论基础，重视实际应用。目前学部拥有集成电路EDA工具、信诺达集成电路实验平台等实践教学设备（软件），可实现模拟集成电路、数字集成电路的版图设计、仿真、验证等实践教学。同时，依托山东信息通信技术研究院的集成电路服务平台，可开展多种集成电路（芯片）设计开发和功能验证、芯片封装测试等相关的实践教学。光电学部拥有光电学部山东省国际顶尖科学家工作室的国际先进水平的光电子微纳加工服务平台，实现从激光芯片仿真与设计、外延生长及芯片制造工艺到封装测试与产品验证等的全流程实践教学。此外，还拥有3个专业基础实验室、2个工艺实验室和3个集成电路实验室，实验室占地总面积约1020平米，可满足本专业模拟集成电路设计、数字集成电路设计、专业综合实验等近20门课程的实践教学环节。

### （五）实践基地



图3 光电学部实习基地挂牌及学生实习真实环境

校外实习基地是学生巩固理论知识、增强劳动观念、练就实践能力、实现角色转换、培养综合职业素养的实践性学习与训练场所。学部依据专业设置及课程体系等的需要，有计划、有步骤地选择满足教学实习要求的企业、研究机构等建立实训基地，切实实现学校与基地资源共享、互利互惠、共同发展。目前，已经建立的校外实习基地19个，包括山东信息通信技术研究院（集成电路服务平台）、华为（济南）软件开发云创新中心、山东华光光电子股份有限公司、济南半导体研究所、中兴协力新一代信息技术(济南)公共实训基地、山东微感光电子有限公司、济宁科力光电产业有限责任公司、济宁蓝动激光技术有限公司等。部分实习实训单位见下表。

表3 部分实习实训单位名单

序号	实习基地单位	实习领域
1	山东信息通信技术研究院集成电路服务平台	集成电路设计、实现与测试
2	山东华光光电子股份有限公司	光电器件工艺（LED芯片）
3	联曜半导体（山东）有限公司	AIoT芯片设计流程
4	青岛展诚科技有限公司	EDA开发
5	山东华翼微电子科技股份有限公司	集成电路工艺制造流程
6	山东航天人工智能安全新芯片研究院	人工智能安全芯片设计流程
7	山东华芯半导体有限公司	微电子工艺

8	山东华翼微电子技术有限责任公司	智能卡芯片封测流程
9	山东力创赢芯集成电路有限公司	电测控 SOC 芯片工艺全流程
10	济南高云半导体科技有限公司	FPGA设计
11	山东方寸微电子科技有限公司	物联网网关芯片测试

## （六）招生与就业形势

2020年12月30日，国务院学位委员会和教育部发文，决定正式设立“集成电路科学与工程”一级学科（学科代码为“1401”），意味着国家对于集成电路人才培养的重视。在这样的大背景下面，如何更好、更快地为国家培养集成电路紧缺人才，是当前高校需要思考和面临的课题。清华大学、北京大学、东南大学、华中科技大学等国内一流高校先后成立了集成电路学院，大力支持集成电路学科发展。《中国集成电路产业人才发展报告（2020-2021年版）》显示，我国集成电路产业正处于布局和发展期，2020年我国直接从事集成电路产业的人员约54.1万人，同比增长5.7%。从产业链各环节看，2020年设计业、制造业和封装测试业的从业人员规模分别为19.96万人、18.12万人和16.02万人，但是这些人才远远满足不了集成电路产业对人才的巨大需求。因此，以国家发展战略和产业发展对人才的需求为导向，可以预见集成电路设计与集成系统专业的招生会呈现快速上升趋势，毕业生也具有良好的就业前景。

## 三、专业筹建情况

### （一）明确专业定位

集成电路已广泛渗透于国民经济各主要领域，成为现代信息产业的重要基石，是支撑我国国民经济发展、保障国家

安全的战略性和先导性产业，也是促进我国高技术制造业转型升级、实现高质量发展的关键力量。齐鲁工业大学集成电路学院的集成电路设计与集成系统专业是在新时代积极响应国家战略需求、探索交叉学科建设、解决集成电路产业“卡脖子”难题的背景下，为解决我国集成电路产业需要的技术人才缺口大的问题而设立的，承担着集成电路产业人才培养的重任。集成电路设计与集成系统专业依托光电学部优势资源，面向国家集成电路领域战略重大需求和山东省新旧动能转换发展需要，围绕大规模集成电路设计、集成电路制造与工艺、特种芯片设计、封装与测试等集成电路科学研究的前沿领域，以培养集成电路设计与集成系统紧缺人才为己任，推动山东省半导体集成电路产业快速发展。

## （二）制定人才培养方案，构建课程体系

集成电路设计与集成系统专业建设内容紧扣集成电路产业链各环节的主要任务，致力于培养集成电路设计、集成电路制造和工艺技术，以及集成电路封测各个环节的高水平专业人才。齐鲁工业大学在集成电路设计与集成系统专业筹建过程中，参照国内外该专业建设的共同点和国家集成电路产业发展人才缺口方向，抽取集成电路设计和制造技术核心教学模块，凝聚打造更专业、更全面的知识体系，制定《集成电路设计与集成系统本科专业人才培养方案》。

## （三）搭建实践平台

从集成电路产业需求出发，加强实践教学体系的建设，依托基础实验教学、专业实验教学、开放式实验教学平台以

及校企合作的实践教学平台，开展专业综合实验、课程设计、课外创新活动、第二课堂等多种形式的实践教学。充分培养学生的工程思维，并结合企业界和工业界的最新需求、最新技术，实现产教学研深度融合，从而提升学生的创新精神、实践能力、社会责任感和就业能力，形成四年不断线的学生实践教学体系。

基于上述学科积淀、专业基础、人才团队、实验条件等多方面的优势，齐鲁工业大学具备了申报、建设集成电路设计与集成系统专业的条件。