

陕西省集成电路产业

专利导航报告

陕西省知识产权局

国家专利导航项目（企业）研究和推广中心

2022年4月

目录

1	集成电路产业发展现状.....	1
1.1	集成电路产业整体态势.....	1
1.1.1	产业简介.....	1
1.1.2	产业现状.....	2
1.1.3	产业链.....	15
1.1.4	企业链.....	20
1.1.5	技术链.....	32
1.2	陕西省产业整体态势.....	44
1.2.1	产业发展基础.....	44
1.2.2	产业发展规划.....	45
1.2.3	产业主体构成.....	48
2	集成电路产业发展方向.....	54
2.1	产业专利态势.....	54
2.1.1	申请趋势：螺旋式上升的发展态势.....	54
2.1.2	国际分工：美日实力强劲，多方竞相布局.....	57
2.1.3	创新主体.....	60
2.2	产业发展方向研判.....	69
2.2.1	产业链.....	69
2.2.2	创新链.....	77

2.2.3	资金链.....	87
2.2.4	人才链.....	93
2.3	小结.....	99
3	陕西省集成电路产业发展定位.....	103
3.1	我国集成电路产业分布情况.....	103
3.1.1	集群化成为产业发展主趋势.....	103
3.1.2	各省均强化全产业链均衡发展.....	109
3.1.3	细分领域部分省份发展特色突出.....	111
3.2	陕西省集成电路产业专利态势.....	113
3.2.1	陕西省形成较为完整的产业链.....	113
3.2.2	西安市在陕西省内具有产业核心地位.....	115
3.2.3	高校实力强劲，企业在设计、封测、支撑环节研发活跃.....	117
3.3	陕西省集成电路产业定位.....	125
3.3.1	产业结构定位.....	125
3.3.2	企业实力定位.....	132
3.3.3	人才实力定位.....	139
3.3.4	协同创新定位.....	145
3.3.5	专利运营定位.....	154
3.3.6	小结.....	160
4	陕西省集成电路产业发展路径.....	164
4.1	一份产业链创新图谱.....	164

4.1.1	设计业.....	166
4.1.2	制造业.....	171
4.1.3	封测业.....	172
4.1.4	支撑业.....	176
4.2	一张产业链招商清单.....	180
4.2.1	设计领域.....	180
4.2.2	制造领域.....	187
4.2.3	支撑领域.....	191
4.3	一套技术创新体系.....	193
4.3.1	设计领域：FPGA.....	193
4.3.2	封测领域：先进封装.....	202
4.4	一张人才培养引进清单.....	209
4.4.1	培育高精尖人才团队.....	209
4.4.2	关注关键技术领军人.....	215
4.4.3	引进创业型技术人才.....	226
4.4.4	招募重点院校毕业生.....	227
4.5	一套创新生态体系.....	230
4.5.1	串珠成链，加强链上合作.....	230
4.5.2	统筹资源，深化产教协同.....	234
4.5.3	多管齐下，推动转化运营.....	239
4.6	小结.....	244

陕西省知识产权学院

1 集成电路产业发展现状

1.1 集成电路产业整体态势

1.1.1 产业简介

集成电路(Integrated Circuit, IC)也称微电路(Microcircuit),或者芯片(Chip),是二十世纪五十年代发展起来的一种新型半导体器件,主要原理是通过一定的工艺,将完整电路中所需的二极管、晶体管、电容、电阻等元件及布线互连制作在半导体晶片或者介质基片之上,然后封装在一个管壳内,最终形成完整的微型电路结构。集成电路的出现使电子元件向微型化、低功耗、智能化和高可靠性方面迈进了一大步。

集成电路产业是现代信息技术产业的基础与核心,对于推动国民经济发展具有十分重要的战略意义。集成电路长期占据全球半导体产品销售额的 80%,被誉为“工业粮食”,涉及计算机、数码电子、家用电器、自动化、电气、通信、交通、医疗、航空航天等领域,在几乎所有的电子设备中都有使用。对于未来社会的发展方向,包括 5G、人工智能、物联网、自动驾驶等,集成电路都是必不可少的基础,只有在集成电路的支持下,这些应用才可能得以实现。

随着全球信息化的深入发展,集成电路产业已成为衡量一个国家综合实力的标志,是当前国际政治、经济竞争重要砝码。自 2018 年中美贸易争端以来,美国接连采取非常规手段对我国集成电路产业进行打压,企图通过卡住芯片这一关键命脉,阻碍我国的经济与科技发展。面对国际竞争和国家安全的双重需要,我国政府近年来高度重视集成电路产业发展。2020 年 7 月 27 日,国务院发布《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》,制定了财税、投融资、研究开发、进出口、人才、知识产权、市场应用、国际合作等八个方面 37 项政策,支持集成电路产业高质量发展,体现了国家大力发展集成电路产业的决心与意志。2021 年,我国开启了“十四五”奋斗新征程,集成电路产业作为我

1 集成电路产业发展现状

国在国际政治、经济竞争中“突围”的关键点，在国家政策的持续推动下有望在阻碍与碰撞中逆势成长。

1.1.2 产业现状

1.1.2.1 市场情况

（一）全球产业呈“螺旋式上升”发展模式

全球半导体市场发展呈现出螺旋式上升的发展模式，在放缓或回落后又会经历一次更强劲的复苏。2000年，互联网“泡沫”破裂，导致半导体产业经历了两年的调整期，之后凭借能量的积蓄以及12寸硅片的导入，半导体市场实现快速发展。2008年第四季度全球金融危机的爆发，又使半导体市场再次进入短暂的调整期。

2010年，iPhone、iPad等移动终端的崛起开启了移动互联网时代，半导体市场增速达到历史高位。随着存储器的爆发，全球半导体市场于2017年突破了4000亿美元。2018年下半年开始，全球半导体市场再次进入调整期。2019年，由于全球固态存储及智能手机、PC需求增长放缓，产品库存高企，全球半导体需求市场下滑，存储器市场价格出现滑坡。再加上全球贸易摩擦带来的市场不确定性增加，2019年全球半导体市场大幅萎缩，跌幅达到12.0%。这也是全球半导体市场近15年来的最大跌幅。

2020年，受新冠肺炎疫情影响，全球经济出现衰退，但集成电路市场在远程会议、远程办公等方式驱动下实现逆势增长，全球半导体市场规模¹达到4331亿美元同比增长5.1%。2021年，全球芯片供应紧张，企业数字化进程加快，对电子产品的消费引起芯片需求激增，存储器和专用芯片进入景气周期，集成电路市场迎来新的高峰。2021年，全球半导体市场规模达到5559亿美元，同比增长28.4%，中国集成电路市场需求持续旺盛，全年集成电路市场销售额增至10458

¹半导体可分为集成电路、光电子器件、分立器件和传感器。其中集成电路的市场规模占据半导体市场规模的80%以上，因此半导体的市场规模情况在很大程度上可以反映集成电路的市场规模情况。

陕西省集成电路产业专利导航

亿元，同比增长 18.2%。预计 2022 年市场规模将进一步增长。

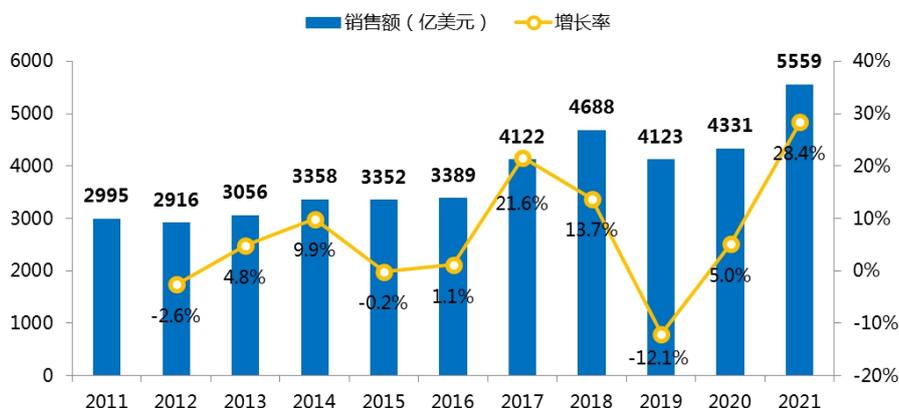


图 1-1 2011-2021 年全球半导体市场规模及增长率



图 1-2 2011-2021 年我国集成电路市场规模及增长率

(二) 国际市场竞争愈加激烈

对于全球集成电路市场来说，2020 年是很值得关注的一年。IBM 研发的新型 2nm 芯片就十分引人注目。该芯片采用纳米片堆叠的晶体管，即 GAA 晶体管构造。与当今最先进的 7nm 相比，该芯片将实现 45% 的性能提升或 75% 的能耗降低。IBM 表示，采用 2nm 技术可以在一块指甲大小的芯片中容纳多达 500 亿个晶体管。2nm 技术的突破建立在 IBM 数十年来在半导体创新领域的领先地位

1 集成电路产业发展现状

之上，是 7nm、5nm 技术的“延伸”。IBM 在半导体突破还包括实现首次 7nm 和 5nm 工艺技术。

半导体企业的营收状况同样是业界关注的焦点。2020 年，全球前十的半导体企业中，美国企业有 6 家，占据主要份额。从营收总值来看，美国 6 家企业占前十大企业总值的 59.2%，韩国 2 家企业占前十大企业总值的 32.4%。英特尔凭借 702.4 亿美元收入继续蝉联全球半导体企业营收首席，这得益于其核心客户端和服务器 CPU 业务的增长。2020 年，全球前十半导体企业中同比增幅最大的是联发科，其次是英伟达和高通，德州仪器是全球前十企业中唯一收入下滑的企业。

2020 年，纵观全球半导体研发支出，前十大半导体企业的研发投入费用总计增加了 11%，总额已达到 435 亿美元，占行业总额的 64%。这表明头部企业的市场集中度进一步提升，市场竞争也更加激烈。

2020 年下半年，全球半导体领域共发生了五起规模较大的并购事件和十余起规模较小的并购事件，涉及总金额达到了创纪录的 1180 亿美元，2020 年也因此成为半导体并购历史上交易规模的最大年份。全球半导体行业并购金额的剧增主要是缘于各领域巨头厂商的强强联合。

表 1-1 2020 年全球半导体领域大规模企业并购事件

时间	并购事件
7 月 13 日	模拟芯片巨头美国亚德诺半导体公司宣布将以 210 亿美元全股票的形式收购另一模拟芯片公司美国美信
9 月 13 日	美国英伟达宣布将以 400 亿美元股票与现金形式从日本软银收购位于英国的 ARM 公司
10 月 20 日	韩国 SK 海力士宣布与美国英特尔达成协议，将以 90 亿美元全现金形式收购英特尔 NAND 闪存及存储业务，包括英特尔在中国大连的 NAND 闪存制造工厂
10 月 27 日	美国超威半导体公司宣布将以总价值 350 亿美元全股票的形式收购全球最大的 FPGA 独立供应商赛灵思
10 月 29 日	美国宽带通信、存储解决方案提供商美满宣布将以 100 亿美元的现金和股票形式收购美国 Inphi 公司

陕西省集成电路产业专利导航

12月10日

中国台湾地区的硅晶圆厂环球晶圆宣布将以 37.5 亿欧元的现金形式收购硅晶圆制造商德国世创，并在 2021 年 1 月提高了对世创的收购报价

（三）后摩尔时代的颠覆性技术备受关注

异构集成是后摩尔时代典型的发展技术。该技术被应用于封装领域，在满足需求的情况下，采用芯粒（Chiplet）技术，可快速和有效的发挥出芯片的功能。使用该技术还具有设计难度低、制造便捷和成本低等优势。

这一发展方向使得芯片发展从一味地追求功耗下降及性能增加，转向更加务实的满足市场需求。很多企业都对“芯粒”有所布局。比如，英特尔推出可将逻辑芯片与存储芯片进行 3D 封装的 Foveros 技术；台积电推出可以实现晶圆对晶圆的键合的多芯片堆叠 SoIC 技术等。同时，该项技术也是中国半导体产业在后摩尔时代的重点发展技术。

RISC-V 架构的 MCU 将为 MCU 市场格局带来变革。RISC-V 基于标准宽松的 BSD 许可证，可自由免费地使用设计 CPU、开发并添加自有扩展指令集，自主选择是否公开发行、商业销售或更换其他许可协议，或者完全闭源使用。RISC-V 当前最适合用于 AIoT 应用，有望对 ARM 架构处理器形成竞争，在中国形成 RISC-V 生态，而 MCU 是 RISC-V 的最佳应用领域之一。凭借开源、低功耗、低成本等优势，RISC-V 架构 MCU 将形成对 ARM 架构 MCU 的冲击，为市场带来新变局。

光子芯片或成为芯片发展的新赛道。光子芯片为利用光信号进行数据获取、传输、计算、存储和显示的芯片。目前，光子芯片应用于在光通信应用中，特别是在数据中心基础设施的驱动下，硅光子学被用于将光学组件集成到硅芯片上，以利用 CMOS 的低成本和可扩展性以及 CMOS 设备的制造和组装的便利性。相对电子驱动的集成电路，光子芯片具有超高速率、超低功耗等特点。理论上，光子芯片规模可以调制，并且光的特性先天适合线性计算，包含高密度的并行计算。在 AI 高速发展的当下，光子芯片运行矩阵乘法效果有机会比现有电子芯片效果

1 集成电路产业发展现状

好成百上千倍，吸引了学术界和产业界争相探索光子计算带来的机会。

受“碳中和”趋势影响，可提升能源转换效率的第三代半导体产业正在开启发展加速度。随着新冠肺炎疫情的影响逐渐减小，工业能源转换所需零组件如逆变器、变频器等，以及通讯基站需求回稳；其次，随着特斯拉（Tesla）Model3 电动车逆变器逐渐改采碳化硅（SiC）制程后，第三代半导体在车用市场逐渐备受重视。

以氮化镓（GaN）、SiC 代表的第三代半导体具备耐高温、耐高压、高频率、大功率等优势，相比硅器件可降低 50% 以上的能量损失，并减小 75% 以上的装备体积，是助力社会节能减排，并实现“碳中和”目标的重要发展方向。目前，第三代半导体的触角已延伸至数据中心、新能源汽车等多个关键领域，整个第三代半导体行业渐入佳境，有望成为绿色经济的中流砥柱。

1.1.2.2 产业政策

1.1.2.2.1 国外产业政策

（一）美国

美国作为集成电路技术的发源地，在技术和规模方面始终处于领先地位。美国在半导体领域的领导地位也是美国成为全球最大经济体和领先最先进技术的重要原因。近年来，面对摩尔定律放缓和中国竞争力的增强等诸多挑战，美国加大了对集成电路产业与技术政策支持。2020 年 6 月，美国参议院提出两项新法案，分别为《为半导体生产创造有效激励措施法案》（CHIPS for America Act，简称《创造案》）和《美国晶圆代工工业法案》（American Foundries Act，简称《工业案》），以促进美国半导体产业的现代化进程。《创造案》总共提出八项措施，预计为政府芯片制造项目提供至少 120 亿美元资助；《工业案》计划以 250 亿美元的联邦投资支持美国半导体制造业，强化美国半导体的领导地位，并打击中国对半导体产业的持续投资。2021 年 6 月，美国政府最新发布的《美国创新与竞争法案》再次对集成电路技术研发进行资金投入，计划单独批准支出 540 亿美元

陕西省集成电路产业专利导航

用于增加美国对半导体、微芯片和电信设备的生产和研究。

表 1-2 美国集成电路产业政策

发布时间	政策	相关举措
2017年6月	电子复兴计划	计划未来五年投入 15 亿美元，专注于开发用于新器件的新材料、集成复杂电路的新架构、效率更高的系统级软硬件
2020年6月	为半导体生产创造有效激励措施法案	提出八项措施，为政府芯片制造项目提供至少 120 亿美元资助
2020年6月	美国晶圆代工业法案	计划以 250 亿美元的联邦投资支持美国半导体制造业，强化美国半导体的领导地位，并打击中国对半导体产业的持续投资
2021年6月	美国创新与竞争法案	单独批准支出 540 亿美元用于增加美国对半导体、微芯片和电信设备的生产和研究

（二）日本

日本的集成电路产业实力仅次于美国。日本的集成电路产业早期发展得益于对美国技术的大规模引进。上世纪六十年代初，由日本政府协调，美国仙童公司将技术授权分享给 NEC、日立、三菱、富士通和东芝等五家日本最大的计算机公司，开启了日本集成电路产业发展。经过大量的专利布局，日本逐渐在 DRAM 产业获得了世界领先的地位，摆脱了对美国的进口依赖。八十年代，日本在存储器领域已全面赶超美国，并在九十年代初期进入鼎盛时期，全球市场占有率高达 53%。然而，随着美国移动通信和笔记本电脑等新兴领域的崛起，DRAM 领域又被韩国超越，到 2016 年，日本集成电路产业规模在全球市场的比重已跌至 11%。不过，日本的市场份额虽已大幅度下降，但在产业技术上的话语权仍然很大，拥有众多基础性专利技术，NAND Flash、芯片制造设备和原材料等产品依然在世界占据重要地位。近年来，日本为振兴集成电路产业，再度将半导体作为国家发展重点，2021 年，相继推出《半导体与数字产业战略》与《半导体产业振兴方

1 集成电路产业发展现状

案》，确立了以扩大国内生产能力为目标的半导体数字产业战略，提出强化日本半导体产业基础的“三步走”实施方案，为半导体生产工厂建设费用提供 50% 的补贴。

表 1-3 日本集成电路产业政策

发布时间	政策	相关举措
2018 年 6 月	纳米技术和材料科学技术 研发战略	推进高度网络基础系统用半导体、微电子机械系统 (MEMS)、纳电子机械系统 (NEMS) 等尖端技术飞跃发展所需的材料革新
2021 年 6 月	半导体与数字产业战略	确立了以扩大国内生产能力为目标的半导体数字产业战略
2021 年 11 月	半导体产业振兴方案	提出强化日本半导体产业基础的“三步走”实施方案，为半导体生产工厂建设费用提供 50% 的补贴

(三) 韩国

韩国集成电路产业战略和路径，是以自主创新和掌握自主知识产权技术为根本目标和定位，从引进技术和从事硬件的生产、加工及服务开始，对引进技术进行消化吸收，到研发一些技术等级简单的芯片，逐步提升自主创新能力，最终掌握高端核心技术。韩国整体产业政策模式有一个制度背景，就是基本上不鼓励合资政策，其目的就是要防止技术锁定，防止国内企业太依赖于国外的技术。除此之外，韩国还大力鼓励产业竞争并支持人才储备培养，这使得韩国的产业实力始终处于全球前列。2016 年，韩国推出总规模 2000 亿韩元的“半导体希望基金”用于投资一些具发展潜力的半导体相关企业。2017 年底，出台《半导体研发国家政策计划》，启动为期 10 年，预算总金额高达 2.4 兆韩元的研发计划。韩国还极为重视半导体人才培养，2019 年与 2021 年分别推出《半导体原材料、零件、技术装备人才培养工程》以及《系统半导体核心人才培养方案》，对高端人才的培养进行了部署。

陕西省集成电路产业专利导航

表 1-4 韩国集成电路产业政策

发布时间	政策	相关举措
2016 年 11 月	半导体希望基金	总规模达 2000 亿韩元，用于投资一些具发展潜力 的半导体相关企业
2017 年底	半导体研发国家政策计划	启动预算高达 2.4 兆韩元，为期 10 年，研 发计划主要包括人工智能、物联网、新世代 半导体生产设备及材料等三大领域
2019 年 11 月	半导体原材料、零件、技术 装备人才培养工程	开展培养半导体原材料、零件、技术装备等 相关人才培养的教育课程，并计划通过该工 程在 5 年间培养 300 名高级研发人员
2020 年 12 月	下一代智能半导体（器件） 研发计划	旨在克服现有半导体技术局限，致力于下一 代超低功耗、高性能半导体器件核心技术的 创新开发，为期 10 年，金额达 2405 亿韩元
2021 年 1 月	系统半导体核心人才培养方 案	未来一年计划培养 3600 余名系统半导体核 心人才
2021 年 5 月	K-半导体战略	将半导体企业设施投资税额的扣除率最高 上调 20%、研发投入上调至 50%

（四）欧洲

欧盟主要通过巩固强项、聚焦车用电子和新能源等应用领域、推进半导体制
造向上下游延伸等策略来维持后摩尔定律时代半导体产业的增值发展，重点关注
应用驱动的半导体衍生性技术以及超越摩尔定律的解决方案。欧盟于 2018 年 12
月通过了法、德、意、英四国共同提出的“微电子联合研究创新项目”，并将在
2024 年前向该项目投资 175 亿欧元，预计会带动 60 亿欧元的私有投资，用于研
发芯片、集成电路、传感器等创新性技术与元器件。该项目针对家电和自动驾驶
汽车等消费类设备以及电池管理系统等新能源产业应用领域，重点研发高能效芯
片、功率半导体、智能传感器、先进的光学设备、替代硅的复合材料五大技术领

1 集成电路产业发展现状

域。2020年12月，欧盟17个国家联合签署了《欧洲处理器和半导体科技计划联合声明》，宣布未来两三年内将投入1450亿欧元用于半导体研究，加强欧洲电子和嵌入式系统的价值链，并加强领先的制造能力，以加强欧洲在半导体技术方面的能力。

表 1-5 欧洲集成电路产业政策

发布时间	国家/地区	政策	相关举措
2018年12月	欧盟	微电子联合研究创新项目	2024年前投资175亿欧元，用于研发芯片、集成电路、传感器等创新性技术与元器件
2020年12月	欧盟	欧洲处理器和半导体科技计划联合声明	未来两三年内将投入1450亿欧元用于半导体产业，推动欧盟各国联合研究及投资先进处理器及其他半导体技术
2020年11月	德国	微电子研究框架计划 2021-2024	计划四年内投入4亿欧元支持微电子研究，重点支持电子设计自动化、高性能应用处理器、新型智能互联传感器等
2021年10月	法国	“法国2030”投资计划	投资近60亿欧元，应对芯片短缺并确保产业独立性，使法国的电子产品产量在2030年前增加一倍

1.1.2.2.2 国内产业政策

（一）国家层面：持续出台集成电路产业政策，加强产业顶层设计

2014年6月，国务院印发《国家集成电路产业发展推进纲要》，将集成电路产业技术研发提升至国家战略，部署了集成电路产业2015年、2020年以及2030年的发展目标。纲要最主要的一项措施是设立国家集成电路产业投资基金，主要

陕西省集成电路产业专利导航

吸引大型企业、金融机构以及社会资金，重点支持集成电路等产业发展，促进工业转型升级。纲要主要运用供给面的政策工具，集中于财政策源供给、人力资源供给和技术资源的供给上，首次系统地提出了强化企业创新能力建设。

表 1-6 国家集成电路产业投资基金一期股东名单

序号	股东名称	持股数 (亿股)	持股比例
1	中华人民共和国财政部	360	36.5
2	国开金融有限责任公司	220	22.3
3	中国烟草总公司	110	11.1
4	北京亦庄国际投资发展有限公司	100	10.1
5	中国移动通信集团公司	50	5.1
6	上海国盛（集团）有限公司	50	5.0
7	武汉金融控股（集团）有限公司	50	5.1
8	其他	47.2	4.8
	合计	987.2	100

资料来源：头豹研究院

2015年5月，国务院印发《中国制造2025》，将集成电路及专用装备作为重点领域发展的突破口。要求着力提升集成电路设计水平，不断丰富知识产权（IP）核和设计工具，突破关系国家信息与网络安全及电子整机产业发展的核心通用芯片，提升国产芯片的应用适配能力。掌握高密度封装及3D微组装技术，提升封装产业和测试的自主发展能力，形成关键制造装备供货能力。

2016年11月，国务院印发《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》，提出启动集成电路重大生产力布局规划工程，实施一批带动作用强的项目，推动产业能力实现快速提升。

2016年12月，国务院印发《“十三五”国家信息化规划》，提出大力推进集成电路创新突破。加大面向新型计算、5G、智能制造、工业互联网、物联网的芯片设计研发部署，推动32/28nm、16/14nm工艺生产线建设，加快10/7nm工艺技术研发，大力发展芯片级封装、圆片级封装、硅通孔和三维封装等研发和产业化进程，突破电子设计自动化（EDA）软件开发。

2020年7月，国务院印发《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展

1 集成电路产业发展现状

展的若干政策》，为进一步优化集成电路产业和软件产业发展环境，深化产业国际合作，提升产业创新能力和发展质量，制定出台财税、投融资、研究开发、进出口、人才、知识产权、市场应用、国际合作等八个方面政策措施。进一步创新体制机制，鼓励集成电路产业和软件产业发展，大力培育集成电路领域企业。加强集成电路和软件专业建设，加快推进集成电路一级学科设置，支持产教融合发展。严格落实知识产权保护制度，加大集成电路和软件知识产权侵权行为惩治力度。推动产业集聚发展，规范产业市场秩序，积极开展国际合作。明确凡在中国境内设立的集成电路企业和软件企业，不分所有制性质，均可按规定享受相关政策。鼓励和倡导集成电路产业和软件产业全球合作，积极为各类市场主体在华投资兴业营造市场化、法治化、国际化的营商环境。

表 1-7 集成电路企业所得税减免

集成电路企业类型	减免政策	
集成电路生产企业	28nm 及以下	“十免”
	65nm 及以下	“五免五减半”
	130nm 及以下	“两免三减半”
集成电路设计、装备、材料、封测企业		“两免三减半”
重点设计企业		“五免后按十”

（二）地方层面：积极跟进集成电路产业政策，全面提高扶持力度

在地方层面，近五年来，全国 20 余个省市相继出台“集成电路”相关产业发展规划和专项政策，加大对集成电路产业发展的支持力度。全国范围内形成以长三角地区、京津冀地区、珠三角地区、中西部地区为引领的多点发展格局。从各省市集成电路政策热力图来看，有近三分之二的省市对高端装备制造业有明确的发展重点与目标，并给予集成电路产业财政税收、企业落户、研发项目、平台搭建、人才引进全方位的优惠政策支持。

表 1-8 我国各省市集成电路产业政策情况

时间	发文单位	政策规划
2017.12	北京市人民政府	《北京市加快科技创新发展集成电路产业的指导意见》
2017.04	上海市人民政府	《关于本市进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展的

陕西省集成电路产业专利导航

若干政策》		
2017.10	上海市经济和信息化委员会	《上海市软件和集成电路产业发展专项支持实施细则》
2018.08	重庆市人民政府	《重庆市加快集成电路产业发展若干政策》
2018.06	河北省人民政府	《河北省人民政府办公厅关于加快集成电路产业发展的实施意见》
2021.04	山东省财政厅、山东省工业和信息化厅	《山东省集成电路产业财政奖补政策实施细则》
2021.11	山东省工业和信息化厅	《山东省第三代半导体产业发展“十四五”规划》（征求意见稿）
2017.11	安徽省经济和信息化厅	《加快集成电路产业发展实施方案（2017-2019年）》
2015.06	江苏省人民政府	《省政府关于加快全省集成电路产业发展的意见》
2017.12	浙江省人民政府	《浙江省人民政府办公厅关于加快集成电路产业发展的实施意见》
2020.03	浙江省经济和信息化厅	《2020年浙江省软件与集成电路产业工作要点》
2020.10	江西省工业和信息化厅	《关于新时代支持赣南等原中央苏区新一轮产业高质量发展的若干措施》
2020.02	广东省人民政府	《广东省加快半导体及集成电路产业发展的若干意见》
2020.10	广东省发展改革委、广东省科技厅、广东省工业和信息化厅	《广东省培育半导体及集成电路战略性新兴产业集群行动计划（2021-2025年）》
2021.09	吉林省工业和信息化厅	《吉林省电子信息产业发展“十四五”规划》
2020.11	山西省人民政府	《山西省新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策》
2015.04	湖南省人民政府	《湖南省集成电路产业发展规划（2015-2020年）》
2019.03	四川省人民政府	《集成电路与新型显示产业培育方案》
2021.02	云南省人民政府	《云南省贯彻落实新时期促进集成电路产业和软件产业

1 集成电路产业发展现状

高质量发展若干政策的任务清单》		
2019.04	深圳市人民政府	《深圳市进一步推动集成电路产业发展行动计划（2019-2023年）》
2019.04	深圳市人民政府	《关于加快集成电路产业发展的若干措施》
2020.09	广州市工业和信息化局	《广州市加快发展集成电路产业的若干措施》
2020.10	珠海市人民政府	《珠海市大力支持集成电路产业发展的意见》
2020.10	珠海市人民政府	《关于促进珠海市集成电路产业发展的若干政策措施》
2021.04	石家庄市人民政府	《关于新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的实施意见》
2019.02	南京市人民政府	《南京市打造集成电路产业地标行动计划》
2021.04	苏州市人民政府	《苏州市促进集成电路产业高质量发展的若干措施》
2018.02	无锡市人民政府	《无锡市关于进一步支持集成电路产业发展的政策意见（2018-2020）》
2017.09	杭州市人民政府	《杭州市集成电路产业发展规划》
2021.06	宁波市经济和信息化局、宁波市财政局	《宁波市加快集成电路产业发展的若干政策》
2016.06	厦门市人民政府	《厦门市加快发展集成电路产业实施意见》
2018.09	合肥市人民政府	《合肥市加快推进软件产业和集成电路产业发展的若干政策实施细则（集成电路产业）》
2020.10	武汉市人民政府	《武汉市加快集成电路产业高质量发展若干政策》
2020.04	长沙市工业和信息化局、长沙市财政局	《长沙市关于加快新一代半导体和集成电路产业发展的若干政策实施细则》
2019.04	西安市科学技术局	《西安市光电芯片（集成电路）产业发展规划（2018-2021年）》
2018.03	成都市人民政府	《进一步支持集成电路产业项目加快发展若干政策措施》
2018.11	成都市人民政府	《支持集成电路设计业加快发展的若干政策》

陕西省集成电路产业专利导航

1.1.3 产业链

集成电路的产业链是以产品的生产和服务的提供过程为主的主要要素产业链。由于技术的复杂性和产业结构的高度专业化，随着产业规模的迅速扩张，产业竞争加剧，分工模式进一步细化。整体来看，一条完整的集成电路产业链可以分为上游设计业、中游制造业、下游封装测试业，以及与之相配套的关键设备和材料的支撑业，呈现进入门槛高、投资规模大、技术创新快、产品应用广等特点。



图 1- 3 集成电路产业链

1.1.3.1 设计业

集成电路设计是将系统、逻辑与性能的设计要求转化为具体的物理版图的过程，也是一个把产品从抽象过程一步步具体化、直至最终物理实现的过程。集成电路设计业处于集成电路产业的上游位置，是集成电路产品创新和技术进步的核心，属于技术与知识密集型产业，具有高毛利、高壁垒和行业敏感性的特性，也是集成电路产业知识产权最密集的部分。

集成电路设计业在遵循集成电路制造的基础及准则的同时，设计技术的进步引导着制造工艺的发展方向，支撑着系统整机厂商的市场需求。集成电路设计企业是设计产业的主体，核心业务是设计和销售自有品牌的集成电路产品，知名的设计业企业有英特尔、高通、博通、英伟达、超威、赛灵思等。

1 集成电路产业发展现状

当前，集成电路设计强烈依赖先进的集成电路设计辅助工具 EDA 和设计 IP 核。EDA（电子设计自动化）是集成电路领域的 CAD 加 CAE，用于完成超大规模集成电路的设计、综合、验证、物理设计等流程，是典型的技术与算法密集型产业。经过五十多年的发展，EDA 工具已经从辅助性技术成为了芯片产业的核心支柱技术之一，是衔接集成电路设计、制造和封测的关键纽带。集成电路领域的 IP 核通常是指用于 ASIC 或 FPGA 中的预先设计好的电路功能模块，在 EDA 技术开发中具有十分重要的地位。因此，研发集成电路设计工具 EDA 的企业和只提供 IP 核的供应商，也被纳入集成电路设计企业的范畴。目前，全球领先的 EDA 工具与 IP 核供应商主要有新思科技、楷登电子、明导科技、安谋。

近年来，我国集成电路设计业快速发展，根据中国半导体行业协会统计，2020 年我国集成电路设计业销售额为 3778.4 亿元，同比增长 23.3%，在设计、制造与封测三环节占比 42.7%。国内集成电路设计企业华为海思和紫光展锐一度于 2017-2018 年位列全球前十大芯片设计厂商。其中，海思作为华为的子公司，在移动芯片领域发展迅猛，核心产品华为麒麟系列芯片与高通和苹果的同期产品保持同等竞争水平，在视频芯片领域，海思占领了国内一半以上的市场，六大电视机厂商都是其客户。

尽管产业规模与技术实力处于高速上升时期，我国的集成电路设计业与发达国家相比仍存在巨大差距。美国依然占据全球集成电路设计 60% 的市场份额，是我国的五倍以上。在各类集成电路产品中，只有在移动通信芯片领域的华为海思和紫光展锐能够比肩高通等企业的国际水准，在 CPU、GPU、DRAM、Flash 等领域仍存在较大的差距。同时，EDA 工具严重依赖国外，美国的新思科技、楷登电子和西门子旗下的明导科技三大 EDA 企业合计占 70% 的全球市场份额、超过 90% 的中国市场份额。国内的 EDA 研发企业，以北京华大九天软件有限公司的规模最大。但是，与能提供整套 EDA 工具的国际巨头相比，华大九天只能提供三分之一左右的 EDA 工具。

陕西省集成电路产业专利导航

1.1.3.2 制造业

集成电路制造就是所谓的晶圆代工厂。集成电路制造为设计提供了基础及准则约束，在整个集成电路产业链中占据重要的地位。制造工艺的进步可以拓宽设计空间，不仅为集成电路设计业提供产品，也支撑着庞大的集成电路专用设备和专用材料市场。

集成电路制造企业的产能主要受限于晶圆厂生产线规模，晶圆的品控又与技术密切相关。因此，集成电路制造业与属于技术密集型和资本密集型产业，不仅需要大量的资本投入，还需要大量的研发支出。近年来，随着设计的复杂化和制程的不断推进，制造的技术壁垒和资本壁垒愈来愈高，市场竞争呈现出“强者恒强”的态势，产业集中度进一步提高。

2020年，全球专属晶圆代工整体营收达到4625亿元人民币，较2019年增长了25.8%。台积电、联华电子、格罗方德、中芯国际、华虹集团等全球排名前十的专属晶圆代工整体营收占全球营收的95.7%，较2019年增长了25.6%，整体市占率仅减少了0.13个百分点，高度垄断了全球晶圆代工市场。

目前，全球最大的集成电路制造商是台湾的台积电，占据全球63%的市场份额，在技术层面，台积电已经具备5nm的量产能力，代表了当前晶圆制造的最顶尖技术水平，预计2022年实现3nm生产。我国最大的集成电路制造商是中芯国际，位列全球晶圆代工企业第五名，但2020年收入却不到台积电的10%。中芯国际目前已经量产14nm，尚未实现7nm制程。可见我国集成电路制造工艺水平相比国际水平还是有较大差距。

1 集成电路产业发展现状

表 1-9 全球晶圆代工不同厂商制程演进时间表

制程演进	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022E
台积电	28nm			20nm	16nm		10nm	7nm		5nm		3nm
英特尔	22nm			14nm					10nm			7nm
三星		28nm		20nm			10nm		7nm	5nm		
格罗方德			28nm	20nm	14nm		10nm					
联华电子		28nm					14nm					
中芯国际					28nm					14nm		

1.1.3.3 封测业

集成电路封测是集成电路制造的后道工序，分为封装与测试两个环节，是提高集成电路稳定性及制造水平的关键工序。封装是集成电路芯片与整机或系统的界面，只有经过封装后的芯片才能装入系统，并在系统中发挥应有的效用。集成电路测试技术贯穿了集成电路制造以及集成电路封装和应用的全过程。不同的应用要求对集成电路性能测试的深度及广度也不同。

集成电路封测业处于集成电路产业链的下游位置，属于劳动密集型行业，技术壁垒相对较低，市场竞争也较激烈。2020年，全球集成电路封测业整体营收达到2137亿元人民币，相较于2019年增长12.4%。其中，日月光、安靠、长电科技、力成科技、通富微电等封测前十强企业的营收达到1794亿，相较于2019年的1590亿增长12.9%。

封测业是我国集成电路产业链中最成熟、最能参与国际竞争的环节。随着封测行业的并购和整合，目前基本形成三足鼎立局面，分别是台湾的日月光、美国的安靠和中国大陆的长电科技，三者市场份额占比超过50%。传统封测由于技术壁垒低、同业竞争激烈，利润空间极小，未来封测行业应向产品附加值更高的高级封测升级，资本支出将取代人力成本作为新的行业推动力。

1.1.3.4 支撑业

集成电路材料与设备共同构成了集成电路支撑业，贯穿了集成电路设计、硅

陕西省集成电路产业专利导航

片生产、芯片制造、封装测试整个产业生产过程，与集成电路行业整体景气程度密切相关。

集成电路材料是指在集成电路器件制造工艺中所需要的材料，其产业规模大、细分行业多、技术门槛高，是整个集成电路产业的先导基础，对集成电路制造业的安全可靠发展以及持续技术创新起到至关重要的支撑作用。据估算，材料对芯片性能提升的贡献已超过六成，在摩尔定律的发展进程中，性能提升的70%来源于新材料的应用。

集成电路材料种类繁多，包括硅片、靶材、CMP抛光材料、光刻胶、湿电子化学品、电子特种气体，光掩膜等。其中，硅片、气体、光掩膜和光刻胶四种材料市场规模占整体比例67%以上，硅片和硅基材料是晶圆制造中占比最大的基础材料，占集成电路制造材料市场比重约为32%。从全球来看，硅材料具有高垄断性，全球一半以上的半导体硅材料产能集中在日本，尤其是随着尺寸越大、垄断情况就越严重。全球前五大半导体硅片厂信越化学、胜高、环球晶圆、世创及SK Siltron 合计份额高达94%。而我国自主生产的硅片以8或6英寸为主，产品主要的应用领域仍然是光伏和低端分立器件制造，而12英寸的大尺寸集成电路级硅片依然严重依赖进口。

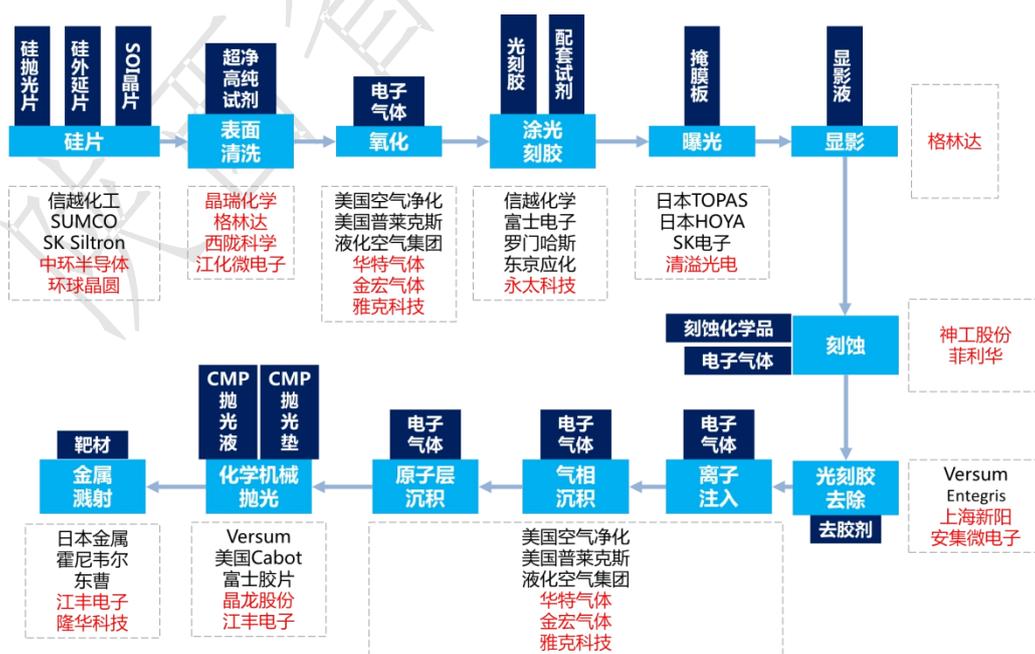


图 1-4 集成电路材料产业链全景图

1 集成电路产业发展现状

集成电路专用设备是推动集成电路技术演进的关键环节。自集成电路诞生以来，集成电路产业一直遵循着“一代装备、一代工艺、一代产品”的模式快速发展。芯片集成度的不断提高，不仅使芯片内在结构和生产工艺不断创新，对生产工艺赖以实现的设备技术也不断提出新的需求。目前，许多加工技术的精度已趋近于物理极限，对集成电路制造设备的性能要求越来越高，先进设备的研发也更具挑战性。

集成电路制造设备主要包括硅片制造设备、晶圆制造设备、封装设备和辅助设备。晶圆制造设备中，光刻机、刻蚀机和薄膜沉积设备为核心设备，分别占晶圆制造环节的比例约 30%、25%和 25%。封装设备中，主要包括减薄机、划片机和封装机等。集成电路设备业也同样是一个高度垄断的市场，根据各细分设备市场占有率统计数据，在光刻机、PVD、刻蚀机、氧化/扩散设备领域，前三家设备商的总市占率都达 90%以上，而且行业龙头基本都能占据一半的市场。以荷兰的光刻机供应商阿斯麦为例，全球市场份额高达 80%，其核心产品 EUV 光刻机更是独此一家，无任何厂商可以替代。

表 1-10 集成电路产业主要环节所需设备

环节	设备名称	环节	设备名称
IC设计	掩膜制版机	封装	减薄机
	扩散炉		划片机
晶圆制造	单晶炉		装片机
	光刻机		度量缺陷检测设备
	化学汽相淀积 (CVD) 设备		键合机
	显影机		封装机
	刻蚀机	测试机	
	离子注入机	分选机	
	CMP机台 (抛光)	探针台	
		其他前端工序	扩散、氧化及清洗设备

1.1.4 企业链

根据集成电路产业链，集成电路企业主要包括 IDM、Fabless、Foundry、OSAT 以及材料与设备企业。

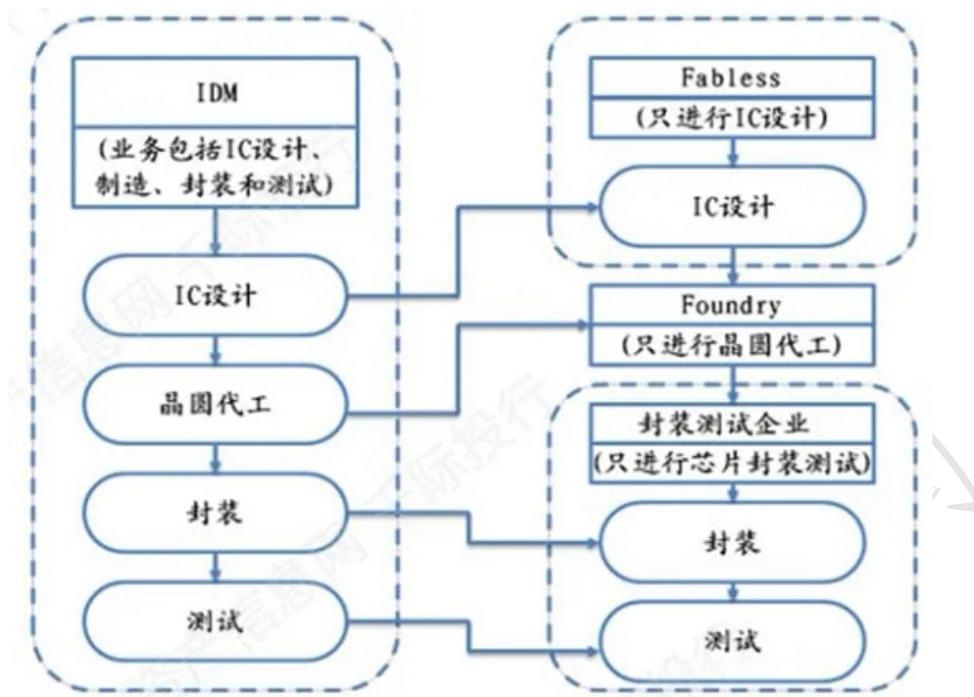


图 1- 5 集成电路企业模式

1.1.4.1 IDM 企业

IDM (Integrated Design and Manufacture, 垂直整合制造) 即一家企业同时拥有集成电路设计、芯片制造、封装测试等多个环节。IDM 企业有资源整合、高利润以及技术领先等优势, 处于市场的主导地位, 但企业投入最大, 对市场的反应也不够迅速。全球知名的英特尔、三星电子、SK 海力士、美光科技、德州仪器等半导体厂商均是典型的 IDM 企业。

(一) 英特尔

英特尔 (Intel) 创始于 1968 年, 总部位于美国加利福尼亚州圣克拉拉, 是半导体行业和计算创新领域的全球领先厂商, 2020 年, 英特尔全年营收超过 779 亿美元, 是当前全球第一大的半导体公司。英特尔早期的主要业务主要集中于存储芯片。1978 年, 英特尔推出首款基于 x86 架构的 16 位处理器 8086 CPU, 确立在微处理器芯片的领导地位。2021 年, 英特尔发起 IDM 2.0 计划, 将建立一个新的独立业务部门 Intel Foundry Services (IFS), 通过结合领先的工艺技术和封装, 在美国和欧洲为全球芯片产品提供世界级 IP 产品组合服务, 从而与其他

1 集成电路产业发展现状

厂商代工产品区分。

（二）三星电子

三星电子（Samsung Electronics），是三星集团旗下的子公司，韩国最大的消费电子产品及电子组件制造商，亦是全球最大的信息技术公司。三星电子的主要经营项目是七大事业群：半导体、行动通讯、数字影像、电信系统、IT 解决方案及数字应用。2019 年，三星电子就已顺利研发出了基于极紫外光刻的 5nm 芯片制程工艺，并为高通代工骁龙 875G 和 735G 处理器。2021 年，三星在与台积电的工艺研发竞争中以落于下风，7nm 和 5nm 代工订单均低于台积电。三星电子计划对芯片工艺路线图进行了调整，将跳过 4nm 工艺，由 5nm 直接上升到 3nm 来改变颓势。

（三）SK 海力士

SK 海力士（SK Hynix）是一家韩国的电子公司，成立于 1983 年，是全球领先的内存芯片制造商，以生产 IT 设备必需的 DRAM 和 NAND Flash 为主力产品的企业。海力士于 1983 年以现代电子产业有限公司的名字创立，在上世纪八十年代，专注于销售 DRAM，后来是 SDRAM。2012 年初，韩国第三大财阀 SK 集团宣布收购海力士 21.05% 的股份从而入主这家内存大厂。2020 年，SK 海力士顺利量产 1Xnm DRAM 内存芯片以及 128 层 NAND 闪存芯片，凭借其产品的高质量扩大了服务器市场份额，这使得收入和营业额有了大幅上涨。

（四）美光科技

美光科技（Micron Technology）是美国一家总部位于爱达荷州波夕的公司，成立于 1978 年，其主要业务为生产多种形式的半导体器件，包括动态随机存取存储器，闪存和固态驱动器，主要产品包括 DRAM、NAND 快闪存储器、CMOS 影像感测器、其它半导体元件和内存模组。

（五）德州仪器

德州仪器（Texas Instruments）是位于美国德克萨斯州的一家半导体跨国公

陕西省集成电路产业专利导航

司，主要从事创新型数字信号处理与模拟电路方面的研究、制造和销售。除半导体业务外，还提供包括传感与控制、教育产品和数字光源处理解决方案。德州仪器在 25 多个国家设有制造、设计或销售机构。德州仪器是世界第一大数字信号处理器和模拟电路元件制造商，其模拟和数字信号处理技术在全球具有统治地位。

1.1.4.2 Fabless 企业

Fabless（无工厂半导体企业），指没有芯片加工厂的集成电路企业，这种模式将资源聚焦在最终产品设计研发，而不需投放资源于保有当前的半导体制造技术与工厂。例如高通、博通、英伟达、联发科、超威等企业均属于 Fabless 企业。

表 1-11 2020 年全球 Fabless 企业营收十强²

排名	企业名称	地区	2020 年营收（亿美元）
1	高通（Qualcomm）	美国	194.07
2	博通（Broadcom）	美国	177.45
3	英伟达（NVIDIA）	美国	154.12
4	联发科（MediaTek）	中国台湾	109.29
5	超威（AMD）	美国	97.63
6	赛灵思（Xilinx）	美国	30.53
7	美满（Marvell）	美国	29.42
8	联咏科技（Novatek）	中国台湾	27.12
9	瑞昱半导体（Realtek）	中国台湾	26.35
10	戴乐格半导体（Dialog）	英国	13.76

（一）高通

高通公司（Qualcomm）是一个位于美国加州圣地亚哥的无线电通信技术研发公司，于 1985 年成立。高通公司设计各种 ARM 架构的 CDMA，专为移动站

² 高通、博通仅计入半导体部门营收，英伟达扣除 OEM/IP 营收。

1 集成电路产业发展现状

点调制解调器设计的芯片（MSM 系列），基带无线电芯片和电源处理芯片。这些芯片组卖给移动电话制造商，譬如京瓷、摩托罗拉和 HTC、三星电子集成到 CDMA 多元手机里。

（二）博通

博通（Broadcom）是美国一家无厂半导体公司，产品为有线和无线通讯半导体，创立于 1991 年，总部设在美国，在北美洲、亚洲和欧洲有办事处和研究机构。2016 年，博通被新加坡公司安华高科技以 170 亿美元现金和价值 200 亿美元的股票收购，成为美国仅次于英特尔、高通的半导体企业。博通主要为计算和网络设备、数字娱乐和宽带接入产品以及移动设备的制造商提供片上系统和软件解决方案，是当前全球最大的 WLAN 芯片厂商。

（三）英伟达

英伟达（NVIDIA）始创于 1993 年，总部位于美国加利福尼亚州圣克拉拉市，是全球视觉计算技术的行业领袖及 GPU 的发明者和领导者，专注于以设计智核芯片组为主 3D 眼镜等为辅的科技企业。英伟达是一家以设计智核芯片组为主的无晶圆 IC 半导体公司，是图形处理技术的市场领袖，专注于打造能够增强个人和专业计算平台的人机交互体验的产品。公司的图形和通信处理器已被多种多样的计算平台采用，包括个人数字媒体 PC、商用 PC、专业工作站、数字内容创建系统、笔记本电脑、军用导航系统和视频游戏控制台等。

（四）联发科

联发博动科技有限公司，始于 1997 年，台湾上市公司，全球尖端的系统单芯片供应商，致力于创造出横跨信息科技、消费电子及无线通信领域的 IC 解决方案的现代化企业。公司提供尖端的系统单芯片解决方案，而且是全球一家 IC 设计公司能够创造出横跨信息科技、消费电子及无线通信领域的 IC 解决方案。现时，概述已跻身全球顶尖 IC 设计公司之列。

（五）超威

陕西省集成电路产业专利导航

超威半导体产品有限公司（AMD），始于 1969 年美国，2006 年收购芯片巨头 ATI 公司，2010 年正式弃用 ATI 标志，专业为计算机/通信/消费电子行业设计和制造各种创新微处理器、闪存和低功率处理器的综合性企业。AMD 公司专门为计算机、通信和消费电子行业设计和制造各种创新的微处理器（CPU、GPU、APU、主板芯片组、电视芯片等）、闪存和低功率处理器解决方案。

1.1.4.3 Foundry 企业

Foundry（专业芯片代工企业），指的是专注于芯片专业生产制造、委托加工的集成电路专业制造企业。这种模式专注于芯片制造工艺的研发，以及生产制造管理能力提升，为无工厂芯片企业提供委托加工服务。例如台积电公司就是全球著名的企业。

表 1-12 2020 年全球 Foundry 企业营收十强

排名	企业名称	地区	2020 年营收（亿元人民币）
1	台积电（TSMC）	中国台湾	2924
2	联华电子（UMC）	中国台湾	387
3	格罗方德（GlobalFoundries）	美国	360
4	中芯国际（SMIC）	中国大陆	251
5	华虹集团（HUAHONG Group）	中国大陆	135
6	力积电（Powerchip）	中国台湾	102
7	高塔（TowerJazz）	以色列	79
8	世界先进（VIS）	中国台湾	71
9	东部高科（DB HiTeK）	韩国	61
10	稳懋（WIN）	中国台湾	57

（一）台积电

台湾积体电路制造股份有限公司（简称：台积电）主要从事研究，开发，制造和集成电路（IC）的相关产品经销。该公司的代工部门从事制造，销售，包装，

1 集成电路产业发展现状

测试和集成电路等半导体器件的计算机辅助设计，以及面具制作服务。它的其他部门还从事研究，开发，设计和提供系统级芯片（SoC），以及研究，开发，设计，制造和销售固态照明设备和太阳能相关的技术和产品。其产品和服务应用于电脑，通讯和消费电子产品等等。

2020 年，台积电的先进制程营收再新高，第四季度 5 纳米和 7 纳米合计营收占了一半，28 纳米及以下工艺的营收 74%。全年 28 纳米及以下工艺营收占比 72%。2020 年 5 月，台积电宣布，计划在美国亚利桑那州菲尼克斯市兴建先进的晶圆制造厂。该工厂将采用台积电的 5 纳米制程技术，规划的月产能为 20000 片晶圆。规划于 2021 年动工，2024 年开始量产。据悉，2021 年至 2029 年，台积电在该工厂的支出约 120 亿美元。2021 年，台积电的资本支出将增加到 220 亿美元再创新高，主要用于 5 纳米、3 纳米制程相关厂务与设备投资，还有一部分将投入先进封装技术及 2 纳米制程研发之中。

（二）联华电子

联华电子成立于 1980 年，是台湾第一家半导体公司。联电是世界晶圆专工技术的领导者，持续推出先进制程技术并且拥有半导体业界为数最多的专利。联电的客户导向解决方案能让芯片设计公司利用本公司尖端制程技术的优势，包括通过生产验证的 65 纳米制程技术、45/40 纳米制程技术、混合信号/RFCMOS 技术，以及其他多样的特殊制程技术。联电在全球约有 12000 名员工，在中国台湾、日本、新加坡、欧洲及美国均设有服务据点。2020 年 2 月，联电宣布增资联芯集成 5 亿美元，计划到 2021 年中，将联芯集成一期月产能提升至 25000 片规划。

（三）格罗方德

格罗方德（Global Foundries）是一家总部位于美国加州硅谷桑尼维尔市的半导体晶圆代工厂商，成立于 2009 年 3 月。格罗方德旗下拥有德国德累斯顿、美国奥斯汀和纽约州等多座工厂，员工总数约 18000 人。2020 年，格罗方德在 22FDX/22FDX+、12LP+和硅光工艺上无取得不俗成绩。2021 年，格罗方德纽约 Malta 的 12 英寸晶圆厂 Fab 8 将大幅增加工具设备的安装，有效提升产能。格罗

陕西省集成电路产业专利导航

方德全球各大工厂的特色：德国 Dresden 厂主要以 WiFi、移动解决方案、手机显示等产品为主；新加坡厂主要供应 5G、RF 等芯片；纽约 Malta 厂主要是 FinFET 制程技术为主，生产 WiFi、SoC 产品、AI、edge 等产品。

（四）中芯国际

中芯国际控股有限公司（简称中芯国际）注册成立于 2015 年 7 月，是中国内地规模大、技术先进的集成电路芯片制造企业。中芯国际的晶圆代工收入包括中芯国际集成电路制造（上海）有限公司、中芯国际集成电路制造（北京）有限公司、中芯国际集成电路制造（天津）有限公司、中芯国际集成电路制造（深圳）有限公司、中芯北方集成电路制造（北京）有限公司、中芯南方集成电路制造有限公司的收入。

中芯国际可提供 0.35 微米到 14 纳米工艺技术，应用于不同工艺平台，具备逻辑电路、电源/模拟、高压驱动、嵌入式非挥发性存储、非易失性存储、混合信号/射频、图像传感器等多个工艺平台的量产能力。先进制程方面，完成了 1 万 5 千片 FinFET 装机产能目标。第一代量产稳步推进；第二代 FinFET 技术第一次采用了 SAQP 形成鳍结构以达到更小尺寸结构的需求，相对于前代技术，单位面积晶体管密度大幅度提高。目前中芯国际第二代 FinFET 技术已经完成低电压工艺开发，可以提供 0.33V/0.35V 低电压使用需求，已经进入风险量产。

（五）华虹集团

上海华虹（集团）有限公司（简称华虹集团）是现代化的以集成电路芯片设计制造为核心、以提供系统集成方案为目的的企业集团公司。华虹集团的营收包括华虹半导体和上海华力两大制造平台的营收，致力于先进工艺和特色工艺并举的方针。华虹半导体的工艺水平涵盖 1 微米至 55 纳米工艺，其嵌入式非易失性存储器、功率器件、模拟及电源管理和逻辑及射频等差异化工艺平台在全球业界极具竞争力。

2020 年，华虹集团实现了以 8 英寸为主转型为 12 英寸为主的跨越，目前 12 英寸营收占比首度超过 8 英寸业务。华虹集团在 2020 年推进了制造产业规模扩

1 集成电路产业发展现状

大和工艺技术水平提升等工作,28 纳米低功耗和 HKMG 高性能平台均实现量产;12 英寸 CIS 图像传感器芯片工艺技术进入全球领先阵营;12 英寸蓝牙、NOR 型闪存等特色工艺平台市场占有率国内领先;华虹七厂全球首条 12 英寸功率器件代工线实现规模量产;8 英寸平台在功率半导体、嵌入式存储等方面成为国内工艺技术最全面和最领先的企业。

1.1.4.4 OSAT 企业

OSAT (Outsourced Semiconductor Assembly and Test, 半导体封装与测试) 企业,是指专业的芯片封装、封装后测试业务代工的企业。中国台湾地区的日月光、力成科技,中国大陆地区的长电科技、通富微电以及美国的安靠等企业均是全球领先的 OSAT 企业。

表 1-13 2020 年全球 OSAT 企业营收十强

排名	企业名称	地区	2020 年营收 (亿元人民币)
1	日月光 (ASE)	中国台湾	643.28
2	安靠 (Amkor)	美国	312.36
3	长电科技 (JCET)	中国大陆	255.63
4	力成科技 (PTI)	中国台湾	174.83
5	通富微电 (TFMC)	中国大陆	107.89
6	华天科技 (HUATIAN)	中国大陆	84.00
7	京元电子 (KYEC)	中国台湾	66.46
8	南茂 (ChipMOS)	中国台湾	52.81
9	颀邦 (Chipbond)	中国台湾	51.12
10	联合科技 (UTAC)	新加坡	46.00

(一) 日月光

日月光 (ASE) 集团成立于 1984 年,总部位于中国台湾高雄,专注于提供

陕西省集成电路产业专利导航

半导体封装及测试服务，包括芯片前段测试及晶圆针测至后段之封装、材料及成品测试的一元化服务。目前，日月光为全球 90%以上的电子公司提供半导体组装和测试服务，占有全球芯片封测业 30%左右的市场份额，其封装服务包括扇出晶圆级封装、晶圆级芯片级封装、倒装芯片、2.5D 和 3D 封装、系统级封装和铜引线键合等。日月光的全球营运据点涵盖中国台湾、韩国、马来西亚、新加坡、日本、中国大陆、美国、墨西哥及欧洲多个主要城市。其中，在中国大陆设有上海厂、苏州厂、昆山厂、山东威海厂。由于半导体封测属于劳动密集型产业，大陆低人力成本具有优势，加之大陆半导体工业本身的成长，包括日月光在内的不少台湾企业都有意投资大陆，但是受到台湾有关政策限制。

（二）安靠

安靠（Amkor）建于 1968 年，总部在美国宾夕法尼亚州的西彻斯特，目前是全球第二大集成电路封测厂商，市占率 14.6%。安靠提供了一整套封测服务，包括封装设计和开发，晶圆探针和封装测试，晶圆隆起和重新分配服务，组装以及最终测试。值得一提的是，安靠在通过热压缩进行芯片组装以及晶圆级封装方面相当具有竞争力。2016 年，安靠完全收购了日本最大的半导体组装和测试外包供应商 J-Devices Corp.。2017 年，安靠又收购了 NANIUM S.A.，以增强公司在半导体封装和测试外包业务等方面的实力。安靠在中国，日本，韩国，马来西亚，菲律宾，葡萄牙和台湾设有工厂。

（三）长电科技

江苏长电科技股份有限公司（简称：长电科技），成立于 1972 年，是中国大陆最大的集成电路封测厂商，目前占据全球市场份额的 11.9%，是世界第三大封测厂商。长电科技提供全方位的芯片集成一站式服务，包括集成电路的系统集成封装设计、技术开发、产品认证、晶圆中测、芯片成品测试并向世界各地的半导体供应商发货。2015 年，长电科技跨国并购了新加坡星科金朋。合并后的长电科技，拥有位于中国、新加坡、韩国、美国等 7 处生产基地和 6 个研发中心，每一处都有明确的定位：新加坡基地负责 eWLB 高端封测，韩国基地以 SiP 系统

1 集成电路产业发展现状

集成为主，宿迁和滁州定位分立器件低成本生产基地，本部则是中高端产品的生产基地。

（四）力成科技

力成科技（PTI）是中国台湾的一家半导体封装与测试制造服务公司，成立于 1997 年。公司提供薄型小外形封装 IC 封装、四平无引线封装、多芯片封装、堆叠式多芯片封装、球栅阵列封装、封装上封装组装和存储卡封装服务。公司还提供 IC 测试服务和晶圆测试服务。该公司主要在亚洲、欧洲和美洲开展业务。

（五）通富微电

通富微电成立于 1997 年，专业从事集成电路封装、测试。公司目前拥有的封装技术包括 Bumping、WLCSP、FC、BGA、SiP 等先进封测技术，QFN、QFP、SO 等传统封装技术及汽车电子产品、MEMS 等封装技术；测试技术包括圆片测试、系统测试等。2016 年，通富微电联合国家集成电路产业投资基金斥资 3.71 亿美元收购 AMD 苏州和 AMD 槟城各 85% 股权，与 AMD 实现“合资+合作”的发展模式，切入 AMD 供应链，并在封测技术上提升了一大截。

1.1.4.5 设备与材料企业

集成电路设备制造公司，是指可以供应各种圆片制造、封装、测试、检测设备或仪器，并提供相应技术支持与服务的企业。集成电路材料制造商，除了指供应各种规格的半导体衬底材料圆片的制造商，还包括供应圆片制造和封装测试过程所需的电子级的气体、化学品、金属靶材、光刻胶、研磨液等材料的企业。

（一）阿斯麦

阿斯麦（ASML）是一家总部设在荷兰埃因霍芬的集成电路设备制造商，向全球复杂集成电路生产企业提供领先的综合性关键设备。其唯一产品就是集成电路制造环节最关键、技术含量最高的设备——光刻机。ASML 旗下产品 TWINSCAN 系列光刻机是世界上精度最高，生产效率最高，应用最为广泛的高端光刻机型。全球绝大多数半导体生产厂商，包括英特尔、三星、海力士、台积电

陕西省集成电路产业专利导航

电、中芯国际等都向 ASML 采购 TWINSCAN 机型。在当前最为先进的 EUV 光刻机领域，ASML 更是全球唯一供应商，处于绝对垄断地位。其 EUV 光刻机的单台售价高达 1.1 亿欧元/台，尽管 ASML 每年仅卖出数百台产品，营收额却能达到百亿欧元，毛利率更是达到惊人的 45%。

（二）应用材料

应用材料（Applied Materials）公司成立于 1967 年，是一家位于美国硅谷的半导体和显示设备制造商。与荷兰 ASML 聚焦最尖端的光刻机生产不同，应用材料公司产品线众多，集成电路生产相关的设备，如化学气相沉积、物理气相沉积、离子层注入、侵蚀、硅片检测等均有供应。此外，应用材料还提供一系列提高晶圆厂效率的解决方案以及软件服务以及 LED、OLED 等显示器相关业务。

应用材料目前在全球 13 个国家和地区共计拥有 90 多个生产、销售和服务机构，客户包括英特尔、三星、台积电等半导体晶圆与集成电路制造商、平面液晶显示器、太阳能电池与模块以及其他电子设备制造商。2020 年，应用材料全年营收 172 亿美元。在半导体系统模块中，应用材料在离子刻蚀和薄膜沉积领域都是行业中的龙头企业，尤其是在早期就专注的薄膜沉积领域，其产品占全球 PVD 设备市场近 55% 的份额，占全球 CVD 设备市场近 30% 的份额。除 PVD 和 CMP 占据全球最大市场份额外，其他设备同样拥有较强的实力，应用材料凭借相对全面的产品线，长期稳坐在半导体设备第一供应商的位置。

（三）信越化学

信越化学（Shin-Etsu Chemical）工业株式会社是日本最大的化工企业，公司成立于 1926 年，为东京证券交易所上市公司。公司主要产品为大尺寸硅片、PVC 等高科技材料。信越化学主要包括六大事业部，分别为 PVC/氯碱业务、半导体硅片业务、有机硅业务、特种化学品业务、电子功能材料业务，以及多元化经营业务。其中，半导体硅片市场份额常年位居全球第一。2020 年，信越化学的半导体硅片业务营收达到 3740 亿日元，合计 224.4 亿元。

信越化学的研发和制造工厂分布在亚洲、欧洲、北美和南美多个地区，其中

1 集成电路产业发展现状

美国是半导体硅片产品主要销售区域。日本信越化学客户主要为包括英特尔在内的半导体厂商。2020年，公司在海外市场的营收比例为74%。信越化学在硅晶圆材料领域一直保持技术和产能的领先，拥有大尺寸和高平整度的硅晶圆产品开发技术，目前已成功实现300mm晶圆和SOI硅片的批量供应，产量远高于其他公司。在半导体材料领域，除硅材料外，信越化学也已逐渐攻克高纯氢氟酸、高纯单晶硅、稀土磁体、LED封装及功率半导体材料等产品的技术难关，也可以提供用于半导体制造过程的光刻胶、光掩模用防尘盖及薄膜等。

1.1.5 技术链

产业链中的每个环节乃至每个环节上的不同产品都要运用到不同技术，一般地，某种产品的生产往往是多种技术组合的结果，物化于不同产品中的技术依据产品的上下游关系链接成链。

1.1.5.1 设计

设计是根据客户提出设计要求，通过EDA软件等工具将电路设计最终转化为具体物理版图的过程。

1.1.5.1.1 软件设计

集成电路软件主要是指电子设计自动化(Electronic Design Automatio, EDA)工具。几十年来，EDA成为芯片设计模块、工具、流程的代称。从仿真、综合到版图，从前端到后端，从模拟到数字再到混合设计，以及工艺制造等，EDA工具涵盖了芯片设计、布线、验证和仿真等所有方面。

EDA技术的诞生让工程师可以用硬件描述语言描述设计，可以通过仿真在流片前提前验证，并且在提高设计效率的同时，大大减少芯片制造环节的风险。之后基于IP模块的设计也逐渐成为EDA产业的一部分，IP厂商通过提供成熟的IP复用，与EDA工具一起支持客户的复杂芯片设计。这个过程中硬件芯片设计的抽象层级不断提高。

陕西省集成电路产业专利导航

芯片的制造十分受制于 EDA 工具和设计流程，EDA 的发展速度近十多年来越来越跟不上芯片设计规模和需求的快速增长。如何基于新的技术和平台，参考其他软件行业的发展过程，推动 EDA 工具和设计流程进入新的时代是当今芯片制造中一个容易被忽视的关键环节。目前，EDA 主要面临应用需求分化、验证工作复杂、IP 复用价值没有完全发挥、开放性不足等技术困境。EDA 工具和法学需要更全面的快速发展，才能进一步提升设计和验证效率，降低技术门槛的和缩短项目周期。

1.1.5.1.2 存储器件

存储器件（Memory）是用来存储程序和各种数据信息的记忆部件，可分为随机存取存储器（Random Access Memory，RAM）与只读存储器（Read-Only Memory，ROM）。RAM 是易失性存储器（Volatile Memory，VM），数据存储依赖电流，在系统停止供电的时候数据丢失。ROM 是非易失性存储器（Non-Volatile Memory，NVM），信息存储不依赖电流，在系统停止供电的时候仍然可以保持数据。RAM 可以随时从任何一个指定的地址写入或读出信息，在计算机和数字系统中用来暂时存储程序、数据和中间结果，目前以动态随机存取存储器（Dynamic Random Access Memory，DRAM）为主流。ROM 只能读出，不能修改，可长期固定保存数据，目前以 Nand Flash 为主流。

（一）DRAM

DRAM 即动态随机存取存储器，是目前最为常见的系统内存。DRAM 只能将数据保持很短的时间。为了保持数据，DRAM 使用电容存储，所以必须隔一段时间刷新一次，如果存储单元没有被刷新，存储的信息就会丢失。

（二）Nand Flash

Nand Flash 是一种比硬盘驱动器更好的存储设备，在不超过 4GB 的低容量应用中表现得尤为明显。随着人们持续追求功耗更低、重量更轻和性能更佳的产品，Nand Flash 被证明极具吸引力。Nand Flash 是一种非易失性存储技术，即断电后仍能保存数据。它的发展目标就是降低每比特存储成本、提高存储容量。

1 集成电路产业发展现状

1.1.5.1.3 微处理器

微处理器（Microprocessor Unit, MPU）是由一片或少数几片大规模集成电路组成的中央处理器，可完成取指令、执行指令，以及与外界存储器和逻辑部件交换信息等操作。常见的微处理器包括中央处理器（Central Processing Unit, CPU）与图形处理器（Graphics Processing Unit, GPU）。

（一）CPU

CPU 是一块超大规模的集成电路，通常是一台计算机的运算核心和控制核心，其功能主要是解释计算机指令以及处理计算机软件中的数据。CPU 由运算器、控制器和寄存器及实现它们之间联系的数据、控制及状态的总线构成。差不多所有的 CPU 的运作原理可分为四个阶段：提取、解码、执行和写回。CPU 从存储器或高速缓冲存储器中取出指令，放入指令寄存器，并对指令译码，并执行指令。

（二）GPU

GPU 是显示卡的“心脏”，相当于 CPU 在电脑中的作用，它决定了显卡的大部分性能，同时也是 2D 显示卡和 3D 显示卡的区别依据。2D 显示芯片在处理 3D 图像和特效时主要依赖 CPU 的处理能力，称为“软加速”。3D 显示芯片是将三维图像和特效处理功能集中在显示芯片内，也即所谓的“硬件加速”功能。显示芯片通常是显示卡上最大的芯片。

1.1.5.1.4 逻辑器件

逻辑器件是进行逻辑计算的集成电路，可分为固定逻辑器件（Fixable Logic Device, FLD）和可编程逻辑器件（Programmable Logic Device, PLD）。FLD 的电路和逻辑是永久的，一旦制造完成就无法改变。PLD 可以由用户进行逻辑编程或配置实现所需逻辑功能的数字集成电路，具有集成度高、设计灵活、可靠性高、设计周期短等优点。相对于 FLD 而言，PLD 有更好的灵活性，可以多次配置完成不同的逻辑功能。目前，常用的 PLD 有现场可编辑逻辑门阵列（Field

陕西省集成电路产业专利导航

Programmable Gate Array, FPGA)与复杂可编程逻辑器件(Complex Programmable Logic Device, CPLD)。

(一) FPGA

FPGA 采用了逻辑单元阵列 LCA (Logic Cell Array) 这样一个新概念, 内部包括可配置逻辑模块 CLB (Configurable Logic Block)、输入输出模块 IOB (Input Output Block) 和内部连线 (Interconnect) 三个部分。可配置逻辑模块是实现用户功能的基本单元, 它们通常排列成一个阵列, 散布整个芯片; 输入输出模块 IOB 完成芯片上逻辑与外部封装脚的接口, 常围绕着阵列排列于芯片四周; 内部连线包括各种长度的连线线段和一些可编程连接开关, 它们将各个可编程逻辑块或 I/O 块连接起来, 构成特定功能的电路。不同厂家生产的 FPGA 在可编程逻辑块的规模, 内部互连线的结构和采用的可编程元件上存在较大的差异。

(二) CPLD

CPLD 主要是由可编程逻辑宏单元 (LMC, Logic Macro Cell) 围绕中心的可编程互连矩阵单元组成, 其中 LMC 逻辑结构较复杂, 并具有复杂的 I/O 单元互连结构, 可由用户根据需要生成特定的电路结构, 完成一定的功能。由于 CPLD 内部采用固定长度的金属线进行各逻辑块的互连, 所以设计的逻辑电路具有时间可预测性, 避免了分段式互连结构时序不完全预测的缺点。到 90 年代, CPLD 发展更为迅速, 不仅具有电擦除特性, 而且出现了边缘扫描及在线可编程等高级特性。

1.1.5.2 制造

晶圆制造是将集成电路设计成果, 在硅片上通过多次氧化、化学气相沉积、光刻、刻蚀、离子植入、金属蒸镀等工艺步骤, 最终在晶圆上完成数层电路及元件加工与制作。

1.1.5.2.1 光刻工艺

光刻是将设计在掩模版上的图形转移到半导体晶片上, 是整个集成电路制造

1 集成电路产业发展现状

流程中的关键工序。光刻是一种复印图像与化学腐蚀相结合的综合性技术，它先采用照相复印的方法，将光刻掩模板上的图形精确地复印在涂有光致抗蚀剂的 SiO_2 层或金属蒸发层上，在适当波长光的照射下，光致抗蚀剂发生变化，从而提高了强度，不溶于某些有机溶剂中，未受光照的部分光致抗蚀剂不发生变化，很容易被某些有机溶剂融解。然后利用光致抗蚀剂的保护作用，对 SiO_2 层或金属蒸发层进行选择性的化学腐蚀，然后在 SiO_2 层或金属蒸发层得到与掩模板相对应的图形。现主要采用紫外线为光源的光刻技术，步骤如下：涂胶、前烘、曝光、显影、坚膜、腐蚀、去胶。

1.1.5.2.2 刻蚀工艺

在集成电路制造过程中，经过掩模套准、曝光和显影，在抗蚀剂膜上复印出所需的图形，或者用电子束直接描绘在抗蚀剂膜上产生图形，然后把此图形精确地转移到抗蚀剂下面的介质薄膜（如氧化硅、氮化硅、多晶硅）或金属薄膜（如铝及其合金）上去，制造出所需的薄层图案。刻蚀就是用化学的、物理的或同时使用化学和物理的方法，有选择地把没有被抗蚀剂掩蔽的那一部分薄膜层除去，从而在薄膜上得到和抗蚀剂膜上完全一致的图形。

在半导体制造中有两种基本的刻蚀工艺：干法刻蚀和湿法腐蚀。干法刻蚀是把硅片表面曝露于气态中产生的等离子体，等离子体通过光刻胶中开出的窗口，与硅片发生物理或化学反应，从而去掉曝露的表面材料。干法刻蚀是亚微米尺寸下刻蚀器件的最重要方法。而在湿法腐蚀中，液体化学试剂以化学方式去除硅片表面的材料。湿法腐蚀一般只是用在尺寸较大的情况下。湿法腐蚀仍然用来腐蚀硅片上某些层或用来去除干法刻蚀后的残留物。

1.1.5.2.3 薄膜工艺

薄膜沉积是集成电路制造过程中必不可少的环节，传统的薄膜沉积工艺主要有物理气相沉积（PVD）、化学气相沉积（CVD）等气相沉积工艺。PVD是指在真空条件下，采用物理方法，将材料源表面气化成气态原子、分子或部分电离成离子，并通过低压气体过程，在基体表面沉积具有某种特殊功能的薄膜的技术。

陕西省集成电路产业专利导航

CVD 主要是利用含有薄膜元素的一种或几种气相化合物或单质、在衬底表面上进行化学反应生成薄膜的方法。随着集成电路集成度越来越高，尺寸越来越小，高介电常数栅介质逐渐替代传统的氧化硅栅，同时高宽比越来越大，对沉积技术的台阶覆盖能力提出了更高的要求，因此原子层沉积（ALD）作为能够满足以上要求的新型薄膜沉积工艺已被越来越多的采用。

ALD 可以理解作为一种变相的 CVD 工艺，通过将气相前驱体脉冲交替地通入反应器并在沉积基体上化学吸附并反应形成沉积膜的一种方法。与传统 CVD 不同的是，ALD 在沉积过程中，反应前驱体是交替沉积，新一层原子膜的化学反应是直接与之前一层相关联的，这种方式使每次反应只沉积一层原子。ALD 已沉积材料包括金属、氧化物、碳（氮、硫、硅）化物、各类半导体材料和超导材料等。

1.1.5.2.4 掺杂氧化

掺杂是根据设计的需要，将需要的杂质掺入特定的半导体区域中，以达到改变半导体电学性质，形成 PN 结、电阻欧姆接触，通过掺杂可以在硅衬底上形成不同类型的半导体区域，构成各种器件结构。掺杂工艺的基本思想就是通过某种技术措施，将一定浓度的三价元素，如硼，或五价元素，如磷、砷等掺入半导体衬底，掺杂方法有两种：1) 扩散法。将掺杂气体导入放有硅片的高温炉，将杂质扩散到硅片内一种方法，分为替位式扩散和间隙式扩散。其优点是批量生产，获得高浓度掺杂，共有两道工序：预扩散和主扩散。2) 离子注入法。利用电场加速杂质离子，将其注入硅衬底中的方法，该法可以精密地控制扩散法难以得到的低浓度杂质分布，也可分为两个步骤：离子注入和退火再分布。其优点有：掺杂的均匀性好、温度低、可以精确控制杂质分布、可以注入各种各样的元素、横向扩展比扩散要小得多、可以对化合物半导体进行掺杂。

氧化工艺是一种热处理工艺，一般指制备 SiO_2 层。 SiO_2 是一种十分理想的电绝缘材料，它的化学性质非常稳定，室温下它只与氢氟酸发生化学反应。 SiO_2 的制备方法有干氧氧化、水蒸汽氧化、湿氧氧化、干湿干氧化法、氢氧合成氧化

1 集成电路产业发展现状

等。

1.1.5.3 封测

1.1.5.3.1 封装

集成电路封装是指将制作好的半导体器件放入具有支持，保护的塑料，陶瓷或金属外壳中，并与外界驱动电路及其他电子元器件相连这一过程。经过封装的半导体器件将可以在更高的温度环境下工作，抵御物理的损害与化学腐蚀。传统的封装技术有双列直插式封装（Dual In-line Package, DIP）、扁平式封装（Plastic or Quad Flat Package, QFP/PFP）、插针网格阵列封装技术（Pin Grid Array Package, PGA）以及球栅阵列封装（Ball Grid Array Package, BGA）等。

进入二十一世纪，随着摩尔定律逼近器件物理极限，沿着扩展摩尔定律和超越摩尔定律的方向，集成电路封装技术得到空前发展，出现了几项重要的先进封装技术，包括倒片封装（Flip Chip）、系统级封装（System in Package, SiP）、晶圆级芯片规模封装（Wafer Level Chip Scale Package, WLCSP）、面板级封装（Panel Level Package, PLP）以及硅通孔（Through Silicon Via, TSV）封装技术。跟传统封装技术相比，先进封装技术提高加工效率与设计效率，减少了设计成本。以 WLCSP 为例，产品生产以圆片形式批量生产，可利用现有的晶圆制备设备，将晶圆制造、封装测试、模组厂整合为一体，优化集成电路产业链，使得芯片生产周期缩短，进而提高生产效率，降低生产成本。

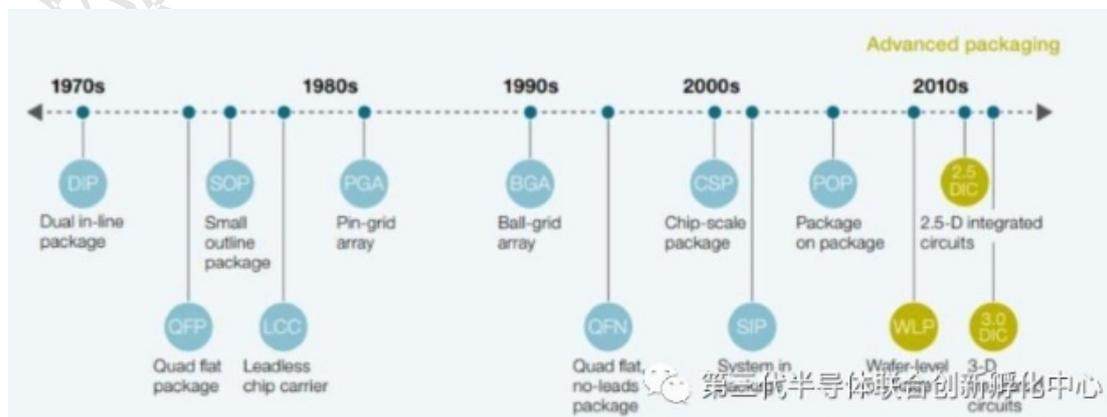


图 1- 6 集成电路封装技术历史演进

（一）Flip Chip

有别于传统的将芯片放置于基板上，再用打线技术（Wire Bonding）将芯片与基板上的连接点连接。Flip Chip 则将芯片有源区面对着基板，通过芯片上呈阵列排列的焊料凸点（Bumping）实现芯片与基板的互联。其工艺过程为：先在芯片上制作金属 Bumping，然后将芯片面朝下利用焊料直接与基板相连，通常会使用底部填充树脂对热应力进行再分布来提高可靠性。Flip Chip 的优势主要在于以下几点：小尺寸，功能增强（增加 I/O 数量），性能增强（互联短），提高了可靠性（倒装芯片可减少 2/3 的互联引脚数），提高了散热能力（芯片背面可以有效进行冷却）。

（二）SiP

SiP 技术是将系统或子系统的功能封装整合在基板内，芯片以 2D、3D 的方式接合到整合型基板的封装方式。SiP 将多种功能芯片，包括处理器、存储器等功能芯片集成在一个封装内，从而实现一个基本完整的功能，与片上系统（System on a Chip, SoC）相对应。SiP 为多芯片模灵活采用 2D 和 3D 混合封装的结构，不仅可以组装多个芯片，还可以作为一个专门的处理器、DRAM、快闪存储器与被动元件结合电阻器和电容器、连接器、天线等，全部安装在同一基板上，实现一个完整的功能单位可以建在一个多芯片封装，只需添加少量的外部元件即可工作。通过 SiP 技术可有效降低系统成本和功耗，显著减小封装体积。

（三）WLCSP

WLCSP 又称为晶圆级封装（Wafer Level Package, WLP）。在传统封装概念中，晶圆是先被切割成小的晶粒，之后再行连接和塑封。而 WLP 的工序恰好相反，是直接以圆片为加工对象，同时对圆片上的众多芯片进行封装及测试，最后切割成单颗成品，可以直接贴装到基板或 PCB 上，其中主要工艺为再布线技术，包括溅射、光刻、电镀等工序。WLP 具备两大优势：一是将芯片 I/O 分布在 IC 芯片的整个表面，使得芯片尺寸达到微型化的极限；二是直接在晶圆片

1 集成电路产业发展现状

上对众多芯片封装、老化、测试，从而减少常规工艺流程，提高封装效率。

WLP 经历了从扇入型晶圆级封装（Fan-In Wafer Level Package, FIWLP）向扇外型晶圆级封装（Fan-Out Wafer Level Package, FOWLP）的演进。FIWLP 是在晶圆未进行切片前对晶圆进行封装，之后再行切片分割，完成后的封装大小和芯片尺寸一致。FIWLP 是一种独特的封装形式，并具有真正裸片尺寸的显著特点。FOWLP 是近年新发展起来的技术。FOWLP 技术初始用于将独立的裸片重新组装或重新配置到晶圆工艺中，并以此为基础，通过批量处理、构建和金属化结构，如传统的 FIWLP 后端处理，以形成最终封装。其工艺过程为先将芯片作切割分离，将芯片重新布局到一块人工晶圆上，然后将芯片正面朝下黏于载具上，并且芯片间距要符合电路设计的节距规格，接着进行封胶后形成面板，后续将封胶面板与载具分离，可实现在芯片范围外延伸 RD 以容纳更多的 I/O 数。

（四）PLP

PLP 封装方法与 WLP 类似，只不过将晶粒重组于更大的矩形面板上，而不是圆形的晶圆。更大的面积意味着节约更多的成本，以及更高的封装效率。而且切割的晶粒为方形，晶圆封装会导致边角面积的浪费，矩形面板恰恰解决了浪费问题，但也对光刻及对准提出了更高的要求。扇外型面板级封装（Fan-Out Panel Level Package, FOPLP）近年来已成为封装技术的热点领域，安靠、日月光、英特尔、力成科技、三星、矽品、欣兴电子等大厂均有研发投入，期待借此达到比 FOWLP 更高的生产效益。

（五）TSV

TSV 技术是一项高密度封装技术，正在逐渐取代目前工艺比较成熟的引线键合技术。TSV 技术通过铜、钨、多晶硅等导电物质的填充，实现硅通孔的垂直电气互连。TSV 封装可以通过垂直互连减小互联长度，减小信号延迟，降低电容/电感，实现芯片间的低功耗，高速通讯，增加宽带和实现器件集成的小型化。TSV 工艺主要包括深硅刻蚀形成微孔，绝缘层/阻挡层/种子层的沉积，深孔填充，化学机械抛光，减薄、衬垫的制备及再布线制备等技术。TSV 深孔的

陕西省集成电路产业专利导航

填充技术是 3D 集成的关键技术，也是难度较大的一个环节，填充效果直接关系到集成技术的可靠性和良率等问题。

1.1.5.3.2 测试

测试的主要目标是检验半导体芯片的质量是否达到一定标准，从而消除不良产品、并提高芯片的可靠性。另外，经测试有缺陷的产品不会进入封装步骤，有助于节省成本和时间。电子管芯分选（EDS）就是一种针对晶圆的测试方法。EDS 是一种检验晶圆状态中各芯片的电气特性并由此提升半导体良率的工艺。EDS 可分为五步：电气参数监控（EPM）、晶圆老化测试、检测、修补以及点墨。

EPM 是半导体芯片测试的第一步。该步骤将对半导体集成电路需要用到的每个器件（包括晶体管、电容器和二极管）进行测试，确保其电气参数达标。EPM 的主要作用是提供测得的电气特性数据，这些数据将被用于提高半导体制造工艺的效率和产品性能。晶圆老化测试是指将晶圆置于一定的温度和 AC/DC 电压下进行测试，由此找出其中可能在早期发生缺陷的产品，也就是说通过发现潜在缺陷来提升最终产品的可靠性。老化测试完成后就需要用探针卡将半导体芯片连接到测试装置，之后就可以对晶圆进行温度、速度和运动测试以检验相关半导体功能。修补是最重要的测试步骤，因为某些不良芯片是可以修复的，只需替换掉其中存在问题的元件即可。未能通过电气测试的芯片已经在之前几个步骤中被分拣出来，但还需要加上标记才能区分。传统的方法需要用特殊墨水标记有缺陷的芯片，保证用肉眼即可识别，如今则是由系统根据测试数据值自动进行分拣。

1.1.5.4 支撑

1.1.5.4.1 大硅片

硅片是制作集成电路的重要原料，一般是单晶硅的切片，通过对硅片进行光刻、离子注入等手段，可以制成各种半导体器件。集成电路对硅片的纯度要求极高，达到了 99.9999999% 以上，是制备单晶硅片的重要难题。硅片按其直径可分

1 集成电路产业发展现状

为 3 英寸、4 英寸、6 英寸、8 英寸、12 英寸（300mm）以及 18 英寸（450mm）等，直径越大，在一个硅片上经一次工艺循环可制作的集成电路芯片数就越多，每个芯片的成本也就越低。因此，更大直径硅片是硅片技术的发展方向。但大尺寸硅片对微电子工艺设备材料和技术的要求也就越高。单晶硅按晶体生长方法的不同，分为直拉法、区熔法和外延法。直拉法、区熔法生长单晶硅棒材，外延法生长单晶硅薄膜。直拉法生长的单晶硅主要用于半导体集成电路、二极管、外延片衬底。目前晶体直径可控制在 3~8 英寸。区熔法单晶主要用于高压大功率可控整流器件领域，目前直径可控制在 3~6 英寸。

1.1.5.4.2 第三代半导体材料

第三代半导体材料是以碳化硅（SiC）、氮化镓（GaN）为代表的宽禁带半导体材料，具有高热导率、高击穿电场、高电子饱和漂移速率、抗辐射能力强和高键合能等优点，可以满足现代电子技术对高温、高压、高功率、高频以及高辐射等恶劣条件的新要求，是半导体材料领域最有前景的新材料。

（一）碳化硅

SiC 在半导体芯片中的主要形式为衬底，SiC 晶体经过切割、研磨、抛光、清洗等工序加工形成的 SiC 单晶薄片。SiC 单晶薄片经过外延生长、器件制造等环节，可制成 SiC 基功率器件和微波射频器件。目前，SiC 单晶衬底和外延片主流产品已由 4 英寸向 6 英寸过渡，8 英寸已经开始研发，商业化的 SiC 肖特基二极管（SBD）最高耐压已达到 3300V 以上，最高工作温度下电流小于 60A，SiC 金氧半场效晶体管（MOSFET）目前最高耐压为 1700V，最高工作温度下电流在 65A 以下，全 SiC 功率模块耐压达到 3300V，最高电流达到 800A，并已开发出 6500V 样品。

（二）氮化镓

与 SiC 相比，GaN 在降低成本方面显示出了更强的潜力，目前主流的 GaN 技术厂商都在研发以 Si 为衬底的 GaN 器件，以替代昂贵的 SiC 衬底。同时，由于 GaN 器件是个平面器件，与现有的 Si 半导体工艺兼容性强，这使其更容易与

陕西省集成电路产业专利导航

其他半导体器件集成。目前，国际上已具备 4 英寸 GaN 单晶衬底小批量生产能力，欧美等发达国家已实现 6~8 英寸硅基 GaN 外延片供货，硅基 GaN 高电子迁移率晶体管（HEMT）朝集成化方向发展，最高电压为 650V，室温下最大电流为 120A，商业化 RF GaN HEMT 工作频率达到 25GHz，最大功率实现 1800W。

根据集成电路产业的细分领域，进行技术分解，具体见下表。

表 1-14 集成电路产业技术分解表

一级分支	二级分支	三级分支	四级分支
集成电路	1 设计	1-1 软件设计	
		1-2 逻辑器件	1-2-1FPGA
			1-2-2CPLD
		1-3 微处理器	1-3-1CPU
			1-3-2GPU
		1-4 存储器件	1-4-1DRAM
			1-4-2NAND Flash
		2 制造	2-1 光刻技术
	2-2 刻蚀技术		
	2-3 薄膜技术		
	2-4 掺杂氧化		
	3 封测	3-1 封装	
		3-2 测试	
	4 支撑	4-1 大硅片	4-1-1 拉晶
			4-1-2 成型
			4-1-3 抛光
			4-1-4 清洗
			4-1-5 外延
			4-1-6 退火

1 集成电路产业发展现状

	4-1-7 评估
	4-1-8SOI
4-2 第三代半导体材料	4-2-1SiC 材料
	4-2-2GaN 材料

1.2 陕西省产业整体态势

1.2.1 产业发展基础

陕西省是我国西部地区集成电路产业的中心省份，现有半导体企业、科研院所及相关机构 200 余家，形成了从半导体设备和材料的研制与生产，到集成电路设计、制造、封装测试及系统应用的较完整产业链。

2020 年，陕西半导体产业总销售额达到 1236.2 亿元，同比增长 29%，规模位居全国第 4 位。其中，集成电路设计业规模 140.7 亿元，同比增长 39.44%；制造业规模 750 亿元，同比增长 43.13%；封测业规模 121 亿元，同比增长 4.67%；支撑业规模 156 亿元，同比增长 1.5%；分立器件规模 68.5 亿元，同比增长 7.15%。三星闪存芯片二期、奕斯伟硅产业基地等重大项目建设顺利。三星、美光、华天、紫光国芯、奕斯伟等龙头企业带动作用显现，产业以西安高新区为核心呈现集群式发展。西安市集成电路产业集群入围第一批国家战略性新兴产业集群发展工程。

设计业方面，陕西拥有 120 余家半导体设计企业，其中销售过亿的企业 11 家，过 10 亿的企业 3 家。目前陕西最高的设计水平达到 7nm，正在进行 10nm 工艺平台的 SoC 芯片设计研发工作，该工艺平台目前全球领先。但大多数企业仍旧集中在 0.25um 到 90m 之间，大多使用的是模拟、混合和射频工艺。主要企业包括克瑞斯和紫光国芯等，主要产业方向包括网络通信、存储器、电源与功率电路、卫星导航和其他一些特色领域。随着寒武纪、中科龙芯、紫光展锐、兆易创新等全国龙头企业在西安扩大和布局，预计陕西省设计业仍将保持高速增长。

制造业方面，陕西共有晶圆制造企业 8 家。在 2021 年中国半导体行业协会

陕西省集成电路产业专利导航

的“中国半导体制造十大企业”中，西安的三星（中国）半导体排名第一，西安微电子技术研究所排名第九。

封测业方面，目前共有封装测试企业共有 13 家，主要包括华天科技的集成电路通用封装，华羿微电子的功率半导体封装、美光的存储器封装以及西安微电子技术研究所、中车永电的特色封装等。其中，华天的规模全球排名第六，中国排名第三，在测试方面包括西谷微电子、爱德万、陕西集成电路联合测试中心等。

支撑业方面，陕西支撑业企业近 70 家。龙头企业包括应用材料的设备支持、奕斯伟的大硅片和单晶炉设备、天宏瑞科的电子级多晶硅、开尔文的测试设备以及配套三星的空气化工、住化电子、摩西湖等国际知名材料企业。

1.2.2 产业发展规划

1.2.2.1 省级发展规划

2016 年 9 月，陕西省发展和改革委员会印发《陕西省“十三五”战略性新兴产业发展规划》，提出以西安高新区、西安经开区、航天基地和西咸新区等为承载，加快发展集成电路、新型半导体分立器件、光电子等半导体产业，持续发挥三星项目放大效应，面向物联网、通信、卫星导航、信息家电、消费电子等领域，重点推进高端存储器、SoC（系统级芯片）、GPU（图形处理器）、北斗导航/GPS（全球定位系统）、IGBT（绝缘栅双极型晶体管）等芯片研发和产业化，全面发展集成电路设计、制造、封装与测试，强化装备、材料等配套支撑，延伸完善集成电路全产业链。

2020 年 12 月，陕西省人民政府发布《关于促进制造业高质量发展的若干意见》，提出了建设全国先进的电子信息产业基地，围绕集成电路重点企业、重点项目完善产业配套能力，大力发展设计和封装测试业，加快推动省内第三代化合物半导体产业化，做大做强集成电路产业集群，力争到 2025 年，电子信息制造业总产值达到 2650 亿元，年均增长 12%以上。

2021 年 2 月，陕西省人民政府发布《陕西省国民经济和社会发展第十四个

1 集成电路产业发展现状

《五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，规划提出加强应用技术开发，围绕能源化工、装备制造、新材料、生物医药、现代农业等省内主导产业以及**集成电路**、新能源汽车、输变电、数控机床、煤化工等标志性产业链，编制“卡脖子”关键核心技术清单，组织实施重点产业链创新工程，启动高端集成电路与先进半导体器件专项，重点开展 12 英寸大尺寸硅片和大尺寸微电子级直拉硅单晶、FPGA 芯片无线通信的核心集成电路 IP 核与芯片、新型显示用多光谱芯片、大容量存储器设计及测试、功率器件和 IGBT 模块封装技术攻关，以及第三代半导体所需化合物半导体（碳化硅、氮化镓）设计与制造工艺研发。

2021 年 5 月，陕西省科技厅印发《实施“两链”融合加快构建现代化产业体系三年行动方案（2021—2023 年）》，围绕高端机床、半导体与集成电路、光子、先进金属材料、新能源汽车等重点领域，全图谱梳理产业链构成和产业融合载体分布情况，形成制约产业发展的“卡脖子”关键核心技术攻关清单、科技资源清单和企业资源清单，集聚式、一体化统筹配置创新资源，部署实施一批重点专项，支持组建一批创新联合体，布局建设一批共性技术研发平台，推动产学研深度融合和产业链上中下游、大中小企业融通创新，全面提升产业核心竞争力。

2021 年 6 月，陕西省人民政府发布《关于进一步提升产业链发展水平的实施意见》，以“锻造优势长板，补齐弱项短板，做强做大‘链主’企业，提升配套能力，攻克关键核心技术，夯实产业链基础，优化产业生态”为基本思路，着力提升重点产业链核心竞争力，明确集成电路产业为陕西省 23 个重点产业链之一，推动实施“链长制”，将集成电路列为由省级领导担任“链长”的标志性重点产业链，提出在产业链上梳理 1—3 家“链主”企业，支持“链主”企业做强做大；围绕产业链部署创新链，引导企业加大研发投入，推动产业链核心技术攻关；支持高校、院所围绕产业链需求，向企业提供技术服务、转让科技成果，实施一批科研成果产业化项目；聚焦产业链短板弱项，强化产业链招商补链延链；支持一批制造业单项冠军、专精特新“小巨人”企业和“专精特新”中小企业加快发展，推动产业链上下游企业融通发展等多项措施。

陕西省集成电路产业专利导航

1.2.2.2 市级发展规划

2019年4月，西安市科学技术局正式发布《西安市光电芯片（集成电路）产业发展规划（2018—2021）》，以建设欧亚合作交流国际化大都市为契机，以打造“双高端”为目标，紧扣追赶超越定位，围绕“西部经济中心”和“硬科技之都”建设，充分发挥集成电路在新兴产业中的技术支撑与应用推广作用，发挥西安的区位、科研、人才和产业基础优势，以各产业园区为平台，推动集成电路产业实现重点突破和整体提升，打造千亿产业集群，提出优先发展集成电路设计业，着力引进和发展晶圆代工业，进一步提升封装测试业优势，依托重点项目突破支撑业四大重点发展领域，力争到2021年，西安集成电路产业产值突破1000亿元，其中集成电路设计产业产值过100亿元，制造业产值过500亿元。

2020年10月，西安市人民政府印发《西安市现代产业布局规划》，将电子信息制造列为西安市六大支柱产业之一，重点发展集成电路产业，以三星项目为引领，构建存储芯片设计、制造、封装、测试完整产业链，建设世界一流高端芯片产业基地，在下一代新型存储器产业中保持世界领先水平。围绕三星电子存储芯片和封装测试项目抓好配套跟进，扩大美光、华天、力成等存储芯片制造及封装测试规模。依托西安克瑞斯、紫光国芯、西岳电子等企业，加快智能终端、网络通信、存储器、传感器、物联网、军工等专用芯片的设计与产业化，持续提升西安集成电路设计规模和水平。

2021年3月，西安市人民政府印发《西安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》，依靠创新驱动、集群发展，增强电子信息、汽车、航空航天、高端装备、新材料新能源、食品和生物医药6大支柱产业核心竞争力。以集成电路、智能终端和新型电子元器件等为重点，打造电子信息制造产业集群。实施先进制造业支柱产业重大工程，加快建设三星12英寸闪存芯片二期、8英寸功率器件生产线、奕斯伟硅产业基地、比亚迪高端智能终端、中兴智能终端生产二期、海创园半导体材料、西安中兴新思南科技产业基地、海康威视西安科技园等重大项目，推动半导体、智能终端、新型电子元器件、通信设备等规模化生产。

1 集成电路产业发展现状

1.2.3 产业主体构成

1.2.3.1 典型企业

（一）西安紫光国芯半导体有限公司

西安紫光国芯半导体有限公司（简称西安紫光国芯）前身为成立于 2004 年的德国英飞凌西安研发中心的存储事业部，2006 年分拆成为独立的奇梦达科技西安有限公司，2009 年被浪潮集团收购转制成为国内公司并更名为西安华芯半导体有限公司。2015 年，西安华芯半导体有限公司被紫光集团收购并更名为西安紫光国芯半导体有限公司。公司是紫光集团 DRAM 业务核心企业，目前拥有超过 500 名员工，拥有掌握存储器和集成电路核心设计和测试技术的团队，是从事集成电路产品设计、规模量产和全球销售的综合性国有控股企业。

西安紫光国芯是以 DRAM 存储技术为核心的产品和服务提供商，核心业务包括存储器设计开发，存储器产品量产销售，以及专用集成电路设计开发服务。产品包括 DRAM KGD、DRAM 颗粒、DRAM 模组、系统产品和设计服务。公司自成立以来，一直专注于存储器特别是 DRAM 存储器的研发和技术积累，产品持续量产销售到国内外，积累了良好的存储器/SoC 的设计、测试、规模生产及全球销售等研发和产业化经验。

（二）三星（中国）半导体有限公司

三星（中国）半导体有限公司是韩国三星电子的全资子公司，是全球半导体存储芯片领域非常重要的基地。公司成立于 2012 年 9 月，位于陕西省西安市高新区综合保税区，拥有半导体芯片制造及封装测试生产线，是三星在海外规模最大的一笔单项投资，园区总占地面积 114 万平方米。三星（中国）半导体有限公司生产的主要产品为 3D V-Nand 闪存芯片，“西安造”的高端存储芯片占到整个三星同类产品的 37%，占到全世界同类产品的 13%。

2012 年，三星在西安投建了全球领先的半导体工厂，至今累计投资近 260 亿美元，建设了高端存储芯片一期、二期项目以及封装测试项目，这也是改革开

陕西省集成电路产业专利导航

放以来中国电子信息行业最大的外商投资项目。落地西安以后，三星电子先后投资 105 亿美元建成三星（中国）半导体有限公司高端闪存芯片项目一期及封装测试中心。项目一期于 2014 年 5 月竣工投产，截至目前运行顺利。2017 年 8 月，三星电子与陕西省、西安市及高新区政府签署了投资合作协议，投资 70 亿美元建设三星（中国）半导体有限公司闪存芯片二期项目。2020 年 3 月，二期第一阶段项目产品正式下线上市。目前，总投资 80 亿美元的三星高端存储芯片二期第二阶段项目正在稳步推进，2021 年年中建成投产。

（三）华天科技（西安）有限公司

华天科技（西安）有限公司是由天水华天科技股份有限公司出资设立的专业从事集成电路高端封装测试的企业。公司成立于 2008 年 1 月，注册资本 154050 万元，占地面积 8.93 万平方米，地处古城西安的国家级经济技术开发区。

华天科技（西安）有限公司致力于高端集成电路封装技术的研发，提供高端集成电路封装设计以及电、热、机械应力及结构仿真技术服务，具备 QFN、DFN、BGA、LGA、FCQFN、AAQFN、FCBGA、FCCSP、SiP 等封装测试产品的大规模生产能力。公司在国内率先实现了 16nm 晶圆封装工艺、TSV+SiP、指纹产品及 FC 产品、MEMS 产品的规模量产能力。公司先后通过了 ISO9001、ISO/TS16949 质量管理体系及 ISO14001 环境管理体系和 OHSAS18001 职业健康安全管理体系的认证。

（四）西安奕斯伟材料技术有限公司

北京奕斯伟科技集团有限公司（简称奕斯伟）是一家集成电路领域产品和服务提供商，核心事业涵盖芯片与方案、硅材料、先进封测三大领域。西安奕斯伟硅片技术有限公司由陕西省集成电路产业投资基金与西安奕斯伟材料技术有限公司共同出资成立。作为我国半导体原材料重点生产企业，西安奕斯伟高度重视科研创新和品质管控，拥有世界一流的检测及研发实验室，已完成近 30 种量测技术的开发，申请专利 400 余项，通过 ISO9001、IATF16949 等 7 项权威质量体系认证，致力于生产 12 英寸集成电路用硅抛光片和外延片，产品广泛应用于

1 集成电路产业发展现状

电子通讯、汽车制造、人工智能、消费电子等领域，为半导体产业发展提供关键性支撑。

西安奕斯伟提供高品质的集成电路用硅单晶抛光片和外延片，广泛应用于电子通讯、汽车制造、人工智能、消费电子等领域。针对集成电路先进微纳制程对硅片的需求，奕斯伟优选先进设备和工艺，结合最高等级洁净间设计和生产管控，制造无位错、无原生缺陷、超平坦和优良纳米形貌的 12 英寸硅片。目前，奕斯伟在西安拥有一座硅产业基地，设计产能 50 万片/月。产品主要为 14nm 及以下集成电路先进制程使用的硅单晶抛光片及外延片，适用领域包括逻辑芯片（Logic）、闪存芯片（3D NAND & Nor Flash）、动态随机存储芯片（DRAM）、图像传感器（CIS）、显示驱动芯片（Display Driver IC）等。12 英寸硅单晶抛光片广泛用于 NAND 闪存芯片和 DRAM 内存芯片；12 英寸硅单晶外延片广泛用于 CPU/GPU 等逻辑芯片、MOSFET/IGBT 等功率器件、图像传感器等。

1.2.3.2 学研代表

（一）西安微电子技术研究所

西安微电子技术研究所，隶属于中国航天科技集团公司第九研究院，始建于 1965 年 10 月，主要从事计算机、半导体集成电路、混合集成三大专业的研制开发、批产配套、检测经营，是国家唯一集计算机、半导体集成电路和混合集成科研生产为一体的大型专业研究所。是全球 IT 百强“中兴通讯”的创办单位，是我国航天微电子和计算机的先驱和主力军。研究所占地 946 亩，科研生产区分别位于西安市碑林区、高新区、临潼区、长安区。在岗职工 5301 人，其中各类专业技术人员 2649 人，高级职称以上 660 人。是国务院首批批准的硕士、博士学位授予单位和国家级计算机科学与技术专业博士后科研流动站。

西安微电子技术研究所先后承担了国家 220 多个重点工程及武器型号的计算机、集成电路、混合集成产品配套任务，参加了以载人航天工程、探月工程为代表的大批国家重点工程发射任务，共取得省部级以上荣誉奖励 91 项；科研成果 2000 余项，其中近五年来获国家科技进步特等奖、国防科技进步特等奖共

陕西省集成电路产业专利导航

9 项。

近年来，西安微电子技术研究所充分利用计算机、半导体集成电路和混合集成三大专业基础和资源优势，把加快技术创新、完善产业链条、实施研产分开、调整产业结构、推进转型升级作为转变增长方式的重要着力点和突破口，积极培育核心技术，不断提升专业能力，壮大产业规模，逐步形成了计算机、半导体集成电路、混合集成三大主体产业齐头并进、军民融合、科学发展的良好格局。计算机产业形成了航天嵌入式计算机系统及机电设备电源、印制板研制生产的完整产业体系。集成电路产业形成了研发设计、芯片制造、封装、检测及失效分析的完整产业链条。混合集成产业形成了设计、薄厚膜及 LTCC 基板制造、多芯片组装、测试筛选为一体的产业体系。

（二）西安交通大学

西安交通大学是教育部直属的具有理工特色的综合性研究型大学，师资队伍中有两院院士 44 名，建有国家西部能源研究院、中国西部质量科学与技术研究院。据 ESI 公布的数据，截至 2020 年 3 月，西安交通大学 15 个学科进入世界学术机构前 1%，2 个学科进入前 1%，工程学进入前 1%。

西安交通大学微电子学院是在西安交通大学 1959 年成立的以半导体物理为主要研究方向的“应用物理”专业基础上发展起来的，是国内最早从事半导体技术研究和人才培养的单位之一。“微电子学与固体电子学”专业是国家重点学科、“211 工程”建设学科、“985 工程”建设学科，具有硕士和博士学位授予权，是博士后流动站。2004 年，被教育部批准为“国家集成电路人才培养基地”建设单位。2007 年成立微电子学系，2015 年 7 月获教育部等六部委批准筹建示范性微电子学院，2015 年 12 月学校批准成立微电子学院。

微电子学院长期从事微电子领域的教学和科研工作，在微电子专业领域有着深厚的积淀，与国内外众多高校、科研机构和企业开展了广泛的合作与交流，承担了大量的国家级、省部级及横向研究课题，在教学与科研方面取得了丰硕成果，曾获得“全国科学大会奖”“‘七五’和‘八五’科技攻关重大成果奖”“电子

1 集成电路产业发展现状

工业部科学技术进步奖”“国家教委科学技术进步奖”“陕西省科技进步奖”等众多奖项。

微电子学院现有教师和实验技术人员 55 人，其中，教授 20 人，副教授 15 人，博士生导师 23 人。教师队伍中包括 1 名工程院院士，1 名科学院院士，2 名杰青。聘请了近 30 位国内外知名专家及工业界有专长的技术专家担任企业指导教师。拥有系统集成芯片设计及实验平台，数模混合/射频集成电路设计和测试平台，电子材料、工艺与器件实验平台。先后建设了 VLSI 设计开放实验室、SoC 设计中心、半导体集成电路工艺实验室、半导体物理和器件实验室、本科生 EDA 实验室、研究生 EDA 训练中心等。

微电子学院的主要科研方向有：模拟和数模混合集成电路设计、射频集成电路设计、视觉和图像信息处理系统集成、数字系统测试和可测性设计、新型半导体材料与器件、纳米电子材料与纳电子器件、宽禁带半导体材料与器件、微纳生物芯片等。

（三）西安电子科技大学

西安电子科技大学是以信息与电子学科为主，工、理、管、文多学科协调发展的全国重点大学，直属教育部，是国家“优势学科创新平台”项目和“211 工程”项目重点建设高校之一、国家双创示范基地之一、首批 35 所示范性软件学院、首批 9 所示范性微电子学院、首批 9 所获批设立集成电路人才培养基地和首批一流网络安全学院建设示范项目的高校之一。2017 年学校信息与通信工程、计算机科学与技术入选国家“双一流”建设学科。

西安电子科技大学微电子学院是国内最早开展微电子专业人才培养和科学研究的单位之一，1957 年开始微电子科学与技术的研究工作，1959 年开始本科招生，1987 年成立微电子研究所，1997 年成为国家重点学科，2003 年成为全国首批 9 所国家集成电路人才培养基地之一（科技部专项资助的 5 所之一），2007 年国家级重点实验室正式挂牌，2015 年获批首批 9 家国家示范性微电子学院建设单位之一。六十年的发展历程中学科实力不断增强，铸就了今日享誉国内外的

陕西省集成电路产业专利导航

知名微电子学科，已经成为国内外微电子学科高层次人才培养和高水平科研的重要基地。

西安电子科技大学微电子学院现有“微电子学与固体电子学”和“集成电路系统设计”2个博士学位授予学科、4个硕士学位授予学科和1个博士后流动站，其中，“微电子学与固体电子学”为国家重点学科、“211工程”建设重点学科，2个本科专业“微电子科学与工程”和“集成电路设计与集成系统”均为国家质量工程建设特色专业和陕西省名牌专业。学院现有1个国家工程研究中心、1个国家级实验教学示范中心、1个国家虚拟仿真实验中心、1个国家创新引智（111计划）基地、1个国家级重点实验室、1个教育部重点实验室、1个陕西省重点实验室、1个陕西省工程研究中心、2个省级2011协同创新中心。

2 集成电路产业发展方向

2.1 产业专利态势

本章以全景模式分析全球集成电路产业专利态势，从而归纳、梳理出产业及具体技术环节发展方向。

2.1.1 申请趋势：螺旋式上升的发展态势

作为现代信息技术产业的基础与核心，集成电路产业对于推动国民经济发展具有十分重要的战略意义，其相关关键技术专利申请整体呈上升趋势。截至 2021 年 12 月 31 日，全球集成电路领域共计专利申请 387829 件，含授权专利 202993 件，有效专利 95065 件。其中，发明专利共计申请 369981 件，占比 95.4%，含授权专利 186421 件，授权率达 50.4%。本报告将以此 387829 件专利为基础，分析集成电路产业技术发展情况。

集成电路相关专利申请起步于二十世纪五十年代，之后二十余年相关关键技术专利申请数量缓慢上升，处于缓慢发展阶段。直至 1978 年，专利年申请量突破 1000 件，进入快速发展阶段。现今，集成电路关键技术专利年申请量稳定在 1-1.3 万件。二十世纪五十年代至今，全球集成电路关键技术专利年申请量分别于 1987、1991、2004、2012 年经历了四次短暂的回落，而后再迅速上升，整体呈现出螺旋式上升的发展态势。

陕西省集成电路产业专利导航

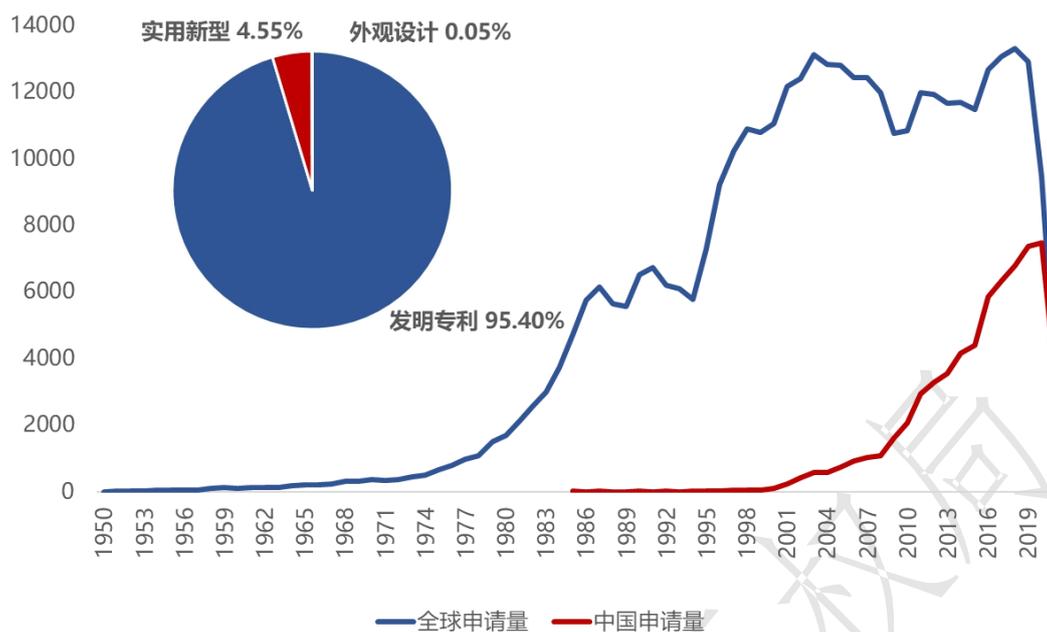


图 2- 1 中国/全球专利申请趋势

我国集成电路领域累计申请相关关键技术专利 65669 件，含授权专利 36423 件，有效专利 27802 件。其中，发明专利申请 53675 件，占比 81.7%，包含授权专利 24518 件，授权率 45.7%，略低于全球水平。整体来看，我国集成电路相关关键技术专利申请起步较晚，但增速明显，自 2000 年起，我国集成电路专利申请增长率超过全球平均值，2004-2009 年间，全球专利申请增长率为负数，但我国仍保持正向快速增长。

2 集成电路产业发展方向

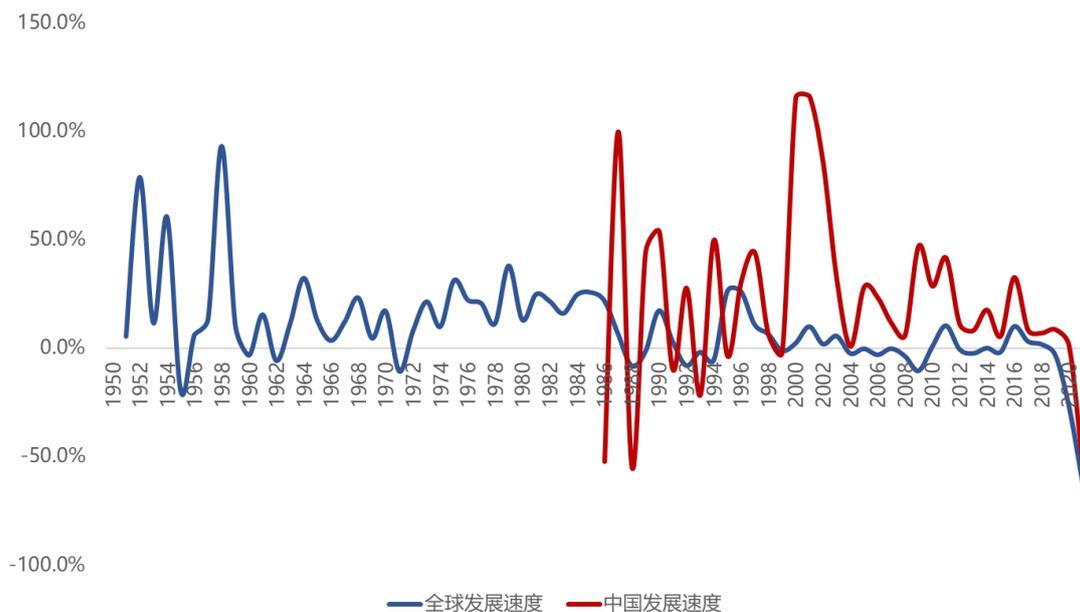


图 2- 2 中国/全球专利申请趋势

比较来看，我国集成电路领域的专利申请相比全球趋势有一定的滞后性，但发展迅速。2014 年，国务院印发《国家集成电路产业发展推进纲要》，我国进入快速增长阶段，同年专利申请量占比超过全球申请的 30%。此后，我国集成电路领域关键技术专利年申请占全球申请量的比值逐年增加，我国逐步成为全球集成电路专利申请的主导力量之一。

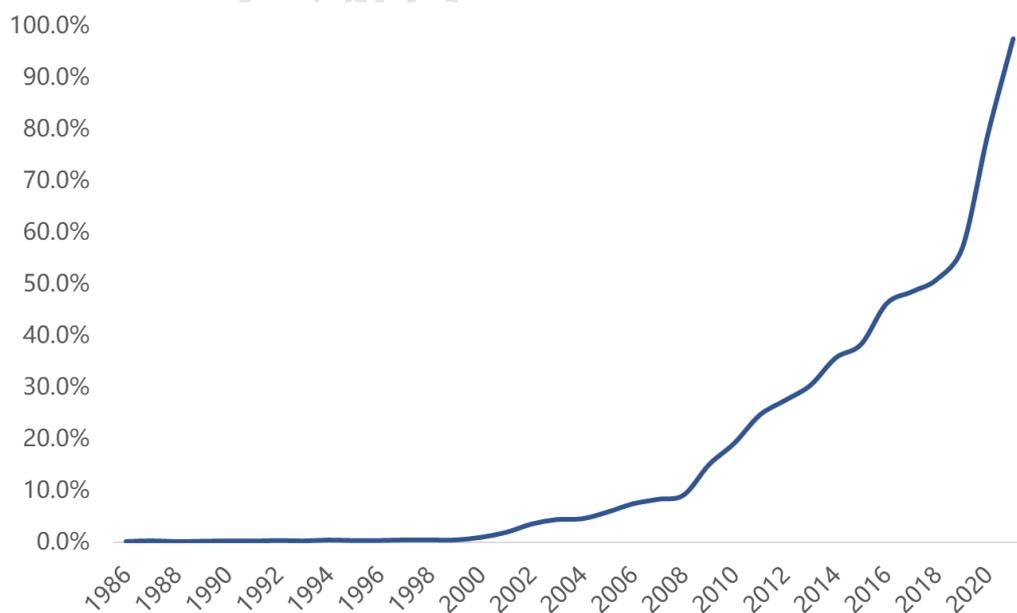


图 2- 3 中国专利申请占比

陕西省集成电路产业专利导航

2.1.2 国际分工：美日实力强劲，多方竞相布局

对集成电路关键技术专利首次公开国家（或地区）进行分析，发现全球专利公开数量排名前六的国家（或地区）依次为日本、美国、中国、韩国、欧盟、中国台湾，合计占全球申请量的九成以上。其中，日本的专利公开量最大，达到了全球占比的 33%，其次是美国，占比 19%，日本与美国专利公开总量超过全球的 50%。

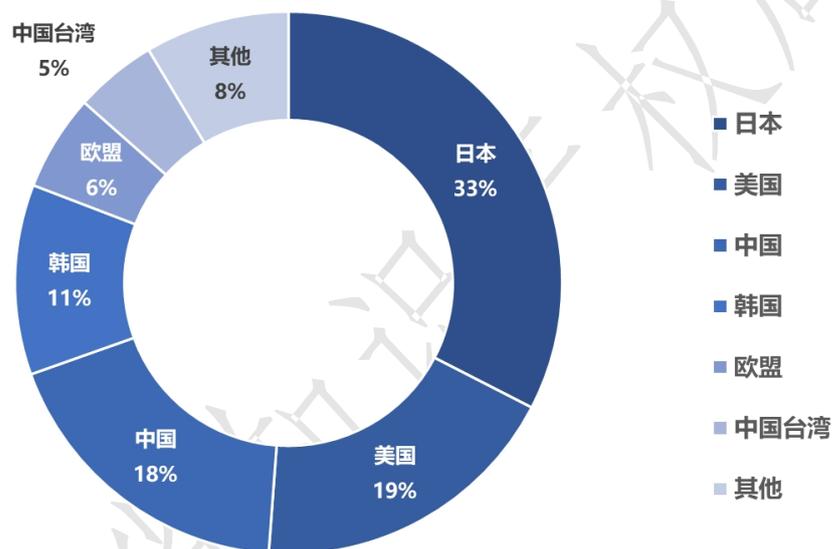


图 2-4 专利公开主要国家专利数量及占比

从技术来源国看，集成电路关键技术专利来源数量排名前六的国家（或地区）依次为日本、美国、中国、韩国、欧盟、中国台湾，合计占全球专利的 98%。其中，技术来源最多的日本和美国加总数量超过全球总数量 60%。

2集成电路产业发展方向

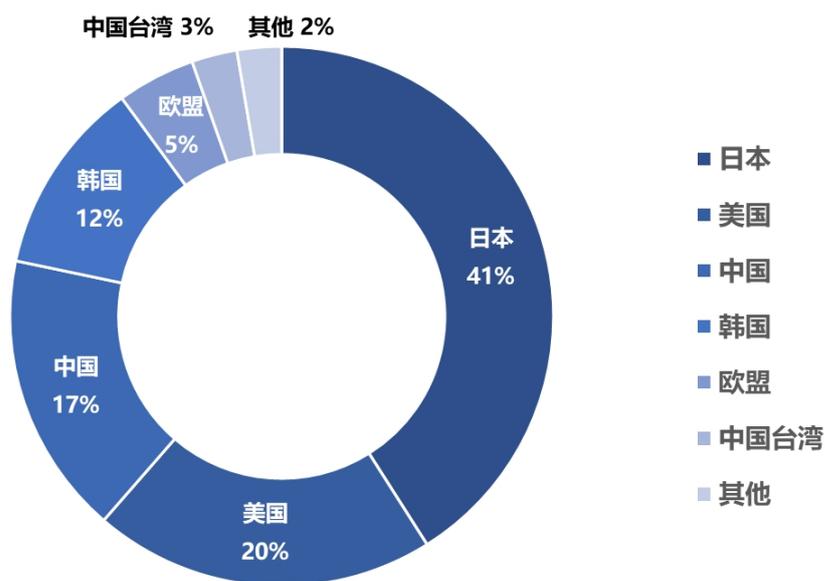


图 2- 5 技术来源主要国家专利数量及占比

结合布局趋势来看，日本、美国申请人除在本国布局外，在全球主要发达国家和地区均进行了大量的专利布局，积极抢占海外市场。中国虽然申请排名仅次于日本和美国，但技术创新主体基本在本国布局，很少进行海外专利布局，中国申请人专利布局意识较差，技术创新主体用来与外国同行竞争的有价值的核心技术较少，专利质量有待提高。

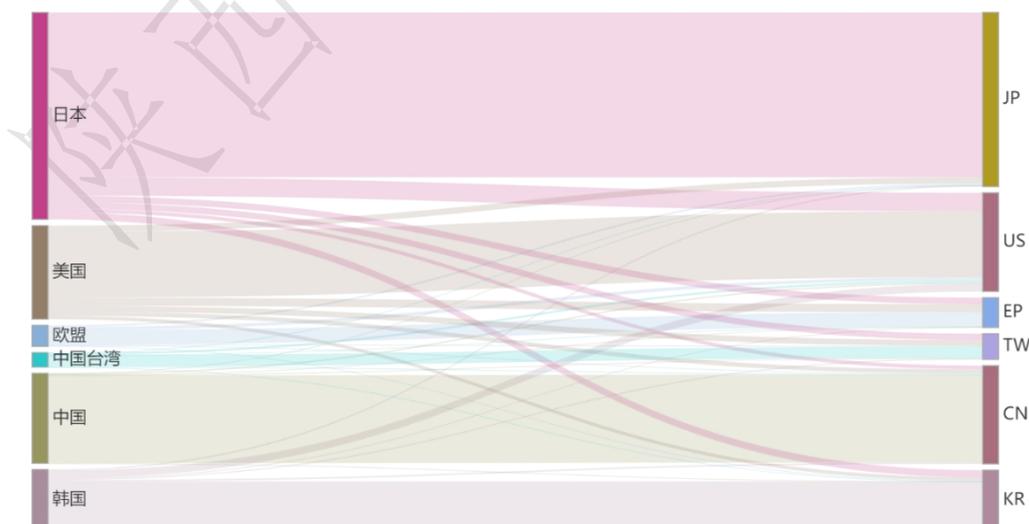
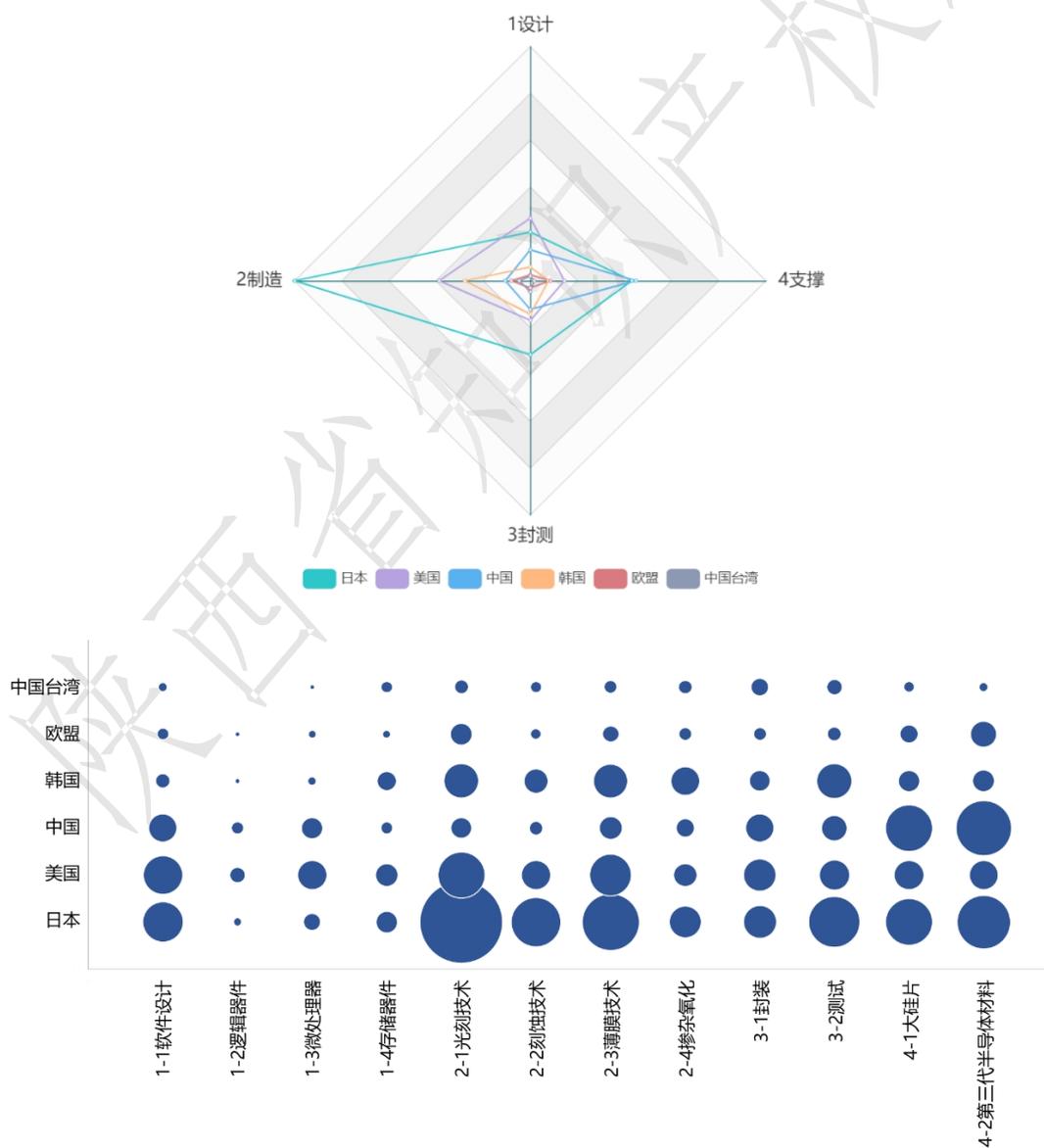


图 2- 6 集成电路领域技术流向图

陕西省集成电路产业专利导航

纵观全球，日、美、中、韩、欧、中国台湾在集成电路领域处于技术领先地位，产业发展也各有所长。作为集成电路技术的发源地，美国在集成电路领域全面发展，技术方面始终处于领先地位，逻辑器件、微处理器、存储器件技术领跑全球；得益于早期对美国技术的大规模引进，日本在集成电路领域也是全面发展，制造、封测、支撑领域领先于其他国家；基于本国政策的支持，韩国在制造、封测领域具有一定优势，特别是在掺杂氧化、测试等技术分支的专利数量远高于其他技术分支；欧盟集成电路产业结构以制造和支撑为主，专注于光刻技术和第三代半导体材料技术提升；中国台湾封测领域专利数量远高于其他领域。



2集成电路产业发展方向

图 2- 7 集成电路技术强国发展特色

2.1.3 创新主体

2.1.3.1 国际龙头布局全面，实现“垂直整合”战略

分析专利申请量排名前列的申请人可以了解各国头部企业的创新实力。科技巨头充分利用专利布局抢占技术制高点，控制核心技术和产品市场，专利实力与企业的市场竞争地位相一致。

表 2-1 集成电路领域申请人申请专利数量 TOP20

专利申请人	申请数量	有效专利拥有量	有效专利占比
韩国-三星	13460	3233	24.0%
韩国-SK	11716	988	8.4%
日本-日立	11600	703	6.1%
日本-NEC	10748	100	0.9%
日本-东芝	10310	405	3.9%
日本-富士通	9256	424	4.6%
日本-松下	8050	318	4.0%
日本-三菱	7983	684	8.6%
中国台湾-台积电	7249	3705	51.1%
日本-东京电子	7034	2339	33.3%
日本-佳能	5853	723	12.4%
美国-IBM	5430	1015	18.7%
日本-尼康	5390	448	8.3%
日本-住友	4643	894	19.3%
日本-索尼	4269	155	3.6%
日本-信越	4263	1764	41.4%
美国-应用材料	4230	1107	26.2%
日本-瑞萨科技	3436	448	13.0%
日本-富士胶片	3174	857	27.0%
美国-格罗方德	2998	1024	34.2%

经统计，目前集成电路专利申请量排名前二十的企业主要分布在日本（14家）、美国（3家）、韩国（2家）、中国台湾（1家）等国家（或地区）。如表所示，韩国三星和 SK 的专利申请量位列全球第一、第二位，综合技术实力领

陕西省集成电路产业专利导航

先全球其他国家（或地区）的申请人。日本申请人数量居多，占据了 14 个席位，占比达 70%。日本申请人中，日立以 11600 组专利申请位居首位，NEC 和东芝分列二、三位，这三家企业均属于老牌半导体企业。但从专利的法律状态来看，除东京电子、信越、佳能、住友、瑞萨科技、富士胶片等企业外，日本老牌半导体企业的有效专利占比普遍较低。美国主要的集成电路企业有 IBM、应用材料和格罗方德，专利申请量分别排在全球第十二、十七和二十位。中国申请人仅有中国台湾地区的台积电跻身全球前二十。我国大陆地区的技术水平和企业实力相较于国际发达国家/地区还存在明显差距。

选取全球集成电路产业专利申请量排名前列的三星为研究对象，可以看到 IDM 企业通过资源整合、高利润以及技术领先等优势，不断完善产业结构，扩大产业优势，处于市场的主导地位。

三星是韩国最大的跨国企业集团，旗下三星电子是韩国最大的电子工业企业，同时也是三星集团旗下最大的子公司。2020 年，三星电子的半导体营收达到 577.3 亿美元，全球市占率 12.4%，仅次于英特尔，是全球第二大芯片厂商。三星集成电路领域专利申请起步于二十世纪八十年代。1991-2000 年间，三星的布局主要集中于中、下游的芯片制造与封测，关键技术专利申请集中于光刻技术、刻蚀技术、薄膜技术、掺杂氧化、测试等五个技术分支，但在设计与支撑领域布局不足，尤其是逻辑器件领域布局尚属空白。随着“垂直整合”战略的逐步实现，三星加快技术研究步伐，不断完善产业结构。2011-2020 年间，三星在软件设计、逻辑器件、微处理器、存储器件、大硅片、第三代半导体材料专利申请占比分别达到 6.1%、0.4%、4.8%、5.5%、2.0%、2.6%，逐步完成了集成电路全领域的布局，成为全球电子领域的领导者。

2集成电路产业发展方向

表 2-2 三星集成电路三级分支专利申请占比趋势

技术分支	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
1-1 软件设计	5.2%	3.2%	3.0%	6.1%
1-2 逻辑器件	0.0%	0.0%	0.2%	0.4%
1-3 微处理器	0.8%	1.1%	0.6%	4.8%
1-4 存储器件	23.6%	7.6%	7.7%	5.5%
2-1 光刻技术	15.2%	16.4%	20.3%	20.5%
2-2 刻蚀技术	11.6%	12.1%	8.3%	5.8%
2-3 薄膜技术	15.6%	13.9%	17.3%	14.2%
2-4 掺杂氧化	14.0%	12.5%	8.5%	2.4%
3-1 封装	1.6%	4.1%	8.4%	20.1%
3-2 测试	7.6%	24.9%	17.9%	15.5%
4-1 大硅片	2.4%	3.0%	3.2%	2.0%
4-2 第三代半导体材料	2.4%	1.1%	4.5%	2.6%

2.1.3.2 各细分领域企业聚焦自身优势，加快拓展创新

为挖掘各领域的大型企业，我们进一步对设计、制造、封测、支撑各细分领域专利申请量进行了排名，评选细分行业单项冠军，这些企业虽然在集成电路领域专利申请总量不够突出，但是是各细分行业的佼佼者。

（一）设计领域

集成电路设计业处于集成电路产业的上游位置，具有高毛利、高壁垒和行业敏感性的特性，也是集成电路产业知识产权最密集的部分。因此，设计领域专利申请排名前十的申请人中，有九家处于全球集成电路前二十专利申请人之列。美国的英特尔公司在设计领域专利申请量排名第七，在设计领域做了大量布局。

陕西省集成电路产业专利导航

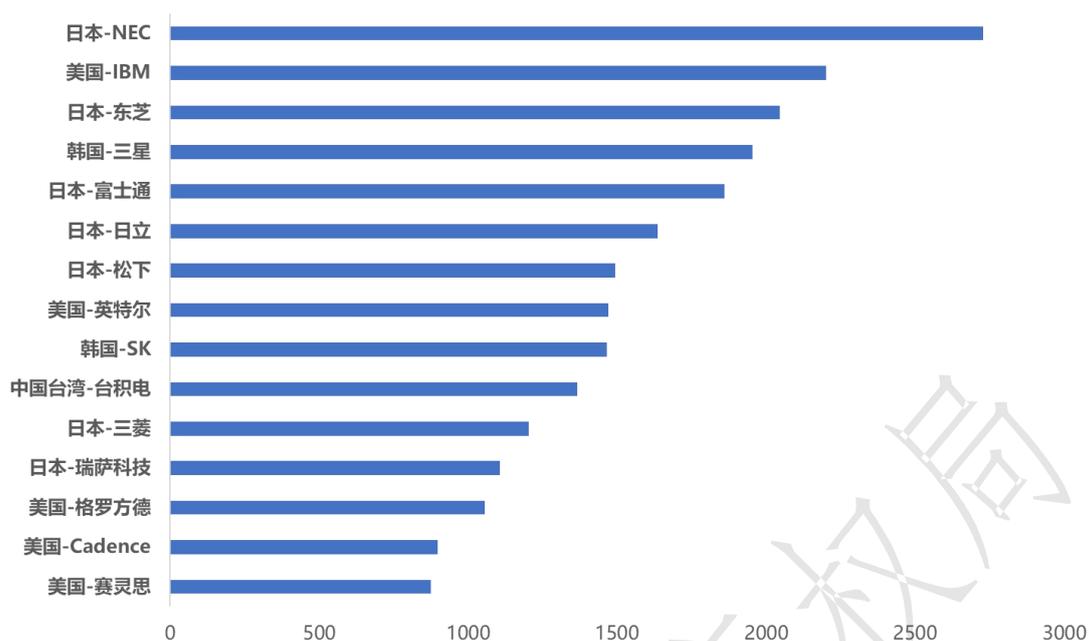


图 2- 8 设计领域申请人专利申请 TOP15

英特尔是半导体行业和计算创新领域的全球领先厂商，其推出的 x86 架构作为微处理器执行的计算机语言指令集，定义了芯片的基本使用规则，给微处理器带去了革命性影响。英特尔的创始人之一戈登·摩尔提出的摩尔定律，长期以来是引领半导体行业技术进步的重要指标。1978 年，英特尔推出了“intel8086”，恰逢微软和苹果都在试图将计算机从实验室推广到普通消费者手中，因此是 PC 机开启了“x86”时代，也成就了英特尔集成电路上的领导者地位。1990 年代后，英特尔做了相当大的投资在新的微处理器设计上与培养快速崛起的 PC 工业，开发主板芯片组、网卡、闪存、绘图芯片、嵌入式处理器等产品。

1971-1980 年间，英特尔的专利布局主要集中在存储器件和掺杂氧化等技术领域，相关专利占比分别为 11%和 55.6%。后来在与日本企业的竞争中，发现和日本人拼不过价格战，英特尔停掉存储器的业务，一心转型往处理器上发展。从 8086 处理器开始，英特尔公司带动了整个 PC 行业的发展升级，在微软公司 Windows 系列产品的升级过程中，英特尔的 CPU 也同步升级，软件需求带动硬件性能提升，微软和英特尔公司彼此提携，创造了长达二十多年黄金时代。到 2011-2020 年间，英特尔在存储器件和掺杂氧化的布局占比已分别降至 5.4%、

2集成电路产业发展方向

1.5%，但在软件设计技术从零起步，近十年占比已达 18.7%。与此同时，英特尔在大硅片领域也不断加大布局，近十年占比已逐步增至 35.0%，软件设计和大硅片技术是英特尔加速布局的方向。此外，英特尔在微处理器技术领域专利申请占比仅有 2.3%，但其在该领域的专利申请量排名世界第一。

表 2-3 英特尔集成电路三级分支专利申请占比趋势

技术分支	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
1-1软件设计	0.0%	0.0%	12.6%	20.6%	18.7%
1-2逻辑器件	0.0%	0.0%	2.1%	3.0%	2.8%
1-3微处理器	0.0%	15.8%	3.8%	6.7%	2.3%
1-4存储器件	11.1%	0.0%	0.3%	1.1%	5.4%
2-1光刻技术	11.1%	12.3%	5.4%	13.0%	4.8%
2-2刻蚀技术	11.1%	8.8%	2.1%	5.6%	0.9%
2-3薄膜技术	0.0%	26.3%	8.3%	16.7%	6.8%
2-4掺杂氧化	55.6%	10.5%	4.0%	2.0%	1.5%
3-1封装	0.0%	5.3%	13.1%	10.5%	9.2%
3-2测试	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	4.2%
4-1大硅片	11.1%	19.3%	47.2%	15.1%	35.0%
4-2第三代半导体材料	0.0%	1.8%	1.1%	5.3%	8.4%

（二）制造领域

集成电路制造领域技术与资金壁垒高，行业集中度极高，韩国的 SK 与三星占据了制造领域专利申请排名的第一、二名，这也使得韩国成为仅次于美国半导体产品生产国。此外，全球第一家专业晶圆代工企业台积电，其集成电路制造领域专利申请量排在全球第十名，技术实力雄厚。

陕西省集成电路产业专利导航

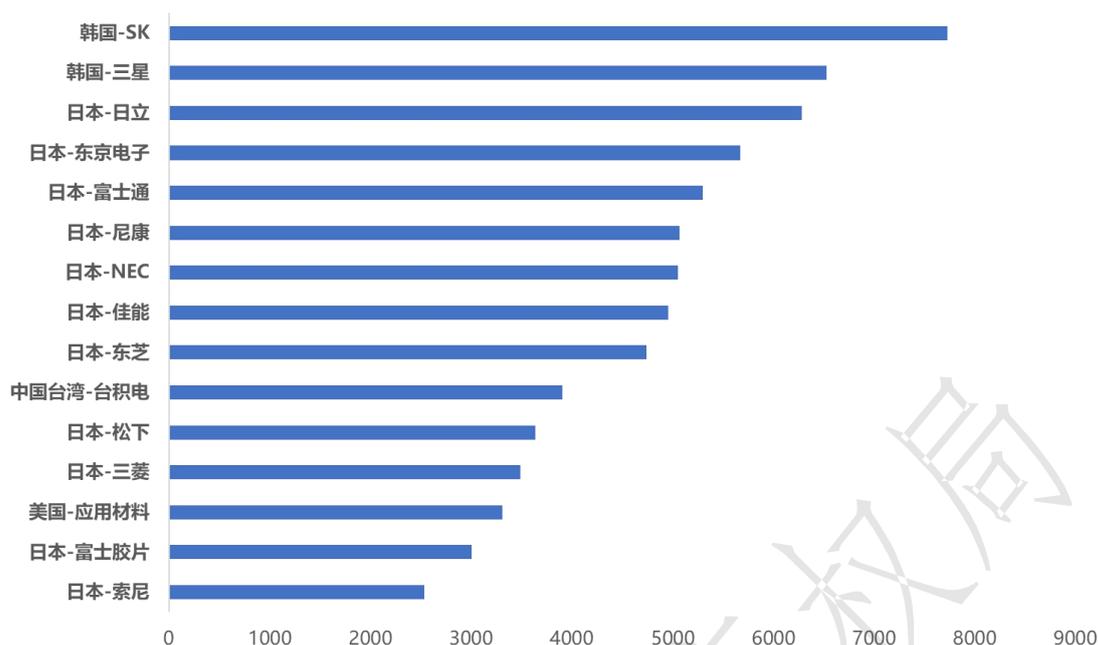


图 2- 9 制造领域申请人专利申请 TOP15

台积电作为专业的晶圆代工企业，打破了传统半导体企业设计、制造、封测全流程把控的 IDM 模式，开创了集成电路垂直分工模式。目前，台积电已成为全世界最大的专业集成电路制造服务公司，分别在中国台湾地区和美国证券交易所挂牌上市，牢牢占据着晶圆代工厂营收世界第一的位置。凭借掌握的最先进工艺，公司现有四座十二寸超大晶圆厂、六座八寸晶圆厂和一座六寸晶圆厂。营收方面，台积电在 2020 年实现营收 2924 亿元人民币，全球市占率超过 50%，牢牢占据晶圆代工市场的领先地位。

台积电集成电路专利申请起步于二十世纪八十年代，1981-1990 年间，台积电的布局主要集中于软件设计、光刻技术、掺杂氧化、封装和测试等技术分支，但在制造的多个技术领域布局尚属空白。自二十世纪九十年代起，台积电集成电路专利申请开始向中游的制造领域与下游封测领域集中。到 2011-2020 年间，台积电实现了在制造与封测全领域的布局，申请占比分别达到 64%、16.8%。

2集成电路产业发展方向

表 2-4 台积电集成电路三级分支专利申请占比趋势

技术分支	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
1-1软件设计	33.3%	3.2%	9.2%	12.1%
1-2逻辑器件	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%
1-3微处理器	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
1-4存储器件	0.0%	25.3%	3.5%	0.2%
2-1光刻技术	16.7%	10.3%	24.0%	22.2%
2-2刻蚀技术	0.0%	8.3%	12.7%	7.7%
2-3薄膜技术	0.0%	17.3%	17.0%	17.3%
2-4掺杂氧化	16.7%	21.6%	10.4%	4.3%
3-1封装	16.7%	1.0%	6.6%	23.2%
3-2测试	16.7%	5.9%	10.2%	8.6%
4-1大硅片	0.0%	7.1%	4.9%	2.1%
4-2第三代半导体材料	0.0%	0.1%	1.5%	2.1%

(三) 封测领域

集成电路封测处于集成电路产业链的下游位置，属于劳动密集型行业，技术壁垒相对较低，市场竞争也较激烈。对封测领域专利申请量排名后发现，中国台湾的日月光成绩抢眼。

自 1984 年设立，日月光专注于提供半导体客户完整之封装及测试服务，至今已为全球 90%以上的电子公司提供半导体组装和测试服务。二十世纪九十年代，日月光先后收购了福雷电子、ISE Labs，一跃成为北美市场最大封测企业。2003 年，日月光与香港环诚科技有限公司投资成立环旭电子，以扩大在中国大陆市场的产能和份额。2016 年，日月光集团收购全球第三大 IC 封测企业矽品精密，至此日月光成为全球最大的外包半导体组装和测试制造服务供应商，占有 30%的市场份额。

陕西省集成电路产业专利导航

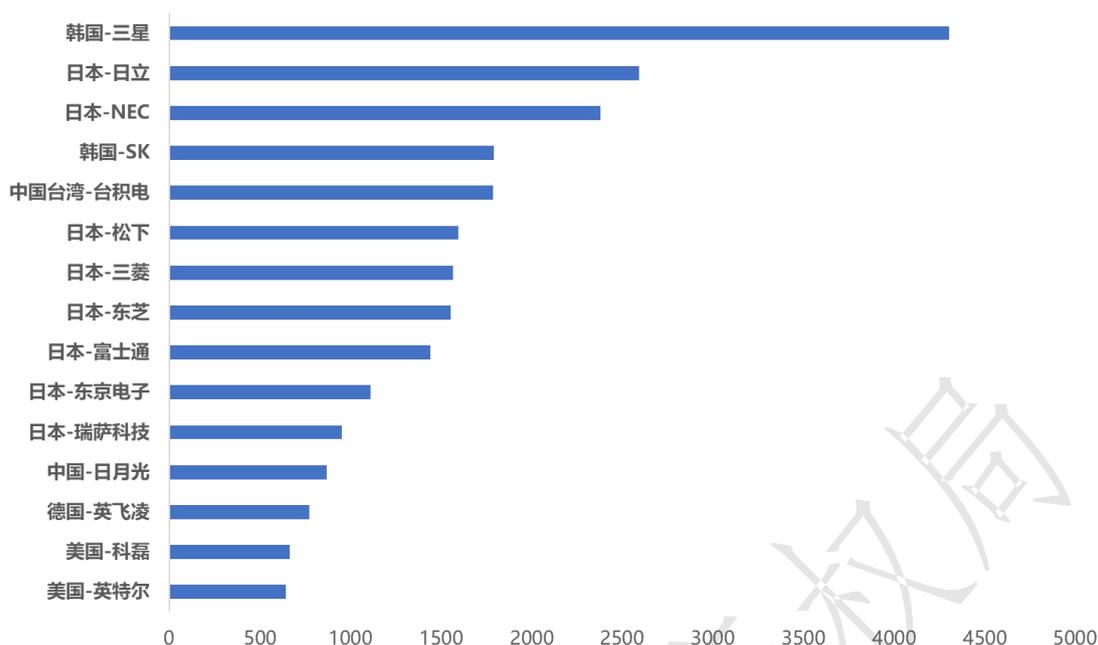


图 2- 10 封测领域申请人专利申请 TOP15

从近三十年专利申请趋势来看，日月光始终专注于封测技术领域，封测领域的专利申请占比始终不低于 90%。尤其是封装技术分支的专利申请占比始终不低于申请总量的 75%，其在封装技术分支的专利申请量在全球申请人中排名第三，前两名分别为三星和台积电。

表 2-5 日月光集成电路三级分支专利申请占比趋势

技术分支	1991-2000	2001-2010	2011-2020
1-1 软件设计	2.2%	1.7%	0.3%
1-2 逻辑器件	0.0%	0.0%	0.0%
1-3 微处理器	0.0%	0.0%	0.6%
1-4 存储器件	0.0%	0.0%	0.0%
2-1 光刻技术	0.0%	3.1%	0.6%
2-2 刻蚀技术	0.0%	1.3%	0.0%
2-3 薄膜技术	0.0%	0.0%	0.6%
2-4 掺杂氧化	4.4%	0.0%	0.0%
3-1 封装	77.8%	78.9%	93.1%
3-2 测试	15.6%	12.6%	4.4%
4-1 大硅片	0.0%	2.3%	0.3%
4-2 第三代半导体材料	0.0%	0.0%	0.3%

(四) 支撑领域

2 集成电路产业发展方向

半导体设备和材料对整个半导体产业发展有着十分重要的作用，从集成电路支撑领域专利申请量排名来看，日本近乎包揽了该领域的龙头企业。二战以后，日本的无机非金属材料产业迅速发展。在政策层面，日本科学发展规划历来重视材料科学，特别重视基础材料科学研究的“育种”，靠着 40 多年的不懈努力，日本的材料科技在全球独占鳌头。

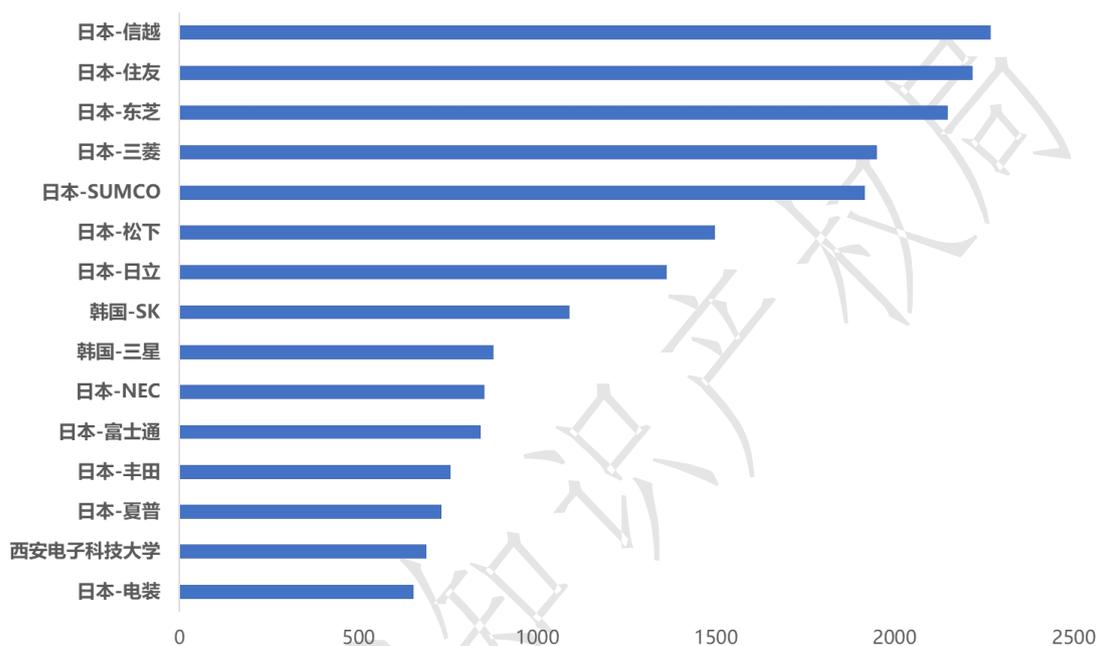


图 2- 11 支撑领域申请人专利申请 TOP15

信越集团是目前支撑领域关键技术创新的引领者，相关专利申请量高居全球第一。信越集团旗下的信越化学是全球排名第一的半导体硅片制造商，在硅晶圆材料领域一直保持技术和产能的领先，拥有大尺寸和高平整度的硅晶圆产品开发技术，公司早在 2001 年就在全球率先实现了 12 英寸晶圆的量产，现在已成功实现 300mm 晶圆和 SOI 硅片的批量供应，产量远高于其他公司。在半导体材料领域，除有机硅材料外，信越化学也已逐渐攻克高纯氢氟酸、高纯单晶硅、稀土磁体、LED 封装及功率半导体材料等产品的技术难关，也可以提供用于半导体制造过程的光刻胶、光掩模用防尘盖及薄膜等。从专利申请趋势来看，大硅片技术始终是信越化学的布局重点，在该领域的专利申请占比始终不低于申请总量的三分之一。此外，信越化学在制造领域也不断加大布局，2011-2020 年间，信越化

陕西省集成电路产业专利导航

学在制造领域专利申请占比也达到了三分之一。

表 2-6 信越化学集成电路三级分支专利申请占比趋势

技术分支	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
1-1软件设计	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%
1-2逻辑器件	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1-3微处理器	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1-4存储器件	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2-1光刻技术	16.7%	5.8%	18.3%	22.6%	26.5%
2-2刻蚀技术	0.0%	1.6%	9.1%	14.0%	12.4%
2-3薄膜技术	0.0%	10.7%	7.9%	9.3%	8.0%
2-4掺杂氧化	0.0%	7.0%	2.2%	2.0%	1.8%
3-1封装	0.0%	0.8%	1.3%	1.3%	2.6%
3-2测试	33.3%	4.5%	5.0%	8.7%	10.4%
4-1大硅片	33.3%	43.6%	50.3%	38.3%	35.3%
4-2第三代半导体材料	16.7%	25.9%	5.9%	3.8%	3.0%

2.2 产业发展方向研判

集成电路作为现代信息技术产业的基础与核心，其发展方向的研判是一个系统工程，需要深度融合产业链、创新链、资金链和人才链。从产业、技术、企业、投资机构、科研院所、人才等不同角度综合把握产业发展方向。

2.2.1 产业链

统计专利数据中的产业主体活跃情况，可以反映集成电路产业的结构变化、产业参与主体的竞争合作态势变化，有助于了解集成电路产业的产业链调整方向。

2.2.1.1 集成电路产业从 IDM 模式演变为垂直分工

集成电路是资本与技术密集型产业，在全球形成了垂直整合和垂直分工两种商业模式，龙头企业的类型分布能够充分体现该国家或地区的产业结构特点。集成电路垂直整合模式（IDM）指企业业务范围涵盖集成电路设计、晶圆制造、封装及测试等环节的集成电路企业组织模式，此模式属于典型的重资产模式，对企业的研发能力、资金实力和技术水平都有很高的要求。采用 IDM 模式的企业均为全球芯片行业巨头，全球集成电路产业 TOP30 申请人中有 13 家为 IDM 型企

2 集成电路产业发展方向

业，占 43%，三星、SK、日立等申请量排名前 7 的韩日申请人均为 IDM 型企业。

垂直分工模式是指集成电路企业只从事设计、制造、封装或支撑业务中的一种，其余环节分别委托给其他专业企业完成。目前，全球绝大部分的集成电路设计企业采用垂直分工模式，全球 TOP30 申请人中有 17 家企业分属于 Fabless、Foundry 和设备与材料企业，合计占比 57%。

表 2-7 全球及我国 TOP30 申请人类型

全球 Top30 申请人	申请人类型	我国 Top30 申请人	申请人类型
韩国-三星	IDM	中国-华虹集团	Foundry
韩国-SK	IDM	中国-中芯国际	Foundry
日本-日立	IDM	中国电子科技集团	IDM
日本-NEC	IDM	中国-华灿光电	设备与材料企业
日本-东芝	IDM	长江存储科技有限责任公司	IDM
日本-富士通	IDM	中国-浪潮	Fabless
日本-松下	IDM	中国-中环	设备与材料企业
日本-三菱	IDM	中国-京东方	设备与材料企业
中国台湾-台积电	Foundry	中国-北方华创	设备与材料企业
日本-东京电子	设备与材料企业	中国-华进半导体	OSAT
日本-佳能	设备与材料企业	中国-国家电网	Fabless
美国-IBM	Fabless	上海微电子装备（集团）股份有限公司	设备与材料企业
日本-尼康	设备与材料企业	湘能华磊光电股份有限公司	设备与材料企业
日本-住友	设备与材料企业	中国-华润上华	Foundry
日本-索尼	IDM	中国-三安光电	设备与材料企业
日本-信越	设备与材料企业	长鑫存储技术有限公司	Fabless

陕西省集成电路产业专利导航

全球 Top30 申请人	申请人类型	我国 Top30 申请人	申请人类型
美国-应用材料	设备与材料企业	中国-奕斯伟	设备与材料企业
日本-瑞萨科技	IDM	中国-盛合晶微	OSAT
日本-富士胶片	设备与材料企业	上海新昇半导体科技有限公司	设备与材料企业
美国-格罗方德	Foundry	山东天岳先进科技股份有限公司	设备与材料企业
美国-英特尔	IDM	中国-长电科技	OSAT
日本-夏普	设备与材料企业	上海集成电路研发中心有限公司	Foundry
中国-华虹集团	Foundry	中国-武汉新芯	Foundry
中国-中芯国际	Foundry	中国-有研	设备与材料企业
中国台湾-联华电子	Foundry	中国-华为	Fabless
日本-爱普生	设备与材料企业	中国-通富微电	OSAT
美国-美光科技	IDM	中国航空工业集团	Fabless
荷兰-ASML	设备与材料企业	中国-天水华天	OSAT
日本-SUMCO	设备与材料企业	中国-中微半导体	Foundry
美国-德州仪器	IDM	中国-方正集团	Foundry

随着 Internet 的兴起，集成电路产业跨入以竞争为导向的阶段，国际竞争由原来的资源竞争、价格竞争转向人才知识竞争、密集资本竞争。90 年代，美国英特尔主动放弃存储器件芯片，集中发展微处理器设计，并重新夺回集成电路产业霸主的地位。越来越庞大的集成电路产业体系并不利于整个产业发展，“分”才能精。在 IDM 公司继续发挥重大作用的基础上，集成电路产业结构向高度专业化转化成为一种趋势，形成了设计业、制造业、封装业、测试业独立成行的局面，已经逐渐由原来“大而全”形式的产业演化成目前“专而精”的多个细分子产业。

我国集成电路产业起步较晚，产业布局的合理性需求不断调整、核心技术受

2集成电路产业发展方向

制于人，产业分工的深化有利于提升产业链各环节的效率，更有利于我国突破技术壁垒。我国集成电路产业 TOP30 申请人中仅有中国电子科技集团与长江存储科技有限责任公司为 IDM 型企业，占比不足 10%。其余 28 家企业分属于 Fabless、Foundry、OSAT 与设备与材料企业，占比分别为 17%、23%、17%和 36%，我国集成电路产业主要为垂直分工型。

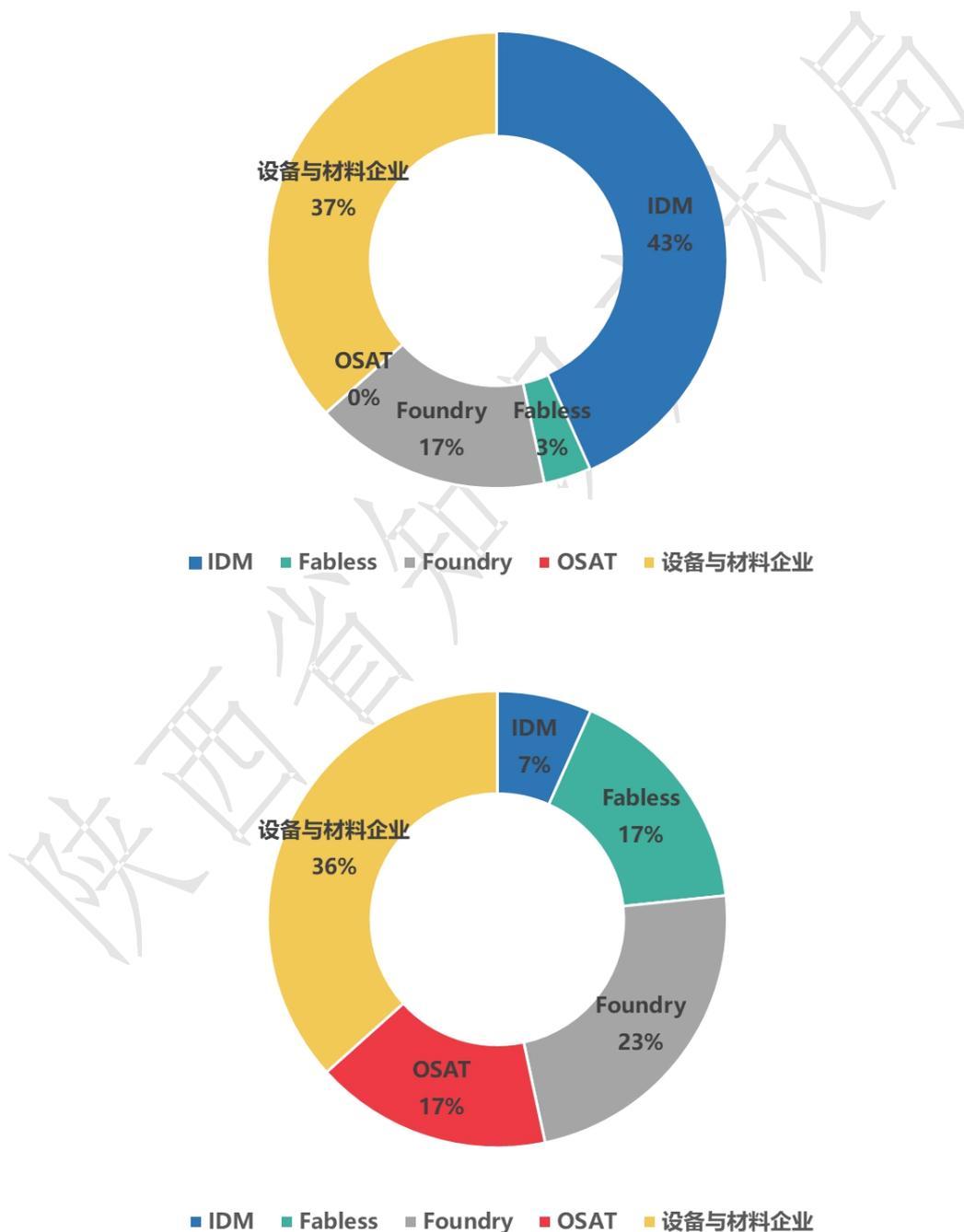


图 2-12 全球与我国集成电路龙头企业类型分布

陕西省集成电路产业专利导航

2.2.1.2 从全球化分工迈向区域性产业链整合成为趋势

全球来看，集成电路产业由 IDM 模式演变为垂直分工的多个专业细分产业，未来将从全球化分工迈向区域性产业链整合。

集成电路产业作为国家战略性新兴产业或国家支柱产业等重点产业，必须形成从研发、设计到物流、金融等产业配套的全产业链集群，从而大大提高集成电路产业的抗风险能力。同时由于产业链集群市场规模巨大，增加了其在全球产业生态中的话语权，从而用市场规模来有效避免关键技术被卡脖子所可能带来的经营风险。未来国家之间的竞争越来越体现为科技实力的竞争，半导体产业作为科技发展的基础产业，现已成为各国的竞争焦点。国外瓦纳森协议以及对于华为的制裁体现了在国内形成自主可控的半导体产业链的重要性，半导体制造是产业链中最关键的一环，未来产业链区域化整合是必然趋势。

统计日本、美国、韩国、中国台湾、中国、欧盟等国家和地区设计、制造、封测、支撑专利占比变化趋势，可以看出主要国家和地区中，**美国一直重视均衡发展集成电路各分支领域**，其他国家和地区已逐步布局自己弱势领域，例如韩国为避免上游材料受制于日本的被动局面，持续加强支撑领域设备材料的布局，**减少外部依赖**。

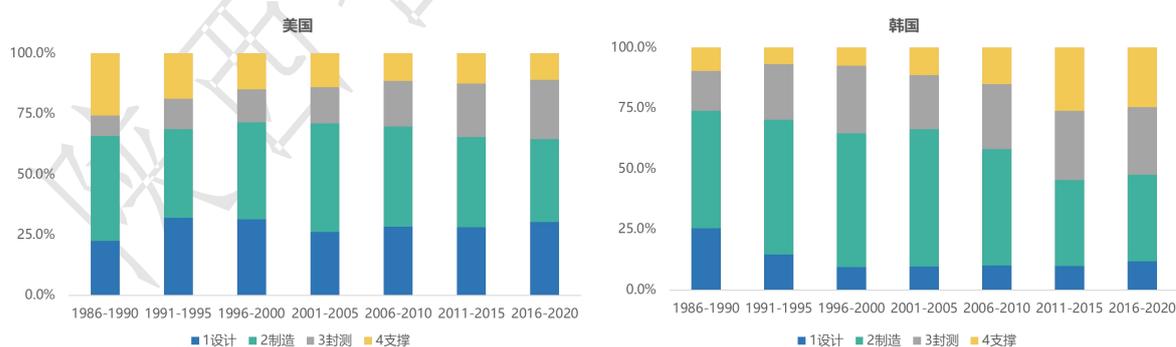


图 2-13 主要国家和地区集成电路二级分支专利占比变化趋势

2.2.1.3 世界集成电路产业重心已从欧美转向亚太地区

全球集成电路产业发展的历史不是线性的，而是有起伏的，其地域分布是不

2 集成电路产业发展方向

平衡的、动态变化的。1958年美国科学家杰克·基尔比发明集成电路以来，以不同国家或地区半导体产业销售额占全球比重来衡量，世界集成电路产业发展重心发生了三次明显转移：美国独领风骚（1958—1984年）→日本短暂逆袭（1985—1992年）→美国再度领先（1993—2000年）→东亚产业新势力崛起（2001年至今）。

与产业发展格局演变相匹配，1981-1990年间，日本凭借在动态存储器上的突破，带动整个集成电路产业爆发式成长，设计、制造、封测和支撑领域的专利申请占比均超过70%，制造与封测的专利申请占比甚至超过了全球的四分之三，实现了对美国全方位的逆袭。

1991-1995年起，美国在集成电路各领域全面发力，专利申请占比明显提升，设计、制造、封测与支撑领域专利申请占比较1986-1990年间分别增长7.5%、4%、6.4%与2.7%。由于美国敏锐的抓住了计算机行业对微处理器等新兴集成电路产品需求的转换机会，通过加强与其国内世界级软件企业的协作，巩固了在这类新兴产品上的领先优势，使得微处理器等产品领域的壁垒变得越来越高。此外，为了克服在集成电路制造领域投资不足的劣势，美国集成电路企业在全球化持续推进的背景下，积极推动中国台湾地区等经济体发展芯片代工厂，建立以垂直分工为主要特征的全球集成电路生产新体系。在这一新型产业生态中，许多美国企业甩掉了集成电路产能投资重担，专注于集成电路设计和知识产权模块供应等知识密集型业务，并逐步形成了强大的竞争优势。美国的一系列操作也成功使其于1996-2000年间，在设计领域的专利申请占比超过日本，重回世界第一，2011-2015年间专利申请占比更是达到了47.6%。

陕西省集成电路产业专利导航

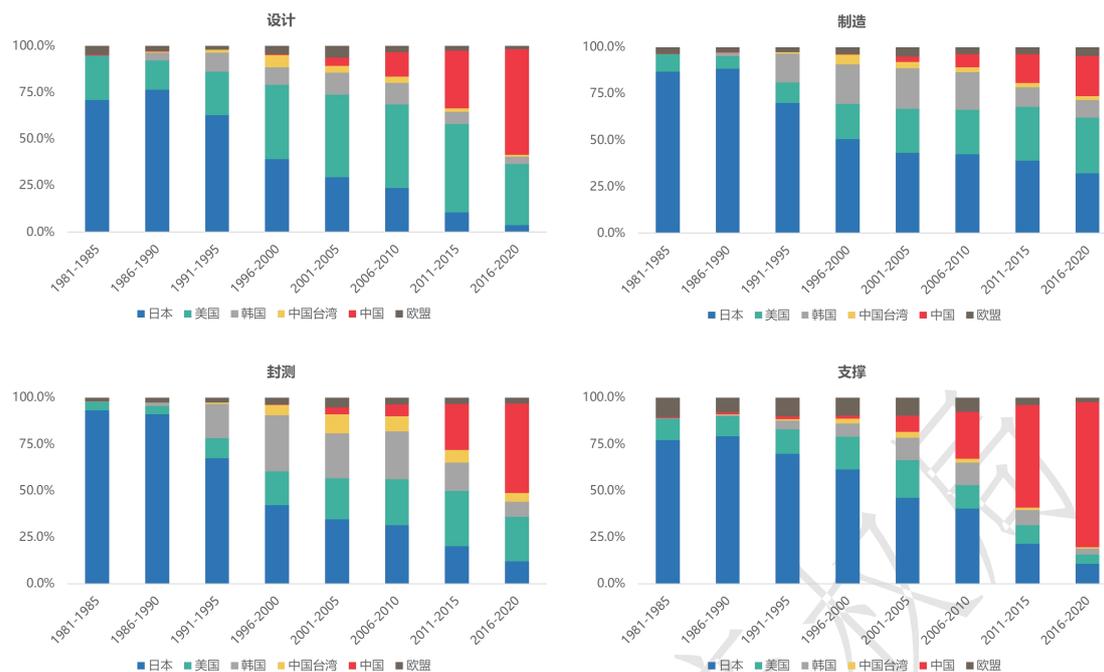


图 2-14 主要国家和地区集成电路二级分支分工转移

全球集成电路垂直分工体系在二十世纪九十年代形成后，产业分工的深化有力提升了产业链各环节的效率，进而强化了垂直分工体系的发展趋势。在此过程中，韩国、中国台湾地区以成本优势为基础积极融入世界集成电路生产网络。从专利申请占比来看，韩国于 1991-1995 年间，在设计、制造与封测领域的专利申请占比均超过 10%；中国台湾于 1996-2000 年间，在设计、制造与封测领域的专利申请占比均超过 5%。此外，2000 年之后，在澎湃的市场化力量和竞争机制推动下，中国大陆地区集成电路产业步入高速增长阶段。2016-2020 年间，中国在集成电路设计、制造、封测和支撑领域专利申请占比分别达到 56.6%、21.6%、47.8%和 78.1%。中国大陆地区集成电路产业近十年的高速增长，让全球集成电路产业发展重心的第三次转移变得势不可挡。

2.2.1.4 “上下游技术紧密衔接”特征日趋明显

由于集成电路技术及产品更新速度快，要求申请人具备较强的持续创新能力，以满足多变的市场需求，但同时集成电路属于技术密集型行业，具有极强的技术壁垒，因此，常需要两个或两个以上申请人共同合作，完成一项专利技术的研发创新。对全球集成电路产业专利联合申请进行统计，三级技术分支的联合申请率

2 集成电路产业发展方向

分布于 6.6%~11.5%，均值达到 9%，产业整体协同创新占比较高。

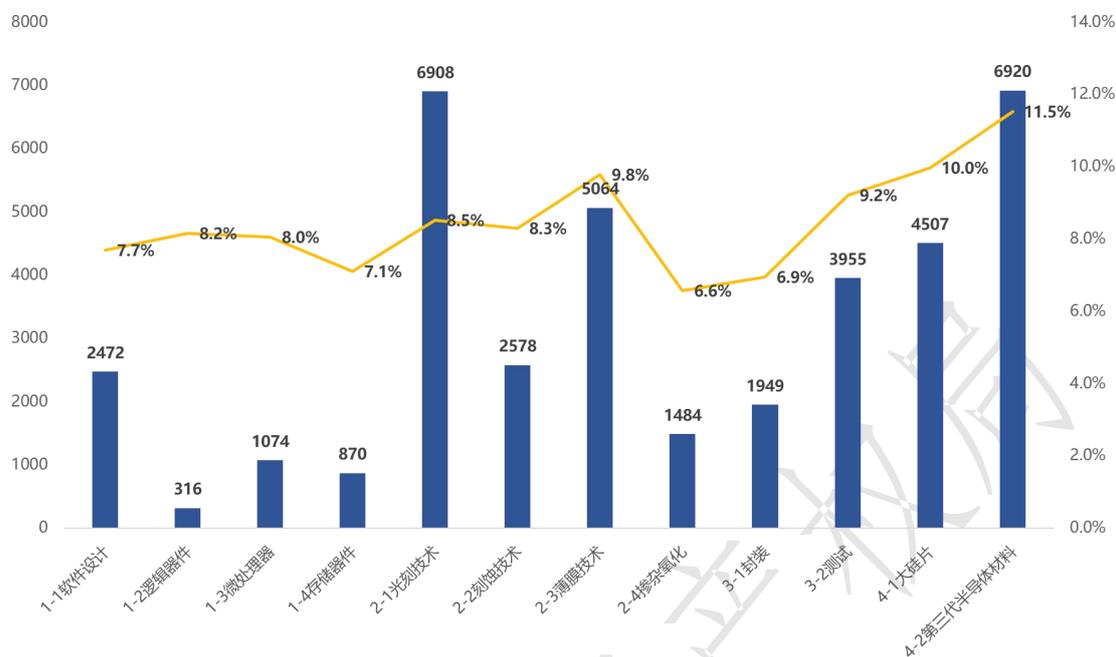


图 2-15 全球集成电路三级分支专利联合申请率

随着集成电路产业分工高度专业化，集成电路产业各环节之间的关联性、协同性要求越来越高，集成电路“上下游技术紧密衔接”的特征尤为显著。目前，部分集成电路设计、制造企业达成上下游合作，整合上下游，促进产业共同发展。例如德国制造型企业英飞凌与美国设计型企业 IBM 联合开发了磁性随机存储存储器（MRAM），这种内存芯片依靠磁性来存储数据，能够显著提高内存技术的存储状态；德国西门子、美国 IBM 和日本东芝于二十世纪九十年代就采用沟道单元技术、扫描曝光技术、化学机械研磨的平坦化技术等共同开发 256M DRAM 与 64M DRAM 的第二代版。

表 2-8 IBM 上下游协同创新

序号	申请人	公开号	标题
1	英飞凌科技股份有限公司 国际商业机器公司	US6518151B1	用于 eDRAM 栅刻蚀工艺的双层硬掩模
2	英飞凌科技股份有限公司 国际商业机器公司	EP0854510A2	用于蚀刻 DRAM 电容器沟槽的掩模去除
3	西门子公司 国际商业机器公司	CN1196179C	半导体芯片的制造和布线设计方法

陕西省集成电路产业专利导航

4	国际商业机器公司 西门子公司	EP0933811A2	铝化学抛光的虚拟图形
5	国际商业机器公司 西门子公司	CN1238556A	超密集动态随机存取存储单元及其制造方法

2.2.2 创新链

专利数据作为技术创新的主要产物，从其变化趋势可以反映技术的热点、难点和重点。报告通过不同领域的专利分布，了解集成电路设计、制造、封测、支撑等领域的技术变化趋势。

2.2.2.1 制造工艺迭代速度逐渐降低，设计业比重不断增大

集成电路各领域发展不均衡，从集成电路各二级分支的专利技术生命周期来看，集成电路设计、制造、封测、支撑领域都经历了快速发展时期，设计与封测领域呈现“螺旋式上升”的发展模式，在专利申请人及申请量稍有回落后又会经历一次迅速的回升，目前基本趋于稳定上升的阶段。制造领域于2003年起专利申请人及申请量连续下降，随着技术节点不断下探，工艺的迭代速度不断放缓。2015年国际半导体行业机构联合发布的国际半导体技术路线图（ITRS）显示，随着集成电路尺寸不断减小，技术瓶颈在制约工艺的发展，产品换代速度已下降到24个月，这个速度预计将保持到2030年。代工模式目前集中度较高，且具有较高的壁垒，未来集中度将进一步提高，专利申请人数量和申请量都在降低。材料对芯片性能提升的贡献已超过六成，在摩尔定律的发展进程中，性能提升的70%来源于新材料的应用，因此支撑领域一直处于技术成长期。

2 集成电路产业发展方向

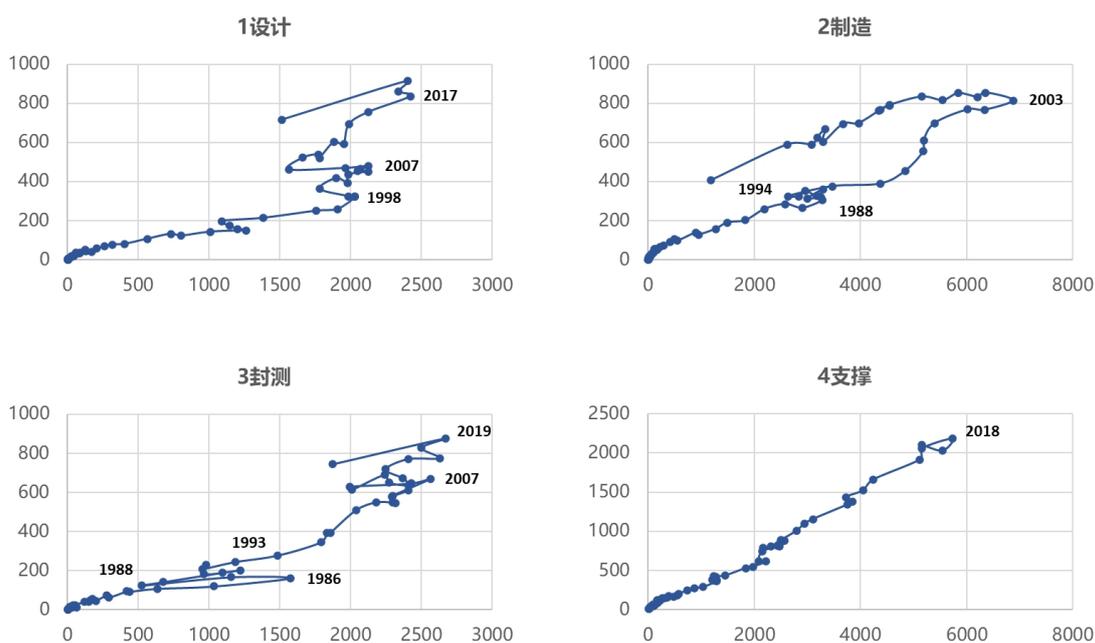


图 2- 16 集成电路二级分支专利技术生命周期图

随着集成电路向着微小型化、低功耗、智能化演进，集成电路设计技术得到跨越式的发展。一方面，为适应规模更庞大、精度更细密的芯片，基于 EDA 软件工具的集成电路设计技术已成为主流技术；另一方面，满足于用户特定需求，以用户参加设计为特征的专用集成电路（ASIC）被应用于更广泛的场景。集成电路设计领域关键技术专利申请占比逐步上升，并于 1990 年起专利申请占比稳定在 15% 以上。

陕西省集成电路产业专利导航

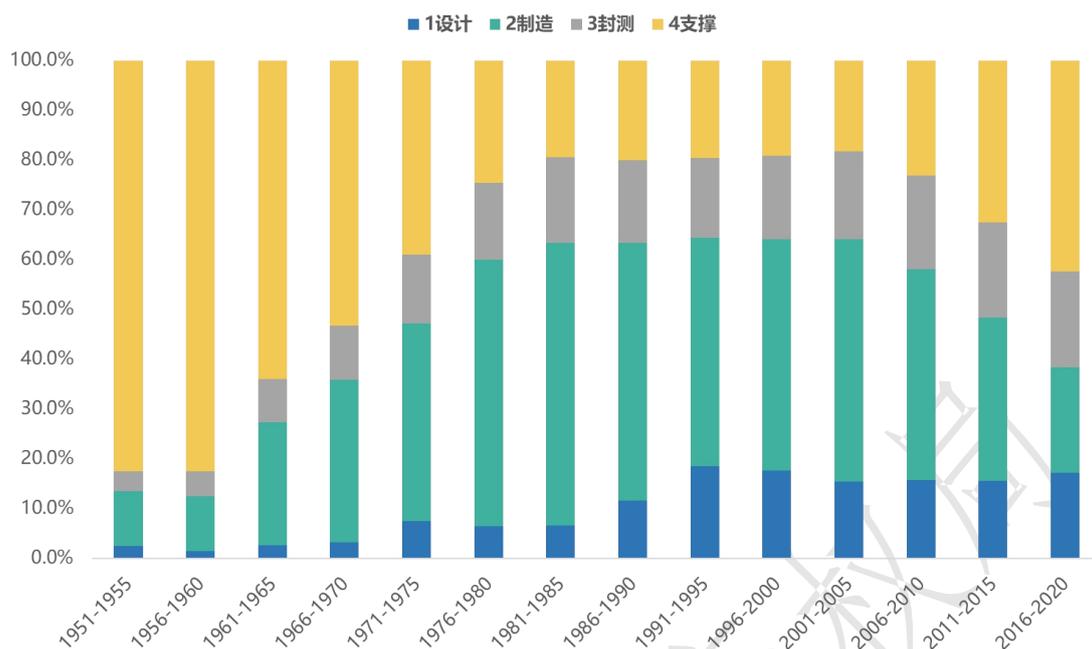


图 2- 17 全球集成电路二级分支每五年专利申请占比情况

2.2.2.2 光刻、薄膜等制造工艺是核心关键技术，硬件设计、先进封装和大硅片成为热点

从集成电路各三级技术分支申请量来看，设计领域的软件设计，制造领域的光刻技术与薄膜技术，封测领域的测试技术，支撑领域的第三代半导体材料近五年专利申请量超过 30000 件，是集成电路的研究重点。整体来看，集成电路各三级技术分支近五年的申请量³占比在 4%~27%之间，设计领域的逻辑器件、微处理器，封测领域的先进封装，支撑领域的大硅片、第三代半导体材料近五年申请量占比超过 20%，是集成电路当期的热点方向。

³ 近五年的申请量指 2017-2021 年间的专利申请量

2集成电路产业发展方向

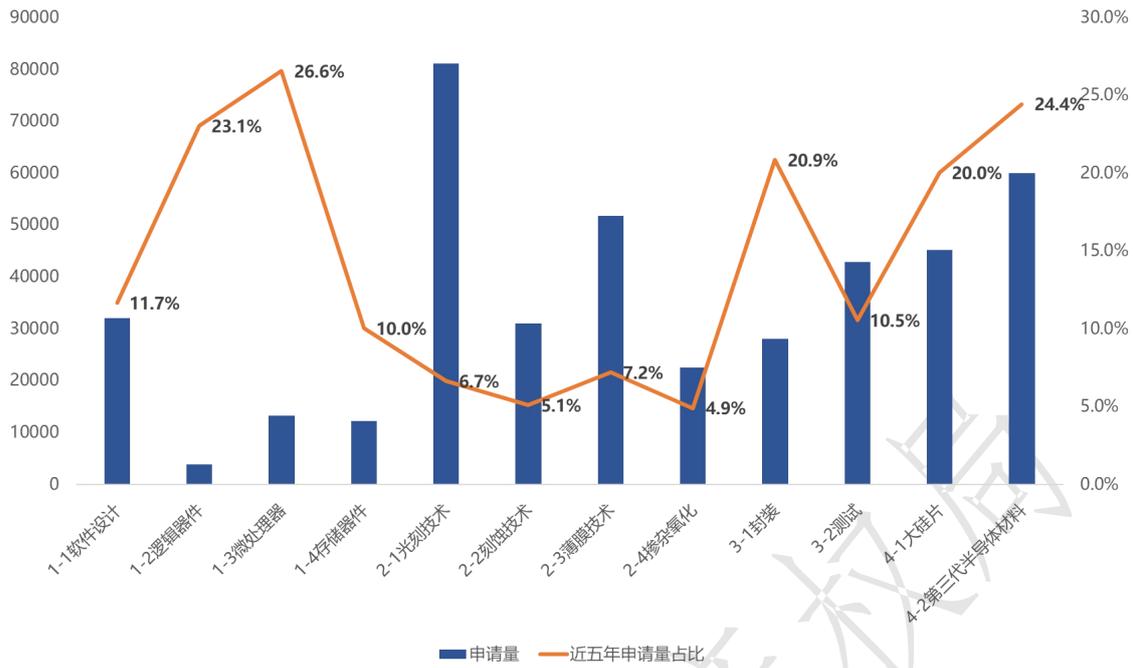


图 2-18 集成电路三级技术分支近五年申请量与近五年申请占比

从各技术的生命周期也能看出，设计的逻辑器件，制造的薄膜技术、光刻技术与刻蚀技术专利申请人及申请量稍有回缩，而设计领域的微处理器，封测领域的先进封装，支撑领域的大硅片、第三代半导体材料仍处于技术快速成长期。

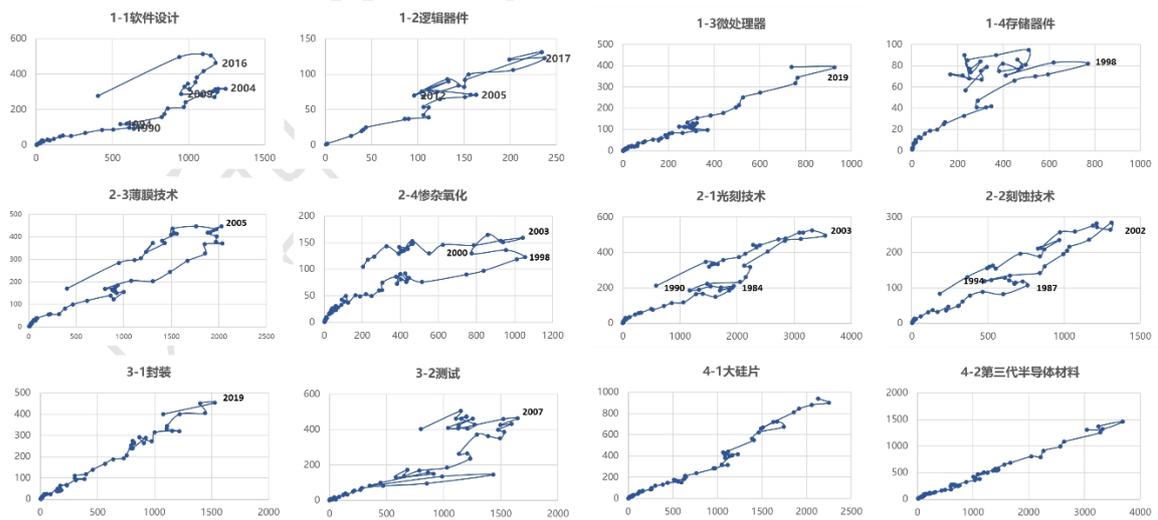


图 2-19 集成电路三级分支专利技术生命周期图

陕西省集成电路产业专利导航

2.2.2.3 设计领域微处理器和逻辑器件势头强劲

设计是集成电路产业的核心，其体现了集成电路整体构思，也是集成电路产业发展的基础。早期的集成电路为平面结构，在微电子学尺寸不小于 $0.13\mu\text{m}$ 之前，等比例缩小规律对集成电路性能有很大益处。然而，当 2004 年，特征尺寸突破 90nm，集成电路进入纳米时代，进入微观物理学范畴。随着特征尺寸的进一步缩小，MOS 晶体管的结构从平面发展为 3D 结构，FinFET 技术被英特尔应用于 22nm。从平面结构到 3D 结构，是集成电路设计领域技术发展革命性的突破。从专利数据来看，2001-2020 年间，集成电路设计专利申请占比由 14.8% 上升至 16.7%，整体稳步上升。近二十年，软件设计技术占比逐渐下降，但始终不低于设计领域的 50%，说明软件设计一直以来都是各国申请人关注的重点。2001-2020 年间，逻辑器件、存储器件始终保持稳定的技术占比，微处理器创新迅猛，申请占比逐年增高，微处理器和逻辑器件势头强劲。

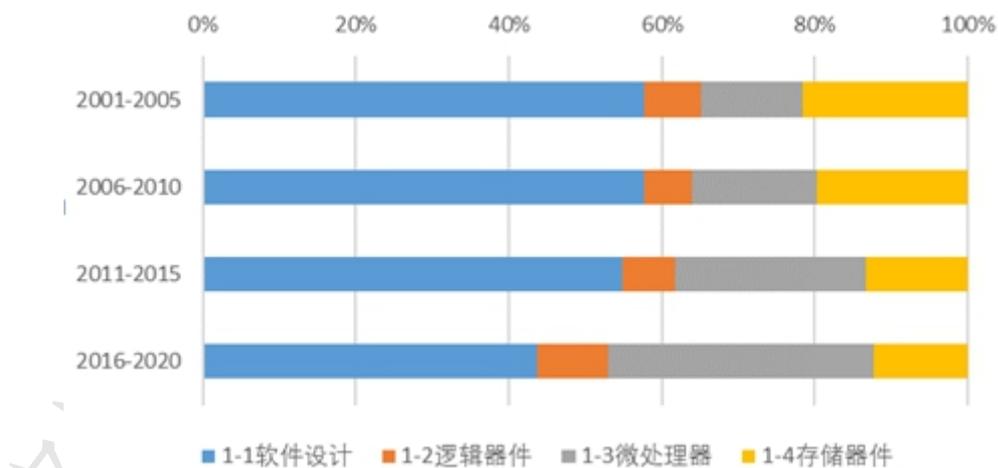


图 2- 20 集成电路设计领域三级技术分支专利占比变化趋势

逻辑器件方面，FPGA 是集成电路设计领域逻辑器件的研发重点。从逻辑器件近五年各四级分支技术分布来看，FPGA 与 CPLD 技术占比分别为 95.2%、4.8%，FPGA 占比远高于 CPLD。FPGA 有着可以处理高速信号、实时性好、并行度高的优势，一经发明就迅速发展，尤其是近几年始终引领先进的工艺。目前，FPGA 主要应用于数据采集和接口逻辑、高性能数字信号处理及汽车电子等领域。

2集成电路产业发展方向

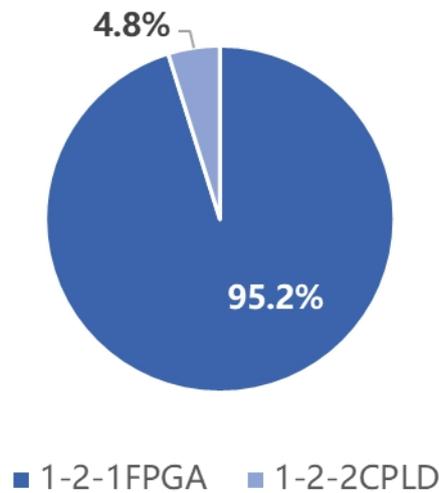


图 2- 21 逻辑器件近五年专利技术分布

存储器件方面，**DRAM** 是集成电路设计领域存储器件的研发重点。从存储器件近五年各四级分支技术分布来看，**DRAM** 与 **Nand flash** 技术占比分别为 71.3%、28.7%，**DRAM** 占比较高。当前，**DRAM** 主要需求来源包括 PC 端、移动端和服务端。DRAM 具有易失性、基于电容的、破坏性读取形式的缺点，业界在不断寻找新技术突破目前的瓶颈，将存储单元堆叠至逻辑单元上方实现在单位晶圆面积上产出更多的产量的 **3D DRAMS** 是未来的主要趋势之一。

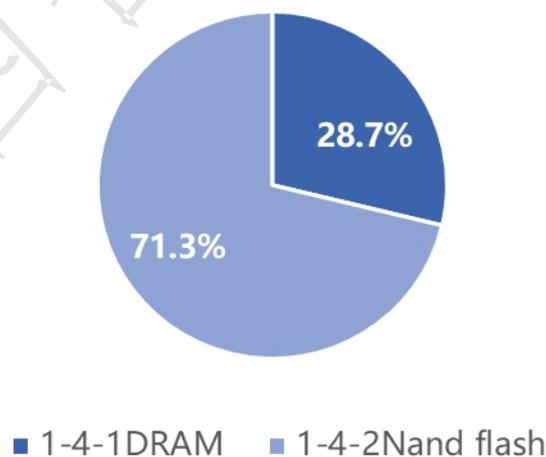


图 2- 22 存储器件近五年专利技术分布

陕西省集成电路产业专利导航

2.2.2.4 制造领域集中度和技术壁垒双高

制造是集成电路产品的重要环节，通常一个芯片含有的晶体管数目越多，芯片的功能越强，这意味着芯片集成度的提高，也意味着单个晶体管尺寸的缩小或单位面积的晶体管数量的提升，这意味着需要采用与之配套的更加先进的制造工艺。芯片制造工艺的发展是随着集成度的不断提高而不断改进，集成度是判断芯片制造工艺的指示标。

光刻工艺整体技术壁垒较高，高端光刻机核心工艺仅掌握在几个领先企业当中，且热点技术集中在高精度制程方面；刻蚀工艺在近一段时间内发展较快，并随着制程节点的提升，还会朝着精密度更高的方向发展；薄膜工艺和掺杂氧化工艺相对于上述两个工艺技术门槛略低，我国申请人在此期间在薄膜沉积和层间结构等技术方向已经有所突破，技术成果显著。不过，目前看来我国和国际先进集成电路制造技术仍存在较大差距，技术水平一直处于追赶的状态，核心热点技术仍掌握在少数技术优势国家或企业手中，要想获得热点技术的持续突破进而取得领先优势，我国企业还有很长的路要走。



图 2-23 光刻领域龙头企业排行变化

2集成电路产业发展方向

通过《专利合作条约》（PCT）途径提交的国际申请量占该技术分支总量的百分比既是体现该产业技术分支创新能力的重要标志，也是衡量该技术分支的专利国际控制力的重要标尺。从集成电路各二级技术分支 PCT 申请情况来看，制造领域 PCT 申请量、比例均为最高，龙头企业通过国际布局巩固自己的技术壁垒。



图 2- 24 集成电路二级分支 PCT 专利申请分布

2.2.2.5 封测领域景气度较高，先进封装是未来趋势

封测作为晶圆制造的后续流程，由于晶圆代工厂订单饱满，产能满载，封测未来几年预计也将保持高景气度。封测是国内集成电路与国外差距最小环节，也是技术壁垒相对较低的环节。

随着摩尔定律发展趋缓，满足系统微型化、多功能化的先进封装技术成为了集成电路产业发展的新引擎。先进封装是传统平面封装向 2.5D/3D 堆叠异构集成封装技术的升级跃迁。从专利数据来看，2001-2020 年间，集成电路封测专利申请占比由 15.1% 上升至 18.4%，基本保持稳定。具体来看，封装由 3.2% 上升至 9.5%，而测试则是由 11.9% 下降至 8.9%。包括倒片封装、系统级封装、晶圆级芯片规模封装、面板级封装以及硅通孔等先进封装技术，顺应行业发展趋势，增长潜力巨大。

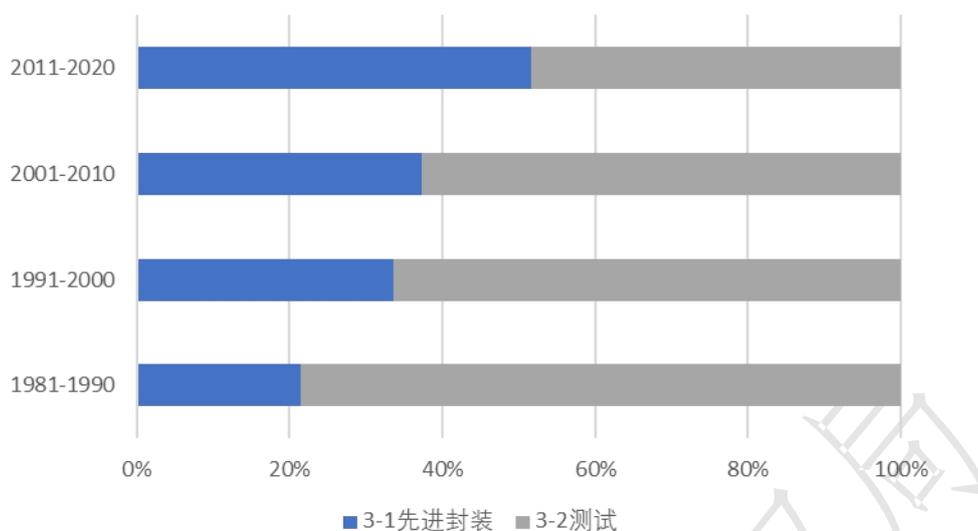


图 2- 25 先进封装技术比例变化

2.2.2.6 支撑领域大硅片创新旺盛，第三代半导体材料受到关注

2001-2020 年间，集成电路支撑专利申请占比由 17% 上升至 41.1%，整体大幅上升。具体来看，大硅片由 8% 上升至 15.7%，第三代半导体材料由 9% 上升至 25.5%，支撑领域各三级分支都处于技术成长期，第三代半导体材料为目前的热点方向。

大硅片方面，大硅片是制造材料中唯一成本占比最高（超过三分之一）的核心材料，摩尔定律的影响下，半导体硅片正在不断向大尺寸的方向发展。《瓦森纳协议》新增对 12 英寸大硅片的出口管制，大硅片国产化刻不容缓。从大硅片近五年各四级分支技术分布来看，拉晶、成型和 SOI 占比分别为 20.8%、23.6% 和 20.6%，超过 20%，是集成电路支撑领域大硅片的研发重点。

2集成电路产业发展方向

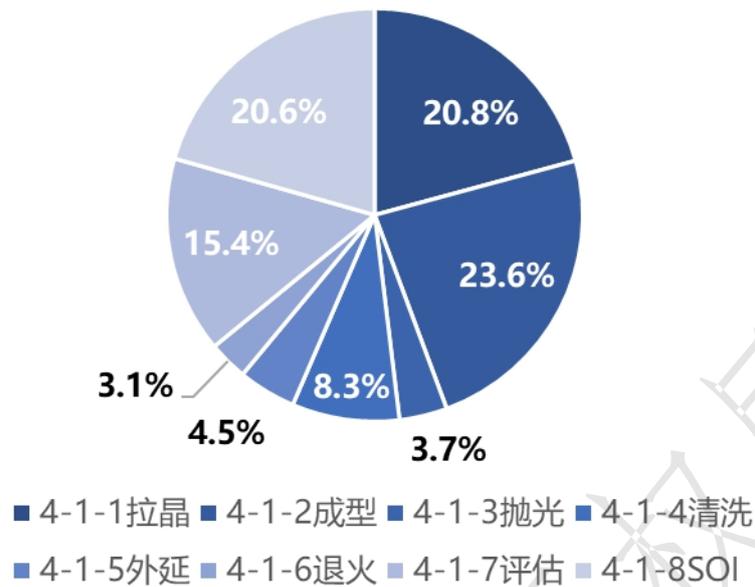


图 2- 26 大硅片近五年专利技术分布

随着“碳中和”趋势不断推动，第三代半导体材料逐渐成为市场的热门话题。从第三代半导体材料近五年各四级分支技术分布来看，SiC 材料、GaN 材料申请量占比分别为 70.1%、29.9%，SiC 材料占比较大，是集成电路支撑领域第三代半导体材料的研发重点。SiC 与 GaN 相比较，前者发展的更早一些，技术成熟度也更高。SiC 与 GaN 之间有个很大区别是导热率，这使得在高功率应用中，SiC 占据统治地位，同时由于 GaN 具有更高的电子迁移率，因而能够比 SiC 具有更高的开关速度，在高频率应用领域具备优势。

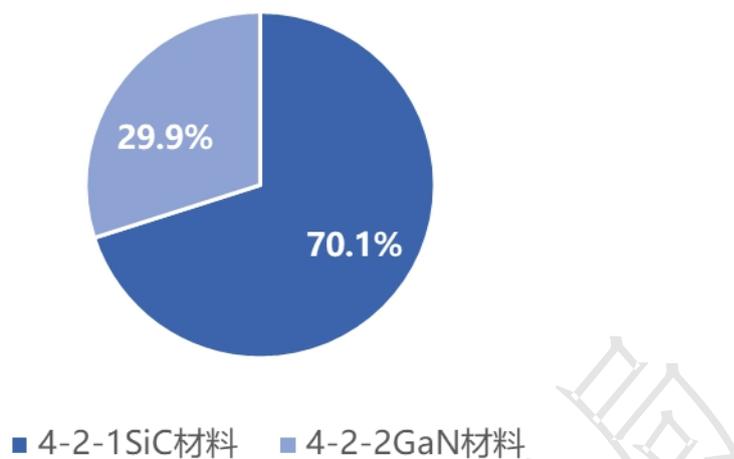


图 2- 27 第三代半导体材料近五年专利技术分布

2.2.3 资金链

集成电路产业是重资产产业，长期困扰集成电路产业发展的一个重要问题就是投融资瓶颈问题，从资本市场的动向有助于判断集成电路产业的政策导向和业界关注点。

2.2.3.1 国家资金率先进场，产业政策导向性明显

国家和地方政府颁布的政策、规划引导着资源、资金、人才向行业倾斜，是产业发展的向导。集成电路产业资金需求大，投资回报周期长，由国家牵头建立的产业基金率先进场，从资本市场寻找更多资源，用政策引导社会资金投入。

2014年9月24日，由财政部牵头，国开金融、中国烟草、亦庄国投、中国移动、上海国盛、中国电科、紫光通信、华芯投资等国有企业共同发起的国家集成电路产业投资基金一期正式设立，投资总规模达1387亿元。在国家大基金的带动下，相关的新增社会融资（含股权融资、企业债券、银行、信托及其他金融机构贷款）达到5145亿，据大基金管理机构华芯投资表示，按照基金实际出资结构，中央财政资金撬动各类出资放大比例高达约1:19。2018年，国家大基金一期投资完毕，大基金二期已于2019年10月22日正式成立，注册资本为2041.5

2集成电路产业发展方向

亿元。2020年，国家大基金总计发起8次投资，带动投资金额近400亿元，除安徽投资集团、上海集成电路产业基金、中国人寿、中国农业银行、中国高新投等国有资本参与投资，还带动小米集团、君联资本、中金资本、兆易创新、红杉资本、联想创新、闻泰科技等社会资本参与投资。

表 2-9 2020 年国家集成电路产业投资基金

时间	融资企业	其他投资方	融资金额 (万元)
2020-12-16	睿力集成电路有限公司	安徽投资集团、招银国际、中国人寿、中国农业银行、建银国际、君联资本、国开装备基金、小米集团、中金资本、徽商银行、招商证券、招商致远资本、兆易创新、锋盛股权投资	156.5
2020-10-23	思特威（上海）电子科技股份有限公司	海通开元投资、联想创新、闻泰科技、中芯聚源投资、红杉资本、深圳市光远咨询管理有限公司、前海梧桐母基金、招银国际、招银电信基金、中国互联网投资基金、小米长江产业基金、安芯投资管理	未披露
2020-09-11	深圳市中兴微电子技术有限公司	深圳市仁兴科技有限责任公司	32.5
2020-09-01	思尔芯（上海）信息科技有限公司	芯鑫租赁、中青芯鑫、浦东科创、临港科创投、中国高新投、君联资本	未披露
2020-08-15	中芯国际集成电路制造有限公司	上海集成电路产业基金	206.9
2020-7-25	杭州士兰集昕微电子有限公司	士兰微	未披露
2020-03-20	泰凌微电子（上海）有限公司	-	1
2020-01-22	中国科学院沈阳科学仪器股份有限公司	-	1.4

陕西省集成电路产业专利导航

2.2.3.2 地方及社会资本踊跃入场，入局资金规模庞大

在“大基金”的带动下，各地方政府和协会等机构也纷纷成立子基金，实现以政府资金为杠杆，撬动社会大规模资本进入集成电路产业的目的。截至当前，北京、湖北、广东、上海、陕西、江苏、安徽、重庆、浙江等二十余个省市已成立集成电路产业专项基金，规模合计已高达 5200 亿元。

表 2-10 国内各省、市集成电路产业基金规模

区域	成立时间	规模（亿元）	区域	成立时间	规模（亿元）
北京	2013-12	300	石家庄	2016-11	100
湖北	2015-08	300	南京	2016-12	500
深圳	2015-10	200	无锡	2017-01	200
上海	2016-01	500	昆山	2017-02	100
四川	2016-03	120	安徽	2017-05	300
厦门	2016-03	500	青岛	2017-11	100
辽宁	2016-05	100	重庆	2018-09	500
广东	2016-06	150	浙江	2019-05	150
福建	2016-06	500	广东	2020-09	200
陕西	2016-08	300	苏州	2021-09	100

中兴微电子、芯来半导体、爱芯元智、悦芯科技、纵慧芯光、得一微电子、比亚迪半导体、金禾新材等企业获得三次及以上融资。其中，中兴旗下的通信集成电路设计企业中兴微电子进行四次战略性融资，融资金额总计共 58 亿元，投资方包括国家集成电路产业投资基金、中兴通讯、汇通融信、仁兴科技、恒健欣芯；比亚迪旗下的 IDM 企业比亚迪半导体先后获得三次融资，融资金额合计 35 亿元，中金资本、红杉资本、深创投、招商国际、中信产业基金、联想长江科技产业基金、小米长江产业基金、碧桂园创投等投资机构参投。

表 2-11 2020 年国内集成电路产业重大投融资事件（部分）

时间	融资企业	投资方	融资金额
----	------	-----	------

2集成电路产业发展方向

			(亿元)
2020-03-31	TCL 华星光电技术有限公司	TCL 科技	50
2020-05-15	中芯南方集成电路制造有限公司	中芯国际控股有限公司	51.7
2020-05-27	比亚迪半导体股份有限公司	红杉资本、中金资本、喜马拉雅	19
2020-06-16	比亚迪半导体股份有限公司	中金资本、红杉资本、深创投、招商国际、中信产业基金、联想长江科技产业基金、小米长江产业基金、碧桂园创投、爱思开(中国)、中小企业发展基金、珠海镭聿投资基金、新余华腾投资、招银共赢基金、深圳市伯翰视芯半导体合伙企业(有限合伙)、深圳市英创盈投资有限公司、深圳安鹏创投基金企业(有限合伙)、深圳市惠友豪创科技投资合伙企业(有限合伙)	8
2020-07-09	华工科技产业股份有限公司	华中科大产业集团、武汉国恒科技投资基金合伙企业(有限合伙)	42.9
2020-08-15	中芯国际集成电路制造有限公司	国家集成电路产业投资基金、上海集成电路产业基金	206.9
2020-09-11	深圳市中兴微电子技术有限公司	国家集成电路产业投资基金、深圳市仁兴科技有限责任公司	32.5
2020-10-29	深圳市中兴微电子技术有限公司	广东恒健欣芯投资合伙企业(有限合伙)、深圳市汇通融信投资有限公司、中兴通讯	26.1
2020-12-16	睿力集成电路有限公司	安徽投资集团、国家集成电路产业投资基金、招银国际、中国人寿、中国农业银行、建银国际、君联资本、国开装备基金、小米集团、中金资本、徽商银行、招商证券、招商致远资本、兆易创新、锋盛股权投资	156.5
2020-12-25	博通集成电路(上海)股份有限公司	上海致能工业电子有限公司	5.59

陕西省集成电路产业专利导航

2.2.3.3 投融资事件多为战略性投资，对企业全局影响重大

从融资轮次来看，集成电路领域战略性融资较多，Strategy 轮次投融资案件总计 148 宗，占比 49%，其次是 A 轮融资（56 宗），占比 18%。集成电路产业作为国家战略性产业，资金需求远超其他产业，同时投资回报周期也较长，而战略性投资具有规模大、周期长、基于企业发展的长期目标、分阶段等特征，对企业全局有重大影响，大量的战略性投资反映了资本市场对集成电路产业的重视。

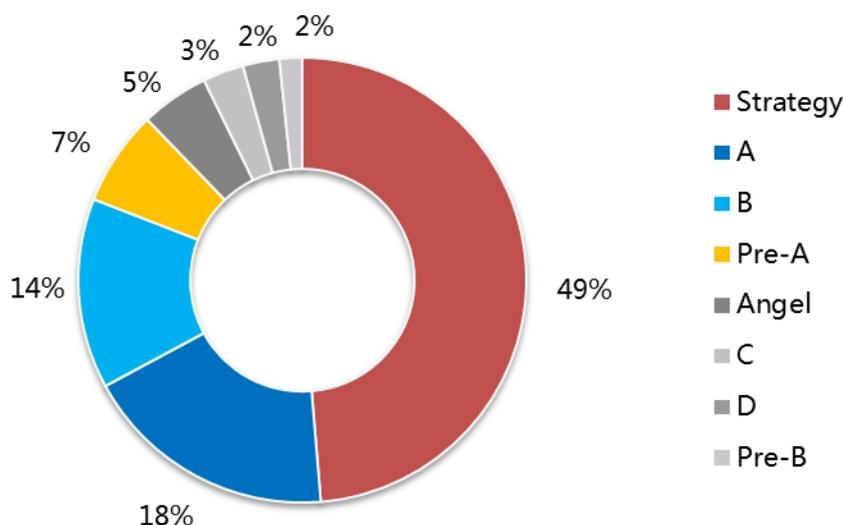


图 2- 28 2020 年集成电路产业融资轮次分布情况

2.2.3.4 大基金一期主要着力点是制造领域，二期将向设备材料等支撑业倾斜

国家集成电路产业投资基金（2014.09-2018.05）已经投资完毕，共募得普通股 987.2 亿元，同时发行优先股 400 亿元，总投资额为 1387 亿元（相比于原先计划的 1200 亿元超募 15.6%）。大基金一期公开投资公司为 23 家，累计有效投资项目达到 70 个左右，投资范围涵盖集成电路产业上、中、下游各个环节。

2集成电路产业发展方向

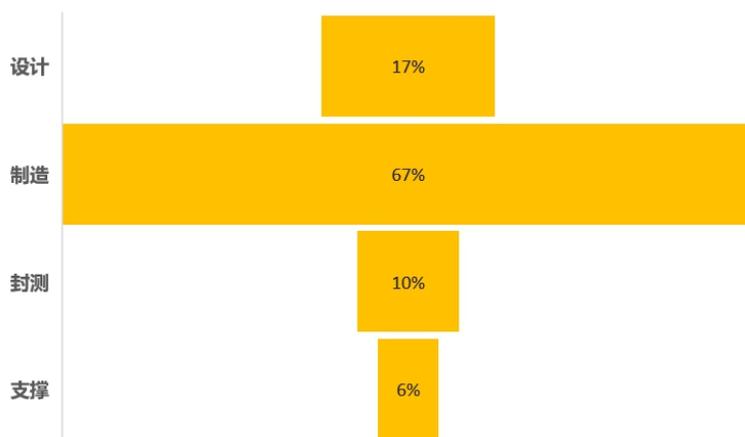


图 2-29 大基金（一期）投资领域分布

大基金一期投资项目中，集成电路制造占 67%，设计占 17%，封测占 10%，装备材料类占 6%。可以看出，大基金一期的第一着力点是制造领域，首先解决国内代工产能不足、晶圆制造技术落后等问题，投资方向集中于存储器和先进工艺生产线，投资于产业链环节前三位企业比重达 70%。

在大基金二期投资布局的时候，将从“面覆盖”向“点突破”转变，大基金将提高对设计业的投资比例，并明确主要投资的领域为半导体制造设备领域和半导体材料领域。

2.2.3.5 私募基金青睐集成电路设计领域

从投资细分领域来看，私募基金的投资重点主要是集成电路设计和集成电路产业的支撑产业如材料与设备制造。近两年集成电路设计行业发生的投资数占比均超过总数的三分之二，是投资的绝对重点，反映了目前国内资本市场对资金投入相对较小、设备和技术受限程度较低的芯片设计行业更加青睐。

陕西省集成电路产业专利导航

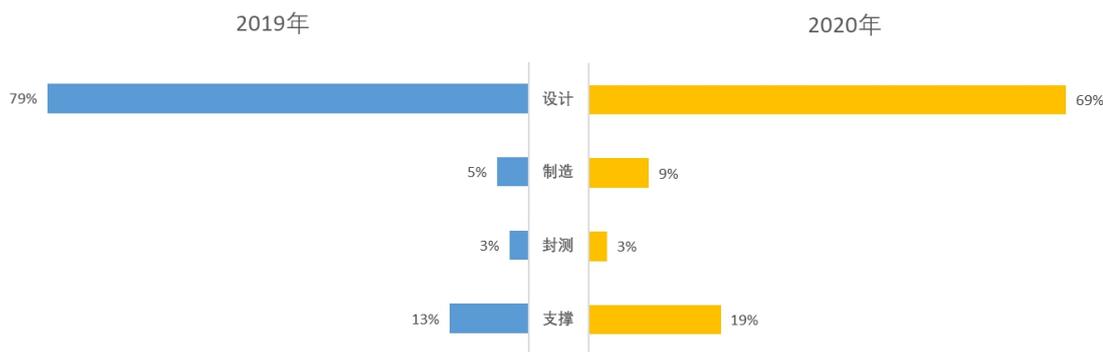


图 2- 30 2019-2020 集成电路私募基金细分行业投资占比

2.2.4 人才链

2.2.4.1 我国集成电路产业研发人才逐年增长，人才需求持续攀升

集成电路是资金密集与技术密集的产业，对企业管理人员以及技术研发人员的需求巨大，因此也是人才密集型的产业。从产业关键技术专利发明人趋势变化看，自进入二十一世纪以来，我国集成电路产业人才呈逐年增长趋势，2020年相关专利发明人已达到历史峰值 17400 余人，近十年增长率稳定在 10%左右。

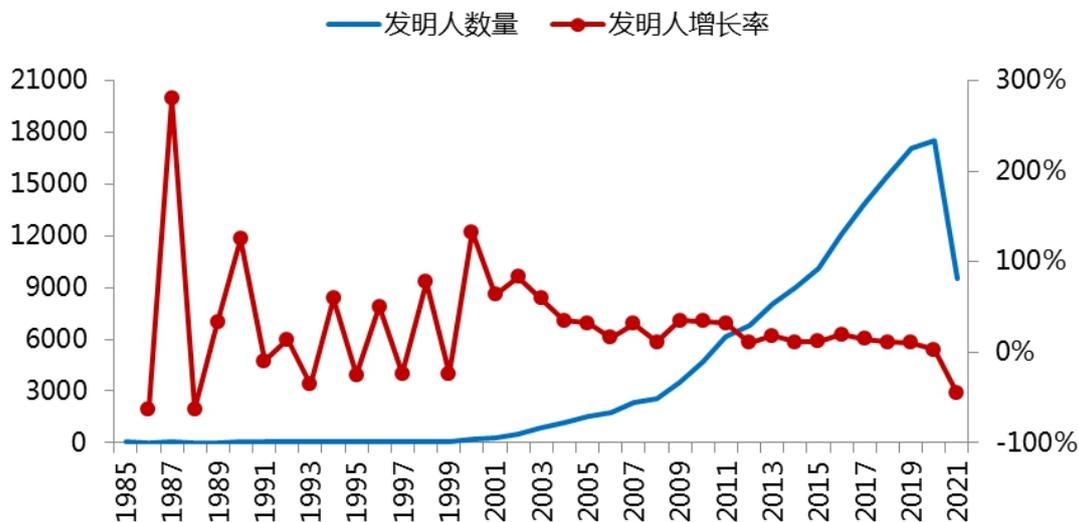


图 2- 31 我国集成电路产业专利发明人增长趋势

集成电路产业人才的快速增长得益于国家长期的政策支持与庞大的市场需求。2011年，国务院印发《进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政

2集成电路产业发展方向

策》强调加快完善期权、技术入股、股权、分红权等多种形式的激励机制，充分发挥研发人员和管理人员的积极性和创造性。2014年，《国家集成电路产业发展推进纲要》将集成电路列为国家重要战略产业。随后，工信部、教育部、国家发展和改革委员会等部委发布了《关于支持有关高校建设示范性微电子学院的通知》《关于加强集成电路人才培养的意见》。2020年8月，国务院在《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》中正式确认，将集成电路提升为一级学科。鼓励有条件的高校采取与集成电路企业合作的方式，加快推进示范性微电子学院建设。

当前，我国集成电路产业正处于战略布局和快速发展期，进入本行业的从业人员增多。据中国电子信息产业发展研究院等机构研究统计⁴，2020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%。预计到2023年前后全行业人才需求将达到76.65万人左右，集成电路产业人才需求将持续攀升。

2.2.4.2 设计、制造和封测业研发人才增长相对缓慢，人才缺口较大

集成电路产业人才分布在集成电路产业链上的各个环节，包括半导体材料与器件开发、电路设计、晶圆制造、半导体设备设计、晶圆加工、芯片封装、芯片测试等，涉及管理人才、运营人才和具备专业能力及全球视野的研发人才。

从产业链各环节来看，我国集成电路关键技术人才主要集中于支撑业，相关专利发明人占比高达53.7%，其次是设计业、封测业，相关专利发明人占比分别为22.0%、13.2%，而制造业的关键技术研发人才最少，相关专利发明人占比仅11.1%。发明人数量趋势同样显示，集成电路支撑业的研发人才增势迅猛，自进入二十一世纪以来，发明人数量复合增长率高达25%。相对而言，我国集成电路设计、制造和封测业的研发人才增长缓慢，人才结构还不够均衡，人才缺口仍较大。

⁴2021年10月，中国电子信息产业发展研究院联合中国半导体行业协会、示范性微电子学院产学研融合发展联盟、安博教育集团等单位发布《中国集成电路产业人才发展报告（2020-2021年版）》。

陕西省集成电路产业专利导航

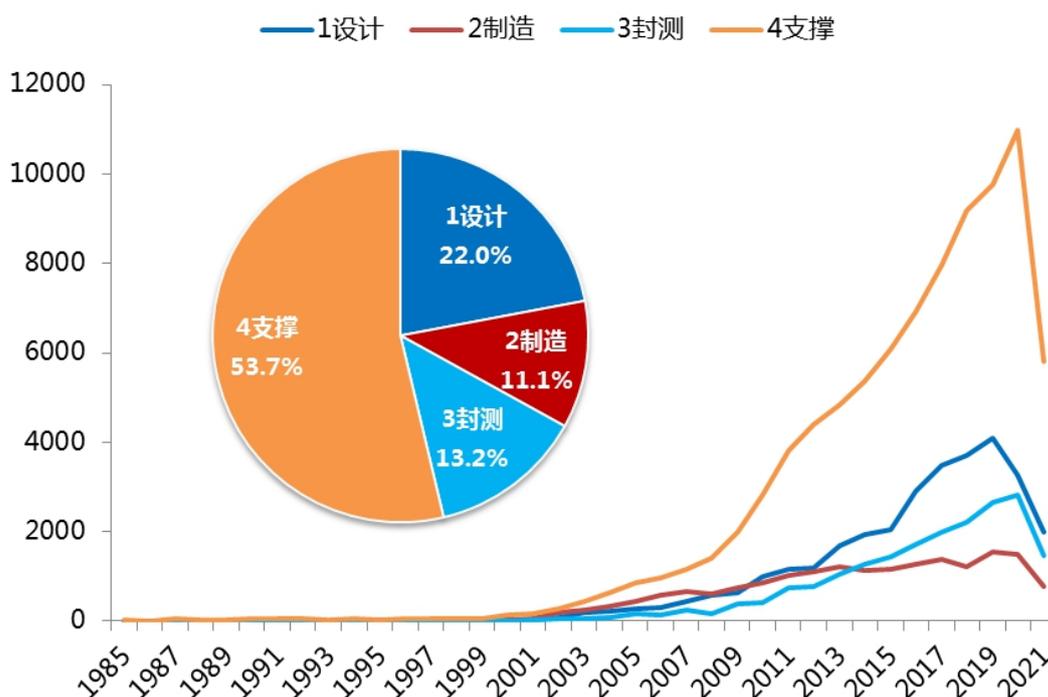


图 2- 32 我国集成电路产业各二级分支领域发明人数量占比与趋势

2.2.4.3 政府指导下的产教融合是集成电路产业人才培养的新模式

高校不仅是培养集成电路专业人才的主要力量，也是研究集成电路技术的重要机构。2003年，随着集成电路设计与集成系统专业的设置，教育部先后批准建设第三批国家集成电路人才培养基地，包括北京大学、清华大学、浙江大学、复旦大学、西安电子科技大学、上海交通大学等20所高校成为我国培养集成电路人才的骨干力量。截至当前，20所国家集成电路人才培养基地的集成电路产业关键技术专利发明人总数占全国高校科研院所的26.8%。

2集成电路产业发展方向

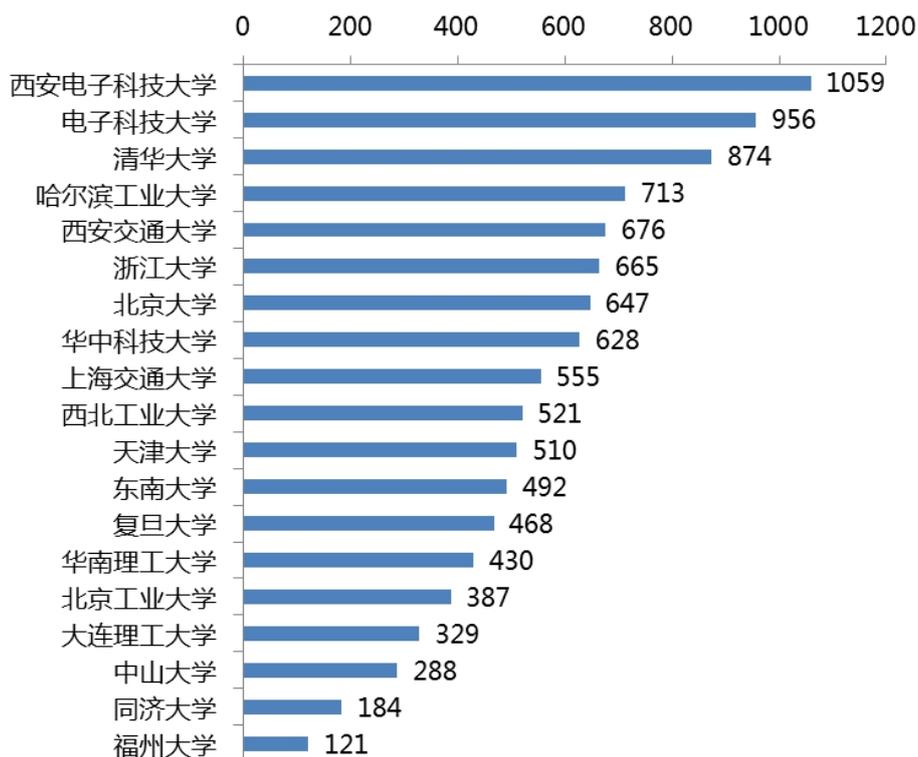


图 2- 33 国家集成电路人才培养基地集成电路关键技术发明人数量

在政府的引导与支持下，高校在逐步完善集成电路学科体系构建与基础科研人才培养的同时，开始加快推进产教融合，探索高端产业人才培养新模式。2019年，为贯彻落实全国教育大会精神，统筹推进“双一流”建设和深化产教融合改革，加强集成电路“卡脖子”技术领域人才培养，国家发改委、教育部对部分中央高校申报的国家集成电路产教融合创新平台进行评审和遴选，清华大学、北京大学、复旦大学、厦门大学、电子科技大学、南京大学、西安电子科技大学、华中科技大学先后入选国家集成电路产教融合创新平台建设高校。其中，北京大学依托集成电路器件方向的研究基础，与中芯北方、华大九天、兆易创新、方正集团等北京地区集成电路重点企业合作建设，突出器件与集成、器件与电路的协同设计；清华大学将与紫光集团、中芯北方、兆易创新等京津冀地区优势集成电路企业合作建设集逻辑器件与电路、存储器技术、传感器等于一体的京津冀地区人才培养、科学研究、学科建设综合创新平台，每年提供至少 1600 人次的集成电路教学和实训。

陕西省集成电路产业专利导航

2.2.4.4 东部沿海地区对人才吸引力强，是集成电路产业人才集聚地

从人才的区域分布看，我国集成电路关键技术人才主要集中于东部地区，相关专利发明人占比高达 66.7%，其次是中部地区、西部地区，专利发明人占比分别为 15.6%、13.1%，东北地区的 key 技术研发人才最少，相关专利发明人占比仅 4.7%。

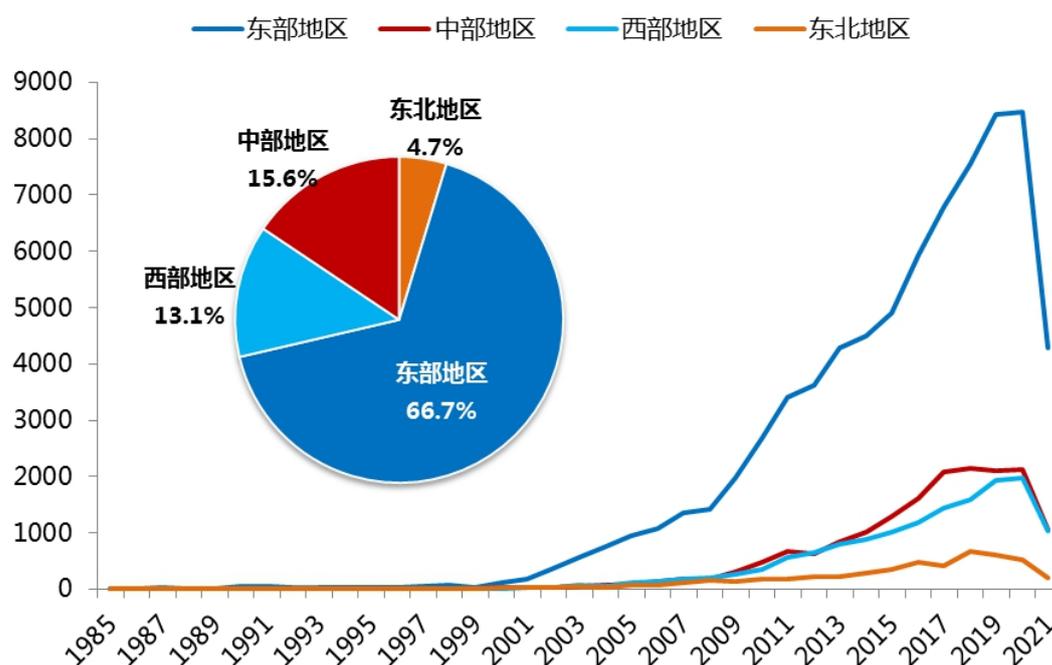


图 2- 34 我国四大经济区集成电路产业新进入发明者数量占比与趋势

为吸引集成电路产业高端人才，东部地区各省市相继出台了相应的人才招引政策，从个税免减、户籍迁移、住房保障、医疗保障、子女入学等多方面对集成电路产业人才给予优先支持，对高端人才或研究团队给予资助、表彰、奖励。例如，上海市对集成电路企业核心团队专项奖励最高 3000 万元，对集成电路企业设计人员奖励个人最高 50 万元，对集成电路企业人才在居住证、户籍等政策上予以支持，同时鼓励相关产业园区支持集成电路企业自建人才公寓，通过贷款贴息、房租补贴等形式，实施人才安居计划，对引进的高校应届毕业生给予一次性的安家补贴。

2集成电路产业发展方向

表 2-12 东部地区各省市集成电路产业人才相关政策

省市	年份	政策	相关内容
上海	2017	《关于本市进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》	对在产业做出杰出贡献的高端人才，给予一定资助、表彰、奖励。
	2018	《上海市软件和集成电路企业设计人员、核心团队专项奖励办法》	对核心团队成员，依据其对社会及所在企业发展所作的贡献、所在岗位的重要性，由市级评审工作小组审核确定奖励金额。
江苏	2018	《无锡市关于进一步支持集成电路产业发展的政策意见（2018—2020）》	落实“太湖人才计划”升级版相关政策，对无锡集成电路产业做出突出贡献的杰出人才，给予奖励。
	2018	《昆山市半导体产业发展扶持政策意见》	鼓励各类研发机构与企业、高校开展多种形式合作，给予补贴。人才培育及引进、企业上市扶持奖励参照昆山市相关政策执行。
	2019	《南京市打造集成电路产业地标行动计划》	集成电路产业发展重点企业相关人才（团队）享受人才安居等相关政策。实施集成电路人才掐尖计划。
浙江	2017	《浙江省人民政府办公厅关于加快集成电路产业发展的实施意见》	制定鼓励集成电路人才创新创业的奖励政策和分配激励机制。创新集成电路领域优秀人才的评价办法与认定标准，建立相应的激励机制。
	2017	《宁波市人民政府办公厅关于加快推进集成电路产业发展的实施意见》	对本地集成电路材料企业以及封装测试企业核心团队给予奖励。
	2018	《杭州市人民政府办公厅关于印发进一步鼓励集成电路产业加快发展专项政策的通知》	在人才及团队引进等方面，给予集成电路企业重点保障，提供便捷服务，形成政策合力，助推产业发展。
广东	2018	《广州市加快发展集成电路产业的若干措施》	强化人才引进机制，引进一批国内外集成电路领域的人才。
	2019	《深圳市进一步推动集成电路产业发展行动计划（2019—2023）、深圳市关于加快集成电路产业发展的若干措施》	对符合我市人才标准的人才在住房保障、医疗、子女上学等方面给予优先支持。着力打造集成电路人才集聚高地。建立集成电路领军人才库。

陕西省集成电路产业专利导航

2020 《广东省加快半导体及集成电路产业发展的若干意见》

鼓励各市在个税建立、户籍、住房保障、医疗保障、子女上学、创新创业等方面对集成电路人才给予优先支持。适当放宽人才认定标准。充分发挥港澳青年创新创业基地的平台优势。

2.3 小结

本章通过对集成电路产业专利态势进行分析，融合产业链、创新链、资金链、人才链调研，综合阐述了集成电路产业的发展进程，并从产业、企业、技术、资本、人才等维度对集成电路产业发展方向进行了预判，具体结论如下：

（一）产业进程：美日欧韩等国引领产业进入发展快车道

集成电路作为科技创新的核心领域，在国家竞争、城市高质量创新发展中起着关键作用，是把握国家、城市科技命脉的产业。集成电路将在未来持续受到国家支持，国家意志将自上而下推动行业的发展，产业转移趋势基本确定。集成电路将成为国内快速增长的重点行业。

集成电路相关专利申请起步于二十世纪五十年代，之后二十余年相关关键技术专利申请数量缓慢上升，处于缓慢发展阶段。直至 1978 年，专利年申请量突破 1000 件，进入快速发展阶段。现今，集成电路关键技术专利年申请量稳定在 1-1.3 万件。二十世纪五十年代至今，全球集成电路关键技术专利年申请量分别于 1987、1991、2004、2012 年经历了四次短暂的回落，而后又迅速上升，整体呈现出螺旋式上升的发展态势。

纵观全球，美、日、韩、欧、中国台湾在集成电路领域处于技术领先地位，产业发展也各有所长。作为集成电路技术的发源地，美国在集成电路领域全面发展，技术方面始终处于领先地位，逻辑器件、微处理器、存储器件技术领跑全球；得益于早期对美国技术的大规模引进，日本在集成电路领域也是全面发展，制造、封测、支撑领域领先于其他国家；基于本国政策的支持，韩国在掺杂氧化、测试等技术优势突出；欧盟集成电路产业结构以制造和支撑为主，专注于提成光刻

2 集成电路产业发展方向

技术和第三代半导体材料技术；中国台湾封测领域专利数量远高于其他领域。

我国集成电路相关关键技术专利申请起步较晚，但增速明显，自 2000 年起，我国集成电路专利申请增长率超过全球平均值，2004-2009 年间，全球专利申请增长率为负数，但我国仍保持正向快速增长。

（二）产业方向：集成电路产业高度专业化成为趋势，未来将从全球化工分工迈向区域性产业链整合。

集成电路是资本与技术密集型产业，在全球形成了垂直整合和垂直分工两种商业模式。在垂直整合模式继续发挥重大作用的基础上，集成电路产业结构向高度专业化转化成为一种趋势，形成了设计业、制造业、封装业、测试业独立成行的局面，已经逐渐由原来“大而全”形式的产业演化成目前“专而精”的多个细分子产业。

统计日本、美国、韩国、中国台湾、中国、欧盟等国家和地区设计、制造、封测、支撑专利占比变化趋势，可以看出各个国家和地区则逐步布局自己弱势领域，例如韩国为避免上游材料受制于日本的被动局面，持续加强支撑领域设备材料的布局，减少外部依赖。国外瓦纳森协议以及对于华为的制裁体现了在国内形成自主可控的半导体产业链的重要性，半导体制造是产业链中最关键的一环，未来产业链区域化整合是必然趋势。

（三）技术动向：制造工艺迭代速度逐渐降低，设计业比重不断增大，先进封装成为延续摩尔定律的关键技术

从集成电路各二级分支的专利技术生命周期来看，制造领域于 2003 年起专利申请人及申请量连续下降，随着技术节点不断下探，工艺的迭代速度不断放缓。随着集成电路尺寸不断减小，技术瓶颈在制约工艺的发展，产品换代速度已下降到 24 个月，这个速度预计将保持到 2030 年。

设计是集成电路产业的核心，2001-2020 年间，逻辑器件、存储器件始终保

陕西省集成电路产业专利导航

持稳定的技术占比，微处理器创新迅猛，申请占比逐年增高，微处理器和逻辑器件势头强劲。

随着摩尔定律发展趋缓，满足系统微型化、多功能化的先进封装技术成为了集成电路产业发展的新引擎。先进封装是传统平面封装向 2.5D/3D 堆叠异构集成封装技术的升级跃迁。从专利数据来看，2001-2020 年间，集成电路封测专利申请占比由 15.1% 上升至 18.4%，基本保持稳定。包括倒片封装、系统级封装、晶圆级芯片规模封装、面板级封装以及硅通孔等先进封装技术，顺应行业发展趋势，增长潜力巨大。

支撑领域大硅片创新旺盛，第三代半导体材料受到关注。2001-2020 年间，集成电路支撑专利申请占比由 17% 上升至 41.1%，整体大幅上升。具体来看，大硅片由 8% 上升至 15.7%，第三代半导体材料由 9% 上升至 25.5%，支撑领域各三级分支都处于技术成长期，第三代半导体材料为目前的热点方向。

（四）资金流向：国家资金撬动社会资本进场，产业政策导向性明显

国家和地方政府颁布的政策、规划引导着资源、资金、人才向行业倾斜，是产业发展的向导。集成电路产业资金需求大，投资回报周期长，由国家牵头建立的产业基金率先进场，从资本市场寻找更多资源，用政策引导社会资金投入。大基金一期的第一着力点是制造领域，首先解决国内代工产能不足、晶圆制造技术落后等问题，投资方向集中于存储器和先进工艺生产线，投资于产业链环节前三位企业比重达 70%。大基金一期投资项目中，集成电路制造占 67%，设计占 17%，封测占 10%，装备材料类占 6%。

在大基金二期投资布局的时候，将从“面覆盖”向“点突破”转变，大基金将提高对设计业的投资比例，并明确主要投资的领域为半导体制造设备领域和半导体材料领域。国内民营资本市场对资金投入相对较小、设备和技术受限程度较低的集成电路设计行业更加青睐。

（五）人才动向：东部沿海地区吸引力强劲，人才“东南飞”趋势明显

2集成电路产业发展方向

我国集成电路设计、制造和封测业的研发人才增长缓慢，人才结构还不够均衡，人才缺口仍较大。从人才的区域分布看，我国集成电路关键技术人才主要集中于东部地区，相关专利发明人占比高达 66.7%，其次是中部地区、西部地区，专利发明人占比分别为 15.6%、13.1%，东北地区的 key 技术研发人才最少，相关专利发明人占比仅 4.7%。为吸引集成电路产业高端人才，东部地区各省市相继出台了相应的人才招引政策，从个税免减、户籍迁移、住房保障、医疗保障、子女入学等多方面对集成电路产业人才给予优先支持，对高端人才或研究团队给予资助、表彰、奖励。

3 陕西省集成电路产业发展定位

3.1 我国集成电路产业分布情况

本章立足陕西省集成电路产业发展现状，将其与全国各省市的产业发展趋势作对比，以定位陕西省集成电路产业在全国所处的地位和水平，进而明确陕西省集成电路产业发展定位，掌握陕西省产业发展中存在的产业结构、技术布局等方面的优势和差距。

3.1.1 集群化成为产业发展主趋势

我国作为全球最大的新兴经济体，集成电路产业从无到有，不断壮大，但受制于人的情况严重，2015年起集成电路的进口金额连续4年超过原油，成为我国第一大进口商品。现阶段，国家对芯片国产化的推行势在必行，对集成电路领域扶持力度极强，发展势头良好，产业向上游行业聚拢。

经过多年的发展，目前产业布局主要集中在以北京为核心的京津冀地区、以上海为核心的长三角、以深圳为核心的粤港澳以及以陕西、四川、湖北、安徽等为核心的中西部地区。

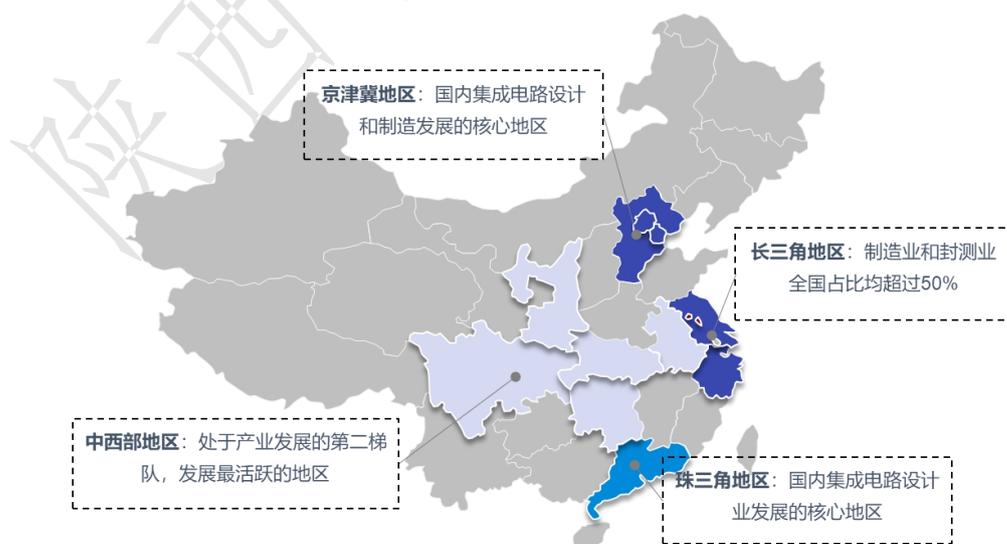


图 3-1 我国集成电路产业主要分布

3陕西省集成电路产业发展定位

目前，集成电路产业集聚效应明显，一批国内领先产业园区不断涌现，积极布局发展集成电路产业，基本形成了以京津冀、长三角、珠三角、中西部特色突出的产业集群分布，优势集群产业聚集效应明显。

以北京为例，亦庄经济技术开发区集成电路产业链生态发展已较为完备，涵盖芯片设计、晶圆制造、封装测试、专用装备、核心零部件及关键材料等产业环节；中关村集成电路设计园以集成电路设计为核心，聚集上下游企业形成一体化产业链，并延伸到软件应用、智能硬件、互联网、物联网领域；中关村顺义园覆盖第三代半导体产业全链条，实现从衬底、外延、芯片及器件、封装检测以及设备和材料研发。从产业链看，北京已形成涵盖 EDA、设计、制造、封装、设备、材料等较为完整的集成电路产业链，汇集了众多知名集成电路企业。

表 3-1 部分国内优势产业园区

省市	城市或主要产业园	产业布局	辖区部分代表企业
北京	经济技术开发区 (亦庄)	集成电路产业链生态较为完备；涵盖芯片设计、晶圆制造、封装测试、专用装备、核心零部件及关键材料等	集创北方、矽成半导体、北方华创、屹唐半导体、华卓精科、国望光学、科益虹源、东方晶源
	中关村集成电路设计园	以集成电路设计为核心，聚集上下游企业形成一体化产业链并延伸到软件应用、智能硬件、互联网、物联网领域	兆芯、兆易创新、君正、比特大陆、同源微、文安智能
	中关村顺义园	从研发、生产、制造、应用等多个环节，覆盖第三代半导体产业全链条，实现从衬底、外延、芯片及器件、封装检测以及设备和材料研发	清碳科技、镓族科技、国联万众、特思迪
上海	张江高科技园区 (上海浦东)	国内集成电路产业最集中、综合技术水平最高、产业链最为完整的产业集聚区；涵盖芯片设计、晶圆制造、封装测试、专用装备、核心零部件及关键材料等领域	紫光展锐、华为海思、豪威、概伦电子、中芯国际、华虹集团、上海微电子装备、中微半导体等；基本覆盖集成电路全产业链

陕西省集成电路产业专利导航

	中国（上海）自由贸易试验区临港新片区（上海浦东）	初步形成覆盖芯片设计、特色工艺制造、新型存储、第三代半导体、封装测试，以及装备、材料等环节的集成电路全产业链生态体系	上海新昇、国微思尔芯、格科微电子、积塔半导体、新微半导体、华大半导体、寒武纪、地平线
重庆	西永微电园	以设计、制造、封测为一体的较完整集成电路产业链；西永微电园正着力打造全国产业规模最大、产业链最完整的功率半导体制造基地	华润微电子、SK 海力士、英特尔创新中心、联合微电子、中电声光电所、航天科工新一代通信技术研究院
	两江新区	主要布局大尺寸硅片、高端封测项目；“十四五”阶段将加快新型显示、集成电路等高端高质高新产业集聚，高水平建设国家级先进制造业创新基地，打造具有全球影响力和竞争力的现代产业集群	超硅半导体、奥特斯、万国半导体
天津	滨海新区	计划在滨海新建设“中国信创谷”，实现硬件链化芯片设计、高端服务器制造等优势；计划补齐芯片制造、封测、传感器、通信设备等薄弱或缺环节	恩智浦强芯、中电科国微、中芯国际、飞腾、中科曙光、天津先进技术研究院、中环半导体、环欧半导体材料、芯硕半导体、展讯、国芯科技、中星电子、芯海创、维晟微、瑞发科、井芯微、安普德、双竞科技、芯愿景
	环城四区	重点发展人工智能、大数据、集成电路、智能网联车、智能制造装备、生物医药等产业，优先培育新技术业态的前沿产业，打造新兴产业先导区、高端产业集聚区	
	天津市实验室（海河实验室）	“十四五”期间计划在自主基础软件、自主 CPU、信息安全等方向突破	
江苏	无锡滨湖区、高新区、蠡园开发区	涵盖芯片设计、晶圆制造、封装测试、装备材料全产业链格局；2020 年产值近千亿，位居全国第二，封装产值全国排名第一，设计企业规模较小，高水平人才占比低；发力芯片模具、控制系统等周边产业布局	华虹半导体、华润微、长电科技、卓胜微、中环领先、中德电子、新洁能、芯朋微电子、中科芯、SK 海力士等；新引入全志科技、韦尔半导体、艾为电子、联璟半导体等设计企业

3陕西省集成电路产业发展定位

	南京江北新区	5G 通讯及射频芯片、先进晶圆制造、人工智能、物联网、汽车电子等高端芯片设计细分领域	台积电、展讯、ARM、紫光存储、安谋科技、新思科技、中感微、华大九天、晶门科技、天水华天
	苏州工业园区、高新区	以“设计-晶圆制造-封装测试”为核心，以设备、原材料及服务产业为支撑的集成电路产业链；化合物半导体特色产业	三星、英飞凌、AMD、晶瑞电子、能讯高能、仙童、晶方半导体、国芯科技、日月新、芯动科技
浙江	杭州市	国家集成电路产业设计基地之一，在设计领域位列全国第四，优秀企业云集；在芯片制造方面也已经形成规模，产能还将进一步扩张	士兰微、平头哥、中天微、杭州国芯、矽力杰、华澜微电子、海康威视、大华电子、中芯晶圆、联芸科技
	宁波市	大力发展化合物半导体以及 IGBT、模拟及数模混合电路、MEMS 等集成电路特色工艺；芯片制造业规模仍在扩张	甬矽电子、华大半导体、中芯集成电路、舜宇光电
	绍兴集成电路产业园	正在构造区域 IDM 发展；加快形成全产业链集成电路产业高地	中芯国际、豪威电子、长电科技、芯测半导体
广东	深圳集成电路设计应用产业园	产业涉及芯片设计、晶圆制造、封装测试、装备材料，产业链完整；芯设计全国领先，占全市产业销售额九成；正在发力封测、制造行业	中芯国际（在建）、华为海思、华芯半导体、方正微电子、中兴微电子、国微电子、华创兆业、微纳集成电路、矽旺半导体
	广州国家 IC 基地	模拟芯片制造、汽车电子配套芯片、显示控制芯片等发展方向；除大力发展的制造领域外，其余较为薄弱	粤芯半导体、印芯半导体、广芯微
	松山湖高新区	以设计业为核心、化合物半导体为特色发展的格局；与周围其他制造业、电子设备行业企业配合，已经形成一定规模	紫光国微、利扬芯片、青云计算机科技、惠海半导体、赛微微电子、天域半导体、中图半导体
湖北	武汉国家存储器基地、武汉光谷集成电路产业园	存储芯片全国领先，门类兼顾 GPU、模拟芯片、RISC-V 架构芯片；产业链层面，重点投资芯片制造业，兼顾设计、封	长江存储、烽火通信、敏芯半导体、华为海思、武汉新芯、飞思灵微、中船重工 709 所

陕西省集成电路产业专利导航

		测等上下游产业链	
陕西	西安高新区	产业规模排名全国前列，芯片制造占比近七成，制造行业已实现规模化、产业化；设计、封测规模已超百亿，发展迅速；装备材料等外延产业也有布局，形成了集成电路全产业链集群发展。科研院所、高校较为集中，人才较为聚集，行业基础好	紫光国芯、三星电子、华天科技、华芯半导体、奕斯伟、西安微电子技术研究所、华芯半导体、西安英特尔
	宝鸡姜谭工业园	传感器产业发展基础较好，拥有数十家专业传感器企业，产业链完整，喊出“打造传感器之都”口号。目前也向半导体材料等方向进行发展	麦克传感、中创精密
安徽	合肥高新区	积极推进存储芯片、面板驱动芯片、家电核心芯片、汽车电子芯片国产化，打造芯片设计、晶圆制造、封装测试、专用装备、核心零部件及关键材料全产业链	长鑫存储、通富微电、沛顿存储、联发科技、兆芯电子、君正科技、捷芯科技
福建	福建（泉州）半导体产业高新园区	以半导体材料、存储器制造为主的产业布局，重点发展光刻胶、研磨液、特种气体等化学品	晋华集成、三安光电
	厦门火炬高新区	以芯片设计、晶圆制造、封测、材料、MEMS 芯片为主的产业链布局，集群效应基本成型	三安、紫光、西人马、士兰微、联芯集成电路、通富微电、云天半导体
四川	成都高新区、天府新区、双流区	全面覆盖集成电路设计、制造、封测、设备及材料等全产业链环节；设计、制造、封测发展速度较快，有独特的军民融合发展优势	德州仪器、英特尔封测、华天科技、紫光成都、海威华芯、和芯微、芯原微电子、振芯微、华微电子

从专利数据来看，截至检索日，我国 31 个省区市均有集成电路相关专利申请。对各省份的专利申请数量进行横向比较，大致可以分为三个梯队。江苏、上

3陕西省集成电路产业发展定位

海、北京、广东位于第一梯队，专利申请超出 9000 件；浙江、陕西、山东、安徽、湖北位于第二梯队，专利申请超出 2000 件；其余省份均不足 2000 件。可以看出，陕西省的集成电路产业相关专利数量在全国处于中上游的位置，产业相关专利数量在全国排名第六位，占全国总申请量的 5.2%，虽与江苏、上海、北京、广东第一梯队相比还有一定差距，但与其余省份相比已处于领先地位。

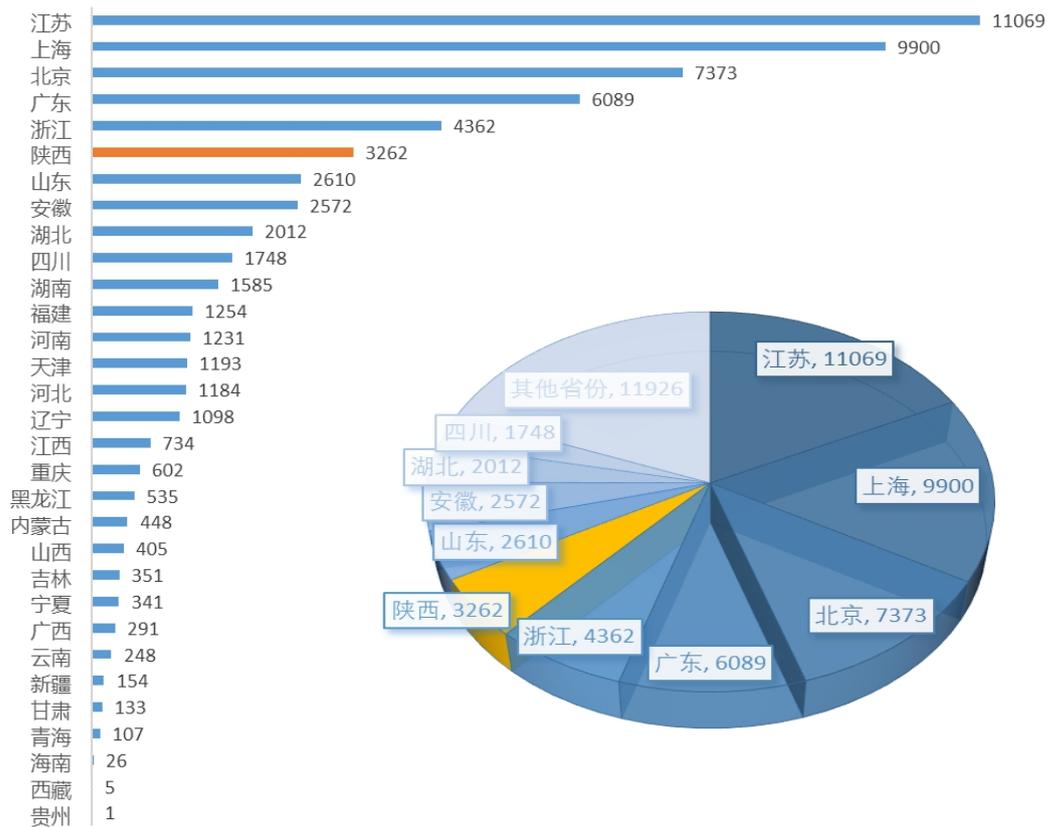


图 3- 2 全国各省份集成电路专利申请数量

从统计图可以看出，申请量排名前列的省份主要集中在东南沿海以及陕西、山东、安徽等中部地区，与产业集聚趋势基本吻合。以江苏、上海为代表的长三角地区、以广东、湖南、福建为代表的泛珠三角地区、以北京为核心的京津冀地区和以陕西、四川、湖北、安徽等省份为代表的中西部地区集成电路创新规模居全国前列，产业创新能力强劲，在打造世界级产业集群方面具备一定的发展基础。值得肯定的是，**陕西省是排名最靠前的中西部省份**，在集成电路产业空间布局战略地位上具有重大意义。

陕西省集成电路产业专利导航

3.1.2 各省均强化全产业链均衡发展

2018年以来，美国对中国的科技封锁呈现频发与全面的常态化状态，尤其是在集成电路领域，以针对华为展开的一系列限制性措施为例，我国科技创新局面紧迫，科技创新能力的高低逐步成为区域和城市竞争的一个决定性因素。

我国集成电路产业发展迅速，但一方面受各地产业发展水平的限制，一方面受国家宏观引导规范的影响，各地发展差距较大。从专利数据来看，设计、制造、封测、支撑四个领域的专利申请量前四位均被江苏、上海、北京、广东四省占据，四省全方位领先。湖北省在设计、制造领域，浙江省在封测、支撑领域分别占据第五位；陕西省在设计、支撑领域分别占据第六位。浙江、陕西、山东、安徽、湖北第二梯队省份全面占据各领域专利数量排名第五、六、七位。这体现了集成电路产业强者恒强、各领域协调发展的局面。

表 3-2 全国各省份二级分支专利申请数量及排名

省份	总排名	设计		制造		封测		支撑	
		专利数量	排名	专利数量	排名	专利数量	排名	专利数量	排名
江苏	1	1060	4	785	3	2640	1	6830	1
上海	2	1624	2	3489	1	1989	2	3348	3
北京	3	2062	1	1425	2	798	4	3363	2
广东	4	1342	3	488	4	1124	3	3253	4
浙江	5	497	8	225	6	634	5	3098	5
陕西	6	575	6	172	8	290	8	2323	6
山东	7	572	7	109	10	184	10	1765	8
安徽	8	260	12	183	7	378	7	1775	7
湖北	9	610	5	230	5	403	6	841	15
四川	10	411	9	123	9	189	9	1067	10
湖南	11	275	11	64	13	54	17	1216	9
福建	12	148	14	91	11	117	12	921	13
天津	13	287	10	81	12	109	14	765	16
河南	14	187	13	21	19	26	19	1002	11
河北	15	59	18	60	14	117	13	989	12
辽宁	16	144	15	55	15	73	15	852	14
江西	17	52	19	21	20	58	16	610	17
重庆	18	93	17	50	17	144	11	332	21

3陕西省集成电路产业发展定位

黑龙江	19	102	16	27	18	16	23	392	19
内蒙古	20	10	25	2	26	4	25	432	18
山西	21	17	24	17	22	26	20	352	20
吉林	22	42	21	55	16	25	21	242	23
宁夏	23	4	27	5	25	2	27	331	22
广西	24	50	20	14	23	18	22	216	24
云南	25	21	22	19	21	3	26	211	25
新疆	26	5	26	0	29	1	30	148	26
甘肃	27	21	23	6	24	31	18	79	28
青海	28	2	29	1	28	8	24	97	27
海南	29	3	28	1	27	2	28	21	29
西藏	30	1	30	0	30	2	29	2	30
贵州	31	0	31	0	31	0	31	1	31

国内集成电路专利申请量 Top100 的企业中，可以看出设计、制造、封测、支撑四个领域的企业数量前四位同样均被江苏、广东、北京、上海四省占据，四省全方位领先全国。江苏省在设计、制造、封测、支撑四个领域企业数量均为第一名，市场创造主体非常活跃。相比浙江、山东、安徽、湖北第二梯队省份，陕西集成电路全产业链龙头企业数量和各领域龙头企业数量均较少。

表 3-3 全国各省份 Top100 企业二级分支专利申请数量及排名

省份	公司		设计		制造		封测		支撑	
	数量	排名	公司数量	排名	公司数量	排名	公司数量	排名	公司数量	排名
江苏	34	1	19	1	18	1	23	1	29	1
广东	20	2	12	3	12	2	14	2	13	4
北京	19	3	16	2	10	3	12	3	14	2
上海	18	4	12	3	10	3	11	4	14	3
浙江	9	5	6	5	5	5	6	6	7	6
天津	9	5	6	5	4	7	6	6	6	9
河南	9	5	4	10	1	18	2	17	7	6
山东	8	8	5	7	5	5	3	13	7	6
河北	8	8	2	14	3	9	4	9	8	5
四川	8	8	5	7	3	9	4	9	4	12
安徽	7	11	2	14	3	9	7	5	4	12
福建	7	11	4	10	3	9	3	13	5	10
陕西	7	11	3	12	3	9	6	6	3	16
湖北	5	14	5	7	4	7	4	9	5	10
湖南	4	15	2	14	3	9	3	13	4	12

陕西省集成电路产业专利导航

山西	4	15	2	14	2	15	1	18	4	12
江西	4	17	0	23	2	15	4	9	3	16
辽宁	4	17	3	12	1	18	1	18	3	16
重庆	4	17	2	14	2	15	3	13	1	22
宁夏	3	20	0	23	0	21	0	24	3	16
黑龙江	2	21	0	23	1	18	1	18	2	20
甘肃	2	21	2	14	0	21	1	18	0	28
内蒙古	2	21	0	23	0	21	1	18	2	20
云南	1	24	1	20	0	21	0	24	1	22
吉林	1	24	1	20	0	21	0	24	1	22
广西	1	24	1	20	0	21	0	24	1	22
青海	1	24	0	23	0	21	0	24	1	22
海南	1	24	0	23	0	21	0	24	1	22
西藏	1	24	0	23	0	21	1	18	0	28

总的来看，随着集成电路技术的国产化进程加速，各省份间产业发展差距进一步彰显，以江苏、上海为代表长三角地区、以北京为代表的京津冀地区、以广东为代表的珠三角地区作为目前国内三大综合性集成电路产业聚集区，企业分布密集，高校及科研院所众多，并拥有资金、市场等优势，集成电路产业的高端要素将继续不断向这些区域聚集。

3.1.3 细分领域部分省份发展特色突出

具体到三级分支可以发现，由于我国各省份的资源禀赋、经济结构和发展速度不同，目前在集成电路产业上也呈现出了不同的产业特色。

表 3-4 全国各省份三级分支专利申请数量

省份	1-1 软件 设计	1-2 逻辑 器件	1-3 微 处 理 器	1-4 存 储 器 件	2-1 光 刻 技 术	2-2 刻 蚀 技 术	2-3 薄 膜 技 术	2-4 掺 杂 氧 化	3-1 封 装	3-2 测 试	4-1 大 硅 片	4-2 第三 代半 导体 材料
江苏	614	114	330	18	275	135	305	223	1783	865	3213	3635
上海	1011	134	329	164	1099	522	1474	1129	667	1336	2106	1249
北京	1092	215	674	117	503	215	626	345	274	530	1255	2117

3陕西省集成电路产业发展定位

广东	600	167	537	62	182	50	218	93	764	364	690	2570
浙江	238	41	201	19	63	30	80	85	463	173	1549	1558
陕西	233	82	236	32	25	13	107	46	185	108	663	1663
山东	362	54	139	28	44	18	42	25	123	63	440	1332
安徽	123	25	52	65	87	36	63	39	218	166	646	1132
湖北	146	21	115	328	93	44	112	33	128	277	294	548
四川	214	86	111	10	49	14	42	37	98	91	423	651
湖南	115	10	146	4	15	8	26	24	29	25	195	1029
福建	90	11	36	12	37	14	41	15	50	69	266	663
天津	164	43	82	2	20	11	33	27	25	84	513	252
河南	88	25	76	1	3	3	11	5	6	20	514	492
河北	42	6	11	0	14	6	36	12	51	66	565	426
辽宁	93	16	39	1	16	6	25	14	51	22	320	536
江西	39	5	6	2	7	5	12	3	25	33	317	293
重庆	54	8	33	0	20	6	13	21	104	40	145	187
黑龙江	61	15	25	3	17	0	6	5	10	8	69	324
内蒙古	9	0	1	0	1	1	1	0	1	3	385	47

第一梯队省份在多数三级技术分支仍占据领先地位。江苏省在封装、大硅片、第三代半导体材料领域，上海在光刻技术、刻蚀技术、薄膜技术、掺杂氧化、测试多个领域均领先，北京在软件设计、逻辑器件、微处理器领域领先。三个省份包揽了 11 个技术分支的最领先力量。同时，第一梯队四个省份均无短板技术领域。

第二梯队省份整体表现较为逊色，但在特定领域具有自身优势。浙江在大硅片、第三代半导体材料领域，**陕西在逻辑器件、第三代半导体材料领域**，山东在软件设计、第三代半导体材料领域，安徽在第三代半导体材料领域都处于中上位置。值得一提的是湖北在存储器件领域专利申请量排名第一，是第二梯队省份唯一在某一领域处于领先地位的省份。同时，第二梯队省份出现零星短板领域，比如浙江省在逻辑器件领域与薄膜领域、陕西省在光刻领域、山东省在大硅片领域、安徽省在微处理器领域、湖北省在大硅片领域专利申请数量有所欠缺。

陕西省集成电路产业专利导航

3.2 陕西省集成电路产业专利态势

3.2.1 陕西省形成较为完整的产业链

陕西省作为集成电路研发优势省份，研发创新能力居全国前列。截至检索日期，陕西省集成电路领域相关专利申请量共 3262 项，目前处在快速发展时期。从历年专利申请趋势来看，陕西省在集成电路领域前期稳步积累，于 2010 年进入快速增长期，2013、2015、2016 年经历了短暂的波动期，在 2019 年达到专利申请量的高峰 437 项，2020 年与 2019 年申请量基本持平。2021 年专利申请情况统计尚不完整，并不意味着专利申请骤降。2020 年陕西省集成电路相关专利共申请 432 项，是 2010 年申请专利的八倍有余。软件产业和集成电路产业是陕西省信息技术产业发展的核心和关键，是改造和提升传统产业的重要引擎和基石，未来在政策带动与资金推动双重作用下陕西省集成电路领域专利申请的增长趋势将会更加明显。

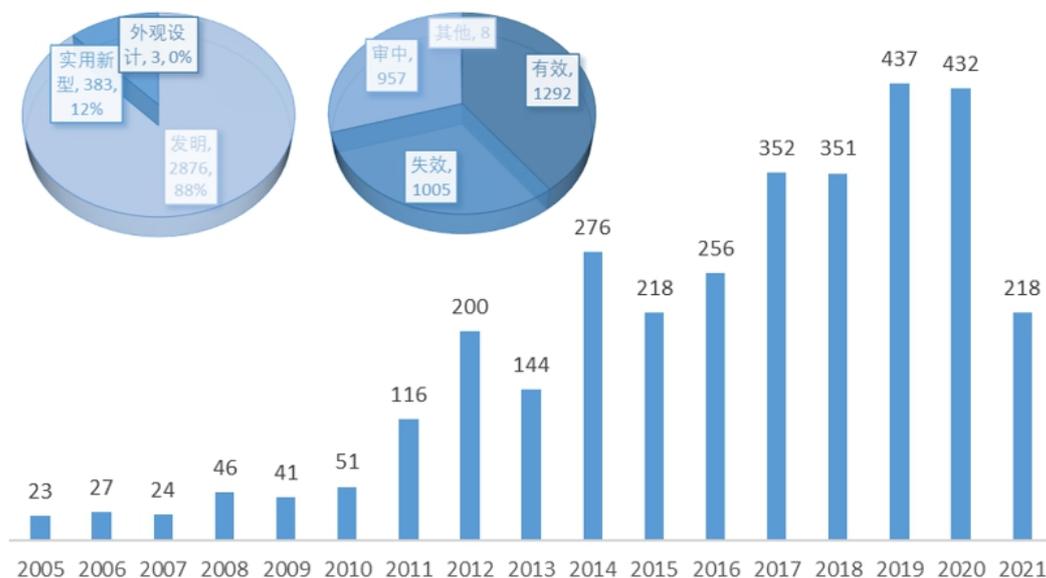


图 3-3 2005-2021 年陕西省集成电路产业专利申请趋势

陕西省集成电路产业的专利申请在设计、制造、封测、支撑四个领域均有涉及，形成了从半导体设备和材料的研制与生产，到集成电路设计、制造、封装测

3陕西省集成电路产业发展定位

试及系统应用的较完整产业链。但专利占比差距较大，形成了以支撑技术为主，设计技术、封测技术为辅，制造技术补充的局面。且专利申请的技术结构基本稳定，未随时间发生较大改变。

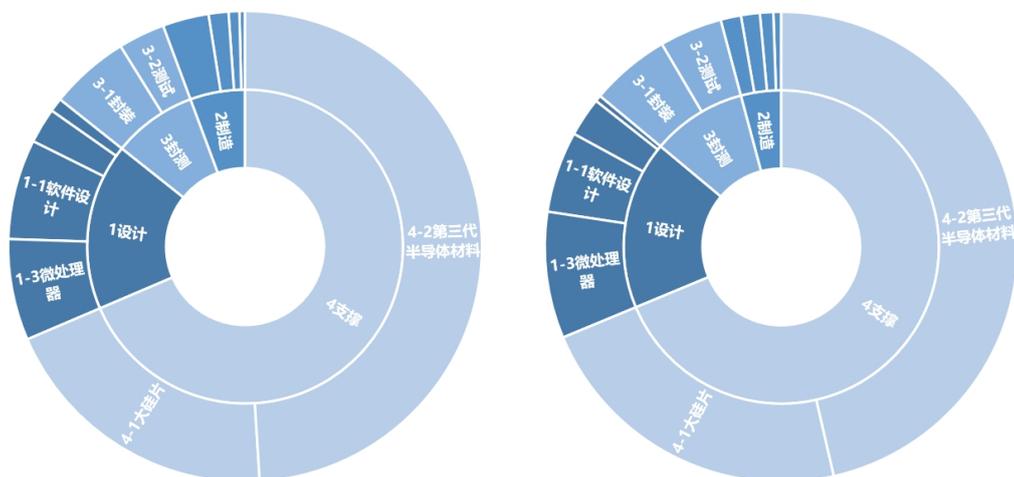


图 3-4 陕西省集成电路产业各领域占比（申请总量与近五年申请量）

陕西省在设计领域共申请专利 575 件，其中近五年申请 320 件，占比 55.7%；在制造领域共申请专利 172 件，其中近五年申请 63 件，占比 36.6%；在封测领域共申请专利 290 件，其中近五年申请 180 件，占比 62.1%；在支撑领域共申请专利 2323 件，其中近五年申请 1279 件，占比 55.1%。可见，封测领域在近五年得到快速发展，专利申请增长快于其他领域。

深入分析三级分支，整体来看，各技术方向分布差异明显，且有所侧重，大硅片、第三代半导体材料方向上的专利申请量明显多于其他技术方向申请量，尤其是在第三代半导体方面，专利申请量达 1663 项，占总申请量 51.0%。可以看出，**刻蚀技术、微处理器、光刻技术**近五年专利申请占比超过 65%，是陕西省近五年来集成电路产业发展的重点，并已在专利申请上初见成果。

陕西省集成电路产业专利导航

表 3-5 陕西省集成电路领域各技术分支专利申请情况

分支	申请量	近五年申请占比	总量占比
1-1软件设计	233	44.6%	7.1%
1-2逻辑器件	82	61.0%	2.5%
1-3微处理器	236	68.6%	7.2%
1-4存储器件	32	25.0%	1.0%
2-1光刻技术	25	68.0%	0.8%
2-2刻蚀技术	13	76.9%	0.4%
2-3薄膜技术	107	24.3%	3.3%
2-4掺杂氧化	46	52.2%	1.4%
3-1封装	185	55.1%	5.7%
3-2测试	108	74.1%	3.3%
4-1大硅片	663	62.6%	20.3%
4-2第三代半导体材料	1663	52.0%	51.0%

3.2.2 西安市在陕西省内具有产业核心地位

陕西省下辖 10 个地级市，分别为西安市、宝鸡市、咸阳市、铜川市、渭南市、延安市、榆林市、汉中市、安康市、商洛市。除铜川市没有集成电路产业相关专利申请外，其余各市均有集成电路相关专利分布。省内各地级市依据专利申请数量可划分为三个梯队：第一梯队为西安市，共申请专利 3169 项，占陕西全省专利的 97.1%；第二梯队为咸阳市、宝鸡市、渭南市，分别申请专利 35 项、18 项、12 项；其余地级市为第三梯队。可以看出，西安市是陕西省集成电路产业的排头兵与核心力量。

3陕西省集成电路产业发展定位

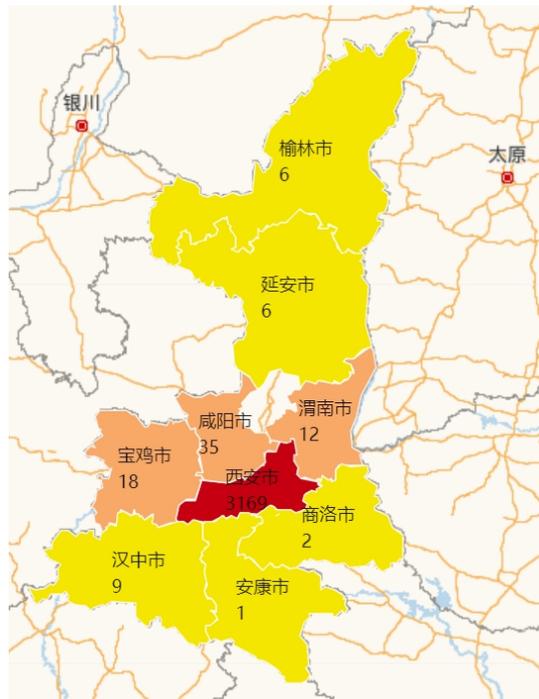


图 3- 5 陕西省各地级市专利申请情况

陕西省拥有集成电路产业专利的 9 个地级市和杨凌示范区除安康市外，均有支撑领域的专利申请。仅西安市、宝鸡市、汉中市、榆林市、杨凌示范区有设计领域的专利申请，仅西安市、咸阳市、渭南市有制造领域的专利申请，仅西安市、咸阳市、延安市、安康市有封测领域的专利申请。

表 3-6 陕西省各地级市二级分支专利申请数量

地级市	1 设计	2 制造	3 封测	4 支撑	专利申请量
西安市	568	170	284	2244	3169
咸阳市	0	1	3	32	35
宝鸡市	1	0	0	17	18
渭南市	0	1	0	11	12
汉中市	4	0	0	5	9
延安市	0	0	2	4	6
榆林市	1	0	0	5	6
杨凌示范区	1	0	0	3	4
商洛市	0	0	0	2	2
安康市	0	0	1	0	1
总计	575	172	290	2323	3262

陕西省集成电路产业专利导航

陕西省打造中国集成电路产业“新一极”，发展规划位列中西部首位。2020年陕西省集成电路产业实现销售收入约1250亿元，2020年西安市集成电路产业销售收入约1200亿元，西安市的省内核心地位可见一斑。

2019年9月，西安市集成电路产业集群列入首批国家战略性新兴产业集群发展工程，标志着西安市集成电路产业发展已纳入国家战略。2020年西安集成电路设计业规模较2019年成长50%，达151.5亿元，全国城市排名第六。西安市现有集成电路企业200多家，其中设计企业超过120家，晶圆制造企业8家，封装测试企业13家，支撑业企业70余家，形成了从半导体设备和材料的研制与生产，到集成电路设计、制造、封装测试及系统应用的比较完整产业链。西安集成电路产业已经初步形成了制造业快速发展、设计业与封装测试业相互依存、协调发展的产业格局。

对西安市内部产业结构进行深入分析，西安市以高新区和碑林区为核心，经开区、雁塔区和长安区多区组成双核多点式发展格局。11区、2个开发区以及西咸新区在集成电路领域均有相关专利申请，蓝田县与周至县没有相关专利申请。其中，高新区集成电路相关专利1708项，超过排在其后的碑林区专利数量的两倍；经开区、雁塔区、长安区集成电路产业专利规模较大，分别为221项、157项、133项。

3.2.3 高校实力强劲，企业在设计、封测、支撑环节研发活跃

陕西省集成电路排名前五的申请主体包括西安电子科技大学、西北工业大学、西安交通大学等6所大学，西安微电子技术研究所与西安航空计算技术研究所2个研究所，西安奕斯伟、华天西安、隆基绿能、紫光国芯等7家企业。专利申请排名前三的主体均为高校，分别是西安电子科技大学、西北工业大学与西安交通大学。有效专利排名前三的申请主体为企业，分别是陕西半导体先导技术中心有限公司、西安紫光国芯半导体有限公司和隆基绿能科技股份有限公司。陕西省集成电路产业贡献主力军三星西安半导体工厂，因其制造工厂的定位和相对封闭的生态环境，对陕西省集成电路产业的创新贡献效应尚不明显。

3陕西省集成电路产业发展定位

表 3-7 陕西省集成电路 TOP15 申请主体专利申请情况

TOP15申请主体	专利申请量	有效专利量	有效专利比例
西安电子科技大学	892	333	37.3%
西北工业大学	266	124	46.6%
西安交通大学	262	129	49.2%
西安奕斯伟	220	70	31.8%
西安微电子技术研究所	103	43	41.7%
西安航空计算技术研究所	103	29	28.2%
西安理工大学	89	32	36.0%
华天西安	89	13	14.6%
隆基绿能科技股份有限公司	82	52	63.4%
陕西科技大学	71	40	56.3%
紫光国芯	41	28	68.3%
长安大学	40	6	15.0%
西安智盛锐芯	38	8	21.1%
西安智多晶微电子有限公司	29	10	34.5%
陕西半导体先导技术中心有限公司	27	25	92.6%

其中，西安电子科技大学在设计、制造、支撑领域均为行业龙头，专利申请量排名第一，在封测领域排名第三；华天西安在封测领域排名第一。西北工业大学在支撑领域，西安交通大学在制造领域、支撑领域，奕斯伟在封测领域、支撑领域，西安航空计算技术研究所、西安微电子技术研究所在设计领域，隆基绿能科技股份有限公司在支撑领域，西安微电子技术研究所在封测领域，紫光国芯在设计领域均有优异表现。

表 3-8 陕西省集成电路 TOP15 申请主体二级分支专利申请量及省内排名

申请主体	设计		制造		封测		支撑	
	专利数量	排名	专利数量	排名	专利数量	排名	专利数量	排名
西安电子科技大学	128	1	97	1	26	3	690	1
西北工业大学	26	6	2	9	0	56	238	2
西安交通大学	34	5	14	2	5	10	213	3
西安奕斯伟	0	85	2	9	15	4	210	4
西安航空计算技术研究所	103	2	0	30	0	56	0	242
西安微电子技术研究所	47	3	6	4	41	2	21	14
西安理工大学	9	11	3	7	8	7	71	6
华天西安	3	20	1	15	88	1	0	242

陕西省集成电路产业专利导航

隆基绿能科技股份 有限公司	0	85	0	30	1	22	82	5
陕西科技大学	0	85	5	5	0	56	67	7
紫光国芯	37	4	0	30	4	13	0	242
长安大学	1	34	1	15	1	22	37	9
西安智盛锐芯半导 体科技有限公司	0	85	0	30	0	56	38	8
西安智多晶微电子 有限公司	24	7	0	30	9	6	0	242
陕西半导体先导技 术中心有限公司	2	27	3	7	0	56	25	11

上述省内行业龙头在全国范围内也有不俗表现，以西安电子科技大学为例，西安电子科技大学集成电路相关的专利申请量在全国排名前列，位居第四；在支撑领域位居全国第二。西安电子科技大学、西北工业大学、西安交通大学、西安奕斯伟进入全国集成电路专利申请量 TOP50 主体；西安电子科技大学在设计与支撑领域、华天西安在封测领域进入全国专利申请量 TOP10 主体。

表 3-9 陕西省集成电路 TOP10 申请主体二级分支全国排名情况

申请主体	全国排名				
	全领域	设计	制造	封测	支撑
西安电子科技大学	4	10	16	50	2
西北工业大学	27	61	415		11
西安交通大学	29	47	60	280	14
西安奕斯伟	35	995	441	72	15
西安理工大学	88	168	261	171	60
华天西安	50	216	277	9	1934
隆基绿能科技股份有限公司	94			1579	54
陕西科技大学	107		147		63
西安微电子技术研究所	115	65	135	41	344
西安航空计算技术研究所	115	14			

3.2.3.1 西安电子科技大学

西安电子科技大学入选国家首批 7 所大学建设“国家集成电路人才培养基

3陕西省集成电路产业发展定位

地”，2017年电子科学与技术一级学科评估等级为A+，仅次于电子科技大学。其微电子学院为全国28所国家示范性微电子学院之一，代表了我国高校微电子方面的最高水平，在集成电路领域人才培养和科技创新方面具有极高综合实力。

西安电子科技大学集成电路产业相关专利12个三级技术分支均有涉及，集中在第三代半导体、薄膜技术和软件设计等领域。专利申请分布情况与其化合物半导体、数模混合集成电路系统芯片、EDA软件基础工具等研究方向相符。

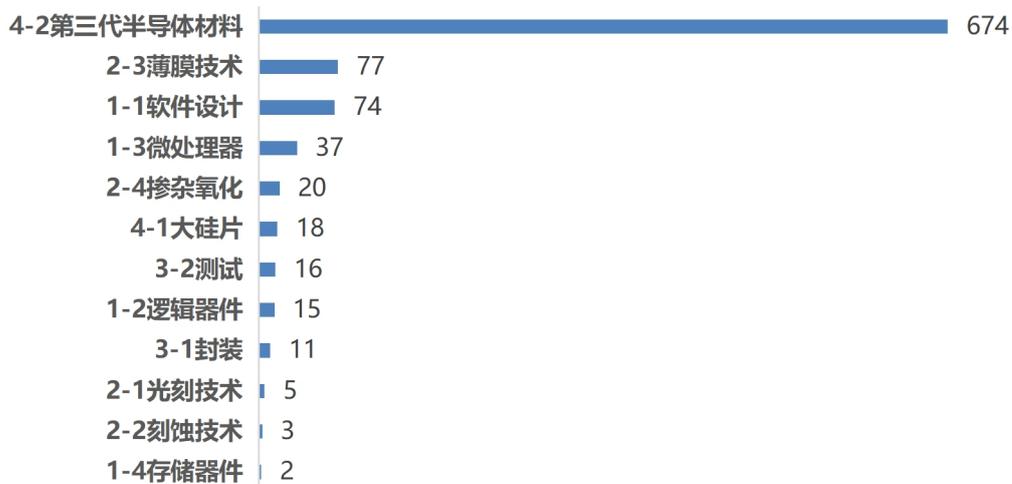


图 3-6 西安电子科技大学专利申请情况

西安电子科技大学重点专利主要集中在第三代半导体材料领域，在薄膜技术、微处理器、测试、软件设计领域也有涉及，对应其专利申请数量TOP4技术领域。

表 3-10 西安电子科技大学重点专利情况（节选）

公开（公告）号	标题	被引量	技术领域
CN102505114A	基于 Ni 膜辅助退火的 SiC 衬底上石墨烯制备方法	178	第三代半导体材料
CN101515617A	AlGaIn 基 SiC 衬底的紫外 LED 器件及制作方法	92	第三代半导体材料
CN101602503A	4H-SiC 硅面外延生长石墨烯的方法	82	第三代半导体材料
CN101325093A	微型核电池	59	第三代半导体材料
CN101540343A	偏移场板结构的 4H-SiC PiN/肖特基二极管及其制作方法	42	第三代半导体材料
CN101246902A	InAlN/GaN 异质结增强型高电子迁	36	第三代半导体材料

陕西省集成电路产业专利导航

	移率晶体管结构及制作方法		
CN101465372A	AlN/GaN 增强型金属-绝缘体-半导体场效应晶体管及其制作方法	36	第三代半导体材料
CN102331923A	一种基于多核多线程处理器的功能宏流水线实现方法	35	微处理器
CN101515558A	在线检测薄膜生长率和应力的方法	33	测试
CN102130160A	槽形沟道 AlGaIn/GaN 增强型 HEMT 器件及制作方法	31	薄膜技术、第三代半导体材料
CN101132022A	基于组份渐变 GaN MISFET 的 GaN 器件及制备方法	29	第三代半导体材料
WO2018103647A1	基于 Ga ₂ O ₃ 材料的紫外光电探测器的制备方法	27	薄膜技术
CN105655238A	基于石墨烯与磁控溅射氮化铝的硅基氮化镓生长方法	27	薄膜技术
CN106449894A	基于双异质结的 Ga ₂ O ₃ /GaN/SiC 光电探测二极管及其制备方法	27	第三代半导体材料
CN105977905A	基于 SiC MOSFET 的过流及过欠压驱动保护系统	27	第三代半导体材料
CN102832248A	基于半超结的碳化硅 MOSFET 及制作方法	27	第三代半导体材料
CN102194885A	N 型隐埋沟道的碳化硅 DEMOSFET 器件及制备方法	27	第三代半导体材料
CN105633225A	基于石墨烯与磁控溅射氮化铝的氮化镓生长方法	27	第三代半导体材料
CN101252088A	一种新型增强型 AlGaIn/GaN HEMT 器件的实现方法	27	第三代半导体材料
CN102214261A	印刷电路板加工数据自动审查方法	26	软件设计

3.2.3.2 西安微电子技术研究所

西安微电子技术研究所主要从事计算机、半导体集成电路、混合集成三大专业的研制开发、批产配套、检测经营，是国家唯一集计算机、半导体集成电路和混合集成科研生产为一体的大型专业研究所。

在集成电路制造方面拥有四寸线和六英寸两条半导体集成电路国军标生产线，加工能力从 5 μ m 到 0.35 μ m，研制能力为 0.25 μ m，有体硅硅栅 CMOS、SOI/CMOS、双极、铝栅 CMOS、VDMOS、分立器件、保护器件、非制冷红外

3陕西省集成电路产业发展定位

传感器等八大类 30 多个工艺平台。

集成电路设计方面，包括 CPU、DSP、SOC、总线及接口电路、存储器、放大器/比较器等模拟电路、电源管理电路、数字通用电路、功率器件、CMOS 可见光传感器等领域。测试方面，具有从中小规模电路到千万门级的 SoC 复杂芯片的测试能力，可实现高精度模拟集成电路、ULSI 数字集成电路、功率器件的测试验证。封装方面，可实现 800 线陶瓷军用封装及多种封装形式的金属封装，民用塑封产能达到每月 1 亿只。集成电路产业形成了研发、制造、封装、测试四位一体的完整产业链条。

西安微电子技术研究所集成电路产业相关专利涉及 10 个三级技术分支，存储器件、薄膜技术领域未涉及。专利申请主要集中在封装、软件设计等领域。

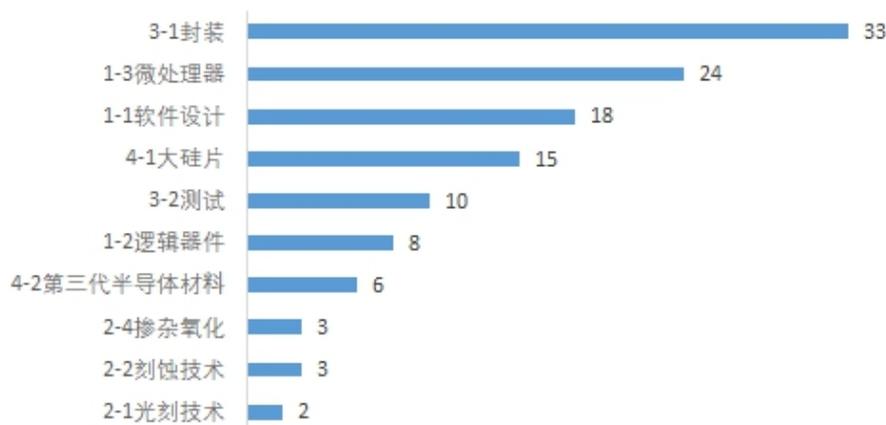


图 3- 7 西安微电子技术研究所专利申请情况

西安微电子技术研究所重点专利涉及领域分布广泛，重点领域有封装、微处理器、软件设计等，与其研发、制造、封装、测试四位一体的完整产业链条相匹配。

表 3-11 西安微电子技术研究所重点专利情况（节选）

公开（公告）号	标题	被引量	技术领域
CN107992376A	DSP 处理器数据存储器主动容错方法和装置	8	微处理器
CN109308283A	一种 SoC 片上系统及其外设总线切换方法	6	微处理器
CN106409724A	一种 PoP 自动堆叠系统及方法	5	封装

陕西省集成电路产业专利导航

CN111324383A	一种基于 RISC-V 指令扩展的安全协处理器结构	3	微处理器
CN107368636A	一种兼容 sparc V8 架构 SOC 的单机应用验证系统	2	软件设计
CN106682296A	一种面向 FPGA 的多路通用化配置加载控制系统及方法	2	逻辑器件
CN107340992A	一种定点数据筛选电路	2	微处理器
CN108809056A	一种三维集成智能功率模块及其制造方法	2	封装
CN109241641A	一种双核 ARM 型 SoC 应用验证实现方法及应用验证板	1	软件设计、逻辑器件
CN108427838A	一种基于仿真的数字电路故障注入方法	1	软件设计
CN109189479A	一种用于处理器指令集的并行自动化验证方法	1	微处理器
CN107203406A	一种面向分布式存储结构的处理方法	1	微处理器
CN109755168A	一种三维堆叠树脂灌封电路模块表面局部阻镀方法	1	封装
CN109360817A	一种翼型引线 SOP 器件及其引线成形的工艺方法	1	封装
CN107369629A	一种防止器件漏流的局部灌封工艺方法	1	封装
CN106409695A	一种复杂三维结构组件的非气密封装方法	1	封装
CN207752969U	一种无引脚芯片封装器件离心试验夹具	1	测试
CN113257702A	提高基于 PoP 工艺的标准化模块应用可靠性的方法	0	测试
CN112382656A	一种横向扩散 MOS 场效应晶体管及其制备方法	0	软件设计
CN111968971A	一种抗辐照的共岛 LPNP 和 SPNP 版图结构	0	软件设计

3.2.3.3 华天西安

天水华天电子集团是我国最早从事集成电路封测和半导体元器件研制生产的企业之一，是我国西部地区最大的集成电路封装、测试基地，能够形成以集成电路封测为核心，芯片制造、电子元器件、引线框架、专用设备模具为基础的产业发展体系，在先进封装技术领域具有领先地位。华天自主研发出多项集成电路

3陕西省集成电路产业发展定位

先进封装技术和产品，形成了众多自主创新的核心成果。

华天西安是华天电子集团在西安的全资子公司，持有集成电路产业相关专利涉及 7 个三级技术分支，逻辑器件、微处理器、存储器件、刻蚀技术、第三代半导体材料技术分支并未涉及。专利申请主要集中在封装领域。

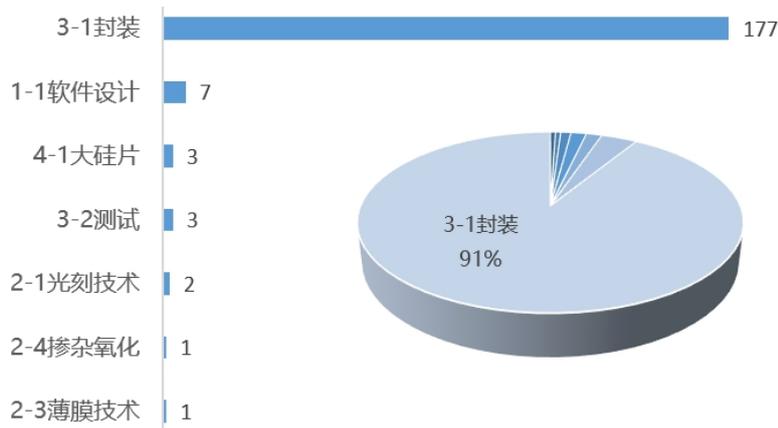


图 3-8 天水华天专利申请情况

天水华天重点专利涉及领域非常集中，聚集在封装领域。

表 3-12 华天西安重点专利情况（节选）

公开（公告）号	标题	被引量	技术领域
CN104538375A	一种扇出 PoP 封装结构及其制造方法	26	封装
CN104485320A	一种有垂直通孔的埋入式传感芯片封装结构及其制备方法	18	封装
CN104505382A	一种圆片级扇出 PoP 封装结构及其制造方法	14	封装
CN103094234A	一种扩展引脚的 Fan-out Panel Level BGA 封装件及其制作工艺	14	封装
CN102842558A	一种基于锡膏层的 WLCSP 多芯片堆叠式封装件及其封装方法	10	封装
CN104659004A	一种 PoP 封装结构及其制造方法	9	封装
CN103137584A	半导体芯片的 TSV 封装结构及其封装方法	7	封装
CN108598032A	一种晶圆接合对准系统及对准方法	6	光刻技术
CN204516750U	一种埋入式传感芯片封装结构	6	封装
CN104658933A	一种运用贴膜工艺的 POP 封装结构及其制备方法	5	封装
CN103400812A	一种底填料填充的 FCQFN 封装件及其制作工艺	5	封装
CN106098644A	一种 DAF 膜与垫块结合的芯片封装结构及其	4	封装

陕西省集成电路产业专利导航

	制造方法		
CN105047621A	一种传感芯片封装结构及其制备方法	4	封装
CN104681512A	一种倒装芯片封装散热结构及其制备方法	4	封装
CN104538376A	一种带有铜柱的 POP 封装结构及其制备方法	4	封装
CN103094128A	一种 Fan-out Panel Level BGA 封装件的制作工艺	4	封装
CN103021883A	一种基于腐蚀塑封体的扁平封装件制作工艺	4	封装
CN102842560A	一种 WLCSP 多芯片堆叠式封装件及其封装方法	4	封装
CN106158780A	一种 DAF 膜包裹指纹传感芯片的封装结构及其制造方法	3	封装
CN205211727U	一种指纹识别多芯片封装结构	3	封装

3.3 陕西省集成电路产业定位

3.3.1 产业结构定位

产业结构是产业发展在宏观层面的反映，合理的产业结构对产业发展具有重要的作用。产业结构定位基于专利视角，从陕西省的专利申请量入手，分析陕西省集成电路产业中存在的产业结构方面的优势和差距。

（一）陕西省集成电路跻身全国十强，专利申请集中度高

陕西省位于西部，是我国中部和东部的连接点，是沟通西北、西南的交通枢纽之地。2020年，陕西省GDP总额26181.86亿元，经济体量处于全国中游水平。陕西省集成电路产业规模快速增长，技术水平持续进步，人才储备明显居优，2019年，陕西省半导体产业规模排名全国第五。与国内集成电路专利申请排名前列的省份（市）进行比较，可以进一步把握陕西省的产业优势与不足。

3陕西省集成电路产业发展定位

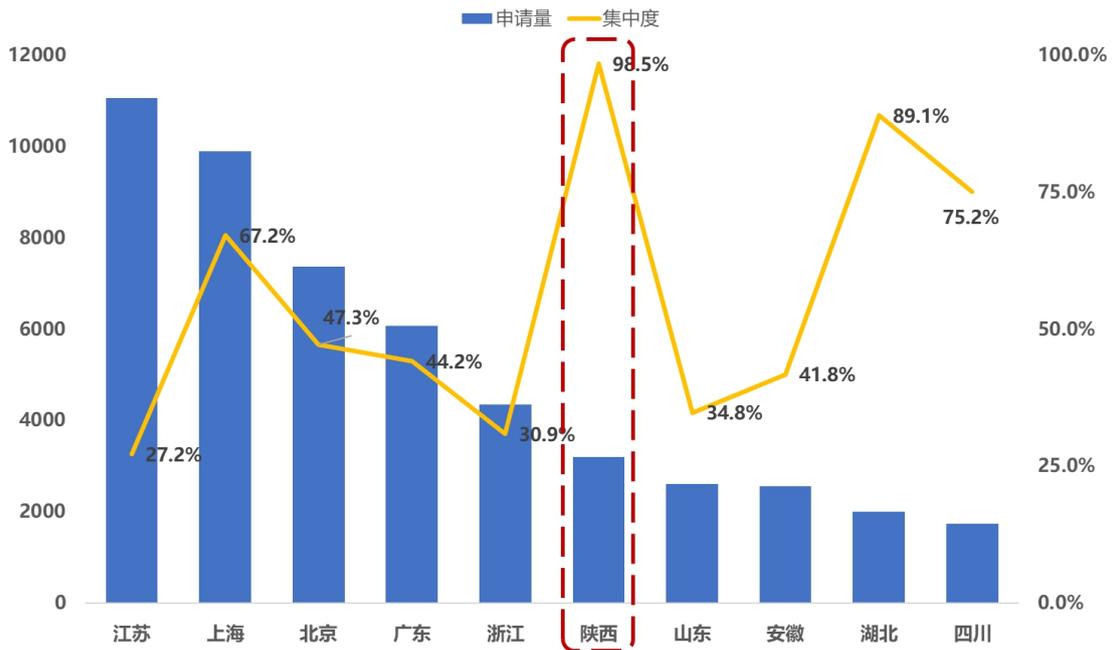


图 3- 9 全国集成电路产业专利申请十强省份（市）

经统计，全国集成电路专利申请量排名前十的省份（市）分别为江苏省、上海市、北京市、广东省、浙江省、陕西省、山东省、安徽省、湖北省和四川省，陕西省以 3262 件专利申请量跻身集成电路全国十强，位居第六名。值得肯定的是，在中西部 18 个省份中，陕西省集成电路专利申请量排名第一。当前，陕西省集成电路产业整体创新成果资源已处于国内前列，但与东部沿海省份相比，仍有一定的差距。

对比十强省份（市）专利申请集中度⁵，陕西省以 98.5% 的占比位居十强省份（市）首位，省会西安的专利申请高度集中，与东部沿海省份（例如江苏、浙江）的多点发展格局不同。陕西省积极响应国家区域发展战略，选择“强省会”战略作为省内集成电路产业发展的主导性空间逻辑。西安市目前已形成以西安高新技术产业开发区、西安国家民用航天产业基地、西安经济技术开发区为核心的产业聚集区，陕西省内 90% 以上的集成电路企业集中于该聚集区，产业集群化发展的趋势明显。

⁵ 省（市）内申请量排名第一的地级市（区）的专利申请量占所在省份（市）专利的占比。

陕西省集成电路产业专利导航

（二）陕西省产业结构整体上呈现“支撑强，制造弱”的态势，产业结构待优化升级

从二级分支来看，全球及日本、美国在制造领域专利申请占比最高，均超过40%，而陕西省集成电路制造领域专利申请量仅占5.1%，申请人仅占7.0%，远低于全球与国内平均水平，陕西省制造领域人才储备与创新实力明显不足，有待进一步加强。陕西省封测领域专利申请占8.6%，不足全球平均水平的一半，但值得注意的是，陕西省封测领域申请人占13.7%，略低于全球平均水平的15.3%，说明陕西省在封测领域具有一定的创新基础，但平均专利申请量较低，创新能力有待提升。

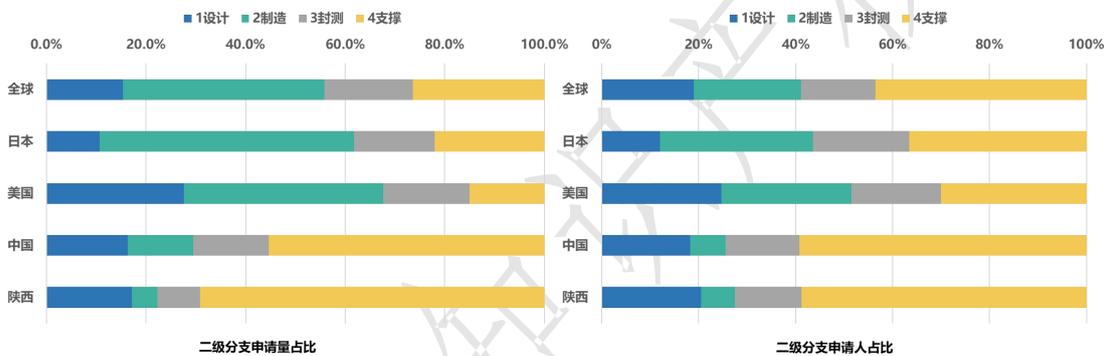


图 3-10 主要国家（地区）二级分支结构

聚焦到国内，湖北、北京的集成电路设计专利占比较高，均超过了25%，是设计领域的领先省份，陕西省的设计占比排在全国十强省市中排名第六，处于国内中游水平；上海市是集成电路制造领域的领军省份，专利占比33.4%，高出第二名北京市14.8%，在国内一骑绝尘；陕西省以5.1%的占比与浙江省并列排名第六，仅高于山东省，相关产业水平较为落后；江苏省的封测领域占比在十强省份（市）位列第一，处于国内领先地位，而陕西省以8.6%排名第九，略高于山东省，相关产业缺乏竞争力，但陕西省封测领域申请人占比在十强省份（市）位列第四，具有一定的创新基础；十强省份（市）支撑占比普遍较高，其中浙江、陕西、安徽、山东、江苏五个省份占比超过60%，相关专利占比排名靠前。

3陕西省集成电路产业发展定位

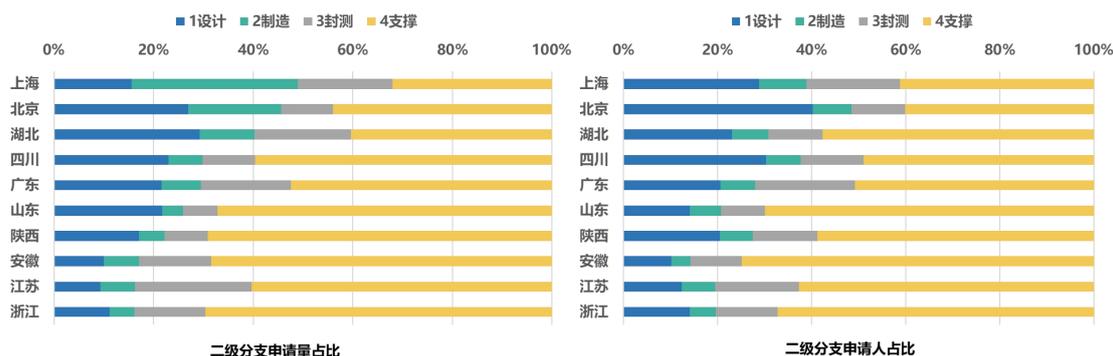


图 3- 11 国内集成电路产业十强省份（市）二级分支结构

根据以上分析，陕西省集成电路产业结构整体上呈现“支撑强，制造弱”的态势。设计方面，陕西省申请量占比高于全球与国内平均水平，但与湖北、北京等设计强省相比，缺乏竞争优势；制造方面，陕西省制造领域人才储备与创新实力明显不足，与国内外相比仍有较大差距；封测方面，陕西省具有一定的人才储备，但创新研发布局相对薄弱，专利申请占比低于全球、国内平均水平，制造与封测是陕西省集成电路产业兼顾发展的重点；支撑方面，陕西省专利申请占比高于国内乃至全球水平，具有竞争优势。整体来看，陕西省集成电路产业结构待优化升级。

（三）陕西省逻辑器件、薄膜技术等存在比较优势，光刻等技术需要重点关注，微处理器的创新技术急需产业化

具体到集成电路设计三级技术分支，陕西省的微处理器与逻辑器件是优势领域，相关专利申请占比超过全球平均水平的两倍，高于全国、日本、美国等集成电路产业发达国家占比水平。与国内集成电路十强省份（市）相比，陕西省的微处理器与逻辑器件相关专利申请占比分别位列第一、二名。陕西省的存储器件相关专利申请占比在国内集成电路十强省份（市）中位列第五，处于中游水平，但远低于全球与国内平均水平。软件设计是陕西省的薄弱环节，相关专利申请占比低于全球、国内平均水平，在国内集成电路十强省份（市）排名仅高于湖北省。

从申请人数量配置情况来看，陕西省在逻辑器件领域，申请人数量同样占据优势，但微处理器申请人占比低于全球、国内平均水平，位列国内集成电路十强

陕西省集成电路产业专利导航

省份（市）第九，仅高于江苏省，专利申请集中于头部申请人。需要注意的是，陕西省超过四分之三的微处理器专利集中在高校院所，创新技术急需产业化。软件设计的申请人占比在国内集成电路十强省份（市）中位列第六，低于全球、国内平均水平，呈现产业技术上的弱势。

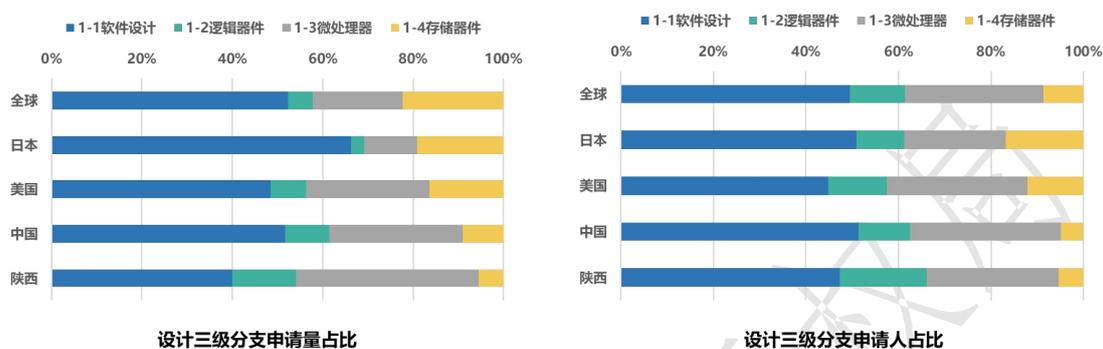


图 3-12 主要国家（地区）设计领域分支结构

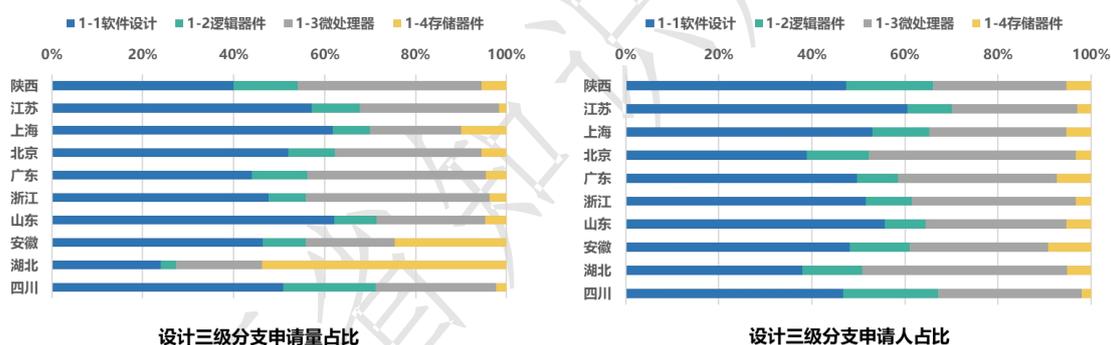


图 3-13 国内集成电路产业十强省份（市）设计领域分支结构

集成电路制造方面，薄膜技术专利申请占比高于美、日等集成电路产业强国，位列国内集成电路十强省份（市）第一，是陕西省的优势领域；掺杂氧化专利申请占比高于全球、国内平均水平，在集成电路十强省份（市）中排名第四，处于中游水平；光刻技术与刻蚀技术专利申请占比低于全球、国内平均水平，在国内集成电路十强省份（市）中排名第十，是陕西省的弱势领域，尤其是光刻技术专利申请占远低于其他 9 个省份。从申请人数量配置情况来看，陕西省制造领域专利申请分布于申请人数量分布基本趋于一致。

3陕西省集成电路产业发展定位

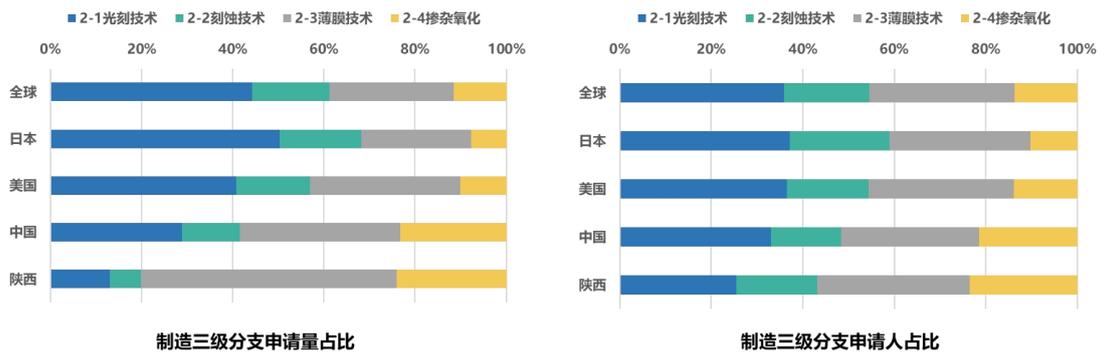


图 3- 14 主要国家（地区）制造领域分支结构

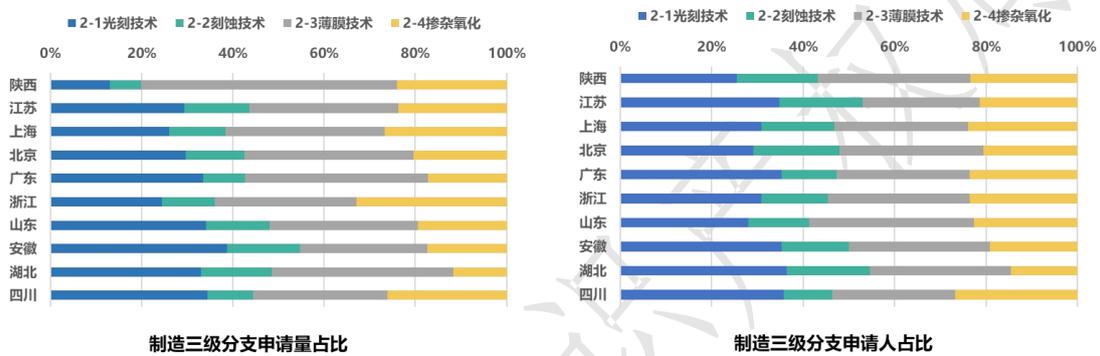


图 3- 15 国内集成电路产业十强省份（市）制造领域分支结构

集成电路封测方面，陕西省最具优势的领域是封装，相关专利申请占比优于全球、国内平均水平，在国内十强省份（市）中仅次于浙江、广东、江苏三个省份；陕西省的测试领域相对弱势，专利申请占比低于全球、国内平均水平，在国内十强省份（市）中处于中游水平。从申请人数量配置情况来看，陕西省申请量分布具有优势的封装领域，申请人数量呈现弱势，占比位列国内十强省份（市）第十名，反映出头部企业带动产业化发展特征。而申请量分布处于相对弱势的测试领域，申请人数量在十强省份（市）排名第一，反映出陕西省集成电路测试领域专利人均产出较低。

陕西省集成电路产业专利导航

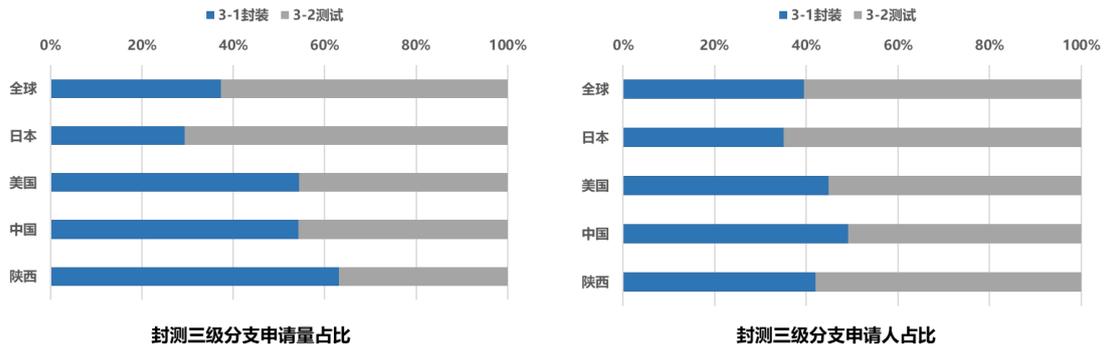


图 3- 16 主要国家（地区）封测领域分支结构

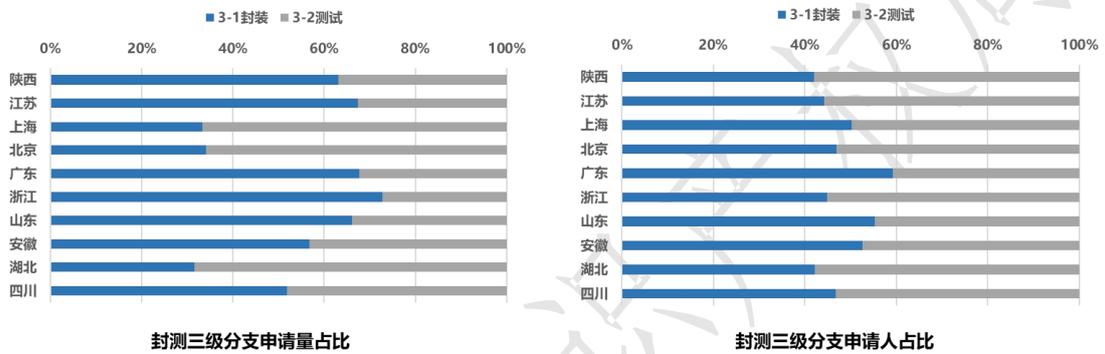


图 3- 17 国内集成电路产业十强省份（市）封测领域分支结构

集成电路支撑方面，陕西省的第三代半导体材料与大硅片在三级分支占比为49.0%、19.5%，占比分别位列本省第一、第二，是陕西省的优势领域。尤其是第三代半导体材料，相关专利占比位列国内十强省份第二名，仅次于山东省。

表 3-13 国内集成电路产业十强省份（市）各三级分支结构

省份	软件设计	逻辑器件	微处理器	存储器件	光刻技术	刻蚀技术	薄膜技术	掺杂氧化	封装	测试	大硅片	第三代半导体材料
陕西	6.9%	2.4%	7.0%	0.9%	0.7%	0.4%	3.2%	1.4%	5.5%	3.2%	19.5%	49.0%
江苏	5.3%	1.0%	2.9%	0.2%	2.4%	1.2%	2.6%	1.9%	15.5%	7.5%	27.9%	31.6%
上海	9.0%	1.2%	2.9%	1.5%	9.8%	4.7%	13.1%	10.1%	5.9%	11.9%	18.8%	11.1%
北京	13.7%	2.7%	8.5%	1.5%	6.3%	2.7%	7.9%	4.3%	3.4%	6.7%	15.8%	26.6%
广东	9.5%	2.7%	8.5%	1.0%	2.9%	0.8%	3.5%	1.5%	12.1%	5.8%	11.0%	40.8%
浙江	5.3%	0.9%	4.5%	0.4%	1.4%	0.7%	1.8%	1.9%	10.3%	3.8%	34.4%	34.6%
山东	13.6%	2.0%	5.2%	1.0%	1.6%	0.7%	1.6%	0.9%	4.6%	2.4%	16.5%	49.9%
安徽	4.6%	0.9%	2.0%	2.5%	3.3%	1.4%	2.4%	1.5%	8.2%	6.3%	24.4%	42.7%
湖北	6.8%	1.0%	5.4%	15.3%	4.3%	2.1%	5.2%	1.5%	6.0%	12.9%	13.7%	25.6%
四川	11.7%	4.7%	6.1%	0.5%	2.7%	0.8%	2.3%	2.0%	5.4%	5.0%	23.2%	35.7%

总的来看，陕西省在设计领域的逻辑器件与微处理器，制造领域的薄膜技术，封测领域的封装，支撑领域的第三代半导体优势明显，陕西省集成电路整体发展

3陕西省集成电路产业发展定位

趋势贴合集成电路创新发展方向，形成了自身布局特点。与此同时，陕西省也存在产业短板，设计领域的软件设计与存储器件，制造领域的光刻技术与刻蚀技术，封测领域的测试是产业薄弱环节，特别是光刻技术是当前集成电路发展的重点与热点，是陕西省急需补强的领域。

3.3.2 企业实力定位

企业实力是企业技术和各种实践活动领域中不断提供具有经济价值、社会价值、生态价值的新思想、新理论、新方法和新发明的实力。本节将对陕西省企业进行创新实力定位，旨在掌握陕西省集成电路企业发展已有的优势和存在的不足，从而能够提出更有针对性的企业培育建议。

（一）陕西省缺少制造领域创新领军企业，设计与封测领域领军企业需进一步强化

从专利申请排名前十的企业类型分布来看，陕西省 70% 的创新领军企业为设备与材料企业，专利申请排名第一的奕斯伟是目前国内极少数能量产 12 英寸大硅片的半导体材料企业，其西安第一工厂设计产能为 50 万片/月，产品为抛光片和外延片，主要用于逻辑芯片、闪存芯片等。陕西省专利申请排名第二的天水华天为我国半导体封装领军企业，2017 年华天科技（西安）投资累计达 34 亿元，形成具有封装测试 23 亿块 TSSOP、QFB、DFN 等系列集成电路的能力。此外陕西省还拥有紫光国芯和西安智多晶微电子有限公司等 2 家 Fabless 型骨干企业，2020 年紫光国芯自主研发的异质集成嵌入式 DRAM（SeDRAM）技术取得成功，基于此技术的超高宽带、超低功耗的数据分析芯片产品量产上市，为国产 DRAM 芯片带来曙光。

陕西省集成电路产业专利导航

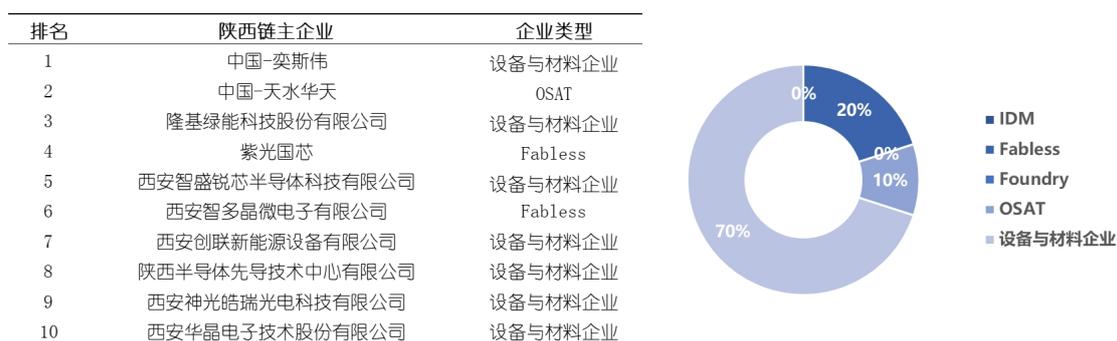


图 3- 18 陕西省集成电路创新领军企业类型分布

整体来看，陕西省坐拥实力较强的设计、封测与支撑的创新领军企业，但目前缺少制造领域的创新领军企业。陕西省集成电路产业贡献主力军三星西安半导体工厂，因其制造工厂的定位和相对封闭的生态环境，对陕西省集成电路产业的创新贡献效应尚不明显。

结合国内集成电路产业分布，选取东部地区的江苏省、上海市，中部地区的安徽省、湖北省等 4 个产业规模与创新实力强劲省份（市）作为陕西省的对标省份（市），对区域企业实力进行分析。

表 3- 14 江苏、上海、陕西 3- 15 集成电路创新领军企业专利申请分布

省市	1设计	2制造	3封测	4支撑
江苏省	167	212	1002	659
上海市	556	3018	1315	1458
陕西省	66	8	118	407

对比东部强省，江苏省在集成电路设计、制造、封测与支撑领域均拥有一家或多家实力强劲的创新领军企业，如制造领域的华润上华，封测领域的华进半导体、盛合晶微，支撑领域的华灿光电等。而上海市虽缺少设计领域的链主企业，但华虹集团与中芯国际两大集成电路制造龙头在设计领域仍有 500 余件的专利申请，凭借在制造环节的突出实力全面提升了产业链创新水平。

3陕西省集成电路产业发展定位

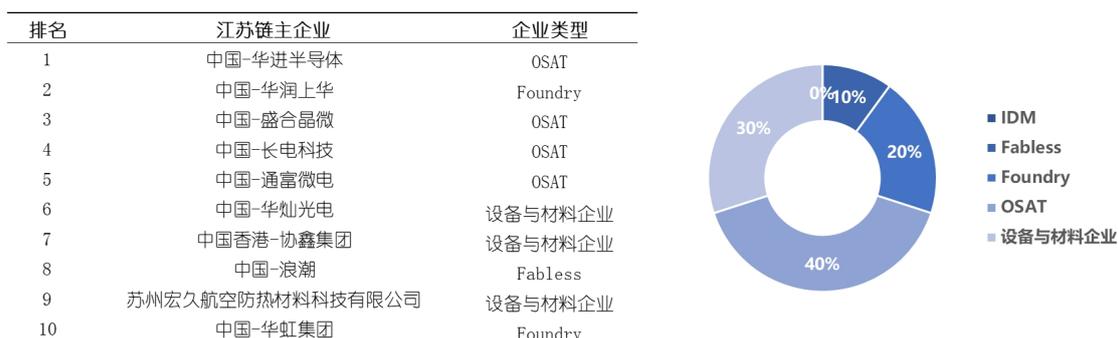


图 3- 19 江苏省集成电路创新领军企业类型分布



图 3- 20 上海市集成电路链主企业类型分布

(二) 陕西省企业聚集力与创新力还有待提高

经统计，陕西省共有 237 家企业申请集成电路相关专利，全国共有约 1.08 万家企业申请集成电路相关专利，陕西省进行集成电路技术研发创新的企业数量占全国的 2.2%；陕西省企业申请集成电路相关专利总计 1350 件，全国企业共有约 4.7 万件相关专利申请，陕西省企业在集成电路领域的专利申请占全国的 3.0%。对比江苏、上海等我国集成电路专利申请十强省份（市），陕西省企业数量排名第十，企业专利申请量排名第九，仅高于四川省，陕西省的企业数量与企业专利申请量均不足。同时，陕西省企业所持专利占比以 41.4%位列第十，占比最高的安徽省是陕西省的两倍以上，较低的占比水平也反映了陕西省集成电路企业创新实力不足，专利更集中于非生产主体的科研机构/自然人中，科研成果多数停留于实验室研究阶段，产业化水平较低。目前，我国已形成长三角、环渤海、泛珠

陕西省集成电路产业专利导航

三角和中西部四个集成电路产业聚集区，陕西省作为中西部产业聚集区的代表，在关键技术突破、成果产业化转移等方面担负着落实国家集成电路产业布局的使命，但当前区域整体企业聚集力与创新力还有待提高。

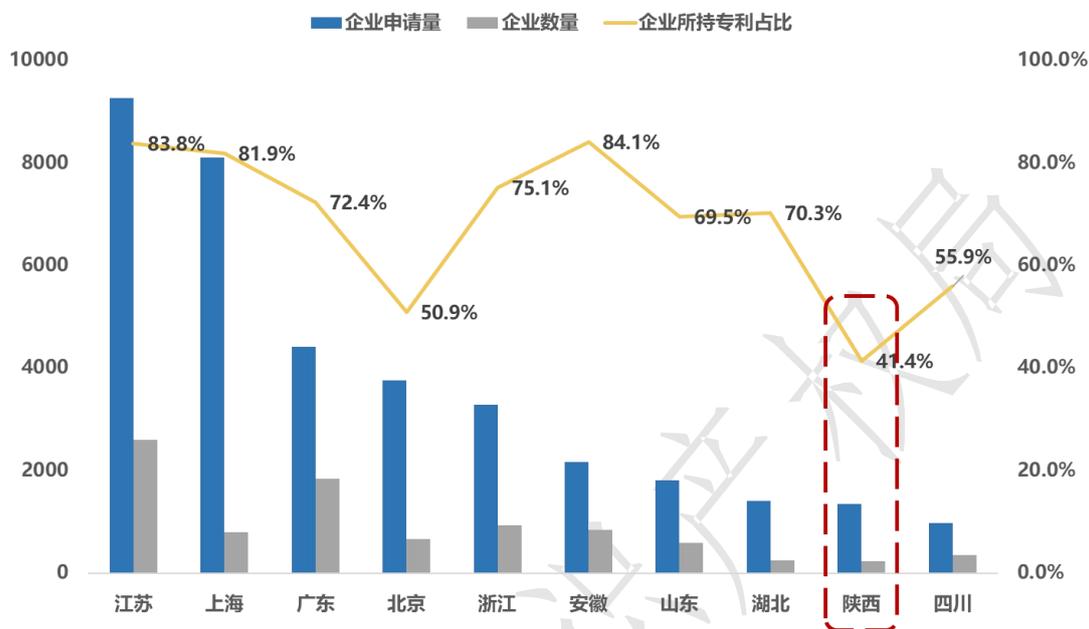


图 3- 21 国内集成电路产业十强省份（市）企业数量分布

从专利状态分布来看，陕西省集成电路有效专利占比 40.6%，高于安徽省，与四川省基本相当，但低于上海、湖北、浙江等省份（市），企业所持有的高质量专利储备较为匮乏。值得肯定的是，陕西省在审专利占比 33.6%，高于我国集成电路专利申请十强的其他省份（市），近年来企业在集成电路领域的技术创新更为活跃。

3陕西省集成电路产业发展定位

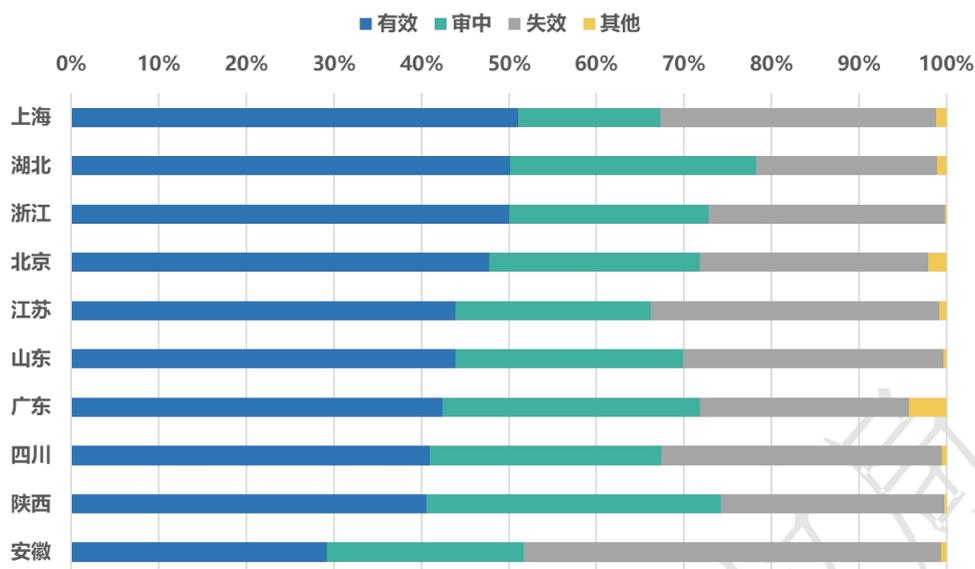


图 3- 22 国内集成电路产业十强省份（市）专利状态分布

（三）陕西省集成电路产业发展势头向好，但新进入企业的创新产出不足，专利申请多集中于设计与支撑领域

得益于央地政府相关政策的扶持、各路基金及资本的推动，湖北、江苏、陕西、安徽、上海集成电路创新性企业培育发展较好，近五年新进入企业占比均超过 45%，陕西省以 49.8% 的占比排在对标省份第三名，集成电路产业发展势头向好。但陕西省新进入企业申请专利占比为 17.6%，对标安徽省，陕西省新进入企业占比高出 0.2%，但新进入企业申请量占比比安徽省低 21.5%；对标江苏省，陕西省新进入企业占比低 3.7%，但新进入企业申请量占比比江苏省低 10.5%，陕西省新进入企业带来的创新产出不足。

陕西省集成电路产业专利导航

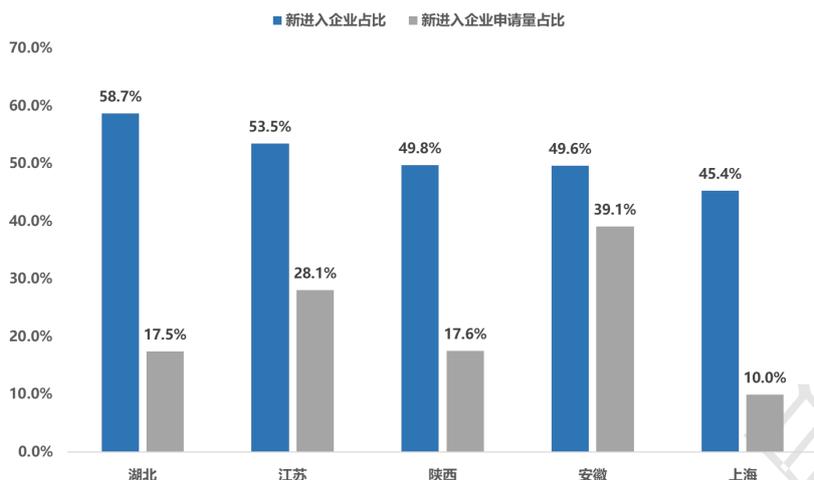


图 3-23 湖北、江苏、陕西、安徽、上海集成电路产业新进入企业分布

聚焦到新进入企业 TOP5，陕西省集成电路新进入企业实力略低于对标的各省市。尤其是湖北省 2016 年落户武汉的长江存储，2017 年至今共申请了 578 件相关专利，在集成电路领域已取得较大进展。湖北省现已形成以武汉为中心、以存储器件为重点、以长江存储为龙头，涵盖设计、制造、封测、支撑相对完整的集成电路产业链。从新进入企业 TOP5 的企业类型来看，**陕西省新进入企业主要为 Fabless 与设备与材料企业，缺少 Foundry 与 OSAT 企业**，申请专利主要涉及微处理器、GPU 和第三代半导体材料等技术领域。

表 3-16 江苏、上海、陕西、安徽、湖北集成电路产业新进入企业 TOP5 基本情况

省份	新进入企业 TOP5	申请量	三级分支	企业类型
陕西	西安智盛锐芯半导体科技有限公司	38	第三代半导体	设备与材料企业
	西安翔腾微电子科技有限公司	16	GPU	Fabless
	西安万像电子科技有限公司	13	GPU	Fabless
	西安赛富乐斯半导体科技有限公司	12	第三代半导体	设备与材料企业
	西安芯瞳半导体技术有限公司	11	微处理器	Fabless
湖北	长江存储科技有限责任公司	578	存储器件	IDM
	湖北深紫科技有限公司	6	第三代半导体	设备与材料企业
	武汉市三选科技有限公司	5	封装	OSAT
	湖北兴福电子材料有限公司	4	大硅片	设备与材料企业
	武汉光谷信息光电子创新中心有限公司	4	大硅片	设备与材料企业
江苏	德淮半导体有限公司	70	测试	OSAT
	徐州鑫晶半导体科技有限公司	39	大硅片	设备与材料企业

3陕西省集成电路产业发展定位

	南京晶能半导体科技有限公司	26	大硅片	设备与材料企业
	苏州汉骅半导体有限公司	21	第三代半导体	设备与材料企业
	苏州通富超威半导体有限公司	19	封装	OSAT
安徽	芜湖启迪半导体有限公司	40	第三代半导体	设备与材料企业
	安徽东迅密封科技有限公司	12	第三代半导体	设备与材料企业
	合肥新意境材料有限责任公司	12	第三代半导体	设备与材料企业
	合肥晶合集成电路有限公司	9	薄膜技术/掺杂氧化	Foundry
	安徽晶天新能源科技有限责任公司	7	大硅片	设备与材料企业
上海	上海先方半导体有限公司	55	封装	OSAT
	芯知微上海电子科技有限公司	16	封装	OSAT
	上海艾为电子技术股份有限公司	13	封装	OSAT
	上海易卜半导体有限公司	11	封装	OSAT
	上海祖强能源有限公司	10	测试	OSAT

（四）陕西省创新型企业集群主要由小型企业组成，创新龙头企业实力有待加强

从企业的申请量区间分布来看，中西部的陕西省、安徽省、湖北省分布相近，申请量 1~10 件的企业量占比超过了四分之三，超过 50 件的企业不足 5 家，数量众多的小型企业是创新型企业集群的主要组成，与东部的江苏省、上海市仍有一定差距；不同的是，创新龙头企业实力不同，湖北省申请量超过 100 件的长江存储与武汉新芯专利申请占 TOP100 企业的 59.7%，而陕西省的创新龙头奕斯伟仅占 20.7%。江苏省专利申请 1~10 件的企业为 0 家，11~50 件的企业量占 80%，超过 50 件的企业量占 20%，大中型企业是集成电路企业集群的主力。上海市企业的申请量区间分布情况不如江苏省，但上海市坐拥华虹集团与中芯国际 2 家申请量超过 1000 件的超大型企业，龙头引领产业发展效应明显。

陕西省集成电路产业专利导航

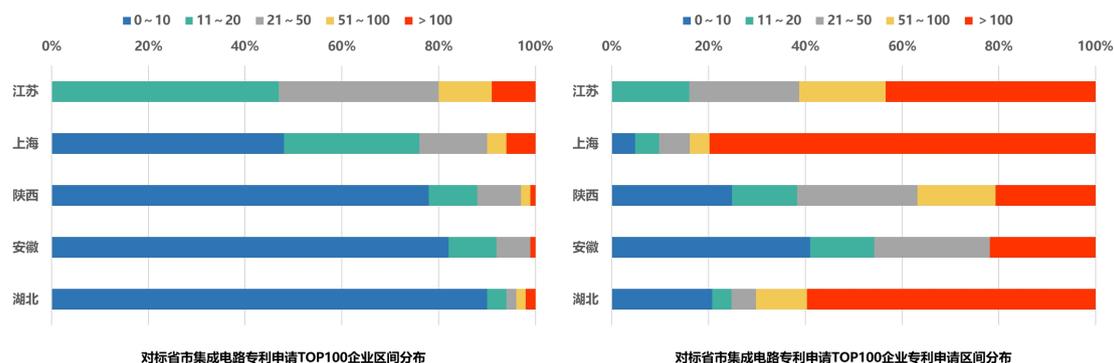


图 3-24 江苏、上海、陕西、安徽、湖北集成电路专利申请 TOP100 企业区间分布

3.3.3 人才实力定位

人才是支撑创新链和产业链对接的核心要素。产业发展必然需要创新型人才的进入和推动。在产业发展中，要加大人才培养力度，迅速形成人才集聚效应，从而为创新发展提供智力资源支撑。本节将对陕西省集成电路产业人才的创新实力进行定位，从而能够提出更有针对性的人才培养建议。

（一）陕西省具备坚实的人才基础，高精尖人才实力强劲

经统计，陕西省集成电路产业关键技术相关专利发明人共计 5600 余人，全国集成电路产业关键技术相关专利发明人共有约 11 万人，陕西省集成电路产业关键技术相关专利发明人占全国的 5.1%。在集成电路产业十强省（市）中，陕西省关键技术专利发明人数量排名第六，仅次于江苏省、北京市、上海市、广东省、浙江省等东部地区省（市），是我国中西部地区集成电路关键技术人才集聚的大省，依托省内丰富的科教资源优势具备坚实的人才基础。

3陕西省集成电路产业发展定位

发明人数量

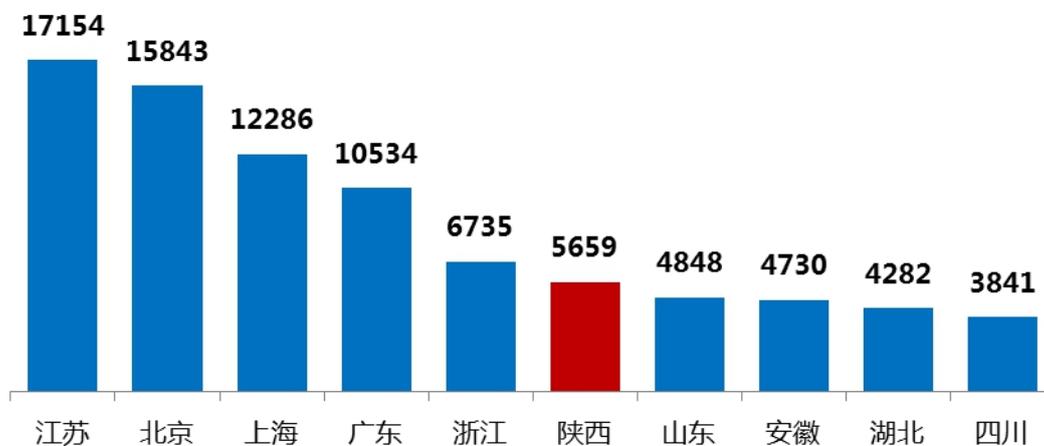


图 3- 25 国内集成电路产业十强省（市）关键技术专利发明人数量分布

对比国内集成电路产业十强省（市），陕西省不仅整体人才存量较强，还集聚了国内最顶尖的一批集成电路关键技术人才。从重点发明人⁶数量来看，陕西省集成电路关键技术专利重点发明人共计 94 人，位列国内产业十强省（市）第四名，仅次于北京市、江苏省与上海市，重点发明人占比 1.7%，高居产业十强省（市）第一名。从全国百强发明人分布来看，陕西省有 16 位发明人专利申请量进入全国百强之列，与江苏省并列国内产业十强省（市）第一。

重点发明人占比



⁶ 此处重点发明人是指集成电路关键技术相关专利发明量超过 20 件的发明人

陕西省集成电路产业专利导航

图 3- 26 国内集成电路产业十强省（市）关键技术重点发明人数量分布

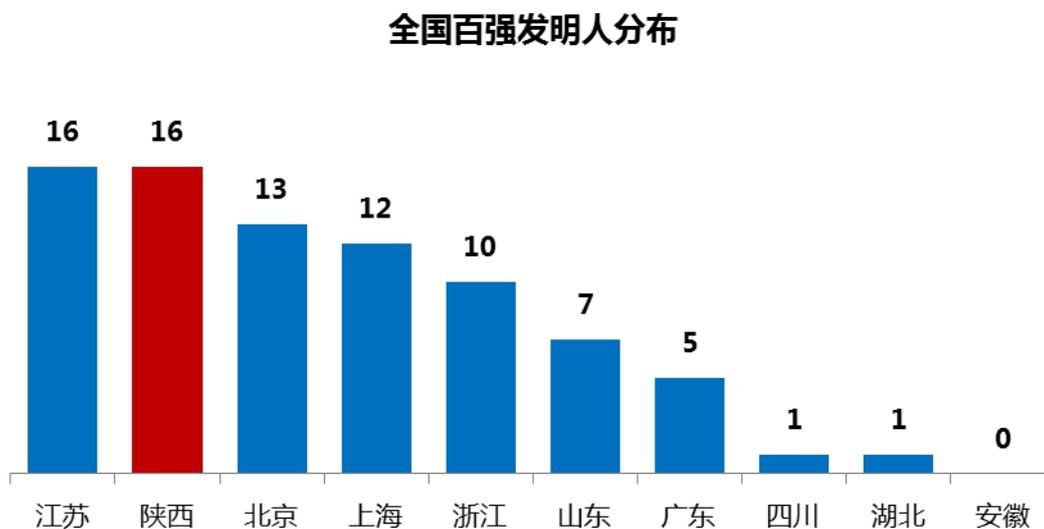


图 3- 27 国内集成电路产业十强省（市）入围 TOP100 专利发明人数量分布

（二）人才增量略显不足，面临较大的人才竞争压力

从新进入人才数量来看，陕西省近五年新进入发明人共计 2800 余人，占全部发明人总量的 50.7%，在集成电路产业十强省（市）中位居第八名，仅高于北京市和上海市，近年来人才招引与培育动能略显不足。湖北省、广东省、四川省近五年的新进入发明人占比均超过了 55%，是近年来集成电路人才集聚效应突出的省份，特别是中部地区的湖北省，近五年新进入发明人占比高达 60.2%，远高于其他省（市）。

3陕西省集成电路产业发展定位

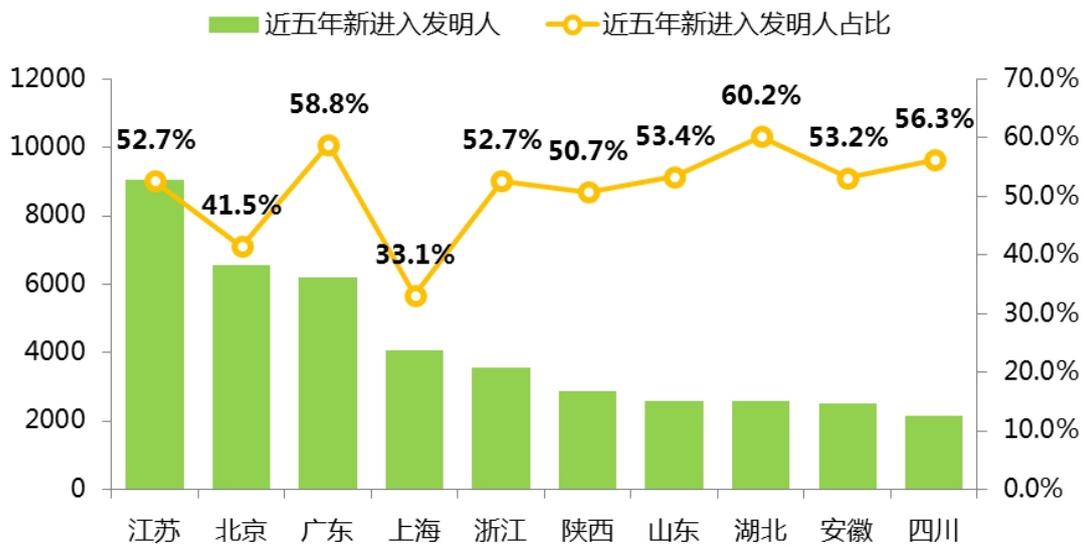


图 3- 28 国内集成电路产业十强省（市）近五年新进入专利发明人数量分布

尽管我国的集成电路人才长期倾向于江苏、浙江、上海、广东等东部沿海强省集聚，但随着新一轮科技革命和产业变革持续推进，中西部地区各省市为抢占竞争制高点，赢得发展主动权，纷纷加大对高新技术产业投入，一方面通过引进龙头企业、落地重大项目强化人才市场需求，一方面完善人才培养体系、出台人才优惠新政，以期突破人才“马太效应”，地区内的人才竞争已趋于白热化。以湖北省为例，在央地政府的政策支持、各路基金及资本的推动下，2017年，湖北省于武汉光谷落地国家存储器基地项目，组建长江存储科技有限责任公司，近年来又先后引进三安光电（湖北鄂州）、晶瑞股份（湖北潜江）、利科光学（湖北仙桃）等集成电路产业链各环节的“链主”企业，完善的产业链为创新创业者提供了广阔的市场、充足的机遇。同时，华中科技大学、湖北工业大学等先后成立武汉国际微电子学院、芯片产业学院，致力于培养契合湖北产业发展的集成电路高端工程型人才。在市场需求与专业培养的双重驱动下，湖北省迅速形成了吸附人才的“磁场”效应，成为中西部地区集成电路人才集聚新引擎。面对中西部地区日益激烈的人才争夺，湖北省、四川省、安徽省的强势追赶无疑对陕西省造成巨大的人才竞争压力。

（三）基础性科研人才作用突出，深化产教融合前途广阔

陕西省集成电路产业专利导航

进一步地，将陕西省集成电路关键技术人才分为产业人才与科研人才两种类型展开分析。其中，产业人才是指行业内曾从事知名企业核心技术研发，拥有行业领先技术成果，为产业发展做出了创新贡献的人；科研人才是指高校、科研院所等科研组织内部担任科研活动的核心力量，拥有领先创新成果且创新活动活跃的人才。

从人才类型分布来看，陕西省集成电路科研人才总计 3700 余人，占全区人才数量的 67.5% 以上，是集成电路关键技术人才的主体；产业人才共计 1800 余人，占比 32.5%，是产业技术研发的重要参与者。陕西省集成电路关键技术人才目前更多地集中于高校、科研院所，从事基础性研究，而处于生产应用环节的产业人才相对匮乏。科研机构的发明人参与研发全省近六成的集成电路关键技术专利，而企业发明人参与研发创造专利仅三成，较大的差异反映出陕西省内的人才培养与集成电路产业发展的结合仍不够紧密，现有的人才资源优势并未很好地转化为产业优势。

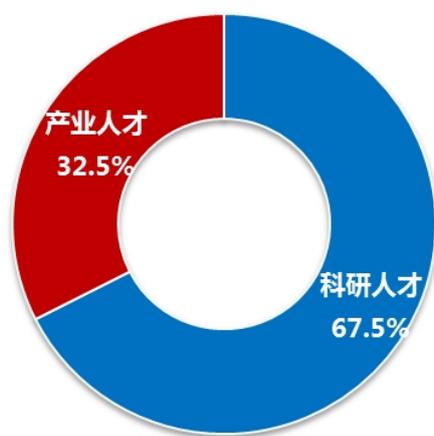


图 3- 29 陕西省集成电路关键技术人才类型分布

具体到集成电路产业的高端人才，陕西省排名前二十的关键技术专利发明人均均为从事基础性研究的科研人才。其中，来自西安电子科技大学、西北工业大学两所高校的发明人共计 19 人，来自西安航空计算技术研究所（中国航空工业集团第六三一研究所）的发明人共计 1 人。从专利产出实力上看，二十名科研人才

3陕西省集成电路产业发展定位

的发明量排名均进入全国前二百强，其中郝跃、张玉明、张进成、马晓华等四名任职西安电子科技大学微电子学院的教授作为集成电路学科带头人，已形成较为成熟的研发团队，发明量高居全国前十之列。

在政府支持引导高校加快推进产教融合，探索高端集成电路产业人才培养新模式的导向下，突出的科研人才实力使陕西省具备广阔的前景。2017年，西安电子科技大学、中国西电集团公司、西安高新区管委会签署校企政三方合作战略协定，共同组建陕西半导体先导技术中心，致力于推动以先进半导体器件和第三代半导体为核心的产业创新，建立集成电路技术人才实习与培养的新体系。2018年，陕西半导体先导技术中心有限公司注册成立，并获得西安电子科技大学23件集成电路关键技术专利转让。在产业化创新攻关阶段，宋庆文、张玉明、汤晓燕、何晓宁等专家领衔的研究团队，成功研制1200V系列碳化硅SBD、MOSFET器件，并发明相关技术专利3件，集成电路产教融合取得初步成果。

表 3-17 陕西省集成电路关键技术专利发明人 TOP20

发明人	所属单位	人才类型	发明量	排名
郝跃	西安电子科技大学	科研人才	379	1
张玉明	西安电子科技大学	科研人才	227	4
张进成	西安电子科技大学	科研人才	201	6
马晓华	西安电子科技大学	科研人才	156	8
郭辉	西安电子科技大学	科研人才	115	21
宋庆文	西安电子科技大学	科研人才	110	24
成来飞	西北工业大学	科研人才	107	26
张艺蒙	西安电子科技大学	科研人才	91	35
汤晓燕	西安电子科技大学	科研人才	85	41
杨银堂	西安电子科技大学	科研人才	83	43
许晟瑞	西安电子科技大学	科研人才	72	53
张立同	西北工业大学	科研人才	65	68
王悦湖	西安电子科技大学	科研人才	60	80

陕西省集成电路产业专利导航

李贺军	西北工业大学	科研人才	59	86
郑雪峰	西安电子科技大学	科研人才	58	91
贾仁需	西安电子科技大学	科研人才	56	99
雷天民	西安电子科技大学	科研人才	53	114
张春福	西安电子科技大学	科研人才	48	139
张克基	西安电子科技大学	科研人才	46	152
张骏	西安航空计算技术研究所	科研人才	45	160

3.3.4 协同创新定位

3.3.4.1 陕西省协同创新基础良好

陕西省集成电路相关专利共申请 3262 项，其中协同创新申请专利 223 项，占比 6.8%。与全国专利申请量排名前十的省份相比，联合申请专利数量与联合申请比率均排名第五，处于中游位置。

表 3-18 全国专利申请量排名前十省份协同创新专利情况

省份	专利数量	协同创新专利数量	全国排名	前十省份排名	协同创新专利比率	全国排名	前十省份排名
江苏	11069	611	4	4	5.5%	15	6
上海	9900	1503	1	1	15.2%	2	2
北京	7373	1433	2	2	19.4%	1	1
广东	6089	646	3	3	10.6%	7	3
浙江	4362	191	6	6	4.4%	21	7
陕西	3262	223	5	5	6.8%	12	5
山东	2610	101	9	8	3.9%	26	9
安徽	2572	90	11	9	3.5%	28	10
湖北	2012	83	12	10	4.1%	24	8
四川	1748	126	8	7	7.2%	9	4

十省份集成电路协同创新实力大致分为三个梯队。第一梯队上海、北京协同创新专利数量与比率均大幅领先于其余省份，创新专利数量高于第三名二倍有余，

3陕西省集成电路产业发展定位

协同创新专利比率高于第三名 50%以上，协同创新趋势强劲。第二梯队江苏、广东协同创新专利数量显著高于第三梯队，但协同创新比率没有突出优势，江苏省协同创新专利比率低于四川省、陕西省。第三梯队协同创新专利数量均小于 300 项，协同创新专利比率低于 10%。陕西省在第三梯队省份中协同创新专利数量最多，协同创新比率仅次于四川省，协同创新表现较为优秀。



图 3-30 陕西省集成电路专利联合申请情况对比

剔除自然人联合申请、公司与内部职工联合申请，协同创新类型包括了不同企业之间、企业与科研组织之间或科研组织之间三种。剔除后陕西集成电路产业的联合申请专利共有 222 项，在企企联合申请方面申请专利 191 项，在全国排名第五；在企研联合申请方面申请专利 18 项，在全国排名第十三；在研研联合申请方面申请专利 13 项，在全国排名第八。

表 3-19 各省市专利联合申请类型数量及排名

联合申请省份	企企联合申请量	排名	企研联合申请量	排名	研研联合申请量	排名
上海	1203	1	184	2	35	3
北京	735	2	509	1	104	1
广东	411	3	114	4	60	2
江苏	402	4	126	3	32	4
陕西	191	5	18	13	13	8

陕西省集成电路产业专利导航

浙江	127	6	38	5	16	6
天津	102	7	34	6	2	16
四川	60	9	30	7	28	5
山东	52	11	30	8	3	15
江西	63	8	20	11	1	20
安徽	53	10	24	10	3	14
湖北	35	12	26	9	8	9
河南	31	14	19	12	4	12
湖南	31	15	15	14	1	21
河北	34	13	9	19	2	17
福建	20	17	10	16	13	7
辽宁	25	16	9	17	5	11
重庆	20	18	7	21	2	18
吉林	8	24	6	23	6	10
山西	6	26	11	15	1	23
甘肃	13	20	5	24	0	24
云南	9	22	7	22	1	22
内蒙古	16	19	1	26	0	24
黑龙江	0	29	9	18	4	13
广西	3	27	8	20	2	19
宁夏	10	21	1	27	0	24
青海	8	25	2	25	0	24
新疆	9	23	1	28	0	24
海南	2	28	1	29	0	24

从协同类型分布来看，陕西省企业之间协同较多，联合申请量占比 86.0%，企业与科研组织以及科研组织之间的协同较少，联合申请分别占比 8.1%、5.9%。对比十五强省市的专利联合申请类型分布，陕西省的企企协同占比最高，企研协同占比最低，产学研协同创新成效略显不足。

3陕西省集成电路产业发展定位

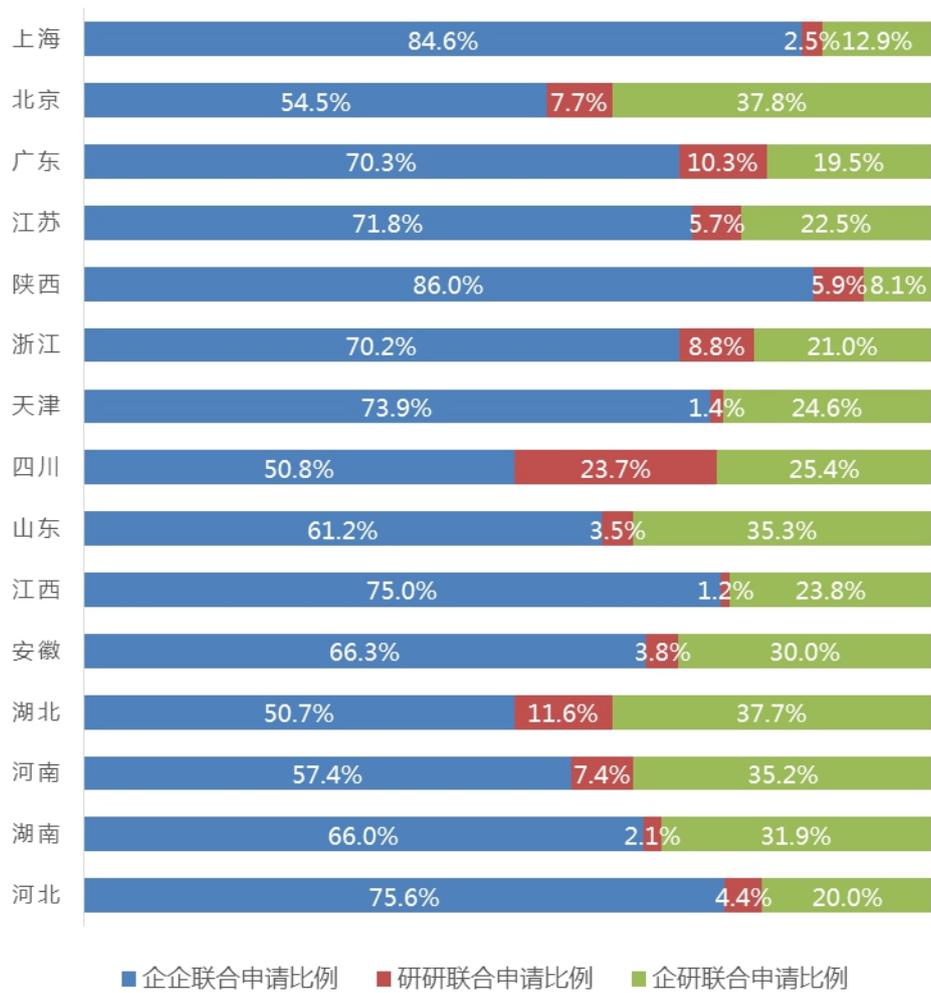


图 3- 31 各省市专利联合申请类型占比

3.3.4.2 企业链协同以奕斯伟、隆基等集团内部公司联合攻关为主

陕西省集成电路企业的协同以内部资源整合为主，但是不系统成链，呈现系统性松散的特点。截至检索日，陕西省不同企业间共合作申请了 191 项集成电路产业专利，大部分联合申请属于集团内部公司之间的协同攻关。例如，陕西省联合申请专利最多的奕斯伟集团内部四家企业西安奕斯伟材料科技有限公司、西安奕斯伟硅片技术有限公司、西安奕斯伟设备技术有限公司、西安奕斯伟材料技术有限公司共联合申请 167 项专利，占陕西省联合创新专利申请的 87.4%。

陕西省集成电路产业专利导航

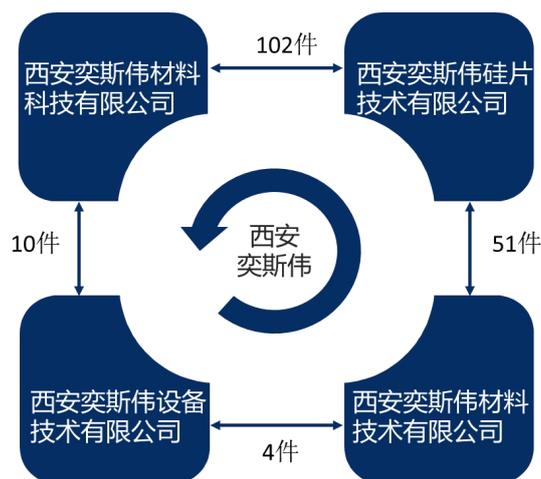


图 3- 32 奕斯伟集团联合申请情况

隆基集团旗下多家企业如隆基绿能科技股份有限公司、无锡隆基硅材料有限公司、西安隆基新能源有限公司、宁夏隆基硅材料有限公司、银川隆基硅材料有限公司、银川隆基硅材料有限公司、西安硅美单晶硅有限公司、宁夏隆基硅材料有限公司也进行了多项专利的联合申请。



图 3- 33 隆基集团联合申请情况

表 3-20 陕西省企业之间联合申请集成电路专利情况

联合申请人	联合申请量
西安奕斯伟材料科技有限公司 西安奕斯伟硅片技术有限公司	92
西安奕斯伟硅片技术有限公司 西安奕斯伟材料技术有限公司	51
西安奕斯伟材料科技有限公司 西安奕斯伟设备技术有限公司	10
西安奕斯伟硅片技术有限公司 西安奕斯伟材料科技有限公司	10
西安奕斯伟设备技术有限公司 西安奕斯伟材料技术有限公司	4
隆基绿能科技股份有限公司 无锡隆基硅材料有限公司 宁夏隆基硅材料有限公司 银川隆基硅材料有限公司	4

3陕西省集成电路产业发展定位

国家电投集团西安太阳能电力有限公司 黄河水电西宁太阳能电力有限公司 国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司 青海黄河上游水电开发有限责任公司	4
龙腾半导体股份有限公司 西安龙飞电气技术有限公司	2
隆基绿能科技股份有限公司 西安隆基新能源有限公司 宁夏隆基硅材料有限公司 西安硅美单晶硅有限公司	2
西安格易安创集成电路有限公司 北京兆易创新科技股份有限公司	2
龙腾半导体股份有限公司 旭矽半导体(上海)有限公司	1
西安格易安创集成电路有限公司 合肥格易集成电路有限公司 北京兆易创新科技股份有限公司	1
西安庆安制冷设备股份有限公司 桂林市爱普高科材料有限公司	1
西安思导瑞智信息科技有限公司 雷智数系统技术西安有限公司	1
西安西电变压器有限责任公司 中国西电电气股份有限公司	2
西安西电电力系统有限公司 中国西电电气股份有限公司	1
中国西电集团有限公司 西电宝鸡电气有限公司	1
中铁高铁电气装备股份有限公司 中国铁路设计集团有限公司 北京控股磁悬浮技术发展有限公司	1
中铁一局集团有限公司 中铁一局集团电务工程有限公司	1

3.3.4.3 西安电子科技大学成为企研协同链的核心

截至检索日,陕西省企业与科研组织之间共合作申请了18项集成电路产业专利,陕西省协同创新主要是西安交通大学、西安电子科技大学与国内企业进行合作,两校与企业联合申请的专利数量占陕西省校企联合申请专利数量的61.1%。

西安交通大学是陕西省与企业协同创新最多的科研机构,但均为省外企业。西安交通大学与广西长城机械股份有限公司、广东天泽恒益科技有限公司、华为技术有限公司、南方电网科学研究院有限责任公司、上海核工程研究设计院有限公司、中国核动力研究设计院设备制造厂等企业累计合作申请集成电路产业专利7件,涉及第三代半导体材料、软件设计等技术领域,是陕西省与企业协同创新最多的科研机构。

陕西省集成电路产业专利导航

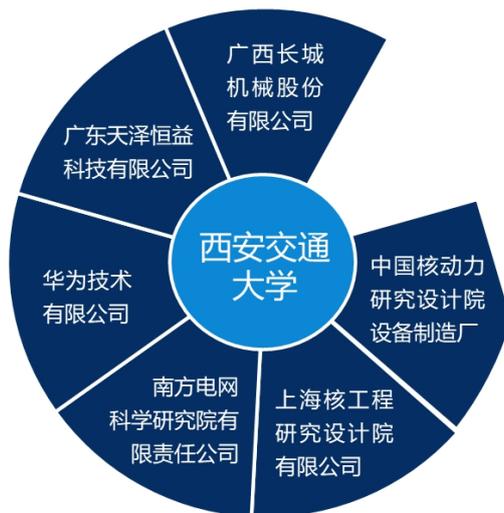


图 3-34 西安交通大学联合申请企业

西安电子科技大学对本地企业创新贡献更为显著。西安电子科技大学与西安中电科西电科大雷达技术协同创新研究院有限公司、中国科学院西安光学精密机械研究所、西安中科阿尔法电子科技有限公司、中兴通讯股份有限公司、西安卫光科技有限公司累计合作申请集成电路产业专利 6 项，涉及第三代半导体材料、软件设计等技术领域。

表 3-21 陕西省企研之间联合申请集成电路专利情况

联合申请人	联合申请量
西安电子科技大学 西安中电科西电科大雷达技术协同创新研究院有限公司	2
西安交通大学 广西长城机械股份有限公司	2
中国科学院西安光学精密机械研究所 西安中科阿尔法电子科技有限公司	2
西安电子科技大学 中兴通讯股份有限公司	1
西安交通大学 广东天泽恒益科技有限公司	1
西安交通大学 华为技术有限公司	1
西安交通大学 南方电网科学研究院有限责任公司	1
西安交通大学 上海核工程研究设计院有限公司 中国核动力研究设计院设备制造厂	1
西安交通大学 中国核动力研究设计院设备制造厂 上海核工程研究设计院有限公司	1
西安理工晶体科技有限公司 西安理工大学	1
西安太乙电子有限公司 西安微电子技术研究所	1
西安卫光科技有限公司 西安电子科技大学	1
西安稀有金属材料研究院有限公司 西北有色金属研究院	1

3陕西省集成电路产业发展定位

西北工业大学 西安创和通信技术有限公司	1
西北核技术研究所 零八一电子集团四川力源电子有限公司	1

支撑领域是企研合作的核心技术领域。18项企研合作申请的专利中10项涉及第三代半导体技术、3项涉及大硅片技术。

3.3.4.4 东部沿海省份对陕西优质科教资源抢夺激烈

陕西省科研机构间共协同申请专利13项，创新协同成果主要为西安交通大学、西安电子科技大学等西安市高校与区域内的科研机构合作研发。例如，西安电子科技大学与中国工程物理研究院核物理与化学研究所、钱塘科技创新中心、西安电子科技大学芜湖研究院等区域外科研院所开展合作，研发领域包括软件设计、微处理器、大硅片、第三代半导体材料等；西安交通大学与西北工业大学、西安交通大学苏州研究院在薄膜技术、大硅片、第三代半导体材料等技术领域联合申请专利。两所高校研研联合累计申请专利11项，是科研机构协同主力。

表 3-22 陕西省研研之间联合申请集成电路专利情况

联合申请人	联合申请量
西安电子科技大学 中国工程物理研究院核物理与化学研究所	2
西安电子科技大学 钱塘科技创新中心	1
西安电子科技大学 西安电子科技大学芜湖研究院	1
西安电子科技大学 中国航空工业集团公司第六三一研究所	1
西安电子科技大学 中国航天科技集团公司第九研究院七七一研究所	1
西安交通大学 广州有色金属研究院	1
西安交通大学 深圳大学	1
西安交通大学 西安交通大学苏州研究院	1
西安交通大学 浙江大学	1
西安科技大学 陕西理工大学	1
西北工业大学 西安交通大学	1
西北工业大学 西北工业大学深圳研究院	1

从协同申请中可以看出，陕西省科研机构间共协同申请专利13项，其中仅

陕西省集成电路产业专利导航

3项专利与陕西本地机构联合申请，省外城市对陕西优质科教资源的抢夺异常激烈。以浙江省为例，杭州市紧扣人才链，加快推动西安电子科技大学（以下简称“西电”）杭州研究院、北大信息技术高等研究院（以下简称“北大信研院”）等一大批高能级创新平台落地见效，积极发挥其在基础研究、高端创新、人才集聚等方面的优势，杭州市政府党组成员、钱塘新区招商与人才局局长等人员与西安电子科技大学郝跃院士保持密切联系，切实增强基础创新、源头创新能力。浙江省今年科研机构协同创新如下表所示，可以看出，浙江省积极引入省外科研力量，发展省内经济。

表 3-23 浙江省科研机构协同创新（部分）

当前申请（专利权）人	优先权年
芯盟科技有限公司 浙江清华长三角研究院	2020
之江实验室 浙江大学	2020
浙江大学 南方电网数字电网研究院有限公司	2020
浙江清华柔性电子技术研究院 钱塘科技创新中心	2020
清华大学 浙江清华柔性电子技术研究院	2019
宁波材料所杭州湾研究院 中国科学院宁波材料技术与工程研究所	2020
浙江工业大学之江学院 浙江工业大学	2020

近年来，我国高等教育资源的流向，呈现集中流入东南沿海经济发达城市的趋势。陕西省坐拥高等教育资源“金矿”的西安，面临强烈的挑战。下图为深圳市今年在高等教育、科研机构发展方面的侧面成果，在集成电路领域已经开始大量产出知识产权成果。

表 3-24 深圳市科研机构协同创新（部分）

当前申请（专利权）人	优先权年
深圳市太赫兹科技创新研究院有限公司 华讯方舟科技有限公司	2019
深圳航天科技创新研究院 深圳市航天新源科技有限公司 北京空间飞行器总体设计部	2019
深港产学研基地 北京大学深圳研究院	2018
深圳市数字城市工程研究中心 中国地质大学（武汉）	2020
清华大学 清华大学深圳研究生院	2015
深圳光启高等理工研究院 深圳光启创新技术有限公司	2011

3陕西省集成电路产业发展定位

南方科技大学 深圳智芯微电子科技有限公司	2021
中国科学院深圳先进技术研究院 香港中文大学	2014
北京大学深圳研究生院 南通富士通微电子股份有限公司	2011
吉林大学 吉林大学深圳研究院	2021
西北工业大学 西北工业大学深圳研究院	2017

3.3.5 专利运营定位

专利运营是指专利权人对专利权的资本管理与运作，主要包括转让、许可、质押等方式。专利运营的活跃程度从一个侧面反映了创新主体或技术方向的创新生命力，还能体现该创新主体的综合技术实力。

3.3.5.1 陕西省具备一定运营基础，专利许可率高于全球、全国水平

截至检索日，陕西省共有 258 项集成电路相关专利进行过专利运营，占陕西省集成电路产业专利申请总量的 7.9%，从专利运营形式分布可以看出，陕西省集成电路产业许可、转让及质押三种专利运营形式均有涉及。其中，转让专利 222 项，占到全部运营专利数量的 86.0%；许可专利 29 项，占比 11.2%；质押专利 13 项，仅占比 5.0%。有 6 项专利涉及两种运营方式，其中 5 项涉及转让和许可，1 项涉及转让和质押。

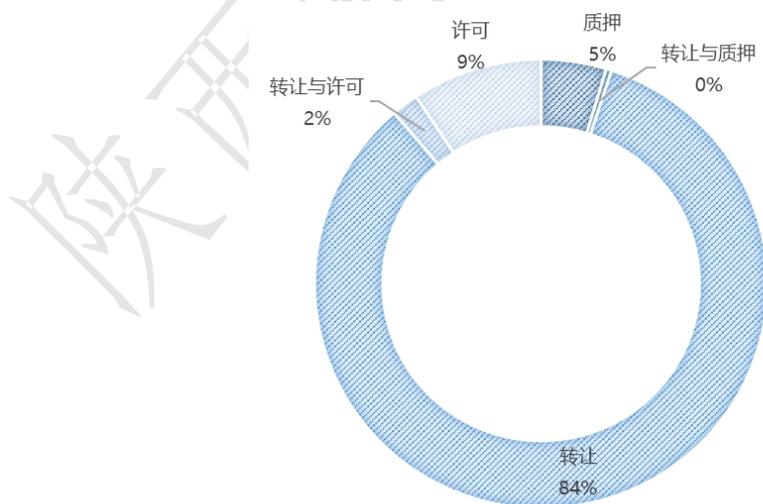


图 3- 35 陕西省专利运营情况

与全球、国内总体运营情况相比，陕西省在专利运营方面稍弱于国内水平，

陕西省集成电路产业专利导航

与国际水平差距较大。陕西省专利转让率 6.8%，略低于国内的 8.9%，远远不及全球 14.0%的水平；陕西省专利许可率 0.9%，高于国内水平 0.6%，全球水平 0.4%的水平；陕西省专利质押率 0.4%，与国内水平 0.5%基本持平，远低于全球水平 2.8%的水平。相比全国、全球数据，对陕西省运营专利内部进行分析：许可比例较大，陕西省 11%有运营经历的专利有过许可活动，远高于全国水平 5.8%、全球水平 3%；质押比例较小，陕西省 4.9%进行过专利运营的专利有过质押活动，略低于全国水平 5.4%，全球水平 16.2%。

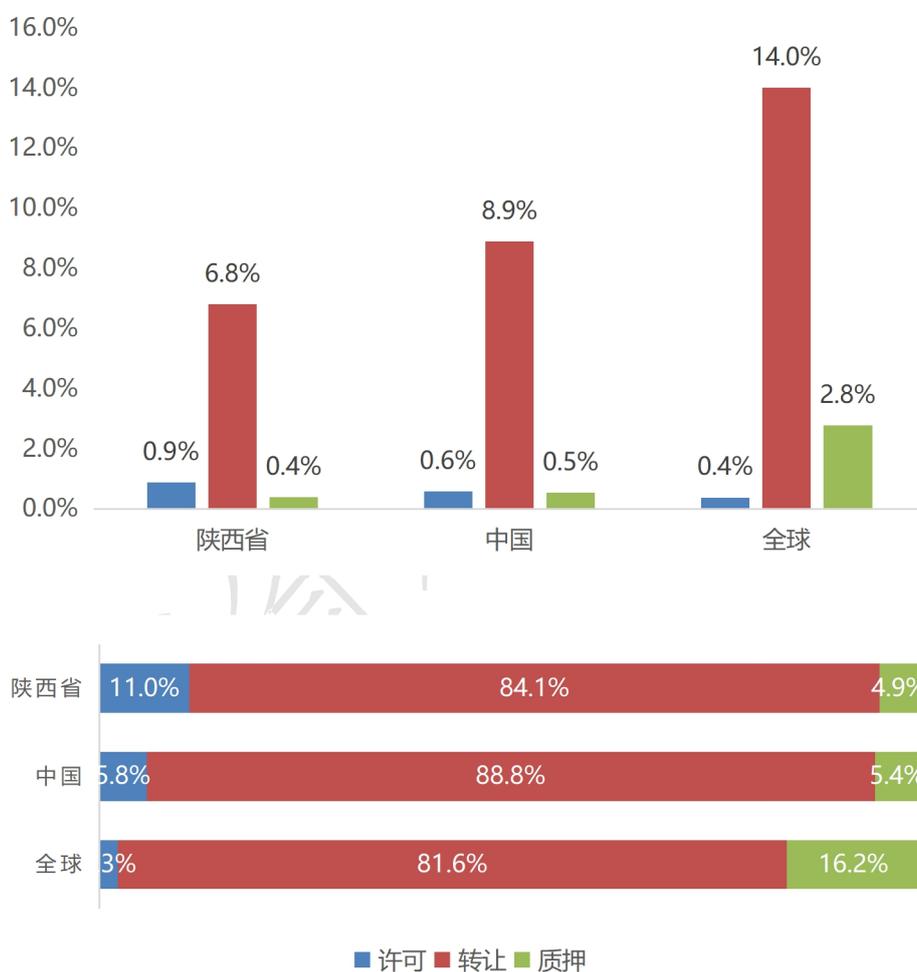


图 3- 36 陕西省集成电路专利运营情况对比

3.3.5.2 陕西省专利运营情况与上海、江苏、北京、广东等东部省份仍有差距

进一步，考虑全国各省份知识产权运营服务的运营情况，全国 31 个省份除贵州省外均有专利运营情况，陕西省排名全国第七名，高于全国平均水平。其中，

3陕西省集成电路产业发展定位

陕西省运营专利共 258 项，其中许可 29 项、转让 222 项、质押 13 项；全国平均运营专利 201 项，其中许可 12 项、转让 186 项、质押 13 项。陕西省许可、转让专利数量均高于平均水平，质押专利数量与平均水平持平。陕西省专利运营状况与山东省、安徽省相近；与上海、江苏、北京、广东等第一梯队省份还有较大差距。在第二梯队范围中比较，陕西省专利运营状况强于安徽省、湖北省，弱于浙江省、山东省。

表 3-25 全国各省份专利运营情况

省份	许可	转让	质押	总计
上海	17	1350	26	1386
江苏	95	1019	36	1089
北京	55	646	26	679
广东	31	557	55	612
浙江	33	520	116	569
山东	13	252	47	292
陕西	29	222	13	258
安徽	5	222	17	236
平均值	12	186	13	201
湖南	6	119	10	134
河北	26	85	10	113
四川	8	105	3	113
福建	11	79	6	90
天津	4	74	4	80
湖北	12	58	4	71
河南	8	52	7	61
江西	9	50	5	61
辽宁	2	51	5	56
云南	0	55	1	56
重庆	0	53	8	53
宁夏	0	43	0	43
内蒙古	2	39	2	41
山西	1	31	1	33
黑龙江	9	18	4	28
新疆	1	21	0	21
吉林	3	15	0	17
广西	1	9	1	10
青海	0	7	0	7
甘肃	0	6	0	6

陕西省集成电路产业专利导航

海南	0	2	0	2
西藏	0	2	0	2
贵州	0	0	0	0

3.3.5.3 独占许可、企业内部许可、高校向外许可为主要许可方式

许可方面，陕西省集成电路产业许可专利 29 项，其中独占许可 24 项、排他许可 2 项、普通许可 3 项，以独占许可为主。下表显示了陕西省专利转让的主要情况。可以看出，陕西省专利的许可主要是企业在集团内部的许可和科研院所的向外许可，企业及个人向外部企业许可的情况还较少。

西安隆基硅材料股份有限公司向西安隆基晶益半导体材料有限公司进行了 CN203141675U、CN203002693U、CN202762707U 三项专利的独占许可；华天科技（西安）有限公司向华天科技（南京）有限公司进行了 CN207052596U、CN205810788U、CN204516750U 三项专利的普通许可；中国西电集团公司向西电宝鸡电气有限公司、西安西电电工材料有限责任公司进行了 CN205141410U、CN102321422A 两项专利的独占许可。

西安电子科技大学向扬州扬杰电子科技股份有限公司、联达科技（厦门）有限公司、西安中为光电科技有限公司、乌兰察布市固名光电科技有限公司、西安中为光电科技有限公司进行了 8 项许可；西安交通大学向爱普科斯电子（孝感）有限公司、杭州金塔电力线路器材有限公司进行了 2 项独占许可。

表 3-26 陕西省专利许可情况

类型	许可人	被许可人	公开（公告）号	许可类型
集团内部许可	华天科技（西安）有限公司	华天科技（南京）有限公司	CN207052596U	普通许可
	华天科技（西安）有限公司	华天科技（南京）有限公司	CN205810788U	普通许可
	华天科技（西安）有限公司	华天科技（南京）有限公司	CN204516750U	普通许可
	西安隆基硅材料股份有限公司	西安隆基晶益半导体材料有限公司	CN203141675U	独占许可
	西安隆基硅材料股份有限	西安隆基晶益半导体材料	CN203002693U	独占

3陕西省集成电路产业发展定位

	公司	有限公司		许可
	西安隆基硅材料股份有限公司	西安隆基晶益半导体材料有限公司	CN202762707U	独占许可
	中国西电集团公司	西电宝鸡电气有限公司	CN205141410U	独占许可
	中国西电集团公司	西安西电电工材料有限责任公司	CN102321422A	独占许可
	中国西电电气股份有限公司	西安西电高压套管有限公司	CN101430954A	独占许可
	中国西电电气股份有限公司西安电瓷研究所有限公司	西安西电高压套管有限公司	CN201113334Y	独占许可
	中国船舶重工集团公司第十二研究所	西安船舶材料成型有限公司	CN101787454A	独占许可
科研院所 向外 许可	西安电子科技大学	扬州扬杰电子科技股份有限公司	CN102130158A	排他许可
	西安航天复合材料研究所	航天动力技术研究院	CN1687291A	独占许可
	西安电子科技大学	扬州扬杰电子科技股份有限公司	CN1959933A	排他许可
	中国航空工业集团公司第六三一研究所	西安翔腾微电子科技有限公司	CN102081689A	独占许可
	西安电子科技大学	联达科技(厦门)有限公司	CN1678086A	独占许可
	西安交通大学	爱普科斯电子(孝感)有限公司	CN100365783C	独占许可
	西安电子科技大学	西安中为光电科技有限公司	CN100451632C	独占许可
	西安交通大学	杭州金塔电力线路器材有限公司	CN1848307A	独占许可
	西北工业大学	扬州腾飞电缆电器材料有限公司	CN102718527A	独占许可
	西安电子科技大学	扬州扬杰电子科技股份有限公司	CN102227000A	独占许可
	西安电子科技大学	扬州扬杰电子科技股份有限公司	CN102194885A	独占许可
	西安电子科技大学	乌兰察布市固名光电科技有限公司	CN101515617A	独占许可
	陕西科技大学	摩根特种陶瓷技术(苏州)有限公司	CN101514473A	独占许可
	西安电子科技大学	西安中为光电科技有限公	CN1896727A	独占

陕西省集成电路产业专利导航

		司		许可
其他	西安恒新自动控制有限公司	西安林瑞达机电科技有限公司	CN201390804Y	独占许可
	符志椿	宝鸡志普有色金属加工有限公司	CN101333676A	独占许可
	西安航空制动科技有限公司	西安天元航空科技有限公司	CN102329980A	独占许可
	宁波伏尔肯机械密封件制造有限公司	鑫垚陶瓷复合材料有限公司	CN102424597A	独占许可

3.3.5.4 企业专利转让以内部流动为主，科研院所专利转让受让方类型多样

转让方面，陕西省集成电路产业转让专利 222 项，下表显示了陕西省专利转让的主要情况。可以看出，陕西省专利的转让方主要为企业和高校，科研院所较少参与对外转让。

西安奕斯伟硅片技术有限公司是转让专利数量最多的创新主体，向西安奕斯伟材料科技有限公司转让部分专利权累计 84 项，转让后共同持有以上专利。无锡隆基硅材料有限公司向隆基绿能科技股份有限公司转让专利 8 项。集团公司内部的专利权转移主要出于企业集团内平稳利用专利权，同时禁止外部竞争对手适用该项专利的目的。

西安电子科技大学是转让专利数量最多的高校，其专利受让方有陕西半导体先导技术中心有限公司、中国工程物理研究院核物理与化学研究所、西安科锐盛创新科技有限公司、西安中电科西电科大雷达技术协同创新研究院有限公司。

校企之间创新成果流动有助于二者达成共赢局面。西安理工大学共向西安奕斯伟设备技术有限公司转让 10 项专利，助力创新成果实现产业化。西安理工大学和西安奕斯伟设备技术有限公司共同研制了国内首台新一代大尺寸集成电路硅片生产设备，打破国外垄断。校企合作强强联手解决了国内 12 寸晶圆主要依靠进口的尴尬局面，让我国在整个芯片产业链“国产化”布局上，再次迈出了关键性一步。

3陕西省集成电路产业发展定位

表 3-27 陕西省集成电路产业专利转让情况（部分）

转让方	受让方	转让数量
西安奕斯伟硅片技术有限公司	西安奕斯伟材料科技有限公司 西安奕斯伟硅片技术有限公司	84
西安电子科技大学	陕西半导体先导技术中心有限公司	23
	西安电子科技大学 中国工程物理研究院核物理与化学研究所	1
	西安科锐盛创新科技有限公司	1
	西安中电科西电科大雷达技术协同创新研究院有限公司	1
西安理工大学	西安理工晶体科技有限公司 西安理工大学	1
	西安芯派电子科技有限公司	2
	西安鑫晶光电科技有限公司	1
	西安奕斯伟材料科技有限公司 西安奕斯伟设备技术有限公司	10
无锡隆基硅材料有限公司	隆基绿能科技股份有限公司	8
西安交通大学	陕西深海融科智能科技有限公司	1
	西安德盟特半导体科技有限公司	3
	西安交通大学 华为技术有限公司	1
	西安交通大学 南方电网科学研究院有限责任公司	1
	西安通鑫半导体辅料有限公司	1
中卫市银阳新能源有限公司	西安维柯亿新能源科技有限公司	5
西北工业大学	西安知微传感技术有限公司	1
	西北工业大学 西安创和通信技术有限公司	1
山东华芯半导体有限公司	西安紫光国芯半导体有限公司	4
瑞科硅公司	陕西有色天宏瑞科硅材料有限责任公司	3
赛富乐斯股份有限公司	西安赛富乐斯半导体科技有限公司	3

3.3.6 小结

（一）优势与机遇

1. 强省会战略加持，陕西集成电路位居全国第六

陕西省集成电路产业专利导航

陕西省作为集成电路研发优势省份，研发创新能力居全国前列。陕西省以 3262 件专利申请量跻身集成电路全国十强，位居第六名。值得肯定的是，在中西部 18 个省份中，陕西省集成电路专利申请量排名第一。当前，陕西省集成电路产业整体创新成果资源已处于国内前列，但与东部沿海省份相比，仍有一定的差距。对比十强省（市），陕西省 98.5% 的专利申请由省会城市西安贡献，专利集中度全国最高。与东部沿海省份（例如江苏、浙江）的多点发展格局不同，陕西省选择“强省会”战略作为省内集成电路产业发展的主导性空间逻辑，集中培育一个能够与全国强市进行竞争的城市，为省内留住人才、资源、为争取政策打下坚实有力的基础。西安市目前已形成以西安高新技术产业开发区、西安国家民用航天产业基地、西安经济技术开发区为核心的产业聚集区，陕西省内 90% 以上的集成电路企业集中于该聚集区，产业集群化发展趋势明显。

2. 特色技术明显，形成自身布局特点

陕西省已形成完整的产业链和创新链，西安电子科技大学在设计、制造、支撑领域均为行业龙头，专利申请量排名第一，紫光国芯在设计领域均有优异表现。天水华天在封测领域排名第一。奕斯伟在支撑领域表现抢眼。

陕西省在设计领域的逻辑器件与微处理器、封测领域的先进封装技术、支撑领域的第三代半导体优势明显，陕西省集成电路整体发展趋势贴合集成电路创新发展方向，形成了自身布局特点。第三代半导体材料更具优势，相关专利申请占比位列国内十强省份（市）第三名，仅次于广东省、山东省。西安电子科技大学郝跃教授成为全国第三代半导体氮化镓外延生长、器件结构以及制造工艺创新的领军人才。

3. 陕西省具备坚实的科教资源，高精尖人才实力强劲

西安电子科技大学在设计、制造、支撑领域均为行业龙头，专利申请量排名全国第四。在集成电路产业十强省（市）中，陕西省关键技术专利发明人数量排名第六，仅次于江苏省、北京市、上海市、广东省、浙江省等东部地区省（市），是我国中西部地区集成电路关键技术人才集聚的大省，依托省内丰富的科教资源

3陕西省集成电路产业发展定位

优势具备坚实的人才基础。陕西省不仅整体人才存量较强，还集聚了国内最顶尖的一批集成电路关键技术人才。从全国百强发明人分布来看，陕西省有 16 位发明人专利申请量进入全国百强之列，与江苏省并列国内产业十强省（市）第一。

（二）不足与短板

1.产业结构失衡，制造领域缺少领军企业

陕西省集成电路产业结构整体上呈现“支撑强，制造弱”的态势。设计方面，陕西省申请量占比高于全球与国内平均水平，但与湖北、北京等设计强省相比，缺乏竞争优势；制造方面，陕西省制造领域人才储备与创新实力明显不足，与国内外相比仍有较大差距；封测方面，陕西省具有一定的人才储备，但创新研发布局相对薄弱，专利申请占比低于全球、国内平均水平，制造与封测是陕西省集成电路产业兼顾发展的重点；支撑方面，陕西省专利申请占比高于国内乃至全球水平，具有竞争优势。陕西省坐拥实力较强的设计、封测与支撑的领军企业，但目前缺少制造领域的领军企业。制造领域的主力军三星西安半导体，因其制造工厂的定位和相对封闭的生态环境，对陕西省集成电路产业的创新贡献效应尚不明显。陕西省制造领域专利申请仅占 5.1%，与制造领域贡献主要产值的产业地位不相匹配。整体来看，陕西省集成电路产业结构仍需进一步优化升级。

2.龙头企业缺位，企业聚集力与创新力还有待提高

陕西省专利更集中于非生产主体的科研机构手中，创新成果多数停留于实验室研究阶段，产业化水平较低。陕西省企业所持专利占比以 41.4%位列全国第十，占比最高的安徽省是陕西省的两倍以上，较低的占比水平也反映了陕西省集成电路企业创新实力不足。陕西省企业数量排名第十，位于全国十强最末；企业专利申请量排名第九，仅高于四川省，陕西省的企业数量与企业专利申请量均不足。从企业的申请量区间分布来看，陕西省与中部省份安徽省、湖北省分布相近，申请量 1~10 件的企业量占比超过了四分之三，超过 50 件的企业不足 5 家，数量众多的小型企业是创新型企业集群的主要组成。陕西省制造领域的主力军三星西安半导体未能像湖北省长江存储、武汉新芯，上海市的华虹集团、中芯国际一样，

陕西省集成电路产业专利导航

以 Foundry 模式提振产业链创新活力，带动区域技术创新。

3.转化运用乏力，省外对省内科教资源争夺激烈

陕西省集成电路科研人才总计 3700 余人，占全区人才数量的 67.5%以上，是集成电路关键技术人才的主体；产业人才共计 1800 余人，占比 32.5%，是产业技术研发的重要参与者。陕西省集成电路关键技术人才目前更多地集中于高校、科研院所，从事基础性研究，而处于生产应用环节的产业人才相对匮乏。科研机构的发明人参与研发全省近六成的集成电路关键技术专利，而企业发明人参与研发创造专利仅三成，较大的差异反映出陕西省内的人才培养与集成电路产业发展的结合仍不够紧密，现有的人才资源优势并未很好地转化为产业优势。

产业基础的匮乏，使得优质科教资源无法在本地转化。西安交通大学是陕西省集成电路产业与企业协同创新最多的科研机构，但合作单位均为省外企业。陕西省科研机构间共协同申请专利 13 项，其中仅 3 项专利与陕西本地机构联合申请，多件专利为西北工业大学、西安交通大学、西安电子科技大学与其在省外设立的科研机构联合申请，省外城市对陕西优质科教资源的抢夺异常激烈。

4陕西省集成电路产业发展路径

4 陕西省集成电路产业发展路径

4.1 一份产业链创新图谱

为助力陕西省推动实施集成电路产业链提升方案，促进点状的产业分布发展成链状的产业联动，进而形成网状的产业集群发展生态，增强产业竞争力。本节将综合考虑企业的产品技术领域、创新产出能力、行业内影响力，从创新角度，分别为集成电路设计业、制造业、封测业与支撑业四个环节遴选出陕西省集成电路产业链的“链主”企业及骨干支撑企业，“链主”为首，骨干支撑企业紧随其后，带动整个产业链的升级和竞争力提升。

“链主”企业的选择依据以下标准：一是聚焦主业，是本产业内的龙头企业；二是不断创新，集聚高端生产要素，完成企业迭代升级与蜕变；三是成为产业集群中心，即在本领域的产业链条内触角可达到各个产业链节点，集合产业链上各个规模企业的生产、供需等环节，形成以“链主”企业为核心的网状产业集群结构；四是多方资源协同，“链主”企业在发展过程中逐步积累政府、资本、市场、人才等各方资源，并具备科学合理运用的能力，在经济发展新阶段可以起到持续带动中小企业不断创新、驱动整个产业转型升级、推动经济高质量发展的作用。

骨干支撑企业的评选则根据知识产权创造、运用等能力，对陕西省集成电路企业的科技创新能力进行精准画像，全方位掌握企业科技创新能力，寻找标杆型、成长型企业、潜力型创新企业，便于政府进行精准的重点支持，加快科技型企业梯度培育。

经梳理、绘制得到的陕西省集成电路产业链创新图谱如下图所示：

陕西省集成电路产业专利导航

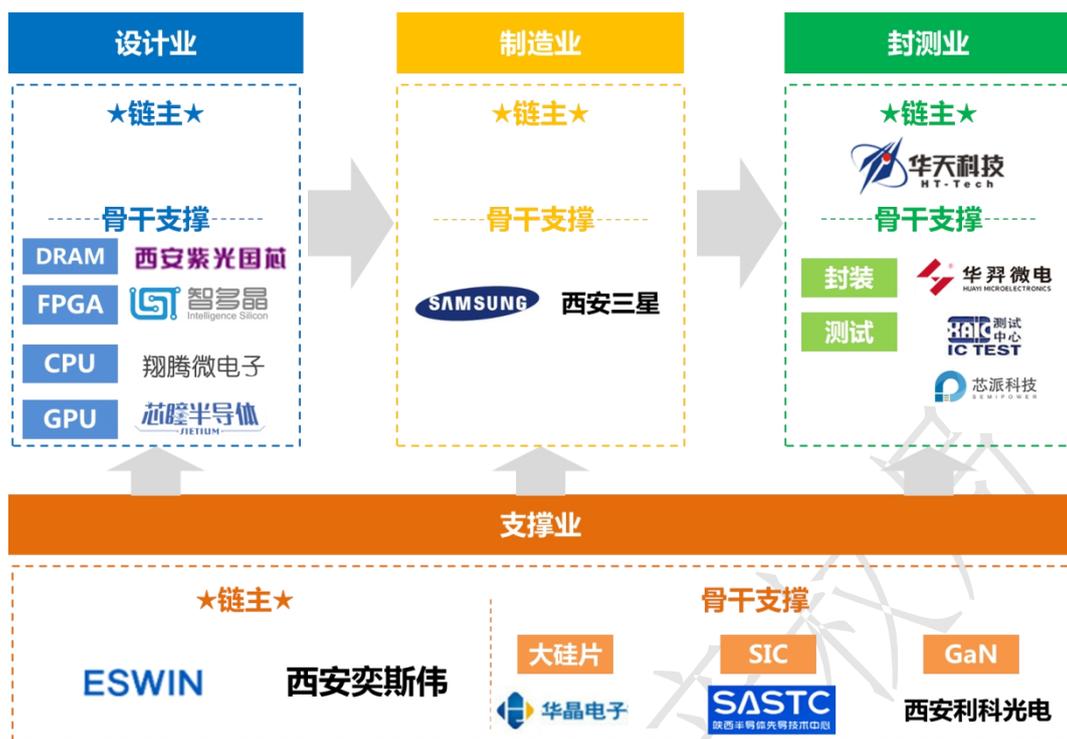


图 4- 1 陕西省集成电路产业链图谱

设计领域，西安紫光国芯技术创新底蕴深厚，集成电路关键技术专利共计 41 件，具有较深厚的技术底蕴。但由于其 Fabless 轻资产的企业定位，在本领域的产业链条内触角较为有限，未能成为产业集群中心，因此适合作为陕西省集成电路设计环节的骨干支撑企业的头部企业。同时，推荐西安智多晶微电子有限公司、西安翔腾微电子科技有限公司、西安万像电子科技有限公司、西安芯瞳半导体技术有限公司、西安格易安创集成电路有限公司为陕西省设计业的骨干支撑企业。

制造领域，陕西省全省仅有 11 家企业申请集成电路制造领域关键技术专利，且绝大多数企业的专利申请量不足 5 件，本地制造领域的企业创新实力薄弱，且均不具备先进晶圆批量生产的能力，均难以承担陕西省集成电路制造领域“链主”企业重任。在陕西省未引入本土集成电路制造领先企业的当前，西安三星可作为陕西省集成电路制造领域的主要抓手。因此，陕西省仍需引进一条国产晶圆生产线，打破本地集成电路制造业发展的僵局。

封测领域，华天科技（西安）有限公司是国内封测龙头企业，其在陕西省的

4陕西省集成电路产业发展路径

产业布局也逐渐完善，已陆续成立华泰集成电路孵化器、华羿微电子（半导体功率器件厂商）和华天慧创（晶圆级集成光学）等企业，与华天西安形成配套协同优势。并持续进行先进封装技术研发，创新储备与创新质量领跑陕西省集成电路封测业。专利数据显示，华天西安集成电路关键技术专利共计 89 件，其中封测领域的关键技术专利 88 件，排名陕西省内封测企业第一。适合作为陕西省集成电路封测环节的“链主”企业。根据封测业关键技术专利数据，结合企业的产业信息，推荐西安西谷微电子有限责任公司、华羿微电子股份有限公司、西安芯派电子科技有限公司为陕西省封测业的骨干支撑企业。

支撑领域，西安奕斯伟材料科技有限公司集成电路关键技术专利共计 220 件，其中支撑领域的关键技术专利 210 件，排名陕西省内支撑企业第一。有效专利 67 件，占比 31.9%，在审专利 138 件，占比 65.7%，是近年来创新极为活跃的支撑领域企业。其核心产品 12 英寸硅单晶抛光片和外延片填补了陕西省内大硅片制造的空白，对陕西省集成电路产业发展具有重要的战略性支撑作用，适合作为支撑环节的“链主”企业。根据支撑业关键技术专利数据，结合企业的产业信息，推荐西安利科光电科技有限公司、陕西半导体先导技术中心有限公司、西安华晶电子技术股份有限公司为陕西省支撑业的骨干支撑企业。

4.1.1 设计业

（一）骨干支撑头部企业：西安紫光国芯

西安紫光国芯半导体有限公司（简称西安紫光国芯）是国内集成电路产业龙头紫光集团的下属控股企业，掌握存储器件和集成电路核心设计与测试技术，主要提供 DRAM 存储芯片、DRAM 模组以及 SoC 芯片设计等产品与服务，公司年营收达到 20 余亿元，是陕西省内目前规模最大的存储器件设计企业，适合作为陕西省集成电路设计环节骨干支撑企业的头部企业。

陕西省集成电路产业专利导航

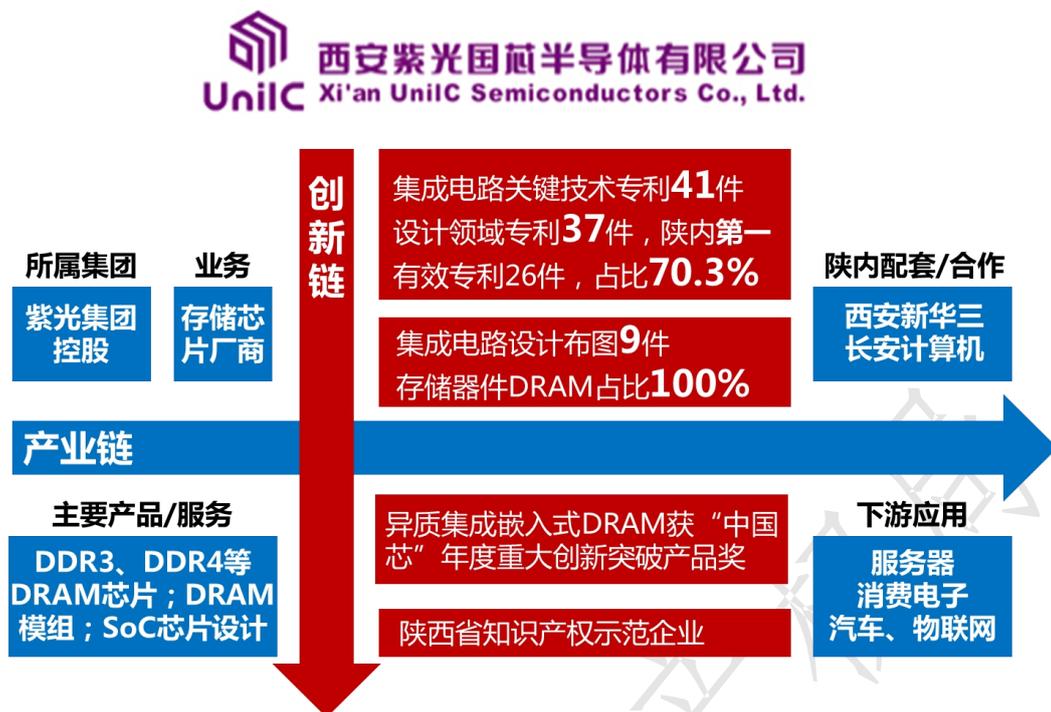


图 4- 2 西安紫光国芯产业链、创新链“链主”优势

产业链层面，西安紫光国芯专攻 DRAM 存储芯片设计，依托高品质利基型产品拓展下游应用领域。作为紫光集团 DRAM 事业的核心企业，西安紫光国芯的前身可追溯至成立于 2004 年的德国英飞凌西安研发中心的存储事业部，经浪潮集团收购转制成为国内公司后，西安紫光国芯于 2015 年、2017 年被紫光国微收购分步置入上市体内，成为紫光国微的全资子公司。2018 年，随着紫光集团在存储器领域的总体战略布局调整，西安紫光国芯以股权交易的方式，被纳入紫光集团新成立的北京紫光存储科技有限公司（简称北京紫光存储），专攻 DRAM 业务板块。西安紫光国芯可提供包括 SDR、DDR、DDR2、DDR3、DDR4 及 SO-DIMM、U-DIMM、R-DIMM、NV-DIMM 在内的全系列、全种类的标准 DRAM 产品组合，产品形态覆盖 KGD、颗粒及内存模组，打造了高品质利基型 DRAM 存储器完整解决方案，通过与下游配套厂商协作，不断拓展应用领域。例如，新华三在 H3C UniServer R4900G3 和 H3C UniServer R4700G3 两款服务器中率先引入西安紫光国芯的最新量产的 DDR4 模组，凭借 DDR4 模组更高的带宽、更低的功耗和更高的可靠性，为企业和云服务提供商的数据库、大数据、交易系统等高密工作负载提供稳定、高速的支撑。随着 AI、物联网、智能汽车等新技术的

4陕西省集成电路产业发展路径

创新驱动，西安紫光国芯的 DRAM 芯片与模组的应用场景将不断丰富。

创新链层面，西安紫光国芯技术创新底蕴深厚，不断深耕 DRAM 领域推出创新产品。专利数据显示，西安紫光国芯集成电路关键技术专利共计 41 件，其中设计领域的关键技术专利共 37 件，排名陕西省内设计企业第一，有效专利 26 件，占比高达 70.3%，远高于西安智多晶微电子有限公司、西安翔腾微电子科技有限公司等陕西省排名前列的设计企业，具有深厚的技术底蕴。

表 4-1 陕西省集成电路设计业关键技术专利 TOP10 企业

申请人	申请量	有效占比	在审占比
西安紫光国芯半导体有限公司	37	70.3%	10.8%
西安智多晶微电子有限公司	24	37.5%	62.5%
西安翔腾微电子科技有限公司	16	6.3%	93.8%
西安万像电子科技有限公司	13	0.0%	100.0%
西安芯瞳半导体技术有限公司	11	18.2%	81.8%
中国西电电气股份有限公司	4	75.0%	25.0%
西安晶捷电子技术有限公司	4	0.0%	0.0%
西安朗普达通信科技有限公司	3	0.0%	100.0%
西安芯海微电子科技有限公司	3	33.3%	66.7%
西安格易安创集成电路有限公司	3	66.7%	33.3%

具体到设计领域的技术分支，西安紫光国芯专利技术主要分布于软件设计与存储器件领域，与企业主营业务相匹配。其中，软件设计专利 12 件，存储器件专利 24 件，均为领域内的创新领导者。2021 年 12 月，西安紫光国芯推出异质集成嵌入式 DRAM (SeDRAM) 成功地实现了 DRAM 晶圆和 SoC 晶圆的异质集成，提供了业界领先的超大带宽、超大容量和超低功耗的嵌入式 DRAM 的解决方案，并获得“中国芯”年度重大创新突破产品奖。在同月举办的 MTS 2022 存储产业趋势峰会上，西安紫光国芯展出试产阶段的服务器模组产品 DDR5，可应用于云和大数据等行业，受到行业关注。

陕西省集成电路产业专利导航

表 4-2 陕西省集成电路设计业企业关键技术专利三级技术分支分布

申请人	1-1 软件设计	1-2 逻辑器件	1-3 微处理器	1-4 存储器件
西安紫光国芯半导体有限公司	12	0	1	24
西安智多晶微电子有限公司	1	22	1	0
西安翔腾微电子科技有限公司	0	1	15	0
西安万像电子科技有限公司	0	0	13	0
西安芯瞳半导体技术有限公司	0	0	11	0
中国西电电气股份有限公司	3	2	0	0
西安晶捷电子技术有限公司	4	0	0	0
西安朗普达通信科技有限公司	3	0	0	0
西安芯海微电子科技有限公司	2	0	1	0
西安格易安创集成电路有限公司	0	0	0	3

(二) 骨干支撑企业

根据设计业关键技术专利数据，结合企业的产业信息，推荐西安智多晶微电子有限公司、西安翔腾微电子科技有限公司、西安万像电子科技有限公司、西安芯瞳半导体技术有限公司、西安格易安创集成电路有限公司为陕西省设计业的骨干支撑企业。

西安智多晶微电子有限公司，成立于 2012 年，总部位于西安软件园，于北京设立有 EDA 软件研究中心，公司专注可编程逻辑电路器件技术的研发，并为系统制造商提供高集成度的可编程逻辑器件、可编程逻辑器件 IP 核、相关软件设计工具以及系统解决方案。目前，智多晶微电子已实现 55nm、40nm 工艺中密度 FPGA 的量产，并针对性推出了内嵌 Flash、SDRAM 等集成化方案产品。专利创新方面，智多晶微电子申请集成电路设计关键技术专利 24 件，有效专利占比 37.5%，在审专利占比 62.5%，22 件专利集中于逻辑器件领域，是以 FPGA 为主的逻辑器件骨干支撑企业。

西安翔腾微电子科技有限公司，成立于 2004 年，是西安航空计算技术研究所全资子公司，主要从事航空专用集成电路设计，目前具备年设计 SoC 产品两片，航空 ASIC 电路一片，专用模拟电路一片，MCM 一片的研发能力；具备千万门级数字电路和 2Gbit/s 高速射频集成电路设计能力；构建了以低功耗、嵌入式微处理器为平台，面向高可靠网络、航空多媒体和其他用户定制为主的系列

4陕西省集成电路产业发展路径

SoC 研发体系。翔腾微电子申请集成电路设计关键技术专利 16 件，在审专利占比 93.8%，近年来创新活跃度较高，其中 15 件专利集中于微处理器领域，是以 CPU 为主的微处理器骨干支撑企业。

西安万像电子科技有限公司，成立于 2014 年，位于西安市高新区，主要从事安全图形图像处理及传输控制协议的软硬件研发，公司核心产品为自主研发的计算机图像传输协议 vGTP，并在 vGTP 协议逐渐成熟的基础上规划了板级、芯片级、SDK 软件包等图像传输系列产品。万像电子的核心技术包括 vGTP 与 SD-GPU 技术，其中 SD-GPU 是软件定义图像处理器技术，用于在零性能损失的情况下，对于物理 GPU 进行 IP 资源池化管控和弹性伸缩配置使用。万像电子申请集成电路设计关键技术专利 13 件，均为在审专利申请，且集中于微处理器领域，是以 GPU 为主的微处理器骨干支撑企业。

西安芯瞳半导体技术有限公司，成立于 2019 年，位于西安市高新区，是一家处于初创期的 GPU 芯片设计企业，公司核心产品为 2020 年自主研发的第一代 GPU 芯片——GenBu01，GPU 架构采用了业界主流的统一渲染架构，并具有高度可扩展的互联结构和计算阵列，目前已完成与国产 CPU 和主流操作系统的适配工作，可应用于嵌入式计算及设备、办公电脑和工控显示设备等应用场景。在专利申请方面，芯瞳半导体申请集成电路设计关键技术专利 11 件，在审专利占比达到 81.8%，均为微处理器领域专利，是陕西省以 GPU 为主的微处理器骨干支撑企业。

西安格易安创集成电路有限公司，成立于 2017 年，经营范围包含：电子产品、计算机软硬件、计算机系统集成、电信设备、手持移动终端的研发、销售；集成电路的技术开发、技术咨询、技术服务、技术转让，是北京兆易创新科技股份有限公司的全资子公司。

此外，集成电路版图设计作为领域内具备独创性的知识产权，尽管其申请难度易于专利，但也能反映企业的在设计领域的创新实力。根据 2018 年以来国内集成电路版图设计数据进行统计，陕西省版图设计量排名前十五的企业如下表所

陕西省集成电路产业专利导航

示。其中，龙腾半导体股份有限公司（西安龙威半导体有限公司、西安龙飞电气技术有限公司均为龙腾半导体股份有限公司的全资控股子公司）、西安拓尔微电子有限责任公司、西安恩狄集成电路有限公司、西安鼎芯微电子有限公司均可作为陕西省集成电路骨干支撑设计企业。

表 4-3 2018 年以来陕西省集成电路布图设计 TOP15 企业

设计权利人	设计量
龙腾半导体股份有限公司	54
西安龙威半导体有限公司	30
西安拓尔微电子有限责任公司	28
西安龙飞电气技术有限公司	26
西安恩狄集成电路有限公司	17
西安鼎芯微电子有限公司	16
天健九方（西安）毫米波设计研究院有限公司	13
西安博瑞集信电子科技有限公司	12
昌芯（西安）集成电路科技有限责任公司	10
西安稳先半导体科技有限责任公司	10
西安紫光国芯半导体有限公司	9
陕西亚成微电子股份有限公司	9
陕西航晶微电子有限公司	5
西安翔腾微电子科技有限公司	5
西安卫光科技有限公司	5

4.1.2 制造业

专利数据显示，陕西省全省仅有 11 家企业申请集成电路制造领域关键技术专利，且绝大多数企业的专利申请量不足 5 件，本地制造领域的企业创新实力薄弱，且均不具备先进晶圆批量生产的能力，难以承担陕西省集成电路制造领域“链

4陕西省集成电路产业发展路径

主”企业重任。

三星（中国）半导体有限公司（简称西安三星）作为陕西省引进的规模最大的集成电路制造企业，是国际半导体龙头韩国三星于国内最大的存储芯片制造基地，集存储芯片生产、封装、测试于一体，其生产的 10 纳米级 NAND 闪存芯片代表着世界最高端的技术水平。在陕西省未引入本土集成电路制造领先企业的当前，西安三星可作为陕西省集成电路制造领域的主要抓手。

目前，西安三星一期项目月产能约 12 万片，二期项目月产能约 13 万片，合计占三星 NAND Flash 总产能的 42.3%。西安三星的落户给陕西省集成电路产业发展注入了巨大的动能。据报道，随着三星项目的推进，西安市先后吸引 160 家配套企业落户高新区，直接或间接增加万余就业岗位。但值得注意的是，西安三星作为外资企业具有很强的封闭性，其对人才的吸引作用有限，对产业上下游的创新溢出效应不显著。同时，三星本身 IDM 的企业经营模式也决定了本土配套企业难于与其合作。因此，陕西省仍需引进一条国产品圆生产线，打破本地集成电路制造业发展的僵局。

表 4-4 陕西省集成电路制造业关键技术专利 TOP10 企业

申请人	申请量	有效占比	在审占比
龙腾半导体股份有限公司	12	50.0%	8.3%
西安科锐盛创新科技有限公司	5	60.0%	0.0%
陕西半导体先导技术中心有限公司	3	100.0%	0.0%
西安神光皓瑞光电科技有限公司	2	50.0%	0.0%
西安宜升光电科技有限公司	2	100.0%	0.0%
西安中电科西电科大雷达技术协同创新研究院有限公司	1	100.0%	0.0%
西安神光安瑞光电科技有限公司	1	0.0%	0.0%
西安中车永电电气有限公司	1	100.0%	0.0%
国家电投集团西安太阳能电力有限公司	1	0.0%	100.0%
彩虹集团新能源股份有限公司	1	0.0%	0.0%

4.1.3 封测业

（一）“链主”企业：华天西安

陕西省集成电路产业专利导航

华天科技（西安）有限公司（简称华天西安）是国内封测龙头企业，其在陕西省的产业布局也逐渐完善，已陆续成立华泰集成电路孵化器、华羿微电子（半导体功率器件厂商）和华天慧创（晶圆级集成光学）等企业，与华天西安形成配套协同优势。并持续进行先进封装技术研发，创新储备与创新质量领跑陕西省集成电路封测业。专利数据显示，华天西安集成电路关键技术专利共计 89 件，其中封测领域的关键技术专利 88 件，排名陕西省内封测企业第一。适合作为陕西省集成电路封测环节的“链主”企业。

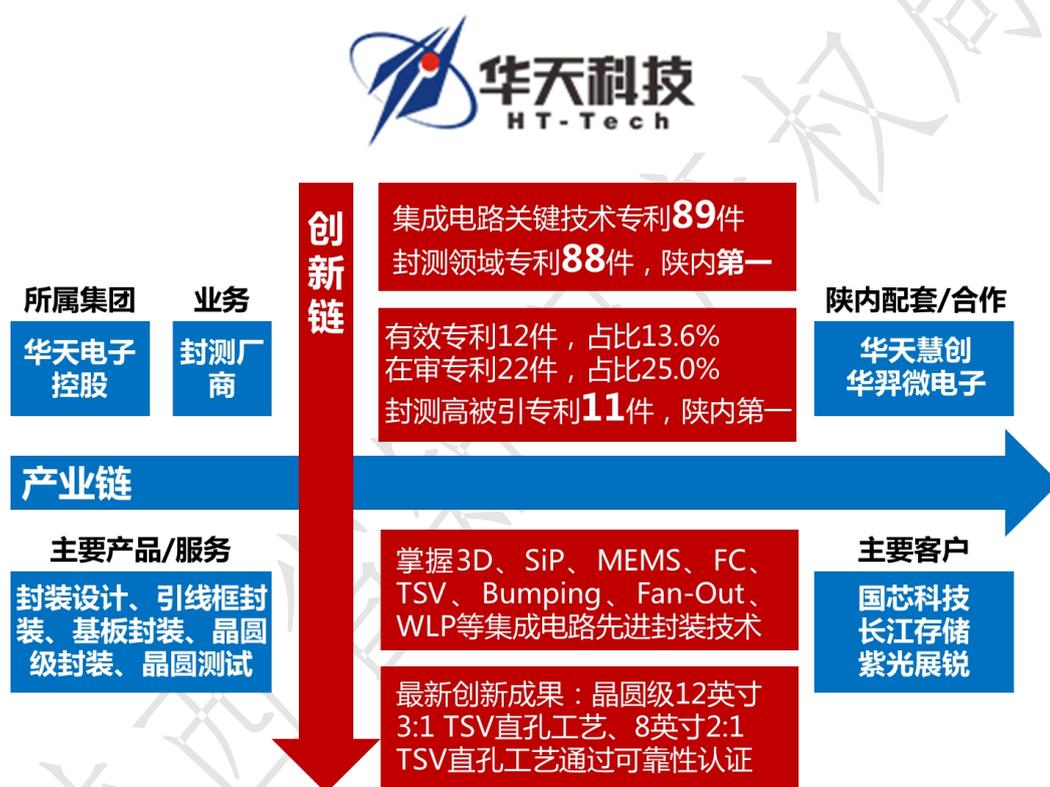


图 4- 3 华天科技（西安）产业链、创新链“链主”优势

产业链层面，华天西安是华天电子集团于西部地区的产业布局核心，具有突出的规模生产与配套协同优势。2008 年，华天电子集团注资 15.4 亿元，于西安国家级经济技术开发区成立华天科技（西安）有限公司，是华天电子除本部外投资规模最大的封测生产工厂，属于集团西部地区事业群的核心。经过多年的发展，华天西安具有封装测试 23 亿块 TSSOP、QFN、DFN、BGA、FC 等系列集成电路的能力和 1 万片/月的 CP 测试生产能力。2017 年，华天电子集团与西安经开

4陕西省集成电路产业发展路径

区签订电力电子产业化及其他集成电路项目入区协议，计划总投资 58 亿元进行扩产。其中，一期项目投资 13.8 亿元，用于 FCLGA、射频集成电路封装扩大规模，达产后可形成年封装 36 亿只的生产能力；二期项目投资 8.4 亿元，用于对高可靠高密度集成电路封装和多芯片超薄扁平无引脚集成电路封装测试进行技术改造，达产后可新增年封装 18 亿只生产能力。在持续扩大华天西安产能的同时，华天电子在陕西省的产业布局也逐渐完善，已陆续成立华泰集成电路孵化器、华羿微电子（半导体功率器件厂商）和华天慧创（晶圆级集成光学）等企业，与华天西安形成配套协同优势。

创新链层面，华天西安持续进行先进封装技术研发，创新储备与创新质量领跑陕西省集成电路封测业。专利数据显示，华天西安集成电路关键技术专利共计 89 件，其中封测领域的关键技术专利 88 件，排名陕西省内封测企业第一，有效专利 12 件，占比 13.6%，在审专利 22 件，占比 25.0%，相比于陕西省内其他封测企业，专利质量较高，高被引专利 11 件，位居陕西省内封测企业第一。作为国家高新技术企业，华天西安紧跟封装技术创新方向，通过技术攻关逐步掌握 3D、SiP、MEMS、FC、TSV、Bumping、Fan-Out、WLP、Memory 等新型高密度集成电路封装技术。2020 年，华天西安持续进行先进封装技术的研发布局和投入，晶圆级 12 英寸 3:1 TSV 直孔工艺、8 英寸 2:1 TSV 直孔工艺通过可靠性认证。基于 Memory PiP 技术的封装产品量产，3D-NAND 16 叠层 SSD 产品、基于 Hybrid (FC+WB) 技术的 UFS 产品、NAND 和 DRAM 合封的 MCP 产品、Micro SD 卡产品等存储类产品通过可靠性认证，具备量产条件。基于 FC 封装技术的 DDR4 通过认证。此外，华天西安在国内率先实现了 AI、5G 手机基带、射频功放、5G 基站芯片和 7nm 晶圆封装工艺等封装产品的规模量产能力，是全国第一家 5G 手机 PA 集成电路量产封测厂，已完成框架类 5G 基站砷化镓多芯片+电容芯片混合封装 PA 产品开发，5G 手机射频高速 SiP 封装产品已量产。

陕西省集成电路产业专利导航

表 4-5 陕西省集成电路封测业关键技术专利 TOP10 企业

申请人	申请量	有效占比	在审占比
华天科技(西安)有限公司	88	13.6%	25.0%
西安奕斯伟材料科技有限公司	15	26.7%	73.3%
西安科锐盛创新科技有限公司	14	28.6%	0.0%
西安智多晶微电子有限公司	9	33.3%	55.6%
西安西谷微电子有限责任公司	7	85.7%	14.3%
华羿微电子股份有限公司	6	50.0%	50.0%
西安中车永电电气有限公司	5	20.0%	20.0%
西安芯派电子科技有限公司	5	80.0%	0.0%
陕西众森电能科技有限公司	4	50.0%	0.0%
西安紫光国芯半导体有限公司	4	50.0%	50.0%

（二）骨干支撑企业

根据封测业关键技术专利数据，结合企业的产业信息，推荐西安西谷微电子有限责任公司、华羿微电子股份有限公司、西安芯派电子科技有限公司为陕西省封测业的骨干支撑企业。

西安西谷微电子有限责任公司，成立于 2000 年，位于西安市高新区，是一家独立的第三方电子元器件检验检测机构，拥有实验场地 3500 平方米，各种专业检验检测仪器设备 220 余台套，可为微处理器、可编程逻辑器件、存储器、通用数字电路、通用模拟器件、半导体分立器件等提供外观目检、高温贮存、三温测试、温度循环、检漏、噪声检测、随机振动、扫频振动、恒定加速度、高温老炼、高低温运行、DPA 等检测分析。西谷微电子持有集成电路封测领域关键技术专利 7 件，其中有效专利占比 85.7%，主要集中于测试领域，是以测试为主的骨干支撑企业。

华羿微电子股份有限公司，成立于 2017 年，位于西安经开区，是华天电子集团控股的专业从事半导体功率器件设计、封测和销售的企业，自主产品主要分为沟槽型功率 MOSFET 和屏蔽栅沟槽型功率 MOSFET 等系列；封测产品主要有 TO-220、TO-220F、TO-262、TO-263、PPAK、DPAK、IPAK、TO-3P、TO-247、TO-264、IPM 等 11 大系列，共计约 60 余种封装外形，产品可广泛应用于电动车、汽车电子、5G 基站、电动工具、储能、消费电子等领域，特别是在电机驱

4陕西省集成电路产业发展路径

动、电池储能领域拥有较高的市场占有率。华羿微电子共有集成电路封测领域关键技术专利 6 件，主要涉及 MOSFET 功率半导体的封装结构，是以封装为主的骨干支撑企业。

西安芯派电子科技有限公司，成立于 2008 年，总部位于西安高新区环普科技产业园，是一家宽禁带半导体器件研发、制造与测试企业，主要产品包含中大功率场效应管、绝缘栅双极型晶体管、二极管、桥堆以及电源管理 IC 等。芯派电子的测试业务主要由下属测试应用中心承担，拥有仪器设备 300 余台，目前具备功率 MOSFET、二极管、三极管及 IGBT 等单管和模块的全面检测能力，包含 Si/SiC/GaN 器件及模块的动静态参数、热特性、高低温性能、结电容等参数测试能力。芯派电子共有集成电路封测领域关键技术专利 5 件，有效专利占比达到 80%，主要涉及功率器件的检测，是以测试为主的骨干支撑企业。

4.1.4 支撑业

（一）“链主”企业：西安奕斯伟

西安奕斯伟材料科技有限公司（简称西安奕斯伟）集成电路关键技术专利共计 220 件，其中支撑领域的关键技术专利 210 件，排名陕西省内支撑企业第一。有效专利 67 件，占比 31.9%，在审专利 138 件，占比 65.7%，是近年来创新极为活跃的支撑领域企业。其核心产品 12 英寸硅单晶抛光片和外延片填补了陕西省内大硅片制造的空白，对陕西省集成电路产业发展具有重要的战略性支撑作用，适合作为支撑环节的“链主”企业。

陕西省集成电路产业专利导航

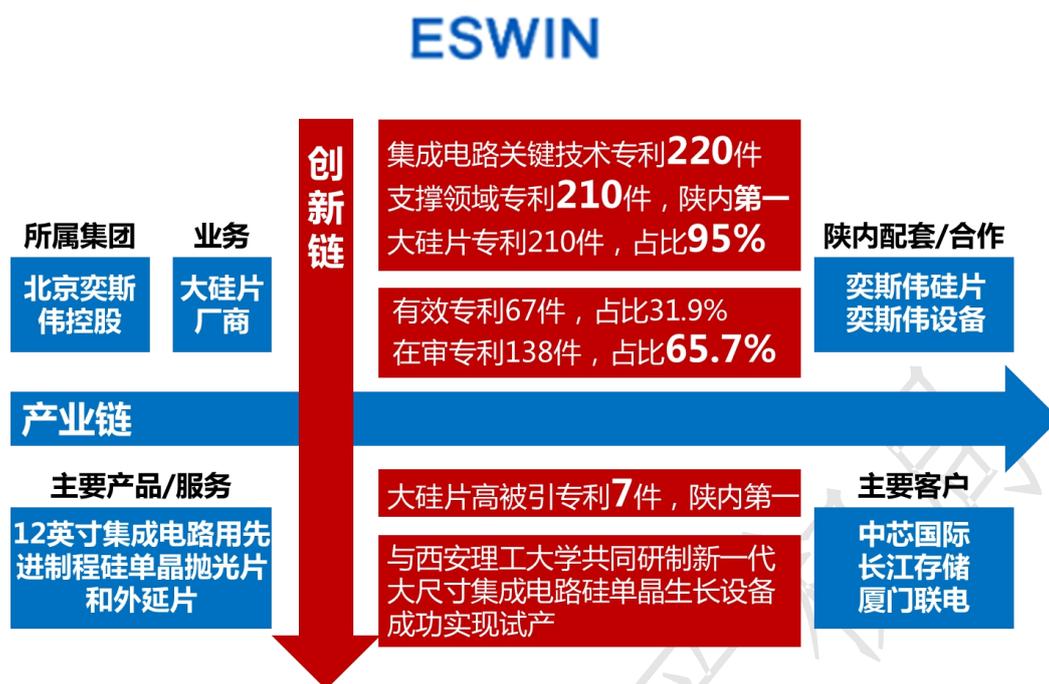


图 4- 4 西安奕斯伟产业链、创新链“链主”优势

产业链层面，西安奕斯伟硅产业基地项目顺利推进，12英寸大硅片产能蓄势待发。2017年，北京奕斯伟公司与西安高新区、北京芯动能公司三方共同签署了硅产业基地项目投资合作意向书，计划总投资超过100亿元建成陕西省内首条12英寸大硅片生产线。为推进项目落地，北京奕斯伟成立西安奕斯伟材料科技有限公司，并下设配套企业西安奕斯伟硅片技术有限公司与西安奕斯伟设备技术有限公司，分别负责硅片生产与设备研发。2019年1月，西安奕斯伟硅产业基地项目正式封顶，计划第一阶段产能达5万片/月生产规模。2020年，西安奕斯伟实现首台工艺设备搬入，并开始进行测试片批量试生产，中芯国际、长江存储、厦门联电等客户正在持续认证中。2021年，西安奕斯伟完成B轮融资，融资金额超30亿人民币，中信证券投资、金石投资联合领投，中网投、陕西民营基金、毅达资本、众为资本、国寿股权等机构跟投，老股东芯动能、三行资本追加投资，光源资本担任独家财务顾问。奕斯伟材料此次融资将用于扩大产能。

创新链层面，西安奕斯伟大硅片技术创新实力领跑陕西省内，研发创新表现活跃。专利数据显示，西安奕斯伟集成电路关键技术专利共计220件，其中支撑

4陕西省集成电路产业发展路径

领域的关键技术专利 210 件，排名陕西省内支撑企业第一，专利申请量远高于排名第二的隆基绿能科技股份有限公司，有效专利 67 件，占比 31.9%，在审专利 138 件，占比 65.7%，是近年来创新极为活跃的支撑领域企业。

表 4-6 陕西省集成电路支撑业关键技术专利 TOP10 企业

申请人	申请量	有效占比	在审占比
西安奕斯伟材料科技有限公司	210	31.9%	65.7%
隆基绿能科技股份有限公司	82	63.4%	22.0%
西安智盛锐芯半导体科技有限公司	38	21.1%	21.1%
西安创联新能源设备有限公司	27	63.0%	7.4%
西安利科光电科技有限公司	25	20.0%	0.0%
陕西半导体先导技术中心有限公司	25	88.0%	12.0%
西安华晶电子技术股份有限公司	24	50.0%	0.0%
西安明科微电子材料有限公司	17	52.9%	23.5%
陕西西京电子科技有限公司	13	53.8%	0.0%
西安赛富乐斯半导体科技有限公司	12	25.0%	58.3%

具体到支撑领域的技术分支，与主营业务相一致，西安奕斯伟的专利均为大硅片技术领域，且位居陕西省该领域内第一。从高被引专利数量来看，西安奕斯伟有 7 件大硅片专利的同族被引用次数超过 5 次。值得注意的是，其中的 6 件专利均受让于西安理工大学。根据公开报道，西安奕斯伟与西安理工大学共同研制的新一代大尺寸集成电路硅片生产设备已于 2020 年试产成功，可以生产长度为 2.1 米，直径 300mm 的单晶硅棒。通过校企合作，西安奕斯伟为攻克国产大硅片技术难题迈出了关键性一步。

陕西省集成电路产业专利导航

表 4-7 陕西省集成电路支撑业企业关键技术专利三级技术分支分布

申请人	4-1大硅片	4-2第三代半导体材料
西安奕斯伟材料科技有限公司	210	0
隆基绿能科技股份有限公司	79	3
西安智盛锐芯半导体科技有限公司	0	38
西安创联新能源设备有限公司	27	0
西安利科光电科技有限公司	0	25
陕西半导体先导技术中心有限公司	0	25
西安华晶电子技术股份有限公司	24	0
西安明科微电子材料有限公司	0	17
陕西西京电子科技有限公司	13	0
西安赛富乐斯半导体科技有限公司	0	12

（二）骨干支撑企业

根据支撑业关键技术专利数据，结合企业的产业信息，推荐西安利科光电科技有限公司、陕西半导体先导技术中心有限公司、西安华晶电子技术股份有限公司为陕西省支撑业的骨干支撑企业。

西安利科光电科技有限公司，成立于 2010 年，位于西安国家民用航天产业基地，是一家专业致力于 LED 衬底材料研发与制造的中外合资企业。公司产品方向为蓝宝石衬底及图形化衬底材料，业务涵盖从晶体生长到切、磨、抛及图形化衬底加工的整个过程，已经具备月产能 10 万片的生产加工能力。利科光电共有集成电路支撑领域关键技术专利 25 件，专利有效占比 25%，均集中于第三代半导体材料领域，主要涉及 GaN 基 LED 的外延生长，是以 GaN 材料为主的第三代半导体材料骨干支撑企业。

陕西半导体先导技术中心有限公司，成立于 2017 年，位于西安高新区，由西安电子科技大学、中国西电集团公司、西安高新区管委会三方共同组建，主要致力于先进半导体器件和第三代半导体研发，服务于中国先进半导体的技术创新和成果转化。公司的技术方向包括碳化硅产品技术（SiC JBS、SiC SBD、SiC MOSFET 等产品设计与关键工艺）、先进硅器件技术（先进硅功率器件、电源管理芯片、高密度、多结构的立体集成技术研究）以及超宽禁带半导体技术（氧

4陕西省集成电路产业发展路径

化镓、金刚石半导体、石墨烯、AlN 等化合物半导体、化合物集成电路等创新性科研成果的转化)。2021 年, 陕西半导体先导技术中心的 GaN 工艺线已开始筹备建设。目前, 公司共有集成电路支撑领域关键技术专利 25 件, 有效专利占比高达 88%, 均集中于第三代半导体材料领域, 主要涉及基于 SiC 材料的第三代半导体功率器件, 是以 SiC 材料为主的第三代半导体材料骨干支撑企业。

4.2 一张产业链招商清单

从企业结构来看, 陕西省目前缺少制造领域创新领军企业, 设计领域领军企业需进一步强化, 同时对于软件设计、存储器件、光刻技术、刻蚀技术等关键技术, 与国内主要城市相比专利申请占比呈明显的弱势。因此, 建议陕西省聚焦产业链“短链”“细链”, 立足补链、强链, 通过招商引资促进企业集聚, 科学、系统地布局集成电路全产业链。本小节以集成电路存在短板的设计、制造、支撑领域为例, 通过对国内优质企业进行精准定位, 助力陕西省加快引进一批辐射带动强的优质企业。

对于推荐的企业, 分为龙头企业、骨干企业和潜力企业三种类型。龙头企业是指在产业领域内专利申请总量最高、有效专利多、企业规模及行业影响力高居产业前列的企业; 骨干企业是次于龙头企业, 专利申请量与有效专利数量处于产业中游, 对行业有较大影响力的企业; 潜力企业是规模较小, 进入产业较晚, 但近年来创新活跃度突出, 有大量在审专利的企业。

4.2.1 设计领域

陕西省集成电路设计领域专利申请占比高于全球与国内平均水平, 但软件设计、存储器件等关键技术, 与国内主要城市相比专利申请占比呈明显的弱势。受中美贸易战影响, NEC、IBM、东芝、三星、英特尔、格罗方德、美光科技等国际领先企业的招引变得愈加困难。考虑到技术引进的可行性, 重点推荐中国台湾及大陆其他省份设计领域的企业。

陕西省集成电路产业专利导航



图 4-5 设计领域企业推荐名单

1. 龙头企业

综合考虑专利数据和国家大基金投资布局，为陕西省重点推荐软件设计、存储器件等弱势领域可招引的龙头企业，以下为国内推荐引进或合作的设计领域龙头企业名单。

表 4-8 国内（除陕西省）推荐引进/合作的设计领域龙头企业名单

序号	推荐龙头企业	所属省份	1-1 软件设计	1-3 微处理器	1-4 存储器件
1	中国台湾-威盛电子	台湾省	√	√	
2	瑞昱半导体股份有限公司	台湾省	√		
3	中国-华大九天	北京市	√		
4	景嘉微	湖南省		√	

威盛电子股份有限公司（VIA Technologies），是台湾地区的集成电路设计公司，主要生产主机板的芯片组、中央处理器（CPU）、以及内存。它是世界上最大的独立主机板芯片组设计公司。作为一个无晶圆厂半导体厂商（fabless），VIA 主要在研究与发展他的芯片组，然后将晶圆制造外包给晶圆厂进行。1996年，VIA 在 en:PC Common Architecture 标准集团扮演主要的角色，推动从 ISA 汇

4陕西省集成电路产业发展路径

流排转换到 PCI 汇流排的转换。在 1999 年 VIA 并购 Cyrix（国家半导体的一个部门）以及 Centaur, 开始他进入微处理器的市场。VIA 也是 VIA C3 和 VIA C7 处理器以及 EPIA 平台的生产者。2000 年, 成功地掠取一半的晶片组市占率, 以 629 元的天价荣登股王, 缔造了 1258 亿元台币的市值。2001 年, 威盛订出的迦南计划 (Project Canaan), 兵分四路, 进军光储存晶片、绘图晶片、CPU 与网路晶片, 并且收购了 S3 Graphics 的图形部门。2005 年 2 月, VIA 庆祝生产第一亿个 AMD 晶片组。

长沙景嘉微电子股份有限公司成立于 2006 年 4 月, 是典型的以研发、生产为主的技术型公司, 是国产 GPU 的领军企业。景嘉微拥有经验丰富的集成电路设计团队, 2014 年 4 月, 成功研发出国内首款国产高可靠、低功耗 GPU 芯片 -JM5400, 具有完全自主知识产权, 打破了国外产品长期垄断我国 GPU 市场的局面, 在多个国家重点项目中得到了成功的应用; 2018 年 8 月, 公司自主研发的新一代高性能、高可靠 GPU 芯片 -JM7200 流片成功, 将国产 GPU 的技术发展提高到新的水平, 可为各类信息系统提供强大的显示能力; 2019 年, 公司在 JM7200 基础上, 推出了商用版本 -JM7201, 满足桌面系统高性能显示需求, 并全面支持国产 CPU 和国产操作系统, 推动国产计算机的生态构建和进一步完善。

2. 骨干企业

除专利数据外, 集成电路布图设计作为领域内具备独创性的知识产权, 也能够反映企业在设计领域的创新实力。因此, 综合考虑专利数据和集成电路布图设计数据, 为陕西省筛选了集成电路设计领域中, 专利数量与布图设计数量处于产业中游, 对行业有较大影响力的骨干企业, 以下为国内推荐引进或合作的设计领域骨干企业名单。

表 4-9 国内 (除陕西省) 推荐引进/合作的设计领域骨干企业名单

序号	推荐骨干企业	所属省份	1-1 软件设计	1-2 逻辑器件	1-3 微处理器	1-4 存储器件
1	上海韦尔半导体股份有限公司	上海市		√		

陕西省集成电路产业专利导航

2	上海壁仞智能科技有限公司	上海市			√
3	上海兆芯集成电路有限公司	上海市			√
4	广东高云半导体科技股份有限公司	广东省		√	
5	上海晶丰明源半导体股份有限公司	上海市	√		
6	上海贝岭股份有限公司	上海市			√
7	江苏国芯科技有限公司	江苏省			√
8	北京时代民芯科技有限公司	北京市	√	√	
9	深圳市美浦森半导体有限公司	广东省	√		√
10	无锡中微亿芯有限公司	安徽省		√	√

上海壁仞智能科技有限公司创立于2019年，团队由国内外芯片和云计算领域核心专业人员、研发人员组成，在GPU、DSA（专用加速器）和计算机体系结构等领域具有深厚的技术积累和独到的行业洞见。壁仞科技致力于开发原创性的通用计算体系，建立高效的软硬件平台，同时在智能计算领域提供一体化的解决方案。从发展路径上，壁仞科技将首先聚焦云端通用智能计算，逐步在人工智能训练和推理、图形渲染等多个领域赶超现有解决方案，实现国产高端通用智能计算芯片的突破。

2021年，壁仞科技的首款高端通用GPU芯片顺利交付流片，实现了中国高端通用芯片的算力新突破。壁仞科技的首款通用GPU芯片具有高算力、高通用性、高能效三大优势，采用先进的7纳米制程工艺，完全依托自主原创的芯片架构，集合了诸多业界最新的芯片设计、制造与封装技术，可广泛应用于智慧城市、数据中心、大数据分析、医疗健康、生命科学、云游戏等领域。在产业生态布局上，壁仞科技正在前瞻性地持续创新，形成「GPU+CPU+DPU」的全国产系统级解决方案，探索技术融合，打造新型异构计算体系，真正定义一款引领行业的智

4陕西省集成电路产业发展路径

能计算产品。与此同时，璧仞科技还在重点关注国产高端智能芯片最前沿的应用场景，如自动驾驶等领域。

江苏国芯科技有限公司成立于 2001 年，是一家聚焦于国产自主可控嵌入式 CPU 技术研发和产业化应用的芯片设计公司。公司致力于服务安全自主可控的国家战略，为国家重大需求和市场需求领域客户提供 IP 授权、芯片定制服务和自主芯片及模组产品，主要应用于信息安全、汽车电子和工业控制、边缘计算和网络通信三大关键领域。公司提供的 IP 授权与芯片定制服务基于自主研发的嵌入式 CPU 技术，为实现三大应用领域芯片的安全自主可控和国产化替代提供关键技术支撑；公司的自主芯片及模组产品现阶段以信息安全类为主，聚焦于“云”到“端”的安全应用，覆盖云计算、大数据、物联网、智能存储、工业控制和金融电子等关键领域，以及服务器、汽车和智能终端等重要产品。

江苏国芯科技有限公司自成立以来，始终坚持“国际主流兼容和自主创新发展”相结合的原则，以摩托罗拉授权的“M*Core 指令集”、IBM 授权的“PowerPC 指令集”和开源的“RISC-V 指令集”为基础，高起点建立具有自主知识产权的高性能低功耗 32 位 RISC 嵌入式 CPU 技术。历经近二十年的持续研发、创新与沉淀，公司已成功实现基于上述三种指令集的 8 大系列 40 余款 CPU 内核，形成了深厚的嵌入式 CPU IP 储备；同时，公司基于自主的嵌入式 CPU 内核和丰富的外围 IP 建立面向关键领域应用的 SoC 芯片设计平台，可根据客户的具体需求提供嵌入式 CPU IP 授权与芯片定制服务。

北京时代民芯科技有限公司成立于 2005 年 11 月，是由中国航天时代电子公司和航天电子技术股份有限公司重组航天微电子资源而成立的股份有限公司，现为航天电子技术股份有限公司的全资子公司。公司专业从事集成电路设计、开发、生产（不包括晶圆加工）和服务；半导体二极管、三极管和 MEMS 惯性器件的设计、开发、生产和服务；专用板级产品的设计、开发和服务。公司是大规模和超大规模集成电路设计、封装、测试、筛选、可靠性考核及失效分析的大型骨干工程性研制单位。多年来，以中、高端集成电路产品为主线，依托雄厚的航天资源和技术优势开展数字电路、模拟电路及混合信号电路的研发，产品已涵

陕西省集成电路产业专利导航

盖卫星导航、通讯、计算机、汽车电子、消费类电子等领域。

上海贝岭股份有限公司成立于 1988 年，是国内集成电路行业的第一家中外合资企业，于 2008 年起转型为集成电路设计企业，2015 年成为世界财富 500 强中国电子信息产业集团有限公司（CEC）旗下集成电路业务平台华大半导体的核心子企业。公司专注于集成电路芯片设计和产品应用开发，是国内集成电路产品主要供应商之一。上海贝岭重点发展消费类和工控类两大产品板块业务，目前集成电路产品业务细分为电源管理、智能计量及 SoC、非挥发存储器、功率器件和数据转换器芯片等 5 大产品领域。

3. 潜力企业

综合考虑企业成立时间、近五年专利申请占比和集成电路布图设计数量，为陕西省推荐一批近五年活跃度较高、具有培育价值的潜力企业，以下为国内推荐引进或合作的设计领域潜力企业名单。

表 4-10 国内（除陕西省）推荐引进/合作的设计领域潜力企业名单

推荐潜力企业	所属省份	成立时间	主营业务
眸芯科技（上海）有限公司	上海市	2018	SOC 芯片设计、系统集成
核芯互联科技（青岛）有限公司	山东省	2018	数模混合信号链芯片设计
芯盟科技有限公司	浙江省	2018	感-存-算一体化芯片技术
芯创智（北京）微电子有限公司	北京市	2017	集成电路设计 IP 研发
上海安其威微电子科技有限公司	上海市	2015	高性能 CMOS 微波芯片的研发
深圳市芯茂微电子有限公司	广东省	2012	高性能模拟及数模混合集成电路设计
合肥矽湖智芯微电子科技有限公司	安徽省	2016	数字、数模混合等设计方向的 IP、IC 后端设计、IC 流片生产
合肥芯福传感器技术有限公司	安徽省	2015	传感器、集成电路、半导体产品及设备研发
上海韬润半导体有限公司	上海市	2015	从事包括汽车 BMS 芯片等在内的高性能数模混合芯片的设计开发

4陕西省集成电路产业发展路径

京微齐力（北京）科技有限公司	北京市	2016	通用 FPGA 芯片及新一代异构可编程计算芯片
广东赛昉科技有限公司	广东省	2018	拥有 RISC-V CPU IP 产品线和平台化的软硬件全栈式芯片解决方案
中科寒武纪科技股份有限公司	北京市	2016	专注于人工智能芯片产品的研发与技术创新

京微齐力（北京）科技有限公司是除美国外最早进入自主研发、规模生产、批量销售通用 FPGA 芯片及新一代异构可编程计算芯片的企业之一。公司团队申请了近 200 件专利和专有技术（含近 50 件 PCT/美国专利），具备独立完整的自主知识产权。其产品将 FPGA 与 CPU、MCU、Memory、ASIC、AI 等多种异构单元集成在同一芯片上，实现了可编程、自重构、易扩展、广适用、多集成、高可靠、强算力、长周期等特点。产品所服务的市场将迅速超过几百亿，而随之衍生的终端模组、应用方案的市场规模将达数千亿。得益于混合架构，这类芯片硬件结构可通过软件来定义，产品能跟随市场的需求发展而相应变化。相比传统专用芯片平均 2 年的生命周期，应用于多个产业链的新型异构可编程计算芯片的生命周期可长达 10 年。

芯创智（北京）微电子有限公司是一家集成电路设计 IP 研发、推广和技术服务为一体的公共平台型企业。在具备集成电路先进产业链基础的北京亦庄经济技术开发区，依托国内集成电路龙头制造企业的先进工艺，联合京津冀高校和科研院所，通过产学研协同创新，利用市场手段，整合国内外具有实力的 IP 设计企业、制造企业、封测企业等服务资源，开展通用集成电路设计 IP 的研发设计、销售推广和公共技术服务，致力于开发、建设与运营一个完整的集成电路设计 IP 公共服务平台。芯创智还积极承担国家集成电路领域设计 IP 关键共性技术和国产通用设计 IP 产品的重大研究开发任务。目前是国家 01 科技重大专项“IP 公共服务平台”课题和 02 科技重大专项“14nm 产学研通用共享 IP 平台建设”课题的联合承担单位。

陕西省集成电路产业专利导航

4.2.2 制造领域

鉴于集成电路制造环节重资产、投入高的特点，引入集成电路生产线应符合国家发改委顶层设计和整体产业规划布局，避免盲目引进重大项目造成投资风险。因此，基于产业方向分析和陕西省产业基础，建议陕西省支持碳化硅、氮化镓等第三代半导体器件和模块的研发制造，培育壮大化合物半导体 IDM（集成器件制造）企业，支持建设射频、传感器、电力电子等器件生产线。

第三代半导体器件与模块制造主要包括光电子器件、电力电子器件、微波射频器件。根据产业调研和专利检索结果，在具体产品环节给出推荐的产业龙头企业、骨干企业、潜力型企业名单，为精准招商提供知识产权层面的依据。

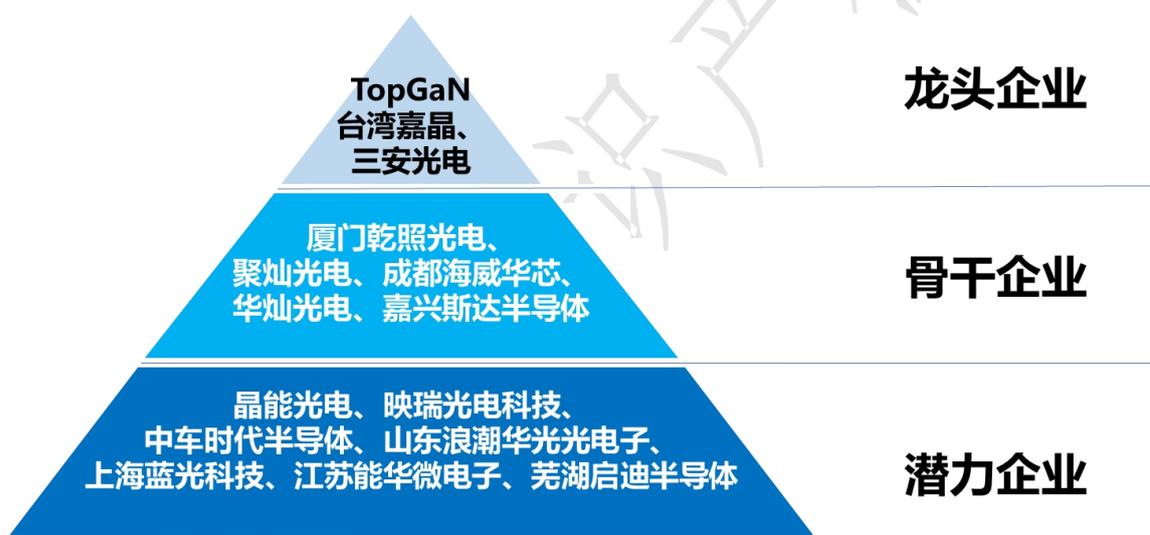


图 4-6 第三代半导体制造企业推荐名单

1.龙头企业：LUMILOG、TopGaN、台湾嘉晶、三安光电。

LUMILOG 欧洲氮化镓体单晶的研究主要公司，继美国的 Kyma 公司之后，法国的 LUMILOG 公司也实现了 2 英寸 GaN 衬底的研发和产业化开发，走在国际前列。

波兰公司 TopGaN 生产 GaN 材料采用 HVPE 工艺，TopGaN 采用相当极端的生长条件制作 GaN 单晶衬底，它采用 15000atm 压力和 1600 摄氏度的高温。

4陕西省集成电路产业发展路径

每次可以生产 20-30 片直径为 10mm 的晶片，其位错密度只有大约 100cm^{-2} 。该项技术并不是为了生长大批量的外延片，而是用于某些特殊用途，例如腔为 $15\ \mu\text{m} \times 500\ \mu\text{m}$ ，功率为 1.89 W 的激光二极管已经由该衬底做出，目前是功率最大的氮化物激光二极管。

台湾嘉晶电子股份有限公司，1998 年成立于新竹科学园区，致力于专业外延代工和外延服务，研究、开发、生产制造及销售 Si/SiC/GaN 外延材料。在新竹科学工业园区内设有二座磊晶厂，可提供分离式元件用磊晶晶圆及集成电路所需要的晶圆。产品应用包括（BiCMOS）、肖特基二极管（Schottky Diode）、DMOS、IGBT、机电（MEMS）元件。

A 股上市企业**三安光电**作为传统为 LED 芯片的龙头企业，目前已向集成电路领域拓展，主要从事化合物半导体材料的研发与应用，以砷化镓、氮化镓、碳化硅、磷化铟、氮化铝、蓝宝石等半导体新材料所涉及的外延片、芯片为核心主业。产品主要应用于照明、显示、背光、农业、医疗、微波射频、激光通讯、功率器件、光通讯、感应传感等领域。公司是国内产销规模首位的全色系超高亮度 LED 外延片及芯片的生产企业。

2.骨干企业：厦门乾照光电、聚灿光电、成都海威华芯、华灿光电、嘉兴斯达半导体。

厦门乾照光电股份有限公司，成立于 2006 年 2 月，是国内领先的全色系超高亮度发光二极管外延片及芯片生产厂商，总部位于厦门，产业化基地分布在厦门、扬州、南昌，是国家火炬计划重点高新技术企业、中国光电行业“影响力企业”、国家知识产权示范企业，承担国家重点研发计划、国家“863 计划”、国家火炬计划等多项重大课题，并拥有国家企业技术中心及国家博士后科研工作站。乾照光电主要从事全色系超高亮度 LED 外延片、芯片、高性能砷化镓太阳能电池、Mini-LED/Micro-LED 以及 VCSEL 等化合物半导体器件的研发、生产与销售，产品性能指标居国际先进水平。目前公司拥有超过 10 万平方米的现代化洁净厂房，上万台（套）国际最先进的外延生长和芯片制造等设备。

陕西省集成电路产业专利导航

聚灿光电科技股份有限公司，2010年4月8日成立，2017年10月16日登陆资本A股市场。公司目前注册资本25938.5万元，总部座落于江苏省苏州工业园区。公司目前相继被认定为“国家级高新技术企业”“江苏省企业技术中心”“江苏省高亮度LED外延及芯片工程技术研究中心”“江苏省重大科技成果转化专项项目承担单位”“江苏省科技型中小企业”等省级以上重点荣誉称号。

成都海威华芯科技有限公司是国内首家提供六英寸砷化镓/氮化镓微波集成电路（GaAs/GaN MMIC）的纯晶圆代工服务公司。海威华芯专注于提供全面的GaAs PHEMT、HBT和GaN HEMT集成电路制程。填补国内空白，打破了国外对中国高端射频芯片的封锁，成为国家高端芯片供应安全的重要保障。

华灿光电股份有限公司是我国领先的半导体技术型企业。目前有张家港、义乌、玉溪三大生产基地。历经十几年的发展，华灿光电已成为国内第二大LED芯片供应商，国内第一大显示屏用LED芯片供应商。2015年收购云南蓝晶，整合LED上游产业资源。在LED芯片领域，蓝宝石领域，以及先进半导体和器件领域，华灿光电具有半导体技术优势。

嘉兴斯达半导体股份有限公司成立于2005年4月，是一家专业从事功率半导体元器件尤其是IGBT研发、生产和销售服务的国家级高新技术企业。在国内和欧洲均设有研发中心，是国内IGBT领域的领军企业。公司主要产品为功率半导体元器件，包括IGBT、MOSFET、IPM、FRD、SiC等等。公司已成功开发近600种IGBT模块产品，电压等级涵盖100V-3300V，电流等级涵盖10A-3600A。产品已被成功应用于新能源汽车、变频器、逆变焊机、UPS、光伏/风力发电、SVG、白色家电等领域。

3.创新型企业：晶能光电、映瑞光电科技、中车时代半导体、山东浪潮华光光电子、上海蓝光科技、江苏能华微电子、芜湖启迪半导体。

晶能光电（江西）有限公司成立于2006年，硅衬底LED技术主导者，实现了大功率LED芯片的高光效与高品质封装，采用获得国家技术发明奖一等奖的硅衬底垂直结构LED芯片和高性能的倒装LED芯片，开发出了芯片级封装CSP、

4陕西省集成电路产业发展路径

光源模组、移动照明、汽车照明、室内外照明、手机闪光灯、植物照明、舞台灯/景观照明、紫外 LED、红外 LED 等十大系列产品。

映瑞光电科技（上海）有限公司成立于 2010 年 7 月，是一家在中国大陆从事 LED 及相关产业链设计、研发与制造的中外合作的高科技企业。开发、设计、测试及生产发光二极管、衬底材料及其相关配套零部件，组装氢化物气相外延设备（HVPE），销售公司自产产品。

中车时代半导体是我国最早开发大功率半导体器件的单位之一。曾研发出世界上第一只 6 英寸 UHVDC 8500V 商用晶闸管，大批量应用于轨道交通、电网、高端工业装备。近年来中车时代半导体一直致力于开展高功率密度平面栅 IGBT 和沟槽栅-场截止 IGBT 技术研究，在株洲建成了 8 英寸 IGBT 专业生产线，开发了 600V-6500V 高功率密度 IGBT 芯片，并批量应用于高铁、电网、电动汽车、风电等领域。

山东浪潮华光光电子股份有限公司位于山东省潍坊市，是国内较早引进生产型 MOCVD 设备，专业从事化合物半导体外延片及光电子器件研发与生产的高新技术企业。公司拥有先进的 MOCVD 设备，配套外延及管芯关键测试生产设备 1000 余台（套），已实现年产各类 LED 外延片 120 万片，LED 管芯 280 亿粒的生产能力，产品质量和技术水平处于国内领先。致力于 AlGaInP 高亮度发光二极管外延材料、AlGaInP 高亮度发光二极管芯片、集成式 5W 大功率白光 LED 制作技术、金属反射垂直结构超高亮度 AlGaInP 红光 LED 芯片研制等。

上海蓝光科技有限公司成立于 2000 年 4 月，是国内从事氮化镓基 LED 外延片、芯片研发和产业化生产的企业，是国家 863 计划光电子领域科技成果转化基地，是上海市高新技术企业、创新型企业、知识产权示范企业、AAAA 级标准化企业。公司主要股东为彩虹集团公司、黑龙江省大正投资集团有限公司、北京大学、合肥鑫城国有资产经营有限公司、上海浦东科技投资有限公司等 26 个股东。公司总部坐落于上海浦东新区张江高新技术园区，注册资本 3.25 亿元，资产总额 27.8 亿元，员工近 1700 名，拥有 MOCVD 生产线 66 条，年产超高亮度

陕西省集成电路产业专利导航

外延片 205 万片。

江苏能华微电子科技发展有限公司成立于 2010 年 6 月,注册资本 6600 万元,位于江苏省杨舍镇福新路 2 号张家港再制造基地 B12,是由朱廷刚博士领衔的,江苏能华的"科能芯"系列由在氮化镓功率外延片、器件设计、工艺流程及封装技术领域有着卓越专业贡献一批同路人开创的,拥有世界先进水平的氮化镓功率器件系统的研发、生产能力以及制造工艺。

芜湖启迪半导体有限公司专注于以 SiC 和 GaN 为代表的第三代半导体产品的工艺研发和代工制造。净化间面积 1 万平方米,具有国内一流、最完整的 6 英寸产线设备和最先进的配套系统,具备从外延材料、芯片制造到模块封测的全流程代工能力,是目前国内工序最全、综合产能最大、代工周期最短的第三代半导体专业代工产线。

4.2.3 支撑领域

集成电路专用设备是推动集成电路技术演进的关键环节,为辅助提升陕西省集成电路产业,向陕西省推荐先进设备制造企业引进名单。目前,我国部分企业已经实现量产 14nm 芯片,但设备对外依赖严重,仅有生产扩散设备的北方华创、生产薄膜沉积设备的沈阳拓荆、生产 CMP 抛光设备的华海清科与中电科、生产金属化设备的盛美半导体等企业能够达到 14nm 的水平。考虑到陕西省规划重点发展 14nm 级存储器晶圆制造技术,因此,重点筛选了北方华创、盛美半导体、华海清科与沈阳拓荆等 4 家能够实现 14nm 制程的设备商。下表为集成电路设备制造领域筛选出的推荐引进的国内企业。

表 4-11 国内(除陕西省)推荐引进/合作的设备制造领域企业名单

所属省份	推荐企业
北京市	中国-北方华创
上海市	盛美半导体设备(上海)股份有限公司
天津市	华海清科股份有限公司
辽宁省	拓荆科技股份有限公司
内蒙古	内蒙古豪安能源科技有限公司

4陕西省集成电路产业发展路径

重庆市

联合微电子中心有限责任公司

北京北方华创微电子装备有限公司（简称“北方华创微电子”）成立于 2001 年 10 月，是由北京电控集团联合七星集团、清华大学、北京大学、中科院微电子所和中科院光电技术研究所共同出资，由国内半导体高端管理技术人才和海外专家为核心团队创建的专注于高端集成电路装备业务的高技术公司。公司以生产销售高端集成电路装备为主业，重点发展刻蚀设备（Etch）、物理气相沉积设备（PVD）和化学气相沉积设备（CVD）三大类设备，广泛应用于集成电路制造、先进封装、半导体照明（LED）、微机电系统（MEMS）等领域。

北方微电子自成立以来先后得到了国家科技部“十五”863 集成电路制造装备重大项目及国家 02 科技重大专项的研发与产业化项目的科研资助。重组后的北方华创微电子拥有高端人才 50 余人。产品涵盖等离子刻蚀（Etch）、物理气相沉积、化学气相沉积、氧化/扩散、清洗、退火等半导体工艺装备。涉及集成电路、先进封装等半导体相关领域，产品行销全国各地及东南亚、欧美，是国内覆盖领域广泛、产品种类众多、建设规模较大、综合实力强劲的半导体装备旗舰平台。

在集成电路领域，由公司自主研发的 14nm 等离子硅刻蚀机、单片退火系统、LPCVD 已成功进入集成电路主流代工厂行列；28nm Hardmask PVD、Al-Pad PVD 设备已率先进入国际供应链体系；12 英寸清洗机累计流片量已突破 60 万片大关；深硅刻蚀设备也于去年一举告捷东南亚市场。这些丰硕的市场成果，标志着中国装备企业已经实现了集成电路装备制造技术的里程碑式跨越。

盛美半导体设备（上海）股份有限公司成立于 2005 年，是一家注册在上海浦东新区张江高科技园区、具备世界领先技术的半导体设备制造商。公司集研发、设计、制造、销售于一体，主要产品包括半导体清洗设备、半导体电镀设备和先进封装湿法设备等。公司坚持差异化竞争和创新的发展战略，通过自主研发的单片兆声波清洗技术、单片槽式组合清洗技术、电镀技术、无应力抛光技术和立式炉管技术等，向全球晶圆制造、先进封装及其他客户提供定制化的设备及工艺解

陕西省集成电路产业专利导航

决方案，有效提升客户的生产效率、提升产品良率并降低生产成本。

盛美具有高新技术企业资质，承担十一五国家科技重大专项课题“65-45nm 铜互连无应力抛光设备研发项目”的研发和十二五国家科技重大专项课题“20-14nm 铜互连镀铜设备研发与应用”和“45-22 纳米单片晶圆清洗装备研发与应用”的研发。公司立足自主创新，通过多年的技术研发和工艺积累，成功研发出全球首创的 SAPS/TEBO 兆声波清洗技术和 Tahoe 单片槽式组合清洗技术，可应用于 28nm 及以下技术节点的晶圆清洗领域，可有效解决刻蚀后有机沾污和颗粒的清洗难题，并大幅减少浓硫酸等化学试剂的使用量，在帮助客户降低生产成本的同时，满足节能减排的要求。

4.3 一套技术创新体系

本节从产业发展方向和陕西省技术实力出发，选取弱势领域集成电路设计的重点技术 FPGA，选取优势领域封测的热点技术先进封装，通过对两个集成电路关键技术进行详细分析，为企业技术革新和创新提供发展思路，将有助于陕西省巩固技术优势、补齐技术短板，加快集成电路技术策源地建设。

4.3.1 设计领域：FPGA

本节以 FPGA 领域的同族专利为样本进行统计分析，关注 FPGA 国际龙头企业的最新专利布局与动向，为陕西省集成电路产业在相关技术研发和专利布局策略等决策提出切实可行的建议供参考。

4.3.1.1 专利壁垒分析

截至检索日，FPGA 关键技术专利共检索出 3752 项。FPGA（Field Programmable Gate Array），中文名现场可编程逻辑门阵列，是 AI 芯片的一种，是在 PAL、GAL 等可编程器件的基础上进一步发展的产物。作为专用集成电路（ASIC）领域中的一种半定制电路，FPGA 既解决了定制电路的不足，又克服了原有可编程器件门电路数有限的缺点。FPGA 是全球芯片设计业最需要技术和壑

4陕西省集成电路产业发展路径

断突破的产品之一。对 FPGA 领域同族专利进行分析可以发现，FPGA 领域在 2002~2005 年迎来第一个专利申请小高潮，在 2016 年开始第二个申请高潮，2017 年达到申请峰值，为 229 项。

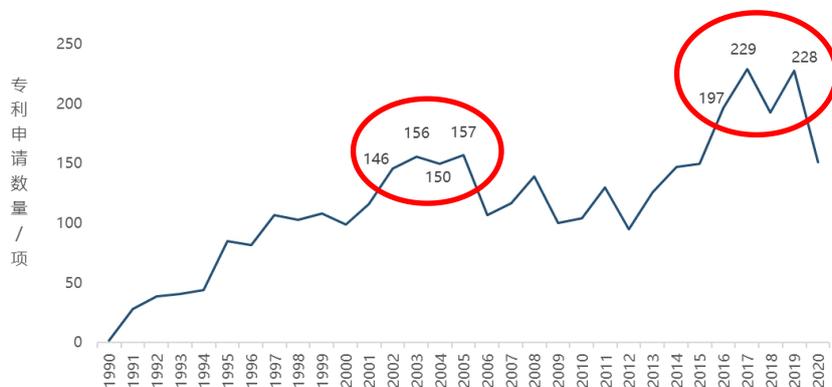


图 4- 7 FPGA 专利申请趋势

专利申请的扩展同族成员数量、扩展同族被引用专利总数和专利的法律状态能够说明该专利的重要地位。通过计算专利的同族平均被引次数，筛选同族平均被引次数超过 50 次且专利法律状态为授权、审查中、期限届满的专利，得到重点专利列表。根据重点专利的优先权国家分布，美国 FPGA 相关技术重点专利全球占比近 88.7%，展现了其垄断性技术实力。美国基本掌控着全球 FPGA 领域的核心技术，专利壁垒极高；日本专利申请量仅占 4.9% 的份额，专利数量占比第二。FPGA 是一个技术密集型的行业，没有坚实的技术功底很难形成有竞争力的产品。因此 FPGA 市场多年来被四大巨头 Xilinx（赛灵思）、Altera（阿尔特拉）、Lattice（莱迪思）、Microsemi（美高森美）基本垄断，这四家企业均来自美国。

陕西省集成电路产业专利导航

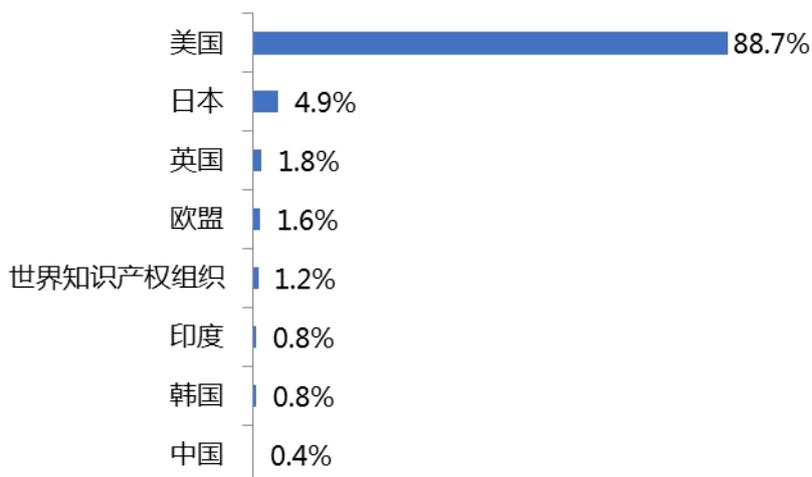


图 4- 8FPGA 领域重点专利优先权国家分布

其中，Xilinx（赛灵思）和 Altera（阿尔特拉）分别占据全球市场 56%和 31% 的份额，在中国 FPGA 市场中，占比也高达 52%和 28%，两家公司 FPGA 领域专利数量显著高于其他公司。以两家公司近年来的技术路线为例研究 FPGA 领域先进技术的演进路线。

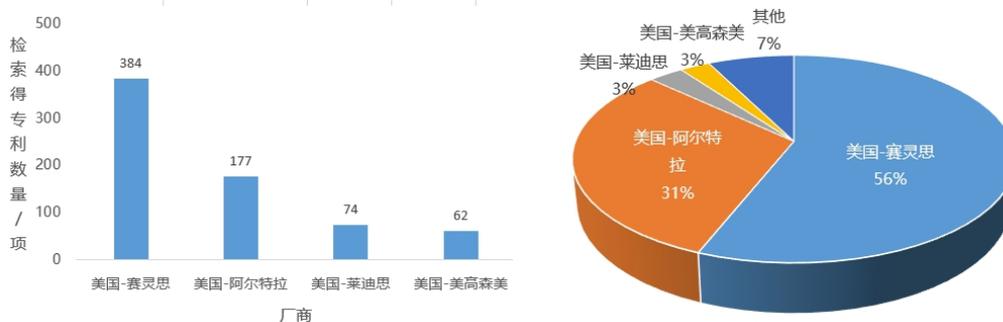


图 4- 9 FPGA 领域四巨头专利申请量与市场占有率

4.3.1.2 技术发展路线

本节根据 FPGA 领域两家龙头企业 Xilinx（赛灵思）和 Altera（阿尔特拉）近年来的技术路线为例研究 FPGA 领域先进技术的演进路线。

4.3.1.2.1 Xilinx（赛灵思）技术发展路线

Xilinx（赛灵思）是全球领先的可编程逻辑完整解决方案的供应商，是 FPGA、

4陕西省集成电路产业发展路径

可编程 SoC 及 ACAP 的发明者，研发、制造并销售范围广泛的高级集成电路、软件设计工具以及作为预定义系统级功能的 IP 核。Xilinx 可编程逻辑解决方案缩短了电子设备制造商开发产品的时间并加快了产品面市的速度，从而减小了制造商的风险。Xilinx 器件是只需要进行编程的标准部件，产品已经被广泛应用于从无线电话基站到 DVD 播放机的数字电子应用技术中。对 Xilinx（赛灵思）2010 年以来的专利进行深入分析，可以发现近年 Xilinx 在以下几个方面都进行了相应的技术布局。

设计安全性是 Xilinx 的核心技术，近年来在此领域 Xilinx 进行了技术布局。2010 年，Xilinx 申请了一项有关集成电路唯一标识符的专利。该发明的实施例通过读取 FPGA 集成电路的固有特性和相关方法来产生稳定唯一的标识符。同年，Xilinx 申请了一项专利用于保护设计信息安全。该专利公开的方法步骤如下：接收来自集成电路设备标识信息对 IP 核的请求，根据标识信息确定标识符范围。下载标识符范围到集成电路设备，该设备评估存储在集成电路设备上的唯一设备标识符是否在下载的标识符范围内，如果在范围内，IP 核即被编程到集成电路中。

Xilinx 在可编程逻辑结构配置方面进行了技术布局。2012 年，Xilinx 申请了一项有关电路设计布局和布线的专利。该发明公开了用于在可编程集成电路（IC）上设计和放置路由电路的方法。在设计的一个 PR 资源部分选择电路设计的一个部分重配置（PR）资源。识别 PR 资源部分中的未包含资源，其余被放置在指定区域中，未包含资源被放置在不受约束的可编程 IC 指定区域上。对每个未放置的 PR 资源部分重复该过程。2014 年，Xilinx 申请了一项有关可编程集成电路电路模块生成的专利，该发明实现了用于可编程集成电路（IC）的电路设计。示例性方法包括：生成电路设计的电路组件的描述；分配可编程 IC 的资源；将可编程 IC 的多个资源分配给多个电路组件；生成用于在可编程 IC 中实现的电路组件的物理实现；生成电路模块。2016 年，Xilinx 公开了一种用于处理调试电路设计的专利。该发明划分电路设计，指定了用于处理应用逻辑和调试逻辑的电路设计。

半导体材料对温度十分敏感，有关电路运行温度的领域是 Xilinx 近年专利

陕西省集成电路产业专利导航

布局的一个方面。2013 年，Xilinx 申请了一种确定临界结温方法的专利。该发明为一种用于确定在现场可编程门阵列（可编程设备）中实现用户设计的临界结温的方法，包括：获得在可编程设备中实现的用户设计的静态功率与温度曲线，获得在可编程设备中实现的用户设计的系统热曲线，并使用静态功率与温度曲线进行可编程器件中实现的用户设计，使用可编程器件中实现的用户设计的系统热曲线来确定临界结温。2020 年，Xilinx 申请了一种涉及可编程器件的热负载平衡的发明专利。该发明公开了用于监视和重新配置可编程设备的方法和装置。在一些实施中，可编程设备包括处理器和多个卫星监视器以确定整个可编程设备的各个位置处的操作温度。当卫星监视器超过阈值的温度时，处理器可以使用替代配置来重新配置可编程设备。替代配置可以通过可编程设备内的功能块的不同布置提供相对于初始配置的等效功能。功能块的新布置可以通过将块重新定位到可编程设备的不同区域来减少操作温度。

Xilinx 围绕时钟网络领域申请了相当数量的专利。2015 年，Xilinx 申请了一项使用可编程时钟延迟以达到叶级相移时钟生成的发明专利。该发明描述了用于在时钟分配网络中使用叶级别的可编程延迟从基本时钟信号生成多个相移时钟信号的方法和装置，用于在可编程集成电路（IC）中生成和分配多个相移时钟信号。2017 年，Xilinx 申请了一种涉及硬件设计的时序收敛方法的专利。该发明公开的实施例描述了在集成电路设计中数据网络到时钟网络移动的技术。2019 年，Xilinx 申请了一种涉及全局时钟和叶时钟分频器的发明专利。该发明中时钟源产生全局时钟信号，时钟分配网络将全局时钟信号散开到多个负载，多个时钟发生器通过时钟分配网络接收全局时钟信号，每个时钟发生器将全局时钟信号或相关的时钟信号提供给多个负载。

堆叠硅片互联（SSI）技术是 Xilinx 的核心技术。Xilinx 3D IC 使用该技术打破了摩尔定律的限制，是业界唯一的同构和异构 3D IC，可提供行业最高逻辑密度、带宽和片上资源及突破性的系统集成。Xilinx UltraScale™ 3D IC 可提供前所未有的系统集成度、性能、带宽与功能。Virtex® UltraScale 3D IC 与 Kintex® UltraScale 3D IC 都在两个数量的连接资源中包含有阶跃函数增加。路

4陕西省集成电路产业发展路径

由与带宽的大幅提升以及全新 3D IC 大容量内存优化接口可确保新一代应用能够以极高的利用率实现其目标性能。2016 年，Xilinx 申请了一项用于堆叠硅互连（SSI）技术集成独立接口的专利。该发明描述了用于将一个或多个特征（例如高带宽存储器）添加到现有合格的堆叠硅互连（SSI）技术可编程 IC 管芯（例如超级逻辑区域）而不改变可编程的方法和装置，利用示例介绍了集成电路封装过程。同年，Xilinx 申请了一项有关于堆叠柱状集成电路的专利。该发明示例半导体器件包括：第一集成电路（IC）管芯，其包括第一列级联耦合的资源块；第二 IC 管芯，其包括第二列级联耦合资源块，其中所述第二 IC 管芯的有源侧被安装到所述第一 IC 管芯的有源侧；以及所述第一 IC 的有源侧和所述第二 IC 的有源侧之间的多个电连接，所述多个电连接包括所述第一列级联耦合的资源块与所述第二级联的第二列之间的至少一个电连接耦合的资源块。

近年来 Xilinx 在仿真领域也有技术布局。2015 年，Xilinx 申请了一项有关配电网 IP 块的专利，该发明的部分可编程逻辑器件可以执行配电网的诊断分析。2016 年，Xilinx 申请了一项专利，该发明描述了一种用于在集成电路的可编程资源中实施扫描链的电路。所述电路和方法在使用仿真/原型执行调试中特别有益，允许用户在 FPGA 中创建高速扫描链，而不必消耗否则将需要的额外布置或布线资源。2017 年，Xilinx 公开了一种用于平铺架构的高效系统调试基础架构的专利。该发明描述了用于提供和操作有效基础设施以实现用于结构块的内置时钟停止和扫描转储（CSSD）方案的方法和装置，例如块随机存取存储器（BRAM），UltraRAM（URAM），数字信号处理（DSP）块，可配置逻辑元件（CLE）等。这是对系统调试有用的特征，并且可以应用于仿真用例（例如 FPGA 仿真）中。该方案可以应用于具有高度重复块的任何平铺架构。

陕西省集成电路产业专利导航

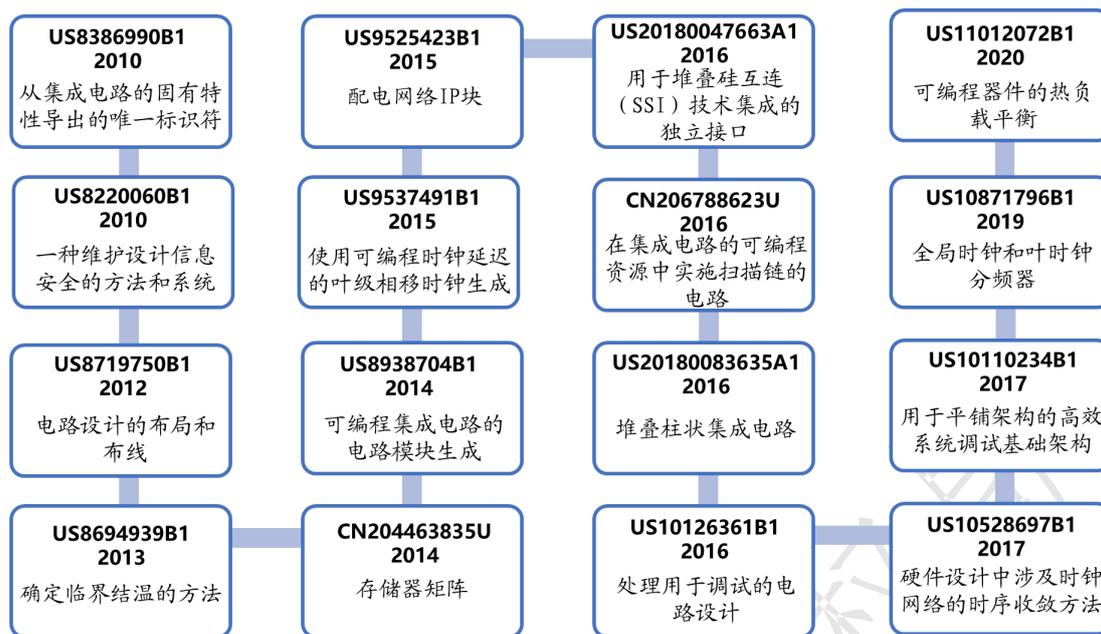


图 4- 10 Xilinx 近年技术路线

4.3.1.2.2 Altera 技术发展路线

Altera 公司多年来一直为业界提供最新的可编程逻辑芯片、工艺技术、IP 内核以及开发工具，是世界上“可编程芯片系统”解决方案倡导者，结合带有软件工具的可编程逻辑技术、知识产权 (IP) 和技术服务，在世界范围内为 14000 多个客户提供高质量的可编程解决方案。Altera 1984 年开发出了世界上第一款可编程逻辑器件，2015 年被英特尔收购，成为了英特尔公司的一个可编程解决方案事业部。Altera 全面的产品组合不但有器件，而且还包括全集成软件开发工具、通用嵌入式处理器、经过优化的知识产权 (IP) 内核、参考设计实例和各种开发套件等。

Altera 在维护设计信息安全领域进行了技术布局。2011 年，Altera 公司公开了一项有关设置可编程逻辑器件安全功能的专利。该专利公开了一种用于允许在设备配置期间选择性地启用安全特征的系统和方法。控制电路将设备中启用的安全特征与安全要求进行比较，可以使用安全要求数据来设置设备内的安全特征以及可以判断是否使用配置数据配置可编程集成电路设备。2012 年，Altera 公司公开了一项通过合并配置设置来集成多个 FPGA 设计的专利。该专利涉及现场可编

4陕西省集成电路产业发展路径

程门阵列，将 IP 块设计为秘密部分和公共部分，用于将知识产权（IP）块与另一用户的设计进行传输和集成。

Altera 在 3D 堆叠技术领域进行了技术布局。2014 年，Altera 公司公开了一项有关使用 3-D 管芯堆叠的可扩展交叉点切换的方法和电路的专利。该专利公开了一种在部件管芯上具有堆叠的开关管芯的交叉点开关。交叉点开关通过添加开关芯片实现可扩展性，通过添加切换芯片配置交换机以增加端口数量和端口宽度。2014 年，Altera 公司公开了一项有关具有复位制造的 3D 现场可编程门阵列系统及其制造方法的专利。该专利公开了一种 3D 现场可编程门阵列（FPGA）系统及其制造方法，包括：具有可配置的上电复位（POR）单元的现场可编程门阵列（FPGA）管芯；耦合到 FPGA 芯片的异构集成电路芯片；以及由可配置 POR 单元配置的 3D 上电复位（POR）输出，用于初始化 FPGA 芯片和异构集成电路芯片。

Altera 在可编程逻辑结构配置方面进行了技术布局。2013 年，Altera 公司公开了一项专利，该专利支持 FPGA 部分重配置系统级工具。该专利的各种实施例提供了用户能够有效设计并重新配置可编程逻辑器件（PLD）的技术。在一些实施中，处理器被配置为运行系统级设计工具并且接受来自用户的输入。2015 年，Altera 公司公开了一项有关通过并发多帧配置方案实现高速 FPGA 启动的专利。该专利提供了用于实现可编程集成电路器件的系统和方法，该系统通过为数据线的每个数据线段配置专用地址寄存器来显著减少配置时间，进而实现高速 FPGA 启动。2016 年，Altera 公司公开了一项有关 FPGA 的动态参数操作的专利。该专利通过动态参数缩放控制器来操作可编程逻辑结构，用于操作可编程逻辑结构的方法和系统。

2019 年，Altera 公司公开了一项有关具有嵌入式可编程逻辑的集成电路器件的专利。该专利提供了用于增强集成电路的功能的系统和方法。这样的集成电路可以包括主电路和可编程的嵌入式可编程逻辑，以调整主电路的功能。具体地，嵌入式可编程逻辑可以被编程为调整主电路的功能以补充和/或支持另一集成电路的功能。因此，可以利用诸如数据/地址操纵功能，配置/测试功能，计算功能

陕西省集成电路产业专利导航

等功能来对嵌入式可编程逻辑进行编程。

Altera 在时钟网络领域也进行了专利布局。2017 年, Altera 公司公开了一项有关通过可配置时钟偏差优化电路性能的方法的专利。该专利提供了具有顺序逻辑电路的集成电路。时序逻辑电路可以包括锁存电路, 其从片上或片外时钟源接收时钟信号。时钟信号可以表现出集成电路固有的时钟偏移。可以利用本机存在的时钟偏差来执行时间借用以帮助优化电路性能。可以通过智能放置时钟源并有意地将时钟信号从时钟源路由到集成电路上的各种类型的时钟分配网络来实现所需的时钟偏移。

Altera 在可编程逻辑设备虚拟化领域进行了专利布局。2020 年, Altera 公司公开了一项有关可编程逻辑设备虚拟化的专利。该专利设备可编程逻辑结构包括两个区域, 第一角色被配置在第一区域中编程, 第二角色被配置在第二编程时间中的第二区域编程。该设备被配置为由主机控制以在运行第一角色以在小于第二角色编程时间的时间内运行第二个角色。

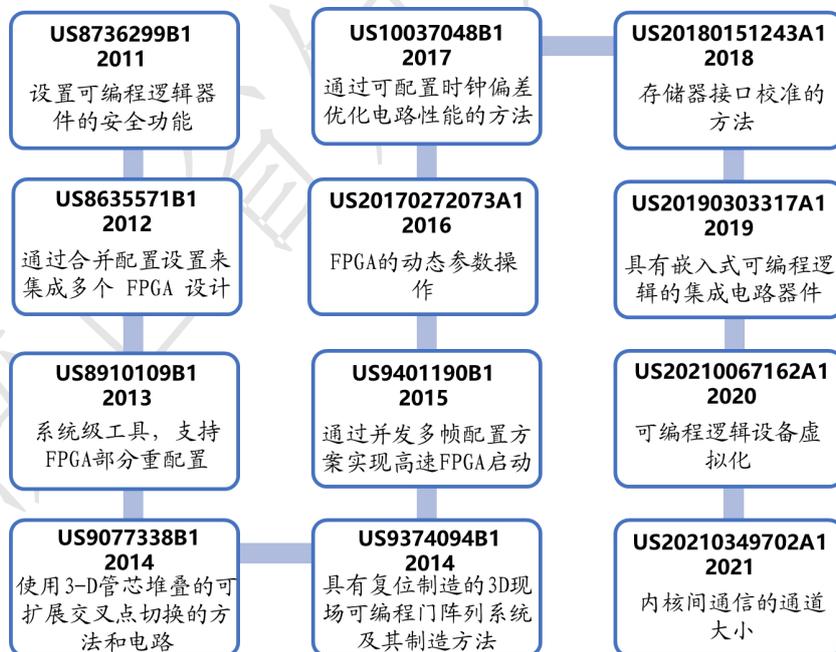


图 4-11 Altera 近年技术路线

随着摩尔定律走向消亡, 引发的 FPGA 发展新趋势发展强劲。可以发现芯片

4陕西省集成电路产业发展路径

的平面布局已利用到了极致，两家龙头企业在例如 FPGA 多芯片的 3D 集成等新技术方面竞争激烈，3D 堆叠技术、可编程逻辑结构配置方法等领域会成为未来 FPGA 领域重要的发展方向，同时，设计安全性、时钟网络、仿真验证等领域也会是 FPGA 设计必需的创新主题。

4.3.2 封测领域：先进封装

本节以先进封装领域的同族专利为样本进行统计分析，立足全球先进封装领域研究现状，从专利壁垒、技术发展等方面提出针对性的导航提升路径和方法，从而为陕西省集成电路产业在相关技术研发和专利布局策略等决策提出切实可行的建议供参考。

4.3.2.1 专利壁垒分析

截至检索日，先进封装关键技术专利共检索出 28059 项。以此 28059 项专利申请为样本进行统计分析，可发现先进封装技术专利申请一直呈现快速上升趋势，在 2019 年达到峰值，为 1526 项。

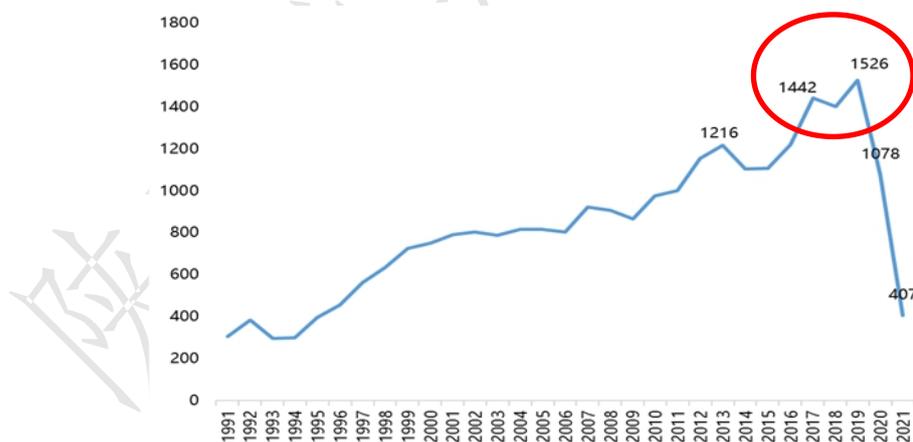


图 4-12 先进封装技术专利申请趋势

陕西省集成电路产业专利导航

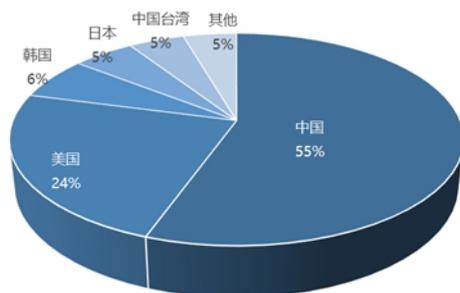


图 4-13 先进封装领域近五年专利技术来源国分布

专利申请的扩展同族成员数量、扩展同族被引用专利总数和专利的法律状态能够说明该专利的重要地位。通过计算专利的同族平均被引次数，筛选同族平均被引次数超过 200 次且专利法律状态为授权、审查中、期限届满的专利，得到重点专利列表。根据重点专利的优先权国家分布，可以看出美国在封测领域仍占据核心地位，先进封装相关技术重点专利全球占比近 64.8%，专利壁垒较高，占比第二的日本专利申请量占比 21.1%，两国占据了 85.9% 的全球份额。我国在该领域起步较晚，目前还没有被引量高于 200 的专利出现。中国 IC 封装业目前仍以传统封装为主。虽然近年中国本土先进封测四强（长电、通富、华天、晶方科技）通过自主研发和兼并收购，已基本形成先进封装的产业化能力，但从先进封装营收占总营收的比例和高密度集成等先进封装技术发展上来说，中国总体先进封装技术水平与国际领先水平还有一定的差距。

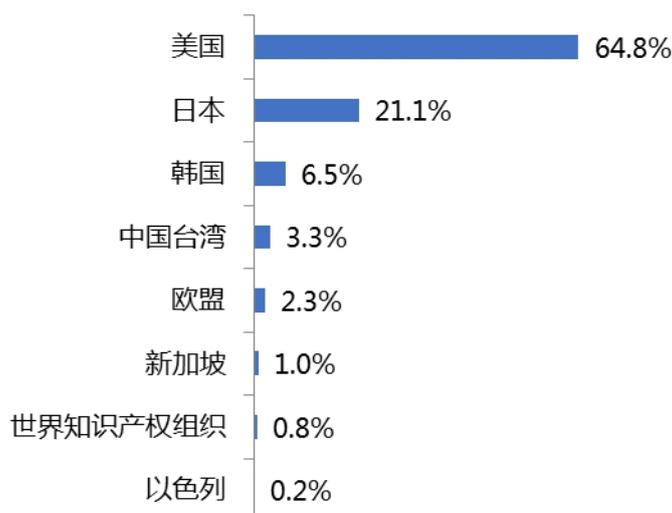


图 4-14 先进封装领域重点专利优先权国家分布

4陕西省集成电路产业发展路径

4.3.2.2 技术发展路线

下图所示为先进封装领域技术路线发展情况，发现在先进封装技术领域，技术主要聚焦在**3D 堆叠**和**Fan-out 封装**的改进上。

首先在**3D 堆叠**方向上，涉及对层结构厚度的改进。例如 2010 年三星电子株式会社申请了一种三维半导体器件专利，包括多个堆叠层和电连接多个层的硅通孔（TSV），其中在多个层之间的信号传输中，TSV 传输摆动的信号从高于地电压的偏移电压到电源电压的范围，从而最小化 TSV 的金属氧化物半导体（MOS）电容的影响。2011 年，史达晶片有限公司申请了多个堆叠的半导体晶片专利，该半导体晶片结构屏蔽半导体管芯免受 EMI，RFI 和其他器件间干扰。

2012 年，台积电申请了一种 3D IC 堆叠器件专利，两个或多个半导体管芯连接至载体并被封装，露出两个或更多半导体管芯的连接件，并且减薄两个或更多半导体管芯以在相对侧上形成连接件，然后以偏离或悬突位置放置附加半导体管芯。2013 年，史达晶片有限公司申请了一种 Fo-WLCSP 垂直互连专利，通过沟道形成导电 TMV，在密封剂上形成导电层并电连接到导电 TMV，导电 TMV 在相同的制造过程中形成，在密封剂和导电层上形成绝缘层。2014 年，台积电申请了一种 3D 堆叠芯片封装件专利，封装件包括具有在第一衬底的第一侧上设置的第一再分布层（RDL）的第一管芯和具有在第二衬底的第一侧上设置的第二 RDL 的第二管芯，第一 RDL 接合至第二 RDL。

2015 年，台积电又申请了一种多堆叠叠层封装结构专利，其包括：第一装置裸片；和第一封装材料，其将所述第一装置裸片封装于其中。2016 年，力成科技股份有限公司申请了一种堆叠式封装结构专利，其在模封复合物上形成导电层，以使模封复合物被导电物质所覆盖，并使导电物质填充于上述多个贯穿孔内。2017 年，长江存储申请了一种高堆叠层数 3D NAND 闪存的制作方专利，该专利克服了现有工艺对于 N/O 堆叠结构的层数限制，获得高堆叠层数 3D NAND 闪存，提高 3D NAND 闪存的存储能力。2018 年，该公司申请了一种多堆叠层三维存储器件专利，其中每个存储器串垂直延伸穿过两个存储堆叠层中的一个，键合界面

陕西省集成电路产业专利导航

垂直地形成在第一器件芯片的第一互连层和第二器件芯片的第二互连层之间。2019年，台积电申请了一种堆叠半导体器件专利，其在缓冲层上形成导线，导线的端部与第一导电柱终止；在第一导电柱和导线上方形成外部连接器结构，第一导电柱将接触垫电耦合到外部连接器结构。



图 4-15 先进封装领域 3D 堆叠相关技术路线图

其次在 Fan-out 方向上，涉及提高对封装工艺的控制。例如 2010 年日月光申请了一种半导体装置封装件专利，其封装件的扇出配置得使电性接触件的安排及隔间具较优越的灵活度，从而减少对于半导体装置接触垫的安排及间隔的依赖。2011 年，台积电申请了一种封装的半导体器件专利，其改善了封装件的可靠性和封装工艺的工艺控制，还降低了界面分层的风险以及在后续加工期间绝缘层的过度除气。

2013 年，星科金朋有限公司申请了一种低廓形 3D 扇出封装专利，其中绝缘层和密封剂一起具有至少 30 μm 的高度或绝缘层和密封剂一起具有传导垫的高度的至少 1.5 倍的高度。2014 年，苹果公司申请了一种扇外型晶圆级封装件专利，其多个导电凸块（例如焊球）从第二布线层的底侧延伸。2015 年，三星申请了两件扇外型半导体封装专利，解决了在引入第一连接构件时由于再分配层的厚度

4陕西省集成电路产业发展路径

而产生的第二连接构件的绝缘距离不均匀的问题。2016年，三星申请了一种扇外型半导体封装专利，其嵌入于基板的所述多个被动组件透过第二连接构件的重布线层与半导体晶片的连接垫电性连接；同年华天科技（昆山）电子有限公司申请了一种埋入硅基板扇外型3D封装结构专利，该封装结构可以更容易实现小型化，薄型化，制备方法成熟，工艺可行。2017年，三星申请了一种扇外型感测器封装专利，其可使用光学构件作为覆盖层来实施将感测器晶片的光接收单元封闭的结构，而不将光学构件分离。

2017年，华天科技（昆山）电子有限公司申请了一种扇外型封装结构专利，通过在硅基体表面引入厚胶层，该厚胶层与硅基体一起作为芯片扇出的载体，降低了芯片埋入硅基体时对凹槽刻蚀深度和凹槽底部刻蚀均匀性的要求，达到了节省硅基体上刻蚀工艺时间，降低刻蚀和封装成本，减小翘曲度的目的。2018年，三星申请了一种扇外型半导体封装专利，其包括多个重布线层，导电图案层及重布线层电性连接至连接垫。2019年，台积电申请了一种扇出包装结构专利，其再分布层结构设置在管芯上并电连接到管芯，集成扇出通孔在横向上在管芯旁边并且延伸以接触再分布层结构的重新分布层的底表面和侧壁。

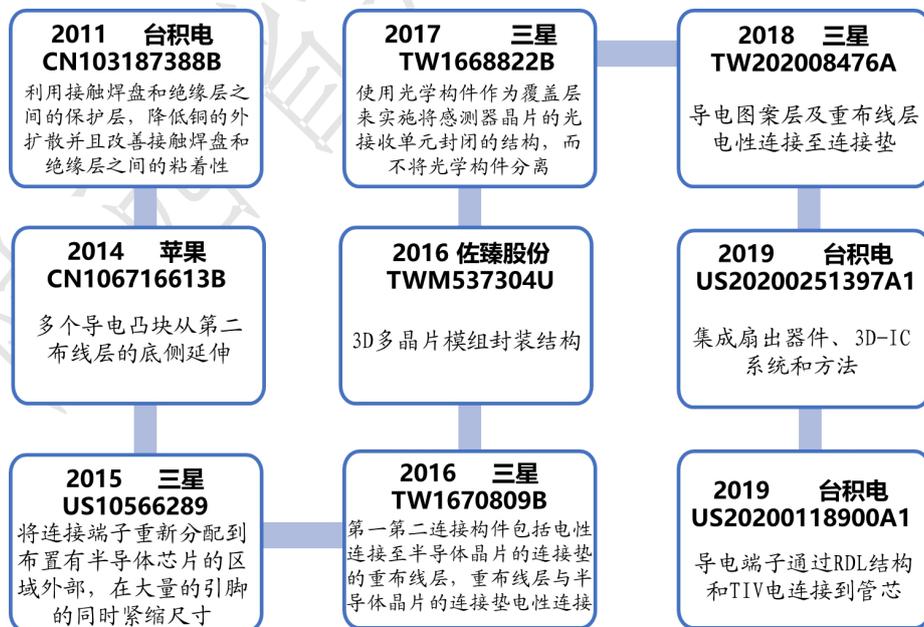


图 4-16 先进封装领域 Fan-out 相关技术路线图

陕西省集成电路产业专利导航

随着晶体管按比例缩小，集成电路的密度正在最大限度地达到物理极限，公认的“超越摩尔定律”意味着在一个封装体内封装更多功能的技术，即通常所说的系统级封装（SIP）。行业正在开发两种基本方法即：堆叠芯片和堆叠封装体。系统级封装首先要实现堆叠芯片技术，然后对堆叠芯片进行封装，按照系统级封装这一方向指引以及技术发展顺序，我们对堆叠芯片技术进行重点分析。细分技术方向如下表所示。

表 4-12 先进封装细分方向

一级分支	二级分支
芯片 叠层	单片（monolithic）
	晶圆上晶圆（Wafer-on-Wafer）
	晶圆上芯片（Die-on-Wafer）
	芯片上芯片（Die-on-Die）

堆叠芯片实现了芯片的叠层，具体的芯片叠层技术包括 4 种——单片（monolithic）、晶圆上晶圆（Wafer-on-Wafer）、晶圆上芯片（Die-on-Wafer）和芯片上芯片（Die-on-Die）。单片技术是在晶圆制造过程中建立多个电路层，每个电路层之间使用金属塞或多个金属层通过技术；晶圆上晶圆将不同电路的单个晶圆减薄，利用凸点或焊球键合在一起；晶圆上芯片将来自一个晶圆的芯片键合到另一个芯片分离前晶圆在芯片上的位置，连接是通过穿透硅通孔和凸点/焊球简化的；芯片上芯片将来自分离晶圆的芯片划成小块，并通过穿透硅通孔和凸点/焊球键合到一个集成的叠层上。

以上 4 个细化分支以单片（monolithic）领域的专利申请最为活跃，选择单片技术作为重点分析对象，以莫诺利特斯 3D 有限公司近年来在“单片”分支下的技术演进路线为例。虽然专利数据中记载了对层结构以及三极管源极、漏极的结构改进，但最终呈现的技术演进按照工艺指标大体分为三个方向——各层垂直厚度，水平对准误差和过孔直径。垂直厚度包括金属层厚度、单晶层厚度、相邻层之间三极管的垂直距离、晶片减薄厚度等；水平对准误差包括不同层之间三极管之间的对准误差、金属层之间对准误差、单晶层与金属层之间对准误差、不同

4陕西省集成电路产业发展路径

级之间晶体管的对准误差，还包括了芯片之间的对准误差，但叠层芯片之间的误差属于“芯片上芯片”分支，对于“单片”分支属于噪声数据，故未进一步进行技术路线分析；通孔直径方面的专利主要涉及在不同结构下通孔直径的数值。下图专利数据所示各维度各工艺尺寸不断迭代演进，在专利数据中呈现出了不同的产业化成果或不同的保护策略。如随着产品市场地位的领先，对于产品的不同组件或不同代际之间的技术，不采用单一的专利权方式进行保护，而是对其有选择地进行保护，一部分用专利权保护，另一部分利用技术秘密保护。这种策略的好处是可以降低技术扩散的速度和减少对手获取的技术情报信息。虽然没有确切的证据证实“莫诺利特斯 3D 有限公司”一定采用了这种知识产权保护策略，但是业内其他企业作为追赶者要考虑到领先企业这一常用知识产权策略。

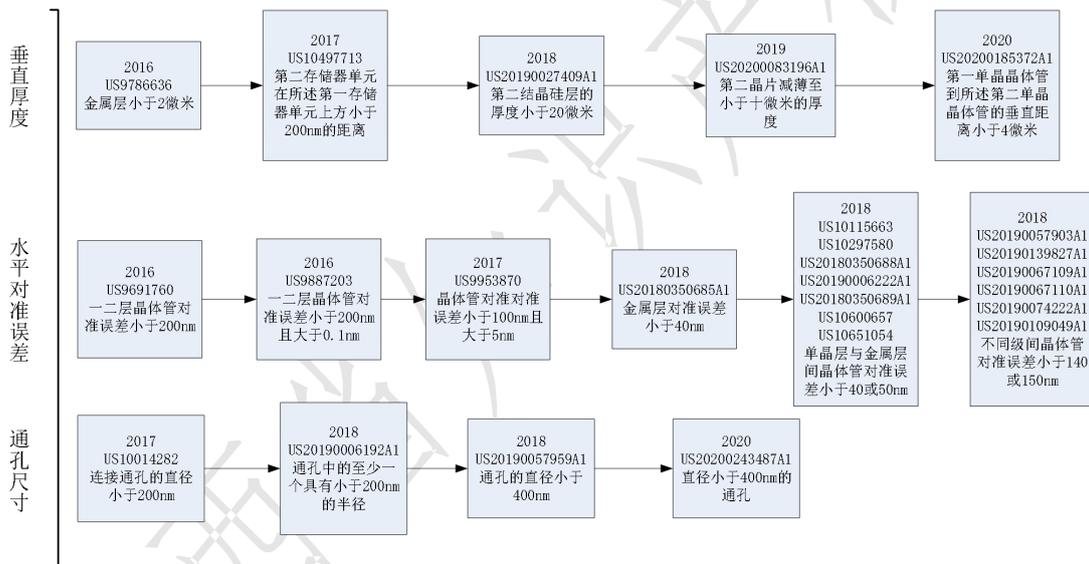


图 4- 17 莫诺利特斯 3D 有限公司单片技术近年技术路线图

综上，陕西省先进封装的现阶段升级路径应当注重从 3D 堆叠、Fan-out 封装两方面提升，在关注上述技术方向的同时，需不断改进垂直厚度、水平对准误差及通孔尺寸方面的制造工艺。

陕西省集成电路产业专利导航

4.4 一张人才培养引进清单

4.4.1 培育高精尖人才团队

经统计，陕西省集成电路产业人才共计 1800 余名，占全省人才数量的 32%，是产业技术研发的重要参与者。陕西省内的人才培养与集成电路产业发展的结合不够紧密，现有的人才资源优势并未很好地转化为产业优势。建议陕西省针对本地产业人才出台相应的扶持计划，依托重点科研项目，培育一批具有发展潜力的中青年领军人才，通过项目创新成果遴选高精尖缺人才团队，强化科技领军人才、高水平创新人才和高技能应用人才队伍建设，实施稳定资助；加大对集成电路优秀企业家和经理人培养力度，面向企业开展集成电路产业实训，支持企业推行首席信息官制度，培育一批熟悉生产经营流程、掌握数据分析工具，具备跨界协作的复合型应用人才。

综合考虑发明人的专利发明量、有效专利数量与行业影响力，得到陕西省本地集成电路设计、制造、封测、支撑四大领域重点培育产业人才名单，可以发现陕西省重点发明人基本集中于各技术领域头部企业，逻辑器件、微处理器、掺杂氧化、封装、大硅片等技术领域已组建稳定的研发团队。集成电路设计领域，紫光国芯的左丰国、李晓骏等人才专注软件设计，西安智多晶微电子有限公司的程显志、陈维新、贾红、韦焱等人是逻辑器件的中枢人才，西安翔腾微电子科技有限公司的刘莎、周艺璇、李冲等人是微处理器领域长期创新成果的发明人；**集成电路制造领域**，龙腾半导体股份有限公司的岳玲、杨乐、刘挺、周宏伟、徐西昌等人是掺杂氧化领域的技术人才；**集成电路封测领域**，华天西安的郭小伟、崔梦等十余人在封测领域深耕多年，组成了稳定成熟的研发团队，西安智多晶微电子有限公司的程显志、陈维新、韦焱等人是测试的优秀人才；**集成电路支撑领域**，隆基绿能科技股份有限公司的李侨、西安创联新能源设备有限公司的时刚和武海军、西安奕斯伟的赵晟佑等人是大硅片技术人才，西安赛富乐斯半导体科技有限公司的陈辰与崔周源、西安智盛锐芯半导体科技有限公司的尹晓雪在第三代半导体材料领域创新成果突出。

4陕西省集成电路产业发展路径

表 4-13 陕西省本地集成电路三级分支推荐重点培育产业人才（部分）

三级技术分支	发明人	申请人	发明量
1-1 软件设计	左丰国	西安紫光国芯	4
	许玲华	西安晶捷电子技术有限公司	4
	李晓骏	西安紫光国芯	3
	刘洋	西安朗普达通信科技有限公司	3
	赵鲁豫	西安朗普达通信科技有限公司	3
1-2 逻辑器件	程显志	西安智多晶微电子有限公司	22
	贾红	西安智多晶微电子有限公司	22
	冯晓玲	西安智多晶微电子有限公司	10
1-3 微处理器	刘莎	西安翔腾微电子科技有限公司	8
	周艺璇	西安翔腾微电子科技有限公司	8
	李冲	西安翔腾微电子科技有限公司	8
	卢涛	西安万像电子科技有限公司	5
	李洋	西安芯瞳半导体技术有限公司	5
2-4 掺杂氧化	岳玲	龙腾半导体股份有限公司	11
	杨乐	龙腾半导体股份有限公司	10
	刘挺	龙腾半导体股份有限公司	9
	周宏伟	龙腾半导体股份有限公司	6
	徐西昌	龙腾半导体股份有限公司	6
3-1 封装	郭小伟	华天西安	23
	崔梦	华天西安	22
	谢建友	华天西安	21
	张捷	西安科锐盛创新科技有限公司	11
	刘义芳	华羿微电子股份有限公司	4
3-2 测试	陈维新	西安智多晶微电子有限公司	9
	韦焱	西安智多晶微电子有限公司	9
	孙浩涛	西安智多晶微电子有限公司	5
4-1 大硅片	李侨	隆基绿能科技股份有限公司	28
	时刚	西安创联新能源设备有限公司	25
	武海军	西安创联新能源设备有限公司	19
	赵晟佑	西安奕斯伟	12
	蔺文	西安华晶电子技术股份有限公司	8
4-2 第三代半导体材料	陈辰	西安赛富乐斯半导体科技有限公司	12
	崔周源	西安赛富乐斯半导体科技有限公司	12
	尹晓雪	西安智盛锐芯半导体科技有限公司	8
	缪炳有	西安神光皓瑞光电科技有限公司	7
	王晓波	西安神光皓瑞光电科技有限公司	7

陕西省集成电路产业专利导航

赵鲁豫，西安朗普达通信科技有限公司创始人，现任西安电子科技大学副教授、天线产业联盟专家委员会理事。主要研究方向为耦合谐振器解耦网络与多天系统，第一次提出了结合滤波器设计概念的天线去耦芯片，用集成化的，可大规模生产的集成电路工艺来解决各类天线之间的耦合问题。任国家重点研发计划课题负责人，国家重点实验室基金负责人，陕西省重点研发计划负责人。累计项目纵横经费 1500 余万元。发表 JCR 一、二区论文二十余篇，SCI 检索文章四十余篇，授权美国发明专利 3 项，中国发明专利 1 项，申请美国专利 1 项，中国专利 11 项，累计申请专利二十余项。

贾红，西安智多晶微电子有限公司董事长兼总经理。精通电路设计及相关工具，主持开发多款先进的可编程逻辑器件。曾先后任职于美国泰鼎微系统(Trident Microsystem) 项目经理、美国博通公司(Broadcom) 资深工程师、美国 Octillion Inc 设计经理和美国 Lattice 资深设计经理。2012 年，带领团队回国创办西安智多晶，其创业团队由国务院侨办授予的“重点华侨华人创业团队”。个人获得中华全国归国华侨联合会授予“第五届中国侨界创新人才奖”；荣获工信部“2017 年度中国信息技术服务产业风云人物奖”。

周宏伟，现任龙腾半导体有限公司首席技术官兼副总经理。1999 年获中国科学院半导体研究所半导体材料博士学位，江苏省“创新创业人才”，先后任华为技术有限公司高级工程师、摩托罗拉电子有限公司资深工程师、飞思卡尔半导体有限公司资深项目经理，华润微电子首席器件专家兼研发中心副总经理。精通功率半导体分立器件的工艺开发，器件结构设计，器件特性的模拟仿真，版图、测试和应用各个方面。拥有美国发明专利 1 项，中国专利 34 项，在国内外核心期刊发表论文 10 余篇。制定超结金属氧化物半导体场效应晶体管行业标准规范，具有多年的功率器件设计经验并掌握核心技术。

郭小伟，现任华天科技(西安)有限公司技术总监。浙江大学信息与电子工程系本科，东南大学半导体物理与器件专业硕士，曾在长电科技、日月光等公司担任技术和行政管理职务，有超过 22 年的封测行业从业经验。担任过多个 02 专项项目及课题的技术负责人，参与、组织实施了包括 PBGA 塑封技术攻关、BGA

4陕西省集成电路产业发展路径

封装和 SiP 封装技术及批量生产、TF/LFBGA 及 SiP 封装技术等多项主流封装技术的攻关、研发和批量生产，荣获省、市相关科技进步一等奖等多种成果奖励，发表论文 3 篇，获发明专利 3 项，实用新型专利 16 项。

（二）建设产教融合平台，加强校企人才互通共享，加速创新成果产业化

经统计，陕西省集成电路科研人才总计 3700 余人，占全区人才数量的 68%，是集成电路关键技术人才的主体。当前，陕西省集成电路关键技术人才目前更多地集中于高校、科研院所，从事基础性研究，科研人才作用突出，具有巨大的转化潜能。因此，建议陕西省发挥高校科研院所人才储备优势，畅通高校、科研机构与企业间人才交流渠道，建设产教融合平台，加强人才互通共享，支持企业集群“招院引所”，推广人才在高校等事业单位与企业“双落户”制度，加快打通知识产权创造、运用、保护、管理、服务全链条，加速集成电路领先创新成果产业化。

综合考虑发明人的专利发明量、有效专利数量与行业影响力，得到陕西省本地集成电路设计、制造、封测、支撑领域重点培育科研人才名单。西安电子科技大学、西北工业大学、西安航空计算技术研究所是陕西省集成电路高端科研人才的集聚单位。例如，西安电子科技大学的郝跃、张玉明、张进成、马晓华等是突出的复合型人才，在集成电路设计、制造、封测、支撑领域的多个技术分支上均有丰硕的创新产出，尤其是郝跃院士在设计领域的软件设计、制造领域的薄膜技术、封测领域的测试、支撑领域的第三代半导体材料等均为中枢性人才；西北工业大学的成来飞、张立同、李贺军等是专攻第三代半导体材料的单一型人才；西安航空计算技术研究所的张骏、田泽、吴晓成等人主要攻关微处理器。

表 4-14 陕西省本地集成电路三级分支推荐重点培育科研人才（部分）

三级技术分支	发明人	申请人	发明量
1-1 软件设计	杨银堂	西安电子科技大学	14
	董刚	西安电子科技大学	12
	张凤祁	西北核技术研究所	6
	张卫红	西北工业大学	3
1-2 逻辑器件	段振华	西安电子科技大学	6

陕西省集成电路产业专利导航

	伍卫国	西安交通大学	6
	黄伯虎	西安电子科技大学	5
	王今雨	西安交通大学	5
	张群	西安微电子技术研究所	3
1-3 微处理器	张骏	西安航空计算技术研究所	44
	田泽	西安航空计算技术研究所	39
	吴晓成	西安航空计算技术研究所	35
	张犁	西安电子科技大学	8
	杨靓	西安微电子技术研究所	6
2-1 光刻技术	常博	陕西科技大学	4
	周权	陕西科技大学	4
2-3 薄膜技术	张进成	西安电子科技大学	19
	张鹤鸣	西安电子科技大学	16
	胡辉勇	西安电子科技大学	16
	宁静	西安电子科技大学	11
	王宏兴	西安交通大学	3
2-4 掺杂氧化	宣荣喜	西安电子科技大学	9
	宋建军	西安电子科技大学	9
	舒斌	西安电子科技大学	8
	戴显英	西安电子科技大学	7
	赵丽霞	西安电子科技大学	4
3-1 封装	余宁梅	西安理工大学	7
	王凤娟	西安理工大学	7
	李宝霞	西安微电子技术研究所	6
	吴道伟	西安微电子技术研究所	6
	李好晨	西安科技大学	4
3-2 测试	马晓华	西安电子科技大学	10
	郑雪峰	西安电子科技大学	10
	王冲	西安电子科技大学	7
	王颖哲	西安电子科技大学	5
	陈宝忠	西安微电子技术研究所	3
4-1 大硅片	赵玉龙	西安交通大学	16
	谢建兵	西北工业大学	11
	胡腾江	西安交通大学	10
	苑伟政	西北工业大学	9
	刘丁	西安理工大学	9
4-2 第三代半导体材料	郝跃	西安电子科技大学	321
	张玉明	西安电子科技大学	218
	郭辉	西安电子科技大学	115

4陕西省集成电路产业发展路径

成来飞	西北工业大学	107
张立同	西北工业大学	65

郝跃，中国科学院院士，微电子学专家，九三学社第十四届中央委员会常委和九三学社陕西省委主委、中国电子学会副理事长。担任“核心电子器件、高端通用芯片和基础软件产品”国家科技重大专项实施专家组组长、国家自然科学基金委员会信息科学部主任、国务院第七届和八届学科评议组电子科学与技术一级学科召集人、高等院校电子信息类专业教学指导委员会主任委员、国家重大基础研究计划（973 计划）项目首席科学家、陕西省科学技术协会副主席。郝跃院士长期从事新型宽禁带半导体器件和材料、新型微纳米半导体器件与材料等方面的科学研究与人才培养。在氮化镓和碳化硅第三代（宽禁带）半导体功能材料和微波毫米波器件、半导体短波长光电材料与器件、微纳米 CMOS 器件新结构、新器件和可靠性失效机理研究等方面取得了系统的创新成果。2010 年获得何梁何利科学与技术奖，2019 年获陕西省最高科学技术奖。获得国家技术发明奖二等 1 项（2009 年），国家科技进步奖二等 2 项（2008 年、2015 年），国家科技进步奖三等 1 项（1998 年）；国家级教学成果一等奖 1 项（2018 年）和国家级教学成果二等奖 1 项（2014 年）；出版《氮化物宽禁带半导体材料与电子器件》（中、英文）《碳化硅宽带隙半导体技术》《集成电路制造动力学理论与方法》《微纳米 CMOS 器件可靠性与失效机理》和《微电子概论》等多部著作和教材。

张玉明，现任西安电子科技大学微电子学院院长，“宽带隙半导体技术”重点实验室主任，全国重点学科微电子学与固体电子学博士生导师。研究方向为高频、宽带、大功率电子器件及相关材料，其中对 SiC、III-V 族化合物和石墨烯的研究达到国际前沿、国内领先水平。在国内外知名学术刊物发表论文二百余篇，其中被 SCI、EI 收录一百余篇。在长期保持高水准的科学研究下，本课题组得到了国家重大专项、教育部重大支撑计划、973 国家重点基础研究发展计划、国家自然科学基金等多项重大项目的资金支持。发表论文 210 余篇，其中已有 150 余篇被三大索引检索，已获授权发明专利 50 项，美国专利 5 项。获国家奖一项，省部级奖六项，厅校级一等奖三项，二等奖两项。2001 年获陕西省优秀留学回国人员称号，

陕西省集成电路产业专利导航

获第四届“陕西青年科技奖”等。作为平台建设的主要负责人，申报成功国家基地 3 个，省部基地 4 个。

田泽，中国航空工业集团公司航空电子高密度组装技术首席技术专家，中国软件行业协会嵌入式系统分会副理事长，中航工业西安航空计算技术研究所副总工程师兼航空微电子技术研究室主任。长期以来从事 VLSI 设计，SoC 设计方法学，嵌入式微处理器体系结构与 VLSI 实现，嵌入式应用系统开发的科研及管理工作。出版著作，译著，教材 13 本，获授权的国家发明专利 2 项，主持国家及省部级项目 20 多项，发表学术论文 80 多篇。

常博，陕西科技大学教授，第九批陕西省“百人计划”青年百人计划入选者，陕西科技大学“青年骨干人才”，微纳机电系统研究所负责人，智能传感器创新联盟理事，中国微米纳米技术学会微纳执行器与微系统分会理事。长期从事微纳米操作、微纳米机器人、半导体电子器件以及柔性可拉伸设备的微组装技术等研究。主持参与过多个芬兰科学院、欧盟、国家自然科学基金、省部级项目。在 *Advanced Materials*, *Soft Matter*, *Applied Physics Letters*, *IEEE JMEMS* 等权威国际期刊和 *IEEE IROS*, *IEEE CASE*, *MARSS* 等重要国际会议发表论文 50 多篇。

苑伟，西北工业大学教授，机电学院院长，兼任中国微/纳米技术学会常务理事、中国仪器仪表学会微/纳器件与系统技术分会副理事长、中国机械工程学会理事及微/纳制造技术分会委员、生产工程分会委员等。主要从事微机电系统研究，带领一支青年教师为主的学术团队，在国内率先开展了 MEMS 集成设计、基于 MEMS 的灵巧蒙皮、微机械结构的准分子激光微细加工技术等前沿研究工作，获省部级科技进步二等奖 3 项，三等奖 5 项。近年来共主持承担了包括国家自然科学基金、863/MEMS 重大专项、国防基础研究计划课题在内的 30 项研究课题，获省部级科技进步奖 8 项；发表研究论文 100 余篇，其中被 SCI、EI 等收录 52 篇，引用 149 次。

4.4.2 关注关键技术领军人

在做好本地人才培养的同时，陕西省应持续关注区域外的集成电路创新人才，

4陕西省集成电路产业发展路径

加快引进一批集成电路关键技术领军人才。近年来，中西部地区产业转型存在优惠政策比拼、产业同质化发展等问题，地区内的人才竞争已趋于白热化。建议陕西省发挥企业在人才引进中的主体作用，完善支持企业引进人才的政策措施。建立更具吸引力的人才聚集政策，设立人才引进创投基金，采取柔性引进、项目引进、专项资助、境外培训和国际人才交流等方式，广泛汇聚海内外高层次人才。本节将深入集成电路各三级分支，综合考虑专利申请数量、扩展同组成员数量、扩展同族专利被引用总数进行筛选，挖掘各领域内高端人才，最终得到推荐引进的人才名单。

1.设计领域

下表显示了国内外集成电路设计领域关键技术领军人才推选名单：

表 4-15 集成电路设计领域国内人才推荐名单

三级技术分支	发明人	申请人	发明量
1-1 软件设计	周长城	山东理工大学	114
	陈岚	中国科学院微电子研究所	89
	于曰伟	山东理工大学	70
	赵雷雷	山东理工大学	59
	许国泰	中国-华虹集团	47
	李起宏	中国-华大九天	29
	姜凯	中国-浪潮	24
	谢光益	中国-华大九天	19
	于治楼	中国-浪潮	17
	李仁刚	中国-浪潮	17
1-2 逻辑器件	单悦尔	无锡中微亿芯有限公司	24
	徐彦峰	无锡中微亿芯有限公司	21
	来金梅	复旦大学	19
	闫华	无锡中微亿芯有限公司	19
	童家榕	复旦大学	17
	张艳飞	无锡中微亿芯有限公司	17
	王成山	天津大学	14
	李鹏	天津大学	14
	王海力	京微齐力（北京）科技有限公司	14
	张彦龙	北京时代民芯科技有限公司	11
1-3 微处理器	金海	华中科技大学	18

陕西省集成电路产业专利导航

	王永文	中国人民解放军国防科学技术大学	15
	管海兵	上海交通大学	15
	倪晓强	中国人民解放军国防科学技术大学	14
	孙彩霞	中国人民解放军国防科学技术大学	14
	应志伟	海光信息技术股份有限公司	13
	焦永	长沙景嘉微电子股份有限公司	11
	严晓浪	杭州中天微系统有限公司	9
	张广勇	中国-浪潮	9
	梅思行	深圳中微电科技有限公司	9
1-4 存储器件	夏志良	长江存储科技有限责任公司	44
	霍宗亮	长江存储科技有限责任公司	39
	苏志强	北京兆易创新科技股份有限公司	28
	刘藩东	长江存储科技有限责任公司	24
	刘会娟	北京兆易创新科技股份有限公司	21
	黄晓槽	中国-华虹集团	15
	林殷茵	复旦大学	11
	缪向水	华中科技大学	9
	童浩	华中科技大学	9
	陈邦明	上海新储集成电路有限公司	8

表 4-16 集成电路设计领域国外人才推荐名单

三级技术分支	发明人	申请人	发明量
1-1 软件设计	TETELBAUM, ALEXANDER	贝尔半导体有限责任公司	23
	GINETTI, ARNOLD	美国-Cadence	22
	岩松 诚一	日本-爱普生	19
	ALPERT, CHARLES J.	美国-格罗方德	18
	TEIG, STEVEN	美国-Cadence	17
1-2 逻辑器件	TRIMBERGER, STEPHEN M.	美国-赛灵思	26
	YOUNG, STEVEN P.	美国-赛灵思	23
	AGRAWAL, OM P.	美国-莱迪思	15
	PERRY, STEVEN	美国-阿尔特拉	7
	KALTE, HEIKO	帝斯贝思数字信号处理和 控制工程有限公司	7
1-3 微处理器	HENRY, G. GLENN	智慧第一公司	18
	RAY, JOYDEEP	美国-英特尔	16
	APPU, ABHISHEK R.	美国-英特尔	16
	BONANNO, JAMES J.	美国-IBM	14
	WITT, DAVID B.	美国-AMD 半导体	14
1-4 存储器件	曾鸿辉	中国台湾-台积电	95

4陕西省集成电路产业发展路径

ARITOME, SEIICHI	美国-美光科技	26
ROOHPARVAR, FRANKIE F.	美国-美光科技	24
MOKHLESI, NIMA	桑迪士克科技有限责任公司	23
梅林 拓	日本-索尼	16

陈岚，中科院微电子所物联网技术研究中心常务副主任，中国物联网研究发展中心（筹）副主任，佛山中科芯蔚科技有限公司法定代表人。主要从事计算机系统结构与芯片设计、集成电路设计方法学及电子设计产业共性技术研究，拥有近二十年芯片设计方法学研究和芯片研发经验。为多项国家和部委重点、重大项目顺利实施提供芯片实现方法，保证项目实施。承接国家科技重大专项 01 专项、02 专项、03 专项、国家 863 重点、院重点部署项目、中科院知识创新重点项目、工信部项目等重大科研任务近 40 项。

苏志强，北京兆易创新科技股份有限公司战略市场总监。复旦大学微电子学专业毕业，从事存储器芯片尤其 Flash Memory 产品设计开发工作十年以上。曾供职 Intel、上海复旦微电子，北京兆易创新，历任资深设计工程师、项目经理、部门经理、资深设计经理、战略市场总监。曾获北京市科技进步一等奖，申请存储器领域发明专利 120 个以上，负责制定存储器领域国家行业标准两项。

林殷茵，复旦大学教授，多年来从事新型薄膜器件的研究，特别是基于相变硫系化合物半导体薄膜、氧化物薄膜和铁电薄膜的不挥发存储器件和其他新型器件。所带领的研究小组为最早在国内开展相变存储器、氧化物薄膜存储器研究的单位之一。研究内容包括相关材料技术、电路设计及建模、器件、相关工艺及测试。主持国家 863 项目一项、国家自然科学基金项目（三项）、上海市青年科技启明星项目、上海市纳米专项、国际合作项目、AM 基金，作为主要参加者参与九五“863”项目、国防科技预研项目、国家经贸委创新项目、上海市 AM 基金等的研究工作。近年来已在国内外著名期刊和国际会议上发表文章近 60 篇，被 SCI 收录 23 篇，EI 收录 13 篇，已申请发明专利 15 项，授权 3 项。

TRIMBERGER, STEPHEN M.，美国赛灵思公司会士，美国工程院院士、

陕西省集成电路产业专利导航

美国电气与电子工程学会会士和美国计算机协会会士，拥有加州理工学院的计算机科学博士学位。Trimberger 领导赛灵思研究实验室的高级开发部门多年，是国际上现场可编程门阵列 FPGA 方面的最资深专家之一，在 FPGA 的架构和设计工具方面做出过多项开创性的工作。参与设计了第一款具有专用算术和存储器的 FPGA 芯片 XC4000 的架构，同时是 XC4000 的设计自动化软件技术负责人。撰写三本关于集成电路和 FPGA 计算机辅助设计的学术著作，以及数十篇关于设计自动化和 FPGA 架构的论文，并在相关方向拥有大约 30 项专利。

WITT, DAVID B., AMD 高级副总裁，拥有台湾交通大学电气工程理学学士学位和华盛顿大学西雅图分校电气工程理学硕士学位。负责 AMD Radeon 技术事业部工程研发，领导 AMD 显卡工程研发的方方面面，包括 AMD 显卡产品和技术的战略、架构、硬件和软件。凭借超过 25 年的显卡和芯片工程研发经验，为 AMD 带来深厚的技术专长和复杂芯片开发管理方面的出色业绩。2012 年，他被评为台湾交通大学杰出校友。

2. 制造领域

下表显示了国内外集成电路制造领域关键技术领军人才推选名单：

表 4-17 集成电路制造领域国内人才推荐名单

三级技术分支	发明人	申请人	发明量
2-1 光刻技术	张海洋	中国-中芯国际	56
	吕煜坤	中国-华虹集团	21
	毛智彪	中国-华虹集团	19
	朱煜	清华大学	16
	张鸣	清华大学	16
	尹文生	清华大学	16
	袁志扬	上海微电子装备（集团）股份有限公司	13
	谭久彬	哈尔滨工业大学	12
	王兆祥	中国-中微半导体	11
	赵超	中国科学院微电子研究所	9
2-2 刻蚀技术	王新鹏	中国-中芯国际	19
	韩秋华	中国-中芯国际	17
	陈玉文	中国-华虹集团	17
	杨渝书	中国-华虹集团	15

4陕西省集成电路产业发展路径

	任昱	中国-华虹集团	11
	李俊峰	中国科学院微电子研究所	11
	FAN, SHOU-SHAN	清华大学	8
	LI, QUN-QING	清华大学	7
	严立巍	绍兴同芯成集成电路有限公司	7
	刘志强	中国-中微半导体	6
2-3 薄膜技术	三重野文健	中国-中芯国际	45
	张卫	复旦大学	39
	徐秋霞	中国科学院微电子研究所	27
	张城龙	中国-中芯国际	24
	周鸣	中国-中芯国际	21
	丁士进	复旦大学	21
	刘明	中国科学院微电子研究所	20
	黄振	中智(泰兴)电力科技有限公司	18
	张苗	中国科学院上海微系统与信息技术研究所	13
	彭俊彪	华南理工大学	11
2-4 掺杂氧化	马万里	中国-方正集团	49
	赵圣哲	中国-方正集团	37
	李勇	中国-中芯国际	29
	冯光建	中国-集迈科微电子	25
	李理	中国-方正集团	25
	禹国宾	中国-中芯国际	24
	黄如	北京大学	22
	王曦	中国科学院上海微系统与信息技术研究所	16
	闫江	中国科学院微电子研究所	13
	殷华湘	中国科学院微电子研究所	12

表 4-18 集成电路制造领域国外人才推荐名单

三级技术分支	发明人	申请人	发明量
2-1 光刻技术	畠山 润	日本-信越	186
	中筋 护	日本-尼康	110
	水谷 一良	日本-富士胶片	104
	远藤 政孝	日本-松下	103
	Hans Butler	荷兰-ASML	17
2-2 刻蚀技术	佐藤 健一郎	日本-富士胶片	97
	市川 幸司	日本-住友	73
	门村 新吾	日本-索尼	47
	LEI, WEI-SHENG	美国-应用材料	26
	清水 宏明	日本-东京应化	25

陕西省集成电路产业专利导航

2-3 薄膜技术	山崎 舜平	株式会社半导体能源研究所	150
	AHN, KIE Y.	美国-美光科技	61
	李成权	韩国-SK	59
	丸山 研二	日本-富士通	57
	SANDHU, GURTEJ S.	美国-美光科技	35
2-4 掺杂氧化	朴相勋	韩国-SK	64
	吴协霖	中国台湾-台积电	38
	CHENG, KANGGUO	美国-IBM	22
	丸尾 豊	日本-爱普生	22
	FORBES, LEONARD	美国-美光科技	18

毛智彪先生，化学博士，于1989年赴美国伦斯勒理工学院学习。1996年加入 Shipley 公司（现为陶氏化学），参与由美国半导体技术联盟（Sematech）领导的 ArF 光刻材料研究项目。2000年起在英特尔、宏力半导体、凸版光掩模等国内外晶圆制造厂和光掩模制造厂从事图形化工艺研发，参与和领导了130nm至14nm工艺的研发，并实现了130nm至28nm逻辑、SRAM、闪存、彩色图像感应等芯片的生产。获得国外专利授权27篇，国内专利授权269项、发表技术论文25篇。

朱煜，清华大学机械工程系长聘教授。主要从事超精密机械与测控方向研究，包括电子制造装备及其系统等，研制出国内首个光刻机双工件台系统样机，关键技术指标已达到国际同类光刻机双工件台的先进水平。担任国家“极大规模集成电路制造装备及成套工艺”科技重大专项实施方案编制专家组和总体专家组副组长、技术副总师，装备组、光刻机组组长。出版学术专著2部，发表论文170余篇，申请国家发明专利180余项（授权110余项、12项美国专利）。

徐秋霞，中国科学院微电子研究所学术委员会和学位委员会委员。从事下一代集成电路新技术、新结构和新材料的研究及其器件应用。1997年至2000年承担国家九五重大科技攻关专题“0.1微米级CMOS器件结构及性能研究”，为专题负责人，取得创新性重大成果。研究开发了8项新颖的、具有实用价值的工艺模块，并在关键技术突破的基础上在国内首次研制成功了性能优良的栅长27纳米CMOS器件和CMOS 32分频器电路，研制完成的栅长27纳米CMOS器件在

4陕西省集成电路产业发展路径

指标方面已与国际同类先进研究成果具有同步性。获 2004 年北京市科学技术一等奖。并获 2005 年国家技术发明二等奖。在国内外一级学术刊物及国内外学术会议上共发表论文 90 余篇。以第一发明人申请发明专利 11 项，均被受理，其中 6 项发明专利已获授权。作为合作发明人申请发明专利 7 项，其中 1 项发明专利已获授权。

CHENG, KANGGUO，于伊利诺伊大学厄巴纳-尚佩恩分校材料科学与工程专业获得博士学位后加入 IBM，曾研究过多种先进的半导体技术，包括存储器、嵌入式存储器、高性能逻辑和低功耗技术，拥有近 2000 项美国专利和 2400 多项全球专利。

3.封测领域

下表显示了国内外集成电路封测领域关键技术领军人才推选名单：

表 4-19 集成电路封测领域国内人才推荐名单

三级技术分支	发明人	申请人	发明量
3-1 封装	林正忠	中国-盛合晶微	212
	陈彦亨	中国-盛合晶微	152
	梁志忠	中国-长电科技	78
	陈锦辉	江阴长电先进封装有限公司	58
	孙鹏	中国-华进半导体	51
	曹立强	上海先方半导体有限公司	51
	王之奇	苏州晶方半导体科技股份有限公司	47
	孙清清	复旦大学	29
	郁发新	中国-集迈科微电子	28
	李维平	中国-长电科技	27
	3-2 测试	龙吟	中国-华虹集团
陈宏璘		中国-华虹集团	127
冯军宏		中国-中芯国际	16
陈鲁		深圳中科飞测科技股份有限公司	14
张顺勇		长江存储科技有限责任公司	13
邢国强		苏州阿特斯阳光电力科技有限公司	13
徐志华		江阴苏阳电子股份有限公司	12
王太宏		中国科学院物理研究所	10
仝金雨	中国-武汉新芯	9	

表 4-20 集成电路封测领域国外人才推荐名单

三级技术分支	发明人	申请人	发明量
3-1 封装	中谷 直人	日本亚比欧尼克斯股份有限公司	28
	DO, BYUNG TAI	史达晶片有限公司	25
	黄建屏	台湾-矽品精密	24
	长田 道男	東和股份有限公司	23
	AKRAM, SALMAN	美国-美光科技	22
3-2 测试	大槻 刚	日本-信越	62
	唐沢 涉	日本-东京电子	43
	YAMAZAKI, SHUNPEI	株式会社半导体能源研究所	37
	李彩允	李诺工业股份有限公司	28
	刘俊良	思达科技股份有限公司	23

曹立强，华进半导体封装先导技术研发中心有限公司总经理，中国科学院微电子研究所系统封装研究室主任。从事先进封装的研究工作，在电子封装材料、晶圆级系统封装、三维硅通孔互连技术等方面取得多项成果，在国外期刊、国际会议上发表多篇学术论文，其中被 SCI, EI 检索 50 篇以上，申请国内外发明专利 20 多项；主持或参与编写和翻译专著 4 本；先后主持和承担了多项国家科技重大专项、国家创新团队国际合作伙伴计划、973 项目、中国科学院重点科研项目、国家自然科学基金面上和重点项目。

孙鹏，华进半导体封装先导技术研发中心有限公司技术总监，瑞典查尔莫斯理工大学微电子及纳米技术专业博士研究生。领导团队执行多项成套工艺开发，并于 2017 年实现稳定的小批量量产服务，已面向产业链上下游十余家客户，尤其是中国前十大 IC 设计公司，如华为终端、展讯通讯等提供相关技术和芯片封测服务，取得良好的社会效益和经济效益。

龙吟，上海华力集成电路制造有限公司高级工程师。毕业于上海交通大学，十几年长期专注于集成电路制造良率提升。龙吟致力于建设技术团队，建立了良率提升创新工作室，拥有超过 10 项成果获得专利授权。2019 年，第三十一届上

4陕西省集成电路产业发展路径

海优秀发明选拔赛中，“28 纳米先进检测工艺良率提升工程”获得金奖。

4.支撑领域

下表显示了国内外集成电路支撑领域关键技术领军人才推选名单：

表 4-21 集成电路支撑领域国内人才推荐名单

三级技术分支	发明人	申请人	发明量
4-1 大硅片	曹建伟	中国-晶盛机电	100
	孙晨光	中国-中环	97
	傅林坚	中国-晶盛机电	89
	高润飞	中国-中环	79
	聂金根	镇江市港南电子有限公司	59
	杨德仁	浙江大学	44
	朱亮	中国-晶盛机电	44
	薛忠营	中国科学院上海微系统与信息技术研究所	29
	张苗	中国科学院上海微系统与信息技术研究所	28
	马向阳	浙江大学	26
4-2 第三代半导体材料	胡加辉	中国-华灿光电	321
	李鹏	中国-华灿光电	254
	李国强	华南理工大学	139
	徐平	湘能华磊光电股份有限公司	131
	李晋闽	中国科学院半导体研究所	130
	唐竹兴	山东理工大学	124
	郭炳磊	中国-华灿光电	121
	王军喜	中国科学院半导体研究所	111
	宗艳民	山东天岳先进科技股份有限公司	89
张荣	南京大学	86	

表 4-22 集成电路支撑领域国外人才推荐名单

三级技术分支	发明人	申请人	发明量
4-1 大硅片	星 亮二	日本-信越	38
	符 森林	日本-SUMCO	35
	HENLEY, FRANCOIS J.	硅源公司	14
	TSUCHIYA, KOHSUKE	福吉米股份有限公司	11
	FORBES, LEONARD	美国-美光科技	12
4-2 第三代半导体材料	河村 孝夫	京瓷株式会社	88
	半泽 茂	日本碍子株式会社	48
	吉田 清辉	日本-古河电工	45

陕西省集成电路产业专利导航

HAN, JUNG	耶鲁大学	11
ODNOBLYUDOV, VLADIMIR	克若密斯股份有限公司	11

杨德仁，浙大宁波理工学院校长，浙江大学工学部主任，杭州国际科创中心首席科学家。长期从事半导体硅材料的研究，包括超大规模集成电路用硅材料，太阳能光伏硅材料、硅基光电子材料和纳米硅半导体材料。主持（曾负责）国家973、863、国家科技重大专项、国家重点研发专项，国家自然科学基金重大、重点、科技部、教育部和浙江省的重大、重点科技项目等科技项目，在硅材料的基础研究上取得重大成果，生产实际中也产生重大经济效益。以第一获奖人获得国家自然科学二等奖2项，国家技术发明二等奖1项，何梁何利科学与技术进步奖1项，浙江省科学技术一等奖4项，省部级科学技术二等、三等奖及其它科技奖6项；以第二、三获奖人获得省部科学技术奖等4项。在国际学术刊物发表SCI检索论文870多篇，SCI论文他引17900多次，H因子68。

曹建伟，浙江晶盛机电股份有限公司董事会董事长，兼任研发中心主任，专注于半导体装备和材料领域。科研成果曾获浙江省科学技术一等奖2项、浙江省科学技术二等奖2项，浙江省科学技术三等奖1项、机械工业科学技术进步一等奖1项、机械工业科学技术进步三等奖1项等。此外，还曾荣获第四批国家“万人计划”科技创新创业人才、浙江省首批“万人计划”科技创业领军人才、浙江省优秀科技工作者、第七届科技新浙商、绍兴十大杰出青年、中国红十字人道服务奖章等荣誉。

李国强，华南理工大学教授，国家重点研发计划首席科学家、中组部“万人计划”科技创新领军人才、长江学者青年学者、国家优青、珠江学者特聘教授、广东省半导体照明与信息化工程技术研究中心主任。从事第三代半导体材料与器件、高频宽带通信核心元器件、高性能LED外延材料与芯片等研究。近五年发表SCI论文100余篇，高影响力特邀综述3篇，ESI高被引论文7篇，出版中、英文专著4部，以第一发明人获授权国内外发明专利80余件。

4陕西省集成电路产业发展路径

4.4.3 引进创业型技术人才

集成电路设计作为轻资产产业，创业型技术人才是企业创新驱动的重要支撑与核心资产。通过深入集成电路设计领域，综合考虑近五年专利申请占比、专利发明人与集成电路布图设计创作人履历，最终得到推荐引进的创业型人才名单。

表 4-23 集成电路创业型人才推荐名单

序号	创业型人才	所属省份	所属企业
1	徐靖	浙江省	嘉兴倚韦电子科技有限公司
2	谢超	上海市	上海曠睿信息科技有限公司
3	肖佐楠	天津市	天津国芯科技有限公司
4	陈燕宁	北京市	北京芯可鉴科技有限公司
5	汪欣	天津市	天津芯海创科技有限公司
6	管洪清	山东省	青岛邃智信息科技有限公司
7	李健	北京市	北京蓝耘科技股份有限公司
8	林森	北京市	北京芯启科技有限公司
9	张明宇	湖北省	武汉瑞纳捷半导体有限公司
10	刘丰收	上海市	上海望友信息科技有限公司
11	刘浩阳	福建省	厦门市必易微电子技术有限公司
12	肖建强	广东省	深圳市美矽微半导体有限公司
13	赵云	安徽省	无锡意美芯电子科技有限公司
14	何书专	江苏省	南京浣轩半导体有限公司
15	戴忠伟	上海市	广芯电子技术（上海）股份有限公司
16	国云川	四川省	成都锦格电子科技有限公司
17	张怀东	安徽省	无锡十顶电子科技有限公司
18	陈东坡	上海市	上海川土微电子有限公司
19	姚志明	上海市	上海晶岳电子有限公司
20	赵云	江苏省	苏州创智宏微电子科技有限公司

肖佐楠，天津国芯科技有限公司法定代表人。东南大学微电子技术专业硕士，国务院特殊津贴专家，高级工程师。入选国家特支计划（万人计划），是科技部首批“创新人才推进计划”中青年科技创新领军人才，获得国家科技进步奖二等奖、中国电子学会电子信息科技进步奖一等奖、党政密码科技进步三等奖（省部级）、江苏省科技进步奖二等奖、江苏省科技进步奖三等奖等科技奖项。在 IC 设计业已有 23 年的工作经验，作为项目负责人主持国家“核高基”科技重大专

陕西省集成电路产业专利导航

项“嵌入式存储器 IP 核开发及应用”，江苏省科技支撑计划项目、江苏省现代服务业软件专项等项目的研发工作，领导团队成功开发了以 C0/C300/C400/C2000/C9000 为代表的一批具有完全自主知识产权的 C*Core CPU 系列，技术水平已达到国际水准。

国云川，成都锦格电子科技有限公司法定代表人，电子科技大学电子工程学院副教授。2002年毕业于天津大学电气工程专业，2006年获英国拉夫堡大学电子与电气工程系博士学位。主要研究方向包括微波电路建模与仿真、微波单片集成电路（MMIC）、宽禁带半导体技术（WBGs）、纳米电子器件、周期结构电磁材料（Metamaterials）等。在英国留学期间参与了多项英国工程与自然科学基金（EPSRC）项目的研究，目前作为课题负责人或主研人员参与了国家自然科学基金、国家科技重大专项、973 等多个项目。在 IEEE Trans. on MTT、IEE Proc. SMT、Journal of Optics 等国内外期刊和会议上发表论文六十余篇。

何书专，南京浣轩半导体有限公司法定代表人，南京大学微电子学院教师，曾参与国家工信部集成电路公共平台策划和实施方案、参与起草国家集成电路 IP 标准的撰写和编制、自 2004 年伊始率课题组开展 LED 驱动电源芯片产品研发，近 10 年的 LED 显示产品从业经验。拥有多个 LED 显示方面的国家专利。

4.4.4 招募重点院校毕业生

由于中美贸易战影响，国内半导体产业受到美国及其盟友打击，集成电路产业发展对创新人才、创新成果的需求为高校人才培养、科学研究提出了新的挑战。2020 年，国务院发布关于印发《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》的通知，进一步加强高校集成电路和软件专业建设，加快推进集成电路一级学科设置工作，紧密结合产业发展需求及时调整课程设置、教学计划和教学方式，努力培养复合型、实用型的高水平人才。加强集成电路和软件专业师资队伍、教学实验室和实习实训基地建设，鼓励有条件的高校采取与集成电路企业合作的方式，加快推进示范性微电子学院建设。

作为国家人力资源的重要储备，重点高校应届毕业生已成为各城市人才竞争

4陕西省集成电路产业发展路径

的着力点。陕西省教育厅发布《2020年陕西省高校毕业生就业质量报告》，报告显示，陕西是不同学历毕业生就业地区中最为集中的省份，博士、硕士、本科、专科毕业生在陕西省就业的比例，分别为55.96%、46.70%、59.03%、73.11%。从专业来看，工学在陕西就业人数最多，包括能源动力、计算机科学与技术、电子信息科学与技术、软件工程、电气信息、交通运输、海洋工程、轻工、纺织、航空航天、力学、生物工程等数十个门类，与陕西的硬科技属性相匹配。西安作为陕西省的省会，正在打造“6561”现代产业体系，是众多毕业生的集中就业地。

2021年，陕西省5部门联合发布《关于延续实施部分减负稳岗扩就业政策措施的通知》，对自主创业的毕业生，精准提供创业培训、创业服务，按规定落实创业担保贷款及贴息、创业补贴、场地支持等扶持政策。落实创业孵化基地为高校毕业生等重点群体创业提供反担保政策，扩大农村高校毕业生返乡创业免除反担保的覆盖范围。同时，西安市也出台了企业用工保障10条措施、稳就业23条举措、促进大学生就业创业20条意见、吸引集聚硕博研究生若干措施等10余项惠企利民政策，为企业和人才搭建各类交流平台。

因此，建议陕西省抓住人才招引政策红利的重大机遇，提高对国内重点高校集成电路相关专业毕业生的引进，进一步优化引才服务体系，加大政策宣传，注重追踪与考评，将高校优质人才资源内化为陕西省人才资源。2015年，6部门联合公布了首批9所建设示范性微电子学院的高校名单，即北京大学、清华大学、中国科学院大学、复旦大学、西安电子科技大学、上海交通大学、东南大学、浙江大学、电子科技大学。而后还公布支持19所高校筹备建设示范性微电子学院，后来也都正式批准建设。目前，这28所高校的微电子学院代表了我国高校微电子方面的最高水平。考虑到人才招引的可行性，重点推荐陕西省招引中西部、东北地区重点高校集成电路的毕业生。

表 4-24 国内 28 所重点高校集成电路专业设置

序号	地区	高校	专业
1	中部	中国科学技术大学	电子科学与技术
2		华中科技大学	微电子科学与工程、无线电器件、半导体元件与材料

陕西省集成电路产业专利导航

3		合肥工业大学	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
4	西部	电子科技大学	集成电路设计与集成系统、微电子科学与工程、新能源材料与器件
5		西安电子科技大学	集成电路设计与集成系统、微电子科学与工程
6		西北工业大学	微电子科学与工程、软件工程、
7		西安交通大学	微电子学与固体电子学
8	东北	大连理工大学	集成电路设计与集成系统、电子科学与技术
9	东部	北京大学	电子信息科学与技术、微电子科学与工程、电子信息工程、集成电路设计与集成系统
10		清华大学	集成纳电子科学、集成电路设计与设计自动化、集成电路制造工程
11		中国科学院大学	集成电路科学与工程
12		复旦大学	微电子科学与工程（卓越班）、微电子科学与工程
13		上海交通大学	微电子科学与工程、微电子学
14		东南大学	微电子学与固体电子学、电子科学与技术
15		浙江大学	电子科学与技术、微电子科学与工程
16		北京航空航天大学	集成电路设计与集成系统、微电子科学与工程
17		南方科技大学	微电子科学与工程
18		北京理工大学	新能源材料与器件、集成电路工程
19		天津大学	电子科学与技术（固体电子与微电子）、集成电路设计与集成系统
20		同济大学	微电子科学与工程、集成电路工程
21		南京大学	集成电路设计与集成系统、微电子科学与工程、微电子与固体电子学
22		福州大学	微电子科学与工程、微电子学、集成电路设计与集成系统、集成电路工程
23		山东大学	微电子科学与工程、集成电路设计与集成系统
24		中山大学	微电子学
25		华南理工大学	集成电路设计与集成系统、微电子学
26		厦门大学	电子工程系、电子科学系、微电子与集成电路系、电磁声学
27	北京工业大学	电子科学与技术、微电子科学与工程、集成电路工程	
28	国防科技大学	微电子学与固体电子学	

4陕西省集成电路产业发展路径

4.5 一套创新生态体系

4.5.1 串珠成链，加强链上合作

锻造优势长板，补齐弱项短板，做强做大“链主”企业，提升配套能力，攻克关键核心技术，夯实产业链基础，优化产业生态，是陕西省着力提升重点产业链核心竞争力的必要准备。奕斯伟、华天、中国航空工业集团、紫光国芯等龙头企业带动作用显现，奕斯伟、华天进入集成电路相关专利申请数量 TOP50，中国航空工业集团进入设计领域专利申请数量 TOP10，“链主”企业以西安高新区为核心呈现集群式发展。

抓住“链主”企业就抓住了产业链、供应链的关键所在，在如今全球迎来“双链”调整战略机遇、国内构建双循环新发展格局的关键时期，为“链主”企业营造良好的发展环境，是各地在提升产业竞争力时的必答题。同时，为产业链打通国际循环的关键，在于为“链主”企业的提档升级、技术革新提供平台、人才等全方位的支持。而着眼内循环，同样要发挥“链主”企业的独特作用，补齐产业链，增强自主可控能力，支持构建融通发展的产业生态，鼓励“链主”企业联合中小企业建设集成电路产业创新中心，建立风险共担、利益共享的协同创新机制。

截至检索日，陕西省不同企业间共合作申请了 191 项集成电路产业专利，大部分联合申请属于集团内部公司之间的协同攻关。以专利联合申请数量 TOP2 的奕斯伟、隆基为例：占陕西省联合创新专利申请量的 87.4% 的奕斯伟集团，专利均为内部四家企业西安奕斯伟材料科技有限公司、西安奕斯伟硅片技术有限公司、西安奕斯伟设备技术有限公司、西安奕斯伟材料技术有限公司联合申请；申请量占比第二的隆基集团，专利均为旗下隆基绿能科技股份有限公司、无锡隆基硅材料有限公司、西安隆基新能源有限公司、宁夏隆基硅材料有限公司等 6 家企业联合申请。华天、隆基、西电等行业龙头专利许可均为内部许可。可见省内集成电路产业链相对比较封闭，尚未建立“链主”企业与中小企业的协同创新机制。专利协同成团但是不成链，具有系统性松散的特点。

陕西省集成电路产业专利导航

本报告为陕西省集成电路产业寻找了适合增加产业链粘性和韧性的几种方式，供陕西省相关决策参考。

1.产业链上下游公司通过资本入股的方式，将加强进一步合作，有利于公司推动客户导入以及供应链拓展。

以集成电路封装测试龙头企业通富微电为例。2020年11月，通富微电发布非公开发行股票发行情况报告书暨上市公告书。本次非公开发行最终获得配售的投资者共35家，拟用于集成电路封装测试二期工程、车载品智能封装测试中心建设、高性能中央处理器等集成电路封装测试项目、以及补充流动资金及偿还银行贷款。值得注意的是，此次非公开发行的发行对象为证券公司、基金公司、其他投资机构及个人投资者等，共计35家发行对象，其中卓胜微、华峰测控、浙江韦尔股权投资有限公司、福建福顺半导体制造有限公司、芯海科技均属于集成电路企业及其下属公司。

资料显示，浙江韦尔股权投资有限公司是韦尔股份持股100%的股权投资公司。韦尔股份自2007年设立以来，一直从事图像传感器产品和其他半导体器件产品设计业务和被动件（包括电阻、电容、电感等）、结构器件、分立器件和IC等半导体产品的分销业务。

芯海科技是一家集感知、计算、控制于一体的全信号链芯片设计企业，专注于高精度ADC、高性能MCU、测量算法以及物联网一站式解决方案的研发设计，产品及方案广泛应用于智慧健康、压力触控、智慧家居感知、工业测量、通用微控制器等领域。

卓胜微是射频前端芯片设计企业，主要向市场提供射频开关、射频低噪声放大器、射频滤波器等射频前端分立器件及各类模组的应用解决方案，覆盖移动智能终端、智能家居、可穿戴设备等领域。

据了解，卓胜微目前主要与苏州日月新半导体有限公司（以下简称“日月新”）的专线合作，双方合作开发封测工艺，试运行期间，日月新承诺按照每月特定产能配置专线用于生产公司委托产品，公司承诺提供充足的订单以支持专线生产。

4陕西省集成电路产业发展路径

同时，卓胜微也与其他封测厂合作建设生产专线，购买的设备放置于供应商处进行生产合作，可有效利用封测厂的生产管理能力实现公司产品的大规模量产。本次卓胜微入股通富微电，有助于双方的进一步合作。

从各企业在产业链所处的环节来看，卓胜微、韦尔股份、芯海科技均属于 IC 设计企业，是通富微电的客户，通过与通富微电在资本上的战略合作，能获得更稳定、优先的产能供应。

以集成电路制造龙头企业中芯国际为例。截至检索日，中芯国际已累计申请集成电路相关 2717 项专利，累计授权 2009 项专利，申请和授权专利的数量均在大陆半导体产业领先，在 HKMG 和 FinFET 技术上的专利申请数量均为全球前列。中芯国际产业链上集结了大量国内各领域优势厂商。从下图中中芯国际产业链节选可以看出，中芯国际的国内合作厂商遍布全国。

上游设备		行业概况		国产厂商		上游材料		市场空间		收益国产厂商		下游封测		国产设备收益厂商	
刻蚀机	96 亿美元	24% 价值占比	北方华创	中微公司	大硅片	87 亿美元	沪硅产业	中环股份	长电科技	通富微电	华天科技	晶方科技	深科技		
光刻机	98 亿美元	19% 价值占比	上微集团	华卓清科	靶材	江丰电子	阿石创	隆华科技	有研新材	下游设计		国产设计收益厂商			
PVD	81 亿美元	15% 价值占比	北方华创		高纯试剂	上海新阳	江化微	晶瑞股份	巨化股份	CPU	CPU	中科曙光	澜起科技	中国长城	
CVD	74 亿美元		北方华创	中微公司	沈阳拓荆	特种气体	69 亿美元	雅克科技	华特气体	南大光电	GPU	A股唯一	加速替代	景嘉微	
离子注入	16 亿美元	3% 价值占比	中科信	万业企业	抛光材料	18 亿美元	安集科技		鼎龙股份	FPGA	紫光国微	上海复旦			
炉管设备	16 亿美元	3% 价值占比	北方华创	晶盛机电	光刻胶	南大光电	飞凯材料	容大感光	晶瑞股份	指纹识别	兆易创新	汇顶科技			
检测设备	71 亿美元		精测电子	华峰测控	长川科技	其他材料	45 亿美元	神工光伏	菲利华	石英股份	存储芯片	韦尔股份	格科微	汇顶科技	
清洗设备	36 亿美元		北方华创	至纯科技	盛美半导体						存储芯片	兆易创新	国科微	北京君正	
其他设备	研磨		芯源微	大族激光	锐科激光										

图 4-18 中芯国际产业链（部分）

中芯国际在集团外部进行链上技术创新合作方面已做出初步探索，中芯国际集成电路制造（上海）有限公司与武汉新芯集成电路制造有限公司联合申请专利 5 件、与成都成芯半导体制造有限公司联合申请专利 2 件。除技术创新合作外，中芯国际还通过资本战略合作加强产业链上合作。2020 年 7 月中芯国际披露其发行公告，29 家战略配售对象中有一家由 14 家半导体产业链上市企业与中芯聚源组成的投资机构——青岛聚源芯星股权投资合伙企业。根据披露，聚源芯星的

陕西省集成电路产业专利导航

出资人包括上海新阳、中微公司、上海新昇（沪硅产业全资子公司）、澜起投资有限公司（澜起科技全资子公司）、中环股份、韦尔股份、汇顶科技、盛美半导体、安集科技、徕木股份、聚辰股份、全志科技、至纯科技、江丰电子。除徕木股份主要从事连接器和屏蔽罩为主的精密电子元件业务外，上述企业皆为半导体产业链企业，在细分领域属于国内领先厂商。

从各企业在产业链所处的环节来看，澜起科技、韦尔股份、汇顶科技、聚辰股份、全志科技均属于 IC 设计企业，是中芯国际的客户，通过与中芯国际在资本上的战略合作，能获得更稳定、优先的产能供应。上海新阳、上海新昇、中环股份、安集科技、江丰电子属于上游原材料厂商，中微公司、至纯科技、盛美半导体属于上游设备厂商，均为中芯国际的供应商，通过与中芯国际在资本上的战略合作，可以推动公司产品升级。中芯国际通过战略配售，进一步加强其产业链合作紧密性，上下游企业也可以通过与中芯国际在资本上的战略合作开展更深层次的合作，推动公司产品由国产替代走向技术创新。

陕西省可以自身在封测、支撑领域的强劲实力为基础，融汇其上游设计厂家或材料需求厂家，提高产业链合作紧密度。

2.发挥产业联盟平台作用，提升区域产业品牌知名度

为构建融通发展的产业生态，建立风险共担、利益共享的协同创新机制，需加强省内企业配套合作，“链主”企业需联合上下游企业组建创新联合体，带动上下游中小企业创新发展。

充分发挥陕西省半导体行业协会、陕西半导体先导技术中心、陕西光电子集成电路先导技术研究院、陕西半导体产业应用联盟、陕西半导体技术创新联盟，西安国家现代服务业集成电路设计产业化基地（西安市集成电路产业发展中心）、西安集成电路设计专业孵化器等公共服务平台的作用。

陕西省未来可借助公共服务平台的作用，将中国半导体封装测试技术与市场年会、中国集成电路制造年会、中国国际半导体博览会等高级会议引入陕西，打造区域品牌。以合肥市为例，近三年来举办了中国半导体材料创新发展大会、第

4陕西省集成电路产业发展路径

五届海峡两岸半导体产业（合肥）高峰论坛、中国半导体设备年会、中国宽禁带功率半导体及应用产业峰会、世界制造业大会集成电路产业高峰论坛等多个国际或国内集成电路会议。

表 4-25 合肥市举办的国际/国内集成电路会议

时间	会议	地点
2020 年	中国半导体材料创新发展大会	合肥
2020 年	第五届海峡两岸半导体产业（合肥）高峰论坛	合肥
2020 年	中国半导体设备年会	合肥
2019 年	中国宽禁带功率半导体及应用产业峰会	合肥
2019 年	世界制造业大会集成电路产业高峰论坛	合肥

陕西省未来可以将这些集成电路产业论坛/会议引入陕西，打造区域品牌，加快区域内企业的发展。

4.5.2 统筹资源，深化产教协同

通过 3.3.4 节协同创新定位分析，陕西省协同创新具备一定的基础，但创新协同多发于本地集团内部企业之间，占比高达 86%，企业与科研机构之间的研发联合攻关较少，仅 18 件，学研协同成效欠缺。企业、高校与科研院所投入各自的资源和能力，通过优势互补，强强联合促进科技成果转变和再创新，能够提升企业乃至产业的基础能力和现代化水平。

因此，一方面梳理了国内集成电路领域优质的科教资源，推动本地企业不断扩展合作范围，广泛与国内外实力较强的高校、科研机构进行研发合作，通过建立长期稳定的战略合作关系，组织开展联合技术攻关。经统计，国内集成电路关键技术专利申请量排名靠前的科研组织及其优势领域如下表所示：

陕西省集成电路产业专利导航

表 4-26 科研院所推荐合作科研机构

科研院所	1-1 软件设计	1-2 逻辑器件	1-3 微处理器	1-4 存储器件	2-1 光刻技术	2-2 刻蚀技术	2-3 薄膜技术	2-4 掺杂氧化	3-1 封装	3-2 测试	4-1 大硅片	4-2 第三代半导体材料
中国科学院微电子研究所	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
中国科学院半导体研究所							✓				✓	✓
清华大学	✓		✓	✓	✓				✓	✓	✓	
北京大学	✓					✓	✓	✓	✓		✓	
电子科技大学	✓	✓									✓	✓
中国科学院上海微系统所							✓	✓	✓	✓	✓	
复旦大学	✓	✓	✓	✓			✓		✓			
华南理工大学	✓											✓
浙江大学			✓				✓				✓	
哈尔滨工业大学												
山东理工大学	✓											
国防科学技术大学			✓									
华中科技大学			✓	✓					✓			

4陕西省集成电路产业发展路径

东南大学											✓	
上海交通大学			✓							✓		
南京大学							✓					✓
天津大学	✓	✓										

陕西省知识智库

陕西省集成电路产业专利导航

另一方面，为鼓励陕西省本地企业和西安电子科技大学、西安交通大学、西北工业大学等高校开展产学研合作，项目组梳理了东部、中部等集成电路产业发展优势地区对企业、高校、人才的支持政策，供决策者参考。

一、平台类措施

（一）培育研发机构

【条件】以区内行业领军企业为主体，“双一流”高校、中科院下属各研发机构、国字号科研院所等至少两个以上不同种类主体共同参与建设。体制机制灵活，可采用联合实验室、技术研发中心、产学研联合创新中心等多种形式，不要求成立独立法人。

【政策】3年内，根据牵头建设企业给予合作建设的高校院所的专项科研经费金额，给予10%的补贴，专项用于协同创新平台建设，每年最高不超过50万元。--合肥

【条件】对区内企业与高校共建研发机构且签有合作协议，制度健全，管理规范，有明确的科研和产业化方向，对科技成果转化有明显促进作用的，

【政策】按共建研发机构的前期科研设备投入给予最高30%的一次性补贴，单个研发机构补贴资金最高100万元；对合作企业购买高校技术成果实施转移转化，按技术合同成交且实际到账金额给予合作企业10%的补贴，单个企业年度补贴资金最高50万元。--珠海

（二）共建协同创新平台

【条件】以区内行业领军企业为主体，“双一流”高校、中科院下属各研发机构、国字号科研院所等至少两个以上不同种类主体共同参与建设。在高新区成立独立的法人机构，按照市场化方式运营。具有较高的成果产出和转化水平，成立3年内，各类知识产权申请量累计不少于20项，转化科技成果不少于5项，具有较好的经济社会效益。

【政策】1.项目落地奖励。对于高新区重点支持的产业领域，根据企业前期

4陕西省集成电路产业发展路径

投入情况及入库半年内的指标完成情况给予 100 万一次性补贴。

2.研发经费支持。对于具有核心自主知识产权，研发总投资 1000 万元以上的项目，给予协同创新平台实际支出研发经费 30%补贴，每个平台每年最高不超过 1000 万元。

3.绩效考核奖励。将协同创新平台项目纳入合肥高新区新型创新组织绩效考核，根据平台类型，择优给予 50 万-200 万元奖励。

4.重大科技研发经费配套。对承担国家级或省级重大科技专项和重点研发计划等科技计划项目的平台，给予国拨经费或省级经费 3%-5%补贴，每个项目最高 50 万元，每个平台最高 500 万元。--合肥

【条件】高校、科研机构、行业龙头企业围绕我区主导产业和科技创新发展，整合互补性资源开展协同合作的创新组织，可为我区集聚创新人才团队、实现科技成果转化、营造创新创业氛围，且须注册为独立法人单位。

【政策】

协同创新中心 3000 平方米以内的租赁办公面积，每年只需缴纳 1 元租金，由区财政给予专项补贴，年补贴资金最高 150 万元，最多补贴 3 年。

每年给予协同创新中心 50 万元的运营经费补贴，最多补贴 3 年。--珠海

二、人才类措施

（一）支持科研人员双向流动。

【条件】区内高校科研人员同时兼任我区主导产业目录内企业的高级管理人才（副总经理以上且企业支付年薪 20 万元以上，或货币实缴出资额不低于 30 万元人民币且占企业注册资本 30%以上的企业股东），给予以下人才类支持。

【支持政策】（一）参与我区高层次人才、青年优秀人才评选；（二）按上一年度企业支付年薪所得对我区贡献的 100%，给予产业发展与创新人才奖励，奖励额度上不封顶。--珠海

陕西省集成电路产业专利导航

(二) 支持科技特派员服务企业。

【条件】每年从区内高校遴选一批科技特派员入驻企业，推进产学研合作。

【政策】按每人 1 万元的标准向科技特派员所在高校给予奖励。--珠海

(三) 支持高校学生在辖区企业实习

【条件】区内高校在校生到我区高新技术企业参加实习且时间不少于 3 个月。

【支持政策】给予每人每月 500 元的实习补贴，补贴期限最长不超过 6 个月。

--珠海

4.5.3 多管齐下，推动转化运营

当前，技术已成为经济动能转换的首要推动力，产业链和创新链不再是两种单独的业态，双链协同已成为驱动技术成果转化、实现产业优化升级，打造具备竞争优势的产业集聚的重要驱动。产业主体与创新主体之间相互协作，以满足市场需求为共同目标，通过各种形式的对接整合，实现技术成果的高效转化，促进产业链的强链补链、产业集聚的优化招引、产业资源的优化配置。



图 4-19 专利产业化运营模式

(一) 吸收科研院所高质量专利资源，促进高价值专利转化应用

作为国家科教高地，陕西省特别是西安市科研创新实力位居国内前列，以丰富的科教创新资源储备为基础，技术溢出效应明显。根据陕西省省内专利转让流向，科研院所是陕西重要的创新供给方，建议陕西省推动行业协会或企业联盟针对省内丰富的科教资源推动建立高价值专利评估机制，引导市场引进科研院所重

4陕西省集成电路产业发展路径

点专利技术，帮助集成电路科研成果转化落地，实现科研院所高价值专利市场化运营。

可以从技术、法律、经济等维度对专利价值进行分析，根据分析结果确定专利的级别，并根据不同的级别采取不同的管理和处置措施，以达到资源的优化配置，促进产业高价值专利的转化应用。例如，以专利族平均被引次数作为分层依据，将族平均被引次数 ≥ 15 的列为第一层级、族平均被引次数 ≥ 10 的列为第二层级，统计陕西省集成电路领域各技术方向上的高价值创新专利，如下表所示。

表 4-27 陕西省集成电路产业高价值专利

层级	公开（公告）号	申请人	PatSnap 同族被引用专利总数	领域
第一层级(族平均被引次数不少于 30 次)	CN102505114A	西安电子科技大学	178	第三代半导体材料
	CN101515617A	西安电子科技大学	92	第三代半导体材料
	CN101602503A	西安电子科技大学	82	第三代半导体材料
	CN101325093A	西安电子科技大学	59	第三代半导体材料
	CN103113112A	西安交通大学	57	第三代半导体材料
	CN104496508A	西安交通大学	51	第三代半导体材料
	CN101503305A	西北工业大学	49	第三代半导体材料
	CN103198868A	西北核技术研究所	47	软件设计、逻辑器件
	CN101033137A	西北工业大学	47	第三代半导体材料
	CN102417375A	西北工业大学	46	第三代半导体材料
	CN101474511A	西安通鑫半导体辅料有限公司	45	第三代半导体材料
	CN101540343A	西安电子科技大学	42	第三代半导体材料
	CN101226092A	西安维纳信息测控有限公司	40	大硅片
	CN102515870A	西北工业大学	40	第三代半导体材料
	CN101907769A	西北工业大学	39	大硅片
	CN102041138A	西安华晶电子技术股份有限公司	36	大硅片
	CN101246902A	西安电子科技大学	36	第三代半导体材料
	CN101465372A	西安电子科技大学	36	第三代半导体材料
	第二层级(族平均被引次数不	CN101811892A	西北工业大学	29
CN101132022A		西安电子科技大学	29	第三代半导体材料
CN105630441A		中国航空工业集团	28	微处理器
CN1949468A		中国航天时代电子公	28	封装

陕西省集成电路产业专利导航

少于 20 次)		司第七七一研究所		
	WO2018103647A 1	西安电子科技大学	27	薄膜技术
	CN105655238A	西安电子科技大学	27	薄膜技术
	CN106449894A	西安电子科技大学	27	第三代半导体材料
	CN105977905A	西安电子科技大学	27	第三代半导体材料
	CN102964144A	西北工业大学	27	第三代半导体材料
	CN102832248A	西安电子科技大学	27	第三代半导体材料
	CN102194885A	西安电子科技大学	27	第三代半导体材料
	CN105633225A	西安电子科技大学	27	第三代半导体材料
	CN101252088A	西安电子科技大学	27	第三代半导体材料
	CN102214261A	西安电子科技大学	26	软件设计
	CN103150146A	西安电子科技大学	26	微处理器
	CN104538375A	中国-天水华天	26	封装
	CN1544723A	西安华捷科技发展有 限责任公司	26	第三代半导体材料
	CN101178750A	来新泉	25	软件设计
	CN101710590A	西安中电科西电科大 雷达技术协同创新研 究院有限公司	25	第三代半导体材料
	CN103253938A	西北工业大学	25	第三代半导体材料
	CN103021492A	长安大学	25	第三代半导体材料
	CN107341127A	西安电子科技大学	24	逻辑器件
	US20100311209A 1	西安宜升光电科技有 限公司	24	封装
CN104651928A	王宏兴	24	大硅片	

按照技术、法律、经济等维度对专利价值进行分析，吸收科研院所高质量专利资源，融入国内创新内循环。

（二）推动科技成果与资本的有效对接，促进专利转化应用

政府部门可以通过出台集成电路专项扶持计划，以及联合各方设立或引进集成电路产业投资基金、引导基金来推动科技成果与资本的有效对接，引导企业、金融机构及社会资本投入到集成电路产业，加快促进汽车芯片、智能移动芯片、物联网芯片、AI 储存器芯片、安全芯片、以及智能储存器芯片等高端芯片的研发和生产。

4陕西省集成电路产业发展路径

陕西省现有陕西省集成电路产业投资基金、陕西省政府投资引导基金、陕西省科技成果转化引导基金等多支基金可被集成电路产业加以利用。2021年陕西首次入选国家科技成果转化基金，西安唐兴科创投资基金合伙企业（有限合伙）成为陕西唯一一家入选的子基金，基金规模已达9.5亿元，集成电路产业符合其子基金主要投资方向电子信息领域。

表 4-28 2021 年度国家科技成果转化引导基金设立创业投资子基金名单

序号	子基金名称	注册地	子基金规模(万元)	转化基金拟出资金额(万元)	子基金主要投资方向	子基金管理机构
1	国投(广东)科技成果转化创业投资基金合伙企业(有限合伙)	广东省	1500000	300000	先进制造、电子信息、材料、能源和生物医药等	国投(广东)创业投资管理有限公司
2	湖南省天惠军民融合投资基金合伙企业(有限合伙)	湖南省	226500	45300	新兴产业类及科技成果转化类项目	湖南天惠投资基金管理有限公司
3	上海凯风至德创业投资合伙企业(有限合伙)	上海市	76000	20000	电子信息、生物医药、新材料等	宁波保税区凯风创业投资管理有限公司
4	沈阳约印鼎泰股权投资管理中心(有限合伙)	辽宁省	80300	20000	医疗服务、医疗器械和生命科学等	约印大通(北京)创业投资有限公司
5	广州凯得一期生物医药产业投资基金合伙企业(有限合伙)	广东省	41500	11000	生物医药、新型医疗器械和医疗信息化等	广州黄埔生物医药产业投资基金管理有限公司
6	西安唐兴科创投资基金合伙企业(有限合伙)	陕西省	95000	25000	电子信息、先进制造、医疗健康等	唐兴天下投资管理(西安)有限责任公司

陕西省还可探索设立专利投资基金，通过买断、许可等方式收储未开发的高价值专利，组建专利池，开发形成具有较高市场化价值的专利组合，政府通过转让、许可等方式进行直接的专利运营。

除此外，引导和鼓励天使基金和风险投资基金投资集成电路企业，支持各级信用担保机构为符合条件的集成电路企业提供融资担保服务，支持企业通过专利

陕西省集成电路产业专利导航

融资租赁开展技术改造，都是推动科技成果与资本的有效对接、促进专利转化应用的有效方法。

（三）推动开展专利运营对接活动，优化科技成果转化服务

鼓励陕西省知识产权专业机构、社会组织围绕集成电路关键技术科技成果转化、高价值专利运营开展政策宣讲、专业培训、对接沟通等内容丰富、形式多样的活动，一方面提升企业、科研机构运用高价值专利进行融资的意识和能力，一方面促进企业、高校科研院所和投资机构等供需方深度对接，集聚资本、市场、产业等多方面资源，推动科技成果加快找到应用场景实现转化。

陕西省可探索搭建线上常态化交易服务平台。广泛征集可交易、可转化项目，采取 3D 虚拟+现实展厅、线上活动全程路演直播、网络端和手机端推广等多渠道开展项目推介服务，打造“全球买、全球卖”的科技成果转化和技术成果发布交易综合服务平台。

陕西省可推动完善专利交易服务保障体系。鼓励促进质押知识产权处置方式创新，支持知识产权专业机构在企业知识产权质押融资中出现违约时，创新知识产权处置方式，通过股债联动（债转股）、收购许可等方式处置违约质押物，保障专利技术对企业发展的持续支撑作用。鼓励探索开发知识产权交易担保产品，推动担保机构在许可、转让等知识产权交易过程中，开发知识产权交易信用保证产品，为交易双方提供履约担保服务，降低双方交易风险，促进双方交易互信，提升知识产权交易成功率。

（四）促进企业创新和专利培育，积极进行海外专利布局

海外专利布局是企业“走出去”的护航者和提升国际市场竞争力的核心王牌，当前，陕西省集成电路产业专利海外布局数量较低，在国际范围的专利保护力度薄弱，将导致这些技术在美国、日本、欧洲等重要市场可以自由使用，需引起警示。随着集成电路海外市场的不断开拓，企业应着眼于全球市场，专业性地利用 PCT 制度，战略性地开展专利布局，构筑竞争优势高地，为创新开放合作助力。

4陕西省集成电路产业发展路径

陕西省企业可在综合考量产品商业化可能性、将来利用价值、竞争对手复制与反向工程的可能性及拓展海外市场预估的基础上，对专利申请进行周密规划与统筹协调的过程。对于陕西省在海外有市场布局的集成电路生产企业，可通过向海外目标国家和地区的直接专利申请以及在海外专利并购的两种方式进行初步布局，再围绕其基础专利进行外围专利的强化布局，结合商业策略以获得市场优势地位。

4.6小结

本章基于集成电路产业发展方向和陕西省产业发展定位的分析结果，立足于促进点状的产业分布发展成链状的产业联动，进而形成网状的产业集群发展生态的战略目标，提出“五个一”的专利导航路径建议：一份产业链创新图谱、一张产业链招商清单、一套技术创新体系、一张人才培养引进清单、一套创新生态体系，旨在引导陕西省在集成电路产业重点技术方向发力，针对性地提出企业、人才的培养或引进方案，从而为陕西省政府和企业提供可参考的产业发展路径。具体建议如下：

（一）一份产业链创新图谱

从创新角度，分别为集成电路设计业、制造业、封测业与支撑业四个环节遴选出陕西省集成电路产业链的“链主”企业及骨干支撑企业，“链主”为首，骨干支撑企业紧随其后，带动整个产业链的升级和竞争力提升。

设计领域，西安紫光国芯技术创新底蕴深厚，适合作为陕西省集成电路设计环节的骨干支撑企业的头部企业。同时，推荐西安智多晶微电子有限公司、西安翔腾电子科技有限公司、西安万像电子科技有限公司、西安芯瞳半导体技术有限公司、西安格易安创集成电路有限公司等为陕西省设计业的骨干支撑企业。

制造领域，本地制造领域的企业创新实力薄弱，均难以承担陕西省集成电路制造领域“链主”企业重任。在陕西省未引入本土集成电路制造领先企业的当前，西安三星可作为陕西省集成电路制造领域的主要抓手。

陕西省集成电路产业专利导航

封测领域，华天科技（西安）有限公司是国内封测龙头企业，其在陕西省的产业布局也逐渐完善，并持续进行先进封装技术研发，创新储备与创新质量领跑陕西省集成电路封测业，适合作为陕西省集成电路封测环节的“链主”企业。根据封测业关键技术专利数据，结合企业的产业信息，推荐西安西谷微电子有限责任公司、华羿微电子股份有限公司、西安芯派电子科技有限公司为陕西省封测业的骨干支撑企业。

支撑领域，西安奕斯伟材料科技有限公司的集成电路关键技术专利共计 220 件，是近年来创新极为活跃的支撑领域企业，对陕西省集成电路产业发展具有重要的战略性支撑作用，适合作为支撑环节的“链主”企业。推荐西安利科光电科技有限公司、陕西半导体先导技术中心有限公司为陕西省支撑业的骨干支撑企业。

（二）一张产业链招商清单

聚焦产业链“短链”、“细链”，立足补链、强链，通过招商引资促进企业集聚，科学、系统地布局集成电路全产业链。以集成电路存在短板的设计、制造、支撑领域为例，通过对国内优质企业进行精准定位，助力陕西省加快引进一批辐射带动强的优质企业。

设计领域，综合考虑专利、集成电路布图设计等知识产权数据，为陕西省重点推荐软件设计、存储器件等弱势领域可招引的龙头企业，如威盛电子、景嘉微等；综合考虑专利数据和集成电路布图设计数据，为陕西省筛选了集成电路设计领域中，专利数量与布图设计数量处于产业中游，对行业有较大影响力的骨干企业，如上海壁仞智能科技、江苏国芯、北京时代民芯、上海贝岭等；综合考虑企业成立时间、近五年专利申请占比和集成电路布图设计数量，为陕西省推荐一批近五年活跃度较高、具有培育价值的潜力企业，如京微齐力、芯创智、眸芯科技等。

制造领域，基于产业方向分析和陕西省产业基础，建议陕西省支持碳化硅、氮化镓等第三代半导体器件和模块的研发制造，培育壮大化合物半导体 IDM（集成器件制造）企业，支持建设射频、传感器、电力电子等器件生产线。在光电子

4陕西省集成电路产业发展路径

器件、电力电子器件、微波射频器件等具体产品环节给出推荐的产业龙头企业、骨干企业、潜力型企业名单，为精准招商提供知识产权层面的依据。如 TopGaN、三安光电等龙头企业，厦门乾照光电、成都海威华芯、嘉兴斯达半导体等骨干企业，映瑞光电科技、上海蓝光科技、江苏能华微电子等潜力企业。

支撑领域，为辅助提升陕西省集成电路产业，向陕西省推荐先进设备制造企业引进名单。推荐生产扩散设备的北方华创、生产薄膜沉积设备的沈阳拓荆、生产 CMP 抛光设备的华海清科与中电科、生产金属化设备的盛美半导体等企业，以适应陕西省重点发展 14nm 级存储器晶圆制造技术的战略规划。

（三）一套技术创新体系

选取弱势领域集成电路设计的重点技术 FPGA，选取优势领域封测的热点技术先进封装，通过对两个集成电路关键技术进行详细分析，为企业技术革新和创新提供发展思路，将有助于陕西省巩固技术优势、补齐技术短板，加快集成电路技术策源地建设。

FPGA 领域，关注 FPGA 国际龙头企业 Xilinx 和 Altera 的最新专利布局与动向，为陕西省集成电路产业在相关技术研发和专利布局策略等决策提出切实可行的建议供参考。Xilinx 在设计安全性、可编程逻辑结构配置、电路运行温度、时钟网络、堆叠硅片互联、仿真等方面进行了技术布局。Altera 在维护设计信息安全、3D 堆叠技术、可编程逻辑结构配置、时钟网络、可编程逻辑设备虚拟化领域进行了专利布局。

先进封装技术领域，最新技术主要聚焦在 3D 堆叠和 Fan-out 封装的改进上。在 3D 堆叠方向上，涉及对层结构厚度的改进。Fan-out 方向上，涉及提高对封装工艺的控制。最终呈现的技术演进按照工艺指标大体分为各层垂直厚度，水平对准误差和过孔直径等三个方向。

（四）一张人才培养引进清单

培养本地产业人才。陕西省重点发明人基本集中于各技术领域头部企业，遵

陕西省集成电路产业专利导航

辑器件、微处理器、掺杂氧化、封装、大硅片等领域已组建稳定的研发团队。**集成电路设计领域**，紫光国芯的左丰国、李晓骏等人才专注软件设计，西安智多晶微电子有限公司的程显志、陈维新、贾红、韦焱等人是逻辑器件的中枢人才，西安翔腾微电子科技有限公司的刘莎、周艺璇、李冲等人是微处理器领域长期创新成果的发明人；**集成电路制造领域**，龙腾半导体股份有限公司的岳玲、杨乐、刘挺、周宏伟、徐西昌等人是掺杂氧化领域的技术人才；**集成电路封测领域**，中国-天水华天的郭小伟、崔梦等十余人在封测领域深耕多年，组成了稳定成熟的研发团队，西安智多晶微电子有限公司的程显志、陈维新、韦焱等人是测试的优秀人才；**集成电路支撑领域**，隆基绿能科技股份有限公司的李侨、西安创联新能源设备有限公司的时刚和武海军、西安奕斯伟的赵晟佑等人是大硅片技术人才，西安赛富乐斯半导体科技有限公司的陈辰与崔周源、西安智盛锐芯半导体科技有限公司的尹晓雪在第三代半导体材料领域创新成果突出。

培育本地科研人才。综合考虑发明人的专利发明量、有效专利数量与行业影响力，得到陕西省本地集成电路设计、制造、封测、支撑领域重点培育科研人才名单。西安电子科技大学、西北工业大学、中国航空工业集团是陕西省集成电路高端科研人才的集聚单位。例如，西安电子科技大学的郝跃、张玉明、张进成、马晓华等是突出的复合型人才，在集成电路设计、制造、封测、支撑领域的多个技术分支上均有丰硕的创新产出，尤其是郝跃院士在设计领域的软件设计、制造领域的薄膜技术、封测领域的测试、支撑领域的第三代半导体材料等均为中枢性人才；西北工业大学的成来飞、张立同、李贺军等是专攻第三代半导体材料的单一型人才；中国航空工业集团的张骏、田泽、吴晓成等人主要攻关微处理器。

关注专项高端人才。领军人才层面。建议陕西省在全球范围内优选美、欧、韩、日等主要国家（地区）、在我国范围内精选广东、江苏、上海、浙江等主要省份的集成电路关键技术领军人才实施引进或开展合作。

引进创业型人才。特别的，集成电路设计作为轻资产产业，创业型技术人才是企业创新驱动的重要支撑与核心资产。通过深入集成电路设计领域，综合考虑近五年专利申请占比、专利发明人与集成电路布图设计创作人履历，推荐肖佐楠、

4陕西省集成电路产业发展路径

国云川、何书专等创业型人才。

重点高校毕业生层面。建议陕西省抓住人才招引政策红利的重大机遇，提高对国内重点高校集成电路相关专业毕业生的引进，特别是加大对其中中西部、东北地区重点高校集成电路专业的毕业生的招募力度，进一步优化引才服务体系，加大政策宣传，注重追踪与考评，将高校优质人才资源内化为陕西省人才资源。

（五）一套创新生态体系

当前，技术已成为经济动能转换的首要推动力，产业链和创新链不再是两种单独的业态，双链协同已成为驱动技术成果转化、实现产业优化升级，打造具备竞争优势的产业集聚的重要驱动。产业主体与创新主体之间相互协作，以满足市场需求为共同目标，通过各种形式的对接整合，实现技术成果的高效转化。

串珠成链，加强链上合作。进一步增强产业链黏性与韧性，包括产业链上下游公司通过资本入股的方式，进一步加强合作，有利于公司推动客户导入以及供应链拓展；发挥产业联盟平台作用，提升区域产业品牌知名度。

统筹资源，深化产教协同。一方面，梳理了国内集成电路领域优质的科教资源，推动本地企业不断扩展合作范围，广泛与国内外实力较强的高校、科研机构进行研发合作，通过建立长期稳定的战略合作关系，组织开展联合技术攻关。另一方面，鼓励陕西省本地企业和西安电子科技大学等高校开展产学研合作加大对企业、高校、人才的支持政策，如支持科技特派员服务企业、支持高校学生在辖区企业实习等。

多管齐下，推动转化运营。建立专利池及入池评估机制、推动科技成果与资本的有效对接、促进专利转化应用，推动开展专利运营对接活动等方式，完善创业生态，塑造良好的产业环境。促进企业创新和专利培育，积极进行海外专利布局。