



2022

成都市功率半导体发展研究报告

Chengdu Power Semiconductor Development Research Report

成都复锦功率半导体技术发展有限公司

成都矽能科技有限公司

成都高新岷山行动科技服务有限公司

2022年12月



编制总负责人：白杰先

编制指导专家：张 波

张 帅

编制参与人员：袁 伟

王珺琦

校稿参与人员：王 新

代高强

伏 毅

曾 英

袁立军

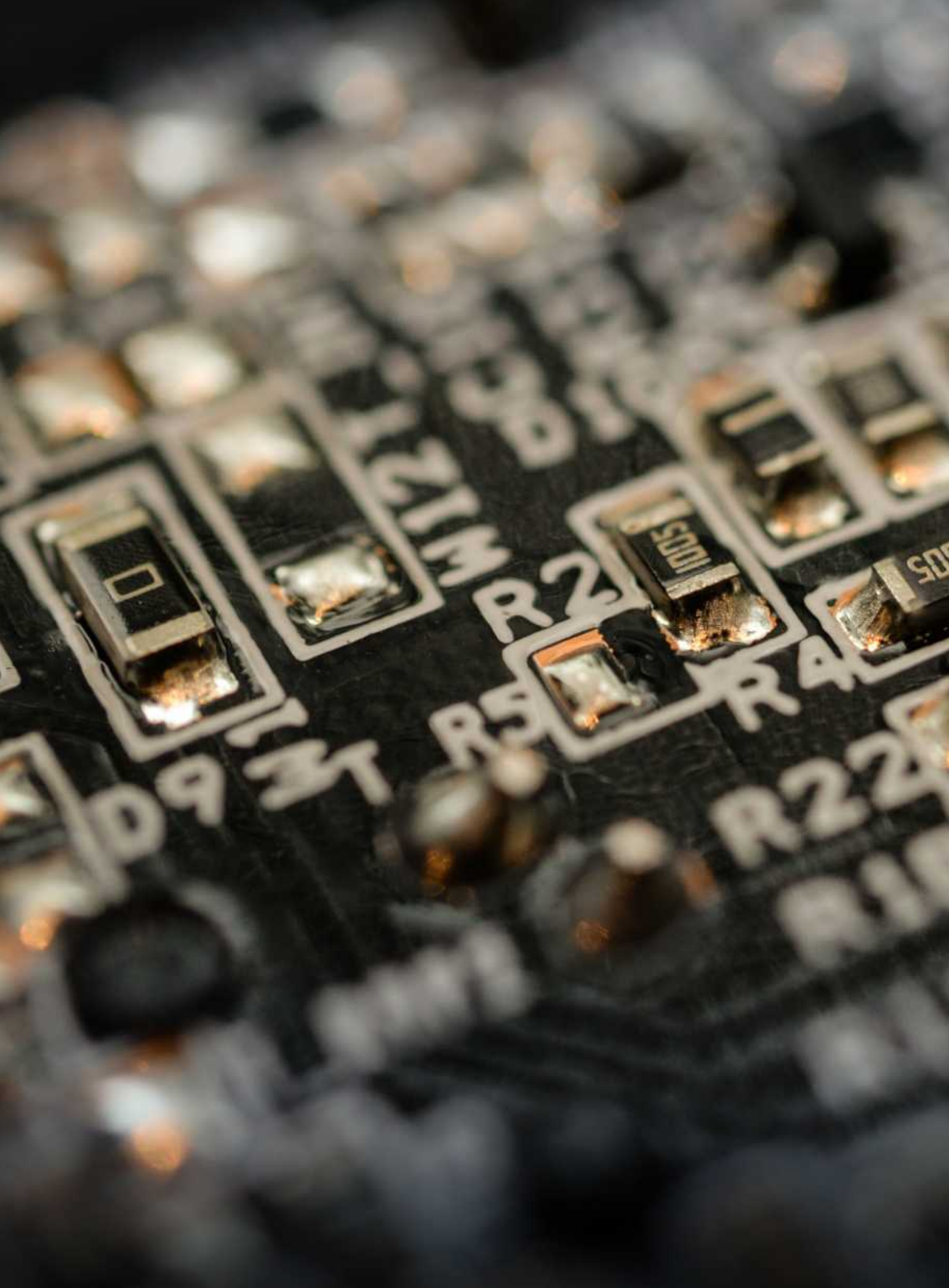
高俊杰

刘小波

目录

CONTENTS

推荐序	5
第一章 总论	6
1.1 报告目的	7
1.2 编制依据	13
1.3 主要结论	14
第二章 功率半导体行业分析	15
2.2 功率半导体原理及应用	21
2.3 行业分析	23
2.4 产业链结构	26
2.5 发展现状及趋势	36
第三章 功率半导体行业发展的历史机遇	52
3.1 半导体行业发展历史介绍	53
3.2 中国半导体行业发展背景	56
3.3 半导体行业发展机遇	61
第四章 半导体行业的政策支持	74
4.1 国家层面对半导体行业的政策支持	75
4.2 地方政府层面对半导体行业的政策支持	78
第五章 成都市发展功率半导体的必然性与必要性	81
5.1 人才储备	82
5.2 产业结构升级	82
5.3 功率半导体产业链初具规模	83
5.4 关联应用产业基础雄厚	85
5.5 优质的地理、人文条件	86
5.6 宽松的创业环境	87
第六章 矽能科技和功率半导体研究院简介	89
6.1 成都矽能科技有限公司	90
6.2 成都复锦功率半导体技术发展有限公司	92



推荐序

成都岷山功率半导体技术研究院是成都高新区“岷山行动计划”首批揭榜挂帅的新型研发机构。很高兴看到研究院发挥资源整合优势，联合成都矽能科技有限公司及成都岷山行动科技服务有限公司共同编撰《2022 年成都市功率半导体发展报告》，报告内容详实、研究深入，对了解功率半导体发展历程、行业环境、成都产业现状、发展机遇等提供了参考。

成都高新区作为中国西部集成电路产业发展聚集地，2022 年获评全国第三代半导体最具竞争力产业园区、荣登中国集成电路园区综合实力榜单第三位。在功率半导体领域，已聚集德州仪器、先进功率、利普芯、矽力杰等知名企业，涵盖制造、封测、IC 设计等多个关键环节；拥有全球最大的功率半导体实验室——电子科技大学功率集成电路实验室、国内首家功率半导体专业孵化器等，创新资源聚集。

成都高新区电子信息产业局将持续支持产业发展，立足集成电路设计基础、人才技术要素优势和关联产业发展需求，加快实施功率半导体产业行动计划，全力构建创新能力突出、产业链条完备、链主企业集聚的功率半导体产业生态集群。

——成都高新区电子信息产业局

1

第一章 总论



1.1 报告目的

1.1.1 集成电路产业发展的重要性

信息技术是当今世界创新速度最快、通用性最广、渗透性最强的高新技术之一，信息技术水平和信息化能力是国家创新能力的突出体现。与以往相比，当代信息技术创新更加活跃，计算机、微电子、软件、通信、互联网等领域的新技术层出不穷，特别是集成电路的关键技术、工艺和性能加快更新，有效促进了硬件制造与软件开发相结合，形成了经济社会发展的强大驱动力，有力地带动了物质科学、生命科学以及新能源、新材料、航空航天等工程技术的进展。

信息技术的开发利用对经济发展的贡献越来越大。在发达国家，建立在信息利用基础上的技术进步对经济增长的贡献率一般在 70% 左右。统计表明，信息技术产业单位增加值的能耗明显低于工业部门的平均水平。信息技术产业的快速增长，有利于资源的节约和环境保护。

信息技术产业作为实现信息化和推动经济发展的重要支撑，以及国防现代化的有力保障，已成为全球经济、政治、文化、社会，特别是科技和军事竞争的焦点。当代综合国力的竞争更多地集中在信息技术和信息资源的掌控上，体现为国家信息化能力的竞争。

集成电路产业是信息产业的核心，也是国际高新技术竞争的重要领域。做强集成电路产业是实施工业化与信息化融合战略、加快先进制造业发展的迫切要求，也是提升这一事关国家战略安全产业的必然要求。全球电子信息产品制造业重心继续向中国大陆转移，中国产业结构不断升级。中国本身巨大的电子信息产品内需市场也孕育着不断增长的集成电路需求。

集成电路作为现代工业的“粮食”，其应用已经渗透到社会生活的每一个方面，并成为支撑国家经济建设、国防安全以及社会可持续发展的重要力量，对现代社会和经济建设起到决定性作用，是国家战略性、支柱性产业。依靠信息网络技术和可再生能源融合发展的“第三次工业革命”理论的提出，集成电路在信息技术中的核心和基础地位已被反复证明，集成电路是构筑第三次工业革命这座摩天大厦的“基石”；集成电路是保障信息网络的各项功能、目标实现的基础和核心；集成电路是工业的重要基础材料，其技术水平和规模已成为衡量一个国家产业竞争力和综合国力的重要标志之一，是实现中国制造的重要技术和产业支撑。2008 年国际金融危机后，发达国家加紧经济结构战略性调整，集成电路产业的战略性、基础性、先导性地位进一步凸显，美国更将其视为未来 20 年从根本上改造制造业的四大技术领域之首。

功率半导体器件是电力电子技术及其应用装置的基础，是推动电力电子变换器发展的主要源泉。功率半导体器件处于现代电力电子变换器的核心地位，它对装置的可靠性、成本和性能起着十分重要的作用。40 年来，普通晶闸管（Thyristor, SCR）、SCR）、门极关断晶闸管（GTO）和绝缘栅双极型晶体管（IGBT）先后成为功率半导体器件的发展平台。能称为“平台”者，一

般是因为它们具备以下几个特点：①长寿性，即产品生命周期长；②渗透性，即应用领域宽；③派生性，即可以派生出多个相关新器件家属。

电力电子变换器的功率等级覆盖范围非常广泛，包括小功率范围（几 W 到几 kW），如笔记本电脑、冰箱、洗衣机、空调等；中功率范围（10kW 到几 MW），如电气传动、新能源发电等；大功率范围（高达几 GW），如高压直流（HVDC）输电系统等。

电力电子变换器的应用领域越来越广泛，同时也对功率半导体器件提出了更高的性能需求。继前些年推出集成门极晶闸管（IGCT）和电子注入增强型栅极晶体管（IEGT）后，如今采用碳化硅（SiC）和氮化镓（GaN）材料的新型功率器件已经应运而生。目前，功率半导体的发展主要是其功率承受能力和开关频率之间的矛盾，往往功率越大，耐压越高，允许的开关频率就越低。从功率半导体器件的个体来说，大功率和高频化仍是现阶段发展的两个重要方向。

功率半导体器件应用需要考虑大功率电路应用的特性，如绝缘、大电流能力等，在实际应用中，以动态的“开”和“关”为运行特征，一般不运行在放大状态。由功率半导体器件构成的电力电子变换器实施的是电磁能量转换，而不是单纯的开 / 关状态，它的很多非理想应用特性在电力电子变换器中起着举足轻重的作用。要用好功率半导体器件，既要熟悉电力电子变换器的拓扑，更要充分掌握器件本身的特性。

2014 年 6 月 24 日，国务院正式发布《国家集成电路产业发展推进纲要》，其中明确提出：“着力发展集成电路设计业。围绕重点领域产业链，强化集成电路设计、软件开发、系统集成、内容与服务协同创新，以设计业的快速增长带动制造业的发展。近期聚焦移动智能终端和网络通信领域，开发量大面广的移动智能终端芯片、数字电视芯片、网络通信芯片、智能穿戴设备芯片及操作系统，提升信息技术产业整体竞争力”。

设立国家集成电路产业投资基金，是贯彻《国家集成电路产业发展推进纲要》的重要举措，也是适应集成电路产业投资大风险高的产业特征、破解集成电路产业融资瓶颈、创新产业投资体制机制的积极探索。

2017 年 10 月，习近平总书记在十九大报告中指出：加快建设创新型国家。创新是引领发展的第一动力，是建设现代化经济体系的战略支撑。要瞄准世界科技前沿，强化基础研究，实现前瞻性基础研究、引领性原创成果重大突破。加强应用基础研究，拓展实施国家重大科技项目，突出关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新，为建设科技强国、质量强国、航天强国、网络强国、交通强国、数字中国、智慧社会提供有力支撑。

基于集成电路对于国民经济和国家安全的高度重要性，国家政府和省市政府对集成电路产业的发展给予了一贯的高度关注，并先后采取了多项优惠措施。在国家层面，2014 年国家发布《国家集成电路产业发展推进纲要》，其中明确提出了“到 2015 年，集成电路产业销售收入超

过 3500 亿元”。为了进一步支持集成电路产业的发展，同年 10 月，工信部办公厅发布文件《国家集成电路产业投资基金正式设立》，据权威估测该基金的 60% 投向集成电路制造业，兼顾全产业链发展。

国家集成电路产业投资基金运作包含两部分。一是国家大基金直接股权投资，包括跨境并购、定增、协议转让、增资、合资等多种方式优化企业管权结构，提供企业效率和管理水平。2014 年 9 月 24 日大基金成立，第一期募集总规模达到 1387.2 亿元，投资接近尾声，全面转向投后管理阶段。第二期规模超过 2000 亿元（2019 年成立）。二是与地方基金、社会资本联动，参股子基金。截至 2021 年底，由“大基金”撬动的地方集成电路产业投资基金（包括筹建中）达 5145 亿元，加上大基金，中国大陆目前集成电路产业投资基金总额高达 6532 亿元，如果再加上正在铺开的大基金二期，规模势必会直逼一万亿元。大基金一期的重点在制造产业。目前的投资中，制造的投资额占比为 65%、设计占 17%、封测占 10%、装备材料占 8%。投资的策略为重点投资产业链中每个环节的骨干企业，结合投资另外一些具有一定特色的企业。截至 2022 年初，大基金一期自 2014 年成立以来，累计决策投资 55 个项目，涉及 40 余家集成电路企业，累计出资 1387 亿元。按照大基金一期自身规划，2019 年至 2023 年进入回收期，逐步减持所持企业股份。

据悉，在 2021 年 3 月份的国新办新闻发布会上，国家开发银行董事长赵欢表示，国家大基金一期投资已圆满完成，支持了集成电路领域重点企业快速发展，市场化运作非常成功。其还表示，募资超过 2000 亿元的国家大基金二期已全面进入投资阶段。

图表 16：国家集成电路产业投资基金（大基金）投资项目情况

投资金额		投资金额		投资金额		投资金额	
标的公司	细分领域 (亿元)	标的公司	细分领域 (亿元)	标的公司	细分领域 (亿元)	标的公司	细分领域 (亿元)
大基金一期							
中芯国际	制造 27/10.71	紫光集团	设计 100	芯原微	设计 -	沈阳拓荆	设备 1.65
三安光电	制造 48.39/16	纳思达	设计 5	长电科技	封测 20.31/29	七星华创	设备 6
士兰微	制造 6	国科微	设计 4/1.5	华天科技	封测 5	睿励	设备 -
长江存储	制造 -	北斗星通	设计 15	中芯长电	封测 10.83	嘉美	设备 -
中芯北方	制造 43	中兴微	设计 24	通富微电	封测 18/9.69/6.4	大基金二期	
上海华力	制造 116	硅谷数模	设计 -	晶方半导体	封测 6.8	长川智能	制造 3
耐威科技	制造 14	盛科网络	设计 1.9	太极实业	封测 9.49	中芯国际	制造 -
纳微精密	制造 6	深圳国微	设计 -	鑫华半导体	材料 5	中芯京城	制造 12.25 (美元)
中芯北方	制造 60	兆易创新	设计 14.5	新昇半导体	材料 3.09	中芯南方	制造 15 (美元)
中芯南方	制造 60	汇顶科技	设计 28.3	安集微电子	材料 0.05	艾森克	制造 0.07
华虹	制造 26	景嘉微	设计 11.7	德邦科技	材料 0.22	赛力集成	设计 4.76
华虹无锡	制造 33.94	万盛股份	设计 -	雅克科技	材料 5.5	思特威	设计 0.3
中芯宁波	制造 5	国芯科技	设计 -	世纪金光	材料 0.3	智芯微	设计 4.61
燕东微	制造 10	华大九天	设计 -	中微半导体	设备 4.8	紫光展锐	设计 1.89
		瑞芯微	设计 -	长川科技	设备 0.4	坤恒顺储	封测 9.5

资料来源：公司公告、天眼查、企查查、爱企查、企查查、企查查

数据来源：华泰研究

大基金二期是以设备、材料为投资重点，主要投资短板明显的半导体设备、材料领域，方向集中于完善半导体行业的重点产业链。截至 2022 年 3 月 31 日，大基金二期共宣布投资 38 家公司，累计协议出资 790 亿元；其中投资晶圆制造约 594 亿元，占比 75%；投资集成电路设计工具、芯片设计约 81 亿元，占比 10%；投资封装测试约 21 亿元，占比 2.6%；投资装备、零部件、材料约 75 亿元，占比 10%；应用约 19 亿元，占比 2.4%。大基金二期重点关注的设备包括刻蚀机、薄膜设备、测试设备、清洗设备等，材料方面则涵盖大硅片、光刻胶、掩模板、电子特气等。大基金二期创下投资多个第一：第一家零部件公司镨芯电子、第一家光掩模公司新锐光掩模、第一家光刻胶供应商南大材料、第一家电子特气供应商中船派瑞、第一家 CIS 公司思特威、第一家 MES 软件商上扬软件。近年日渐严峻的国际形势推动着社会各界重视设备材料领域，大基金二期通过不断完善半导体产业链，以期未来集成电路产业实现大发展。

同时，2021 年两会发布《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，提出需要集中优势资源攻关多领域关键核心技术，其中集成电路领域包括集成电路设计工具开发、重点装备和高纯靶材开发，集成电路先进工艺和绝缘栅双极晶体管（IGBT）、微机电系统（MEMS）等特色工艺突破，先进存储技术升级，碳化硅、氮化镓等宽禁带半导体发展。

1.1.2 我国发展功率半导体的机遇

近年来，在市场拉动和政策支持下，我国集成电路产业快速发展，整体实力显著提升。集成电路设计、制造能力与国际先进水平差距不断缩小，封装测试技术逐步接近国际先进水平，部分关键装备和材料被国内外生产线采用，涌现出一批具有一定国际竞争力的骨干企业，产业集聚效应日趋明显。

当前，全球集成电路产业正进入重大调整变革期。一方面，全球市场格局加快调整，投资规模迅速攀升，市场份额加速向优势企业集中；另一方面，移动智能终端及芯片呈爆发式增长，云计算、物联网、大数据等新业态快速发展，集成电路技术演进出现新趋势。我国拥有全球规模最大的集成电路市场，市场需求将继续保持快速增长。新形势下，我国集成电路产业发展既面临巨大的挑战，也迎来难得的机遇，因此国家和地方政府不断出台相关政策支持集成电路的发展，加快追赶先进国家（地区）的步伐。

功率半导体器件是进行电能（功率）处理的半导体产品，是弱电控制与强电运行间的桥梁。在可预见的将来，电能将一直是人类消耗的最大能源。从手机、电视、洗衣机，到高速列车，均离不开电能。无论是水电、核电、火电，还是风电，甚至各种电池提供的化学电能，大部分均无法直接使用，75% 以上的电能应用需由功率半导体器件进行功率变换以后才能供设备使用。

每个电子产品均离不开功率半导体技术。功率半导体的目的是使电能更高效、更节能、更

环保，并给使用者提供更多方便。如通过变频来调速，使变频空调在节能 50% ~ 70% 的同时，更环保、更安静、让人更舒适。人们希望便携式电子产品一次充电后有更长的使用时间，在电池没有革命性进步以前，需要更高性能的功率半导体器件进行高效的电源管理。正是由于功率半导体能将“粗电”变为“精电”，它是节能减排的基础技术和核心技术。

与微处理器、存储器等数字集成半导体相比，功率半导体的产品寿命周期相对较长，可达几年甚至十几年；同时功率半导体不追求特征尺寸的快速缩小，不要求最先进的生产工艺，其生产线成本远低于摩尔定律制约下的超大规模集成电路。因此，功率半导体非常适合我国的产业现状以及我国能源紧张和构建和谐社会的国情。

全球半导体市场受存储器芯片价格大起大落的影响而出现波动，但功率半导体整体一直保持平稳发展，且全球功率半导体整体市场呈现持续上升趋势。从需求端来看，中国作为制造大国，拥有全国最大的功率半导体市场。根据 Yole Development 数据，2021 年中国功率半导体市场规模占全球功率半导体市场高达 39.6%，位居第一位；从供给端来看，我国仅占有不足全球 10% 的市场份额。如此看来，我国功率半导体呈供需严重不匹配的格局，且国内以低端产品为主。功率半导体在国产替代浪潮中有着巨大的国内市场。除开先进工艺，国内目前也具备相对良好的产业生态和产业基础。

随着中美科技较量短兵相接，政策引导也开始变得清晰。2021 年国家发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》中，除了提出加强我国功率半导体产业发展所需的设计工具、重点装备和关键材料科技攻关，以及加强碳化硅、氮化镓等宽禁带半导体发展外，第一次明确了功率半导体所属的特色工艺突破与集成电路先进工艺突破并行发展。我国有庞大的市场需求，自上而下的政策支持，大力发展的新基建又带来新的增量空间。

综上所述，从市场、产品属性和产业基础等多方因素，功率半导体将是中国半导体产业崛起的重要突破口。

1.1.3 成都市发展功率半导体的重要性

成都市作为“新晋一线城市”、西南地区资源汇集地，一直是全国范围内具有竞争力的集成电路产业发展核心城市之一。2016 年成都市在地方政府集成电路产业基金投资规模上仅次于上海市、南京市，以 400 亿元规模位列全国第三。2018 年，成都市密集出台了《成都市进一步支持集成电路产业项目加快发展若干政策措施》、以及《成都市关于支持集成电路设计业加快发展的若干政策》，展现了成都市政府支持本地集成电路行业发展的决心。当前，成都正加快构建“5+5+1”现代化产业体系，深化产业功能区建设，加快构建产业生态圈，聚焦“一芯一屏”，电子信息产业正加快迈向万亿级。

2020 年，成都市继续颁布了针对高新区的集成电路产业首个专项政策：《关于支持集成电路设计产业发展的若干政策》。从围绕减轻企业研发制造成本、奖励企业提升能级、帮助企业引进高端人才、加快形成产业生态等 4 个方面、9 大方向对企业进行支持。详细内容有：以“MPW 流片补贴”为例，认定为先进领域后，成都高新区将给予流片费用 80% 的补贴，最高 300 万元；对新引进项目或存量企业增资项目的集成电路设计业务收入首次达到 1 亿元、3 亿元、5 亿元、10 亿元的高增长集成电路设计企业，经认定后将分别给予 500 万元、1000 万元、2000 万元、3000 万元奖励，同一企业按差额补足方式最高奖励 3000 万元。同年 10 月 14 日，成都市政府出台了《成都市支持集成电路产业高质量发展的若干政策实施细则》，其中明确了 6 条新增条款。分别为鼓励集成电路企业加大投资、给予企业核心团队奖励、支持企业或行业组织兴办面向社会的集成电路职业培训机构、鼓励国际国内一流高校申请集成电路相关专业一流学科、鼓励企业或行业组织与相关职业院校共建产教融合基地、支持国家级集成电路公共服务平台组织项目路演、技术论坛、专业会展、创新创业大赛。

2021 年成都高新区又发布了“岷山行动”计划，首批 6 个项目“揭榜挂帅”，总计支持金额高达 4.5 亿元。首批 6 个项目中，率先成立的就是功率半导体研究院项目。

成都市具备发展功率半导体的条件。成都拥有丰富的科教人文资源，特别是电子信息类高校、研究所资源丰富，集聚了电子科技大学、四川大学、西南交通大学、成都理工大学、成都信息工程学院等多所培养电子信息业相关专业人才的高校，同时还有西南电子技术研究所（十所）、西南电子设备研究所（二十九所）、西南通信研究所（三十所）等多个专业技术研究所为集成电路产业发展提供技术支撑。2018 年 8 月，由中国电子信息产业发展研究院、工业和信息化部软件与集成电路促进中心等单位组织编撰的《中国集成电路产业人才白皮书（2019-2020）》，指出电子科大在我国高校“输出集成电路专业领域人才 TOP40”中名列第一。由电子科技大学张波教授带领的电子科技大学功率集成电路实验室（PITEL）获得海内外多项荣誉，在业内被同行评价为“全球最大的功率半导体实验室”，多年来为中国半导体行业输送了大量博士、硕士、学士人才。

回顾历史，成都一直都是西南地区最重要集成电路产业力量，其发展源于建国初期，承担了不少国家重大军工基础的专项建设，成为国内最早的重要电子信息产业基地，加之近年来又得到了加速发展，进一步夯实了成都的集成电路产业基础。2019 年工信部批复同意成都建设国家“芯火”双创基地。该基地将以集成电路技术和产品为着力点，打造由集成电路原始创新促进服务中心、集成电路产业技术研究院、集成电路设计技术综合服务平台、集成电路人才交流投资服务平台构成的“1 心 +1 院 +2 平台”架构体系，推动形成“芯片—软件—整机—系统—信息服务”产业生态体系。具体来看，成都以高新区为集成电路产业发展核心区，以双流区和天府新区为集成电路产业发展重点园区，结合全市各区特色及优势，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。

目前成都已经拥有各类设计公司 120 多家，主要聚集在成都高新区。在晶圆制造方面，成都拥有一条 8 英寸晶圆生产线、一条 6 英寸化合物半导体晶圆生产线、一条 6 英寸平面光波导芯片生产线；在半导体封测方面，成都市已是西南最大的封测基地。通过多年发展，目前成都汇聚了一大批产业链各环节的龙头及优秀企业，除了引进的英特尔、华为、德州仪器、恩智浦、芯源系统（MPS）等全球知名科技领军企业之外，还有中国电子（华大九天、澜起科技等）、中国电科等大型央企入驻。在此基础上，成都还培育了像先进功率半导体、振芯科技、海威华芯、森未科技等颇具本地特色的企业。据统计，成都 2021 年在集成电路产业营收规模达到 1464 亿元，作为中国西南集成电路产业腹地，成都为中西部地区的集成电路产业发展贡献了巨大力量，成都市现有功率半导体行业已初具规模，未来应关注碳化硅、氮化镓材料，孵化更多方向的设计公司，通过引进先进技术布局功率半导体 IDM 业态企业，培养功率模块封测企业成长，以及吸引更多全国乃至全球范围内的人才来到成都就业。

1.2 编制依据

本建议书初版由成都市矽能科技有限公司于 2019 年 5 月编制，期间参考了大量行业研究报告、第三方统计数据，并结合与业内人士的深入交流，编制而成。在 2020 年 9 月及 2021 年 12 月进行过数据更新。本报告在往年版本的基础通过更新相关数据并增添相关内容而成。

参考资料包括：

- [1] 全球半导体产业转移启示录。恒大研究院
- [2] 功率半导体总览：致更高效、更精密、更清洁的世界。基业长青经济研究院
- [3] 集成电路产业全书（上册、中册、下册）
- [4] 功率半导体器件，国产替代，兵家必争。中信证券
- [5] 成都市关于支持集成电路设计业加快发展的若干政策。成都市经济和信息化委员会
- [6] 80+ 页 PPT 全方位解读半导体行业。新材料在线
- [7] 功率半导体器件与功率集成技术的发展现状及展望。孙伟锋，张波，肖胜安，苏巍，成建兵
- [8] 半导体第三次产业转移，战略性看好“中国芯”。安信证券
- [9] 半导体行业深度研究系列报告之一：路漫漫修远兮，国产 IC 任重道远。华泰证券
- [10] 电子行业深度报告：半导体行业、市场、技术、资金、政策五维共振，坚定看好中国芯创新崛起。联讯证券
- [11] 2018-2023 年中国芯片行业市场需求与投资规划分析报告。前瞻产业研究院
- [12] SEMI 预测：2019 年晶圆厂设备总支出将下降。SEMI 中国

[13]2022 年中国半导体行业市场前景研究报告。中商产业研究院

[14] 中国半导体产业深度分析报告。TrendForce

[15]2018-2023 年中国电子专用设备制造行业产销需求与投资预测分析报告

[16]WSTS2021 年全球半导体销售历史数据

[17]2021 年智研咨询研报

[18] 预见 2022：一文深度了解 2022 年中国半导体行业市场规模、竞争格局及发展前景

[19] 芯思想公众号：功率芯片，中国半导体产业崛起的突破口——张波

1.3 主要结论

综合成都市集成电路产业背景、政策扶持力度、人才储备、行业发展现状等因素，成都市具有发展成为全国功率半导体中心的必然性及必要性。当前，成都市及周边地区（如乐山、遂宁等）功率半导体产业链上企业已初具规模。据统计，共有 14 家设计企业，3 家分立器件 IDM，5 家封测企业，以及涵盖材料、销售、模块封装等大多数产业链环节，但在 EDA 软件、制造代工等关键环节还处于空白阶段。矽能科技在完整分析行业情况后，给出如下发展建议：

1、成都市（四川省）功率半导体产业链初具规模，但在制造（代工）环节仍为空白。建议引进一条 8 寸线代工厂，与 IC 设计公司形成区域内产业链上下游互动，将促进成都市功率半导体行业迅速发展；

2、IC 设计行业最宝贵的财产是“人”。成都市拥有功率半导体人才储备根基，也有宜居、适宜创业等先决条件，成都市应在保护现有条件的基础上，持续地吸纳引进人才，并针对功率半导体方向的人才出台专项补贴政策。成都矽能科技有限公司和成都复锦功率半导体技术发展有限公司以孵化载体的形式正发挥着吸引人才、协助转化研究成果的重要作用；

3、高频率、高水平的行业交流是成都市发展成为功率半导体中心的重要环节。建议成都市定期举办和功率半导体相关的峰会及研讨会，包括但不限于技术论坛、投融资路演、政企交流、学术探讨、人才招聘等内容。成都矽能科技有限公司自成立以来，每月定期举办“芯沙龙”活动，已邀请过电子科技大学多位该领域专家，以及华润微电子、Silvaco、Silicon Catalyst 等国内外知名企业的专家来到成都分享经验，此外成都矽能科技有限公司每季度还会举办“孵化企业路演”活动，旨在为成都市功率半导体方向的早期企业提供对接全球的融资渠道。

2

第二章 功率半导体行业分析

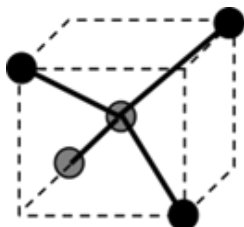


2.1 半导体原理及应用

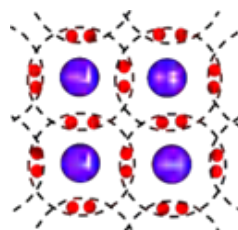
1958 年 9 月 12 日，美国德州仪器实验室的 Jack S. Kilby 成功地实现了把电子元件集成在一块半导体材料上的构想，这一天标志着世界从此进入到了半导体集成电路的时代。半导体集成电路具有体积小、重量轻、寿命长和可靠性高等优点，同时成本也相对低廉，便于进行大规模生产。在过去的 60 年里，半导体集成电路已经广泛应用于工业、军事、消费等各个领域。

什么是半导体？半导体是导电性介于导体与绝缘体之间的物质，常见的半导体包括硅、锗、砷化镓、磷化铟、氮化镓、碳化硅等。导体一般为低价元素，它们的最外层电子极易挣脱原子核的束缚成为自由电子，在外电场的作用下产生定向移动，形成电流。高价元素（如惰性气体）或高分子物质（如橡胶），它们的最外层电子受原子核束缚力很强，很难成为自由电子，所以导电性极差，成为绝缘体。常用的半导体材料硅（Si）和锗（Ge）均为四价元素，它们的最外层电子既不像导体那么容易挣脱原子核的束缚，也不像绝缘体那样被原子核束缚得那么紧，因而其导电性介于二者之间。将纯净的半导体经过一定的工艺过程制成单晶体，即为本征半导体。在硅和锗晶体中，原子按四角形系统组成晶体点阵，每个原子都处在正四面体的中心，而四个其他原子位于四面体的顶点，每个原子与其相邻的原子之间形成共价键，共用一对价电子。如下图所示：

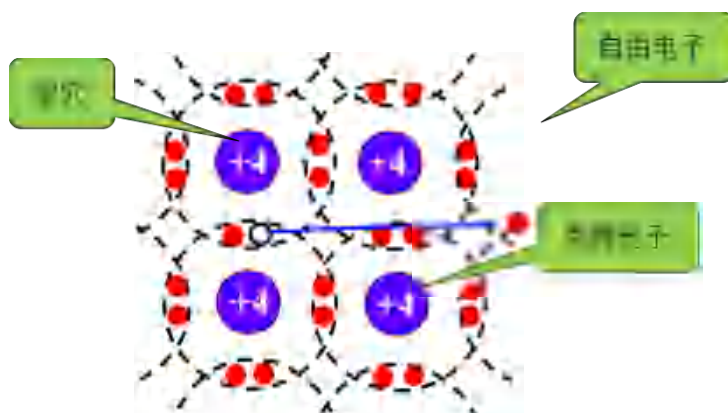
硅和锗的晶体结构



本征半导体结构示意图



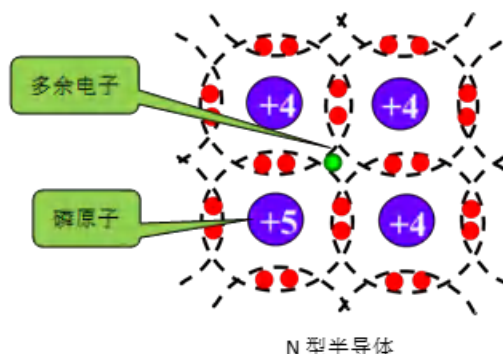
晶体中的共价键具有很强的结合力，因此在常温下仅有极少数的价电子由于热运动（热激发）获得足够的能量，从而挣脱共价键的束缚成为自由电子。与此同时，在共价键中留下一个空位置，称为空穴。原子因失掉一个价电子而带正电，或者说空穴带正电。在本征半导体中，自由电子和空穴是成对出现的，即自由电子与空穴数目相等，如下图所示：



在本征半导体中，掺入少量合适的杂质元素，便可得到杂质半导体。按掺杂元素不同，可形成 N 型半导体和 P 型半导体。分述如下：

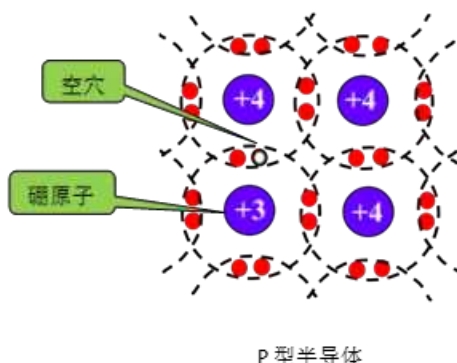
1、N 型半导体

在本征半导体中掺入少量的五价元素磷（或锑），晶体点阵中的某些半导体原子被杂质取代，磷原子的最外层有五个价电子，其中四个与相邻的半导体原子形成共价键，必定多出一个电子，这个电子几乎不受束缚，很容易被激发而成为自由电子，这样磷原子就成了不能移动的带正电的离子。每个磷原子给出一个电子，称为施主原子。如下图所示：



2、P 型半导体

在本征半导体中掺入少量的三价元素，如硼（或镓），晶体点阵中的某些半导体原子被杂质取代，硼原子的最外层有三个价电子，与相邻的半导体原子形成共价键时，产生一个空穴。这个空穴可能吸引束缚电子来填补，使得硼原子成为不能移动的带负电的离子。由于硼原子接受电子，所以称为受主原子。如下图所示：



第一代半导体材料

以硅、锗半导体材料为主。20 世纪 50 年代，锗在半导体中占主导地位，主要应用于低压、低频、中功率晶体管以及光电探测器中。但锗半导体器件的耐高温和抗辐射性能较差，到 60 年代后期逐渐被硅器件所取代。用硅材料制造的半导体器件，耐高温和抗辐射性能较好。

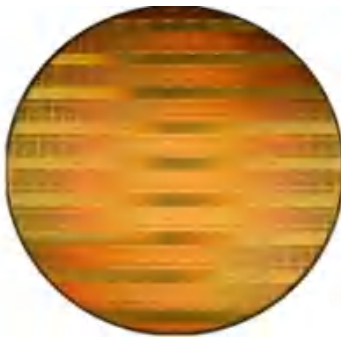
此外，由于硅含量极其丰富，提纯与结晶方便，二氧化硅薄膜的纯度很高，绝缘性能很好，硅器件的稳定性和可靠性大为提高。因此，硅已经成为应用最多的一种半导体材料，半导体 95% 以上、集成电路的 99% 都是用硅材料制造的。



制造硅晶圆的材料 - 沙子



由硅原材料提炼成多晶硅



晶硅圆片



由多晶硅进一步提炼成单晶硅

第二代半导体材料

砷化镓（GaAs）半导体材料与传统的硅材料相比具有很高的电子迁移率及宽禁带材料，能更快地传导电流。由于它具有直接带隙及宽禁带等结构，它的光发射效率比硅锗等半导体材料高，被广泛应用于光通信、卫星通讯等领域。



GaAs 霍尔元件



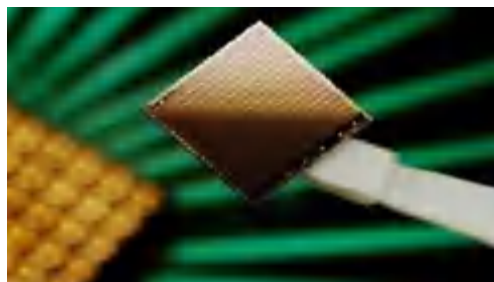
GaAs 红外发光二极管

磷化铟（InP）半导体材料具有宽禁带结构，能够使通信卫星在太空具有极高速率传输数据的能力，具有极高的电子极限漂移速度、耐辐射性能好、导热好的优点。与 GaAs 相比，它具有击穿电场、热导率、电子平均速度高的特点。目前光通信器件主要采用磷化铟材料，数码率很高、

波长单色性好的磷化铟激光器和调制器、探测器及其模块已广泛应用于光网络，从而推动互联网数据信息传输量的高速发展，满足网络不断向更高速度和更宽带宽方向发展的要求。



在磷化铟上集成光器件



磷化铟混合硅激光器芯片

第三代半导体材料

以碳化硅（SiC）、氮化镓（GaN）、氧化锌（ZnO）、金刚石、氮化铝（AlN）为代表的宽禁带半导体材料称为第三代半导体材料。和第一代、第二代半导体材料相比，第三代半导体材料具有更宽的禁带宽度，更高的击穿电场、更高的热导率、更高的电子饱和速率及更高的抗辐射能力，因而更适合制作高温、高频、抗辐射及大功率器件，通常称为宽禁带半导体材料（禁带宽度大于 2.2eV），也称为高温半导体材料。

第三代半导体材料由于具有发光效率高、频率高等特点，在一些蓝、绿、紫光的发光二极管、半导体激光器等方面有着广泛的应用。目前较为成熟的是 SiC 和 GaN 半导体材料，其中 SiC 技术最为成熟，而 ZnO、金刚石和 AlN 等宽禁带半导体材料的研究尚处于起步阶段，相信随着研究的不断深入，其应用前景将十分广阔。



GaN 晶圆片



SiC 晶圆片



利用 GaN 制成的蓝光 LED



LED 炫彩屏

有机半导体材料

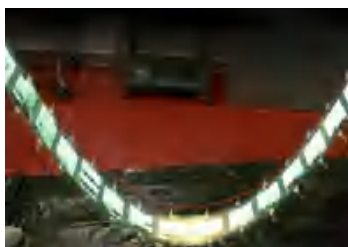
利用有机发光材料制造的显示器不仅变得既软又薄，还可以随意折叠、卷曲和放置，给人们的生活带来极大方便。且与当今时尚的液晶显示器（LCD）相比，它具有亮度高、节能、无视角问题、制造成本低等诸多优点。从发光机理上说，由于液晶自身不能发光，需要利用背光，而有机发光二极管（OLED）自身可以发光，因此要比液晶显示器节省能源。与 LED 相比，OLED 具有很多优势。例如，有机发光材料不需要制备成晶体，其生产和制造相对简单。它们可以制成极薄的单层，不同材料可以产生不同的颜色，只要把他们组合到基板上，就可以获得完美画质。也许在不久的将来，大型彩电、电脑显示器都可以卷起来塞在房间的某个角落。在军事应用上，当军用地图打开后，不再是一张静态的图纸，而是活生生的战场实况。



可弯曲的 OLED



OLED 显示屏（可视化很大）



OLED 照明



OLED 光电传感器

陶瓷半导体材料

陶瓷半导体材料是一种重要的电子功能陶瓷材料，简称“半导瓷”，是由一种或多种金属氧化物采用陶瓷制备工艺制成的多晶材料。这种多晶材料往往对外界环境的变化（如温度、电压等）非常敏感。

利用陶瓷半导体的热敏性质，人们可以制作各种各样的半导体元器件，例如利用陶瓷半导体材料制作的正温系数（PTC）热敏电阻随温度上升而电阻提高，而负温系数（NTC）热敏电阻随温度上升而电阻降低。陶瓷半导体主要应用于温度传感、过热保护、彩电中的自动消磁、测温仪、控温仪、稳压器等。



在磷化铜上集成光器件



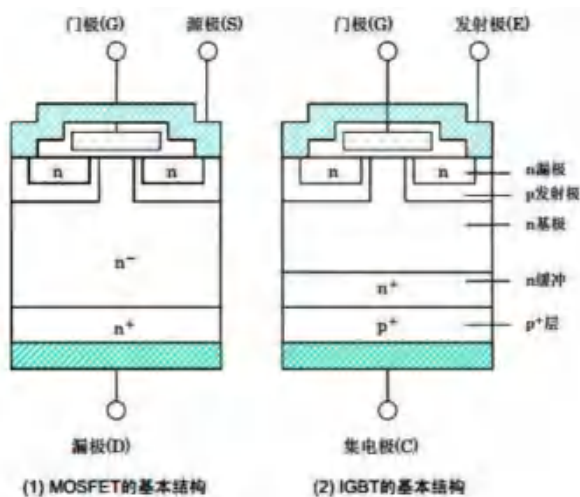
磷化铜混合硅激光器芯片

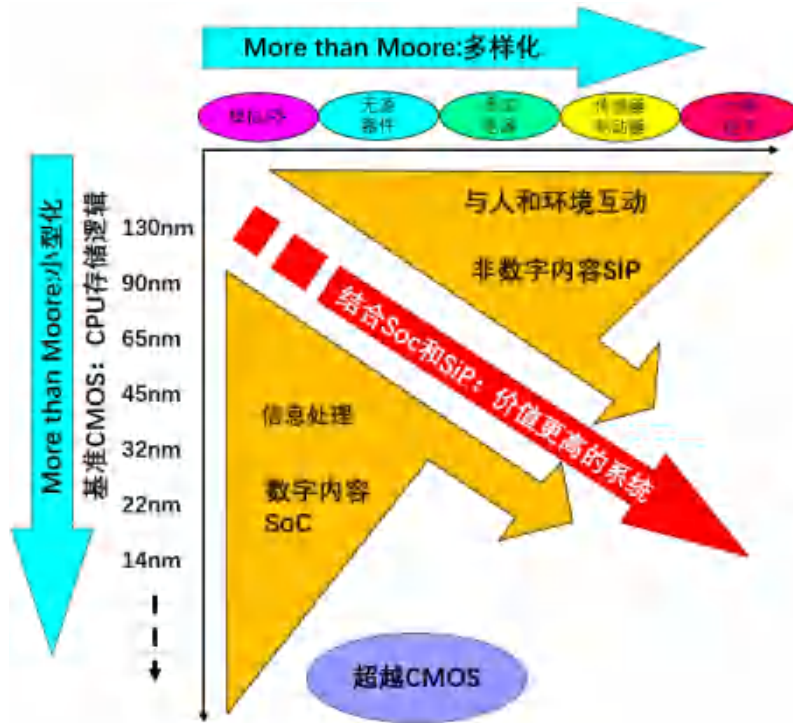
2.2 功率半导体原理及应用

60 年来，半导体技术沿着摩尔定律的路线不断缩小芯片特征尺寸，然而目前半导体技术已经发展到一个瓶颈：随着线宽越来越小，制造成本呈指数上升；而且随着线宽接近纳米尺度，量子效应越来越明显，同时芯片的泄漏电流也越来越大。因此半导体技术的发展必须考虑“后摩尔时代”问题。2005 年国际半导体技术发展路线图（international technology roadmap for semiconductors，简称 ITRS）提出了超越摩尔定律（more than Moore）的概念，如下图所示。功率半导体器件和功率集成技术在超越摩尔定律中扮演十分重要的角色，主要用于现代电子系统中的变频、变压、变流、功率放大、功率管理等功率处理电路，也是当今消费类电子、工业控制和国防装备等领域中的关键技术之一。

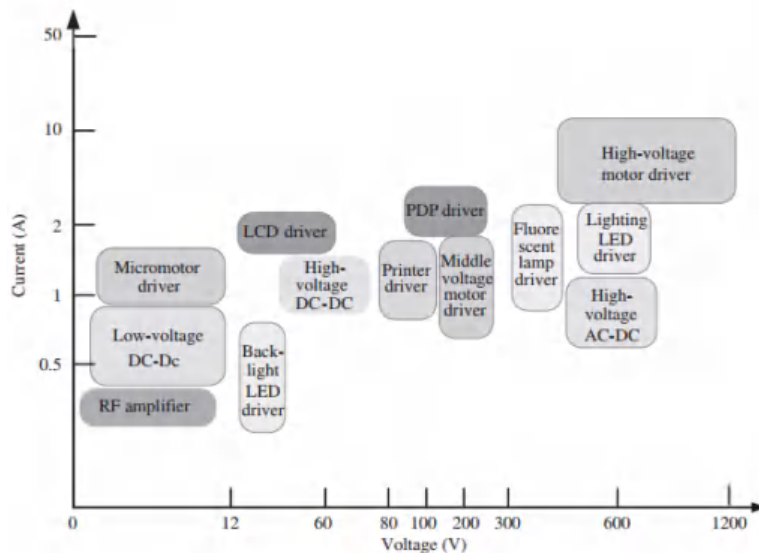
功率半导体器件（power semiconductor devices）是进行功率处理的半导体器件。根据载流子的不同，功率半导体器件分为两类：一类为双极型功率半导体器件；另一类为单极型功率半导体器件。前者主要由功率二极管（其中肖特基势垒功率二极管属于单极功率半导体器件）、晶闸管、绝缘栅双极型晶体管（IGBT）；后者主要包含以 VDMOS 为代表的功率 MOS 器件。根据材料分类主要是硅基功率半导体器件和宽禁带材料基（主要是碳化硅（SiC）和氮化镓（GaN））功率半导体器件。

MOSFET 与 IGBT 器件结构





功率集成电路（Power Integrated Circuit）是指将高压功率器件与控制电路、外围接口电路及保护电路等集成在同一芯片的集成电路，是系统信号处理部分和执行部分的桥梁。按照应用电压和电流的不同，功率集成电路可做如下图所示分类。而用于制备功率集成电路的制造技术称之为功率集成技术。功率集成技术要实现高压器件和低压器件的工艺兼容，尤其要选择合适的隔离技术；为控制制造成本，还必须考虑工艺层次的复用性。随着电子系统应用需求的发展，要求集成更多的低压逻辑电路和存储模块实现复杂的智能控制；作为强弱电桥梁的功率集成电路还必须实现低功耗和高效率；恶劣的应用环境要求其具有良好的性能和可靠性。因此，功率集成技术需要在有限的芯片面积上实现高低压兼容、高性能、高效率与高可靠性。



2.3 行业分析

2.3.1 全球行业规模及增速

据 WSTS 统计，全球半导体市场规模从 1986 年的 263.5 亿美元，发展到 2021 年的 5558.9 亿美元，主要受益于 CPU、存储器和传感器的增长，同时预计 2022 年全球半导体规模将达到 5976 亿美元。1986 年至 2021 年全球半导体行业规模发展如下图所示：

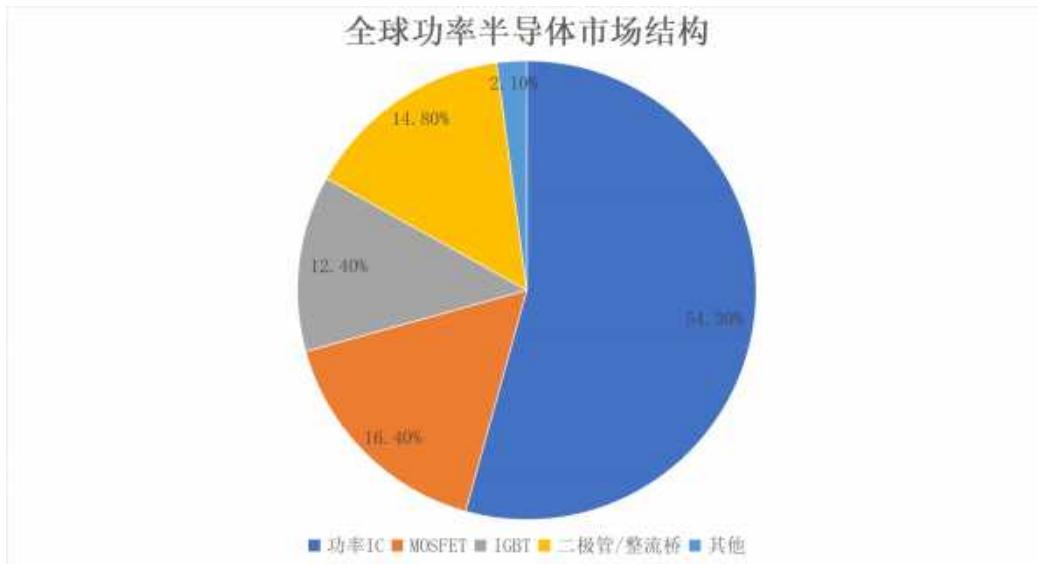


数据来源：WSTS

从 2001 年发展至今，全球半导体行业规模在周期性波动中呈稳定增长态势。美国、日本、欧洲及亚太地区是目前全球半导体市场的主要分布地区。其中，以中国为核心的亚太市场已成为行业中心，占据着 6 成的市场份额；美国占 2 成，欧洲、日本各占 1 成。

从产品来看，SIA 指出，2021 年全球半导体市场有几个半导体类别表现突出。其中，模拟芯片常用于汽车、消费品和计算机领域，其年增长率最高，达到 33.1%，销售额为 740 亿美元。逻辑芯片（1548 亿美元）和内存芯片（1538 亿美元）是销售额最大的两类芯片，前者同比增幅为 30.8%，后者为 30.9%。另外，包括微处理器在内的微型 IC 的销售额增长 15.1%，达到 802 亿美元。汽车 IC 的销售额同比增长 34.3%，达到创纪录的 264 亿美元。

功率半导体作为半导体行业的重要构成，主要用于电力设备的电能变换和电路控制，是进行电能（功率）处理的核心器件，是弱电控制与强电运行间的桥梁。典型的功率处理功能包括变频、变压、变流、功率放大和功率管理。除保证设备正常运行以外，功率器件还起到有效的节能作用。下图展示了 2021 年全球功率半导体的市场结构。



数据来源：WSTS、SIA、芯谋研究

功率半导体在军事等战略性领域起着关键性作用，是关系着高铁动力系统、汽车动力系统、消费及通讯电子系统等领域能否实现自主可控的核心零部件，战略地位突出。政策上，国家持续推动行业发展，国务院发布的《中国制造 2025》强国战略，明确提出将先进轨道交通装备、节能与新能源汽车、电力装备、高档数控机床和机器人等列为突破发展的十大重点领域。资金上，功率半导体采用特色工艺，不追求先进制程，资金投入仅为集成电路的 1/10，国家大基金、地方政府基金必将鼎力支持。技术上，国内企业具备低端领域全面实现国产化能力，同时向中高端进军，以中车时代电气、比亚迪为代表的厂商已实现技术突破，成功实现国产化 IGBT 在高铁和新能源汽车上的应用。

2.3.2 中国大陆地区行业规模及增速

据美国半导体行业协会（SIA）统计，2021 年全球半导体产业销售额为 5558 亿美元，全球同比增幅为 26%。2012 年至 2021 年，除开 2019 年受疫情影响全球半导体销售下滑，我国半导体行业在发达国家和地区的带动下产值稳定增长。如下图所示，我国半导体产业规模在过去几年呈现稳定增长态势，年增长率稳定在 15% 至 25% 之间。全球半导体市场规模近两年来首次出现负增长。其主要原因是受服务器、笔记本电脑、智能手机需求疲软影响，从 2018 年第四季度开始 NANDFlash 厂商营收开始减少，同时进入内存库存上升周期，价格及销量均受影响。2021 年中国半导体规模来到 10458 亿美元，中国仍是全球最大的半导体单一市场，同比增幅为 27.1%。



中国功率半导体起步虽较发达国家晚，但市场需求强劲，尤其是工业控制、家电产品、充电设备等终端应用不断追求更高能源效率。功率器件下游产品范围的稳步扩张、产量的大幅增长以及功率器件技术的快速更新，功率器件市场在中国地区保持稳步增长。



数据来源：中商产业研究、智研咨询、华经产业研究院

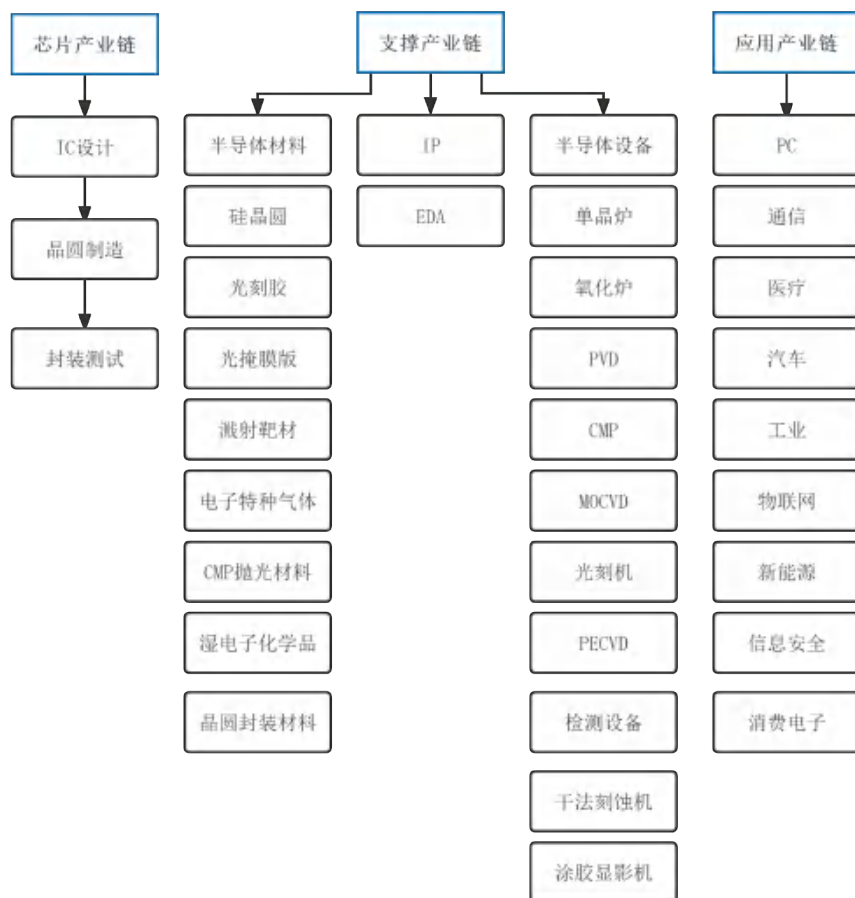
2.4 产业链结构

2.4.1 产业链构成

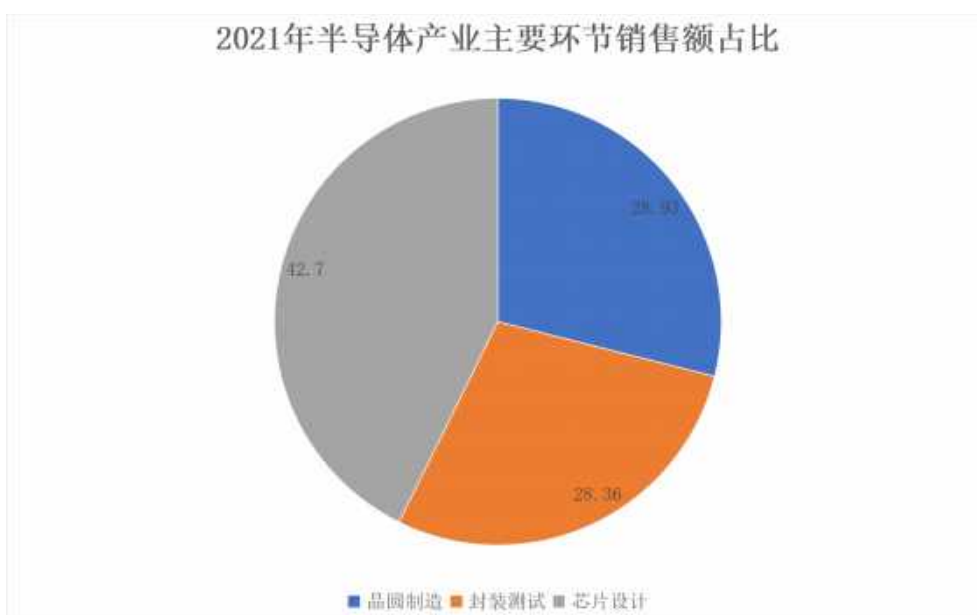
半导体是电子产品的核心，是信息产业的基石。半导体行业因具有下游应用广泛、生产技术工序多、产品种类多、技术更新换代快、投资高风险大等特点，产业链从集成化到垂直化分工越来越明确，并经历了两次空间上的产业转移。全球半导体行业大致以 4-6 年为一个周期，景气周期与宏观经济、下游应用需求以及自身产能库存等因素密切相关。2021 年全球半导体产业销售额为 5558 亿美元，同比增长 26.2%，我国 2021 年集成电路产业销售额为 10458.3 亿元，同比增长 18.2%。

半导体产业链构成如下图所示。当前 IC 产业的商业模式可以简单描述为，IC 设计公司根据下游客户（系统厂商）的需求设计芯片，然后交给晶圆代工厂进行制造，之后再由封装测试厂进行封装测试，最后将性能良好的 IC 产品交付下游客户。设计公司需要从 IP/EDA 公司购买相应的 IP 和 EDA 工具，而 IC 制造和封装测试公司需要从设备和材料供应商购买相应的半导体设备和材料化学品。因此，在核心环节之外，集成电路产业链中还需要 IP/EDA、半导体设备、材料化学品等上游供应商。

半导体行业产业链构成



半导体可以分为四类产品，分别是集成电路、光电子器件、分立器件和传感器，其中规模最大的是集成电路，约占市场总额的 85%。20 世纪 80 年代，集成电路行业出现了一种新的业务模式，由过去传统的 IDM 模式向 IC 设计、制造、封测相对分离的模式转化。在芯片产业链中，同时负责 IC 设计、晶圆制造、封装测试的企业模式叫做 IDM (Integrated Design and Manufacture)。全球最大的两家半导体企业英特尔和三星就属于 IDM 公司。仅负责 IC 设计而没有自己的半导体 Fab (制造工厂) 的模式称为 Fabless，高通、AMD 等企业就属于此类公司。第三种企业模式为 Foundry，指公司自身并不设计芯片，而是通过与 Fabless 合作，为其代理加工制造晶圆。全球 Foundry 分为两种形式：一是纯代工的模式，二是部分 IDM 厂商兼做代工的模式。Foundry 的服务对象主要是设计公司。台积电就属于 Foundry 中的佼佼者，在晶圆代工市场中拥有超过 50% 的占有率。



2.4.2 各环节国内外主要参与者

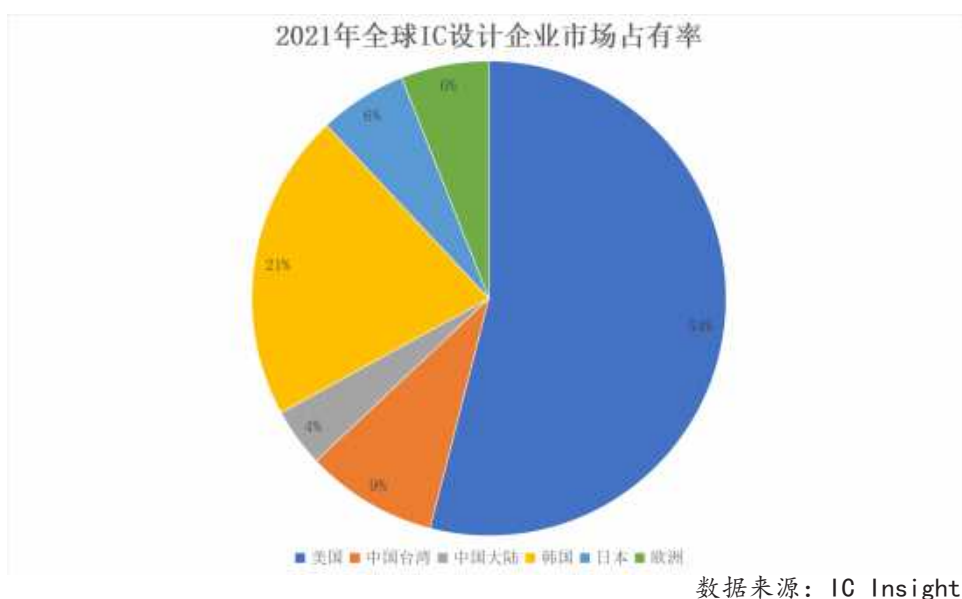
IC 设计行业国内外主要参与者

对比 IDM 企业，采用 Fabless 模式的 IC 设计企业由于没有下游的晶圆制造厂和封装测试厂的重资产投入，在利润率上通常相对更高，而在风险方面则相对更低。但在产业链的把控能力上，往往是 IDM 企业更具优势。

在旺盛的市场需求引领下，全球半导体市场高速增长，汽车、新能源、消费类电子产品、工业、医疗、通讯等各领域均面临产品的更新换代，制造业的数字化转型和智能化升级为各行业带来了持续的发展动力。因此，芯片 IC 设计企业营收实现了大规模增长。

根据 TrendForce 最新统计，2022 年 Q1 全球前三大 IC 设计企业：高通、英伟达、博通数据显示，高通 2022 年 Q1 营收为 95.48 亿美元，同比增长 52%，英伟达 2022 年 Q1 营收为 79.04 亿美元，

同比增长 53%，博通 2022 年 Q1 营收为 61.1 亿美元，同比增长 26%。较 2021 年同期都有较大程度的增长。



按地域来看，当前全球 IC 设计仍以美国为主导，中国大陆是重要参与者。IC Insights 最新报告指出，美国 2021 年在全球 IC 设计领域的市场占有率为 54%。中国大陆在 2021 年占有市场率为 4%，但其 Fabless 模式企业占比达到 15%。台湾省 IC 设计公司在 2021 年的总销售额中占 9%，其 Fabless 模式企业占比达到 18%。欧洲 IC 设计企业只占了全球市场份额的 6%，其 Fabless 模式企业也只占 1%，日韩国家 IC 设计企业占比达 12%，但其 Fabless 企业只占 2%。

2022 年第一季度全球前十大 IC 设计公司（单位：百万美元）

22Q1 排名	21Q1 排名	公司名称	2022Q1 营收	2021Q1 营收	YoY
1	1	高通 (Qualcomm)	9,548	6,281	52%
2	2	英伟达 (NVIDIA)	7,904	5,173	53%
3	3	博通 (Broadcom)	6,110	4,849	26%
4	5	超威 (AMD)	5,887	3,445	71%
5	4	联发科 (MediaTek)	5,007	3,805	32%
6	9	美满 (Marvell)	1,412	821	72%
7	6	联咏 (Novatek)	1,281	929	38%
8	8	瑞昱 (Realtek)	1,044	822	27%
9	-	韦尔 (Will Semi)	744	815	-9%
10	-	思睿逻辑 (Cirrus Logic)	490	294	67%
	7	赛灵思 (Xilinx)	-	851	-
	10	戴乐格 (Dialog)	-	366	-
前十大厂商营收总和			39,427	27,342	44%

数据来源：TrendForce

据统计，前十大 IC 设计企业 2022 年第一季度的营收总和达到了 394.3 亿美元，年增长 44%。高通在第一季度营收达到了 95.5 亿美元，年增长 52%，位居第一。TrendForce 指出，高通的好成绩得益于其在手机、射频前端、物联网与汽车四大领域均有明显增长。

英伟达的总营收为 79 亿美元，年增长 53%，主要靠 GPU 在数据中心中的应用不断增多。据悉，英伟达在该方面的营收占比已经超越了原本其最高收入的游戏应用方面，达到了 45.4%。

博通在网络芯片、宽带通信芯片以及存储与桥接芯片等半导体解决方案方面的收入稳定，营收为 61.1 亿美元，年增长 26%。

AMD 在收购赛灵思之后，营收达到 58.9 亿美元，年增长 71%，但即使不算入赛灵思的营收，AMD 本身的营收同样创下历史新高，约为 53.3 亿美元。联发科此次排名第五，其拳头产品天玑系列处理器保持稳定供货，此外，产品优化组合也颇有成效，营收达到了 50.1 亿美元，年增长 32%。

美满在完成对 Innovium 的收购以后，第一季度数据中心的业绩迎来了惊人的年增长 125%，总营收为 14.1 亿美元，年增长速度是前十名之最，凭借这一成绩，美满位居第六。

联咏则以显示驱动芯片、SoC 芯片为主力，即使目前面板市场并不稳定，但两大产品线仍分别有 31%、43% 的年增长，总营收为 12.8 亿美元，年增长 38%，排名第七。

瑞昱利用以太网网络、物联网芯片、蓝牙耳机解决方案等产品组合来应对消费电子的市场缩减，营收为 10.4 亿美元，年增长 27%，排名第八。

本次排名第九的是来自上海的新秀——韦尔半导体，其半导体设计及销售收入占总营收的 85.1%，主要产品为 CMOS 影像传感器、显示驱动芯片、模拟芯片等，总营收达到了 7.4 亿美元。同为初次上榜的是美国的思睿逻辑，自从 2021 年 7 月收购 Lion Semiconductor 完成后，思睿逻辑的混合信号业务得到快速提升，营收达到了 4.9 亿美元，年增长 67%，位居第十。

TrendForce 表示，本次排名中，出现的变动主要来自企业有策略地收并购，虽然收购可以带来直接的营收增长，但未来还需提升并购综合效能。展望 2022 年全年，按照产业既往发展情况，目前 IC 市场正在逐步进入需求淡季，从各个企业目前的战略部署来看，以消费电子为主的 IC 设计企业已开始将产品应用转向高效能运算、服务器、数据中心、车用电子等热门市场，以便分散风险。此外，TrendForce 认为，新思、希领半导体、奇景光电等 IC 设计企业的表现同样值得关注，年度最终的排名可能会出现变化。

凭借产业集群配套研发优势和晶圆制造领域的资金优势，国内半导体产业将由目前封测主导的全球分工格局逐步转向 IC 设计、晶圆制造以及材料和设备逐步突破的方向全面发展。在 2021 年无锡举行的 ICCAD 2021 上，清华大学微电子所所长魏少军表示 2021 年我国芯片设计企

业共计 2810 家，同比增长了 26.7%，但中国芯片设计业的发展与需求相比还存在很大相差。尽管我们进步很快，但“需求旺盛、供给不足”仍将是我国集成电路面临的长期挑战。产业长期可持续发展的根基不牢，2021 年设计业取得的耀眼成绩的背后是全球产能紧张导致；产品创新严重不足，设计技术取得较大进步，但是在产品创新上的建树还依然不多，总体上尚未摆脱跟随和模仿，大多数情况下是跟在别人后面亦步亦趋，产品创新能力不强、竞争力弱。研发投入严重不足；人才短缺严重，芯片企业估值一路飙升，泡沫再次被吹大。

然而 TrendForce 指出，中国的 IC 设计业在 5G 基带芯片和 AI 芯片领域中处于领先地位。海思已经大规模生产世界上第一颗 7nm 芯片，百度、华为等公司也都相继为终端应用和云服务推出了新的 AI 芯片。但目前中国 IC 芯片的自给率仅为 15%；另一方面，此前中国一直在减少对入门级芯片和低价芯片的依赖，但在高端芯片方面，仍然有较大的改进空间。



数据来源：IC Insights

2021 年全球 24 家纯晶圆代工整体营收达到 5626 亿元人民币，较 2020 年增长了 21.64%。2021 年前十大专属晶圆代工整体营收较 2019 年增长了 20%，整体市占率却减少了 0.13%。2021 年前十大专属晶圆代工公司与 2020 年相比没有变化。

2021 年台积电的先进制程营收再创新高，全年 5 纳米和 7 纳米合计营收占全年 28 纳米及以下工艺总营收的 75%。2021 年台积电累计出货超过 1400 万片 12 英寸约当产量。2021 年台积电大肆扩产，台积电南京工厂新增产能将于 2022 年开出；美国亚利桑那州菲尼克斯市晶圆制造工厂开工建设，将采用 5 纳米制程技术，规划的月产能为 20000 片晶圆，将于 2024 年开始投产，并宣布在日本建厂，正在与德国谈判。2021 年 3 纳米已经风险量产，首波产能将被美国客户瓜分，包括英特尔、苹果、高通、英特尔、英伟达超微半导体等厂商。2021 年，台积电的资本支出高达 300 亿美元再创新高，研发支出达 45 亿美元，主要用于 5 纳米、3 纳米制程、2 纳米、先进封装。

联电受客户影响，对 28 纳米扩产积极性较高。已宣布与 8 家客户共同携手，扩充南科 12

英寸厂 Fab 12A P6 厂区产能。2021 年联电 28/22 纳米的营收从二季度开始，已经连续三个季度超过 100 亿新台币，创下 28/22 纳米有史以来最好的营收，全年 28/22 纳米营收超过 420 亿新台币（约 15 亿美元）。2021 年厦门联芯的月产能已经扩充至 27000 片，未来计划扩充至 32000 片。

2021 年 10 月 8 日，格芯宣布发行 5500 万股普通股股票，融资约 26 亿美元之间，估值超过 250 亿美元。2021 年，格芯在 22FDX/22FDX+、12LP+ 和硅光工艺上取得不俗成绩。2021 年格芯纽约 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；并宣布了新建工厂的计划。2021 年格芯还宣布了 60 亿美元的新建工厂计划，包括新加坡 40 亿美元增建 12 英寸 Module 7H，预计建设工作将于 2023 年底完成，年新增 45 万片 12 英寸晶圆产能；纽约马耳他投资 10 亿美元扩建，预计年增 15 万片 12 英寸晶圆产能，以弥补 FAB10 出售形成的产能空缺，未来还将建设一座年产能 50 万片 12 英寸晶圆的新工厂；德国德累斯顿未来两年内投资 10 亿美元，以最大限度地提高当前晶圆厂的制造能力。

2021 年中芯国际连续宣布扩产 12 英寸项目，继中芯京城项目开工外，中芯深圳和中芯东方项目都进入施工阶段。在 12 英寸扩产的同时，中芯天津 8 英寸产能持续扩张。2021 年中芯全球累计出货超过 300 万片 12 英寸约当产量。中芯国际表示，自从 2020 年被列入实体清单后，公司一直是在困境中前行。运营连续性方面，我们积极与供应商配合，保证对客户的承诺得以实现，成熟工艺的不确定性风险也进一步降低。产能扩建方面，我们仍按计划推进，但准证审批、产业链紧缺、疫情引起的物流等不可控因素也不可避免地影响到了设备到货时间。公司会尽全力优化内部采购流程、加快产能安装效率，争取尽可能缩短采购周期，早日达产。

华虹集团坚持先进工艺和成熟工艺并举，构建集团核心竞争力；推动“8+12”双轮战略，协同推进制造能级提升和工艺技术发展，继续保持特色工艺全球领先地位。2021 年华虹集团抓住了市场机遇，适时扩产，无锡 12 英寸工厂营收接近 5 亿美元。无锡 12 英寸工厂第四季单月平均出货 6 万片；2022 年将扩产至月产约 10 万片。相信无锡 12 英寸营收将与上海 8 英寸营收持平。

2020 年 12 月 9 日力积电登录兴柜（6770），当日市值冲高至 1724 亿元新台币。2021 年 12 月 6 日，力积电举行上市挂牌典礼，市值达 2757 亿元新台币（约 630 亿人民币）。

力积电在台湾省共有月产能合计 10 万片的 3 座 12 英寸厂，以及月产能合计 12 万片的 2 座 8 英寸厂，未来 8 英寸将扩至月产能 14 万片。在 12 英寸扩产方面，铜锣新厂于 2021 年第 2 季动工建设，需要透过客户设备融资租赁方式进行，2023 年预计装机产能 1 万片。2021 年公司营收 45% 左右来自存储产品。2022 年资本支出约 15 亿美元。

2021 年，托塔半导体（Tower）宣布和意法半导体（STM）达成协议，投资意法半导体在意

大利 Agrate 新的 12 英寸毫米晶圆厂。该工厂预计 2022 年下半年开始生产，将为公司带来新增增长点。2022 年 2 月英特尔公开宣布收购托塔半导体。根据协议，英特尔将以每股 53 美元的现金收购托塔半导体，总企业价值约为 54 亿美元。后续代工厂商前十名中将会出现英特尔的名字。

世界先进公司受惠于电源管理 IC 和驱动 IC 的影响，以及新加坡工厂的产能爬坡，营收年增长高达 30%。

2021 年东部高科 (DB HiTek) 旗下的两座 8 英寸晶圆月产能合计已经高达 14 万片。东部高科战略重点放在模拟、电源 (BCDMOS)、CMOS 图像传感器 (CIS) 和混合信号等领域的高附加值特种工艺上，最近专注于开发 MEMS、功率器件和 RF HRS / SOI CMOS。高压工艺获得很多中国中小客户订单。不过，其已经开始研发芯片打造自有品牌，以获得较芯片代工更高的利润。

稳懋目前提供 HBT 和 pHEMT 两大类砷化镓晶体管制程技术，客户群除了全球射频集成电路设计公司 (RFIC Design Houses) 外，并致力吸引与全球整合组件制造 (IDM) 大厂合作。继 2020 年 7 月与台湾省大学光电工程学研究所暨光电创新研究中心签订产学合作计划后，2021 年 11 月，稳懋半导体与阳明交通大学又开始进行产学合作计划，未来研发成果将可应用于 B5G、6G、下世代超高频的通讯元件及光感测元件，满足从手机、自驾车、数据中心到卫星通讯终端产品的需求，并将引领台湾省化合物半导体产业链建立全球无可取代的市场地位。稳懋下一步将在高雄投资扩产，以满足未来 5-10 年的生产规划。

2021 年，在全球专属晶圆代工排名榜单中，第 11 名到第 20 名，有五家中国大陆公司，分别是晶合集成 (第 11)、三安集成 (第 14)、绍兴中芯 (第 15)、上海先进 (第 17)、粤芯半导体 (第 18)。晶合集成、三安集成、绍兴中芯、粤芯半导体的年营收都出现 100% 以上的增长。预计 2022 年全球专属晶圆代工将至少有 3 家中国大陆公司，到 2025 年将会有 4-5 家中国大陆公司。

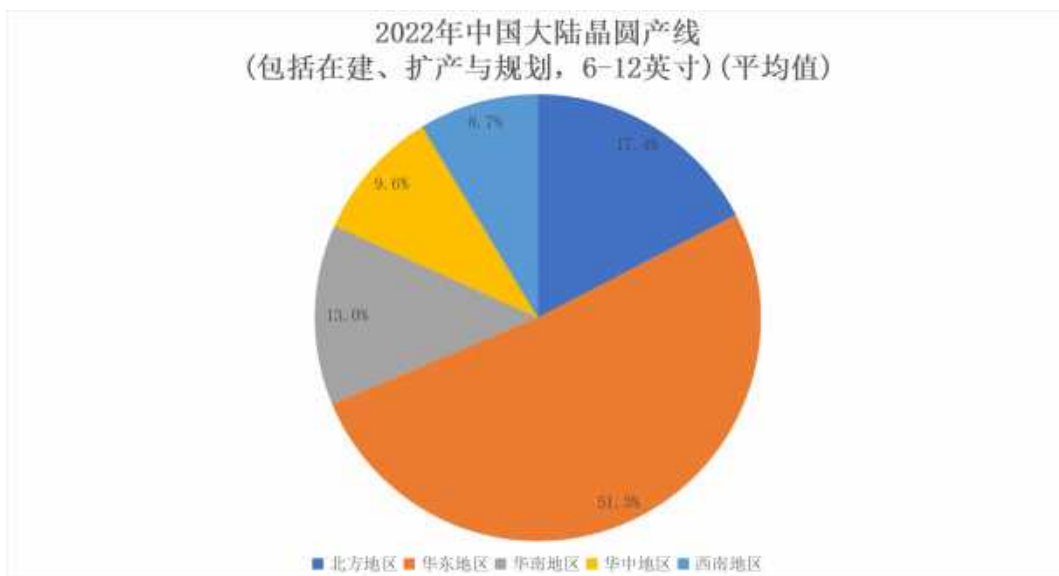
2021 年全球前十大晶圆代工厂设计公司 (单位: 亿元人民币)

排名	公司名称	2021 营业收入	YoY
1	台积电	3449	17.95%
2	联电	469	21.19%
3	格芯	418	16.11%
4	中芯国际	345	24.45%
5	华虹集团	190	40.74%
6	力积电	151	46.60%
7	托塔	96	21.52%
8	世界先进	95	31.94%
9	东部高科	73	19.67%
10	稳懋	58	1.75%

中国大陆本土晶圆代工企业中以中芯国际与华虹集团为龙头企业，占到了中国代工营收的 80% 以上，同时也是先进制程在中国的主要本土服务商。中芯国际提供从 350nm 到 14nm 的制程工艺，代工晶圆尺寸为 8 英寸与 12 英寸，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。其主要营收是成熟制程工艺，最为先进的是 14nm 制程工艺同时也在积极试产 7nm 制程工艺，计划在 2022 年量产。以技术作为分界，其中 28nm 及以下工艺的营收占到 9.2%、90nm 及以下工艺业务营收占到 58.1%、55nm/56nm 及以下工艺业务营收占到 30.5%、最大营收来源为 150nm/180nm 占比 32.5%；华虹集团的营收包括华虹半导体与上海华力两大制造平台的营收，提供从 1 μm 到 28nm 制程工艺，其 22nm 制程工艺研发正在快速推进，14nm FinFET 工艺已经全线贯通，SARM 良率 25% 稍落后于中芯国际，代工晶圆尺寸为 8 英寸与 12 英寸。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，并拥有多年成功量产汽车电子芯片的经验，过去两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。华虹集团推进了制造产业规模扩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。以技术作为分界，其中 55nm/65nm 工艺制程占营收 0.7%、90nm/95nm 工艺制程占营收 10.4%、0.11 μm 及以上工艺制程占营收 88.9%，其中 90nm/95nm 工艺制程营收增长 131.6%。

其他营收前十的本土晶圆代工厂有华润微电子（6 英寸与 8 英寸生产线，提供 1.0-0.11 μm 工艺制程）、晶合集成（150nm/110nm/90nm 的 LCD 驱动 IC 的代工服务）、武汉新芯（12 英寸生产线，提供先进特色工艺代工服务）、绍兴中芯（提供功率、传感和传输应用领域、模拟芯片及模块封装的代工服务）、粤芯半导体（12 英寸生产线，提供 180nm-22nm 工艺制程）、方正微电子以及宁波中芯（8 英寸生产线，提供射频前端、高压模拟和光电集成特种工艺代工服务）。根据网络公开数据显示，截至 2022 年 10 月，中国大陆地区共有 8 寸 -12 寸产线 115 条，有 42 条产线处于投产当中，正在建设及扩建的有 69 条，规划当中的有 4 条。地理位置如图：

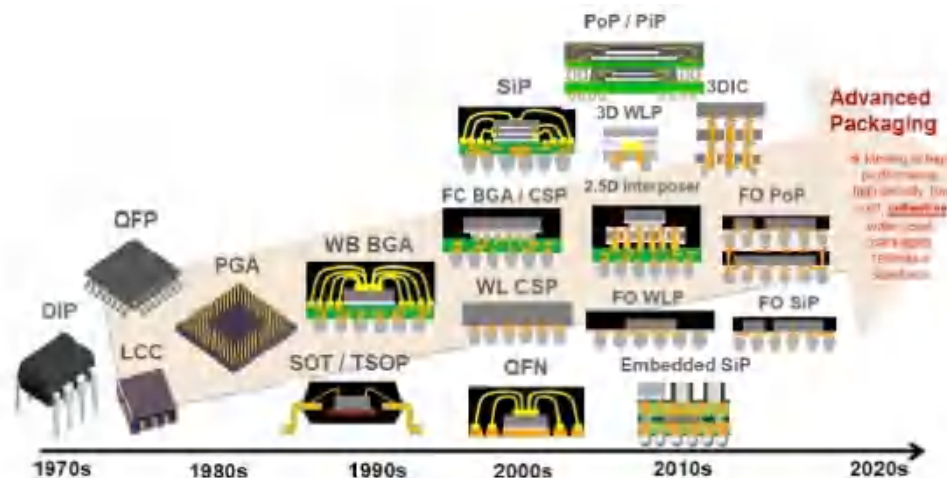


可以看出, 在中国大陆 50% 以上在运行以及在建设、规划的晶圆厂项目都在华东地区, 就目前来看在西南地区的项目只有士兰微的成都工厂 (5、6、8、12 英寸 Si 外延片生产)、海威华芯的成都工厂 (6 英寸 GaAs/GaN MMIC 纯晶圆)、重庆万国半导体 (12 英寸功率半导体代工)、重庆上华 (8 英寸功率半导体代工) 以及在建的“成都紫光国芯储存科技有限公司 (12 英寸)”与“华润微电子 (重庆) 有限公司 (12 英寸)”和规划当中的“四川中科晶芯集成电路制造有限责任公司 (8 英寸)”。除此之外, 在半导体产业领域四川西南地区的公司有包括: 成都京东方光电科技有限公司 (研发与销售液晶面板)、成都英特尔 (半导体封装测试, 计划扩建晶圆厂)、成都德州仪器 (晶圆制造以及封装测试)、成都中电熊猫显示科技有限公司 (研发与销售液晶面板)、成都频岢微电子有限公司 (射频芯片研发与销售) 等。

目前来看, 西南地区想要发展完整的半导体产业集群依然任重道远, 这当中主要的一个阻碍便是缺少晶圆制造的产业链支撑, 无论是 ODM 或者 OEM。现阶段成都以及西南地区的 IC 设计企业流片的主要途径是通过江苏、上海等地的晶圆厂来流片, 考虑到安全问题甚至常有公司人员长途跋涉将样品亲自从工厂带回公司的情况, 大大增加了流片成本同时也不利于流片效率与试错率。这种情况在疫情期间也进一步被放大, 大型的代工厂如华虹、中芯国际早早处于满产的状态, 大量的 IC 设计公司都面临着研发与设计无法落地、公司不能进一步发展的困境, 这是疫情大环境下尚不能解决的问题也暂时看不到有缓解的迹象。由于政府的补贴与产业支持, 有大量的 IC 设计企业选择在成都落地以及北上深的企业选择在成都开设分公司, 例如: 平头哥、芯动、zeku、联芸、全志等。这些企业在成都并辐射整个西南地区, 对于带动上下产业链的发展是非常好的机会, 同时对于要设立在西南地区的晶圆厂也是稳定的客户来源。众所周知晶圆厂是重资产、回报周期长且风险大的产业投资, 但在市场需求远远大于供应的情况下, 在西南地区投资建设晶圆厂已是顺应市场需求的选择。

封装测试行业国内外主要参与者

半导体封测是半导体制造的后道工序，封装主要作用是将芯片封装在支撑物内，以增加防护并提供芯片和 PCB 之间的互联。封装作为半导体行业的传统领域，伴随着半导体的发展而推陈出新。2021 年全球半导体封测市场规模达到 778 亿美元，据《2022 年半导体产业研究宝典》预测，至 2025 年全球封测环节市场规模将达到 997 亿美元，年复合增长率为 6.4%。



2021 年前十大封测公司与 2020 年相比没有变化，但是 2019 年产业集中度进一步加剧，前十大封测公司的收入占 OSAT 营收的 77.51%。根据总部所在地划分，前十大委外封测公司中，中国台湾省有 5 家（日月光 ASE、力成科技 PTI、京元电子 KYEC、南茂科技 ChipMOS、颀邦 Chipbond），市占率为 40.7%，较 2020 年的 42.1% 减少 1.4%；中国大陆有 3 家（长电科技 JCET、通富微电 TFMC、华天科技 HUATIAN），市占率为 20%，较 2020 年 19.4% 微增 0.6%；美国 1 家（安靠 Amkor），市占率为 13.5%，相较 2020 年的 13.3% 基本持平；新加坡 1 家（智路封测，原联合科技 UTAC），市占率为 3.2%，较 2020 年增加 0.88%。2021 年前十大公司都有不同程度增长，有 9 家公司的增长率是两位数。增幅前三名分别是智路封测 WiseRoad（67.63%）、天水华天（42.77%）和通富微电（34.99%）。

排名	公司名称	总部地区	2021 营业收入 (百万人民币)	2021 市占率	YoY
1	日月光 (ASE)	中国台湾	772,40	27%	20.07%
2	安靠 (Amkor)	美国	38,606	13.5%	23.59%
3	江苏长电 (JCET)	中国大陆	30,953	10.82%	16.96%
4	力成 (PTI)	中国台湾	18,916	6.61%	8.2%
5	通富微电 (TFMT)	中国大陆	14,537	5.08%	34.99%
6	天水华天 (Hua Tian)	中国大陆	11,967	4.18%	42.77%
7	智路封测 (WiseRosd)	新加坡	9,146	3.2%	67.63%
8	京元电子 (KYEC)	中国台湾	7,788	2.72%	17.18%
9	南茂 (ChipMOS)	中国台湾	6,321	2.21%	19.69%
10	颀邦 (Chipbond)	中国台湾	6,247	2.8%	22.2%

数据来源: ittbank

根据中国半导体行业协会的统计数据，2021 年我国封测产业市场规模为 2469 亿元，占全国半导体市场规模的 27%。国内封装测试企业分布格局基本没有改变。国内具有封测能力企业约 300 家，其中长三角地区拥有的企业数量超过 65%，长三角地区整体封测营收占全国 67% 的份额，中西部地区整体封测营收占全国 17%，珠三角地区整体封测营收占全国 10%，环渤海地区整体封测营收占全国 5%。

封测环节已成为本土半导体产业链最为成熟的领域。我国封装测试产业与国际先进水平较为接近，国内封测市场已形成内资企业为主的竞争格局。目前国内能提供先进封装服务的主要封测厂商产品侧重各不相同，区别也较大。长电科技、华天科技及通富微电封装测试的应用范围涉及广泛，几乎包括半导体行业的全品类芯片封测，其中先进封装业务主要由各自旗下子公司开展，如中国内地第一，全球第三的封测大厂长电科技的晶圆级封装技术是指 WLP 晶圆级封装，使用 Bumping 工艺。

2021 年中国前十大半导体封测企业销售额（单位：亿元人民币）

排名	公司名称	2021年营收	YoY
1	江苏长电	309.53	16.96%
2	通富微电	145.37	34.99%
3	天水华天	119.67	42.77%
4	沛顿科技	25.38	-12.48%
5	华润微封测事业群	21.22	143.63%
6	甬矽电子	20	166.67%
7	苏州晶方半导体	14.3	30.00%
8	合肥顾中封测	14	33.33%
9	紫光宏茂	8.8	114.63%
10	新汇成	8.12	41.22%

数据来源：ittbank

根据网络数据收集，2021 年全国正在运营的封装代工厂共计 240 家，其中东北地区 3 家，华北地区 8 家，华东地区 99 家，华南地区 112 家，西北地区 7 家，西南地区 11 家。从数据上看，中国大陆封装代工资源主要集中于华东地区和华南地区，其中又以苏州、上海、深圳最多，规模和技术水平也最高。四川封装代工厂仅有 6 家。

2.5 发展现状及趋势

从 80 年代到现在，整个信息化时代基本上可以分为三个阶段，即互联网时代、移动互联网时代和当下的物联网时代。过去三十年基本上实现的是从无到有的过程，而未来的十年，将会是基于品质的大消费十年，同时也是半导体、集成电路蓬勃发展的十年。随着物联网时代的推动，未来的半导体产业、集成电路产业将形成五大市场，本文介绍了当下半导体各领域的发展现状及

未来的前景。

安全芯片国产化已成趋势

物联网的上半场是互联，下半场是大数据。而当下我们还处于物联网的上半场，即处在互联阶段，但是大数据已经随之发展起来。在这样一个时代背景下，安全问题自然而然成为大众关注的焦点。

首当其冲的是金融行业，尤其是随着移动支付的蓬勃发展，信息安全事关所有人的切身利益，是金融行业生死攸关的基石。就市场表现来看，最为明显的是银行卡从磁条卡到芯片卡的换代。而随着未来金融市场发展越来越复杂，安全性也越来越重要，金融安全芯片的国产化已成为大趋势。

此外，在 PC 端会有可信赖平台模块化、嵌入式安全元件；工业上的智能电表领域；汽车的车联网，包括与后台数据连接及车与车之间的互动，会通过不同的方式将安全芯片嵌入到汽车中，而未来的无人驾驶中安全芯片的国产化也会是一个很重要的方向。另外，安全访问、交通、电子身份证及电子通行证上的应用也将会逐步实现国产化。

微控制器 (MCU)：智能时代带来的大发展

在微控制器领域，全球市场一直保持增长态势，尤其近两年，伴随着自动驾驶、人工智能 (AI) 等技术的爆发，物联网时代的到来，全球微控制器市场持续稳步增长。

智能控制时代的一大重要表现就是各式各样的应用都将采用微控制器：从计算机到移动通讯上的主板控制、安全芯片及其他的控制芯片，包括通讯类的触控屏；消费类的小型家电及大型家电；工业类的智能电表都有大量的应用。另外，在汽车电子领域，不论是传统的车灯控制，还是未来的车联网都会有各式各样的连接控制，微控制器都是很重要的应用。

功率半导体：高端产品国产化率尚显不足

节能减排及绿色能源呼声走高，以智能电网为例，发电、输电、配电、用电等各个环节都离不开功率半导体。

根据 IHS Markit 数据显示，2021 年全球功率半导体市场规模将达到 462 亿美元。中国功率半导体市场规模：据 IHS Markit 数据显示中国是全球最大的功率半导体消费国，2021 年中国功率半导体市场规模将达到 183 亿美元，约占全球市场份额的 39.61%，市场空间广阔。

根据 IHS 统计数据，2016-2020 年全球功率半导体行业 TOP5 企业主要为英飞凌、安森美半导体、三菱、意法半导体和东芝，其中英飞凌为全球功率半导体行业市场份额最大企业，2021

年其市场份额占比达到 20%。

排名	公司名称	2021 年营收 (百万美元)
1	英飞凌	4,869
2	安森美	2,051
3	意法半导体	1,714
4	三菱电机	1,476
5	富士	1,173
6	东芝	996
7	威世半导体	996
8	安世半导体	672
9	瑞萨	645
10	罗姆	634

数据来源：Omdia

Omdia 表示，在前十名中，排名第一的德国英飞凌和第二名的美国安森美的地位十分稳固，第三名往后的排名变化迅速。

2021 年日本企业在功率半导体公司销售额排名前十位中占据 5 席，分别是三菱电机（第 4）、富士电机（第 5）、东芝（第 6）、瑞萨（第 9）、ROHM（第 10）。此外，在 2019-2021 这三年间，这五家日本企业销售额合计始终占前十名销售总额的 32%-33% 左右。

具体来看，排名第一的英飞凌，其功率半导体在 2021 年的销售额比 2020 年增长了约 21.7%，达到了 48.69 亿美元。虽然在 2021 年英飞凌也曾多次上调芯片价格，但是由于 2021 年 2 月德州冬季风暴导致其当地晶圆厂停产，2021 年三季度马来西亚疫情导致其位于当地的封测厂的产出也受到了影响。随后，在 2021 年 9 月，受德国德累斯登大停电影响，英飞凌位于当地的晶圆厂的产出也受到了影响。这些问题在一定程度上影响了英飞凌 2021 年营收的增幅。不过，在 2021 年 9 月，英飞凌位于奥地利菲拉赫的 300 毫米薄晶圆功率半导体芯片工厂正式启动运营，也为其营收的增长提供了一些助力。

安森美 2021 年的功率半导体业务营收为 20.51 亿美元，同比增长了 27.2%，排名第二。此前以 4.3 亿美元的价格从格芯手中收购了前 IBM 东菲什基尔工厂的 300 毫米晶圆厂，这也助力其 2021 年的营收增长了 27%，达到了 20.51 亿美元。

意法半导体 2021 年的功率半导体营收为 17.14 亿美元，同比大涨 52.2%，排名上升了 1 位至第三。这主要得益于意法半导体产品的涨价效应以及产能的扩张。自 2020 年底至 2021 年底，意法半导体至少进行了三轮涨价。此外，2021 年意法半导体的资本支出也达到了约 21 亿美元，

其中 14 亿美元将投入全球产能扩建，7 亿美元用于意法半导体的策略计划。包括，支持在建的意大利 Agrate 300mm（12 英寸）晶圆厂、意大利 Catania 的碳化硅（SiC）工厂，以及法国 Tours 的氮化镓（GaN）工厂。

三菱电机 2021 年的功率半导体销售额同比增长 18%，达到了 14.76 亿美元。值得一提的是，三菱电机已经在意大利米兰附近建成了一座专用于功率和模拟半导体的 300 毫米晶圆工厂，预计将于 2022 年下半年投产。

富士电机 2021 年的功率半导体营收为 11.73 亿美元，同比增长 23.7%。在产能方面，富士电机目前没有 300 毫米的增产计划，专注于 200 毫米的增产。2021 年 8 月，富士电机宣布计划追加投资 400 亿日元（3.65 亿美元）扩充功率半导体产能。其中，大约 250 亿日元会投入公司在马来西亚的晶圆厂，开始生产 8 英寸硅晶圆，改善生产效率。马来西亚厂预定 2023 会计年度开始生产功率半导体。其余 150 亿日元则会分配到包括日本松本厂在内的其他地方。此外，富士电机还曾表示，在电动汽车和可再生能源需求增加的背景下，决定将功率半导体的资本支出（包括对 SiC 功率半导体的投资）增加到 1900 亿日元。

东芝 2021 年的功率半导体营收为 9.96 亿美元，同比增长 13.4%。今年 2 月 4 日，东芝电子元件及存储装置公司就宣布，将在日本石川县的主要分立器件生产基地（加贺东芝电子公司）打造一座新的 12 吋晶圆制造设施，以将其目前的功率半导体产能提高到 2021 年的 2.5 倍。

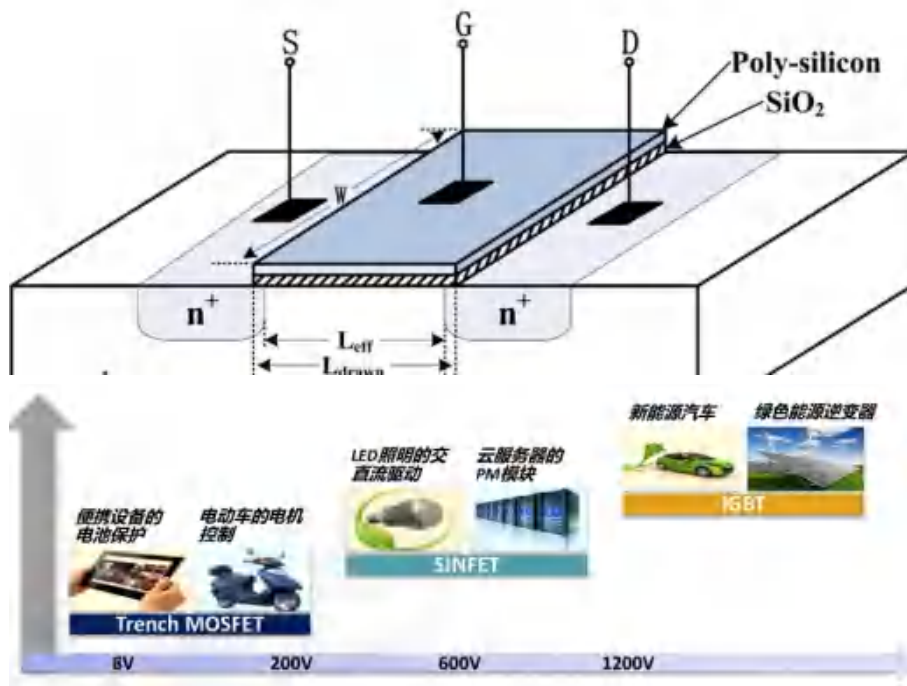
Vishay 在 2021 年的功率半导体营收与东芝一样，都是 9.96 亿美元，不过同比增幅更高，达到了 28.7%。

闻泰科技旗下的安世半导体 2021 年的功率半导体营收为 6.72 亿美元（约合人民币 44.86 亿人民币），同比增长 43.3%，排名上升了一位至第八。而根据闻泰科技公布的年报显示，2021 年其半导体业务（包括功率半导体及分立器件）营收为 138.03 亿元，同比增长 39.54%，毛利率 37.17%，净利润为 26.32 亿元，同比增长 166.31%。值得一提的是，2021 年安世半导体的营收位居全球功率分立器件行业第 6 名，相比 2020 年上升了 3 位。

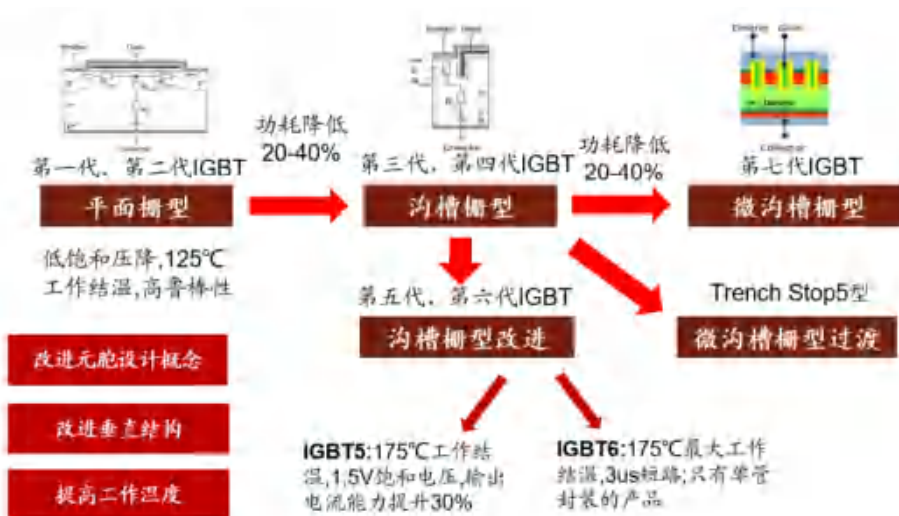
瑞萨电子 2021 年的功率半导体营收为 6.45 亿美元，同比增长了 27.7%。值得一提的是，在 2021 年 3 月，瑞萨位于日本茨城县的那珂厂的那珂 N3 大楼（12 英寸晶圆产线）发生火灾，对于瑞萨电子的车用芯片带来较大的产出损失。

总的来看，得益于 2020 年底以来爆发的缺芯潮，以及新能源汽车市场的增长，功率半导体芯片也是持续的供不应求，同时价格也呈持续上涨态势，这也使得前十大功率半导体厂商 2021 年的营收相比 2020 年都有了双位数以上的增长，其中以意法半导体的功率半导体营收同比增幅最高。

根据华经产业研究院数据统计，2021 年全球 MOSFET 市场规模约为 86.53 亿美元，同比增长 7.2%。目前，功率半导体市场还相对集中在低于 200V 的中低压的 MOSFET，超级结 MOSFET (SJNFET) 应用主要分布在 400V 到 900V，这一段应用也相对较多，IGBT 应用是在 600V 以上，1200V 到 1700V 为主。



在 IGBT 领域，根据华经产业研究院数据统计，2021 年全球 IGBT 市场规模约为 70.9 亿美元，同比增长 6.6%。英飞凌以绝对优势稳居第一。IGBT 模块市场的 CR5 约 68.8%，IGBT 分立器件市场的 CR5 约 63.9%，市场被国外垄断，集中度较高。我国只有少数企业如 IGBT 龙头斯达半导位列 IGBT 模块市场并列第七 (2.5%)，功率器件 IDM 龙头杭州士兰微位列 IGBT 分立器件市场第十 (2%)，具备一定的竞争优势。



资料来源：英飞凌官网、民生证券

目前 SJNFET 的国产化已经比较成熟，甚至部分产品性能优于国外产品，而 IGBT 的国产化率尚显不足，只有消费类和工业类国产芯片参与度相对较好。

车用半导体: 国内厂商面临新机遇

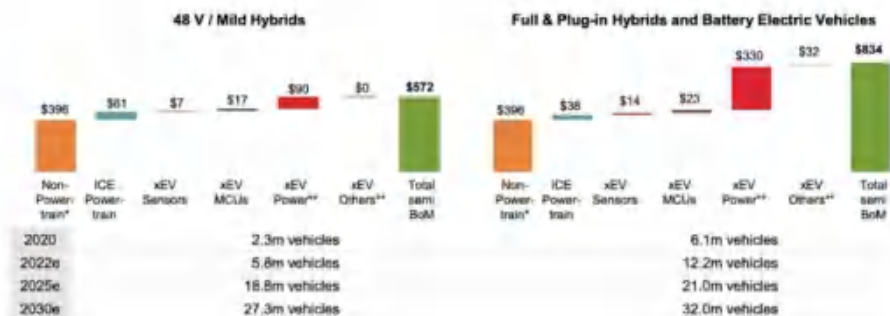
在最近几年节能减排的大环境下，传统的燃料汽车，不论是汽油车还是柴油车，除了原来的发动机和变速器芯片以外，起停模块的应用量较大。在新能源汽车逐渐发展起来之后，国内车厂与国外厂商基本上在同一起点，发展比较同步，在电机、电池、逆变器、充电桩、MCU、IGBT 等领域，包括其他相关传感器、射频都将快速发展，国内厂商有很大的机会，可能在部分领域实现弯道超车。



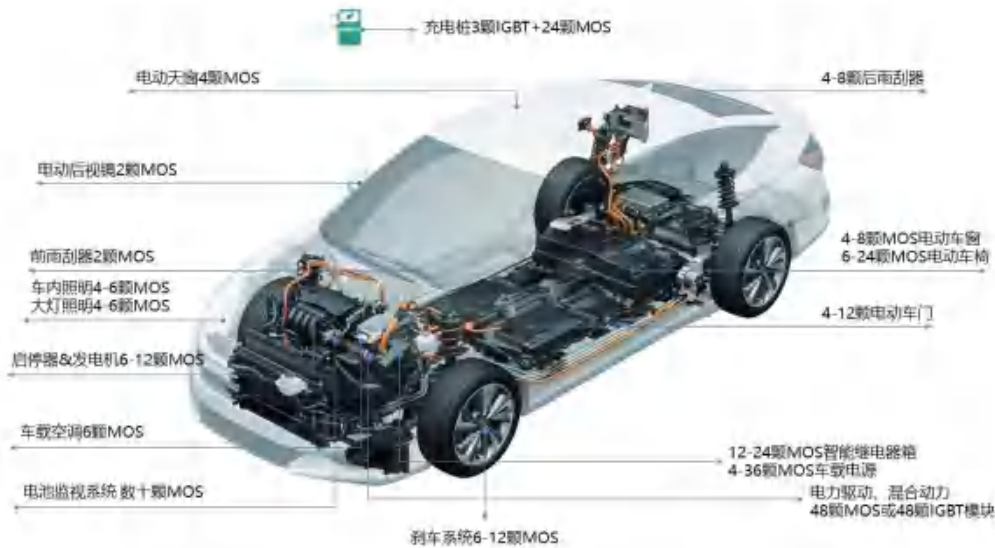
数据来源：观研报告网

新能源车或混合动力车对功率器件需求旺盛，不论是充电桩还是车上充电，其充电模块大部分是由 SJNFET 和 IGBT 组成，其中 SJNFET 占据约八成，IGBT 为辅。除此以外，SJNFET 还包括汽车的头灯，以及其他的一些 AC/DC 应用；IGBT 在混合动力和纯电动车的电机驱动上则是必不可少的核心器件。

功率半导体在新能源汽车中价值量大幅提升：根据 Strategy Analytics 的统计数据，2020 年传统内燃汽车中的半导体成本合计金额为 338 美元，其中功率半导体价值量为 71 美元，占比约 21%；而纯电动汽车中的半导体成本合计金额为 704 美元，其中功率半导体价值量高达 387 美元，占比显著提升至 55%，相比传统内燃汽车，其单车价值量提升了近 5.5 倍。



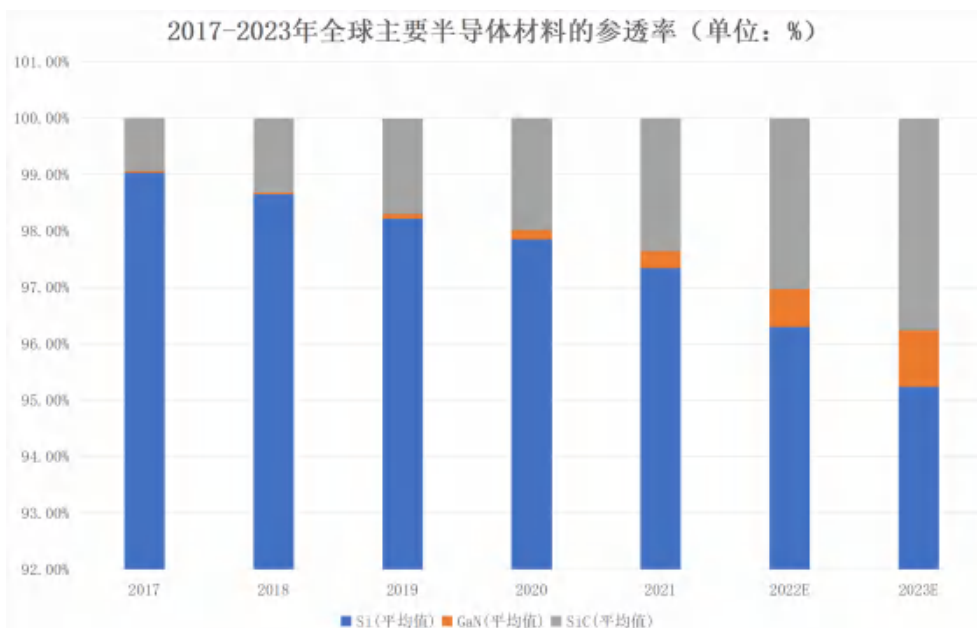
数据来源：Strategy Analytics



化合物半导体: 将大有可为

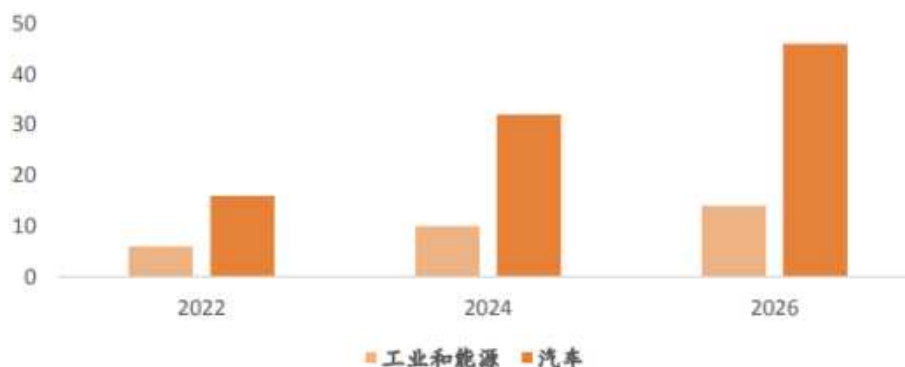
化合物半导体是一个新兴领域，现在国内有很多人在做基础研究或是小批量生产，有很大一部分还没有转移到 8 英寸，但是氮化镓（GaN）相对比较早可以转移到 8 英寸。例如在手机基站中会有很多功率放大器（Power Amplifier, PA）是用 LDMOS 的，慢慢会由 GaN 取代，以提高性能、降低成本。

随着 5G 时代的到来，GaN 的应用需求将会急速增长，现在部分研究单位已经将其用到 8 英寸上，目前商用多数应用在充电头中。根据 Market and Market 数据显示，目前全球氮化镓器件的主要分类为光电氮化镓器件、射频氮化镓器件和功率氮化镓器件。从细分市场的角度来看，全球光电氮化镓器件的市场应用程度最高，占比达到 65.22%；其次是射频氮化镓器件，市场占比约为 29.89%；而功率氮化镓器件的市场规模则占比最小，仅为 4.89%。



数据来源: Yole、中国电子技术标准化研究院

SiC 器件是新能源汽车 800V 充电平台应用的重要器件，当前成本呈现下降趋势，渗透率有望迅速提升。SiC 器件由于其耐高压、低损耗和高频这三大优势很好满足 800V 平台的要求。SiC 功率器件的产业链包括上游衬底、中游外延、下游器件制造、模块封装和应用。



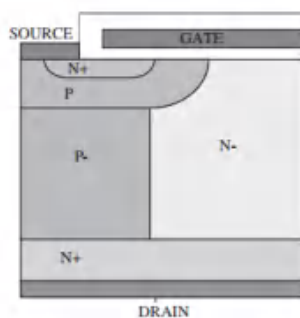
数据来源：Wolfspeed

其中，SiC 衬底，作为其原材料的主要成本，价格有所下降，推动 SiC 器件成本降低，因此，SiC 器件有望在未来新能源汽车领域的应用逐渐增多。根据 Trendbank 预测，到 2025 年，新能源汽车用 SiC 功率器件渗透率将达到 45%。

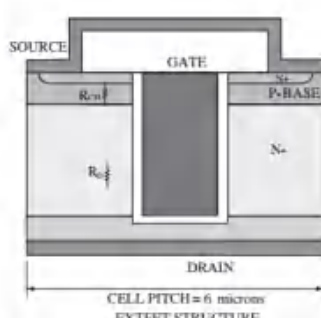
功率半导体器件的发展趋势

功率半导体器件主要包括功率二极管、晶闸管、功率 MOSFET、功率绝缘栅双极晶体管及宽禁带功率半导体器件等。

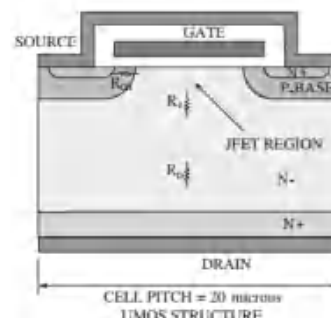
功率 MOSFET 应用领域广阔，是中小功率领域内主流的功率半导体开关器件。功率 MOSFET 起源于 1970 年代推出的垂直 V 型槽 MOSFET (vertical V-groove MOSFET, VVMOS)，在 VVMOS 基础上发展起来的垂直双扩散 MOSFET (vertical double diffused MOSFET, VDMOS)，作为多子导电的功率 MOSFET，关断时由于没有少子而显著地减小了开关时间和开关损耗，突破了电力电子系统中 20kHz 这一长期被认为不可逾越的障碍。目前功率 MOS 器件主要包括平面型、槽栅和超结型功率 MOS 器件。



VDMOS 结构示意图



槽栅功率 MOS 结构示意图



超结功率 MOS 结构示意图

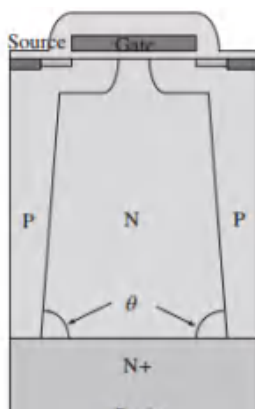
功率 MOSFET 是一种功率场效应器件，其导通电阻的正温度系数特性有利于多个元胞并联，从而获得较大电流。为减小功率 MOSFET 的导通电阻，除优化器件结构（或研发新结构）外，一个有效的办法就是增加单位面积内的元胞数量，即增加元胞密度。因此，高密度成为制造高性能功率 MOSFET 的技术关键。

而对于常规平 VDMOS，进一步减小元胞尺寸受到 VDMOS 结构中相邻元胞间 JFET 效应的限制，这驱使功率槽栅 MOSFET 在低压低功耗领域迅速发展。由于功率槽栅 MOSFET 结构中没有平面栅功率 MOSFET 所固有的 JFET 电阻，使得功率槽栅 MOSFET 的单元密度可以随着加工工艺特征尺寸的降低而迅速提高。如日本东芝公司在其开发的深槽积累层模式功率 MOSFET 中，其单元尺寸仅 $0.4\mu\text{m}$ ，33V 耐压下导通电阻仅 $10\text{m}\Omega \cdot \text{mm}^2$ 。

为适应同步整流技术的发展，众多厂家从器件结构和封装技术着手，发展了更低 $\text{RON} \times \text{QG}$ 优质的功率 MOSFET，如：窄沟槽（narrow trench）结构、槽底厚栅氧（thick bottom oxide）结构、W 形槽栅（W-shaped gate trench MOSFET）结构和深槽积累层结构。TI 公司结合 RF LDMOS 结构的低栅电荷、电荷平衡机理的低导通电阻及引入 N+Sinker 所具有的双面冷却所研发的 NexFET™ 获得好的市场效果。

为拓展功率 MOSFET 在高压领域的应用，西门子半导体（现 Infineon）在 1998 年推出了基于 Super-junction（或 Multi-RESURF 或 3DRESURF，电子科技大学陈星弼院士的专利中称其为复合缓冲层：Composite Buffer Layer）的 CoolMOS。由于采用新的耐压层结构，CoolMOS 在保持功率 MOSFET 优点的同时，又有着极低的导通损耗。日本 Renesas 电子推出具有 $50\mu\text{m}$ 深锥形 P 型柱区的超结功率 MOS 结构，通过优化锥角度和 P 型深槽掺杂浓度分布，其击穿电压达到 736V，导通电阻只有 $16.4\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2$ ，而且有效降低了击穿电压与电荷非平衡之间的敏感度。

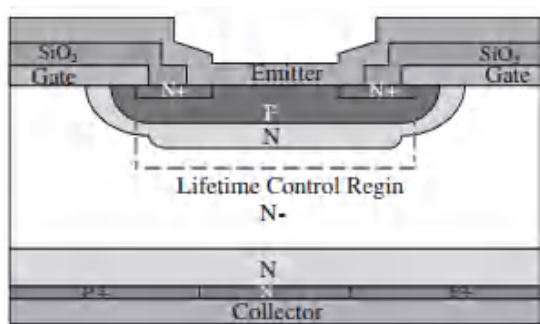
目前国际上已有包括 Infineon、IR、Toshiba、Fairchild 和我国华虹 NEC（联合东南大学、电子科技大学及苏州博创集成电路设计有限公司等单位）等多家公司采用该技术生产低功耗功率 MOSFET。



锥形 P 型柱区的 SJ 功率 MOS 结构图

绝缘栅双极晶体管兼具功率 MOSFET 和双极型功率晶体管优点，且较功率 MOSFET 有着更大的电流密度、更高的功率容量和较双极型功率晶体管更高的开关频率、更宽的安全工作区。这些优势使 IGBT 在 600V 以上中等电压范围内成为主流的功率半导体器件，且正逐渐向高压大电流领域发展，挤占传统 SCR、GTO 的市场份额。

随着研发人员对其器件物理的深入理解和微电子工艺的进步，IGBT 正向导通时漂移区浓度与非平衡载流子分布控制的所谓“集电极工程”、表面电子浓度增强的“栅工程”、IGBT 芯片内含续流二极管功能的逆导型 IGBT (reverse conducting IGBT, RC-IGBT)，以及短路安全工作区和压接式封装等方面不断取得进展。瑞典 ABB 推出一款新型 RC-IGBT，其结构如下图所示，由于采用平面加强技术、载流子寿命控制技术和软穿通技术，基于新器件的功率模块的输出电流能力达到 2250A/3300V。



具有平面加强和载流子寿命控制的逆导型 IGBT (RC-IGBT) 结构图

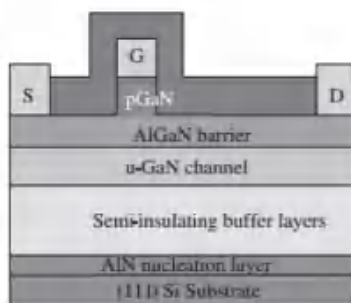
未来 IGBT 将继续向精细图形、槽栅结构、载流子注入增强、和薄片加工工艺发展，其中薄片加工工艺极具挑战（Infenion 公司 2011 年已经展示其 8 英寸、40 μ m 厚的 IGBT 芯片）。同时，电网等应用的压接式 IGBT、更多的集成也是 IGBT 的发展方向，如从中低功率向高功率发展的 RC-IGBT。

宽禁带 SiC 和 GaN 功率半导体器件技术是一项战略性的高新技术，具有极其重要的军用和民用价值，得到国内外众多半导体公司和研究机构的广泛关注和深入研究，成为国际上新材料、微电子和光电子领域的研究热点。宽禁带材料具有宽带隙、高饱和漂移速度、高临界击穿电场等突出优点，成为制作大功率、高频、高压、高温及抗辐照电子器件的理想替代材料。随着 SiC 单晶生长技术和 GaN 异质结外延技术的不断成熟，宽禁带功率半导体器件的研制和应用在近年来得到迅速发展。

21 世纪初，美国国防先进研究计划局 (DARPA) 启动了宽禁带半导体技术计划 (wide band gap semiconductor technology initiative, WBGSTI)，包括两个阶段 (Phase I 和 Phase II)，Phase I 为“射频/微波/毫米波应用宽禁带技术 (RF/microwave/millimeter-wave technology- RFWBGS)”，Phase II 为“高功率电子器件应用宽禁带技术 (high power electronics, HPE)”。

DARPA-WBGSTI 计划成为加速和改善 SiC 和 GaN 等宽禁带材料和器件特性的重要“催化剂”，并极大地推动了宽禁带半导体技术的发展。它同时在全球范围内引发了激烈的竞争，欧洲和日本也迅速开展了宽禁带半导体技术的研究。美国 Cree 和日本 Rohm 推出 SiC MOSFET，耐压达 1200V。Northrop Grumman 推出 10kV/10A SiC DMOSFET。2011 年，Cree 和 GE 全球研发中心联合推出 10kV/120A SiC DMOS 半 H 桥功率模块，该功率模块可应用于 SSPS (solid state power substation)；ABB 等还推出基于全 SiC 功率半导体器件 10kW、250℃ 结温、高功率密度三相 AC-DC-AC 转换器；美国 GE 全球研发中心在 2012 年的 ISPSD 国际会议上推出耐压 3.3kV 级、比导通电阻为 $18\text{-}20\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2$ 的 SiC VDMOS。

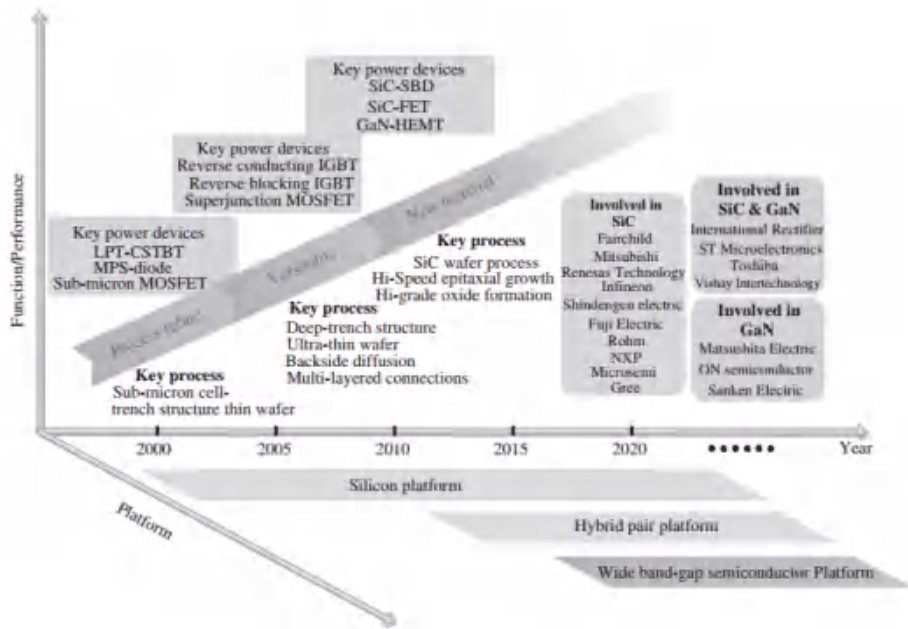
硅基 GaN 功率半导体是宽禁带功率半导体器件的另一研究热点，除美国 IR 公司和 EPC 公司在 6 英寸硅基衬底上发展 GaN 功率半导体器件，推出 GaN DC-DC 电路和 100V、200V GaN 功率开关器件外，国际上包括 GE、三星、东芝等众多企业也在发展硅基上的 GaN 功率半导体器件，IMEC 已经在 8 英寸硅片上生长出适合于电子器件的 GaN 薄膜。2012 年三星公司推出耐压 / 比导通电阻为 $1640\text{V}/2.9\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2$ 的 p-GaN/AlGaIn/GaN HEMT，如下图所示：



三星公司推出的 p-GaN/AlGaIn/GaN HEMT 示意图

下图是功率半导体器件的发展路线图，从图中可以看出，提高功率密度和降低损耗始终是功率半导体器件发展的方向。硅材料平台仍是主流的功率器件工艺平台，对这个工艺平台进行持续优化，并开发一些专用工艺技术，包括深槽工艺结构、超薄圆片结构、背面扩散技术及多层连接技术等等，代表性的器件有 Sub-micron MOSFET、MPS-Diode、LPT-CSTBT、Reverse conducting IGBT，Reverse Blocking IGBT 和 Super-junction MOSFET 等，并且性能在持续提升。硅工艺平台将能持续到 2030 年左右。

未来属于宽禁带材料，目前已有宽禁带功率半导体器件包括二极管、MOSFET 等，目前 Cree、Fairchild、Infenion、ON Semiconductor、IR、Ti、ST 等等都在从事相关技术研究和产品开发。除以上两种宽禁带材料外，Diamond 材料也将是一种有潜力功率半导体材料，预计在 2025 年会被使用。在这两者中间还有一种混合平台，严格地说该平台不是一种器件制造平台，而是一种功率模块制造平台，主要是用特殊封装技术制备宽禁带材料功率器件及硅基功率器件的集成功率模块，可以大幅提升功率模块的整体性能，目前最常见的应用是硅基 IGBT 和 SiC 二极管的集成模块，预计此种混合工艺平台在 2035 年前会一直被广泛使用。

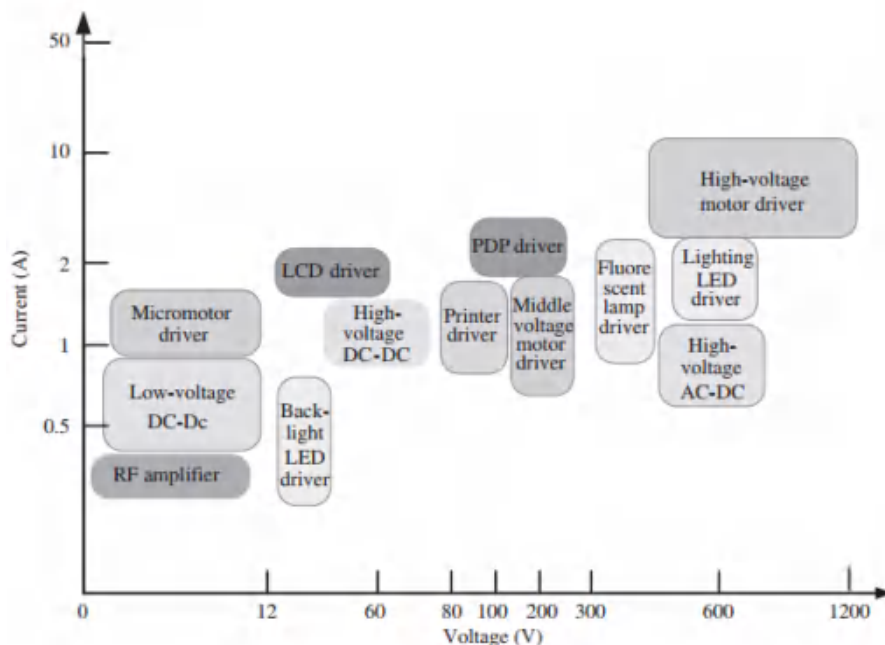


功率半导体器件发展路线图

代表工艺技术发展

在 20 世纪 80 年代中期以前，功率集成电路是由双极工艺制造而成，主要应用领域是音频放大和电机控制，但随着对逻辑控制部分功能要求的不断提高，功耗和面积越来越大。对双极工艺来说，工艺线宽减小所带来的芯片面积的缩小非常有限。而 CMOS 器件具有非常低的功耗，并且随着工艺线宽的减小，芯片面积可以按比例减小，因此逻辑部分用 CMOS 电路来替代双极型电路成为必然，另外 DMOS 功率器件可以提供大功率且不需要直流驱动，在高速开关应用中具有优势。因此，BCD (bipolar-CMOSDMOS) 集成技术也就应运而生，顾名思义，BCD 集成工艺就是将双极晶体管，低压 CMOS 器件，高压 DMOS 器件及电阻，电容等无源器件在同一工艺平台上集成的技术。BCD 工艺可以充分利用集成的 3 种有源器件的优点：双极器件的低噪声，高精度和大电流密度等；CMOS 器件的高集成度，方便的逻辑控制和低功耗等；DMOS 器件的快开关速度，高输入阻抗和良好的热稳定性等。这些优点使 BCD 工艺具有非常广泛的应用，如 DC-DC 转换等电源管理、LCD 驱动、LED 驱动、PDP 显示驱动及全 / 半桥驱动等。

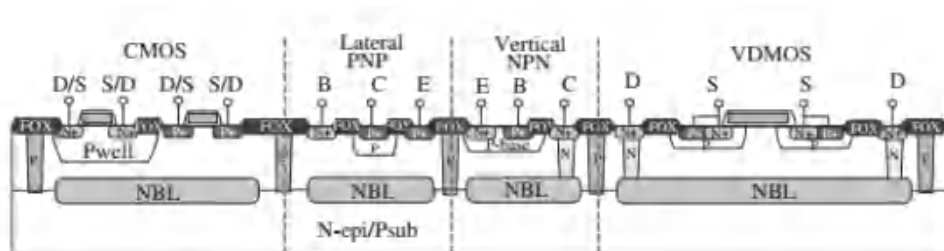
根据系统应用电压的不同，可以将基于 BCD 工艺的功率集成电路分为 3 类：100V 以下，100-300V 及 300V 以上。如下图所示，100V 以下的产品种类最多，应用最广泛，包括 DC-DC 转换，LCD 显示驱动，背光 LED 显示驱动等；100-300V 的产品主要是 100-200V 的 PDP 显示驱动及 200V 电机驱动等；300V 以上的产品主要是半桥 / 全桥驱动、AC-DC 电源转换、高压照明 LED 驱动等。



功率集成电路的应用

第 1 代 BCD 集成技术: 线宽 $4\mu\text{m}$, 基于 Bipolar 工艺

BCD 工艺始于 20 世纪 80 年代中期，第 1 代 BCD 集成的功率器件为硅自对准栅垂直型 VDMOS，同时还包括横向 PNP、纵向 NPN 器件及 CMOS 器件等，主要器件剖视图如下图所示，最小线宽为 $4\mu\text{m}$ ，采用 PN 结隔离，基于双极工艺发展而来，最大工作电压有 60V、100V、250V 系列。主要应用在桥式驱动及音频放大领域。第 1 个以 BCD60 工艺制造的商用产品由 ST（意法半导体）于 1985 年推出的一款半桥马达驱动芯片，输出电流达到 1.5A，性能较用 Bipolar 工艺的同样半桥驱动更加优越。

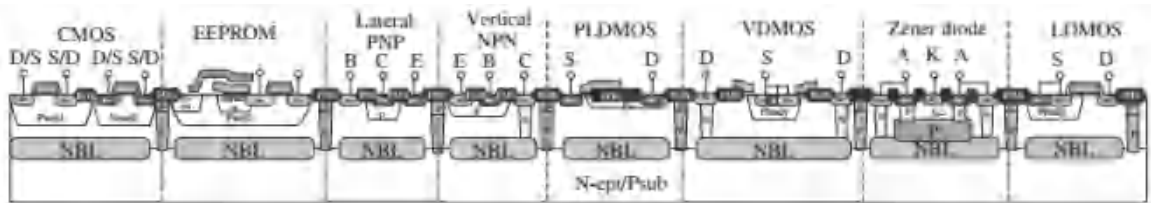


第 1 代 BCD 集成工艺集成的器件示意图

第 2 代 BCD 集成技术: 线宽 $1.2\mu\text{m}$, 集成 EPROM/EEPROM

1992 年，集成了非易失性存储器（NVM: non-volatile memory）包括可擦除可编程只读存储器（EPROM: erasable programmable read-only memory），电可擦除可编程只读存储器（EEPROM: electrically erasable programmable read-only memory）的第 2 代 BCD 工艺开发成功，从而使得以系统为导向的功率集成电路成为现实。该工艺最小线宽为 $1.2\mu\text{m}$ 。集成了 CMOS 逻辑器件、双极型器件、功率器件和存储器件等，主要器件剖视图如下图所示，第 2 代

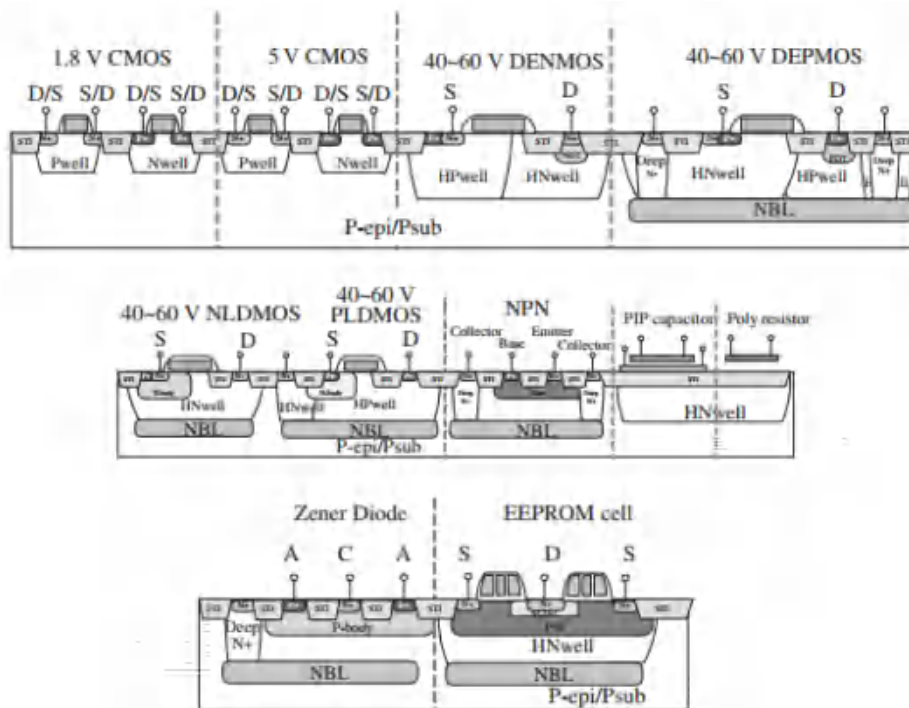
BCD 工艺第一次使设计者利用已有的 CMOS 工艺库、EEPROM，实现了功率芯片的可编程。为了满足逻辑器件与功率器件不同电流能力的需求，该工艺采用 3 层不同厚度的金属层，顶层金属较厚用于功率器件的互联，金属 1、2 层较薄，用于高密度 CMOS 器件的互联。该工艺平台对于体积要求小、同时要求功耗低的应用领域（如便携式设备等）具有非常大的优势。



第 2 代 BCD 集成工艺集成的器件示意图

第 5 代 BCD 集成技术: 线宽 $0.18\mu\text{m}$, 进入深亚微米, 极大提高集成度

经过十几年的发展，BCD 集成工艺完成了第 3、第 4 代的开发，到了 2003 年，第 5 代 BCD 集成工艺开发成功。该工艺基于 $0.18\mu\text{m}$ CMOS 工艺平台，集成高密度的 SRAM 单元、EEPROM 和 7-12V、20V、32V、40V 的 LDMOS，CMOS 器件有 1.8V 和 5V，采用不同厚度的栅氧化层和浅槽 STI (shallow trench isolation) 隔离。采用 Cobalt salicide 进一步降低器件接触电阻。采用 4-5 层金属互连，顶层金属为铜。采用基于氮化硅的 SONOS (silicon oxide nitride oxide silicon) 技术提高 EEPROM 的读写可靠性。采用 3T 结构提高 EEPROM 存储容量和集成度，主要器件剖视图如下图所示。

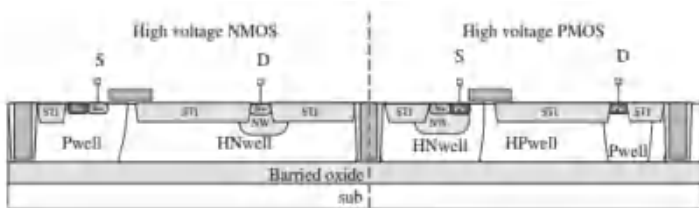


第 5 代 BCD 集成工艺集成的器件示意图

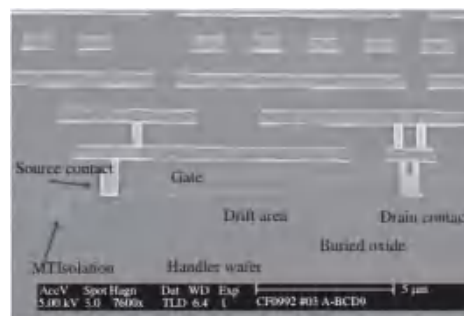
第 6 代 BCD 集成技术: 线宽 0.13 μm , 当前最先进的 BCD 工艺

100V 以下的应用要求 BCD 工艺线宽不断缩小, 当前 BCD 工艺的最小线宽为 0.13 μm , 基于 SOI 和体硅的 0.13 μm 的第 6 代 BCD 现均已开发成功。应用先进的 CMOS 工艺平台, 集成的高性能存储模块 (EPROM, EEPROM, Flash 和 SRAM) 的面积不断缩小, 金属互连也达到 6 层, 工艺复杂性越来越高。

2006 年 Philips 开发成功 SOI 基的 100V, 0.13 μm BCD 工艺 (A-BCD9), 该工艺可以集成 Flash、RAM 和 ROM。该工艺采用 3 层 poly, 6 层金属连线, 实现 STI 全介质隔离, 深槽内部填充 Poly 用于器件之间的隔离, 浅槽全部填充 SiO₂ 用于器件模块内部的隔离。下图左是该工艺中高压器件的示意图。高压器件的 Body 区通过高能量和高温退火扩展到 BOX (buried oxide) 层, 下图右为高压 NMOS 器件的 SEM 照片。

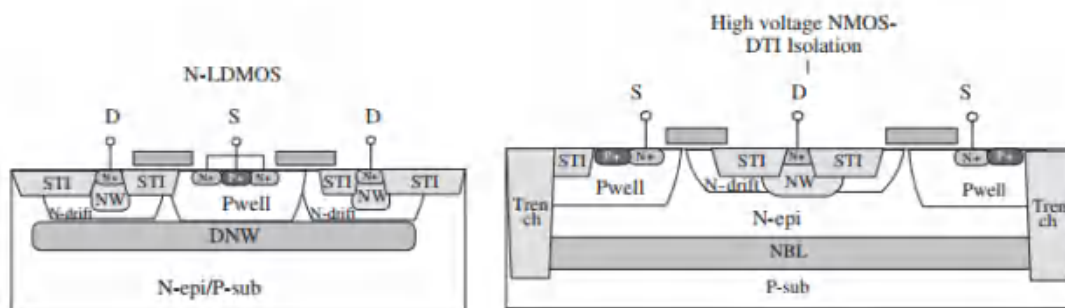


Philips 0.13 μm SOI BCD 高压 N/P MOS 剖面图



Philips 0.13 μm SOI BCD 高压 NMOS SEM 照片

Toshiba 于 2009 年开发了硅衬底 0.13 μm 的 BCD 工艺, 面向低压高频 DC-DC 电源管理、音频功率放大、汽车电子及 LED 驱动等。该工艺平台的器件包括 5V、6V、18V、25V、40V 和 60V, 同时集成了 NVM 模块, 5-18V 用 P 型硅衬底, 采用 DNW (deep N well) 来代替外延, DNW 通过高能量 (2MeV) 和高剂量地注入形成。25-60V 采用 P 型硅衬底上 N 型外延和 N 埋层工艺, 采用深槽隔离, 高压器件的结构如下图所示, 40V N 沟道 LDMOS 的导通电阻为 32m $\Omega \cdot \text{mm}^2$ 。



Toshiba 0.13 μm BCD 高压 NMOS 剖面图

目前 BCD 工艺的发展现状

BCD 工艺经过 35 年的发展，并经历了九次技术迭代，产出 500 万片晶圆，售出 400 亿颗芯片，仅 2020 年就售出近 30 亿颗芯片，第十代 BCD 技术即将开始投产。意法半导体目前提供三种主要的 BCD 技术，包括 BCD6（0.35 微米）/BCD6s（0.32 微米）、BCD8（0.18 微米）/BCD8s0.16 微米和 BCD9（0.13 微米）/BCD9s（0.11 微米），其第十代 BCD 工艺将采用 90 纳米。

在 BCD 工艺方面，我国各晶圆制造公司 BCD 工艺发展情况，其中在去年 6 月份，晶圆大厂华虹半导体就宣布，其 90nm BCD 工艺在华虹无锡 12 英寸生产线已实现规模量产。华虹半导体基于成熟的 CMOS 工艺平台，目前提供的 BCD 工艺平台电压涵盖 1.8V 到 700V，工艺节点涵盖 90 纳米 / 0.13 微米 / 0.18 微米 / 0.35 微米 / 0.5 微米 / 0.8 微米 / 1.0 微米，在 0.5 微米、0.35 微米、0.18 微米节点上积累了丰富的量产经验。未来，华虹半导体将继续发挥在 BCD 和 eNVM 特色工艺上的技术优势，提供二者的集成方案，为智能化电源产品，打造高端电源管理系统级芯片（SoC）。

华润微基于自有的主流工艺平台，在功率模拟工艺技术方面推出的 BCD 工艺解决方案，广泛应用于各新兴市场，包括电源管理、LED 驱动、汽车电子以及音频电路等。华润微的 BCD 工艺平台始于 2007 年推出的 700V CDMOS 工艺，2011 年推出 700V HV BCD 工艺，2013 年完成 600V HVIC 工艺平台研发，到 2020 年一共完成了五代硅基 700V HV BCD 工艺的研发和量产。华润微 BCD 工艺平台电压涵盖 5V 到 700V，工艺节点涵盖 0.18 微米 / 0.25 微米 / 0.8 微米 / 1.0 微米，可满足高电压、高精度、高密度不同应用的全方位需求，同步提供 200-600V SOI 基 BCD 工艺选项。

中芯国际有超过 10 年的模拟芯片 / 电源管理芯片大规模生产经验，技术涵盖了 0.35 微米到 0.15 微米。除了保持面向手机和消费类电子的低压 BCD 工艺平台持续升级外，针对工业和汽车应用的中高压 BCD 平台和车载 BCD 平台也在开发中，同时开展了 90 纳米 BCD 工艺平台开发，为高数字密度和低导通电阻的电源管理芯片提供解决方案。根据 2022 年中芯国际发布的半年报，其中提到，55 纳米 BCD 工艺（高压显示驱动平台）已经完成平台开发，并导入客户，实现批量生产。

BCD 工艺的主要应用在电源管理、显示驱动、汽车电子、工业控制等领域。近年来，全球智能化的发展速度越来越快，在显示驱动和电源管理两大市场驱动下，BCD 工艺备受关注，有越来越多的公司进入该领域，进行相关工艺和产品的开发。所以，BCD 工艺作为一种先进的单片集成工艺技术，具有广阔的市场前景。

3

第三章 功率半导体行业发展的历史机遇

3.1 半导体行业发展历史介绍

3.1.1 美国半导体行业发展历史

美国是半导体产业的发源地。半导体产业是集成电路产业发展的基石，1958 年德州仪器的基尔比（Jack S. Kilby）采用锗材料制作了第一块集成电路概念样品，并提出了专利申请。1959 年仙童公司的诺伊斯（Robert Noyce）采用硅材料提出了“半导体器件—连线结构”，并很快获得了专利，该项专利正式标志着集成电路的诞生。从集成电路诞生至今，无论从技术、规模还是产业结构，美国几乎一直处于全球集成电路产业的领导地位。

美国半导体产业发展初期主要依赖政府订单，仙童公司、德州仪器公司和摩托罗拉公司是美国半导体产业发展初期的重要企业，它们负责研发和生产美国“民兵导弹”、“阿波罗导航计算机”和 W2F 飞机数据处理器的集成电路产品。在政府订单的支持下，美国集成电路企业获得了最初的快速成长。与此同时，美国半导体产业也在风险投资的帮助下迅速扩大规模。

从产业结构上来看，美国集成电路企业结构随着市场竞争不断变化。一方面，从产业初期的 IDM 模式，逐步向按产业链环节分立的方式转变。例如，AMD 将 Foundry 剥离后彻底成为集成电路设计企业，高通是全球最大的集成电路设计企业。另一方面，部分半导体企业也成为终端制造企业的子公司，或向整机系统的终端产品方向拓展。另外苹果公司 iPhone 中的处理器芯片由苹果公司自己研发，由 TSMC 等 Foundry 制造，由 ASE 等公司进行封装测试服务，创造了虚拟 IDM 的新模式。

美国半导体产业规模在 20 世纪 80 年代末期一度被日本超越，主要原因是由于当时 DRAM 的市场需求量大，美国公司退出相关市场，而日本公司在该领域拥有绝对市场竞争地位。1989 年 11 月，以伊恩·M·罗斯为首的美国半导体咨询委员会以《危机中的战略工业》为题上书美国时任总统乔治·布什，并对美国半导体产业发展战略提出建议。乔治·布什采纳了这些建议，并采取了一系列措施，最终使美国在 1993 年又重新夺回了领先地位。

2020 年，美国半导体产业规模占全球半导体产业规模的 47% 左右，根据 SIA 数据，美国在全球半导体制造业占比，已经从 1990 年的 37% 跌落到 2020 年 12%。在产业附加值方面，美半导体产业在研发密集的 EDA 和 IP、逻辑芯片和制造设备领域优势明显，保持着行业领先地位，其 2019 年的半导体产业附加值占比分别达到了 74%、67% 和 41%。

根据 IC Insights 数据，全球前 50 大半导体供应商中有 22 家美国公司，其中 Intel、高通、美光、德州仪器位列全球前 10 名；在全球前 50 大 Fabless 供应商中，有 21 家美国公司，其中高通、苹果、英伟达、AMD、马威尔、赛灵思等 6 家公司位列前 10；在全球前十大 Foundry 中，格芯位列第 2；在全球十大 OSAT 中，安靠位列第 2。

3.1.2 日本半导体行业发展历史

日本是全球半导体产业强国，其产业发展起源于 20 世纪 60 年代末期的历史背景下的美国半导体产业的技术转移。1963 年，日本 NEC 公司获得了仙童公司的平面技术授权，在日本政府的要求下，该项技术授权被共享给了其他日本公司，从而三菱、京都电器等企业开始进入半导体行业，拉开了日本集成电路产业发展序幕。

随后，日本半导体产业走上了一条“引进赶超”的低风险发展模式。在这个阶段，日本半导体行业不断从美国引进新技术、专利，并提升自身产能。1976-1979 年，日本开始实施 VLSI 联盟，该联盟的实施缩小了与美国的技术差距，奠定了日本在 20 世纪 80 年代全球半导体产业的地位。VLSI 联盟共取得了 1000 多项专利，64Kbit DRAM 研发成功比美国早半年，256Kbit DRAM 研发成功超前美国 1 年左右。与此同时，日本业界采用民用电子产品驱动集成电路产业发展的模式。借助该模式，日本利用自身和美国的集成电路产品制造的终端产品占领了全球市场，为自身集成电路产业的发展创造了空间。

到了 20 世纪 80 年代，日本公司在 DRAM 产品领域已经全面领先，NEC、东芝和日立在很长一段时间内占据全球前三大半导体供应商的位置，Intel 只能屈居第四。最终在 1985-1992 年，日本超越美国成为全球最大的半导体生产国。1989 年，日本集成电路产品的市场占有率一度达到全球市场的 53%，大幅领先于美国的 37%，开启了属于日本集成电路产业的黄金年代。1990 年全球前十大半导体企业中有 6 家日本企业，是 NEC、东芝、日立、富士通、三菱和松下。

随着 20 世纪 90 年代中期美国开始重新重视集成电路产业，而日本集成电路产业主要依靠 DRAM，以及个人计算机、移动通信等新兴应用的发展和韩国、中国台湾省 DRAM 快速崛起，日本集成电路产业规模占全球的比例开始下降。到 2012 年，仅存的一家日本 DRAM 企业尔必达(Elpida)在技术领先的情况下，被美光公司收购。

尽管日本集成电路产值占全球的比例不断下降，但日本集成电路产业的技术仍然很强，影响力仍然很大。从产品看，2015 年，瑞萨是全球最大的 MCU 供应商，东芝是全球第二大 NAND Flash 供应商，索尼是全球最大的 CMOS 图像传感器 (CMOS Image Sensor, CIS) 供应商，日立、瑞萨、东芝、三菱和富士等公司是全球最大的功率器件供应商。从半导体材料来看，日本生产了全球超过 50% 的半导体材料。信越化学是全球重要的硅片供应商。凸版印刷株式会社是全球最大的光掩模供应商。从半导体设备来看，全球前十大半导体设备厂商中，日本占据 5 家，是东京电子 (Tokyo Electron)、迪恩仕 (DNS)、爱德万 (Advantest)、日立和尼康。

2021 年，日本集成电路产业规模占全球市场规模的比例约为 6%。根据 IC Insights 数据，2021 年全球前 50 大半导体企业中，日本企业有 8 家；但全球前十大半导体企业中，仅剩东芝、瑞萨两家日本企业；全球前 50 大 Fabless 厂商中，日本企业 MegaChips 排名 25；全球前十大

Foundry 和 OSAT 中,没有日本企业。根据 Omdia 发布的 2021 年功率半导体领域主要厂商营收排名,前十大企业榜单中有一半为日本企业,分别是三菱电机(第 4)、富士电机(第 5)、东芝(第 6)、瑞萨(第 9)、ROHM(第 10),五家企业的营收在过去三年内大体保持在榜单总营收的三分之一左右。

3.1.3 韩国半导体行业发展历史

韩国是全球半导体产业大国,其半导体产业规模占全国 GDP 的 5%,目前拥有两万多家企业支撑着其半导体产业。韩国集成电路产业起源于 20 世纪 60 年代,当时美国半导体企业将封装产能转移到了韩国。从 1966 年开始,以仙童公司、摩托罗拉公司、Signetics 公司为代表的美国公司开始利用韩国的成本优势,在韩国投资设立封装或组装厂,转移相关产能。随后,以南亚、LG、现代为代表的韩国本土企业也开始进入半导体封测环节。与此同时,在日韩实现邦交正常化的基础上,以东芝为代表的日本半导体厂商也开始在韩国投资建设工厂。以上奠定了韩国集成电路产业的发展基础。

1973 年,韩国成立了国家科学技术委员会。1975 年,韩国政府制定了推动半导体产业发展的六年计划,建立了韩国高级科学技术研究院(KAIST)。1976 年韩国又建立了韩国电子技术研究所(KIST),进行超大规模集成电路的研究。1974 年,韩裔美籍专家姜基东创立了第一家韩国本土半导体企业韩国半导体公司(后被三星收购),标志着韩国拥有了自己控制的半导体制造企业。到 20 世纪 70 年代末,韩国已经通过美国和日本获得了集成电路产业生产的技术,具备了生产超大规模集成电路的技术水平。

1981 年韩国政府通过《半导体工业综合发展计划》以支持 4Mbit、256Mbit DRAM 的开发。同时,在政府的支持下,三星、现代和 LG 开始进军集成电路制造领域。1982 年三星建立了一个半导体研发实验室,专注于双极型和金属氧化物半导体的逆向工程和技术吸收。1983 年韩国极大半导体公司开始为 IBM、德州仪器、Intel 代工 DRAM 芯片。1986 年,韩国开始自主研发存储器芯片,将 4Mbit DRAM 列为国家项目,同时将三星、LG 和现代组成联盟,由韩国电子技术研究所作为厂商、大学和政府的协调者。在 1986-1989 年这三年进行的 4Mbit DRAM 研发中,韩国总投入 1.1 亿美元,其中政府承担了 57%,远超其他国家项目。4Mbit DRAM 的成功研发,不仅缩短了韩国 DRAM 技术与美日之间的差距,更使三星、现代、LG 等大型企业建立起了独立研发的能力。1992 年与美国和日本同期研发制造出 64Mbit DRAM 芯片,1995 年韩国率先制造出 256Mbit DRAM 产品,技术水平超越美国和日本。

除了存储器领域在全球处于领先地位,韩国在应用处理器、ASIC 等领域也具有很强的竞争力。三星公司是全球能够进行 14nm 代工的三家企业之一。另外,韩国在半导体设备和材料领域也具有较强的竞争力,SEMES、圆益 IPS、KC Tech、Nepes、SK Material 等公司为韩国半导体国产

化做出了很大贡献。与此同时，韩国目前的存储器产能也在向海外转移，中国西安和无锡分别承接了三星和 SK 海力士的存储器生产产能。

2016 年，韩国产业规模占全球市场的 17%，排名全球第二。根据 IC Insights 数据，2016 年全球前十大半导体企业中，三星和 SK 海力士分列第 2 和第 6 位；全球前 50 大 Fabless 厂商中，Silicon Works 排名第 22；全球前十大 Foundry 中，东部电子（DongBu Hitech）排名第 9。

2022 年，韩国全国经济人联合会 10 月 24 日发布报告称，通过分析标准普尔（S&P）Capital IQ 的全球市值前 100 的半导体企业，发现韩国仅入围三星电子、SK 海力士和 SK Square 三家半导体企业。而 SK Square 是去年从 SK 电讯分拆出来的投资公司，这意味着韩国实际只有两家半导体企业进入全球市值百强。而与此形成对照的是中国大陆有 42 家、美国有 28 家、中国台湾省有 10 家、日本有 7 家入围百强。

3.2 中国半导体行业发展背景

3.2.1 中国台湾省半导体行业发展历史

中国台湾省集成电路产业始于半导体产业向东南亚地区的转移。1966 年，美国 GI 公司率先在高雄设立集成电路封装厂。1969 年，TI、飞利浦公司开始实施封装产业的转移，在台湾省设立封装厂。同期，岛内建立了第一家半导体厂商 Fine Electronic Corporation，奠定了最初的发展基础。

1974 年，“台湾省工研院”成立了电子研究所，全称电子研究与服务组织，简称 ERSO，集中人力、物力、财力开始发展自主的集成电路技术，并于 1976 年与 RCA 签订技术转让协议，引入了 RCA 5 微米集成电路制造技术和设计技术，电子研究所选派 37 名工程师到 RCA 公司进行为期一年的实地培训。1978 年，电子研究所成功掌握了 CMOS 技术，建立了自己的设计与掩模制造能力，建成 CMOS 集成电路示范工厂。1979 年，电子研究所开始向企业界转移生产技术和设计技术。

在台湾省当局和产业界的共同参与下，20 世纪 80 年代岛内相继成立了联华电子（UMC）、台积电（TSMC）、华邦（Winbond）等生产工厂。这些举措还吸引了众多海外的华人集成电路专家学者到台湾省创业。在这个过程中，台湾省建立了一批半导体工厂，同时开启了岛内资源与美国硅谷技术的对接和交流，使台湾省集成电路产业快速发展并良性循环。

目前，台湾省半导体产业已经成为美国、日本、韩国、欧洲以外的第五大产业力量，2016 年产业规模约占全球产业规模的 7%。根据 IC Insights 数据，2016 年，全球 50 大半导体供应商中，台湾省有 8 家公司上榜，其中台积电排名第三，联发科进入前 20 名；全球前 50 大 IC 设计企业中，台湾省有 15 家公司上榜，其中联发科排名第三；全球前 50 大 IC 设计企业中，台湾省有 15

家公司上榜，其中联发科排名第三；全球前 10 大圆片代工公司中，台积电、联华电子、力晶、世界先进 4 家上榜；全球前十大封装测试公司中，日月光、矽品、力成、ChipMOS 4 家上榜。

同时，台湾省企业为了加大在国内的市场份额，又开始了新一轮在国内的设厂布局，也在不断加快两岸半导体产业的合作进程。例如，近期台积电在南京建立 300mm 圆片代工厂；力晶与合肥市政府合资设立合肥晶合集成电路公司（简称“晶合集成”），兴建 300mm 圆片代工厂；联华电子与厦门合资建设 300mm 圆片代工生产线，并和晋江合作建设 300mm 集成电路生产线。

根据台湾省半导体产业协会数据，2021 年中国台湾省半导体产业产值构成中占比最大的是 IC 制造业，占比超一半，达到 54.6%。其中又以晶圆代工厂为主，占比为 47.55%。中国台湾省晶圆代工厂产能占到全球的 20%，其主要集中在逻辑晶片生产，占中国台湾省全部产能的 37%。从全球前十大晶圆代工厂营收排名看，中国台湾省有五家厂商名列榜上，分别是台积电、联电、力积电、世界先进与稳懋，五家公司营收占整体营收的 64%。其中，台积电一家晶圆代工厂的营收就占到市场份额的一半以上，甚至是第二名三星的三倍之多。

3.2.2 中国大陆半导体行业发展历史

中国大陆地区集成电路产业的发展，始于 1965 年研制成功第一块硅基数字集成电路。1965-1978 年，是我国集成电路产业从无到有的创业时期。这个时期我国集成电路产业是在封闭的环境下，依靠自己的力量发展起来的，构成产业主体的工厂和研究所主要属于航天部和中科院等，分布于上海、北京、江苏等省市。这些集成电路研究所和工厂主要有北京 774 厂、北京 878 厂、无锡 742 厂、甘肃 748 厂、甘肃 871 厂、贵州 873 厂、贵州 4433 厂、长沙 4435 厂、成都 970 厂、电子 13 所、电子 24 所、电子 45 所、电子 47 所、电子 48 所、电子 55 所、航天部 771 所、延河半导体厂等。

当时主要以计算机和军工配套为目标，以开发逻辑电路为主要产品，并着手建立集成电路产业基础及相关的设备、仪器、材料的配套条件。经过十多年的努力，尤其是 1974-1977 年，随着国际上大规模集成电路（LSI）的迅速发展，为了促进我国集成电路技术的进步和赶上世界先进水平，在国家大力支持下，先后组织了三次全国规模的 LSI 及其基础材料的大会战，成功研制出了高速 ECL 逻辑电路、1Kbit DRAM、p 沟道 1Kbit MOS 移位寄存器，并成功开发出 MOCVD 生长 GaAs 微波场效应晶体管，为随后的集成电路产业发展起到了重要作用。

1978-1990 年，是我国集成电路产业引进技术，探索前进的阶段。这个时期，由于改革开放政策的实施，我国集成电路行业引进技术的势头迅速形成并快速发展。仅在“六五”和“七五”期间，国内就有 33 个单位不同程度引进了部分生产设备或生产线，通过技术引进，不仅使我国集成电路产业摆脱了封闭发展的状态，并且大大改善了我国集成电路设备水平，对改变我国集成

电路技术的落后面貌起到了积极作用。但由于缺乏统筹规划和企业急于改善其装备水平，导致出现了投资分散和低水平重复建设的严重问题。不少生产线也由于设备不配套，国内又缺乏相应的生产技术，使之未能发挥应有的作用。针对这些问题，国务院和政府主管部门加强了宏观调控，并实施了一系列重大政策和措施。

1982 年，国务院成立电子计算机和大规模集成电路领导小组。

1983 年，针对当时多头引进、重复布点的情况，大办提出“治散治乱”、“建立南北两个基地和一个点”的发展战略：南北基地主要指上海、江苏和浙江；北方基地主要指北京、天津和沈阳；一个点指西安，主要为航天配套。为加强集成电路的研发能力，大办还会同国家计委启动了集成电路“六五”科技攻关计划。

1986 年，国务院制定对集成电路等四种产品实行减免税的四项优惠政策，同时组织实施“七五”科技攻关计划。

1986 年，电子部在厦门召开集成电路发展战略研讨会，提出“七五”期间，集成电路“531”发展战略，即普及推广 5 微米技术，开发 3 微米技术，进行 1 微米技术科技攻关。

1989 年，机电部在无锡召开“八五”集成电路发展战略研讨会，提出了“加快基地建设，形成规模生产，注重发展专用电路，加强科技和支持条件，振兴集成电路产业”的发展战略。

1990 年 10 月，国家计委和机电部在北京联合召开了有关部委领导和专家参加的集成电路发展战略座谈会，并向党中央和国务院做了汇报，国务院决定实施“908”工程。

这些措施的实施，不仅引导和推进了我国集成电路产业建设走上健康有序发展轨道，并促进我国集成电路技术不断迈上新的台阶。

20 世纪的最后十年，是我国集成电路产业进入重点建设的时期。20 世纪 90 年代前半期是“908”工程的实施阶段，包括建设华晶电子集团公司 0.8 微米 /1 微米的 150 毫米圆片生产线、上海阿法泰克公司集成电路封装生产线、19 个产品设计开发项目和 6 个设备仪器项目。

1994 年 11 月，在北京召开集成电路产业“九五”发展战略研讨会，提出以市场为导向，以 CAD 为突破口，产、学、研、用相结合，以我为主，开展国际合作，强化投资，加强重点工程和技术创新能力的建设，促进集成电路产业进入良性发展。

1995 年 11 月，经国务院办公厅会议决定，“九五”期间继续实施集成电路专项工程，即“909”工程，集中资金建设我国第一条 200mm 集成电路生产线。

1998 年 2 月，北京有色金属研究总院建成我国第一条 200mm 硅单晶抛光片生产线。

1999 年 2 月，上海华虹 NEC 电子有限公司的第一条 200mm 集成电路生产线正式投产。

进入 21 世纪，我国集成电路产业迎来了发展的高峰期。2000-2014 年，国家陆续出台了多项优惠和扶持政策，从 2000 年颁布的《鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》到 2006 年发布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020 年）》，再到 2014 年颁布的《国家集成电路产业发展推进纲要》（简称《推进纲要》），在国家政策的大力支持下，我国集成电路产业产值由 2000 年的 186.2 亿元，增长到 2015 年的 3609.8 亿元，年均增长率高达 21.9%。

在市场拉动和政策支持下，特别是国家科技重大专项的实施，我国集成电路产业实现了快速发展，整体实力显著提升，集成电路设计、圆片制造与国际先进水平差距不断缩小，封装测试技术逐步接近国际先进水平，部分关键设备和材料被国内外生产线采用，涌现出一批具有一定国际竞争力的骨干企业，产业集聚效应日趋明显。

国内集成电路设计、圆片制造和封装测试三业的格局也不断优化，总体来看，集成电路设计业所占比重呈逐年上升的趋势。海思、紫光展锐作为行业重点企业，均已进入全球 Fabless 企业前 10 名，其产品已经成功导入先进制程工艺，相关产品市场应用广泛；中芯国际等制造企业在 28nm 工艺领域取得突破，逐步拉近与国际制造巨头的技术差距；长电科技、天水华天、通富微电等封测厂商在通过收购扩充实力之后保持了良好的上升势头，技术水平以及市场份额均有显著提升；北方华创、上海中微等集成电路关键设备企业已加快研发布局，显著改善了集成电路设备本地化配套能力；上海安集 CMP 抛光液、江丰电子的靶材、上海新阳的电镀硫酸铜等国内集成电路材料均已在 200mm 平台上实现批量应用。

目前我国集成电路产业呈现集中分布在几大区域的发展趋势，中西部地区在国内集成电路产业中的地位不断上升，所占份额不断增加；尤其是合肥、武汉、南京、成都、重庆、西安等中西部城市，纷纷将集成电路产业作为“十三五”期间产业发展重点，布局了一批集成电路制造项目，这将成为未来我国集成电路产业增长的重要动力。

3.2.3 半导体行业发展历史规律以及启示

半导体目前形成深化专业分工、细分领域高度集中的特点。从发展历史看，影响因素为两方面，宏观层面的全球经济波动与产业层面的转移变革。历史上两次成功的产业转移都带动产业发展方向改变、分工方式纵化、资源重新配置。也正是每次的变动，让后来者有切入机会，继而革新整个行业。因此，产业转移是技术进步、国家产业政策和企业发展规划的综合结果。以美国为代表的领导者，依靠扎实的基础研究、倾斜性支持政策、游戏制定身份来长期维持行业垄断地位；以日韩台为代表的追赶者，则从每次产业变迁抓住需求变动，依靠产业政策或财阀领导实现跨越式升级。其中，日本的失败在于国家主权依赖程度高与对技术发展判断失误。

详细来看：作为技术的发源地，美国一度领导全球半导体与集成电路的发展。目前，美国半导体销售额为 1889 亿美金，处世界第一。除了 1986-1991 年期间被日本赶超，美国市场占比基本维持在 50%。美国保持领先的原因为：1) 扎实的基础研究奠定理论基础，时间积累突出研究深度；2) 发明者的地位决定设计框架的国际使用，即游戏的设计者与规则制定者；3) 国家意志推动，政府决定性地在资金、采购、政策规划、外交贸易等方面的突出领导作用。

日本半导体 1986 年 DRAM 市场占有率达 80%，反超美国成为世界半导体第一强国。成功在于：1) 初期美国的大力支持与经济复苏；2) 大型机时代以“物美价廉”从 DRAM 市场切入赶超；3) 政府在协调统一与贸易保护做出的巨大贡献。但 90 年代开始逐渐没落，主要因为：1) 经济几乎停滞，同时美国打破贸易保护；2) 固守大型机时代的成功，没有根据行业发展进行主动调整，失去先机；3) 固守的分工方式，在人力与资金上显得累赘，缺乏灵活性。

韩国与中国台湾省大约同时发展，抓住大型机到消费电子的转变期对新兴存储器与代工产生的需求。截至 2017 年，韩国以 22% 全球半导体市场份额成为仅次于美国的半导体超级大国，而台湾省以 76% 市场份额占领全球代工市场。造成这一区别的原因主要是韩国独特的财阀推动作用：1) 发展前期在美国帮助下，财阀带领的主动对新型技术模仿吸收；2) 不间断地对设备、材料、人才的投资；3) 中后期政府参与时，研发依旧由财阀内部完成，政府基本起到基金调配作用而非领导作用。因为缺少资本雄厚财阀，众多中小企业的台湾省主要在政府产业政策下发展：1) 抓住行业需求积极参与全球化分工；2) 新竹园区聚集效应与海外人才的回流；3) 包括工研院建立的政府政策、战略规划。

中国集成电路发展势头凶猛，第三次产业转移趋向中国。据统计，2021 年我国集成电路产业销售额达突破万亿，达到 10458.3 亿元，同比增长 18.2%。产业结构从“大封测—中制造—小设计”到“大设计—中封测—中制造”转型，从低端走向高端，展现我国集成电路发展的突破。但我国需求供给不平衡不匹配现象仍然严重，且将长期存在。进出口缺口比例长期保持 50% 以上，其中进口项目 45% 以上为微处理器与控制器，说明我国在核心芯片缺乏核心竞争力，需要依赖于人。

对我国的启示，无论领导者还是追赶者：1) 强有力的政府支持作用。政府在发展初期的强力支持作用至关重要，从行业整体规划出发，辅以相关税收减免、资金调配、技术与人才引进等产业政策。2) 大力度培养人才。目前我国集成电路人才面临数量低、质量低和海外流出高的“两低一高”问题。国家需发挥主导作用，加强“产学研”，提高人才待遇、改善就业环境，吸引海外人才、培养本土人才。从追赶者经验来看：3) 统筹规划产业发展方向、技术路线，统一目标与认知。结合我国制造占比连年下滑与制造的重要地位，我国可以先大力发展制造业，再以提升设计能力，规划制定每三年或每阶段发展目标，凝聚产业力量，统一各界认知。4) 对比全球，继续加强投资。对比其他国家，我国无论在设计人才培养、制造材料设备购买、封测技术升级的

需要花费的金额更甚。并且需要根据产业规划，明确投资主要方向，不能杂乱无章。5) 建立区域整体，发挥群聚效应。学习韩台地区经验，利用地理优势加强地区性产业规划来发挥群聚效应，联合配套设施带动知识与技术的高效流动、活化资金。从日本失败经验来看：6) 坚持政策自主，保持发展独立性。

吸取美日两次双边协议教训，面对此次美国借贸易战名义打压遏制“中国制造 2025”为代表的高科技领域，我们要坚持自主底线，不能受到外界压力丧失自主权。2018 年中兴事件、2019 年的华为制裁事件及 2022 年美国半导体限制法案无疑给国人敲响警钟，结合我国半导体产业现状，抓住此次产业变动趋势来提升我国高科技制造、设计能力，最终提高国家竞争力。

3.3 半导体行业发展机遇

3.3.1 我国半导体行业发展机遇

一、中国大陆集成电路产业高速发展, 引领全球

近年来，中国半导体下游消费市场发展迅速，手机、电脑等产品的出货量稳居世界第一，消费电子是半导体最大的应用领域。从电脑来看，据世界半导体贸易统计组织数据，电脑用半导体市场占全部半导体市场的 32% 左右，2021 年全球电脑用半导体市场达到 1779 亿美元。2021 年，中国电脑出货量占全球的比重约为 16.7%，初步测算中国电脑用半导体市场规模约为 298 亿美元。根据中国手机出货量及单个手机所用半导体价值量对手机领域所用半导体市场规模进行测算，得出 2021 年中国手机用半导体市场规模达到 723 亿美元。其中，5G 手机市场的快速增长给半导体行业带来了极大地推动，2021 年 5G 手机用半导体市场规模达到 622 亿美元。

在下游产业爆发式增长的推动下，中国电子产业获得了强大的发展动力，特别是集成电路产业，在下游市场的推动以及政府与资本市场的刺激下，呈现出了快速的增长。根据中国半导体行业协会的统计，2020 年中国集成电路产业销售额（位于中国大陆境内的国内外厂商销售总额）达到 8848 亿元，比上年增长 17.0%。与之成对比的是，全球半导体产业增速较为缓慢，2020 年的增速仅为 6.5%。



数据来源：中商产业研究、智研咨询

二、全球半导体产业转移, 中国大陆掀起建厂大潮

自半导体产业于 20 世纪 70 年代诞生以来, 全球 IC 产业共计发生过两次大规模转移: 第一次是 80 年代, 由美国本土向日本地区转移, 造就了索尼、东芝、松下等知名厂商; 第二次是 90 年代末期到 21 世纪初, 由日本向韩国和台湾省转移, 造就了三星、海力士、台积电、日月光等厂商。在 2000 年以前, 全球半导体产业仍然是以美国和日本为中心, 但是随着人工和土地等成本越来越高, 高成本投入的半导体制造产能开始向外转移。韩国与台湾省由于低廉的人工成本、大量高素质的 IT 人才成为这一波产能转移最大的受益地区。

根据全球半导体产业协会的统计, 2001 年在全球各大区域性的半导体市场当中, 亚洲地区作为其中的一个区域性市场, 在半导体销售方面与其他的地区大致相当, 销售额大约在 398 亿美元。从 2001 年开始, 亚洲半导体市场快速成长, 在 2018 年增长到了约 3300 亿美元, 这主要是得益于中国大陆市场的爆发式增长。2018 年中国大陆占全球半导体总营收的份额提升至约 30%。

可以说, 自 2014 年开始, 半导体产业链加速向中国大陆转移, 尤其以半导体制造业发展最快, 并拉动全行业发展, 即全球半导体产能的第三次转移, 由韩台地区向中国大陆转移。中国大陆凭借其巨大的消费市场、相对低廉的劳动力成本, 以及较好的优惠招商引资政策等优势, 吸引着全球各大半导体制造商在国内投资设厂, 中芯国际、华虹宏力等本土半导体厂商也获得了较快的发展。

除了外部产业背景的变化, 中国大陆电子产业的发展是承接第三次半导体转移的基础。经

过 1990-2010 年 20 多年的原始积累，通过引进外部技术、培养新型技术人才、承接低端组装和制造业务，中国大陆半导体产业已经完成了 1.0 时代的积累。我们认为，从 2014 年到 2020s 年，将是中国大陆半导体 2.0 时代，这个时间段半导体产业发展以资本驱动为特征，体现为在《国家集成电路产业发展推进纲要》和国家集成电路产业投资基金的推动下，半导体产业链加速向中国大陆转移。我们认为 2030s ~ 将是中国半导体 3.0 时代，中国成为半导体产业强国，产业驱动模式从半导体 1.0 的人力成本驱动，2.0 的资本驱动走向 3.0 的技术驱动。

中国半导体 2.0 时代，半导体产业加速向中国大陆转移，而尤其以半导体制造业发展最为迅速，国内迎来建厂潮。SEMI 预估 2017-2020 年全球 62 座新投产的晶圆厂中有 27 座来自中国大陆，而根据 IHS，2016-2020 年间，中国本地半导体制造产值将以 20% 的复合增长率增长，2020 年大中华区市场规模高达 200 亿美金。新增产能按 12 英寸 2018 年达到 80 万片 / 月（其中 8 英寸折合 19.27 万片 / 月），较 2017 年翻了一倍。

因为设备的市场规模与制造和封测厂的建设投资直接成正比关系，而材料的市场规模与制造和封测厂建成之后的产量成正比关系。因此未来几年，中国大陆半导体建厂热潮，也将直接为中国大陆半导体设备和材料行业打开更大的市场空间。

三、集成电路产业上升至国家战略高度，材料是关键领域和重点支持环节

2014 年 6 月，国务院发布《国家集成电路产业发展推进纲要》，将集成电路产业升至国家战略高度，给予高度的重视和支持。强调“集成电路产业是信息技术产业的核心，是支撑经济社会发展和保障国家安全的战略性、基础性和先导性产业，当前和今后一段时期是我国集成电路产业发展的重要战略机遇期和攻坚期”。

《国家集成电路产业发展推进纲要》发展目标

	2015年	2020年	主要任务
销售收入	3500亿元	4500亿元(年均增速超过20%)	
制程	28nm 量产规模量产	16/14nm 量产规模	加快10nm芯片产能扩充，加紧28/20nm芯片生产线建设，迅速形成规模生产能力，加快先进工艺开发，推动22/20nm、16/14nm芯片生产线建设。大力发展模拟及数模混合电路、微机电系统(MEMS)、高压电路、射电电路等特色专用工艺生产线。加快云计算、物联网、大数据等应用领域核心技术研发，开发基于新技术、新应用的信息处理、传感器、新型存储等关键芯片及云操作系统等基础软件，抢占未来产业发展制高点。分领域、分门类重点突破智能车、智能电网、智能交通、工业控制、工业控制、智能制造、汽车电子、医疗电子等关键集成电路及嵌入式软件，提高对信息化与工业化深度融合的支撑能力。
设计	部分重点高端技术接近国际一流技术达到国际领先水平(移动智能终端、移动通信终端、网络通信终端、云计算、物联网等重点领域)		大力推动国内封装测试企业转型升级，提高产业集中度。适应集成电路设计与制造工艺节点的高端升级需求，开展芯片级封装(CSP)、晶圆级封装(WLP)、硅通孔(TSV)、三维封装等先进封装和测试技术的开发及产业化。
封测	中高端封装收入占比30%	技术达到国际领先水平	加强集成电路装备、材料与工艺结合，研发光刻机、刻蚀机、离子注入机等关键设备；开发光刻胶、大尺寸硅片等关键材料，加强集成电路制造企业和装备、材料企业的协作，加快产业化进程，增强产业配套能力。
材料	12英寸硅片产线应用	进入国际采购体系	
设备	65-45nm关键设备产线应用	进入国际采购体系	

在 IC 设备和材料领域，重点强调“加强集成电路装备、材料与工艺结合，研发光刻机、刻蚀机、离子注入机等关键设备，开发光刻胶、大尺寸硅片等关键材料，加强集成电路制造企业和装备、材料企业的协作，加快产业化进程，增强产业配套能力。”特别是强调要增强芯片制造综合能力，以工艺能力提升带动设计水平提升，以生产线建设带动关键装备和材料配套发展。

《中国集成电路产业“十三五”发展规划建议》发展目标

2020年目标	
制造	产业销售额达到2600亿元，新增1600亿元，年复合增速22%，产业规模占全国集成电路产业比例为26.88%。重点扩建、新建一批12寸晶圆生产线，继续支持有特色工艺、有经济效益的8寸生产线，力争1-3家公司进入全球销售额综合排名前十。
设计	实现16/14nm技术的规模量产，开展10nm技术研究，新工艺技术和新结构器件的研究取得重大进展。产业销售额达到3900亿元，新增2600亿元，年复合增速25.9%，产业规模占全国集成电路产业比例为41.9%，IC设计产业居全球第二。
封测	产业销售额达到2900亿元，新增1400亿元，年复合增速15%，产业规模占全国集成电路产业比例为31.1%，力争有2-3家公司实现百亿元销售收入，进入全球封测行业前10名；1-2家位于全球前三。
材料	关键材料产业化技术水平达到28nm工艺要求，实现产业化，部分专业领域推进到20-14nm，培育2-3家材料企业成为一批28nm更关键工艺装备实现大批量应用，市场占有率进一步提升；部分核心工艺装备以14-10nm技术为目标，培育1-2家设备公司成为知名企业。
设备	

2016-2020 年中国集成电路材料业重点任务

重点任务	
硅片	300mm硅片规模化生产满足28nm工艺要求，并提升工艺技术达到14nm集成电路工艺节点要求，满足我国集成电路产业对高端硅片的需求，并适时开发300mm全耗尽FD-SOI晶圆材料。
光刻胶及配套试剂	193nm光刻胶满足65-45-20nm光刻工艺要求；28nm光刻胶产品系列化，三维高密度封装用光刻胶满足国内需求；光刻胶配套产品及原材料实现本地供应，国内市场占有率达到30%。
高纯电子气体	氟离子注入、化学气相沉积、原子层沉积、刻蚀清洗等工艺用特种电子气体达到国内集成电路先进工艺要求，形成规模化生产能力；引导行业整合与龙头企业并购重组，培育进入世界前列的中国电子气体公司；创立国内电子气体品牌；国产高纯电子气体市场占有率超过50%。
CMP抛光材料	开发集成电路先进技术节点和新工艺、新技术、新材料用新型抛光液及抛光后清洗液，为先进CMP工艺提供材料解决方案；带动CMP用抛光垫、含磷研磨液、抛光液用纳米磨料等产品开发与产业化，形成CMP工艺环节主要材料成体系配套发展的局面；系列CMP抛光材料国内市场占有率达75%。
溅射靶材、高纯金属	建成规模化电子级超高纯金属原料生产基地，为国内靶材生产提供配套；全面提升国内集成电路PVD工艺用靶材和相关材料的供应服务能力；引导企业整合国际资源，做大做强，培育国际品牌靶材企业，靶材产品国内市场占有率超过70%。
工艺化学品	通用工艺化学品，H2SO4、NH4OH、H2O2、HF、HNO3等，纯度达到10ppb，满足28nm集成电路制造需求。通用工艺化学品国内市场占有率超过20%，并实现部分产品出口占重要海外市场。电镀液、蚀刻后清洗液、抛光后清洗液等超微量型工艺化学品实现技术突破，进入28nm量产应用，功能型工艺化学品国内市场占有率超过30%。
专用封装材料	着重开发封装基板、引线框架、键合丝、密封胶、底填胶、贴片材料、热界面材料、以及先进封装工艺支撑材料等专用封装材料的产业化技术，形成自主知识产权体系和生产能力，核心技术达到国际先进水平。培育龙头企业带动若干专业化公司发展，专用封装材料产品国内市场占有率达50%以上。
材料技术与应用开发平台	开展运行机制，解决目前企业弱小，无力单独建立应用工艺试验平台的难题，加速材料产业化技术开发和量产应用进程。

2015 年成立的**国家集成电路产业投资基金（简称大基金）**，有效带动了地方基金与社会资本对集成电路产业的投入热情。大基金一期募集资金 1387 亿元，大基金二期募资 2041.5 亿元。根据大基金的公告，截至 2022 年初，大基金一期自 2014 年成立以来，累计决策投资 55 个项目，涉及 40 余家集成电路企业，累计出资 1387 亿元。按照大基金一期自身规划，2019 年至 2023 年进入回收期，逐步减持所持企业股份。大基金二期是以设备、材料为投资重点，主要投资短板明显的半导体设备、材料领域，方向集中于完善半导体行业的重点产业链。截至 2022 年 3 月 31 日，大基金二期共宣布投资 38 家公司，累计协议出资 790 亿元；其中投资晶圆制造约 594 亿元，占比 75%；投资集成电路设计工具、芯片设计约 81 亿元，占比 10%；投资封装测试约 21 亿元，占比 2.6%；投资装备、零部件、材料约 75 亿元，占比 10%；应用约 19 亿元，占比 2.4%。

中国集成电路产业“十四五”规划

“十四五”是中国集成电路产业夯实基础、谋取更大进步的关键五年，国家及各地的“十四五”规划及政策也掷地有声，对集成电路产业的发展起着毋庸置疑的重要推动作用。

国家级政策先行，做集成电路产业坚不可摧的后盾

过去 12 年，在国家科技重大专项、产业基金和相关政策支持下，全产业链技术实现了跨越发展，体系和能力的建立，为国内集成电路产业带来了底气和信心。国家发展改革委表示，2021 年国内芯片产量快速增长，集成电路产量较上年增长 33.3%。此外，截至 2021 年第三季度，中国集成电路产业销售额已经达到 6858.6 亿元。上海、北京、深圳继续把持设计业规模最大城市的前三名，杭州、无锡和南京的设计业销售规模均超过 300 亿元。从封测方面来看，2021 年国内封测行业前三季度，销售额 1849 亿元，达 2020 年全年封测行业销售额的 73%。

从半导体设备市场来看，2021 年上半年，半导体设备销售收入达到 128.78 亿元，其中 IC 设备销售收入 58.97 亿元，同比增加 123.7%，中国半导体设备销售收入将在 IC 设备和 PV 设备的市场推动下保持持续增长，预计全年 IC 设备同比增长 50% 以上。可以看出，中国集成电路产业正在高速发展，其中政策是发展坚不可摧的后盾。

《“十四五”数字经济发展规划》

要增强关键技术创新能力。瞄准传感器、量子信息、网络通信、集成电路等战略性前瞻性领域，提高数字技术基础研发能力。对于数字技术创新突破工程，首先要补齐关键技术短板，集中突破高端芯片、操作系统等领域关键核心技术，加强通用处理器、云计算系统和软件关键技术一体化研发；另外，要重点布局下一代移动通信技术、神经芯片、第三代半导体等新兴技术。《规划》指出，要提升核心产业竞争力。着力提升基础软硬件、核心电子元器件、关键基础材料和生产装备的供给水平，强化关键产品自给保障能力。

《“十四五”国家信息化规划》

完成信息领域核心技术突破也要加快集成电路关键技术攻关。推动计算芯片、存储芯片等创新，加快集成电路设计工具、重点装备和高纯靶材等关键材料研发，推动绝缘栅双极型晶体管（IGBT）、微机电系统（MEMS）等特色工艺突破。布局战略性前沿性技术。前瞻布局战略性、前沿性、原创性、颠覆性技术。加强人工智能、量子信息、集成电路、空天信息、类脑计算、神经芯片、DNA 存储、脑机接口、数字孪生、新型非易失性存储、硅基光电子、非硅基半导体等关键前沿领域的战略研究布局和技术融通创新。5G 网络数字基础设施建设方面，要持续推进 5G 技术创新，加快 5G 模组、核心芯片、关键元器件、基础软件、仪器仪表等重点领域研发、工程化攻关及产业化。

信息技术产业生态培育方面，要培育先进专用芯片生态。加强芯片基础理论框架研究，面向超级计算、云计算、物联网、智能机器人等场景，加快云侧、边侧、端侧芯片产品迭代。推动国内芯片与算法框架平台、操作系统适配调优，面向音视频分析、异构计算、科学计算等主要场景完善适配基础算法模块和软件工具包。

《“十四五”信息通信行业发展规划》

要强化核心技术研发和创新突破。加大光通信、毫米波、5G 增强、6G、量子通信等网络技术研发支持力度，跟踪开放无线网络技术研究，加速通信网络芯片、器件和设施的产业化和应用推广。

要完善数字化服务应用产业生态，加强产业链协同创新。丰富 5G 芯片、终端、模组、网关等产品种类，加快智能产品推广，扩大智能家居、智能网联汽车等中高端产品供给。加快推动面向行业的 5G 芯片、模组、终端、网关等产品研发和产业化进程，推动芯片企业丰富产品体系，加快模组分级分类研发，优化模组环境适应性，持续降低功耗及成本，增强原始创新能力和产业基础支撑能力。除了对产业发展提出明确的支持与期待外，“十四五”也通过投资、知识产权等方面为集成电路的发展设置了“快车道”。

《“十四五”利用外资发展规划》

要优化外商投资企业境内再投资支持政策。鼓励外商投资企业利润再投资，支持外商投资企业通过境内再投资进一步完善产业链布局，引导外商投资投向集成电路、数字经济、新材料、生物医药、高端装备、研发、现代物流等产业，推动高端高新产业外商投资集聚发展。

《“十四五”国家知识产权保护和运用规划》

为促进知识产权高质量创造，要健全高质量创造支持政策，加强人工智能、量子信息、集成电路、基础软件等领域自主知识产权创造和储备。

地方政府紧跟步伐，划重点跑马圈地

经过多年部署，我国目前主要有四个集成电路产业集聚区，分别是以上海为中心的长三角、以北京为中心的京津环渤海、以深圳为中心的泛珠三角和以武汉、成都为代表的中西部区域。随着国家的整体发展，北京、上海集成电路产业中心的作用正在逐渐加强，这势必会带动环渤海和长三角地区产业的发展，进而形成一个比较完整的地区产业生态。

市场在珠三角，产能在长三角

整体上来说，长三角的产业发展更为均衡，而珠三角的产业结构要重点突破 CAD（计算机辅助设计）、CAM（计算机辅助制造）、CAE（计算机辅助工程）、EDA（电子设计自动化）等工业软件。长三角的发展更强，尤其是上海、无锡在芯片的设计、制造、封装等方面，全产业链发展，发展均衡更好。相较于已经有发展特色的长三角和珠三角来说，中西部地区则大多选择是从自己优势入手，例如四川提出的“固根基、扬优势、显特色、补短板”发展思路。

除此之外，多个地区的“十四五”规划中提到了新型显示产业，疫情使全球远程会议、居家娱乐需求全面提升，加上车载显示等新兴领域方兴未艾，新型显示备受瞩目；第三代半导体的热度持续提升，伴随下游应用的扩展和产业红利下各地加速布局，第三代半导体热度也迎来大爆发。

四、中美半导体行业激烈对决，倒逼国产替代发展

当下的国际政治经济环境，正处于激烈的调整期。其中既有地缘政治的因素，也蕴含着全球化大分工过程中价值链体系的重新定位。作为一个处于持续发展、要实现民族复兴的大国，让国民过上更好的生活，不断地向着产业链上游延伸是必然趋势。在这个过程中，难免会打破现有的市场格局，遭受一定的阻力也是难以避免的。

激烈对抗手段对中美都不利，中国一直采取和平崛起、平等竞争的方式，但如何通过创新自身的价值，实现半导体行业的良性竞争，共生共荣——而不是一家垄断性的独大，可能将是接下来相当长一段时间内中美在半导体行业的主题。而从商业竞争看，应该秉承一起做大蛋糕“而非”只切现有蛋糕的思路，有竞争更能促进双方的共同提升，从而培育更多元和高效率的技术路线、实现更大的应用市场，这一点从通信、航空等领域都已得到验证。未来中美在半导体行业的并驾齐驱，可能更有利于新一轮工业革命的智能化和数字化水平提升。

经济学家李斯特在《政治经济学的国民经济体系》里提到“踢开梯子”的说法，讲的就是“一个人攀上高峰后，就会把身后的梯子一脚踢开，以免别人跟上来，以此来保证自己的优势”。芯片 & 半导体行业起源于美国，美国想要保持自己的优势就要不断地踹梯子。

1980 年代，通过“DRAM 制法革新”项目，日本完全超过美国成为半导体行业的霸主。到了 1985 年，美国 SIA 认为，如果政府还不迅速采取严厉措施，整个行业将在与日本的竞争中消亡，美国正式发起了“第一次芯片战争”，通过这次战争，1992 年，美国本土公司重新夺回了市场份额，在日本的份额也达到了 20%，1993 年，美国重新成为世界最大芯片出口国。韩国和台湾省也在此期间，借着美国的扶持而崛起，世界进入一国独大，多强并存的局面。到了现在，日本虽然还是芯片产业中的重要玩家，但在全球的份额已经只剩下 6%。

有了日本的前车之鉴，美国在中国做大之前，就主动掀起了新一轮的“芯片大战”。美国从 2018 年开始，对中国科技企业和个人实施一系列的制裁，到 2022 年 3 月提出打造“Chip 4 联盟”，以建立蓝色半导体供应链。再到 8 月通过“芯片法案”，该法案计划为美国半导体产业，提供高达 527 亿美元的政府补贴。其中，500 亿美元被拨给“美国芯片基金”计划。剩余 27 亿美元，分别是 20 亿美元美国芯片国防基金，5 亿美元芯片国际科技安全和创新基金，以及 2 亿美元芯片劳动力和教育基金。根据美国商务部发布的信息，“美国芯片基金”计划旨在振兴美国国内的半导体产业并激励创新，同时在美国各地创造高薪工作。

美国商务部发布的实施战略显示，上述 500 亿美元资金中，约 280 亿美元将用于资助建立先进制程芯片的制造和封装设施，约 100 亿美元将用于扩大在汽车等领域使用的成熟制程芯片制造，另外约 110 亿美元计划投入到半导体领域研发之中。通常认为，28 纳米及以下的制程属于先进制程。美国《纽约时报》援引雷蒙多的话称，美国商务部的目标是在 2023 年 2 月前开始向相关企业收集资金申请，并可能在明年春天开始拨款。据香港《南华早报》报道，雷蒙多表示，申请者必须“以资本投资财务披露的形式”提供证据，证明所寻求的资金对于进行投资是“绝对必要的”。值得注意的是，“芯片法案”中包含了“护栏条款”，即接受资助的公司至少 10 年内不能在中国或其他“令人担忧的国家”进行新的高科技投资，除非它们生产的是技术含量较低的成熟制程芯片，只为当地市场服务。

在中国近年来的半导体振兴政策中，有三个关键词频繁出现：产业链联动发展、引进和培育企业、公共服务平台建设。这也映射出现今在政治影响下全球芯片行业割裂、对抗趋势越来越明显，地方政府不再仅仅着眼于某一环节的支持和赶超，更聚焦于上下游的联动发展与配套建设，以期提高芯片产业链国产化水平，保障自身的供应安全。从整体来看，我国有着众多的企业，完整地覆盖了整个芯片产业链。在芯片产业的最上游的 EDA 软件方面有华大九天、芯和半导体、鸿芯微纳、行芯科技、广立微等，其中广立微的 EDA 软件覆盖了集成电路成品率提升领域的全流程，产品已成功应用于目前最先进的 3 纳米工艺技术节点，广立微的客户涵盖了三星电子等头部晶圆厂。

在这种格局下，中国半导体产业的崛起是必然了，合作加国产替代化是中国半导体产业发展的趋势。国内上市的半导体企业主要集中在 IC 设计，IC 制造的上市公司仅中芯国际一家，设备的龙头为北方华创。

3.3.2 我国功率半导体行业发展机遇

功率半导体伴随着电力的运用而诞生，自然也就随着社会电气化程度的加深而发展。而社会电气化程度的提高又主要源于两个方面：应用领域的广泛化与应用形式的精密化。应用领域的广泛化一方面是指新型应用的诞生，代表性的应用包括智能手机、可穿戴设备等；另一方面是指越来越多传统领域的电气化，代表性的应用比如过去 10 年间实现对传统灶具部分替代的电磁炉、未来的电动汽车与物联网等。而应用形式的精密化则是指对用电终端的供电，从原来粗犷地向所有用电终端统一直供，渐渐转化为对每一个用电终端的精确化控制，代表性的产品比如电源管理芯片、负载开关等。自然，社会电气化程度的提高也对功率半导体提出了相应的要求。

而当这些性能要求具体到性能指标的层面时，则又分为基础指标和功耗指标。前者是指为了能够实现某一特定功能，功率半导体必须满足的指标，比如只有满足一定的工作电压、电流密度、工作频率的功率器件才能驱动电动汽车的电机实现特定的转速，又比如只有能耐受一定温度的功

率半导体才可以运用到一些特定的航天领域；而后者则是满足了基础指标后，为了实现更高效的目的，所有功率半导体追求更低功耗所参考的指标。这些指标中，频率指标需要特别关注，因为频率（反向恢复时间的倒数）一方面决定直流电转化成交流电的最高频率，另一方面决定了变压器等电气设备的最小体积，通常来说由功率半导体及配套被动元件组成的电气设备的体积和重量与供电频率的平方根成反比。

指标类型	指标名称	影响内容
基础指标	工作电压	决定功率半导体工作电压范围
	电流密度	决定功率半导体工作电流范围
	反向恢复时间	决定功率半导体工作的最高频率， 影响电力装置的体积
	最高结温	决定功率半导体工作温度范围
功耗指标	通态电阻	影响功率半导体导通损耗
	反向漏电流	影响功率半导体关断损耗
	静态电流	影响功率半导体静态损耗
	总栅电荷	影响功率半导体开关损耗

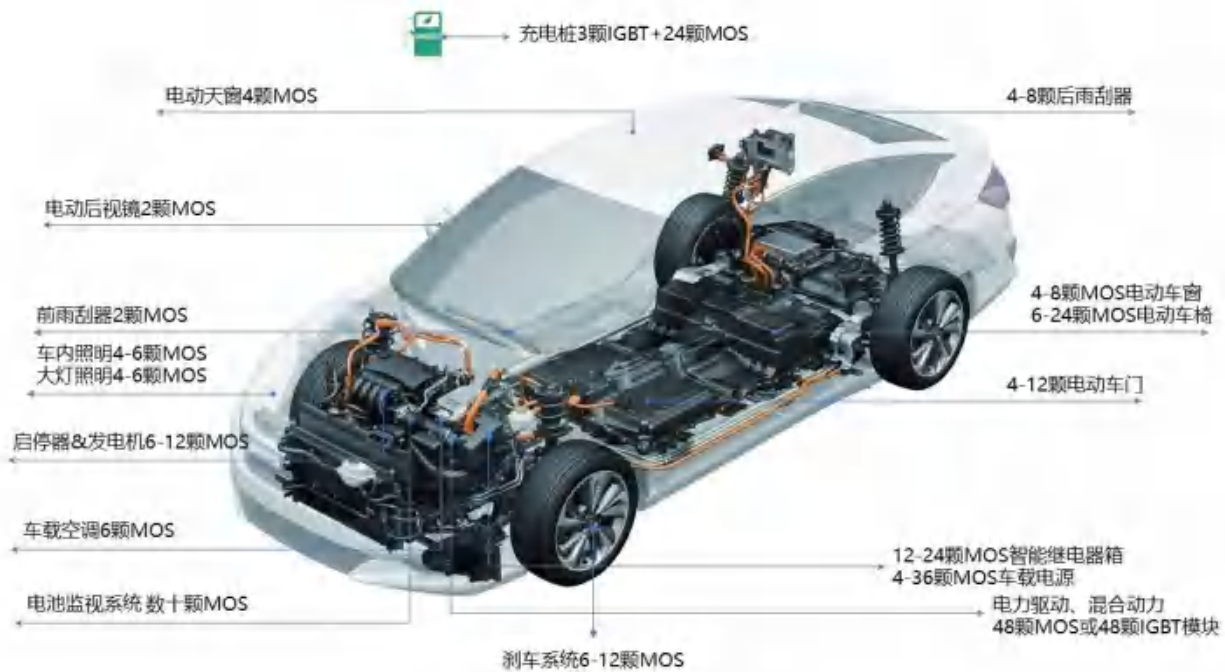
为了满足越来越高的指标要求，自 1956 年美国贝尔实验室发明晶闸管以来，功率半导体一刻不曾停歇，一直在通过多种方式实现技术演进。

方式名称	演进特点	代表案例	影响性能
结构更改	大规模的基本设计结构变化	从晶闸管演进至 IGBT 等	全性能指标
制程缩小	线宽制程的缩减，但不追求先进制程	从 10 μm 演进至 0.15-0.35 μm	全性能指标
技术变化	同种设计结构中新技术带来的结构调整	Power MOSFET 中 VDMOS-Trench-SJ 与 SGT	全性能指标
工艺进步	同种设计与技术结构中生产工艺的进步	英飞凌 CoolMOS 系列 S5-C7	功耗指标为主，但也影响基础指标
集成调整	功率 IC 将功率器件与驱动电路、保护电路等集成至单芯片；功率模块将多个功率器件封装在一起	功率分立器件-功率 IC 与功率模块	功率 IC 牺牲标准指标形成小型化与低功耗 功率模块牺牲体积形成高工作电压、高电流密度与高一一致性
材料迭代	半导体材料的改变	Si 器件演进至 SiC 与 GaN 器件	全性能指标

从功率半导体的发展轨迹来看，高功率、高频率（小型化）与低功耗是技术演进的方向，但三者的关系有层次之分：不同应用场景对功率的硬性要求不同，在满足特定功率要求的基础上，新的技术、工艺都在尽量追求小型化和低功耗。例如新能源汽车等新兴应用市场对高功率半导体的需求巨大，但 GTO 等前代功率器件在体积（重量）、功耗层面性能不足，而以 IGBT 为代表的新型功率器件在保证实现高功率的基础上保持了小型化和相对低功耗的特点，进而成为主流的高功率器件。因此我们认为功率半导体的发展实际上是在满足特定功率的基础上，追求于更小的体积（重量）和更低的功耗。所以功率半导体长远所追求的，是实现自身的低功耗与高功率密度（功率和体积之比）。而拥有着更低的功耗和更高的功率密度的功率半导体，驱动着我们的世界向着更高效、更精密的方向发展。

作为一个从 1956 年发展至今的成熟产业，功率半导体行业每年的市场空间可以被很容易地拆解成两个方面：折旧带来的替换市场以及电气化程度加深带来的新增市场。既然新增市场源于电器化程度的加深，那么能对功率半导体市场规模造成较大影响的下游行业无疑又将符合两个条件：应用市场具备一定的规模基数；以及相应新产品对功率半导体的需求大幅增加。

经过我们的观察，有三个行业显著符合这两个条件：清洁能源行业、电动汽车行业以及物联网行业。首先是清洁能源行业，未来 5-10 年，清洁能源行业占据主导的依然是光伏发电和风能发电，2022 年中国新增光伏发电装机规模预计将达到 100GW 左右，而无论是风力发电或是光伏发电，相较于传统的火力发电，都会增加汇流 / 整流与逆变这两个环节，大幅提高功率半导体的用量。



信息来源：半导体行业观察

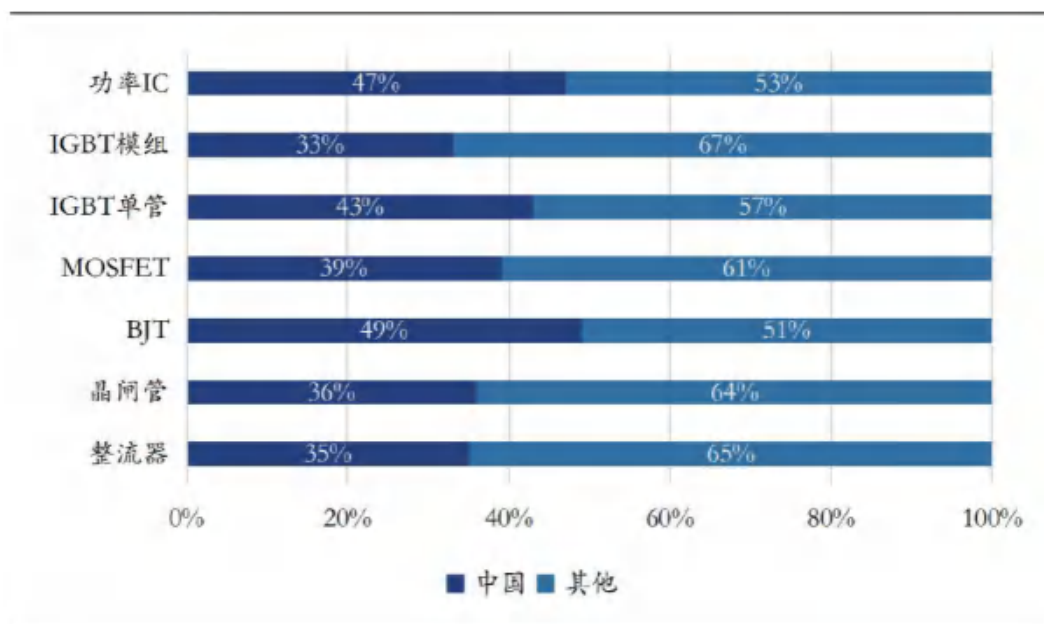
其次是电动汽车行业，根据 Strategy Analytics 测算，轻混车（MHEV）、混动车/插电混动车（HEV/PHEV）、纯电动车（BEV）相比燃油车 71 美元的功率半导体用量分别增长 106%、398% 和 433%，至 146 美元、354 美元与 384 美元。最后是物联网行业，如果物联网实现大规模应用，一方面会通过新增的数据收集与数据传输环节产生更多的用电需求，自然带来了功率半导体的增长空间；另一方面，由于物联网设备高精密度和低功耗的需求，在实现同样功能的设备中，可能需要通过加装负载开关等功率半导体元件来实现每一用电终端的单独控制，从而节省设备功耗。

2021 年 9 月底，华为发布了《数字能源 2030》白皮书。他们在白皮书中首先指出，在当前环境下，控制温室气体排放，共同拯救人类家园，控制传统化石能源应用刻不容缓，构建以电能为中心，以电网为纽带，以电力电子设备为基础的能源系统是能源产业变革的方向。所以在电力的生产、传输分配、配电、消费等方面将带来新型功率半导体应用需求大幅提升。以碳化硅为代表的第三代功率芯片和器件，以其高压、高频、高温、高速的优良特性，能够大幅提升各类电力电子设备的能量密度，降低成本造价，增强可靠性和适用性，提高电能转换效率，降低损耗。光伏、风电等新能源发电、直流特高压输电、新能源汽车、轨道交通、工业电源、民用家电等领域具有极大的电能高效转换需求，而新型功率半导体在则适应了这一需求趋势，未来十年是第三代功率半导体的创新加速期，渗透率将全面提升。如碳化硅的瓶颈当前主要在于衬底成本高（是硅的 4-5 倍，预计未来 2025 年前年价格会逐渐降为硅持平），受新能源汽车、工业电源等应用的推动，碳化硅价格下降，性能和可靠性进一步提高。碳化硅产业链爆发的拐点临近，市场潜力将被充分挖掘。

据 Yole 预计，碳化硅器件应用空间将从 2020 年的 6 亿美金快速增长到 2030 年的 100 亿美金，呈现高速增长之势。我们预计在 2030 年光伏逆变器的碳化硅渗透率将从目前的 2% 增长到 70% 以上，在充电基础设施、电动汽车领域渗透率也超过的 80%，通信电源、服务器电源将全面推广应用。

根据 Omdia 的研究结果显示，尽管功率半导体在中国的销售额占据了全球销售额的 40% 左右，但全球排名前十的功率半导体企业中中国仅有一家企业入选——闻泰科技旗下的安世半导体，排第八名。

而根据 Yole Developpement 相关数据，2021 年国内功率半导体市场总体国产化率不到 50%。据此我们不难得出结论，功率半导体行业的进口替代空间十分广阔。



功率半导体是一个需求驱动型的行业，因此，功率半导体之所以存在实现“进口替代”的可能，本质上是由于国内功率半导体的下游客户市场主要为国产厂商，而面对国内的下流厂商，国内的半导体功率企业在和国外的企业竞争时往往具备成本与定制化的优势。由于国内下游厂商很大一部分也是依靠成本优势在与国际的同类厂商进行竞争，因此他们对上游功率半导体的价格敏感度也更高，因此当国内功率半导体厂商的产品性能能够满足下游厂商的需求时，尽管功率半导体行业因为较长的验证周期存在一定的替换成本，但国内的下流厂商往往会愿意进行尝试。因此我们认为当国内的功率半导体厂商在工艺技术达到国际同等水平，甚至是在略微不足国际同等水平，但可以依靠定制化生产进行一定的产品性能弥补时，便可以实现相应的“进口替代”。同时，与信息半导体行业相比，功率半导体由于产品迭代速度相对较慢，对制程、晶圆线和投资规模的要求相对较低，以及全球华人功率半导体人才较为丰富等原因，在短期内实现工艺技术的突破，实现国际一流的产品性能的可能性相对更高。

功率半导体行业有着三个独有的行业特性，分别为：①非尺寸依赖型工艺，专注于结构和改进以及材料迭代；②商业模式以 IDM 为主，利于技术积累和迭代；③细分需求多样化，依赖特色工艺平台的全面性和深度性。

功率半导体属于特色工艺产品，非尺寸依赖型，在制程方面不追求极致的线宽，不遵守摩尔定律。对于功率半导体而言，性能发展速度较慢，制程基本稳定在 90 nm-0.35 μm 之间，其发展关键点主要包括制造工艺、封装技术、基础材料的升级。发展关键点在于制造工艺。功率半导体制造工艺的具体难点在于沟槽工艺以及背面工艺（晶圆减薄、高剂量离子注入）等。以 IGBT 为例，自 20 世纪 80 年代被推出后，每一次的性能升级都离不开表面结构及背面工艺的进步。

因此，国内功率半导体行业具备较高的实现进口替代的可能性。从实际情况来看，包括士

兰微、比亚迪、中国中车在内的一系列中国企业均在功率半导体行业实现了对国外垄断领域的突破。但对于国内的功率半导体厂商而言，由于“进口替代”这一特殊市场空间的存在，尽管 IDM 从长远来看无疑是最优的选择，但我们认为短期内设计厂商可以利用晶圆代工厂的技术积累，通过聚焦于设计领域的研发，快速提升产品的性能与规模，在同等的资金投入下相较于 IDM 厂商更容易把握“进口替代”进程，取得快速发展。

半导体行业作为信息技术产业的基石，对于国家安全和经济发展具有举足轻重的意义，是国家高度重视的战略性产业。近年来，国家出台了多项产业和财税政策推动半导体产业发展，为功率半导体提供了良好的产业发展环境和可靠保障，从而为国产化铺平道路，降低我国对于半导体进口的依赖程度，国产替代将成为我国半导体市场长期的主旋律。



第四章 半导体行业的政策支持



4.1 国家层面对半导体行业的政策支持

中央政府对产业的支持

近年来，中国集成电路产业产值呈现了爆发性地成长，由中国政府大力主导推动整体产业发展，先后颁布了《国家集成电路产业发展推进纲要》、《集成电路产业“十三五”发展规划》等政策。各地方政府为培育增长新动能，积极抢抓集成电路新一轮发展机遇，促进地区集成电路产业实现跨越式发展，也不断出台相关政策支持集成电路产业的发展。

我国政府早已认识到发展集成电路的重要性，近年集成电路相关扶持政策密集颁布。例如在2014年工业和信息化部、发展改革委、科技部、财政部等多部门联合发布的《国家集成电路产业发展推进纲要》中，明确了我国集成电路的发展目标；在2015年发布的《中国制造2025》中提出中国芯片自给率要在2020年达到40%，2025年达到70%；在2018年政府工作报告中，更是明确提出2018年要推动集成电路产业的发展。

2016-2020年中国集成电路材料业重点任务

时间	地区	政策名称	主要内容
2006年	全国	《信息产业科技发展“十一五”规划和2020年中长期规划纲要》	将新型元器件技术列入未来5至15年发展的15个重点领域之一；新型元器件技术重点围绕功率半导体、片式电子元器件等技术，建立以新型元器件研发为核心的元器件研发中心和以元器件性能检测、质量与可靠性检测、分析为核心的元器件评测和服务中心，逐步形成新型元器件从研制、生产到检测、评价较为完整的技术体系。
2007年	全国	《关于组织实施新型电力电子器件产业化专项有关问题的通知》	以提高新型电力电子器件技术和工艺水平，促进产业发展，满足市场需求，以技术进步和产业升级推进节能降耗为目的，突破核心基础器件发展的关键技术，完善功率半导体产业链
2008年	全国	《电子基础材料和关键元器件“十一五”专项规划》	鼓励发展新型半导体分立器件，紧紧抓住传统产业改造和电力系统改造的机遇，进一步加大科技投入，重点发展功率半导体器件，包括纵向双扩散型场效应管VDMOS，绝缘栅双极型晶体管IGBT，静电感应晶体管系列SIT、BSIT、SITH，栅控晶闸管MCT，巨型双极晶体管GTR等。
2010年	全国	《关于组织实施2010年新型电力电子器件产业化专项的通知》	确立了电力半导体器件产业化专项重点，支持金属氧化物半导体场效应晶体管（MOSFET）、集成门极换流晶闸管（IGCT）、绝缘栅双极晶体管（IGBT）、超快恢复二极管（FRD）等量大面广的新型电力电子芯片和器件的产业化
2014年	全国	《国家集成电路产业发展推进纲要》	到2020年，集成电路产业与国际先进水平的差距逐步缩小，全行业销售收入年均增速超过20%，企业可持续发展能力大幅增强。移动智能终端、网络通信、云计算、物联网、大数据等重点领域集成电路设计技术达到国际领先水平，产业生态体系初步形成。16/14nm制造工艺实现规模量产，封装测试技术达到国际领先水平，关键装备和材料进入国际采购体系，基本建成技术先进、安全可靠的集成电路产业体系。到2030年，集成电路产业链主要环节达到国际先进水平，一批企业进入国际第一梯队，实现跨越发展。
2015年	全国	《关于进一步鼓励集成电路产业发展企业所得税政策的通知》	符合条件的集成电路封装、测试企业以及集成电路关键专用材料生产企业、集成电路专用设备生产企业，在2017年（含2017年）前实现获利的，自获利年度起，第一年至第二年免征企业所得税，并享受至期满为止；2017年前未实现获利的，自2017年起计算优惠期。

(余表见下页)

2015年	全国	《中国制造2025》通知	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。掌握高密度封装及三维(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	全国	《国家创新驱动发展战略纲要》	加大集成电路自主软硬件产品和网络安全技术攻关和推广力度，攻克集成电路装备的关键核心技术
2016年	全国	《“十三五”国家科技创新规划》	推广我国信息光电子器件技术和集成电路设计达到国际先进水平
2016年	全国	《装备制造业标准化和质量提升规划》	加快完善集成电路标准体系，推进高密度封装、三维微组装、处理器、高端存储器、网络安全、信息通信网络等领域集成电路重大创新技术标准制修订，开展集成电路设计平台、IP核等方面的标准研究
2016年	全国	《“十三五”国家信息化规划》	大力推进集成电路创新突破，加大面向新兴计算、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。
2017年	全国	《国家高新技术产业开发区“十三五”发展规划》	优化产业结构，推进集成电路及专用装备关键核心技术突破和应用
2017年	全国	《智能传感器产业三年行动指南(2017-2019)》	研发深硅刻蚀加工技术、圆片级键合技术、集成电路与传感器系统级封装技术、通信传输技术等共性技术
2018年	全国	《2018年政府工作报告》	推动集成电路、第五代移动通信、飞机发动机、新能源汽车、新材料等产业发展，实施重大短板装备专项工程，发展工业互联网平台，创建“中国制造2025”示范
2018年	全国	《关于集成电路生产企业有关企业所得税政策问题的通知》	2018年1月1日后投资新设的集成电路线宽小于130纳米，且经营期在10年以上的企业享受“两免三减半”；线宽小于65nm或投资额超过150亿元，且经营期在15年以上的享受“五免五减半”等。
2018年	全国	《2018工业通信业标准化工作要点》	加强集成电路军民通用标准的推广应用，开展军民通用标准研制模式和工作机制总结
2018年	全国	《进一步深化中国(福建)自由贸易试验区改革开放方案》	深化集成电路、光学仪器等先进制造业对台合作
2018年	全国	《扩大和升级信息消费三年行动计划(2018-2020)》	进一步落实鼓励软件和集成电路产业发展的若干政策，加大现有支持中小微企业税收政策落实力度
2019年	全国	多地政府工作报告提及发展集成电路产业可见集成电路产业将成为近期地方政府工作重点。	具体措施主要包括:加快重大项目落地与建设,集中力量实现现有项目突破,完善相关产业平台、产业基金等。地方政府扶持首先有利于重点集成电路项目开展,其次有利于各地方集成电路企业经营。
2019年	全国	《产业结构调整指导目录(2019年本)》	鼓励类产业中信息业包括了球栅阵列封装(BGA)、插针网格阵列封装(PGA)、芯片规模封装(CSP)、多芯片封装(MCM)、栅格阵列封装(LGA)、系统级封装(SIP)、倒装封装(FC)、晶圆级封装(WLP)、传感器封装(MEMS)等先进封装与测试。
2020年	全国	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的若干政策》	《若干政策》提出,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和软件领域企业。

大基金促进产业发展

根据《国家集成电路产业发展推进纲要》的指引，我国集成电路产业2020年要达到与国际先进水平的差距逐步缩小、企业可持续发展能力大幅增强的发展目标。到2030年，我国集成电路产业链主要环节达到国际先进水平，一批企业进入国际第一梯队，实现跨越发展。因此自2014年大基金设立开始到2019年为大基金的募集资金以及密集的投资期，随后几年将转向投后管理阶段，投资的项目将迎来获利回收，促进我国集成电路产业的发展。

截至2021年，大基金一期自2014年成立以来，累计决策投资55个项目，涉及40余家集成电路企业，累计出资1387亿元。按照大基金一期自身规划，2019年至2023年进入回收期，逐步减持所持企业股份。大基金二期是以设备、材料为投资重点，主要投资短板明显的半导体设备、材料领域，方向集中于完善半导体行业的重点产业链。据悉，在2021年3月份的国新办新闻发布会上，国家开发银行董事长赵欢表示，国家大基金一期投资已圆满完成，支持了集成电路领域重点企业快速发展，市场化运作非常成功，其还表示，募资超过2000亿元的国家大基金二期已全面进入投资阶段。

截至2021年国家集成电路产业投资基金一期、二期投资项目明细

图表16：国家集成电路产业投资基金（大基金）投资项目情况

投资金额		投资金额		投资金额		投资金额		
标的公司	细分领域 (亿元)	标的公司	细分领域 (亿元)	标的公司	细分领域 (亿元)	标的公司	细分领域 (亿元)	
大基金一期				大基金二期				
紫光集团	设计	100	芯原核	设计	-	沈阳拓荆	设备	1.65
中芯国际	制造	27/10.71	纳思达	设计	5	长电科技	封测	20.31/29
三安光电	制造	48.38/16	国科微	设计	4/1.5	华天科技	封测	5
士兰微	制造	6	北斗星通	设计	15	中芯长电	封测	10.83
长江存储	制造	-	中兴微	设计	24	通富微电	封测	18/9.69/6.4
中芯北方	制造	43	硅谷数模	设计	-	晶方半导体	封测	6.8
上海华力	制造	116	盛科网络	设计	1.9	太极实业	封测	9.49
耐威科技	制造	14	深圳国微	设计	-	鑫华半导体	材料	5
纳微纳晶	制造	6	兆易创新	设计	14.5	新昇半导体	材料	3.09
中芯北方	制造	60	汇顶科技	设计	28.3	安集微电子	材料	0.05
中芯南方	制造	60	景嘉微	设计	11.7	德邦科技	材料	0.22
华虹	制造	26	万盛股份	设计	-	雅克科技	材料	5.5
华虹无锡	制造	33.94	国芯科技	设计	-	世纪金光	材料	0.3
中芯宁波	制造	5	华大九天	设计	-	中微半导体	设备	4.8
燕东微	制造	10	瑞芯微	设计	-	长川科技	设备	0.4
								15 (美元)
								12.25 (美元)
								0.07
								4.76
								0.3
								4.61
								1.89
								9.5

资料来源：公司公告、天风证券、爱集微、芯云网、芯云网、芯云网

4.2 地方政府层面对半导体行业的政策支持

自2014年以来，中国政府大力主导推动整体产业发展，先后颁布了《国家集成电路产业发展推进纲要》、《集成电路产业“十三五”发展规划》等政策。各地方政府为培育增长新动能，积极抢抓集成电路新一轮发展机遇，促进地区集成电路产业实现跨越式发展，也不断出台相关政策支持集成电路产业的发展。

部分地方级集成电路政策汇总分析（截至2022年）

时间	地区	政策名称	主要内容
2014-02-01	北京	《北京市进一步促进软件产业和集成电路产业发展的若干政策》	促进北京市集成电路产业的新发展，在产业用地和公共租赁住房等方面提供支持，另外还提供研发支持、给予代建厂房或贴息支持
2017-04-01	上海	《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》	对符合条件的项目，由市、区两级财政根据相关规定，给予一定支持；设立产业基金；给予企业核心团队分级奖励；给予企业研发资助
2017-11-01	上海	《上海市集成电路设计企业工程产品首轮派片专项支持办法》	给予符合条件的企业安排专项资金扶持，专项支持资金采用后补贴方式安排使用
2017-12-01	北京	《北京市加快科技创新发展集成电路产业的指导意见》	到2020年，建成具有国际影响力的集成电路产业技术创新基地
2017-12-01	无锡	《无锡市加快集成电路产业发展的政策意见》	力争在“十三五”期间，全市集成电路产业产值突破1000亿元，其中，设计业120亿元、制造业250亿、封测业350亿、配套支撑300亿元
2018-02-01	无锡	《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）》	包括鼓励做大做强、支持技术研发、加强人才支撑、完善产业生态等4个方面15条政策
2018-02-01	安徽	《安徽省半导体产业发展规划（2018-2021）》	到2021年，安徽省半导体产业规模力争达到1000亿元，半导体产业链相关企业达到300家，芯片设计、制造、封装和测试、装备和材料龙头企业各2-3家
2018-04-01	厦门	《厦门市加快发展集成电路产业实施细则》	涵盖了厦门市发展集成电路的投融资政策、支持领域、人才补助和科研扶持等各类标准，并将设立规模不低于500亿元的厦门市集成电路产业投资基金，通过母基金引导社会资本、产业资本和金融资本等跟进
2018-04-01	合肥	《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》	合肥市将设立集成电路产业和投资基金和软件产业发展基金，集中支持重点企业发展和重大项目建设，进一步加快推进软件产业和集成电路产业发展，把合肥建设成为国内外具有重要影响力的软件和集成电路产业集聚区和创新高地
2018-08-01	重庆	《重庆市加快集成电路产业发展若干政策》	包括平台支持、研发支持、投资支持、企业培育、人才支持、服务保障
2020年	广东	《广东省人民政府办公厅关于印发广东省加快半导体及集成电路产业发展若干意见的通知》	大力发展晶圆级封装，系统级封装，凸块，倒装，硅通孔、面板级扇出型封装，三维封装、真空封装等先进封装技术。加快 IGBT 模块等功率器件封装技术的研发和产业化。大力引进先进封装测试生产线和技术研发中心，支持现有封测企业开展兼并重组，紧贴市场需求加快封装测试工艺技术水平提升和产能提升。

（余表见下页）

2020-07-01	成都	《成都市支持集成电路产业高质量发展的若干政策》	支持从事集成电路设计，以及从事模组、系统、终端、整机研发、生产的企业。对设计、制造、封测、上台阶、高端人才等多个方面进行资金补助
2021-01-01	成都	《首批揭榜挂帅型研发机构（新型研发机构）》	成都高新区启动揭榜挂帅型研发机构“岷山行动”计划，5年投入300亿元建设50个揭榜挂帅型研发机构（新型研发机构），支持国内外顶尖科技创新团队/科研机构（仅限个别项目）聚焦成都高新区电子信息、生物医药、新经济等主导产业，解决产业链细分领域卡脖子问题。
2022-05-01	长沙	《关于促进长沙高新区功率半导体及集成电路发展的若干政策》	长沙高新区将以总额高达5000万元的扶持资金和16条惠企政策，提振企业发展信心，助力高新区功率芯片及集成电路优势产业集聚发展，打造功率芯片产业集群

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中，则为集成电路产业划定了“十四五”发展规划——集成电路被列为科技攻关的7大前沿领域之一。同时，这份规划纲要中也聚焦了更为明确的发展方向：集成电路设计工具、重点装备和高纯靶材等关键材料研发，集成电路先进工艺和绝缘栅双极型晶体管（IGBT）、微机电系统（MEMS）等特色工艺突破，先进存储技术升级，碳化硅、氮化镓等宽禁带半导体发展。

地区	2019-2022年相关布局
安徽省	加快发展人工智能产业和数字经济。建设超级计算中心，扩大4G网络覆盖面，加快5G商用步伐。打牢资源型数字经济基础，推动大数据产业集聚发展，支持云计算大数据生产应用中心、大数据存储基地建设
湖北省	确保华星光电T4、京东方10.5代线等一批重大项目如期建成。集中力量推进武汉新芯二期、天马柔性屏等重大产业项目
陕西省	要发展壮大新一代信息技术产业集群，抓好三星二期、华天集成电路封装测试、奕斯伟硅材料等重大项目建设
四川省	加快推进紫光成都集成电路、中国电子8.6代液晶面板生产线、眉山信利高端显示等项目建设
广东省	扎实抓好富士康广州10.5代线、广州乐金OLED、深圳华星光电11代线等项目建设，支持珠海集成电路全产业链项目，东莞紫光芯云产业城、佛山“机器人谷”等建设
北京市	不断壮大高精尖产业。加快5G、工业互联网等新型基础设施建设，继续大力拓展各类创新技术的应用场景建设。推动新能源汽车、超高清显示设备、集成电路生产线、第三代半导体、“无人机小镇”等重大项目落地
上海市	巩固提升实体经济能级。加快落实集成电路、人工智能、生物医药等产业政策，深入实施智能网联汽车等一批产业创新工程，推动中芯国际、和辉二期等重大产业项目加快量产，实现集成电路14纳米生产工艺量产，推进昊海生物、ABB机器人、盛美半导体等项目开工建设
天津市	大力实施项目带动战略，发挥滨海新区及开发区、保税区、高新区等功能区项目建设主战场作用，加快中环高端半导体产业园、中芯国际扩建等重大项目建设
重庆市	2019年重庆市要着力构建“芯屏器核网”全产业链。“芯”，就是要完善集成电路设计、制造、封装测试、材料等中上下游全链条，培育高端功率半导体芯片和存储芯片等项目，抓好联合微电子中心、英特尔FPGA中国创新中心等项目

（余表见下页）

珠海市	紧抓集成电路设计换机，集中力量引进集成电路全产业链项目，建设集成电路设计、材料装备、终端应用等项目加快落地
晋江市	晚上产业平台，加快集成电路“三园一区”、石墨烯产业链招商，推动集成电路设计、材料装备、终端应用等项目加快落地
长沙市	报告中特别提到，抓好8英寸集成电路装备验证工艺线、国内集团中央电子工厂、群显科技显示屏等项目，建成投产华智生物、格力智能装备、豪恩声学等项目
无锡市	加快推进国家物联网创新中心、国家高性能计算技术创新中心、国家集成电路特色工艺及封测创新中心等重大平台建设
徐州市	集成电路与ICT产业大力推进半导体材料、装备、封装、测试及庄勇芯片制造项目集聚，发展第三代氮化镓材料、器件产业，打造自主可控、特色鲜明的集成电路产业高地
青岛市	加快中电科电子信息装备产业园、中科曙光全球研发总部基地，浪潮大数据产业园、青岛（芯园）半导体产业基地、青岛芯谷等园区的建设

5

第五章 成都市发展功率半导体的必然性与必要性

5.1 人才储备

高校、高研院所众多, 产业人才资源丰富

成都高校云集, 人才储备丰富。拥有高等院校 56 所, 其中, 2 所“985”、3 所“211”, 每年有在校生 72 万、毕业生 28 万。国家级科研机构 30 余家, 各类人才近 500 万, 列全国各城市第四, 人才可获得性中西部第一。

成都拥有电子科技大学、成都信息工程学院等一批全国一流的电子类高等院校以及四川大学、西南交通大学等在微电子和半导体学科位居全国前列的全国重点高校, 同时在微电子和半导体领域还分布有西南电子技术研究所(十所)、西南电子设备研究所(二十九所)以及西南通信研究所(三十所)等多个专业技术研究所为集成电路产业发展提供技术支撑以众多专业研究机构及国家重点实验室。成都的各类高校和研究机构的学科和教育研究方向覆盖了半导体各领域、各环节, 已形成了从本科到硕士研究生、博士研究生等多层次、多类型的人才培养格局, 且人才资源十分富集。尤其是电子科技大学在微电子及集成电路专业方面处于国内领先水平。由功率半导体学界知名教授, IEEE 功率半导体器件与集成电路技术委员会委员张波教授领衔的电子科技大学集成电路研究中心功率集成技术实验室拥有 200 多名硕士和博士生, 是中国最大、最成功的学术半导体实验室。

良好的就业环境吸引了大量人才来成都发展和定居

从人口发展规划的角度来看, 成都这几年一直保持着较高的人口净流入量, 人口总量也即将进入了超大城市行列。目前, 成都吸引的青年人才落户已超过 20 万人。并在近几年海归吸引力上升最快城市排名中位列全国前列。

5.2 产业结构升级

发展半导体产业是成都市转型发展的现实要求

目前, 成都市在经济发展中, 正面临资源约束趋紧、环境容量受限的双重压力, 发展先进制造业、构建现代产业体系是成都转型升级的方向选择。立足资源禀赋、人才储备、产业基础和比较优势, 功率半导体产业将成为成都市现代产业体系重要组成部分, 同时, 功率半导体产业也将成为成都核心竞争力和产业标签。

“中国制造 2025”试点示范城市建设, 加速成都产业结构升级和功率半导体产业发展

成都被确定为“中国制造2025”试点示范城市，目前，成都市围绕“量质并举”，分层推进产业梯次发展，加快传统产业绿色改造升级，优化产业结构调整，培育先进制造业新优势新动能，努力推动工业经济高质量发展。功率半导体是绿色经济的“核芯”，及新产业和新业态不可或缺的关键器件。同时，通过发展功率半导体，可使成都实现“中国制造2025”的目标，找到未来经济发展的支柱。成都的“中国制造2025”试点示范城市建设规划将大力发展五大支柱产业，其中，电子信息产业位居计划首位；同时，计划将电子信息产业发展为全市第一个万亿级产业集群。

发展功率半导体符合成都市“5+1”现代产业体系建设要求

成都市的“5+1”现代产业体系建设构想中，电子信息产业+数字经济位居成都市五大产业体系的首位。在成都确定的16个重点产业培育方案中，集成电路与新型显示、新一代网络技术、大数据、新能源与智能汽车、清洁能源等位列其中，其中集成电路与新型显示在产业优先中位居第一。电子信息产业成为成都未来的倚重。

5.3 功率半导体产业链初具规模

成都市及周边地区（如乐山、遂宁等）功率半导体产业链上企业已初具规模。据统计，设计企业共有100余家，8家封测企业，以及涵盖材料、销售、模块封装等各个产业链环节。2019年成都矽能科技在成都高新区成立，2021年成都复锦功率半导体技术发展有限公司成立。成都半导体产业的“集群效应”开始显现。

成都及周边功率半导体产业部分清单

公司机构	公司简介
成都矽能科技有限公司	国内首家专注服务于功率半导体初创企业
成都复锦功率半导体技术发展有限公司	功率半导体研究院
设计	产品方向
成都矽力杰半导体技术有限公司	电源管理芯片
星芯微电子科技有限公司（成都）	智能功率IC
成都集芯微电子有限公司	高性能电源
成都启达科技有限公司	模拟及混合信号IC
成都锦瑞芯科技有限公司	LED照明驱动IC、电源管理IC、AMOLED驱动
成都蕊源半导体科技有限公司	电源管理IC、多种模拟功率类IC产品
成都方舟微电子有限公司	D-Mosfet
成都森未科技有限公司	IGBT/Mosfet
四川和芯微电子股份有限公司	高速高精度数模混合信号集成电路IP
成都振芯科技股份有限公司	北斗卫星导航应用关键元器件

（余表见下页）

华大半导体(成都)有限公司	MCU
成都芯进电子有限公司	磁传感器、LED、电机控制器等
成都华微电子科技有限公司	数模混合信号设计、模拟电路设计等
成都锐成芯微科技股份有限公司	超低功耗模拟IP
成都市易冲半导体有限公司	模拟与数模混合芯片、无线充电、接口芯片
成都芯满科技有限公司	版图设计服务及培训
成都晶砂科技有限公司	OLED驱动IC的设计
四川虹微技术有限公司	家电相关领域的IC设计
晶艺半导体有限公司	高端功率和数模混合IC、BCD
成都奥卡思微电科技有限公司	EDA
成都拓尔微电子有限责任公司	电池管理芯片、驱动芯片、电源芯片
成都市陆芯尚科微电子有限公司	版图设计服务
凹凸电子(成都)有限公司	背光电源等
杰夫微电子(四川)有限公司	电源管理芯片
成都焱之阳科技有限公司	汽车辅助驾驶芯片
成都探芯科技有限公司	竞争力分析EDA软件开发
成都灼芯科技有限公司	IC设计
四川海力特电源科技有限公司(绵阳)	专业特种电源
泸州市粤创印峰科技有限公司	驱动IC设计
成都氮矽科技有限公司(矽能科技孵化)	氮化镓器件应用
成都蓉矽半导体有限公司(矽能科技孵化)	碳化硅器件应用
成都矽捷半导体有限公司(矽能科技孵化)	电源控制器
成都倍导科技有限公司(矽能科技孵化)	IGBT
成都稳海半导体有限公司(矽能科技孵化)	功率开关、DC/DC、AC/DC等
成都源矽科技有限公司(矽能科技孵化)	版图工程师培训
制造	
成都海威华芯科技有限公司	6" GaAs/GaN MMIC代工
乐山市菲尼克斯半导体有限公司(IDM)	功率半导体及模拟IC
四川广义微电子股份有限公司(遂宁, IDM)	6" 功率半导体
四川立泰电子有限公司(遂宁, IDM)	功率半导体
成都士兰半导体制造有限公司	5", 6", 8", 12"可年产硅外延片70万片
成都中科晶芯集成电路制造有限责任公司	8英寸芯片60万片
封测	
成都先进功率半导体股份有限公司	功率半导体封测
宇芯(成都)集成电路封装测试有限公司	集成电路封装测试
硅科锐达信息技术成都有限公司	芯片参数自动化测试系统
成都集佳科技有限公司	功率器件TO/IPM封装, 功率器件/模块测试
四川芯测电子技术有限公司	集成电路测试设备
成都摩尔环宇测试技术有限公司	检验测试平台

(余表见下页)

成都储翰科技股份有限公司	芯片封装
成都奕斯伟系统技术有限公司	板级封装
乐山无线电股份有限公司	封测
泸州龙芯微科技有限公司	封测
材料	
峨眉半导体材料研究所（乐山）	半导体材料（镓、磷、单晶硅等）和机械设备
峨眉山半导体材料有限公司（乐山）	单晶硅、高纯半导体材料
四川经略长丰半导体有限公司	硅片
成都科化半导体（薄膜）材料公司	半导体硅材料、高纯金属及合金系列产品
四川广瑞半导体有限公司（遂宁）	6" / 8" 外延片
乐山-菲尼克斯半导体有限公司（乐山）	半导体材料
成都特纳半导体有限公司	半导体元器件材料
四川鑫龙碲业科技开发有限责任公司	半导体功能材料、超高纯金属
成都时代立夫科技有限公司	CMP抛光材料
昊华化工科技集团股份有限公司	电子特气
成都科美特种气体有限公司	电子特气
四川梅塞尔气体产品有限公司	电子特气
华融化学股份有限公司	湿电子化学品
成都市蜀园新材料有限公司	半导体材料
成都天同通讯设备有限责任公司	半导体材料
成都伟光半导体有限公司	半导体材料
德阳凯峰半导体材料研究所（德阳）	半导体材料
雅安国镓芯科半导体科技有限公司	GaN
海威华芯科技	GaAs、GaN
成都国芯天成半导体有限公司	SiC
销售	
深圳市信安半导体有限公司（巴中）	MOSFET销售
四川立泰电子有限公司（遂宁）	MOSFET、IGBT销售
成都固泰电子有限责任公司（内江）	半导体功率器件销售
上海映伦电子有限公司成都办事处	半导体功率器件销售

5.4 关联应用产业基础雄厚

成都市智能终端产业规模优势显著。2021 年成都智能终端产业实现产值 4274 亿元，同比增长 17%，占电子信息制造业比重达 72%，占全国总产量约 9.3%，排名全国前列，中西部第一。成都市新能源汽车产业集群效益明显，2021 年成都市新能源汽车产量 5.8 万辆，同比增长 112%。龙泉汽车城拥有一汽-大众、四川一汽丰田、沃尔沃等整车企业 15 户，聚集了美国江森、德国博世、加拿大麦格纳、法国彼欧等汽车关键零部件企业 1000 余户，覆盖 220 种汽车零部件大类中 107 类的零部件制造体系。

5.5 优质的地理、人文条件

成都位于中国西南，地处成都平原腹心地带，总面积 1.239 万平方公里，是四川省政治、经济、文化的核心，具有三千多年的历史，成都年平均气温 16℃，年降雨量 1000mm 左右。成都气候环境好，宜居，人口稠密，土壤肥沃，物产丰富、自然灾害少、生态环境保持良好，发展具有可持续性，成都是国家历史文化名城、中国最佳旅游城市和南方丝绸之路的起点、“十大古都”之一。成都中国西南地区的科技、商贸、金融中心和交通枢纽，国家重要的高新技术产业基地、商贸物流中心和综合交通枢纽、西部地区重要的中心城市。



成都夜景 / 图源网络

成都地处欧亚航路中点，是我国第四大航空枢纽，目前成都双流国际机场已开通国际（地区）航线 84 条，其中国际（地区）定期直飞航线 40 条，旅客和货邮吞吐量均居中西部城市之首。成都目前正在加快建设国家高铁枢纽城市和西部高速公路枢纽，形成了畅接全省、辐射中西部、通达全国“三环十三射”高速公路网络。成都市区内拥有四通八达的现代化、立体交通网络，轨道交通运营里程达到 114 公里。

成都具有和谐包容的文化气度、开拓创新的文化精神、崇文重教的文化传统、张弛有道的文化心理等四大文化特质。

成都优越的自然环境和人文环境对高端人才具有吸引力，是创新精神得以保持和发扬的优势。独特的文化基因是成都发展新经济的土壤，成都人“创新创造、开放包容”基因和生活文化特质是成都发展面向未来的新经济的先天优势。

5.6 宽松的创业环境

成都具有舒适宜人的自然环境、底蕴深厚的历史文化、兼容并蓄的人文气质、高性价比的生活成本、丰富的医疗教育资源，使每一位工作者的生活都更具幸福感。同时，自由宽松、和谐包容的氛围，适合各类人才创业。

成都健全完善的人才政策支撑体系，为各类人才来蓉发展提供了有力支撑，从高端人才资助、青年人才扶持、技术技能人才奖励，形成了多层次全覆盖的政策体系。成都市实施了鼓励和支持创新创业“蓉漂”计划，“蓉漂”计划的内容包括对人才宽松的落户政策、就业创业激励、优惠的住房政策和现金补助等。提出将从鼓励科技人员创新创业、鼓励企业自主创新、完善科技创新服务体系等方面予以支持。

为了打破束缚高校院所科技成果转移转化的制度藩篱，激发科技人员创新创业的热情，高新区针对高层次人才，出台了相应的优惠政策：通过给予房租补贴、物管费补贴、项目启动支持、人才奖励、运营扶持、融资奖励等，扶持大学生创业项目、中小型科技创新企业或科研机构、创投金融机构等在这里的创业。政府服务优质高效，为入驻园区的企业提供便捷、优质的一站式服务和创造公平、公开、廉洁、高效的投资软环境。成都对大学生创业也有额外的补贴，如简化企业注册登记信息、优先贷款支持，以及税率优惠等。依托“岷山行动”计划，成都高新区贯彻落实国家加快实现科技自立自强要求，探索“揭榜挂帅”机制，构建参与主体多元、内部分工合理、相互协同支撑的新型研发机构体系，力争在局部形成国家级“卡脖子”技术揭榜能力。目前首批揭榜项目已聚集产业专家、技术专家等各类人才 189 人，政府 + 市场“双轮驱动”协同创新作用正在逐步显现。成都对大学生创业也有额外的补贴，如简化企业注册登记信息、优先贷款支持，以及税率优惠等。

成都实景 / 图源网络



成都市集成电路政策汇总分析

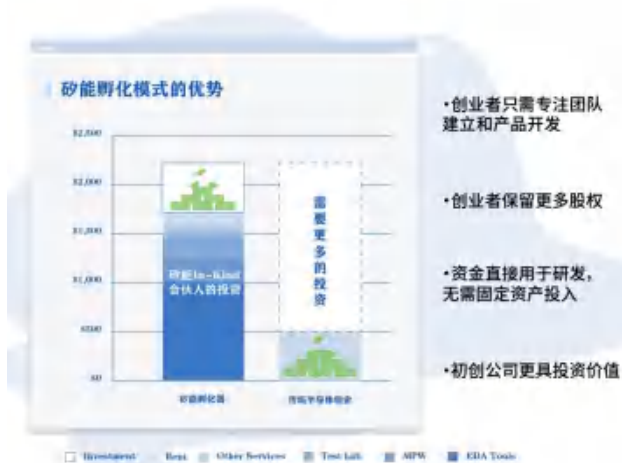
时间	政策名称	内容解读
2022. 05	《成都高新技术产业卡发区关于支持集成电路设计产业发展的若干政策（修订）》	进一步增强成都高新区集成电路产业的核心竞争力，推动集成电路产业转型升级，实现产业高质量发展，对企业给予全链条支持，有效降低研发制造成本
2021. 07	《关于推进知识产权赋能产业高质量发展的实施意见》	促进企业集成电路布图设计等知识产权的综合运用；进一步推动集成电路布图设计等各类型知识产权保护职能的深度融合
2020. 07	《成都市支持集成电路产业高质量发展的若干政策》	加快培育成都市集成电路产业生态圈、创新生态链，推动我市集成电路产业转型升级，提升电子信息产业核心竞争力，实现高质量发展
2018. 05	《关于促进电子信息产业高质量发展的实施意见》	打造中国“芯”高地。重点提升集成电路设计能力，积极打造化合物半导体产业链，建设全国重要的芯片生产基地，打造集成电路产业链配套齐全、产业实力突出的中国“芯”高地
2018. 11	《支持集成电路设计业加快发展的若干政策》	加大集成电路设计领军企业的引进力度；支持本地集成电路设计业做强做大，对首次完成全掩膜（FullMask）工程产品流片的企业，给予最高 10%、年度总额不超过 500 万元的补贴；鼓励本市集成电路设计龙头骨干企业进行产业链垂直整合
2017. 07	《成都高新区关于支持电子信息产业发展的若干政策》	重点引进 12 英寸及以上集成电路芯片生产线、先进封装测试生产线、集成电路重大装备项目；支持国内外知名度和重点科研院所在成都高新区设立研发机构，开展软件和互联网、新型显示技术、5G 通信、集成电路设计等前沿、关键技术研发
2013. 05	《成都高新区促进企业发展壮大的优惠政策—知识产权专项资金实施细则》	鼓励高新区企事业单位加强知识产权创造、对集成电路布图设计登记资助每件 1500 元



第六章 矽能科技和功率半导体研究院简介

6.1 成都矽能科技有限公司

高新区成立，以硅谷著名半导体产业孵化平台 Silicon Catalyst 为产业模式支撑，依托电子科技大学功率集成技术实验室为技术背景。矽能科技创始人 Jesse Parker（白杰先）为高新区首批招商大使，拥有超过 20 年的产业投资经验。矽能科技为孵化企业提供价值高达数百万的全方位配套服务，包括但不限于：正版 EDA 软件、流片渠道、财税服务、行政、法律等服务，用服务置换股权的模式引入企业 30 余家。目前该项目已顺利运营两年时间，正在孵化的功率模拟半导体产业相关企业 30 余家，集成电路行业相关率 100%；现已达到国家公认毕业标准的孵化企业 2 家，均为第三代功率半导体集成电路设计企业。



相对于传统的创业模式，创业团队无需筹措种子投资及购买软件、设备、租赁场地等，直接入驻孵化器就能享受到合伙供应商提供的软件及硬件服务，以及政府提供的创业补贴。在产品开发的过程中也能利用孵化器的设计和流片服务，大大加速研发进度，可缩短 7 至 12 个月的开发周期。在矽能科技孵化器，入驻企业无需固定资产投资，创业成本大幅降低，只需专注于团队建立和产品开发，资金直接用于研发，创业者得以保留更多的股权，初创公司也更具投资价值。

2018 年，矽能科技创始人白杰先先生在电子科技大学功率集成技术实验室张波教授建议与支持下，在成都市高新区成立了矽能科技。2019 年，矽能科技与高新区达成合作，借助矽能科技孵化载体平台，运营功率半导体研发及孵化中心。矽能科技孵化器采取服务换股权模式，吸引优质模拟芯片和模组设计团队入驻，为入驻的孵化企业提供包含办公空间、EDA 工具、MPW 流片、技术咨询、法律咨询、财务服务、供应商服务等免费服务，有效降低半导体初创企业成本，孵化培育成都领先的功率半导体产业集群。

2019 年，矽能科技团队在完成当年项目招引任务的同时，探索投资咨询的新模式。其中引进 Silvaco 落地成都高新区建立分支机构，引进以色列 ADT 公司晶圆切割设备生产线落地河南省，引进加拿大 EDA 软件项目落地山东省。

2020 年，矽能科技团队在受疫情严重影响工作进展，5 月前几乎无法开展线下工作的前提下，依然按质保量完成了产业招商引资的任务。同时在本年度，矽能尝试拓展产业人才培养的新模式。2020 年后半年，矽能科技开设了创业企业家管理培训班，并联合合作伙伴成立了源矽科技等企业探索基层技术人才培养的模式和方法。同时，矽能科技接连被授予高新区首批官方认定招商机构、高新区公共技术服务平台，并入选 2020 年全国双创活动周优秀主题展示项目和四川省创新创业大赛成都区域优秀项目。

2021 年初，矽能科技联合成都市电子信息行业协会发布《成都市功率半导体器件产业发展白皮书》。并且氮矽科技从矽能孵化器成功毕业。6 月份矽能科技携手张帅博士、张波教授共同成立“成都岷山功率半导体技术研究院”。截至 2021 年 12 月，矽能科技成功举办“芯沙龙”线下活动 12 期，在“哔哩哔哩”视频网站开展线活动 3 期，陆续接待约 500 人参与活动。成功吸引 30 多家半导体企业落户，并帮助孵化企业成功引入天使投资资金人民币 4000 多万元。

6.2 成都复锦功率半导体技术发展有限公司



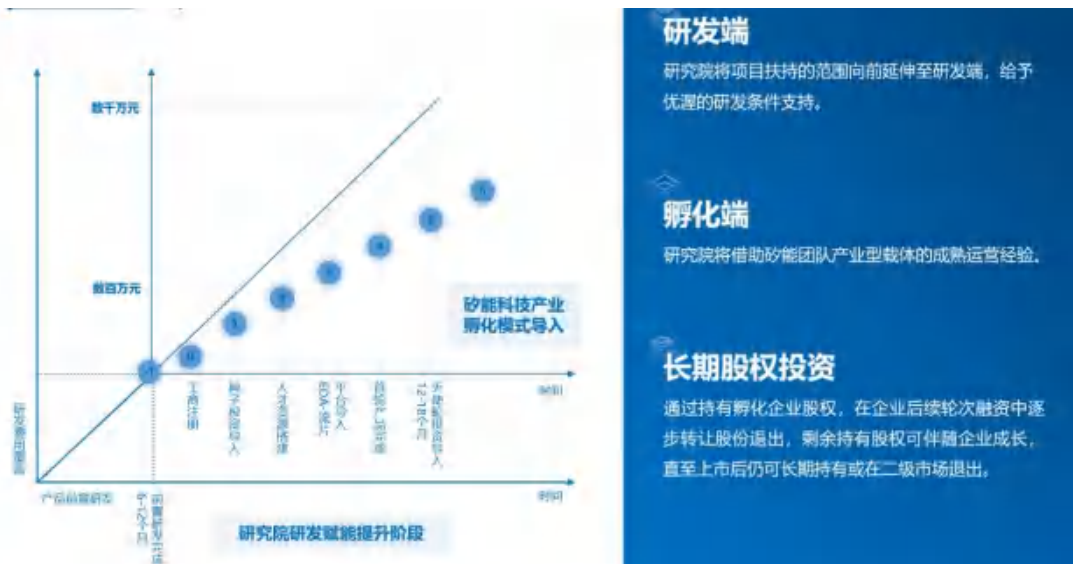
成都高新区于2021年1月21日发布揭榜挂帅型研发机构“岷山行动”计划首批需求榜单，以补贴及投资的方式支持多个“硬科技”赛道优质团队，包括集成电路、生物医药、碳中和等方向。

2021年6月15日，高新区宣布揭榜首批6个“揭榜挂帅”项目，共支持4.5亿元，功率半导体新型研发机构（以下简称“研究院”）作为首批项目中支持力度最大的项目，获得近1亿元补贴及投资，由前台积电高管张帅博士领衔的技术专家团队、前软银资本高管白杰先先生领衔的运营团队及张波教授领衔的电子科技大学功率集成实验室科研团队共同承接，后成立运作主体成都复锦功率半导体技术发展有限公司。



成都复锦功率半导体技术发展有限公司创始人团队

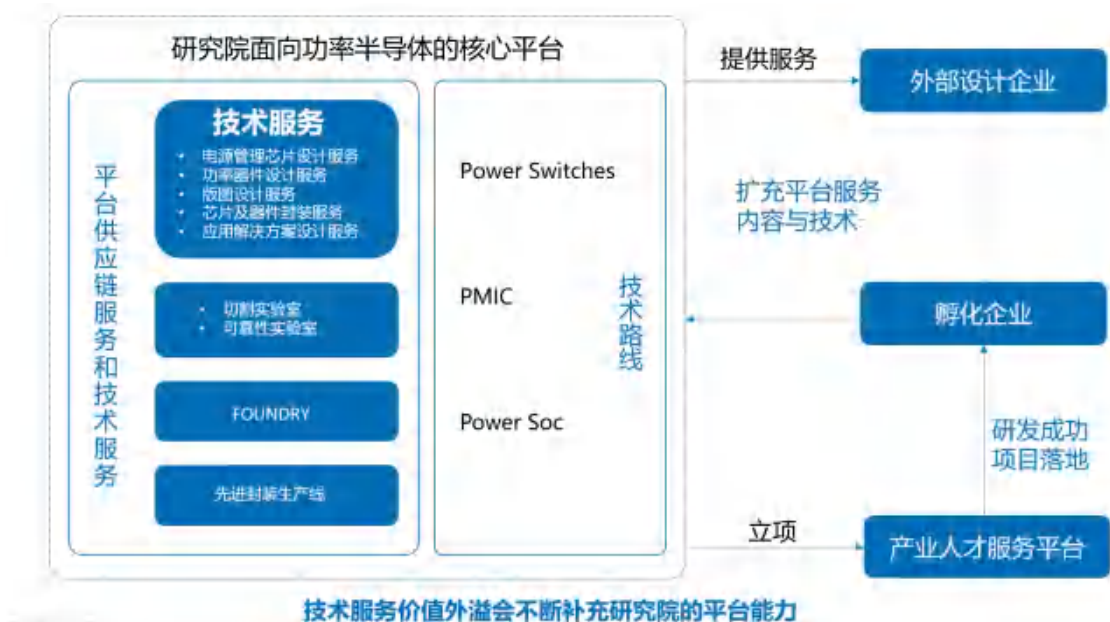
研究院将在成都市高新区的支持下,依托成都市以及四川省在功率半导体领域的科研优势,以研发为基础以专家团队和经验丰富的工程师团队为核心以商业化为目的打造一个覆盖车规级、工业级和消费级功率半导体的新型产业化研发机构,重点关注功率器件、模块及功率 IC 的设计、制造、封测以及应用,包括目前主流的硅基功率半导体和下一代宽禁带功率半导体,成功孵化出 15 家左右具有市场竞争力及核心技术研发能力的公司,并重点支持形成年销售超过一亿美金的极具核心竞争力和发展潜力的 1-2 家独角兽型功率半导体 IDM 企业,同时将搭建 IP、EDA、制造工艺开发、材料、测试、人才培养等面向市场的公共技术平台,带动成都市功率半导体产业链发展。



研究院将整合国内外功率半导体供应链资源,发展新技术、开发新产品、提出新解决方案、孵化新公司,以满足市场对于硅基和化合物功率半导体的爆炸式需求。研究院希望在三年内成为全国领先的功率半导体研发孵化平台,聚集一批优秀的产业化专家,推动一批国内“卡脖子”或国际领先优秀产业化研发项目在研究院落地发展;六年内成功孵化一批国内领先的功率半导体产业企业,使他们具有优秀的市场竞争力;十年内在成都区域形成功率半导体产业聚集效应,将研究院打造为功率半导体产业成果转化的国际高地。



目前研究院在工艺、功率器件设计、模拟 IC 设计、版图设计、封装设计、测试、系统研发岗位均配置了具有 10 年以上知名半导体企业相关工作经历的研发人员。截至 2022Q3，研发人员已超过 30 人，预计到 2023Q3 研发人员将达到 100 人的规模。研究院聚焦的产业方向既有目前主流的硅基功率半导体分立器件和功率集成技术，又有下一代宽禁带功率半导体器件，包括 SiC 功率半导体器件和硅基 GaN 电力电子器件。



研究院同时成立了两个工程服务平台，PSTI-ADT 切割联合实验室（成都创芯复锦科技有限公司）和可靠性测试及失效分析实验室。

PSTI-ADT 切割联合实验室（成都创芯复锦科技有限公司）由成都岷山功率半导体技术研究院和先进微电子装备（郑州）有限公司（ADT）共同组建，在成都高新西区搭建了一个切割服务为主的实验室平台，为西南地区的广大半导体设计公司以及高校服务，旨在打造一个西南地区覆盖多种材料、工艺、数量需求的全方位切割平台。为广大半导体企业提供及时的、可靠的、专业的切割服务。切割实验室具备 100k 的洁净环境，实验室配备有贴膜机，ADT 精密切割机，清洗机，UV 解胶机，扩膜机等。并与 ADT 以色列先进切割技术公司合作，获得品牌授权向公司及公司的客户提供相应切割技术、工艺流程、售后服务以及人员培训等技术支持。

可靠性测试及失效分析实验室由成都岷山功率半导体技术研究院组建；其位于成都高新西区，占地约 1600m²，预计总投资 4500 万元，总共分三期建设，目前一期项目已建设完成。该实验室主要对 Si 基、SiC 基、GaN 基功率半导体分立器件、功率 IC 等产品进行性能测试、可靠性测试、失效分析服务。可靠性测试主要依据 AEC、JEDEC、MIL 等国际标准进行参考设计，也可根据客户需求对试验方案进行定制化设计服务。除此以外，实验室还可为客户提供一套完整的失效分析解决方案，也可进行定制化的失效分析服务，最终协助客户准确的找出产品失效点位。实验室采

用国内外先进的精密仪器设备, 致力于功率半导体、电子元器件、材料等领域的技术检测分析。


研究院已完成长远规划, 预计 2021-2024 年, 聚集有经验的工程师团队, 将核心专家技术立项, 推动一批国内“卡脖子”或国际领先的优秀产业化研发项目落地发展, 服务中小型设计企业需求, 完成可靠性测试实验室及晶圆切割实验室建设, 营收形成初步规模; 2024-2026 年, 通过技术持续溢出帮助孵化企业及生态圈内中小型设计企业, 加速完善全产业链布局, 开始投建晶圆代工厂; 2026-2030 年将在成都区域形成功率半导体产业聚集效应孵化出 3-5 家上市或准上市规模企业, 同时研究院寻求上市。




关注我们了解更多



扫码加入行业交流群

 成都高新区和乐二街 171 号 B5 栋 15 楼

 028-61864886

 contact@cdpsti.com

 www.cdpsti.com