

半导体产业研究报告

规划研究部 市场研究处

半导体产业是现代信息社会的基石，人们日常生活中所有的信息处理基本都离不开半导体产品的支持。我国目前正在加快制造强国建设，半导体产业迎来高速发展阶段，对整个行业发展进行梳理并挖掘潜在投资价值意义重大。本报告分为四个部分：一是对半导体产业的基本情况介绍；二是对全球产业发展历史进行简要回溯，总结出相关发展经验和教训；三是梳理中国目前的产业发展现状和未来展望；四是从机构投资者的角度提出投资建议。

一、产业基本情况介绍

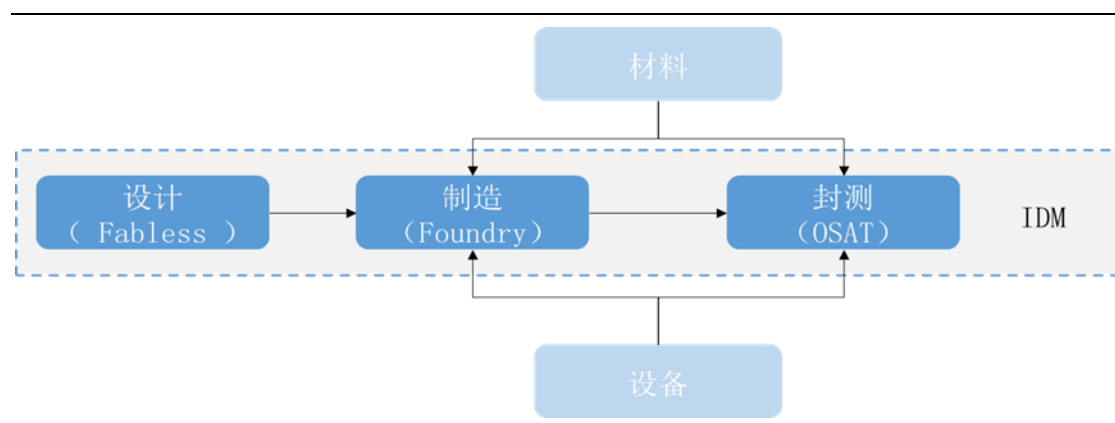
（一）产业简介

从终端产品来看，半导体产品类型繁多，大致可分为集成电路、分立器件、光电器件、传感器。根据全球半导体贸易统计组织（WSTS）的统计，2017年世界半导体市场规模超过四千亿美元，其中集成电路产品市场销售占比超过80%。集成电路一般被称为芯片，是指将一定数量的元器件及其连线，通过半导体工艺集成在一起的具有特定功能的电路，又可细分为逻辑电路、存储器、微处理器、模拟电路。其中占

比较高的是逻辑电路和存储器。

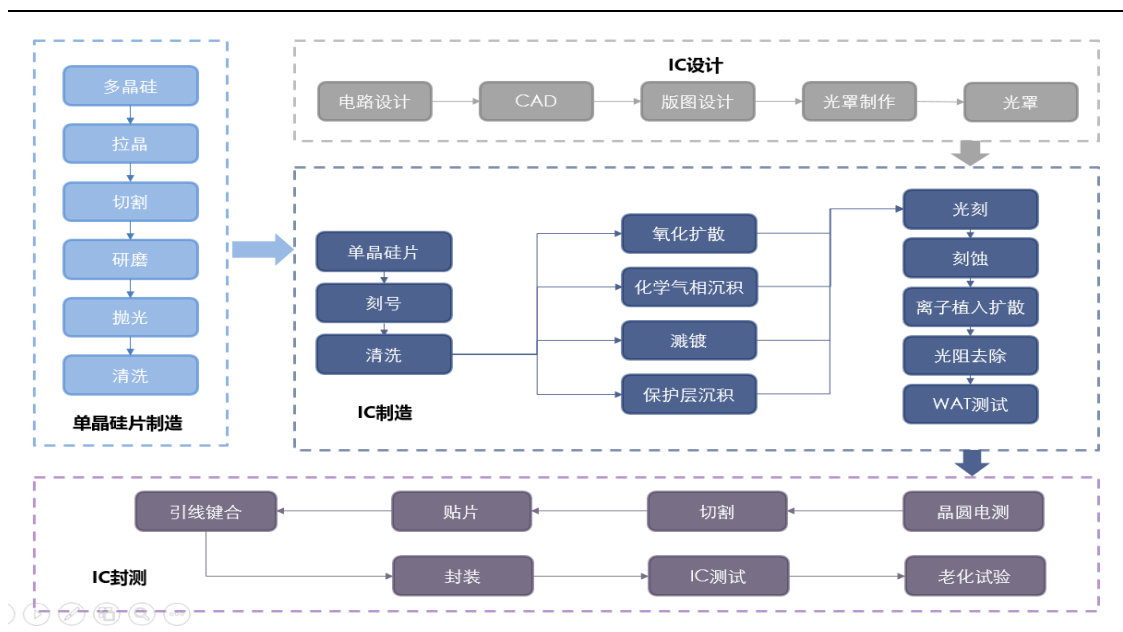
从产业模式来看，目前主要以垂直分工模式为主。早期的半导体行业只有垂直整合模式（Integrated Device Manufacture，简称 IDM），由一家企业独立负责半导体产品的设计、制造、封装测试等全部环节，传统的半导体巨头如英特尔、三星等均采用的是 IDM 模式。随着半导体行业的发展，工艺要求日趋精密，制造环节需要投入的资源也越来越大，行业内的分工逐步深化。很多半导体公司都选择以技术含量及利润较高的芯片设计、产品销售等环节作为主业，将制造环节委托给外部。台积电的成立则标志了设计及制造业务相分离的晶圆代工厂（Foundry）模式正式诞生，Foundry 模式指的是专门负责半导体芯片的制造，并不涉及设计、封装测试等其他领域。相应的无工厂（Fabless）模式也同时诞生，即专业从事 IC 芯片设计的公司。专门从事封装测试的公司（Outsourced Assembly and Test，OSAT）也不断发展壮大，半导体产业的垂直分工模式从而逐步细化。

半导体产业分工模式



从产业链来看，半导体产业可分为设计、制造、封装测试以及设备和材料环节，其中设备和材料属于支持环节。半导体产业工序复杂，从开始设计到产品最终落地需要数十道工序。简要来说，首先需要根据需求对产品进行设计，制作出符合要求的光罩。在制造的环节中，以通过各种处理之后的硅片为基础根据制作好的光罩进行刻蚀，制作出所需要的电路。最后进行封装测试，由于芯片体积小而薄，需要安装合适的外壳加以保护，以便人工安装在电路板上，封装完成芯片再通过性能测试后，便完成了完整的生产过程。

半导体完整制造流程



资料来源：全球半导体贸易统计组织 (WSTS)

设计环节属于技术密集型，制造环节属于资本和技术密集型，封装测试环节属于劳动力密集型。从毛利率来看，设计高于制造，制造高于封装测试。从资本投入来看，制造高

于封装测试，封装测试高于设计。从技术要求来看，制造环节技术难度最大，是半导体产业追随摩尔定律发展的主要瓶颈之一，也是技术突破发展的主要方向，其微观尺度已走到5-7nm的水平，是当今人类最精密制造能力的体现。

(二) 产业特点

1、资源密集

半导体产业的发展需要大量资源的投入，包括资本、技术、人力、政策支持等。由于半导体行业追随摩尔定律不断成长，全球竞争日趋激烈，推动技术、人才、资金壁垒不断增加，需要极高资源投入。通常情况下，一款28nm芯片设计的研发投入约1-2亿元，14nm芯片约2-3亿元，研发周期约1-2年。但是相比集成电路制造，设计的进入门槛又很低，一条28nm工艺集成电路生产线的投资额约50亿美元，20nm工艺生产线高达100亿美元。集成电路技术进步遵循摩尔定律，即芯片上的晶体管数目，约每18个月增加1倍，性能也提升1倍，而成本降低一半，研发对于该产业具有绝对的重要性，只有掌握最领先的技术才能获取丰厚的盈利。半导体龙头厂商的每年研发投入甚至高达百亿美元，相应也需要大量熟练掌握研发、生产等相关技术的工程师。半导体行业前期庞大的资金投入使得行业投资回报周期较长，加之集成电路行业技术进步瞬息万变，投资时机、投资方向等方面把握稍有不慎，即有可能无法获得回报。较高的投资风险

影响了社会资本投入，因此国家相关产业政策的支持和保护对降低半导体产业投资风险显得尤为重要。

2、上下游高度合作

设计公司需要和制造公司进行紧密的合作，例如在尖端的逻辑芯片生产中，通常是设计厂商与制造厂商紧密合作，相互配合沟通和解决生产中涉及到诸多问题。制造公司也要和封装测试的公司进行密切沟通，封装测试工厂选址一般紧邻制造工厂，在当前先进制造工艺不断发展的趋势下，需要先进封装技术与之配合，制造与封装技术出现融合趋势。设备和材料供应商与制造公司也是合作共赢的关系，同时也会互相促进带来行业整体技术的不断进步。半导体产业垂直分工的细化使得产业具有集聚效应，即在某一特定的领域内，相互关联的企业与机构集中成片地集聚在一定的地理区域内，形成某一特定产业链上中下游结构完整，外围支持产业体系健全等特征的有机体。比如美国的硅谷、日本的九州岛、台湾北部地区等都是产业集聚的典型代表。

3、周期特征明显

集成电路产业发展一直呈上升趋势，但其生产和需求并不平稳。从半导体销售额同比增速上看，全球半导体行业大致以 4-6 年为一个“硅周期”，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。半导体行业生产能力的扩张周期较长，行业进入上升周期时，后续生产能

力的释放会带来价格的大幅下降，只有成本领先的企业才能够生存并且发展，而成本差异主要来自于技术壁垒。行业龙头企业通常拥有最高技术能力及成本控制优势，能够在竞争中生存并扩大优势。

4、赢者通吃

一般产业的结构是低端产品市场份额大，高端市场份额小，金字塔型结构，在低端市场站住脚，就能积累利润、人才和技术，逐渐升级，中国大部分制造业就是这样发展起来的。而半导体产业由于摩尔定律的存在导致倒金字塔结构，呈现出"强者愈强"的寡头发展格局，行业龙头通过尽可能多地做更多的资本开支，提高生产效率，实现规模经济，随着时间推移资本和技术壁垒就越来越坚实，在下游市场出现革命性变革之前，新进入者靠自身资源实现赶超的可能性就越来越小。2017年排名前5的半导体企业的市场占有率由10年前的33%增长到43%。设计、制造、封装测试、设备和材料领域都是如此，比如制造领域台积电独占50%以上的市场份额，设备、存储器领域前四家公司市场占有率均高达90%以上，因此在集成电路业界有"第一名吃肉、第二名喝汤、第三名勉强维持收支平衡"的说法。

二、产业发展回溯及启示

半导体产业起源于美国。回溯半导体产业的发展历史，我们可以看到，美国作为产业的创造者，拥有强大的技术创

新优势，牢牢掌握产业链核心，逐步将价值相对较小的部分转移至其他国家和地区。其他国家和地区也在充分利用自身的优势努力向产业链上下游延伸，并通过竞争发展出不同的路径，演化成目前的世界半导体产业格局。总体来看，半导体产业总共经历了两次大规模的产业转移：第一次是从 20 世纪 70-80 年代，由美国向日本转移，日本借助家电产业和大型机 DRAM 市场，实现了对美国的赶超；第二次是在 20 世纪 80-90 年代，由美国、日本向韩国以及台湾转移，韩国借助 PC 及移动通信发展的东风，通过技术吸收创新与逆周期投资成为 DRAM 的主要生产者，而台湾则通过在晶圆代工、封装测试领域的垂直分工奠定了半导体代工领域的龙头地位。

半导体产业在 50 年代起源于美国，最初主要应用在军事领域。美国从自身人力成本和扶持日本发展角度，率先将劳动力密集型的装配环节转移到日本进行。60 年代后期随着军事领域需求趋于稳定，日本逐渐将半导体技术应用在家电等民用领域，实现崛起。日本政府联合多家企业开展超大规模集成电路项目（VLSI）等项目，集中优势人才，促进企业间相互交流和协作攻关，为之后的竞争铺平了道路。80 年代，日本抓住大型机对 DRAM 的需求，1986 年超越美国成为全球第一的半导体生产大国。但 90 年代开始，在受到失去的“二十年”与美国切断技术支援和强势打开市场的打击同时，日

本固执于大型机 DRAM 技术而忽略 PC、移动通信时代技术的改变，固守于 IDM 模式而负重累累，疲于投资再创新。最终被韩国夺走 DRAM 市场，被台湾依靠代工挤走更多制造份额。日本半导体产业成功的经验在于：1) 自主研发与技术引进相结合；2) 宏观经济复苏，产业重心转向家电等快速发展的民用领域，抓住需求带动产业的发展；3) 政府在政策扶持、协调发展与贸易保护等方面做出的巨大贡献。但 90 年代开始逐渐没落，主要是因为：1) 经济发展停滞导致投资和需求不足，同时美国打破贸易保护；2) 固守大型机时代的成功，错失新需求带来的行业拐点机遇；3) 企业决策保守，偏重于 IDM 模式，外部合作相对不足。

80 年代，在韩国政府的支持下，三星、LG、现代（2001 年分离出为海力士）、和大宇（97 年亚洲金融危机中破产）四大财阀开始进军半导体产业。韩国抓住 PC 时代与移动通信时代高速发展期对存储器的巨大需求缺口，推动成立类似日本 VLSI 的国家项目研究组，通过技术引进-模仿-创新完成学习过程，逐渐缩小与日本的差距，并于 1994 年全球首次推出 256M DRAM，从此在 DRAM 领域处于全球领先水平。除技术创新外，逆周期投资也是韩国半导体产业的崛起之道。在 1987 年和 2008 年两次存储器价格暴跌时，在政府税收减免等支持下，韩国两次开启逆周期投资模式，在低潮期大规模招揽人才、扩大产能，进而打击竞争对手。2017 年，韩国

两大企业三星和海力士占据全球存储器约 3/4 的市场份额，三星超越英特尔成为全球最大的半导体厂商。韩国半导体产业的成功经验在于：1) 及时把握产业新的需求；2) 集中政府与大财阀的资源进行产业重点突破；3) 逆周期投资超越竞争对手。

中国台湾半导体产业几乎与韩国同时起步。在政府的支持下，初期主要进行封装测试服务。随着产业垂直分工趋势的深化，台积电开创了专业从事半导体制造的代工模式。代工模式可以迅速获得专利授权并打开市场，错开与美日韩半导体产业的发展重心，有效降低与产业强国的竞争。中国台湾积极参与代工把产业链延伸到岛内，发挥生产成本优势规模经济，成功巩固了全球代工龙头地位。同时，制造业拉动并促成了上游设计产业和下游封装测试产业以及外围产业的大发展。中国台湾的成功经验在于：1) 抓住产业垂直分工趋势；2) 避开竞争红海，开创代工模式；3) 龙头企业带动上下游发展。

总结日本、韩国和中国台湾的发展经验，可以看出后发国家和地区主要通过以下几个方面来实现产业的发展和超越：一是通过技术引进和自主研发相结合，集中资源进行产业突破；二是及时抓住产业新需求爆发带来的发展机遇；三是在行业低谷时逆周期投资超越竞争对手；四是随着产业发展，发挥比较优势，努力创新产业工作模式。

三、中国半导体产业现状和未来展望

我国半导体市场虽大但自给率低。作为全球最大的集成电路消费国，我国市场需求接近全球的 1/3，但国内产值却不足全球的 7%，我国集成电路进口额已经连续五年超过 2000 亿美元，2017 年，中国大陆的集成电路年进口额已达 2601 亿美元，比上年增长 14.6%，金额远超原油的 1623 亿美元。我国在部分细分领域如智能卡芯片、通信芯片、移动智能终端芯片设计方面能够赶上世界先进水平，但高端通用芯片设计与发达国家差距巨大，基本上全部依赖国外，如 CPU、DSP、FPGA、存储器、模拟、功率等高端通用芯片仍被国外垄断，我国产品的市场占有率几乎没有。2018 年美国发起的芯片封锁事件，明确的提示我们，目前半导体依然是中国被卡脖子的产业，通过自主创新等方式逐步实现产业自主可控已经迫在眉睫。

半导体的生产步骤超过上千步，并涉及到多个学科，是一门集各学科大成的系统性工程。目前我国在基础材料、精密设备等科技领域基础相对还是比较薄弱，和世界顶尖水平还存在一定差距。过去行业的资本开支不足，导致生产设备、材料配套和专业人才培养远远不能满足实际需求。与生产相关的工程经验也很重要，需要长期不断的跟随产业技术升级逐步积累，这个很难通过短期努力而大幅提升。海外并购是半导体产业实现跳跃式发展的一条捷径，但受制于美国的技

术封锁与审查，中国半导体企业在海外并购过程中频频受阻。国际合作的难度增加，并购方式跨越式发展也难以进行。随着中美贸易摩擦的持续，预计未来中国半导体企业将受到更多的限制。

尽管未来发展的道路不可能一帆风顺，但通过回溯半导体产业发展的历史，我们可以看出，后发国家和地区还是有机会实现产业的追赶和超越的。在国内政策扶持、持续高额投资、工程师红利、全产业链发展、国内需求快速增长以及积极参与国际分工等一系列有利因素的支持下，未来中国半导体产业将有望加速发展，逐渐赶上世界先进水平。

1、国内政策扶持力度加强，半导体产业上升为国家战略。国家高度重视推动集成电路产业发展，近年来集成电路扶持政策密集颁布，融资、税收、补贴等政策环境不断优化。2011年国务院发布《进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》，对于集成电路制造企业执行税收政策优惠。2014年6月国务院出台了《国家集成电路产业发展推进纲要》（以下简称《纲要》），将半导体产业新技术研发提升至国家战略高度。《纲要》明确提出，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；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。2018年政府工作报告也将集成电路

产业列入加快制造强国建设第一位，延续了国家政策的大力支持集成电路产业发展。

2、持续的高额投资。在《纲要》指导下，国家成立了集成电路产业投资基金，简称“大基金”。大基金一期总投资金额为 1387 亿元，截至 2017 年底，大基金累计有效决策投资 60 多个项目，惠及 46 家企业，基本实现了集成电路全产业链布局覆盖。在大基金的带动下，从已投企业来看，基金（包含子基金）已投资企业带动新增社会融资约 5000 亿元，按照基金实际出资额计算放大比例为 1:5。大基金二期正在紧锣密鼓募资推进中，撬动投资规模有望超过万亿元。大基金的成立，不断将政府部门、金融机构、社会资本以及科研机构的资源集中到相关产业公司中，引发了中国集成电路产业的连锁反应，我国集成电路产业整体实力显著增强。

3、“工程师红利”支撑产业人才需求。改革开放以来中国自主人才培养能力持续提升，同时大批留学人员回国发展，带来了高等教育背景人才的累积，成为中国“工程师红利”的雄厚基础。2008 年我国开始实施“千人计划”，到 2017 年 9 月份，我国共分 13 批次引进“千人计划”专家超过 7000 人，各地引进高层次人才、留学人才 5.39 万人，其中工科占比达 36.54%，不少人具有国际知名半导体公司工作经验。这些高级职业经理人和技术专家涌向大陆，成为国内半导体企业的骨干力量，助力国内半导体产业发展。同时中国国内

的高校和科研机构每年都会培养大量工科人才，为半导体发展提供了丰富的人力资源。

4、上中下游配合加强，重点产品不断突破，供给能力系统提升，全产业链初具规模。经过十几年的技术积累，目前，中国已基本形成完整的产业链条，并形成了长三角、珠三角、京津环渤海与中西部四大主要产业聚落。根据中国半导体行业协会的数据，中国集成电路产业 2018 年上半年销售额为 2726.5 亿元，同比增长 23.9%。其中，设计销售额为 1019 亿元，同比增长 22.8%；制造销售额为 737.4 亿元，同比增长 29.3%；封装测试销售额为 970 亿元，同比增长 21.2%。产业链各个环节占比趋于合理，区域集聚发展效应更加明显。国内集成电路产业规模快速发展的同时，技术水平不断提升。16nm 先进设计芯片占比进一步增加，设计能力接近国际先进水平，华为海思、展锐进入全球前十。在半导体向国内转移的趋势下，国际大厂纷纷到大陆地区设厂或者增大国内建厂的规模。根据 SEMI（国际半导体行业协会）数据显示，预计 2017 年至 2020 年间，全球投产的晶圆厂约 62 座，其中 26 座位于中国，占全球总数的 42%。晶圆代工方面，中芯国际、华虹集团销售规模已进入全球前十，但与台积电相比，规模和技术仍相距甚大。世界半导体产业 28-14nm 工艺节点成熟，10-7nm 工艺已进入批量生产。中芯国际 28nm 工艺实现规模量产，14 和 16nm 工艺研发与生产线建设取得阶段性进展。

封装测试技术门槛相对较低，属于劳动密集型，国内发展基础相对较好，所以封装测试追赶速度比设计和制造更快。过去几年依靠收购完成规模体量的快速扩张，中国大陆厂商与业内领先厂商的技术差距正在缩小，基本已逐渐掌握最先进的技术，有望在封装测试环节率先实现全球领先。长电科技排名全球前三，华天科技、通富微电进入全球前十名。在装备材料领域，部分关键材料和装备已经进入国内外生产线。随着制造向国内转移，多条生产线在国内建设，国内半导体设备市场增长快速，部分 28nm 设备已通过生产线认证并实现销售，多项 14nm 设备正在验证中。半导体设备需要在生产线中不断改进，对于已有设备的推广应用是我国设备产业面临的关键问题。未来 3-5 年，预计将是中国半导体设备实现国产化的战略黄金期。作为重点突破项目的存储产业，长江存储、福建晋华、合肥长鑫三大存储项目目前进展顺利，预计将于年底实现量产。

5、未来需求的持续提升为我国半导体产业切入全球产业价值链提供了契机。展望未来，5G、人工智能、物联网及汽车电子等多项创新应用将成为半导体行业长期发展的驱动力。以人工智能为例，芯片需要强大的计算能力进行深度学习，因此需要开发更加强大的处理器。人工智能芯片还需要大量不易失性存储器来积累数据，进而推升了存储器的需求。人工智能芯片的计算复杂性也推动了制造业的创新。与

个人电脑和智能手机所需的小型芯片不同，人工智能芯片的尺寸更大，这可能推动资本支出并为半导体制造设备供应商创造机会。人工智能芯片市场预计将从 2016 年的约 60 亿美元增长到 2021 年的 350 亿美元。国内人工智能芯片布局较早，与国际巨头差距较小。以华为为代表的通信巨头，以百度、阿里为代表的互联网巨头，以寒武纪、地平线、深鉴科技为代表的初创公司，以比特大陆为代表的比特币矿机公司都已进军人工智能芯片。在传统需求方面我国目前仅仅在通信、智能卡等某些细分领域有所突破，如果能及时抓住未来创新应用需求爆发的机会，开发出优秀的芯片满足国内在这方面的广阔需求，则或将实现弯道超车，切入全球产业价值链的顶端。

6、积极参与全球分工，提升行业话语权。在半导体产业全球分工逐步深化的总体趋势下，包括美国在内的任何国家和地区都无法做到半导体产业完全的自给自足。全球形成了既合作又竞争的产业生态，有效整合全球最顶尖的技术推动产业发展。例如在先进制造的核心设备光刻机方面，荷兰的 ASML 一家独大，而其最先进的光刻机又依赖于美国的光源、德国的镜头等技术的支持。中国半导体产业发展不能期望脱离全球产业链而单独发展。通过自主研发逐步提升某细分领域的产品或技术的竞争优势，进而达到全球顶尖水平；以此为条件参与到国际合作与竞争，抓住机会不断扩大优势

领域，提升行业话语权，才是中国半导体产业长期实现自主可控切实可行的发展道路。

四、投资建议

全球半导体行业发展已经非常成熟，下游需求对应经济领域广泛，与全球宏观经济增长水平有较强的相关性，周期性特征较为明显。目前受到移动通信、PC、汽车、工业等总体需求疲软的影响，叠加半导体库存水平处于历史高位，预计全球半导体行业短期将进入下行周期。从产业历史发展来看，目前国内半导体行业发展阶段相当于70年代末的日本与80年代末的韩国、台湾，未来5-10年5G、人工智能、汽车电子、物联网等创新应用有望驱动全球半导体行业复苏，这将是中国半导体行业快速成长的最好时机。考虑到国内半导体行业尚处于发展初期，进口替代空间大，自主可控战略逐步推进，同时未来创新应用驱动全球半导体景气上行基本为确定性事件，忽视短期全球景气度下行带来的负面影响、从长周期的角度来看，我国半导体行业具备较强的成长性行业特征，总体投资价值潜力很大。

制造、封装测试、设备材料类型公司重资产属性强，全球龙头公司依靠过去长期的发展积累了较大的竞争优势，行业地位稳固，国内企业往往需要长期资金投入，经历较长时间追赶。综合考虑自主可控和经济性，重点对关键领域的龙头企业长期持续资金投入将是当前及未来政策与产业基金

的主要着力点。因此在此类具有重资产属性的领域应当重点关注产业基金扶持的龙头企业，并且随着国家层面的持续培育，企业产业地位将更加稳固，业绩有望稳定持续发展，具有中长期持有价值。芯片设计发展主要看下游需求的变化，由于不同领域、不同客户之间需求差异巨大，并且需求跟随市场变化迅速，基本不可能出现一家独占市场全部需求的情况。因此在芯片设计领域，应结合全球产业转移和未来创新应用发展趋势，把握时机广泛投资于需求有望爆发的细分领域龙头公司，获取其高速增长阶段带来的回报。