



追求卓越，把握尖端：半导体行业如何以新战略迎接新时代？



面对不断缩小的芯片尺寸和愈发激烈的行业竞争，半导体企业亟需制定新战略，通盘思考晶圆厂的规模和供应链等一系列问题。

作者：Harald Bauer, Ondrej Burkacky, Stephanie Lingemann, Klaus Pototzky, Peter Kenevan, Bill Wiseman

半导体作为科技行业的幕后英雄，一直默默支持着玩具、智能手机、汽车和恒温器等行业的发展。半导体还帮助人工智能和机器学习等多项技术取得突破，为人们的生活和工作方式带来翻天覆地的变化。要想进一步推进数字化革命，需要更强大的计算和存储能力，换言之，便是更先进的芯片。

面对新冠肺炎疫情（扰乱供应链）和地缘政治紧张（局势升温）的双重背景，半导体公司愈发渴望能实现先进工艺制程的端到端能力：从设计到生产。这与众多政府的意愿不谋而合，这些地区的半导体市场也因此获得了政府的支持。但是，要想大规模发展先进工艺制程，必须新建晶圆厂（Fab）并部署广泛的研发项目——这都需要数十亿美元的投入。工厂和研发的任何一个环节出错（如成本控制失策或需求低于预期），都会对企业的投资回报带来沉重打击，甚至导致整个项目血本无归。强大的研发、供应链、人才和知识产权保护，以及相关政策分析能力也是企业决胜芯片先进工艺制程的关键。许多半导体公司都在某几点上有着出众表现，但真正的“全能型选手”却寥寥可数。

由于半导体相关基建的建造周期长，技术要求高，企业必须制定出一

套长期战略来打造卓越的设计和制造能力。这一战略必须将建造问题、设备成本和内部能力升级等各方各面纳入考量。以下路线图可供参考。

设计和制程日趋复杂，成本高涨

过去 10 年，“领跑先进工艺制程”已从一句口号变为半导体公司的切实目标。这 10 年来，芯片上的晶体管数量基本每两年翻一番，最近速度虽有所放缓，但整个过程基本符合“摩尔定律”。芯片的构造越来越复杂，尺寸结构却在不断缩小。

受限于技术实力以及设计、研发和规模化等活动的庞大投资需求，只有少数公司能够设计和制造出 14 纳米及以下工艺制程的芯片。但是，这些芯片的需求却一路飙升。在人工智能和机器学习等重要领域，14 纳米是一个重要门槛，因为低于这个尺寸的芯片可以在保持高性能的同时，节省大量功耗（参见侧栏“精密芯片的主要市场”）。

精密芯片的主要市场

3 纳米和 5 纳米作为最小尺寸的芯片，能为数据中心、5G 智能手机、边缘计算和机器学习等细分市场及应用领域带来重要益处。为了赢得市场，上述领域的半导体客户不惜下血本，购买具有先进工艺制程的芯片（高性能、低功耗），因为其潜在收益将远超芯片成本。

在其他细分市场，大多数公司都对小尺寸芯片缺乏兴趣，毕竟，转而使用小尺寸芯片意味着他们要对自身的设计和生产工艺做出巨大调整。此

外，降低功耗并不是这些半导体公司客户的第一需求。以研发汽车安全应用的公司为例，对他们而言，芯片的可靠性一定要比性能更加重要。

市场逐鹿，赢家寥寥

半导体行业的技术一直在稳步改进，促使某些细分领域的公司竞相开发先进工艺制程，行业整体充斥着“赢家通吃”的氛围。哪怕某公司的产品或服务仅略好于竞争对手，这一“小点”竞争优势也能拿下“大块”市场，甚至是绝大多数行业收入。无论是设备生产还是芯片制造，这一现象在整个价值链上下游都十分明显。行业领军者在技术研发方面通常已具备多年领先优势，后来居上绝非易事。

我们分析了 254 家半导体公司在 2015~2019 年的经济利润后发现，这种“赢家通吃”的环境会带来深远的影响（见图 1）。这 254 家半导体公司各有千秋，有的是设备和材料提供商，有的是针对不同终端市场的专业芯片生产商。研究结果发现，2008 年金融危机之后，很多企业都见证了经济利润的强劲复苏，但利润率水平与之前并无明显差异。

图1：半导体行业“赢家通吃”，少数企业独占鳌头

半导体公司的年均利润¹，2015~2019年，十亿美元



McKinsey
& Company

¹总样本约380家公司（254家公司2015~2019年的数据）。

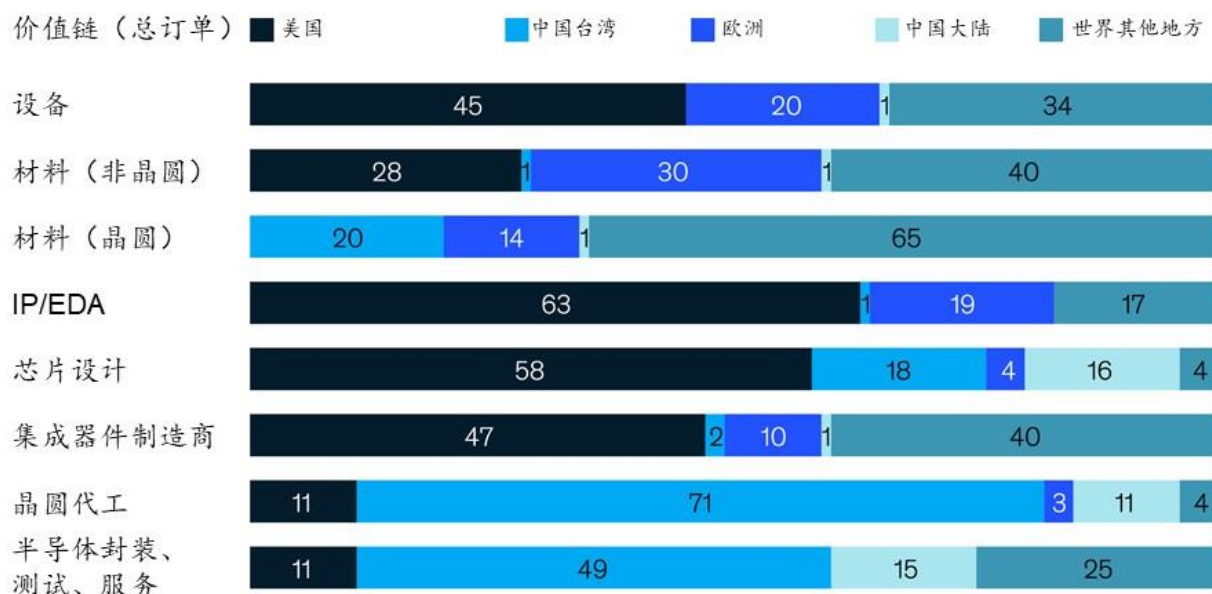
资料来源：标准普尔；麦肯锡公司业绩分析

在我们的样本中，有几家企业的经济利润独占鳌头。这些领军企业大多专注于先进工艺制程，致力于开发体积更小、效率更高的半导体。鉴于企业需要做出极大的努力才能获取和保持研发及制造优势，这些领军企业通常只会专注于某一产品领域，或是价值链中的某个环节。

各大细分市场可能会由某家企业——甚至某区域内的一群企业主导（见图2）。以下列举了几家重要的半导体企业或区域主导的细分市场：

图2：没有任一地区具备端到端的设计和制造能力

基于公司总部所在地统计的2018年销售额占比，%

McKinsey
& Company

资料来源：Gartner；IHS；Strategy Analytics；麦肯锡分析

专业化固然可以带来竞争优势，但也会让半导体企业及相关业务之间形成高度依赖。至今，仍没有任何地区或公司具备端到端的自主设计和制造能力。一旦供应链受到扰乱，就会出现生产瓶颈，导致某些芯片供应短缺。今年的新冠疫情就造成了这种局面。

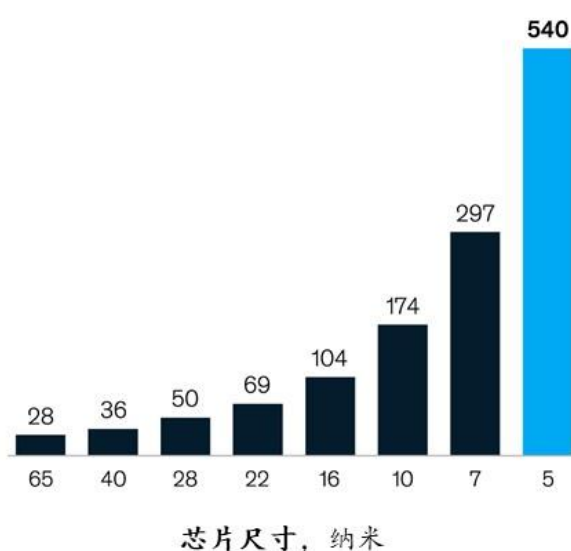
投入巨大，回报缓慢

在制造或研发领域取得领先优势不仅有助于赢得市场，更能带来严格的成本管控。考虑到过去 10 年中企业开支出现了大幅飙升，成本管控在当下显得愈发重要。

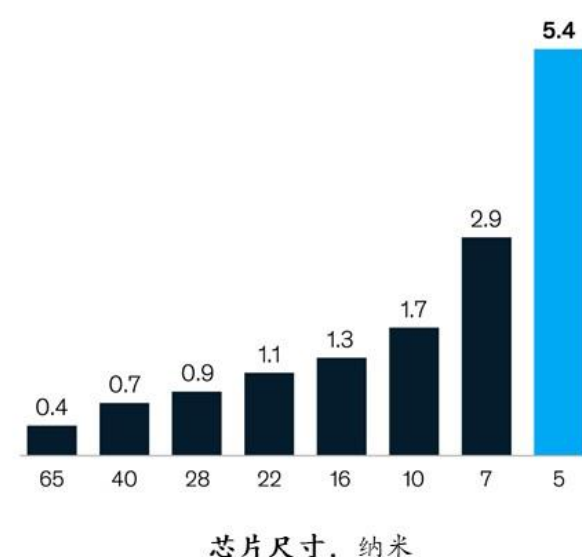
先来看看晶圆厂的建造成本。当前，建造和装配一个拥有 5 纳米生产线的晶圆厂大约需要 54 亿美元，差不多是 10 纳米工厂的三倍（见图 3）。成本增加的主要原因是尺寸的缩小，因为用于生产的设备也必须相应提升精度。比如，光刻机转而使用极紫外线（EUV）后，设备成本也相应增加。

图3：芯片研发和晶圆厂建造成本飙升

芯片设计成本¹，百万美元



晶圆厂模块化建筑成本，十亿美元



McKinsey
& Company

¹ 包括IP选型、架构、验证、物理设计、软件和原型制作等主要环节。
资料来源：IBS；麦肯锡分析

研发成本也是一样。随着芯片尺寸的缩小，研发工作也越来越具有挑战性：量子效应、微小的结构变化，以及其他不可控因素都可能会使整个研发过程变得十分复杂。从验证到 IP 选型，设计一款 5 纳米芯片的全过程成本约为 5.4 亿美元；相比之下，设计一款 10 纳米芯片仅需 1.75 亿美元，即便是设计一款 7 纳米芯片，也只需 3 亿美元。我们预计，芯片的研发成

本还将继续上升，具备先进工艺制程的产品尤其如此。

具备先进工艺制程的晶圆厂建造成本高昂——通常需要半导体公司数十亿美元的投资，但其投资回报周期却并不理想。建造和装配一座晶圆厂大约需要 12~24 个月，要想达到满负荷运行还需要额外的 12~18 个月。如果需求低于预期，或是成本超出预期，回报就会远低于预期。

控制成本，建造先进工艺制程的晶圆厂的诸多考量因素

为了更加直观地看到风险和潜在回报，我们设计了一个简化版的模型，用以预测一家新建的晶圆厂需要耗时多久才能开始盈利。该模型仅大致估算了工厂盈利的关键时间线，无法提供精准的成本分析。模型重点关注的因素如下：

我们的模型显示，根据最乐观的估算（高利用率），即便半导体公司的新厂只能获得少量政府补贴或无补贴，其现金流也有望在 5 年内转正（见图 4）。但如果晶圆厂的利用率过低，现金流转正的周期就会大幅拉长。当出现极端情况，即产能利用率持续低于 55%~65% 时，企业面临的形势可能令人担忧。即便工厂能够获得高额政府补贴，55% 的产能利用率也

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1_33981

