

THE BIG BANG OF THE CHIP
THE ONLY GUIDE TO IC INDUSTRY

芯事

一本书读懂芯片产业

谢志峰 陈大明 / 编著



上海科学技术出版社
SHANGHAI SCIENTIFIC & TECHNICAL PUBLISHERS

THE BIG BANG OF THE CHIP
THE ONLY GUIDE TO IC INDUSTRY

芯事

一本书读懂芯片产业

谢志峰 陈大明 / 编著



上海科学技术出版社
SHANGHAI SCIENTIFIC & TECHNICAL PUBLISHERS

图书在版编目 (CIP) 数据

芯事：一本书读懂芯片产业 / 谢志峰, 陈大明编著.

— 上海: 上海科学技术出版社, 2018.7

ISBN 978-7-5478-4076-4

I. ①芯… II. ①谢… ②陈… III. ①集成电路产业
— 产业发展 — 研究 — 世界 IV. ①F416.63

中国版本图书馆CIP数据核字 (2018) 第146886号

芯事——一本书读懂芯片产业

谢志峰 陈大明 编著

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社
(上海钦州南路71号 邮政编码200235 www.sstp.cn)

上海盛通时代印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 21.25 插页2

字数 220千字

2018年7月第1版 2018年7月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-4076-4 / F·13

定价: 58.00元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题, 请向工厂联系调换

推荐序一

芯片作为人类电子业最伟大的发明之一，已经无处不在地融入我们的生活：从手机、电脑、电梯、冰箱、空调、洗衣机，到汽车、高铁、机器人、仪器仪表、医疗器械，甚至红绿灯系统、共享单车，都可以看到芯片的作用。虽然我们每天都在接触芯片，不少人从事的行业也与芯片有关，但是由于技术性太强，很多人不知道从何入手来了解芯片：芯片到底是什么产品？芯片怎样影响我们的生活？芯片行业到底是个什么样的行业？芯片会如何左右我们的工作？我们在投资时应当如何看待芯片的因素？芯片未来将怎样发展，这又给我们带来什么样的变化？

今年4月份，美国商务部作出对中兴通讯的禁售令后，更多的人加入到这些问题的探讨中。谢志峰和陈大明编著《芯事》一书，恰逢其时。书写的方式独到而且生动，让我们忍不住一口气读完，全面了解芯片开发的各环节。这本书包罗万象，内容涵盖芯片行业的技术、产品、工艺、应用、管

理、战略、政策等方方面面，但却又是用娓娓道来的方式，引导读者体会真实而又精彩的故事和案例，自然而然地领略芯片行业的发展轨迹，深入浅出地介绍芯片行业的发展逻辑。

在行业案例中，谢志峰和陈大明将一些重点项目和关键科技介绍得恰到好处。在书中，读者可以看到为什么企业能够在转型竞争中胜出或失败，为什么从业者必须秉承精益求精的精神，为什么决策者需要深刻领悟芯片与其他行业的不同发展特点。了解了这些，就会知道芯片行业为什么需要不断强调人才密集、技术密集和资金密集的特点。更难的是，对于芯片企业的经营者和管理者来说，掌握人才、技术和资金要素只是基础，创建新的模式、准确把握行业周期则更是关键。由此，我们才会品味到，各种各样的智能产品不断迭代背后的艰辛。

所以，无论你是芯片行业的从业者，还是只对芯片本身感兴趣的大众，这本书都是个认知的“窗口”：对于政策制定者来说，由此可以更清晰地精准施策；对于投资者来说，由此可以更好地了解投资方向、重点、时机和策略；对于管理者来说，由此可以更好地统筹资源和各个环节；对于从业者来说，由此可以更好地了解自己的职位处于哪个环节，从而更好地规划职业生涯；对于学生来说，由此可以更好地了解产业链，更好地谋划未来。

读完这本书，也就可以在快速的发展中，更为清醒地认清

所面临的机遇与风险，找准发展的定位，提高自己的竞争力，掌握未来的主动权。我热忱地推荐这本书，深信阅读《芯事》能够给读者带来更多的乐趣、知识和收益。

A handwritten signature in black ink, reading '张汝京' (Zhang Ruojing). The characters are stylized and fluid, typical of a personal signature.

张汝京博士

芯恩（青岛）集成电路有限公司董事长

青岛大学讲席教授

2018年6月

推荐序二

收到谢志峰博士《芯事》书稿的时候，恰好刚刚从美国出差回来。由于时差的原因以及手头积压着太多要处理的事情，所以没有去特别关注。这两天，在夏威夷檀香山出席 Symposia on VLSI Technology and Circuits 国际学术会议，闲暇时间快速翻阅了一下书稿，感到谢志峰博士确实花了不少心血来组织材料并写出这样一部有内容的著作。

了解过去才能够理解现在，了解过去和现在才能预判未来。今天，中国半导体产业的发展处在一个关键时刻。伴随着中美贸易冲突，特别是美国政府对中兴通讯下达的禁售令，让全社会突然认识到半导体的重要性，让我们这些在半导体芯片领域工作了大半辈子的人有种“受宠若惊”的感觉。谢博士的《芯事》回忆了从上世纪中叶晶体管的发明、集成电路的诞生及后面数十年的发展，可以帮助读者比较系统地了解我们这个行业的“芯”路历程，深入认识芯片技术的复杂度及前辈们为此付出的巨大心血。发展芯片技术从来就不是一件容易的事情，其发展需要长期不懈的坚持、巨量资源的投入和几代

人孜孜不倦地追求和奋斗，绝不像有些人想象的那样可以“今天栽树，明天摘果”。新世纪以来的近 20 年中，我们看过太多“超英赶美”式的口号，也听过很多人信誓旦旦的“突破创新”，但在中国半导体产业的发展历程中很难发现这些口号和所谓“突破创新”有什么贡献。这两年，“吓尿体”充斥社交媒体，甚至少数严肃媒体也受到影响，极大地影响了全社会对中国发展的客观认识。当中兴通讯事件出现后，这些之前要“吓尿”别人的又几乎在一夜中“被吓尿”了，反映出某些人的无知和浅薄。认真地读一下谢志峰博士的《芯事》，也许可以帮助大家清醒一下头脑，坚定一下信念，更明白中国的芯片技术和产业发展还需要至少 20 年和一代人的努力才有可能攀上世界的高峰。

写芯片的发展历史是件很难的事情，尤其是写中国芯片的发展历史更是难上加难。中国芯片的发展艰难而曲折。由于各种原因，不少重要事件没有被清晰地记载，一些重要事件的发生背景和过程也未能形成共识，特别是许多重要人物在中国芯片发展过程中的重要作用更是难以评判。所以，敢于去写中国芯片发展史这件事本身就需要勇气。我很佩服谢志峰博士在《芯事》一书中对中国芯片发展的历程尝试着进行描述。虽然我答应为《芯事》写序，但并不意味着我认为他对中国芯片发展历史的描述就是系统和完整的，更不敢说是完全正确的了。但是，如果不去碰触中国芯片的发展历史，《芯事》的价值也许就无法体现。这也是本书存在的一种“缺陷美”吧。希望读者在阅读的过程中，不必去纠缠某件事的具体细节和某个人的

具体贡献，仅当作是一种背景素材来了解，这可以减少不必要的烦恼。

总之，对于有志于投身芯片事业或想要了解芯片行业的人来说，《芯事》是一本了解芯片行业为什么能够发展、如何发展到现在以及未来将向何处发展的通俗读物。相信读者一定会从中有所收获、有所思考。



魏少军

清华大学教授

2018年6月23日于夏威夷檀香山

推荐序三

很荣幸受到谢博士的邀请为《芯事》一书写序。

芯片是信息产业的基础，对整个国民经济和社会发展意义重大，是构筑大国竞争力的核心产品之一。近年来，云计算、物联网、人工智能等信息技术的快速发展，将人类全面带入数字化、网络化、智能化的时代。未来的智能时代需要什么样的中国芯片？这已是大家共同关注的问题。

我国芯片的进口依赖仍然十分明显，加快发展芯片事业是决胜未来的必然要求。芯片事业的发展，需要科学的谋划。在摩尔定律的推动下，芯片行业的发展有其自身的规律。比如，芯片产品的开发，除了技术难度大、投资要求高之外，还有明显的市场周期特征。只有把握这些特征和规律，准确地谋划行业发展，才能在激烈的市场竞争中胜出。

历史是一面镜子。以史为鉴，可以以更加宽广的视野、更加开阔的思路来统筹谋划芯片事业的发展。

我和谢博士相识是在2006年，那时我刚回国创业。当时，谢博士作为中国大陆培养的人才在中芯国际做高管，主管

中国区的销售。作为客户和合作伙伴，我有幸认识谢博士，他给我的第一印象是个非常阳光的、有智慧的、富有学者气质的管理者。此后，我们与中芯国际的合作也很成功。

再和谢博士的交集已在 2011 年，当时他已离开中芯国际，加入创业公司矽睿微电子做 CEO，可以真切感受到谢博士希望给中国集成电路做出更大贡献的心愿。陆陆续续地，我们有很多机会在一起探讨中国集成电路的发展，以及各行业的见闻、趋势和人物。

谢博士离开矽睿后，创办了艾新教育学院。为此，我还专门找谢博士讨论过。对于从事教育事业的人，我从来都非常敬仰：能够用自己多年的从业经验，将年轻的创业者们打造为企业家，真的是很了不起的事业。秉承从英特尔这些大师和传奇人物身上学习到的管理经验，谢博士为中国集成电路行业培养出了数批业务精英。

谢博士写的这本《芯事》，涵盖了波澜壮阔的集成电路发展历史。其中，英特尔、三星等跨国企业的发展，以及国内集成电路发展的回溯都有大篇章。书中描述的国内外集成电路的几条发展主线的状况，对我们的启示颇深。

这也是我们作为从业者一直所追求的：把集成电路的这些人、事和知识，让更多普罗大众所了解、所熟悉。中兴事件就是对大众的一次知识普及。在集成电路的技术发展上，我们与国外的差距还非常大，过去几十年经历了很多的坎坷。走到今天，中国的集成电路行业已经初具雏形，但还未成为世界芯片产业主要力量之一，还需要更多的努力。在集成电路应用的

新兴市场，例如人工智能、物联网等，我国已经基本和世界同步，甚至在有些消费应用领域上引领世界，这也意味着我国集成电路行业发展的巨大前景。

《芯事》的出版，为大众了解集成电路发展史中的各种人和事，打开了一扇窗。无独有偶，兆易创新在合肥建造的国内首个公益性集成电路博物馆，也在此时开馆。无论是书还是博物馆，我们的初衷都是面向广大学生和社会人士，让他们更多地了解集成电路知识，以更好地推动中国集成电路的发展。因此，博物馆打开的这扇门，和《芯事》一书打开的这扇窗，有着异曲同工之妙：我们和其他很多的同行一样，都在想为这个复杂行业的科普事业做些贡献，以此启迪更多的奋进者来开拓属于中国芯的新事业。在新的历史起点上，这正好恰逢其时。



朱一明

兆易创新创始人、董事长

2018.6.30 于北京

前言

2018年4月16日，美国商务部发布公告，美国政府在将来7年内禁止中兴通讯向美国企业购买敏感产品。由于中兴的基带芯片、射频芯片、存储芯片对美国供应商的依赖程度大，因而芯片成为“敏感产品”中的焦点。一时间，各界人士纷纷发表意见和观点，“满屏”都在反思芯片遇到的制裁，警示无“芯”可用或将面临的困境，探索芯片的国产化之路该如何走下去。这些讨论有专业的真知灼见，有奋斗在一线的经历和体会，有芯片领域的努力和成败梳理。在这些“碎片化”的讨论背后，实则有芯片行业自身的发展规律和经营特点，认识这些规律和特点是我们未来从“芯”出发的起点。

历史是最好的老师，在产业史中回顾、感受和探究芯片从何处来、往何处去，或许是了解芯片行业的最好途径之一。2017年底，我们已经收集、整理了芯片行业发展的各种史料，不过考虑到公开文献记载的有限，始终未能下决心将《芯事》成书出版。2018年4月，身边发生的两件事促使我们改变了决定：一是中兴通讯遭遇美国制裁；二是兆易创新在安徽省

合肥市南艳湖科技城建立了公益性的“兆易集成电路科技馆”，向公众免费开放展示芯片产业的过去、现在与未来，普及科学工程知识，为青少年开启未来智能生活的梦想。

美国商务部的禁售制裁，推高了国内对芯片产业的反思浪潮。怎么补齐关键技术的短板？正如鳍式场效应晶体管（FinFET）发明人胡正明博士在兆易集成电路科技馆的开馆典礼上指出的，普及集成电路知识、梳理产业发展历程、介绍产业链各环节，是“提高集成电路产业认知度和中国集成电路产业人才培养”的基础性工作。

我们将此书整理成册的初衷亦是如此：尽管我们无法精准地刻画每一个历史细节，但是我们可以从中勾勒出芯片发展的脉络和轮廓，让读者对各国家和地区芯片行业的缘起有更深入的理解，对芯片行业和企业探索有更直观的印象，对芯片未来的发展有更多的启迪。为此，我们决定从芯片行业的发展历程、发达国家及其企业的芯片发展、中国芯片行业的探索、芯片行业的未来这四部分来展开，在国家、企业、人才的决断和努力中，让读者来领略属于芯片行业独有的精彩。

在梳理中，我们最为深刻的体会就是芯片行业发展的不易。从普普通通的石英砂，到电子信息行业“皇冠上的明珠”芯片，需要经历极其严苛、极高难度的淬炼才能达到99.999 999 999%的高纯度，还需要集创造性的科学思维的见解、艺术般的设计、严谨的工匠精神、精密的质量管理于一体，才能在小小的芯片上成就如同城市交通网络般浩瀚的电路。如果细细品味其中的精益求精，用“一沙（芯片）一世

界”来比拟或不为过。

所以，成就芯片的大师，都是有情怀的匠人。2018年4月26日，习近平总书记在武汉新芯集成电路制造有限公司听取了国家存储器基地项目情况介绍，并到生产车间察看国内领先的集成电路生产线。他强调，装备制造业的芯片，相当于人的心脏。心脏不强，体量再大也不算强。要加快在芯片技术上实现重大突破，勇攀世界半导体存储科技高峰。“两个一百年”奋斗目标不是敲锣打鼓、轻轻松松就能实现的。机遇前所未有，挑战前所未有。每个人都要增强责任感、使命感，在各自岗位上为中华民族伟大复兴做出更大贡献。

习近平总书记的讲话，为我国集成电路行业发展的战略定位和历史使命指明了方向。要把握历史使命、在战略竞争中胜出，就需要对芯片行业的发展有准确的认知。在摩尔定律的驱动下，集成电路行业的发展犹如飞驰的“赛车”，“赛车手”需要精准地控制赛车行驶的方向、赛道、速度和把握进站加油的时机，一不留神就会被对手超越。只有新的对手，没有永远的冠军。在这个没有终点的赛道上，正是“赛车手”和“车队”永无止境的努力，才驱动了芯片和下游系统产品的升级换代。在这场永不停歇的竞争中，速度超越了规模，创新取代了资源，成为最关键的制胜因素，而国家的支持是产业发展的必要条件。

正因如此，任何芯片的开发要获得成功，就必须赶上一日千里的行业更新速度，否则只能在升级换代中被淘汰。而这又意味着必须协调好政策、人才、投资、技术和市场的经营

关系，建立起足够的技术升级能力、周期扩展能力和综合管理能力。基础材料、工业设计、精加工、软件设计、生产线等集成电路行业发展能力背后的统筹协调，显然不是单个企业、单纯的市场机制就能实现的，只有国家战略层面的系统布局、合理引导和协同创新，才能使海外回流的顶级人才、蓬勃发展的国内人才有其充分的用武之地，让民族企业在全球的激烈竞争中夯实根基、全力冲刺，让中国芯片的自力更生、创新升级之路越走越稳、越行越远。

如果说不断创新是集成电路行业发展的主旋律，那么持续投资就是集成电路行业发展的基本要求。全球化的视野、协同化的创新、市场化的机制、周期化的投资、专业化的管理，汇聚了巧手匠人的无数心血，凝聚成自主创“芯”的共识，集聚着迎接挑战、攻坚克难的强劲动力，孕育着欣欣向荣的未来。希望在对全球 60 年集成电路行业发展历史的梳理中，能与读者诸君共同品味艰难创业、持续创新中拼搏奋进者的不易。希望本书能给集成电路的政策制定者、投资者、经营者、管理者和其他各类从业者以经验启迪，给有志于投身集成电路行业的人员以综合认知，给集成电路的下游应用以策略依据，给有兴趣了解集成电路的大众以行业知识，为中国芯的发展献上绵薄之力。

推荐序一	
推荐序二	
推荐序三	
前 言	

第一章	集成之路	001
-----	------	-----

1.	从英特尔说起	003
2.	芯片的轨迹	011
3.	硅谷灵魂	021
4.	50 年的竞争对手	032
5.	光刻的艺术	038
6.	芯智模式	052
7.	产业链的内涵	057
8.	轻资产与重投资	064
9.	点砂成芯	072
10.	设计的难度	080
11.	隐形冠军	089

第二章	产业格局	095
-----	------	-----

1.	产品的迭代	096
2.	产业的转移	104
3.	赶超与被赶超	114
4.	再造三星	126
5.	协同的力量	131
6.	分拆与整合	139
7.	全产业链定位	144
8.	欧洲的集群	150
9.	迈向成功的定位	154