已经走过五十几个年头的摩尔定律，还能再走出多远？
芯片产业的未来走向在哪里？

余盛 著

THE WAR OF CHIPS

芯片战争

美国 | 日本 | 韩国 | 中国 | 中国台湾地区 | 欧盟
全球六大芯片经济体的合纵连横、征战杀伐与合作共赢

联袂推荐

陈长鑫 上海交通大学电子信息与电气工程学院微纳电子学系教授、博导
李菁 华中科技大学公共管理学院教授、博导
姜涌 工业视觉检测领航者，高视科技（苏州）有限公司创始人
陈阜东 芯片设计者，上海矽朋微电子有限公司创始人
郑照 工业4.0力行者、芯片行业MES知名厂商，
[illegible]工互科技有限公司创始人

华中科技大学出版社
http://www.hustp.com

需要全本请访问 www.ertongbook.com

芯片战争

华中科技大学出版社

余　盛　著

華中科技大學出版社
http://www.hustp.com
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

芯片战争/余盛著. —武汉:华中科技大学出版社,2022.1
ISBN 978-7-5680-7661-6

Ⅰ.①芯… Ⅱ.①余… Ⅲ.①芯片-技术发展-世界 Ⅳ.①TN43-11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 218081 号

芯片战争　　余　盛　著

Xinpian Zhanzheng

华中科技大学出版社

策划编辑:亢博剑　田金麟
责任编辑:江彦彧
封面设计:璞茜设计 2815932450@qq.com
责任校对:曾　婷
责任监印:朱　玢
出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)　　电话:(027)81321913
武汉市东湖新技术开发区华工科技园　　邮编:430223
录　　排:华中科技大学惠友文印中心
印　　刷:武汉科源印刷设计有限公司
开　　本:710mm×1000mm　1/16
印　　张:27.5
字　　数:380 千字
版　　次:2022 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
定　　价:59.80 元

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118　竭诚为您服务
版权所有　侵权必究

推荐序一

华中科技大学出版社

我与余兄交往已久，一向佩服他视野开阔，政经史地无不涉猎，每个领域并非浅尝辄止，而是都穷根究底、颇下一番功夫的。余兄思维活跃，多真知灼见，与之交谈，每每有意外收获。我也知道他近年来关注信息产业，在这一方面也颇有研究，并且已有一部与手机相关的书籍出版。前些天，余兄发给我一部新书的书稿，说是与我的专业相关，嘱我一定要为之作序。打开一看，竟是一部关于全球芯片发展历史与现状的三十几万字的纪实大作。

打开这部书稿，就很难再把它合上。在从事微纳电子科学与技术研究与教学的十几年中，这应该算是我看过的第一部能够将芯片大事件讲述得相当完整而又脉络清晰的书稿。将此书读完，从美国、日本、欧洲、韩国到中国等各个国家的芯片发展成败教训俱已了然在胸。更难得的是，作者不囿于成见，对许多芯片大历史或小事件都能有自己独到的见解，每每有发人深省的议论。我花了几晚的时间一口气把书稿看完，掩卷之际，竟感觉自己浑如身处芯片战场一般，耳边尚有金戈铁马的铿锵之音在回响。芯片从诞生至今不过六十多年，却已改变了整个人类社会的面貌，将工业时代尚多野蛮行径的人类带入高度文明发达的信息社会，很难有一个发明能有芯片这般

重要。直到这部书稿问世的这一天，全球电子产业界都正在为芯片短缺而焦虑，芯片仍然对人类社会的方方面面发生着深刻的影响，地球上现今所有大国的兴衰均与之密切相关，数十亿人的命运在不知不觉间被裹挟其中。小小芯片所蕴含的巨大能量，不能不让人心惊与感叹。

中国大陆在芯片技术上已经苦苦追赶世界先进水平几十年，虽然已经有了不小的成绩，在一些领域也有了可喜的突破，但不可否认的是，整体水平仍然与国际先进国家有较大的差距。由于受到国际政治势力的干扰，中国要想在极紫外线光刻机、5 纳米以下先进制程等半导体技术上取得突破相当艰难。不过，信息产业的本质特征是它总会给你换道超车的机会。当摩尔定律走到尽头，需要寻找新的路径实现芯片性能提升的时候，大家将站在同一条起跑线上。芯片发展如果想要突破摩尔定律的极限，迈向 1 纳米乃至更小的线宽尺寸，势必要探究新的颠覆性前沿技术，譬如研究基于碳纳米管、石墨烯或新型二维材料等的晶体管和集成电路技术。这样中国才会有机会与半导体技术领先的国家在同等条件下进行竞争。“芯芯”之火，可以燎原，在此与在中国芯片征途上努力的诸君共勉！

好书多读，开卷有益。无论是芯片领域的专业人士，还是仍在校园的莘莘学子，相信都可以从这部佳作中获得不小的收益。余兄或许是我所认识的人当中在写作上最勤奋的一个，近年来笔耕不辍，不断有作品问世。难得的是，其作品部部都是沥血之作，出版后皆广受好评。期待余兄下一部佳作能够尽快问世。

陈长鑫[①]

2021 年 8 月 28 日

① 陈长鑫，上海交通大学电子信息与电气工程学院微纳电子学系教授、博导

华中科技大学出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

推荐序二

华中科技大学出版社

人类自进入文明社会以来，以生产力为标准，大致可以分为农业社会、工业社会和信息社会三个阶段。农业社会有锄头、瓷器、丝绸、纸张、弓箭……它们都要靠手工来打磨；工业社会靠机械和能源，用机械替代手工是一个巨大的进步，而机械如果没有煤、石油或电力等能源的驱动也就无法发挥作用；至于信息社会的标志，则必定是芯片。与信息有关的产业可以分成硬件、软件、互联网、移动互联网、人工智能……硬件是基础，而芯片又是所有硬件的核心。过去，我们会把电脑视作信息社会最重要的产品。如今，我们发现，智能手机扮演着越来越重要的角色。未来，更多的智能产品，如智能汽车、穿戴式设备、智能家电等将越来越多地出现在我们的日常生活中。不管哪一种智能产品，都要用到芯片，而且其产品性能的提升都直接依赖芯片技术的进步。

与以往的各项技术相比，芯片的一个极大的不同点在于，它以指数级增长的速度在不断进步。大约每过两年左右的时间，芯片上的晶体管密度就会增加一倍，这意味着芯片的性能也在翻倍增长。这一发展规律被称为摩尔定律，芯片技术的进步仰赖于摩尔定律的指引。摩尔定律其实是信息社

会的普遍特征，信息社会的各个子产业都存在指数级发展速度。

摩尔定律意味着芯片技术的竞争是相当残酷的，第一名往往能够吃掉行业半数营收和大部分的利润，第二名还能喝到一些汤，再后来者只能吃些残羹冷饭。信息社会盛行的是“赢家通吃”的游戏规则，只有极少数胜利者能够赢得牌桌上几乎所有的筹码。要想获得最大的奖赏，所应支付的代价也高得惊人。芯片技术的研发和生产投入也需要指数级的增长，这样才能保持技术领先的地位。利润回报与资本投入必须形成正循环，否则在芯片事业上的亏损黑洞之大，即便是一个大国或强国也无法承受。在自由市场竞争中，以“偏执狂”式的努力并取得商业成功的公司才有可能跟得上摩尔定律的脚步。

日本电器时代的索尼、东芝、松下、夏普，电脑时代的 IBM、英特尔、微软、联想、惠普，智能手机时代的华为、苹果、三星、高通、小米、OPPO、VIVO，人工智能时代的谷歌、特斯拉、亚马逊、阿里巴巴、腾讯，这些都是我们耳熟能详的公司名字。《芯片战争》这本书以芯片为纽带，将它们串联起来，它们或者设计芯片，或者制造芯片，或者利用芯片，芯片的力量成就了它们的辉煌，芯片的发展也离不开它们的努力。

伟大的公司驱动经济的成长和社会的进步，一个国家或地区的经济发展也有赖于伟大公司的成功。人类进入信息社会以后，值得警惕的现象是不公正的社会分配让信息技术带来的财富越来越集中到少数人手中，发达国家俱乐部的进入门槛也越来越高。二战以后，亚洲仅有几个国家成功跻身发达国家或地区之列，芯片技术在这一进程中扮演了一个重要的角色，可以说是后进经济体赶超先进经济体的一大利器。如果没有三星电子，韩国几无可能取得今日在地球村中之显赫地位。中国要想成为下一个发达经济体，在全球芯片产业中占据一席之地是必经之路。中国也需要培养起自己的“三星电子”。也可以这么说，中华民族要想取得伟大复兴，在很大程度上有赖于一块小小的芯片。

华中科技大学出版社

芯片的背后是半导体，一项尖端半导体技术的研发，往往需要许多公司甚至是多个国家的共同努力。半导体技术的进步是全人类的福祉。芯片应用得越广泛，人类社会的财富就增加得越多。我们很遗憾地看到，因为政治的关系，全球半导体产业版图有被人为割裂的危险，最喜欢鼓吹自由市场竞争的国家对市场的践踏也最为粗暴。

科学技术是第一生产力，半导体技术又是所有科学技术中最基础、最尖端的部分。真正的技术是买不来的，也无法在温室里茁壮成长。芯片发展的历史告诉我们，技术发展要走引进、消化、吸收和创新的道路，政策引导与市场竞争两手都要硬，国家扶持与企业自强两者相结合，才能够真正地将半导体技术发展起来。中国芯片大业，需要每一个中国人的努力，不管你是中国芯片的制造者，还是中国芯片的消费者。

华中科技大学出版社

李菁[①]

2021 年 9 月 9 日

① 李菁，华中科技大学公共管理学院教授、博导

自 序

华中科技大学出版社

自中兴、华为相继被美国制裁以来，芯片在中国成为热词。一夜之间，人们忽然发现，在“GDP 全球第二”“中国制造”名闻天下的今天，中国居然还有如此大的一块短板。中国每年芯片进口额超过石油，最先进的高科技企业在面临芯片断供时束手无策，种种残酷的现实刺激着中国人的神经。一时间，种种关于芯片的资本炒作概念满天飞，关于芯片的网络文章到处流传，但对许多重要问题，如芯片发展的来龙去脉是怎样的、芯片的影响力为什么会这么大、中国的芯片产业的现状到底如何、中国芯片的发展出路在哪里等等这类问题，真正能够说清楚的文章很少。有许多文章不仅连最基本的芯片概念都没有说清楚，甚至还有很多错误。市场呼唤着关于芯片的，严肃而科学的大众普及读物。

目前人们能够看到的与芯片相关的书籍屈指可数，少数几本也多出自专业技术人员之手。因为芯片技术是人类社会最尖端的技术之一，要把芯片搞明白需要不少相关的科学知识、技术知识的积累，非专业技术人员一般不敢做这方面的尝试。专业技术人员所出的关于芯片的书籍基本可以保证在专业方面的严谨与认真，文字方面却容易偏于生硬，难以卒读。而且，芯

片是整个电子产业乃至信息产业的基础，芯片技术的进步关系到整个人类社会的进步；芯片还关系到大国之间的竞争，美国称霸、苏联解体、日本衰退、中国崛起，这些大国命运的变迁无一不与那小小的芯片相关。要说明白芯片，就得读懂一块芯片所蕴含的政治、经济和社会意义，这就远远超过芯片专业技术知识的范畴。而且，有意思的是，虽说技术对芯片至关重要，但芯片更需要的是市场。唯技术论曾经导致中国芯片发展屡屡碰壁，中国芯片直到取得市场上的成功后才能够真正拥有世界范围的影响力。所以，讲清楚那些与芯片相关的公司的商业成功逻辑，着实要比讲明白那些深奥的芯片技术知识更加重要。

本书是市场上第一部从商业竞争的角度说尽全球芯片产业发展史的财经书籍，是一本对芯片产业感兴趣的投资者、研究者和普通大众读者不能错过的芯片产业普及读物。它也可以作为中学生和大学生的课外推荐读物，是一本很可能影响莘莘学子学业或职业选择的书籍。全球芯片产业巨头，从英特尔、三星电子、台积电、SK海力士、美光、德州仪器、东芝、英伟达、索尼、英飞凌、恩智浦、超威、IBM、格罗方德、联华电子、安谋到阿斯麦尔，它们的辉煌与挣扎、光荣与磨难，本书尽可能地一一历数。中芯国际、兆易创新、中微、华润微电子、紫光国微、华虹、上海贝岭、寒武纪，这些中国芯片概念上市企业的前世今生，书中也都一一做了记录。还有龙芯、众志、展讯、海思、成芯、武汉新芯、长江存储、合肥长鑫，从芯片设计到芯片制造，中国企业不断攻克难点，往事与现状，本书也尽力详叙。美国、日本、韩国、中国台湾、中国大陆、欧盟，全球六大芯片经济体在芯片产业上又进行着怎样的合纵连横、征战杀伐与合作共赢？全人类的现在与将来都被席卷其中，如此一盘大棋，惊心动魄，令人荡气回肠。

在华为手机芯片断供的背后有着怎样的大国角力，中国芯片面临怎样的危险与机遇？商用计算机、个人电脑、智能手机、云计算、物联网、人工智能，下一个芯片主战场在哪里？已经走过五十多个年头的摩尔定律，还能再

华中科技大学出版社

走多远？芯片产业的未来走向在哪里？本书都一一给出了自己的观点。因为芯片技术仍然在向前发展，关于芯片的公司竞争与大国角逐仍在继续，许多问题都还没有最终的答案。我们只能够说，我们有幸参与其中，见证人类社会伟大、重要的技术奇迹的延续之路。

余盛

华中科技大学出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目 录

楔子　华为的难题　1

上部　全球芯风云

第一章
从晶体管到芯片
晶体管替代真空管　8
德州仪器和仙童发明芯片　13
芯片从军用走向民用　18

第二章
存储器公司英特尔
提出摩尔定律　26
内存与微处理器的诞生　29
个人电脑时代来临　34
日本 VLSI 计划　39

第三章
英特尔向 CPU 转型
美日芯片战争　46
只有偏执狂才能生存　53
愤怒的超威与沮丧的 IBM　57

华中科技大学出版社

第四章
存储器新势力
“土豆州”出了个美光 64
闪存的诞生 66
三星内存崛起 70
跟风的中国台湾内存产业 77

第五章
丑小鸭阿斯麦尔
被业界笑话的飞利浦光刻机 82
阿斯麦尔在愚人节成立 87
从超威获得市场突破 94

第六章
芯片食物链
被迫下海的工研院院长 100
阿斯麦尔的转机 106
蔡司镜头传奇 112

华中科技大学出版社

第七章
美国完胜海湾战争
日本可以说“不”? 118
韩国内存击败日本 122
苏联被摩尔定律抛弃 125
中国卧薪尝胆 130

第八章
亚洲金融危机大冲击
三星神话背后的美国式成功 136
海力士峰回路转 141
台湾内存产业盛世危局 147

第九章
晶圆代工群雄逐鹿
台湾晶圆双雄对峙 154
超威分拆出格罗方德 157
阿斯麦尔解决镜头问题 160
光刻干湿大战 165

华中科技大学出版社

第十章
全球金融风暴大洗牌
尔必达的苦恼 172
内存大败局 176
存储器三分天下 181

第十一章
日本芯片的黄昏
东芝出售闪存 190
日本智能手机和液晶面板的失败 196
日本电子工业的衰败 200

华中科技大学出版社

下部 中国芯势力

第十二章
“909 工程”始末
谈定合作伙伴日电 210
华虹 NEC 的建厂与技术引进 215
华虹的芯片设计与风险投资 220

第十三章
设计中国芯
自主 CPU 攻关 228
哪里冒出来的展讯？ 233
汉芯骗局 239

第十四章
张江的中芯国际
江上舟是一面旗帜 246
张汝京北上 250
建厂高手的杰作 254

第十五章
中国芯片的至暗时刻
江上舟对中国芯片的四大贡献 264
中芯国际输了官司 270
江上舟临危受命 274

华中科技大学出版社

第十六章
十年坎坷芯路
从新昇到芯恩 282
成都成芯和武汉新芯艰难求生 285
紫光整合展锐 292

第十七章
中国大陆存储器突破
长江存储崛起 300
福建晋华停摆 307
合肥长鑫破局 311

第十八章
越过 28 纳米节点
3D 晶体管的发明 320
台积电和三星电子争霸战 324
摩尔定律走向终点 331

华中科技大学出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com