

# 我国集成电路产业发展之路

——从消费大国走向产业强国

王阳元 王永文



科学出版社  
www.sciencep.com

F426.63

5

# 我国集成电路产业发展之路

——从消费大国走向产业强国

王阳元 王永文

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

现今,集成电路技术飞速发展,集成电路市场迅猛扩大,集成电路已经成为信息社会的基石,集成电路正在改变着人类社会的生产和生活方式。值此集成电路发明 50 周年之际,为推进我国集成电路产业的发展特撰写本书。

全书共 15 章,从经济、技术、管理、市场等不同角度和不同层面描述了世界集成电路科技与产业的发展环境;回顾了集成电路产业的历史进程和规律性的轨迹;论述了集成电路产业的战略性与市场性;探讨了我国集成电路产业发展面临的机遇与问题;展示了今后集成电路科技和产业发展的动向;提出了调整产业结构中可供参考的研发与营运模式以及建设集成电路产业强国的发展思路。

本书可作为高等院校信息技术及微电子专业师生的参考书,也可供相关领域的技术人员、科研人员及科技管理人员阅读使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

我国集成电路产业发展之路:从消费大国走向产业强国/王阳元,  
王永文. —北京:科学出版社,2008  
ISBN 978-7-03-021655-7

I. 我… II. ①王…②王… III. 集成电路—电子工业—经济发展—  
研究—中国 IV. F426.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 051458 号

责任编辑:杨 凯 赵方青 / 责任制作:魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:璩 佳

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2008 年 5 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2008 年 5 月第一次印刷 印张: 38 1/2 彩插 8

印数: 1—5000 字数: 736 000

定 价: 68.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)



用集成電路創新的  
基石鋪設廿一世紀  
中華民族偉大復興  
之路

王陽元



谨以此书纪念集成电路发明五十周年

# 作者的话

50年前,一项加速了人类文明历史进程的发明在美国得克萨斯仪器公司诞生,这就是集成电路。2008年9月12日,是集成电路50周岁的生日。50年来,集成电路技术飞速发展,集成电路市场迅猛扩大,集成电路已经成为信息社会的基石,集成电路正在改变着人类社会的生产和生活方式。

我们是长期奋斗在集成电路战线上的科技工作者,倾心投入了我国集成电路产业的建设,亲身经历了我国集成电路科技的发展。几十年经受的风雨在我们的心中留下了抹不去的记忆,几十年走过的足迹一幕幕清晰地定格在我们的脑海中。在纷繁交错的成功与失败中,我们试图解析昨天之路的曲折;在恢弘壮丽的畅想与憧憬中,我们试图描绘明天之路的方向。因此,撰写本书是一直萦绕在我们心头的夙愿,也是多年来我们一直在不断探究和思索的课题。值此集成电路发明50周年之际,我们谨将在不断酝酿、不断增删、不断磋商、不断研讨中的这一颗虽然略嫌青涩、但正在逐渐成熟的果实献给在集成电路科研和生产战线上勤耕不辍的所有志士仁人,献给关心和热爱集成电路事业的所有奋斗者,也献给曾经与我们一起工作、学习,一直支持我们学习、工作的所有亲朋好友。

本书共15章,分别从经济、技术、管理、市场等不同角度和不同层面描述了世界集成电路科技与产业的发展环境,回顾了集成电路产业的历史进程和规律性的轨迹,论述了集成电路产业的战略性与市场性,探讨了我国集成电路产业发展面临的机遇与问题,展示了今后集成电路科技和产业发展的动向,提出了调整产业结构中可供参考的研发与营运模式以及建设集成电路产业强国的发展思路。

全书分上、下两篇,上篇主要阐述世界集成电路的发展,下篇主要论述对我国集成电路发展战略的思考。第1章主要论述创新是促进人类社会发展的动力,对人类社会从旧石器时代到铁器时代的科学发现与技术创新进行了简单回顾,着重介绍了工业革命对社会进步的巨大作用,论述了集成电路发明的重要历史意义。第2章分别从经济、国家安全、文化等方面论述了集成电路的战略性。第3章从各个角度分析了集成电路的市场特征,总结了集成电路市场与产业变化的周期规律。第4章介绍了我们对集成电路产业结构演变的研究成果。第5章介绍了非传统MOS器件、纳电子器件与量子器件以及集成电路工艺的最新研究方法和研究成果。第6章介绍集成电路设计技术的发展方向,并提出了关于今后30年集成电路科学技术发展方向的思考。第7章阐述了我国集成电路产业面临的问题,对我国经济的增长方式进行了剖析,提出了我国发展集成电路产业的战略目标和战略举措。第8章~第15章分别从产业环

境、集成电路设计、芯片制造、封装测试、专用装备、专用材料、知识产权、国家研发中心(产业产前联盟)等产业链的各个环节,论述了我国今后向集成电路产业强国迈进应采取的相应举措。

王阳元作为本书的总策划,拟定了本书的写作宗旨与写作计划,具体提出了写作大纲及各章节的基本架构,同时执笔完成了序言、跋、第10章和第15章;第5、6章在王阳元的总体构思下,分别由北京大学张兴教授、黄如教授、康晋锋教授、傅云义博士和程玉华教授起草,由王阳元审阅后定稿;第11章由中国半导体行业协会封装分会毕克允理事长撰稿,由王阳元修改后定稿,中电科技集成团43所朱颂春高级工程师对第11章的写作提供了帮助;第12章由原信息产业部电子信息产品管理司王勃华副巡视员、北京七星华创电子股份有限公司蒋迪宝资深顾问以及王阳元指导的博士后丁伟博士等协助起草,由王阳元修改后定稿;第13章由中国电子材料行业协会袁桐秘书长撰稿,由王阳元修改后定稿,钱佩信、林成鲁、杨士勇、杨德仁、穆启道、岳成君等有关专家对第13章的写作提供了帮助;第14章由丁伟博士起草,王阳元修改后定稿;第1~4,7~9章为王永文执笔撰稿。全部章节的初稿及中间稿均经王阳元多次审阅和修订,最后,全书由王永文统一整理编辑。

需要说明的是,本书只涉及我国大陆部分的内容,没有包括我国香港、澳门特别行政区和台湾地区等部分的内容(引用资料除外)。

在本书写作过程中还得到了我国集成电路学术界和产业界众多专家学者的大力支持:西安电子科技大学郝跃副校长对本书2.3.3节的写作提供了帮助。

中国半导体行业协会集成电路设计分会王芹生理事长对本书9.3.2节的写作提供了帮助。

丁伟博士在北京大学博士后流动站工作期间,由王阳元指导撰写并修订的“中国集成电路产业知识产权战略研究”论文,已作为丁伟、王永文、王阳元的署名文章在“科技进步与对策”杂志2007年第5期、第7期上发表,在对此文进行修改和调整,将其基本内容作为本书第14章;同时,丁伟博士还对华晶、华虹和中芯国际三个企业进行了调研,形成了调研报告,经王阳元修改和调整,将其基本内容纳入了本书7.3.2和7.3.3节。

由王阳元指导撰写并修订的张苏博士博士后出站研究报告中“关于世界经济的长波周期”部分,经修改和调整,将该文的有关数据和部分资料作为本书1.3节的部分内容;张苏博士的博士后出站论文中有关产业转移的部分研究成果纳入了本书4.1节和4.3节。

由王阳元提出并经多位院士与专家讨论、丰富与发展的“集成电路产前联盟”的研究成果已列入中国科学院“关于建设微电子强国的建议”的研究报告。论文“论产前联盟”由张苏、王永文、王阳元联合署名发表在“政治经济学评论”2006年第2期上。上述有关部分阐述已作为本书第15章中的一部分。张苏还查阅和整理了SEMAT-ECH,IMEC,SELETE和VLSI等有关资料作为该章的附录。

对以上提及的章节,参与其撰写或提供帮助的专家与本书作者共享该部分的知识产权。本书主要的构思、对问题的分析及结论为我们的研究成果,但也包括了在引用他人研究成果和数据基础上的综述。

在本书撰写过程中,王芹生、王勃华、许居衍、毕克允、刘越、严晓浪、杨学明、郑敏政、钱佩信、袁桐、蒋守雷、魏少军等专家参与了本书的审阅工作。

SEMATECH 的曾星晃博士对第 15 章附录 A 进行了审阅。

何芸同志对本书的编辑和整理工作、孙卫同志对本书审稿工作提供了帮助。

谨在此一并致谢。

王阳元

王永文

2008 年 3 月

# 序 言

## ——丹青难书强国情

### (一)

发展我国集成电路产业和科学技术是我终生从事的事业,把我国建设成为集成电路产业强国,使我国微电子科学技术能引领世界发展潮流,至少在某些领域能如此,则是我一生为之奋斗的目标。50年来,如果从进入半导体专业学习时算起,则是52年了,从未敢有所懈怠。50余年来度过的不眠之夜已难以计算,经历失败的煎熬也无以复计。些微的“成功”是由“失败”铺垫起来的。或许,这就是人生真谛之所在。人生的意义就在于经历困难、分析困难、享受克服困难后的喜悦。如毛泽东同志在1929年10月《采桑子·重阳》一词中所写:“人生易老天难老,岁岁重阳,今又重阳,战地黄花分外香。”简言之,这50年我就做了一件事,那就是全身心地倾注于发展我国集成电路产业、科学技术和培养人才,一路走来觉得充实、有意义、令人回味,这也就是“战地黄花分外香”吧!

我们这一代人曾是幸运的。1956年周恩来总理亲自主持制订了《十二年科学发展规划》,把半导体列为五大重点发展学科之一。我有幸成为我国第一届半导体专业的大学生。不久,五校(北京大学、复旦大学、南京大学、厦门大学、东北人民大学即现在的吉林大学)连续两届在北大物理系联合开办半导体专业,清华大学、南开大学也派了学生参加,加强了人才培养的力度。在老一辈著名科学家黄昆院士和谢希德院士领导下,以多种形式云集了一批像王守武院士、林兰英院士、洪朝生院士和工业界的武尔祯院长等优秀教师,以各种方式对我们这批学生进行悉心教育。作为老一辈的科学家和工程师,他们开创了我国半导体和集成电路事业,奠定了我国集成电路产业的基础,他们是值得我们景仰的一辈。这两届毕业的第一批半导体专业的莘莘学子后来都成了发展我国半导体和集成电路事业的中坚力量,不少人成了优秀的学术带头人,有的始终活跃于产业界,有的成为领军人物或管理岗位上的佼佼者。由于过多的政治运动冲击等原因,很多优秀的同学未能脱颖而出,但他们都把自己的智慧和精力奉献给了祖国年轻的半导体和集成电路事业。他们的一生是与祖国半导体和集成电路事业的发展历史地、不可分割地联系在一起的,因而是令人尊敬和怀念的。

50年前,1958年9月12日,集成电路在美国诞生。20世纪六七十年代是国际上集成电路开始大发展的年代,但我们却在搞“文化大革命”,使我们失去了一个重要的

历史机遇。我们也失去了最有创新能力的年华,从这一点说,我们这一代人又有坎坷的一面。我国集成电路研制与产业建设开始都不晚,1965年硅数字电路研制成功,1966年和1968年硅双极集成电路和MOS集成电路分别开始工业生产。1974年、1975年和1977年分别在北京、上海和贵州都匀举行了三次大规模集成电路会战,1975年研制成功的三种类型1024位MOS随机存储器在1975年上海会议和1977年贵州都匀会议上进行了重点介绍和讨论。不能说领导不重视发展集成电路,1982年10月4日国务院成立计算机与大规模集成电路领导小组以来,党中央和国务院的几任领导都曾担任组长(或主任),亲自抓集成电路发展。但问题是我国经济发展水平还有限,特别是我们计划经济的管理体制和企业机制都不能适应集成电路产业发展的客观规律要求。50年来,我国集成电路的发展经历了太多的沧桑,从事集成电路产业、科学研究和人才培养的工程技术人员、科研人员与教师经历了太多的磨难,困难挫折的悲怆和克服困难后的喜悦都融化在了一起,就像在太上老君的炼丹炉中熔炼了50年,炼成了一颗丹心,铸就了一个国魂,锲而不舍地圆强国之梦。

## (二)

简明地说,我国集成电路发展大致经历了三个阶段,即1978年之前的自力更生、闭门发展的初始阶段,1975—2000年重点计划建设阶段和2000年以后在深化改革开放条件下的发展阶段。现在“早春二月”的气候是结束了,但“烟花三月下扬州”的时节还仅仅是开始。

三个发展阶段的产业代表当推华晶、华虹和中芯国际。

以华晶为代表,包括878厂、871厂(现华越前身)、北京半导体器件二厂、北京半导体器件三厂、上海元件五厂、上海无线电十四厂、上海无线电十九厂等是我国最早的一批国营大企业,这些企业曾为我国集成电路发展,为国防与国民经济建设作出过历史贡献,也为我国集成电路的后续发展培育了一批人才。华晶,我或许可以把它称之为我国集成电路产业的“黄埔军校”。但是它们没有能够突破当时计划经济的框框,因而无法做大做强,现在它们正在新的模式下进行重组。

华虹是我国集成电路发展第二阶段的代表,在许多方面突破了原来的框框。作为国务院重大战略性项目,华虹在资金、政策、市场和国际合作方面都得到了党和国家领导的直接关心,调动了全国相关资源予以支持,建成为我国第一座8英寸硅圆片、亚微米工艺的大生产企业,为我国集成电路产业带来了希望。但华虹在机制上并未取得全面突破,机制创新仍是它需要完成也正在努力争取完成的任务。

中芯国际得天时、占地利,以适当的模式在机制、资金、技术、市场、人才各方面全面与国际接轨,是我国集成电路产业发展第三阶段的领跑者,为我国国民经济各领域正在作出重要贡献。但中芯国际能领跑多久?这一方面要看它如何吸引和凝聚世界优秀人才,不断加强自主知识产权建设,不断增强企业核心竞争力;另一方面则有赖于加强科学管理,努力提高服务客户的质量,不断扩大市场占有率,提升企业的业绩。虽然世界股市复杂多变,因素众多,但上述两点的加强必将有助于中芯国际股价的提升。

我国集成电路的发展目标,不会停止在这一步。就我自己的志向而言,希望在有生之年看到我国能够成为微电子产业强国,在科学技术上能够引领世界发展潮流,至少在某些方面是这样。

集成电路产业有着战略性和市场性的双重特性。我们如果只注意了战略性的一面而忽视了市场性的一面,只用计划经济的方法去发展集成电路产业,并不能真正地使集成电路产业发展起来,反过来也终将制约集成电路科学技术的发展和人才培养。试想一下,一个典型的 200mm 芯片制造厂,合理的产业规模是月产 3 万硅圆片,每片硅圆片中如果以含有 1000 个芯片计算,一个月的集成电路产量就是 3000 万块。设想一下,如果没有广阔的市场和应用,这些电路销售到哪里去?! 又如何能支持它持续发展?! 广阔的市场可以被预测,但难以被计划,更不是计划部门几名官员可以计划出来的;但是如果只注意市场性一面,缺乏对战略性一面的认识,那就会缺乏国家和政府的支持,缺乏对产业的一系列优惠政策,也将使集成电路产业无法迅速发展。集成电路产业终究是资金密集、技术密集、人才密集和高风险的产业,世界许多国家和地区发展的经验都证明,在它的发展过程中,必须有国家和政府的支持才能成功。这样,我们就不难理解为什么在深化改革和开放的 2000 年以后,在党中央、国务院出台对集成电路和软件产业的优惠政策后,我国集成电路产业的发展才迎来了一个新的历史阶段。

近 50 年来客观发展的历史已经替我们做了一个阶段小结。不仅仅是我们对集成电路产业和科学技术自身发展的客观规律认识不足,而且在产业及其管理体制上和企业机制上还无法整体适应集成电路产业和科学技术发展的客观规律。

### (三)

现在,我们正处在一个更雄伟、更深刻、更持久的历史机遇期。

近 500 年来,西方大国纷纷崛起,而我国则从明、清年代开始衰落。在 1820 年,我国的 GDP 总量还占世界 GDP 总量的 32.9%,即使在鸦片战争时的 1840 年,我国 GDP 总值也占世界的 25%,当然主要是农业和手工业。落后总是要挨打的。从 1840 年鸦片战争以来,一百年间我们受够了列强的种种凌辱,有血性的中国人是决不能容忍的,直到 1949 年中华人民共和国的成立,才结束了这段历史。党中央、国务院和我国改革开放的总设计师邓小平同志 1978 年提出了改革开放的国策,后来又提出要在 21 世纪中叶迎接中华民族的伟大复兴,这就是说,要在建国后新的一百年间,使我国走上复兴富强之路,达到中等发达国家的水平。这是过去与未来的二百年间中华民族优秀儿女梦寐以求的目标。

从 1978 年改革开放以来 30 年间,正如温家宝总理在 2007 年 9 月 6 日首届夏季“达沃斯论坛”上所讲:“国内生产总值平均增长 9.7%,总量跃至世界第四;进出口贸易总额从 206 亿美元增长到 1.76 万亿美元,位居世界第三;城乡居民人均消费水平实际增长都在 4 倍以上;农村贫困人口从 2.5 亿人减少到 2000 万人;人们生活从温饱不足发展到总体小康。”中国经济的高速发展,使世界经济格局正在发生变化。1978 年第一次产业革命以来,200 多年的工业化、现代化只惠及不足 10 亿人口,而 21 世纪中

叶中华民族的复兴将至少惠及 15 亿人口,从全球看,如果包括印度、巴西等国家的发展,将惠及全球 20~30 亿的人口。因此,中华民族的复兴将是世界经济发展史上更加壮阔的现代化浪潮,正如胡锦涛总书记在中国共产党第十七次代表大会上的报告中所指出的:“中国的发展,不仅使中国人民稳定地走上了富裕安康的广阔道路,而且为世界经济发展和人类文明进步作出了重大贡献。”

中国经济已高速发展了 30 年,沿着党的十七大指引的建设具有中国特色社会主义道路还将持续高速发展几十年。我国幅员辽阔,13 亿人口,80% 是农民,生活在农村,要改善他们的生活质量;“农业、农村、农民”三农问题势必是我国经济发展的核心问题;东西部、城乡间落差又大,经济发展水平形成了从东到西的波浪式地持续推进的模式;改善环境、节约资源压力很重。这巨大的内需既是经济持续发展的基本市场保障,又是产业结构调整迫切需求。从 2008 年元月我国南方一些省市遭受严重雪灾的情况看,可以深切地感受到我国基础设施还很薄弱,抗灾害能力还不强,工业化的任务尚未完成,信息资源还没有得到充分利用。工业化是一个不可逾越的发展阶段,但我国发展工业化的任务又处在信息化发展的时代,这就注定我国经济发展模式必定要遵循党中央所指出的用“工业化带动信息化,用信息化促进工业化”的方针。

世界众多的经济学家,包括亚当·斯密的《国富论》等在内的权威经济学著作之中自然阐述着有可遵循的基本经济规律,但是他们的主要背景还是西方国家崛起的经济过程。前年,中央电视台等单位也组织有关专家研究和探讨了近 500 年来八国经济崛起的经验和启示,这项专题栏目引起了社会各界的高度关注。这一切理所当然地应当成为我国经济发展和崛起的参考。但是它们有它们的历史和环境,而我国的国情又是如此之不同,中国经济学家们终究会在某一个阶段对中国经济持续发展之“道”作出科学的解说,对如何崛起也会提出科学的措施与学说。那时不只是一个人,而是一批人必然会与诺贝尔经济学奖不期而遇。我不是经济学家,对这个问题的研究显然超出了我的能力和专业。但有一点是可以肯定的,正如党中央所指出的,必须调整我国现有的产业结构,发展高新技术,把经济发展的基础调整到立足于科技创新上来,建设创新型国家。早在 1995 年 12 月江泽民同志就指出:“创新是一个民族进步的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力。”集成电路产业,作为信息产业的基石,作为现代高科技产业的战略性基础产业,理所当然地摆上了议事日程,而它的市场经济学特征又是需要我们深入研究的。历史赋予我们一个发展集成电路产业和科学的新的历史机遇。没有一个强大的国家,怎会有一个强大的产业?! 建设一个强大的产业也是建设强大国家的必然要求。

#### (四)

我国集成电路产业的发展还远不能适应我国经济发展的需要,那就是我们在书中所叙述的三个特点:我国集成电路市场规模居世界第一;近年来市场增长速度世界第一;但该项外贸逆差也居我国第一,是石油等制品的 1.7 倍。这说明,我国还处于集成电路的消费大国阶段,从消费大国经历产业大国走向产业强国还需要 20 年左右的时间。但实现这个历史目标是有可能的,我们现在正处于发展我国集成电路产业和科学

技术最好的历史机遇期。首先是我国经济持续发展和建设中等发达国家历史任务的客观要求,集成电路的发展有着坚实的市场基础;其次在微电子科学技术上,21世纪特别是21世纪头30年正面临着重大突破的机遇,我们有后来居上的可能性;党和国家对集成电路产业和科学技术的高度重视,发展集成电路的重大科学技术问题已列入了我国中长期科学与技术发展规划。当然,如何能真正按照客观规律要求来实现规划,实现技术创新与机制创新还有待于努力。

技术创新与机制创新互为动力、互为因果。尽管早在战国时期我国就有了指南针的记载,虽然郑和第一次下西洋(1405年)较哥伦布首航(1492年)早了近100年,但在将“四书五经”奉为圭臬、把“科举考试”作为唯一选拔人才途径的年代,机制的障碍使得“四大发明”等技术创新并未推动中国实现加速发展。反之,葡萄牙、西班牙、荷兰等国借助于航海科技和远洋贸易迅速实现了大国的崛起。

18世纪中叶,以蒸汽机发明为起点的“工业革命”加速了人类历史进程;同时,新的机制创新也应运而生。1551年第一家股份公司诞生,马克思在资本论中指出:股份公司“对国民经济迅速增长的影响恐怕估计再高也不为过”。此后,1624年英国颁布“垄断法规”,1913年福特汽车流水线运转,1955年麦当劳创立了连锁经营,1962年沃尔玛开辟了新零售方式的先河;这些机制不仅使技术创新迅速转化为生产力,也为更多、更新的科技活动创造了良好的环境。

1952年5月,在英国皇家信号和雷达机构电子元器件会议上,G. W. A. Dummer首先提出了集成电路的概念,但集成电路并未在英国实现,而是由美国人 Kilby 和 Noyce 掀开了人类历史这新的一页。为满足军方电子装备小型化的需求,Kilby 在分析了传统微型化的技术路线后,提出了创新的“全半导体化”概念并付诸实施,于1958年9月12日演示了世界第一枚集成电路;1959年,Noyce 发明了适合于大规模生产的集成电路。军方的需求与支持,技术发展的基础和良好的创新氛围,包括风险投资、员工持股等激励机制是集成电路在美国得以诞生的主要因素。50年来,集成电路的发明史是需求牵引与科学发现、技术创新推动相结合的历史,是一部技术创新和机制创新的历史。

## (五)

想写一本研究集成电路发展内在规律并以此导出我国集成电路产业和科学技术应当如何发展的书,是我多年来的愿望。从1978年算起,特别是20世纪80年代初亲身考察了美国硅谷成长发展史,以及对日本、韩国、欧洲和我国台湾地区集成电路发展历程之后,对集成电路产业和科学技术的发展战略和策略有了多层次的思考,说起来在各类报刊杂志上发表的文章和在研讨会、讲演会上所做的报告也不下百余篇次。许多同志也鼓励和要求我能写一本这样的书,还有同志希望我能写一本我国微电子发展历史的书,或写一本回忆录。思之再三,我认为现在还不是写我国集成电路(或微电子)发展史的时候,更不是写回忆录的时候。因为我国集成电路产业高速发展还仅仅只是开始,今后要走的路还很长,精彩的篇章还有待于从实践中来。而写一本关于探

讨集成电路科技与产业发展规律,研究发展战略与策略方面的书,则正是当前需要的。

这本由我和王永文同志合著的题为《我国集成电路产业发展之路——从消费大国走向产业强国》的书分为上、下两篇。上篇,主要着重于集成电路发展规律的探讨和研究,包括集成电路产业的战略性和市场性;集成电路产业结构的演变和全球经济一体化背景下集成电路产业的转移;21世纪特别是21世纪头30年集成电路科学技术面临重大突破的历史机遇等等。分析规律是为了掌握规律。无论从事何种事业,只有认识和掌握了客观规律性才会有驾驭的主动性,才会有正确的决策。战略研究的目的就在于在研究客观发展规律的基础上,提高驾驭与谋划未来发展的自觉性。战略和策略是产业和企业的命运。

下篇则是从我国集成电路产业面临的问题和历史任务出发,提出我国集成电路发展的战略目标,这一战略目标基本上是参考由多位院士和专家共同讨论提出的中国科学院院士专家咨询报告:《关于建设微电子强国的建议》,并根据科技与产业的发展做了一些修改和调整。战略目标分两个阶段来实施:第一阶段,从现在起约用10年左右时间,从消费大国建设成为产业大国;第二阶段,再用10年左右时间,从产业大国走向产业强国。

在全球经济一体化的情况下,不管是产业大国还是产业强国都必须放到全球的背景下来考察。在资金、技术、产品、人才各个方面要面向国内外两个市场,利用国内外两个资源。要在争夺国际市场占有率方面由小变大,在占据价值链上由低端变高端,在竞争优势上由弱变强。我们考核产业发展状况并不是单纯以“产业链”是否在国内“自主”配套、配套了多少作为最主要的衡量标准,而是要看全球产业链的各个环节上我们市场占有率多大?是否处于价值链的高端?小至一个企业,大至一个产业,由小变大,由弱变强的过程就是在国际市场上占有率由小变大,占有的价值链由低端走向高端的过程。这种全球视野是我们企业家和科技人员所必须具有的素质,也是我们产业发展的指导思想。当然,作为一个社会主义大国和强国,我们仍然要在本土建设较为完整的产业链。但较为完整的产业链,也不是意味着所有集成电路品种都能自己设计与制造,更不可能将所有专用材料和专用装备都由国内来配套,而是要抓住关键的、有影响力的产品和装备与材料等来发展。有所不为才能有所为。

集成电路产业建设是市场、资金、技术、人力和资源各因素综合发挥优势的结果,与整个集成电路产业链的配套和健全密切相关。因此从地域分布上讲,并不是什么地方有积极性就可以建设的,而要切实注意自身配套条件是否具备。目前我国已有以上海为中心的长三角地区、以京津塘为中心的环渤海湾地区、以深圳为中心的珠三角地区、以厦门、福州为中心的海峡西区、以川渝鄂为中心的中西部地区、以沈阳、长春为中心的东北工业基地和西安高新技术区等七大地区,其中尤以长三角、珠三角、京津塘三大地区为重点,而不是遍地开花。

从消费大国到产业强国,产业大国这个阶段是不可逾越的。但强国与大国不同,不仅在市场占有率方面要从15%左右提高到20%以上,而且要有若干个具有自主知

识产权的国际著名品牌和核心企业,具有全球竞争力,在国际排名中要雄踞前 10~20 名之列;特别是在科学技术上要在某些领域引领世界发展潮流;而在人才上则要能凝聚世界级顶尖人才。为此,我们首先要营造与建立可持续发展的产业环境。在此基础上,无论是设计业、芯片制造业、封装测试业,还是专用装备和专用材料这两个核心支撑业都有一条共同的发展道路要走,那就是仍要在“深化改革”和“加大开放”这八个字上做文章。深化改革就是改革掉不适应集成电路市场经济学特征的企业机制和管理体制,建立起能适应全球经济竞争的产业发展模式与相应的政策环境,把企业从小变大,从大变强。我们要充分利用全球经济一体化背景下产业转移的历史机遇,加大开放力度。由于我国政治稳定、经济高速发展、市场需求巨大、有广大的优秀智力后备军等条件,世界集成电路产业向我国转移的趋势必将增大。据我的博士后研究人员分析,2010—2020 年将可能迎来产业转移的高潮。我们当然应面对这个事实,利用这个机遇期来发展自己,增大产业的规模和强度。但是产业转移并不是建设集成电路产业强国的充分条件。建设集成电路产业强国,一方面要在引进、消化、吸收的基础上进行集成创新和二次创新,但更重要的是切实加强基于国家和市场当前与长远需要,整合资源,大力组织研发工作,增强自主创新能力,以增强核心竞争力。

本书第 7 章介绍发展目标,第 8 章讨论营造环境,从第 9 章到第 13 章具体论述了设计业、芯片制造业、封装测试业、专用装备业和专用材料业的现状分析和基于现状、面对目标应当采取的策略。它们之中虽然情况各异,但有两点是共同相通的战略思路:

(1) 首先要基于国内外市场的需要,整合现有资源,努力开拓国内外市场,提高在国内外市场的占有率,提高在高端价值链上的比例,从而逐步从小到大、从弱到强。

(2) 根据国内外市场发展和技术发展的趋势,选准新的切入点,产业链上、下游互相促进、结合,集中资源,凝聚人才,深入开展自主创新工作,从而取得在技术上的跨越式发展,迎头赶上国际先进水平。例如,设计业要从系统应用级开始,研究系统级产品定义和 SoC 设计方法学,以取得突破,并基于 90~65nm 和 45~32nm 的先进制造工艺进行产品设计,从而提升整个设计业的水平;芯片制造业要在建设技术水平先进、服务体系齐全的 Foundry 业的同时,要发展 PDM 公司,打造 IDM 企业,在突破 45~32nm 技术节点的大生产工艺同时,要利用 21 世纪头 30 年集成电路新器件、新工艺、新材料纷纷涌现之机,争取在 22~10nm 技术节点上异军突起,争取在某些领域能引领世界发展潮流;而专用设备和专用材料产业在生产现有的关键产品的同时,应紧紧抓住新器件、新工艺、新材料走向产业的机遇,发展相应的专用装备和材料,不仅可以与世界同步发展,而且还可能形成有世界品牌的装备和材料及其相应的品牌企业。从而环环相扣,层层展开。

建设集成电路产业强国,真正要坚持立足本土的是两条:

第一条是加强 R&D 活动,发展自主的核心竞争力。核心竞争力是引不进来的。要使我们能成长出一批具有世界品牌、拥有全球竞争力的 Fabless 公司、Foundry 公司、PDM 公司和 IDM 公司以及某些专用装备和材料的公司,而且在集成电路科学技

术与系统、产品发展方向上引领世界发展潮流,只有依靠自主的科研创新活动,而且要在 R&D 的机制创新上有所突破。这就是为什么在本书的后面专门安排了两章即第 14 章“自主知识产权是竞争力的核心”和第 15 章“纵深部署科学研究任务和建设国家集成电路研发中心”来讨论这一问题。

去年美国 Intel 公司已宣布,开始用 45nm 技术生产微处理器,而且已经把采用 32nm 技术研发新型体系结构的微处理器提到日程上来。我们当然应注意和汲取他人的先进经验为我所用,但是我们不能总是跟在别人之后亦步亦趋。在技术上我们可以也应当超越式发展,有自己更新的目标。事实上,根据我在北京大学微电子研究院的工作经历,我们年轻一代的教师和优秀的博士生已有不少新结构、新工艺、新材料和新器件的研究成果,不仅可以用在 45nm、35~22nm 节点上,而且有可能用到 22nm 和 10nm 节点的硅基集成电路上。我从他们身上看到了希望,看到了引领世界潮流的曙光,备感欣慰。这样的优秀年轻人在全国有相当一批。但可惜的是,他们缺乏一个可供与产业相结合的、创新集成的研发平台,而只能限于大学、科研院所的实验室水平,眼睁睁地看着他人以更高的投入,更好的物质条件快速地向发展。这就是我为什么在建立中芯国际集成电路制造有限责任公司后,即提出要建设国家集成电路研发中心或集成电路产业产前研发联盟的动因。中芯国际在 2008 年实现 65nm 技术的集成电路批量生产,45~32nm 技术大批量生产也将在近年内实现。但单靠一个企业的力量是不够的,况且我国现有企业往往忙于生产,不可能为 5~10 年以后的新器件研发而在工艺和装备上作重大改变。提出建立国家集成电路研发中心的目的是要建立一个面向产业、面向核心竞争力、面向世界的研发实体。要迎头赶上世界先进水平。我相信,“长风破浪会有时,直挂云帆济沧海”。

第二条就是要凝聚世界级人才。关键是人才,希望在人才。我们要创造宽松的创业环境,淀积一种宽容的文化氛围,从全世界吸引人才,欢迎留学生归国创业,特别是团队式回国创业。同时更重要的是,加强自主培养工作,改革教育体制和模式,多层次地培养各方面人才,造就一支勤奋、严谨、诚实、机智、生动活泼的、善于创新与创业的人才队伍。要在我国集成电路各个领域凝聚一批人才、将才和帅才,可率领各路方面军,奔向集成电路产业强国。

人才培养本应列为本书的第 16 章,但是由于人才问题是全社会关注的大问题,讨论的书籍和文章浩如烟海。即使单作一章也难以恰当阐述,而且多章都有所提及,因而不如作为全书结尾的“跋”——希望在人才,可以比较自由地讲一些自身的切身体会,作为结束比较好。

## (六)

发展正未有穷期,奋斗永不言止。虽然“老骥伏枥,志在千里;烈士暮年,壮心不已。”但是完成这个历史使命毕竟要落到青年一代身上,也就是我们的学生这一代人的身上。在他们手中不仅有可能把我国建设成为集成电路产业强国,而且在微电子科学技术上必将有所突破,从而在某些方面引领世界发展的潮流。对于年轻的一代,我羨

慕他们,他们是比我们更幸运的一代,他们的一生注定将与中华民族复兴的伟大历史过程联系在一起,他们这一代必将重书中华民族的辉煌。我竭尽全力地支持他们的成长,为他们的每一点进步而由衷的喜悦。这就使我记起毛泽东同志的又一诗句:“俏也不争春,只把春来报,待到山花烂漫时,她在丛中笑。”

多年来的夙愿能在今天付之实现,除了我国经济和集成电路产业发展这一重大的历史背景之外,能够真正动笔写起来,则得益于我国集成电路领域广大朋友们的支持;得益于北京大学微电子学研究院的同事们、教授们的支持;得益于北京大学微电子发展战略研究室的成立;得益于我多年同事王永文的加盟,王永文除专业知识之外,在文学、音乐、艺术各方面均有广泛的涉及,是一位难得的人才。他承担了本书的大部分撰写任务。此外,管理学博士丁伟和经济学博士张苏进入北京大学博士后流动站从事这方面的研究工作,他们对本书也作出了自己的贡献。在指导他们研究工作的同时,也迫使我在更广泛的领域内汲取有关知识,这些都有助于这本书从“愿望”走向“现实”。

尽管我们的本意是研究客观规律性,但由于时域和地域上的制约,我们并不一定能很好地认识和掌握集成电路发展的规律。就我自己而言,更由于知识和能力之局限,肯定有许多不妥之处,甚至是错误的内容。写作的目的是希望引起大家的讨论,也就是“抛砖引玉”之意。还有许多内容未能写入本书,例如集成电路经济学特征和集成电路发展对 GDP 增长的贡献率等,这只能是另一本著作的任务了。不管写入的或未写入的内容都需要我们不断地在实践或考察研究的过程中学习、总结和提高,逐步从感性走向理性,从而提高掌握客观规律的自觉性。这也许就是北京大学微电子战略研究室的长期任务。至于下篇提出的一些建设微电子强国的措施,则是探讨。既然是探讨,首先就会涉及“对与不对”的问题,按中医的说法则是“对症下药”的问题,能不能解决强国之道中的问题,这应当是最重要的内容,但恰恰是全书中不很成熟的部分。因此,希望大家能不客气地指出来,批评是一种赐教,目的还是在于大家共同研究,以便有更好的解决方案。

当然,事情还有另外一面。那就是专家意见或建议在未被领导部门或主管者采纳以前,往往不能转化为改造世界的物质力量;或者是专家们的意见在领导者、管理者看来不具有可行性和可操作性,这时候就更需要政、产、学、研、用各部门各行业间的深入交流与探讨。

庆幸的是,我国科学技术中长期发展规划已经充分验证,集中了全国众多专家意见,考虑了微电子发展的各个领域,有了更好的发展蓝图。问题是如何以改革与创新的精神去实现它,我们不可低估“实现”的难度,也不可低估机制创新与改革的难度。好的蓝图如果不能以改革与创新精神,特别是在机制上创新,那么蓝图还仅仅是蓝图。光阴荏苒,回首一看 15 年,进步不大,预期目的还未达到,这是大家最不愿看到的。我们衷心地祝愿它的成功。中长期规划的成功实施必将加速我国从集成电路消费大国走向产业强国的历程。

冗长的序言该是结束的时候了,该说明的和该感谢的也都在本书“作者的话”中讲