

# 韩国攻克半导体关键技术的组织管理模式及启示\*

金 瑛<sup>1,2</sup> 胡智慧<sup>\*\*1</sup> 刘 涛<sup>3</sup> 方晓东<sup>1</sup>

(1. 中国科学院文献情报中心, 北京 100190; 2. 中国科学院大学图书情报与档案管理学系, 北京 100190; 3. 中国科学院发展规划局, 北京 100864)

**摘 要:** 项目的组织管理模式在关键核心技术攻关中发挥着重要作用, 是技术研发成功的基础保障。韩国半导体 DRAM 领域从跟跑、并跑再到领跑的跨越, 离不开其组织管理模式的贡献。分析韩国 DRAM 攻关组织管理模式发现, 对于面向国家战略需求或服务国民经济主战场的关键技术, 韩国采用了由国家牵头政府与企业共同出资、产学研合作攻克“卡脖子”技术的项目管理模式; 针对关键核心技术设置两种技术路线的竞争技术攻关模式; 面向目标明确的产品采用跳跃式研发模式; 在世界技术动向的情报监测与分析方面采取技术攻关全周期实时监测模式; 并注重海外人才引进。最后, 分析韩国 DRAM 领域组织管理模式特点的基础上, 对我国开展核心技术领域攻关过程中制定合理的组织管理模式提出启示。

**关键词:** 韩国; 半导体; 动态随机存储器; DRAM; 组织管理模式

doi: 10.16507/j.issn.1006-6055.2018.12.008

中兴事件、中美贸易战引发了广泛讨论, 在这场贸易战中最先受到影响的是华为、中兴等中国科技企业。据路透社预计, 中兴有 25% ~ 30% 的零部件来自美国供应商, 其中最为核心的零部件大多依赖于美国高通、英特尔、甲骨文等公司。本次中美贸易战给中国科技界敲响了警钟, 也让中国进一步认识到自身在核心技术领域的差距。习近平总书记在中国科学院第十九次院士大会、中国工程院第十四次院士大会上的讲话中指出, 关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的。只有把关键核心技术掌握在自己手中, 才能从根本上保障国家经济安全、国防安全和其他安全。要增强“四个自信”, 以关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新为突破口, 敢于走前

人没走过的路, 努力实现关键核心技术自主可控, 把创新主动权、发展主动权牢牢掌握在自己手中。此外, 美国在科技领域对华进行了全面限制, 如狙击中资并购海外高科技产业企业、对我国入选“千人计划”的在美科技人员进行封锁与起诉、限制入美留学工作签证的颁发并缩短其入境时间等。上述一系列的動作对我国加快布局与攻克关键核心技术(即“卡脖子”技术)提出了紧迫要求。攻关此类技术除了技术突破本身外, 组织管理模式对其成功有非常重要的作用, 科学的组织管理模式能够大大缩短攻克周期。

韩国半导体产业的发展历经 50 年, 经历了代工厂、跟跑、并跑到领跑的跨越, 特别是 DRAM 技术的成功引起了全世界的关注。研究韩国攻克半

\* 国家自然科学基金( G71741022), 中国科学院发展规划局( GHJ-1710) 资助

\*\* 通讯作者, E-mail: huzh@mail.las.ac.cn; Tel: 010-82626611

导体领域关键核心技术的组织管理模式,总结其特点与经验,对我国组织攻关关键核心技术有一定的借鉴与启示。

### 1 韩国半导体 DRAM 技术的发展

韩国经济从 20 世纪 70 年代起在近 40 多年时间里取得了举世瞩目的成绩。20 世纪 60 年代初,韩国还是世界上最贫穷的国家之一,现今已进入经济大国行列。其中,半导体产业的贡献最大,2018 年的出口额就达 1000 亿美元左右,对韩国经济增长起到了火车头作用,尤其是 DRAM 芯片,2018 年全球市场占有率已超过 70%。

半导体作为重要的电子元器件,是电子信息产业的基础,也是衡量一个国家或地区技术水平的重要标识之一。韩国半导体的发展经历了起步期(1965—1981)、成长期(1982—1991)、成熟期(1992—1996)、危机克服期(1997—2006)和再飞跃期(2007—至今)。1965 年,Komy 公司向韩国投资建设晶体管/二极管生产设施,韩国半导体行业开始建立,在起步期主要依靠技术的引进与模仿,电子企业严重缺乏自主技术,过分依赖国外供应商提供芯片等基础性电子组件。1979 年韩国自主生产出了 16K DRAM。三星、现代和 LG 得到政府支持,从 1982 年开始大举参与超大规模集成电路技术的大规模芯片生产,尤其在 DRAM 领域,由此进入成长期。1983 年,韩国实现 64 K DRAM 的自主开发,进入半导体技术的吸收与改进阶段。随着韩国半导体产业的快速发展,美国、日本随即采取措施对其进行限制。日本通过低价倾销来牵制韩国半导体进入世界市场的步伐。著名的半导体制造商美国 Texas Instruments 公司则于 1986 年成功借由专利侵权向韩国三星索取 8500 万美元的巨额费用,相当于三星前一年盈利

额的 85%。面对两国围剿,韩国意识到必须发展自身技术,将关键核心技术掌握在自己手中的重要性。为解决 DRAM “卡脖子”问题,韩国设立“超大规模集成电路技术共同研发计划”,促进产学研协同合作攻关。1992 年,韩国半导体产业进入成熟期,与美日等国同期开发 64M DRAM,并于 1995 年初早于美国与日本开发出 256M DRAM,由此实现技术赶超,进入了自主创新阶段,并在之后的两次金融危机中历经危机克服期与再飞跃期。

表 1 列出了韩国在 DRAM 领域同美日的差距以及实现赶超的时间表。64K、256K、1M、4M、16M 的研发仍处于跟跑阶段,到 64M 基本处于并跑阶段,256M 开始进入了领跑阶段,并持续至今。2017 第二季度三星首次超过英特尔(1993—2016 的半导体厂商榜首)成为全球最大半导体厂商。

表 1 DRAM 领域韩国与美日差距

内存容量	推出年份		差距
	美日	韩国	
64 K	1979	1983	4 年
256 K	1982	1984	2 年
1 M	1985	1986	1 年
4 M	1987	1988	6 个月
16 M	1990	1990 中	3 个月
64 M	1992	1992 末	同期
256 M	1995 中	1995 初	赶超

### 2 韩国攻克半导体 DRAM 技术的组织管理模式特点

韩国在半导体 DRAM 领域实现了从无开始到世界顶尖的突破,且所用时间非常短,其成功离不开组织管理模式的贡献,甚至可以说正是组织管理模式成就了韩国 DRAM 领域的发展。面对产业转型的迫切需求与美国、日本的围剿,韩国政府将半导体产业定义为国家战略需求。1986 年在韩国半导体领军企业组成的半导体联合研究组

的建议下,政府设立了“超大规模集成电路技术共同研发计划”,面向国家重大战略需求,重点开展4M DRAM攻关。这是韩国首次采用产学研联合创新机制设立的国家重大研发计划。此后,政府继续将16M、64M、256M DRAM研发纳入国家研发计划体系中。

### 1) 项目组织模式

韩国 DRAM 研发经费的投入采用政府和企业共同出资的方式,最初以政府投入为主,后逐步转向企业投入为主。研发团队由韩国电子通信研究院为首的国立科研机构、韩国半导体领域三家龙头企业牵头组建的联合研究组以及多家大学共同组成。其中,韩国电子通信研究院负责项目管理与统筹,包括预算分配、评价、人事权等内容,并最终上报科技部;国立科研机构与大学重点开展基础研究;企业作为需求主体与应用主体提交具体技术需求到研发团队,并在技术路线与技术方案的设计中发挥主导作用。鉴于参与的企业既是合作关系,又是竞争关系,在以营利为目的的经营活动中,彼此合作存在一定难度。韩国时任总统还曾下批示要求参与企业服从国立科研机构的总体管理,协作研发。

之所以由身为国立科研机构的电子通信研究院进行项目统筹管理,一是国立科研机构受政府直接管理,同政府的沟通渠道较为通畅;二是对于存在竞争关系的企业而言,由非竞争方进行协调

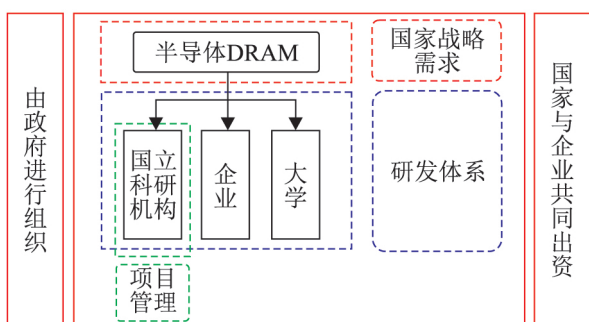


图1 项目管理模式图

较为合适;三是国立科研机构更能从宏观和战略上推进项目实施与技术攻关。这种从国家层面进行资源调配与知识技术创新的方式为韩国赶超先进国家提供了可能性。

### 2) 技术攻关模式

韩国 DRAM 技术攻关采用基础技术共同开发、关键核心技术多条技术路线同时开展研究的竞争模式,即:对基础技术,在一定范围内实现技术与知识共享;对生产技术与工艺技术等关键核心技术,则由参与机构独立开发从而引入竞争模式。当时,国际主流的 DRAM 制程技术路线有2种,沟槽式(Trench)和堆叠式(Stack),东芝、西门子和IBM等采用沟槽式,三菱、NEC、日立则采用堆栈式。面对此形式,韩国企业各自选择技术路线进行技术攻克,三星采用堆栈式并率先获得成功;LG则采用混合式,第二个完成;现代先采用沟槽式而后转向堆栈式。在企业内部,同样引入了竞争模式。例如,三星在DRAM开发过程中将研发团队分为国内组与海外组(海外引进人才)共同就一个技术进行研究。攻关256K DRAM时,国内组先于海外组五个月完成研发,因此,三星先采用了国内组技术路线进行产品生产,但由于海外组开发成功的产品在性能、成本等诸多方面表现更为优秀,随即改用生产海外组研发的技术路线;在1M开发过程中,国内组依然率先完成且性能优于海外组。这种多条技术路线共同开展的竞争模式加快了关键核心技术的攻关速度,使得韩国几乎所有DRAM技术的攻克都早于目标时间。

### 3) 跳跃式研发模式

韩国 DRAM 技术按照4M-16M-64M-256M-1G的轨迹发展,研发推进目标明确。面向此类技术的研发,韩国三星公司摒弃了传统的逐步研发模式,设置两支研发队伍,分别按照“1-3-5、2-4-6”节

点采用跳跃式研发推进模式,即完成4M攻关的团队,跳过16M直接进入64M的研究,完成16M的团队则继续进行256M的研发。该模式对韩国DRAM技术的发展起到了极大推动作用,大幅缩短了DRAM技术从跟跑到领跑的时间,成为攻克核心技术的关键要素。

#### 4) 情报监测模式

情报的全程监测和分析是韩国DRAM研发团队攻关核心关键技术管理的重要一环。项目全过程都在进行技术动向调查,对该领域的技术水平、主要研究技术路线、核心研究团队、各国技术优劣势、未来应用等进行实时监测。立项前,国际技术动向调查是项目申请的重要材料,需重点阐述技术发展现状与立项必要性;项目实施过程中,实时监测国际技术最新进展,当外部环境与技术发生重大变化时,采用动态目标策略及时调整技术方向和路线,以免重复研究或在错误路线上越走越远;结题阶段,同样针对国际技术动向进行调研,对项目成果进行鉴定,定标其在世界技术水平中所处的位置。

#### 5) 人才引进模式

创新是引领发展的第一动力,人才是创新的第一资源,在核心技术领域人才的重要性更为突出。面对美日等技术先进国对韩进行技术封锁的状况,韩国在DRAM领域将目光转向了韩裔高端人才与留学生,以未来发展前景与爱国情怀吸引了大批人才回流韩国。这些人才的归国不仅为韩国DRAM跨越式发展奠定了基础,对国内科研人员技术水平的提升、人才的培养也起到了重要作用。

### 3 对我国的启示与借鉴

核心技术是国之利器,关乎国家安全和长远

利益。韩国国家研发规划经历了特定领域研发计划、先导计划、开发计划、国家研究开发计划等名称的改变,但半导体领域始终作为重点内容在国家研发规划体系中。无论是政府的换届,还是科技资助机构名称的更迭,韩国政府始终将半导体技术与产业作为资助重点,在被美日“卡脖子”之前已开始出台推动半导体科技与产业发展的计划,如1975年的“推动半导体业发展的六年计划”、1982年的“半导体工业扶持计划”等。1986年又以“超大规模集成电路技术共同研发计划”重点支持DRAM技术从4M至64M的自主突破,实现由追赶到并行的转变,后续又设立“新一代半导体基础技术开发项目”等推动256M、1G DRAM技术的开发,实现技术的跨越发展,领先美国和日本。面向基于国际战略需求的关键技术研发,应充分调动创新研发体系中所有主体积极性,发挥官产学研各主体优势。关键技术研发其中最重要的指标之一是时间,尤其在技术迭代快、研发周期相对短的领域。所有项目以及技术的研发都需要进行评价,关键技术领域的评价应摒弃传统评价体系。

#### 3.1 政府稳定支持,引导企业加大核心技术领域的投入

关键核心技术同国家战略安全、国家重大需求、国民经济主战场密切相关,关乎国家利益。我国对认定的核心技术领域应给予持续不断的支持,使相关领域不仅仅能够尽快摆脱受限于人的困境,还要支持其成为我国优势领域。政府在稳定支持研发的同时,应积极引导企业增加研发投入,强调其需求主体、研发主体、应用主体责任。

#### 3.2 完善研发机制,构建官产学研结合的协同创新模式

国家在制定核心技术开发计划时,可建立以

国立研究机构为主、大企业与大学共同参与的体系,集举国之力汇聚人才、资金进行核心技术开发。国立科研机构在基础技术开发中应发挥核心力量,由政府承担大部分新技术开发风险,并引入市场机制,引导企业对基础技术成果进行大规模投资,开发生产技术和工艺技术。这种协同创新模式能够发挥官产学研各主体优势,有利于促进重大技术突破产出以及科技成果转移转化,实现科技与经济深度融合。

### 3.3 确保创新突破 积极推动核心技术研发的竞争模式

攻克关键核心技术具有时间紧、任务重、要求高等特征,其攻克速度对技术发展和产业创新具有决定性影响。在亟待突破的关键技术领域,可借鉴韩国针对同一技术难题组建不同攻关团队、探索不同技术路线的模式,在基础技术共享的基础上,开展生产和工艺技术的竞争研发,通过合作与竞争相结合的方式,激发创新能力,争取在最短时间内攻克“卡脖子”问题。

### 3.4 攻关成果评价 强调以社会经济效益作为评价指标

“卡脖子”技术受限于人,不具备自主知识产权,当受到国外技术管制时不能立即找到替代方案,会对本国产业发展造成巨大影响。针对此类技术攻关的成果评价,应以重大战略性技术和产品为目标,摒弃以论文、专利数量作为评价指标的传统评价体系,把能否快速实现技术的商品化、产业化作为核心评价指标。

### 参考文献

- [1] The White House. Presidential Memorandum on the Actions by the United States Related to the Section 301 Investigation [EB/OL]. [2018-03-22]. <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/presidential-memorandum-actions-united-states-related-section-301-investigation/>.
- [2] 习近平. 在中国科学院第十九次院士大会、中国工程院第十四次院士大会上的讲话 [N]. 人民日报 2018-05-29(002).
- [3] 高博. 这些“细节”让中国难望顶级光刻机项背 [N]. 科技日报 2018-04-19(001).
- [4] 刘九如. 必须在卡脖子的地方下大功夫 [J]. 中国信息化 2018(6):3-3.
- [5] 科技日报评论员. 核心技术靠化缘是要不来的 [N]. 科技日报 2018-04-19(001).
- [6] 杨宏强. 全球半导体产业现状分析 [J]. 电子与封装 2014(10):43-48.
- [7] KIM S Y, BAIK Y J, PARK Y R. The Historical Review of the Semiconductor Industry [J]. The Review of Business History (KABH) 2015, 30(3): 145-166.
- [8] LEE K. Economic Catch-up and Technological Leapfrogging: Korean Path to Development and Macroeconomic Stability [EB/OL]. [2019-01-30]. <https://www.e-elgar.com/shop/economic-catch-up-and-technological-leapfrogging>.
- [9] Samsung. Samsung history [EB/OL]. [2018-10-15]. <https://www.samsung.com/sec/aboutsamsung/company/history/>.
- [10] IC Insights. Samsung Forecast to Top Intel as the #1 Semiconductor Supplier in 2017 [EB/OL]. [2018-10-15]. <http://www.icinsights.com/news/bulletins/Samsung-Forecast-To-Top-Intel-As-The-1-Semiconductor-Supplier-In-2017-/>.
- [11] 국가기록원. D램 반도체 개발. [EB/OL]. [2018-10-15]. <http://www.archives.go.kr/next/search/listSubjectDescription.do?id=000036>.
- [12] 삼성전자. 삼성전자 40년: 1969-2009 [R]. 경기도: 삼성전자 40년사 편찬팀 2010.
- [13] 한국전자통신연구소. 중간연구보고서 연구수행관리. [EB/OL]. [2019-01-30]. <http://www.itfind.or.kr/Report/200301/ETRI/ETRI-0211/ETRI-0211.pdf>.