

· 学科进展与展望 ·

四位一体式全面推进我国微电子领域基础研究*

杨玉珍¹ 杨洋²

(1 天津大学管理学院, 天津 300072; 2 河南师范大学经济管理学院, 新乡 453000)

[摘要] 微电子技术在国家经济和安全中有着举足轻重的地位,其基础研究对支撑技术和经济的长远发展意义重大。本文在充分考虑其基础研究往哪里投、怎么投、投入有效性如何保证等问题的基础上,提出瞄准重点支持领域、定位多元执行主体、完善资助模式、创新基础研究管理方法等四位一体的建议。

[关键词] 微电子, 基础研究, 建议

20世纪90年代以来,随着某些高技术领域的基础研究成果可迅速转化为商业化的产品,基础研究逐渐从专注于创造新知识向“生产导向”和“扩散导向”并重转化,国家之间的竞争开始前移到基础研究,基础研究成为国家的重要战略性资源^[1]。微电子技术在国家经济和安全中有着举足轻重的地位,堪称“电子工业之母”,信息产业的“心脏”,制造业之基,其基础研究对国家竞争力提升,推动社会的全面进步,有着极其重要和不可替代的功能。因此,应更深刻地认识这个问题,充分考虑基础研究投入方向、投入有效性等问题,整合政策,全面推进微电子领域基础研究。

1 瞄准重点支持领域

微电子领域基础研究必须与国家战略需求结合、与产业界相结合、超前部署,我国应以世界微电子技术发展脉络为准绳,瞄准前沿性、具有突破潜力的领域给予重点支持。

(1) 系统集成芯片(SOC)领域

SOC具有性能好、功耗低、体积小和可靠性高等诸多优点,应结合SOC的软硬件的协同设计技术、IP模块库问题、模块界面间的综合分析技术等三大关键支持技术,进行相应的基础研究。应涉及理论、算法、电路、方法学、体系结构等,力争在SOC集成方法学,SOC综合、验证与测试基础理论,用于SOC的集成微传感系统,面向SOC的小尺寸器件,

适于SOC的新材料及新器件探索与集成等5个具有战略性、前瞻性的关键科学问题上有所突破,实现在理论和实践上的源头创新^[2]。

(2) 生物芯片领域

结合生物芯片微型化、集成化、信息化的发展趋势,围绕芯片检测的特异性、重复性、灵敏度、定量及芯片标准化,包括产品质量的标准化、数据处理及试验操作的标准化等亟待解决的问题,加强相关的基础研究。此外,还要针对一些关键性瓶颈问题:提高生物芯片的稳定性;增加信号检测的灵敏度;高度集成化样品制备、基因扩增、核酸标记等。针对芯片制作工艺、工作原理、瓶颈问题等方面进行基础研究。

(3) 分子电子学领域

在有机化学平台上用分子自组装技术发展起来的分子电子学器件,可用单个有机分子或一些分子基团制成分子电子学基本单元。小型化方面,分子电子技术比最先进的硅电子技术先进了几个数量级,分子电子技术是现代电子技术的一大革命。应围绕分子自组装技术、有机分子金属接触和分子电荷输运机理、可编程分子电路进行相关基础研究。

(4) 纳米电子学领域

围绕微纳技术发展中的基础性问题,如测试与表征问题、表面性能问题、微纳尺度互连问题进行基础研究。此外,在微纳科技发展中,学科间交叉融合、相互渗透的趋势日益明显,研究对象的复杂性不断增强,研究成果转化为生产的周期越来越短,速度

* 国家自然科学基金委员会信息学部主任基金资助项目(60845011).
本文于2010年3月19日收到.

越来越快。因此,应注重基础研究的应用导向,诸如脉冲磁强计、电润湿显示、碳纳米管热沉等实现基础研究与应用研究相互促进发展。

(5) 微机电系统(MEMS)领域

微电子机械系统将微电子技术和精密机械加工技术相融合,是典型的多学科交叉的前沿性研究领域。应围绕 MEMS 技术研究和应用的方向,开展微型传感器、微型执行器、微型光机电器件和系统、微型生物芯片、微型机器人和微型飞行器和微动力系统等技术层面的基础研究,同时围绕着微尺度和学科渗透这些核心问题展开理论层面基础研究。

2 定位多元执行主体

微电子领域基础研究的执行主体,或者称作承接主体包括高校、科研单位和企业,按照隶属关系划分我国主要有教育部、中国科学院、工、农、医、国防

等部门。挖掘重点、有潜力地执行主体有利于明确财政投入方向,保障国家投入基础研究的科学性。

高校在国家科学研究与发展中是不可缺少的主力军。“十五”、“十一五”期间,高校基础研究方面的支出以年均 36% 的速度递增,基础研究支出占高校总的 R&D 经费的比例平均以每年 10% 的速度增加,对我国基础研究的贡献越来越大。中国科学院作为国家在科学技术层面的综合研究与发展中心,有 12 个分院、100 家直属研究机构、100 多个国家级重点实验室和工程中心,基础研究实力雄厚。此外,中国工程院、工农业等部门研究所在基础研究方面也发挥了重要作用。微电子领域基础研究的重要执行主体也应包括高校、中科院、工业等部门的研究机构,高校的专业设置、排名、师资在某种程度上是基础研究实力的反映,国家在微电子领域对高校的投入额度及投入比例可参照其专业排名,合理分配(见表 1)。

表 1 微电子学与固体电子学高校排名

排名	学校名称	等级	排名	学校名称	等级	排名	学校名称	等级
1	北京大学	A ⁺	6	东南大学	A	11	浙江大学	A
2	西安电子科技大学	A ⁺	7	西安交通大学	A	12	吉林大学	A
3	清华大学	A ⁺	8	电子科技大学	A	13	天津大学	A
4	复旦大学	A	9	南京大学	A			
5	哈尔滨工业大学	A	10	华中科技大学	A			

B⁺等(21个):上海交通大学、合肥工业大学、北京工业大学、华南理工大学、华南师范大学、河北工业大学、山东大学、南开大学、北京理工大学、大连理工大学、西北工业大学、中山大学、北京邮电大学、上海大学、西安理工大学、华东师范大学、兰州大学、贵州大学、武汉大学、厦门大学、北京航空航天大学

B等(21个):湖南大学、南京理工大学、黑龙江大学、北京交通大学、西北大学、同济大学、杭州电子科技大学、四川大学、中国科学技术大学、山东师范大学、扬州大学、湘潭大学、重庆邮电大学、河北大学、重庆大学、江南大学、福州大学、广东工业大学、苏州大学、长春理工大学、哈尔滨理工大学

资料来源: <http://rccse.whu.edu.cn/html/2007y/zyph/wdzygtdzx.htm> 微电子与固体电子学排名

随着知识经济的冲击,企业也应承担起基础研究的使命。企业有了基础研究的支撑,应用技术的产业化才有根基,产品的科技含量才有可能真正提升,从而赢得高附加值,增强企业的竞争力。为此,一些大型企业如 IBM、微软等都会将一定比例的研发资源投入于基础研究。另外,有些发达国家的企业从事基础研究还是为了获得更多新知识、新技术,也便于在遇到科技问题时能够及时找到专家咨询。如美国工业企业中的基础研究人员与该国外国高校的研究人员之间大都能保持密切的工作关系。

然而,目前我国微电子基础研究的执行主体仍以高校、科学院、工程院、工农业部门等研究机构为主,企业承担较少,从国家自然科学基金资助单位情况可以反映出当前企业参与微电子基础研究的严重不足。2007 年国家自然科学基金信息科学部对电子学与信息系统、半导体科学、光学和光电子学、自

动化科学、计算机科学五大学科涉及面上项目、青年科学基金、地区科学基金、重点项目、国家杰出青年科学基金、海外及香港澳门青年合作研究基金六大类资助项目中,包括企业在内的其他机构项目获得数仅占总数的 0.65%,金额也仅有 0.68%,几乎可以忽略,而 99% 以上的项目数及金额归属了高校和科研机构。2008 年企业等其他机构获得的项目数、项目金额依然微乎其微,还有所下降,分别为 0.58%,0.56%^[3]。这种局面是由多种原因造成的,一方面是企业自身的原因,对基础研究缺乏积极性;另一方面源于我国基础研究面向企业的机制、环境尚未形成。

针对我国现状,同时让所有的企业单独成为基础研究的执行主体不大可能,因此,应面向整体,逐步推进,可鼓励企业与高校、科研机构合作开展基础研究工作,以企业当前和未来的技术需求反推基础

研究,与大学建立联合实验室,进而不断扩展,逐步提高企业承担、参与基础研究的积极性。

3 完善资助方式

微电子领域基础研究的资助方式主要有两种：机构性资助和项目性资助。而我国现行对微电子技术基础研究以项目性资助为主,而这种竞争性项目支持方式一定程度上不利于基础研究可持续发展,应建立稳定性资助模式以弥补竞争性资助的不足。

微电子技术属于高新技术,与信息科学、物理学密不可分,当前国家对其基础研究的项目性资助主要是国家自然科学基金、基础性研究重大项目前期研究专项(2000 年之前称为攀登计划)和国家重点基础研究发展计划(“973”计划)。而基础研究方面的机构性资助,主要是对中国科学院“知识创新工程”的资助。知识创新工程自 1998 年实施以来,已将微小尺度器件物理与微细加工技术、微光机电系统和新型传感器原理、光电子器件物理等视为其信息与自动化领域的前沿,将系统集成芯片技术、特种

微电子器件、电路与部件、光电集成材料与器件、实用新型传感器与实用微光机电系统等定为重要的研究方向。已开展和完成的微电子类重大项目有“若干纳米器件及其基础”、“高性能通用 CPU 芯片研制”、“数学化智能制造装备与系统技术”等^[4,5]。1998—2008 年,中央财政共安排 409 亿元专项资金,支持中国科学院调整和优化科技布局 and 结构,引进海内外杰出人才和知名学者,改善基本科研设施和条件。据不完全统计,这 10 年来中国科学院通过产学研结合,为地方增加营业收入近 4000 亿元,利税 600 多亿元,并为社会创造了 8 万多个就业机会^[6-10]。

由此可见,竞争性项目不应成为唯一手段,而是应该竞争支持与稳定支持相结合,在竞争基础上进一步加强稳定支持,双管齐下。实行稳定支持,也不是基础研究机构所需的科研经费全部以年度预算方式确定,而是保证 50% 以上的科研经费并赋予较大的自主权,同时辅以合适的管理和评估机制。针对我国当前财政状况,建议选择微电子领域国家重点实验室作为我国加大稳定支持的对象。

表 2 微电子领域国家重点实验室分布¹

电子与通讯实验室名称	依托单位	光学光电实验室名称	依托单位
电子薄膜与集成器件	电子科技大学	光学仪器	浙江大学
微波与数字通信技术	清华大学	激光技术	华中科技大学
程控交换技术与通信网	北京邮电大学	集成光电子学	清华大学
			吉林大学
			中国科学院半导体所
移动与多点无线电通信系统	东南大学	量子光学与光量子器件	山西大学
专用集成电路与系统	复旦大学	应用光学	中国科学院长春精密机械与物理研究所
综合业务网理论及关键技术	西安电子科技大学	强场激光物理	中国科学院上海光学精密机械研究所
区域光纤通信与相干光纤通信	北京大学和上海交通大学	瞬态光学与光子技术	中国科学院西安光学精密机械研究所
半导体超晶格	中科院半导体研究所	光电材料与技术	中山大学
生物电子学	东南大学	硅材料	浙江大学
无线移动通信	大唐集团电信科学技术研究院	光学 精密光谱科学与技术	华东师范大学
新一代光纤通信技术和网络	武汉邮电科学研究院	—	—
无线通信接入技术	华为技术有限公司	—	—
超导	中国科学院数理研究所	—	—

4 创新基础研究管理方法

微电子领域面向机构性资助和项目性资助的基础研究管理均应不断创新,提高绩效。

(1) 打造立足基础研究的科技创新平台

科技创新平台是一个复杂的大系统,其目的是为了促进知识、技术、信息资源的共享与交流,提高基础研究、知识开发、技术创新、转移、转化和传播的效率 and 水平。从构成上说,科技创新平台包括信息

共享平台、技术共享平台、知识共享平台、政策共享平台、金融共享平台、创新共享平台和工具共享平台。与美国、欧洲等地区由政府资助的产学研联盟有相似性,诸如美国半导体制造技术研究联合体(SEMATEC)、美国电力研究所(EPRI)、美国工程研究中心(ERC)、日本超大规模集成电路技术研究联合体(VLSI)。

(2) 建立基础研究源头创新绩效评价体系

首先,规范绩效评价程序,加强同国际接轨。

¹ 由于微电子与激光、材料领域密不可分,文献尚无相关分类。本表仅是作者整理。

源头创新绩效评价采用资深同行专家评价和文献计量分析相结合的方法,对评议人员进行“反评价”,适时扩充和修改资深专家库中的专家记录。其次,改进绩效评价流程,实行两步评价法。第一步为项目完成后结题时的评价,主要评价项目是否开展并完成申请书中所承诺的相关任务;第二步为项目结题后4—5年的创新性评价,主要评价项目研究成果的学术影响和创新性,绩效评价结果与奖惩挂钩。最后,评价指标设计要体现纯基础研究和应用基础研究的差异。纯基础研究评价要注重其对科学界的影响,通常指对学科发展的贡献,可用成果命名、*Nature* 论文和 *Science* 论文等指标来测度;而应用基础研究具有广阔的应用前景,可以用专利实施情况、参与国家重大科技项目并解决关键技术、参与国家重大工程项目并解决关键技术等指标来测度。

总之,瞄准重点资助领域,定位多元执行主体以保证微电子领域基础研究投入方向的科学性,完善资助方式,加强管理创新以保证其投入的有效性,从

而四位一体全面推进微电子领域基础研究。

参 考 文 献

- [1] 李正风. 基础研究绩效评价的若干问题. 科学学研究, 2002, 20(1): 67—71.
- [2] 何杰. “半导体集成化芯片系统基础研究”重大研究计划进展综述. 中国科学基金, 2005(6): 343—346.
- [3] http://www.nsf.gov.cn/nsfc/cen/xmtj/psd/2008_table.pdf 国家自然科学基金资助项目统计资料汇编.
- [4] 中国科学院综合计划局项目管理处. 中国科学院实施科技创新战略行动计划首批知识创新工程重大项目. 中国科学院院刊, 2002(1): 75—76.
- [5] 中国科学院计划财务局. 中国科学院“十一五”第一批知识创新工程重大项目简介. 中国科学院院刊, 2008, 23(3): 264—267.
- [6] <http://news.ustc.edu.cn/?article=00016122>: 经济日报, 中科院知识创新工程10年结硕果.
- [7] 范金坪. 生物芯片技术及其应用研究. 中国医学物理学杂志, 2009, 26(2): 1115—1117.
- [8] 丁衡高. 微纳技术进展、趋势与建议. 纳米技术与精密工程, 2006, 4(12): 250—255.
- [9] 徐毓龙. 纳电子技术. 现代电子技术, 2004(7): 1—6.
- [10] 葛朝阳, 宋建元, 陈劲. 基础研究源头创新绩效评价及政策建议. 研究与发展管理, 2005, 17(1): 105—108.

FOUR IN ONE MODE TO PROMOTE BASIC RESEARCH OF CHINA'S MICROELECTRONICS

Yang Yuzhen¹ Yang Yang²

(1 School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072;

2 School of Economics and Management, Henan Normal University, Xinxiang 453000)

Abstract Micro-electronics technology plays an important role in national economy and security. Its basic research has great significance to long-term development of technology and economy. In this paper, based on full consideration such as where to input, how to input, how to ensure the effectiveness of input in the basic research, suggestions as targeting priority areas of support, positioning multi-implementation main body, improving the modes of foundation, and innovating management methods are proposed.

Key words micro-electronics, basic research, suggestion