

机械工业部信息院
科研基金项目

ZYB(R)-9307

国外大型企业 研究开发体系的分析研究

STIP
北京.1993

机械工业部科技信息研究院

《综 合 篇》

美国、日本、德国、韩国
研究开发体制及大型企业研究开发
体系的分析研究

《国外大型企业研究开发体系的分析研究》
课 题 组

前 言

多年来，工业发达国家大型企业的研究开发活动在促进本国经济发展中日居重要地位。其累累硕果使国家经济等方面发生了深刻变化；其源源不断的研究成果使他们的企业充满活力。以美国、日本、德国以及 80 年代迅速发展起来的韩国情况为例，这些国家的大型企业或企业集团，没有一家不是依靠研究开发成果而名扬世界的。尽管这些国家研究开发模式及其对企业的政策在某种程度上有所不同，但每家大企业中都拥有一个巨额投资、人才集积、管理机制完善、试验设备齐全的研究开发体系，这个健全的研究开发机制为促进本企业的发展发挥着重要作用。

“研究开发”是企业生存的基础和泉源，这在工业发达国家已被许多企业的成功所证实。但是，在我国，研究开发方面尤其是作为国家产业支柱的大型企业还存在着机制不健全、科研与生产严重脱节、政府扶植政策不完善等问题。如何解决这些问题，我国有关部门和专家正在进行多方面的探讨与研究，重点分析研究其成功之处。我们认为全面了解工业发达国家科研现状及大型企业研究开发体系，借他人之经验，提高自己，可能是较为更快更可行的途径。

本研究报告旨在通过全面分析研究世界主要工业发达国家科研现状及大型企业的研究开发体系的基础上，将企业研究开发体系的构成、研究方法和手段及政府对企业研究开发的扶植政策等介绍给我国政府部门的决策者及企业的领导，并期望成为他们在市场经济体制下转变经营机制时制定促进企业研究开发政策的可借鉴的他山之石。

当前，机械工业部正在制定我国机械工业振兴规划，并将要提出“九五”规划与2010年机械工业发展设想，以期通过大致3个五年计划的努力，实现成为支柱产业的宏伟目标。同时，机电工业领域的各大企业乃至公司也在寻求探索具有中国社会主义特色的市场经济体制下的经营战略及参与国际竞争的途径与策略。本研究报告力图为此提供具有现实意义的参考资料。

本研究报告共分两篇，即综合篇和典型经验实例篇，总计约16万字。综合篇重点分析研究国外主要国家研究开发体制及大型企业研究开发体系构成的综合概况；典型经验实例篇中大量列举国外大型企业研究开体系方面的典型经验实例并予以概括分析。

在本报告完成中，得到了机械工业部综合计划司司长朱森第、机械研究院副院长屈贤明等领导以及我院情报业务处、经营计划处的大力支持；另外，我研究室的张耀滔高级工程师对报告中部分章节的完成给予了热情指导，在此深表感谢。

本研究报告适用范围：国家科研决策部门、企业领导及总工程师、各研究院所、图书馆，并可供有关专家参考。

《国外大型企业研究开发体系的分析研究》

课 题 组

一九九三年十二月

关键词 大型企业 科研体系 分析研究

目 录

前 言

- 一、美国大企业研究开发体系的分析研究 孙力 (1)
 - 1. 美国的研究开发实力
 - 2. 美国大企业研究开发体制
 - 3. 美国政府对科研工作的宏观调控
- 二、日本大型企业研究开发体系的分析研究 姜义琴 (27)
 - 1. 日本研究开发现状及相关政策
 - 2. 日本大企业研究开发体系分析
- 三、德国大型企业研究开发体系的分析研究 吴士豪 (50)
 - 1. 德国研究开发现状及政策分析
 - 2. 德国大型企业研究开发体系结构分析
 - 3. 德国工业和企业研究开发的启示
- 四、韩国大型企业研究开发体系的分析研究 郭锐 (82)
 - 1. 研究开发实力
 - 2. 研究开发体制与研究开发政策
 - 3. 大企业的研究开发
 - 4. 韩国实施科技立国战略的新动向
 - 5. 韩国经验给我们的启示

美国大企业研究开发体系的分析研究

美国是当今世界上唯一的超级大国，他不仅是一个经济大国，同时也是一个科学技术大国。美国正是依靠其科技优势和强大的工业，以及丰富的资源，发展成为今天这样一个超级大国。

一、美国的研究开发投入

(一)、经费与人员

衡量一个国家的科学技术实力可以用多个指标，这里仅从科研经费，科研人员，技术水平和技术开发能力几方面来分析美国的情况。

美国投入的科研经费是世界最高的，经费的增长速度略高于 GNP 的增长速度。1990 年，美国全国的科研经费为 1454 亿美元，占当年 GNP 的 2.63%。

美国的科研人员数量在西方国家是最高的，但低于苏联解体前全苏的科研人员数量。1988 年，美国科研人员总数达 94.90 万人，而 1990 年日本为 48.40 万人，原西德 1987 年为 16.5 万人。

西方五国科研经费和人员的数量如表一所示。

技术水平和技术开发能力是综合性的指标，即综合多个因素来衡量其实力。日本科学技术厅为衡量一个国家的科学技术实力，选择了 8 项指标：1. 专利的登记数量；2. 技术贸易额（技术输入额和技术输出额合计）；3. 技术密集型产品的输出额；4. 制造业的总净产值；5. 科研经费；6. 科研人员数量；7. 在外国登记的专利数量，8. 技术输出额。把前 4 项指标综合起来，代表一个国家的技术水平。把后 4 项指标和前 4 项指标计算出来的技术水平

指标综合起来，作为技术开发能力的指标。之所以要把技术水平指标作为一项指标来计算技术开发能力，因为它代表过去积累下来的技术能力，是今后进行技术开发的基础。衡量一个国家的科学技术实力，实际上是衡量各国之间的相对实力。这里只对比西方五国的实力。对比时，把五国的技术水平指标和技术开发能力指标的总和都用100来表示，计算各国各占多少份额。计算的结果是，在70年代末期，美国的技术水平为39.80，日本为18.10，原西德为18.90，法国为14.30，英国为8.90，五国总和为100。在技术开发能力方面，美国为48.60，日本和原西德都是15.30，法国12.90，英国8.00，五国之和也是100。从这两项综合指标可以看出五国之间的相对实力。但各国的科学技术发展是不平衡的，从很多统计数字可以得知，美国在技术水平和技术开发能力上的相对优势逐渐衰退，而日本和德国则有所增加。但不管怎样，美国目前仍处于领先，其绝对科学技术实力也在不断增加。

表1 五国科研费用与科研人员比较(1990年)

	GNP A		科研費用		B / A (%)	政府承担的 科研費用 C	C / B (%)	科研人 員数 (万)
			B	国防科 研費用				
美国	55245	亿美元	1454	410	2.63	640	44.0	94.90
	7999500	亿日元	210612	59481		92672	0	
日本	4369275	亿日元	120895	1042	2.77	19901	16.5	48.40
德国 (1989)	22452	亿马克	648	30	2.89	215	33.2	16.50
	1647500	亿日元	47565	2252		15813		(1987)
英国 (1989)	5127	亿英镑	115	21	2.25	42	36.7	12.1
	1159700	亿日元	26085	4888		9532		
法国 (1989)	61011	亿法朗	1435	330	2.35	699	48.7	12.00
	1319100	亿日元	31036	7130		15112		

注:为便于比较,费用以本国货币和日元同时列出。

(二)、科研体制

各国的科研体制可分为三种类型：政府主导型，民间主导型，政府民间混合型。政府主导型多见于民间研究开发能力小的发展中国家，其研究开发工作主要靠政府企业的投资。民间主导型是指经济高度发达国家民间企业在科学技术上有巨大的开发能力，能依靠企业的资金从事研究开发工作，政府的研究机构虽然也进行必要的工作，但政府的作用更多的是为企业的研究开发创造必要的条件。日本和瑞典属这类国家。政府民间混合型介于上述两类型之间，其研究开发工作由政府和企业通力合作进行，各自承担一定的比例。在政府民间混合型中，有些国家政府主导色彩较浓，如美、英、法等大国，有些国家民间主导的色彩较浓，如联邦德国、意大利、加拿大等国。

美国之所以属于政府主导色彩较浓的政府民间混合型，是因为美国政府所承担的科研费用，比起日本政府要高得多。政府承担的科研费用多，通过科研经费的分配，在引导科研工作方向上所发挥的作用自然就大。各国科研费用的承担和使用情况及科研人员的分布情况，如表二和表三所示。

从表二可以看出，美国政府所承担的科研经费的比例远远高于日本，也高于德、英等国；美国政府研究机构所使用的经费的比例在西方五国中是较低的，但美国企业所使用的研究经费比例是第二最高，科研经费的金额当然就更高。所以，美国企业是美国科研工作最主要的力量。美国政府研究机构所承担的科研工作量，在五十年代初期占全国的30%，到了60年代之后，这个比例降到15%左右。这是因为，随着科研工作量的增加，政府把更多的科研工作交由民营企业去完成。1990年，政府研究机构使用的科研经费占全国的11.1%，科研经费

与科研工作量基本上是一致的。美国政府之所以更多地依靠企业来从事科研工作，是为了充分利用企业的科研力量，利用大企业科研系统中技术力量集中，有成套试验设备和生产设备，原材料供应及时等有利条件。政府把一些军事科研项目交给民间企业，是为了促进军民技术的结合。

表 2 五国研究开发经费的负担和使用构成

(%)

	负 担			使 用			
	政府	民间	外国	政府	大学	企业	民营研究机构
美国 1990	46.10	53.90	—	11.10	14.00	72.10	2.70
日本 1990	17.90	82.00	0.10	7.50	17.60	70.90	4.10
德国 1990	32.50	66.10	1.50	12.00	13.90	73.50	0.50
英国 1989	36.50	53.60	9.90	14.50	15.40	65.90	4.20
法国 1989	48.10	44.50	7.40	23.90	14.90	60.30	0.90

表3 西方五国研究开发人员及其分布

(%)

国别	年份	总人数 (万人)	政府机构 科研人员	私营企业 科研人员	大学科 研人员	民营研究机 构研究人员	一万劳动力中 科研人员数
美国	1988	94.90	6.90	75.50	4.20	3.30	76.90
日本	1990	56.00	5.20	56.00	36.70	2.10	87.80
原西德	1987	16.60	12.40	64.70	22.10	0.80	58.70
英国	1987	13.00	11.30	68.30	20.40	—	45.20
法国	1988	12.00	29.60	45.00	23.80	1.60	47.70

从西方五国的情况来看，科研费用主要是由政府和企业来负担，但在使用中却又互相交叉。政府负担的科研经费，既有一部分留给政府的研究机构使用，同时又有一部分通过科研合同交付给企业和大学使用。企业的情况也一样，只不过是自已负担的费用大部分留给企业自己使用，小部分给大学等使用，但企业却从政府中得到相当多的科研经费。表四所示为1990年经费的流动情况。当年，美国企业负担的科研经费为742.50亿美元，其中725亿自用，同时又从政府得到356.50亿美元。详细情况请参阅表四。

美国政府拥有一大批研究机构和实验室，分属于各部管理，其中，农业部管辖的实验室300多个，商业部40多个，国防部130多个，能源部26个，卫生部和人类服务部66个，内务部91个，国家宇航局45个，国家科学基金会14个。由国家承担的科研工作就是由这一大批研究机构和实验室来做。从实验室的分布已可以大体上看出，美国政府研究机构，其主要研究领域在国防、原子能、宇航、航空、自然资源、海洋开发、医疗保健、环境保护、通讯、能源、基础科学、农业技术及一些新的学科。

美国企业占全国科研工作量的四分之三，这是下一节要分析的问题。

表四 美国研究开发经费的来源与去向(1990年)

单位:亿美元

	政府研究开发 机构经费来源 (总额 167)	企业研究开发 经费来源 (总额 1081.5)	大学研究开发 经费来源 (总额 210.50)	民营研究机构 经费来源 (总额 41)
政府负担研究开发经费去 向(总额 692)	167	356.50	144.50	24
企业负担研究开发经费去 向(总额 742.50)	—	725	11.50	6
大学负担研究开发 经费去向(总额 43)	—	—	43	—
民营研究机构负担研究开 发经费去向(总额 22.5)	—	—	11.50	11

注:1990年美国研究开发经费总额1500亿美元为推定值,表四的1454亿美元为后来的实际值,故略有差别。

二、美国大企业研究开发体制

美国政府虽然承担了全国研究开发费用的46%，但很多费用是通过研究开发合同由企业来使用的。无论从经费的使用和研究人员的分布来看，企业是美国科学研究和产品开发最主要的力量。美国能在世界上保持科技大国的地位，企业作出的贡献最大。

(一) 企业研究开发工作

1 企业研究开发工作集中度高

近代科学技术已发展到了所谓“大科学”的时代，科学技术已经相当发达，每前进一步都要涉及许多学科，都要做大量的研究工作。科学研究工作只有达到一定的规模才能取得重大进展，而小规模的研究工作只能小改小革。这种趋势在战后已陆续引起美国和其他发达国家的重视。60年代之后，为适应开发新技术和设计、制造高精尖、大型机械产品、提高产品质量及适应高度自动化的成套设备的需要，美国机械工业的科研单位都在进行技术改造、技术更新和扩建，并加以改组和集中，形成所谓“科技中心”，即科学试验和新技术开发的核心单位。这些科技中心具有专业较全的科研人员，有较先进的自动化测试手段，能够利用电子计算机进行模拟试验和寿命试验。既能从事基础研究，又能进行应用研究，还有能力为设计制造大型产品及成套设备提供从原材料到计算方法的完整技术基础资料。很明显，建立这种科技中心或大型的综合研究所，是为了科技力量集中起来，多开发新产品，多创名牌产品，不断提高企业的竞争能力。

从上面谈到的现代的科研工作特点中不难看出，科研工作应当相对集中一些，而不宜过于分散。事实上，美国的科研工作确是比较集中。工业科研工作主要集中在大公司，集中在制造业，集中在机械工业和化学工业。

统计资料表明，美国和企业科研经费的使用，80%以上集中在1万人以上的大公司。据1978年的统计，美国职工人数在1万人以上的公司所使用的科研经费占全国企业科研经费84%，1000人以下的公司占4%，而1000人至1万人之间的公司所使用的共占12%。英国的情况类似，所对应的三个数字为79%、3%和18%。而日、法、德的集中程度较之英美都低一些。世界最大的美国通用汽车公司，一年的研究开发经费大致相当于荷兰全国的研究开发经费总和。近年来，风险企业和中小企业在研究开发中也干得很出色，但对整个工业企业研究开发经费的集中使用（它标志着

研究开发工作量)的格局并无显著影响。

统计资料也表明,工业企业研究开发经费的90%以上是用于制造业。1979年,美国制造业企业使用的科研经费占整个工业的96.4%,其他四个发达国家也在90%以上。

在制造业中,科研经费约有90%集中在机械工业(含电子、航空和航天)和化学工业,其中机械工业约占70%,化学工业占20%。美国最大的20家企业中,属机械工业范畴的17家,其科研经费占这20家公司的90%。日本的情况类似,占83%。

美国企业科研经费使用的高度集中同美国企业生产的集中度高是有密切的关系的,也是一致的。美国汽车行业四家最大的公司产值占全国的93%,内燃机行业最大20家公司产值占全国的98%,农业机械最大20家公司占69%,矿山机械占72%,机床占55%,轴承占89%,风机占59%,等等。

2 企业的研究开发机构的设置

大型企业一般拥有一个综合研究所(亦即科技中心),在各个事业部或工厂设有研究所或实验室。用一个形象的比喻就是以“轴心和辐条”的模式来组织研究与开发活动。轴心就是公司的综合研究所,公司的科技中心,所研究的课题偏重于基础性、综合性的问题,其目标是在几年之后取得实际应用。辐条就是分散在公司下面的研究所,研究的项目是针对现有产品或即将问世的产品,研究的期限是一两年,即短时期内就得到应用。

通用电气公司是一个具有40多万职工的大公司,它设有一个研究发展中心,人员1500左右,下设两个研究部,即材料科学与工程部和物理科学与工程部,还有三个管理部门。这个中心共设有13个研究室,以基础理论研究为主,为全公司服务。公司除了这个研究发展中心之外,还在各地、各事业部共设有207个研究产品、工艺、材料等的研究

所，研究所设在生产这类产品的工厂附近，每所的研究人员一般为几十到几百人之间，除基础研究外，重点放在应用研究方面。

寇明斯发动机公司是一个职工约2万人的生产柴油机的公司，在国内设有4个厂，有生产主机的，也有生产零部件的。这个公司设有一个研究中心，职工约600人，有88个试验室，其研究范围包括基础研究、综合试验研究、整车试验研究、特性试验研究、部件试验研究和杂类部件试验研究等。这个公司在规模上比通用电气公司要小，产品比较单一，故研究机构只有一个层次，只设立一个研究中心，一切试验研究工作都在这88个实验室中进行。

格里森公司以生产园弧伞齿轮机床而闻名于世，有职工四千多人，其规模与我国许多机床厂相似。该公司的研究机构有专业研究人员40名，技师和辅助人员200名左右。研究和开发内容包括：伞齿轮、准双曲面齿轮、管接头拧装机以及齿轮加工设备；液压动力系统，机械动力系统和电力系统；流体力学和机电控制；机器挠度和金属疲劳以及齿轮系统的声音评价和材料的金相分析。

3 企业研究开发工作内部管理

这里主要谈研究开发项目的来源和研究开发成果的商品化问题。

研究开发项目的来源一般有四个主要渠道。第一个渠道是根据本公司中长期发展规划而需要提前研究的基础性研究和一些重大新产品的研究开发工作，这些研究工作距离商品化阶段还比较远，故研究费用主要由公司总部承担，同这些项目关系密切的事业部或工厂根据情况也会承担一部分。第二个渠道是根据本公司研究人员的兴趣和专长而提出的课题，这种研究在开始时还不一定有明确的目标和应用，但美国大企业研究机构一般都能从长远的和战略的眼光来考虑，对这些工作都予以支持。第三个渠道是来自外部的委托研

究，主要是政府和其他企业的委托研究，也有一些合作研究，一般要签订合同。第四个渠道是来自企业内部的委托研究或合作研究。各事业部或工厂根据自己的经营目标 and 市场需求，确定了需要研究开发的项目，委托本事业部的研究所、其他研究所甚至公司的科技中心进行研究，这些研究都要签订合同，按价值规律办事。所以，研究项目的选题要慎重，而且要尽快把研究成果用于生产。上述来自不同渠道的研究任务也有相互转化的。例如，由科技中心承担的一些基础研究或重大项目的研究，在取得了阶段成果之后，就可以转到相应的事业部的研究所去继续研究，或者共同研究。

美国和其他西方国家普遍采用委托研究和科研合同制，再加上市场经济的机制，这本身就能促使研究成果尽快得到应用，实现其商品价值。但是，在从研究成果转变为产品的过程中，各公司有自己的办法。美国著名的杜邦公司在过去的60年中曾先后采用过五种方法，也许是有代表性的。第一种方法，也就是最早期的方法，科研成果完全没有考虑到同商业结合起来，当时把实验室看成是个象牙之塔，是很清高的，只要把成果搞出来就行，谁愿意把它用到商业上去谁就去用。第二种方法称之为“求助”的模式，即公司总部鼓励有技术需要的各业务部门要求中心实验室帮助进行研究，也就是总部鼓励基层单位改进产品和开发新产品，对有技术进步要求的都予以鼓励。第三种方法是经费调控，有偿科研。总部将权力和部分科研经费下放到各部门，中央实验室为它们搞科研，就可得到研究经费，相当于实际经费的一半左右。第四种方法是1985年前一直沿用的折衷方法，把公司研究所的人员一分为二，一组负责基础研究，另一组负责商业应用开发。但后来发现这种方法还不能做到真正了解市场。第五种方法是现在采用的合作方式，即让科技中心的科学家与来自各事业部的产品开发专家一道开展基础研究，让这两种专家经常接触，互相交流。

大公司的研究开发部门的负责人都非常重视寻找人才和留住人才。公司需要既有科学家的天才，又有希望看到自己

研究成果得到应用的热情的人才。这些科研部门的负责人物色人才不是在学生毕业的时候，而是在优秀学生获得学位之前两年就去大学里识别他们。对于有成就的和优秀的科学家，都以很高的工资使他们为公司服务，保持对公司的忠诚，其工资往往同公司中高级经理一样高。

(二) 企业的产品开发

1 产品开发能力强，更新速度快

美国政府的科研机构只负责一些基础科学和全局性的研究工作，而各工业部门、各企业为开发新产品、新技术所需要的科研工作，基本上都要由企业来做。美国机械工业领域中对世界影响最大的发明，如电子计算机、晶体管、集成电路、数控机床、机器人、激光、柔性制造系统等，都是由企业（有些发明也有大学的参与）研究和开发出来的。

美国的企业，尤其是大型企业，非常重视研究开发工作。他们一方面要从事长期的研究工作，为的是谋求本公司未来的繁荣兴旺；另一方面更要从事应用研究和开发工作，为的是使本公司在当前的竞争中能够生存下来。一个企业如果离开了新产品开发，它就要逐渐走向衰亡。科学技术的进步和工业水平的不断提高，使产品的寿命周期不断缩短。战前，工业产品寿命周期平均可达30年以上，而战后平均不到10年。70年代以来，美国产品更新速度加快，食品工业中70%是近10年的新产品，医药品中有50%是近5年研制成的。就机电产品来说，美国机械产品每隔20年全部更新一轮，电子工业产品每10年更新一轮，宇航工业产品每10年更新一轮半。这些数字还是前几年指全部产品而言，其中某些产品更新速度还要快，电子产品在技术上几乎每隔两年就有重大突破。生产电子产品的美国惠普公司，产品开发速度非常快。据80年代后期的统计，该公司的销售额中有一半是来自近三年开发的新产品。由于产品开发速度加快和高

技术产品市场寿命周期相应缩短，使得衡量企业研究开发成效的方法也在不断变化。美国惠普公司提出了一些新的设想，其中最重要的一条就是提出了“不赚不赔的时间”的概念，即把研究开发费用的回收时间作为一个重要指标。就该公司情况来说，平均 3-5 年就能开发并投产一种新产品，再用 1.5-2 年时间来回收开发费用。该公司希望到 2000 年这一时间能缩短一半。

2 寿命周期与产品的改进

美国企业十分重视市场需求的变化，十分重视本公司产品在市场寿命周期中所处的位置，根据市场情况来不断改进自己的产品。美国波士顿咨询公司提出了一种处理方法，很具有代表性，至今仍然被美国和西方国家广泛采用。这种方法是，把一个公司投放到市场上的产品按其进入市场的时间和销售情况划分为四类，分别取名为“明星”、“现金奶牛”、“有问题的孩子”和“狗”，同时，把这四类产品同产品寿命周期的四个阶段联系起来分析，采取不同对策。

“明星”产品处于产品的成长阶段，它的特点是销售增长率高，它能为企业创造现金收入，为研制它已花了很多投资，而且还要继续投资。对“明星”产品的策略，一般是从投资上给予支持，以进一步提高产量、提高质量、降低成本、扩大市场占有率。“明星”产品进一步发展就过渡成为“现金奶牛”。

“现金奶牛”处于产品的成熟阶段，它能为企业盈利，而且可以余出一部分利润来用于研制其他新产品。对这种产品的策略一般是保持它在市场上的优势地位，不放松推销工作，价格也不随便降低。“现金奶牛”的发展趋势是逐渐衰退，因而需要从“明星”产品中选出一些产品来补充它的位置。

“有问题的孩子”处于产品的投入阶段，它是销售增长率高但市场占有率低的产品，它不能为公司创造多少现金，而