

经营管理知识丛书之八

JISHU KAIFA YU
JISHU YUCE

技术开发 与 技术预测

《经营管理知识丛书》之八——

技术开发与技术预测

上海铁道学院管理科学研究所
武汉大学经济管理系 合编
《世界科学》社

前 言

当前,管理工作越来越被人们重视,成为一门重要的科学。随着我国现代化建设的发展,需要大批合格的各类管理人员,以科技战线为例,全国科技人员有 517 万,其中担任管理工作的人数,1981 年 4 月为 37.4 万,到 1982 年 4 月达到 47.5 万仅仅一年时间就增长了 27%,发展之快是十分惊人的。

重视系统地有目标地培养管理人员,搞好管理队伍的建设,是发达国家成功的一条共同经验。无论是美国和苏联,都设管理学院或系科,美国拥有管理专业本科生和研究生达九十多万人,占大学总数的 15%,而且举办各种形式的在职人员进修班,学习现代管理科学,并通过大量的案例教育,提高学员的管理水平;苏联设有 65 所管理进修学院和 100 所分院,500 个多种学科的进修系,每年约有 140 万经济干部参加管理专业学习,各级领导干部都要进管理大学学习,并且做出数年内接受一次再学习的规定。

对管理干部智力投资的效果是十分明显的。据报道,挪威在 1900~1955 年的五十五年中,固定资本每增加 1%,生产提高 0.2%;劳动力每增加 1%,生产提高 0.76%;而经过训练的管理人员每增加 1%,生产提高 1.8%。可见提高管理队伍素质、改进管理的重要。我国近几年来,也开始重视培训干部,如工交系统到 1981 年底,轮训干部达 160 万人,占干部总数的 23%,经过培训也收到了一定的效果。

为了便于管理干部的培训，上海铁道学院管理科学研究所、武汉大学经济管理系、上海世界科学社共同编写了一套《经营管理知识丛书》，《丛书》共十本：①《经济管理综论》②《行政管理》、③《大经济、大科学》、④《管理理论入门》、⑤《科技管理》、⑥《管理哲学—系统学》、⑦《决策与咨询》、⑧《技术开发与技术预测》、⑨《智力开发》、⑩《领导科学与领导艺术》。本书是第八本。

《丛书》由上海交通大学出版社出版，为了提高《丛书》质量，出版分两步走，第一步内部发行，旨在向各界同仁征求意见，进行修改；第二步正式出版。

本书由上海铁道学院管理科学研究所主编，在编写过程中曾引用夏禹龙、刘吉、冯之浚、张念椿、孙章、虞富洋、丁鸿富、姚祖耀等同志的文章，在此谨表谢意。

《技术开发与技术预测》

目 录

第一章 技术开发的类型.....	1
第一节 独创型技术开发.....	2
第二节 综合型技术开发.....	4
第三节 克服负效应的技术开发.....	6
第四节 消费需求型技术开发.....	8
第五节 军转民的技术开发.....	11
第六节 企业内部的技术开发.....	13
第二章 技术开发在科研体系中的作用.....	15
第一节 桥梁作用.....	15
第二节 转化作用.....	19
第三节 反馈作用.....	22
第四节 渗透作用.....	25
第三章 技术开发的管 理.....	29
第一节 技术开发与经营决策.....	29
第二节 技术开发与市场销售.....	32
第三节 技术开发的力量布局.....	37
第四章 技术开发的方法论.....	41
第一节 价值工程.....	41
第二节 反求工程.....	44
第三节 计划协调技术.....	49
第四节 发明方法学.....	52

第五章 预测科学概述	55
第一节 预测科学的兴起	55
第二节 预测科学与其它领域的关系	59
第三节 预测科学的一般原理	61
第六章 技术预测方法之一——特尔斐法	72
第一节 特尔斐法的历史	72
第二节 特尔斐法的预测过程	74
第三节 特尔斐法的征询表设计和处理	79
第四节 特尔斐法实例介绍	88
第七章 技术预测方法之二——回归分析	98
第一节 一元回归分析	98
第二节 多元回归分析	117
第三节 实例介绍	130
第四节 非线性回归模式的处理	135
第八章 技术预测方法之三——时间序列分析	141
第一节 时间序列的采样	142
第二节 时间随机平稳性的检验	144
第三节 时序分析的预测模式	148
第九章 技术预测方法之四——交叉影响分析	
和 KSIM 法	156
第一节 交叉影响分析法的意义和过程	157
第二节 实例介绍	161
第三节 KSIM 法的特点、历史和实施程序	165
第四节 用 KSIM 法进行预测的实例	169
第十章 技术预测方法之五——模糊分析	175
第一节 模糊集合	175
第二节 模糊集合的运算	178

第三节	模糊综合预测.....	184
第四节	模糊权的确定.....	190
第十一章	预测技术的选择.....	194
第一节	预测程序及影响预测技术选择的因素.....	195
第二节	预测对象的性质和特点.....	196
第三节	预测结果的利用.....	199
第四节	资料、工具和其它外部条件.....	201

第一章 技术开发的类型

“技术开发”一词是引用日本现成的名词，在欧美称之为“创新”(Innovation)。所谓“技术开发”就其本质说，就是指把科学技术潜在的生产能力转化为直接的生产能力；就其过程言，即是指从研究或试制开始直至新产品投入大批量生产的一个创新的全过程。自从人类明白、理解了这个把科学发现转化为生产力道理后，技术开发受到了世界先进国家的普遍重视。人们把技术开发作为变“头脑想家”为“现实财富”的转换器，把它当作是民富国强、经济振兴的一条捷径。因此，各国都纷纷地投入大量的人力物力，并且把技术开发本身作为研究对象，分析它的过程和功能，探索它的原理和机制，研究它的方法和管理。

如果仔细推敲一下，技术开发还可以作狭义的和广义的理解，狭义的技术开发是指开发前所未有的新技术，如贝尔发明电话，马可尼、波波夫发明无线电，巴丁、布拉顿和肖克莱等三人发明晶体管……。在这些科学家发明创造活动以前，这类新技术还只是处于科学理论的阶段上，甚至于仅仅是一种假设或设想，经过他们的技术开发，物化为直接生产力，变成一种崭新的产品。而广义的技术开发包含的范围就广得多，一项新技术刚诞生只是一个单件，如何使它物化成为社会生产力，出现在消费市场上；一项新技术采用什么新工艺、新流程，致使它成为在不同条件、不同场合下都能适用的新产品，各项技术通过综合也会形成另一种新技术……。诸如此类的发展过程，

内中都包含着创新活动，因此也可以称之为技术开发，但这是作广义的理解。因而，技术开发的类型是较多的，我们将在本章内加以阐述。

第一节 独创型技术开发

独创型技术开发是建立在成熟的理论研究的基础上，它是基础研究的发展和拓广，没有基础研究的卓有成效的成果，要进行独创型技术开发几乎是不可想象的。下面我们以晶体管的诞生为例，来加以研究。

1903年，英国弗莱明博士在多年研究“爱迪生效应”的基础上，发明了二极管，获得了专利。这一成就使许多人感到震惊，尤其是爱迪生和德福雷斯特，前者在1883年发现了被灼热的金属表面有电子发射出来的热电子发射现象，即所谓“爱迪生效应”，可是没有想到它的应用；后者一直想发明新式检波器，却不知道“爱迪生效应”。他们两人都失去了发明真空二极管的机会。

可是，德福雷斯特却没有气馁，他认为，要当一个发明家，就应该在前人研究成果的基础上有所创新，有所突破。后来终于被他想到在真空二极管里再封进第三个电极，称做“栅极”。这个小小的“控制闸”，却能按照施加信号的变化，有规律地改变屏极电流的大小，使微小的电信号获得了倍数惊人的放大。德福雷斯特取得了崭新的成果。

真空管的诞生是科技史上重大的事件，曾被称为电子工业的心脏，在远程无线电通信、无线电话、收音机、广播、电视、雷达，直至电子计算机上发挥了巨大的作用。

第二次世界大战刚刚结束，美国贝尔实验室主任凯利，作为一个真空管专家，他深切地认识到真空管有寿命太短、耗电太

多、发热太剧、体积太大的缺点，不可能满足当时日益庞大的通信事业的要求。于是贝尔实验室成立了以肖克莱、巴丁、布拉顿为核心的固体物理学研究小组，经过许多挫折，发现在一小块半导体锗或硅的两个间隔很小的触点之间通上小股电流，就会有一股大得多的电流流向这块半导体的第三个触点，象真空三极管一样，可以用来放大电信号。1947年12月23日，他们第一次演示了半导体的这一效应，世界上第一只晶体三极管问世了。这又是一个独创性的研究成果。电子管最终让位于小巧玲珑的晶体管，使电子工业进入了第二代。

二极真空管、三极真空管以及晶体管之类的研究，都属于独创性的技术开发，它们都是在基础科学研究的根基上，通过应用研究取得技术上的重大突破，创制出前所未有的新产品，从而形成崭新的工业领域，取得惊人的经济效益。据统计，类似于这种重大的技术开发项目，本世纪出现了29项，美国占19项，欧洲占10项，例如原子能技术、激光技术、电子计算机技术等。

第二次世界大战以来，在美国存在着一种“研究—开发—商品化”的模式。他们通过政府资助的大学和政府实验室进行基础研究，取得成果后，在大型工业实验室中进行应用研究和技术开发，然后再通过小型私人企业使其商品化。这一工作模式使许多人认为是良好的，他们说这是美国能在科技方面领先的原因。正因为如此，美国至今还是将研究和发展工作的重点放在工业企业部门。

1983年，美国全国科技研究和发展总经费为980多亿美元，从经费来源看：

国家预算443亿美元，占45%；

工业企业约500亿美元，占50%强；

其他(包括私人基金会等)40多亿美元,占5%弱。

从经费分配看:

工业企业 850 亿美元,占 85%强;

国家实验室约 90 亿美元,占 10%弱;

高等学校 30 多亿美元,占 4%;

非盈利组织 10 多亿美元,占 1%弱。

工业企业的研究和发展投资和它实际使用的研究和发展经济经费之间之所以有较大的差距,是由于政府在国防、空间和能源等方面的研究和发展经费,有很大一部分投入工业企业中。

工业企业的研究和发展人员共有四十六万人,占全国研究和发展人员总数的三分之二以上。

各大公司都有规模巨大的研究和发展组织,它们的研究和发展经费约占总销售额的 2%,如美国电话电报公司(AT&T) 1982 年总销售额为一千亿美元,它所属贝尔实验室 1982 年的经费为二十亿美元,占总销售额的 2%。杜邦(Du Pont)公司 1982 年总销售额为三百三十亿美元,它的 1982 年研究和发展经费为八亿美元,占总销售额的 2.4%。

独创型的技术开发在科研分类中,应归入应用研究这一类,它必须以基础科学研究作为强大的后盾,同时研制的时间一般较长,但确是一项极其重要的技术开发工作。尤其是要使一个国家成长名列前茅的经济大国,科技发达国家,更应在这一领域花上主要的力量。但对于经济实力较为薄弱的国家,就不宜将重点放在这种类型的技术开发上。

第二节 综合型技术开发

综合型技术开发是利用现有的技术,创造出具有新功能的

生产能力以及新产品。用日本人的格言来说：“综合就是创造”，就是属于这一类技术开发。有人说：人们目前处于这样一个时代：新的科学技术原理还没有突破，谁能把过去到现在为止所有的科学原理综合起来，谁的综合能力强，谁就能出奇制胜。比如庞大的“阿波罗”计划中，没有一样是新技术，但一拼装，就全然变成了新的东西。所以把世界上现有的技术，已有的科学原理都囊括起来，重新组合，使其系统化，便能创造出新功能的产品。

这类技术开发，往往立足于技术引进的基础上，本世纪六十年代，日本从奥地利引进氧气顶吹炼钢技术，从法国引进高炉吹重油技术，从美国、苏联引进高炉高温高压技术，从西德引进炼钢脱氧技术，从瑞士引进连续铸钢技术以及从美国引进带钢轨制技术。这六大技术经过综合，形成了世界上第一流的钢铁技术体系，并进一步改进，创造出转炉未燃气回收技术，到七十年代反而作为专利向国外技术出口。

为此，西德 KHD 公司董事长利勃在与《工业杂志》编辑的谈话中说：“今天在整个世界上，几乎没有一座高炉或一个炼钢厂不是利用日本许可证建造的。”这段话看来有点过分，但确实也有一定道理。众所周知，日本钢铁工业自 1955 到 1970 年这 15 年中，平均每年增产钢 500 多万吨。它为什么有这么大的增产能力？这与日本吸收、消化、综合别国先进技术有极大关系。

同样，日本的石油化工技术，也是由美国孟山都公司的聚苯乙烯技术，英国帝国化学工业公司的高压聚乙烯技术，西德齐格勒公司的低压聚乙烯技术等三百多项技术装备组成的。日本的电子工业更有“世界专利橱窗”之称，松下电器公司的电视机著称于世，可它却是引进了 400 多项技术的综合产品。

综合他人的先进技术，进行技术开发工作，确实是发展经济、推动科技的一条捷径。日本从 1955 到 1970 年间，几乎掌握了世界半个世纪中发明的全部技术。他们花了 60 亿美元引进了这些先进技术，既赢得了 30 年的光阴，又节省了大量投资，因为国外这些先进技术从研制到投入生产总共花了达 2000 亿美元。

然而综合并非易事，它必须建立在本身雄厚的技术开发能力的基础之上。譬如日本钢铁技术引进之后，各大企业就联合组成研究班子，进行消化和综合，每花 1 日元引进技术，就用 2~3 日元来研究。这种研究班子称为“柔性研究所”。这对提高自己的技术能力大有好处，同时，通过对引进技术的综合研究，又逐步开发出新技术。仍以钢铁技术为例，日本对氧气顶吹技术做了改进，研制出多孔喷嘴，对一氧化碳废气的回收，创造了未燃废气回收技术，既节省了能源，降低了生产费用，又减少了空气污染，并且将这项技术专利反销国外。

综合国外先进技术是一种综合型的技术开发，它比之单纯的引进设备进行使用，更能提高经济效益和技术能力。我国要在较短时间内向先进国家看齐，综合型技术开发是一种重要形式。

第三节 克服负效应的技术开发

克服负效应的技术开发是从一种新技术所产生的社会不良后果出发来进行研究的。这一种技术开发在国外称为“二律背反型”。我们不妨从航空事业的发展来进行阐述。

1903 年 12 月 17 日，美国莱特兄弟把轻型的内燃机装上一架双翼飞机，完成了人类历史上第一次动力飞机。这次飞行虽然只持续了 12 秒钟，飞行的距离也只有 36 米，但毕竟是实

现了人类飞天理想的宿愿。于是，这一天就成了航空界的历史性纪念日。

纵观近 80 年的航空发展史，大致可分为 3 个 25 年：第一个 25 年是萌芽阶段，那时的飞机是用浆糊把木头与布粘起来的；第二个 25 年是追求高性能的阶段，研究者千方百计使飞机飞得快、飞得高、飞得远，至于研制费用是在所不惜的；第三个 25 年是飞机与火箭工程相结合的阶段，飞机的平飞速度突破了音速，但技术开发的目标却与第二阶段大相径庭，人们不再是不惜工本地去追求高性能，而是作了全线大退却，去提高飞机的总效率。

从技术开发的角度来讲，超过 10 倍音速的高性能飞机完全是可以创造出来的。例如，美国在 1963 年曾决定作为国家计划来开发马赫数为 3 的超音速客机，当初曾期望成为可销售五百架的大型商品。此商品按 1963 年的时价，每架售四百万美元，于是这项技术开发便成为价值 20 亿美元的大型项目。但不幸的是在开发过程中却发生了种种障碍。其障碍既不属于制造超音速客机的纯技术，也不完全属于制造的成本，恰恰是客机飞行所产生的社会后果。

首先，因冲击波而带来的噪音污染相当严重，所以纽约市议会决定超音速客机不得在距市中心 160 公里以内的地方起落。以速度为生命的客机，如不能接近城市，便将失掉高速的优越性。

其次，因以超过马赫数为 2 的速度飞行，每小时燃料消耗达 17 至 18 吨。若五百架飞机全部飞行，使地面的温度提高 2 度，根据科学家们预测，不平均气温提高 2 度，两极的冰开始溶化，从而世界 75% 的主要城市也许会被洪水淹没。

再次，因超音速飞机燃烧产生氮氧化合物，此化合物在地

面上造成光化学烟雾，并在同温层消耗大量的臭氧，而臭氧的消耗，会使太阳光中的紫外线辐射强烈到引起皮肤的癌病变。

以上这些问题，迫使美国政府于1973年3月正式决定停止开发超音速飞机。因此，这一类技术开发着眼于新技术的负效应，若能消除这些负效应，新技术的巨大的经济效益便能奏效。

因此，当前在技术开发中，人们特别注意克服新技术的负效应，否则即使在技术上获得了成功，在总体上却会遭到失败。这种教训是不胜枚举的。本世纪40年代，米勒发明了高效治虫的农药DDT，获得了1948年诺贝尔生理学 and 医学奖，可是，到了六、七十年代，DDT引起了严重的环境污染，人们不得不停止生产这种农药。1970年，埃及建成了阿斯旺高水坝，使水坝的技术开发进入一个崭新阶段，埃及以此获得了廉价的电力，控制了水旱灾害。但几年以后，负效应接踵而来：由于泥沙和有机质沉积到水库底部，使尼罗河两岸的绿洲失去了肥源，三角洲沃土出现盐渍化，因为尼罗河口的海域缺乏来自陆上盐分和有机物，浮游生物锐减，著名的沙丁鱼就此绝迹，由于在尼罗河上筑坝，奔流的活水成了静止的“湖泊”，为血吸虫和疟蚊的繁殖提供了生活条件，致使水库一带居民的血吸虫病和疟疾发病率很高。

以上这些问题不是来自技术自身，而是受到环境、社会、经济等方面的压力。因此，技术开发的方向就应着眼于克服新技术的负效应，另辟蹊径，寻找“柳暗花明又一村”，才能真正有益于整个社会的发展。

第四节 消费需求型技术开发

人们对消费品的需求是随着经济发展而逐步高涨的。六十

年代时，家庭中备有小屏幕的黑白电视机已是心满意足了，而七十年代开始追求大屏幕的黑白电视机，如今正向彩电发展。因而出现了一种消费需求型的技术开发，它致力于加速产品的更新换代，扩大产品的花色品种，提高产品的实用性能，并且千方百计地将各种领域（例如，自动机械工业、精密仪表工业）的新技术向日用消费领域转移，“他山之石，可以攻玉”，从而换取巨大的经济效益。

美国的兰特博士同他的女儿去约色美特旅游，那里风景如画。兰特用传统的照相机给他女儿摄影，他突然萌发出一种想法，要是能立即看到在壮观的大自然背景上孩子的形象，该多么好呀！就是这一代表着许多摄影爱好者的“需求”，使他产生了研究瞬时照相机的决心。后来，波拉罗公司花了几亿美元研制了 Sx70 型瞬时照相机，在型式上作了改进，加上电动机构，并采用新的胶卷。果然，这种照相机销路大畅，1976 年竟成了波拉罗公司创建以来最好的年头。这一“消费需求型”技术开发获得了成功。这是一个很有代表性的例子。

美国创新家、企业家李跃滋认为，从 1920 年到 1970 年这半个世纪称为“消费者为中心”阶段，消费者为中心阶段，从老亨利·福特（美国汽车大王）时代就开始了，福特引进了大规模生产方式，并把工人当作消费者，给以足够高的工资，使之能购买自己的产品。由于这种政策的实施，致使生产飞速上升，又满足了迅速增长的消费需求。

最近几十年来的事实说明，根据人类生理的需要，肢体功能获得了延伸，开始是引入各种机床和动力系统，扩大了手的功能；其后，引入了汽车、轮船、飞机，扩展了腿的功能；后来，又引入了收音机、电话、录音机，发展了耳朵的听力；还引入了照相机、电影、电视机，扩大了眼睛的视野；电子计算

机的大量使用，使人的智能活动得到了充分的发展。凡此种种，说明人类的需求是分层次的，又是无止境的，因此，很难说现在已经不是消费者为中心的社会了。

五十年代时，日本销售商将小轿车送进美国市场，结果无人问津。然而，到了1980年，日本的小轿车在美国销售了200万辆，而美国的小轿车在日本仅卖出6000辆。这是为什么呢？其奥秘就在于日本企业关心消费需求型的技术开发，他们经过市场调查、市场预测、市场需要的研究，认为生产小轿车是有利可图的新兴工业部门，在世界上有广阔的市场。因此，积极向小轿车部门投资，不断引进外国的新技术，使日本的小轿车进入了国际市场。市场的需要就成为技术开发的动力。

市场对新产品总是开放的。人的需求往往取决于人的爱好。因此，当前世界各国的企业非常重视需求型的技术开发，千方百计去摸清消费者的口味和爱好，用日本人的话来说：“顾客是神仙，用户是帝王”。因此，企业的研究开发部门，专门设立了市场预测、产品需求预测的机构，或者重金委托咨询机构来达到这个目的。

六十年代后期，日本野村综合研究所曾接受一家公司的委托，预测立体声音响大型设备的市场前景，他们经过调查研究，作出了“应该立即开发”的结论。然而，当时日本家庭的住房面积不大，小立体声音响设备在市场上非常受欢迎，因此，这一结论使这家公司的许多干部表示怀疑。但公司主要领导人采纳了野村的意见。事态发展的结果是，在大型立体声音响设备的开发过程中，日本的住宅逐渐增大，同时随着经济的发展，青年们的爱好有了变化，当大型设备进入市场时，销路意想不到的好，使这家公司取得了高额利润。

由此可见，需求型技术开发必须重视人们需求的预测、市