

霍俊 编著

# 实用预测学

第四册 科技预测

中国发明创造者基金会  
中国预测研究会

实用预测学

第四册

科技预测

霍俊 编著

中国发明创造者基金会

中国预测研究会

一九八四年十月

## 说 明

这本《实用预测学》第四册是作为两个大的方面，即科技预测和定性预测分析(法)来提出的，实际上是作为一个问题，即科技预测来编写的，因为定性预测分析(法)在科技预测中占据着极其重要的地位。有关通用型的定性预测分析(法)，我们在第一册的常规预测法中已经进行了介绍。在此册中，更有必要将定性分析同科技预测溶为一体了。

总的说来，这个分册是一份汇编材料，介绍的多是国外情况，而主要是根据《Technological Forecasting for Decision Making》Joseph P. Martino, 1983年第二版一书摘编译的。我们在科技预测方面尚缺乏自己的建树，望指正。

# 目 录

<b>第一章 科技预测概论</b> .....	( 1 )
一、 科技预测的发展沿革 .....	( 1 )
二、 科技进步的有关问题 .....	( 2 )
三、 科技预测的重要作用 .....	( 4 )
四、 科技进步的某些规律性 .....	( 6 )
五、 有关科技规划问题 .....	( 7 )
六、 有关科技决策问题 .....	( 14 )
七、 有关科技情报(信息)问题 .....	( 15 )
八、 有关影响因素问题 .....	( 19 )
九、 有关科技目标问题 .....	( 19 )
十、 有关科技预测的范围 .....	( 19 )
十一、 有关科技预测的过程 .....	( 20 )
十二、 有关科技预测的概念 .....	( 21 )
十三、 有关对科技预测的需要 .....	( 22 )
十四、 有关代替预测的一些“方法” .....	( 23 )
十五、 有关预测的实现问题 .....	( 24 )
十六、 有关革新的阶段问题 .....	( 24 )
十七、 有关方法的分类问题 .....	( 25 )
<b>第二章 特尔斐方法</b> .....	( 30 )
第一节 会议的优点 .....	( 30 )
第二节 会议的缺点 .....	( 30 )
第三节 特尔斐方法 .....	( 31 )
第四节 特尔斐法的预测程序 .....	( 31 )
第五节 特尔斐法的各种型式 .....	( 33 )
第六节 特尔斐法是一种集体方法 .....	( 34 )
第七节 特尔斐法的精度 .....	( 35 )
第八节 特尔斐法的可靠性 .....	( 35 )
第九节 特尔斐专家小组人员的选择 .....	( 36 )
第十节 开展特尔斐预测程序的准则 .....	( 39 )
第十一节 特尔斐预测事件的陈述 .....	( 40 )
第十二节 小结 .....	( 42 )
<b>第三章 类比预测法</b> .....	( 43 )
第一节 类比的问题 .....	( 43 )
第二节 类比的方面 .....	( 44 )

第三节	正式类比不能成立时的预测 .....	( 48 )
第四节	小结 .....	( 48 )
<b>第四章</b>	<b>增长曲线法 .....</b>	<b>( 50 )</b>
第一节	取代曲线 .....	( 51 )
第二节	珀尔曲线 .....	( 52 )
第三节	岗帕兹曲线 .....	( 53 )
第四节	选择适当的增长曲线 .....	( 53 )
第五节	以10为底的珀尔曲线 .....	( 54 )
第六节	费歇耳—普莱曲线 .....	( 55 )
第七节	增长曲线上限的估计 .....	( 55 )
第八节	取代曲线变量的选择 .....	( 57 )
第九节	预测实例 .....	( 57 )
<b>第五章</b>	<b>趋势外推法 .....</b>	<b>( 61 )</b>
第一节	指数趋势 .....	( 62 )
第二节	一个预测实例 .....	( 63 )
第三节	非指数增长 .....	( 65 )
第四节	定性趋势 .....	( 66 )
第五节	行为技术 .....	( 68 )
第六节	小结 .....	( 69 )
<b>第六章</b>	<b>相关法 .....</b>	<b>( 70 )</b>
第一节	先导—滞后关系 .....	( 70 )
第二节	技术进步函数 .....	( 73 )
第三节	最大装置的规模 .....	( 74 )
第四节	与经济因素的关系 .....	( 75 )
<b>第七章</b>	<b>因果模型法 .....</b>	<b>( 79 )</b>
第一节	单纯技术模型 .....	( 79 )
第二节	技术经济模型 .....	( 84 )
第三节	模拟模型 .....	( 86 )
第四节	小结 .....	( 90 )
<b>第八章</b>	<b>预测科技突破 .....</b>	<b>( 91 )</b>
第一节	科技突破的几个例子 .....	( 91 )
第二节	科技突破的追踪 .....	( 94 )
第三节	到哪里去寻找信号 .....	( 95 )
第四节	举例 .....	( 96 )
第五节	小结 .....	( 99 )
<b>第九章</b>	<b>综合预测法 .....</b>	<b>( 100 )</b>
第一节	趋势和增长曲线 .....	( 100 )
第二节	趋势和类比 .....	( 100 )
第三节	分量和总量 .....	( 101 )

第四节	脚本法 .....	(101)
第五节	交叉影响模型 .....	(103)
第六节	小结 .....	(106)
<b>第十章</b>	<b>规范法 .....</b>	<b>(107)</b>
第一节	相关树 .....	(107)
第二节	形态学模型 .....	(110)
第三节	任务流程图 .....	(111)
第四节	小结 .....	(112)
<b>第十一章</b>	<b>技术评价 .....</b>	<b>(114)</b>
第一节	历史的例证 .....	(114)
第二节	科技预测的作用 .....	(118)
第三节	举例 .....	(119)
第四节	小结 .....	(121)
<b>第十二章</b>	<b>科技预测中的常见错误 .....</b>	<b>(122)</b>
第一节	影响预测的外界因素 .....	(124)
第二节	影响预测人员的因素 .....	(127)
第三节	核心假设 .....	(131)
第四节	小结 .....	(133)

# 第一章 科技预测概论

科技预测是个广阔的领域，它既包括对科技进步本身的预测分析，也包括对科技进步如何影响社会经济发展进行预测分析。

## 一、科技预测的发展沿革

从预测发展的历史上看，在国外，预测首先是应用于经济领域，并在采用数学方法方面取得了一定成就。许多大企业和公司相继采用了这些预测技术，开始时多是以“经济学”和“统计学”的名义从事预测工作的。

技术专家和工程师们，自觉或不自觉地早已从事了预测工作，逐步才认识到，预测对于科研和规划来说是必不可少的。然而，在六十年代以前，尽管基本趋势外推法已很流行，但很少有人使用“预测”一词。科技预测这个名词的来源可以追溯到六十年代初。当时，欧美国家对于科学技术充满信心，认为科技可以解决世界上绝大部分经济和社会方面的问题。并且还认为，美国在国防和空间技术等方面的资源潜力也是无穷尽的。此外，管理科学的教育也已迅速发展，而且重点是管理技术和定量方法。从客观原因来看，一是科技进步的速度加快和工业研究与发展的投资不断增多，已使科学技术成为各大公司企业生存和发展的关键，重大的科技决策占有举足轻重的地位；二是各大公司企业的规划不断扩大，也非常需要预测。

这些发展趋势使科技预测活动大大活跃起来。五十年代末、六十年代初，美国首先使用技术预测一词来说明新技术的迅速发展，美国政府也拨款资助这方面的研究。一些高级的定量预测技术越来越受到人们的欢迎。当时，他们主观认为，只要具备高、精、尖的技术、手段和工具，以及足够的物力资源，就能精确地预测出科学技术的未来。这种过于乐观的估计和做法，没有多久，就因预测效果不佳和政府削减预算而转向技术预测工作的低潮阶段。但科技预测方面的著作和文献资料始终不断地发展着，预测技术也越来越繁多。

七十年代初，科技预测活动发展缓慢。1973年西方石油危机促使短期的经济预测占了上风。1975年以来，人们对于未来的不肯定性甚表关切，从而再度重视预测。七十年代后期，工业界重新对科技预测感到兴趣，但态度比以前较为现实。

这一时期，其他方面的变化也越来越明显。非科技因素的重要性不断上升，特别是社会与财政金融因素的发展趋势，已成为科学技术进步的决定因素。因此，科技预测已经同非科技界有了密切关系。

以前的预测活动往往忽视周围环境中出现的新的因素，而过于强调从过去到未来的延伸。结果，不能看出新的影响因素，缺乏想像能力。所以，在西方国家的一些公司企业中，科技预测与本公司企业的新产品部门业务相联系得多，与本公司企业的规划部门业务相联系得少。目前，预测人员的条件也是一个问题。他们多来自其他专业，缺少系统的预测技术训练。由

于专业经历不同，他们采用的预测技术也就不同。例如，搞运筹学的，喜欢采用动态模型方法；搞经济的，喜欢采用投入—产出分析和数学曲线拟合；搞公司规划的，喜欢用相关树方法等。

科技预测于五十年代末、六十年代初首先在美国发展起来的具体原因有二，第一，需要将新技术尽快地应用于尽可能广阔的领域。这是由于新技术研究费用昂贵，必须寻找应用的新领域。第二，当时美国实行了庞大的技术计划，特别是空间计划。在这些计划中，大规模地使用了所谓“发展工作平行化”原则。这就是说，例如，大型运输机的各部分工作是在严格规定的基础上平行地进行的，包括完成的日期、质量和成本、以及各部件的结构设计。只有在能够对各种计划的完成时间作出合理的可靠估计时，这种平行化才是可能的。为了作出这样的估计，科技预测就作为一种技术发展起来了。

为了能够管理日益复杂的技术发展，技术预测得到许多公共部门的倡导。同时在私人部门中，它也作为战略计划而出现了。

科技预测建立在关于技术发展的一般经验的基础上，在这些经验的基础上又发展了一些技术预测方法。不过，科技预测没有固定的方法类型，研究途径与方法的选择多取决于各个研究者和其业务性质。

当前，科技预测的应用范围，已经扩展到研究整体战略，如对新技术革命、新产业革命的研究等等。

## 二、科技进步的有关问题

有人认为，科学技术进步（科技进步），系指劳动工具、劳动对象、工艺流程和生产产品的不断完善与发展的过程。这个过程在科学逐渐成为直接生产力并且所起的作用不断增长的情况下得到发展。这样，科学技术进步应理解为，在科学成就的基础上社会物质生产的完善和发展的客观过程。

科学研究是科技进步的基础。科技进步建立在对自然界发展的客观规律的认识和为了对自然界产生积极影响而运用这些规律的基础上。

科学，作为认识自然界和社会发展规律的过程中积累起来的自然与社会知识的总和，它是生产力发展最重要的源泉。非生产领域和整个社会对制造和改进新型技术装备、发展物质生产的要求是科学发展的决定性因素。恩格斯分析科学与技术发展的相互依存关系时指出：“社会方面一旦发生了技术上的需要，则这种需要就会比十数个大学更加把科学推向前进。”（《马恩文选》中文版，两卷集Ⅱ，第504页）

科技进步是在总结已有知识、预测科学、技术和社会现象发展的基础上对现实越来越准确和深刻的认识。

科技进步的另一要素是技术装备的完善过程。技术装备是人类为了满足自己的需要，借此把劳动作用到劳动对象上去的劳动手段的总称。

科技进步在解决社会经济和政治问题时占有重要地位。科技进步用来提高劳动者的物质文化生活水平，满足人们不断增长的精神与物质需要，促进社会经济进步和保障国家的安全。科技进步是消除脑力劳动和体力劳动差别，消除城乡差别的物质基础。

社会需要是科技进步的刺激因素或动力。在某个时期使用的技术装备状况和不断增长的



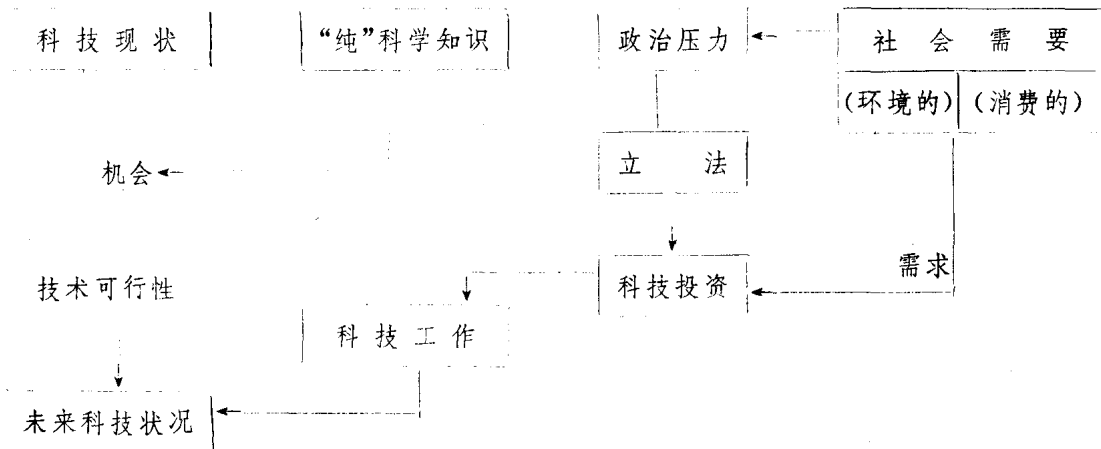
社会需要以及个人需要之间出现的矛盾是科技进步的动力。

同时，新型技术装备的出现是以产生新的需要为前提的。在技术装备的能力和需要之间重新出现矛盾，于是便产生了研制比较完善的技术装备的必要性。

假若事物的发展是随意的话，科技预测就不能进行。这也就是说，假若对过去的科技进步的规律一无所知，那末，预测人员就不能对未来的科技预测结果具有充分的信任。但是，历史经验证明，科技进步并不是随意的。虽然人们常听到“技术突破”之类的话，然而只要进一步研究，就会发现：与过去无关的事件是极为罕见的。因此，预测未来必须以过去为基础。说明这个问题的历史经验不少，如电子计算机和飞机一直到冶金学，它们的发展都涉及到时间序列和趋势外推方法的应用。

现在，还必须了解和研究促进科技进步的动力。为此，首先就应该区别科学与技术。科学，一般来说，是对各种新领域的知识进行探索的活动；而技术，则是根据人类的需要并通过产品或工艺过程体现出来的知识的应用，进而转化为具体工程项目、技术力量和设备，服务于整个社会。

在预测时，要分析科技进步的各种因素，研究社会环境的总体。社会需要是逐渐变化的，科技本身也随之而变。只要社会需要有新的发展趋势，也就必然在科技进步的变化中有所表现。现将科技进步与社会环境诸因素的因果关系用图说明如下：



由上图还可看出，在科技力量为了满足社会需要（如：作为消费者的个人对产品和劳务的需要；作为使用部门对设备与工艺过程的需要；作为整个社会对环境保护、国防、保健等的需要）时，就会出现技术上的革新。但是，其先决条件必须是具有所需的投资，以及经过预测，在技术上是可行的。例如，英国曾经取消汽垫船与英吉利海峡大隧道的工程计划，就因为缺乏投资。同样，罗耳斯·罗伊斯发动机公司取消RB211型工程项目也是由于投资费用问题。还有其他一些能够影响社会需要的因素，如“协和”式超音速客机，则是因为噪音污染环境而告失败的。人们认为，如果在六十年代初期就能预测到七十年代中期的社会、经济、政治和科技等社会环境，便不会开始这一工程项目了。因此，在科技决策时，必须进行范围广泛的预测，要对环境的总体—社会、政治、司法、经济与生态等，作周密的研究，以便从中得出重要的决定因素和识别它们之间的相互关系。为了便于预测时考虑，可以将科技革新与环境总体之间的关系列图加以说明：

### (a) 技术革新

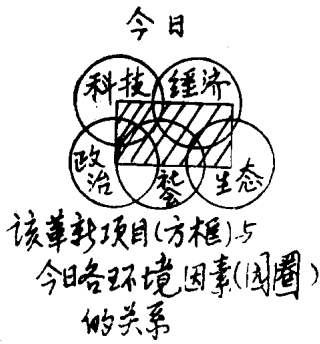


图 1.2.1

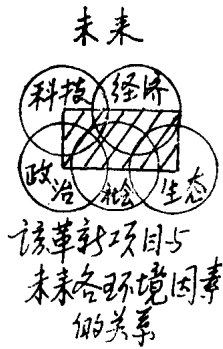


图 1.2.2

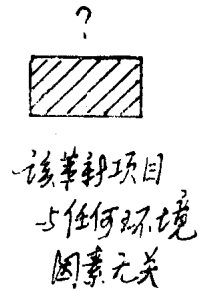


图 1.2.3

### (b) 环境总体

预测2001年的环境

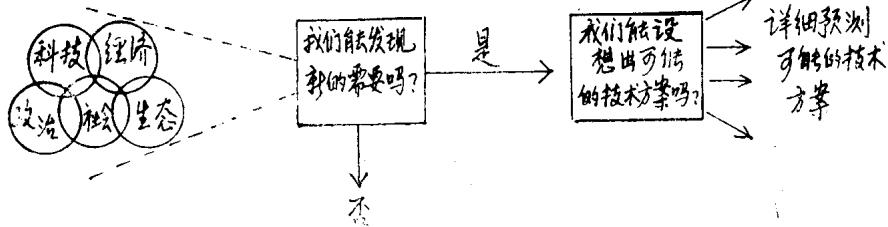


图 1.2.4

## 三、科技预测的重要作用

### 科技预测的必要性

在西方国家，有一些以科技为基础的工业部门经营失败，归纳起来，有三种情况：其一，有些公司的产品落后于竞争者。他们的产品没有充分采用先进技术。例如，日本造船业所以能超过欧洲同行，就是由于他们采用了先进的船体设计和造船技术。其二，他们的经营失败，有的是因为不注意新技术的竞争威胁。例如，FACIT公司就因为只重视电气机械计算器而忽视廉价的电子计算器，结果，公司易主，为Electrolux公司所接管。瑞士钟表工业的教训也是如此。所以采用新技术的公司制造出新产品大量“侵入”传统工业的市场，这些事例，屡见不鲜。其三，也有一些公司企业过高估计新技术的作用，结果，市场和研制方面跟不上。激光与复合材料就是两个例子。

以上三种失败情况的根本原因，一是对新技术带来的新威胁或新机会重视不够；二是认识到新技术的重要性，但对其进展判断错误。这主要是由于对新技术过分热情或者保守两种极端态度造成的。所以，科技预测就能发挥提供情报信息的作用，有助于公司企业形成比较正确的判断。此外，科技预测由于它能随时提请人们注意未来，对公司企业的高层管理部门的决策发挥很大影响作用，高层管理部门从而就能预见对整个公司企业或对个别产品或工艺过程的威胁或机会，及时采取对策。

尽管历史上或今后都会出现一些偶然的重大发现，但绝大多数的科学技术都是逐步发展形成的。因此，预测是非常必要的。

现在，社会和政治的发展，对于科技进步起着越来越重要的作用，因而必然成为预测的一个重要输入信息。但是，它们也会给预测带来一些困难。因为它们难以量化。社会诸因素的发展是有一个较长时间过程的。例如，社会上对生活环境问题的关心，早在二十年前就产生了，但当时很少为人注意。结果，英法合作制造的“协和”式飞机投入使用时，就遭到强烈反对。这主要是由于没有进行预测，而且早在1958年，英国罗耳斯·罗伊斯公司就曾提出关于“奥林普斯”发动机噪音级的数据，申请准予开工生产。政治因素，则来自社会因素，是由社会因素积累到一定程度产生的，有时就对科技发生影响。例如，七十年代的石油危机，本来石油价格问题早就酝酿多年，只是由于未能及时预测，才给人以“突然冲击”之感。美国福特公司在这方面做得就比较成功。他们认识到生产费用对能源价格的敏感性，于是就制定了一个价格与可获量数学模型。这样，经过定量决策后，就能迅速应付1973年的危机，重新调整了经营方针。

科技预测的发展，是同世界上科学技术进步密切相关的。根据国外资料，第一次正式的技术预测要算一九三七年美国自然资源委员会公布的“技术趋向分析与国家政策”研究报告。这份报告对当时能影响美国全国生活与工作条件的发明进行了预测。早在六十年代美国就有六百多家大、中公司从事自己的技术预测。在国外，技术预测的定义繁多，各有不同看法，如：“技术预测是对技术变化的预测”；“技术预测的定义是，推测一种有用机器的发明、特性、大小或性能”；“技术预测是，推测预见到的发明、具体科学改进、或有希望起某些有用作用的科学发现；”“技术预测是，对未来技术转换的较高置信水平的概率估计”；“技术预测是，提供数据的收集与分析程序，以预测未来的技术发展以及这种发展对人类环境和生活方式所产生的影响”等等。科技预测的概念还要比技术预测的概念广阔得多。

我们认为，科技预测是预测理论与方法在科技进步领域的一种应用，是在对科技进步进行调查研究或科学实验基础上的一种科技进步预测分析，主要是研究科技进步的发展动态、演变趋势、变革方向以及可能出现的新技术革命的重大转折，为技术发展战略服务。与此同时，还必须研究技术进步对社会、生产、生活的重大影响以及从社会、经济等方面为科技进步的有利发展创造条件。在当代，科技发现与发明，已从直观式、一般条件式进入极端条件式，新兴技术的应用也大致相类似，往往要用大代价才能换取较大的效果，世界性的新技术竞争在日益激烈，风险也在随之增大，新技术的发展已经成为重大的得失战略，因此科技预测的地位也在不断提高。

科技预测中的科技进步调查是调查与新技术有关的探索、研究、应用等方面的信息和及时掌握其演变动态，其中包括国内外的水平调查、差距分析、新苗头判断和对新兴领域进行跟踪等。

科技预测中的科技进步分析是在科技进步调查基础上分析新技术特点、发展潜力、战略价值、经济作用、开发代价、竞争前景、实施的必要与可能，并且根据调查信息选择适宜的预测技术，建立相应的技术进步预测模型以及进行必要的评价分析，供技术决策选用。

## 四、科技进步的某些规律性

如果把科技进步完全视为一种偶然事件的组合，也就无法预测了。与此相反，如果把科技进步完全视为一种肯定事件的综合，也就不需要预测了。实践已经证明、也必将进一步证明：与过去无关的事件是极为罕见的，与过去完全重复的事件也是难以多得的。事实上，任何事物的存在与发展，都有着客观上的规律性，问题是发生在：我们对其规律性能够认识和应用到什么样的程度？我们认为，以下几点和技术进步的预测工作是有很大的共性的。

### 1. 升级性

科技预测是建立在有关技术发展的一系列观察与推理基础上的。首先应该指出的是技术升级现象。将一种技术的各个物质体现与时间的关系画出来，常常呈现令人惊奇的规律性。图1.4.1给出的例子是电灯泡的发展。质量是以每单位功率(瓦特)的光通量(流明)表示。可以看出，图1.4.2曲线是S形，这是一种常见形式。这可以解释为，当一些关键难题解决以后，新技术的发展就较顺利。可以看出，曲线起初是按指数增长的；但是，每一种技术都有其发展极限，指数增长曲线逐步接近这个极限。两条曲线结合起来，就呈现为S曲线。

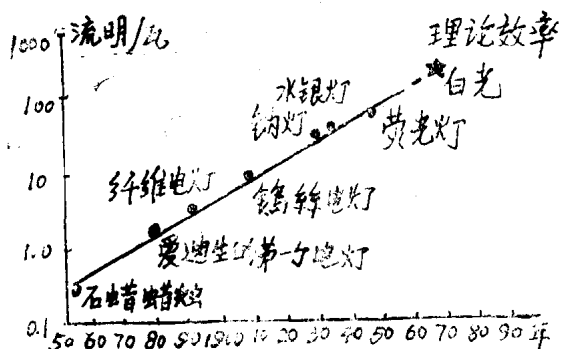


图 1.4.1 照明技术升级过程

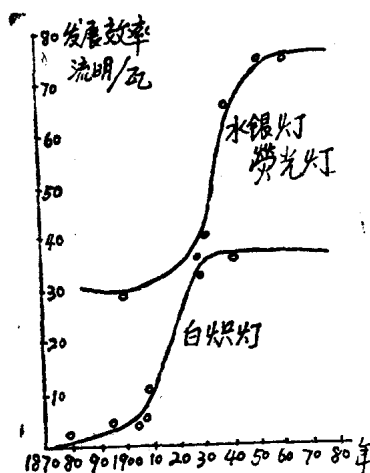


图 1.4.2 两种技术升级：白炽灯和水银灯的发光效率

### 2. 换代性

常常有这种情况，当一种技术已达到其顶点时，另一种新的技术在更高的水平上发展起来。这第二种技术的发展也遵循S曲线，这也由图1.4.2表示出来。在图1.4.2中，两条曲线不相交，但现实中它们常常相交，如图1.4.3所示。技术I在 $t_1$ 饱和。在 $t_2$ 时，技术II的最初信号已很明显。在 $t_2$ 和 $t_4$ 之间有一个过渡时期，即换代区间。技术II的发展，从 $t_3$ 开始趋势往上。可是，这个时候的政策制订者如果忽略了任何技术发展皆有其极限这一事实，就会以为技术I将按图1.4.3的虚线发展。因此，倾向于低估技术II的潜力，认为它的性能发展速度都低于技术I。这恐怕是导致企业破产的严重原因。

### 3. 先兆性

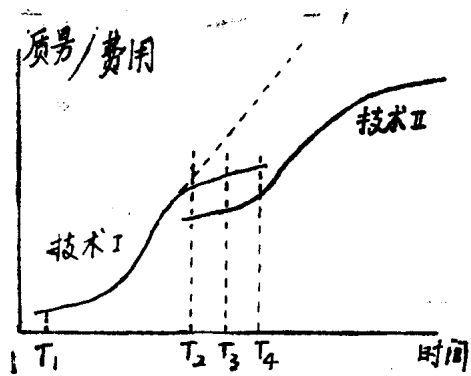


图1.4.3 新技术潜力及换代的机理

技术发展常是在它们出现以前很久就有了先兆。关于预应力混凝土的可能发展的文献最早发表于1896年。第一件专利于1928年获准，第一个手册出现于1936年。尽管如此，这种技术只是在二次大战后才得到广泛应用。

不仅在科学刊物和专利摘要中，而且是在所有情报信息源中，人们常可以区分什么新技术处于试验阶段，是谁正在发展它们，这种情报信息也许是企业的无价之宝。

#### 4. 渗透性

电子技术、电子计算机技术、高分子技术等等都有广泛的渗透能力，例如，机（机、高度机械加工）光（光、激光）电（电子、微电子）一体化即机机、光光、电电一体化等等。

#### 5. 发展模式

新技术的发展模式，常常显示出令人吃惊的规律性，具有清晰可辨的阶段。第一阶段是科学发现或某种社会需要的发现。第二阶段中形成了一个理论或产生满足需要的技术模式，在第三阶段，该理论得到实验室水平的验证，或者试验性模型通过了验证。第四阶段中扩大了规模，完成了试验计划，然后是第五阶段进入市场。第六阶段是新技术的普遍通用和进一步合理化。第七阶段有时被认为是把技术要素扩散到其他应用领域，但这种扩展也可以在其他阶段进行。当一种技术已通过几个阶段以后，专家们就可以对其余阶段中的行为模式作出相当切实的估计。

#### 6. 社会性

社会是科技进步的发展环境和服务对象，科技成果社会化是预测技术进步的重要量度。

#### 7. 经济性

经济是科技进步的发展条件和应用场所，在一般情况下，经济效果是评价科技进步的重要量度。

#### 8. 战略性

科技预测，将在上述规律性分析的基础上，对技术进步中某些新技术可能出现的重大转折、变革或革命，要及时而又有远见地进行战略性的判断，为科技发展的战略决策服务。

## 五、有关科技规划问题

在现代条件下，预测已成为各部门领导的最重要成分—编制长期计划，制定未来主要发展方针的依据。

首先要分清预测和预测工作这两个基本概念。

**预测：**是对某个对象（过程或现象）在未来某个时候的状态的概略判断。

**预测工作：**是在分析对象发展的基础上形成预测的过程。

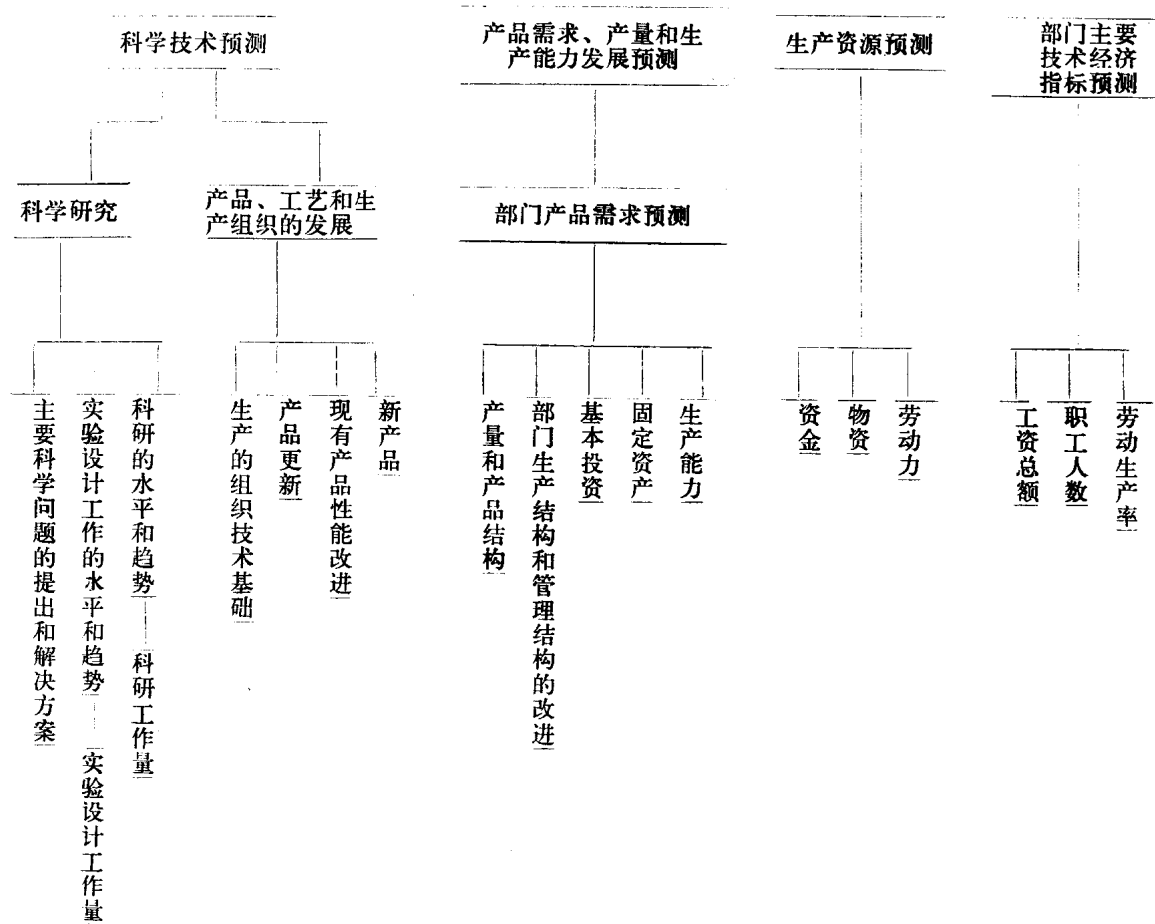
预测给出未来发展的大概图景，而计划给出未来发展趋势的确定内容。所以，预测是计划的一部分。预测的任务是，说明某一对象的稳定发展趋势（反映规律的作用），对比替换方案，确定期望的资源消耗。

预测和计划尽管共同产生未来信息，其任务也是共同的，但提法各不相同。预测和计划的输出信息性质不同，即计划信息是指令性（或调节性）的（计划就是指令），而预测信息是定向的（预测就是定向）。预测和计划的方法也不一样。计划的模式是：目标—指令性的，达到目标的途径和手段—确定型的，资源—有限的。预测的模式是：目标—理论上可达到的，达到目标的途径和手段—可能的，资源—概略的。

可见，计划可能只包含发展的一个最优决策，而预测提供多个替换方案的扇形区。

预测带有概率性质。预测包含的指标具有很宽的范围。计划是行动的纲领，具有明确肯定的性质，它所规定的任务是必须完成的。当然，任务的详细程度因计划的长短不同而各异。

例如，在苏联，科学技术预测在苏联国民经济的部门预测构成中，占有重要地位。苏联经济部门发展综合预测包括有：科学技术预测，产品需求、产量和生产能力发展预测，生产资源预测，部门主要技术经济指标预测。详见下图：



科技规划人员主要关心的并不只是预测各种科学技术发展在未来某个时期将会出现什么状况，而是要决定他的企业部门应该如何利用预测所提供的机会。一般来说，这些机会多属于经济性质。但也有一些是非经济性质的。例如，在国家规划中，这些非经济性质的机会就是科技投资的后果；在工业规划中，这些非经济性质的机会则是社会造成的一些约束条件。当然，规划决策主要还是决定财政投资之类的经济性质的机会，同时又必须考虑其他性质的一些约束条件。

因此，规划人员的工作大致如下：

- (1) 在所要求的时间期限内，预测有关的科技发展状况；
- (2) 估计本部门今后采用这些技术的费用；
- (3) 评定投资为本部门所带来的经济和社会效益。如系商业部门，还要预测
  - a. 市场的可能容量
  - b. 技术发展在经济中的普及速度，即潜在市场增长率

传统的科技预测只注意上述第一点内容。这是因为由科技专家进行预测而不是企业家预测的缘故。科技专家的预测，对于企业规划人员来说，有两个限制：一是科技专家一般只假定未来科技环境与过去的没有很大区别；二是预测的重点只是未来的科技状态而不是这种状况对社会或对某一具体部门的潜在价值。这样，对规划决策来说，就缺少充分的依据。

下面就分别具体说明科技发展与科技规划有关的一些问题：

### 1. 科技投资问题

#### (1) 财政金融对科技进步的约束条件

科技进步是投资的结果。过去的科技进步就是早期投资的结果。因此，科技进步的速度同科技投资的使用率成正比。这样，就要看社会对科技究竟重视到多大程度。因此，必须研究社会对科技发展拨款投资的态度有无变化，注意科技拨款的速度有无变化，从而就能看出科技进步的幅度是大还是小。这个问题，可以下图为例，即美、英国国民生产总值（GNP）中，对新技术的研究与发展（R&D）投资所占的百分数比较，得到说明：

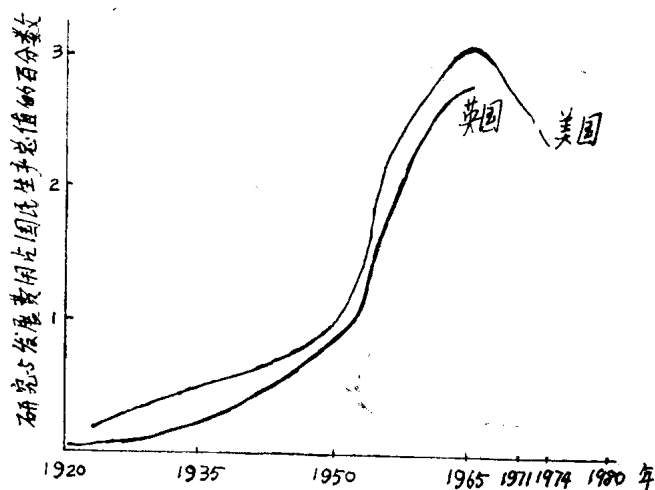


图1.5.1 投资情况

从上图1.5.1可以看出，对研究与发展进行大规模投资是在1945年以后。英、美两国都

迅速从四十年代的国民生产总值中的0.25—0.5%上升到六十年代的2.5—3.0%。但是,1965年发展到顶峰后,开始出现下降趋势。这说明社会对科技的投资有时要发生变化。由于各种客观原因的影响,有时上升,有时则下降。这也是各种决策(包括国家与企业的因素)综合影响所造成的结果。总之,这一切说明,科技的经济环境发生了重大变化。

现在再看一看投资气候这种变化对科技预测的影响。由于预测的输出结果—未来科技事件都需同时间相联系。而且这也是规划人员所要了解的具体指标。未来科技研究与发展投资的变化时间,除了要依赖预测人员个人的经验与洞察判断能力外,还要对未来时间内的各种投资率作出判断。请见下图1.5.2:

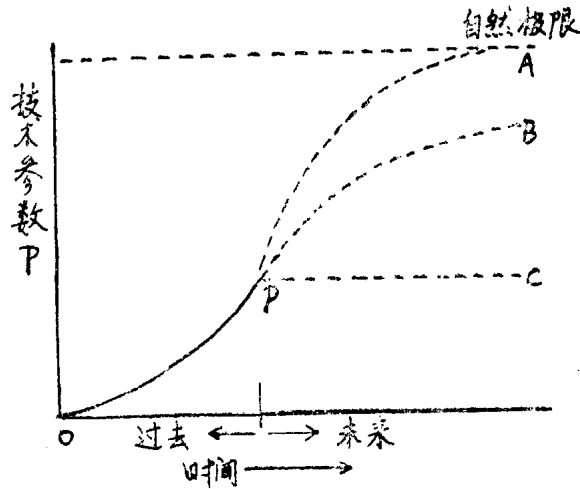


图1.5.2 投资影响

以上是科技进步在各种投资率的条件下与时间的关系。从图1.5.2中可以看出,OP线代表过去的科技进步。假设投资不受任何限制,则P点以外的未来科技进步速度将是迅速的。在最大投资的提供能力限制下,可达到OPA的程度;而在另一极端条件下,如果没有任何资助,科技进步基本上是处于停滞状态(OPC)。但在实践中,科技发展的速度取中间曲线形式(OPB)。

科技投资气候的变化往往还没有受到预测人员的充分重视,需要继续对科技环境中所出现的一切情况作深入全面的了解。

## (2) 科技投资的效果

综上所述,我们认识到,在科技进步和科技研究与发展投资之间有着密切的直接关系。此外,还需有一个重要条件,这就是全部资金必须得到有效的利用。但在实际工作中,有相当多的金钱往往被浪费掉。其原因,部分是由于难以避免的一些不肯定性因素造成,部分是由于研究项目重复和管理不善。因此,现在很强调科技研究与发展系统的规划和控制,再加上完善的科技预测,将会大大提高科技研究与发展效率。

现将一些影响科技投资的问题说明如下:

无论在一国之内或国际上,在相互竞争的部门之间,都有许多类似的研究与发展计划,从而浪费了大量人力和物力。有时这种现象也可以提高科技进步速度,因为,一项研究计划失败了,另一项计划也许接着就成功了。但是,也有许多是不必要的重复。现在又出现一种



趋势，这就是以大吃小，由大研究机构采取合并或接管等形式来减少这种重复。此外，由国际上著名的大公司在一些尖端技术领域占据领先地位，负责多国联合组织的研究与发展计划；也有的是通过购买别的公司专利技术的形式减少重复。

在科技管理方面，七十年代初的情况很不令人满意，出现了一些本来可以避免的失误，如对市场的调查研究不够，资源利用不当，等等。因此，科技管理必须大力改进，全面权衡各种因素，应付投资气候的变化，才能提高科技研究与发展投资的效果。

### (3) 科技投资的规模

科学技术是根据需要而发展的。进行科技预测时，必须明确当前或未来的科技需要；而且了解科技需要也是要求提供所需投资的充分理由。科技投资还必须有一些审批的原则，一般多采用“效益—费用”分析法。

但是，现在许多科学技术已经发展得越来越复杂。在考虑“利益—费用”原则时，还必须看到一个新的因素，即资金可用率。例如，电子计算机、原子能发电、以及宇航等先进技术所需的发展投资规模常成为一种约束条件，在六十年代，为此不得不通过国际合作或大企业（如IBM-国际商业机械公司）或几家企业等经营的方式来维持这些技术的继续发展。医药业的中小型企业由于缺少足够的现金流通量，结果只好停止对新药研制发展工作的资助。1975年，英国的尼古拉斯研究所因此宣布关闭。

所以，科技预测人员，特别是科技人员进行预测时，必须考虑上述这些因素。

## 2. 科技进步的趋向

近一二十年来，由于过去科技发展的结果，现代社会日愈感到有两个问题值得引起注意：一是有限物资资源的耗尽；二是环境的破坏。可以肯定，预计这两个令人关心的问题未来将会越来越严重。解决的方法，仍然需要依靠科学技术。这就要对科技工作进行投资，而且这也是一个新的领域。这个领域，对于未来的科技进步将产生深远影响。所以，在进行科技预测时，也要充分考虑到这些问题。因为它们是科技环境中出现的新的因素。现代社会对这方面的科技工作也需要进行投资。

### (1) 原材料的耗尽

七十年代的石油危机和1973年罗马俱乐部提出的第一份研究报告《对发展的限制》，这两件事，使得社会公众对科技工业界所需的许多原材料现有资源的有限实质，给予了极大的重视。《对发展的限制》曾预测：许多现在广泛使用的物资材料来源将在二十五年内接近耗尽。石油危机也说明了这个问题。随着可用物资资源越来越减少，我们可以预计，今后将会：

- a. 价格猛涨；
- b. 研究新技术，挖掘高成本的相似物资资源（如从地沥青砂或深海油田获取石油）；
- c. 研究代用材料（如从煤炭提炼汽油，太阳能等）；
- b. 回收材料（如金属屑、废报纸）；
- e. 研究消耗稀有材料较少的新技术（如用小型柴油机代替汽油发动机，使用轻量量的集装箱）。

从市场经济的角度来看，在以上列举的诸因素中，首先是价格因素将起主导作用。因此，在进行科技预测时，首先也就要研究物资材料的价格问题。价格上升的时间可能要迟一些，但一经开始就会非常迅速地升上去。这对计划人员来说，由于很难预测出对经济产生影