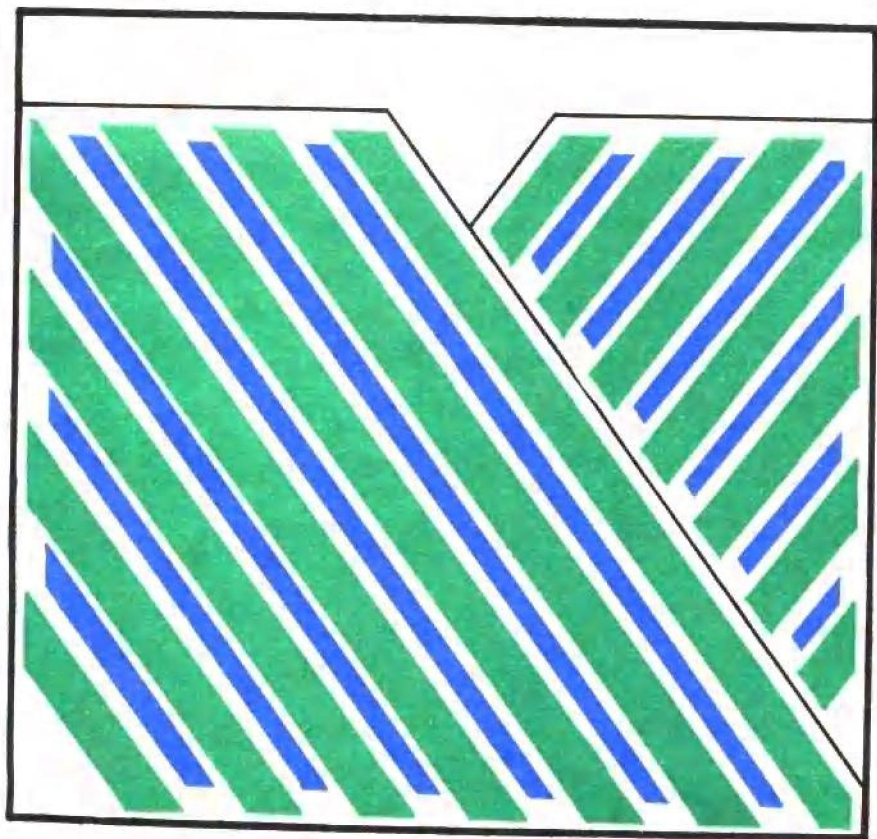


# 科技发展 与预测

蒋沁 赵克斌 编著



科学技术文献出版社

# 科技发展预测

蒋 沁 赵克斌 编著

科学技术文献出版社

## 内 容 简 介

本书系统地介绍了科技发展与预测的理论与技术。全书共分六章，前两章着重阐明科技预测的原理和预测程序，后四章依次详述定性、定量、定时预测及概率预测的各种技术和方法，并通过实例具体指导读者应用这些方法。

本书的特点是内容新颖、完整，资料翔实，文字通顺，实例较多，通俗易懂，便于自学。

本书可作为大专院校有关专业的教材或教学参考书，也可供各级管理决策部门、科研机构和厂矿企业作培训在职预测工作者的教材，并可供各级管理干部、科技人员作为自学读本。

## 科技发展预测

蒋 沁 赵克斌 编著

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路15号 邮政编码 100038)

北京昌平星城印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

787×1092毫米 32开本 11.625印张 251千字

1991年7月第1版 1991年7月第1次印刷

印数：1—3000册

科技新书目：241—070

ISBN 7-5023-1396-6/Z·221

定价：6.95元

## 前 言

预测学是研究事物未来发展的一门新兴学科，是探索事物过去和当前情况及其发展规律并揭示该规律与未来因素间的内在联系，以估测事物演变过程和未来情景的一种理论和方法。预测的目的在于根据现在与未来的关系及对未来的预测结果，有效地制定和调整当前的计划或政策，使其在未来的实施过程中能经受巨大的考验，收到最大的效果。

预测学与自然科学及社会科学的关系都十分密切，已在经济、社会和科学技术领域得到广泛的应用。经济预测业已成为经济管理中不可缺少的一门学科。社会预测也在人口、资源、环境和教育等方面得到应用。由于科学技术是发展经济和社会的重要保证，近年来科技预测也正在受到有关部门的注意和重视。特别是因为不进行科技预测或预测不当而造成科技发展方向的失误、经济效益和社会效益受到重大损失的事例，在国内外是屡见不鲜的。因此，为制定切实可行的科技发展规划和科技政策，必须进行有效的科技预测，必须以科技预测作为决策的前提。

本书就是为了适应上述新形势的发展、大力开展科技预测工作和培养科技预测人才而编写的。它对科技预测的概念、发展历史、作用、内容以及科技预测的原理和常用的20余种预测方法作了详细的阐述和探讨，适合于科技情报、科技管理、经济管理、企业管理等专业以及有关科技情报和科技管理部门使用。

本书的初稿早在1982年就已写完，并在有关班级作为教材使用，在数年的教学实践中反复修改，直至今日始与读者正式见面。

在书稿整理过程中得到刘盈、郎诵真等同志的帮助，特此致谢。

本书第五章中的第八节由何浩同志编写。

由于笔者水平有限，缺点和错误在所难免，诚恳希望各界读者批评指正。

编著者

# 目 录

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| <b>第一章 绪论</b> .....      | ( 1 )   |
| 第一节 科技预测的概念 .....        | ( 1 )   |
| 第二节 科技预测的作用 .....        | ( 5 )   |
| 第三节 科技预测的内容 .....        | ( 13 )  |
| 第四节 科技预测的方法及分类 .....     | ( 21 )  |
| <b>第二章 科技预测的程序</b> ..... | ( 35 )  |
| 第一节 预测程序概述 .....         | ( 35 )  |
| 第二节 目标参数的确定 .....        | ( 40 )  |
| 第三节 预测方法的选择 .....        | ( 50 )  |
| 第四节 预测结果的检验 .....        | ( 71 )  |
| 第五节 产生预测误差的原因 .....      | ( 83 )  |
| <b>第三章 定性预测</b> .....    | ( 92 )  |
| 第一节 创造性想象 .....          | ( 93 )  |
| 第二节 类推 .....             | ( 102 ) |
| 第三节 相关图 .....            | ( 108 ) |
| 第四节 形态模型预测 .....         | ( 113 ) |
| 第五节 空缺分析 .....           | ( 122 ) |
| 第六节 技术突破的监控和预测 .....     | ( 127 ) |
| 第七节 远景描述 .....           | ( 135 ) |
| <b>第四章 定量预测</b> .....    | ( 147 ) |
| 第一节 回归分析 .....           | ( 148 ) |
| 第二节 定量类推 .....           | ( 172 ) |

|              |                         |              |
|--------------|-------------------------|--------------|
| 第三节          | 相关树·····                | (188)        |
| 第四节          | 因果模型·····               | (201)        |
| 第五节          | 技术计量·····               | (220)        |
| <b>第五章</b>   | <b>定时预测·····</b>        | <b>(236)</b> |
| 第一节          | 指数增长曲线·····             | (237)        |
| 第二节          | S型逻辑增长曲线·····           | (244)        |
| 第三节          | 取代曲线·····               | (268)        |
| 第四节          | 包络曲线·····               | (271)        |
| 第五节          | 多层次技术取代·····            | (276)        |
| 第六节          | 技术取代远期预测模型·····         | (283)        |
| 第七节          | 新技术传播的预测·····           | (288)        |
| 第八节          | 灰色预测·····               | (293)        |
| 第九节          | 技术极限·····               | (300)        |
| <b>第六章</b>   | <b>概率预测·····</b>        | <b>(309)</b> |
| 第一节          | 德尔斐法·····               | (309)        |
| 第二节          | 主观概率估计·····             | (331)        |
| 第三节          | 交叉影响分析·····             | (339)        |
| 第四节          | 概率矩阵·····               | (350)        |
| <b>附录 I</b>  | <b>常用目标(特性)参数表·····</b> | <b>(354)</b> |
| <b>附录 II</b> | <b>统计用表·····</b>        | <b>(356)</b> |
|              | <b>参考文献·····</b>        | <b>(365)</b> |

# 第一章 绪 论

## 第一节 科技预测的概念

在阐明科技预测概念之前，首先需明确预测的概念。

### 一、预测的概念

预测是一门研究未来的科学，是根据历史资料 and 现实情况，通过定性和定量的主观估测和科学计算，研究某一事物当前已知因素与未来某些可确定因素之间的关系，寻求事物的发展规律，推知其未来发展的趋势(包括水平、方向、途径、时限、速度及其可能性等)，为当前制定规划、进行决策提供依据。简言之，预测是根据某一事物过去的发展规律研究其未来的发展趋势，以调节当前行动的一种理论和方法。

预测思想是普遍存在的。人类自古以来就向往着了解未来。16世纪中期，波兰天文学家哥白尼推翻了托勒密的“地心说”错误理论，创建了以“日心说”为核心的科学的天体运行学说，能据此正确地预测天体的存在位置和运行规律。从此，人类对自然界变化的认识和预测就走上了科学的轨道。19世纪50年代，英国生物学家达尔文发现了生物界的发展规律，提出物种起源学说，指出自然选择和人工选择是生物进化的根本原因，并据此预示生物界遗传变异物质的存在。这些物质都已被以后的遗传学家们发现和证实。19世纪60年代，俄国化学家门捷列夫提出了化学元素周期律，绘制了元素周



期表，指出元素的性质随原子量的增加而呈周期性变化，并据此预测了周期表中空位元素的存在及其性质。这些空位元素大部分已被近代化学家们所发现和证实。

可见在科学建立和发展的过程中都贯穿着预测思想，都离不开根据历史的已知规律来判断未来的发展前景。但是，把预测作为一门独立的有系统的新兴学科从各门科学中提炼、概括出来，还只是近几十年的事。由于现代科学技术的发展和生产社会化程度的极大提高，事物间的联系越来越广泛和密切，影响各事物生存发展的因素越来越多且日益复杂化，人们都渴望找到一种科学的方法来预卜未来，这就是预测学诞生和发展的历史背景。与此同时，科学技术的进步（如电子计算机的发明）也为预测提供了便利条件，从而使预测学得以广泛应用于社会、军事、经济、科技等各个领域。

本世纪初首先在经济领域内采用数学方法进行短、中期预测，取得了很大的成效，于是各国的许多企业还建立了预测小组。这个时期的所谓预测基本上只是经济统计。随后在其他领域也开始应用预测，如社会预测、军事预测等。各个领域的预测对象有如下区别：

社会预测主要研究社会的未来发展前景，如人口构成及其变化，劳动力的构成及其变化，民族结构及其可能的演变，社会各阶层、各行业的构成及其变化，以及科技对社会发展的影响等。

军事预测协助国家确定军事战略目标，研究战争爆发的可能性，考虑未来战争的兵力布署和作战计划，预测各种武器的发展、改进和新式武器的出现，以及战争给人类带来的可能影响等。

**经济预测**，从宏观来讲是研究一个国家或地区经济增长的趋势和模式，研究宏观经济规划和科学的经济管理，以及由于经济发展所引起的许多问题。其目的在于选择最佳的经济增长方案和模式，为国家和地区的经济决策服务，以获得最大的社会经济效益和最快的发展速度。从微观来讲是研究市场信息，了解用户需求，分析竞争对手的产销情况及其发展趋势。促使本企业开发新技术，进行产品更新和使产品系列化，改进产品质量，扩大产品销路，开拓新市场，提高企业的竞争能力和应变能力。总之，为企业决策者提供最佳发展方案，以获得最大的经济效益。经济预测目前应用得相当广泛，已成为企业管理部门所不可缺少的重要手段。

## **二、科技预测的发展**

预测学虽然在20世纪40年代初就已提出，但科技预测学的兴起却是从60年代才开始的。当时各学科的专家和工程师们都尝试着进行科技预测。60年代以前，一般都不用“预测”二字，都把它说成是基本趋势外推。60年代以后科技预测得到了广泛的、迅速的发展，其原因有二：一是西方国家对科技充满信心，认为世界上大部分社会问题和经济问题都能依靠科技得到解决，因而对科技发展寄予高度期望，并由此产生对科技预测的浓厚兴趣；二是由于技术进步和研究开发经费的增长，使开发新技术产品成为企业活动的中心工作，成为企业求取生存和发展的决定性因素。科技决策者再也不能坐失良机，必须积极争取主动。为避免风险而制定的计划，不仅需要开展经济预测和市场预测，而且更需要科技预测的协助。

上述趋势促进了科技预测的发展，使它很快成为一门新兴学科。60年代的预测者认为，只要有完善的方法、充足的

人力和经费就可进行可靠的、精确的预测。但结果却大失所望，很多预测都与实际情况不符。在此阶段中形成了两种不同的趋势，一种是决策者对预测产生怀疑，认为在快速变化的大千世界里，<sup>⑨</sup>科技发展的不确定因素是如此之多，要获得可靠的预测是不可能的；另一种是科学工作者通过不断的努力，提出了一系列的预测方法及论证这些方法的文献，为以后科技预测的发展奠定了坚实的基础。

70年代初，科技预测发展缓慢，1973年西方出现石油危机，使短期经济预测占了上风。但自1975年以来，由于政治、经济因素的影响，人们又开始对未来发展的不确定性表示关切，从而再度重视中、长期预测，且态度比以前较为现实，注重实际，讲究效益。这一时期的变化是：

1. 人们发现，过分强调根据过去预测未来，就会忽视新因素对未来的影响，这是以往预测之所以产生严重错误的主要原因之一；人们还认识到非科技因素，特别是社会、经济和生态因素，对科技发展起着极其重要的作用，因而进行科技预测时也要考虑这些因素。

2. 以往的科技预测只与产品开发相结合，与计划部门联系甚少。现在为了有效地管理日益复杂的科技开发体系，科技预测已渗透到计划部门，与经济预测一样成为制定规划所不可缺少的依据。从而使科技预测的应用范围已从单纯预测产品开发的战术性问题扩展到研究新技术革命、新产业革命等整体战略问题。

3. 预测方法也从原来的趋势外推扩展到与创造性想象等相结合，探索新技术产品的诞生，并注意预测结果的概率性，以便为决策者所理解、接受和应用。另外，由于预测人员来自

不同行业，预测方法的建立和使用也带有倾向性，从而形成了各种新型的预测方法。例如，运筹学家喜欢采用动态模型；经济学家乐于选用投入-产出法；计划人员善于应用相关技术；技术专家则偏重于生长模型。到80年代初期又提出了系统预测。目前科技预测正处于欣欣向荣的发展阶段。

## **第二节 科技预测的作用**

科技预测是预测学原理和方法在科学技术领域中的应用，是在对科技进步进行调查研究的基础上，对科技的发展动态、演变趋势、变革方向以及可能出现的新技术革命等作出预测分析。与此同时，还必须研究科技进步对社会、生产、生活和环境所产生的影响。科技预测的作用体现在下列几个方面：

### **一、预测是科技发展的先导**

科技预测主要是对新发明和发现的诞生、新发明和创造的可能应用范围和时间、现有的发明创造在科研与生产上推广应用的可能性、新技术产品和经过改进的原有技术产品的发展和应用前景等进行预测。总的来讲，就是对从科学构思的产生到发明创造实现物化的全过程进行预测。当代的科技发明和发现已从直观式、一般条件式进入极端条件式阶段。在其产生和发展过程中往往要付出巨大代价才能得到较大的效益，特别是在世界性新技术竞争日趋激烈、风险性和不确定因素随之增多的今天，必须依靠科技预测才能为科学技术的发展指明正确的方向。

由于缺乏科技预测或因预测不当而造成科技发展方向失

误的事例是屡见不鲜的。例如在电子计算机领域，苏联之所以落后于美国，其原因虽然很多，但最重要的一条就是缺乏必要的科技预测以及对新学科的产生和发展趋势缺乏研究。50年代初，西方国家由于“控制论”新兴学科的崛起，带来了科学技术革命。但苏联科技界并没有预测“控制论”的未来应用前景。直到50年代中期，面对西方科学技术迅速发展的现实，才加强了这一领域的研究，然而却为此损失了好几年的时间，以致在电子计算机方面形成了差距。从一个国家看是如此，从一个企业来看更是如此。美国法西特(Facit)公司之所以被电子勒克斯(Electrolux)公司所接管，直接原因是前者在同廉价电子计算器的竞争中死抱住机械计算器不放而被击败。

现在，社会和政治的发展对科技进步的影响越来越大。因而它们必然成为预测的一个重要输入信息。但是由于社会政治因素的发展具有较长的时间过程，而且难以定量化，这就给预测带来困难，有时甚至导致预测的失败。例如，环境问题早在20年前就产生了，但当时很少为人们所注意，结果英法耗费巨资联合研究成功的协和式超音速客机投入航线使用后，因噪声过大，污染环境而遭到公众的反对。美国还通过立法手段不准协和式飞机在美国着陆，使该飞机成为牺牲品。再如，美国通用汽车公司于1970~1974年耗资3.5亿美元开发了转子发动机，后来由于世界性石油价格上涨，转子发动机因耗油量大而停产。这些失败都是由于未能很好预测社会政治因素对科技发展的影响而造成的。

上述事实证明，不进行科技预测或预测不当就会导致科研方向的失误，科学技术的落后和经济竞争的失败等严重后果

果。因此在发展科学技术事业中，开展科技预测是必不可少的一个环节。

## 二、预测是科技计划的依据

一个企业（或行业）的兴衰主要取决于该企业（或行业）能否开发出用户需要的、新的技术产品，能否正确地预测和评价其未来技术的发展速度和性能水平。即使有了正确的预测和评价，如果不能激发计划制定者的积极反应，那么，再精确的数据、再可靠的预测结果也是无效的。因此，预测人员应该针对计划制定者所关心和感兴趣的问题进行预测，提供新技术诞生和发展、技术更新和技术竞争方面的信息，使计划制定者能着眼未来，判明方向，及时采取对策以适应未来情况的变化。表1-1表明了预测结果与计划制定者的反应之间的关系。

表1-1 计划制定者对预测结果的反应

| 预 测 结 果            |                    | 计划制定者的可能反应                         |
|--------------------|--------------------|------------------------------------|
| 事件的重要程度<br>(威胁或机会) | 计划期内该事件发生的概率       |                                    |
| 很重要                | 高                  | 多样化计划的制定和选择<br>某些计划的合并或取消          |
| 重 要                | 高                  | 改进研究发展计划<br>补充新兴专业领域的技术专家<br>产品多样化 |
| 重 要                | 是否可行取决于<br>未来的技术突破 | 立刻对将出现的领域进行环境<br>监控                |

续表

| 预 测 结 果            |              | 计划制定者的可能反应                         |
|--------------------|--------------|------------------------------------|
| 事件的重要程度<br>(威胁或机会) | 计划期内该事件发生的概率 |                                    |
| 很重要                | 低            | 制定应变计划以使对事件的发生做出快速反应               |
| 出现具有相同发生概率的多项事件    | 较高           | 保持计划的灵活性,以迎合其中某一事件比另一事件变得更为重要的变化趋势 |
| 不重要                | 高            | 适当修改计划                             |
| 不重要                | 低            | 不去管它或稍加控制                          |

### (一) 计划的特点

计划是一个国家、一个部门、一个行业或企业针对未来发展的进程和水平所作出的当前布署和安排。可见计划带有普遍性和预见性。

例如,为了发展我国国民经济,建设四化,达到2000年人均收入翻两番的目的,必须制定各种阶段性的经济发展计划;为了培养适应科学技术发展所需的合格人才,使大学毕业生能学以致用,避免人、财、物力的浪费,教育部门必须根据我国科技发展的进程、新兴学科的产生和传统科学的发展,制定符合实际需要的专业调整和年度招生计划;为了发展科学技术、填补国内空白和赶超世界先进水平,科研部门需及时掌握国外科学技术的发展情况,了解其发展水平和动向,

新学科的兴起，以便制定科研规划，选择适合国家需要的科研项目予以开发和研究。对于生产部门来讲，制定计划尤为重要。当前生产部门已从单纯的生产管理转变为经营管理。所谓经营管理就是企业不仅要重视生产，而且要重视产品的开发和销售。企业为了提高自身的经营能力和竞争能力，必须了解国内外同行业的产品更新情况，注意新产品开发。同时还要掌握市场动态，了解产品是否适销对路，以便及时制定和修改年度生产计划。

## （二）计划的类型

计划是联系当前和未来的桥梁，因此必须符合未来的条件和情况，不符合未来条件和情况的计划是无效的，也是无法执行的。

计划有一定的时限，有短期、中期和长期之分。短期计划为2年、5年或更多；中期计划一般为5~10年，长期计划为20年或20年以上。不管是短期、中期还是长期，其整个过程应包括采取行动、执行计划和产生效果三个方面。计划的关键在于获得信息，设法把当前行动与未来效果结合起来。短期计划因为需要立刻采取行动，故所需信息较少。中、长期计划则需要大量信息，因此应有组织、有步骤的收集信息以便采取行动。中、长期计划所需信息并不限于采取某一行动的信息，而是需要采取各种行动的多种信息，以便提出所谓多行动方案供决策者选择。为达到长期目标，可通过中期计划对入选方案的有关问题进行研究，以期尽快地、顺利地把当前行动与未来效果结合起来。

## （三）预测在计划中的作用

综上所述，计划是联系当前与未来的桥梁。计划虽是为



了确定当前的行动，但行动的效果要在未来方能见分晓。因此为了制定切合实际的计划，自始至终都离不开预测。

1. 为计划的准备工作提供大量信息。这些信息应包括两个部分，一部分是国内外经济、工业总产值、社会和政治方面的信息以及从国家一级或较高层次着眼的科技发展趋势方面的信息；另一部分是本单位内部及竞争对手的信息，包括产量、产值、销售量、产品服务、财政、人员和知识、技术引进和原材料购买、产品和工艺的优缺点以及竞争关键等方面的信息。所有这些信息都要经过分析对比，根据其过去、近期和目前的情况预测其发展趋势，作为计划的信息输入。

在进行预测时，需指出该技术能否影响本单位既定的基本目标和政策，能否影响技术发展的变化。技术发展可以通过更新技术、更新产品、改进服务和改变市场占有率来影响本单位（或企业）的前途，因此这种预测需与经济、社会等信息结合起来进行，以便从预测信息中发现并提出各种新的机会，指出促使单位发展的各种潜在领域（包括产品、技术和服务）及其潜在价值和发展途径。

2. 为计划的编制工作提供信息。在计划的编制阶段，需根据企业现有能力和可行条件，选择最有发展潜力的技术领域作为目标，预测为达到该目标需开展哪些方面的研究发展工作，并提出各种研究发展方案，通过预测和比较，选择其中最佳方案，纳入计划并予以执行。预测执行各种方案所需时间的长短以及实现目标可能性的大小，即从产品设计到投入生产将取决于所采取的措施和人、物、财力等因素。

3. 为计划的执行提供新信息。计划在执行过程中，客观条件常会发生这样或那样的变化。因此还应预测可能出现的