

科技、经济、社会 发展战略译文集

李兴权 徐耀宗 编
申 期 蔡秀兰

北京科技发展战略总体组
北京科学学研究中心

一九八五年九月

编 者 的 话

为了配合编制科技、经济和社会发展战略的需要，我们从国外期刊上收集了一部分关于战略理论、战略模型、城市发展战略、企业发展战略、军事战略，以及反映美、日、苏、印度等国科技战略问题的文章，经一个多月的翻译、校对、编辑工作之后，现在同大家见面了。本书作者的某些观点不一定适合我国国情，我们只希望能给大家提供一些信息，在研究战略问题时起到一定参考作用。同时，我们也深深知道，由于我们水平有限，加之时间匆促，本书的翻译和编辑工作肯定会有许多错误之处，谨希读者批评指正。

目 录

科学发展的流行模型·····	〔波〕 M·诺瓦柯斯卡 (1)
科技潜力的若干问题·····	〔苏〕 B·И·格罗梅卡 (14)
现代都市构想问题·····	〔苏〕 M·H·麦热维奇, И·И·西戈夫 (23)
当代美国都市中心发展趋势·····	〔苏〕 M·H·图尔卡坚科 (27)
莫斯科市的总体规划·····	〔苏〕 普罗梅斯洛夫 (32)
建设二十一世纪样板城—多功能的城市·····	《日经产业新闻》特别采访组 (36)
美国兴起大城市改造热·····	《日经产业新闻》特别采访组 (38)
经互会国家科技潜力的一体化发展·····	〔苏〕 B·鲁达舍夫斯基 (40)
经互会国家科技进步的计划和管理·····	〔苏〕 M·米里亚宾, A·米赫略耶夫 (46)
经互会国家的区域研究·····	〔苏〕 A·阿弗捷依切夫 (53)
美国八十年代科技战略探讨·····	〔苏〕 A·A·登津 (59)
日本的科学技术战略·····	〔苏〕 IO·斯多里亚罗夫, C·乌里亚尼切夫 (66)
印度国家调节的主要方向·····	〔苏〕 B·奥夫相尼科夫 (74)
印度科学技术进步的主要方向·····	〔苏〕 A·B·诺维奇科夫 (79)
战略规划与研究发展能结合起来吗? ·····	〔意〕 G·佩特尼 (87)
研究与发展的战略管理组织整体化部分·····	〔意〕 G·佩特尼 (99)
研究与发展战略规划的部分方法·····	〔美〕 R·A·林奈 (114)
技术与战略的紧密配合·····	〔美〕 L·弗罗曼 (125)
技术革新是发展生产力的关键·····	〔美〕 S·阿瓦德, V·卡托, M·戴维森 (135)
企业战略的概念·····	〔美〕 J·A·莫雷 (144)
工业创新的气候—管理态度和实践在电子消费产业中的作用·····	
	〔美〕 R·S·罗森伯鲁姆, W·J·阿贝尔纳西 (155)
制订战略规划和建立外部关系一致性的五个实例·····	〔美〕 R·P·尼艾森 (172)
国际化的市场战略·····	〔美〕 T·莱维特 (181)
改进的战略分析方法·····	〔美〕 J·马丁, C·欧林 (189)

科学发展的流行模型

〔波兰〕M·诺瓦柯斯卡

本文提出科学学科发展的模型，讨论了诸如出版物的数量、从事某学科科学家的人数和尚未解决难题的数目等变量。模型利用了不同的参数，如该领域的“吸引力”、它的困难等等。

此外，文章还考虑到某指定领域中获得科学学位的比率，提出了科学界发展的模型。

1. 基本的直觉知识

在下边提供的模型中，可以设想在每一时刻，在某一学科中，人们能够辩明一定有限的难题的数目；相继的论文将解答这些难题，也提出新的难题。有些“流行”的解释是，难题将起散布影响目标的作用；敏感的将是科学家，他们将导致难题得到排除，又出现感染的目标（也就是说，既解决难题，又提出难题）。

下述模型是诺瓦柯斯卡论文中提出的诸模型的概括，在此意义上，该模型现在允许提出新的难题，而在被引用的论文中，难题数目保持不变。

该模型可以三个函数来表示，以 $u(t)$ 、 $N(t)$ 和 $X(t)$ 符号代表，解释如下。

$u(t)$ 值代表在时间 t 从事于某学科中难题的科学家的人数（“学科”和“领域”二词可互换使用）。

$N(t)$ 值代表设想的领域中难题的数目，这些难题是直到时间 t 为止所提出而尚未被解决的。

最后， $X(t)$ 代表直到时间 t 为止出现论文的数量（涉及某学科的）。

2. 模型的假设

模型的假设将涉及考虑过的三个函数的变化动态，这三个函数就是 $u(t)$ 、 $N(t)$ 和 $X(t)$ 。

(a) 科学家人数 $u(t)$ 的变化

按照与流行模型有关的直觉知识，直到时间 t 为止所提出而尚未被解决的难题“吸引”着科学家。 $N(t)$ 值较大，科学家人数的增加也将较大。另一方面，科学家也可能离开该领域（死亡、退休、改变课题等等）。假设 $u(t)$ 减少的速度线性地决定于 $u(t)$ 是自然的。

上述两种现象，涉及关于某领域科学家的自然移动。此外，也可能有控制的效果，也

就是某些权威强使科学家的人数变化（正的或负的）。

把这些因素放在一起，表示从事于某领域科学家人数变化速度 $du(t)/dt$ 的方程式将是（为简便起见，删掉自变量 t ）：

$$\frac{du}{dt} = \alpha N - \beta u + \varphi \quad (1)$$

式中 α 和 β 是正常数，表示该领域的“吸引力”和科学家从该领域的“转移”。最后， φ 是表示控制效果的常数。

因而， α 是在单位时间内被一个难题吸引到该领域新科学家的平均数； β 是科学家的“衰减速度”，所以 100β 是在单位时间内，由于某些理由离开该领域的科学家的百分数。

(b) 难题数目 $N(t)$ 的变化

表示未解决难题数目 $N(t)$ 变化的方程式，其直观知识如下述。

正如已经提到的，每一篇新论文除了解决一些老难题以外，也有可能提出新难题。后面， $A(t)$ 将代表在时间 t 时出现的一篇论文提出的新难题的平均数。如果人们设想每篇论文解决一个难题（后面将认可），那么在时间 t 时出现的每篇论文改变了难题的平均数，为 $-1 + A(t)$ 。

关于 $A(t)$ 的精确假设将在以后用公式表示。一般说来，随着时间过去，出现越来越多的论文，提出新难题就变得越来越困难了。因而，在开始时， $A(t)$ 值将会大于1，也就是每篇新论文提出的难题要比解决的难题多。在后阶段，情况相反： $A(t)$ 值将小于1，因而提出新难题的难度增加了。

更确切地说，可以假设 $A(t) = \gamma e^{-\delta x(t)}$ ，式中 γ 和 δ 都是正常数；假设 $\gamma > 1$ 。这些参数的解释如下： γ 是在学科发展最初阶段时每篇论文提出新难题的平均数，而 δ 是表示领域“困难”的系数，也就是当领域发展时，提出难题困难增加的速度。

δ 值小表示领域“发达”，即使在该领域经过长时期发展以后，提出新难题也相当容易，而 δ 值大表示领域处于“困难”，在发展经过最初阶段以后，找出新难题困难的程度迅速增加。

因而，表示难题数目变化的方程式将是

$$\frac{dN}{dt} = (\gamma e^{-\delta x} - 1) \frac{dx}{dt} \quad (2)$$

因为作为直到时间 t 为止出现论文总数的 $X(t)$ 是一个非减少的函数，导数 dx/dt 是正数。因而如果 $x(t) < \frac{1}{\delta} \log \frac{1}{\gamma} \gamma e^{-\delta x} - 1$ 是正数，导致 dN/dt 也是正数。当 $x(t)$ 超过这个数值之后，难题数目开始减少（导致 dN/dt 成为负数）。

从方程式 (2) 得出

$$N(t) = N_0 - (x(t) - x_0) + \frac{\gamma}{\delta} e^{-x} (1 - e^{-\delta(x(t) - x_0)}) \quad (3)$$

式中 N_0 和 X_0 都是初始值。

除此之外，模型中在偶然时刻也允许增加一定数量的难题数目，这是由于出现了具有重要发现的论文。

如果 $T_1, T_2, \dots$ 是出现这样论文的相继的时刻，那么在 t 从 0 到 t_1 之间，利用方程式 (3) 可得出 $N(t)$ 值。紧接着，在 T_1 时，未解决的难题数目跳跃增加，在 T_1 和 T_2 之间，函数 $N(t)$ 重新按照方程式 (3) 变量，但初始值不同；以 $x(T_1)$ 和 $N(T_1)$ 表示，而不是 x_0 和 N_0 。在其他发现之间，情况类似。

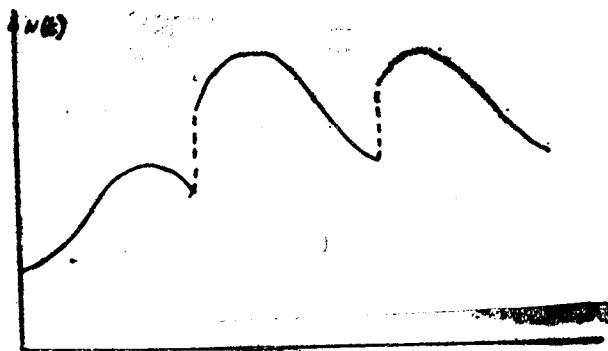


图 1

图1. 未解决难题数目 $N(t)$ 的变化。在重大发现时间，出现跳跃（见正文中解释）。

用图表示的话， $N(t)$ 的变化就象图1：开始时，难题增加，因为每篇论文提出的难题比解决的难题多。后来，数目开始减少，因为平均每篇论文解决的难题比提出的难题多。在 T_1 时，出现难题数的突然跳跃，因为有了新的发现，然后重新开始，起初，因为难题增加的速度超过减少的速度，难题数目增加。

(c) 出版物数量 $x(t)$ 的变化。

人们可以从下述见解出发，来描述出版物数量 $x(t)$ 变化的动态。

在时间 t ，有 $N(t)$ 难题要解决，有 $u(t)$ 科学家从事于这些难题。如果假设有充分小的时间间隔，人们能合理地假设在这时间间隔期间，每个科学家只是从事于一个难题（当然也许几个科学家可以从事于同一难题，例如在不同实验室内，两个或更多的科学家独立地正试图解决同一个难题）。

假定 p 代表在假设的时间间隔内单个科学家取得成功的概率，那么平均来说，将有 $r = pu(t)$ 科学家取得成功。

他们确定已解决难题的平均数（一般说，由于可能的重复，这个数目持小于 r ），人们可以采用在概率理论中已知的所谓难题占有率的解法。后面的难题可以用公式表示如下： r 个球任意地置于 N 个格内，那么什么是 k 格保持空着的概率？研究中在这种情况下， r 个解决办法涉及 $N = N(t)$ 个难题，如果解决办法用球来表示，难题用格来表示，答案将是回答在同一时间内尚未解决的难题的问题。

概率大致上等于

$$\frac{\lambda^k}{K!} e^{-\lambda}$$

式中 $\lambda = Ne^{-r/N}$ ，泡森 (Poisson) 分配系统给予了平均值 λ (查看 费勒, 1957, 第

四章，第二部分）。

因而，尚未解决难题的平均数等于 λ ，已解决难题的数目是 $N-\lambda$ 。

代入 $\lambda = N(t) e^{-p u(t)/N(t)}$ 和 $r = p u(t)$ ，得到表示解决办法的平均数目是

$$N(1 - e^{-p u(t)/N(t)}) \quad (5)$$

现在假设在设想的领域中，信息的交换很充分（以未定稿版，会上宣告论文集等形式），足以把解决同一难题的两篇或两篇以上论文的情况减少到最低限度。

$$\frac{dx}{dt} = N(1 - e^{-p u/N}) \quad (6)$$

这方程式仍然含有参数 p ，表示该领域的困难。根据定性的原则，在开始时，都是较容易的难题得到解决（所以遗留的难题越少，这些难题越难），因此 p 是随着时间的推移而变化的。这个定性的假设可表示为

$$p = p(t) = \varepsilon \frac{1}{1 + \frac{x(t)}{N(t)}} \quad (7)$$

式中 $x(t)$ 是在时间 t 时出版物的数量， $N(t)$ 是在时间 t 时难题的数目， ε 是表示该领域总的困难的常数。（ ε 值小表示该领域困难程度较高）。

以（7）代入（6），最后得出

$$\frac{dx}{dt} = N(1 - e^{-\varepsilon \frac{u}{N+X}}) \quad (8)$$

3. 模型的分析

概括起来，描述学科发展的方程式是

$$\frac{du}{dt} = \alpha N - \beta u + \varphi,$$

$$\frac{dN}{dt} = (\gamma e^{-\delta x} - 1) \frac{dx}{dt},$$

$$\frac{dx}{dt} = N(1 - e^{-\varepsilon \frac{u}{N+X}}).$$

题解形式看来是不可行的。为得到参数值变化如何影响解法性质的概念，人们应用了下述方法。

把参数的某些值当作“标准”，用这些值来测定 $u(t)$ 、 $N(t)$ 和 $X(t)$ 的变化过程。大致上标准相当于下述情况：在 $t=0.5$ 科学家作出一项发现时，引起大量(100)新难题的出现，产生一个完全新的领域。因而初始值是 $u(0) = 5$ ， $N(0) = 100$ ， $x(0) = 0$ 。

参数的值是： $\alpha=0.03$ ， $\beta=0.02$ ， $\gamma=5$ ， $\delta=0.01$ ， $\varepsilon=0.75$ ， $\varphi=0$ 。通过时间的离散化，得到解法：每一间隔，从上述方程式得出增量 Δu 、 ΔN 和 Δx ：

$$\Delta u = \alpha N - \beta u = 0.03N - 0.02u,$$

$$\Delta N = (re^{-\delta x} - 1) \Delta X = (5e^{-0.01x} - 1) \Delta X,$$

$$\Delta X = N (1 - e^{-\varepsilon u / (x+N)}) = N (1 - e^{-0.75u / (x+N)}) .$$

取 Δt 为一年时间间隔，测定 $u(1)$ 、 $u(2)$ 、……、 $N(1)$ 、 $N(2)$ 、……、 $X(1)$ 、 $X(2)$ 、……等值，并被解释为在接联年分中科学家、难题和论文的数目。

参数的这些值意指下述： $\alpha=0.03$ 表示每个难题平均来说每年“吸引”了0.03科学家于该领域（因而，在这时间，当有200个未解决难题时，平均来说，每年有6个科学家从事这些难题）。 β 值=0.02意指平均来说，从事于该领域的每100个科学家中，将有2个科学家由于某种理由而离开该领域。

V 值=5意指在最初期间（确切地说，在第一年），当该领域还远非枯竭时，平均来说，每篇新论文提出5个新难题。 δ 值=0.01，可以被解释为：当在 $re^{-\delta x}=1$ 的时间， N 的导数是0。因为 $r=5$ ， $\delta=0.01$ ，给出 $X \approx 160$ 。这意思是，当到论文总数达到160的时间为止，平均来说每篇论文提出的难题比解决的难题多。在此之后，发现新难题变得更困难了，每篇论文提出的难题比解决的难题少。

其次， ε 值=0.75可以被解释为：在这年里，难题数等于 N ，到这年为止已解决的难题数目（=出版物的数量）是 X ，一个科学家在解决某指定难题取得成功的概率是

$0.75 \frac{1}{1+X/N}$ ，或者 $\frac{0.75N}{X+N}$ 。例如，当难题数目是 $N=100$ ，尚有论文（ $X=0$ ），成功的

的概率是0.75。在较迟阶段，例如当 $X=200$ ， $N=300$ ，成功的概率就较小了，只是等于 $\frac{0.75 \cdot 300}{300+200} = 0.45$ 。

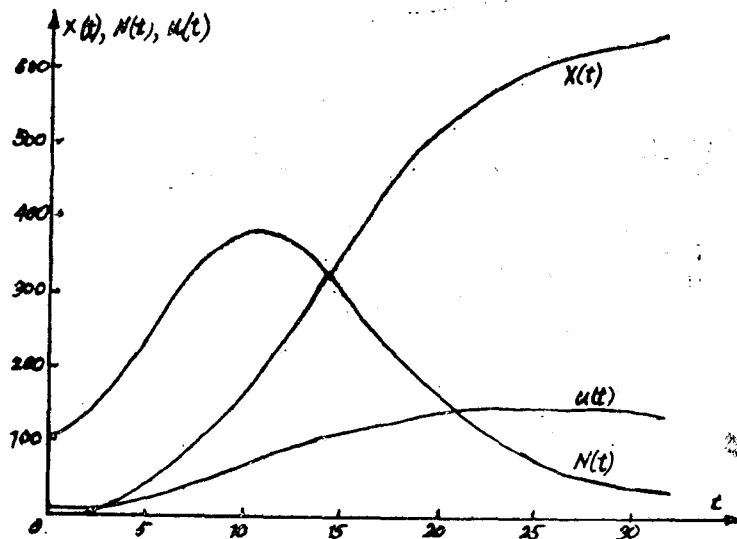


图 2

最后， $\varphi = 0$ 意指人们只是考虑了该领域的“自然”发展，也就是 u 、 N 和 X 的变化与任何控制均有联系（即从事于一个领域科学家的增加或减少），

如图 2 所见，用参数的这些值，当论文数目第一次达到 160 数值时，函数 $N(t)$ 在第 11 年达到最高点。从这时以后，函数 $N(t)$ 开始下降，在该领域发展的最初 10 年中，最大值达到大约 375，到第 30 年，下降到 30。

起初，从事于该领域的科学家增加，然后，可说是稳定了一段长时间；新科学家离开该领域的流出量很小。

最后，出版物总数表现独特，在第 13 年达到拐点，从此时以后，逐年出版物的数量开始下降。

图 2，在“标准”情况下，参数值 $\alpha = 0.03^*$ ， $\beta = 0.02$ ， $\gamma = 5$ ， $\delta = 0.01$ ， $\varepsilon = 0.75$ ， $\varphi = 0$ 时，从事于某指定领域科学家人数 $u(t)$ 、未解决难题数目 $N(t)$ 和论文总数 $X(t)$ 的变化（见正文中解释）

为得到参数值是如何影响解法过程的概念，可用参数的其他值来测定，只是一个参数不同于标准。这些函数的曲线图在图 3、4 和 5 上提出。

那么，当 $\alpha = 0.05$ ，该领域比标准的（其他条件相同）较有吸引力，起初未解决的难题数目增加较快，然后减少较快。这是可以理解的，由于较有吸引力的领域，吸引了大量的科学家（图 3）；本身又导致论文数量的较快增加，也导致提出难题和解决难题的增加（图 4），

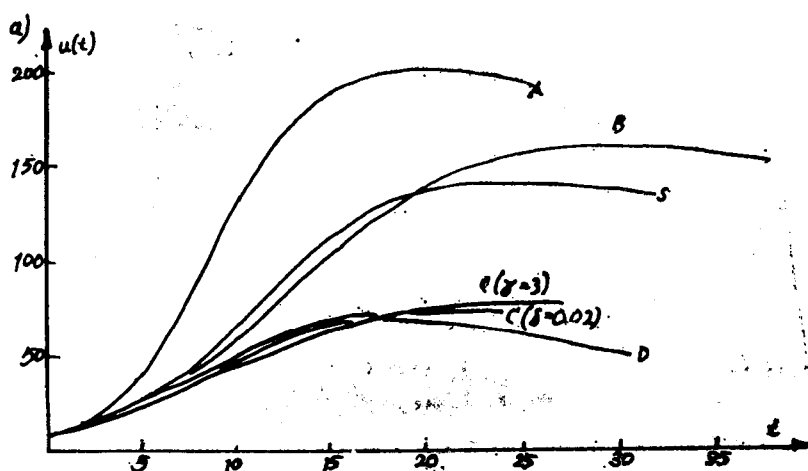


图 3

图 3、4、5、在只有一个参数不同于“标准”的情况下，从事于某指定领域科学家人数 $u(t)$ （图 3），未解决难题数目 $N(t)$ （图 4）和出版物总数 $X(t)$ （图 5）的变化。

(5) 图 2 中的“标准”情况

(a) $\alpha = 0.05$ （较有吸引力的领域）

(b) $\beta = 0.1$ （较使人失望的领域）

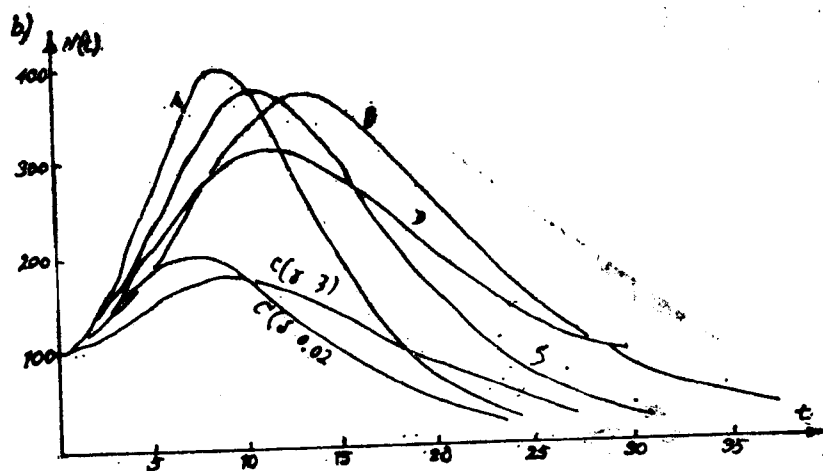


图 4

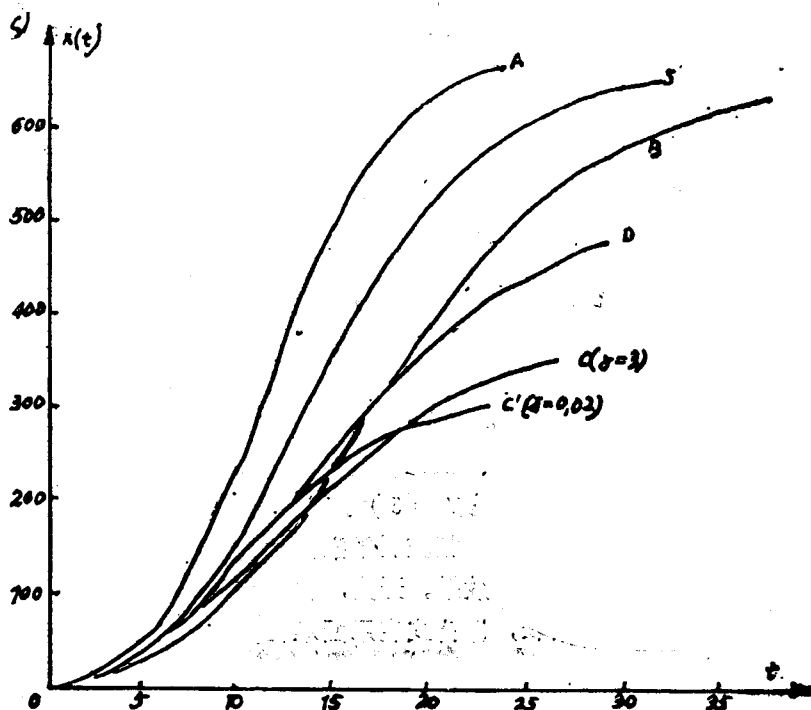


图 5

(c) $\gamma = 3$ (较棘手的领域)

(d) $\delta = 0.02$

(e) $\varepsilon = 0.60$ (较困难的领域)

其次, 当 β 参数变化 ($\beta = 0.1$), 该参数表示科学家减少的速度 (查看说成是“较使人失望的领域”的曲线), 所有三条曲线都在与之相对应的标准曲线之下。这也是易于解释和十分自然的。

通常, α 值增加和 β 值减小, 导致出版物速度增加, 科学家人数增加, 和在开头难题数目增加。

图 6 表示 α 值改变到 0.1 和 β 值改变到 0.25 的总效果。这样, 领域变得较有吸引力, 同时科学家变得较易受到挫折, 在这种情况下, 科学家人数的减少比较更显著,

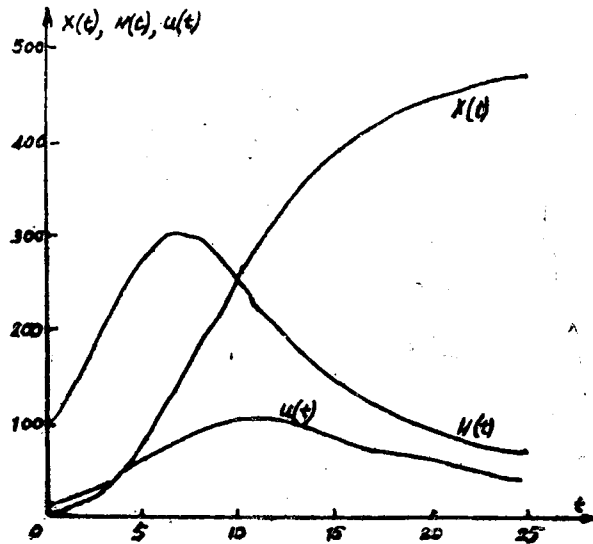


图 6

图 6、参数 α 和 β 的改变 (改变到 $\alpha = 0.1$, $\beta = 0.25$) 对曲线 $u(t)$ 、 $N(t)$ 和 $X(t)$ 过程的综合效果。其余参数和图 2 中的一样 (见正文中解释)

改变 γ 和 σ 系数, γ 减小或者 δ 增加, 通常都会导致该领域中活动程度的降低: 科学家人数和难题数目都比标准的情况减少。

当 $\gamma = 3$, $\delta = 0.02$ 时, 解法的相应过程表示在图 3、4 和 5 上, 标明为“较困难的领域”。 γ 值等于 3, (标准的情况是 $\gamma = 5$) 意指在最初期间, 每篇新论文提出了个难题。这导致未解决难题数目增加较慢, 相应科学家人数和出版物数量的增加也较慢。

当 δ 从 0.1 改到 0.02, 也有相似的效果。开头, 和标准情况一样, 每篇论文提出的难题数目是 5, 但是当出版物总数增长, 以公式表示困难程度增加较快, 导致难题数目很快减少, $u(t)$ 和 $X(t)$ 的值较小。

最后, 可看到领域困难程度增加的效果 (通过 p 值从 0.75 减小到 0.50)。

如预期的那样, 未解决难题数目 $N(t)$ 的曲线图与标准情况相似, 但有一些减速: 该领域发展较慢, 从 $X(t)$ 曲线的几乎平行的移动也可看出。

最有趣的不同是科学家人数: 在一段长时间内, 过程几乎和标准情况一样, 但在末尾, 函数稳定, 比较困难领域中 $u(t)$ 数量继续增加。

最后, 在图 7 上, 当 $t = 26$ 时作出一个新发现, 人们能看到变化, 难题数目突然增加 100。如预期的那样, 所有函数都开始增加, 但回到 $u(t)$ 和 $N(t)$ 的原来水平也快得多。这是由于, 在 $t = 26$ 时, 科学家人数高于原始值, 人们可以说在这时已存在一些科学

的潜力，导致该领域中新难题的更快解决，

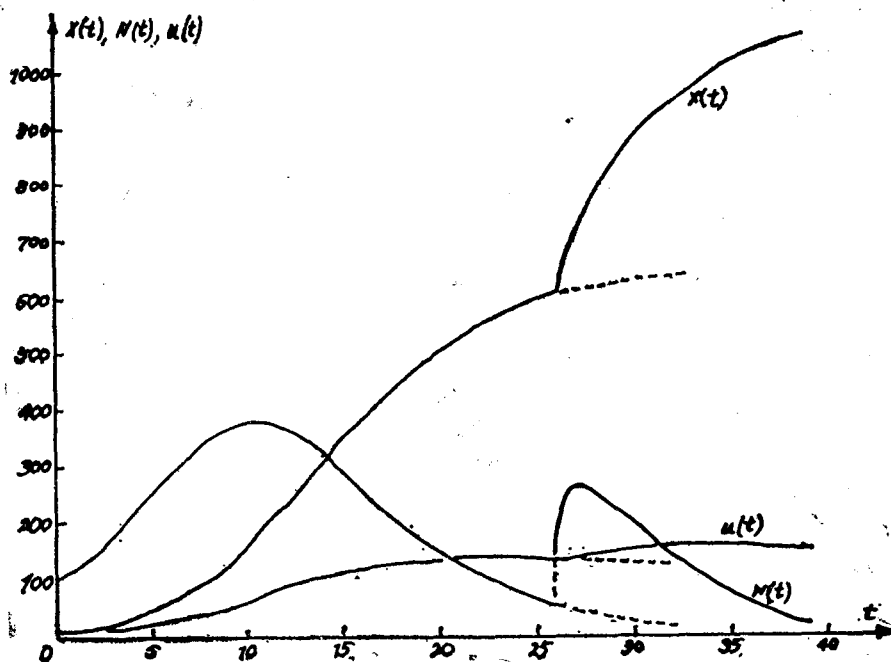


图 7

图 7、一个新发现（在 $t=26$ ）对 $u(t)$ 、 $N(t)$ 和 $X(t)$ 曲线过程的影响，参数值和图 2 中“标准”情况一样（见正文中解释）

4. 几个领域同时发展的一般原则

前面部分所提出的模型可以被归纳出几个学科发展的情况；这个归纳注意到下面的事实：

（a）除科学家从一个领域的“出现”和“离开”以外，还有从一个领域转移到另一个领域的效果；

（b）在一个领域中难题的提出和解决取决于其他领域中的进步。

为简便起见，只是提出两个领域情况的方程式；多于两个领域的情况只会造成技术上的困难。

如前所述，领域A和B，每个领域都由三个函数加以表示，它们是 $U_A(t)$ 、 $N_A(t)$ 、 $X_A(t)$ 和 $U_B(t)$ 、 $N_B(t)$ 和 $X_B(t)$ ；它们的解释类似前述。

（a）科学家人数的变化

$$\frac{du_A}{dt} = \alpha_A N_A - \beta_A U_A + (N_{BA} + r_{BA} N_A) U_A + \varphi_A,$$

$$\frac{dU_B}{dt} = \alpha_B N_B - \beta_B U_B + (N_{AB} + r_{AB} N_B) U_B + \varphi_B \quad (9)$$

参数 α 和 β ，以及函数 φ 的解释与前述相同；此外，还有四个新参数： π_{BA} 、 π_{AB} 、 γ_{BA} 和 γ_{AB} ，它们都是表示科学家从一个领域流动到另一个领域的强度，这个强度（假定，从B和A）有两个组成部分：固定的（ γ_{BA} ）和取决于难题数目的（ γ_{BA} ）。

(b) 难题数目的变化

方程式的形式是

$$\begin{aligned}\frac{dN_A}{dt} &= (\gamma_A e^{-\delta_A X_A} + e_B X_B - 1) \frac{dX_A}{dt}, \\ \frac{dN_B}{dt} &= (\gamma_B e^{-\delta_B X_B} + \rho_B X_B - 1) \frac{dX_B}{dt}\end{aligned}\quad (10)$$

系数 γ 和 δ 的解释与前述一样；新系数是 ρ_A 和 ρ_B 。它们表示与另一个领域中进步有关的一个领域里以公式表示难题困难的减少。例如， X_B 增加将部分地导致难题数目 N_A 的增加，相反地， X_A 增加将导致 N_B 增加，

(c) 描述出版物数量变化的方程式

单个领域情况下的方程式较好地说明已经认可的假设，

$$\frac{dX}{dt} = N \left(1 - e^{-\varepsilon \frac{1}{1+X/N}} \cdot \frac{U}{N} \right)$$

这里， $\frac{1}{1+X/N}$ 是在当有 N 个未解决难题，已经出现了 X 出版物时，该领域解决难题困难的程度。当写两个领域的方程式时，必须注意到这个事实，即在一个领域里的进步，通常会减少另一个领域中解决难题的困难。可以通过假设当其他领域中出版物数量增加时，这个领域的困难系数就减少来进行模仿。

方程式将是

$$\begin{aligned}\frac{dX_A}{dt} &= N_A \left(1 - e^{-\varepsilon_A \frac{1}{1+X_A/N_A - \pi_B X_B}} \cdot \frac{U_A}{N_A} \right), \\ \frac{dX_B}{dt} &= N_B \left(1 - e^{-\varepsilon_B \frac{1}{1+X_B/N_B - \pi_A X_A}} \cdot \frac{U_B}{N_B} \right)\end{aligned}\quad (11)$$

式中 π_A 和 π_B 都是一些系数，

5. 预测问题

前面诸方程式，描述了一个领域或几个领域的发展，只要人们知道出现在这些方程式中参数的数值和初始值，就能用来预测未来的发展（至少是在重大发现当中的时期，重大发现都发生在难以预测的时间），

这些参数中的几个是可从该领域的标准数据中得到的，人们能容易地积累起来（文献、

管理报告)；其他参数则较难于获得,并需要更详细的分析或推测；通过使用 DELPHIE 方法,人们也能力图获得这些参数,

在这一部分,将概述预测模型参数的一些可能性,

(a) 参数 α , 表示领域的“吸引力”

预测这个参数是相当困难的。通过哲学博士论文的主题,能够获得关于此参数值的一些倾向,这些论文开始于任何指定的一年,特别是,当有两个或更多的人从事于相同论题情况的发生次数(这样的信息在很多领域中是不存在的,然而例如象实验物理学这样的领域,由于实验室数目有限,这样的信息是存在的,因为实验室保持十分密切的接触)。一般说来,人们可以假设哲学博士论文的题目包括该领域所有未解决的问题(至少是不超过一定水平,有一点困难的问题)。这就可以预测每年来到该领域的科学家,也可以预测系数 α 。

(b) 系数 β

如果知道实际上从事于某领域科学家的人数,这个系数是比较容易预测的。这使得有可能估计每年离开该领域科学家的人数(死亡、退休等等)。

(c) 系数 γ 和 δ

通过分析公布的论文,特别是,论文导言中的引述,可以预测到这些参数值。人们在导言的引述中常常能找到关于研究中难题的来龙去脉,精确的分析能预测到一个学科发展的初始阶段中一篇论文提出的平均难题数。

(d) 系数 ϵ

该系数与领域的困难程度间接有关。通过下述可以预测此系数,(1) 获得哲学博士论文结果所需要的平均时间,(2) 科学家发表论文的平均频率。

(e) 系数 π_{BA} 、 v_{BA} 、 π_{AB} 和 v_{AB}

所需要的数据与从A领域到B领域课题的变化有关,反之一样;除此,还需要知道两个领域中未解决的难题数目。参数 π_{BA} 和 v_{BA} (π_{AB} 和 v_{AB} 也一样) 是从领域B到领域A(或相反),在领域A中未解决难题数目上,转变数的回归系数。

(f) 系数 e_A 和 e_B

通过研究领域A和领域B之间的“接近”程度,可以获得这些参数。也就是说,领域B中的论文可由从领域A论文的引证数来加以表示,反之亦然。

上述论点只是在原始数据上提供一些大致的迹象,这些数据也许能提供参数值的预测;估计方法在这里就省略了。

通常,可以考虑上述模型作为以公式表示管理发展法则的直觉知识的来源,而不是作为实际预测发展的方法,

来源于该模型解法分析的上述法则的一个例子是:只是在难题的困难程度上有所不同的两个领域中,在初始阶段,比较困难的领域“吸引”科学家较慢,然而,过一些时间以后,从事于该领域的科学家总数将超过较容易的领域的科学家总数。

6. 科学界结构的模型

在这一部分, 研究将和涉及某指定领域的科学界结构动态变化问题有关(界可以被解释为全世界涉及该领域所有科学家系统, 一个国家涉及该领域所有科学家系统, 等等)。

结构在这里可以被理解为将科学家划分为几个类别。研究只涉及很简单的划分, 即划分为未获得哲学博士的人, 获得哲学博士后尚未取得教授资格的人以及取得教授资格后的人。这些类别可以用字母M、D和P来代表。

科学家系统发展过程中的控制因素是前面已论及的 $N(t)$ 和 $X(t)$ 过程; 现在所不同的在于, 描述该领域中科学家总数变化的不是一个函数 $u(t)$ 而是有三个函数, $U_M(t)$ 、 $U_D(t)$ 和 $U_P(t)$ 。当然,

$$U(t) = U_M(t) + U_D(t) + U_P(t)$$

除了 $U_M + U_D + U_P$ 总数起了 $U(t)$ 的作用以外, 描述 $N(t)$ 和 $X(t)$ 动态的方程式仍和前面一样,

求 U_M 、 U_D 和 U_P 的方程式如下:

$$\frac{dU_M}{dt} = \alpha_M N - \frac{U_M}{U_M + U_D + U_P} \cdot \frac{1}{k} \frac{dx}{dt} - \beta_M U_M + \varphi_M,$$

$$\frac{dU_D}{dt} = \alpha_D N + \frac{U_M}{U_M + U_D + U_P} \cdot \frac{1}{k} \frac{dX}{dt} - \frac{U_D}{U_M + U_D + U_P} \cdot \frac{1}{\gamma} \frac{dx}{dt} - \beta_D U_D + \varphi_D,$$

$$\frac{dU_P}{dt} = \alpha_P N + \frac{U_P}{U_M + U_D + U_P} \cdot \frac{1}{r} \frac{dx}{dt} - \beta_P U_P + \varphi_P$$

这些方程式的直观理由如下。首先, α_M 、 α_D 和 α_P 表示该领域的“吸引力”; 它们的解释与前述相似。因而, α_M 是在单位时间内被一个难题吸引进来的未获得哲学博士的平均人数, 而 β_M 是未获得哲学博士人们的衰减速度(其他系数 β_D 和 β_P 的解释相似)。其次, 和前面部分一样, φ_M 、 φ_D 和 φ_P 都是控制函数,

上面方程式右边留下的项的解释与下述直觉知识有关。假定在时间 t 时我们有 $U_M = U_M(t)$ 未获得哲学博士的人, $U_D = U_D(t)$ 博士和 $U_P = U_P(t)$ 教授(取得资格后的人), 当然只是计算从事于设想领域的人。

在时间 t 时写过论文的数量等于 dx/dt 。从这些论文中, 平均来说, 有 $U_M/(U_M + U_D + U_P)$ 论文是由未获得哲学博士的人写的, 有 $U_D/(U_M + U_D + U_P)$ 论文是由博士写的, 依次类推, 在这里假定三类科学家的生产率相同; 更适用的模型需要引进生产率的相应系数。

其次, 假设平均来说, 哲学博士论文是该科学家的第 K 篇论文(也就是科学家在获得哲学博士时, 通常已有 k 篇论文发表), 取得教授资格时的论文是他的第 $(k+r)$ 篇论文。那么平均来说, 由未获得哲学博士的人所写要的第 k 篇论文是他的博士论文, 使他前进到下一类别。这说明了第一方程式中的平衡和第二方程式中的第二项。

如果平均来说，取得教授资格的论文是第 $(k+r)$ 篇论文，哲学博士论文是第 k 篇论文，那么平均来说，获得哲学博士的人所写的每第 r 篇论文就是他取得教授资格的论文，并使他前进到下一类别。这说明了第二方程式中的第三项和第三方程式中的平衡。

上述方程式体系的解法，可以导致涉及某指定领域一类科学家发展的预测。

当应用这些方程式来分析一国中 S 类科学家的发展时，比方说在波兰，人们必须注意到下列困难，需要对方程式作一定的修正。要点是函数 $N(t)$ 描述所有未解决难题系统的发展， $X(t)$ 描述该领域所有出版物系统的发展，不只限于任何一个国家。然而，如果函数 U_M 、 U_D 和 U_P 只涉及一个国家，那么人们必须以出现于某假设国家的论文数目的相应函数，来代替 dx/dt ，而不是所有论文。

这部分和留下部分的模型可能为定性的预测一个学科或一类学科的发展建立基础。这个预测，以其最简明的形式，由拟合曲线组成，包括不完全的数据，大到足以能预测必需的参数，然后预测进一步的发展将遵循这些曲线。

与某指定领域定性的知识相结合的统计数据的知识，能够作为一个根据，不仅用于研究程序中的个别的选择，而且也能（应该）用于某指定国家中科学发展策略的选择。在这样的决策中，上面描述的统计特征的数据，可能起重要的作用。

（汪寿宝 译）

科技潜力的若干问题

〔苏〕B·И·格罗梅卡

发达国家和发展中国家在科技上不平等的存在以及科技潜力的不平衡的增长，是世界资本主义制度危机的突出特征之一，它在日益扩大的范围内加剧了帝国主义之间的斗争和发展中国家争取经济独立的斗争。

从评价美国、西欧和日本的科技发展动态及七十年代与八十年代之间他们的关系这一观点上看，分析美国国家科学基金会公布的以下资料是非常有意义的。这里可以看到，加强其它国家在国际市场上的垄断是有损美国的利益，而美国则希望停止这一进程，稳定自己的地位，恢复失去的阵地。

应该指出，报告中的材料反映出在测算不同国家科技潜力的方法上迄今还存有缺陷。它们相当全面地介绍了用于科学发展的投资和费用，同时远未充分地指出这些费用应取得的成果和产值率。

众所周知，用于科学研究和研制的经费及在科学研究领域就业的学者、工程师的人数，通常被认为是一个国家科技发展水平的最重要指标。虽然，这两个指标，特别是第一个指标，反映出科技发展的集约化程度。至于这些因素对国家科技潜力发展的现实影响，还取决于那些更为重要的因素，如科学经费在军用和民用项目之间、研究和研制各阶段之间的分配，取决于学者们的劳动效率、国家调节的范围等等。

科技工作者

多数资本主义国家对工程师和学者总人数的统计是相当混乱的。有关直接从事科学研究和试验设计工作的科学工作者和工程师的资料是有的，从表1可以看出这些材料。

从事科学研究和试验设计工作的科学工作者及工程师的总人数

表 1

单位：万人

国 家	1965年	1970年	1975年	1977年	1977年与 1965年比
法 国	4.28	5.85	6.53	6.8	1.59
联 邦 德 国	6.1	8.25	10.39	11.1	1.82
日 本	11.76	17.2	25.52	27.2	2.31
英 国	4.99	—	8.07	—	1.62
美 国	49.45	54.65	53.49	57.39	1.16

* 注英国是1975年与1965年比。