



《科学计量方法论》

中国科学技术信息研究所

袁军鹏

办公地点：537房间

电 话：13810585418，2539

E_mail：junpengyuan@gmail.com



第4章 数学模型方法

--科技文献的 分布规律



提 纲

- ρ 数学模型分析法
- ρ 科技文献的类型
- ρ 科技文献的时间分布规律
 - n 科技文献增长规律
 - n 科技文献老化规律
- ρ 科技文献的空间分布规律
 - n 布拉德福定律
- ρ 科技文献词频分布规律
- ρ 科技文献作者分布规律



4.1 数学模型分析法

数学模型的概念

模型是人们对所研究的客观事物有关属性的模拟。例如在力学中描述力、量和加速度之间关系的牛顿第二定律 $F = ma$ 就是一个典型的（数学）模型。一般地，可以给数学模型下这样的定义：数学模型是以部分现实世界为一定目的而做的抽象、简化的数学结构。

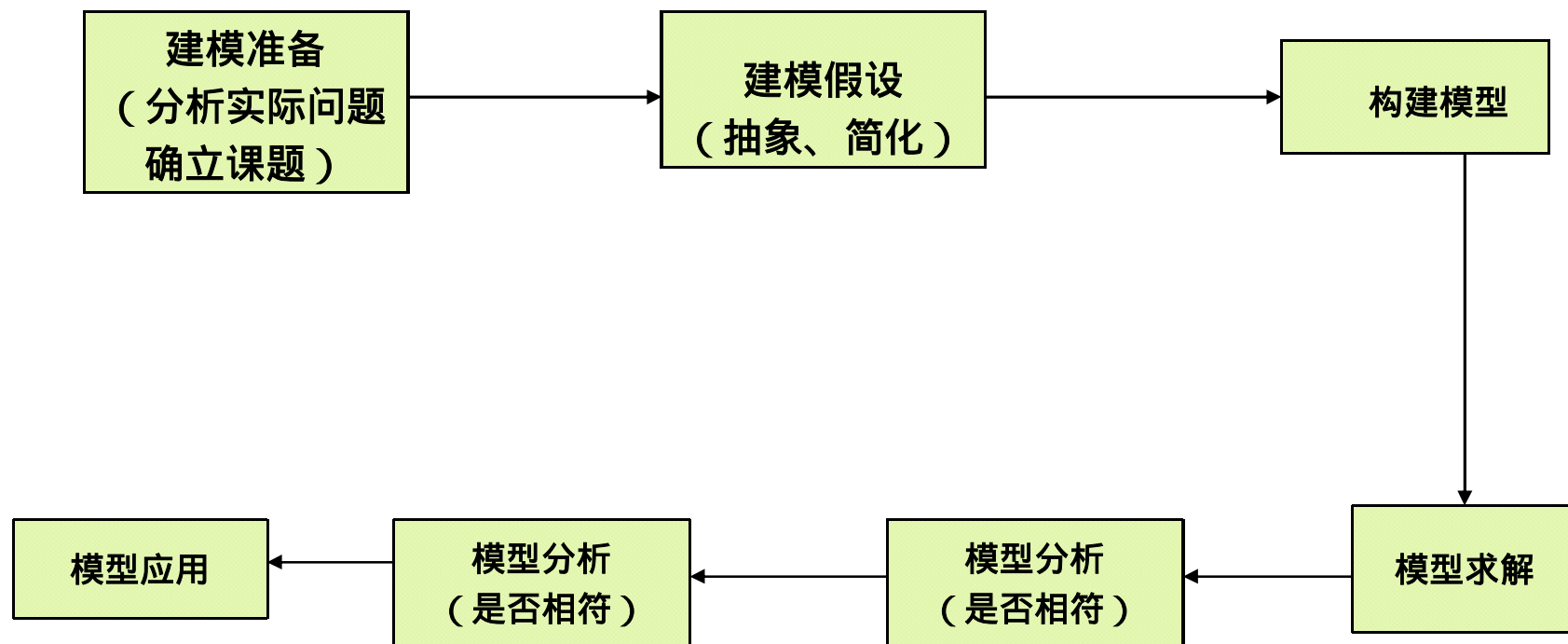
通俗而言，数学模型是为了一定目的对原型所作的一种抽象模拟，它用数学式子，数学符号以及程序、图表等描述客观事物的本质特征与内在联系。



4.1 数学模型分析法

ρ 数学建模

数学建模是构造刻画客观事物原型的数学模型并用以分析、研究和解决实际问题的一种科学方法。运用这种科学方法，必须从实际问题出发，遵循从实践到认识再实践的认识规律，围绕建模的目的，运用观察力、想象力的抽象概括能力，对实际问题进行抽象、简化，反复探索，逐步完善，直到构造出一个能够用于分析、研究和解决实际问题的数学模型。因此，数学建模是一种定量解决实际问题的创新过程。



建立数学模型的方法和步骤

建立数学模型没有固定模式。下面介绍一下建立模型的大体过程：

1.建模准备

建模准备是确立建模课题的过程。这类课题是人们在生产和科研中为了使认识和实践过一步发展必须解决的问题。因此，我们首先要发现这类需要解决的实际问题。其次要弄清所解决问题的目的要求并着手收集数据。进行建模筹划，组织必要的人力、物力等，确立建模课题。

2.模型假设

作为建模课题的实际问题都是错综复杂的、具体的。如果不对这些实际问题进行抽象简化，人们就无法准确把握它的本质属性，而模型假设就是根据建模的目的对原型进行抽象、简化，抓住反映问题本质属性的主要因素，简化掉那些非本质的次要因素。有了这些假设，就可以在相对简单的条件下，弄清各因素之间的关系，建立相应的模型。

合理的假设是建立理想模型的必要条件和基本保证。如果假设是合理的，则模型切合实际，能解决实际问题；如果假设不合理中或过于简化，则模型与实际情况不符或部分相符，就解决不了问题，就要修改假设，修改模型。

3.构造模型

在模型假设的基础上，开始构建数学模型。首先分析变量类型，恰当使用数学工具。一般而言，如果实际问题中的变量是确定型变量，数学工具可采用微积分、微分方程、线性或非线性规划、投入产出、确定性库存论等。如果变量是随机变量，数学工具可采用概率与统计、排队论、对策论、决策论、随机微分方程、随机性库存论等。其次，抓住问题本质，简化变量之间的关系。可以说，数学的任一分支在构造模型时都可能有用，而同一实际问题也可以构造不同的数学模型。



4 . 模型求解

不同的模型要选择或设计不同的数学方法和算法求解，许多模型还可以通过编写计算机程序软件包，借助计算机快速完成对模型的求解。

5 . 模型分析

对模型的求解结果进行分析，主要包括稳定性分析，参数的灵敏度分析，误差分析等。通过分析，若发现不符合建模要求，就要修改或增减建模假设条款，重新构造模型，直到符合要求。若模型符合要求，则可以对模型进行评价是、预测民、优化等方面的探析，力争得到最优模型。

6 . 模型检验

对于经过分析后符合要求的模型，还要把它放回到实际对象中去进行检验，看它是否符合实际，能否解决相应的实际问题。若不符合实际，就要修改前提假设，重新建模，重新分析，直到获得符合实际的模型。

7 . 模型应用

建模最终目的，是用模型来分析、研究和解决实际问题。因此，一个成功和数学模型必须能够在实践中得到成功的应用，甚至形成一套科学和理论。



4.2 科技文献的类型

1 按科技文献的出版形式划分

- | | |
|-----------|------------|
| (1) 科技图书 | (6) 科技报告 |
| (2) 科技期刊 | (7) 政府出版物 |
| (3) 会议文献 | (8) 标准文献 |
| (4) 专利文献 | (9) 科技档案 |
| (5) 学位论文 | (10) 产品样本 |



2. 按文献加工处理的深度划分

(1) 一次文献 (Primary Document)

一次文献通常是指著者以自己的研究成果为基础创作或撰写的文献。一次文献又称原始文献。书、刊、会议论文等。

(2) 二次文献 (Secondary Document)

二次文献是指文摘、题录、目录等检索工具。二次文献的生成过程即是对知识信息有序化的二次加工过程。

(3) 三次文献 (Tertiary Document)

用科学方法和专业知识对二次文献进行综合的深入研究之后而撰写出的文献。如综述、述评、专著等文献型，字典、词典、辞典、百科全书、专题目录、数据手册等数据型。



3. 按科技文献的载体形式划分

(1) 印刷型文献

印刷型文献是以纸张为存储介质，以印刷、复印、打印、手写等方式为记录手段而生成的一种传统的文献形式。

(2) 缩微型文献

缩微型文献是以诸如胶卷、胶片等感光材料为存贮介质，以缩微照相为记录手段而生成的一种文献形式。

(3) 声像型文献

声像型文献是以磁性材料、感光材料为存贮介质，以磁记录或光学技术为记录手段直接记录音频、视频信息而生成的一种文献形式。



(4) 计算机可读型文献

机读型文献是一种以磁性材料、感光材料为存贮介质，以计算机或其他设备为录入手段的新型电子文献。机读型文献可分为三种类型：传统型、光盘型、网络型。

网络型文献的载体是一种新型的载体形式——网络。网络型文献的特点是，以网络为传播媒体，以多媒体为内容特征，以多样性、互交性方式进行传播。

机读型文献的优点是：存贮密度高，存取速度快。可对输入的信息进行任意的组织、处理。输入输出方式及形式多样化。可实现文献信息的自动化、多途径检索。对文献的存取、检索可不受时空限制。有利于保护环境、节约能源。其缺点是须借助计算机等设备。需必要的系统环境及技术条件作支撑。综合投入及费用较多。



应该指出的是，随着文献交流渠道的扩大及增加，随着科学技术特别是信息技术的迅速发展，科技文献类型之间的耦合现象也日趋明显。如，有的文献以会议论文的形式发表的同时，还可能以期刊论文或科技报告的形式发表；又如，随着多媒体技术的发展，声像型文献同时也是计算机可读的，计算机可读型文献也可以具有图音并茂的声像效果，印刷型的文献同时出版网络版。

文献类型的发展趋势：正在朝数字化和多媒体方向发展。



4.3 科技文献时间分布规律

前苏联著名情报学家米哈依洛夫

(. .)指出：“当前，已发表文章的增长、老化和离散规律，理所当然地被视为标志科学文献发展的最根本的规律。”



4.3 科技文献时间分布规律

- 关于科学文献及其特征信息的增长规律，人们进行了长期的探索。早在20世纪初，就开始了科学文献数量的统计研究，只是到了40年代以后，由于图书馆管理的需要，特别是科学史研究以及科技情报工作发展的需要，对科学文献数量增长规律的研究才作为一个理论问题被许多研究者所关注，并取得了一系列研究成果，提出了一些描述文献增长规律的数学模型和理论解释。尤其是著名科学学家和文献计量学家普赖斯提出科学文献的指数增长规律以后，这个问题的研究有了突破性进展。后来，欧美和原苏联的科学学、情报学界对此进行了大量的统计研究，发表了数以百计的论文，还出版了一些专著。



4.3 科技文献时间分布规律

4.3.1 科技文献增长模型（规律）

- 1) 指数增长模型
- 2) 逻辑（曲线）增长模型
- 3) 其他数学模型
- 4) 科技文献增长机理研究
- 5) 科技文献增长模型的应用



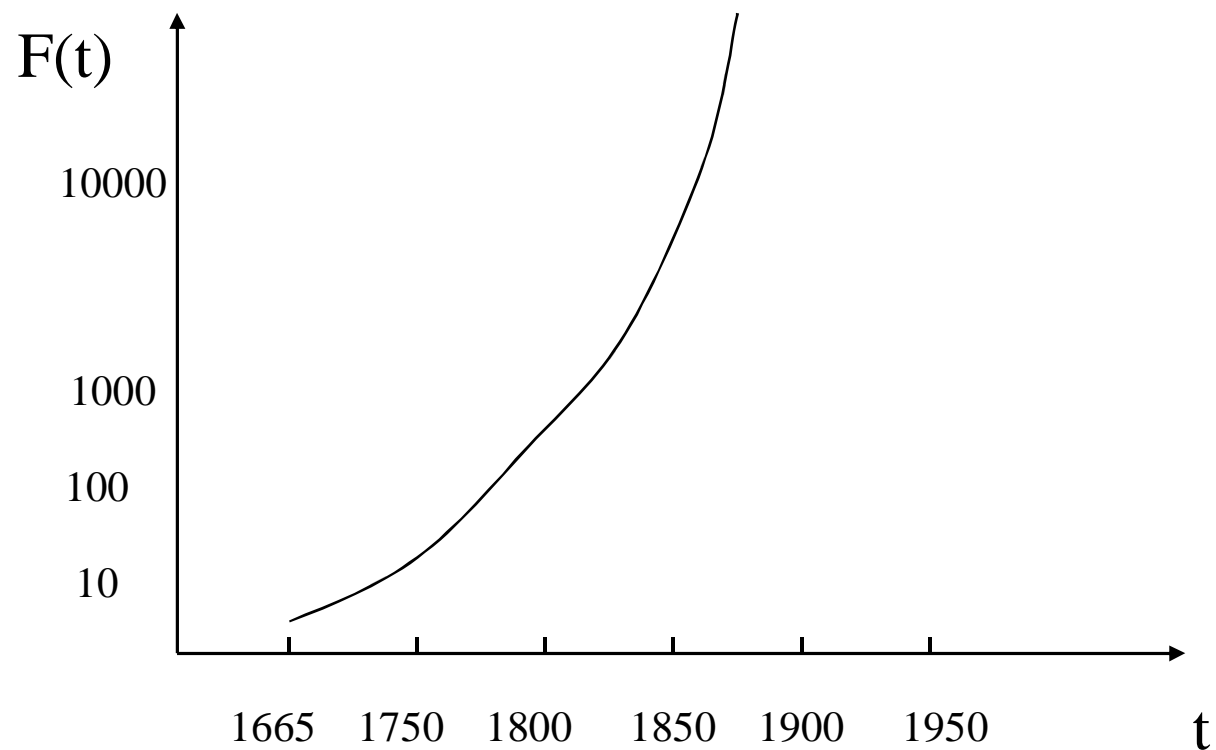
指数增长模型

ρ 1. 普赖斯曲线

如果我们以文献量为纵轴，以历史年代为横轴，把各不同年代的文献量在坐标图上逐点描绘出来，然后以一光滑曲线连接各点，则可十分近似地表征文献随时间增长的规律。这就是著名的普赖斯曲线。



普赖斯曲线





普赖斯指数函数模型

通过对该曲线的分析研究，普赖斯注意到了科技文献增长与时间之间的关系可以用指数函数来表述。其表达式如下：

$$F(t) = ae^{bt} \quad (4-1)$$

式中：

$F(t)$ 是时间 t 的函数，表示 t 时段的科技文献量；

a 为条件常数，表示统计的初始时段 ($t=0$) 时的科技文献量；

e 为自然对数的底数 ($e=2.7138$)；

b 为时间常数，表示科技文献的年增长率 $r\%$ 。



指数增长模型

- ρ 人们还常常用文献量翻一倍的时间来衡量文献的增长速度，即
- ρ $t = \ln 2/b \dots\dots\dots (4-2)$
- ρ 式中：t 为文献量翻倍时间，b为持续增长率
- ρ 研究表明，科技期刊数量和期刊文献数量均呈现出“按指数增长的规律”。



指数增长模型

p 指数增长模型分析

n 正确性

- p 正如普赖斯所指出“指数曲线的存在，显然具有普遍性和长期性。”因此，科学文献的指数增长定律具有较大程度的正确性，并获得了人们的公认。
- p 从数学上分析和从统计实例来看，指数函数正是科学文献量随时间而增长的数学表示，符合过去历史年代的科学文献统计结果。

指数增长模型

ρ 指数增长模型分析

n 局限性

ρ 并不总是按指数函数关系增长

科学文献并不总是按指数函数关系增长，它与所研究的文献的学科和时间有关。事实上，文献指数增长曲线的陡度已有平缓趋势。

ρ 不能预测未来

按照指数函数的变化规律，随着时间的推移，科学文献的增量会趋向无穷大。显然，人类对科学研究的投入很难满足科学文献无限增长的要求。因此，这是不现实的。

为了克服这些局限性，许多学者坚持探索更为精确的数学模型和更为完善的理论解释。后来出现的“阶梯指数增长律”、“逻辑增长律”以及其他文献信息增长模型，都可以认为是从不同角度对文献指数增长律的修正。



逻辑增长模型

普赖斯指出，考虑物质的、经济的、智力的及时间的影响和限制，文献信息的增长更趋近于生物的生长曲线(Logistic Curve)，即最初生长或繁殖很快，随着时间推移，其增长速度越来越慢，以致几乎不增加了。



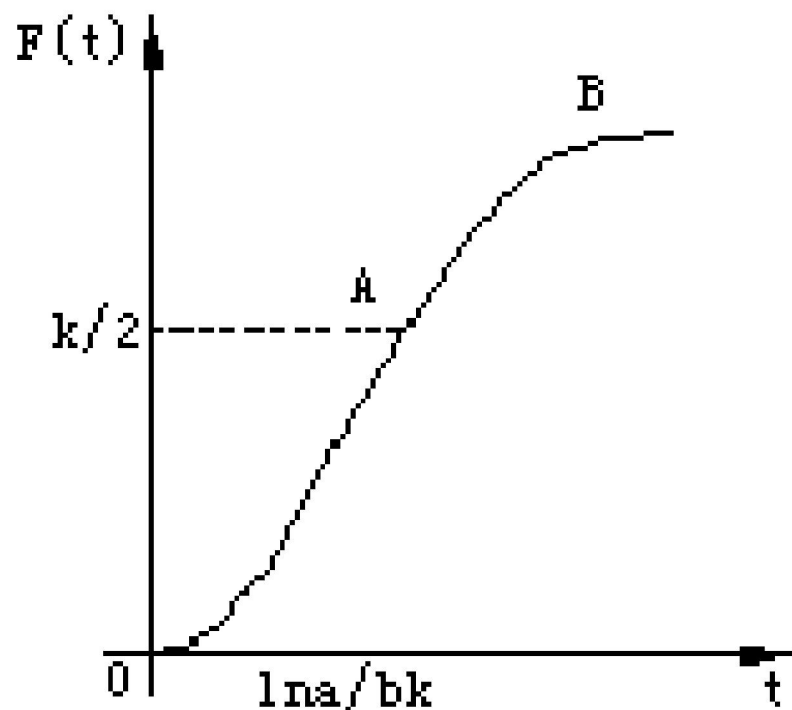
逻辑增长模型

格·弗莱杜茨 (G. Fleishman) 和弗·纳里莫夫 (V. Narimov) 等人提出了科技文献按逻辑曲线增长的理论 and 模型。表征科技文献逻辑增长的数学公式为：

$$F(t) = \frac{k}{1 + ae^{-kbt}} \quad (b > 0) \quad (4-3)$$

式中 $F(t)$ 为 t 年的文献累积量， k 为 t 时科技文献的累积量，即科技文献累积量的最大值， a ， b 为参数。

逻辑增长模型



由图2—2所示科技文献逻辑增长曲线呈“S”型。若对式4-3中的时间变量 t 二阶求导，并令二阶导数为0，则可知曲线的拐点A的坐标为 $(\ln a / kb, k/2)$ 。

图2-2 科技文献的逻辑增长曲线



逻辑增长模型

逻辑增长模型的分析

正确性

应当指出，在表征科技文献增长规律方面，逻辑曲线比普赖斯曲线更符合客观实际。它揭示了科学随着时间的延续而经历着一个“前期缓慢发展，中前期加速度发展，中后期减速度发展，直至后期饱和发展”的过程。这种所谓“饱和发展”并不意味着科学发展的终结，而是指科学的发展达到了一种系统的动态平衡。显然。科学发展的这一过程与科学文献的逻辑增长过程是对应的，相辅相成的。

如果单独就某一具体学科领域内科学文献的增长而言，逻辑曲线极好地描述了它们的增长规律。这是因为，目前整个科学领域中的每一门学科分别处于诞生、发展、相对成熟等不同历史阶段。



逻辑增长模型

- 一般说来，对不同的领域，描述其文献增长的生长曲线中各个常数(a , b 和 k)也是不相同的。
- 在不同的阶段科学文献增长的态势是不同的。
 - 学科处于诞生和发展阶段，文献量指数增长，文献的寿命较短。
 - 学科进入相对成熟阶段，文献增长就不能总保持原有的指数速率，增长率变小，曲线变得平缓，文献寿命相对变长。某一知识领域的研究取得重大进展后进入相对成熟的阶段。内容上更新的文献又将进入一个新的急剧增长时期(如指数增长)。然后又进入一个稳定时期。
- 文献的增长往往会出现几个急剧增长时期和几个相对稳定时期，呈现出错综复杂的格局。



逻辑增长模型

逻辑增长模型的分析

局限性

但逻辑曲线也其局限性，它表明科学技术发展到一定阶段是，科技文献的增长率趋于零科技文献总量将达到不可逾越的最大值 k ，这显然是与实际情况不相符的。

当时间 $t \rightarrow \infty$ 时，文献 $Y \rightarrow K$ ， $dy/dt = by(k-y) \rightarrow 0$ 。



逻辑增长模型

逻辑增长模型的分析

修正

科技文献数量增长速度的减缓。并不完全意味着科学发展的速度将会下降。在利用指数曲线，逻辑曲线〔部分符合指数曲线〕来预测未来科学文献总量时，所依据的是预测学中的趋势外推法。但是，科技文献作为科学交流这个复杂系统中的子系统，其增长规律受到许多方面的影响和制约，只有利用系统论的观点对其作系统分析，才可望获得比较合乎实际的结果。这应该成为修正指数曲线和逻辑曲线、探求新的科学文献增长模型的出发点。

其他模型

p 线性增长模型

n $F(t) = bt + a$

p $F(t)$: t年的文献累积数

p b : 文献的年增长率

p a : 当 $t=0$ 时的文献数量

n 1963年，普赖斯在《小科学，大科学》一书中就指出，指数规律有可能被破坏，文献的指数增长不可能永远继续下去，实际上有些知识领域内的文献既不遵循指数曲线增长模式，也不符合逻辑曲线增长模式，而是呈现出直线增长模式。

n 科学文献线性增长模型不仅适用于描述某些知识领域或某些类型的文献增长，而且科学文献未来的发展将更多地倾向于直线模型。

其他模型

p 分级滑动模型

n 数量增长与质量有关

n 定义 $(0 \leq p \leq 1)$ 为文献的质量级别，则不同级别上的文献量为 $[F(t)]$ 。他给 p 的具体值如下：

p = 1: 至少是一般文献 (实际代表所有文献)

p = 3/4: 至少是有意义的文献

p = 1/2: 至少是重要的文献

p = 1/4: 至少是非常重要的文献

p = 0: 第一流的文献

n 对于第一流的文献 (即 $p = 0$)，文献数量为 $\ln F(t)$ 。

其他模型

p 分级滑动模型

n 评价：

n 在不同质量级别上，文献的数量和增长速度是不相同的，越是重要的文献增长速度越慢；数量较少的高质量的论文总是伴随着大量的一般性的论文而同时出现的，这是合乎逻辑的。同时，还可以认为勒希尔模型是从科学文献增长的内部过程出发研究其数量增长规律的一种尝试，但是却很难用具体数据来验证这一模型的正确性。

其他模型

ρ 超越函数模型

原苏联情报学家吉利亚列夫斯基 (Р. А. Гиляровский) 和希莱德尔 (Шремдер) 认为, 科学期刊论文数量的增长应考虑期刊论文分散这一因素, 即处于布拉德福分布的不同等级区域内的期刊论文数量的增长是不同的。于是, 他们提出一种揭示不同分布状态的文献数量增长的新的模型, 即超越函数方

其他模型

ρ 舍-布增长模型

斯和勒希尔等人早就认为,文献的增加应是“减少的增加”,即相对增长率是随着时间 t 的增加或文献总量的增大而减小的。1978年,原苏联情报学家舍斯托帕尔 (В. М. Шестопал) 和布尔罗 (П. Н. Бурман) 在研究文献情报流增长的定量评价时,从上述观点出发,提出了一种新的文献增长模型,他们称之为文献情报流增长的“总模型”。

其他模型

ρ 舍-布增长模型

“总模型”。舍-布增长模型从文献增长率是一个变量出发来研究文献的增长规律，这是对以往研究的重要修正。它实际上既包括了文献指数增长模型，也包括了线性增长模型和分级滑动指数模型。因此，这一模型的提出无疑是科学文献增长规律研究的重大进展，但它却不能包括逻辑增长模型，因此，作为一个总模型也有一定的局限性，有待进一步完善。



科技文献增长机理研究

- 不同的增长模式都说明了一个共同点:即科学文献数量随时间而增长,不同的只是增长的过程和速度不同而已。



科技文献增长机理研究

p 科技文献增长的原因

- n 科研经费和科技人员数量的激增
- n 专业范围的扩大和细分化
- n 学科之间相互渗透
- n 科学技术的国际化
- n 研究的合作化和集体化
- n 研究的周期缩短、产生成果和转化的速度加快
- n 通讯、出版技术的改进和情报工作的加强



科技文献增长机理研究

科技文献增长的原因

科研经费和科技人员数量的激增

- 原苏联著名情报学家A·H·米哈依诺夫在其所著的《科学交流与情报学》一书中曾指出：“什么因素对科学文献的持续增长起作用？看来，这类因素很多。但是，有两个因素——对科学研究拨款的增加和与此直接相关的科学工作者数量的增加毫无疑问地对科学文献的增长起着最强有力的作用”。
- 科学发展的基本指标是科研经费、科技人员和科技文献的数量，后者的增加在很大程度上是前两者增长的结果。



科技文献增长机理研究

p 科技文献增长的原因

n 科研经费和科技人员数量的激增

- p 科学史的研究也表明，科研经费和科技人员数量的激增是导致科学文献数量迅速增长的主要原因。1966年，普赖斯还发现了它们之间的内在联系，即科学研究的成本与从事科学研究的科学家数量的平方成比例增加，而科学产品的产量仅仅与科学家数量的平方根成比例增加。



科技文献增长机理研究

p 科技文献增长的原因

- n 文献[1]利用层次分析法对文献增长机理进行了分析，从定性和定量上论证了科技人员数量、社会购买力、出版社数量和社会总产值是影响我国文献增长的最重要的4个因素；而且通过层次排序分析，得出了科技人员数量对文献出版量影响最大，其后依次是社会购买力、出版社数量和社会总产值的结论。

[1] 孙洁.文献增长的机理分析.情报学报, 1996, (4):242-249



科学文献增长规律的解释

- p 科学学认为，科学文献数量的变化是科学本身发展的重要标志。所以，我们可以根据科学发展的模式来分析解释科学文献增长的规律
- p 科学学家托马斯 S 库恩在其所著的《科学革命的结构》提出了科学发展的模式：
 - n 科学发展过程，简单说来是一个由“原始科学”转变为“常规科学”，以及由一个“常规科学”过渡到另一个“常规科学”的过程。在科学革命的推动下，整个科学发展过程就这样周而复始地进行着。



科学文献增长规律的解释

- p 科学所处的环境条件，包括政治、经济、文化、教育等社会条件对科学文献数量增长规律具有明显影响
 - n 科学文献不仅按科学自身的发展规律所规定的理论模式增长，而且还要受到各种社会环境条件的制约。而社会环境条件的影响往往使科学文献的增长表现出随机过程的特点，其增长率是不断变化的。此外，科学文献的增长还受到载体技术、出版技术、电子计算机和现代信息技术以及网络发展等众多因素的影响，因而更多地表现为一个随机过程使文献增长规律呈现出多种模式。



科学文献增长规律的应用

p 在科学学和科技评价中的应用

- n 科学文献是情报信息的主要载体，其数量和质量是科学发展的一个重要标志。在科学学研究中，常用科技图书数量、期刊数量、论文数量，以及各类文献的数量比例等文献量作为反映科学发展规律的重要指标。通过有关文献数量的统计分析，来揭示科学发展的某些特点和规律，是科技史和科学学研究中常用的方法和重要途径。
- n 对不同的学科来说，描述其文献增长的指数曲线或逻辑曲线中的各个参数值是不相同的。分别对各门具体学科文献增长状况作历史的、全面的统计分析，并绘制出相应的增长曲线，对评价该门学科所处的阶段、预测其未来的发展有重要作用



科学文献增长规律的应用

p 在科技政策和管理中应用

- n 由于科学文献与科学研究和发展紧密相联，因此，一个人、一个机构乃至一个国家所发表的文献数量及其增长率。是其主体科技实力的重要体现。这能为人才评价、流动和选拔使用，科技规划，奖励政策，分配政策和管理措施的制定等提供定量依据，从而提高科技管理的科学化水平。



科学文献增长规律的应用

p 在情报研究中应用

- n 科学文献增长规律的研究是科技人员和情报人员开展情报分析研究、掌握科技发展动态、进行科学预测的理论指导和可靠手段。
- n 科学文献数量的增长变化可以反映一个国家某项技术的发展优势和所达到的水平;可以反映某一分支学科或技术领域的产生、发展的全过程和未来的趋势,从而为选择科研课题、确定技术开发、技术引进方案等提供决策依据。



科学文献增长规律的应用

p 在知识度量和知识管理中应用

- n 科学文献不仅是度量科学知识管理的重要尺度之一，而且也是知识管理的主要对象
- n 科学文献增长规律的发现可以为科学知识量增长规律的研究提供依据；而科学知识量增长规律的研究将有助于加深对文献增长规律的认识



科学文献增长规律的应用

p 在图书情报管理中应用

- n 经费的合理分配
- n 文献搜集的原则
- n 馆藏增加的策略
- n 存贮空间扩大的措施
- n 情报信息的加工处理、存取服务开发利用以及
- n 情报信息自动化、数字化和网络化建设



4.3 科技文献时间分布规律

4.3.2 科技文献老化规律

- 1) 概述
- 2) 科技文献老化的概念
- 3) 科技文献老化的研究方法
- 4) 科技文献老化的量度指标
- 5) 科技文献老化的数学模型
- 6) 科技文献老化机理研究
- 7) 科技文献老化规律的应用



4.3.2 科技文献老化规律

概述：

科技文献产生后，随着时间的推移，其流通及利用情况会发生变化：

- n 有些文献的内容会被之后的证明是不可靠的或错误的。
- n 有些文献信息的内容尽管仍是正确的，被新的文献形式所替代，导致原有文献逐渐很少被人使用。

科技文献的这种逐渐失去使用价值而不再被人们利用或越来越少地被人利用的现象就是科技文献的老化现象。



4.3.2 科技文献老化规律

ρ 科技文献老化的概念

- n 所谓科学文献老化系指科学文献随其“年龄”的增长，其内容日益变得陈旧过时，作为情报源的价值不断减小，甚至完全丧失其利用价值。
- n 关于文献老化的基本认识
 - ρ 过程观：文献老化是一种过程。
 - ρ 状态观：文献老化是一种状态。
 - ρ 过程状态辩证观：文献老化是一个过程，也是一种状态。



4.3.2 科技文献老化规律

p 科技文献老化的研究历程

- n 最早研究文献老化的是美国纽约大学的戈斯内尔 (C .F Gosnell)。1943年，他就以此为题做了博士论文，并于次年3月发表在美国《大学与研究机构图书馆》杂志上，题为《大学图书馆中文献老化问题》。
- n 将“半衰期”概念引入科学文献领域，是文献老化研究的一个里程碑。巴尔顿和凯普勒提出文献老化的含义，描绘了老化曲线，求出了标准公式，并对9个学科领域的文献进行了初步的“半衰期”计算。



4.3.2 科技文献老化规律

p 科技文献老化的研究历程

- n 莱因和桑迪森提出了文献使用率和情报价值的关系等理论课题，并在考虑文献增长的前提下开展文献老化的研究
- n 艾伦·肯特有关匹兹堡大学文献利用情况的研究论文，为图书馆在改进订购原则，提供文献收藏以及剔旧的实用标准方面树立了范例。



4.3.2 科技文献老化规律

- ρ 科技文献老化的研究方法
 - n 文献管理统计数据分析方法
 - n 引文分析方法
 - n 数学方法
 - n 综合分析方法



4.3.2 科技文献老化规律

p 科技文献老化的度量指标

n 半衰期

p 所谓文献的“半衰期”，是指某学科（专业）现时尚在利用的全部文献中较新的一半是在多长一段时间内发表的。

p 1958-贝尔纳；1960-巴尔顿和凯普勒

n 普赖斯指数

p 在某一知识领域内，把对年限不超过5年的文献的引文数量与引文总量之比当作指数，用以量度文献的老化速度和程度

p 1971--普赖斯

n 剩余有益性指标

p 某一年份某一期刊被用户所利用的文献数

p 英国，B.C.布鲁克斯



4.3.2 科技文献老化规律

ρ 科技文献老化的度量指标

η 半衰期与普赖斯指数

- ρ 一般来说，某一学科或领域文献的“普赖斯指数”越大，半衰期就越短
- ρ 文献的“半衰期”只能笼统地衡量某一学科领域全部文献的老化情况
- ρ “普赖斯指数”既可用于某一领域的全部文献，也可用于评价某种期刊、某一机构，甚至某一作者或某篇文章的老化特点。



4.3.2 科技文献老化规律

ρ 科技文献老化的数学模型

η 负指数函数与老化方程

$$C(t) = Ke^{-at}$$

- ρ t 为文献的出版年龄（以10年为单位）
- ρ C(t)表示t 年所发表的文献的引用频率
- ρ k 为常数，随不同学科而异
- ρ e 为自然对数的底，等于2.718
- ρ a 为文献的老化率

4.3.2 科技文献老化规律

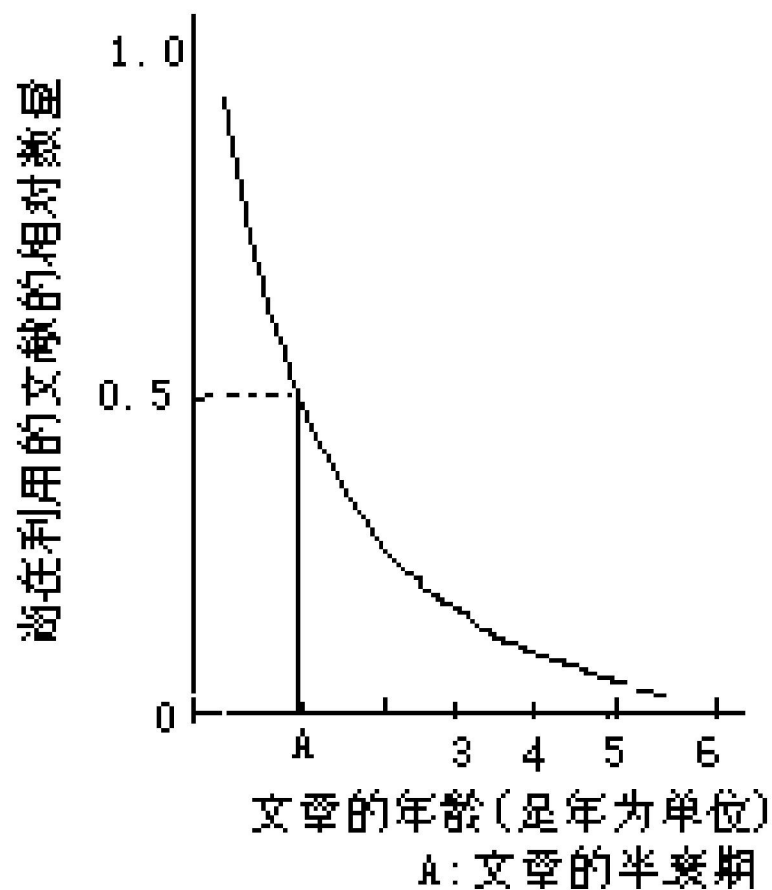


图2-3 科技文献老化曲线



4.3.2 科技文献老化规律

ρ 科技文献老化的数学模型

η 巴尔顿——凯普勒老化方程

$$y = 1 - \left(\frac{a}{e^x} + \frac{b}{e^{2x}} \right)$$

ρ $a + b = 1$

ρ y 为经过一定时间该学科领域尚在利用的文献的相对数量

ρ x 为时间，以10年为单位



4.3.2 科技文献老化规律

p 科技文献老化的数学模型

n 巴尔顿——凯普勒老化方程

n 当取 $y=0.5$ 时，可以计算出文献的半衰期。巴尔顿等人据此测算出生物医学、冶金工程、物理学、化学工程、社会学等12各学科的文獻半衰期，其结果如下所示

学 科	半衰期	学 科	半衰期
生物医学	3. 0	生 理 学	7. 2
冶金工程	3. 9	化 学 学	8. 1
物 理 学	4. 6	植 物 学	10. 0
化学工程	4. 8	数 学 学	10. 5
社 会 学	5. 0	地 质 学	11. 8
机械工程	5. 2	地 理 学	16. 0



4.3.2 科技文献老化规律

- ρ 科技文献老化的数学模型
 - η 巴尔顿——凯普勒老化方程
 - ρ 只考虑到“老化”而没有考虑到文献的增长，而文献的增长正是促成文献老化的重要因素
 - ρ 这个公式也较复杂，难以进行准确的实际计算



4.3.2 科技文献老化规律

- 科技文献老化的数学模型
 - Brookes积累指数模型

$$C(t) = Ke^{-at}$$

$$Y(t) = Mb^t$$

- $Y(t)$ 引文中t年以前发表的论文数
- M 常数，引文总量
- b 老化系数 $0 < b < 1$



4.3.2 科技文献老化规律

ρ 科技文献老化的数学模型

η 阿弗拉米斯库 (A.Avramescu) 方程

$$Y(t) = C_0 (e^{-\alpha t} - e^{-mt})$$

ρ $Y(t)$ 引文频次

ρ C_0 传播速度

ρ a 引文频率年代衰减率

ρ m 为初始增量



4.3.2 科技文献老化规律

- ρ 科技文献老化机理的分析

- n 文献老化的几种类型

- ρ 静态老化与动态老化

- 是否考虑文献增长因素

- ρ 局部与普遍老化

- 局部研究利用统计、普遍研究利用引文分析



4.3.2 科技文献老化规律

ρ 科技文献老化机理的分析

η 科技文献老化的原因--根本原因是科学知识的不断增长和更新

- ρ 原来不成熟的理论被比较成熟的理论所代替
- ρ 不完善的方法为比较完善的方法所补充，
- ρ 不先进的技术被比较先进的技术所更新
- ρ 错误片面的数据被比较客观的事实所校正
- ρ 文献中所含的情报已失效
- ρ 文献中的情报已包含在其他著作中
- ρ 被更新的文献所代替
- ρ 由于研究兴趣下降或转移而引起有关文献的利用减少



4.3.2 科技文献老化规律

- ρ 科技文献老化机理的分析
 - n 科技文献老化的影响因素
 - ρ 文献的增长
 - ρ 文献的学科特点
 - ρ 不同的发展阶段
 - ρ 文献的类型和性质
 - ρ 用户需求及情报环境



4.3.2 科技文献老化规律

- ρ 科技文献老化规律的应用
 - n 从文献利用率随时间流逝而衰减的角度揭示文献工作的规律和科学发展的特征
 - n 在文献情报管理中的应用
 - ρ 指导剔旧，优化馆藏
 - § 解决书库空间危机
 - § 提高文献检索效率
 - ρ 有利于制定合理的文献工作原则
 - ρ 有利于评价文献



4.3.2 科技文献老化规律

ρ 科技文献老化规律的应用

η 在科学学和科技史研究中的应用

- ρ 可以说明科学发展的速度，揭示科学发展的规律，反映出人类是怎样继承和发展科学知识的
- ρ 文献的老化与学科性质有关。根据文献老化的指标数据，可以判断学科的性质以及所处的发展阶段
- ρ 如果对某一技术领域的文献的老化性质进行研究，则可大致确定该项技术的发展速度、适用时间以及在技术上可能被淘汰的年限等。