

科学史

数理分析

交

叉

科

学

新

视

野

丛

书

NEW

VISION

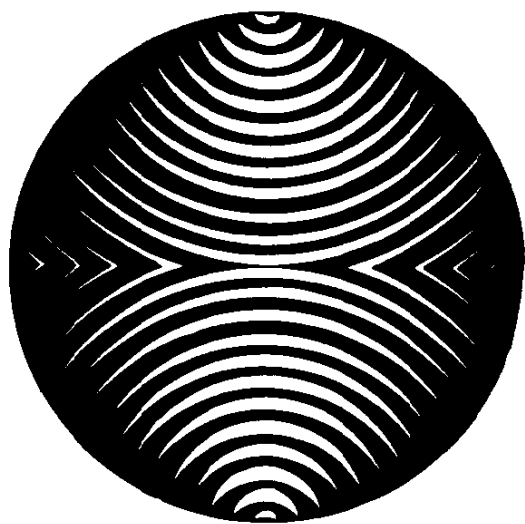
OF

INTERDISCIPLINARY

SCIENCES

赵红州 著

河北教育出版社



图书在版编目(CIP)数据

科学史数理分析/赵红州著. - 石家庄:河北教育出版社,2001.7
(交叉科学新视野丛书/赵红州主编)
ISBN 7-5434-4294-9

I .科… II .赵… III .科学学-研究 IV .G301

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 038972 号

书 名	交叉科学新视野丛书——科学史数理分析
作 者	赵红州
责任编辑	杨惠龙 杨玉岭 孙新龙 李连保 张贻珍
特约责编	田卫平
装帧设计	张志伟 刘 昕
出版发行	河北教育出版社 (石家庄市友谊北大街 330 号)
印 刷	河北天润印刷有限责任公司 (石家庄市友谊北大街 345 号)
开 本	850×1168 毫米 1/32
印 张	15.5
字 数	356 千字
版 次	2001 年 10 月第 1 版 2001 年 10 月第 1 次印刷
印 数	1 - 2000
书 号	ISBN 7-5434-4294-9/O·41
定 价	20.20 元

版权所有 翻印必究

一個創造性的錯誤
勝過十打表生常談。

——趙紅如

序

科学学 (Science of Science) 乃是用科学的方法研究科学自身的规律的学问。其中用定量分析的方法对科学的研究形成了科学计量学 (Scientometrics); 而科学计量学中的重要一支, 则是用数学—物理学方法对科学史总体发展规律的分析。它可以叫做“数理科技史学” (Analysis of S. T. History by Mathematical Method)。

数理科技史学所以能成为一门学问, 从认识论上说, 它有其独特的研究对象, 那就是科学史研究中所提供的统计数据的客观性, 比如重大科技成果数、科学家人数、科研机构数等等。尽管对科技成果选取的标准随著者不同而变化, 但是, 只要选取标准确定下来, 不同著者所得出的统计数据则是相似的 (不管这些人出生于什么国家)。最有力的证据, 乃是用同一标准和方法, 对东西方完全不同文化背景下出版的科技史书, 进行数据分析, 其所得的重大成果数的编年分布是大体一致的, 相差的数据仅是全部数据的 5% ~ 7%。尤其是对这些编年曲线的细微波动所作的傅里叶分析, 其波谱结构亦表现出惊人的

相似性^①。这说明，我们对科技史做数理分析不仅是可能的，而且具有较高的可信度。

值得指出的是，目前对科技史的数理分析，只是在“一级近似”水平上进行的。为此，我们必须假定“平权原则”，即对历史上的科技成果统计，不论其意义大小，每一项的权重数都是“1”。或者说，无论牛顿一项科学成果还是胡克一项科学成果，都是平权的。显然，“平权原则”在理论上是不合理的，但是在实际上这又是无奈的。因为目前科学计量学还没有足够成熟的理论能对不同人的科学成果进行科学的加权。在这种历史条件下，与其用不正确的加权方法对科技史数据进行“野蛮的”处理，还不如“保持科技史数据的原来面貌”而不加任何加权处理。这样待日后科学计量学水平提高了，再将“一级近似”的数据，向着真理的标准推进一步。那时科学地加权处理亦会被学术界所公认。

“数理科技史学”的名称，是科学史家董光壁教授提出来的。1992年，董光壁到寒室学访，顺便谈及科学计量学与科学史的关系问题。他认为我所做的工作，即用数理方法处理科技史上的编年数据所得出一些有趣结论（如科学劳动智力常数 R 、科学家最佳年龄规律，以及物理知识的波谱分析问题等等），应当属于一个新的分支学科。因为传统的科学计量学，主要兴趣在文献的统计分析上，而对历史文献分析，其时间跨度一般不超过10~15年。因此，他觉得应创建一门新的数理史学。当时，我为我们的“不谋而合”感到极大的兴奋。因为当时，匈牙利科学计量学家苏伯特（A.Schubert）正好也在鼓励“中国科学计量学家应当坚持自己特殊的研究方向”。这个

^① 参见本书第五章第五节。

方向就是董光壁所说的“数理史学”方向。不久，我看到国际《科学计量学》杂志对全世界研究方向的统计，我及其同行的工作，被列入世界 39 个分支学科之一，而我则被公认为这个分支学科的带头人。不过我总觉得我的工作还是十分幼稚的，始终没有超出潜科学范畴，更何况此学并非“前无古人”。

其实，数理科技史学的最早研究，见诸于 60 年代的日本科学史文献，汤浅光朝（M.Yuasa）是一位杰出的科学史家。1962 年，他用最简单的科学成果的编年统计方法，表述了近代科学活动中心与次转移的宏观规律^①，史称“汤浅现象”，从而揭开了数理科技史学的研究序幕^②。后来，科学计量学的创始人 D. 普赖斯（D.Price）和西蒙顿（D.K.Simanton）也对科学增长指数曲线中的微观波动，进行了比较严格的统计分析^③，使得数理科技史学变成科学计量学中令人眩目的课题。

笔者在长达 20 年的时间里一直在进行数理分析史学的开拓工作。早在 1973 年河南罗山“干校”期间，我就利用上海复旦大学编辑的《自然科学大事年表》独立地发现了“汤浅现象”，并且在研究方法上有所改进和创新。为此，汤浅教授曾致函说：“您发展了我的工作，我衷心祝贺您的成功。”^④ 1979 年，笔者发现了科学劳动的智力常数（R）和科学发现最佳年龄定律，受到科学计量学创始人 D. 普赖斯的高度赞扬^⑤。普

① M. Yuasa, Japanese studies in the History of Science, Vol.1.1962, p.57.

② M. Yuasa, The Shifting Center of Scientific Activity in the West, In S.Nakayama and Others (Eds), Science and Society in Modern Japan, University of Tokyo Press, 1974.

③ D.Price, Ups and Downs in the Pulse of Science and Technology, The Sociology of Science (ed.Jerry Gaston) San Francisco Jossey-Bass 1879, p.162.

④ 私人通讯（1985 年 7 月 7 日）。

⑤ 私人通讯（1983 年 5 月 6 日）。

赖斯将此研究报告亲自修改刊登在国际权威性杂志《Scientometrics》，引起国际科学计量学界的广泛好评和浓厚兴趣^{①②③④}。

值得一提的是，我在国外发表的《科学发现的采掘模型》，其中对凝聚物理学发展的预测，被高临界超导突破性进展所证实^⑤。1987年，《Scientometrics》主编 T. 布劳温 (Braun) 亲自写信邀请我出任该杂志的顾问编委。1994年笔者进行的数理分析史学研究被国际学术界所厚爱。是年，笔者获得国际普赖斯奖的提名奖。

我的研究成果（其中包括与同行合作的研究报告）亦受到科技界决策部门的高度重视。1991年，《科学学与科技管理》杂志在刊登笔者与梁立明、王元的合作文章：《威布尔分布的普遍性》时，特地加了一个编者按，其中写道：

赵红州同志发现的“科学发现最佳年龄定律”（《自然辩证法通讯》1979年第4期），至今已有12年了。这篇科学学史上的重要文献，已经被国内外数百名学者所引证，并且为我国科学家队伍的年轻化做出了重要的政策性贡献。利用这个规律，赵红州对中国人才未来十年的预

① Zhao Hongzhou (赵红州), An intelligence constant of Scientific Work, *Scientometrics*, 1984, Vol.6, No.1, pp.7~17.

② 赵红州：《科学能力学引论》，科学出版社1984年版。

③ Zhao Hongzhou (赵红州), Shifting of World's Scientific Center and Scientist's Social Ages, *Scientometrics*, 1985, Vol.8, No.1~2, pp.59~80.

④ Zhao Hongzhou (赵红州), Life-Span and pvecocity of Scientists, *Scientometrics*, 1986, Vol.9, No.1~2, pp.27~36.

⑤ Zhao Hongzhou (赵红州), Scientific discovery as nining, *Speculations of S. & T.*, 1986, Vol.6, No.2, pp.135~151.

测，已经被实践所证实，尤其是他对我国科学“人才沉谷”（或曰“人才断层”）的预言及其对策，现在仍不失其政策意义。为了进一步揭示这一规律的定量表示，赵红州同他的同行们又面壁10年，发现“科学发现定律”乃是一种威布尔分布。这种分布的科学含义是，科学家社会群体在什么年龄发现科学成果很像一条悬链究竟在什么样的作用力下最容易断裂的行为一样。同样，传统的科学知识的链条在什么时候最容易断裂，这要取决于科学家群体的社会年龄。我们期望，这篇文献能同样引起学术界和政策学界的关注。

实践证明，数理科技史学，作为对科学史的数理分析，是一个很有前途的研究方向。为了推动数理分析史学的学科发展，我特地将20年来的研究成果，撰写成一本专著《科学史数理分析》，献给读者。

笔者借此机会，感谢蒋国华教授、梁立明教授、唐敬年教授、郑文艺副教授、李亚平副教授、熊学敏工程师。他们作为我的同行弟子，先后参与了这些研究工作和翻译工作，并且出了不少好的主意和思路，成了笔者的“先生”。笔者还要感谢河北教育出版社及其李连保和杨惠龙编辑，是他们慧眼识珠，在商品经济大潮中，资助出版了这本专业极强的学术著作。我的夫人李立英同志百忙中为该书认真缮写、制图和校对。对她的劳动，笔者同样表示感谢。

赵红州

1996年1月1日



作者简介

赵红州，研究员，1941年生于河南郑州。1964年南开大学物理系毕业，先后在中央马列主义研究院、中共中央政策研究室、中国科学院物理研究所、高能物理研究所、中国科协科技培训中心、中国管理科学研究院工作。曾任中国管理科学研究院副院长兼院学术委员会副主任、科学学研究所所长、中国科学学与科技政策研究会副理事长。主要著译有《科学能力学引论》、《大科学观》、《科学和革命》、《科学的科学》、《科学计量学指标》、《科学发现年龄定律》。主编有《政治科学现象》、《大科学年表》等10余部，发表论文500余篇。独立地发现了世界科学中心转移现象(即汤浅现象)、提出了科学能力学的概念、大科学发展的动力学模型、科学发现采掘模型等。曾任国际著名期刊《科学计量学》(匈牙利)和《技术分析和战略管理》(英国)编委，并赢得了1994年度国际普赖斯科学计量学奖提名奖。1989年、1990年分别被美国和英国人物传记中心列为世界名人。

科学历史的沉思
对历史的宏观思考
科学学的起源
科学史数理分析
科学的精神与价值
“三文”文化论
生态文化论
科学的力量

策 划\ 赵红州
责任编辑\ 杨惠龙 杨玉岭
 孙新龙 李连保
 张贻珍
特约责编\ 田卫平
装帧设计\ 张志伟 刘 昕
内文设计\ 赵中伟

目 录

第一章 近代科学史缩影	1
第一节 文艺复兴中的意大利科学	1
第二节 英国革命时期的皇家学会	7
第三节 法国近代科学的崛起	11
第四节 德国科技称雄百年	15
第五节 美国的“大科学”	19
第二章 科学家社会年龄分析	25
第一节 从汤浅现象谈起	25
第二节 科学家人数及其社会平均年龄	27
第三节 科学发现的最佳年龄	33
第四节 最佳年龄问题	41
第五节 智力常数与科学革命	50
第六节 最佳年龄定律与科学中心转移的关系	52
第七节 最佳年龄谱是一种威布尔分布	64
第八节 威布尔分布的普遍性	76

第九节	科学创造年龄谱的相似分析	88
第十节	科学家的寿命分布与早慧问题	100
第三章	科学发现的学科分析	108
第一节	“带头学科”与“当采学科”	108
第二节	“当采现象”	114
第三节	“当采现象”的转移方向	118
第四节	“当采学科”掘进的历史条件	122
第五节	关于“回采现象”	124
第六节	当采速度的“面积恒等原理”	126
第七节	当代的“当采学科”	128
第八节	当代“当采学科”的预测问题	131
第四章	基础学科的结构分析	137
第一节	材料	137
第二节	学科权重	138
第三节	学科权模	141
第四节	学科结构的偏振度	142
第五节	60年代以后基础学科结构变化	144
第六节	中国基础学科的结构问题	149
第七节	世界基础学科结构的构局 与中国学科政策	152
第五章	科学知识的波谱分析	155
第一节	科学指数增长规律	155
第二节	技术指数增长规律	158
第三节	阶梯式指数增长规律	164

第四节	指数增长的波动现象	168
第五节	科学知识的波谱分析	172
第六节	科学知识与文艺知识波谱结构的比较	181
第七节	科学知识的演化	190
第八节	科学知识系统的壳层模型	203
第六章	科学知识结构的物理分析	208
第一节	科学知识创造的“三极管模式”	211
第二节	知识单元的假说	221
第三节	对指数增长规律的微观解释	227
第四节	知识单元的静智荷的表示	231
第五节	知识单元的动智荷及其表示	252
第六节	物理定律的智荷值的确定	257
第七节	物理定律静荷值分布的分维结构	269
第八节	物理定律的知识熵表示	273
第七章	科学系统的发展及其社会物理学问题	286
第一节	现代科学系统作为线性系统的可能性	287
第二节	科学发展的动力学模型	293
第三节	不同历史时期科学能力诸要素的 有机构成问题	301
第四节	科学发展的指数与非指数增长问题	303
第五节	大科学时代科学系统能控性问题	304
第六节	科学系统的稳定性问题	305
第七节	科学系统的惯性问题	307
第八节	社会物理学问题	315

第八章 未来科学中心的数理史学分析	344
第一节 近代科学中心转移的政治背景分析	345
第二节 近代科学中心转移的生产背景分析	360
第三节 社会的科学能力与科学中心转移 的关系	362
第四节 美国科学中心地位的衰落问题	366
第五节 下一个科学中心是谁?	378
第六节 科学文化的特长周期涨落现象	380
第七节 未来属于社会主义的东方大陆	382
跋 我是怎样同科学学结缘的	386
附录	396

第一章

近代科学史缩影

近代科学史和现代科学史，是进行宏观数理分析的最好素材。一方面，科学内史可以提供重大科学成果编年通史性的分析数据，另一方面，科学外史又可以提供科学社会条件的社会学研究对象。为此，我们不妨先对近、现代科学史作一次简要的科学社会学的回顾，并且沿着近、现代科学活动中心在世界各国的转移路径，分别对意大利、英国、法国、德国和美国科学事业的兴衰荣辱做一番扼要的历史考察。

第一节 文艺复兴中的意大利科学

文艺复兴运动——欧洲史上极其重要的历史时期，也是古希腊文化之后欧洲文化史第二个黄金时代。它是反封建、反教会神权的一次思想大解放，意大利科学正是伴随着文艺复兴运动而兴隆起来的。

意大利的佛罗伦萨是文艺复兴运动的中心。洛伦佐执政时期，新兴资产阶级已经把佛罗伦萨建设成西欧艺术、科学、哲学、史学和教育的文化中心。为了抵御封建教会的压力，他们迫切希望有一种思想上的力量，来扫荡神学世界观的污泥浊水。他们打着“复兴”古希腊、古罗马文化的旗帜，在意识形态领域，展开了一场对封建教会斗争的新文化运动。

一、传播科学观念的前驱

文艺复兴运动不仅使资产阶级在上层建筑领域赢得初步的胜利，而且也给近代科学的诞生和发展提供了社会条件和经济土壤。在意大利的城市里，画家、诗人、哲学家和学者，往往集聚在银行家和富商的家里讨论学术。像德·美第奇于1438年创办在佛罗伦萨的第一个近代科学院，就是一个例子。他们冲破神学的思想框框，做了许多离经叛道的创造性学术活动。

1543年，哥白尼出版了他的《天体运行论》，第一次提出太阳中心论，取代了沿习千年的托勒密“日心论”，极大地震撼了教廷。

宣传哥白尼学说的著名学者乔丹诺·布鲁诺不仅以思辨的方式，达到了哥白尼日心论的高度，而且还进一步猜测到，在太空不止一个太阳，而且有无限多个像太阳系这样的恒星。他甚至最早提到了能量守恒的思想，认为“在这个变幻不定的世界上，惟一永恒的东西是构成万物之基础的创生时的能量”。

布鲁诺在西欧宣传哥白尼的新宇宙观，反对经院哲学，这便激起罗马教皇的恐惧和仇恨。但是，布鲁诺临危不惧，他说：“高加索的冰川，也不会冷却我心头的火焰。即使像塞尔维特那样被烧死也不反悔”，“为真理而斗争是人生最大的乐趣”！公元1600年，“真理的儿子”布鲁诺，终于被罗马教廷用火烧死在鲜花广场。临刑前布鲁诺高呼：“火不能征服我，

未来世界会了解我，会知道我的价值！”

二、高扬科学精神的旗帜

意大利科学所以能在极其艰难的社会条件下发展起来，多亏资产阶级革命在意识形态领域里对封建神学的斗争。文艺复兴运动中主要的哲学思想，乃是人文主义理论。赞美人，赞美人生和自然，并且崇尚理性与科学。人文主义理论与近代科学世界观有着密切的联系。科学世界观同样是崇尚理性，尊重人的创造力的。在人的创造力面前，自然秘密不断揭示，上帝便越来越没有地位。在扫荡腐朽的神学世界观方面，近代科学在意大利几乎充当了清道夫的角色。

文艺复兴时期著名的人文主义者让·裴纳在他的《对话录》中指出：

我们应当为哲学家开辟新的途径，创造新的体系；决不允许诽谤者出声，也不允许古文化施虐，更不允许权威们的盛势，去妨碍那些想要发表自己意见的人们的自由。显然，每一个时代都有自己的收获，都有机会产生自己的新作家和新技术。在我们时代，沉睡了12个世纪后而光荣复苏的艺术和科学就要出现了。现代艺术与科学的光辉不但不比古代逊色，而且比古代更加光明。在任何方面，我们的时代用不着自轻，也不必在古代文明面前低徊叹吟……我们眼前的这个时代正在做着古代人梦想不到的事情。

三、敢于向神权和学术权威挑战

正是在这种思想解放的历史条件下，才出现以伽利略为代表的科学思想，开始全面地对古代亚里士多德思想体系的怀疑