

冯之浚 赵红州

蒋国华 著

JI HUA WEI LAI

计划未来

——科学学与科技政策专论

广西人民出版社



祝贺中国科学学与科技
政策研究会成立十周年

计划未来

J I H U A W E I L A I

冯之浚 赵红州
蒋国华 著

广西人民出版社

(桂)新登字 01 号

责任编辑 温六零

责任校对 张 平

计划未来

——科学学与科技政策专论

冯之浚 赵红州 蒋国华 著

广西人民出版社出版

(邮政编码: 530021)

南宁市河堤路 14 号)

850×1168 1/32 开本

11 印张 274 千字

广西新华书店发行

广西区教委印刷厂印刷

1992 年 12 月第 1 版

1992 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—1500 册

ISBN 7-219-02223-9 / C · 30 定价: 7.00 元



冯之浚 管理科学工作者。1937年生于北京。现任全国人大常委，全国人大教科文卫委员会委员，民盟中央副主席，中国科学学与科技政策研究会副理事长。主要著作有：《领导科学基础》、《现代化与科学学》、《决策与软科学》、《科学学基础》、《科学与文化》。



赵红州 科学学工作者。1941年出生，河南省温县人。现任中国管理科学研究院副院长，科学学研究所所长，中国科学学与科技政策研究会科学计量学专业委员会主任，国际性杂志《Scientometrics》和《Technology Analysis Strategic Management》编委，《科学学研究》、《科学学与科技管理》、《知识工程》等期刊编委。主要著译：《科学能力学引论》、《大科学观》、《科学计量学指标》等。



蒋国华 科学学工作者。1944年出生，江苏省无锡人。现任中央教育科学研究所教育情报研究室副主任，联合国教科文组织北京教育学术交流中心秘书处成员，中国管理科学研究院副秘书长，中国科学学与科技政策研究会科学能力学专业委员会主任，《科学学与科技管理》、《科技政策与发展战略》、《国外科技政策与管理》、《科学学译丛》等杂志编委。主要著译：《科学学的起源》、《科学的科学》、《科学计量学指标》等。

目 录

前言

科学学理论

科学演化的历史与潜科学	(5)
科学发现的采掘模型	(22)
“冷核聚变”的科学学思考	(37)
科学学的核心学科:科学计量学	(43)
引文计量与同行评议	(59)
知识:打开自然宝库的“金钥匙”	(64)
无量的知识价值	(70)
科学时代的反科学思潮	(80)

科技政策研究

中国的科学	(105)
中国科技发展战略研究	(124)
高等教育的社会功能	(138)
现代科技发展与高等教育改革	(155)
科学文化与决策	(185)

软科学与现代决策	(192)
产业政策研究	(220)
面对世界城市化趋势的挑战	(233)

科学与未来

未来的科学	(249)
预测与战略	(267)
战略与战略研究	(286)
走向未来的艺术、科学、哲学	(312)
未来在召唤科学帅才	(336)

前 言

奉献在读者面前的这本书，系作者近期内，就科学学研究中的有关问题所发表的论文。这些论文，经广西人民出版社温六零同志的精心策划，出色编辑，俨然成为一本逻辑清晰，文风统一，浑为一体的著作，这是我们始料未及的快事。因此，这本书是作者与编辑共同劳动的产物，我们既尊重他们的创造性的劳动，又由衷地感谢他们的热情和好意。

科学学在我国的兴起与发展，已经经历了 10 个春秋。今年是中国科学学与科技政策研究会成立 10 周年，我们作为科学学事业的参与者和研究者，值此 10 周年纪念之际，以自己的作品来表达我们的欢悦以及对同仁们的敬意，当是一件十分惬意之事。

科学学是一门新兴学科，它是科学技术日益成熟、壮大的标志，它是实践的呼唤，时代的产物。科学学对科学技术而言，是一种“反思”、“反省”，是一种“升华”。科学史的发展，犹如人生一样，有它幼稚、成长、壮大、成熟的不同发展阶段。孔子说：“三十而立，四十而不惑，五十而知天命，六十而耳顺，七十而从心所欲，不逾矩。”一个人到了“不惑之年”，就应领悟人生意义，来一番“既以往之不谏，知来者之可追”的反思与反省，以利更好、更自觉地生活下去。科学也是如此，随着科学技术的规模越来越大，科学技术的发展越

来越快,科技对社会的影响越来越广泛,科学技术也需要反思自身,以总结过去,发展现在,计划未来。这一番省悟功夫的理论产物,在我们看来,就是科学学。这本书所涉及的方面虽多,然而其中大多是环绕两个“眼”展开的,一是科学学自身的研究,二是科学学的应用,包括科技政策,科学决策,科学规划,科技管理……。而两个“眼”的目的,皆在于计划未来,因此取名为:“计划未来——科学学与科技政策专论”。

科学学是一门软科学,软科学则需要硬功夫,这既是学科发展的重要条件,也是我们努力的方向。这本书的内容距离“硬功夫”的标准尚远,但我们将不断努力去追求它。这种追求,不是个体的行为,而必须是集体的智慧。近代学者有训:“板凳须坐十年冷,能治浮躁;面壁十年图破壁!疗救轻薄。”吾等浮躁、轻薄之处,在所难免,纰漏错谬,情多惶恐,乞望不吝赐教。

作 者

1992年7月

科学学理论

近代世界与先前各个世纪的区别，几乎每一点都能归源于科学。

——J·D·贝尔纳〔英〕

科学演化的历史与潜科学

任何科学都有自己演化的历史，任何科学都在演化中形成自己的知识结构。从演化的观点看，潜科学是科学的胚胎和幼年期（或者称准科学和前科学）；从结构的观点看，潜科学又是科学知识坐标图上的联合王国（即包括准科学、前科学、超科学和部分伪科学在内的广大领域）。

一、科学的演化及其结构特征

（一）准科学 （Para—Science）

科学演化的第一阶段乃是准科学时期。它像科学的胚胎一样，孕育在社会的实践活动中。“准科学”的概念，最早是萨尔顿（G·Sarton）于1952年提出来的。它主要是用来表达那些不成熟的科学。普赖斯（D·Price）在描述这种“准科学”的特征时说：“在一些准科学的行业里，常常充盈了从科学前沿退下来的人员，因而编写回忆录和政治声明，便看作是这些荣誉退休科学家的一种合适消遣”。

从这些描述可以看出，“准科学”具有如下几个特征：

第一，概念的不确定性。准科学是刚刚从经验事实中分离出来的思想片断的堆砌。它的存在形式近似于回忆录，又像自然哲学。有些思想是客观事实的正确描述，有些思想则是准科学家们直觉的猜测。有些描述是经过认真的观察后的记录，有的描述甚至是道听途说的转叙。因此，不同的人，对同一自然现象的描述全然相反；同一个人在不同时候的观点也会大相径庭。像早期的静电知识就是这样。同是一种异常电荷之间的相吸而后又相斥的现象，却被不同学者描述成五花八门的东西。有人认为电是流体，有人则认为电是机械的粒子，无重无形的“怪物”等等。这是准科学的鲜明特征之一。

第二，智力常数较低。由于准科学形态的科学没有形成固定的概念，因而科学观察和实验，只停留在表现和演示的阶段。人的主观因素，不能反馈于自然现象，进行更有计划和更加典型的实验。所以，获得每一项成果无须消耗多大的科学创造力。这就有利于非专业性的广大群众来实现这种活动，提出更多的新观点和新概念，为科学向高一层次的演化准备丰富的思想营养。

第三，知识熵极大。准科学领域人多，思想活跃，思路的变化极快，因而，知识熵也就十分高。这种极大的知识熵，乃是从事科学创造的极好条件。由于思想解放，没有条条框框，一张白纸，好画最新最美的图画，历史上，许多民间的天才人物，正是在这种高熵的创造势场中成就自己的超科学的大业的。

但是，必须注意，高熵的知识势场只是提供创造的可能性，并不等于现实性。事实上，准科学阶段由于没有既定的科学概念，经验事实积累得再多，也不会大幅度地提高科学劳动的智力常数。

（二）前科学 （Pre—Science）

随着科学的演化，许多概念在准科学的后期逐步稳定下来，有

许多概念又综合成新的概念。比如，加速度的概念，就是在速度和时间的概念基础上综合成的。但是，只有科学的概念，并不等于科学的定理、定律和理论，只有把几个不同的概念连系在一起，并用数学的工具把它们表达成一定的公式时，才可以形成定理或定律。这就是说，在完成这一重要的飞跃之前，必须完成由概念向知识单元的过渡。知识单元是定量化的科学概念。比如“力”，古人云，“力者，形之奋也”。但是，当人们用 $\vec{F}$ 来表达力的时候，就达到知识单元的水平，它代表一个势场的梯度 ($\vec{F} = \frac{\partial u}{\partial r}$)。如果人们把力 (F)，距离 (S) 两者连接成 $F_1 \cdot S_1 = F_2 \cdot S_2$ ，这样，就得到杠杆定律。

经验性定律和表象理论的出现标志着前科学的到来。像古代的阿基米德的静力学，伽利略的运动学，都属于这种“前科学”的时期。

“前科学”的重要特征就是诸学蜂起，百家争鸣。因为“前科学”多数属于表象理论，它是科学家从各个不同侧面观察和研究事物表现效应的结果。这样，有多少个研究者，就必然有多少种认识。况且这种认识是依局部事实为依据的，因而，可以说都是“持之有故”的科学。它不像准科学时期那样科学概念极不确定。相反，前科学时期的概念十分确定，这种确定性是如此牢固，以致它在百家争鸣中能抵御批评的重炮，提出反驳的理由，找出反驳的事实根据。

但是，正因为要批评或反驳对方的批评，使对方的逻辑陷于荒谬的境地，就要设计新的观察和实验，就要进行演绎或推论。这样，无形中就把手智力常数不断提高起来，像化学中柏托雷与普鲁斯特在定组成定律方面的争论；巴斯特与维勒在发酵问题上的争论，把化学研究的困难程度提高许多倍，以致使早期那些使用简单观察仪器的化学家失去了发言权。

有趣的是，“前科学”时期的争论，无论怎么激烈，但是谁也不能取代谁。换句话说，“前科学”时期，科学存在的形式乃是“多重态”的科学。科学一旦失去“多重态”形式，达到了统一的认识，或者达到了只有两家共处的局面，前科学时期就结束了。因为相对统一的认识，就意味着科学规范的形成。而科学规范的形成乃是常规科学的标志。

（三）常规科学 (Normal Science)

常规科学是一种带有某种确定科学规范的学问。它的存在形态基本上是稳定的、高智力的、低熵的知识体系。无论是应用科学规范去“提示事物的本质”，“提高认识这些事实的精确性”，^①还是判定规范所能预测的新的实验事实；无论是利用已有规范去“消除某些残留的难题”，还是把规范当成现成的武器，去反对和证伪那些“异己的”理论。它们用以思考问题的哲学原理，它们用以论证命题的科学方法，它们用以确定事实的实验手段，它们用以测度现象的标准，以及他们处理整个科学问题的社会的、经济的、心理的、历史的价值标准和模式，都具有某种不证自明的一致性。有时，尽管在常规科学的王国里，也发生这样或那样的纷争，但是，那都是次要、枝节上的分歧。在根本的科学基础问题上，它们是完全一致的，它们构成了排斥异己的所谓“科学共同体”。他们的目的是“按常规，并不是发明新理论，他们也往往不能容忍别人的这种发明”。^②

常规科学最大的特点，就是它是一种高度积累性的活动。换句话说，在常规科学领域里，智力常数与知识熵成反比。常规科学的这一特征，恰恰是判别其性质的重要依据，也是科学管理上

① T·库恩，《科学革命的结构》，上海科学技术出版社（1980），第21页。

② T·库恩，《科学革命的结构》，上海科学技术出版社（1980），第20页。

的一个有效参量。

(四) 后科学 (Post—Science)

常规科学时期往往是科学发现的当采时期。像 16、17 世纪的力学；17、18 世纪的热学；19 世纪的化学；19、20 世纪的电磁学；20 世纪中期的核科学等等，都是当时的常规科学，亦是当时的当采学科。

但是，一旦常规科学无“矿”可采，或者说，一旦常规科学丧失解决难题的兴趣和能力，那么，“后科学”时期就到来了。

“后科学”是智力常数极高的科学。它的基本任务就是把常规科学中发现的规律更加数学化，更加理论化。像 18 世纪到 19 世纪初，为了使牛顿力学更加完美的分析力学，就耗尽了当时欧洲最有才华的数学家（伯努利、达朗贝尔、拉格朗日、哈密顿、雅考卑和赫芝等）的智力。^①

但是，也应当看到，“后科学”又是创新精神极差的科学。正因为“后科学”理论形态的完美性，这就完全排除了任何在这个方向上的创新活动。谁要是在“后科学”的领域里有一点点新的思路、新的尝试，那就要遭到来自四面八方的十分严肃的重炮轰击。牛顿派在 18 世纪对光的波动说的围剿，就是一个实例。有时候，“后科学”又表现为令人惊异的顽固性，它们像科学上的“遗老遗少”一样，与新兴科学相抗衡。这只要看看普利斯特里对“燃素说”的顽固态度就明白了。1800 年 1 月他在写给林德赛的信中说：“我对自己的立场信心十足……虽然我几乎是孤立的，我并没有失败的恐惧”。^② 普利斯特里作为一位杰出的化学家，也是一位典型的后科学家，由于后科学的僵死的教条，使氧气的伟大发

① G·伽莫夫，《物理学发展史》，商务印书馆（1981）。

② 省 R·柏廷顿，《化学简史》，商务印书馆（1979），第 129 页。

现，在他眼皮下悄悄地溜过去了。而正是这一发现，又导致化学史上的重大革命。

实际上，后科学乃是孕育着科学革命的学科。所谓“危机”，正是后科学僵死的信条与新科学事实之间激烈冲突的结果。那些遭到后科学体系排斥的知识单元和科学概念，反复地得到新的实验事实的支持，顽强地打入知识幔层，在后科学的知识体系中造成一种异己的思维势场。客观上造成了后科学知识硬核的“畸变”。随着这种新的知识单元的量的积累，总有一天会导致后科学体系的土崩瓦解。这就是科学革命的到来，也就是更新的知识体系的形成。后科学在这里，如同“白矮星”一样，既是一切科学星辰的归宿，又是一切新科学星辰的爆发起点。后科学在科学史上具有一种相当有趣的历史功过。

“后科学”高难的智力常数，往往是一个科学家水平的标志。但是“唯后科学”观点又是一个科学家思想老化的标志；同样，一个国家的科学事业，如果没有“后科学”研究领域，就不能上升为世界科学中心的地位。但是，如果这个国家全被“后科学”所充斥，那么，这个国家的科学事业就会完全丧失科学的创造能力，结果，随之而来的必然是科学事业不可避免的衰落。“后科学”的这一特征，乃是科学管理中必须注意的大课题。

（五）超科学 （Super—Science）

在知识坐标上，有一个区域远离“准科学——前科学——常规科学——后科学”的演化主序列，处在主序列的右上方。它既有极高的智力常数，又具有极强的创新精神，（即知识熵甚大）。这种智力超常的科学，往往被人视为科学上的“开米拉”（Chimera），并且招来传统科学洪水般的洗劫。但是，正是在洪水过后，剩下的矮小的生物背景，才更衬托出起它那高大的科学身躯，也许只有在这时候，人们才会在科学的原野上，重新发现它们，把它们

请进科学庙堂，在历史早已给它预备好了的席位上光荣就座。

“超科学”在科学史上表现为三种不同形式：

第一，智力超常的科学发现，也有一个“早慧”问题。一般来说，当某种科学发现一旦快要实现的时候，总是有一群人几乎同时到达成功的顶点，以致于后来酿成关于发明权的无休止的争论。但是，总有一部分人，无论在选题上，还是思路上，无论是智力，还是知识，都远远超出一代人的水平。他们所做的科学发现和发明，常常是常规科学家（即使是大科学家）“完全不能理解”的。这一点，法国科学院应当比谁都清楚，因为正是它的几个数学权威，曾经把伽罗瓦的群论这一杰出成就，压制了几十年。^①

第二，超出“当采学科”很远的课题。我们知道，在人类历史上，一个时期重大的科学发现总来源于一个物质层次（或几种运动形式），即所谓“当采学科”。一般来说，在“当采科学”里选题是最容易突破的，就像在富矿层采矿一样，必然是硕果累累。但是，有时个别科学家超出当采层次，进入深层的探索。这时他们所做出的猜测，所发现的理论，都是世人不能接受的。例如，1815年，“当采学科”正处于原子层次，人们根本没有想到核层次的问题。这时，蒲劳脱却根据原子量每每是个整数这一事实，提出氢必定是一切原子的共同的基本质料的理论。但是，整个19世纪的实验都证明，原子量愈来愈不是整数。于是，蒲劳脱的理论便“象睡美人一样默默无闻”了。^②只是到了100年后，即1913年，通过莫斯莱的X射线光谱学研究，才证明了蒲劳脱的理论的合理性，揭示了原子核带有基本的电荷数。

第三，历史上失传的科学。由于某种现在还不明的原因，人

① A·达尔马，《伽罗瓦传》，商务印书馆（1981），第56页。

② 赵红州，《科学发现的采掘模型》，《科学学》杂志（1981），第1—2期。