

交叉科学文库



论科技政策

夏禹龙 刘 吉 冯之浚 张念椿

光明日报出版社

JIAOCHA KEXUE WENKU

交叉科学文库之十四

论 科 技 政 策

夏禹龙 刘 吉 著
冯之浚 张念椿

光明日报出版社

1988年

·交叉科学文库·

论 科 技 政 策

夏禹龙 刘 吉 冯之浚 张念椿

*

光 明 日 报 出 版 社

北京永安路106号

新华书店上海发行所发行 安徽歙县印刷厂印刷

*

开本: 850×1156 印张: 11.125 字数: 256千字

1988年3月第一版 1988年3月第一次印刷

印数: 1—9000

书号: 13263·01① 定价: 2.90元

序

伊壁鸠鲁之神在世界的狭缝里生活，一代人在伊壁鸠鲁神中间生活。

他们既无有他们长辈们的那种史诗般的英雄履历，也没有他们晚辈们的那种“田园诗”般的现代快乐。

当他们来到科学王国的时候，这里是一派“纳乌夏”（Hayka）气氛；当他们开始耕耘的时候，这里又泛起“赛因斯”（Science）清波。

所以，他们要用两倍的生命，去推动生活的战车。

党的旗帜，他们紧紧跟随；科学的焦点，他们拼命追逐。

他们既做儿子，又当父亲，他们既要革命，又要建设。

科学与生产的交界处，他们去开发；自然与社会之间的处女地，他们去探索。

他们用生命谱写着历史，历史有时却表现得有点吝啬。

自然科学家说，他们不会在“希尔伯特空间”里走路；社会科学家说，他们不会用“科班的语言”进行经典式的临摹。

在革命家的眼里，他们是“承上启下”的模范后生，在企业家的眼里，他们又变成“星期五经济学”里的标准顾客。

别人争相去的地方，他们不会去；别人不愿去的地方，

他们不断去进击。别人欲取的东西，他们不愿取；别人欲弃的东西，他们却恋恋不舍。

当人们都在“赋生命以时间”的时候，他们却“赋时间以生命”；当人们都在寄欢乐于空间的时候，他们却寄空间于欢乐。

……。

啊——他们，

一群科学世界里的“普罗米修斯”，一批交叉科学领域的拓荒者。

他们已经做了什么？

他们将要做什么？

所有这一切，成了外部世界都在竭力窥探的秘密；所有这一切，成了内部世界都在激烈论争的功过！

为了让历史记忆，为了让世人评说，我们出版了《交叉科学文库》——一束历史的花朵。

作为一代人的智慧，作为一种科学观的浓缩，作为一种理想的追求，作为一桩事业的拼搏，……。

这是特殊时期历史交叉的产物，又是特殊领域科学交叉的结果。

采摘这朵奇妙的历史花絮吧！

研究这幅神秘的历史画卷吧！

世纪之交的伟大使者！

中国管理科学研究院

1988年3月

目 录

论软科学.....	(1)
科学学在中国的兴起.....	(17)
论科学技术与科学研究.....	(31)
文明与科学.....	(58)
自然科学与社会科学的汇流.....	(70)
必须重视研究生产力.....	(76)
科学学与社会学.....	(87)
要重视科技史的研究.....	(101)
工业应用研究发展简史.....	(105)
中国近代科技落后的一个原因.....	(120)
内燃机发明的启示.....	(139)
论科技政策的基本原则.....	(157)
当前急需解决的若干科技政策问题.....	(165)
科研体制的任务与准则.....	(170)
新产品研制工作中的问题和改革.....	(175)
清理科技工作中“左”的影响.....	(185)
进行科技体制改革要注意的几个问题.....	(190)
工程技术研究在实现四个现代化中的作用.....	(195)
改革工程研究体制.....	(199)

科技管理体制的一项重大改革·····	(210)
要科学地为咨询、研究和开发业定性·····	(217)
中国科技咨询的兴起·····	(220)
现代科学技术的特征·····	(228)
科学·技术·信息·····	(246)
论科技工作者的横向联系·····	(254)
多学科“立体作战”与科学家的横向联系·····	(259)
全方位地研究科学学·····	(263)
“英国病”的教训·····	(266)
美国科技和经济考察散记·····	(272)
澳、新两国科技与经济结合的若干途径·····	(283)
学术杂志与人才发现·····	(296)
技术开发的类型·····	(300)
技术开发的管理·····	(315)
论研究所的管理·····	(327)
跋·····	(340)

论 软 科 学*

一、软科学的定义

“软科学”是借用电子计算机“软件”的名称而来的。众所周知，电子计算机是由硬件和软件两大部分组成的，硬件是指计算机的贮存器、运算机、控制器、输出输入等设备；软件是指程序系统。软件的重要作用表现在它能有效地提高计算机的使用效率，扩大计算机的功能。

事实上，世界上许多事物都是由“硬件”和“软件”所组成的。譬如，算盘是硬件，而口诀就是软件，如果没有加、减、乘、除一套完整的口诀，算盘的功能就无法发挥。又如，在音乐领域中，交响乐队的音乐指挥并不从事任何乐器的演奏，即不搞任何“硬件”，而是专门研究乐曲的结构，乐队的组成与层次，乐器的配合、协调、功能，即专门搞“软件”。导演就是搞“软件”的人。同样，在军事领域中，参谋也是搞“软件”的人，他们专门研究分析作战技术、装备运用、组织指挥和后勤保障等方面的问题，提出可供选择的作战方案，供军事决策机构参考。

科学也是如此。本世纪以来，现代自然科学突飞猛进，

* 本文原载《科学管理》1981年第2期

一日千里，并以空前的规模和速度应用于生产。因而，必然需要有一门研究“软件”的学科，这门科学不具体去研究一些“有形”的课题(如半导体、激光、物理、化学等)，而是把科学技术作为一个整体，对科学研究工作进行规划、组织、安排、管理、监督以及预测，以提高科研工作的效率和效能，加速科学技术的发展进程。

生产也不例外，由于工业产品的复杂化、大型化和精密化，生产规模的日益扩大，在生产过程中，必然要重视规划、组织、安排、管理、监督、评估和预测等工作，才能保证产品的数量和质量持续上升。

广而言之，对于整个社会的开发工作来说，由于科学、技术、生产的高度发展、整个社会愈来愈科学化了，大量的社会问题也随之而来，诸如环境、生态、交通、城市建设、能源、人口……等，对它们必须要从整体的观点来加以研究，从而寻求较为满意的解决办法。

在这种情况下，软科学作为一门崭新的科学就破土而出、应运而生了。

七十年代初，日本已经展开软科学(Soft Science)的研究。在日本科学技术厅举办的“软科学讨论会”上提出：软科学是在计算机中软件的重要性不断增加，科学技术发生质的变化，以及社会经济对科学技术提出新的要求等的背景下诞生的一门新的综合性科学。他们所给的定义是：“软科学是一门新的综合性科学技术，它以阐明现代社会复杂的政策课题为目的，应用信息科学、行为科学、系统工程、社会工程、经营工程等正在急速发展的与决策科学化有关的各个领域的理论或方法，对包括人和社会现象在内的广泛范围的对象进行跨学科的研究工作”。

因此，他们认为软科学有三个特点：

1. 它不只是以自然现象和科学技术作为研究对象，而是把包括以人和社会因素在内的各种问题作为研究对象；

2. 对上述各种问题从信息和系统方面去把握并研究其解决方法，即它是以软的智能性的技术为主；

3. 它是将宽广领域的知识有机地结合起来使其为不同目的服务的理论、方法和总和。

美国有“政策科学”(Policy Science)，它的含义同日本学者所说的软科学基本上是一致的。

根据现有情况的分析，我们认为：软科学是一门高度综合性的新兴科学，也可以说是一类学科的总称，它们综合运用自然科学、社会科学和哲学的理论和方法，去解决由于现代科学、技术、生产的发展而带来的各种复杂的社会现象和问题，研究经济、科学、技术、管理、教育等社会环节之间的内在联系及其发展规律，从而为它们的发展提供最优化的方案和决策。

因此，软科学是一门着重研究生产力诸因素的科学，这些因素包括科学、技术、管理、教育、人才、技术经济等。因此，软科学的研究范围可以划定为：管理学、系统分析，科学学、预测研究和科学技术论等几个领域。

2. 软科学重点研究各个系统、层次的战略性问题，诸如国家，地区经济开发规划，科学技术发展的社会后果，科学技术政策，学科的发展方向，企业的长远经营规划……等。在研究中，要考虑到自然规律、科学技术发展规律和经济规律的作用，力求符合这些规律的要求。

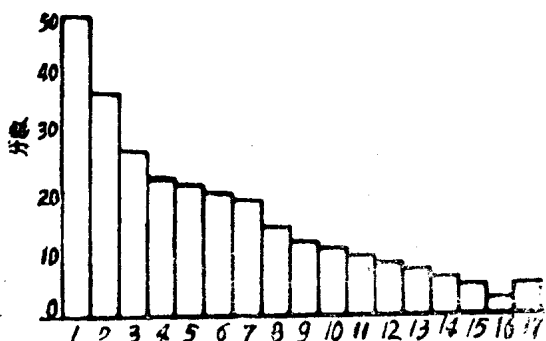
3. 软科学的研究需要发挥高度的智能。对于每一问题的研究，应集合有关领域的专家，开发智力，共同探讨，从而

提出可供选择的若干方案，提供领导部门进行决策。

4. 软科学的研究主要采用系统分析方法，首先建立解决问题的物理模型，进行定性分析；在必要和可能的情况下建立数学模型，进行定量的分析。在整个研究过程中，不是进行对个别事物的分析，而是对整个系统的分析；不是单值的分析，而是多值的分析；不是单一测度的分析，而是多种测度的分析；不仅有纵向分析，而且有横向分析，也就是网络分析。

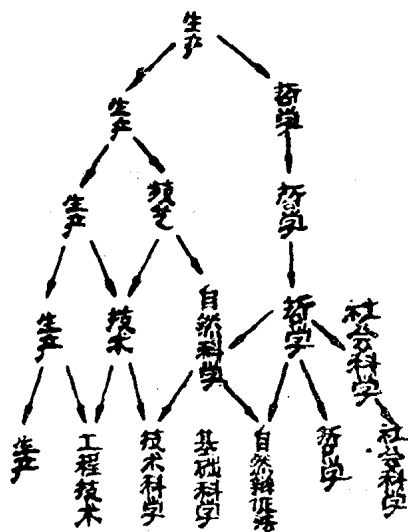
鉴于软科学是一门新兴的科学，尚未定型，它的内涵和外延必然会随着社会需要的变化和研究工作的发展而发展。因此，对其定义的给定，不可能一蹴而就，而只能在其自身发展过程中不断完善和精确化，这也是每一门科学发展的共同特点。

日本曾经对软科学的认识作过测定，其回答经过归纳可以用图1表示。



从图1可见，在日本对软科学的看法也是多种多样的。我们在目前不必花过多的精力去议论软科学的定义、研究对象和研究范围，各种不同看法都可以并存，重要的倒是切切实实地把各方面的研究工作开展起来，为今后较圆满地解决软科学的定义、研究对象、研究范围诸问题创造必要的条件。

从图2可见,科学、技术、生产的发展已经经历了四个阶段。在公元五世纪以前的古代,科学处于幼年时期,它被包含在哲学之中,没有一门学科可以离开哲学的母体,独立出来,技术也十分落后,它依附于生产,处于萌芽状态,农业生产广种薄收,手工业的劳动生产率极为低下。总的来说,科学技术生产的发展是相当缓慢的。



从五世纪到十五世纪的中世纪，在欧洲，科学成为神学的婢女，生产技术基本上处于停滞状态。但是中国在这段时间中，科学技术却是处于上升阶段，造纸、火药、罗盘针、印刷术这四大发明，震惊世界，并且陆续输入欧洲，对欧洲的社会变革发生很大的影响。于是，欧洲开始了“最伟大的、进步的变革”的文艺复兴运动，为科学的大发展创造了有利条件。

1543年，哥白尼发表了《天体运行论》，奠定了“日心

说”，这标志着近代的开始。神学的威力日显衰落，“从此自然科学便开始从神学中解放出来”（恩格斯《自然辩证法》），并且取得了长足的进步。在近代，科学研究的手段和方法，主要依靠观察、实验、计算、模拟、……等，但研究的规模甚小，主要是小手工业的研究方式。在资本主义的生产方式下，科学和技术克服了脱节现象而结合在一起，自然科学第一次为直接的生产过程服务，科学—技术—生产体系开始形成了。

十九世纪末，进入了现代。在物理学上出现了一系列的重大发现，X射线、柏克勒克射线、电子、镭相继被发现，到二十世纪初本来被人们认为构成物质最小“砖石”的原子也被打碎了。科研的规模愈来愈大，成果愈来愈多，科学物化为技术、转化为生产力的速度也不断加快。科学、技术、生产相互作用，形成技术科学和工程技术，出现由基础科学、技术科学、工程技术、生产四者组成的一个完整的体系。在这一体系中，每一环节既是相对独立的、自成系统的，又是整个体系中不可缺少的一部分。

就一个国家而言，如何协调这几者的关系，在不同的时期、不同的条件、不同的经济实力的情况下，建立适合其本国特点的科学技术和工农业生产的体系，对于加速国民经济的发展具有重要的意义。

另外，就一门科学技术而言，它的发展也需要对四个环节进行通盘合理的安排。如激光科学技术，在基础科学方面，主要是物理学上的受激发射原理的研究；在技术方面，包括激光光谱学、非线性光学、集成光学等研究；工程技术就包含了各种激光器的试制、激光材料的应用、以及激光器的新工艺、新用途的研究等等；最后，通过生产环节制造大

批的激光器件，应用于国防、医疗、通讯、农业……等各个领域。非常明显，这四个环节已经形成了一个有机的整体，就象接力赛一样，任何一棒接得不好，都会影响激光科学技术发展的速度。

要协调这四者的关系，确定它们之间的合理的比例，并在不同时期、不同条件下有所侧重，就需要对科学、技术、生产作整体、系统、全面的研究。这项工作单靠从事各门专业研究的科学家来做是不够的，因为他们往往立足于自己的研究部门，不了解全面情况，缺乏全局观点；只有将软科学家和硬科学家配合起来，才能把这项工作做好。

2.从科学研究和生产的规模来看。早期的科研工作，都以个人研究为主，十九世纪下半叶开始，由于学科门类的增多以及由电力工业产生所带来的科技的发展，重大科学技术问题的解决，单依靠科学家个人研究已无能为力了。于是出现了一些为一定科研目的把科学家组织起来的集体研究方式。1871年，英国剑桥大学建立了卡文迪什实验室，它是世界上基础科学领域中的第一个集体研究机构。同时期，电话发明人贝尔在美国波士顿创立了一个研究所，后来发展成为规模巨大的贝尔研究系统。

本世纪三十年代以来，出现了高度综合性的科研项目，如高能加速器技术、原子能技术、空间技术……等，这些课题跨专业、规模大，决不是一、二家集体规模的研究所所能承担的，因此，出现了国家规模的研究形式。这种规模的科研活动在资本主义国家首创于德国，1937年，希特勒花了3亿马克，建立了军事科研中心，制造出V—1、V—2飞弹。1961年，美国组织了为期十年的阿波罗登月计划，动员了42万人，2万家公司，120所大学，耗费了300亿美元，其规模

超过了历史上任何一项科研课题。

随着科学技术向纵深发展，有的研究项目牵涉面广、信息量大，单凭一个国家的力量难以完成，因而需要加强国与国之间的联合研究，跨出国界，进入国际规模的研究方式。如1957年7月到1958年底，有66个国家组织了“国际地球物理年”的考察活动。不久前，世界气象组织又发起了有一百多个国家和地区参加的“全球大气研究计划第一次全球实验”，我国也参加了这次规模巨大的国际性科研项目。

科研规模的不断扩大还表现在投入经费和科学家人数的增长上。

早期，科研费用消耗不多，如美国从1776年至1925年这150年间，科研费用仅为10亿美元，而1979年的预算高达525亿美元。各工业发展国家的科研经费，平均每年增加15%，每五年增长一倍。

同样，从事科研工作的人数也猛增不已，十九世纪末，全世界科学家约五万人，到了二十世纪六十年代，增加到300万人，占历史上科学家总数的90%。目前，全世界科技人员的总数已超过500万，并且还在不断增加。

与此同时，工业产品也逐步复杂化和大型化，如自行车、缝纫机、照相机等产品的零件是一百到一千的数量级，而宇宙飞船、导弹等已经超过百万数量级的水平。

由于科学研究和生产的规模越来越庞大，规划、协调、管理和预测就显得更重要，譬如，研究什么？发展什么？如何研究？如何推广？……这一系列问题，就需要用到软科学。如果运用得好，那就可以做到事半功倍，带来可观的经济效益。如1973年，美国综合研究了空间技术的发展方向，发射了第一颗地球资源技术卫星(ERTS—1)，仅花费了2.7亿

美元，而当年就收益14亿美元；反之，如果运用不当，那就会事倍功半或者一事无成。如七十年代初的美国攻克癌症计划，由于科学预测不准而损失了15亿美元。

3.从科学、技术、生产高度综合化来看。大家知道，现代科学技术发展的一个重要特征就是学科的高度分化和高度综合。加之，学科之间相互渗透，相互交叉，产生了许多边缘学科。目前，学科门类已经超过二千门。

然而，自然界是统一的整体，是一个多层次、多结构、多序列的完整网络，需要人们以“立体作战”的形式对自然界作综合的探索。

综合探索的趋势，首先表现在各门自然科学的发展过程之中。在每门自然科学高度分化的同时，就伴随有综合探索的趋势，如在数学领域中，十九世纪与二十世纪之交，出现的公理化运动。

在现代物理学的研究领域，从三十年代起开始，探索对自然界的四种相互作用力统一起来的理论和方法。

综合化趋势还表现在综合科学和横向科学的出现，综合科学以特定的自然界的客体为对象，采用多学科的理论和方法，进行“立体作战”。综合科学主要有环境科学、能源科学、海洋科学、生态科学、材料科学、空间科学等等。

横向科学不是以特定的物质形态和运动形式为研究对象，而是撇开各种事物、现象、过程的具体特征，用抽象的方法研究它们所共有的某一方面的规定性及其规律。数学可以说是最早产生的横向科学，它是专门研究各种事物的空间形式和数量关系的。新产生的横向科学则有信息论、控制论、系统论等。例如信息论，就是从各种截然不同的事物、现象、过程中间抽象出信息这个普遍的规定性，对其进行计

量、传输、处理、变换、储存的科学。这些学科产生了许多新的特有的概念和方法，为科学的综合化提供了新的途径。

综合化趋势又表现在技术领域之中。七十年代以来科学技术很少有重大的突破，而主要是沿着综合和转移的途径前进。综合化的趋势，导致技术领域中的“种子”型技术，指的是直接来源于科学发现与发明的技术，如原子能、半导体、激光等。

所谓“需求”型技术，指的是从社会市场需要出发，将已知的科学原理和老的技术系统地综合起来，从而形成与原有技术完全不同的新技术。美国阿波罗登月计划总指挥韦伯指出，阿波罗飞船计划中没有一项新技术而都是现成的技术，关键在于综合；同时指出，重大技术的突破现在极少，而各项技术的组合系列化则是发展趋势。日本学者更明确地指出：“综合就是创造”。

同样，在生产领域中也表现出综合化趋势。这是由于生产企业的专业化程度愈来愈高，势必要求生产企业之间的协作更趋紧密，一些大型企业，需要很多中小企业为它们生产零部件，提供原材料或进行工艺处理。例如，美国围绕通用汽车公司，为其提供零部件、原材料和进行工艺处理的企业多达45,000家，其中有二万家左右，仅仅为一百人规模的小厂。

不但如此，一些更大规模的科学——工业综合体，在六十年代以后也陆续出现，在综合体内有大学、科研机构以及不同规模的工厂。如美国马萨诸塞州的大型科学——工业综合体，共有780个工业企业、100所大学和20个政府实验室，工作人员达五万人。

这些科学——工业综合体完全不同于“大而全”，而是一