

交叉科学文库之七

科学教育与科技进步

张碧晖 著

光明日报出版社

1987年

引
主
系
系统
比化
比
科
的

·交叉科学文章·
科学教育与科技进步
张碧晖 著

*

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 上海东方印刷厂印刷

*

开本: 850×1156 印张11.625 字数: 256千
1987年10月第一版, 1987年10月第一次印刷
印数: 1—7,000

书号: 13263·006 定价: 2.90元

607K 25/19

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“纳鸟夏”（Hayka）气氛；当他们开始耕耘的时候，这里又泛起“赛因斯”（Sciencce）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。

有的人把他们称做“顽固的马克思主义者”，也有人把他们看成是“修正主义货色”。

别人争相去的地方，他们不会去；别人不愿去的地方，他们不断去开拓。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》——东历史的花朵。

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

1987.10

目 录

一、科学教育

科学发展与科学教育.....	(1)
二十一世纪——教育世纪.....	(17)
谈谈理工科教育的改革.....	(20)
怎样讲授科学发展规律.....	(32)
新的技术革命与高等教育改革.....	(41)
从“学历社会”到“能力社会”	(50)
高校科研体制改革三题.....	(54)
试论科学教育.....	(59)
科学分类与专业学科体系.....	(71)
方兴未艾的管理教育.....	(77)
英国大学教育一瞥.....	(86)
不光要“诸葛亮”还要建“思想库”	(94)

二、科技进步

关于科技政策的几个问题.....	(96)
技术转移与提高国民经济效率.....	(103)
加强应用研究, 提高平均技术水平.....	(126)

试论消费结构、经济结构与技术结构的协调发展···	(135)
技术进步作用的分析及其因子设计·····	(145)
边远省区怎样制定经济、社会发展战略·····	(160)
略论深加工·····	(170)
行政管理与决策科学化·····	(177)
地区发展战略刍议·····	(183)
管理——犹如乐队的指挥·····	(186)
采各国之长 借他山之石·····	(194)
谈湖北经济发展战略·····	(198)
科学进步与马克思主义发展·····	(206)
英国科学公园的启示·····	(209)

三、科学能力

要重视文献研究工作·····	(213)
科学劳动和科学能力·····	(215)
工程技术能力初探·····	(226)
信息选择与应变能力·····	(234)
科研程序刍议·····	(237)
决策科学化·····	(245)

四、科学与社会

科学竞争与科学合作·····	(238)
落花不是无情物——谈科学研究中的错误与失败···	(283)
科普使法拉弟成了科学家·····	(290)
科学上的“官司”·····	(292)
管理社会学面面观·····	(295)
从荆元慷慨陈词说起·····	(305)

注重研究科学与社会·····	(307)
从科学家到实业家·····	(309)
一次重视科学社会功能的学术会议·····	(312)
科学与社会·····	(318)
理想·事业·友谊·····	(329)
试验科学技术交流的管理·····	(337)
略论科学共同体·····	(342)
访英散记·····	(346)
高技术热中的剑桥与牛津·····	(353)
跋·····	(357)

科学发展和科学教育^①

科学学是从总体上研究科学的本质特征和探索科学自身发展规律的一门学科，它把自然科学当作一种社会历史现象来进行研究。科学教育，作为一种潜在的科学能力，是科学的社会内容，也是科学学要研究的对象。正确认识科学教育在科学发展中的地位和作用，根据科学发展的要求研究科学教育的结构，按照科学发展的规律搞好科学教育，对科学发展关系极大，对促进实现四个现代化有着重要的意义。本文试图从这些方面对科学教育作些初步的探讨。

一、科学教育在科学发展中的地位和作用

社会的思想和理论，来源于社会的物质条件。教育也是这样。科学教育是近代科学发展的产物。它随着生产力和科学的发展，不断改变其内容和结构。科学教育和普通教育既有区别又有联系。普通教育主要传授文化知识，科学教育则

① 本文原载《科研管理》1979年试刊，与姚启和合写。

要培养科学技术人才,提高民族的科学素养,从而提高社会的科学能力。但是,普通教育是科学教育的基础,科学教育是普通教育的延伸。科学教育是科学发展的必然结果,也是科学发展的基础。作为社会的科学能力范畴的科学教育,可以实现科学劳力的“再生产”和科学家水平的再提高,使科学家队伍得到源源不断的补充和改善科学家队伍的质量构成,造成科学家队伍兴旺发达,人才辈出的局面,从而促进科学发展。

纵观世界上科学发达国家的历史可以看出,任何一个国家搞现代化总是从改革科学教育入手的。这主要就是学习外国的先进科学技术,培养自己的科技人才以掌握和创造先进的科学技术(第一个进行产业革命的国家英国例外,其科技力量主要依靠中世纪手工业的传统技术和传统学艺方式)。以实现资本主义工业化为标志的日本明治维新,其基本途径就是学习西方和教育改革。学西方,是广泛而多方面地吸收欧美先进资本主义国家的经验和科技成果;抓教育,是建立近代科学教育制度,用以培养造就新兴资产阶级所需要的各种人才,特别是科学技术人才,使其对引进的西方科学技术成果消化得快,应用得好。从一八六八到一八七七大约十年内,明治维新政府把教育改革作为各项改革的根本一环,提出了包括普及初等教育、创办高等教育和振兴科学教育为主要内容的文教政策上的三条基本方针。明治政府为此不遗余力,尽管当时财源拮据,但对教育的投资却最多,文部省经费高于政府其他各省(部),一八七三、七四两年均在一百四十万日元左右。同时,不断选拔大批留学生赴欧美就学,并不惜重金聘外国教师帮助办近代教育。经过努力,到二十世纪二十年代前后,其教育和科学技术事业已经形成一个完整的体系和一套完备的制度。在第二次世界大战中日本战败,从六

十年代开始，日本能在比较短的时间内跃居世界经济强国，其重要原因之一，就是从明治维新以来，有一个符合日本现代化需要的扎实的科学教育基础，有了坚实的科学力量储备。五十年代后，日本提出了“国际间的经济竞争是技术竞争，而技术竞争又变成了教育竞争”的口号，树立了“教育是最好的投资”的观点。日本的教育经费，从一九五〇年的一千五百九十九亿日元增加到一九七二年的四万另二百四十四亿日元，二十二年增加二十五倍。日本的大学从一九五〇年的三百四十九所增加到一九七五年的九百九十八所，学生数由二十三万五千人增加到二百一十三万六千人。现有三分之一日本的人口受过大学教育。高度发达的科学教育，使日本能在比较短的时间里吸收、消化大量的国外科学技术，发挥出应有效率和功能，并保持了自已的科学发达、经济自主和政治独立。德国和美国也是从科学教育入手达到科学现代化的。德国的工业现代化比英国晚了半个世纪。它赶上英国不是沿用英国的老办法，而是着重于发展科学技术教育和创办高等科技院校。德国不仅在十九世纪六十年代就普及了初等教育，而且中等教育和技术教育以及业余教育也是欧州搞得最好的，其教育经费在当时欧州各国中占第一位。学校不仅强调应用科学教育，也强调基础理论训练，因而当时的德国科学研究水平居欧州的首位。美国也是早就着重通过学校教育来培养科技力量的，历史上著名的“土地赠与大学法”和科学基金法案大大促进了美国科学教育的发展。美国的资产阶级经济学家注意到了所谓跨国性的“知识存量”的作用和劳动质量与教育的关系，尽管它在科学力量方面现在居于资本主义世界首位，但仍然把加速培养高水平的科学人员作为国家的迫切任务之一。据美国劳工部统计，一九六八年，

美国成年工作者（25岁以上）中，有八百五十万人至少完成四年大学教育，三千七百万人高中毕业，不曾受过八年学校教育的大约不到七百万人。到一九八〇年，在成年工作者中，将有一千三百万人至少完成四年大学教育，五千二百万人高中毕业，不曾受过八年学校教育的大约五百万人。美国现有三千多所大学，设立的研究中心和研究所共五千多个。全国十八岁至二十四岁的青年中有三分之一在各类大学学习。与一九六八年相比，到一九八〇年，美国得到学士学位的人数将增加三分之二，得到硕士和博士学位的人数将增加一倍。从一九五〇年到一九七三年，美国虽然经历了五次经济危机，但由于科学教育促进了科学发展，这个时期工业产值仍然增长一点八倍，而在这一时期职工人数却只增加了百分之三十二。

无产阶级专政的社会主义国家更应该重视科学教育。恩格斯说：“过去的资产阶级革命向大学要求的仅仅是律师，作为培养他们的政治活动家的最好的原料；而工人阶级的解放，除此之外还需要医生、工程师、化学家、农艺师及其他专门人才，因为问题在于不仅要掌管政治机器，而且要掌管全部社会生产，而在这里需要的决不是响亮的词句，而是丰富的知识。”（《致国际社会主义者大学生代表大会》）我国的科学技术现代化，需要造就宏大的、又红又专的科技队伍，培养第一流的科学家，要实现科学试验手段和“图书—情报”网络系统的现代化，要建立最佳的科学劳动结构及科学管理，要大幅度提高全民族的科学文化水平，这一切都离不开科学教育。今天，科学教育对于科学发展的作用，不仅在于它能提供一支有发明创造能力的科学研究队伍和适应现代化需要的技术和管理队伍，而且还在于通过它提高整个社会的科学水平，普及、应用和推广科学知识，为更高水平

科学队伍的供给提供保证，同时使社会积累起来的科学知识和生产经验得以保存和传播，作为整个人类的共同财富，一代一代传下去。解放后，特别是文化大革命前，我国的科学教育成绩是很大的。全国各高等院校在十七年中总共培养了一百五十万大学毕业生，全国共有四百多所高等院校和一支拥有十五万人的教师队伍。高等院校已成为我国科学研究的一个重要方面军。当时我国的科学教育除了研究生培养，因为指导教师和仪器设备不足，水平较低外，高等和中等教育水平并不比欧美、苏、日等国低。后来，我们能在没有外援的情况下爆炸原子弹和氢弹、卫星上天，也是和培养出一批在核物理、高能物理等方面的基础科学人才有关的。经过林彪、“四人帮”严重破坏达十年之久后的今天，我们某些基础理论研究仍然能接近或达到世界先进水平，也是因为文化大革命前的科学教育使我们的科学力量有一定的储备。当然，十年中教育事业的灾难性破坏使我们几乎失去了一代人才的培养，这也从反面教训了我们，如不加速科学教育的发展，我们将面临青黄不接的危险。因此，我国的教育事业，特别是科学教育部分，在这次有上有下、有进有退的国民经济调整中，应该是属于上、属于前进的，应该把发展科学教育当作实现四个现代化第一个战役的一项重要措施。

二、科学教育结构的几个问题

科学教育的目的是要造就包括高级、中级和初级不同水平的科学技术人才，提高全民族的科学素养，因而必须妥善解决科学教育的结构问题。一般说来，科学教育结构包括普通教育（作为科学教育的基础来说）、中等专业教育、大学

教育（它是科学教育的核心部分）、科学家的再次教育（包括大学教师的进修提高）和科普教育等几个部分，其中最重要的是大学教育和科学家的再次教育。大学教育是直接造就科学人才的，而科学家的再次教育关系到科学发展的水准。

科学教育的结构要适应科学发展的水平，同时它又直接影响科学的发展。这主要反映在科学队伍内部的一些比例关系上，包括高级、中级、初级科技人员的数量，理论研究和实验人员的数量，以及各专业科技人员的数量，能否适应国家发展当前和长远的需要，它们之间的比例是否合理。我们认为，当前要特别注意研究和解决以下三个问题：

1. 发展中等专业教育，为科学发展提供必需的初级科研人员和科研辅助人员。从为科学发展培养初级科研人员或科研辅助人员来说，中等专业教育同样是科学教育的重要组成部分。因为一个国家的科学队伍是由高级、中级和初级研究人员组成的。虽然一般说来高级研究人员的比例要高，但在科学队伍中，高、中、初级科学人员的数量应保持一定比例关系。不培养出一定数量的初级科研人员，就会影响科学研究的效率和社会协作，同样不利于科学水平的提高。在这方面，国外有一些数据可供我们参考：

表 1 1966—1975年西德的研究人员数

年 分	总 计	其		中
		研究人员	研制人员	辅助人员
1969	248,819	76,332	72,885	99,602
1970	268,000	82,500	78,000	107,500
1971	295,236	90,206	84,565	120,465
1972	299,000	96,000	84,500	118,500
1973	303,835	101,020	84,010	118,805
1974	303,500	102,500	95,500	105,500
1975	303,304	103,857	100,276	99,251

表 2 1968—1973日本研究部门的研究人员数

年 分	研 究 人 员 人 数			
	总 人 数	研 究 员	助理研究员	其 它
1963	284,281	117,567	66,776	99,938
1965	323,800	137,607	75,936	110,260
1967	348,994	160,060	80,058	109,876
1969	390,747	180,509	70,767	143,971
1971	455,003	220,002	80,194	154,807
1973	490,634	257,999	80,720	151,915

此外,美国科研人员与辅助人员的比例是1:2~2.5,苏联是1:3~3.5。理论研究与实验人员的比例苏联认为应达到1:20。

上述美、日、西德研究人员和辅助人员的比例比较接近,均为1:1~2左右,这是由于他们具备现代化的辅助手段(例如计算机)而使科研人员的辅助工作时间大大减少,提高了工作效率。我国一九五八年以前曾经把大学和中专学生的比例定为1:4,是适应当时科学发展需要的。近十多年来,中等专业教育受到严重摧残,一大批中等专业学校被撤销,中专毕业生大大减少,造成科研队伍中各种人员的内在比例失调,已经带来了不良后果。例如现在大学和研究机关的教学、科研辅助人员,实验室工作人员,图书资料人员都严重不足。在科研中的研究人员用于研究的有效时间经常是不到三分之一,一个重要原因就是缺乏科研辅助人员的配合,诸如一些采购材料、设备的后勤工作也得由研究人员去完成,这是人才上的很大的浪费。根据我国现在的实际情况,科研辅助人员应该有比较大的比例。

2. 对于大学专门人才的培养,各专业之间也要有一定的比例。这牵涉到专业设置和改造等一系列复杂问题,既要考虑到当前国家经济情况和学校现有基础条件,又要能适应

科学技术和国民经济发展的需要。总之要处理好当前和长远，需要和可能，重点和一般，理论和应用等方面的关系，总结我国解放以来的历史经验，博采各国之长，形成特色，走出适合自己情况的道路来。目前我国大学教育中，培养理科人才的学校少；工科院校基础课师资严重不足，许多工科专业理论基础薄弱；师范教育不论在数量上和质量上都远远不能适应需要；经济管理方面的专业很少。这些问题已经在国民经济和科学发展中反映出来，带来了不良的后果。这些比例失调的情况，必须认真加以调整。而且，科学教育是潜在的科学能力，科学人才的培养要有一个比较长的过程，不是马上可以见效的。因此我们的眼光也要看得远一点，而不要仅仅局限于当前生产的需要。在当前我国国民经济的调整中，如何考虑科学技术发展的客观规律和国民经济发展的长远需要，在国家统一规划下，通盘考虑，使各方面各专业的科技人才的培养有一个恰当的比例，也作到有计划按比例的发展，这是科技政策方面一个十分重要的问题，有必要进行认真地调查研究。大学教育是一个国家科学教育水平的主要标志。近年来各发达国家非常重视对研究生的培养，他们的大学师资和高级研究人员基本上都是研究生毕业的。例如一九七六年美国在校研究生数达到一百三十二万人，约为一九六〇年的四倍，比大学生增长的比例大得多。美国一些著名大学的研究生约占学生总数的百分之四十左右。我国目前的大学学生占人口比例很小，研究生的培养更适应不了科学发展的需要，应该采取多种切实可行的措施使其有较快的发展速度。

3. 抓紧科学家的“再次教育”，提高现有科学家的水平，改善科学队伍的质量构成。我国的高等教育中断了多年，这在各国历史上包括战争时期都是罕见的。随着文化大革命

前培养出来的科技人才年龄日益增大和科学家队伍年龄老化,青黄不接的矛盾还会进一步尖锐。因此应当采取一些非常措施加强“再次教育”,使我国的科学家队伍得到补充和提高。派遣出国进修、考察、搞研究工作和请外籍教师来我国讲学都是加强“再次教育”的有效办法。我国现有的一些知名的科学家,例如科学院的学部委员,绝大多数是在外国留过学的。他们中许多人学术造诣甚高,当前和今后仍然是我们发展科学事业的学术领导力量,应该充分发挥他们在培养高级科学人才中的作用。为了培养我国第一流的科学家,我们要大胆地面向世界,进入世界,大力加强国际学术交流,积极参加国际学术会议。要逐步建立更加灵活,更合乎现代科技工作特点和人才成长规律的制度,如建立高等学校和研究机构、生产单位的科技人员互相兼职工作或短期交换的制度,建立访问、讲座制度,建立工作几年以后可以离校或离所到外单位工作一段时期的制度等。高等学校教师参加科研是“再次教育”的比较好的途径。为了搞好“再次教育”,还有必要建立我国的学位、学衔制度。

三、认识科学规律,搞好科学教育

科学教育既要受教育本身规律的制约,又要适应科学发展的客观规律。在科学教育对科学发展的作用日益增大的情况下,研究按照科学规律搞好科学教育就更是十分必要的了。

1. 科学的日益综合化趋势,要求科学人才的培养,必须打好深厚的理论基础和有较宽的知识面。

随着科学的发展，人类对自然的认识，从对各种个别的和特殊的现象或过程的认识，发展到对它们之间联系的更深入了解，并在一些本质问题上找到共同的基础。其结果一方面是学科愈来愈多，分工愈来愈细，研究愈来愈深入，另一方面是学科间的互相联系愈来愈密切。科学的这种综合化发展趋势，主要表现在学科之间的相互渗透，产生了许多新的边缘学科或新的生长点。例如生物化学，生物电子学，射电天文学，宇宙医学等等，都是由两个或两个以上学科相互渗透而产生的新学科。科学的综合化，使得用一个领域的技术（实验的和理论的）去解决另一个领域的问题这种科学方法的转移，成为当前科学发展的重要途径。同时，数学正日益广泛与其它学科相互渗透，与科学数学化相联系的自然科学理论愈来愈抽象化、使得这些科学理论的综合性和概括性也更强。

科学的这种综合化趋势，要求科学教育培养出知识面宽、探索能力强的科学人才，这就要抓好打基础这个重要环节。不重视基础的大学充其量只能培养出技术工人，而不能培养出好的研究人才。近代以来一些有重大成就的科学家，往往同时是精通几门基础科学的专家。跨越本学科而在相关的别的学科上取得突出成就的科学家，在科学史上也是不乏其例的。在现代，许多自然科学家也往往是“一专多能”的。例如，现在的生物学家如果不更多地学习一些现代物理学、生物化学和应用数学的知识，是很难适应现代生物学发展需要的。要培养出基础厚、知识面宽的人才，就必须改变我国大学五十年代以来理工分家的不合理的结构，实行理工、理农、理医结合，并向综合性方向发展。我国的一些重点大学，要真正办成既是教学中心，又是科研中心，也必须具备多科性