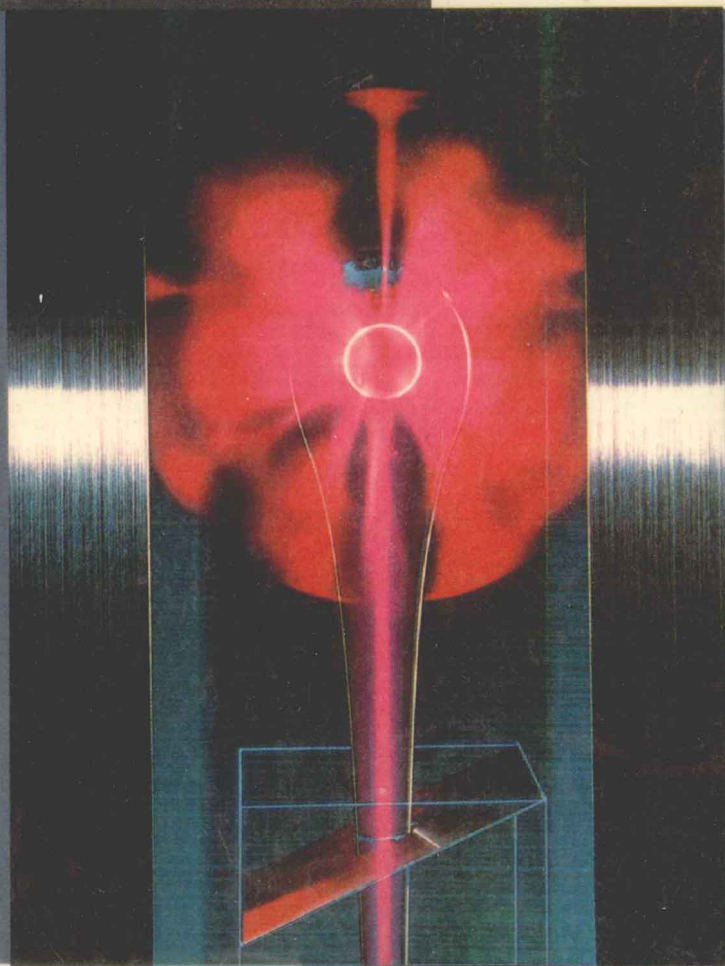


KEXUEJIAOYUDEGONGNENG

科学教育的功能

116



辽宁教育出版社

科学教育的功能

关成志 主编

王剑辉 关成志 胡军 林承志 编著
徐炎章 郭淑范 贾丽辉 张新力

辽宁教育出版社

1995年·沈阳

辽新登字 6 号

科学教育的功能

关成志 主编

王剑辉 关成志 胡 军 林承志 编著
徐炎章 郭淑范 贾丽辉 张新力

辽宁教育出版社出版、发行
(沈阳市北一马路 108 号) 沈阳新华印刷厂印刷

字数: 140,000 开本: $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张: $6 \frac{5}{8}$

1995 年 3 月第 1 版 1995 年 3 月第 1 次印刷

责任编辑: 王丽君 责任校对: 文 西

ISBN 7-5382-4051-9/C · 142

定价 4.00 元

如发现印装质量问题, 请与印刷厂调换

绪 论

科学教育是指为培养人的科学素质而从事的教育。如果说教育包括德育、智育、体育等几方面，显然，科学教育属于智育方面。在智育这个框架里，科学教育是与文艺教育、宗教教育、军事教育等平列的。

从学科上划分，如果把全部两千多个专业归纳为七大门学科，即物质学科（包括物理学、化学），生命学科（包括生物学、医学和农学），环境学科（包括大气学、天文学和地学），数学和计算机学科，工程技术学科，心理学科和人文社会科学学科，那么，前面六大门学科就组成了我们所说的科学教育的这个大学科群。

科学是关于自然、社会和思维的知识体系，是一种在历史上起推动作用的革命力量。科学可以转化为直接生产力，离开科学就不会有产生现代化和社会现代化。而科学的发展取决于人才的培养和文化知识的继承与发展，这两者都要依靠教育，教育是科学之母。科学教育的主要目的是提高人的科学素质，了解科学知识的本质，准确地掌握科学概念、原理、原则及理论，并能灵活地运用这些知识于自身所处的环境；提高科学道德水平，树立科学精神，学会运用科学的方法来解决问题，对自己所处的环境有深刻的认识，形成宽宏、积极的观点；认识科学与技术之间的相互影响，以及它们与社会各方面的密切关系；能够掌握一定的操作技巧，创造性地发展科学技术。总之，“科学教育的最大特点，就是使心智直接与事实联系，并且以最完善

的归纳方法来训练心智；也就是说，从自然界的直接观察而获知的一些个别事实中得出结论。”^① 由于科学教育具有这些特点，因而它是国家的一项重要“资源”，对于促进人类的文化建设、经济发展、精神文明、社会进步等是其他任何教育所无法代替的。19世纪英国科学教育的积极倡导者、著名自然科学家、教育家赫胥黎也曾对科学教育的作用给以很高的评价，他指出“对于民众的幸福来说，科学教育比许多社会改革更重要；对于工业进步来说，科学教育是它的必要条件。”^②

科学教育区别于其他教育的本质特征，主要有以下几点：

1. 客观性

科学是实践经验的结晶。客观事物和规律是不以人的意志为转移的，因而科学内容和原理具有客观性。例如，重量单位，美国人用公斤，而英国人用英磅，尽管所用名称不同，但它们之间都可以换算，所表示的都是物质的重量。又如，马铃薯在我国不同的地区叫法不同，有的把它叫做土豆，有的叫白薯，但实际上是指同一物种。尽管同一事物可能因人、因地不同而产生不同的名称。但该事物仍然是客观的，内在本质是相同的。由于科学知识的客观性，要求科学教育也具有客观性。

2. 理智性

科学是用逻辑和概念等抽象形式反映世界。科学教育培养人具有理性的思维，帮助人们认识并揭示事物发展的客观规律，探索客观真理，作为人们改造世界的指南。因而科学教育是理智性的教育，不允许信口开河、随意胡编、主观臆造。科学教育促进人们哲学思维，养成理性思考的习惯，克服主观主义和盲目性。

①、② 《科学与教育》人民教育出版社。

目 录

绪论.....	1
第一章 科学教育的文化功能.....	1
一、科学教育与智力培养.....	3
(一) 科学教育对科学知识的传授作用.....	3
(二) 科学教育对智力的发展作用	10
二、科学教育与思维发展	13
(一) 思维及思维科学的基本概念	14
(二) 科学教育对思维发展的影响	19
(三) 科学教育与科学思维	24
三、科学教育与科学发展	27
(一) 科学教育与自然科学发展的关系	28
(二) 科学教育与社会科学发展的关系	47
第二章 科学教育的经济功能	54
一、科学教育与技术的发展	57
(一) 科学与技术的关系	58
(二) 技术发展的规律	64
(三) 科学教育对技术发展的影响	69
二、科学教育与生产力的发展	75
(一) 科学教育与生产力的关系	75
(二) 科学教育对生产力发展的影响	79

三、科学教育与国民经济的发展	86
(一) 科学教育对国民经济的促进作用	86
(二) 科学教育投资与国民经济的发展	88
第三章 科学教育的思想教育功能	106
一、科学教育与科学世界观的形成	106
(一) 科学具有世界观职能	107
(二) 科学教育的核心是世界观教育	112
(三) 科学教育与科学世界观的形成	115
二、科学教育与科学精神的培育	123
(一) 通过科学教育培育客观精神	124
(二) 通过科学教育培育理性精神	126
(三) 通过科学教育培育实证精神	129
(四) 通过科学教育培育进取精神	132
三、科学教育与科学道德的陶冶	135
(一) 科学教育与爱国主义情操的培育	135
(二) 科学教育与献身科学崇高志向的确立	140
(三) 科学教育与实事求是作风的培养	145
(四) 科学教育与集体主义协作品德的陶冶	150
(五) 科学教育与高度责任感和义务感的形成	157
第四章 科学教育的社会功能	160
一、科学教育与社会发展	161
(一) 社会与社会发展变化的规律	162
(二) 科学教育在社会发展中的作用	167
二、科学教育与社会控制	176
(一) 社会控制的基本概念	177

(二) 科学教育在社会控制中的作用	184
三、科学教育与人们的生活方式	191
(一) 生活方式的基本概念及其影响因素	191
(二) 科学教育对人们生活方式的影响	196
后记	199

第一章 科学教育的文化功能

人类文化有一个极其重要的特征，这就是：它只能学而知之，而不能通过遗传的方式获得。这就决定了人类文化从她产生的那天起，就与人类教育有着不可分割的关系。由于科学教育是人类文化科学知识的传递、保存和延续过程。因此这便是科学教育的文化功能的一个部分。

科学教育文化功能的第二部分是科学教育具有活化文化的功能。文字和科学技术的发展，为人类保存文化提供了多种多样的方式和可能，从而使人类文化可以免遭由于人类个体生死交替而带来的流失之害。为了实现这一功能，只有通过科学教育。这是因为，首先，只有科学教育才能把人类文化科学知识直接转移到人的载体上，使特定文化与人的观念、智慧、意志、情感建立联系，从而使特定文化呈现出参与人类生活和生产的高度活跃状态。例如，使各种知识和技能成为人们改造自然和社会的重要手段，使各种理论和观点成为人们继续探索的起点。其次，只有通过科学教育人们才能找到活化文化知识的有效途径和方法。如，只有掌握了计算机的语言和技术，我们才能把各种文化特质储存在计算机中并在需要时将其检索出来。另外，通过科学教育，可以大大提高人类智力的发展水平以及人的情感、意志、性格的完美程度，从而提高活化文化过程的准确性

和有效性。

科学教育也具有选择文化的功能。在现代，各国在选择一种文化的某些部分作为教育内容时，一般考虑到以下几点。第一，选择社会主流文化的基本要素和基本精神；第二，选择能促使学生在德、智、体、美等几方面都获得发展的基本文化要素；第三，选择有利于科技进步、生产发展和生活质量提高的实际应用率较高的文化要素。

科学教育还具有整理人类文化的功能。人类文化要想保存和发展，就必须依附于某种载体，而保存和传递载体容纳程度的有限性，又决定了在依附过程实现之前，必须有一个精心的整理过程。教师虽然在不断地创造着文化，但更主要的是整理、选择人类文化。可以说一系列经过系统整理过的从幼儿教育到研究生教育的教材，正代表了当代人类文化最基本、最精彩的要素。科学教育之所以具有整理人类文化的功能，首先是因为它本身具有整理人类文化的要求，文化本身的浩大繁杂和年轻一代的身心特点，决定了只有经过精心整理的文化，才易于被年轻人理解和接受。其次是因为教师具有整理文化的能力，他们不仅有渊博的知识，而且懂得人类掌握文化的基本特点，经过教师整理的人类文化，易被人们所认识和掌握。

最后，科学教育具有创造与更新文化的功能。前面已经谈过，通过传递、保存、活化、选择和整理等方式，科学教育已经显示了对文化的巨大影响。但上述几种方式是植根于原有文化的基础上，仅仅依靠这些方式远不能适应当代文化更新发展的需要。与传统教育相比较，科学教育创造和更新文化的功能日益充分地显示出来了。其主要表现如下：

第一，为社会文化的不断更新发展提供大量具有创造活力的人。

第二，现代教育与文化创造紧密结合，成为促使文化变革发展的一个重要因素。

科学教育之所以具有创造与更新文化的功能，一是因为学校里集中了一批具有创造能力的人，他们是进行文化创造的主力军；二是因为现代科学技术发展迅速，若把科学教育与科学研究完全割裂开来，学生就无法学习最新的科学文化知识并掌握进行科学研究和发明创造的方法。

以上我们对科学教育的文化功能做了简要分析和论述。下面我们将具体分析一下科学教育的文化功能。主要以科学教育与智力的培养、科学教育与思维的发展、科学教育与科学的发展三个方面进行论述。

一、科学教育与智力培养

（一）科学教育对科学知识的传授作用

1. 科学知识的特点

知识有各种层次，有日常生活的知识和生产、社会活动经验性的知识，也有理性化的科学知识。任何知识都是以实践为基础的，都是对事物原则上正确的反映。

生活知识和经验知识一般地只归结为对事物的确认和描述：日出而作，日入而息；劳动者会利用杠杆，商人懂得用秤和货币，如此等等。这些知识可以以文字、以风俗习惯、以生产工具和以生产方式等形式记录和保存下来，世代沿袭，以保证人类生产和社会活动的继续。

但人类不会满足于这种知识，它不仅需要确认和描述事实，而且要解释事实、理解事实、改造世界。这就要建立特定的概

念和概念体系去反映事物的本质和规律，预见并驾驭事物的发展，在现实世界面前取得更大的主动权。古代人从经验中发现3、4、5个单位长度可以拼成直角三角形，而数学家则进一步揭示还有别的比例的长度也同样可以拼成直角三角形，而且证明这样各种比例的组合是无限多的。数学家还进一步证明直角三角形还存在不能直观的许多性质，如勾股弦定理。这样就把知识从特殊上升为一般，从经验上升为理性，由有限提高到无限，并用数学概念体系把这些知识固定下来，世代相传。

可见，科学这种精神产品，不但是知识的一部分，而且是知识的最高形式。科学就是指反映现实世界规律性的、由各种相互联系的概念构成的、发展着的知识体系。它包括以自然界为研究对象的自然科学，以人类社会为研究对象的社会科学，以人类思维为研究对象的思维科学等三大门类。

科学知识具有区别于生活知识、经验知识的特点：

①全面性。全面性是科学知识的基本特征。事物的本质和规律就是事物全部现象和过程中的一般的東西。它能解释全部有关现象，既能说明过去和现在，又能科学预见事物未来发展的趋势和方向。全面性不能理解为穷尽有关研究对象的一切个别事物，这样就无异于让人们对无限的事物作完全归纳。由于在实践中总会遇到未预计到、未认识到的方面，因此，科学知识也要不断丰富、修正和发展。

②系统性。无论微观、宏观、宇观的事物，都是作为系统而存在的，即是由不同地位、不同作用的部分结合为不可分割的有机整体，并表现为总体上的新的性质和功能。科学知识既然对事物的正确反映，也应该体现为科学的系统性质。科学知识的各个部分不能是简单的堆积和机械的加合，而应具有系统性。

物质系统之间是有横向联系的，反映事物各系统的科学知识也应有横向联系。牛顿力学、热力学、电动力学原来都是各自独立的体系，能量守恒和转化定律的发现，把这三种理论统一为更广阔的物理学理论体系，正确地反映了事物系统的相互联系又相互转化的客观规律。这种横向联系的发现是理论综合的一种形式，是科学认识的飞跃。

事物的系统又是分层次的、有纵向联系的。反映世界的科学理论也是有层次的，不同高低层次之间有包含相容的关系。在物理学里，宏观世界、微观世界的规律是分别发现的，统计物理学把两者沟通了，解释了宏观物质运动的微观机制，也解释了微观物质运动的宏观表现形式。这种纵向联系的发现，是理论综合的又一种形式，是科学认识在更深刻意义上的飞跃。

客观世界的系统性，无论从横向还是从纵向上看，都是不可穷尽的。科学知识对它的反映也是不会终结的。

③逻辑性。逻辑性是科学知识的极其重要的标志。科学知识是一种具有严密逻辑联系的概念、范畴的体系，是思维高度组织化、有序化的表现。

同一客观过程可以用不同形式的科学概念去反映，这种形式上的差别并不妨碍它们在实质上的统一。如果不同形式的科学概念只是反映客观过程的某一侧面，那么它们总会在新的、更高的概念及其理论中达到统一。比如关于光的微粒说和光的波动说，都有自己的实验根据和理论体系，但都不能解释光的全部现象，它们后来在光的波粒二相性的新概念体系中终于达到了更高的统一。

④客观真理性。所谓客观真理性就是我们的认识是客观世界的本质和运动规律的正确反映。唯一能证明认识客观真理性的办法，就是实践。

然而检验真理的实践又是复杂的，它既确定又不确定。所谓“不确定”，就是肯定了人类实践总是受一定历史条件的限制，受生产工具和实验手段的限制。有时不成熟的实践“肯定”了不成熟甚至错误的理论。如在 20 世纪以前，原子似乎确实不可再分。有时实践还未发展到足以检验理论的地步，只好使许多科学假说悬而未决。但实践又是“确定”的，即若把实践的检验看作一个过程的话，新的科学实验迟早会改正原来不深刻的认识，纠正原来的错误“判决”。而且，凡是合乎科学规范的实践在检验科学真理的过程中，总是有其一定的、合理的、正确的部分。地心说后来虽被日心说否定了，但原来实践检验过的关于行星与太阳之间相对运动的科学概念却被保存下来了。所以实践作为无限发展中的历史过程，又是绝对可以信赖的，是可以通过自己运动开辟科学前进的道路。

2. 科学教育对科学知识的继承普及和创新

科学知识的一个极其重要的特征，就是：它只能学而知之，而不能通过遗传的方式获得。这决定了科学知识从她产生的那天起，就与教育特别是科学教育有着不可分割的关系。科学教育是科学知识的传递、保存和延续、普及的过程。马克思指出：“再生产科学所必要的劳动时间，同最初生产科学所需要的劳动时间是无法相比的，例如小学生在一小时内就能学会二项式定理。”^①科学知识的普及和再生产，能够以最快的速度把科学知识灌输到社会中去，使之在整个社会普及，为整个社会所掌握，并在实际中广泛应用，改造社会生产和生活的各个方面。这样，就必须通过教育的途径，特别是通过科学教育的途径，把人们在生产实践、科学实践和其它各种社会实践中获得的经验、知

^① 《马克思恩格斯全集》第 26 卷①，第 377 页。

识和理论，经过筛选，加以集中，并使之在短时间内传授给受教育者，存储于他们的头脑中。通过科学教育，劳动者获得和掌握了各种专业知识，就能够使科学知识在他们身上再生产出来。在这个意义上说，科学教育的过程实际上就是一个科学知识的普及和再生产过程，是一个科学知识发挥自身的社会作用，实现自己对社会生产和生活的改造与控制的一个不可缺少的过程。

科学教育对受教育者来说，主要是学习历史上积累起来的前人创造的科学成果和科学知识。自然科学有强烈的继承性，它总是在不断积累的基础上向前发展，也总是可以被后人所继承，并在继承的基础上进行创新，如此不断发展。

科学教育使受教育者有可能全面继承前人积累的科学成果，首先是科学思想、科学方法和科学精神以及表现它们的科学理论，其次是科学资料，这些都是科学创新中不可缺少的条件。科学教育对前人的继承还有一个重要特点，那就是这些科学遗产已经过教育者的整理和系统化，构成了有关学科的课程。通过科学课程使受教育者能尽快继承前人的成果，迅速达到科学前沿，进入科学创新境界。

3. 科学教育的新课题

在科学教育发挥对科学知识的继承、普及和创新作用的同时，科学知识的不断发展与完善向科学教育提出了新的课题——智能教育。这一课题是现代科学知识发展的特点所要求的。现代科学知识具有以下特点：

① 知识更新周期的缩短

当代科学技术的飞速发展，使科学知识更新的周期越来越缩短。据统计，十八世纪时知识更新周期为 80—90 年，十九世纪到二十世纪初期缩短为 30 年，近 50 年来又缩短为 15 年，如

今，一些学科领域中的知识更新周期已缩短为 5—10 年了。知识更新周期的缩短表现在以下几个方面：首先是从科学上发现和技术上新发明转变为产品的时期越来越短；其次是机器设备的更新时间也日益缩短；再次是新产品、新技术的陈旧周期也大大缩短，一项新产品要不了多久就会老化，而被更新的产品替代下来。

② 知识量指数增长

知识的变化除了表现为知识更新周期的缩短，还表现为知识的量的指数增长上面。大量统计资料表明，知识量的增长与时间并不是呈线性关系，而是与时间的平方成正比，两者之间是一种指数增长关系。因此，愈到近期，知识量增长愈快。这种知识量呈指数增长的现象，人们常形象地称之为“知识爆炸”。

“知识爆炸”现象对教育领域中的“仓库理论”提出了严肃的挑战。“仓库理论”认为“脑子”是储存事实的“仓库”，教学就是用知识去填满“仓库”，学习就是获取知识，知道的事实越多，知识收集得越多，则越有学问。因此，“仓库理论”十分重视记忆，认为记忆是积累知识的最佳方法。

把人的大脑仅仅视为“储存事实的仓库”的观点是片面的。根据心理学家的研究，大脑有四个功能区域：（1）是从外部世界接受感觉的感受区；（2）是将这些感觉进行收集整理的贮存区；（3）是评价收到的新信息的判断区；（4）是按新的方式把已有知识和新信息结合起来的想象区。由此可见，贮存功能仅是大脑功能的一部分。如果仅把大脑视为“储存事实的仓库”，一味追求知识量的储存，将会造成大脑功能发挥的不平衡性，扩大了贮存功能，却压抑了其它三个功能。然而，科学史上大量事实证明，缺乏判断能力和想象能力的人，是很难在科学上做

出出色的贡献的。爱因斯坦曾经说过：“想象力比知识更重要，因为知识是有限的，而想象力概括着世界上的一切，推动着进步，并且是知识进化的源泉。”

更为重要的是，“知识爆炸”的发生，新知识的巨流排山倒海般地涌来，使大脑这个“仓库”，无法包容如此巨大的知识。据德国学者哈根·拜因豪尔统计：“今天的科学家，即使日以继夜地工作，也只能阅览有关自己这个专业的世界上全部出版物的5%”。国外心理学资料表明，大学生听一次学术报告所记得的内容，6天后是30%，一个月后则是20%。因此，一个大学生即使拼命地攻读，也很难读完、记住他将来从事工作所必需的知识。所以，国内外许多学者都积极提倡用电子计算机来代替人脑的贮存。钱学森对此也作了专门论述^①。他谈到采用计算机贮存情报、图书、文献资料的好处时说：“脑子不要花在记忆上了，那脑子还干什么？从繁重性记忆脑力劳动中解放出来的人，将有可能把智慧集中到整理人类的知识，全面考察，融会贯通，从而能搞更多更高的创造性脑力劳动。人将变得更加聪明，人类的前进步伐更将加快。”

知识更新周期的缩短，“知识爆炸”的事实，给科学教育提出了新的要求。首先，必须大力加强基础理论知识的教学。面临知识更新周期的缩短，一个大学生无论他所学的专业知识多么“现代化”，若干年后，就会碰到专业知识过时的问题。据美国统计，一个大学毕业生在学校学的专业知识，5年就有一半陈旧过时，10年之后则基本上全部过时。因此，只有让学生牢固地掌握宽厚的基础理论和基础知识，毕业后才能比较顺利地适应日新月异的新情况。其次，必须不断更新课程。由于知识更

^① 钱学森：《科技情报工作》，1979年，第7期。