

上海科学技术出版社

TANJIU NENGLI

青少年科学素养丛书

缪克成 编著

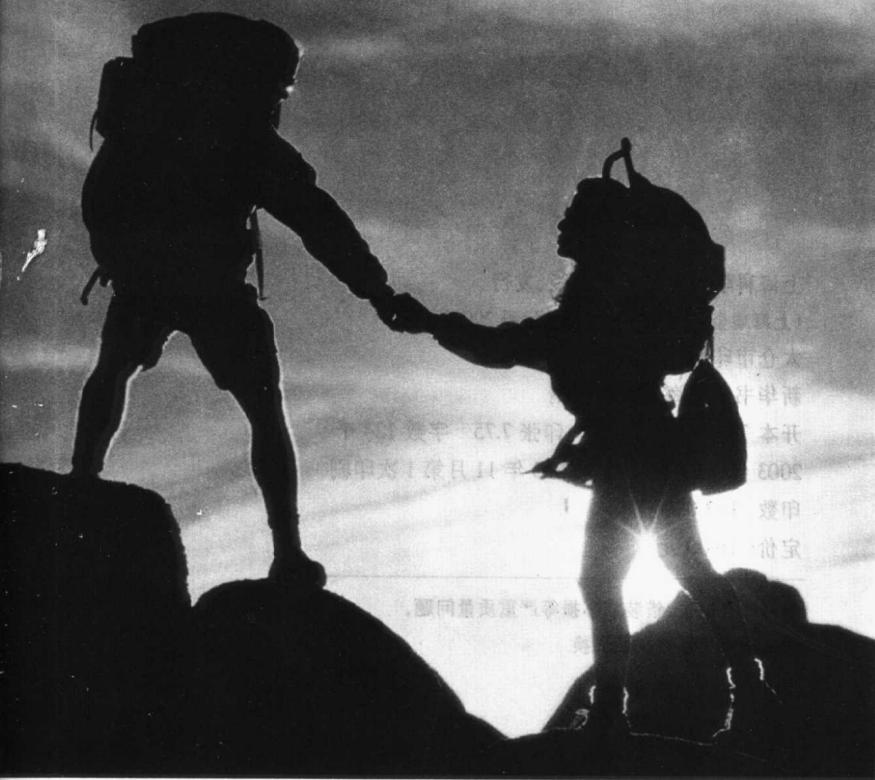
探究能力

青少年科学素养丛书

探究能力

缪克成 编著

上海科学技术出版社



图书在版编目(CIP)数据

探究能力 / 缪克成编著. — 上海: 上海科学技术出版社, 2003.11

(青少年科学素养丛书)

ISBN 7-5323-6904-8

I. 探... II. 缪... III. 中学生-科学研究-能力培养
IV. G632.46

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 084379 号

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号 邮政编码 200020)

太仓市印刷厂有限公司印刷

新华书店上海发行所经销

开本 787×1092 1/32 印张 7.75 字数 124 千

2003 年 11 月第 1 版 2003 年 11 月第 1 次印刷

印数 1-3 000

定价: 16.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,

请向本社出版科联系调换

内 容 提 要

本书是《青少年科学素养丛书》中的一本，这套丛书是为提高我国中学生的素质而编写的。

探究能力是21世纪人才的必备素质之一，对探究能力的培养，是当前我国素质教育中的一大任务。探究能力，作为人们探索、研究自然规律和社会问题的一种综合能力，通常包括提出问题的能力、收集资料和信息的能力、建立假说的能力、进行社会调查的能力、进行科学观察和科学实验的能力、进行科学思维的能力，等等。本书就是从这些能力的培养和形成着手，深入浅出地介绍了一些行之有效的方法。本书内容生动，文字流畅，还运用了大量科技史料，富含哲理，给人以颇多启迪。

《青少年科学素养丛书》编委会

主 任：李铭俊（中共上海市科技党委书记）

副主任：陈积芳（上海市科协副主席）

李健民（上海科学学研究所所长）

凌同光（上海市科普教育委员会常务副主任）

徐 枫（共青团上海市委副书记）

袁运开（原华东师范大学校长）

委 员：赵卫建（上海市科协普及部部长）

凤慧娟（上海市教委科体艺处处长）

王顺义（华东师范大学教授）

缪克成（华东师范大学教授）

陈敬全（东华大学副教授）

主 编：袁运开、王顺义

全面推进青少年的素质教育是全面贯彻党的教育方针，深化教育改革的根本性任务。面对科学技术的迅猛发展、知识经济时代的加速到来，国际竞争日趋激烈，新世纪我国现代化建设将面临更为伟大而艰巨的任务，提高整个国民的科学、文化素质就显得更具重要性和紧迫性。在这样的情势下，教育战线全面推进素质教育工作的步伐必须加快。我们身为教育工作者，深感责任在肩，希冀能尽绵薄之力，为学校教育作点补充，在青少年科学素养的提高上，提供一些帮助。正是有鉴于此，我们在有关科学、教育行政部门领导同志与上海科学技术出版社的支持下，编写了这套《青少年科学素养丛书》。概括起来讲，它有以下五个方面的特点：

一是鲜明的时代性与针对性

从我们选择的丛书各册的主题，读者就可以清楚地看出时代性与针对性这一鲜明特点：

对运动、变化着的物质的自然界构建起完整的图景，形成辩证的自然观与完整的科学思想，是树立正确科学观的基础，也是引导中学生克服因课堂分科学习而造成的知识割裂缺陷、培养综合运用科学知识实际问题能力的有效途径。在当今自然科学呈现出的结构性整体化、综合化的发展趋势面前，让未来的年轻一代及早比较正确而又全面地认识自然、认识科学，就显得十分必要，且更具战略意义。正因为这样，所以，我们编写了以阐述上列内容为主的《科学思想》。

探索、研究自然规律和社会问题的能力，是每个青少年终身学习和工作所必须具备的素养。在激烈竞争的新世纪，其重要性

就显得更加明显。当前，在我国基础教育的科学课程改革中，十分强调变学生被动接受式学习为主动探究式学习，着力培养他们的科学探究能力，其目的正是要从根本上扭转青少年学生中存在的死记硬背、高分低能的现状，这是全面推进青少年素质教育中特别应当引起关注的重要环节和关键所在。所以本丛书把《探究能力》也单列一册。

没有创新意识，就说不上探究，当然也就不可能产生有新意的想法，更谈不上会形成新的科学发现或技术发明。实际上，创新意识是与丰富的想像力紧密相连的，它充分体现了人的认识的能动作用，青少年往往都有好奇心，他们都潜存着创新意识的种子，教育者的任务就在于启迪、引导他们，把潜在的东西迸发出来，发芽、开花、结果，不断发扬光大。“创新是民族的灵魂，是一个国家兴旺发达的不竭动力”，为迎接未来的科技挑战，提高全民族的创新意识已成为当务之急。所以，在我国全面推进青少年素质教育的进程中，把培养创新精神与实践能力作为改革的重要目标。正基于此，本丛书对《创新意识》作了比较详尽的阐发。

在高节奏的、开放的竞争环境中，正处于心理成长期的青少年，如果缺乏健康的心理素质，就会经受不住外界的压力和干扰，一旦遭遇挫折，便会垂头丧气，甚至失失常态而不能自拔，丧失继续前进的勇气，有的还会产生轻生的念头，甚至导致轻生的悲剧。而当前在广大青少年学生中，心理脆弱而不能保护自己者，确有相当大的比例。所以，引导青少年了解心理成长的过程、特点与影响成长的因素，自觉认识和维护心理健康，以适应自身成长的需要，实为当前学校、家庭与社会教育中一项十分迫切的任务，为此，我们编写了《心理健康》这一分册。

随着科技发展和社会现代化进程的加快,人们合作共事的重要性更突出,尽管人与人之间的竞争日益加剧,但在应对自然界的挑战面前,更需要相互间的和睦共处和交流合作。这已成为人们能否生存于这个世界中的重要因素。最近抗击SARS的过程,即是明证。所以,培养青少年具有符合道德规范的人际交往的素质与能力,实为当今学校、家庭与社会教育中的又一重要职责,为此,我们又编写了《人际交往》这一分册。

其二是科学与人文素养教育的深层渗透

翻开丛书各册,读者随处可见到:凡论说的提出、阐释或展开,都大量渗透着科学精神、科学思想、科学知识、科学历史或科学方法,有的则以文化典籍、古今中外科学家和政治家的著名论说、治学为人的事迹融入其间,青少年朋友从这里不仅可以接受到与论述主题相关的素养教育与引导,还能得到大量科学精神和人文素养的熏陶与启迪。

其三是理论与实践的紧密结合

在各册丛中,作者在作理论阐述的同时,都紧密结合历史的或现实的案例加以说明。历史的案例绝大多数都选择著名自然科学家或人文、社会科学家的给人启迪、催人奋进的事例;现实的案例则多取自名家的活动实例,有的还选用了青少年学生的现实生活情节。对内容作这样的处理,不但有助于把道理讲透,对青少年读者来说,还会感到很形象、很具体,便于他们接纳。

其四是行文流畅、深入浅出

丛书各册都通俗易懂、深入浅出、行文流畅,青少年朋友读来不会感到艰深难懂,相反,只要认真去阅读,就一定会感受到在轻松愉快中吸取了知识与智慧,从而越读越爱读,希望能从中

汲取到更多的精神食粮，来不断充实自己，完善自己，使自己的科学素养能上一个新台阶。

其五是教师心声的呼唤

由于丛书的作者都是大学里有丰富教育、教学经验的老师，对中学也有一定的接触与了解，他们对当代青少年的所思、所想、所需都了然于胸，因此，他们才能行文如流水行云，不断迸发出热切希望青少年同学尽早成才的心声。

当然，受时间与水平的限制，且编写这种模式的青少年科学素养丛书是一种新的尝试，大家都缺乏经验，因此，不足甚至错误之处在所难免，欢迎广大读者随时指出，以便再版时修正。

原华东师范大学校长、教授 袁运开
国际欧亚科学院院士
2003年8月

人类已进入崭新的世纪，在新世纪，培养和造就青年人要有新的思路。面对知识经济的崛起和经济的全球化，我国正需要一大批有为的青年人，而青年要成为有理想、有道德、有作为、有成就感的人，就一定要重视科学方法，注重提高科学素养。探究能力是现代青年科学素养中的重要部分，也是21世纪一代新人所必须具备的素质之一。因此，对青年进行探究能力的培养，具有十分重要的意义。

进行探究能力教育的现实意义，还在于它是全面实施素质教育不容忽视的环节。目前不少学校的教师、领导已开始注意到这个环节对青年成长发展所具有的深刻意义。因为一旦缺少这个环节，整个素质教育链就会中断，全面实施素质教育就等于是纸面文章，培养出来的青年学生依然是高分低能。

正因为如此，我们认为向青年学生全面系统地介绍探究能力是富有时代意义的课题，为他们写一本有关探究能力的书就显得十分有价值。为此，我们承担了本书的撰写工作，我的研究生李宁宁撰写了书中的《认识与探究社会的法宝》、《投身火热的社会实践》两文，华小岚撰写了《过“河”的“桥”或“船”》、《慧眼方能识真谛》两文，她们两人的研究心得对于青年如何认识社会、了解社会，进而步入科学的殿堂肯定有一定的启示和帮助。

当然，要全面系统地介绍探究能力，毕竟是一个难度较大的课题。因此，在本书中我们更多的是从应用角度介绍探究能力，还结合介绍了探究方法，并以生动、丰富的科技史料向他们展示了优秀科学工作者是如何进行科学探究的，以期引起广大青年的阅读兴趣，希望我们的小书能给他们带来启示和帮助。

第一章 从科学谈起

科学技术进展的重大新闻	1
科学是反映客观事实和规律的知识	3
科学是反映客观事实和规律的知识体系	6
科学是一项寻找反映客观事实和规律的活动	11

第二章 探索与研究的结合

探究始于提出“为什么”	16
探究要有科学的怀疑精神	22
探究要在反复研究中纠正谬误	29
探究要有创新意识和创新能力	37

第三章 探究能力的培养与形成

探究能力的培养须及早抓起	43
基本能力与探究能力的形成	46

第四章 要重视探究方法

“田忌赛马”与方法的含义	63
“事半功倍”还是“事倍功半”	68
方法本身是有结构的	72

第五章

学会社会调查

认识与探究社会的法宝	
——社会调查的意义	77
过“河”的“桥”或“船”	
——社会调查的程序	87
慧眼方能识真谛	
——调查方案的设计	94
投身火热的社会实践	
——关注访问调查	102

第六章

学会科学观察

轰动巴黎的奇闻	
——要重视观察	111
比萨教堂的吊灯	
——科学观察的要领	115
布朗运动发现的启迪	
——观察的全面性	117
记录大自然的乐章	
——坚持长期观察	126

第七章

学会科学实验

丁肇中教授的经验之谈	
——实验叩开科学之门	131
对以太存在假说的否定	

——实验中的精心设计	137
揭示微观世界的重大发现	
——抓住机遇与连续实验	140
简陋棚屋创造的奇迹	
——不畏困难与坚持实验	144
化学革命者揭开燃烧之谜	
——关注定量实验	149
“把准确度测量到误差千分之一”	
——严谨与精确测定	154
各种常见类型的科学实验	
——分类与探索原理	158

第八章

学会科学思维

抽象思维、形象思维和灵感思维	
——常见的思维类型	185
元素周期律是怎样被发现的	
——借助理论思维	190
能量守恒定律是如何得出的	
——科学抽象方法	193
热机效率与量子理论的探索	
——比较、类比方法	198
第一个想利用火箭作飞行的人	
——大胆的想像	212
用火箭推进飞行器探索宇宙	
——科学的设想	219
万有引力定律发现的故事	
——形成假说的方法	221
科学探究成果累累的启示	
——勤奋、求实、卓识	229

第一章

从科学谈起

科学技术进展的重大新闻

2002年1月底,上海早已进入隆冬季节,但天气却依然那么暖和。刚放寒假的高二学生小李待在家里,前几天学校陈老师介绍的我国和世界科学技术的重大进展还萦回在他的脑中。

这个重大新闻是由中国工程院党组书记徐匡迪院士在北京友谊宾馆举行的新闻发布会上宣布的,是经过中国科学院和中国工程院566名院士投票评出的2001年中国和世界十大科技进展新闻。

获2001年世界十大科技进展的头条新闻是美、日、德、法、英、中等6国科学家和美国塞莱拉公司于2001年2月12日联合公布的人类基因组图谱及初步分析结果。这次公布的人类基因组图谱是在原“工作框架图”的基础上,经过整理、分类和排列后得到的,它更加准确、清晰、完整。对它的初步分析表明,人类基因组由31.647亿个碱基对组成,共有3万至3.5万个基因,比线虫仅多1万个,比果蝇多2万个,

远小于原先 10 万个基因的估计。另外，科学家还发现与蛋白质合成有关的基因只占整个基因组的 2%。

在获 2001 年中国十大科技进展的前三条新闻中，第二条便是人类基因组“中国卷”率先完成。尽管我国科学家参与人类基因组计划时间最晚，但从使用的方法到完成的时间和质量都是世界一流的。与草图相比，“中国卷”完成图的覆盖率从 90% 提高到 100%，准确率从 99% 提高到 99.99%。第三条新闻是我国科学家完成了水稻基因组“工作框架图”和数据库。水稻基因组是迄今为止进行过的植物基因测序中最大的，约为人类基因组的七分之一。作为禾本科作物的代表，水稻全基因组研究将促进玉米、小麦等其他重要农作物的研究和应用发展，为遗传改良农作物奠定基础。这一研究属于世界首创，不仅是我国，也是世界生命科学领域的又一重大突破。

获 2001 年中国十大科技进展的头条新闻是高技术项目，即我国第一艘无人飞船“神舟二号”发射成功。“神舟二号”飞船是第一艘正样无人飞船。飞船由轨道舱、返回舱和推进舱三个舱段组成。飞船的系统结构有了新的扩展，技术性能有了新的提高，飞船技术状态与载人飞船基本一致。这不仅大扬国威，而且带动我国国防技术和航天技术的升级，具有战略意义。另外，这艘飞船还携带了许多跨学科的自然科学方面的研究，如空间生命科学、空间材料、空间天文和物理、微重力科学研究等，虽然这些科研项目的开展在国际上已不是首次，但这次将是由我国科学家独

立完成的。

科学技术的发展如此日新月异,科学技术如此深刻地影响着人类社会进步,不由得引起了小李对科学本质的关注。他特别想弄清楚什么是科学?中学老师往往只注重讲授具体的科学知识,却不太注意去引导学生思考什么是科学?为此,小李急匆匆地前往在大学任教的马老师家请教。

科学是反映客观事实和规律的知识

热心育人的马老师十分喜欢追根寻底的青年学生。他在家中热情接待了小李,就小李提出的问题,谈了他自己的看法。他首先告诉小李,进入现代社会,科学愈来愈受到人们重视,然而科学一词却难以界定。这是因为,科学是一个不断发展的范畴,给科学下一个永世不变的定义就显得十分困难。所以,到目前为止,还没有一个有关科学的定义为世人所公认。这样,从方法论角度,就是沿着历史的轨迹,把众多的对科学的解释加以概括,提出为大多数人接受的概念,并通过这种共同概念去定义或理解科学的含义。

小李听了频频点头。马老师接着说,科学最早按拉丁文的词意解释为“知识”,所以很长一段时间内,科学主要是指反映客观事实和规律的知识。其中最值得一提的是英国生物学家达尔文对科学的认识。小李