

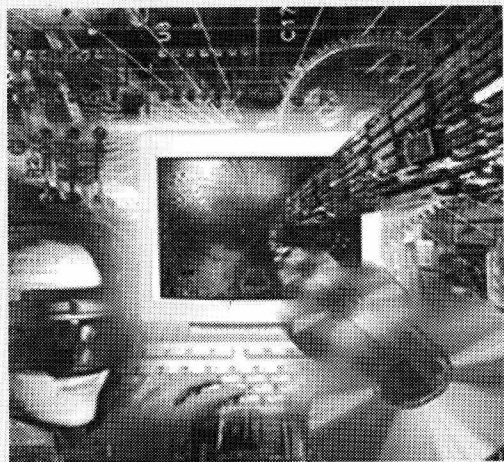
党员干部科学素养丛书

走近科学

《党员干部科学素养丛书》编委会 编
段伟文 肖显静 编著

党建读物出版社
中国科学技术出版社

党员干部科学素养丛书



走近科学

执行主编 黄明哲 段伟文
编 著 段伟文 肖显静

党建读物出版社
中国科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

走近科学/《党员干部科学素养丛书》编委会编著.
北京:党建读物出版社;中国科学技术出版社,2004
(党员干部科学素养丛书)
ISBN 7-80098-651-9

I 走 . II. 党... III 科学技术—干部教育—学习
参考资料 IV.G301

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 059819 号

责任编辑:肖叶 哲闻 封面设计:少华

党建读物出版社
中国科学技术出版社
出版发行

(北京市海淀区万寿路西街甲7号 邮编:100036 电话:010-68219430
北京市海淀区中关村南大街16号 邮编:100081 电话:010-62103210)
新华书店经销 河北省保定市印刷厂印刷

850毫米×1168毫米 32开本 印张:9 字数:217千字
2004年8月第1版 2004年8月第1次印刷
印数:1—3000

ISBN 7-80098-651-9/D·526

定价:18.00元

本社版图书如有印装错误可随时退换(电话:010-68278452)

走近科学 拥抱时代

周光召*

我们所处的时代，经济全球化的态势愈益显著，科技创新越来越成为推动社会进步与文明演替的首要力量。党的十六大提出了全面建设小康社会的奋斗目标；十六届三中全会进一步强调，以科学发展观推进社会主义现代化建设，坚持以人为本，树立全面、协调、可持续的发展观，促进经济、社会和人的全面发展。建设小康社会，首先必须发展先进生产力、培育先进文化，其基础是充分依靠科技进步与科技创新。坚持科学发展观，要做到“六个注重”：注重先进生产力的培育和提高；注重以人为本的全面发展；注重人与自然的和谐；注重“人口、资源、环境、发展”四位一体的总协调；注重三大文明的整体推进；注重人民生活质量的持续提高。而不论是小康社会蓝图的实现还是科学发展观的确立，都必须以提高全民素质特别是科技素养为出发点和归宿，在全社会努力营造崇尚科学的氛围，矢志不移地坚持科教兴国战略、人才强国战略，大力推进决策的科学化和民主化，进而形成科学、文明、健康的生活方式，建立全民学习、终身学习的学习型社会，促进人的全面发展。

科学素养是全民素质的主要构成要素，更是广大党员干部必须具备的基本素质。科学精神、科学知识、科学思想和科学方法，作为认识世界和改造世界的重要工具，影响着人们的世界观、人生观和价值观，其成果构造了人类文明进步的基石，其精粹凝

* 周光召同志系中国科学技术协会主席。

聚着人类文化的宝贵财富。当前，国家正在编制《国家中长期科学和技术发展规划》，以确立未来15年我国科技发展战略、目标、任务和政策。同时，正在启动实施的《全民科学素质行动计划》（《2049计划》），提出了力争在2049年中华人民共和国成立100周年时，实现人人具备科学素质的目标。广大党员干部应该在这一世纪性的战略行动中充分发挥模范带头作用。在全面建设小康社会的伟大历程中，广大党员干部不仅要了解科学知识，还要了解科学思想、科学方法和科学精神；既要了解科技创新对人类文明进步的巨大推动作用，也要明白滥用科技对人类带来的不良影响，坚决反对那些惟利是图、利用科技做对人类造成危害的事情，努力规避由短视行为和主观意志所导致的各种危机和失误。

提高党员干部的科学素养，首先需要不断地学习和宣传。学习宣传的方式可以是多种多样的，其中，组织出版有针对性的科普教育著作是一种影响面宽、作用深远的方式。《党员干部科学素养丛书》是一套很有特色的科学普及读本。它针对目前国家建设和社会发展中涉及较多的科学技术领域，针对广大党员干部的需要，主要从科学技术应用的角度，用通俗易懂的文笔来介绍高新科技的新进展，深入浅出地阐发由此带来的新知识、新方法、新思想、新精神。“科学技术如何转化为先进生产力、如何体现为先进文化、如何影响科学发展观”，是这套丛书的主题。这不仅能为党员干部所接受，也一定能为广大群众喜闻乐见。科学技术需要不断的创新，普及科学技术知识的方式也在创新，丛书在这方面的努力是值得称道的。如果这种以提升广大党员干部科学素养为目标的科普工作能够落到实处，并持之以恒，将会对提高全民族的科学素养起到不可低估的推进作用。

让我们走近科学，拥抱以人为本、全面发展的新时代！

2004年5月

《党员干部科学素养丛书》编委会

主 任 黄翠芬

编 委 (按姓氏笔画为序)

马瑞民 李 士 李平安 肖 叶
罗 哲 颜 实 戴明华

编 写 组 黄明哲 段伟文 王俊 买 乌拉江

罗 曼 吕献海 韩宝燕 肖显静

徐 凯 张继清 任旭刚 徐 华

刘仲华 陈 科 周智高 陈 方

刘宝村 李 红 曹新宇 张天龙

段天涛 刘新城 区庭高 刘成有

朱承钢 晏 波 张 慧 朱虹菲

尚修国 宋瑞勇 于春刚 张永华

王曙光 韩 贤 桑瑞星 姜一兵

胡迎新 郑新广 邓 凯 游 海

赵晓光 付晓东 付常文 赵 伟

孙 水 黄粤涛 李 旭 唐 雨

史学通 薛东阳 林 培 许 英

杨 虹

本书执笔 段伟文 肖显静

丛书策划 肖 叶 罗 哲

责任编辑 肖 叶 哲 闻

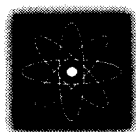
封面设计 少 华

责任校对 张林娜

目录

一、走近科学	(1)
1. 追寻自然的规律	(3)
2. 科学与技术的联姻	(10)
3. 全面理解科学的四个层面	(17)
4. 认识科学的价值	(40)
二、科学观察和科学实验	(50)
1. 历史视角中的观察和实验	(50)
2. 没有观察就没有科学	(62)
3. 科学实验是最好的老师	(78)
4. 实验需要科学理论指导	(87)
三、科学发现之道	(93)
1. 机遇偏爱有准备的头脑	(93)
2. 非逻辑思维的作用	(95)
3. 从类比中推测未知	(100)
4. 从归纳中探求因果关系	(106)
5. 构建理想模型	(112)
6. 透过现象思考本质	(114)
7. 假说演绎方法的威力	(117)
8. 用科学仪器扩展我们的感知	(121)
9. 理论预言新发现	(124)
10. 反常带来新契机	(128)
四、从科学假说到科学理论	(131)
1. 科学假说的检验	(131)
2. 如何看待科学理论的真理性	(140)





3. 科学理论的解释与预见功能	(144)
4. 科学理论的评价与选择	(158)
5. 科学理论的演化模式	(170)
五、科学精神的本质和内涵	(177)
1. 科学的总体形象	(178)
2. 科学的精神气质	(187)
3. 科学精神的本质	(200)
4. 科学精神的主要内涵	(206)
5. 弘扬科学精神的现实意义	(217)
六、科技革命与社会变革	(229)
1. 科技革命的实质	(231)
2. 科技革命与社会转型	(241)
3. 科技革命与当代社会	(249)
4. 科技革命与生活方式的变革	(259)
5. 科技革命、风险社会及防范机制	(264)
6. 科技时代的道德问题与伦理抉择	(270)



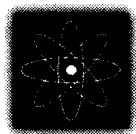
一、走近科学

近代以来，人类逐步进入了一个科技时代，科学技术日渐上升为第一生产力，成为经济和社会发展的决定力量。无产阶级革命导师和我国三代领导人，一贯重视科学技术在生产发展和社会进步中的地位和作用。早在 100 多年前，马克思就“把科学首先看成是历史的有力杠杆，看成是最高意义上的革命力量^①”，他曾明确指出生产力中也包括科学，断言社会的劳动生产力首先是科学的力量。十月革命成功后，列宁指出，要建成共产主义，一要建立苏维埃政权，二要实现全国电气化。在我国社会主义建设时期，毛泽东曾强调指出：不搞科学技术，生产力就无法提高。进入改革开放的新时期后，邓小平重申了科学技术是生产力的马克思主义观点，并进一步鲜明地提出科学技术是第一生产力的论断。

在完成世纪跨越、实现社会主义现代化和中华民族伟大复兴的新时代，江泽民同志高瞻远瞩地指出：“未来世界各国的综合国力竞争，越来越首先表现为科技实力的竞争。”^②在 1994 年为《现代科学技术基础知识》（干部选读）所作的序言中，江泽民同志明确指出：“科学技术是生产力发展的重要动力，是人类社会进步的重要标志。纵观人类文明的发展史，科学技术的每一次重大突破，都会引起生产力的深刻

① 马克思恩格斯全集·第 19 卷·第 372～373 页·北京：人民出版社，1963

② 江泽民·论科学技术·第 174 页·北京：中央文献出版社，2001



变革和人类社会的巨大进步。本世纪以来，特别是二次世界大战以后，以电子信息、生物技术和新材料为支柱的一系列高新技术取得重大突破和飞速发展，极大地改变了世界的面貌和人类的生活。科学技术日益渗透于经济发展和社会生活各个领域，成为推动现代生产力发展的最活跃的因素，并且归根到底是现代社会进步的决定性力量。现代国际间的竞争，说到底还是综合国力的竞争，关键是科学技术的竞争。邓小平同志敏锐地洞察这一历史大趋势，鲜明地提出‘科学技术是第一生产力’的科学论断，丰富和发展了马克思主义关于生产力的学说，对于我们建设富强、民主、文明的社会主义现代化强国，具有重大的指导意义。”^①胡锦涛同志也指出，科学技术作为第一生产力，对一个国家、一个民族现在和未来的发展具有决定性意义。

“科学技术被亿万人民群众所掌握，就能更好地成为利用和开发自然、推动社会文明进步的巨大力量。”^②为了实现社会主义现代化和中华民族的伟大复兴，必须大力提高全民族的科学文化素质。要充分认识到，科学知识、科学思想、科学方法和科学精神，可以引导人们奋发图强、积极向上，促进人们牢固地形成正确的世界观、人生观和价值观，促进人们实事求是地创造性地进行社会实践活动。为此，江泽民同志多次强调要坚持不懈地在全社会大力弘扬科学精神、宣传科学思想、传播科学方法、普及科学知识，将这些工作作为实施科教兴国战略的重要任务和社会主义精神文明建设的重要内容，使中华民族的科学文化水平不断提高。

① 江泽民：论科学技术，第42～43页，北京：中央文献出版社，2001

② 马克思恩格斯全集，第19卷，第372～373页，北京：人民出版社，1963



1. 探寻自然的规律

翻开自然之书

夏日的傍晚，雨过天晴，偶尔能看到美丽的彩虹，红、橙、黄、绿、青、靛、紫，这横跨天际的虹桥好像一本自然之书，向人们昭示着无穷的奥秘。我们的祖先早就对此诧异莫名，他们必然会想：“这彩虹是从哪来的？”蛮荒时代的人们，将周围的一切都幻想为神灵，他们很可能认为那彩虹是神灵的舞台。巫师是那个时代的万事通，他们会说，彩虹是在一股超自然的神奇力量作用下形成的。彩虹出现的时候，巫师们就开始装神弄鬼，如果人们喜爱彩虹，就自称在设法挽留这美景；假若人们害怕彩虹，就说在用魔法驱走搭起虹桥的精灵。

后来，出现了爱刨根问底的哲学家，他们提出了许多思辨性的假说，力图用一些简单的要素来解释一切自然现象，如中国的阴阳五行说、元气说，古希腊的原子论和亚里士多德的四因素说等。这些简单粗糙的假说，显然无法帮助人们真正读懂自然这本复杂而深奥的大书。但哲人们又不能不回答人们对自然的疑问，于是，他们中的许多人声称，自然现象受到了某种目的支配。例如，热空气之所以会上升，是由于热空气中的“火”的运动目的在上面。这种目的论式的解释，曾经统治人们的思想达数千年之久。如果用它来解释彩虹，他们可以说，那是为了让人类学会分辨色彩；也可以说，那是为了让人愉悦；还可以说，那是为了让雨神从虹桥回到天国……总之，想怎么说，就怎么说。

另一种解读自然之书的古老传统是经验主义方法，即主要从经验入手，寻找事物之间的联系。经验主义者的解释模



式往往是：“依据经验，一旦 A 发生，B 也会跟着出现。”著名的古希腊科学家阿基米德就是最早的经验主义者。通过观察，他发现了浮力的规律：固态物质浸入液体中所失去的重量，等于它排开液体的重量。与有神论和超自然力量说比起来，经验主义是一大进步。但是，由于经验主义不太重视现象背后的原因，而且眼见不一定为实，这种方法并不能满足人们对自然的好奇。例如，在雨过天晴的夏日傍晚，根据经验，人们会企盼彩虹的出现。但彩虹为什么会形成呢？真的没有答案吗？

显然，除了经验描述，人们还需要一种符合经验的相对精确的自然原理，来解释和预言自然过程。这种相对精确的自然原理就是科学。正是在科学帮助下，人们破译了绮丽的彩虹之谜。大约 300 年前的某一天，在英国乡间的一座不透光的房子里，伟大的科学家牛顿，让一缕白色的阳光透射过一只三棱镜，光在白壁上映出了七色光谱；然后，他又用另一只三棱镜挡住七色光，结果它们又还原成了白光。通过这个实验，牛顿告诉人们，太阳光是由七种颜色的光复合而成的，云层中的雨滴像一个个的小三棱镜，阳光透过后投向天际，就形成了梦幻般的彩虹……300 多年后，当我们能够享受光通信带来的手机漫游和网际生活之时，那些为我们鸿雁传书的光子运动所遵循的就是发端于牛顿研究的光学理论。

科学家们相信，好的理论可以“拯救”现象——揭示自然真理的科学理论能够让人们透过现象看本质。牛顿对彩虹的研究告诉我们，科学是一种具有客观性的理论知识体系。说它是客观的，是因为它与经验事实相符，可以用事实检验真伪；说它是理论知识体系，是由于它需要人们系统地提出理论假说来解释现象背后的原因，并进而预言新的现象。科学的这两个基本特征，使人们可以依靠客观可检验的科学理论认识自然、利用自然和与自然协调发展。



自然这本书怎么读？自然本身不会告诉我们，需要我们去发现。在科学家眼里，读懂自然之书的关键是弄清自然的语言——物质之间的数量关系。这种思想可以追溯到古希腊时期，毕达哥拉斯和柏拉图都相信宇宙万物的背后存在一种神秘的数的和谐。近代科学之父伽利略进一步指出，自然是用数学语言写的，它的文字是三角形、圆以及其他几何图形。

由于深信自然这本书是用数学语言写成的，伽利略将物质的性质明确地划分为可以客观定量的第一性质和难以摆脱主观影响的第二性质。其中，第一性质包括物质的形状、大小、数目、位置和运动，第二性质则是颜色、味道、气味等感觉特征。伽利略认为，科学应该优先研究物质的第一性质。在当时的历史条件下，伽利略对物质性质加以区分的进步意义有两点：其一是使人们尽可能地摆脱主观感觉的影响，通过数学抽象较客观地研究自然；其二是使科学研究步入了量化、精确化的道路。正是在这一思想的指导下，数学方法成为揭示自然奥秘的一种基本的科学方法。

力求客观精确的数学方法，为近代以来的科学发开展开了崭新的局面。其中，最能说明问题的，是400年来人们对天体和宇宙的认识：1596年，开普勒发表《宇宙结构的奥秘》，提出了行星运动三定律，其中第三定律指出，两个行星周期的比率与它们离太阳的平均距离的平方的比率成正比；1687年，牛顿发表《自然哲学的数学原理》，正式提出万有引力定律，该定律发现物体间的引力大小与物体的质量积成正比、与间距的平方成反比；1915年，爱因斯坦提出广义相对论，指出宇宙是一个弯曲的抽象四维时空。目前，根据最新的大爆炸宇宙论、暴胀宇宙论和量子宇宙论，科学家已经可以解释自宇宙创生以来，从基本粒子到星系团的总体演化过程。虽然这些假说尚待进一步完善，但它们无可争



辩地向人们展示了数学方法的巨大威力。

数学的定量和精确研究的基础来自科学实验，实验方法是与数学方法并列的另一个最基本的科学方法。近代伟大的思想家弗兰西斯·培根最早意识到了这一点，他认为，自然本身不会道出其内在的奥秘，我们必须用通过严格控制变量的受控实验才能逼迫自然道破天机。牛顿在发现了万有引力之后十余年才公布他的研究成果，其原因就在于等待实验对万有引力与距离成平方反比规律的检验。近代科学从一开始就是以科学实验为基础的。在各种世界风光照片中，我们几乎能够一眼认出意大利的比萨斜塔，它是近代科学的标志。相传伽利略曾让一大一小两个铁球从塔顶落下，结果两球同时落地，从而以雄辩的事实推翻了亚里士多德的看法。这个事件表明，实验观测是一切科学理论的根基。后来，伽利略又通过天文望远镜观测了月相和月球上的环形山，正是在这些观察实验的基础上，他面对宗教裁判所的迫害依然坚信地球是运动的。

实验观测并不是简单的观看和记录，科学理论来自科学实验观测，同时科学实验观测也需要一定的理论作为解释现象的基础。1929年，美国天文学家哈勃发现，遥远的星系的光谱的波长变长、颜色变红。对于不了解有关光谱变化理论的人来讲，这一切没有什么深刻的含义，但熟知电磁波辐射理论的哈勃，却由此得出了一个著名的猜测：宇宙在不断地膨胀。可见，科学实验观测不是对自然现象和过程简单被动的反映，而是主动的发现过程。特别是在理论创新阶段，科学家需要提出新的假说来进行观测，并在观测中不断加以修正。科学家们总是一边大胆假设，一边小心求证：孟德尔进行著名的豌豆实验的时候，由不同颜色的豌豆花想到了遗传因子的存在；摩尔根在果蝇实验中提出了基因假说；沃森和克里克结合生物化学和晶体学的成果，大胆地想像出了



DNA 双螺旋结构。

简单的观察只能产生常识，而对自然的深入揭示，需要不断扩大科学实验观测的范围，提高精确度。科学实验观测与简单观测的不同在于，大多数科学实验观测是在实验室或由科学仪器组成的人工环境和条件下进行的，科学家将这种实验观测称为受控实验。受控实验的一个重要特征是它可以重复实现，可以接受任何人的检验。可重复性是科学实验与江湖术士的表演的主要差别之一。如果有人宣布他发现了某种新的化学元素，只有当其他的科学家在实验室验证了这个发现之后，才可能得到公认。而伪气功师的表演，他人却无法再现这种所谓的奇迹。

如果说科学理论的获得是一个创造的过程，那么受控实验的重要作用，是为科学理论的创新和检验创造最佳的人工观测环境。为了对某种特殊的自然过程进行观测，如高能物理学家用正负电子对撞机研究基本粒子的性质，分子生物学家研究基因结构等，往往需要十分复杂的科学实验设施。在伽利略时代，最先进的仪器是简单的望远镜，伽利略用它第一个看到了月球上的环形山。在今天，最先进的天文仪器是耗资 20 多亿美元的哈勃太空望远镜，由于不受大气层的干扰，科学家们用它观测到了距我们大约 150 亿光年的遥远星系。这就是受控实验的威力，只有在它的帮助下，我们才能一页页地翻开自然这本厚重的大书。

孟德尔的启示

科学解读自然的目的何在？最基本的目的之一就是探索自然规律。下面，我们以孟德尔发现遗传规律为案例，看看科学家是如何寻求自然的规律的。

很久以来，生物的遗传是一个自然之谜，人们一直以极大的兴趣探索它的答案。但直到 19 世纪，它好像仍然罩在



一层神秘的面纱里，不肯向人们披露一点真迹。达尔文在创立生物进化论的过程中虽然肯定了遗传现象，但却未能触及遗传的内在机制。在他的名著《物种起源》中，他是把遗传作为一大堆问题提出来的，而且在他看来，这些问题在当时似乎还难于解决。他说：支配遗传的诸法则，大部分是未知的。没有人能够说明同种的不同个体间或者异种间的同一特性，为什么有时候能够遗传，有时候不能遗传，为什么子代常重现祖父或祖母的某些性状，或者重现更远的祖先的性状，为什么一种特性常常从一性传给两性或只传给一性？其实，达尔文还不知道，对他提出的这一系列课题，有个人已经开始了卓有成效的研究工作，这个人终于第一次撩开了遗传的神秘面纱，他就是奥地利生物学家孟德尔。

孟德尔全部研究工作的基础，是他进行了8年的豌豆杂交实验，他的全部资料都是由这些实验提供的。但是，怎样进行实验，又怎样加工从实验中获得的经验材料？“学问”就在这里了。

生物学史上，通过杂交实验研究遗传现象并非始于孟德尔，然而，孟德尔的实验却有其独到之处。首先，孟德尔的实验是建立在关于遗传因子决定遗传性状的初步假想之上，为了纯化实验条件，他采用了严格自花授粉的豌豆作为实验材料。1857年，他收集到34个品种的豌豆，经过两年单独培育，使它们成为纯系，然后从中选出22个性状稳定的品种作试验材料。这样，就排除了在大自然中由于大多数植物经异花传粉（往往不是纯系）而给遗传现象带来的复杂因素；其次，他不像前人那样把整个亲本（父本和母本）的各种性状都作为实验的观察对象，而是从中选出七对相对性状（饱满子叶与皱瘪子叶、黄色子叶与绿色子叶、红花与白花、豆荚不分节与分节、未熟豆荚绿色与黄色、花腋生与花顶生、高植株与矮植株）作为观察对比的特征标志。这样就可



以进行更明显的对比。最后，他也不是同时观察这七对性状在同一后代中的遗传表现，而是分别进行试验和观察。这样就能不被杂交中出现的纷繁复杂的现象所迷惑。

孟德尔在他的豌豆杂交实验中不仅对复杂的现象进行分析，而且还在分析的基础上进行综合。在实际的豌豆杂交实验中，他是把分析和综合作为相辅相成的方法相并使用的。例如：第一步，他选用具有某对相对性状，如黄子叶和绿子叶的两个已经纯化的豌豆品种作“亲代”杂交。得到的杂交种子及其长成的植株叫“子一代”。实验证明，不论用黄子叶品种作父本还是作母本（相应的，以绿子叶品种作母本或父本），子一代都是黄子叶的，亲本中的绿子叶性状并不表现出来。在遗传学上把子一代表现出来的性状（在这里即黄子叶）称为“显性性状”，而把在子一代中不表现出来的性状（绿子叶）称“隐性性状”。在实验中，当孟德尔从许许多多子一代性状中得出这个统计结果时，他已经在进行综合了。

第二步，孟德尔再把子一代种子单独播种，并使之自花授粉，得到“子二代”。结果在子二代中既有呈显性性状（表现为黄子叶）的，也有呈隐性性状（表现为绿子叶）的。统计结果表明，在他实验的 8023 棵子二代植株中，显性植株数为 6022 棵，占 75%；隐性植株数为 2001 棵，占 25%；两者之比为 3:1。孟德尔还把按照所有七对性状分别观察的共 19959 棵子二代植株进行了综合的统计，其中，显性植株数为 14949，隐性植株数为 5010，两者之比也恰好是 3:1。这个“3:1”的比例，也是通过综合得到的。

第三步，孟德尔在分别弄清每一相对性状在后代中的遗传情况以后，又进一步研究两对、三对乃至数对相对性状在一起遗传时的综合表现。通过这样的综合，他发现：当两对相对性状（如种子为饱满黄色的和皱瘪绿色的）一起遗传时，在子二代中出现四种类型的种子（饱满黄色、饱满绿

