

What is Science

科学 是 什么

What is Science

杨国旗 刘堤地/策划
颜青山 / 著

Hunan Science & Technology Press 湖南科学技术出版社

科学是什么

著 者：颜青山

策 划：杨国旗 刘堤地

责任编辑：唐乘花 刘堤地

出版发行：湖南科学技术出版社

社 址：长沙市湘雅路 230 号

<http://www.hnstp.com>

印 刷：国防科技大学印刷厂

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址：长沙砚瓦池正街 47 号

经 销：湖南省新华书店

出版日期：2001 年 10 月第 1 版第 1 次

开 本：850mm×1168mm 1/32

印 张：10

字 数：259000

书 号：ISBN 7-5357-3297-6/N·101

定 价：20.00 元

(版权所有·翻印必究)

序

□湖南省人民政府副省长 唐之享

我党历来重视科学普及和全民科学素质的提高，党的三代领导集体在这方面都有重要的指示、论述和丰富的思想。1991年5月，江泽民同志在中国科学技术协会第四次大会上将科普工作的内涵明确为“坚持宣传科学精神、科学方法、科学态度”；在十五大报告中，江泽民同志又进一步指出要“努力提高科技水平，普及科技知识，引导人们树立科学精神，掌握科学方法，鼓励发明创造。消除愚昧，反对封建迷信”；1994年12月，党中央、国务院发布《关于加强科学技术普及工作的若干意见》，提出科普应该包括“科学思想”、“科学方法”和“科学知识”三个方面。在科普实践方面，我党对科普的重视可以追溯到战争年代。早在井冈山时期，红军战士中就普遍开展了医学卫生知识的普及工作；在延安时期成立的哲学学会开展了大量的科普工作——毛泽东同志在这一时期出版的一本通俗自然科学课本的序言中，指示革命干部应该学习通俗的自然科学知识；新中国成立之初（1950年），我国就成立了“中华全国科学技术普及协会”（1958年与“中华全国科学技术专门协会”合并为今天的“中国科学协会”）。建国以来，我国科普工作大致经历了三个时期。从建国到1978年是我国科普工作的第一个时期，该时期科普实践主要是中央发动的知识分子与工农群众相结合的大规模群众运动，如爱国卫生运动、“向科学进军”以及围绕“两弹一星”开展的原子能和航天知识的普及活

动等；1978年的“全国科学大会”，把我国科普工作推进了第二个时期。这个时期，知识分子以高涨的热情自觉地投入到科普工作中，许多大科学家都积极参与科普活动，由于自然辩证法工作者的加入，该时期的科普工作特别注重科学方法的宣传。20世纪90年代以来，我国科普工作更进入一个全新的时期，政府引导力度空前加强（设立了多项科普奖励、全国自然科学基金委员会还设立了专门的科普基金），知识分子的科普热情空前高涨，科普出版工作异军突起。这一时期的突出特点是全面性，尤其重视科学知识和科学方法的普及，标志着我国科普工作进入了更加理性化的时代。

现在，科普工作已经成为我党文化事业的重要组成部分，成为“科教兴国”战略的重要方面。特别是在当前，随着反伪科学和反邪教斗争的深入，科学普及工作更加具有现实意义。

我国科普工作历来担负着反对封建迷信的任务，但也要清醒地看到，我们对科学普及仍重视不够，加之科学发展自身的不确定性，伪科学从20世纪80年代开始流行，像“耳朵认字”、“气功外气”等“神秘现象”都披上了“科学”的外衣。随着国门的打开，伪科学也获得了其国际土壤，并最终滋生出“法轮功”邪教。值得欣慰的是，在伪科学露出头角的时候，有着敏锐思想的知识分子就旗帜鲜明的加以反对，1994年底，中央根据科学家、自然辩证法工作者和群众的意见，以及当时的严峻形势，旗帜鲜明地反对伪科学。1999年春夏之际，果断地取缔了邪教“法轮功”组织。从此，反伪科学反邪教的斗争全面展开。但我们必须看到，反伪科学反邪教的斗争决不会因为取缔“法轮功”反动组织而结束，相反，它是一项长期而艰巨的任务。只要科学精神没有普及，伪科学就还会以其他形式出现。

党对科普工作的指导思想是明确的。科普工作是一项综合性的事业，它融合了科学、文学、传播学和教育学等学科的知识，完全是一项综合创新事业。与科普只是知识普及的理解相比，科学精神和科学方法的普及可能更为重要。普及科学精神，就是解决

科学的方向性问题，也可以说是一个科学政治问题。如果不能正确地领会科学的精神，我们就很容易误入（有时是不知不觉地）伪科学中去，并且执迷不悟。科学方法可以有两种存在方式，一种是由哲学家提炼和抽象出来的一般形式，一种是体现在具体科学研究中的方法。一般而言，前者形式简单，但常常显得枯燥，而后者则生动有趣，常常体现在科学史的具体事例中。因此可以说，普及科学史就是普及科学方法的重要途径。

看过该书以后，我认为它有如下特点：第一，思想性。该书以科学史为主线，运用大量的科学哲学知识和方法来分析科学精神，展示了科学与伪科学、非科学的区别。这点特别具有思想性。第二，启发性。该书在写作风格上摆脱了传统教材重知识传授、轻拓展思维的成规，克服了语言过于刻板的障碍，提出了一些能够启迪思考却没有定论的问题，辅以个性化语言，从而激发了读者的阅读兴趣和思考欲望。正因为如此，本书将通过促使读者形成自己的立场的写法，在某种程度下实现了素质教育的启发功能。第三，创新性。尽管科普在知识上不具有原创性，但由于它要面向公众，就需要进行综合创新，本书的个性化写作风格无疑也是这样一种创新尝试，关于“科学风格”的探索在科学哲学上甚至就具有原创性，在探讨科学发展的各个时期的特点时所使用的“科学时尚”概念也是一个具有某些合理性的新概念。

目前，我国教育界正在大力深化素质教育。从更为广阔的角度看，科学素质是大学生文化素质中十分重要的内容，亟待加强。由于种种原因，这一领域在以往的高等教育中，从未特立出来。因此，要切实地深化科学素质教育，需要科学工作者提供具有思想性、趣味性和可读性的读物。在这方面，《科学是什么》作了许多有益的尝试。

目 录

前言：面对科学的困惑	(1)
1 关于科学的某些看法	(3)
2 面对科学的种种感性困惑	(6)
3 几点不必听从的说教	(12)
第一章 科学结构：科学的逻辑维度	
1 诸神与万有引力：解释世界的两种模式	(19)
2 N 射线的笑料：科学中的观察与事实	(26)
3 牛顿第二定律的历程：科学理论与推理	(33)
4 伽利略的难堪：科学检验中的证实与证伪	(37)
5 科学方法论：科学推理的种种形式	(45)
6 还原论：科学的统一之梦	(54)
第二章 科学时尚：科学的历史意味	
1 想当然：古希腊人的科学时尚	(63)
2 针尖上的天使：中世纪的“科学”	(72)
3 从浪漫到独立：近代科学的时尚	(79)
4 业余科学家的消失：现代科学的时尚	(98)
第三章 科学革命：科学进步的历程	
1 哥白尼革命：自然科学的独立宣言	(125)
2 达尔文的自然选择学说：生物学中的革命	(134)
3 拉瓦锡的氧化理论：化学革命	(146)
4 魏格纳的大陆漂移说：地理学革命	(155)
5 从维萨留斯到巴斯德：医学中的革命	(165)
6 相对论与量子论：现代物理学革命	(175)

- 7 美妙的双螺旋：现代生物学革命 (185)
- 8 科学革命的结构 (197)

第四章 科学风格：科学的个人品质

- 1 双螺旋的发现：科学与艺术的风格 (207)
- 2 开普勒的音乐和谐性：物理学家的风格 (213)
- 3 达·芬奇的艺术革命：生物学的风格 (222)
- 4 科学风格的文化背景 (236)
- 5 科学与美 (248)

第五章 反思科学：科学与人文的“冲突”

- 1 “克隆”与“人机大战”：现代科学的伦理悖谬..... (260)
- 2 “反讽”科学：物理学的终结？ (271)
- 3 基因组计划：生物学的终结？ (289)
- 4 科学与人文的和谐：科学终结论的终结 (300)

前 言

面对科学的困惑

科学,就是政府花钱满足科
学家的好奇心。

沉思过人类文化史的人，可能会发现人类文化发展的阶段性特征。这些特征常常表现为，在不同的历史阶段，总有一种特别的文化形态占据着特别重要的位置。就西方文明而言，古代希腊是一个智慧的时代，哲学家（有时也包括艺术家或文学家）的智慧是其主流的部分，因此这个时代大致可以看做为哲学的时代；而中世纪则是以宗教为主体的文化时代，可以称之为宗教时代；15世纪以后的西方，开始进入所谓的“文艺复兴”时代，这个时代与古希腊时期非常相似，艺术、哲学与科学同时蓬勃地发展。然而，相比较而言，艺术在这个时代所占据的位置就显得特别地重要，因此，这个时代似乎可以称做艺术的时代。

自文艺复兴以来，科学逐渐地成为时代的主流，无疑，我们正处在科学的时代。在这个时代里，科学活动以及由此而确立的价值观，已经成为我们生活的核心。任何一种事物，例如，政治理念和商业行为，只要贴上“科学”的标签，它就能够获得相当的信任，因此，伪科学也就特别盛行。也因此，人们，尤其是青年学生就特别想知道科学是什么。向人们尤其是青年学生描述科学的基本面貌，是本书不言而喻的目标，然而，要实现这样的目标并不是一件容易的事情。

1 关于科学的某些看法

或许是因为科学的昌明，或许是因为伪科学的盛行，人们特别想知道科学究竟是什么。通常，这种要求总是以不那么科学的方式提出来：人们希望获得关于科学的一劳永逸的定义或标准，以便在他们需要的时候能够轻而易举地鉴别科学与伪科学或非科学。

确实有一些人在试图给出这样的定义，字典编撰者就是这样

的一群人。然而，如果一个人真要依据这样的定义去判明科学与伪科学或非科学的话，那他往往会发现他得到的只是失望。我们不妨来分析一下这样的定义。

英国是一个科学在其文化中占主导地位的国度，它的百科全书上称：“科学是按自然界的顺序对事物进行分类和对它们的意义的认识。”在这个定义中，“自然界的顺序”无疑构成了它的关键词，那么，什么是“自然界的顺序”？如果“自然界的顺序”是指我们已经认识到的某种秩序，那么，我们如何能够保证我们已有的认识就是“自然界的顺序”本身呢？如果我们并不知道“自然界的顺序”，那么我们又如何去确保我们即将得到的认识能够符合“自然界的顺序”呢？要知道，自然界自身是不能用科学的语言来表达自身的。神学家的认识、哲学家的思辨以及占星术士和算命先生煞有其事的胡言乱语，是否是“自然界的顺序”？是否是它们的“意义”？

德国是近代辩证法的故乡，它对科学的定义也就更具有整体性的哲学意味，其百科全书写道：“科学是作为一个整体的知识总和……或者在整体上的描述、有计划的发展以及研究。”哲学、艺术、宗教以及特异功能的探究无疑也能够满足这样的定义，它们也有“整体上的描述、有计划的发展以及研究”，它们甚至也是一种“整体的知识”，然而，它们能够被看做科学吗？

法国曾经是百科全书的发祥地，它的百科全书给出了“科学”的另一种说法：“科学，通过揭示现象之中的规律所取得的全部知识，以及作为这些知识基础的认识论。”这个定义明目张胆地将本该属于哲学的认识论也包含了进去。

日本人关于科学的定义，就像他们固执而烦琐的礼节，其百科辞海说：“科学是认识的一种形态……是指人类在漫长的社会生活中所获得和积累起来的、现在还在继续积累的认识成果——知识的总体和持续不断的认识活动本身……所谓科学，是具备客观性和真理性的既具体又普遍的有体系的学术上的认识。即科学是学问达到最高程度的部类。”且不说“客观性”和“真理性”是两

个颇具争议性的词眼，就其将科学作为学问之最高部类而言，就带有浓厚的唯科学主义色彩。

我国的《辞海》曾经将科学定义为：“关于自然、社会和思维的知识体系。它适应人们的生产斗争和阶级斗争的需要而产生和发展，是实践经验的结晶。”这个定义使人想起前苏联百科全书的定义：“科学是对现实世界规律的不断深入认识的过程。”从中可以看到意识形态的影响，而且，它将哲学也当作科学了。

字典的定义不能尽如人意，或者根本就不能让人满意，我们倒不如听听那些关于科学的俏皮话式的说法，它们比这些刻板的定义或许更多一些隽永的哲理与睿智，例如我们在题记中所引的话：“科学，就是政府出钱，满足科学家的好奇心。”

另一类希望为科学找到明确标准的人，是一群叫做科学哲学家的人，自20世纪开始以来，这群人一直在不懈地努力着。起初，他们以为科学的本质特征就是可证实性，也就是说，一个科学的断言，应该可以被可观察的事实证实，他们将这样的断言或语句称为有意义的句子；“意义”一词曾经是这些人经常挂在嘴边、诉诸笔端的核心名词。到后来，这个观念受到了挑战，有人提出了一个看似古怪的观点：科学断言之所以科学，乃在于它可以被证明是错的，即可以被证伪；通俗地讲，就是，一个科学论断总可以在日后被事实证明为错。这种哲学被称为证伪主义。坚持证伪主义的人似乎不太多，但它的影响却不小，可能是因为其观点有出其不意的美学效应。再后来，哲学家们倾向于从科学的社会学方面来考察科学的特征了。

一开始，科学哲学家的基本观点还比较统一，虽然他们从未停止过争论。但是到最后，他们的争论就越来越多，分歧也越来越大了，连以前大家认为最基本的东西也有了疑义。似乎可以说，哲学家们越来越不知道科学是什么了。科学哲学家们关于科学的某些观点，我们将在本书中以我们所理解的方式来讨论它们。

直觉地看，科学有一个显著的特征，就是探索未知事物。科学的这种特征是否预示着，在关于科学标准的探寻中存在着不可

克服的悖谬？如果我们探索的对象都是未知的，我们还能够制定一个已知的、一劳永逸的标准吗？从这一点看，我们就不难理解哲学家们为什么如此争论不休了，因为问题本身就没有答案，至少可以说，没有惟一的答案。

2 面对科学的种种感性困惑

从上述的种种考察中，我们似乎已经感觉到，不可能提供关于科学的一劳永逸的定义或标准；或者可以更进一步地说，科学根本就是不可定义的。于是，这就注定了人们在面对科学时会产生这样或那样的困惑。

正因为科学的不可定义性，我们的著作就无法像通常的教材或专著那样，写出一个像样的“绪论”，而只能写出一个“前言”了——“言”就比“论”要显得随便得多，感性得多。在这个前言中，我们将通过对我们日常生活中与科学相关的一些令人困惑的实例(case)分析来展开我们的议论。

故事一：“根”与万有引力

不论你是一个多么听话的孩子，也不论你是一名多么优秀的学生，在幼年时期一定受到过老师或家长的批评，甚至呵责，其原因可能是因为懒惰，也可能是因为粗心。在这些批评或呵责中，记忆最深的恐怕是，当我们在自以为正确并富于创造性地回答了老师的问题而暗自陶醉的时候，却受到了当头棒喝。作者有一个亲身经历的故事。

记得在我们学习万有引力定律之前，老师照常向我们提出一些问题，以展示启发式教学。老师提出的问题之一是：“苹果为什

么会落向地面？”据说，这是导致牛顿当年发现万有引力定律的原发性问题，它在儿童科普著作中被反复地提出来。在回答之前，我当然知道这个问题的标准答案；可是，我想另辟蹊径，给出一个同学们预料不到的答案。于是我自告奋勇地答道：

“因为苹果树的根长在地里。地球上每一样东西都有它的根，它总是要向根部运动的；只有这样，它才有安全感。”

我为自己突如其来的灵感和别出心裁的回答激动不已，甚至脸也涨得通红。然而物理学老师的神情却严肃起来了：“科学不是想当然的，来不得半点虚假——每一种物体都有一种引力，叫做万有引力。是万有引力使苹果下落的！”

物理学老师捍卫科学的严肃表情一直深刻于我的脑海之中，让我一开始就对科学产生了一种敬畏感。其实，我一直对物理学保持一种特别的兴趣，并且，每次上物理课的时候，我总有几分钟想入非非的时间。有时，我试图在库仑定律与牛顿第二定律之间寻找某种更深刻的统一，我甚至做出了某种基本的假定并着手数学推算；有时，我试图改变书本上的假定，做出另外的计算，并设想这种计算的物理学意义——那是一种类似于科学幻想般的想象；我甚至想到用加速器使氢核发生碰撞以产生受控核聚变……然而，由于物理学老师严肃的神情，我从未将这些设想当作是与科学有关的设想，而将它当作类似于历史课上在课桌下偷偷地看《东周列国故事》的行为。

相对于物理学来说，我的语文成绩是太好了，尤其是作文。尽管我对自然科学非常着迷，但我深深地担忧我那不切实际的想象和多愁善感的情绪会损害了科学的严肃性。我甚至认为，要学习自然科学，语文成绩就不能太好——事实上，我的那些数理化成绩很好而又打算学习理科的同学就是如此。

当然，现在的学生可能没有这种担忧了，我们的教育思想和教育实践都在强调创造性，老师可能不会再生硬地反对，甚至还会大力地提倡和怂恿学生们稀奇古怪的提问和想象。

多年以后，我对科学的那种担忧冰释了。那是高三第一个学

期文理分科的前一天，我在一份中学生杂志上读到了爱因斯坦的科学故事，他的名言“想象比知识更重要”，让我激动不已——甚至有点过头，我简直就将自己当成了爱因斯坦，当然是偷偷地。这时我才知道，想象是从事科学研究的必备素质之一。我毅然决然地选择了理科，尽管我的理科成绩远没有文科成绩好。又过了多年以后，当我最终对哲学感兴趣的时候，我才知道我的那种“根理论”与古代自然哲学的朴实想法如出一辙。

现在想来，如果当时我的物理学老师能够指出我的想法古已有之，并指出想象力对于科学有多么重要的话，我想，那将会是一种鼓励，我也就不会对科学那么害怕了。

诚然，我的“根理论”不是科学的理论，而且，在我的所有想法中，大部分都是“想当然”的，不能发展为科学理论（有一部分是科学家已经解决了的问题）。可是，难道科学从一开始起，就是按照严格的程序得出严格的结论吗？难道科学就不能从想当然中、从错误中、甚至从假象中产生出来吗？

故事二：和平号漏气与修车匠

有一段时间，俄罗斯的和平号空间站曾经是新闻界的热点，因为它年久失修，竟然产生了小裂隙，使得其中的氧气漏了出去。这当然是一个不小的问题，但解决这个问题的关键并不在于到茫茫太空中去修补它，而是如何去找到这个小裂隙——在太空站的外表面寻找那样一个裂隙，犹如在一个房间中寻找一根小针。后来，科学家们终于想到了一个巧妙的办法，顺利地解决了这个问题。

作为一个成绩优秀并自视颇高的工科大学生，小刘自然也很关注这个问题。当他从报纸上得知解决的办法时，他大为感叹：“这么简单的办法，我怎么没有想到？”因在智力竞赛中失败而感到沮丧的人，尤其是青年学生，常常希望从别人类似的失败中找到安慰。回到宿舍之后，小刘就将这个问题提出来考验他的室友们，并暗自希望他们像自己一样，想不出答案来。正当大家争论不休的时候，正在埋头读金庸小说的小李冷不丁冒出了一句话：

“这个问题还不好解决吗？不就是一个沙眼吗？去找宿舍门口修理单车的于师傅吧！”

小李的回答引得大家哄堂大笑，但笑声并没有持续多久就静默下来了。大家觉得他讲得有些道理，但又觉得有些不妥：这样的高科技怎能与修车匠的活儿相提并论呢？

然而，我们要反问的是，难道它们就不能相提并论吗？

其实，和平号的修复与修车匠的活儿还真有异曲同工之妙。修车匠在判别轮胎的沙眼时，通常先将轮胎充满空气，然后将其置于水桶中，由气泡的冒出来辨明沙眼。修复和平号的科学家首先将荧光气体充入空间站中，待空间站转到地球的阴影中时，从外部观察冒出荧光的地方，就可以确定裂隙所在了。

科学，由于其整体功能的强大，它已经在大多数人的心目中被神圣化，被看做是常人难以企及的。如果听到有人非常正式地说，“灭鼠专家不过是获得了博士学位的农民”，我们一定会感到难以接受并可能表示愤慨，觉得这简直是对科学的亵渎。然而，科学家从日常事物中获得灵感的事例，在科学史上反复地发生着；我们能够担保那位设计出和平号修复计划的科学家就真的没有从修车匠那儿得到启发吗？尽管获得科学灵感的对象未必是科学本身，可是，难道我们就能够将科学灵感与科学活动完全地分开来吗？

有时，科学尊贵的社会地位可能恰恰阻碍了我们对科学本质的理解，也阻碍了我们创造力的发挥。或许，对科学来一点玩世不恭，说一句“别把科学当回事”，可能会使我们更为“科学”些——当然，这种玩世不恭不要太过头。

故事三：“我如何睡觉？”

有一天，林医生的诊所来了一位烦躁不安的老年“病人”，他同时拿了两份有关卫生健康方面的报纸，向医生请教到底该如何睡觉。原来，其中一份报纸上说，长期东西向睡觉对身体有坏处，因为身体切割了地球磁力线；而另一份报纸上则说，南北向睡觉不太好，因为身体没有切割地球的磁力线。

面对这样的问题，林医生有些犯难了，这两家报纸都是颇受欢迎的报纸。幸好林医生还有一点幽默感，他给这位老人建议了“两种方案”，第一种方案是采取东北—西南向或东南—西北向睡眠，第二种方案是，一个星期中，三天东西向睡，三天南北向睡，还有一晚干脆不睡或者站着睡。

经过几百年的发展，科学已经深入到我们生活的每一个角落，科学不仅仅成了为我们提供生活便利的根据，也成了我们如何获得高质量生活的指南，成了我们惟一选择的世界观。人类基因组计划的草图已于2000年6月宣告完成。有人展望，沿着这样的途径将生物科学再发展一步，我们就可以获得关于我们的情感和意志发展方面的信息。也就是说，我们可以通过阅读我们的基因图谱来确定我们选择什么样的配偶，什么样的职业——DNA双螺旋结构的发现者沃森曾说过：“以前，我们以为命运跟着星座走，现在，我们知道，我们的命运由基因决定。”

事情果真会如此吗？那究竟是人类的喜讯，还是人类的悲哀？颇为杞人忧天而又常常言过其实的人文学者宣称，科学正在成为没有宗教的宗教！

与先辈们相比，我们真是幸运儿，我们处在这样一个科学的盛世中，世界的五彩缤纷令人赏心悦目而又目不暇接。然而，麻烦的事情也接踵而来，我们有时就像林医生诊所的那位老人，不知道该如何是好。科学为我们提供的信息太多太多，我们不仅要花太多的时间去了解它，我们也要花太多的心思去面对它，然而，毕竟科学提供的信息有时并不那么一致。科学有时候还真使我们无所适从。

可是，真正的科学家却并不为如何依据科学而生活感到烦恼，他们对科学数据如何从实验室和统计调查中产生出来有着真切的体验。他们知道，世界的秘密永远不可能一览无余，他们对世界的激情和神秘感会依然保留着。他们也知道，科学能够产生实用的结果，但仅仅只从实用的角度去理解科学是不够的。