

# Constructions of Science:

From the Geometric Model to  
the Physical World

## 科学建构： 从几何模型到 物理世界

江晓原

主编

江晓原科学读本

1

上海教育出版社

江晓原  
主编

# 科学建构： 从几何模型到 物理世界

Constructions  
of  
Science:

From the Geometric Model to  
the Physical World

江晓原科学读本

1

上海教育出版社

## 声 明

按照《中华人民共和国著作权法》相关规定，本书中所涉及文字作品、美术作品、摄影作品等，我们已尽量寻找原作者支付报酬，但因条件限制有些仍未能联系到原作者，原作者如有关于支付报酬事宜可及时与出版社联系。

### 图书在版编目(CIP)数据

科学建构：从几何模型到物理世界 / 江晓原主编. — 上海：上海教育出版社，2019.6  
(江晓原科学读本)  
ISBN 978-7-5444-9231-7

I. ①科… II. ①江… III. ①科学方法论—普及读物  
IV. ①G304.49

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第122309号



策划编辑 宁彦锋  
责任编辑 章琢之 茶文琼  
书籍设计 陆 弦  
印装监制 朱国范

江晓原科学读本

**科学建构：从几何模型到物理世界**  
江晓原 主编

---

出版发行 上海教育出版社有限公司  
官 网 www.seph.com.cn  
地 址 上海市永福路123号  
邮 编 200031  
印 刷 上海中华商务联合印刷有限公司  
开 本 889×1194 1/32 印张 8.5 插页 4  
字 数 165千字  
版 次 2019年7月第1版  
印 次 2019年7月第1次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5444-9231-7/N·0026  
定 价 48.00元

---

如发现质量问题，读者可向本社调换 电话：021-64377165

## 科学与科学精神

“什么是科学”与“什么是科学精神”都是非常难以确切回答的问题。下面是当代学者对科学的较为可取的特征描述：

A. 与现有科学理论的相容性：现有的科学理论是一个宏大的体系，一个成功的科学学说，不能和这个体系发生过多的冲突。

B. 理论的自洽性：一个学说在理论上不能自相矛盾。

C. 理论的可证伪性：一个科学理论，必须是可以被证伪的。如果某种学说无论怎么考察，都不可能证伪，那就没有资格成为科学学说。

D. 实验的可重复性：科学要求其实验结果必须能够在相同条件下重复。

E. 随时准备修正自己的理论：科学只能在不断纠正错误不断完善的过程中发展前进，不存在永远正确的学说。

在此基础上，对于科学精神比较完整的理解也可以包括：

理性精神——坚持用物质世界自身来解释物质世界，不诉诸超自然力。

实证精神——所有理论都必须经得起可重复的实验观测检验。

平等和宽容精神——这是进行有效的学术争论时所必需的。所有那些不准别人发表和保留不同意见的做法，都直接违背科学精神。

不能将科学精神简单归结为“实事求是”或“精益求精”，尽管在科学精神中确实可以包含这两点，但“实事求是”或“精益求精”仅是常识。

并不是每一个具体的科学家个体都必然具有科学精神。

## 现代科学的源头在何处

答案非常简单：在古希腊。

如果我们从今天世界科学的现状出发回溯，我们将不得不承认，古希腊的科学今天的科学最接近。恩格斯在《自然辩证法》中有两段名言：

如果理论自然科学想要追溯自己今天的一般原理发生和发展的历史，它也不得不回到希腊人那里去。<sup>①</sup>

随着君士坦丁堡的兴起和罗马的衰落，古代便完结了。中世纪的终结是和君士坦丁堡的衰落不可分离地联系着的。新时代是以返回到希腊人而开始的。——否定的否定！<sup>②</sup>

这两段话至今仍是正确的。考察科学史可以看出，现代科学甚至在形式上都还保留着浓厚的古希腊色彩，而今天整个科学发现模式在古希腊天文学中已经表现得极为完备。

欧洲天文学至迟自希巴恰斯以下，每一个宇宙体系都力求能够解释以往所有的实测天象，又能通过数学演绎预言未来天象，并且能够经得起实测检验。事实上，托勒密、哥白尼、第谷、开普勒乃至牛顿的体系，全都是根据上述原则构造出来的。而且，这一原则依旧指导着今天的天文学。今天的天文学，其基本方法仍是通过实测建立模型——在古希腊是几何的，牛顿以后则是物理的；也不限于宇宙模型，例如还有恒星演化模型等——然后用这模型演绎出未来天象，再以实测检验之。合则暂时认为模型成功，不合则修改模型，如此重复不已，直至成功。

在现代天体力学、天体物理学兴起之前，模型都是几何模型——从这个意义上说，托勒密、哥白尼、第谷乃至创立行星运动

① 《自然辩证法》，人民出版社，1971年，第30—31页。

② 《自然辩证法》，人民出版社，1971年，第170页。

三定律的开普勒，都无不同。后来则主要是物理模型，但总的思路仍无不同，直至今日还是如此。法国著名天文学家丹容在他的名著《球面天文学和天体力学引论》中对此说得非常透彻：“自古希腊的希巴恰斯以来两千多年，天文学的方法并没有什么改变。”而这个方法，就是最基本的科学方法，这个天文学的模式也正是今天几乎所有精密科学共同的模式。

有人曾提出另一个疑问：既然现代科学的源头在古希腊，那如何解释直到伽利略时代之前，西方的科学发展却非常缓慢，至少没有以急剧增长或指数增长的形式发生？或者更通俗地说，古希腊之后为何没有接着出现近现代科学，反而经历了漫长的中世纪？

这个问题涉及近来国内科学史界一个争论的热点。有些学者认为，近现代科学与古希腊科学并无多少共同之处，理由就是古希腊之后并没有马上出现现代科学。然而，中国有一句成语“枯木逢春”——当一株在漫长的寒冬看上去已经近乎枯槁的树木，逢春而渐生新绿，盛夏而枝繁叶茂，我们当然不能否认它还是原来那棵树。事物的发展演变需要外界的条件，中世纪欧洲遭逢巨变，古希腊科学失去了继续发展的条件，好比枯树在寒冬时不现新绿，需要等到文艺复兴之后，才是它枯木逢春之时。

## 科学不等于正确

在我们今天的日常话语中，“科学”经常被假定为“正确”的同义语，而这种假定实际上是有问题的。

比如，对于“托勒密天文学说是不是科学”这样的问题，很多人会不假思索地回答“不是”，理由是托勒密天文学说中的内容是“不正确的”——他说地球是宇宙的中心，而我们知道实际情况不是这样。然而这个看起来毫无疑义的答案，其实是不对的，托勒密的天文学说有着足够的科学“资格”。

因为科学是一个不断进步的阶梯，今天“正确的”结论，随时都可能成为“不够正确”或“不正确的”。我们判断一种学说是不是科学，不是依据它的结论，而是依据它所用的方法、它所遵循的程序。不妨仍以托勒密的天文学说为例稍作说明：

在托勒密及其以后一千多年的时代里，人们要求天文学家提供任意时刻的日、月和五大行星位置数据，托勒密的天文学体系可以提供这样的位置数据，其数值能够符合当时的天文仪器所能达到的观测精度，它在当时就被认为是“正确”的。后来观测精度提高了，托勒密的值就不那么“正确”了，取而代之的是第谷提供的值，再往后是牛顿的值、拉普拉斯的值等，这个过程直到今天仍在继续之中——这就是天文学。在其他许多科学门类中（比如物理学），同样的过程也一直在继续之中——这就是科学。

有人认为，所有今天已经知道是不正确的东西，都应该被排除在“科学”之外，但这种想法在逻辑上是荒谬的——因为这将导致科学完全失去自身的历史。

在科学发展的过程中，没有哪一种模型（以及方案、数据、结

论，等等)是永恒的，今天被认为“正确”的模型，随时都可能被新的、更“正确”的模型所取代，就如托勒密模型被哥白尼模型所取代、哥白尼模型被开普勒模型所取代一样。如果一种模型一旦被取代，就要从科学殿堂中被踢出去，那科学就将永远只能存在于此时一瞬，它就将完全失去自身的历史。而我们都知，科学有着两千多年的历史(从古希腊算起)，它有着成长、发展的过程，它取得了巨大的成就，但它是在不断纠正错误的过程中发展起来的。

科学中必然包括许多在今天看来已经不正确的内容，这些内容好比学生作业中做错的习题，题虽做错了，却不能说那不是作业的一部分；模型(以及方案、数据、结论，等等)虽被放弃了，同样不能说那不是科学的一部分。

## 唯科学主义和哲学反思

近几百年来，整个人类物质文明的大厦都是建立在现代科学理论基础之上的。我们身边的机械、电力、飞机、火车、电视、手机、电脑……无不形成对现代科学最有力、最直观的证明。科学获得的辉煌胜利是以往任何一种知识体系都从未获得过的。

由于这种辉煌，科学也因此被不少人视为绝对真理，甚至是终极真理，是绝对正确的乃至唯一正确的知识；他们相信科学知识是至高无上的知识体系，甚至相信它的模式可以延伸到一切人类文化之中；他们还相信，一切社会问题都可以通过科学技术的

发展而得到解决。这就是所谓的“唯科学主义”观点。<sup>①</sup>

正当科学家对科学信心十足，而公众对科学顶礼膜拜之时，哲学家的思考却是相当超前的。哈耶克早就对科学的过度权威忧心忡忡了，他认为科学自身充满着傲慢与偏见。他那本《科学的反革命——理性滥用之研究》（*The Counter Revolution of Science, Studies on the Abuse of Reason*），初版于1952年。从书名上就可以清楚感觉到他的立场和情绪。书名中的“革命”应该是一个正面的词，哈耶克的意思是，科学（理性）被滥用了，被用来“反革命”了。哈耶克指出，有两种思想的对立：一种是有利于创新的，或者说是“革命的”；另一种则是僵硬独断的，或者说是“不利于革命的”。

哈耶克的矛头并不是指向科学或科学家，而是指向那些认为科学可以解决一切问题的人。哈耶克认为这些人“几乎都不是显著丰富了我们的科学知识的人”，也就是说，几乎都不是很有成就的科学家。照他的意思，一个“唯科学主义”（scientism）者，很可能不是一个科学家。他所说的“几乎都不是显著丰富了我们的科学知识的人”，一部分是指工程师（大体相当于我们通常说的“工程技术人员”），另一部分是指早期的空想社会主义者及其思想的追随者。有趣的是，哈耶克将工程师和商人对立起来，他认为工程师虽然在工程方面有丰富的知识，但是经常只见树木不见森林，

---

① Scientism 通常译为“唯科学主义”，其形容词形式则为 scientific（唯科学主义的）。



不考虑人的因素和意外的因素；而商人通常在这一点上比工程师做得好。

哈耶克笔下的这种对立，实际上就是计划经济和市场经济的对立。而且在他看来，计划经济的思想基础，就是唯科学主义——相信科学技术可以解决世间一切问题。计划经济思想之所以不可取，是因为它幻想可以将人类的全部智慧集中起来，形成一个超级的智慧，这个超级智慧知道人类的过去和未来，知道历史发展的规律，可以为全人类指出发展前进的康庄大道，而实际上这当然是不可能的。

## 从“怎么都行”看科学哲学

科学既已被视为人类所掌握的前所未有的利器，可以用来研究一切事物，那么它本身可不可以被研究？

哲学中原有一支被称为“科学哲学”（类似的命名还有“历史哲学”“艺术哲学”，等等）。科学哲学家中有不少原是自然科学出身，是喝着自然科学的乳汁长大的，所以他们很自然地对科学有着依恋情绪。起先他们的研究大体集中于说明科学如何发展，或者说探讨科学成长的规律，比如归纳主义、科学革命（库恩、科恩）、证伪主义（波普尔）、研究范式（库恩）、研究纲领（拉卡托斯），等等。对于他们提出的一个又一个理论，许多科学家只是表示了轻蔑——就是只想把这些“讨厌的求婚者”（极力想和科学套近乎的人）早些打发走（劳丹语）。因为在不少科学家看来，这

些科学哲学理论不过是一些废话而已，没有任何实际意义和价值，当然更不会对科学发展有任何帮助。

后来情况出现了变化。“求婚者”屡遭冷遇，似乎因爱生恨，转而采取新的策略。今天我们可以看到，这些策略至少有如下几种：

1. 从哲学上消解科学的权威。这至迟在费耶阿本德的“无政府主义”理论（认为没有任何确定的科学方法，“怎么都行”）中已经有了端倪。认为科学没有至高无上的权威，别的学说（甚至包括星占学）也应该有资格、有位置生存。

这里顺便稍讨论一下费耶阿本德的学说。<sup>①</sup>就总体言之，他并不企图否认“科学是好的”，而是强调“别的东西也可以是好的”。他的学说消解了科学的无上权威，但是并不会消解科学的价值。费耶阿本德不是科学的敌人——他甚至也不是科学的批评者，他只是科学的某些“敌人”的辩护者而已。

2. 关起门来自己玩。科学哲学作为一个学科，其规范早已建立得差不多了（至少在国际上是如此），也得到了学术界的承认，在大学里也找得到教职。科学家们承不承认、重不重视已经无所谓了。既然独身生活也过得去，何必再苦苦求婚——何况还可以与别的学科恋爱结婚呢。

<sup>①</sup> 费耶阿本德的著作被引进中国至少已有三种：《自由社会中的科学》（上海译文出版社，1990年）、《反对方法——无政府主义知识论纲要》（上海译文出版社，1992年）、《告别理性》（江苏人民出版社，2002年）。



3. 更进一步，挑战科学的权威。这就直接导致“两种文化”的冲突。

## “两种文化”的冲突

科学已经取得了至高无上的权威，并且掌握着巨大的社会资源，也掌握着绝对优势的话语权。而少数持狭隘的唯科学主义观点的人士则以科学的捍卫者自居，经常从唯科学主义的立场出发，对来自人文的思考持粗暴的排斥态度。这种态度必然导致思想上的冲突。一些哲学家认为，哲学可以研究世间的一切，为何不能将科学本身当作我们研究的对象？我们要研究科学究竟是怎样运作的、科学知识到底是怎样产生出来的。

这时原先的“科学哲学”就扩展为“对科学的人文研究”，于是SSK（科学知识社会学）等学说就出来了。主张科学知识都是社会建构的，并非纯粹的客观真理，因此也就没有至高无上的权威性。

这种激进主张，当然引起了科学家的反感，也遭到一些科学哲学家的批评。著名的“科学大战”<sup>①</sup>“索卡尔诈文事件”<sup>②</sup>，等等，就反映了来自科学家阵营的反击。对于学自然科学出身的人来

---

① 关于“科学大战”，可参阅[美]安德鲁·罗斯主编：《科学大战》，夏侯炳、郭伦娜译，江西教育出版社，2002年。

② 关于“索卡尔诈文事件”及有关争论，可参阅[美]索卡尔等著：《“索卡尔事件”与科学大战——后现代视野中的科学与人文的冲突》，蔡仲等译，南京大学出版社，2002年。

说，听到有人要否认科学的客观性，在感情上往往难以接受。

这些争论，有助于加深人们对科学和人文关系的认识。科学不能解决人世间的一切问题（比如恋爱问题、人生意义问题，等等），人文同样也不能解决一切问题，双方各有各的局限。在宽容、多元的文明社会中，双方固然可以经常提醒对方“你不完美”“你非全能”，但不应该相互敌视、相互诋毁，只有和平共处才是正道。

但在很长一段时间里，科学和人文这两种文化不仅没有在事实上相亲相爱，反而在观念上渐行渐远。而且很多人已经明显感觉到，一种文化正日益凌驾于另一种文化之上。眼下最严重的问题，在于工程管理方法之移用于学术研究（人文学术和自然科学中的基础理论研究）管理，工程技术的价值标准之凌驾于学术研究中原有的标准。按照哈耶克的思想来推论，这两个现象的思想根源，归根结底还是唯科学主义。

改革开放以来，科学与人文之间，主要的矛盾表现形式，已经从轻视科学与捍卫科学的斗争，从保守势力与改革开放的对立，向单纯的科学立场与新兴的人文立场之间的张力转变。中国的两种文化总体状况比较复杂：一是科学作为外来文化，与中国传统文化存在着巨大差异；二是唯科学主义已经经常在社会话语中占据不适当的地位（这在发展中国家是常见的现象）；三是新技术所造成的社会问题已经出现，如工业环境污染、互联网侵犯隐私、新媒体矮化文化等。



## 公众理解科学

科学的最终目的，应该是为人类谋幸福，而不能伤害人类。因此，人们担心某种科学理论、某项技术的发展会产生伤害人类的后果，因而产生质疑，要求展开讨论，是合理的。毕竟谁也无法保证科学技术永远有百利而无一弊。无论是对“科学主义”的质疑，还是对“科学主义”立场的捍卫，只要是严肃认真的学术讨论，事实上都有利于科学的健康发展。

如今的科学，与牛顿时代，乃至爱因斯坦时代，都已经不可同日而语了。一个最大的差别是，先前的科学可以仅靠个人来进行。事实上，万有引力和相对论，都是在没有任何国家资助的情况下完成的。但是如今的科学则成为一种耗资巨大的社会活动，而这些金钱都是纳税人的钱，因此，广大公众有权要求知道：科学究竟是怎样运作的，他们的钱是怎样被用掉的，用掉以后又有怎样的效果。

至于哲学家们的标新立异，不管出于何种动机，至少在客观上为上述质疑和要求提供了某种思想资源，而这无疑是有积极意义的。

为了协调科学与人文这两种文化的关系，一个超越传统科普概念的新提法“科学传播”开始被引进，核心理念是“公众理解科学”，即强调公众对科学作为一种人类活动的理解，而不仅是单向地向公众灌输具体的科学和技术知识。事实上，这符合“弘扬科





度关注科技的发展，保证科技始终沿着为人类服务的正确轨道健康发展。<sup>①</sup>

所有这一切，都不是偶然的。这是中国科学界、学术界在理论上与时俱进的表现。这些理论上的进步，又必然会对科学与人文的关系、科学传播等方面产生重大影响。2002年底，在上海召开了首届“科学文化研讨会”（上海交通大学科学史系主办），会后发表了此次会议的“学术宣言”，<sup>②</sup>对这一系列问题作了初步清理。随后出现的热烈讨论，表明该宣言已经引起学术界的高度重视。<sup>③</sup>

---

① 《人民政协报》，2002年12月17日。

② 柯文慧（江晓原定稿）：《对科学文化的若干认识——首届“科学文化研讨会”学术宣言》，载《中华读书报》，2002年12月25日。

③ 围绕这份宣言，出现在纸媒和网上的各种讨论和争论，已经形成大量文献。此后数年召开了多次科学文化研讨会，较重要的文献有：柯文慧（江晓原定稿）：《岭树重遮千里目——第四次科学文化会议备忘录》，载《科学时报》，2005年12月29日；柯文慧（江晓原定稿）：《一江春水向东流——第五次科学文化研讨会备忘录》，载《科学时报》，2007年3月15日。