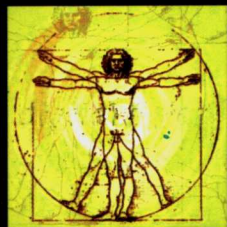


文艺复兴时期的

科学革命

张功耀 著



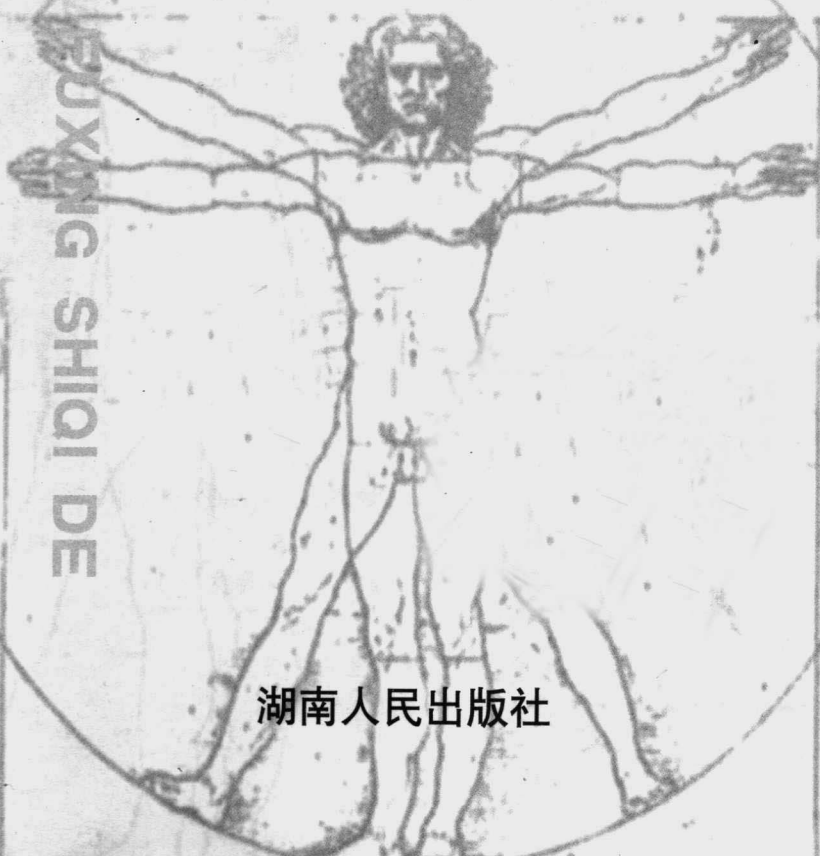
湖南人民出版社

文艺复兴时期的 科学革命

张功耀 著

WENYI FUXING SHIQI DE
KEXUE GEMING

湖南人民出版社



图书在版编目(CIP)数据

文艺复兴时期的科学革命 / 张功耀著. —长沙:
湖南人民出版社, 2005

ISBN 7-5438-3917-2

I. 文... II. 张... III. 自然科学史—欧洲—中
世纪 IV. N095

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 021836 号

责任编辑:李雄伟

装帧设计:廖 铁

文艺复兴时期的科学革命

张功耀 著

*

湖南人民出版社出版、发行

(长沙市营盘东路 3 号 邮编:410005)

航天长宇印刷公司印刷

2005 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开本:850×1168 1/32 印张:8.125

字数:197,000

ISBN7-5438-3917-2
B·100 定价:18.00 元

前 言

大凡中外讨论科学革命的学者所列举的科学史实，不外以哥白尼日心地动说为代表的天文学革命，以牛顿的微积分为代表的数学革命，以拉瓦锡的氧化燃烧学说为代表的化学革命，以达尔文自然选择学说为代表的进化论革命，和二十世纪以相对论和量子论为代表的物理学革命。1960年代以后，随着大陆漂移理论得到的证据越来越多，以魏格纳为代表的地质学革命也逐步受到了研究科学革命的科学史家和科学哲学家的重视。

关心科学革命的读者不难发现，在以上所有列举中，文艺复兴时期的科学革命似乎只有天文学革命。这恐怕并不符合历史的真实情况。展现在读者面前的这部小书正是要试图证明一点。

事实上，在整个文艺复兴时期，除天文学外，至少数学、医学、生理学，是完全有资格被认为发生了科学革命的另外几个重要领域。化学革命显然发生得比这些学科晚。但是，波义耳的《怀疑的化学家》打碎了以炼金术为代表的“化学旧世界”。这“打破一个旧世界”的革命意义是不可低估的。为此，我在这本书中把它描述为“化学革命的前夜”。

我在开篇明确指出这本书的线索，意在特别提示那些多少有些学术兴趣的读者，重新思考文艺复兴时期的科学革命。

此举不为标新，惟求其是。谨志前言。

张功耀

2004年6月26日初稿，2004年圣诞节再次修改于中南大学高家坪寓所

目 录

第一章 导论	(1)
第一节 科学革命的思想和文化基础	(3)
一 古代希腊文化的更生.....	(8)
二 阿维罗伊的哲学思想.....	(9)
三 托马斯·阿奎那的神学思想	(11)
四 唯名论的逻辑哲学.....	(14)
五 经验主义哲学的滥觞.....	(15)
第二节 科学革命中的科学与宗教	(17)
一 托马斯·阿奎那：两个并存的世界	(17)
二 教会在科学革命中的积极作用.....	(19)
三 教会及宗教裁判所以对科学家的迫害.....	(24)
四 科学以其独特的方式从属于宗教.....	(26)
五 谁最先使科学脱离了宗教.....	(28)
第三节 科学革命的三个阶段	(31)
一 科学革命的第一个阶段.....	(32)
二 科学革命的第二阶段.....	(36)
三 科学革命的第三个阶段.....	(39)

第二章 天文学革命	(41)
第一节 人类对天文学的早期探索	(43)
一 古中国的天文学.....	(43)
二 亚历山大学派的天文学.....	(50)
第二节 太阳系地静模型的建立	(53)
一 希帕库斯的太阳系模型.....	(53)
二 托勒密的地静模型.....	(57)
第三节 哥白尼和他的《天体运行论》	(59)
一 《天体运行论》的写作与发表.....	(59)
二 把对上帝的爱倾注于对科学的爱.....	(62)
第四节 《天体运行论》的基本思想	(63)
一 宇宙和大地的形状.....	(63)
二 天体的匀速圆周运动.....	(66)
三 地球在宇宙中的位置与状态.....	(68)
四 日心说与天球的顺序.....	(72)
第五节 哥白尼模型的数学成就	(75)
一 昼夜交替及分点外的昼夜不等长.....	(75)
二 正午日影的差异现象.....	(76)
三 对恒星的出没和定位进行描写.....	(76)
四 二分点岁差.....	(76)
五 对月球运动的解释.....	(79)
第六节 宗教改革与天文学革命	(82)
一 马丁·路德对科学的态度.....	(83)
二 马丁·路德与尼古拉·哥白尼.....	(85)
第七节 哥白尼地动模型与宗教的冲突	(88)
一 “日心-地动”模型的物理学疑难.....	(89)
二 对伽利略的迫害.....	(91)

第三章 医学及生理学的革命	(97)
第一节 不同文明地区的医学及生理学起源	(97)
一 古美索不达米亚的医学	(98)
二 古埃及的医学	(101)
三 古印度的《生命吠陀》	(104)
四 古希腊的医学	(107)
五 古中国的医学	(110)
第二节 希波克拉底之后的医学生理学学派	(111)
一 亚历山大学派	(112)
二 阿斯克来皮亚得学派	(113)
三 盖仑学派	(113)
第三节 导致文艺复兴发生医学革命的因素	(115)
一 中世纪东西方医学思想的交流与融合	(116)
二 医学教育的影响	(117)
三 流行病对医学繁荣的刺激作用	(119)
四 治疗与防疫方法的进步	(120)
第四节 医学史上的马丁·路德	(122)
一 巴拉塞尔苏斯其人	(123)
二 告别“四体液说”，倡导“五要素”病理说	(125)
三 治疗原则的革命	(126)
四 药理学进入了化学时代	(127)
第五节 解剖学革命	(128)
一 达·芬奇对解剖学的贡献	(128)
二 维萨留斯及其标准的人体解剖学	(131)
三 心血运动论：生理学的真正开始	(136)
第六节 笛卡尔的身心二元论哲学	(140)

第四章 数学革命	(144)
第一节 西方数学重新觉醒的“兴奋剂”	(144)
第二节 三角学的复兴	(150)
第三节 求解高次代数方程	(157)
第四节 对数计算	(166)
第五节 解析几何	(173)
第六节 微积分学的兴起	(180)
第七节 科学数学观的重新崛起	(192)
 第五章 化学革命的前夜	(198)
第一节 化学科学的前身：炼金术	(198)
第二节 从炼金术向科学化学的过渡	(203)
一 关于物质不灭定律的早期探索	(204)
二 关于气体的研究	(205)
三 关于元素的研究	(206)
第三节 波义耳及其《怀疑的化学家》	(207)
一 波义耳其人其著	(208)
二 波义耳的化学哲学思想	(211)
第四节 告别燃素说	(231)
一 与《怀疑的化学家》并存的燃素说	(231)
二 氧气的发现及其在化学史上的意义	(232)
 15 - 17 世纪欧洲科学技术年表	(241)

第一章 导论

欧洲历史学家把 14 世纪后期到 17 世纪末的这一段历史叫做“文艺复兴”。它与我们中国把这一段历史叫做“明代”存在一个意义上的不同。“文艺复兴”这个概念具有解释性，而“明代”则只具有描述性。

可是，“文艺复兴”仅仅限于我们通常意义上的文学和艺术吗？换句话说，把欧洲 14 ~ 17 世纪的历史仅仅解释成“文学”和“艺术”的复兴是充分的吗？如果已经打开了这本书的读者，把这个问题保持到全部读完这本书，应该可以获得一种新的感受。

其实，把 Renaissance 翻译成“文艺复兴”，多少已经误导了中国的读者，甚至包括研究欧洲历史的历史学家。在构词上，naissance 来自拉丁语 nascentia，原意是“出生”。加上一个前缀 re- 所得到的 renaissance，其直接含义就是“更生”。这个概念不包括任何其他定语成分。注重文学和艺术的历史学家，看到了人的本质在 14 ~ 17 世纪得到了更生。文献学家发现古代希腊和罗马曾经失传的著作，在这个时期得到了更生。如果注意这一段历史的人，把眼光放得更广一点，他应该不难发现，科学、哲学和

宗教^①也都在这个时期得到了更生。总之，一切在黑暗的中世纪被窒息了的思想和文化，都在这个时候更生了。

文艺复兴时期的文化更生有一个共同的特点，就是在欧洲人一切可能的哲学思想中，重新恢复人的本质。

公元前一世纪，罗马哲学家最早用 *humanitas* 表示“人的本质”。这个概念严格区别于超自然的“神的本质”，尤其区别于倡导个人修行和禁欲主义的“神性”。1378年，以同时出现两个对立的教皇（乌尔班六世和克雷芒七世）为标志，神性在欧洲降到了最低点，世俗的人性开始复归。于是，这一年被定为文艺复兴运动的开始。

人性的复归体现在文学艺术中，主要在于重新认识人本身的世俗特性；在宗教中则主要表现为致力于“回到过去去”的宗教改革；在科学中则表现为数学和实验科学，包括它们的思想和方法的重新确立。就科学领域而言，这一历史时期被公认为“科学革命时代”。由于科学是揭示人的世俗特性最充分的学术领域，所以，科学革命也被认为是文艺复兴的主流。

通常的历史教科书把文艺复兴分为三个历史时期：文艺复兴初期（early renaissance，1378 - 1500）；文艺复兴盛期（high renaissance，1500 - 1530）；文艺复兴后期（late renaissance，1530 - 1600）。这个划分并不十分确切，尤其不适合于描述科学革命。本书打算对这个时期的划分做如下调整：

① 虽然宗教（主要是基督教）在中世纪取得了至高无上的地位，但是，那时的宗教已经变得毫无生气和活力。就其表现形式而言，中世纪的基督教由圣洁的道德崇拜蜕变成了人欲陷阱。因此，中世纪基督教畸形的繁荣不是真正的繁荣。恰恰相反，它严重窒息了宗教。从这个意义上，我们有充分的理由说，是宗教的改革使基督教得到了更生。

1. 文艺复兴初期的科学 (1378 年 ~ 1476 年)。

这一时期的特点是重新翻译、编写、编印古代科学文献,包括亚里士多德、柏拉图、欧几里得、托勒密、盖仑等人的科学著作。1476 年,托勒密的《至大论》重新在欧洲出版,我们以它为标志,作为这一时期科学更生的最高潮。

2. 文艺复兴盛期的科学 (1476 年 ~ 1543 年)。

这一时期的特点是研究古代科学文献,并进行新的科学创造。它以三本书的出版为标志。这三本书分别是:哥白尼的《天体运行论》(1543 年);维萨留斯的《人体解剖论》(1543 年);巴拉塞尔苏斯的《外科精要》(1565 年)^①。它们是文艺复兴发生了科学革命的标志。

3. 文艺复兴后期的科学 (1543 年 ~ 1687 年)。

以牛顿发表《自然哲学的数学原理》为标志,它象征着经典科学规范的最后形成。这一时期,就天文学而言,是以理论的更加完善,尤其是使天文学在数学的基础上进一步获得运动学和力学的说明为基本特征。

第一节 科学革命的思想和文化基础

远在古代希腊,哲学家们在摆脱神秘主义的思想道路上,创造了两种基本的研究规范。一种是以毕达哥拉斯和柏拉图为代表的形式化规范,或称“几何学规范”,或“几何学传统”。根据这种规范,自然界的一切运动和变化可以归结为可被演绎的几何学或数学规律来认识。另一种规范是以亚里士多德的“四因说”为代表的因果律规范。根据这种规范,要理解自然界就要找出自然

^① 巴拉塞尔苏斯导致医学革命的这部著作是 1565 年出版的,但其思想从 1529 年就开始影响欧洲了。

界存在和运动的四种原因：质料因、形式因、动力因和目的因。在科学的全部历程中，前者在天文学、力学、几何光学、电磁学中得到了很好的印证；后者在生物学、地质学、化学也有很好的证据。

可是，运用这些规范来探索自然界的真理，剥去自然界神秘的面纱，在科学技术不发达的古代却远不能战胜神秘主义的挑战。更有甚者，它严重妨碍人们的宗教信仰。因为一个人如果要在严格的形式化或明确的因果律基础上来认识自然界的话，宗教关于自然界的信仰也就变得不可能了。于是，欧洲进入中世纪以后，首先是数学方法，其次是实验方法，遭到了严格的禁止。

因果律的认识规范在人们的认识中是由来已久、而且根深蒂固的。从人们的日常思维到宗教神学，因果律都有它的存在理由。但是，人们揭示因果律的努力却有多种样式。有以证明方式的，也有以信仰方式的。

以证明的方式来认识事物的因果关系，一是要实验和观察，二是要进行形式化的推理。古代希腊一次



柏拉图（左）和亚里士多德（右）

最有名的证明活动，是恩培多克勒用“火法分析”证明了自然物都是由土、水、气、火四种基本元素构成的。这个证明活动如

下：

观察生树枝在火炉中燃烧的情形，它可以在燃烧时发热并喷出火焰，证明在它的里面含有“火”；烟囱顶部逸出烟雾证明它里面含有“气”；燃烧着的生树枝两端会鼓泡并嘶嘶作响，这就是“水”；灰烬具有重量、不可再燃烧性和干燥性，它被命名为“土”元素。将世界上所有的物体用燃烧来分析，都会得到这四种元素。由之，“自然界是由土、水、气、火四元素构成的”这个论断就被认为是得到了普遍性证明的论断。这个证明过程是十分朴实的。但它开创了用观察、实验和逻辑推理的方式来认识世界的方法。对于世俗的世界，都应该用这种世俗的证明方法来认识。

可是，这样通过证明的方式来认识自然界的因果性，不能长期有效地坚持下去。在通过实验证明了自然界物质构成的“四要素”之后，人们马上又会问：“自然界为什么不多不少恰好是由这四种基本要素构成的呢？”诸如此类，人们关于因果关系的追问是无止境的。因而，通过实验或形式化推理来确立人们的因果观念，最终是不可能的。世俗的眼光只能认识某些当前事物的因果关系，却不能认识可被无穷追问的“终极原因”。这就是哲学上所讲的“终极原因危机”。

人们在长期的宗教信仰中，存在着另外一种关于确定因果关系的方式，那就是信仰主义的方式。只要你首先坚定关于某种因果关系的信仰，这种因果关系就会成为“确实的”因果关系。比如说，只要你首先相信乌龟是最有营养的，到最后，乌龟就会变成最有营养的。并且，你会用各种方式来证明你的论断是正确的。于是，“我昨天吃了乌龟，补得我一个晚上都没有睡好”是一种证明；“我昨天吃了乌龟，补得我昨晚睡了一个难得的好觉”也是一种证明。因此，证明是容易的，关键是要确定一个可靠的信仰。只要信仰，就可以解决对因果关系的理解问题。这就是信

仰主义哲学确立因果关系的基本方法。

那么，什么样的信仰最可靠呢？当然是上帝的教诲。于是，只要坚定对上帝的信仰，真理也就在其中了。人事间的真理，自然界中的真理，都只有在上帝的教诲中，即在《圣经》中，才能找到答案。人们关于“终极原因”的全部困惑，也可以通过坚定对上帝的信仰来解决。上帝就是一切事物的终极原因。

从此，世俗的世界变成了具有普遍神性的世界。世俗的人类生活也被改变成了基于个人修行的禁欲主义生活。人类知识全部被神性化了。

把自然界和人类社会的存在理解为神性的存在，把自然界和人类社会的真理理解为上帝的教诲，当然是十分抽象的。在具体的生活中，那便是基督教教会的权威。因为，所有“上帝的教诲”都是由教会的牧师或神父来解释的。教会领袖傲慢地认为，他们拥有无所不包的天启真理。于是，一切试图凭借独立于宗教之外的理性和实验方式来追求真理的人，都遭到了教会的敌视。教会不仅垄断了世俗的一切权利，也垄断了对世俗世界因果关系和原理关系的解释权，即垄断了人类的全部知识。由此造成了欧洲思想资源的严重枯竭，即，造成了欧洲中世纪的思想灾难。

公元 392 年，罗马帝国皇帝狄奥多西一世下令，废除一切旧有的宗教，关闭一切氏族神庙，禁止一切异教活动，宣布基督教为惟一合法宗教。自此，经过大约 60 年的演变以后，罗马帝国开始步入了单一意识形态统治人们的思想的社会。基督教逐步被世俗的政治权力所利用。从而，基督教在政治权力的污染下发生了严重的蜕变。高度精神化的基督教与极其残暴的罗马征服者相结合，使得罗马人粗鲁的自然本性也渗透到了教会之中。正如黑格尔所指出的：“一切情欲、权力欲、贪婪、欺诈、使用暴力、掠夺、残杀、嫉妒、仇恨，所有这一切粗糙的罪恶，教会都莫不

尽有；他正是属于教会统治权本身的。”^① 这种残暴的思想统治，经过 130 年左右的进一步演变便渗透到了整个思想界。

在基督教被宣布为惟一合法宗教的最初 100 多年的时间里，尽管教会在那里宣扬他们的信仰主义哲学，但是，人们仍然可以用世俗的眼光来讨论世俗的问题。于是有博埃修斯的《四术集注》的流行。这四术分别是算术、几何、音乐、天文。大约又过了 130 年，情况就完全变了。公



柏拉图学园旧址

元 524 年，罗马统治者查士丁尼皇帝宣布，博埃修斯的《四术集注》崇尚世俗，压抑精神和信仰。于是，相关的书籍被禁毁，作者被处死。公元 529 年，创办了 900 多年的柏拉图学园被关闭。这一事件，被认为是古希腊文明在欧洲遭到毁灭性打击的象征性事件。在这种状态下，人们的思想自由完完全全地被剥夺了。以单一意识形态统治人们的思想为标志的黑暗的中世纪，由此开始。

但是，这种至高无上的神性与世俗化的希腊哲学是不相容的。基督教哲学把自然界和人类社会的一切都看作是神性的存

^① 黑格尔：《哲学史讲演录》（第 3 卷），商务印书馆 1959 年版，第 273 页。

在。这种观点涉及到一个最基本的哲学问题，那就是，世界究竟是神性一元的存在，还是“灵魂”与“肉体”相并存的二元的世界？甚至，世界干脆就是一个由肉体决定的物质的世界。只要哲学为“肉体”争得一席之地，基督教神学的至高无上性就不可能成立。

虽然基督教神学拼命强调信仰的重要，但是，有着深厚哲学传统的欧洲人还是想弄清“灵魂”与“肉体”的关系问题。这就决定了基督教神学的至上性，一直面临着希腊哲学的反抗。它也决定了基督教神学不可能在欧洲长期占据统治地位。一种专制制度如果没有任何强有力的哲学的抵抗，这种专制制度就可以横行无忌。鼓吹神性至上的罗马帝国的统治者们，如果发生在任何一个没有深厚的哲学底蕴或哲学问题展开得不够充分的地区，则它可能要维持时间更长、统治更黑暗的存在。而它实际上却偏偏发生在哲学盛行的古代欧洲。于是，神性一元论思想的长期维持，就依赖于它能否战胜延续已久、底蕴深厚的希腊哲学的挑战了。

后来的历史证明，这个挑战的确是从古希腊哲学思想的重新复活开始的。

一 古代希腊文化的更生

公元五世纪中叶，西罗马帝国走向衰落时，东罗马帝国则日渐强大起来。这个强盛过程一直维持到公元七世纪初波斯帝国的崛起。波斯帝国崛起之后，即开始了与东罗马帝国之间的战争。战争的结果，使两个大帝国都被打得筋疲力尽。此时，被后人尊为穆斯林先知的穆罕默德在麦地那建立了伊斯兰阿拉伯国（622年）。公元633年，伊斯兰阿拉伯国（欧洲历史学家称他们为撒拉逊人）灭亡了波斯帝国。然后，又迫使罗马帝国退出了西亚和北非，重新龟缩到小亚西亚、君士坦丁堡和地中海诸岛。穆罕默德死后，阿拉伯帝国逐渐走向了分裂，这些分裂，蕴含了延续至

今的不同伊斯兰教派之间的冲突。

罗马帝国、波斯帝国、以及后来的阿拉伯帝国之间的征战，促使了不同民族之间的相互了解。于是，罗马帝国的扩张把古希腊罗马的文明传到了阿拉伯地区。罗马帝国衰落以后，公元8世纪开始，这些保存在阿拉伯国家的古希腊罗马的文明又传回了欧洲。距离教皇统治中心较远的地区，如爱尔兰、德意志、法国、西班牙，最先开始了重新翻译、诠释、研究古代希腊历史文献的文化风潮。盖仑的医学，亚里士多德的哲学、政治学、伦理学、逻辑学和科学，欧几里得的几何学，等等，都先后回归故里，重新发挥其思想引导作用。从此，一元化的意识形态格局被打破了。于是，在僧侣思想之外，欧洲重新复活了本属于欧洲人祖先的哲学和科学思想。

二 阿维罗伊的哲学思想

阿维罗伊（Averroès）是西班牙哲学家、医生、逻辑学家。因为祖籍来自一个伊斯兰国家，他还拥有一个伊斯兰的名字，叫伊本·鲁希德（Ibn Rushd）。但是，西方人都习惯性地称他为阿维罗伊。

阿维罗伊 1126 年出生在西班牙的科多巴（Cordoba，亦称“科多瓦”，Cordova），早年学习医学。在中国，与阿维罗伊处在相同时代的哲学家是朱熹。1169 年，43 岁的阿维罗伊出版了《医学通论》（Kulliyât, General Medicine）



阿维罗伊