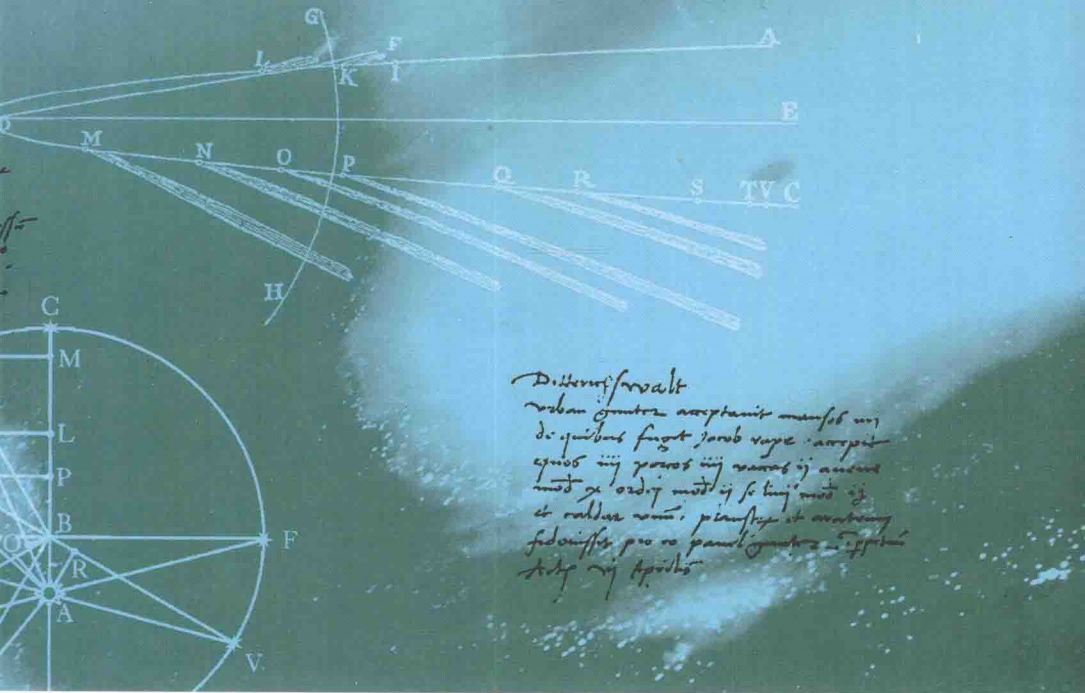


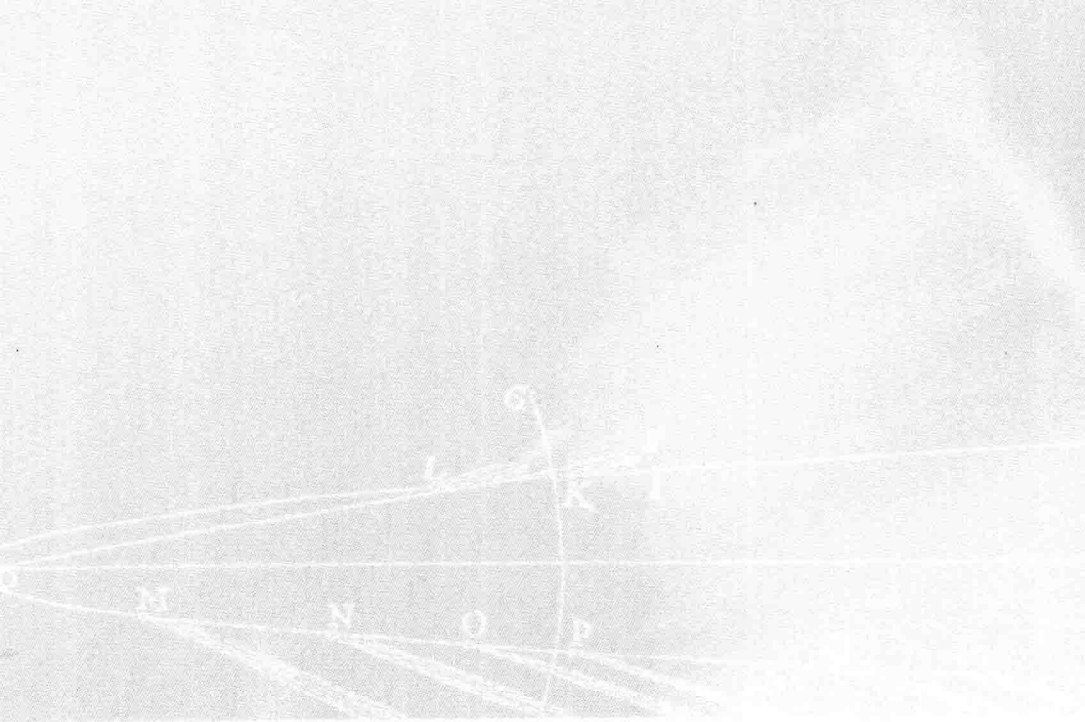


吴以义 著

从哥白尼到牛顿：日心学说的确立

上海人民出版社

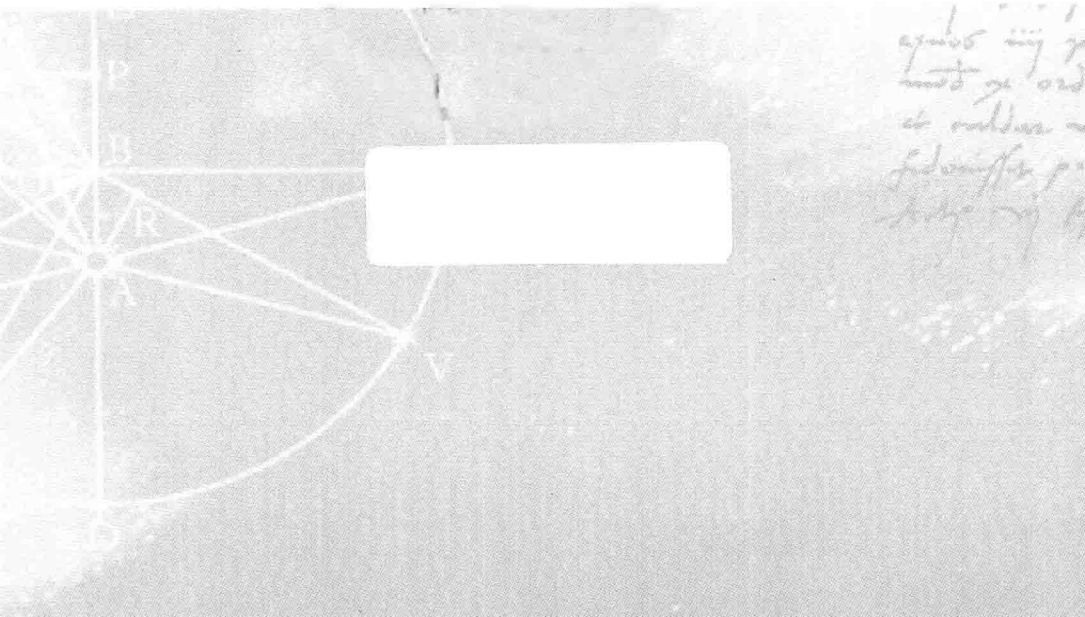




吴以义 著

从哥白尼到牛顿：日心学说的确立

 上海人民出版社



图书在版编目(CIP)数据

从哥白尼到牛顿:日心学说的确立/吴以义著. —
上海:上海人民出版社,2013
ISBN 978-7-208-11638-2

I. ①从… II. ①吴… III. ①日心地动说—天文学史
IV. ①P134

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第216780号

责任编辑 毛志辉 李 莹

从哥白尼到牛顿:日心学说的确立

吴以义 著

世纪出版集团

上海人民出版社出版

(200001 上海福建中路193号 www.ewen.cc)

世纪出版集团发行中心发行

上海商务联西印刷有限公司印刷

开本 635×965 1/16 印张 31 插页 3 字数 425,000

2013年12月第1版 2013年12月第1次印刷

ISBN 978-7-208-11638-2/K·2009

定价 68.00 元

昊天孔昭

诗·大雅·荡之什·抑

读《从哥白尼到牛顿》

(代序)

读《从哥白尼到牛顿》
“太阳中心说”(或“日心说”)从提出、发展到确立，是一场经历了两三百年的大运动；参与其事的先后包括哥白尼、开普勒、伽利略、牛顿这样伟大的天才科学家。毫无疑问，这是西方科学史和思想史上最有一章。吴以义先生(以下称“作者”)这部新著将这一段无比重要而又十分复杂的历史重新建构了出来，这是令人钦佩的。尤其值得钦佩的是：作者的历史建构一方面根据他对于一切相关经典的直接钻研和深刻理解，另一方面则在融会贯通之后将整个运动有条不紊地呈现了出来。

“太阳中心说”(或“日心说”)从提出、发展到确立，是一场经历了两三百年的大运动；参与其事的先后包括哥白尼、开普勒、伽利略、牛顿这样伟大的天才科学家。毫无疑问，这是西方科学史和思想史上最有一章。吴以义先生(以下称“作者”)这部新著将这一段无比重要而又十分复杂的历史重新建构了出来，这是令人钦佩的。尤其值得钦佩的是：作者的历史建构一方面根据他对于一切相关经典的直接钻研和深刻理解，另一方面则在融会贯通之后将整个运动有条不紊地呈现了出来。我相信，本书“深入”的部分必将得到专家的欣赏和印证，

我相信，本书「深入」的部分必将得到专家的欣赏和印证，而其中「浅出」的传达方式则更将激起一般科普读者的热烈响应。

本书特别强调理性对于科学的引导作用。这是一个具有深远涵意的观点。因此作者认为日心学说的整体演进历程「彰显了理性在人类认识世界中的地位」。他接着又十分肯定地说：“理性的至高无上的权威由是确立。从此以后，理性成了人类思维活动的唯一被认可的主导。”很明显的，作者是在指点读者：理性是科学的源头活水。如果借用传统的语言，我们也未尝不可说：作者所要表达的是「理性为体，科

而其中“浅出”的传达方式则更将激起一般科普读者的热烈响应。

本书特别强调理性对于科学的引导作用。这是一个具有深远涵意的观点。因此作者认为日心学说的整体演进历程“彰显了理性在人类认识世界中的地位”。他接着又十分肯定地说：“理性的至高无上的权威由是确立。从此以后，理性成了人类思维活动的唯一被认可的主导。”很明显的，作者是在指点读者：理性是科学的源头活水。如果借用传统的语言，我们也未尝不可说：作者所要表达的是“理性为体，科

學為用的意思。但理性之「體」為「用」無窮，科學不過是其中之一罷了。推拓作者之意，我想進一步指出：理性是和文明成正比的，理性之用愈廣，文明的程度也愈高。

作者苦心孤詣，把我們送進至高無上的理性世界，這真是莫大的功德。我們怎樣才能長駐此理性世界呢？對《從哥白尼到牛頓》進行熟讀深思是一個良好的開始。

余英時

二〇一三年九月二十五日於
普林斯頓

科学为用”的意思。但理性之“体”，为“用”无穷，科学不过是其中之一罢了。推拓作者之意，我想进一步指出：理性是和文明成正比的，理性之用愈广，文明的程度也愈高。

作者苦心孤诣，把我们送进至高无上的理性世界，这真是莫大的功德。我们怎样才能长驻此理性世界呢？对《从哥白尼到牛顿》进行熟读深思是一个良好的开始。

余英时

二〇一三年九月二十五日于普林斯顿

目录

读《从哥白尼到牛顿》 余英时 / 1

引 言 日心学说的建立没有带来物质上的利益但在思想史上
是划时代的 / 1

第一章 日心学说的前导因素 / 7

第一节 亚里士多德的原则是用理性整理现象 / 9

第二节 “读两本书”:基督教的教义断定研究天象既是
必要的又是可能的 / 23

第三节 机械钟的建造不知不觉地把模拟变成了模型 / 40

第四节 数学天文学为凑合现象而煞费苦心 / 48

第二章 哥白尼根据亚里士多德的原则否定了托勒密的
偏心匀速点概念和宇宙模型 / 62

第一节 1510:《提要》可能是关于日心学说的
第一份文件 / 66

第二节 日心思想的来源是一个正在研究的问题 / 79

第三节 1510—1540:从《提要》到《运行论》的撰写 / 93

第四节 1540—1543:《运行论》的撰写和出版 / 109

第五节 16 世纪 40 年代:对《运行论》的最初反应 / 123

第六节 16 世纪 50—60 年代:维腾堡解释 / 136

第三章 第谷以缜密的观测摧毁了永恒的恒星天和实体天球
两个概念 / 150

第一节 1572:超新星 / 152

第二节 第谷观象台使他的观测精度独步当代 / 164

从哥白尼到牛顿：日心学说的确立

第三节 1577：彗星带来了新的消息 / 176

第四章 开普勒在追寻行星运动的物理原因中发现了 行星运动的规律 / 193

第一节 开普勒想要研究的不是现象，而是原因 / 195

第二节 1596：《宇宙的秘密》想要回答哥白尼为什么
是对的 / 213

第三节 1600：开普勒终于见到了第谷 / 223

第四节 1609：《新天文学》：天体运动的物理原因
支持日心学说 / 238

第五节 1609：《新天文学》：和天使的角力 / 252

第六节 新天文学：行星运动的规律 / 272

第五章 伽利略给出了支持日心学说的最直观的论据因此 受到了最直接的打击 / 291

第一节 1610：《星际信使》送来了全新的消息 / 293

第二节 当一个旧的世界面对一个新的宇宙 / 307

第三节 1632：《关于两大世界体系的对话》有力地
支持了地动说 / 323

第四节 1633：教廷判定太阳不按《圣经》教导的方式
运动是不对的 / 340

第六章 英雄时代：笛卡尔、巴斯卡、惠更斯和胡克 / 355

第一节 1629：笛卡尔利用充满宇宙的介质构造了一种
以机械运动为基础的宇宙图景 / 357

第二节 1648：巴斯卡并不研究行星的运动但为日心学说
的确立提供了方法论基础 / 373

第三节 1659：惯性的概念和惠更斯的《论离心力》 / 387

第四节 1666—1683：胡克猜到了引力的两个基本特性

目录

但无法证明 / 399

**第七章 牛顿革新了“力”的概念并以此为基础建立了日心
图景的运动机制 / 415**

第一节 神秘的宇宙：力、引力、万有引力 / 419

第二节 1687：《原理》第三篇《论世界体系》 / 437

尾声 1758 年哈雷彗星的回归最终确立了日心学说 / 454

对引用文献的附加说明 / 470

地名人名中译对照 / 477

引言

日心学说的建立没有带来物质上的利益但在思想史上是划时代的

福尔摩斯常发人所不能，身手矫健，洞察精微，每每让人吃惊。但是他第一次让他的合作者华生医生大吃一惊的，却既非身手也非头脑，而是对日心学说的一种漫不经心的无知。据华生报道，这是他们认识不久，决定合租一套公寓以后——

最使我惊讶的是：我无意中发现他[福尔摩斯]竟然对于哥白尼学说以及太阳系的构造也一无所知。当此十九世纪，一个有知识的人居然不知道地球绕着太阳运行，这件奇事简直令我难以理解。

他看到我吃惊的样子，微笑着说：“你似乎感到吃惊吧。即使我懂得这些，我也要尽力把它忘掉。”

“把它忘掉！”

他解释道：“你要知道，……最要紧的是，不要让一些无用的知识把有用的挤出去。”

我分辩说：“可是，那是太阳系的问题啊！”

他不耐烦地打断我的话说：“这与我又有什么相干？你说咱们是绕着太阳走的，可是，即使咱们绕着月亮走，这对于我或者对于我的

工作又有什么关系呢？”^①

平心而论，福尔摩斯有什么错呢？通常被大家满怀敬意地称为科学的最伟大的成果之一的日心说，对于我们，对于我们生活在地球上的人来说，又有什么关系呢？事实上，直到今日，直到日心说提出、确立并被广泛接受的四百年以后，我们，自诩为生活在科学时代的我们，还真说不出日心说到底给我们带来了什么实在的好处。

可是，日月星辰，赫然在天。亚里士多德想要解释天体的运动，——最明显的当然是其永恒，提出了“匀速圆周”的假定，也就是说天体都以恒定不变的速度沿正圆形的轨道运行，但不及将其解说数量化。托勒密辈把数学贯彻到亚氏学说之中，使之可以和观测资料相对比，结果发现符合程度不能尽如人意，于是引进了本轮-均轮模型、偏心圆和偏心匀速点，完成了对天象的可以预言可以验证的精确描述。阿拉伯人发现引进偏心匀速点这个几何点在本质上违背了亚氏原则，于是用更复杂的数学技巧，逐一说明行星的运动，建立真正意义上的“地心说”，让地球重新回到了宇宙的中心。哥白尼觉得这种“一个一个地说明”未臻完美，于是再创立统一的图景，称地球和诸行星围绕太阳运动，但“日心-地动”又为常识和权威所不容。第谷从他的观测资料出发，稍改哥氏的日心说，抛弃其“地动”部分，得“日心地不动”图景，感官常识始觉易于接受，但没有付诸数学讨论。开普勒利用第谷的观测资料对哥白尼图景再作精细的数学分析，企图为这一图景提供数学的或“形而上学的”依据。在这一过程中，他发现天体运行的轨道是椭圆并得出了轨道参数的公式，但他对运动的机理所作的猜测不为学术界所接受。伽利略利用望远镜直观地支持了哥白尼图景，用推理证明了地动说并非荒谬，但无法说明运动的原因。牛顿利用哥白尼的图景和开普勒的公式，构造严谨的数学原理，引进了颇为神秘的“万有引

^① 柯南道尔，《血字的研究》，译本、双语对照本繁多，势无一一对照比较之必要。

力”，对太阳系的图景和诸星的运动机制作了完整的描述。四十年后，布拉德雷由光行差得到了间接支持“地动”的证据，又三十年，哈雷根据牛顿的理论所作的关于彗星的预言被验证，日心学说由此完全确立。整个过程，耗费了几代人的心血，历时超过二百年，我们总算明白了是地球绕着太阳转。但是，这日心学说，不能吃，不能穿，不能延年祛病，也不能强国富民，怨不得福尔摩斯要问，“这对于我或者对于我的工作又有什么关系呢？”

的确，从上面的简述中，我们还真看不出日心学说的建立给了我们什么有用的东西。让我们暂时摆脱日常生活的纷扰，重新细致地考察一下这个问题。16世纪中叶日心学说所遭遇的最大困难是常识，这是千百年来千百万人所经验的、习以为常的、深信不疑的东西，是人人睁眼可见，伸手可及的东西。哥白尼要打破的正是这种观念；这种观念的转变在认识论上的革命意义，他的直接继承人伽利略的感受最为亲切，他说：

依照哥白尼的方法，一个人必须否定自己的感觉。^①

一语中的。下一步，既然感觉不足信，我们靠什么呢？日心学说确立的历史告诉我们，如果想要透过表象，深入自然的最精深微妙的核心，人的认识必须在理性的引导下前行。如果说伽利略可能只是直觉地感受到了这一点，在科学革命的哲学意义最终完整展现时，康德对这方法作出了最清晰的表述：

当伽利略让他的球以他自己选定的重量向下滚过斜面时，当托里拆利让空气托住一个他事先设想与一个他已知的水柱的重量相等

^① 《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》，周熙良译，北京大学出版社2007年版，第177页。这话虽然出自反角辛普利邱之口，但他当时是转述别人的说法，并不是对伽利略的反驳。

的重量时，……在所有的自然研究者心中升起了一道光明。他们理解到，理性只洞察它自己根据自己的规划产生的东西，它必须以自己按照不变的规律进行判断的原则走在前面，强迫自然回答自己的问题，必须不让自己仿佛是被自然独自用襁带牵着走；因为若不然，偶然的、不按照任何事先制订的计划进行的观察就根本不在理性寻求和需要的一条必然规律中彼此关联。理性必须一手执其原则，另一手执它按照其原则设想出来的实验走向自然，虽然是为了受教于自然，但却不是以一个学生的身份让自己背诵老师希望的一切，而是以一个受任命的法官的身份迫使证人们回答自己向他们提出的问题。^①

亚里士多德把自然呈现在他面前的五光十色、徘徊陆离的现象照单全收，“由自然用绳子牵着”，殚精竭虑，用理性整理解释。从日心说提出到最终证实的两百年，科学所孜孜追求的，却是用理性归纳现象，或者说是建立理性引导之下的理解。思维方式的这一改变，以后的历史不断证明，是如此的深刻，哥白尼革命也当之无愧地成为了现代科学的起点——不仅因为它提出了正确的图景，更因为它确立了全新的方法和认识论。当观测者最终在理论所预言的方位上，在理论所预言的时刻，看见了理论所预言的彗星时，人类的理解力得到了最终的确认。在理性的引导之下，他们最终得到了日心学说；而日心学说的建立，正恰证明了人类理解力的巨大威力。与其说理性最终导出了日心学说，不如说日心学说最终彰显了理性在人类认识世界中的地位。理性的至高无上的权威由是确立。从此以后，理性成了人类思维活动的唯一被认可的主导。正是在这一意义上，日心学说的建立开辟了人类认识世界的一个新纪元。从此以后，任何思想，任何行为，都必须接受理性

^① 《纯粹理性批判》，Bxii—xiii，译文用李秋零译本，在《康德著作全集》，第3卷，中国人民大学出版社2005年版，第9页；另有蓝公武译本，商务印书馆1960年版，第10—11页；邓晓芒译本，人民出版社2004年版，第13页，译文稍异，但未及利用。

的批判，合则留，不合则去。是非曲直，正确谬误，都有赖于理性的判定。科学由此兴隆，成果斐然灿然。可以吃，可以穿，可以延年祛病，可以强国富民；以科学革命为先导的启蒙运动和产业革命，在前所未有的深度和广度上改变了人类的生活，人类的社会，以及人类自身。正是理性，帕斯卡在科学革命进入高潮时骄傲地宣称，^①“而不是我们所无法充填的空间和时间”，宣示了人类的全部尊严。

科学之于人类的福祉，既在成果，更在精神。事实上，在以一种漫不经心的态度谈论日心学说时，福尔摩斯不自觉地转换了语态：在说地球绕太阳转时他用的是陈述事实的现在语态，在说地球绕月亮转时他用的是假设的条件语态。^②科学的力量就这么大，即便是在调侃科学时，科学仍旧制约着这种调侃。福尔摩斯所用的，使他在常人看来神乎其神的，他自己不恰当地称作“演绎法”的方法，^③恰是科学所创立的；以至于整部福尔摩斯侦探集，每一个故事，每一段推理，读起来都像是科学方法论的教科书。柯南道尔所着意宣扬的，正是他那时风靡一时的、维多利亚时代得以辉煌的科学精神。当这种精神在一个文明中占据了主导的和主流的地位时，这一文明的观念现代化也就完成了。

这本小书想要讲述的，就是这一重大的历史事件。从本质上说，这是一篇读书笔记，所谓“出其所读以供人之读”，^④而作者的想法则表现在对材料的编排取舍之中，——间或也穿插一些感想评论，未必得当，聊博雅君子一笑云。

本书写成当然是老师们教导的结果。我始终没有达到他们手订的标准，但我仍惭愧地感谢他们：格力斯庇 Charles Gillispie 先生，余英

① 《思想录》，何兆武译，商务印书馆 1997 年版，六，第 347、157 页。

② 这一点在中译本中不容易表现出来，但可参见，例如，“A Study of Scarlet”，*The Complete Illustrated Novels of Sherlock Holmes*，Vancouver: Engage Books, 2012, p. 19.

③ 这一用法最初见于 1890 年的《四签名》。福氏所说的是分析观察资料进而得出结论的方法，即“推理”方法。小说中“演绎”一词可能是当时约定俗成的用法，而不是亚里士多德的和“归纳”相对称的术语，正如康德的“先验演绎”是他在自己的意义上使用这个词一样。读者当然不会对此作学究式的吹毛求疵。

④ 梁启超：《中国历史研究法》，华东师范大学出版社 1995 年版，第 1 页。

时先生，库恩 Thomas Kuhn 先生，席文 Nathan Sivin 先生，马豪尼 Michael Mahoney 先生，张瑞琨先生。本书写作中，还得到斯瓦德娄 Noel Swerdlow 先生、萨里巴 George Saliba 先生、肯尼迪 E. S. Kennedy 先生的帮助，谨此致谢。钱立卿先生通读了书稿，提出宝贵意见，谨此致谢。内子陈介芳帮助准备资料，谨此致谢。最近三年在复旦大学历史系开设的科学史课中的一大部分和本书内容相当，同学们的提问和课后的讨论对于写作也多有帮助，谨此致谢。本书写完，恰逢吾母九九初度，谨以为寿，并颂吾母更登期颐。

第一章

日心学说的先导因素

和任何一种学术思想一样，日心学说的产生发展和确立自有其深刻和独特的历史渊源。所谓渊源，是指那些先于此发生而又与之相关联的事。用这么拗口笨拙的说法来定义“渊源”，意在避免使用“原因”这样意义强烈的术语。“原因”当然是历史学家孜孜以求的、历史学研究的终极目标，但是，历史进程如此复杂，以至于要追求略同于物理学意义上的一因一果的联系，绝不可能。历史事件如同一个验方，要从汤药里辨出药方上是哪几味药，已是极不容易；至于能细数各味生药的功用，在验方中的君臣地位或相互作用，本末流源，当非常人所能。对于日心学说，探讨其发生的原因本书作者的学力所不逮，^①自不敢企及；于是乎退而求其次，钩稽史料，撷取“先于此发生而又与之相关联的事”，择其大者，得四端，胪列如下，而名之曰“先导因素”，以其确乎“前”而似乎“导”也。

希腊哲学的影响随处可见，亚里士多德尤其如此，^②细看哥白尼以及他同时代学者的文论，任何人都会同意此言不虚。亚氏关于天地的

^① 陈方正先生对于“现代科学为何出现在西方”有细致讨论，洋洋洒洒近三十页，见氏著《继承与叛逆》，生活·读书·新知三联书店2010年版，“导论”，足堪观摩。

^② 格兰特：《近代科学在中世纪的基础》，张卜天译，湖南科学技术出版社2010年版，讨论中世纪科学直至哥白尼时代，中译正文251页中有144页是专门讲亚里士多德的，作者声称，由此可以看到，“亚里士多德对中世纪科学和自然哲学的影响要比任何其他希腊-阿拉伯学者都更为深刻和广泛。”（第256页）