

从哥白尼到爱因斯坦 ■

近代科学思想史论

50.3
ZYZ





数据加载失败，请稍后重试！



50.3
Z/YZ

近代科学思想史论

●从哥白尼到爱因斯坦

●朱亚宗



近代科学思想史论

朱亚宗编

责任编辑：王燕妮

湖南教育出版社出版发行（长沙展览馆路3号）

湖南省新华书店经销 湖南省望城县湘江印刷厂印刷

850×1168毫米 32开 印张：10 字数：227,000

1988年3月第1版 1988年3月第1次印刷

印数：1—2800

ISBN 7—5355—0419—1/G·415

定 价：2.60元

序 言

当哥白尼战战兢兢地将隐藏36年之久的《天体运行论》交付出版时，科学只是人类文化洪流中微不足道的涓涓细流。在至高无上的神学面前，科学只能充当纤弱的婢女，而敢于向愚昧与偏见挑战的近代科学先驱，则被视为离经叛道的“狂人”或不可思议的“怪杰”。然而，400年以后，当爱因斯坦的相对论震撼全球时，科学已成为人类文化中最精致、深奥而有力的部分，它对社会进步的巨大推动和对思想文化的深刻影响，使其他任何一种文化形式都无法与之匹敌。科学终于发出了最诱人的魅力：15世纪的优秀青年曾被绘画和雕刻所吸引，18世纪的年轻才子曾追随过海顿和莫扎特，20世纪的青年学子最向往的却是科学事业。从哥白尼到爱因斯坦的近代科学史，是一部启人心智的科学探索史，也是一部令人惊赞的文明创造史和一部激动人心的真善美的抗争史，愿意深入回顾与反思这部史诗的每一个人，都将从中获得无尽的启迪与强烈的美感。

尽管已有卷帙浩繁的近代科学史文献，但在近代科学史王国中仍有未被充分涉猎的交叉领地：一方面，正统的科学史工作者多注重科学事实史，而多数考据文章又难以做到雅俗共赏，更难以与思想文化潮流相共鸣；另一方面，有意于近代科学史的哲学工作者或历史工作者，又多着意于近代科学发展的哲学意义与历史条件，许多论著虽然视野广阔，并具有广泛的可读性，但终究难以满足自然科学工作者对于科学内在思想逻辑与深层结构的浓厚兴味。这表明，处于科学事实史、科学哲学史与科学社会史之间的科学思想史领域，是一块尚待开拓的迷人领域。

维纳指出“在科学发展上可以得到最大收获的领域是各种已经建立起来的部门之间的被忽视的无人区”作者受此鼓舞，尝试探索了近代科学思想史的若干问题，本书即是这一探索结果的汇集。其中稍有新意的见解也许有：托勒密学说与哥白尼理论在认识论上的差异，恰似康德哲学中知性与理性的区别；牛顿哲学思想的主旋律是互补——科学观与神学观的互补、机械论与目的论的互补、经验论与唯理论的互补；19世纪的电磁学发展史，既可按“实验——理论——实验”的模式来描述，此即流行的“法拉第——麦克斯韦——赫兹”发展线索，也可按场论思想的内在逻辑来展示，此即本书论述的“法拉第——麦克斯韦——赫兹——洛仑兹”发展线索；恩格斯的《自然辩证法》是一部光辉的科学思想史文献，但其中若干学术观点，似可进一步探讨；马克思的《资本论》与爱因斯坦的《相对论》在研究方法上有惊人的相似之处：从最抽象的一般关系出发，再从抽象上升到具体；普朗克从量子跳跃变为徘徊不前，看似前后矛盾，其内在思想却前后一致——同源于深层统一性思想；在中国传统科学结构中，唯有经验层次较为发达，唯象理论、深层理论与自然哲学三个层次均属薄弱，这是导致中国近代科学落后的科学内部原因。

本书的具体结论也许会在未来科学史研究的洪流中荡然无存，但作者却始终可因探索本身的价值而心满意足：在近代科学思想史的研究中，我欣赏这样一种探索精神：走我自己的路；同时我信守这样一种价值观念：对真理的追求胜于对真理的占有。

朱亚宗

1987年4月于长沙

目 录

	序言
1	哥白尼革命再探讨
28	伽利略与科学传统的历史转折
54	牛顿思想的主旋律：互补
95	对牛顿的误解及其科学史方法论的启示
125	从法拉第到洛仑兹
153	恩格斯《自然辩证法》新探
220	普朗克之谜与统一性思想
236	爱因斯坦成功的奥秘
258	马克思和爱因斯坦
272	玻尔创造性思维的特色
288	中国传统科学的缺陷与近代科学的落后

哥白尼革命再探讨

他对于西方摆脱教权统治和学术统治枷锁的精神解放所作的贡献几乎比谁都要大……哥白尼的这个伟大成就，不仅铺平了通向近代天文学的道路；而且也帮助人们在宇宙观上引起了决定性的变革。

——爱因斯坦

哥白尼以其不朽的《天体运行论》在人类文明史上留下了一道不灭的光辉，引起了一次影响深远的科学革命——哥白尼革命。由于这一次革命的首创性和深刻性，使得其他领域里意义重大的变革也被誉为“哥白尼式的革命”。哲学大师康德就曾认为自己的《纯粹理性批判》（1781年）一书在人类认识史上树立的以理性为中心的学说，恰如哥白尼在天文学中树立的以太阳为中心的学说一样，康德因此自嘲在哲学史上进行了一次哥白尼式的伟大革命。但是，对哥白尼历史地位的评价也不尽一致。美国著名作家阿西莫夫认为，人类历史上最伟大的科学家是牛顿，而在回答“谁是第二伟大的科学家”时，列出了爱因斯坦、卢瑟福、玻尔、巴斯德、达尔文、伽利略、麦克斯韦、阿基米德等八人，而未曾提及哥白尼。即使是对于哥白尼的天文学成就本身，有影响的科学史家的评价也不尽一致。丹皮尔指出：“哥白尼的天文学不但把经院学派纳入自己体系内的托勒密的学说摧毁了，而且还在更重要的

方面影响了人们的思想与信仰。”^①卡约里则认为：“不能说，哥白尼所作出的反对托勒密体系的论点是结论性的。完全推翻古典的学说需要有另一个人——开普勒——的天才。”^②至于对哥白尼革命在科学外部的影响的评价，也有许多不同见解。作者有感于此，尝试在吸取前人研究成果的基础上，对哥白尼革命的科学价值、哲学意义和历史影响作一新的探讨。

一、重大的科学价值

哥白尼革命首先是一场科学革命，它深远的哲学意义与历史影响都建立在它的科学革命基础之上，因此，研究哥白尼革命必须先弄清它的科学内容和科学价值。

哥白尼学说科学内容的核心是否定了亚里士多德和托勒密的地心说，而在古希腊西塞罗等人的模糊的地动学说的启示下，提出了严密的科学的日心体系，它的核心内容是：

“首先，存在着包罗它自身与万物的由恒星组成的天球，因为这个缘故，它是不动的；事实上它是宇宙的间架，别的一切星星的位置与运动都是对它而言的。虽然有人以为它以某种方式运动，但我们认为，它看起来好象在运动的另一个原因就在于我们的地动说。在运动着的天体中，第一是土星，30年绕日一周。其次是木星，12年一周。再其次是火星两年一周。第四个是每年一周的轨道，我们说过其中包含地球，加上本轮式的月球轨道。第五是金星，9个月一周。水星占第六位，80天一周。处在这些行星中间的是太阳。在这极美丽的庙堂中，谁能把这个火炬放在更好的

① 丹皮尔，《科学史》，商务印书馆，1979年，第174页。

② 卡约里：《物理学史》，内蒙古人民出版社，1981年，第33页。

地位，使它的光明同时照到整个体系呢？有人把太阳叫做宇宙的灯，有人叫做宇宙的心，更有人叫做宇宙的统治者，都没有什么不当。特里斯梅季塔斯称它为可见的神，索福克勒斯叫它做埃勒克特腊，即万物的心。这些称号都很正确，因为，太阳就坐在皇帝宝座上，管理着周围的恒星家庭……这样，我们就发现在这样有秩序的安排下，宇宙里有一种奇妙的对称，轨道的大小与运动都有一定的谐和关系。这样的情形是用别的方法达不到的。”^①

哥白尼当时十分清楚，日心说会引起教会与庸人们的激烈反对，他的《天体运行论》一书的第一句话便表达了这种深深的忧虑：“我完全可以想见，当某些人听说我在《天体运行论》这本书中主张地球运动，就会喊起来，立即把我嘘下台去。”^②为了抵御偏见的压力，哥白尼对自己的日心说从哲学原理、历史渊源、天文计算和物理解释等方面作了尽可能完善的论证，以便与预料到的批评相抗衡。

哥白尼对自己提出的宇宙体系的哲学论证是复杂的，这反映了哥白尼所处的时代的特征，同时也是由哥白尼的双重身份决定的：既是杰出的天文学家，又是教会中身居显位的神父。哥白尼一方面相信，宇宙是由造物主缔造出来的和谐统一的体系，天文学“这门科学研究最崇高的对象，与其说是人的科学，不如说是神的科学。”^③另一方面，哥白尼是一位进行观察实践的切切实实的天文学家，他在《天体运行论》中所用的天文资料，有些便是他亲自观测的记录。哥白尼的矛盾身分，使他一方面采用毕达哥拉

① 转引自丹皮尔：《科学史》，商务印书馆，1979年，第172页。

② 引自辛可：《哥白尼和日心说》，上海人民出版社，1973年，第65页。

③ 引自辛可：《哥白尼和日心说》，上海人民出版社，1973年，第71页。

斯和柏拉图的带有唯心色彩的和谐统一原理，另一方面又有自然唯物主义的思想，哥白尼对托勒密体系的攻击正是从这两个似乎不太协调的方面双管齐下。一方面，他从抽象的和谐原理出发批评托勒密理论的缺陷：“采用偏心圆系统，看起来似乎已得到了符合于表观运动的数据，但又容纳了很多显然违反运动均匀性的基本原理的说法。他们还是不能认识或解决主要问题——宇宙的形态及其各部分的不变的匀称性。这就好象一个艺术家为了画像，从不同的模特儿身上选取手、脚、头和身体其他部分，每一部分都画得很好，但不属于同一个人的身体，大小不能互相配合，结果不是人而是一个怪物了。……他们要是遵循正确的原理，就不会这样。”^①

哥白尼在这里所称的“正确原理，”即是指运动均匀性原理和结构和谐性原理等带有柏拉图主义色彩的某些原理，出于这些原理，哥白尼要求天体作完美的匀速圆周运动而不是偏心的不均匀的圆运动，而天体相互之间应有一个更和谐统一的结构关系。哥白尼以此作为提出日心说的哲学基础之一。

另一方面，哥白尼又根据自己和前人的天文观测，批评托勒密理论与事实不符。他在《天体运行论》中指出：“不错，托勒密的智慧和精细是超群的，经过四十多年的观察，他已经把这门科学完成到似乎包罗无遗的程度。但是，我们还是可以从中看出缺陷，他的原理很多地方还不符合事实”^②哥白尼甚至还运用了实践标准去批评托勒密理论：“数学家们不能肯定太阳和月球的运行，从而不能解释或正确测算回归年的固定长度。”^③

① 辛可：《哥白尼的日心说》，上海人民出版社，1973年，第67页。

② 同上，第71页。

③ 同上，第66页。

为了加强日心说的可接受性与传播性，哥白尼在《天体运行论》一书中回溯了历史上的地动学说，并坦白地承认了这些先哲们对自己的启示和引导：“我不辞劳苦地又读了一下我手边所有哲学家的著作，找一找有没有什么人还没想过别的不同于各个数学学派所设想的天体运动。最初我在西塞罗(Cicero)的著作中发现，希克达斯(Hicetas)发表过地球运动的见解。后来我又在普路塔克(Plutarch)的著作中发现其他一些人也有过同样的见解，我想在这里引用普路塔克自己的一些原话，使大家都能了解：‘其余的人认为地球是静止的，但是毕达哥拉斯学派的费勒罗斯(Philolaus)却说地球象太阳和月球一样沿倾斜的圆圈围绕着(中心)火团旋转，彭托斯(Pontus)的赫拉克利底斯(Heraclides)和毕达哥拉斯学派的爱克芬吐斯(Ecphantus)也说地球运动，但不通过空间而是围绕着自己的中心从西到东旋转着，象车轮绕本轴转动一样。’这些意见启示了我，使我也开始思考地球运动的问题。这种想法看起来虽然荒诞，但是，既然有人在我之前已获准可以自由地设想一些用以解释星体现象的圆圈，那么我想，也可以来试探一下，假定地球具有某种运动，能不能发现对天体运动的比前人更合理的解释。”^①令人惊奇的是，哥白尼在历史追溯中只发现了古希腊较模糊的地动说，而未曾发现被人称为“古代哥白尼”的阿里斯塔克的原始的日心说：恒星和太阳静止不动，地球绕太阳作圆周运动，太阳处于圆形轨道的中心。

但是，哥白尼对日心说最有力的论证还是来自于他的天文计算和物理解释。总的说来，哥白尼的日心理论与托勒密的地心理论在描述与预言天体运行方面所达到的精确度是相当的，“当时至

^① 辛可：《哥白尼和日心说》，上海人民出版社，1973年，第67页—68页。

少在 $1/6$ 度的观测误差范围内,这两种理论都能同样正确地预言行星的未来位置。”^①但是仍有不少方面,哥白尼理论在精确度上要胜过托勒密理论。例如,对月球距离的估计,对行星轨道相对大小的计算和对岁差的计算,都优于托勒密理论。为了不仅从计算上,而且从深层理论上说明日心体系,哥白尼还提出了不少从今天看来虽然浅薄但当时却不失为巧妙与合理的物理解释。有人提出,地球自转速度太大,会象转动过速的飞轮那样破裂,哥白尼解释说:

“为什么地心说的辩护者不怕比地球大得多因而旋转得快得多的天球也会遭受同样命运呢。”当有人提出飞速运动的地球会使飞鸟落在后面的诘难时,哥白尼回答说:大气被地球曳引而一起运动。对于为什么随地球运动的人看不见恒星视差这个老问题,哥白尼搬出了古希腊人的合理解释:宇宙之大何其广阔,从太阳到地球的距离与某些行星轨道大小相比虽然已经显得非常巨大,但同恒星球的大小相比,简直微不足道。

哥白尼竭尽全力从哲学原理、历史渊源、天文计算和物理解释等方面论证日心说的合理性,尽管从今天的眼光来看,哥白尼的论证有许多缺陷甚至错误。但是,哥白尼却发动了一场翻天覆地的天文学革命,这场革命的重大科学价值在于:它造成了人类天文学的一次巨大飞跃,显著提高了天文学理论的客观性、统一性、精确性和简单性。

从客观性来说,以太阳为中心的天文体系比之以地球为中心的体系具有更大的客观性与自然性。但是哥白尼学说的这一根本优点,在科学史上却一再遭人误解。哥白尼学说一诞生,就遭到那些认定直观感觉的客观性才是唯一的客观性的人们的拼命反

^① 霍尔顿:《物理科学的概念和理论导论》,上册,人民教育出版社,1983年,第38页。

对，他们怎么也无法理解，内在的理性的客观性较之外在的感性的客观性具有更大的真实性与自然性，“当思维从具体的东西上升到抽象的东西时，它不是离开真理，而是接近真理……一切科学的（正确的、郑重的、不荒唐的）抽象，都更深刻、更正确、更完全地反映着自然。从生动的直观到抽象的思维，并从抽象的思维到实践，就是认识真理，认识客观实在的辩证的途径。”^①地心说虽然有太阳东升西落的强烈感官印象作依据，但是哥白尼通过理性思维向人们雄辩地证明，以太阳为中心的地动说更客观地反映了天体的真实运动。

然而，在近代科学时期一直被认为是涉及严峻的客观真理性问题的哥白尼理论与托勒密理论之争，在相对论诞生以后，却被不少权威人士一笔抹杀，他们仅仅将争论视作描述方便与否的形式问题，而与客观性完全无涉。在他们看来，哥白尼体系与托勒密体系同样真实与客观，二者的区别仅仅在于描述方式上。卡约里、罗素和爱因斯坦都持这样的观点。

罗素说：“我们实际上不可能区分地球绕太阳运行的假设和太阳绕地球运行的假设，因为一切运动都是相对的。这两种假设只是对同一件事情的不同描述，就象说A和B结婚或B和A结婚一样。但当我们计算具体细节时，哥白尼学说描述得比较简明，这一点是如此重要，以至每一个神志清醒的人都不会自找烦恼，去认为地球是静止不动的，而自陷于复杂的情况之中。我们通常说火车开往爱丁堡，而不说爱丁堡开往火车。我们可以说后一句话而不犯智力上的错误，但我们得设想沿线所有的城镇和田野都突然的向南奔去，而且除这列火车以外世界上的一切都如此，这在逻辑

^① 《列宁全集》，第38卷，第181页。

上是可能的，但却造成不必要的复杂性。托勒密假设认为的星辰周日运行也是同样武断的，没有意思的，但是这在智力上同样没错。然而，因为开普勒、伽利略和他们的论敌都不知道运动的相对性，所以在他们看来，可争论的问题似乎不是关于描述方便的问题，而是关于客观真理的问题。”^①

卡约里在他的名著《物理学史》一书中写道：“按照现代的观念，说日心说是‘正确的’而地心说是‘错误的’，这也不十分恰当。它们二者都是正确的，但代表了不同的观点。一种观点是，把太阳系中的种种运动的参照点（坐标原点）放在太阳上；另一种观点是，把这些运动的参照点放在地球上。前者的处理方法胜过于后者是因为我们发现在描写太阳系的动力学方面它更为‘方便’”。^②

爱因斯坦也认为：“‘太阳静止，地球在运动’或‘太阳在运动，地球静止，’这两句话，便只是对两个不同坐标系的两种不同习惯的说法而已。……科学早期的托勒密和哥白尼的观点之间的激烈斗争，也就会变成毫无意义了。”^③

以罗素、卡约里、爱因斯坦为代表的观点，否定了托勒密与哥白尼两种理论在客观性与真理性上的差别，这是本世纪上半叶十分流行的一种观点，它认为近代科学史上激动人心的两大世界体系的斗争并无实质性的意义。也许正是由于这种观点的影响，阿西莫夫甚至将哥白尼逐出第二等伟大科学家的行列。但是，科学史上对哥白尼学说的这一误解，不久就为科学的进一步发展所消除。现代宇宙学的发展终于建立起评判不同宇宙理论体系的客

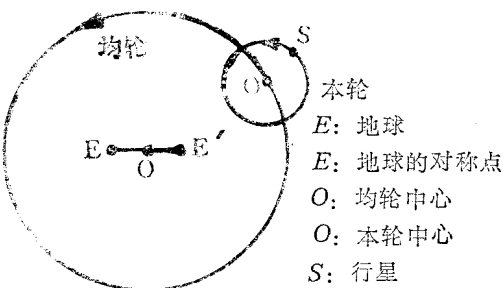
① 罗素：《宗教与科学》，商务印书馆，1982年，第13—14页。

② 卡约里：《物理学史》，内蒙古人民出版社，1981年，第33页。

③ 爱因斯坦、英费尔德：《物理学的进化》，上海科学技术出版社，1962年，第156—157页。

观标准。例如，根据一种“最小质能空时参考系”理论，日心坐标系和地心坐标系是不等价的，如果用相对于最优越的最小质能空时坐标系的偏离程度作标准，那末日心坐标系要比地心坐标系优越五个数量级。^① 因此，决不能说哥白尼理论与托勒密理论之间的争论是毫无意义的，哥白尼学说是人类科学史上一个承上启下的相对的科学真理，它毫无疑义地比托勒密理论具有更强的客观性和真理性。

哥白尼的日心理论还显著地提高了天文学理论的内在统一性。在托勒密理论中，描述行星运动的基本概念有三个：本轮、均轮和对称

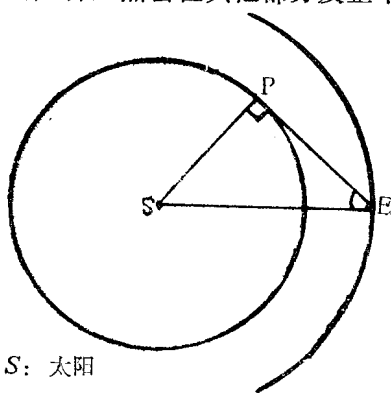


点。托勒密认为，行星 S 在本轮上环绕中心点 O 作匀速圆周运动，而本轮的中心点 O 又环绕着均轮的中心点 O' 作圆运动，这一圆运动从中心点 O' 看起来是不等速的，但是在以 O' 点为对称中心的地球 E 的对称点 E' 看起来则是等速的。按照这样一种描述方式，托勒密理论对行星的视运动虽然作出了相当精确的描述，但是这种描述显得相当零乱而缺乏内在统一性，它必须对每一个行星确定一种独特的运动结构，在这些运动结构中，行星在本轮和均轮上的运动方向常是不一致的。而且对于每一个行星，总可以找到均轮、本轮、对称点的两种或两种以上的不同组合方式，使它们对行星的视运动描述得同样好。另一方面，在托勒密体系中，行星的轨道周期的长短、次序与轨道尺度的大小次序是

^① 秦元勋：《空间、时间和运动的物质》，贵州人民出版社，1979年。

不一致的，水星、金星、太阳具有相同的轨道周期（一年），却有不同轨道尺度（天球次序）。正如哥白尼在《天体运行论》一书的序言中所指出的那样：“在确定太阳、月球和其他五个行星的运行时，他们甚至在证明表观的转动和运动时也不使用相同的原理和假设。有人只用同心圆说明问题，有人用偏心圆和本轮……这就好象一个艺术家为了画像，从不同的模特儿身上选取手、脚、头和身体其他部分，每一部分都画得很好，但不属于同一个人的身体，大小不能互相配合，结果不是人而是一个怪物了。”^①但是在哥白尼体系中，行星的运动基本上都可用统一的匀速圆周运动来说明，而且几乎所有的圆周运动都是沿着同一个方向，行星的轨道周期的次序也可与它的轨道尺度的次序统一起来，行星的周期愈长，它的轨道也就愈大，“把所有行星的顺序和大小，行星球或轨道圆的顺序和大小以及天穹本身都联系得如此紧密，以至要在任何一个部分里改变任何一件东西，都必然会在其他部分及整个宇宙中造成混乱。”^②

哥白尼理论相对于托勒密理论的另一个优点是它的精确性。哥白尼提出了一种测定行星到太阳相对距离（以日地距离为标准）的简单而巧妙的方法。将这种方法运用于内行星时（如图）只需测出从地球上看到的内行星与太阳之间的最大距角



S: 太阳

E: 地球

P: 内行星(水星或金星)

① 辛可：《哥白尼和日心说》，上海人民出版社，1973年，第66—67页。

② 哥白尼：《天体运行论》，序言。