

从希腊天学到哥白尼革命（下篇）

陈嘉映

[华东师范大学, 上海 200062]

关键词：亚里士多德；自然哲学；托勒密；天学；哥白尼；哥白尼革命；地心说；日心说

摘要：古希腊人建立了一套相当完备的宇宙论：大地是球形的，是地球，处在宇宙中央，有若干天球围绕地球旋转，恒星和七大行星分别镶嵌在这些天球上。希腊的天学或宇宙论是希腊自然哲学的一部分。要彻底改变希腊的天学观念，需要彻底改变希腊的自然图景。更有甚者，需要把自然哲学的思考方式转变为近代科学的思考方式。哥白尼通常被视为近代科学第一人。本文介绍了科学史家对哥白尼革命的看法，并提供了作者的相关分析。

中图分类号：B502 文献标识码：A 文章编号：1671-7511(2007)02-0003-12

一、从罗马到文艺复兴

亚历山大死后，他的帝国很快就分崩离析了，直到罗马重新实现统一。我们知道，所谓古典世界，在西方就是指希腊和罗马。罗马帝国是从现代罗马这个城市那里发源的，使用拉丁语。它本来是一个小部落，但是由于它具有非凡的军事才能和政治才能，逐渐占领了整个意大利，进而击败迦太基人进入北非，又占领了希腊，把这些地方都变成了罗马帝国的一部分。罗马的征服和扩张主要发生在公元前的三个世纪里。

罗马与希腊相比有一个非常突出的特点，即罗马人具有在建立统一帝国方面的卓越才能，包括军事才能、政治才能和法律才能。罗马法律后来成为整个西方法律的基础。但是相对而言，罗马人在精神领域缺乏原创性。罗马人里没有出过一个著

名的数学家或天文学家。在这方面，他们尊重希腊人，尽管他们是希腊的征服者。罗马的上层家庭一般都延请希腊人教其子女音乐、诗歌、哲学。对希腊的各种各样的文化，罗马人可说是照单全收。我们今天见到的那些希腊雕塑，绝大多数都不是希腊的原作，而是在罗马时代复制的，从希腊用船运到罗马去，装饰罗马的宫室或家庭。碰到风暴，被埋在海底，到近世才被挖掘出来。

罗马帝国最强盛的时候，即公元初的两个世纪，地中海世界第一次实现了真正的统一。地中海是战乱不断的地方，直到今天仍然是各种文化冲突的大舞台，巴勒斯坦和以色列就在地中海边上。但在罗马帝国的统治下，整个地中海成为一个统一国家的内海，不再有敌国之间的征战，不再有海盗船出没。罗马帝国的繁荣、昌盛与和平，不但是当时的人类很难想像的，也是此后的人类也没有再经历过的。罗马

收稿日期：2006-02-21

作者简介：陈嘉映，男，华东师范大学哲学系教授，博士研究生导师。

人人识字,都能阅读,到处有公共浴室,供市民享受,到处有公共体育场,人们在那里进行体育活动,观看竞技比赛。

我们几乎会认为人类发展到这儿也就差不多了。“罗马治下的和平”〔Pax Romana〕成为字典里的一个短语,指一个强权通过它的开明政治和法律统一了世界,实现了和平昌盛。当然那些被征服的民族可能会心怀不满,但是只要愿意接受罗马的统治,生活也是很安定的。

这种统一当然也有缺点,突出的一条是对创造性、对文化多样性不利。也许还有一条,那就是人天生不愿意一直太平下去,总是过好日子,时间长了就没劲了。

苏东刚垮台的时候,美国人想象:由美利坚合众国建设一个罗马的和平。由一个最文明、最先进、最强大的势力来统一世界,结束纷争不已的状态,结束各种意识形态的冲突。老百姓安居乐业,商业繁荣,世界和平。在苏东刚垮台的时候,这是美国政府的、也是美国人民的非常普遍的设想。这段历史还太近,我们还没法作出判断。不过,今天的人们比从前似乎更讲究各自文化的独特性,不愿用太平把独特性换掉。总之,我们大概觉得我们不是面临一个“罗马的和平”,如果不说灾难更加深重的话,至少是灾难仍然深重的一个时代。

就像要为不可能一味太平作证似的,在罗马繁荣昌盛的同时,地中海的一角,在巴勒斯坦北部的拿撒勒地方,出现了耶稣这样一个人。耶稣是犹太人,但他宣扬的学说却不为一些犹太宗师所喜欢,或不如说,他的力量使这些人感到威胁。犹太人被罗马征服,再次受制于人,人们普遍企盼弥赛亚救世主出现,当时,像耶稣这样的怪人层出不穷。我觉得无论是在摩西的时候,还是在耶稣的时候,还是到了现在,犹太人都带有神秘的、并且是有一点疯狂的对末世的感觉和自己将拯救世界

的感觉。犹太人中产生了许多伟大的思想家,这也许跟他们的这种气质有关系。安于承平世界,就不大会形成伟大的思想。

基督教提倡的德行几乎全都跟罗马人相反。他们提倡苦修,杜绝物质追求和享乐,组织隐秘的聚会,举行古怪的仪式。而罗马文明灿烂辉煌,罗马人安居乐业、丰衣足食、健康开明。

在内部,罗马经历了罗马精神到基督教精神的转变,在外部,罗马经历了蛮族的入侵。从此,欧洲进入了中世纪。进入中世纪之后,欧洲变成了一个完全不同的地方。历史上把中世纪称作“黑暗时代”(The Dark Ages),说宽了,包括6~15世纪,说得窄点,主要指6~10世纪。过去人们把中世纪视作一个反科学时代,近几十年有不少研究表明,近代初期的许多技术手段都是在中世纪创造出来的或准备好的,只不过当时没有得到广泛的使用。这有点像中国,中国的许多技术手段也是很先进的,只不过没有用到系统的科学发展上去。不少历史学家认为正是中世纪为新时代作好了准备,尤其是在技术进步方面,水轮、风车、尾舵、纺纱车、鼓风机、机械钟都是在中世纪发明出来的,造纸术、火药等等都是在中世纪从中国传到西方的。但从大的画面看,在中世纪里,希腊和罗马创建的人类文明几乎完全消失,不见踪迹,再没有庞培那样阳光灿烂的城市,没有生机勃勃的希腊雕塑,全都没有了。人民几乎全都不识字,包括那些小士绅们。他们不仅见不到希腊和罗马的东西,而且几乎不知道曾经有希腊和罗马这样的文明存在过。除了寥若晨星的几个僧侣,没人懂得古希腊语,希腊的典籍也荡然无存,只有修道院里保留了几本。希腊典籍后来绝大多数是从伊斯兰人手里找回来的。比较当时的欧洲和伊斯兰世界,伊斯兰世界的科学要发达得多,文化要开明得多。亚里士多德的手稿辗转传到伊斯兰,并且被

翻译成阿拉伯文。

十字军东征当然并未抱有文化交流的宗旨，不过这些连绵不断的战争事实上促进了基督教世界和阿拉伯世界的交往，从而为西方带来了一场小小的学术复兴。西方人从阿拉伯人那里重新了解了一点儿希腊和罗马。学者们从阿拉伯文把亚里士多德译成拉丁文，有时候更曲折，先从阿拉伯文译成西班牙文，然后再转译成拉丁文。终于，到13世纪后期，亚里士多德的著作已经差不多全部被译成了拉丁文。一般说来，从希腊化时期直到罗马文明的沉没，柏拉图的影响一直大于亚里士多德。但在中世纪晚期，亚里士多德被称作 the Philosopher，独一无二的哲学家，其影响大大盖过了柏拉图。柏拉图的著作仍只有少数译成了拉丁文。大学出现在欧洲各地，虽然最初的大学和僧侣培训班差不了多少。希腊罗马的建筑、雕塑被挖掘出来，a lost world 重新在人类面前展现。15世纪迎来了伟大的文艺复兴。在很大程度上，我们的确可以把这两个世纪视作希腊罗马文明的“复兴”，就是回到了希腊罗马的人类生活理想，要建立地上的文明而不是一味企盼天国，依靠均衡的理性来生活而不是沉浸在密不透风的信仰里。人们恢复了对真理的兴趣，这是针对中世纪人对信仰的兴趣来说的。求真的、归根到底也是怀疑的态度重新生长起来。

二、哥白尼革命

16~17世纪，近代科学在西方兴起，很多论者称之为科学革命。人们通常把哥白尼提出日心说定作这场革命的起点，哥白尼的日心说也被称作哥白尼革命。

科学革命从天文学领域发端，并非偶然。就具体情况说，观测天文学的复兴和旧儒略历需要改革有关，也和日益增加的远洋航海活动有关，因为船只在远洋深海

往往很多天都看不到任何坐标，这就对更精确地确定经纬度提出了要求。就一般情况而论，天文学是当时唯一比较成熟的科学。我们曾讲到，天文学之所以能够成为最早成熟的科学，主要原因是因为它适合于接受数学的处理。比如与描述一片羽毛在空中的飞动相比，描述天体运动的数学要简单得多。实际上天文学从来就是数学即几何学的一个分支。哥白尼是当时欧洲最优秀的数学家。《天球运行论》这本书，除了前言，差不多就是一部数学著作。数学使一个学科转变为专门的科学，需要通过专门的训练才能掌握。哥白尼时代的哲学—科学，例如关于推力和冲力的学说，都是定性的学说，外行不难理解。各种炼金术理论非常繁复，也不容易掌握，但要掌握这些理论的学理〔而非实践〕，主要是靠记忆，并不需要多少抽象的推理能力。可是哥白尼的著作却只有数学家读得懂。

引发哥白尼的困惑的是老问题：行星的不整齐的运动。托勒密体系经过中世纪的漫长发展已经变为一个极为繁复的体系，这种极其繁复的体系会让理论家觉得不爽。理论家从来都力图提供优雅的模式，而在哥白尼时代，包括哥白尼本人在内的很多顶尖思想家都深受新柏拉图主义的影响，相信宇宙的道理是简明完美的。“心智总要求一切物体都处于最完满的秩序之中。”^{〔114〕}哥白尼不相信上帝会制造这样一个繁复的体系。他认为只要把太阳放在中心，这个体系就能得到简化。当然，对于一个科学家来说，仅仅提出一个观念、一个设想是远远不够的。哥白尼耗费了他的毕生精力来证明那些堆积如山的天文观测资料的确是和日心说相吻合的。

不过，近代科学革命以哥白尼学说为起点这种提法很大程度上是要让历史故事讲述得比较鲜明，而看得越是仔细，就越难确定一个起点。科学史家考证，在18世纪之前，人们并未赋予哥白尼学说这样重

要的科学地位,“哥白尼革命”这个提法“首先是18世纪的蒙塔克勒和巴伊发明出来并使之保留下来的虚构之物”。^{[2] P57}这个提法此后两百年为人广泛接受,但最近一个世纪的多数科学史家都对哥白尼工作的革命性采取了相当的保留态度。

哥白尼是数理天文学家,他用以支持其学说的论据主要是数学方面的。他的工作是纯技术性的,他几乎只对专家说话,他“几乎从未考虑过他的变革会给主要关注大地的普通人带来怎样的困难”。^{[3] P142}《天球运行论》是哥白尼在他去世前一年发表的,在这部著作发表后的六十年里,几乎只有数学家能够读懂,也只有数学家接受他的观点,并未直接对天文学产生十分重要的影响。

强调哥白尼是数理天文学家,一个重要的考虑是:他不解释天体为什么会运动,他只考虑几何学而不考虑动力学。因此,日心说的物理意义并不明了。科恩指出,在16世纪,是否能用匀速圆周运动充分解释天文资料这个数学天文学问题和真正运动的是太阳还是地球这个宇宙论问题是分开来考虑的。伯特断言,地球是否转动,对哥白尼来说不是一个事关真理的问题。^{[4] P33} [2] P146 ①

科学史家倾向于认为,作为一个数学模式,哥白尼的体系解释当时的天文资料并不比托勒密体系成功,甚至还不如托勒密体系。库恩认为,从定量天文学的观测实践来说,哥白尼体系是“一个完全的失败”,它的真正吸引力是“审美方面的”,因此,在哥白尼之后的时代,选择托勒密体系还是哥白尼体系,最初只是个偏好的问题。^{[3] P167}就数学本身来说,尽管哥白尼是那个时代最优秀的数理天文学家,但他

还远说不上使数理技术发生了革命。

在一般宇宙论和天文学方面,哥白尼的观念相当陈旧,引入的新观念也不多。他为天文学理论提出了两项要求,一项是要能够说明现象,另一项是不得违背毕达哥拉斯的原则,即天体运动必定是圆周的、均匀的。他的确强调指出托勒密体系的一个重大缺陷在于背离了圆周匀速运动的原则。科恩甚至认为哥白尼和托勒密的首要冲突不是地心还是日心,而是哥白尼责备托勒密没有严格坚持圆周匀速运动的原则,采用了偏心匀速点的假说。他自己也把这一点看作自己体系的最大优点。据此,很多科学史家对哥白尼建立了日心说这一点也有所保留。认为哥白尼学说并不是名副其实的日心说,因为在哥白尼体系中的中心不在太阳那里,而是在一个〔与太阳齐平的〕虚空点上,因此,称之为日心说不如称之为地动说更加切合事实。^{[5] P127} [6] P121 [7] P145

一个经常被提及的优点是哥白尼体系更加简明,例如梅森就明确说:“哥白尼体系比托勒密的体系简单得多,漂亮得多”。^{[8] P120}科恩对此不以为然,他引用了金格里奇的结论说:“哥白尼体系比原来的托勒密体系还要复杂些”。^{[2] P150}

科瓦雷、伯特、库恩、科恩等重要的近世科学史家对哥白尼的基本估价相差不多。《天球运行论》基本上接受了传统理论的宇宙模型。科学史泰斗柯瓦雷的总体评价是:“我并不认为哥白尼的天文学在科学和哲学上非常重要……相比于库萨的尼古拉对宇宙论形而上学基础的深层批判,哥白尼革命显得缺乏热情而且也不激进”。^{[9] P21}科恩的结论是:“如果曾有过哥白尼革命,那么这场革命是发生在17世纪

① 《天球运行论》的简短前言的确是这么说的,〔我的工作是为数学家提供的。〕尽管开普勒对之进行考证之后,多数论者认定这篇前言是主持出版这本书的奥席安德〔Andreas Osiander〕所写,但仍有重要的科学史家相信它是哥白尼本人所写。

而不是16世纪，它是一场与开普勒、伽利略、笛卡尔以及牛顿等人的伟大名字联系在一起的革命。^[21 P155]新天文学主要是开普勒在1609年建立起来的，“确切地说，这新的天文学根本不是真正意义上的哥白尼天文学。在重建中，开普勒基本上拒绝了哥白尼几乎所有的假定和方法；所保留下来的，只是其原来的中心思想，即太阳是固定的，而地球每年在环绕太阳的轨道上运行一周，同时它每天还自转一周。^[21 P51]

在具体问题上，他们每个人的看法则有些差异。例如科恩对哥白尼体系是否比托勒密体系更加简明持怀疑态度，而库恩认为简明确是哥白尼的一个优点。库恩还特别提到哥白尼体系的整体性，这个体系把很多问题连在了一起，减少了特设。^[31 P171]此外，另一些科学史家〔如梅森〕仍然坚持强调《天球运行论》的革命性。

我觉得科恩对哥白尼学说是不是日心说提出疑问是过于苛刻了。诚如科恩指出的，就哥白尼的数理系统而言，处在宇宙中心的不是太阳，而是与太阳齐平的一个虚空点。然而，就如托勒密体系中的宇宙中心不恰恰落在地球上而落在偏心匀速点上并不妨碍这个体系始终被理解为地心说那样，哥白尼宇宙体系的数理模型中心的精确位置并不决定这个体系的基本观念。哥白尼的的确确提出了日心说。从托勒密到哥白尼，基本观念是首要的关切所在。这从后来人们如何看待哥白尼体系也可以表明。尽管开普勒和牛顿在确定太阳系的确切中心这一点上做出了重要的推进，但他们都是从哥白尼那里接受下了宇宙中心的大致位置。哥白尼的计算也许不足以引发一场革命，事实上，除了制定普鲁士星表的Reinhold以外，很少有人重视他的计算。是哥白尼的基本观念得到了后继伟大心灵的拥戴。

我还认为，对于哥白尼来说，日心说是一种关于实在的学说。正如梅森所论证，

哥白尼“认为自己的世界体系是真实的，因为他讨论的一些问题，如关于反对地动说的物理学理由等，都不属于数学性质；如果他的学说被认为是假说性质，这类问题就不需要加以考虑。^[81 P118]他又特别充满激情地讲太阳中心：“太阳处于皇家贵苑，他统治着周围的星族”，我们都崇拜太阳，崇拜生命和万物的源泉，我们怎么能想象这么高贵的东西反而会转动？我们怎么能想象我们的地界、会朽坏的物界反而是不动的东西？”“在所有天球中，最高的天球是恒星天球，它包含了一切和它自身，因此它是静止的。”一个非实在的数学模型是无法解释这种激情的。从上面的科恩引文可以看到，科恩对哥白尼体系之为一场革命持否定态度。但他在补充材料里提出，哥白尼前一千多年的天文学家通常不声称他们的理论是关于实在的理论，而哥白尼不同，“在证明其体系的‘实在性’方面……哥白尼的确是一位造反者，甚至有理由说他是一位革命者。^[21 P612-613]从数学精确性着眼，实在性也许只是“一个方面”，但从大观念着眼，实在与否是本质之争。实际上，日心还是地心，这个争论，哪怕只是通过数学方式，也难免与时代的整个形而上学交织在一起。从前，地球处在卑微的下位，天体处在尊贵的高位，如今，至少金星等等行星被拉到了和地球一样的宇宙地位上来了。在天学领域，技术理解的改变大规模地触动着我们的宇宙观念、宗教观念、道德观念。当时的人，无论支持者还是反对者，对哥白尼学说在宗教、道德等方面的影响都是十分敏感的。

如库恩所言，哥白尼学说是历史上第一次由于发现技术性的错误而宁愿修正一个重大的思想结论^[31 P137]为了一个特定研究领域的迫切明显的需要而罔顾结论与常识、物理直觉等等的明显冲突。理论的唯一可靠向导是理性，而理性的意义不再是尊重我们的日常经验，数理证明被视作最

高的理性。我们将相信被数理理性证明的结论,哪怕它和我们感觉到的世界全面冲突。哥白尼革命在开普勒、伽利略、牛顿的手中大获全胜,这次全胜的革命为后人树立了榜样。我们今天已经习惯,无论理论的结论有多怪异,我们都见怪不怪。这是一种新型的思想自由。存在着四维空间,人是猴子变的,空间弯屈,大陆板块漂移,宇宙产生于大爆炸,我们普通人虽然不懂得这些结论是怎么得到的,这些结论虽然和我们感觉得到、经验得到的世界 180 度冲突,却不再激起我们的本能反对。

日心说是个伟大的设想,但这个设想远不足以引发了整个近代科学革命。日心说不是哥白尼的发现,而是阿里斯塔克的设想。但哥白尼并不仅仅是在重新宣扬阿里斯塔克的日心说,而是把日心说和计算联合起来,把天文学计算和宇宙论联合起来,尝试以数学方法来论证实实在。在哥白尼〔和开普勒〕那里,数学仍不仅仅是科学的语言,数学本身就有形而上学性质,天体的运动必然是圆形这些形而上学原则仍然是需要遵守的。通过数学把握实在,在哥白尼那里是个观念,未尝明言,毕竟,哪些工作是操作性的,哪些工作是实证的,哪些是形而上学的,我们今天回过头来才分得清,当时也颇混杂。日心说首先是作为一种自然哲学提出来的,哥白尼的数学论证远不够充分,但他所开辟的道路却是近代科学的道路,并引导此后的天文学家作出了充分的数学论证,如第谷和开普勒。到了开普勒和伽利略那里,数学的优先性就成了哲学纲领。

诚然,哥白尼之后的思想家们有的接受哥白尼体系,有的反对,但毕竟,多数伟大的天文学家从本能上更倾向于哥白尼,伽利略、开普勒、笛卡尔这样的大思想家一见哥白尼体系就倾心拥戴,这不会只是个偏好问题。哥白尼学说不是一场天文学数理技术的革命,但它包含了思想观念上

的巨大改变,并最终引发了一场革命。这些新观念与其说是哥白尼本人明确意识到并据以作为其工作纲领的东西,不如说是他的后继者们更加明确意识到并据以开展自己的工作的东西。库恩的如下评语大概是公允的:天球运行论是引发革命的文本,而自身不是一个革命性的文本,重要的不是它说了什么,而是它使得后来人能说些什么。

哥白尼没有废除天球和本轮,没有明确把太阳视作一颗恒星,没有提出无限宇宙的观念。这些都是在哥白尼之后发展起来的。对哥白尼这样的先行者来说,还有太多的观念需要改变,这远不是他一个人所能做到的。

三、理论的整体性

哥白尼之后,日心说和地心说以及其他相关问题都争论不断。但是,不完全是事后诸葛亮——一个大趋势决堤而来,有识之士很快——转向日心说,或者像第谷那样,虽然没有接受日心说,也在相当程度上抛弃了地心说。

这里有个疑问。哥白尼理论和后来的化学元素理论等等不一样,它不需要进行实验,也不需要多少新的数学。托勒密是公元 2 世纪人,到 16 世纪初期,这 1500 年之间,人们并没有收集到多少新的天文学资料。有些科学史家认为,从技术上说,哥白尼同样可以出现在古代,“有了哥白尼这样的天才,其纲领的进步部分在亚里士多德到托勒密之间的任何时候都可能出现”。^{[10] P263}你不能设想在公元 3 世纪出现门捷列夫,因为建立元素周期表需要很多新的事实。那么,是什么东西使得中间的 1500 年,或者如果从亚里士多德那里算起,是两千多年,绝大多数人始终受束于地心说?是什么妨碍了哥白尼提前一两千年诞生?妨碍那么多聪明人换一个角度来看待

天文观察资料？

科学史家提到文艺复兴精神、宗教改革、资本主义的兴起、航海的发展。我们这里只谈一点，哥白尼没有提前一两千年诞生，这在很大程度上关系到亚里士多德的巨大权威，只有到哥白尼时代，这一权威才开始面临整体瓦解的可能。

不过，我们说到亚里士多德的巨大权威，并不完全是指外部权威。中世纪是一个信仰上帝的时代，哲学家、即使是唯一的哲学家，其外部权威也是有限的。在哲学思辨方面，中世纪人并不缺乏批判力，也不盲目崇拜权威。在漫长的中世纪里，并不乏敢于向亚里士多德挑战的人，即使在亚里士多德备受推崇的时代，即使在那些对亚里士多德推崇备至的学者那里，对亚里士多德理论的很多缺陷都提出了尖锐的批评。例如布里丹以陀螺的转动和两头都削尖的标枪的运动来反对亚里士多德的推动说，论证冲力说。他进一步由此推断天体的周转不是由神或天使推动的。奥康姆的威廉、尼古拉·奥里斯姆〔Nicolas Oresme〕、库萨的尼古拉等其他晚期中世纪的重要思想家也都曾提出过地球周日绕其轴自转的学说。

亚里士多德的权威更多依赖于他提供了一套整体的理论，一套大致自然可解的理论。在这个整体解释中，诸多观念互相联系互相支持。亚里士多德并不只提供了一种天文学，他还有物理学、伦理学、神学，而这些学说都是联系在一起的。例如，地心说和位置类型的空间观就相当契合，从而又与天尊地卑的一般观念相合。日心说传到中国以后，人们也因为它与这些一般观念不合而加以拒斥，西人“以为地球

动而太阳静……上下易位，动静倒置，则离经叛道，不可为训。〔11 I P610〕

亚里士多德体系所提供的整体解释当然有多方面的不足。就拿地球静止地处在宇宙的中心这个重要论题来说。一方面，这个观念合乎我们一般的上下观念，天高地卑，地体连同地上会朽坏的、较卑下的事物处在下方，顺理成章。但另一方面，卑下的事物处在中心，卑下的事物静止着而高贵的事物围绕它转动，这是很难与亚里士多德的其他一般思想相谐和的。如果地体只是一个平面，地在下天在上比较容易接受，但地体是一个球，处在宇宙中心，卑微低级的东西处在中心，这的确有点奇怪。实际上，哥白尼提出日心说时，声称太阳静止地处在中心才是更自然的事情。哥白尼质疑说：我们怎么能想象我们的地界、会朽坏的物界反而是处在中心不动的东西？他在这里抓住了亚里士多德体系中一个不易说通的环节。①

亚里士多德的天文学有不少缺陷，而且这些缺陷后人看到了的，因此不断有人提出质疑。可是，在传统理论中，天文学不仅与物理学连在一起，而且与伦理学、美学、宗教信仰连在一起，例如高洁和低俗。这种联系在基督教学说中具有更强的道德意义，罪恶发生在低处，发生在地上，是基督教的一个成说。“基本的天文学概念已成为更为庞大的思想结构的组成部分。〔3 I P75〕局部的批评总是可能的，在这一点上批评者可能更有道理，但若这一得之见和其他事情互相抵触，就没有多大的理论说服力，也很难撼动亚里士多德整体解释的权威。你可以挑出亚里士多德天文学里的这个那个毛病，但你拿不出什么东

① 洛夫乔伊引用蒙田等人与哥白尼的争论，论证说在中世纪传统中，“世界的中心不是一个光荣的位置，而是……较低成分的堕落之处”，人在宇宙中的重要性“与天文学上的地球中心说无关”。〔洛夫乔伊，《存在巨链》，张传有、高秉江译，江西教育出版社，2002，122~123页。〕在中世纪的明确理论中，事情的确是这样。但这并不反证在我们的一般观念中，中心是与尊贵联系在一起的。哥白尼的论证正是诉诸于中心和卑下在我们的观念中较难相容这一事实。

西来取代他。单独反对地心说是薄弱的,进一步的思考就要让你面对亚里士多德所有的观念,关于运动的观念,关于位置的观念,关于元素的观念,关于人类社会和神性之间的关系的观念。“一个独一无二的中心地球概念与亚里士多德思想织品中太多的重要概念交织在一起。”^[31 182]我们还记得亚里士多德关于地球之为宇宙中心和地球之为圆形的论证,他的论证由于互相支持而显得特别强有力。要推翻亚里士多德-托勒密的天文学体系,就得推翻整个物理学,甚至要推翻伦理成说和宗教教义。人们是否做好了这种准备呢?

实际上,托勒密本人就承认,其他的宇宙论,特别是地动说,单从天文学上看,“就星空的表现而言”,并不是断然不可接受的。但他也指出,地心说以外的其他宇宙论和整个物理学冲突。

不过,说到理论整体性,我愿特别强调,亚里士多德体系的整体性不是像近代物理学那样依赖于数理推论上的一致,而是像库恩所指出的,更多依赖于各个论点及其互相联系的自然可解。地球是不动的,这当然是迎合我们的常识的,我们感觉不到地球正在以巨大的速度旋转。地球处在中心,所以天上的东西会掉下来,这是我们的常识很容易达到的结论。星星都镶嵌在一个天球上,所以所有的星星都在同步转动,这是对常识具有说服力的解释。

亚里士多德的理论是和自然常识联系在一起的,他所表达的理论在很大程度上原本就深深埋藏于我们的常识之中,扎根在容格等人所说的认知原型之中。“亚里士多德有能力以一种抽象和逻辑一致的方式表述许多关于宇宙的自发的感知觉,这些感知觉在他给予它们一个合乎逻辑的说法之前已经存在了数个世纪……孩子的观点、原始部落成员的观点以及心理退化病人的观点以惊人的频率与他相似。”^[31 194]

古典理论并不止于理论上自圆其说。

所以,单说理论整体性是不够的,这里涉及的是理论与常识的深层观念相互联系的整体性。

所以,尽管一直有人质疑亚里士多德理论中的几乎每一个弱点,但是没有人设想从整体上否定亚里士多德的整个体系。我们须从这个角度来理解为什么公元3世纪是不可能出现哥白尼的,即使出现了哥白尼,写出了《天球运行论》,它也只是比阿里斯托塔克论证得稍更完备的一种见解。哥白尼革命所要求的不是哥白尼一个人,而是一个时代的成熟,一个准备好了从整体上挑战亚里士多德的时代。代表这个时代向亚里士多德发起总体挑战的不是哥白尼,而是伽利略。奥瑞斯姆等中世纪思想家对亚里士多德的质疑后来多被伽利略采用,他在那些个别论证上并未增添多少新内容,但那些论证在伽利略那里服务于一个整体理论,因此获得了一种崭新的强大力量。

四、证 伪

在这里,我想简单插入谈两句证伪理论。亚里士多德体系的命运是个突出例证,说明波普尔的证伪理论,至少就其通俗版本而言,尽管广有影响,实际上是不能成立的。拉卡托斯等人就此做了相当充分的讨论,我这里只简略谈几点。

除了和观测符合,理论还受到其他多方面的约束。其中最突出的一点是理论的完备程度。然而,没有哪个理论,包括现代的十分成熟的物理理论,能解释所涉的所有现象。拉卡托斯指出,“在一个更好的理论出现之前是不会有证伪的。”^[10 149]一个理论的力量是来自于它的整体性,我们通常不会因为一个理论有些东西解释不了而抛弃它,必须等到另外一种整体性发展成熟,才可能对原有理论产生根本冲击乃至取而代之。由于理论的整体性,不会出现

简单的证伪。我们可以简单说，一个已经站住脚的理论不会被驳倒，只能被另一个理论取代。亚里士多德-托勒密体系提供了一个例证，即它不是被驳倒的，而是被哥白尼-开普勒日心说取代的。

在波普尔之前，库恩已经设想证伪理论。不过，他清醒地看到，证伪学说有点儿纸上谈兵，因为没有哪个理论和所有观察完全吻合。托勒密和哥白尼都大致与既有的观测资料相吻合，但又有很多处与观测资料不合。

何况，当证据与理论不合，出错的不一定是理论，很可能是辅助假说是错的，而辅助假说往往是默会的，没有受到注意。按照哥白尼的理论，人们应当能够观察到恒星的视差，然而人们却观察不到。后来我们知道，这是因为恒星离开地球的距离比当时所设想的要遥远得多。理论与观测不符在这一事例中实际上证伪的是当时对恒星距离的一般认识，而不是证伪了哥白尼的日心说。天王星的位置与牛顿力学的预言不合，其结果不是证伪了牛顿力学，而是发现了海王星和冥王星。在没有发现这两颗行星的时候，人们有一个默会的假说，即天王星之外不再有大行星。实际上，牛顿力学是个相当完备的理论，当人们发现天王星的位置与之不合，人们根本不是去急着否定牛顿理论，而是在这个理论的基础上发现一个谜题的答案。

五、哥白尼的先驱

前面提到，除亚里士多德-托勒密的主流理论以外，古希腊还有其他的宇宙论-天文学理论，其中以萨摩斯的阿里斯塔克的日心说最为著名，他因此而有古代

哥白尼之称。阿里斯塔克是哥白尼的先驱吗？在某种意义上当然是，哥白尼在自己的著作中也专门提到这位先驱者。如果从点到点，我们可能会觉得哥白尼继承了阿里斯塔克，两个人都主张日心说。但是，并没有一个阿里斯塔克传统。就一位思想家和传统的关系来说，对哥白尼而言，托勒密要远比阿里斯塔克重要。哥白尼从托勒密那里继承的东西远远更多。从科学结构方面而不是从通俗观念方面着眼，这一点就更加突出。从形式上说，无论哥白尼的描述顺序还是描述方式都严格地遵循托勒密的《天文学大成》。从内容上说，他继承了本轮、偏心圆等基本概念。在哥白尼那里，宇宙仍然是有限的。他似乎也没有抛弃天球的概念。

实际上，哥白尼也必然要从托勒密那里继承更多的东西。在阿里斯塔克那里，日心说只是一个观念，一个想象，而不是一门科学，没有多少感性证据、观察数据和数学支持阿里斯塔克的想象。^{[31 P43]①}只有在托勒密那里才有这么多的东西可以继承。一个人所反对的东西实际上总是他基本继承的东西。

阿里斯塔克的确是一道闪电，对哥白尼具有特殊的启发作用。在想象力这一点上可以视作哥白尼的先驱。一方面，我们为德漠克利特和阿里斯塔克的想象感到鼓舞，这是科学得以发展的一个动力。但另一方面，这些理论不是成功的理论，“这些〔亚里士多德-托勒密体系而外的〕可选择的宇宙论违反了由关于宇宙结构的的感觉所提供的那些最基本的提示和联想。此外，这种对常识的违背又没有被它们在解释现象方面的有效性的任何增加进行补偿。”^[31 P42]

① “没有望远镜的帮助或者与天文学并无明显关系的那些精致的数学的帮助，就不可能为地球是运动的行星这个论点提供有效的论据。”

六、哥白尼的反对者

哥白尼的著作流传开来以后,很多思想家很快接受了日心说,其中包括开普勒和伽利略。当然,反对哥白尼的人更多,包括为近代科学鸣锣开道的弗兰西斯·培根。很多论者反对哥白尼,是因为日心说不合圣经的说法,或者因为它不合亚里士多德的理论,他们引用圣经或亚里士多德的成说来反对哥白尼。毕竟,亚里士多德久经考验,圣经则是无数信仰者安身立命的信条。

不过,日心说一开始对基督教教义并没有造成很大冲击。尽管哥白尼本人是在物理意义上相信日心说的,但在中世纪传统中,天文学一直被视作某种通过数学技术对天象做出预言的学问,无关宇宙真实,因此,在学者圈外,人们并不曾感到哥白尼对基督教信仰的威胁。直到伽利略晚年之前,宗教当局对日心说并未采取迫害的立场。尤其应当提到,与通俗历史中所说的不同,布鲁诺并不是因为坚持哥白尼日心说而被宗教法庭烧死的。^①

尽管哥白尼的各种反对者在思想的敏锐和开明方面无法与开普勒、伽利略相比,尽管开普勒、伽利略对他们深恶痛绝极尽嘲笑是完全可以理解的,但这些反对者或保守派当然不都是迂腐邪恶的。“在发展一种新范式的时候,革命者并不是以极为彰明的理性方式行事的,他们的反对者通常岁数较大,功成名就,但这些反对者在新思路面前对正统范式加以捍卫,并非是非理性的行为。”^{[12 I P190][11 I 609-610]}^②

日心说不只和亚里士多德以及圣经相

左,它和我们的常识也不合。直接的疑问是:我们怎么觉不出地球在转动?此外还可以进一步想到另一些疑问,例如,我们的地球巨大而笨重,这样的大家伙怎么开始转动起来?是什么力量保持它年复一年转动不停?〔哥白尼回答:转动是球体的本性。〕当然,比地球远为更加巨大的天球每一日夜旋转一圈也很蹊跷,不过,那时所设想的天球离开地球并不是太远,而且它们是由最为轻灵的物质组成的,想象天球转动似乎不是那么悖理,而我们自己住在地球上,实实在在知道地球巨大而笨重。地球飞快自转,不是要把地面上的东西都甩到宇宙空间里去了吗?〔哥白尼对此没有答案。〕地球的公转则将把月球抛到后面。而且,地球本身也难免因为不停地飞速转动而分崩离析。〔哥白尼回答,既然球体的运动是本性,就不会分崩离析;而且,天球转动为什么就不会分崩离析呢?〕地球由西向东旋转,那么抛到天上的东西为什么会落到脚边而不是落到西边去呢?

反对哥白尼的不止是感官,此外还有更加技术性的理由。地球的转动,尤其是公转,将造成金星的视相差以及恒星的视相差。由于当时的人不知道行星尤其是恒星距地球的距离是那么遥远,这个疑问就更加突出。

更有人一方面认识到了日心说在科学上的说服力,但同时担忧日心说可能引发对道德传统的颠覆,造成人类理解的断裂。科学在后世的发展表明,他们的担忧并不全是杞人忧天。

科学中一个新的基本命题的接受史,与我们平常生活中接受一个重要的新见解

^①参见布鲁门贝格〔Hans Blumenberg〕,《The Genesis of the Copernican World》, trans. By Robert M. Wallance, MIT, 1987, 第三部第5章,尤其是370~374页。

^②我前面曾引用一段阮元的话例证清人对日心说的反对。阮元为这种态度提供了一种奇特的辩护。他夸奖中国的“古推步家”涉及“七政之运行”的时候,“但言其所当然,而不复强求其所以然,此古人立言之慎也。……但言其所当然,而不复言其所以然之终古无蔽哉!”

差不多。一开始，这个新命题击中了既存理论中的一些薄弱环节，解释了不曾得到良好解释的一些困惑，然而，它仍然不能和我们的大量既有理解融合。伯努利在1738年提出，气体的压强产生于快速运动的分子撞击容器壁的动量，物理学界拒绝接受。孟德尔的遗传定律也遭受类似的命运，只是它被忽视的年头短得多。用罗杰·牛顿的话说，“科学家共同体中没有适合它们的概念框架，从而不理解它们。”^[121 P55]从简单的真理观来看，阿里斯塔克、哥白尼、伽利略把我们引向了今天的宇宙图画。然而，就一个命题的意义来看，它同等地依赖于反对者，一如依赖于拥护者。意义不取决于赞成或拥护，而是取决于赞成或拥护的深度。真理是镶嵌在意义之中的。初等教科书倾向于简单地用今天的对错标准来叙述科学史，结果是救平了历史之为历史的历史深度。

七、哥白尼的继承者

在哥白尼之后，关于日心说和地心说的争论在专家和思想者之间是非常激烈的。一开始信服哥白尼的人并不多，但在这里，人数不是主要的，毕竟，开普勒、伽利略、笛卡尔这些人闻风相悦。这里有一个趋向，就是多数最优秀的头脑一读到《天球运行论》就倾向于相信哥白尼的日心说。而且，他们都不是把日心说视作一个数学模型，而是视作宇宙的实在。第谷尽管没有接受哥白尼体系，但也放弃了托勒密体系，提出了自己的第三体系。1572年天空上出现了一颗新星〔也可能是超新星〕，持续了整整一年，似乎在明示天界的事物并不是永恒不变的。逐渐，越来越多的有识之士支持日心说。地心说先是心智健全的标志，逐渐成为保守、顽固、偏执狂的标志。

立即接受哥白尼日心说的一个重要思想家是布鲁诺。不过，布鲁诺并非基于天

文学的理由接受哥白尼，他只是把哥白尼学说视作完成自己的伟大形而上学的一个小小前奏。布鲁诺可能是近代第一个提到了无限空间的人，至少是最早提到无限空间的人之一。无限空间的一个重要的后果就是，宇宙其实是没有中心的。古代宇宙观的主流坚持宇宙是有中心的。在希腊人看来，宇宙一定是有限的，只有有限的东西才是可理解的。希腊人把圆看作完美的图形，把圆周的运动看成完美的运动，一个重要的原因在于圆周运动是有限的，圆周运动总是回到自身，而直线的运动是脱离自身的，一直伸向无限，这种无限的观念对于希腊人来说是不可理解的。

布鲁诺还冲击了另外一些传统观念。传统上人们认为静止比运动优越，布鲁诺则把运动提升到跟静止一样高贵的地位。到了伽利略、笛卡尔那里，运动反过来被当作最基本的状态了。布鲁诺还第一个明确抛弃了天球的概念，认为太阳是一颗恒星，星星是一些独立的天体，而不是缀在天球上的。这种看法很快被开普勒等人接受了。

尽管布鲁诺的思想方式比较接近中世纪，思辨多而科学少，但他提出的这些观念都具有头等的重要性，并且立刻被合并到近代科学思想之中。

第谷本人不相信哥白尼体系，不是日心说者，但他也反对地心说，提出了一个第三体系：行星环绕太阳周转，太阳和诸行星作为一个整体环绕处在宇宙中心不动的地球周转。1577年出现了一颗彗星，第谷等天文学家经过观测和计算，确定这颗彗星是环绕太阳运动而不是环绕地球运动的。

开普勒提出了行星运动三定律。一，行星沿椭圆轨道运行。二，连接行星和太阳的直线在等时间内扫过的面积相等。按照这一定律，行星的运动不是匀速的。三，各行星公转周期的平方和它们的轨道长轴

〔到太阳的平均距离〕的立方成正比。这三条定律无可争议地使得开普勒成为近代天文学的奠基人。

开普勒确定,行星并不是以正圆轨道而是以椭圆轨道围绕太阳旋转,这一点是观念上的巨大解放。随着第一定律的确立,天体轨道必然是最完美的形状即圆形这一观念退出了天文学研究。自古以来,人们凡想象天体的轨道,几乎不可能想到圆以外的任何几何图形^① 同样根深蒂固的是行星匀速运动的观念。这两项和地心说不同,地心说虽然一直是主导的学说,但也不断有人主张日心说。对于坚持地心说的人,日心说不是不可想象的。但关于正圆和匀速,人们甚至没有想到要去怀疑。在这个基本意义上,正圆和匀速是比地心说更深层次的确信。开普勒推翻了这两个观念,因此也就有着某种更深层的意义。

对于一般观念来说,地心还是日心当然是一个远远更为重要的争论,它直接牵

涉我们的直观宇宙图景,直接影响我们关于神、人、世界的其他观念。至于行星的运动是正圆抑或带一点点椭圆,是匀速抑或稍稍有点儿速度变化,则是技术性的争端。然而,行星运动的研究者知道,不放弃行星在正圆轨道上匀速运行,就不可能在数学上、在科学上证成日心说,日心说就仍然只是个观念,而不是科学结论。

日心还是地心,圆还是椭圆,匀速还是变速,这些争论和我们的爱好无关,它们的结论只依赖于实证和计算。开普勒的工作表明,数学不只应当是解决观念的纠纷的法官,它事实上决定性地解决观念纠纷。通过开普勒,日心说已经远离思辨,在数理天文学上成为无可争辩的。尽管开普勒本人仍然充满中世纪的想象,尽管他尚未对行星轨道提供动力学解释,但开普勒三定律奠定了天文科学的基础,其重要性是无可比拟的。

参考文献:

- [1] 哥白尼. 天体运行论:第一卷[M]. 叶式辉译. 西安:陕西人民出版社,2001.
- [2] 科恩. 科学中的革命[M]. 鲁旭东,赵培杰,宋振山译. 北京:商务印书馆,1999.
- [3] 库恩. 哥白尼革命[M]. 吴国盛,等译. 北京:北京大学出版社,2003.
- [4] E. A. 伯特. 近代物理科学的形而上学基础[M]. 徐向东译. 北京:北京大学出版社,2003.
- [5] 洛夫乔伊. 存在巨链[M]. 张传有,高秉江译. 南昌:江西教育出版社,2002.
- [6] 斯蒂芬·梅森. 自然科学史[M]. 周煦良,等译. 上海:上海译文出版社,1980.
- [7] 斯蒂芬·梅森. 自然科学史[M]. 周煦良,等译. 上海:上海译文出版社,1984.
- [8] 柯瓦雷. 从封闭世界到无限宇宙[M]. 郭波涛,张华译. 北京:北京大学出版社,2003.
- [9] 拉卡托斯. 科学研究纲领方法论[M]. 兰征译. 上海:上海译文出版社,1986.
- [10] 阮元. 畴人传:卷46[M]. 北京:中华书局,1991.
- [11] 亚历克斯·罗森堡. 科学哲学[M]. 刘华杰译. 上海:上海科技教育出版社,2004.
- [12] 罗杰·牛顿. 何为科学真理[M]. 上海:上海科技教育出版社,2001.

■责任编辑/卢云昆

^① 似乎只有阿拉伯人 Al-Zarkali 在 11 世纪曾尝试用一个椭圆的均轮代替水星的本轮,以便对托勒密体系略加修正。