

试论科学与正确之关系 ——以托勒密与哥白尼学说为例

江晓原

(上海交通大学科学史系,上海 200030)

摘要: 本文通过科学史的考察,探讨科学与正确之间的关系。认为:判断一种学说是不是科学,不是依据它的结论在今天正确与否,而是依据它所用的方法、它所遵循的程序。本文以托勒密、哥白尼天文学说的历史遭遇为例,表明:不能将“科学”与“正确”等同起来。在科学发展的过程中,没有任何模型(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。

关键词: 正确;科学;托勒密;哥白尼

中图分类号: G3

文献标识码: A

文章编号: 1008-7095(2005)04-0027-05

一、问题的提出

“试论托勒密的天文学说是不是科学?”这样的考题在上海交通大学科学史系的研究生入学考试中,不止一次出现过。面对这道考题,大部分考生都答错了。这些考生中,理科、工科、文科出身的都有,但是答案的正误看起来与学什么出身没有关系。这就表明,他们中间的大部分人,都未能正确认识:怎样的学说能够具有被当作科学的资格?

首先要请注意,这是一道论述题,而不是简单的“是”或“否”的选择题。正像有些评论者正确地指出的那样,题中的“正确”、“科学”、“托勒密天文学说”等概念,都可以有不同的界定,而该题要考察的方面之一,就是考生能否注意到概念的界定问题。他们可以自行给出不同的界定,由此展开自己的见解。

在今天中国的十几亿人口中,能够报考研究生的,应该也算是受过良好教育的少数佼佼者了。既然他们中间也有不少人对此问题不甚了了,似乎值得专门来谈一谈。

为什么托勒密的《至大论》、《地理学》这样的伟大著作,会被认为不是科学?许多考生陈述的重要理由,是因为托勒密天文学说中的内容是“不正确的”——我们知道地球不是宇宙的中心。

然而,如果我们同意这个理由,将托勒密天文学说逐出科学的殿堂,那么这个理由同样会使哥白尼、开普勒甚至牛顿都被逐出科学的殿堂!因为我们今天还知道,太阳同样不是宇宙的中心;行星的轨道也不是精确的椭圆;牛顿力学中的“绝对时空”也是不存在的,……难道你敢认为哥白尼日心说和牛顿力学也不是科学吗?

我知道,考生们绝对不敢。因为在他们从小接受的教育中,哥白尼和牛顿是“科学伟人”,而托勒密似乎是一个微不足道的人,一个近似于“坏人”的人。

二、托勒密天文学说为什么是科学

关于托勒密,国内有一些曾经广泛流传的、使人误入歧途的说法,其中比较重要的一种,是将托勒密与亚里士多德两人不同的宇宙体系混为一谈,进而视之为阻碍天文学发展的历史罪人。在当代科学史著述中,以李约瑟“亚里士多德和托勒密僵硬的同心水晶球概念,曾束缚欧洲天文学思想一千多年”的说法为代表,至今仍在许多中文著作中被反复援引。而这种说法其实明显违背了历史事实。亚里士多德确实主张一种同心叠套的水晶球宇宙体系,但托勒密在他的著作中完全没有采纳这种体系,他也从未表示赞同这种体系。另一方面,亚里士多德学说直

到 13 世纪仍被罗马教会视为异端,多次禁止在大学里讲授。因此,无论是托勒密还是亚里士多德,都根本不可能“束缚欧洲天文学思想一千多年”。至 1323 年,教皇宣布托马斯·阿奎那(T. Aquinas)为“圣徒”,阿奎那庞大的经院哲学体系被教会官方认可,成为钦定学说。这套学说是阿奎那与其师大阿尔伯特斯(Albertus Magnus)将亚里士多德学说与基督教神学全盘结合而成。因此亚里士多德的水晶球宇宙体至多只能束缚欧洲天文学思想约二三百年来,而且这也无法构成托勒密的任何罪状。

但是,即使洗刷了托勒密的恶名,考生们的问题仍未解决——难道“不正确的”结论也可以是科学?

是的,真的是这样!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“不正确的”。我们判断一种学说是不是科学,不是依据它的结论在今天正确与否,而是依据它所用的方法、它所遵循的程序。

西方天文学发展的根本思路是:在已有的实测资料基础上,以数学方法构造模型,再用演绎方法从模型中预言新的天象;如预言的天象被新的观测证实,就表明模型成功,否则就修改模型。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(Tycho Brahe)乃至创立行星运动三定律的开普勒,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。这个思路,就是最基本的科学方法。当代著名天文学家当容(A. Danjon)对此说得非常透彻:“自古希腊的希巴恰斯(Hipparchus)以来两千多年,天文学的方法并没有什么改变。”

如果考虑到上述思路正是确立于古希腊,并且正是托勒密的《至大论》第一次完整、全面、成功地展示了这种思路的结构和应用,那么,托勒密天文学说的“科学资格”不仅是毫无疑问的,而且它在科学史上的地位绝对应该在哥白尼之上——因为事实上哥白尼和历史上许许多多天文学家一样,都是吮吸着托勒密《至大论》的乳汁长大的。

三、从理论上说哥白尼学说要到很晚才能获胜

多年来一些非学术宣传品给公众造成了这样的错觉:似乎当时除了哥白尼、伽利略、开普勒等几人之外,欧洲就没有其他值得一提的天文学家了。而实际上,当时欧洲还有许多天文学家,其中名声大、地位高者大有其人,正是这些天文学家、天文学教授组成了当时的欧洲天文学界。其中有不少是教会人

士——哥白尼本人也是神职人员。

哥白尼《天体运行论》(*De Revolutionibus*)发表于 1543 年,今天我们从历史的角度来评价它,谓之先进,固无问题,但 16、17 世纪的欧洲学术界,对它是否也作如是观?事实上,古希腊阿利斯塔克即已提出日心地动之说,但始终存在两条重大反对理由——哥白尼本人也未能驳倒这两条反对理由。

第一条,观测不到恒星的周年视差(地球如确实在绕日公转,则从其椭圆轨道之此端运行至彼端,在此两端观测远处恒星,方位应有所改变),这就无法证实地球是在绕日公转。哥白尼在《天体运行论》中只能强调恒星非常遥远,因而周年视差非常微小,无法观测到。这在当时确实是事实。但要驳倒这条反对理由,只有将恒星周年视差观测出来,而这要到 19 世纪才由 F. W. 贝塞尔(Friedrich Wilhelm Bessel)办到——1838 年他公布了对恒星天鹅座 61 观测到的周年视差。J. 布拉德雷(James Bradley)发现恒星的周年光行差,作为地球绕日公转的证据,和恒星周年视差同样有力,但那也是 1728 年之事了——罗马教廷终于在 1757 年取消了对哥白尼学说的禁令。

第二条理由被用来反对地球自转,认为如果地球自转,则垂直上抛物体的落地点应该偏西,而事实上并不如此。这也要等到 17 世纪伽利略阐明运动相对性原理以及有了速度的矢量合成之后才被驳倒。

注意到上述这些事实之后,我们对一些历史现象就可以有比较合理的解释。比如,当 17 世纪来华耶稣会士为大明王朝修撰《崇祯历书》时(1629~1634),因为哥白尼学说并未在理论上获得胜利,当时欧洲天文学界的大部分人士对这一学说持怀疑态度,所以耶稣会士们选择了稍晚于哥白尼学说问世的第谷地心体系(1588 年),作为《崇祯历书》的理论基础,也是情理之中的事。

还有一个判据,也是天文学家最为重视的判据,即“推算出来的天象与实测的吻合程度”。在今天我们熟悉的语境中,这个判据应该是最接近“正确”概念的。然而恰恰是这一最为重要的判据,对哥白尼体系大为不利,而对第谷体系极为有利。

那时欧洲天文学家通常根据自己所采用的体系编算并出版星历表。这种表给出日、月和五大行星在各个时刻的位置,以及其它一些天象的时刻和方位。天文学界同行可以用自己的实际观测来检验这些表的精确程度,从而评价各表所依据之宇宙体系

的优劣。哥白尼的原始星历表身后由莱茵霍尔德(E. Reinhold)加以修订增补之后出版,即《普鲁士星表》(*Tabulae Prutenicae*, 1551),虽较前人之表有所改进,但精度还达不到角分的数量级——事实上,哥白尼对精度的要求是很低的,他曾对弟子赖蒂库斯(Rheticus)表示,理论值与实测值之间的误差只要不大于10,他即满意。

而第谷生前即以擅长观测享有盛誉,其精度前无古人,达到前望远镜时代观测精度的巅峰。例如,他推算火星位置,黄经误差小于2;他的太阳运动表误差不超过20,而此前各星历表(包括哥白尼的在内)的误差皆有15~20之多。行星方面误差更严重,直到1600年左右,根据哥白尼理论编算的行星运动表仍有4°~5°的巨大误差,故从“密”这一判据来看,第谷体系明显优于哥白尼体系,这正是当时不少欧洲学者赞成第谷体系的原因。

第谷在哥白尼之后提出自己的新宇宙体系(*De Mundi*, 1588),试图折衷日心与地心两家。尽管伽利略、开普勒不赞成其说,但在当时和此后一段时间里该体系还是获得了相当一部分天文学家的支持。比如雷默(N. Reymers)的著作(*Ursi Dithmarsii Fundamentum astronomicum*, 1588),其中的宇宙体系几乎和第谷的一样,第谷还为此与他产生了发明权之争。又如丹麦宫廷的“首席数学教授”、哥本哈根大学教授朗高蒙田纳斯(K. S. Longomontanus)的著作《丹麦天文学》(*Astronomia Danica*, 1622)也是采用第谷体系的。直到雷乔里(J. B. Riccioli)雄心勃勃的巨著《新至大论》(*New Almagest*, 1651),仍主张第谷学说优于哥白尼学说。该书封面画因生动反映了作者这一观点而流传甚广:司天女神正手执天秤衡量第谷与哥白尼体系——天秤的倾斜表明第谷体系更重,而托勒密体系则已被委弃于脚下。

第谷体系当然不是他闭门造车杜撰出来的,而是他根据多年的天文观测精心构造出来的。这一体系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,此前的托勒密、哥白尼,此后的开普勒,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,比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。

四、哥白尼学说不是靠“正确”而获胜的

哥白尼革命的对象,就是他自己精神上的乳母——托勒密宇宙模型。但是革命的理由,如前所述,却不是精确性的提高。然而革命总要有思想资源,既然精确性并无提高,那么当时哥白尼又靠什么来发动他的革命呢?托马斯·库恩(Thomas Kuhn)在他的力作《哥白尼革命》中指出,哥白尼革命的思想资源,是哲学上的“新柏拉图主义”。

出现在公元三世纪的新柏拉图主义,是带有某种神秘主义色彩的哲学派别,“只承认一个超验的实在”;他们“从一个可变的、易腐败的日常生活世界,立即跳跃到一个纯粹精神的永恒世界里”;而他们对数学的偏好,则经常被追溯到相信“万物皆数”的毕达哥拉斯学派。当时哥白尼、伽利略、开普勒等人,从人文主义那里得到了两个信念:1. 相信在自然界发现简单的算术和几何规则的可能性和重要性;2. 将太阳视为宇宙中一切活力和力量的来源。

革命本来就暗含着“造反”的因素,即不讲原来大家都承认的那个道理了,要改讲一种新的道理,而这种新道理是不可能从原来的道理中演绎出来的——那样的话就不是革命了。科学革命当然不必如政治革命那样动乱流血,但道理是一样的。仅仅是精确性的提高,并不足以让人们放弃一种已经相信了千年以上的宇宙图象,而改信一种新的宇宙图象,更何况哥白尼体系并不很精确。

如果说,满足于在常规范式下工作的天文学家们,只能等待布拉德雷发现恒星周年光行差,或贝塞尔发现恒星周年视差之后,才会完全接受哥白尼日心体系的范式,这并不符合历史事实。因为在此之前,哥白尼体系实际上已经被越来越多的学者所接受。因此哥白尼革命的胜利,明显提示我们——科学革命实际上需要借助科学以外的思想资源。

开普勒就是一个非常有说服力的例子。他在伽利略作出望远镜新发现之前,就已经勇敢接受了哥白尼学说(有他1597年10月13日致伽利略的信件为证),而当时,反对哥白尼学说的理由还一条也未驳倒,支持哥白尼学说的发现还一项也未作出!况且,开普勒“宇宙和谐”的信念,显然也是与新柏拉图主义一脉相承的。

五、不能将“科学”与“正确”等同起来

笔者关于“有些今天已经知道是不正确的学说(比如托勒密的地心学说、哥白尼的日心学说等等)

仍然可以是科学”的见解,从 2003 年起就引发了不少争论。此事与科学史和科学哲学两方面都有关系。

在争议中,针对许多公众仍然存在着将“科学”与“正确”等同的观念(比如本文开头提到的那些答错考研题目的考生就是如此),北京大学刘华杰博士给出了一个听起来似乎离经叛道的陈述:“正确对于科学既不充分也非必要”,此语虽然大胆,其实是一个完全正确的陈述。这一陈述中的“正确”,当然是指我们今天所认为的正确——“正确”在不同的时代有不同的内容。

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计算值,再往后是牛顿的计算值、拉普拉斯的计算值……如此等等,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。

争论中有人提出,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,甚至认为“理论物理每年发表的无数的论文中有各种各样的模型,这些模型中绝大多数自然是错的,这些错的模型虽然常常是研究中必不可少的过程,它们不会被称为科学。”这种说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。

所以我们可以明确地说:科学中必然包括许多在今天看来已经不正确的内容。这些后来被证明不正确的内容,好比学生作业中做错的习题,题虽做错了,你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,你同样不能说那不是科学的一部分。所以我要强调“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”。

我们还可以明确地说:有许多正确的东西,特别是永远正确的东西,却分明不是科学。比如“公元 2003 年 5 月 15 日中午江晓原吃了饺子”,这无疑是一个正确的陈述,而且是一个“永远正确”的陈述,但谁也不会认为这是科学。

因此结论是:我们不能将“科学”与“正确”等同起来。

科学又是可以、而且应该被理解的,同时也是可以、而且应该被讨论的——归根结底它是由人创造出来、发展起来的。那种将今日的科学神化为天启真理,不容对它进行任何讨论,不容谈论它的有效疆界(因为认定科学可以解决世间一切问题),都是和“公众理解科学”这一当代社会活动的根本宗旨相违背的。因为对于一个已经被认定的天启真理,理解就是不必要的——既然是真理,你照办就是。当年“文革”中“理解的要执行,不理解的也要执行,在执行中加深理解”的名言,隐含的就是这样的逻辑。

李约瑟:《中国科学技术史》第四卷,中译本,115 页,科学出版社,1975,页 643-646。

在《至大论》中,托勒密没有陈述任何水晶球的观念。他在全书一开头就表明,他以下的研究将用几何表示(geometrical demonstrations)之法进行。在开始讨论行星运动时他说得更明白:“我们的问题是表示五大行星和日、月的所有视差数——用规则的圆周运动所生成。”他把本轮、偏圆心等视为几何表示,或称为“圆周假说的方式”。显然,他心目中并无任何实体天球,而只是一些假想的空中轨迹。见 Ptolemy, *Almagest*, IX2, *Great-Books Of the Western World, Encyclopaedia Britannica*, 1980, 16, P. 270.

详细的论证参见江晓原:天文学史上的水晶球体系,《天文学报》28 卷 4 期(1987)。

当容(A. Danjon),《球面天文学和天体力学引论》,李珩译,科学出版社,1980,页 3。

参见米歇尔·霍金斯:《剑桥插图天文学史》,江晓原等译,山东画报出版社,2003,页 201-202。

一个典型的例子可见 A. Berry, *A Short History of Astronomy*, New York, 1961, P. 128。

第谷(Tycho)的地心宇宙体系让日、月围绕地球旋转,而五大行星则围绕着太阳旋转。

托马斯·库恩(T. Kuhn),《哥白尼革命——西方思想发展中的行星天文学》,吴国盛等译,北京大学出版社,2003,页 125-126。

开普勒在这封热情洋溢的信中,鼓动伽利略加入公开支持哥白

(下转第 52 页)

上海加快国际化大都市建设的重要环节是提高人口国际化水平。目前在上海市出入境管理局登记的常住外国人口约 6 万,只占全市总人口的 0.4%,不仅与国际移民大都市纽约(16.7%)存在巨大差距,即便与人口情况类似的国际中心城市东京(2.6%)相比,差距也十分明显。海外人才战略无疑是加速上海国际大都市建设的重要组成部分。我们

应根据国内外的新情况和新特点,制定和完善吸引海外人才的各项配套措施和保障机制,并力求落到实处,使人才强国的战略目标早日实现。

<http://imedia.eastday.com/node2/node5/node13/node200/userobject8i10268.html>;

The Number of Returning Overseas Talents and the Recruiting Policies

LUO Ke-ren¹, HE Ya-ping²

(1. Institute of Population Studies, East China Normal University, Shanghai 200062, China;
2. School of Medicine, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200025, China.)

Abstract: Based on the information from Shanghai personnel Bureau, China Statistical Yearbook, China Education Yearbook, the paper predicts the future volume of overseas talents flowing back to Shanghai. Referring to the facts of Tokyo and considering the status and possibility of Shanghai, the paper analyzes the trend of international migration in Shanghai population and makes suggestions on how to recruit overseas talents.

Key words: overseas talents; the number of returning overseas talents; strategies

(上接第 30 页)

尼学说的阵营:“在断定地球转动不再被视为新鲜的东西后,齐心协力将转动的马车拉到目的地不是更好吗?”见《文艺复兴书信集》,李瑜译,学林出版社,2002年版,页135-137。我们已经知道,伽利略出于害怕,并未响应开普勒这封信中的号召——即使

如此他最终仍然未能躲过罗马教廷的惩罚。刘华杰:再说“反科学”,《科学对社会的影响》杂志,2003年第2期。

On the Relation between Science and Correctness ——Using Ptolemy's and Copernicus' Theories as an Example

JIAN G Xiaoyuan

(Department of the History of Science, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: By observing the history of science, this article discusses the relation between science and correctness. It holds that the criterion to judge whether a theory is a science is not the correctness of its conclusion, but the method it uses and the procedures it follows. The theories of Ptolemy and Copernicus reveal to us that the equation between science and correctness does not exist. During the development of science, not any model (or scheme, data or conclusion) is eternal. A model considered “correct” today may be replaced tomorrow by some newer and “more correct” models, just as Ptolemy's gave way to Copernicus' and Copernicus' to Kepler's.

Key words: correctness; science; Ptolemy; Copernicus