

# 迷人的哥白尼

哥白尼被公认为现代科学的肇始者。他的日心说成为现代的科学常识。一九九六年《中国公众科学素养调查报告》显示，有80.3%的中国人知道是“地球绕太阳转”而不是“太阳绕地球转”，而二〇一四年美国国家科学基金会调查得出的结论是，只有74%的美国人知道这一点。中国人了解哥白尼日心说的平均水平貌似冠绝全世界。但是，正如黑格尔所说，熟知不是真知。我们中国人对哥白尼及其历史成就其实知之甚少。

谁是哥白尼？他为何要用日心说替代地心说？通常的回答是：哥白尼写了一部著作《天体运行论》，在该著作中提出了日心说；用日心说代替地心说是因为日心说更符合天文观测事实。实际上，这些回答都似是而非。

## 一

哥白尼并不是一个职业天文学家，自大学毕业后一直在弗龙堡大教堂里担任教士。他在业余时间从事自己喜爱的天文学研究，并且在最后的岁月写出了他伟大的著作。这部传世著作用拉丁文写作，原书名为 *De revolutionibus orbium coelestium*。在中国，该书一直被

译成《天体运行论》，但这个译名并不正确。问题出在对 orbium 一词的理解上。对哥白尼而言，这个词并不是我们今天的“天体”，而是带动天体运行的透明“天球”。自古希腊至哥白尼，西方天文学家对天球都坚信不疑。今天我们不承认有天球的存在，便想当然地把“天球”改译成“天体”。

这个误译并不是中国人首创。一八七九年出版的门泽尔 (Carl Ludolf Menzzer) 德译本便把书名译成 *Über die Kreisbewegungen der Weltkörper* (《论天体的圆周运动》)，这里的 Weltkörper 意思就是“天体”。二十世纪出现的两个英译本都没有再犯这个错误。瓦里斯 (Charles Glenn Wallis) 一九三九年的译名是 *On the Revolutions of the Celestial Spheres*，该译本后来纳入《西方世界的伟大著作》(*Great Books of the Western World*) 第十六卷，改称 *On the Revolutions of Heavenly Spheres*。罗森 (Edward Rosen) 一九七八年为《哥白尼全集》提供的英译本定名为 *On the Revolutions of the Heavenly Spheres*，同年出版的德译本也把译名修改为 *Vom Umschwung der himmlischen Kugelschalen* (《论天球的旋转》)。

天球是希腊数理天文学的基本假定，希腊理性宇宙论的第一个标志是引入“天球”概念。群星相对于大地的周而复始的每日旋转，向人类指示了天体运动的周期性、稳定性，也指示了大地的中心位置。让群星镶嵌在天球之上，随着天球统一地转动，反映了对天空的一种确定性和恒久性的理解。米利都学派的阿那克西曼德最早提出了天球的概念，毕达哥拉斯学派则明确提出了 cosmos 概念，为科学的天文学奠定了基础。Cosmos 这个词的原义是“秩序”，与 Chaos (混沌) 相对立。毕达哥拉斯学派最早用这个词指称“宇宙”，也就是说，他们最早把“宇宙”看成一个“和谐”、有“比例”的整体。

Cosmos 的观念体现在天球套地球的两球模型中。把天体想象成镶嵌在层层相套的天球上，是一个伟大的创造，虽然从今天的角度

看，这是一个错误，因为“天球”并不存在。按照现代科学的认识，天界其实和地界一样，处在持续的变化之中。但是，天球概念最早体现了科学的思维方式：科学的目标，本来就在于透过多样、复杂、变化的现象，看到背后单一、简单、不变的本质。天球概念是对这种“不变性”的最早体现。

柏拉图、亚里士多德、欧几里得和托勒密都认同天球概念，并以此作为构建宇宙论的基础。在《至大论》第一卷第三章里，托勒密专门论述了“天球运动”问题。他用恒星运动的周而复始反驳了恒星做直线运动的看法，也反驳了众星在日出前被点亮、在日落后被熄灭的古老说法，强调天体以地球为中心做圆周运动。

作为希腊数理天文学的正宗传人，哥白尼完全继承了“天球运动”的概念。他在《天球运行论》第一卷开卷第一章就明确宣称宇宙是球形的，第四章则指出天球运动的基本模式是匀速圆周运动。需要特别指出的是，哥白尼赋予地球的不是只有我们今天熟悉的周日转动和周年转动，还有第三重运动。按照哥白尼的设想，地球的周年运动实际上是地球固定在一个假想的天球上、以太阳为中心的圆周运动。由于地球的自转轴与黄道面并不垂直，随着“地天球”的周年转动，地球的自转轴就不能与黄道面保持一个固定不变的角度。为此，哥白尼特意加入了让地轴锥形旋转的第三重运动，以抵消“地天球”周年转动带来的地轴方向的变化。这个第三重运动的存在提示我们，在哥白尼眼里，就连地球绕太阳的运动也是以天球运动的方式进行的。

“天体”还是“天球”，这一字之差，关系到评价科学理论时应有的历史态度，也关系到我们在反省现代科学时所能够达到的理论深度。把“天球”改译成“天体”至少是有意无意以今日之眼光对哥白尼进行拔高，反映了那个时代中国的科学史研究水平和科学传播理念。

## 二

哥白尼为什么要用“日心说”来代替已经在西方世界延续了一千多年的托勒密地心学说呢？按照我们中国人实事求是即为科学精神的理解，当然是因为日心说更加符合天文观测，而地心说更不符合。这个说法并不真实。二十世纪五十年代之前，西方科学哲学也认为，所谓科学无非是具有内在逻辑结构同时又符合观测事实的理论。如果科学理论不符合观测事实，它就被证伪了，符合就被证实了。这种科学哲学被称为逻辑实证主义或逻辑经验主义。

一九六二年，美国科学史家和科学哲学家托马斯·库恩出版了《科学革命的结构》一书，打破了逻辑主义科学哲学一统天下的局面，开启了历史主义科学哲学。库恩强调，理解科学不能停留在科学理论的逻辑架构层面，而应该深入科学的实际历史发展过程中；不应该局限于就科学论科学，而应该考虑科学之外的哲学、宗教和文化背景；理解科学的基本单元不是理论，而是范式，单纯的科学逻辑无法解释科学发展的实际历史，需要引入科学共同体的社会学维度。库恩这部影响巨大的科学哲学著作其实有一部先导性历史著作，那就是一九五七年出版的《哥白尼革命——西方思想发展中的行星天文学》。

在《哥白尼革命》一书中，库恩指出，哥白尼不满托勒密的地心说，并不是因为他掌握了什么托勒密体系无法解释的新的天文观测证据——这样的证据还需要等待七十多年，直到望远镜发明并对准天空之后——哥白尼不是一位天文观测家，手头除了大家共有的从历史上传承下来的那些天文观测资料外，自己并不拥有更精确、更系统的天文资料。再说，在迁就、整合观测资料方面，托勒密体系本来就具有强大的能力，因为希腊数理天文学基本上就是以“拯救现象”为目标的。在托勒密体系中，任何旧有的和新发现的行星不规则运动，都可以通过本轮—均轮、偏心圆、偏心匀速点以及它

们的复杂组合来进行模拟。如果旧的托勒密体系模拟不好，可以设计新的托勒密体系。就托勒密地心体系本身而言，并不存在原则上无法模拟和解释的天文现象。

库恩认为，导致哥白尼抛弃地心说而提出日心说的，是复杂多样的历史原因和时代文化背景。首先，自古代以来就存在以亚里士多德为代表的希腊物理传统（宇宙论传统）和以托勒密为代表的希腊化数学传统（天文学传统）的对立和差异。亚里士多德采纳的是他那个时代流行的同心球模型，而托勒密引入的本轮—均轮模型与之有明显的冲突。数学传统的目标是拯救现象，也就是模拟和预测天象，并不关心天界的实际物理构造，并不一定要求与既有的物理学理论完全适应。哥白尼明知日心说与亚里士多德的物理世界图景有尖锐的冲突，但他仍然可以援引物理—数学这一古老的双轨制来为自己辩护壮胆。他在《天球运行论》致教皇的献词里特别提到“数学是为数学家而写的”，强调的就是，自己属于自古以来的数学/天文学传统，可以自由地构想宇宙体系而不受到责难。

其次，哥白尼生活的年代对古代思想的怀疑和批评渐成风气。唯名论经院哲学家高举上帝全能的旗帜，对亚里士多德物理学所设置的种种“不可能”（不存在真空、没有外力的维持不可能运动等）进行试探性挑战。哥伦布远航抵达美洲，表明托勒密的地理学存在着严重的错误。天主教会沿用了一千多年的儒略历存在严重误差、亟待修正，是当时教会内部的共识。哥白尼能够提出颠覆性的日心说来取代地心说，与这个质疑和批评的时代风尚有关。

再次，文艺复兴，人文主义者复兴的新柏拉图主义相信自然的数学简单性、崇拜太阳，对哥白尼提出日心说有直接的影响。哥白尼明确表示，托勒密体系是一个怪物，各部分之间不够协调统一，“在确定日月和其他五颗行星的运动时，他们没有使用相同的原理、假设和对视运转和视运动的解释”，“他们引入的许多想法明显违背了

均匀运动的第一原则”，“他们也无法由偏心圆得出或推导出最重要的一点，即宇宙的结构及其各个部分的真正对称性”。简单说来，托勒密体系很不美，不符合希腊人的审美理想。

是的，托勒密体系不美，而日心地动体系很美，这就是哥白尼提出天文学变革的主要动机。

### 三

哥白尼日心说何时被世人接受？如果说日心说取代地心说是因为更符合天文观测事实，那似乎是哥白尼一提出该学说就得到了人们的公认。然而，日心说并不是观测引导的结果，而是审美引导的结果，这样一来，哥白尼学说的命运就远不是今人所想的那样一帆风顺。

日心说的确表现出哥白尼所期许的不少美学优势。首先，一旦让地球运动起来，行星表观上主要的不规则运动如留和逆行都只是表面上的，只是相对于运动的地球显得是不规则的，哥白尼还同时很自然地解释了为何逆行总开始于行星最亮的时候。其次，它很自然地解释了金星和水星为何总是跟在太阳附近，而不像火、木、土三星那样可以随意拉开与太阳的距离。最后，也是日心体系最迷人的地方，它按照诸行星绕日公转周期的大小，给出了诸行星与太阳距离从小到大的确定顺序：水星、金星、地球、火星、木星、土星，而此前的托勒密体系里，由于水星、金星与太阳绕黄道运动的平均周期相同，实际上无法确定此三者与地球（居宇宙中心）的远近排序。的确，哥白尼展示了日心体系“令人惊叹的对称性”以及“天球运动和大小之间明显的和谐关联”。

但是，哥白尼也没有兑现他在《天球运行论》第一卷所开出的所有美学承诺。由于行星运动的轨道实际上是椭圆而不是正圆，为了“拯救”现象，秉承希腊正圆模型的哥白尼就不得不像托勒密那

样加入小本轮和偏心圆，结果是，哥白尼也采纳了三十多个轮子，在简单性上和托勒密相差无几。“哥白尼体系既不比托勒密体系更简洁，也不比它更精确”，库恩称，“这是对哥白尼毕生工作的极大讽刺”。

不仅如此，哥白尼体系还带来了两个几乎是致命的困难。首先，地球绕日周年公转必定会产生恒星的周年视差。在地球公转轨道的两个不同地方看远方的一颗恒星，恒星必定会显示出不同的位置。然而，自古以来，人们从未发现恒星有周年视差。哥白尼对此的解释是，恒星离地球太远，以至于微小的周年视差难以察觉。这个解释从今天的眼光看当然是对的，可是对当时的人来说，证据的缺失是一个严重的缺陷。

第二个更严重的困难是地球运动引发的物理学上的困难。亚里士多德的物理学解释了石头为何落地、地球为何静止在宇宙中心等常识，地球一旦运动则直接挑战这种物理学。特别是，当这种物理学与基督教的教义结合在一起之后，挑战就负载了宗教含义。这就注定了哥白尼学说坎坷不平的命运。

整个十六和十七世纪，天文学的主要任务仍然是为占星术提供数学基础，准确计算和预报行星在天宫的位置仍然是天文学的主要目标。哥白尼虽然引入了一个非常古怪的宇宙体系，但他提供的数学计算方法是公认靠谱、先进的，天文—占星同行们都公认哥白尼是在世最伟大的天文学家，是当代的托勒密。莱因霍德（Erasmus Reinhold, 1511-1553）并不赞同地动说，但他运用哥白尼的数学方法编制的《普鲁士星表》于一五五一年出版之后，立即成为欧洲同行们的手头必备之物。如果不涉及宇宙论只考虑天文计算的话，哥白尼其实一开始就在天文学家的小圈子里悄悄取得了胜利。

但是，库恩说，哥白尼革命不只是一场计算技术意义上的天文学革命，而且也是一场宇宙论革命、物理学革命，哥白尼只是开启

了这场革命,远远没有完成。当一六〇九年开普勒发表《新天文学》,一六三二年伽利略发表《关于两大世界体系的对话》时,哥白尼已经去世快一百年了,但日心说不仅没有得到广泛的公认,反而激起了更大的反对声。开普勒根据自己创立的椭圆日心说编制了《鲁道夫星表》(一六二九),如同七十多年前的《普鲁士星表》一样,再次征服了天文—占星同行们,但是,哥白尼面临的两大致命困难一样也没有解决,因此天文学家仍然是在不接受日心说的前提下接受开普勒的数学计算。恒星视差要再等二百年(一八三八年,白塞尔),开普勒的老师、著名天文观测家第谷就是因为看不到恒星视差而坚持地心地静说。彻底取代亚里士多德物理学的牛顿物理学还需要半个世纪才到来——一六八七年牛顿出版《自然哲学的数学原理》。

牛顿物理学也并不是随着《原理》的出版而立即受到公认,作为其基础的哥白尼日心说当然更是如此。十七世纪最后几十年,哥白尼体系、托勒密体系和第谷体系可以在新教大学里并列讲授。直到十八世纪末,哥白尼去世二百五十年之后,他的学说才慢慢成为欧洲人的共识。尽管恒星视差仍然没有被发现,但牛顿物理学已经在许多领域取得了全方位的胜利,作为牛顿力学之前提的哥白尼日心学说被默认。

#### 四

库恩的《哥白尼革命》不仅预演了他后来的“科学革命”叙事,而且为评价哥白尼日心说的历史地位提供了一个经典表述。时间又过了半个多世纪,哥白尼研究界再次刷新了对哥白尼的认识。二〇一一年,加州大学圣迭戈分校历史系教授罗伯特·韦斯特曼(Robert Westman)出版了《哥白尼问题——占星预言、怀疑主义与天体秩序》,对库恩的“哥白尼叙事”进行了解构。

二十世纪四五十年代,以柯瓦雷(Alexandre Koyre, 1892-1964)为

代表的科学史家开创了科学思想史的研究纲领，把科学的历史看成是观念的演变史，而且把欧洲十六、十七世纪的科学巨变描绘成一场“科学革命”，创造了影响深远的科学革命叙事模式。库恩虽然有把科学思想史向着科学社会史扩展的明确趋势，但某种意义上讲，他继承了科学思想史的纲领，而且巩固了“科学革命”叙事。

八十年代以来，西方科学史界有一个整体的编史学转型，更加注重回到原始语境、更加反对辉格史观，把宏大叙事尽量消解到更微观更具体的社会运作之中。以夏平和谢弗的《利维坦和空气泵——霍布斯、玻意耳与实验生活》（一九八六）为代表，把科学事实的确立和科学话语的构成置于具体的历史情境之中成为主流的科学编史学。沿着这条编史思路，夏平在《科学革命》（一九九六）一书中，彻底否定了“科学革命”的叙事方式，认为根本就不存在这种“革命”，有的只是渐进的、多维度的复杂变化。

韦斯特曼的《哥白尼问题》是这种编史学在哥白尼研究领域的集中体现。这部中文长达一百万字的鸿篇巨制，更多采纳人类学方法，深入调查从哥白尼到牛顿两百多年间数十位相关人物的著作、言论和社会关系。他认为理解哥白尼日心说的提出和接受，必须考虑占星术这一条线索。此前的哥白尼研究者们都或多或少忽视了占星术在十五、十六和十七世纪的重要性，因而必然无法充分理解哥白尼的故事。

韦斯特曼认为，一四九六年皮科·米兰多拉（Pico della Mirandola, 1463-1494）《驳占星预言》在博洛尼亚的出版，是一个重要的历史事件。在这部于皮科去世之后出版的著作中，皮科系统驳斥了占星术，认为它“动摇信仰、鼓吹迷信、宣扬偶像崇拜、招致不幸和悲剧”。皮科提出的最重要论据是，占星术引以为基础的天文学存在着根本上的不确定性：黄道十二宫完全是人为定义的，它们的边界是不清晰的，不同时代的天文学家对此没有达成一致；回归年的长度也没

有确定的数值；无法精确确定太阳进入某个星座的时间；对占星至关重要的行星秩序在托勒密体系里完全是不确定的，太阳、金星和水星离地球的远近，几乎是人言人殊。韦斯特曼认为，引发哥白尼用日心说代替地心说的深层原因，是回应皮科的挑战。所谓“哥白尼问题”，就是通过重排行星序列（特别是太阳、水星和金星的秩序），回应皮科（基于对行星秩序的质疑和否定）对占星术的批判。

二十世纪的哥白尼叙事，包括库恩在内，都掩盖了占星术这条线索，回避了这个所谓的“哥白尼问题”。这也是有原因的：人们在哥白尼的传世作品中从来没有看到与占星术相关的文字。此前的学者正是因此而断定哥白尼是那个年代一股拒绝占星术的清流。韦斯特曼解释说，哥白尼之所以没有在《天球运行论》中谈论占星术，那是因为遵循自托勒密以来严格区分天文学写作和占星术写作的传统。实际上，在博洛尼亚求学时期，通过诺瓦拉，哥白尼已经非常熟悉占星圈子的动向。哥白尼真正的学生和传人雷蒂库斯是相信并且从事占星术的。《天球运行论》书名中的“revolution”（运转）也显示了与占星术的联系，因为“之前从未有过天文学作者将 revolution 概念与天球并置”。

传统的哥白尼研究不仅忽视了占星术这条主线，而且把哥白尼的故事叙述得过于“辉格”。韦斯特曼认为，整个十六世纪甚至十七世纪都不存在“支持哥白尼”和“反对哥白尼”两军对垒的清晰阵营，甚至连“哥白尼主义”（Copernicanism）这种分类概念也没有（这个概念十九世纪才出现）。因此，根本就不存在“哥白尼革命”这种整体性的概念。在韦斯特曼看来，库恩没有注意到，他所谓的哥白尼主义者实际上是高度异质的天文学学者，既拥有不同的哲学理念、宗教信仰和占星传统，又各自要与王公贵族、教廷教会、大学等权力阶层进行复杂的互动和博弈。比如，同是所谓的哥白尼主义者，伽利略和开普勒之间就始终关系复杂微妙，有时相互支持，有时勾心

斗角。再比如，十七世纪并不是所有接受开普勒椭圆理论的人都接受地球运动理论。实际上，通过牛顿物理学的成功而被人们接受的日心说，已经既不是哥白尼的日心说，也不是伽利略或开普勒的日心说。

哥白尼的故事的确十分迷人。

（《天球运行论》，哥白尼著，张卜天译，商务印书馆二〇一四年版；《哥白尼革命》，库恩著，吴国盛等译，北京大学出版社二〇二〇年版；《哥白尼问题》，韦斯特曼著，霍文利等译，广西师范大学出版社二〇二〇年版）

## 读书短札

### 陶渊明还是陶通明

乐进进

《司马光集》卷四《独乐园七咏·见山台》诗云：“吾爱陶渊明，拂衣遂长往。手辞梁主命，牺牛悼金鞅。爱君心岂忘，居山神可养。轻举向千龄，高风犹尚想。”（四川大学出版社二〇一〇年版，115页）首句之“陶渊明”，所校各本均无异文。当代学者多据此探讨司马光独乐园的命名意蕴与情感趋向，着重凸出司马光所受陶渊明隐居思想的沾溉。然而细绎诗中所述的事件典故，均与陶渊明生平不符，反而指向“山中宰相”陶弘景。

陶弘景，字通明。《南史·陶弘景传》载：“（梁武）帝手敕招之，

锡以鹿皮巾。后屡加礼聘，并不出，唯画作两牛，一牛散放水草之间，一牛着金笼头，有人执绳，以杖驱之。”即三四句典故出处。相反，陶渊明卒于刘宋，未及入齐，离萧梁时代相距甚远，与梁主无涉。五六句即《陶弘景传》所言“国家每有吉凶征讨大事，无不前以咨询。月中常有数信，时人谓为山中宰相”的诗意化表达。陶弘景少好道术，《南史》本传载其“善辟谷导引之法”，又其母“梦青龙无尾，自己升天”，均为“轻举”二字所本。故可推断此诗所述者为陶弘景。《钦定石渠宝笈续编》卷十九载文徵明所书此诗别本，首句作“吾爱陶隐居”，《南史·陶弘景传》云“自号华阳陶隐居。人间书札，即以隐居代名”，知此“陶隐居”即陶弘景，可为原诗作“陶通明”之确证。