

站在巨人的肩膀上，还是站在商队的肩膀上？

——从“图西双圆”看科学革命中的全球知识环流

上海科技大学 信息科学与技术学院 2024 级本科生 宋梓冬

摘要：

传统的科学史叙事往往将哥白尼提出日心说视为欧洲理性独自觉醒的奇迹，是“科学革命”的开端。然而，现代科学史研究表明，支撑哥白尼日心说大厦的关键数学支柱——特别是用于解决行星运动不均匀性问题的“图西双圆”——与 13 世纪伊斯兰世界“马拉盖学派”的成果存在着惊人的、结构性的相似。本文并不旨在争夺科学发现的优先权，而是试图以“图西双圆”这一具体案例为切口，挑战陈旧的“从欧洲中心扩散”的“科学革命”叙事。文章通过引入“知识环流论”视角，论证了现代科学并非产生于封闭的象牙塔，而是诞生于欧亚大陆长时段的物质交换、地缘政治博弈、跨文化移民与商贸网络所形成的“全球知识环流”之中。哥白尼的成就，实际上是欧亚大陆长达数世纪知识“接力跑”的辉煌一棒。

关键词：图西双圆；哥白尼；马拉盖学派；全球知识环流；科学革命

第一章 引言：被神话的“欧洲理性”

在主流的西方文明通史中，1543 年通常被视为一个具有神学意味的时刻。

尼古拉·哥白尼在这一年出版了《天体运行论》^[1]，这一事件被后世的编史学

家描绘为人类理性从古代权威与宗教教条走向科学启蒙。在这种叙事框架下，

“科学革命”被描述为一场充满英雄主义色彩的“革命”：在宗教的黑暗与愚

昧中，一位欧洲天才凭借纯粹的理性，推翻了托勒密统治了一千多年的地心说

体系。这种叙事极其迷人，因为它确立了一种观念：现代科学是欧洲独有的文

化产物，是欧洲理性精神的胜利。

在这种视角下，知识的传播被想象成一种单向的“扩散”：真理在欧洲中

心产生，然后赐予边缘的非欧世界。至于伊斯兰文明、印度文明或中华文明，

它们最多只是古希腊书籍的“保管员”，在欧洲人醒来之前替他们看管了几个

世纪的图书馆，本身缺乏创造性的贡献。这种“欧洲中心主义”的扩散论观点，

由乔治·萨顿等早期科学史奠基人确立，并深刻影响了现代教育体系对科学起

源的认知。^[2]

然而，当我们剥离掉宏大的意识形态外衣，将目光聚焦于哥白尼宇宙模型的数学细节时，一个巨大的科学史裂隙显现出来。支撑日心说大厦的并非仅仅是观念的倒转，更是精密复杂的几何模型。令人困惑的是，哥白尼用来修正托勒密体系缺陷的关键数学工具，在欧洲本土的天文学传统中缺乏清晰的演进脉络，却与此前两三个世纪的伊斯兰天文学成果——特别是“马拉盖学派”——在几何构造乃至字母标注等方面存在着惊人的相似。

如果哥白尼从未涉足东方，也不通晓阿拉伯语，这些深奥的数学模型是如何跨越地理与语言的重重阻隔，嵌入到他的日心说理论之中？这不仅是一个关于“谁先发现”的历史考证问题，更是一个关于知识如何生成、移动与重组的哲学命题。本文试图引入卡皮尔·拉杰等学者倡导的“知识环流论”视角^[3]，主张科学并非在真空中诞生的孤立奇迹，而是在全球性的物质交换与人员流动中，通过不断的“重组”与“再语境化”而生成的。我们需要追踪那些在丝绸之路与地中海航线上穿梭的商队、使团与流亡者，去重新审视那场被神圣化的“科学革命”。

第二章 证据：马拉盖学派和哥白尼日心说宇宙模型的几何相似

要证明哥白尼是借鉴了非欧文明的成果，我们需要聚焦于哥白尼模型中的几何构造——图西双圆。

2.1 图西双圆解决托勒密体系的谬误

公元 2 世纪的克劳狄乌斯·托勒密在其巨著《天文学大成》中构建了一个极其精密的地心宇宙模型。^[4]为了解释行星运动中出现的“逆行”和速度变化，托勒密引入了本轮、均轮以及一个被称为“等昂点”的概念。这种体系虽然能预测行星位置，但却导致了数学预测与物理实在之间发生了割裂。这对追求完美和谐的天文学家来说，是无法忍受的瑕疵。

在十三世纪，在蒙古伊儿汗国统治者旭烈兀的资助下，波斯博学家纳西尔·丁·图西建立了当时世界上最先进的天文台——马拉盖天文台^[5]。其本身就是一个微缩的全球知识环流中心，汇聚了来自不同文明的智慧：波斯与阿拉伯学者、大马士革的工程师、中国天文学家。

为了解决等昂点带来的物理矛盾，图西发明了一种革命性的几何装置——

后世称为“图西双圆”。这个装置由两个圆组成：一个小圆内切于一个大圆，小圆半径是大圆的一半。图西证明，如果大圆静止，小圆在内部滚动，并以两倍于大圆接触点的角速度反向旋转，那么小圆圆周上的某一点将在大圆的直径上来回做直线运动。利用这一工具，马拉盖学派成功地在不引入等昂点的情况下，构建了符合亚里士多德物理学原则的行星模型。

2.2 哥白尼手稿中的文本证据

当历史的时钟拨转到 16 世纪，我们在哥白尼的《天体运行论》中看到了这一非欧文明智慧的幽灵般的重现。

哥白尼在《天体运行论》第三卷第四章处理水星运动的复杂性时，面临着与图西完全相同的技术难题。令人震惊的是，他给出了一套与图西双圆完全一致的几何解决方案。不仅如此，哥白尼用于解决月球运动的“双本轮模型”，在数学结构和矢量长度上，与 14 世纪大马士革天文学家伊本·沙提尔模型几乎完全重合。^[6]著名的科学史家诺埃尔·斯沃德洛^[7]曾指出，哥白尼在完全独立的情况下，重新发明出一套与两百年前伊斯兰天文学家完全相同的复杂模型的

概率，在统计学上几乎可以忽略不计。如果说几何结构的相似还可以用“殊途同归”来辩解，那么文本细节中的“笔误”则提供了近乎确凿的证据。科学史家威利·哈特纳发现，哥白尼手稿中几何点的字母顺序，与图西原稿中的阿拉伯字母顺序几乎是一一对应的^[8]。更耐人寻味的是，哥白尼在标注其中一个点时，用了一个在逻辑上讲不通的拉丁字母，但如果我们把这个图还原回阿拉伯文手稿，就会发现那个对应的阿拉伯字母在草书写法上，极容易被不精通阿拉伯语的人误认作是那个拉丁字母。这一细节暗示，哥白尼或者他的信息源，直接接触过一份来自阿拉伯的图表，并在视觉转译的过程中发生了误读。

第三章 路径：商船、难民与流动的知识

传统的“天才叙事”往往忽略了知识作为一种“商品”，其流动往往依附于地缘政治变动、跨区域流动群体和自由贸易商队。通过这一视角，我们可以重建出三条将马拉盖学派天文学智慧输送至在意大利的哥白尼手中的路径。

3.1 拜占庭的黄昏：作为文化遗嘱的手稿

第一条路径源于帝国的衰亡。13 世纪末，拜占庭学者格里高利·希奥尼亚德斯曾远赴波斯的大不里士^[9]，在那里接触了马拉盖学派的传人。他将大量波斯语和阿拉伯语的天文学著作翻译成希腊语，其中包括图西的著作。

1453 年君士坦丁堡陷落后，大量希腊学者携带珍贵的手稿流亡意大利，引发了著名的“希腊学术西传”。其中作为狂热的手稿收藏家的贝萨里翁枢机主教将自己的毕生收藏捐赠给了威尼斯共和国。

现代档案研究在贝萨里翁的藏书中发现了一份编号为 Vat.gr.211^[10]的希腊语手稿。这份手稿不仅包含了图西双圆的完整图解，还附有详细的希腊语说明。这意味着，在哥白尼抵达意大利求学之前，包含马拉盖学派图西双圆的文本已经静静地躺在威尼斯或博洛尼亚的图书馆里。哥白尼在意大利留学期间，精通希腊语，完全具备接触这些文献的语言能力与学术机缘。

3.2 流亡的智者：犹太商路与“活的书籍”

比书籍更鲜活的传播媒介是人。15 世纪末，随着西班牙驱逐犹太人，地中海沿岸出现了一个庞大的犹太流亡知识分子群体。他们精通希伯来语、阿拉

伯语等多种语言，家族往往从事跨国贸易或外交服务，因此能够自由地穿梭于奥斯曼帝国和基督教欧洲之间。

罗伯特·莫里森^[11]的研究发现了一位关键人物：摩西·加利亚诺。他是一位犹太学者，同时也是奥斯曼苏丹的御医，对伊斯兰天文学造诣极深，其著作《天文学补遗》^[12]是对图西《天文学回忆录》的详细注释。历史记录显示，在哥白尼于帕多瓦大学读书的同一时期，加利亚诺也活跃在威尼斯和帕多瓦地区。

在一个知识精英圈子高度重叠的大学城里，我们可以合理推测：在某种非正式的学术沙龙或私人聚会中，关于非欧文明的最新行星模型相关的知识，通过像加利亚诺这样的“活的书籍”，以口头交流或草图的形式传递给了意大利的年轻学者们。

3.3 威尼斯与帕多瓦：科学的自由贸易港

第三条路径是纯粹的商业网络。哥白尼留学的帕多瓦大学，在行政上隶属于威尼斯共和国。当时的威尼斯不仅是香料和丝绸的集散地，更是“观念的自由贸易港”。

根据“15 世纪图书贸易项目”（15cBOOKTRADE）的大数据分析^[13]，

威尼斯的印刷商和书商并不在意知识的宗教属性，只在意其市场价值。大量的科学手稿作为高价值商品，随着威尼斯-奥斯曼的商船队在亚历山大港、伊斯坦布尔和威尼斯里亚托地区之间流转。法国学者纪尧姆·波斯特尔^[14]甚至专门前往伊斯坦布尔搜购阿拉伯天文学手稿，这证明了当时欧洲知识界对东方科学资源的渴求 is 主动的、成规模的。

因此，哥白尼并不是在一个封闭的塔楼里构想出了日心说。他是在一个由拜占庭难民、犹太流亡者和威尼斯商船编织的跨区域知识流动网络中，敏锐地捕捉到了来自非欧文明的数学信号，并将其融入自己的日心说理论体系中。或许可以说，现代科学的萌芽，其实是这种跨区域贸易网络运作的副产品。

第四章 议论：重构全球科学史图景

通过哥白尼与图西的案例，我们需要对“科学革命”进行一场观念上的“去魅”与重构，理解现代科学是全球知识流动的产物。

4.1 创新往往是“重组”

传统的英雄史观倾向于把创新看作是天才头脑中的灵光一现，是无中生有

的创造。但哥白尼的案例告诉我们，科学创新往往是知识的“重组”与“综合”。

承认哥白尼使用了来自非欧的图西双圆作为“零件”，丝毫无损于他作为日心说理论大厦总设计师的地位。相反，这恰恰证明了科学进步是一种累积性的集体事业。没有伊斯兰世界长达数世纪对托勒密数据的修正与数学工具的打磨，哥白尼或许仍将在繁琐的计算误差中挣扎，无暇察觉宏观宇宙运行的真正规律。他是站在巨人的肩膀上，但这个巨人不仅是欧洲文明的第谷和开普勒，还是非欧文明的图西，更是流转于不同文明体之间的商队。

4.2 科学的非地缘性：超越“李约瑟难题”

长期以来，西方中心论试图将科学理性本质化为欧洲的某种文化特质，并由此衍生出著名的“李约瑟难题”。^[15]然而，基于环流论的视角，这个问题或许本身就是一种误设。

科学理性总是向着社会经济最繁荣、思想最开放的区域流动。在 9-13 世纪，这个区域是马拉盖；在 15-16 世纪，这个区域转移到了威尼斯和帕多瓦。

所谓的“欧洲科学”，在很大程度上是全球知识在特定历史时刻、特定地理节点发生的一次“汇流”，而非欧洲文明的独立产物。

4.3 贸易与开放是科学的土壤

这一案例留给现代世界最深刻的启示在于：开放与交流是科学繁荣的必要条件。威尼斯与帕多瓦之所以成为科学革命的温床，正是因为它们处于文明互动的十字路口，处于异质文化碰撞的“接触地带”。正是这种对异域商品和异域思想的包容与吸收——无论是通过拜占庭的遗书，还是犹太商人的口传，文稿商品的流动——才催生了新知。任何试图切断交流、固步自封的体系，最终都将导致科学的枯萎。

第五章 结语

当我们再次审视《天体运行论》手稿中那个逻辑错位的字母时，我们看到的不再是一个简单的笔误，而是一个历史的隐喻。它像一枚刻在科学殿堂基石上的印记，诉说着一段被遗忘的故事。

这段故事背后不仅有意大利的哥白尼，还有马拉盖的天文台、地中海的商船队、流亡的拜占庭学者和博学的犹太商人。哥白尼的日心说革命，实际上是

欧亚大陆知识环流的一次伟大综合。它证明了现代科学并非欧洲在封闭隔绝中孕育的独生子，而是不同文明在长期的贸易、冲突与交流中共同抚养长大的混血儿。

承认非欧文明在科学萌芽中的奠基性作用，不是为了进行简单的历史翻案或贬低欧洲的贡献，而是为了还原科学作为人类共同语言的真实面貌——它在环流中生生不息，在交流中不断超越。在这个意义上，哥白尼不仅站在了希腊巨人的肩膀上，更紧紧地站在了穿梭于丝绸之路与地中海航线上的无数商队、学者与移民的肩膀上。

参考文献：

- [1] 哥白尼 N. 天体运行论 [M]. 叶式焯, 译. 北京: 商务印书馆, 1992: 第三卷第四章.
- [2] SARTON G. 科学史导论 [M].
- [3] RAJ K. 现代科学与知识环流 [M].
- [4] 托勒密 C. 天文学大成 [M].
- [5] AL-TUSI N D. 天文学回忆录 [M].
- [6] IBN AL-SHATIR. 叙利亚天文学著作 [M].
- [7] SWERDLOW N M. 哥白尼行星理论的起源与初稿 [J]. 美国哲学学会学报, 1973, 117(6): 423-512.
- [8] HARTNER W. 哥白尼日心体系的伊斯兰渊源 [J]. 天文学史杂志, 1974, 5(1): 1-5.
- [9] 希奥尼亚德斯 G. 波斯天文学著作希腊语译本 [M].

- [10] 希腊语天文学手稿: Vat.gr.211 [A]. 梵蒂冈图书馆藏.
- [11] MORRISON R G. 奥斯曼帝国与文艺复兴意大利之间的学者中介 [J]. 伊希斯 (Isis), 2004, 95(3): 351-371.
- [12] 加利亚诺 M. 天文学补遗 [M].
- [13] 15cBOOKTRADE 项目组. 15 世纪图书贸易大数据平台 [DB/OL]. [2025-12-21].
<http://15cbooktrade.ox.ac.uk/>.
- [14] 波斯特尔 G. 东方科学手稿搜购录 [M].
- [15] 李约瑟. 中国科学技术史 [M].