

ISSN 1000-8934

CN 11-1649/B

STUDIES IN
DIALECTICS
OF NATURE

2024/1(总第431期)

自然辩证法研究

- 明斯克方法论学派与后苏联科学哲学的转向
- “运动方向”的普遍化
——从亚里士多德主义到伽利略和笛卡尔的运动学
- 隐喻语句的预设及其动态语义
- 自然和人工感知概念的界定与反思
- 脑机接口能动性的伦理挑战
——基于道德运气的视角
- 《周髀算经》的“公理系统”是如何建立的？
- 自然辩证法原理发展（2018—2023）：现状与展望

2024年1月 第40卷 第1期
No.1 Vol.40, January, 2024

中国自然辩证法研究会主办

STUDIES IN DIALECTICS OF NATURE

自然辩证法研究

2024/1

自然辩证法研究

2024年1月 第40卷 第1期(总第431期)

1月18日出版

| | |
|--|-----------------|
| · 当代科学技术与哲学前沿重大问题研究(十):苏联(俄罗斯)科技哲学与科技史研究 · | |
| 明斯克方法论学派与后苏联科学哲学的转向 | 万长松 3 |
| 重建量子力学的本体论承诺 | |
| ——俄苏量子力学哲学研究的独特贡献 | 孙玉忠 11 |
| 论科学编史学的“苏(俄)学派” | 刘程岩 16 |
| · 自然哲学:西方自然哲学史专题 · | |
| “运动方向”的普遍化 | |
| ——从亚里士多德主义到伽利略和笛卡尔的运动学 | 刘 鹏 23 |
| 从赫尔墨斯“视角”到世界制图“视点” | |
| ——古希腊罗马时期天文学对地理学的塑造 | 鲁博林 31 |
| · 科学哲学:“人工智能:解释、信任与问题发现”专题 · | |
| 隐喻语句的预设及其动态语义 | 洪峥怡,黄华新 38 |
| 论人类和人工智能信任关系的三种研究路径 | 刘光明 46 |
| 问题与算法 | |
| ——从发现的逻辑看人工智能的局限 | 王耀德,查唐龙 52 |
| · 技术哲学 · | |
| 自然和人工感知概念的界定与反思 | 孔佳仪,魏屹东 59 |
| 人工情感生成的哲学基础 | 崔中良 66 |
| 社交机器人情感真实性的伦理争议: | |
| “实体论”与“关系论”两种进路及其关系 | 马文武,周文杰 73 |
| · 科技与社会 · | |
| 脑机接口能动性的伦理挑战 | |
| ——基于道德运气的视角 | 张志领,王高峰 80 |
| 创造人工人是否合乎道德? | 刘 拯 87 |
| · 科技思想史:数学思想史专题 · | |
| 《周髀算经》的“公理系统”是如何建立的? | 孙小溥,杨 柳 94 |
| 从定位法看中国传统乘除运算的变迁 | 王思琛,萨日娜 100 |
| 作为数学革命的形式化证明 | 杨 帆 107 |
| · 学科与教育:自然辩证法学科发展报告专题(二) · | |
| 自然辩证法原理发展(2018—2023):现状与展望 | 易显飞,杨景钦 113 |
| 新时代中国科技与社会(STS)学科发展报告 | 陈 佳,陈 凡,王 健 125 |
| 科技文化研究的现状、前沿热点问题及发展趋势 | |
| ——科技文化研究发展专题报告 | 杨怀中 133 |
| · 学术动态与信息 · | |
| 会讯(143) | |

CN11-1649/B * 1985 * m * A4 * 144 * zh * P * ¥ 30.00 * 2300 * 22 * 2024—1

刊名题字:韩启德

封面设计:天泽润

本期值班编辑:朱欢欢

STUDIES IN DIALECTICS OF NATURE

CONTENTS

Vol. 40, No. 1, 2024

| | |
|---|---------------------------------------|
| · Research on Major Frontier Issues of Contemporary Science, Technology and Philosophy (10) · | |
| Minsk Methodological School and the Turn of the Post – Soviet Philosophy of Science | |
| | WAN Chang – song(3) |
| Reconstructing the Ontological Commitment of Quantum Mechanics; | |
| A Unique Contribution of the Russian – Soviet Philosophical Study of Quantum Mechanics | |
| | SUN Yu – zhong(11) |
| On the “Soviet(Russian)School” of Scientific Historiography | LIU Cheng – yan(16) |
| · Philosophy of Nature; On the History of Western Natural Philosophy · | |
| The Universalization of Directions of Motion; | |
| Changes from Aristotelism to the Kinematics of Galileo and Descartes | LIU Peng(23) |
| From the Perspective of Hermes to the Cartographic Visual Point; | |
| The Shaping of the Geography by Ancient Greek – Roman Astronomy | LU Bo – lin(31) |
| · Philosophy of Science; “AI; Interpretation, Trust and Problem Discovery” Special Topic · | |
| The Presupposition of Metaphorical Sentence and Its Dynamic Semantics | |
| | HONG Zheng – yi, HUANG Hua – xin(38) |
| Three Research Paths on the Trust Relationship between Human and Artificial Intelligence | |
| | LIU Guang – ming(46) |
| Problems and Algorithms; | |
| A Study on the Limitations of Artificial Intelligence from the Logic of Discovery | |
| | WANG Yao – de, ZHA Tang – long(52) |
| · Philosophy of Technology · | |
| Definition and Reflection on the Concepts of Natural and Artificial Senses | |
| | KONG Jia – yi, WEI Yi – dong(59) |
| The Philosophical Basis of Artificial Emotion Generation | CUI Zhong – liang(66) |
| Ethical Debates over the Reality of Social Robotic Emotions; | |
| The Two Approaches of Realism and Relationism and Their Relations | |
| | MA Wen – wu, ZHOU Wen – jie(73) |
| · Science, Technology and Society · | |
| Ethical Challenges of Brain – computer Interface Agency; | |
| A Moral Luck – Based Perspective | ZHANG Zhi – ling, WANG Gao – feng(80) |
| Is It Ethical to Create Artificial People? | LIU Zhen(87) |
| · History of Scientific and Technological Thought; On the History of Mathematical Thought · | |
| Deconstructing the “Axiomatic” Cosmological Model of the <i>Zhoubi suanjing</i> | |
| | SUN Xiao – chun, YANG Liu(94) |
| The Multiplication and Division Operations in Traditional Chinese Mathematics from the Perspective of | |
| Ding – Wei | WANG Si – chen, Sarina(100) |
| Formal Proof as a Mathematical Revolution | YANG Fan(107) |
| · Discipline and Education; On the Development Report of Dialectics of Nature (2) · | |
| Development of the Principles of the Dialectics of Nature (2018 – 2023) ; | |
| Current Status and Outlook | YI Xian – fei, YANG Jing – qin(113) |
| Report on the Development of Science, Technology and Society (STS) Discipline in China in the New Era | |
| | CHEN Jia, CHEN Fan, WANG Jian(125) |
| The Current Situation, Cutting – Edge Hot Issues, and Development Trends of Research on | |
| Science and Technology Culture; | |
| Special Report on Research and Development of Science and Technology Culture | |
| | YANG Huai – zhong(133) |
| · Academic Information · | |

《自然辩证法研究》编辑委员会

主任 何鸣鸿

副主任 刘大椿 周忠和 陈 凡 刘孝廷 张大庆 尚智丛

编委 (以姓氏笔画为序)

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 丁宏伟 | 马佰莲 | 王大洲 | 王金柱 | 王 健 | 王 琦 | 王 巍 |
| 毛明芳 | 邓 波 | 付 立 | 成素梅 | 朱 晶 | 任俊华 | 刘大椿 |
| 刘永谋 | 刘孝廷 | 刘劲杨 | 刘晓力 | 刘 巍 | 许斗斗 | 许涤非 |
| 孙道进 | 严火其 | 李正风 | 李 伦 | 李 红 | 李建会 | 李建军 |
| 杨玉辉 | 杨光坤 | 杨怀中 | 杨 莉 | 肖显静 | 吴玉平 | 吴 彤 |
| 吴国林 | 吴国盛 | 何鸣鸿 | 张大庆 | 张占仓 | 张增一 | 陈 凡 |
| 陈红兵 | 范冬萍 | 尚智丛 | 周国文 | 周忠和 | 周 程 | 郑 泉 |
| 赵月刚 | 赵建军 | 段伟文 | 费多益 | 袁江洋 | 贾向桐 | 夏代云 |
| 徐 飞 | 徐保军 | 殷 杰 | 高亮华 | 郭贵春 | 唐文佩 | 诸锡斌 |
| 曹 克 | 崔伟奇 | 章梅芳 | 董春雨 | 喻佑斌 | 程 伟 | 舒红跃 |
| 雷德鹏 | 翟晓梅 | | | | | |

主 编 刘孝廷

副主编 陈 凡 张大庆 尚智丛 董春雨 崔伟奇 段伟文

编辑部主任 董春雨

编辑部副主任 郑 泉(全职)

编 辑 郑 泉 赵月刚 王 琦 朱欢欢 阙玉叶

编 务 张金希

《自然辩证法研究》征稿启事

本刊是中国自然辩证法研究会会刊、CSSCI 哲学类核心期刊、北大中文核心目录自然科学总论期刊，科技哲学学科的专业性、理论性刊物，是探讨科学、技术、哲学和社会相互关系的综合性学术杂志。本刊坚持以引领自然辩证法界的学术发展为己任，鼓励学科交叉研究，热诚欢迎海内外学人和作者踊跃投稿，来稿须知如下：

- 本刊接受网络投稿。投稿网址：<https://zrbz.cbpt.cnki.net/>
- 本刊设有自然哲学、科学哲学、技术哲学、科技与社会、科技思想史、学科与教育等栏目，并围绕学术界的前沿问题开辟专栏，来稿请参照相应栏目的学术要求和体例撰写。
- 来稿格式规范请参照投稿界面中的“投稿须知”和“《自然辩证法研究》论文规范要求”，格式规范不符合本刊要求者，按退稿处理。
- 来稿一般以 12000 左右字符数为宜，中文摘要 200-300 字，关键词 3-5 个，英文标题、摘要需使用标准的词汇和规范的语法，避免按中文字面意义逐字翻译。
- 本刊实行同行评议和二审制，强调学术质量和有价值的见解，欢迎经过作者潜心研究而完成的新材料、新观点、新创造的论文。
- 作者应对文稿高度负责，恪守科学道德和科研伦理规范，如发现有抄袭、剽窃、造假等科研不端行为，本刊将依规调查处理。

自然辩证法研究

STUDIES IN DIALECTICS OF NATURE

2024年1月 第40卷 第1期

(月刊 1985年创刊)

主管：中国科学技术协会

主办：中国自然辩证法研究会

编辑出版：《自然辩证法研究》编辑部

地址：北京西城区三里河路54号

邮政编码：100045 电子邮箱：zrbzhfj@sina.com

电话：(010) 68598471 68598478

网址：zrbz.cbpt.cnki.net

印刷：廊坊市佳艺印务有限公司

发行：北京报刊发行局

邮发代号：80-519

国外总发行：中国国际图书贸易总公司（北京市399信箱）

国外发行代号：M4542

No. 1, Vol.40, January, 2024

Governed by: China Association for Science and Technology

Sponsored by: Chinese Society for Dialectics of

Nature/Philosophy of Nature, Science and Technology

Edited by: Editorial Board of Studies in Dialectics

of Nature, Sanliheli No.54, Xi cheng District,

Beijing 100045, P.R.China

Telephone: (010)68598471 68598478

URL:zrbz.cbpt.cnki.net

Abroad Issued by: International Books Trade Company

of China, P.O.Box 399, Beijing, P.R.China

Abroad Distribution Code: M 4542

国际标准刊号：ISSN 1000-8934

国内统一刊号：CN 11-1649/B

定价：30.00元

ISSN 1000-8934



9 771000 893138

从赫尔墨斯“视角”到世界制图“视点”

——古希腊罗马时期天文学对地理学的塑造

鲁博林

(清华大学 科学史系,北京 100084)

摘要:在科学思想史研究中,古希腊罗马的地理学(γεωγραφία)概念与现代意义上的地理学有所不同,属于数学科学的一支。与此相应,对地理学塑造最为深刻的莫过于同为数学科学的天文学。该影响脉络始于“地理学之父”埃拉托色尼。通过新的语汇创造,他首先提出了天文视角下对居住世界的几何描绘方式。其后,天文学家希帕克斯对前者柏拉图式的几何还原加以批判,引出了天文测地纲领这一更激进的方法论变革。受此影响,托勒密从天文研究出发,系统地构造了古代地理学的科学动机、数据测量与计算框架、绘制地图的几何视点及整套制图法则。对这一影响史的回溯,既是对学科史研究的重要补充,也有助于今人更好地把握现代地理图景的古代起源。

关键词:埃拉托色尼;希帕克斯;托勒密;地理学;视角

中图分类号:N031 **文献标识码:**A

在科学史研究领域,古代西方的地理学似乎有些格格不入。相比于集中体现了古代数学思想的天文学,地理学的“科学”意味并不纯粹,因其始终与神话、史诗、游记等文体纠缠不清^[1];同时,当代地理史家也“不关心地理学史之外更一般的科学史方法论”^[2],而多以实证主义的思路为主臬。较为主流的叙事,是按定性的“描述地理学”和定量的“数学地理学”分而论之。^①但随着近年来思想史方法论的普及,学界对古希腊罗马地理学的看法有所转变。从观念史的角度出发,作为“大地描绘(Geo-Graph)”的地理学自诞生之始就以整片大地,即所谓“居住世界(οἰκουμένη, oikoumene)”为鹄的,因而有别于以部分区域和地方为描述对象的“地志学(chorography)”^②。今日被归入描述地理学的古代

著述,严格来说并不属于古希腊语境中的 Γεωγραφία (Geography),前者仅在后者概念不断泛化之后才被纳入广义的地理学谱系之中。^[6]相反,狭义上的古希腊“地理学”大多隶属于数学领域,旨在实现对居住世界整体合乎“尺度变化”的呈现。^{[7]23}在此意义上,同属数学科学的古希腊天文学曾对地理学的形成产生过举足轻重的影响,并体现在视角、动机、方法等各个方面。遗憾的是,这一点长期以来并未受到地理史学界的强调,甚至被视为对地理学研究的窄化。^[8]有鉴于此,本文立意从科学思想史的角度出发,揭示这一古代科学中重要的知识关联,指出天文学如何从学科范式及测地纲领等层面构建了地理学的数学体系,并最终导向“经天纬地”世界图像(imago mundi)的诞生。^③

收稿日期:2022-6-2

基金项目:国家社会科学基金重大项目“世界科学技术通史研究”(142DB017)。

作者简介:鲁博林(1987—),四川广安人,清华大学科学史系助理教授,美国纽约大学古代世界研究所访问研究学者,主要研究方向:西方科学思想史、地理学史、古希腊科学史。

① 譬如法国古典学家保罗·佩迪什(Paul Pedech)就将亚历山大远征后的“新地理学”进展划分为描述地理学和数学地理学(即地图学);美国地理学者詹姆斯(P. E. James)和马丁(G. J. Martin)也提出古代希腊地理研究的两种基本传统:数学传统和文学传统。^{[3]80-100, [4]4}

② 托勒密在其地学代表作《地理学》(1.1)中,详细论述了“地理学”与“地志学”的概念与方法差异。他认为前者是对居住世界整体的绘制,关注“量”而非“质”,因而以数学方法为优先;后者是对部分区域的绘制,强调“质”而非“量”,因而以绘图技法优先。^{[5]51}

③ 地理与制图史界通常用世界图像(imago mundi)指称不同时期对于居住世界的地图呈现,以区别于今天全球意义上的世界地图。该术语最早见于15世纪法国学者皮埃尔·达伊的名著《世界图像》(Ymago Mundi),他之以之为时下流行的“宇宙志”的代名词,糅合了当时的天文、地理和自然哲学等知识领域,对包括天球在内的地球进行了图式化的概述。

一、《赫尔墨斯》 与地理学的“天文视角”

“赫尔墨斯从天界望去/赫然看见五段美丽的‘纬度带’/有两条的色彩,比幽然闪烁的蓝色更深/一条呈红粉状,似是淬火而出…还有两条环绕着两端的极点,天寒地冻。”^[9]

在号称“古代地理学之父”的埃拉托色尼(Eratosthenes,约285—205 BC)留存至今的作品中,这首长诗《赫尔墨斯》的残篇尤其具有启示性。美国古典学者康纳斯(Catherine M. Connors)认为其“源自柏拉图《斐多篇》”的视角“比柏拉图的凝视更加抽象和数学化”。^[10]因为在这之前,古希腊的地学研究受自然哲学影响而一度远离数学。亚氏在《论天》中提出,地界是由有生灭变化的水火土气等元素构成,天界却是被第五元素充满的“单一而永恒”的球形。^{[11]368-376}因此,天地以月球为界形成了一道明确的区隔,两者的研究领域也泾渭分明。由于天界必定以最完美的“匀速圆周运动的某种组合而运动”,故而天文学必定归属于几何学;但地界以可感性质为基础构筑,仅适于以非数学的自然哲学加以分析。^[12]与此相应,前埃拉托色尼时代的地理描绘,亦局限于对各地风土人情、地形地貌的定性描摹,一定程度上成为荷马或希罗多德式写作的附庸。

然而自埃拉托色尼以降,这一截然二分的状况开始转变。曾担任亚历山大图书馆馆长的埃拉托色尼,据说在世时便以博学多闻著称,其数学才能甚至受到阿基米德的赞扬。^[13]在科学史叙事中,他的成就首先在于地球周长的测量。早在亚里士多德的时代,就有学者进行过地周测算,亚氏称当时公认的数值为400000希腊里。^{[11]351}他的弟子狄凯阿科斯(Dicaearchus,约370/350—323 BC)又修正为300000希腊里。^{[3]190}埃拉托色尼进一步改良了测地方式。他选取了距离数据较为可靠的赛伊尼(Syene)和亚历山大城作为参照点,根据赛伊尼的太阳位于最高点时可令“立竿无影”的观测记录,选择计算最大阳光入射角在上述两地的差值。在以两地

距离除以角度差后,他便得到地球圆周长为250000希腊里。^{[14]155}该长度和今天测得的结果十分接近。^①不过,地周测量在当时更多是天文学家的工作,而其特殊意义在于,埃拉托色尼借此架设起天文测算到地理计量之间的桥梁。它赋予了埃拉托色尼某种超越于个体的视角,从而启发了《地理学》(Γεωγραφικά)的诞生。

学界普遍认为,埃拉托色尼是最早以Γεωγραφικά(Geographika)为题进行地理写作之人。^[15]因为在他之前,地理学论述并无“地理学”(geography)之名,而是充斥着被称作“Γηγεπεριοδοί”(Ges Periodos,意即环游大地,也指环形大地)、“περίπλοι”(periploi,意即周航志)等的导览或示意性文本。它们与史诗或史书中地理描摹类似,多为对游记、传说和神话等碎片式的地理经验的拼凑和创作,往往富有幻想色彩或为传统观念的载体(或如克拉瓦尔所说,文学性大于科学性)。^{[7]15}而埃拉托色尼的创举在于,通过将古希腊语中表示“大地”的前缀γεω-与表示“描绘”的后缀-γράφω结合,他尽力摒除了旧术语中的游记色彩与圆形大地暗示(περί-,peri-),同时引入了与γεω-紧密相关的γεωμετρέω(geometreo,意为测地,其名词γεωμετρία即几何学)和γράφω的本意“刻画”等意项。换句话说,新的术语打开了一个全新的话语空间,几何与地图绘制由此成为了新范式下地理学的潜在之意。而实际将两者引入新地理论域的翘板,正是早期地周测量赋予他的天文视角。

根据美国古典学家罗勒(D. W. Roller)的整理,这部散佚的作品包含三卷。^[16]第一卷对荷马以来的古代地理史进行了批判。第二卷从既有的宇宙论图景出发,勾勒了基于地球观念的世界图像:居住世界位于北半球上形似“纺轮(σπίνδυλοι)”的区间,但由于海洋分隔而实际呈“斗篷(χλαμυδοειδή)”状。^[6]可见从一开始,他便以某种天界视角作为论述起点。到了第三卷,埃拉托色尼着手为居住世界搭建具体的几何框架。他确立了一纵一横两条基线(στοιχεία):一条沿东西走向,从赫拉克勒斯之柱延伸到兴都库什山脉;另一条沿南北走向,从埃及的麦罗埃延伸到极北的图勒。两线交点罗德岛(Rhodes)则是居住世界的几何中心。^[17]在此基础上,他依次标示了穿过赛伊尼、亚历山大城、

① 为了使其能被60整除,埃拉托色尼最终将其调整为252000希腊里。但因为希腊里的单位长度始终随时代和地点的变化而不同,该数值是否如传说中那样准确仍是有争议的话题。

吕西马基亚等地的纬线或曰纬度带(κλίμα, klima); 以及以罗德岛为基准,向东穿过幼发拉底河畔的塔普萨克斯、里海之门,向西穿过墨西哥、直布罗陀海峡等地的经线或经度带(πλίνθοι)。^{[3]97.[17]}①此外,他还将不同区域划分为几何形状整饬的“地块(σφραγίδες)”。^②尽管相较于后世的经纬度体系,埃拉托色尼的几何框架还相当粗糙,但它预示的前景却空前广阔:看似杂乱无章的地界,原来可以像天界那样被赋予几何秩序。

美国学者哈里斯(Karsten Harries)认为,对视角(perspective)本性的缺乏理解会导致人们将视角性显现当做实在(reality)。^[18]由此回到开头的长诗《赫尔墨斯》,我们会发现它与埃拉托色尼的地理学之间存在深刻的关联——诗人化身神明对地球加以观察和把握,对理论构建的“纬度带”施以俯瞰,在呈现出柏拉图主义色彩的几何美感之时,也为其赋予了不可怀疑的实在性。^[10]《地理学》正是这一文学化表达的理性展开。经由想象的天文视角,埃拉托色尼不仅将几何方法系统引入了地理学,也使得地理描绘的对象由庞杂无序的经验拼贴,转变为几何秩序下不断补完的真实图景。

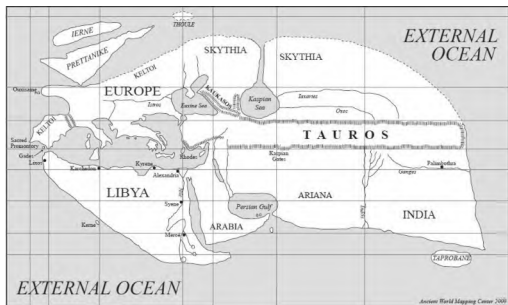


图1 根据存世文献重建的埃拉托色尼世界地图^{[16]250}

二、天文测地纲领： 希帕克斯的激进变革

尽管天文视角的引入彻底改变了希腊地理学的面貌,但在如何补完这一崭新图景方面,埃拉托色尼的建树却十分有限。真正在方法论上确立地理测量标准并提出统一坐标网格预想的,是以天文学研究著称的希帕克斯(Hipparchus, 约190—120BC)。当是时,罗德岛等新兴学术城邦代替了日益衰落的亚历山大,前者在天文观测方面的优长,则为同时期的知识生产染上了浓厚的天文色彩。这也体现在扎根于此的希帕克斯身上。在唯一存世的完整著作《欧多克斯及阿拉托斯〈天象〉评注》中,他受古巴比伦人启发将天球大圆均分为360度,在天球球面构建了均匀间隔的24条(黄)经线以及标示“距离天极度数”的(黄)纬线,首次提出了精确的天球坐标网格。^{[14]165}凭借长期细致的观天实践,他还拓展了古代肉眼观测的极限,发现了最早的分点进动现象。一面是广袤无垠的诸天万象,一面是明察纤毫的“雕虫”之风,两者看似对立,却能无碍结合,凭借的是希帕克斯身兼数学家“吹毛求疵”与观测家“求全责备”的学术品格。^{[19]9}而当目光投向地界时,也是这一天文研究者的品格使他不吝对埃拉托色尼的地理范式投以严苛的审视。

希帕克斯的地理学代表作为《反驳埃拉托色尼》(Πρὸς Ἐρατοσθένη, 简称《反驳》),顾名思义,系对埃氏地理学的批判之作。由于该书同样散佚不全,当代学者柏格(H. Berger)、迪克斯(D. R. Dicks)等根据后人引述,大致复原出三卷内容。在卷一中,作者展现出基于天文视角的整体地球观,讨论了海陆形状、居住世界的位置以及其它大陆存在的可能。之后,他转入对埃拉托色尼的全面批判,质疑了大地丈量作为地理描述前提的可靠性。在卷二中,他逐一审查并指出前述“地块”中包含的数学错误,驳斥了这种几何构建方式的原始和粗糙。^{[20]206}他针对性地提出,地理学应当建立在严格的数学

① 纬度带(klima, κλίμα)的概念古已有之,即根据地平面相对于天球的轴的倾斜度来确定纬度,最早在欧多克斯时已出现在天学领域。πλίνθοι(Plinths)的说法见于保罗·佩迪什的引述,也译作“普林特”,原意为柱石、柱础,这里喻指地图上南北方向的长条形带。

② 在古希腊语中,σφραγίδες(sphragides)原意为“印石”,希腊化时期用以表示经调查统计后的地块。埃拉托色尼将其词义延伸为广义的地理区块,并赋予相当规整的几何形状。^{[16]26}

和天文学基础上,而非依靠旅行者和商人不可靠的行程记录。然而如此精密的地理学该如何实现呢?对此,第三卷进行了大致描绘:即,真正的几何构建并非哲学家式的笼统勾勒,或将地界现象还原为柏拉图式的几何形状,而是要实现地理位置测量的精确性。为此有必要建立一套类似天球坐标、以经纬度计量的地球坐标系统。^{[19]32}具体则是“选取两地天顶的星,测量其角距离,由于天球的圆和地球的圆构成了相似的圆周,故该距离与天球大圆的比例与地球上的相应比例相等”^{[19]89}。也就是说,地理测量必须基于已较为成熟的天文计算。因此,“若非研究过天极高度,便无法确定亚历山大与巴比伦孰南孰北,或偏南北多少。若非比较过日月食的时差,便无法确定某地是否以及多大程度上朝东朝西。”^{[21]23}这一借“观天”以“测地”的方法,由此被树立为希帕克斯地理学的纲领性原则。

然而,进一步的实践很快便让他遭遇瓶颈。因为在希帕克斯的时代,仅有“少量关于城市天极高度的观测”,“相比于地图绘制中所需的大量地点,这实在是杯水车薪”。^{[5]62}他清楚意识到,在获得足够大量的天象观测记录之前,贸然尝试构建完整详实的世界地理图景实际并不可行。作为妥协,他只能将野心收缩到更基本的步骤即地理测量的讨论上。^{[19]43-62}在地理纬度方面,他继承了“纬度带(κλ

ιμα, klima)”的计量传统,归纳并扩展了五种纬度计算方式:其一为最大白昼时长与最小白昼时长的比例,其二为分至点的日晷阴影比例,其三为已知亮星的位置,其四位北天极高度,其五为冬至点的太阳最大高度;在地理经度方面,他最早提出了可以藉由在不同地点观察同一月食,计算出两地的相对时间差,进而换算为经度的度数差。^{[19]41, [21]23-25}为了实践上述方法,他姑且接受了埃拉托色尼的地周测量数据(即252000希腊里),即在地球大圆360度均分的情况下每度为700希腊里。以此为依据,他对拜占庭、马赛、黑海、叙拉古等一系列地标重新进行了经纬距离测算。尽管这些结果至今仅存寥寥十多组,但它们一面作为对埃拉托色尼地理数据的修正广为传布,一面也为新纲领下的测地实践提供了切实可行的典范(见表1)。

总体而言,尽管《反驳》对埃拉托色尼的地理描绘大加鞭挞,但他的天文测地纲领本身却是对埃氏进路的大踏步推进。也可以说,希帕克斯近乎严苛的天文治学风格,在古希腊罗马地理学领域掀起了一场目标明确亦不乏激进的变革。这一变革是如此重要,以至缺少了它的铺垫,此后数百年地理学体系的终归一统便是不可想象的;但同时它也过于超前,以当时的条件殊难付诸实践。毋宁说,希帕克斯的纲领更像是潜力惊人的种子,为之后更伟大的地理学综合做好了铺垫。

表1 希帕克斯与埃拉托色尼的纬度列表对比^①

| 地点 | 埃拉托色尼的纬度 距赤道距离 (希腊里) | 希帕克斯的纬度 | | 最大白昼时长 (Klima) | 现代纬度 |
|--------------------|----------------------------|----------------|--------|--------------------|--------|
| | | 距赤道距离 (希腊里) | 度数计量 | | |
| 香料海岸(CinnamonCoas) | 8400 | 8800 | 12°29' | — | 约11° |
| 麦罗埃(Meroe) | 11800 | 11800 | 16°49' | 13h | 17° |
| 赛伊尼(Syene) | 16800 | 16800 | 24° | 13 $\frac{1}{2}$ h | 24°5' |
| 贝勒尼基(Berenice) | 16800 | 16800 | 24° | 13 $\frac{1}{2}$ h | 23°56' |
| 亚历山大城(Alexandria) | 21800 | 21400/21800 | 31°14' | 14h | 31°12' |
| 迦太基(Carthage) | 22700 | 22700 | 32°34' | — | 37° |
| 西顿(Sidon) | 23400 | 23000/23400 | 33°32' | 14 $\frac{1}{4}$ h | 33°33' |
| 推罗(Tyre) | 23400 | 23000/23400 | 33°32' | 14 $\frac{1}{4}$ h | 33°16' |

① 表中数据综合自迪克斯、罗勒等人论著中的记载和推断。但由于后人转述存在错误及前后不一,不同学者对同一数据的解释可能有所不同。因此该表仅提供部分较少争议地点的纬度参考。

| 地点 | 纬度 | 希帕克斯的纬度 | | 最大白昼时长 (Klima) | 现代纬度 | |
|---------------------|----|----------------------------|----------------|-------------------|--------------------|--------|
| | | 埃拉托色尼的纬度 距赤道距离 (希腊里) | 距赤道距离 (希腊里) | | | 度数计量 |
| 罗德岛 (Rhodes) | | 26100 | 25040/25400 | 36°12' | 14 $\frac{1}{2}$ h | 36°12' |
| 安菲波利斯 (Amphipolis) | | 28800 | 28800 | 41°5' | 15h | 40°48' |
| 赫勒斯滂 (Hellespont) | | 29900 | 28800 | 41°9' | 15h | 40° |
| 拜占庭 (Byzantium) | | 30300 | 30300 | 43°12' | 15 $\frac{1}{4}$ h | 41°3' |
| 马赛 (Marseilles) | | 30300 | 30300 | 43°12' | — | 43°17' |
| 黑海中部 (Mid - Pontus) | | 32300 | 31500/31700 | 45°17' | 15 $\frac{1}{2}$ h | 约 43° |
| 波利斯提尼 (Borysthenes) | | 34900 | 34000/34100 | 48°42' | 16h | 46°45' |
| 亚速海 (Lake Maeotis) | | — | 36600 | 52°17' | 17h | 46° |
| 图勒 (Thule) | | 46400 | — | — | 24h | — |

三、动机、方法与制图视点： 天文学家托勒密的地理学综合

自希帕克斯以后,埃拉托色尼所开创的地理范式逐渐成为共识。即便是偏重于文字描述的波利比乌斯(Polybius,约200—118 BC)、斯特拉波(Strabo,约63 BC—24 AD)等人的地志作品,也难以绕开“地理学”的基本问题(即大地形状和测地方法的讨论)。^{[14]162, [21]429-431, 251-522}而罗马治世(Pax Romana)的繁荣稳定,造就了亚历山大这一古老学术城邦以及佛罗里斯·科恩所谓的“亚历山大自然认识形式”的复兴,托勒密(Claudius Ptolemy,约100—170AD)正是这一时期的代表。^[22]作为一位百科全书式的学者,托勒密始终将其《至大论》(Almagest)中引以为标榜的数学思想贯穿到天学、光学、和声学、制图学等领域的研究中。^[8]在地理学方面(至少是狭义层面),他同样被视为古代西方地理学的集大成者——无论从动机、方法还是世界图像的绘制方面,托勒密都为居住世界的体系构建赋予了浓厚的几何与天文学色彩。更重要的是,他的《地理学》(Γεωγραφικὴ ὑφήγησις,也译作“地理学指南”)一书完整地流传至今,令今人得以窥见其全貌。

托勒密的一大贡献,是为地理学研究确立了牢固的天文学动机,从而使其独立于斯特拉波式的“地理教育学”。早在其天学名著《至大论》中,这一点便已点明:“(我们)仍旧缺少的一项先决条件,是

各省中重要城市的经纬度。这可以用来计算那些城市中(观测)的天象。但由于对这些信息的处理涉及到一个单独的制图项目,因此,我们将……对此单独加以呈现。”^{[23]129}然而,天象的计算为何会涉及城市的经纬度呢?这是因为当时并不存在现代意义上的统一度量时间——相反,各地通常以“季节时(seasonal hour)”计时,即根据昼夜节律将日出到日落、日落到日出的两段间隔,各自等分成的十二个时段。对身处亚历山大城的托勒密来说,要整合这些单位不一的天文数据,就必须将“季节时”转换为按照分点的太阳日均分计量的“等分时(equinoctial hour)”。^{[5]17-18}于是地理经纬度的计算便成为必需。尽管《至大论》中也列出一张纬线列表,但囿于著作主题和体量的限制,该体系仍十分粗糙。^{[23]82-90, 122-130, [17]}因此作为独立研究项目的《地理学》势在必行。在书中第一卷,他还强调两者都“归属于最崇高和最美好的智性追求”,只是“诸天的运转大致能为我们所见,大地却只能借助(再现的)图像得到认识”。^{[5]59}由此,地理学“出于天文,异于天文”的独特地位得以进一步巩固。

随后,托勒密在方法论层面完整继承和实践了希帕克斯的天文测地纲领,并利用自身的天文研究完善了地理定位的理论框架。在《地理学》中,他开宗明义地指出:“从数学上已经确定,大地表面的陆地和水体是球形的,并且与天球同心,所以过共同球心的每一个平面与地球和天球表面相交,所得都是各自球面的大圆,而以圆心为顶点在两个大圆上切出的弧也相似。”^[24]由此构成对希帕克斯主张的

呼应。进一步地,他将天文观测和大地丈量树立为地理知识的两大合法来源:相较之下,天文观测的结果更加精确但数量较少,大地丈量的数据则更为粗糙但相对丰富。^[24]如此一方面确立了天文测地的优先性,另一方面也通过承认大地丈量的合法性保证了研究的可行。到了具体实践中,资料来源与可信度的参差不齐又构成一大难题。托勒密为此借鉴了弦表、赤纬表、球面三角学在内的天文计量工具,设计出一套有序的数据转换、校正与编目体系,由此将不同记载、不同单位的地面距离(如埃及里、波斯里、希腊里等)、海上航程(顺风与逆风天数)与各种方式测得的天文记录(如最大白昼时长、日晷阴影比例、天极高度等)统一转换为与天球坐标定位相同的“度数”。^①这一标准化体系的建立,也使得埃拉托色尼与希帕克西的未竟图景,真正具备了数学上不断扩展的巨大潜力。

作为地理研究的最终目的,世界地图的绘制成为该书最后也是最关键的一步。而将居住世界从球面撬动到平面的“阿基米德支点”,正是基于天文视角和欧几里得光学构造的几何视点(visual point)。如上所述,托勒密的地理学一开始就指向对居住世界整体轮廓的合比例描绘。他为此提出了三种平面制图法,各自基于典型的天文学“视点”而构建。譬如第一制图法假设了观察者眼睛位于地球斜上方,视点相对于球面沿东西方向转动,每根经线便相继呈现为直线。第二制图法假定视点距离球体足够远,以使视线近乎覆盖整个半球,同时两者相对静止,由是大部分经纬线呈现为圆弧。到了第三制图法中,他明确规定视轴应位于中央经线平面和中央纬线平面的交线上,且视点与球面的距离应令居住世界不受阻挡地得以呈现。^{[5]185-93,112-116}在此之前,地理制图的领域并无视角或视点概念,大多数制图者也并未设想过“俯瞰”地球。托勒密是古代地理史上第一位也是唯一一位通过假想的视点,将欧氏几何、光学、制图学融为一体,进而使得居住世界的几何构建成为可能的地理学家。这也使得他的制图方式部分近似于文艺复兴的投影、透视之特征。^[26]这样一来,长诗《赫尔墨斯》中那种超乎自然的视角便在托勒密手中得以完美传承,并被构建为严谨融贯的几何体系,甚至天界的几何秩序也得以通过“视点”被投射(project)到地界。

因之,小小的视点承载的不只是某种浪漫想象,而是综合了天文视角、天文测地与地志传统、地理经验的体系化的地理图景——一幅真正的“经天纬地”的世界图像(imago mundi)。古代地理学最终也“以托勒密的不朽著作而真正宣告结束”。^{[4]51}

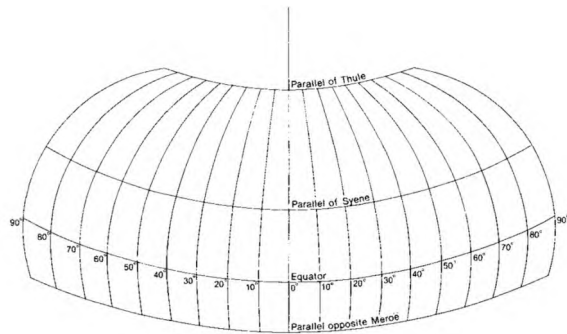


图2 托勒密《地理学》
第二平面制图法几何框架示意图^{[14]186}

四、结语

由此可见,作为一种思想史概念的地理学实际诞生于埃拉托色尼。他在长诗《赫尔墨斯》中呈现的天文视角,诠释了其代表作《地理学》中对居住世界初步的秩序构建与几何划分。循着这一进路,天文学家希帕克斯从长期的天文观测中获得了一种更为敏锐的方法论洞见,即地理测量完全可以并且应当基于天象观测数据,而天球的坐标网格亦能挪用于地理定位。这一理想纲领代表的激进变革,虽在当时尚难尽付实践,却启发了数百年后托勒密伟大的地理学综合。托勒密强烈的天文学底色,不仅使他从动机上确立了地理学独立的科学地位,也在方法论上完整实践了希帕克斯的测地纲领。同时以天文视角下的几何“视点”为基础,托勒密还完成了“经天纬地”的古代世界图像的构建。综上所述,自埃拉托色尼以降的古希腊罗马天文学,无疑对地理学具有根本意义上的塑造之功。关于其影响史的梳理,亦有助于祛除现代科学覆于古代思想之上的迷雾——这非但不是对地理史研究的窄化,反是朝向科学史研究“由史入思”之初衷的回归。

① 关于托勒密如何一步步建立其地理测量与换算的复杂数学体系,详见德国学者 A. Stückelberger 专论托勒密的测量和计算的 *Masse und Messungen* 一文。^[25]

参考文献

- [1] Livingstone D N. The History of Science and the History of Geography: Interactions and Implications[J]. *History of Science*, 1984, 22(3): 271 – 302.
- [2] 孙俊, 潘玉君, 武友德, 等. 地理学编史方法论: 从实证主义到思想史[J]. *地理科学进展*, 2013, 32(12): 1845 – 1860.
- [3] [法] 保罗·佩迪什. 古代希腊人的地理学: 古希腊地理学史[M]. 蔡宗夏, 译. 北京: 商务印书馆, 1983.
- [4] [美] 普雷斯顿·詹姆斯, 杰弗雷·马丁. 地理学思想史(增订本)[M]. 李旭旦, 译. 北京: 商务印书馆, 1989.
- [5] Berggren J L, Jones A. *Ptolemy's Geography: An Annotated Translation of the Theoretical Chapters*[M]. Princeton & Oxford: Princeton University Press, 2000.
- [6] 鲁博林. 古希腊世界图式的转变与地理学的兴起[J]. *科学文化评论*, 2020, 17(4): 5 – 20.
- [7] [法] 保罗·克拉瓦尔. 地理学思想史[M]. 郑胜华, 刘德美, 刘清华, 等译. 北京: 北京大学出版社, 2007.
- [8] 江晓原. 托勒密评传[M]//席泽宗. 世界著名科学家传记·天文学家 ii. 北京: 科学出版社, 1994: 194 – 197.
- [9] Powell J U. *Collectanea Alexandrina*[M]. Oxford: Clarendon Press, 1925: 62.
- [10] Connors C. Eratosthenes, Strabo, and the Geographer's Gaze[J]. *Pacific Coast Philology*, 2011, 46(2): 139 – 152.
- [11] [古希腊] 亚里士多德. 亚里士多德全集·卷二[M]. 苗力田, 主编. 北京: 中国人民大学出版社, 1991.
- [12] [美] 戴维·林德伯格. 西方科学的起源[M]. 张卜天, 译. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2016.
- [13] Archimedes. *Geometrical Solutions Derived from Mechanics; A Treatise of Archimedes*[M]. Heiberg J L. (trans.) Chicago: Open Court Publishing Company, 1909.
- [14] Harley J B, Woodward D. *Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1987.
- [15] [美] 杰弗里·马丁. 所有可能的世界: 地理学思想史(第四版)[M]. 成一农, 王雪梅, 译. 上海: 上海人民出版社, 2008: 38.
- [16] Roller D W. *Eratosthenes' "Geography"*[M]. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 2010.
- [17] Shcheglov D. Eratosthenes' Parallel of Rhodes and the History of the System of Climates[J]. *Klio*, 2006, 88(2): 351 – 359.
- [18] [美] 卡斯滕·哈里斯. 无限与视角[M]. 张卜天, 译. 长沙: 湖南科技出版社, 2014: 35.
- [19] Dicks D R. *The Geographical Fragments of Hipparchus*[M]. London: The Athlone Press, University of London, 1960.
- [20] Thomson J O. *History of Ancient Geography*[M]. Cambridge & New York: Cambridge University Press, 1948.
- [21] Strabo. *The Geography of Strabo. Vol. 1.* [M]. Jones H L. (trans.) London: Heinemann; New York: Putnam's Sons, 1917.
- [22] [荷] 弗洛里斯·科恩. 世界的重新创造[M]. 张卜天, 译. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2012: 12 – 20.
- [23] Toomer G J. *Ptolemy's Almagest*[M]. London: Gerald Duckworth, 1984.
- [24] Stückelberger A, Graßhoff G. *Klaudios Ptolemaios: Handbuch Der Geographie, Griechisch – Deutsch*[M]. Basel: Schwabe Verlag, 2006: 56 – 61.
- [25] Stückelberger A. Masse Und Messungen[M]//Stückelberger A, Mittenhuber F. *Klaudios Ptolemaios, Handbuch Der Geographie Ergänzungsband Mit Einer Edition Des Kanons Bedeutender Städte.* Basel: Schwabe Verlag, 2009: 218 – 244.
- [26] Neugebauer O. *A History of Ancient Mathematical Astronomy*[M]. New York: Springer – Verlag, 1975.

From the Perspective of Hermes to the Cartographic Visual Point: The Shaping of the Geography by Ancient Greek – Roman Astronomy

LU Bo – lin

(Department of the History of Science, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: In the study of the intellectual history of science, the geography of ancient Greece and Rome is different from its modern counterpart, but belongs to the mathematical science. Accordingly, nothing has shaped geography more profoundly than astronomy. This influence began with Eratosthenes' new term “ $\gamma\omega\rho\gamma\alpha\phi\iota\alpha$ ”, which implied the geometric – astronomical description of the oikoumene. Later, Hipparchus criticized the Platonic inclination of Eratosthenes and pointed to a more radical methodological change of the astronomical geodesy. It is Ptolemy who systematically constructed the scientific motive, the frame of data measurement and calculation, the geometric viewpoint of mapping based on his astronomical study. This research not only serves as an important supplement to the history of the geography but helps better understand the ancient origin of our geographical image.

Key words: Eratosthenes; Hipparchus; Ptolemy; geography; perspective

(本文责任编辑:董春雨 赵月刚)