



上海出版委员会项目
Shanghai Publishing Project

中国科学技术通史

(五卷本)

总主编 江晓原

History of
Science and Technology
in China

II

经天纬地



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

总主编 江晓原

中国科学技术通史

II

经天纬地



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书是第一部既有高度学术价值、又能雅俗共赏的中国科学技术通史。本书汇聚中国科技史研究领域全国一流学者,撰写各自领域研究最精深的专题,以百科全书“大条目”的形式串联起来,展示中国科学技术史的历史全貌。全书上自远古,下迄当代,按照大致时间顺序分为五卷:《源远流长》、《经天纬地》、《正午时分》、《技进于道》、《旧命维新》。每卷按照大致的时间顺序设置大小不等的专题,每个专题都是中国科技史研究领域中的最新研究成果和研究思想。全书共 300 多万字,包含天学、地学、农学、医学、物理学、化学、博物学等中国科技史所有学科,同时配备“名词简释”、“中西对照大事年表”,各卷末附全书总目录,方便检索使用。

图书在版编目(CIP)数据

中国科学技术通史. 经天纬地/江晓原主编. —上海:

上海交通大学出版社, 2015

ISBN 978-7-313-14270-2

I. ①中… II. ①江… III. ①科学技术—技术史—中国

IV. ①N092

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 301086 号

中国科学技术通史·经天纬地

主 编: 江晓原

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

出 版 人: 韩建民

印 制: 当纳利(上海)信息技术有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

字 数: 389 千字

版 次: 2015 年 12 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-14270-2/N

定 价: 470.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 32.75

印 次: 2015 年 12 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 021-31011198

《中国科学技术通史》总序

江晓原

关于中国科学技术史的通史类著作,在相当长的时期内曾缺乏合适读物。这种著作可以分为两大类型:一类是学术性的,编纂之初就没有打算提供给广大公众阅读,而是只供学术界使用的。另一类则面向较多读者,试图做到雅俗共赏。

第一类型中比较重要的,首先当数由李约瑟主持、英国剑桥大学出版社从 1954 年开始出版的《中国科学技术史》(*Science and Civilization in China*),因写作计划不断扩充,达到七卷共数十分册,在李约瑟去世之后该计划虽仍继续,但完工之日遥遥无期。该书在 20 世纪 70 年代曾出版过若干中文选译本,至 1990 年起由科学出版社(最初和上海古籍出版社合作)出版完备的中译本,但进展更为缓慢。

进入 21 世纪,中国科学院自然科学史研究所主持了一个与上述李约瑟巨著类似的项目,书名也是《中国科学技术史》,由卢嘉锡总主编,科学出版社出版,凡 3 大类 29 卷,虽成于众手,但克竟全功。

第二类型中比较重要的,很长时间只有两卷本《中国科学技术史稿》,杜石然等六人编著,科学出版社 1982 年出版。此书虽不无少量讹误,且行文朴实平淡,但篇幅适中,提纲挈领,适合广大公众及初学中国科学技术史者阅读。

至 2001 年,始有上海人民出版社推出五卷本《中华科学文明史》,该

书系李约瑟生前委托科林·罗南(Colin A. Ronan)将 *Science and Civilization in China* 已出各卷及分册改编而成的简编本,意在提供更多的读者阅读。在李氏和罗南俱归道山之后,上海人民出版社从剑桥大学出版社购得中译版权,笔者组织了上海交通大学科学史系师生为主的队伍完成翻译。后来上海人民出版社又将五卷本合并为两卷本,于2010、2014年两次重印。但此书中译本只有130余万字,且受制于李氏原书之远未完成,内容难免有所失衡,故对于一般公众而言,仍非中国科学技术史的理想读物。

笔者受命主编此五卷本《中国科学技术通史》之初,与诸同仁反复商议,咸以为前贤上述各书珠玉在前,新作如能在两大类型之间寻求一折衷兼顾之法,既有学术价值,亦能雅俗共赏,则庶几近于理想矣。有鉴于此,我们在本书编撰中作了一些大胆尝试,力求接近上述理想。择要言之,有如下数端:

其一,在作者队伍上,力求“阵容豪华”——尽可能约请各相关研究领域的领军人物和著名专家撰写。此举目的是确保各章节的学术水准,为此不惜容忍写作风格有所差异。中国科学技术史研究领域的“国家队”中国科学院自然科学史研究所两位前任所长刘钝教授(国际科学史与科学哲学联合会现任主席)和廖育群教授(中国科学技术史学会前理事长),以身垂范,率先为本书撰写他们最擅长的研究内容,群作者见贤思齐,无不认真从事,完成各自的写作任务。

其二,在内容上,本书不再追求面面俱到。事实上,如果全面贯彻措施一,必然导致某些内容暂时找不到合适的作者。所以本书呈现的结构,是在历史的时间轴上,疏密不等地分布着大大小小的点,而这些点都

《中国科学技术通史》总序

是术业有专攻的名家之作。

其三,在结构上,借鉴百科全书的“大条目”方式。全书按照大致的时间顺序分为五卷:Ⅰ《源远流长》,Ⅱ《经天纬地》,Ⅲ《正午时分》,Ⅳ《技进于道》,Ⅴ《旧命维新》。每卷中也按照大致的时间顺序设置大小不等的专题。

其四,全书设置了“名词简释”和“中西对照大事年表”,凡未能列入专题而又为了解中国科学技术史所需的有关情况及事件,可在这两部分中得到了解。

本书虽不能称卷帙浩繁,但全书达300余万字,篇幅介于上述第一类型和第二类型之间。在功能和读者对象方面,也力求将上述两大类型同时兼顾。

或曰:既然公众阅读130余万字的《中华科学文明史》尚且有篇幅过大之感,本书篇幅近其三倍,公众如何承受?这就要谈到“大条目”方式的优点了,公众如欲了解中国科学技术史上的某个事件或概念,只需选择阅读本书相应专题即可,并不需要通读全书。而借助全书目录及“名词简释”和“大事年表”,在其中查找相应专题却较在篇幅仅为本书三分之一的《中华科学文明史》更为便捷。

同时,“大条目”方式还使本书在相当程度上成为“中国科学技术史百科全书”,由于条目皆出名家手笔,采纳了中国科学技术史各个领域最新的研究成果,本书的学术价值显而易见。即使是专业的中国科学技术史研究者,也可以从本书中了解到许多新的专业成果和思想观念——而这些并不是在网上“百度”一下就可轻易获得的。

对于中国科学技术史的初学者(比如科学技术史专业的研究生),本

经天纬地

书门径分明,而且直指堂奥,堪为常置案头之有用工具。即便是中国科学技术史的业余爱好者,仅仅出于兴趣爱好,对本书常加披阅,亦必趣味盎然,获益良多。

“一切历史都是当代史”,今世修史,自然有别于前代。吾人今日读史,所见所思,亦必与前代读者不同。读者读此书时,思往事,望来者,则作者编者俱幸甚矣。

2015年11月11日

于上海交通大学科学史与科学文化研究院

- 001 中国古代天文观测与历法 / 江晓原
- 019 敬授民时：中国古代历法及其性质与功能 / 钮卫星
- 058 刘歆与上古天文历史年代学 / 钮卫星
- 092 中国古代的计时仪器 / 邓可卉
- 152 中国古代水文和水利工程测量技术 / 周魁一
- 199 潘季驯与古代治黄规划 / 周魁一 邓 俊
- 252 中国古代的地中概念 / 关增建
- 286 候风地动仪：中国古代地震测报 / 李志超
- 318 古代地学概论与地理灾异观 / 汪前进
- 341 中国古代的世界地理思想 / 汪前进
- 357 中国古代军事地理思想 / 汪前进
- 377 中国古代地图的测绘 / 汪前进
- 403 都江堰：蕴含文化魅力与创造力的水利工程 / 谭徐明
- 440 中国大运河工程及其科技成就 / 李云鹏 谭徐明
- 510 《中国科学技术通史》总目录

江晓原

中国古代天文 观测与历法

一、古代天文学的基本问题

二、宇宙模型与天球坐标体系

三、中国古代历法之性质及功能

一、古代天文学的基本问题

1. 基本问题

古代天文学的基本问题,一言以蔽之,即:在给定的时间、地点,推算出日、月、五大行星在天球上的位置。这在古代东西方都是如此。在现代天文学中居于主流位置的各种天体物理学问题,在古代是不存在的。

2. 解决基本问题的几条途径

利用万有引力理论,现代天体力学可以准确推算出日、月、五大行星任意时刻在天球上的位置。在现代天体力学问世之前,要解决上述天文学的基本问题,基本上只有 2 条途径:①采用几何模型;②采用数值模型。

3. 古希腊之几何模型

古希腊天文学家采用几何宇宙模型,至托勒密而集大成。这种“本轮/均轮”模型可以用演绎的方法推算出日、月、五大行星任意时刻在天球上的位置。按照托勒密的意见,这种模型只是宇宙的“几何表示”,并不代表宇宙之真实情形。此后中世纪阿拉伯天文学家的各种宇宙模型,直至哥白尼的宇宙模型、开普勒的行星运动三定律模型,都是几何模型。要到牛顿的万有引力理论问世之后,西方的行星运动模型才变为物理模型。

4. 巴比伦之周期模型

古代巴比伦有非常发达的数理天文学,巴比伦天文学家通过长期观测,积累了非常准确的数据,由此构建了一系列的周期函数,利用这些周期函数的叠加,他们可以相当精确地推算出日、月、五大行星任意时刻在天球上的位置。

5. 中国的周期—数值模型

古代中国天学家的做法本质上与巴比伦类似,也是一种数值模型。古代中国的办法是观测行星在一个“会合周期”中的表现(顺行、逆行、伏、留),并给出详细的描述,然后从一个理想的起算点(即所谓“上元”)开始,利用“会合周期”的叠加,推算出日、月、五大行星任意时刻在天球上的位置。

在这种数值模型方法中,宇宙的真实状况问题通常可以被回避。所以中国天学虽然有“浑天说”作为主流的宇宙模型,但这种模型并不与具体的天象推算密切结合。这与古希腊的几何模型颇为不同。

二、宇宙模型与天球坐标体系

1. 几种宇宙模型之评价

中国古代相传有 6 种宇宙学说,其中有初步理论纲要者为“浑天”、

“盖天”、“宣夜”三说。

三说中，“宣夜”说一直得到国内对许多论者的高度评价，其说实始于李约瑟。李氏在《中国科学技术史》的天学卷中，为“宣夜说”专设一节。他热情赞颂这种宇宙模式：“这种宇宙观的开明进步，同希腊的任何说法相比，的确都毫不逊色。……中国这种在无限的空间中飘浮着稀疏的天体的看法，要比欧洲的水晶球概念先进得多。”“宣夜”说的历史资料见《晋书·天文志》：

宣夜之书亡，惟汉秘书郎郗萌记先师相传云：天性了无质，仰而瞻之，高远无极，眼瞀精绝，故苍苍然也。譬之旁望远道之黄山而皆青，俯察千仞之深谷而窈黑，夫青非真色，而黑非有体也。日月众星，自然浮生虚空之中，其行其止皆须气焉。是以七曜或逝或住，或顺或逆，伏现无常，进退不同，由乎无所根系，故各异也。故辰极常居其所，而北斗不与众星西没也。摄提、填星皆东行。日行一度，月行十三度，迟疾任情，其无所系著可知矣。若缀附天体，不得尔也。

首先，这段话中其实并无宇宙无限的含义。“高远无极”明显是指人目远望之极限而言。其次，断言七曜（日、月、五大行星）“伏现无常，进退不同”，却未能对七曜的运行进行哪怕是最简单的描述，造成这种致命缺陷的原因被认为是“由乎无所根系”，这就表明这种宇宙模式无法导出任何稍有实际意义的结论。相比之下，西方在哥白尼之前的宇宙模式——哪怕就是亚里士多德学说中的水晶球体系，也能导出经得起精确观测检验的七政运行轨道。前者虽然在某一方面比较接近今天我们所认识的宇宙，终究只是哲人思辨的产物；后者虽然与今天我们所认识的宇宙颇有不合，却是实证的、科学的产物。

“宣夜”说未能引导出哪怕只是非常初步的数理天文学系统——即对日常天象的解释和数学描述,以及对未来天象的推算。从这个意义上来看,“宣夜”说(更不用说“昕天”、“穹天”、“安天”等说)根本没有资格与“盖天”说和“浑天”说相提并论。真正在古代中国产生过重大影响和作用的宇宙模式,是盖天与浑天两家。

《周髀算经》中的盖天学说,作为一个用公理化方法构造出来的几何宇宙模型,和早于它及约略与它同时代的古希腊同类模型相比,在“说明现象”方面固然稍逊一筹,然而确实可以明显感受到古希腊科学的气息。从科学思想史的角度来说,公理化方法在2000年前的遥远东方,毕竟也尝试了,也实践了,这是意味深长的。

《周髀算经》之后,构造几何模型的公理化方法就在古代中国绝响了。特别令人疑惑的是,《周髀算经》的几何宇宙模型究竟是某种外来影响的结果,还是中国本土科学中某种随机出现的变异?而且,不论是上述哪一种情形,为何它昙花一现之后就归于绝响?这些都是令人非常感兴趣的问题,可惜还不能得到解答。

与“盖天”说相比,“浑天”说在古代中国的地位要高得多——事实上它是在中国古代占统治地位的主流宇宙学说,但是它却没有一部像《周髀算经》那样系统陈述其学说的著作。通常将《开元占经》卷一所引《张衡浑仪注》视为浑天说的纲领性文献。这段引文很短,全文如下:

浑天如鸡子。天体(这里意为“天的形体”)圆如弹丸,地如鸡子中黄,孤居于内。天大而地小。天表里有水,水之包地,犹壳之裹黄。天地各乘气而立,载水而浮。周天三百六十五度又四分度之一,又中分之,则一百八十二分之五覆地上,一百八十二分之五绕地下。故二十八宿半见半隐。其两端谓之南北极。北极乃天之中也,在正北,出

经天纬地

地上三十六度。然则北极上规径七十二度,常见不隐;南极天之中也,在南入地三十六度,南极下规径七十二度,常伏不见。两极相去一百八十二度半强。天转如车毂之运也,周旋无端,其形浑浑,故曰浑天也。

这就是“浑天”说的基本理论。其内容没有《周髀算经》中盖天理论那样丰富详细。但是这个宇宙模型和中国最主要的传统天文观测仪器“浑仪”有着直接对应的关系,而那些演示天象的仪器如“浑象”、“浑天仪”等等,也是直接模拟这个宇宙模型的,所以三家宇宙学说中,确实只有“浑天”说能够和此后 2 000 年中国的数理天文学相容。

2. 天球坐标

西方之黄道坐标。在西方天文学传统中,一直使用黄道坐标,即以太阳在天球上的周年视运动轨道(实际上就是地球围绕太阳公转的轨道)面为基准的坐标系。直到公元 16 世纪后期,第谷(Tycho)革新天文仪器,才开始使用赤道坐标系统。今天国际天文学界使用的大部分仪器都已经是赤道式装置了。

中国之赤道坐标。古代中国一直使用赤道坐标,即以地球赤道面在天球上的投影为基准的坐标系。这个基准面可以通过观测特定恒星围绕北天极的周日视运动(实际上是地球自转造成的)来确定。中国传统的天球坐标系即“二十八宿”体系,其中“入宿度”相当于现代的赤经,“去极度”对应于现代的赤纬。

中国古代的“伪黄道坐标”。传统中国天学虽一直使用赤道坐标体系,但并非不知道黄道。黄道作为日月运行的轨道,只要天文学知识积

累到一定程度,不可能不被知道。但是古代中国人却一直使用一种与西方不同的黄道坐标(如图 1 所示),现代学者称之为“伪黄道”。“伪黄道”虽然有着符合实际情况的黄道平面,却从来未能定义黄极。“伪黄道”利用从天球北极向南方延伸的赤经线与黄道面的相交点,来量度天体位置,这样所得之值与正确的黄经、黄纬都不相同。这一现象的深层原因是古代中国在几何学方面不够发达。

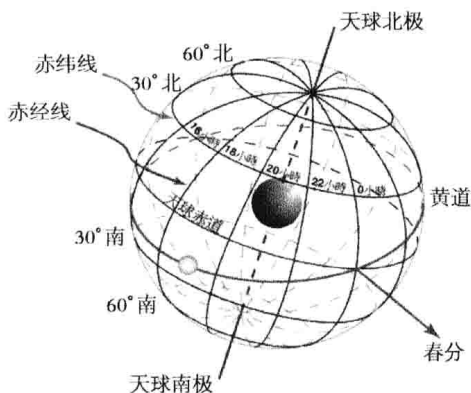


图 1 天球做标系

3. 中国二十八宿天球坐标体系及其起源问题

对于二十八宿体系的起源问题,李约瑟持巴比伦起源说甚力,他认为二十八宿“是中国人、印度人和阿拉伯人的天文学所共有的。……二十八宿的发源地可能不是这几个地方当中的任何一个,它们关于二十八宿的概念统统是从巴比伦传去而衍生的”。当代中国学者中涉及二十八宿起源问题而其论述又值得注意者为郭沫若和竺可桢。郭沫若虽主张以黄道十二宫为特征的巴比伦天学早在殷初或此前已输入中土,并成为上古中国天学的重要组成部分,但相信二十八宿体系起源于中国;竺可桢就二十八宿起源问题先后至少发表过 4 篇专题论文。初时他主张中国起源说,但后来观点有所改变,倾向于接受巴比伦起源说。

如果不拘泥于“二十八”这一数字,则类似中国二十八宿之天球坐标系统在巴比伦天学中确实是存在的。在塞琉古(Seleucid)王朝时期,一

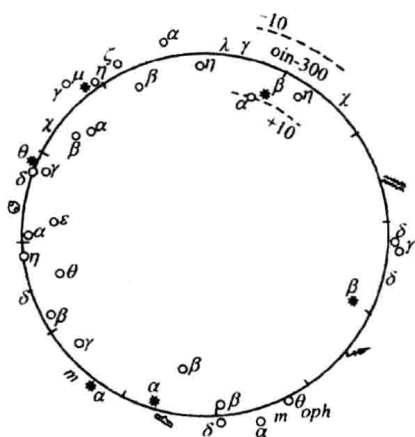


图2 塞琉古(Seleucid)王朝时期三十一标准星系统

直有两套天球坐标同时并存于巴比伦天学中。一套即众所周知之黄道十二宫,另一套则不太被注意。其法以 31 颗恒星构成参照系(如图 2 所示),以描述月球及行星位置,谓之“标准星”。该坐标系有如下几点特别值得注意:

- (1) 黄经分布很不均匀。
- (2) 黄纬分布范围: $-7^{\circ}30'$, 10° 。
- (3) 三十一星多为著名亮星。

(4) 三十一星中有 6 颗与中国二十八宿之距星重合,列出如次:

- β Ari(娄),
- μ Gem(井),
- θ Cnc(鬼),
- χ Vir(角),
- α Lib(氐),
- β Cap(牛)。

(5) 在使用该系统描述天体位置时,不用角距离,而是给出长度单位“腕”(cubif)和“指”(finger)。30 指为 1 腕,与角度之对应关系则为:12 指=1 度。

可简要讨论如下:

经度分布不均匀,此恰为中国二十八宿系统最显著之特点,三十一标准星系统同样有此特点,不能不说是意味深长的。

纬度分布问题。很多学者都相信中国的二十八宿是以赤道为准,但就二十八宿各宿的“距星”(每一宿的基准星)的分布而言,与黄道的吻合

情况明显优于赤道。例如：胃宿距星赤纬达 27° 有余，尾宿距星赤纬更达 -37° 有余，而诸距星之黄纬则绝无如此大者。即使以公元前 2400 年的赤道来参照，吻合程度稍好一些，但仍与黄道情况不相上下。况且二十八宿在中国的历史能否追溯到如此之早，还大成问题。与三十一标准星的黄纬分布相比，二十八宿诸距星的黄纬分布更弥散些。

三十一标准星多为著名亮星，这与二十八宿诸距星的情况不同。

三十一标准星与二十八宿距星中有 6 颗重合，约占 20%。如纯以偶然巧合解释之，这个百分比似乎偏大；作其他解释无疑也可以，但这一百分比又显得稍小了一些。此点大有进一步研究的余地。

中国二十八宿系统确立年代的下限，目前已由实物史料定为公元前 430 年（1978 年湖北随县擂鼓墩战国曾侯乙墓出土漆箱（如图 3 所示），上书全部二十八宿名称。注意此与前述竺可桢最后对二十八宿体系在中国出现年代的推定仅差 30 年）。而其上限，不确定因素很多，目前还难以确定。

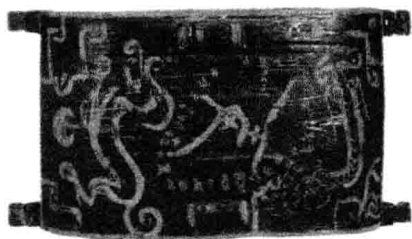


图 3 湖北随县擂鼓墩战国曾侯乙墓出土漆箱

至此，在逻辑上将有 3 种结论可供选择：

三十一标准星源于二十八宿，

二十八宿源于三十一标准星，

两系统各自独立起源。

迄今为止在这方面的研究，还远不足以使我们能在上面 3 种结论中断然作出选择。