

科学人文系列

天文学史

一部人类认识宇宙和自身的历史

钮卫星 著



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

上海科技专著出版资金资助项目

天文学史

一部人类认识宇宙和自身的历史

钮卫星 著

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书讲述天文学在古代从一种生存方式演变为一种生活方式,到近代成为科学革命的突破口,再进而成为人类适应自然、认识宇宙、认识自身的重要途径和手段的历史,包括史前时期天文学的萌芽、希腊的欧洲古典天文学、中国古代天文学、近代天文学革命、天体力学的奠定、天体测量学的兴起和天体物理学的诞生等主要内容。通过阅读本书,读者对天文学的基本概念和基本理论的发展历史,对天文学研究面对的基本问题和所采用的基本方法的变迁,对我们身处其中的宇宙与我们人类自身的关系,以及对天文学作为一门重要的自然科学如何推动整个科学的进步等,都将有一个全面正确的认识。

图书在版编目(CIP)数据

天文学史:一部人类认识宇宙和自身的历史/钮卫星著.
—上海:上海交通大学出版社,2011
(科学人文系列)
ISBN 978-7-313-06966-5

I. ①天… II. ①钮… III. ①天文学史—世界
IV. ①P1-091

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 235493 号

天文学史:一部人类认识宇宙和自身的历史

钮卫星 著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

常熟市文化印刷有限公司印刷 全国新华书店经销
开本:787mm×960mm 1/16 印张:24 字数:360 千字

2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-313-06966-5/P 定价:68.00 元

版权所有 侵权必究

出版说明

科学技术是第一生产力。21 世纪,科学技术和生产力必将发生新的革命性突破。

为贯彻落实“科教兴国”和“科教兴市”战略,上海市科学技术委员会和上海市新闻出版局于 2000 年设立“上海科技专著出版资金”,资助优秀科技著作在上海出版。

本书出版受“上海科技专著出版资金”资助。

上海科技专著出版资金管理委员会

前 言

看似亘古不变的星空,对人类智性的成长,有着不可估量的影响。星空启发人们去遐想、去探索。在人类文明的早期就产生了各种各样关于天的学问,直到现代形成了专门研究天空中的各种事物和现象的学问——天文学。回顾天文学从古代到现代的这一段历史,显然是有意义的。

有人把天文学称作是最古老的一门科学,这在某种意义上是成立的。科学就是描述、预测、解释并理解围绕在我们周围的这个世界的系统尝试。各大古代文明都发展起了具有各自特色的对天空和宇宙的描述、预测、解释和理解。包括古埃及、古巴比伦、古印度、古代中国和古希腊等在内的各古代民族的天文学,有着各自不同的形态和鲜明特色。了解这些古代民族的天文学,对解决某个具体的现代天文学问题,确实不会有什么太大帮助。但这些早期形态的天文学,已经成为构成人类文明的一部分。人类的文明绝不是一个时空点上静态、单一的剖面,只有把它在地域上横向展开、在时间上纵向延伸之后,我们才能具体、完整地掌握它。这正是我们需要研究历史上各民族天文学的理由之一。

再者,现代天文学也不是凭空得来的,它必定经过了一个历史的发展过程。沿着现代天文学的发展历程往前追溯,我们可以发现各古代民族的天文学像汇成滔滔江河的涓涓细流一样,或多或少都做出了它们的贡献。了解这些,无疑有助于我们以更深厚、更多元的眼光来看待包括天文学在内的现代科学文明。

更重要的是,天文学的进步与人类的自我认识过程紧密相关。人类的自我觉醒,主要体现在人类清楚地认识到自己在宇宙中的位置和地位。我们人类在宇宙中是不是独一无二的智慧物种,这个问题还有待未来的探索。

但天文学的进步已经把人类从早期的自以为是宇宙中心的位置上自我驱赶下来。人类宇宙位置的下降标志着人类理性的上升。也许只有当人类摆脱了自恋、自大的情结之后,才有资格成为宇宙大家庭的一员。

另外,天文学的发展也不是孤立的,它所能提出的问题,它解决问题的方法和手段,无不得益于其他相关学科的进步。同时它本身的进步,也推动着整个自然科学的进步。全面认识到这一点,将帮助我们更好地了解科学究竟是什么。

天文学史是科学史的一个重要分支,而它本身如果要细分的话,也可以按照不同的分类标准分成各个更小的分支。如按照国别、民族来分,有中国天文学史、巴比伦天文学史、玛雅天文学史、彝族天文学史,等等;按照年代来分,有古代天文学史、中世纪天文学史、近代天文学史、现代天文学史,等等;按照研究领域来分,有宇宙学史、天体演化学史、恒星观测史、天文仪器史、射电天文学史、月球天文学史,等等。在这些天文学史的分支研究领域内,已经有不少优秀的天文学史专著问世——这些著作无疑是写作本书的重要参考材料,在那些前人工作的基础上,本书试图给出一个简明但系统的天文学发展历史图景,同时又把天文学进步的关键转折点交代清楚,力求做到点面结合、详略有度。

由于历史观的局限,已出版的同类书籍对天文学发展历史的描述有时不可避免地带有较浓郁的西方中心主义色彩,还往往渗透着一种现代价值观。本书在写作中将努力摆脱这两种倾向,以尽可能还原历史真实面貌为己任。书中除了阐述从希腊古典天文学到现代天文学这一条主要发展线索之外,也会着重描述巴比伦、中国、印度、阿拉伯等民族的古代天文学。考虑到这些内容的特点,本书在结构上以一条从希腊古典天文学到现代天文学的纵向线索贯穿,同时以一条横向展开的线索,把巴比伦、希腊、中国、印度、阿拉伯等古代民族天文学的发展和相互交流的关系联系起来。展示天文学的发展过程,是一个前后有继承、横向有交流的动态过程。

近年来,科学史研究,包括天文学史研究,正经历着一个从内史研究传统向外史研究传统——至少是内外史相结合的研究传统——转变的过程。以往的天文学史研究专著几乎都专注于某一专业领域内部,旨在厘清天文学某一领域内部的历史发展脉络。采取外史研究的策略,不仅仅去认识天文学本身的发展历史,更要把天文学当作人类文化的一种来认识。天文学

的发展历史是人类自身进步的组成部分,是人类认识宇宙、认识自身的重要途径。本书的写作将会注重内史、外史的结合,以使读者通过阅读本书不仅能对天文学的基本概念和基本理论的发展历史,对天文学研究面对的基本问题和所采用的基本方法的变迁等获得一个清晰的了解,同时对我们身处其中的宇宙与我们人类自身的关系,以及对天文学作为一门重要的自然科学如何推动整个自然科学乃至整个人类文明的进步等,有一个全面、正确的认识。

本书是作者在多年的天文学史研究和高校课堂讲授基础上撰写而成的,主要的写作材料来源有保存至今的相关古代天文学原始文献、考古发掘资料、现代学者包括作者本人的天文学史研究文献和已经出版的有关天文学史专业书籍等。本书的主要读者对象是学习和研究天文学史和科学史的高校学生和教师,以及对天文学和天文学发展历史感兴趣的各界知识人士等。

近年来包括天文学史在内的科学史教育得到愈来愈多的重视,科学史作为沟通文理桥梁的功能得到愈来愈多的认识。一部天文学史将告诉我们人类是如何和自然打交道的,告诉我们人类是如何认识到自身在宇宙中的位置以及这种认识是如何演进的,告诉我们天文学与人类的社会、文化和思想领域之间是如何发生互动的。天文学史的学习本身就是一个融通文理各科知识的过程。希望本书能在科学史的教育、研究和普及方面,在消除文理隔阂方面,在通识教育中培养学生素质方面,贡献一点绵薄之力。另外,现代观测手段的进步带来了现代天文学的突飞猛进,人类的探索不断向宇宙深处推进,有更多的人希望从源头上根本性地认识天文学这一学科,希望本书能满足这一部分读者的求知欲望。

目 录

第一章 从史前到古代的天文学:一种生存方式 / 001

先民对一些基本天象的认识 / 001

昼夜交替 / 001

寒暑变化 / 002

月相变化 / 003

日月交食 / 004

彗孛流陨 / 005

作为生存方式的天文学 / 005

辨方向 / 006

定季节 / 006

定时辰 / 010

文化的星空:恒星的命名和星座的划分 / 011

恒星命名:人间在天空上的投影 / 011

中国古代的星官数与星数 / 012

《步天歌》与三垣二十八宿的形成 / 013

西方的星座体系 / 014

黄道十二宫 / 018

从星占学到天文学的萌芽 / 019

星占 / 019

规律的认识和追求 / 019

第二章 古希腊的天文学:在理想与现实之间 / 021

希腊的理性:人类的奇迹 / 021

泰勒斯和爱奥尼亚学派 / 021

毕达哥拉斯学派 / 023

追求完美运动 / 025

柏拉图的天文学课题 / 025

亚里士多德的宇宙 / 028

同心球理论：“拯救现象”的初步尝试 / 030

希腊化的高峰 / 033

日月的大小与距离：地动说的萌芽 / 034

地球的大小 / 035

阿波罗尼乌斯的两个数学发明 / 036

喜帕恰斯 / 037

托勒密和他的《至大论》 / 037

第三章 中国古代的天文学：官营传统数千年 / 041

中国古代天文学发展概览 / 042

中国天文学的起源问题 / 042

古代传统天文学的兴衰 / 042

中国古代天文学的基本运作 / 044

天文机构和人员 / 044

天象的观测和记录 / 045

历书的编算、印制和颁发 / 047

天文仪器的研制和管理 / 048

天文典籍的编制和管理 / 053

历法：中国古代的数理天文学 / 055

中国古代历法史概览 / 055

历法的基本问题和基本概念 / 059

历法的典型内容和基本课题 / 067

古代的中外天文学交流 / 079

随佛教来华的印度天文学 / 079

元明之际传入中国的阿拉伯天文学 / 082

明清之际来华的西方古典天文学 / 084

中国古代天文学的性质和文化功能 / 087

- 天人感应与分野理论 / 087
- 天命的确立及其变化 / 088
- 天文与王权 / 089
- 天文学的社会、政治和文化功能 / 090

第四章 印度天文学:封闭半岛上的一个开放传统 / 095

- 吠陀时期的天文学 / 096
 - 印度古代的时节安排 / 097
 - 印度古代的星宿体系 / 101
- 巴比伦时期的天文学 / 106
 - 年月日的安排 / 106
 - 昼夜时分和昼夜长短变化 / 110
- 希腊化巴比伦时期的天文学 / 111
 - 《希腊天文书》 / 111
 - 《婆室斯塔历数书》 / 113
 - 《罗马历数书》 / 114
 - 《宝利沙历数书》 / 115
- 希腊时期的天文学 / 117
 - 婆罗门学派 / 117
 - 雅利安学派 / 121
 - 夜半学派 / 123
 - 太阳学派 / 125
 - 伽纳莎学派 / 126

第五章 阿拉伯天文学:那时的世界主流 / 129

- 阿拉伯天文学概况 / 130
 - 巴格达学派 / 130
 - 开罗学派 / 134
 - 西阿拉伯学派 / 135
- 伊斯兰教的天文学课题 / 137
 - 新月的出现 / 137
 - 祷告的时刻 / 138

清真寺的朝向 / 139

球面天文学的建立 / 140

伊斯兰天文台 / 141

仪器大型化和天文台的建造 / 141

马拉盖天文台 / 142

乌鲁伯格天文台 / 144

阿拉伯的行星天文学 / 146

从《悉檀多》到《至大论》 / 146

托勒密体系的不完备性 / 147

马拉盖学派的反托勒密革命 / 148

第六章 传承和革新:欧洲天文学的复兴和哥白尼革命 / 151

欧洲古典天文学的传承 / 152

中世纪欧洲天文学 / 152

哥白尼和他的《天体运行论》 / 154

天文学革命 / 158

第谷的精密天文学 / 159

开普勒天体引力思想的引入和行星运动定律 / 162

伽利略对哥白尼学说的支持和宣传 / 166

笛卡尔的无限宇宙 / 171

第七章 牛顿的框架:万有引力的提出和天体力学的建立 / 174

牛顿建立的框架 / 174

胡克对引力问题的思考 / 174

让牛顿去吧 / 176

万有引力的发现 / 178

《自然哲学的数学原理》 / 180

牛顿力学的验证之一:哈雷彗星 / 182

天体力学的进展:天文学还是数学? / 182

牛顿力学的改造者们 / 182

“丢失”的行星 / 186

海王星:算出来的一颗行星 / 189

寻找“祝融星” / 191

第八章 从天上到人间:天体测量的进步和天文学的实用化 / 193

望远镜的使用 / 193

折射望远镜 / 193

反射望远镜 / 194

用望远镜测量 / 196

近代天体测量的进步 / 197

群星闪烁:近代方位天文学的奠基者们 / 197

天文学的实用化:海上经度的测定 / 202

日月距离和地球形状 / 205

恒星的位置变化与距离 / 206

恒星自行和太阳本动的发现 / 206

恒星光行差的发现 / 208

寻找恒星周年视差 / 210

对太阳系的进一步认识 / 214

彗星和流星雨 / 214

月球与火星 / 215

太阳系卫星 / 216

第九章 了解恒星的一生:天体物理学的兴起 / 218

破译来自星光的消息:新技术的使用和天文学的进步 / 218

天体分光术的运用和太阳物理学 / 218

照相术的发明及在天文学上的运用 / 222

测光术的发明和恒星视光度的测定 / 224

恒星物理学 / 226

恒星分光观测和光谱分类 / 226

赫罗图 / 228

爱丁顿和质光关系 / 231

恒星能量的来源 / 232

异常恒星 / 233

恒星的演化 / 235

第十章 探测宇宙的深度:从银河系到河外星系 / 238

恒星的空间结构和银河系概念的确立 / 239

威廉·赫歇耳的“银河系”和“星云天文学” / 239

星云的旋涡结构 / 241

星云的分光观测 / 242

银河系的大小 / 243

星际消光的发现 / 247

河外星系的确认 / 249

探索星云的距离 / 249

哈勃的工作 / 250

太大的银河系 / 251

星系的红移 / 253

第十一章 宇宙学:从“混沌初开”到“大爆炸” / 256

各种古代宇宙学说 / 256

古印度宇宙学 / 257

中国古代宇宙学 / 262

古希腊宇宙学 / 266

欧洲近代宇宙学说 / 268

打破水晶球:宇宙从封闭到无限 / 268

牛顿主义框架下的宇宙学说:康德-拉普拉斯星云假说 / 270

奥伯斯佯谬和诺曼-西里格佯谬 / 272

现代宇宙学说 / 273

爱因斯坦的静态宇宙模型 / 273

大爆炸宇宙学说 / 275

稳恒态宇宙学说 / 281

第十二章 空间探索:人类的宇宙生存 / 284

火箭理论先驱和火箭技术的进步 / 284

苏联的火箭先驱齐奥科夫斯基 / 285

美国的火箭先驱戈达德 / 287

德国的火箭先驱奥伯特及其传人冯·布劳恩 / 288

冷战期间美苏的火箭技术 / 291

人造卫星和空间探测器 / 292

人造卫星 / 292

月球探测器 / 295

行星际探测器 / 297

载人空间飞行 / 314

宇宙飞船 / 314

航天飞机 / 321

空间站 / 323

尾声:人类的宇宙命运 / 334

索引 / 342

第一章

从史前到古代的天文学： 一种生存方式

三代之上，人人皆知天文。

——顾炎武《日知录》

生活在地球上的先民，很早就对一些基本的天文现象有了一定的认识。譬如认识到天似穹庐，像盖子一样笼罩在上方——这一基本认识将会在后来发展起来的天地结构模型中反映出来；认识到昼夜交替，白天的太阳、晚上的星星都东升西落；认识到气候有寒来暑往、冷暖交替。还会观察到天空中的一些特殊现象，如月相变化、日月交蚀、彗孛流陨等。古人对这些基本天文现象的记录、描述和尝试性做出的解释构成了上古时期天文学的主要内容。天文学在文明早期的人类知识体系中，一方面体现为一种实用的生存手段，游牧部落和定居的农耕民族都需要一定的天文知识以适应自然的节奏；另一方面，因为自然和天空呈现出的各种现象给人带来的惊异、神秘和敬畏等感性上的冲击，由此发展起来一套天人之际的互动模式，这反过来也在无意中催生了对天体运动规律的把握和追求，某种现代形态的天文学因此得以萌芽。

先民对一些基本天象的认识

昼夜交替

太阳对人类生存的影响无疑是最为明显和直接的。在郑州大河村仰韶文化的新石器时代遗址出土的彩陶上就有了描绘太阳及其光芒的图案(图 1.1)。山东

大汶口文化遗址出土的距今约 4 500 年的陶尊上也有反映日出的字符^①(图 1.2)。

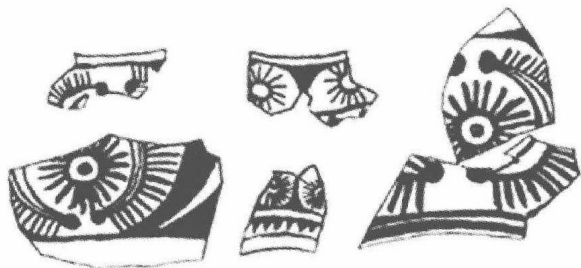


图 1.1 大河村遗址彩陶上的太阳图案

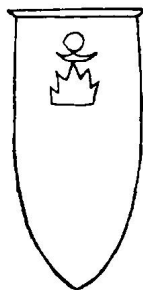


图 1.2 大汶口遗址陶尊上的日出字符

“太阳下山明天依旧爬上来”。这种对太阳东升西落这一周日视运动现象的确认是人类认识其自身生存环境的一大进步,可以看成是人类对天体运行规律的第一次具体体会。这样的认识应该发生在文字出现之前,但文献中也记载了有关“昨日之日”是否“今日之日”的讨论。例如汉译佛经《起始经》卷九中有这样的描述:

诸比丘,尔时日天胜大宫殿从东方出,绕须弥山半腹而行,于西方没,还从东方出。尔时众生复见日天胜大宫殿从东方出,各相告言:“诸仁者,还是日天光明宫殿再从东出,右绕须弥,当于西没”。第三见已,亦相谓言:“诸仁者,此是彼天光明流行,此是彼天光明流行也”。是故称日为修梨耶。^②

该经译者注释道:“修梨耶者,隋言此是彼也”。梵文“修梨耶”(sūrya)的字面意思就是“此是彼”,成了印度古人对太阳的称呼。

太阳的周日视运动带来了昼夜交替,同时也让先民们认识到更多的周日视运动现象,譬如恒星的拱极运动等。

寒暑变化

先民们还认识到一种重要的周期性变化就是寒来暑往的周年变化,并且还认识到这种寒暑变化与一些特征天象联系在一起。如《鹖冠子》中记载的:“斗柄东指,天下皆春;斗柄南指,天下皆夏;斗柄西指,天下皆秋;斗柄北指,天下皆冬。”

^① 专家把图案中的圆圈和云状符号合在一起释为“旦”字,与象山之形的符号合在一起为从“旦”的另一个字。参见《文物》,1978年第9期。

^② 隋天竺三藏阇那崛多等译,《大正藏》第24号经,大正一切经刊行会编辑出版,东京,1924-1934。

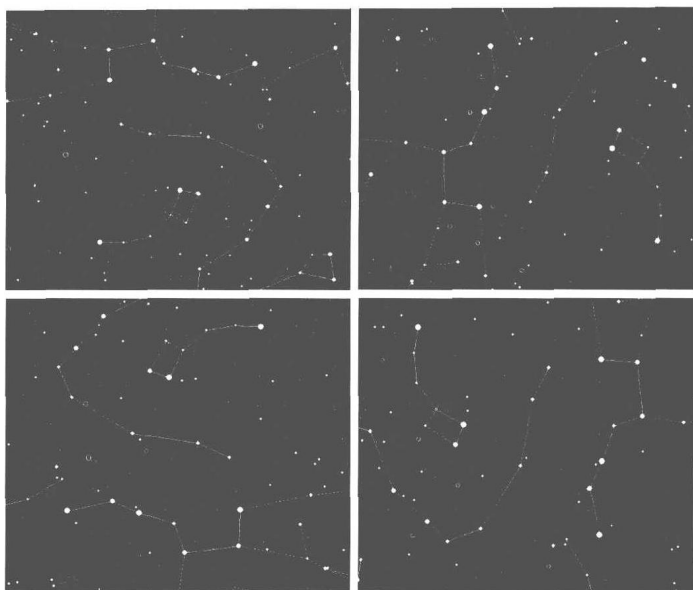


图 1.3 春(上左)、夏(上右)、
秋(下左)、冬(下右)四
季北斗斗柄指向示
意图

需要注意的是,观测时间是在黄
昏时刻

《诗经·豳风》中所描写的“七月流火,九月授衣”,正是用火火星西“流”^①这一天象来表示天气逐渐转凉。

“万物生长靠太阳”,地球上动植物的生长与因太阳周年运动而带来的气候变化密切相关。先民们通过长期的观察,总结出来了一些动植物生长与天象、气候变化之间的对应关系。这对先民们的生存而言具有至关重要的意义,详见下文“定季节”一节的论述。

月相变化

在各种古代文明中,大多是日月并举。但与太阳的刚烈、张扬不同,月亮对人类生存环境的影响显得阴柔、隐蔽。地球拥有一颗质量很大的月亮,这在太阳系诸行星中是很特殊的,很可能对地球上的生命起源与演化有深刻的影响。月亮在夜空中是最明亮的天体,更为特殊的是月亮表面被太阳照亮的部分在地球上看起来呈现一种周期性的变化,这就是月相变化。先民们很早就利用月相变化的周期来对日子进行计量。中国古代大约在西周早期以前,以新月初现在西

^① “火”是中国上古时代对天蝎座 α 星的命名,也称“大火”。在中国古代的春秋时期前后,大火在夏至日黄昏时分处于正南方天空,这个天象称为“大火昏中”,大约两个多月后的黄昏时分,大火星出现在了西南地平线上方低空,这个现象叫做“大火西流”,这个时候天气也转凉了。