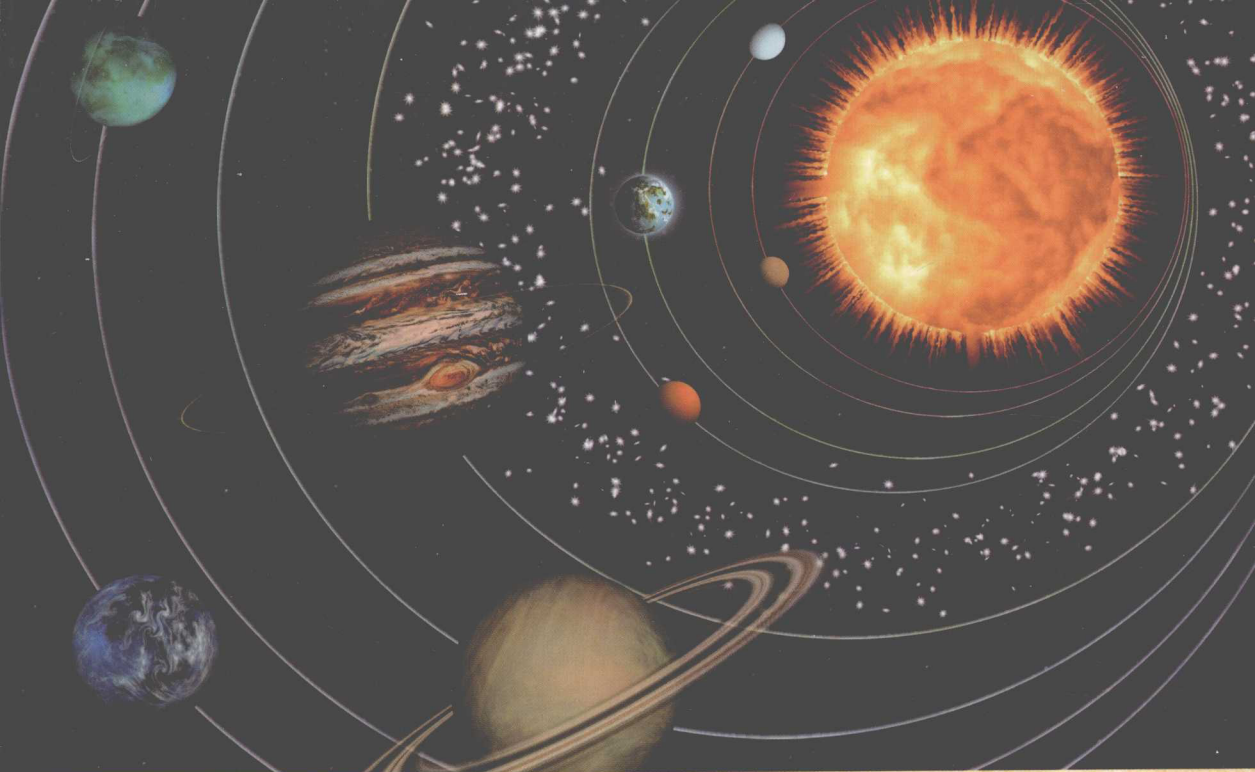




大众天文学史

○ 王玉民 著

“十二五”国家重点图书出版规划项目
中国科学院自然科学史研究所 策划
丛书主编 郭书春



大众天文学史

○ 王玉民 著



图书在版编目(CIP)数据

大众天文学史/王玉民著. — 济南: 山东科学技术出版社, 2015

(大众科学技术史丛书)

ISBN 978-7-5331-7665-5

I. ①大… II. ①王… III. ①天文学史—世界—普及读物 IV. ①P1-091

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 292416 号

大众科学技术史丛书

大众天文学史

王玉民 著

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098071

印刷者: 山东德州新华印务有限责任公司

地址: 德州经济开发区晶华大道 2306 号

邮编: 253074 电话: (0534)2671209

开本: 720mm×1000mm 1/16

印张: 15

版次: 2015 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-7665-5

定价: 27.00 元

《大众科学技术史丛书》

编 委 会

主 编 郭书春

编 委 (按姓名拼音为序)

白 欣	柏 芸	曹幸穗	陈宝国
郭书春	刘 珂	刘树勇	刘献军
茅 昱	孟 君	潘丽云	沈玉枝
史晓雷	王玉民	韦中燊	邢声远
颜宜葳	杨 静	游战洪	张大庆
赵翰生	周嘉华	周文臣	

英国哲学家培根说,读史使人明智,科学使人深刻。科学技术史图书可以给读者提供一举数得的精神食粮,而科学技术史的普及读物对社会的影响常常比专著还要大。了解科学技术进步的历史不仅有利于掌握知识,更有利于认识科技发展的规律,学会科学发现和技术发明的方法,提高国民特别是青少年学生的素质。因此,向读者提供高质量的科学技术史普及读物,是科学技术史学者和出版机构责无旁贷的使命。

为了充分利用科学技术史传播科学知识,弘扬科学精神,培养青少年学科学、爱科学的良好素质,学术界有必要撰写系统阐述科学技术不同学科发展历史的普及读物。为此,中国科学院自然科学史研究所与山东科学技术出版社商定合作撰写、出版一套《大众科学技术史丛书》。该课题得到有关部门的大力支持,并列入《“十二五”国家重点图书、音像、电子出版物出版规划》增补项目。

本丛书展现历史上的科学技术知识以及科学技术专家的生平、科学活动和科学思想,兼具科学性和人文性,反映科学技术发展与人文思想演进的关系。本丛书力求具有科学性、系统性和通俗可读性。

所谓科学性,就是科学准确地表述各学科史的内容,并尽可能汲取最新的研究成果。各册所述内容必须是学术界公认的,经得起时间考验的。对学术界尚有争论的内容,或者以一家为主,兼及别家,或者并列诸家之说。主要学术观点力求有原始文献或转引自权威著作的文献作依据,避免粗制滥造、以讹传讹。

所谓系统性,一方面,指在书目设置上既有基础学科,又有应用学科,覆盖数

学、物理学、化学化工、天文学、地学、生物学、医学、农学、建筑、机械技术、纺织技术、军事技术等科学技术史的各个主要分支学科；另一方面，指每一学科的篇章设置能够涵盖该学科的重要成就、著作和科学家、重大事件和科学技术机构等，要使读者能够比较完整地、了解该学科由低到高的不同发展阶段及其在不同文化传统中的特点。

所谓通俗可读性，就是既要使用规范的汉语语言和标准汉字，又要做到通俗易懂，雅俗共赏，老少咸宜。在确保科学性的同时，要尽量采用便于大众理解的表述方式，并对历史上出现的、今天已经不再使用的重要术语用现代术语加以解释。

我们希望，广大读者特别是青少年学生通过本丛书既可以领略科学技术的严谨，又能理解它们对经济社会发展的巨大作用，受到科学精神的熏陶，激发对科学技术的兴趣，树立钻研科学技术的志向。

本丛书各分册的作者都是科学技术史学科有较深造诣的专家，有的是学科的领军人物，有的是成绩突出的中青年骨干。当然，任何工作都是阶段性的，每位学者的知识都有局限性，即使是术有专攻的专家也不例外，因此本丛书也可能有明显的疏漏和错误之处，恳请读者们不吝赐教，以便再版时修正。

中国科学院自然科学史研究所所长、研究员

张柏春

前言

Preface

探求事物的奥秘,是人的天性,也是人们最大的快乐之一。人类凭着这种天性,逐渐掌握了日月星辰与人类生活的关系。

天文学是一门非常独特的学科,它的研究对象离我们极远极远,只能远观,不能触摸。距离产生美,距离也产生神秘感,所以任何一个天体在我们眼底的映像,都充溢着无与伦比的美,也充溢着探索不尽的神秘。从人类文明的曙光刚刚从地平线升起时,人们就对头顶上的日月星辰投入了极大的热情和关注,一直到今天依然如此。人类探索宇宙星空的历史,不但展现了自然界的无穷奥秘,也标志着人类智慧的不断攀升,其中充满了发现的惊喜、跋涉的艰辛,既有顿悟的豁然开朗,也有攻关时的障碍重重。这一过程本身就是美的,也是神秘的,我们应该了解这一过程。

天文学的历史,我们在上中学历史课时就已经接触到,无论是中国历史,还是世界历史,对早期文明都要提到它的“天文学的萌芽”以至“高度发达的天文学知识”,自然科学的其他学科很少有这样的殊荣。这说明,在人类文明的早期,天文学曾非常重要,无论是定方向、定时刻,还是定季节指导农事,每个人都要了解一些天文星象知识。所以,中国明末清初时期的大学问家顾炎武在《日知录》中写过这么一段话:“三代(即夏、商、周,编者注)以上,人人皆知天文。”

现代,由于社会的分工,不需要“人人皆知天文”了。天文学的根本内容属于一些极其专业的课题,只需专家来研究,别人可以不去理会,于是我们只要坐享其成,据报时拨正手表、按预测观览天象、开屏幕欣赏图片就可以了。这样的结果是,一般人对一些基本的天文常识也缺乏了解。比如,很多人不知道星星也像日月那样在东升西落。其实,了解这一点并不比掌握加减乘除更难。今天,天文学

仍然重要,甚至更为重要,我们仍需在一定程度上“知天文”。所以,本书希望在这方面加以努力,按天文学发展的主线,通过讲述历史,把极其专业的天文知识转化为生动通俗的叙述,让读者在轻松阅读中感受到天文学的巨大魅力。

既然是讲历史,我们还希望这本小书能唤起读者朋友们的“历史感”。科学上有很多事件,是随着历史的发展直到后来甚至“现在”我们才领会了它们的意义的。但是,过分把握“现在”常常也会蒙蔽我们的双眼,我们站在现代科学的制高点,却抽去了科学曾经上升的阶梯,不知道科学在过去的样子,这就叫“缺乏历史感”。因此,这本书中不仅要铺演各种天文成就的取得过程、传授天文学知识,也将描述人类对宇宙认识的演变历程,强调用古人的方法去接近古人的知识,不单纯地把它理解成“真理”战胜“谬误”的知识积累史。这样,了解了天文学的“过程”,才能更深刻地领悟天文学的本质和灵魂,真正理解先贤惊人的智慧和创造精神。

德国哲学家康德 1788 年在任哥尼斯堡大学校长时,曾说:“有两种东西,我们愈是反复地加以思考,就愈能感受到它们使我们心灵有增无已的赞叹和敬畏:一是我们头上的星空,一是我们心中的道德律。”康德把“星空”与“道德律”并提,正是赞叹和敬畏它们的神秘和永恒。我们头上的星空,几万年来几乎都是一个样子,但在人的心目中,不同的时代它们却有不同的“性质”,本书要试图展示、强调这个“性质”(其实是人类对星空的“认识”,但每个时代的人都倾向认为他们的认识是真实的)的变化、发展过程,直到此刻作者动笔之时。至于未来它们的“性质”是什么样,只有等待青少年读者们去努力探寻了。

因为很多人一见到 number(数)就 numb(麻木),所以这本小书尽量不用数学公式推导或引用数表,尽可能用形象的文字来叙述。这本小书若能让钟情于天文的人再有所收益,让没接触过天文的人也能读懂,感到自己也算是“上知天文”了,当是作者最大的慰藉。

感谢 88 岁的老母亲王秀芝和已故的父亲王志忠,父母亲含辛茹苦,从小就给我宽松的生活环境,儿童时期的我得以心无旁骛地沉浸在自己对天文等的爱好中去;也感谢妻子路学君和小女王采薇,靠她们的赞赏和支持,才使我一路自学走到今天,也感谢我供职的北京天文馆、北京古观象台,让我衣食无忧并给我充裕的时间读书、思考、写作,充分地从事天文学史研究,并写出一系列天文学科普著作。

王玉民

2014 年 12 月

上篇：古代篇 古人眼中的宇宙

一、文明的曙光映照天穹：天文学的诞生	2
尼罗河水积淀的文明——古埃及	3
十二星座的“发源地”——巴比伦	4
超越时间——印度、玛雅和巨石阵	5
二、从地平到地圆：古希腊天文学	8
地平时代——爱奥尼亚学派	9
地圆时代——毕达哥拉斯学派	10
拯救“现象”——柏拉图学派	11
至大无外——亚历山大学派	12
儒略历——古罗马人的余光	15
三、星占学：星星决定我们的命运吗	17
天支配地——古人牢不可破的观念	17
生辰星占学——出生时的天象决定命运吗	19
天文学与星占学——对垒的双子座	22
四、古希腊到近代的“二传手”：阿拉伯天文学	25
从西到东，火炬接力	25
由东到西，折回欧洲	28

五、世界天文学园林中的一束奇葩：中国传统天文学	30
司天观象 敬授民时——中国传统天文学成就	30
皇权的天空——中国传统天文学原生态	45
人文的天空——无“天”不成书	53

中篇：近代篇 理性光芒照耀天地

一、地心与日心体系的交接	66
地球不是宇宙中心——哥白尼革命	66
两颗超新星——第谷和开普勒	70
殉道者——一个需要英雄的时代	75
二、天文学家的法宝悄然问世	81
欲穷千里目——从目视到望远镜	81
更上一层楼——独眼巨人装备赛	86
三、宇宙变得秩序井然了	93
“生一个牛顿吧”——宇宙由引力主宰	93
预言未知天体——经典力学如日中天	97
四、探索太阳系	104
把握太阳——洞观中心“大熔炉”	104
确定测量宇宙的基线——“天文单位”	109
行星、卫星和小天体——异彩纷呈的太阳系	112
五、走近恒星世界	123
“星球大战”——星座命名的战国时代	123
为星星建“户口”——星表的制定	127
从恒定到移动——恒星的各种“动态”	128
从背景到主角——恒星天文学的诞生	134

下篇:现代篇 宇宙时空新视野

一、把璀璨星光分解成迷人彩虹	141
光谱天书的破译——天文学家的又一法宝	141
万亿恒星排座次——赫-罗图	146
二、坐地巡天·凿幽抉明	151
星光的固定和量化——天体照相与测光术	151
从单镜面到多镜面——光学望远镜的新发展	156
全波天文学——从“窗口”到“全方位”	161
三、新时间观·新时空观	170
精确而标准——“秒”定义的变迁	170
新时空观——爱因斯坦相对论	174
四、向宇宙纵深开拓	180
从太阳系到深空天体	180
从云雾状天体到河外星系	190
平地一声雷——大爆炸宇宙学	195
五、飞出地球去·探索宇宙生命	202
排空驭气奔如电——变“足不出户”为跨出地球	202
茫茫宇宙觅知音——寻找“外星人”	218
参考文献	228

：穹天無知廣闊無垠，

主顯無垠文天

：穹天無知廣闊無垠，



上篇：古代篇

古人眼中的宇宙



一、文明的曙光映照天穹： 天文学的诞生

过去，儿童启蒙第一本要读的书就是《三字经》，其中说：“三光者，日月星；三才者，天地人。”（图 1-1）寥寥数字，道出了宇宙现象、宇宙中出现人之后形成的理解和被理解的关系。是的，虽然我们早已知道地球不是宇宙的中心，但毫无疑问，人类是认识宇宙的起点，我们必须从这一点开始，逐渐来了解天文学。

现代社会，人们行色匆匆，奔波于快节奏的工作和娱乐中，很少有人抬头端详头顶上的星空——并不是星空不值得一看，而是因为有专家负责观测，别人确实不用为此多费心了。

但是，在遥远的古代并不是这样，那时社会结构简单，文化原始，在古人心目中，他们面对的世界只有“天”“地”这两

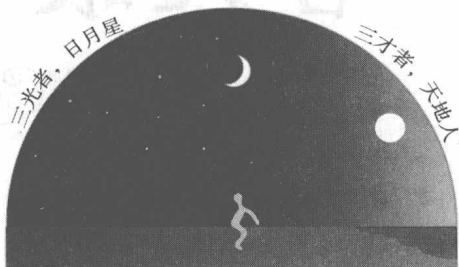


图 1-1 人类是认识宇宙的起点（其中的人形是中国篆字的“人”）

大部分。可以设想：人类好像生存在一个巨大的蚌壳中。这个蚌的下壳为地，上壳为天，这两个“壳”是人类生存的依靠。而天作为地的对应物，占据了人类视野的一半。因此，在人类文明的第一页，天文学就占有显著地位，天文学家经常理直气壮地宣称：天文学是最古老的科学。我们还可以猜想：如果某星球上的智慧生物生活在行星封闭的洞穴中，靠地热之类生存，他们就不会产生天文学。

古人观察天空的日月星辰时，发现这些天体与他们的生活甚至生存有着某种特殊关系，于是开始有意识地观测天象。他们首先关心的是与昼夜交替、四时代谢有关的天象。天上最引人注意的是那两盏巨灯——日、月。日光给大地以温暖和光明，使草木周期性地繁茂（这可能是最早的“天”支配“地”的念头）；月光也可在夜间照明，以利人们夜间采集和狩猎。由此古人观念中出现了模糊的日长、月长、年长的概念。他们逐渐发现星星也不是可有可无的，利用星星也可以指示时

间和季节。另外,扰乱正常秩序的日食、月食、彗星、陨星等也令古人关注。那时尚无科学,古人也不知什么是“热爱科学”,他们的观测完全是出于生存的需要。比如,在刀耕火种的时代,春天如果播种得晚一点,可能一年都没有收成,生存需要迫使他们去寻找准确的播种时机。经过许多年的尝试,他们发现观测星象最能满足这一要求。顾炎武说:“三代以上,人人皆知天文。”当然,此“天文”不是今天的天文学,可能仅是一些简单的星象知识而已,上古时人群间的交流极少,所以每人都需要掌握一些星象知识,以利用它们来看时刻、定时令、测方位等。再加上对有些自然现象的恐惧、对自身来历及去向的探求等种种需要,古人的生活就和星空密不可分。

通过神话、传说的对比分析,后人发现各个原始民族对天地的观念基本上是一样的。古人都认为天是头顶上巨大的穹隆,地大致是平的,下面一定有什么东西支撑或托着。古人同时也开始寻求自身在宇宙天地中的地位。每个民族都认为自己是世界的中心,甚至极落后并且人数很少的民族也不例外,直到他们见到了文明程度更高的民族,这种观念才有所改变。(图 1-2)



图 1-2 银河是最能激发古人想象的天空现象之一

古埃及人把它设想为天神铺撒的麦子;印加人则认为银河是金色的飞尘;爱斯基摩人凭生活经验说它是一条雪路;阿拉伯人和中国人把它比作天上的河流;博茨瓦那人的想象很奇特:认为银河是支撑着天的巨兽的脊梁;更有趣的是古希腊人,说它是天后赫拉流出的乳汁,西方至今仍称银河为 Milky Way。

世界上最古的与天文学有关的遗留物当属埃及金字塔、亚述的石碑和英格兰巨石阵了。

尼罗河水积淀的文明——古埃及

非洲东北角的埃及因地处尼罗河下游而成为文明的摇篮。在尼罗河下游,河水每年在雨季上涨,淹没两岸大片的土地,从上游带来的肥沃的悬浮物沉淀下来,使这里的农耕者无需施肥就可收获累累,因此这里早早就孕育了发达的农耕文明。公元前 3100 年左右,埃及已经建立起中央集权的奴隶制国家。金字塔(图

1-3)是古埃及统治者——法老为自己修建的巨大陵墓,底座为正方形,严格吻合东、南、西、北四个方位,早期的金字塔方位精确到几度,后期则精确到几十分之一度。规模最大的金字塔——齐阿普斯金字塔北面有一条与地面成 27° 角的隧道,恰好指向天北极,通过隧道整夜可以看到当时的北极星——天龙座 α 。这些都表明了古埃及人在天文观测上的高超水平。

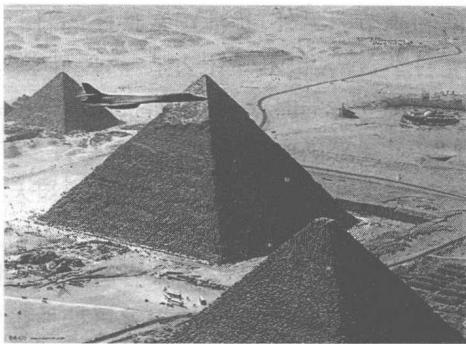


图 1-3 金字塔

古埃及人为确定尼罗河水上涨的时间,掌握好播种的时机,创造出了精巧的历法。他们发现,当天空最亮的恒星——天狼星在黎明日出前出现在东方低低的天空中,然后又随日出渐渐隐去时(这叫“偕日升”),尼罗河水就开始上涨。因此,可于黎明前在东天及时寻找天狼星来确定河水泛滥的日子,以做好农事活动的准备。由此他们逐渐确定了一年的长度,并将其分为泛滥、播种、收获三个季节。古埃及人的一年分 12 个月,每月 30 天,12 月的末尾再加上 5 天节日,共 365 天,这是现在我们使用的“公历”的前身。天狼星沿用至今的专名是“西里乌斯”(Sirius),天狼星偕日升时,正是炎热夏季的开始,埃及人认为这是天狼星的青白光与太阳光叠在一起造成的,Sirius 就是“烧焦”的意思。天狼星在尼罗河水泛滥前的黎明升起,古埃及人由此想到是天狼星引起了尼罗河水泛滥也是合乎情理的,这促使了星占学的产生。

古埃及人已经会划分更小的时间单位,他们把昼和夜各分为 12 时,当然这个时的长度是随季节变化的,夏天的白天 1 小时很长,夜晚 1 小时则很短,到冬天又颠倒了过来。为了计量这人为划分的时间,古埃及人发明了漏壶,因为水流出后水位逐渐降低,流速会减慢,他们把漏壶设计成上大下小的形状,可以使水位降低的速度变成均匀的。

古埃及人的宇宙图像比较原始,一直到古埃及文明的后期,他们仍然是持这种观念:大地是平坦的,群山环抱,中间是海——地中海,周围的群山顶部有柱子支撑着天穹,星星像吊灯一样挂在天穹下。

十二星座的“发源地”——巴比伦

美索不达米亚平原位于今天的伊拉克境内,又称两河(幼发拉底河和底格里斯河)流域。由于两河每年泛滥沉淀,这里也是一块极其富庶的土地。与埃及不同的是,这里比较干旱,所以当地人很早就建立了灌溉网。从公元前 19 世纪起,

两河流域就出现了高度的文明,由于其地理环境无遮无拦,不断被外族入侵和统治,但其文明却一直被继承和延续。在尼尼微的废墟中发现的石碑,有发生于公元前一二千年(亚述人统治时期)的日食、月食记录和行星的运行记录。

巴比伦人在泥版上用楔形文字为我们留下了大量宝贵的天文史料(图 1-4)。巴比伦人很重视观测天体的运动,他们创造了将一周天分为 360 度的划分法,以及度以下分为分、秒的 60 退位制,被西方天文学的主流继承,一直沿用至今。他们的历法与中国的农历很相似,以朔望月为 1 个月,1 年 12 个月,然后每几年插入 1 个月,使该年有了 13 个月,以便与回归年合拍。后来他们发现,在 19 年中插入 7 个月最为合拍,这一规则与中国农历的“19 年 7 闰”不谋而合。他们还有一件被现代天文学家经常提起的贡献——发现了“沙罗周期”,即日、月食发生后 18 年 11 天又 8 小时又会重复出现(“沙罗”即重复的意思)。

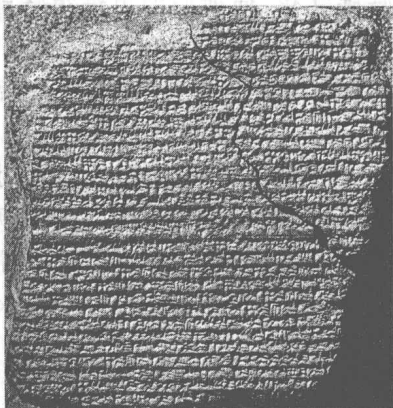


图 1-4 现存巴比伦人记载彗星出现的泥版,经考证,此彗星即哈雷彗星

巴比伦人将天空的许多亮星连成一个个的图案,称为“星座”。不过那时的星座远不完备,最早定型的是迦勒底人提出来的“黄道十二宫”。由于太阳、月亮、五大行星都在黄道附近运行,迦勒底人把黄道划分成 12 等份(每份相当于 30°),各用所在的一个星座命名,这些星座就称为黄道星座或黄道十二宫。十二宫开始只是为了计量时间,相当于把一年划成 12 段,在每段时间里太阳进入一个星座。后来才发展到一个人出生时太阳正走到哪个星座,就说此人是这个星座的,然后又给各星座的人赋予了不同的性格和命运。在公元前 1000 年前后,大约已有了 30 个星座名,它们都成了西方星座的最早源头。

迦勒底人认为,大地中央是高山和大陆,四周是海洋,天穹是巨大半球,浮在大海上,天穹上住着神灵,太阳在天上、地下运行时都有专用通道。

超越时间——印度、玛雅和巨石阵

东方的另一个文明发祥地是印度,在公元前 10 世纪的吠陀前期开始,印度人就创制了阴阳历:他们以太阳视运动为依据,把一年定为 360 天,又按月亮的圆缺变化,定一个月为 30 天。显然,这样的历法有些粗糙。他们将黄道分成 27 等份,称“纳沙特拉”,意为“月站”,用以度量太阳、月亮的运动。他们的宇宙结构很特别,认为大地由四头大象驮着,大象则站在龟背上。佛教盛行后,认为须弥山在中

央,日月绕须弥山运动,不落在地下,这与中国盖天说有些类似。(图 1-5)

印度次大陆的封闭环境产生了印度的特殊文化,使他们的思维很特别。比如,印度上古文献全无年代记载,现在要确切地断代极其困难,因为印度人几乎没有时间观念,他们认为超越时间是高贵的。他们只关心宇宙的“时”,不注重人间的时,认为遵守时间、按时赴约是不成熟的表现。据说,过去印度人约会经常迟到 1 小时甚至 10 小时,现在仍视火车晚点为正常,火车可等人,甚至可以招手停。

提起史前的天文遗迹,不能不提到位于英格兰的古代巨石阵(图 1-6)。巨石阵是一处奇特而神秘的古代遗迹,可能建于公元前 2300 年左右。它不在东方的文明发祥地附近,而是位于当时属于蛮荒地带的欧洲西北边隅的大不列颠岛。考古学家认为巨石阵是岛上的先民为观测和标志天体升落方位而建的,比如,巨石阵主轴方向的台阶就正对着夏至日出方位,另一处则对着冬至日落方位。据研究,有的石块和坑穴可以用来预报日食、月食。小规模的巨石阵在英国还有多处。

有的文明,年代不一定很古,但也代表着较早期的文明,需在这里提及。最典型的是中美洲的玛雅文明。玛雅文明曾繁荣于墨西哥南部、危地马拉一带,在公元 3—9 世纪达到鼎盛。他们在 16 世纪西班牙人到达美洲之前,从来没有与旧大陆接触过,但其掌握的天文知识令人惊叹。玛雅人遗留的太阳金字塔和若干庙宇,实际是一组天文观测台,从金字塔顶向东方的庙宇望去,就是春分、秋分的日出方向,而夏至、冬至的日出方向,也都各有一座庙宇作为标志(图 1-7)。



图 1-5 印度时代佛教的宇宙观(我国唐代大慈恩寺制存)



图 1-6 位于英格兰南部威尔特郡索尔兹伯里平原的巨石阵



图 1-7 现存的玛雅人古天文台