

The History of Astronomy

丛书主编 / 江晓原

走近科学史丛书

天文学的历史

钮卫星 著



The **History**
_____ of Astronomy

丛书主编 / 江晓原

走近科学史丛书

天文学的历史

.....

钮卫星 著

图书在版编目 (CIP) 数据

天文学的历史 / 钮卫星著. --南京: 江苏人民出版社, 2013.6

(走进科学史丛书)

ISBN 978-7-214-09759-0

I. ①天… II. ①钮… 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 (2013) 第142984号

书 名	天文学的历史
著 者	钮卫星
责任编辑	汪意云
出版发行	凤凰出版传媒股份有限公司 江苏人民出版社 (南京市湖南路1号A楼 邮编 210009)
出版社网址	http://www.jspph.com http://jspph.taobao.com
经 销	凤凰出版传媒股份有限公司
照 排	江苏凤凰制版有限公司
印 刷 者	江苏凤凰新华印务有限公司
开 本	718毫米×1000毫米 1/16
印 张	10
字 数	160千字
版 次	2013年10月第1版 2013年10月第1次印刷
标准书号	ISBN 978-7-214-09759-0
定 价	35.00元

(江苏人民出版社图书凡印装错误可向承印厂调换)

传统的“科普”概念，在18、19世纪曾经呈现过不少令科学家陶醉的图景。

那时会有贵妇人盛装打扮后，在夏夜坐在后花园的石凳上，虔诚地聆听天文学家指着星空向她们普及天文知识。那时拉普拉斯侯爵为他的“受过良好教育的”读者写了《宇宙体系论》这样主题宏大的科普著作，大受欢迎，他去世时已经修订到第六版，其中新增加的七个附录中居然有两个和中国有关（一个是关于中国古代“周公测影”的数据，一个涉及元代郭守敬测算的黄赤交角数值）。

至少在19世纪，衣冠楚楚的听众还会坐在演讲厅里，聆听科学家面向公众的演讲。这样的场景让科学家感觉良好。在科学家和大众媒体的通力合作之下，营造出了科学和科学家高大、完美的形象，这种形象在很长时间里确实深入人心。

基于20世纪50年代之前中国公众受教育程度普遍低下的现实，在中国形成的传统“科普”概念，也是一幅类似的图景：广大公众对科学技术极其景仰，却又懂得很少，他们就像一群嗷嗷待哺的孩子，仰望着从天而降的伟大的科学家们，而科学家们则将科学知识“普及”（即“深入浅出地”、单向地灌输）给他们。这一很大程度上出于想象的图景，也曾在很大时间里让中国的科学家和“科普工作者”相当陶醉。

然而，上面这番图景，到今天早已时过境迁。

今天有些中老年人感慨“科普”盛况不再，常喜欢拿当年《十万个为什么》丛书如何畅销来说事，他们质问道：为什么我们今天的科普工作者不能再拿出那么优秀的作品来了呢？其实这种质问也是“伪问题”——因为当年的《十万个为什么》到底算不算“优秀”，是一个必须商榷的前提。事实上，如果将当年的《十万个为什么》和今天的同类书籍相比，后者信息更丰富，界面更亲切，早已经比《十万个为什么》进步许多。

而当年的《十万个为什么》之所以创造了销售“奇迹”，那是因为当时几乎没有任何同类作品，故《十万个为什么》客观上处于市场垄断的状态。其实这种特殊机制下的“奇迹”在改革开放之前并不罕见，例如，“文革”结束后最早恢复出版的科普杂志之一《天文爱好者》，也有过订阅量超过百万份的辉煌记录。而今天国内的科普类杂志，能有几万份的销量就可以傲视群伦了。

从更深的层次来思考，则另有两个非常重要的原因。

第一个是，在以往的一百年中，科学自己越来越远离公众。科学自身的发展使得分科越来越细，概念越来越抽象，结果越来越难以被公众理解。

第二个是，中国公众（至少是广大城镇居民）的受教育程度普遍提高，最基础的科学知识都已经在学校教育中获得，对以《十万个为什么》为代表的传统型科普作品的需求自然也就大大消减了。

所以基本上可以断言，传统“科普”概念已经过时——它需要被超越，需要被包容进一个涵义更广、层次更高的新理念之中。

这个新的理念何以名之？有几个不同的名称，目前都在被使用：“科学文化”、“科学传播”、“公众理解科学”、“科学文化传播”等等。

随着科学取得的成就越来越多，它从社会获取资源变得越来越容易，它自身也变得越来越傲慢。许多科学共同体的成员认为，科学不再需要得到公众的理解——它是那么深奥，反正一般公众也理解不了，广大纳税人只需乖乖将钱交给科学家用就行了。

对于这种局面的批评和反思，早在20世纪下半叶就在西方发达社会中出现了，并且在大众传媒中逐渐获得了相当大的话语权。这种让科学共同体的某些成员痛心疾首的现象，其实未尝不可以视为一种进步。今天，科学家既然已经接受纳税人的供养，他们当然有义务让纳税人——即广大公众——知道自己在干什么事？这些事有什么意义？这些事对公众和社会的福祉是有益还是有害？

在这个新理念中，科学知识固然应该得到准确同时又是通俗的讲解——如果公众需要这种讲解的话，但与此同时，科学技术与社会、文化、历史等方面的关系，包括科学技术的负面作用、科学技术在未来可能带来的灾祸，我们应该怎样看待科学技术等等，也都是重要的内容。这是一幅科学与公众双方相互尊重、相互影响的互动图景，它取代了以往那种“科学高高在上，公众嗷嗷待哺”的单向灌输（普及）的图景。

最后还有一点值得特别强调：如今任何一本优秀的科学文化书籍都不必讳言自

身的娱乐作用。如今“娱乐”对于科学来说不是耻辱，相反，应该是一件光荣的事情。因为随着公众受教育程度的持续提高，以及互联网带来的便捷信息，公众中已经极少有人会需要靠“科普”书籍去寻求工作、学习或生活中问题的解答。现在他们之所以愿意披阅一本与科学有关的书籍，经常是为了寻求娱乐——当然多半是智力上的娱乐。

这套《走近科学史丛书》，就是实践上述“科学文化”理念的新尝试。各位作者皆为科学史界卓有成就的名家，书中所谈，除了科学技术本身，也涉及与此有关的思想、哲学、历史、艺术，及至对科学技术的反思。这种内涵更广、层次更高的作品，以“科学文化”称之，无疑是最合适的。

前几年Discovery频道的负责人访华，当中国媒体记者问他“你们如何制作这样优秀的科普节目”时，该负责人立即纠正道：“我们制作的是娱乐节目。”仿此，如果《走近科学史丛书》的出版人被问道“你们为何要出版这套科普书籍”时，我建议他们也立即纠正道：“我们出版的是科学文化书籍。”

江晓原

目 录

Contents

第一章 天文学的萌芽 / 001

1. 一些基本天象 / 001
2. 天文学的实用性 / 003
3. 恒星的命名 / 004
4. 从星占学到天文学 / 008

第二章 古希腊天文学 / 009

1. 爱奥尼亚学派的宇宙学 / 009
2. 毕达哥拉斯学派的宇宙论 / 010
3. 柏拉图的“拯救现象”课题 / 012
4. 亚里士多德的宇宙 / 013
5. 欧多克斯的同心球理论 / 014
6. 希腊化时期的天文学 / 015
7. 托勒密和他的《至大论》 / 019

第三章 中国古代天文学 / 021

1. 官营传统两千年 / 021
2. 天文仪器和典籍 / 023
3. 历法的基本问题 / 027
4. 中国古代的宇宙学 / 030
5. 古代的中外天文学交流 / 032

第四章 阿拉伯世界的天文学 / 036

1. 阿拉伯天文学概况 / 037
2. 伊斯兰教的天文学课题 / 041
3. 伊斯兰天文台 / 044
4. 阿拉伯的行星天文学 / 047

Contents

第五章 哥白尼革命 / 050

1. 中世纪欧洲天文学 / 050
2. 哥白尼和他的《天体运行论》 / 052
3. 第谷的精密天文学 / 055
4. 开普勒和行星运动定律 / 058
5. 伽利略对哥白尼学说的支持 / 061
6. 笛卡尔的无限宇宙 / 066

第六章 牛顿建立的框架 / 069

1. 牛顿小传 / 069
2. 万有引力的发现 / 071
3. 牛顿力学的改造 / 075
4. “丢失”的行星 / 077
5. 算出来的行星 / 080

第七章 天体测量的进步 / 084

1. 望远镜的使用 / 085
2. 海上经度的测定 / 090
3. 恒星的位置变化与距离 / 094
4. 寻找恒星周年视差 / 096
5. 太阳系的更多细节 / 099

第八章 天体物理学的兴起 / 103

1. 新技术的使用和天文学的进步 / 103
2. 恒星分光观测和光谱分类 / 108
3. 赫罗图 / 110
4. 单颗恒星的物理学 / 113

第九章 从银河系到河外星系 / 117

1. 威廉·赫歇尔的“银河系”和“星云天文学” / 117
2. 星云的漩涡结构和分光观测 / 121
3. 勒维特的“周光关系”和沙普利的“量天尺” / 123
4. 哈勃的探索 / 127
5. 太大的银河系 / 128
6. 星系红移和现代宇宙学 / 131

第十章 尾声：人类的宇宙生存 / 137

后 记 / 149

第一章 天文学的萌芽

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。

1. 一些基本天象

古人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;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、描述和解释构成了上古时期天文学的主要内容。



图1.1 郑州大河村仰韶文化的新石器时代遗址出土彩陶上描绘太阳及其光芒的图案。

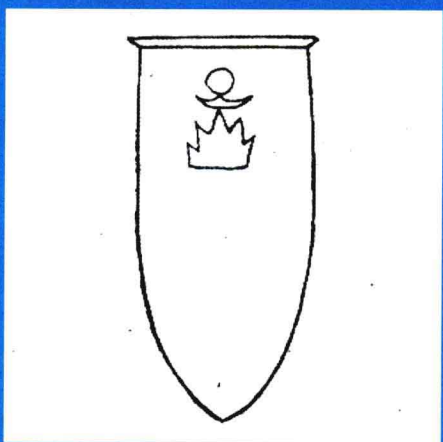


图1.2 山东大汶口文化遗址出土的距今约4500年的陶尊上反映日出的字符。

“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。太阳的周日视运动带来了昼夜

交替,是人们“日出而作、日入而息”的信号。



图1.3 日落景象, 2012年7月27日作者拍摄于希腊圣托里尼岛伊奥镇。

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,他们认识到这种寒暑变化与一些特征天象联系在一起,如“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。”

月亮在夜空中是最明亮的天体,它被太阳照亮的部分呈现一种周期性变化,这就是月相变化。先民们很早就利用月相变化来计量日子。中国古代大约在西周早期以前,以新月初见在西方天空作为一个月的开始,当时把这个月相命名为“朏”。大约在春秋以后,一个月的第一天改从朔开



图1.5 朏

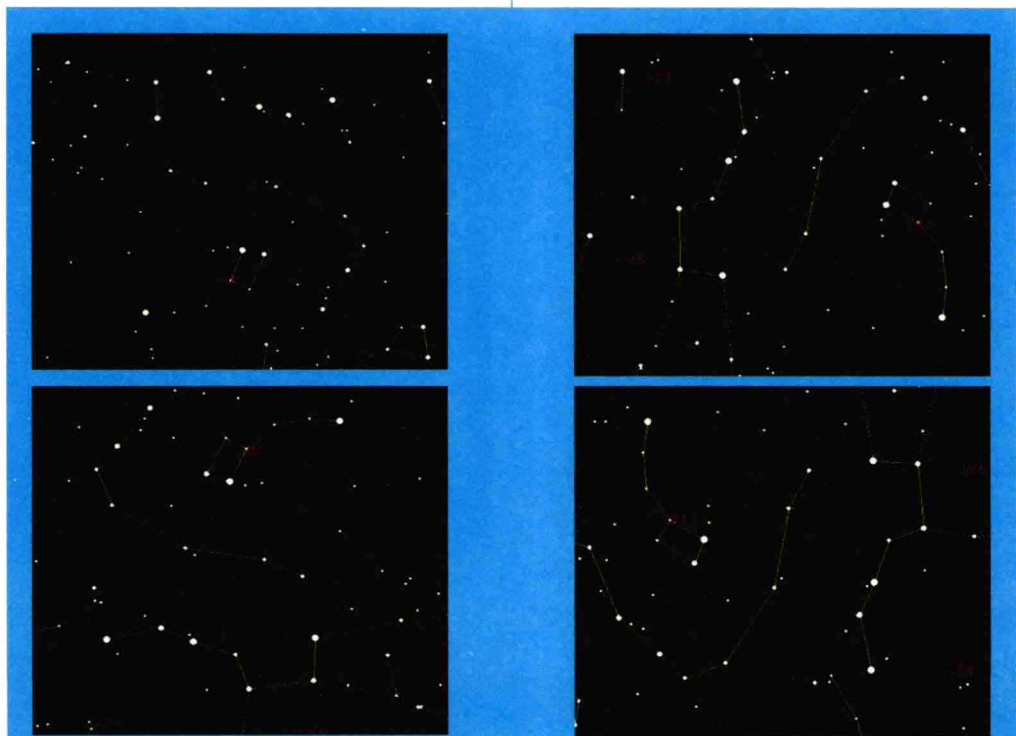


图1.4 春(上左)、夏(上右)、秋(下左)、冬(下右)四季北斗柄指向示意图,需要注意的是,观测时间是在黄昏时刻。

始。两河流域地区的古巴比伦文明则一直以新月初见作为月的开始,这一点被后来的伊斯兰历法继承。

天空中还有一些偶发的天象也引起古人的关注,譬如彗星、流星等。在长沙马王堆汉墓出土的《彗星占》(168BC)中就会绘有形态十分丰富的彗星图。

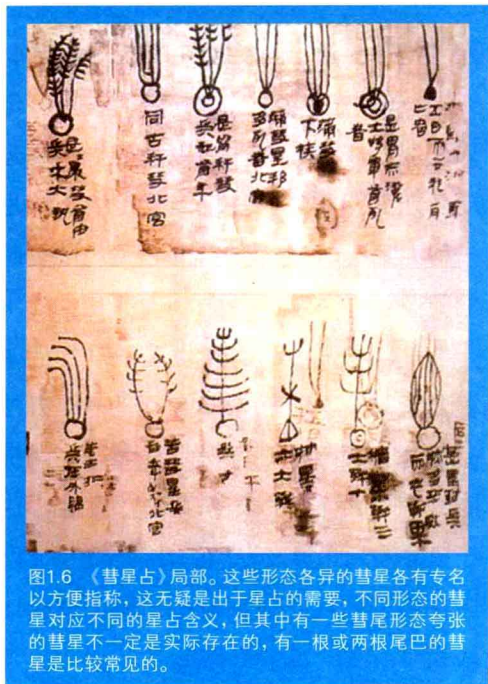


图1.6 《彗星占》局部。这些形态各异的彗星各有专名以便指称,这无疑是由于星占的需要,不同形态的彗星对应不同的星占含义,但其中有一些彗星形态夸张的彗星不一定是实际存在的,有一根或两根尾巴的彗星是比较常见的。

从以上几个例子可知,先民们不管是出于什么目的,对天空中的一举一动都密切注视并记录着。在长期的观察积累之后,古人完成了对一些基本天象的认识,并对一些基本天象的规律有了初步的把握。

2. 天文学的实用性

追求隐藏在天文现象背后的抽象规律,还不是上古时期天文学的主要目的。古人通过对一些基本天文现象的认识和规律性的把握,掌握了一些基本的天文技能,来帮助他们创造更好的生存环境。这些实用的天文技能包括辨方向、定季节、定时辰等。

能准确地确定方向,显然是一种很重要的生存手段。在建造房屋的时候可以朝向正确的方向获得最好的采光,在迷路的时候可以找到正确的前进方向。

古人通过“白天望日、夜晚观星”的方法来辨别方向。《周礼·考工记》对此就有记载。

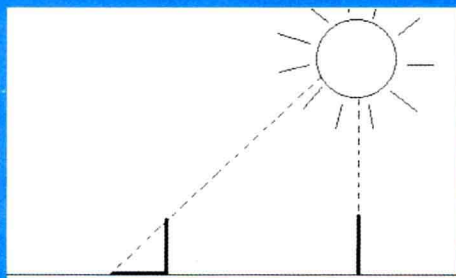
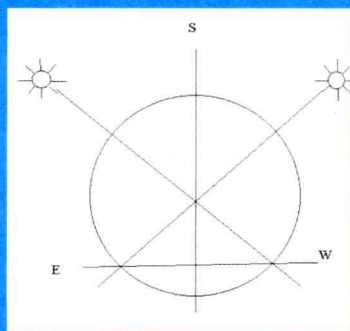


图1.7 《周礼·考工记》“识日出之景与日入之景”(左上)与“参诸日中之景”(右上)以确定方向的示意图。

一般认为《考工记》的成书在春秋末、战国初，但书中描述的这种天文技能应该在更早的时候就为古人所掌握。从殷墟发掘出来的房屋基址的朝向来看，大多朝向正确的南方或东方，说明当时应该已经掌握了确定方向的手段。

“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。先民们通过长期观察，总结出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。

在《尚书·尧典》中就描述了中国古代很典型的观察昏中星确定季节的方法。黄昏时分，观察正南方的恒星，出现的如果是“鸟”星，那么就是春分了。如果分别是大“火”星、“虚”星和“昴”星，那么分别是夏至、秋分和冬至了。在被认为是中国现存最早一部描述天象与物候对应关系的古籍《夏小正》中，有关的记述更为详细。《夏小正》相传是夏代的历法，但有学者认为它成书于战国时代。

利用一年中日出、日没方位的不同也可用来确定季节。譬如，利用天然的或人工建造的标志，来确认太阳在不同日子的出没方位，就有助于人们来确定季节。

在古埃及，每当尼罗河开始泛滥时，天狼星会在清晨东方的晨曦中熠熠闪光，这个天象被叫做天狼星的偕日升。古埃及人便把天狼星的偕日升作为一年的开始。经过长期的观测，埃及人确定两次天狼星偕日升的时间间隔大约为365.25天。埃及

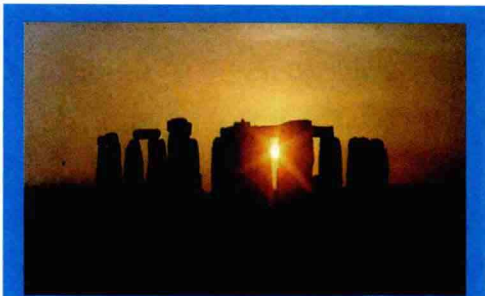


图1.8 英国南部威尔特郡的巨石阵 (Stonehenge)，据学者们研究，观测太阳从哪两块巨石之间升起，就可以判断到了什么季节。

人以此为基础，建立了他们的历法。以365天为一年，一年分12个月，每月有30天，年末外加5天假期。这种只以太阳周年视运动周期即回归年为基础而制定的历法是一种纯阳历，也是现在全世界通行的公历的前身。

确定一天中的时辰也是日常生活中很要紧的一项事务。古人常用的一个办法就是通过观测日影来确定时辰。利用日影的移动来计时的仪器，叫做“日晷”。由于日晷的制作涉及专门的几何学知识，所以在中国古代比较精确的日晷出现得比较晚。

3. 恒星的命名

由于天上恒星的相对位置和亮度看起来经久不变，人们容易对它们进行辨认，为了便于描述和指称，对恒星进行命名是必要的。

起先，人们对恒星命名时往往借用身边熟悉的事物，如斛、臼、定、车、船、箕、斗之类的生活用具；弧矢、毕之类的猎具；鸡、狗、牛、狼等动物；织女、老人等人物。后来，帝座、太子、诸侯等帝王贵

在《灵宪》中记载的星官数和恒星数又比《汉书·天文志》增加很多。

自战国秦汉以后，天文星占之术大为流行，形成了许多流派，其中著名的有石氏、甘氏、巫咸等，它们各自都留下了记载恒星位置和名称的星经。在三国时代吴国太史令陈卓把石氏、甘氏、巫咸三家星官并同存异，综合编成了一份具有283官、1464星的星表，并为之绘制了星图。

为了方便记忆，人们把星官和恒星名称编写成韵文、诗歌的形式。早期的作品有北魏张渊的《观象赋》、隋李播的《天文大象赋》等，到《步天歌》的出现，可谓集此类作品之大成。《步天歌》一般被认为是唐王希明所作，用七言韵文介绍陈卓所总结的283官1464星，并配有星图。

《步天歌》对于辨认和记忆全天星斗来说是一种很好的参考手册。然而《步天

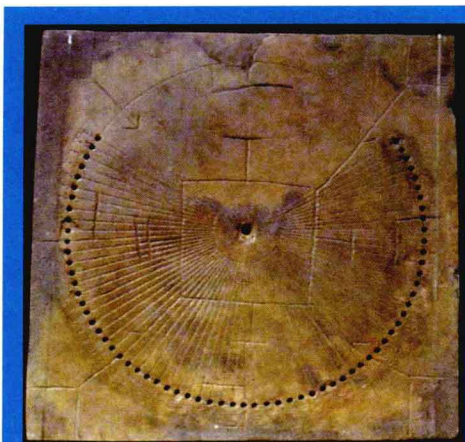


图1.9 现存最早的中国汉代日晷：托克托日晷（现藏中国历史博物馆）。1897年出土于内蒙古托克托县，此晷以方形致密泥质大理石制成，边长27.4厘米，厚3.5厘米。晷面中央为直径1厘米的圆孔，但并不穿透。以中央孔为圆心刻出两个同心圆，内圆与外圆之间刻有69条辐射线。辐射线与外圆的交点上钻有小孔，孔外刻有1—69的数字。各辐射线间的夹角相等，如果把未刻线的剩余晷面补足，将把圆周均分为100份。

族；尚书、三公、将军等文武官职；周、晋、秦、楚等列国名称；羽林、华盖等帝王侍卫和日用器物都被搬上了星空。中国古人命名星空的原则大体上就是把人间万物投影到天上。

在给恒星命名的同时，人们为了观测和记忆方便，把恒星划分成不同的星群，各星群星数多寡不等，多到几十颗，少到只有一颗，这样的星群，在中国古代叫做星官。

在保存下来的先秦文献中载有星官数38个，包括恒星200余颗。司马迁著的《史记·天官书》是最早系统描述全天星官的天文著作。《史记·天官书》共载有92个星官，约500余颗恒星，这些星官名称在以后的天文著作中大部分被沿用下来。《汉书·天文志》载有118个星官，783颗恒星，比《史记·天官书》中所载多了不少。张衡

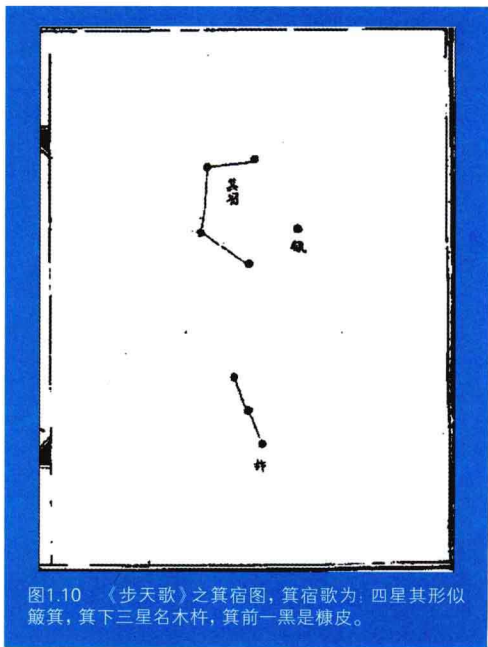


图1.10 《步天歌》之箕宿图，箕宿歌为：四星其形似簸箕，箕下三星名木杵，箕前一黑是糠皮。

歌》在中国古代天文学史上能产生重要影响的原因更在于它首次明确地把可观测到的全部天空分作31个大区，即在后世一直流传的三垣二十八宿分区法。

不同的文明对星空的命名和划分，无疑都反映了各自的历史和文化。现在全世界通行的全天星座命名和划分体系始于

几千年前的两河流域和埃及地区。约公元前3000年左右，古巴比伦人把较亮的恒星划分成若干星座，后来为希腊和罗马人进一步发展。希腊人主要以神话中的人物或动物为星座命名。到公元2世纪，北天星座名称已基本确定。公元17世纪，随着地理大发现的推进和环球航行的成功，海员们观测到了在北半球不能看到的南天恒星，南天共有48个星座获得命名并逐渐确定下来。1841年英国天文学家约翰·赫歇尔提出星座界线，以赤经线和赤纬线划分。1928年，国际天文学联合会（IAU）公布了88个星座方案。

全天88个星座中有12个星座是太阳、月亮和五大行星经常穿行其间的，这12个星座正好绕天一周，它们依次是白羊座、



图1.11 敦煌星图乙种，今藏甘肃敦煌县文化馆。长299.5厘米，宽31厘米，正面抄唐代地志，背面残存紫微垣星图一幅，其后为占云气书一卷，抄写年代约在晚唐五代时期。



图1.12 星座是这样“凑成”的：猎户座。

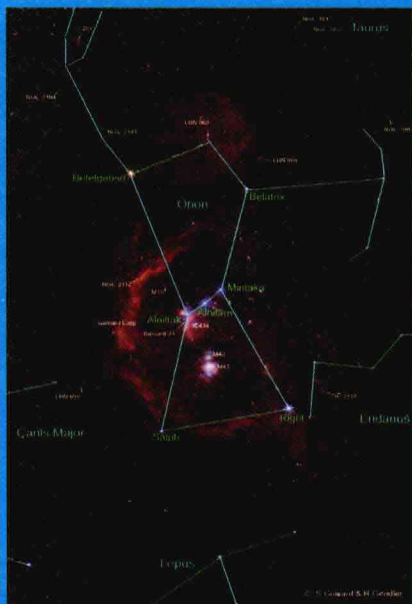




图1.13 太阳、行星、黄道和黄道星座示意图。

金牛座、双子座、巨蟹座、狮子座、处女座、天秤座、天蝎座、人马座、摩羯座、宝瓶座和双鱼座。以地球为中心，太阳环绕地球一周所经过的视轨迹被称为“黄道”。黄道穿越上述12个星座，因此它们被称为黄道12星座。

实际上古巴比伦人早就对这些黄道星座十分关注了，他们利用12星座作为参照

来描述日月行星的运行，为了方便，又把黄道分成12等份，每等份30度，为一宫，太阳每月行经1宫。黄道12宫的命名与黄道12星座相同。



图1.14 公元前1100年左右美索不达米亚一块界石上的黄道星座图形。

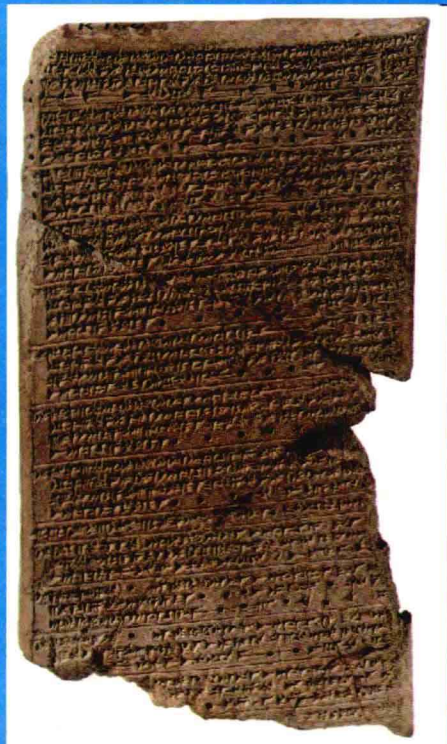


图1.15 公元前17世纪一块记录金星动态的巴比伦泥板文书。

4. 从星占学到天文学

生活在不同古代文明的人们，对于预知自己的命运都有一种天然的兴趣，为此而发展起各种各样的命运占卜体系。譬如烧灼一片龟甲、撒一把竹签、扶箕、扔一把铜钱、察看掌纹、洗扑克牌、数流星等等，不一而足，总起来说就是把命运的预测诉诸偶然的現象。

其中有一种特别的占卜方式是利用天上出现的偶然现象来对人间的事务和个人的命运进行预测，这就是星占。现在看来，最早从事这种星占活动的是古巴比伦人。古巴比伦人认为天体都是神，它们能够影响甚至主宰人间的事情。所以他们对天体的观测和对天象的预测，是出于对自己命运进行预测的考虑。

在古巴比伦有一群专门从事观天的人员，他们关注着天上的一举一动，当他们发现不同寻常的天象时，认为这是上天发出的一个信号或者说征兆。征兆所预示的灾祸有可能通过举行适当的仪式而得到避免。经过数十代专职观天者们的观察、记录 and 解释，积累起了相当可观的天象记录 and 对应解释。后来者把对征兆的解释编撰成册，形成了一系列占辞表，这些表都以Enuma Anu Enlil字样开头，因此这些占辞集合被叫做Enuma集合。

Enuma集合收集了长达七个世纪之久的各类征兆，细心的星占学家不难发现有些征兆会频繁地重复出现，于是他们从原本被认为是偶然的天文现象中认出了固定不变的规则，太阳、月亮和诸行星运行的周期——也就是规律——逐渐被识别出来并确定下来。

通过所掌握的规律，星占学家有能力对太阳、月亮和行星未来某个时刻的位置进行预推。公元前700年左右，两河流域和巴比伦的统治民族亚述人留下了对天象的数学描述和系统记录。到公元前的最后三个世纪里，即巴比伦的塞琉古时期，有更为丰富的天文泥版文书保存下来。这些泥板文书主要分为两类，一类是星历表文书，这类文书给出天体在不同时刻所在的位置；另一类是程式文书，这类文书说明如何计算星历表。假如抛开其星占目的不论，这些泥板文书中所反映的对天体运动规律的探索，已非常接近于现代天文学的类似探索了。

就这样，一种颇具现代形态的天文学研究形式在古巴比伦星占学家们的星占实践活动中萌发出来，而在其他不同古代文明当中或多或少也都发生着类似的过程。

第二章 古希腊天文学

希腊文明始于爱琴海的两岸和岛屿。该海域西接希腊半岛，东连小亚细亚。其中小亚细亚沿海地区和附近岛屿被称作爱奥尼亚。该地区经济繁荣，贸易发达，民风好辩，崇尚理性。毗邻古老、富裕和成熟的两河流域与埃及文明，又让爱奥尼亚具备了得天独厚的便利条件，能够就近汲取这两个中东文明的丰富知识营养，从

而让希腊文明站在了很高的起点上。

1. 爱奥尼亚学派的宇宙学

古巴比伦和古埃及乃至古印度等中东和远东民族一般只从实用或神秘的目的出发观测天象；他们只描述观测结果，再附会上神话传说。米利都的泰勒斯（约624—546BC）则不同，他断言万物源于



图2.1 早期希腊文明的范围。