

J I A N M I N G T I A N W E N X U E



简明天文学
Jianming
TIANWENXUE
贾 荷 陵 编

山东人民出版社

简
明

贾荷陵 编著

天 文 学

图书在版编目 (CIP) 数据

简明天文学/贾荷陵编著. —济南: 山东人民出版社,
2005.8

ISBN 7-209-03830-2

I. 简... II. 贾... III. 天文学—普及读物
IV.. P1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 101770 号

山东人民出版社出版发行

(社址: 济南经九路胜利大街 39 号 邮政编码: 250001)

<http://www.sd-book.com.cn>

新华书店经销 莱芜市华立印务有限公司印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 10 印张 4 插页 160 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—4000 定价: 18.00 元



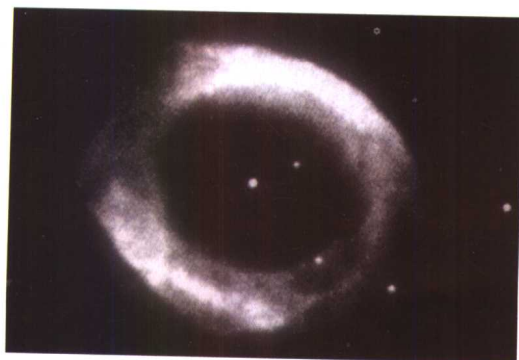
彩图一 圭表、日晷、浑仪



彩图二 1975 年天鹅星新星爆发前后照片



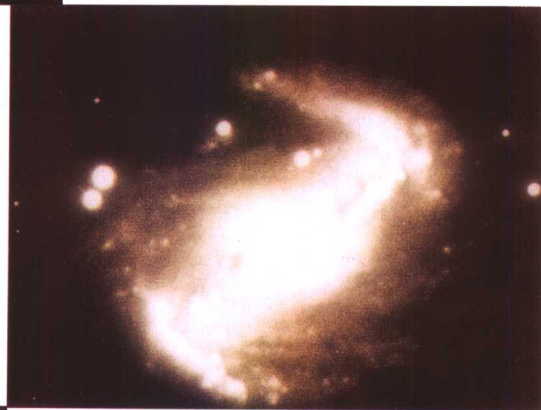
彩图三 蟹状星云



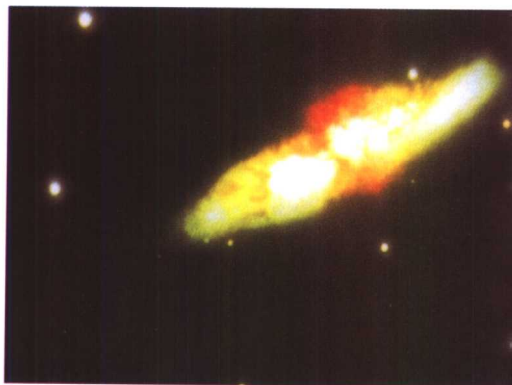
彩图四 宝瓶座行星状星云



彩图五 椭圆星系



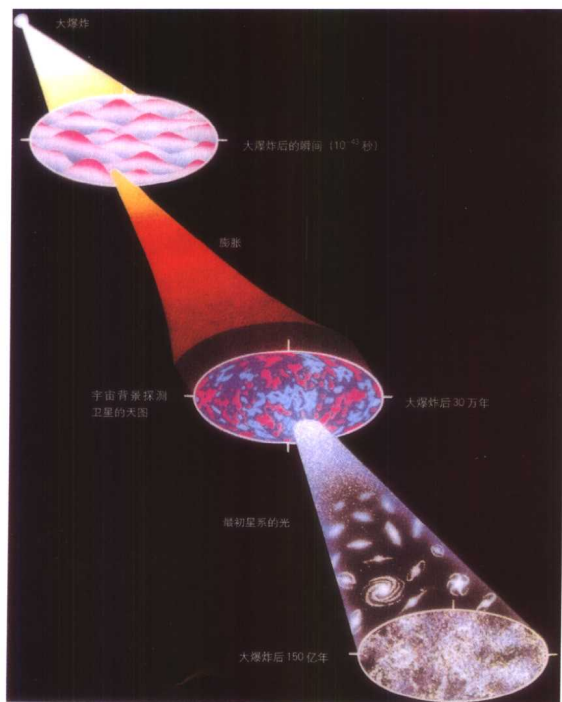
彩图六 棒旋星系



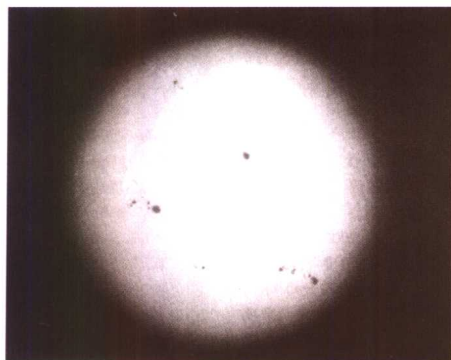
彩图七 不规则星系



彩图八 大小麦哲伦星系

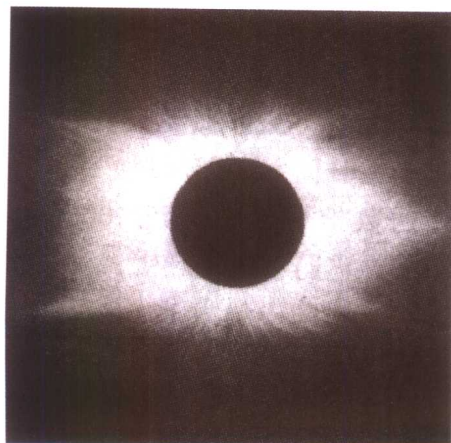
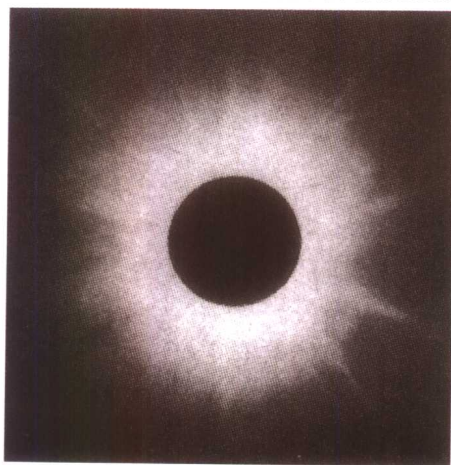


彩图九 大爆炸理论中的宇宙演化

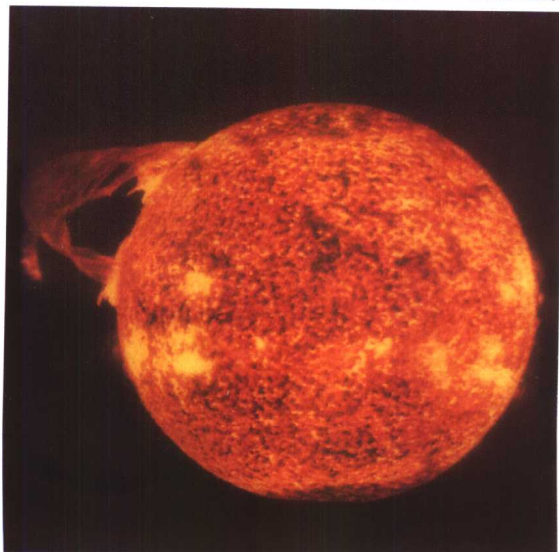


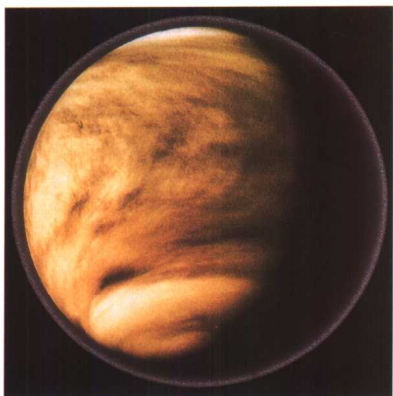
彩图十 太阳光球和黑子

彩图十二 不同形状的太阳日冕



彩图十一 太阳色球





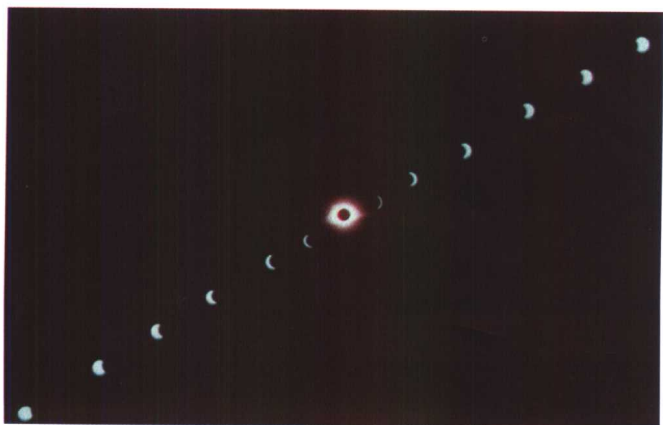
彩图十三 浓密的金星大气



彩图十四 亚利桑那陨石坑



彩图十五 月球正面与背面照片



彩图十六 1997年漠河日全食



前言

浩瀚星空,神秘宇宙,总是令人神往。普及天文学知识,对于提高人们科学素养,破除封建迷信有重要意义。

本书是作者在二十余年来《地球概论》课程教学基础上,根据近年来在高校为讲授《简明天文学》(公共选修课)课程的讲稿改编而成的,可以作为高校公共选修课教材。主要是从地球所处的宇宙环境角度,介绍了恒星和星系、太阳和太阳系、地球和地月系以及同人类生活密切相关的时间和历法等内容。作者力求以简明扼要的文字、流畅清新的语言将天文学基础知识展现在读者面前,并在一定程度上反映当代天文学发展的最新成果,使读者从中得到基本的天文学知识,了解天文学的发展,进而对天体、宇宙等产生浓厚的兴趣,树立科学的宇宙观。

本书也可作为中学地理教学的参考书。在我国目前进行的基础教育课程改革中,高中颁布了新的地理课程标准,不仅在必修模块中有“宇宙中的地球”部分,在选修部分也设置了“宇宙与地球”模块,极大地丰富了高中地理课程中有关天文学知识的内容。对于高中地理教师来说,如有一本不涉及艰深专业知识的基础天文学方面的书作为教学参考,将对教学有极大的帮助。

由于作者水平有限,错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

作者

2005 初夏



目 录

绪论	(1)
第一章 恒星和星系	(15)
第一节 恒星	(15)
一、天球和星座	(15)
二、恒星的概念及运动	(22)
三、恒星的距离	(24)
四、恒星的发光和光谱	(27)
五、恒星的亮度和光度	(28)
六、恒星的大小和质量	(31)
七、不同类型的恒星	(32)
八、恒星的演化	(37)
第二节 星系	(40)
一、星系的命名和分类	(40)
二、银河系和河外星系	(41)
三、宇宙的起源及演化	(45)
第二章 太阳和太阳系	(49)
第一节 太阳	(49)
一、太阳的距离、大小和质量	(49)
二、太阳的热量和能源	(51)
三、太阳的结构	(53)
四、太阳活动	(55)



第二节 太阳系	(58)
一、太阳系的发现	(59)
二、太阳系的组成	(69)
三、太阳系的结构和运动特征	(84)
四、太阳系的起源	(86)
第三章 地球和地月系	(91)
第一节 地球	(91)
一、地球的形状和大小	(91)
二、地球的结构	(96)
三、地球的运动	(103)
第二节 月球	(117)
一、月球概况	(117)
二、月球运动	(120)
三、月相变化	(123)
四、日食和月食	(125)
第四章 时间和历法	(133)
第一节 时间	(133)
一、时间计量的发展	(133)
二、时间的测定	(135)
三、各地的时间	(137)
四、不同时刻间的换算	(140)
第二节 历法	(143)
一、历法概述	(144)
二、太阴历	(145)
三、太阳历	(148)
四、阴阳历	(151)
参考资料	(155)



绪 论

天文学是自然科学的基础学科之一,它不仅有着悠久的历史、经久不衰的魅力,而且至今仍在蓬勃发展,是当代科学前沿阵地上活跃的一门学科。

伟大的波兰天文学家哥白尼有一句名言:“人类的天职在于勇于探索”。人类在文明史的道路上已经探索了几千年,如今,人类的思维和行动早已跨出了地球,尤其是现代人的视野大大开阔,人类的脚步已经登上月球,人类的探测器已经成功地登陆火星,人类的使者“旅行者”号飞船已经离开了太阳系,这一切都促使人们要更加深入地了解我们的地球与宇宙之间的关系,去探索浩淼宇宙中星辰的秘密。

天文学研究的大都是一些遥不可及的东西,不能用尺量,不能用秤称,更不能改变它们的条件,只能远远地观测,关于他们的知识全靠人们依据观测推理取得,为了认识它们动用了人类知识宝库中一切自然科学的成就,至今还在不断地探索 and 深化。

一、天文学的研究对象

天文学是研究宇宙中各种天体的科学,是研究它们的位置、分布、运动、形态、结构、物理状况、化学组成、相互关系以及起源演化的科学。

天体是地球大气以外的宇宙空间各种星体的通称。天体尺度



大小差别很大,大到月球、太阳、行星、恒星、银河系、河外星系以至整个宇宙,小到小行星、流星体以至分布在广袤宇宙空间中的大大小小尘埃粒子,天文学家把所有这些星星和物体统称为天体。

地球作为整体,是太阳系的一颗普通行星,也是一个天体,不过天文学只研究地球的总体性质而一般不讨论它的细节。另外,人造物体被发射到外层空间,称为人造天体,如人造卫星、宇宙飞船、空间站等人造飞行器的运动性质也属于天文学的研究范围。

根据这样的原则,空中的云彩、飞鸟、飞机等并不属于天体的范畴。落到地面的陨星,因为它们来自地球大气之外,也仍是天体。

按天体的存在形态可将天体分为聚集态天体、云雾状天体以及星际物质等类型。聚集态天体是物质以较高密度聚集在一起构成的各类星体,如各种恒星、行星、卫星等。云雾状天体是呈弥漫状散布于宇宙空间的星云。星际物质是弥漫于星际空间的极其稀薄的物质,包括星际气体和尘埃。肉眼或借助小型望远镜就可以看见的天体类型是恒星、星云、行星、卫星、流星体、彗星。其中恒星和星云是最基本的天体类型,它们拥有巨大的质量。

宇宙中的天体常常集聚成团,构成天体系统。在这种天体集团中,运动着的天体成员由于相互吸引而不断的相互绕转,这样的天体集团称为天体系统。

天体系统有不同的层次。如地球和绕其运动的月球,构成较低一级的天体系统——地月系;地球和其他行星一起绕太阳公转,构成较高级的天体系统——太阳系;太阳和其他的恒星等构成更高一级的天体系统——银河系;银河系和其他的星系又是更高一级天体系统的成员。

尽管这些天体或天体系统的尺度都是很大的,但总体上看,我们的宇宙是极其空旷的。如果把茫茫太空比作汪洋大海,那么各个天体就像大海中相距很远的小岛,天体系统就类似于相距很远



的岛群,这些天体或天体系统的大小与它们之间的距离相比,通常小的不可比拟。在这些天体和天体系统之间,是极其稀薄、广漠的宇宙空间。举例来说,如果把日地距离缩小为 1m,那么,太阳的直径约为 1cm,地球、水星、金星、火星等,要借助放大镜才能看清楚,冥王星则像一粒尘埃,在距离太阳 40m 远的地方绕太阳运行,然而,离太阳最近的那颗恒星,却远在 270km 以外。

根据天文学的发展和其研究的内容可将天文学分为天体测量学、天体力学和天体物理学三门分支学科。

天体测量学是天文学中发展最早的一个分支,它的主要内容是研究和测定各类天体的位置和运动,建立天球参考系等。

天体力学主要研究天体的相互作用、运动和形状,其中运动应包括天体的自转。早期的研究对象是太阳系天体,目前已扩展到恒星、星团和星系。牛顿万有引力定律和运动三定律的建立奠定了天体力学的基础,实际上可以说牛顿是天体力学的创始人。今天,我们可以准确地预报日食、月食等天象,和天体力学的发展是分不开的。

天体物理学是天文学中最年轻的一门分支学科,它运用物理学的技术、方法和理论,来研究各类天体的形态、结构、分布、化学组成、物理状态和性质以及它们的演化规律。18 世纪赫歇尔开创恒星天文学,可谓天体物理学的孕育时期。19 世纪中叶,随着天文观测技术的发展,天体物理学成为天文学一个独立的分支学科,并促使天文观测和研究不断作出新发现和新成果。就其研究内容来说,有太阳物理、太阳系物理、恒星物理、银河系天文、星系天文、宇宙化学、天体演化及宇宙学等;就其研究方法而言又可分为实测天体物理和理论天体物理。

二、天文学研究的意义

天文学研究具有重要的意义。从远古时期人类为了生存要了



解必备的天文学知识,到现代社会必须的时间历法的计量;从认识人类在宇宙中所处的地位,到搜寻地外文明的痕迹;从基础科学的发展,到尖端的宇宙探测,无一不需要天文学的研究。

(一)对基础学科发展的作用

天文学作为自然科学的基础学科,具有重要的科学意义,它不仅帮助人们逐步认识物质世界的客观规律,其研究成果推动了其他学科的发展,而且它提出的许多新的课题也常成为其他学科发展的巨大动力。

天文学与数学。天文学从一开始就与数学有着不可分割的联系。天文学家通过观测获得的资料需要用科学方法来处理,如记录天体的方位、计算天体的距离、测量地球的形状和大小等,都离不开数学的帮助,因而几乎过去所有的天文学家都同时是在数学上有所建树的数学家。反过来,天文学对数学的需要也常常成为推动数学发展的动力。

天文学与物理学。经典力学是物理学的一个重要组成部分,万有引力定律也是物理学的一个重要定律。而万有引力定律的发现和经典力学体系的建成,在很大程度上是为了说明太阳系天体的运动情况。牛顿当初研究万有引力时,首先就是用地球和月球来验证的,而十九世纪中期人类通过数学计算发现太阳系的第八颗大行星——海王星时,万有引力定律及一些力学理论才最终得到学术界的公认。

天文学和化学。天文学上的发现对化学的发展也曾起过作用。第一个惰性元素氦,首先是天文学家在太阳上发现的,氦的拉丁文原意正是“太阳元素”。化学家为了在地球上寻觅这种元素,才陆续地发现了其他一系列的惰性气体,从而深化了人类对元素本质的认识。

(二)天文学在日常生活中的应用

天文学中有许多内容直接关系到经济建设及人民生活,举例



如下：

1. 时间

人类需要准确的时间。早在原始社会，人们在劳动和生活过程中，头脑里逐渐产生了周期性和简单的数的概念，从传说中的“结绳记日”和“刻木记日”起，就有了日的概念。我国远在夏代（约公元前 21 世纪至公元前 16 世纪）就创立了立杆测影的方法，用来判别方向、测定时间和定一年四季。

随着科学技术的飞速发展，对时间服务工作要求越来越高，不仅要求的精度高，而且要求的方面广。比如，划定国界、大地测量、远洋航行、远程飞行、导弹和人造天体的发射与跟踪、研究原子内部结构、理论物理学中相对论的验证等等，都要有高精确度的时间参数。而这一切都离不开天文学的参与。从根本上说，准确的时刻来源于天文台。每个国家都有自己的时间服务机构。我国的时间服务机构是陕西天文台，它每日 24 小时向全国和全世界播发时号，其授时精确度优于 0.1 微秒。

2. 历法

人人离不开历法。简单的说，历法就是安排年月日的法则，但这里年、月、日的安排要依据天文上的季节变化周期、月相变化周期、昼夜交替周期。编订历法时，既要符合天象，又要符合人们的生活习惯，因为历法的一项重要作用是指导农业生产。所以中外历史上，各国统治者都把改革历法作为重大国事对待，否则，错误的历法会造成生产上的混乱。

3. 其他

日地关系。太阳是离我们最近的一颗恒星，它的光和热在几十亿年时间内哺育了地球上万物的成长，其中包括人类。太阳一旦发生剧烈活动，对地球上的气候、无线电通讯、宇航员的生活和工作等将会产生重大影响，天文学家责无旁贷地承担着对太阳活动的监测、预报工作。不仅如此，地球上发生的一些重大自然灾

害,比如地震、厄尔尼诺现象等,天文学家也在为之努力工作,并为防灾、减灾做出自己的贡献。

特殊天象的出现,比如日食、月食、流星雨等,现代天文学已可以作出预报,有的已可以作长期准确的预报。1999年3月9日我国漠河地区发生一次日全食,中央电视台为之作了2小时40分钟的观测实况转播,而严格安排转播时间表的关键就是天文学家对日食的准确预报。1994年彗星撞击木星引起世人的普遍关注,彗星会不会在某一天撞上地球而导致全球性灾难呢?天文学家正在密切关注这类事件发生的可能,并将会及早作出预报,提出相应的对策措施,地球上的人们完全不必为此担心。

以上只是举例来证明天文学和我们人类社会的关系,应该指出的是,天文学始终站在唯物主义与唯心主义、科学与伪科学、科学与迷信间斗争的最前列。一切唯心主义、反科学、伪科学的东西,总要拿“天”来吓唬老百姓,天文学家利用自身学科的优势对之进行了有力而又科学的批判,取得了很好的社会效应。“地球爆炸论”“宇宙末日说”等歪理邪说,在天文学的科学内容面前完全是不堪一击的“纸老虎”。

三、天文学的发展

(一)天文学的起源及古代天文学

天文学的起源可以追溯到人类文化的萌芽时代。远古时候,人们为了指示方向、确定时间和季节,很自然的就会观察太阳、月亮和星星在天空中的位置,找出它们随时间变化的规律,并在此基础上编制历法,用于生活和农牧业生产活动。从这一点上来说,天文学是最古老的自然科学学科之一,是为了适应人们生产和生活的需要,特别是农牧业的发展而诞生、发展、壮大的。

早期及古代天文学的内容就其本质来说就是天体测量学。

如古埃及人在长期的实践中发现了星空的变化与尼罗河泛滥



的关系。尼罗河是古埃及人的命根子,它定期泛滥既能带来农耕迫切需要的水和肥沃的淤泥,也给广大地区 and 人民带来洪涝灾害。通过长期的观察和研究,古埃及人就发现了星辰更替与季节变化的对应关系,把原先一年 360 日,改正为一年 365 日,这就是现今阳历的来源。古埃及人还运用正确的天文知识,在沙漠上建筑起硕大无朋的金字塔。耐人寻味的是,金字塔的四面都正确地指向东南西北。在没有罗盘的四五千年前的古代,方位能够定的如此准确,无疑是使用了天文测量的方法。

再如古希腊的天文学。古希腊人总结了许多世代以来天象观测的结果,概括了古代人们对天体运动的认识,建立了天球的概念,并力图建立一个统一的宇宙模型去解释天体的复杂运动。在公元 2 世纪,古希腊天文学家托勒密 (Ptolemy) 出版他的著作《天文学大成》,提出完整的“地心说”,在整个中世纪,这本书被人们奉为天文学知识的经典著作,在天文学界占据了一千多年的统治地位。

我国古代天文学。中国是世界上天文学起步最早、发展最快的国家之一,天文学和农学、医学和数学同为我国古代最发达的四门自然科学。公元 16 世纪前,天文学在欧洲的发展一直很缓慢,在从 2 世纪到 16 世纪的 1000 多年中,更是几乎处于停滞状态。在此期间,我国天文学得到了稳步的发展,取得了辉煌的成就。我国古代天文学的成就大体可归纳为三个方面,即:天象观察、仪器制作和编订历法。

天象观察。我国最早的天象观察,可以追溯到好几千年以前。无论是对太阳、月亮、行星、彗星、新星、恒星等天体,还是日食和月食、太阳黑子、日珥、流星雨等罕见天象,都有着悠久而丰富的记载,观察仔细、记录精确、描述详尽,其水平之高,达到了让今人惊讶的程度,这些记载至今仍具有很高的科学价值。如 1973 年在长沙马王堆汉墓中出土的彗星图,被认为是迄今发现的世界最古