

胡中为 编著

创建世界高水平大学项目资助教材

# 普通天文学

## General Astronomy

南京大学出版社



**图书在版编目(CIP)数据**

普通天文学/胡中为编著. —南京:南京大学出版社,  
2003. 12

ISBN 7-305-04155-6

I. 普... II. 胡... III. 天文学-高等学校-教材  
IV. P1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 083603 号

书 名 普通天文学  
编 著 者 胡中为  
出版发行 南京大学出版社  
社 址 南京市汉口路 22 号 邮编 210093  
电 话 025-3596923 025-3592317 传真 025-3686347  
网 址 <http://press.nju.edu.cn>  
电子邮件 [nupress1@public1.ptt.js.cn](mailto:nupress1@public1.ptt.js.cn)  
经 销 全国各地新华书店  
印 刷 丹阳市教育印刷厂  
开 本 787×960 1/16 印张 37 插页 3 字数 642 千  
版 次 2003 年 11 月第 1 版 2003 年 11 月第 1 次印刷  
印 数 1—2 000  
ISBN 7-305-04155-6/P·127  
定 价 68.00 元

---

\* 版权所有,侵权必究

\* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购图书  
销售部门联系调换

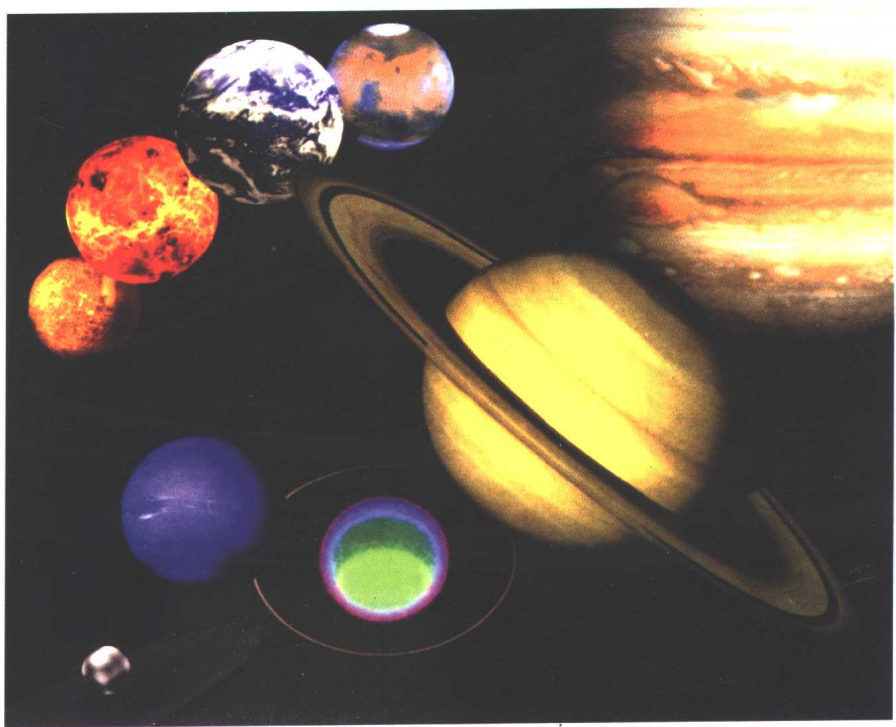


飞船拍摄的地球，白云缭绕，辽阔的蓝色海洋，高低的起伏大陆，绿色的森林植被，一目了然。上图中央是中国。



地球的北极光

太阳系的  
九大行星：自  
上左顺时针依  
次是水星、金  
星、地球、火  
星、木星、土  
星、天王星、  
海王星、冥王  
星

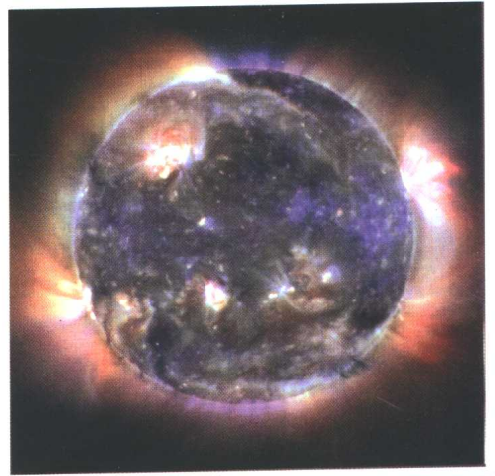


RAA38/06

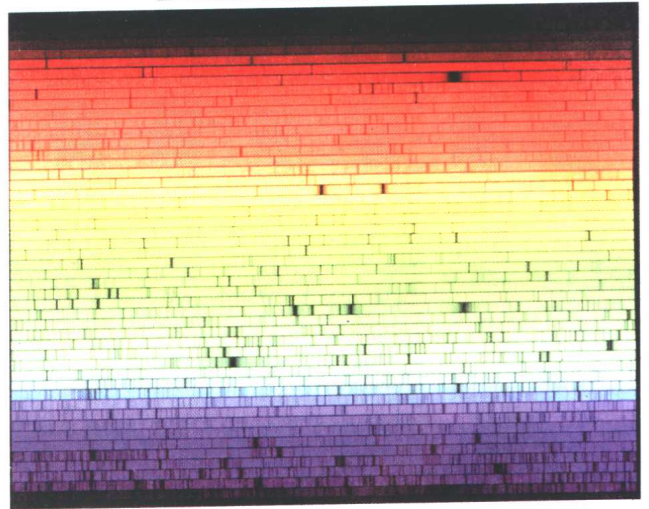


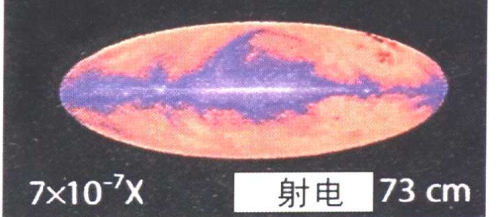
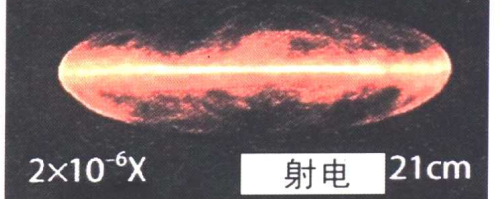
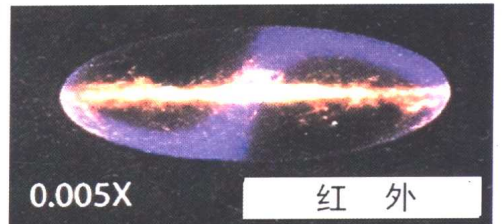
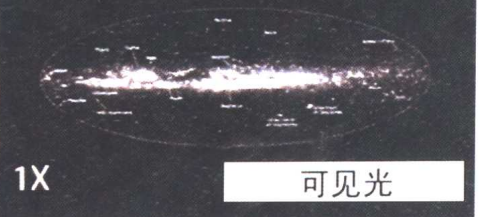
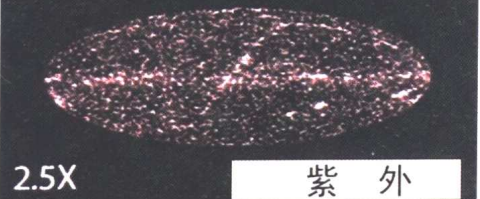
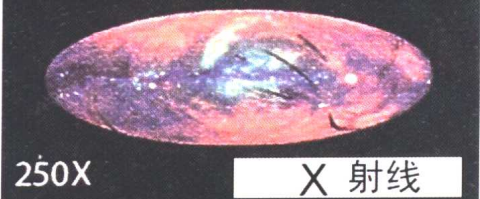
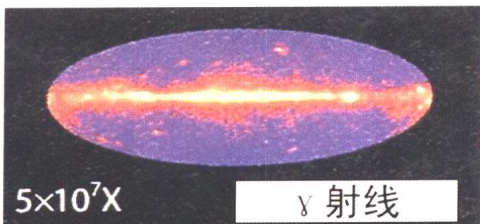
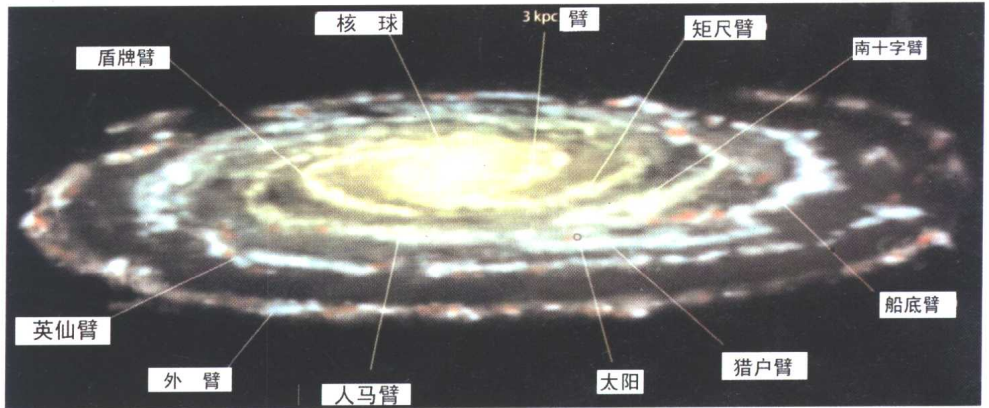
海尔-波普彗星,长彗尾从  
北斗前面扫过(林启生摄)

太阳的紫外(伪彩)像(SOHO飞船  
摄),活动(亮)区平行于赤道,等离子  
沿开放磁力线流出

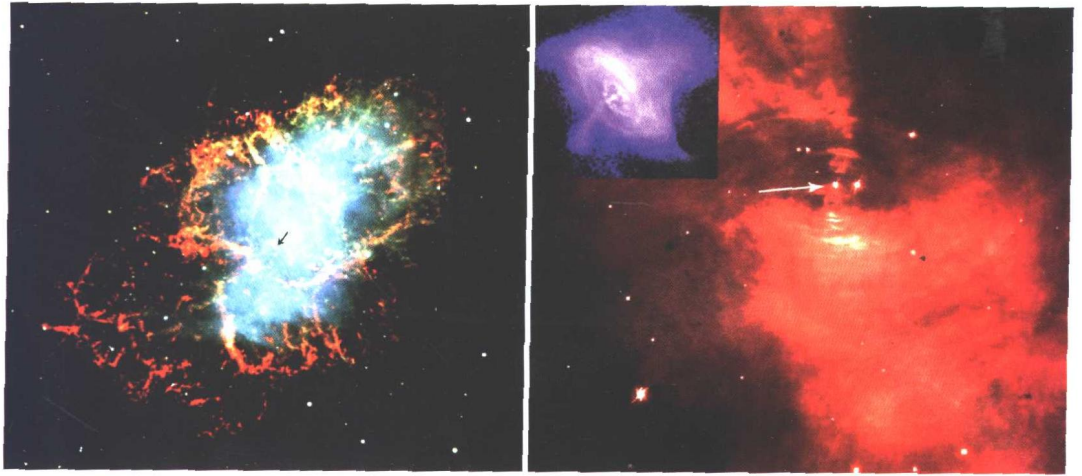


太阳的可见光光谱,波段  
4000 ~ 7000埃,每条50埃,波  
长向右、向上增加





银河系的多波段图像(下)及银盘结构示意图(上)



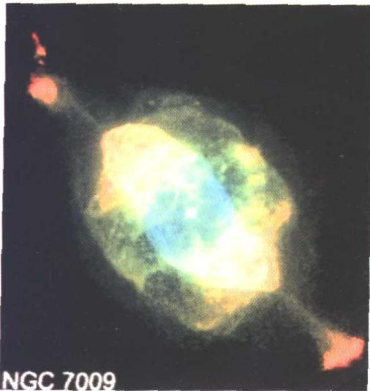
蟹状星云(左),哈勃太空望远镜所摄其中央部分显示脉冲星(箭头所指)和周围向外运动的气体(右)。该脉冲星的X射线像显示其赤道面气体盘和极向法喷流(小图)



M27



M57



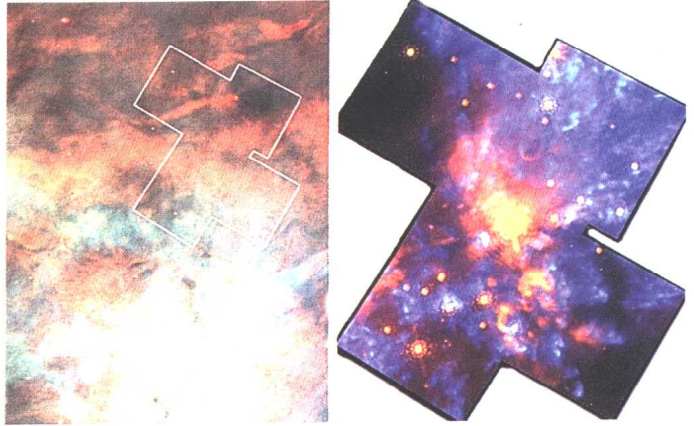
NGC 7009



Hubble 5

行星状星云

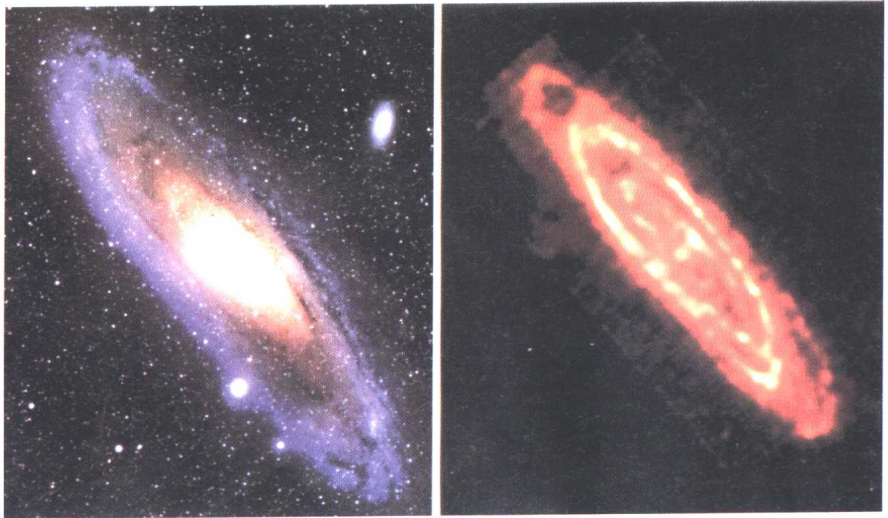
猎户星云局部小区放大显示出一些星隐藏在不规则尘-气云后面(左),哈勃太空望远镜所摄红外像显示一些暗红星(右)



鹰状星云(左), 恒星蒸发周围气尘而显示前方的三个多尘暗“指”, 放大“指”(右)尖显露球状体(EGGs, 恒星前身)或新生的恒星(箭头)

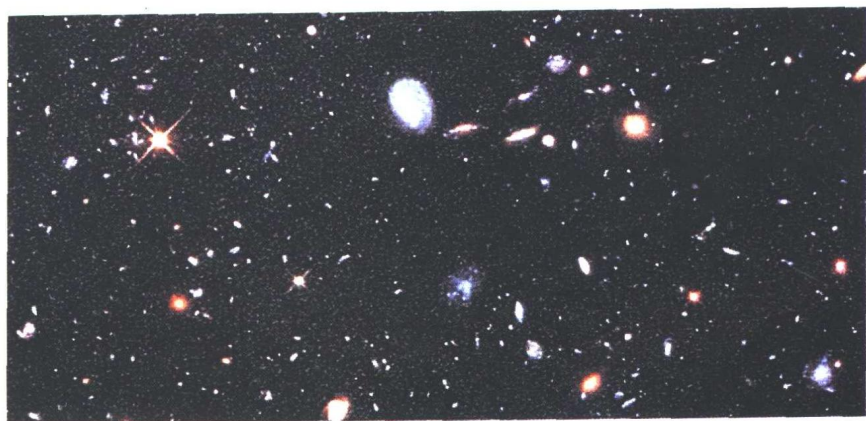


仙女星系的可见光像(左, 显示恒星分布)和红外像(右, 显示尘埃分布)

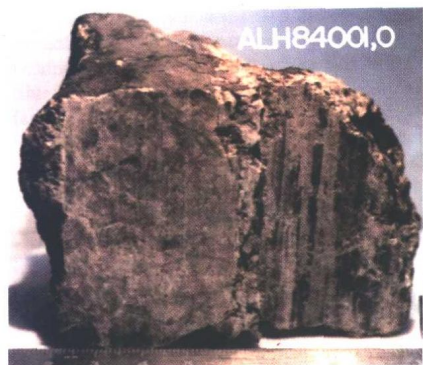




大熊座M82(=NGC3034)星  
暴星系,由于星系碰撞引起恒  
星突然迅速形成(星暴)



哈勃太空望  
远镜所摄的大熊  
座小天区(约半  
度)深空有众多  
星系



火星陨石  
ALH84001(左)及  
其内部类似于细  
菌化石的碳酸盐  
球(右,桔黄色颗  
粒).碳酸盐球的  
黑白边缘成分层  
化是生物活动产  
生的



# 序 言

日月经天，斗转星移，人类社会进入 21 世纪。“百年大计，教育为本”和“教育要面向现代化、面向世界、面向未来”已成为重要国策。天文学是探索宇宙奥秘的一门基础学科，它是从人类生活和生产需要而发源最早的学科之一，又总是走在不断发展的科学技术前沿。人类需要天文知识，正如清代学者顾炎武《日知录》所写“三代以上，人人皆知天文”。星空灿烂，天象奇妙，深的魅力，令人叹赏，激发情怀，去探索蕴涵的伟大哲理。我国古代诗人屈原写了《天问》：“遂古之初，谁传道之？上下未形，何由考之？……天何所沓？十二焉分？日月安属？列星安陈？（意思是：关于远古开头的情况，是谁传说下来的？天地未成形的情况，根据什么来考究呢？……天依托什么？十二辰是怎么划分的？日月依托在什么上？众星又陈列在什么上？）……路漫漫其修远兮，吾将上下而求索。”荀子在《天论》提出：“天行有常（即有一定规律性），不为尧存，不为桀亡。……不与天争职（即，不去做违背自然规律的事）。……夫日月之有蚀，风雨之不时，怪星之党见，是无世而不常有之……怪之，可也；而畏之，非也。……故错人而思天，则失万物之情（即，放弃人为的努力而指望天赐，那就违背万物之理了）。”柳宗元在《天对》中提出宇宙是元气（即物质）的、没有中心和边际、日月和众星都寄托于天、运动不息、太阳的升落是人跟太阳的方位改变（含有地动之义）等看法。意大利诗人但丁（Dante Aligheri）写道：“光荣的星辰，充满美德的光，我所有的一切才能，都是从你们来的……”伟大的物理学家爱因斯坦说，探索和理解神秘而和谐的自然界是他永恒的愿望。在数学、物理、化学、天文、地学、生物六大基础学科中，天文学不仅是先进的自然科学技术交汇，而且还跟社会科学文化艺术相融合。天文学的新发现和

新成果成为轰动社会的热门话题。天文知识不仅生动有趣、引人入胜,可以扩展和完善“科教兴国”人才的知识结构,而且有益于培养正确的宇宙观、认识论和方法论,提高素质修养,从而“崇尚科学,破除迷信”和“普及科学知识、传播科学思想、学习科学方法、培养科学精神”,迎接未来挑战。国内外的经验表明,普通天文学成为一般大学生素质教育的有益课程。

我国已故著名天文学家戴文赛教授不仅在培养专业天文人才,而且在普及天文知识、破除迷信、为非天文专业学生讲授普通天文学和天文科技活动作了卓越贡献,至今受到深切缅怀。但是,一段时期以来,我国天文学普及教育比较薄弱,不仅跟发达国家有很大差距,甚至不如一些发展中的国家。近年来,青少年渴求天文知识的愿望日益高涨,大学开设天文选修课很受欢迎。“面向 21 世纪(天文)教学内容和课程体系改革课题组”提出《普通天文学》教材招标要求是:面向非天文专业的大学本科生,作为素质教育用的教材;主要内容应包括大众所必须具备的天文知识,有助于建立正确的宇宙观,反映天文学最新的重要成就;只要求学生掌握高中的数学物理;有科学性、可读性、趣味性、系统性。经过投标,审定本书为“教育部面向 21 世纪教材”。

国内外已出版多种非天文专业的天文学教材,各有其侧重和特色,也有不足。由于天文学的对象和内容极其丰富又错综复杂,见仁见智,尤其是我国大学各类专业的中学基础课有差别,要做到既让文科学生感兴趣、能理解,又令理工科学生觉得开眼界、有收获,编写公认满意的《普通天文学》无疑是很困难的。根据笔者和同仁们多年从事天文教学,尤其非天文专业教学和科学普及经历,借鉴国内外近年的有关教材,力求在本教材中体现以下构想:

(1) 融素质教育和天文知识为一体,通过学习天文知识来培养正确的宇宙观、认识论、方法论。

(2) 由直观天文现象和公众必备天文知识入手,由浅入深,加强可读性和趣味性,适当地多用一些直观的图、表和照片。

(3) 在学习天文知识的同时,注意培养接受新知识和科学品格

及应用能力。除了主要内容部分外,增加一些简要预备知识和有趣的较深入问题,预备知识主要为文科学生阅读主要内容奠立必要的基础,对理工科学生也是“温故知新”,任课教师可以根据实际情况进行取舍。可少讲或不讲,补充问题供程度较高的学生自学参考。

(4) 文字力求精练,尽量不用数理推导,着重基本概念和知识及应用。选用最新资料。

(5) 内容应简而博,努力突出重点,“举一反三”。例如,重点讲解光学望远镜的结构和性能,只简单介绍其它波段望远镜及空间探测器;重点讲太阳和一般恒星的性质及著名的特殊星(超新星,脉冲星等),仅简介主要类型的变星和双星。以银河系和一般星系性质及星际分子、类星体等特殊星系为主。天体的演化以及地外生命等内容不作重点,仅简要介绍。

(6) 全书包括绪论和十二章内容。首先概述宇宙初步轮廓,接着简介星空、时间和历法、天体运动、天文观测工具知识,然后以天体各层次对象为纲,逐次较深入地叙述太阳系的行星等天体、太阳和恒星、银河系和星系及宇宙学的知识,最后概述宇宙发展史,并简介地外生命知识。

(7) 每章前列学习要点,章末有思考练习题,书末附录及重要参考书目备查用。

(8) 教学中可适当采用多媒体形象教学软件(包括图片、动画、电视片段等)。

在本书编写中,赵家炳和严家荣同志参加了大纲的拟订,阅读了初稿,提供了很好的意见和建议,谨致谢意。感谢南京大学教务处教材科和南京大学出版社的大力资助。

虽然编著者尽量吸取国内外有关教材的精华,尽最大努力,反复修改,但能力有限,可能仍存在缺点和错误,欢迎批评指正。

编著者

2003年于南京大学H居

# 目 录

绪 论	1
一、什么是天文学	1
二、人类认识宇宙的几次大飞跃	3
三、“量天尺”和天文数字	6
四、宇宙概况	8
五、微观、宏观和宇观	14
第一章 天球和星空	17
第 1.1 节 假想天球和天球坐标系	17
第 1.2 节 天体的视亮度和星等	23
第 1.3 节 星座、星名、星图、星表	24
第 1.4 节 太阳时和恒星时	28
第 1.5 节 地方时、世界时、北京时间	31
第 1.6 节 国际原子时和协调世界时	33
第 1.7 节 公历、农历和二十四节气	35
第二章 天体的运动和距离测定	41
第 2.1 节 天体的周日视运动和太阳的周年视运动	41
第 2.2 节 行星的视运动	45
第 2.3 节 行星的轨道要素和星历表	50
第 2.4 节 行星和卫星的轨道特征	58
第 2.5 节 行星和卫星的自转	59
第 2.6 节 日食和月食	62
第 2.7 节 行星大十字、连珠和掩食现象	71
第 2.8 节 天体距离和大小的测定	74
第 2.9 节 恒星运动的测定	83
第三章 天体辐射和天文探测工具	88
第 3.1 节 天体的辐射	88
第 3.2 节 光学望远镜	96

第 3.3 节	望远镜的终端设备 .....	107
第 3.4 节	天体光度测量 .....	113
第 3.5 节	天体光谱测量 .....	117
第 3.6 节	射电望远镜 .....	119
第 3.7 节	其它波段望远镜和空间探测 .....	124
第 3.8 节	行星探测器 .....	129
<b>第四章</b>	<b>行星地球和月球 .....</b>	<b>132</b>
第 4.1 节	固体地球 .....	132
第 4.2 节	地球大气和水圈 .....	143
第 4.3 节	地球的磁场和磁层 .....	147
第 4.4 节	地球系统科学 .....	150
第 4.5 节	地球的演化 .....	157
第 4.6 节	月球概况 .....	160
第 4.7 节	月球表面 .....	162
第 4.8 节	月球的内部结构和演化史 .....	169
<b>第五章</b>	<b>行星和卫星 .....</b>	<b>172</b>
第 5.1 节	行星和卫星的内部结构 .....	172
第 5.2 节	行星和卫星的大气 .....	177
第 5.3 节	行星的磁场和磁层 .....	187
第 5.4 节	类地行星的表面 .....	191
第 5.5 节	卫星的表面 .....	204
<b>第六章</b>	<b>小行星 彗星 陨石 行星环 .....</b>	<b>219</b>
第 6.1 节	小行星的命名和轨道特性 .....	219
第 6.2 节	小行星的性质 .....	224
第 6.3 节	彗星的命名和轨道特性 .....	229
第 6.4 节	彗星的结构和性质 .....	236
第 6.5 节	流星体和陨石 .....	248
第 6.6 节	行星的环系 .....	257
<b>第七章</b>	<b>太阳 .....</b>	<b>263</b>
第 7.1 节	太阳的基本性质 .....	263
第 7.2 节	太阳的内部结构 .....	266
第 7.3 节	太阳大气 .....	271
第 7.4 节	太阳风和日球 .....	279
第 7.5 节	太阳的辐射谱和元素丰度 .....	281

---

第 7.6 节 太阳活动 .....	289
第 7.7 节 日地科学 .....	300
<b>第八章 恒星世界 .....</b>	<b>307</b>
第 8.1 节 恒星的一般性质 .....	307
第 8.2 节 恒星的光谱分类和赫罗图 .....	312
第 8.3 节 双星和聚星 .....	318
第 8.4 节 变星分类和脉动变星 .....	326
第 8.5 节 爆发变星 .....	330
第 8.6 节 新星和超新星 .....	338
第 8.7 节 白矮星 脉冲星 黑洞 .....	350
<b>第九章 银河系 .....</b>	<b>367</b>
第 9.1 节 银河和银河系 .....	367
第 9.2 节 银河系的结构 .....	370
第 9.3 节 银河系的自转和质量 .....	376
第 9.4 节 星团和星协 .....	382
第 9.5 节 星族 .....	391
第 9.6 节 星际物质 .....	393
第 9.7 节 星云 .....	402
<b>第十章 星系和宇宙学 .....</b>	<b>411</b>
第 10.1 节 星系的分类和主要性质 .....	411
第 10.2 节 红移、哈勃定律和宇宙膨胀 .....	416
第 10.3 节 特殊星系 .....	421
第 10.4 节 类星体 .....	432
第 10.5 节 星系集团和宇宙大尺度结构 .....	441
第 10.6 节 星系际物质、暗物质和背景辐射 .....	448
第 10.7 节 时空观和宇宙模型 .....	452
<b>第十一章 宇宙和天体的发展史 .....</b>	<b>463</b>
第 11.1 节 宇宙的早期演化 .....	464
第 11.2 节 星系和星系团的形成和演化 .....	472
第 11.3 节 恒星的形成和演化 .....	479
第 11.4 节 太阳系的起源和演化 .....	498
第 11.5 节 宇宙的未来 .....	511
<b>第十二章 宇宙生命和地外文明 天文发展蓝图 .....</b>	<b>517</b>
第 12.1 节 生命和生命进化 .....	517

第 12.2 节	生命的起源 .....	521
第 12.3 节	宇宙中存在生命的必需条件 .....	526
第 12.4 节	太阳系的地外生命 .....	527
第 12.5 节	太阳系之外的行星及生命 .....	529
第 12.6 节	探索地外文明(SETI) .....	536
第 12.7 节	21 世纪初期的天文发展蓝图 .....	542
<b>附录</b>	.....	551
附录一	常用的天文常数和物理常数 .....	551
附录二	天文符号 .....	554
附录三	希腊字母 .....	555
附录四	星座表 .....	556
附录五	星图 .....	559
附录六	最亮的和最近的恒星 .....	562
附录七	目视双星简表 .....	564
附录八	亮的星云、星团、星系简表 .....	565
附录九	太阳系核素(同位素)丰度表 .....	569
附录十	A. 九大行星的主要特性 .....	577
	B. 重要卫星的特性 .....	578
<b>主要参考书目</b>	.....	581

# 绪 论

## 学 习 要 点

1. 宇宙概念的含义,科学的宇宙观和时空观。天文学的研究内容,跟其它学科的差别和联系。学习天文科学知识,破除迷信和占星术。
2. 人类认识宇宙的几次大飞跃和各类天体概念的形成。
3. 几种重要的“量天尺”:原子时、回归年、天文单位、光年、太阳质量、太阳光度。
4. 各类天体和天体系统的初步认识。
5. 微观、宏观和宇观的划分和联系。

自古以来,壮丽星空天象令人们惊奇,从而进行观察、思索和研究,试图了解其奥秘。早在五六千年前的古代,由于农牧业生产和生活的需要,人们开始观察天象来确定季节和编制历法,如《易经》所述“观乎天文,以察时变”,产生了一门最古老科学——“天文学”。随着历史发展,人类从现象到本质和规律,不断认识宇宙的奥秘。

近半个多世纪以来,天文学跟现代科学技术一道进入迅猛发展的新时代,新发现纷至沓来,展现天体大千世界的奇妙画卷,充满引人入胜的奇闻趣事,又有未解之谜待探索。天文学让我们大开眼界,增长知识,得到启迪,对于培养正确的宇宙观、认识论、方法论和提高科技文化素质大有裨益。

## 一、什么是天文学

天文学是人类认识宇宙的一门自然科学,观测研究各种天体和天体系统,研究它们的位置、分布、运动、结构、物理状况、化学组成及起源演化规律。

人们常说到宇宙,宇宙的含义是什么?宇宙的概念源远流长,一般作为天地万物的总称。英文 Universe 和 Cosmos 都是宇宙的意思,前者意为天地万物,后者来自希腊文且还有井然有序之义。我国《淮南子·原道训》注



释：“四方上下曰宇，古往今来曰宙，以喻万物。”用现代科学术语来说，宇就是空间，宙就是时间。宇宙就是客观存在的物质世界，而物质是不断运动和变化发展的，空间和时间就是物质的表现形式。现代物理学和天文学的观测和理论都确切地表明，空间和时间不仅跟物质不可分割，而且空间和时间是密切联系在一起的时空，这才是辩证唯物的科学宇宙观和时空观。分子、原子、基本粒子可称作“小宇宙”，而天体、天体系统可称作“大宇宙”。宇宙学研究全体物质时空世界。

什么是天体？天体是宇宙各种物质客体的总称。天文学观测研究的主要对象是地球之外的天体。从其它天体(如月球)上看，地球也是天体。不同于地球科学各学科(地质学、地理学、气象学等)，天文学是把地球作为一颗代表性行星和天文观测基地，用天文方法来研究地球的有关问题。例如通过观测太阳、月球和星辰来研究地球的自转和空间运动，从地球运动的规律来确定时间和季节并编制历法。当然，地球不是宇宙中的封闭系统，而是开放系统，它不断地受宇宙环境的影响，例如，月球引起地球上的潮汐而使地球自转减慢，太阳以光和热供给地球，乃至地球上的能源归根结底主要来自于太阳能，地球上的季节变化跟地球绕太阳公转及地球自转轴对其轨道面的倾角有关。……这些问题形成天文学和地球科学共同协作研究的边缘交叉学科。

天文学是先进的自然科学和技术交汇。星空和宇宙无疑是最广袤的“实验室”，有着地球上实验室无法比拟的各种条件、现象和过程，激励人们去发现和探索。在数学、物理、化学、天文、地学、生物六大基础学科中，天文学运用数学来分析和推演资料，同时促进数学发展；物理学和化学是天文学的基础，而天文学的发现和研究的又为它们开辟新的前沿；地学和生物学也扩展到行星研究和宇宙生命探索。几千年来，人们主要靠被动地观测(即“遥感”)来自天体的可见光及其它辐射信息而了解它们。航天时代以来，主动地发射飞船去勘查太阳系的行星和卫星等天体。天文学采用光学、机械、电子等先进技术，创制独特的天文仪器和方法去获得和处理观测资料，又促进技术的发展。天文学与有关的学科和技术互相渗透，推动科学和技术飞跃进步。

天文学跟文学艺术和人文学科相融合。宇宙和谐美妙，富有魅力，给人启迪，引发情怀，谱写豪放的诗曲和动人的故事，创绘美妙的画卷，演绎哲理论述，推进文学艺术和人文学科的发展。

天文学是以实际资料为基础，科学地探讨和认识宇宙的真实性质、结构和演化规律，是跟迷信的占星术(或星占学)完全对立的。星占学是根据天象来预卜人间事物的方术，源于古代人不了解自然现象的本质和规律而产生的神秘感，把一些特殊天象(日食、月食、彗星出现、流星陨落等)跟人间吉、凶、祸、