

# 天文

## 知识基础 —— 你想知道的天文学

姚建明 编著

清华大学出版社

姚建明  
编著

# 天文

——  
你想知道的天文学  
知识基础

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书是一本介于专业教材和科普读物之间学习天文学知识的图书。本书可作为天文爱好者的一般性读物,也可作为天文学公共选修课的教材。

本书共分16章,首先介绍什么是天文学,天文学的作用等,并以离我们最近的天体——地月系为起点介绍天文知识,然后介绍太阳系、把读者的视野渐渐地带到恒星世界、银河系、河外星系、活动星系直至整个宇宙中去。书中对天文学的研究方法、观测方法等也做了基本的介绍,并对天文学研究的历史、事件、人物做了回顾。此外,本书在“天文小知识”栏目中对与天文学有关的知识,如星座命名、恐龙灭绝、地外文明探索、UFO等做了相关的介绍。

本书作者具有丰富的天文学知识和天文研究、教学经验,对天文知识和天文教育事业有着自己的理解和认识,相信广大读者能从本书学习到天文学基础知识,并领略神秘而浩瀚的天文世界。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

天文知识基础:你想知道的天文学/姚建明编著. —北京:清华大学出版社,2008.8

ISBN 978-7-302-18144-6

I. 天… II. 姚… III. 天文学—高等学校—教材 IV. P1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 100690 号

责任编辑:朱红莲

责任校对:赵丽敏

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印装者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:148×210 印 张:12.875 字 数:368千字

版 次:2008年8月第1版 印 次:2008年8月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:26.00元

---

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:020977-01

# 序

## preface .....

天文学是一门古老而又极富生命力的基础学科,对培养国民特别是青少年的科学素养具有不可替代的作用。目前国内不少高等院校已经为大学生开设了有关天文学的选修课,我国航天事业和天文学研究的飞速发展也不断激发了普通民众对天文学的兴趣。但总体来讲,我国的天文普及工作仍比较薄弱,人们对天文知识的了解还相当肤浅,新闻媒体成为获取天文知识的最重要来源。《天文知识基础》一书在一定程度上弥补了这一不足。该书从写作形式及写作内容来看,主要面向大、中学生和普通的天文爱好者,是一本比科普读物更深入、系统,但又比专业教材要求数理知识较少的公众类教材。

本书的作者1982年毕业于南京大学天文系天体测量专业,之后考取了中国科学院北京天文台的研究生,师从于著名天体测量学专家罗定江、李东明研究员。毕业后在中国科学院北京天文台从事天文研究工作,有着丰富的天文学知识和天文工作经验,从1989年起又从事高等教育工作。《天文知识基础》一书内容广泛,具有很好的系统性;知识的介绍既通俗易懂又具有一定的专业特点,值得推荐给国内广大的天文爱好者。书中的许多“天文小知识”的介绍很有特色,不仅拉近了读者与专业天文研究的距离,也大大增强了全书的趣味性。

李向东

2008年5月于南京

# 前言

## foreword

当我完成这本书的初稿时，仿佛又回到了自己的少年时代。十三岁上初中时就迷上了天文学。记得是从《十万个为什么》开始，到攒钱买南京大学天文系编的《天文知识》，最后到托同学的父亲从市图书馆借出惟一的一套弗拉马利翁的《大众天文学》，可以说是一本本的天文书籍引导我进入神秘浩瀚的天文学领域，此后的三十余年中，我更是与天文学结下了不解之缘，从大学本科、研究生、中科院北京天文台到高等院校。现在自己就要亲身向广大天文爱好者介绍天文学啦真是感慨万分！

中学时自己和弟弟住一间6平方米的小屋，由于当时没有很好的星图（就是有也买不起），为了认星、观星，就自己动手绘制星图，并爬上梯子把它们贴在屋顶上，那满“天”的星座都是自己的。忘记是哪一年了，《天文爱好者》杂志复刊，我所在的城市虽然距北京很近，但是买不到，自己就写信给北京天文馆，真不知道要感谢哪位叔叔或阿姨，很快我就收到了一本《天文爱好者》杂志！参考上面的图样，买板纸、老花镜片自己制作望远镜，当时真是如获至宝，还吸引了好多的同学来看月亮、金星、火星……。现在回想起当时那段经历，不仅培养了对天文学的兴趣，而且激发了学习天文知识的热情和动力。1978年参加高考自己的第一志愿就是南京大学天文系，最大的理想就是能到北京天文台从事专业的天文工作，所幸的是——如愿以偿。

天文学历史悠久，浩大博深。亚里士多德、托勒密、哥白尼、牛顿、伽利略、哈勃、伽莫夫、爱因斯坦等伟大的天文学家、科学家们作了很多贡献，用他们的学识把人类的视野从地球慢慢引入了深邃的宇宙，为人

类揭开了宇宙的奥秘。古埃及、古印度、古巴比伦、古代中国的劳动人民通过生产活动，积累了大量的天文知识，为人类了解大自然、利用大自然、与大自然和睦相处作出了贡献。天文学是一门古老的学科，它是一切科学的基础；天文学是实用的学科，时间、历法、太空翱翔都少不了天文观测；天文学更是崭新的学科，宇宙大爆炸、广义相对论、脉冲星、黑洞引导着一代又一代的科学家去追求和探索；天文学更是哲学，人类对天、对地、对大自然、对宇宙、对人生的认识，哪一点都离不开天文学！

从2003年开始自己系统地为大学本科生开设了“天文基础知识”的公共选修课，最大的困难就是没有合适的教材。天文系编的天文学教科书内容太多也太深，而一般的天文学科普读物又太浅、不系统。在学生和同事的支持及鼓励下，经过几年的努力，现在终于完成了这本教材。

本书共分为16章。第1章“天文学概述”将引导你走进天文学的大门。从第2章开始，我们将从身边的地球开始，由近及远、从小到大，逐步深入天文学的殿堂。我们将在第3章感受月亮的妩媚；在第4章享受太阳的温暖；在第5章进一步学习一些必要的天文学常识；在第6章倾听星座的召唤；在第7章欣赏恒星的灿烂；第8章告诉你天上的星星也有生老病死；在第9章和牛郎织女一起看着银河流淌；第10章将进入千姿百态的河外星系；在第11章为活动星系的能量喷发而感叹，加入到寻找黑洞的行列里，第12章我们将共同探寻宇宙的生与死。第13章介绍各种天文仪器，会让你大开眼界，也可能读完这一章您就有了自己想拥有一台天文望远镜的愿望。我们在第14章向大家介绍天文学的发展史；第15章介绍我国古代天文学的伟大成就；第16章则是延续人类的理想去探索星空、探索宇宙、探索文明。为了使本书的内容更充实，同时使大家读书时增加一些乐趣，书中还穿插了许多“天文小知识”等有趣的介绍。

为了能真正满足学生学习和阅读的需要，每写完一章，我都会打印出来拿给我课的同学看，真诚地征求他们的意见。同学们也得到了很大的收获，一位同学深有感触地说：“学习了天文学之后，感受到

宇宙的神秘、浩瀚，同时又是有规律的和理性的；感受到自我的渺小和知之甚少，同时又彻底激发了自我学习的兴趣。相对宇宙来说，自己的一切能算得了什么！”。现在每年上天文学选修课的同学都超过500人。

本书主要是为高等院校开设有关天文学的公共选修课而编写的。本书的特点是深入浅出、结构新颖、从读者角度去选择内容。读者只需中学的文化程度即可从本书中了解到神秘而浩瀚的天文世界。同时，又照顾到有一定水平的天文爱好者，使他们能较系统地学习天文学知识。

感谢我的大学同学现英国 Exeter 大学天文和地球物理学教授张可可先生阅读全书并给予指导。感谢母校南京大学天文系现任系主任李向东教授为本书写序并提出宝贵意见。感谢南京大学天文系教导过我的老师们！感谢我的研究生导师罗定江、李东明两位先生。感谢原浙江海洋学院副院长韩平教授对作者工作的支持。感谢浙江海洋学院教务处为本书出版所给予的帮助。感谢清华大学出版社和本书的编辑所做的工作。特别感谢我的老朋友上海天文台研究员张忠平先生给我的帮助。

姚建明

2008年5月于浙江舟山



# contents

<b>第 1 章 天文学概述</b> .....	1
1.1 天文学研究的对象和内容 .....	1
1.2 天文学与人类社会 .....	6
天文小知识 .....	11
1. 国内的五大天文台 .....	11
2. 世界著名十大天文台 .....	14
3. 天文教育机构：大学天文系 .....	19
4. 中国古代十大天文学家 .....	20
5. 西方著名天文学家 .....	21
思考题 .....	22
<b>第 2 章 地球</b> .....	23
2.1 地球概况 .....	23
2.2 地球运动 .....	28
2.3 地球的起源和演化 .....	33
天文小知识 .....	40
1. 地球会爆炸吗 .....	40
2. 有关恐龙灭绝 .....	42
3. 关于恐龙灭绝还有一些其他的学说 .....	43
思考题 .....	44



第3章 月球——地月系 .....	45
3.1 月球概况及月面特征 .....	46
3.2 月球内部结构和运动 .....	48
3.3 月球形成学说 .....	50
3.4 探月 .....	54
天文小知识 .....	65
经度的起算点 .....	65
思考题 .....	71
第4章 太阳系——太阳及其家族 .....	73
4.1 太阳系概况 .....	73
4.2 谈日 .....	78
4.3 大行星 .....	82
4.4 彗星 .....	96
4.5 太阳系的起源与演化 .....	98
天文小知识 .....	99
1. 行星凌(冲)日 .....	99
2. “行星大十字”无关人间祸福 .....	104
思考题 .....	107
第5章 天球坐标 时间 历法 .....	109
5.1 天球坐标系 .....	109
5.2 时间 .....	114
5.3 历法 .....	118
天文小知识 .....	129
日食 .....	129
思考题 .....	140

<b>第 6 章 星图 星表 星座</b> .....	142
6.1 星图、星表发展史.....	142
6.2 主要的星图、星表.....	149
6.3 星座 .....	152
6.4 黄道十二宫 .....	164
天文小知识.....	172
天文摄影入门.....	172
思考题.....	183
<b>第 7 章 恒星世界</b> .....	184
7.1 探测天体的方法 .....	184
7.2 恒星的物理性质 .....	185
7.3 天体的光谱分析 .....	193
7.4 恒星的光谱分类与赫罗图 .....	196
7.5 恒星的运动 .....	198
7.6 恒星距离的测定 .....	201
7.7 恒星的生命期 .....	204
思考题.....	205
<b>第 8 章 恒星的一生</b> .....	206
8.1 恒星的诞生 .....	206
8.2 星光的来源 .....	210
8.3 恒星的演化 .....	212
8.4 恒星演化的观测证据 .....	218
8.5 元素的形成 .....	219
8.6 恒星的死亡 .....	221
思考题.....	226

第9章 银河系	227
9.1 银河系的研究历史	228
9.2 银河系的基本性质	230
9.3 银河系的自转和质量	235
9.4 银河系的起源	237
天文小知识	238
人类对太阳系及大行星的探索	238
思考题	242
第10章 河外星系	243
10.1 星系：宇宙结构的基本单元	243
10.2 星系的分类	245
10.3 星系的分布特征	246
10.4 测量星系	248
10.5 星系的演化	250
天文小知识	251
1. 蟹状星云	251
2. NGC4013：边缘向前的星系	252
3. 发光星云和反射星云	253
4. 大麦哲伦星系和小麦哲伦星系	254
思考题	255
第11章 活动星系	256
11.1 活动星系的定义、分类	256
11.2 活动星系核的能源及统一模型	259
11.3 类星体：最亮的AGN	264
11.4 宇宙“黑洞”的真面目	267
天文小知识	270
1. 人造卫星是怎样上天的	270

2. 火星勘测 .....	273
思考题 .....	277
<b>第 12 章 宇宙学</b> .....	278
12.1 宇宙学发展史 .....	278
12.2 现代宇宙学 .....	280
12.3 宇宙学的研究任务及宇宙学模型 .....	281
12.4 大爆炸宇宙学 .....	284
12.5 宇宙的演化与暗物质、暗能量 .....	287
天文小知识 .....	291
1. 宇宙大爆炸是怎么发生的 .....	291
2. 宇宙是否有限 .....	293
3. 夜空为什么是黑的 .....	295
思考题 .....	296
<b>第 13 章 天文仪器</b> .....	297
13.1 电磁波谱 .....	297
13.2 大气窗口 .....	298
13.3 各种电磁波段的宇宙 .....	300
13.4 光学望远镜分类 .....	302
13.5 望远镜性能 .....	307
13.6 望远镜的限制 .....	310
13.7 望远镜辅助仪器与设备 .....	311
天文小知识 .....	312
哈勃空间望远镜 .....	312
思考题 .....	317
<b>第 14 章 简明天文学史</b> .....	318
14.1 古代天文学 .....	318
14.2 中世纪的天文学 .....	322

14.3	18 与 19 世纪的天文学 .....	330
14.4	20 世纪的天文学 .....	339
14.5	未来天文学 .....	349
	思考题 .....	352
<b>第 15 章</b>	<b>中国古代天文学 .....</b>	<b>353</b>
15.1	中国古代天文学的辉煌成就 .....	353
15.2	中国古代天文仪器 .....	357
15.3	中国古代天文人物 .....	362
	天文小知识 .....	365
	中国古代天文官吏 .....	365
	思考题 .....	367
<b>第 16 章</b>	<b>探索宇宙 .....</b>	<b>368</b>
16.1	飞出地球 .....	368
16.2	人类能找到外星人吗 .....	374
16.3	关于 UFO .....	379
	思考题 .....	397
	<b>主要参考文献和网站 .....</b>	<b>398</b>

# 第 1 章

## 天文学概述

记得一位哲人说过类似这样的一段话：人类最早想了解的知识有两个，一个是人类本身，即我们的身体；另一个就是我们存在的空间，即浩瀚的宇宙。

天文学是最古老的科学。劳动创造了人，人类通过劳动积累了认识自然、了解自然的知识。为什么会有白天和黑夜？为什么每晚的星空会是不一样的？我们生活的地球是怎样的结构？她在无限的空间中占有什么地位？照亮我们的太阳为什么会发光？天上的星星真的都和太阳一样吗？什么是太阳系？什么是银河系？宇宙有限吗？什么东西组成了宇宙……太多太多类似的问题被我们一代一代地问下来，但千百年来我们却始终诲而不倦地回答着。这是因为天文学是古老的又是崭新的，是饱含哲理的又是充满趣味的，它永远引导着人们的好奇心，永远会有新的东西呈献在您的面前！

宇宙学家阿兰·古斯说得好：“我常听人说，没有免费的午餐。可是，现在看来，宇宙本身就可能是一顿免费的午餐。”

### 1.1 天文学研究的对象和内容

#### 1.1.1 什么是天文学

天文学是自然科学的基础学科，是人类认识宇宙的科学。人们主要是通过观察天体的存在，测量它们的位置，反演它们内在的物理性质来研究它们的结构，探索它们运动和演化的规律，扩展人类对广阔宇宙

空间中物质世界的认识。

主要依靠观测是天文学研究方法的基本特点。因而对观测方法和观测手段的研究,是天文学家努力研究的一个方向。宇宙中的天体浩瀚无际,而且天体距离我们越远看起来也越暗弱。因此,观测设备的威力越高,研究暗弱目标的能力就越强,人们的眼界就越能深入到前所未有的天文领域。

天文学的发展对于人类的自然观一直有着重大的影响。哥白尼的日心说曾经使自然科学从神学中解放出来;康德和拉普拉斯关于太阳系起源的星云学说,在18世纪形而上学的自然观上打开了第一个缺口;对日全食的观测证实了广义相对论理论……

物理学和数学对天文学的影响非常大,是进行天文学研究不可或缺的理论辅助,而技术科学则为天文观测提供了良好的基础。

### 1.1.2 天文学研究的对象

天文学所研究的对象涉及宇宙空间的各种物体,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大大小小的尘埃粒子。天文学家把所有这些星星和物体统称为天体。从这个意义上讲,地球也应该是一个天体,不过天文学只研究地球的总体性质而一般不讨论其细节。另一方面,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,可以称为人造天体。

我们可以把宇宙中的天体由近及远分类为几个层次(图1.1)。

(1) 太阳系天体。包括太阳、行星(其中包括地球)、行星的卫星(其中包括月球)、小行星、彗星、流星体及行星际介质等。

(2) 银河系中的各类恒星和恒星集团。包括变星、双星、聚星、星团、星云和星际介质。太阳是银河系中的一颗普通恒星。

(3) 河外星系(简称星系)。指位于我们银河系之外,与我们银河系相似的庞大的恒星系统,以及由星系组成的更大的天体集团,如双星系、多重星系、星系团、超星系团等。此外还有分布在星系与星系之间的星际介质。

天文学还从总体上探索目前我们所观测到的整个宇宙的起源、结构、演化和未来的结局,这是天文学的一门分支学科——宇宙学的研究内容。随着观测技术的不断进步,现代天文学研究的领域得到了明显的扩展,产生了许多非常热门的研究课题,如太阳中微子的丢失、类星体的红移、引力的本质、脉冲星、黑洞、活动星系、X射线双星、 $\gamma$ 射线源等。

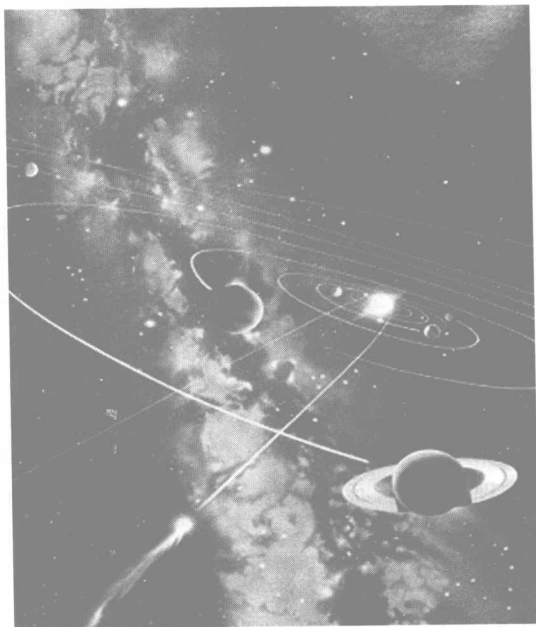


图 1.1 天文学研究对象

### 1.1.3 天文学分支

天文学中习惯于按照研究方法和观测手段来分类(图 1.2)。

#### 1. 按研究方法分类

按照研究方法天文学可分为天体测量学、天体力学和天体物理学三门分支学科。

(1) 天体测量学。天体测量学(astrometry)是天文学中发展最早



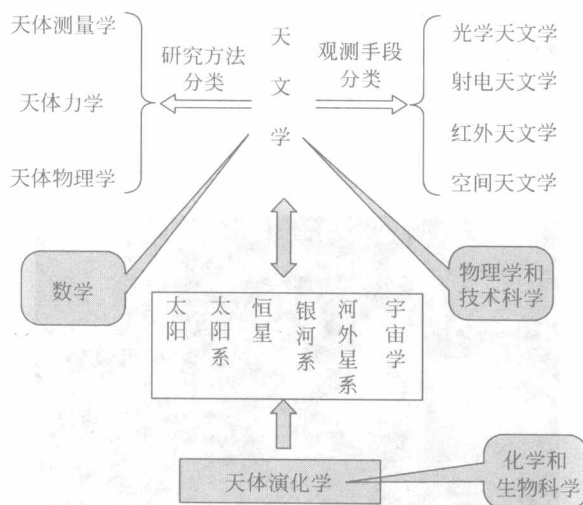


图 1.2 天文学研究分支

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。利用天体测量方法取得的观测资料,不仅可以用于天体力学和天体物理学研究,而且具有应用价值,比如用以确定地面点的位置。

天体测量学的研究方法主要是通过研究天体投影在天球上的坐标,在天球上确定一个基本参考坐标系,来测定天体的位置和运动,这种参考坐标系,就是星表。在实际应用中,可用于大地测量、地面定位和导航。地球自转和地壳运动,会使天球上和地球上的坐标系发生变化。为了修正这些变化,建立了时间和极移服务,进而研究天体测量学和地学的相互影响。

古代的天体测量手段比较落后,只能凭肉眼观测,对于天体测量的范围有限。随着时代的发展,发现了红外线、紫外线、X射线和 $\gamma$ 射线等波段,天体测量范围从可见光观测发展到肉眼不可见的领域,可以观测到数量更多的、亮度更暗的恒星、星系、射电源和红外源。随着各种精密测量仪器的出现,测量的精度也逐渐提高。并且从地面扩展到了