

天文学基础

中国人民大学出版社

天 文 学 基 础

聂清香 苏 宜 杭桂生 编著

中国人事出版社

图书在版编目(CIP)数据

天文学基础/聂清香、苏宜、杭桂生编著,一北京:中国人事出版社,1996.8

ISBN 7-80076-920-8

I.天… II.聂… III.天文学—基础知识— IV.P1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 13436 号

中国人事出版社出版

(100028 北京朝阳区西坝河南里 17 号楼)

新华书店经销

济南书刊印刷厂印刷

*

1996 年 8 月第 1 版 1997 年 9 月第 2 次印刷

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:12.75

字数:312 千字 印数:3001—4000

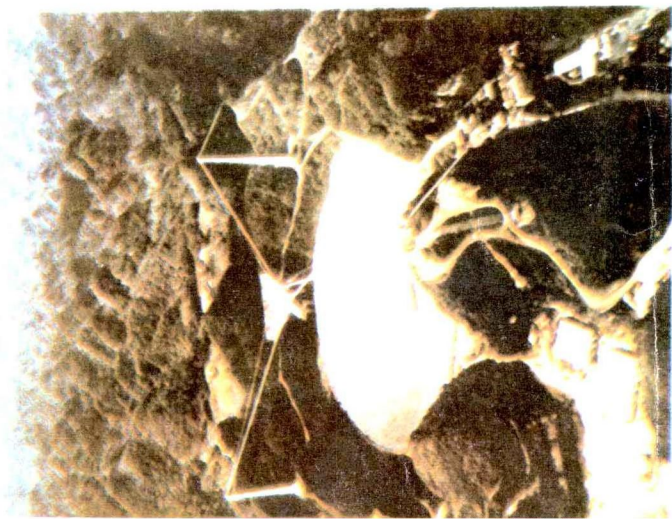
定价:18.00 元



彩照 1 极光



彩照 2 X光太阳像



彩照 4 美国 305 米射电望远镜



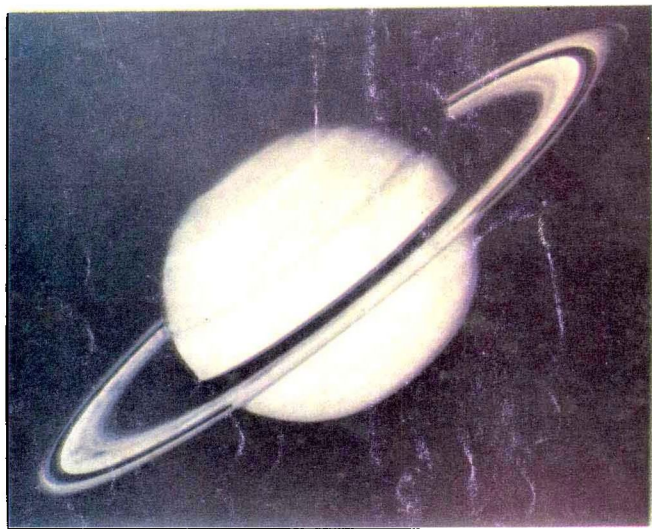
彩照 3 猎户座大星云



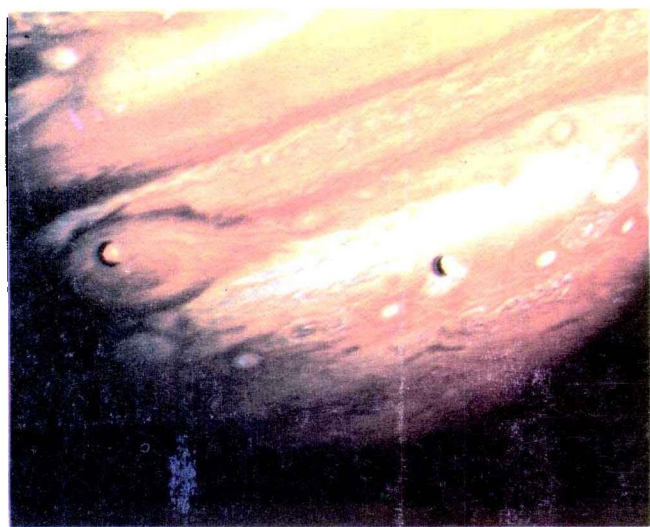
彩照 5 仙女座大星系



彩照 6 日全食倍利珠



彩照 7 土星



彩照 8 木星一角

序

人类是能思考的。当古代的人们发现了植物生长和气候变化是和某些天象有关时,就开始研究天象而总结出历法。而航海的需要,产生了对天体位置的测量。但真正使天文学发展的动力还在于人们对于自身周围环境探索的愿望。我们企图知道我们地球的环境,即太阳系;也企图知道太阳系的环境,即我们的银河系;当然后来更希望知道银河系的环境,乃至整个宇宙的结构,以及它们的演化。这也就产生了天文学家来研究天文学。那么,当职业天文学家们解决了哪怕其中一部分问题后,理所当然的应该将他们的结果向人们介绍,作为人们“供养”他们的回报。但遗憾的是,很多天文学家往往忽视了这一点,在我们中国似乎是尤甚。

聂清香在山东师范大学,杭桂生在徐州师范大学,我的大学天文系的同学苏宜在南开大学为非天文专业的文理科学学生教授天文学课程,受到了学生们的热烈欢迎。现在他们合写了这一本《天文学基础》,我想是他们替代了我们职业天文学家来向人们作回报了。书中深入浅出地介绍了天文学的基本概念和近代天文学的发展。作为职业天文学家应该向他们感谢,并诚恳地向试图了解天文学的读者们推荐。

胡景耀

1995年11月20日

前 言

康德有句名言：“世界上有两件东西能够深深地震撼我们的心灵：一件是我们心中崇高的道德准则；另一件是我们头顶上灿烂的星空。”这一点儿也不错。

星空，宽广而又深邃，庄严而又绚丽，静谧而又喧闹，神秘而又和谐，令人陶醉，令人神往。仰望星空，常常会引起我们无尽的遐思和无限的激情，一种探讨宇宙奥秘的欲望会油然而生。

天文学，这门专研究宇宙奥秘的学问，是一门既古老又年轻的科学，它以其自身的魅力，不仅吸引了专业天文学家，也吸引了广大人民群众。从童稚少年到白发老人，从农村到城市，几乎人人对天文学都有着浓厚的兴趣。所以，普及天文科学知识，不仅是天文学的重要任务，也是人们的普遍要求，是社会文明发展的需要。同其他许多高校一样，本书编者多年来在各自院校给非天文专业大学生开设的天文课，受到了学生们普遍的欢迎。

本书的编写起始于编者的学生和周围众多天文爱好者的要求。还在1987年，山东师大物理系数百名在校生、函授生和夜大生就提出，希望教师能把天文学讲义编著成书，以满足教学需要。在众多渴求天文科学知识学生呼声的感召下，在非天文专业天文教材订购难的困境逼迫下，于是一个联合几所高校教师合编一本适合非天文专业大学生阅读的天文书的愿望就产生了。经过多年教学经验的积累和国内外有关资料的收集，我们克服了种种困难，终于在友人的帮助和中国人事出版社的支持下，完成了这项工作。

本书编写的目的，首先是作为非天文专业大学生选修天文学

的教材,其次是满足具有高中以上文化程度的广大天文爱好者的阅读需要。非天文专业学生包括文科和理科。为了兼顾他们的不同水平,本书内容尽量作到深入浅出,通俗易懂,对所涉及到的物理概念都作了必要的解释。文中注意了深浅结合,凡是用到较深的数学物理知识的内容,文科学生和一般读者可以不必深究,不会影响内容的完整性和系统性。为了激发读者探讨宇宙奥秘的兴趣,第五章和第六章中将太阳、地球、月球中的若干未解之谜择其部分单列一节进行了介绍,后面其他章节中这样的问题更多,就不再单列了。

本书的特点,一是从现象观测入手,首先介绍天文观测方法和目前所得到的观测结果,然后再介绍天文学家们如何运用这些观测资料和现有物理理论推测宇宙的来龙去脉、产生和变化。为了使读者从一接触天文学就养成实际观测的习惯,开篇先讲天球和星座。读者看完第一章后,对天空就有了一个大概的了解,并且自己就能对照星图辨认星星。关于主要亮恒星的物理状况以及如何认星,附录1“星空之夜”专门作了较详细介绍,可供一般天文爱好者参考和学生课后阅读。二是内容丰富,几乎包罗万象,但篇幅不长。这必须做到逻辑严密,语言精练。三是重视天文学的应用,着重于现代科学方法和成果介绍,尽量容纳最新信息。总之,本书除具有严肃的科学性和知识性外,还具有引人入胜的趣味性和可读性。它不仅可以成为大学生和一般天文爱好者的朋友,还可以成为中学地理教师和小学自然教师的好参谋。

本书初稿绪论、第一至六章、八至十一章及附录1,由山东师大聂清香编写;第七章和第四章的一部分由徐州师大杭桂生编写,聂清香进行了调整;南开大学苏宜对前九章及附录进行了认真审核、修正补充、部分改写、完成定稿,增写了第十二章。全书最后由聂清香统稿并校对。本书书稿经过另外4位天文学专家审阅,都给予较高的评价,并作了具体指导。书稿中大部分插图由杭桂生绘。

1995年9月,在本书初稿接近尾声之时,正值中国天文学界在北京召开“全国天文选修课研讨会”。我们将初稿带到会上,征求意见,得到了与会者的热情鼓励和大力帮助。在这里,让我们感谢北师大天文系李宗伟教授和中国科学院北京天文台天文学家胡景耀研究员对本书的支持和指导;感谢北京天文台天文学家、著名科普作家卞毓麟先生、中央民族大学张元东教授、北师大天文系曹盛林教授和杨静副教授对书稿进行了审阅;感谢北师大杜升云、西北师大缪维予、河南大学孙锦龙、华中师大曾监湖、福建师大尤仪、山东潍坊教育学院邢继德等同仁所提出的宝贵意见和建议。诚心希望专家和广大读者对书中的错误和不当之处批评指正。

1995年9月的“全国天文选修课研讨会”向全国发出倡议:“所有有条件的高等院校,都应该开设天文选修课;现在还不具备条件的院校,应积极创造条件,尽早开设天文选修课。”但愿本书能为实现这一倡议贡献绵薄之力。

愿天上灿烂的群星陪伴广大读者度过美好的时光。

编者

1995年12月1日于济南

目 录

绪论	(1)
第一章 天球与星座	(9)
§ 1.1 天球和天体的周日视运动	(9)
§ 1.2 太阳的周年视运动	(13)
§ 1.3 星座与视星等	(16)
§ 1.4 天球坐标系	(22)
第二章 时间与历法	(26)
§ 2.1 恒星时、真太阳时和平太阳时	(26)
§ 2.2 地方时和区时	(29)
§ 2.3 其他计时系统	(32)
§ 2.4 历法	(35)
第三章 望远镜及空间探测	(45)
§ 3.1 获得天体信息的渠道	(45)
§ 3.2 光学望远镜	(47)
§ 3.3 射电望远镜	(54)
§ 3.4 空间天文学方法	(59)
§ 3.5 太阳系空间探测	(63)
第四章 天体物理量的测定	(69)
§ 4.1 天体的光度测量	(69)
§ 4.2 天体的光谱分析	(74)
§ 4.3 天体的距离	(79)
§ 4.4 天体大小的测定	(89)

§ 4.5	天体的质量	.....	(93)
第五章	太阳	.....	(99)
§ 5.1	太阳概况	.....	(99)
§ 5.2	太阳的结构	.....	(102)
§ 5.3	太阳活动	.....	(108)
§ 5.4	日地关系	.....	(115)
§ 5.5	太阳未解之谜	.....	(121)
第六章	地球和月球	.....	(131)
§ 6.1	地球	.....	(131)
§ 6.2	月球	.....	(146)
§ 6.3	日食和月食	.....	(152)
§ 6.4	潮汐	.....	(160)
§ 6.5	地球月球未解之谜	.....	(166)
第七章	太阳系	.....	(172)
§ 7.1	从地心说到日心说	.....	(172)
§ 7.2	行星的运动	.....	(177)
§ 7.3	行星的一般性质	.....	(187)
§ 7.4	大行星及其卫星	.....	(196)
§ 7.5	太阳系的小天体	.....	(206)
第八章	恒星世界	.....	(216)
§ 8.1	恒星的一般性质	.....	(216)
§ 8.2	变星	.....	(223)
§ 8.3	致密星	.....	(230)
§ 8.4	恒星集团	.....	(238)
§ 8.5	星际空间	.....	(245)
第九章	星系	.....	(253)
§ 9.1	银河系	.....	(253)
§ 9.2	河外星系	.....	(261)

§ 9.3 活动星系	(268)
§ 9.4 星系的分布	(277)
第十章 天体的起源和演化	(283)
§ 10.1 恒星的内部结构理论	(283)
§ 10.2 恒星起源和演化理论	(292)
§ 10.3 恒星演化的观测证据	(303)
§ 10.4 太阳系起源研究概况	(308)
§ 10.5 太阳系起源主要学说	(314)
§ 10.6 戴文赛的太阳系起源新学说	(322)
第十一章 宇宙学	(329)
§ 11.1 古代宇宙理论	(330)
§ 11.2 宇宙的大尺度特征	(336)
§ 11.3 现代宇宙学的建立和发展	(342)
§ 11.4 大爆炸宇宙论	(349)
第十二章 地外生命	(357)
§ 12.1 生命的含义与生命起源概述	(357)
§ 12.2 地外生命存在的科学依据	(359)
§ 12.3 地外文明探索的艰巨性	(363)
§ 12.4 已作出的探测努力	(365)
§ 12.5 关于 UFO 现象	(368)
附录 1 星空之夜	(370)
附录 2 星座表	(381)
附录 3 最亮的 21 颗恒星	(384)
附录 4 我国主要城市经纬度与地方时间表	(385)
星图	(386)
主要参考书	(392)
后记	(393)

绪 论

深邃的夜空,无数的星辰,往往激起人们无尽的思索和丰富的想象。浩瀚的宇宙蕴藏着无穷的奥秘,强烈地吸引着每个人的好奇心和求知欲。星星近看是什么样子?为什么发光?繁星满天,密密麻麻,天文学家们如何区分和辨别它们?不能用秤称,不能用尺量,如何知道天体的距离和质量?恒星遥远,不能近前,不能化验,如何知道它们的化学组成和内部结构?诸如此类的问题,都可以从天文学中找到答案。天文学中到处都有引人入胜的奇闻趣事,到处都有激动人心的研究课题和未解之谜。天文学不仅为我们展示出了一幅广袤无垠、丰富多彩、优美和谐的宇宙景象,还为具有丰富想象力的探索者提供了任意驰骋的广阔天地。

一、天文学的研究对象和意义

天文学是一门研究探求宇宙奥秘的科学,它属于自然科学。天文学研究的对象是天体。什么是天体?太阳、月亮、星星以及星云、流星等都是天体,从天文学角度来看,地球也是一个天体。天文学所研究的就是这些天体的来龙去脉、运动和变化。

天文学是一门最古老的学科,打开人类文明史的第一页,天文学就占了显著位置。早期天文学是人类文明发展的象征,凡是天文学发祥的地方,就是人类文化起源的所在。世界上几个文明古国如埃及、巴比伦、中国和印度都根据农业生产的需要,很早就产生了自己的天文学。在中国殷商时代留下的甲骨文里,就有丰富的天文记录。天文学是人类知识宝库中的瑰宝,是对人类文明有重大影响的学科之一。

天文学是现代自然科学六大基础学科之一，在整个人类科学发展史中，天文学曾作出过重大的贡献。如哥白尼的日心说首先使自然科学从神学的桎梏中解放了出来，而开普勒的行星运动三定律是产生万有引力定律的基础，最初的原子结构模型则是类比于太阳系结构而提出来的，化学元素氦首先在太阳上发现等，例不胜举。今天，天文学的发展仍然对其他自然科学起着推动和促进作用。如果人类把研究范围仅仅限制在地球上，许多物质状态和运动规律是无法发现和充分认识的。本世纪中期以来，天文观测发现了许多地球上不可能存在的物质状态和现象，如星际空间每立方厘米不到一个原子的高真空，中子星内部每立方厘米 10 亿吨的高密度，脉冲星表面 1 亿特斯拉的强磁场，某些恒星内部和恒星爆发时产生的超过 100 亿度的高温，以及星系和星系核抛射物质的接近于光速甚至看起来超过光速的高速度等。在这些发现中交织着宏观世界与微观世界研究的前沿，可能正酝酿着人类认识自然的又一次新的突破。

天文学，特别是今天的天文学，不是一门孤立的学科，它与其他自然学科都有着密切的联系。天文学的发展要从自然科学中吸取营养，而天文学的许多重大发现又反过来推动其他学科的发展。在牛顿以后的 200 多年中，天文学的一个分支——天体力学的发展曾给了应用数学以有力的推动；而天文学的另一个分支——天体物理学，则从它诞生的那天起就对物理学作出了重大贡献，如通过恒星光谱线分析发现了原子禁线理论的线索，对太阳内部结构的研究获得了热核聚变的观念等。最近几十年天文学连续的新发现又给了物理学及其他学科一连串的新冲击。如星际有机分子的发现，类星体、射电星系以及星系核活动等高能现象的发现，又向化学、生物学、物理学提出了新的课题，对已知规律提出了新的挑战。今天的天文学，日益集中了天文学、物理学、数学、化学等各类学科，成为一个极富有生命力的多学科的交叉点。

今天的天文学与物理学的关系尤其密切。且不必说天体测量所用的基本方法和仪器无不依赖于物理的原理和方法,单从天文学所研究的运动形式来看,不管是机械的、光的、电的、磁的,还是热的、原子的以及原子核的,无不包括在物理学的研究范围当中。这是天文学与物理学间的根本联系。天文学的一个最重要的分支——天体物理学,是这两门科学相结合的结果。天体物理学既是天文学的一个分支,也是物理学的一个分支。1984年,国际纯粹与应用物理联盟(IUPAP)设立了天体物理学委员会,平行于粒子物理、凝聚态物理等委员会,这标志着天体物理已在物理学中占了重要地位。

诺贝尔奖没有设天文学奖,天文学成就归在物理学奖中。自1964年以来,已有7次物理学奖颁给了天文课题(详见表1)。

天文学虽是一门自然科学,但是与文学、历史学以及哲学等也有着千丝万缕的联系。

皎洁的月光、闪烁的群星、光辉的太阳是历代文人墨客的吟咏对象。历代的诗词及其他文学作品中不乏有天文的词句。屈原的《天问》和柳宗元的《天对》,问答的有相当一部分是天文学的内容。尤其在我国各种文化典籍中,关于天文学的内容处处可见。

对于一个研究古代史的人来说,天文知识是很重要的。有时确定一个历史事件发生的时间很困难,往往需要借助于天文方法。如武王伐纣发生的年代问题众说纷纭,我国天文学家张钰哲利用哈雷彗星轨道演变确定为公元前1057年。这样的例子屡见不鲜。

天文学与哲学天生就有着不可分割的联系。天文学是人类认识宇宙的科学。最早的宇宙论都是属于哲学思辨。今天,天文学的发展为科学的唯物主义世界观提供了重要的依据和丰富的内容;而辩证唯物主义又成为天文学发展的指导理论和研究方法。

综上所述,天文学不仅是理科学子应该学习的一门课程,文科学生也应该掌握一些知识。