

天文学入门



☆姚林 著 ☆山西高校联合出版社



天文学入门

—献给广大天文爱好者

姚 林 编著



山西高校联合出版社

(晋)新登字8号

天文学入门

姚林 编著

山西高校联合出版社出版发行(太原南内环街31号)

吕梁地区印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 8.1875 字数: 178千字

1993年12月第1版 1993年12月 山西第1次印刷

印数: 1—4000册

ISBN 7—81032—085—8

P·1 定价: 5.50元

内 容 简 介

本书以翔实的科学内容，严谨的编排体系，较全面地介绍了有关天文学的一些基础知识。全书共分十章：一至二章为天文学入门知识及怎样认星；三至六章为太阳系天体的情况，包括太阳、地球、月球、行星、卫星、彗星、流星体和小行星等；七至九章分别为恒星和星系、人造天体、天体的起源和演化；第十章为宇宙论，主要从大爆炸宇宙学的角度，叙述了宇宙的创生、宇宙的未来演化和可能的结局。

本书适合于大中小学生、中学地理教师、小学自然常识教师及广大天文爱好者阅读、参考。

序 言

天文学是一门很优美的学科。日、月、星辰，显示大自然的壮丽；季节更替，行星和彗星的准确回归，表示客观规律的和谐。早在几千年前，优美的星座神话传说，吸引了无数人对星空的认识，至今仍为人们所津津乐道。在游牧和农业生产的古代，人们夜间行路，以星星为向导；白天前进，以太阳为指南；看什么星星出现就该播种，可见天文学和生产关系十分密切。到了16、17世纪，航海事业兴起，迫切需要通过观测日、月、星辰来决定船舰的准确位置，于是推动了天文学迅速发展。

在漫长的历史进程中，天文学的每一新进展，都把人们对宇宙的认识，提高到更新的境界。16世纪哥白尼的“日心学说”，揭开了宇宙观革命的序幕。公元1609年伽利略创制了天文望远镜，使人类的“眼睛”为之豁然开朗。1687年牛顿的万有引力定律问世，通过计算、观测，发现了海王星，曾经轰动一时，传为佳话。1948年，美国帕洛玛天文台建成了口径为5米的望远镜，使数以十亿计的遥远天体尽收眼底，这种场面，何等雄伟！

50年代后期，人造地球卫星上天了。60年代末，阿波罗登月成功，开创了人类首次登上月宫的壮举。这是不可思议的成就。80年代初期，行星际航行事业风起云涌，探测器在行星上降落，飞船穿越太阳系，飞临各大行星，作极其遥远

的深空旅行，这是人类征服自然的骄傲！

以往，人类只限于通过光学望远镜进行观测，从“光学窗口”来探测宇宙。然而，近四十年来，射电天文学蓬勃发展，这种新的手段为天文观测开拓了新的“射电窗口”。60年代，类星体、脉冲星、星际分子和微波背景辐射等四大天文新发现，都是通过射电望远镜观测获得。于是，超新星遗迹、星际分子射电谱线、射电双星、射电X射线星等接连发现。“射电窗口”的宇宙比“光学窗口”的宇宙更丰富多彩。

本世纪60年代以来，世界各国发射的一系列轨道天文台、小型天文卫星、空间实验室以及80年代发射的高能天文台，对近地空间、行星及行星际空间等进行探测，在紫外、红外、X射线、 γ 射线波段的工作，取得了突破性的进展。这样，使天文学的观测，由过去只限于地面，一跃而成为冲破大气层限制的“大气外观测”，从而扩充了整个电磁波都可观测到的“全波段天文学”。时代前进了，手段改进了，所取得的成果，可谓琳琅满目，目不暇接。恒星的紫外辐射记录丰富；数千个红外源发现了；红外波段的星际分子谱线发现了；一千多个X射线源也探测到了；并且得到了可能是“黑洞”的观测数据。这种种类繁多，结构复杂、内涵丰富的恒星世界的奥秘，逐渐为人们所揭开了！

姚林同志编著的《天文学入门》一书，汇集了近年来天文学研究的新成果，取材适度，说理清楚，行文流畅，是一本比较优秀的中级天文学读物，不仅可作为天文基础教育的教材，也适于中学教师或业余天文学家们阅读。

在天文学的发展道路上，天文学家的贡献固然受到崇敬，但是，很多具有较高水平的业余天文学家的业绩也值得

称道。我在这里列举三例，以概其余。1731年，英国天文爱好者比维斯曾经用小型望远镜发现了位于金牛星座中的蟹状星云。它是超新星爆发的遗迹。星云中心是一颗脉冲星，发出可见光和强烈的射电、X射线、 γ 射线，至今，此星云还极受国际天文学家的关注。1856年，英国天文爱好者普森，根据前人的分析、实践，归纳总结出“目视星等”的计算公式，至今仍作为量度恒星明亮尺度的定义。本世纪30年代，无线电工程师央斯基，任职于美国新泽西州的贝尔电话实验室，专门搜索和鉴别电话的干扰信号。1931年，他在一些干扰信号中发现有一种每隔23小时56分04秒出现一次最大值的无线电干扰，经过仔细分析，在1932年发表论文，断定这是来自银河系中心的射电辐射。由此，他开创了用射电波研究天体的新纪元。

从这些事例中，我们可以得到很有教益的启迪：蕴藏于众人之间的智慧是无穷尽的。我相信并且预祝我国天文事业将更加兴旺；业余天文学家，当人才辈出，茁壮成长。《天文学入门》将会在今后指导业余天文学家以及广大读者中，起良好的作用。

陈晓中

于北京天文馆

一九八八年十月

作者的话

天文学发展到今天，进入了一个崭新的时期，随着宇航时代的到来，这门古老的科学焕发出新的青春。科学的观测手段，精密的观测仪器导致许多意想不到的新发现。这对天文学的发展产生了重大的影响，同时也引起了广大天文爱好者浓厚的兴趣。

我是从事基础天文教学工作的，通过几年的教学实践，深深地感到，目前青少年天文科技活动的广度和深度还远远不够，天文普及工作还有待进一步深化。广大的天文爱好者、中小学教师以及大中学生，都渴望获得更多的天文学知识，并希望能得到实用而通俗的天文学入门读物。我所编写的《天文学入门》，就是为满足广大读者这个需要的。

本书在编写过程中，曾得到北京天文馆和北京师范大学天文系的大力协助。北京天文馆名誉馆长、中国天文学会理事、普及工作委员会主任、研究员陈晓中先生审阅了全稿，并撰写了序言。助理研究员王宗良老师提供了彩色天体照片，山西省教育学院二部的冯建明老师绘制了部分插图。在此谨向以上同志致以衷心地感谢。

鉴于笔者水平有限，经验不足，不妥之处在所难免。敬希广大读者批评指正。

目 录

第一章 天文学入门知识	(1)
一、天文学的研究对象和意义.....	(1)
二、天体系统.....	(5)
三、宇宙的尺度.....	(6)
四、地球在宇宙中的地位.....	(8)
五、天球和天球坐标系.....	(9)
 第二章 认 星	(16)
一、星空概述.....	(16)
二、北天极附近的星空.....	(27)
三、春季星空.....	(34)
四、夏季星空.....	(39)
五、秋季星空.....	(46)
六、冬季星空.....	(53)
七、认星歌.....	(59)
 第三章 太 阳	(62)
一、太阳的概况.....	(62)
二、太阳的能量来源.....	(63)
三、太阳的结构.....	(65)
四、太阳活动及其对地球的影响.....	(68)
五、太阳的诞生和衰亡.....	(74)

第四章 行星和卫星	(77)
一、行星和卫星的一般性质.....	(77)
二、行星中的“飞毛腿”水星.....	(80)
三、引人注目的金星.....	(82)
四、曾怀疑有生命存在的火星.....	(84)
五、行星之王——木星.....	(86)
六、比水还轻的土星.....	(88)
七、躺着转动的天王星.....	(90)
八、第一颗由计算确定的行星 ——海王星.....	(92)
九、太阳系的边疆卫士——冥王星.....	(97)
十、用肉眼辨认行星的方法.....	(99)
 第五章 地球和月球	(103)
一、地球概况.....	(103)
二、地球运动.....	(109)
三、月球概况.....	(122)
四、月球运动和月相变化.....	(126)
五、日食和月食.....	(132)
 第六章 太阳系的小天体	(142)
一、小行星.....	(142)
二、彗星.....	(146)
三、流星体.....	(152)
四、陨星.....	(157)
五、行星际物质.....	(158)

第七章 恒星和星系	(160)
一、恒星概述.....	(160)
二、各种各样的恒星.....	(167)
三、星云和星际物质.....	(175)
四、银河系.....	(179)
五、河外星系和总星系.....	(183)
六、类星体.....	(186)
第八章 人造天体	(189)
一、人造地球卫星.....	(189)
二、载人飞船.....	(200)
三、航天飞机.....	(201)
四、航天站.....	(202)
五、空间探测器.....	(203)
六、人造天体的发展.....	(205)
七、太空垃圾.....	(208)
第九章 天体的起源和演化	(210)
一、太阳系的演化.....	(210)
二、地球的演化.....	(215)
三、月球的演化.....	(217)
四、恒星的演化.....	(219)
五、星系的演化.....	(224)
第十章 宇宙论	(226)
一、宇宙的创生.....	(226)
二、宇宙空间有多大?	(228)

三、宇宙的年齡..... (229)

四、宇宙的結局..... (231)

附錄

一、天文數據表..... (236)

二、行星數據表..... (239)

三、衛星數據表..... (241)

四、全天星座表..... (244)

五、星座觀測月表..... (247)

第一章 天文学入门知识

一、天文学的研究对象和意义

天文学是自然科学的基础学科之一，它有着极其悠久的历史，经久不衰的魅力，至今仍在蓬勃发展，是当代科学前沿阵地上非常活跃的一门学科。

简单地说，天文学是研究广袤无垠的宇宙中各类天体及其系统的科学，是研究它们的位置、分布、运动、形态、结构、物理状况、化学组成、相互关系及其起源演化的科学。

天文学的研究对象是天体。所谓天体，一般是指地球大气以外宇宙空间中各种客体的总称。从科学的角度来说，“天”是对于“地”而言的。地球大气内的现象如天空中的云、雨、雪等等都出现在大气中，不能作为天体，它们是气象学研究的对象。而从地球外落到地面上的陨石，则是天体。地球作为一颗行星，也是个天体。天体是宇宙间各种星体的通称，有自然天体和人造天体两大类。

本世纪60年代以前，根据宇宙中各种天体的质量、形态、运动状况等特点，人们把自然界的天体分为恒星、行星、卫星、流星体、彗星等不同种类。60年代以后，人们利用许多新的观测手段，陆续发现了红外源、射电源、X射线源、 γ 射线源、类星体、脉冲星等各种天体，这些天体都

是自然天体。1957年至今，人们向空间发射了各种人造卫星、宇宙火箭、行星探测器、载人飞船和空间实验室等各种航天器。它们在空中运行，使宇宙中增加了许多人造天体。

由于天文学以遥远的天体作为研究对象，它的主要研究手段便是观测，所以天文学是观测的科学。诚然，今天人们已经飞出了地球，可以对一些行星和卫星进行实地勘测，在上面进行某些科学实验；但从整体看来，人类总不能去解剖恒星，也无法搬动太阳、加热星云。在一般情况下，还是只能通过接收天体的辐射来寻找解开它们奥秘的钥匙。也就是说，人类只能“被动”地观测宇宙中发生的现象，收集感性认识的素材进行理论分析；而不能“主动”地影响被研究的宇宙空间客体。所以，创造和改进观测手段是重要的课题。正因为观测在天文学中占有特殊的地位，因此观测方法的每一次革新，观测工具的任何改进，常常会促使天文学更快地向前发展，甚至引起深刻的革命。

在没有天文仪器的古代，人们只能凭肉眼对天体进行粗略地观测，对天象进行大致地记录；只能从直观上简单区分恒星的不同亮度。那时候，人们不知道恒星的真实距离，天体的实际大小，当然更无法了解其性质、运动规律。17世纪初，意大利科学家伽利略首先用望远镜观察天空，他看到了荒凉寂寞的月面上峰峦迭起、木星的四个大卫星的周期运动、金星的盈亏现象、太阳上的黑子变化、银河中包含的繁星、……，这一系列惊人的发现，有力地证明了哥白尼的日心说，从而使天文学进入“望远镜天文学”的新时代。可以毫不夸张地说，象哥伦布发现新大陆一样，伽利略发现了新宇宙。

19世纪，天文学家开始把测光、分光及照相术运用于

天文观测中，这又使天文学发生了一个新的飞跃：诞生出一个新的分支——天体物理学。天体物理学通过对天体物理状况、化学组成、内部结构及其演化规律的研究，使人类对天体的认识、对宇宙的认识又大大向前迈进了一步。

第二次世界大战后发展起来的射电望远镜，使人们突破了可见光的界限，摆脱了地球大气及气候的影响。随着新型的大射电望远镜的问世，新的重大发现接踵而来，仅60年代就有脉冲星、星际有机分子、类星体及3开微波背景辐射等四大发现，这些重大成果极大地推动了现代天文学的迅速发展。

人造卫星上天后，进入了全波天文学时代，获得了更加丰富的资料。随着航天飞船的发射，人们不仅六次降临月球，对它进行实地科学研究，空间探测器还降落于金星和火星表面。大规模的空间探测迫使天文学教科书一再修改：金星决不是地球的“孪生姐妹”、火星上没有运河、木星竟是个液体行星……。

天文学的任何进步都对人类社会具有重要的积极意义。天文学的每项新发现，总会使哲学家们丰富他们的思维，对客观规律赋以新的论证。天文学的成就也促进了整个科学的发展。它的意义就在于：推动人们运用当前各门科学的成就来解释新的天文发现而深化对客观世界的认识。天文学的成就是人类的宝贵财富，受到了全人类的重视。随着工农业生产 and 科学技术的发展，对天文学的要求更为紧迫。

准确地测定时间一直是天文学的一项重要任务。为了准确的测量时间，就要观测恒星，还需要有精确的时钟作为守时工具。目前测时精度达到了 10^{-8} 秒，原子钟的准确度已达 10^{-13} 秒。航空、航海、宇宙航行的精确导航，大地测量，重力测量等都必须借助于对天体的观测。

人造地球卫星、空间探测器广泛地用于通讯、气象、测绘、探矿、医药、军事……，当然这涉及到现代科学的许多部门，但如何以最小的代价取得最多的、最重要的信息，这就需要天文学家来精心设计探测器的轨道。如“水手10号”飞船既探测了金星又能来回三次飞临水星上空，两艘“旅行者”飞船则巧借了木星的引力，使它们同时完成了对好几颗行星的科学探测。

太阳活动会引起地球磁场和电离层的变化，甚至使短波通讯中断；太阳活动还会发出大量高能粒子、紫外辐射及X射线，对于发射载人的航天飞船和人造卫星构成很大的威胁。此外，人们还发现太阳的活动对于地球有广泛的影响，例如大气气流、天气的长期变化等等，因此太阳活动的研究及预报也是一项具有重要意义天文工作。

宇宙空间的天体和物质为我们提供了地面上难以比拟的超高温、超密度、超高速和强磁场等一系列宇宙条件，可以帮助我们揭开物质世界的秘密，促进科学的发展。天文学的发展对人类的自然观发生了重大的影响。哥白尼的日心说，是向当时教会权威的挑战，动摇了统治欧洲达一千年之久的唯心主义宇宙观，从此自然科学便开始从神学中解放出来。在当代天文学前沿上，辩证法和形而上学，唯物主义和唯心主义的斗争仍在持续进行。天文学的研究也具有哲学上的重要意义，它将以自己的研究成果丰富和发展辩证唯物主义哲学。

由于天文学的反馈和边缘科学的发展，天文学同国民经济各部门都有着间接但却是重要的联系。它涉及到未来的能源、交通、技术、理论知识等很多方面。普及和提高天文知识教育，是当前宇航时代的要求。

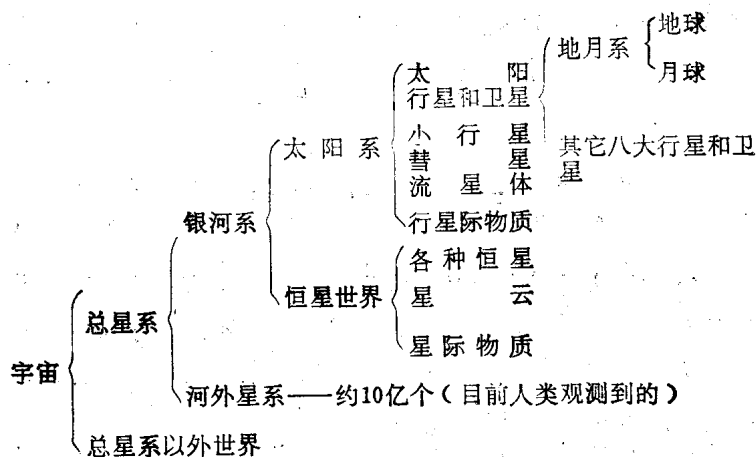
二、天体系统

如果把现代望远镜所能观测到的空间范围称为宇宙，那么构成宇宙的要素，就是大小和质量各不相同的各种层次。各层次在质量和密度上差别很大。这些层次大致分为行星系、恒星、星际气体、星系、星系团等。

在万有引力作用下，这些不同层次的天体互相吸引绕转，组成按一定规律运动的集合体，称为天体系统。

天体系统有不同的等级，如地月系、太阳系、银河系、总星系等。

宇宙中的天体系统如下表：



各天体系统的结构

1. 地月系

地月系是最低一级的天体系统，由地球和月球构成。地