

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？她在无限的宇宙中占有什么地位？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海而不倦地回答着。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、 γ 射线源等。

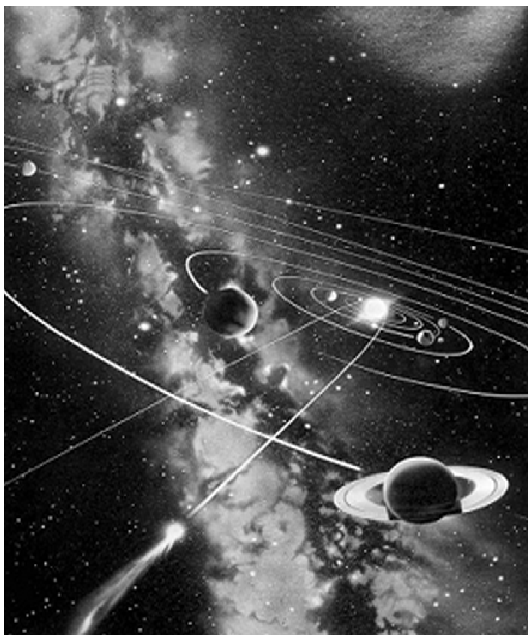


图 1.1 天文学研究对象

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

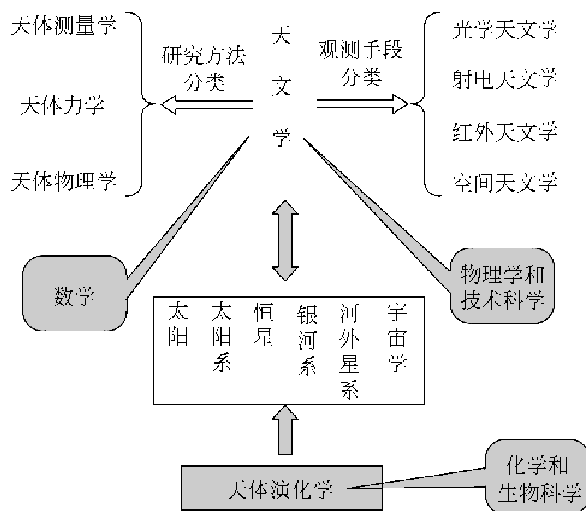


图 1.2 天文学研究分支

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 γ 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

空间,这就是空间天体测量。

天体测量学的主要分支如下:

球面天文学——天球坐标的表示和修正;

方位天文学——基本天体测量、照相天体测量、射电天体测量、空间天体测量、参考坐标系的建立、天体运动的研究;

实用天文学——时间计量、极移测量、天文大地测量、天文导航;

天文地球动力学——地球自转、地壳运动等。

(2) 天体力学。天体力学(celestial mechanics)主要研究天体的相互作用、运动和形状,运动中包括天体的自转。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行星运动三定律的建立奠定了天体力学的基础,使研究工作从运动学发展到动力学。因此,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。

天体力学的主要分支有:天体引力理论、N 体问题、摄动理论;太阳系内各天体的运动理论、轨道计算;天体力学定性理论、天体运动和平衡问题;天体力学方法、现代天体力学、星际航行动力学等。

(3) 天体物理学。天体物理学(astrophysics)是天文学中最年轻的一门分支学科,它应用物理学的技术、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 世纪英国天文学家威廉·赫歇尔(1738—1822)开创了恒星天文学研究,此时可称为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。

天体物理学按照研究方法分为实测天体物理学、理论天体物理学;

天体物理学按照研究对象分为太阳物理学、太阳系物理学、恒星物理学、恒星天文学、星系天文学(又称河外天文学)、宇宙学(观测宇宙学、理论宇宙学)、天体演化学等。

天体物理学涉及的边缘学科很多,主要有射电天体物理学、红外天体物理学、紫外天文学、X 射线天体物理学、 γ 射线天体物理学、天体化学、天体生物学等。

2. 按观测手段分类

按照观测手段天文学可分为：光学天文学、射电天文学、红外天文学、空间天文学等。

(1) 光学天文学。主要观测手段是电磁辐射中的光学波段(400~760nm)。是人类最早的天文观测手段,从肉眼到光学望远镜,用来分析天体在光学波段的物理、化学性质。

(2) 射电天文学。通过观测天体的无线电波来研究天文现象的一门学科。美国无线电工程师央斯基开创了射电天文学。20世纪60年代的四大天文发现——类星体、脉冲星、星际分子和微波背景辐射,都是用射电天文手段获得的。

(3) 红外天文学。波段范围在 $0.7\sim 1000\mu\text{m}$ 之间的天体辐射观测,是重要的天体观测窗口。

(4) 空间天文学。地球大气对电磁波有严重的吸收,因此我们在地面上只能进行射电、可见光和部分红外波段的观测。随着空间技术的发展,在大气外进行观测已成为可能,所以就有了可以在大气层外观测的空间望远镜(space telescope)。哈勃空间望远镜(HST)的升空标志着空间天文学进入了全面发展的阶段。

1.2 天文学与人类社会

可能有人会问,既然天文学的研究对象是星星、太阳、月亮,那么天文学和我们地球上人类的生活、工作又有什么关系呢?其实,作为一门基础研究学科,目前天文学研究的许多内容,在较短的时间跨度内与我们人类日常生活似乎关系不大。比如,银河系在如何运动这类天文学基本问题的研究显然同我们的日常生活没有什么关系。但是,另一方面,天文学家的工作又在不少方面是同人类社会密切相关的。

人类的生活和工作离不开时间,而昼夜交替、四季变化的严格规律须由天文方法来确定,这就是时间和历法的问题。如果没有全世界统一的标准时间系统,没有完善的历法,人类的各種社会活动将无法有序进行,一切都会处在混乱状态之中。