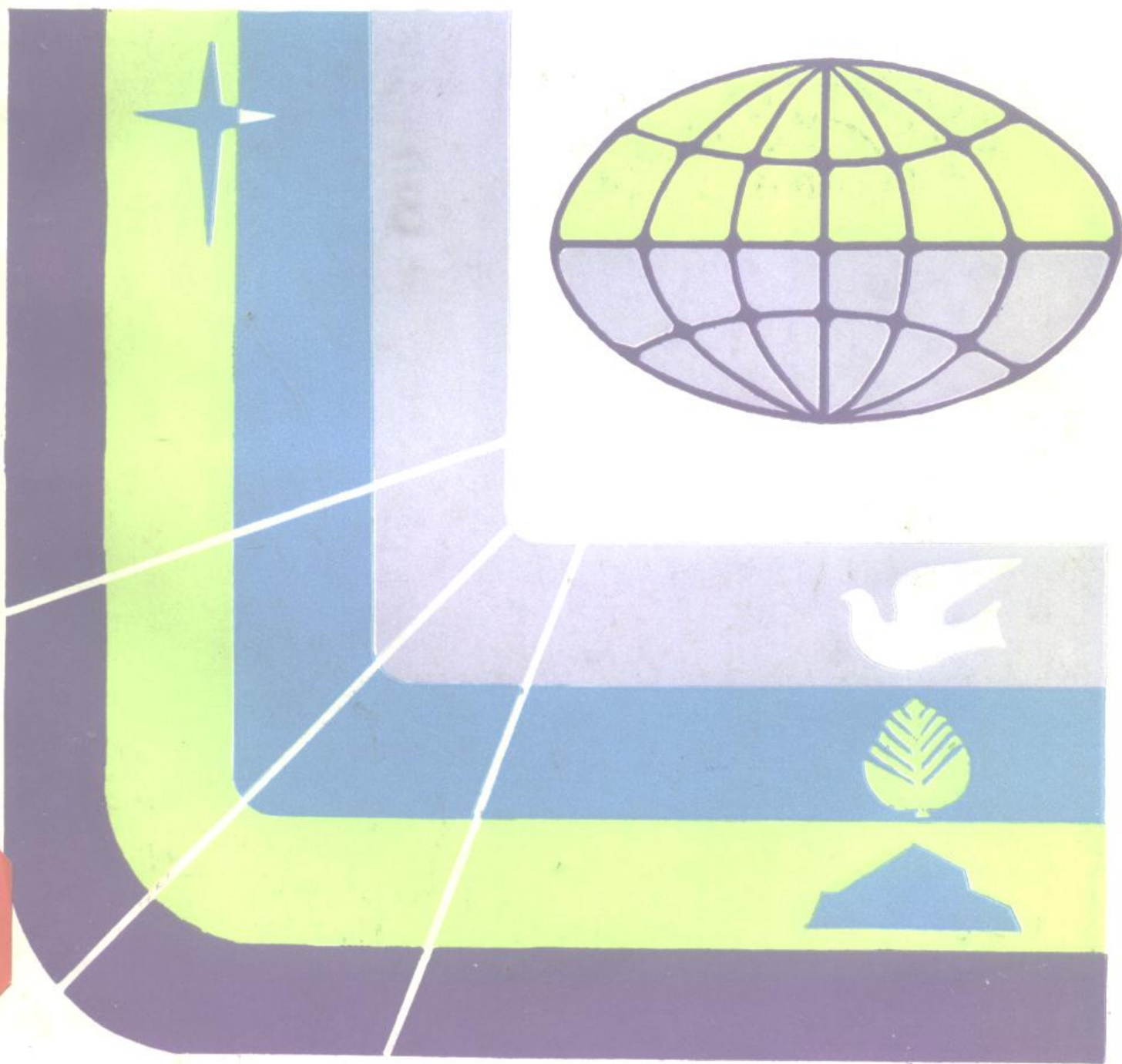


地球科学概论

张惠民 编



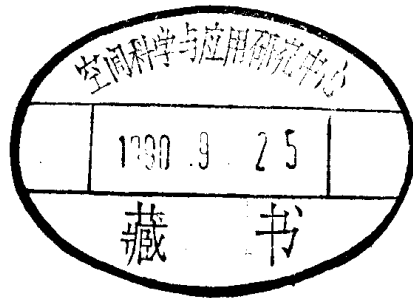
气象出版社

P1
ZHM

地球科学概论

张惠民编

TW34/01



气象出版社

106190

内 容 简 介

本书主要阐述了天文地理知识，包括：地球和宇宙；地球形状、结构与运动；地球运动与天球坐标系；地球运动与昼夜和季节的变化；时间的计量；地球表面概况；地图等内容。可供地质、气象、海洋、地理等学科的科技人员和高等院校师生参考。

地 球 科 学 概 论

张 惠 民 编

责任编辑：殷钰

* * *

志 志 出 版 社 出 版

(北京西郊白石桥路46号)

妙峰山印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 全国各地新华书店经售

开本：787×1092 1/16 印张：16.5 字数：390千字

1987年11月第一版 1987年11月第一次印刷

印数：1—3000 定价：2.80元

ISBN 7-5029-0010-1/P·0006

前 言

地球科学是研究地球各部分物质运动基本规律的一门科学。

地球是由具有不同物理、化学性质的物质所构成的，呈同心圈层构造的球体。由地球内部至外部分布有地核、地幔、地壳、大气圈、水圈和生物圈等几个基本圈层。地球又是一个磁化球体，具有一定强度的磁场。各个圈层之间是相互联系、相互作用和相互渗透的。地球的整体和它的每个圈层是地球科学研究的对象，各部分的物质运动，变化规律及相互之间的联系，是地球科学研究的内容。

地球是宇宙空间中不停运动着的一个天体，其所处的空间位置及运动规律，决定着维持地球上全部生命过程的太阳辐射能量的变化。地球自转轴对黄道面保持的倾斜，造成太阳辐射的季节变化；地球的自转造成了环境的日变化。这两种变化对于地球大气、水分、岩石、生物等都显示了强烈的反应，各个圈层对太阳辐射能量的输送和储存，是研究地球物质运动规律的基本出发点，同时，也是研究地球气候变迁及各地天气气候的依据之一。

地球科学所涉及的内容极为广泛，大体上可以概括为天文、气象、海洋和地质四大部分。随着科学技术的发展，地球科学产生许多新的分支：为探讨太阳系和宇宙的起源而形成天体物理学；研究天体的运动而发展了天体力学；随着地球物理的深入研究，发展了气象学、地质学、地震学、地磁学、地球动力学、海洋动力学、水文学和地理学。在气象学方面，由于人类活动范围的扩大，气象研究的领域和内容也日益扩大和深化，形成许多新的分支，如大气物理学、大气动力学、大气化学、动力气候学、气象导变学、高层大气探测以及应用气象学等。

作为地球科学的分支——气象学，它的发展与研究地球科学各分支有着紧密的联系。研究地球上能量收支及其历史演变，是气象学中一个带有根本性的问题。这就要求了解地球在宇宙空间的位置、地球与太阳的关系、太阳活动、月地关系等。天文学与气象学的相互渗透，促使“天文气象”边缘学科的发展，它为天气预报、气候研究提供了新的信息。地球形状、结构与运动的讨论，使气象学尤其是气候学中气候模式的建立有了一个更为全面的整体结构。地球结构中各圈层与大气、太阳的正负反馈作用，约制着气候的形成及演变趋势，这已引起气象学者的广泛重视。地球作为一个宇宙空间的实体，它并非是光滑的几何面，而是存在有海洋、陆地及各种地形地貌。它们的历史演化及现实，是讨论古气候变迁、区域天气气候、局地小气候等的重要地理条件；是地球能量系统中的一个重要部分。不同地表状况下所构成的不同能量流的转移和分配具有重大的环境意义。地表现象是采用地图来描述的，地图是编制天气预报、气候分析、卫星云图、农业气候区划等的基本图表，如何识图及了解各种地图投影的误差和放大系数，对于从事气象工作来讲是必备的不可少的。

《地球科学概论》一书，是作者在气象高等院校几年来从事教学所编写教材基础上完成的。在书中，我们注意到尽量结合天气、气候、大气物理、农业气候各专业的需要来编写。当然由于水平所限，还没能将气象学都渗透到有关章节中去，这也正是我们今后不断充实提高之所在。对于地球科学近代新的发展动向及成果，有些内容已趋成熟或已为公认，便结合气象工作的需要尽量收集到本书中去，但是，由于材料来源所限，难免挂一漏

万，还请读者见谅。另外，为了便于广大读者阅读本书，一般都尽量避免较深的数理推论。

本书在编写过程中得到系、教研室等领导的鼓励和支持，得到庞嘉棠及刘自耕等同志的具体帮助，全书插图由朱云同志绘制，在此一并表示谢意。

由于编写时间短促，对取材，编排和论述方式必然会有许多可以商讨之处，也难免有错误和不妥的地方，希望读者多加指正。

张 惠 民

一九八四年六月于南京气象学院

目 录

第一章 地球和宇宙	(1)
第一节 地球在宇宙间的位置	(1)
一、宇宙和天体.....	(1)
二、恒星和星系.....	(1)
三、太阳系.....	(7)
四、天文现象与气象.....	(13)
第二节 地球和太阳	(14)
一、太阳的距离、大小和质量.....	(14)
二、太阳的结构.....	(18)
三、太阳活动.....	(24)
四、日地关系.....	(29)
第三节 地球卫星	(31)
一、地球自然卫星——月球.....	(31)
二、日食和月食.....	(37)
三、潮汐.....	(40)
四、人造地球卫星.....	(42)
第二章 地球的形状、结构与运动	(45)
第一节 地球的形状和大小	(45)
一、地球的形状.....	(45)
二、地球的大小.....	(47)
第二节 地球的结构	(48)
一、地球的外部圈层结构.....	(48)
二、地震与地球内部圈层结构.....	(53)
三、地球的重力和磁场.....	(55)
第三节 地球的运动	(63)
一、地球的自转运动.....	(63)
二、地球的公转运动.....	(69)
第三章 地球运动与天球坐标系	(71)
第一节 天球和天球坐标	(71)
一、天球的概念.....	(71)
二、天球上的基本点和圈.....	(72)
三、地球自转与天球的周日旋转.....	(74)
四、地球和地理坐标.....	(74)
五、天球坐标系.....	(76)
第二节 各种坐标间的关系	(80)
一、地理纬度与天文纬度.....	(80)
二、地理经度差和时角差的关系.....	(81)
三、地平坐标系和时角坐标系之间的关系.....	(82)

四、时角坐标系与赤道坐标系的关系	(83)
五、赤道坐标系和黄道坐标系之间的关系	(83)
第三节 天体的周日视运动现象	(84)
一、不同纬度处的周日旋转	(84)
二、天体的中天和出没	(86)
三、天体经过卯酉圈和天体大距	(88)
第四节 地球的自转和岁差、章动	(89)
一、岁差	(89)
二、章动	(91)
第五节 地球公转和星空的周年变化	(92)
一、恒星的周年视差位移	(93)
二、太阳的周年视运动	(94)
三、行星与月球同太阳相对位置的周期性变化——会合运动	(96)
第四章 地球运动与昼夜和季节的变化	(100)
第一节 昼夜长短的变化	(100)
一、昼夜及其交替	(100)
二、昼夜的长短	(101)
三、昼夜长短的纬度分布和季节变化	(103)
第二节 太阳高度	(106)
一、太阳高度	(106)
二、正午太阳高度的季节变化和纬度分布	(108)
第三节 日出与日没	(111)
一、日出时刻和日没时刻	(111)
二、日出、日没方向	(113)
第四节 季节与地球的五带	(115)
一、季节	(115)
二、廿四节气	(118)
三、地球的五带	(122)
第五章 时间的计量	(124)
第一节 时间计量的概念	(124)
一、时间的概念	(124)
二、计量时间的基本原则和时间计量系统	(124)
第二节 恒星时和太阳时	(126)
一、恒星时	(126)
二、太阳时	(126)
第三节 地方时和标准时	(129)
一、地方时	(129)
二、标准时	(130)
三、地方平时与区时的关系	(131)
四、法定时和日界线	(132)
第四节 历法	(133)

一、太阳历	(134)
二、太阴历	(134)
三、阴阳历	(135)
第六章 地球表面概况	(136)
第一节 地球表面形态及其演化	(136)
一、现代地球表面的基本形态	(136)
二、地表形态的演化	(140)
第二节 地形形成的基本规律及地貌表现	(146)
一、地形形成的动力	(146)
二、流水地貌	(149)
三、岩溶地貌	(153)
四、冰雪冻土地貌	(155)
五、干燥区地貌	(160)
六、黄土与黄土地貌	(165)
七、海岸地貌	(166)
第三节 世界地形概述	(168)
一、世界地形概要	(169)
二、亚洲地形概述	(170)
三、欧洲地形概述	(175)
四、海陆、地形对气象影响	(177)
第四节 中国地形概述	(178)
一、地理位置与疆域	(178)
二、我国地形的基本轮廓	(179)
三、我国地形主要单元	(180)
第五节 地球上的水	(186)
一、地球上的水分循环和水分平衡	(186)
二、陆地水——河流与湖泊（一般知识介绍）	(188)
三、海洋	(191)
第六节 地球表面的植物	(204)
一、植物与环境	(205)
二、植物群落	(207)
三、植被类型分布	(209)
第七节 地球表面的动物	(212)
一、动物与环境	(212)
二、陆地动物的生态地理类型	(213)
三、中国动物生态地理类型	(214)
第七章 地图	(217)
第一节 地图投影	(217)
一、地图投影的基本概念	(217)
二、极地投影的半球图	(222)
三、墨卡托投影	(223)
四、双标准纬线等角圆锥投影	(225)

第二节 地图放大系数	(228)
一、正形投影的基本关系式	(228)
二、极射赤面割投影的放大系数	(229)
三、墨卡托圆柱(割)投影的放大系数	(230)
四、兰勃脱投影的放大系数	(230)
第三节 地图比例尺与方向	(232)
一、地图比例尺	(232)
二、地图上的方向	(234)
第四节 用等高线表示地形的方 法	(235)
一、地面上的高程和等高线	(235)
二、地形元素的等高线	(236)
三、地形图上等高线的应用	(238)
附 录 球面三角	(239)
参 考 文 献	(252)

第一章 地球和宇宙

第一节 地球在宇宙间的位置

地球是太阳系中一颗适于生物存在和繁衍的普通行星。把地球当做一个行星来讨论和研究时，它也是宇宙间的一个天体。为了全面地认识地球，首先扼要地了解一下地球所处的宇宙环境是必要的。

一、宇宙和天体

古语称“四方上下曰宇，古往今来曰宙”。宇指空间，宙指时间，宇宙就是空间和时间的总称。宇宙不是一个抽象概念，它是由物质所组成。在广袤无垠空间中存在着各种天体以及弥漫物质，其表现形态是多种多样复杂万端的。宇宙中的一切物质处于不断的运动和发展中，它既不能被创造，也不能被消灭，只能从一种形态转化为另一种形态，因此，物质是永恒存在的。宇宙在空间和时间上都是无限的，在空间上无边无际，在时间上无始无终。宇宙是没有中心的。总之，宇宙就是无限的、永恒的、不断运动变化着的客观物质世界。更简捷的说，宇宙是星空世界的整体。

宇宙是可以认识的。廿世纪以来，天文望远镜逐渐改进和加大，以及观测技术的提高，尤其是近代空间技术的兴起，宇宙的可观测范围在日益扩大，目前，能观测到的宇宙深度离我们已达150亿光年。人类对宇宙的构造和发展的认识正在日益加深，现在还未认识的事物，随着科学技术的发展，将来一定会逐步地、无限接近地被人类所认识。

宇宙间的物质，有的聚集而成日、月、星、辰，有的弥漫在广阔无限的星际空间，称为星际物质。天体就是宇宙间各种星体的通称。包括恒星、行星、卫星、彗星、流星体、星云、星际物质以及星际有机分子、辐射源、类星体等等，上都属自然天体。在天空中运行的人造卫星、宇宙火箭、行星际飞船和空间实验室等，则属人造天体。而天空中飘浮的云，短时间在空中飘游的气球和翱翔的飞机不当做天体。

在地球上看起来，天体都在天上，但阿波罗飞船登月的宇航人员站在月球上看地球，地球在天上，因此，天和地的界限只是相对的。

二、恒星和星系

(一) 恒星

恒星是由炽热气体组成的，能自己发光的球状或类球状天体。是宇宙间各种天体中最主要的一种。肉眼所见的天体，99%以上是恒星。在晴朗无月的夜晚，在整个天空中，人眼能够看到的恒星约有6500多颗，借助天文望远镜，可看到几十万乃至几百万颗以上的恒星。

恒星在天空中的相对位置似乎是固定不变的。这是因为恒星离地球以及恒星之间的距

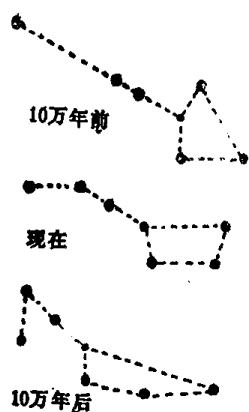


图 1.1 北斗七星由于自行引起的形状变化

离都极其遥远，不借助于特殊工具和特殊方法，在短期内很难发现它们在天空中位置的变化，故被古人误认为是不动的，称其为“恒星”而沿用至今。实际上，恒星都在不停地运动和变化着。它们有自转和在空间自行等运动。例如，北斗七星在几十万年之间形状的变化，正说明恒星间方向、速度不同的运动情况（见图 1.1）。为了便于研究恒星，把星空分成若干个区域，这些区域称为星座。将较亮而邻近恒星联成图形，结合神话中的人物或动物、器具给予命名。人们可根据每一个星座的独特形状来辨认恒星。在航海、航空或深山、沙漠旷野中也可利用星座来辨认方向、确定时间。气象工作中也有利用北极星（小熊星座 α 星）来测定南北线的。

恒星的物理性质是千差万别的。表示恒星物理特性的基本参量有距离、亮度（视星等）、光度（绝对星等）、质量、直径、密度、温度、压力、磁场和电场等。

1. 恒星的距离

测定恒星距离的直接或间接的方法，都是以三角视差法为基础。计量恒星距离通常使用的一种单位为光年，即光在一年中所走过的距离。1 光年等于 94605 亿公里。1 光年又等于 63240 天文单位（日地平均距离为 1 天文单位，1 天文单位 = 149597870 公里）。太阳是离地球最近的恒星，太阳光到达地球只需 8 分多钟，其次是半人马座的比邻星，距地球 4.22 光年。光年也被用作天体直径的单位。

计量天体间距离的另一种常用单位为秒差距。天体的周年视差（即该天体对于地球轨道半径所张的角）为 1 角秒时，这天体与地球间的距离即为 1 秒差距。1 秒差距 = 3.2616 光年 = 206265 天文单位 = 308568 亿公里。秒差距等于视差的倒数。例如，织女星对地球轨道半径的张角的角秒值为 $0''.12$ ，织女星和地球的距离即是 $1/0''.12 = 8.3$ 秒差距。秒差距也被用作天体直径的单位。

2. 恒星的视星等和绝对星等

恒星的亮度常用星等来表示。在地球上观测到的星光亮度是视亮度，即恒星在观测点和视线垂直的平面上所产生的照度，而表征天体的真实亮度的是光度。反映天体视亮度的星等为视星等，反映天体光度的星等为绝对星等。通常所说的星等，是指视星等而言。

视星等是在地球上测出的星等。古人把全天人眼可见的星按感觉的亮度分为六等。最亮的星为 1 等星，肉眼勉强可见的为 6 等星。亮度随星等数目的增加而降低。现今规定星等增加一等，亮度变暗 $100^{\frac{1}{5}} = 2.512$ 倍，即 1 等星亮度为 2 等星的 2.512 倍。1 等星亮度恰等于 6 等星的 100 倍。目前，最好的观测工具可观测到 23 等星，星等且不限于正数及整数，大于 1 等星可为零等，甚至负值。如全天最亮的天狼星是 -1.45 等，太阳为 -26.8 等。恒星的亮度和距离有关，因此，不能用视星等来衡量恒星的光度。

恒星的光度表征它本身的发光本领，即是恒星每秒钟由整个表面发射出来的辐射能量。为了比较天体的发光强度，采用绝对星等。绝对星等是把天体都归算到离地球 10 秒差距（即 32.6 光年）距离处的星等。视星等的数量关系对绝对星等也适用。绝对星等相差 1 级，恒星的光度相差 2.512 倍。如某一恒星的距离正好是 32.6 光年，它的绝对星等与视星等相等。假如把太阳移至 32.6 光年处，绝对星等是 4.83 等，是一颗肉眼能见的相当暗弱的

星。

3. 恒星的温度和光谱

维持恒星辐射的能源主要是热核反应。恒星通过热核反应产生可见光，其温度必然很高，这就应具有巨大的质量，大多数恒星的质量在0.1—10个太阳质量之间。恒星的发光也是恒星生命史发展到某一阶段的现象。恒星处于不同的发展阶段，发出不同的光。

恒星的温度是研究恒星的基础。根据星光颜色可粗略的定出恒星表面温度，但对有些发出不可见光的恒星，如中子星发射大量人眼看不见的X射线，这类星的表面温度可高达500万度。因此需要用更有效的方法测量恒星温度，如通过测量恒星的总辐射量、光谱分析等方法。其中常用的是光谱分析。

恒星表面温度一般用有效温度来表示，它等于有相同直径、相同总辐射的绝对黑体的温度。恒星的光谱能量分布与有效温度有关，因此可用光谱分析的方法来确定恒星的温度。不同的恒星，光谱不完全一样，通过对恒星光谱的分析，发现恒星的光谱可以按照谱线的种类和强度归纳为数种主要类型。不同类型之间的主要差别在于星光颜色，而颜色实际上是恒星温度的反映。按温度下降的次序，恒星光谱分为O, B, A, F, G, K, M七大类型，另外还有极少数的恒星光谱，则分属于R, N, S等类型。恒星光谱与恒星的颜色及表面温度的对应关系可见表1.1。光谱型是K, M型的恒星，表面温度低，光谱中红色较强，恒星带红色，O型恒星的表面温度最高，约4万度，是蓝星。而太阳的光谱型是G型，是一颗黄色的星。

表 1.1 主要光谱型对应的温度与颜色

光谱型	O	B	A	F	G	K	M
星光颜色	蓝	蓝白	白	黄白	黄	红橙	红
恒星表层的 平均温度(°C)	40000 25000	25000 12000	11500 7700	7600 6100	6000 5000	4900 3700	3600 2600

通过对恒星光谱的研究，还可测得恒星的化学成分、压力、密度、电场、磁场、视向速度和自转等等。如分析恒星的光谱，发现大多数恒星的化学成分和太阳差不多，以氢、氦为主。因此光谱分析在天体物理学中占很重要的地位。

4. 特殊恒星

天空中的恒星形态是多样的。它们不仅在物理性质和化学组成方面有很大差别，而且其空间分布和运动特性以及年龄（发生发展阶段）也有很大不同。不过大多数恒星是大同小异的，但有一些恒星具有某些特殊的性质。

恒星在空间的分布，一般是单个的存在，但在已认识的恒星中，大约有1/3是两颗在一起，称为双星。双星有光学双星（视线方向上似乎很靠近，但实际离得很远，没有物理联系的两颗星）和物理双星（两颗星在空间中视位置比较靠近，由于彼此引力作用而沿着轨道互相环绕运动的）。双星的两个成员都称为双星的子星，较亮的子星称为主星，较弱的子星称为伴星。主星和伴星彼此有交食现象，使双星亮度作周期性变化的，称为交食双星。有的双星的一个或两个成员本身也是双星。双星是恒星世界的普遍现象，是规模最小

的恒星集团。此外还有由三、五个互相有物理联系的恒星组成的多重恒星系统，称为聚星。由十个以上的恒星组成的、被各成员星之间的引力束缚在一起并集中在不大的空间内的恒星群，称为星团。如著名的昴星团。星团可分为球状星团和疏散星团两大类。在银河系内，还发现位于银河系的旋臂上分布有起源相同、物理特性相似、体积比疏散星团大、结构更为松散、大致呈球状的恒星集团，称为星协。星协常与气体尘埃星云有物理上的联系，它是一种年轻的天体。星协的发现，使我们了解到在银河系里恒星的年龄是不同的，并且能够成群地产生，直到现在还有恒星正在产生中。

恒星在亮度、光度上有很大差别，但大多数恒星的亮度，如同太阳一样，在几百年的时期内几乎是不变的，不过也有一些恒星的亮度在短期内会发生明显的、特别是周期的变化。这种亮度起伏变化的恒星，称为变星。银河系内已发现的变星约有3万颗。按亮度变化的原因，变星可分为光学变星和物理变星两大类。光学变星是由一颗亮星和一颗暗星在相互绕转时轮流发生遮食而引起的，这类变星也叫食变星或几何变星。物理变星的亮度变化是由恒星内部或其大气圈的物理状态的变化引起的。它又分为脉动变星（由于体积作周期性膨胀和收缩而引起亮度变化的变星）和爆发性变星两类。光度在短时间内突然增加到原来的几万、几十万甚至几百万倍的爆发性变星，称为新星。这种星在爆发前通常很暗，一般是看不见的，只在爆发后一段时期内才相当明亮，有的甚至亮到影响星座的形状，所以曾被误认为是新生的星而取名为“新星”。爆发时光度突增到原来的1000万倍以上的新星，称为超新星。

在体积上，恒星的差别很大，但大多数恒星的质量差异则不是太大，因此，恒星的密度有很大差别。有的恒星，体积特别庞大，密度很小，表面温度较低而光度比太阳大一百倍左右，这种星称为巨星，光度比太阳大5000倍甚至超过10万倍的，称为超巨星。而有一些恒星体积很小，密度极大，它们的表面温度很高而光度不大，这类星称为白矮星。

脉冲星是1967年发现的一种天体。目前，一般认为脉冲星是一种高速自转的中子星。它们发出很强的极为规则而短促的无线电脉冲，脉冲的周期自几秒到百分之几秒不等。脉冲周期就是它的自转周期。这种星具有高温高压的特点。已经观测到的脉冲星的距离大多在300至55000光年。脉冲星的半径为10—30公里，比地球要小得多，具有一般恒星的质量，其密度特大；中心密度是水的几百万亿到一千万亿倍。最近在蟹状星云中发现一颗脉冲星，认为它就是在1054年超新星爆发时留下来的中央星，蟹状星云本身则是爆发时抛射出的气壳膨胀而成的。

按照爱因斯坦的广义相对论，当一定质量的天体物质高度集聚到很小的体积内，集聚到一定程度，引力场便将强到使该天体周围的空间高度弯曲，弯曲到把自己包起来，天体产生的辐射将出不来，使它自己产生的光也不能逃离它的表面，天体就是“黑”的，在其引力场范围内，物质只能被吸引进体内，这样的天体称为“黑洞”。在二十世纪六十年代，科学家根据许多观测资料推测宇宙间可能存在着大量的黑洞。但由于天体体积小，距离远等原因，以前一直没有被观测所证实。目前，认为最有可能是黑洞的天体，是天鹅座 X-1。

恒星在其整个生命历程中，是非常活跃和富于变化的。星际弥漫物质是形成恒星的原始材料。恒星从形成到衰亡经过原恒星、主序星、红巨星、白矮星和中子星的演化过程。星际物质凝聚成团块，称作星云。星云在自身引力的作用下开始收缩，从星云凝聚为恒星经过快收缩过程和慢收缩过程两个阶段，等到中心温度升到700万度以上，氢聚变为

氢的热核反应所产生的热量足以和向外辐射的热量相当时，星云便不再收缩，达到流体平衡状态，成为一颗正常的恒星，称主序星。这时恒星正处于它的壮年期，恒星在这个阶段是它一生中最安定、停留最长的时期，占其寿命中的大部分时间。现在看到的恒星中，90%正处主序星阶段，在光谱—光度图（赫罗图）上位于主星序内，不过各恒星停留时间长短又同它的质量和光度成反比。处于星云过渡到主序星前慢收缩阶段的天体叫原恒星。因它的温度还不足以产生热核反应，所以不发射可见光。1966年发现一种不断向外辐射肉眼着不见的红外线的称作红外星的恒星，它的体积大于太阳的几百倍到几千倍，表面温度低到只有几百度甚至几十度（℃），是最冷的恒星，一般认为大部分红外星是处于引力收缩阶段的很年轻的恒星，有一部分则可能是外壳大大膨胀了的老年恒星。当恒星经过壮年期以后，中心区氢燃烧完毕，能量释放大减，由于中心部分失去足以抗衡引力的内部压力，就在引力作用下开始收缩，因收缩，温度升高而释放出的能量使恒星外壳急剧膨胀，变成体积很大、密度很小、表面温度低、光度强的红巨星。再过50亿年左右，太阳将演变成红巨星，其直径将扩大约为现在的250倍，将把地球轨道也包括进去。恒星演化到晚期，核能源全部枯竭，于是热核反应全部停止，恒星便从红巨星变成白矮星。星体继续收缩，最后坍缩成为中子星和黑洞。

宇宙是物质的，物质形态是无限多样的、可以转化的。老的灭亡，新的又生成，宇宙的发展是无限的。恒星世界的丰富多采正是宇宙间物质的多样性和不断发展变化的反映。

（二）星系

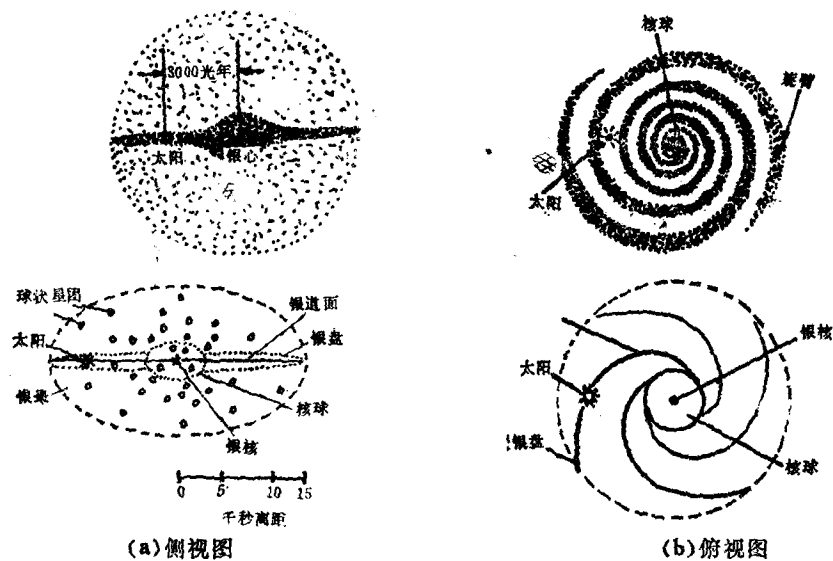
星系是恒星的巨大集团，是由几十亿至几千亿颗恒星以及星际气体和尘埃物质等构成，占据几千光年至几十万光年的空间的天体体系。银河系是一个普通的星系。银河系以外的星系称河外星系，一般称为星系。

1. 银河系

太阳和我们地球所在的星系叫银河系，因其在天穹上显现出一条乳白亮带——银河而得名。银河系是主要地聚集在银河上的无数恒星所构成的天体体系。它是一个旋涡星系。它所包含的各种类型的恒星，总数有一、二千亿颗，其相当大一部分是成群成团分布的，它们组成了双星、聚星、星协和星团。银河系内，除恒星外，还有各种类型的银河星云、星际气体和尘埃。银河星云是属于银河系的星云，由星际气体和星际尘埃所组成的，有云雾状外表的天体。有亮星云、暗星云、行星状星云、弥漫星云等等类型。星际气体和尘埃合称星际物质，据估计在银河系星际物质和恒星总质量不相上下。银河系里大多数恒星集中在一个扁球状的空间范围内，形状好象体育运动用的铁饼。我们晚上看到的银河就是它在天球上的投影。

银河系中心隆起的球形部分称核球，外围的圆盘部分称银盘。银盘的中心平面称银盘面。核球中心有一个很小的致密区域，称银核，它是银河系的中心。银核的位置在人马星座方向。在银盘外面还有一部分恒星稀疏地分布在一个范围广大、接近于球形的空间范围内，这部分区域称为银晕。银晕中的物质密度比银盘中低很多。银晕外面还有银冕，也大致呈球形，是一个巨大的射电辐射区。

银盘直径约25千秒差距（见图1.2）。银盘中间厚，外边薄。中间部分的厚度大约2千秒差距。银盘中有旋臂，这是盘内气体尘埃和年轻的恒星集中的地方。太阳位于银河系内猎户臂附近，离银心10千秒差距（3.3万光年），在银盘面北8秒差距处。太阳附近银盘厚



(a) 侧视图 (b) 俯视图
图 1.2 银河系结构示意图((a)中3000光年应为3.3万光年)

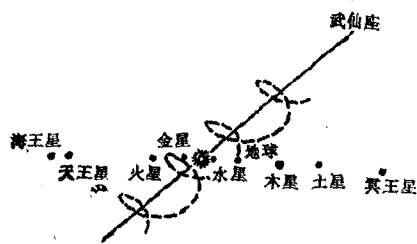


图 1.3 太阳系相对于邻近恒星的运动

度约1千秒差距。核球是银河系中心恒星密集的区域，长轴长4~5千秒差距，厚4千秒差距，结构复杂。包围着银盘的银晕，最大直径约30千秒差距（或10万光年）。

整个银河系在旋转着，对于银河系的每一个成员来说，就是围绕着银心在绕转。这就是银河系的自转。离开中心的距离不同，有不同的转动速度，太阳处的转动速度约每秒250公里。太阳带着太阳

系的其它天体绕中心旋转的周期约为2.5亿年。各恒星在环绕银河系中心转动的同时，还有相对于邻近恒星的运动。在地球上看起来，太阳系正向着离织女星不远的武仙座方向以每秒20公里的速度运动着（请参见图1.3）。

2. 河外星系

银河系以外的河外星系，又称为河外星云。用目前最大的望远镜可以观测到与银河系同样量级的星系有十亿个以上。星系的外形和结构是多种多样的。按照形态可以分为旋涡星系、椭圆星系、棒旋星系、透镜星系和不规则星系等几种主要类型。旋涡星系是扁平的盘状星系，外形象旋涡，从核球外缘附近有两条或更多条旋臂向外延伸出去，核球部分有的比较圆，有的比较扁。棒旋星系的特点是核心部分有一象棒状的结构，棒的两端有旋臂向不同方向延伸出去。在椭圆星系里没有旋涡结构，星际物质和星云也很少，它的形状有的近于圆形，或各种扁度的椭圆形。透镜星系的核球及其外围部分很象旋涡星系，但没有旋臂结构，也没有星际物质，通常认为透镜状星系是椭圆星系和旋涡星系（包括棒旋星系）之间的过渡型。不规则星系的形状很不规则，没有一定形状和密集核心。

肉眼能看到的河外星系只有仙女座大星云和大、小麦哲伦星云。仙女座大星云是离我们最近的河外星系，距离约200多万光年。由于银河系内星际物质消光作用，在银河带内只看到很少的河外星系。

近二、三十年来，还发现了许多特殊星系。如塞佛特星系、N型星系、致密星系、爆发星系等，以上几种星系都是活动激烈的星系，往往统称为扰动星系。此外，还有一种超巨型椭圆星系，它们是最大的星系，往往出现于星系团的中心，而且多半是射电源。在六十年代发现的类星体，它有许多奇特的性质，有人也把它归为星系一级的河外天体。

3. 星系群、星系团和总星系

宇宙间的星系，也存在着结群现象，常聚成各种各样的星系集团。由两个星系组成的星系集团称双重星系。由三个到十来个有物理联系的星系组成的星系集团，称多重星系。据统计，大约有半数的明亮星系构成双重或多重星系。这些多重结构又可进一步构成小的星系群，即一些相邻近的不超过100个星系结合成的天体体系。银河系所在的星系群，称为本星系群。目前已知本星系群的成员星系和可能的成员星系约有40个左右。银河系以外的最主要成员有仙女座大星云，这两个是巨型旋涡星系。另还有一个中型旋涡星系（三角星系）、一个矮型棒旋星系（大麦哲伦云），可能还有一个透镜型巨星系，其余都是矮椭圆星系和不规则星系。本星系群的直径现在一般认为约400万光年。

比星系群更大的成团结构的天体体系称星系团。一个星系团，包含几百个甚至几千个星系。有时也把只有十几个成员的小群和包含上千个以至更多星系的巨大系统通称为星系团。不同的星系团不仅成员数差别很大，而且形状也各不相同，有的结构致密，有的外形松散。已经发现的星系团约有2700个。在星系团所在的天空区域，星系是密集的。一般星系团的直径，量级为百万秒差距。离我们最近、最著名的室女座星系团，它离我们约19百万秒差距（约6000万光年），它在天穹上占据长 14° 、宽 10° 的天空区域，具有850万光年的直径，包含有2500多个星系。

若干星系团集聚在一起构成高一级的成团结构，称超星系团，或称二级星系团。超星系团往往具有扁长的结构，长径约60—100百万秒差距，长短径之比平均约为4:1。这种扁长结构可说明超星系团通常有自转。本星系群同附近的50个左右星系群和星系团组成本超星系团。其长径约为30—75百万秒差距。

通常把我们观测所及的宇宙部分称为总星系。它是比星系团更高一级的宇宙中物质结构的层次。它的尺度可能小于、等于或大于观测所及的宇宙空间。总星系的典型尺度约100亿光年，年龄为100亿年量级。就人们今天的观测工具所及的星空世界范围内，已经被发现的星系有十亿个，最远的星系估计离地球大约150亿光年，但还没有发现总星系的边缘和核心。

总星系仅仅是迄今为止人类已经观测到的天空世界，还没有达到更高一级的天体体系。总星系是有限的，即是具体的事物，因之，它不同于宇宙本身。根据辩证唯物主义的观点，宇宙是无限的。在无限的宇宙之中，任何具体的东西是渺小的。

三、太阳系

太阳系是太阳和以太阳为中心、受它的引力支配而环绕它运动的天体所构成的系统。在太阳系中，太阳的质量占太阳系总质量的绝大部分，约占99.8%，其他天体的质量总和只有太阳的约0.2%。太阳的引力控制着整个太阳系。

（一）太阳系的成员

太阳系除中心天体太阳外，主要成员是行星和卫星。太阳系中已经发现的大行星有九个。按照同太阳距离的由近到远的顺序，依次为水星、金星、地球、火星、木星、土星、

天王星、海王星和冥王星(见图1.4及图1.5)。所谓大行星, 是对于小行星而言。太阳系的小行星为数很多, 其中已经发现并计算出轨道和正式命名的有2000颗以上。它们的质量都很小。按其性质不同可分为石质的和碳质的两类。小行星都象九大行星那样环绕太阳公转。它们的轨道大都在火星和木星轨道之间。此外, 在地球轨道附近、木星轨道附近甚至土星和天王星轨道之间也发现有小行星。还发现几颗小行星也有卫星。除了水星、金星以外, 太阳系的大行星周围都有卫星。过去被确认的卫星共有34颗。木星有十三个, 土星有十个(1979年后发现木星有16个卫星, 土星有17个卫星, 还有待确认), 天王星有五个, 火星和海王星各有两个。地球只有一个卫星——月球, 却有上千的人造卫星。1978年6月22日发现了冥王星的卫星(冥卫一), 定名为“查龙”, 是太阳系中唯一的同步卫星。太阳系还有大量的质量很小的天体, 这就是流星体和彗星。它们都在太阳引力作用下环绕太阳公转, 因而也都是太阳系的成员。

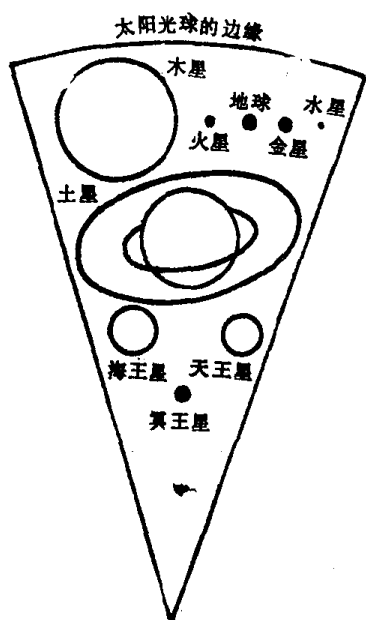


图 1.4 太阳和九大行星的大小比较

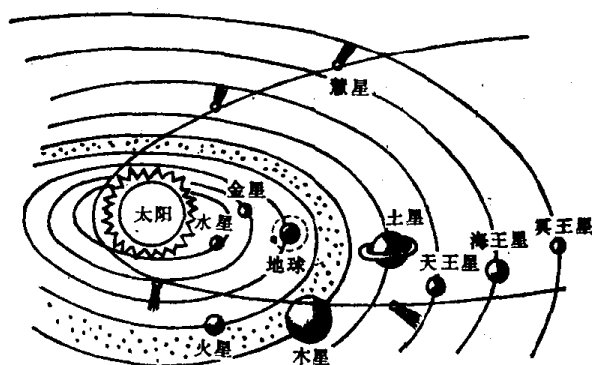


图 1.5 太阳系、地球在太阳系中的位置

彗星是一种质量较小, 具有云雾状外貌, 在扁长轨道上绕太阳运行的天体。因其外形很象一把倒立的扫帚, 通常也称它为“扫帚星”。当彗星远离太阳时, 呈现为发光的云雾状小斑点, 中间比较明亮, 边缘稍为模糊。在彗星逐渐接近太阳的过程中, 它的形状不断的起变化, 向着太阳方面伸长, 亮度也愈来愈大。一般彗星由彗头和彗尾两部分组成。彗头包括彗核、彗发和彗云。彗核是彗星主要部分。是固态的, 由冻结了的甲烷、氨、二氧化碳等气体组成, 其中还有一定数量的石质物体和尘埃质点。彗核一般难于直接从彗头中分辨开来, 它的直径很小, 只有几百米到百余公里, 但集中了彗星的绝大部分质量。彗发是彗核周围的一层雾状物, 是在彗星接近太阳时, 因受热汽化而产生。彗云包围着彗发, 是由氢原子组成的, 直径约100万公里。当彗星运行到离太阳两个天文单位左右时, 彗头的“蒸发物”受到从太阳而来的斥力被推向和太阳相反的方向, 形成一条或几条长长的光带, 即彗尾。彗尾在离太阳最近时(近日点)发展到最大。以后因逐渐远离太阳, 彗尾也逐渐缩小, 以至消失。彗尾的体积很大, 大彗尾长达几亿公里, 宽度和厚度也很大, 从几千公里甚至到2千多万公里, 但物质是极稀薄的。彗星绕太阳公转的轨道可分为椭圆、抛物线和双曲线三种。沿抛物线或双曲线轨道运动的彗星, 绕过太阳后, 便离开太阳系而运行