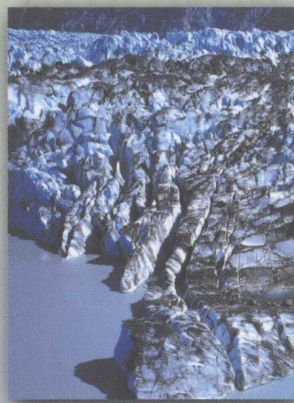
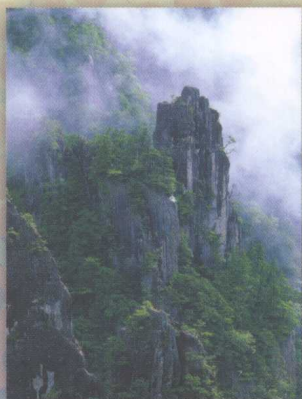




高等学校“十一·五”精品规划教材

旅游地质学基础

主编 李同林 孙中义
主审 周建巍



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



高等学校“十一五”精品规划教材

旅游地质学基础

主编 李同林 孙中义

主审 周建巍

江苏工业学院图书馆
藏书章



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书试图用旅游学的风格,地质学的思维,介绍“普通”即典型地质作用与过程,讲清“典型”地质现象与产物,传授地质旅游学的一般性知识。本书内容包括地球的形成、物质组成与演化;内、外动力地质作用;环境与可持续发展;旅游地质的一般知识等四部分。本书尝试将经典内容和现代观念有机结合,将地质作用、过程和产物与旅游业实际应用需要有机结合,从新的视野来重新介绍和思考有关行星地球、固体地球、流体地球和社会地球的基本地质问题,使之既能继承过去的科学传统,反映当代旅游地质学的变革;还能体现旅游业的发展对地质科学的应用与要求等。

本书可供高职高专旅游专业学生使用,也可作为非旅游类专业学生的科普读物。

图书在版编目(CIP)数据

旅游地质学基础/李同林,孙中义主编. —北京:中国水利水电出版社,2008
高等学校“十一五”精品规划教材
ISBN 978-7-5084-5391-0

I. 旅… II. ①李…②孙… III. 旅游资源—地质学—高等学校—教材 IV. F590.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第038684号

书 名	高等学校“十一五”精品规划教材 旅游地质学基础
作 者	主编 李同林 孙中义 主审 周建巍
出版发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales@waterpub. com. cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	170mm×240mm 16开本 14.5印张 276千字
版 次	2008年7月第1版 2008年7月第1次印刷
印 数	0001- 2500册
定 价	35.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言



旅游业是一个“永久性的朝阳产业”，而地质旅游则是旅游业发展的新方向，且渐为时尚。因此可预言：旅游地质学基础作为培养现代旅游业工作者的专业基础课程，必将在今后的旅游专业教学中起着不可或缺的作用。

旅游工作的使命就在于使旅游者“情能入景”，做到“景中冶情”，“景中生情”和“情景交融”。这一使命要求我们在编写旅游专业类教材时，突破传统，敢于创新，杜绝“八股式”的呆板；内容生动、图文并茂、文字活泼，让观者赏心悦目，使读者油然而生亲和感。因此本书在谋篇布局上力求有所创新，在选材和用语上谋求典型与生动。

地质旅游的核心就在于地质遗迹，而地质遗迹是指在地球演化的漫长地质历史时期，由于内、外力的地质作用，形成、发展并遗留下来的地质自然遗产。它包括：有重要观赏和科学价值的地质地貌景观；有重要价值的地质剖面 and 构造形迹；有重要价值的古人类遗址、古生物化石遗址；有特殊价值的矿物、岩石及其典型产地；有特殊意义的水体资源和典型的地质灾害遗迹等。这些内容涉及到了旅游学、地质学、生物学、环境学及历史、地理与考古等诸多学科。如何将多学科知识有机地融合，但又不失去旅游地质学的特色，成为编写本书时的最大难点。好在有南京大学夏树芳老师在他的著作《地质旅游》中，对地质旅游的目的概括出的八个方面使我们的思路豁然明朗。由此，我们把“融传统知识、选经典内容、开现代视野、叙述语言鲜活”作为编写本教材指导思想。在这里还要感谢参与本书编写的陈红兰老师给予的大力支持和帮助。

综上所述，作为应用于旅游专业地质基础学科的教材，首先要考虑的是旅游学的基本风格，牢牢抓住地质学的思维方式，吸收中外教材的取材优点，重点介绍成熟和经典的基础地质学内容。并针对我国教育传统和学生特征，以易于接受的叙述方式传授予读者。

湖北国土资源职业学院是国内仅有的三所地质类的高职高专院校之一。

在近 30 年的发展历程中经过几代“地校人”的辛勤耕耘，积淀了深厚的文化、教育和地质科学的底蕴。从 20 世纪 80 年代以来，各位同仁先后编写多套地质类的教材，但对旅游地质学的探讨与研究尚处于初级阶段。本书仅起着“抛砖引玉”的作用，并企图获取“一石击起千层浪”的效果。能否达此目的，还有待各位同行予以支持、帮助、指正和响应。我们借此良机予以真诚的谢意。

作者

2008 年 1 月

目录



前言

绪论	1
第一节 地质学的基本任务和主要特点	1
第二节 地质学的研究内容和研究方法	2
第三节 地球系统和地质作用	3
第四节 对旅游地质学资源的认识	4
第五节 旅游地质学基础课的体系说明与教学安排	6

第一部分 地质学基础知识

第一章 地球	7
第一节 宇宙的起源与天体系统	7
第二节 地球的形成、形状与表面形态	11
第三节 地球的物理性质	15
第四节 地球的圈层构造	15
第五节 地壳的物质组成	18
复习思考题	22
第二章 地质年代	23
第一节 相对地质年代	23
第二节 同位素地质年龄和地质年代表	25
复习思考题	27
第三章 外动力地质作用	28
第一节 风化作用	28
第二节 地面流水的地质作用	38
第三节 地下水的地质作用	54
第四节 冰川的地质作用	67
第五节 海洋的地质作用	76
第六节 湖泊和沼泽的地质作用	93

第七节 风的地质作用	99
复习思考题	106
第四章 成岩作用与沉积岩	108
第一节 成岩作用	108
第二节 沉积岩	109
复习思考题	114
第五章 构造运动及地质构造	115
第一节 构造运动及其一般特征	115
第二节 构造运动的证据	117
第三节 地质构造	120
复习思考题	130
第六章 岩浆作用	131
第一节 岩浆及岩浆作用的概念	131
第二节 火山作用	133
第三节 侵入作用	143
第四节 岩浆岩	146
复习思考题	151
第七章 变质作用	153
第一节 变质作用的基本概念	153
第二节 变质作用的基本类型	155
第三节 变质岩	157
复习思考题	160
第八章 环境地质与地质灾害	162
第一节 环境地质系统的主要特性	162
第二节 主要环境与环境地质问题	164
第三节 发生地质灾害的主要影响因素	167
第四节 主要地质灾害及其防治措施	169
复习思考题	176

第二部分 地质旅游的一般知识

第九章 地质遗迹与地质公园	177
第一节 地质遗迹	177

第二节 地质公园.....	184
复习思考题.....	193
第十章 地质旅游资源.....	194
第一节 地质旅游漫谈.....	194
第二节 地质旅游资源及其类型.....	198
第三节 旅游资源的调查、评价与规划.....	208
复习思考题.....	221
参考文献	222



生的地质过程和过去有相似之处，但绝非雷同，甚至可以完全不同。不能断然把今天的地质产物和过去的地质记录画上等号。例如，在距今 4 亿年前的泥盆纪时，总鳍鱼正在试图从水中爬上陆地来生活，而今天幸存的总鳍鱼却只有在深海里才优哉游哉。可见将今论古原理是把双刃剑，它在帮助我们刺穿隔离时空的地质帷幕之际，也容易误伤自己。故而在运用它的时候，一定要注意对具体情况，作具体分析。

三、地质时空观

将佛学的时间观与我们熟悉的人类时间相比，可以看出，一须臾为 48 分钟，一罗预为 2 分 24 秒，一弹子为 7.22 秒，一瞬间为 0.361 秒，而“一念之差”，原来只有 0.01805 秒。计时如此精确，使人来不及一闪念。但若将我们熟悉的人类时间与地质时间相比，则人类的上百万年，不过是后者的一瞬间。因此，在地质学家的眼中，一个事件如果经过了数千万年，算是正常；要是在百万年内就从开场到谢幕，那一定会被看成是一次“迅雷不及掩耳”的突变。喜马拉雅山脉从海底上升为世界屋脊，平均每年大约抬升 0.2mm，被称为快速抬升的典型；大西洋在 7000 万年前的扩张，被当成地球的“最后一次颤动”。事件越往前，时间的精度越是变粗；在地质年代表中，从地球形成伊始的 46 亿年前到 25 亿年前的整整 21 亿年里，仅仅划分了 4 个地质年代单位；值得大书一笔的重要事件，仅是“原始生命蛋白质的出现”。

与地质时间概念的“粗线条”相比，地质空间概念的特点是大跨度。从微观尺度的分子化石观察，到全球规模的板块运动研究，各种尺度的地质现象，几乎无所不包括。地质学也发展出各种相应的观测手段，从电子探针到空间卫星和对地观测系统，极大地延伸了人类的视线。

旅游地质学，就是根据地质学的基本原理，去研究地质遗迹资源的开发、利用和保护的方法、途径和规律；地质旅游工作者，就是用所学的地学知识，地质语言去描绘地球演变的历程，用白骨和煤块去复原地质历史时期的生动画卷。

第二节 地质学的研究内容和研究方法

地质学的研究内容包括三个方面：地球的组成和结构；运动和演化；地质作用及其产物。

在地质学中，对地球物质组成的研究分为三个层次，分别是地球上的矿物、地球上的岩石和地球上的化学组成。就三者的关系来看，矿物的集合体就是岩石；不同类型岩石的形成、分布和相互转换，决定了地球的整体化学组



成。只要从这三个层次出发，对地球上的物质组成就能够有一个大概的了解和把握。

地球的物质运动蕴涵着生命起源的奥秘，可能是多数初学者始料不及的。吴承恩在《西游记》中，讲述了一个从石头中“蹦出”的生命——孙行者——的神话，说不定恰巧是一次正确的断言。因为现在多数人相信地球上的生命是从水中诞生的，但学过地质的人都知道地球上最初的水是从地幔中——也就是从岩石中——分异出来的。

地球物质的运动还造成了固体地球特有的同心圈层结构——地壳、地幔和地核。正是它们之间的耦合机制，推动了全球岩石圈层板块波澜壮阔的运动过程。也正是岩石圈板块的运动，激活了地震与火山，控制着矿产形成，决定了陆洋分布，影响到生命进程。从这一意义讲，板块运动是地球最重要的运动。

问题是，对地球的物质组成和结构、运动和演化的研究，不仅面临着多数情况下“不在现场”、迫使地质学家们专作“事后诸葛亮”的尴尬，也面临着无法“亲临现场”的困难。这不只是因为谁也没法从头到尾看完一场长达百万年计的地质话剧，也是因为我们虽能上天，却不能入地之故。因此就必须重点观察那些野外能够见到的地质作用和产物，打开一个缺口，再来顺藤摸瓜，逐一寻找答案。

研究内容的上述特点和研究者面临的困难，决定了地质学的大多数研究都需要从野外开始，这使地质学的本质接近博物学。只有到野外去，先认识基本而典型的地质现象，对它们进行正确的观察、分类、分析和判断，才会慢慢地集腋成裘，熟能生巧，产生质变性的认识飞跃。

野外地质观察的一个重要特点是，很多情况下“眼见”都不一定“为实”。因为许多年久的地质现象随着时间的流逝，早已面目全非。即使部分保存完好的景观，也有可能产生视觉上的多解性，使人作出错误的解释。因此野外获得的印象、资料和标本，还需要转到室内，作进一步的实验测试和理论研究，再通过逻辑分析，在确信“物理上合理、地质上可能”的前提下，才能作出正确的判断。

第三节 地球系统和地质作用

在地质学的发展史上，曾经有过三次大的科学论战。第一次是著名的“水火之争”，争论的焦点是地球上的岩石究竟是在各种盆地中沉积形成的（水成的），还是因为岩浆作用形成的（即火成的）。第二次是“渐变与突变”之争，即地质过程的发展究竟是如莱伊尔所说的那样以缓慢和渐变为主的，还是以快速和突变为主。第三次是固定论与活动论之争，讨论包括大陆和海底在内的岩



石圈板块究竟是永久固定于地球坐标系中不变的，还是曾经多次发生过大规模的水平漂移。正是在这些认识的背景下，地球系统的概念于 20 世纪 80 年代开始兴起。

地球系统的概念主要包括如下内涵，即地球是一个由两台发动机构成和驱动的系统。一台发动机是地球内部的放射性和原生热，它驱动和维持着全球的岩石圈板块运动。另一台发动机是太阳，驱动和维持着地表的风化、剥蚀和沉积过程。

内部与外部驱动系统之间，内部与外部地质过程之间，都存在着复杂的相互作用，发生过能量和物质的交换过程。地质过程和地质事件，都是在这种复杂作用的背景下发生、维持和演化的。各子系统之间，各子系统内部，都会互相影响、互相制约或互相促进。虽然在运动和演化上各自相对独立，但也常常表现出强烈的一致性。因此必须基于地球是一个整体的前提，才能对一些看似冲突、存在矛盾的现象，作出正确的判断和合理的解释。

地质作用，根据其发生的场所动力来源，可分为外动力地质作用和内动力地质作用。

外动力地质作用：是由太阳驱动、地球重力参与的地质作用。外动力地质作用主要发生在地球表层的水圈、气圈和生物圈中。在形式上分别表现为风化作用、海洋与湖泊作用、河流与地下水作用、冰川与重力作用等。就总体而言，外动力地质作用的主要任务就是对地表“削高填平”，重塑地表形态并产生相应的外动力地质作用产物——沉积物和沉积地形。

内动力地质作用：是由地球内部能源驱动的地质作用。内动力地质作用主要发生在固体地球的内部，部分发生在固体地球的表层，如火山作用。在形式上分别表现为构造运动、岩浆作用和变质作用。内动力地质作用的主要任务是推动地球内部的物质和能量循环，同时“抬高降低”，增大地表高差并激发相应的外动力地质过程。

第四节 对旅游地学资源的认识

地质遗迹是在地球历史时期，由内力地质作用和外力地质作用形成，反映了地质历史演化过程和物理、化学条件或环境的变化。这是人类认识地质现象、推测地质环境和演变条件的重要依据，是人们恢复地质历史的主要参数。地质遗迹是一种资源，保护下来既可以供人们研究，也可以通过适度开发成为供人们参观及开展科普教育的基地。

对于旅游资源，有人认为：“旅游资源（tourism resources）是指对旅游者具有吸引力的、以山水名胜、自然风光为主的自然资源和历史文化遗



址、革命纪念地为主的人文资源”。也有人认为,凡是能够吸引旅游者进行各种旅游活动的自然和社会因素及其产物都可称之为旅游资源。这些因素和产物可以是物质的,也可以是精神的;既可以是自然的,也可以是人工制造的;既可以是开发的,也可以是未开发的。《中国大百科全书·地理学》一书中,地理学家郭来喜认为,“凡是能为旅游者提供游览、观赏、知识、乐趣、度假、疗养、娱乐、休息、探险猎奇、考察研究,以及友好往来的客体和劳务,均可称为旅游资源”。

对于旅游地质资源,有人称之为“旅游地学资源”,目前还没有统一的定义。有人提出:“旅游地学资源(resource of tourist earth science)是适用于旅游业中的地学方面的资源的物质基础形式”。还有人认为:“旅游地质资源系指由于地质作用形成的,具有观赏、游乐、考察、科普价值的,能够满足旅游者求新、求奇、求乐的心理要求的自然景观及与之有关的人文景观”。编者认为,旅游地质资源是指那些具有旅游价值的地质遗迹和与地质体直接有关的人类活动遗迹。它包括了旅游资源中那些在漫长地质历史时期中形成的山水名胜、自然风光等自然遗迹,也包括了在第四纪地质历史时期人类形成过程中遗存的人类文化遗址,人类与地质体相互直接作用的人类开发利用地质环境、地质资源的遗迹以及地质灾害遗迹等。旅游地质资源,不仅和其他旅游资源一样,具有可重复利用性,对它的认识也往往与人们的文化科学素质、灵感有关。同时,由于旅游地质资源和地质作用、地质体密切相关,而且大多数是在漫长地质历史时期形成的,因而还具备空间定位性、永续性及不可再生性,并且更具有鲜明的科学性。

例如:丹霞地质景观只出现在有红色砂砾岩分布的地区;岩溶地质景观不仅只出现在碳酸盐岩等可溶性岩石分布区,而且和岩层的产状、厚度、岩性等地质条件有密切关系,还与气温、降水等影响外力地质作用的气候因素有关。又如:由于地质构造活动的差异,我国的现代冰川地质景观只分布在第四纪地质历史时期强烈抬升的青藏高原和西部山地地区,如此等等,都说明旅游地质资源的空间定位性,它是无法移动其位置的。地质作用的速度除了一些突发性的变化,如火山、地震、滑坡、泥石流、地面塌陷等能使地质体瞬时发生变化以外,一般都是较为缓慢的,以千年、万年计时的。相对于人的历史来说,地质遗迹的存在具有永续性。但是,也正是如此,当人们或突发性事件破坏了这些地质遗迹时,它将是不可(或难于)再生的。地质遗迹的形成、演化 and 发展的规律,是地质科学研究的内容之一。在利用地质遗迹进行旅游活动,亦即开发旅游地质资源时,必须大力宣传与之有关的地质科学知识。这就是旅游地质资源鲜明的科学性。

值得指出的是,旅游地质资源的保护是一个必须特别加以重视的问题。如



前所述,旅游地质资源是不可再生的。这是我们在开发时必须特别重视保护旅游地质资源的根本原因。我国是世界上幅员辽阔、地质条件复杂的国家之一。有许多地质遗迹不只在国内,而且在世界上都具有极强的典型性和代表性,是珍贵的自然历史遗迹和国家乃至全世界的共同财富。在我国自然保护区建设中,有的已被各级政府划定为不同管理级别的自然保护区,有的甚至在国际上被列入世界人与生物圈自然保护区因而加以保护,有的被列入世界遗产清单或被推荐候选列入世界地质遗迹清单。为了更好地开发与保护,还有的旅游地质资源经各级政府批准建立或被划入国家级、省级风景名胜区,许多与地质体直接有关的人类活动遗迹被政府有关部门列为国家或省的重点文物保护单位,上述情况表明,在开发旅游地质资源时,根据不同要求进行保护是十分重要的。

第五节 旅游地质学基础课的 体系说明与教学安排

普通地质学以介绍“普通的”地质过程、事件、产物和产生的原因为特色,以帮助学生了解地质学的基本特点,掌握地质学研究的初步知识。旅游地质学基础,是以掌握地质学基础理论为前提,合理开发、利用和保护旅游地质资源为目的的新型学科。目前国内外尚未形成统一的理论体系。为此,本“讲义”主要安排两部分教学内容:一是地学基础;二是旅游地质资源的开发、利用和保护。总体原则是:地学内容要精简;旅游地质资源部分的内容要经典;文图并茂,理论与实践相结合。

第一部分

地质学基础知识

第一章 地 球

绵绵不尽的时间长河，谁会想到有一个源头？浩瀚无垠的宇宙空间，谁会想到是从“无”到有？地球的形成与演化，正是在这一无尽的、延续的时间中，无穷拓展空间里，所发生的无数传奇之一。欲探索这一过程的奥秘，还需从宇宙的起源——大爆炸开始。

第一节 宇宙的起源与天体系统

一、宇宙大爆炸

（一）大爆炸理论的要点

时间和空间的零点，肇始于 160 亿年前。一次开天辟地的大爆炸中，诞生了早期宇宙（图 1-1）。

美国宇航局第一次用威尔金森各向异性微波探测给出了宇宙最古老光线的详细光效图。浅色表示温暖，深色表示寒冷。椭圆形图片是整个天空的投影，地球也可以看成椭圆形。图片中的微波光线来自宇宙大爆炸后的 38 万年。

最初的宇宙，有可能是从一个无穷小的“奇点”开始扩展的。从大爆炸中诞生的宇宙，经历了初期的急剧暴涨，早期的迅速扩张和后

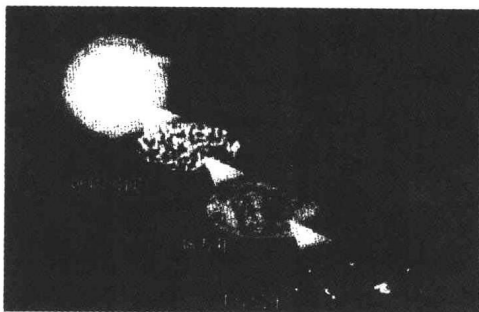


图 1-1 宇宙大爆炸的余晖



来的局部收缩阶段。其中一些重要的事件包括：

大爆炸后的 10^{-34} 秒内，早期宇宙的体积“从无到有”，急剧暴胀了 10^{100} 倍；大爆炸后的 1 秒钟内，宇宙温度达 100 亿万 K 以上，此时还没有原子和分子等物质形式，只有电子、质子和中子等基本粒子；3 分钟后，宇宙温度降至 10 亿 K 以下，核反应开始启动。质子和中子聚变为原子核，形成了最初的四种物质。其中氢占 78%，氦接近 22%，另有极少量氘和锂；百万年后，温度降至 1000 万~100 万 K 之间，宇宙主要是弥漫分布的轻元素原子核和电子、质子等组成的等离子体；2.5 亿年后，温度降至 1000K 时，辐射减弱，中性原子形成，等离子体复合成为正常气体；10 亿年后，膨胀较慢的区域发生局部收缩，星系开始形成；50 亿年后出现首批恒星；100 亿年后，太阳系诞生；距今 46 亿年前，地球形成。

（二）宇宙的物质组成

今天人们看到的宇宙物质以各种形式存在着。聚集态者构成星系，弥散状者构成星云，弥漫其间的极其稀薄者则称星际物质，包括星际气体和星际尘埃。所有这些物质统称为天体，其中最重要的天体是恒星。一个恒星系统往往由一系列的行星、卫星、彗星和流星等环绕而成。

由大量恒星和星云组成的巨大的天体系统称星系。地球及其所在的太阳系所处的星系称银河系。除银河系以外的无数星系，统称河外星系。人类现代观测能力所及的可见宇宙称总星系。一般认为，其空间尺度约为 150 亿光年，时间尺度为 10^{10} 年量级，总质量达到 10^{53} kg 量级，大约包含有 500 亿个类似银河系那样的星系。

美国数学家威克斯推断：宇宙的大小其实是有限的，尺度大约是 70 亿光年；宇宙的形状则像一个由五边形组成的 12 面体，有如足球。人们之所以感觉宇宙无限，是因为宇宙像一个镜子迷宫，具有一种奇特的性质，能够把自身反回去。光线传过来又传过去，让人们发生错觉，误以为宇宙在无限伸展。另一方面，尽管宇宙是有限的，但它没有具备任何性质的边界。如果一艘太空船一直前行，最终它将回到出发点，就像环绕地球航行一样，没有任何一个点标志着你在何处“返回”。

二、银河系

（一）银河系结构

银河系是星系的一个典型代表，由 1500 多亿颗恒星和大量弥漫其中的星际物质组成。银河系主体部分称银盘，直径 8.5 万光年。中央呈近似球形隆起的部分称为核球，是恒星高度密集区域，直径 1 万~1.3 万光年，厚约 1 万光年。核球的中心称为银核，是银河系的质量中心。肉眼见到的银河就是银盘在



天球上的投影。银盘外围被恒星密度很稀的扁球状银晕所包围，直径达到 10 万光年（图 1-2）。

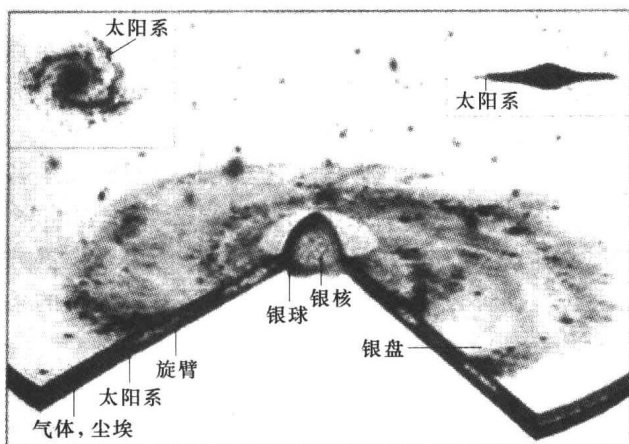


图 1-2 银河系结构图

（二）银心黑洞

最近天文学观测显示在银河系的中心有可能存在一个巨大的黑洞（图 1-3）。依据是在距离银心大约 1 光年处，恒星和星际之间的气体正在以 100km/s 以上的速度运转。但为了有足够大的吸引力来吸引这些高速运动的气体和恒星，银心中就至少要由相当于 100 万个太阳的质量的物质构成。以这样大的质量聚集在银心这样小的空间中，只有用黑洞才能解释。

计算表明，银河系中心处的这个黑洞直径大约为 300 万 km。在它附近，星际气体被非常强大的引力吸引，形成了一个高速旋转的吸积盘。吸积盘旋转所产生的强大的电磁场将星际气体加速到很高的运动速度，使它们喷涌而出，产生宇宙喷射现象，从而影响乃至推动银河系内各种天体的演化过程。

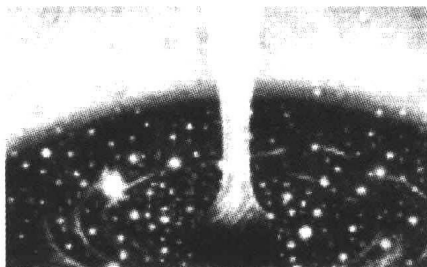


图 1-3 银河系中心处的黑洞

三、太阳系

（一）星系的形成机理

（1）星云说：初始宇宙空间充满密度极低的星际气体和尘埃物质，在自引力下，这些物质逐渐聚集成许多大型星系云，再在星系云内诞生大量恒星而形成星系。20 世纪 80 年代初，天文学家发现离我们 100 亿光年外存在的原始星



系云,基本处于电离氢状态,其体积与银河系接近,有可能是初始宇宙大爆炸后遗留下来的原始星云物质。这为星系起源的星云说提供了可信佐证。

(2) 超密说:强调可见宇宙大爆炸过程中抛射出许多超高密度的物质块,每个块形成一个星系。超密块爆发从核心再向四周演化,星系核心为残留的超密块,因此爆发作用尚未止息。天文学家已发现银核是一个强射电源区(强烈辐射电波、红外波、X射线波等),对于本假说是有力支持。

可见宇宙中星系多达 500 亿个左右,形态结构和规模大小各异,很可能并非由单一机制形成。星云说反映了宇宙间弥漫星云物质收缩聚合的“合众为一”过程,超密说则体现了宇宙物质状态的“一分为多”发展方向,很有可能都与星系形成有关。但研究以何种方式为主,不同方式出现的条件是什么,是否还有其他成因机制等,尚待继续研究。

(二) 恒星的演化

恒星的演化可以划分四个阶段:即幼年期,青壮年期,晚年期,衰亡期。

(三) 太阳系

1. 太阳形成假说

太阳形成假说有多达 50 余种,但大致可以归纳为三种。

(1) 灾变说:行星物质是某种重大突发事件从太阳中分离出来,例如另一颗恒星走近太阳,或由于太阳自身爆发,分出的太阳物质后来形成行星。

(2) 俘获说:太阳从恒星际空间俘获物质,形成原行星云,再演变为行星。

(3) 共同形成说:太阳系的所有天体都由同一个原始星云形成,星云中心部分形成太阳,外围部分形成行星等天体。

2. 太阳系的天体组成

太阳系是由太阳、行星及其卫星、小行星、彗星、流星体和行星际物质构成的天体系统(图 1-4)。

太阳是太阳系的中心天体。太阳质量占太阳系总质量的 99.865%,引力控制了整个太阳系,使其他天体绕太阳公转。在太阳系中,只有太阳是有热核能源辐射的发光恒星,其他天体要被太阳光照射后反射光线才能发亮。

太阳系有 9 大行星、34 颗卫星和成千上万颗小行星,还有少数彗星、流星。9 大行星按与太阳的距离,由近而远为水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星,如果以冥王星轨道为太阳系的边界,太阳系直径为 79 个天文单位,即约 120 亿 km。9 大行星按其物理性质可分为两组:水星、金星、地球和火星,一般体积小,平均密度大,自转速度慢,卫星数量少,称类地行星;木星、土星、天王星、海王星和冥王星,一般体积大,平均密度小,自转速度快,卫星数量多,称类木行星。