

# 地质学概论

荣书之 齐有科 编著

甘肃人民出版社

# 地质学概论

荣书之 齐有科 编著

甘肃人民出版社

责任编辑 白玉岱  
封面设计 沈剑秋

**地质学概论**

荣书之 齐有科 编著

甘肃人民出版社出版

(兰州第一新村51号)

甘肃省新华书店发行 天水新华印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张20 插页1 字数470,000

1983年5月第1版 1983年5月第1次印刷

印数1—3,000

书号: 13096·79 定价2.20元

## 前 言

地质学与地理学同属地学的范畴。惟地质学侧重于地壳的研究，而地理学则以地表自然地理为研究对象。两者的关系极为密切。

根据高等师范院校地理系的实际需要和地理专业的特点，我们在总结几十年教学经验的基础上，并吸取国内外地质学及有关教材的优点，编写了《地质学概论》一书，作为地理专业基础知识——地质学的教材。

《地质学概论》选定矿物、岩石、地质构造、地壳发展历史和遥感技术为基本内容，并以地质作用统贯全书，以期达到完整的教材体系。

本书可使学生初步建立地壳在不断地运动、变化和发展的辩证唯物主义世界观；较全面地了解地壳的组成物质、地质构造及其发展历史，以具备学习地理专业的地质学基础知识，培养观察、分析常见地质现象和阅读地质图的能力，掌握一些野外地质工作的简单方法，使他们除能从事中学地理教学外，也能在改造自然的实际工作中发挥作用。

1956年我们受教育部的委托，着手编写高等师范院校地理系用的地质学教材，后因“文化大革命”未能实现。“文化大革命”后，我们在原编教材的基础上，又经反复修改、补充，作为初稿。1980年，本教材作为高等师范院校地理系地质学教学参考书，列入教育部制定的高等学校理工科基础课程教材编写规划。为集思广益，曾将初稿分送有关院校地理系广泛征求意见，并在此基础上又进行了修改、定稿。在修改过程中，承蒙杨礼显、左发源、杨秀芬和黄可光等同志的帮助，在此谨表衷心感谢。

本书主要为高等师范院校地理专业的教学用书。也可供其他院校有关专业的学生、中等地质学校的师生和中学地理教师及地质工作者参考。

鉴于各院校有关专业的教学目的、教学计划等不尽一致，本书的适应程度也必然有所不同，如蒙采用，可酌情增删。

敬希广大读者对书中的不当之处提出宝贵意见。

编 者 1981年12月



# 目 录

|                   |      |
|-------------------|------|
| 绪论                | (1)  |
| 一、地壳发展规律的探索       | (1)  |
| 二、地质学的时空观         | (1)  |
| 三、正确运用“推今及古”的思维方法 | (2)  |
| 四、重视动力地质作用的综合分析   | (2)  |
| 五、明确地质学与地理学的关系    | (3)  |
| 六、及时吸取科学的新成就      | (3)  |
| 第一篇 地球概述          | (5)  |
| 第一章 地球及其内部        | (5)  |
| 第一节 宇宙中的地球        | (5)  |
| 第二节 地球的形状和大小      | (5)  |
| 第三节 地球的起源         | (6)  |
| 第四节 地球的主要物理性质     | (7)  |
| 一、地球的密度和压力        | (7)  |
| 二、地球的重力           | (8)  |
| 三、地球的磁性           | (8)  |
| 四、地球内部的温度         | (9)  |
| 五、放射性             | (10) |
| 六、弹性和塑性           | (10) |
| 第五节 地球的圈层构造       | (10) |
| 一、地球的内部圈层         | (11) |
| 二、地球的外部圈层         | (13) |
| 第六节 地球内部的物质状态     | (14) |
| 第二章 地球的外壳         | (15) |
| 第一节 地壳的物质组成       | (15) |
| 一、地壳的化学成分         | (15) |
| 二、地壳的矿物成分         | (16) |
| 三、地壳的岩石成分         | (16) |
| 第二节 地壳的结构         | (17) |
| 第三节 地表特征          | (18) |
| 一、陆壳的表面形态         | (18) |
| 二、海壳的地形           | (19) |
| 第四节 地壳的均衡代偿说      | (20) |
| 第三章 地质作用与地质年代     | (21) |

|                              |      |
|------------------------------|------|
| 第一节 地质作用的概念.....             | (21) |
| 第二节 地质作用的分类.....             | (21) |
| 一、内动力地质作用.....               | (21) |
| 二、外动力地质作用.....               | (21) |
| 第三节 内外力地质作用的相互关系.....        | (22) |
| 第四节 地质年代.....                | (22) |
| <b>第二篇 地壳的物质组成</b> .....     | (24) |
| <b>第四章 矿物——地壳的物质单位</b> ..... | (24) |
| 第一节 矿物的基础知识.....             | (24) |
| 一、矿物的自然形态.....               | (24) |
| 二、矿物的化学组成.....               | (30) |
| 三、矿物的物理性质.....               | (34) |
| 四、矿物的分类与命名.....              | (40) |
| 第二节 重要造岩矿物.....              | (42) |
| 一、硅酸盐类矿物.....                | (42) |
| 二、氧化物类矿物.....                | (57) |
| 三、碳酸盐类矿物.....                | (60) |
| 四、硫化物类矿物.....                | (61) |
| 五、硫酸盐类矿物.....                | (62) |
| 六、磷酸盐类矿物.....                | (63) |
| 第三节 常见的有用矿物.....             | (64) |
| 一、黑色金属工业矿物.....              | (64) |
| 二、有色金属工业矿物.....              | (67) |
| 三、原子能工业用的矿物.....             | (73) |
| 四、做化肥、农药用的矿物.....            | (74) |
| 五、化学工业用的非金属矿物.....           | (75) |
| 六、贵重金属矿物.....                | (76) |
| 七、其它.....                    | (77) |
| <b>第五章 岩石——地壳的物质基础</b> ..... | (80) |
| 第一节 对岩石应有的认识.....            | (80) |
| 一、岩石的一般概念.....               | (80) |
| 二、岩石在不断地变化发展中.....           | (80) |
| 三、岩石是地壳发展历史的记录.....          | (81) |
| 四、岩石的功用.....                 | (81) |
| 五、岩石与地貌.....                 | (81) |
| 第二节 岩浆岩.....                 | (81) |
| 一、岩浆岩的生成.....                | (82) |
| 二、岩浆岩的物质成分.....              | (86) |
| 三、岩浆岩主要造岩矿物的结晶顺序及其共生关系.....  | (89) |
| 四、岩浆岩的结构和构造.....             | (91) |
| 五、主要岩浆岩的分类简表.....            | (93) |
| 六、表内岩浆岩特征简述.....             | (95) |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 第三节 沉积岩               | (100) |
| 一、沉积岩概述               | (100) |
| 二、沉积岩的形成过程            | (100) |
| 三、沉积岩的物质成分            | (109) |
| 四、沉积岩的结构和构造           | (112) |
| 五、沉积岩的分类及其特征          | (115) |
| 第四节 变质岩               | (119) |
| 一、变质作用与变质岩            | (119) |
| 二、岩石变质的因素             | (119) |
| 三、变质岩的基本特征            | (121) |
| 四、变质岩的分类及各类岩石特征       | (124) |
| 第五节 三类岩石在地壳中的分布、转变和演化 | (131) |
| 一、三类岩石在地壳中的分布         | (131) |
| 二、三类岩石在地壳中的相互转变       | (131) |
| 三、岩石的历史演化             | (132) |
| 第六章 矿床——地壳中的矿产资源      | (134) |
| 第一节 矿床概述              | (134) |
| 一、矿床、矿体、围岩和矿石         | (134) |
| 二、矿体的形状和品位            | (135) |
| 三、成矿作用和矿床的成因分类        | (136) |
| 第二节 内生矿床              | (137) |
| 一、岩浆矿床                | (137) |
| 二、伟晶岩矿床               | (138) |
| 三、气化——热液矿床            | (139) |
| 第三节 外生矿床              | (144) |
| 一、风化矿床                | (144) |
| 二、沉积矿床                | (147) |
| 三、可燃性有机岩矿床            | (149) |
| 第四节 变质矿床              | (152) |
| 一、变质矿床的概念和意义          | (152) |
| 二、变质矿床的一般特征           | (152) |
| 三、变质矿床的成因分类           | (153) |
| 第三篇 地壳物质的运动           | (155) |
| 第七章 地壳运动              | (155) |
| 第一节 地壳运动的一般性质         | (155) |
| 一、地壳运动的永恒性            | (155) |
| 二、地壳运动的普遍性            | (155) |
| 三、地壳运动方式和方向的复杂性       | (155) |
| 第二节 地壳运动的证据           | (157) |
| 一、现代地壳运动的证据           | (157) |
| 二、古代地壳运动的遗迹           | (160) |
| 三、地震                  | (164) |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 第三节 地壳运动的原因           | (166) |
| 一、收缩说和膨胀说             | (166) |
| 二、均衡说                 | (167) |
| 三、大陆漂移说               | (167) |
| 四、地球自转速度变化说           | (168) |
| 五、对流说                 | (168) |
| 六、海底扩张说               | (168) |
| 第八章 地质构造              | (170) |
| 第一节 地质构造的力学基本知识       | (170) |
| 一、几种力的概念              | (170) |
| 二、岩石的形变               | (172) |
| 三、影响岩石变形的因素           | (173) |
| 第二节 岩层的形变构造           | (174) |
| 一、水平岩层                | (174) |
| 二、倾斜构造                | (175) |
| 三、褶皱构造                | (177) |
| 四、断裂构造                | (183) |
| 五、不整合构造               | (191) |
| 第九章 大地构造学说简介          | (192) |
| 第一节 地槽——地台学说          | (192) |
| 一、地槽                  | (192) |
| 二、地台                  | (195) |
| 三、地槽与地台间的过渡区          | (196) |
| 第二节 板块构造学说            | (197) |
| 一、板块构造理论              | (197) |
| 二、板块构造学说的论据           | (198) |
| 三、板块构造学说的评述           | (202) |
| 第三节 地质力学简说            | (202) |
| 一、学说概述                | (202) |
| 二、构造形迹与结构面            | (203) |
| 三、构造体系及其类型            | (204) |
| 四、构造体系的复合与联合          | (210) |
| 五、地球自转速度变化起因说         | (211) |
| 第四节 我国其它大地构造学派        | (213) |
| 一、多旋回构造运动学说           | (213) |
| 二、断块大地构造学说            | (214) |
| 三、地洼学说                | (215) |
| 四、波浪状镶嵌构造学说           | (215) |
| 第四篇 地壳发展史概述           | (217) |
| 第十章 研究地史的方法           | (217) |
| 第一节 地质年代分析——地层生成顺序的确定 | (217) |
| 一、地质年代的确定             | (217) |



|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 二、地层系统                | (221) |
| 三、地质年代表               | (223) |
| 第二节 构造历史分析——地壳历史的重大变革 | (223) |
| 一、先古生代的构造阶段           | (223) |
| 二、早古生代的构造阶段           | (224) |
| 三、晚古生代的构造阶段           | (224) |
| 四、中生代的构造阶段            | (224) |
| 五、新生代的构造阶段            | (225) |
| 第三节 沉积岩相分析——恢复古地理环境   | (225) |
| 一、古地理的概念              | (225) |
| 二、恢复古地理环境的依据          | (226) |
| 三、古地理图                | (227) |
| 第四节 古生物化石——海陆沧桑的历史见证  | (227) |
| 一、生物的发展和演化            | (227) |
| 二、古生物化石               | (229) |
| 三、古生物的分类与命名           | (231) |
| 第十一章 地史简述             | (233) |
| 第一节 先古生代              | (233) |
| 一、概述                  | (233) |
| 二、地史分述                | (233) |
| 第二节 古生代               | (240) |
| 一、概述                  | (240) |
| 二、地史分述                | (241) |
| 第三节 中生代               | (254) |
| 一、概述                  | (254) |
| 二、地史分述                | (255) |
| 第四节 新生代               | (261) |
| 一、概述                  | (261) |
| 二、地史划分                | (262) |
| 三、我国新生代地史概况           | (269) |
| 第五篇 地质图及遥感技术          | (272) |
| 第十二章 地质图              | (272) |
| 第一节 地质图的底图——地形图       | (273) |
| 一、比例尺的涵义              | (273) |
| 二、等高线的性质              | (274) |
| 三、地形图的图式符号            | (277) |
| 四、怎样使用地形图             | (277) |
| 五、根据地形图绘制剖面图          | (278) |
| 第二节 地质图的阅读            | (279) |
| 一、地质图的一般规格            | (279) |
| 二、地质图阅读               | (280) |
| 第三节 地质构造在地质图上的表现      | (282) |

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 一、水平岩层在地质图上的特征.....    | (282) |
| 二、倾斜岩层及其在地质图上的表现.....  | (283) |
| 三、褶皱构造的分析.....         | (286) |
| 四、岩层接触关系在地质图上的表现.....  | (288) |
| 五、断层在地质图上的分析.....      | (288) |
| 六、岩浆岩的分析.....          | (290) |
| 第四节 其它地质图件的编制.....     | (290) |
| 一、地质剖面图的制作.....        | (290) |
| 二、综合地层柱状剖面图的编制.....    | (293) |
| 第十三章 遥感技术在地质学中的应用..... | (296) |
| 第一节 遥感技术简介.....        | (296) |
| 一、什么是遥感技术.....         | (296) |
| 二、电磁波谱.....            | (296) |
| 三、遥感技术的种类.....         | (297) |
| 第二节 陆地卫星和卫星相片.....     | (298) |
| 一、陆地卫星发展概况.....        | (298) |
| 二、陆地卫星相片的特点.....       | (299) |
| 三、卫星相片的符号及注记.....      | (300) |
| 四、卫星相片的判读.....         | (301) |
| 第三节 卫星相片在地质工作中的应用..... | (303) |
| 一、区域地质填图.....          | (303) |
| 二、地质构造的研究.....         | (304) |
| 三、地震的预测预报.....         | (304) |
| 四、大陆漂移的测验.....         | (304) |
| 五、岩性地层的研究.....         | (305) |
| 六、矿藏的研究.....           | (305) |
| 主要参考书目.....            | (307) |
| 附表.....                | (308) |
| 附图.....                | (311) |

## 绪 论

地质学是以地球这个物质体系作为研究对象的。作为宇宙星体之一的地球，从它开始形成就有它本身的特殊发展过程。虽然人类生活、生产实践首先接触的是地球表面，但由于受研究手段的限制，目前，人类对于整个地球的认识，尚有一定的局限性。譬如对地球的形成、地球内部状态等，还处于科学探索和假说阶段。因此，当前地质学着重研究的只是地球固体外壳的组成物质及其发展变化的规律等。

地壳的发生、发展和变化过程是内力地质作用和外力地质作用对立统一的过程，这一对特殊矛盾及其产生的结果就成为现代地质学的基本内容。地球是个庞大而复杂的星体，地壳发展历史又特别漫长，而许多地质作用过程又是不能亲自目睹的。针对地质科学的这些特殊性，在研究时就更需要用唯物辩证法作指导，同时需要某些特殊的研究方法。

地质学是地理专业的基础课，为学好这门课程，在学习前应首先明确下列几个问题：

### 一、地壳发展规律的探索

地壳发展规律问题，是当前自然科学领域内最引人重视的问题之一。它不但和地质学、地貌学、自然地理学、海洋科学，而且也和行星演化学等有密切关系。在探索地壳的发展时，不应与整个地球的发展割裂开来。实际上，地壳的发展只不过是作为天体之一的地球发展的一部分，而地壳的变化发展应看成是地球内部变化发展过程在地壳表层部分的一种反映。在地壳发展中起主导作用的是地球物质在万有引力——重力作用下的压缩、凝聚和反压缩、膨胀的矛盾。在一般情况下压缩和凝聚表现为矛盾的主导方面，而反压缩和膨胀是这一矛盾中相对短暂的过程。可以设想，原始地壳乃是由硅、镁层构成的。由于地球压缩、凝聚与反压缩、膨胀的矛盾发展，在后者暂时占主导地位时，便使地球表面部分发生破裂，这些破裂地带集中了大量释放出来的重力势能，使硅镁层局部熔融或选择熔融；接着，由于岩浆的活动，就开始了硅铝地层和次生大气圈、水圈的生成过程。由于能量的逐渐消耗便渐渐趋向稳定，形成最初的硅铝层地壳。总的来看，在地球发展过程中，硅铝壳发展趋向是不断增大，不断加厚的。当然，这一过程是波浪式间断向前推进的。

### 二、地质学的时空观

在研究地球物质发展过程中，要有时空观念。时间和空间是运动着的物质的存在形式。任何物质总是存在于时间和空间中。时间是物质发展过程前后的延续性；空间是物质存在的广延性。时间、空间和运动着的物质是不可分离的，不可能有离开物质运动的时间和

• 本书如作为教材，因一年级学生地质知识所限，“绪论”部分可放在该课最后，作为总结时讲授。

空间，也绝不会有不在时间和空间中运动的物质。因此，在对待地质事件时，就必须应用“四维空间”的坐标概念。例如，地质作用在地球表面和地球内部进行着，在不同的自然区和不同部位（地表或地下），有不同方式的地质作用，它们之间既互相联系，又互相制约。再由于地壳物质的不均匀分布，就更使不同地区的地质作用过程和结果千变万化。我们在研究某一地区的地质作用时，既要考虑到可能有其它地质作用的参与和影响，也要考虑该区地质作用与邻近地区的关系和对邻近地区的影响。

从时间上说，有许多地质事件的发生、发展非常缓慢。例如一条山脉的形成、海陆的变迁，总要经历几百万年、甚至几千万年的时间才能粗具规模。地壳的形成至今约达四五十亿年之久，人类有文化以来的历史只不过四五千年，所以我们不能以人类日常生活的时间尺度，来度量地壳的发展变化。因此，人类历史是以年作为时间单位，而地质学则以百万年作为时间单位。在对待地质事件的发生发展时就要树立一个漫长的时间观念。

### 三、正确运用“推今及古”的思维方法

虽然我们不能亲眼看到过去地质发展变化的全部过程，但可以看到它在岩石中留下来的变动遗迹。据此去推断过去漫长的地质事件的形成过程。根据现在推论过去所发生过的地质事件的思维方法，就是“推今及古”的基本观点。英国地质学家赖尔(C·Lyell, 1797—1875)提出：现在是了解过去的一把钥匙(The present is the key to the past)，就是“推今及古”的思维方法。又如，我国北宋学者沈括(1031—1095)，当他看到太行山麓岩石中的螺蚌化石和砾石时，推知冲积平原形成的过程并进一步指出这里曾是海滨，现在距海已近千里。这也是运用了“推今及古”的思维方法。可见沈括比赖尔早五百年就能正确地运用这种思维方法了。

当然，在运用“推今及古”这一方法时，要从辩证发展的观点出发，不能使用简单、机械的推理方法。因为地质事件也和其它事件一样，是在不断运动中发展的，地质条件也是不断变化的，它的发展历史绝不是简单的重复。例如，现代的海百合生活于深海中，但古代的海百合却生长在浅海。所以，分析研究古代地质事件时，必须考虑当时的具体条件，综合各方面的有关资料，才能得出比较正确的结论。

### 四、重视动力地质作用的综合分析

地质学是人类长期与自然进行斗争中发展起来的。随着人类对地球的认识、改造和利用，不断地开拓了新的领域。近百年来一系列有关地质学的分支学科蔚然兴起；由于生产发展的需要，促使各学科又向着更深、更广的范围发展，而且各自走向专门化；但作为地学各科共同基础的动力地质作用的综合研究，仍是十分重要的。特别是地质学作为地理专业的基础学科，更应加强内外地质作用的综合研究，因为地质学与自然地理学的关系之所以密切，是由于动力地质作用长期发展的结果。内力产生地壳的隆起和沉陷，形成地表的起伏；外力则对地表不断移高就低。内外动力这种相互斗争，彼此消长的过程，也就是地表形态发展和演化的过程。所以加强动力作用的综合研究，对于学习地理专业有其现实意义。

## 五、明确地质学与地理学的关系

自然地理环境是由地球的岩石、大气、水和生物等圈层组成的独特的自然综合体。它是由地质地貌、气候、水文、土壤、植物和动物等各个自然地理要素组合而成的物质体系，而这些自然地理要素又处于复杂的相互渗透和相互作用之中。其中，若某一要素发生了变化，其它要素也跟着发生变化，并产生一系列连锁反应，最终导致自然地理环境的不断演变。自然地理各要素相互渗透、相互作用最频繁的地方，是在岩石圈的上部和大气圈的下部，即地球表层——地壳。它是地质学着重研究的对象，也是自然地理环境的一个重要基础部分。

自然地理环境的变化取决于太阳能、地球放射能以及各要素间的相互渗透及变化，通常把由地表向上至对流层顶、向下伸展到地下5—10公里的深度作为自然地理环境的范围。所以地壳是地球表层这一特殊自然地理环境的物质基础，而地貌是自然地理环境的基本要素。要了解一个地区地貌发生发展和分布规律，就必须研究它的地质构造和岩石的性质，否则就不能全面了解地貌发育的原因和演变过程。W·彭克在《地貌分析》(1924年)中认为，地貌学是地质学和地理学之间的边缘科学，他把地貌发育看作是内外动力相互作用的结果。因此，研究地理学必须具备一定的地质知识。

人类世代生活的自然地理环境，不是一成不变的。“不仅整个地球，而且地球今天的表面以及生活于其上的植物和动物也都有时间上的历史”(恩格斯：《自然辩证法》)。研究人类历史时期及地质历史时期自然地理环境的演变及其变化规律，是历史地理学和古地理学的主要任务。为了真正掌握自然地理环境发展变化的客观规律，科学地揭示组成自然地理环境诸要素的辩证关系，地理学仅仅停留在对“今天”的自然地理面貌上的了解是远远不够的，只有对它的“昨天”有更深入的了解，才能对它“明天”的发展趋势作出符合实际的科学判断，为有效地利用自然资源、成功地改造自然提供理论依据。所以，为完成历史地理学和古地理学所担负的这一任务，就更需具备一定的地质历史知识。

## 六、及时吸取科学的新成就

由于其他基础学科的渗透和最新探测技术及实验技术的发展，当代地质科学正处在向海洋、宇宙、地球深部进军，向着宏观和微观更广阔、更深入的发展之中。它已由过去的描述性、宏观观察和定性为主转向定量的、宏观与微观相结合，逐步上升为重大的理论突破时期。例如，现在流行一时的板块构造学说，就是在地球科学的一系列分支学科和多种现代技术基础上建立起来的。

许多地质现象的起因都从微观开始，进而发展为宏观；还有许多地质现象常常存在于微观之中。宏观难以察明，只有在微观世界中才能找到线索，例如，原子构造的变化和微生物的活动，就是物理的、化学的、生物的地质作用的起因，可以产生巨大的地质效应。

地质学作为地理专业的基础课，必须及时吸取科学发展的新成果，以丰富、更新地质学的内容，只有这样才能更好地为地理专业服务。

### 思 考 题

1. 在地学范围内，地质学和地理学有何异同之点，两者有什么关系？
2. 试略述地壳发展的基本规律。
3. 如何运用“四维空间”阐明地质事件？试举例说明之。
4. 在探索地壳的发展史中，应如何正确运用“推今及古”的思维方法？



# 第一篇 地球概述

## 第一章 地球及其内部

### 第一节 宇宙中的地球

按照辩证唯物主义的观点，宇宙在空间和时间上都是无限的。也就是说，宇宙在空间上是无边无际的，在时间上是无始无终的。在这个广阔无垠的宇宙中，地球真是渺若沧海之一粟。然而它是宇宙的一个成员，太阳系的一个行星，又是我们人类的家园。

地球是太阳系九大行星之一。按距离太阳的远近顺序，地球次于水星、金星为第三颗行星，与太阳平均距离约为14,960万公里。离太阳不远不近，温度适当，还有氧气和水，因而适宜于万物生长，成为一个有生命的天体。

地球，一面绕着地轴自西向东作自转，同时又绕太阳公转。地球始终是侧着身子（即地轴与公转轨道平面之间斜交，其交角为66度33分）在公转轨道上运行。公转轨道的全程长约4,000万公里，公转速度约为30公里/秒，公转一周需365天5时48分46秒。地球自转一周需23时56分4秒。据长期观测，地球的自转速度是不均匀的。一年中秋季快而春季慢，多年中有几年转得快些，有几年转得慢些，同时每过几十年自转速度来一次“跳动”。但总的看来，地球自转速度是逐渐变慢的。据2,000年的观测，大约每过100年，一昼夜就要加长0.001秒。

### 第二节 地球的形状和大小

地球是一个绕着地轴高速度旋转的球体。它的表面形态并不是理想的球形，而是一个椭球形，即赤道部分略为膨大、两极略为收缩的扁球形。1971年第十五届国际大地测量和地球物理协会，根据人造地球卫星观测，决定地球的形状和大小的数据如下：

地球赤道半径 $a = 6,378.160$ 公里

地球两极半径 $b = 6,356.755$ 公里

平均半径 $= 6,371$ 公里

$$\text{地球扁度} \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298.25}$$

赤道圆周长 $= 40,075.24$ 公里

地球表面积 $= 510,070,100$ 平方公里（约五亿平方公里）

地球体积 $= 1,083,157,900,000$ 立方公里（约一万亿立方公里）

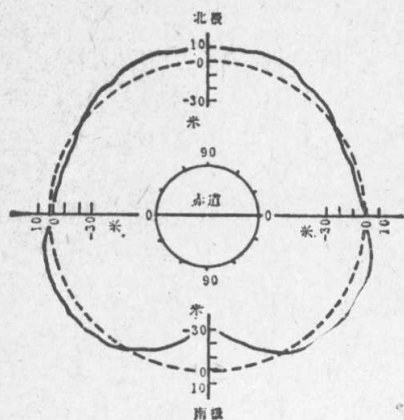


图1-1 地球形状—梨状体示意图

另外，就地球的表面来看，也是高低不平，起伏很大。由此可见，地球的形状是很不规则的，不能把它列入任何几何形体，只能称为“地球体”（Geoid）。

近年，通过对许多人造卫星轨道参数资料的计算，认为地球是一个北极略为凸出，南极略凹的“梨状体”（图1-1）。若以赤道海平面至地心的距离为半径画圆，则北极海面高出此圆18.9米，而南极海面低于此圆25.8米。

### 第三节 地球的起源

经过漫长的地质年代，地球形成的最初痕迹，现在已经看不到了。我们只能从天文学、地球物理学、地球化学、地质学以及其它方面的观测中，去推论几十亿年以前的地球形成过程。地球是太阳系的成员之一，所以地球的起源和太阳系的起源基本上是一致的。对于太阳系起源问题进行系统的探讨，是从十八世纪中叶开始的。由于各家的观点不同，立论分歧，因而也就产生了不同的假说。现只就符合唯物论宇宙观的星云假说作扼要介绍。

太阳系和地球成因的星云说，是1755年德国哲学家康德（I·Kant 1724—1804）提出的。这个假说认为，宇宙中普遍分布着由尘埃和气体质点所组成的原始物质——星云。原始星云的体积很大，当初曾散布在整个太阳系所占据的空间，并认为各物质都有其自身的运动规律。星云中的质点分布是疏密不均匀的，在万有引力的作用下，密度较大部分的微粒吸引了周围密度较小的物质，逐渐聚集成大的团块，随引力增大聚集加快，形成巨大球体，即原始太阳。在原始太阳周围的微粒，继续向引力中心积聚时，因原始太阳质量增大而斥力也增大，微粒受到斥力而发生偏转，并随其中主导偏转方向，便形成扁圆的旋转云状物。同时又逐渐聚成小团块，在引力和斥力作用下，绕太阳旋转形成行星。行星周围的微粒以同样过程形成卫星，行星中密度较大的受到较大引力而离太阳近；密度较小的受到斥力而离太阳远。根据这个假说，地球的起源就是由一种星云物质凝聚的结果（图1-2）。

1796年法国天文学家和数学家拉普拉斯（P·S·de Laplace, 1749—1827）也提出了太阳系成因的“星云假说”。他认为原始太阳是由炽热的缓慢自转的球形星云形成的。其直径有太阳系直径那么大，由于散热收缩而自转加速，致使赤道离心力增大，星云变扁平，形成象铁饼那样的形状。当星云外层的离心力超过整个星云对它的吸引力时，气体物质将被抛出，被抛出的物质形成一个在星云赤道面上旋转的环，以后又相继分离出七个环（当时只知道七颗行星），各环绕太阳运转时逐渐吸聚成行星。热的行星以同样方式分离出环形物质再凝聚成卫星。此后，星云体继

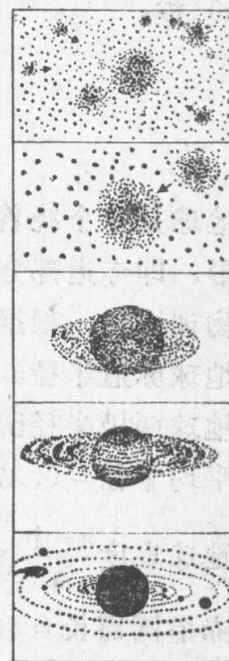


图1-2 康德星云假说示意图



续冷却、收缩，这样的分离过程继续重演，最后形成了以太阳为中心的行星和卫星。太阳系中的地球也就因此而产生了(图1-3)。

由于康德和拉普拉斯各自独立提出的假说，不约而同地主张太阳系是由星云形成的，基本观念完全相同，因此人们把他们的假说并称为康德——拉普拉斯星云说。

星云假说比较圆满地解释了太阳系的形成过程和主要特征，如所有行星都沿着近于圆形的轨道，由西向东以相同的方向环绕太阳运行；所有行星轨道差不多在同一平面内；太阳和地球等行星的元素成分基本一致等。

星云说的出现，公然向当时的形而上学的宇宙观宣战，沉重地打击了“上帝创世”的唯心主义宇宙观，这在当时是科学上的一大革命。正如恩格斯指出的：因为当时的“科学还深深地禁锢在神学之中”<sup>①</sup>。星云说还指出，地球不是上帝创造的，也不是从某种“巧合”或“偶然”中产生的，而是运动着的星云物质内部自身矛盾发展的必然结果。



图1-3 拉普拉斯星云假说示意图

## 第四节 地球的主要物理性质

地球的物理性质主要是指地球内部的密度、压力、磁性(地磁)、温度(地热)等。研究这些性质，对于探明地球内部情况，分析地球的物质组成，寻找地下资源和作好工程勘探都是有重要意义的。

### 一、地球的密度和压力

根据万有引力公式计算，地球的质量为 $5.976 \times 10^{27}$ 克，然后除以地球体积，得出地球平均密度为 $5.517$ 克/厘米<sup>3</sup>。但是，实际测得地表岩石的平均密度为 $2.7 \sim 2.8$ 克/厘米<sup>3</sup>，而地表面积的 $3/4$ 被密度为 $1$ 克/厘米<sup>3</sup>的水所覆盖着，二者都比地球平均密度小得多。由此推测，地球内部物质的密度必然是很大的，而且随深度递增。根据地震资料推知，地球内部物质密度不是均匀的增加。大约在地深 $400$ 公里、 $600$ 公里、 $2,900$ 公里和 $4,640$ 公里处，有较明显的变化。并在 $2,900$ 公里深处作跳跃式的增加，以下又逐渐升高，到地心达到 $16$ 克/厘米<sup>3</sup>。这表明地球内部的物质成分和存在状态不是均匀一致的。

我们知道，地表的空气压力接近一个大气压(一个大气压等于每平方厘米的面积上受到 $1.033$ 公斤的压力)，约相当每平方厘米面积上承受一公斤的重量。地球内部的压力，主要是受上覆物质的重量的影响，随着深度的增加而递增。按静力平衡公式 $P = h \cdot \rho_h \cdot g_h$ (静力等于某深度和该深度以上的地球物质平均密度与平均重力加速度的连乘积)计算，地下 $10$ 公里深处的压力，大致有 $3,000$ 个大气压；地下 $33$ 公里深处有 $9,000$ 个大气压。在 $2,900$ 公里深处可达 $140$ 万个大气压，地心可高达 $350$ 万个大气压。

以上数据仅表示地压随深度增加的一般情况，但在各地段由于地质的差异，除上覆岩层重量之外，还受其它因素的影响。因此，具体压力值，可能比所引数据有所增减。

<sup>①</sup>恩格斯：《自然辩证法》1971年中译本，第11页。