

941874

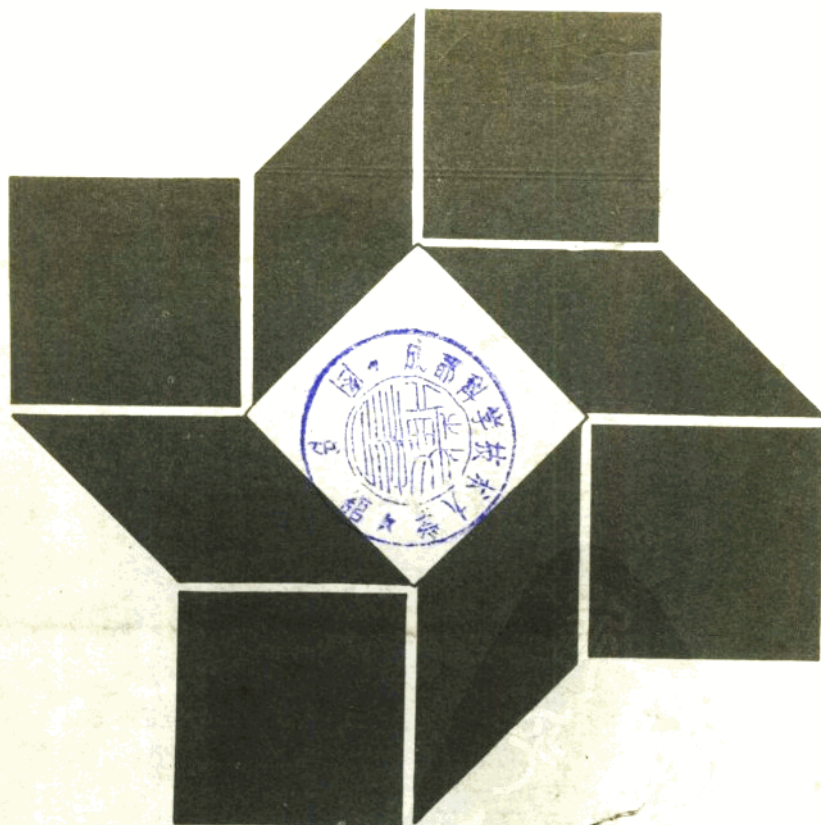
非金属矿地质学基础

T187
2792



侯光仪 徐家宓 主编

高等学校试用教材



武汉工业大学出版社

高等学校试用教材

非金属矿地质学基础

侯光仪 徐家宓 主编

武汉工业大学出版社

鄂新登字13号

内 容 简 介

本书简明系统地阐述了地质学中主要学科的基本理论、基本方法和基本技能。全书共分十三章,包括地壳及地质作用、矿物、岩石、地质构造、地质地形图、矿床、地质勘探及矿山地质工作、水文地质等,还着重介绍了29种非金属矿产的性能、特点、用途、工业技术要求、矿床类型等。本书是非金属矿采工程专业教材,也可作工程测量、矿物材料、地理等非地质专业的地质学教材或教学参考书,也可供矿山生产和科研人员参考。

※ ※ ※

本书由陈希廉教授主审,万朴教授、古阶祥副教授参审。经国家建筑材料工业局高等学校非金属矿类教材编审委员会审定,同意作为高等学校试用教材出版。

高等学校试用教材 非金属矿地质学基础

侯光仪 徐家宓 主编

责任编辑 官 杰

*

武汉工业大学出版社出版发行

中南三〇九印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 22.5 字数: 482千字

1992年7月第1版 1992年7月第1次印刷

印数: 1—1000册

ISBN 7-5629-0635-1/TD·14

定价: 5.85元

前 言

《非金属矿地质学基础》，是根据国家建筑材料工业局高等学校非金属矿类教材编审委员会洛阳会议的决定而编写的。1988年在武汉审定通过了编写大纲，1990年9月列入出版计划。

本教材是按审定通过的编写大纲编写的。书中突出了本课程的基本理论、基本知识和基本技能，贯彻理论与实践相结合的原则，系统地阐述了地质作用、矿物、岩石、地质构造、矿床、地质勘探和矿山地质工作等基本内容。同时，结合非金属采矿工程专业的需要，编入了非金属矿产，按矿种分别叙述了各种非金属矿产的性能、特点、用途及质量要求、工业指标、矿床类型。在地质勘探和矿山地质工作部分，着力反映非金属矿床地质勘探和非金属矿山地质工作方面的实际资料。编写中力求反映当前国内外地质学科的发展状况和成就。

本书由侯光仪、徐家宓主编。编写分工是：绪论及第一、二、三、六、七、八、九、十章由侯光仪编写；第四、十二章由黄钟稷编写；第十一章由徐家宓编写；第五、十三章由徐家宓、黄钟稷编写。在审稿和出版过程中，由黄钟稷副教授对书稿进行了局部修改及统稿工作。

在编写过程中，得到了国家建材局人才开发司、四川建材学院非金属矿系、武汉工业大学非金属矿资源工程系的大力支持。本书由北京科技大学陈希廉教授主审，四川建材学院万朴教授及武汉工业大学古阶祥副教授参审。武汉工业大学江德玉高级工程师对全部书稿进行了详细的审读，提出了许多宝贵的意见和建议，在此致以衷心的感谢。鉴于编者水平所限，书中不足或错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

1991年4月

目 录

绪论	(1)
第一章 地壳及地质作用	(3)
第一节 地球及其主要物理性质	3
第二节 地球的结构及地壳	6
第三节 地质作用概述	8
第四节 地壳演化的地质时代概念	21
第二章 矿物	(23)
第一节 矿物的形态	23
第二节 矿物的化学成分	27
第三节 矿物的物理性质	30
第四节 矿物各论及鉴定	34
第三章 岩石	(45)
第一节 岩浆岩	45
第二节 沉积岩	59
第三节 变质岩	70
第四章 构造地质	(78)
第一节 岩层产状、厚度及出露特征	78
第二节 地层、岩体的接触关系	84
第三节 褶皱构造	86
第四节 断裂构造	93
第五节 地质构造对采矿工程的影响	109
第五章 地形地质图及其使用	(111)
第一节 地形图和地质图	111
第二节 岩层与地质构造在地形地质图上的表现	116
第三节 地形地质图的阅读方法和步骤	122
第四节 地质剖面图及其绘制方法	125

第六章 矿床学概述	(127)
第一节 矿床学的基本概念	127
第二节 成矿作用及矿床成因分类	133
第七章 内生矿床	(136)
第一节 岩浆矿床	136
第二节 伟晶岩矿床	139
第三节 气水热液矿床	141
第四节 火山成因矿床	150
第八章 外生矿床	(152)
第一节 风化矿床	152
第二节 沉积矿床	156
第九章 变质矿床	(163)
第一节 概述	163
第二节 变质矿床的主要类型	165
第十章 非金属矿产	(166)
第一节 概述	166
第二节 主要非金属矿产简介	167
第十一章 找矿勘探地质工作	(231)
第一节 矿床地质调查研究概述	231
第二节 矿床地质勘探	232
第三节 矿床地质调查中资料的收集	253
第四节 地质资料的评审及研究	285
第十二章 矿山地质工作	(289)
第一节 矿山地质工作的职能、内容和任务	289
第二节 矿山设计、基建期的地质工作	290
第三节 生产勘探	293
第四节 矿山施工生产中的地质指导工作	307
第五节 矿山地质技术管理工作	311
第六节 采矿单元结束的地质工作	320

第十三章 矿床水文地质基础	(324)
第一节 地下水的概念	324
第二节 水在岩石中的存在形式及水理性质	324
第三节 地下水的物理性质和化学成分	328
第四节 地下水分类及其特征	330
第五节 矿坑充水因素	335
第六节 矿床水文地质分类	337
第七节 矿坑涌水量的预测和测定	338
课程作业附图	(347)
参考文献	(351)

绪 论

地质学是研究地球的科学。由于人类的生产活动与科学研究目前还局限于地球表面，并受科学技术手段所限，因此，地质学现阶段主要是研究地球的表层——地壳。

地质学研究的内容十分广泛，主要包括：地壳的物质组成、成因及其分布规律；地壳运动及其所引起的各种构造形变和发展规律；地壳发展演化历史；地壳中矿产的形成和分布规律；地壳中矿床的找寻和勘探方法；地下水的形成、运动和分布规律等。由于研究内容和任务的不同，地质学逐渐发展并出现一系列分支学科。主要有矿物学、岩石学、构造地质学、地史学、矿床学、找矿勘探地质学、矿山地质学、水文地质学等。20世纪以来，随着学科的相互渗透，以及各种先进技术和手段的引入，又逐渐产生和发展了一些新兴的边缘学科，如地球物理学、地球化学、海洋地质学、同位素地质学、数学地质学和遥感地质学等分学科。

众所周知，地壳是由物质组成的，有物质就有运动，有运动就有变化和发展，地壳永远处于不停地运动和变化发展之中。地球形成迄今已有数十亿年的历史，在这漫长的岁月里，地壳的运动和变化，有时是很剧烈的，如火山、地震。在多数情况下，地壳的变化往往要经过数百万年甚至数千万年才能完成，不过这些非常缓慢的变化会产生极为巨大的结果，如高山被削平，海洋被填充，岩石粉碎为泥砂，泥砂又演变成岩石，等等。因此，在地质学的研究中，地质时间往往是以“百万年”为单位。

地球是一个非常复杂的球体，它拥有庞大的空间。地壳表面分布有陆地、海洋、高山、平原，在不同的区域和不同的部位，其物质基础和外界条件是不相同的，也是极为复杂的。因此，在漫长的地质历史中，地壳虽有其统一的发展规律，但各个地区、各个部位的发展过程不同，变化的结果也存在很大的差异。鉴于这些特殊性，地质学就有其特殊的研究方法。野外地质调查是地质研究最基本的方法，它是在野外调查实践中搜集和积累大量实际材料，并进行综合对比、分析研究，从而提高到理性认识，再用这些理论去指导生产实践，并在实践中检验、补充、丰富和发展。实验及模拟实验工作是必不可少的，为了深入地、微观地、定量地研究矿物、岩石等的化学成分、物理性质及内部结构，以及探讨某些地质现象的成因和发展规律，必须采用各种手段进行实验和分析。许多地质历史时期的地质作用和变化我们是不能亲眼目睹的，只能找到它们在地壳中的遗迹，凭借对现代地质现象的观察和了解，推断地质历史中发生过的变迁和进程，即根据现代地质形迹去推断过去的地质作用，也就是“推今及古”或“将今论古”。因此，学习地质学必须以历史唯物主义和辩证唯物主义方法为指导。

《非金属矿地质学基础》是非金属采矿专业的一门必修专业基础课。采矿专业学生只有掌握了必要的地质学基础知识和基本的地质工作方法，才能为学习后续的采矿专业课和今后的矿山实践工作奠定坚实的基础。

地壳内埋藏着各种丰富的矿产资源，它们的物质组成、分布情况和赋存条件等都具有一定的规律。对矿床及地质体进行调查研究的工作，叫地质工作。通过地质工作不仅找寻矿产

和确定矿山基地，也为矿山设计、基建和生产提供必要的地质资料。

地质工作也贯穿于整个矿床开采过程的始终。在矿山设计之前，采矿工作者要详细、全面地阅读和审查地质勘探报告，运用地质资料了解和分析矿区地质条件，包括矿体的产状和形态、矿石质量、地质构造、开采技术条件、水文地质条件等，以便做出合理的矿山企业设计，指导矿山基建和生产的进行。在矿山进行基建及开拓、采准、回采的各个生产阶段中，都要进行各项地质工作，进一步准确地查明矿床的地质条件，为开采设计、编制采掘进度计划等提供更详细可靠的地质资料。在生产过程中，深入现场，调查研究所出现的地质问题，以便及时解决和指导生产，如矿体的突然尖灭或错失、矿体形态或产状的急剧变化、矿坑可能出现的突水、片帮、冒顶等问题。这些问题的合理解决都离不开地质工作的指导，因此可以说“地质工作是采矿工作的眼睛”。

第一章 地壳及地质作用

第一节 地球及其主要物理性质

在广阔无垠的宇宙中,地球是太阳系的一个行星。太阳系以太阳为中心,周围绕其旋转的有九大行星及其卫星、小行星(图 1-1)。

一、地球的形状和大小

地球是一个绕着地轴高速旋转的巨大的实心椭球体。据 1975 年第 16 届国际大地测量和地球物理协会修订,其大小数值如下:

赤道半径 a	6 378.140 km
两极半径 c	6 356.755 km
平均半径 $R = (a^2 c)^{1/3}$	6 371.004 km
扁率 $(a - c) / a$	1 / 298.257
赤道圆周 $2\pi a$	40 075.13 km
表面积 $4\pi R^2$	$5.11 \times 10^8 \text{ km}^2$
体积 $4\pi R^3 / 3$	$1.083 \times 10^{12} \text{ km}^3$

根据人造地球卫星资料计算,地球实际形状是一个北极略为凸出,南极略为平坦的梨状体。地球表面可分为陆地和海洋两部分,陆地面积仅占 29%,海洋面积占 71%。地球上的最高峰是我国的珠穆朗玛峰,海拔 8848.13 m。

地球上的最低点是太平洋的马利亚纳海沟,深达 11033 m,地表最大高差约 20 km。陆地最大高差为 0.88 km,按其高度和起伏特征可分为山地、丘陵、平原、高原、盆地等地貌类型。海洋平均深度为 3.7 km,海底地形和陆地一样复杂,且规模非常庞大,外貌更为奇特壮观,按其地形的基本特征分为海岭、海沟、大洋盆地、大陆边缘等地貌类型。

二、地球的主要物理性质

(一) 密度和压力

根据万有引力定律公式计算,地球的质量为 $5.976 \times 10^{24} \text{ kg}$,平均密度为 5.52 g/cm^3 ,但实际测得地表岩石的平均密度为 $2.7 \sim 2.8 \text{ g/cm}^3$,覆盖着地球表面积达 3/4 的水的密度为 1 g/cm^3 ,由此推测地球内部物质的密度更大。经对地震波在地球内部传播速度的观测和计算,地球内部密度随深度增加而逐渐增大,直到地心达到最大值 13 g/cm^3 (图 1-2)。

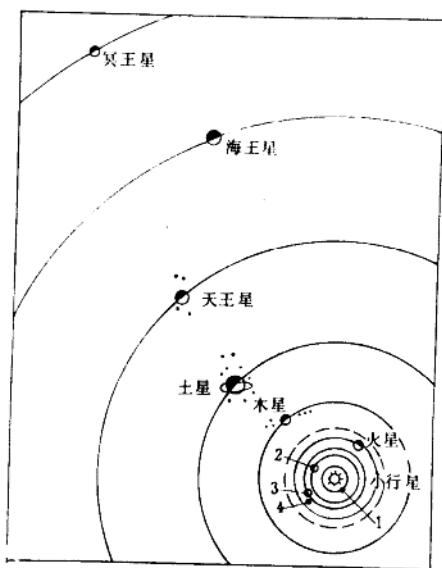


图 1-1 行星围绕太阳旋转示意图

1. 水星; 2. 金星; 3. 地球; 4. 月球

地球内部的压力是由上覆物质重量所产生的静压力。据计算，其静压力基本上随深度的增加而增大，大致为一匀滑曲线（图 1-2）。在地表以下 10 km 处的压力约为 $3000 \times 10^{11.325}$ Pa。在矿山开采中，可能出现各种地压现象，应充分注意。

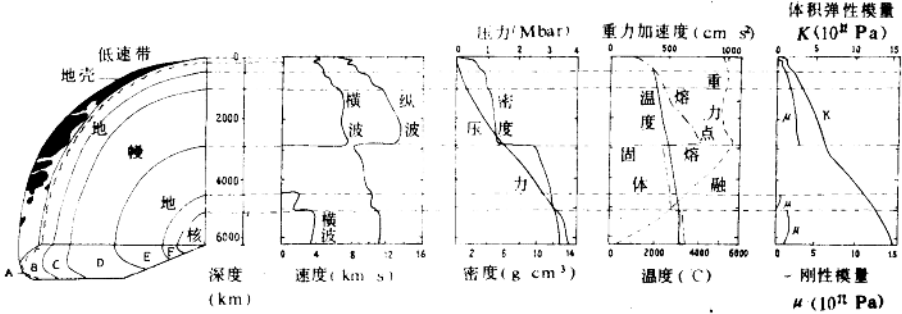


图 1-2 地球物理性质变化曲线

（二）重力

地球某处的重力是指该处所受地心引力和地球自转产生的离心力的合力，其作用方向大致指向地心。据万有引力定律公式可知，地心引力与物体质量成正比，与到地心的距离成反比。因此，地心引力以赤道为最小，两极最大。离心力以赤道为最大，两极最小或为零（图 1-2）。离心力比地心引力小得多，在赤道处离心力是地心引力的 $1 / 289$ ，因此，把地心引力近似当作重力。地球的重力随纬度的增高而增大，随海拔高度的增加而减小。

若把地球当成一个均质体，则可计算出各地的重力值，称为理论重力值。但由于地球物质分布不均匀，密度大小有差异，地形有起伏，因而实测重力值往往不同于理论重力值，这一现象叫做重力异常。实测值大于理论值，称正异常，表明地下有密度大的物质分布，如铁、铜等金属矿床；实测值小于理论值，称负异常，表明地下有密度较小的物质分布，如盐矿、石膏和煤等。地球物理探矿中的重力勘探法，就是利用这一原理。

（三）温度

无论是地下流出的温泉，还是火山喷出的炽热岩浆，或是深矿井温度的增高等等，都表明地球内部具有很高的温度，蕴藏着巨大的热能。根据地内温度分布状况可以分为三层：

1. 外热层（变温层） 是地球表层吸收太阳辐射热的一个温度层。其温度随昼夜和季节的变化而改变，影响深度一般不超过 20 m。
2. 常温层（恒温层） 为外热层的最下界。这个深度上的温度年变化幅度为零，大致为当地年平均温度。
3. 内热层（增温层） 在常温层以下，其热能主要来自地球内部放射性元素蜕变时析出的热以及元素化学反应放出的热能等。温度随深度而增加，而且增温是有规律的，即每向下一定深度便增高一定温度。这一规律通常有两种表示方法：

- （1）地热梯度（或地热增温率），即深度每增加 100 m 所增高的温度，以 $^{\circ}\text{C}$ 表示。
- （2）地温级（或地热增温级），即温度每增高 1°C 时所增加的深度，以 m 表示。

世界上不同地区的地热梯度并不相同，一般在 $0.9 \sim 5.2^{\circ}\text{C}$ 之间。亚洲地区大致每增深100m，增高 2.5°C 。在地球内部70k m以上范围内的地热梯度平均为 2.5°C ，再往下的地热梯度逐渐变小，约为 $0.5 \sim 1.2^{\circ}\text{C}$ 。100k m深处的温度不超过 1300°C ，2900k m深处的温度约为 2700°C ，地心温度不超过 3200°C 。

地球是一个庞大的热库，可以由温泉、火山、岩浆侵入活动等直接把热量带至地表。地热流较高的地区称为地热异常区，这些地区蕴藏着丰富的热水和蒸气资源，是开发新能源的广阔天地。我国已先后建成了多处地热电站，如西藏羊八井地热田的热电站等。但就采矿工作来说，地热对矿区开采是不利的，应加强通风降温措施，改善劳动条件，化害为益，加以利用。

(四) 地磁

地球具有磁性，吸引着磁针指向南北磁极。这个现象我国早在战国时期就发现了。近代研究证明，地球是一个均匀磁化体，在它周围的空间存在着磁场，称为地磁场。磁力线的分布特征和棒形磁铁的磁场相似，但地磁场的南北两极和地理南北两极并不一致(图1-3)。

由于地磁极和地理极不一致，因此，地磁子午线与地理子午线之间有一夹角，称为磁偏角。所以磁针所指不是地理南北，而是地磁南北。指北针偏在地理北极东侧的叫东偏角，符号为“+”；偏在地理北极西侧的叫西偏角，符号为“-”。因而使用罗盘测量方位角时，必须根据当地磁偏角进行校正。

磁针只有在地磁赤道地区才保持水平，在磁极地区则处于直立状态，在两磁极与地磁赤道之间的地区，磁针与水平面之间呈不同的倾斜角，称为磁倾角。磁倾角的大小因地而异。地质罗盘上的磁针有一端捆有细铜丝，是为了使磁针始终保持水平工作状态。我国地处北半球，因而在磁针南端捆上铜丝，用以消除磁倾角的影响。

磁针的偏、倾程度实际上反映了磁针在地磁场中所受磁力的大小。磁力的大小叫磁场强度。地磁场强度单位为安[培]每米，符号为 A/m 。

磁偏角、磁倾角、磁场强度是地磁场的三个要素。经测量和计算，可获得全球基本地磁场要素的理论值。在实际工作中，如果实测地磁要素数值和理论值不一致，这种现象叫地磁异常。地磁异常往往是由于地下磁化岩体或矿体的存在所引起，也可能是地质构造所引起的。因此，我们可以利用地磁异常勘探地下磁性岩体、矿体和地质构造，这种方法叫磁法勘探。

(五) 放射性

放射性元素广泛分布于地球内部的各种岩石中，主要集中于地壳，如铀、钍、镭、钾等

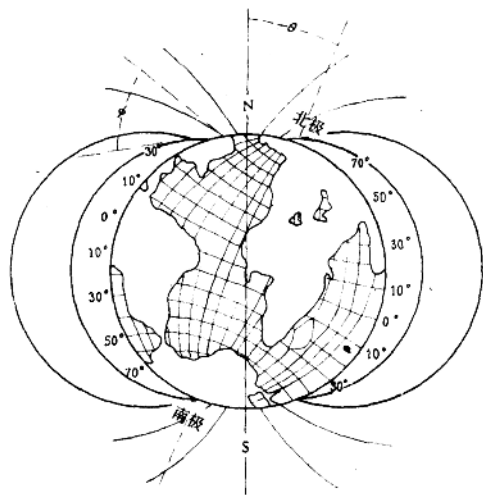


图1-3 地磁要素及地球周围磁力线分布示意图

θ 磁偏角； ϕ 磁倾角

元素。它们的半衰期长，可与地球年龄相比，利用其蜕变的性质，可以测定地球岩石的年龄。放射性元素在蜕变过程中释放的热量是地球内部主要热源之一，是地质作用的主要能源。利用专门仪器测量，可以发现放射性异常区，借以寻找有关的矿床。

第二节 地球的结构及地壳

地球的结构是指地球组成物质在空间的分布和彼此之间的关系。地球组成物质呈同心层圈分布，若以地表为界，分为外部层圈和内部层圈。

一、地球外部层圈

地球表面以上属外部层圈。根据物质性状的不同又可分为大气圈、水圈和生物圈。

大气圈是由包围在地球最外部的气体组成，其总质量约为 5.14×10^{18} kg，其厚度大于几万公里。由下至上可进一步划分为对流层、平流层、中间层、暖层、散逸层。与人类和地质作用关系最为密切的是对流层，其次是平流层。

水圈是由地球表面的水体组成，它分布于河流、湖泊、海洋及表层岩石孔隙和土壤中，构成一个连续封闭的层圈。自然界中的水不断地进行循环，形成各种水体，这些水体在运动过程中不断改变着地球的面貌。

生物圈是由地球表层生命物质组成的一个封闭层圈。生命的活动成为改造大自然的一个积极因素，其作用是不容忽视的。

二、地球内部层圈

地球内圈是指固体地球内部的圈层。对于地球内圈，我们直接观测的资料比较少，目前最深的钻孔也只不过11km，与地球半径相比是微不足道的。因而研究地球内部结构，主要是利用地球物理学和天体物理学的有关资料。

地球物理学家研究了大量天然地震波传播方向和速度的数据，发现地震波在地球内部传播的速度，在水平方向和竖直方向都有变化，并在几个深度上波速有明显的变化。这个变化反映了在该深度上的地球物质在成分上或物态上有改变或两者都有改变，这个深度就可作为一种分界面，称为不连续界面（表1-1）。

从表中可以看出，地球内部有两个波速变化最明显的界面，第一个界面深度很不一致，在大陆约为33km，在大洋底约为11~12km，这个界面叫莫霍面。第二个界面在2898km深处，叫古屯堡面。这两个界面把地球内部分为三个层圈，即地壳、地幔和地核。

（一）地壳

地壳是固体地球最外的一圈，其上界为地表，下界为莫霍面。地壳的厚度变化很大，大洋地壳较薄，平均厚6km；大陆地壳较厚，平均厚35km，最厚处可达70km（如青藏高原），说明地壳的下界是起伏的。地壳质量为 24×10^{21} kg，约占地球质量的0.4%。

（二）地幔

在地壳之下，介于莫霍面和古屯堡面之间，厚度2800多公里，占地球体积的83%，占地球质量的67.6%。根据地震波变化情况，地幔分为上、下两层。

地球内部层圈和物理数据

表 1-1

圈 层			深 度	地震波速度		密 度	重 力	压 力	温 度	物 质
名 称	代 号	不连续面	(海平面以 下 km)	(km/s)		(g/cm ³)	(m/s ²)	10 ⁹ Pa	(°C)	物 质 状 态
				纵波 V_p	横波 V_s					
地 壳	上地壳	A	0	5.6	3.4	2.6	9.81	0	14	固 态 (岩石圈)
			10	6.6	3.8	2.8	9.83	0.5	500	
	下地壳			7.6	4.2	3.0				
地 幔		莫霍面	33				9.84	1	1000	塑 状 (软流圈)
	上地幔	B		8.0	4.4	3.3				
				8.2	4.6					
			60			3.4	9.86	2.5	1400	
			100	7.8	4.2					
	下地幔	D	250	8.1	4.2	3.5	9.89	6.8	1600	
			400	9.0	5.0	3.7	9.94	14	1700	
			1000	11.4	6.3	4.7	9.98	40	2000	
				13.3	7.1	5.7				
		古屯堡面	2898				10.80	150	2700	
地 核	外核	E		8.1	0	9.9				液 态
	核过渡层	F	4620	10.4	2.1	12.0	6.10	29.8		
	内核	G	5155	11.2	3.6	12.7	4.30	33.2		
			6371	11.3	3.7	13.0	0	370	3200	

上地幔在莫霍面以下至1000km深度之间。在上地幔中地震波速度变化较大,表明其物质状态是多变的。在60~250km间有一低速带,说明该带的物质状态局部呈熔融状,称软流圈。软流圈之上的上地幔为固态岩石,其物质成分基本上相当于含铁镁很高的超基性岩,通常称为地幔岩。这圈岩石连同地壳一起,称为岩石圈。

下地幔从1000~2898km之间,一般认为其物质成分仍然是以铁镁的硅酸盐矿物为主,但铁、镍成分显著增加。

(三) 地核

地核是古屯堡面至地球中心的部分,厚度为3473km,占地球总体积的16.3%,占地球总质量的1/3。地核又可分为外核、过渡层和内核三层。一般认为地核主要由铁镍组成,并含有少量硫、硅等轻元素。

三、地壳

地壳含有门捷列夫周期表中所有的元素。各元素的分布量可以用它在地壳中的平均重量百分比(克拉克值)来表示。地壳中主要化学元素的重量百分比含量见表1-2。从表中可知,组成地壳最主要的化学元素有9种,它们占了地壳总重量的98.13%,其余元素只占1.87%。

地壳主要元素的重量百分比含量

表 1-2

氧 O	46.95 %	钠 Na	2.78 %
硅 Si	27.88 %	钾 K	2.58 %
铝 Al	8.13 %	镁 Mg	2.06 %
铁 Fe	5.17 %	钛 Ti	0.26 %
钙 Ca	3.65 %	氢 H	0.14 %

(据《Scientific American》，1970年9月号)

可见，元素在地壳中的分布很不均匀，工业上有重要经济意义的Cu、Pb、Zn、W、Sn、Mo等元素，在地壳中的含量极小，但它们在自然界各种地质作用下，可以相对富集成为有价值的矿床。

地壳中的元素在各种地质作用下，结合成具有一定化学成分和物理性质的矿物，如石墨、石盐等。并由一种或多种矿物组成集合体——岩石，如花岗岩、石灰岩等。矿物和岩石是组成地壳的基本单位。

根据地壳组成物质的差异，将地壳分为两层(图 1-4)。上地壳叫硅铝层，主要成分为

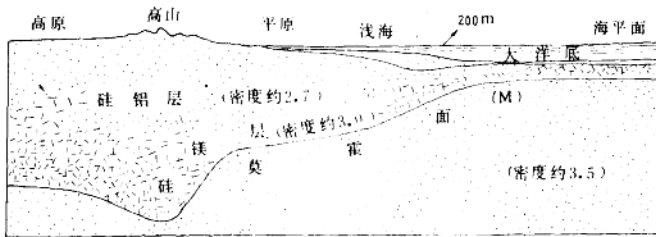


图 1-1 地壳结构(示意图)

氧、硅、铝等轻元素，与花岗岩的成分一致，故又称为花岗质层，平均密度 2.7 g/cm^3 ，厚 $0 \sim 22 \times 10^3 \text{ m}$ 。此层仅在大陆上才有，而在大洋底基本缺失。下地壳叫硅镁层，主要成分是氧、硅、铁、镁等，相当于玄武岩的成分，故又称为玄武质层，平均密度 3 g/cm^3 。呈连续状分布于大陆和大洋的下面，但各地厚度并不一致。

第三节 地质作用概述

一、地质作用及分类

地球形成至今已有46亿年，在漫长的历史中，地球永恒地、不断地运动和变化着。地壳在运动，地貌在发展，矿物和岩石在改变。例如，有些地方隆起成为高山，另外一些地方则凹陷成为海洋；高山不断遭受风雨剥蚀夷为平地，沧海不断被泥沙填充成为桑田；坚硬岩石破裂粉碎成为松软的泥沙，松软的泥沙又不断沉积形成新的岩石。总之，地球自形成以来，没有一粒矿物、一块岩石、一种地貌还停留在原来的地方或者保持原有的状态，它们在大自然中不断地变化着。由自然动力引起地壳或岩石圈甚至地球的物质组成、内部结构和地表面

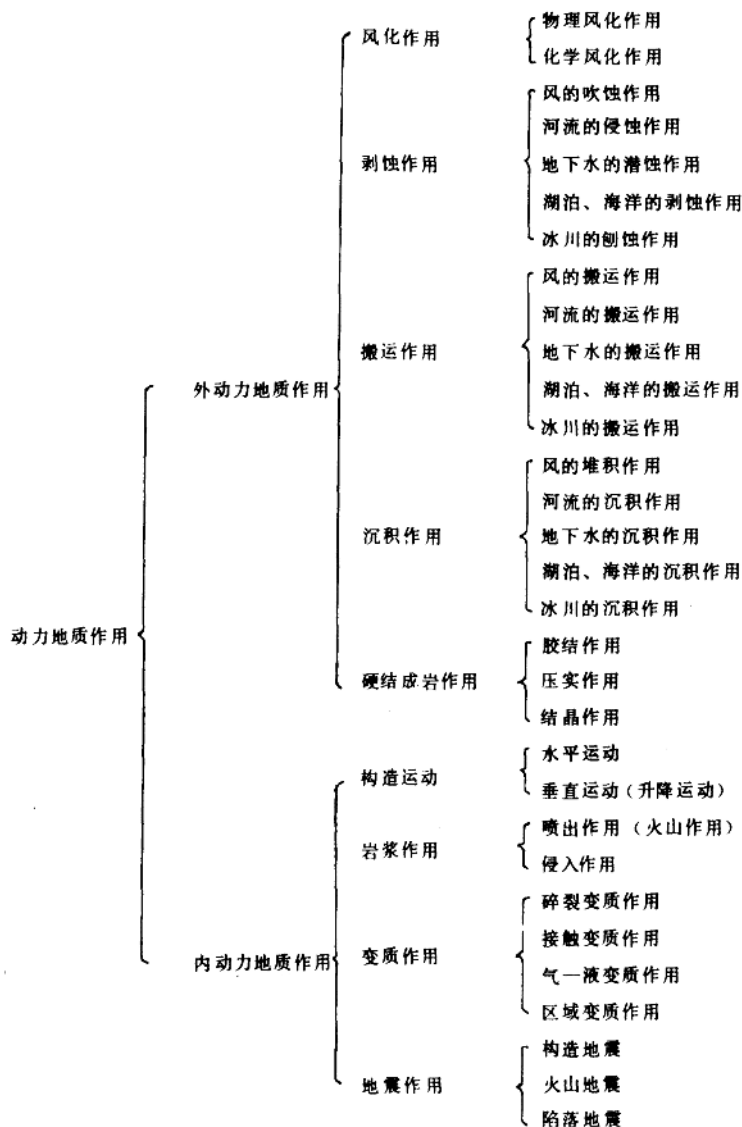
态变化和发展的作用，叫地质作用。地质作用的能源有的来自地球内部，有的来自地球以外，据此，可以把地质作用分为外动力地质作用和内动力地质作用两大类（表 1-3）。

（一）外动力地质作用

主要由地球以外的能源（包括太阳辐射能、日月引力能）引起地表形态和物质成分变化的地质作用，称为外动力地质作用。按其方式又可分为以下几种类型：

地质作用分类表

表 1-3



1. 风化作用 地表或接近地表的岩石，在温度、水溶液和生物等因素的作用下，使岩

石在原地遭受破坏的作用。

2. 剥蚀作用 风、流水和冰川等在运动过程中对地表岩石进行侵蚀破坏，并使破碎分解了的产物脱离原地的作用。

3. 搬运作用 风化剥蚀作用的产物被迁移到它处的作用。

4. 沉积作用 被各种外动力搬运的物质在新环境下堆积起来，形成松散沉积物的作用。

5. 硬结成岩作用 使松散堆积物转变成沉积岩的作用。按其方式的不同，分为胶结作用、压实作用和结晶作用。

(二) 内动力地质作用

由地球内部能源(其中以旋转能、重力能、放射性元素蜕变产生的热能等为主)引起整个地壳甚至整个岩石圈发生变化的地质作用。根据不同的动力及其作用方式又分为四种：

1. 构造运动 使地壳(岩石圈)发生变形、变位的地质作用。

2. 岩浆作用 岩浆的形成、运移直至凝固结成岩石的全部地质过程。

3. 变质作用 受内力作用，使原有的岩石基本在固态下发生结构、构造或物质成分的变化而形成新岩石的过程。

4. 地震作用 由内力引起岩石圈的快速颤动。

二、外动力地质作用

(一) 风化作用

根据风化作用的不同性质，可分为物理(机械)风化作用、化学风化作用和生物风化作用三种类型。

1. 物理风化作用 岩石在风化过程中，只发生机械破碎，而不改变其化学成分的过程，叫物理风化作用。岩石释重、温度变化等是物理风化的主因。岩石释重引起岩石膨胀，温度变化引起岩石膨胀与收缩，岩石空隙中水的冻结与融化，岩石空隙中盐的结晶与潮解等，都会造成岩石崩解。例如在沙漠地区，夏季白天的气温高达 47°C ，而夜间可降至 -3°C ，昼夜温差达 50°C 。由于岩石的热传导速度慢，白天岩石在阳光曝晒下，表面体积膨胀，而内部仍然是冷的；夜间，岩石表面逐渐冷却收缩，内部还处于热胀状态，因而使岩石表层产生许多纵横交错的裂隙，久而久之，便会使岩石层层剥落而遭破坏(图1-5)。物理风化是一种纯机械



图1-5 物理风化作用示意图

破碎作用，它使岩石破碎成粗细不等、棱角显著、没有层次的松散碎屑物，覆盖在原来的岩石表面上。

2. 化学风化作用 是指岩石在水、氧、二氧化碳以及各种酸溶液的影响下，在原地发