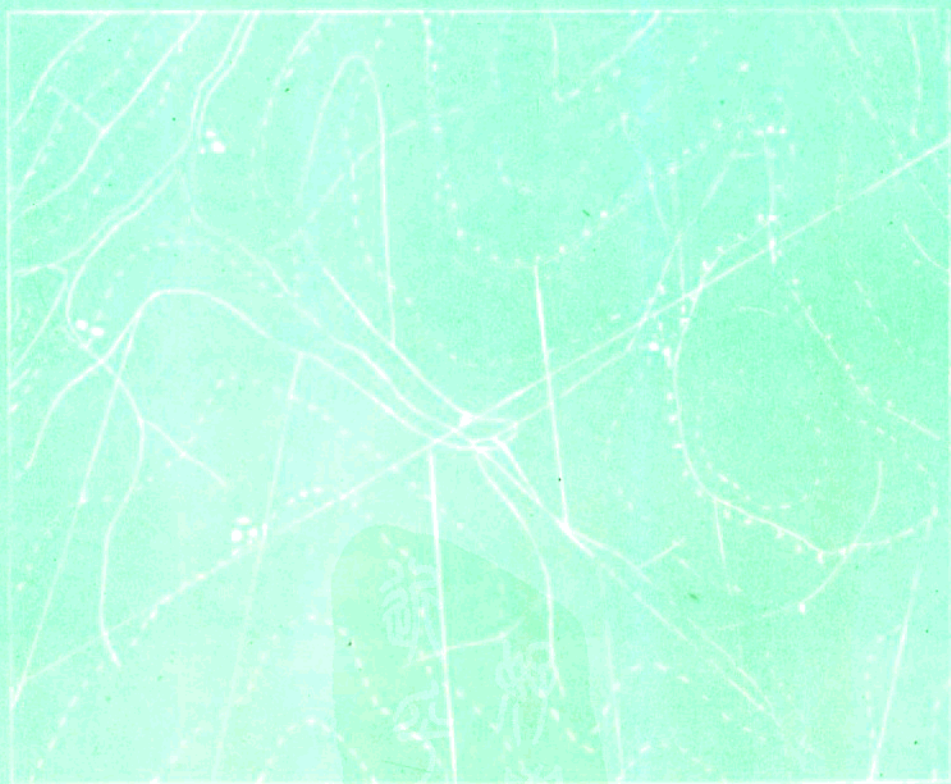


煤矿技工学校试用教材

# 煤矿地质



煤炭工业出版社

煤矿技工学校试用教材

# 煤 矿 地 质

张 小 江 编

煤炭工业出版社

## 内 容 提 要

本书系统地介绍了煤矿地质的基础知识。全书共分九章,前四章是基础理论部分,后五章是应用与实践部分。即地球概况及地质作用;矿物与岩石;地史的基本知识;地质构造;影响矿井生产的地质因素;煤、煤层及煤系;矿井水文地质知识;地质图及地质资料的识读;矿井储量。

本书文字简练、图文并茂、深入浅出、通俗易懂、实践性强,可作煤矿技工学校采煤、通风、机采、测量等非地质专业的教材也可作为煤矿技工的在职培训用书,还可供采掘技术人员参考。

### 煤 矿 技 工 学 校 试 用 教 材 煤 矿 地 质

张 小 江 编

责任编辑:马淑敏

\*

煤炭工业出版社 出版

(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: [www.cciph.com.cn](http://www.cciph.com.cn)

北京密云春雷印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

\*

开本 787mm×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张 11<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 插页 1

字数 278 千字 印数 46,441—51,440

1992 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 17 次印刷

ISBN 7-5020-0698-2/TD·643

社内编号 3467 定价 18.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

## 前 言

为了适应煤矿技工学校教学改革的需要，加速技工人才的培养，促进煤炭工业现代化生产建设的发展和技术进步，全国煤矿技工教材编委会于1989年召开了第二次全体会议，确定以“七五”教材建设为基础，按照“补齐、配套、完善、提高”，突出基本理论、基本知识教学和基本技能训练的原则，编制了“八五”技工教材建设规划。这套教材包括：《采煤概论》、《综采工作面采煤机》、《煤矿开采方法》、《机械化掘进工艺》、《矿井地质》、《矿山测量》等共70余种，将陆续出版发行。

这套教材主要适用于煤矿技工学校教学和培训，也适合具有初中文化程度的工人自学和工程技术人员参考。

《煤矿地质》是这套教材中的一种，是根据全国煤矿技工学校统一教学计划和大纲编写的，并经全国煤矿技工教材编审委员会组织审定，是全国煤矿技工学校和在职培训必备的统一教材。

该教材由抚顺矿务局技工学校张小江同志编写，铜川煤矿技工学校刘俊明同志主审。平顶山、淄博、徐州、枣庄等煤矿技工学校的有关教师和工程技术人员也参加了审定和修改工作。中国统配煤矿总公司教育局工人培训处的有关同志具体组织并参加了审定和修改工作。

由于时间仓促，经验不足，教材中难免有不当之处，请用书单位和读者批评指正。

全国煤矿技工学校教材编审委员会

1992年3月28日

# 目 录

绪 论	1
第一章 地球概述及地质作用	3
第一节 地球概述	3
第二节 地质作用	11
复习题	22
第二章 矿物与岩石	23
第一节 矿物	23
第二节 岩石	30
复习题	40
第三章 地史的基本知识	42
第一节 地质年代和地层单位	42
第二节 划分、对比地层的基本方法	44
第三节 地史概述	49
复习题	56
第四章 地质构造	57
第一节 单斜构造	57
第二节 褶皱构造	61
第三节 断裂构造	64
复习题	72
第五章 煤、煤层、煤系及煤田	73
第一节 煤	73
第二节 煤层	87
第三节 煤系及煤田	92
第四节 煤的风化带及氧化带	96
复习题	97
第六章 影响煤矿生产的主要地质因素	98
第一节 褶皱对煤矿生产的影响及处理	98
第二节 断裂构造对煤矿生产的影响及处理	100
第三节 岩浆侵入体对煤矿生产的影响及处理	108
第四节 岩溶陷落柱对煤矿生产的影响及处理	112
复习题	114
第七章 矿井水	115
第一节 地下水的基本知识	115
第二节 矿井水	126
第三节 矿井涌水量的观测	132
第四节 矿井水防治	139
第五节 有关的工程地质知识	146

复习题 .....	148
<b>第八章 煤矿主要地质图件及地质说明书的识读</b> .....	149
第一节 煤矿主要地质图件 .....	149
第二节 地质说明书的识读 .....	160
复习题 .....	169
<b>第九章 矿井储量</b> .....	170
第一节 煤炭储量的分类与分级 .....	170
第二节 储量计算 .....	173
第三节 “三量”概述 .....	179
复习题 .....	182
参考文献 .....	183

# 绪 论

## 一、地质学概述

地质学是研究地球的科学。现阶段主要是研究地球外表的一层硬壳——地壳。具体的说就是研究地壳的构造、物质组成、发展变化以及各种矿产的形成和分布规律等内容的科学。

人类生息在地球上，一切生活资料和生产资料都直接或间接取之于地球。因此，人类的历史，必然包括人类对地球的认识、研究和利用的历史；研究地球的各学科，也就成为最古老的学科。早在石器时代，人类为制作石器，在当地寻找较适用的石块，开始认识岩石；为藏身栖息，寻找天然洞穴。这些都是地质学的某种程度的萌芽。

随着人类社会的发展，人们逐渐认识和利用地质知识推进生产的发展。早在4000年前，中国就发明了指南针，用来确定方位，至今尚广泛用于地质、测量和航海；1800年前，我国科学家张衡发明了世界上第一台地动仪，它可以发现人们感觉不到的震动，并能测定地震震中的方向。这些发明为观察和记录地质图象及探索地质规律作出了杰出贡献。在夏禹时代铸记在铜鼎上的“禹贡”，可算是最早的地质书了，它上面记载了当时九州的土地的某些特征和一些矿物、岩石的产地；这种铜鼎本身的铸成，说明当时已具有找铜、熔剂、耐火材料及铸模用的型砂等的地质知识。东吴时已用酒泉的石油点灯；五帝时代知道凿井取用地下水等，这些都是对地质知识的认识和利用的例证，说明在长期的生产活动中，人们逐渐认识到地下埋藏着各种有用矿产，并加以开发和利用。

随着社会和生产的发展，人类对地球的认识也逐渐深入和更加广泛，地质学也逐渐分为许多有一定联系，又具有各自不同特点的分科。如研究地壳的物质组成的有：矿物学、岩石学等；研究地壳面貌的改变及地质构造变动的有：构造地质学、地貌学、地质力学及大地构造学等；研究地壳发展历史及古生物发展演变历史的有：古生物学、地史学等；研究各种矿产的形成及分布等的应用地质有：矿床学、水文地质学、石油地质学、煤田地质学及工程地质学等。随着科学的发展，生产对地质工作的要求也愈来愈高，地质学也随之发展并出现了新的学科，如瓦斯地质、数学地质、遥感地质、海洋地质、地球化学及地球物理学等。

## 二、煤矿地质学概述

对煤炭的开发和利用，在我国也有悠久的历史。早在2500年前的地理名著“山海经”中，记录了大约70多种矿物和岩石及它们的产地，其中“石涅”就是煤。在新石器时代晚期的遗物和周朝的墓葬里，均发现过用煤制成的工艺品，从煤质来看，它产于抚顺。在春秋战国时期，已较多的使用煤炭。在汉朝的一冶铁遗址中发现煤的加工产品——煤饼，这说明那时已把煤作为冶铁燃料。宋朝“汴京数百万家，尽仰石炭，无一家燃薪者”，可见当时采煤生产已具相当规模，用煤已很普遍。

随着煤炭事业的发展，为适应采掘工程的需要，逐渐形成了专业性较强的煤矿地质学科。

煤矿地质学是利用地质基础知识来研究煤的形成、赋存状态，确定煤的储量及其用途，分析和解决影响矿井建设与采煤的地质因素，达到指导采掘工程正常进行而发展起来的一门实践性较强的地质学科。

### 三、煤矿地质学与其它学科的关系

煤矿地质与煤矿建井、地下采煤、煤矿测量的关系非常密切，煤矿地质资料不仅是新井建设、矿井接续生产、老矿挖潜以及与水、火、瓦斯等自然灾害作斗争的重要依据，而且又是指导煤矿正常生产不可缺少的重要根据。没有可靠的地质资料就不可能作出正确的矿井设计，没有正确的地质工作就不能正确的建井与回采。

煤矿地质工作为建井和开采服务，又指导建井和采煤工作的进行。它始终贯穿在建井、开拓、回采直至矿井报废的全过程。如果地质资料不正确，不仅影响生产的正常进行，而且还会造成人力、物力、财力的极大浪费。

煤矿地质工作与煤矿测量工作必须紧密配合，如确定开采范围、测量井口位置、标定钻孔位置及指导巷道掘进方向等。

总之，煤矿地质工作在整个煤矿生产过程中起着非常重要的作用，这项工作做好了，既能保证煤矿生产的顺利进行，又能保证煤炭资源的合理开发。因此，在整个煤炭生产过程中，都应加强煤矿地质工作。

### 四、煤矿地质的研究方法

煤矿地质学是运用地质知识，解决煤矿地质问题的煤矿应用地质学。煤矿地质工作是利用地质知识认识井下地质体的实践过程。要学好煤矿地质这门课程，必须在辩证唯物主义的思想方法指导下，遵循“实践—认识—再实践”的认识过程来进行煤矿地质研究。首先要进行大量的直接观察和试验，以获得详尽的实际资料，并加以分析、归纳、研究、判断、推理，使感性认识上升到理性认识。然后，再利用得到的理性认识去指导生产实践，并在实践中加以验证、补充与修改，使之尽量符合客观实际，以便更好地为煤矿建设、生产和安全服务。



# 第一章 地球概述及地质作用

## 第一节 地球概述

我们开采的各种矿产都赋存在地壳之中，各种矿产的形成是地壳运动和演变的产物。这些运动和演变不是孤立进行的，而是与地壳内部和外部的物质，甚至与其它星体特别是太阳有着密切的关系。因此，在这一节里我们将概略地介绍地球的基本情况，以便帮助我们更好地去认识自然界的各种地质现象。

### 一、地球的形状和大小

在长期的生产实践中，人们逐渐认识到地球是一个球形体。近年来，根据人造卫星的测定，地球的形状既不是圆球状，也不是以赤道平面为对称面的扁球体，而是北极略为凸出，南极略平的梨状体（图1-1）。若以赤道平面至地心为半径作圆，则北极海面高出此圆10m，而南极海面低于此圆30m。

地球形状和大小的数据如下：

赤道半径  $a = 6378.245\text{km}$

极地半径  $c = 6356.263\text{km}$

平均半径  $r = 6371.118\text{km}$

扁率  $e = \frac{a - c}{a} = \frac{1}{298.25}$

表面积  $5.1 \times 10^8 \text{km}^2$

体积  $1.08 \times 10^{12} \text{km}^3$

质量  $5.98 \times 10^{27} \text{g}$

平均密度  $5.52 \text{g/cm}^3$

### 二、地球在宇宙中的位置

与我们在日常生活中所接触的物体相比，地球是个大得难以想象的庞然大物。但是，如果考察一下地球在太阳系中的地位，那么，我们的地球就十分渺小了（图1-2、图1-3）。

#### （一）太阳和太阳系

太阳是一颗自身能发光发热的恒星，太阳本身是一团炽热的气体，表面温度约6000℃，内核的温度估计高达2000~3000万℃。太阳时刻散发出巨大的能量，这是引起地球表面各种地质作用的能源，使地球的面貌经常发生着变化。地球上生物界的生存和发展离不开太阳的光和热。地球表面地质作用的进行和某些矿产的形成都与太阳有着极密切的关系。

太阳的直径约为 $1.4 \times 10^6 \text{km}$ ，相当于地球直径的109倍；表面积约为地球的1.2万倍；体积约为地球的130万倍；质量约为 $1.989 \times 10^{33} \text{g}$ ，相当于地球的33.34倍。太阳到地球的距离约为 $1.496 \times 10^8 \text{km}$ ，这个距离称为一个天文单位。

太阳系是由太阳、九大行星（水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星）、1800多个小行星和34个卫星以及彗星、流星和星际物质等组成（图1-2、图

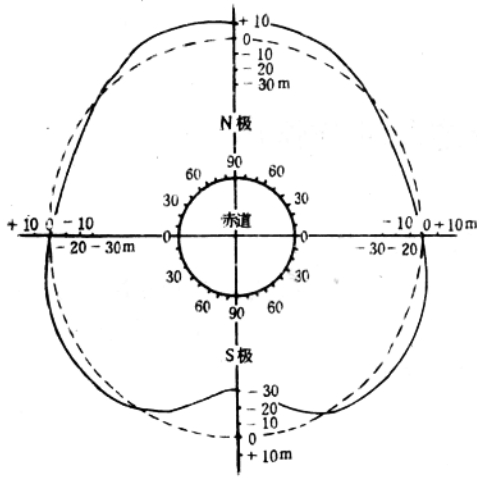


图 1-1 地球的形状示意图

.....代表梨形体；——表示地球实形

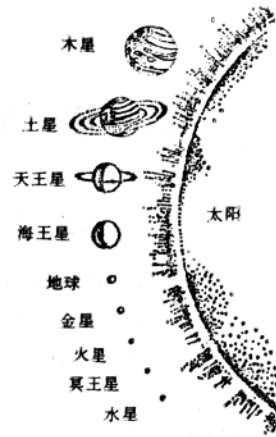


图 1-2 太阳系九大行星与太阳的体积比例示意图

1-3)。太阳系的直径约 $1.2 \times 10^{10}$ km。太阳除自转外，它还携带了整个太阳系在银河系中围绕着银河系的中心，以 $230\text{km/s}$ 的速度不停地旋转着。

由此可见，太阳和整个太阳系与我们的地球相比是多么巨大，多么辽阔。

如果我们放开眼界从整个银河系来看，那么太阳和太阳系又成了极其渺小的组成部分了。

## (二) 银河系、宇宙

银河系是个巨大的旋涡状星系，它是由较明亮的星体及较暗淡的星云、星团等物质组成。它的总质量为太阳的1600亿倍，直径约10万光年（光年是天文工作者用来衡量宇宙空间距离的单位，1光年是1年时间内光的行程，相当于 $9.46 \times 10^{12}$ km）。在银河系中象太阳那样的恒星大约有1000亿颗以上（图1-4）。

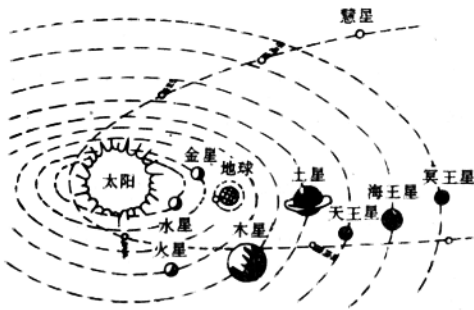


图 1-3 太阳系构造示意图

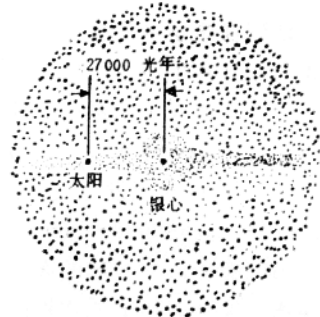


图 1-4 太阳在银河系中的位置

但是，银河系在广阔无际的宇宙空间中也是个有一定形状、一定边际的“小天地”。近年来，天文工作者已在银河系之外拍摄到10亿多个旋涡状星系，其中许多星系的质量和体积都比银河系还大，可见银河系在整个宇宙空间也不占什么重要地位。

以上我们介绍了地球的大小及形状，太阳系和银河系在宇宙中的位置，如果单从体积和大小来看，我们的地球在宇宙中只是个极其渺小的星体。但是，如果从另一个角度来看，我们的地球在宇宙和太阳系中确占有特殊重要的地位。在它的漫长的发展过程中，逐渐形成了它的圈层构造，它表面的气、水、地壳三圈，对生命的滋生和生物的发展提供了有利的环境，特别是随着生物界的演化，出现了能认识和改造自然的人类。这种特殊而优越的条件，正是其它许多星体所缺乏的。

### 三、地球的几种物理性质

地球的物理性质从不同侧面反映了地球内部的物质组成。目前，人们已利用这些知识来为开发地下的矿产资源服务。

现将与采矿工作关系较大的几种物理性质如密度、地压、地热、地磁和重力简介如下。

#### (一) 密度

根据物理方法计算得出的地球平均密度是 $5.52\text{g}/\text{cm}^3$ 。根据实测得出地表岩石的密度为 $1.5\sim 3.3\text{g}/\text{cm}^3$ ，平均 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ ，而覆盖地表面积 $3/4$ 的水密度为 $1\text{g}/\text{cm}^3$ ，都比地球平均密度小。因此，推测地球内部物质的密度要比 $5.52\text{g}/\text{cm}^3$ 还大。根据物理方法测定知道，地球内部物质的密度是随深度而增加的，但不是均匀地增加，而是在2900、5100km等好几个深度作跳跃式增加，越接近地球的中心，物质的密度越大。这表明地球内部物质并非均匀一致，可能是由几个密度显著差别的物质层所构成。密度随深度变化的大致情况见图1-5。

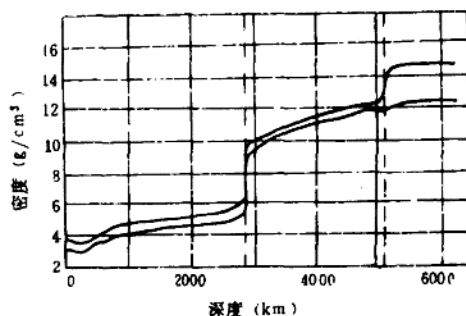


图 1-5 地球内部物质的密度随深度变化情况  
密度随深度变化的大致情况见图1-5。

#### (二) 地压

地压是地球内部的压力，主要是静压力。它由岩石本身的重量所产生，并随其埋藏深度增大而增大（表1-1）。

表 1-1 静压力与深度的关系

距地表的深度 (m)	静压力 (Pa)
100	$2.646 \times 10^6$
500	$1.323 \times 10^7$
1000	$2.646 \times 10^7$
5000	$1.323 \times 10^8$

此外，地压还包括来自地壳运动的应力，这种应力通常以水平力为主，也有随深度而加大的趋势。地应力常具有方向性，并可以在某些地段特别集中。这种来自地壳运动的应力在地压中往往也占主要地位。

在矿井中，当开采到深部时，由于地压增大，使得巷道和工作面支护困难。可通过对

已开采地区和正在开采地段的地质构造分析和测量，来测定地应力的方向、大小和地应力集中的地段。这方面的研究有助于解决巷道的维护、煤及瓦斯突出的预测等矿井开采过程中常遇到的问题。

### (三) 地热

地热又称地温。根据地球内圈的温度状况，可分为三个带：变温带、恒温带和增温带。

#### 1. 变温带

变温带位于地壳的表层，它的热量来自太阳。太阳射到地表的热量很大，但其中大部分被辐射回空中，只有小部分被地表物质吸收并影响到地下岩石的温度。太阳射到地表的热量是随季节而变化的，而且对一个地区来说，只白天才受到阳光照射，因此变温带的温度变化大。它有日变化，其影响深度一般为1~1.5m；有年变化，其影响深度一般为10~20m，内陆地区可达30~40m；此外，它还有多年周期变化，这与地球气候的演变有关。由地表到地下，此带的温度变化幅度逐渐减小。

#### 2. 恒温带

恒温带位于变温带之下，此带内太阳热的影响极微，温度常年保持不变，其温度大体上接近当地年平均温度，比当地年平均气温高0.8~2℃。此带深度多在20~30m，由于地区的不同，恒温带的深度也有变化。如辽宁抚顺地区，恒温带的深度在25~30m，温度为10.5℃；而河南平顶山地区恒温带的深度在30m，温度为17℃。

#### 3. 增温带

恒温带以下几十公里内的地壳，地温只受地球内热影响，此带称为增温带，其温度随深度增加而升高，但增加的速度，各地差别也很大。表示这种增温规律的方法有两种：

(1) 地热增温率（地温梯度）是指深度每增加100m时，地温升高的度数。地球上多数地区地热增温率为3℃左右。

(2) 地热增温级 指地温每升高1℃时，所增加的深度。显然，它与地热增温率互为倒数。根据地热增温率可以计算出生产矿井各开采水平的温度。例如：抚顺煤矿现开拓水平标高为-730m，地表标高为+100m，恒温带温度为10.5℃。恒温带深度在25~30m，则-730m开拓水平的温度应为：

$$10.5^{\circ}\text{C} + \frac{|-730| + (100 - 30)}{100} \times 3^{\circ}\text{C} = 34.5^{\circ}\text{C}$$

增温层的增温规律已被所有深矿井的井温所证实。地下流出的温泉、火山喷发的炽热物质也证明地球内部是高温的。但地热增温规律只适用于20km深度范围。更深处地热增温率迅速变小，据推测，地球中心温度不超过6000℃。增温带的热能全部来自地球内部，主要是放射性同位素蜕变时析出的热能及元素化学反应放出的热能等。

地热增温率较大的地区（如温泉、火山活动地区）叫地热异常区。对地热异常区，可研究开发地热资源的可能性。地热（热气、热水）可用于发电、工业锅炉、农业灌溉、医疗卫生和生活取暖等（图1-6），它既经济，又丰富，而且干净。

地热对煤矿生产有很大影响，尤其是当采掘工作进入较深水平或地热异常区时，应充分考虑地热问题。井下气温过高，会直接影响工人健康，影响生产率的提高和安全生产。随着矿井开采深度的不断加深及其它因素的影响，我国不少矿区或矿井的温度已超过《煤

《矿安全规程》第106条中的规定：采掘工作面的空气温度不得超过 $26^{\circ}\text{C}$ ；机电硐室的空气温度不得超过 $30^{\circ}\text{C}$ 。目前，我国有些生产矿井，已出现不同程度的热害问题，其中有些矿井井下温度高达 $44^{\circ}\text{C}$ ，如不采取有效的降温措施就无法开采。所以，地热已成为煤矿生产建设中的一个重要问题。

#### (四) 地热

地球是一个大磁体，在它周围形成了一个地磁场，地球的这种磁性质称地磁。我国劳动人民早在公元前1000多年就已经发现了地磁现象。后来又发明了指南针，为世界文明作出了重大贡献。

地磁场的南北两极与地理的两极不一致，因此地磁子午线（罗盘的磁针所指的南北方向的延长线）与地理子午线不重合，有一夹角，这个夹角叫磁偏角。磁偏角的大小，因地而异。罗盘上的磁针指的是地磁南北。我们用罗盘确定地理上的南北方位时，必须根据当地的磁偏角进行校正。磁偏角东偏者为正（西偏者为负），由罗盘读数加上（或减去）这个角值，就可以求得地理上的方位。同时，罗盘上的磁针只有在近于赤道的地方才真正处于水平状态，一般则是倾斜的（向两极方向倾角有规律地增大），磁针与水平面的交角称磁倾角。罗盘上磁针一端往往扎有细铜丝，就是为了使磁针保持水平，抵消磁倾角的影响。

当某地区的地磁实测值与理论值不一致时，称地磁异常。引起地磁异常的原因是该地区地下有高磁性的岩石（引起正异常）和弱磁性或反磁性的岩石（引起负异常）。磁法勘探就是应用这一原理来寻找磁性矿床和了解地下地质构造情况的。

#### (五) 重力

地球表面的重力是地心对地表物质的引力和该处地球自转离心力的合力。由于地球的引力比离心力大得多，因此重力的大小和方向都近于地球引力。而地球的引力是随着纬度的增高而增大的，所以重力向两极方向逐渐增大。

根据重力值与纬度的关系，理论上可以计算出各地的重力值，叫正常重力值。实际测量的重力值与理论重力值常常不相符合，这种现象叫重力异常。引起重力异常的原因很多，但主要与地壳物质组成和地质构造有关。密度较大的金属物质如铜、铅、锌、铁、镍、钴等分布区，实测重力值要大于理论值，称正重力异常；在石油、煤、石膏等密度较小的物质分布区，实测重力值小于理论值，称为负重力异常。重力勘探就是应用这一原理来寻找矿产和了解地下地质构造情况的。

### 四、地球的圈层构造

根据目前对地球的研究表明，地球本身不是由均一的物质组成的。按照物质的成分和物态的差别，可将地球分为一个核心和围绕着核心的几个同心圈层。以地表为界分为外圈层和内圈层，外圈层包括大气圈、水圈、生物活动圈；内圈层包括地壳、地幔、地核（图1-7）。

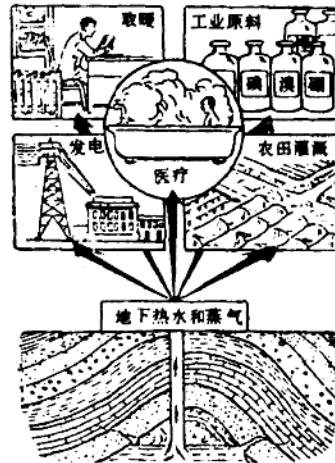


图 1-6 地热的利用

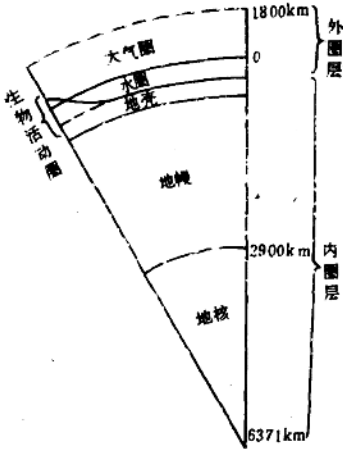


图 1-7 地球的圈层构造

### (一) 地球的外圈层

#### 1. 大气圈

大气圈是地球最外面的一个圈层，它包围着陆地和海洋，其上界可达1800km或更高的高空，逐渐向星际空间过渡。一般把地表——大陆和海洋的表面，作为它的下界。其实，空气还深深地渗入岩石和水体内部。目前了解最清楚的主要是大气圈底部几十公里的范围。如自地表到10~17km的高空称为对流层，大气圈总质量的75%全集中在这一层，物质成分主要有氮(78%)和氧(21%)，此外还有少量的二氧化碳、水蒸气等。由于靠近地表的温度高，高空的温度低，寒、暖流在此层内对流，所有的风、

云、雨、雪等天气现象全发生在这一层。因此它对地球上的生物生长、发育和地表面貌的变化起着极大的影响。

大气圈的存在，不仅为生物界的生存提供了必须的二氧化碳和氧等物质，保证了适宜于生命活动的温度、湿度等条件，还起到了保护生物免受强烈的宇宙射线和陨石等宇宙物质伤害的作用，并影响着地表面貌的改变和洋流的变化。

#### 2. 水圈

地球表面有71%的面积被海水所覆盖，陆地上还有许多河流、湖泊、冰川及地下水，这些水可以看成是包围地面的连续水层，称为水圈。其中海洋水占水圈总体积的97.2%，其余则零星地分布在陆地上(占2.24%)，有的渗透到地下土壤和岩石里成为地下水，其下界与岩石没有明显的界面。组成水圈的主要成分是氧和氢，还有少量的氯、钠、钙、镁等。

自然界中的水，在太阳辐射热等因素影响下，不断地进行着循环。水的循环形成了巨大的动力，在外力地质作用中起着重要作用，并改变着地球的面貌。同时，水圈的存在对生命的起源、生物界的演化和沉积矿产的形成起了重要的作用。

水圈的主体是海洋。海底地形和陆地一样，十分复杂(图1-8)。其中浅海区是海相沉积的主要场所，由大陆搬运来的物质大量堆积在此区。

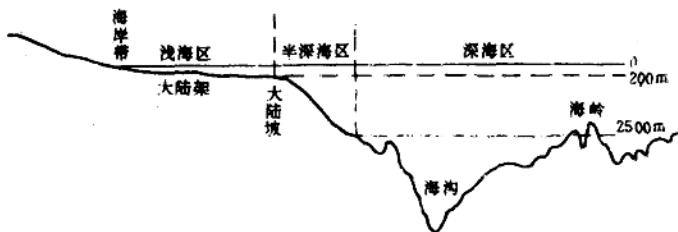


图 1-8 海洋分区及海底地形示意图

现将海洋总的分带情况和地质特征简单介绍如下，

(1) 海岸带 海边水深在20m以内的地带,其特点是落潮时可露出水面,涨潮时又被海水所淹,经常受到海浪的冲击。沉积物主要是砾石和砂砾。

(2) 大陆架 海水深度不超过200m,所以这一带的海称为浅海。大陆架是大陆边缘的延展部分,它是大陆上搬运来的物质大量堆积的场所。由于空气和阳光充足,营养丰富,所以是海洋中生物繁殖最多的地方。因此,大陆架的沉积物中常蕴藏着丰富的石油。

(3) 大陆坡 由大陆架再向外洋延伸,海底坡度突然加大(可由几度到二十几度),水深由200~2500m,这一带的海称半深海。沉积物主要是含氧化铁红色粘土和各种生物软泥。

(4) 海盆地 海水深度自2500~6000m,这部分的海称为深海或大洋。在大洋盆地的中部常分布着海下山脊,称为海岭。

(5) 海沟 在大洋的边缘,往往分布着深沟,称为海沟。海水深度一般为8000~10000m左右,世界上已测出的最深处是太平洋中马里亚纳海沟,深为10924m。

### 3. 生物圈

凡是有生物活动的范围称为生物圈。在大气圈(主要是在底层)、水圈及土壤和岩石的孔洞、裂隙中都有生物存在。生物的繁殖活动和生物遗体的堆积,为形成有用矿产提供了物质基础。如煤、石油的形成。同时,生物活动对地球表面还起着一种破坏作用,不断地改变着地球的面貌。

#### (二) 地球内圈层

根据地球物理工作的成果及对地震波在地球内部传播速度的变化研究结果发现:由地表往下,在地壳深33km及2898km处,地震波的传播速度发生明显变化(此处称地震分界面,前者称莫霍面后者称古登堡面)。由此,可将地球由表往里分为地壳、地幔、地核三个圈层。

#### 1. 地壳

位于莫霍面以上部分为地壳,它是地球外部一层极薄的固体硬壳,它是由矿物和岩石组成的。

地壳的厚度变化较大,一般大陆山区较厚,最厚处可达70km左右。如我国青藏高原地壳厚达65km以上,平原区厚约30km左右。而海洋部分地壳较薄,只有5~8km,平均6km。地壳的平均厚度为33km。

地壳根据组成物质的差异,可分为两层(图1-9)。

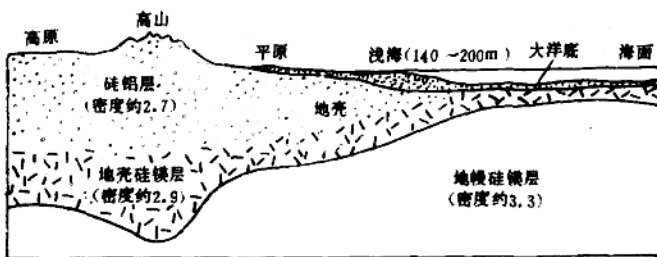


图 1-9 地壳结构示意图

(1) 上层——硅铝层 是地壳上部呈不连续分布的一层，化学成分以硅、铝为主，故称硅铝层。密度较小，约为 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ 。该层厚度自 $0\sim 40\text{km}$ ，山区可达 $40\text{km}$ ，平原区一般为 $10\text{km}$ ，大洋洋底较薄或缺失。

(2) 下层——硅镁层 位于硅铝层之下呈连续分布的一层，以莫霍面为下界。化学成分主要是硅、镁、铁，故称硅镁层。密度较大，约为 $2.9\text{g}/\text{cm}^3$ 。该层在大陆平原区厚度可达 $30\text{km}$ ，在深海盆地只有 $5\sim 8\text{km}$ 。

目前，从地壳中发现的化学元素达百余种，但它们在地球中的分布是极不均匀的，各元素所占的百分比相差也很悬殊，其中最主要的有10种，它们占地壳中平均重量的百分数如下：

氧 O	46.8%	钠 Na	2.6%
硅 Si	27.3%	钾 K	2.6%
铝 Al	8.7%	镁 Mg	2.08%
铁 Fe	5.06%	钛 Ti	0.44%
钙 Ca	3.6%	氢 H	0.14%

从上述情况可以看出，组成地壳的化学元素中，10种主要元素占地壳总重量的 $99.32\%$ ，其中氧几乎占了 $1/2$ ，硅占了 $1/4$ 强，而其它90多种元素只占 $0.68\%$ 。由此可见，如果元素在地壳中完全按照其平均含量均匀分布，那么，即使是含量较多的矿产如铝、铁等，也将因太分散而无法开采。而实际上随着地壳的不断运动和演化，地壳中的各种化学元素在各种地质作用的影响下，不断地进行着迁移和聚积，分散和集中。因此，不少元素虽然在地壳中的平均含量极为稀少，但仍然有可能在某种有利的地质条件下富集起来，形成有经济价值的矿床。

## 2. 地幔

地幔又称中间层，是指莫霍面以下至古登堡面以上的圈层。根据地震波传播速度的特征，地幔可分为上地幔和下地幔两部分。

(1) 上地幔 深度在 $1000\text{km}$ 以上称上地幔。上地幔内地震波传播速度是不均匀的，从莫霍面到 $50\text{km}$ 深处地震波传播速度较快，证明这部分是由结晶质固体岩石组成，它与地壳连在一起，构成地球表面的岩石圈。自 $50\sim 250\text{km}$ 深处，地震波传播速度较慢，据推测是因为放射性元素大量集中，蜕变生热，形成高温异常，其温度已高于物质在该深度的熔点，局部呈熔融或软化状态即通常所称软流层，一般认为这可能是岩浆的发源地。上地幔的物质成分主要为镁铁的硅酸盐，呈结晶质的固体，塑性增大，平均密度为 $3.8\text{g}/\text{cm}^3$ ，温度约为 $400\sim 3000^\circ\text{C}$ 。

(2) 下地幔 从 $1000\text{km}\sim 2898\text{km}$ 之间的深度叫下地幔。物质成分除硅酸盐外，铁、镍成分显著增加。物质呈非晶质固体，塑性很大。物质的平均密度为 $4.7\text{g}/\text{cm}^3$ ，温度为 $1850\sim 4400^\circ\text{C}$ 。

## 3. 地核

地核是深度在 $2898\text{km}$ 以下地球核心部分。其物质密度大，约为 $9.7\sim 13\text{g}/\text{cm}^3$ ，温度为 $2860\sim 6000^\circ\text{C}$ 。一般认为是由铁镍物质组成的。

应该指出的是，地球的圈层构造不是在地球形成时就有的，而是在地球形成后，在它漫长的发展过程中逐渐形成的。



## 第二节 地质作用

前面我们已经介绍过地壳是地球外面的一层硬壳，在地球的圈层构造中它只占很薄的一层。在地球漫长的演变过程中，随着地球的转动和内、外圈层物质的运动，组成地壳的物质也处于不停地运动和变化之中。促使地壳物质发生运动和变化的各种自然作用称为地质作用。

有些地质作用进行得比较迅速和剧烈，易被人们察觉，有时甚至还能造成严重的自然灾害。如地震、火山喷发、山洪等。但大多数地质作用都进行得十分缓慢，很难被人们察觉。正因如此，古人常以为山是最稳定的，所以俗语有“稳如泰山”一说。但从地质学的观点，也就是从地壳发展的历史来看，任何一座山都在不断地变化的。如山上的岩石在日晒、风吹、雨淋、水流等的影响下，逐渐崩碎和溶解，变成泥、砂和可溶物质，最后被水流携带着，一直搬运到湖泊、海洋中去，形成新的沉积物，再转变成新的岩石。这些时刻进行着的地质作用往往容易被人忽视。但是，天长日久，经历了若干万年，甚至百万年、千万年，这些地质作用却能使地壳面貌发生巨大的变化。它们一方面能将高山夷为平地，另一方面又能使沧海变为桑田，甚至变成象现今的喜马拉雅山脉那样的高山。

根据地质作用进行的场所及能源的不同，可将地质作用分为两大类。一类是在地壳中或地幔中进行的地质作用，它们的能源来自地球内部称内能，主要是放射性物质蜕变所产生的热能、地球的旋转能、重力能及化学能等，使地壳及地幔物质发生物理的和化学的变化，这类地质作用称为内力地质作用；另一类是在地壳表面或接近地表的地方进行的地质作用，它们的能源来自地球以外，主要是太阳的辐射热能，这类地质作用称为外力地质作用。

这两类地质作用虽然在进行的场所及能源方面有所区别，但是它们又是互相依存、互相影响的，而且又都受重力和地球本身的旋转运动的控制。

不同的地质作用形成不同的矿产。为了了解有关矿产在地壳中形成和分布的规律，就必须首先对地质作用进行研究。

### 一、内力地质作用

在地球内能的作用下，引起地壳内部构造、地幔及地壳物质成分、地表形态发生变化的地质作用，称内力地质作用。内力地质作用的结果，可以造成地表起伏不平，形成高山和盆地，使岩层发生褶皱或断裂还可以形成岩浆岩、变质岩和有益矿产。

内力地质作用包括地壳运动、岩浆活动、变质作用及地震。

#### (一) 地壳运动

地壳运动是指在内力作用下，使地壳物质发生变形、变位的运动。其表现形式有两种：升降运动和水平运动。

##### 1. 升降运动

升降运动是指垂直于地表（即沿地球半径方向）的运动，这种运动往往表现的比较和缓，而且在世界各地随处可见。例如，我国大连附近、山东荣城、福建漳州和广东雷州半岛等地的古海滩，都已高出现代海面40~80m，广州东南七星岗有海浪破坏痕迹(图1-10)，而此地现在却远离海边数十公里；喜马拉雅山经测量现在仍以每年17~18.2mm的速度不断上升；舟山群岛、台湾岛和海南岛在第四纪早期都是与大陆相连的，后来由于台湾海峡地