

中央广播电视大学教材

矿 山 地 质

KUANGSHAN DIZHI

韩丛发 主编

XILIE JIAOCAI
KANGUANG
GONGCHENG
SHUANYE



中央广播电视大学出版社

中央广播电视大学教材

矿山地质

韩丛发 主编

中央广播电视大学出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

矿山地质/韩丛发主编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2012. 8

中央广播电视大学教材

ISBN 978 - 7 - 304 - 05670 - 4

I. ①矿… II. ①韩… III. ①矿山地质—广播电视大学—教材 IV. ①TD1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 168989 号

版权所有, 翻印必究。

中央广播电视大学教材

矿山地质

韩丛发 主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 营销中心 010 - 58840200 总编室 010 - 68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号 邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 杜建伟

版式设计: 赵 洋

责任编辑: 闫海新

责任版式: 张利萍

责任印制: 赵联生

责任校对: 王 亚

印刷: 北京市平谷早立印刷厂

印数: 0001 ~ 1500

版本: 2012 年 8 月第 1 版

2012 年 8 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 14.5 字数: 323 千字

书号: ISBN 978 - 7 - 304 - 05670 - 4

定价: 22.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

内容简介

本书为采矿工程专业的矿山地质基础教程，其内容是根据采矿工程专业矿山地质教学大纲编写的。本书除了绪论共分十章。第1、第2、第3、第4章系统介绍了地球的圈层构造，地球的物理性质，矿物的概念和常见矿物，岩石的概念及分类，地层的划分，地质年代表和地壳演化，地层的产状、褶皱构造和断裂构造；第5章介绍了煤及含煤岩系、煤的物理性质和分类、含煤岩系和煤田；第6章介绍了影响煤矿生产的主要地质因素；第7章介绍了地下水的基本知识、矿井充水条件和矿井水的观测及水害的防治；第8章介绍了地质勘探技术手段和勘探类型；第9章介绍了地质报告和地质说明书；第10章介绍了矿床的基本概念、成矿作用和主要的金属矿床。

本书是专门为中央广播电视大学远程教育采矿工程专业编写的，也可作为高职高专院校函授培训班、成人教育和地质专科院校的教材或教学参考书。

前 言

本书根据中央广播电视大学远程教育采矿工程专业教学的需要,以远程教育培养实用型技术人才为根本任务,注重学生知识、能力、素质的培养,依据地质科学的发展状况,在对编写原则、选材范围、学时安排等问题进行广泛调研和征求意见的基础上,本着科学性、实用性、先进性的指导思想,注重远程教育教学的特点,在系统介绍基本理论、基本知识的同时,突出学生专业技术应用能力的培养。本书在编写中力求体系完整,内容简练,文字流畅,认真贯彻现行的国家标准和规范,做到贴近生产,突出技能。

本书由具有丰富教学经验的黑龙江科技学院韩丛发教授担任主编并最后定稿。具体编写分工如下:第2、第4、第5、第6章由黑龙江科技学院韩丛发教授编写,第1、第3、第7、第8、第9、第10章由黑龙江科技学院杨德智老师编写。

本书在编写过程中参阅了大量文献,引用了不少相关文献的图表和数据,因时间仓促没有一一注明,在此谨向各相关文献的作者表示衷心的感谢!

由于编者水平所限,虽然尽了很大努力,但是难免存在一些问题和错误,敬请广大师生批评指正。

编 者

2012年6月

目 录

0 绪 论	(1)
0.1 矿山地质的研究对象及研究内容	(1)
0.2 矿山地质的研究任务	(2)
1 地 球	(3)
1.1 地球概论	(3)
1.2 地球的圈层构造	(4)
1.3 地球的物理性质	(7)
1.4 地质作用概述	(9)
2 矿物与岩石	(18)
2.1 矿物的概念及性质	(18)
2.2 矿物的分类及常见矿物	(22)
2.3 岩石的概念及其分类	(23)
2.4 岩浆岩	(24)
2.5 沉积岩	(33)
2.6 变质岩	(40)
3 地层与古生物	(47)
3.1 地层的划分和对比	(47)
3.2 地层单位、地质年代单位及地质年代表	(51)
3.3 古生物简介	(54)
3.4 地壳发展史概述	(56)
4 地质构造	(61)
4.1 地质构造概述	(61)
4.2 岩层产状及其测定	(62)
4.3 岩层、岩体的接触关系	(68)
4.4 褶皱构造	(71)

4.5	断裂构造	(77)
5	煤及含煤岩系	(88)
5.1	成煤作用和成煤条件	(88)
5.2	煤的物质组成、性质与分类	(93)
5.3	含煤岩系和煤田	(103)
6	影响煤矿生产的主要地质因素	(111)
6.1	煤层厚度变化	(111)
6.2	矿井地质构造	(120)
6.3	岩浆侵入煤层	(136)
6.4	喀斯特陷落柱	(139)
7	矿井水文地质与矿井水防治	(144)
7.1	地下水的基本知识	(144)
7.2	矿井充水条件	(152)
7.3	矿井水文地质观测及其水害的防治	(157)
8	地质勘探	(170)
8.1	地质勘探的技术手段	(170)
8.2	煤田地质勘探	(175)
8.3	煤矿地质勘探	(183)
9	地质报告及地质说明书	(192)
9.1	地质报告	(192)
9.2	地质说明书	(205)
10	金属矿地质	(211)
10.1	有关矿床的基本概念	(211)
10.2	成矿作用总论	(216)
10.3	我国主要的金属矿床	(221)
	参考文献	(225)

0 绪 论

0.1 矿山地质的研究对象及研究内容

矿山地质的研究对象主要是煤矿建设及生产过程中出现的各种地质问题，包括煤层赋存、地质构造、水文地质、工程地质、瓦斯地质、煤尘等方面的情况。矿山地质运用地质学的基础理论，查明影响煤矿建设和生产的各种地质因素及其规律，研究相应的处理方案和措施，以保证煤炭资源的正常开采与合理利用。

矿山地质的研究内容主要包括以下几点：

(1) 普通地质学。介绍地球概况，地壳的物质组成、结构及地表特征；重点阐述地球的内、外力地质作用及其对地壳的影响。

(2) 构造地质学。研究构造运动和构造运动引起的岩石圈的构造变动及其发展演化规律；重点研究与煤矿关系密切的节理、断层、褶皱的形态特征、力学性质、发展规律及其对煤矿的破坏控制作用。

(3) 矿物学、岩石学。研究岩石圈的物质成分、形成机制、时空分布特征和变化规律；重点研究与煤矿有关的造岩矿物和沉积岩。

(4) 古生物学、地史学。研究生物起源、发展、演化的规律和地球形成、发展、演变的历史；重点研究含煤地层中有代表性的动物、植物化石，含煤地层在地质历史时期中的形成过程与演变规律。

(5) 煤田地质与勘探。研究煤的物质组成、性质、分类，成煤作用，聚煤环境，含煤地层与煤田的时空分布特征；重点研究煤田地质勘探与矿井地质勘探的技术手段与勘探方法。

(6) 水文地质学。研究地下水的赋存状态和分布规律；重点研究矿井水的来源、特征、涌水量变化规律与矿井的防治水措施。

(7) 矿井地质学。研究矿井地质编录、矿井地质制图、矿井地质报告及说明书的编制、矿井储量管理等。

0.2 矿山地质的研究任务

矿山地质的研究任务是从矿井基本建设开始直至开采结束为止全过程中的所有地质现象，找出其规律，解决煤矿建设和生产中出现的各种地质问题。

矿山地质的研究任务主要如下：

(1) 研究煤矿地质规律。根据地质勘探部门提供的原始地质资料和煤矿建设生产中暴露出来的地质现象，研究矿区煤系地层、地质构造、煤层和煤质的变化规律，查明影响煤矿建设和生产的各种地质因素。

(2) 矿井地质工作。进行矿井地质勘探、地质观察、地质编录和综合分析，提交煤矿建设和生产各阶段所需的地质资料，处理采掘工作中的地质问题。

(3) 矿井储量管理。计算和核实矿井储量，测定和统计储量动态，分析储量损失，编制矿井储量表，为提高矿井储量级别和扩大矿井储量提供依据，为生产正常接替、资源合理利用服务。

(4) 水文地质调查。地面与井下相结合，开展矿区水文地质调查。查明矿井水的来源、涌水通道、涌水量大小及其影响因素与变化规律，研究和制定防治水措施与方案，同时为煤矿生产及生活寻找和提供优质水源。

(5) 地质灾害预测预报。对危及煤矿建设生产的各种地质灾害，如瓦斯突出、水害、热害、煤尘、崩塌、滑坡等，查明其形成机制，对各类地质灾害的分布范围、突发时间及危害程度进行预测预报，提出防范措施与治理方案。

(6) 环境地质调查。开展矿区（井）环境地质调查工作，查明污染矿区的地质因素及其危害程度，研究环境地质的治理措施，配合环保部门提出矿区环境保护方案。

(7) 矿产资源综合利用。调查研究煤系地层中伴生矿产资源的性质、特征、储量、分布规律和利用价值，为化废为宝、综合利用、保护环境、提高煤矿经济效益提供依据。

总之，矿山地质是随着矿山建设与生产、煤炭资源开发与利用而逐步形成与发展起来的，相信科学技术的日益进步将促进矿山地质进一步发展和完善，为中国矿山工业的腾飞发挥越来越大的作用。

1 地 球

学习目标

了解地球的圈层构造、地球的物理性质以及内力地质作用和外力地质作用。

能力目标

掌握地球的内部构造以及地质作用的分类及其特点、内力和外力地质作用的相互关系。

本章介绍了地球的圈层构造、地质作用的分类及其特点、内力和外力地质作用的相互关系。这一章概念及知识比较多，是学习本书后续各单元必备的基本知识。

1.1 地球概论

1.1.1 地球在宇宙中的位置

地球是太阳系中的一员。太阳系是由太阳和绕其旋转的八大行星及其卫星、小行星和流星群组成的，如图 1-1 所示。

太阳系之外还有千亿个恒星，它们和太阳系一起组成银河系，银河系之外还有其他星系，称为河外星系，目前已发现十亿多个河外星系，它们与银河系合称为总星系。可以断定，总星系仅仅是宇宙的一个角落，总星系之外还有更宏大的天体。

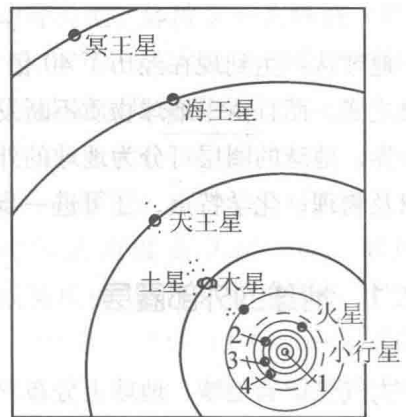


图 1-1 行星围绕太阳旋转示意图

1—水星；2—金星；3—地球；4—月亮

1.1.2 地球概述

1. 地球的形状和大小

地球由于自转运动，其表面形状并非理想的球形，也不是标准的旋转椭球体，而是一个略呈扇形、不对称的梨形体，称为地球椭球体。图 1-2 所示是从地球卫星上测量的地球。

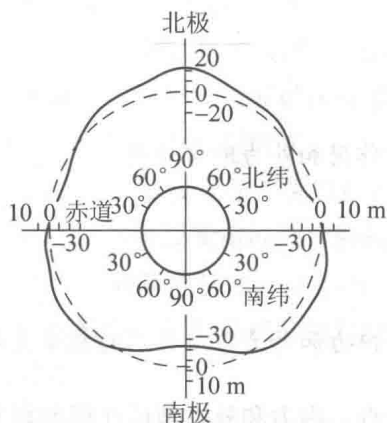


图 1-2 从地球卫星上测量的地球

地球上最低处为死海，海拔为 -397 m ，海洋中最深处为太平洋的马利亚纳海沟，1957 年测定其深度为 $11\ 033\text{ m}$ 。地球表面的高差约 $20\ 000\text{ m}$ ，这个差额仅仅是地球平均半径的 $1/320$ ，所以地球表面尽管凹凸不平，但从宏观上讲，地球的表面形状仍不失为一圆球形。

2. 地球表面的特征

地球表面可分为陆地和海洋两大部分。陆地占 29%，约 $1.49 \times 10^8\text{ km}^2$ ，平均海拔高度为 875 m ；海洋占 71%，约 $3.61 \times 10^8\text{ km}^2$ ，平均海水深度为 $3\ 795\text{ m}$ 。陆地和海洋在地表分布很不规则，其中，大片陆地称为大陆或洲，大片海域称为海洋，散布在海洋或河湖中的小块陆地称为岛屿。陆地和海洋都是高低不平的，陆地上有低洼的盆地、高耸的山脉，海底同样也有洼地（洋盆）和山脉（洋脊和海岭）。地球上的最高点是珠穆朗玛峰，海拔 $8\ 844.43\text{ m}$ ，大陆

1.2 地球的圈层构造

地球从产生到现在经历了 40 亿 ~ 45 亿年，在这漫长的历史时期中，地球经历了许多沧桑之变，而且由于地球物质不断发生分异作用，地球内部分出了不同的圈层。若以地壳表层为界，地球的圈层可分为地球的外部圈层和地球的内部圈层，根据其中不同部位的物质运动以及物理、化学特点，还可进一步划分为不同的圈层。

1.2.1 地球的外部圈层

大气笼罩着地球，地球上分布着水和生物，形成了各具特色的 3 个圈层，即大气圈、水圈和生物圈，统称地球的外部圈层。

1. 大气圈

大气环绕、包围着地球，成为一个连续圈层。它的主要成分是氮气和氧气，此外有极少

量的氮、氩、氦、氖等气体，地表附近的大气中还有少量的二氧化碳、水蒸气以及尘埃物质等。风、云、雨、雪等常见的气象现象均有发生，它们与地质作用的关系极为密切，对地壳的影响最大。

2. 水圈

地球上除了江、河、湖、海之外，陆地表面以下也埋藏有水，因此可以说地球被一个厚薄不匀的连续的水层包围着，这一连续包围地球的水层称为水圈。

地球上的水是不停运动变化着的，在太阳辐射能和重力能的作用下，可以发生不断的转换，形成水的循环。由于水的不断循环，加上不同地形的影响，所以在地球上形成了不同特征的水体，如海洋、河流、湖泊、沼泽以及冰川等。

3. 生物圈

陆地、海洋、空中和地下土层中都有各种生物存在和活动（除了那些显而易见的动物和植物外，还有各种微生物、细菌等）。这个包围地球的几乎连续的生物活动圈，称为生物圈。

地球的外部各圈层和地壳有密切的关系，它们具有强大的能量，是改造地壳的重要因素。它们可以在相对静止的状态下使地壳上的矿物、岩石发生物理或化学变化，改变其成分和状态，产生一些新的物质；也可在相对运动的状态下产生强大的动能（如各种水体），引起风化、剥蚀、搬运和沉积作用，强烈地改变着地壳的外貌。

1.2.2 地球的内部圈层

对于地球内部，目前能够直接观察到的范围有限，因此，对地球内部的研究仍然只能依靠一些间接的方法来获得线索，例如，利用地球物理的资料来进行分析，其中研究地震波在地球内部传播速度的变化是最重要的途径。

地震波是一种弹性波，可分为体波、面波和自由震动等类型。体波又分为纵波（P波）和横波（S波）。纵波可在固态、液态和气态的介质中传播，而横波仅能在固态介质中传播。在同一介质中，纵波的传播速度为横波的1.73倍。当纵波或横波传播到介质界面时会产生反射和折射，同时还有一部分化为另一种波而传播。

地球内部存在两个明显的分界面：一个界面在30~80 km深处，在这个分界面处，纵波的传播速度从6.83 km/s增加到7.75 km/s，横波的传播速度由3.66 km/s增加到4.35 km/s，这个界面称为莫霍洛维奇面（简称莫霍面或莫氏面），这也是地壳的下界面。另一个界面在2900 km深处，在这个分界面处，纵波的传播速度从13.64 km/s下降到8.11 km/s，而横波不能通过此面，此面称为古登堡面（简称古氏面）。根据以上两个界面，可将地球内部分为3个圈层（如图1-3所示），由外到内依次为地壳—地幔—地核。

1. 地壳

地壳是由岩石组成的地球外壳，位于地幔之上，平均厚度为33 km，约为地球半径的



图 1-3 地球内部构造示意图

1/400，其体积占地球的 1.5%，质量占 0.8%，平均密度为 2.88 g/cm^3 。莫霍面是地壳与地幔的分界面，其下界起伏较大，故使地壳厚度变化较大，一般大陆区较厚，最厚可达 70~80 km，海洋区较薄，最薄处仅为几千米。

组成地壳的岩石，除地壳最表层有占岩石总量约 5% 的沉积岩外，地壳上部岩石的平均成分相当于花岗岩类岩石，其化学成分富含硅、铝，所以称为“花岗岩层”或“硅铝层”；下部岩石的平均成分相当于玄武岩类岩石，其化学成分除硅和铝外，铁、镁相对增多，所以称为“玄武岩层”或“硅镁层”。海洋区地壳主要是硅镁层，有的地方只有很强的硅铝层或者缺失此层，如图 1-4 所示。

有的地方只有很强的硅铝层或者缺失此层，如图 1-4 所示。

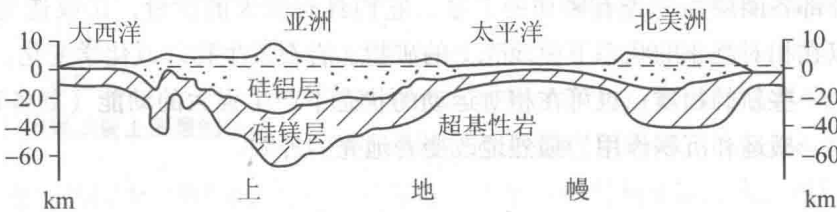


图 1-4 地壳结构示意图

2. 地幔

地幔是位于莫霍面以下，介于地壳与地核之间的圈层，故又称为中间层，即地壳以下至 2 900 km 深处的圈层。地幔下界为古登堡面，其体积占地球的 82.3%，质量占 67.8%，是地球的主体部分。按其物质成分和所处状态的不同，地幔可分为上地幔和下地幔。上地幔主要由硅酸盐类物质组成，相当于橄榄岩成分。下地幔主要由铁、镍金属氧化物和硫化物组成。两者的分界面在 900~1 000 km 处。

近年来，科学家发现地震波的速度在 100~250 km 深处明显降低，横波则不能通过，说明这里的物质状态局部可能呈熔融状态。据分析，其原因是放射性元素大量集中，蜕变生热使局部物质熔融，所以又称为软流层（圈），一般认为这可能是地下岩浆的发源地。软流层之上的地幔顶层为固体岩石，成分与橄榄岩类超基性岩相当，这圈岩石（70~1 000 km）连同地壳一起称为岩石圈。岩石圈构成了一个地球的刚性外壳，“浮”在具有塑性状态的软流圈上，各种地质作用绝大多数均发生在岩石圈里。

3. 地核

从古登堡面直至地心的这一部分称为地核，其体积占地球的 16.48%，质量占 32%。根据地震波的资料，以 4 620 km 和 5 155 km 两个深处为次级界面，地核可以分为外核、过渡层和内核 3 个次级圈层，一般认为地核主要由铁、镍和少量的硫、硅等组成。

地球的内部各圈层的物质运动是产生各种地质作用的内动力的源泉。

1.3 地球的物理性质

1.3.1 地球的质量、密度和压力

根据万有引力定律,计算出地球的质量为 5.98×10^{27} g,再除以地球的体积,则得出地球的平均密度为 5.52 g/cm^3 。地壳表层中各种岩石的密度均可直接测出,其平均密度为 $2.7 \sim 2.8 \text{ g/cm}^3$ (如花岗岩和玄武岩的密度分别为 2.7 g/cm^3 和 2.8 g/cm^3),因此可推论,地球内部肯定存在密度更大的物质。这一推论已为今天的地球物理资料所证实,据地震波的传播速度与密度的关系,计算出地球内部密度随深度的增加而增加,地幔物质的密度为 $3.32 \sim 5.66 \text{ g/cm}^3$,地心物质的密度可达 $16 \sim 17 \text{ g/cm}^3$ 。

地球内部的压力是由上覆物质的重量产生的,并随着深度的增加而加大,估计地壳底部的压力约为 900 MPa ,地球中心的压力可达 $360\,000 \text{ MPa}$ 。

1.3.2 重力

地球上某处的重力是该处所受地心引力和地球自转离心力的合力,其作用方向大致指向地心。引力大小与物体距地心距离的平方成反比,因地球赤道半径大于两极半径,故引力在两极比赤道大;而离心力在两极处接近于零,在赤道处最大。因此,地球的重力随纬度的增高而增大。

根据万有引力定律,可以计算出地球上任何地区重力值,凡一地区理论重力值与实测重力值相一致,称为正常重力值。但由于地壳内物质不均匀,密度大小不同,地形有起伏,因此,各地重力实测值往往与理论值不一致,这种偏差称为重力异常。重力可用于找矿(重力探矿法),还可以用于查明地下岩层断裂等地质构造现象。

1.3.3 地球磁性

地球是一个大磁体,它吸引着磁针指向南北。但地磁两极的位置和地理上两极的位置并不在一起。因此,地理子午线与地磁子午线不一致,两线之间有一个夹角,称为磁偏角(θ),如图1-5所示。磁针在赤道附近(地磁赤道)才能保持水平状态,向两极移动时逐渐发生倾斜,此时磁针与水平面的夹角,称为磁倾角(φ)。地球上某一点单位磁极所受的磁力大小,称为该点的磁场强度。磁场强度一般随纬度增高而增强。

磁偏角、磁倾角和磁场强度合称为地磁三要素。根据地磁三要素的分布规律,可以计算

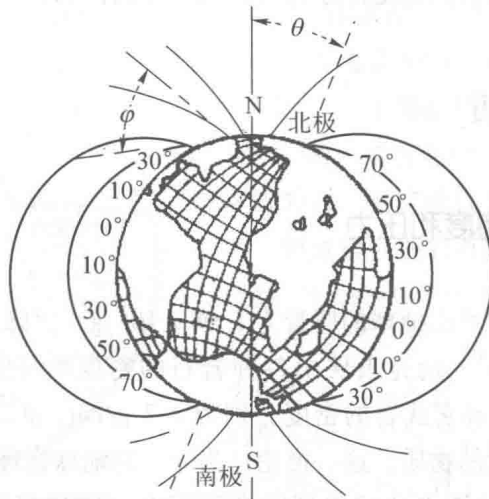


图 1-5 地磁要素及地球周围磁力线分布示意图

θ —磁偏角； φ —磁倾角

出某地地磁三要素的理论值。但是，由于地下物质分布不均，往往造成某地地磁三要素的实测值与理论值不一致，这种现象称为地磁异常。产生地磁异常的原因往往是地下有磁性矿（岩）体的存在或地下岩层产生剧烈的构造变动。利用地磁异常来寻找和勘探矿产的方法，称为磁法勘探。

1.3.4 地 热

地球热力的来源，外部主要来自太阳的辐射热，至于地球内部热量的来源，至今还没有一个公认的结论，一般认为主要是来自岩石中所含放射性元素蜕变产生的热能。此外，地球本身的重力能转化成热能，以及地球自转动能和地球物质的化学反应所放出的热能也不能忽视。

地面的温度主要受太阳辐射热的影响，因此有季节和昼夜的温度变化，但这种变化只限于距地表几米至三十几米深的范围，这个范围称为可变温度带（或变温层）。再往下地温不受季节影响渐趋于稳定，当到达一定深度时，地温稳定，且等于当地年平均气温，这个深度带称为常温带。从常温带以下每加深 100 m，温度将升高 3℃ 左右，这种每加深 100 m 温度增加的数值称为地热增温度（或地温梯度），而温度每增加 1℃ 深度所需增大的数值称为地热增温级（地热增温级的平均数值为 33 m），两者合称为地热增温率。

值得注意的是：

(1) 地热增温率的情况各地不同，同在一地又随深浅而有所不同。例如：亚洲平均约 40 m 增加 1℃；欧洲多数地区为 28~36 m 增加 1℃；我国大庆地区为 20 m 增加 1℃；北京房山地区为 50 m 增加 1℃。

(2) 上述地热增温率并非往地下一直不变化, 此规律只适用于地表以下 20 km 深度范围内, 再往下, 地热增温率便逐渐减小, 据科学家推测, 地壳底部温度为 900 ~ 1 000 °C, 地心温度不会超过 3 000 ~ 5 000 °C。

在研究地球内部构造时已经知道, 地壳是由岩石组成的, 岩石是由矿物组成的。那么矿物又是由什么组成的呢? 通过对矿物的化学分析得知, 矿物是由各种化学元素组成的。所以说, 化学元素是组成地壳的基本物质。

根据岩石和陨石的化学组分分析, 进一步得知组成地壳的化学元素以氧 (O)、硅 (Si)、铝 (Al)、铁 (Fe)、钙 (Ca)、钠 (Na)、钾 (K)、镁 (Mg)、氢 (H) 等为主, 并计算出各种化学元素在地壳中的平均质量百分比, 称为克拉克值。表 1-1 所示为主要元素的克拉克值。

表 1-1 主要元素的克拉克值

元素名称	克拉克值	元素名称	克拉克值	元素名称	克拉克值
O	46.60	Si	27.72	Al	8.13
Fe	5.00	Ca	3.63	Na	2.83
K	2.59	Mg	2.09	H	0.14

上面几种元素占了地壳总质量的 98.73%, 其中氧气几乎占了一半, 硅占了 1/4 强, 而其他 90 多种元素加在一起只占 1.27%。例如, 铜的克拉克值仅为 0.01%, 可见, 元素在地壳中的含量是极不均匀的, 但它们可因受到地质作用而富集起来形成有工业价值的矿床。在某些特殊条件下, 铜可富集起来达到 1% 以上, 那么这个地区就成为有希望的铜矿区。认识和掌握元素在地壳中的分布和富集规律, 能更好地去发现和开采地下矿产资源。

1.4 地质作用概述

地球自形成以来, 在漫长的地质历史中, 一直在不断地运动、发展和变化着, 今天所看到的地球, 只是它全部运动和发展过程中的一个阶段。尤其是地壳既受到地球自身发展而引起的变化, 又受到地球以外的力量引起的变化, 使地壳的物质成分和内部构造以及外貌特征都处于不断变化之中, 人们常说的“海枯石烂、沧海桑田”等, 就是这种变化的一个侧面写照。所有引起地壳变化和发展的自然作用, 统称为地质作用, 引起这些作用发生的动力, 称为地质营力。引起地质作用的能源, 有的来自地球内部, 有的来自地球外部。据此, 地质作用可分为内力地质作用和外力地质作用两大类。

1.4.1 内力地质作用

由地球内部的能量（如转动能、重力能、放射性元素蜕变的热能等）所引起的地质作用，称为内力地质作用。根据内力地质作用的动力和作用方式不同，内力地质作用可分为地壳运动、岩浆作用、变质作用和地震作用4种类型。

1. 地壳运动

由于地球自转速度的改变等原因，使组成地壳的物质不断运动，其相对位置和内部构造也发生改变，称为地壳运动。它是一种重要的内力地质作用，在改变地壳面貌中起主导作用。地壳运动就表现形式和运动方向而言，可以分为水平运动和升降运动两种形式。

(1) 水平运动。水平运动是指地壳物质在水平方向上相对位移的运动。这种运动使地壳受到挤压、拉伸或者平移，甚至旋转，其结果可使岩层发生褶皱、断裂而形成山脉。

显然，水平运动的产生和地球是一个急速旋转的椭球体这一基本特征有关，这是由于当地球高速旋转时，将产生巨大的离心力，它和地球的重力都对地壳起作用，它们相互抵消后，还会产生一种指向赤道的水平方向的挤压力，从而使赤道一带稍为突出，故地球略为变扁。当地球的自转角速度发生变化时，这些力的大小和方向也随之变化，同时将产生一种与自转方向相反的力量，称为惯性力。所有这些力都对地壳施加影响。另外，地壳各圈层的物质成分、物理化学状态等都存在差异，运动时的速度、方式以及相对方向都不可能一致，这一切都会导致水平运动的发生与发展。

水平运动一般都是很缓慢的，要经过精确的大地测量才能观察到。现代水平运动最典型的例子是美国旧金山地区的戴阿布罗和摩柯两地之间的测量三角网，在1882—1964年中做了4次定时测量，获得圣安德列斯断裂两侧的几个三角点的水平位移矢量，其水平位移速度平均每年为35~50 mm。产生在地壳上的上述大断裂，据研究是在一亿五千万年前形成的，由于长期以来水平位移的不断进行，根据大断裂两旁同一岩层的对比，其位移已达三四百千米。

(2) 升降运动。升降运动是地壳演变过程中表现得比较缓慢的一种形式。在同一时期内，地壳在相邻的两个地区表现出差异性的上升或下降，即一个地区上升隆起，相邻地区则下降沉陷。升降运动主要引起地表海陆变化和地势高低的改变，也可以形成高地、山岭和盆地、凹陷以及岩层中大型平缓的弯曲等。

在同一地区，升降运动频繁地进行升与降的最有名的例子是意大利那不勒斯之西18 km的海边，有一座地狱神古庙的废墟，该废墟是1742年从火山灰中发掘出来的。据考证，该庙建于公元前105年古罗马帝国时代，现残存3根高12 m的大理石柱，柱子的下部现在还淹在海水中，中间一段留有海生介壳动物（穿石蛤等）的蛀孔，说明当时海水已淹没到石柱中央，柱子上端由于一直未被淹没，遭受风化，所以远没有下部光滑。因此无须详细描述古庙历经的沧桑，即可看出古庙地区地壳升降运动的端倪。