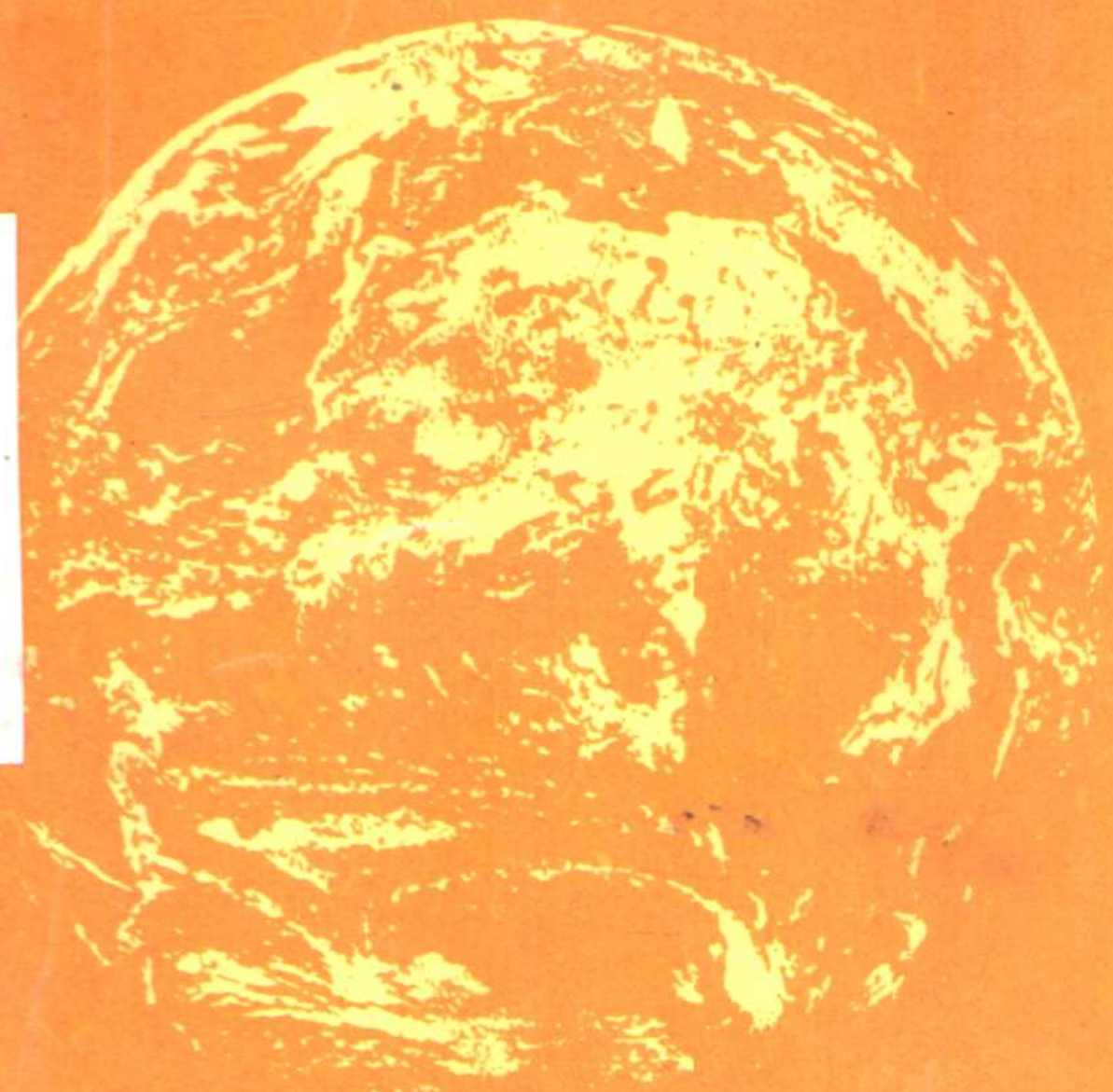


中等专业学校教学用书

煤矿地质

赵国恒 陈桢 郭任德 编



中国矿业大学出版社

P618.11

Z-349

中等专业学校教学用书

煤 矿 地 质

赵国恒 陈桢 郭任德 编

中国矿业大学出版社

内 容 简 介

全书共十章。第一章至第四章主要介绍地球的发展、变化过程及其引起的内力地质作用和外力地质作用，以及由于地质作用而使地壳物质发生运动和变化的规律，并促使生物不断的演化；第五章至第七章重点阐述影响煤矿正常建设和正常生产的地质因素；第八章至第十章阐明了煤田勘探阶段、井田建井阶段及矿井生产阶段的地质工作内容。

本书是煤炭中等专业学校煤矿建井、煤矿测量、地下采煤等专业的教材，露天采煤专业及煤矿通风专业亦可使用；此外，还可作为有关技工学校、中级地质干部培训用书，供广大煤矿建井、矿山测量、地下采煤技术人员参考。

中等专业学校教学用书
煤矿地质
赵国恒 陈桢 郭任德 编

出版人 解京选
责任编辑 宋德淑

中国矿业大学出版社出版发行
(江苏徐州 邮政编码 221008)
新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷
开本 787×1092 1/16 印张 15 插页 2 字数 354 千字
1987年8月第1版 1999年3月第9次印刷
印数 45001~46000册



ISBN 7 - 81021 - 072 - 6

TD · 31

定价:15.00元

前 言

《煤矿地质》是根据煤炭部中等专业学校制定的教学大纲进行编写的。全书共分一章,在内容上侧重基本理论和基本知识的叙述,加强了基本技能的训练。书中,扼要介绍了地球、矿物岩石、地壳发展的历史,以及煤炭资源的形成的分布;重点阐述了影响煤矿建设和正常生产的地质因素——地质构造和煤层厚度的变化及矿井水文地质;详细叙述了原始地质资料编录和综合地质资料编制的内容、方法及其使用方法。

本书是煤矿建井、煤矿测量、地下采煤等专业的教材,露天采煤专业及煤矿通风专业亦可使用,可用作有关技工学校、中级地质干部培训用书,供广大煤矿建井、矿山测量、地下采煤技术人员参考。为照顾各专业的不同需要,各校可根据教学大纲要求取舍教材内容。

本书是由阜新煤炭工业学校赵国恒(绪论、第五、六、八章)、陈桢(第一、二、三、四章)、郭任德(第七、九、十章)等三位同志执笔编写。

由于编者业务水平有限,实践经验不足,书中难免有不妥之处,欢迎广大读者批评、指正

编 者

1986年12月

目 录

绪论	(1)
第一章 地球概述	(3)
第一节 地球的形状、大小和在宇宙中的位置	(3)
第二节 地球的物理性质	(6)
第三节 地壳的化学成分	(8)
第四节 地球的圈层构造	(9)
第二章 地质作用	(14)
第一节 内力地质作用	(14)
第二节 外力地质作用	(23)
第三章 矿物与岩石	(35)
第一节 矿物	(35)
第二节 岩石	(42)
第四章 地史的基本知识	(54)
第一节 地质年代单位及年代地层单位的概念	(54)
第二节 地质年代表	(55)
第三节 研究地史的基本方法	(55)
第五章 地质构造	(71)
第一节 单斜构造	(71)
第二节 褶皱构造	(75)
第三节 断裂构造	(80)
第四节 岩浆侵入体	(93)
第五节 岩溶陷落柱	(96)
第六章 煤、煤层、煤系和煤田	(99)
第一节 煤	(99)
第二节 煤层	(113)
第三节 煤系	(120)
第四节 煤田	(123)
第五节 煤的风化带及氧化带的确定	(127)
第七章 矿井水文地质及工程地质基础知识	(129)
第一节 矿井水文地质	(129)
第二节 与地下水活动有关的煤矿工程地质现象	(151)
第八章 地质资料的获得与利用	(157)
第一节 煤田地质勘探	(157)

第二节	煤田勘探地质报告.....	(167)
第三节	煤矿建井阶段的地质工作及地质说明书.....	(171)
第四节	煤矿生产时期地质工作及地质说明书.....	(174)
第九章	巷道地质编录及煤矿主要地质图.....	(185)
第一节	巷道地质编录.....	(185)
第二节	煤矿主要地质图.....	(190)
第十章	煤炭储量计算及三量管理.....	(214)
第一节	煤炭储量计算.....	(214)
第二节	三量管理.....	(222)
附表	真视(伪)倾角换算表.....	(233)
主要参考书	(234)

绪 论

一、煤矿地质学概述

地质学主要是研究地壳的科学。具体地讲,它是研究地壳的构造、物质组成、发展变化,以及矿产的形成和分布规律等内容的科学。

地壳不仅是人类生活和生产实践的场所,而且它还蕴藏着极其丰富的矿产资源,煤就是其中的一种。为了打开地壳这个宝库,必须运用地质学的理论和先进的技术。煤矿地质就是利用地质基础知识,研究煤的生成、煤的赋存状态、确定煤的储量及煤的用途;研究分析和解决影响矿井建设与采煤的地质因素,达到指导采掘工程的正常进行而发展起来的一门生产实践性较强的学科。

随着科学技术的不断发展,各学科分工越来越细。现今地质学又分成许多有着一定联系、而又具有各自不同特点的学科,归纳起来可分为:

静力地质学 主要是研究地壳的物质组成,包括结晶学、矿物学、岩石学等。

动力地质学 主要是研究改变地壳地貌、地壳组成和构造变动的因素,包括构造地质学、大地构造学、新构造运动学、地貌学和地质力学等。

历史地质学 主要研究地壳发展和生物演变的历史及其演变规律,包括古生物学、地史学等。

矿产地质学 主要研究矿产的形成及其分布规律,它包括矿床学、水文地质学、矿山地质学、石油地质学、煤田地质学等。

此外,还有地质学与其它科学相结合而产生的新的学科,如地球化学、地球物理、数学地质和遥感地质。

二、煤矿地质学的特点与研究方法

煤矿地质学是运用地质理论,解决煤矿地质问题的应用地质学。它与煤矿建设、开拓、开采紧密结合,是具有实践性很强的学科。

煤矿地质学必须在辩证唯物主义的思想方法指导下,遵循“实践-认识-实践”的认识过程来进行研究。一方面要进行大量的直接观察和实验,获得详尽的实际资料;另一方面将获得的大量资料不断加以“归纳、分析研究、判断、推理”,将感性知识上升到理性认识,然后再将得到的理性认识去指导实践,并在实践中加以验证、补充与修改,使之更加符合客观实际。因此,地质工作者需要采取观察、实验、归纳、去粗取精、去伪存真、由表及里的建立一套完整的地质工作方法。

三、煤矿地质与煤矿建井、地下采煤、煤矿测量、露天采煤的关系。

煤矿地质资料是煤矿建井、地下采煤、露天采煤的设计依据。煤矿地质工作不仅是新井建设、矿井持续生产、老矿挖潜、以及与水、火、瓦斯等自然灾害作斗争的重要手段,同时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地进行建井与回采。由此可见,煤矿地质工作在煤矿建井、

生产过程中的重要位置。

煤矿地质工作是为露采、建井、采煤服务的，又指导建井和采煤。它始终贯穿在露天剥离、建井、开拓、回采，直至矿井报废的全过程。如果掘凿一对竖井，由于地质资料错误致使竖井不能按期移交生产，或达不到设计目的；对地质构造了解不清，直接影响采煤方法的选择和影响采煤机械化的进行；如果储量计算不准，将影响煤矿服务年限和生产的正常接续；如果对水文条件、瓦斯的赋存、地热等了解不清，将会带来严重的自然灾害，给国家造成人力、物力、财力的极大浪费。

煤矿地质与煤矿测量必须紧密配合，才能很好地为露天采煤、建井、地下采煤服务。如确定开采范围、测定井口位置、标定钻孔位置及指导巷道掘进方向等都必须与煤矿测量共同进行实施。

总之，煤矿地质工作在整个煤矿生产过程中起到非常重要的作用，这项工作做好了，既能保证煤矿生产的顺利进行，又能使煤炭资源得到合理的开发。因此，在整个煤炭生产过程中，都应加强煤矿地质工作。

第一章 地球概述

各种矿产赋存在地壳之中。各种矿产的形成是地壳物质运动和演变的产物。这些运动和演变不是孤立地进行,而是与地球内部、外部的物质和其运动,以及与其它星体特别是太阳有着密切关系。因此,在学习地质学有关内容以前,必须对地球的基本情况有一概括的了解,以便于更好地去认识自然界的各种地质现象。

第一节 地球的形状、大小 和在宇宙中的位置

一、地球在宇宙中的位置

(一) 宇宙和天体

宇宙是无限发展的物质世界,在空间上是无边无际的,在时间上是无始无终的。宇宙间存在着无数的天体,在天体和天体间的广大空间里,充满着极为稀薄的星际物质。天体是多种多样的,根据它们各自特点可以分为恒星、行星、卫星、流星、彗星和星云六大类。

恒星具有巨大的质量和很高的温度,它能够发光、发热,人们凭肉眼能看到的天体 99% 以上都是恒星,只是因为距离地球极其遥远,看上去就成了闪闪发光的小星点。行星自己不发光,质量远较恒星为小,并绕恒星运动。地球就是绕太阳公转的行星,卫星质量比行星质量更小,环绕行星运动,并随着行星绕恒星运动。月亮就是绕地球公转的卫星。流星的质量就更小,也不发光。流星在星际空间运行,当其接近地球且受到引力时,可以改变其运行轨道,甚至陨落。当它进入大气层后,因与大气摩擦,迅速增温至白热化,发生燃烧,便在天空突然出现一道亮光。绝大部分流星在到达地面以前就已完全烧毁,少数能落到地面成为陨星或陨石。有时流星冲进地球大气层燃烧一段时间后,可先在空中爆炸,其碎块象石雨似地降落到地面上,称为“陨石雨”。例如,1976年3月8日我国吉林省吉林市附近出现一次世界上罕见的“陨石雨”现象,已收集到落在地面上的陨石有 200 多块,总重达 2t 以上,其中一块重达 1770kg,为目前世界上最大的一块陨石。彗星是一种质量很小,但具有特殊形状和轨道的天体。星云是一种云雾状的天体。

几十亿至上千亿个恒星的集合体是一个星系。在晴朗的夜空,特别是没有月光的时候,可以看到一条斜贯整个天空的白色条带,俗称“天河”,这就是银河系。银河系是一个包括太阳在内有 1000 多亿个恒星的星系,它是一个旋转着的扁平体,绝大多数星体都密集在它的中心平面附近。将光在一年中传播的距离(94600 亿 km),称为一个光年,它是作为度量天体距离的单位。银河系的直径约 10 万光年,中央部分呈扁球状,厚达 15000 光年,边缘厚度 3000~6000 光年。到目前为止,已经发现有 10 亿多个类似银河系这样的星系。一些相互邻近的星系结合成的天体体系,称为星系群。比星系群更加庞大,包括几百个到几千个星系的

集团,称为星系团。比星系团更高一级的天空世界,称总星系。现代最先进的天文望远镜只能观察到 100 亿光年的空间,在可观察到的这部分宇宙中约有 10^{22} 个恒星,远远没有超出总星系的范围,总星系并不是整个宇宙,它只不过是宇宙的一个角落。总星系之外,还有许多总星系和比总星系更为庞大的天体系统。在无限的宇宙之中,任何具体的东西都是非常渺小的。太阳系、银河系、总星系只是在无限宇宙的物质世界中的一个极其有限的部分。在无限的宇宙之中,我们研究的地球只是沧海一粟。

(二) 太阳和太阳系

太阳并不位于宇宙的中心,它是银河系中旋涡臂上的一个小点,其距银河系的中心约 27000 光年、距边缘 23000 光年的地方(图 1-1)。太阳以每秒 230km 的速度绕银河中心运动,大约 2 亿 a 可绕行一周。

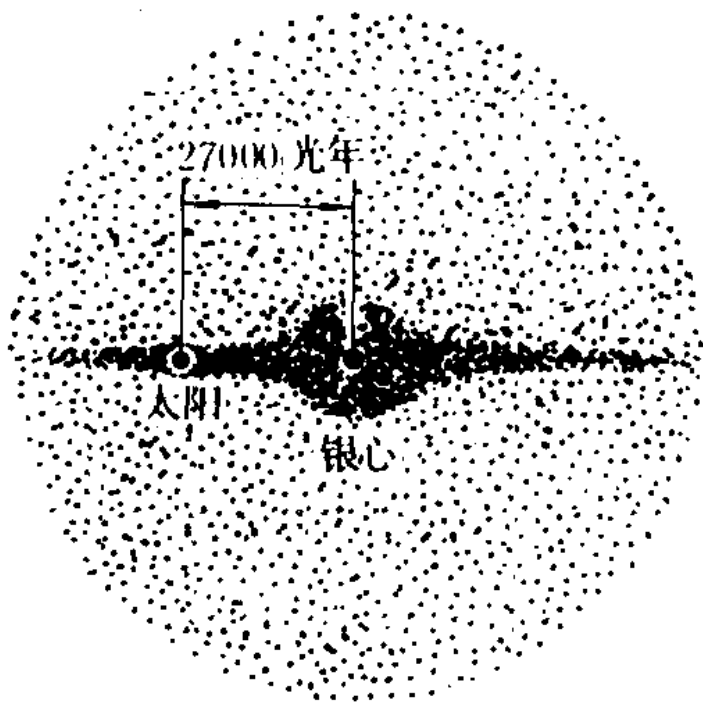


图 1-1 太阳在银河系中的位置

太阳是一个中等大小的恒星。直径约为 1.4×10^6 km,相当于地球直径的 109 倍;表面积约为地球的 12000 倍;体积约为地球的 130 万倍;质量约为 1.989×10^{33} g,相当于地球的 33.34 万倍,且占太阳系质量的 99.86%;其平均密度为 1.4 g/cm^3 ,约相当于地球密度的 $1/4$;重力为地球表面重力的 29 倍。

太阳系是以太阳为中心,并围绕太阳旋转的一个行星系统。它包括太阳、9 大行星、已编表的 1800 多个小行星和 34 个卫星、已观测过的约 1000 个彗星和数百个流星群,以及散布其间的星际物质。其中,9 大行星在空间的分布,是按它们距离太阳的由近到远为:水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星(图 1-2、图 1-3)。

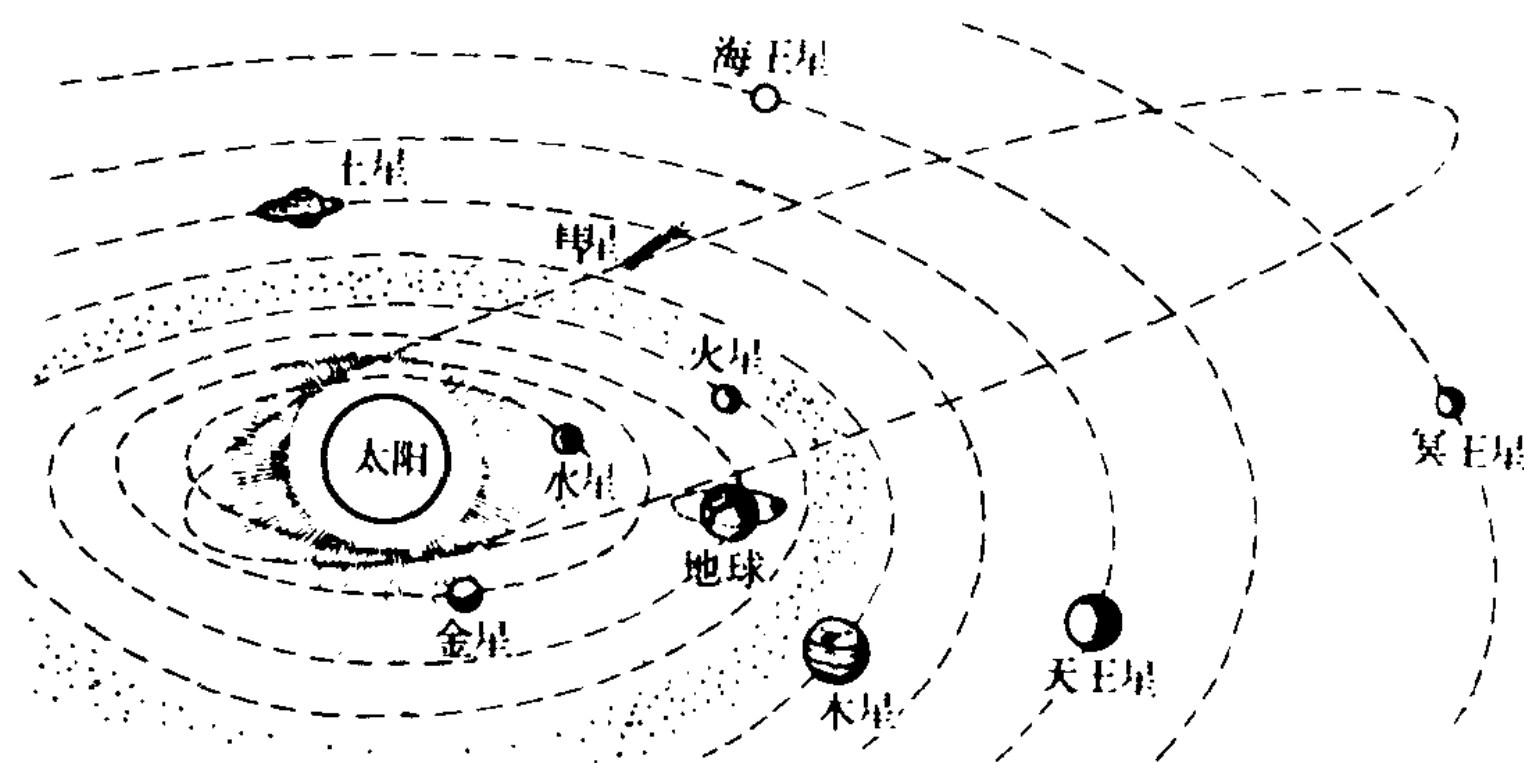


图 1-2 太阳系中九大行星分布位置示意图

地球沿着椭圆轨道绕太阳运行,每年一月初地球距太阳最近,七月初离太阳最远。太阳和地球的平均距离为 14960 万 km,这个距离称为一个天文单位。光从太阳出发,只需 8min19s 就可达地球。用这个单位来衡量从太阳系中心到冥王星的距离,共有 40 个天文单

位。而恒星之间的距离更为遥远,距离太阳系比较近的牛郎、织女两颗恒星,前者距地球15.光年,后者为 27 光年。

二、地球的形状和大小

地球的形状是指全球静止海面的形状,即指大地水准面的形状。研究地球的形状,无论对人类的生产和科学实践都有重要意义。

近几年,通过人造卫星对地球的测量,测得地球形状是:南极地区略大而凹,北极地区稍尖而凸起,形似梨状体(图 1-4)。

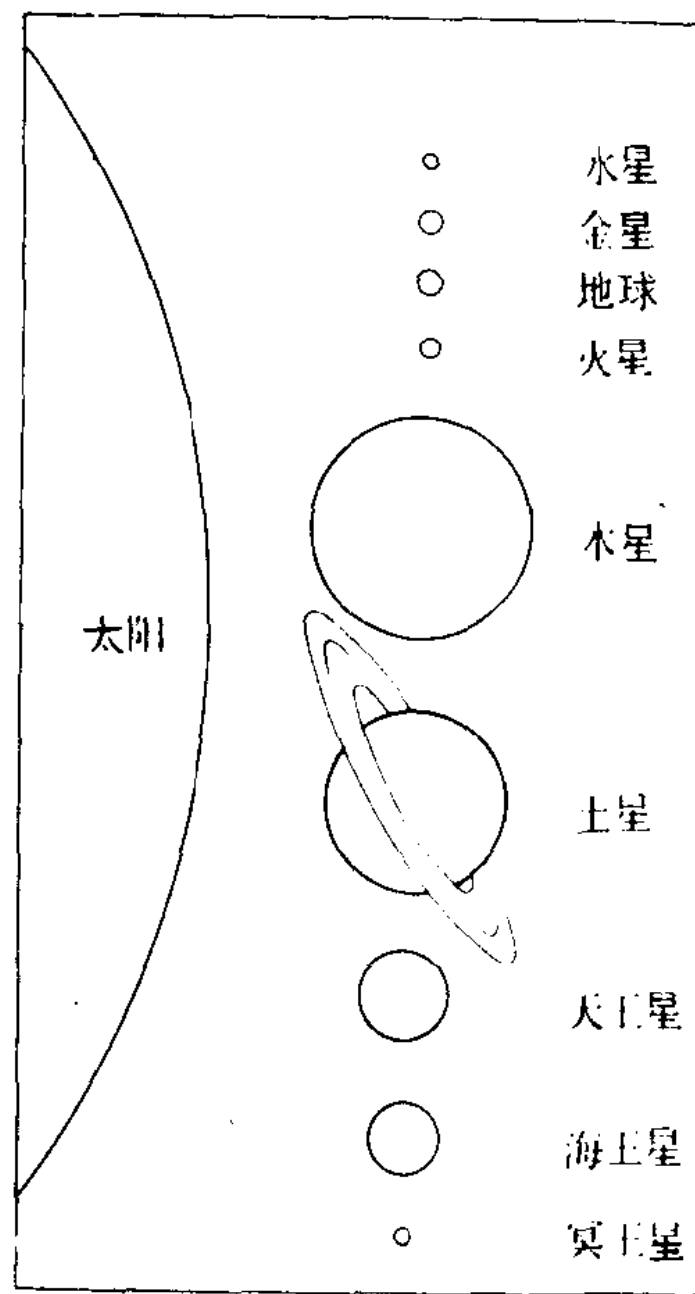


图 1-3 太阳与各行星相对大小比较示意图

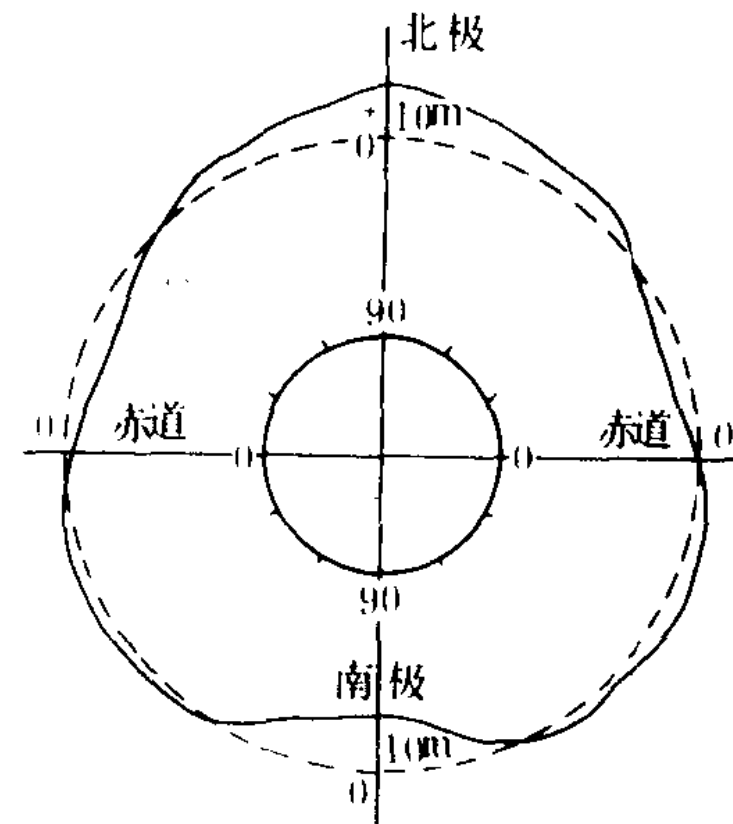


图 1-4 地球形状示意图
(实线表示梨状体,虚线表示地球是球体)

现将 1970 年天文历和 1971 年第 15 届国际大地测量和地球物理协会决议采用的有关地球形状和大小的数据如下:

赤道半径(a)	6378.160km
两极半径(b)	6356.755km
平均半径($\frac{2a+b}{3}$)	6371.025km
扁率($\frac{a-b}{a}$)	$\frac{1}{298.25}$
赤道周长	40076.604km
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	5.52g/cm^3

第二节 地球的物理性质

地球的物理性质可反映出地球内部的物质组成。人们利用其性质来为找矿和开发地下极其丰富的矿产资源服务。

现将与煤矿生产工作关系较大的物理性质,如密度、地压、地热、地磁和重力等简述如下:

一、密度

根据物理方法计算得出地球的平均密度为 5.52g/cm^3 , 而实际测得地球表层岩石的平均密度为 $2.7\sim 2.8\text{g/cm}^3$, 覆盖地球表面达 $3/4$ 的水的密度为 1g/cm^3 , 都比地球的平均密度小得多。由此可知, 推测地球内部深处的物质密度一定比 5.52g/cm^3 还大。根据地球物理方法测定表明, 地球内部的物质密度是随深度而不均匀地增加, 在 2898km 和 5125km 等几个深度作跳跃式增加, 越接近地球中心, 物质的密度就越大。这种变化反映了地球内部物质成分和状态的变化, 说明地球内部可能是由几个密度有显著差别的物质层所构成(图 1-5)。

二、地压

地压是指地球内部的压力, 主要是静压力。由于岩石本身的重量作用, 使得上部岩石对下部岩石产生压力, 越往深处压力越大。在矿井中, 当开采到深部, 由于地压增大, 使得巷道和工作面的支护困难。根据地球物理学的研究, 在地下 10km 处的压力约有 $3.03\times 10^8\text{Pa}$, 在 35km 处约有 $1.01\times 10^9\text{Pa}$, 在 2900km 处可达 $1.37\times 10^{11}\text{Pa}$, 推测地心压力高达 $3.64\times 10^{11}\text{Pa}$ (图 1-6)。

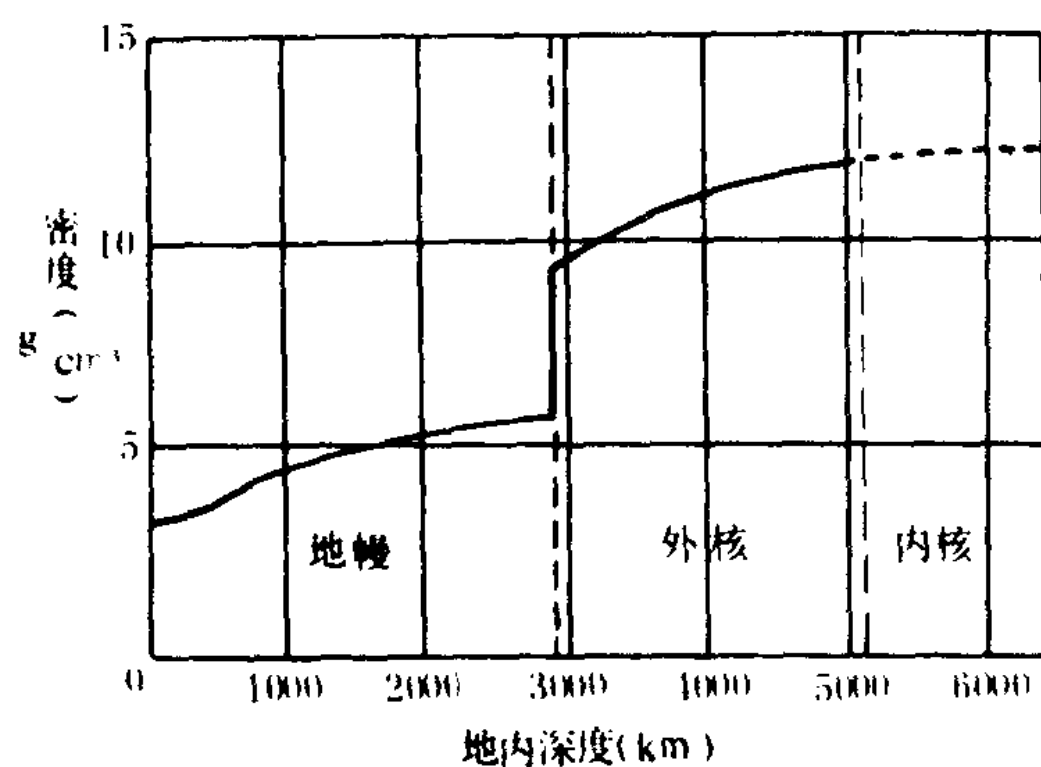


图 1-5 地球内部密度的垂直分布

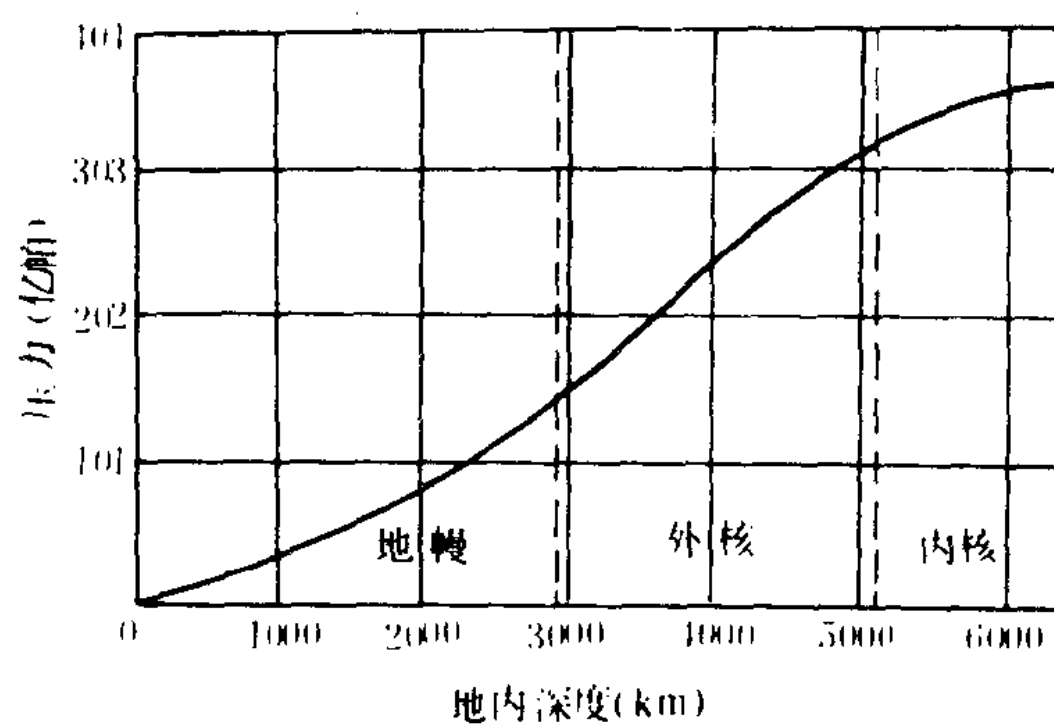


图 1-6 地球内部压力的垂直分布

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,并随深度增加而有加大的趋势。地应力具有方向性,并可在某些地段特别集中。这种来自地壳运动的应力,在地压中往往占重要地位。

在煤矿生产中,可通过已开采地区和正在开采地段的地质构造分析和仪器测量,来预测和测定这种地应力的方向、大小及应力集中的地段。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实际问题。

三、地热

地热又称地温。它是指地球内部的热量。地热的主要来源有两种:即来自太阳的辐射热

和地球内部放射性元素蜕变时所释放出的热。

自地表向地下深处,温度的变化可分为以下三带:

1. 变温带

变温带是地球最表层,主要受太阳辐射热影响的地带。因此,它随纬度高低、海陆分布情况、季节和昼夜的变化而有差异。此带深度是自地表以下约 15~30m。

2. 恒温带

恒温带位于变温带之下,是指地表以下温度开始不发生季节性变化的地带。这个地温常年保持不变的地带,称为恒温带。此带深度多在 20~30m。由于地区不同,恒温带的深度也有变化。例如,辽宁抚顺在 25~30m 深处,温度为 10.5°C,而河南平顶山在 30m 深处,温度为 17°C。

3. 增温带

增温带位于恒温带以下,是指只受地球内部热能影响的地带。其温度是随深度的增加而升高,但增加的速度,各地差别很大。必须指出,地温随深度增加而升高的规律只在一定的深度内,不能一直推算到地球的核心部位。

增温带中温度随深度的变化率,可用地温梯度或地温增加率来表示。

1) 地温梯度 它是指沿地球中心方向单位距离内温度增加的数值。通常,以每深 100m 温度升高的度数称为地温梯度,用 °C/100m 来表示。

2) 地温增加率 它又称地温率,是地温梯度的倒数。即是指沿地球中心方向,地温升高 1°C 时所增加的深度称为地温增加率,用 m/°C 表示。

各地的地温梯度是不同的。地温梯度数值的大小,可反映一个地区地热状况特点,它往往与当地的地质构造条件、岩石的热性能和岩浆活动,以及水文地质情况等因素有关。

地热对煤矿生产有很大的影响,尤其当采掘工作进入较深水平时,应充分考虑地热问题。这是因为井下温度过高,会直接影响工人身体健康、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”中的规定:采掘工作面的空气温度不得超过 26°C;机电峒室的空气温度不得超过 30°C。目前,我国有些生产矿井,已出现不同程度的热害问题,其中有些矿井空气温度高达 44°C。如河南平顶山八矿,在 -430m 水平空气温度高达 35°C 左右,即使通风,掘进工作面的空气温度平均都在 30°C 左右,有的高达 33°C。根据目前情况,八矿若在 -800m 深时,地温将达 45°C,如不采取有效的降温措施就无法进行开采工作。因此,地热已成煤矿生产建设中的一个重要问题。

地热是一种可以利用的廉价资源,我国正在开发地下热水和热蒸气,一方面进行发电、取暖、提取工业原料和稀有元素;另一方面热能在医疗、农业等方面也得到了广泛利用。如广东三顺、北京怀柔和西藏羊八井等地已经先后建成了地热试验电站。

四、电磁

地球是个巨大磁体,在它周围形成了地磁场,使地面磁针指向一定的方向。地球的磁性,简称地磁。它具有一个磁轴和两个磁极(磁北极和磁南极)。罗盘的磁针所指南北方向的延长线,叫地磁子午线,它与地理子午线并不重合。因此,磁针所指的方向不是真正的地理南北方向,它们之间有一夹角,叫做磁偏角。在使用罗盘测量方位时,必须根据当地的磁偏角进行校正。在地磁北极和地磁南极之间的地磁赤道地区,罗盘上的磁针才真正处于水平状态,偏

离地磁赤道既发生倾斜,因此磁针一般是倾斜的,而向两极方向倾角有规律的增大。磁针与水平面的交角,叫做磁倾角。罗盘上磁针有一端往往加有细铜丝,就是为了使磁针保持水平,抵消磁倾角的影响。

当地下存在带有磁性的岩体或矿体时,便产生一个附加磁场,其磁场方向与地球的正常磁场不相一致,并在地磁场强度正常值地段发生了差异变化,叫做地磁异常。磁法勘探就是应用这一原理,来寻找地下隐伏磁性矿床和了解地下地质构造情况的。

五、重力

地磁表面的重力,是指地面某处所受地心引力和该处地球自转离心力的合力(图 1-7)。

地心引力是与地表某处的物质质量成正比,而与该处至地心间距离的平方成反比,所以地心引力在赤道最小、在两极最大;地表离心力的大小同地球自转的线速度平方成正比,所以在赤道最大、在两极最小。由于离心力比地心引力小的多,因此重力值正常变化规律是由赤道向两极逐渐加大,如在赤道 1000g 重的物质到两极就为 1005.3g。在同一纬度地区,地势高的地方比地势低的地方重力小,即重力随高度的增加而随之减小。

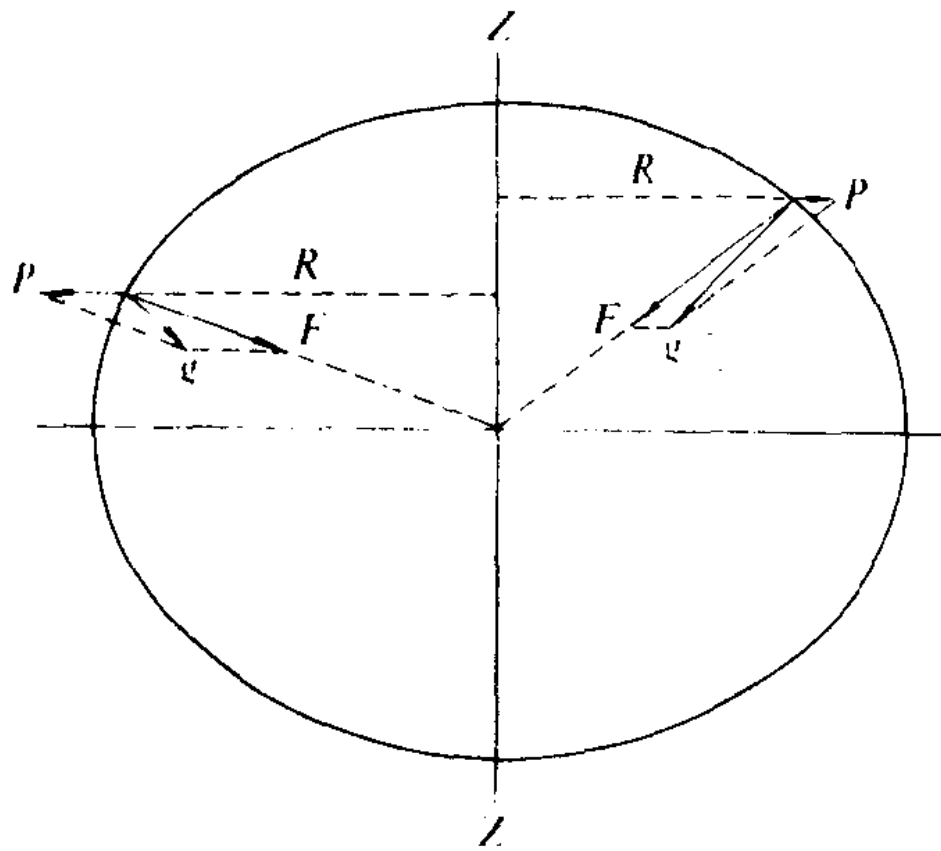


图 1-7 重力与地心引力和离心力关系示意图

ZZ—地球自转轴;R—纬度圆半径;
g—重力;P—离心力;F—地心引力

在理论上地球各处的重力都可以预先测定和计算出来,但是由于构成地壳的物质成分在各地并不相同,且密度变化也大,因此在实际测量中所得的数值往往与理论值不同,这种现象叫重力异常。在密度较大的物质(如铁、镍、铬、铜、铅、锌等)分布的地区,实测重力值常大于理论重力值,称正异常;在密度较小的物质(如煤、石油、岩盐、石膏等)分布的地区,实测重力值常小于理论重力值,称负异常。重力勘探就是应用这一原理,来寻找埋藏在地下的矿产和了解地下地质构造情况的。

第三节 地壳的化学成分

组成地壳的固体物质是岩石,而岩石是由矿物组成的,矿物又是自然元素或化合物组成的。可见,组成地壳最基本的物质是化学元素。

地壳中,含有周期表中的所有化学元素。元素在地壳中的分布情况,可用它是地壳中的平均重量百分比,即克拉克值来表示。地壳中最主要的化学元素克拉克值,可见表 1-1。

从表中可看出,组成地壳最主要的元素是氧 O、硅 Si、铝 Al、铁 Fe、钙 Ca、钠 Na、钾 K、镁 Mg、氢 H 等 9 种,它们约占地壳总重量的 98.13%。其中,氧几乎占了一半,硅占了 1/4 强,而铝、铁、钙、钠、钾、镁、氢共占 23%,其余的元素合起来才占地壳总重量的 1.87%(图 1-8)。由此可见,地壳中的化学元素分布是很不均匀的。

表 1-1

元 素	克拉克值(%)	元 素	克拉克值(%)	元 素	克拉克值(%)
O	49.13	Fe	4.20	Mg	2.35
Si	26.00	Ca	3.25	K	2.35
Al	7.45	Na	2.40	H	1.00

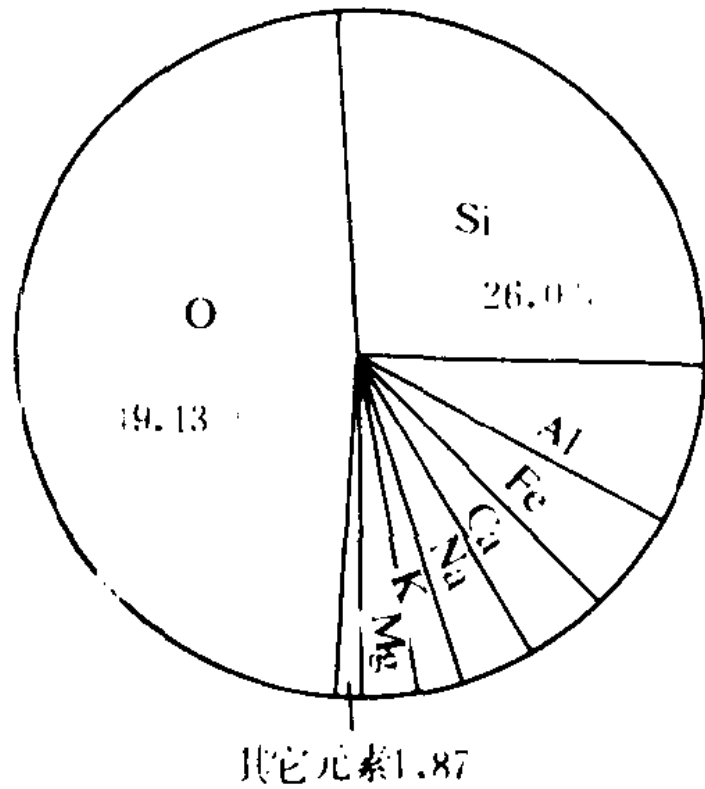


图 1-8 地壳中各元素百分比示意图

工业上重要的金属元素除铁 Fe、铝 Al 外,其余的如铜 Cu、铅 Pb、锌 Zn、锡 Sn、钨 W、钼 Mo 等大部分在地壳中含量很低,它们在自然界各种地质作用影响下,这些元素在局部地区富集,其含量达到工业要求时,就成为有益矿产。有些元素如锆 Zr、钒 V、锂 Li、铍 Be、铯 Cs、镓 Ga 等,虽然它们的含量远较铋 Sb、银 Ag、金 Au 等为多,但它们在地壳中呈分散状态不易富集,且难于提取,因而被称为稀有元素。稀有元素是现代尖端科学技术、现代化工业所必需的工业原料。因此,掌握化学元素在地壳中的分布规律,以便找出更多品位高、储量大的各种矿床来。

地壳中的化学元素,以单质形式单独存在的数量较少,如自然金、自然银等;绝大部分呈各种化合物出现,其中以含氧的化合物最为常见。现将地壳上部深约 16km 氧化物的平均化学成分重量百分比例举如下:

SiO ₂	59.87%	MgO	4.06%	H ₂ O	1.86%
Al ₂ O ₃	15.02%	CaO	4.79%	TiO ₂	0.72%
Fe ₂ O ₃	5.98%	Na ₂ O	3.39%	CO ₂	0.52%
FeO		K ₂ O	2.93%	P ₂ O ₅	0.26%

上述数值表明,地壳中分布最多的是硅和铝的氧化物,它们共占 75%;其它元素氧化物只有 2.0%。

第四节 地球的圈层构造

地球的圈层构造,是指地球的组成物质在空间的分布和彼此间的关系。它表明地球不是一个均质体。以地表为界,分为外圈层和内圈层。外圈层包括大气圈、水圈、生物圈;内圈层包括地壳、地幔、地核(图 1-9)。

一、地球外圈层

(1) 大气圈

大气圈是指包围在地球最外面的气态物质所组成的圈层。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,空气还进入岩石和水体的内部。

大气圈是由多种气体混合而成的,主要有氮(占 78%)、氧(占 21%),此外还有少量的二氧化碳、水蒸气和灰尘等。大气的总质量为 $5.13 \times 10^{21}g$,约为地球的百万分之一。由于地球

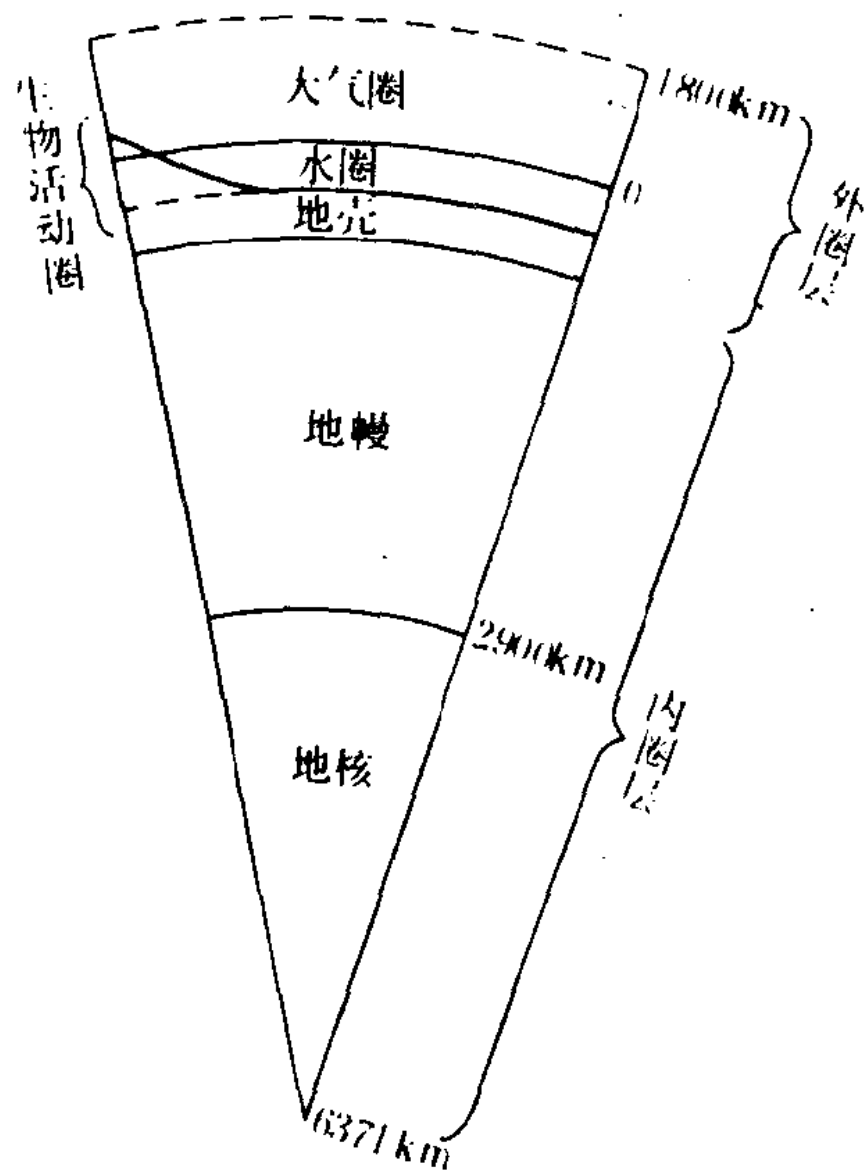


图 1-9 地球的圈层构造

的重力作用,大气分子主要集中在大气层的底部,大气层上界空气异常稀薄。

通常,风、云、雨、雪等大气现象全发生在这一层内。因此,它对地球上生物的生长、发育,以及地表面貌的改变和洋流的变化等,有着极为密切的关系。此外,它还保护生物免受强烈的宇宙射线和流星等宇宙物质的伤害。总之,大气圈对地表气候的分带,以及对人类的生活等都起着很大的作用。

(二) 水圈

地球表面约占 70.8% 的面积为海水所覆盖,陆地上分布着许多河流、湖泊、冰川及地下水,这些水可看成是包围地面的连续水层,称为水圈。水的总体积约为 $1.4 \times 10^3 \text{ km}^3$,其中海洋水占总体积的 98.1%,陆地水只占 1.9%。水圈的厚度变化自 0~11033m。

水圈可分为地表水圈及地下水圈。地表水圈的表面与地球表面基本符合,而地下水圈

是指渗透到岩石中的水且多为热水,其下界与岩石没有明显的界限。

组成水圈主要成分有氧、氢及少量的氯、钠、钙、镁等。

由于降水、蒸发、地表和地下迳流等水的循环,形成了外力地质作用的动力,从而改变着地球的外貌,对生命的起源,生物的演化和沉积矿产的形成起着重要的作用。

水圈的主体是海洋。海底地形同陆地上一样,是十分复杂的。大洋中有峻峭的海岭,高出海底达几千米,长达几万公里;此外还有高地、海底峡谷、海底火山、平顶山、珊瑚岛、深海沟等。现将海洋总的分布情况和地质特征简介如下(图 1-10):

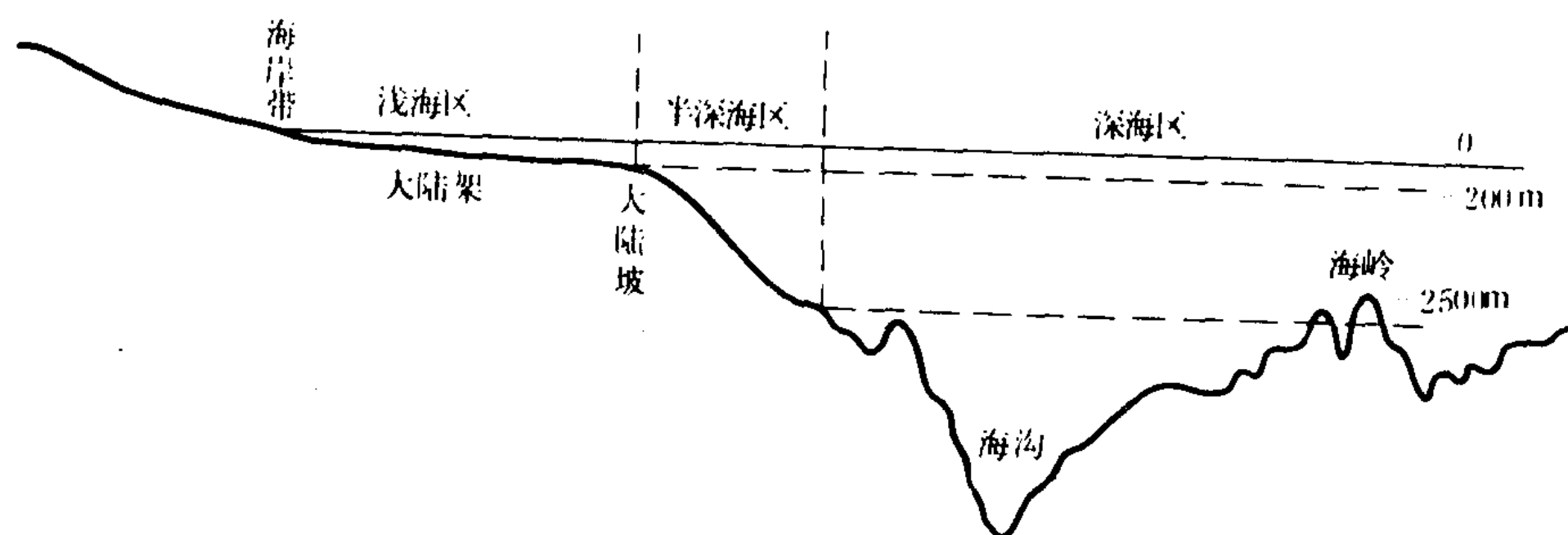


图 1-10 海洋分区及海底地形示意图

1) 海岸带 海边水深在 20m 以内的地带。其特点在落潮时可露出水面,涨潮时可被海水所淹没。

2) 大陆架 海水深度不超过 200m,所以又称为浅海。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。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,可由几度至二十几度,水深由200~2500m,这一带的海称为半深海。

4) 大洋盆地 海深2500~6000m,这部分的海称为深海或大洋。

5) 海岭 在大洋盆地的中部常分布着海下山脊,称为海岭或大洋中脊。

6) 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。世界上最深的海沟在菲律宾群岛以东,深达11033m。

(三) 生物圈

凡是有生物活动的范围,称为生物圈。在地球表层的大气圈、水圈以及土壤和岩石孔洞里,都有大量生物存在。它们生存的范围在大气中不超过10km的高空,在水圈中能达到最深的海底,在地壳中可到几百米的深度。

自从地球上出现生物以来,它们便不断地改变着地壳的物质成分和结构状态。例如植物进行光合作用,可以不断地从大气中吸收 CO_2 ,并分解为碳和氢,然后放出氧,将碳固定下来。这样一方面消耗大气中的 CO_2 ,增加空气中的氧;另一方面,植物体固定下来的碳经过复杂的生物化学变化及地质作用,可在地壳中堆积形成煤。生物的繁殖活动和生物遗体的堆积,亦为形成其它有用矿产提供物质基础。此外,生物对地球表面还起着一种破坏作用,它经常在改变和影响地球的面貌,这也是推动地壳发展的有利因素。

二、地球内圈层

地球物理学家在研究大量天然地震波传播方向和速度数据后发现:在地球内部,地震波的传播速度无论是横向和纵向上都有变化,其中横向上传播速度变化较小,纵向上的变化较大。根据地震波在地球内部传播速度的变化,发现有两处极为明显的分界面,称为地震分界面。第一地震分界面,是在平均地深33km处,又称莫霍面;第二地震分界面,是在地深2900km处。由此可将地球内部由表往里分为地壳、地幔、地核等三个圈层。

(一) 地壳

位于莫霍面以上的部分,称为地壳。它是地球外部一层极薄的固体硬壳,是由矿物和岩石组成的。地壳的厚度变化较大,主要与地势有关。一般海洋部分较薄,只有5~8km,平均厚度为4km;大陆山区较厚,最厚处可达70km左右,如我国青藏高原厚达65km以上。地壳的平均厚度为33km;其体积只有地球体积的0.3%;质量占地球总质量的1.5%。各种地质作用,主要发生在这里。

根据地壳组成物质的差异,又把地壳分为两层(图1-11)。

1. 硅铝层

硅铝层是地壳上部呈不连续分布的一层,厚自0~22km。陆地上较厚,海洋底较薄或缺失,平均厚度约10km。化学成分以硅、铝为主,故称硅铝层。密度较小,约为 2.7g/cm^3 ;压力小;放射性元素含量较高。

2. 硅镁层

硅镁层是在硅铝层下面成连续分布的一层,它以莫霍面为下限。深度自地表以下20~70km,各地不等,平均深33km。大陆和平原区较厚,达30km,海洋区厚度为5~8km。化学成分以硅、镁、铁为主。故称硅镁层。密度较大,约为 2.9g/cm^3 ;压力较大,可达 $9.09 \times 10^6\text{Pa}$;温度在 1000°C 以上。