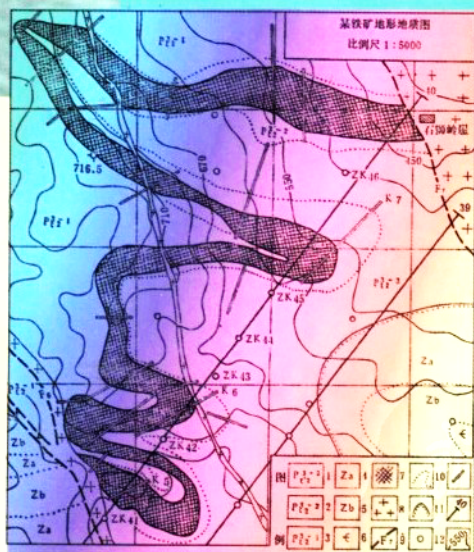


高等学校教学用书

地质学

(第3版)

徐九华 谢玉玲 编
李建平 李克庆
陈希廉 审



冶金工业出版社

高等学校教学用书

地 质 学

(第3版)

徐九华 谢玉玲 编
李建平 李克庆
陈希廉 审

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2001

内 容 提 要

本书共分四篇 18 章,全面、系统地阐述了地质学基础知识、矿床地质、水文地质、地质勘探和矿山地质工作的基本概念、理论和研究方法,对近年来地质学的进展做了一定的介绍。

本书为采矿工程和矿物资源工程等相关专业本科生必修课教材,也可作为地质、矿业等专业本科生和研究生的教学参考用书及矿业工作者的工具用书。

图书在版编目(CIP)数据

地质学/徐九华等编. —3 版. —北京:冶金工业出版社,2001.5

高等学校教学用书

ISBN 7-5024-2755-4

I. 地… II. 徐… III. 地质学-高等学校-教学参考资料 IV. P5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第20425 号

出版人 卿启云 (北京沙滩高祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 王秋芬 美术编辑 李心 责任校对 朱翔 责任印制 李玉山

北京梨园彩印厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

1979 年 7 月第 1 版,1986 年 5 月第 2 版,2001 年 5 月第 3 版,2001 年 5 月第 9 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 20.5 印张; 493 千字; 316 页;42651-44650 册

29.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

第 2 版前言

本书自 1979 年 7 月出版以来,已三次印刷,共发行 20300 册。第 1 版由于编写匆忙,存在不少缺点和问题;随着地质学的发展,有不少内容已较陈旧。此次修改是在广泛听取各有关院校教师及读者意见的基础上进行的。改正了初版中的缺点,更新了陈旧的内容,如矿床成因理论及水文地质分析法等,考虑到地质经济学对提高矿山生产经济效益的重大作用,补充了“地质经济及其在矿山的应用”一章。

在此向关心本教材再版并提出宝贵意见的同志表示衷心的感谢。

编 者
1985 年 5 月

第3版前言

《地质学》自1979年出版后,于1986年修订再版。该书不仅为培养大批冶金、建材、化工等采矿工程专业本科生起了很大作用,而且也为矿山企业干部的业务培训提供了很好的教材。此外,还为一些非地质专业的研究生提供了一本有价值的参考书。十几年来,不但地质学各分支学科又取得了不同程度的进展,而且教学改革使有关本科专业的设置和课程体系也有了重大变化。因此,为了更好地反映当代地质科学的进展,同时满足专业改造和课程体系改革的需要,有必要更新《地质学》一书中的一些内容,因此再次修订,出版《地质学》第3版。

本次修订工作征求了原著各作者的意见,由北京科技大学负责修编。徐九华教授担任此次教材修编的主编,陈希廉教授担任主审。参加修编的有谢玉玲副教授、李建平副教授、李克庆副教授。南方冶金学院李中林教授和北京科技大学吴炳肃教授为修编工作进行了热情指导。本次修订后,全书共分四篇18章。第一篇、第二篇中的章节安排与原书章节安排基本一致。第三篇“矿床水文地质”压缩为两章,即第十一章和第十二章。原书第十七章和第二十章合并为新的第十七章“矿山地质工作”。原第二十二章“地质经济及其在矿山的应用”,由于考虑到另有教材,不再编入本书中。原书附录的专业词汇汉英对照也不再编入。全书由原来的610千字压缩到490千字。相关篇章增列了参考书目,以便读者进一步学习。各章节修编工作具体分工如下:

第一、四、五、六章由谢玉玲负责修编;第二、三章由李建平负责修编;第七至十六章由徐九华负责修编;第十七、十八章由李克庆负责修编。陈希廉教授对全书进行了审阅。由于地质科学是实践性很强的并在不断发展的学科,本书的涉及面很广,所以本次修编一定还存在一些问题,希望广大师生给予批评指正。

编者

2000年10月

前 言

《地质学》系根据冶金工业部 1977 年冶金高等院校教材会议所制定的金属矿床开采专业教学计划编写的。

本教材简要地阐述了地壳、地质作用、矿物、岩石、地质年代、地质构造和地形地质图等地质学基础知识,以及矿床、水文地质、地质勘探和矿山地质工作等基本知识。同时,结合金属矿床开采专业实际需要,分析了主要地质因素如矿体形状、产状、围岩性质、地质构造和水文地质条件等对矿山开采的影响,充实了阅读、评审和应用地质资料等内容。

本教材力求反映当前国内外先进的地质科学成就,对目前地质界一些尚有争议的问题,作者就自己的见解进行了阐述。

由于编写时间短促,编者水平有限,在教材的体系和内容等方面一定还存在着不少缺点和问题,请使用本教材的广大师生给予批评指正。

本教材第七、八、九、十章由东北工学院刘海宴编写,第一、三章由重庆大学欧阳道编写,北京钢铁学院陈希廉编写第十七、二十、二十一、二十二章和第十九章第四节,吴炳肃编写第六、十五、十六章,西安冶金建筑学院肖荣久编写第十一、十二、十三、十四章,武汉钢铁学院金克家编写第二、十八章和第十九章第一、二、三节,江西冶金学院李中林编写第四、五章;全书由陈希廉主编。书中插图主要由重庆中梁山煤矿郑苑贤清绘。

在编写教材工作中,曾得到有关院校领导和同志的指导与帮助。在此,我们表示衷心的感谢。

编 者

1978 年 7 月

目 录

绪 论	1
第一篇 地质学基础知识	3
第一章 地壳及地质作用概述	3
第一节 地球及地球的构造	3
第二节 地球的主要物理性质	6
第三节 地壳的物质组成	8
第四节 地质作用概述	9
第二章 矿物	19
第一节 矿物的形态	19
第二节 矿物的物理性质	22
第三节 矿物的化学性质	26
第四节 矿物的形成与共生	29
第五节 矿物的分类及鉴定	30
第三章 岩石	47
第一节 岩浆岩	48
第二节 沉积岩	58
第三节 变质岩	68
第四章 地质年代及地层系统	75
第一节 确定地质年代的方法	75
第二节 地质年代及地层系统	77
第三节 我国地史概述	79
第五章 地质构造	82
第一节 岩层产状及其测定	82
第二节 岩石变形的力学分析	86
第三节 褶皱构造	90
第四节 断裂构造	94
第五节 地质构造与成矿的关系	107
第六节 地质构造对矿山开采的影响	107
第七节 大地构造理论简介	109
第六章 地形地质图及其阅读	112
第一节 地形图简介	112
第二节 矿区(矿床)地形地质图的用途	117
第三节 矿区(矿床)地形地质图的填绘过程简介	119
第四节 地形地质图的读图步骤	119
第五节 不同产状的岩层或地质界面在地形地质图上的表现	120

第六节 不同地质构造在地形地质图上的表现	122
第七节 地形地质剖面图及其绘制方法	127
第一篇参考文献	130
第二篇 矿床	131
第七章 矿床概述	131
第一节 矿床、矿体和围岩	131
第二节 矿体的形状和产状	132
第三节 矿石	135
第四节 成矿作用和矿床的成因分类	136
第八章 内生矿床	139
第一节 概述	139
第二节 岩浆矿床	140
第三节 伟晶岩矿床	145
第四节 气液矿床	148
第五节 火山成因矿床	163
第九章 外生矿床	172
第一节 概述	172
第二节 风化矿床	174
第三节 沉积矿床	177
第十章 变质矿床	188
第一节 概述	188
第二节 区域变质矿床的成矿条件和成矿过程	189
第三节 受变质矿床	191
第四节 关于层控矿床和矿床工业类型	193
第二篇参考文献	197
第三篇 矿床水文地质	198
第十一章 地下水基本知识	198
第一节 地下水的赋存状态	198
第二节 地下水的物理性质和化学成分	201
第三节 地下水的分类及各类地下水的特征	205
第四节 矿区(矿床)水文地质图	214
第十二章 地下水涌水量预测和测量	218
第一节 地下水运动的基本规律	218
第二节 矿坑涌水量的预测方法简介	221
第三节 矿坑涌水量的测量方法	225

第四篇 地质勘探与矿山地质工作·····	227
第十三章 矿产地质调查研究概述·····	227
第十四章 地质勘探中的矿床揭露·····	230
第一节 矿床的勘探类型·····	230
第二节 地质勘探中揭露矿体的工程手段·····	232
第三节 地质勘探工程的总体布置·····	236
第四节 勘探工程网度·····	238
第五节 固体矿产资源/储量分类·····	241
第十五章 原始地质编录和矿产取样·····	243
第一节 原始地质编录简介·····	243
第二节 矿产取样简介·····	247
第十六章 矿床地质调查资料的综合及研究·····	252
第一节 综合地质编录简介·····	252
第二节 矿山常用综合地质图件·····	253
第三节 矿产储量计算·····	262
第四节 地质综合研究简述·····	276
第十七章 矿山地质工作·····	278
第一节 生产勘探·····	278
第二节 矿山地质管理·····	292
第十八章 地质资料的评审及应用·····	300
第一节 地质勘探资料的评审和应用·····	300
第二节 矿山地质资料的评审及应用·····	311
第四篇参考文献·····	316

绪 论

地质学是研究地球,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。

地质学是在人类开采矿产资源和进行某些与地质条件有关的工程建设(如水利建设、交通建设)等生产实践活动中发展起来的。它的发展推动了采矿工业和某些工程建设的发展,而这些生产实践活动又为地质学的研究和发展积累了更丰富的实际资料。

矿产资源是埋藏在地壳内,目前在技术上、经济上可以利用的天然物质。它们是在漫长的地质作用过程中形成的。相对于人类历史而言,是不可再生的资源。据我国政府《中国矿产资源报告》中所述,至1997年底,我国已找到矿产153种,其中20种矿产储量居世界前列。但是,由于我国人口多,矿产资源人均拥有量仅排在世界第53位。特别是某些矿产有用成分含量低,或难以选冶,使得开采和加工成本较高,如Fe、Mn、Al、Cu、S、P等都有这种情况。石油、Ni、Pb、Au、Ag等不能满足我国经济发展的需要,Cr、Pt、Co、金刚石等矿种严重短缺。因此,对我国矿产资源的需求仍然是一个事关现代化建设的非常紧迫的问题。必须运用地质学的理论和方法继续进行勘查研究和矿业开发工作,以保证我国的经济与社会的可持续发展。

地质工作贯穿在整个矿业开发过程。在矿山企业设计前,采矿工程师要详细、全面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,包括矿体形状和赋存规律、矿石质量、开采技术条件、水文地质条件等,以便做出合理的设计,指导矿山基建和生产。比如在开采方式方面,是选择露天开采还是地下开采;若选择地下开采,是用斜井开拓还是竖井开拓,以及采用何种采矿方法等。这些问题都要依据地质条件制定合理的方案。矿山投入基建和生产后,采矿工程师还要配合矿山地质师进一步查明矿床地质条件,为采矿设计、采掘进度计划编制提供更详细可靠的地质资料。同时,还要经常深入现场,及时调查生产中出现的地质问题,如矿体的突然尖灭或错失;矿体形状或产状的急剧变化;矿石类型或质量的意外变化;可能出现的工程地质或水文地质问题。合理解决这些问题都需要地质工作先行一步。此外,矿产资源的综合利用问题,矿山生产过程的环境治理问题,也都离不开地质工作。

“地质学”是矿物资源工程、采矿工程专业的专业基础课,为了使学生掌握必要的地质学基础知识和有关地质工作的基本知识,本书着重说明了地质作用所产生的各种地质现象,矿物及岩石的肉眼鉴定方法和常见矿物及岩石的特征,主要矿床的成矿过程、工业类型以及它们的特点(着重与开采有关的特点),地质勘探工作与矿山地质工作的主要内容与方法,影响矿山生产的主要地质因素(矿体形状、产状、围岩性质、地质构造和水文地质条件等),如何阅读、分析及使用地质资料(尤其是图纸资料),以及局部(如矿块)的储量计算等。

如上所述,地质学的主要研究对象是地壳。研究地壳应从现场和实验室两方面着手。

现场调查是以广阔的大自然作为实验室,直接积累丰富的原始地质资料,并收集各种岩矿标本或样品,为室内鉴定、化验及综合研究提供依据。在室内研究中,一方面是对现场收集的矿物、岩石、矿石标本或样品进行鉴定或化验;另一方面还要对现场调查所收集的文字记录和图纸等资料进行综合整理,并结合室内岩矿鉴定和化验结果,研究总结出规律性的结论。随着科学的发展,愈来愈多的新技术在地质学研究中得到广泛应用。如在野外调查工作中,目前已大量应用地球物理勘探、地球化学勘探和航空地质测量等技术;再如发射资源卫星及遥感技术的应用,对研究地壳和探找矿产资源也起了很大作用。在室内研究中,目前也已开始广泛应用电子探针、离子探针、电子显微镜等新技术,数学地质及地理信息系统等新方法。这些新技术、新方法的应用,为地质学的研究和发展开辟了广阔的前景,从而加快了地质科学前进的步伐。

第一篇 地质学基础知识

地质学研究的对象是地球。地壳中矿产的形成都和地球表面以及地球内部的地质作用有关,而地质学基础知识则着重说明地壳的物质组成、发展变化以及各种矿产资源的蕴藏规律。通过对地质学基础知识的学习,要求对地质学有全面的了解,对各种地质作用、地质现象、矿物岩石、地层层序、地质构造及地质图等有初步的认识,为学习成矿理论、矿床类型、矿床水文地质知识、勘探方法和矿山地质工作方法等,打下必要的基础。

本篇重点是矿物、岩石和地质构造等。矿物和岩石是组成矿床的物质基础;地质构造不仅控制矿床的形成,而且是矿床开采所必须考虑的主要地质因素之一。

第一章 地壳及地质作用概述

地球是人类居住的地方。人们开采的各种矿产赋存在地壳(地球表面的一层硬壳)之中,各种矿产的形成是地壳物质运动和演变的产物。这些运动和变化不是孤立地进行的,而是与地壳内部和外部的物质及其运动有密切关系。因此,在学习地质学主要内容之前,应当对地壳及其运动有一概略了解。

第一节 地球及地球的构造

地球是太阳系中的一员。太阳系是由太阳和绕其旋转的九大行星及其卫星、小行星和流星群组成(图 1-1)。通常说的地球形状指的是地球固体外壳及其表面水体的轮廓。从地球卫星拍摄的地球照片可以看出地球的确是一个球状体。它的赤道半径稍大(约 6378km),两极半径稍小(约 6357km),两者相差 21km。其形状与旋转椭球体很近似,但北极比旋转椭球体凸出约 10m,南极凹进约 30m,中纬度在北半球稍凹进,而在南半球稍凸出。

地球围绕通过球心的地轴(连接地球南北极的理想直线)自转,自转轴对着北极星方向的一端称北极,另外一端称南极。地球表面上,垂直于地球自转轴的大圆称赤道,连接南北两极的纵线称经线,也称子午线。通过英国伦敦格林威治天文台原址的那条经线为零度经线,也称本初子午线。从本初子午线

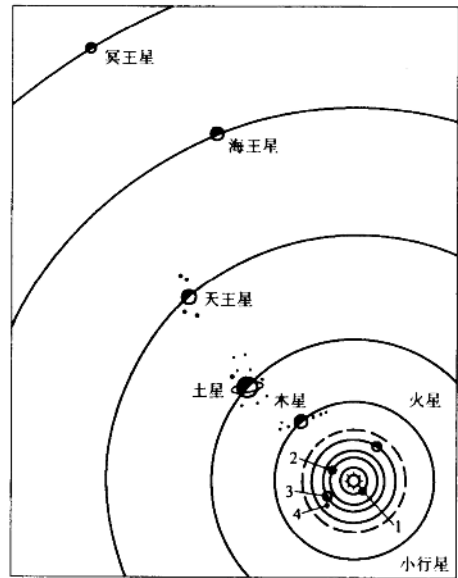


图 1-1 行星围绕太阳旋转示意图
1—水星;2—金星;3—地球;4—月亮

向东分作 180 度,称为东经;向西分作 180 度,称为西经。地球表面上,与赤道平行的小圆称纬线。赤道为零度纬线。从赤道向南和向北各分作 90 度,赤道以北的纬线称北纬,以南的纬线称南纬。

地球表面积达 5.1 亿 km^2 ,其中海洋占 71%,陆地面积仅占 29%。陆地和海洋在地表的分布很不规则,我们把大片陆地叫大陆或洲,大片海域叫海洋,散布在海洋或河湖中的小块陆地叫岛屿。陆地和海底都是高低不平的。陆地地上有低洼的盆地,高耸的山脉。大陆平均高度为 860m(以海平面为 0m 标高计算)。我国喜马拉雅山珠穆朗玛峰高 8848.13m,是大陆上的最高峰。海洋底也有高山和深沟,太平洋中马利亚纳群岛附近的海渊深达 11033m,是海洋中最深的地方。地球表面最大高差可达 20km 左右。由此可知,地球的形状是极端复杂的。

依据地球内部放射性元素的蜕变速度,地球从产生到现在经历了约 46 亿年。在这漫长的历史中,地球经历了多次沧桑之变。由于地球物质不断发生分异作用,使地球内部分出了不同的圈层。目前,地球内部构造分圈主要是根据地球物理特别是地震波资料得出。地震波在地球内部传播速度的变化如表 1-1。

表 1-1 地震波在地球内部传播速度

圈层		深度 /km		波速 / $\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$		地震界面
		陆壳	洋壳	纵波	横波	
地壳	上地壳	15	0.2	5.8	3.2	莫霍面
	下地壳	33	12	6.8	3.9	
地幔	上地幔	400		8.1	4.5	
	过渡层	670		10.3	5.6	
	下地幔			11.7	6.5	
		2891		13.7	7.3	
地核	外核			8.0	0	古登堡面
		4771		10.0	0	
	过渡层	5150		10.2	0	
	内核			11.0	3.5	
6371		11.3	3.7			

利用表列数据,可编出地球内部地震波传播速度曲线(图 1-2)。图中纵坐标表示地震波传播速度,横坐标表示距离地面的深度。

从所列图表中,可以看出存在着两个明显的分界面:一个在 33km(陆壳)深处,纵波从 6.8 km/s 增加到 8.1 km/s ,横波由 3.9 km/s 增加到 4.5 km/s ,这个界面称为莫霍洛维奇面,简称莫霍面,是地壳的下界面。另一个界面在 2891km 深处,纵波从 13.7 km/s ,突然下降到 8.0 km/s ,而横波不能通过此面,称古登堡面。根据这两个界面,可将地球内部分为三个圈层(图 1-3)。这三个圈层处在不同深度,具有不同的物理性质,如表 1-2 所示。现将各圈层特征简述于后。

一、地壳

莫霍面以上由固体岩石组成的地球最外圈层称为地壳。地壳平均厚度约 18km。大洋地区与大陆地区的地壳结构明显不同,大洋地区地壳(洋壳)很薄,平均 7km,且较为均匀;大

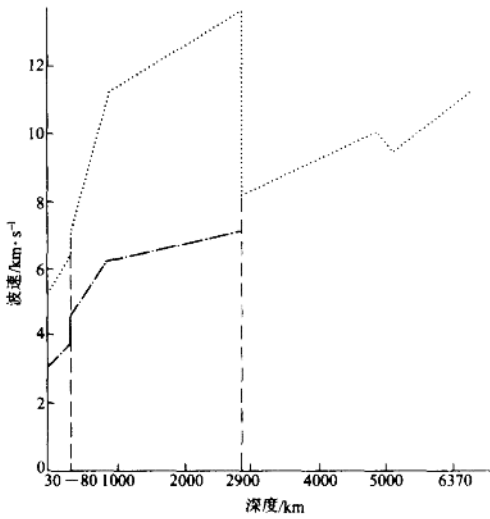


图 1-2 地震波在地球内部传播曲线图

·····—纵波; - - - - -横波

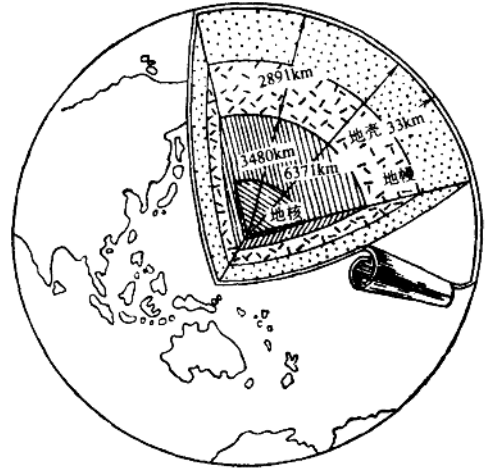


图 1-3 地球构造示意图

表 1-2 地球内部各圈层物理状况

圈层名称	深度/km	密度/g·cm ⁻³	压力/MPa	温度/℃
地壳	33(平均)	2.7	900	1000
		2.9		
地幔	670	3.32	38200	约 1500
		4.64		
	2891	5.66	136800	约 2000
地核	6371	9.71	360000	约 5000
		17.90		

陆地地区地壳(陆壳)厚度 20~80km,平均 33km。地壳上部岩石平均成分相当于花岗岩类岩石,其化学成分富含硅、铝,又叫硅铝层;下部岩石平均成分相当于玄武岩类岩石,其化学成分除硅、铝外,铁、镁相对增多,又叫硅镁层。洋壳主要由硅镁层组成,有的地方有很薄的硅铝层或完全缺失硅铝层,如图 1-4 所示。

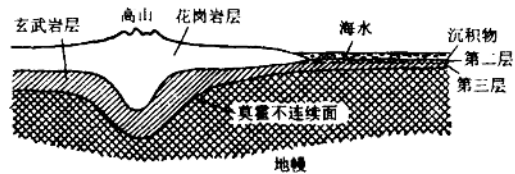


图 1-4 地壳构造断面图

二、地幔

地幔是位于莫霍面以下古登堡面以上的圈层。根据波速在 400km 和 670km 深度上存在两个明显的不连续面,可将地幔分成由浅至深的三个部分:上地幔、过渡层和下地幔。上地幔深度为 20~400km。目前研究认为上地幔的成分接近于超基性岩即二辉橄榄岩的组成。在 60~150km 间,许多大洋区及晚期造山带内有一低速层,可能是由地幔物质部分熔

融造成的,成为岩浆的发源地。过渡层深度为400~670km。地震波速随深度加大的梯度大于其他两部分,是由橄榄石和辉石的矿物相转变吸热降温形成的。下地幔深度为670~2891km,目前认为下地幔的成分比较均一,主要由铁、镍金属氧化物和硫化物组成。

三、地核

古登堡面以下直至地心的部分称为地核。它又可分为外核、过渡层和内核。地核的物质,一般认为主要是铁,特别是内核,可能基本由纯铁组成。由于铁陨石中常含少量的镍,所以一些学者推测地核的成分中应含少量的镍。由于液态的外核密度较内核小,实验表明,除铁、镍外,还应有少量轻元素存在。据推测,轻元素可能是硫、硅,而铁陨石的成分中,FeS有一定的含量,硅的含量甚微。

地球内部各圈层的物质运动,是产生各种地质现象的内动力的源泉。如地球内部特别是地壳下部及地幔组成物质的运动,就可以引起地壳的运动、化学变化和热力作用,又可以进一步引起物质熔化形成岩浆。岩浆产生后,又将导致一系列其他运动和变化。因此,对于地球内部各圈层的了解,有助于我们研究地球形成和发展的历史。

第二节 地球的主要物理性质

人们在生产实践和科学研究中,逐渐积累了有关地球物理性质的知识,这些性质从不同的角度反映了地球内部的物质组成。

一、质量和密度

根据牛顿万有引力定律,计算得出地球的质量为 $5.98 \times 10^{27} \text{g}$,再除以地球的体积,则得出地球的平均密度为 5.52g/cm^3 。直接测出构成地壳各种岩石的密度为 $1.5 \sim 3.3 \text{g/cm}^3$,平均密度为 $2.7 \sim 2.8 \text{g/cm}^3$,尚有密度为 1g/cm^3 的水分布。因此推测地球内部物质密度更大,这个推测,为地震波在地球内部传播速度的观测所证实。据地震波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(详见表1-2),地心密度可达 $16 \sim 17 \text{g/cm}^3$ 。

二、压力

随着地球深部密度的递增,由于上覆岩石重量的影响,地球内部压力亦随深度的增加而增大。其变化情况根据地震波推测各深度的压力如下:

深度/m	100	500	1000	5000	10000
压力/MPa	2.7	13.5	27	13.5	270

上列数据仅代表压力随深度增长的一般规律。在各矿区,由于当地地质条件的差异,除上覆岩层重量之外,还受其他因素影响。因此,具体地段的压力可能较表列数据略有增减。

矿山开采中,由于形成了开采空间,可能出现各种地压显现现象,直接影响矿山生产,应充分注意。

三、重力

地球对物体的引力和物体因地球自转产生的离心力的合力叫重力,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。地球赤道半径大于两极半径,故引力在两极比赤道大;而离心力两极接近于零,赤道最大。因此,地球的重力随纬度的增高而增大。

把地球看作是一个圆滑的均质体,以大地水准面为基准计算出的重力值为理论重力值,它只与纬度有关。但实际上,由于地面起伏不平,加上地球物质密度不均匀以及结构的差异

等原因,实测的重力值常与理论值不符,这种现象称重力异常。对研究区实测重力值,通过高程及地形校正后,再减去该区的理论重力值,得出的值如为正值,称正异常,表明地下有密度较大的物质分布,如铁及高品位的铜、铅、锌、镍等金属矿床;如为负值,称负异常,表明地下有密度较小的物质分布,如盐矿、石膏和煤矿等。地球物理学上的重力探矿就是根据这个道理,利用重力异常来探明地下矿产及查明地质构造。

四、温度(地热)

地球热力的来源,外部来自太阳的辐射热;内部主要来自放射性元素蜕变时析出的热以及元素化学反应放出的能。

目前,根据世界各地钻探资料表明,地球上大部分地区,从常温带向下平均每加深 100m,温度升高 3℃ 左右,这种每加深 100m 温度增加的数值,叫做地热增温率或地温梯度(图 1-5)。而把温度每升高 1℃ 所需增加的深度,称为地热增温级。地热增温级的平均数值为 33m。若按上述简单规律推算,地心的温度将达到 20 万度,这显然是不可能的。现代地球物理学的研究证明,上述规律只适用于地表以下 20km 深度范围。如果深度继续增加,地球内部的导热率也将随之增大,地温的增加则会大大变慢。据推测,地球中心温度在 3000~5000℃ 之间。

由于各地地质构造、岩石导热性能、岩浆活动、放射性元素的存在以及水文地质等因素的差异,不同地区的地热增温率是不同的。凡一地区实际地热增温率大于平均地热增温率时,称该地区有地热异常。据此,可发现和进一步利用该地的地下热能。

地热异常区蕴藏着丰富的热水和蒸汽资源,是开发新能源的广阔天地。目前世界上有多个国家利用地热发电。地下水还可用于工业锅炉、取暖、医疗等。

但就采矿工作来说,地热对矿区开采是不利的。特别是当采矿工作进入深水平时,应充分考虑地热因素,及时调整通风系统,加强通风措施,改善劳动条件,并采取有效办法,化害为利加以适当利用。

此外,研究地球的热状态和热历史,对进一步认识地球的发展和地壳运动也有着十分重要的理论意义。

五、地磁

地球的磁性,明显地表现在对磁针的影响方面。磁针所指的方向(亦称地磁子午线)就是地磁的两极。地磁两极与地理两极是不一致的(图 1-6)。因此,地磁子午线与地理子午线之间有一定夹角,称磁偏角。其大小因地而异。使用罗盘测量方位角时,必须根据当地磁偏角进行校正。

磁针只有在赤道附近才能保持水平状态,向两极移动时逐渐发生倾斜。磁针与水平面的夹角,称为磁倾角。各地磁倾角不一致。地质罗盘上磁针有一端往往捆有细铜丝,就是为

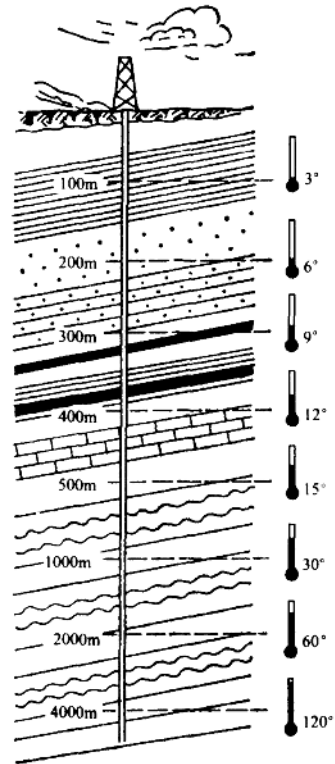


图 1-5 地热增温率示意图

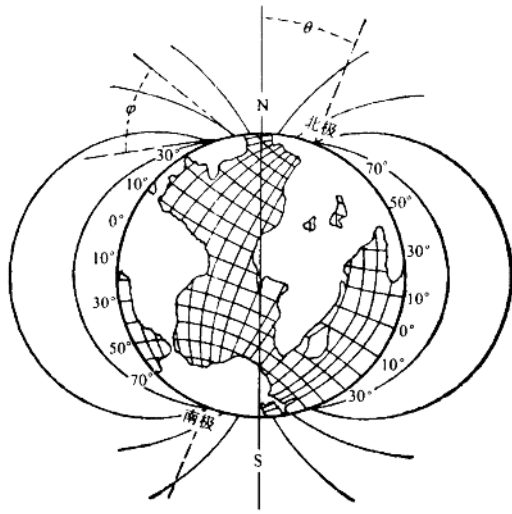


图 1-6 地磁要素及地球周围磁力线分布示意图
 θ —磁偏角; φ —磁倾角

为了使磁针保持水平。我国处于地球北半部,因此,在磁针南端多捆有细铜丝,以校正磁倾角的影响。

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。磁场强度因地而异,一般是随纬度增高而增强。

磁偏角、磁倾角、磁场强度称为地磁三要素,用以表示地表某点的地磁情况。根据地磁三要素的分布规律,可以计算出某地地磁三要素的理论值。但是,由于地下物质分布不均,某些地区实测数值与理论计算值不一致,这种现象叫地磁异常。引起地磁异常的原因,一是地下有磁性岩体或矿体存在,另一是地下岩层可能发生剧烈变形。因此,地磁异常的研究,对查明深部地质构造和寻找铁、镍矿床有着特殊的意义。地球物理学中的磁法探矿,就是利用上述原理。

六、放射性

地球内部放射性元素含量虽少,分布却很广泛,且多聚集在地壳上部的花岗岩中,随深度加大而逐渐减少。地球所含放射性元素主要是铀、钍、镭。此外,钾、铷、钷和铯等也具有放射性同位素。根据放射性元素蜕变的性质,可以用来计算地球岩石的年龄、寻找有关矿产。同时,放射性元素蜕变所产生的热能,是地质作用的主要能源之一。

第三节 地壳的物质组成

根据岩石和陨石的化学组分分析,得知组成地壳的化学成分以 O、Si、Al、Fe、Ca、Na、K、Mg、H 等为主。这些元素在地壳中的平均质量分数(称克拉克值)各不相同:

氧(O)49.13	硅(Si)26.00	铝(Al)7.45
铁(Fe)4.20	钙(Ca)3.25	钠(Na)2.40