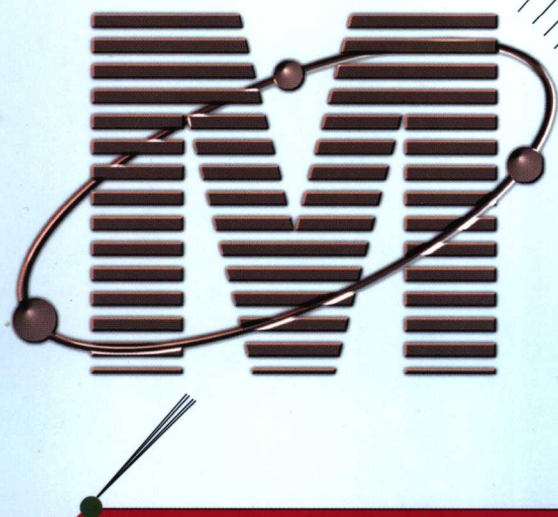




煤炭技工学校通用教材



煤矿地质与测量

煤炭工业出版社

煤炭技工学校通用教材

煤矿地质与测量

全国职业培训教学工作指导委员会煤炭专业委员会 编

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

煤炭技工学校通用教材
煤矿地质与测量

全国职业培训教学工作指导委员会煤炭专业委员会 编

*

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

北京房山宏伟印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 20¹/₄ 插页 1

字数 475 千字 印数 5,001—15,000

2006 年 9 月第 1 版 2007 年 4 月第 2 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5020 - 2920 - 3/TD163

社内编号 5719 定价 35.00 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

全国职业培训教学工作指导委员会 煤炭专业委员会

主任委员	刘 富					
副主任委员	仵自连	刘同良	张贵金	韩文东	范洪春	刘荣林
	雷家鹏	曾宪周	夏金平	张瑞清		
委 员	(按姓氏笔画为序)					
	于锡昌	牛麦屯	牛宪民	王亚平	王自学	王朗辉
	甘志国	石丕应	仵自连	任秀志	刘同良	刘荣林
	刘振涛	刘 富	刘 鉴	刘鹤鸣	吕军昌	孙东翔
	孙兆鹏	邢树生	齐福全	严世杰	吴庆丰	张久援
	张 君	张祖文	张贵金	张瑞清	李 玉	李庆柱
	李祖益	李家新	杨 华	辛洪波	陈家林	周锡祥
	范洪春	赵国富	赵建平	赵新社	夏金平	高志华
	龚立谦	储可奎	曾宪周	程光玲	程建业	程彦涛
	韩文东	雷家鹏	樊玉亭			

前 言

为了加快煤炭技工学校的教学改革步伐，不断适应社会主义市场经济发展和劳动者就业的需要，加速煤炭工业技能型人才的培养，促进煤炭工业现代化建设和科学技术的进步，在全国职业培训教学工作指导委员会的指导下，全国职业培训教学工作指导委员会煤炭专业委员会，以全国煤炭技工学校“八五”教材建设规划为基础，研究制定了全国煤炭技工学校新时期教材建设规划，并列入了国家劳动和社会保障部制定的全国技工学校教材建设规划，劳动和社会保障部以《关于印发1999年度全国职业培训教材修订开发计划的通知》（劳社培就司函（1999）第15号）下发全国。这套教材59种，其中技术基础课教材43种，实习课教材16种。目前正在陆续出版发行当中。

这套教材主要适用于煤矿技工学校教学，工人在职培训、就业前培训，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。

《煤矿地质与测量》是这套教材中的一种，是根据经劳动和社会保障部批准的全国煤矿技工学校统一教学计划和《煤矿地质》、《煤矿测量》教学大纲的规定编写的，经全国职业培训教学工作指导委员会煤炭专业委员会审定，并被劳动和社会保障部认定为合格教材，是全国煤炭技工学校教学，工人在职培训、就业前培训的必备的统一教材。

本教材的主编为石家庄工程技术学校巩望旭、刘俊荷，副主编为赵玉国。教材中煤矿地质篇的第一章至第七章由巩望旭编写，第八章、第九章由赵玉国编写；煤矿测量篇由刘俊荷编写。另外，在本教材的编写过程中，得到了有关煤炭技工学校的广大教师和煤矿企业有关工程技术人员的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，书中若有不当之处，恳请广大读者批评指正。

全国职业培训教学工作指导委员会
煤 炭 专 业 委 员 会

2006年6月28日

内 容 提 要

全书分两篇：煤矿地质篇、煤矿测量篇。其中煤矿地质篇内容包括：地球及其演变、矿物与岩石、地史基本知识、地质构造、煤地质学基础知识、影响煤矿生产的主要地质因素、煤矿水文地质、煤矿主要地质图与地质说明书、煤炭资源分类及“三量”管理；煤矿测量篇包括测量学基础知识、高程测量、经纬仪与角度测量、图根控制测量、大比例尺地形图测绘、地形图的识读与应用、联系测量、巷道测量、巷道施工测量、巷道贯通测量。各章后附有复习思考题。

该书适用于煤炭技工学校教学、工人在职培训、就业前培训，也可供初中以上文化程度的工人自学。

目 录

煤矿地质篇

第一章 地球及其演变	3
第一节 地球概述	3
第二节 地质作用	8
复习思考题	15
第二章 矿物与岩石	16
第一节 矿物	16
第二节 岩石	26
复习思考题	34
第三章 地史基本知识	36
第一节 地质年代单位和地层单位	36
第二节 地层划分、对比的基本方法	38
第三节 地史演变的主要阶段	41
复习思考题	48
第四章 地质构造	49
第一节 单斜构造	49
第二节 褶皱构造	52
第三节 断裂构造	56
复习思考题	65
第五章 煤地质学基础知识	66
第一节 煤的形成	66
第二节 煤的组成、性质与分类	68
第三节 煤层	75
第四节 煤系及煤田	81
第五节 煤层的风化带和氧化带	85
复习思考题	86
第六章 影响煤矿生产的主要地质因素	87
第一节 煤层厚度变化对煤矿生产的影响及其处理	87
第二节 褶曲对煤矿生产的影响及其处理	88
第三节 断裂构造对煤矿生产的影响及其处理	91

第四节	岩浆侵入体对煤矿生产的影响及其处理	99
第五节	喀斯特陷落柱对煤矿生产的影响及其处理	102
第六节	瓦斯与地温对煤矿生产的影响及其预防与处理	105
	复习思考题	106
第七章	煤矿水文地质	107
第一节	地下水基本知识	107
第二节	矿井充水条件	113
第三节	矿井充水程度及矿井涌水量的观测	117
第四节	矿井防治水	120
第五节	与地下水有关的工程地质知识	126
	复习思考题	128
第八章	煤矿主要地质图及地质说明书	129
第一节	井下地质编录	129
第二节	煤矿主要地质图	132
第三节	煤矿地质说明书	144
	复习思考题	153
第九章	煤炭资源/储量计算及“三量”管理	154
第一节	煤炭资源/储量分类	155
第二节	储量计算	161
第三节	“三量”管理	166
	复习思考题	169
附录A	地质年代表(旧表)	170
	参考文献	171

煤 矿 测 量 篇

第十章	测量学基本知识	175
第一节	地面点位置确定	175
第二节	直线定向	180
第三节	比例尺	183
第四节	测量工作概述	184
第五节	测量误差概念	185
	复习思考题	189
第十一章	水准测量	191
第一节	水准测量原理	191
第二节	水准测量仪器与工具	192
第三节	水准测量外业	196
第四节	水准测量内业	202
	复习思考题	204

第十二章 经纬仪与角度测量	205
第一节 角度测量原理.....	205
第二节 光学经纬仪.....	206
第三节 水平角观测.....	210
第四节 竖直角观测.....	213
复习思考题.....	217
第十三章 图根控制测量	219
第一节 控制测量概述.....	219
第二节 计算坐标与方位角的基本公式.....	224
第三节 经纬仪导线测量外业.....	227
第四节 经纬仪导线测量内业.....	230
第五节 三角高程测量.....	235
复习思考题.....	237
第十四章 大比例尺地形图测绘	239
第一节 地形图符号.....	239
第二节 等高线.....	241
第三节 视距测量.....	244
第四节 测图前的准备工作.....	247
第五节 地形图测绘.....	249
第六节 数字化测图.....	254
第七节 GPS 测量技术	257
复习思考题.....	259
第十五章 地形图的识读与应用	261
第一节 地形图的识读.....	261
第二节 地形图的应用.....	262
复习思考题.....	264
第十六章 联系测量	266
第一节 平面联系测量.....	266
第二节 高程联系测量.....	272
复习思考题.....	274
第十七章 巷道测量	275
第一节 巷道平面测量.....	275
第二节 巷道高程测量.....	280
第三节 罗盘仪导线测量.....	281
复习思考题.....	283
第十八章 巷道施工测量	284
第一节 标定工作的基本方法.....	284
第二节 巷道中线标定.....	289
第三节 巷道腰线标定.....	294

第四节 激光指向.....	297
复习思考题.....	299
第十九章 贯通测量.....	300
第一节 贯通测量基本概念及其工作步骤.....	300
第二节 贯通测量工作和标定要素的计算.....	301
复习思考题.....	308
附录B 经纬仪及水准仪的检验与校正	309
参考文献.....	312

煤矿地质篇

第一章 地球及其演变

第一节 地球概述

地球是宇宙间的一个天体，是太阳系的九大行星（水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星）之一。太阳系属于银河系，银河系又是宇宙间的一个普通星系。浩瀚的宇宙在空间上是无边无际的，在时间上是无始无终的。在这个无限的空间中，地球可谓沧海一粟。然而正是这个相对于宇宙来讲极为渺小的星球，在其发展演变过程中，孕育了生命，诞生了人类，并形成了各种各样的地质矿产。

一、地球的形状和大小

众所周知，地球是球形的。但严格地说，地球是一个北极略为突出，南极略平的梨状体（图1-1）。若以赤道平面至地心的距离为半径作圆，则北极凸出约10 m，南极凹进约30 m。

二、地球的表面特征

地球的表面积大约为 $5.1 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，分为陆地和海洋两大部分，海陆面积之比约为2.5 : 1。

（一）陆地的表面形态

按照高程和起伏特征，陆地表面可分为山地、丘陵、平原、高原、盆地和洼地等地形。

山地 地形起伏较大，海拔高程大于500 m，相对高程在200 m 以上的地区。呈线状分布的山地称为山脉，如我国的喜马拉雅山脉。

丘陵 介于山地和平原之间的高低不平、连绵不断的低矮浑圆的小山丘地形。一般高程在海拔500 m 以下，相对高差多在数十米，最大高差不超过200 m。

平原 指面积较大、地势平坦或略有起伏的地区。其内部相对高差一般不超过数十米，如我国的华北平原、松辽平原、长江中下游平原等。

高原 海拔高程在600 m 以上，表面较为平坦或略有起伏的广阔地区称为高原，如我国的蒙古高原、青藏高原。青藏高原是世界上最高的高原，海拔4 000 m 以上。

盆地 盆地指四周为高原或山地，中央为低平的平原或丘陵地区，因其外形似

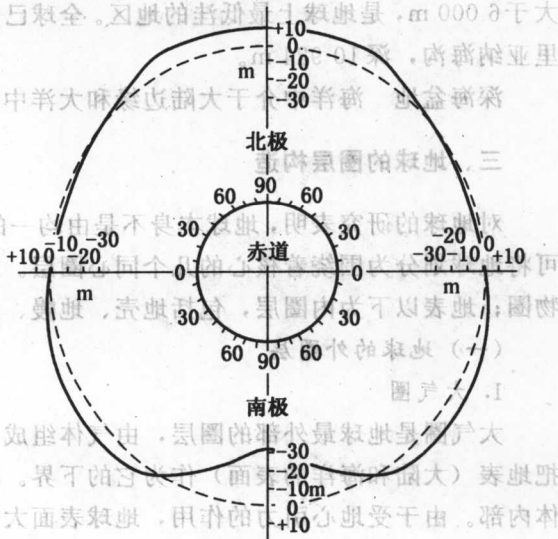


图1-1 地球形状示意图

盆而得名，如我国的四川盆地、柴达木盆地等。

洼地 陆地上高程在海平面以下的地区称为洼地。新疆的鲁克沁洼地低于黄海平均海水面155 m，是我国陆地的最低处。

(二) 海底的形态

海底的地形和陆地一样，也十分复杂，但与陆地相比规模更大。按照海水深度，将海洋分为海岸带、浅海区、半深海区和深海区（图1-2）；按照海底的地貌特征，海底分为大陆架、大陆坡、海岭、海沟等基本类型。

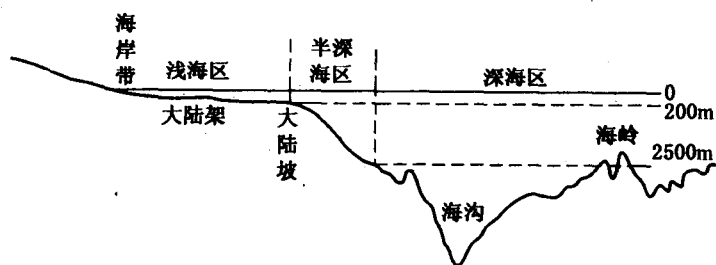


图1-2 海洋分区及海底地形示意图

大陆架 紧靠大陆部分的浅海台地，是大陆在水下的自然延伸部分，其范围由海岸线向外海延伸，直至海底坡度显著增大的转折处，水深一般不超过200 m。

大陆坡 位于大陆架外缘到深海海底之间地形明显变陡的地带，水深一般不超过2 000 m。

海岭 海底的山脉。经常发生地震和地壳运动较强烈的海岭称为大洋中脊。大洋中脊常高出海底2~3 km，宽度可达1 500~2 000 km。

海沟 深海沟槽，位于大洋盆地的边缘，其两壁较陡，狭长形，断续延伸，水深一般大于6 000 m，是地球上最低洼的地区。全球已知海沟有30条，其中最深的是太平洋中的马里亚纳海沟，深10 924 m。

深海盆地 海洋中介于大陆边缘和大洋中脊之间的平坦地带。

三、地球的圈层构造

对地球的研究表明，地球本身不是由均一的物质组成的。按照物质成分和物态的差别，可将地球划分为围绕着核心的几个同心圈层。地表以上为外圈层，包括大气圈、水圈、生物圈；地表以下为内圈层，包括地壳、地幔、地核（图1-3）。

(一) 地球的外圈层

1. 大气圈

大气圈是地球最外部的圈层，由气体组成，包围着陆地和海洋，厚达数万千米。一般把地表（大陆和海洋的表面）作为它的下界。其实，空气还深深地渗入到岩石、土壤和水体内部。由于受地心引力的作用，地球表面大气密度最大，向外逐渐稀薄，最后过渡为星际气体，因此大气圈没有明显的上界。

根据大气的物理特征，将大气圈自地球表面向外依次划分为对流层、平流层、中间层、

热层(电离层)和散逸层,其中与人类生存及地质作用关系最密切的是对流层,其次是平流层。对流层位于大气圈的最下部,厚度约为8~10.5 km。该层的主要特征是,靠近地表的高温气流上升,引起大气产生对流,导致风、云、雨、雪等天气现象的发生。其物质成分主要有氮气(78%)和氧气(21%),此外有少量的二氧化碳、水蒸气等。对流层提供了生命活动的必要条件,也对地表面貌的形成及变化有着极大的影响。位于对流层上方的平流层中有一层厚约20 km的臭氧层,它可以吸收来自太阳辐射的大量紫外线,对地球上生物的生存起着重要的保护作用。

2. 水圈

地球表面71%的面积被海水所覆盖,陆地上还有河流、湖泊、冰川及地下水,这些水可以看成是包围地球连续的水层,称为水圈。水圈中海水占总水量的96.5%,其余则零星分布在陆地上,有的渗透到地下土壤和岩石中,成为地下水。组成水圈的主要元素是氧和氢,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的影响下,不断进行着循环,形成了巨大的动力,是外力地质作用的营力之一。同时,水圈对生物的生命活动和沉积矿产的形成起了重要的作用。

3. 生物圈

地球上生物活动的范围称为生物圈。生物的分布很广,在大气圈(主要是底层)、水圈及土壤和岩石的孔洞裂隙中都存在生物,形成一个封闭的圈层。生物的生命活动也会导致多种地质作用发生。

(二) 地球的内圈层

地球的内部也分为3个圈层——地壳、地幔和地核,其间被地震波波速的不连续面所隔开,壳幔界面为莫霍面,幔核界面为古登堡面。

1. 地壳

地壳由固体的岩石组成。在横向上,地壳分为陆壳和洋壳。陆壳位于大陆地区,其厚度在不同地区变化较大,平原区20~23 km,高原及高山区可达70~80 km。垂向上,地壳分为上下两层(图1-4),上层成分以硅铝为主,称为硅铝层,由沉积岩、火成岩、变质岩组成,尤其是集中了大量的花岗岩类岩石。下层成分除硅、铝外,还含有较多的铁、镁,称为硅镁层,由辉长岩和玄武岩类岩石组成。陆壳一般均具有这种典型的双层结构,而洋壳中的硅铝层往往很薄,甚至缺失,只是在硅镁层之上沉积有微薄(厚约0.5 km以内)的松散沉积物。地壳的下界面为莫霍面,与地幔分开。

2. 地幔

地幔在莫霍面和古登堡面之间。古登堡面距地面的距离约为2 900 km。地幔分为上地幔和下地幔两部分。在上地幔的上部,有一地震波的低速带,这一带的物质可能处于熔融状态,称为软流层,科学家认为它可能是高温熔融岩浆的发源地,板块构造中的所谓“板块”也可能是在软流层上按各自的方向和速度移动的,因而具有重要的地质意义。组成的

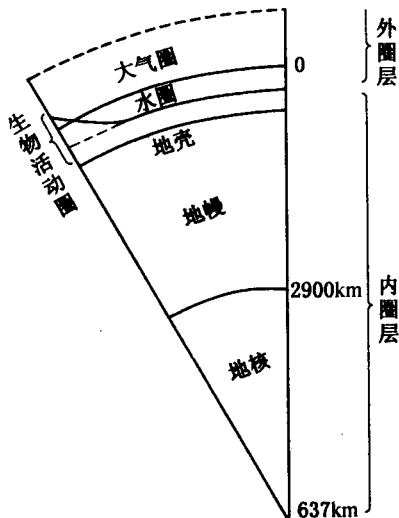


图1-3 地球的圈层构造示意图

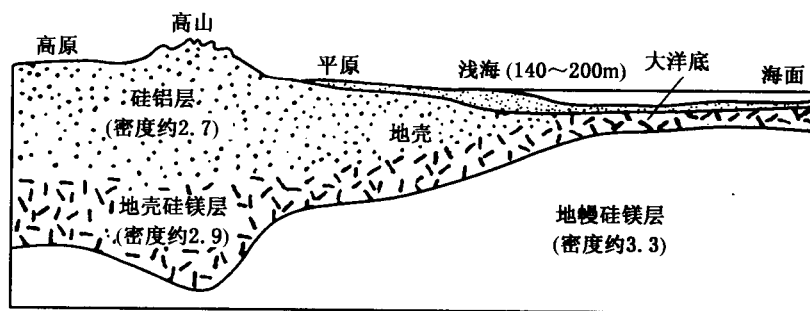


图1-4 地壳结构示意图

地幔物质的密度较地壳大。

3. 地核

地核位于古登堡面以下至地心，是地球最内部的圈层。地核的物质密度很大，据推测约为 $9.7 \sim 13 \text{ g/cm}^3$ ，温度为 $2860 \sim 6000 \text{ }^\circ\text{C}$ ，一般认为是由铁镍物质组成的。

地球的圈层构造不是地球形成时就有的，而是地球形成之后，在它漫长的发展过程中逐渐形成的。

四、地球的物理性质

1. 地球的密度

地球的平均密度为 5.52 g/cm^3 ，组成地壳的岩石的平均密度为 2.75 g/cm^3 ，显然，地球内部的密度高于地球的平均密度。有人根据地震资料推测，地幔物质的密度为 $3.31 \sim 5.26 \text{ g/cm}^3$ ，地核物质的密度为 $9.89 \sim 13.0 \text{ g/cm}^3$ 。还有资料推测，地核物质密度可高达 16 g/cm^3 。

2. 地压

地球内部的压力称为地压，包括静压力和定向压力两种。前者是由上覆物质的重量引起的，因而随深度的加大而增大，深度每增加 1 km ，压力增加 27.5 MPa ，地心压力可达 361700 MPa 。定向压力来自地壳运动的应力，这种地应力，通常以水平方向为主，并可在某些地段集中。在煤矿生产中，地压影响巷道的维护以及工作面的支护。在构造复杂的煤矿，定向压力往往比较大，除给巷道维护及工作面支护带来困难外，还容易引起煤及瓦斯突出。而在构造比较简单的地区，常常只考虑自重应力而不考虑构造应力。

3. 地热

地热指地球内部的热量。根据地球内各部分热量的来源及温度变化的规律，将其分为3层。

(1) 变温层 位于地球表层，温度主要受太阳辐射的影响，随昼夜和季节的变化而变化。日变化的影响深度较小，一般为 $1 \sim 1.5 \text{ m}$ ；年变化影响范围可达 $20 \sim 30 \text{ m}$ 。

(2) 常温层 位于变温层之下，温度基本保持常年不变，与当地的年平均气温大致相当。各地常温层的深度随纬度和海拔高度的不同而异。一般情况下在中纬度地区较深，在两极和赤道地区较浅；在内陆地区较深，在滨海地区较浅。

(3) 增温层 常温层以下的地带，只受地球内热的影响，温度随深度的加大而升高。在

增温层内，温度随深度增加的速度，不同地区有差别。常把深度每增加100 m 温度所升高的数值叫做地热增温率，又叫地温梯度，单位为 $^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 。

地温梯度的数值一般为 $0.9\sim 5.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。大陆上的多数地区，一般在 $2\sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 之间，平均为 $3\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 。地温梯度高于正常值的现象称为地热异常。地热异常往往表明地下埋藏着高温的热水和蒸气，或可能有岩浆形成。在矿区，受地热影响矿井下冬暖夏凉，但在矿井较深处，地热可能导致温度过高。

4. 重力

重力是垂直地球表面使物体向下的一种作用力，其值是地心对地表物质的引力和该处地球自转离心力的合力。在地球表面，由于地心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。地球的引力是随着纬度的增高而增大的，所以重力向地球的两极方向逐渐增大。

地球上某一点的重力值可以根据有关公式进行计算，得出的数值为理论重力值。用重力仪还可测得任一地点的实际重力值。如果某一点的实测重力值与理论值有偏差，称为重力异常。引起重力异常的原因很多，主要与地壳的物质组成和地形起伏有关。密度较大的金属物质如铜、铅、锌、铁、镍、钴等元素的分布区，实测重力值要大于理论值，称为正重力异常；在石油、煤、石膏等密度较小的物质分布区，实测重力值小于正常值，称为负重力异常。重力勘探就是应用这一原理来寻找地下矿产的。

5. 地磁

地球是一个大磁体，在它周围存在着一个大磁场，称做地磁。地磁场的南北两极与地理的两极不一致，因此地磁子午线（地质罗盘的磁针所指南北方向的延长线）与地理子午线（地理南北极在地表的连线）不重合，其间有一夹角，这个夹角叫做磁偏角。磁子午线偏在地理子午线东边者为正，偏西为负。当用地质罗盘测量地理方向时，必须加以校正，在罗盘读数上加上或减去当地的磁偏角。此外，磁针只有在接近于赤道的地方才真正处于水平状态，在其他地区总是倾斜的，在两磁极则直立。磁针与水平面的交角称为磁倾角，磁倾角向两极方向有规律地增大。为了使磁针保持水平，通常在地质罗盘的指南针或指北针上绕上细铜丝，以抵消磁倾角的影响。

地下磁性物质的局部变化可以引起地磁异常。磁铁矿、镍矿、超基性岩等高磁性的矿物和岩石，其磁异常值大于正常值，称为正异常；金矿、铜矿、盐矿、石油、花岗岩等低磁性或反磁性的矿物和岩石，其异常值小于正常值，称为负异常。根据地磁异常可勘测出地下的磁性岩体和矿体。

6. 地电

地球具有导电性。地壳中岩石的岩性不同，其电导率有很大差别。例如，沉积岩的电导率大于结晶岩；孔隙率大且充水的岩石电导率大于孔隙率小而不含水的岩石。电法勘探正是基于岩石的这一性质。

五、地壳的化学成分

地球化学分析表明，元素周期表内所列的元素中，有90多种可以在地壳中找到，但各种元素的含量差别悬殊。其中仅氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁、钛、氢等十几种元素就占99.96%，前4种占88.13%（表1-1）。