

煤炭技工学校“十一五”规划教材



中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

煤矿地质与矿图

MEIKUANG DIZHI YU KUANGTU

煤炭工业出版社

煤炭技工学校“十一五”规划教材

煤矿地质与矿图

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

全书共十章。第一章,地球概况及地质作用;第二章,矿物与岩石;第三章,地史基础知识;第四章,地质构造;第五章,影响煤矿生产的地质因素及其处理;第六章,煤、煤层、煤系和煤田;第七章,矿井水文地质与工程地质;第八章,煤矿主要地质图件及地质说明书;第九章,矿井储量管理;第十章,煤矿矿图。其中第一章内有地温知识、化学风化知识训练,第二章内有矿物岩石综合训练,第三章内有地层的接触关系训练,第四章内有单斜构造产状要素的表示方法及褶皱要素认识的训练,第五章有断层的处理的训练,第六章有煤的成分分析训练和认识煤层顶、底板的训练;第七章有矿井实际涌水量测量方法训练,第十章有工业广场平面图、采掘工程平面图及其他矿图识图训练。各章末均有复习思考题。

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

煤炭技工学校“十一五”规划教材

煤矿地质与矿图

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 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

北京密云春雷印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 14¹/₂ 插页 1

字数 341 千字 印数 1—5,000

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978—7—5020—3094—0 / TD163
TD171

社内编号 5895

定价 29.00 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

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会

名誉主任	朱德仁					
主任	邱江					
常务副主任	刘富					
副主任	刘爱菊	吕一中	肖仁政	张西月	郝临山	魏焕成
	曹允伟	仵自连	桂和荣	雷家鹏	张贵金	韩文东
	李传涛	孙怀湘	程建业			
秘书长	刘富	(兼)				
委员	(按姓氏笔画为序)					
	牛宪民	王枕	王明生	王树明	王朗辉	甘志国
	白文富	仵自连	任秀志	刘爱菊	刘富	吕一中
	孙怀湘	孙茂林	齐福全	何富贤	余传栋	吴丁良
	张久援	张先民	张延刚	张西月	张贵金	张瑞清
	李传涛	肖仁政	辛洪波	邱江	邹京生	陈季言
	屈新安	林木生	范洪春	侯印浩	赵杰	赵俊谦
	郝临山	夏金平	桂和荣	涂国志	曹中林	梁茂庆
	曾现周	温永康	程光岭	程建业	董礼	谢宗东
	谢明荣	韩文东	雷家鹏	题正义	魏焕成	
主编	王慎南					
副主编	陈兴元					
参编	刘善忠	褚峰				

前 言

为适应煤炭工业新形势对煤炭职业教育和职工培训工作的要求，加快煤炭职业教育教材建设步伐，坚持“改革创新、突出特色、提高质量、适应发展”的指导思想，完成“创新结构、配套专业、完善内容、提高质量”的工作任务，中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会于2004年5月份召开了第一次全体会议，对煤炭行业职业教育教材建设工作提出了具体意见和要求。经过几年的工作，煤炭行业职业教育教材建设工作进展顺利，煤炭行业职业教育教材建设“十一五”规划已经完成，新的教学方法研究和新的教材开发都取得了可喜成绩。一套“结构科学、特色突出、专业配套、质量优良”的煤炭技工学校通用教材正在陆续出版发行，将为煤炭职业教育的不断发展提供有力的技术支持。

这套教材主要适用于煤炭技工学校教学及工人在职培训、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。

《煤矿地质与矿图》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、教学大纲的规定编写的，经中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会审定，并认定为合格教材，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。

本教材主编为江苏工贸高级技工学校王慎南同志，副主编为陈兴元同志，徐矿集团规划处刘善忠同志主审。其中，王慎南编写了第一、二、三、四章，刘善忠编写了第五章，褚峰编写了第六章，陈兴元编写了第七、八、九、十章及全书中的训练部分。书中图件由杜宗辉绘制。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，书中难免有不当之处，恳请广大读者批评指正。

中国煤炭教育协会职业教育教材
编审委员会

二〇〇七年四月

目 录

第一章 地球概况及地质作用.....	1
第一节 地球概况.....	1
第二节 地质作用.....	8
复习思考题	16
第二章 矿物与岩石	17
第一节 矿物	17
第二节 岩石	25
复习思考题	41
第三章 地史基础知识	42
第一节 地质年代单位和地层单位	42
第二节 地史研究基本方法	46
复习思考题	50
第四章 地质构造	51
第一节 单斜构造	51
第二节 褶皱构造	57
第三节 断裂构造	60
复习思考题	71
第五章 影响煤矿生产的地质因素及其处理	72
第一节 褶曲对煤矿生产的影响及其处理	72
第二节 断裂构造对煤矿生产的影响及其处理	75
第三节 岩浆侵入体对煤矿生产的影响及其处理	83
第四节 喀斯特陷落柱对煤矿生产的影响及其处理	87
第五节 矿井瓦斯、地温对煤矿生产的影响及其处理	90
复习思考题	94
第六章 煤、煤层、煤系和煤田	96
第一节 煤	96
第二节 煤层.....	112
第三节 含煤岩系.....	122
第四节 煤田.....	124
复习思考题.....	128
第七章 矿井水文地质与工程地质.....	130
第一节 地下水的基本知识.....	130
第二节 矿井充水条件.....	140

第三节 矿井水害防治·····	146
第四节 矿井水文工程地质·····	156
复习思考题·····	166
第八章 煤矿主要地质图件及地质说明书·····	167
第一节 煤矿主要地质图件·····	167
第二节 地质说明书·····	179
复习思考题·····	190
第九章 矿井储量管理·····	191
第一节 矿井储量计算·····	191
第二节 矿井“三量”管理·····	196
复习思考题·····	198
第十章 煤矿矿图·····	199
第一节 矿图概述·····	199
第二节 井田区域地形图及工业广场平面图·····	200
第三节 井底车场平面图·····	203
第四节 采掘工程图·····	204
第五节 主要巷道平面图·····	212
第六节 井上下对照图·····	214
复习思考题·····	221
附录 A 地质年代（年代地层）表（旧表）·····	223
参考文献·····	224

第一章 地球概况及地质作用

地球是宇宙中的一颗行星，自形成以来已经历了漫长的演变时期，地质作用促进了地球的演变。地球是地质作用的物质基础，地球物质的物理和化学性质影响地质作用的发生和进行；其他天体与地球互相联系、互相影响，也促进了地球的变化和发展。

第一节 地球概况

【知识要点】

1. 太阳系的组成
2. 地球的形状与大小
3. 地球的构造
4. 地球的主要物理性质

【课程内容】

一、太阳系的组成

太阳系是由受太阳引力约束的天体组成的系统。太阳系由太阳（恒星）、8颗大行星（原为九大行星，自内向外依次为水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星，2006年8月24日国际天文学联合会大会决议：冥王星被视为太阳系的矮行星）、66颗卫星（原有67颗，冥王星的卫星被剔除）、无数小行星、彗星、流星体以及大量尘埃物质和稀薄的气态物质等组成（图1-1）。

太阳系目前以海王星轨道为边界，直径约为 $89.9 \times 10^8 \text{ km}$ 。

二、地球的形状与大小

地球位于太阳系天体中，是8颗大行星之一，按距太阳由近及远的次序数是第3颗，它与太阳的平均距离为 $1.495\,978\,70 \times 10^{11} \text{ m}$ （图1-2）。地球不停地绕着自转轴由西向东自转，地球赤道上自转的线速度为 465 m/s 。在地球自转的同时，还围绕太阳在椭圆形的轨道上公转，公转的平均速度为 29.79 km/s 。由地球自转产生的惯性离心力，使地球由两极向赤道逐渐膨胀成为旋转椭球形状，极

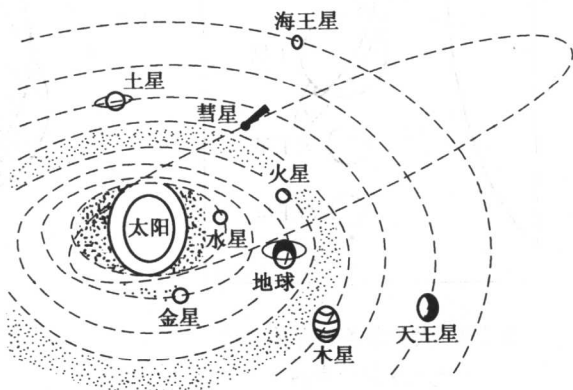


图 1-1 太阳系模式

半径比赤道半径约短 21 km。

1975 年国际大地测量和地球物理联合会第十六届大会推荐的和我国目前采用的“1980 年国家大地坐标系”，地球的大小、质量和密度等数据如下：

地球赤道半径	6 378.140 km
地球的两极半径	6 356.755 km
平均半径	6 371.025 km
扁 率	1/298.257
赤道周长	40 075.964 km
地球的表面积	$5.1 \times 10^8 \text{ km}^2$
地球的体积	$1.08 \times 10^{12} \text{ km}^3$
平均密度	5.518 g/cm ³
地球的质量	$5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$

近年来，人造地球卫星观测的结果也表明，赤道是椭圆形，而不是圆形的。因此，地球的形状可认为是三轴椭球体（图 1-3）。但是，这些差值与地球平均半径相比都很小，所以从太空中看地球，仍是一个圆球体。

地球的自然表面高低起伏，随地而异。现今的地球表面积约为 $5.1 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，基本上可以分为两大部分：陆地和海洋。陆地面积约为 $1.495 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，约占地球总面积的

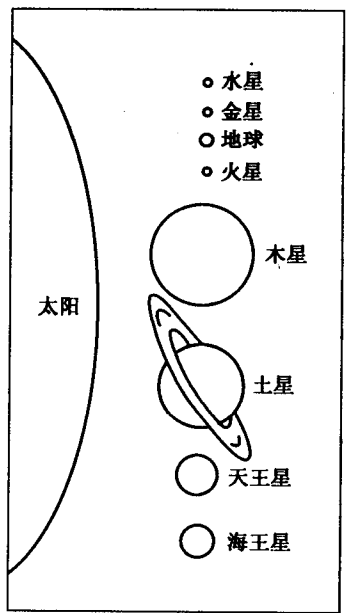


图 1-2 太阳与各大行星相对大小比较示意图

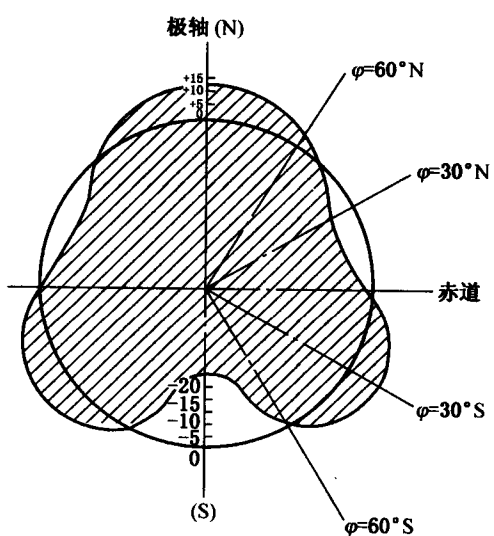


图 1-3 根据卫星测量所得出的地球的形状（夸大）示意图
（引自王维《地球的形状》）
 φ —纬度

29.2%；海洋面积约为 $3.61 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，约占地球总面积的 70.8%。

陆地表面的起伏很大，有高大的山地、高原，有低平原，也有深陷的凹地。世界的最高峰是我国的珠穆朗玛峰，高出海平面达 8 848.13 m；而陆地上一些深陷凹地，有的低至海平面以下，如我国的新疆吐鲁番盆地，最低处低于海平面 293 m。

海底也有很大的起伏，有很高的海底山峰（海山）和海底山脉（海岭），也有很深的海沟（图 1-4）。世界最深的海沟是菲律宾的马利亚纳海沟，其最深点深度为 11 034 m。

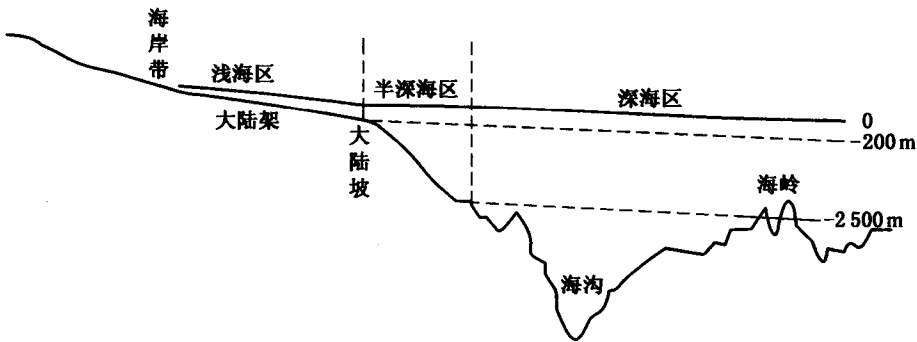


图 1-4 海洋分区及海底地形示意图

综上所述，不论是陆地还是海底，都有比较大的起伏变化。如果把陆地最高处（珠穆朗玛峰）和海洋最深处（马利亚纳海沟）相比，两者相差达 20 km。

三、地球的构造

地球并不是一个均质体，而且具有圈层构造。地球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 1-5）。

（一）地球的外圈层构造

地球的外圈层，上与星际空间，下与地壳之间，没有明显的界线，特别是大气的底层、水圈、生物圈，以及地壳，相互渗透，彼此交织在一起。

1. 大气圈

大气圈是环绕地球的气体层，位于星际空间和地面之间。大气圈是多种气体的混合体，主要有氮气（占 78%）、氧气（占 21%），此外还有少量的二氧化碳、水蒸气和尘埃微粒等。随着距离大陆和海洋表面高度的增加，地球离心力逐渐增大，吸引力减小，空气越来越稀薄。

由于大气层在不同高度上组成成分的特殊

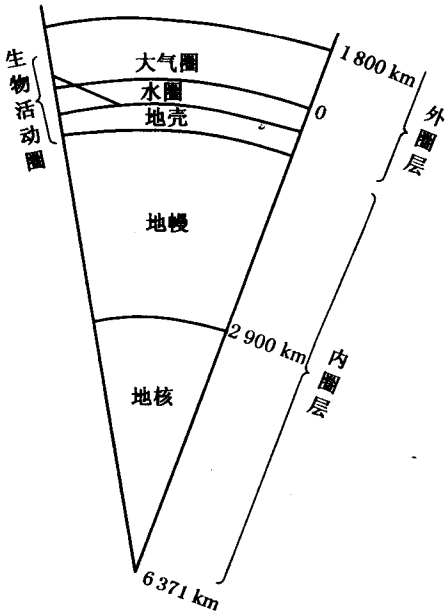


图 1-5 地球的圈层构造

差异和物理性质的不同，从地表向上到高空，大气圈可以分为对流层、平流层、中间层、热层（电离层）和外层（逃逸层）。主要天气现象多发生在对流层中，对流层上方的平流层中有一层可以吸收太阳辐射的大量紫外线，所以大气圈对地球表生地质作用，整个生物界的发育和电信传播都有很大影响。

2. 水圈

水圈是指地球表层由水体构成的连续圈层。地球表面的 70.8% 被海洋所覆盖，占地球上总水量的 97%，陆地上还有河流、湖泊、冰川以及岩层中的地下水。这些水虽然仅占水总量的 3%。然而，它们却与海水组成了一个包围着地球的连续水层。水圈水的总体积约为 $1.4 \times 10^9 \text{ km}^3$ 。水圈的水，在太阳辐射热的影响下，不断地进行水循环，表现为蒸发和降水，永不止息的运动着，成为改变地球面貌的重要动力之一。水圈的存在，对生命的起源、生物界的演化发展和沉积矿产的形成起着十分重要的作用。

3. 生物圈

凡是有生物活动的范围称为生物圈。在大气圈中（主要在底层），水域内，岩石的洞穴、裂隙，以及土壤里，都有各种各样的生物生存和繁殖着。在这个生物分布的范围，生物的繁殖活动和生物遗体的堆积，为矿产资源的形成创造了物质条件（如煤、石油等）；

各种生物类群的遗体 and 遗迹，保存在地球历史各阶段的岩层中，为地球的沧桑变化留下了最宝贵的见证。

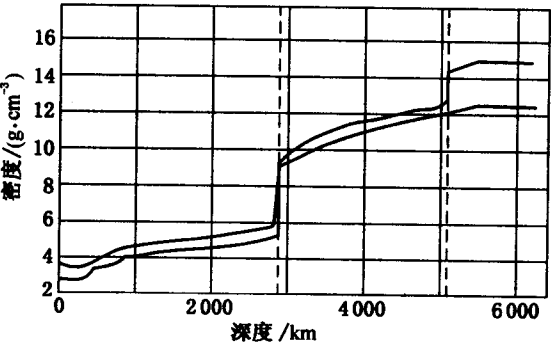


图 1-6 地球内部物质的密度随深度变化情况

(二) 地球的内圈层构造

根据对地震资料的研究，发现地球内部地震波的传播速度，在两个深度上作显著跳跃式的变化（图 1-6），反映出地球内部物质以这两个深度作为分界面。上分界面的深度很不一致，在大陆区比较深，最深可达 60 km 以上；在大洋区较浅，最浅不足 5 km。

这个界面是南斯拉夫地球物理学家莫霍洛维奇于 1909 年发现的，称做莫霍间断面，简称莫霍面。第二个界面深度在 2 898 km，是由美国地球物理学家古登堡于 1914 年提出的，简称古登堡面，又称核-幔界面。根据这两个界面把地球内部分为地壳、地幔和地核 3 个圈层。

1. 地壳

地壳为地球最表面的一层外壳，位于地幔之上，以莫霍面为界与地幔分开。地壳的厚度各地有很大的差异，大洋地壳较薄，平均厚 6 km，最厚约 8 km，最薄处不到 5 km；大陆地壳较厚，平均厚 35 km，最厚处可达 70 km（如青藏高原）；说明地壳下界是起伏不平的。

地壳的表层由未固结或已固结的各种沉积岩、变质岩所组成。地壳的上层为花岗岩层组成，该层的物质成分近似花岗岩类，其化学成分富含硅铝，故又称硅铝层。地壳的下层为玄武岩层，其化学成分除硅铝外，铁镁相对增多，故又称硅镁层（图 1-7）。

2. 地幔

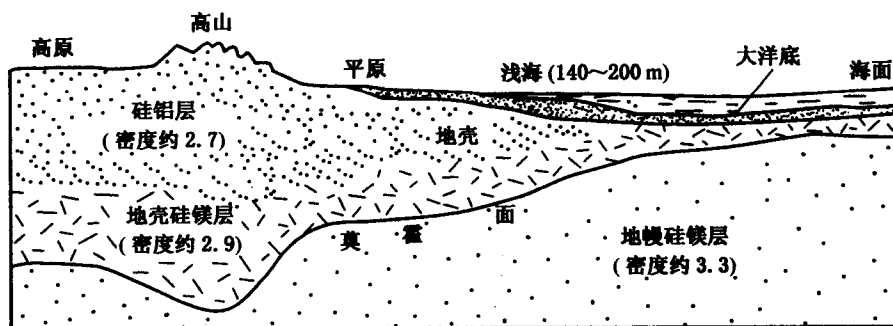


图 1-7 地壳结构示意图

地幔位于莫霍面和古登堡面之间，由地壳以下到深度为 2 898 km 的部分。在地下 984 km 深度处存在一个分界面，它将地幔分为上地幔和下地幔。上地幔成分除硅、氧外，铁镁较地壳显著增加，铝退居次要地位，总的成分类似橄榄岩，物质状态属固态结晶质，塑性增大。下地幔物质成分除硅酸盐外，金属的氧化物和硫化物，特别是铁镍显著增加，物质状态属非晶质固态，塑性很大。

3. 地核

地核位于古登堡面以下至地心。地核分为外核与内核，其分界面在 5 125 km 深外。由于横波 (S) 不能穿过外核，所以认为外核处于流体状态；纵波 (P) 可穿过整个地核，但传播速度较地幔下部有显著的降低。地核的成分，推测为富含铁、镍的复杂物质，是非晶质状态。

四、地球的物理性质

地球的主要物理性质包括它的质量、密度、压力、重力、磁性（地磁）、温度（地热）、放射性等。

1. 地球的质量与密度

地球的体积很大，它的质量不能直接测定，而是根据万有引力定律计算出来的。计算的地球质量为 5.976×10^{24} kg。根据地球的质量与地球体积的关系，可以计算出地球的平均密度为 5.52 g/cm^3 。实际测定地壳上部物质（岩石）的平均密度为 2.75 g/cm^3 ，地幔的密度为 $3.32 \sim 5.66 \text{ g/cm}^3$ ，地核的密度为 $9.71 \sim 13.0 \text{ g/cm}^3$ 。地球内部密度的变化反映了地球内部物质成分和存在状态的不同（图 1-7）。

2. 地球的重力

地球表面的重力是地心对地面物质的引力和地球自转离心力的合力。引力的大小与距离的平方成反比。对重力来讲，离开地心越远，重力越小。地球是一个旋转的近乎椭圆形的球体，它的极半径小于赤道半径，所以自赤道向两极，重力是增加的。地球自转产生的离心力也对重力有影响，而离心力是自赤道向两极减小的，它也使重力自赤道向两极增加。总之，随纬度的变化可以计算出各不同纬度的重力值，这就是重力的正常值。但是构成地球的物质是不均匀的，它们的密度不同，因此实际观察的重力值与理论计算的重力值

往往有一定偏差,这种偏差叫重力异常。重力异常,有正有负,在密度较大的物质分布地区,如铁、铜、锌等金属矿区,测得重力值要大于理论上的正常值,叫正异常;在煤、石膏等密度较小的物质分布地区,测得重力值小于正常值,叫做负异常。因此重力异常对于了解地下岩石的性质,矿体的分布和地质构造有重要的意义。

3. 地磁

地球相当于一个巨大的磁铁,它也有两极,但地球的磁极与地理上的两极并不重合。现在的地磁北极位于北纬 71° ,西经 96° ;地磁南极位于南纬 75° ,东经 156° 。因此,地磁子午线与地理子午线之间有一个夹角,叫磁偏角。磁偏角的大小和偏向(东偏或西偏)各地不同,连接各地磁偏角相等的线,叫磁偏线。磁针除了向东或向西的偏角以外,它与水平线还存在着一定的夹角,叫磁倾角,磁倾角的数值也因地而异。在磁极的地方,磁倾角为 90° ,赤道上磁倾角为 0° 。连接各地相等磁倾角的线,叫磁倾线。此外,地球上各地所受的磁力的大小,即磁场强度不相同,磁场强度在磁极最大,向赤道减小。

上述磁偏角、磁倾角、磁场强度,一般称做地磁三要素。根据这3个要素的分布规律,在理论上可以确定某一点的地磁正常值,但由于各地岩石的磁性不同,构造不同,地磁正常值常与实测数值有一定的偏差,称为磁力异常。通过磁力异常的研究,可以了解地下岩石的性质,有无带磁性矿体存在,以及地质构造的特点。

4. 地压

地压是地球内部的压力,主要是指静压力。由于地球的表层覆盖着很厚的岩层,这些岩层本身具有很大的重量,而这些重量对它下面的岩层施加压力。这种来自上覆岩层的静压力是随着深度的增加逐渐增加的。由于地壳表层岩石的平均密度为 2.75 g/cm^3 ,所以地下浅处的平均静压力计算数据如下:

距地表 100 m 处 $2.75 \times 10^6\text{ Pa}$;

距地表 500 m 处 $1.375 \times 10^7\text{ Pa}$;

距地表 1 000 m 处 $2.75 \times 10^7\text{ Pa}$;

距地表 5 000 m 处 $1.375 \times 10^8\text{ Pa}$ 。

除上述静压力外,地压还包括来自地壳运动的应力。这种地应力通常以水平力为主,具有方向性,并可在某些地段更为集中。在煤矿区,可以通过对地质构造的分布研究地应力的分布,来解决巷道维护及煤与瓦斯突出预测等矿井开采过程中经常遇到的问题。

5. 地热

地热指地球内部的热量。地球内部温度的分布如图 1-8 所示。地球的热源来自两个方面:在地球表面,主要来自太阳的辐射热,叫做外热;地球本身具有的热能,称为内热。根据地壳的一定深度内热量的来源及温度变化的规律,将其划分为变温层(外热层)、常温层(恒温层)、增温层(内热层)。

变温层位于地球表层,地温主要受外热变化影响,随着昼夜和季节的变化而变化。其中,受昼夜温度变化影响的深度一般为地表向下 $1\sim 1.5\text{ m}$,受每年四季温度变化影响的深度范围一般为 $10\sim 20\text{ m}$ 。

常温层位于变温层之下,地温不受外热变化的影响,基本稳定在当地的年平均温度上。常温层的范围,一般可达地下 $20\sim 30\text{ m}$ 。

增温层位于常温层之下,地温受到内热的影响,随着深度的增加而有规律地升高。在

增温层内，温度随深度增加而升高的速度，不同地区有所不同。如在北京房山，深度每增加 50 m，地温升高 1℃；在大庆油田，深度每增加 20 m，地温升高 1℃。常用“地热增温率”和“地热增温级”表示地温的变化率。

地热增温率又称地温梯度，指在年常温层以下，深度每增加 100 m 增加的地温值，单位为“℃/100 m”。地壳的平均地热增温率为 3℃/100 m。

地热增温级指在年常温层以下，地温每升高 1℃所增加的深度，单位为“m/℃”。地壳的平均地热增温级为 33 m/℃。

一个地区地热增温率和地热增温级的大小，能反映该地区的地热状况，它往往与当地的地质构造、岩石的导热性能，岩浆活动以及水文地质情况有关。

根据各地的地热增温率资料，可以画出等温线，进而圈定地热异常区，为勘探和开发利用地热资源提供依据。地热对矿井生产有一定的影响。当采掘工作进入较深水平时，要充分考虑地热问题，因为井下气温过高，会直接影响工人的健康、生产效率和安全等。为此《煤矿安全规程》规定采掘工作面的空气温度不得超过 26℃，若超过规定，应采取降温措施。

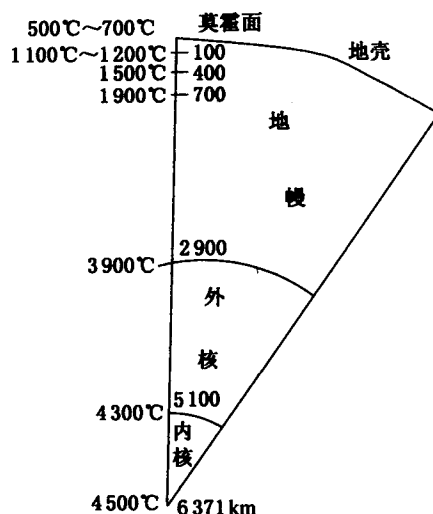


图 1-8 地球内部温度分布示意图

【地温知识训练】

一、训练目标

根据地热增温率知识，测量一个矿井不同深度的矿井温度，以达到对地热增温率的理解与认识。

二、训练用工具与器材

温度计、文具、防护工作服。

三、学生相关理论知识的准备

- (1) 复习变温层、常温层、增温层、地热增温率概念。
- (2) 阅读以下地温预测实例，为测量井下地温作准备。

一煤矿现开拓水平标高为 -730 m，地表标高为 +100 m，常温层深度为 30 m，常温层温度为 10.5℃，计算 -730 m 开拓水平的温度（图 1-9）。

该矿 -730 m 开拓水平的温度应为

$$10.5^{\circ}\text{C} + [(+100\text{ m} - 30\text{ m}) - (-730\text{ m})] \times 3^{\circ}\text{C}/100\text{ m} = 34.5^{\circ}\text{C}$$

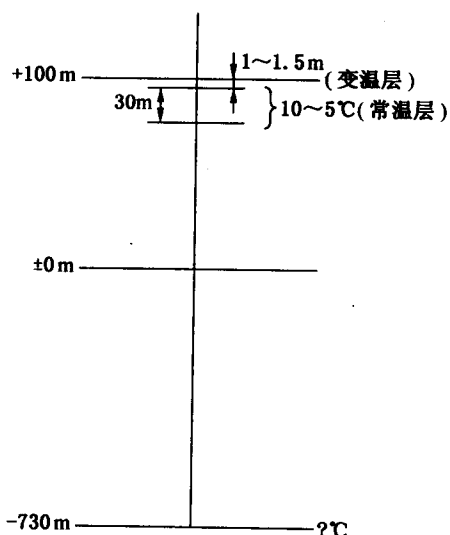


图 1-9 某矿地温计算分析示意图

四、训练方法与步骤

- (1) 收集所在实习矿井的地面标高资料。
- (2) 收集所在实习矿井不同水平巷道的标高资料。
- (3) 了解当地恒温层的温度。
- (4) 在一个矿井测量不同水平的地温。
- (5) 检验某水平测出的温度与计算出的温度是否基本一致。

五、注意事项

- (1) 实习前做好各方面的准备，如准备好测量用的文具、温度计等。
- (2) 要有实习所在的煤矿方面的专业人员带领，特别要注意安全，要加强纪律性。
- (3) 在施测时，要看清周围的环境，在确定毫无安全隐患的情况下，方可以进行观测。
- (4) 观测完毕后，要注意检查所带的物品，以免丢失。

第二节 地质作用

【知识要点】

1. 内力地质作用
2. 外力地质作用

【课程内容】

地壳自形成以来，一直在不断地运动、变化和发展着，促使地壳的物质成分、构造和表面形态等不断变化和发展的各种作用，统称地质作用。地质作用是地质动力引起的，产生地质动力的能源来自太阳辐射、日月引力、重力和放射性元素蜕变等等。根据发生地质作用的主要部位，地质作用可分为内力地质作用和外力地质作用两个基本类型。

一、内力地质作用

内力地质作用是指由地球自转、重力和放射性元素蜕变等地球内部的能产生的地质作用。这类地质作用多发生在地下深处，有的可波及地表。它包括地壳运动，岩浆活动，变质作用和地震作用。

(一) 地壳运动

在内力地质作用下，地壳发生长期而缓慢的运动，称为地壳运动。地壳运动按其运动方向，分为升降运动和水平运动。

地壳的升降运动在誉为世界屋脊的喜马拉雅山脉留下明显的痕迹。根据该区的岩层资

料，在 3 000 万年以前却是一片汪洋大海，长期处于下降地区，接受巨量沉积物，形成厚达三万余米的沉积岩。后在地壳上升运动作用下，原来位于 30 km 深处的岩石，今天可在海拔 2 000 m 以上的高处找到，可见它上升的速度和幅度之大。至今，喜马拉雅山脉仍以 17~18.2 mm/a 的速度上升。

意大利那不勒斯湾海边的波簇奥里镇，建于公元前 105 年罗马帝国时代，1538 年努渥火山喷发时被火山灰掩埋，于 1742 年被挖掘出来。挖掘发现，一所建筑物的 3 根高达 12 m 的大理石柱，柱子下段约有 3.6 m 被火山灰掩埋，柱面光滑，柱子中段约长 2.7 m 处被海生动物蛀蚀成许多小孔；柱子上段已遭风化，不很光滑（图 1-10）。根据这些地质遗迹和历史资料，可知这座古建筑在两千多年中几度沧桑。由于地壳缓慢下降，海水侵入，淹没了柱子的中段，至 18 世纪中叶又缓慢上升到地表，20 世纪初又开始下沉，表明那不勒斯海湾近代正处在交替的升降运动中。

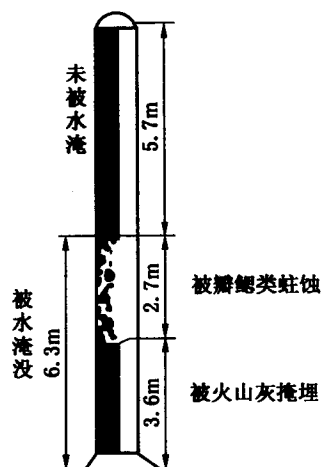


图 1-10 意大利波簇奥里小城镇遗址中的大理石柱素描图

地壳发生的水平方向的运动，如在 1926 年精确地测定了世界 52 个天文台彼此间的位置，1933 年第二次测量时发现，北纬 45° 处欧洲天文台之间的距离在扩大，7 年中平均每年移动 65 cm。

地壳运动可使岩层发生褶皱、断裂，改造地表起伏乃至海陆变迁，还会导致气候变化，影响生物的分布及外力地质作用。

（二）岩浆活动

1. 岩浆的概念

岩浆是地壳深部或上地幔物质部分熔融而产生的炽热熔融体。岩浆的温度可达 1 300 ℃ 或更高，压力可达数千个大气压。其主要成分是硅酸盐及部分金属硫化物、氧化物和挥发物质（ H_2O ， CO_2 ， H_2S 等气体）。

2. 岩浆活动类型

岩浆活动是指地下深处岩浆沿构造破裂带侵入到地壳内，甚至喷出地表的过程。岩浆活动有侵入和喷出两种方式。

岩浆从深部向上运移、侵位，温度逐渐降低，在地壳上部某处（未达地表）冷却凝固，此作用过程称为岩浆侵入作用。岩浆侵入地壳内冷凝后形成的岩石称为侵入岩。由侵入岩构成的岩体，称为侵入岩体。岩浆直接喷出或溢出地表的活动称为火山作用或喷出作用。流出地面的岩浆称为熔岩，其冷凝后形成的岩石称为喷出岩。

3. 岩浆侵入方式及其产状

侵入岩体的产状是指其大小、形状，与围岩的相互关系（图 1-11）。围岩是指与侵入体直接接触的周围岩石或煤层。根据侵入岩（体）的规模、形成深度的不同，将其分为：深成岩（侵入体）、浅成岩（侵入体）和超浅成岩（侵入体）。

（1）深成侵入体产状 深成侵入体的形成深度大于 3 km，岩浆冷凝、结晶时间较充分，可形成结晶颗粒大而均匀的深成岩。由于岩体规模和形状的不同，深成侵入体又分为

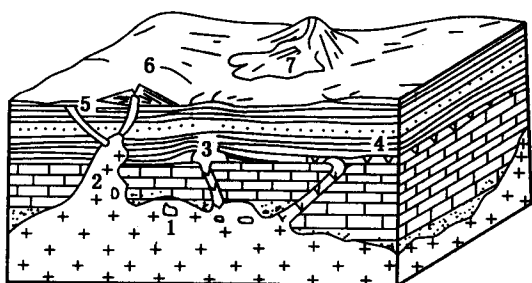


图 1-11 岩浆岩体产状示意图

1—岩基；2—岩株；3—岩盘；4—岩床；
5—岩墙和岩脉；6—火山锥；7—熔岩流

岩基、岩株两种类型。

岩基 一种规模巨大、形状不规则的深成侵入体（图 1-11），常与围岩呈不整合接触关系；出露面积大于 100 km^2 ，常可达数百、上千甚至上万平方千米；多由酸性火成岩组成，常见者为花岗岩体。

岩株 一种规模较岩基小的侵入体（图 1-11），平面形态近似圆形，出露面积小于 100 km^2 ，向下呈柱状或近似柱状延伸。

岩基和岩株在侵入冷凝过程中常有围岩碎块落入，称为捕虏体。大的浅成岩体中也常有捕虏体。

(2) 浅成和超浅成侵入体产状 浅成和超浅成侵入体形成于地壳浅部，其形成的深度一般小于 3 km 。其中浅成岩形成的深度一般为 $1.5 \sim 3 \text{ km}$ ，超浅成岩一般为 $0.5 \sim 1.5 \text{ km}$ 。由于此类侵入体岩浆冷凝的时间短，速度快，所以矿物结晶一般较小，常因矿物结晶先后的差异，晶体大小差别明显。常见的浅成、超浅成侵入体有岩床、岩盘和岩墙等。

岩床 岩浆顺围岩层面侵入形成的层状或似层状岩体（图 1-12）。其规模变化较大，厚薄比较均匀，厚度可以从不到 1 m 至数百米。在有岩浆侵入的煤矿区，岩浆呈岩床侵入煤层，使煤层全部或部分遭受到破坏，降低甚至失去开采价值。

岩盘 又称岩盖。岩浆沿裂隙和层面侵入到岩层之间，由于向上顶力很大，将上覆岩层拱起而形成穹隆状的岩体（图 1-11，图 1-13）。岩盘直径可达数千米，厚度可达 1 km ，顶板多被剥蚀，其顶底均与围岩的层理平行。岩盘主要由酸性岩组成，也有由中、基性岩组成的。

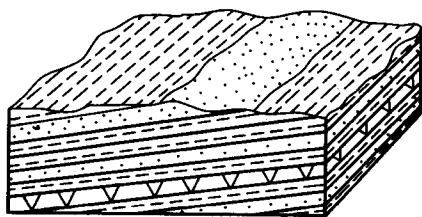


图 1-12 岩床立体图

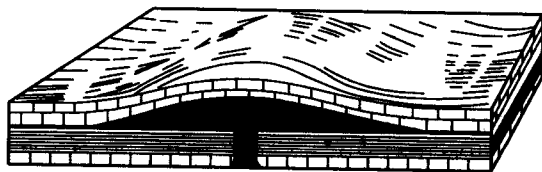


图 1-13 岩盘立体图

岩墙 岩浆沿着大致垂直于层面的裂隙或断层侵入围岩而成的板状岩体。它对煤层的破坏性一般不大（图 1-14）。

（三）变质作用

地壳中原来已存在的岩石（可以是火成岩、沉积岩及早已形成的变质岩），由于受到构造运动、岩浆活动或地壳内热流变化等内力的影响，以及陨石冲击的瞬时热动力作用等，使岩石在固态（或基本保持固态）情况下发生矿物成分、结构、构造，甚至化学成分