



煤炭技工学校“十二五”规划教材

CAIMEI GAILUN

采煤概论

■ 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

煤炭技工学校“十二五”规划教材

采 煤 概 论

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 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

采煤概论/中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会
编. --北京:煤炭工业出版社, 2012 (2015.9 重印)

煤炭技工学校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5020-4028-4

I. ①采… II. ①中… III. ①煤矿开采—技工学校—
教材 IV. ①TD82

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 061809 号

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

煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm^{1/16} 印张 17^{1/4}
字数 403 千字 印数 13 001—16 000
2012 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月第 3 次印刷
社内编号 6851 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

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	(按姓氏笔画排序)				
	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	汪佑武				
主参编	曹祺	宋永斌			

前 言

“十二五”期间，煤炭职业教育必须坚持认真贯彻党的教育方针，全面实施素质教育；坚持以服务为宗旨、以就业为导向、以提高质量为重点，立足煤炭、面向社会办学，增强职业教育服务煤炭工业发展和社会主义现代化建设的能力；深化人才培养模式改革，完善教学内容，创新教学方法，突出职业技能培养，全面提升学生的综合素质和职业能力。为此，中国煤炭教育协会组织煤炭行业职业教育专家编制了《煤炭技工学校专业目录》并在劳动和社会保障部备案，同时完成了《煤炭职业教育“十二五”教材建设规划》编制工作，提出了教材建设工作继续坚持“改革创新、突出特色、提高质量、适应发展”的指导思想，新的教学方法研究和教材开发工作进展顺利，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“十二五”规划教材正在陆续出版发行，将为煤炭职业教育的创新发展提供有力的技术支撑。

这套教材主要适用于煤炭技工学校教学、工人在职培训和就业前培训，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。

《采煤概论》教材是这套教材中的一种，是根据中国煤炭教育协会发布并经劳动和社会保障部认可的全国煤炭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、工人在职培训和就业前培训的必备的统一教材。

本教材由淮南职业技术学院汪佑武主编。其中，汪佑武编写了第一章、第二章、第五章、第六章和第八章；曹祺编写了第四章；宋永斌编写了第七章。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。

中国煤炭教育协会职业教育

教材编审委员会

2012年6月

目 次

第一章 煤矿地质知识	1
第一节 地壳运动及地质构造	1
第二节 煤的形成及赋存特征	13
第三节 煤田地质勘探及矿井储量	21
第四节 矿图基础知识	25
第二章 煤矿开采概述	34
第一节 煤矿开采的基本概念	34
第二节 矿井生产系统	40
第三章 井田开拓	43
第一节 井田开拓方式	43
第二节 井底车场及大巷布置	56
第三节 矿井开采顺序和技术改造	62
第四章 井巷掘进与支护	67
第一节 概述	67
第二节 巷道掘进	71
第三节 巷道支护	90
第四节 井筒施工	98
第五章 采煤方法	103
第一节 采煤方法概述	103
第二节 矿山压力基础知识	105
第三节 缓斜、倾斜薄及中厚煤层长壁采煤法	111
第四节 采煤工艺	122
第五节 厚煤层长壁采煤法	141
第六节 急倾斜煤层采煤方法	150
第七节 其他类型采煤方法	159
第六章 矿井通风	175
第一节 矿井空气	175

第二节	矿井通风压力与阻力	178
第三节	矿井通风系统	183
第四节	矿井通风管理	194
第七章	矿井灾害防治	198
第一节	矿井瓦斯	198
第二节	矿尘及矿井防灭火	206
第三节	矿井防治水及顶板灾害	216
第四节	矿山自救与互救	219
第八章	矿井其他生产系统	224
第一节	工业场地布置及地面生产系统	224
第二节	矿井运输与提升	227
第三节	矿井排水系统	238
第四节	矿井动力供应系统	241
第五节	矿井安全避险系统	250
第六节	选煤系统	260
参考文献		265

第一章 煤矿地质知识

埋藏在地下的煤和其他矿产资源，都是地壳物质运动和各种地质作用的产物。因此，了解地壳物质运动的规律，掌握煤炭资源的形成与各种地质作用的关系，了解煤层的性质及其埋藏特征，是从事采矿工作必须具备的基本知识和技能。

第一节 地壳运动及地质构造

一、与采矿有关的地球物理性质

地球的物理性质包括地球的密度、压力、重力、地磁、地热等。地球的物理性质从不同角度反映了地球内部的物质组成、状态和结构，了解地球的物理性质可以更好地为寻找和开发矿产资源服务。

1. 密度

地球的平均密度为 5.52 g/cm^3 ，但实测地表岩石的平均密度为 $2.7 \sim 2.8 \text{ g/cm}^3$ ，地球表面的 71% 分布着海水，其密度 ($4 \text{ }^\circ\text{C}$) 为 1.003 g/cm^3 。说明地球内部物质应具有比地表更大的密度。地震波速度变化的结果也证实了这一点。地球内部密度变化的计算结果表明总趋势是随深度增加而增大，但呈不均匀的阶梯状。在大约 400、650、900、2900 和 4640 km 处均有明显的变化，其中 2900 km 处变化最大，至地心密度达最大值 13 g/cm^3 。密度的这些变化反映了地球内部物质成分和状态的变化。

2. 压力

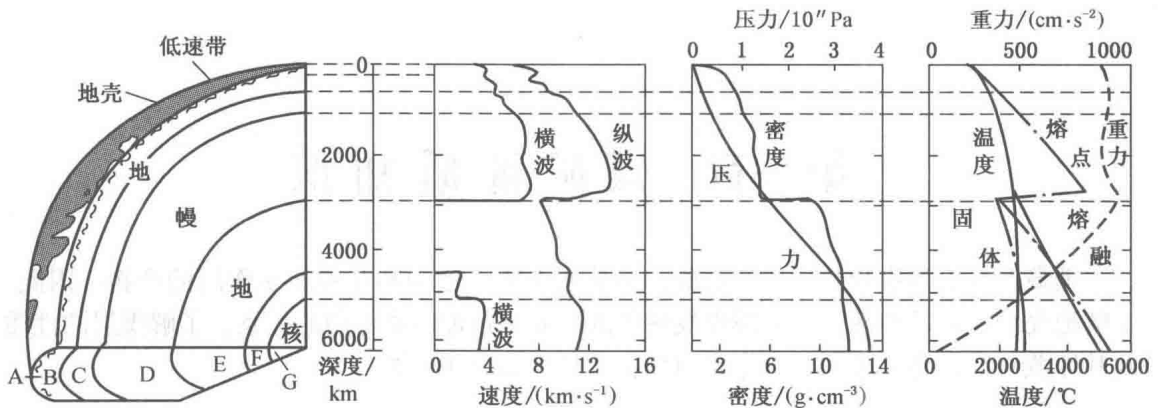
地球内部压力是由上覆地球物质质量产生的静压力和地球运动产生的动压力共同组成的。

静压力大小与地球内部物质的密度及该处的重力有关。地球内部静压力随深度增加而增大，大致为一圆滑曲线，如图 1-1 所示。地壳的平均密度约 2.75 g/cm^3 ，深度每增加 1000 m，压力增加 27.5 MPa。深度随着岩石密度的加大，静压力增加得更快些，静压力在莫霍面附近约为 1.2 GPa，在古登堡面附近约为 135.2 GPa，在地心处可达 361.7 GPa。

动压力通常以水平力为主，具有方向性，并可以在一些地段特别集中。在煤矿生产中，对地压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经常遇到的实际问题。

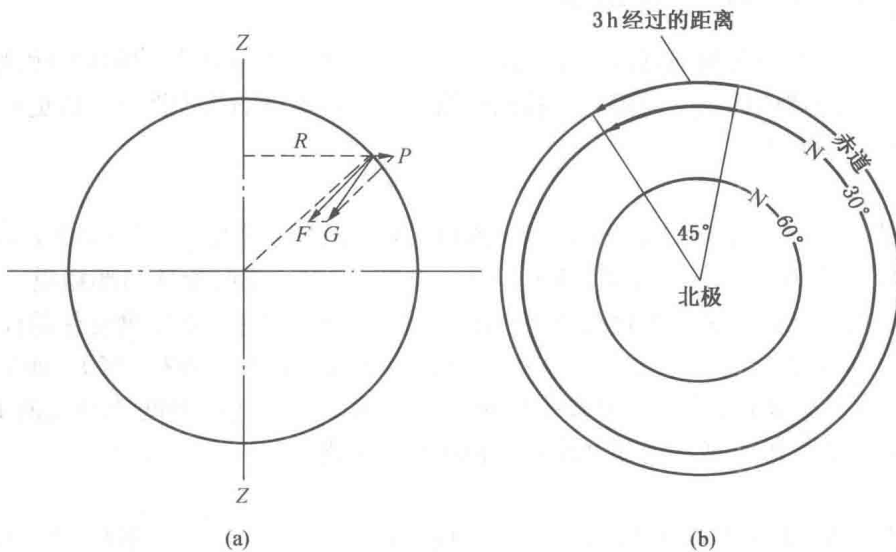
3. 重力

重力是垂直地球表面使物体向下的一种天然作用力，它是由地心引力和地球自转而产生的惯性离心力的合力，如图 1-2 所示。地心引力与距离成反比，因此，地表的地心引力以赤道最小，两极最大；离心力与地球自转的线速度成正比，故地表以赤道处的离心力最大，两极最小。离心力相对地心引力来说是相当小的，以赤道来看，也不过只有该处地心引力的 $1/289$ ，因此，重力方向仍大致指向地心。



A—地壳；B—上地幔上部；C—上地幔下部；D—下地幔；E—外壳；F—过渡带；G—内核

图 1-1 地球的物理性质变化曲线



ZZ—地球自转轴；R—纬度圆半径；G—重力；P—离心力；F—地心引力

图 1-2 重力与地心引力和离心力关系示意图

地球重力作用的空间称为地球重力场。地表上某一点的重力场强度相当于该点的重力加速度，由于地心引力随纬度变化，故地表（以大地水准面为准）重力分布以赤道地区最小，为 9.78 m/s^2 ；两极最大，为 9.83 m/s^2 ；平均为 9.80 m/s^2 。两极比赤道地区重力增加 0.53%。重力除与地理纬度有关外，还受地表地形起伏及地球内部物质的密度及其分布状态的影响。

地表实际测定的重力值往往与理论值不符，这种现象称重力异常。实测值大于理论值的，称正异常；实测值小于理论值的，称负异常。造成重力异常的原因，一方面是由于测点不一定都位于平均海平面的高度，这样测点与平均海平面高度之间的物质，以及周围物体的引力都会影响该点的重力值；另一方面，地壳不同部分物质的密度不同也影响重力

值。在地下由密度较大物质如铁、铜、锌、铅等重金属矿物和基性岩等组成的地区，常显示正异常，而由密度较小物质如石油、煤、盐类等组成的地区，常显示负异常。

4. 地磁

地磁周围空间存在着一个弱磁场，称地磁场。理论和实践证明，地磁场近似于磁偶极子的磁场。它有两个磁极，磁北极为磁偶极子的S极，磁南极为磁偶极子的N极。地磁场的南北两极与地理南北两极不重合，如图1-3所示，磁轴与地球自转轴的夹角为 $11^{\circ}4'$ 。磁极的位置随时间的变化而不断变化。1970年地磁北极位于加拿大北部帕里群岛（ 76°N 、 101°W ），地磁南极位于南极洲（ 66°S 、 140°E ）。

由于地磁极和地理极不一致，因此地磁子午线与地理子午线之间有一夹角，这个夹角称为磁偏角，偏在地理子午线东边的叫东偏角，符号为正；偏在地理子午线西边的叫西偏角，符号为负。另外还发现磁针只是在地磁赤道地区才保持水平，而在磁南极和磁北极地区则处于直立状态，在地磁的两磁极与地磁赤道之间的地区则与水平面有一定的夹角，这个夹角称为磁倾角，以指北针为准，下倾者为正（北半球）；上偏者为负（南半球）。磁针的偏、倾程度实际上反映了磁针在磁场中所受磁力的大小。

地磁极与地理南北极不同，地磁极随时间的变化而变化。1922年至1972年间，磁北极在纬度上移动了 2° ，磁南极则移动了 $4^{\circ}25'$ 。随着磁极的移动，各地地磁要素也在发生变化，由于这个缘故，国际组织规定，每5年需重编世界地磁图。一般认为，地磁场的这种变化是由磁轴变化引起的，而磁轴的变化则是地球内深部物质运动引起的。

地磁场的变化有短期变化和长期变化两种，短期变化是由地球外部原因引起的，有日变化、年变化和突然性变化。日变化的磁偏角变化幅度为几分；年变化可能与电离层及太阳活动的变化有关；突然性变化表现为几天或几小时的磁场强度大幅度变化，这种突然性变化称为磁暴，平均每年发生几次，强度可达几个安培每米。磁暴可导致无线电通信中断、极光出现等，它与太阳黑子、空间电流等现象有关。长期变化的原因尚无定论，可能是地核或地幔物质运动在速度上的差异引起的。

地磁要素长期变化，必须经常测量。通过设在各地的地磁台所测的地磁要素数据，经校正并消除了地磁的短期和局部变化的影响所得到的磁场值叫正常值。如果在实际测定中所测的地磁要素值与正常值偏离，称为地磁异常。地磁异常多为地下磁性物质存在局部变化的标志，可以据此勘测出地下的磁性岩体和矿体，如磁铁矿、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而表现为“正异常”；金矿、铜矿、盐矿、石油、花岗岩等属低磁性或反磁性的矿物和岩石，其异常值小于正常值而表现为“负异常”。

5. 地热

地球内部存在着巨大的热能，从火山口喷出炽热的物质、温泉及深井、钻探孔中实测

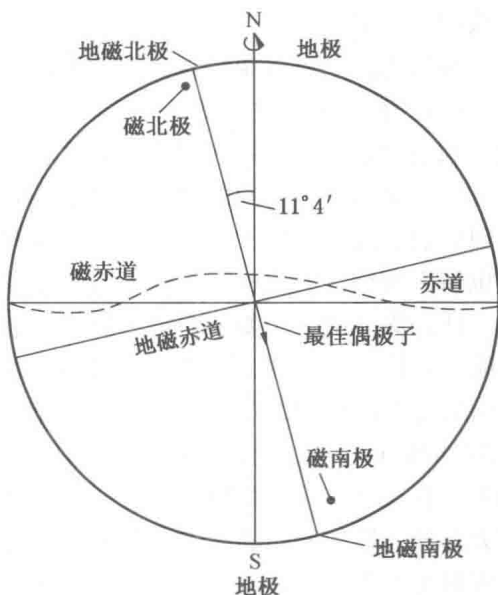


图1-3 现代地理极与地磁极的关系示意图

的数据等事实都可以证明这一点。

地球内部的热来源有二，即太阳辐射能和地内热能。

地壳表层的热主要来自太阳的辐射，它是发生在地壳表层的各种自然现象的重要能源。到达地面的太阳辐射热大部分被辐射回空间，加上岩石的热导率低，仅有约5%的热量可以传导到地下不同的地方。纬度不同和太阳高度不同，使不同纬度地面上所获得的太阳辐射的热能也不同；同一地点因昼夜和季节的变化，使地壳表层所获得的太阳辐射的热能也随之变化，但这种变化的影响深度并不大，平均为15 m。

地壳深部的热主要来自地内热能，地内热能是地球内部的放射性元素蜕变时所放出的热能，以传导、辐射、对流的方式由高温处向低温处传播，并且由地内流向地表。单位时间内通过单位面积的热量称为地表热流，单位为微卡/厘米³·秒（简记 HFU），1 HFU = 41.86 mW/m²。据目前全球实测的数据，发现地表热流的全球平均值为（1.47 ± 0.79）HFU，乘以地球的表面积将是一个巨大的数字。但大陆或洋底内部不同地区热流值往往有较大差异。地球上的活动带，如大陆上的裂谷、年轻山脉、大洋中的洋中脊顶部，地表热流值可达 1.76 ~ 1.9 HFU，而且洋底热流值有随着远离大洋中脊而迅速递减的趋势。新生代火山活动带热流值更高，可达 2.16 HFU。

由地表向深部，地热的特征有所不同，可分为以下三个带：

1) 变温带（外热带）

变温带位于地球表层，自地表向下 15 ~ 30 m。其热量主要来自太阳的辐射热能，温度从地表向下逐渐降低，且随纬度高低、海陆分布状况、季节和昼夜的变化而不同。

2) 恒温带（常温带）

恒温带是变温层的下部界面（即变温层与增温层的分界面），其温度常年保持不变，大致相当于当地的年平均温度。

3) 增温带（内热带）

增温带位于恒温层以下，其温度只受地球内部热能的影响，且随深度的增加而逐渐增高，但增高的速度，各地差别很大。地温随深度而增加的规律，可通过地温梯度和地温级反映出来。

地温梯度又称地热增温率，它是指深度每下降 100 m，温度升高的度数，以℃/100 m 表示。

地温级又称地热增温级，它是指温度每升高 1℃时，所增加的深度值。

二、地壳的组成

地球的圈层构造是在地球漫长的发展过程中逐步形成的。以地表为界可分为内圈层和外圈层，内圈层包括地壳、地幔和地核，外圈层包括大气圈、水圈和生物圈。地壳是地球内部圈层最外的一个圈层，其厚度约为地球半径的 1/400。地壳的厚度变化很大，主要与地势有关。一般海洋部分较薄，只有 5 ~ 8 km，平均厚度为 6 km；大陆山区较厚，最厚处可达 70 km 左右，如我国青藏高原厚达 65 km 以上，地壳的平均厚度为 33 km。组成地壳的固体物质是岩石，而岩石是矿物的集合体，矿物又是由自然元素或化合物组成的。因此，组成地壳最基本的物质是化学元素。地壳中的矿物主要是由 O、Si、Al、Fe、Ca、Na、K 和 Mg 等元素结合形成的含氧盐和氧化物，其中特别是硅酸盐，它占矿物种总数的

24%，占地壳总质量的75%，而氧化物占矿物种总数的14%，占地壳总质量的17%。

地壳是煤及其各种矿产资源形成和保存的地方。各种矿产资源的形成和保存又与地壳的物质运动及演化有密切关系。地球岩面的水和包围着地球的大气，对地球生命的起源，生物的发展和演化，以及地貌形态的改变和沉积矿产的形成都起着十分重要的作用。同时，地球岩面生物的生长、发育及死亡的整个过程不断地改变着地球岩面各种元素和矿物的分布，使某些元素离散或集中形成各种矿产。各种地质作用，主要发生在地壳部分。

三、自然界的三大类岩石

岩石是指构成地壳和上地幔的固态物质。岩石由矿物（一种或多种）的天然集合体（部分为火山玻璃物质、胶体物质、生物遗体）组成，是地球内力和外力地质作用的产物。

组成地壳的岩石种类很多。通常按其成因，可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类，它们在地壳中分布各不相同。沉积岩分布在地壳的表层，厚薄不均，是不连续分布；岩浆岩主要分布在地壳深处；变质岩则分布在地壳强烈变动区或岩浆岩周围。

1. 岩浆岩

岩浆岩是由高温熔融状态的岩浆喷出地表或侵入地壳的上部逐渐冷却、凝固而形成的岩石，又称火成岩。

根据岩浆冷凝的位置不同，将岩浆岩分为侵入岩和喷出岩两类。

常见的岩浆岩有花岗岩、玄武岩、闪长岩、安山岩、流纹岩、辉长岩等。

2. 沉积岩

沉积岩是在地壳表层环境中形成的岩石。它主要是由暴露于地表的原有岩石，经外力地质作用，即先风化和剥蚀，被破碎或分解成碎屑物质和可溶性物质，又经过搬运（主要是由流水和风来搬运）在适当的条件下（如在水流速度有明显变化的河岸、江河进入湖泊或海洋的地方等）逐渐沉积下来，形成各种沉积物（如河滩或海边的砂砾和卵石、湖底或海底的软泥等），然后这些扩散的沉积物再经压紧、脱水、胶结，变成坚固的岩石。这就是沉积岩的一般形成过程。此外，组成沉积岩的物质中还可能大量的生物遗体或火山喷发的物质。

沉积岩在地壳岩层中分布最广，它覆盖的面积约占地表面积的75%，因此它是最常见的一类岩石。

有许多重要的矿产资源，它本身就是沉积岩，例如煤、油页岩、盐矿、石灰石等。石油和天然气也生成于沉积岩中，而且大部分都储存在沉积岩中。

我们开采的煤炭是一种主要由植物遗体变成的沉积岩。在煤层的上下，绝大多数也都是沉积岩。所以，沉积岩石是我们在矿井中最常见到的岩石。煤矿的井巷工程绝大多数分布在沉积岩中。常见的沉积岩有砂岩、页岩、石灰岩、煤等。

3. 变质岩

变质岩是地壳内已经形成的岩浆岩、沉积岩或变质岩，受到高温、高压作用或岩浆侵入，使原有岩石的矿物成分、结构发生部分或全部变化而形成的一种新岩石。所以，变质岩的特性，既受原来岩石的影响，具有一定的继承性，又因变质作用不同，使其在矿物成分与结构上具有不同的特点。常见的变质岩有石英岩、大理岩、片岩、片麻岩、千枚岩

等。

四、地质作用

随着地球的转动,组成地壳的物质也在不停地运动着。在漫长的地质年代中,由于自然动力所引起地壳物质组成、内部构造和地壳形态变化与发展的作用称为地质作用。根据地质作用能量来源和发生的地点不同,分为内力地质作用和外力地质作用两大类。

(一) 内力地质作用

由地球的旋转能、重力能和地球内部的热能、化学能等而引起整个地壳物质成分和地壳内部构造及地表形态发生变化的地质作用,称为内力地质作用。内力地质作用包括地壳运动、岩浆活动、变质作用和地震作用。

1. 地壳运动

地壳运动是指由地球内部动力引起的,促使地壳物质发生变形和变质的运动。地球自形成以来,每时每刻都在发生着运动。地壳运动可以促进岩浆活动和变质作用。地壳运动有两种:升降运动和水平运动。升降运动是指沿地球半径方向的运动,也就是垂直于地表方向的运动。在同一地质时期内,地壳的某一地区若表现为上升运动,而在相邻地区,则表现为下降运动。上升的隆起地区和下降的拗陷区,往往成相间排列,互为依存关系。水平运动是指沿地球切线方向的运动,也就是沿平行于地表方向的运动。由于这种水平方向的平推作用,使组成地壳的岩层发生褶皱或断裂,在地貌上往往形成高山或深谷。

在地壳发展的历史中,升降运动常表现为缓慢的海陆变迁,而水平运动则常表现为剧烈的造山运动,引起岩层明显的变形和复位。

2. 岩浆活动

岩浆活动是指地下深处岩浆沿构造破裂带侵入地壳或喷出地表。岩浆在上升过程中与围岩相互作用,不断地改变着自身的化学成分和物理状态。岩浆这种侵入、喷出活动冷凝成岩石的全部过程,称为岩浆活动。岩浆为地壳中富含挥发分的高温、高压黏稠的硅酸盐熔融体,有时还含有金属硫化物和氧化物。岩浆本身具有很高的能量,当地壳运动剧烈时,它会从地壳深部沿着构造破裂带向压力较小的地方移动,岩浆从地壳深部上升运移,当未到达地表时,由于岩浆温度不断降低、压力相应减小,将会逐渐冷凝成为岩石,这种运动称为岩浆侵入运动;其冷凝形成的岩石称为侵入岩。岩浆冲破上覆岩层的阻力而喷出地表的活动,称为喷出活动,又称为火山活动;其冷凝形成的岩石称为喷出岩。

3. 变质作用

已形成的岩石,由于高温、高压或外界物质的参与,使原来岩石的结构、构造、造物成分或化学成分发生改变,这种促使原生岩石发生改变的作用,称为变质作用。由变质作用形成的新的岩石,称为变质岩。在古代地层分布的地层和岩浆活动较剧烈的地区,变质作用比较普遍。

4. 地震作用

由地壳运动火山喷发引起的地壳快速颤动,称为地震。地震是长期、缓慢、不断地进行的,当地壳运动所积累的应力超过组成地壳岩石的强度就发生迅速和剧烈的震动。它是地壳运动的一种形式,是破坏性较大的地质现象。

(二) 外力地质作用

外力地质作用是指在地壳岩面, 主要由太阳辐射的热能引起的大自然物理和化学变化的各种地质作用。这些作用具体是通过日光、大气、风、霜、雨、雪、河流、海浪、冰川和生物活动等因素进行的。它能使地表形态发生变化和地壳表层化学元素产生迁移、分散和聚集。外力地质作用分为风化作用、剥蚀作用、搬运作用、沉积作用和固结成岩作用。

1. 风化作用

在地表环境中, 由于温度的变化、大气和水溶液的各种物理和化学反应及生物活动等因素的影响, 使矿物岩石在原地遭受破坏的过程称为风化。引起岩石风化的地质作用称为风化作用。风化作用是一种原地的破坏作用, 其产物不发生显著位移。风化作用可使出露在地表的煤层受到风化, 引起煤的灰分增高, 煤的质量变劣。

2. 剥蚀作用

由于风、雨、流水、海浪及冰川等各种外界力和化学溶蚀, 它们对地表岩石风化后的产物从原地剥离开来的作用, 称为剥蚀作用。

剥蚀作用一方面将风化的产物剥脱离开母体, 使新解的岩石裸露地表继续遭受风化; 另一方面, 它对岩石也进行着破坏作用。因此, 剥蚀和风化都是对地表岩石进行破坏的一种作用, 它们彼此之间是相互联系、相互依赖、相互影响的。岩石风化之后利于剥蚀, 剥蚀之后又利于继续风化。

3. 搬运作用

风化剥蚀的产物被风、流水、海洋、湖泊和冰川等带动, 将它们从风化剥蚀的地区搬运到沉积地的作用, 称为搬运作用。搬运作用和剥蚀作用往往同时由同一种自然力来完成。

4. 沉积作用

被搬运的碎屑物质和溶解物质, 在自然重力减弱或消失及其他因素的影响下, 使它们在新的环境下沉积下来, 形成沉积物, 这种作用称为沉积作用。地壳表面上的低洼环境都可以发生沉积作用, 但主要沉积场所是海洋和陆地上的河流、湖泊、沼泽和盆地等。

5. 固结成岩

固结成岩是指初级的沉积物逐步变成坚硬的沉积岩的过程。其变化过程是: 沉积物在压力作用下颗粒紧密排列, 挤出水分, 体积缩小称为压实; 把砾岩、砂粒等碎屑物黏结起来的过程称为胶结; 当细小的沉积物颗粒集中合并而发育成较大的晶体的过程称为重结晶。

从以上可见, 外力地质作用的整个过程是由原岩的风化、剥蚀开始, 形成不溶解物质和溶解物质, 经搬运沉积和固结成岩作用形成新的岩石。

内力地质作用和外力地质作用彼此间有着密切的关系, 外力地质作用在很大的程度上受地壳运动的制约。风化、剥蚀过程主要在地壳上升隆起的地区进行, 而进行的强度与地壳上升隆起的幅度和速度有关。沉积固结成岩过程主要在地壳下降沉陷地区进行, 沉积物物质成分、沉积的厚度和分布范围等, 都受着地壳沉降的幅度和速度的控制, 因此, 当各地区的升降运动不一致时, 就会造成各地区的沉积岩在分布范围、岩石性质、厚度、层数上的差异。

五、地层及地史

地史主要是指地壳在时间上和空间上发生、发展的历史。地球自诞生以来已有 46 亿年的历史，在这漫长的时间里，地球经历了一个极其复杂而连续地向前发展的过程。在这个过程中，地壳的物质组成、内部结构和地表形态不断地在发生着改变；地球上的生物自出现之日起，随着环境的变化也在不断地发展和演化着。

为了便于研究，通常根据地壳运动及古生物的发展，把地壳的历史划分为宙、代、纪、世、期、时六个地质年代单位。在各个年代中，都有相应的沉积岩层形成。地层一般是指某一年代形成的一套成层岩石，称为那个时代的地层。因此，地层是有时间概念和新型空间关系的。将地层划分为不同的分层单位，称为地层单位。以形成地层时间为主要划分依据的地层单位，称为年代地层单位。年代地层单位与地质年代单位相对应，从大到小依次为宇、界、系、统、阶、时间带六个等级，见表 1-1。

表 1-1 年代地层单位及地质年代单位的对应关系

年代地层单位	地质年代单位
宇	宙
界	代
系	纪
统	世
阶	期
时带 (时间带)	时

划分地质年代单位和年代地层单位，对研究地壳的矿物、岩石、生物界等演化规律具有重要的理论意义，并对寻找和勘探矿产资源、矿山开采，均具有重要的实际意义。因此，要求对各地的地层建立统一的系统和地质年代表，以便进行对比。

地质年代表是地壳发展历史的时间表，它是通过对地层生成顺序的研究编制而成的，见表 1-2。

六、地质构造

地质构造是地壳运动的产物。原始沉积岩层在地壳运动引起的地应力作用下，发生变形或变位，形成褶皱和断裂等构造形迹，称为地质构造。地质构造是地壳中常见的地质现象，是影响煤矿生产的主要地质因素。

(一) 煤岩层产状要素

岩层的产状要素就是确定岩层在地壳中的空间位置的几何要素，通常用岩层面的走向、倾向和倾角来表示，如图 1-4 所示。

1. 走向

走向表示岩层在空间的水平延伸方向。岩

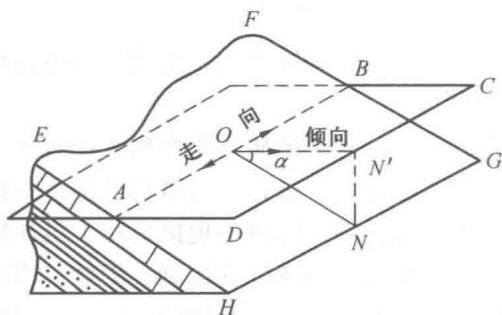


图 1-4 岩层的产状要素示意图

表1-2 中国区域年代地层(地质年代)表

地质年代及年代地层单位				距今年龄值/ Ma	生物演化	
宇(宙)	界(代)	系(纪)	统(世)			
显生宇(宇) PH	新生界(代) Cz	第四系(纪) Q	全新统(世) Qh 更新统(世) Qp	2.60	人类出现	
		新近系(纪) N	上新统(世) N ₂ 中新统(世) N ₁		近代哺乳 动物出现	
		古近系(纪) E	渐新统(世) E ₃ 始新统(世) E ₂ 古新统(世) E ₁	23.3		
	中生界(代) Mz	白垩系(纪) K	上(晚)白垩统(世) K ₂ 下(早)白垩统(世) K ₁	65	被子植物出现	
		侏罗系(纪) J	上(晚)侏罗统(世) J ₃ 中侏罗统(世) J ₂ 下(早)侏罗统(世) J ₁	137	鸟类、哺乳 动物出现	
		三叠系(纪) T	上(晚)三叠统(世) T ₃ 中三叠统(世) T ₂ 下(早)三叠统(世) T ₁	205		
	古生界(代) Pz	二叠系(纪) P	上(晚)二叠统(世) P ₃ 中二叠统(世) P ₂ 下(早)二叠统(世) P ₁	250	裸子植物、爬行 动物出现	
		石炭系(系) C	上(晚)石炭统(世) C ₂ 下(早)石炭统(世) C ₁	295		
		泥盆系(系) D	上(晚)泥盆统(世) D ₃ 中泥盆统(世) D ₂ 下(早)泥盆统(世) D ₁	354	节蕨植物、鱼类 出现	
		志留系(纪) S	顶(末)志留统(世) S ₄ 上(晚)志留统(世) S ₃ 中志留统(世) S ₂ 下(早)志留统(世) S ₁	410	蕨类植物出现	
		奥陶系(纪) O	上(晚)奥陶统(世) O ₃ 中奥陶统(世) O ₂ 下(早)奥陶统(世) O ₁	438	无颌类出现	
		寒武系(纪) Є	上(晚)寒武统(世) Є ₃ 中寒武统(世) Є ₂ 下(早)寒武统(世) Є ₁	490	硬壳动物出现	
		震旦系(纪) Z	上(晚)震旦统(世) Z ₂ 下(早)震旦统(世) Z ₁	543	裸露动物出现	
	元古宇(宙) PT	新元古界 (代) Pt ₂	南华系(纪) Nh	上(晚)南华纪(世) Nh ₂ 下(早)南华纪(世) Nh ₁	680	
			青白口系(纪) Qb	上(晚)青白口统(世) Qb ₂ 下(早)青白口统(世) Qb ₁	800	
					1000	真核细胞 生物出现
		中元古界 (代) Pt ₂			1800	
		古元古界 (代) Pt ₁				
	太古宇(宙) AR				2500	叠层石出现

注: 主要依据《中国区域年代地层(地质年代)表说明书》, 地质出版社, 2002。

层面与水平面的交线称为走向线（图 1-4 的 AOB ），走向线两端所指的方向，即走向线与地球子午线的夹角为岩层的走向。二者相差 180° ，通常以其 NE 或 NW 端的方位来表示。

2. 倾向

倾向表示岩层的倾斜方向，倾斜平面上与走向线相垂直的直线称为倾斜线（图 1-4 中的 ON ），倾斜线的水平投影线称为倾向线（图 1-4 中的 ON' ），倾向线与子午线的夹角为倾向。岩层倾向有真倾向和视倾向之分，垂直于走向线所引的层面倾斜线，其水平投影线所指岩层下倾方向为真倾向；不垂直于走向线所引的层面倾斜线，其水平投影线所指岩层下倾方向为视倾向。视倾向有无数个，而真倾向只有一个方向，且与走向垂直。

3. 倾角

倾角表示岩层的倾斜程度，它是岩层层面与水平面的夹角（图 1-4 中的 α 角）。由于倾向有真、视之分，因此，倾角亦有真倾角和视倾角。真倾角是指在真倾向方向上层面与水平面的夹角；视倾角则是指视倾向方向上层面与水平面的夹角。视倾角有无数个，真倾角只有一个，而且恒大于视倾角。

（二）单斜构造

在一定的范围内，煤或岩层大致向一个方向倾斜的构造形态称为单斜构造，如图 1-5 所示。单斜构造往往是其他构造形态的一部分。

（三）褶皱构造

岩层在水平方向挤压力的长期作用下，发生塑性变形，形成波状弯曲，但仍保持其连续性，这种构造形态称为褶皱，如图 1-6 所示。

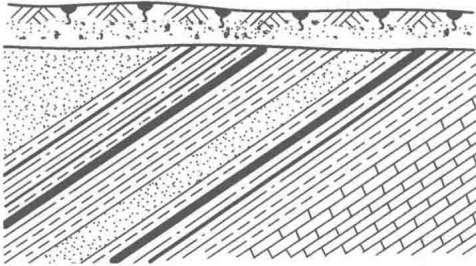


图 1-5 单斜构造示意图

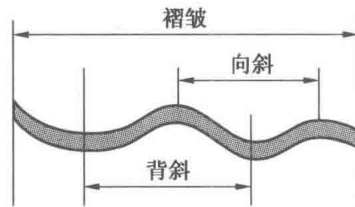


图 1-6 褶皱和褶曲示意图

褶皱构造中岩层的一个弯曲，称为褶曲。褶曲是褶皱构造的基本单位。岩石层面凸起（中间岩层老，两边岩层新）的褶曲称为背斜。岩层层面凹下（中间岩层新，两边岩层老）的褶曲称为向斜。从图 1-6 中可见，背斜和向斜彼此相连，背斜的一翼同时也是相邻向斜的一翼。

（四）断裂构造

岩层受力后遭到破坏，失去了连续性和完整性的构造形态称为断裂构造。断裂面两侧的岩层没有发生明显位移的断裂构造称为裂隙或节理，断裂面两侧的岩层发生了明显位移的断裂构造称为断层。

1. 断层要素

断层各组成部分的名称叫断层要素，如图 1-7 所示。断层要素有断层面、断盘、断