



中等职业教育规划教材
ZHONGDENG ZHIYE JIAOYU GUIHUA JIAOCAI

采煤概论

■ 主编 严建华



煤炭工业出版社

中等职业教育规划教材

采 煤 概 论

主 编 严建华

副主编 张允志

参编人员 孙茂来 戴保华 沈国才 陈家政

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

采煤概论/严建华主编. —北京: 煤炭工业出版社,
2006

中等职业教育规划教材

ISBN 7-5020-2951-6

I. 采… II. 严… III. 煤矿开采-专业学校-教材 IV. TD82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 099152 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.criph.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 × 1092mm¹/₁₆ 印张 19¹/₄

字数 452 千字 印数 1—10,000
2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷
社内编号 5750 定价 33.00 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

内 容 提 要

本书是中等职业教育规划教材中的一本。

全书共九章，系统地介绍了煤矿生产建设的基本知识，主要包括：煤矿地质与矿图基础知识，煤矿生产概况与井田开拓，近水平、缓斜及中斜煤层准备方式，井巷掘进及支护，采煤方法，矿井通风与安全，矿井运输与提升，矿井排水与压气，矿井供电。

本书可作为中等职业学校矿山机电、矿山测量、矿山地质、矿井建设、矿井运输与提升、矿山地质等非煤矿开采专业采煤概论课程的教材使用，也可作职业培训教材使用，或供工程技术人员参考。

前 言

本教材是煤炭工业出版社根据目前煤炭中等职业学校教育课程改革和教材建设规划的要求，组织部分职业教育院校的教师编写而成。

本教材可作为中等专业学校、技工学校和职业中学的煤炭专业及相关专业的通用教材，与煤炭相关的企业在职人员的培训教材，也可作为从事煤炭生产的技术人员、管理人员的参考用书。

本套教材力求内容先进性、实用性和系统性的统一，同时考虑中等职业教育的特点、人员培养的基本规格和知识、能力、素质结构的要求，注重学生生产实践能力培养，使学生在牢固掌握煤炭专业必需的文化基础知识和专业知识的基础上，具有综合职业技能和全面素质，具有继续学习和创业创新能力。

《采煤概论》一书是中等职业教育规划教材中的一本，江苏省徐州机电工程高等职业学校承担了此书的编写任务。张允志编写了绪论、第二章、第三章、第五章，孙茂来编写了第一章、第四章，戴保华编写了第六章，沈国才编写了第七章、第八章，陈家政编写了第九章，严建华对此书进行了统稿工作。在此，对在本教材成书过程中提供帮助的人士深表感谢！

中等职业学校“煤炭专业”

教材编审委员会

2006年10月

目 录

绪 论	1
第一章 煤矿地质与矿图基础知识	4
第一节 地壳的组成与地质作用	4
第二节 煤的形成	13
第三节 煤层的赋存情况	22
第四节 矿图的基本知识	32
复习思考题	38
第二章 煤矿生产概况与井田开拓	39
第一节 煤田开发及矿井建设程序	39
第二节 矿井巷道	41
第三节 矿井生产系统	43
第四节 煤田划分为井田	45
第五节 矿井储量、生产能力和服务年限	47
第六节 井田再划分	50
第七节 井田开拓方式	55
第八节 开拓巷道布置	64
第九节 矿井的采掘关系与矿井技术改造	78
复习思考题	82
第三章 近水平、缓斜及中斜煤层准备方式	83
第一节 概述	83
第二节 单一薄及中厚煤层走向长壁采煤法采区巷道布置	84
第三节 近距离煤层群联合布置走向长壁采煤法采区巷道布置	86
第四节 倾斜分层走向长壁下行垮落采煤法采区巷道布置	89
第五节 近水平煤层盘区开采走向长壁采煤法巷道布置	91
第六节 近水平煤层倾斜长壁采煤法的巷道布置	95
第七节 放顶煤长壁采煤法采区巷道布置	98
第八节 采区准备巷道布置	99
第九节 采(盘)区参数	107
复习思考题	109

第四章 井巷掘进及支护	110
第一节 岩石的性质及分级.....	110
第二节 钻孔爆破.....	112
第三节 巷道支护.....	128
第四节 巷道掘进.....	142
复习思考题.....	163
第五章 采煤方法	164
第一节 采煤方法概述.....	164
第二节 采煤工作面矿山压力.....	165
第三节 长壁工作面采煤工艺.....	170
第四节 放顶煤采煤工艺.....	182
第五节 回采巷道布置系统.....	185
第六节 急斜煤层采煤方法.....	187
第七节 其他类型采煤方法.....	194
复习思考题.....	204
第六章 矿井通风与安全	206
第一节 矿井空气.....	206
第二节 矿井通风.....	209
第三节 矿井瓦斯.....	222
第四节 矿尘防治.....	229
第五节 矿井火灾.....	233
第六节 矿井水灾及顶板事故防治.....	236
第七节 自救、互救与创伤急救.....	241
复习思考题.....	251
第七章 矿井运输与提升	254
第一节 矿井运输.....	254
第二节 矿井提升.....	265
复习思考题.....	269
第八章 矿井排水与压气	270
第一节 矿井排水.....	270
第二节 矿井压风.....	273
复习思考题.....	275

第九章 矿井供电	276
第一节 矿井供电系统.....	276
第二节 矿用电气设备.....	278
第三节 井下安全供、用电知识.....	282
复习思考题.....	296
参考文献	297

绪 论

能源是人类社会赖以生存和发展的重要物质基础,保证稳定的能源供应是经济建设的重要条件。煤炭是现代世界五大能源(煤炭、石油、天然气、水电、核电)之一。我国是世界最大的煤炭生产国和消费国。煤炭在我国国民经济和能源结构中,都占据着非常重要的地位。长期以来,煤炭在我国一次能源消耗中占70%左右,而且在今后相当长的时期内,以煤炭为主的能源状况不会改变。我国目前正处于工业化进程中,随着国民经济的快速发展,对能源的需求也呈快速发展的态势。煤炭不仅是重要的能源,而且也是重要的工业原料。目前,煤炭经过提炼加工,可以生产出用于国防、工业、农业、医药等行业的产品达500多种,这些产品都是国家经济建设和人民生活所必需的。所以,加快我国煤炭生产建设,对实现小康生活,增强国家的经济实力,不断满足人民生活的需要,是21世纪初煤炭工业发展的紧迫任务。

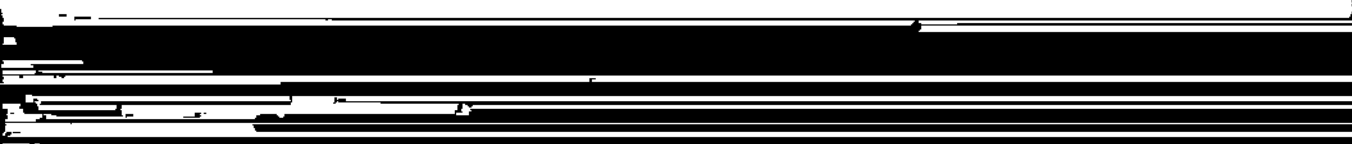
我国是世界上煤炭资源储藏量最丰富的国家之一。据不完全统计,我国已探明的保有煤炭储量约为10000亿t,居世界前列,而且煤种齐全,分布面积广,为煤炭工业的发展提供了可靠的物质保证。

我国是世界上开发、利用煤炭最早的国家之一。早在春秋战国时期之前,我国就开采煤炭,明朝末期,采煤技术就已达到一定水平。在明末宋应星编著的《天工开物》一书中,对地质勘察找矿、矿井开拓、采煤工艺、支护材料与技术、通风安全管理、矿井提升及瓦斯排放等采煤技术已有相当详细的记载。如用打通竹节的竹竿导出地下有害气体,开采后及时支护等,说明当时的采煤行业已得到较大程度的发展,我国古代劳动人民用煤炭冶炼铜、铁等金属,从而推动社会生产力的发展,为世界上最早进入文明时代的中华民族,增添了光辉的篇章。但是,由于长期封建制度的桎梏,煤炭开采始终停留在手工业生产水平上。尤其在近代,中国封建制度日趋解体,资本主义因素逐渐增大,我国出现了近代工业,开办了用机器生产(主要是提升、运输、通风、排水)的煤矿。新中国成立前,在帝国主义、封建主义、官僚资本主义的统治下,煤矿是资本家攫取煤炭资源、获取高额利润的场所,煤矿工人受尽最残酷的压迫和剥削。由于开采技术极为落后,灾害事故经常发生,工人生命安全没有保障,煤炭资源遭到严重的破坏。截至1949年,全国原煤产量仅3200多万吨。

新中国的成立,为我国煤炭工业飞速发展开辟了广阔的前景。我国煤炭工业迅速发展,主要表现在以下几个方面:

(1) 改造、扩建和开发新建了一大批矿井、矿区和煤炭生产基地,煤炭生产能力大幅度提高。截至2005年,全国原煤产量已突破21亿t,成为世界上最大的产煤国家。

(2) 创造、完善了煤矿设计、研究理论与生产管理经验。在旧中国没有煤矿设计、理论研究机构,从来没有进行全面系统的煤矿设计,而现在,我国拥有数量较多、设计研究水平较高的煤矿设计院和研究院,具有较为先进的理论研究、设计指导思想和方法,不仅为我国设计出众多的现代化大型、特大型矿井和矿区,而且能为发展中国家进行矿井设



为保证煤矿安全生产和煤炭工业高速发展起到了重要作用。研究改进了矿井通风系统，成功研究出煤与瓦斯突出的机理及防治技术、井下火灾发生的机理及防治技术、井下粉尘的防治及热害的治理技术，大大改善了矿井的安全条件，多数矿井建立或正在建立通风安全的监控系统。

(7) 扩大了露天开采规模，进行了阜新、平朔、准格尔、霍林河和伊敏矿区的露天矿建设。研制和应用了大型露天采矿设备，发展了露天开采工艺，研究了边坡稳定及滑坡整治，取得了良好的技术经济效果。

(8) 综合应用矿井开采的各项先进技术，改进了矿井开拓和采区巷道布置，优化了矿井生产系统，大量地进行了矿井技术改造，提高了矿井的生产能力和技术经济效果，建成了一批现代化矿区和矿井，出现了一些生产高度集中、追踪世界先进水平的高产高效矿井。

煤矿开采分为地下开采和露天开采。我国煤矿开采主要以地下开采为主，地下开采是掘进井巷采出煤炭或其他矿产品的技术，其主要特点是地下作业和生产环节多、工序复杂、生产场所不断转移，并受到各种自然灾害的威胁。因此，开采时不仅要在地面及井下建立一套完整的生产系统，而且要进行采煤、掘进、运输、提升、通风、排水、动力供应、通讯、照明及生产技术的管理，还要做好防治矿井的顶板、瓦斯、矿尘、水、火等灾害，以保证安全有序地生产。煤层赋存条件的多样性决定了采煤方法的差异性。总之，要以开采为中心，同时搞好掘进、运输、提升、通风、排水、动力供应等生产环节及相互间的配合。煤矿开采内容新体系包括的基本内容有：矿井开拓、采区（盘区、带区）准备、采煤方法、采动治理。由此创建矿井“掘、采、治”三元开采技术体系。

采煤概论是一门系统地介绍煤矿建设和生产科学技术基础知识的课程。内容包括：煤矿地质与矿图基础知识、煤矿生产概况、井田开拓、井巷掘进与支护、准备方式、采煤方法、矿井通风与安全、矿井运输提升、矿井动力供应、排水等部分。本课程是知识性、工艺性、综合性与实践性很强的课程。煤炭类非煤矿开采技术专业的学生，通过学习本课程，可以对煤矿建设和生产具有概括性和综合性的认识，为学习相关的专业课打下良好的基础。

本课程包含的内容较多，涉及煤炭类多个专业的基本理论知识和实用技术，介绍的名词概念较多，空间概念较强。因此，在教学中应注意结合实物、模型，采用现代化教学手段，帮助学生理解知识，并适时进行煤矿认识实习，辅助课堂教学，使学生提高煤矿生产的认识能力，为从事煤矿生产建设工作奠定基础。

第一章 煤矿地质与矿图基础知识

煤矿地质是指利用地质基础来研究煤的形成、赋存状态，确定煤的储量及其用途，分析和解决矿井建设与采煤的地质因素，从而指导采掘工程正常进行。矿图是指在矿井设计、施工和生产管理工作中，需要测绘的一系列图纸，这些图纸统称为矿图。矿图的种类主要有地形地质图、煤层等高线图、各种地质剖面图、各种柱状图、煤岩对比图等。在这里我们只介绍煤层等高线图。

第一节 地壳的组成与地质作用

根据目前对地球的研究表明，地球本身不是由均一的物质组成。按照物质的成分和物态的差别，可将地球分为一个核心和围绕着该核心的几个同心圈层。以地表为界分为外圈层和内圈层。外圈层包括大气圈、水圈、生物活动圈；内圈层包括地壳、地幔、地核。如图 1-1 所示。

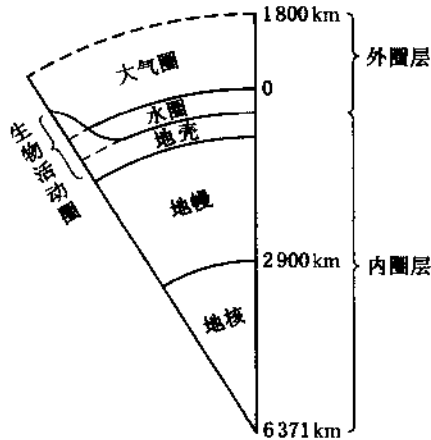


图 1-1 地球的圈层构造

一、地壳的组成

1. 地壳的概述

根据地球物理工作的成果及对地震波在地球内部传播速度的变化研究发现，由地表往下，在地壳深 33 ~ 2 898 km 处，地震波的传播速度发生明显的变化（前者称莫霍面，后者称登堡面）。位于莫霍面以上的部分为地壳，它是地球外部一层极薄的固体硬壳，并由矿物和岩石组成。

地壳的厚度变化较大，一般大陆山区较厚，最厚处可达 70 km 左右。如我国青藏高原地壳厚达 65 km 以上；平原区的地壳厚度约 30 km；海洋部分地壳较薄，只有 5~8 km，平均 6 km。地壳的平均厚度为 33 km。

人类的活动范围一般都在地壳的表层上，而煤埋藏在地壳的表层里。

2. 组成地壳的物质

组成地壳的物质是岩石，岩石是矿物的集合体。有的岩石由一种矿物组成，如石灰岩是由方解石矿物组成。但大多数矿物是由多种元素在地质作用下自然形成的产物（以固体化合物为主），如花岗岩是由正长石、石英、黑云母等组成。因此，矿物是地壳中一种或多种元素在各种地质作用下形成的自然产物，它们都具有一定的内部构造和比较固定的化学成分，因而具有一定的物理性质和形态，是组成地壳岩石的物质基础。其中绝大部分是固体状态，少数是液态（如石油、水银等）和气态（如天然气）。

自然界中有由一种元素形成的矿物，如自然金 Au、自然铜 Cu、石墨 C 等，也有由几种元素化合而成的矿物，如石英 SiO_2 ，方解石 CaCO_3 等。

目前已发现的矿物有 3000 多种，其中最常见的矿物有 200 余种。组成岩石的常见矿物叫造岩矿物，主要造岩矿物有 30 多种。

地壳中各种有用矿物大量富集，就成为具有开采价值的矿产资源，如煤、铁、铜等矿产。每一种矿物均有一定的化学成分和物理性质，因此，岩石的化学成分和物理性质是不均匀的，同一种岩石的化学成分和物理性质都有很大的差别。

3. 岩石的分类

岩石按其生成的方式不同，一般可以分 3 大类。

1) 岩浆岩

岩浆岩又称为火成岩，它是由岩浆冷凝而成。地壳深处的压力和温度都很高，各种物质熔化成岩浆，当这种高温高压的岩浆沿着地壳裂缝移动到表层或喷出地面时，便冷凝成岩浆岩。前者如花岗岩，后者如玄武岩，都是最常见的岩浆岩。

2) 沉积岩

沉积岩是指暴露在地表的原有岩石经风化、剥蚀成碎屑，并经流水的搬运，在湖泊、沼泽地带沉积下来，这些沉积物经过压紧、胶结等作用形成的岩石。例如，砂岩、泥岩、页岩、石灰岩等。沉积岩明显的特征是成层，如图 1-2 所示。

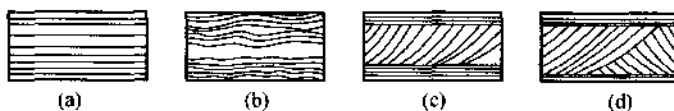


图 1-2 层理类型示意图

a—水平层理；b—波状层理；c—斜层理；d—交错斜层理

(1) 水平层理。水平层理是由彼此平行且平行于层面的细层组成（图 1-2a）。一般形成于平静的或微弱流动的水介质中，如海洋、湖泊的深水地带及泻湖、沼泽地区。

(2) 波状层理。波状层理是由许多呈波状起伏的细层理重叠在一起组成（图 1-2b）。由于波浪的运动，影响到水底还没有固结的沉积物，使其表面呈现波状起伏，形成了波状

层理。波状层理常出现于粉砂岩和细砂岩中。

(3) 斜层理。斜层理是由一系列与层面斜交的细层组成(图 1-2c), 其层理的倾斜方向指向水流的下游方向。常见于河流沉积及其他流动水的沉积物中, 如碎屑岩、砂岩、粉砂岩中常见。

(4) 斜层理根据其产状又可分为单向斜层理和交错斜层理两种。单向斜层理所有的细层都是向同一个方向倾斜, 层系间的界面呈水平或倾斜状; 交错斜层理由几组斜层理组合在一起(图 1-2d), 各组斜层理的倾向不一致, 分界面不平行。当水介质的流动及波浪作用不定向时, 常可形成交错斜层理。

沉积岩在地表分布最广, 它覆盖的面积约占地表总面积的 75%, 是最常见的一种岩石。有许多矿产资源本身是沉积岩, 如煤、油页岩、盐岩、沉积铁矿、石灰岩等。石油、天然气也生成在沉积岩中, 并绝大部分都储集在沉积岩中。

在煤矿区, 沉积岩是一种常见的岩石, 煤矿的井巷工程绝大多数都布置在沉积岩中。

3) 变质岩

变质岩是已经形成的各种岩石(如岩浆岩、沉积岩、先期变质岩), 在地下深处受到重力、地壳运动或岩浆侵入的高温作用下产生物理化学变化, 改变了原来的成分和性质面变成新的岩石, 如石灰岩变质成大理岩。

煤是一种沉积岩。在煤矿中遇到的也几乎都是沉积岩, 很少遇到岩浆岩和变质岩, 只在局部地带偶尔可见岩浆岩的侵入, 并呈现一些变质作用。

二、地质作用

组成地壳的物质处于不断的运动和变化中, 而促使地壳发生运动和变化的自然作用, 称为地质作用。根据地质作用的起因不同, 可分为两大类: 一类是在地壳中或地幔中进行的, 由内因引起的地质作用, 称为内力地质作用; 另一类是在地壳表面进行的, 由外因引起的地质作用, 称为外力地质作用。不同的地质作用, 对矿物和岩石的破坏、形成往往是不相同的, 对地壳的面貌和内部构造的影响也是不相同的。

(一) 内力地质作用

引起地壳变动的动力来自地球内部。理论根据: 一种学说认为, 基本原因是地球自转速度, 即地壳表层的物质由于离心力的变化和惯性而产生移动, 这种移动以水平运动为主, 但在地球自转变缓时, 移动受阻的地方形成挤压带, 隆起的地方形成山脉; 相反, 断离的地方则形成张裂。我国李四光教授创立的地质力学, 就是以这种理论研究地壳各部分构造变形的分布状态。另一种学派认为, 地壳是由许多巨大板块构成, 板块下面的地幔由于密度和温度的差异而发生对流, 板块在地幔“软流”层上随之漂移, 就像木板在泥浆上随泥浆流流动而漂移一样。因此, 具体地说, 内力地质作用是由内因引起的, 它一般包括地壳运动、岩浆活动、变质作用及地震。

1. 地壳运动

地壳长期而缓慢地运动叫地壳运动, 即狭隘地壳运动。其表现形式有两种: 升降运动和水平运动。

(1) 升降运动 是一种比较缓和的并以地壳上升或下降为主的运动形式。在同一地质时期内, 地壳的某一地区表现为上升运动, 而在相邻地区则为下降运动。上升区和下降区

往往形成相互排列、互为依存的关系。总之，升降运动可以引起地形的起伏不平，海陆的变迁，同时又会影响控制和影响沉积层的分布，岩性、岩相特征及煤岩层厚度的变化，控制着煤系地层的分布范围，影响着煤层的层数和厚度。

(2) 水平运动 地壳沿着水平方向的运动称为水平运动。这是一种表现较为剧烈的地壳运动形式。地震一般被认为是以水平运动为主的运动形式。例如，1966年3月邢台地震时，考察队的同志在隆尧县南阳楼附近就亲眼看到东南方向一片树林明显的向北移动。

地壳的水平运动一方面使岩层形成褶曲、发生断裂；同时，还会导致岩浆活动、变质作用和地震的发生。在煤系地层的分布地区，由于水平运动的影响，会使煤层厚度发生变化，造成煤层构造复杂或破坏，给煤矿生产带来极大的困难。

2. 岩浆活动

岩浆活动是指地下岩浆沿着地壳的运动造成的断裂带上升或喷出地表面的运动。它不仅能形成岩浆岩和大量的金属矿产，当它侵入到煤系地层中时，还会导致煤的变质，造成煤层构造的破坏。我们把这常含有挥发气体、高温高压硅酸盐熔融体称为岩浆。

3. 变质作用

已经形成的各种岩石，由于直接受地壳深处高温、高压的影响，改变了它们原来的矿物成分和特征，变成另一种新的岩石，这种变化的过程称为变质作用，形成的岩石称为变质岩。伴随着变质岩的形成，往往可以形成各种变质矿产。

(二) 外力地质作用

外力地质作用主要是由太阳及其他星体的辐射作用引起的大自然的物理变化和化学变化，如温度的变化，风、雨、霜、雪及河流、海洋、生物等，在这些变化的自然力的影响下，改变着地壳的外部面貌的过程。外力地质作用的结果是使地形高低差缩小，变得较为平坦，形成大量的沉积岩石和矿产。

外力地质作用包括风化作用、剥蚀作用、搬运作用、沉积作用和固结成岩作用。

1. 风化作用

在地表或接近地表的环境中，由于温度的变化、水和二氧化碳的作用、生物活动等因素的影响，使岩石或矿物在原地遭受破坏的过程，称为风化作用。简单地说，暴露在地表的岩石受到风吹雨打、日晒及生物活动的影响而破裂粉碎。例如，风化作用可使露在地表的煤层受到风化，引起煤的灰分增高、质量变劣，甚至失去开采的价值。

2. 剥蚀作用

风化作用下的产物在风、雨、流水、海浪及冰川等作用下，由原地带走，同时对岩石产生新的破坏作用，这种作用称为剥蚀作用。地表的岩石经过了各种各样的风化作用，就变成了疏松和化学溶解的物质，并在被风、水搬运过程中，又对岩石进行了破坏剥蚀。剥蚀作用在破坏岩石的同时，也改变着地表的基本形状。如果没有剥蚀作用，那么地表就不会见到坚硬的岩石，而风化产物将铺满大地。今天我们所见到的地貌，就是经过不同地方长期剥蚀的结果，如黄土高原的千沟万壑就是流水剥蚀造成的。

3. 搬运作用

风化剥蚀的产物在风、流水、冰川的带动下，由原处运移到沉积区的过程称搬运作用。在搬运过程中，各种物质经受着不断的磨圆和分选作用。

(1) 磨圆作用 碎屑物质在搬运过程中，由于碎屑颗粒与河床底面或地表面及其相互

间的摩擦，使碎屑颗粒的棱角被磨掉而趋于圆滑，这就叫磨圆作用。一般情况下，河流、海洋和风力搬运的碎屑物质磨圆度较好。碎屑物质被搬运的时间越长、距离越远、磨圆度越好；反之则差。

(2) 分选作用 被搬运的碎屑物质由于搬运的风、流水等力的减弱，造成碎屑颗粒按粒径、相对密度的大小先后沉积下来，这就叫分选作用。在河流搬运过程中，一般上游颗粒较粗，下游颗粒较细，碎屑物质被搬运的距离愈远，分选性愈好，分选性好则颗粒均匀。

4. 沉积作用

被搬运的碎屑物质和溶解物质，由于搬运地力的减弱或物理化学条件的改变，从搬运的介质中分离而沉积下来，形成沉积物的过程称为沉积作用。

陆地表面而任何较低洼的地方，都可能发生沉积，但最主要的沉积区是海洋和内陆湖泊等水盆地。也就是说，由于沉积作用，被搬运的物质逐渐在低洼地区沉积下来。

5. 固结成岩作用

松散的沉积物经过压紧、脱水、胶结及重结晶等作用，成为坚硬的沉积岩石的过程称为固结成岩作用。固结成岩作用包括：压紧作用、胶结作用、重结晶作用等。

(1) 压紧作用 沉积物在上覆沉积物静压力的作用下，水分逐渐被排出，孔隙变小，密度加大，体积缩小，颗粒之间吸附力增强，使沉积物变成坚硬的岩石，这称为压紧作用。

碎屑沉积物，特别是泥质沉积物，在成岩过程中，压紧作用起重要的作用。如软泥的孔隙变为 80%，压紧形成页岩层后，其孔隙率不足 20%；泥炭变成煤时，厚度缩减到原有厚度的 1/20 ~ 1/30。

(2) 胶结作用 充填在碎屑物孔隙中的矿物质，将松散的颗粒黏结在一起的作用称为胶结作用。常见的胶结物有泥质的、铁质的、钙质的及硅质的等。胶结物的来源一般是在成岩过程中从水溶液和胶体溶液中沉积下来的化学沉积物，还有少部分胶结物是后来带进来的混杂物。

(3) 重结晶作用 沉积物在成岩过程中，在温度、压力的影响下，物质的质点发生重新排列组合的现象，称为重结晶。重结晶作用可使原来没结晶的矿物结晶，使原来细小的晶体变大。

在沉积物固结成岩的过程中，压紧、胶结和重结晶这三种作用往往是同时存在，相互影响和密切联系的。

沉积的物质越积越厚，由于本身的质量，使原来的松散状态开始压紧，原有的水分被挤出，经过胶结后就成为坚固的沉积岩了。

总之，在各种地质作用中，起主导作用的是地壳运动，它控制了其他地质作用的存在和发展。

三、地层与地史

(一) 地层

1. 地层的概念

地球自形成地壳以来，大约已有 45 亿年的历史。在这漫长的发展历史中，地壳形成

了一层又一层的沉积岩及矿产，这些沉积岩和矿产是地壳在历史演变中形成的产物，也是地壳在历史演变中的天然记录和物质见证。在地质上，常将在一定地质时期内形成的一套成层岩层称为这一地质时期的地层。因此，地层是有时间概念和新老空间关系的。长期以来，人们发现在不同时期形成的沉积岩层中，含有不同的沉积矿产。为了寻找这些矿产，必须了解地壳发展历史，掌握各地质发展阶段的古地理环境、生物演化过程，以及各个地质历史时期矿产的形成和分布规律。因此，人们专门研究了地层和它们的层序（新老关系），并按照从老到新的原则把地层划为许多层段，并且给每个层段都取了一定的地层名称。

2. 地质年代

地壳在内力和外力地质作用下，不断地发展变化，这种发展变化过程已延续了几十亿年。为了研究方便，地质学把地质时期划分为宙、代、纪、世、期、时6个等级的地质年代单位。其中，宙、代、纪和世是国际性地质年代单位，适用于全世界；期和时是区域性的地质年代单位，适用于大区域。见表1-1。

(1) 宙 宙是国际通用的最大的第一级地质年代单位。一般根据动物化石出现的情况，将整个地质时期分为动物化石稀少的隐生宙及动物化石大量出现的显生宙。宙再分为代。

(2) 代 代是国际通用的第二级地质年代单位。整个地质年代分为两个宙5个代。隐生宙分为太古代及元古代，显生宙分为古生代、中生代及新生代。代是根据生物演变及大的地壳运动阶段划分的。代再分为纪。

表1-1 各级地质年代单位及年代地层单位的对应关系

国际地质年代单位	国际性年代地层单位	全国性或大区年代地层单位
宙	宇	
代	界	
纪	系	
世	统	(统)
期		阶
时		时间带

(3) 纪 纪是国际通用的第三级地质年代单位。每个代和纪都有自己的代表符号。纪可再分为世。

(4) 世 世是国际通用的最小的地质年代单位。一个纪一般分为两个到5个世。三分者称早、中、晚，如早寒武世、中寒武世、晚寒武世；二分者称早、晚，如早二叠世、晚二叠世。第三纪分为5个世。世可再分为期，期可再分为时。

3. 地层单位

地层是在某一地质时期内形成的岩层，所以地层系统与地质年代单位具有对应关系(表1-2)。在“宙”的时间内形成的地层称为“宇”，在“代”的时间内形成的地层称为“界”，在“纪”的时间内形成的地层称为“系”，在“世”的时间内形成的地层称为