



国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业院校煤矿技术专业

采煤概论

GNH

Meikuang Jishulei Zhuanye

GaodengZhiyeJishuYuanxiao

劳动保障部教材办公室组织编写



中国劳动社会保障出版社

国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐
高等职业技术学院煤矿技术专业

采煤概论

主编 胡方田

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

采煤概论/胡方田主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2006
高等职业技术学院煤矿技术专业教材

ISBN 7-5045-5794-3

I. 采… II. 胡… III. 煤矿开采-技术教育-教材 IV. TD82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 096104 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出版人: 张梦欣

*

世界知识印刷厂印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 10.75印张 266千字

2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷

定价: 18.00元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

编委会成员

编委会主任委员 矫学柏

编委会副主任委员 张风光

编委会委员 崔秋立 孙戈力 崔京健 史文山

本书编写人员

主 编 胡方田

参 编 邱开贵 罗和平 薄涛 王笑梅

前 言

为了满足高等职业技术学院培养煤矿技术应用型人才的需要，我们在充分调研的基础上，开发了煤矿技术专业系列教材。多数教材编写人员既有多年煤矿企业工作经历，又有丰富教学工作经验，对煤矿企业的生产实际和高等职业技术学院的教学情况非常熟悉。在编写教材时，他们对教材的定位、结构、特点进行了反复研究，努力使教材具有以下特点：

第一，根据煤矿企业职业岗位需要及煤矿技术应用型人才应具备的生产管理能力、煤矿机电设备安装调试维修能力、现场施工和作业能力等职业能力，确定教材的知识结构、能力结构，努力使学生学习的知识和技能真正能够满足企业的需要。

第二，以国家工人技术等级标准为依据，使内容分别涵盖采煤机司机、掘进机司机等相关标准要求，便于“双证书制”在教学中的贯彻和落实。

第三，体现以技能训练为主线、相关知识为支撑的编写思路，较好地处理了理论教学与技能训练的关系，有利于帮助学生掌握知识、形成技能、提高能力。

第四，将行业、企业专家所积累的经验以及新技术、新设备、新材料、新工艺有机地融入相关模块、课题中，突出教材的先进性和可操作性。

第五，按照教学规律和学生的认知规律，在精选内容的基础上，合理编排教材内容，尽量采用以图代文的编写形式，降低学习难度，从而达到易教、易学的目的。尤其是教材中安排了大量案例，将为学生的入门学习和有关内容的导入铺平道路。

在教材编写过程中，得到了许多大型煤矿企业的鼎力相助，参与教材编写的专家倾注了大量心血，无私地将他们多年的实践经验和教学体会奉献给读者，参与审稿的专家也提出了许多具有建设性的意见和建议。在此，我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2006年7月

内 容 简 介

本书为国家级职业教育规划教材。

本书根据高等职业院校教学实际，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。主要内容包括：煤矿地质与矿图基础知识、井田开拓、井巷掘进和保护、采煤方法、矿井通风与安全、矿井排水及压风、矿井供电、矿井生产系统及设备、煤矿环境保护概要。

本书为高等职业院校煤矿技术专业教材，也可作为成人高校、广播电视大学、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的煤矿技术专业教材，或作为自学用书，也适用于中等职业技术学校相关专业的教学（带*的内容可供选学）。

本书由胡方田主编，邱开贵、罗和平、薄涛、王笑梅参编。

目 录

绪论	1
模块一 煤矿地质与矿图基础知识	6
课题一 地壳和煤	6
课题二 煤质	9
课题三 煤层的赋存及地质构造的影响	11
课题四 矿图基础知识	17
模块二 井田开拓	21
课题一 井田开拓的基本知识	21
课题二 斜井开拓	24
课题三 立井开拓	28
课题四 综合开拓	32
课题五 井底车场与主要巷道的布置*	34
任务一 布置井底车场	34
任务二 主要巷道的布置	36
模块三 井巷掘进和支护	40
课题一 巷道断面形状、岩石工程分级和钻眼机具	40
课题二 岩巷掘进	44
课题三 煤巷及煤岩巷掘进	49
课题四 巷道支护	52
课题五 立井开凿法*	59
模块四 采煤方法	65
课题一 采煤方法的概念、分类及应用	65
课题二 矿山压力与控制	70
课题三 走向长壁采煤法	74
课题四 倾斜长壁采煤法	83
课题五 厚煤层采煤法	88
课题六 放顶煤采煤法	95
课题七 急斜煤层开采	100
课题八 水力采煤法	110
模块五 矿井通风与安全	114
课题一 矿井通风	114
课题二 矿井瓦斯与矿尘	119

任务一 矿井瓦斯防治	119
任务二 矿尘防治	122
课题三 矿井其他自然灾害的预防措施	125
任务一 矿井火灾防治	125
任务二 矿井水灾的预防	128
任务三 冒顶事故的预防	130
模块六 矿井排水及压风	133
课题一 矿井排水	133
课题二 矿井压风	135
模块七 矿井供电	138
课题一 矿井供电系统	138
课题二 矿井电气设备	142
模块八 矿井生产系统及设备	145
课题一 工业场地总体布置及选煤系统	145
任务一 工业场地总体布置	145
任务二 煤的洗选	147
课题二 矿井运输与提升系统	150
模块九 煤矿环境保护概要	156
课题一 地表破坏及复田	156
课题二 大气污染及其防治	157
课题三 水体污染及其治理	159
课题四 煤矿噪声及其控制	161

绪 论

知识点

- ◆ 矿井井巷的有关概念。
- ◆ 煤矿生产系统。

一、任务描述

煤炭是我国工业生产最重要的资源，但究竟煤炭是如何从地下开采出来的呢？

二、任务分析

要把埋藏在地下一定深度的煤开采出来，首先要了解有关的地质知识，知道煤埋藏在哪里；其次要从地表到煤层开凿一系列的井巷形成煤矿生产系统，才能完成运输、行人、通风、供电、排水等任务。为了对矿井巷道和生产系统有一个整体认识，我们需要把矿井整个生产系统缩小简化为一个模型——矿井生产模型。通过认识矿井生产模型就可以认识采煤的过程和煤矿生产系统。

三、相关知识

1. 煤矿地质和矿图基础知识

通过学习煤矿地质，知道煤埋藏在哪里，知道煤在地下的赋存条件及地质环境，才能更好地安排煤矿生产。矿图是煤矿生产中必不可少的工具，为煤矿的生产安排提供指导性信息。

2. 矿井生产模型

采煤首先要建设矿井，形成煤矿生产系统，可分为三个步骤实施：首先进行井田开拓，对矿井生产进行整体规划；其次进行井巷掘进，为采煤提供一切条件；最后才能选取采煤方法进行采煤。采煤过程中还需要有完备的通风系统、排水系统、供电系统为井下生产提供动力和保障安全。

(1) 矿山井巷

通过矿井生产模型，我们可以对采煤的各个环节和其他生产辅助系统有一个总体的认识和了解。但要认识矿井生产模型，首先要了解矿井井巷的有关概念。

在煤矿地下开采中，为了提升、运输、通风、排水、动力供应等需要而开掘的井筒、巷道和硐室总称矿山井巷。矿山井巷种类很多，根据井巷的轴线与水平面的关系，可以分为直立巷道、水平巷道和倾斜巷道三类，如图 1 所示。

1) 直立巷道 巷道的轴线与水平面垂直，如立井、暗立井等。

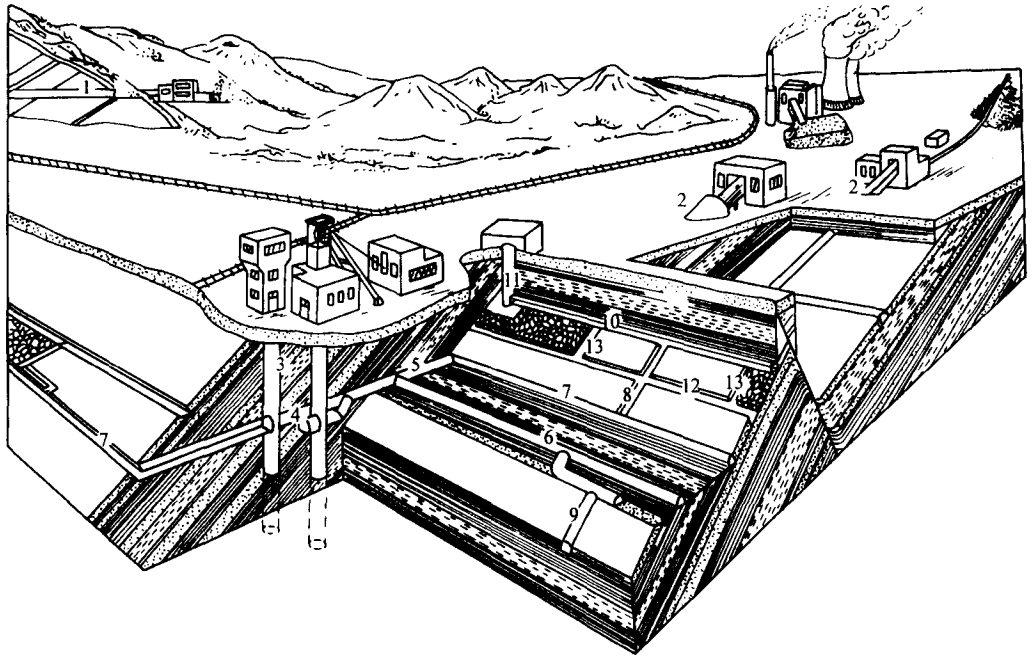


图1 矿井巷道

1—平硐 2—斜井 3—立井 4—井底车场 5—石门 6—主要运输大巷 7—煤层大巷
8—上山巷道 9—下山巷道 10—区段回风巷 11—风井 12—区段运输巷 13—采煤工作面

立井——又称竖井，是直接于地面相通的直立巷道。主要或专门用于提升煤炭的立井，称为主井；主要用于提升矸石、下放设备器材、升降人员等辅助提升工作的立井，称为副井。实际生产中，还经常开掘一些专门或主要用于通风、排水、充填等工作的立井，均按其命名，如通风井、排水井、充填井等。

暗立井——又称盲竖井、盲立井，是不与地面直接相通的直立巷道，其用途同立井一样。此外，还有一种专门用来溜放煤炭的暗立井，称为溜井。当其位于采区内部，且高度不大、直径较小时，称为溜煤眼。

2) 水平巷道 巷道的轴线与水平面近似平行，如平硐、平巷、石门等。

平硐——直接与地面相通的水平巷道，作用类似立井，有主平硐、副平硐、排水平硐和通风平硐等。

平巷与大巷——不与地面直接相通的水平巷道，且其轴线方向与煤层走向大致平行。布置在煤层内的平巷称为煤层平巷；布置在岩层中时称为岩石平巷。为开采水平服务的平巷称为大巷，如运输大巷；直接为采煤工作面服务的煤层平巷称为运输或回风平巷。

石门与煤门——不与地面直接相通的水平巷道，且其轴线与煤层走向直交或斜交的称为石门，为开采水平服务的石门称为主要石门，为采区服务的石门称为采区石门；在厚煤层内，与煤层走向直交或斜交的水平巷道，称为煤门。

3) 倾斜巷道 巷道的轴线与水平面有一定夹角的巷道，如斜井、上山、下山、斜巷等。

斜井——是与地面直接相通的倾斜巷道，其作用与立井和平硐相同。不与地面直接相通的斜井称为暗斜井或盲斜井，其作用与暗立井相同。

采（盘）区上山、下山——服务于一个采（盘）区的倾斜巷道，称采（盘）区上山或下

山。上山用于开采其开采水平以上的煤层；下山则用于开采其开采水平以下的煤层。安装输送机的上、下山称为运输上、下山或输送机上、下山，其煤炭运输方向分别为由上向下或由下向上运至开采水平大巷；铺设轨道的上、下山称为轨道上、下山；用做通风和行人的上、下山称为通风、行人上、下山。

主要上、下山——服务于一个开采水平的倾斜巷道。同样可分为主要运输上、下山和主要轨道上、下山。

斜巷——是不直通地面且长度较短的倾斜巷道，用于行人、通风、运料等。溜煤眼和联络巷有时也是倾斜巷道。

硐室——是空间三个轴线长度相差不大且又不直通地面的地下巷道，如绞车房、变电所、煤仓等。

矿井井巷按其作用和服务的范围不同，可分为开拓巷道、准备巷道和回采巷道三种类型。

1) 开拓巷道 主要用于形成新的或扩展原有的阶段和开采水平。一般来说，为全矿井、一个水平或若干采区服务的巷道，如井筒、井底车场、主要石门、运输大巷和回风大巷（或总回风道）、主要风井等都是开拓巷道。开拓巷道是从地面到采区的通路，这些通路在一个较长时期内为全矿井或阶段服务，服务年限一般为10~30年。

2) 准备巷道 主要用于准备新的采区。一般是为一个采区或数个区段服务的巷道，如采区上下山、采区车场、采区硐室等都是准备巷道。准备巷道是在采区范围从已开掘好的开拓巷道起到达区段的通路。这些通路在一定时期内为全采区服务，服务年限一般为3~5年。

3) 回采巷道 主要用于切割出新的采煤工作面。一般是为采煤工作面服务的巷道，如区段运输平巷、区段回风平巷、开切眼（形成初始采场的巷道）等都是回采巷道。回采巷道服务年限较短，一般为半年至1年。

(2) 井田开拓及井巷掘进的过程

矿井由于地质条件、井型和设备的不同而各有特点。现以图2为例，简要说明井田开拓和巷道掘进的顺序和过程：

1) 自地面开凿主井1、副井2进入地下。

2) 当井筒开凿到第一阶段（煤层沿水平方向可划分为阶段）下部边界开采水平标高时，即开凿井底车场3、主要运输石门4，然后向井田两翼掘进开采水平阶段运输大巷5。

3) 到达采区运输石门位置后，由运输大巷5开掘采区运输石门9通达煤层；到达预定位置后，开掘采区下部车场底板绕道10、采区下部材料车场11。

4) 煤层自下而上掘进采区运输上山14和轨道上山15。与此同时自风井6、回风石门7，开掘回风大巷8；向煤层开掘采区回风石门17、采区上部车场18、上山绞车房16，与采区运输上山14及轨道上山15联通。

5) 当形成通风回路后，即可自采区上山向采区两翼掘进第一区段的区段运输平巷20、区段回风平巷23和下区段回风平巷21，当这些巷道掘到采区边界后，即可掘进开切眼24形成采煤工作面。

6) 安装机电设备，进行必需的准备工作后，即可开始采煤。采煤工作面25向采区上山后退回采，与此同时需要适时地开掘第二区段的区段运输平巷和开切眼，保证采煤工作面正

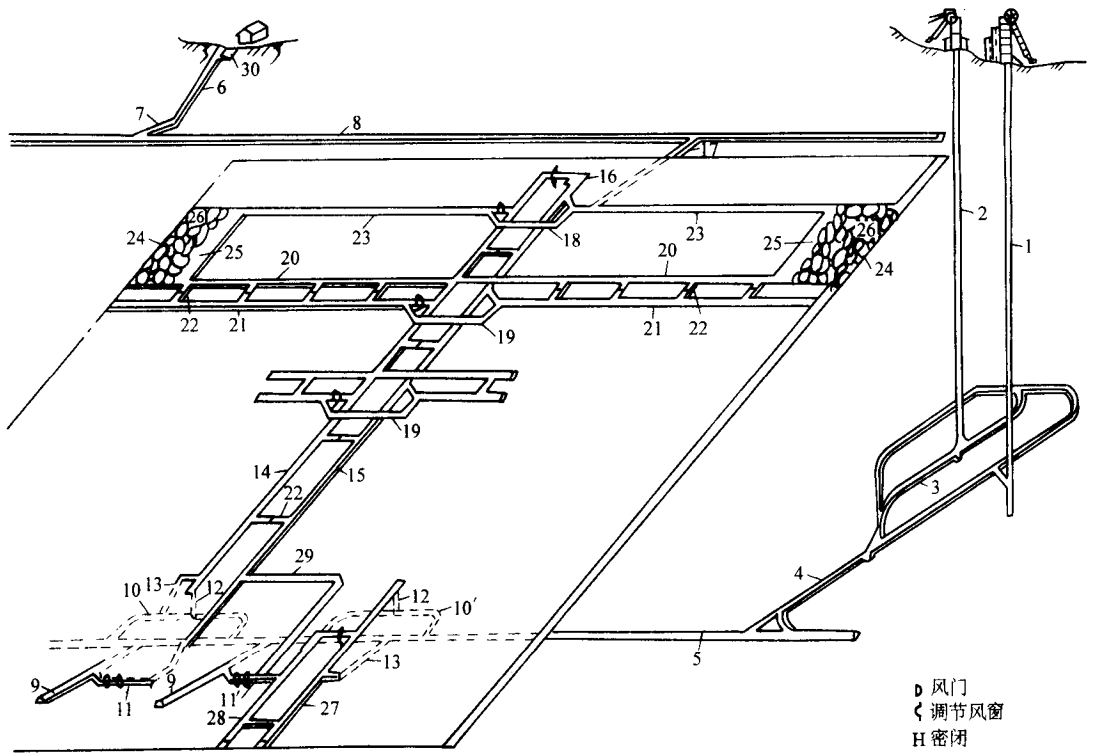


图 2 矿井生产系统示意图

- 1—主井 2—副井 3—井底车场 4—主要运输石门 5—运输大巷 6—风井 7—回风石门 8—回风大巷
 9—采区运输石门 10—采区下部车场底板绕道 11—采区下部材料车场 12—采区煤仓 13—行人进风巷
 14—采区运输上山 15—采区轨道上山 16—上山绞车房 17—采区回风石门 18—采区上部车场
 19—采区中部车场 20—区段运输平巷 21—下区段回风平巷 22—联络巷 23—区段回风平巷
 24—开切眼 25—采煤工作面 26—采空区 27—输送机下山 28—轨道下山 29—下山回风联络巷
 30—风硐 10'—下山采区上部装煤车场 11'—下山采区上部运料车场

常接替。

(3) 矿井井下生产系统

1) 运煤系统 从采煤工作面 25 破落下的煤经区段运输平巷 20、采区运输上山 14 到采区煤仓 12，在采区下部车场底板绕道 10 内装车，经开采水平运输大巷 5、主要运输石门 4，运到井底车场 3，由主井 1 提升到地面。(简述为：从 25 破落下来的煤→20→14→12→10→5→4→3→1→地面。)

2) 通风系统 新鲜风流从地面经副井 2 进入井下，经井底车场 3、主要运输石门 4、运输大巷 5、采区下部材料车场 11、采区轨道上山 15、采区中部车场 19、区段运输平巷 20 进入采煤工作面 25。清洗工作面后，污风经区段回风平巷 23、采区回风石门 17、回风大巷 8、回风石门 7，从风井 6 排入大气。(简述为：新鲜风流→地面→2→3→4→5→11→15→19→20→25；清洗工作面后的污风→23→17→8→7→6→大气。)

3) 运料排矸系统 采煤工作面所需要的材料和设备，用矿车由副井 2 下放到井底车场 3，经主要运输石门 4、运输大巷 5、采区运输石门 9、采区下部材料车场 11，由采区轨道上山 15 提升到区段回风平巷 23，再运到采煤工作面 25。采煤工作面回收的材料、设备和掘进

工作面运出的矸石，用矿车经由与运料系统相反的路线运至地面。（简述为：材料和设备→2→3→4→5→9→11→15→23→25；采煤工作面回收的材料、设备和掘进工作面运出的矸石，用矿车经由与运料系统相反的路线运至地面。）

4) 排水系统 排水一般与进风方向相反，由采煤工作面经由区段运输平巷、采区上山、采区下部车场、开采水平运输大巷、主要运输石门等巷道一侧的水沟，自流到井底车场水仓，再由水泵房的排水泵通过副井的排水管道排至地面。

3. 矿井地面生产系统

从井下采出的煤通过运煤系统到达地面后，还要经过地面生产系统的一系列处理过程（如煤的洗选），才能成为合格的产品，作为工业原料使用。这一过程是煤矿生产中必不可少的一个环节。煤矿地面生产的各个单元构成地面工业广场，其布局与煤矿生产息息相关。

4. 煤矿环境保护

煤矿大规模开采给煤矿周围环境带来极大破坏，如采煤造成的沉陷土地每年递增，煤炭开发导致大量土地荒漠化、水和空气污染，部分地区采煤塌陷还引起丘陵地区发生泥石流等。另外煤炭开采还引发了次生环境问题，如煤矸石污染等。对煤炭开采导致的生态、次生生态及社会问题进行概况，并提供相应问题的解决办法，已成为煤矿环保的当务之急。

思考与练习

1. 看图 1 指出下列井巷：（1）立井、暗立井；（2）斜井、暗斜井；（3）平硐、岩石平巷、石门；（4）采区上山、采区下山。
2. 看图 2 简述矿井的主要生产系统。
3. 解释名词：开拓巷道、准备巷道和回采巷道。

模块一 煤矿地质与矿图基础知识

课题一 地壳和煤

知识点

- ◆ 岩石及其分类。
- ◆ 煤、煤层及煤系。

技能点

- ◆ 了解我国主要聚煤期和聚煤区。

一、任务描述

众所周知，工业发展所需的各种原料和矿产都赋存于地下，煤也不例外。那么，我们要开采的煤是位于地下的什么位置呢？

二、任务分析

图 1—1—1 所示为地球内部构造示意图。地球由表及里分为地壳、地幔、地核三个圈层，地球最外层有一层坚固的薄壳，称为地壳。从古至今，人类的活动，主要都在地壳的表层进行，而煤正是埋藏在地壳的表层中。

要开采地壳中的煤，必须首先了解地壳及其构成，了解煤、煤层及煤系。

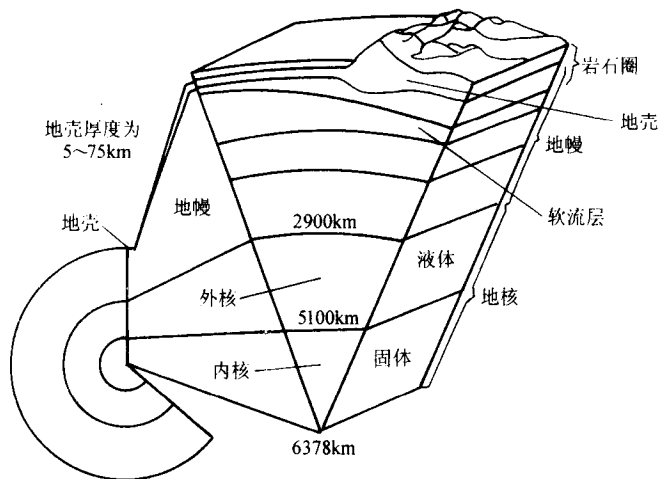


图 1—1—1 地球内部构造示意图

三、相关知识

1. 地壳与岩石

组成地壳的物质主要是岩石，岩石是由一些矿物颗粒组成。矿物是一种或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），各种矿物均有不同的化学成分和物理性质。因此，所构成的岩石的化学成分和物理性质是不均匀的，同一种类的岩石的化学成分和物理性质也可能有很大的差别。

岩石按其生成的方式可以分岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。

(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（图 1—1—1 中软流层）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。如花岗岩和玄武岩都是最常见的岩浆岩。

(2) 沉积岩

地表原有岩石经风化、剥蚀成碎屑，并经流水的搬运，在湖泊、沼泽地带沉积下来，这些沉积物后经压紧、胶结等作用形成沉积岩。常见的沉积岩有砂岩、页岩和石灰岩等。沉积岩的形成过程如图 1—1—2 所示。

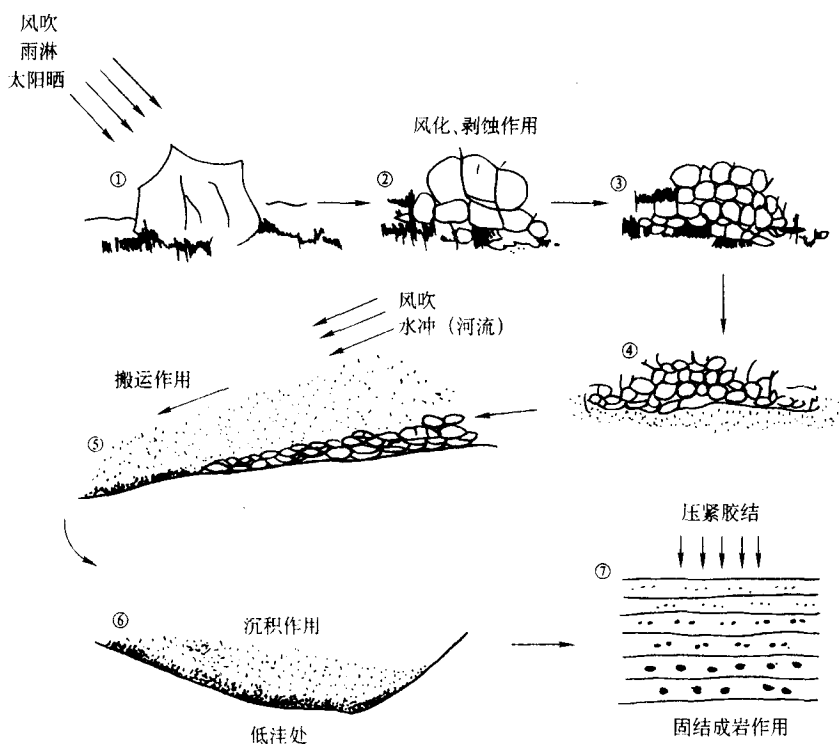


图 1—1—2 沉积岩的形成过程

(3) 变质岩

变质岩是已经形成的各种岩石（如岩浆岩、沉积岩、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或化学变化，改变了原来的成分和性质而成的岩

石。如石灰岩变质成大理岩。

煤是一种沉积岩。在煤矿中遇到的岩石几乎都是沉积岩，很少遇到岩浆岩和变质岩。

2. 煤、煤层和煤系

(1) 煤和煤层

煤是由植物遗体在适当的气候、地貌、地质综合条件作用下逐渐形成的。煤在地壳中的积聚，主要依靠古气候、古地理地貌和地质作用等条件的良好配合。煤层是由植物遗体大量堆积，经成煤作用形成的层状固体可燃矿产。形成有开采价值的煤层，必须具备以下四个条件：繁茂的植物条件、温湿的古气候条件、积水沼泽的古地理条件、缓慢沉降的地壳运动条件。

煤层的厚度及其变化是评价煤层工业价值的主要标准，也是选择采煤方法的主要依据。煤层的厚度决定于植物遗体堆积的速度与地壳沉降速度间的关系。

1) 当泥炭沼泽中植物遗体堆积速度与地壳沉降速度一致时，且泥炭层很厚，就会形成厚煤层。

2) 当泥炭沼泽中植物遗体堆积速度大于地壳沉降速度时，有一部分植物遗体被氧化和分解破坏，从而形成薄煤层。

3) 当泥炭沼泽中植物遗体堆积速度小于地壳沉降速度时，植物堆积将被碎屑沉积或化学沉积所代替，碎屑沉积物等将成为煤层的顶板或为煤层中的夹矸。

(2) 煤系

煤系是一定地质历史时期形成的具有成因联系的大致连续沉积的一套含煤岩系，厚度从几十米至几千米。构成煤系的岩层主要有泥岩、页岩、粉砂岩、砂岩及煤层。

煤系一般是按其形成的时代来命名的，如我国华北的石炭二叠纪煤系、东北的侏罗纪煤系、华南的晚二叠纪煤系等。自古生代到第三纪各个地质时期中，条件不同，各含煤岩系有很大差别。从分布范围上看，小的含煤岩系有几百万平方米，大的含煤岩系可达几千万平方米；从厚度上看，煤岩系由几米到几万米，其中单个煤层的厚度可由几十厘米到一二百米，而含煤层数也可有一层到几十层。

在煤系中，除含有煤矿床外，还经常伴有其他沉积矿产，如油页岩、铝土矿、菱铁矿、黄铁矿、赤铁矿、褐铁矿等。

3. 我国的聚煤期及主要聚煤区

我国的主要聚煤期是：晚古生代的早晚石炭世，早、晚二叠世；中生代的晚三叠世；早、中晚侏罗世，早白垩世；新生代的第三纪。在这四个主要聚煤时期里，形成了许多煤田，我国煤田划分六个大区域，即华北、华南、东北、西北、西藏滇西、台湾，其中不少已成为我国的主要煤炭基地。

思考与练习

1. 什么是矿物？什么是岩石？
2. 简要说明岩石分类。
3. 什么是煤层？什么是煤系？

课题二 煤 质

知识点

- ◆ 煤的化学组成及煤质的主要指标。
- ◆ 煤的分类及用途。

技能点

- ◆ 合理地对煤进行分类，实行煤的综合利用。

一、任务描述

煤是一种不可再生资源，如何利用煤才能发挥最大价值呢？

二、任务分析

为了提高煤的利用价值，必须了解煤的化学成分和煤质的主要指标，根据相关指标对煤进行分类利用。

三、相关知识

1. 煤的化学组成

煤的化学组成主要是有机质和无机质两大类。有机质是煤的主要组成部分，它包括碳、氢、氧、氮和有机硫，还有少量磷等，是可以利用的部分；无机质包括无机质矿物质和水分，绝大多数是煤中的有害成分，对加工、生产不利。

2. 煤质

煤质的主要指标包括：水分（W）、灰分（A）、挥发分（V）、固定炭（C）、胶质层厚度（Y）、发热量（Q）、硫和磷的含量以及含矸率等。

(1) 水分和灰分

水分和灰分是煤中不可燃的部分，含量越少煤质越好。目前把含灰分 40% 及以上的煤层暂列入不可采煤层。

(2) 挥发分

挥发分指煤与空气隔绝后加热到 900℃ 左右时所排除的气态物质，主要成分为沼气、氢及其他碳氢化合物等。因为挥发分能反映煤中有机物的性质及其加工利用性能，所以它是评价煤质、进行煤的工业分类的主要指标之一。

(3) 固体碳

固体碳是除去水分、灰分和挥发分后的有机固体可燃物质。

(4) 胶质层厚度

胶质层厚度是指粉煤与空气隔绝后加热到 $(850 \pm 20)^\circ\text{C}$ 时，煤中的有机质分解、熔融而产生具有黏结性胶体的厚度。黏结性好的煤加热后形成厚度适当的胶质层，最后结成块状的焦炭；黏结性差的煤加热后形成胶质层厚度小，结成的焦炭成碎片状；不黏结的煤加热后不