



高等职业教育改革创新示范教材

采煤概论

王绍留 刘瑞明◎主编

CAIMEI GAILUN



配教学资源



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等职业教育改革创新示范教材

采煤概论

主 编 王绍留 刘瑞明
副主编 苏永成 杨 浩
参 编 张 莉 段启兵 王正荣
主 审 肖 鹏



机械工业出版社

本书介绍了煤矿开采应掌握的煤矿地质、矿图等基础知识；系统地介绍了煤矿井田开拓、巷道掘进与支护、采煤方法、矿井主要生产系统、矿井通风和矿井五大自然灾害及其防治等基本知识，并对露天煤矿开采的基本知识做了简单介绍。全书共8个单元，内容包括煤矿地质、矿图、井田开拓、巷道掘进与支护、采煤方法、矿井主要生产系统、矿井通风、矿井灾害及其防治。

本书适合煤炭、能源职业技术学院和成人教育院校矿山机电、矿井通风与安全、矿山测量、数字矿山技术专业及其他煤炭开采类相关专业使用，也可供广大煤矿工程技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

采煤概论/王绍留，刘瑞明主编. —北京：机械工业出版社，2014.12
高等职业教育改革创新示范教材
ISBN 978-7-111-49173-6

I. ①采… II. ①王…②刘… III. ①煤矿开采—高等教育—教材
IV. ①TD82

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 005553 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：汪光灿 责任编辑：王莉娜

版式设计：常天培 责任校对：陈延翔

封面设计：张 静 责任印制：乔 宇
北京铭成印刷有限公司

2015 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19.75 印张·484 千字

0001—2000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-49173-6

定价：42.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88379833 机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-88379649 机工官博：weibo.com/cmp1952

教育服务网：www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网：www.golden-book.com

前 言

为贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》，落实国务院关于加快矿业类人才培养的重要指示精神，满足煤炭行业发展对一线技能型人才的需求，教育部、国家安全生产监督管理总局、中国煤炭工业协会决定实施“职业院校煤炭行业技能型紧缺人才培养培训工程”，并制订了职业教育煤炭行业技能型紧缺人才培养培训教学方案，以全面提高教育教学质量。本书以简明实用为编写宗旨，针对职业教育特点和教学模式以及职业院校学生的心理特点和认识规律，按照上述培养培训教学方案的要求编写而成。

本书由校企合作编写，理论与实践合一。本书紧扣职业教育煤炭行业技能型紧缺人才培养培训教学方案，依据国家煤炭行业法律、法规、标准，针对矿山机电等煤炭开采类专业学生应具备的专业知识和技能要求，认真讨论并确定了编写大纲和内容设置。在编写过程中，编者进行了大量调研，走访了煤矿生产企业、煤炭科研单位和设计单位，认真听取了相关管理人员和工程技术人员的宝贵意见和建议，既注重学生对基础理论知识的掌握，又注重培养学生的实践技能，力求更加贴近我国煤炭开采行业的发展趋势及煤炭类职业院校教学的实际情况；既突出了矿山机电、矿井通风与安全、矿山测量、数字矿山技术等专业职业教育的特点，又体现了高素质技能型人才的培养特色。

本书按 68~78 学时编写，学时安排建议见下表。

内 容	理论教学	实践教学	合 计
第一单元 煤矿地质	4~5	2	6~7
第二单元 矿图	4~5	2	6~7
第三单元 井田开拓	8	2	10
第四单元 巷道掘进与支护	8	4	12
第五单元 采煤方法	10~12	4	14~16
第六单元 矿井主要生产系统	2~4	2	4~6
第七单元 矿井通风	6~8	2	8~10
第八单元 矿井灾害及其防治	6~8	2	8~10
	48~58	20	68~78

本书由王绍留、刘瑞明任主编，苏永成、杨浩任副主编，由肖鹏任主审。全书共 8 个单元，第一单元由王绍留、王正荣编写，第三、四单元由王绍留编写，第二单元由苏永成编写，第五单元由杨浩、段启兵编写，第六单元由张莉编写，第七、八单元由刘瑞明编写。王绍留负责全书的统稿和修改。

本书在编写过程中，参阅了部分同类教材、相关研究成果及网上资料，引用了工程技术人员提供的矿井设计和现状资料。在此，本书编者对被参考、引用有关书籍的广大作者，提供设计和现状资料的工程技术人员表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中错误和缺点在所难免，恳请广大读者批评指正。

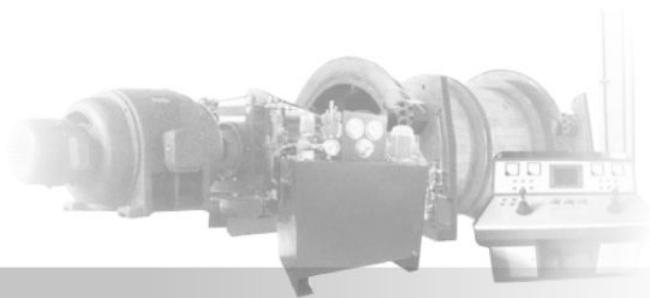
编者

目 录

前言	
第一单元 煤矿地质	1
课题一 地壳及地质作用	1
课题二 煤的形成、分类及综合利用	10
课题三 煤层的埋藏特征	19
课题四 煤田地质勘探及煤炭资源储量	22
课题五 影响煤矿生产的地质因素	27
第二单元 矿图	33
课题一 煤矿地质图	33
课题二 采掘工程平面图	46
课题三 煤矿常用其他矿图	52
第三单元 井田开拓	57
课题一 井田开拓基本知识	57
课题二 井田开拓方式	73
课题三 矿井采掘关系	92
第四单元 巷道掘进与支护	96
课题一 钻眼爆破	96
课题二 巷道支护	113
课题三 装岩与调车	131
课题四 掘进通风与综合防尘	134
课题五 巷道施工组织与管理	138
课题六 综合掘进机掘进	142
第五单元 采煤方法	146
课题一 采煤方法概述	146
课题二 长壁采煤法采煤工艺	154
课题三 缓斜、倾斜煤层走向长壁采煤法	184
课题四 近水平及倾角较小缓斜煤层倾斜长壁采煤法	195
课题五 急斜煤层采煤法	199
课题六 厚煤层采煤法	209
第六单元 矿井主要生产系统	217
课题一 矿井地面工业广场及地面生产系统	217
课题二 矿井运输与提升系统	220
课题三 矿井排水系统	227
课题四 矿井动力供应系统	232
第七单元 矿井通风	245
课题一 矿井空气和矿井通风的任务	245
课题二 矿井通风阻力和通风动力	252
课题三 矿井通风方式和通风方法	256
课题四 矿井通风管理	263
第八单元 矿井灾害及其防治	269
课题一 矿井瓦斯及其防治	269
课题二 矿尘及其防治	279
课题三 矿井火灾及其防治	286
课题四 矿井防水和排水	292
课题五 冒顶事故及其预防	296
课题六 矿山救护设备设施与救护	301
参考文献	310

第一单元

煤矿地质



【单元学习目标】

本单元学习了解地壳的物质组成和地质作用的基本知识；熟悉地质年代表、煤炭的形成及基本特征、煤田地质勘探内容和煤田储量。通过本单元的学习，使学生对地壳形成的地质作用具有判别识读能力；使学生具有判别煤种和能够计算煤的储量的能力。

课题一 地壳及地质作用

【任务描述】

通过本课题的实施，使学生理解并掌握地壳及地质作用，煤的形成、分类及综合利用，煤层的埋藏特征、煤田地质勘探及煤炭资源储量和影响煤矿生产的地质因素，为后续单元的学习打下一定的基础。

【知识学习】

一、地壳及其物质组成

1. 地壳

地球是太阳系中一颗不大的行星，地球具有圈层构造，大致以地壳表层为界分为外圈层和内圈层。外圈层分为大气圈、水圈、生物圈三个圈层；内圈层分为地壳、地幔、地核三个圈层。即地壳是地球内圈层中最外的一个圈层，如图 1-1 所示。

地壳是指地球表面及其以下的坚硬薄壳层，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 $5 \sim 8\text{km}$ ，平均厚度为 6km ；陆地、山区较厚，最厚处可达 70km ，如我国青藏高原厚达 65km 以上。地壳的平均厚度为 16km 。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。各种地质作用，主要发生在地壳部分。

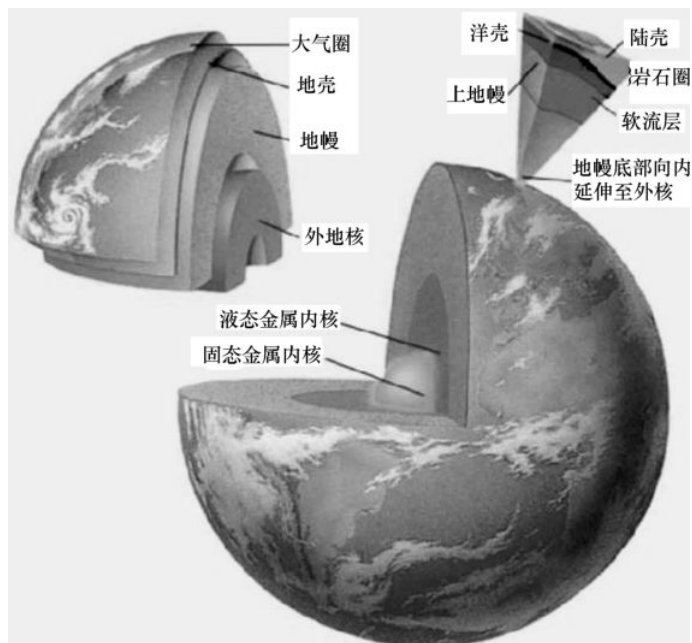


图 1-1 地球的内部圈层

2. 地壳的物质组成

地壳是由岩石组成的，而岩石则由一些细小的矿物颗粒组成。矿物或岩屑在地质作用下聚集而成岩石。组成地壳的岩石种类很多，通常按其成因分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。三大类岩石在地壳中的分布各不相同，沉积岩分布在地壳的最表层，厚薄不均，呈不连续分布；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，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、流纹岩和辉长岩等。

(2) 沉积岩 沉积岩是在地壳表层环境中形成的岩石，主要是由于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曲凸岸、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）；沉积物再经紧压、脱水、胶结，变成坚固的岩石。此外，组成沉积岩的物质中还可能有大量的生物遗体或火山喷发的物质。

沉积岩是最常见的一类岩石，在地壳岩层中分布最广，覆盖的面积约占地球表面积的75%。有许多重要的矿产资源，本身就是沉积岩，如煤、油页岩、盐矿和石灰石等。石油和天然气也生成于沉积岩，且大部分储存在沉积岩中。

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。沉积岩是矿井中最常见的岩石，煤矿的井巷工程绝大多数分布在沉积岩中。

(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。因此,变质岩的特征是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,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、片麻岩和千枚岩等。

二、地质作用

自然动力所引起地壳物质成分、内部结构、构造以及地表形态发生变化和发展的过程称为地质作用。根据地质作用进行的场所及能源来源的不同,地质作用分为内力地质作用和外力地质作用。

1. 内力地质作用

内力地质作用发生在地球内部(地壳中或地幔中),主要由地球本身的能量(主要是地球旋转能、重力能、地球内部的热能及化学能等),促使地壳或岩石圈的物质组成、内部构造及外部形态发生变化。

按作用的性质和方式不同,内力地质作用可分为地壳运动、地震作用、岩浆作用和变质作用。

(1) 地壳运动 地壳运动指由地球内部动力引起的,促使地壳(或岩石圈)组成物质变形、变位的运动,也称构造运动。它控制着地表海陆分布的轮廓和地形,对地壳中岩层的形态和构造等变化起着决定性作用。地壳运动还为其他各种内、外力地质作用的产生创造了条件,是地壳发展演变的主导因素。地壳运动具有普遍性、长期性和方向性等特点,分为水平运动和垂直(升降)运动。

1) 水平运动。水平运动是地壳或岩石圈物质沿地球切线方向的运动。它使地壳受到挤压、拉伸、平移,甚至旋转扭动,导致组成地壳的岩层发生褶皱和断裂,在地表形成高山或深谷(盆地),因此又称造山运动。这是一种表现剧烈的地壳运动形式。

美国加利福尼亚圣安德烈斯断层带是现代水平运动的典型例子,从1882~1946年的65年中,对此断层带进行了4次定时定点测量,发现断层每年以1cm的速度向北西方向移动。近年来美国使用轨道卫星和激光束进行测定,发现该断层两盘每年以8.9cm的速度靠拢。

从地壳发展史看,地壳运动总趋势是水平运动为主,有一部分升降运动是由水平运动引起的,或者是与水平运动相伴而生的。

2) 升降运动。升降运动又称垂直运动,是地壳或岩石圈组成物质沿地球半径方向的上升或下降运动,主要造成地壳大规模的隆起或凹陷,引起地势高低变化、海陆变迁、岩体垂直位移及层状岩层大型的平缓弯曲,因此又称造陆运动。

世界上反映升降运动最著名的实例是意大利那不勒斯海湾塞拉比斯古庙遗址前保存的三根高12m的大理石柱,如图1-2所示。

据考证,石柱在公元初期位于陆上,1583年维苏威火山喷发使其下部3.6m被火山灰所掩埋;后因地



图1-2 意大利那不勒斯海湾塞拉比斯古庙三根12m高大理石柱(1749年考古发掘)

壳下沉使石柱沉至海面以下 6.3m；18 世纪中叶石柱又随地壳上升到地面，于 1749 年被挖掘出来；以后又开始下降，1878 年海水淹没柱高 0.65m，1913 年为 1.53m，1933 年为 2.05m，1954 年达 2.5m，至 1976 年又上升 1m。这表明那不勒斯海湾近代正处于交替的升降运动中。

应该指出，地壳运动的两种表现形式并不是彼此孤立、截然分开的，而是相互联系和相互转化的，它们在时间上和空间上的发展是不平衡的。

总的看来，在地壳发展历史中，地壳运动有一定的规律性，总是由长期缓慢的运动转化为快速激烈的运动，它们交替出现，使地球发展历史显示出一定的阶段性和周期性。

地壳运动可使岩层发生褶皱、断裂，促使岩浆活动和变质作用及地震作用的发生，造成海陆变迁、地表起伏，导致气候变化，影响生物的分布及外力地质作用的发生发展。可见，地壳运动是地壳发展演变的主导因素。

(2) 地震作用 孕震、发震和余震的全部作用过程称为地震作用。

地震是地壳运动或构造运动的一种特殊形式，表现为一种快速、短暂、突发的构造运动，是地壳的一种快速颤动。

地震在长期、缓慢、不断地进行着，当地壳运动所积累的应力超过组成地壳岩石的强度时，就发生迅速和激烈的震动。它是地壳运动的一种形式，是破坏性较大的地质现象。

近年来我国发生的最大一次地震是 2008 年 5 月 12 日 14 时 28 分 04 秒的四川汶川地震（图 1-3），8 级强震猝然袭来，大地颤抖，山河移位，满目疮痍，生离死别……这是新中国成立以来破坏性最强、波及范围最大的一次地震，重创约 50 万平方公里。截至 2009 年 4 月 25 日 10 时，遇难 69227 人，受伤 374643 人，失踪 17923 人。其中四川省 68712 名同胞遇难，17921 名同胞失踪，共有 5335 名学生遇难或失踪，直接经济损失达 8451 亿元。



图 1-3 汶川地震破坏情况

(3) 岩浆作用 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，如图 1-4、图 1-5 所示。

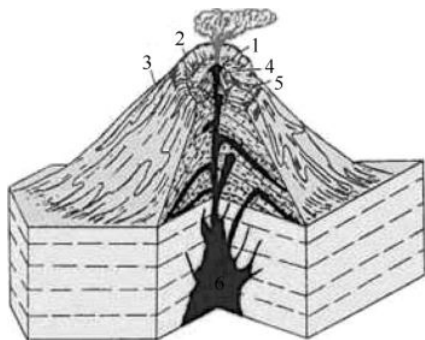


图 1-4 岩浆作用示意图

1—火山口 2—外轮山 3—火山锥 4—火山颈
5—破火山口 6—岩浆源



图 1-5 岩浆

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。岩浆的这种侵入、喷出活动并冷凝成岩石的全部过程，称为岩浆活动。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。

(4) 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岩石称为变质岩。变质作用有区域变质、接触变质和动力变质三种类型。在岩浆活动较剧烈的地区，变质作用比较普遍。

2. 外力地质作用

以地球外部的太阳能以及日月引力能为能源，并通过大气、水、生物因素所引起的风、雨、冰雪、冰川、河流、海浪等营力产生的各种地质作用，称为外力地质作用。

在这些自然营力的影响下，一方面不断对暴露在地表的岩石进行破坏，使岩石变得松散，粉碎成为泥沙和可溶物质；另一方面又将这些泥沙和溶解物质搬运到地势低洼的盆地（如海洋、湖泊）中，逐渐进行沉淀和堆积。外力地质作用的结果使高山不断遭受风化、剥蚀，夷为平地；盆地不断接受沉积，形成大量的沉积岩和矿产，并逐渐被填平。如煤、油页岩、石油和天然气及铜、铁的形成等均与外力地质作用有关。

外力地质作用主要发生在地球表层，包括风化作用、剥蚀作用、搬运作用、沉积作用、固结成岩作用等。

(1) 风化作用 地表和接近地表的岩石，在温度变化、水、空气及生物的作用和影响下所发生的破坏作用称为风化作用，如图 1-6 所示为大型球状风化。



图 1-6 大型球状风化

风化作用可使出露在地表的煤层受到风化，使煤的灰分增高、质量变劣，甚至失去开采价值。其影响因素主要有温度、水、空气等。

(2) 剥蚀作用 风、雨以及河流、地下水、海（湖）水、冰川中的水体在运动状态下对地表或地下岩石产生的破坏，一方面将风化产物从母岩中剥离下来，使新鲜的岩石裸露地

表继续遭受风化，另一方面又对岩石产生破坏作用，并同时使破坏后的产物脱离母岩，这一过程称为剥蚀作用。

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、剥蚀作用的产物被流水、海洋、风、湖泊、冰川等从风化剥蚀的地区转移到沉积区的过程称为搬运作用。搬运作用与剥蚀作用往往同时由同一种自然营力来完成。

按搬运方式的不同，搬运作用主要分为机械搬运作用和化学搬运作用两种类型。

(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，使其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，如图 1-7 所示。

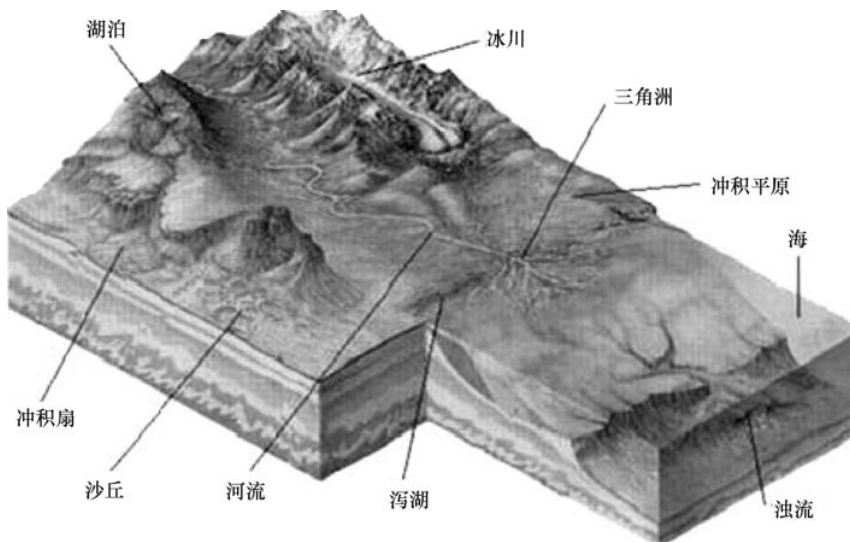


图 1-7 沉积环境示意图

(5) 固结成岩作用 随着地壳下沉，先期形成的松散、富水的沉积物被原来的沉积物覆盖，逐渐向地下深处沉降。沉积物在压力增大、温度升高或溶液的影响下，发生压缩、脱水、胶结、交代及重结晶等作用，形成坚硬的沉积岩的过程，称为固结成岩作用。固结成岩作用包括压实作用、胶结作用和重结晶作用等。

总之，外力地质作用的整个过程是从母岩的风化、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。它一方面将地壳表面隆起的部分夷平，起着破坏作用；另一方面又将地壳表面凹陷的部分填平，起着建设作用。这种破坏和建设并不是机械地、一成不变地在一个地区进行，而是随着时间和空间的转移在发生变化。地表形态的形成和演变，并不仅是外力地质作用的结果，而是内力地质作用与外力地质作用互相配合下共同完成的，并且在很大程度上受地壳运动的制约。

内力地质作用与外力地质作用之间是互相联系、互相影响又互相矛盾的，这两种互相依存、相互斗争的对立统一过程，就是地壳发展的过程。

三、地质年代单位

1. 年代地层单位及地质年代单位的概念

(1) 地层单位 地层是在整个地质时期由老到新逐次形成的，因而便有可能将地层按它们形成的次序进行分段，划分成若干个不同级别的分层单位，即地层单位。地层划分的依据有以下两种。

1) 年代地层单位。以地层形成时间为主要依据所划分的地层单位称为年代地层单位，由大到小依次为宇、界、系、统、阶、时间带，大单位对小单位是包容关系。

2) 岩石地层单位。以岩性为主要依据划分的地层单位称为岩石地层单位，由大到小依次为群、组、段、层。

年代地层单位是国际性的，岩石地层单位是地方性的。通过全球性的地层划分与对比，建立了世界范围的统一地层系统，为国际通用地质年代的产生奠定了基础。

(2) 地质年代及单位 研究地壳的历史，必须建立地质年代，这种以反映各种地质事件（含岩性、接触关系等）发生与年代地层单位相对应的时间，称为地质年代，见表 1-1。

表 1-1 年代地层与地质年代的关系

年代地层单位	地质年代单位	岩石地层单位（地方性单位）
宇	宙	
界	代	
系	纪	
统	世	群
阶	期	组
时间带	时	段
		层

地球形成已有 46 亿年以上的历史。在不同的地质历史阶段都有岩石、矿物和生物的形成与发展，也有着岩石、矿物和生物破坏与淘汰。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 6 个地质年代单位。其中，宙是地质年代中最大的单位，宙下分代，代下分纪，纪下分世，世下分期，期下分时。

在各个地质年代中，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，因此，地层是有时间概念和空间关系的。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，从大到小依次分为宇、界、系、统、阶、时间带 6 个等级，见表 1-1。它表示在“宙”这个时间单位内形成的地层为“宇”；在“代”时间单位内形成的地层为

“界”；在“纪”时间单位内形成的地层为“系”，其余类推。

1) 相对地质时代及其单位。相对地质时代的产生是全球性地层划分与对比的结果。通过对各地区地层的划分与对比，建立了统一的地层系统，而地质时代单位与时代地层单位相对应，由大到小依次为宙、代、纪、世、期、时，每一时代地层单位代表相应地质时代时间所有的地层，两者的时间界限是严格一致的。

① 宇（宙）。宇是最大的时代地层单位，代表宙的时期内形成的地层。整个地质时期分为隐生宙和显生宙，相应形成的地层分别为隐生宇和显生宇。

② 界（代）。界是宇中所划分的次一级时代地层单位。形成界的时间间隔为代，即界是一个代的时间内形成的全部地层。按地层的古老程度，将隐生宇分为太古界和元古界，相对应的地质时代是太古代和元古代。按生物界的演化阶段（主要是动物），把显生宇划分为古生界、中生界和新生界，相对应的地质时代为古生代、中生代和新生代。

③ 系（纪）。系是包括在界内的次一级时代地层单位，代表一个纪的时间内所形成的全部地层。除太古界（代）外，每个界（代）均包括几个系（纪），如中生界（代）分为三叠系（纪），侏罗系（纪）和白垩系（纪）。

④ 统（世）。统是系内所划分的次一级时代地层单位，代表一个世的时间内所形成的全部地层。

一般每系（纪）分成三个统（世），如二叠系（纪）分为下二叠统（早二叠世）、中二叠统（中二叠世）、上二叠统（晚二叠世）；震旦系（纪）、石炭系（纪）、白垩系（纪）、新近系（纪）和第四系（纪）等各分为两个统（世），如石炭系（纪）分为下石炭统（早石炭世）和上石炭统（晚石炭世）、白垩系（纪）分为下白垩统（早白垩世）和上白垩统（晚白垩世）、新近系（纪）分为中近统（中新世）和上近统（上新世）。

⑤ 阶（期）。阶是统内划分的次一级时代地层单位，代表一个期的时间内形成的全部地层。

由上述可见，每一地质时代单位均包括一相应时代地层单位形成的时间间隔，代表一段时间，不能表明绝对时间概念，因此属于相对地质时代。

全部时代地层单位和相应的地质时代单位都是世界性的，但随着级别的降低，远距离准确时代对比有困难，使得有效应用范围缩小。通常，只有较高级别的单位，如宇（宙）、界（代）、系（纪）和统（世）等适用于世界范围，其他如阶（期）只适用于大区域，时间带（时）仅具有地方性特征。

2) 绝对地质时代。绝对地质时代又称同位素地质年龄。它是根据岩石中存在的微量放射性同位素蜕变规律测定的地层生成年龄，通常以百万年为单位。

相对地质时代与绝对地质时代都是研究地壳历史所采用的时代，表明了地壳演化过程中各种地质事件发生和岩石、矿产等形成的时间。两种地质年代并行不悖，互为补充、印证而不能互相取代。前者反映了地壳发展的阶段性，后者突出了地质事件发生的具体时间。

2. 地质年代表

将整个地史时期所划分的地质时代，按时间顺序依次刊制成表，即地质时代表，见表1-2。表中各地质时代单位是地壳历史的自然分期，反映了时间早晚顺序和先后阶段。

第一单元 煤矿地质

表 1-2 中国地质年代表

宙	代	纪	世	年龄 (Ma)	构造运动	植物	动物
显生宙 PH	新生代 Cz	第四纪 Q	全新世 Qh	2.6	喜马拉雅运动	被子植物 大量繁盛	古人类 出现
			更新世 Qp				
		新近纪 N	上新世 N ₂	23.3			
			中新世 N ₁				
		古近纪 E	渐新世 E ₃	65			
			始新世 E ₂				
	古新世 E ₁						
	中生代 Mz	白垩纪 K	晚白垩世 K ₂	137	燕山运动 印支运动	被子植物	
			早白垩世 K ₁				
		侏罗纪 J	晚侏罗世 J ₃	205			
			中侏罗世 J ₂				
			早侏罗世 J ₁				
		三叠纪 T	晚三叠世 T ₃	250			
	中三叠世 T ₂						
	早三叠世 T ₁						
	古生代 Pz	二叠纪 P	晚二叠世 P ₃	295	海西运动	裸子植物 大量繁盛	爬行动物
			中二叠世 P ₂				
			早二叠世 P ₁				
		石炭纪 C	晚石炭世 C ₂	354			
			早石炭世 C ₁				
		泥盆纪 D	晚泥盆世 D ₃	410			
	中泥盆世 D ₂						
	早泥盆世 D ₁						
	志留纪 S	顶志留世 S ₄	438				
		晚志留世 S ₃					
		中志留世 S ₂					
	奥陶纪 O	早志留世 S ₁	490				
		晚奥陶世 O ₃					
中奥陶世 O ₂							
寒武纪 ε	早奥陶世 O ₁	543					
	晚寒武世 ε ₃						
	中寒武世 ε ₂						
元古宙 PT	新元古代 Pt ₃	早寒武世 ε ₁	680	加里东运动	裸蕨植物	鱼类	
		晚震旦纪 Z ₂					
		早震旦纪 Z ₁					
	中元古代 Pt ₂	南华纪 Nh	800				
		青白口纪 Qb					
		蓟县纪 Jx					
古元古代 Pt ₁	长城纪 Ch	1000					
	溱沱纪 Ht						
太古宙 AR	新太古代 AR ₃	1400	五台运动	藻类			
	中太古代 AR ₂	1800					
	古太古代 AR ₁	2300					
	始太古代 AR ₀	2500					
		2800					
				3200			
				3600			

【任务考评】

本课题考评表见表 1-3。

表 1-3 任务考评表

过程考评	配分	考评内容	考评实施人员
素质考评	10	学习纪律	理论教师 结合各项表现进行综合 考评
	10	理解掌握地壳的概念	
	10	理解掌握地壳岩石的类型	
	10	理解掌握内力地质作用、外力地质作用的基本概念，外力地质作用的种类等	
实操考评	12	理论知识口述：地壳的结构	
	12	理论知识口述：岩浆岩、沉积岩和变质岩	
	12	理论知识口述：内力地质作用、外力地质作用；风化作用、剥蚀作用；搬运作用、沉积作用和固结成岩作用	
	12	语言表达顺畅、清晰	
	12	完成本次工作任务，效果良好	

【思考与练习】

1. 地壳结构有什么特点？组成地壳的岩石按成因可分为哪几类？
2. 叙述地质作用的概念、分类及各类包括哪些作用。
3. 国际通用的地质年代单位和地层单位有哪些？有何对应关系？

课题二 煤的形成、分类及综合利用

【任务描述】

煤是一种沉积而成的可燃有机岩石，是由大量的有机物质和少量的无机物质组成的。它不仅是一种主要的能源，而且还是冶金、化工等极其重要的原料。

煤的形成、分类及综合利用包括煤的形成、煤系、煤的性质、工业分类和综合利用等方面的内容。通过对本课题的学习，使学生能理解并掌握煤的形成过程、煤系的概念、煤的物理性质和化学性质、煤的工业分类和煤的综合利用等知识。

【知识学习】

一、煤的形成

煤是植物遗体经过复杂的生物化学作用和物理化学作用转变而成的。从植物死亡、堆积到转变成煤，经过了一系列的演变过程，这个过程称为成煤作用。

成煤作用根据时间、影响因素及结果，大致分为两个阶段，即第一阶段泥炭化或腐泥化作用阶段，第二阶段煤化作用阶段。其中，第一阶段起主导作用的是生物化学作用，并形成