

Caimei Gailun

教育部高等学校高职高专安全类专业教学指导委员会审定教材

采煤概论

主编 郭 辉 毕德纯 贾元旦
主审 杨胜强

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

教育部高等学校高职高专安全类专业教学指导委员会审定教材

采煤概论

主编 郭 辉 毕德纯 贾元旦

参编 (以姓氏笔画为序)

和会惠 杨成章 杨成双

武 虎 张玉山

主审 杨胜强

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是由教育部高等学校高职高专安全类专业教学指导委员会审定的高职高专规划教材。全书共 10 章, 内容包括: 绪论, 煤矿地质知识, 矿图, 井田开拓, 井巷掘进与支护, 采煤方法, 矿井通风, 煤矿安全生产, 矿井生产系统, 露天开采, 煤炭产业可持续发展与环境保护概要。

本书可供高等学校高职高专院校采矿专业、安全专业及其他相关专业作为教材使用, 也可供煤炭成人院校作为教材使用, 以及现场工程技术人员工作时参考。

图书在版编目(CIP)数据

采煤概论/郭辉, 毕德纯, 贾元旦主编. —徐州: 中国矿业大学出版社, 2008. 8

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0009 - 9

I. 采… II. ①郭…②毕…③贾… III. 煤矿开采—高等学校: 技术学校—教材 IV. TD82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 120335 号

书 名 采煤概论

主 编 郭 辉 毕德纯 贾元旦

责任编辑 马跃龙 刘红岗

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 14.5 字数 360 千字

版次印次 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定 价 27.00 元

(图书出现印装质量问题, 本社负责调换)

前 言

近年来,世界经济发展迅速,对资源尤其是能源的需求特别旺盛,作为产煤大国,我国煤炭的产量与消耗量也达到了历史最高水平,煤炭行业对人才的需求,特别是对实用型、技能型人才的需求存在很大。为适应社会发展的需求,培养实用型人才的高等煤炭职业教育发展迅速,规模达到了历史最高水平。《采煤概论》作为煤炭院校各专业的专业基础课,承担着让学生认识煤矿、了解煤炭生产过程、为学习专业课打基础的任务,其内容必须符合职业教育的特点。为此根据教育部高等学校高职高专安全类专业教学指导委员会“十一五”高职高专规划教材编写任务要求,我们组织了长期从事教学的教师编写了这本教材。本书紧跟时代步伐,突出职业教育特色,注重应用能力、实践能力、综合职业能力的培养,突出理论与实践的结合,以适应煤炭类专业对煤矿知识的要求。

本书内容包括煤矿地质知识、矿图、井田开拓、井巷掘进与支护、采煤方法、矿井通风、煤矿安全生产、矿井生产系统、露天开采和煤炭产业可持续发展与环境保护概要等几部分内容。本书不仅系统地介绍了煤矿生产与煤矿安全的专业基础知识,还介绍了煤矿环境保护与国家煤炭产业政策方面的知识。

本书由郭辉、毕德纯、贾元旦任主编。具体编写分工如下:山西煤炭管理干部学院的郭辉编写第1章和第10章的第1节;山西煤炭职工培训中心的贾元旦编写绪论和第2章;宁夏煤炭工业学校的杨成章编写第3章;辽宁石油化工大学职业技术学院的毕德纯编写第4、5章;山西煤炭管理干部学院的武虎编写第6、7章;山西煤炭管理干部学院的和会惠编写第8章;山西煤炭管理干部学院的杨成双编写第9章;宁夏煤炭工业学校的张玉山编写第10章第2~5节。全书由郭辉负责统稿工作。

本书适用于煤炭职业院校非煤矿开采专业的教学用书,也可用于从事煤矿生产与管理人士的参考用书。由于编者水平有限,难免出现一些错误,请读者提出宝贵意见,编者的电子邮箱为 guohui_sx @163. com。

编 者

2008年1月

绪论	1
第一章 煤矿地质知识	3
第一节 地壳的物质组成及地质作用	3
第二节 地质构造	6
第三节 煤的形成与煤层特征	10
第四节 煤的性质及工业分类	14
第五节 煤田地质勘探与矿井储量	19
第二章 矿图	22
第一节 绘制矿图的基本知识	22
第二节 地形图	30
第三节 煤层等高线图	37
第四节 煤矿其他地质图件	39
第三章 井田开拓	46
第一节 井田开拓的基本知识	46
第二节 井田开拓方式	53
第三节 井田开拓基本问题分析	61
第四章 井巷掘进与支护	68
第一节 岩石的性质与分级	68
第二节 巷道地压的概念与巷道断面形状	69
第三节 巷道掘进方法	72
第四节 支护方式与支护材料	84
第五章 采煤方法	91
第一节 采煤方法总论	91
第二节 走向长壁采煤法	94
第三节 倾斜长壁采煤法	104
第四节 厚煤层采煤法	106

第五节 其他采煤方法简介	109
第六章 矿井通风	115
第一节 矿井空气与矿井通风的任务	115
第二节 矿井通风阻力与通风压力	119
第三节 矿井通风能力核定	123
第四节 矿井通风系统与通风构筑物	128
第七章 煤矿安全生产	134
第一节 矿井瓦斯与矿尘	134
第二节 矿井火灾的防治	153
第三节 矿井防水和排水	162
第四节 顶板事故与防治	170
第五节 矿山救护	177
第八章 矿井生产系统	183
第一节 矿井地面生产系统及工业广场	183
第二节 矿井运输和提升	186
第三节 矿井供电	195
第四节 煤的洗选和利用	199
第九章 露天开采	205
第一节 概述	205
第二节 露天采煤的主要工艺过程	207
第三节 露天矿开拓开采及开采境界的确定	212
第十章 煤炭产业可持续发展与环境保护概要	217
第一节 煤炭产业可持续发展	217
第二节 地表破坏及复田	219
第三节 大气污染及其防治	220
第四节 水污染及其治理	221
第五节 煤矿噪声及其控制	223
参考文献	225

绪 论

(一)

煤炭是我国的基本燃料,在相当长时期内仍将是我国能源的主要组成部分。我国的工业、农业、交通运输业飞速发展,要求供应更多煤炭。煤又是工业的重要原料,煤中可以提取 200 多种产品,这些产品都是我国经济建设和人民生活所必需的。我国矿产资源丰富,煤炭储量居于世界前列,煤种齐全,煤田分布遍及全国各地,为发展煤炭工业提供了资源条件。

我国是世界上最早利用煤炭的国家之一。公元前约 500 年的春秋战国时期,煤已经成为一种重要产品。公元前 1 世纪,煤已用于冶铁和炼铜。17 世纪中叶,明末宋应星编著的《天工开物》,系统地记载了古代的生产技术,其中就有关于煤的开采技术,包括地质、开拓、采煤、支护、通风、提升和排水等技术的全面记述。这就足以证明当时的采煤行业已得到相当普遍的发展。但是,由于长期的封建制度的桎梏,煤炭开采始终停留在手工业生产的水准,人力操作,工具简陋,生产能力低,劳动强度大,开采范围狭小,坑道布置简单,基本上靠掘进巷道出煤;火药的发明,钻眼爆破技术的应用,革新了煤矿开采技术。19 世纪 50 年代以后,中国封建制度日趋解体,资本主义因素逐渐增长,帝国主义入侵中国,我国出现近代工业,开办了用机器生产(主要是提升、运输、通风、排水)的煤矿。在旧中国,煤矿是资本家攫取高额利润的场所,煤矿工人受尽了压迫和剥削,开采技术极为落后,生命安全毫无保障,灾害事故层出不穷,煤炭资源遭受破坏。

新中国成立后,煤炭工业迅速发展,改、扩建和新建了一大批矿井,生产能力大幅度提高,目前原煤产量居世界第一。改革落后的残柱式、高落式等采煤方法,推广了长壁式采煤法,以及水力采煤法等。分别在 20 世纪 50 年代、60 年代、70 年代和 80 年代研制和推行了半机械化、普通机械化、综合机械化和放顶煤开采的采煤设备与工艺。目前,我国特殊凿井技术、巷道光面爆破技术、锚喷支护技术、水力采煤技术、“三下”(水体、建筑物和铁路下)采煤技术等,已接近或达到世界先进水平。利用发射的卫星进行全国煤田的地质测量;利用先进的微型计算机和微处理器,实现对开采环境监测、遥测、遥控和自动化管理。

(二)

在世界近代煤炭工业 200 多年历史上,第一次技术革命是采煤综合机械化,第二次技术革命是煤矿自动化,第三次技术革命是煤炭气化和液化。煤炭产量的增加,主要依靠科学技术的进步,不再是靠增加人力和投资。国外大量实践证明,产量的增长 90% 靠提高效率,而提高效率 80% 靠技术的进步。目前世界煤炭工业的新技术有:① 微电子和计算机技术。利用计算机对矿井生产进行监控,调度人员可进行人机对话,出现险情发出报警信号,每班结

束时可自动打印出报告。② 机械—电子技术。井巷掘进使用防爆激光指向仪;采煤工作面采用地声检测仪,用以预测煤与瓦斯突出和冲击地压;矿井用红外线 CO 分析仪预报井下火灾。③ 生物技术。用微生物降低煤层瓦斯含量;用细菌对煤炭进行脱硫;用微生物使泥炭转化成代用天然气。④ 航天技术。利用卫星进行煤田地质普查;利用卫星遥感技术,探测深度不大的煤矿井下断层和破碎带,以查明冒顶隐患,改进矿井设计;利用卫星摄影监管露天煤矿开采。⑤ 新材料。利用与煤矿有关的新材料,可使煤矿机械配件的使用寿命增加几倍到几十倍,可使监控系统更先进。

据世界有关专家的预测和设想,未来的采煤技术有以下几种:① 计算机控制的自动化矿井。采、掘、运、选全部自动化,工人只承担支护、安装、拆卸、维修等辅助工作;生产过程用计算机控制;用电磁、超声波、同位素等传感器检测数据;用激光仪监测瓦斯和机器导向;同位素仪器进行煤质分析;用光纤传输信息。② 采煤机器人。井下机器人将首先用于掘进工作面;用于开采极薄煤层和地质条件复杂的煤层;用于有煤与瓦斯突出危险煤层打眼;综采设备的拆卸和安装;检查设备的故障;监测井下环境;探测井下灾区、运送救护器材等。利用机器人操作井下机器,人在地面控制,从而实现无人矿井。③ 煤炭的地下气化。许多国家试验煤炭的地下气化多年,技术还不过关,吨煤在地下的气化率仅为在地面气化的 55% 左右,煤气热值较低,正采取利用氧气鼓风来争取提高煤气的热值。④ 化学采煤。溶剂萃取法将煤炭加氢用于煤炭的地下液化;化学破碎法将液氮等经钻孔压入煤层,使煤破碎到 0.5 mm 以下,再用氮气或空气压送到地面;微生物分解法将微生物和营养物经钻孔压入煤层,使煤分解成低分子产品,用空气压送到地面。

(三)

根据煤层的赋存情况和开采技术条件的不同,煤矿或采用地下(井工)开采,或用露天开采。露天开采的生产能力大,劳动生产率高,材料消耗少,生产成本低,劳动条件好;由于采煤前需剥去煤层上部的覆盖岩土层,工程量较大,故只有当剥采比不大时才可以选用,我国煤炭总产量中露天开采所占的比重大约为 3%。地下开采能适应各种不同的地质条件,应用极广,其采煤量约占全国煤炭产量的 97%。

煤矿地下(井工)开采的主要特点是地下作业。采用井工开采时,要开掘井筒通至地下,掘进巷道,布置采区和采煤工作面,进行采煤;采掘工作面要及时支护,采煤后的采空区应进行处理,采出的煤、矸要运输并提升到地面。为保证井下生产,井下需动力、照明、通讯设施;为保证井下安全,要同井下可能发生的灾害作斗争,还有搞好各项工作的配合。煤矿地下开采面临的是条件各异的自然条件,井下生产场所随煤炭采出不断移动,为维护矿井的持续生产,要不断开掘巷道,进行基建工作,生产的同时进行准备。因此,煤矿地下开采生产环节多,工序复杂,要以开采为中心,搞好掘进、运输、提升、通风、排水、动力照明、动力供应、地面布置及生产系统等配合,搞好生产技术及组织管理。

基于以上认识,本书依据我国现行的《煤矿安全规程》、《煤炭工业技术政策》、《煤炭工业设计规范》和有关煤炭工业发展方针、政策规定的精神编写,内容系统完整,概念清楚,理论联系实际;文字简明,插图与内容相结合,以利于初学者使用和科技人员阅读、研究、学习、参考。

第一章 煤矿地质知识

埋藏在地下的煤炭及其他矿产资源,都是地壳物质运动和各种地质作用的产物。因此,采矿工作者必须了解地壳物质的运动规律,认识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等基本知识。

第一节 地壳的物质组成及地质作用

一、地壳的物质组成

地球是一个南北两极稍扁平的椭圆形球体。由地壳、地幔、地核 3 个圈层组成。

地壳是地球外部的一层薄壳。它是煤炭和其他矿产形成和储存的地方,是地球运动和演化的产物。地壳的厚度各地不一,大陆所在的地方较厚,如平原地区约 30 km 左右;高原及高山地区则更厚,如西藏高原的地壳厚度可达 70 km;而海洋地区的地壳较薄,往往不到 10 km。如图 1-1 所示。

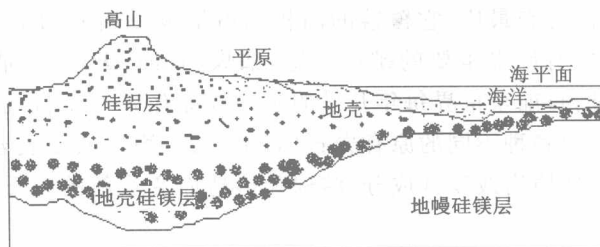


图 1-1 地壳的物质组成示意图

地壳是由岩石组成的,岩石则由一些细小的矿物颗粒组成,矿物由化学元素组成。

(1) 岩石就是通常俗称的“石头”。例如,有的地方可以看到用来烧石灰的石灰岩;有的地方可以产出色彩鲜艳、花纹美丽的花岗岩;而有的地方可以开采出美观大方、以坚硬著称的大理岩。矗立在天安门广场上的人民大会堂及我们身边的许多高楼大厦因为使用了这些岩石而被装饰得豪华大气。

如果我们仔细观察岩石,就会发现它是由一些更小的颗粒组成的(用放大镜可以看得更清楚)。这些细小的颗粒就是一些矿物。例如,当我们仔细观察一块砂岩时,可以分辨出它是由无色的像玻璃似的小颗粒组成的,这是一种叫做石英的矿物。而花岗岩则由无色的石英、肉红色的长石颗粒以及片状的云母组成。因此我们说岩石是由一种或多种矿物颗粒组成的。

(2) 矿物是由一种或多种元素在地质作用下形成的,具有比较固定的化学成分和物理

性质的自然产物。

自然界中的矿物种类繁多,有自然金(Au)、自然银(Ag)、石墨(C)等由单独一种元素形成的矿物,也有由两种元素化合而成的矿物,如石英(SiO_2)、黄铁矿(FeS_2)、磁铁矿(Fe_3O_4)等,还有更多的矿物由多种元素组成,如方解石(CaCO_3)、正长石(KAlSi_3O_8)、长岭石($\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)等。目前已知的矿物有 2 000 多种。

组成岩石的常见矿物,称为造岩矿物。主要造岩矿物通常有:石英、长石、云母、方解岩、白云石、辉石、角闪石、菱铁矿、赤铁矿、褐铁矿、黄铁矿、石膏、滑石、石墨以及黏土矿物等 20 余种。

(3) 组成地壳的岩石种类繁多,按照生成原因,可以将岩石划分为岩浆岩、沉积岩、变质岩三大类别。

岩浆岩:岩浆岩又称为火成岩,是岩浆冷凝形成的。岩浆是指地壳深部或地幔中的具有高温、高压、熔融状态的硅酸岩。当岩浆沿地壳裂缝或地壳薄弱地带上升,侵入到地壳表层或喷出地表(火山爆发),经凝固结便形成坚硬的岩浆岩。侵入到地表形成的岩浆岩又称为侵入岩,如花岗岩;喷出地表形成的岩浆岩又称为喷出岩,如玄武岩等。岩浆岩是形成其他岩石的主体,占地壳岩石体积的 64.7%。岩浆岩中最主要的造岩矿物有石英、正长石、斜长石、白云母、黑云母、角闪石、辉石及橄榄石等 8 种。

沉积岩:沉积岩是在地壳表层环境中形成的岩石。暴露于地表的岩石(岩浆岩、变质岩及沉积岩)经受外力地质作用,即先经风化和剥蚀,被破碎或分解成碎屑物质和可溶性物质等,又经过搬运(主要是由流水和风吹搬运),在适当的条件下沉积下来,形成各种沉积物,再经受紧压、脱水、胶结,变成坚硬的岩石,如砂岩、页岩、石灰岩等。

沉积岩在地壳表层分布最广,它覆盖的面积约占地表总面积的 75%,因此它是最常见的一类岩石。沉积岩中有许多重要的矿产资源,如煤、石油、天然气、油页岩、盐矿、沉积铁矿、石灰岩等。据统计,目前全世界每年开采的矿产资源有 75% 来自沉积岩。

变质岩:变质岩是由各种不同的原有岩石(岩浆岩、沉积岩或变质岩)受到温度、压力及化学活性流体的作用,使原岩改变其成分、结构和构造而变成新的岩石,如石灰岩变质成大理岩等。

煤是一种沉积岩。在煤矿生产中遇到也几乎全是沉积岩,仅在局部地带会遇到岩浆岩的侵入。

二、地质作用

地球的物质组成、内部构造和外部形态时刻都在变化着。但是这些变化有些进行得快,易于被人们觉察和观测,如地震和火山活动;有些则进行得十分缓慢,不易被人们所发现,如地表岩石的风化、地壳大范围的升降和水平运动等。这些由自然动力促使地球物质组成、内部构造和外部形态发生变化与发展的过程称为地质作用。地质作用按其作用能源及作用场所不同分为内力地质作用和外力地质作用。

1. 内力地质作用

由地球内部能量引起的地壳物质成分、内部构造、地表形态发生变化的地质作用称为内力地质作用。它作用于整个地壳或岩石圈,动力源主要来自地球内部。内力地质作用包括地壳运动、地震作用、岩浆作用、变质作用等。

地壳运动:地壳运动是指由地球内动力引起地壳(或岩石圈)组成物质变形、变位的机械运动过程。地壳或岩石圈组成物质沿地球半径方向上升或下降的运动,称为升降运动。升降运动主要造成地壳大规模的隆起和凹陷,并引起地势高低变化和海陆变迁等;而水平运动是地壳或岩石圈物质沿地球切线方向的运动,它常常表现为剧烈的造山运动,引起岩层的变形与变位。地壳运动对煤矿床的形成及赋存条件起着重要作用。

岩浆作用:岩浆从发育、向上运移到冷凝固结成岩的过程称为岩浆作用。岩浆作用可分为喷出作用和侵入作用。

变质作用:岩石基本上处于固体状态,但是受到温度、压力及化学活性流体的作用,使其成分、结构、构造改变而变成新岩石的作用。

地震作用:地震作用是地壳的快速颤动。它是地壳运动的一种表现形式,主要是岩石能量积累后突然释放的结果。地震的发生会引起所在地区地壳物理性质的一系列变化,以及地表形态和地壳结构的剧烈变动。

在上述内动力地质作用中,最活跃的、起主导作用的是地壳运动,它可以使地壳产生巨大的裂缝,为岩浆活动创造条件。地壳板块间的挤压碰撞可以导致地震,强烈的地壳运动还可引起岩石变质。地壳运动还控制着外力地质作用。

2. 外力地质作用

作用于地壳表层,动力源主要来自地球以外的地质作用称为外力地质作用。主要是由太阳的辐射能、太阳及月球引力等引起的。它使地表形态发生变化和地壳表层化学元素发生迁移、分散和富集。它包括风化作用、剥蚀作用、搬运作用、沉积作用、固结成岩作用。

风化和剥蚀:暴露在地表的岩石经受着风吹雨打、日晒夜露,以及生物活动等影响,岩石在原地遭到破坏,产生崩裂、破碎或分解、溶化,岩石的这种破坏变化过程称为风化作用。以风、雨、流水等流动物质为动力,对岩石进行破坏并把破坏的产物剥离开过程称为剥蚀作用。风化和剥蚀往往是彼此促进的,岩石遭受到风化就变得松散、易于剥蚀,剥蚀后露出新鲜岩石又会重新风化。

搬运作用:风化和剥蚀作用的产物,被流水、海浪、风、冰川等运动介质转移到其他地区(沉积区)的作用称为搬运作用。

沉积作用:搬运过程中的物质,由于搬运介质能量减弱或物理化学条件的改变以及生物等因素的影响,脱离搬运介质形成松散沉积物的过程,称为沉积作用。最主要的沉积区是内陆湖泊、沼泽和海洋。

固结成岩:是指松散的沉积物逐步变成坚硬的沉积岩的过程。其变化过程主要有:沉积物在压力作用下颗粒紧密排列、挤出水分、体积缩小,称为紧压;把砾石、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。

由此可见,地壳的岩石不断被破坏、雕刻,又不断形成新的岩石,这就是外力地质作用的整个过程。伴随着外力地质作用的进行,可以形成各种沉积矿产资源。

外力地质作用和内力地质作用彼此间有着密切的关系。

三、地史的概念

地球形成已有 45 亿年以上的历史。在漫长的岁月里,地壳在不停地运动,地球上的生

物也在不断地发展。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,也有岩石、矿物和生物的破坏和淘汰。为了便于研究,通常根据地壳运动及古生物的发展,将地球的历史从古到今划分为太古代、元古代、古生代、中生代和新生代五个大的时期。为了反映更短的时间间隔内地壳的变化,代以下又分为若干纪,纪以下又分为世。代、纪、世是国际统一的地质时代单位。

在各个地质时代内,都有相应的沉积岩层形成。各个地质时代内所生成的地层相应地称为界、系、统,它们是国际统一的地层单位。

地球的演变和发展历史,通常用地质年代表来概括,如表 1-1 所列。

第二节 地质构造

由于地壳运动而造成的岩层空间形态,我们称为地质构造。地质构造的规模有大有小,形态多种多样,在一定范围内,可分为单斜构造、褶曲构造和断裂构造 3 种基本类型。

一、单斜构造

在一定的范围内,岩层大致向一个方向倾斜的构造形态称为单斜构造,如图 1-2 所示。单斜构造往往是其他构造形态的一部分。

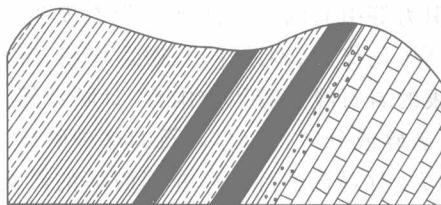


图 1-2 单斜构造

岩层的空间位置及特征通常用产状要素来描述。产状要素有走向、倾向和倾角,如图 1-3 所示。

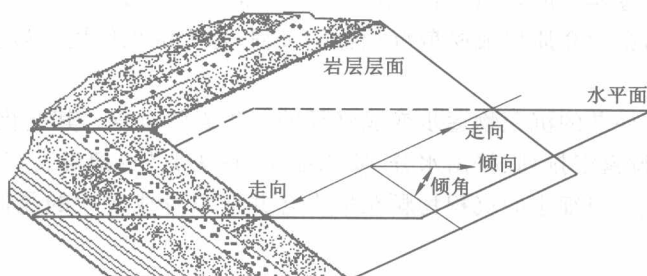


图 1-3 岩层的产状要素

走向:倾斜岩层面与水平面的交线称为走向线。走向线的延伸方向称为走向。走向通常是用走向线的方位角来表示的。

表 1-1 地 质 年 代 表

时代及相应的地层				距今时间 (百万年)	主要生物进化	
代(界)	纪(系)	代号	世(统)		动物	植物
新生代 (界)	第四纪 (系)	Q	全新世(统)	—0.01—	人类出现	现代植物时代
			更新世(统)	—2.6—		
	新近纪 (系)	N	上新世(统)	—5.3—	古猿出现	草原面积扩大
			中新世(统)	—23.3—		
	古近纪 (系)	E	渐新世(统)	—32—		
			始新世(统)	—6.5—		
			古新世(统)	—65—	灵长类出现	被子植物繁殖
中生代 (界)	白垩纪 (系)	K	晚白垩世(统)	—137—	鸟类出现	
	侏罗纪 (系)	J	晚中侏罗世(统)	—205—	恐龙繁殖	被子植物出现
	三叠纪 (系)	T	晚中三叠世(统)	—250—		裸子植物繁殖
古生代 (界)	二叠纪 (系)	P	晚中二叠世(统)	—295—	恐龙、哺乳类出现	
			早	—250—		裸子植物出现
	石炭纪 (系)	C	晚石炭世(统)	—354—		爬行类出现
			早	—295—	两栖类繁殖	大规模森林出现
	泥盆纪 (系)	D	晚中泥盆世(统)	—410—	陆生无脊椎动物发展和两栖类出现	小型森林出现
	志留纪 (系)	S	晚中志留世(统)	—438—		
	奥陶纪 (系)	O	晚中奥陶世(统)	—490—		陆生维管植物
新元古代(界)	寒武纪 (系)	Є	晚中寒武世(统)	—543—	带壳动物爆发	
	震旦纪 (系)	Z		—680—	软躯体动物爆发	
				—1 000—	低等无脊椎动物出现	高级藻类出现
				—1 800—		
				—2 500—		海生藻类出现
				—2 800—	原核生物(细菌、蓝藻)出现	
				—3 200—	(原始生命蛋白质出现)	
中元古代(界)				—3 600—		
古元古代(界)						
新太古代(界)						
中太古代(界)						
古太古代(界)						
始太古代(界)						

倾向:煤层层面上与走向线垂直向下的倾斜线的水平投影所指的方向。

倾角:指倾斜岩层层面与水平面间所夹的最大锐角。煤层倾角越大开采越困难。根据开采技术的特点,煤层按倾角可分为三类;

缓斜煤层 $0^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。

倾斜煤层 $25^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。

急斜煤层 $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。

我国各煤田的煤层以缓斜居多。缓斜煤层每年产出的煤量约占全国产煤总量的 70%。由于受地质变动影响的程度不同,同一煤层在不同地点,其走向、倾向和倾角也不完全相同,有的变化很大。

二、褶皱构造

岩层受水平力的挤压后,岩层产生弯曲,但没有丧失其原有的连续性,这种构造形态叫褶皱构造,如图 1-4 所示。岩层褶皱构造中的每一个弯曲叫褶曲。岩层层面凸起的褶曲叫背斜,岩层层面凹下的褶曲叫向斜,背斜和向斜在位置上往往是彼此相连的,如图 1-5 所示。



图 1-4 褶皱构造示意图

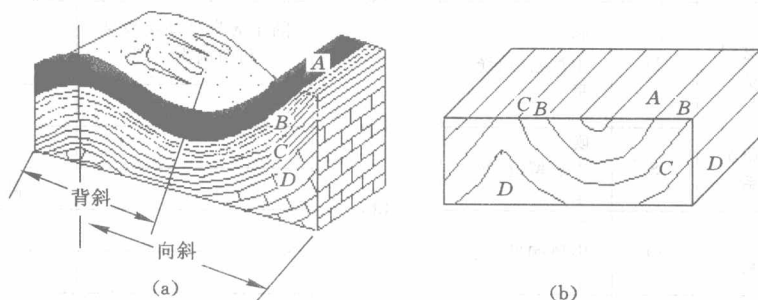


图 1-5 背斜和向斜示意图

三、断裂构造

岩层受力后,作用力超过岩层强度时就产生断裂。断裂后的构造形态叫断裂构造。断裂面两侧的岩层没有发生明显位移的断裂构造叫裂隙;断裂面两侧的岩层产生了明显位移的断裂构造叫断层。

断层的规模有大有小,大者可延伸数百千米至数千千米,相对位移可达几十千米,甚至跨越洲际,切穿地壳硅铝层;小者延伸只有几米,相对位移不过几厘米。断层分布不及节理广泛,但也极为常见,也是最重要的地质构造之一。

1. 断层要素

断层各组成部分的名称叫断层要素。主要的断层要素有断层面、断盘和断距(见图 1-6)。

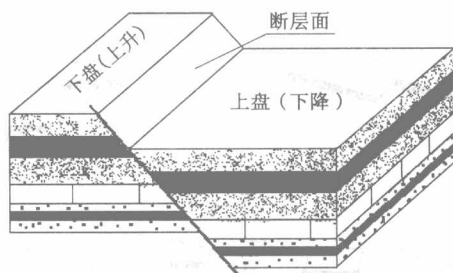


图 1-6 断层要素示意图

断层面：岩层断裂发生位移时，相对滑动的断裂面。断层面少数是比较规则的平面，多数是波形起伏的曲面。断层面和裂隙面的空间位置和倾斜岩层一样，可用产状要素——走向、倾向、倾角来描述。

断层线：断层面与地面的交线，即断层面在地面的出露线。它反映了断层的延伸方向，它可以是直线，也可以是曲线。断层面与水平面的交线亦称为断层线，在水平切面图上的断层线表示断层的走向。

断盘：断层面两侧的岩体称为断盘。断层面如果是倾斜的，按相对位置通常把位于断层面上面的断盘称为上盘，断层面下面的断盘称为下盘。

断距：断层的两盘相对位移的距离。断距可分为垂直断距（断层两盘相对位移的垂直距离）和水平断距（断层两盘相对位移的水平距离）。

2. 断层的基本类型

根据断层两盘相对运动的方向，断层可分为正断层、逆断层和平推断层三种基本类型，如图 1-7 所示。

正断层：断层的上盘相对下降，下盘相对上升，如图 1-7(a) 所示。

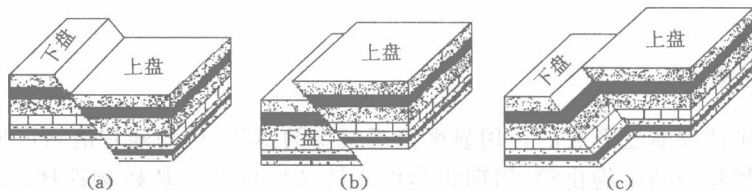


图 1-7 断层类型示意图

逆断层：断层的上盘相对上升，下盘相对下降，如图 1-7(b) 所示。

平推断层：断层的上下盘沿水平方向移动，如图 1-7(c) 所示。

3. 断层的分类

根据断层走向与其所切割岩层走向的关系分类，主要有以下 3 种类型。

走向断层：断层走向与其所切割岩层的走向基本一致的断层。

倾向断层：断层走向与其所切割岩层的倾向基本一致（即与岩层走向垂直）的断层。

斜交断层：断层走向与其所切割岩层走向明显斜交的断层。

4. 断层的组合

在地质条件复杂的地带，断层经常呈组合形式出现，常见的断层组合有阶梯状构造、地

堑、地垒等形式,如图 1-8 所示。

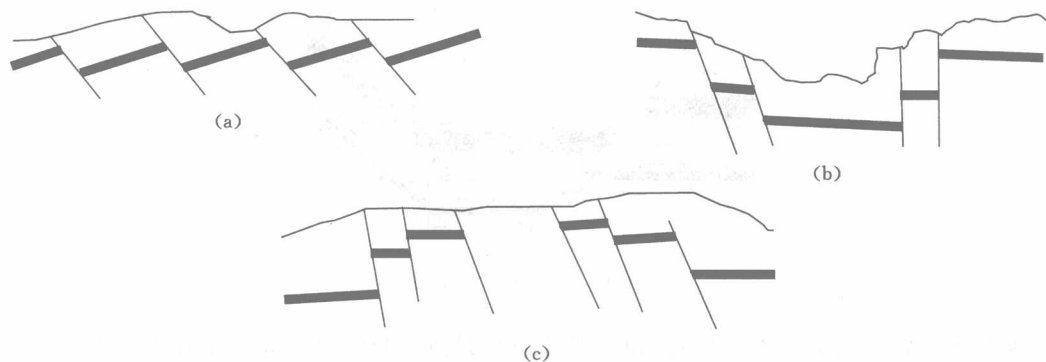


图 1-8 断层组合

阶梯状构造:阶梯状构造指由多条断层组成阶梯状、向同一方向依次下降的组合类型,如图 1-8(a)。

地堑:地堑指由多条断层组成中间岩层相对下降、两侧岩块相对上升的组合类型,如图 1-8(b)。

地垒:地垒指由多条断层组成中间岩块相对上升、两侧岩块相对下降的组合类型,如图 1-8(c)。

在煤矿生产中遇到的断层多为正断层,断裂面往往成组发育而形成断层破碎带,常常与地下和地面水源相连通,或聚集大量瓦斯。因此,断层对煤矿生产有较大影响,在地质工作中必须特别注意查清断层的确切位置和产状。

第三节 煤的形成与煤层特征

一、煤的形成

煤是由古代植物演变形成的。用显微镜观察煤的薄片,植物残片清晰可见,煤是由植物经过漫长的极其复杂的生物化学、物理化学作用转变而成的。从植物遗体堆积到转变为煤的一系列演变过程称为成煤作用。成煤作用大致可分为以下 2 个阶段(图 1-9)。

泥炭化阶段:在古代成煤时期,地球上气候温暖而潮湿,植物生长茂盛,特别是湖泊沼泽地带密布着茂密的森林或水生植物。死去的植物遗体堆积在湖泊沼泽底部,随着地壳缓慢下沉逐渐被水覆盖、与空气隔绝。在细菌参与的生物化学作用下,植物遗体开始腐烂分解,有的变成气体跑掉,有的变成液体失散,被保留下来的部分变成泥炭层。植物遗体演变成泥炭的过程称为泥炭化阶段。这一阶段以生物化学降解作用为主。

煤化阶段:随着时间推移,地壳继续缓慢下沉,泥炭层被水携带来的泥砂等物质覆盖,并且覆盖层逐渐加厚。在压力和温度的影响下,泥炭层逐渐失去水分而致密起来,这时泥炭就变成了褐煤。

随着地壳继续下沉,覆盖层不断加厚,褐煤在地下深处受到高温和高压的影响,含碳物质进一步富集,氧和水分的含量进一步减少,密度增大,颜色变深,硬度增加,逐渐变成了烟

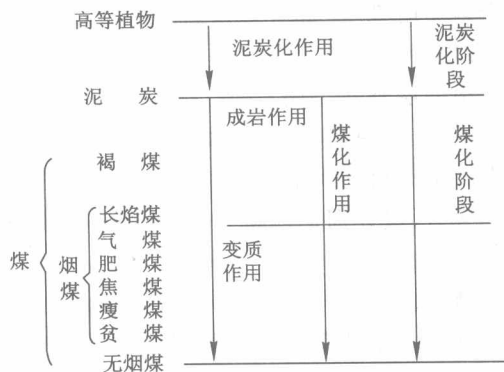


图 1-9 成煤过程示意

煤以至无烟煤,煤的这种变质过程称为煤化阶段。在个别情况下,无烟煤可能进一步变质成为一种不能燃烧的矿产——石墨。这一阶段以物理化学变化为主。

煤在地壳中的积聚依靠古代植物、气候、地理地貌和地质条件的良好配合。形成具有开采价值的煤层,必须具备以下 4 个条件。

1. 植物条件

植物是成煤的原始物质。没有大量的植物,尤其是高等植物的生长、繁盛,就不可能形成具有经济价值的煤炭。

2. 气候条件

潮湿、温暖的气候是成煤的最有利的条件之一。首先,潮湿是沼泽的最主要的特征;其次,温度过高或过低都不利于植物遗体的分解,只有温暖的气候才有利于泥炭的大量堆积;第三,泥炭的保存需要适当的覆水条件,而覆水程度与湿度有关。一般认为,无论在热带、温带或寒带,只要有足够的湿度,都有可能发生成煤作用。

3. 地理条件

地理条件指的是成煤场所。地表上有相当多的植物死亡后,因没有有利的堆积场所而被氧化分解了。所以,要形成分布面积较广的煤层,还必须要有适于发生大面积沼泽化的自然地理场所,如滨海平原、内陆盆地、山间盆地等。

4. 地壳运动条件

泥炭层的积聚要求地壳缓慢下沉,下沉速度最好是与植物遗体堆积的速度大致平衡。这种状态持续的时间越久,形成的泥炭层越厚。泥炭层形成以后,地壳下降较快,有利于泥炭的保存和转变成煤。

植物、气候、地理、地壳运动都是成煤的必要条件,缺一不可。同时具备这四个条件的时间越长,形成的煤层就越厚。其中,地壳运动为主导因素,对植物的生长及其遗体的保存、气候的形成、成煤场所、煤层厚度等都有控制作用。

二、煤系

煤系是含有煤层的一组沉积岩层(也叫含煤地层)。煤系一般是按其形成的时代来命名的,如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。因此,在时间