

煤炭职业教育课程改革规划教材

MEITAN ZHIYE JIAOYU KECHENG GAIGE GUIHUA JIAOCAI

采煤概论

CAIMEI GAILUN

● 主 编 孟宪臣
副主编 郭军杰 黄南山

煤炭工业出版社

煤炭职业教育课程改革规划教材

采煤概论

主 编 孟宪臣

副主编 郭军杰 黄南山

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书系统介绍了煤矿生产建设的基础知识,内容包括煤矿地质、煤田开发、井田开拓、采煤方法、井巷掘进与支护、矿井通风与安全、矿井生产系统、露天开采、煤炭液化与气化等。

本书可作为煤炭职业院校采掘类专业的教学用书或参考书,也可供煤矿采掘工程技术人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

采煤概论/孟宪臣主编. --北京:煤炭工业出版社,
2010(2011.2重印)

煤炭职业教育课程改革规划教材

ISBN 978-7-5020-3617-1

I. ①采… II. ①孟… III. ①煤矿开采 IV. ①TD82

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第218636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×1092mm¹/₁₆ 印张 13¹/₂
字数 319千字 印数 2 001—4 000
2010年1月第1版 2011年3月第2次印刷
社内编号 6427 定价 28.00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

前 言

为满足煤炭工业新形势对煤炭职业教育发展的需要,加快煤炭职业教育教材建设步伐,培养技术应用性专门人才的要求,按照《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》,我们组织有关教师编写了本教材。本教材在编写过程中注重职业教育的特点,简化了理论体系,以实用、必需、够用为原则,力求使其内容尽可能与现场实际相结合。

本书由孟宪臣任主编,郭军杰、黄南山任副主编。具体编写分工如下:辽宁工程技术大学职业技术学院孟宪臣编写绪论、第四章、第五章、第七章第一、二、三节;河南工程学院郭军杰编写第三章和第八章;兰州资源环境职业技术学院黄南山编写第六章;河南工程学院孙强编写第一章、第九章和第七章第四、五节;兰州资源环境职业技术学院刘鹏编写第二章。全书由孟宪臣负责统稿工作。

在本书的编写过程中,吸收和借鉴了同类教材和书籍的精华,在此谨对各位原作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请有关专家和广大读者提出宝贵意见,以便再版时修改。

编 者

2009年11月

目 次

绪论	1
第一章 煤矿地质	4
第一节 地壳及地质作用	4
第二节 地质构造	10
第三节 煤的形成、用途及分类	14
第四节 煤田地质勘探与储量	20
第五节 煤矿地质图	24
第二章 煤田开发	30
第一节 煤田和矿区开发	30
第二节 煤田划分为井田	33
第三节 井田内的再划分	35
第四节 矿山井巷名称和矿井生产系统	38
第五节 矿井储量、年产量和服务年限	42
第三章 井田开拓	44
第一节 井田开拓的基本概念	44
第二节 立井开拓	46
第三节 斜井开拓	49
第四节 平硐开拓	51
第五节 综合开拓及多井筒分区域开拓	53
第六节 井筒位置及风井的选择	55
第七节 开采水平的划分及大巷布置	59
第八节 井底车场	65
第四章 采煤方法	72
第一节 概述	72
第二节 长壁采煤法采煤工艺	77
第三节 缓倾斜、倾斜煤层走向长壁采煤法采煤系统	98
第四节 倾斜长壁采煤法采煤系统	107
第五节 近水平煤层开采特点	111
第六节 急倾斜煤层采煤法	114

第七节	“三下一上”采煤法	119
第八节	水力采煤法	122
第五章	井巷掘进与支护	127
第一节	基础知识	127
第二节	巷道掘进	129
第三节	巷道支护	143
第四节	立井开凿简介	149
第六章	矿井通风与安全	151
第一节	矿井大气环境与矿井通风任务	151
第二节	矿井通风方法	153
第三节	矿井通风管理	159
第四节	矿井安全与灾害预防	163
第七章	矿井生产系统	170
第一节	工业场地总体布置及地面生产系统	170
第二节	矿井运输与提升系统	172
第三节	矿井排水系统	181
第四节	矿井动力供给系统	182
第五节	选煤系统	187
第八章	露天开采	191
第一节	概述	191
第二节	露天矿开拓	192
第三节	露天采煤主要工艺过程	196
第四节	露天开采的合理境界及其发展方向	198
第九章	煤炭液化与气化	201
第一节	煤炭液化	201
第二节	煤炭地下气化	205
	参考文献	210

绪 论

(一)

煤炭是工业的粮食，煤炭不仅是我国的基本燃料，而且是重要的工业原料。

我国是世界煤炭资源蕴藏最丰富的国家之一。据国土资源部门统计，截至 2008 年底，我国已探明的煤炭储量超过 10000 亿 t，仅内蒙古境内就已探明煤炭储量 6000 亿 t，煤炭储量居世界第一位，而且煤种齐全、分布面积广，含煤面积 60 余万平方千米。

我国煤层赋存条件多种多样，开采条件比较复杂，各具不同。我国煤矿的建设方式、采煤方法和管理体制有着多层次、多类型的特点，不同区域的煤矿开采规模、技术装备和开采方式存在着较大的差异。

新中国煤炭工业的迅速发展，为国民经济提供了主要能源。新中国成立 60 年来，在由煤炭、石油、天然气和水电等一次能源构成的能源消费结构中，煤炭所占的比重，20 世纪 50 年代在 90% 以上，20 世纪 90 年代达 75% 左右，21 世纪也在 70% 左右。根据资源条件和国民经济发展趋势，在今后相当长的时期内，我国以煤为主的一次能源结构不会发生根本性变化。国民经济中，工农业的发展都离不开煤炭。煤炭是中国工业动力的基础，是中国的主要化工原料之一，是农业生产的能源和原料，是城镇人民生活的重要物资。显而易见，煤炭在国民经济中占有重要的地位。煤炭工业的发展，将直接关系到国民经济发展和人民群众生活水平的提高。

我国开采利用煤炭已有几千年的历史，是世界上开采和利用煤炭最早的国家之一。早在公元前 500 多年的春秋战国时期，煤炭已经成为一种重要的产品，当时称之为石涅或涅石。魏晋时期称煤为石墨，唐宋时期称为石炭，明朝始称为煤炭。在公元前 1 世纪，煤就被用于冶铁和炼铜。17 世纪中叶，明末宋应星编著的《天工开物》一书，系统记载了包括地质、开拓、采煤、支护、通风、提升、运输和瓦斯排放等在内的古代煤炭开采技术，是世界上第一部记录煤炭开采技术的著作。但由于封建社会的桎梏和帝国主义的掠夺，旧中国煤矿开采技术极其落后，煤炭资源遭受严重破坏，煤矿灾害事故频繁发生。新中国成立之初（1949 年），全国煤炭年产量只有 3243 万 t。

新中国成立后，中国共产党和人民政府十分重视煤炭工业的发展。全国煤炭工业在坚持安全第一的方针下，着手对旧中国遗留下来的落后采煤方法进行改造，为我国煤炭工业的发展奠定了扎实的基础。

新中国成立 60 年来，我国煤炭工业面貌焕然一新，开发了一批新矿区，建设了一批高产高效安全现代化矿井，矿井生产能力不断提高，煤炭产量不断增长，煤炭工业的科技含量不断增加，产品深加工利用程度越来越高。煤炭工业发展取得了显著的成果，采煤、掘进、运输等环节的机械化和生产集中化程度大大提高，工作面平均单产增加，工效提高，连创多项新的纪录。2004 年全国原煤产量达到 19 亿 t，2005 年生产煤炭 21.1 亿 t，2006 年生产煤炭 23.25 亿 t，2007 年生产煤炭 25.23 亿 t，2008 年生产煤炭 27.16 亿 t，连

续创历史最高水平，居世界第一位。截至 2008 年，国有大中型煤矿采煤机械化程度由改革开放初期的 30% 左右提高到 80% 左右，综合机械化采煤达到 65%，工作面平均单产、全员效率不断提高。建成了一批具有国际领先水平的现代化矿井——高产高效安全生产矿井。煤炭开采、建井、洗选技术有了长足发展。我国厚煤层放顶煤技术达到了世界领先水平，国产采煤机械装备已出口到国外。

随着世界经济的增长，煤炭的需求不断增加。今后相当长的一段时间，煤炭消费还将保持着增长的态势。根据煤炭工业第十一个五年规划，计划到 2010 年，全国采煤机械化水平达到 80% 以上，新建和改扩建一批大中型高产高效安全现代化矿井，安全生产条件进一步得到改善，一批骨干矿井采煤生产技术接近或达到国际先进水平。

(二)

煤矿开采技术随着煤层赋存条件的不同而有很大差异。我国煤层赋存条件多种多样，这就决定了我国采煤方法必然是多种多样。据不完全统计，我国目前的采煤方法有 50 多种，是世界上采煤方法最多的国家之一。

采煤方法是煤炭工业的关键工艺技术，是建设现代化矿井的基础。走依靠科学技术进步的发展之路，是我国煤炭工业发展的重要方针。采煤方法改革的根本出路在于发展机械化、自动化、工艺操作控制程序化，从而达到安全、高产、高效、资源损失少的目的，并努力达到或接近国际先进水平。

新中国成立初期，绝大多数煤矿设备设施极为简陋，采煤方法多采用无支护的穿硐式和高落式。在三年经济恢复时期（1949—1952 年）推行以壁式体系为主的采煤方法。1949 年首次使用了截煤机和刮板输送机。1950 年开始对顶板进行分类，并采用全部垮落法控制顶板。1952 年，国营煤矿采用以长壁式为主的正规采煤方法，其煤炭产出量比重已由 1949 年的 12.51% 迅速增长到 72.4%。

第一个五年计划期间（1953—1957 年），继续开展采煤方法改革。1957 年，全国采煤机械化程度达 12.75%，以长壁为主的正规采煤方法所占的产量比重已经达到 92.27%，并创造性地发展了一批适合中国国情的采煤方法。

1964 年，我国首次在鸡西矿务局小恒山煤矿成功地使用了浅截式滚筒采煤机，对发挥长壁采煤法的优越性起到了重要作用。1965 年以后，煤炭工业部组织推广了一次多爆破、爆破装煤、滚筒式采煤机采煤、使用金属摩擦支柱和铰接顶梁等 12 项先进经验，使采煤方法得到进一步完善和发展。1974 年开始采用综合机械化采煤技术设备。从此，我国的采煤方法走上了现代化发展的道路。

第五个五年计划期间（1976—1980 年），1977 年，煤炭工业部召开了全国采煤方法工作会议，确定了采煤方法的发展方向。在大力推广走向长壁采煤法机械化采煤的同时，因地制宜地积极推广倾斜长壁采煤法、柔性掩护支架采煤法、对拉工作面采煤法、无煤柱护巷、水力采煤法等。

20 世纪 80 年代以来，我国出现了十余种新的采煤方法和新的采煤工艺，采煤方法得到迅速发展。3.5~5.5m 厚煤层大采高一次采全厚采煤法，5.5m 以上煤层综采放顶煤采煤法等进一步得到改进和完善，为综采发展开辟了广阔前景。

结合我国具体条件，在今后相当长的时期内，普通机械化采煤、爆破采煤的产量仍然

会占一定比重。近十年来，生产技术也有较大发展，生产技术指标明显改善。普通机械化工作面的装备已发展到了第三代，即装备了无链牵引双滚筒采煤机、大功率双速封闭式刮板输送机、单体液压支柱；炮采工作面也向“三新”方向发展，即采用防炮崩单体液压支柱、大功率刮板输送机及毫秒爆破新技术。

我国煤炭工业采煤方法的发展，要立足于我国基本国情，依靠科学技术进步，不断提高经济效益，贯彻安全生产的基本方针，进一步发展高产高效安全生产的采煤技术，煤矿生产进一步集约化、机械化是采煤方法改革和发展的主要途径。

(三)

采煤概论是一门系统介绍煤矿建设和生产科学技术基础知识的课程，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

煤矿开采要求在安全生产的条件下,以最佳的经济效益、先进的科学手段、符合国家有关开采的规定,将埋藏在地下的煤开采出来。煤和其他矿产资源的形成与存在,都是地球物质运动和各种地质作用的产物。因此,了解地球物质的运动规律,认识煤炭资源的形成与各种地质作用的关系,掌握煤层性质及其埋藏特征,提高基本地质图件的识读能力,是从事采矿工作必须具备的基本知识和基本技能。

第一节 地壳及地质作用

一、地球的圈层构造及其物理性质

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。外圈层和内圈层又可进一步划分为几个不同的圈层,每个圈层都有自己的物理、化学性质,对地质作用各有程度不同的影响。

(一) 地球的圈层构造

1. 地球的外圈层

地球的外圈层是指包围地球表层的地球组成部分。根据其物理性质和状态的差异分为大气圈、水圈和生物圈,它们包围着地球,各自形成连续完整的外圈层。地球外圈的形成是地球长期演化的结果。大气圈和水圈的形成先于生物圈,而后才开始有生命的滋生和生物界的发展,而生物圈的形成又对大气、水及地球表层的演变产生巨大的影响。

由于地壳的运动,给地球外圈增添了许多来自地球内部的物质成分;而外圈又在太阳能的作用下对地球表层的面貌不断进行改造。许多重要矿产,如煤、石油、岩盐、石膏和大部分的铁、铝等的形成,都与这一过程密切相关。

2. 地球的内圈层

地球从地表到地内深处并非是均匀变化的,而是有几处重大的突变现象存在。因此,根据地球内部的物质分布是逐渐和缓地过渡,还是存在着某种界面,从而可以将其划分为不同的圈层。

地球物理学家根据地震波在地球内部不同深度下传播特征的变化情况,结合岩石学试验的测试资料,发现了不同的波速与密度界面。以此为基础推算了地球内部的密度分布状况,进而分析了地球内部的物理结构和物质分布的基本特征。20世纪70年代后期,国际地球物理联合会提出了一个初步地球参考模型(PREM),具体划分了地球内部3种级别的圈层(表1-1)。其中,地壳和地幔之间的分界面称为莫霍面,平均深度为33km;地幔和地核之间的分界面称为古登堡面,深度为2898km。这两个界面上下的物质,无论在化学组成、物质状态和物理性质上,都有很大的区别。根据在这些方面更细致的分异特

征，可以从整体上将地球内部划分为7个二级圈层，从地表向地球深部依次为A（地壳）、B、C、D（地幔），以及E、F和G层（内核）。进一步的，大陆地壳还可再分为上地壳和下地壳两层，即A'层和A''层；在地幔的B层中则包括2个三级分层，即B'层和B''层；D层中也包括2个三级分层，它们依次被称为D'层和D''层。

表 1-1 地球内部圈层和物理数据

圈 层			地震波速度/ ($\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$)		弹性/ ($10^7 \text{N} \cdot \text{cm}^{-2}$)		密度/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	压力/ 10^{11}Pa	温度/ $^{\circ}\text{C}$	附注		
名 称	代号	深度/ km	纵波 V_p	横波 V_s	体变 模量	切变 模量						
地壳 (陆壳)	A	A'	0	5.6	3.4	0.44	0.26	2.6	0.000	14	} 岩石圈	
		A''	10	6.0	3.6	0.51	0.3	2.7	0.003	180 ~ 300		
— 莫霍面 —			33	6.6	3.8	0.68	0.4	2.9	0.01	400 ~ 1000		
地幔	上地幔	B'	33	7.6	4.2	0.7	0.5	3.0	0.01	400 ~ 1000		} 软流圈
		B	60	8.0	4.4	1.17	0.63	3.32	0.019	500 ~ 1100		
	低速带	B''	100	8.2	4.6	1.2	0.68	3.34	0.031	700 ~ 1300		
		B''	150	7.8	4.2	1.25	0.67	3.4	0.049	800 ~ 1400		
	下地幔	C	C'	250	8.2	4.55	1.46	0.7	3.6	0.068	1000 ~ 1600	} 液态
			C''	400	9.0	4.98	1.87	0.92	3.85	0.14	1200 ~ 2000	
		D	D'	650	10.2	5.65	2.58	1.32	4.1	0.218	1300 ~ 2250	
			D''	1000	11.43	6.35	3.53	1.87	4.6	0.4	1850 ~ 3000	
	古登堡面	E	D'	2000	12.8	6.92	5.11	2.48	5.1	0.87	2500 ~ 3900	
			D''	2752	13.63	7.31	6.5	3.0	5.6	1.34	2800 ~ 4300	
地核	外核	E	2898	13.32	7.11	6.45	2.96	5.7	1.50	2850 ~ 4400		
			3500	8.1	0.0	6.3	0.0	9.7	1.93	3700 ~ 4700		
	过渡层	F	4640	8.9	0.0	8.2	0.0	10.4	2.98	4500 ~ 5500		
			4900	10.4	2.07	12.2	0.51	12.0	3.2	4700 ~ 5700		
	内核	G	5155	10.4	1.24	12.2	0.2	12.5	3.32	4720 ~ 5720		
5500			11.0	3.6	13.4	2.08	12.7	3.5	4900 ~ 5900			
			6371	11.2	3.7	14.0	1.7	12.9	3.7	5000 ~ 6000		
				11.3	3.7	14.1	1.3	13.0				

(二) 地球的物理性质

地球的物理性质包括地球的密度、压力、重力、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 $5.52\text{g}/\text{cm}^3$ ，但实测地表岩石的平均密度为 $2.7 \sim 2.8\text{g}/\text{cm}^3$ ，地球表面的 71% 分布着海水，其密度 (4°C) 为 $1.003\text{g}/\text{cm}^3$ 。地球内部密度变化的总趋势是随深度增加而增大，但呈不均匀的阶梯状。

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。静压力大小与地球内部物质的密度及该处的重力有关，地球内部静压力的变化随深度增加而增大，大致为一圆滑曲线。地壳的平均密度约为 $2.75\text{g}/\text{cm}^3$ ，深度每增加 1000m，压力增加 27.5MPa。动压力通常以水平力为主，具有方向性，并可以在一些地段集中。在煤矿生产中对地压进行研究，有助于解决巷道维护、煤与瓦斯突出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。地球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 ($9.78\text{m}/\text{s}^2$)，两极最大 ($9.83\text{m}/\text{s}^2$)。

4. 地热

地球内部的热来源是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。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。地内热能以传导、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。

由地表向深部，地热的特征有所不同，可分为以下 3 个层：变温层（外热层）、恒温层（常温层）、增温层（内热层）。

二、地质作用

随着地球的转动，组成地壳的物质也在不停的运动着。在漫长的地质年代中，由于自然动力所引起的地壳物质组成、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，地质作用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

1. 地壳运动

地壳长期而缓慢的运动叫地壳运动，即狭隘地壳运动。其表现形式有升降运动和水平运动两种。

升降运动是一种较缓和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。

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。地壳的水平运动一方面使岩层形成褶曲、发生断裂，另一方面还会导致岩浆活动、变质作用和地震的发生。在煤系地层，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困难。

2. 岩浆活动

岩浆活动是指地下岩浆沿着地壳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，而且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。

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，使它们原来的矿物成分和特征发生改变，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。

4. 地震作用

地壳局部快速颤动过程中的孕震、发震和余震的全部作用过程，称为地震作用。当地壳内机械能达到一定限度而突然释放时，地壳就会受到猛烈冲击，发生颤动，即为地震。地震强烈时会对地面产生严重的破坏作用。

(二) 外力地质作用

外力地质作用主要是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，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，暴露在地面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，引起煤灰分增高，质量变劣，甚至失去开采价值。

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。地表的岩石经过各种各样的风化作用后，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，就是经过不同的力长期剥蚀的结果，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、流水和冰川的带动下，由原处运移到沉积区的过程称为搬运作用。在搬运过程中，各种物质经受着不断的磨圆和分选。

4. 沉积作用

被搬运的碎屑物质和溶解物质，由于搬运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、盆地等。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。

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

三、地壳的物质组成

岩石是组成地壳的主要物质成分，是地壳发展过程中各种地质作用的自然产物。岩石是矿物的集合体，是在地质作用下产生的，是由一种矿物或多种矿物以一定规律组成的自然集合体。由于地质作用的性质和所处的环境不同，不同岩石的矿物成分、化学成分和构造等也有所不同。

自然界的岩石种类很多，按形成原因可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。

1. 岩浆岩

岩浆涌向地表或地下一定深处，因其理化环境（即压力和温度条件）发生了变化，使之冷凝而成的岩石，称为岩浆岩。岩浆岩按其生成环境可分为侵入岩和喷出岩。岩浆侵入地壳深处，在高温高压下缓慢冷却结晶而成的岩浆岩称为深成侵入岩。如果是在接近地表不远的地段，但未上升至地表面而凝结的岩浆岩称为浅成侵入岩；喷出地表在常压下迅速冷凝而成的岩石称为喷出岩。

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），然后这些扩散的沉积物再经紧压、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本身就是沉积岩，例如煤、油页岩、盐矿和石灰石等。石油和天然气也生成于沉积岩中，而且大部分也储存在沉积岩中。

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。所以沉积岩是我们在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。所以，变质岩的特性，既承受原来岩石的影响，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、地史与地层

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

年的时间，在这漫长的时间里，地球经历了一个极其复杂而连续向前发展的过程。在这个过程中，地壳的物质组成、内部结构和地表形态不断在发生着改变；地球上的生物自出现之日起，就随着环境的变化在不断地发展和演化。

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。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，成为那个时代的地层。因此，地层是有时间概念和空

表1-2 地质年代表

宙(宙)	界(代)	系(纪)	统(世)	Ma	宙(宙)	界(代)	系(纪)	统(世)	Ma			
显生宙	新生代(代) Cz	第四系(纪)Q	全新统(世)Qh	0.01	元古宙 PH	古生界(代) Pz	奥陶系(纪)O	上(晚)奥陶统(世)O ₃	490			
			更新统(世)Qp					中奥陶统(世)O ₂				
		新近系(纪)N	上新统(世)N ₂	5.3			寒武系(纪)Є	下(早)奥陶统(世)O ₁		500		
			中新统(世)N ₁					上(晚)寒武统(世)Є ₃				
		古近系(纪)E	渐新统(世)E ₃	32			震旦系(纪)Z	中寒武统(世)Є ₂		513		
			始新统(世)E ₂					下(早)寒武统(世)Є ₁				
			古新统(世)E ₁					震旦系(纪)Z			上(晚)震旦统(世)Z ₂	630
			白垩系(纪)K								下(早)震旦统(世)Z ₁	
	中生界(代) Mz	上(晚)白垩统(世)K ₂		65		新元古界(代)Pt ₃	南华系(纪)Nh	上(晚)南华统(世)Nh ₂	800			
		下(早)白垩统(世)K ₁	下(早)南华统(世)Nh ₁									
		侏罗系(纪)J	上(晚)侏罗统(世)J ₃				137	青白口系(纪)Qb		上(晚)青白口统(世)Qb ₂	900	
			中侏罗统(世)J ₂							下(早)青白口统(世)Qb ₁		
		三叠系(纪)T	下(早)侏罗统(世)J ₁				205	中元古界(代)Pt ₂		蓟县系(纪)Jx	上(晚)蓟县统(世)Jx ₂	1200
			上(晚)三叠统(世)T ₃							下(早)蓟县统(世)Jx ₁		
中三叠统(世)T ₂	长城系(纪)Ch		上(晚)长城统(世)Ch ₂	1400								
下(早)三叠统(世)T ₁	下(早)长城统(世)Ch ₁											
古生界(代) Pz	二叠系(纪)P	上(晚)二叠统(世)P ₃	250	古元古界(代)Pt ₁	濞沱系(纪)Ht	1800						
		中二叠统(世)P ₂			257							
		下(早)二叠统(世)P ₁					277					
	石炭系(纪)C	上(晚)石炭统(世)C ₂	295	新太古界(代)Ar ₃				2800				
		下(早)石炭统(世)C ₁										
	泥盆系(纪)D	上(晚)泥盆统(世)D ₃	354		中太古界(代)Ar ₂				3200			
		中泥盆统(世)D ₂										
		下(早)泥盆统(世)D ₁										
	志留系(纪)S	顶(末)志留统(世)S ₄	410		古太古界(代)Ar ₁				3600			
		上(晚)志留统(世)S ₃										
中志留统(世)S ₂												
下(早)志留统(世)S ₁												

注：引自《中国区域年代地层(地质年代)表说明书》，地质出版社，2002。(省略)。表中古近系(纪)、新近系(纪)曾合称为“第三系(纪)”；二叠系(纪)曾二分为下(早)、上(晚)，石炭系(纪)曾三分为下(早)、中、上(晚)，志留系(纪)曾三分为下(早)、中、上(晚)。

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6个等级。

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和系统的地质年代表，以便进行对比。

地质年代表（表1-2）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。

第二节 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。

一、单斜构造

在一定范围内，一系列煤或岩层大致向同一个方向倾斜，这样的构造形态称为单斜构造（图1-1）。在较大范围内，呈单斜构造的煤或岩层，往往是其他构造形态的一部分（图1-2），或是褶曲的一个翼，或是断层的一个盘。

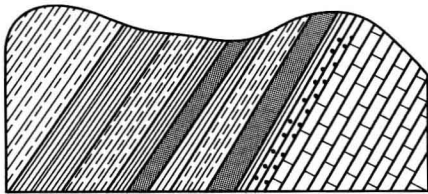


图1-1 单斜构造示意图

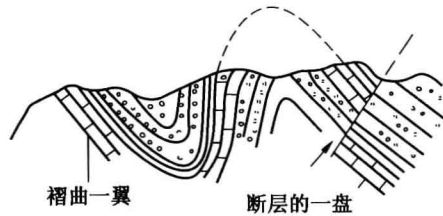


图1-2 单斜与其他构造形态示意图

煤或岩层在地壳中的空间位置和产出状态，称为煤或岩层的产状。煤或岩层的产状以煤或岩层面在空间的方位及其与水平面间的关系来确定，通常用煤或岩层的走向、倾向及倾角等产状3要素来表示。

1. 走向

煤层或岩层面与任一假想水平面的交线，称为走向线。走向线两端延伸的方向称为走向（图1-3中的ABC线）。因此，煤层或岩层的走向有两个方向，彼此相差180°。在实际工作中，通常用罗盘上指北针所指的方向角和象限角来表示走向。

2. 倾向

煤层或岩层面上与走向线垂直，并沿斜面向坡下所引的直线称为倾斜线，它表示煤层或岩层的最大坡度。倾斜线在水平面上的投影所指示的方向称为煤层或岩层的倾向，又称真倾向。

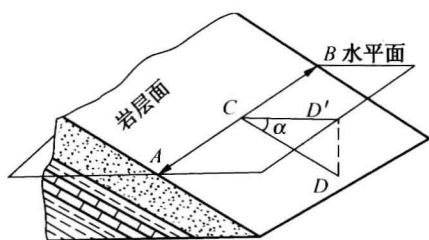
3. 倾角

煤层或岩层面上的倾斜线和它在水平面上投影的夹角，称为倾角，又称真倾角

(平常说的倾角是指真倾角)。其他方向量取的煤层或岩层的倾斜角称为视倾角，视倾角永远小于真倾角。真倾角与视倾角（图 1-4）的关系为

$$\tan\beta = \tan\alpha\cos\omega$$

式中 β ——视倾角；
 α ——真倾角；
 ω ——真倾角与视倾角之间的夹角。



ABC—走向线；CD—真倾斜线；
 CD'—倾向； α —倾角

图 1-3 煤层或岩层产状要素示意图

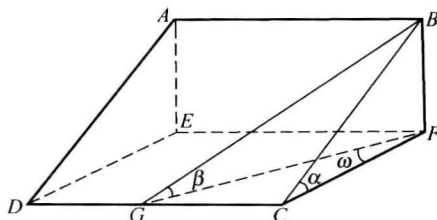


图 1-4 真倾角与视倾角的关系

一般来说，倾角越小，开采越易；倾角越大，开采越难。根据开采技术的需要，把煤层按倾角大小不同分为 3 类：①缓倾斜煤层，其煤层倾角小于 25°；②倾斜煤层，其煤层倾角在 25°~45°之间；③急倾斜煤层，其煤层倾角大于 45°。

通常又把煤层倾角小于 8°的煤层称为近水平煤层。

二、褶皱构造

岩层在水平方向挤压力的长期作用下，形成各种弯曲变形，这些构造形态称为褶皱构造。褶皱构造是岩层塑性变形的产物，它保持了岩层的连续性和完整性（图 1-5）。

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（中间岩石老，两边岩石新）的褶曲称为背斜；岩石层面凹下（中间岩石新，两边岩石老）的褶曲称为向斜。从图 1-5 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。

三、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叫断裂构造。断裂面两侧的岩层没有发生明显位移的叫裂隙或节理。当断裂面两侧的岩层产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 1-6 所示。断层要素有断层面、断盘、断层线和断距。

(1) 断层面：指两侧岩块发生相对位移的断裂面。大多数断层面为波形起伏的曲面，少数是比较规则的平面；断层的产状是用断层面的走向、倾向和倾角来确定。