

开 采 方 法

(修 订 本)

王 刚 姜汉信 编

423

煤 炭 工 业 出 版 社

煤矿干部技术知识丛书

开 采 方 法

(修 订 本)

王 刚 姜汉信 编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

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 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $11^{1/8}$ 插页 1

字数245千字 印数64,301—73,920

1987年7月第2版 1987年7月第6次印刷

书号15035·2862 定价1.85元



前 言

近些年来，我国煤炭工业取得了突飞猛进地发展，不仅产量有了大幅度提高，而且在机械化程度、管理水平及科学研究等方面，也取得较大成绩。为了适应这一发展形势，更好地满足广大煤矿生产管理干部学习和掌握生产技术知识的需要，特对原《煤矿干部技术知识丛书》中“开采方法”分册进行了修订。根据当前生产技术发展的状况，本书增添了有关开拓开采的新技术、新设备、新材料。内容力求联系煤矿实际，通俗易懂，文图并茂，可供从事煤矿生产的广大管理干部培训和自学之用。

本书介绍了矿井开拓方式和采煤方法；重点讲述了缓倾斜、倾斜煤层走向长壁采煤法的巷道布置、采准工作和回采工作面回采工艺；对倾斜长壁采煤、急倾斜煤层采煤法、水砂充填采煤法及水力采煤也作了适当介绍。

目 录

第一篇 矿井开拓	1
第一章 煤矿地质	1
第一节 煤层及含煤地层	1
第二节 煤层的埋藏特征	6
第三节 煤质与煤的工业分类	8
第四节 煤的储量	11
第二章 矿井年产量、服务年限和储量	13
第一节 矿井年产量、服务年限和储量的 相互关系	13
第二节 矿井服务年限的确定	16
第三节 矿井年产量的确定	18
第四节 矿田范围的确定	21
第三章 矿田划分和开拓方式	24
第一节 矿田划分	24
第二节 开拓方式	34
第四章 斜井开拓	39
第一节 片盘斜井	39
第二节 斜井分区式开拓方式	42
第三节 斜井盘区式开拓方式	46
第五章 立井开拓	49
第一节 立井单水平分区式开拓方式	50
第二节 立井多水平分区式开拓方式	52
第三节 立井单水平条带式开拓方式	56

第六章 平硐开拓与开拓方式选择	58
第一节 平硐开拓	58
第二节 矿井开拓方式的选择	61
第七章 井筒(硐)位置选择	69
第一节 经济合理的井筒位置	69
第二节 风井的位置	75
第八章 开采水平的划分及布置	77
第一节 开采水平划分	77
第二节 开采水平布置	85
第九章 矿井延深及技术改造	95
第一节 矿井延深方案的选择	95
第二节 矿井延深方法	99
第三节 老井挖潜和矿井技术改造	104
第二篇 缓斜及倾斜煤层走向长壁采煤法	
采区巷道布置及采准工作	108
第十章 采区巷道布置方式	108
第一节 单一煤层走向长壁采煤法采区 巷道布置	109
第二节 厚煤层倾斜分层采煤法采区巷道布置	111
第三节 多煤层采区巷道联合布置	116
第十一章 运输、维护对采区巷道布置的 影响	120
第一节 运输对采区巷道布置的影响	120
第二节 巷道维护对采区巷道布置的影响	125
第十二章 采区巷道布置与比较	131
第一节 平巷布置	132
第二节 上山布置	139
第三节 层间联络巷的应用	141
第四节 分层布置和联合布置的比较	143

第十三章 采区车场	145
第一节 采区上部车场	145
第二节 采区中部车场	148
第三节 采区下部车场	150
第十四章 采区参数确定	155
第一节 采区生产能力	155
第二节 采区走向长度	160
第三节 回采工作面长度	162
第四节 回采工作面之间错距的确定	166
第三篇 缓斜及倾斜煤层走向长壁采煤法——	
回采工作面回采工艺	168
第十五章 回采工作面的采煤工作	168
第一节 滚筒机组采煤	168
第二节 刨煤机组采煤	187
第三节 爆破落煤	196
第四节 回采工作面运输	201
第十六章 回采工作面支护与采空区处理	210
第一节 矿山压力的基本概念	210
第二节 采空区处理	219
第三节 回采工作面支护	225
第四节 初次来压及周期来压	252
第五节 分层开采下行垮落顶板管理	255
第十七章 自移式液压支架	259
第一节 自移式液压支架的基本结构	259
第二节 自移式液压支架的类型	266
第三节 自移式液压支架的使用	270
第十八章 回采工作面生产安全管理	277
第一节 正规循环作业	277
第二节 回采工作面工程质量管理	286

第四篇 近水平煤层、急倾斜煤层采煤法、

水砂充填采煤法及水力采煤	290
第十九章 近水平煤层采煤法	290
第一节 走向长壁开采盘区巷道布置的特点	290
第二节 倾斜长壁开采时的巷道布置	297
第三节 倾斜长壁开采时的回采工艺	300
第四节 倾斜长壁开采的优缺点和适用条件	302
第二十章 急倾斜煤层采煤方法	304
第一节 倒台阶采煤法	305
第二节 水平分层及斜切分层采煤法	309
第三节 伪倾斜柔性金属掩护支架采煤法	315
第二十一章 倾斜分层水砂充填采煤法	320
第一节 水砂充填系统	320
第二节 倾斜分层水砂充填走向长壁采煤法	323
第三节 V型倾斜长壁水砂充填采煤法	328
第四节 水砂充填采煤法评价	330
第二十二章 水力采煤	333
第一节 水力采煤的生产系统及破煤原理	333
第二节 水力采煤矿井的开拓	337
第三节 水力采煤方法	342
第四节 水力采煤存在的问题及改进	348

第一篇 矿井开拓

第一章 煤矿地质

煤矿开采方法主要是研究地下煤层的开采方法。因此，在研究和解决矿井开拓与采煤方法时，首先应对矿井的地质及煤层埋藏状态、特别是与开采有关的特征、数据有一个基本了解。

第一节 煤层及含煤地层

古代的人们早已发现了煤是一种可燃的“石头”，但当初并不清楚是怎样形成的。随着生产的发展，人们在煤层及附近的岩层中，找到了保存良好的植物化石，证明了煤是由古代植物的遗体转化而形成的。

煤的形成大致分两个阶段：

（一）成煤的第一阶段——泥炭化阶段

远在1~2亿年前，地球上气候温暖而潮湿，特别是湖泊沼泽地带密布着茂密的森林和水生植物。死去的植物堆积在湖泊底部，随着地壳缓慢下沉逐渐被水覆盖而与空气隔绝。在细菌（厌气菌）的参与分解活动和生物化学作用下，植物遗体开始腐烂分解，转化为新生的合成物质，一部份气体和硫化氢、二氧化碳，沼气等散失、剩下的就变成了泥炭。

泥炭一般呈黄褐色或黑褐色。无光泽。质地较疏松。

风干后的泥炭可做燃料，也可做化工原料。由于泥炭中含有大量的腐植酸及氮、磷、钾等元素，所以也是重要的肥源之一。

（二）成煤的第二阶段——煤化阶段

由于泥炭的不断堆积和地壳下沉，逐渐形成泥炭层。泥炭层被水携带来的泥砂等沉积掩盖，再经高温高压的作用，泥炭逐渐失去水分而致密起来，这样就形成了褐煤。

随着地壳的继续下沉，覆盖物不断加厚，褐煤在地下深处受到高温高压的影响，含碳物质进一步富集，氧和水分进一步减少，比重增大，颜色变深，硬度增大而逐渐变成了烟煤。随着变质程度的进一步提高，烟煤会变成无烟煤，甚至可形成一种不能燃烧的矿物——石墨。

低等植物经过类似于泥炭化的腐泥化阶段和煤化阶段形成腐泥煤。

随着煤层的形成，泥砂不断沉积而形成沉积地层。含有煤层的沉积地层，叫做含煤地层或煤系地层。

地球的形成已有40~50亿年的历史。为了研究地壳和生物的发展，将地球的历史从古至今分为五大时期，即太古代，元古代，古生代，中生代和新生代。在每一个地质时代内，都有相应的沉积物层形成。各个地质年代内所生成的地层单位叫界、系、统。

我国是世界上煤炭资源最丰富的国家之一，煤的蕴藏量数以万亿吨。在我国含煤地层主要有石炭纪、二叠纪、侏罗纪和第三纪。

地质年代和主要含煤地层如表1-1所示。

表 1-1 地质年代表

代(界)	纪(系)	世(统)	距今年龄 (亿年)	生物开始繁殖时期		简 要 说 明
				植 物	动 物	
新 生 代 (界) K ₂	第四纪(系) Q	全新世 更新世	0.03	被子植物大量繁殖为成煤提供原始物质	古人类出现	人类出现
		上新世 中新世				主要成煤时期
	第三纪(系) R	渐新世 始新世 古新世	0.25		←哺乳动物	喜马拉雅山系形成
			0.80			
中 生 代 (界) M ₂	白垩纪(系) K	晚(上)白垩世 早(下)白垩世	1.40	←被子植物		此时代金属矿床丰富
				裸子植物极盛为成煤提供原始物质		全面上升为陆地 主要成煤时期
	侏罗纪(系) J	晚(上) 中(中)侏罗世 早(下)	1.95			
	三叠纪(系) T	晚(上) 中(中)三叠世 早(下)	2.30		←爬行动物	华北大陆, 华南浅海

续表

代(界)	纪(系)	世(统)	距今年龄 (亿年)	生物开始繁殖时期		简 要 说 明
				植 物	动 物	
古 生 代 (界)	二叠纪(系) P	晚(上) 早(下) 二叠世(统)	2.70	裸子植物 孢子植物极盛 为成煤提供原始物质	←两栖动物	华北主要成煤时期 华南浅海晚期成煤
	石炭纪(系) C	晚(上) 中(中) 石炭世(统) 早(下)				
	泥盆纪(系) D	晚(上) 中(中) 泥盆世(统) 早(下)	3.20			华北成煤, 华南浅海
P ₁ 早(下)古生代(界)	志留纪(系) S	晚(上) 中(中) 志留世(统) 早(下)	3.75	←裸蕨植物	←鱼类	华北上升剥蚀, 华南浅海
			4.40			

续表

代 (界)	纪 (系)	世 (统)	距今年龄 (亿年)	生物开始繁殖时期		简 要 说 明
				植 物	动 物	
古 生 代 (界) P _z	奥陶纪 (系) O	晚 (上) 中 (中) 奥陶世 (统) 早 (下)	5.00	海藻大量繁 植为石煤的形 成提供原始物 质	←无脊椎动物	海水广布, 后期华北上 升
	寒武纪 (系) ε	晚 (上) 中 (中) 寒武世 (统) 早 (下)				
元 古 代 (界) P _r	震旦纪 (系) Z	晚 (上) 中 (中) 震旦世 (统) 早 (下)	约16 20 45	←菌藻类		地壳活动强烈 开始出现低级动物 地壳活动强烈
	早元古代 (界)					
太古代(界) A _r						

第二节 煤层的埋藏特征

一、煤层的形状、结构及厚度

煤层是沉积生成的，一般呈层状，但由于受地壳运动的影响，有的煤层形状发生变化。一般可分为三类：层状煤层，其层位有显著的连续性，厚度变化有一定的规律或厚度基本稳定；似层状煤层，其形状象藕节、串珠或瓜藤等，层位有一定的连续性，厚度变化较大；非层状煤层，形状象鸡窝或扁豆状、层位连续性差，常有大范围尖灭。我国西北、华北、东北、华东等区主要矿区煤层多为层状煤层，江南各小型矿区有相当多的煤层是非层状煤层。层状煤层开采比较方便，而非层状煤层常给开采带来一定的困难。

在有的煤层中，有时含有厚度较薄且很不稳定的岩层，这类含在煤层内的岩层叫做夹石或夹石（矸）层。根据煤层中有无稳定的夹石层，可将煤层分为两类，即复杂结构煤层和简单结构煤层。复杂结构煤层含夹石层少者1~2层，多者可达几层。由于夹石层的存在，不仅使煤的灰分增高，而且给机械化开采带来一定的困难。

位于煤层上部的岩层叫顶板，位于煤层下部（底部）的岩层叫底板。煤层的厚度是指煤层顶底板之间的法线或垂直距离。在简单结构的煤层中，煤层的厚度计算比较简单。但对复杂结构的煤层，煤层厚度的计算比较复杂。包括夹石层在内的煤层全厚称为煤层的总厚度，除去夹石层煤层的纯厚度称为煤层的有益厚度。计算储量以及煤的产量均应煤层的有益厚度为准。

由于成煤条件不同，沉积环境不同，煤层的厚度变化很大，薄的只有几厘米，厚的达几十米，甚至有的可达100

多米。

根据目前的开采技术，将煤层按厚度分为三类：

薄煤层——0.5~1.3米；

中厚煤层——1.3~3.5米；

厚煤层——3.5米以上；

薄煤层、中厚煤层一般可一次采全高，厚煤层一般要进行分层开采。

在生产建设中，在现行开采技术与经济要求条件下，可供开采的煤层最小厚度叫做最小可采厚度。全国矿产储量委员会及煤炭工业部共同拟定的最小可采厚度标准如表1-2所示。

表 1-2

煤 种	倾 角		
	<25°	25~45°	>45°
炼焦用煤	0.60米	0.50米	0.40米
动力用煤	0.70米	0.60米	0.50米
褐 煤	0.80米	0.70米	0.60米

二、煤层的产状要素

煤层原始生成时呈水平状态，但由于地壳的运动，煤层及岩层即由水平状态变成为倾斜或弯曲状态。描述煤层的赋存状态和位置用产状要素来表示。煤层的产状要素就是它的走向、倾向和倾斜（见图1-1）。这三个要素就能表示出煤层在空间的位置。

煤层的层面与水平面的交线叫做走向线；走向线的方向就叫走向。在煤层层面上与走向线垂直的线叫倾斜线，倾斜

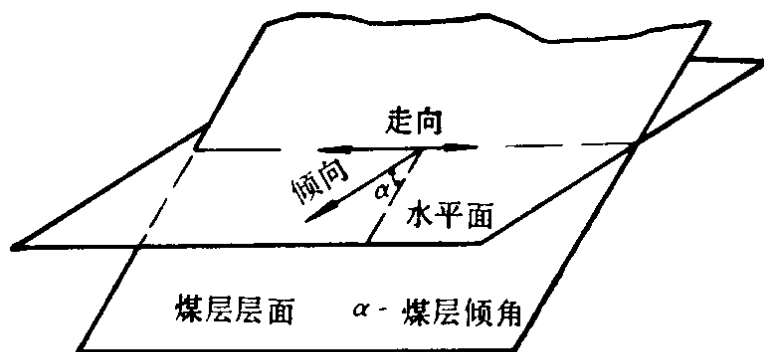


图 1-1 煤层产状要素

线在水平面投影的方向叫倾向。煤层层面与水平面的夹角叫倾角。

煤层的倾角在 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 之间变化。根据目前开采技术，我国按倾角将煤层分为三类：

缓倾斜煤层—— $0^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ；

倾斜煤层—— $25^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ；

急倾斜层—— $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ；

当煤层倾角小于 $5^{\circ} \sim 8^{\circ}$ 时，又叫近水平煤层。一般情况下，倾角小的煤层开采比较容易，倾角大的煤层如急倾斜煤层开采时比较困难，特别是实行机械开采更为困难。

第三节 煤质与煤的工业分类

为了满足国家对煤炭的需要，国家规定了煤炭的质量指标。常用的指标如下：

一、水分 (W)

煤中含有一定的水分，其含量取决于内部结构和外部条件。通常，将原煤煤样放在烘箱中加热到 $102^{\circ} \sim 105^{\circ}\text{C}$ 干燥

状态，过一定时间称量试样的重量，用所失去重量占试样原重量的百分数来表示。国家规定煤炭的全水分 (W_Q) 是煤炭产品的计价指标之一。全水分是指在开采、运输、贮存、洗选过程中留存在煤炭表面的水（外在水分）和吸附在煤炭内部毛细孔隙中的水（内在水分）的总和。煤中的水分多时会增加运输量，降低煤的发热量，甚至加速煤的风化、破碎或自燃。

二、灰分 (A)

灰分是煤完全燃烧后的固体残渣。灰分增加将使煤的发热量降低，造成炼铁过程中消耗增加，生产率下降。灰分对煤的使用价值影响很大，一般灰分不能超过30%。因此，在回采过程中应加强煤质管理，提高煤炭质量，力求减少混入原煤中的碎矸。

三、挥发分 (V)

挥发分是在隔绝空气的条件下，将煤加热到850℃左右，从煤的有机物质中分解出来的液体（蒸气状态）和气体产物。

煤的挥发分随煤的变质程度而有规律地变化，变质程度越高，煤的挥发分越少。由于挥发分的多少能反映煤中有机物的性质，初步确定煤的加工利用性质，所以它是煤质和进行煤的分类的重要依据。

四、发热量 (Q)

煤的发热量是指单位重量的煤完全燃烧时放出的热量，又称热值。它是煤质的重要指标，发热量的单位为焦耳/克或焦耳/千克。用做燃料的煤，其发热量越大越好。一般较好的燃料用煤，其发热量在20.92兆焦耳/千克（5000大卡/千克）以上。煤的发热量的大小主要与煤的变质程度有关，

但也受其他因素的影响。如水分和灰分的增加可降低煤的热量。

五、含矸率

矿井中采出的煤炭中大于50毫米的矸石占全部煤量的百分比称做含矸率。含矸率大对煤质及其他指标都有很大的影响，在生产中应设法降低含矸率。

六、胶质层厚度（Y）

凡是有粘结性的煤，在密闭的条件下加热到一定的温度（350℃以上），其有机物质便开始分解、软化，形成胶质体，然后随温度的继续升高（510℃以上）又重新固结成焦炭。在形成焦炭的过程中，煤的粘性越强，其胶质层厚度也越大。因此，胶质层厚度的大小可以反映煤的粘结性的

表 1-3 煤的工业分类方案和各类煤的用途

分 类		分 类 指 标		煤 的 用 途
名 称	符号	挥 发 分 V _r (%)	胶质层厚度 Y (毫米)	
无 烟 煤	A	0~10		良好的动力和民用煤并可作化工用煤
烟 煤	贫 煤 T	>10~20	0 (粉状)	多作动力和民用煤
	瘦 煤 ΠC	>14~20	0~12	一般作配焦用煤
	焦 煤 K	>14~30	8~25	主要的炼焦用煤
	肥 煤 Ж	>26	>25	配焦用煤
	气 煤 Γ	>30	>5~25	可作气化、炼焦、配焦用煤
	弱粘煤 CC	>20~37	0~9(块状)	可作配焦、气化和动力用煤
	不粘煤 HC	>20~37	0 (粉状)	可作气化、动力和民用煤
煤	长焰煤 Л	>37	0~5	可作气化和动力用煤
褐 煤	Б	>40		多作化工、气化、炼油和民用煤