

高等学校规划教材

采煤选煤概论

吴寿培 刘炯天 编

煤炭工业出版社

7282
W-157

高等学校规划教材

采煤选煤概论

吴寿培 刘炯天 编

煤炭工业出版社

746119

(京)新登字042号

内 容 提 要

本书扼要介绍了煤田地质、井田开拓、巷道掘进、采煤方法、煤矿安全等内容；比较全面地阐述了原煤的选前准备、筛分选煤、重介质选煤、浮选及其他选煤方法，以及煤泥厂内回收、洗水闭路循环，选煤产品的脱水干燥等选煤基础知识。本书可以作为选矿工程专业本科教材，亦可作为选煤培训班的教材，对从事选煤工作的干部也有参考价值。

高等学校规划教材

采 煤 选 煤 概 论

吴为培 刘炯天 编

责任编辑：黄 维

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安堂门外和平门北街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787×1092mm¹/₃₂ 印张11¹/₂

字数271千字 印数1—3,665

1992年9月第1版 1992年9月第1次印刷

ISBN 7-5020-0689-3/TD·634

书号 3458

定价 3.05元

目 录

绪 论	1
-----------	---

第一篇 采 煤 概 论

第一章 煤田地质基础知识	4
第二章 井田开拓	9
第三章 采煤方法	19
第一节 单一长壁式采煤法的采煤系统	19
第二节 单一长壁式采煤法的回采工艺	22
第三节 分层长壁式采煤法	29
第四节 急倾斜煤层采煤法	31
第五节 房柱式采煤法	33
第六节 采煤方法的选择及应用	34
第四章 矿井辅助生产与安全技术	36
第一节 矿井辅助生产	36
第二节 矿井安全技术	38
第五章 水力采煤与露天开采	41
第一节 水力采煤	41
第二节 露天开采	43
第六章 原煤质量的检查与提高	45

第二篇 选 煤 概 论

第一章 煤和选煤	47
第一节 煤炭的质量和分选特性	47
第二节 煤炭的分类	55
第三节 用煤工业对煤质的要求	58
第四节 选煤厂的基本情况	61
第二章 原煤的选前准备	64
第一节 原煤的选研	64
第二节 块煤的破碎	69
第三节 煤炭的筛分	72
第三章 选煤方法	80
第一节 跳汰选煤	80
第二节 重介质选煤	94
第三节 其它选煤方法	102
第四节 选煤流程的分析	107
第四章 煤泥的分选与回收	112

第一节	煤泥的分级	112
第二节	煤泥的浮选	120
第三节	煤泥水的澄清和煤泥的浓缩	130
第四节	常用的煤泥水流程	135
第五节	洗水闭路循环	137
第六节	絮凝剂的运用和室外沉淀池	139
第五章	选煤产品的脱水及干燥	142
第一节	块精煤的脱水	143
第二节	末精煤的脱水	145
第三节	浮选精煤的脱水	149
第四节	浮选尾煤、中煤和矸石的脱水	154
第五节	选煤产品的热力干燥	158
第六章	选煤厂煤炭的质量和数量检查	162
第七章	选煤效果的评价和预测	169
参考文献		178

绪 论

一、煤炭在国民经济中的作用

1. 煤炭是我国目前和今后的主要能源

能源的开发、利用情况,标志着生产力发展的水平。能源是发展国民经济和保障人民生活的重要基础。1979年世界能源消费结构的比率:石油、天然气占了72%,而油、气资源贮量日益减少,能源供应十分紧张。照此发展,据有关专家预测,天然气只可采60年,石油只能采34年,世界能源转向石油、天然气以外,这是必然趋势。

我国石油的贮量探明较少,而且不仅作液体燃料,今后主要作化工原料;水力资源,大部分集中在西南、西北,而且大型水电站建设周期较长;核能、太阳能、地热、风能、海洋能在相当长时期内不可能作为能源的主要来源。我国煤炭资源比较丰富,探明贮量为8600多亿吨,煤炭的生产和使用历史较长,特别是新中国成立以后,经过大规模建设,煤炭产量已达10多亿吨,煤炭已成为我国目前和今后的主要能源。1957年全国能源消费中煤炭占92.32%,1980年为71.81%,而1988年达到76.10%,估计今后也不会低于70%。

2. 煤炭是工业的食粮

我国工业的动力来源主要是煤炭,据1988年统计,有78.4%的煤炭供应生产建设。煤炭是一次能源,现在工业上大部分用作燃料,一般工业锅炉和玻璃、水泥、陶瓷、烤烟等都用煤炭作为燃料,铁路蒸汽机车也将煤作为燃料。如二次能源的电力,目前主要由热电厂提供的,这些发电用煤占总供应量的25.6%,燃料煤气也是由煤炭产生的。

还有许多工业将煤炭作为原料,如占总量7.2%的炼焦用煤,炼出的焦炭作为炼铁时的燃料和还原剂,炼焦时产生的煤气、粗苯(从粗苯进行分离可得到纯苯、甲苯、二甲苯、环戊二烯和古马隆等)、氨、煤焦油(分离后可得到萘、苯酚、喹啉、蒽、菲、吡啶等),这些都是塑料、颜料、染料、医药等重要的化工原料。占总量3.5%的化肥用煤,是将这些煤先产生煤气,然后由煤气制造合成氨。还有碳素制品、电极、炭黑、活性炭、磺化煤等利用煤中的碳。

煤炭的低温干馏、煤炭的液化以及水煤浆等以煤代油的工作,将开拓煤炭新的使用领域。

3. 煤炭是人民生活的必需

据1988年统计,有21.6%的煤炭供人民生活用,其中包括城乡居民生活用煤,机关、团体、学校、饮食服务行业用煤。实际上与人民生活有关的大大超出这些内容,如照明用电,以及现代生活所需的各种家用电器用电,燃料用的煤气,都来自煤炭;如果加上生产生活上用具所需的煤炭,则更为可观。如果没有煤炭将是不可想象的。

随着农村经济的发展,煤炭的需求量也相应增加。过去可作燃料的谷草,现在成了饲料、原料和肥料。在利用沼气、太阳能,发展薪炭林等外,生活用煤的增长是不可避免的。

二、我国煤炭工业的发展

1. 煤炭的资源状况

我国是最早开采煤炭的国家，公元前4世纪左右的春秋战国时期，就有烧煤的记录，公元前100年的西汉时期，已经开采河南等地的煤炭用于炼铁。我国煤炭资源比较丰富，而且品种齐全，在全国各地分布面较广，但是煤炭资源的贮量比较集中。1984年全国累计探明贮量表明，集中在华北、西北和西南三个地区。华北地区占总探明贮量的58.02%，其中山西、内蒙占55.7%；西北地区占19.6%，其中陕西占11.8%；西南地区占10.1%，其中贵州占6.6%。煤炭资源集中，有利于大矿区的开发建设，但煤炭消费中心主要在东部、南部沿海地区，这样，北煤南运、西煤东调成为必然的趋势。

我国北方煤田的地质构造比较简单，煤层赋存比较稳定，以中厚、厚煤层为主，煤层的埋藏不深。西南地区煤层较薄，但赋存比较稳定。江南煤田地质构造复杂，多呈鸡窝状，煤层倾角变化大，厚薄不稳定。苏、鲁、皖、冀等部分煤田的地表覆盖层较厚，一般在200~400m，最厚达400~600m。

我国北方煤田的煤炭灰分和硫分较低，南方煤田的灰分和硫分较高。西南地区炼焦煤的硫分普遍较高，近70%的炼焦煤硫分在2%以上。华北、东北地区，现在开发的上组煤的硫分低，而将来开发的下组为高硫煤，有些开发较早的老矿区已经开始接触。

1983年在探明的煤炭储量中，高变质程度的贫煤、无烟煤占21%，主要分布在山西、河南、贵州和川南一带，湖南、宁夏也有质量较好的无烟煤；中等变质程度的炼焦用煤占31.8%，储量在60亿吨以上的有山西、河北、内蒙、河南、山东、安徽、黑龙江、贵州和新疆等省、区；变质程度较低的长焰煤、弱粘结煤和不粘结煤等占24.83%，主要分布在内蒙、陕西、宁夏；褐煤只占13.17%，主要分布在内蒙、云南。在炼焦用煤储量中，气煤占55%，肥煤占13%，主焦煤占16.59%，瘦煤占13.91%。可见气煤多而肥煤、主焦煤较少，而且肥煤、主焦煤又多属难选煤。

2. 煤炭工业的分布

我国煤炭工业发展很快，1949年原煤产量只有3240万吨，至1990年达到了10.8亿吨，为世界第一。煤炭工业的分布，受地质资源条件的制约，也受社会历史条件的影响。

在新中国建立之初和第一个五年计划期间，主要力量放在解放较早有一定工业基础的东北，以后逐步向关内转移，推向华北和华东，在“一五”期间这三个地区的煤矿投资占全国的80.5%，1957年全国原煤产量1.3亿吨，这三个地区占78.6%。

1958年至1960年间，在“大跃进”年代，煤矿遍地开花，1960年原煤产量达到了3.97亿吨，但是基本建设战线过长，建设规模过大，生产建设失调，不得不进行三年调整，1965年原煤产量降到了2.3亿吨。

1964年开始，西南狠抓了贵州、四川，西北抓了陕西等三线建设，煤矿建设的重点由沿海转向内地。1970年以后在“扭转北煤南运”的思想指导下，煤矿建设重点由西南、西北，转向江南9省，但煤炭贮量不多，资源不清，经济效益较差。1973年从煤炭资源分布的实际情况出发，煤矿建设的重点，由南方转向北方，一批老矿井进行了改建、扩建。40多年的建设，虽然经过“大跃进”、“文化大革命”的冲击，我国原煤的产量有了很大增长，我国煤炭工业的布局，日趋合理。1988年，年产量在1000万吨以上的煤炭企业有13家，其产量占统配矿总产量的42.3%；年产量在500~1000万吨的煤炭企业有15家，占

67.3%。地方煤矿年产量占全国原煤产量的55.7%。

3. 本世纪末国民经济的发展, 对煤炭工业的要求

1982年9月, 党的第十二次代表大会确定了本世纪末, 在不断提高经济效益的前提下, 使中国工农业总产值翻两番, 人民生活达到小康水平的战略目标。为了实现这一目标, 到本世纪末煤炭产量要翻一番, 即由1980年的6亿吨左右, 2000年的达到14亿吨; 也就是要用18年的时间建设相当于过去30多年建成的生产能力。

三、采煤与选煤的关系

1. 采煤机械化的发展

机械化采煤可以达到提高劳动生产率、安全生产的目的。煤炭工业的发展, 势必积极发展机械化采煤。但是采煤机械化的提高, 不可避免地使混入煤炭的矸石和其他杂物增加, 因为机械化采煤不可能按煤质的好坏, 煤层的各分层实行分采分运, 也不可能在生产、运输过程中拣选矸石。选煤是将提高煤质的工作放到井上来, 原煤仅采用筛选是不够的, 不论是炼焦用煤还是动力用煤都应该进行分选(有的可只选部分高灰的粒级)。因此, 选煤为机械化采煤提供了条件, 没有高效率的机械化选煤, 是不能发展高效率的机械化采煤的。

2. 煤炭资源的充分开采

由于地面的洗选加工, 可以解放高灰分煤层。过去由于灰分高而不能开采的煤层以及进行复采产生的高灰分原煤, 都可以开采, 进行分选而得到质量合格的煤炭。

3. 煤炭产品的合理利用和综合利用

原煤直接使用是不经济的, 有的甚至是不可能的。各个工业部门都有自己的用煤质量要求, 如果满足这一要求, 就可以提高煤炭的利用效率。因此, 将原煤进行分选加工来满足用户的需要, 做到煤炭产品的合理供应, 是十分必要的。选煤是采煤的继续, 是煤炭生产的最后工序。选煤厂承担着将原煤加工成等级煤的任务, 提高煤炭产品的质量, 使煤炭产品适销对路, 这是节约能源的一个重要途径。选煤对煤炭产品的综合利用起着推动作用, 如炼焦用煤, 原煤经过分选, 精煤供炼焦, 炼焦可得焦炭和煤气、苯、萘类、氨水等化工原料; 中煤或洗混煤供电厂, 矸石灰分较低的作为沸腾炉燃料, 灰分高的可作建筑材料、回填塌陷区或就地废弃; 浮选尾煤可发电或作内燃砖原料等。

4. 运输力的节约

从地下开采出来的煤炭, 含有很多不能燃烧的矸石, 原煤供应市场, 这些矸石占用了许多运输力。10亿吨煤炭如果灰分降低1%就可以节约60 t 车皮23万辆。发展选煤, 选出矸石就地抛弃, 可节约运输能力。

5. 环境的保护

燃烧含硫原煤产生二氧化硫气体, 污染大气, 是酸雨的主要根源。重力选煤方法可以除去煤中大部分黄铁矿硫, 对于减少煤炭在燃烧时的污染起显著作用。

6. 经济效益的增长

仅生产原煤, 往往其经济效益是不高的。选煤在提高用煤企业的经济效益和全社会效益的前提下, 增加品种煤生产, 提高煤炭质量和煤炭的使用价值, 增加煤炭企业的经济效益。

第一篇 采煤概论

第一章 煤田地质基础知识

一、煤的形成

煤是由古代植物遗体演变而成的。其形成过程分两个阶段，泥炭化阶段和煤化阶段。

1. 泥炭化阶段

距今1.95亿万年的侏罗纪，2.85亿万年的二叠纪，3.50亿万年的石炭纪是成煤的主要地质年代。那时，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和水生植物。死去的植物遗体堆积在湖泊沼泽，随着地壳缓慢下沉逐渐被水覆盖而与空气隔绝。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。

2. 煤化阶段

随着时间的推移，地壳缓慢下沉，处于低洼处的泥炭层被外来的泥砂等物质覆盖，并逐渐加厚。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，质地疏松的泥炭就变成了岩石化的褐煤。

随着地壳的继续下沉和上部覆盖层的不断加厚，褐煤在地下深处受到进一步的高温 and 高压作用，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煤。煤的这种变质过程称为煤化阶段。随着变质程度的进一步增高，烟煤将变成无烟煤。

低等植物经过上述类似的过程形成了腐泥煤。

植物遗体演变成煤及煤的变质过程如图1-1-1所示。

此外，在植物遗体的沉积和下沉过程中，由于同时期地质风化和搬运作用，在植物遗体中间掺入一些岩石和矿物。这些外来岩石和矿物在煤的形成过程中经历了成岩作用，成为煤层的一部分。

二、煤层

1. 煤层的形态

煤层的形态是指煤层在地层空间中展布的形状。它通常分为层状、似层状、不规则状三种。

(1) 层状煤层。煤层呈层状，在一定范围内保持连续，厚度基本稳定。整个煤层或绝大部分可以开采。

(2) 似层状煤层。煤层形状象藕节或串珠，呈不完全连续，或虽然大致连续，但厚度变化较大。局部煤层面积可以开采。

(3) 不规则状煤层。煤层断断续续、形状不规则，多呈鸡窝状、透镜状或扁豆状。这样的煤层只有少量面积可以开采，如鸡窝状煤层的煤包。

2. 煤层结构

煤层中往往含有厚度很薄，而且有时很不稳定的岩层。这种岩层称为煤层的夹石层（或夹矸）。

根据煤层中有无夹石层，将煤层分为简单结构煤层和复杂结构煤层。不含夹石层的简单结构煤层在实际当中并不多见。复杂结构煤层由于含有一层或多层夹石，不仅提高了煤层灰分乃至生产原煤的灰分，而且也增加了开采的难度。

3. 煤层的厚度

煤层的厚度是指煤层顶底板之间的垂直距离。根据煤层结构，煤层厚度可分为总厚度、有益厚度和可采厚度（见图1-1-2）。

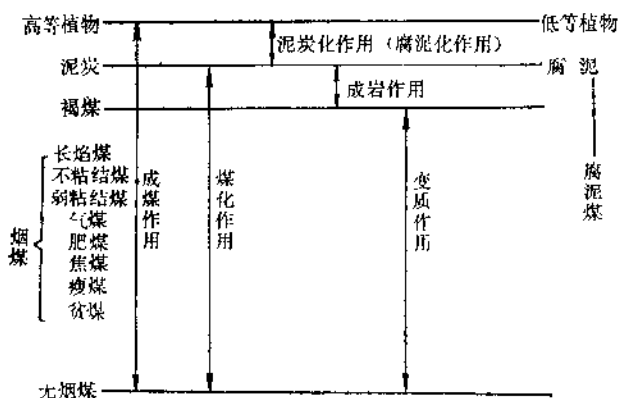


图 1-1-1 成煤过程划分示意图

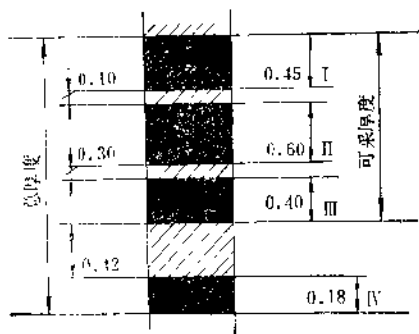


图 1-1-2 煤层厚度示意图

总厚度 是指煤层顶、底板之间各煤分层和夹石层厚度的总和。由于成煤条件不同，煤层的厚度差别很大，薄的可能只有数厘米，厚的可达到百米以上。

有益厚度 是指煤层顶、底板之间各煤分层厚度的总和。如图1-1-2所示煤层的有益厚度为 I + II + III + IV。

可采厚度 是指现代经济技术条件下可以开采的厚度，又称最小可采厚度。目前的可采厚度为0.5~0.8m。除经济技术因素外，可采厚度的大小还受到煤种、煤炭资源状况以及地质条件的影响。随着薄煤层采煤机械的发展，可采厚度可进一步减小。

达到可采厚度的煤层称为可采煤层，可采煤层具有开采价值。根据开采技术的特点，可采煤层按厚度分成三类：

薄煤层 可采厚度~1.3m

中厚煤层 1.3~3.5m

厚煤层 3.5m以上

我国煤田的厚煤层和中厚煤层占较大比率。以开采产量而论，厚煤层和中厚煤层大约各占40%，薄煤层仅占20%左右。

4. 煤层的地质构造

在地壳运动的作用下，煤层改变原始埋藏状态所产生的变形或变位的形迹称为煤层的地质构造。煤层地质构造的形态多种多样，主要的有单斜、褶曲、断裂三种构造。

1) 单斜构造

在一定范围内煤层大致向一个方向倾斜的构造形态称为单斜构造。单斜构造是最基本最简单的一种构造形态。根据煤层的倾斜程度，单斜构造可进一步分为水平构造和倾斜构造。

2) 褶曲构造

煤层受力后被挤得弯曲变形，但仍保持其连续性和完整性的构造形态称为褶曲构造（又称褶皱构造）。褶曲构造的每一个弯曲称为褶曲，它是褶曲构造的基本单位。每一个褶曲包括两个倾斜构造的煤层，它们形成了褶曲的两翼。褶曲构造包括两种基本形态，背斜和向斜。背斜是指煤层层面为凸起的褶曲，向斜是指煤层层面为凹下的褶曲。

3) 断裂构造

煤层受力作用后发生断裂，失去连续性和完整性的构造形态称为断裂构造。断裂构造包括裂隙与断层。

裂隙 煤层断裂后，两侧煤层没有明显位移，仅仅产生裂隙的断裂构造称为裂隙（又称节理）。

断层 煤层断裂后，两侧煤层沿断裂面发生明显位移的断裂构造称为断层。断层中发生相对滑动的断裂面又称断层面，断层面多为波形起伏的曲面。断层面两侧的煤层称为断盘，每一个断层包括两个单斜构造的断盘，其中位于断层面上面的称为上盘，断层面下面的称为下盘。根据断层两盘相对运动的方向，断层分三种类型：正断层，逆断层，平推断层。当上盘相对下降，下盘相对上升时构成正断层；当上盘相对上升，下盘相对下降时构成逆断层；当断层两盘仅沿水平方向相对移动时构成平推断层。

5. 煤层的产状与倾角

煤层产状是指煤层在空间的位置和状态，常用产状要素即走向、倾向、倾角来表示（如图1-1-3所示）。

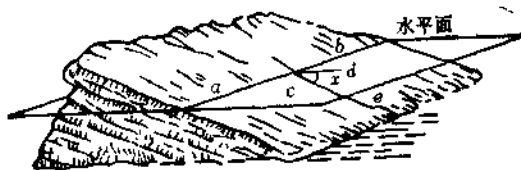


图 1-1-3 煤层产状要素

ab—走向线；ce—倾斜线；cd—倾向；x—倾角

走向 煤层层面与水平面相交的线称为走向线，走向线的延伸方向称为走向。煤层的走向通常用走向线的方位角来表示。

倾向 煤层层面上与走向线垂直的直线称为倾斜线，倾斜线自上而下的指向叫倾斜，倾斜在水平面上的投影所指的方向称为倾向。

倾角 煤层层面与水平面之间的夹角称为倾角。倾角可以在 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 之间变化，其大小表示了煤层的倾斜程度。

产状要素可直接描述单斜构造煤层的产状，也可描述褶曲构造的两翼、断层构造的两盘以及断层面等的产状。在产状要素中，倾角大小对煤炭开采具有较大的影响。根据开采

技术的特点，煤层按倾角分为三类：

缓斜煤层 $0^{\circ} \sim 25^{\circ}$

倾斜煤层 $25^{\circ} \sim 45^{\circ}$

急斜煤层 $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$

我国的煤田以缓斜煤层居多。以产煤量计，缓斜煤层的产煤量约占煤炭总产量的70%。

6. 煤层的层理、结核、化石

层理 层理是指煤层垂直方向上，由于煤和夹石在组成、粒度、颜色、形状不同而显示出的成层现象。层理现象有助于煤炭的破碎和解离，对煤层颗粒的形状也具有直接影响。

结核 结核是指煤层中存在的与周围物质成分不同的团块状物体。煤层中的结核是在成煤过程中由一些分散物质重新分配与集中形成的，其形状有球状、扁球状、卵状、椭圆状，大小一般为数厘米至数十厘米。煤层中常见的有黄铁矿结核和菱铁矿结核等。

化石 在成煤过程中，伴随着大量植物遗体的堆积，往往有些当时生活的生物（植物、动物）遗体 and 遗迹被同时掩埋，其有机质被矿物质所替代、充填，或者留下印模和铸型。这些古生物的遗体 and 遗迹称为化石。如我国云南的褐煤层中便有大量的哺乳动物化石。

层理现象以及含有结核和化石，说明了煤的沉积岩特征。

以上均是对单一煤层而言的，实际上，煤田的煤层一般是成群埋藏的。当煤层间距离较小时，即构成了煤层群。

三、煤系岩石及伴生矿产

在煤的形成过程中，煤层上下还形成了许多岩层。煤系是指含有煤层的一套沉积岩。煤系以煤和煤系岩石为主要物质组成，此外还经常伴生一些有用矿产。

1. 煤系岩石

煤系岩石的组成是以各种粒度的碎屑岩、粘土岩为主，如角砾岩、砾岩、砂岩、粉砂岩及泥（页）岩等；并含有某些化学岩及生物化学岩，如油页岩、铝质岩、石灰岩等。

角砾岩 有棱角的碎石块被矿物质胶结起来所形成的岩石。角砾岩中直径大于2mm的碎屑占50%以上。

砾岩 磨去棱角的石块和岩屑被矿物质胶结起来形成的岩石。砾岩中直径大于2mm的碎屑占50%以上。

砂岩 由直径 $2 \sim 0.1\text{mm}$ 的碎屑和胶结物组成的岩石。砂岩的碎屑成份以石英、长石为主，胶结物以钙质、硅质、铁质和硅土为主。按照碎屑直径大小，砂岩又可分为粗砂岩（碎屑直径为 $2 \sim 0.5\text{mm}$ ），中粒砂岩（碎屑直径为 $0.5 \sim 0.25\text{mm}$ ），细砂岩（碎屑直径为 $0.25 \sim 0.1\text{mm}$ ）。

粉砂岩 直径 $0.1 \sim 0.01\text{mm}$ 的碎屑的含量大于50%的岩石。粉砂岩外表象泥岩，但用手摩擦时有轻微的粗糙感觉。

泥（页）岩 由各种粘土矿物压紧而成的岩石。泥（页）岩颗粒直径小于 0.01mm ，结构致密，肉眼不能辨别。厚层状或没有明显层理的叫泥岩，薄层而层理明显的叫页岩。

石灰岩 矿物成分主要是方解石，一般为白色或灰色，含杂质较多时为深色，有致密

状、结晶状和鲕状。石灰岩可能是化学沉积物，也可能是生物遗体沉积而成。

煤层岩石或以夹石形式存在于煤层中，或位于煤层上下构成顶底板。但无论何种存在形式，煤系岩石的组成和性质对煤炭的开采和加工利用都具有重要的影响。

2. 煤系伴生矿产

常见的煤系伴生矿产有：油页岩、铝土矿、耐火粘土、沉积铁矿、黄铁矿、锰矿、磷矿及其它一些稀有分散元素。

油页岩 油页岩是一种固体可燃性有机岩，主要由藻类等低等生物遗体经过一系列生物化学、生物物理作用而形成。实质上，它就是经过腐泥化作用后形成的高灰分腐泥煤。由于油页岩通过低温干馏可提取液体燃料，用以代替石油，因而在工业中占有重要的地位。从成因上看，它是煤系中与煤共生的另一种可燃有机矿产。我国已开发了抚顺、茂名等著名油页岩矿床。

铝土矿和耐火粘土 铝土矿又名铝矾土，既是冶炼金属铝的重要原料，也是制造高铝水泥、耐火材料和人造刚玉的重要原料。铝土矿由一水铝矿物 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，三水铝矿物 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ，高岭石 $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$ 等矿物和 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ 等杂质所组成。耐火粘土一般是指以高岭石或水云母-高岭石为主要成分的粘土岩。耐火粘土的重要工业用途是制造耐火材料、水泥、玻璃和陶瓷等产品。

沉积铁矿 煤系中的沉积铁矿主要是菱铁矿、赤铁矿和褐铁矿。它们虽然不是我国铁矿的重要工业类型，但对发展地方钢铁工业仍有一定的意义。

煤系中还有其它矿产，如硫矿、锰矿、磷矿等，但一般规模不大。煤系中的硫矿主要是黄铁矿。

稀有分散元素 煤系中最主要的稀有元素有：锗、镓、钒、铀等。锗是地壳中分布极广的一种稀有元素，在煤层及其围岩中富集。从煤灰、煤烟尘、煤的加工产品中提取锗，工艺简单，已成为锗的重要来源。镓也是典型的稀有分散元素，煤中一般镓含量不高。锗和镓都是半导体电子工业中的重要原料。钒具有延展性好，耐高温等工艺特性，是国防、化工和机械工业中不可缺少的原料，它的富集与有机质有关。我国南方的石煤中钒含量很高，是钒矿床的一种重要工业类型。铀是原子能工业最重要的原料，煤系中的铀主要为铀的有机化合物。

此外，地下水和瓦斯也可看作是伴生的矿产。

煤系伴生矿产是非常宝贵的资源，当它们达到一定的工业品位和厚度时，应进行综合评价和综合开发，充分加以利用。

第二章 井田开拓

地下开采工作包括开拓与采煤两个主要程序。在井田范围内，从地面向地下开掘巷道，通入煤体，以便有计划地生产，称为井田开拓。

一、井田与井型

1. 煤田划分为井田

煤田是指大面积含煤地区，其面积可达数十平方公里甚至数千平方公里，贮量达数亿吨甚至数百亿吨。因此，在开发煤田时，必须进行划分，将煤田划分为井田并分别由各个矿井开采。矿井所拥有的煤田区域称为井田。

煤田划分为井田时，要充分利用自然条件作为划分的依据。一般以断层、褶曲、河流、湖泊、城镇、国家铁路干线等作为井田边界，这样既保证了国家财产和煤矿生产的安全，又减少了开采过程中煤炭资源的损失。此外，要保证矿井有合理的开采技术条件，即井田有合理的尺寸和足够的贮量。井田沿走向的长度一般为1500~10000m，井田的贮量应与矿井的生产能力与服务年限相适应。

2. 矿井生产能力与服务年限

1) 矿井生产能力

矿井生产能力是指矿井设计所规定的年生产煤炭的数量。为了便于设备成批制造与矿井管理，通常将矿井生产能力分成若干等级，并依此把矿井划分成大、中、小三种类型（见表1-2-1）。按照矿井生产能力划分的矿井类型称为井型。

矿井生产能力是煤矿的重要技术经济指标，它在一定程度上综合地反映了矿井生产技术面貌。大型矿井的年产量大，技术装备水平高，生产集中，效率高，吨煤成本低，能够较长时期地生产煤炭，是煤炭工业的骨干。但是，大型矿井一般初期建设工程量大，施工期长，技术装备复杂，占用投资大。小型矿井初期建设工程量小，施工容易，建设期短，技术装备简单，占用投资小；然而小型矿井产量小，生产分散，效率低，成本高，因此，它只可以作为大型矿井的补充，加以发展。

一般说来，范围不受自然条件限制，地质构造简单，煤层贮量丰富及开采技术条件较好的井田，适宜建设大型矿井；而煤层埋藏不稳定，地质构造复杂，贮量不很丰富的井田，以及不宜建设大型矿井的地方，可建设中、小型矿井。

2) 矿井服务年限

矿井服务年限是指矿井从投产到报废所经历的开采时间。为了保证矿井能够较长时期地、均衡地生产，充分发挥矿井的投资效益与设备能力，合理地利用矿井设施，矿井的服务年限要求与其生产能力相适应，见表1-2-1，大型矿井服务年限应该长一些，中小型矿井可以短一些。

二、井田划分

煤田划分为井田后，每一个井田的面积和贮量仍然比较大。为了有计划地顺序地开采，必须将井田再进一步划分（如图1-2-1所示）。

表 1-2-1 矿井生产能力与服务年限

井 型	矿 井 生 产 能 力	矿 井 服 务 年 限
	万t/a	a
特 大 型	300及300以上	80以上
	240	70以上
	90、120、150、180	50~70
中 型	30、60	30~40
小 型	9、15、21	10~20

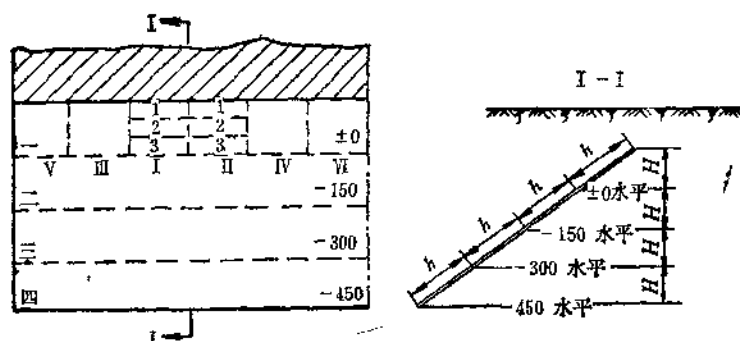


图 1-2-1 井田划分

一、二、三、四—阶段；I、II、III、IV、V、VI—采区
1、2、3—区段；h—阶段斜长；H—水平高度

1. 井田划分为阶段

煤层一般都有一定程度的倾斜，通常沿煤层倾斜方向将井田划分为若干长条形部分，以便由上而下地依次开采。这样划分的长条形部分称为阶段。图1-2-1中的井田划分为一、二、三、四共4个阶段。阶段表示井田的一部分范围，其走向方向的长度与井田相同，倾斜方向的尺寸用阶段斜长或阶段垂高（图1-2-1中的 h 、 H ）表示。

阶段之间分界的水平面称为水平，通常用其标高表示。如图1-2-1中的 ± 0 、 -150 、 -300 、 -450 水平。为了依次开采井田的各阶段，通常在阶段的下部水平上布置阶段运输平巷（又称运输大巷）和井底车场，担负该水平开采范围内的主要运输任务，这样的水平又称为开采水平；在阶段的上部水平上布置阶段回风巷道（又称总回风巷）。阶段运输平巷及阶段回风平巷一般位于煤层底板岩石中或煤层群下部的薄煤层及中厚煤层中。

在井田划分为阶段时，阶段垂高的大小（见表1-2-2）一般作为主要的技术依据。阶段划分明确后，开采水平也相应确定。

2. 阶段内的布置

1) 连续式布置

连续式布置是指在阶段走向上不再分割，回采工作，或由井田边界向井田中央，或由井田中央向井田边界连续式进行的布置方式，它适宜于阶段斜长不大，走向长度较小的中小型矿井。

表 1-2-2 矿 井 阶 段 垂 高(m)

煤层倾角 矿井井型	缓 斜 煤 层	倾 斜 煤 层	急 斜 煤 层
大中型矿井	150~250	150~250	100~150
小型矿井	60~100	80~120	80~120

2) 分区式布置

沿走向把阶段划分为若干个部分,每部分沿走向的长度约 600~1000m,沿倾斜的长度等于斜长,在这个范围内有独立的通风和运输系统。这样划分的单位称为采区,图1-2-1中的阶段划分为 I、II、III、IV、V、VI 六个采区。在阶段内划分若干采区的布置方式称为分区式布置。采区的开采顺序一般是由井田中央向边界依次进行。

由于采区斜长仍然较大,因此还必须根据采煤方法的要求,将采区沿倾斜划分为若干区段,见图1-2-1中的1,2,3区段。回采工作面布置在区段内,区段间由上而下顺序开采。

分区式布置适宜于阶段斜长和井田走向都较大的大型矿井。

三、井田开拓

1. 井田巷道

1) 立井——直立巷道

立井 又称竖井,是地表到地下的主要垂直通道。主井分主立井和副立井,用于提升煤炭的为立井,用于人员通勤,提矸下料的为副立井。

小井 位于井田边界上部,与地表相通的直立巷道。小井主要用于通风,因而也称为风井。

暗井 地下巷道之间的垂直连接通道,主要用于人员和物料的输送和提升。

溜井 地下巷道之间的垂直连接通道,用于自上而下溜煤。

2) 平硐——水平巷道

平硐 有直接从地面出口的水平巷道。平硐分主平硐和副平硐,主平硐主要用于煤炭运输;副平硐用于行人、通风及材料运输。实际有时只设一个平硐完成主、副平硐的任务。

平巷 沿煤层或岩层走向开掘的地下水平巷道。其中在煤层中的称为煤层平巷,在岩层中的称为岩层平巷。平巷中用于运输的称为运输平巷,用于通风的分别称为进风与回风平巷。

煤门、石门 穿过煤层或岩层并与之走向垂直或斜交的地下水平巷道称为煤门或石门。

3) 斜井——倾斜巷道

斜井 连接地面和地下的主要倾斜巷道。主要用于提升煤炭的叫主斜井,用于行人、通风、设备材料及矸石运输提升的叫副斜井。

上山 自运输大巷沿煤层或岩层向上开掘的地下倾斜巷道。安装输送机自上而下运送煤炭的称为运输上山,铺设轨道自下而上运送材料设备的称为轨道上山,专为行人或通风

的称为行人或通风上山。

下山 自运输大巷沿煤层或岩层向下开掘的地下倾斜巷道。下山用于自下而上运煤，自上而下运送材料设备，其相应名称同上山。

直立、水平、倾斜巷道如图1-2-2所示。

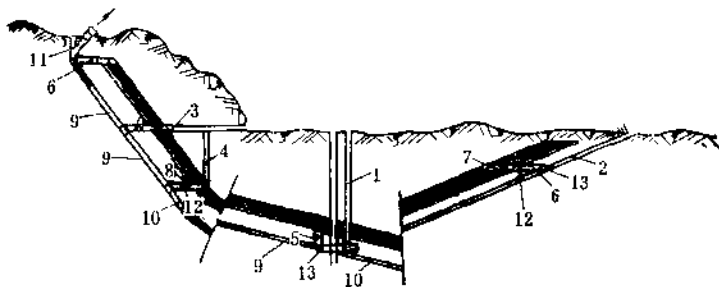


图 1-2-2 井田巷道

1—立井；2—斜井；3—平硐；4—暗井；5—溜井；6—石门；7—煤门；8—煤仓；9—上山；10—下山；11—小井；12—岩层平巷；13—煤层平巷

4) 硐室

硐室是指断面较大而长度较小的地下巷道，它主要用于安装设备，存放材料，人员井下停留及工作等。

5) 井底车场

井底车场是井筒（立井、平硐、斜井）与井下主要巷道（运输大巷）连接处的一组巷道与硐室的总称。它由主、副井筒的巷道以及绕行道、煤仓、水仓、变电所等组成。井底车场负担煤炭、矸石、材料设备、人员的转运工作，并为矿井的通风、排水和供电服务，是连接井下运输和井筒提升的枢纽。

与井底车场相对应，为采区服务的称为采区车场。

2. 井筒型式的比较

立井、斜井、平硐三种井筒型式进行比较，各有其特点及适用条件。

平硐开掘容易，运输系统简单，可自行排水，投资少，出煤快，煤炭成本低。因此，只要条件合适，首先考虑采用平硐。

斜井比立井开掘及延深容易，井口建筑简单。但对同等深度的煤层，斜井的井筒长，断面小，不利于运输、通风及巷道维护。煤层愈深，这一矛盾愈突出。此外，当表土层含水多或含有流砂层时，开掘与维护更加困难。因此，当煤层埋藏较浅，水文地质条件简单时，应选用斜井。

立井开掘比较复杂，投资大，工期长。但立井的适用范围广泛，特别是当地质条件或地形条件限制平硐和斜井的合理运用时，可以考虑采用立井。如贮量较大，埋藏较深，煤层成群、走向和倾斜长度都大，水文地质条件比较复杂的条件下，选用立井尤为合适。

井筒一般位于井田中部，是地下与地面出入的咽喉，也是全矿生产的枢纽。因此，正确地选择井型具有特别重要的意义。

3. 井田开拓系统

井田开拓是通过一系列巷道实现的，为全矿井或一个开采水平服务的巷道称为开拓巷