

工业技术学

(采煤)

辽宁大学经济系

一九八〇年一月

目 录

第一章 煤矿地质

第一节 地球的形成与岩石分类

第二节 煤层与岩层的地质变动

第三节 矿图

第二章 井田开拓

第一节 井 田

第二节 开拓方式

第三节 井田开拓中的几个问题

第三章 巷道掘进和支护

第一节 岩石的分级

第二节 矿用炸药和爆破器材

第三节 钻眼爆破

第四节 掘进方法

第五节 巷道压力与支护

第四章 采煤方法

第一节 概述

第二节 缓倾斜和倾斜煤层采煤法

第三节 急倾斜煤层采煤方法

第四节 回采工作面生产技术管理

第五章 水力采煤

第一节 水力采煤矿井的生产系统

第二节 水力采煤方法

第六章 矿井通风与安全

第一节 矿内空气

第二节 矿井瓦斯和粉尘

第三节 矿井通风

第四节 矿井火灾

第五节 矿井水灾

第七章 选煤

第一节 煤的生成和分类

第二节 选煤

第一章 煤矿地质

第一节 地球的形成和岩石分类

地球最初是一团灼热熔融体它围绕太阳在运动。后来逐渐冷却形成今天的椭圆形。长半径为 6378.245 公里，短半径为 6356.863

公里。地球内部还是液态，根据测定各部分比重不同可分为地核（铁镍层）、过渡层（矽铬铁镁层）和地壳（矽铝层三部分。所谓地壳是指地下 40 公里以内而言。地壳是由岩浆岩、沉积岩和变质岩三种岩石构成的。

岩浆岩又叫火成岩，是地球内部岩浆侵入地壳后冷凝而成的岩石。有花岗岩、流纹岩、玄武岩等。沉积岩是原有的岩石长期暴露在地表，由于受物理、化学、风化和剝蚀等大自然的破坏作用，变成碎石、细砂和泥土及溶解于水的物质，就地堆积或搬运他处，有时又加入生物遗骸沉积一起，伴随地壳不断缓慢下降，沉积物不断增厚，最后通过压紧胶结作用变成了沉积岩。常见的有砾岩、砂岩、页岩、石灰岩和煤等。

变质岩是由于地壳运动、岩浆活动的影响，使原有的岩石，在地下高温高压和物理化学作用改变了原来的成分和性质，变成了新的岩石，即变质岩。有；石英砂岩变成的石英岩，石灰岩变成的大理岩等。

沉积岩的特征。它由于沉积时间的先后和沉积物质的成分、性质不同，先期沉积的物质和后来沉积的物质，在粗细、成分以及颜色等方面就不完全相同。因此，在很厚的沉积岩层中，就形成了明显的层次，这就叫层理。层理有时很厚，有时很薄，顺着层理能剝

开的面，称为层理面。

沉积物在比较平静的环境（如海洋、湖泊）下沉积时，形成的层理接近水平的，叫做水平层理；但在水流速度改变环境（河流、三角洲）下沉积时可以形成与岩层面斜交的层理。

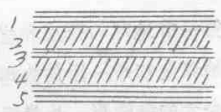


图 1—1 层理

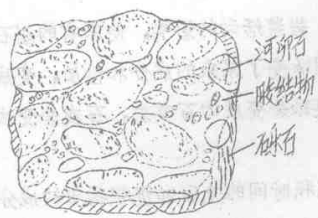
1 3 5—水平层理
2 4 斜交层理

在沉积岩形成的过程中，许多动植物死亡，它们的遗体随同沉积物一起沉积下，经过了若干万年，其体形外壳和骨骼等，逐渐被矿物质交换充填，最后变成了化石。在煤层顶底板岩层中，可以见到树叶、树干、树根等，就是植物化石。

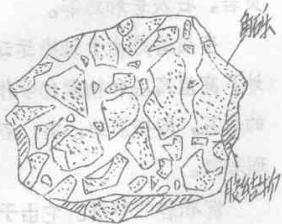
沉积岩主要可分为两类：

第一属碎屑质沉积岩有

a、角砾岩 是堆积在山坡下的一些带棱角大小不同的碎石块，后来被矿物质胶结成岩石。



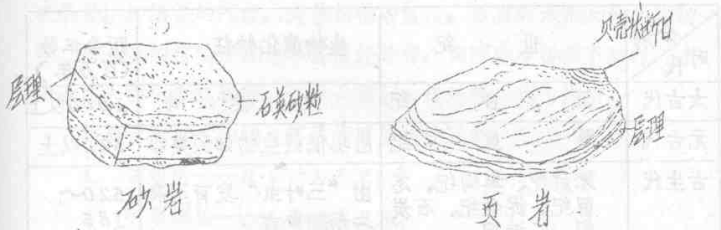
砾岩



角砾岩

b 砾岩 是山上的碎石在水流的搬运过程中磨成了圆形的河

卵石，然后胶结而成岩石。



C 砂岩 是河流、海岸的散砂（或沙漠）经压紧、胶结而成。砂岩可分为粗砂岩、中砂岩和细砂岩，其粒径分别为 $2\sim0.5$ 毫米， $0.5\sim0.25$ 毫米和 $0.25\sim0.1$ 毫米。它在煤系地层中往往组成煤层的老顶，岩石比较坚固

D 泥岩及页岩，都是由粘土压紧而成的；颗粒直径小于 0.1 毫米，结构很致密，肉眼不能辨别。厚层状或没有明显层理的是泥岩；薄层而层理明显的是页岩。页岩的产色，随着它的成分而改变。含炭的页岩是黑色叫黑色页岩或碳质页岩。此外，还有红色页岩、黄色页岩等，它们一般都含有铁质。第二属于化学及生物化学的沉积岩有

a、石灰岩 是化学沉积物或生物遗体堆积而成。在海底或湖底常有含石灰质的灰泥，它们失去水分并被胶结起来，就成为石灰岩。它易被水溶解，形成溶洞，这种情况称为岩溶。

b、煤 是古代植物遗体堆积后，经过变化形成的，它埋藏在沉积岩层中。砂岩、泥岩、页岩和石灰岩等岩层，常构成煤层的顶底板。

煤田的生成需要经过极长的时间，为了便于表示煤田生成的时间，通常地质历史的时代来表示：

煤

地质年代划分表:

分别 时代	世 纪	生物演化特征	距今年数 (百万年)
太古代	五 台 纪	无 生 命	1000以上
元古代	震 旦 纪	出现低级生物如藻类等	520以上
古生代	寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪、二迭纪	由“三叶虫”发育至爬行动物发育	520~185
中生代	三迭纪、侏罗纪、白垩纪	鸟类和爬行动物极盛	185~60
新生代	第三纪、第四纪	哺乳动物及出现人类	60~1

例如，开滦、本溪煤田就属于古生代的石炭纪、二迭纪的。阜新、北票是属于中生代的侏罗纪的。抚顺煤田属于新生代的第三纪。所以抚顺是全省煤田中最年青的小弟弟，但其年令已是六千万年了。阜新、北票则是一亿五千万年，而老大的本溪则是两亿年以上了。

煤的生成

由植物遗体变成煤的过程可分为两个阶段。

第一阶段，是炭化阶段。植物遗体在沼泽中堆积保存下来以后，在缺氧的下面下腐烂分解。分解后的一些气体（ H_2 、 S 、 CO_2 、 CH_4 等）和水逐渐挥发出去，剩下的物质就变成了泥炭。它质地疏松，呈褐色，可做燃料，但烟大灰多。

第二阶段，是煤化阶段。由于泥炭的不断堆积和地壳下沉，逐渐形成泥炭层。泥炭层又被沉积物掩盖起来，再经过高温和高压的作用，逐渐失去水分，变质成褐煤。随着地壳变动和复盖物加厚，褐煤在地下深处，受到高温、高压的作用变质而形成烟煤。变质程度继续增加就形成无烟煤。

煤的形成虽有许多地质因素作用的结果，但必须具备一定的先决条件；如温湿的气候，大量植物的繁殖，适宜的地形和地壳运动等。当大量的植物遗体堆积在低洼地带，同时地壳缓慢下降时，才能形成大面积含煤地带。这种大面积含煤地带，称为煤田。

根据开采技术的特点煤层按厚度可分三类：

1. 薄煤层——0.5~1.3米；
2. 中厚煤层——1.3~3.5米；
3. 厚煤层——3.5米以上；

第二节 煤层与岩层的地质变动

岩层开始形成时大都是水平的。岩层变动后，形成了倾斜弯曲状态。

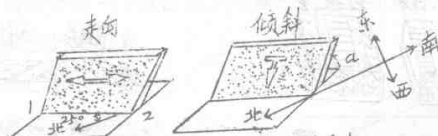


图 1-2 岩层的产状要素

岩层或煤层层面与水平面相交的线，叫走向线；走向线的方向叫走向。岩层层面上与走向线垂直的线，叫倾向线；沿倾向，由高处向低处指引的方向线在水平面上的投影，称为倾向。岩层层面与水平面的夹角，叫做倾角。

煤层的倾角，在 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 之间变化。根据开采技术的特点，可以把煤层按倾角分为三类；

1. 缓倾斜煤层 $0^{\circ} \sim 25^{\circ}$
2. 倾斜煤层 $25^{\circ} \sim 45^{\circ}$

3 急倾斜煤层 $45 \sim 90^\circ$

褶皱构造与断裂构造

(一) 褶皱构造

岩石受力后，被挤得弯弯曲曲但仍保持连续完整的，叫褶皱构造。

褶皱构造的基本单位叫褶曲。褶曲就是褶皱中的一个弯曲。

褶曲的基本形态有背斜和向斜两种。

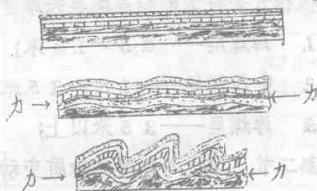


图 1—3 岩层的褶皱构造

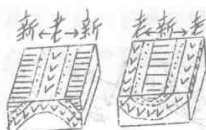


图 1—4 褶曲构造立体图



图 1—5 背斜和向斜

甲—背斜 乙—向斜

背斜是岩层层面向起的弯曲；向斜是岩层层面向下凹的弯曲。在自然界中，背斜和向斜往往是彼此相连的。

(二) 断裂构造

岩层受力后，失去连续完整性，发生断裂，叫做断裂构造。断裂构造可分节理和断层两类。节理就是切割岩层并破坏其连续完整性的裂隙；但裂隙两侧的岩层没有发生明显位移。断层，不仅切割岩层并破坏其连续性，而且两侧岩层发生显著位移。

在含煤地层中，断层对开采工作的影响非常突出。

1. 断层要素

断层要素表示断层的特征

一般是指断层的走向、倾向和倾角。断层的上盘、下盘和断距等。



图 1—6 断层要素

断层的断裂面，称为断层面：断层面与水平面的交线 为断层的走向线，走向线指示的方向就是断层的走向。在断层面上垂直于走向线的线，为断层的倾斜线；沿倾斜线由高向低指引的方向线在水平面上的投影，称为断层的倾向。断层面与水平面的交角，是断层面的倾角。

断层的上、下盘，是指断层面两侧的断块。断层面上边的断块叫上盘，下边的断块叫下盘。断层的断距，是指断层上、下盘相对位移的距离。断距有垂直断距和水平断距两种。垂直断距也称落差，就是上、下盘相对位移的垂直距离；水平断距，是上、下盘相对位移的水平距离。

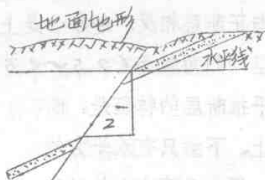


图 1—7 断距示意图

2. 断层的分类

根据断块相对运动的方向，将断层分为正断层、逆断层和平推断层。

1. 垂直断距

2. 水平断距

正断层的特点是，上盘相对下降，下盘相对上升。有时这种断层组成分布，便构成地堑和地垒。

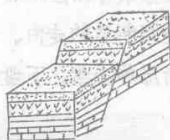
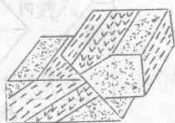


图 1—8 逆断层

正断层

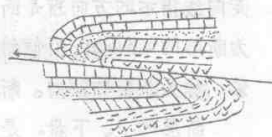
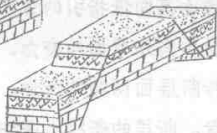
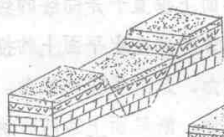


图 1—9 地堑

图 1—10 地垒

图 1—11 逆掩断层

与正断层相反，逆断层是上盘相对上升，下盘相对下降。如果逆断层的倾角较小（ $25^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ），则称为逆掩断层。

平推断层的特征是，断层的上、下盘只有水平方向的位移，没有垂直方向的位移。

在煤田内，以正断层最多，逆断层次之，逆掩断层只在构造复杂的地区出现，平推断层更少。



图 1—2 平推断层

(三) 断裂构造与煤矿生产的关系

1. 节理与煤矿生产的关系

A. 节理与钻眼爆破的关系

岩层的节理发育时，炮眼不能沿主要节理面打，以免卡钎子和降低爆破效果。所以，炮眼应尽量垂直于主要节理面。在节理发育的煤层内掘进巷道或在回采工作面钻眼时，同样要使炮眼垂直主要节理面，以便获得最好的爆破效果。一般来说，节理发育的煤层，炮眼的间距可以大一些。

B 节理和采掘工作面布置的关系

巷道和回采工作面，应尽可能与主要节理面形成一个锐角以便减少片帮事故，有利于安全生产。

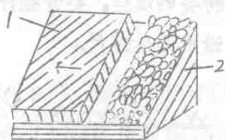


图 1—13 回采工作面其主要节理方向成锐角的布置平面

(1) 主要节理的方向 (2) 采空区

C、节理与回采工作面支架和顶板管理的关系

煤层顶板岩石的节理发育时，工作面支架一般不宜用顶柱，而采用棚子；同时棚子顶梁最好按垂直主要节理面的方向安置，从而防止顶板沿节理冒落，保证工作安全。

D 节理与矿井水和瓦斯的关系

节理破碎带是水和瓦斯的良好通道。所以破碎带发育地区的涌水量常会增加，有时还可引起井下水患；在瓦斯矿井中，节理破碎带的瓦斯涌出量，往往会突然增加。

2 断层与煤矿生产的关系

A、断层与井田和采区划分的关系

为了减少断层给开采工作造成的困难和煤柱损失，将煤田划分为井田时，常常利用较大的断层作为井田的边界。同样在划分阶段或采区时，一般也尽量用断层作为阶段和采区边界。由此可见，断层不但限制井田的范围和影响矿井建设规模的大小，而且还限制着阶段或采区的划分。如果煤田是薄煤层及中厚煤层时，断层的发育就会大大降低煤田的开采价值。

B 断层和巷道掘进量的关系

有时为了寻找断失的煤层，要开掘许多巷道，这不但增加巷道掘进量；甚至还可能造成无效进尺。

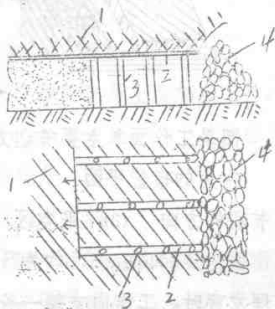


图1-14 垂直主要节理面方向安置棚子的顶梁

(上一剖面图：下一平面图)

1. 主要节理 2 顶梁 3 棚腿 4 采空区岩石

C 断层与安全生产的关系

断层带的岩石是十分破碎的，地表水和含水层中的水都能沿着

断层带流入井下。增加排水设备和排水费用。并巷通过含水量较大的断层带时。掘进和支护工作困难。有时还会发生突然透水事故。在瓦斯含量较大的煤层中。常常在断层破碎带积聚很多瓦斯。并巷通过断层时要预防发生瓦斯和冒顶事故。

D 断层与煤炭损失的关系

在较大的断层两侧。必须留设一定宽度的保安煤柱。以免回采工作面接近断层时因突然发生大量涌水或有害气体涌出。而造成重大灾害事故。回采工作面通过一般断层带时。工作面支架和顶板管理工作复杂。所以断层越多。煤炭资源的损失就越大。

第三节 矿图

矿图是煤矿生产的重要技术资料。通过矿图可以对井下自然条件有系统的了解。并且看出采掘工作进展的前景。所以认识矿图是掌握采掘基本知识。指挥煤矿生产的重要工具。矿图是按照投影几何原理绘制的。

一、地形图

地面有高低起伏。还有房屋、河流、道路等。统称为地形。实际地形在水平面的投影。按照一定的比例缩小绘成的图叫地形图。房屋、河流等用符号来表示。地面的高低起伏用等高线来表示。

图1—17。假想用—个距标准水准面+10米的水平面来剖切地面上的山岗。相交成—条曲线。于是。地面上这条曲线上所有点的标高都是+10米。用正投影将若干条这样的曲线投影在水平面上得到的图形。就叫等高线图。相邻两条曲线标高之差。叫作等高距。图1—17的等高距是10米。在—张图纸上。只用—个等高距。所示图上的曲线越密。表示地面坡度越陡。越稀坡度越缓。

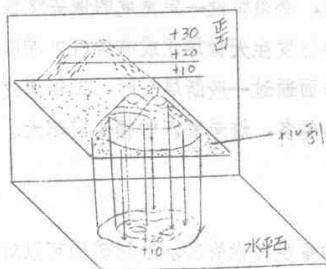


图 1—17 假想用水平面剖切山岗

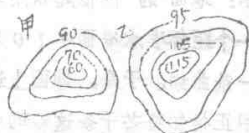


图 1—18 凹坑和山岗地形图

从等高线上一圈比一圈小的闭合曲线(图1—18),可以判断地形是山岗或凹坑。甲图内圈标高比外圈小,表示越往中间越低,是凹坑;乙图的内圈标高比外圈大,表示越往中间地势越高是山岗。

从地形图可以了解地面的高低起伏,房屋道路等的方向、位置和尺寸。它是进行工程设计的重要依据之一。

二、煤层等高线图

和地面的等高线图一样。假想用若干个水平面剖切煤层。如图1—19,用标高是 $+100$, -200 , -300 , -400 ,等四个水平面剖切煤层,分别和煤层(通常是底板)相交于四条曲线,投影到水平面上,就获得煤层(底板)等高线。

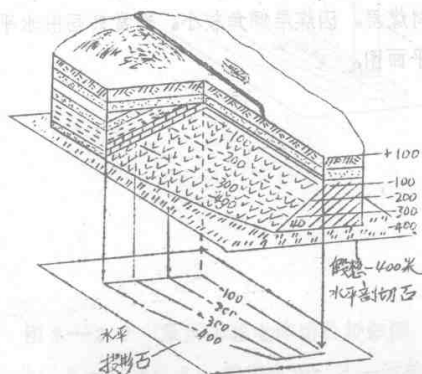


图1—19 假想用水平面剖切煤层

从煤层的等高线可以看出煤层的走向、倾斜倾向的变化和煤层的地质构造变化。如煤层等高线错断时，说明错断处是断层。

三、采掘工程图

采掘工程图是直接利用测量资料填绘的，它反映了煤层的地质构造；井下主要洞室布置；矿井采掘工程进展情况；矿井巷道网的全貌；开拓系统和通风系统运输系统等。它是生产矿井最重要的图纸。

采掘工程图的绘制原理都是用正投影法。假想把整个矿井悬在三个相互垂直的投影面之间，使煤层主要走向与水平面和正面平行。根据煤层的倾角，可以只作水平投影或兼作正面投影。配合沿倾斜方向的剖视、剖面图来表达。

除了全矿井的采掘工程投影以外，开采两个以上煤层的矿井，还要单独划出每个煤层和每个水平的采掘工程投影图。

1. 采掘工程平面图与剖面图

对于缓倾斜煤层，因煤层倾角较小，通常只画出水平面的投影图，称为采掘工程平面图。

