

教材精讲班
矿业工程管理与实务
2021 年一级建造师执业资格考试

主讲老师：黄海刚

1G411000 工程测量与工程地质 3 分

1G411010 工程测量 (1-2 分)

1G411020 矿山工程地质和水文地质 (1-2 分)

1G411021 矿山地质与工程地质条件分析与评价

1G411022 地质构造及其对矿山工程影响

1G411023 矿山工程水文地质条件分析与应用

1G411024 矿山地质图及其应用

1G411020 矿山工程地质和水文地质 (1-2 分)

1G411021 矿山地质与工程地质条件分析与评价

知识点一、土体工程性质

1. 砂土和黏性土

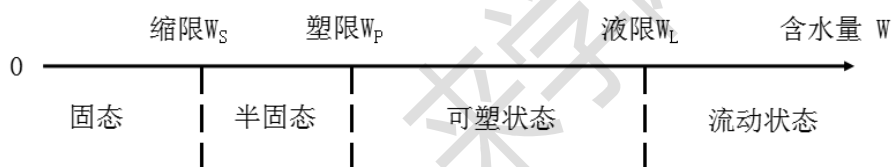
砂土是土的颗粒组成中砂粒含量较高的土体。

砂土按颗粒级配可分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂；砂土一般不具有黏性。

黏性土的颗粒成分更细，含水量是影响黏性土性质的决定性因素。根据含水量多少，黏性土可形成固态、半固态、可塑态和流动态等 4 种状态。

1G411020 矿山工程地质和水文地质 (1-2 分)

黏性土的状态与含水量关系图



2. 黏性土的状态指标

表征黏性土状态的指数有塑性指数和液性指数。

塑性指数越大，表示土处于塑性状态的含水量范围越大；

液性指数越大，则该黏性土的天然含水量高，土质更软。

按塑性指数可分为黏土和粉质黏土；按液性指数可以分为坚硬黏土、硬塑黏土、可塑黏土、软黏土和流塑黏土。

3. 土的可松性

土的可松性是指土体挖掘、回填压缩过程其体积变化的性质。挖掘后的土体虽经回填压实，仍不能恢复原来体积。

土的可松性程度一般用最初可松性系数(K_p)和最终可松性系数(K_p')表示。它是挖掘土方时计算土方机械生产率、回填土方量、运输机械数量以及土方平衡调配的重要参数。

$$K_p = V_2/V_1; \quad K_p' = V_3/V_1$$

式中： V_1 —开挖前土的自然体积；

V_2 —开挖后土的松散体积；

V_3 —运至填方处压实后的体积。

4. 土的压缩性和地基变形

土体在附加荷载作用下，或松土经回填压实，均会使土体压缩，土的这种性质称为土的压缩性。

当基础荷载较小时，地基沉降与荷载呈线性关系，荷载增加到一定程度后，沉降速率将变大，继续增大荷载时地基将出现整体性破坏。地基的允许荷载应限制在极限承载能力的范围之内。土的压缩系数就可以表示这种土体的线性压缩沉降关系。

5. 土的休止角

无黏性土的休止角是指其在自然堆积状态下的坡角，也即土体可以自稳的坡度。

6. 土的抗剪强度

土的抗剪强度是评价地基承载力、边坡稳定性、计算土压力的重要指标。

土的抗剪强度包括两部分，即是黏聚力和摩擦力。

知识点二、土的工程分类

在土方工程施工中，一般按开挖的难易程度(即土的坚实程度)将土进行分类。共分为8类16个级别。

土的坚实程度分类表 1G411021-1(见 P9)

注意二点：

1)从五类土(五级以上)及以上部分使用爆破方法；

2)七类土(十级)及以上只能用爆破方法。

知识点三、岩石的类别及其特性

岩石按其成因分为三大类别，即：沉积岩、岩浆岩和变质岩。

1. 沉积岩

通常以层状形式分布，具有明显的层理性。

细颗粒沉积岩的性质与颗粒的矿物成分有很大关系，以高岭石、蒙脱石、伊利石等成分为典型，这类岩石孔隙率小、渗透性差，遇水后极易泥化而容易塑性变形，甚至吸水膨胀。

2. 岩浆岩

根据成因分为火山岩和侵入岩。

深成的侵入性岩浆岩形体大、结晶较均匀，浅成的侵入性岩浆岩组织结构复杂，喷出性火山岩常含有不同的凝灰成分，并会有间层等不规则结构。

深成岩→浅成岩→喷出岩 之间的强度和抗风化能力形成高到低排列。

岩浆岩一般被视为均质、各向同性体(除部分喷出岩)，物理力学性质的指标比较高。

3. 变质岩

随变质环境(母岩种类、温度、压力)的不同，有石英岩、片麻岩、板岩、大理岩等多种。

一般具有结晶和定向排列结构，但其成分多种多样，变质程度也有深浅区别，因此岩性差别较大。变质岩的母岩如是沉积岩，变质会改善其力学性质，变质程度越深岩性越好。

知识点四、岩土工程分类

《煤矿井巷工程施工规范》GB50511—2010 中的岩层稳定性分类

分类		岩层描述	岩种举例
类别	名称		
I	强稳定岩层	1. 坚硬、完整、整体性强，不易风化； 2. 层状岩层，层间胶结较好，无软弱夹层	玄武岩、石英岩、石英质砂岩、奥陶纪石灰岩、茅口石灰岩等
II	稳定岩层	1. 比较坚硬； 2. 层状岩层，胶结较好； 3. 坚硬块状岩层，裂隙面闭合无泥质充填	砾岩、胶结好的砂岩、石灰岩等
III	中等稳定岩层	1. 中硬岩层； 2. 层状岩层以坚硬为主，夹有少数软岩层； 3. 较坚硬的块状岩层	砂岩、砂质泥岩、粉砂岩、石灰岩等
IV	弱稳定	1. 较软岩层；	泥岩、胶结不好的砂岩、煤等

	岩层	2. 中硬层状岩层; 3. 中硬块状岩层	
V	不稳定岩层	1. 高风化、潮解的松软岩层; 2. 各类破碎岩层	泥岩、软质灰岩、破碎砂岩等

《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB50586—2015 中的围岩分类
该项围岩分类在锚喷支护施工中经常采用

分类		岩层	巷道开挖后围岩的	岩种举例
类别	名称	描述	稳定状态(3~5m 跨度)	
I	稳定岩层		围岩稳定, 长期不支护无碎块掉落现象	完整的玄武岩、石英质砂岩、奥陶纪灰岩、茅口灰岩、大冶厚层灰岩
II	稳定性较好岩层		围岩基本稳定, 较长时间不支护会出现小块	胶结好的砂岩、砾岩、大冶薄层灰岩
III	中等稳定岩层		掉落围岩能维持一个月以上稳定, 有时会产生局部岩块掉落	砂岩、砂质页岩、粉砂岩、石灰岩、硬质凝灰岩
IV	稳定性较差岩层		围岩的稳定时间仅有几天	页岩、泥岩、胶结不好的砂岩、硬煤
V	不稳定岩层		围岩很容易产生冒顶片帮	炭质页岩、花斑泥岩、软质凝灰岩、煤、破碎的各类岩石

【1802】《岩土锚喷支护围岩分类》是依据岩层性状和（ ）进行分类的。

- A. 岩石强度指标
- B. 岩石种类
- C. 岩层完整性
- D. 巷道开挖后围岩的稳定状态

【答案】D

【解析】本题考核的是岩土锚喷支护围岩的分类依据。岩土锚喷支护围岩分类是依据岩层性状和巷道开挖后围岩的稳定状态进行分类的。

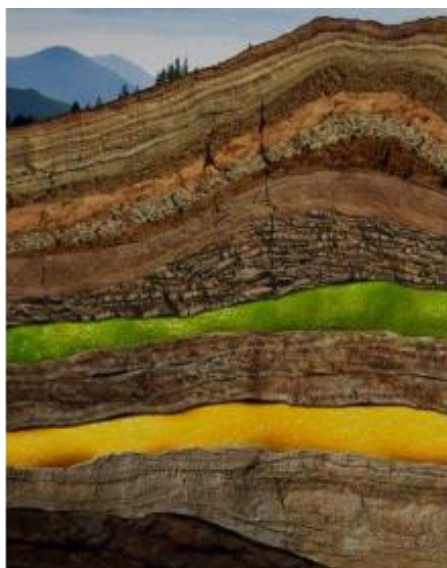
1G411022 地质构造及其对矿山工程的影响

知识点一、地层单位与地层年代

地质年代:代、纪、世;

地层划分:界、系、统。

宙	代	世	距今年	生物群演化
显生宙	新生代	第四纪	0.02	人类时代、现代动物、现代植物
		第三纪	2300万	
		白垩纪	6500万	
		侏罗纪	22000万	
		三叠纪	25000万	
古生代	古生代	寒武纪	54000万	被子植物和爬行动物时代
		奥陶纪	44000万	
		志留纪	41000万	
		泥盆纪	36000万	
		石炭纪	30000万	
中生代	中生代	白垩纪	1.37亿	被子植物和爬行动物时代
		侏罗纪	1.45亿	
		三叠纪	2.35亿	
		二叠纪	2.52亿	
		石炭纪	3.59亿	
古生代	古生代	泥盆纪	4.16亿	爬行动物、两栖动物时代
		志留纪	4.44亿	
		奥陶纪	4.44亿	
		寒武纪	5.41亿	
		震旦纪	6.50亿	
前寒武纪	前寒武纪	震旦纪	6.50亿	真核藻类和元真核生物时代
		太古代	13.8亿	
		元古代	19.6亿	
		古生代	24.8亿	细菌蓝藻时代
		太古代	38.9亿	
冥古宙	冥古宙	冥古宙	45.7亿	地球形成和原始生命起源
		冥古宙	45.7亿	太阳系形成和原始生命起源



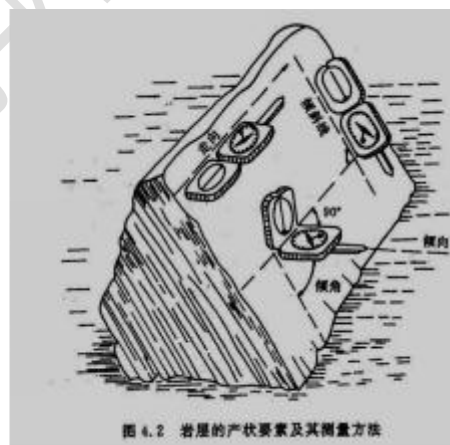
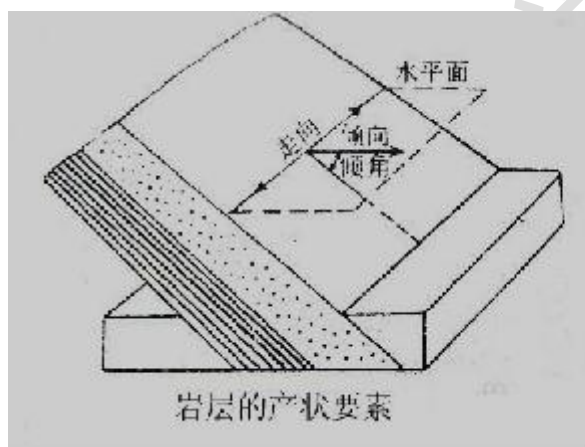
地质年代与地层年代的关系

知识点二、地层赋存特点与地质构造对矿山工程影响

1. 地层产状与地质构造主要形式

地层产状是指岩层的空间几何关系，主要参数有：走向、倾向和倾角。

地层产状图



地质构造形式有：

(1) 断裂构造：指岩层有断裂，失去连续性和完整性的构造形态。断裂构造有三种形式，即裂隙、节理、断层。

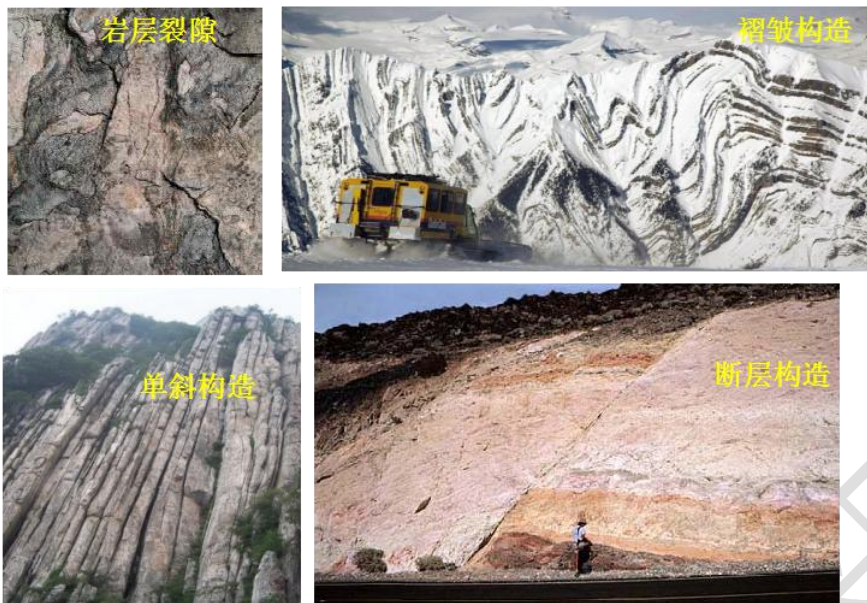
裂隙是指没有完全断裂，岩层部分仍有联系。

节理是岩层已经完全断裂但是没有出现移动；

断层是完全断裂且两侧岩层有明显移动。

(2) 单斜构造：在一定范围内岩层或矿体大致向一个方向倾斜的构造形态。

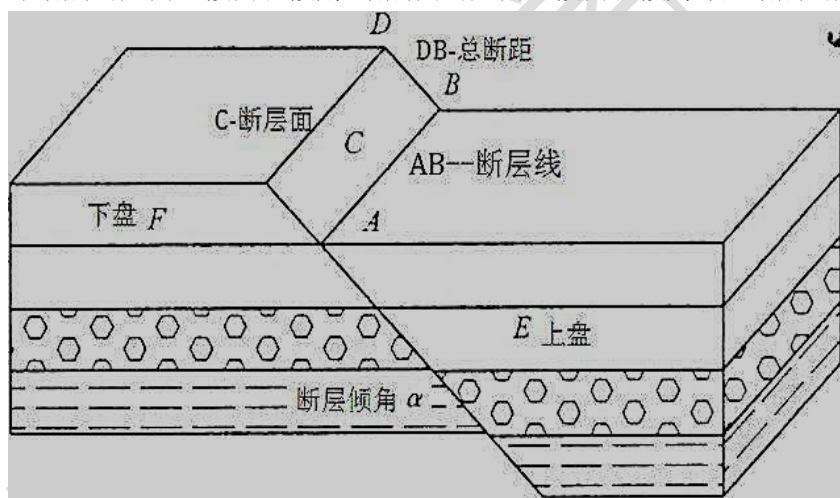
(3) 褶皱构造：岩层受挤压后弯曲，但仍保持连续性的构造形态。褶皱构造的基本形式是褶曲，分为背斜和向斜。背斜是岩层层面凸起的弯曲构造。向斜是岩层层面凹下的弯曲构造。三种地质构造图(单斜构造)



3. 断层及其对矿山工程的影响

(1) 重要的断层要素

- 1) 断层面和断层线: 断层面指岩层沿之断裂的面; 断层线指断层面与地面的交线。
- 2) 断盘: 断层面分开的两侧岩体, 断层面上面的断盘叫上盘, 断层面下面的断盘叫下盘。
- 3) 断距和落差: 断层两盘相对移动的距离; 落差指断距的垂直距离。
- 4) 断层的走向、倾向和倾角: 断层面的走向、倾向和倾角即是断层的走向、倾向和倾角。



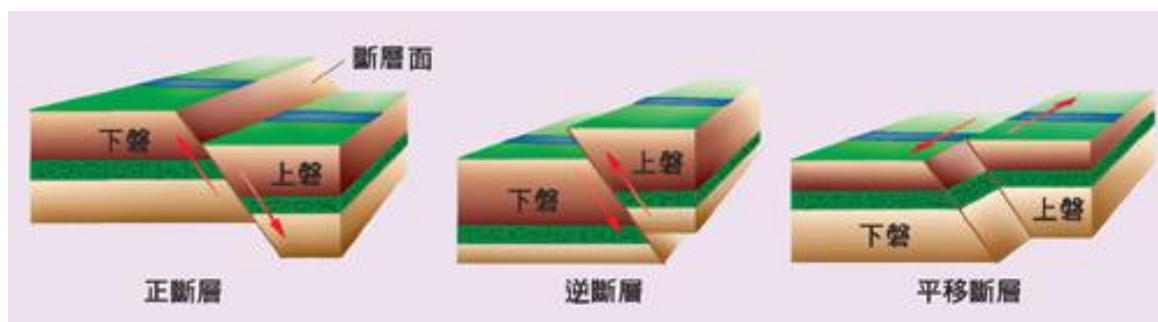
(2) 断层的分类

按上、下盘相对移动的方向的分类, 也有按断层走向与岩层走向关系进行的分类, 常用的是前者。

按断层上下盘相对移动的方面的分类有:

- 1) 正断层: 上盘相对下降, 下盘相对上升的断层。
- 2) 逆断层: 上盘相对上升, 下盘相对下降的断层。
- 3) 平推断层: 两盘沿近直立的断层面作水平移动的断层。

断层分类图



(3) 断层对矿山工程的影响

- 1) 断层将原完整的矿床、矿体分为若干断块，给矿井掘进、运输、巷道维护及开采带来许多困难。
- 2) 由于断层附近岩石会比较破碎，并可能形成水通道，因此往往造成支护往往困难，也可能使矿井涌水量剧烈增加或造成矿井突水。
- 3) 井巷工程施工规范对井巷穿越断层带等不良地层时，要求预先制定安全技术措施，进行临时支架或者其他加强支护、注浆固结等工作，对于有与含水层等相联系的断层，则要求预先探水。

1G411023 矿山工程水文地质条件分析与应用

知识点一、矿山充水来源

1. 大气降水
2. 地表水
3. 含水层(带)水
4. 老窖水

1. 大气降水及其涌水特征

与降水特征有关	包括降水量大小、降水性质、强度及延续时间，强降水量和长时间的小雨有利于入渗，相应矿井涌水量也大。
与季节变化有关	雨季矿井涌水量大，旱季矿井涌水量小，而且涌水量的高峰期往往比降水滞后一定时间，浅部 1~2 天，随深度的增加滞后时间延长。
与开采深度有关	同一矿井不同的开采深度，降水对矿井涌水量的影响程度差别很大。

2. 地表水及其涌水特征

与距地表水体的距离有关	凡是采掘巷道与地表水体之间的垂直距离大于煤层厚度 50 倍时，地表水对煤层开采的影响会逐渐消失。
与地表水体的大小、性质有关	水体越大，矿井涌水量越大，并且较稳定，且淹井时不易恢复。
与地表水体下地层渗透性有关	水体下地层如果有一定厚度的隔水层，且开采时隔水层的隔水性不会遭到破坏，则地下水不会造成矿井涌水。相反，如果具有良好的渗透性，就有可能引发矿井淹井事故。

3. 充水岩层的含水空间特征

- 1) 孔隙充水岩层。
- 2) 裂隙充水岩层。
- 3) 岩溶充水岩层: 为可溶性的含水岩层。位于岩溶发育强径流带上的矿井受威胁最大，以突水为主，突水量大、水压高，容易造成淹井事故。

4. 老窑水

当井巷施工接近老窑、古井及积水废巷时，常发生突然涌水。

其特点是：

- (1) 短时间可有大量水进入井巷，来势猛，破坏性大，易造成淹井事故；
- (2) 因水中含有硫酸根离子，对井下设备具有一定的腐蚀；
- (3) 当这种水源和其他水源无联系时，很容易疏干，否则可造成大量而稳定的涌水，危害性也大。

【2002】以突水为主，且突水量大、水压高的可溶性含水岩层是()。

- A. 岩溶充水岩层
- B. 裂隙充水岩层
- C. 孔隙充水岩层
- D. 砂岩充水岩层

【答案】A

知识点二、矿井充水通道

1. 岩石的孔隙与岩层的裂隙

2. 断裂构造带

一般情况下逆断层的透水性差，正断层的透水性强。

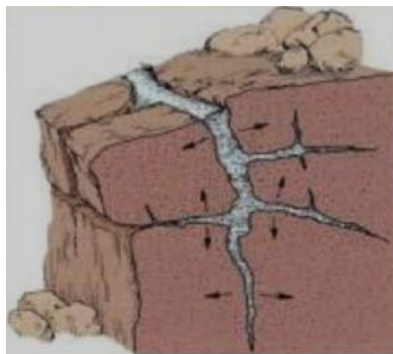
3. 导水陷落柱

4. 岩溶塌陷及“天窗”

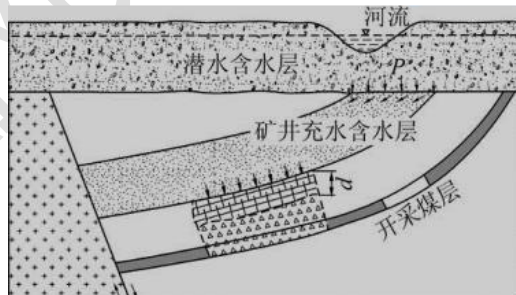
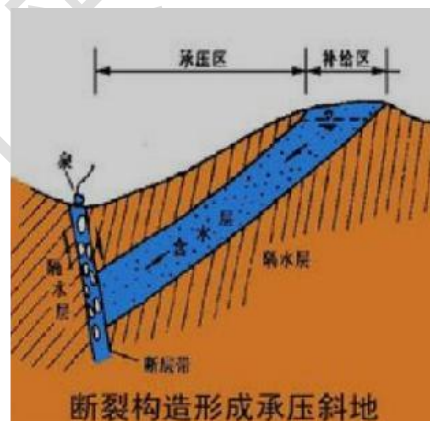
“天窗”是浅部隔水层发育缺失所形成的导水通道。

5. 人为因素产生的矿井涌水通道

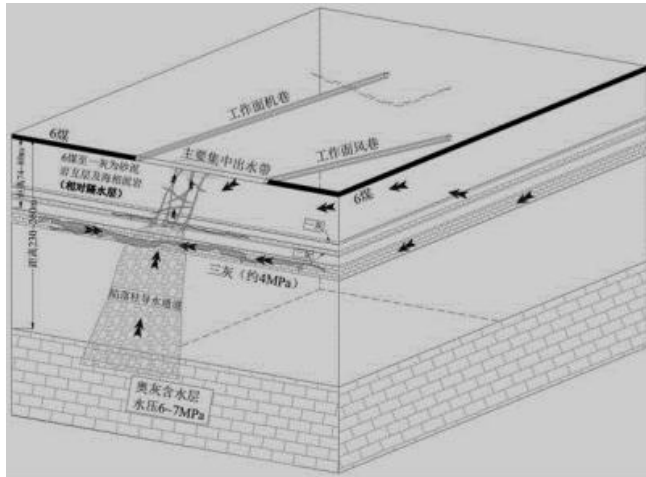
- (1) 未封闭或封闭不良的钻孔；
- (2) 矿井长期排水导致形成的通道；
- (3) 采掘活动导致形成的通道。



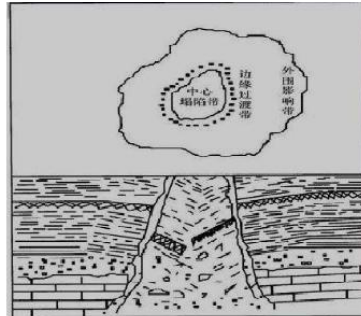
岩石孔隙与岩层的裂隙



采掘活动导致形成的通道



导水陷落柱



岩溶塌陷及“天窗”

知识点三、矿井水文地质观测

1. 钻孔水位观测

水位观测资料可用于解决下列生产问题：

- (1) 利用水位观测预报透水事故的发生；
- (2) 了解断层的导水性；
- (3) 了解突水水源层位；
- (4) 了解地下水与地表水的补给关系。

2. 矿井涌水量的观测

矿井涌水量的实测：常用的方法有浮标法、堰测法、容积法和观测水仓水位法。

3. 矿井涌水量的预测方法

- (1) 地下水动力学法(大井法)
- (2) 水文地质比拟法
- (3) 涌水量与水位降深曲线法

知识点四、矿井水文地质类型划分

根据《煤矿防治水细则》，矿井水文地质类型分为简单、中等、复杂、极复杂四种类型，见表 1G411023 (P18)。

矿井水文地质类型应当每三年修订 1 次。

水文地质条件复杂、极复杂矿井应当每月至少开展一次水害隐患排查，其他矿井应当每季度至少开展一次。

知识点五、矿井水的综合防治

煤矿防治水工作的基本原则为坚持“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”。
矿井水害治理的基本技术方法是采取“防、堵、疏、排、截、监”综合治理措施。

1. 地面防水

地面防水是指在地表修筑防排水工程或采取其他措施，以限制大气降水和地表水补给含水层或直接渗入井下。

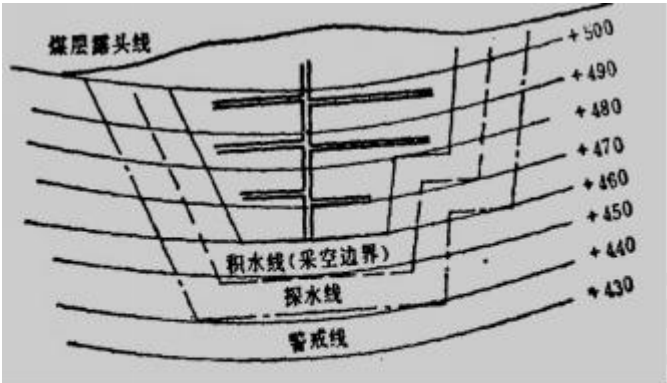
地面防排水工程主要包括挖沟排(截)洪、河流改道、整铺河床、堵塞通道等措施。

2. 井下防水井下防水措施

包括探放水、留设防水煤(岩)柱、设置防水闸门和防水闸墙等。

(1) 探放水

1) 探水起点的确定以探放老空水为例，说明探放水起点的确定方法。通常按老空的最深下山划定一条积水线。积水线外推 60~150m 作为探水线，由探水线再平行外推 60~150m 作为警戒线。巷道进入此线后就应警惕积水的威胁。



积水线、探水线和警戒线

2) 探水钻孔的超前距、允许掘进距离、帮距和钻孔密度确定

探水时从探水线开始向前方打钻孔，常是“探水—掘进—再探水—再掘进”循环进行，而探水钻孔终孔位置始终超前掘进工作面一段距离，距离称为超前距，超前距一般采用 20m，在薄煤层中可缩短，但不得小于 8m。

探水钻孔的超前距、允许掘进距离、帮距和钻孔密度

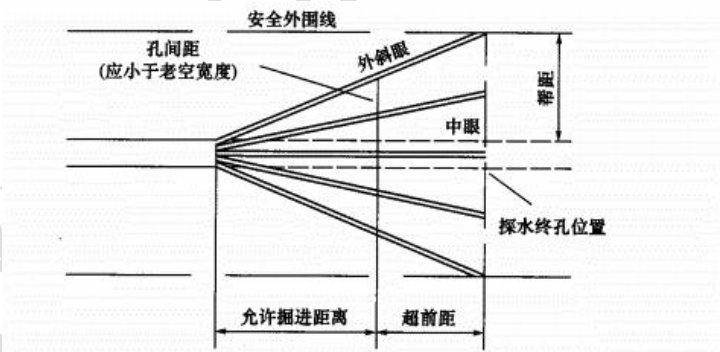


图1G411023 探水钻孔的超前距、允许掘进距离、帮距和钻孔密度

经探水证实无水害威胁，可安全掘进的距离称允许掘进距离。

为使巷道两帮与可能存在的水体之间保持一定的安全距离，即呈扇形布置的最外侧探水孔所控制的范围与巷道帮的距离称为帮距。其值应与超前距相同。

钻孔密度(孔间距): 允许掘进距离终点横剖面探水钻孔之间的间距。其值一般不超过 3m。以免漏掉积水区。

3) 探水钻孔的布置原则

4) 探放水安全注意事项

在探放水量和水压很大的积水或强含水层时，要制定好安全技术措施，并经有关部门审查通过后予以实施。安装好放水孔孔口管、闸阀、防喷装置，是安全有效地疏放水量大、高水压充水水体的重要技术措施。

井下探放水应当采用专用钻机，由专业人员和专职探放水队伍施工。



(2) 留设防隔水煤(岩)柱

在矿井可能受到水威胁的地段，留设一定宽度(或高度)的煤(岩)柱进行防隔水，称为防隔水煤(岩)柱。

矿井防隔水煤(岩)柱一经确定，不得随意变动，并通报邻近矿井。严禁在各类防隔水煤(岩)柱中进行采掘活动。

(3) 设置防水闸门和防水闸墙

1) 防水闸门

一般设置在可能发生突水，需要堵截而平时经常运输和行人的巷道内，如井底车场、水泵房和变电所的出入口处，以及涌水相互影响的采区之间。

2) 防水闸墙

用于隔绝积水的老空或有透水危险的区域，属于永久性的构筑物。

3. 疏干降压

通常在下述条件下应考虑疏干降压：

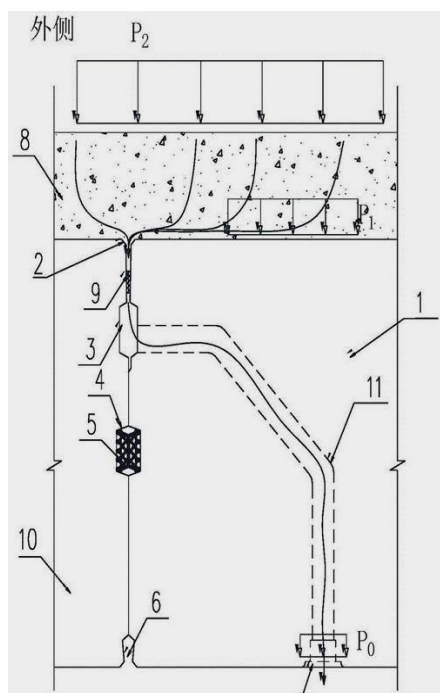
(1) 矿层及其顶板含水层的涌水，对矿井生产有严重的影响。

(2) 矿层赋存于隔水或弱含水层中，但矿层顶底板岩层中存在含水丰富或水头很高的含水层，或虽含水不丰富但属流沙层，采掘过程中有突然涌水、涌砂的危险。

(3) 露天开采时，由于地下水的作用，导致边坡滑落。

按疏干时间阶段划分，疏干降压可分为预先疏干和平行疏干。

若按疏干主体工程所在点分为地面疏干、地下疏干和联合疏干。



4. 矿井排水

矿井排水是利用排水设备，将流入水仓的水直接排至地表的防治水方法。

矿井排水方式主要有直接排水、分段排水和混合排水三种方式。

直接排水是由各水平的水仓直接将水排至地表。

分段排水是由下部水平依次排至上一水平，最后由最上部水平集中排至地表；如果上部水平水量很小，也可将上水平水排至下水平，再集中排至地表。

混合排水是当某一水平有腐蚀性的酸性水时，可将该水平的水直接排至地表，而其他水平的水仍可以分段方式排至地表。

矿井排水



排水系统主要由排水沟、水仓、泵房和排水管路构成。

矿井井下排水设备应当符合矿井排水的要求。除正在检修的水泵外，应当有工作水泵和备用水泵。

工作水泵的能力，应当能在 20h 内排出矿井 24h 的正常涌水量。

备用水泵的能力应当不小于工作水泵能力的 70%。

工作和备用水泵的总能力，应当能在 20h 内排出矿井 24 h 的最大涌水量。

检修水泵的能力，应当不小于工作水泵能力的 25%。

5. 注浆堵水

将各种材料(黏土、水泥、水玻璃及化学材料等)制成的浆液，通过钻孔注入渗水的岩层裂隙、溶洞、断层破碎带，使浆液在一定的压力下于孔隙中扩散、凝固、硬化，从而起到堵塞水源、增大岩石强度或隔水性能的作用。在下述条件下可采用注浆堵水：

- (1) 当老空水或被淹井巷水与强大水源有密切联系，单纯用排水方法不可能或不经济时；
- (2) 当井巷必须穿过含水丰富的含水层或充水断层，不隔离水源无法掘进时；
- (3) 大涌水量的矿井为减少矿井的涌水量，降低常年排水费用的情况下。

1G411024 矿山地质图及其应用

知识点一、矿图的概念及绘制

1. 矿图的概念

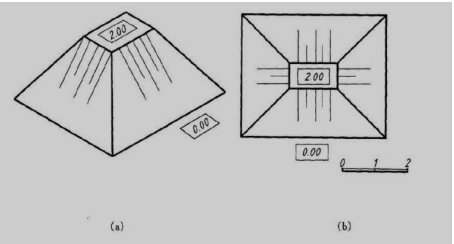
矿山测量图简称矿图，它是表示矿区地面自然状态的地形、地物、地貌等要素和经济现状，以及反映地质条件和采掘工程活动情况的矿山生产建设图的总称。

2. 矿图的编绘

(1) 矿图投影基本原理：

矿图绘制采用正投影和标高投影方法。

我国以黄海平均海平面为零点确定各点位置的高程。在水平投影图上，在各投影点位置的旁边标注各点的高程数值，叫标高投影方法。

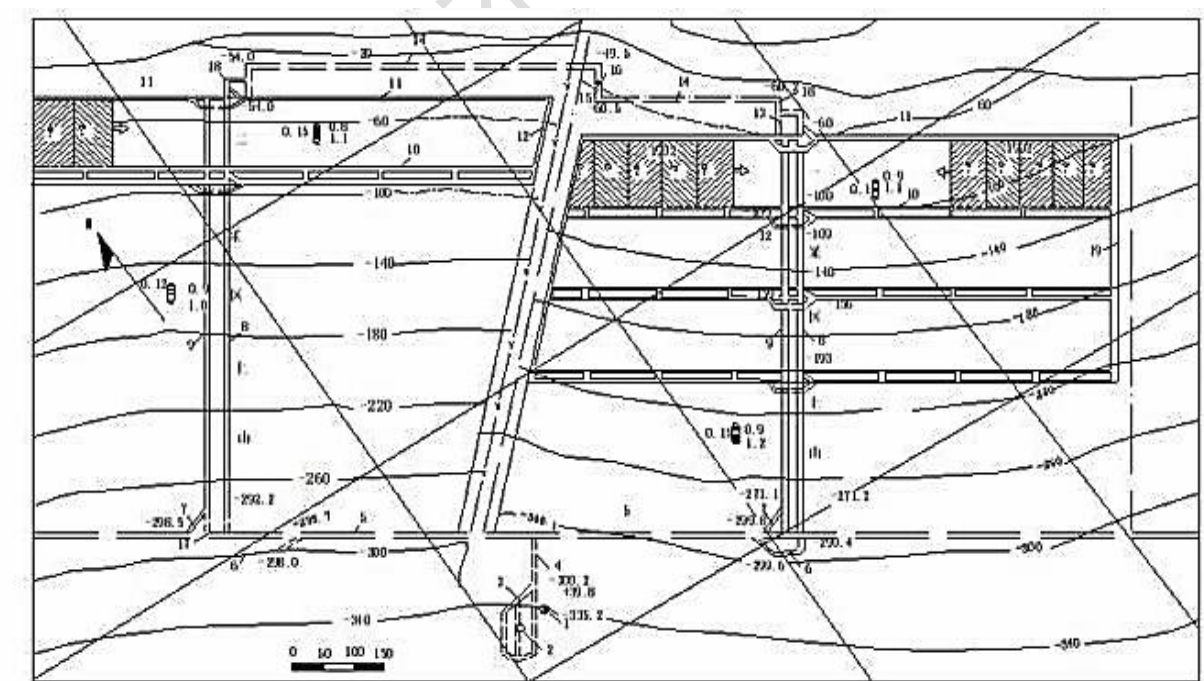


(2) 矿图坐标和坐标网格

1) 矿图坐标。常用平面直角坐标表示点的相对位置，X轴与地球子午线方向一致，表示南北方向，指北为正，指南为负；Y轴表示东西方向，指东为正，指西为负。

2) 矿图坐标网格。在水平投影图上与坐标轴平行的方格网线，称为坐标网格。网格间距一般为10cm。

3) 常用的比例为1:10000，1:5000，1:2000，1:50。



1—主井；2—副井；3—井底车场；4—主变电所；5—水平主要运输巷道；6—下部车场空区；7—副井；8—轨道上山；9—运输上山；10—区段运输巷；11—区段回风巷；12—中部车场空区；13—采区回风巷；14—总回风巷；15—总回风井；16—回风井；17—采区进风；18—采区回风；19—井切眼；

采掘工程平面示意图

知识点二、矿图的种类及其用途

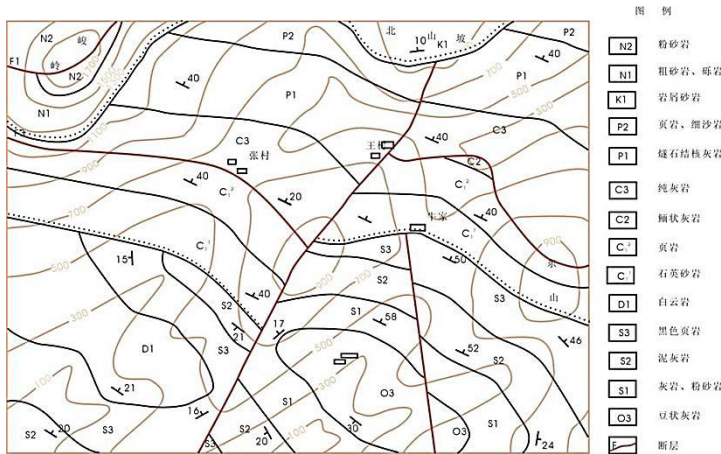
1. 矿图的分类

按用途和性质不同，矿图又可分为基本矿图、专门矿图、日常生产用图和生产交换图四类。矿山生产、建设过程中必须具备的主要图纸，称为基本矿图。它是反映矿山生产建设总体面貌，作为永久技术档案保存，并用以编制其他生产用图的主要图纸。

2. 基本矿图及其用途

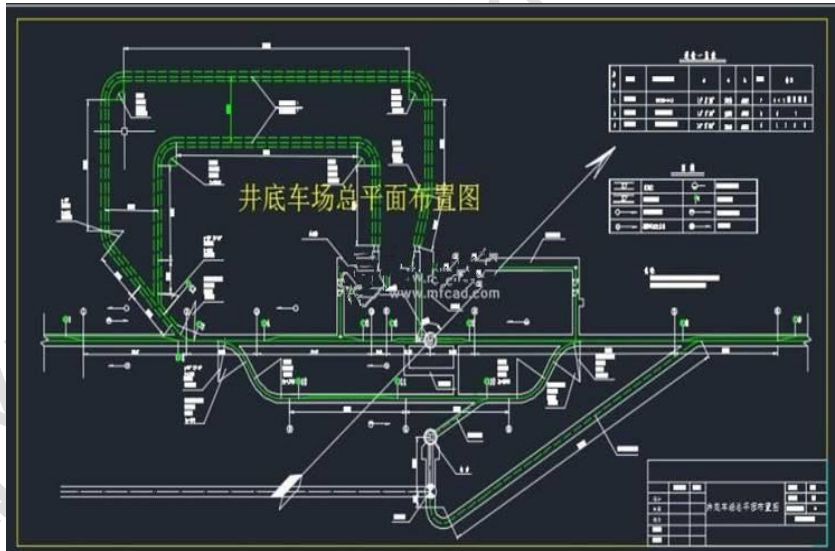
井田地形地质图:反映井田范围内地物、地貌及地表等。

工业场地平面图:反映工业场地范围内生产系统、生活系统和其他自然要素的综合性图纸，作为工业场地规划设计、改扩建和保护矿柱设计的依据。



星岗地区地形地质图
比例尺 1:50000

井底车场平面图:反映主要开采水平的井底车场的巷道与硐室的位置分布以及通风、排水、排运(矿石与废石)及各种管线布置系统的综合性图纸,主要为矿井生产和进行改扩建设计服务。

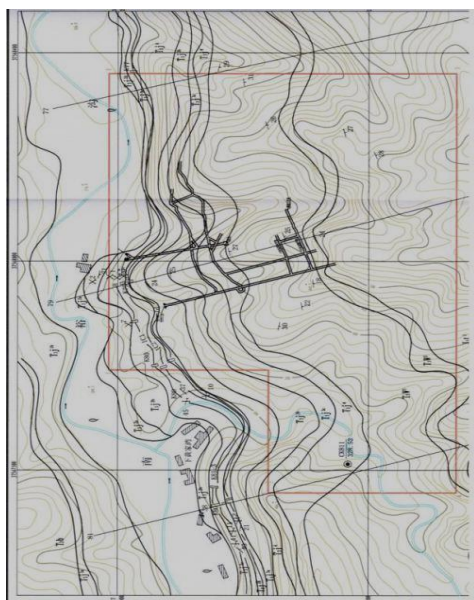


采掘工程平面图:反映采掘工程活动和地质特征的综合性图纸，是矿井生产建设中最重要的图纸，主要用于指挥生产、掌握采掘进度、了解与邻近矿层的空间关系、修改地质图纸等。并作为编绘其他生产用图的基础。



主要巷道平面图:反映矿井某一生产水平内的主要巷道布置和地质特征的综合性图纸,为安全生产、掌握巷道进度等提供基础资料。

井上下对照图:反映地面的地形、地物、地貌和井下的采掘工程之间的空间位置关系的综合性图纸,用来掌握井下施工、生产及其对地面的影响,为在井田范围内进行各类工程规划、村庄搬迁、征购土地、土地复垦、矿井防排水等提供资料依据。



知识点三、矿图的读法

1. 基本读图方法

利用颜色、符号、说明和注记以及图中标记。如等高线、高程数值等。

2. 地层结构和地质构造的表示方法

(1) 岩(矿)层产状表示

岩(矿)层的走向即岩(矿)层底板等的延伸方向,岩(矿)层的倾向是垂直于岩(矿)层底板等高线由高指向低的方向;岩(矿)层的倾角则需要通过计算岩(矿)层底板等高线的等高距和等高线平距之比的反正切来求取。等高线发生弯曲表示矿体走向发生变化。

等高线密集程度发生变化,表示矿体倾角发生变化。

(2) 巷道与巷道间的关系

水平巷道和倾斜巷道主要是通过巷道内导线点的标高来辨别,若巷道内导线点标高变化不大,则为水平巷道,否则为倾斜巷道。此外,也可利用标识的巷道名称来辨别。

区分巷道相交和相错主要是通过两条巷道内导线点标高间的关系,若交点标高相同(没有注明时,可通过内插标高的方法求得),则它们是相交的,否则它们是相错的。

(3) 部分地质构造的表示

岩层的地质构造则需要通过岩层底板等高线结合有关矿图符号一起来识读。

如岩层底板等高线出现弯曲，一般说明是有褶曲构造；

如岩层底板等高线出现中断或错开，则可能是由于陷落柱、断层等地质构造而引起的。

正断层表现为等高线缺失；

逆断层表现为等高线重叠，重叠部分为上下盘同一层矿体的重叠区。

本章小结

1. 联系测量工作与施工要求
2. 贯通测量工作与施工要求
3. 井巷施工测量工作
4. 岩石的类别及其特性
5. 岩土工程分类
6. 地层赋存特点与地质构造对矿山工程影响
7. 矿山充水来源及涌水特征
8. 矿井水的综合防治