



安全工程师

考点资料（专业科）

▣ 教研组编著

成都鑫源建筑与物管职业培训中心

安全工程师《金属与非金属矿山安全》考点速记手册

第一章 金属非金属矿山概述

第一节 矿山地质

【考点一】

(一) 岩土的工程地质分类分为一般分类、局部分类和专门分类

局部分类	按粒度成分、塑性指标、膨胀性、压缩性或砂土相对密度
专门分类	水工建筑、铁路建筑等部门都有相应的岩土分类并以规范形式确定颁布

岩质岩石	→ 岩浆岩、变质岩和胶结沉积岩
半岩质岩石	→ 退化的岩质岩石、非结晶胶结岩石和结晶化学沉积的可溶岩石
黏性土	→ 黏土、黄土和黄土状亚黏土
非黏性土	→ 粗碎用土和中粒土
特种成分、状态土	→ 泥炭土、盐渍土、冻结土

一般岩石特征	岩石的矿物成分、结构、构造、产状和岩相变化
岩石的物理性质	岩石的密度、容重、孔隙率(或裂隙率)、含水性
岩石的化学性质	溶解性、其他溶液对岩石的作用
岩石的水理性质	透水性、吸水性、抗冻性、软化性
岩石的力学性质	抗压强度、抗剪强度、抗拉强度、弹性模量和泊桑比
风化程度和抵抗风化	强风化、弱风化、微风化和未风化

(二) 矿山工程地质调查成果

文字资料	图件资料
矿山岩土工程地质特征的研究资料	矿区工程地质平面图。
矿区内工程地质岩组划分资料,	矿区工程地质剖面图类
岩土(体)力学试验参数资料	实测工程地质剖面图。
矿区内地质构造发育特征,	
矿区内微地形地貌特征、地层发育和分布特征	
矿区水文地质资料,包括地下水类型、水文地质结构类型、水动力特征、涌水量大小及季节影	工程岩体内应力分布图、位移矢量图、赤平极射投影图、实体比例投影图、节理频度变化曲线图等

地下水观测孔	观测网的观测剖面呈放射状布置	测网剖面不少于两条,观测孔设置3个以上
--------	----------------	---------------------

采矿边缘孔	中圈孔	外圈孔	安全监测孔
地下水观测仪器	温度表、热敏电阻测温仪、水温水位仪		
动态观测点	每隔 5-7 天观测一次水位、流量		

第二节 矿床及开采方式

【考点一】

(一) 几个常用技术经济指标

1. 损失:在开采过程中,采场中未采下和采下未运出的工业矿石或金属量。
2. 损失率:是反映采区或采场工业储量损失程度的指标。与回收率相对应,二者相加等于 100%。
损失率 $g=(\text{工业储量 } Q - \text{采出矿量 } Q_1)/\text{工业储量 } Q$
3. 回收(采)率:是反映一个采区或采场工业储量回收程度的指标。与损失率相对应,二者相加等于 100%。
回收率 $P(\%) = \text{采出矿量 } Q_1 / \text{工业储量 } Q \times 100\%$
4. 贫化:由于各种原因,采出矿石中混入了废石,致使出矿品位较工业储量品位有所降低。这一过程称贫化。
5. 贫化率:是反映采出矿石品位与工业储量品位相比较下降幅度的一个相对指标。

$$\rho(\%) = \frac{\text{原生矿石品位 } \alpha - \text{采出矿石品位 } \alpha'}{\text{原生矿石品位 } \alpha} \times 100\%$$

6. 废石混入率:是反映采出矿石中混入废石的相对指标。

(二) 开采

1. 分为地下开采、露天开采、露天地下联合开采和其他开采

(1) 露天开采



(2) 地下开采

当矿体赋存深度大、矿体厚度小、剥离工作量很大、其经济效益低于地下开采或需要保护地表和景观时,则用地下开采方法。

开拓 ——> 采准 ——> 切割 ——> 回采

第二章 金属非金属露天矿山安全技术

第一节 露天开采基础知识

【考点一】

（一）台阶高度

1. 影响台阶高度的因素有生产规模、采装设备的作业技术规格以及对开采的选择性要求等。
2. 为保证挖掘机挖掘时能获得较高的满斗系数，即铲斗的装满程度，台阶高度应不小于挖掘机推压轴高度的2/3。为避免挖掘过程中在台阶的顶部形成悬崖，台阶高度应小于挖掘机的最大挖掘高度。

（二）工作平台与安全平台

1. 正在被开采的台阶称作工作平台或工作平盘。工作台阶上正在被爆破、采掘的部分称为爆破带，其宽度（ W_c ）为爆破带宽度，或采区宽度。台阶的采掘方向是挖掘机沿采掘带前进的方向，台阶的推进方向是台阶向外扩展的方向。在开采过程中，工作台阶不能一直推进到上个台阶的坡底线位置，而是应留有一定的宽度（ W_s ）。留下的这部分称为安全平台。
2. 安全挡墙的高度一般不小于汽车轮胎的半径。其坡面角等于碎石的安息角，一般为35度左右。安全平台的作用是收集从上部台阶滑落的碎石和阻止大岩石块滚落。安全平台的宽度一般为 $2/3 \sim 1$ 个台阶高度。在矿山开采寿命的末期，有时将安全平台的宽度减小到台阶高度的1/3左右。工作平盘的宽度（ W ）等于采区宽度与安全平台宽度之和。最小工作平盘宽度是刚刚满足采运作业所需要的空间的宽度。

（三）工作边坡角

工作帮是由工作台阶组成的边帮，并随台阶的推进而向最终边帮靠近。工作边坡角一般定义为最上一个工作台阶的坡顶线与最下一个工作台阶的坡底线联成的假想斜面与水平面的夹角（图2-6）。

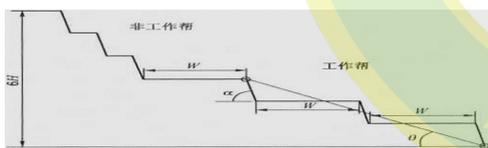


图2-6 工作帮与工作边坡角示意图

（四）剥采比

1. 境界剥采比

境界剥采比是指露天开采增加单位深度后所引起岩石增量与矿石增量之比，也称为瞬间剥采比。

2. 平均剥采比

平均剥采比是指露天开采境界内总的岩石量与总的矿石量之比。

第二节 露天开拓运输方式

【考点一】

（一）公路运输开拓

1. 公路运输开拓采用的主要设备是汽车。其坑线布置形式有：直进式、回返式、螺旋式以及多种形式相结

合的联合方式。

直线式坑线方式	山坡露天矿高差不大、地形较缓、开采水平较少
回返式开拓方式	露天矿开采相对高差较大、地形较陡、采用直进式坑线有困难时
螺旋坑线开拓	采场面积较小，且长、宽尺寸相差不大，同时开采的水平数较少以及采场四周岩石比较稳固时

（二）胶带运输开拓

1. 胶带运输开拓是一种连续运输方式，胶带运输开拓是利用胶带运输系统建立矿岩运输通道的开拓方法。
2. 运输量较大、运距较长、垂深较深和服务年限较长的大型或特大型露天矿床。
3. 适用于矿石量超过 10Mt/a；不适于开采深度小于 100m 的露天矿床。

（三）联合开拓

1. 汽车—破碎机—胶带输送机联合开拓
2. 公路—平硐溜井开拓

第三节 露天开采工艺

【考点一】

（一）穿孔爆破

1. 作业内容：采用某种穿孔设备在计划开采的台阶区域内穿凿炮孔，为其后的爆破工作提供装药空间。
2. 穿孔方法为热力破碎法与机械破碎法。其相应的穿孔设备有火钻、钢绳式冲击钻、潜孔钻、牙轮钻与凿岩台车。
3. 穿孔设备有大型露天矿多用牙轮钻、中小型露天矿常用潜孔钻。

（二）主要爆破参数

爆破作用指数	爆破漏斗半径和最小抵抗线的比值
弱松动爆破是指 n 小于 0.75；强松动爆破是指 n 在 0.75~1 之间	
最小抵抗线	各药包中心指向其相邻地表的有向线段的长度即为该药包的最小抵抗线 W
炮孔底盘抵抗线	炮孔中心至台阶坡底线的最小距离

（三）起爆方案与起爆网络

1. 排间微差起爆：将平行于台阶坡顶线布置的炮孔按行顺序起爆。
2. 斜线起爆：每一分段起爆炮孔中心的连线与台阶坡顶线斜交的爆破方式统称斜线起爆。
3. 直线掏槽起爆：利用沿一直线布置的密集炮孔首先起爆，为后续孔爆破开创新的自由面
4. 间隔孔起爆：该起爆方案按同排炮孔按齐偶数分组顺序起爆。
5. 逐孔起爆

【考点二】

（一）采装。采装作业的内容是利用装载机械将矿岩从较软弱的矿岩实体或经爆破破碎后的爆堆中挖取，装入某种运输工具内或直接卸至某一卸载点。

(二) **运输**。露天矿运输工作是采装作业的后续工序，其基本任务是将已装载到运输设备中的矿石运送到贮矿场、破碎站或选矿厂，其中的岩石运往废石场。

(三) **排土**。将运输剥离下的废石到废石场进行排弃称作排土工作。排土工作的内容涉及废石的排弃工艺、废石场的建立与发展规划、废石场的稳固性、废石场污染的防治、废石场的复田等方面。

(四) 露天矿防水。露天矿防水工作的目的在于防止地表水和地下水涌入采场。

1. 防水的措施很多，其中矿床疏干就是一项防止地下涌水比较全面而彻底的防水方法。防水工作必须贯彻以防为主、防排结合的原则，并应与排水、疏干统筹安排。

2. 地面防水措施包括：截水沟，河流改造，调洪水库，拦河护堤。

3. 地下涌水防治包括：探水钻孔，防水墙和防水门，防水矿柱，防渗帷幕。

(五) 露天矿排水

1. 露天采场排水量计算

(1) 降雨径流量是降雨经自然下渗后积存在地面上的水量。降雨径流量的大小分别按正常降雨量和设计暴雨频率的暴雨径流量计算。

(2) 正常降雨径流量是按历年的雨季的平均降雨量计算；设计暴雨频率的暴雨径流量是按一定的暴雨频率计算出来的最大降雨径流量。

(3) 降雨径流量的波动与排水设备的相对固定是露天矿排水的基本矛盾，两者间的差额需用贮水池来平衡。允许淹没程度用允许淹没时间和允许淹没高度表示。

(4) 当暴雨出现时，允许露天坑底贮水，短时间淹没最低工作台阶。排除该积水的期限即为允许淹没时间，一般为1~7天

第三章 金属非金属地下矿山安全技术

第一节 地下矿山基本知识

【考点一】

(一) 采矿方法

空场采矿法	主要依靠围岩自身的稳固性和留下的矿柱来管理地压	房柱法(全面法)、留矿法、分段凿岩阶段矿房法和阶段凿岩阶段矿房法
崩落采矿法	有计划地强制或自然崩落围岩，消除地压存在和产生的根源，主动管理地压	有底柱分段崩落法、无底柱分段崩落法和自然崩落法
充填料回填充空区的采矿方法称为充填料回填充空区采矿法	充填料回填充空区	

地表移动带范围内，地表不允许陷落的	充填采矿法和用充填采矿法处理采空区的空场法
某加工部门对矿石品位、品级、有害成分有特殊要求	规模很小的破碎厂或加工厂，不允许采用块度较大的大直径深孔落矿或中深孔落矿的采矿方法
矿石中含硫较高易发生自燃的矿山	

第二节 地下矿山主要生产系统

【考点一】

(一) 矿井提升设备的组成

1. 矿井提升设备主要组成部分有提升容器、提升钢丝绳、提升机（包括拖动装置）、井架和天轮以及装卸载等附属装置。

2. 提升系统

(1) 竖井单绳缠绕式提升

1) 对于井深在 300m 以内、卷筒直径不超过 3m 的矿井，采用单绳缠绕式提升系统。

2) 除井深大于 300m 时使用多绳摩擦式提升机代替卷筒直径大于 3m 的单绳缠绕式提升机外，还可以用较小的多绳摩擦式提升机代替卷筒直径小于 3m 的单绳缠绕式提升机

(2) 斜井提升

1) 斜井提升具有施工快、投资少等优点。其缺点是提升速度较慢，特别是当斜长较大时，生产能力较小，钢丝绳磨损大，井筒维护费用较高。因此，斜井提升多用于中小型矿山。

3. 运输方式

运输方式	主要设备	运输方式	主要设备
轨道运输	机车、矿车或梭车等	绳索运输	矿车、牵引设备等
地下矿用汽车运输	地下矿用汽车、装载、放矿设备	自溜运输	溜槽或矿车、绞车等
带式输送机运输	带式输送机	辅助运输	有轨、无轨服务运输车辆及其他服务作业车辆
管道运输	管道、水力或气力设备		

(1) 轨道运输

1) 轨道运输一般指机车运输，它是国内外地下矿山的主要运输方式。

2) 机车牵引矿车列车在轨道上运行是水平长距离运输的主要方式。轨道轨距分为标准轨距和窄轨距，标准轨距为 1435mm，窄轨距分为 600mm、762mm、900mm 3 种。

3) 蓄电池式电机车是用蓄电池供给电能。蓄电池一般在井下电机车库进行充电。电机车上的蓄电池组用到一定程度后，可取下换上充好电的蓄电池

(2) 无轨运输

1) 地下矿用汽车是专为地下矿山设计的自行车辆，是实现无轨开采技术的主要运输车辆，具有机动、灵活、多能、经济的优越性。地下矿用汽车广泛应用于条件适宜的各类地下矿山进行强化开采，不但可以提高地下矿山的劳动生产率和产量，促使生产规模不断扩大，而且还改变了该类矿山的回采工艺、采矿方法和掘

进运输系统。

(3) 带式输送机运输

1) 带式输送机运输是一种连续运输方式，主要用来运输矿岩，也可运输材料和人员。这种运输方式生产能力大、安全可靠、操作简单、自动化程度高。随着高强度胶带的使用，带式输送机运输已具有长距离、大运量、高速度的特点，符合现代矿山设备高效运输的要求。

2) 带式输送机按基本结构一般可分为基本型和特殊型两种，基本型又分为平形和槽形两种。

【考点二】

(一) 矿井通风系统

1. 为了把足够的新鲜空气沿着一定的方向和路线送到井下采掘工作面，同时又以一定的方向和路线把采掘工作面的污浊空气排出矿井，就必须要求矿井有合理的通风系统。

全矿统一通风	一个矿井构成一个整体的通风系统称为统一通风	排风比较集中、使用的通风设备较少、便于集中管理等优点
分区通风	一个矿井划分成若干个相对独立的通风系统	风路短、阻力小、漏风少、能耗低以及网路简单、风流易于控制、有利减少污风串联和风量按需分配等优点

2. 按进风井与排风井的相对位置，可分为中央式、对角式和中央对角混合式3种不同的布置形式。

中央式	对角式	中央对角混合式
中央式布置具有基建费用少、投产快、地面建筑集中、便于管理、井筒延深工作方便、容易实现反风等优点	进风井在矿体一翼，排风井在矿体另一翼，称为单翼对角式	矿体走向长、开采范围广，采用中央开拓，可在矿体中部布置进风井、排风井

3. 按风机工作方式分类。风机工作方式有压入式、抽出式和压抽混合式3种。

(1) 压入式

1) 压入式风流集中、风量大，在进风段造成较高的压力梯度，可使新鲜风流沿指定的通风路线迅速送入井下，避免受其他作业所污染，风质好。

2) 缺点是风门等风流控制设施需要设在进风段。由于运输、行人频繁，不易管理与控制，井底车场漏风大。

(2) 抽出式

1) 抽出式通风是使整个通风系统在抽出式主要通风机的作用下，形成低于当地大气压力的负压状态。

2) 抽出式通风的缺点是：当排风系统不严密时，容易造成短路吸风现象。特别是当采用崩落法开采、地表有塌陷区与采空区相连通的情况下，这种现象更为严重。

(二) 矿井通风设备

1. 风机分类。矿井用风机有两种，一种是轴流式风机；另一种是离心式风机。

2. 风机的工作方式。风机的工作方式可分为压入式、抽出式、压入与抽出联合式3种。

3. 反风装置。主要通风机必须有反风装置。当矿井发生火灾和矿尘爆炸时，为防止灾害扩大及适应救护工作的要求，有时需要改变矿井风流方向。反风装置与风机类型有关

（三）矿井通风构筑物

1. 风桥。当通风系统中的进风道与排风道交叉时，为使新风与污风互相隔开，需构筑风桥。对风桥的要求是坚固、严密、漏风少、风阻小，通过风桥的风速应小于 10m/s。
2. 导风板。引风导风板；降阻导风板；汇流导风板
3. 纵向风障是沿巷道长度方向砌筑的风墙
4. 密闭墙。密闭墙又称挡风墙，是遮断风流的构筑物，通常砌筑在非生产的巷道里，可用砖石或混凝土砌筑。
5. 风门。在通风系统中，既需要隔断风流，又需要行人或通车的通路，要建立风门

【考点三】

（一）矿井排水

1. 排水方式

（1）自流式排水和扬升式(也叫压升式)排水。在地形许可的条件下，利用平硐自流排水是最经济、可靠的，应尽量采用。在地形受限制的矿井，采用扬升式排水，依靠水泵将水排至地面。

2. 排水系统

（1）每个水平(即每个阶段的主要运输水平)各自设置水泵房直接排水。

（2）当下部水平涌水量小、上部水平涌水量大时，可在下部水平安设辅助水泵，将水排至上部水平，再由上部水平主水泵房集中排至地表。

（3）当下部水平涌水量大、上部涌水量小时，可用钻孔、管道、放水天井等办法将上部水平的水放至下部水平，再由下部水平集中排至地表。

（4）水泵的台数和能力应根据雨季的长短、涌水量的大小和扬程的高低来决定。必须有足够的备用水泵。在雨季长、涌水量大的矿井，主要排水设备应由 3 台同类型的水泵组成，其中任意一台能在 20h 内排出一昼夜矿井的正常涌水量，两台同时工作时能排出矿井一昼夜的最大涌水量。在雨季短、涌水量小于 50m³/h 的矿井，主要排水设备可安装同类型的水泵两台，其中一台能在 20h 内排出一昼夜的正常涌水量。

3. 排水管路

（1）排水管路包括排水管道和吸水管道。排水管包括铸铁管、钢管、无缝钢管。排水管由水泵房进入井筒的拐弯处时，应设置弯管支座以承担管重和水柱重。拐弯处的排水管用支座曲管连接，此支座曲管固定在弯管支座上。

（2）当管道长度大于 200m 时，可将整个管道分成数段，每段均设置支承管，分别承担每段管道的重量。支承管固定在中间承架上，中间承架的一端插入井壁。为避免管道纵向弯曲，在一定距离内应设有导向管夹子。

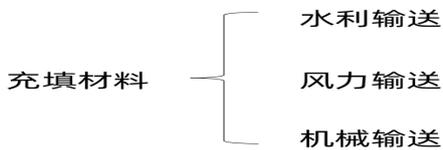
4. 主水泵房的布置

（1）主水泵房必须有两个通道，一个是水平的，一个是倾斜的。倾斜通道与竖井梯子间及管子间直接相连，用以敷设排水管和电缆以及当发生水灾时搬运设备和通行人员。倾斜通道的出口一般高出井底车场轨面 10m 左右，并在主水泵房与井底车场联络的出入口处设置密闭的防水门，此门在发生突然涌水时应能迅速关闭。

（2）水仓应经常清理，至少应在每年雨季之前清理一次。

5. 充填系统

1. 尾砂浓缩与存储系统
2. 胶凝材料存储与供料系统
3. 充填料浆搅拌系统
4. 充填料浆输送系统
5. 充填自动化控制系统



（二）供配电

1. 矿山电力负荷级别划分

一级负荷	中断供电将造成人身伤亡或重大设备损坏、重大产品报废、重要原料生产的产品大量报废、重点企业的连续生产过程被打乱需要长时间才能恢复，从而给国民经济造成重大损失者，
二级负荷	中断供电将造成主要设备损坏、大量产品报废、连续生产过程被打乱需较长时间才能恢复，使重点企业大量减产，因而给国民经济造成较大损失的，属于二级负荷
三级负荷	不属于一级负荷和二级负荷的生产设备和生活福利设施为三级负荷。

（1）一级负荷。矿山电力一级负荷包括以下几点。

- 1) 因事故停电有淹没危险的矿井主排水泵。
- 2) 属于下述条件之一的矿井主要风机：
 - ① 有爆炸和火灾危险的矿井(如有瓦斯的煤矿、高硫矿床等)。
 - ② 含有对人有生命危险的气体的矿井(如有氨气的铀矿)。
- 3) 属于下列条件之一的经常使用的竖井载人提升机：
 - ① 有爆炸、火灾危险或含有对人有生命危险的气体的矿井。
 - ② 无平洞作安全出口，且井深超过 150m。
- 4) 矿井瓦斯抽放泵。

（2）二级负荷

- 1) 露天开采的主排水泵。
- 2) 不属于一级负荷的矿井主要风机。
- 3) 不属于一级负荷的主要提升机。
- 4) 供地下水采用的空气压缩机。
- 5) 主要运输的架空索道与带式输送机。
- 6) 牵引变电所。
- 7) 采矿场的生产负荷。
- 8) 生产、消防用水水泵。

9)水源缺乏地区的生活用水水泵。

10)地下采矿及生产车间的照明。

2. 电源

(1)井下电缆敷设环境及运行条件差,事故可能性大,维护更换电缆困难,井下主变电所或主水泵房的电源线路不得少于两回路。当任一回路停止供电时,其余回路的供电能力应能担负全部负荷。

3. 井下配电电压

(1)高压配电电压。井下高压电力网的配电电压一般采用6kV;有条件时宜采用10kV

(2)低压配电电压。井下低压电力网的配电电压一般采用380V、660V;有条件时宜采用1140V。手持式电力设备的额定电压应不超过127V。

4. 井下主变电所

(1)井下主变电所是一个带有10(6)/0.4kV或10(6)/0.69kV电力变压器,兼作低压配电用的高压配电所。其主要作用是对井下高压用电设备及井底车场低压用电设备进行配电。当不带电力变压器时,也常称为井下主配电所或井下某阶段高压配电所。

5. 采区变电所

(1)采区变电所设有电力变压器、高压开关及保护装置(如跌落式熔断器)、低压配电屏、照明变压器等变配电设备。其主要作用是把井下主变电所或地面高压配电所的高压电源通过电力变压器转换为适合井下采掘工作面用电设备需要的低压电源,直接或通过配电点向采掘工作面的用电设备供电。

(2)采区变电所有一级负荷时,应选用两台变压器。一台变压器退出运行时,另一台应保证一级负荷和二级负荷的用电。无一级负荷时,可选用一台变压器。

6. 采掘工作面供电

(1)采掘工作面用电设备的电源一般引自采区配电点(或直接从采区变电所引来)。配电点位置是随着采掘工作的进行需要定期搬迁。配电点至受电设备的移动电缆的长度一般不宜超过100m。否则,配电点即应搬迁。

(2)采矿工作面的用电设备主要有凿岩钻车、电耙绞车、局部风机和装岩机等,其电控设备可以装在机架或特制的移动架上随机移动;也可以装在动力配电箱内(该动力箱安装在配电点),采用带控制芯线的矿用移动橡套电缆,将控制按钮安装在机架上。

(3)配电点应设在支护好的巷道中的壁龛内,壁龛应用非燃烧性材料支护。并不应有滴水 and 渗水现象。配电点的设备一般采用矿用或具有防水、防尘性能的动力配电箱。

7. 井下照明

(1)照明地点设置。下列地点设固定式照明:

1)井底车场及其附近、采区车场、井口和天井。

2)使用机车的巷道、运输机巷道、作人行道的斜井、升降人员的绞车道、升降物料和人行交替使用的绞车道以及巷道交叉处。

3)机电硐室、调度室、机车库、爆破器材库、保健站、候车室和信号站等。

4)风门、安全出口。

5)溜井口等危险地点。

(2)照明电压

无爆破危险	36v
其他地方	220v（天井及天井至回采工作面 3v）/127v
爆炸危险	127v
行灯电压	≤36v

(3) 照明电源

照明网路	变压器干线式三相电源
照明干线和支线	聚氯乙烯电力电缆或塑料绝缘导线
移动式照明线路	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电线或矿用橡套电缆

【考点四】

(一) 安全避险系统

1. 紧急避险系统

- (1) 应为入井人员配备额定防护时间不少于 30min 的自救器，并按入井总人数的 10% 配备备用自救器。
- (2) 紧急避险设施的额定防护时间应不低于 96h

2. 紧急避险系统设置要求

(1) 每个矿井至少要有两个独立的直达地面的安全出口，安全出口间距不小于 30m；每个生产中段必须有至少两个便于行人的安全出口，并和通往地面的安全出口相通；每个采区必须有两个便于行人的安全出口，并经上、下巷道与通往地面的安全出口相通。

(2) 应编制事故应急预案，制定各种灾害的避灾路线，绘制井下避灾线路图，并按照《矿山安全标志》(GB14161) 的规定，做好井下避灾路线的标识。

(3) 紧急避险设施的设置应遵守以下要求：

- 1) 水文地质条件中等及复杂或有透水风险的地下矿山，应至少在最低生产中段设置紧急避险设施。
 - 2) 生产中段在地面最低安全出口以下垂直距离超过 300m 的矿山，应在最低生产中段设置紧急避险设施。
 - 3) 距中段安全出口实际距离超过 2000m 的生产中段，应设置紧急避险设施。
 - 4) 应优先选择避灾硐室。
- (4) 紧急避险设施的设置应满足本中段最多同时作业人员避灾需要，单个避灾硐室的额定人数不大于 100 人。紧急避险设施应设置在围岩稳固、支护良好、靠近人员相对集中的地方，高于巷道底板 0.5m 以上，前后 20m 范围内应采用非可燃性材料支护。紧急避险设施外应有清晰、醒目的标识牌，标识牌中应明确标注避灾硐室或救生舱的位置和规格。在井下通往紧急避险设施的入口处，应设有“紧急避险设施”的反光显示标志。

3. 避灾硐室技术要求

- (1) 避灾硐室净高应不低于 2m，长度、深度根据同时避灾最多人数以及避灾硐室内配置的各种装备来确定，每人应有不低于 1.0m² 的有效使用面积。
 - (2) 避灾硐室进出口应有两道隔离门，隔离门应向外开启；避灾硐室的设防水头高度应在矿山设计中总体考虑。
 - (3) 避灾硐室内应具备对有毒有害气体的处理能力，室内环境参数应满足人员生存要求。
4. 供水施救系统。供水施救系统是在矿山发生灾变时，为井下提供生活饮用水的系统，包括水源、过滤装置、供水管路、三通及阀门等。

- (1) 金属非金属地下矿山应根据安全避险的实际需要，建设完善供水施救系统。供水施救系统应进行设计，并按照设计要求进行建设。
- (2) 供水施救系统应优先采用静压供水；当不具备条件时，采用动压供水。
- (3) 供水施救系统可以与生产供水系统共用，施救时水源应满足生活饮用水水质卫生要求。
- (4) 供水管道应采用钢质材料或其他具有同等强度的阻燃材料。
- (5) 供水管道敷设应牢固平直，并延伸到井下采掘作业场所、紧急避险设施：爆破时撤离人员集中地点等主要地点。
- (6) 各主要生产中段和分段进风巷道的供水管道上每隔 200-300m 应安设一组三通及阀门。
- (7) 独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的供水管道上应安设一组三通及阀门，向外每隔 200-300m 应安设一组三通及阀门。
- (8) 爆破时撤离人员集中地点的供水管道上应安设一组三通及阀门。
- (9) 供水管道应接入紧急避险设施内，并安设阀门及过滤装置，水量和水压应满足额定数量人员避灾时的需要。
- (10) 三通及阀门安装地点应宽敞、稳固，安装位置应便于避灾人员使用；阀门应开关灵活。
- (11) 供水施救系统的配套设备应符合相关标准的规定，纳入安全标志管理的应取得矿用产品安全标志。
- (12) 供水施救系统安装完毕，经验收合格后方可投入使用。

5. 人员定位系统

(1) 建设要求

- 1) 井下最多同时作业人数不少于 30 人的金属非金属地下矿山应建立完善人员定位系统；井下最多同时作业人数少于 30 人的金属非金属地下矿山应建立完善人员出入井信息管理制度，准确掌握井下各个区域作业人员的数量。
- 2) 人员定位系统应进行设计，并按照设计要求进行建设。鼓励将人员定位系统与监测监控系统、通信联络系统进行总体设计、建设。
- 3) 人员定位系统应满足以下主要技术指标：最大位移识别速度不小于 5m/s；并发识别数量不小于 80；巡检周期不大于 30s；识别卡与分站(读卡器)之间的无线传输距离不小于 10m。
- 4) 人员定位系统主机应安装在地面，并双机备份，且应在矿山生产调度室设置显示终端。

(2) 有毒有害气体监(检)测要求

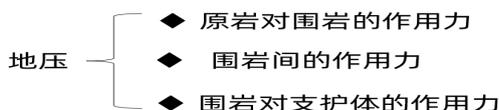
- 1) 地下矿山应配置足够的便携式气体检测报警仪。便携式气体检测报警仪应能测量一氧化碳、氧气、二氧化氮浓度，并具有报警参数设置和声光报警功能。
- 2) 人员进入独头掘进工作面和通风不良的采场之前，应开动局部通风设备通风，确保空气质量满足作业要求；人员进入采掘工作面时，应携带便携式气体检测报警仪从进风侧进入，一旦报警应立即撤离。
- 3) 开采高含硫矿床的地下矿山，还应在每个生产中段和分段的进、回风巷靠近采场位置设置硫化氢和二氧化硫传感器。
- 4) 开采有自然发火危险矿床的地下矿山，还应定期采用便携式温度检测仪进行检测。

第三节 矿山地压灾害防治技术

【考点一】

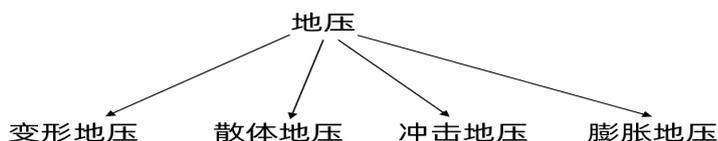
（一）矿山地压概述

1. 地压是泛指在岩体中存在的力，地压会引起围岩及护体的变形、移动和破坏，称为地压现象。



2. 在脆性岩体可能发生冒顶、片帮等围岩的破坏现象；

3. 在塑性岩体中，表现为巷道顶板下沉、两帮突出、底板鼓起等现象。



4. 变形地压是指在大范围内岩体因变形、位移受到支护体的抑制而产生的地压。

5. 散体地压（亦称松动地压）是在一定范围内，滑移或塌落的岩体以重力的形式直接作用于支护体上的压力。

6. 冲击地压又称岩爆，它是在围岩积累了大量的弹性变形能之后，突然释放出来时所产生的压力。

微冲击	岩体或矿体表层的局部破坏和岩块弹出，岩体深部有微振动。
弱冲击	巷道围岩有局部破坏和少量岩块抛出，伴有明显的声响和地震振动，但对支架、设备无严重损害
中等冲击	巷道围岩出现迅速的脆性破坏，并有大量岩石碎块、粉尘抛出，形成气浪冲击，可使几米长的一段巷道冒落，支架及设备损坏
强烈冲击	巷道围岩出现迅速的脆性破坏，并有大量岩石碎块、粉尘抛出，形成气浪冲击，可使几米长的一段巷道冒落，支架及设备损坏。
灾害性冲击	矿区或中段内巷道坍塌，甚至可使全矿井报废

（二）井巷地压

1. 井巷的维护应遵循以下主要原则。

（1）合理选择井巷的位置：主要巷道应布置在崩落带以外，并保持一定距离。

（2）采用合理的施工：尽量采用光面爆破、预裂爆破等爆破方式

（3）选择合理的支护类型

（4）选择合理的断面形状和尺寸

（5）确定合理的支护时间

2. 对于蚀变闪长岩等易风化的破碎围岩应随掘随支，缩短围岩的裸露时间，但地压显现较为明显的围岩应释压稳定后再支护。

（三）采场地压

1. 合理确定采场断面形状及矿房、矿柱参数

2. 支撑与岩体加固

3. 利用免压拱解除采场地压

4. 合理的回采顺序
5. 充填
6. 崩落

（四）冲击地压

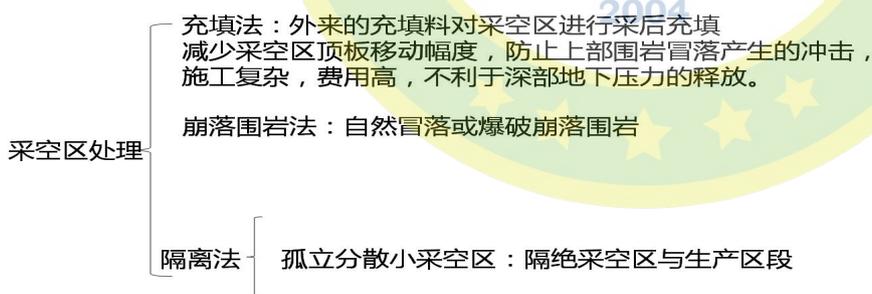
1. 合理布置采掘工程与选择合理的回采顺序
2. 使有冲击地压危险的矿层卸压
3. 使矿岩中积累的弹性变形能有控制地释放
4. 向岩层中注水使其软化
5. 选择合理的采矿方法：宜选用崩落法，崩落围岩可起卸载作用
6. 减小冲击地压危害的其他措施
7. 先用宽工作面掘进巷道，后用废石回填，在巷道周围形成一条防冲击的隔离带，使其在一旦发生冲击地压时起保护人员和设备的作用。在回采工作面架设防冲击挡板、隔栅等；采用带快速排液阀的可缩性液压支柱支撑回采工作面。

第四节 地下采空区危害防治技术

【考点一】

（一）地下采空区概述

1. 地下采空区是指采矿活动中随矿石开采留下的可能诱发矿山灾害的空间。
2. 金属矿山采空区可以划分为空场法采空区、崩落法采空区和充填法采空区。其中，空场法采空区是主要类型。
3. 采空区可能发生水灾、火灾等事故



（二）采空区的防范措施

1. 构建“灾前预防、灾后治理”的防治体系和“政府主导，预防为主，引发者赔偿，社会化治理”的采空区塌陷灾害防治模式。
2. 在采空区内的工程建设项目，应当在可行性研究阶段进行塌陷灾害评估，对容易造成严重塌陷灾害的项目予以禁止。
3. 编制采空区治理步骤时，合理避让村庄、乡镇，如确需开采，可采用边开采边治理方案。
4. 矿山企业主动编制采空区治理计划，及时采取可行的措施进行治理。

5. 加强顶板管理。
6. 强化地压和采空区管理。
7. 大力推广充填采矿法。

第五节 矿山水灾防治技术

【考点一】

(一) 地下矿山水灾概述

1. 矿山水灾的水源有两类：地表水和地下水。

- (1) 地表水包括地面的江河、湖泊、池沼、水库、废弃露天坑和塌陷区的积水以及雨水和冰雪融化水等。
- (2) 地下水包括含水层水、断层裂隙水和老空积水等。

(二) 地下矿山水灾防治

1. 矿山建设项目设计之前，应委托相应资质单位对矿区进行工程地质、水文地质勘探，探明矿区水文地质条件，划分水文地质类型。
2. 矿山防治水应坚持“预测预报，有疑必探，先探后掘，先治后采”的原则，采取“防、堵、疏、排、截、避”综合治理措施。
3. 水文地质条件中等及以上矿山应成立相应防治水机构，配置防治水专业技术人员，配备防治水及抢险救灾设备，建立探放水队伍。
4. 矿山在未调查核实矿区内及周边的小矿井、老空区、现有生产矿坑的积水区、含水层、岩溶带、导水构造及周边区域水文地质条件前，严禁进行采矿活动，应先采取物探、钻探、水文试验等手段查清水文地质条件。
5. 发现有透（突）水征兆时，应立即停止受水害威胁区域的作业，撤出所有可能受水威胁区域的人员，分析查找透水原因，采取有效安全措施，防止发生透水事故。

(三) 地表水防治

1. 矿山应对本矿区范围内及周边废弃老井、地面塌陷坑、岩溶裂缝、采动裂隙巡视检查，并建立与可能影响矿井(坑)安全生产的水库、湖泊、河流、涵闸、堤防工程主管部门的通报机制。
2. 雨季前，矿山必须全面检查防范暴雨洪水引发事故灾难措施的落实情况，对排查出的隐患，要落实责任，限定在汛期前完成整改。
3. 矿区各井口的标高应高于当地历史最高洪水位 1m 以上。工业场地的地面标高应高于当地历史最高洪水位。
4. 报废的竖井应充填密实或浇注 1 个大于井筒断面的坚实钢筋混凝土盖板，并应设栅栏和标志。井口封闭盖必须达到防止地表水灌入的要求。
5. 使用中的钻孔应安装孔口保护装置，报废的钻孔应及时封孔。

(四) 矿区截流帷幕

1. 当矿区具有以下水文地质条件时，应采用矿区帷幕截流防治水方案。
 - (1) 在采矿错动带以外有相对狭窄且集中的地下水进水通道。

- (2) 有可靠的隔水边界(两端)。
- (3) 有可靠的隔水底板。
- (4) 包围式帷幕有可靠隔水底板即可。

(五)地下水防治

1. 为了防止矿山井下发生突然透水事故，应坚持“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”的原则，采取“防、堵、疏、排、截”的水害综合治理措施，查明水源，调查老空，探水前进，超前钻孔，隔绝水路，堵挡水源，放水疏干，消除隐患的综合防水措施。

- (1) 查清水害隐患
- (2) 超前探水
- (3) 排水疏干

1) 排水疏干是最安全、最有效的防治水灾事故的措施。

2) 在地面打钻，用深井泵或潜水泵把地下水抽到地表，为地表疏干；在井下用各种过滤管配合水泵排水，为地下疏干；在井下用巷道及地表钻孔排水，即地表与地下联合疏干。

- (4) 隔水与堵水
- (5) 完善排水系统
- (6) 强化应急保障

1) 要不断完善透水事故应急救援预案，水文地质情况复杂的矿井要按照要求建设紧急避险设施，并配备满足抢险救灾必需的大功率水泵等排水设备；

2) 要加强对作业人员的安全培训和透水事故应急救援预案的演练，提高作业人员应对透水事故的能力；

3) 严禁相邻矿井井下贯通，严禁开采隔水矿柱等各类保安矿柱。

第六节 矿山火灾防治技术

【考点一】

(一) 矿井火灾

1. 外因火灾

(1) 明火(包括火柴点火，吸烟、电焊、氧焊、明火灯等)所引燃的火灾。

(2) 油料(包括润滑油、变压器油、液压油、柴油设备用油、维修设备用油等)在运输、储存和使用过程中所引起的火灾。

(3) 炸药在运输、加工和使用过程中所引起的火灾。

(4) 机械作用(包括摩擦、震动、冲击等)所引起的火灾。

(5) 电气设备(包括动力线、照明线、变压器、电动设备等)的绝缘损坏和性能不良所引起的火灾。

2. 内因火灾

(1) 内因火灾的形成除矿岩本身有氧化自热特点外，还必须有骤热条件。当热量得到积聚时，必然会产生升温现象，温度的升高又导致矿岩的加速氧化，发生恶性循环。当温度达到该种物质的发火点时，则导致自燃火灾的发生。

(二) 明火引发火灾的防范措施

1. 禁止用明火或火炉直接接触的方法加热井内空气，也不准用明火烤热井口冻结的管道。
2. 井下使用过的废油、棉纱、布头、油毡等易燃物应放入盖严的铁桶内，并及时运至地面集中处理。
3. 在大爆破作业过程中，要加强对火种的管制，防止明火与炸药及其包装材料接触引起燃烧、爆炸。
4. 不得在井下点燃木材照明或生火取暖，特别是对外包队伍更要加强明火的管理。

(三) 焊接作业引发火灾的防范措施

1. 在井口建筑物内或井下从事焊接和切割作业时，要严格按照安全操作规程执行和井下动火作业管理规定，并制定经主管矿长批准的防火措施。
2. 必须在井筒内进行焊接作业时，须派专人监护防火工作。焊接完毕后，应严格检查和清理现场。
3. 在木材支护的井筒内进行焊接时，必须在作业部位下方设置接收火星、铁渣的设施，并派专人喷水淋湿，及时扑灭火星。
4. 在井口或井筒内进行焊接作业时，应停止井筒中的其他作业，必要时设置信号与井口联系以确保安全。

(四) 爆破作业引发火灾的防范措施

1. 对于有硫化矿尘燃烧、爆炸危险的矿山，应限制一次装药量，并填塞好炮泥，以防止矿石过分破碎和爆破时喷出明火，在爆破过程中和爆破后应采取喷雾洒水等降尘措施。
2. 对于一般金属矿山，要按《金属非金属矿山安全规程》(GB16423)要求，严格对炸药库照明和防潮设施的检查，防止工作面照明线路短路和产生电火花而引燃炸药，造成火灾。
3. 爆破作业时，不得使用在黄铁矿中钻孔时所产生的粉末作为填塞炮孔的材料。
4. 大爆破作业时，应认真检查运药路线，以防止电气短路、顶板冒落、明火等原因引燃炸药，造成火灾、中毒窒息、爆炸事故。
5. 爆破后要进行有效的通风，防止可燃性气体局部积聚，达到燃烧和爆炸限，引发烧伤或爆炸事故。

(五) 电气引发火灾的防范措施

1. 井下禁止使用电热器和灯泡取暖、防潮和烘烤，以防止热量积聚而引燃可燃物造成火灾。
2. 正确地选择、装配和使用电气设备及电缆，防止发生短路和过负荷。注意电路中接触不良、电阻增加发生过热现象，正确进行线路连接、插头连接、电缆连接、灯头连接等。
3. 井下输电线路和直流回馈线路通过木质井框、井架和易燃材料的场所时，必须采取有效的防止漏电或短路的措施。
4. 变压器、控制器等用油，在倒入前必须清除杂质，按有关规程与标准采样，进行理化性质试验，以防引起电气火灾。
5. 严禁将易燃易爆器材存放在电缆接头、铁道接头、临时照明线灯头接头或接地极附近，以免因电火花引起火灾。

【考点二】

(一) 火灾的处置措施

1. 外因火灾的处置措施

- (1) 采取一切可能的方法直接扑灭，并同时报告消防、救护部门，以减少人员和财产的损失。
- (2) 对于井下外因火灾，要依照矿井火灾处置方案，首先将人员撤离危险区，并组织人员，利用现场一切工具和器材及时灭火。
- (3) 要有防止风流自然反向和有毒有害气体蔓延的措施。

2. 内因火灾的处置措施

- (1) 直接灭火法。一般可以采用水或者其他化学灭火剂、泡沫剂、惰性气体等。
- (2) 隔绝灭火法。隔绝灭火法是在通往火区的所有巷道内建筑密闭墙，并用黄土、灰浆等材料堵塞巷道壁上的裂缝，填平地面塌陷区的裂隙，以阻止空气进入火源，从而使火区因缺氧而熄灭。
- (3) 联合灭火法。当井下发生火灾不能用直接灭火法时，一般均采用联合灭火法。
- (4) 均压法灭火。均压法灭火的实质是设置调压装置或调整通风系统，以降低漏风通道两端的风压差，减少漏风量，使火区缺氧而达到熄灭矿岩自燃的目的。

3. 发生火灾时风流的变化与控制

- (1) 用减少井下风量的方法，或用开、闭风门、建筑临时密闭的方法使流向火源的风流短路，以控制火灾生成的有毒有害气体扩散速度，为人员的撤离创造条件，在条件适合时用反风的方法把有毒有害气体排出地面。
- (2) 矿井主扇应该设有使风流在 10 分钟之内反向的措施。
- (3) 每年至少进行一次反风试验，并测定主要风路反风路的风量。

第七节 提升与运输危害防治技术

【考点一】

(一) 竖井提升。竖井提升运行过程中主要存在的隐患为高处坠落，也即坠罐。

- (1) 提升系统存在缺陷，设备带病运转；
- (2) 钢丝绳断裂；未设置安全保护装置；
- (3) 提升速度过快均会引起坠罐事故。

(二) 斜井提升

1. 斜井提升具有设备简单、投资少、见效快等优点。
2. 如果操作、管理不当，容易发生斜井跑车事故，其后果严重，不仅造成设备损毁，而且导致人员伤亡、生产停顿。

(三) 轨道运输

1. 车辆伤害：列车脱钩、掉道，碰撞、挤压人员。
2. 触电：电机车及输电电路漏电可能会使人员触电。

(四) 无轨运输

1. 无轨运输环节存在的主要危害为车辆伤害，车辆运行过程中碰撞、车辆倾翻碰撞均能导致人员伤亡。

【考点二】

(一) 提升与运输危害防范措施

1. 竖井提升

- (1) 垂直深度超过 50m 的竖井用作人员出入口时，应采用罐笼或电梯升降人员。
- (2) 同一层罐笼不应同时升降人员和物料。
- (3) 无隔离设施的混合井，在升降人员的时间内，箕斗提升系统应中止运行。
- (4) 罐笼的最大载重量和最大载人数量，应在井口公布，不应超载运行。
- (5) 不应用普通箕斗升降人员。
- (6) 提升速度设置过卷保护

提升速度低于 3m/s	不小于 4m
提升速度 3-6m/s	不小于 6m
提升速度 6-10m/s	不小于最高提升速度下运行 1s 的提升高度
提升速度高于 10m/s	不小于 10m
凿井期间用吊桶提升	不小于 4m

(6) 多绳摩擦提升时，井底楔形罐道的安装位置，应使下行容器比上提容器提前接触楔形罐道，提前距离应不小于 1m。

(7) 提升系统的各部分，提升容器、连接装置、防坠器、罐耳、罐道、阻车器、罐座、摇台(或托台)、装卸矿设施、天轮和钢丝绳，以及提升机的各部分，每天应由专职人员检查一次，每月应由矿机电部门组织有关人员检查一次；

(8) 竖井提升信号系统，应设有下列信号：工作执行信号；提升中段(或装矿点)指示信号；提升种类信号；检修信号；事故信号；无联系电话时，应设联系询问信号。

(二) 提升系统防坠罐、防跑车事故措施

1. 确保操作人员具备相应资格。
2. 确保提升设备符合安全要求。
3. 严格落实防坠罐跑车措施。

倾角大于 10 的斜井要设置轨道防滑装置，斜井人车要装设可靠的断绳保险器，每节车厢的断绳保险器应相互连结，各节车厢之间除连接装置外还应附挂保险链。

4. 强化检测检验和维护保养。

(三) 井下运输安全防范措施

1. 运输巷道

(1) 有效宽度不小于 1.0m；有效净高不小于 1.9m；斜井坡度为 10-15° 时，设人行踏步；15-35° 时，设踏步及扶手；大于 35° 时，设梯子；

(2) 巷道内不应堆积杂物，水沟要畅通，没有积水，应有良好的照明。

(3) 人员行走时，要小心谨慎，随时注意前后方向来车，发现有车辆通过，要及时避让，暂停行进。

(4) 在有架空线或电缆的巷道内，行人携带的较长的金属工具不应扛在肩上，以免触及电机车架线和电缆。

2. 电机车

- (1) 使用电机车运输，应遵守下列规定：

- 1) 有爆炸性气体的回风巷道，不应使用架线式电机车；
- 2) 高硫和有自然发火危险的矿井，应使用防爆型蓄电池电机车；
- 3) 每班应检查电机车的闸、灯、警铃、连接器和过电流保护装置，任何一项不正常，均不应使用；
- 4) 电机车司机不应擅离工作岗位；司机离开机车时，应切断电动机电源，拉下控制器把手取下车钥匙，扳紧车闸将机车刹住。

3. 专用人车

- (1) 每班发车前，应有专人检查车辆结构、连接装置、轮轴和车闸，确认合格方可运送人员。
- (2) 人员上下车的地点，应有良好的照明和电铃。
- (3) 架线式电机车的滑触线须设分段开关，人员上下车时，必须切断电源。
- (4) 双轨巷道的调车场应设区间闭锁装置，人员上下车时，禁止其他车辆进入乘车线。
- (5) 列车行驶速度不得超过 3m/s

- (6) 禁止同时运送爆炸性、易燃性和腐蚀性物品或附挂料车。

4. 无轨运输车辆

- (1) 内燃设备应使用低污染的柴油发动机，每台设备应有废气净化装置，净化后的废气中有害物质的浓度应符合有关规定。
- (2) 运输设备应定期进行维护和保养。
- (3) 采用汽车运输时，汽车顶部至巷道顶板的距离应不小于 0.6m
- (4) 斜坡道长度每隔 300-400m 应设坡度不大于 3%、长度不小于 20m 并能满足错车要求的缓坡段；主要斜坡道应有良好的混凝土、沥青或级配均匀的碎石路面。
- (5) 不应熄火下滑。
- (6) 在斜坡上停车时，应采取可靠的挡车措施。
- (7) 每台设备应配备灭火装置。

第八节 爆破危害防治技术

【考点一】

(一) 爆破危害概述

1. 严格执行《民用爆炸物品安全管理条例》和《爆破安全规程》(GB6722)

- (1) 搬运炸药执行按安全规程操作，轻拿轻放；雷管等起爆器材与炸药不在同时同地装卸；
- (2) 爆破器材不与其他货物混装；起爆前按照规程规定的标准发出音响或视觉警示信号；
- (3) 深孔爆破警戒区按 200m 的范围圈定，爆破作业时所有人员必须位于爆破警戒线以外安全地带。
- (4) 距离采场较近的矿山工业厂区的有关建、构筑物，建设时必须考虑爆破产生的震动、冲击波以及个别飞散物坠落击打，
- (5) 在临近工业厂区进行爆破作业时采取预裂爆破，选择合适的炮位、最小抵抗线、爆破网路及提高堵塞质量等方法以控制飞石的飞散距离，避免对构筑物及公路上行人的造成危害。在靠近工业厂区时，加大爆破危险界限管制，设警戒线。

(二) 合理爆破设计

1. 提高爆破设计质量。设计内容包括炮孔布置、起爆方式、延期时间、网路敷设等。设计确定的每次爆破炸药用必须符合安全规程以及批复的安全专篇要求。对于重要的爆破, 必要时须进行网路模拟试验。

(三) 严格按照设计进行爆破施工

1. 按设计施工, 杜绝乱孔、卡孔或孔内存水现象; 爆破工作由专职爆破员(持证上岗)承担装药、连线、起爆等爆破作业工作。

(四) 建立健全规章制度、并严格执行规章制度, 使用质量合格的爆破器材建立健全规章制度、并严格执行规章制度, 不在雷雨天、高温环境情况下进行爆破施工, 严格执行爆破安全规程, 防止意外、误操作等问题的发生的; 使用符合国家标准或部颁标准的爆破器材, 严格检查爆破器材的生产厂家、合格证等, 使用前检查是否同一厂家、同一批次、同一类型的产品, 确保不受潮、不存在质量问题。

【考点二】

(一) 防止飞石的措施

1. 控制飞石的方向;
2. 改变局部装药结构和加强堵塞;
3. 合理安排起爆次序和选择间隔时间;
4. 减小装药集中度; 进行覆盖。

(二) 降低空气冲击波的主要措施

1. 爆破前, 应把人员撤离到安全区, 并增加警戒;
2. 大爆破时, 可以利用一个或几个反向布置的辅助药包, 与主药包同时起爆, 以削弱主药包产生的空气冲击波。

(三) 防止早爆的主要措施

1. 搜集相关资料, 仔细勘察现场, 精心设计施工, 尽量预估出意外事故的可能性。
2. 制定安全制度、岗位责任制度和关键技术操作规程。
3. 严格遵守爆破规程, 在爆破施工区严禁有明火。
4. 按爆破安全规程规定的要求进行爆破器材的运输、储存、保管和废旧爆破器材的销毁。
5. 做好炮孔的监督、检查和验收工作。
6. 按规程要求做好爆破器材的检验。
7. 加强安全管理和工程监理力度, 对爆破作业现场严格管理, 按爆破安全规程正确操作。
8. 保证起爆器材和炸药的质量, 防止由于导火索的快燃, 炸药自身的化学反应引动早爆。
9. 注意天气预防, 避免在雷雨时从事爆破作业, 对已装药又不能赶在雷雨前起爆的, 人员和设备要撤离到危险区以外。
10. 严禁打残眼和旧眼, 不要在高温天气下进行爆破作业, 避免高温环境造成早爆。

11. 预先安排好爆后安全检查和事故应急处理。

(四) 防止拒爆的主要措施

1. 禁止使用不合格的爆破器材，不同类型，不同厂家、不同批的雷管不得混用。
2. 连线后检查整个线路，查看有无连错或漏连，进行爆破网路准爆电流的计算，起爆前用专用爆破电桥测量爆破网路的电阻，实测的总电阻与计算值之差应小于 10%。
3. 检查爆破电源并对电源的起爆能力进行计算；
4. 炮孔有水时，首先应将孔中的水吹出，用防水袋装炸药，雷管脚线的接头一定要用防水胶布缠好或用抗水炸药。
5. 装药前要认真清除炮孔内岩粉。

(五) 防止炮烟中毒的主要措施

1. 采用零氧平衡的炸药，使爆后不产生有毒气体。
2. 加强炸药的保管和检验工作，禁用过期变质的炸药。
3. 保证填塞质量和填塞长度，以免炸药发生不完全爆炸。
4. 爆破后，必须加强通风，按规定，露天爆破需等 15min 以上，炮烟浓度符合安全要求时，才允许人员进入工作面。
5. 起爆站及观测站不许设在下风方向，在爆区附近有井巷、涵洞和采空区时，爆破后炮烟浓度有可能窜入其中，积聚不散，故未经检查不准入内。

第九节 其他危害防治技术

【考点一】

(一) 高处坠落

1. 地下矿山在天井、竖井、大断面硐室施工时，容易发生高处坠落事故。预防高处坠落事故的主要措施有以下几点。
 - (1) 在天井、竖井、大断面硐室施工时，在 6m 以上高度作业人员都必须佩戴安全带。吊桶升降人员也应佩戴安全带或安全绳。
 - (2) 在天井、大断面硐室，距顶板 1.8-2m 处要设牢固的安全平台。掘进高度超过 8m 时，应设隔板和安全棚。
 - (3) 上、下人梯子或扒钉的支撑点应位于井框的横梁上，梯子倾角不得大于 80° 不打横梁的天井，应用铁钩子架设托梁，铁钩应用不小于 20mm 圆钢制作，插入两帮的深度不得小于 800mm，并保持水平。
 - (4) 竖井口的封口盘在不提升时应关闭。在封口盘、固定盘、吊盘及井架上作业必须佩戴安全带。

(二) 生产性毒物

1. 职业中毒分类。人体接触生产性毒物而引起的中毒称为职业中毒。职业中毒按其发病程度可分为以下两种。
 - (1) 急性中毒。
 - (2) 慢性中毒。

2. 矿山常见的职业中毒

- (1) 一氧化碳
- (2) 硫化氢
- (3) 二氧化氮

3. 职业中毒危害预防措施

- (1) 爆破以后要加强通风, 15min 以后才能进入爆破现场。进入长期无人进入的井巷时, 一定要检查巷道中氧气及有毒气体的浓度, 采取安全措施后才能进入。
- (2) 当发现有人中毒时, 必须在采取通风排毒措施、戴防毒面具以后才能进入抢救。
- (3) 建立健全合适的卫生设施。
- (4) 做好健康检查与环境监测。
- (5) 要教育职工严格遵守安全操作规程和卫生制度。

(三) 矿山机械

1. 矿山机械伤害防范措施主要有以下 3 点。

- (1) 驾驶员和设备操作人员必须遵守交通规则, 严禁违章驾驶和操作。
- (2) 其他人员严禁接触运行中的设备。
- (3) 现场作业人员必须佩戴安全帽和劳保用具。

2. 矿山电气伤害防范措施如下。

- (1) 杜绝一切车辆碾压、拖拉电缆, 爆破时将电缆线摆放在不被飞石砸到的安全地带
- (2) 要按规定及时向电气设备操作人员配发劳动保护用品(绝缘手套、绝缘鞋)等绝缘用品; 保护用品要确保无损; 拉电缆线的所有人员必须戴好绝缘手套, 以防发生触电事故。
- (3) 各用电单位必须遵守“停送电制度”, 在日常作业中必须严格执行, 有专人指挥, 确保用电安全。
- (4) 配电柜要保持清洁、无粉尘, 各类开关保险丝必须符合要求, 电气设备挂有警示牌、机电负责人。
- (5) 机械设备运转中不得检查、紧固、注油等工作。

第四章 尾矿库安全技术

第一节 尾矿库基础知识

【考点一】

(一) 尾矿库的种类及特点

尾矿库	{	山谷型尾矿库: 初期坝坝高相对较低, 坝长较短, 坝体工程量较小, 基建投资较低
		傍山型尾矿库: 初期坝较长, 初期坝和后期尾矿堆积坝工程量都较大, 汇水面积较小, 但调洪能力较低, 库区纵深较短
		平地型尾矿库: 初期坝和后期尾矿堆积坝工程量大, 堆坝高度一般较低, 汇水面积小, 排洪构筑物相对较小。
		截河型尾矿库

(二) 尾矿库选址原则

1. 禁止修建尾矿库的地区

风景名胜区、自然保护区、饮用水源保护区和国家法律禁止的矿产开采区等区域内禁止修建尾矿库。

(三) 尾矿库术语和定义

1. 库容类

(1) 全库容

全库容是指坝顶标高平面以下、库底面以上所围成的空间的容积（不含非尾矿构筑的坝体体积）。全库容包括有效库容 V_y 和调蓄库容两部分，调蓄库容又可分为空余库容 V_k 、调洪库容 V_t 和蓄水库容 V_x 。

(2) 有效库容。有效库容是指沉积滩面以下、库底以上用于贮存尾矿（含悬浮状尾矿浆体）的空间容积。

(3) 调洪库容。调洪库容是指正常水位以上、设计洪水位以下可蓄积洪水的容积，即图 4-6 中的 V_t 。

(4) 总库容。总库容是指设计最终坝顶标高时的全库容。

(四) 尾矿库的等别

坝的级别	最小安全超高	最小干滩长度	坝的级别	最小安全超高	最小干滩长度
1	1.5	150	4	0.5	50
2	1.0	100	5	0.4	40
3	0.7	70			

注：1) 3 级及 3 级以下的尾矿坝经渗流稳定论证安全时，表内最小干滩长度最多可减少 30%。

2) 地震区尾矿坝的最小干滩长度同时需满足不小于坝体高度的要求。

1. 尾矿库的等别根据尾矿库的**最终全库容和最终坝高**按表 4-5 确定。尾矿库各使用期的设计等别根据该期的全库容和坝高分别按表 4-6 确定。当按**尾矿库的全库容和坝高分别确定的尾矿库等别的等差为一等时，以高者为准**；当等差大于一等时，按高者降一等确定。露天废弃采坑及凹地储存尾矿，且周边未建尾矿坝时，可不定等别；建尾矿坝时，根据坝高及其对应的库容确定尾矿库的等别。

表 4-5 尾矿库各使用期的设计等别

等别	全库容 $V/10^4 \text{ m}^3$	坝高 H/m
一	>50000	>200
二	10000-50000	100-200
三	1000-10000	60-100
四	100-1000	30-60
五	<100	<30

2. 除一等库外，对于失事后将使下游重要城镇、工矿企业、铁路干线或高速公路等遭受严重灾害的尾矿库，经充分论证后，其设计等别可提高一等。

尾矿库构筑物的级别根据尾矿库的等别及其重要性按表 4-6 确定。

尾矿库等别	构筑物的级别		
	主要构筑物	次要构筑物	临时构筑物
一	1	3	4
二	2	3	4

三	3	5	5
四	4	5	5
五	5	5	5

注：1) 主要构筑物是指尾矿坝、排洪构筑物等失事后将造成下游灾害的构筑物。

2) 次要构筑物是指除主要构筑物外的永久性构筑物。

3) 临时构筑物是指施工期临时使用的构筑物。

第二节 尾矿坝安全与稳定性分析

【考点一】

(一) 渗透破坏

1. 渗透破坏的类型。尾矿坝渗透破坏类型主要有流土、管涌、接触流土和接触冲刷 4 种。

2. 黏性土只有流土、接触冲刷或接触流土 3 种破坏形式，不会产生管涌破坏；对于尾矿等无黏性土，则 4 种破坏形式均可能发生。

(二) 渗透破坏类型的判别

1. 流土可能性的判别

$i < i_c$ ，土体处于稳定状态；

$i = i_c$ ，土体处于临界状态，将发生流土破坏；

$i > i_c$ ，土体会发生流土破坏。

在设计时，应保证具有一定的安全系数，把逸出坡降限制在允许水力坡降 (i) ，即 $i < (i) = i_c/F_s$

(4-1)

式中 F_s ——流土安全系数。

(三) 渗流控制要求和控制措施

1. 渗流控制要求

尾矿坝必须满足渗流控制要求。尾矿坝设计和现状安全评价都应进行渗流计算，一级及二级尾矿坝还应根据地地形条件做专门渗流模拟试验。尾矿坝浸润线的确定需要分析放矿、雨水和地震等因素对尾矿坝浸润线的影响。尾矿堆积坝下游坡浸润线的最小埋深满足坝坡抗滑稳定的条件和规范规定的浸润线最小埋深要求。

2. 渗流控制措施。尾矿坝的渗流控制措施必须确保浸润线低于控制浸润线。

(1) 尾矿库建设阶段，在尾矿堆积坝坝基范围内设置排渗褥垫(碎石或土工排水网垫)、排渗管(或盲沟)及排渗井等型式的水平和垂直排渗系统。

(2) 尾矿坝运行中，随坝体升高适时设置排渗管或盲沟、席垫、垂直塑料排水板或排渗井等型式的排渗系统；当实测浸润线高于控制浸润线时，在坝坡或沉积滩上增设排渗管、辐射排渗井等排渗设施。

(3) 降低库内水位。

第三节 尾矿库防洪安全技术

【考点一】

（一）防洪标准

1. 尾矿库各使用期的防洪标准根据使用期库的等别、库容、坝高、使用年限及对下游可能造成的危害程度等因素，按表 4-13 确定。

表 4-13 尾矿库防洪标准

尾矿库各使用期等别	洪水重现期/a	尾矿库各使用期等别	洪水重现期/a
一	1000 ~5000 或 PMF	四	100-200
二	500 ~1000	五	100
三	200-500		

注：PMF 为可能最大洪水

(1) 确定的尾矿库等别的库容或坝高偏于该等下限，尾矿库使用年限较短或失事后对下游不会造成严重危害者，防洪标准可取下限；

(2) 确定的尾矿库等别的库容或坝高偏于该等上限，尾矿库使用年限较长或失事后对下游会造成严重危害者，防洪标准应取上限。

(3) 高堆坝或下游有重要居民点时，防洪标准可提高一等。

(4) 尾矿库失事后对下游环境造成极其严重危害的尾矿库，提高防洪标准。

采用露天废弃采坑及凹地储存尾矿的尾矿库，周边未建尾矿坝时，防洪标准应采用百年一遇的洪水；建尾矿坝时，应根据坝高及其对应的库容确定库的等别及防洪标准。

（二）洪水计算

1. 洪峰流量
2. 洪水总量
3. 洪水过程线

（三）排洪系统

1. 排洪系统的类型

(1) 排水井—涵管（隧洞）式：当水头较小、井内水位低于入口时，为自由泄流；当水位升高、井内充满水而隧洞（或管）内尚未满流时，泄流量受排洪隧洞或涵管入口控制，为半压力流；当排洪隧洞或涵管呈满流时，为压力流。排水井的位置应满足安全超高和澄清距离要求。

(2) 斜槽—涵管（隧洞）式：排洪系统采用排洪斜槽下接排洪涵管或隧洞的形式。排洪斜槽则适用于中、小流量的排洪。进水部分为斜卧在岸坡上的明渠，随着尾矿堆积高度的上升，敞开式明槽逐步由盖板封闭成涵洞。

(3) 溢洪道：溢洪道由进水口、输水槽和出口消能三部分组成。进水口分侧槽式和正槽式，输水槽为陡坡明渠，出口采用底流或挑流消能与河道相接。

第四节 尾矿库安全管理

【考点一】

（一）尾矿库安全度

1. 根据尾矿库防洪能力和尾矿坝坝体稳定性，尾矿库安全度分为危库、险库、病库、正常库四级。

(1) 危库

- 1) 尾矿库调洪库容严重不足, 在设计洪水位时, 安全超高和最小干滩长度均不满足设计要求, 将可能出现洪水漫顶。
- 2) 排洪系统严重堵塞或坍塌, 不能排洪或排洪能力急剧降低。
- 3) 排水井显著倾斜, 有倒塌的迹象。
- 4) 坝体出现贯穿性横向裂缝, 且出现较大范围管涌、流土变形, 坝体出现深层滑动迹象。
- 5) 经验算, 坝体抗滑稳定最小安全系数小于规范规定值的 0.95, 规范规定值见表 4-9。
- 6) 其他严重危及尾矿库安全运行的情况。

(2) 险库

- 1) 尾矿库调洪库容不足, 在设计洪水位时, 安全超高和最小干滩长度均不满足设计要求。
- 2) 排洪系统部分堵塞或坍塌, 排洪能力有所降低, 达不到设计要求。
- 3) 排水井倾斜。
- 4) 坝体出现浅层滑动迹象。
- 5) 经验算, 坝体抗滑稳定最小安全系数小于规范规定值的 0.98, 规范规定值见表 4-9。
- 6) 坝体出现大面积纵向裂缝, 且出现较大范围渗透水高位出逸, 出现大面积沼泽化。
- 7) 其他危及尾矿库安全运行的情况。

(3) 病库

- 1) 尾矿库调洪库容不足, 在设计洪水位时不能同时满足设计规定的安全超高和最小干滩长度的要求。
- 2) 排洪设施出现不影响安全使用的裂缝、腐蚀或磨损。
- 3) 经验算, 坝体抗滑稳定最小安全系数小于规范规定值(规范规定值见表 4-9), 但部分标高上堆积边坡过陡, 可能出现局部失稳。
- 4) 浸润线位置局部较高, 有渗透水出逸, 坝面局部出现沼泽化。
- 5) 坝面局部出现纵向或横向裂缝。
- 6) 坝面未按设计设置排水沟, 冲蚀严重, 形成较多或较大的冲沟。
- 7) 坝端无截水沟, 山坡雨水冲刷坝肩。
- 8) 堆积坝外坡未按设计覆土、植被。
- 9) 其他不影响尾矿库基本安全生产条件的非正常情况。

(4) 正常库。尾矿库同时满足下列工况的为正常库。

- 1) 尾矿库在设计洪水位时能同时满足设计规定的安全超高和最小干滩长度的要求。
- 2) 排洪系统各构筑物符合设计要求, 工况正常。
- 3) 尾矿坝的轮廓尺寸符合设计要求, 稳定安全系数满足设计要求。
- 4) 坝体渗流控制满足要求, 运行工况正常。

(二) 尾矿库安全监测

1. 安全监测的内容与要求

- (1) 尾矿库安全监测内容一般包括位移、渗流、干滩、库水位、降水量。

(2) 一等、二等、三等、四等尾矿库监测位移、浸润线、干滩、库水位、降水量，必要时还应监测孔隙水压力、渗透水量、浑浊度。五等尾矿库监测位移、浸润线、干滩、库水位。

2. 位移监测

(1) 坝体和岸坡的表面位移、内部位移。

(2) 表面水平位移及垂直位移监测，一般共用一个测点；内部水平及竖向位移监测宜结合布置。

(3) 监测基点设在稳定区域内；

(4) 测点应与坝体或岸坡牢固结合。基点及测点应有可靠的保护装置。

1) 初期坝顶和后期坝顶各布设一排，每 30~60m 高差布设一排，一般不少于 3 排。

2) 测点的间距，一般坝长小于 300 m 时，取 20 ~ 100 m；坝长大于 300m 时，取 50-200m；坝长大于 1000 m 时，取 100~300m。

3) 各种基点均布设在两岸岩石或坚实土基上。测点和基点的结构必须坚固可靠，且不易变形。测点和土基上基点的底座埋入土层的深度不小于 1.0 m. 冰冻区应深入冰冻层以下 0.5 m.

3. 渗流监测

(1) 监测横断面一般不少于 3 个。

(2) 监测横断面上的测点布置，应根据坝型结构、断面大小和渗流场特征确定。

(3) 在渗流进、出口段，渗流各向异性明显的土层中，及浸润线变幅较大处，应根据预计浸润线的最大变幅沿不同标高布设测点，每条铅直线上的测点数一般不少于 2 个。

4. 干滩监测

(1) 干滩监测包括滩顶标高、干滩长度、干滩坡度。

(2) 尾矿库滩顶标高的测点沿坝（滩）顶方向布置。

1) 当滩顶一端高一端低时，在低标高段选较低处检测 1~3 个点；

2) 当滩顶高低相同时，选较低处不少于 3 个点；

(3) 滩顶标高测量误差应小于 20mm。

(4) 滩顶标高根据滩顶上升情况，定时做好检测，随时掌握滩顶标高，汛前必须检测一次。

5. 水文、气象监测

(1) 水文、气象监测包括库水位和降水量监测。

(2) 水尺零点标高每隔 3~5 年校测一次。当怀疑水尺零点有变化时及时进行校测。

(3) 水位计每年汛前检验。

(4) 水位监测的测量误差应小于 20 mm。

(5) 除按水文、气象方面规定外，泄水前后各增加监测一次，汛期还应根据需要调整测次。

(6) 库区降水量监测设备用雨量器。

(三) 尾矿库生产运行管理

1. 安全生产管理

(1) 生产经营单位应当编制尾矿库年度、季度作业计划和详细运行图表，严格按照作业计划生产运行，做好记录并长期保存。

(2) 生产经营单位应制订尾矿库安全使用规划，提出新建、改建、扩建、勘察稳定验证或闭库的计划。

(3)上游建有尾矿库、渣库、排土场或水库等工程设施的尾矿库，应了解上游所建工程的稳定情况，必要时应采取防范措施。

(4)尾矿库每3年至少进行一次安全现状评价。与尾矿库产生相互安全影响的区域不建设重要的生产区、生活区等设施。禁止在尾矿坝及对尾矿库产生安全影响的区域乱采、滥挖和非法爆破等。

2.安全运行控制参数。尾矿库在生产运行中，必须对以下安全运行控制参数进行严格控制。

(1)尾矿库设计最终堆积标高、最终坝体高度、总库容。

(2)尾矿堆积坝外坡比。

(3)尾矿坝不同堆积标高时，库内控制的正常生产水位、调洪高度、安全超高、防洪高度、沉积滩坡度及最小干滩长度等。

(4)尾矿坝不同堆积标高时的控制浸润线。

3.应急救援预案。尾矿库在生产运行过程中出现下列重大险情之一的，生产经营单位启动应急预案：

(1)坝体出现严重管涌、流土等现象的。

(2)坝体出现严重裂缝、坍塌和滑动迹象的。

(3)库内水位超过限制的最高洪水位的。

(4)使用过程中出现排水井倒塌或者排水管（洞）坍塌堵塞的。

(5)其他危及尾矿库安全的重大险情。

4.尾矿排放与筑坝

(1)滩顶标高必须满足生产、防汛、冬季放矿和回水要求；

(2)尾矿坝堆积坡比不得陡于设计要求；

(3)在坝前分散排放，维持坝体均匀上升；

(4)坝顶及沉积滩面均匀平整，沉积滩长度及滩顶最低标高必须满足防洪设计要求；

(5)尾矿堆积坝下游浸润线埋深必须满足设计控制浸润线要求；

(6)矿浆排放不得冲刷初期坝或子坝，严禁矿浆沿子坝内坡趾流动冲刷坝体。

5.库水位控制与防洪。湿式堆存尾矿，控制尾矿库内水位应遵循以下原则：

(1)库内水位控制满足设计要求；

(2)当回水影响尾矿库安全时，必须优先确保尾矿库安全，尽量降低库内水位；

(3)当尾矿库放矿方式、沉积滩坡度及排洪方式等与设计不符时，应进行调洪演算，保证在最高洪水位时各项参数满足设计要求。

【考点二】

(一)尾矿库安全检查

1.尾矿坝安全检查。尾矿坝安全检查内容包括坝的轮廓尺寸、变形、裂缝、滑坡和渗漏、坝面保护等。

(1)检测坝的外坡坡比，每100 m坝长不少于2处，选在最大坝高断面和坝坡较陡断面。水平距离和标高的测量误差不大于10mm。

(2)检查坝体有无纵、横向裂缝

(3)检查坝体滑坡，坝体出现滑坡时，应查明滑坡位置、范围和形态及滑坡的动态趋势。

(4)检查坝体浸润线的位置，应查明坝面浸润线出逸点位置、范围和形态。

2. 防洪安全检查

(1) 尾矿库水位检测，其测量误差应小于 20mm。

(2) 排水井检查内容包括：井的内径、窗口尺寸及位置，井壁剥蚀、脱落、渗漏、最大裂缝开展宽度，井身倾斜度和变位，井、管联结部位，进水口水面漂浮物，停用井封盖方法，排水井浮圈设置情况。

(3) 排洪构筑物检查每年不得少于 3 次，并做好记录。

(4) 检查人员应配备低压强光照明设备、供氧设施、安全帽、无线通信等必要的安全设备，人数不少于 2 人。

(二) 安全现状评价。尾矿库应当每三年至少进行一次安全现状评价。

1. 尾矿库安全现状评价工作应当由能够进行尾矿坝稳定性验算、尾矿库水文计算、构筑物计算的专业技术人员参加。

2. 安全现状评价还应进行尾矿库在下一个评价周期的坝体稳定性和排洪系统的安全分析。

3. 安全现状评价应编制评价报告，并备案。

4. 安全现状评价报告的结论应包括：

- (1) 尾矿坝稳定性是否满足设计要求；
- (2) 尾矿库防洪能力是否满足设计要求；
- (3) 尾矿库的安全监测设施是否满足设计要求；
- (4) 尾矿库安全度；
- (5) 尾矿库与周边环境的相互影响；
- (6) 安全对策。

(三) 闭库

1. 闭库设计应在工程勘察、尾矿库安全现状评价基础上进行，并应根据安全评价的结论和建议，提出治理措施。

2. 闭库后的尾矿库应符合国家有关法规和标准的要求。

3. 尾矿库闭库时，尾矿坝和排洪系统不能满足安全要求时，应重点整治。

(1) 尾矿坝整治包括：

- 1) 对坝体稳定性不足的，应采取加固坝体、降低浸润线等措施，使坝体稳定性符合规范的要求；
- 2) 整治坝体的塌陷、裂缝、冲沟；
- 3) 完善坝面排水沟和土石覆盖或植被绿化、坝肩截水沟、监测设施等内容。

(2) 排洪系统整治内容主要包括：

1) 尾矿库闭库后的防洪能力应符合《尾矿设施设计规范》(GB 50863) 防洪标准的要求。当防洪能力不足时，应采取增大调洪库容或增建排洪系统等措施，必要时，增设永久溢洪道；

2) 当原排洪设施结构强度不能满足要求或受损严重时，应进行加固处理；必要时，新建永久性排洪设施，同时将原排洪设施进行封堵。

3) 闭库后的尾矿库，未经论证和批准，不得重新启用或改作他用。闭库尾矿库需要回采时，应按新建项目立项并按相关法规的要求进行勘察、安全评价、审批、设计和实施。

4) 对回采过程中及回采结束后的尾矿设施必须进行安全论证，保证其防灾能力和本身结构的安全性不低于

现行法规的要求。回采项目结束后应根据现状进行安全处置。

第五章 排土场（废石场）安全技术

第一节 排土场基础知识

【考点一】

（一）场址选择

1. 外部排土场场址的选择

（1）排土场的场址应避免有形成泥石流条件、排水不良、可能危及露天采矿场、井（硐）口、工业场地、居住区、村镇、交通干线等重要建（构）筑物的上游。

（2）外部排土场场址宜设置在原地形坡度不大于 12 度、水文地质及工程地质相对简单的沟谷，不宜设置在汇水面积大、沟谷纵坡陡、出口不易拦截的山谷中。

（二）构成要素

1. 排土场构成的要素主要包括堆置总高度、台阶高度、平台宽度、排土场边坡角度、容 积、占地面积等。

（三）汽车一推土机排土要求

1. 排土卸载平台边缘应有固定或移动的挡车设施，其高度不应小于轮胎直径的 1/2，车挡顶宽和底宽分别不小于轮胎直径的 1/4 和 3/4；设置移动车挡设施时，应对不同类型移动车挡制定相应的安全作业要求，并按要求作业。

2. 排土场平台平整，排土线整体均衡推进，排土工作面向坡顶线方向应有 2%~5%的反坡。

（四）铁路一装载机排土时排土线设置要求

1. 铁路排土线应设备用线，备用线数量应为生产线数量的 20%。排土场为两处以上时，每处排土场至少应设一条备用排土线。

2. 挖掘机排土，一条排土线宜配一台挖掘机。排土线的通过能力应比挖掘机生产能力高 15% -20% 。

3. 在独头卸载线端部应设置车挡。

（五）防排水

1. 排土场外围汇水面积较大时，必须设置完整的防排洪系统。排土场防洪设施设计频率，一、二级排土场应不小于 50a，三、四级排土场应不小于 20a，临时性排洪工程可降低标准，但不应小于 10a。

第二节 排土场灾害防治技术

【考点一】

（一）排土场安全

1. 排土场安全影响因素

（1）排土场建设初期的选址、设计及建设等论证的充分性。

(2) 排洪体系或排水设施的完善性。

(3) 开采工艺因素

(4) 排弃物及基底的物理力学性质。

(5) 组织管理及其他人为因素

2. 排土场安全度分类。排土场分为危险、病级和正常。

(1) 排土场有下列现象之一的定义为危险：

1) 在坡度大于 25° 的基底上顺坡排土、在软弱层厚度大于 10cm 的基底上排土时，未采取安全措施，不能确保排土安全的。

2) 排土场出现大面积非均匀沉降、开裂，坡面鼓出或基底鼓起等滑动迹象的。

3) 排土场排土平台为顺坡的。

4) 汽车排土场未建安全车挡，铁路排土场铁路线顺坡和曲率半径大于规程最小值，排土机排土安全平台宽度、挖掘机排土挖掘机至站立台阶坡顶线的距离达不到设计规范的要求的。

5) 山坡汇水面积大而未修排水沟或排水沟被严重堵塞的。

6) 经验算，余推力法安全系数小于 1.0 的。

(2) 排土场有下列现象之一的为病级：

1) 排土场基底条件不好，但平时对排土场的安全影响不大的。

2) 由于排土场段高高而在台阶上出现较大沉降的。

3) 排土场排土平台未反坡的。

4) 经验算，余推力法安全系数大于 1.00 小于设计规范规定值的。

5) 汽车排土场安全路堤达不到设计规范的要求的。

(3) 同时满足下列条件的为正常：

1) 排土场基底较好或不良基底经过有效处理的。

2) 排土场各项参数符合设计要求，余推力法安全系数大于 1.15, 生产正常的。

3) 排水沟及泥石流拦挡设施符合设计要求。

(4) 企业必须把排土场安全评价工作纳入矿山安全评价工作中。在企业申领和换发非煤矿山安全生产许可证时，应由具有相应资质的中介技术服务机构对排土场进行安全评价。

(5) 对于危险级排土场，企业必须停产整治，并采取以下措施：

1) 处理不良基底。

2) 处理滑坡，将各排土参数修复到设计范围内。

3) 疏通、加固或修复排水沟。

(6) 对于病级排土场，企业应采取以下措施限期消除隐患：

1) 采取措施控制排土沉降。

2) 将各排土参数修复到设计范围内。

3. 滑坡灾害防控措施

(1) 滑动破坏

1) 沿排土场内部的滑坡

2) 沿基底接触面的滑坡

3)沿软弱基底鼓起引起的排土场滑坡

4)当排土场坐落在软弱基底上时，由于基底强度低而产生滑移，并牵引排土场的滑坡

(2) 排土场滑坡防控措施

1)科学组织排土场前期设计与建设的论证工作。

2)完善排土规划体系，调整排土工艺。

3)完善排土场排水设施。

4)修建防护挡墙。

3. 坍塌灾害防控措施

(1)散落型坍塌

(2)滑动型坍塌

(3)流动型坍塌。

4. 泥石流灾害防控措施

(1) 第一是泥石流区含有丰富的松散岩土；

(2) 第二是山坡地形陡峻和较大的沟床纵坡；

(3) 第三是泥石流区的上中游有较大的汇水面积和充足的水源。

5. 排土场泥石流防控措施

(1)选择最合适的场址建设排弃场。

(2)合理控制排岩顺序避免形成软弱结构层。

(3)设立泥石流消能设施。开挖截水沟，消力池，导流渠，建立废石坝、拦泥坝等配套设施，防止水土流失造成滑坡和泥土流失等灾害的发生，增强排弃场的稳定性。

(4)积极处理排土场基底，避免发生基地软弱层滑坡型泥石流。

(5)坡面防渗层。

(6)植树造林，避免水土流失。

第三节 排土场安全管理

【考点一】

(一)排土场安全检查内容

1. 排土场稳定性安全检查的内容包括：排土参数、变形、裂缝、底鼓、滑坡等。

2. 检查排土参数：

(1) 测量各类型排土场段高、排土线长度，测量精度按生产测量精度要求。实测的排土参数应不超过设计的参数，特殊地段应检查是否有相应的措施。

(2) 测量各类型排土场的反坡坡度，每 100m 不少于 2 条剖面，测量精度按生产测量精度要求。实测的反坡坡度应在各类型排土场范围内。

(3) 汽车排土场测量安全挡墙的底宽、顶宽和高度，实测的安全挡墙的参数应符合不同型号汽车的安全挡墙要求。

(4) 铁路排土场测量线路坡度和曲率半径，测量精度按生产测量精度要求；挖掘机排土测量挖掘机至站立台阶坡顶线的距离，测量误差不大于 10 mm；各参数应满足相关规范的要求。

(5) 排土机排土测量外侧履带与台阶坡顶线之间的距离，测量误差不大于 10 mm；安全距离应大于设计要求。

(6) 检查排土场变形、裂缝情况。排土场出现不均匀沉降、裂缝时，应查明沉降量，裂缝的长度、宽度、走向等，判断危害程度。

(7) 检查排土场基底是否隆起。排土场地面出现隆起、裂缝时，应查明范围和隆起高度等，判断危害程度。

(8) 检查排土场滑坡。排土场滑坡时应检查滑坡位置、范围、形态和滑坡的动态趋势以及成因。

(9) 检查排土场坡脚外围滚石安全距离范围内是否有建构筑物，是否有耕种地，不得在该范围内从事任何活动。

(10) 排土参数检查，应测量排土场台阶高度、排土线长度；测量排土场的反坡坡度，每 100m 不少于 2 条剖面；测量道路运输排土场安全车挡的底宽、顶宽和高度；测量铁路运输排土场线路坡度和曲率半径；测量排土机排土外侧履带与台阶坡顶线之间的距离，测量误差不大于 10mm；排土场出现不均匀沉降、裂缝时，应查明沉降量和裂缝的长度、宽度、走向等，并判断危害程度；排土场地面出现隆起、裂缝时，应查明范围和隆起高度等，判断危害程度。

(二) 排土场排水构筑物与防洪体系的安全检查

1. 排水构筑物安全检查主要内容：构筑物有无变形、移位、损毁、淤堵，排水能力是否满足要求等。

2. 截洪沟断面检查内容：截洪沟断面尺寸，沿线山坡滑坡、塌方，护砌变形、破损、断裂和磨蚀，沟内物淤堵等。

3. 排土场下游设有泥石流拦挡设施的，检查拦挡坝是否完好，拦挡坝的断面尺寸及淤积库容。

4. 企业对非正常级排土场的检查周期：

(1) 对“危险”级排土场每周不少于 1 次。

(2) 对“病级”排土场每月不少于 1 次。

5. 在暴雨和汛期，应根据实际情况对排土场增加检查次数。检查中如发现重大隐患，必须立即采取措施进行整改，并向安全生产监督部门报告。

【考点二】

(一) 监测

1. 排土场监测范围

(1) 对无滑坡、破坏可能的排土场或虽有这种可能但不会危及生命财产安全、也不会影响土场正常生产、不至于造成生态环境破坏的排土场，并不需要监测。

(2) 山坡排土场，基底为硬岩，山坡坡角大于 27 度~30 度，有沿基底滑坡可能。

(3) 山坡排土场，基底为软弱岩层、厚层腐殖土或植物腐败层，排弃松散土体，山坡坡角近于或略小于 27°~30°，有沿弱层滑坡可能。

(4) 山坡排土场，基底为硬岩，存在着与山坡面倾向一致、倾角较小的构造弱面时，当山坡坡角小于 27°~30° 时，也存在沿构造弱面滑坡的可能。

(5) 较缓山坡，基底为硬岩，排土场堆料为坚硬岩块， $f = 3 \sim 10$ ，堆置高度大于 100m，排土场总体坡角大于 33°，有滑坡可能。对高度超过 200m 的排土场，可按坡角 30° 作为监测与否的依据。

(6) 复垦区陡边坡稳定问题，从排水系统、稳定及复垦出发，排土场的最终坡面角不应大于 27°，各排分

层间的台阶宽度最小应保持 5 m, 接近或超过此限值时考虑其稳定性监测。

(7) 排土场局部变形与破坏, 可按照对新建排土场以单位坡顶长度在单位时间内排入土体体积来表示废石流量指标, 其最佳值为 $150\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{d})$, 当排土场形成后, 可按实际沉降速度为指导。如冶金矿山的沉降速度极限一般为 3cm/h , 小于此值, 排土作业正常; 沉降速度增至 $3\sim 5\text{cm/h}$, 预示着 $3\sim 5$ 天内沉降速度仍会增加; 沉降速度增至 $5\sim 10\text{cm/h}$, $1\sim 2$ 天内将会塌陷, 超过 30cm/h , 破坏即将发生。

(8) 软弱地基排土场, 沉降变形超限可能会导致失稳。

(9) 由于软弱地基排土场超过基底极限承载能力而致失稳。

2. 排土场监测内容

(1) 监测排土场沉降压缩变形以及它与时间的相关性。

(2) 监测排土场某点在三维坐标上的变形与位移量以及它的影响因素。

(3) 研究排土场产生滑坡和泥石流的边界条件; 并对排土场滑坡和泥石流进行预报。

(4) 监测排土场内部不同深度的变形特征和位移。

(5) 对基底和排土场内部孔隙压力和降雨量、地表径流量等观测。

3. 排土场监测方法

(1) 排土场监测方法与失稳类别相对应, 有排土场顶面沉降及相邻山坡滑坡监测、局部变形与破坏监测、地鼓与滑坡监测、泥石流监测等。

1) 精密位移与沉降观测。

2) 排土场顶部沉降观测。

3) 排土场坡面形态及坡角测量。

4) 排土场坡脚处地鼓测量。

5) 排土场变形与破坏调查。

6) 其他方面的测量。

(二) 关闭与复垦

1. 排土场关闭

(1) 排土场关闭设计是按照《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423)和《金属非金属矿山排土场安全生产规则》(AQ 2005)制定的。矿山企业在排土场结束时, 必须整理排土场资料, 编制排土场关闭报告。

1) 排土场资料主要包括排土场设计资料、排土场最终平面图、排土场工程水文地质资料、排土场安全稳定性评价资料、排土场复垦规划资料等。

2) 排土场关闭报告主要包括结束时的排土场平面图、结束时排土场安全稳定性评价报告、结束时的排土场周围状况、排土场复垦规划等。

3) 排土场最终境界安全稳定性评价要由具备资质的中介技术服务机构进行。不符合安全条件的, 评价单位要提出治理措施; 企业要按措施要求进行治理; 并报安全生产监督管理部门备案。关闭后的排土场安全管理工作由原企业负责, 破产企业关闭后的排土场, 由当地政府落实负责管理的单位或企业。关闭后的排土场重新启用或改作他用时, 必须经过可行性设计论证, 并报安全生产监督管理部门审查批准。

4) 排土场关闭设计的目的是保证安全, 因此设计内容主要包含排土场永久存在的安全对策措施设计、复垦方案设计、安全管理要求, 一般情况下排土场关闭设计应以排土场稳定性研究成果和相关工程地质、水文

地质勘察为依据进行。

(2) 排土场关闭设计需要依据大量排土场原设计及评价资料。

- 1) 排土场设计文件主要指排土场原初步设计或施工图设计文件等。
 - 2) 排土场实际堆排状态图是指排土场现状图，同时需要了解排土场堆排过程不同年份的状态图，为了解和进行排土场稳定性分析提供参考。
 - 3) 排土场相关工程地质、水文地质勘察资料主要是指排土场区的原始状态下的工程地质、水文地质勘察资料，包括定期检查时的勘察资料，对于一些未进行工程地质和水文地质勘察的老矿山排土场，可收集相关地区资料和地形资料进行分析。
 - 4) 排土场已采取的安全对策措施设计资料及相关竣工资料主要是指矿山已经实施的排土场安全措施设计及施工资料。了解排土场安全对策措施的可靠性和效果，为最终关闭设计采取的安全措施提供依据。主要包括堆石坝设计资料、截排洪工程设计资料、底部防渗及软弱基底土清除方面资料等。
 - 5) 排土场周边实际状况资料是指矿山周边设施的等级与类型资料，主要用于安全距离论证和环境影响分析等。包括排土场周边(特别是下游区域)的铁路、公路、村庄、工业实施、水源、湖泊、农田和其他设施等。
 - 6) 排土场土地复垦规划设计资料及实施方案。矿山排土场关闭的复垦方案制定应与矿山建设之初的土地复垦规划和已经实施的复垦工程相协调，充分考虑原有复垦方案，特别是实施方案，考虑连续性和有效性。
 - 7) 排土场堆排物料的特征及力学性质试验报告，是指稳定性研究中大的排土场物料力学性质试验报告，物料粒度级配调查报告等，未进行相关论证研究的排土场，应在关闭设计前进行补充。
 - 8) 排土场相关稳定性论证及监测报告，主要是指在关闭设计前，由具备条件的设计单位或研究单位进行排土场稳定性分析论证，为排土场关闭设计中安全设施设计提出依据。相关研究主要针对排土场堆排现状进行。
- (3) 排土场关闭设计最重要的原则是保证排土场永久存在的安全可靠性，核心是安全稳定性。对于沟谷型排土场应完善其上游区域的排洪设施。排土场关闭设计的安全设计标准要略高于设计规范的标准。
- (4) 排土场关闭设计包含以下内容：
- 1) 排土场稳定性分析应依据具备条件的设计单位或研究单位进行的排土场稳定性分析论证报告进行。具体内容包括排土场基底土特征分析；排土场堆排物料特征及力学性质分析；排土场台阶与总体稳定性计算分析，排土场是否存在病害及等级。
 - 2) 周边设施的安全影响分析。具体设计内容包括周边设施的类型与等级，安全距离，安全保证措施，环境保护要求等。
 - 3) 排土场安全及综合治理措施。具体设计内容是根据排土场稳定性分析结论和周边设施特征提出并设计满足排土场永久运行安全的措施工程，保证不对下游和周边设施造成环境与安全风险。综合治理措施应体现出技术合理性、安全可靠性和经济实用型，便于管理，并与后期的复垦方案相协调。同时为排土场的未来利用创造条件。
 - 4) 安全管理对策。设计内容应结合现行《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423)、《金属非金属矿山排土场安全生产规则》(AQ 2005)及相关法律、法规等提出。
 - 5) 由于矿山排土场关闭后，原矿山企业仍对排土场的安全管理负责，但考虑在安全监测方面的可操作性，在关闭设计中主要是通过加强本质安全为设计原则，监测方案应选择简单、可行的方案。最重要的是提出针对极端天气条件下的安全监测要求。

(5) 排土场综合利用应严格按照相关规范要求执行。开挖与综合利用应依据矿山开采设计要求执行，特别是利用过程不应过早破坏排土场关闭设计中实施的安全对策措施。开挖与利用应有序开展，并按照管理与审批程序进行，应有详细设计。

(6) 地方或企业利用排土场空间实施相关的公用设施时，应按照相关审批程序进行，并进行充分论证。满足安全环保和土地复垦规划要求，同时不能破坏排土场关闭设计中实施的安全对策措施。

2. 排土场复垦

(1) 复垦规划内容应包括复垦的基本原则和目标，并明确复垦方向、复垦措施、复垦率、复垦工作计划、落实资金渠道。

(2) 复垦应本着“因地制宜”的方针，宜农则农，宜林则林，宜建则建进行。条件允许的地方，应优先复垦为耕地。

(3) 应根据当地自然环境条件和复垦方向制定合理的工程技术措施和生物化学措施。

(4) 排土场复垦应贯穿于矿山开发的全过程，应合理安排岩土排放次序。

(5) 排土场复垦应在停排以后 3 年内完成，应根据排土计划合理安排复垦工作计划。

(6) 应明确排土场复垦资金来源。

(7) 排土场最终坡度、土壤质量、生产力水平和配套设施应与复垦方向相适应。

(8) 配套设施应有合理的道路设施，排水设施应满足场地要求，应有控制水土流失措施，特别是控制边坡水土流失措施。

(9) 排土场复垦，应制定切实可行的复垦规划，达到最终境界的台阶先行复垦；复垦规划包括场地的整平、表土的采集与铺垫、覆土厚度、适宜生长植物的选择等；关闭后的排土场未完全复垦或未复垦的，矿山企业应留有足够的复垦资金。

第六章 矿山自然与地质灾害防治技术

第一节 矿山自然与地质灾害类型

【考点一】

(一) 暴雨灾害。

1. 每小时降雨量在 16mm 以上，或连续 12h 降雨量在 30mm 以上、24h 降水量为 50mm 或以上的雨称为暴雨。

(1) 24 h 降水量为 50~99.9 mm 称暴雨；

(2) 24h 降水量为 100~249.9mm 之间为大暴雨；

(3) 24h 降水量 250mm 以上称特大暴雨。

(二) 洪水灾害

1. 洪水标准三要素有洪峰、洪量和洪水位 3 个重要数据。

(1) 洪峰是指一次暴雨洪水发生的最大流量数值；

(2) 洪量是指一次暴雨洪水产生的洪水总量；

(3) 洪水位是指一次暴雨洪水引起河道或库水位上涨达到的数值(计量单位为 m, 其最大值称为最高洪水位)。

（三）泥石流灾害

1. 泥石流形成的条件。泥石流的形成必须同时具备 3 个基本条件，即地形条件、地质条件和气象水文条件。
2. 泥石流的分类。泥石流按其形成因素包括了自然泥石流和人工泥石流
3. 滑坡灾害的生成条件
 - (1) 地质条件
 - (2) 地貌条件
 - (3) 自然诱发条件
 - (4) 地下水
 - (5) 人为诱发条件

（四）山体滑坡的发育

1. 蠕动变形阶段。斜坡内部的平衡遭受破坏，产生微小滑动，形成拉张裂隙和剪切裂隙，滑动面逐渐形成。
2. 剧烈滑支阶段。滑动面已形成，滑坡体向下滑动，滑坡的各种地貌形态都基本形成。
3. 渐趋稳定或稳定阶段。滑坡体重心降低且基本稳定，在自重作用下，滑坡体内逐渐压实，地表裂缝逐渐闭合。

（五）崩塌

1. 崩塌形成条件

矿区内崩塌的形成主要受地形地貌、地层岩性及其组合关系、地质构造影响。地形上具高陡临空面，多位于悬崖峭壁或人工切坡上部。岩性一般为灰岩、白云岩夹页岩、砂岩，灰岩、白云岩抗风化能力强，页岩、砂岩抗风化能力弱；岩性组合上有单一岩性型、硬加软性和上硬下软型。地质构造发育，岩体完整性较差，裂隙极发育。

（六）边坡滚石灾害

1. 滚石灾害是指个别块石因某种原因从边坡和陡崖表面失稳后经过下落、回弹、跳跃、滚动或滑动等运动方式中的一种或几种的组合沿着坡面向下快速运动，最后在较平缓的地带或障碍物附近静止下来的一个动力学过程。

（七）海啸

1. 海啸是由海底地震、火山喷发、泥石流、滑坡等海底地形突然变化所引发的具有超长波长和周期的大洋行波。
2. 海啸的产生条件
 - (1) 深海。
 - (2) 大地震。只有 7 级以上的大地震才能产生海啸灾害，小地震产生的海啸不能形成灾害。
 - (3) 开阔并逐渐变浅的海岸条件。

（八）雷电

1. 雷电的危害按其破坏因素可归纳为 3 类。

- (1) 电性质破坏
- (2) 热性质破坏
- (3) 机械性质破坏

第二节 矿山自然灾害防治技术

【考点一】

(一) 暴雨灾害防控措施

1. 矿山企业要做好预报工作，与相关的气象预报部门保持密切的联系，在雨季时期密切关注天气的变化。
2. 地下矿山企业在大雨和暴雨期间不得进行井下作业，必须停产撤人。

(二) 洪水灾害防控措施

1. 洪水灾害具有明显的季节性，雨季是矿山地面防水的重要时期。为防止矿山遭受洪水灾害，对正常生产的矿山来说，每年雨季前应组织一次地表防水工程检查，并编制防水计划，其工程应在雨季前竣工，确保地面防洪工程畅通和可靠。

(1) 滨海的中型及以上的工矿企业，当按防洪标准确定的设计高潮位低于当地历史最高潮位时，应采用当地历史最高潮位进行校核。

(2) 地下采矿业的坑口、井口等重要部位，井口标高应高于当地历史最高洪水位 1m 以上。工业场地的地面标高，应当高于当地历史最高洪水位。特殊情况下达不到要求的，应以历史最高洪水位为防水标准修筑防洪堤，井口应筑人工岛，使井口高于最高洪水位 1m 以上。

(三) 泥石流灾害防控措施

1. 工程措施

- (1) 跨越工程
- (2) 穿越工程
- (3) 防护工程
- (4) 排导工程

2. 排水预防

(1) 排除地表水。常用的地表排水方法，是在滑坡可能发展的边界 5m 以外，设置一条或数条环形截水沟，用以拦截普遍引自斜坡上部流向斜坡的水流。通常，沟深和沟底宽度都不小于 0.6m。

(2) 排除地下水。地下水通常是诱发滑坡的主要因素，排除有害的地下水，尤其是滑带水，成为治理滑坡的一项有效措施。

- 1) 截水盲沟
- 2) 支撑盲沟。
- 3) 仰斜孔群。
- 4) 垂直孔群
- 5) 防止水对坡脚的冲刷。

3. 工程结构治理

- (1) 抗滑片石垛
- (2) 抗滑挡墙
- (3) 抗滑桩
- (4) 锚固
- (5) 减载

(四) 滚石灾害防控措施

1. 柔性防护系统包括柔性金属拦截网和柔性被覆系统。
2. 刚性支护系统主要是挡石墙和挡石墩。

(五) 台风灾害防控措施

1. 台风来临时，受台风影响的矿山井要停产，撤出所有工作人员。
2. 台风过后，要抓好矿山复产前的安全检查工作。
3. 恢复生产前，要督促地下矿山企业对矿区地表存有积水的沟塘及时进行疏干和治理，防止地表积水灌入井下；加强井下掘进、采矿的探放水工作，严格落实“有疑必探、先探后掘”工作制度，严防透水、淹井事故的发生。同时，要对提升运输、通风、供电、防排水等系统及相关设备设施进行全面检查、测试；对竖井井筒、运输巷道、采场、水泵房、爆破物品库(发放站)、变配电硐室等重点部位和场所进行全面排查，防止坠井、冒顶片帮、中毒窒息、触电等事故的发生。

(六) 雷电灾害的防控措施

1. 矿山机械防雷电措施
 - (1) 安装避雷针装置
 - (2) 对矿山机械控制装置装设过电压保护器

(七) 放射性灾害的防控措施

1. 铀矿开采和水冶生产应按规定要求采取辐射防护区。
2. 新建改建和扩建铀矿冶工程，应按国家现行标准《铀矿冶辐射防护规定》(EJ 993)的有关规定布置各类建(构)筑物，并应在其周围划定辐射防护距离。
3. 凡产生氡及其子体粉尘的场所，必须采取把有害物质浓度降到标准规定的限制浓度以下的防护措施。
4. 铀选冶厂集中排放的排气筒高度，应根据放射性物质的排放量，经过计算后，并结合当地气象地形人口分布等因素综合确定。

安全工程师

考点资料（专业科）

