



水利造价信息网

2022一级建造师

《水利水电工程管理与实务》精讲

主讲老师：王飞寒



1F414000 土石方工程





1F414001 土石方工程施工的土石分级

土石分级，依开挖方法、开挖难易、坚固系数等，共划分为16级，其中土分4级，岩石分12级。2017、2020考点

一、土的分级

土的等级	土的名称	自然湿重度	外观极其组成特性	开挖工具
I	砂土、种植土			用锹或 <u>略加脚踩开挖</u>
II	壤土、淤泥、含根种植土			用锹需用脚踩开挖
III	黏土、干燥黄土、干淤泥、 <u>含少量砾石的黏土</u>			用镐、三齿耙开挖或用锹需用力加脚踩开挖
IV	坚硬黏土、砾质黏土、含卵石黏土			用镐、 <u>三齿耙等开挖</u>



1F414001 土石方工程施工的土石分级

三、洞室开挖的围岩分类

地下洞室的围岩根据岩石强度、岩体完整程度、结构面状态、地下水和主要结构面产状等五项因素之和的总评分为基本依据，以围岩强度应力比为参考依据，进行工程地质分类。

围岩类别	围岩稳定性	围岩总评分T	围岩强度应力比S	支护类型
I	稳定。围岩可长期稳定	$T > 85$	> 4	不支护或局部锚杆或喷薄层混凝土
II 2019	基本稳定。围岩整体稳定	$85 \geq T > 65$	> 4	
III	稳定性差。局部塑性变形	$65 \geq T > 45$	> 2	喷混凝土、系统锚杆加钢筋网。
IV	不稳定。围岩自稳时间很短	$45 \geq T > 25$	> 2	喷混凝土、系统锚杆加钢筋网
V	极不稳定。围岩不能自稳	$T \leq 25$	—	混凝土衬砌。V类围岩拱架支撑



1F414001 土石方工程施工的土石分级

例题：

1. 砾质黏土属于（ ）类。

A. I

B. II

C. III

D. IV

答案：D



1F414001 土石方工程施工的土石分级

2. 围岩整体稳定, 不会产生塑性变形, 局部可能产生掉块的属于 ()。

A. II类围岩

B. III类围岩

C. IV类围岩

D. V类围岩

答案: A

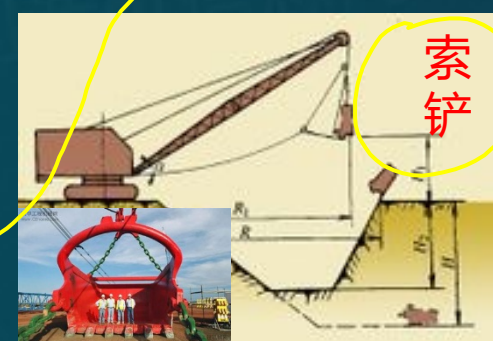
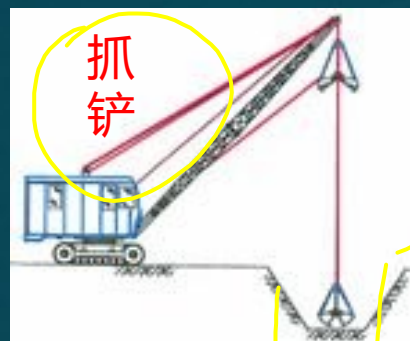
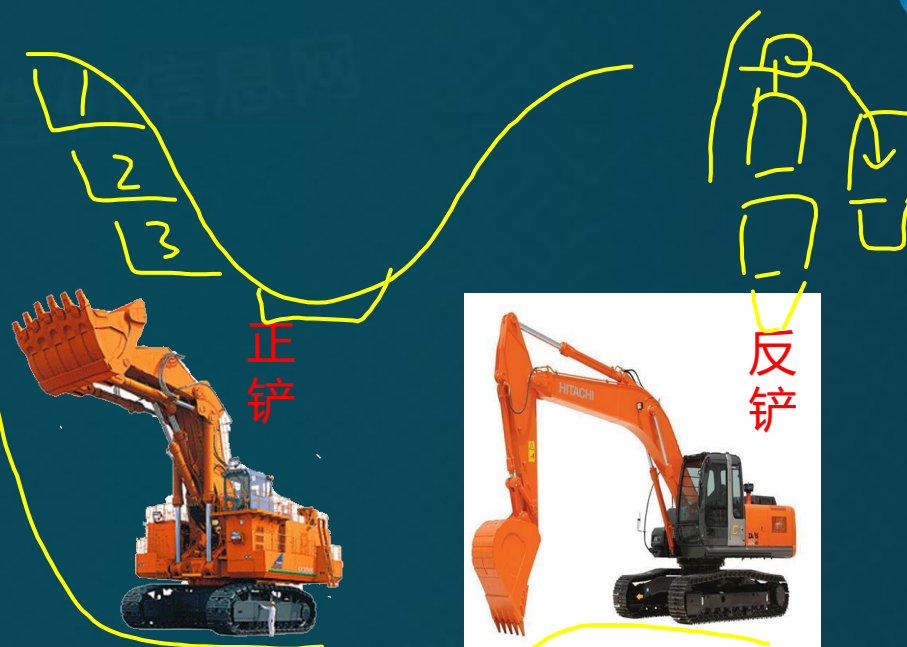
1F414002 土方开挖技术

开挖方式：自上而下开挖、上下结合开挖、先岸坡后河槽开挖和分期分段开挖等。

开挖方法：机械开挖、人工开挖等。

一、机械开挖

1. 挖掘机。从工作装置方面，挖掘机分为正铲、反铲、索铲和抓斗。





1F414002 土方开挖技术

机械类型	特点	工作方式	适用
正铲	向前向上，强制切土； 稳定性好、生产率高。 停机面以上的掌子	侧向开挖，正向开挖	I ~ IV类土，爆破石渣的挖掘
反铲	向后向下，强制切土。 停机面以下的掌子	沟端开挖，沟侧开挖	I ~ III类土，深度不大的基槽和水下石渣 (2013案例)
抓铲	自重切土。停机面以上及以下的掌子		I ~ II类土，狭窄而深的集水井、深井及挖掘深水中的物料；
索铲	自重切土，斗容量较大。 停机面以下的掌子		深度较大的基槽，沟渠和水下土石



1F414002 土方开挖技术

2. 装载机。能进行集渣、装载、推运、平整、起重及牵引等工作，生产率较高，购置费用低。



1F414002 土方开挖技术

3. 推土机。平整场地、边坡与道路，开挖基坑、骨料与浅沟渠，回填沟槽，以及推树拔根等。运距不超过60m为宜。

开行方式：穿梭式。两侧加挡板，沟槽法推土，并列推土等措施。





1F414002 土方开挖技术

4. 铲运机。有拖式和自行式两类。 集开挖、运输和铺填三项工序于一身的设备。

开行方式有环形（高差1.5m以内）和 “8”字形（超过1.5m）两种。





1F414002 土方开挖技术

5. 机械设备配套原则

选择挖土和运输机械时，应考虑工程量的大小，此外，在选择土方开挖运输机械时，应尽可能选用容量大、数量少、型号规格单一的机械，便于管理和修配。

二、闸坝基础人工开挖

先挖出排水沟，然后再分层下挖。临近设计高程时，应留出0.2~0.3m的保护层暂不开挖，待上部结构施工时，再予挖除。

开挖方法：全面逐层下降，也可分区台阶状下挖，分区台阶状下挖方式有利于布置出土坡道，组织施工也较方便。



1F414002 土方开挖技术



(a)

(b)

图1F414003 基础分层开挖示意图

(a) 全面逐层下挖; (b) 分区台阶状下挖



1F414002 土方开挖技术

例题：

1.适用于开挖有黏性的土壤，集开挖、运输和铺填三项工序于一身的施工机械是（ ）。

- A. 铲运机
- B. 正向挖掘机
- C. 拉铲挖掘机
- D. 装载机

答案：A



1F414002 土方开挖技术

例题：

2.在闸坝基础人工开挖过程中，临近设计高程时，保护层暂不开挖的范围是（ ）。

A. 0.2 ~ 0.3m

B. 0.1 ~ 0.3m

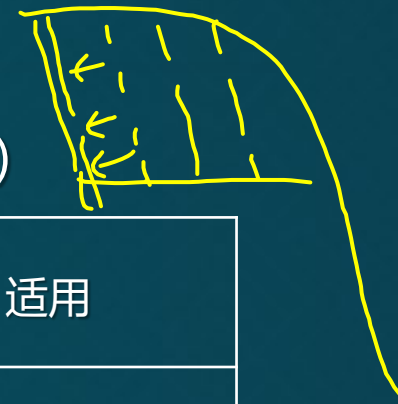
C. 0.2 ~ 0.4m

D. 0.3 ~ 0.5m

答案：A



1F414003 石方开挖技术

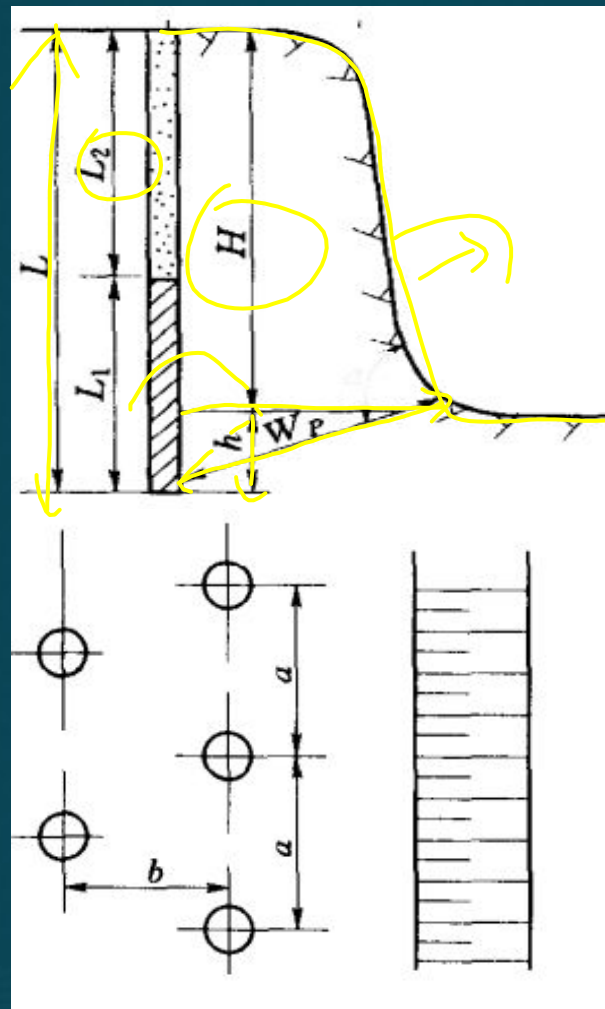


一、开挖方法（明挖爆破、地下洞室爆破和水下爆破等）

爆破类型	概念	特点	适用
浅孔 2011	孔径小于75mm、深度小于5m	均匀破碎介质，操作简单，适应各种地形条件，便于控制开挖面的形状和规格。钻孔工作量大，生产率较低。	基坑、渠道、隧洞的开挖和采石场作业
深孔 2010	孔径大于75mm、孔深大于5m	生产率高，简化起爆操作过程及劳动组织。钻孔设备复杂，设备费高	大型基坑开挖和大型采石场开采
预裂 2016	开挖轮廓上的预裂炮孔，先行爆破，获得一条预裂缝	保留岩体完整或邻近建筑物免受爆破破坏	广泛（露天）
光面	先爆主爆区，后将保护层的“光爆层”爆除	洞室开挖壁面平整	洞室开挖（洞内）

1F414003 石方开挖技术

爆破参数：梯段高度 H 、钻孔直径 d 、底盘抵抗线 W_d 、炮孔间距 a 和排距 b 、超钻深度 ΔH 、钻孔深度 L 、堵塞长度 L_1 及单孔装药量 Q 等。



1F414003 石方开挖技术



预裂爆破



光面爆破



1F414003 石方开挖技术

二、基础开挖

岩石基坑开挖遵循“自上而下分层开挖”的原则，主要采用深孔爆破。保护层开挖一般要求分层开挖（分三层）。也可一次爆破开挖（控制爆破）。2020考点

三、爆破后检查（）

(1)明挖爆破：爆后5min进入工作面；当不能确定有无盲炮时，应在爆破后15min进入工作面。

(2)地下洞室爆破：爆后15min，洞室内空气合格后，方可准许人员进入工作面。

(3)拆除爆破：待倒塌建（构）筑物和保留建（构）筑物稳定之后，方可准许人员进入现场。



1F414003 石方开挖技术

四、爆破公害控制（振动、飞石、噪声、粉尘和有害气体）

锚索灌浆、锚杆灌浆、喷混凝土的强度达到设计强度的70%以前，其20m范围内不允许爆破。

爆破飞石对人员的安全运行距离（露天岩石爆破）		表1F414003-2
爆破方法	最小安全允许距离（m）	
裸露药包爆破法破大块	400	
浅孔爆破法破大块	300	
浅孔台阶爆破	200（复杂地质条件下或未形成台阶工作面时不小于300）	
深孔台阶爆破	按设计，但不小于200	
洞（硐）室爆破	按设计，但不小于300	



1F414003 石方开挖技术

例题：

1.大型基坑开挖和大型采石场开采的主要爆破方法是（ ）。

- A. 浅孔爆破法
- B. 深孔爆破法
- C. 洞室爆破法
- D. 光面爆破法

答案：B



1F414003 石方开挖技术

例题：

2.与浅孔爆破法相比，深孔爆破法具有的特点有（ ）。

A. 单位体积岩石所需的钻孔工作量较小

B. 单位耗药量低

C. 劳动生产率高

D. 能均匀破碎~~介质~~

E. 钻孔设备复杂

答案：ABCE

1F414004 锚固技术

一、锚固技术的概念

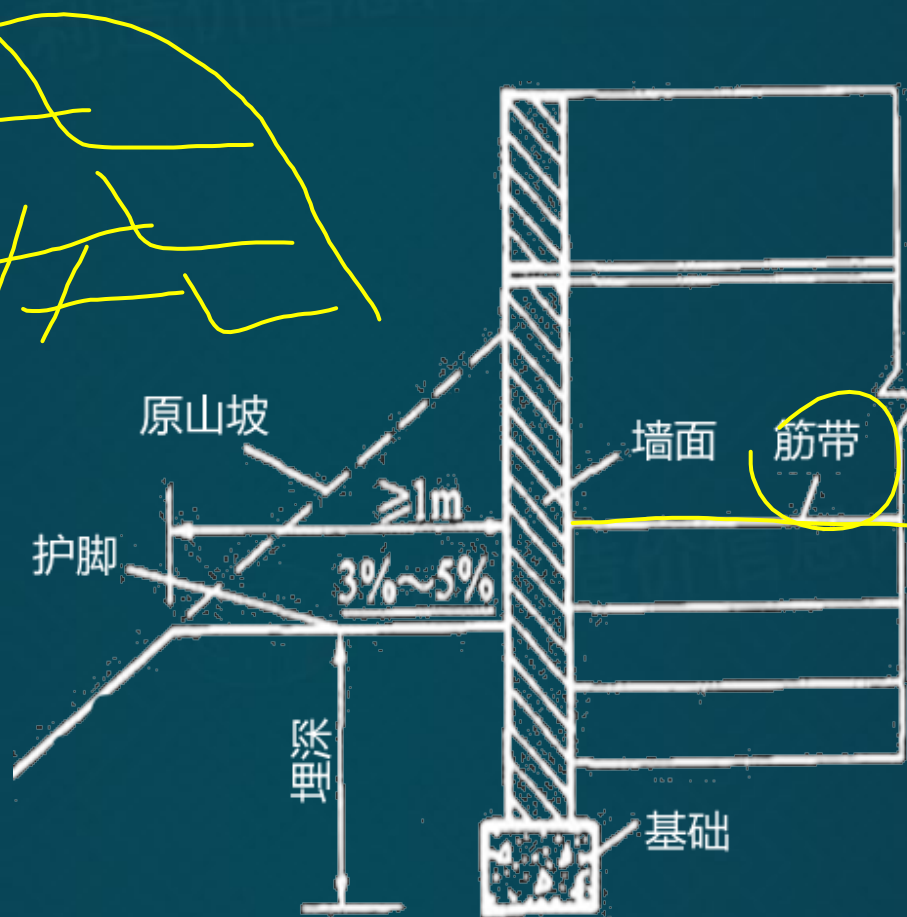
天然地层：钻孔灌浆。

人工填土：锚定板和加筋

土两种方式。

二、锚固的应用领域

边坡稳定工程、深基坑工程与抗浮工程、抵抗倾覆的结构工程、地下工程等。





1F414004 锚固技术



1F414004 锚固技术

三、地下洞室的锚固

锚喷支护：喷混凝土支护、锚杆支护、喷混凝土锚杆支护、喷混凝土锚杆钢筋网支护和喷混凝土锚杆钢拱架支护等不同支护形式的统称。可用作临时性支护结构，也可用作永久性支护结构。





1F414004 锚固技术

1. 锚杆支护

有局部(随机)锚杆和系统锚杆。局部锚杆起到悬吊作用。
系统锚杆一般按梅花形排列，形成一连续加固拱，提高围岩的承载能力。2020考点

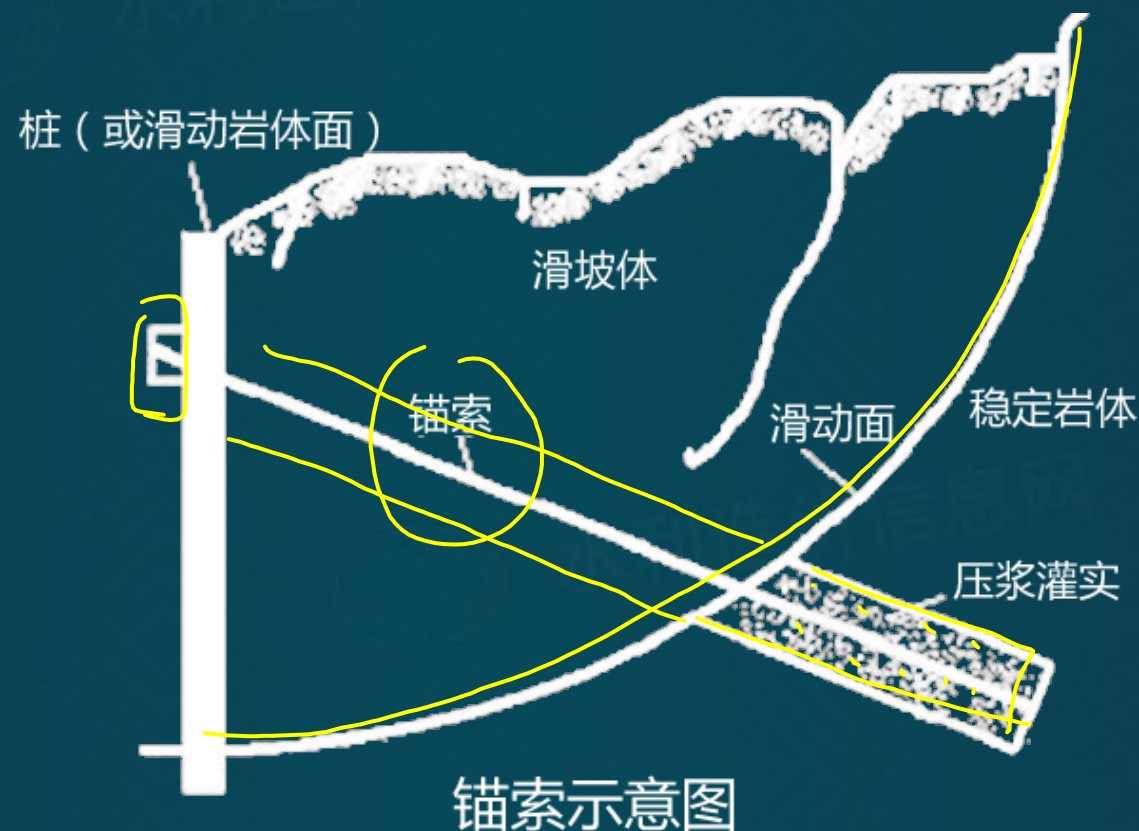
2. 喷混凝土支护

3. 钢筋网支护

洞室跨度较大或围岩较破碎时，可采用钢筋网支护。

1F414004 锚固技术

4. 预应力锚索
增加岩体的抗剪强度，并对岩体起加固作用，增大岩层间的挤压力。预应力锚索分为有粘结和无粘结锚索两种。





1F414004 锚固技术

例题：人工填土中的锚固方法包括（ ）。

- A. 钻孔回填
- B. 锚定板
- C. 简易灌浆
- D. 加筋土
- E. 预压灌浆

答案：BD



1F414005 地下工程施工

按倾角可划分为平洞（倾角小于等于 6° ）、斜井（倾角 $6^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ）、竖井三类。地下工程按规模分为特小断面、小断面、中断面、大断面和特大断面五类。

断面分类	断面积 (m^2)	跨度 (m)
特小断面	≤ 10	≤ 3
小断面	10~25	3~5
中断面	25~100	5~10
大断面	100~225	10~15
特大断面	> 225	> 15



1F414005 地下工程施工

一、洞口开挖

洞口开挖前，应对洞口岩体稳定性进行分析，确定开挖方法、支护措施和洞口边坡加固方案。洞口削坡应自上而下分层进行。

二、平洞开挖

中小断面洞室，宜采用全断面开挖；大断面、特大断面宜采用分层、分区开挖。

开挖循环进尺：IV类围岩中一般控制在2m以内，V类围岩中一般控制在1m以内。



水利造价信息网

谢谢收看!