



水利造价信息网

2021二级建造师 精讲课程

《水利水电工程管理与实务》

主讲老师：王飞寒

2F313000

水利水电工程主体工程施工



2F313010 土石方开挖工程

2F313011 土方开挖技术

一、土的工程分类

依开挖方法、开挖难易程度等，土分4类。(2015、2018考点)



土的工程分类 (2013案例考点)

土的等级	土的名称	自然湿重度 (kN/m^3)	外观极其 组成特性	开挖工具
I	砂土、种植土			用锹或略加脚踩开挖
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、含少量砾 石的黏土			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、三齿耙等开挖

二、开挖方式

包括自上而下开挖、上下结合开挖、先岸坡后河槽开挖和分期分段开挖等。

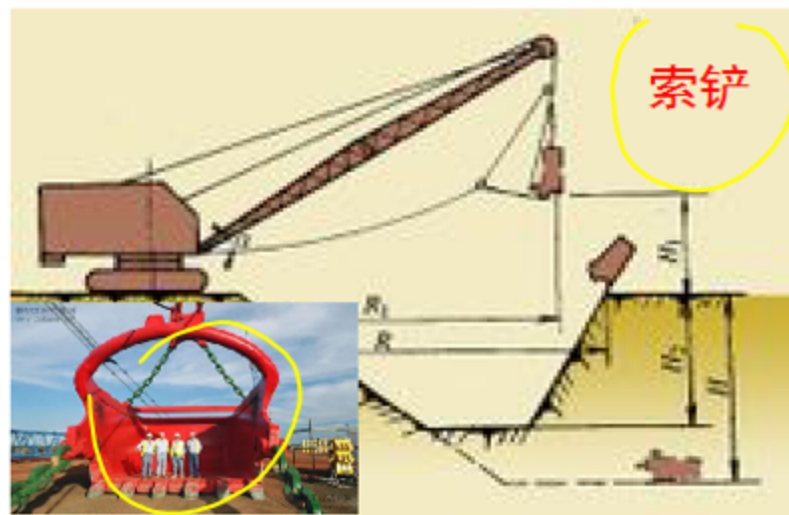
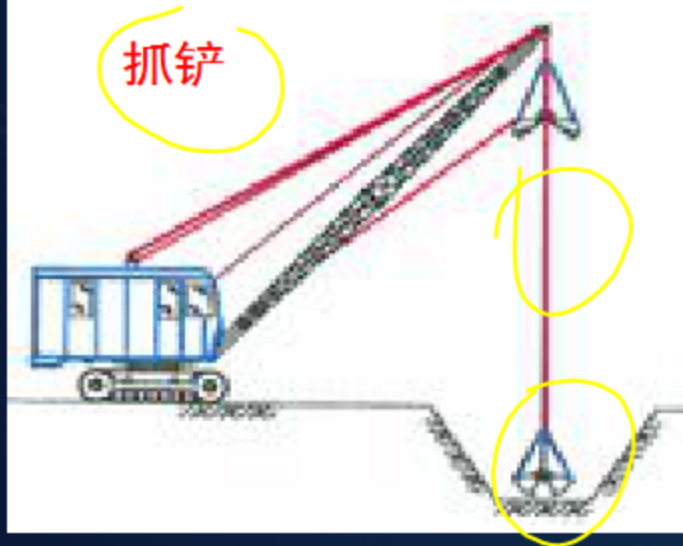
三、开挖方法

有机械开挖、人工开挖等。

(一) 机械开挖

有挖掘机、推土机、铲运机和装载机等。





1. 挖掘机

(1) 单斗挖掘机

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

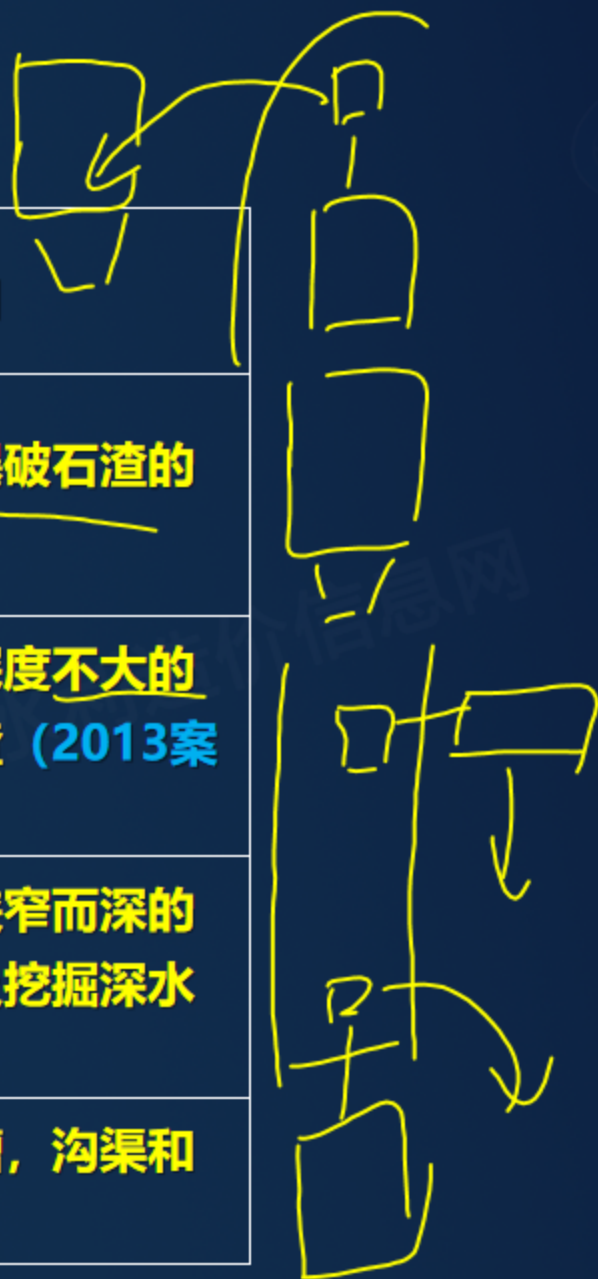




图 2F313011-1 正铲挖掘机作业方式

(a)正向开挖；(b)侧向开挖

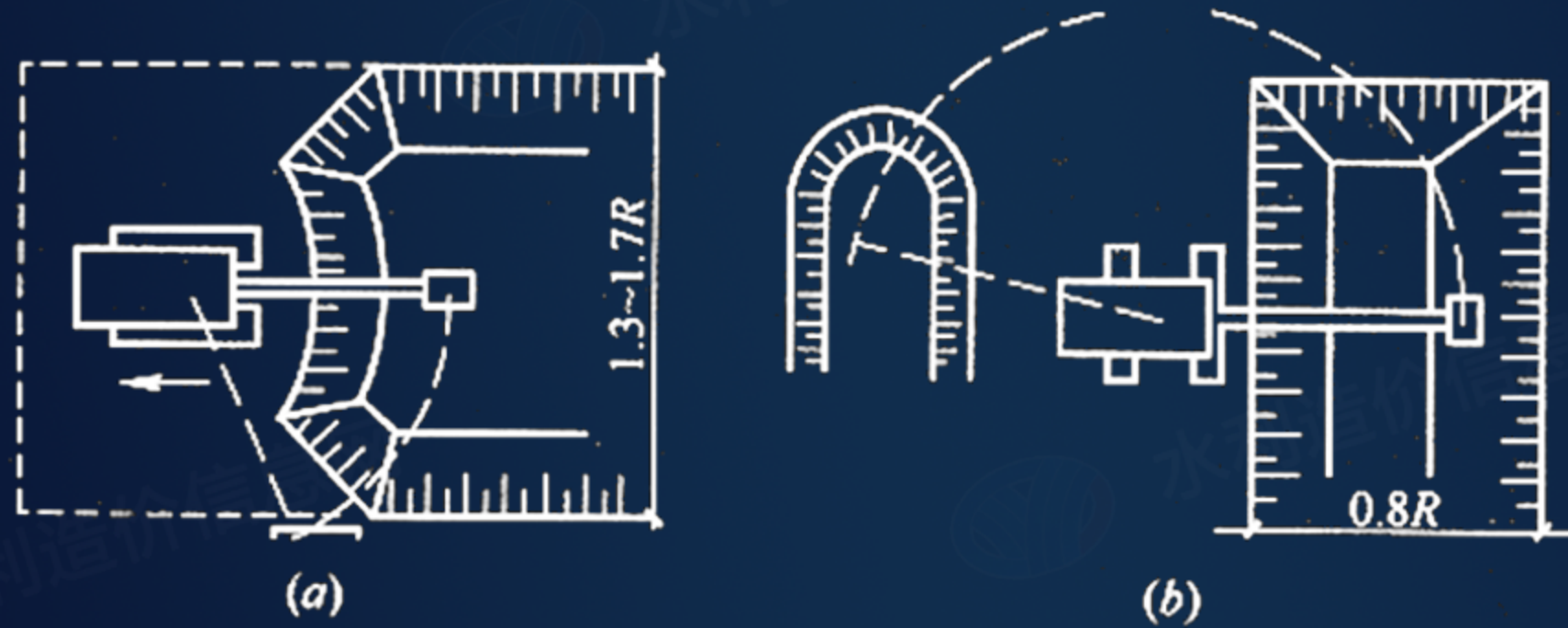


图 2F313011-2 反铲挖掘机作业方式

(a)沟端开挖；(b)沟侧开挖

(2)多斗挖掘机

一种连续工作的挖掘机械，从构造上可以分为链斗式、斗轮式和滚切式三种。



斗轮式



链斗式

2. 推土机

功能：推土、运土及卸土三种作业。宜用于100m以内运距、I ~ III类土的挖运。

适用：平整场地，开挖基坑，推平填方及压实，堆积土石料及回填沟槽等作业。

提高生产效率措施：可采用槽形开挖，分段铲土，集中推运，多机并列推土及下坡推土等方法。



3. 铲运机

功能：铲土、装土、运土、卸土。

分类：按操纵方式：液压式和机械式两类；按牵引方式：拖式和自行式两类；按卸土方式：强制式、半强制式和自由式卸土三类。（2014考点）

适用：平整场地、开采土料、修筑渠道和路基等。



4. 装载机

功能：装载松散物料的工程机械。

特点：工作效率高，用途广泛。



(二) 人工开挖

施工程序：先挖排水沟，然后分层下挖。
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，再予以挖除。

(2020考点)

溢洪道、渠道宜采用分段施工的平行流水
作业组织方式进行开挖。

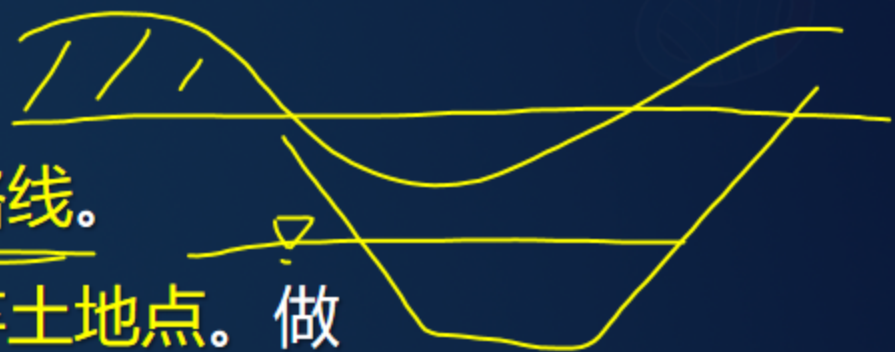
四、土方开挖的一般技术要求

(1) 合理布置开挖工作面和出土路线。

(2) 合理选择和布置出土地点和弃土地点。做好挖填方平衡，使得开挖出来的土方尽量用来作为填方土料。

(3) 开挖边坡，要防止塌滑，保证开挖安全。

(4) 地下水位以下土方的开挖，应根据施工方法的要求，切实做好排水工作。



习题：1. 可以用镐、三齿耙或用锹需用力加
脚踩开挖的土一般为（ ）类。

A. I

B. II

C. III ✓

D. IV

答案：C

习题：2. 土石方开挖不宜采用（ ）。

A. 自上而下开挖

B. 上下结合开挖

C. 自下而上开挖

D. 分期分段开挖

答案：C

2F313012 石方开挖技术

一、岩石的分类

1.按形成条件分类

(1) 火成岩(岩浆岩)。由岩浆侵入地壳上部或喷出地表凝固而成的岩石。火成岩主要包括花岗岩、闪长岩、辉长岩、辉绿岩、玄武岩等。(2017考点)

(2) 水成岩(沉积岩)。石灰岩和砂岩。(2013考点)

(3) 变质岩。片麻岩、大理岩和石英岩。(2014考点)

2.岩石的分级

根据坚固系数的大小分级。共分12级。即V~XVI级。

(2011考点)

二、石方开挖方法

(一) 露天石方开挖

1. 露天石方开挖的方法

(1) 钻孔爆破松动、挖掘机或装载机配自卸汽车出渣的开挖方法。

(2) 爆破方法：浅孔爆破法、深孔爆破法、洞室爆破法、预裂爆破法等。

(3) 工序：钻孔、装药、起爆、挖装和运卸等。

(二) 地下工程开挖方法

采用钻孔爆破方法进行开挖，使用机械开挖则有掘进机开挖法、盾构法和顶管法(顶进法)。

三、爆破技术

爆破类型	概念	特点	适用
浅孔	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	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	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



合理布置炮孔是提高爆破效率的关键，布置时应注意以下原则。（2020考点）

①炮孔方向最好不和最小抵抗线方向重合（冲天炮）。



②尽量利用和创造自由面，以提高爆破效率。

③一般应将炮孔与层面、节理等垂直或斜交；但当裂隙较宽时，不要穿过，以免漏气。



④炮孔应交错布置成梅花形，第一排先爆，然后第二排等等依次爆破，这样可以提高爆破效果。

（微差爆破）

浅孔爆破法常采用阶梯开挖法

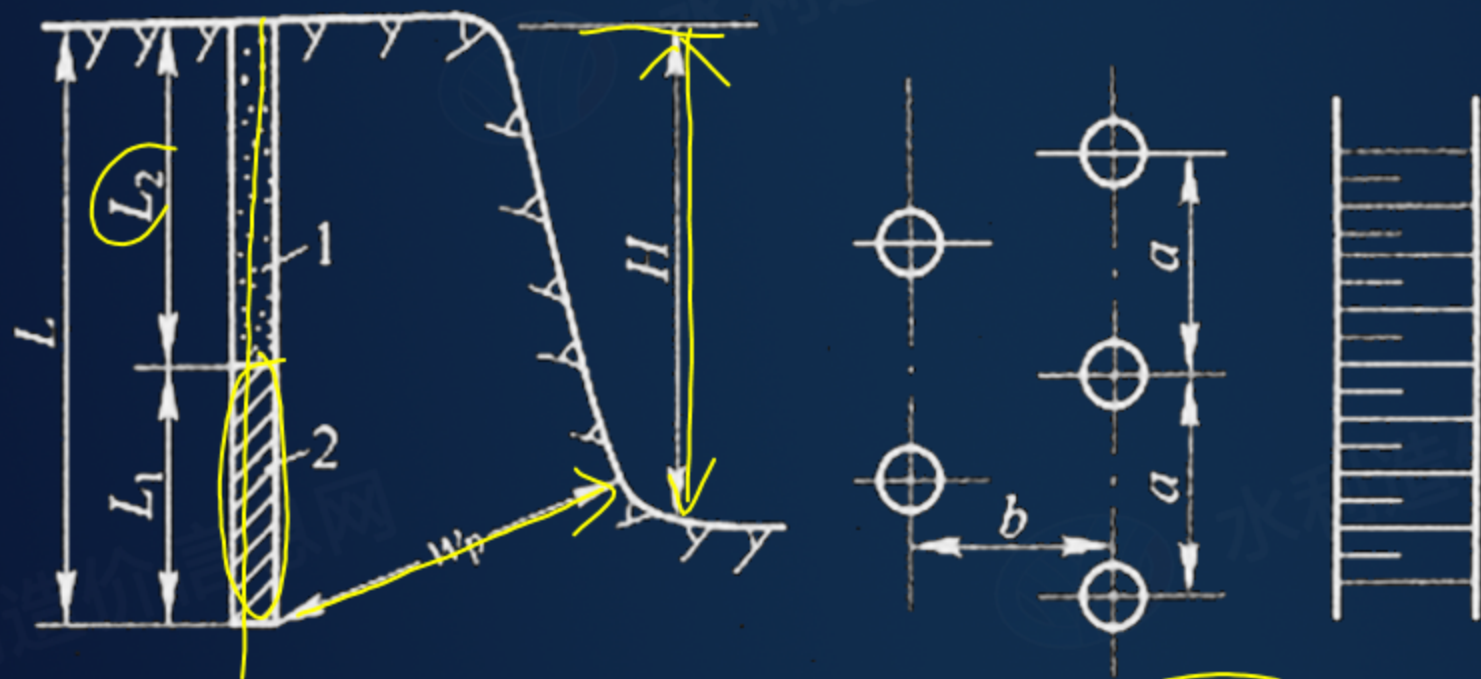


图 2F313012 浅孔爆破法阶梯开挖布置

1—堵塞物；2—药包

L_1 —装药深度； L_2 —堵塞深度； L —炮孔深度





预裂爆破

半孔字



光面爆破

习题：1. 可适应各种地形条件，便于控制开挖面的形状和规格的爆破方法是（ ）。

- 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： A

习题：2. 深孔爆破法是大型基坑开挖和大型采石场开采的主要方法，与浅孔法比较，具有的优点是（ ）。

- A. 单位体积岩石所需的钻孔工作量小
- B. 单位耗药量低
- C. 设备费低
- D. 简化起爆操作过程
- E. 劳动生产率高

答案：ABDE



水利造价信息网

谢谢收看!