

佑森教育2022年一级建造师【市政实务】

考点梳理

《轨道交通4 基坑变形控制与地基处理》



1K413020 明挖基坑施工

1K413023 基坑（槽）土方开挖及基坑变形控制

一、基本要求

(1) 基本规定如下：

2) 基坑周围地面应设排水沟，且应避免雨水、渗水等流入坑内；同时，基坑内也应设置必要的排水设施，保证开挖时及时排出雨水。放坡开挖时，应对坡顶、坡面、坡脚采取降水排水措施。当采取基坑内、外降水措施时，应按要求降水后方可开挖。

思考题：应对坡顶、坡面、坡脚采取“降排水”的具体措施是什么？



1K413020 明挖基坑施工

三、基坑的变形控制

(一) 基坑变形特征

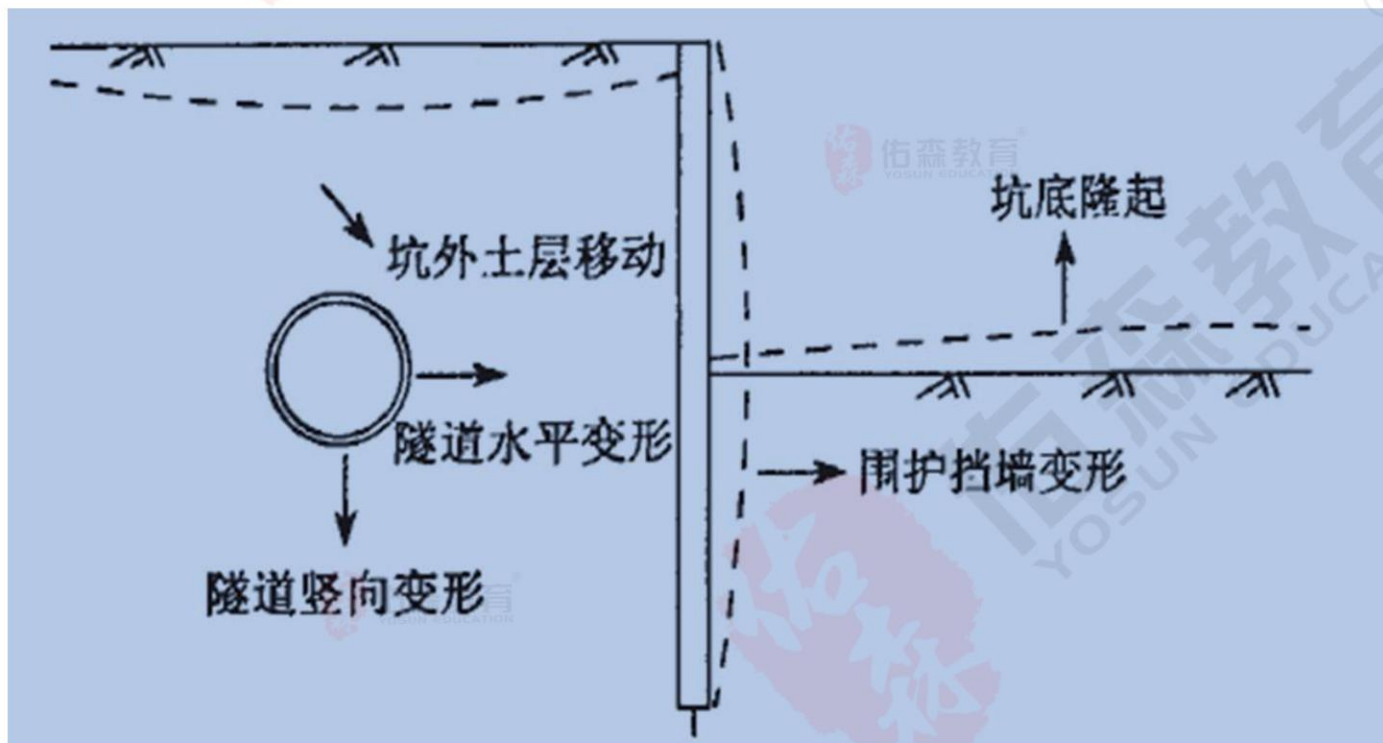
1. 土体变形

基坑开挖时，由于坑内开挖卸荷造成围护结构在内外压力差作用下产生水平向位移，进而引起围护外侧土体的变形，造成基坑外土体及邻近建（构）筑物等沉降；同时，开挖卸荷也会引起坑底土体隆起。**可以认为，基坑周围地层移动主要是由围护结构的水平位移和坑底土体隆起造成的。**

总结：土体变形原因——围护结构位移和坑底土体隆起

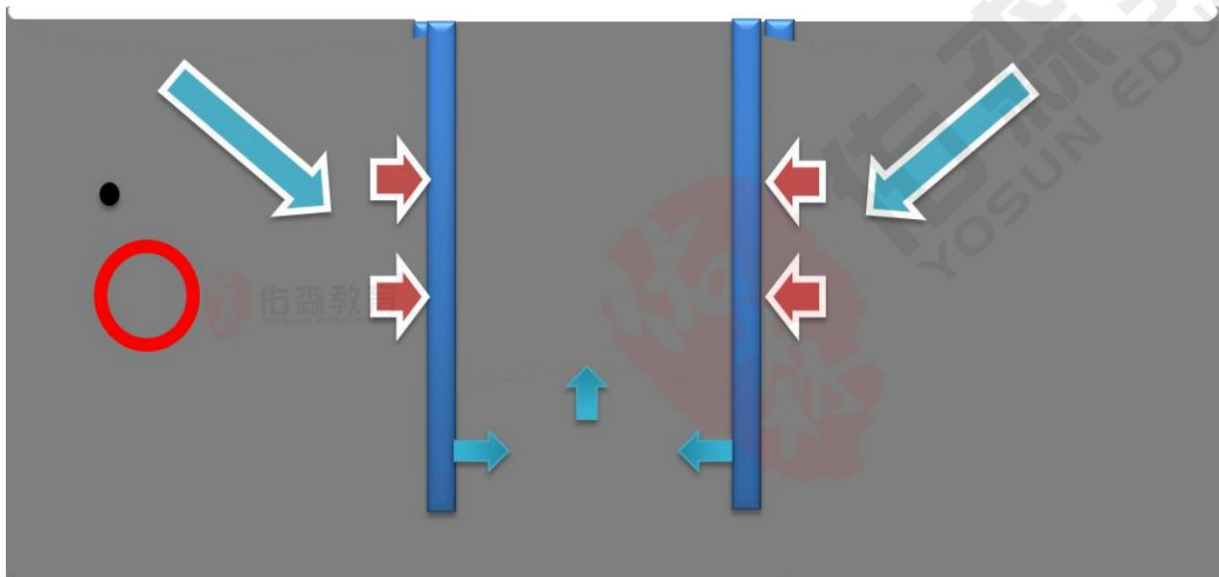


1K413020 明挖基坑施工



1K413020 明挖基坑施工

基坑周围地层移动主要是由围护结构的水平位移和坑底土体隆起造成的。



1K413020 明挖基坑施工

2.围护墙体水平变形

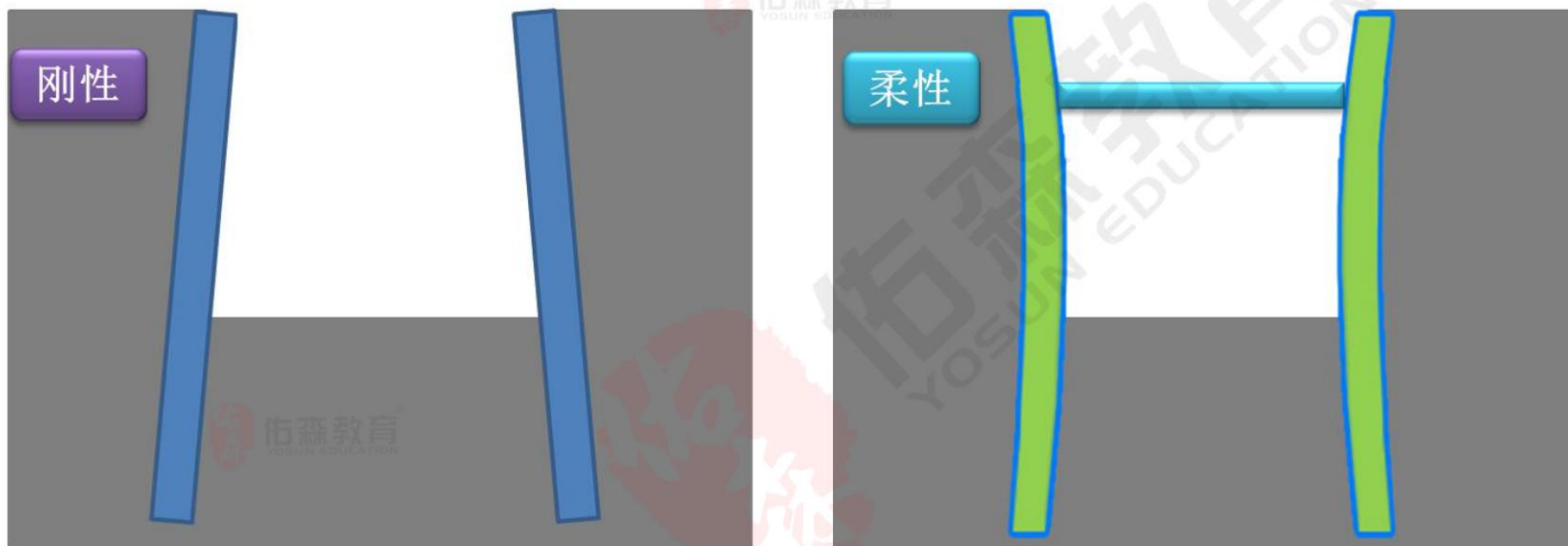
当基坑开挖较浅，还未设支撑时，不论对刚性墙体（如水泥土搅拌桩墙、旋喷桩墙等）还是柔性墙体（如钢板桩、地下连续墙等），均表现为墙顶位移最大，向基坑方向水平位移，呈三角形分布。随着基坑开挖深度的增加，刚性墙体继续表现为向基坑内的三角形水平位移或平行刚体位移；而一般柔性墙如果设支撑，则表现为墙顶位移不变或逐渐向基坑外移动，墙体腹部向基坑内凸出。

总结：围护墙体水平变形原因——开挖卸载



1K413020 明挖基坑施工

在基坑开挖过程中，刚性墙体和柔性墙体的变形特点如下图所示：



1K413020 明挖基坑施工

3.围护墙体竖向变位

墙体的竖向变位给基坑的稳定、地表沉降以及墙体自身的稳定性均带来极大的危害，特别是对于饱和的极为软弱地层中的基坑工程，**当围护桩或地下连续墙底因清孔不净有沉渣时，围护墙在开挖中会下沉，另外，当围护结构下方有顶管和盾构等穿越时，也会引起围护结构突然沉降。**

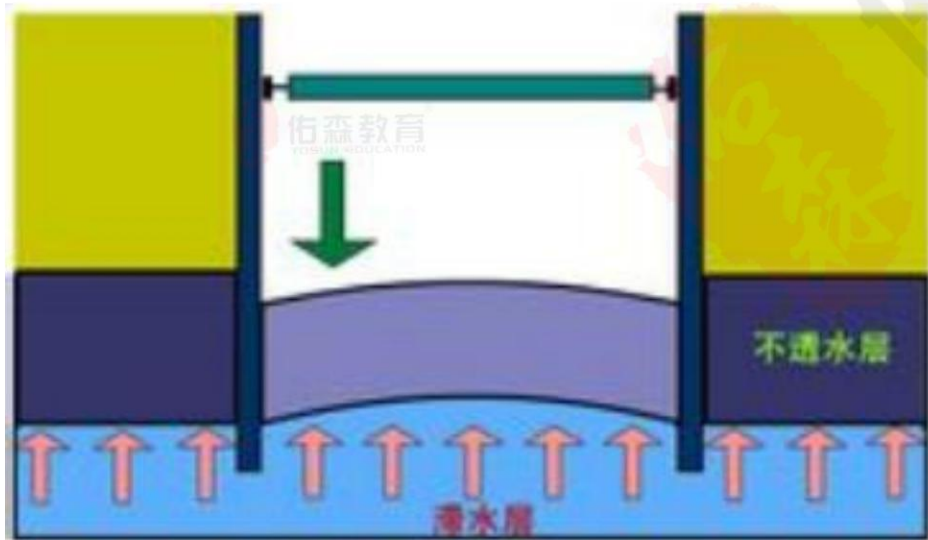
总结：围护墙体竖向变位原因——孔底沉渣，坑底穿越



4. 基坑底部的隆起

随着基坑的开挖卸载，基坑底出现隆起是必然的，但过大的坑底隆起往往是基坑险情的征兆。过大的坑底隆起可能是两种原因造成的：

(1) 基坑底不透水土层由于其自重不能够承受下方承压水水头压力而产生突然性隆起



1K413020 明挖基坑施工

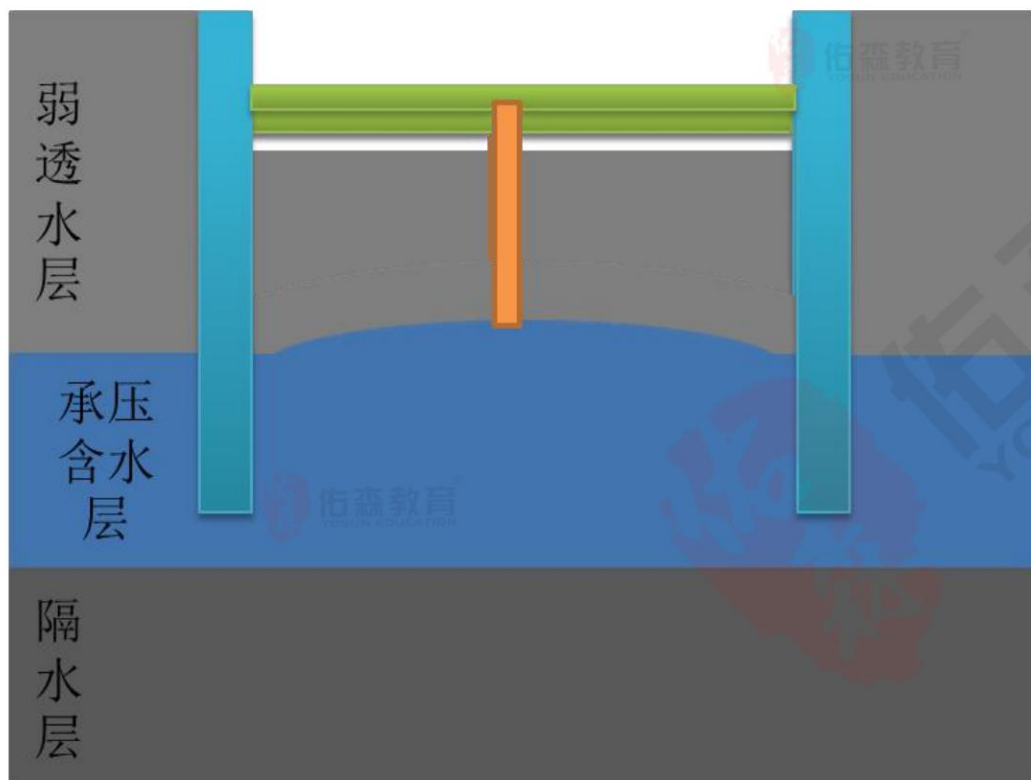
(2) 由于围护结构插入基坑底土层深度不足而产生坑内土体隆起破坏。基坑底土体的过大隆起可能会造成基坑围护结构失稳。另外，由于坑底隆起会造成立柱隆起，进一步造成支撑向上弯曲，可能引起支撑体系失稳。因此，基坑底土体的过大隆起是施工时应该尽量避免的。但由于基坑一直处于开挖过程，直接监测坑底土体隆起较为困难，**一般通过监测立柱变形来反映基坑底土体隆起情况。**

总结：坑底隆起原因——承压水头压力大，围护结构太浅，开挖卸载



1K413020 明挖基坑施工

基坑底部的隆起



1K413020 明挖基坑施工

(二) 基坑的变形控制

(2) 控制基坑变形的[®]主要方法有：★

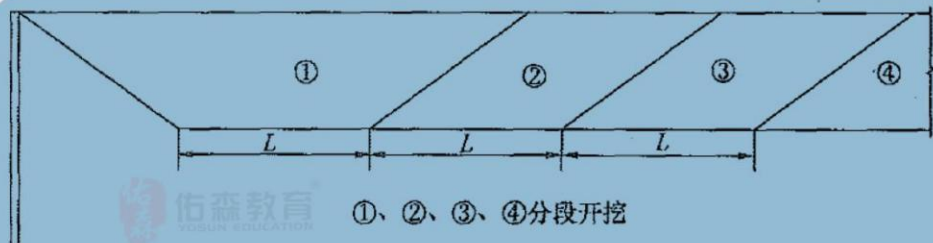
- 1) 增加围护结构和支撑的刚度。 不容易变形
- 2) 增加围护结构的入土深度。 不容易位移
- 3) 加固基坑内被动区土体。加固方法有墩式加固、满堂加固、格栅加固、抽条加固、裙边加固及抽条加固与裙边加固相结合的形式。 不容易破坏



1K413020 明挖基坑施工

4) **减小每次开挖围护结构处土体的尺寸和开挖后未及
时支撑的暴露时间**，这一点在软土地区施工时尤其有效。
例如，目前已建成的北京某地铁车站工程，在施工时就
要求在车站基坑开挖时，按设计要求分段开挖和浇筑底
板，每段开挖中又分层、分小段，并限时完成每小段的
开挖和支撑，具体见图1K413023-5。

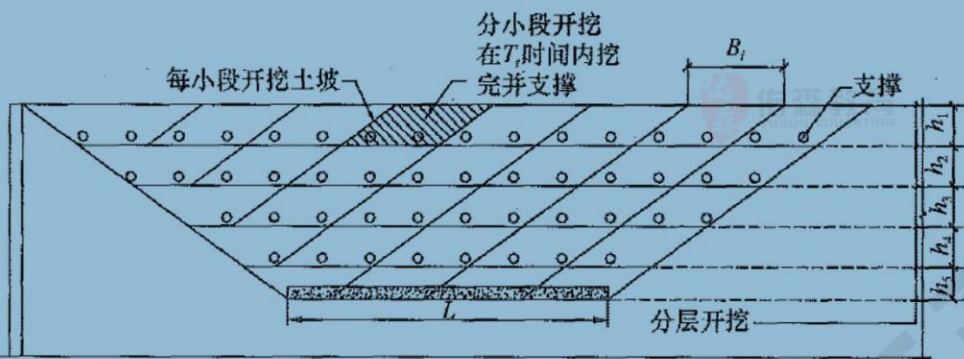




①、②、③、④分段开挖
车站基坑开挖及浇筑底板分段示意图

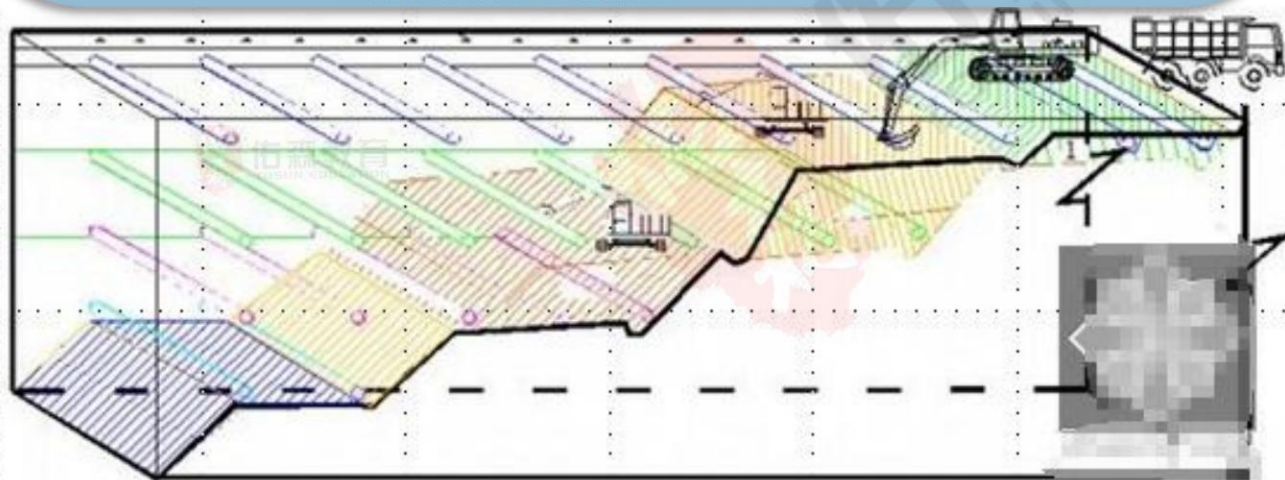
开挖参数应由设计规定，通常取值范围为：

分段长度： $L \leq 25\text{m}$ ，
每小段宽度： $B_i = 3 \sim 6\text{m}$



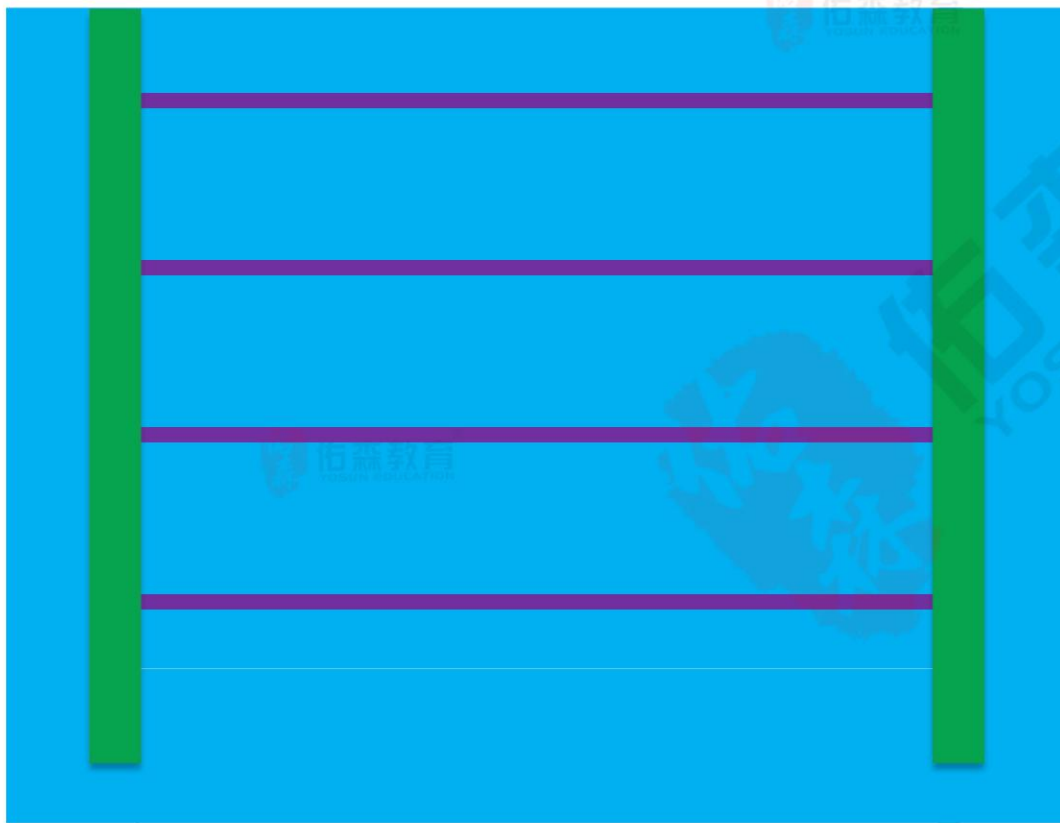
每开挖段分层分小段开挖示意图

每层厚度： $h_i = 3 \sim 4\text{m}$ ，
每小段开挖支撑时限：
 $T_i = 8 \sim 24\text{h}$ ， L 、 B_i 、 h_i 、 T_i
在施工时可根据监测数据进行适当调整



1K413020 明挖基坑施工

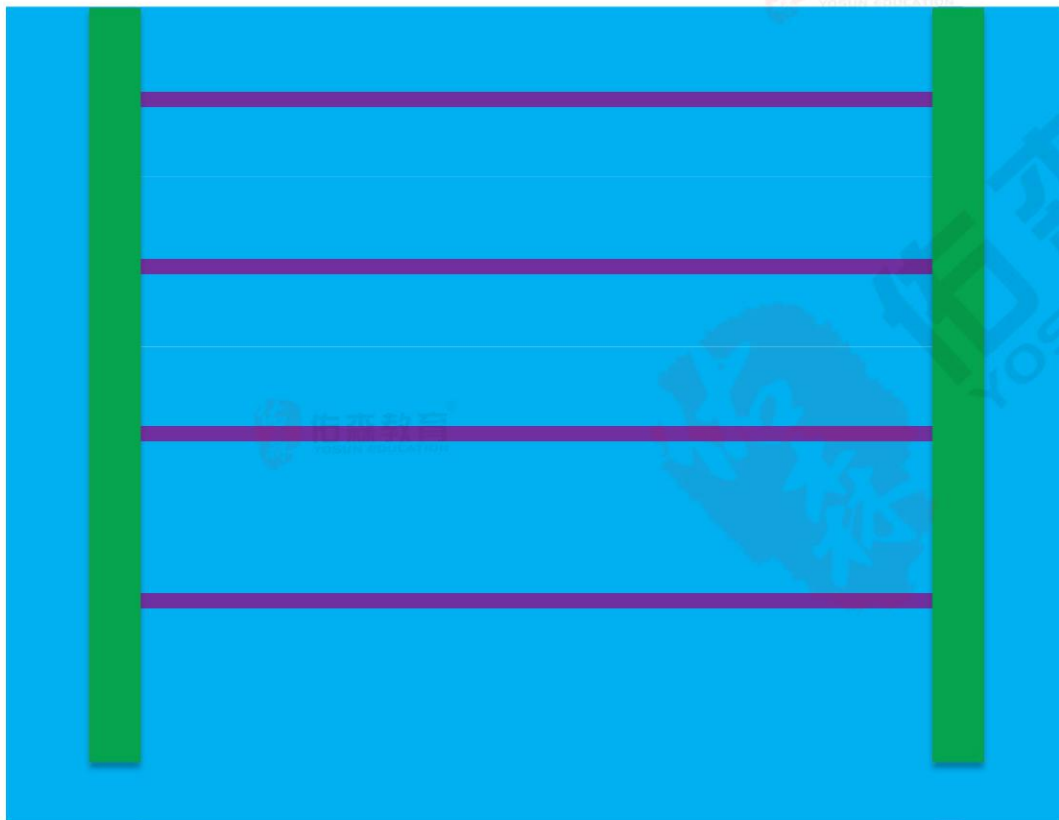
减小每次开挖尺寸和开挖支撑时间



1K413020 明挖基坑施工

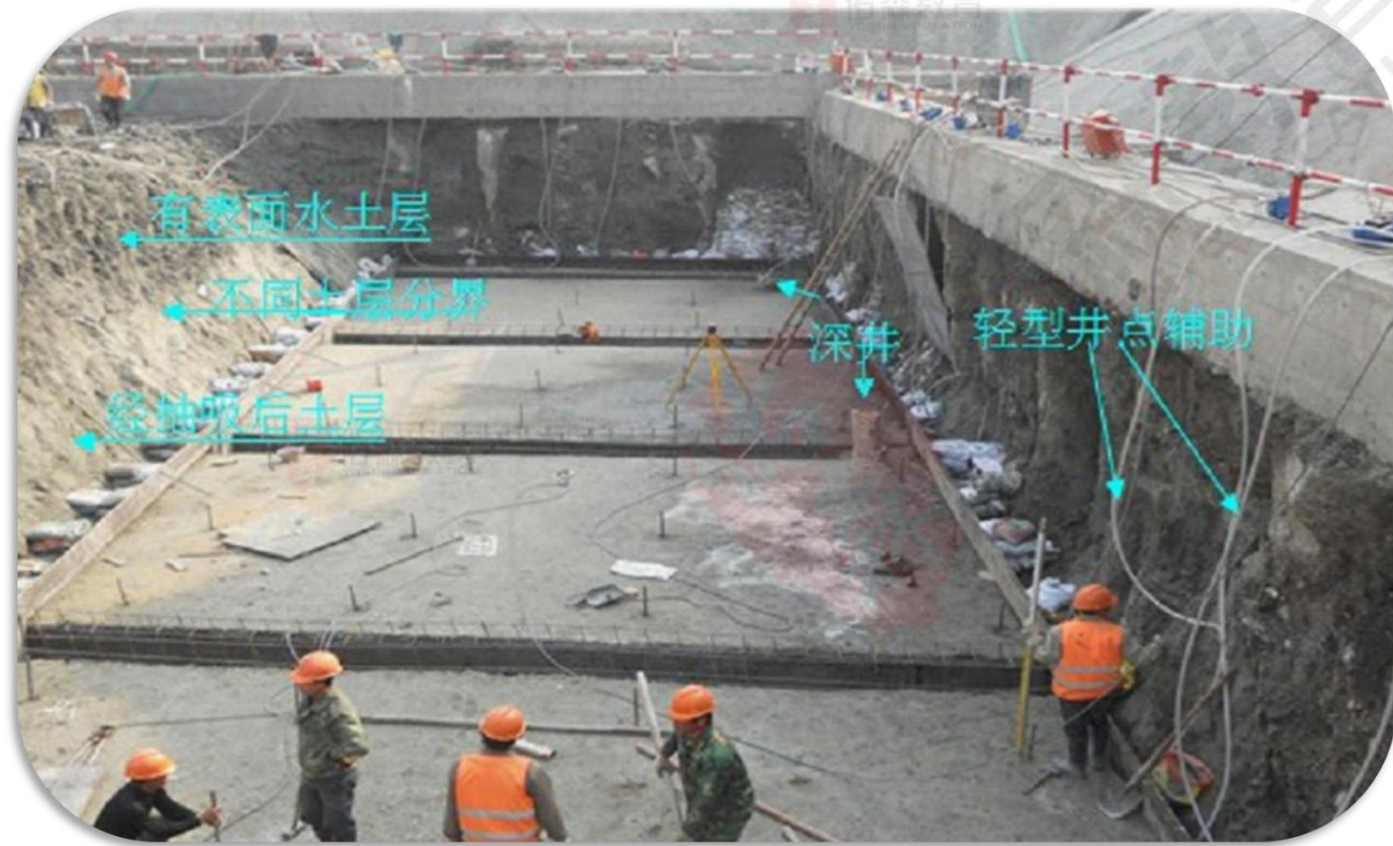


减小每次开挖尺寸和开挖支撑时间



1K413020 明挖基坑施工

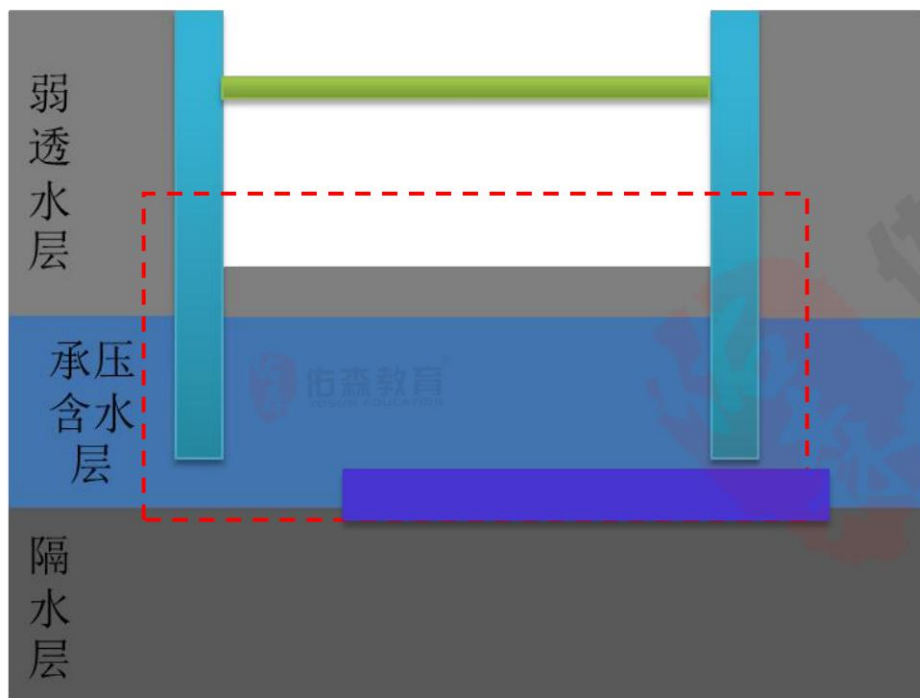
5) 通过调整围护结构或隔水帷幕深度和降水井布置来控制降水对环境变形的影响。



(三) 坑底稳定控制

(1) 保证深基坑坑底稳定的方法有加深围护结构入土深度、坑底土体加固、坑内井点降水等措施。

(2) 适时施作底板结构。 ★ 2016年、2021年二建案例考点



1K413020 明挖基坑施工

2016年二建市政案例二

背景资料

某公司承建城市桥区泵站调蓄工程，其中调蓄池为地下式现浇钢筋混凝土结构。场地地下水类型为潜水，埋深6.6m。设计基坑长63.8m，宽19.1m，深12.6m，围护结构采用 $\phi 800\text{mm}$ 钻孔灌注桩排桩+2道 $\phi 609\text{mm}$ 钢支撑，桩间挂网喷射C20混凝土，桩顶设置钢筋混凝土冠梁。基坑围护桩外侧采用厚度700mm止水帷幕，如图所示。



1K413020 明挖基坑施工

施工过程中，基坑土方开挖至深度8m处，侧壁出现渗漏，并夹带泥沙；迫于工期压力，项目部继续开挖施工；同时安排专人巡视现场，加密地表沉降、桩身水平变形等项目的监测频率。



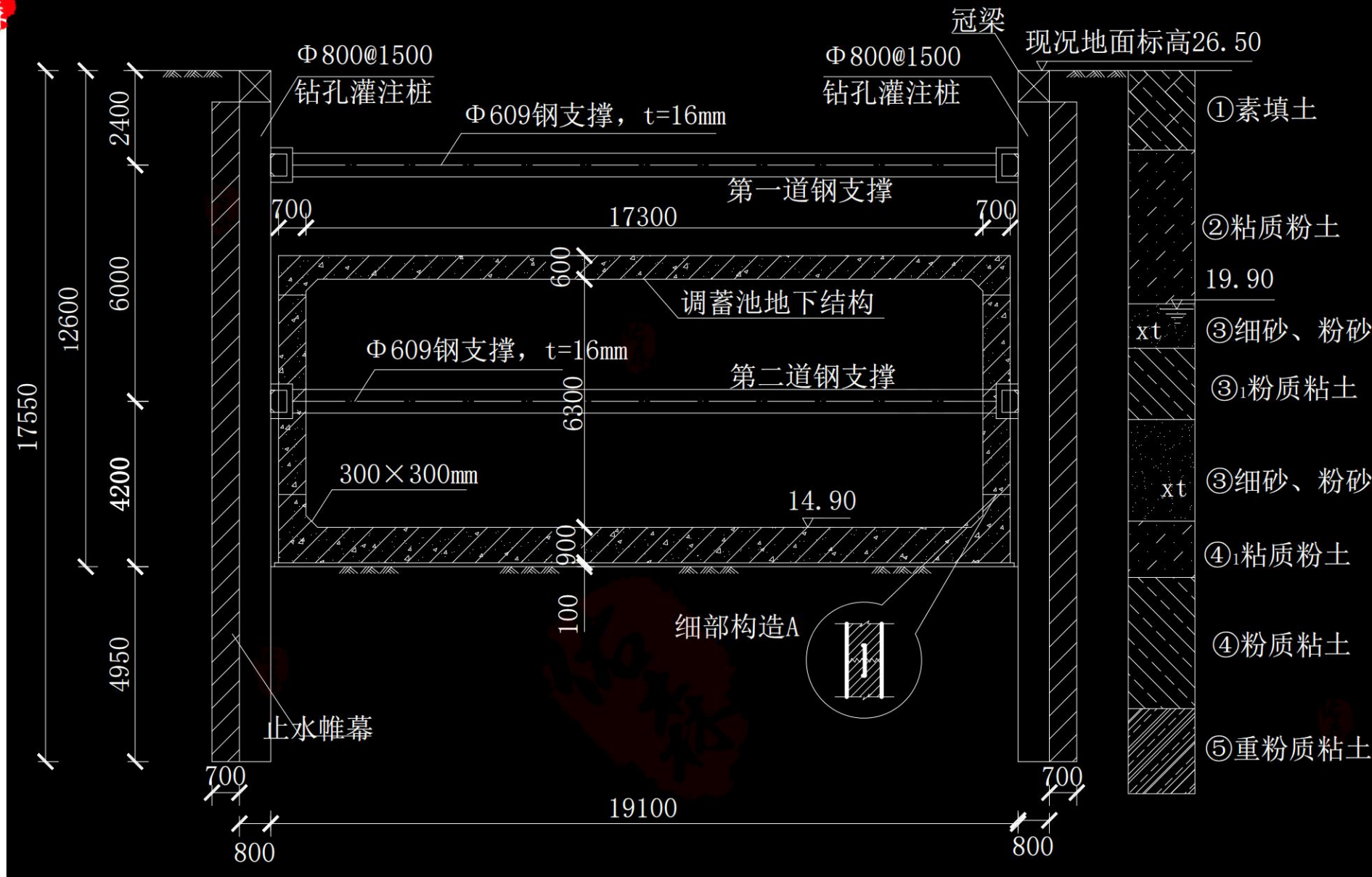


图2 调蓄池结构与基坑围护断面图 (单位: 结构尺寸: mm, 高程: m)



1K413020 明挖基坑施工

问题：

2. 计算止水帷幕在地下水中的高度。

【参考答案】

止水帷幕在地下水中的高度为：

$$19.90 - (26.5 - 17.55) = 10.95\text{m}$$

$$\text{或： } 17.55 - 6.60 = 10.95\text{m}$$

$$\text{或： } 19.90 - 14.90 + 1.0 + 4.95 = 10.95\text{m}$$



1K413020 明挖基坑施工

问题：

4.简述稳定坑底应采取的措施。

【参考答案】

稳定坑底应采取的措施：加深围护结构入土深度、坑底土体加固、坑内井点降水等措施，并适时施作底板结构。



1K413024 地基加固处理方法

一、地基加固处理作用与方法选择

(一) 基坑地基加固的目的

基坑地基按加固部位不同，分为基坑内加固和基坑外两种。其目的分别为：

(1) 基坑外加固的目的主要是止水，有时也可减少围护结构承受的主动土压力。

(2) **基坑内加固的目的主要有：提高土体的强度和土体的侧向抗力，减少围护结构位移，进而保护基坑周边建筑物及地下管线；防止坑底土体隆起破坏；防止坑底土体渗流破坏；弥补围护墙体插入深度不足等。**



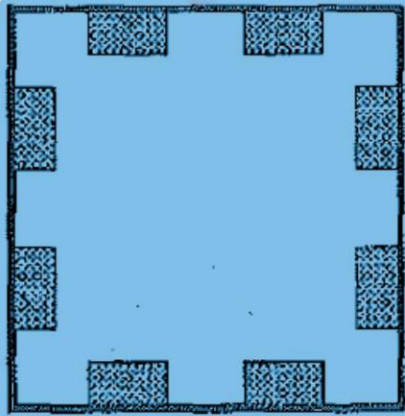
1K413020 明挖基坑施工

(二) 基坑地基加固的方式

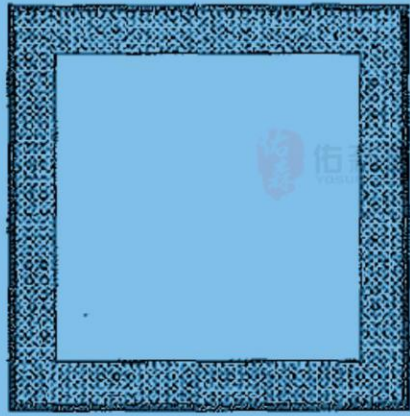
(1) 在软土地基中，当周边环境保护要求较高时，基坑工程实施前宜对基坑内被动土压区土体进行加固处理，以便提高被动土压区土体抗力，减少基坑开挖过程中围护结构的变形。按平面布置形式分类，基坑内被动土压区加固形式主要有**墩式加固、裙边加固、抽条加固、格栅式加固和满堂加固**（见图 1K413024-1）。



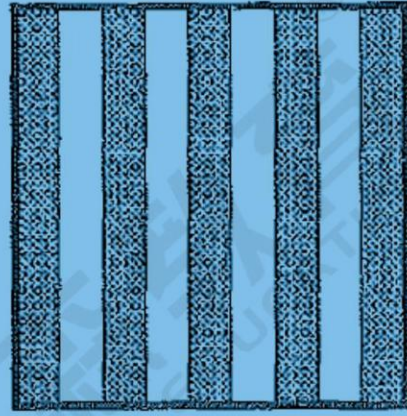
1K413020 明挖基坑施工



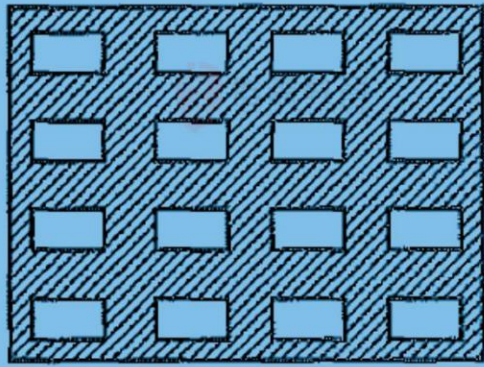
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



采用墩式加固时，土体加固一般多布置在基坑周边阳角位置或跨中区域；长条形基坑可考虑采用抽条加固；基坑面积较大时，宜采用裙边加固；地铁车站的端头井一般采用格栅式加固；环境保护要求高，或为了封闭地下水时，可采用满堂加固。加固体的深度范围应从第二道支撑底至开挖面以下一定深度，考虑地表有施工机具运行需要时，也可以采用低水泥掺量加固到地面。



1K413020 明挖基坑施工

(2) **换填**材料加固处理法，以提高地基承载力为主，**适用于较浅基坑**，方法简单操作方便。

(3) 采用水泥石土搅拌、高压喷射注浆、注浆或其他方法对地基掺入一定量的固化剂或使**土体固结**，以提高土体的强度和土体的侧向抗力为主，**适用于深基坑**。



1K413020 明挖基坑施工

二、常用方法与技术要点

(一) 注浆法

(3) 在地基处理中，注浆工艺所依据的理论主要可分为渗透注浆、劈裂注浆、压密注浆和电动化学注浆四类；其应用条件见表1K413024-1。



1K413020 明挖基坑施工

注浆方法	适用范围
渗透注浆 ^①	只适用于中砂以上的砂性土和有裂隙的岩石
劈裂注浆	适用于低渗透性的土层
压密注浆	常用于中砂地基，黏土地基中若有适宜的排水条件也可采用。如遇排水困难而可能在土体中引起高孔隙水压力时，就必须采用很低的注浆速率。压密注浆可用于非饱和的土体，以调整不均匀沉降以及在大开挖或隧道开挖时对邻近土进行加固
电动化学注浆	地基土的渗透系数 $k < 10^{-4} \text{cm/s}$ ，只靠一般静压力难以使浆液注入土的孔隙的地层

注：①渗透注浆法适用于碎石土、砂卵石夯填料的路基。



1K413020 明挖基坑施工

(4) **注浆设计包括注浆量、布孔、注浆有效范围、注浆流量、注浆压力、浆液配方等主要工艺参数**，没有经验可供参考时，应通过**现场试验**确定上述工艺参数。

(5) 注浆加固土的强度具有较大的离散性，**注浆检验应在加固后28d进行**。可采用**标准贯入、轻型静力触探法或面波等方法检测加固地层均匀性**；按加固土体尝试范围每间隔1m进行室内试验，测定强度或渗透性。检验点数和合格率应满足相关规范要求，对不合格的注浆区应进行重复注浆。



1K413020 明挖基坑施工

(二) 水泥土搅拌法

(1) 水泥土搅拌法利用水泥作为固化剂通过特制的搅拌机械，就地将软土和固化剂（浆液或粉体）强制搅拌，使软土硬结成具有整体性、水稳性和一定强度的水泥加固土，从而提高地基土强度和增大变形模量。**根据固化剂掺入状态的不同，它可分为浆液搅拌和粉体喷射搅拌两种。**前者是用浆液和地基土搅拌，后者是用粉体和地基土搅拌。可采用单轴、双轴、三轴及多轴搅拌机或连续成槽搅拌机。



1K413020 明挖基坑施工

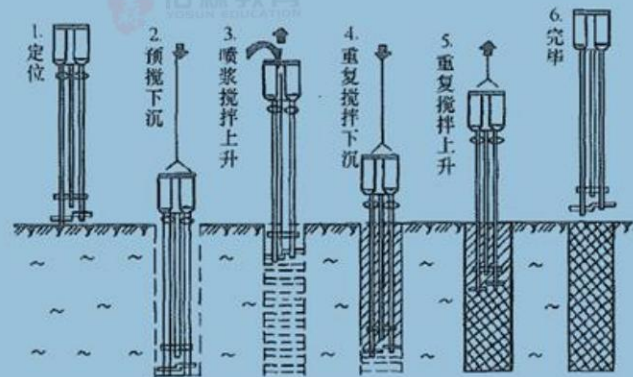


图1K413024-2 喷浆型深层搅拌桩施工顺序

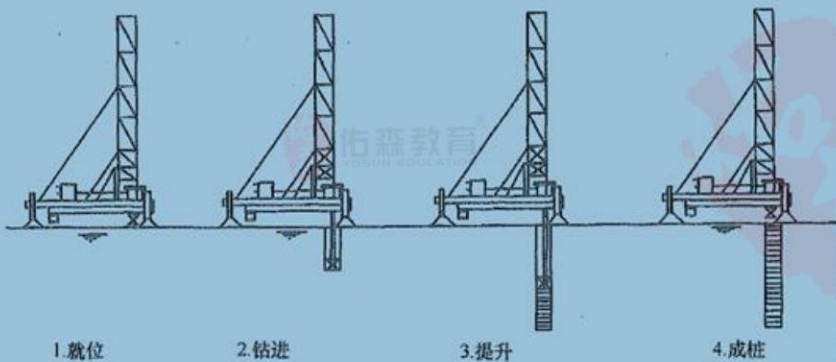


图1K413024-3 喷粉型深层搅拌桩施工顺序



1K413020 明挖基坑施工

(2) 水泥土搅拌法适用于加固淤泥、淤泥质土、素填土、黏性土（软塑和可塑）、粉土（稍密、中密）、粉细砂（稍密、中密）、中粗砂（松散、稍密）、饱和黄土等土层。**不适用于含有大孤石或障碍物较多且不易清除的杂填土、欠固结的淤泥和淤泥质土、硬塑及坚硬的黏性土、密实的砂类土，以及地下水影响成桩质量的土层。**当地下水的含水量小于30%（黄土含水量小于25%）时不宜采用粉体搅拌法。水泥土搅拌桩用于处理泥炭土、有机质土、pH值小于4的酸性土、塑性指数大于25的黏土，当在腐蚀性环境中以及无工程经验地区使用时，必须通过现场和室内试验确定其适用性。



1K413020 明挖基坑施工

(6) 水泥土搅拌桩的施工质量检测可采用下列方法：
在成桩3d内，采用轻型动力触控检查上部桩身的均匀性；在成桩7d后，采用浅部开挖桩头进行检查，开挖深度宜超过停浆（灰）面下0.5m，检查搅拌的均匀性，量测成桩的直径。**作为重力式水泥土墙时，还应用开挖方法检查搭接宽度和位置偏差，应采用钻芯法检查水泥土搅拌桩的单轴抗压强度、完整性和深度。**



1K413020 明挖基坑施工

(三) 高压喷射注浆法

(1) 高压喷射注浆法对淤泥、淤泥质土、黏性土（流塑、软塑和可塑）、粉土、砂土、黄土、素填土和碎石土等地基都有良好的处理效果。**但对于硬黏性土，含有较多的块石或大量植物根茎的地基，因喷射流可能受到阻挡或削弱，冲击破碎力急剧下降，切削范围小或影响处理效果。**而对于含有过多有机质的土层，其处理效果取决于固结体的化学稳定性。鉴于上述几种土的组成复杂、差异悬殊，高压喷射注浆处理的效果差别较大，应根据现场试验结果确定其适用程度。对于湿陷性黄土地基，也应预先进行现场试验。



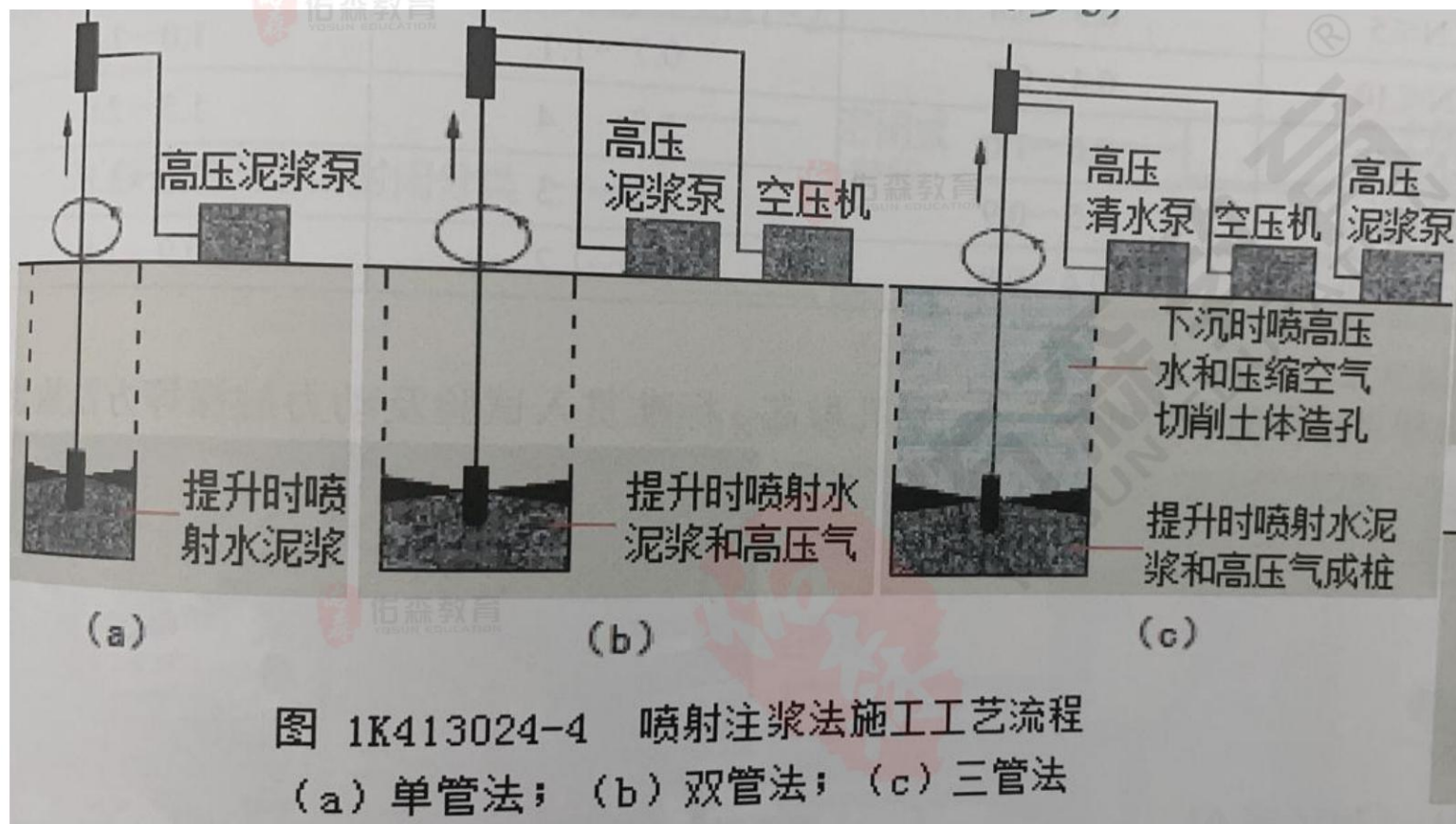
1K413020 明挖基坑施工

(3) **高压喷射有旋喷**（固结体为圆柱状）、**定喷**（固结体为壁状）和**摆喷**（固结体为扇状）等三种基本形状，它们均可用下列方法实现（见图 1K413024-4）：

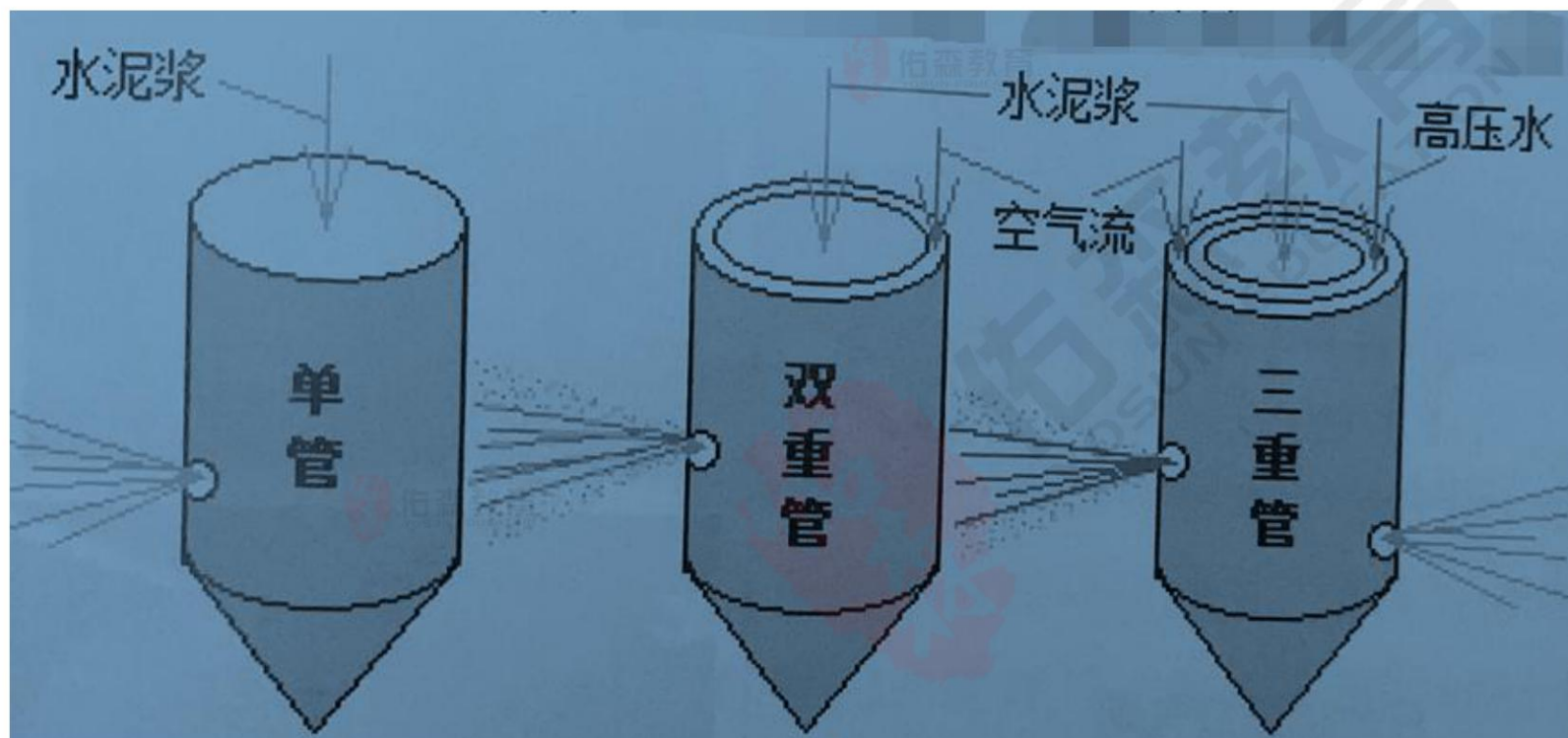
- 1) 单管法：喷射高压水泥浆液一种介质。
- 2) 双管法：喷射高压水泥浆液和压缩空气两种介质。
- 3) 三管法：喷射高压水流、压缩空气及水泥浆液等三种介质。



1K413020 明挖基坑施工



1K413020 明挖基坑施工



1K413020 明挖基坑施工

由于上述三种喷射流的结构和喷射的介质不同，有效处理范围也不同，以三管法最大，双管法次之，单管法最小。实践表明，**旋喷形式可采用单管法、双管法和三管法中的任何一种方法。定喷和摆喷注浆常用双管法和三管法。**

(5) 高压喷射注浆的工艺流程：钻机就位、钻孔、置入注浆管、高压喷射注浆和拔出注浆管。施工结束后应立即对机具和孔口进行清洗。在高压喷射注浆过程中出现压力骤然下降、上升或冒浆异常时，应查明原因并及时采取措施。



1K413020 明挖基坑施工

(6) 旋喷桩作为止水帷幕时，为保证加固体有效搭接以达到预计的截水效果，旋喷桩的直径不宜过大。**旋喷加固体的直径受施工工艺、喷射压力、提升速度、土类和土性等因素影响**，根据国内有关资料介绍，旋喷加固体直径一般在表1K413024-2的范围。加固体的强度和直径，应通过现场试验确定。

(7) **施工质量可根据设计要求或当地经验采用开挖检查、钻孔取芯、标准贯入试验及动力触探等方法检查。**



1K413020 明挖基坑施工

2021年二建5.23案例一

背景资料

某公司承建南方一主干路工程，道路全长2.2km，地勘报告揭示K1+500~K1+650处有一暗塘，其他路段为杂填土。设计单位在暗塘范围采用双轴水泥土搅拌桩加固的方式对机动车道路基进行复合路基处理，其它部分采用改良换填的方式进行处理。

问题：

1. 按设计要求，项目部应采用喷浆型搅拌桩机还是喷粉型搅拌桩机？
2. 写出水泥土搅拌桩的优点。



1K413020 明挖基坑施工

问题：

1. 按设计要求，项目部应采用喷浆型搅拌桩机还是喷粉型搅拌桩机？

【参考答案】

应选用喷浆型搅拌机。

【解析】

目前，喷粉搅拌机仅有单轴搅拌机一种机型，而喷浆型有单、双轴、三轴及多轴搅拌机，本工程要求采用双轴水泥土搅拌桩加固的方式，所以需要采用喷浆型。



1K413020 明挖基坑施工

2. 写出水泥土搅拌桩的优点。

【参考答案】

- ①最大限度地利用了原土、造价低。
- ②无污染、无振动、噪声小，对地下管沟影响很小。
- ③根据现场需要，可灵活地采用柱状、壁状、格栅状和块状等加固形式。
- ④施工速度快、加固效果好。

【解析】

水泥土搅拌桩地基加固的优点在教材中没有相关介绍，不过这种题目完全可以通过分析获取采分点。



小结：

本次课程介绍的是基坑变形控制与地基加固处理，以前在这里一建市政考核案例频率不高，但是公路专业和市政二建近些年出现了一些案例题目。本章节除教材知识以外，还会考核一些应用题目，例如地基加固流程等。





小佑题库



佑森教育

扫一扫，领最新备考资料