


佑森教育2022年一级建造师【市政实务】

考点梳理

《轨道交通2 深基坑支护结构（围护结构）》



1K413020 明挖基坑施工

1K413022 深基坑支护结构与边坡防护

基坑工程是由地面向下开挖一个地下空间，深基坑四周一般设置垂直的挡土围护结构，围护结构一般是在开挖面基底下有一定插入深度的板（桩）墙结构；**板**

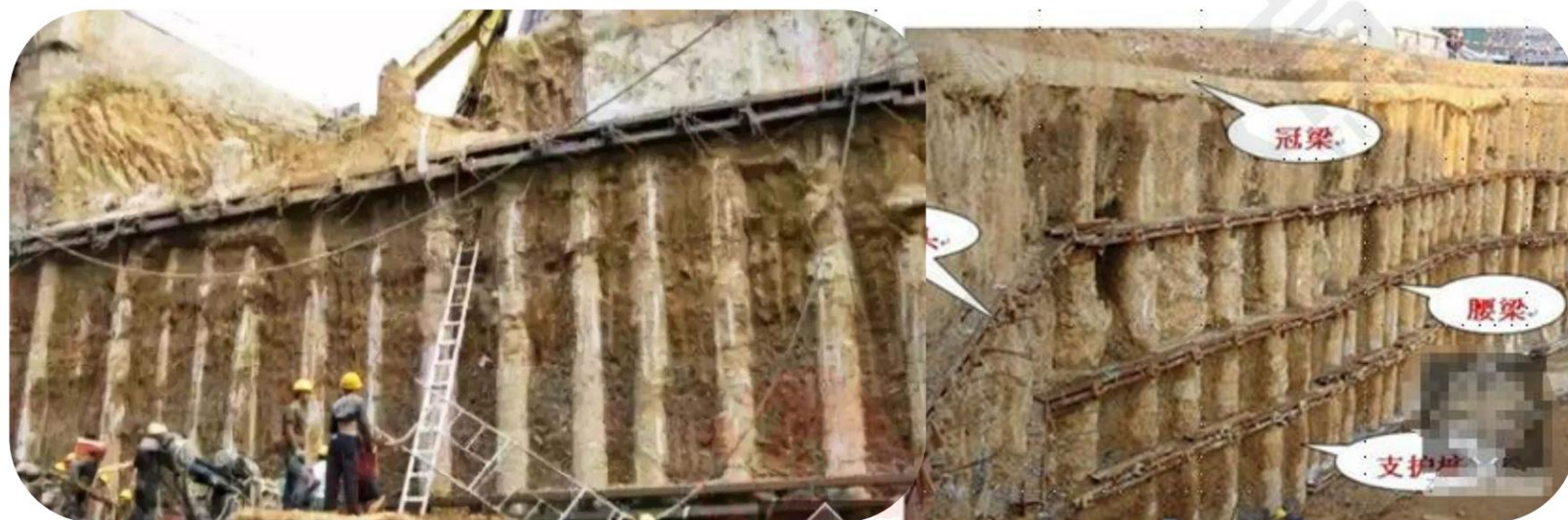
（桩）墙有悬臂式、单撑式、多撑式。支撑结构是为了减小围护结构的变形，控制墙体弯矩的作用，分为内撑和外锚两种。以下主要以地铁车站基坑为主介绍基坑开挖支护与边坡防护。



1K413020 明挖基坑施工



1K413020 明挖基坑施工



1K413020 明挖基坑施工

一、围护结构

(一) 基坑围护结构体系

1. 基坑围护结构体系包括板（桩）墙、围檩（冠梁）及其他附属构件。板（桩）墙主要承受基坑开挖卸荷所产生的土压力和水压力，并将此压力传递到支撑，是稳定基坑的一种施工临时挡墙结构。



1K413020 明挖基坑施工

(二) 深基坑围护结构类型

(1) 在我国应用较多的有排桩、地下连续墙、重力式挡墙以及这些结构的组合形式等。

(2) 不同类型围护结构的特点见表1K413022-1。



类型		特点
排桩	预制混凝土板桩	①预制混凝土板桩施工较为困难，对机械要求高，而且挤土现象很严重；②桩间采用槽榫接合方式，接缝效果较好，有时需辅以止水措施；③自重大，受起吊设备限制，不适合大深度基坑
	钢板桩	①成品制作，可反复使用；②施工简便，但施工有噪声；③刚度小，变形大，与多道支撑结合，在软弱土层中也可采用；④新的时候止水性好，如有漏水现象，需增加防水措施
	钢管桩	①截面刚度大于钢板桩，在软弱土层中开挖深度可大；②需有防水措施相配合
	灌注桩	①刚度大，可用在深大基坑；②施工对周边地层、环境影响小；③需降水或和止水措施配合使用，如搅拌桩、旋喷桩等
	SMW工法桩	①强度大，止水性好；②内插的型钢可拔出反复使用，经济性好；③具有较好发展前景，国内上海等城市已有工程实践；④用于软土地层时，一般变形较大



1K413020 明挖基坑施工

类型	特点
重力式水泥土挡墙/ 水泥土搅拌桩挡墙	①无支撑，墙体止水性好，造价低； ②墙体变位大
地下连续墙	①刚度大，开挖深度大，可适用于所有地层； ②强度大，变位小，隔水性好，同时可兼作主体结构的一部分； ③可邻近建筑物、构筑物使用，环境影响小； ④造价高



1K413020 明挖基坑施工

2019年案例三

某市政企业中标一城市地铁车站项目，该项目地处城郊结合部，场地开阔，建筑物稀少，地下水位为3.95m处（地面8.1m），车站全长200m，宽19.4m，深度16.8m，设计为地下连续墙围护结构，采用钢筋混凝土支撑与钢管支撑，明挖法施工。

1.根据背景资料本工程围护结构还可以采用哪些方式。

【参考答案】还可以采用SMW工法桩、钻孔咬合桩、钻孔灌注桩与水泥土搅拌桩（高压旋喷桩）帷幕结合的方式。



1K413020 明挖基坑施工

1) 预制混凝土板桩

常用钢筋混凝土板桩截面的形式有四种：矩形、T形、工字形及口字形。矩形截面板桩制作较方便，桩间采用槽榫接合方式，接缝效果较好，是使用最多的一种形式。



1K413020 明挖基坑施工

2) 钢板桩与钢管桩 ★2020年案例考点

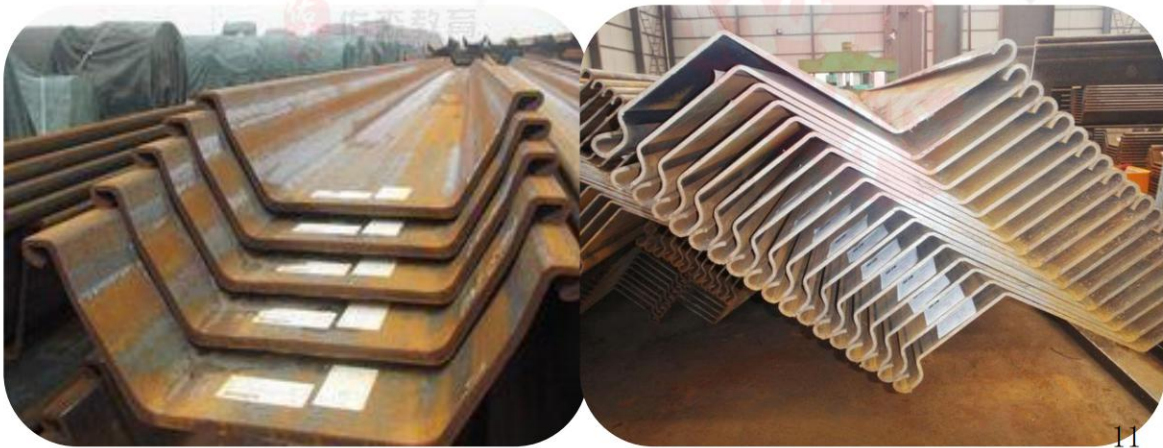
钢板桩强度高，桩与桩之间的连接紧密，隔水效果好，具有施工灵活，板桩可重复使用等优点，是基坑常用的一种挡土结构。但由于板桩打入时有挤土现象，而拔出时则又会将土带出，造成板桩位置出现空隙，这对周边环境都会造成一定影响。而且板桩的长度有限，其适用的开挖深度也受到限制，一般最大开挖深度在7~8m。板桩的形式有多种，拉森型是最常用的。

钢板桩强度高、隔水效果好（止水性能好）、
施工简便（或施工灵活）、可重复（反复）使用



1K413020 明挖基坑施工

钢板桩断面形式较多，常用的形式多为U形或Z形。我国地下铁道施工中多用U形钢板桩，其沉放和拔除方法、使用的机械均与工字钢桩相同，但其构成方法则可分为单层钢板桩围堰、双层钢板桩围堰及帷幕等。由于**地铁施工**时基坑较深，为保证其垂直度且方便施工，并使其能封闭合龙，**多采用帷幕式构造。**



1K413020 明挖基坑施工

钢板桩结构与其他排桩围护相比，一般刚度较低，这就对围檩的强度、刚度和连续性提出了更高的要求。其止水效果也与钢板桩的新旧、整体性及施工质量有关。在含地下水的砂土地层施工时，要保证齿口咬合，并应使用专门的角桩，以保证止水效果。

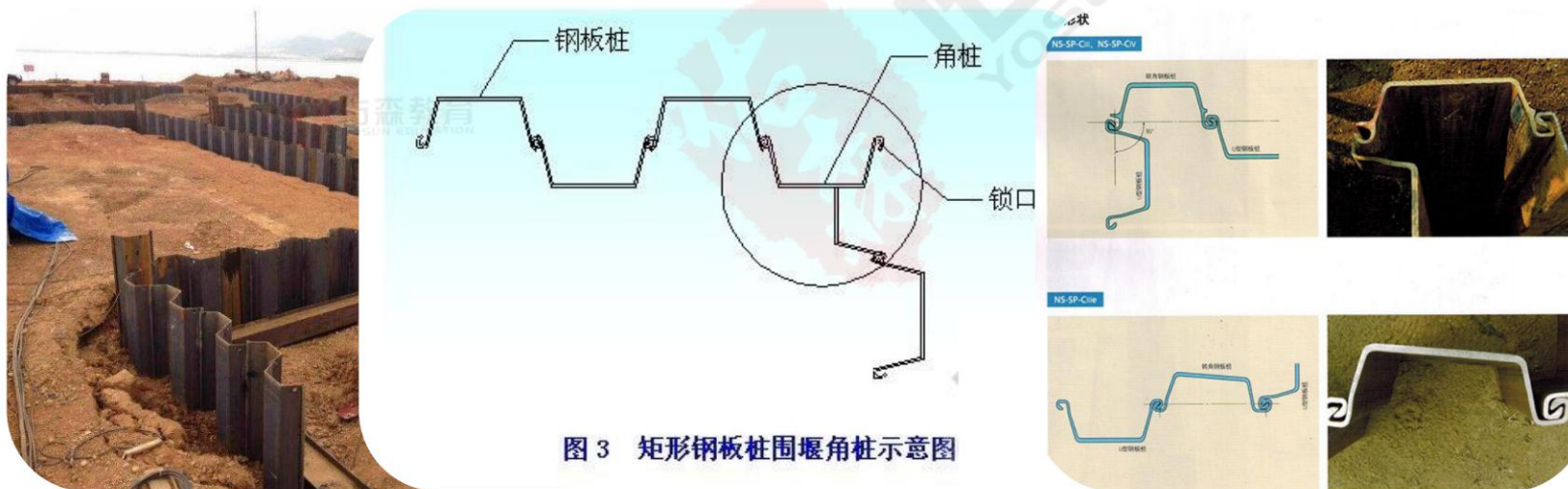
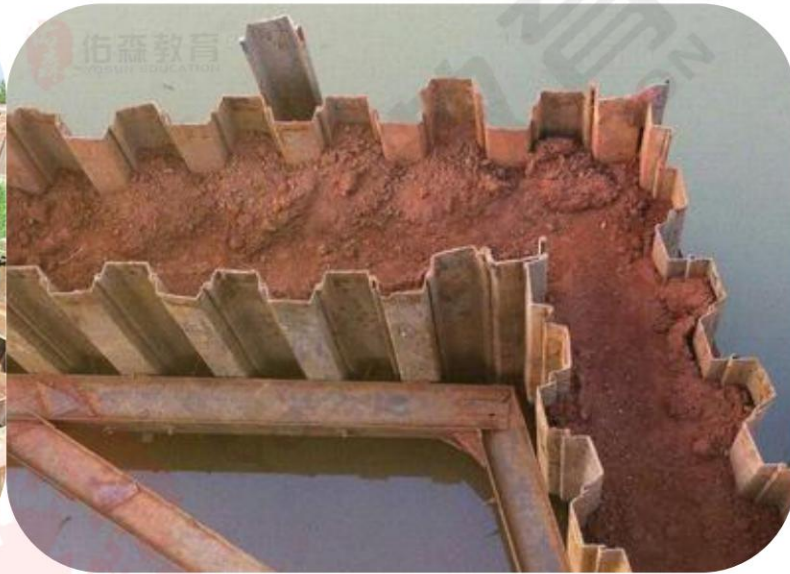


图3 矩形钢板桩围堰角桩示意图



1K413020 明挖基坑施工



1K413020 明挖基坑施工

为提高钢板桩的刚度以适用于更深的基坑，可采用组合式形式，也可用钢管桩。但**钢管桩的施工难度相比于钢板桩更高，由于锁口止水效果难以保证，需有防水措施相配合。**



1K413020 明挖基坑施工



1K413020 明挖基坑施工



1K413020 明挖基坑施工

3) 钻孔灌注桩围护结构

钻孔灌注桩一般采用机械成孔。地铁明挖基坑中多采用螺旋钻机、冲击式钻机和正反循环钻机、旋挖机等。对**正反循环钻机**，由于其采用泥浆护壁成孔，故**成孔时噪声低，适于城区施工，在地铁基坑和高层建筑深基坑施工中**得到广泛应用。



1K413020 明挖基坑施工

对悬壁式排桩，桩径宜大于或等于600mm；对拉锚式或支撑式排桩，桩径宜大于或等于400mm；排桩的中心距不宜大于桩直径的2倍。桩身混凝土强度等级不宜低于C25。排桩顶部应设置混凝土冠梁。混凝土灌注桩宜采取间隔成桩的施工顺序；应在混凝土终凝后，再进行相邻桩的成孔施工。



1K413020 明挖基坑施工

悬臂式、外拉锚、单排支撑、多排支撑



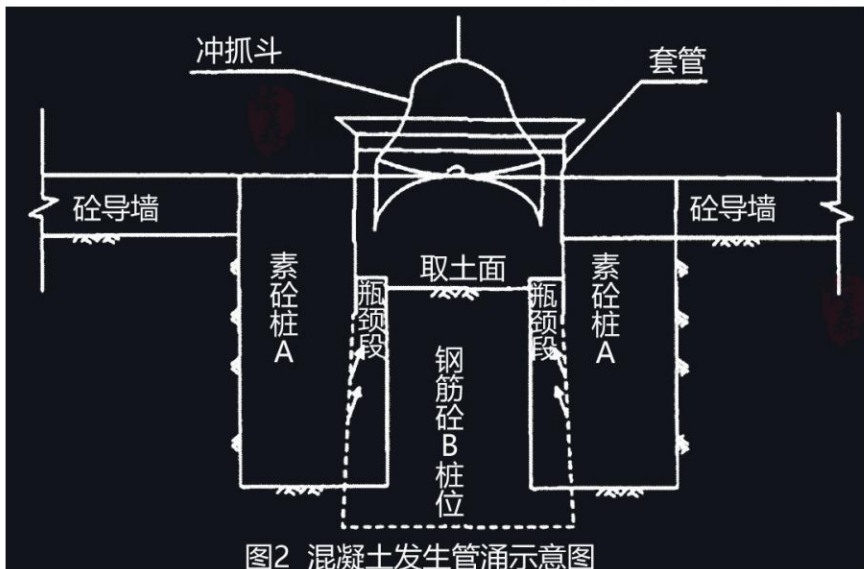
1K413020 明挖基坑施工

钻孔灌注桩围护结构经常与止水帷幕联合使用，**止水帷幕一般采用深层搅拌桩。如果基坑上部受环境条件限制时，也可采用高压旋喷桩止水帷幕，但要保证高压旋喷桩止水帷幕施工质量。近年来，素混凝土桩与钢筋混凝土桩间隔布置的钻孔咬合桩也有较多应用，此类结构可直接作为止水帷幕。**

★2015年案例考点



1K413020 明挖基坑施工



1K413020 明挖基坑施工

2015年一建市政案例五

背景资料

某公司承建城市主干道的地下隧道工程，长520m为单箱双室箱型钢筋混凝土结构，采用明挖顺作法施工。隧道基坑深10m，侧壁安全等级为一级，基坑支护与结构设计断面如图所示。围护桩为钻孔灌注桩，截水帷幕为双排水泥土搅拌桩，两道内支撑中间设立柱支撑，基坑侧壁与隧道侧墙的净距为1m。



1K413020 明挖基坑施工

施工过程中发生如下事件：

事件一：进场踏勘发现有一条横跨隧道的架空高压线无法改移，鉴于水泥土搅拌桩机设备高，距高压线距离处于危险范围，导致高压线两侧计20m范围内水泥土搅拌桩无法施工。项目部建议变更此范围内的截水帷幕桩设计，建设单位同意设计变更。

问题：

2. 本工程截水帷幕桩应变更成什么形式？理由是什么。



1K413020 明挖基坑施工

2. 本工程截水帷幕桩应变更成什么形式？理由是什么。

【参考答案】本工程截水帷幕桩应变更成“高压旋喷桩”或“咬合桩”形式。

采用高压旋喷桩理由：设备高度低，可以满足高压线下施工的安全距离；

采用咬合桩理由：本工程中高压线未对钻孔灌注桩设备造成影响，且咬合桩围护结构可以兼做止水帷幕。

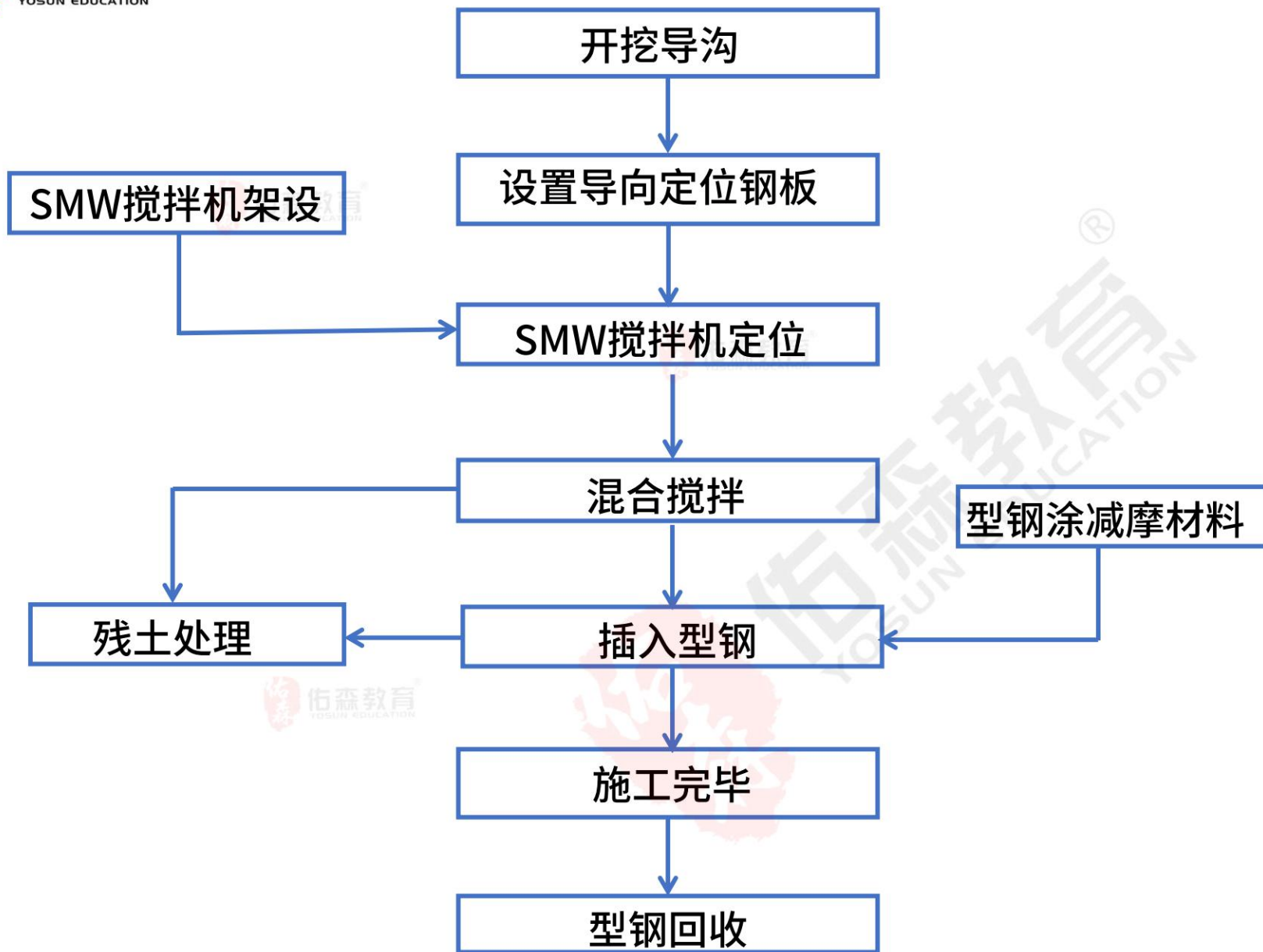


1K413020 明挖基坑施工

4) SMW工法桩（型钢水泥土搅拌墙）

SMW工法桩围护墙是**利用搅拌设备就地切削土体，然后注入水泥类混合液搅拌形成均匀的水泥土搅拌墙，最后在墙中插入型钢，即形成一种劲性复合围护结构**，具体施工工艺流程见图 1K413022-1。此类结构在上海等软土地区有较多应用。





1K413020 明挖基坑施工

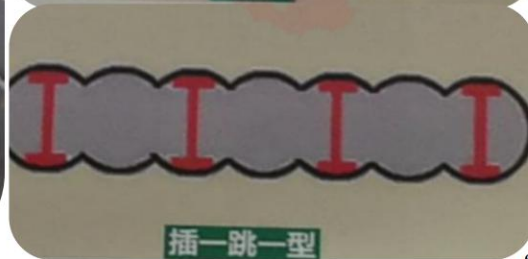
型钢水泥土搅拌墙中**三轴水泥土搅拌桩**的直径宜采用650mm、850mm、1000mm；**内插的型钢宜采用H型钢**。搅拌桩28d龄期无侧限抗压强度不应小于设计要求且不宜小于0.5Mpa，水泥宜采用强度等级不低于P.O42.5级的普通硅酸盐水泥，材料用量和水灰比应结合土质条件和机械性能等指标通过现场试验确定。**在填土、淤泥质土等特别软弱的土中以及在较硬的砂性土、砂砾土中，钻进速度较慢时，水泥用量宜适当提高。在砂性土中搅拌桩施工宜外加膨润土。**

(作用：光滑，便于插入和拔出型钢)



型钢水泥土搅拌墙中型钢的间距和平面布置形式应根据计算确定，常用的内插型钢布置形式可采用密插型、插二跳一型和插一跳一型三种。

单根型钢中焊接接头不宜超过两个，焊接接头的位置应避免设在支撑位置或开挖面附近等型钢受力较大处；相邻型钢的接头竖向位置宜相互错开，错开距离不宜小于1m，且型钢接头距离基坑底面不宜小于2m。拟拔出回收的型钢，插入前应先在干燥条件下除锈，再在其表面涂刷减摩材料。



1K413020 明挖基坑施工

佑森教育
YOSUN EDUCATION



佑森教育
YOSUN EDUCATION

佑森教育
YOSUN EDUCATION



1K413020 明挖基坑施工



1K413020 明挖基坑施工



1K413020 明挖基坑施工



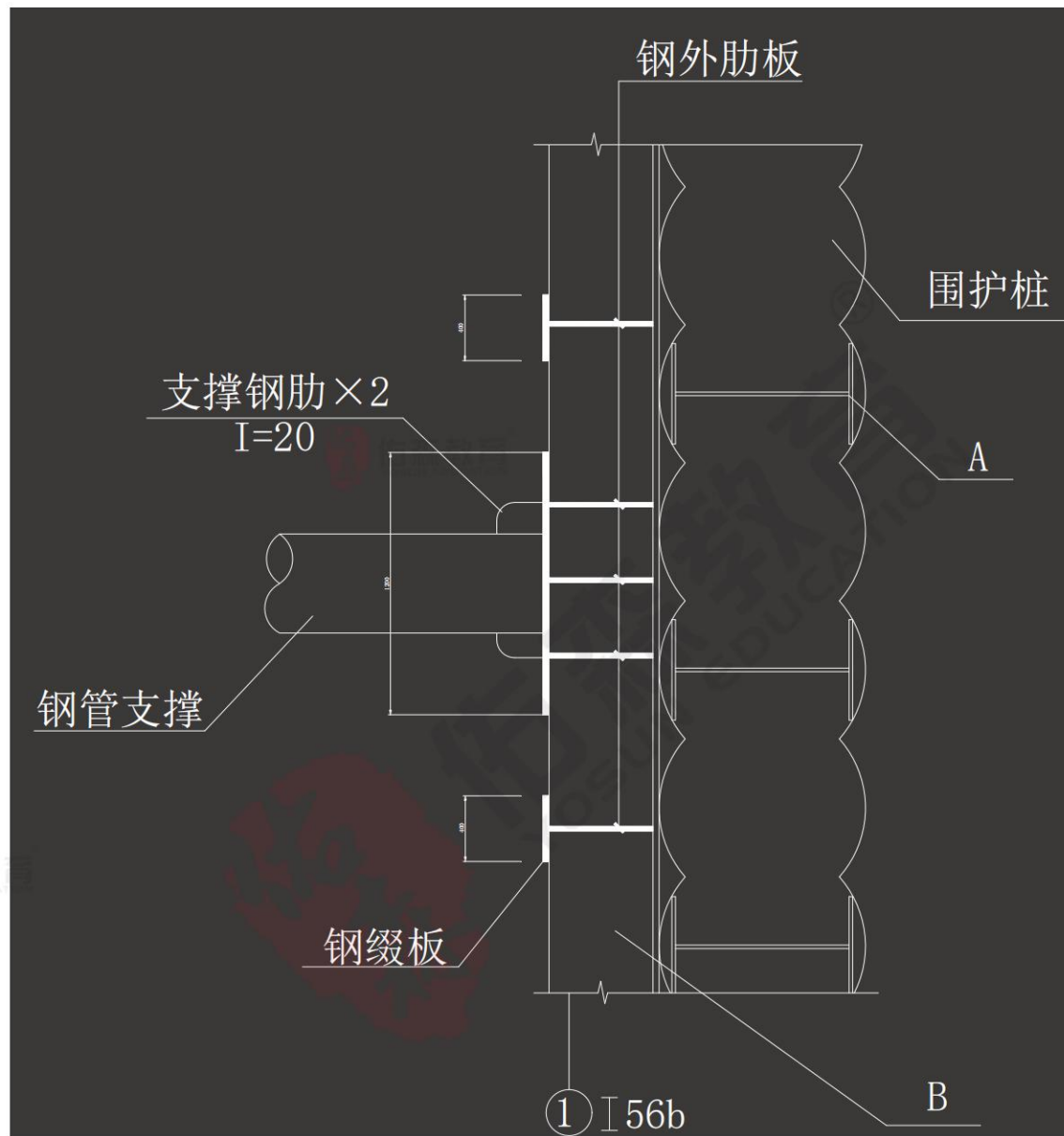
1K413020 明挖基坑施工

2014年一建市政案例五

背景资料

某施工单位中标承建过街地下通道工程，周边地下管线较复杂。设计采用明挖顺作法施工。通道基坑总长80m，宽12m，开挖深度10m；基坑围护结构采用SMW工法桩，基坑沿深度方向设有2道支撑，其中第一道支撑为钢筋混凝土支撑，第二道支撑为 $\Phi 609 \times 16\text{mm}$ 钢管支撑（见下图），基坑场地地层自上而下依次为：2m厚素填土、6m厚黏质粒土、10m厚砂质粉土，地下水埋深约1.5m，在基坑内布置了5口管井降水。





第二道支撑节点平面示意图



1K413020 明挖基坑施工

问题：

1. 给出图中A、B构（部）件名称，并分别简述其功用。

【参考答案】

A：H型钢（工字钢），作用：在水泥土搅拌桩中起到骨架作用、加强围护结构韧性，提高围护结构抗剪能力。

B：围檩（腰梁、圈梁），作用：整体受力、将挡墙的力传递给支撑、避免集中受力。



1K413020 明挖基坑施工

6. 列出基坑围护结构施工的大型工程机械设备。

【参考答案】

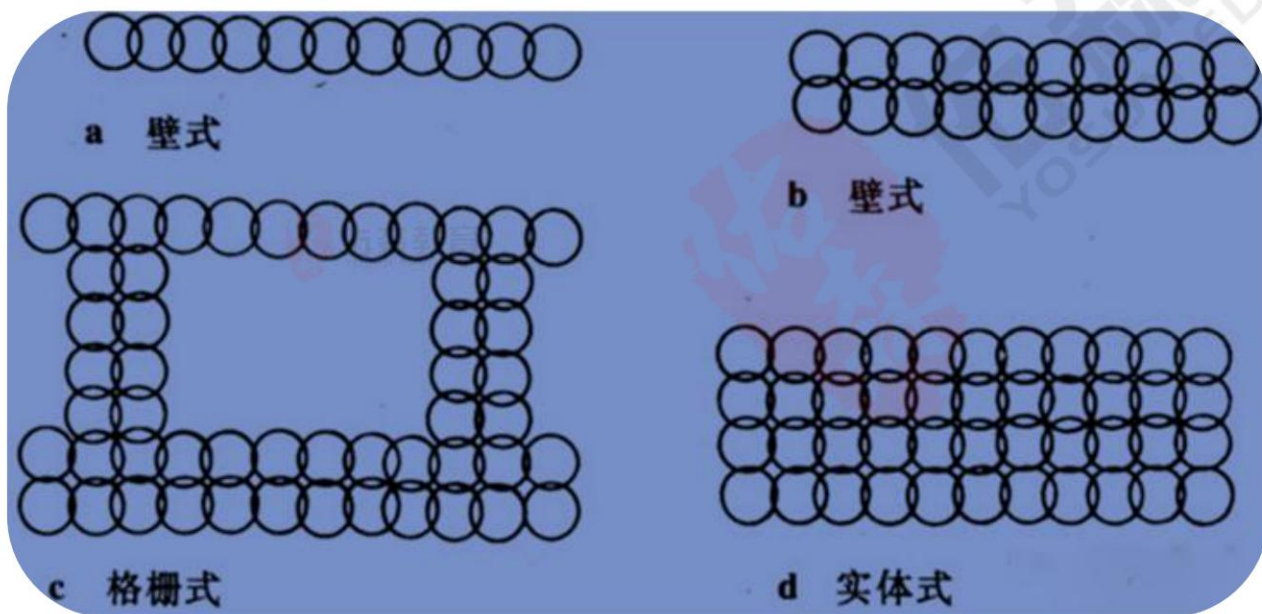
本工程基坑围护结构施工的大型机械设备包括：三轴水泥土搅拌机、静力压桩设备（工字钢插入）、拔桩机（工字钢拔除）、混凝土泵车、吊车、挖掘机。



1K413020 明挖基坑施工

5) 重力式水泥土挡墙又称水泥土搅拌桩挡墙

深层搅拌桩是用搅拌机械将水泥、石灰等和地基土相拌合，形成相互搭接的格栅状结构形式，也可相互搭接成实体结构形式。



1K413020 明挖基坑施工

水泥土挡墙的28d无侧限抗压强度不宜小于0.8MPa。当需要增加墙体的抗拉性能时，可在水泥土桩内插入钢筋、钢管或毛竹等杆筋。杆筋插入深度宜大于基坑深度，并应锚入面板内。面板厚度不宜小于150mm，混凝土强度等级不宜低于C15。



施工现场



1K413020 明挖基坑施工

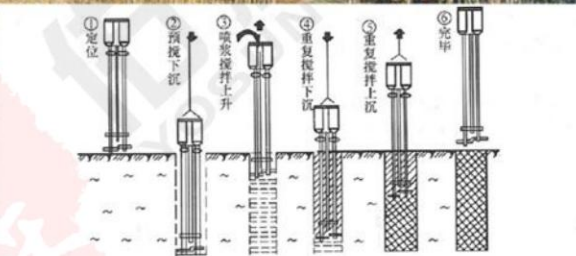
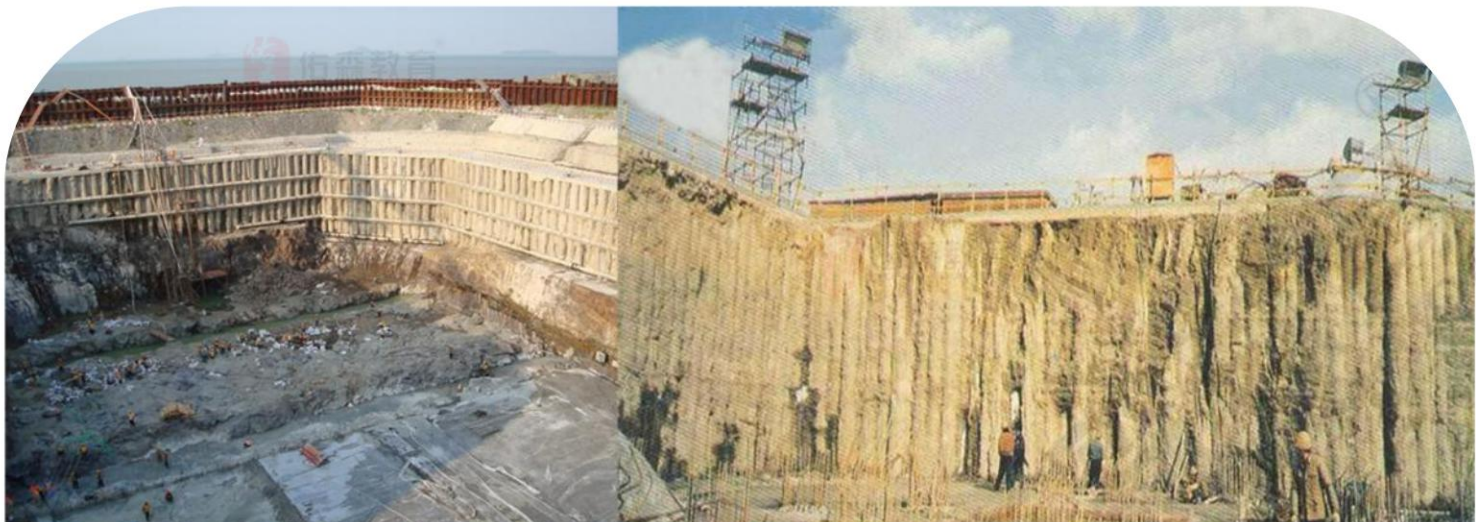


图 2K313023-2 喷浆型深层搅拌桩施工顺序

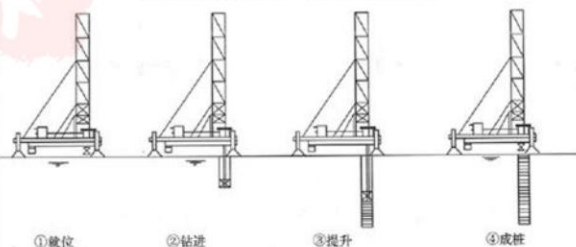


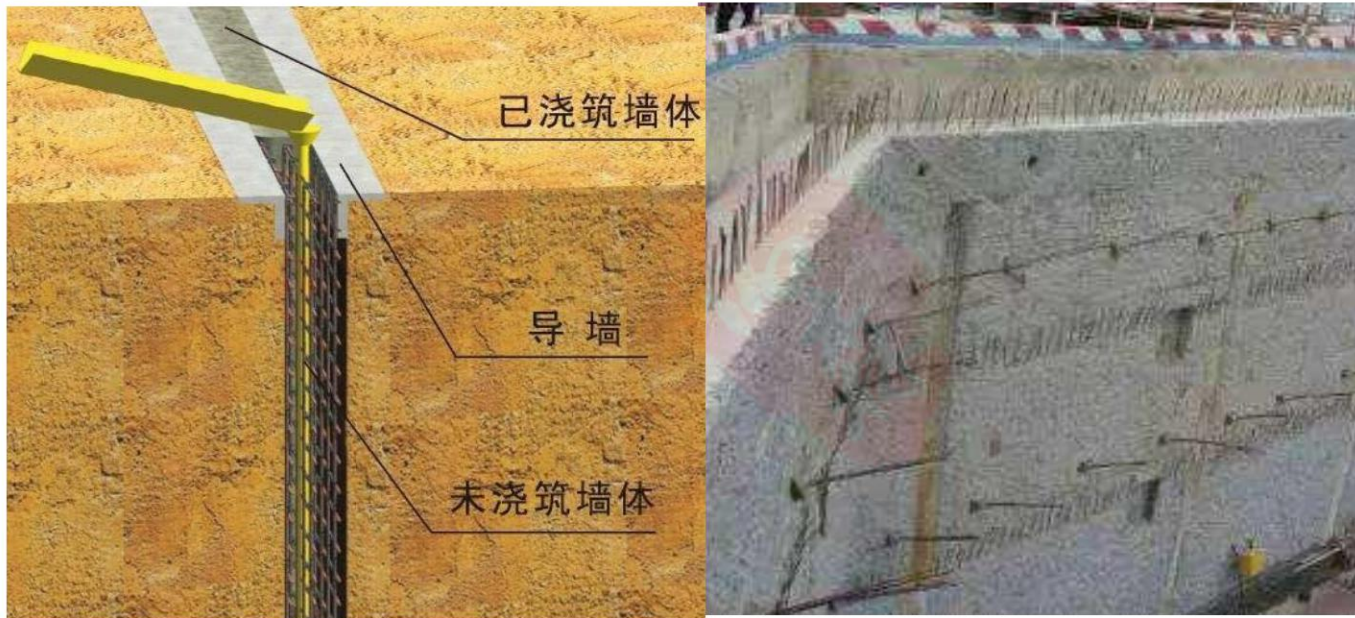
图 2K313023-3 粉喷型深层搅拌桩施工顺序



1K413020 明挖基坑施工

6) 地下连续墙

地下连续墙主要有预制钢筋混凝土连续墙和现浇钢筋混凝土连续墙两类，通常地下连续墙一般指后者。



1K413020 明挖基坑施工

地下连续墙的一字形槽段长度宜取4~6m。

👉地下连续墙划分槽段的依据是什么？

设计的构造尺寸；墙的厚度、深度；施工现场土质；相邻结构物；挖槽机的最小挖槽长度；混凝土拌和站的供应能力；泥浆储备池的容量；作业场地占用面积；可以连续作业的时间限制。

👉引申：施工段划分依据

人员的工种、数量；机械的型号、种类、数量；材料的供应；施工现场的场地；地质条件（如为地下结构）；结构本身几何尺寸；可以连续作业的时间等。





图1K413022- 2现浇钢筋混凝土壁式地下连续墙幅段的施工工艺流程



1K413020 明挖基坑施工

地下连续墙



1K413020 明挖基坑施工

地下连续墙的槽段接头应按下列原则选用：

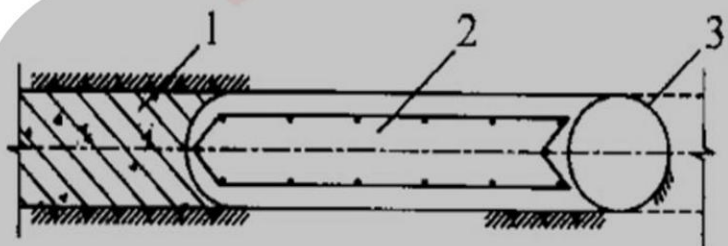
①地下连续墙宜采用圆形锁口管接头、波纹管接头、楔形接头、工字形钢接头或混凝土预制接头等柔性接头；

(★14年二建单选)

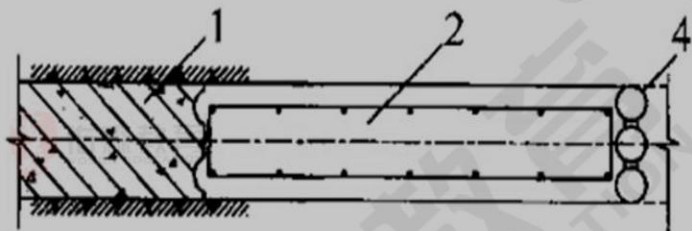
②当地下连续墙作为主体地下结构外墙，且需要形成整体墙时，宜采用刚性接头；刚性接头可采用一字形或十字形穿孔钢板接头、钢筋承插式接头等；在采取地下连续墙墙顶设置通长冠梁、墙壁内侧槽段接缝位置设置结构壁柱、基础底板与地下连续墙刚性连接等措施时，也可采用柔性接头。



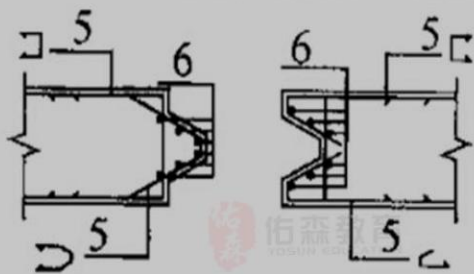
1K413020 明挖基坑施工



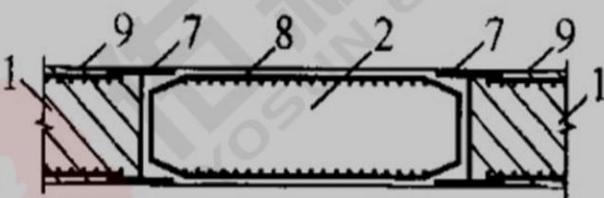
(a) 圆形锁口管接头



(b) 波形管接头



(c) 楔形接头



(d) 工字形型钢接头



1K413020 明挖基坑施工



佑森教育
YOSUN EDUCATION

佑森教育
YOSUN EDUCATION

佑森教育
YOSUN EDUCATION



1K413020 明挖基坑施工



1K413020 明挖基坑施工

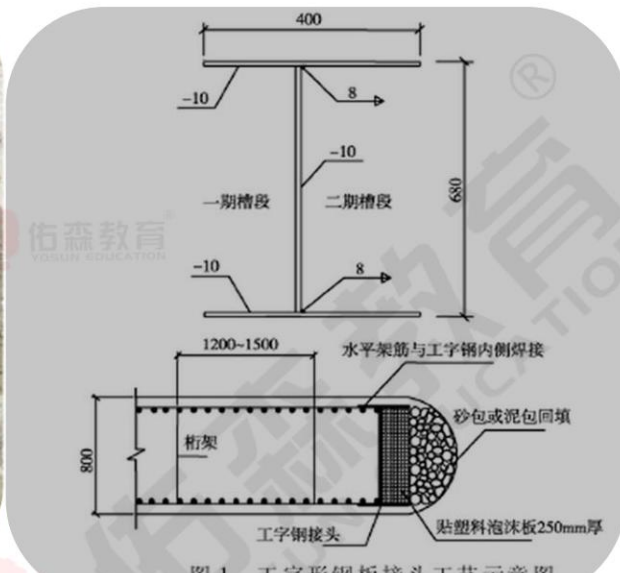


图1 工字形钢板接头工艺示意图

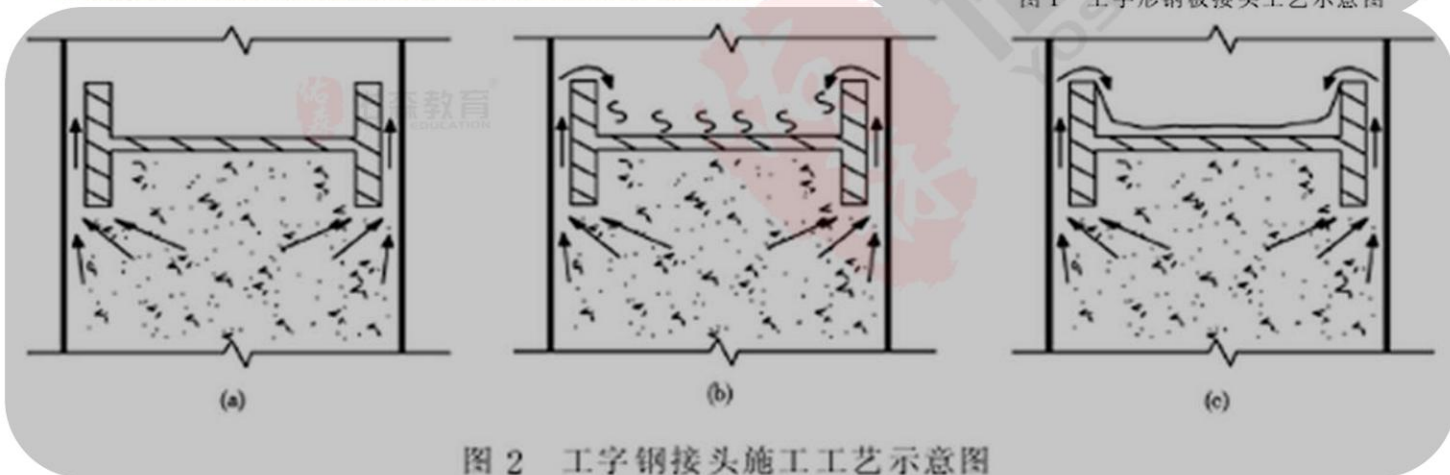


图2 工字钢接头施工工艺示意图



1K413020 明挖基坑施工



导墙是控制挖槽精度的主要构筑物，导墙结构应建于坚实的地基之上，其主要作用有：★ 2018年考点

①**挡土**：在挖掘地下连续墙沟槽时，地表土松软容易坍塌，因此在单元槽段挖完之前，导墙起挡土作用。

②**基准作用**：导墙作为测量地下连续墙挖槽标高、垂直度和精度的基准。

③**承重**：导墙既是挖槽机械轨道的支承，又是钢筋笼接头管等搁置的支点，有时还承受其他施工设备的荷载。



④**存蓄泥浆**：导墙可存蓄泥浆，稳定槽内泥浆液面。泥浆液面始终保持在导墙面以下20cm,并高出地下水位1m，以稳定槽壁。

⑤**其他**：导墙还可**防止泥浆漏失，阻止雨水等地面水流入槽内**；地下连续墙距现有建（构）筑物很近时，在**施工时还起到一定的补强作用**。



1K413020 明挖基坑施工

导墙的形式如图 1K413022-3所示，其中 (a)、(b) 断面最简单，它适用于表层土质良好和导墙上荷载较小的情况；(c)、(d) 为应用较多的两种，适用于表层土为杂填土、软黏土等承载能力较弱的土层，因而将导墙做成倒“L”形或“][”形；(e) 适用于作用在导墙上荷载很大的情况，可根据荷载计算其伸出部分的长度；(f) 适用于相邻建（构）筑物一侧需加强的情况，以保护建（构）筑物；(g) 适用于地下水位高的土层，须将导墙提高，以保持泥浆面距地下水位1m，导墙提高后两边要填土找平。



1K413020 明挖基坑施工

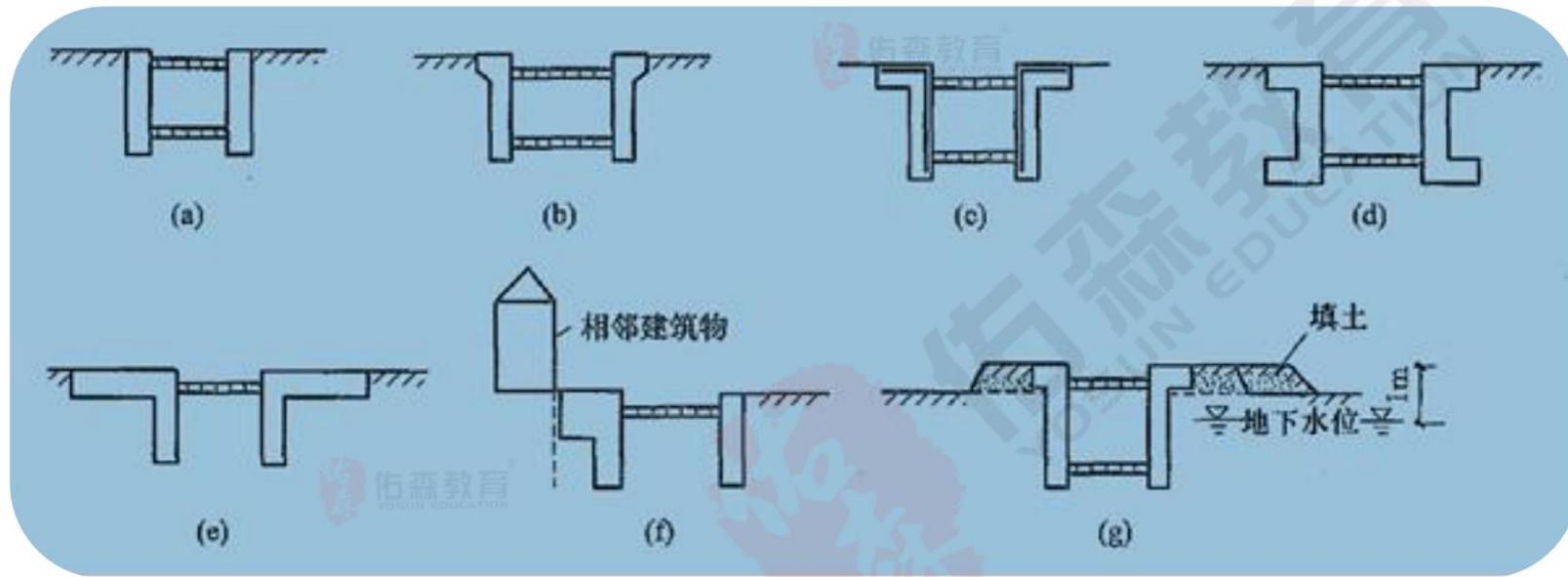


图1 K413022 - 3地下连续墙导墙形式



1K413020 明挖基坑施工

2018年一建市政案例四

背景资料

某市区城市主干道改扩建工程，标段总长1.72km。本标段是在原城市主干路主路范围进行高架桥段—地面段—入地段改扩建，包括高架桥段、地面段、U型槽段和地下隧道段。各工种施工作业区设在围挡内，临时用电变压器可安放于图1中A、B位置，电缆敷设方式待定。地下隧道段围护结构为地下连续墙及钢筋混凝土支撑。

问题：

5. 施工地下连续墙时，导墙的作用主要有哪四项？



1K413020 明挖基坑施工

5. 施工地下连续墙时，导墙的作用主要有哪四项？

【参考答案】导墙的作用：

- (1) 挡土；
- (2) 基准作用；
- (3) 承重；
- (4) 存储泥浆。



1K413020 明挖基坑施工

地下连续墙，按其受力特性可分为四种形式：

- (1) 临时墙：仅用来挡土的临时围护结构。
- (2) 单层墙：即是临时围护结构又作为永久结构的边墙。
- (3) 作为永久结构边墙一部分的叠合墙。
- (4) 复合墙。



1K413020 明挖基坑施工

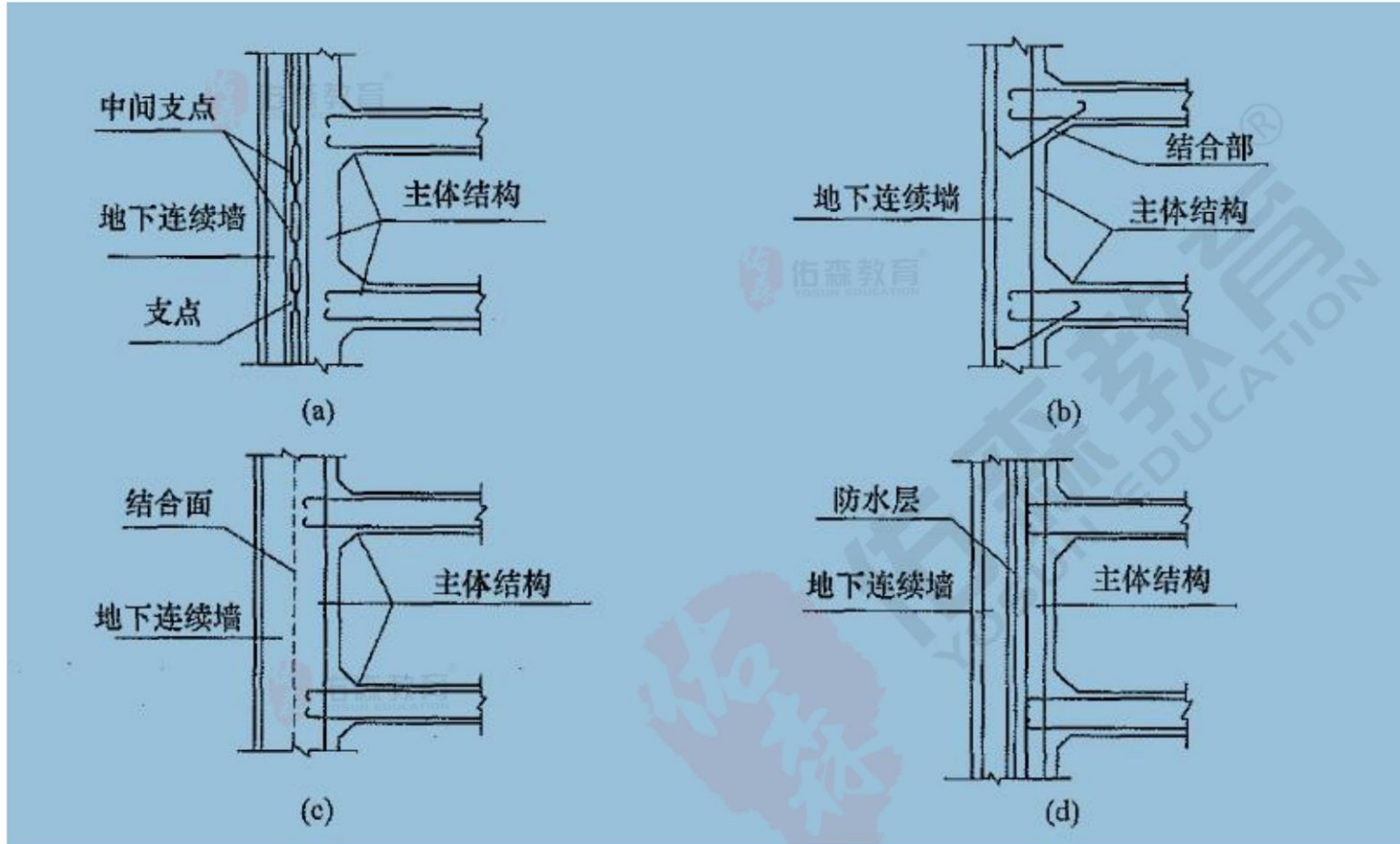


图1K413011-7盖挖法施工车站侧墙结构形式图

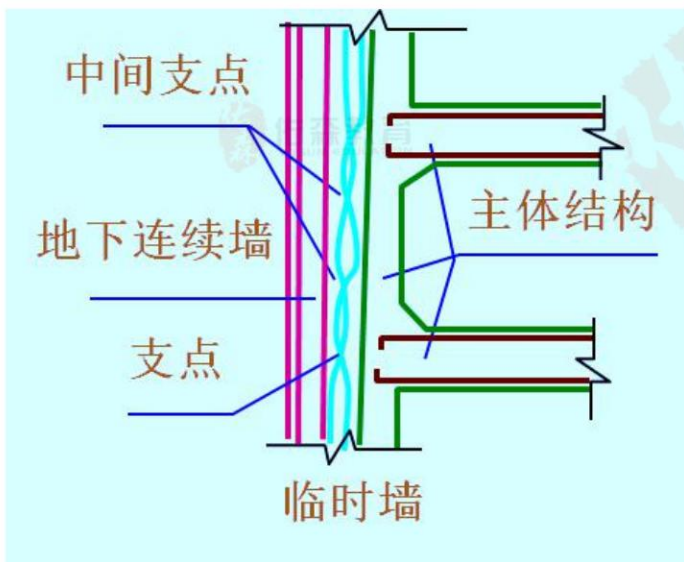
- (a) 临时墙；
- (b) 单层墙（两墙合一）；
- (c) 复合墙；
- (d) 叠合墙



临时墙：仅用来挡土的临时围护结构。

科普

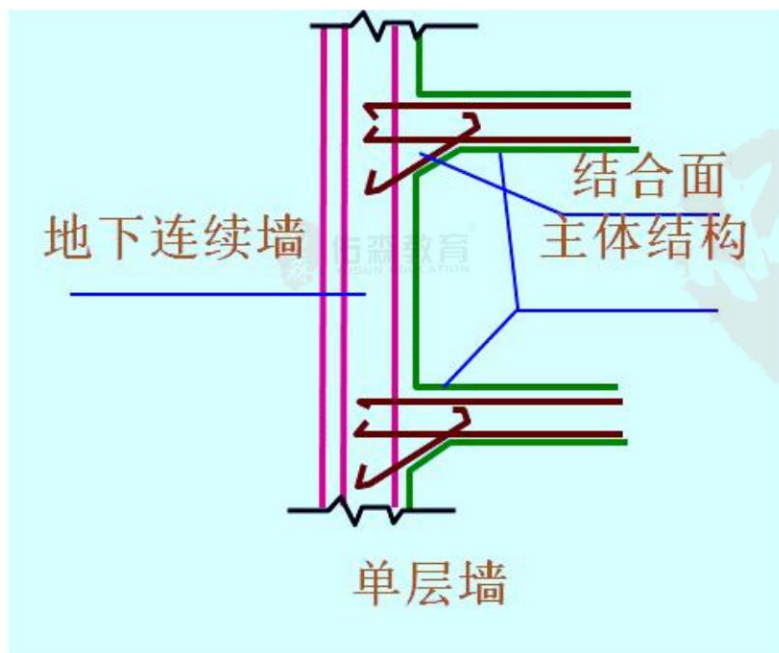
在主体结构的水平构件处设置支点，即将主体结构作为地连墙的支点，起着水平支撑作用。当支点间距较大时，地连墙可能刚度不足，可加设中间支点。



单层墙：即是临时围护结构又作为永久结构的边墙。

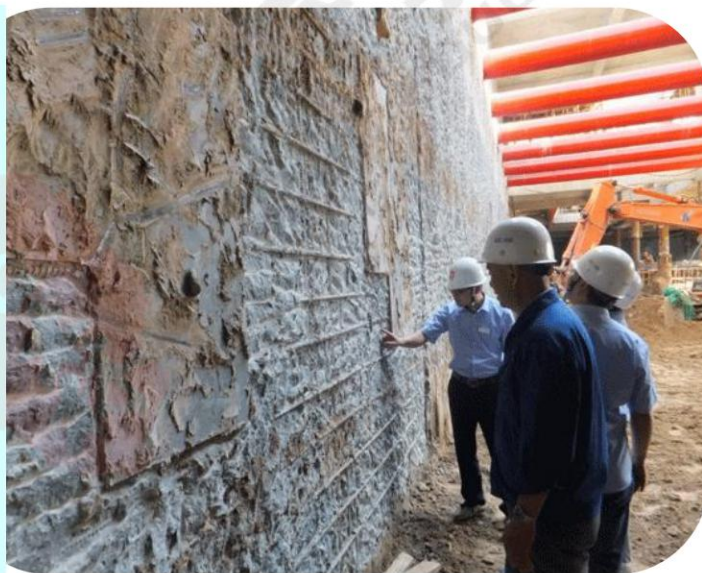
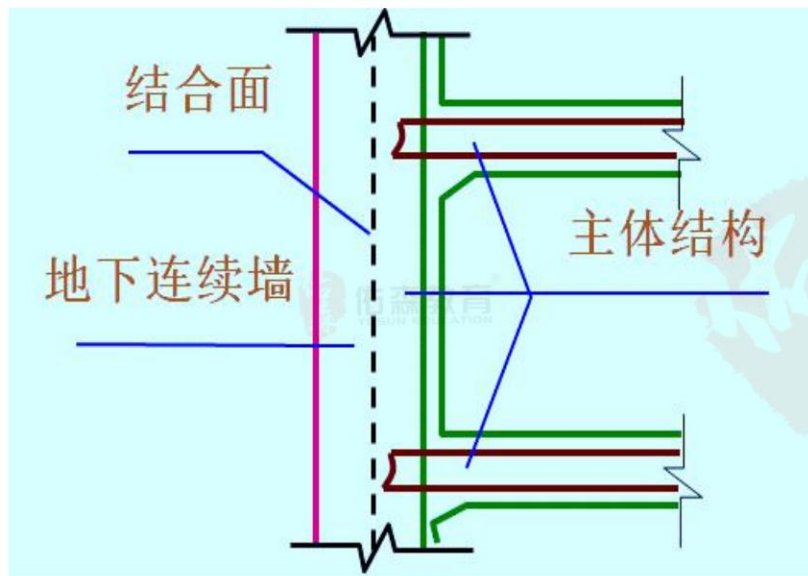
科普

将地连墙直接用作主体结构外墙，此种方式主体结构
与地连墙连接的节点等满足结构受力要求。



1K413020 明挖基坑施工

复合墙：是将地下连续墙与车站衬墙做成一个整体，即通过把地下连续墙内侧凿毛或用拉结钢筋将地下连续墙与内衬墙连接起来，使之在结合部位能传递剪力。



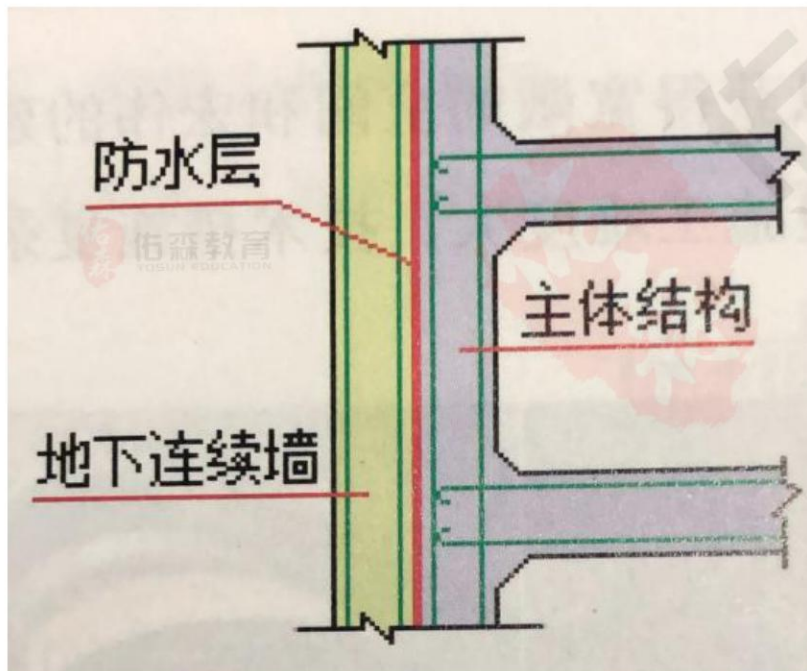
复合墙



1K413020 明挖基坑施工

叠合墙体系中，地下连续墙只承担施工阶段过程中的支护作用，作为临时支护结构，施工难度较小，地下连续墙与车站主体结构分开施工，单独受力。施工过程明了清晰，围护结构与主体结构联系少。两者之间通过设置全包防水层。

叠合墙



1K413020 明挖基坑施工

全国独创网校2.0学习模式
超低风险通关，在佑森



叠合墙防水



1K413020 明挖基坑施工

补充：土钉墙

土钉墙既可以作为有支护开挖的一种围护方式，也可以看做是无支护开挖的边坡加固方式。



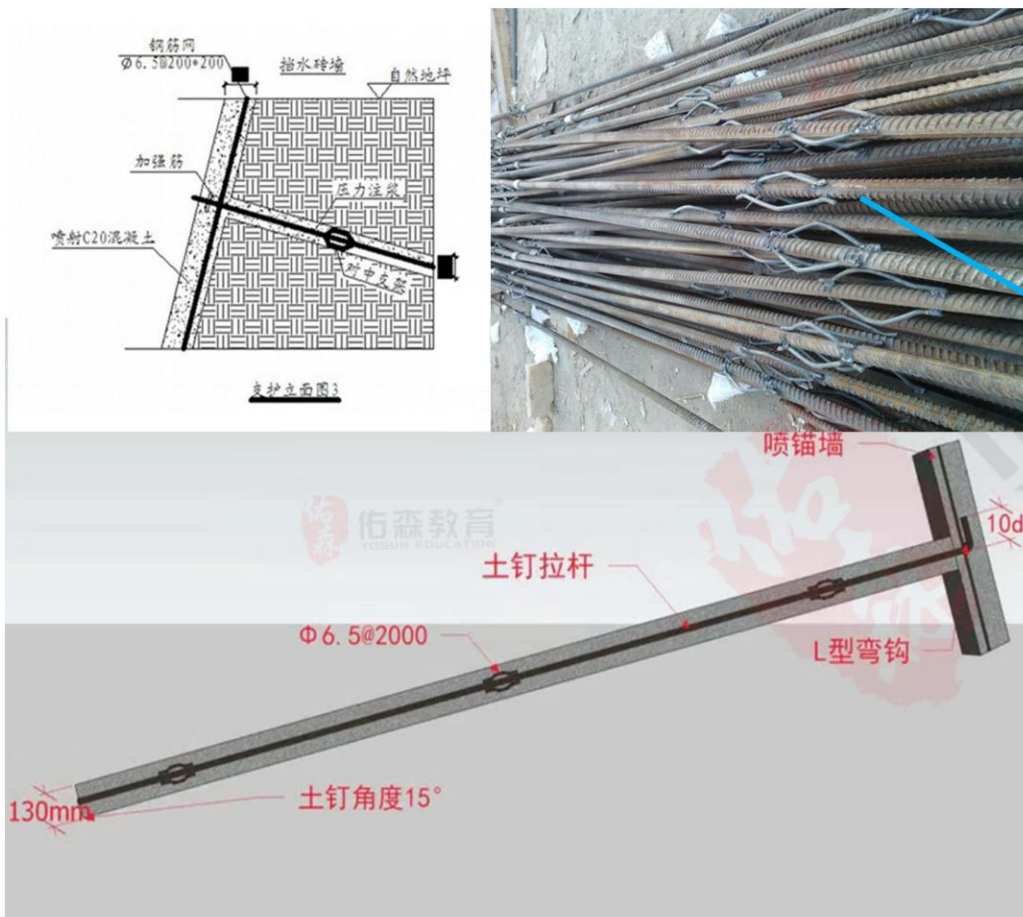
1K413020 明挖基坑施工

土钉墙施工流程：（测量→开挖→修边坡→打孔→安放土钉→编钢筋网→焊接→注浆→喷混凝土→养护）；土钉墙喷射混凝土注意事项（自下向上喷浆，坑壁有水情况下要采用引流管将水引出，喷浆注意不能堵塞引流管。）



1K413020 明挖基坑施工

喷射混凝土强度和厚度符合设计要求，要密实、平整、不得出现裂缝脱落、漏喷、露筋、空鼓、渗漏水等现象。



对中支架



1K413020 明挖基坑施工

2020年二建案例真题四

背景资料

某公司承建一座再生水厂扩建工程。基坑开挖尺寸为70.8m（长）×65m（宽）×5.2m（深），基坑断面如下图所示。

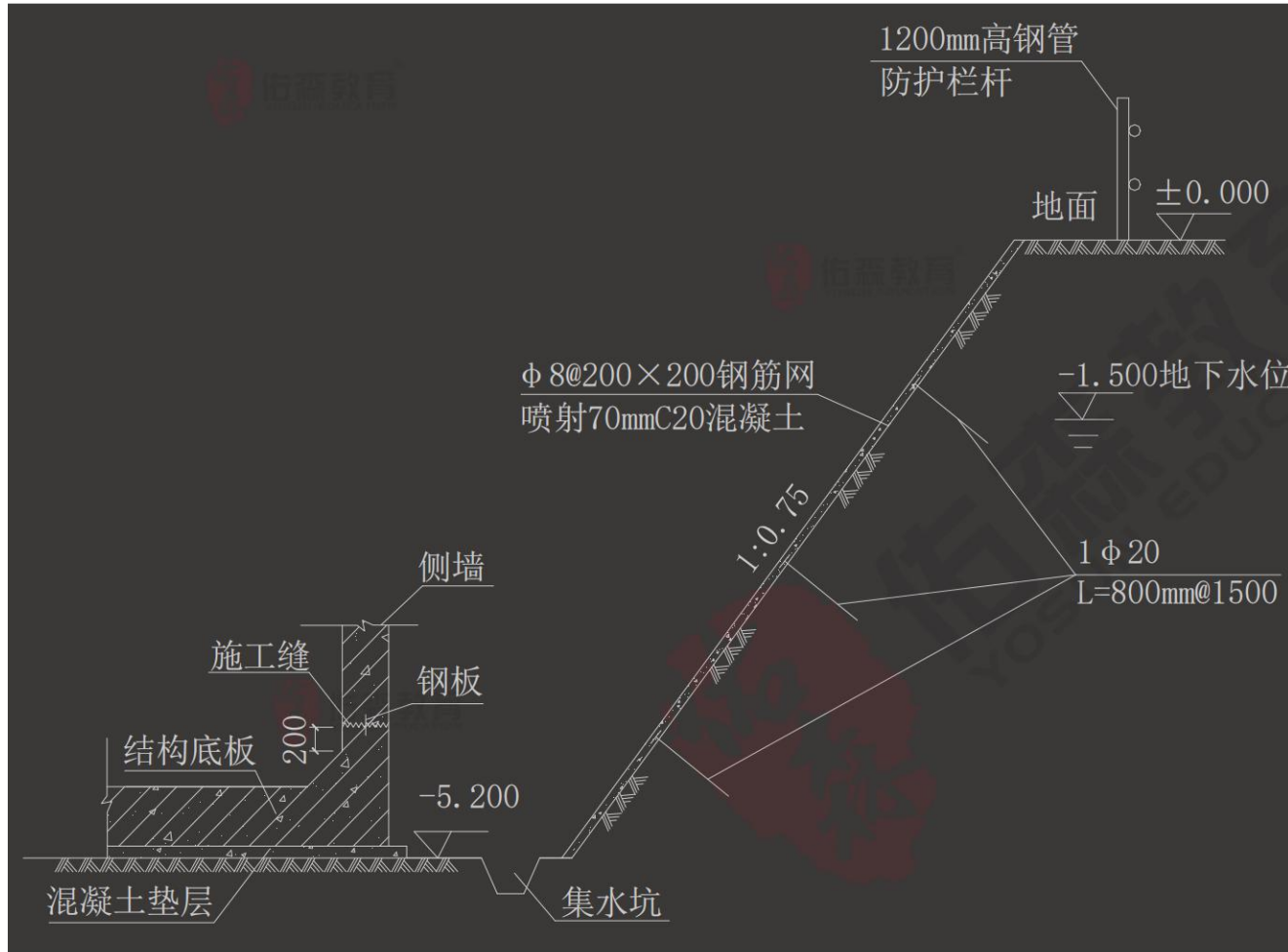
因结构施工恰逢雨期，项目部采用1:0.75放坡开挖，挂钢筋网喷射C20混凝土护面，施工工艺流程如下：修坡→C→挂钢筋网→D→养护。

问题：

2.请指出基坑挂网护坡工艺流程中，C、D的内容。



1K413020 明挖基坑施工



基坑断面示意图（高程单位：m；尺寸单位：mm）



1K413020 明挖基坑施工

问题：

2.请指出基坑挂网护坡工艺流程中，C、D的内容。

【参考答案】

C：打入锚杆（摩擦土钉、锚筋）；

D：喷射混凝土。



小结：

本次课程介绍的是基坑中有支护开挖的围护结构，属于案例高频考点。备考中除熟悉教材内容以外，还需理解每一种围护结构的图形、工序，以及各种围护结构施工过程中发生质量问题的原因分析、预防办法和处理措施。另外需要对教材中未介绍的土钉墙等围护结构施工顺序有一定的了解。





小佑题库



佑森教育

扫一扫，领最新备考资料