

第二节 明挖基坑施工

1K413021 地下水控制

1K413022 深基坑支护结构与边坡防护

1K413023 基坑（槽）土方开挖及变形控制

1K413014 地基加固处理方法

1K420150 明挖基坑施工安全事故预防

四、地基加固处理方法

一、基坑地基加固的目的与方法选择（P133）

（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：

①提高土体的强度和土体的侧向抗力，减少围护结构位移，保护基坑周边建筑物及地下管线；

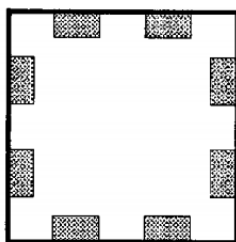
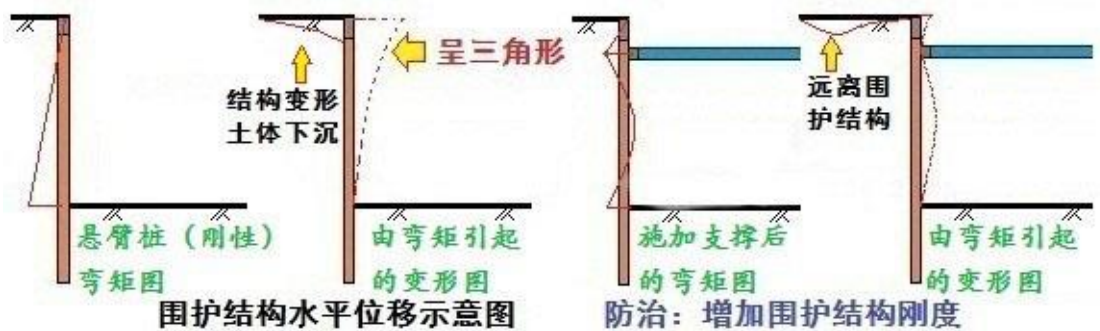
②防止坑底土体隆起破坏；

③防止坑底土体渗流破坏；

④弥补围护墙体插入深度不足等。

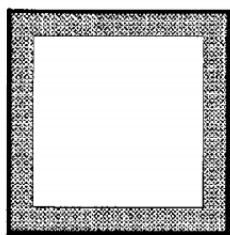
（二）方法选择

(1)在软土地基中，当周边环境保护要求较高时，基坑工程施工前宜对基坑内被动区土体进行加固处理，以便提高被动区土体抗力，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，基坑内被动区加固形式主要有：①墩式加固，②裙边加固，③抽条加固，④格栅式加固，⑤满堂加固。



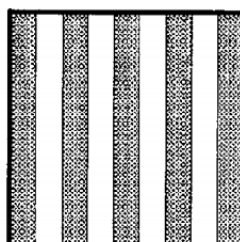
墩式加固

一般多布置在基坑周边阳角位置或跨中区域



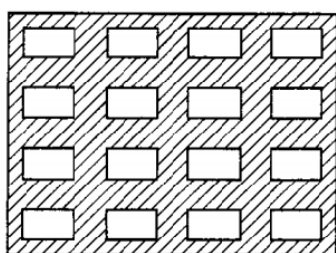
裙边加固

基坑面积较大时



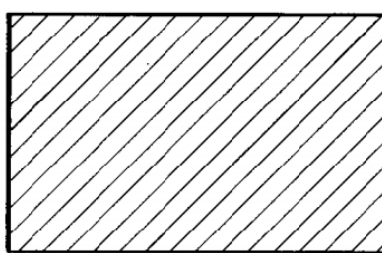
抽条加固

长条形基坑



格栅式加固

地铁车站的端头井



满堂加固

环境保护要求高，或为了封闭地下水时

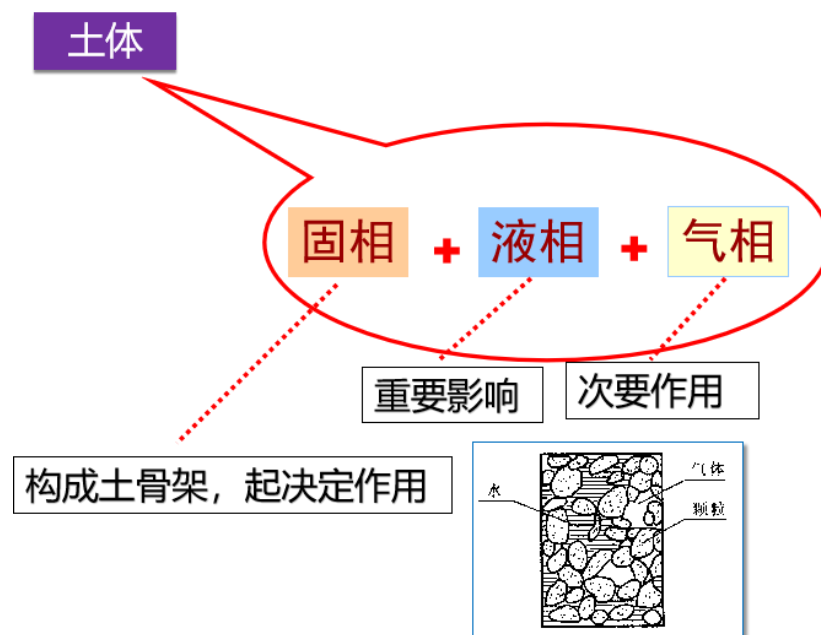
加固体的深度范围应从第二道支撑底至开挖面以下一定深度(上海地区的经验一般为开挖面

以下 4m)，考虑地表有施工机械运行需要时，也可以采用低水泥掺量加固到地面。



(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)采用水泥土搅拌、高压喷射注浆、(静压)注浆或其他方法对地基渗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。



二、常用方法与技术要点

(一) 注浆法

(1)注浆法是利用液压、气压或电化学原理，通过注浆管把浆液均匀地注入地层中，浆液以填充、渗透和挤密等方式，赶走土颗粒间或岩石裂隙中的水分和空气后占据其位置，经人工

控制一定时间后，浆液将原来松散的土粒或裂隙胶结成一个整体，形成一个结构新、强度大、防水性能好和化学稳定性良好的"结石体"。

(2)注浆法所用的浆液是由主剂（原材料）、溶剂（水或其他溶剂）及各种外加剂混合而成。通常所提的注浆材料是指浆液中所用的主剂。外加剂可根据在浆液中所起的作用，分为固化剂、催化剂、速凝剂、缓凝剂和悬浮剂等。注浆材料有很多，其中，水泥浆材是以水泥浆液为主的浆液，适用于岩土加固，是国内外常用的浆液。



(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。

注浆方法	适用范围
渗透注浆	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。



渗透注浆

劈裂注浆



压密注浆

(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。



(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。



- 1)搅拌机就位、调平。
- 2)预下沉至设计加固深度。
- 3)边喷浆（粉）、边搅拌提升直至预定的停浆（灰）面。
- 4)重复搅拌下沉至设计加固深度。
- 5)根设计要求，喷浆（粉）或仅搅拌提升直至预定的停浆（灰）面。
- 6)关闭搅拌机械。

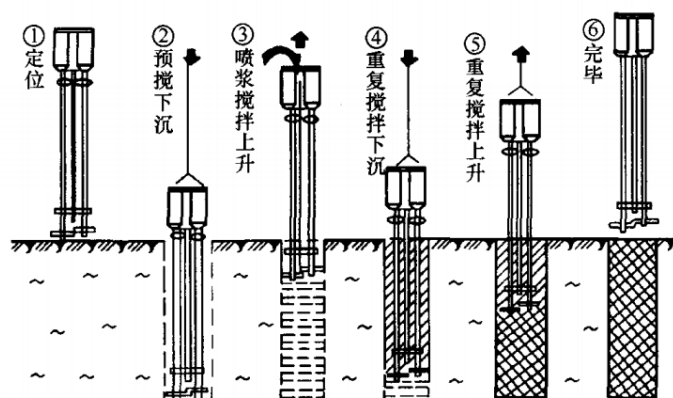


图2K313022-2 喷浆型深层搅拌桩施工顺序

在预（复）搅下沉时，也可采用喷浆（粉）的施工工艺，但必须确保全桩长上下至少再重复搅拌一次。

(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。

(2)水泥土搅拌法加固软土技术具有其独特优点：

- 1)最大限度地利用了原土。
- 2)搅拌时无振动、无噪声、无污染，可在密集建筑群中进行施工，对周围原有建筑物及地下沟管影响很小。
- 3)根据上部结构的需要，可灵活地采用柱状、壁状、格栅状和块状等加固形式。
- 4)与钢筋混凝土桩基相比，可节约钢材并降低造价。



(5) 应根据室内试验确定需加固地基土的固化剂和外加剂的掺量，如果有成熟经验时，也可根据工程经验确定。

(6) 水泥土搅拌桩的施工质量检测可采用下列方法：

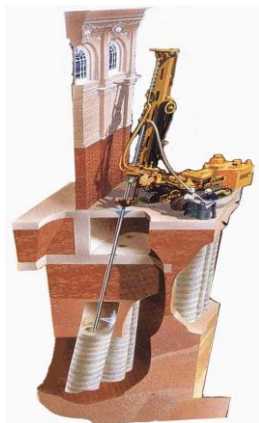
①在成桩 3d 内，采用轻型动力触控检查上部桩身的均匀性；

②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。



【高压喷射注浆法】利用钻机把带有喷嘴的注浆管钻进至土层的预定位置后，以高压设备使浆液或水成为 20-40MPa 的高压射流从喷嘴中喷射出，冲击破坏土体，同时钻杆以一定的速度逐渐向上提升，将浆液与土粒强制搅拌混合，浆液凝固后，在土中形成一个固结体。



上世纪 60 年代由日本发明，中国在 70 年代试验

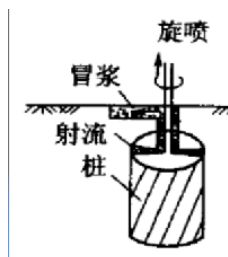


(三) 高压喷射注浆法

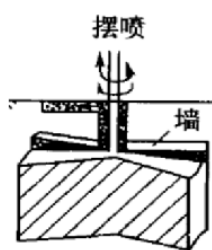
(1) 高压喷射注浆法对淤泥、淤泥质土、黏性土(流塑、软塑和可塑)、粉土、砂土、黄土、素填土和碎石土等地基都有良好的处理效果。但对于硬黏性土, 含有较多的块石或大量植物根茎的地基, 因喷射流可能受到阻挡或削弱, 冲击破碎力急剧下降, 切削范围小或影响处理效果。而对于含有过多有机质的土层, 其处理效果取决于固结体的化学稳定性。鉴于上述几种土的组成复杂、差异悬殊, 高压喷射注浆处理的效果差别较大, 应根据现场试验结果确定其适用程度。对于湿陷性黄土地基, 也应预先进行现场试验。



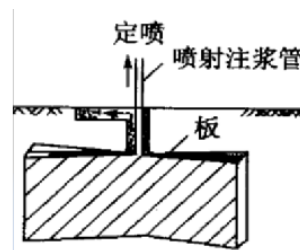
(2)高压喷射有旋喷（固结体为圆柱状）、定喷（固结体为壁状）、和摆喷（固结体为扇状）等三种基本形状。



喷嘴喷射边旋转边提升
固结体呈圆柱状
加固地基
提高地基的抗剪强度
组成闭合帷幕，阻水和治砂



喷嘴喷射边提升
喷射方向不变
固结体成扇状



喷嘴喷射边提升
喷射时小角度摆动
固结体如壁状

定喷和摆喷用于：基坑防渗、改善地基土的水流性质、稳定边坡工程。

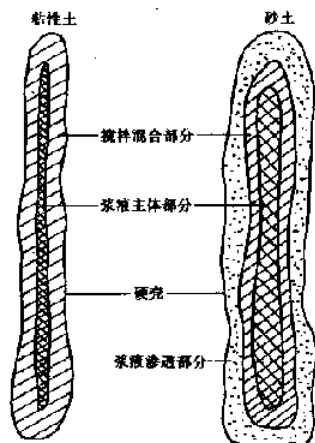


图 8-35 定喷固结体横断面结构示意图

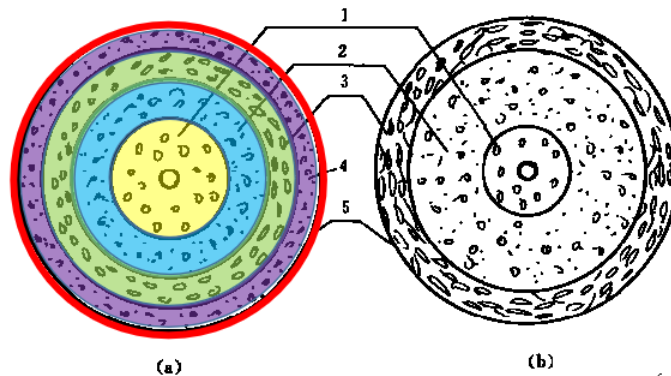
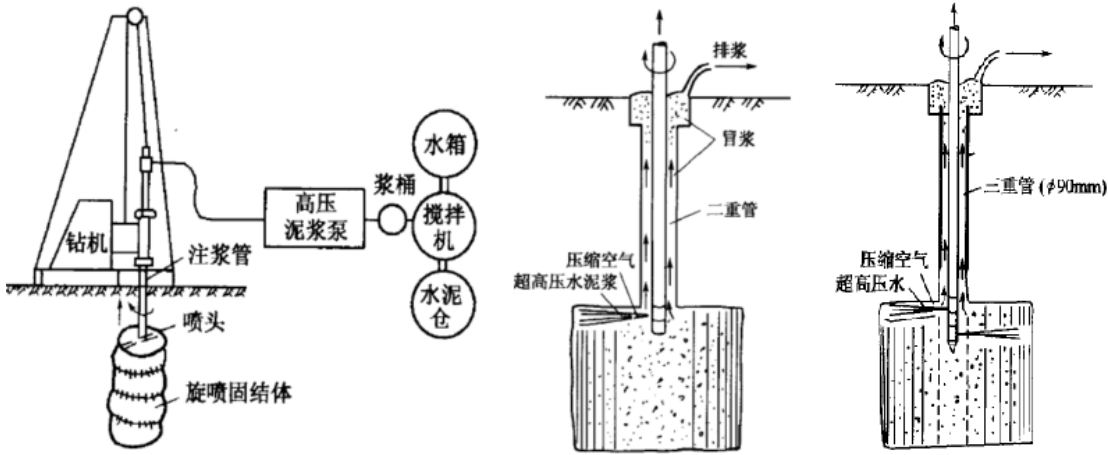


图 8-33 旋喷固结体横断面示意图

(a) 砂土；(b) 粘性土

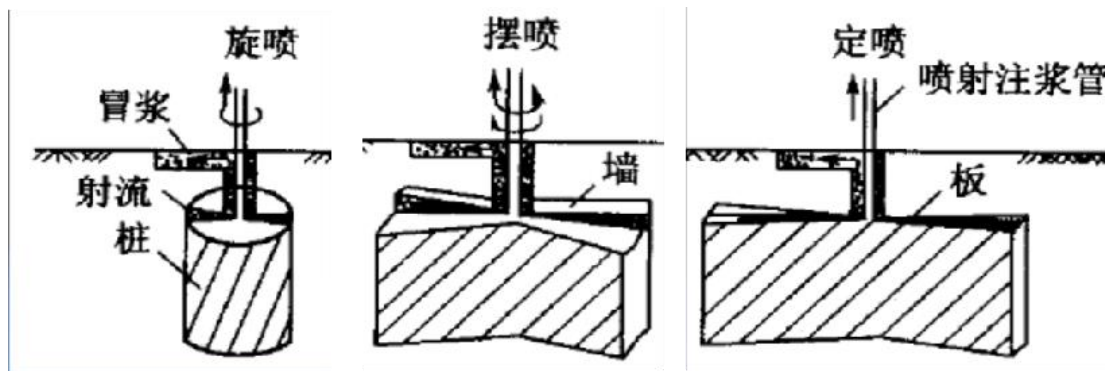
1—浆液主体部分 2—搅拌混合部分 3—压缩部分 4—渗透部分 5—硬壳

- 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三种介质。

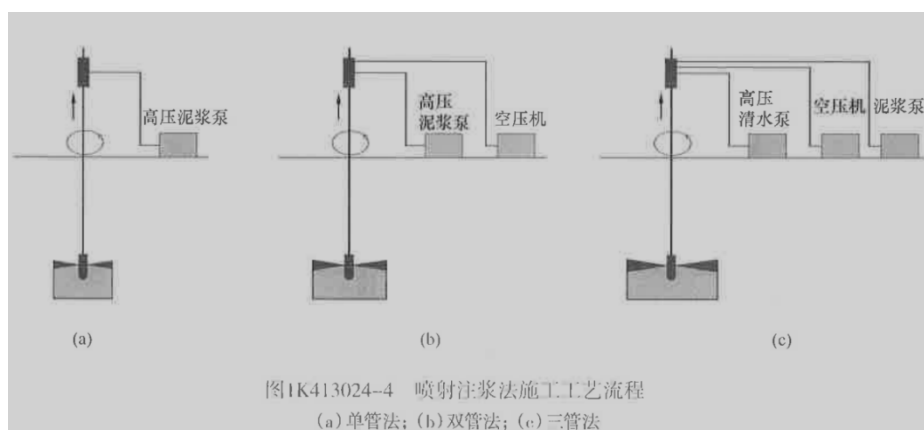


项目 \ 工法	单管法	二重管法	三重管法
浆土混合特点	搅拌混合	半置换混合	半置换混合
适用范围	黏性土 $N < 5$	黏性土 $N < 5$	
	砂性土 $N < 15$	砂性土 $N < 15$	砂性土 $N < 200$
常用压力	20MPa	20MPa	40MPa
高压喷射流	高压浆液流	高压浆液流 + 高压气流	高压浆液流 + 高压气流
改良土体有效直径 (mm)	300 ~ 500	1000 ~ 2000	1200 ~ 2000
改良土体强度 (q_u , kPa)	黏性土	500 ~ 1000	500 ~ 1000
	砂性土	1000 ~ 3000	1000 ~ 3000
示意图			

由于上述三种喷射流的结构和喷射的介质不同，有效处理长度也不同，以三管法最长，双管法次之，单管法最短。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。

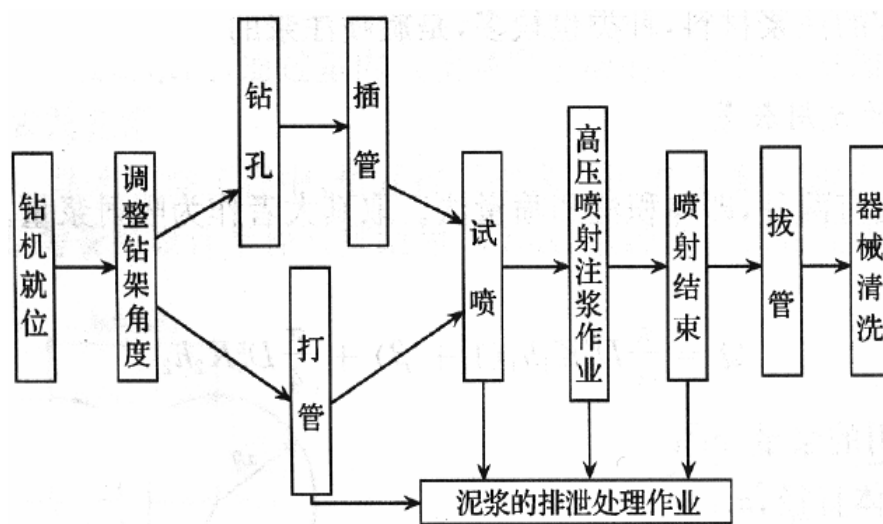
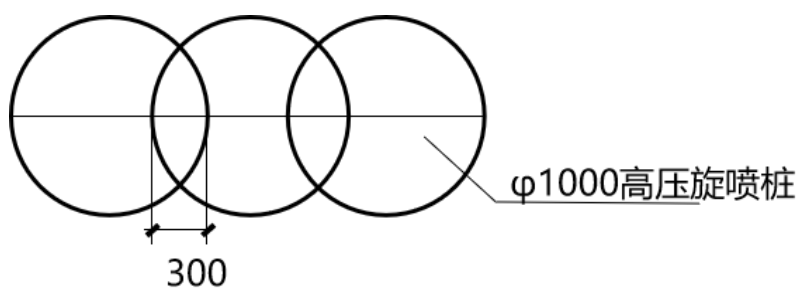


(4)高压喷射注浆的施工参数应根据土质条件、加固要求通过试验或根据工程经验确定，并在施工中严格加以控制。单管法及双管法的高压水泥浆和三管法高压水的压力应大于20MPa。高压喷射注浆的主要材料为水泥，对于无特殊要求的工程，宜采用强度等级为42.5级及以上的普通硅酸盐水泥。根据需要可加入适量的外加剂及掺合料。外加剂和掺合料的用量，应通过试验确定。水灰比通常取0.8~1.5，常用为1.0。



(5)高压喷射注浆的全过程为钻机就位、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。

(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。



旋喷注浆固结体有效直径经验值 (m)

表1K413024-2

土类 \ 方法		单管法	双管法	三管法
黏性土	$0 < N \leq 5$	0.5 ~ 0.8	0.8 ~ 1.2	1.2 ~ 1.8
	$5 < N \leq 10$	0.4 ~ 0.7	0.7 ~ 1.1	1.0 ~ 1.6
砂土	$0 < N \leq 10$	0.6 ~ 1.0	1.0 ~ 1.4	1.5 ~ 2.0
	$10 < N \leq 20$	0.5 ~ 0.9	0.9 ~ 1.3	1.2 ~ 1.8
	$20 < N \leq 30$	0.4 ~ 0.8	0.8 ~ 1.2	0.9 ~ 1.5

注: N 为标准贯入击数。



换填材料加固处理法

(静压) 注浆法

高压喷射注浆法

深层搅拌法

(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。

五、明挖基坑施工安全事故预防

一、明挖基坑安全控制特点 (P425)

(一) 基坑工程安全风险

基坑工程施工过程中的主要风险是基坑坍塌和淹埋,防止基坑坍塌和淹埋是基坑施工的重要任务。



(二) 基坑开挖安全技术措施

1. 基坑边坡和支护结构的确定方法

根据土的分类和力学指标、开挖深度等确定边坡坡度 (放坡开挖时), 或根据土质、地下水情况及开挖深度等确定支护结构方法 (采用支护开挖时)。

基坑工程施工,首先要保证基坑的稳定。放坡开挖时,基坑的坡度要满足抗滑稳定要求;采用支护开挖时,支护结构类型的选择,既要保证整个支护结构在施工过程中的安全,又要能控制支护结构及周围土体的变形,以保证基坑周围建筑物和地下设施的安全。

2. 基坑周围堆放物品的规定

(1) 支护结构施工与基坑开挖期间,支护结构达到设计强度要求前,严禁在设计预计的滑裂面范围内堆载;临时土石方的堆放应进行包括自身稳定性、邻近建筑物地基和基坑稳定性验

算。

(2)支撑结构上不应堆放材料和运行施工机械，当需要利用支撑结构兼做施工平台或栈桥时，应进行专门设计。

(3)材料堆放、挖土顺序、挖土方法等应减少对周边环境、支护结构、工程桩等的不利影响。

(4)基坑开挖的土方不应在邻近建筑及基坑周边影响范围内堆放，并应及时外运。

(5)基坑周边必须进行有效防护，并设置明显的警示标志；基坑周边要设置堆放物料的限重牌，严禁堆放大量的物料。

(6)建筑物周围 6m 以内不得堆放阻碍排水的物品或垃圾，保持排水畅通。

(7)开挖料运至指定地点堆放。

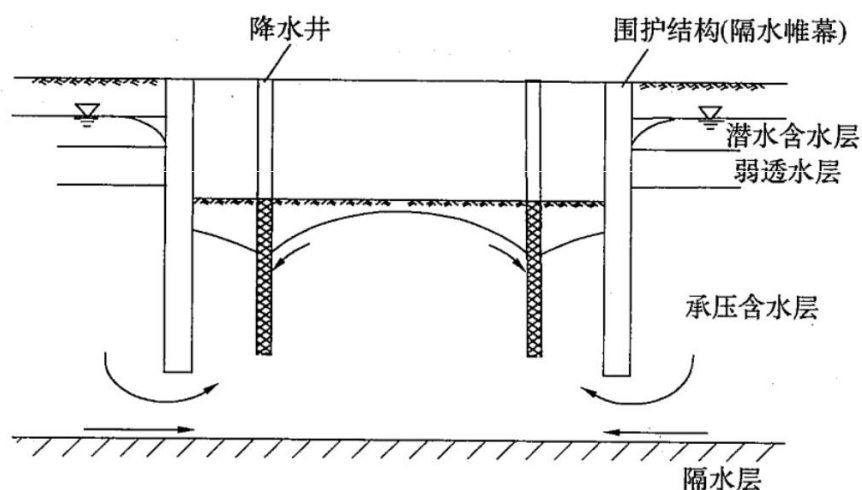
3.做好降水措施，确保基坑开挖期间的稳定

地下水是引起基坑事故的主要因素之一。实践表明，多数发生的基坑事故都与地下水有关。

地下水对基坑的危害与土质密切相关，当基坑处于砂土或粉土时，在地下水作用下，更容易造成基坑坡面渗水、土粒流失、流沙，进而引起基坑坍塌事故。

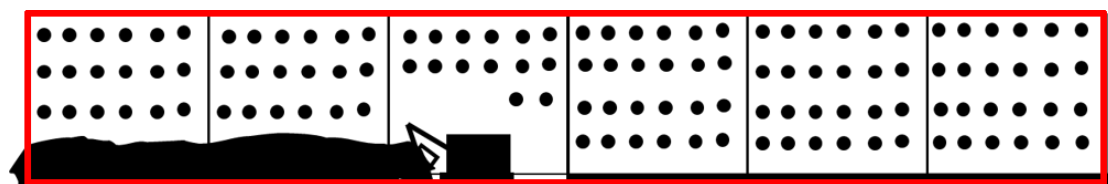
当场地内有地下水时，应根据场地及周边区域的工程地质条件、水文地质条件、周边环境情况和支护结构与基础形式等因素，确定地下水控制方法。当场地周围有地表水汇流、排泄或地下水管渗漏时，应对基坑采取保护措施。

地下水的控制方法主要有降水、截水和回灌等几种形式。这几种形式可以单独使用，也可以组合使用。降水会引起基坑周围土体沉降，当基坑邻近有建筑物时，宜采用截水或回灌方法。



4.控制好边坡

无支撑放坡开挖的基坑要控制好边坡坡度，有支撑基坑开挖时要控制好纵向放坡坡度。基坑采用无支撑放坡开挖时，应随挖随修整边坡，并不得挖反坡。有支撑基坑在开挖过程的临时放坡也应重视，防止在开挖过程中边坡失稳或滑坡酿成事故。



5.严格按设计要求开挖和支护

基坑开挖应根据支护结构设计、降排水要求确定开挖方案；开挖范围及开挖、支护顺序均应与支护结构设计工况相一致；挖土要严格按照施工组织设计规定进行，软土基坑必须分层均衡开挖；支护与挖土要密切配合，严禁超挖；发生异常情况时，应立即停止挖土，并应立即查清原因和采取措施，正常后方能继续挖土。基坑开挖过程中，必须采取措施防止碰撞支撑、围护桩或扰动基底原状土。

软土地区基坑开挖还受到时间效应和空间效应的作用。因此，在制定开挖方案时，要尽量缩短基坑开挖卸荷的尺寸及无支护暴露时间，减少开挖过程中的土体扰动范围，采用分层、分块的开挖方式，且使开挖空间尺寸和开挖支护时限能最大限度地限制围护结构的变形和坑周

土体的位移与沉降。

6.及时分析监测数据，做到信息化施工

基坑失稳破坏一般都有前兆，具体表现为监测数据的急剧变化或突然发展。因此，要进行系统的监测，并对监测数据进行及时分析，发现工程隐患后及时修改施工方案，做到信息化施工，对保证基坑安全有重要意义。

小区旁边挖基坑房屋现裂缝 最宽能塞进拳头

2016年09月23日 10:20 来源：腾讯网 我要评论(0) 小 大 打印



家里房子相继出现裂缝，且越来越宽，正在不知所措时，隔壁工地上“隆隆”开动的施工机械提醒了西安市临潼区秦陵北路东六小区的十几户居民，裂缝是在工地开工后才急剧增大的，而且工地下挖十几米的基坑距居民房子仅几米远。



基坑开挖安全技术措施

1.基坑边坡和支护结构的确定方法

2.尽量减少基坑坡顶荷载

3.做好降水措施，确保基坑开挖期间的稳定

4.控制好边坡

5.严格按设计要求开挖和支护

6.及时分析监测数据，做到信息化施工

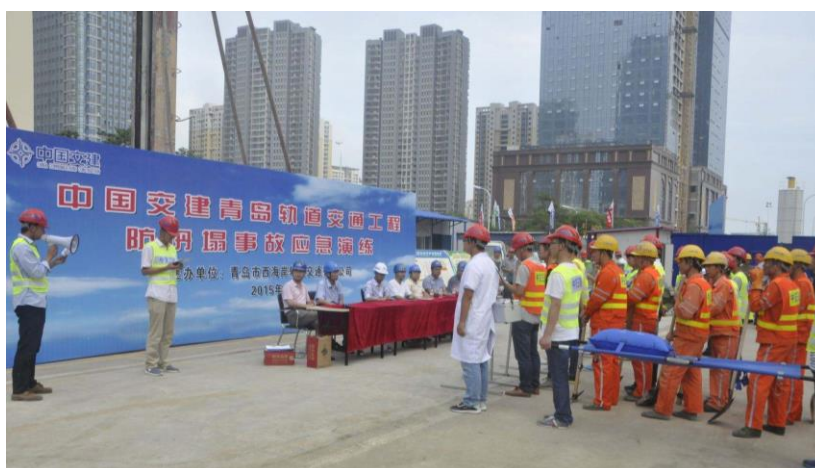
二、应急预案与保证措施

（一）应急预案

(1)制定具有可操作性的基坑坍塌、淹埋事故的应急预案可以防患于未然，可以最大限度地减小事故发生的概率，防止事态的恶化，减轻事故的后果。

(2)建立应急组织体系，配备足够的袋装水泥、土袋、草包、临时支护材料、堵漏材料和设备、抽水器材等抢险物资和设备，并准备一支有丰富经验的应急抢险队伍，保证在紧急状态时可以快速调动人员、物资和设备，并根据现场实际情况进行应急演练。

(3)进行信息化施工，及早发现坍塌、淹埋和管线破坏事故的征兆。如果基坑即将坍塌、淹埋时，应以人身安全为第一要务，及早撤离现场。





（二）抢险支护与堵漏

(1)围护结构渗漏是基坑施工中常见的多发事故。在富水的砂土或粉土地层中进行基坑开挖时，如果围护结构或止水帷幕存在缺陷，渗漏就会发生。如果渗漏水主要为清水，一般及时封堵不会造成太大的环境问题；而如果渗漏造成大量水土流失则会造成围护结构背后土体过大沉降，严重的会导致围护结构背后土体失去抗力造成基坑倾覆。



(2) 有降水或排水条件的工程，宜在采用降水或排水措施后再对围护缺陷进行修补处理。

围护结构缺陷造成的渗漏一般采用下面方法处理：

①在缺陷处插入引流管引流，然后采用双快水泥封堵缺陷处，等封堵水泥形成一定强度后再关闭导流管。

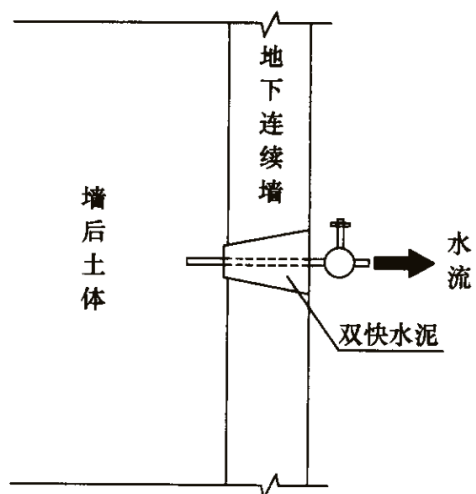


图1K420151-1 基坑围护墙体堵漏方法一

②如果渗漏较为严重直接封堵困难时，则应首先在坑内回填土封堵水流，然后在坑外打孔灌注聚氨酯或双液浆等封堵渗漏处，封堵后再继续向下开挖基坑。

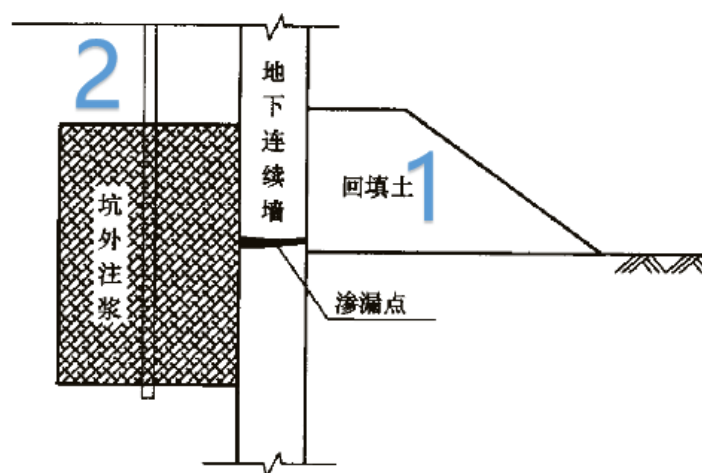
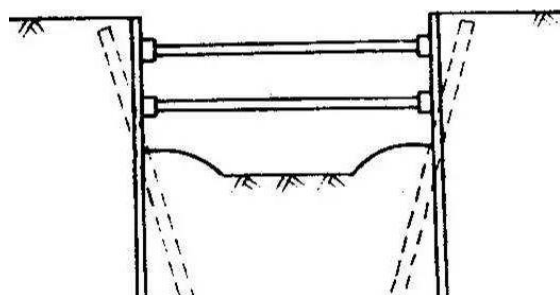


图1K420151-2 基坑围护墙体堵漏方法二



(3)基坑支护结构出现变形过大或较为危险的“踢脚”变形时，可以采用①坡顶卸载，②适当增加内支撑或锚杆，③被动土压区堆载或④注浆加固等处理措施。

(4)基坑出现整体或局部土体滑塌时，应在可能条件下降低土中水位，并进行坡顶卸载，加强未滑塌区段的监测和保护，严防事故继续扩大。

(5)基坑坍塌或失稳征兆已经非常明显时，必须果断采取回填土、砂或灌水等措施，然后再进一步采取应对措施，以防止险情发展成事故。



开挖过程中的地下管线的安全保护措施

一、施工准备阶段

(一)工程地质条件及现况管线调查

(1)进场后应依据建设方提供的工程地质勘察报告、基坑开挖范围内及影响范围内的各种管线、地面建筑物等有关资料，查阅有关专业技术资料，掌握管线的施工年限、使用状况、位置、埋深等数据信息。

(2)对于资料反映不详、与实际不符或在资料中未反映管线真实情况的，应向规划部门、管线管理单位查询，必要时在管理单位人员在场情况下进行坑探查明现状。



(3) 对于基坑影响范围内的地面、地下建（构）筑物，必须查阅相关资料并经现场调查，掌握结构的基础、结构形式等情况。

(4) 将调查的管线、地下建（构）筑物的位置埋深等实际情况按照比例标注在施工平面图上，并在现场做出醒目标志。

(5) 分析调查、坑探等资料，作为编制地下管线保护方案和采取安全保护措施的依据。



(二) 编制地下管线保护方案

(1) 必须对施工过程中地下管线、地面建（构）筑物可能出现的安全状态进行分析，制定相应的管线保护、加固和支护措施，保证地下管线安全运行。

(2) 对于重要的地下管线、地面与地下建（构）筑物必须进行基坑开挖工况影响分析，确定影响程度，以便在施工措施中确定合理的基坑支护、开挖方法，确保施工过程中管线及各种构筑物的安全。

(3) 地下管线保护方案须征得管理单位同意后方可实施。



(三) 现况管线改移、保护措施

(1)对于基坑开挖范围内的管线，与建设单位、规划单位和管理单位协商确定管线拆迁、改移和悬吊加固措施。

(2)基坑开挖影响范围内的地下管线、地面建（构）筑物的安全受施工影响，或其危及施工安全时，均应进行临时加固，经检查、验收，确认符合要求并形成文件后，方可施工。



(3)开工前，由建设单位召开工程范围内有关地上建（构）筑物、地下管线、人防、地铁等设施管理单位的调查配合会，由管理单位指认所属设施及其准确位置，设明显标志。

(4)在施工过程中，必须设专人随时检查地下管线、维护加固设施，以保持完好。

(5)观测管线沉降和变形并记录，遇到异常情况，必须立即采取安全技术措施。



二、应急预案与抢险组织

(1)施工前，必须制定应急预案和有效安全技术措施。

(2)建立应急组织体系，配备应急抢险的人员、物资和设备，组织体系应保证在紧急状态时可以快速调动人员、物资和设备，并根据现场实际情况进行应急演练。

(3)出现异常情况，应立即通知管理单位人员到场处理、抢修。

