

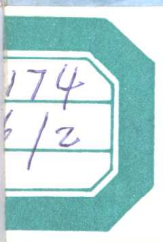
桩基础和高层建筑桩基础设计

中 册

徐中明 编

机械工业部设计研究院

一九九四年



柱基础和高层建筑桩基础设计 目 录 (中册)

第五章 各种灌注桩的特点及其应用范围

第一节 概 述

第二节 洛阳铲和机动洛阳铲成孔灌注桩

第三节 爆扩桩

第四节 沉管灌注桩

第五节 钻孔灌注桩

一、人工推钻成孔灌注桩

二、机动推钻成孔灌注桩

三、螺旋钻机成孔灌注桩

(一) 长螺旋钻机成孔灌注桩

(二) 短螺旋钻机成孔灌注桩

(三) 双螺旋钻机成孔灌注桩

四、大直径螺旋钻机成孔扩底灌注桩

五、旋转钻机成孔灌注桩

六、潜水钻机成孔灌注桩

七、钻土机成孔灌注桩

第六节 冲击锥和冲抓锥成孔灌注桩

一、冲击锥成孔灌注桩

二、冲抓锥成孔灌注桩

第七节 贝诺特钻机成孔灌注桩

第八节 法兰克桩

第九节 夯扩灌注桩

第十节 大直径人工挖孔灌注桩和扩底灌注桩

第十一节 树根桩

第十二节 地下水对灌注桩的危害和处理方法

第六章 地下连续墙

第一节 地下连续墙的应用

一、地下连续墙的由来和发展

二、地下连续墙的应用范围

三、地下连续墙的分类

四、地下连续墙的优越性和应用时应考虑的问题

五、地下连续墙在我国的应用和发展

第二节 地下连续墙的施工

一、排桩式地下连续墙

二、板壁式地下连续墙

第七章 大直径灌注桩和地下连续墙的护壁、清底和混凝土浇灌

第一节 干法作业成孔大直径灌注桩和排桩式地下连续墙的护壁、清底和混凝土浇灌

一、干法作业成孔的灌注桩和排桩式地下连续墙成孔的护壁

二、干法作业成孔的灌注桩和排桩式地下连续墙成孔的清底

三、干法作业成孔的灌注桩和排桩式地下连续墙桩身混凝土浇灌

第二节 湿法作业大直径灌注桩和地下连续墙的护壁

一、护壁泥浆的功能

二、护壁泥浆的组成

三、护壁泥浆的配制

四、护壁泥浆的再生和废弃泥浆的处理

五、泥浆配制和处理的主要设备

第三节 湿法作业大直径灌注桩和地下连续墙的清底

一、沉碴产生的原因

二、清底的必要性

三、清底的标准

四、清底的方法

五、沉碴厚度的检测

第四节 湿法作业大直径灌注桩和地下连续墙水下混凝土的浇灌

一、水下浇灌混凝土的特点

二、水下混凝土的配合比

三、浇灌水下混凝土的设施

第八章 岩土锚杆

第一节 概述

一、锚杆的组成

二、锚杆技术的发展和应用

三、锚杆的分类

第二节 岩土种类对锚杆锚固的物理力学性质

第三节 锚杆在岩土层中的锚固方法

一、机械锚固法

二、胶结材料锚固法

三、扩底锚固法

四、综合锚固法（机械与胶结材料相结合）

五、可拆卸的锚杆锚固法

第四节 各类岩土对锚杆锚固的适应性

- 一、岩层中的锚固
- 二、非粘性土层（砂、砾、卵石类）中的锚固
- 三、粘性土层中的锚固
- 四、在饱和淤泥质软土层中的锚固

第五节 锚杆钢材的选择

- 一、从使用的目的选择锚杆材料
- 二、从施工难易选择锚杆材料
- 三、从应用材料强度选择锚杆材料
- 四、用于制作预应力和非预应力的钢线材的种类

第六节 锚头的种类和锚头的设置

- 一、螺丝端杆锚具
- 二、JM12型锚具
- 三、锥型螺杆锚具
- 四、钢绞线群锚锚具（QM体系）

第七节 施工锚杆的机具和设备

- 一、锚杆孔成孔机械的选择
- 二、预应力锚杆张拉机具
- 三、压力灌浆设备

第八节 锚杆的防腐蚀

- 一、锚杆腐蚀的特征
- 二、锚杆的防腐蚀措施

第九节 锚杆的试验和检验

- 一、基本试验
- 二、适应试验
- 三、验收试验
- 四、特殊试验
- 五、锚杆的长期观测检验

第五章 各种灌注桩的特点及其应用范围

第一节 概 述

在建筑物桩基础的桩位上，用成孔的工具或机械按照设计的桩直径和深度，预先在地基土中制成桩孔，在检验合格的桩孔内放入应配置的钢筋笼，灌入设计规定要求强度的混凝土构成桩身，将上部结构的荷载传递给深层的地基土或持力层，称为钢筋混凝土灌注桩，上部荷载不大或仅承受压力的桩，只在桩顶配置与承台锚固的钢筋，桩身不配置钢筋，称为混凝土灌注桩。通常将钢筋混凝土灌注桩和混凝土灌注桩简化统称为灌注桩，直径大于700毫米的灌注桩称为大直径灌注桩。为提高灌注桩的端承力，用不同的方法如机具或人挖扩大大直径灌注桩底端，增加持力层的承压面积，称为大直径扩底灌注桩，或称为大直径扩底墩。

深层土的开挖或施工地下建筑物，也常用灌注桩组成排桩式地下连续墙，承受土压力和上部结构传下来的荷载产生的水平推力。

灌注桩与预制钢筋混凝土桩相比较有许多优点，但也存在一些问题。

1、灌注桩可以根据持力层不同的深度调节桩的长度，无需砍桩。

2、可以根据荷载的大小调整桩径、桩长和配筋量，可以达到提高单桩承载力的目的。

3、冲钻、挖孔灌注桩具有噪声小，无挤土效应，对密集的群桩和对周围建筑物以及地下管线影响小，或无影响。

4、根据地质条件选用成孔工艺和机具得当，可以在任何一种土质条件下成孔，并能穿透预制钢筋混凝土桩无法穿越的硬土夹层达到很大的深度，一次将桩浇灌完成。

5、根据承载力的需要，可以将桩端嵌入坚硬的持力层提高承载力，或嵌入岩层一定深度构成嵌岩桩，可以得到较高的承载力。

6、如桩端地基土受承载力的限制，可扩大桩的底端构成扩底灌注桩，提高桩的承载力。

7、承载力很高的大直径灌注桩，可设置一柱一桩代替柱下的群桩，减小桩的承台。

8、灌注桩的施工既可以选用现代化效率高的机械钻机，也可以采用简单的机具，直径 $d \geq 800$ 毫米的灌注桩可以采用简单的起吊运输工具用人力挖掘构成人工挖孔灌注桩。

灌注桩具有许多优点，但是灌注桩是建筑工程中地下深埋的重要的隐蔽工程，很难用肉眼直观检查，施工的质量是不容忽视的，如偏孔、缩颈、鼓肚、坍孔、虚土或沉渣过厚、混凝土疏松、桩身夹泥、断桩等都可以造成很大的危害和经济损失。而目前灌注桩的成孔和桩身质量检验手段还不够有效和完善，忽视质量的

检查，往往由于成孔或桩身质量的病害问题需要处理，不仅增加大量投资而且延误工期，潜伏的隐患甚至造成严重的损失，因此采用灌注桩必须进行全面质量管理，严格遵守操作规程，每道工序都必须有记录，易于出现问题的环节，严格进行检查和验收，对于有质量病害的问题和部位要及时进行处理，达到符合质量要求后，才能施工下一道工序。

设计人选用灌注桩及其成孔工艺时，必须根据上部结构的特点，具体的工程地质条件，施工单位工人的素质，技术水平、机具设备的能力，施工的经验及其曾经完成过灌注桩的实绩等，认真进行调查研究和比较，再确定所设计的桩基础工程应选用灌注桩的桩型和成孔工艺，对确保灌注桩的质量是十分重要的。

灌注桩的成孔方法大致可分为两大类：

第一类：钻、挖、冲成孔灌注桩：属于取土成孔灌注桩，孔壁与孔底土体不受挤压和扰动或少量挤压扰动，其共同点是孔底一般留有一定厚度的虚土或沉碴，轴向受力性能大体一致，需要考虑残留虚土或沉碴的厚度对桩承载力和沉降的影响，成孔工艺有较大的区别，灌注桩成孔，有干法作业和湿法作业两种施工方法。

干法作业：常用于地下水位以上，当地基土中有地面上层滞水或地下水则需要采取排水或降水措施。用干法作业在桩孔中取土，必须要有防止坍孔措施，干法作业的成孔灌注桩有利于制成扩底灌注桩。

湿法作业：是在钻孔钻进时在孔内灌入事先搅拌的泥浆，或在钻孔钻进时灌入水并投入膨润土或粘土自行造浆。其目的是利用泥浆的压力保护钻孔的孔壁不致坍塌和防止孔内的水渗漏，同时泥浆有一定的密度和粘度，使钻出的碴土经搅拌后悬浮于泥浆中携带排出孔外，达到从孔中排出钻出碴土的目的。这种成孔工艺可以制成直径 $d \geq 600$ 毫米以上较大直径的灌注桩，而且可以达到很大的深度，但湿法作业的灌注桩，必须有条件处理泥浆和排出碴土的场地和措施，避免泥浆和泥碴在地面到处流淌，对周围环境产生污染。湿法作业成孔的桩身混凝土必须用水下灌注混凝土作业法进行浇筑。

第二类：沉管灌注桩：这种灌注桩的成孔是先将套管沉入地基土中，与预制钢筋混凝土桩沉入地基土中相类似，钢套管对孔壁的土体结构产生挤压和扰动，对孔壁和孔底有挤密作用，但这类桩的直径和深度都不能太大和太深，一般直径在 $300 \sim 400$ 毫米左右，通常的深度在 $6 \sim 12$ 米，最深的曾有过 20 米左右，要根据土的类别性质、套管的壁厚和桩锤的种类和大小而有区别，其桩尖有预制型、活瓣型、封闭型三种。

此外还有贝诺特全套管成孔灌注桩，该桩的施工是先将套管用油压千斤顶压入地基土中，边压入边将管中土挖出排出孔外。法兰基桩和夯扩桩是用桩锤和夯管在套管内夯击，使套管沉入地基土中。最后边灌混凝土边夯击，同时逐渐将套管从地基土中拔出，其特点是既可将桩身混凝土夯实，又可将桩的底端扩大。这种桩型桩径大于沉管灌注桩。

第二节 洛阳铲和机动洛阳铲成孔灌注桩

洛阳铲原是河南洛阳一带历史上的一种盗窃古墓时的勘察工具，建国以后在第一个五年计划建设时期，用于河南、陕西和甘肃等地的粘性土和黄土地地区，探查基础下地基受力范围内有无古墓洞穴的一种简单工具。

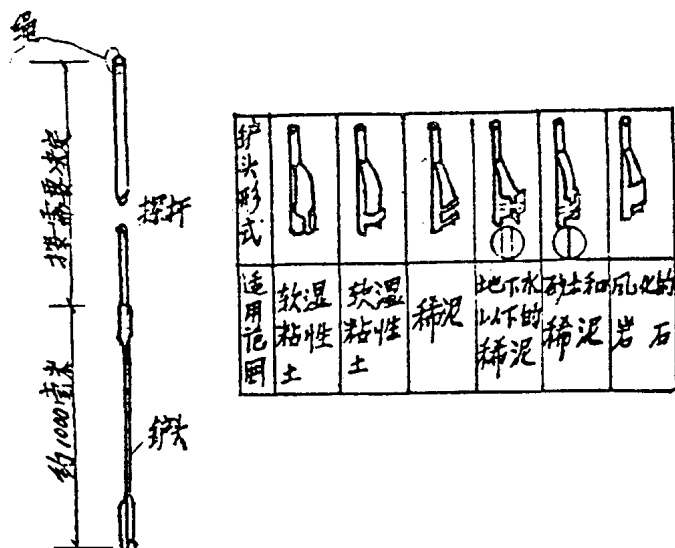
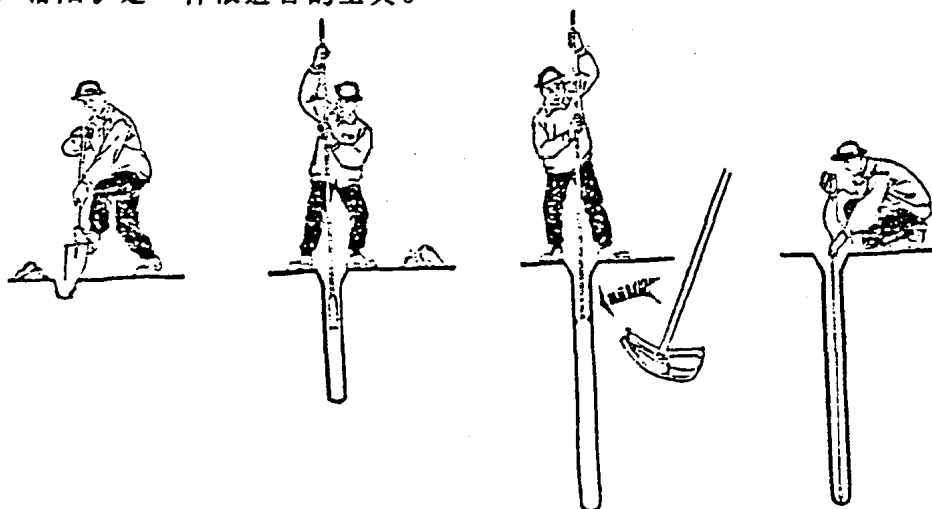


图 5-1 手工洛阳铲示意图

手工洛阳铲是由长竹竿或木杆做成的手柄和专门制作的铁或钢铲头所组成，铲头呈大于半圆的弧形，圆弧直径5~15厘米，长20~30厘米，并带有刃口。工人手握铲柄冲击土层的土体，土体被铲头刃口切削后，挤压于铲的圆弧腔内，每次取土量的多少，根据铲的大小和冲击力的大小而定，在不硬的粘性土和黄土地地区，常用手工洛阳铲挖灌注桩的桩孔，当土质较硬时可加少量的水使土软化，手工洛阳铲也常用于爆扩桩的成孔。近年来手工洛阳铲常用来作为加固建筑物基础用的灌注桩的成孔方法；室内或高度受钻孔机械设备限制的地方，如要施工灌注桩，洛阳铲是一种很适合的工具。



(1) 挖喇叭形孔口 (2) 用洛阳铲成孔 (3) 用太阳铲修孔 (4) 检查桩孔

图 5-2 洛阳铲成孔示意图

洛阳铲制作简单、操作容易、修孔方便，故成孔质量易于保证。可以几个工人轮流操作，也可以几个铲同时操作，其缺点是成孔的效率较低，孔的深度取决于铲柄的长度，以后逐渐为机动洛阳铲成孔所代替。对于加固基础用的灌注桩成孔，高度受到限制的地方或在室内施工灌注桩成孔，手工洛阳铲成孔比其他机具成孔既灵活又方便，是不可缺少的方法。

机动洛阳铲是由手工洛阳铲发展而来，机动洛阳铲可以由简单的支架或三角支架，卷扬机，钢丝绳、滑轮组组成一套操作系统。

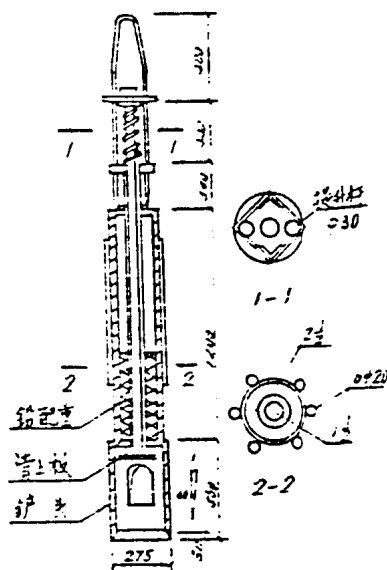


图 5 - 3 机动洛阳铲
示意图

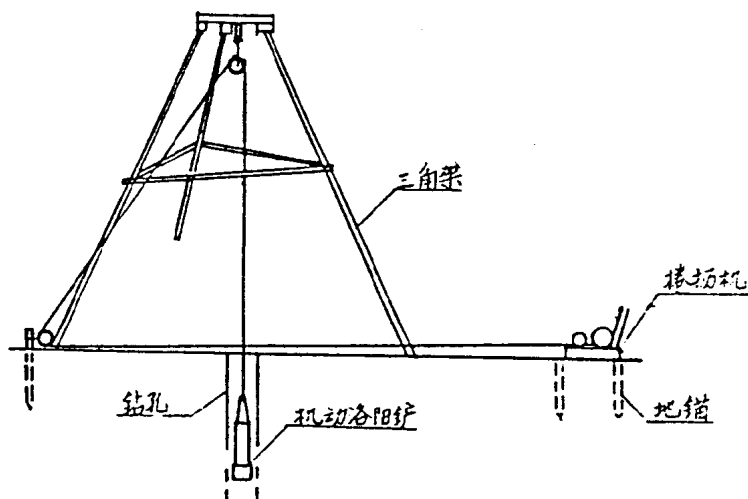


图 5 - 4 机动洛阳铲成孔
示意图

机动洛阳铲头为圆形下端有刃口，操作简便，卷扬机钢丝绳一端穿过转向滑轮和三角支架上的固定提升滑轮，钢丝绳端部用钢丝绳卡与机动洛阳铲的提升杆连接，将机动洛阳铲对准桩位，卷扬机将机动洛阳铲提升至需要的高度，（开孔时以 1～2 米为宜，挖入 4 米深度以后，可加大落距至 3 米，）然后放松钢丝绳，使铲依靠自重下落冲击土层，铲头刃口由于下落的冲击力切入土中，铲头的圆筒内充填切削后挤入的土体，提升机动洛阳铲出孔口，即可将所取土弃于地面，如此往复直至桩孔完成。

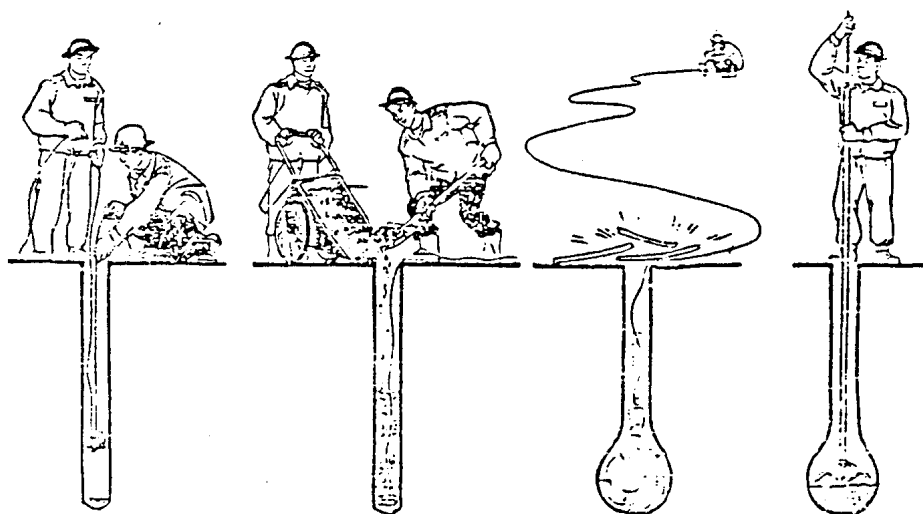
洛阳铲和机动洛阳铲适用于地下水位以上的一般粘性土、黄土和人工填土，不宜用于地下水位以下的上述各类土，也不适用于砂、卵砾石等碎石土。遇有硬粘性土层可适量加水使其软化，遇有饱和软弱土层时，可适量掺入干土或石灰粉；遇有孤漂石可换用冲击锤击碎，或用少量炸药爆破挤入孔壁，或根据具体情况采取其它措施处理。当孔深存在偏斜或不够竖直，可以降低机动洛阳铲高度，反复修整。

机动洛阳铲直径约 $\phi 300$ 毫米，成孔直径可达 $\phi 300 \sim \phi 600$ 毫米，深度可达50米。缺点是成孔直径不易准确，孔深的垂度不易保持，故在成孔过程中须经常修正，当桩孔挖到设计深度，必须检验孔底虚土厚度。孔径和孔深的垂直度应符合灌注桩施工规程要求：桩径偏差 $\leq \pm 2$ 厘米，孔深垂直偏差不超过1%，孔底虚土厚度 ≤ 10 厘米，桩位偏差 $\leq 1/6 \sim 1/4 d$ ， d = 桩径。为提高桩的端承力，可用机械扩底，也可用炸药爆扩构成爆扩桩。

洛阳铲和机动洛阳铲成孔灌注桩适用于一般单层工业厂房和六层以下的民用建筑，不适用于较高的建筑或高层建筑。这类成孔工具已逐渐为长、短螺钻机所代替，只在基础加固时受到场地和高度限制时所选用。

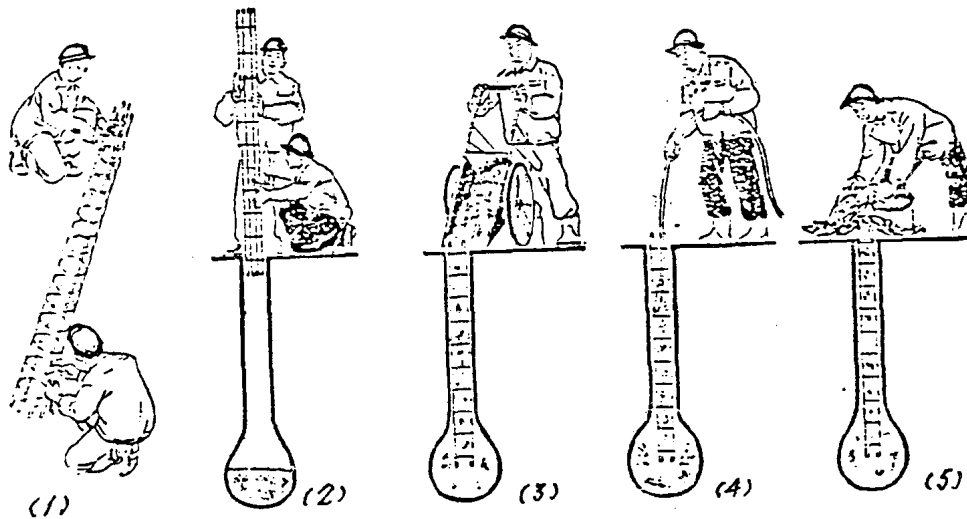
第三节 爆扩成孔灌注桩（或简称爆扩桩）

爆扩成孔灌注桩是一种就地现浇灌注桩，简称为爆扩桩，开始于1963年，采用洛阳铲成孔，在成孔底放入炸药包用雷管引爆，爆炸形成扩大头，以后又发展成多种小型成孔机械钻孔的爆扩桩。在推广阶段自西北、东北以至西南广泛采用，在工业与民用建筑中当时作为一种新技术加以推广，许多工程中采用爆扩桩曾取得有较好效益，但和其它许多桩型一样，也都必须因地制宜，根据适合于爆扩桩的地质条件方能采用，譬如说地下水位以上的粘性土、黄土、粘性填土等可以适用，其他类土如砂砾和饱和软土有可能在爆扩后不易成形，会对工程造成损失。例如在60年代三线建设时期在山区平坝地带，表土层下一定深度存在有可塑或流塑的饱和淤泥质粘性土，采用爆扩桩经爆炸后桩底不能形成扩大头，爆炸形成扩大头的土层又回落到扩大头底部，形成一层经扰动的软弱土层，以致在荷载作用下出现很大的沉降，使柱基下陷形成危房。



(1) 垫砂、下药包 (2) 浇灌混凝土 (3) 引爆 (4) 扩大头检验

图5-5 爆扩桩扩大头施工工艺



(1) 钢筋笼制作 (2) 放置钢筋笼 (3) 浇灌混凝土 (4) 分层振捣 (5) 养护

图 5-6 爆扩桩成桩工艺

爆扩桩的特点是先在桩位成孔，并达到设计要求的深度，成孔的方法不受限制，可以采用任何一种成孔的方法成孔，然后根据成孔底部扩大头部位土的性质和拟扩大头的直径，估算适当爆炸能量的炸药包，并根据炸药用量选用电雷管或火雷管的数量，放入炸药包内作为引爆之用。当采用电雷管时，电导线从雷管引出至安全地带接通电源按钮引爆装置，当采用火雷管时，导火索的长度和燃烧的速度必须能使点燃人在点燃后转移至安全地带。

炸药包、雷管和引爆导线或导火索安装完毕放入孔底以后，在孔内灌入第一次混凝土，深度约 2~3 米，其作用是防止炸药爆炸后产生“泄压”，影响炸药的爆扩效果。其次还可以测定爆扩后混凝土面下降的深度，大致可以换算出形成扩大端的体积，混凝土灌入后应立即引爆，爆炸后孔底由爆炸气浪的压力形成所要求的球形或蒜头形的扩大端，所灌入的混凝土也随爆炸后落入扩大头内。第一次灌入的混凝土量不宜过大，时间不宜过长，否则混凝土趋近于初凝，有可能出现“拒落”事故，也就是说混凝土初凝后由于孔壁的摩阻力，使混凝土部分或全部不能落入扩大头内。爆扩后的正常情况，混凝土应全部落入扩大头内。混凝土要和易性较好，坍落度为 8~10 厘米，标号不低于 150 号，混凝土全部落入扩大头后，此时即可放入钢筋笼，继续将混凝土灌入桩身，并振捣密实直至承台下要求的标高，构成一根完整的爆扩桩。

为保证安全和施工成桩的质量，在大面积应用爆扩桩以前，应做试验桩用以

检验爆扩桩的用药量和操作是否适当，待施工工艺和用药量确定以后，方可大面积施工。关于桩承载力的检验，按一般试桩方法进行。

爆扩桩在60~70年代兴起，应用比较广泛。桩长一般都属于5~7米长的短桩，直径不小于200~300毫米，扩大头的直径为桩身直径的2.5~3.6倍。适用范围一般为粘性土，至于中密和密实的砂土、碎石土以及风化岩层应根据试验确定，不宜用于软塑、流塑粘性土和可能液化的土层和砂砾土层，有地下水的土中尽可能不要采用，因为成孔和扩大头形成都比较困难。黄土地区用得比较多，也是爆扩桩的发源地。

近年来爆扩桩已经很少采用，其原因主要有以下几点：

1、爆扩桩虽然提高一定承载力，但桩身与扩大端、扩大端和土体的受力状态、性能的机理还不能稳定掌握。

2、爆扩端全部属于隐蔽工程由炸药爆炸成形，很难用肉眼直观办法检查施工质量，扩大端是由爆炸所产生的冲击波压力所形成，不易控制质量。

3、各种不同类土的密实程度不同，爆炸成形的要求和炸药包的用量选择也不容易掌握。

4、炸药和雷管、导火索等均为爆炸危险品，不仅与治安安全有关，施工时要有专门技术人员和工人操作，且运输保管都要有严格要求，一般建筑施工单位都不具备这种条件。

5、使用范围局限性较大，扩底的效果可以用其它方法解决。

从国外使用爆扩桩的文献中看出，除苏联仍有爆扩桩的记载外，其它技术发达的国家已采用机械工具代替炸药作为灌注桩扩底的方法。

第四节 沉管灌注桩

一、沉管灌注桩的种类：

沉管灌注桩是一种桩径不大，外径约300~400毫米的钢管，用锤击或振动将钢管沉入地基土中成孔的一种灌注桩，按照采用沉管的桩锤设备的不同分为三种：

1、锤击沉管灌注桩与打入桩相同，是用桩锤锤击，所不同的是，先将钢管贯入地基土中成孔，在管中灌入混凝土，然后边锤击振动边拔管的施工方法，称为锤击沉管灌注桩。按照土的性质和桩的长度不同，选用不同的锤重，常用于沉管灌注桩的桩锤，一般采用小吨位的落锤、蒸气锤和柴油锤（各类打入桩桩锤的种类和性能见第四章。）近年来在广东省深圳、珠海、广州等市的沉管灌注桩一般多用落锤，落锤虽效率较低，但设备轻便，制作简单，运输方便，所以用落锤与沉管灌注桩配套的较多。蒸气锤除桩架外需要一套锅炉作为动力设施，而且转移安装较其它

常用锤击沉管成孔灌注桩的机具设备

表5-1

性能 桩机名称	功 率	锤 重 (吨)	落 锤 高 度 (厘米)	拔管 倒 打 冲 程 (厘米)	桩 架 高 (米)	桩 管 直 径 (毫米)	桩 管 长 度 (米)
电动卷扬机 落锤打桩机	卷扬机 23千瓦	0.75~3.0	100~200	20~30	15~25	Φ 320 Φ 480	10~20
蒸气锤 打桩机	蒸发量 1吨/小时	1 2.55 3.5	40~60	20~30	20~34	Φ 320 Φ 480	23
柴油锤 打桩机	柴油耗量	锤重 (吨)	落 锤 高 度 (厘米)			桩管直径 (毫米)	桩管长度 (米)
导杆式	5.5升/时 6.9升/时	1.2 1.8	160~200			Φ 273~ 320	8~10
筒式	8.36升/时 9.0升/时 18.5升/时	1.2 1.8 2.5	180~250			Φ 273~ Φ 320 Φ 480	8~10 10~15 "

桩锤费事。柴油桩锤用于软土地基不易爆发，因此锤击沉管灌注桩的施工机械很少有专门购买设置，这类桩锤的大多数是利用已有的蒸气锤和柴油锤作为锤击沉管灌注桩的贯入设备。所以在发展和开发锤击沉管灌注桩的地区选用落锤是比较多的，现将常用的沉管灌注桩所用的机具设备和沉管的管径等列表如下供选用参考。

2、振动沉管灌注桩：用振动桩锤的激振力使桩侧和桩尖的地基土松动，减小对套管的阻力，藉锤重、钢管重量将钢管沉入地基土中成孔再灌入混凝土，边振动边将钢管拔出称为振动沉管灌注桩。当贯入阻力大时，还可利用卷扬机经滑轮组对桩锤施加附加压力，增加贯入的能力。

3、振动冲击沉管灌注桩：振动冲击桩锤除有振动激振力而外，还带有对桩上下的冲击力。振动冲击锤与柴油桩锤、蒸气桩锤、落锤和振动桩锤相比较，其特点是以较高的频率给成孔钢管以振动的激振力和锤击力，使桩管迅速沉入土中，由于具有振动和冲击双重作用，其冲击力比振动力大，因而穿透力强，桩管能顺利进入砂卵石层，使桩尖能支承在较坚硬的地基土上，振动冲击沉管灌注桩适用于软土，粘性土和砂类土。

常用的振动、振动冲击成孔灌注桩的机具设备

表 5 - 2

桩锤激振力（吨）	桩管外径 （毫米）	壁 厚 （毫米）	入土深度 （米）
振动沉管 7~8	220~273	6~8	8~10
振动沉管 10~15	273~325	7~10	10~15
振动沉管 15~20	325	10~12.5	15~20
振动沉管 40	370	12.5~15	20~24
振动冲击沉管激振力 6 打击力 60	273	6~8	8~11

二、沉管灌注桩桩尖的种类：

沉管灌注桩的成孔所用的桩尖有三种：钢套管底端附有钢制活瓣桩尖、钢制封闭桩尖和予制钢筋混凝土桩尖。

(一) 活瓣桩类：是在钢套管底端装有三个可启闭的活瓣，活瓣与钢套管用铰链联接，活瓣以铰链为轴转动启闭。当沉管置于桩位时，活瓣桩尖呈封闭的锥尖形沉入地基土中，套管受振动或锤击振动上拔时，混凝土自管内下落将桩尖活瓣开启，混凝土随即充满桩孔。

(二) 钢制封闭型桩尖：钢套管底端用钢板焊制成与水平成 60° 左右的圆锥形桩尖，在圆锥形侧面开出 $\Phi 10 \sim 20$ 毫米的椭圆孔，在拔出钢管时使空气能进入桩孔内，不致使孔内形成负压，造成拔管困难而出现缩孔或塌孔。封闭形桩尖钢管成孔与活瓣桩尖和予制钢筋混凝土桩尖不同，封闭形桩尖的成孔必须将沉入地基土中的钢管全部拔出后，才能在桩孔中灌入混凝土制成灌注桩，因此封闭型桩尖的沉管只能适用于易成孔的粘性土类，不适用软塑、流塑的饱和软土和砂类土。

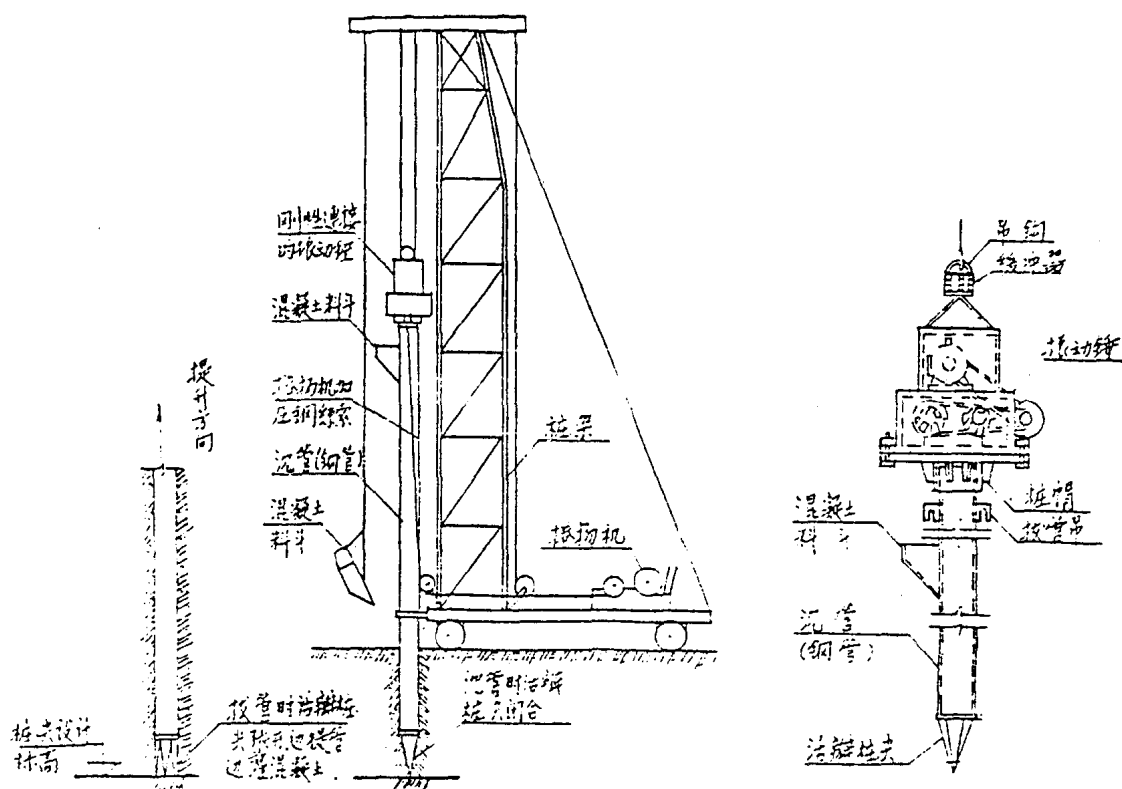


图 5 - 7 活瓣桩尖振动沉管灌注桩设施示意图 振动锤与沉管自由套接式

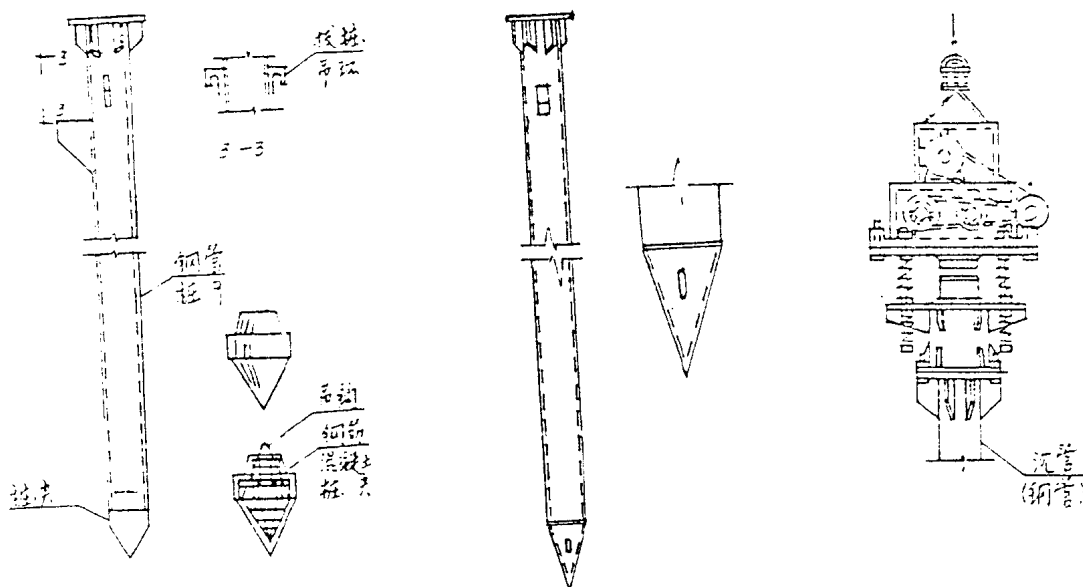


图 5 - 8 预制钢筋混凝土桩尖沉管 封闭型桩尖沉管 图 5 - 9 振动冲击沉管桩锤

(三) 预制钢筋混凝土桩尖：一般用于锤击沉管灌注桩和振动沉管灌注桩，沉管底端为平端，沉管沉入前在桩位上放置预制桩尖，将钢管套在预制桩尖上，然后用桩锤锤击或振动沉管，预制桩尖随沉管贯入地基土中达到设计所要求标高后灌入混凝土后边锤击或振动将桩管拔出，桩尖随灌入的混凝土留在持力层内，每一根灌注桩须用一个预制钢筋混凝土桩尖，桩尖混凝土强度等级一般不低于 C 30，配筋由计算和构造决定。

以上三种沉管灌注桩桩尖，经过长期使用实践证明，以预制钢筋混凝土桩尖使用最为广泛，但桩尖使用数量很大，活瓣桩尖虽然较省，但往往由于使用一段时间以后，活瓣与钢管连接的铰链常为泥土的阻塞或混凝土的粘着启闭不灵活，不能保证灌入的混凝土下落而出现质量事故。封闭型桩尖仅适用于较能成孔的粘性土，局限性较大。因此当前发展较多的是预制钢筋混凝土桩尖的锤击和振动沉管灌注桩。

三、沉管灌注桩的复打法和反插法：

(一) 复打法：多用于预制钢筋混凝土桩尖的锤击沉管灌注桩和振动沉管灌注桩，也可用于活瓣桩尖的沉管灌注桩，锤击沉管灌注桩在第一次灌入混凝土拔出桩管后，待混凝土尚未初凝，再次将桩尖和桩管按原桩位中心轴线锤击或振动贯入已灌入的混凝土的桩身中，然后在桩管内第二次灌入混凝土再将桩管拔出，构成复打灌注桩。复打法的目的和效果：

1、扩大沉管灌注桩身截面，增加了桩的承载力，由于桩管贯入第一次浇

灌的混凝土桩身中，扩大了桩身直径密实了桩身混凝土，而且使桩身混凝土向四周扩散，再次挤压密实桩身周围的土体，桩身的摩阻力相应得到提高，同时桩端的承压面积也相应增加从而提高了单桩的承载力。

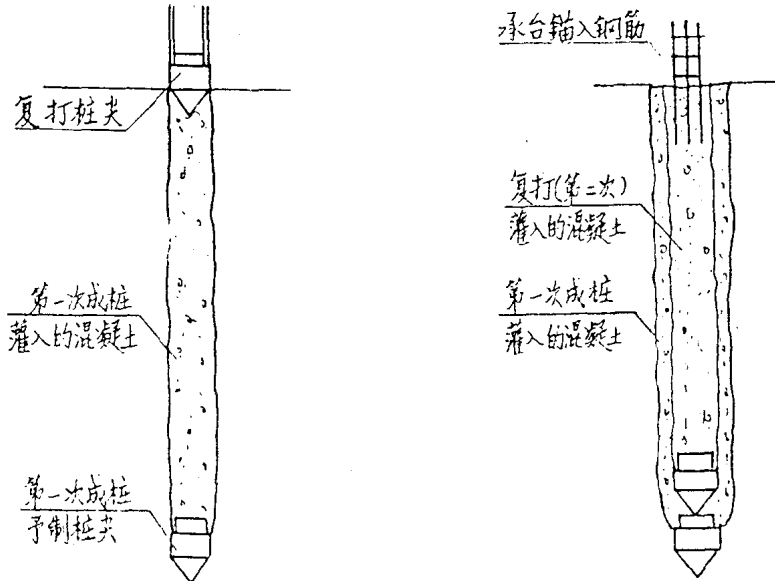


图 5 - 1 0 复打施工沉管灌注桩

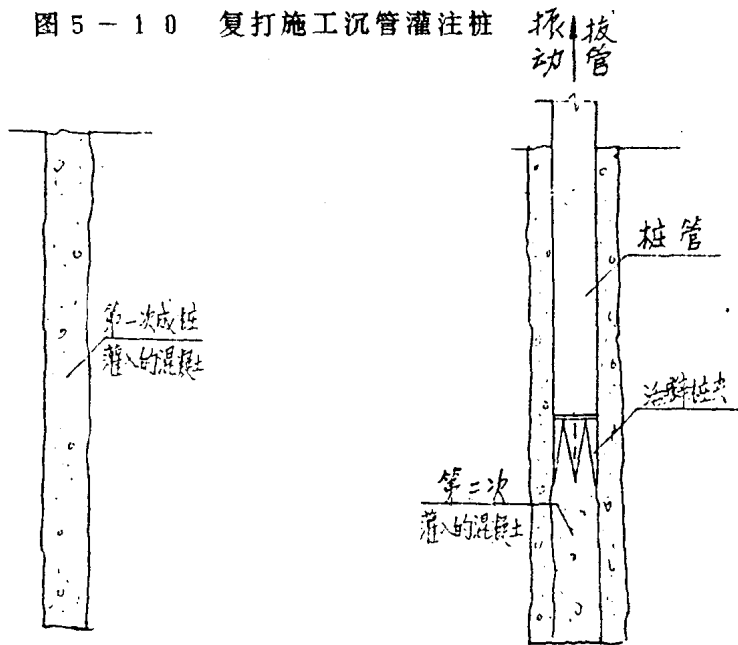


图 5 - 1 1 振动复打施工沉管灌注桩

2、消除沉管灌注桩身质量的隐患：当桩身可能出现缩颈、断桩和夹泥或桩孔灌入混凝土的充盈系数小于 1 的桩，采用复打法可以消除沉管灌注桩可能出现质量的隐患。

对于预制钢筋混凝土桩尖的沉管灌注桩必须另外增加一个桩尖，因为第一次沉管灌入混凝土时，桩尖已留在土中。

(二) 反插法：常用于振动、振动冲击沉管灌注桩，目的和效果与锤击沉管灌注桩相同，但反插法的效果不如复打法好。

反插法的特点：是桩管振动沉入设计持力层标高灌入混凝土后，不全部拔出，只是在需扩大或加固的范围自下而上，边振动，边拔出、边振动，边再次插入桩原位，不断补充灌入混凝土以期达到扩大桩身截面、振密实桩身混凝土，并使桩身混凝土与周围土体紧密结合，提高承载力和消除灌注桩质量隐患。

施工要求：在桩尖处约1.5米范围多次反插以扩大和密实桩尖的端部，对于桩身应先振动再开始拔管，每次拔管高度为0.5~1.0米，然后原位反插，反插深度0.3~0.5米，拔管速度控制在0.5米/分，拔管过程应分段补充灌入混凝土，管内混凝土应保持不低于地表面或高出地下水位1~1.5米以上，对于在淤泥层的反插法，拔管高度和反插深度都应减小，速度也相应放慢。

总之，复打和反插法必须遵守以下要求：

- (1) 无论是复打或反插必须在桩孔内灌入的混凝土初凝以前进行。
- (2) 复打和反插时桩位中心轴线必须与第一次灌入混凝土的桩身的桩位中心轴线相重合；
- (3) 复打和反插必须将桩管外壁粘附的泥土，在拔管时随拔随清除，且不得散落在已灌入混凝土的桩位上，避免混入复打或反插施工的桩孔内，降低混凝土的强度。

四、选用沉管灌注桩应注意的几个问题：

沉管灌注桩一般用于粘性土、淤泥质土、砂类土和人工填土上的单层或层数不多的多层工业和民用建筑，不宜用于较高的多层建筑和高层建筑。对于饱和淤泥等软弱土层的地基上，必须有防止缩颈和断桩等质量事故的措施。根据近几年大量施工沉管灌注桩的调查资料表明：存在着缩颈、断桩、全桩桩径不匀或充盈系数小于1以及其它缺陷等质量问题占施工桩总数的10%以上，严重的地区可达到20%，有的甚至全部报废造成严重损失。沉管灌注桩属于隐蔽基础工程，拔桩管成孔过程易出现质量问题，尤其是软土地区，桩管贯入的挤土也能将相邻的成桩挤断造成事故。沉管灌注桩的质量问题，非直观所能检查应予以重视，必须采取有效措施事先防范才能确保工程质量，为此现将应注意的问题分述如下：

(一) 选用沉管灌注桩以前应充分了解和掌握沉管灌注桩施工队伍的素质和经验，有无严格的施工操作规程、质量检验的方法和验收制度以及已建成合格工程的业绩和实例。

(二) 所设计的工程项目场地工程地质和水文地质条件，是否适合于选用沉管灌注桩。

(三) 大面积施工沉管灌注桩以前，应进行施工工艺试验或施工试点，确认施工机具和操作水平，成桩质量达到工程质量要求。必要时尚可作动测试验、挖桩检