

# 基于深基坑支护技术用于地基施工探析

许海军

上海建工一建集团有限公司

**摘要：**近年来伴随着我国城市化进程发展越来越多的农村人口开始向城市转移，城市人口及城市用地数量明显增加，为了更加有效利用城市土地资源，在城市发展过程当中开始兴起各种高层建筑和超高层建筑，建筑深度逐步增加，对于建筑施工的安全性、稳定性要求也明显提升。在实际施工过程中，需根据不同的地质条件和施工要求而选择相应的支护技术。本文主要阐述研究深基坑支护技术的种类，结合具体的深基坑支护应用案例分析深基坑支护技术的应用途径，充分体现各项技术的实际应用。

**关键词：**深基坑；支护技术；地基施工

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.02.023

## 一、深基坑支护技术概述

### （一）深基坑支护技术分类

深基坑支护技术主要是指在地下基础建设之前建设的支护体系，深基坑支护结构多数属临时性工程，通过深基坑以阻挡基坑外土压力及地下水，起到保护基坑周边的建筑物、管线等的稳定性，同时最主要的保证地下主体结构施工质量及安全。针对深基坑支护技术按功能非常用的有以下三类：

第一类是挡土系统，其功能是形成支护排桩或支护挡土墙阻挡坑外土压力。通常用的有：钻孔灌注桩、SMW工法桩、地下连续墙、钢板桩、钢筋混凝土板桩等等。

第二类是挡水系统，其功能是阻挡坑外地下水。通常用的有：压密注浆、旋喷桩、SMW工法桩、深层水泥搅拌桩、地下连续墙等等。

第三类支撑系统，其功能是支承围护结构侧力与限制围护结构位移。通常用的有：钢筋混凝土内支撑、钢与钢筋混凝土组合支撑、钢管与型钢内支撑。

在深基坑施工当中应用最为广泛的支护技术主要有地下连续墙支护技术、混凝土钻孔灌注桩技术，通过应用深基坑支护技术可以有效地提高建筑施工地基建设稳定性和安全性，施工人员可以在有效高度稳定的基础上开展建筑主体建设，降低施工建设的安全风险。

### （二）深基坑支护技术基本要求

一是要求深基坑支护承载力设置考虑两种极限状态，正常使用极限状态和承载能力极限状态。禁止深基坑倾倒导致周边建筑和主体结构受到影响，深基坑正常使用极限状态指的是在深基坑支护结构出现压力突然增大情况，或者在周边土地因施工而出现土体结构变化的情况下仍然能够保持安全稳定的使用性能。在基坑支护设计过程当中，为了减少深基坑支护出现稳定性失衡的

现象，需要加强对于支护结构的可靠性设置，预防各类可能会出现的结构变形或者环境变化现象。

二是要求根据基坑周边环境、施工场地地质条件、基坑深度情况及建筑物施工需要等而设计合理的支护方案，在施工建设过程中需要考虑到深基坑挖掘对于周围建筑和道路地下管道的影响，最后需要有效发挥深基坑支护技术对于防水止水的优点，确保深基坑支护施工过程中具备安全性、稳定性。

## 二、深基坑支护技术在建筑施工中的运用体现

### （一）工程项目概况

本文研究主要选取张江国际社区人才公寓（三期14-05）项目作为案例分析，项目总建筑面积37793.17平方米，其中地上建筑面积22999.43平方米，地下建筑面积14793.74平方米，主要包含2栋17层人才公寓、1栋6层人才公寓、商业服务配套楼、2层地下室及PT站等附属建筑组成。本工程基坑面积约7316平方米；挖土普遍深度10m，设二道钢筋混凝土支撑及一道局部深坑钢支撑；总挖土方量约7.85万立方米。项目基坑范围包括东侧用地红线距离该侧基坑边线最近约5.9m。南侧用地红线距离该侧地下室外边线最近约4.0m。西侧用地红线距离该侧地下室外边线最近约2.3m，北侧：用地红线距离该侧地下室外边线最近约2.5m。基坑建设范围图如下所示：

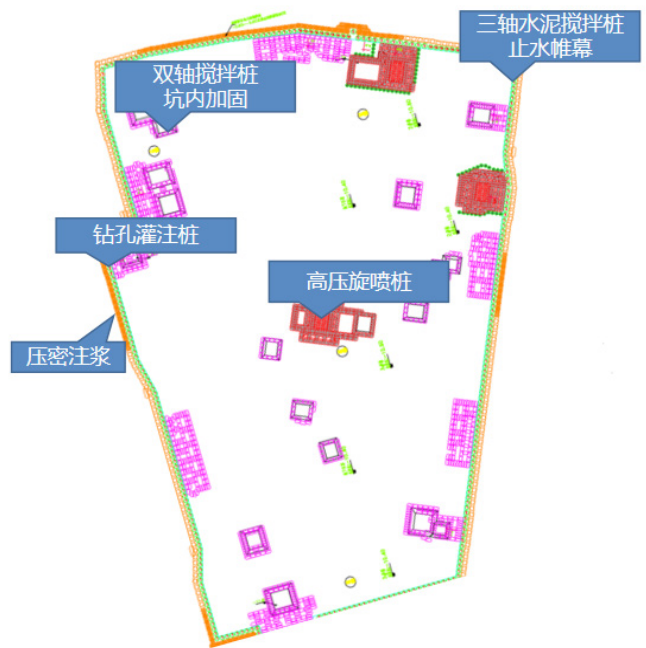


图1 基坑建设范围

基坑围护结构采用三轴搅拌桩止水+钻孔灌注桩排桩支护+两道混凝土支撑的支护形式。坑内被动区土体采用双轴搅拌桩加固；电梯井深坑部位采用高压旋喷桩加固及压密注浆封底；局部贴边深坑落深约3m的，除采用高压旋喷桩土体加固外，沿深坑一圈采用小直径钻孔灌注桩排桩深坑支护+一道H400×400×13×21型钢支撑。

## （二）工程项目基础条件

项目基坑开挖面积7316平方米，基坑周长357延长米，大面积区域挖深9.75~10.00m。

地质条件：拟建场地位于上海东海之滨，长江入海口，其地貌单元属长江三角洲冲积平原，地貌形态单一，勘察场地地貌属于上海地区四大地貌单元中的滨海平原地貌类型。施工现场有围墙封闭，施工区域为空地。整个基地规划用地面积10034.6平方米，拟建工程±0.000标高相当于绝对标高4.600m；现场自然地坪平均标高约4.000m（绝对标高），施工场地正门口位于基地东侧。场地内分布有暗浜，暗浜内填土结构松散，土质不均，深度约为3.40m~3.50m。

水文条件：本场地勘探深度内主要地下水类型为浅部土层中的潜水及深部第⑦中的承压水。浅部土层中的潜水、埋深一般离地表面0.3~1.5m，年平均地下水位离地表面0.5~0.7m，受季节、气候、地表径流等因素影响而有所波动。本项目潜水水位埋深约1.15~1.25m，响应标高为2.36~2.69m。根据上海地区已有工程的长期水位观测资料，承压水水位呈周期性变化，水位埋深的变化幅度一般在3.0m~12.0m。本基坑最大开挖深度标高为-10m，第⑦层层顶埋深约28.1~29.0m。

## 三、深基坑支护技术应用方法

### （一）搅拌桩支护技术

搅拌桩支护技术指的是在基坑支挡结构中采用水泥土搅拌法施工过程中的搭接、套打技术，可以发挥加固地基、加固边坡、加固地下构筑物地基、加固基坑坑底土等作用。深层搅拌桩是利用水泥等材料作为固化剂，在基坑开挖前，通过深层搅拌机械，将软土和固化剂强制搅拌，利用固化剂和软土之间所产生的物理化学反应，使软土硬结成具有整体性、水稳定性和一定强度的桩体。水泥土桩的受力以墙后受力为主，应力大小随深度变化，表现出中间大两头小的特征，最大拉应力均产生在基坑开挖面附近。应力随开挖进程逐渐增大，基坑变形稳定后约有下降，深层搅拌水泥土桩属重力式结构，本身重量即可抵抗侧向应力以保持稳定。水泥属不透水材料，既能挡土又能挡水，具有良好的防渗效果。

便于基坑内机械作业和结构施工，施工简便。

搅拌桩支护技术应用首先进行成桩试验，应根据设计及规范要求进行现场搅拌桩试成桩试验，确定实际采用的水泥掺量、水泥浆液水灰比、成桩工艺、膨润土掺量、钻机下沉与提升速度等施工参数和施工步骤，三轴水泥土搅拌桩隔水帷幕进行两组试成桩，一组试成桩的数量不少于3根，并根据试成桩过程中出现的问题进行调整，试成桩数据应及时提交业主、设计、监理及相关单位，经各方签字确认盖章后进入后续正常成桩施工。其次是施工过程进行质量控制，桩顶标高和桩深必须满足设计要求。控制成桩垂直度偏差不得超过3/1000，桩中心偏位不得超过40mm。搅拌桩桩体应搅拌均匀，水泥浆注入量严格按试验数据控制，使其表面密实、平整，强度满足设计要求。同时施工过程中应取刚搅拌完成而未凝固的水泥土搅拌桩浆液制作试块，取样点应设置在基坑坑底以上1m范围内和坑底以上最软弱土层处的搅拌桩内。最后经搅拌桩自然养护28天龄期后对水泥土进行钻取芯样，芯样应在全桩长范围内连续钻取的桩芯上选取，取样点应取沿桩长不同深度和不同土层处的5点，且在基坑坑底附件应设取样点。钻孔取芯完成后的空隙应用水灰比不大于0.4的P.O 42.5级普通硅酸盐水泥浆液注浆填充。

### （二）地下连续墙技术

地下连续墙技术是深基坑围护施工当中不可或缺的重要技术，通过应用地下连续墙技术可以有效提高地基的稳定性。地下连续墙技术应用要点如下。

首先是修筑导墙，在地下连续墙施工过程当中，导墙具有锁定水土流向，维护土体稳定导出相应压力的重要作用，通过横槽分幅定位可以提高地下连续墙的承载负荷，后续的施工将会更加的稳定和顺利，在导墙施工过程中，需要始终保持导墙内部的干净和干爽，避免导墙内不出现积水现象。构筑导墙施工过程为在导墙槽段开挖前沿墙纵轴线位置进行钢筋混凝土结构就地浇筑，待混凝土结构凝固完成以后拆除落模板，在导墙凹槽沟部分设置间隔距离应为2米，通过设置上下两种不同水平的导墙凹槽沟维持导墙的稳定性和固定性，在导墙混凝土浇筑过程当中需要先检测混凝土设计强度达70%以上才可开展成槽作业。

其次开展泥浆护壁工作，在导墙建设完成以后需要对导墙深槽部分施加一定的压力，通过施加压力而固化倒导墙形状，在此过程中可以采用泥浆作为固化剂，在泥浆混合过程中可以加入1/3的水和纯碱液进行搅拌，在搅拌过程结束后将泥浆静静放置，在放置完毕以后可以将泥浆铺设在导墙外部，在泥浆混合铺设完成以后

可以进行深槽挖掘，在距离导墙墙壁具有0.5米的空间内进行挖掘施工，注意保持距离，避免因距离过近而影响槽壁的稳定性，在施工过程中需要时刻检查和监测槽壁高度变化，根据水平线和高度放线而及时的调整槽壁位置，一旦在施工过程中出现泥浆异样下沉状态，则证明当地的地质条件不稳定，槽壁稳定性较差，施工人员需要立即停止施工并且撤离。之后再对现场施工情况进行检测，防止深槽槽壁脱落，增强槽壁的稳固性。

最后可以开展地下连续墙混凝土浇筑，再完成基础导墙建设，后对混凝土进行浇灌，在混凝土浇筑时，需确保浇筑距离与底部的差值在30~50厘米左右，在混凝土灌注时主要由混凝土车辆对深槽导管口位置进行浇筑，在浇筑过程中可以采用两个导管同时进行浇筑，在最后凝处浇筑完成后需要持续对混凝土面高度和深度进行持续推算，在完成底层混凝土灌注后逐步拉出导管，一般当混凝土浇筑深度达到4米时可以提升相应导管再次进行加注，避免因混凝土凝固时间不一致而出现导管抽取困难。在混凝土浇筑过程中可能会出现泥浆溢出现象，需要注意及时引导泥浆流出至相应地点，混凝土浇筑完成后高低差值应在30厘米以内。

### （三）混凝土钻孔灌注桩技术

混凝土钻孔灌注桩技术是一种安全又可靠的施工技术，具备其他技术所没有的优点，如承载力大、成桩受地层约束小、施工设备小且设备价格低、适用性强等等。通过建设相关的钻孔灌注桩可以有效提升基础建设的稳定性，加快工作的进度，保障施工人员技术操作的稳定性，当下在深基坑支护施工过程当中，应用混凝土钻孔灌注桩技术的应用方法如下：

首先定好桩位后做好钢护筒埋设工作，护筒应具有足够刚度，能够有效预防孔口坍塌的问题。护筒直径应比设计桩径大100mm，护筒埋入原土0.2m，护筒中心线的允许偏差不大于20mm，护筒埋设应垂直，四周采用黏土回填密实。接着采用正循环回转钻进方法，成孔时钻机定位应准确、水平、稳固，钻机回转盘中心与护筒中心的允许偏差应不大于20mm。然后钻孔施工时总体上遵循快速的原则，施工时间越短出现问题的概率越小，但是在一些特殊的孔段就需要放慢施工的速度，例如在开孔施工时，要轻压慢钻，否则会出现开孔倾斜的问题，在钻头进入底层之后就可以加快施工的速度。

其次需要开展清孔作业，第一次清孔为成孔结束后利用成孔钻具直接进行。清孔时先将钻头提离孔底0.2~0.3m，输入泥浆循环清孔，钻杆缓慢回转上下移动。泥浆密度应控制在1.15以下，清孔时间宜在15~30分钟。第二次在下放钢筋笼和灌注混凝土导管安装完毕

后进行，利用灌注混凝土的导管输入泥浆循环清孔、清孔时输入孔内的泥浆密度应控制在1.15以下。清孔结束后孔内应保持水头高度，并应在30分钟内灌注混凝土。若超过30分钟，灌注混凝土前应重新测定孔底沉淤厚度。二次清孔结束后，进行孔底沉渣测试，沉渣厚度应 $\leq 150\text{mm}$ 。

最后进行水下混凝土浇灌，开灌前导管底口距孔底高度控制在50cm左右。隔水塞应采用铁丝悬挂于导管内，混凝土灌入前应先灌入0.1~0.2m<sup>3</sup>的水泥砂浆，然后再灌入混凝土。待初灌混凝土足量后，方可截断隔水塞的系结铁丝将混凝土灌至孔底。混凝土初灌量应能保证混凝土灌入后，导管埋入混凝土深度为不少于0.8~1.3m，导管内混凝土柱和管外泥浆柱压力平衡。同时混凝土灌注过程中导管应始终埋在混凝土中，严禁将导管提出混凝土面。导管埋入混凝土面的深度的3~6米为宜，最小埋入深度不得小于2米。砼浇筑时导管应勤提勤拆，抽拔导管应缓慢进行，保证混凝土灌注密实。另为保证桩顶混凝土质量，混凝土必须灌注到设计桩顶以上0.5~1m。

## 四、结论

综上所述，建筑施工深基坑支护技术是保障建筑施工稳定性的基础，由于深基坑支护关系到整体建筑建设的稳定性和安全性，在施工过程中需要建立多层支护体系，全面加强和优化深基坑耐压能力和稳固程度。又因深基坑支护技术施工工序较为复杂多样，施工人员需要掌握较高的技术水平，容易因施工技术应用不当导致深基坑支护稳定性不佳，造成安全事件和财产损失。因此本文针对建筑深基坑施工过程中的常见支护施工技术进行研究分析，归纳研究搅拌桩支护技术、地下连续墙技术、混凝土钻孔灌注桩技术的施工要点和施工方法，从而有效提高深基坑支护结构建设的安全性，为更多深基坑支护技术研究提供参考。

## 参考文献

- [1] 郑建坤. 建筑工程施工中深基坑支护的施工技术控制[J]. 四川水泥, 2021(10).
- [2] 孟凡彬. 土建基础施工中的深基坑支护技术工艺分析[J]. 住宅与房地产, 2021(05).
- [3] 张明磊. 地基施工中深基坑支护技术的应用[J]. 决策探索(中), 2019(10).
- [4] 周洪岩. 土木工程房屋建设中深基坑支护技术的应用分析[J]. 门窗, 2019(12).
- [5] 李元杰, 张向东. 谈深基坑支护[J]. 山西建筑, 2019, 45(5): 68-69.