

# 水力冲挖技术在基坑工程中的应用

岳媛琦

中天建设集团有限公司 浙江 杭州 310000

**摘要:** 某项目对施工进度要求较高,土方开挖是制约施工进度的重要因素,因项目出土量较大,在开挖过程中还需保护基坑内超高预制桩和基坑外燃气管,约束条件较多。为了同时满足进度、质量、安全等要求,采用水力冲挖技术进行土方开挖。实践证明,该技术噪音较小、无扬尘,每日施工时间较长,日出土量较高。此外,该技术还能避免不平衡开挖可能引发的超高桩基倾斜、偏位等问题,有助于保证桩基质量。该技术出土无需车辆运输,周边道路的超载较小,有利于道路及管线的保护。该技术综合效益显著,在粉土地区宜推广应用。

**关键词:** 水力冲挖;土方;深基坑

## 1 工程概况

### 1.1 工程位置及周边环境

某项目位于杭州市钱塘新区,项目南侧为空地 and 已建居民楼,居民楼与本项目最近距离约26.6m,其余三侧均为已建市政道路。项目用地面积39447m<sup>2</sup>,总建筑面积159515m<sup>2</sup>,地下建筑面积49063.66m<sup>2</sup>,拟建建筑为4幢26F住宅、5幢27F住宅及1~2F配套用房,采用预制桩基础(管桩+方桩),基坑开挖深度分别为5.18m和8.86m。

### 1.2 地质条件

场地内土层自上而下主要为①<sub>0-1</sub>杂填土、①<sub>0-2</sub>素填土、②<sub>1</sub>砂质粉土、②<sub>2</sub>砂质粉土、②<sub>3</sub>砂质粉土、②<sub>4</sub>粉砂、③<sub>2</sub>淤泥质粉质粘土。坑底主要位于②<sub>2</sub>和②<sub>3</sub>砂质粉土层中,主要土层物理力学参数如表1所示。可见,除浅层①<sub>0-1</sub>杂填土和①<sub>0-2</sub>素填土以外,其它土层的力学参数相对较高。场地内潜水主要储存于①<sub>0-1</sub>杂填土、①<sub>0-2</sub>素填土、②<sub>1</sub>砂质粉土、②<sub>2</sub>砂质粉土、②<sub>3</sub>砂质粉土、②<sub>4</sub>粉砂之中,水位埋深1.20~4.40m。如表2所示,开挖范围内土层以砂质粉土为主,各土层的渗透系数较高。

表1 主要土层物理力学参数

层号	名称	粘聚力c (kPa)	摩擦角φ (°)
① <sub>0-1</sub>	杂填土	(8)	(12)
① <sub>0-2</sub>	素填土	(10)	(12)
② <sub>1</sub>	砂质粉土	11.0	22.0
② <sub>2</sub>	砂质粉土	10.0	24.6
② <sub>3</sub>	砂质粉土	10.0	23.6
② <sub>4</sub>	粉砂	5.0	25.0

注: ( )内为经验值。

表2 主要土层渗透系数

层号	名称	水平方向k <sub>h</sub> (cm/s)	垂直方向k <sub>v</sub> (cm/s)
① <sub>0-1</sub>	杂填土	(2.0×10 <sup>-2</sup> )	(2.0×10 <sup>-2</sup> )

续表:

层号	名称	水平方向k <sub>h</sub> (cm/s)	垂直方向k <sub>v</sub> (cm/s)
① <sub>0-2</sub>	素填土	(4.0×10 <sup>-4</sup> )	(4.0×10 <sup>-4</sup> )
② <sub>1</sub>	砂质粉土	2.32×10 <sup>-4</sup>	1.77×10 <sup>-4</sup>
② <sub>2</sub>	砂质粉土	2.21×10 <sup>-4</sup>	1.63×10 <sup>-4</sup>
② <sub>3</sub>	砂质粉土	2.87×10 <sup>-4</sup>	2.21×10 <sup>-4</sup>

### 1.3 基坑围护设计方案

如图1所示,本项目南北两侧为一层地下室(首开区)。中心位置为二层地下室(后开区)。一层地下室基坑围护形式主要为大放坡,局部采用SMW工法桩悬臂支护。二层地下室基坑围护形式主要为大放坡+SMW工法桩和SMW工法桩悬臂支护。一、二层地下室交界位置采用土钉墙和复合式土钉墙的围护形式。出土口位于东侧,三新路为主要的施工道路。基坑开挖范围内各土层渗透系数较高,故止水和降水是基坑工程成败的关键。工程基坑四周采用三轴水泥搅拌桩作为止水帷幕,将坑内外的潜水隔断,坑内采用自流深井降水。

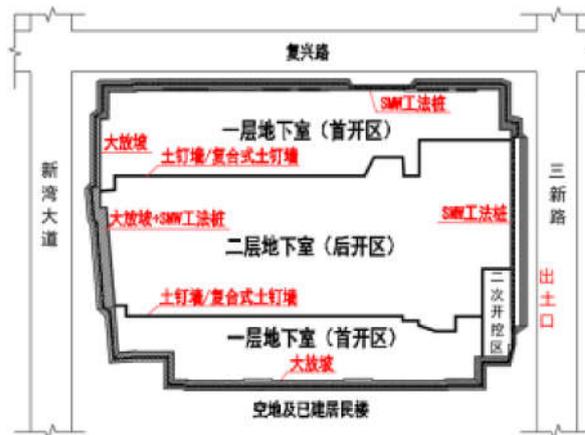


图1 基坑围护示意图

## 2 工程难点

### 2.1 出土量较大

项目为房地产开发项目，施工工期紧，制约工期的最大因素是现场土方开挖的进度。本项目基坑开挖面积34625m<sup>2</sup>，基坑周长760m。整体出土量较大约211320m<sup>3</sup>。

### 2.2 预制桩外露长度较长

由于深层土体较为坚硬，桩基施工时部分预制桩送桩不到位，土方开挖过程中预制桩外露长度预计较长。如果预制桩周边土方开挖不平衡，则容易引起桩身倾斜、偏位。

### 2.3 周边环境约束多

东侧三新路为本项目主要施工道路，但路况较差。该条道路也是当地居民出入的主要通道，土方车进出不便。现场勘查发现三新路下方除了常规的雨水管、污水管、电力管外，还有燃气管。土方车等重型车辆的频繁行驶可能会对各条管线造成损坏，影响周边居民的日常生活，最终影响工程的施工进度。项目南侧、西侧均有居民区，为了保证居民的正常生活，常规的土方开挖施

工时间受限，严重制约了本项目的出土进度。

## 3 水力冲挖技术

### 3.1 技术原理

水力冲挖技术通过模拟自然水流冲刷原理，借助水的冲刷力，将土体切割、粉碎，使之湿化、崩解，形成泥浆和泥块的混合物，再由泥浆泵将泥浆吸入管道，利用场地内外管道将泥浆输送到指定场地沉淀。

### 3.2 技术优势

与传统机械开挖方法相比，水力冲挖由于噪音小、无扬尘的优点，预计可以全天候施工，受大风、大雨等不利气候影响也较小，有助于缩短本项目的工期。机械开挖容易导致超高预制桩桩周土不平衡开挖，可能诱发桩基倾斜、偏位。水力冲挖能保证桩周土同步下降。水力冲挖无需车辆运输，对周边道路的超载较小，有利于项目周边道路及管线的保护，也减少土方车等大型车辆可能带来的交通隐患。水力冲挖本身即为带水施工，对坑内降水要求较低，有利于加快本项目的施工进度。与传统机械开发技术对比如表3所示。

表3 技术对比

对比项		机械开挖	水力冲挖
技术效益	施工时长	约8h	24h
	周边道路超载	较大	较小
	对超高预制桩的影响	较大	较小
	对坑内降水的要求	较高	较低
环境效益		扬尘多 噪音较大	无扬尘 噪音较小
经济效益		工期较长	工期较短
社会效益		交通隐患大	无交通隐患

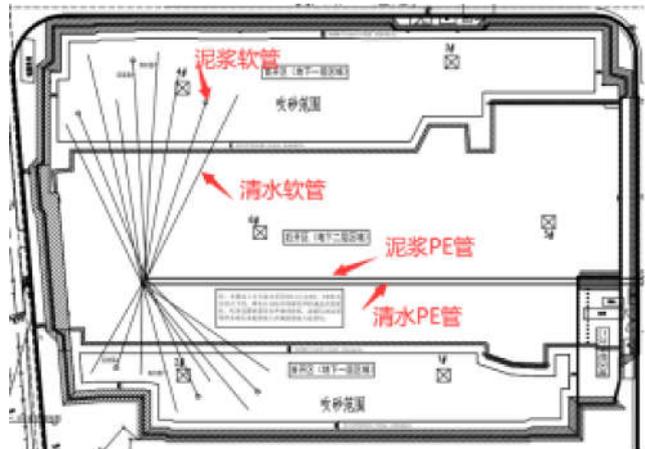
### 3.3 土方开挖方式的确定

由于水力冲挖技术综合效益较高，近年来也逐步应用于武汉、南京、连云港等地基坑工程的土方开挖中<sup>[4-6]</sup>，该技术对粉土、砂土的开挖尤为适用。为提升本项目土方开挖的效率，经多方协商，表层填土和坑底以上1m范围采用机械开挖，中间层土方开挖采用水力冲挖技术。

## 4 场地内外管道的设计

如图2(a)所示，场地外清水经110kw高压泵加压，通过清水管导入场地内，再经清水软管引导至具体的开挖点，借助高压水枪对土体进行切割、粉碎并形成泥浆，泥浆含砂率控制在20%至25%。开挖点坑底位置设置22kw的泥浆泵将泥浆吸出，经过泥浆软管输送至泥浆管内，最终输出至场地外。如图2(b)所示，场地外泥浆管路线为南横河→宏波直湾→盛凌湾→八工段直河→

九工段直河→沿塘河→消纳场地。场地外泥浆管全长约10.2km，每隔3km设一台增压泵，保证泥浆的输送压力。清水管和泥浆管均为PE材质，强度高，耐腐蚀性好。



(a) 场地内管道



(b) 场地外泥浆管

图2 场地内外管道设计平面图

## 5 应用过程与效果

### 5.1 应用过程

高压水枪喷出水流切割土体，超高预制桩四周土体基本上同步下降，如图3(a)所示。开挖点坑底位置设置泥浆泵，每台泥浆泵附带两个浮球，保证泥浆泵位于水面之上，确保吸泥效果，如图3(b)所示。泥浆通过软管输送至泥浆管，经增压泵加压后往场地外输送，如图3(c)所示。



(a) 清水软管和高压水枪



(b) 泥浆软管和泥浆泵



(c) 增压泵

图3 现场实施情况

### 5.2 应用效果

项目使用水力冲挖出土量约135400m<sup>3</sup>，期间周边道路及管线未见异常。机械开挖预计日出土量3500m<sup>3</sup>，工期约34天。水力冲挖日出土量约5000m<sup>3</sup>，工期约27天，节约工期约7天。

## 6 结语

本文详细阐述了水力冲挖技术的原理及应用情况，得到以下结论：水力冲挖噪音较小、无扬尘，与传统机械开挖方法相比，每日施工时间较长，日出土量较高，本项目采用该技术节约工期约7天。对于场地内存在超高预制桩或灌注桩的工程，水力冲挖能避免不平衡开挖可能引发的桩基倾斜、偏位等问题，有助于保证桩基质量。水力冲挖技术出土无需车辆运输，周边道路的超载较小，有利于道路及管线的保护。

## 参考文献

- [1]郭明辉. 德州市引黄清淤工程水力冲挖机组施工技术应用探讨[J]. 陕西水利, 2020, (7): 136-138.
- [2]张荣英. 水力冲挖机组在沧州沿海渠道治理中的应用[J]. 水科学与工程, 2017, (1):72-73.
- [3]孙坚固, 顾建明. 浅滩疏浚水力冲挖清淤施工技术及应[J]. 中国水能及电气化, 2019, (9):10-14.
- [4]潘勋, 孙志凌, 高志林, 周永平. 房建工程中的水力冲挖土方+船运施工技术[J]. 绿色施工, 2016, (10): 1457-1459.
- [5]徐玉桂, 张军, 王志华, 申志福. 基坑土方水力冲挖与弃土输运利用整体方案及其应用[J]. 科技创新与应用, 2021, (6): 159-163.
- [6]朱进军, 邵勇, 马庆华. 水力冲挖技术在海相软土地中的应用[J]. 施工技术, 2016, 45(16): 118-121.