

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39447m²,总建筑面积159515m²,地下建筑面积49063.66m²,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①₀₋₁杂填土、①₀₋₂素填土、②₁砂质粉土、②₂砂质粉土、②₃砂质粉土、②₄粉砂、③₂淤泥质粉质粘土。坑底主要位于②₂和②₃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①₀₋₁杂填土和①₀₋₂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①₀₋₁杂填土、①₀₋₂素填土、②₁砂质粉土、②₂砂质粉土、②₃砂质粉土、②₄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 ₀₋₁	杂填土	(8)	(12)
① ₀₋₂	素填土	(10)	(12)
② ₁	砂质粉土	11.0	22.0
② ₂	砂质粉土	10.0	24.6
② ₃	砂质粉土	10.0	23.6
② ₄	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 _h (cm/s)	垂直方向k _v (cm/s)
① ₀₋₁	杂填土	(2.0×10 ⁻²)	(2.0×10 ⁻²)

续表:

层号	名称	水平方向k _h (cm/s)	垂直方向k _v (cm/s)
① ₀₋₂	素填土	(4.0×10 ⁻⁴)	(4.0×10 ⁻⁴)
② ₁	砂质粉土	2.32×10 ⁻⁴	1.77×10 ⁻⁴
② ₂	砂质粉土	2.21×10 ⁻⁴	1.63×10 ⁻⁴
② ₃	砂质粉土	2.87×10 ⁻⁴	2.21×10 ⁻⁴

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34625m²，基坑周长约760m。整体出土量较大约211320m³。

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

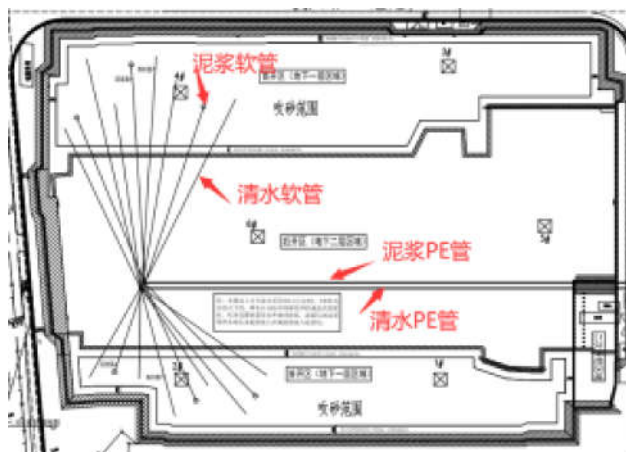
3.3 土方开挖方式的确定

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^[4-6]，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135400m³，期间周边道路及管线未见异常。机械开挖预计日出土量3500m³，工期约34天。水力冲挖日出土量约5000m³，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用[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.