

# 地铁车站附属围护施工工法比选及应用

潘慰栋

常州地铁集团有限公司, 江苏 常州

收稿日期: 2023年8月20日; 录用日期: 2023年9月11日; 发布日期: 2023年9月25日

## 摘要

城市地铁车站附属(出入口、风亭)施工一般位于城市核心地段, 周边环境复杂, 影响因素多, 附属围护结构的工法选用不仅受地质水文条件、施工场地、周边建筑物及重要管线的影响; 还要从围护体系受力验算、施工可行性、经济等方面论证工法。本文结合现场附属各出入口及风亭工法应用分析, 结合地表沉降及开挖过程渗漏分析, 得出SMW工法桩、钻孔灌注桩 + 三轴搅拌桩在粉砂层地层及城市地段应用效果较佳。

## 关键词

SMW工法, 钻孔灌注桩工法, 三轴搅拌桩工法, 围护施工

# Comparison and Application of Construction Methods for Subway Station Ancillary Enclosures

Weidong Pan

Changzhou Metro Group Co., Ltd., Changzhou Jiangsu

Received: Aug. 20<sup>th</sup>, 2023; accepted: Sep. 11<sup>th</sup>, 2023; published: Sep. 25<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

The construction of ancillary structures (entrances, wind pavilions) for urban subway stations is typically located in the core areas of cities, characterized by complex surroundings and multiple influencing factors. The selection of construction methods for ancillary enclosure structures is influenced not only by geological and hydrological conditions, construction sites, and surrounding

structures and important pipelines, but also needs to be justified from the aspects of structural system stress analysis, construction feasibility, and economic considerations. This paper combines on-site analysis of the application of various construction methods for entrances, exits, and wind pavilions, along with analysis of surface settlement and excavation process leakage. It concludes that the application effect of SMW pile method and the method of drilled cast-in-place piles combined with triple-axis mixing piles is better in areas with sandy soil and in urban areas.

## Keywords

SMW Method, Drilled Cast-in-Place Pile Method, Triple-Axis mixing Pile Method, Enclosure Construction

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着科学技术的高速发展，地面运输变得越来越拥堵，开发地下交通的需求也越来越高，对施工现场进行围护是施工的重要一环。薛甲伟[1]对 SMW 工法三轴水泥土搅拌工艺在建筑基坑围护中的应用进行了分析，在粉质粘土层取得了预期施工目标。康璞[2]应用 SMW 工法桩 + 组合型钢支撑的支护体系在软土地区进行围护，能够满足支坑桩变形要求。

通过对比分析 SMW 工法桩工法、钻孔灌注桩工法、三轴搅拌桩工法以及钻孔灌注桩 + 三轴搅拌桩工法四种工法施工后 16 个周期内(每个周期为一周)地表沉降量的趋势与大小，可以分析得出 SMW 工法桩、钻孔灌注桩 + 三轴搅拌桩在粉砂层地段应用效果较好。

## 2. 工程概况

勤业站位于勤业路与长江中路路口，沿勤业路东西向设置，与规划 3 号线“T”型换乘。站点周边构筑物较多，车站北侧有常州市五星程控交换局、勤业邮电局办公楼；西北象限有小区接待中心，高成莱茵花苑 G5 楼；西南侧为勤业综合市场，为规划拆迁区域；东北侧有勤业四村混 5 房屋；东南侧为勤业四村混 6 房屋。车站共设 4 个出入口、3 个风道、3 个安全出入口，其中 2 号、3 号安全出入口分别与 1 号、2 号风亭合建，4 号出入口与 3 号风亭合建。

## 3. 车站各出入口及风亭详细特征信息

车站各出入口及风亭详细特征信息见表 1。

**Table 1.** Detailed characteristic information of station entrances, exits, and wind pavilions

**表 1.** 车站各出入口及风亭详细特征信息

附属单体	围护形式	周边环境
1 号出入口	$\phi 850@600$ SMW 工法桩	勤业四村房屋(车站东北象限，混 5 房屋，条形基础，距离 1 号出入口约 18.42 m)
2 号出入口	$\phi 800@1000$ 钻孔灌注桩 + $\phi 850@600$ 三轴搅拌桩	小区接待中心(车站西北象限，混 2， $\phi 500$ 粉喷桩，桩长 10.0 m，距离 2 号出入口基坑约 11.15 m)、高成莱茵花苑 G5 楼(车站北侧， $\phi 4$ ，预制静压桩，桩长 12.0~16.0 m，距离 2 号出入口约 8.97 m)

## Continued

3号出入口	$\phi 850@600$ SMW 工法桩	拆迁菜场
1号安全出入口	$\phi 850@600$ SMW 工法桩	五星程控交换局(车站北侧, 混 3, 满堂基础, 基础埋深 4.0 m 左右, 距离 1 号安全出入口基坑约 3.87 m)、勤业邮电局办公楼(车站北侧, 混 3, 桩径 400, 桩顶埋深 2.0 m 左右, 距离 1 号安全出入口基坑约 6.36 m)
1号风亭 2号安全出入口	$\phi 850@600$ SMW 工法桩	拆迁菜场
2号风亭 3号安全出入口	$\phi 850@600$ SMW 工法桩	拆迁菜场
3号风亭 4号出入口	$\phi 800@1000$ 钻孔灌注桩 + $\phi 850@600$ 三轴搅拌桩	限勤业四村房屋(车站东南象限, 混 6 房屋, 桩基础, 桩底标高相对于外地表 -9 m~-12 m 距离 3 号风亭基坑约 15.37 m)

#### 4. 各出入口及风亭地质情况

基坑开挖深度范围内主要土层为: ①层填土、②1 粉质粘土、②3 淤泥质粉质粘土、②4 粉质粘土、③2 粘土、⑤1 粘质粉土夹粉砂、⑤2 粉砂, 其中粘质粉土夹粉砂层及粉砂层为透水层, ⑤1 粘质粉土夹粉砂、⑤2 粉砂为第 I1 承压含水层, 水头标高为 -0.28~1.92 m。坑底以下存在⑧1 为 I2 承压含水层, 水量较丰富, 根据地勘资料显示, 车站范围内 I1 承压含水层与 I2 承压含水层之间的③2 隔水层为局部分布, 第 I2 承压水根据长期水位观测, 水头标高 -1.96~1.38 m。

#### 5. SMW 工法桩、钻孔灌注桩、三轴搅拌桩工法介绍及对比

SMW 工法桩适应性强[3], 通过旋转搅拌钻头在不同土质中混合添加剂, 形成连续墙体, 适用于地铁车站围护、挡土墙和地基加固。钻孔灌注桩具有强大的适应性和承载力, 通过在地面钻孔并注浆形成桩体, 适用于多种土质, 特别适合大型桥梁和地铁车站等工程[4]。三轴搅拌桩通过在地下连续形成墙体, 类似于 SMW 工法桩, 但加入外部添加剂, 适用于不同土质, 施工速度快、质量高, 适合地铁车站附属围护等工程[5]。

三种工法是 SMW 工法桩、钻孔灌注桩和三轴搅拌桩。这些地基加固与围护工法在处理土壤和提供地基支撑方面都有不同特点。SMW 工法桩通过搅拌钻头混合外部添加剂与原土形成连续墙体, 适用于软土、黏土、砂土和淤泥地层, 施工效率高, 但可能产生一定振动和噪音。钻孔灌注桩在地面钻孔后将混凝土灌注形成桩体, 适用于软土、黏土和岩石等多种土质, 具有较大的承载力, 施工较复杂, 需处理泥浆。三轴搅拌桩通过连续形成墙体, 在不同土质条件下施工, 施工速度快, 成本较低。根据工程要求和地质条件, 工程师需综合考虑这些特点来选择最合适的工法, 确保工程的安全、稳定和经济效益。

#### 6. 施工工法比选

Table 2. Comparison of construction methods

表 2. 施工工法比选

序号	施工工法	适用条件	优点	缺点	造价分析
1	SMW 工法桩	适用于各种土质条件, 尤其在软土、黏土、砂土和淤泥等土层中, 能够形成稳定的连续墙体, 改善地基稳定性和抗侧力能力	适用于各种土质条件, 提供稳定的连续墙体, 改善地基稳定性和抗侧力能力, 施工效率高, 质量可控。	施工初期可能产生较大的振动和噪音, 对周边环境造成一定影响。	施工效率较高, 工期相对较短, 能够快速形成连续墙体, 减少施工时间成本。需要使用特殊的搅拌设备和硬化剂, 这些设备和材料的采购和运输费用会增加一定成本。

Continued

2	钻孔灌注桩	适用于软土、黏土和岩石等多种土质条件,具有较大的承载力和抗侧摩阻能力,特别适用于较大荷载和深基坑支护。	适用于软土、黏土和岩石等多种土质条件,具有较大的承载力和抗侧摩阻能力,施工速度相对较快。	施工过程中需要处理排出的泥浆,可能会引起地层的液化现象,需要特殊措施加以控制。	适用范围广,可以在不同土质条件下施工,但钻孔灌注桩的施工较为复杂,会增加一定的劳动力和机械设备费用。需要处理排出的泥浆,对地层液化问题进行控制,会增加一定的处理成本。
3	三轴搅拌桩	适用于各种土质条件,尤其在软土、黏土、砂土和淤泥等土层中,能够形成连续墙体,施工速度快、工程质量高、成本较低。	适用于各种土质条件,能够形成连续墙体,施工速度快、工程质量高、成本较低。	对于一些坚硬的土层或岩石地质,搅拌效果可能较差。	施工速度较快,工程质量高,能够有效降低施工成本。需要使用特殊的搅拌设备,设备租赁或购买费用会增加一定成本。
4	钻孔灌注桩 + 三轴搅拌桩	综合了钻孔灌注桩和三轴搅拌桩的优势,适用于复杂地质条件,如软弱土层、复合土层和地下水位较高的情况,提供较大的承载力和稳定性。	综合了两种工法优势,适用于复杂地质条件,提供较大的承载力和稳定性,适用范围广。	由于是组合工法,施工过程相对复杂,可能增加一定的施工难度和成本。	综合了两种工法的优势,能够在复杂地质条件下施工,提供较大的承载力和稳定性。由于是组合工法,可能会增加一定的施工难度和成本,但相比单独使用两种工法,综合成本更低。

施工工法比选见表 2。

### 7. 沉降观测情况

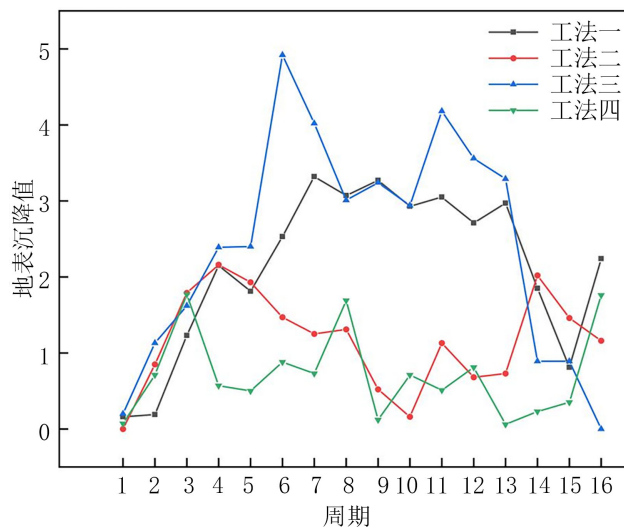


Figure 1. Surface settlement values for four different construction methods

图 1. 四种不同工法地表沉降值

通过对地铁车站不同出入口以及风亭采用不同的施工工法进行施工,通过人工以七天为一个周期对地表沉降值进行测量,能够明显地看出在粉砂地质,地表沉降值都是有一个先上升后下降的趋势,并在第三到八周内产生沉降最大值,其中 SMW 工法桩工法,钻孔灌注桩 + 三轴搅拌桩工法地表沉降值相对较小,稳定在 0~2 mm 之间,SMW 工法桩、钻孔灌注桩 + 三轴搅拌桩在粉砂层地层及城市地段应用效果较佳。四种不同工法的地表沉降值见图 1。其中周期 1~16,为十六个周期,每个周期为一周。

下图 2 通过使用高斯公式进行计算,对地表沉降值进行频率分析和相对频率分析,得出 SMW 工法桩工法和钻孔灌注桩 + 三轴搅拌桩在地表沉降值得的情况下这说明了,这两种工法施工后的地表沉降值更小,SMW 工法桩、钻孔灌注桩 + 三轴搅拌桩在粉砂层地层及城市地段应用效果较佳。

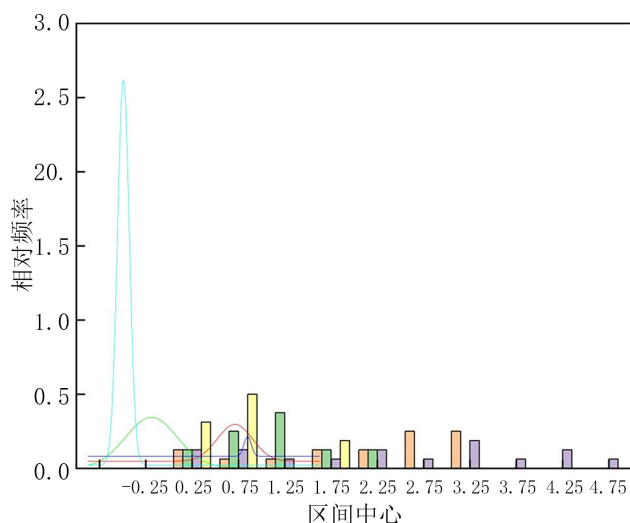


Figure 2. Relative frequency of surface settlement values for four different construction methods  
图 2. 四种不同工法地表沉降值相对频率

## 8. 结论

综合不同出入口和风亭的施工,以七天为周期对地表沉降值进行测量,结果显示在粉砂地质中,地表沉降值呈先上升后下降趋势,在第三到八周内达到最大值。其中,采用 SMW 工法桩和钻孔灌注桩 + 三轴搅拌桩工法的地表沉降值相对较小,稳定在 0~2 mm 范围内,表明这两种工法在粉砂层和城市地段应用效果较佳。通过高斯公式的频率分析,也进一步确认了 SMW 工法桩和钻孔灌注桩 + 三轴搅拌桩工法在地表沉降控制方面表现出更小的值,验证了它们在粉砂地质条件下的优越性。这些研究结果为地下工程的选择和设计提供了重要依据,特别是在类似粉砂地质和城市环境下的应用。

## 参考文献

- [1] 薛甲伟, 刘丽强. SMW 工法三轴水泥土搅拌工艺在建筑基坑围护中的应用分析[J]. 城市建筑, 2022(S1): 112-114+123.
- [2] 康璞, 王烁, 吴梦龙, 等. SMW 工法桩与组合型钢支撑在软土地区的应用[J]. 绿色科技, 2023, 25(8): 255-258.
- [3] 钦伟轩, 崔君敏, 冯硕. 深基坑围护工程中 SMW 工法桩施工质量控制[J]. 砖瓦, 2023(7): 91-93, 96.
- [4] 谷文汉. 涉铁工程钻孔灌注桩施工安全技术探究[J]. 科技创新与应用, 2023, 13(21): 193-196.
- [5] 董光辉. 三轴搅拌桩加固作用下地下连续墙槽壁稳定性探讨[J]. 建设监理, 2023(7): 73-77.