

# 全方位高压喷射工法（MJS工法）施工技术应用

姜兴权

中铁十四局集团第四工程有限公司

**摘要：**地铁工程已在我国很多大中城市范围广泛进行中。地铁沿线存在各类管线及建构筑物，在施工中需要提高施工工艺。经常会遇见各种因素影响地铁工程的建设。地铁工程换车站位置工况较为复杂，既要保证既有安全可控又要完成在建车站施工，对施工工艺提出了更高的要求，也是工程建设者们需要研究的方向。本文以宁波地铁5号线一期工程石碶站地基加固施工为背景，从MJS工法桩的原理、工艺特点、施工过程及保证措施多方面阐述了该工艺在项目上的应用。同时还表明了管线环境复杂以及既有安全相邻区间的施工中工艺性的选取MJS工法桩的前景。

**关键词：**MJS工法；地铁；施工原理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.17.013

## Application of omni-directional high pressure jetting method (MJS method) construction technology

Jiang Xingquan

China Railway 14 Bureau Group Co., Ltd

**Abstract:** Subway engineering has been widely carried out in many large and medium-sized cities in our country. There are all kinds of pipelines and buildings along the subway, so it is necessary to improve the construction technology. We often encounter various factors that affect the construction of subway projects. In order to ensure the safety and control of the existing line and to complete the construction of the station under construction, higher requirements are put forward to the construction technology, which is also the direction that the project builders need to study. Based on the foundation reinforcement construction of Shiqi station in the first phase of Ningbo Metro Line 5, this paper expounds the application of MJS Construction Method Pile in project from its principle, technical features, construction process and guarantee measures. At the same time, it shows the prospect of choosing MJS construction method pile in the construction of complex pipeline environment and adjacent sections of existing line.

**Keywords:** Mjs process; Subways; Construction principle; Construction Technique

### 前言

该文通过宁波地铁5号线石碶站与既有2号线交汇位

置地基加固施工，详细阐述了MJS工法桩在地铁领域施工过程中的独特优势和积极作用。该工法能够在施工区域管线较多、场地较狭小、区间错综复杂的条件下可以大大提高桩体质量，明显提高施工进度，从而也大大减小了对临近区间隧道的影响。

### 一、工程概况

石碶车站总长约180.9m，车站整体结构为地下两层双柱三跨箱型钢筋混凝土结构，标准段结构宽21.7m，端头井结构宽25.8m，底板埋深约18.7m~19.2m；车站中心里程处顶板规划覆土约3.9m车站设置3个出入口，两个风亭组及一个换乘通道。

#### （一）周边情况

本车站位于5号线和2号线区间的交汇处，主体车站端头加固距离已建2号线较近。加固区域北侧3米处有一道10KV的高压电缆和一道DN800自来水管。南侧靠近主干道，北侧临近居民小区部分为老式民居住宅。如图1施工区域管线图。

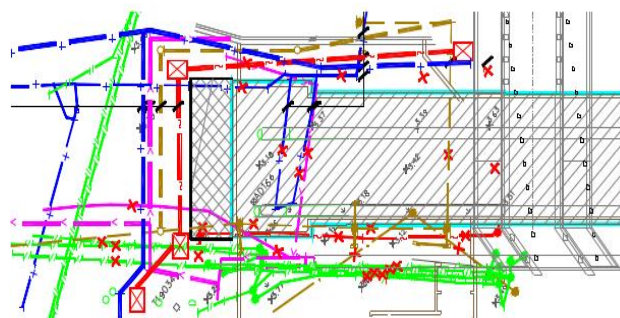


图1 施工区域管线图

#### （二）地质水文条件

同德路站~石碶站区间沿线地貌类型属于冲洪积平原，拟建场地机场路以西地处近郊。位于鄞县大道上。区间隧道基本位于②2b层淤泥质黏土、⑤1a层黏土、⑤1b层粉质黏土、⑤1T砂质粉土层中。拟建线路下穿南前唐河，河宽约20m。拟建工程施工范围地下水主要为第四系空隙潜水类型、空隙承压水、基岩裂隙水类型。如图2施工区域地质剖面图。

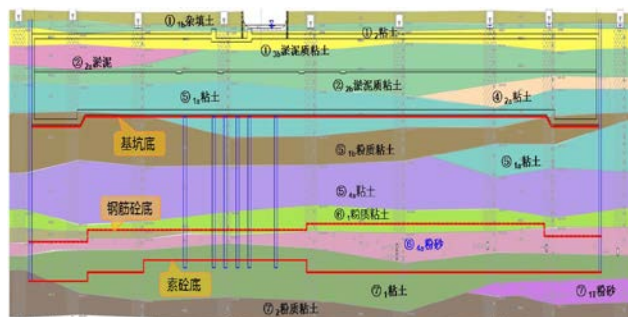


图2 施工区域地质剖面图

### 二、本工程施工难点

(1) 地基加固区域临近2号线区间隧道，对2号线造成影响。

(2) 临近管线复杂，重要管线较多。

(3) 周边主干道为商业区，河流较多，施工过程中会造成环境影响。

(4) 场地小，不具备存泥浆池的地方。

临近管线复杂，重要管线较多。

### 三、MJS工艺原理

MJS工法 (Metro Jet System) 又称全方位高压喷射工法。该施工工艺通过在原有的高压喷射注浆工艺的基础上，通过改进设备增加了带有多孔管、传感器及排泥阀门的钻头，施工中通过操作设备及监测地内压力，完成成桩。由于该工艺的特殊性，可以通过调节钻头实现水平、倾斜、垂直等任意角度的施工。MJS工法通过控制排浆量和内地压力的监测很大程度上减少了对周围环境的扰动，也确保地基加固效果。图3为MJS工法工艺原理图。

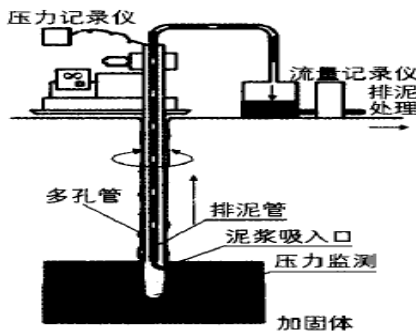


图3 MJS工法工艺原理图

### 四、MJS工法施工过程

#### (一) 加固部位

(1) 石碓站西端头外加固。

(2) 和既有2号线与在建5号线隧道区间重叠段加固。如图4加固区域平面图。

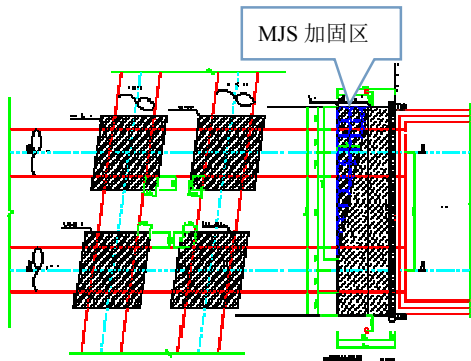


图4 加固区域平面图

#### (二) 施工工艺及参数

施工工艺：原有基础清除、施工场地整理、测量标记桩位、导孔施工、反复切土喷浆成桩、桩基检测、整理设备退场。

施工参数：端头加固平面宽度为9m，加固深度为地面盾构隧道管片底下3m。据MJS工法桩与本工程地质适用性，设计桩长为12.2m，设计桩径为2.2m，搭接长度为300mm，间距1900mm，水泥掺量为30%，注浆压力约40MPa，空气压力约0.5~0.7MPa，全圆提升速度约

30~40min/m，地内压力约1.3~1.6的系数，水泥石加固体28天龄期无侧限抗压强度不小于1.5MPa，渗透系数小于10<sup>-7</sup> cm/sec。如表1 MJS施工参数表。

表1 MJS施工参数表

内容	参数	内容	参数
桩径	2200mm	削孔水压力	10~30MPa
水灰比	1: 1	成桩角度误差控制	≤1/100
水泥浆压力	40MPa	提升速度	30min/m
水泥浆浆液流量	90L/min	步距行程	25mm
主空气压力	0.5~0.7MPa	步距提升时间	60、30s
主空气流量	1.0~2.0Nm <sup>3</sup> /min	转速	3~4rpm
倒吸水压力	0~20MPa	地内压力	1.3~1.6系数
倒吸水量	0~60L/min	水泥掺量	30%

#### (三) 准备工作与过程施工

(1) 采用全站仪在施工区域内布置控制点，通过控制点进行桩位放样。根据施工区域范围，首先进行该区域的硬化路面破除，然后依据施工方案用挖机开挖沟槽。对周围有管线或者重要物的做好标志。

(2) MJS施工前需先引钻，从而能起到保护钻头和钻孔。成孔质量决定着MJS最后的施工效果，施工中必须严格控制施工参数。重点控制要点包括成孔中心与桩位中心误差小于5cm，成孔深度大于设计深度1m，垂直度误差小于1/200。

(3) 全面施工前，需提前进行原位试桩，保证桩径达到设计要求。MJS工法桩钻头达到设计深度后，进行高压水对土体进行切割，切割长度一般为1米，然后设备钻头伸向设计位置，进行喷浆等一系列操作，桩长达到1米后停止施工。然后接着进行高压水切割土体，长度仍为1米，再将钻头伸向喷浆位置继续正常施工流程，如此重复操作，直到达到设计桩长后停止。安排专人取芯进行试桩桩径的测量，检查是否满足设计要求。

(4) MJS工法设备工作时，钻头喷射泥浆与高压水切割土体交替往复进行，工作人员打开回流高压泵和回流气，检查设备是否正常排浆，正常排浆后，打开排泥阀门。测量人员对加固区域内土压力进行监测，保证压力可控，打开主空压机和高压水泥浆泵，防止吸浆量过大。持续此项操作直至整根桩加固完成。如图5 MJS工法桩工艺流程图。

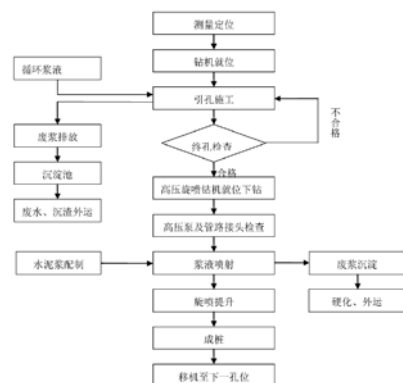


图5 MJS工法桩工艺流程图

#### (四) 泥浆处理

MJS工法桩施工时需建有临时泥浆池，当泥浆倒吸溢出时，采用专用排浆管进行排浆，泥浆池用于临时存储泥浆，通过高压泵将泥浆从泥浆池泵送到泥浆处理系统。经过筛分、压滤等操作，将固体颗粒筛出外运处理，剩余泥浆继续循环使用。

#### 五、加固方式的对比与选择

常见的地基加固方式有三轴搅拌桩、高压旋喷桩、MJS工法桩。三者都是水泥与土的混合物形成的搅拌桩。

三轴搅拌桩机械大，需要的施工场地要大。机动性不好。且无法控制压力，成桩效果也不如高压旋喷桩。

高压旋喷桩的机械声音较大，周边都是老式住宅区。对周边的路面扰动较大，压力不可控会将周边道路顶隆起。

MJS工法桩机械的体积小，安全性能高。能控制压力可以做到对既有2号线的保护。能做到排泥而减少地下压力，减小了对地面的扰动。还可旋转多方位的喷射绕过桩位影响区。

结合三种工法对比，MJS最适合在环境复杂，及场地小的环境中施工。

#### 六、MJS工法施工质量保证措施

(1) 在施工过程中需要专人负责控制设备的注浆流量和排泥流量，同时定期监测注浆流量、排泥流量的数值。根据施工方案的要求控制浆液配比，定期检查浆液参数。

(2) 施工中需要对每一道工序进行控制，安排专人填写过程施工质量控制报表，对有异常情况发生及时汇报，并进行处置。如表2 MJS工法桩质量控制表。

表2 MJS工法桩质量控制表

项目	管理标准	检查方法	频度
1	桩位	±50mm以内	卷尺
2	角度误差	气泡居中	气泡(测斜仪抽查)
3	桩长	设计桩长+200mm	钻杆数量, 尺寸确认
4	水泥浆		
	喷射压力	40MPa	压力计
	喷射量	90L/min	流量计
	比重	1.5±0.02	比重计
	主空气		
	压力	0.5~0.7MPa	压力计
	风量	1.0~2.0m³/min	风量计
	钻杆		
	回转数	3~4rpm	秒表角度计
	提拔速度	30min/m	
	摇动角度	±90° ~ ±360°	
	倒吸水		
喷射压力	0~40MPa	压力计	
喷射流量	90L/min	流量计	
地内压力	设定值 (上限、下限)	压力计	
5	排泥	排泥状况	目视

(3) 在施工中应严格控制桩孔位置，实际位置与设计位置偏差控制在5cm以内。同时，要详细了解加固区域的岩土工程勘察报告，对与报告不符的情况需要详细记录。

#### 七、MJS工法的优点

(1) 成桩直径大、质量好、进度快。

(2) 对周边路面环境影响小，普通的搅拌桩加固方式都是钻进过程中泥土通过钻杆的间隙挤出。钻进越深，泥土越难挤出。从而造成了地面压力过大而将路面顶起来。MJS工法能够解决这方面的问题，主要的原理是它通过多孔管钻进，同时一根直径为6cm的泥浆抽取管布置在多孔管的中间，在倒吸空气适配器和倒吸水的共同作用下，工法桩设备可以强制抽取加固体中的废泥浆。在MJS工法设备的多孔管头部装有探伸钻头，钻头顶部布置排泥阀门和压力传感器，施工中可以人工控制排泥阀门大小，当遇到特殊情况时，我们可以控制阀门大小来控制浆液，进而控制地层土压力不至于过大。这样既保证了加固超深的效果，同时也避免了对周围环境的破坏。

(3) 全方位喷射，适用性强。MJS工法可以进行角度喷射，如扇形、半圆或者任意角度的选取，能在管线复杂的区域绕开管线施工，足以见得适用性比较强。

#### 八、结论

(1) 宁波地铁5号线石碶站2号既有线MJS工法桩已全部施工完成，通过相关专业的检测，本次施工的MJS工法桩桩径符合设计要求，误差在合理范围内，工法桩质量较一般三轴加固及旋喷桩质量更好。本项目在计划工期内完工，对周边小区、商铺、道路、地下管线等均影响较小，MJS工法桩质量验收合格，避免了因施工对外部环境造成的影响。本次也是成功的将MJS工法桩施工工艺运用到了地铁工程建设当中，并取得了很好的效果。

(2) 关键的主控项目要把握好，施工顺序的合理，以及垂直度、水泥掺量、注浆压力。这些都是在施工过程中的主控项目。其决定了后期成桩的质量。

(3) 综合本次车站地基加固采用MJS工法施工完成后的优点，可以总结出对于复杂的地形及重要管线较多及周边环境复杂情况下，MJS工法技术是可以优先选择的。在对于现在主抓文明城市提升中，MJS工法无论从性能、工作效率、经济成本、和对周边影响小及环境污染小都是以后在城市中可以广为发展的。同时MJS工法桩在目前的城市轨道交通工程、市政工程等方面也必将得到广泛的应用。

#### 参考文献

[1] 李兴国. MJS工法在紧邻地铁工程中的应用[J]. 建筑施工. 2016(2): 131-133.  
 [2] 王会峰. 在轨道交通换乘通道施工中应用MJS工法桩加固[J]. 建筑施工, 2013(3).  
 [3] 何拥军. 全方位高压旋喷注浆工法的工程试验. 地下工程与隧道, 2010(8): 24-28.