

Discussion on the Construction Technology of Existing Track on MJS Construction Method

Peiguang Ma¹ Peng Yin²

1. China Railway No.4 Engineering Group Co., Ltd., Fuyang, Anhui, 230023, China
2. The Second Engineering Co., Ltd. of CTCE Group, Suzhou, Jiangsu, 215000, China

Abstract

As the large-scale planning and layout of the subway route gradually enters a plateau, it is inevitable that new construction projects will cross the existing rail lines. Disturbances caused by the construction of road-related projects to existing projects are inevitable, but how to reduce the disturbances is currently required priority work. This study analyzes the advantages and disadvantages of the MJS method, and proposes MJS construction steps, construction sequences, and construction processes for the project examples. Based on the project examples, it analyzes the characteristics of the project, and the MJS method to solve practical problems facing the project. Targeted measures were taken to verify the stability and effectiveness of the MJS construction method in the construction of the existing track on the upper span, and to provide a reference for the subsequent construction of the existing track on the upper span.

Keywords

MJS method; track; pile foundation; construction technology

浅谈 MJS 工法上跨既有轨道施工技术

马培广¹ 尹鹏²

1. 中铁四局集团有限公司, 中国·安徽 阜阳 230023
2. 中铁四局集团第二工程有限公司, 中国·江苏 苏州 215000

摘要

随地铁路线的大规划、大布局逐渐迈入平稳期, 新建工程难免对现有轨道线路进行穿跨越, 涉路工程施工对现有工程的扰动不可避免, 但如何减小扰动是目前需进行的重点工作。本次研究针对 MJS 工法优缺点进行了分析, 并针对工程实例提出了 MJS 施工步骤、施工顺序、施工工艺流程, 并根据工程实例分析了工程特点, 以及利用 MJS 工法解决工程面临的实际问题, 提出了针对性措施, 验证了 MJS 工法在上跨既有轨道工程施工时的稳定性和减少扰动效用, 为后续其他上跨既有轨道工程提供参考。

关键词

MJS 工法; 轨道; 桩基; 施工技术

1 引言

近年来, 各大城市均掀起了地铁风、轻轨风, 而随着轨道施工技术越来越成熟, 现有轨道线路越来越多, 后续施工道路、建筑及其他轨道施工难免存在于现有轨道交叉的情况。涉轨项目除做好安全性评价及防护外, 还需选择安全稳定的施工手段、施工功法^[1-3]。

对于现阶段, 在营运期间轨道交通两侧进行桩机承台施工时, 常用功法主要包括水泥搅拌桩、高压旋喷桩、注浆法、SWM 工法桩等^[4-7], 此类功法大都为直接性工法, 成本相对较低, 工期较短, 但此类方法最大弊端都是会对现有轨道交

通产生较大影响, 直接影响周边土体稳定性, 产生较大图盈利, 引发轨道交通建筑物附近地面隆起、地表开裂等。

2008 年起中国引入 MJS (Metro Jet System) 工法, MJS 工法又称全方位高压喷射工法, 最初是为了解决水平旋喷施工中的排浆和环境影响问题而开发出来的, 之后由于其独特优势和工程需要, 又应用到倾斜和垂直施工上^[8]。根据多年来该工艺发展研究, 该工艺是一种微扰动施工注浆技术, 其施工时对周边土体扰动较小, 可控性强, 安全性较高, 能有效维持现有建筑物土体稳定性, 对地基加固和围护工程施工方面有着绝对的优势^[9]。

张帆、余立新针对 MJS 工法的工艺特点、施工过程进

行介绍,并通过工程实例进行了MJS工法在地基加固过程扰动减小方面的作用,证实了该功法的有效性^[10-11]。徐宝康等也是应用工程实际验证法,对上海地铁的深基坑和盾构进出洞加固工程进行了MJS功法施工扰动防护性进行验证,证明MJS工法不仅做到了成桩质量好,还在邻近地铁线路整体结构物、周边地面及周边建筑物沉降方面有较好的表现^[12]。

目前MJS工法工程应用类型包括盾构进出洞加固、基坑围护和坑内土体加固、防水帷幕、保护建筑隔离墙等。

2 MJS工法特点

MJS工法在目前的使用过程中,其工艺原理主要为改进了传统高压喷射注浆工艺,具有独特的多孔管和前端造成装置(Monitor),实现了孔内强制排浆和地内压力监测,并通过调整强制排浆量来控制地内压力,大幅度减少对环境的影响,而地内压力的降低也进一步保证了成桩直径。

(1)可以“全方位”进行高压喷射注浆施工

MJS工法可以进行水平、倾斜、垂直各方向、任意角度的施工。特别是其特有的排浆方式,使得在富水土层、需进行孔口密封的情况下进行水平施工变得安全可行。

(2)桩径大,桩身质量好

喷射流初始压力达40MPa,流量约90~130 l/min,使用单喷嘴喷射,每米喷射时间30~40min(平均提升速度2.5~3.3cm/min),喷射流能量大,作用时间长,再加上稳定的同轴高压空气的保护和对地内压力的调整,使得MJS工法成桩直径较大,可达2~2.8m(砂土 $N < 70$,粘土 $C < 50$)。由于直接采用水泥浆液进行喷射,其桩身质量较好。

(3)对周边环境影响小,超深施工有保证

传统高压喷射注浆工艺产生的多余泥浆是通过土体与钻杆的间隙,在地面孔口处自然排出。这样的排浆方式往往造成地层内压力偏大,导致周围地层产生较大变形、地表隆起。同时在加固深处的排泥比较困难,造成钻杆和高压喷射枪四周的压力增大,往往导致喷射效率降低,影响加固效果及可靠性。MJS工法通过地内压力监测和强制排浆的手段,对地内压力进行调控,可以大幅度减少施工对周边环境的扰动,并保证超深施工的效果。

(4)泥浆污染少

MJS工法采用专用排泥管进行排浆,有利于泥浆集中管

理,施工场地干净。同时对地内压力的调控,也减少了泥浆“窜”入土壤、水体或是地下管道的现象。

3 MJS施工方法

MJS施工按照不同地质条件,不同施工条件、不同限制条件其施工方法略有不同,本次以上跨苏州轨道交通四号线某路段为例,展开MJS施工方法研究。具体施工方法分为15步,具体如下:

(1)引孔。根据施工环境,成孔之前应先通过圆心筒破除地面或开沟槽,重点控制引孔垂直度与成孔质量,并且文明施工,防止浆液流入市政管道,保证MJS施工顺利进行。

(2)连接各部分电源线、数据线及其他连接线,另外确认荷载清零及管线连接密封。

(3)检查设备的运行情况,各部分设备在未开工前保持正常状态。

(4)钻杆下放。在引孔内将钻杆下放至设计深度。

(5)对接钻杆和钻头。检查密封圈及地内压力是否正常。

(6)重复3步骤和4步骤,直到钻头到达设计深度,钻杆到位。

(7)校零。钻头到达设计深度后,开始校零,并设定摇摆角度、引拔速度、回转数等参数。

(8)定位置喷射。根据施工要求,在操作时首先先开倒吸水流和倒吸空气,当上述两项正常时,再打开排泥阀门,然后开启高压水泥泵和主空气空压机准备定位置喷射。

(9)高压水泥泵开启。此步要求水泥泵压力不可太高,应逐步增压,直到达到指定压力。

(10)地内压力监测。此步骤要求施工时密切监测地内压力,一旦发现异常应及时调整。

(11)钻杆拆卸。此步骤中需把水泥浆切换成水后方可拆卸,另外在拆卸过程中还应认真检查密封圈和数据线的情况,如有问题应及时排除方可继续喷浆。

(12)拆卸钻杆后冲洗。拆卸钻杆后,需及时对钻杆进行冲洗及保养。

(13)重复以上步骤,直到施工结束。

(14)施工结束后,对设备进行冲洗和保养。

(15)试块取样。钻芯取样后将试样进行编号、养护,到龄期后按设计要求数量随机抽取,送实验室做抗压强度施工。

4 工程案例

4. 项目概况

本研究选取苏州某隧道施工上跨轨道交通 4 号, 该路段选取 MJS 共计 396 根, 加固位置及平面图见图 1~2。

施工时桩径 2400mm, 桩间距 1700mm, 搭接 700mm。桩长 8.8 ~ 9.1m, 均位于轨道交通 4 号线正上方, 桩底距轨道交通 4 号线盾构顶 $\geq 1.5\text{m}$ 。待三轴第一、二区域三轴搅拌桩施工完成后, 进行 MJS 施工。采用跳桩法 (隔二跳一) 施工。MJS 施工时需沿垂直区间隧道轴线方向。因 MJS 施工前周边三轴搅拌桩已完成, 且具有一定强度。MJS 正式施工前通过实验确定与三轴施工间隔时间。MJS 加固体与三轴搅拌桩搭接 400mm。同时严格控制 MJS 下沉速度和水泥浆压力, 保证与周边加固体良好搭接。施工参数见表 1。具体参数根据非原位试验确定。

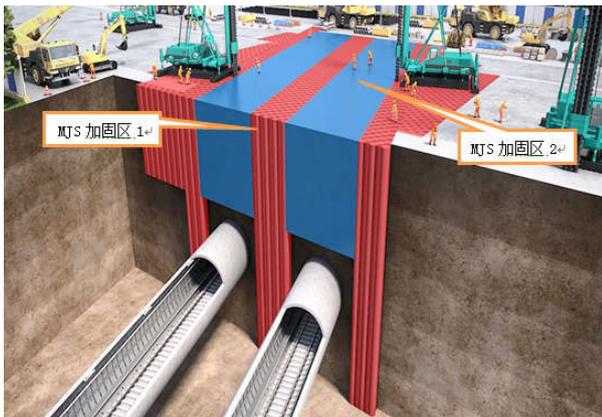


图 1 MJS 加固位置图

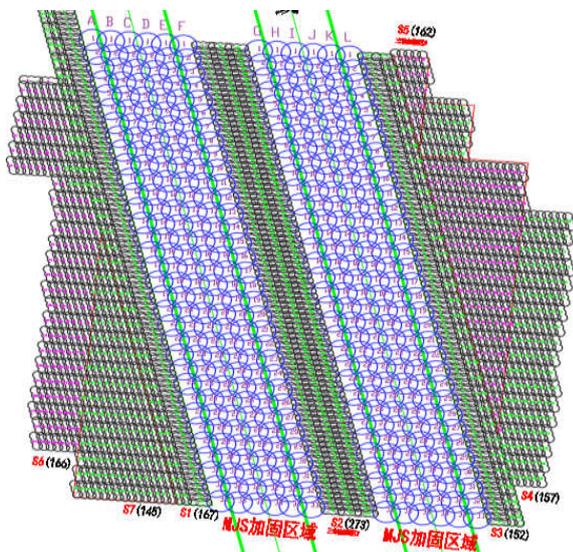


图 2 MJS 施工平面图

表 1 MJS 施工参数表

序号	内容	参数	序号	内容	参数
1	桩径 / 间距	$\phi 2400\text{mm}$ 间距 1700mm	9	削孔水压力	10 ~ 30MPa
2	水灰比	1 : 1	10	成桩垂直度控制	$\leq 1/200$
3	水泥浆压力	$\geq 38\text{MPa}$	11	提升速度	40min/m
4	水泥浆浆液流量	90 ~ 100L/m	12	步距行程	$\leq 20\text{mm}$
5	主空气压力	0.7MPa	13	步距提升时间	60s
6	主空气流量	1.0 ~ 2.0Nm ³ /min	14	转速	3 ~ 4rpm
7	倒吸浆压力	0 ~ 20MPa	15	地内压力	1.0 ~ 1.8 系数
8	倒吸浆流量	0 ~ 60L/min	16	水泥掺量	40%

4. 2 MJS 施工顺序及工艺

MJS 加固区域位于盾构区间正上方, 必须在地铁停运期间 (23:00~6:00) 施工。施工时采用 2 套设备同时施工, 分别位于加固区 1 和加固区 2。为减少施工期间设备对盾构区间的影响, 西侧设备东西向站位由北往南实施, 东侧设备东西向站位由南往北实施。

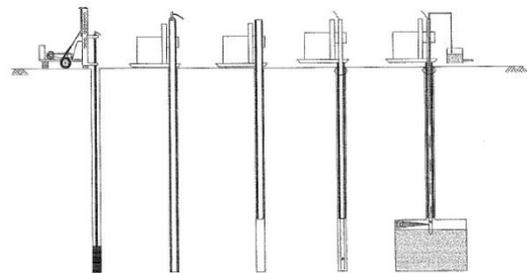


图 3 MJS 施工流程 1

- ①钻机引孔; ②下放外套管; ③回拔外套管; ④下放钻杆;
- ⑤喷射注浆至回拔套管底;

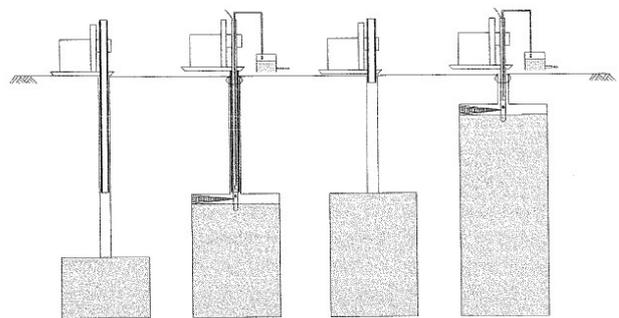


图 4 MJS 施工流程 2

- ⑥再次回拔外套管; ⑦再次喷射注浆至回拔套管底; ⑧拔除全部外套管; ⑨喷射注浆至设计标高。

5 施工技术探讨及总结

(1) 建设单位需进行地下隧道、管线交底,若存在,需进行明确、探测、开挖样沟等保护性措施;

(2) MJS 工法施工过程中,严格控制地内压力,排泥不畅及时处理,避免过度扰动周边土体。

(3) 施工期间与地铁内部监测系统,建立监测响应体系,将监测数据及时反映到施工现场,若有异常及时调整施工;

(4) 隧道附近区域引孔时,先使用圆心筒引孔至隧道标高,换用三叶钻头进行隧道标高内的引孔,最后换用岩心管结合金刚石钻头完成引孔;

(5) 施工期间严格控制 MJS 工法摆喷方向,半圆开喷后,操作手每次拆杆开喷都要校正方向,技术人员也要加强巡查;

(6) 垂直度采用测斜仪抽查,抽查数量不得少于总桩数的 30%。遇有垂直度不合格孔,必须进行修正再进行施工,且加密 2 倍频率进行抽查,直到垂直度稳定后恢复 30% 频率。

在经过上述针对性措施后, MJS 工法施工最终工法取得了以下成效:

(1) 地面位移和土体水平位移数值普遍较小, MJS 工法的效果明显。

(2) 在正常施工情况下,地面垂直位移可控制在 10mm 以内,变形趋势一般为先抬后沉,最终变形往往表现为沉降。土体水平位移可控制在 20mm 以内,变形趋势为先外后内,最终变形方向一般表现为向外。相对地面垂直位移来说,土体水平位移显得较为敏感。

6 结语

本次研究分析了 MJS 工法优缺点,并针对苏州轨道 4 号线上跨工程提出了 MJS 施工步骤、施工顺序、施工工艺流程,

进而提出了工法施工顺序及工艺流程,并提出了针对性措施为后续其他上跨既有轨道工程提供参考。

参考文献

- [1] 孙克钦. 浅析 MJS 工法桩施工质量控制要点 [J]. 城市道桥与防洪, 2019(04):153-157+20.
- [2] 郝明强, 张帆, 李永迪, 王祺. MJS 工法与冻结法结合加固区温度场研究 [J]. 建筑科技, 2018,2(06):80-84+93.
- [3] 周朋. MJS 工法在砂卵石地层盾构近距离下穿运营地铁隧道的应用 [J]. 都市轨道交通, 2018,31(06):122-128.
- [4] 张庆伟, 刘浩. MJS 工法桩在紧邻地铁承台施工中的应用 [J]. 四川水泥, 2018(12):260-261.
- [5] 李清, 王永红. MJS 工法在紧邻运营期间轨道交通的应用 [J]. 城市住宅, 2018,25(11):109-111.
- [6] 张文博, 张康, 陈卫军. MJS 工法在富水砂层隧道密贴下穿既有车站工程中的应用 [J]. 现代城市轨道交通, 2018(10):35-38.
- [7] 郑修军, 杨益平, 鲍家宁, 池玉宇. MJS 工法在基坑开挖期间对临近既有建筑物的影响分析 [J]. 工程质量, 2018,36(10):61-65+69.
- [8] 赵文亮. MJS 工法在全断面砂质土层中的应用技术研究 [J]. 建筑技艺, 2018(S1):62-64.
- [9] 吴正义. MJS 工法在轻轨车站中的工程实践 [J]. 居舍, 2018(21):234-235.
- [10] 张帆. 二种先进的高压喷射注浆工艺 [J]. 岩土工程学报, 2010,32(增刊 2):406-409.
- [11] 余立新. MJS 及 BJP 高压旋喷桩加固机理及成桩质量研究 [D]. 合肥: 安徽理工大学, 2016.
- [12] 徐宝康. MJS 工法在邻近地铁车站的深基坑中的工程实践 [J]. 建筑施工, 2015, 37(7):781-783.