建筑技术研究
Building Technology Research
第 4 卷◆第 3 期◆版本 1.0◆2021 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4651 /（中图刊号）：860GL005

用于控制地下交通工后沉降的小型 MJS 工法注浆装备及技术的研究

孟群[1]　叶冬明[2]　沈伟萍[1]
1 岩土科技股份有限公司　2 杭州市地铁开发有限公司
DOI:10.12238/btr.v4i3.3680

[摘　要] 地下交通工后沉降以及沉降带给周边地表敏感重要建筑物病害等一系列问题。这些问题制约着城市地下空间开发与安全利用。目前多采用注浆,由于空间狭小,注浆工艺复杂,很难达到理想的效果。本文提供了一种管线直径小,管线间距可调,通过压力监测自动排泥,造价低的小型桩基设备,能够实现在空间狭小的地铁隧道内进行地下土层全方位加固。
[关键词] 地下工程；城市隧道；工后沉降；MJS工法
中图分类号：TD228　文献标识码：A

Research on Grouting Equipment and Technology of Small MJS Method for Controlling Post-construction Settlement of Underground Traffic

Qun Meng[1]　Dongming Ye[2]　Weiping Shen[1]
1 Geotechnical Technology Co., Ltd.　2 Metro Development Co., Ltd in Hangzhou City
[Abstract] Post-construction settlement of underground traffic and a series of problems such as sensitivity of surrounding ground and diseases of important buildings caused by settlement.These problems restrict the development and safe utilization of urban underground space. At present, more grouting is used, due to the narrow space and complex grouting process, it is difficult to achieve the ideal effect. This paper provides a small pile foundation equipment with small pipeline diameter, adjustable pipeline spacing, automatic mud drainage through pressure monitoring and low cost, which can comprehensively reinforce the underground soil layer in the subway tunnel with small space
[Key words] Underground engineering; urban tunnel; Post-construction Settlement; MJS engineering method

前言

随着轨道交通快速发展，带来地铁工后沉降等一系列病害问题。“全方位高压喷射技术”能够有效解决上述问题，系统配备调控和量测地内压力自动装置，用于水平、倾斜或垂直注浆加固施工。传统旋喷工艺对深处排泥困难，因为超深处钻杆与高压喷射口四周地内压力增大，导致喷射效率下降，加固效果差。现注浆加固常见钻机采用多孔管钻进，钻头部位有调节大小的排泥口与能测量地内压力传感器，深处排泥和地内压力得到合理控制，减少地表变形可能性。但用于全方位注浆加固的钻机成本高，且常规钻机多孔管直径较大，在110㎜左右，施工中对隧道管片衬砌造成破坏，影响隧道整体结构稳定性。

1 小型MJS工法桩钻机设计方案

1.1总体设计

地铁施工用小型桩基设备，包含底盘，其上设操作台，操作台前部设操作台控制的执行机构，执行机构包含立杆，钻机机头，立杆和操作台通过连接件和支撑件连接，钻机机头位于立杆端部，沿立杆移动，钻机机头套接可拆卸两根管道，一根排泥，一根注浆。设备是常规注浆钻机改造，造价低。降低其立杆，进入隧道内部作业；操作台控制立杆角度，使用钻机机头驱动钻头在需加固隧道壁上钻孔。完成后，将钻头换成管道，进行注浆和排泥工作。操作中，钻头和管道可拆卸及切换，不需更换设备可加快进度。管道内装有压力传感器，实时监测地内压力，防止在注浆和排泥中出现周围地表隆起。把常规高压旋喷桩钻机中排泥、注浆一体管拆分为两根管道，缩小管道直径，注浆效果和排泥效果提升。排泥管和注浆管为相互间距可调管道。排泥管和

第 4 卷◆第 3 期◆版本 1.0◆2021 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4651 /（中图刊号）：860GL005

注浆管间距离根据管片钢筋模数调整，设备使用更灵活。注浆管比排泥管长40cm，在注浆过程中，排泥管进行排泥，有高度差，不会使注浆液被排出。

1.2细部设计

排泥管和注浆管直径比常规旋喷桩钻机管径小，使用时放置管道开口小，减少隧道衬砌管片破坏。排泥管和注浆管为多孔管；排泥管中心设主孔，环绕主孔均匀分布有螺栓连接孔，油压接头，空气管路及压力传感器线路管，排泥管端部设压力传感器；注浆管中心设主孔，环绕主孔分布螺栓连接孔。排泥管设7孔洞，中间主孔排泥；周围6孔分别为：3个螺栓连接孔，安装排泥管；1个油压接头，控制排泥量；1个空气管路，保持内外压力平衡；1个压力传感器线路管，安装端部压力传感器；排泥管端部压力传感器，监测地内压力，当地内压力变大，自动开启排泥口，调整地内压力，防止地表隆起。注浆管设4个孔洞，中间主孔注浆，周围3个孔为螺栓连接孔，安装注浆管。排泥管前部侧壁设1个排泥口，注浆管前部侧壁设1个喷射口，排泥口和喷射口有高度差。排泥管前部排泥口排泥，压力传感器监测地内压力达一定值，排泥口自动开启，泥浆等通过排泥口进入排泥管主孔，实现排泥；注浆管喷射口为高压喷射口，当注浆液通过注浆管主孔流入时，通过高压喷射口喷出，实现注浆功能。排泥口和喷射口分别位于排泥管和注浆管前端，有40cm高度差，不会使注浆液被排出。

钻机钻头：钻机机头后部设液道接入口，钻机机头前部安装有钻头，钻头直径和管道直径相同。钻机机头后部有液道接入口，注浆液通过注浆泵输送到钻机机头，再通过钻机机头流入注浆管。钻机机头前部装有钻头，施工中，钻头钻孔后将钻头拆下装上注浆管和排泥管，取消常规注浆钻机切削装置，直接将排泥管和注浆管放入到预先钻好的孔内，简化工艺。

支撑杆：支撑件位于操作台中部，支撑件一端和操作台相连接，支撑件另一端通过滑块和立杆相连接，支撑件为可收缩的支撑件，滑块能沿着立杆移动。滑块增大接触面积，实现支撑作用；同时，支撑杆控制滑块沿着立杆上下滑动，可以调整立杆的倾斜角度。

连接件及操作台：连接件位于操作台端部，连接件一端通过转轴和操作台相连接，另一端固定在立杆中部。连接件和操作台通过转轴连接，连接件绕轴旋转，带动立杆旋转；支撑件处于收缩状态时，立杆处于水平位置，支撑件伸长，立杆通过连接件转至竖直位置或倾斜状态。操作台：操作台前后两端设可收缩的固定桩。

2 小型MJS工法桩钻机施工技术方案

通过实例并结合附图，对技术方案作进一步具体说明。

2.1地铁施工用的小型桩基设备

履带式车辆底座上装有操作台，在操作台四个角分别装有固定桩，施工时，固定桩用于固定本设备。操作台前部装有支撑杆，支撑杆可以伸缩，在支撑杆前端装有滑块。滑块和位于操作台前侧立杆相接触，滑块沿着立杆上下滑动。立杆高度5m，满足设备进隧道内部施工。立杆通过连接件和操作台相连，连接件前端固定在立杆中部，连接件后端通过转轴和操作台相连。操作台通过控制支撑件调整立杆角度。立杆前侧，装有钻机机头，钻机机头沿立杆上下移动。钻机机头前端装有钻头，钻头作用是在需要加固的隧道钻孔。钻头，注浆管及排泥管直径相同，均为73mm。钻孔完成后清孔将钻头拆下，装上注浆管和排泥管。注浆管和排泥管间距根据管片配筋模数调整。钻机机头后部有液道连接口，注浆泵通过管道和钻机机头相连，注浆管通过钻机机头和注浆泵相连。启动注浆泵，注浆液通过管道流入钻机机头，流入注浆管，通过喷射口对孔内注浆加固。排泥管前端装有压力传感器，监控地内压力。注浆管比排泥管长40cm，注浆管按照设定速度提升注浆时，排泥管以相同速度提升，地内压力达一定值，排泥口自动开启，排泥，减小地内压力，防止周围地表隆起。喷射口位于注浆管前端，排泥口位于排泥管前端，注浆管比排泥管长40cm，注浆时，可避免浆液被排出。

排泥管设7孔，中间主孔为排泥孔，周围6孔分别为：3个螺栓连接孔，排泥管通过螺栓连接孔和钻机机头连接；压力传感器线路管，用于安装端部的压力传感器；油压接头管路，用于控制排泥管排泥量；空气管路，保持内外压力平衡。注浆管设4孔，中间主孔为注浆孔，周围分布3个螺栓连接孔，注浆管通过螺栓连接孔和钻机机头连接。使用时，将设备移动到需加固隧道内，用固定桩将设备固定好，然后对预定位置隧道管片进行切割开口，开出注浆口和排泥口。为防止破坏管片钢筋，注浆口和排泥口的距离按实际管片钢筋模数进行调整。利用操作台将立柱调整到适当角度。钻机机头前端装有钻头，钻头在管片开口位置进行钻孔。钻孔深度为设计加固深度。拆下钻头，装上注浆管和排泥管。因钻头和注浆管及排泥管直径相同，注浆管和排泥管直接放入孔洞。将注浆泵、管道接在钻机机头后部，启动注浆泵，进行注浆。按设计速度提升注浆管和排泥管，压力传感器实时监测地内压力，当地内压力达到一定值时，排泥管排泥口自动开启，排泥。当注浆管提升到位后，表示注浆完成。

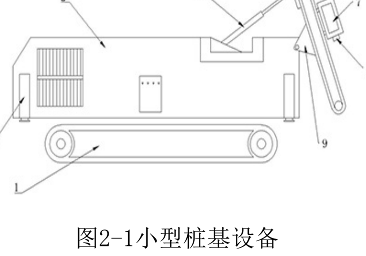

图2-1小型桩基设备

第 4 卷◆第 3 期◆版本 1.0◆2021 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4651 /（中图刊号）：860GL005

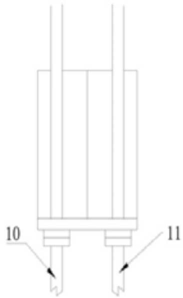

图2-2钻机机头

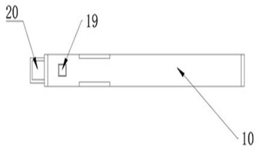

图2-3排泥管

图2-4注浆管

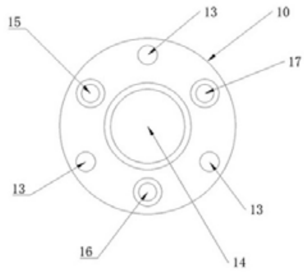

图2-5排泥管横截面

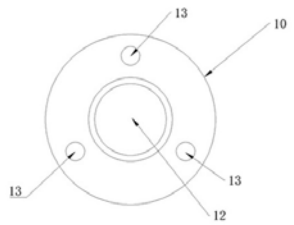

图2-6注浆管横截面

1底盘,2操作台,3固定桩,4支撑杆,5滑块,6立杆,7钻机机头,8钻头,9连接件,10注浆管,11排泥管,12注浆孔,13螺栓连接孔,14排泥孔,15压力传感器线路管,16空气管路,17油压接头,18喷射口,19排泥口,20压力传感器。

3 结束语

控制地下交通工后沉降的小型MJS工法注浆装备及技术将常规排泥、注浆一体管道分为排泥管和注浆管,有效减小管线直径,减少对隧道衬砌管片破坏；管道端部装有压力传感器,监测地内压力,自动排泥,不会使周围地表隆起；排泥管和注浆管之间间距能调整,使用更灵活；排泥管、注浆管和钻头拆卸切换使用,取消切削装置,操作更简单；底盘为步履式或履带式,设备移动更简便；立杆高度低,能进入狭小空间施工现场,满足施工。

[参考文献]

[1]潘金龙,楼耀威,李献勇,等.浅谈控制地铁工后沉降的MJS工法技术[J].工业A,2020(04):38-40.

[2]殷树芳.地铁施工及运行中对周边建筑物保护及修复技术探析[J].工程技术,2020(04):300-301.

[3]王育伟.综采工作面突水井下注浆封堵施工技术及装备[C].煤炭机电与自动化实用技术.《煤炭科学技术》编辑部,2012:156-163.