

长管幕施工在穿越既有盾构区间的应用

屈振岩

中铁十九局集团轨道交通工程有限公司, 北京 101300

[摘要]北京地铁8号线三期工程穿越既有10号线运行区间,为确保运行线路安全平稳运营,必须将结构变形控制在可控范围内。锁扣管幕施工能够最大程度的控制结构沉降,确保运行线路平稳。利用管幕施工的特点,结合北京地铁8号线三期工程实例,深入开展对锁扣长管幕技术分析研究,依靠先进的监测设备,总结出经济、合理、可行的针对严格控制沉降的管幕施工工艺,总结出关键技术指标,为其他类似工程提供宝贵经验及技术参数。

[关键词]北京地铁;运行区间;管幕;可控;沉降;关键技术;指标

DOI: 10.33142/ec.v4i2.3310

中图分类号: U231.3

文献标识码: A

Application of Long Pipe Curtain Construction in Crossing Existing Shield Interval

QU Zhenyan

Rail Transit Engineering Co., Ltd. of China Railway 19 Bureau Group, Beijing, 101300, China

Abstract: The third phase project of Beijing Metro Line 8 passes through the operation section of the existing Line 10. In order to ensure the safe and stable operation of the operation line, the structural deformation must be controlled within the controllable range. Lock pipe curtain construction can control the structure settlement to the greatest extent and ensure the smooth operation of the line. Based on the characteristics of pipe curtain construction, combined with the third phase project of Beijing Metro Line 8, the paper carries out in-depth analysis and Research on the lock lock long pipe curtain technology. Relying on the advanced monitoring equipment, it summarizes the economic, reasonable and feasible pipe curtain construction technology for strict settlement control and summarizes the key technical indicators, so as to provide valuable experience and technical parameters for other similar projects.

Keywords: Beijing Metro; operation section; pipe curtain; controllable; settlement; key technology; index

1 工程概况

1.1 工程概况

为北京地铁8号线三期工程木樨园桥南站~大红门站区间。北起京煤二厂中街与南苑路相交路口处的木樨园桥南站,线路出站后左右线均沿南苑路路中向南敷设,下穿木樨园南站人行天桥、大红门服装商贸城人行天桥、凉水河桥到达南苑路与石榴庄路相交路口处的大红门站。区间长564.485m,轨面标高12.277~21.238m,最大坡度27%,区间覆土厚度13.4~20.4m。本段区间为矿山法区间。如下图所指示。



图1 总体平面图

区间正线下穿既有 10 号线盾构区间。下穿范围 K37+385.774~K37+408.774, 共 23m, 下穿段轨面高程为 21.877m, 木大区间正线隧道轨面标高为 13.002m, 矿山区间顶与盾构区间底间距为 2.505m, 为特级风险工程。隧道施工范围内主要地层以粉细砂层、卵石层为主, 中间夹粉质粘土层。隧道施工采用了超前预支护, 超前支护采用管幕支护方案, 管幕为 $\phi 300 \times 15\text{mm}$ 钢管, 长度达 42m, 如下图所示。

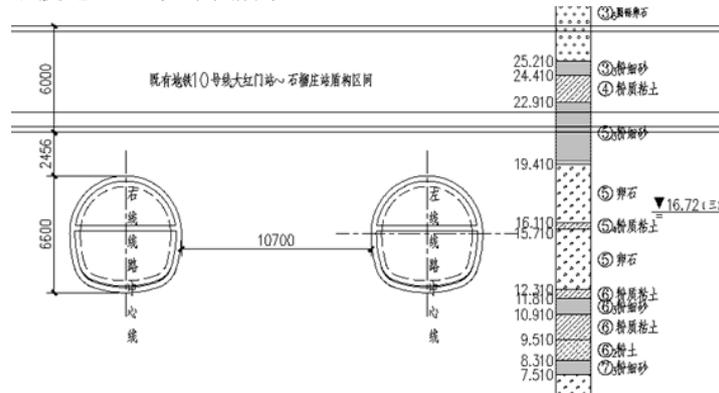


图 2 区间立面关系图

2 管幕施工工艺

2.1 施工方法

长管幕沿隧道结构开挖轮廓线外 650mm 环向密排布置, 共计 29 根; 每根管幕之间采用卡扣连接, 锁扣采用 45*65*7mm 角钢, 通过卡扣将每根长管幕连接在一起, 形成整体支护; 在管幕钢管与锁扣之间安装 $\phi 51$ 袖阀管, 随管幕同步顶进, 通过 $\phi 51$ 袖阀管注浆润滑管壁并加固周围土。

根据本工程的具体地质情况及工程特点, 锁扣管幕采用“外管保护顶进为主, 管内螺旋出土为辅”方法, 采用管幕顶进机施工, 顶进机可通过控制出土量及顶推力减小管幕施工对地层的扰动; 基准管施工完成后, 沿基准管依次施工两侧管幕; 管幕顶进过程中, 对钢管外壁的袖阀管进行注浆润滑, 浆液采用水泥浆加膨润土, 顶进完成后, 再次对袖阀管注浆加固土体并灌注管内水泥浆; 如果顶进过程中对既有有线产生扰动, 则应加大注浆压力。全部钢管顶进完成, 采用 $\phi 20\text{mm}$ 钢筋上下两排焊接将管头连接起来, 使端头部位形成一个整体。

管幕法施工工艺流程可总结如下:

施工前期准备→测量点位→安装设备→导向顶进→基准孔下管安装→第二根钢管施工→注浆→袖阀管注浆→下一循环……所有循环完成后采用卡扣锁死, 使管幕端头形成整体受力。

2.2 管幕施工技术要求

①调整顶进速度, 钻头伸出管外不超过 15cm, 控制螺旋出土量, 施工过程中确保实际出土量 \leq 计算出土量, 减少对地层的扰动, 保证顶管与出渣同时进行。

②顶进压力控制在 5~20Mpa, 螺旋钻杆压力 4~20Mpa, 若推进困难或遇阻碍, 可通过袖阀管注入润滑剂以减小摩擦阻力及松动土体等。

③采用楔型钻头并在距离钻头 20cm 处安装传感器, 根据角度显示, 每缸即每顶进 80cm 须对钻进方向进行一次纠偏。

④顶进时必须控制地层变形, 顶进过程中根据监测数据控制注浆压力, 注浆必须保证管内外间隙注满充实。

⑤每根管幕钢管顶进完成后, 管内注入水泥浆, 以增强管幕刚度; 管外注水泥水玻璃双液浆, 以补偿地层的松散变形, 减小地层扰动。

2.3 管幕施工技术难点

①管幕施工精度要求高, 要求管端顶进偏差不能大于+200mm, 管幕轴向偏差小于 50mm; 顶进地层为砂卵石层, 摩擦阻力较大。

②管幕施工距离盾构区间仅为 1.54m, 对盾构区间下粉细砂层扰动大, 顶进过程中对既有有线变形控制难度大。

3 管幕钢管精度控制技术

3.1 定向钻进

该方法使钻头在钻进过程中能够精准的测量钻头掘进位置和指向方向, 依据钻头在掘进过程中的掘进位置、指向

方向等参数，比对与设计线型存在的误差，利用采用楔型钻头调节钻头掘进方向，过程中不断纠偏、调整，确保管幕引导钻头行进线路与设计线路吻合。

通过钻头内特制的传感器，掌握钻头在掘进过程中倾角和导向角方向，如果打设角度存在偏差，可通过传感器所显示的数值及时调整钻头角度，当角度控制在设计范围内，钻机会匀速掘进，所以控制导向钻头的角度是控制长管幕的关键施工要点。兵器，导向钻进中，导向管是随钻顶入的，导向管就是护壁管，起到套管护壁作用。

3.2 校正与纠偏

严格控制钻进速度，采用低速钻进。每打设一缸即钻进 80cm 检测是否偏斜，如有偏斜立即校正。如果出现回填物使钻杆不按预设路径钻进，可反复旋转进退，将回填物破除。如仍不能清除，可撤回钻杆，用气动潜孔锤清除，然后继续钻进。

4 管幕施工引起的地层及既有有线变形控制技术

4.1 出土量及顶推力控制

为减小管幕施工引起的地层及既有有线变形，须保证实际出土量不能大于理论出土量，尽量减少对地层的扰动；螺旋钻杆超出管幕长度不能大于 150mm。顶进与出土须同时进行，根据地层监测数据控制顶推力。

4.2 管外袖阀管注浆控制

为填充相邻管幕之间的空隙，减小管幕施工引起的地层扰动，在管幕顶进过程中须根据出土量适时在管幕外侧进行回填注浆，以补偿地层的松散变形；管外注浆利用管外侧 $\phi 51$ 袖阀管进行， $\phi 51$ 袖阀管须钻 $\phi 8$ 注浆孔，注浆孔按每米 4 个，梅花形布设；可根据实时监测数据控制注浆压力，一般不宜超过 0.8MPa。

4.3 管内注浆控制

管幕顶进完成后，进行管内注浆，以增强管幕刚度。管内注浆采用水泥净浆，水灰配比为 1:1.2；用钢板对管口封端，预留注浆孔及透气孔，透气孔应高出管端一定距离；当透气孔溢出浆液后，关上透气孔阀门，然后进行补注浆，加压至 0.5MPa，持续 3~5 分钟。注浆效果可待浆液凝结后，通过割除管口封堵钢板进行充盈程度检查。

4.4 施工同步监测技术

隧道下穿 10 号线盾构区间，对既有有线变形控制要求严格，其变形控制目标为 (-3, +2) mm，在管幕施工过程中必须跟踪监测，实时反馈，通过数据监测指导现场施工。本次管幕施工采用自动化监测系统，对施工影响范围内的既有有线轨行区进行 24 小时监测，数据通过终端电脑进行采集比对，对轨道变形进行实时监测，对指导现场施工具有重要意义。

5 管幕施工控制效果分析

木樨园桥南站~大红门站区间隧道长管幕施工工程在施工过程中各钢管安装方向控制符合要求，偏差范围为 0~15mm，满足相关设计要求。通过现场同步监控量测及时采取调整措施，隧道结构变形控制在 -2~2mm 以内，符合设计评估要求。通过采取长管幕施工措施，两项指标均满足要求，施工效果评价优，证明长管幕施工适用于砂卵石地层内控制沉降的优选施工工艺，可为其他工程做为参考应用。

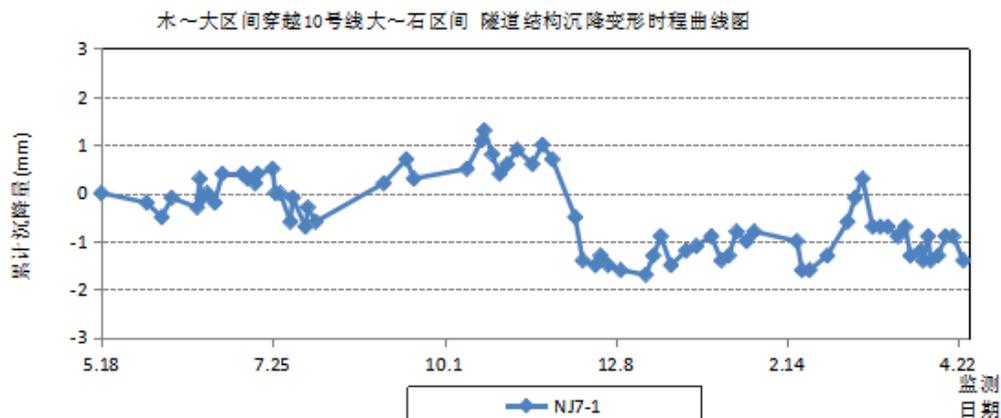


图 3 沉降变形曲线图

6 结束语

新建隧道在长管幕保护下近距离下穿既有运行盾构区间施工在地铁施工中为第一次应用,本文依托北京地铁8号线三期工程区间隧道近距离下穿既有10号线盾构隧道的工程实例,总结了管幕顶进施工关键技术及施工过程中沉降控制,线型控制主要依靠较定向仪、经纬仪等器实时控制线性方向,通过现场施工参数指导,及时纠偏措施,利用精密的监测仪器等,实现了将既有运行地铁区间沉降变形控制在合理范围内,本次施工采用锁扣连接管幕钢管取得了成功,可为以后类似施工情况提供参考。

[参考文献]

- [1]曾润忠.下穿铁路的浅埋隧道长距离管幕施工[J].铁道建筑,2009(9):43-46.
- [2]赵自静.跨越运营地铁的管幕-箱涵施工技术[J].现代隧道技术,2019,56(2):674-678.
- [3]张军,吴树元,程勇等.长距离曲线管幕冻结浅埋暗挖隧道工程——港珠澳大桥拱北隧道[J].隧道建设(中英文),2019,39(1):164-171.
- [4]陈勇军.穿越铁路浅覆土长距离管幕施工技术[J].科技风,2010(4):111-112.
- [5]计招红.下穿铁路长距离管幕工法的选择[J].城市建设,2010(13):382-384.
- [6]苏斌.北京地铁暗挖工程的风险管理与控制[J].铁道标准设计,2009(9):80-84.
- [7]郑杰.地铁风险控制及施工措施[J].环球市场,2017(14):295-295.

作者简介:屈振岩(1986.8-)男,天津市,汉族,大学本科,土木工程专业,北京交通大学,现任建筑工程工程师。