盾构隧道下穿京沪铁路施工控制措施分析

韩星辰
徐州地铁集团基础设施工程有限公司，江苏 徐州 221700

[摘要]近年来，随着城市规模的不断扩大，人口不断增多，大城市的交通压力不断加剧，“限号、快速路”等措施仍然无法满足日益增长的交通需求，于是城市轨道交通成为解决城市交通拥堵公认的重要途径和发展趋势。文中结合工程实际，就盾构隧道下穿京沪铁路施工控制措施进行详细的阐述。

[关键词]盾构隧道；下穿施工；铁路
DOI：10.33142/aem.v6i8.13247 中图分类号：U25 文献标识码：A

Analysis of Construction Control Measures for Shield Tunnel Underpassing Beijing-Shanghai Railway

HAN Xingchen
Xuzhou Metro Group Infrastructure Engineering Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221700, China

Abstract: In recent years, with the continuous expansion of urban scale and the increasing population, the traffic pressure in big cities has been intensifying. Measures such as "number restrictions" and "expressways" are still unable to meet the growing demand for transportation. Therefore, urban rail transit has become an important way and development trend to solve urban traffic congestion. This article combines engineering practice to elaborate in detail on the construction control measures for shield tunneling under the Beijing-Shanghai railway.

Keywords: shield tunnel; underpass construction; railway

1 工程概况

铜山副中心站～长兴路站区间，采用盾构法施工。线路出铜山副中心站后以 R=1000 的半径曲线向南微偏，绕避高架桥桥桩，然后经过 R=1200 的半径曲线后下穿京沪高铁和侧穿铁路桥桥墩，最后经过 R=1500、R=2500、R=2000 的半径曲线向东沿玉泉河南侧北横二路到达长兴路站。本区间采用 V 型坡，线路右线自铜山副中心站以 27‰和 5‰坡度下坡至线路最低点，然后以 14‰和 27.124‰的坡度爬升至长兴路站。竖曲线最小半径为 3000m。

图 1 区间隧道平面示意图

区间隧道为两条单洞单线圆形隧道，区间线间距约 12～17m，线路平面最小曲线半径为 1000m，最低点位于里程左 DK17+123.185 附近，在此位置设置区间联络通道兼泵站，隧道覆土厚度约为 10.0～20.6m，穿越地层主要为奥陶系泥质灰岩、灰岩及燕山早期灰岩。隧道穿越范围内主要赋存地下水类型分别为孔隙潜水与基岩裂隙岩溶水。区间设计起讫里程：DK16+356.501～DK17+712.103，右线长 1357.202m，左线长 1357.103（长链 0.519m），左右线均在长兴路站西端始发，在铜山副中心站东侧接收。

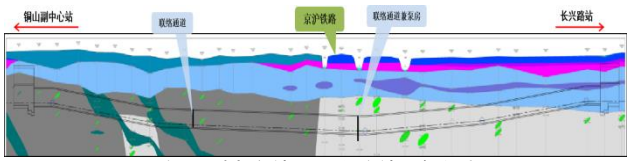

图 2 铜山副中心站～长兴路站区间纵断面图

2 盾构下穿施工控制技术

2.1 施工参数设置

盾构下穿铁路路基时，为减少对土体的扰动及对地面产生的振动，类似地层掘进参数综合考虑后刀盘转速要控制在 1.2～1.5r/min，刀盘扭矩保持在 1500～2000kN·m，推力在 900～1200t 之间，同时结合区间盾构下穿试验段掘进参数总结，进一步优化掘进参数。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

2.2 盾构轴线控制

施工期间加强管理及盯控，严格控制隧道轴线，一次纠偏量不超过 5mm/m，减少对土体的扰动。

同步注浆采用水硬性浆，注入量一般为建筑空隙的150%～250%，实际注入量要根据施工过程中地表沉降观测的监测资料进行调整，同步注浆的注入量必须与盾构机的掘进速度相匹配，避免浆液过多引起前窜或地面隆起，或浆液较少及压力不足导致泥水后窜，造成隧道上浮甚至地面产生沉降。

2.3 管片拼装控制

管片拼装是盾构掘进施工的重要一个环节，管片作为永久性的衬砌，其拼装质量直接关系隧道防水及成洞质量。同时，在盾构掘进施工过程中还要作为盾构推进时的支座，承受盾构推进油缸的纵向推力。因此，要求管片能在较短时间内高质量安装完毕，以适应盾构推进作业循环要求。并能立即承受围岩压力防止地面沉降。

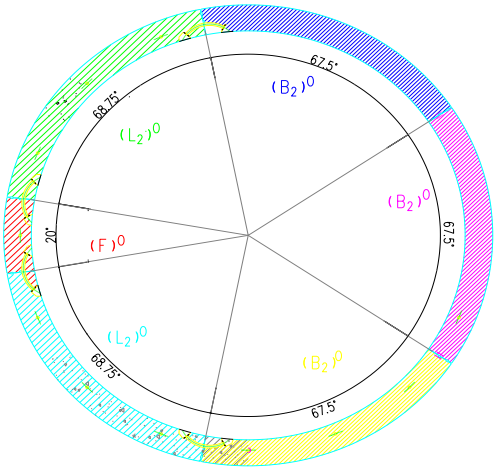

图 3　盾构区间标准断面图

管片型号，见表 1 衬砌管片构造。

表 1　衬砌管片构造表

项目	构造	说明
管片外内径	Φ6200mm、Φ5500mm	
管片厚度	350mm	
管片宽度	1200mm	
管片分块	六块	一个封顶块、两个邻接块、三个标准块
管片拼装方式	错缝拼装	
封顶块插入方式	径向插入结合纵向插入式	先搭接 2/3 径向推上，再纵向插入
管片连接	螺栓连接	环向：12 个 M30 螺栓；纵向：16 个 M30 螺栓
榫槽设置	管片接触面及纵缝面均不设榫槽	
衬砌类型	通用衬砌环	楔形量 37.2mm

2.4 盾尾密封控制

盾构掘进施工过程中，需要技术人员经常对盾尾铰接和密封情况进行检查，一旦发现异常情况需及时修补损坏的铰接密封、盾构密封，甚至更换损坏的盾尾密封刷。

经常检查盾尾密封刷密封效果，经常添加油脂，保证密封刷状态良好。

2.5 克泥效注入

在盾构掘进施工过程中，先将克泥效粉料与水及水玻璃混合液填注后 4—5 秒钟开始开始塑化胶结，克泥效在填注时流动性特别强，盾构机土仓及外壳外间隙进行填充效果比较明显。

（1）止水封堵

用克泥效专用设备由盾构机的径向孔注入克泥效浆液 A、B 液（A、B 液的配比为 20∶1 体积比），经专用的混合器混合 20 秒后的十字剪切力不低于 1.7kPa，前盾、尾盾 4 个径向孔每个注入约 1m^3 克泥效浆液，以达到阻止盾尾后方以及盾体四周的地下水涌向土仓。

（2）渣土置换

用克泥效专用设备由土仓加泥孔以配比注入克泥效混合液，一直到螺旋机完全排出克泥效为止。

2.6 隧道同步注浆与二次注浆

同步注浆：盾构推进时，为了确保管片防水及隧道线性满足要求，须对盾构外径及衬砌外径间的环形孔隙同步注浆，凝固后的浆液在列车运营条件下不液化。衬砌管片脱出盾尾后，及时进行同步注浆，从而减小铁路及设备沉降变形。根据徐州轨道交通施工经验及试验段数据总结，同步注浆采用水泥砂浆，注浆量取环间空隙理论体积的 1.5～2.0 倍，注浆压力 0.3～0.5MPa，同步注浆量调整系数 1.5。

二次注浆：盾构推进过程，管片脱出盾尾 5～8 环，对管片背后进行二次注浆，二次注浆采用双液浆，注浆压力控制在 0.4～0.5MPa，二次注浆量取 1m3/环，并根据监测数据及时进行分析并调整注浆参数及注浆量。

3 安全保障措施

3.1 人身安全保障措施

（1）盾构机主司机选用操作技能优秀的、责任心强的操作人员；

（2）隧道内的机械维护人员选用技术精良的，经验丰富的维修人员；

（3）各岗位均安排有管理人员实施作业的监控，确保每一工序和流程都能准确、快速地实施；

（4）严格落实项目领导带班制度，及时掌握每班安全生产状况，同时加强对重点环节及部位的检查，并指导现场人员安全作业，保证盾构顺利穿越铁路股道，带班人员 24 小时手机待命。

3.2 施工过程中行车安全措施

在运营线路上进行施工作业，安全永远摆在首位，确

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

保行车安全。

（1）布点作业时，以书面形式通知电务，确保现场缆线安全。

（2）施工中要做到各种绝缘措施到位，防止铁路信号出现红光带现象。

（3）按要求，设置好各种施工防护牌，并加强保护，防止被盗或被移动；利用天窗点布点时，加强与车站的联系，按规定要求设立标志。

（4）挖埋监测点时，按要求采用人工轻挖，严禁野蛮作业，破坏铁路设施。

（5）抬运混凝土时不得从道岔上通过，以防止混凝土落入轨缝，若发现轨缝中有石子等硬物，则用竹（木）夹子及时将其清除。

3.3 施工穿越期间安全保证措施

（1）盾构施工期间加强对铁路的监测。

（2）盾构穿越期间，道岔采用钉闭措施。

（3）盾构穿越施工期间铁路按限速 60km/h 考虑。

（4）盾构机在进入涉铁节点前，须设置不小于 100m 的盾构机掘进试验段，持续优化推进参数，减少对铁路的影响。

（5）盾构穿越前，应进行盾构刀盘检查，避免盾构机在穿越过程中换刀。

（6）穿越时，严格控制盾构姿态及掘进参数（包括切口土压力等），加强出土量控制，保证掌子面土压平衡。

（7）穿越过程中，严格控制盾构掘进速度、方向，采取同步注浆、二次注浆等相应的洞内措施。

（8）盾构穿越完成并沉降稳定后，及时对道岔、转辙机等进行测量、检查，进行必要的抬道补碴。

（9）盾构穿越过程中，加强铁路养护。

3.4 盾构穿越后施工安全措施

管片脱离盾尾后，对距离盾尾 5 环的管片及时进行二次注浆，二次注浆的注浆压力及注浆量应根据试验段的掘进经验及地面监测数据综合确定，最大程度减小地层损失率及地面沉降量，对铁路各监测项目的变形情况进行跟踪监测直至数据稳定收敛。必要时可采取起道调砟调整轨面到合理标高。

4 结束语

综上所述，当前我国处于城市轨道交通大发展时期，项目建设条件及建设环境日趋复杂，类似的近距离接触施工工程广泛存在。本文依托铜山副中心站～长兴路站区间，采用盾构法施工，探讨了盾构掘进施工下穿铁路线时的施工控制问题，有力地保证盾构隧道下穿铁路施工控制，取得了良好的经济效益。

[参考文献]

[1]周晓军.地铁区间土压平衡盾构隧道下穿既有河道施工控制措施[J].建筑技术开发,2022,49(7):26-32.

[2]刘万杰.复合地层盾构隧道穿越建(构)筑物施工控制技术研究[D].石家庄:石家庄铁道大学,2021.

[3]常惠涵.盾构隧道下穿铁路框架桥施工控制及影响分析[J].智能城市,2018,4(4):108-109.

[4]赵文才.大纵坡小曲线半径盾构隧道下穿对铁路变形的影响研究[D].郑州:河南工业大学,2019.

作者简介：韩星辰（1989.5—），男，民族：汉族，籍贯：江苏徐州，学历：大学本科。

Copyright © 2024 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.