

硬岩超大矩形顶管机多层立交桥下狭小空间拆卸技术及应用

王双旺 杨宏飞 陈良武 钟庆丰 王亚 汪杰

中铁工程装备集团技术服务有限公司 河南郑州 450000

DOI:10.12238/ems.v7i9.15174

[摘要] 顶管机作为城市地下隧道施工的核心设备, 凭借其不破坏地面建筑物、环境扰动小、能有效控制管道段差变形、省时高效、安全且综合造价低等显著优势, 成为城市地下隧道施工的首选。本文以重庆北部新区人和组团 N 区道路立交 C 交通节点配套 A 匝道工程为依托, 针对世界首台全断面硬岩超大矩形顶管机“中铁 1112 号”施工完成后, 在多层立交桥下狭小空间内拆机的重难点展开深入研究。结合工程实际, 提出了包括接收井优化设计、盾体高精度平移旋转技术、多维度安全保障体系等针对性解决方案, 详细设计了涵盖前期准备、关键工序、安全控制的拆机工序流程。工程实践表明, 该技术体系有效解决了狭小空间内超大顶管机的拆卸难题, 为今后类似复杂环境下的顶管机拆卸工程提供了系统的技术指导与实践参考, 具有重要的工程应用价值和推广意义。

[关键词] 超大矩形断面顶管机; 硬岩顶管机; 多层立交桥; 狭小空间; 拆机; 工序流程; 安全技术

引言

随着城市化进程的加速, 城市地下空间开发日益深入, 多层立交桥下的隧道建设工程逐渐增多。全断面硬岩矩形顶管机作为此类工程的关键装备, 其施工完成后的拆卸工作面临着空间狭小、周边环境复杂、设备体型庞大且重量大等诸多挑战。如何在有限空间内安全、高效地完 TBM 隧道的拆卸, 成为制约工程顺利拆机的关键问题。本文结合重庆某实际工程案例, 对超大矩形顶管机在多层立交桥下狭小空间的拆卸技术进行研究, 旨在为类似工程提供可借鉴的解决方案。

1 依托工程概况

矩形顶管技术是一种通过顶进设备将预制好的矩形管道顶入土层, 形成地下通道的非开挖施工方法。与传统的挖掘式施工方法相比, 矩形顶管技术具有以下显著特点: 施工速度快、对周边环境干扰小、成本低、适用性广^[1], 尤其适用于城市繁忙地段的施工。

然而, 矩形顶管技术在应用中所面临的问题不容忽视, 工地拆机受设备情况、场地大小、吊装条件、成本及安全等因素影响^[2]。由于矩形顶管机巨大的体积以及城市中施工场地空间的限制, 设备的拆装机周期会对项目的进行产生较大的影响, 且目前矩形顶管机的装机与拆机缺少系统性的体系与指导规范, 无法形成高效的工作方案。本文以某城市隧道施工案例, 针对超大矩形断面顶管机施工完成后, 在有限空

间内进行拆机的重难点进行分析, 提出了针对性的解决方案。并设计了超大矩形断面顶管机拆机工序流程, 可为今后的相关工程提供技术参考。

1.1 工程项目概况

本工程属重庆市北部新区 N 区立交工程 C 工程 A 匝道, K0+704-K0+880 为拟建隧道段, 隧道下穿机场快速路, 隧道全长 176 米为直线型。隧道段线路区未见滑坡、崩塌、泥石流、岩溶等不良地质, 水文地质条件简单, 上覆人工填土最大厚度 4.20m, 场地稳定, 适宜拟建公路建设。隧道穿越地层为侏罗系中统沙溪庙组 (J2s) 泥岩, 围岩最大厚度为 7m 为浅埋隧道, 隧道位置如图 1-1 所示。



图 1-1 隧道位置图

1.1.1 拆机场地概况

(1) 始发端拆机场地

始发场地始发井呈矩形,井口尺寸约 17.2m×16.5m。现有 SCC6300 型履带吊撤离后的站位作为吊物装车暂存区域,400t 汽车吊站位位于反力墙外侧。

(2) 接收端场地

接收端场地如图 1-2 所示,接收井呈“L”形,接收端出洞口尺寸约 12.8m×19m,接收端吊装口尺寸约 11m×26m。盾体吊装口位于高架桥下方,高差约 11m 净空,吊机站位位于吊装口断桥下方的路面行车道上,高差约 6m,高架桥上部架设有高压电网,距离吊机站位地面高差约 32m。

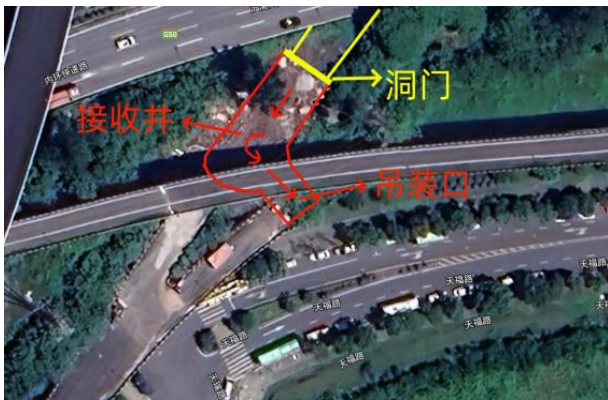


图 1-2 接收端场地图

1.1.2 顶管机设备概况

该项目所采用的超大矩形断面硬岩顶管机开挖断面为 10.42m×7.57m,主机重约 630t,长约 7.32m。设备由 6 个刀盘、6 个滚筒、前盾、中盾、尾盾主控室、泵站、3 个螺旋输送机、顶铁、中继间及后配套等组成,其中,最大单体重量为前盾下部 147t。

1.1.3 拆机重难点分析

在本案例中,拆机主要有以下重难点:

(1) 拆机工作分为始发端和接收端拆机同时进行,须协调配合进行,工程量较大。

(2) 拆机场地空间有限,尤其接收端拆机场地,接收端位于二层高架桥的桥墩端头处,且正上部存在三层高架和其桥墩,以及顶部是机场 110KV 高压输电线路多方面因素影响。

(3) 接收端吊车站位位于一层路面处,路面存在主燃气管道、通信光纤、以及排水涵管等难以进行站位,对吊装二层高架的盾体存在距离高压线过近的安全隐患。

(4) 接收端的二层高架端头桥墩,需破除一部分桥墩,

对原桥梁产生一定的损坏,组织了原设计单位进行评估,另外区域需要进行盾体的旋转和平移,该作业区域的地面回填土松软,难以支撑大吨位盾体承载,需对地面进行硬化处理以及验证。

(5) 二层高架处和吊车吊装存在挡墙,挡墙内部为盾体平移的坑井,组织原设计单位评估挡墙坍塌的风险,并核实吊车大臂在此处的最低吊高等问题。

(6) 部分结构的拆解需针对性的设计工装,进行辅助拆解。

2 拆机准备工作

2.1 接收井建设

顶管机出洞后,根据现场条件,需开挖停机接收井为“L”形区域坑井,接收井一端为洞门,另一端与 2 个断桥路相衔接,盾体出洞门口在工型基井内平移-旋转-平移。

2.2 条基轨道铺设

接收井条基轨道布设如图 2-1 所示,接收井施工完成后,要进行条基的布设及轨道安装。条基沿盾体中心线两侧对称布设两条,条基和轨道布设在盾体底部 E、F 滚筒下方,同时避免 4#、6#刀盘突出盾体与条基接触。

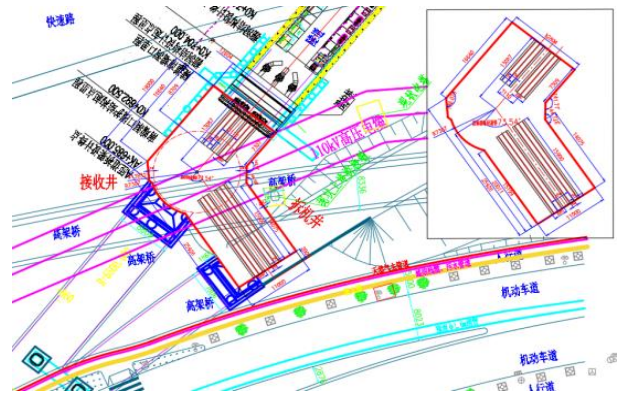


图 2-1 条基轨道布置图俯视

2.3 旋转平台建设

本部分的设计主要实现在狭小空间内,实现盾体的转动。平台主要分为混凝土平台浇筑(含反力桩孔)、铺设下层钢板、铺设上层钢板、固定 43 钢轨(通过轨道夹板固定)。其中下层钢板固定,上层钢板旋转,两个液压油缸通过反力桩推动上层钢板对角位置,使钢板产生旋转效果。

2.4 吊装设备

本项目中吊装设备选用现场提供的 630t 履带吊、400t 汽车吊与 25t 汽车吊。

3 顶管机拆机工序流程设计

顶管机拆机工序流程, 其中始发端拆机场地主要拆解、搬运、吊装顶铁、主顶油缸支架、后靠、后配套电控柜、变压器、泵站、螺旋输送机等设备; 接收端场地主要以顶推整个盾体, 拆解、吊装刀盘、前盾上、前盾下、铰接油缸、密封胶圈、尾盾上、尾盾下、中盾上、中盾下等设备。

3.1 始发端拆机工序

(1) 400t 汽车吊进场按要求站位。

(2) 吊出顶铁, 吊出始发端外后拆解, 顶铁吊出后左右块和上下块进行拆卸。

(3) 盾体与管节分离, 以顶管机第一片管片为支撑点, 盾体上液压油缸顶推管片前进约 0.5m, 使得盾体和管节分离。

(4) 管线及后配套拆除

(5) 拆除中继油缸, 使用吊装托架工装、抱箍将油缸固定为整体; 将其将至地面。

(6) 主顶油缸支架拆解, 拆除主顶油缸上的液压管路, 拆除支架上部与下体的连接, 按顺序吊装支架左上部、右上部, 将左上部、右上部吊出始发端拆卸后运输。

3.2 接收端拆机工序

(1) 630t 履带吊进场进入指定位置站位。

(2) 盾体平移, 盾体总重 620t, 钢轨与盾体之间的摩擦系数为 0.15 (抹黄油润滑为 0.1), 则需推力为 $620 \times 0.15 = 93t$; 以管节为支点, 左右各使用一套单缸推力为 100t、行程为 2m 的液压油缸同步顶推, 使顶管机滑动到轨道上。

(3) 盾体滑动到轨道上后, 安装 2 个夹轨器工装作为液压油缸的支点, 液压油缸同步顶推, 换步前进, 顶推至钢板旋转平台上, 顶推行程约 16m。

(4) 盾体旋转, 盾体旋转如图 3-1 所示, 盾体推至旋转钢板平台上的轨道后拆除洞口条基上的轨道, 避免旋转时干涉。以旋转台周围布设的反力桩孔, 配合反力墩作为支撑点, 使用两个 100t 液压油缸从盾体的两个对角方向逆时针顶推, 上层钢板和盾体同时旋转, 循环往复更换反力点, 使其逆时针旋转 73.54 度, 与吊装口轨道对接, 并使用夹轨器将盾体推至吊装口轨道上。

(5) 拆除螺机与驱动电机, 螺机使用 2 个 10t 手拉葫芦, 分 2 组配合 10t 吊带, 一组悬挂于尾盾电控柜二层平台钢梁上, 另一端悬挂于 25t 汽车吊钩上, 手拉葫芦和 25t 汽车吊交替配合将螺旋输送机向外拉出后, 先拆除中间螺机, 再拆

除两侧的螺机。拆卸时先拆卸电机电缆, 再使用手拉葫芦将其拆卸, 并用 25t 汽车吊吊运离场。

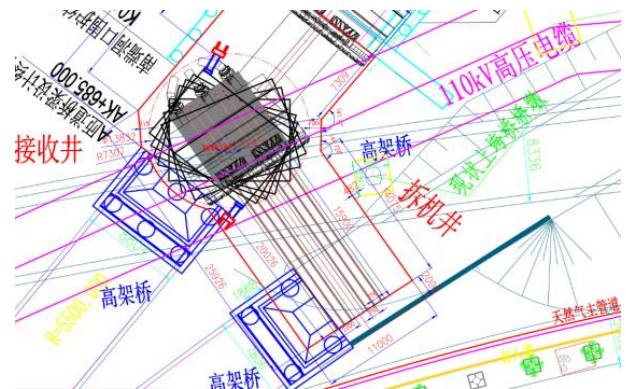


图 3-1 盾体平移至旋转平台、盾体旋转

(6) 盾体平移至吊装口, 使用两根 100t 液压油缸配合夹轨器工装同步顶推, 换步向前推至距离井边墙 1.6m。

(7) 刀盘拆除, 在刀盘上焊接吊耳, 用 630t 履带吊依次将六块刀盘吊出场地。

(8) 前盾拆除, 拆解前盾与中盾之间的螺栓连接, 前盾和中盾分离, 在前盾上焊接吊耳, 用 630t 履带吊将前盾上、下部依次吊装离场。

(9) 中盾、尾盾拆除, 将中盾与尾盾整体推至拆机井边缘, 首先拆除中盾与尾盾上部铰接油缸, 中盾尾盾上下部之间的连接螺栓, 在盾体上焊接吊耳, 用 630t 履带吊, 依次将中盾上部、尾盾上部吊出离场; 拆除中盾与尾盾下部铰接油缸, 依次将尾盾下部、中盾下部吊出离场。

4 总结

本文以某城市隧道施工为例, 聚焦于超大矩形断面顶管机工地拆机解决方案, 针对有限空间内的矩形顶管机盾体的移动、转动、模块化拆解、工装设计等关键技术提出了创新性的解决方案并应用实践; 提出了超大矩形断面顶管机工地拆机的工序流程, 并在现场成功应用实施, 实现安全高效地拆机作业, 保证项目实施的规范化、安全化、系统化。本文的研究成果不仅解决了本案例中的技术难题, 还为未来类似工程提供了技术指导与参考, 具有深远的应用前景。

[参考文献]

- [1] 王晟. 矩形顶管在城市地下过街通道中的应用[J]. 城市道桥与防洪, 2009, (09): 94-97+232.
- [2] 蒲晓波, 陈良武, 赵齐兼, 李海洋. 超大直径盾构机工地组装流程及关键技术. 建筑机械[J], 2019. 5, P65-69.