

盾构隧道侧穿高压线塔技术研究

饶波

(武汉地铁集团有限公司, 湖北 武汉 430000)

摘要: 本文利用ANSYS有限元分析软件, 依托盾构隧道侧穿高压线塔, 利用数值模拟方法, 分析高压线塔间隧道开挖水平、竖向位移情况, 并结合具体盾构施工控制措施, 通过理论与具体工程相结合, 为类似工程提供了一定的参考。

关键词: 盾构; 侧穿; 高压线塔; 数值分析; 技术措施

中图分类号: U455.1 **文献标识码:** A

1 工程概况

武汉地铁某区间线路出车站后, 靠蔡甸大街南侧东行, 侧穿110kV高压线塔等建筑后沿蔡甸大街中央东行进入车站。区间右线长度为952.000m, 最小曲线半径 $R = 600\text{m}$, 线间距 $13.0 \sim 15.0\text{m}$, 设置一座联络通道与泵房合建。采用盾构法施工, 线路纵坡设计为V形型坡, 最大坡度为 22.0% , 最小坡度为 2.0% 。区间最大覆土为 14.5m , 最小覆土为 10.1m 。

2 工程地质概况

此区间场地在地貌上属剥蚀垄岗地貌, 相当于汉江三级阶地。场地地势主体呈西高东低的趋势, 地面高程一般在 $23.1 \sim 25.4\text{m}$ 之间。穿越地层为黏土、粉质黏土夹碎石、中风化泥质粉砂岩、强风化泥质粉砂岩; 场地沿线地下水主要类型有上层滞水、层间水、孔隙承压水、基岩裂隙水四种类型^[1]。

3 区间隧道

在 $\text{CDK4} + 110$ 里程处侧穿110kV农蔡线38#高压线塔, 在 $\text{CDK4} + 310$ 里程处侧穿110kV农蔡线37#高压线塔。线塔为钢管杆, 高约 30m , 最下层高压线最高处距地面 21m , 桩基础埋深 $8 \sim 12\text{m}$ 。区间隧道与38#高压线塔水平净间距约 3.09m , 净距离为 $4.1 \sim 6.6\text{m}$; 37#高压线塔水平净间距约 2.3m , 净距离 $4.0 \sim 6.9\text{m}$ 。如图1。

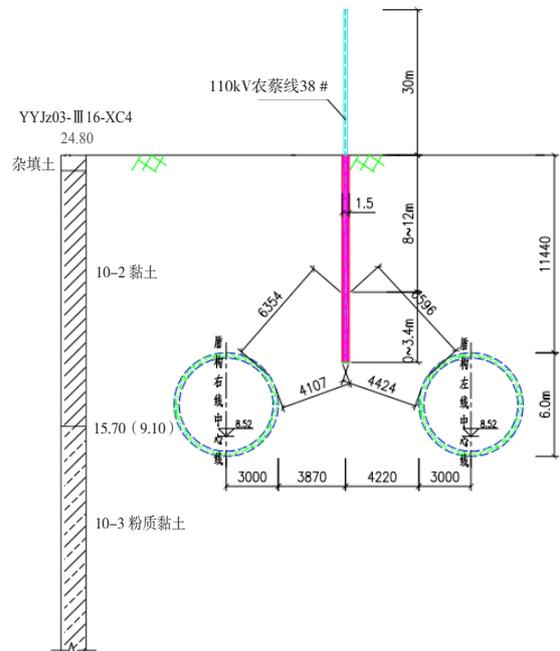


图1 38# 高压线塔布置图

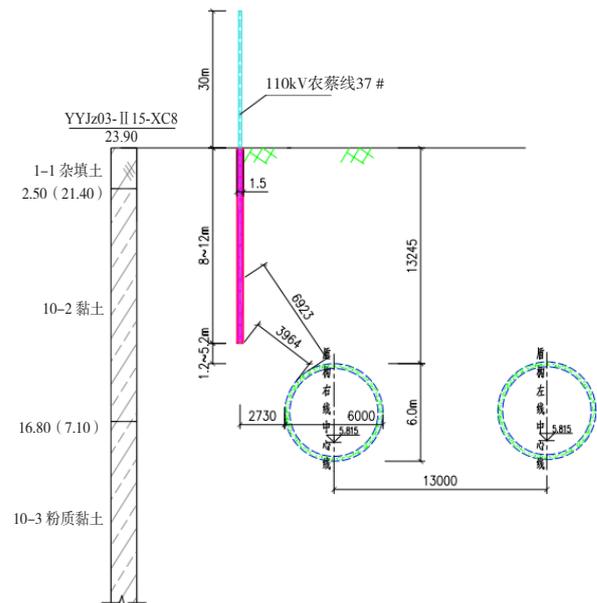


图2 37# 高压线塔布置图

4 环境风险控制标准 (略)

5 高压线塔变形控制要求 (略)

6 高压线塔水平、竖向位移控制标准

(1) 水平位移控制。根据《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008) 5.7.2及《架空送电线路基础设计技术规定》(DL/T 5219-2014) 11.6.3的规定,对水平位移敏感建筑物水平位移取6mm。

(2) 竖向位移控制。高压线塔基础沉降控制值为10mm。

(3) 倾斜率控制。根据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011) 5.3.4及《架空送电线路基础设计技术规定》(DL/T 5219—2014)7.3.1规定,高耸结构基础的最大倾斜率, $H_g \leq 50\text{m}$ 时为0.006, $50\text{m} < H_g \leq 100\text{m}$ 时为0.005。如图2。

7 有限元模拟计算分析

对盾构掘进施工进行了有限元模拟计算分析,预测盾构施工过程中对高压线塔及基础的沉降和变形,根据计算情况采取工程措施确保高压线塔安全^[2]。模型如图3所示。

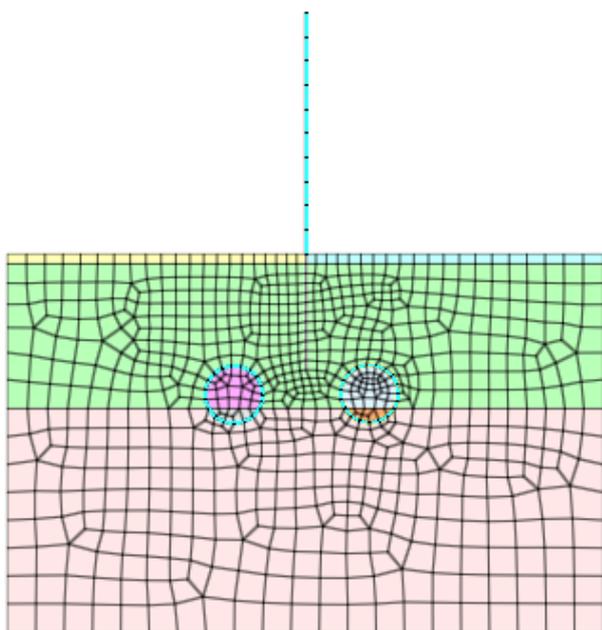


图3 38 # 线塔有限元模型

根据数值计算结果,左右线隧道开挖对38 # 线塔高压线塔及桩基产生最大水平位移为2.1mm,最大竖向位移为6.1mm,最大倾斜为0.00036。如图4、图5。

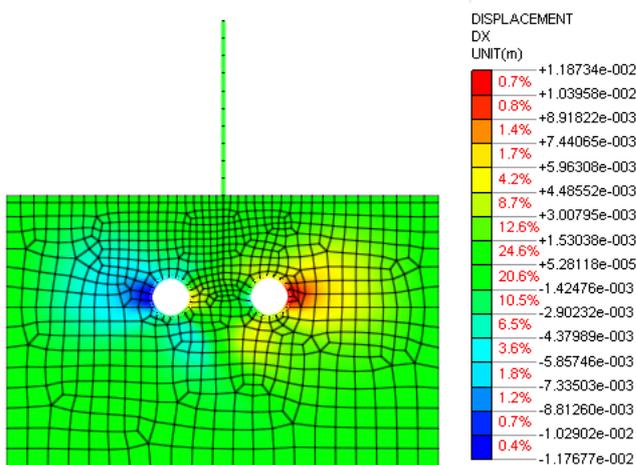


图4 38 # 线塔区间隧道开挖水平位移云图

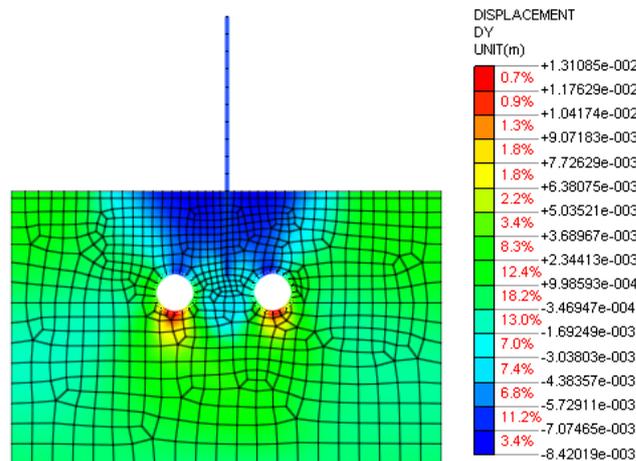


图5 38 # 线塔区间隧道开挖竖向位移云图

根据数值计算结果,左右线隧道开挖对37 # 线塔高压线塔及桩基产生最大水平位移为2.2mm,最大竖向位移为6.2mm,最大倾斜为0.00056。

左右线隧道开挖对高压线塔及桩基产生最大水平位移为2.2mm,最大竖向位移为6.2mm,最大倾斜为0.00056。满足高压线塔位移变形及倾斜控制标准。

8 施工处理措施

考虑到高压线塔的重要性及降低工程风险的必要性,采取对高压线塔桩基跟踪注浆的保护措施。盾构施工期间主要采取的措施以控制盾构施工姿态和掘进参数为主,尽量减少对周围土体的扰动,及时同步注浆和加强二次注浆,并加强洞内、地面及高压线塔监测^[3]。

采用PVC袖阀管，袖阀管水平间距为1.5m；浆液采用水泥浆液。注浆压力控制在0.5~0.8MPa，水灰比取1.0。如图6。

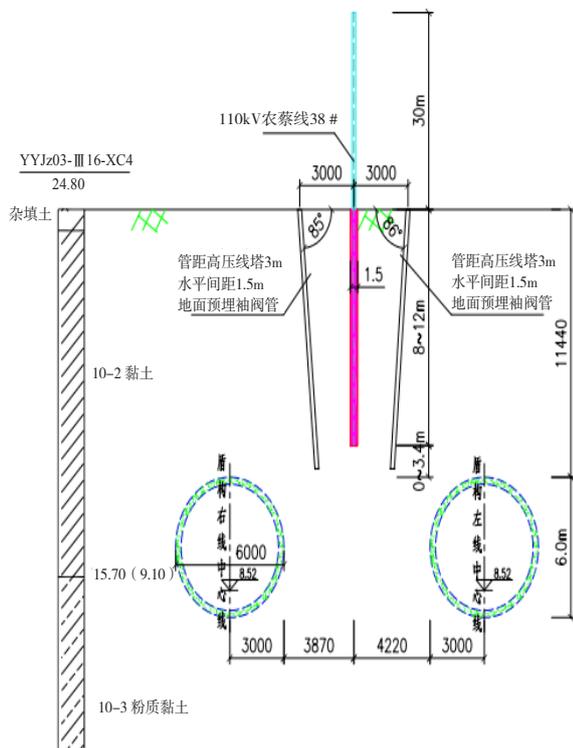


图6 38#线塔跟踪注浆布置图

具体盾构施工控制措施如下。

8.1 减少地层扰动和损失

尽量减小盾构施工过程中的地层变形是保护构筑物的有效手段，关键在控制盾构掘进参数和注浆参数来减少地层扰动和地层损失，有关具体措施如下：

(1) 盾构掘进参数。

应根据盾构穿越的地层和上覆地层情况，设定盾构的推进参数并进行严格控制，其中主要包括：刀盘和土仓的压力，出土量和掘进速度、螺旋机转速、千斤顶推力等，以保证开挖掌子面的稳定，尽量减少对地层扰动和开挖过程中的地层损失。出土量导致地层损失率应控制在3%以内^[4]。

(2) 推进过程必须保持盾构机有良好的姿态，尽量减少超挖。

(3) 盾尾同步注浆和洞内二次注浆。

盾构推进过程中及时同步注浆并适当加大注浆量，及时填充衬砌和地层之间的空隙，在盾构拼装约4环处再以同步注浆层和土层为主要填充对

象（突破同步注浆层），进行二次注浆，以弥补同步注浆的不足，必要时重复二次注浆。

8.2 加强管片设计

采用加强型衬砌管片，管片配筋加强。为了减小盾构穿越引起的后续沉降，本区段管片共增加了10个注浆孔。盾构施工过程中，可通过这些注浆孔及时二次注浆，确保盾构背后间隙填充密实。

8.3 监控测量

在盾构施工过程中，针对地层情况、构筑物进行全面的监控测量，实行信息化施工。根据监测反馈信息，调整优化各项施工参数，以确保盾构施工和构筑物安全。监控测量项目主要包括隧道结构和内力变形、地层变形和地表沉降、建筑物外观检查和建筑物的变形变位等。

8.4 建立专项施工应急预案

为了及时、有序、有效地控制施工过程中可能发生的安全事故，结合施工实际，要制定专项方案，严格控制建筑物的变形及倾斜在允许值范围。

9 结束语

在大力发展城市轨道交通的时代背景下，轨道交通越来越成为主要交通工具。伴随着越来越长的隧道里程，无论是对正在施工的隧道还是规划中的地铁隧道，侧穿高压线塔具有一定的参考和借鉴意义。

参考文献

- [1] 郭锋.探析盾构法施工技术在地铁建设运用中的技术问题(土压平衡盾构)[J].建筑工程技术与设计, 2018(6): 1565.
- [2] 李茂文, 陈寿根, 刘建国, 等.复合式土压平衡盾构到达施工关键技术研究[J].四川建筑, 2010, 30(5): 185-187.
- [3] 仇兆明.盾构隧道侧向穿越既有高压线杆基础的保护措施[J].建筑施工, 2016(6): 790-792.
- [4] 夏昌猛, 杨本钱, 王长辉.浅埋隧道施工对高压线铁塔的稳定分析[J].有色金属文摘, 2015(3): 93, 95.