

# 大直径市政顶管施工对邻近既有公路桥梁影响研究

刘州 万艺玮 代安妮

荆州城发教育发展有限公司, 湖北荆州, 434000;

**摘要:** 以某市政污水管道顶管下穿邻近既有城市公路桥梁段为研究对象, 基于 MIDAS GTS NX 软件建立三维顶管与桥梁数值计算模型, 分析顶管施工对桥梁结构沉降、桥墩变形及应力的影响。研究表明: 本工程污水管道顶管邻近城市高架桥墩施工时, 引起的桥梁桥墩的变形量均较小, 高架桥墩变形量均位于相应的变形允许限值以内, 对现状高架的安全影响较小。研究可为类似工程施工安全控制及评价提供借鉴。

**关键词:** 顶管施工; 城市高架; 桥墩结构; 施工影响; 数值模拟

**DOI:** 10. 64216/3080-1508. 25. 06. 006

## 引言

顶管作为一种新型地下管线施工方案, 在城市排电力等管网施工应用中越来越广泛, 顶管断面也越来越大。由于城市环境的复杂性及用地限制, 往往会遇到顶管邻近桥梁结构施工的情况, 尤其是对于大直径顶管, 因开挖断面大、埋深浅其施工对周边地层及桥梁结构扰动较大, 易使桥梁发生较大不均匀沉降而导致破坏<sup>[1]</sup>。因此研究顶管施工对桥梁扰动效应规律具有重要意义。对于顶管下穿桥梁, 相关学者通过数值模拟、模型试验等方法研究了其施工技术及其影响规律<sup>[2]</sup>。近年来, 数值模拟在顶管施工影响研究方面得到了广泛应用。李金书<sup>[3]</sup>基于 Midas-GTS 有限元分析软件, 研究软土地区顶管下穿既有铁路营业线桥梁对其产生的影响, 得出铁路桥墩基础附加变形情况。徐涛<sup>[4]</sup>等基于 Midas-GTS, 研究了顶管工程施工对邻近轨道交通高架结构的变形影响, 得出了顶管施工引起的邻近高架结构变形以竖向变形为主, 提出了控制沉降和降低管壁与土层之间的摩擦力, 增加中继环以减小单次顶推长度及最大推力等控制措施。高骏<sup>[5]</sup>等采用有限差分软件 FLAC3D, 研究了顶管隧道施工对桥梁桩基的影响, 得出了顶管顶进施工对桥梁桩基的受力影响不大; 顶进完成后, 桥梁桩基将产生指向顶管隧道的横向变形, 较近侧桩基产生沿顶进方向的变形, 且横向变形大于纵向变形, 离顶管越近的桩基变形值也越大。

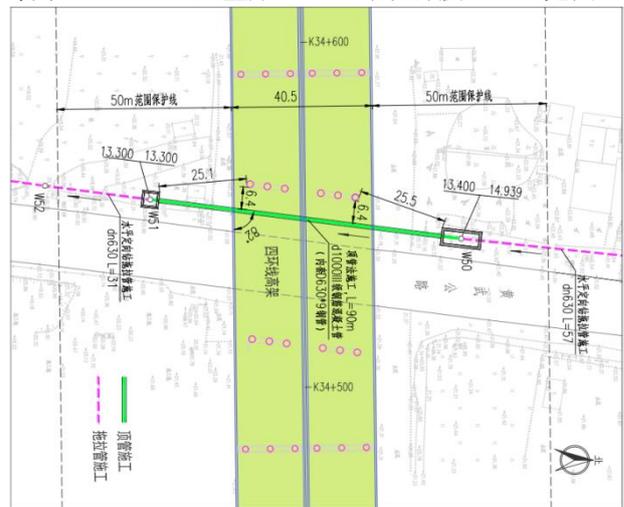
以某工程污水顶管下穿武汉市四环线高架桥梁段为工程背景, 采用 MIDAS GTS NX 软件建立三维顶管与桥梁数值计算模型, 分析顶管施工过程对桥梁沉降、桥墩变形及应力的影响。

## 1 工程概况

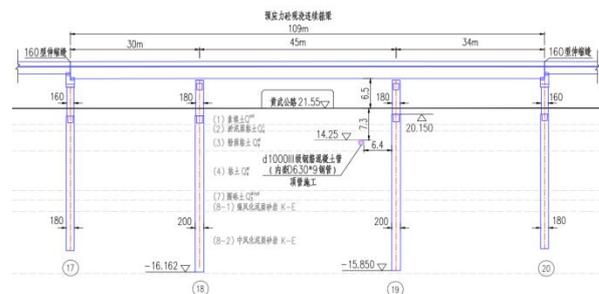
某市政污水管道下穿武汉市四环线高架桥段采用顶管法施工, 顶管段两侧采用水平定向钻拖拉管施工。

顶管段为 DN1000 III级钢筋混凝土管, 内套 DN630×9mm 钢管; 顶管段两侧拖拉管采用 DN630 聚乙烯 PE100 管。顶管走向与四环线呈十字相交交叉夹角 82°, 见图 1。顶管段采用 DN1000 III级钢筋混凝土管内套 D630×9 钢管。顶管覆土厚约为 7.3m。

四环线南侧设方形接收井, 均为钢筋混凝土结构, 采用沉井法施工。工作井结构外皮平面尺寸为 11.5m×5m, 壁厚 0.6m, 下沉深度 11m; 接收井结构外皮平面尺寸为 4.8m×4.8m, 壁厚 0.5m, 下沉深度 9.47m 见图 2。



(a) 污水管道与桥梁平面位置关系图



(b) 下穿高架段污水管道横坡面图



注：本分析步将顶管管节分为若干个小段，每小段管节的施工模拟过程为：1、管节范围内的土体单元地应力释放 50%；2、激活管节结构单元，并施加管壁的侧摩阻力 5kPa；3、管节范围对应的土体单元地应力释放 100%。

### 2.3 变形计算结果

#### 2.3.1 地层变形结果

提取顶管工作井及接收井（沉井）施工完成工况下地层的变形云图，结果如下图 4-1 所示：

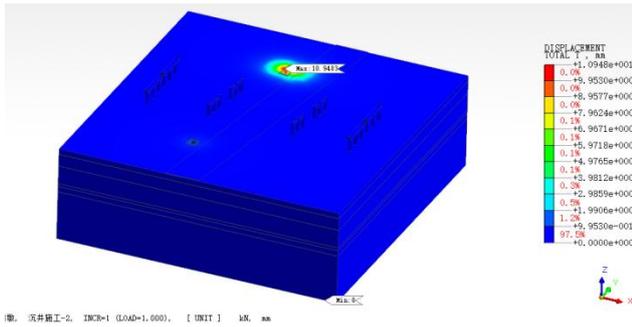


图 4-1 地层变形绝对值云图（顶管结构井施工完成）

根据计算，在顶管工作井及接收井施工完成后，地层的最大变形量为 10.9mm。从变形云图可知，四环线桥墩基本位于变形影响范围以外。

根据计算结果，提取顶管掘进完成工况下地层的变形云图，结果如下图 4-2 所示：

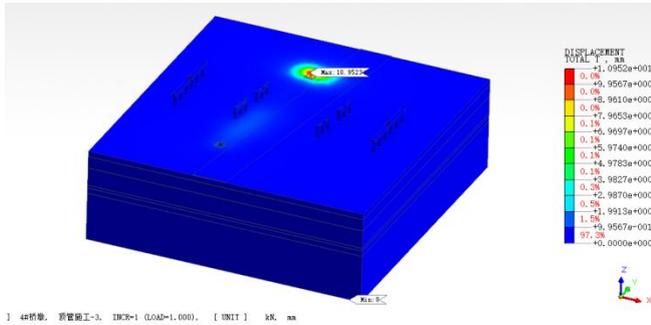


图 4-2 地层变形绝对值云图（顶管施工完成）

根据上图的变形云图可知，顶管掘进对地层的扰动较小，地层最大变形仍位于工作井周边，最大变形量为 10.9mm。从变形云图可知，高架桥墩基本位于变形影响范围以外。

#### 2.3.2 高架桥墩变形结果

根据计算结果，提取顶管工作井及接收井（沉井）施工完成工况下，高架桥墩纵桥向、高架桥墩横桥向、高架桥墩竖向位移云图，结果如下图 5 所示：

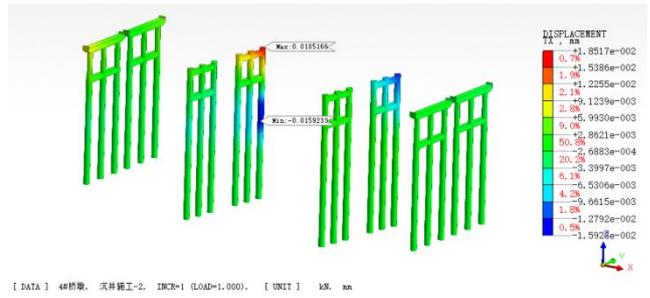


图 5-1 高架桥墩纵桥（X 向）水平位移云图

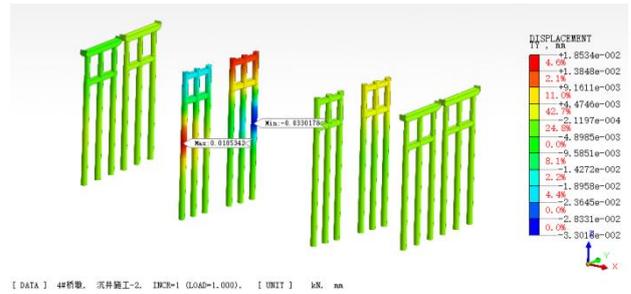


图 5-2 高架桥墩纵桥（Y 向）水平位移云图



图 5-3 高架桥墩纵桥（Z 向）水平位移云图

根据计算结果，顶管工作井及接收井施工完成工况下，高架桥墩纵桥向水平位移最大值 0.02mm，横桥向水平位移最大值 0.03mm，竖向位移最大值 0.01mm（向下）。沉井施工对高架桥的变形影响基本可忽略。

根据计算结果，提取顶管管节掘进完成工况下，高架桥墩纵桥向、高架桥墩横桥向、高架桥墩竖向位移云图，结果如下图 6 所示：

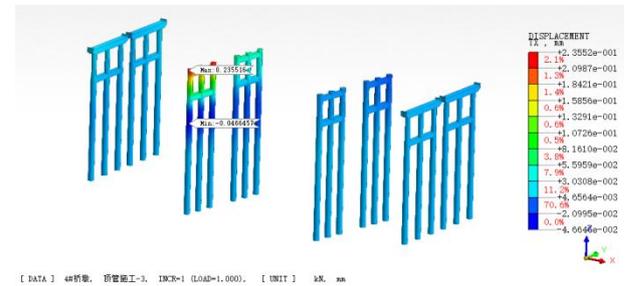


图 6-1 高架桥墩纵桥（X 向）水平位移云图

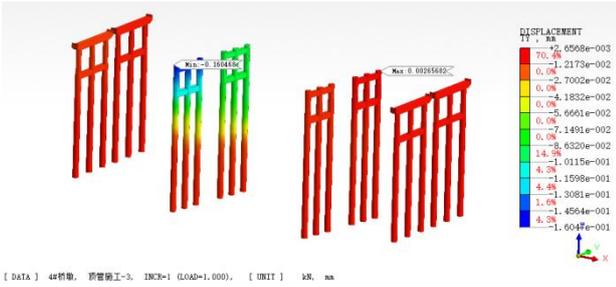


图 6-2 高架桥墩纵桥 (Y 向) 水平位移云图



图 6-3 高架桥墩纵桥 (Z 向) 水平位移云图

根据计算结果, 顶管掘进完成工况下, 高架桥墩纵桥向水平位移最大值 0.23mm, 横桥向水平位移最大值 0.16mm, 竖向位移最大值 0.04mm。根据计算, 顶管施工对高架桥墩的变形影响较小。根据以上计算结果, 汇总各工况下高架桥墩各方向的位移最大值, 列表如下:

表 1 各工况下高架桥墩的变形结果汇总表

工况	水平 X 向 高架纵向	水平 Y 向 高架横向	竖直 Z 向
沉井施工完成	0.02mm	0.03mm	0.01mm (向下)
顶管顶进完成	0.23mm	0.16mm	0.04mm (向下)

考虑预留四环线高架工后沉降的安全余量, 拟定本工程污水管道施工导致的高架桥墩的变形限值为: 桥墩均匀沉降不大于 10mm, 相邻墩台间差异沉降不大于 5mm, 桥墩水平位移不大于 5mm。

从计算结果可知, 本工程污水管顶管邻近四环线高架桥墩施工时, 引起的四环线高架桥墩的变形量均较小。高架桥墩变形量均位于相应的变形允许限值以内。

### 3 结论

依托某污水顶管下穿邻近既有桥梁段, 采用 MIDAS GTS NX 软件建立三维顶管与桥梁数值计算模型, 分析了顶管施工过程对桥梁结构沉降、桥墩变形及应力的影响, 主要结论如下:

(1) 顶管施工对桥梁桥墩变形及受力影响较大, 顶管开挖使靠近顶管侧桥墩沉降较大; 顶管邻近桥墩施工会引起水平位移而发生受拉破坏, 施工中应加强靠近顶管侧桥梁桥墩水平位移进行动态监测。

(2) 经验算, 拟建项目施工导致高架结构的变形量小于相应的变形控制标准, 拟建项目施工对四环线的结构安全影响可控, 在施工阶段技术参数合规的情况下, 可确保桥梁的安全运营。

### 参考文献

[1] 王超, 李丹, 张川龙. 顶管技术关键要点和研究现状综述[J]. 城市建筑, 2021, 18(11):139-144

[2] 刘丹. 顶管穿越既有轻轨高架桥的变形影响分析[D]. 北京工业大学, 2017.

[3] 李金书. 顶管下穿运营高速铁路桥梁安全影响分析[J]. 铁道建筑技术, 2022, (02):84-88.

[4] 徐涛, 王凯. 顶管工程施工对邻近轨道交通高架结构的变形影响分析[J]. 现代隧道技术, 2021, 58(S2):66-72.

[5] 高骏, 孟小伟, 刘鸿, 余云翔, 杨浩. 顶管隧道施工对桥梁桩基的影响[J]. 四川建筑, 2021, 41(04):54-56.

作者简介: 刘州 (1990-), 男, 湖北武汉人, 硕士, 联系电话 15827430728, 工程管理  
 万艺玮 (1996-), 女, 湖北武汉人, 硕士, 武汉誉城千里建工有限公司  
 代安妮 (1996-), 女, 湖北松滋人, 本科, 中国银行荆州分行石首明珠支行