

# 明挖市政箱涵下穿既有城市轨道交通 110kV 电缆安全影响分析

程文康

合肥市轨道交通集团有限公司, 安徽 合肥 230001

**摘要:** 随着城市轨道交通的发展, 逐渐从主城区向市外副城区进行延伸, 与此同时城市轨道交通与市政工程也在同步向外进行拓展<sup>[1]</sup>, 而作为城市轨道交通最重要的动力来源-110kV 电缆往往又因沿着市政道路两侧铺设, 与市政新建箱涵存在空间交叉, 在市政工程施工过程中易对 110kV 电缆造成破坏。结合某市明挖市政箱涵下穿既有城市轨道交通 110kV 电缆项目, 给出了外部作业对城市轨道交通 110kV 电缆的影响分析和安全保护措施, 通过数值模拟对箱涵下穿既有城市轨道交通 110kV 电缆的影响分析, 以指导市政箱涵施工, 有效的达到了保护城市轨道交通 110kV 电缆的目的。

**关键词:** 明挖; 轨道交通; 110kV 电缆

## Analysis on Safety effect of open-cut municipal box culvert underrunning existing 110kV cable of urban rail transit

Wenkang Cheng

Hefei Rail Transit Group Co., LTD., Hefei 230001, China

**Abstract:** With the development of urban rail transit, it is gradually extending from the main urban areas to the suburban areas. At the same time, urban rail transit and municipal engineering are expanding outward simultaneously.<sup>[1]</sup> However, the most important power source for urban rail transit, the 110kV cable, is often laid along both sides of municipal roads and intersects with newly built municipal culverts. During the construction process of municipal engineering, it is prone to causing damage to the 110kV cable. This paper focuses on the project of excavating municipal culverts under the existing urban rail transit for the 110kV cable in a certain city. It provides an analysis of the impact of external operations on the 110kV cable of urban rail transit and proposes safety protection measures. Through numerical simulation, this paper analyzes the impact of the culvert passing under the existing urban rail transit on the 110kV cable, providing guidance for the construction of municipal culverts and effectively achieving the goal of protecting the 110kV cable of urban rail transit.

**Keywords:** open dig; Rail transit; 110kV cable

### 引言

随着城市不断向外发展, 地下空间的开发建设显得尤为重要, 但由于一些地下管线铺设、市政开挖, 勘察钻探等施工作业, 都可能会对城市轨道交通 110kV 电缆进行破坏, 严重影响城市轨道交通行车和运营安全<sup>[2]</sup>。

2013 年 10 月, 长春轻轨三号线因附近施工单位挖断地下电缆导致车辆停运 40 分钟; 2019 年 3 月, 厦门市轨道交通 1 号线董任主变电所 35kV 电缆廊道盖板被市政道路整改破坏; 2021 年 11 月, 杭州地铁 6 号线星民站 C 出入口外部监控电缆被道路施工时不慎挖断。因此, 本文以市政箱涵明挖施工对既有城市轨道交通 110kV 电缆影响进行分析, 有效的保障了既有轨道交通 110kV 电缆的安全。

### 一、工程概况

#### 1.1 工程背景

某市城市轨道交通 110kV 电缆, 呈东西走向, 在云海路与宿松路交叉口采用托管施工工艺平行横跨宿松路, 2 道电缆之间距离为 2.8m, 主要负责向城市轨道交通 5 号线车站供电。经物探测量资料和现场调查确认拖拉管为 MPP 材质, 两道主所电缆沟内均包含 DN400\*600 (3/5 孔电缆, 电缆为铜材质)。宿松路快速化改造项目, 道路整体呈南北走向, 设计时速为 80km/h, 沿宿松路新建 4.0m×2.0m 雨水箱涵在云海路口与两道 5 号线 110kV 电缆存在交叉 (图 1: 平面关系图), 为减小施工过程中对电缆的扰动, 将雨水箱涵线路向东绕行, 从 110kV 电缆下部穿过, 绕行后电排管底标高为 17.93m, 箱涵顶标高为 16.6m, 箱涵与电缆最小净距约 1.33m (图 2: 剖面关系图)。新建雨水箱涵施工采用明挖法施工, 施工过程中需要对电缆进行保护。



图 1: 平面关系图

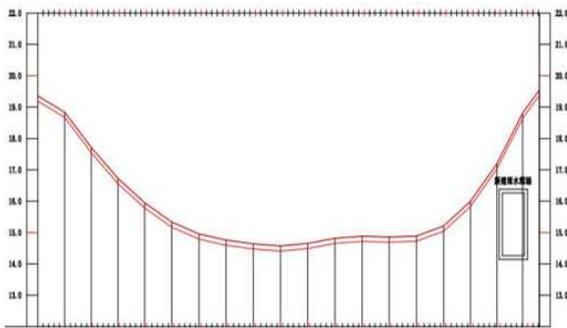


图 2: 剖面关系图

### 1.2 工程与水文地质概况

根据拟建项目详勘报告, 拟建场地宏观地貌单元为江淮波状平原, 微地貌单元为岗地及坳沟。上覆土层主要为第四纪冲洪积粘性土、粉土, 下伏白垩系(K)紫红、棕红色泥质砂岩、砂质泥岩风化带。场地覆盖层厚度(至岩层中风化面)38.3~55.3m 左右。场地地下水类型主要分为两类: 上层滞水和承压水, 上层滞水: 主要分布于上部填土中; 承压水分布于④1层所夹粉土、粉细砂、④2粉质粘土夹粉土、③层粘土、⑥层全风化土及⑦层强风化泥质砂岩孔隙中。其土层物理力学参数如表 1 所示。

表 1 岩土材料参数

层号	土类名称	重度 (K N/m <sup>3</sup> )	压缩 模量 (M Pa)	粘聚力 (k Pa)	内摩 擦角 (°)	泊松 比	渗透 系数 K (m/d)	基床系数	
								K <sub>h</sub>	K <sub>v</sub>
① 2	素填土	19.0		10	8	0.3 5			
⑤ 1	黏土	20.0	9	76.9	12.5	0.3 3	0.002	3 0	3 0
⑤ 2	黏土	20.1	15	86.3	12.9	0.3 0	0.005	4 0	4 0

### 1.3 既有轨道交通 110kv 电缆保护方案

雨水箱涵施工前, 对涉及雨水箱涵范围内 110kv 电缆采

取机械+人工配合进行挖探, 探明 110kv 电缆与雨水箱涵具体相对位置, 110kv 探明后, 对雨水箱涵施工范围内进行钢板桩支护, 钢板桩避开电缆位置(图 3 支护形式图); 下部基坑开挖前, 先对 110kv 电缆进行悬吊保护, 悬吊保护采用 H400 型钢+吊袋, 基坑开挖至电缆底部后, 再进行围檩+内支撑施工。

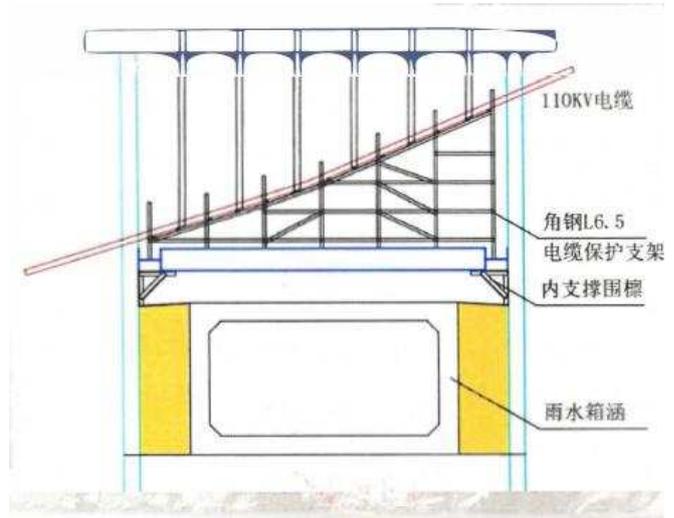


图 3 支护形式图

## 二、明挖施工的三维数值计算模拟与分析

### 2.1 有限三维数值模型

为了能够较为准确的反映基坑开挖过程中对轨道交通 110kv 电缆产生的影响, 计算分析采用了三维有限元分析方法。岩土材料的本构关系均采用修正 Mohr-Coulomb 弹塑性本构模型。结合现场施工基坑形状、施工特性, 模型在水平 X 轴方向取 50m, 在竖向 Y 轴方向取 28m。基坑范围网格按 0.5m 划分单元尺寸, 其他土体单元网格大小为 3m(图 4 计算模型网格)。

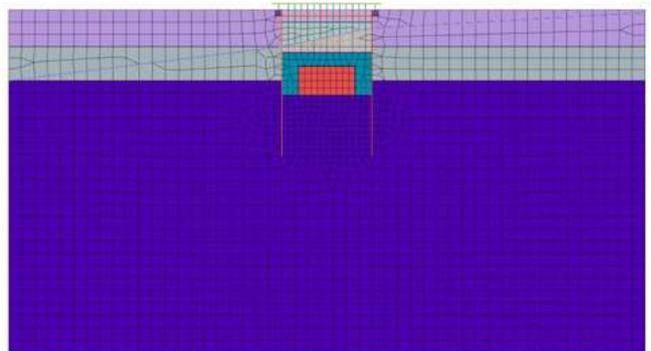


图 4 计算模型网格

### 2.2 计算工况

工况 1: 初始地应力平衡, 钢板桩施工; 工况 2: 基坑

开挖至第一道横撑底部；工况 3：基坑第一道横撑施作；工况 4：管线上方土体开挖，对管线进行悬吊保护(型钢+吊带)；工况 5：基坑开挖至第二道横撑底部；工况 6：基坑第二道横撑施作，在内支撑基础上搭设管线保护支撑支架；工况 7：基坑开挖至箱涵底；工况 8：箱涵施工；工况 9：基坑回填。

### 2.3 计算结果分析

对模拟计算的结果进行分析，明挖施工市政箱涵下穿既有轨道交通 110kv 电缆对电缆影响较小，在基坑回填完成后，累计位移达到最大值（图 5 累计变形计算）。

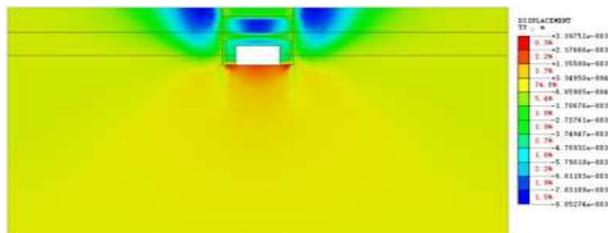


图 5 累计变形计算

由数值模拟结果可知，受箱涵施工周边土地开挖卸载的影响，110kv 电缆会发生水平和竖向位移，基坑周边土体的最大竖向位移为 8.9mm、水平位移为 8.6mm。

### 三、结语

基于明挖法施工方案，通过三维模拟对新建雨水箱涵下

穿既有轨道交通 110kv 电缆进行计算分析，结合后期监测数据，计算分析的结果与现场实测值基本一致。新建雨水箱涵明挖施工过程中，监测数据正常，通过三维有限元计算出施工过程中的风险，对今后相类似工程提供了参考。

① 对于新建雨水箱涵施工下穿既有轨道交通 110kv 电缆，严格控制施工工序，在开挖工况下，确保基坑支护形成完整受力体系后再进行下一步开挖；在回筑工况下，确保雨水箱涵结构达到规定强度，可承受土体压力后再拆除支撑。

② 通过三维模拟计算，预测明挖施工对既有轨道交通 110kv 电缆的变形影响，可以有效地指导设计及现场施工，保护既有轨道交通 110kv 电缆的安全性。

③ 在基坑施工过程中应当加强监测，如有异常，应停止施工并分析相关原因，在采取有效措施后才能施工。

因此，针对明挖市政箱涵下穿既有城市轨道交通 110kv 电缆的影响中，建立三维有限元计算，通过对变形量的分析，确保明挖施工能够满足对轨道交通 110kv 电缆的保护要求。

### 参考文献：

- [1]袁红,李秀敏.重庆市地下空间可持续开发策略探究[J].工业建筑,2016,46(4): 51-54
- [2]耿宁宁,潘学凯.管线顶管施工上跨既有轨道交通结构的影响分析[J],安徽建筑,2021,06: 135-136