

# Research on Safety Assessment of Deep Excavation Based on Euclidean Distance

Leilei Li

Power China Southern Construction Investment Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518052, China

## Abstract

In order to further explore the impact of soft soil layer adjacent bridge piers during the excavation process of foundation pits, this study is based on the example of Shenzhen Urban Rail Transit Line 12 and Heping Station foundation pit project. A finite element calculation model was established to investigate the impact of foundation pit excavation on adjacent bridge piers. The calculation results show that the horizontal displacement of the pier top parallel to the foundation pit gradually increases as the foundation pit excavation progresses. And with the increase of bridge pit distance, there is a trend of first increasing and then decreasing; Extract the displacement results of the pier top foundation pit under various working conditions for analysis, and finally divide the impact zones of foundation pit excavation on the Suiguan Shenzhen intercity railway bridge. When the distance and excavation depth of the bridge pit are in different zones, corresponding engineering measures should be taken.

## Keywords

excavation of foundation pits; numerical simulation; pier top displacement; impact partition

## 基坑开挖对临近高架桥影响研究

李磊磊

中电建南方建设投资有限公司, 中国 · 广东 深圳 518052

## 摘 要

为进一步探究软土地层近接桥墩处在基坑开挖施工过程中受到的影响, 本研究基于深圳市城市轨道交通12号线和平站基坑工程实例, 采用有限元对基坑开挖过程中对临近桥墩的影响建立了相关计算模型, 计算结果表明: 墩顶平行基坑向水平位移随着基坑开挖的进行逐渐增大, 且随着桥坑距离的增大而呈现先增大后减小的趋势; 提取各工况墩顶基坑位移结果进行分析, 最终划分出基坑开挖对穗莞深城际铁路桥梁的影响分区, 当桥坑距离、开挖深度处于不同分区时, 应采取相应的工程措施。

## 关键词

基坑开挖; 数值模拟; 墩顶位移; 影响分区

## 1 引言

由于城市建筑物密集、管线复杂, 在地铁修建过程中难免会对周围环境造成影响。在基坑开挖过程中, 伴随着坑内土体被挖走, 坑周水平方向、竖直方向都产生了卸荷, 导致坑底下方地层上隆, 基坑两侧地层逐渐从向坑内位移, 地表也开始出现沉降, 进而对基坑附近的建筑物造成不良影响, 严重时甚至会危及结构物的安全。目前, 学者们关于基坑开挖对地层影响的研究更多集中在坑外地层的沉降结果上<sup>[1]</sup>, 很少对地层的整体位移趋势进行探讨, 虽然对于邻近建筑物的研究比较细致, 甚至对变形的影响分区都进行了研究<sup>[2]</sup>, 但关于软土地层中邻近建筑物(尤其是高架桥)进行基坑开挖的研究则极少, 事实上, 因软土时间效应产生的地层变形

足够对邻近建筑构成威胁。因此, 软土地层中基坑开挖对地层及邻近建筑物的影响问题仍需更深入的研究。

## 2 工程概况

深圳市城市轨道交通 12 号线和平站位于松福大道与桥和路交叉路口, 车站沿桥和路呈东西方向, 车站站台宽 12m, 有效站台长度 140m, 车站总长 230.5m, 标准段宽度 21.1m, 标准段结构形式为地下二层单柱双跨钢筋混凝土框架结构。车站顶板覆土厚度约 3.05m, 底板埋深 16.8~18.7m, 标准段结构外皮净高 13.63m, 结构外皮净宽 21.1m, 盾构扩大端结构外皮净高 14.63m, 结构外皮净宽 26.5m。车站采用明挖顺筑法进行施工。途径密集建筑, 与正在施工的穗莞深城际线(高架)换乘。

## 3 数值模拟

由于基坑施工对周边环境有明显的区域性特点,

【作者简介】李磊磊(1984-), 男, 中国河南济源人, 本科, 高级工程师, 从事轨道交通研究。

因此在本研究中，选取合适的评判指标和控制标准，划分和平站基坑开挖对穗莞深城际铁路桥梁的影响区域，这对穗莞深城际铁路的安全性以及在基坑施工期间加固措施和加固时机的制定有着重要的意义。

### 3.1 分区评判指标和控制标准

为了保证穗莞深城际铁路的安全运营，根据 TB10182—2017《公路与市政工程下穿高速铁路技术规程》中 3.0.3 要求：受下穿工程影响的高速铁路桥梁墩台顶位移限值应符合表 1 的规定。

表 1 墩台顶位移限值

轨道类型	横向水平位移 /mm	纵向水平位移 /mm	竖向位移 /mm
无砟轨道	2	2	2

可以发现，在 2mm 的微变形控制要求下，相关文献里的“单墩沉降 20mm”“桩顶水平位移 10mm”等控制标准均无法满足穗莞深城际铁路桥梁的安全标准。因此，在本研究中，根据规范对于桥梁的微变形控制要求，选择墩顶平行基坑走向水平位移、墩顶垂直基坑走向水平位移、竖向位移作为影响分区的评判指标，取 2mm 作为各项位移的极限值，并且为有效预估基坑开挖引起的桥墩位移，取极限值的 60% 作为桥墩位移的警戒值，建立桥墩位移影响分区控制标准，如表 2 所示。

表 2 基坑近接桥梁施工影响分区控制标准

控制标准	极限值	警戒值
桥墩顶平行基坑走向水平位移 /mm	2.0	1.2
桥墩顶垂直基坑走向水平位移 /mm	2.0	1.2
桥墩顶竖向位移 /mm	2.0	1.2

### 3.2 工况设置及模型建立

无法保持两桥梁墩台间的固定间距，因此设置理论计

算工况分别对两桥梁进行模拟计算。具体的工况设置如表 3 所示。

为保证研究的完整性在理论计算工况中增大了 d1 和 d2，因此模型的尺寸也需相应地扩大。综合考虑计算工况中 d1 和 d2 的大小以及基坑开挖深度等因素后，在本章的数值模型中将竖直方向边界设定为自基底向下扩展 103m，而水平方向边界则设定为 Y 方向沿基坑边缘扩 85m、X 方向沿基坑边缘扩 67.5m，以此作为研究的主要影响区，最终整个模型的尺寸为 366m × 191.9m × 120m。此外，基坑降水的影响半径不随模型尺寸的增大而增大，具体约为 64m 左右。具体的基坑开挖部分网格划分情况及开挖深度。

### 3.3 计算结果分析

墩顶平行基坑向水平位移随基坑开挖深度的变化规律分析。绘制桥一基坑距离时 30 号桥墩顶平行基坑向水平位移随基坑开挖深度的变化曲线。

30 号桥墩顶平行基坑向水平位移随基坑开挖深度的变化规律，随着基坑的开挖，墩顶平行基坑向水平位移均呈现逐渐增大的趋势，且增大速率也大致随着基坑开挖深度的增大而逐渐增大，各工况中墩顶最大平行基坑向水平位移均在基坑开挖至坑底时出现。

### 3.4 影响分区划分

本研究地铁基坑开挖对穗莞深城际铁路桥梁影响分区的划分方式：选取桥一基坑距离作为水平轴、基坑开挖深度作为竖向轴。

由于墩顶平行基坑向水平位移较小，均未达到警戒值，因此绘制墩顶基坑位移包络线。对各折线进行多项式拟合，并结合通过插值处理得到的位移超警戒值和超限时的桥一基坑距离分界点，最终得到影响区域边界点。通过综合后的影响区域边界点，绘制基坑开挖对穗莞深城际铁路桥梁变形影响分区图，如图 1 所示。

表 3 基坑近接桥梁影响分区计算工况

工况距离	下穿计算工况							理论计算工况				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
d1/H	0.176	0.300	0.459	0.807	1.155	1.314	1.438	2.000	2.500	3.000	3.500	3.800
d2/H	1.438	1.314	1.155	0.807	0.459	0.300	0.176	2.000	2.500	3.000	3.500	3.800

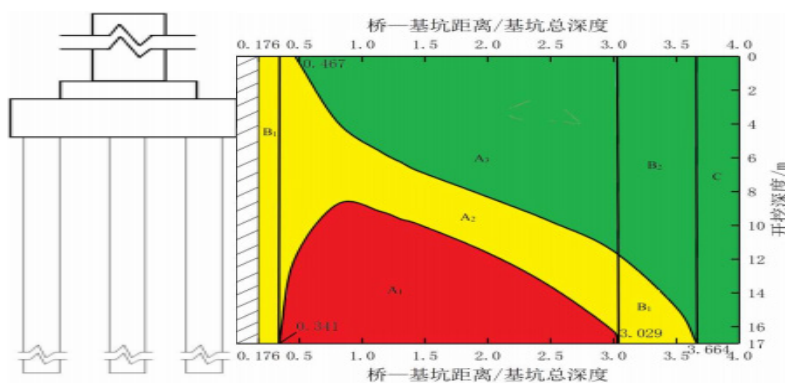


图 1 基坑开挖对穗莞深城际铁路桥梁的影响分区

仅考虑桥—基坑间距时,可以将基坑开挖引起穗莞深城际铁路桥墩顶位移区域分为A、B、C三个大区,当桥坑间距在0.176~0.341倍基坑总深度之间或大于3.029倍基坑总深度(即不处于A大区)时可避免在基坑开挖过程中墩顶位移超过极限值,当桥坑间距大于3.664倍基坑总深度(即处于C大区)时可避免在基坑开挖过程中墩顶位移超过警戒值,因此可依据桥坑相对间距初步判断桥墩顶位移是否满足控制标准。若同时考虑基坑开挖过程,则可以将A、B大区继续划分为A1、A2、A3、B1、B2共5个小区。当桥坑距离、基坑开挖深度处于C区时,桥梁在基坑开挖过程中处于安全状态,不需要采取措施;当桥坑距离、基坑开挖深度处于A3、B2区时,桥梁暂时处于安全状态,但随着基坑开挖墩顶位移会继续增大并超过警戒值;当桥坑距离、基坑开挖深度处于B1、A2区时,桥墩顶处于位移允许状态,但须加强量测和监测,其中A2区随着基坑施工进行会出现位移超限;当桥坑距离、基坑开挖深度处于A1区时桥梁会处于危险状态,必须提前采取加固保护措施。结合实际工程来

看,基坑开挖的对30号桥墩台影响会从A2区进入A1区,而对31号桥墩台会从A3区穿越A2区并进入A1区,因此在实际施工中设置了隔离桩以及旋喷桩土体加固等措施,以保证穗莞深城际铁路桥梁的安全性。

## 4 结论

本研究根据相关规范确定了基坑开挖对穗莞深城际铁路桥梁影响分区的控制标准,并以桥—基坑距离作为变量设置多组工况进行数值模拟计算,并提取各工况墩顶基坑位移结果进行分析,最终划分出基坑开挖对穗莞深城际铁路桥梁的影响分区。

## 参考文献

- [1] Yang J, Kong D. Deformation of deep and large foundation pit in soft soil of Fuzhou Subway[J]. Arabian Journal of Geosciences, 2020,13(1).
- [2] 张骁,肖军华,农兴中,等.基于HS-Small模型的基坑近接桥桩开挖变形影响区研究[J].岩土力学,2018,39(S2):263-273.