

# 珠海某深基坑变形监测分析

付 冬

中交第二航务工程勘察设计院有限公司 湖北 武汉 430060

**摘 要：**以珠海某地区深基坑施工为例，对深层水平位移、轴力、地下水位、立柱沉降、周边地表沉降进行系统的监测与分析。结果表明，除基坑顶部水平位移及水位变化超过日变化预警值外，其余均低于预设的报警值，支护结构的设计和施工比较合理，基坑开挖过程中周边环境整体得到有效保护。随着基坑的开挖加深，各项监测数据变化均逐渐趋于稳定。这表明支护结构在应对开挖过程中的应力变化具有良好的适应性，能够有效维持基坑的稳定。为类似工程提供了有益的参考和借鉴。

**关键词：**深基坑；支护；变形；监测分析

## 引言

城市地下空间深入开发使大量城市地铁、地下商场、地下停车库等地下建筑得以修建，大规模的地下空间开发也使基坑工程朝大面积、深开挖、紧边界和微扰动方向发展，而基坑工程开挖不可避免地对周边建筑和环境产生影响，因此需充分考虑地质环境因素，采取科学合理的施工技术以及监测方法确保基坑开挖安全和稳定。<sup>[1]</sup>

## 1 工程概况

本项目位于广东省珠海市香洲区港珠澳大桥连线北侧、前山河西侧。现状地面标高为4.6~5.0m，基坑开挖深度约为6.3~7.5m，基坑形状较规则，周长约262.2m，基坑北侧距离地下室边线7.8~8.4m为建筑红线，地下室外墙距离最近36.0m为在建广珠轻轨延长线，轻轨宽度16.8m；

基坑东侧距离地下室边线6m外为建筑红线，红线外为空地；基坑南侧距离地下室边线6.4m外为建筑红线，地下室外墙距离港珠澳大桥连接线为24.1m，港珠澳大桥连接线宽度30m；基坑西侧距离地下室边线6.6m外为建筑红线，地下室外36.0m为在建广珠轻轨延长线，轻轨宽度16.8m。

经钻探揭露，本场地岩土层按成因类型可划分为第四系人工填土层、冲积土层及残积土层，下伏基岩为泥盆系泥质灰岩岩层，自上而下分别为①素填土 $Q_4^{ml}$ 、①<sub>2</sub>填石 $Q_4^{ml}$ 、②<sub>1</sub>淤泥 $Q_4^{al}$ 、②<sub>2</sub>粗砂 $Q_4^{al}$ 、②<sub>3</sub>粉质粘土 $Q_4^{al}$ 、③砾质粘性土 $Q_4^{al}$ 、④<sub>1</sub>全风化花岗岩 $\gamma_5^{(2-3)}$ 、④<sub>2</sub>强风化花岗岩 $\gamma_5^{(2-3)}$ 、④<sub>3</sub>中风化花岗岩 $\gamma_5^{(2-3)}$ 。

表1 各岩土层工程特性指标

岩土名称	天然重度 $\gamma/kN \cdot m^{-3}$	黏聚力 c/kPa	内摩擦角 $\varphi$ (°)	土钉与锚固体极限摩阻力标准值 $f_{tk}$ (kPa)
素填土	17.4	12.0	8.0	20.0
填石	18.5	0.0	18.0	35.0
淤泥	19.0	5.0	2.0	15.0
粗砂	18.8	0.0	25.0	80.0
粉质粘土	18.9	24.0	10.0	45.0
砾质粘性土	18.9	23.0	22.0	70.0
全风化花岗岩	19.0	26.0	23.0	100.0
强风化花岗岩	20.0	32.0	27.0	180.0
中风化花岗岩	21.0	90.0	30.0	800.0

## 2 基坑设计方案及变形监测方案设计

### 2.1 基坑设计方案

考虑基坑支护深度及基坑周边环境，除东北角采用放坡+内支撑支护方案，其余采用双排桩支护方案。基坑工程支护方案平面布置如图1所示。

### 2.2 监测目的及重点、难点分析

#### 2.2.1 监测目的

(1) 根据现场监测数据与设计值(或经验值)进行比较，如超过某个限值就采取工程措施，防止支护结构破坏和环境事故的发生，保证支护结构和周边建筑物的

安全。

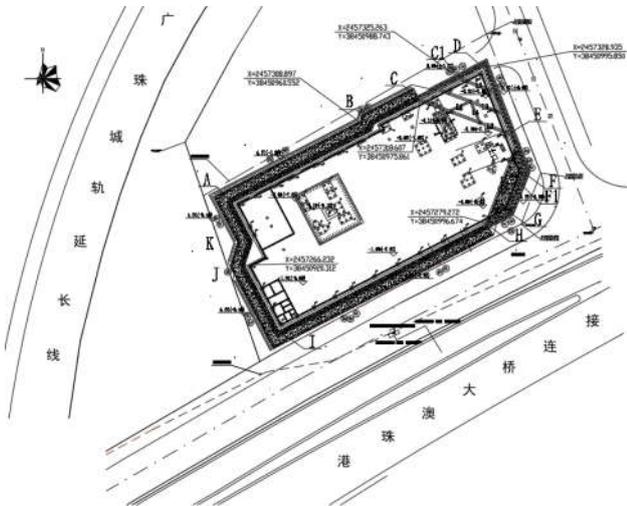


图1 基坑支护方案平面布置及监测点布置

(2) 将现场监测结果用于信息化反馈优化设计, 验证设计支护结构受力参数, 使设计达到优质安全、经济合理、施工快捷。

(3) 将现场监测数据与设计值(或经验值)进行比较, 以判断前一步施工工艺和施工参数是否符合预期要求, 以确定下一步的施工参数, 做到信息化施工。

(4) 积累经验, 为提高地下工程的设计和施工的整体水平提供依据。

#### 2.2.2 广珠城轨延长线及珠三角环线高速监测重难点

距离基坑西北侧最近点约26.5m为广珠城轨延长线, 基坑南侧6.5~14.6m为珠三角环线高速, 沉降控制值均为2cm, 建议施工过程中加强该建筑物的沉降及裂缝监测等工作。城轨风险的敏感性较强, 应作为监测工作的重难点对象。

沉降观测点布设在城轨延长线桥墩结构中。利用水泥砂浆将钢筋固定在相应测点的位置, 作为沉降观测点。加强对城轨延长线桥墩结构物的沉降、裂缝监测对基坑工程及其周边环境的安全较为重要, 应作为监测的重点内容之一。

因广珠城轨延长线属于特殊重要保护对象, 所以监测过程中应重点监测, 拟采取如下措施:

(1) 加强对重点关注建筑物的观测, 特别是暴雨前

后建(构)筑物的变形情况, 必要时监测频率加大, 监测周期可根据建筑物的沉降速率趋势加长;

(2) 对于基坑附近的构筑物(特别是高压线塔)应注意在施工过程中的不均匀沉降;

(3) 针对周边环境复杂的特征, 建议对需监测的建筑物及时鉴定取样, 同时加强对监测频率、监测周期的控制, 对交通要道的监测建议增强安全措施, 如配备反光衣等。

#### 2.2.3 其他重难点

(1) 基坑东侧现状道路及南侧桥下道路沉降也应进行重点监测, 基坑南侧高架桥红线附近地面下1.5m暗埋有10kv电力管线, 基坑支护施工前应进一步探明基坑周边管线分布情况, 适时增加管线位移监测点。

(2) 基坑存在大小阳角, 在基坑施工过程阳角处是基坑受力较弱处, 围护结构体变形会较大, 应作为本工程监测重点之一。在布置监测点时, 阳角处须布置测点, 必要时可加密, 并在基坑开挖过程中加强观测。

(3) 明挖基坑在主要交通干道上, 需要对其进行交通疏解方可施工, 在施工过程中一定要注意在交通荷载较大侧加强观测。

#### 2.3 控制网布设

因本工程明挖基坑为矩形或近似矩形, 根据规范要求, 在基坑开挖深度3~5倍以外不受施工影响的稳定区域布置基准点, 因此基坑坡顶水平位移和钻孔桩水平位移监测采用两级控制网布设较合适。首先, 在基准点与工作基准点之间布设第一级控制网, 观测工作基准点; 其次, 在工作基准点与测点之间布设第二级控制网, 观测各测点。<sup>[2,3]</sup>

#### 2.4 监测内容及监测方法

通过对基坑周边环境特点、场地地质特性及基坑支护设计进行综合分析, 设计本基坑工程监测项目及数量、监测方法及监测报警值如表2所示。基坑支护监测点主要包括基坑顶部水平、竖直变形监测点(共10点), 建筑、管线和道路沉降监测点(共7点)、桩身水平位移监测点(测斜)(共10处, 10根桩)、地下水位监测点(共6处)、内支撑轴向应变监测点(共2处)、立柱沉降监测点(共4处)。

表2 基坑监测项目、监测方法及监测报警值

监测项目	预警值		控制值(mm)	监测方法
	累计值(mm)	变化速率(mm/d)		
基坑顶部水平位移	40	3	50	极坐标法
基坑顶部沉降	35	3	50	二等水准
深层水平位移	40	3	50	预埋测斜管

续表:

监测项目	预警值		控制值 (mm)	监测方法
	累计值 (mm)	变化速率 (mm/d)		
立柱沉降	20	3	30	二等水准
建筑、道路和管线沉降	20	2	/	二等水准
地下水位	1800	500	2000	水位仪
内支撑	6400KN	/	8000KN	安装应变计

备注: 控制值的80%作为预警值。

### 3 监测数据分析

#### 3.1 基坑顶部水平位移分析

基坑顶部水平累计最大位移量为7.8mm, 对应水平位移测点SP1, SP3, SP7, SP9; 日均最大位移速率为3.3mm/d, 对应水平位移测点SP04。上述变化未达到累计

预警值40mm, 超过日变化预警值3mm/d, 报警。由图2可以看出, 随着基坑的开挖加深, 坑顶水平位移发展呈前期快、中期局部降低、后期位移增大并逐渐趋于稳定的整体变化规律。

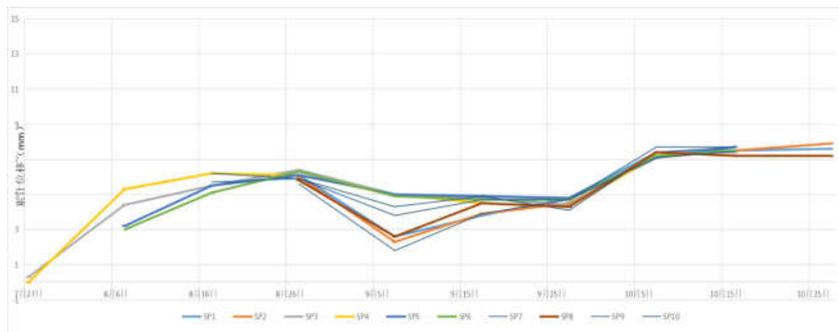


图2 基坑顶部水平位移累计变化曲线图 (SP1~SP10)

#### 3.2 基坑顶部竖向位移分析

基坑顶部竖向累计最大位移量为5.8mm, 对应竖向位移测点SP4, SP5, SP6; 日均最大位移速率为0.6mm/d, 对应水平位移测点SP4, SP5, SP6。上述变化未达到累计

预警值35mm, 未超过日变化预警值3mm/d, 安全。由图3可以看出, 随着基坑的开挖加深, 坑顶竖向位移发展呈前期快、中后期逐渐趋于稳定。

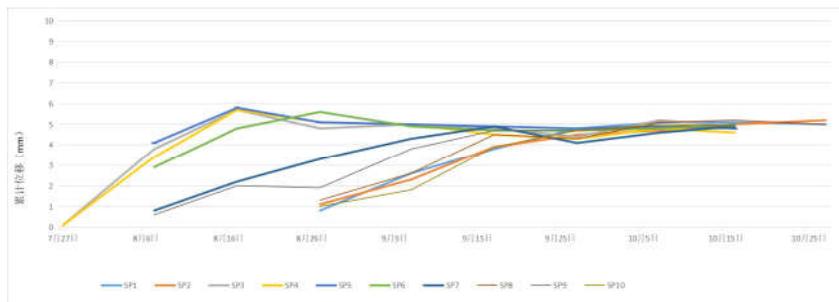


图3 基坑顶部竖向位移累计变化曲线图 (SP1~SP10)

#### 3.3 深层水平位移分析

所有测斜管的变化均属于正常范围。深层水平累计最大位移量为18.40mm (对应测斜管CX10, 深0.5m处); 日均最大位移速率为7.125mm/d (对应测斜管CX10, 深0.5m处)。上述变化均未达到累计预警值40mm、日变化预警值3mm/d。此次分析选择典型监测点内支撑段SP2点和双排桩前排桩段SP10点, 由图4、5可以看出内支撑段深层水平位移最大点发生在基坑中上部,

双排桩前排桩最大位移发生在坑顶, 且随着基坑的开挖加深, 深层水平位移逐渐增大并逐渐趋于稳定。

#### 3.4 立柱沉降分析

所有立柱沉降的变化均属于正常范围。立柱最大累计位移量为5.0mm (对应LZ01); 日均最大沉降速率为0.25mm/d (对应LZ03, LZ04)。上述变化均未达到累计预警值20mm、日变化预警值3mm/d。由图6可以看出, 随着基坑的开挖加深, 立柱沉降逐渐增大并逐渐趋于稳定。

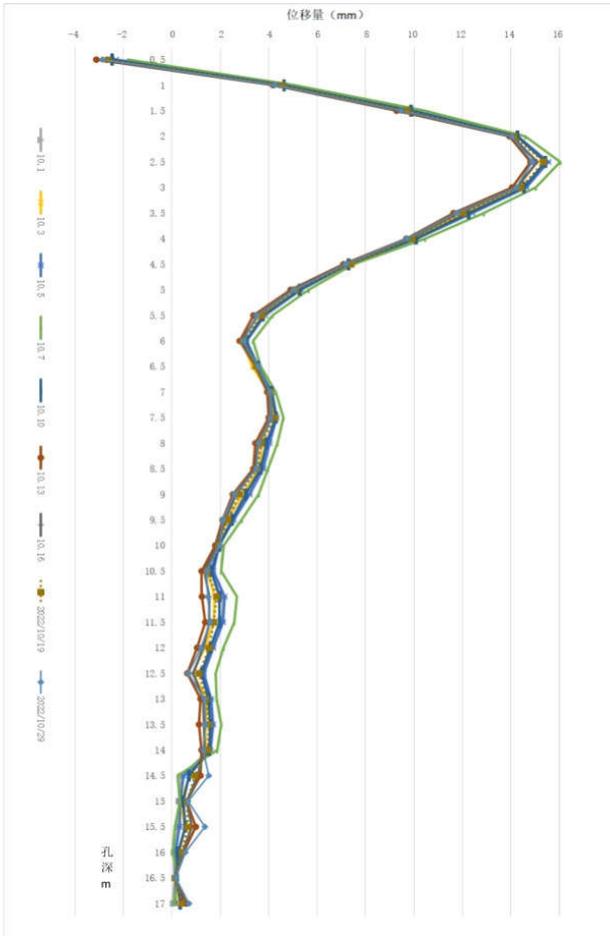


图4 SP2深层水平位移累计变化曲线图

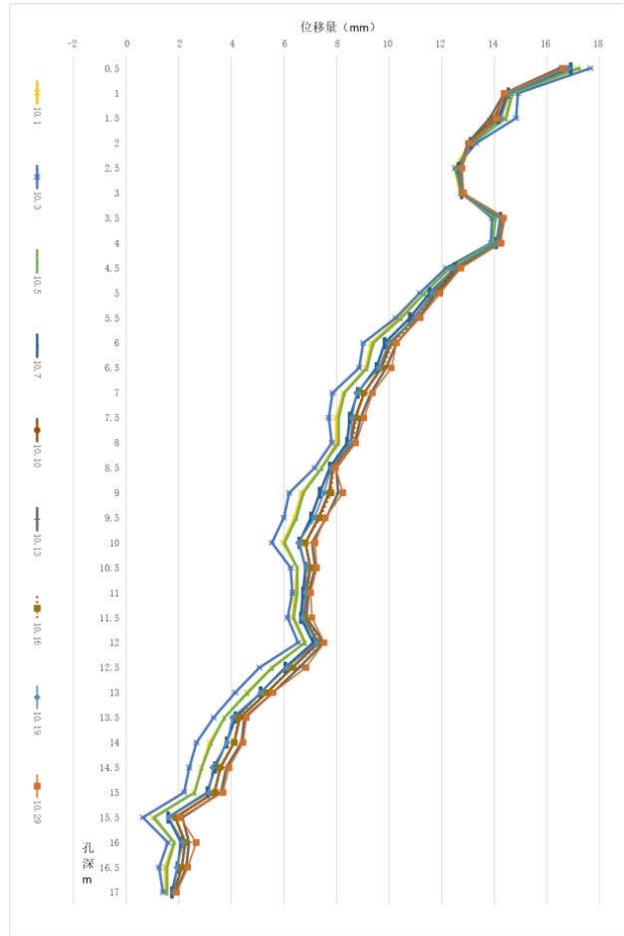


图5 SP10深层水平位移累计变化曲线图

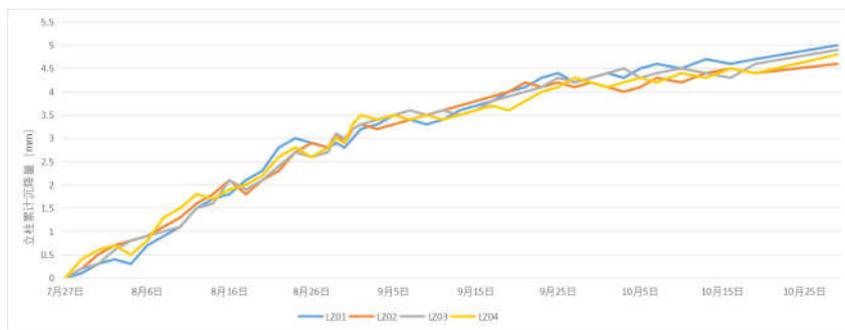


图6 立柱累计沉降曲线图

### 3.5 建筑、道路和管线沉降分析

所有监测点建筑、管线和道路沉降量均属于正常范围。累计最大沉降量为-2.4mm，日均最大沉降速率为-0.17mm/d，对应房屋沉降测点CJ05。上述变化均未达到累计预警值20mm、日变化预警值2mm/d。由图7可以看出，随着基坑的开挖加深，建筑、道路和管线沉降稳定变化不大。

### 3.6 水位变化分析

水位累计最大位移量为1710mm（位于SW06号

点）；日均最大位移速率为650mm/d（位于SW06号点）。上述变化未超过累计预警值1800mm，超过日变化预警值500mm/d，报警。由图8可以看出，前期基坑周边地下水位变化较大，受雨季天气影响较大，之后地下水位稳定无明显变化，止水帷幕未漏水。

### 3.7 内支撑轴力分析

支撑轴力最大值为3919kN（位于YL1号点），未超过预警值6400kN，安全。由图9可以看出，随着基坑的开挖加深，支撑轴力发展呈前期快、中后期逐渐趋于稳定。



图7 建筑、道路和管线累计沉降曲线图

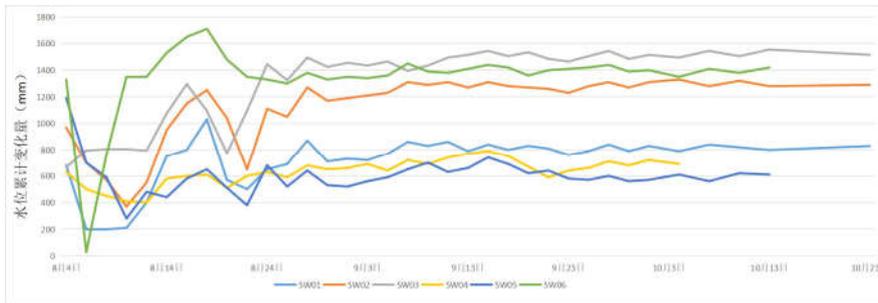


图8 水位累计变化曲线图

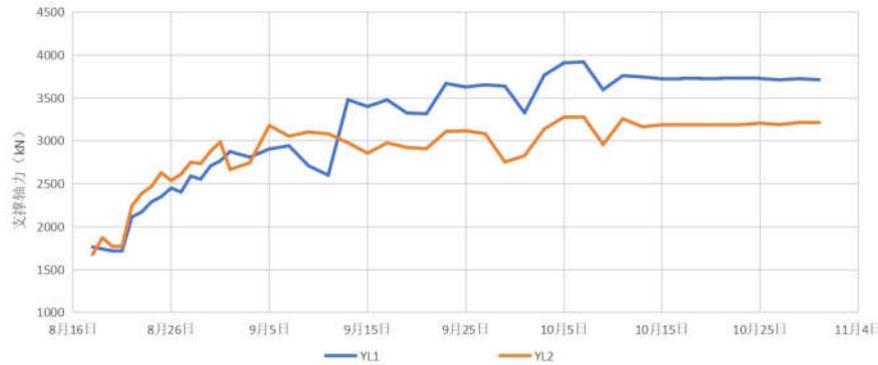


图9 支撑轴力变化曲线图

#### 4 结语

本文通过对珠海某地区深基坑支护结构深层水平位移、轴力、地下水位、立柱沉降、周边地表沉降进行系统的监测与分析，得出了以下结论。

(1) 本工程的基坑稳定性和安全性整体得到了有效控制。监测数据显示，除基坑顶部水平位移及水位变化超过日变化预警值外，其余均低于预设的报警值，支护结构的设计和施工比较合理，基坑开挖过程中周边环境影响整体上得到有效保护。

(2) 随着基坑的开挖加深，各项监测数据变化均逐渐趋于稳定。这表明支护结构在应对开挖过程中的应力变化具有良好的适应性，能够有效维持基坑的稳定。

综上所述，通过系统的监测与分析，表明基坑变形

监测方案设计合理，监测结果能满足基坑监测的技术要求，为类似工程提供了有益的参考和借鉴。

#### 参考文献

- [1] 奚家米,尉阳.软土地区深基坑施工监测与变形特性的时空效应分析[J].科学技术与工程,2020,20(4):1587-1592.
- [2] 朱军桃,熊东旭,李亚威.基于卡尔曼滤波的灰色马尔科夫组合模型在基坑变形监测中的应用[J].桂林理工大学学报,2017,37(4):653.657.
- [3] 李芳宝,龙喜安.佛山地区深厚软土地层地铁深基坑支护结构变形特性与适用性分析[J].隧道建设(中英文),2022,,42(42):294.304.