

# Safety Analysis of Deep Deformation Deep Foundation Pit Based on Geotechnical Parameter Variation

Weipeng Zhang, Benhai Lin

Underground Engineering and Geological Hazard Research Center, Guangzhou University, Guangzhou Guangdong  
Email: u3512750@163.com

Received: Mar. 6<sup>th</sup>, 2018; accepted: Mar. 21<sup>st</sup>, 2018; published: Mar. 28<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

Based on the actual situation of large deformation of a deep foundation pit in Jiangxi province, this paper uses the three-dimensional finite element analysis software Midas-GTS as the simulation analysis tool to reverse the change of the geotechnical parameters after the large deformation of the foundation pit so as to analyze the safety of the foundation pit after the large deformation, and predict the deformation trend of the foundation pit during the follow-up construction so as to provide guidance for further construction. The research results of this paper have certain reference and reference value for similar practical projects.

## Keywords

Deep Foundation Pit, Large Deformation, Inversion, Finite Element Method

---

# 基于岩土参数变化的大变形深基坑安全性分析

张玮鹏, 林本海

广州大学地下工程与地质灾害研究中心, 广东 广州  
Email: u3512750@163.com

收稿日期: 2018年3月6日; 录用日期: 2018年3月21日; 发布日期: 2018年3月28日

---

## 摘要

本文以江西宜春某砂性土地发生大变形的深基坑实例为对象, 采用三维有限元分析软件Midas-GTS分析该基坑在发生大变形后的岩土力学参数变化过程, 从而判断大变形后基坑的安全性、预测后续施工过程中基坑的变形趋势和稳定性状态, 为进一步施工提供指导性建议。本文成果可供类似工程参考和借鉴。

## 关键词

深基坑, 大变形, 反演, 有限元法

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

城市地下空间的开发利用已成为提高城市人口容量、缓解城市交通压力、改善城市居住环境的重要手段,随之而来基坑深度逐渐加深、影响范围不断扩大、周边环境更加严格复杂,如何确保基坑施工过程中基坑支护结构本身及周边建(构)筑物的安全成为基坑工程的主要课题。而目前的基坑支护设计将岩土参数作为定值,不考虑随着基坑开挖和变形的发生发展,岩土体应力应变状态发生改变,岩土物理力学参数也在不断变化和弱化减小的实际状态,对基坑安全性是有很大大不利影响的。因此,通过常规设计计算方法所得的基坑支护结构位移及受力情况与实际情况均有一定的偏差。为解决此类问题,最常用的方法是根据监测所得基坑支护结构的受力、位移情况动态反演基坑施工过程中土层参数的变化,得到基坑开挖后的实际岩土层参数,以此为基础进一步分析基坑现状情况并预测后续的发展,研判整体基坑的安全性和周边环境的安全性。

目前,国内外学者在该领域已有一定的理论研究成果与实践验证。冯俊福等[1]以弹性地基梁法为基础,在常规的反分析过程中引入逐步开挖和隧道支撑的动态施工因素,反算基坑土体的  $m$  值,动态分析模拟深基坑工程实际变化情况,为下一工况的变形提出预报。吴朝阳等[2]以长沙五一广场地铁站基坑为例,采用均匀设计法与有限元模拟相结合,以不同施工阶段的坑外实测沉降值为检验指标,在经验范围内反演分析土体的弹性模量,并根据反演结果预测基坑外的最终沉降值,结果表明,采用均匀设计法可以减少试算次数,反演分析得到的土体弹性模量值明显优于按经验区间的取值。朱合华等[3]基于任意施工阶段的围护墙体变形与内支撑梁轴力的增量监测值和施工 FEM 优化反演分析法,反推了各土层的弹性模量,给出了作用在墙体两侧的土压力分布,并预报各相继施工阶段的墙体和土体变形、内力及内支撑梁轴力。宋建学[4]结合郑州地区地铁站工程案例,布设钢支撑轴力和支护桩水平位移(测斜法)监测点位,在不同开挖工况下按一定周期实测支护结构内力和变形,并根据静力平衡条件反演出基坑开挖面以上不同土层的  $m$  值;然后,用反演  $m$  值计算后续工段的变形,发现其结果更接近实测变形值。

由以上资料分析可见,众多学者的研究大部分集中在以支护结构的位移与受力为基础对支护桩(墙)的  $m$  值、弹性模量进行反演,而对基坑大变形情况下地层主要计算参数如  $c$ 、 $\varphi$ 、 $\tau$  等值的变化研究较少[5]。本文以江西宜春某大变形深基坑工程为对象,采用三维有限元分析软件 Midas-GTS 反演该基坑在发生大变形后的岩土力学参数  $c$ 、 $\varphi$ 、 $\tau$  等动态变化情况,为大变形后基坑的后续施工进行安全稳定性评判并提供指导,为类似工程提供参考与借鉴。

## 2. 工程概况

### 2.1. 工程介绍

该基坑工程位于江西省宜春市袁州区区政府北侧,中山中路南侧,场地西侧及南侧为居民区(4~7层)。项目原规划设计包括商业中心裙楼 2 层、2 幢 29 层住宅、2 幢 30 层住宅、2 幢 31 层住宅,原计划设置

大底盘 3 层地下室, 基坑深度约为 9.0~19.8 m。项目地下室基坑形状呈 L 形, 东西向长边约 200 m, 东西向短边约 100 m, 南北向长边约 160 m, 南北向短边长度约 85 m, 基坑总周长约 710 m。场地卫星平面图如图 1 所示, 基坑支护平面图如图 2 所示。



Figure 1. Site satellite Floor plan  
图 1. 场地卫星平面图

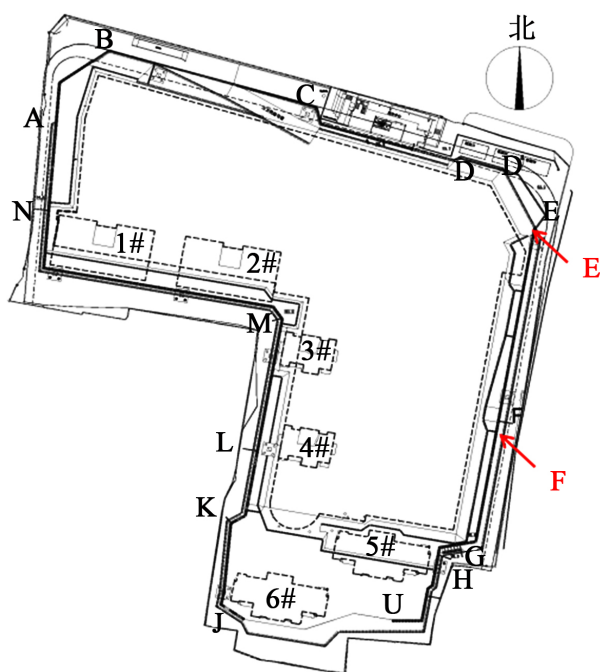


Figure 2. Foundation pit support Floor plan (Unreinforced scheme)  
图 2. 基坑支护平面图(未加固方案)



### 2.3. 基坑监测资料分析

基坑的监测平面布置图如图 5 所示, 基坑 EF 段支护桩顶水平位移与周边土体沉降位移监测数据如表 2 所示, 其中最大水平位移监测点 S18 的变化过程如图 6 所示, 最大地面沉降监测点 C18 变化过程如图 7 所示

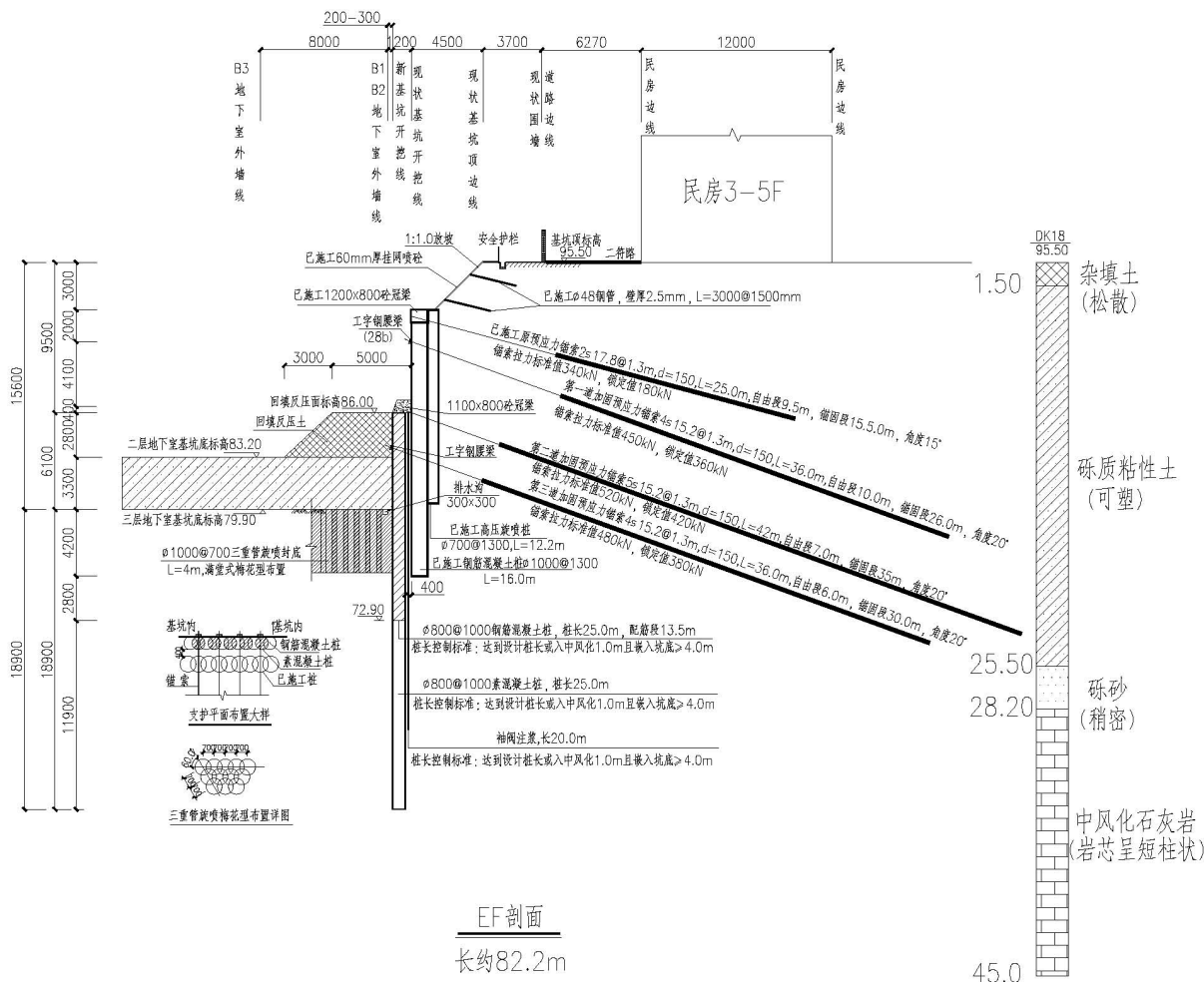


Figure 4. Foundation pit reinforcement design scheme (EF section)

图 4. 基坑加固设计方案剖面图(EF 段)

Table 1. Table of important time nodes

表 1. 项目施工重要时间节点表

2013 年 12 月	原基坑支护结构施工
2014 年 11 月	原基坑支护结构施工完成, 开挖土体
2014 年 12 月	基坑出现涌水、大变形
2015 年 01 月	基坑抢险、回填反压
2015 年 04 月	基坑开始施工加固措施
2016 年 05 月	基坑完成加固措施施工, 项目停工
2017 年 05 月	项目停工一年
2017 年 10 月	地下室结构完成, 回填基坑

示。为了评估基坑二次开挖时新旧支护结构的受力特点及对周边建(构)筑物的影响程度, 本文根据基坑的施工工况及现场实际监测数据将基坑 EF 段的变形过程分为三个时刻:

时刻一(2014 年 12 月): 基坑开挖到 12.3 m 时;

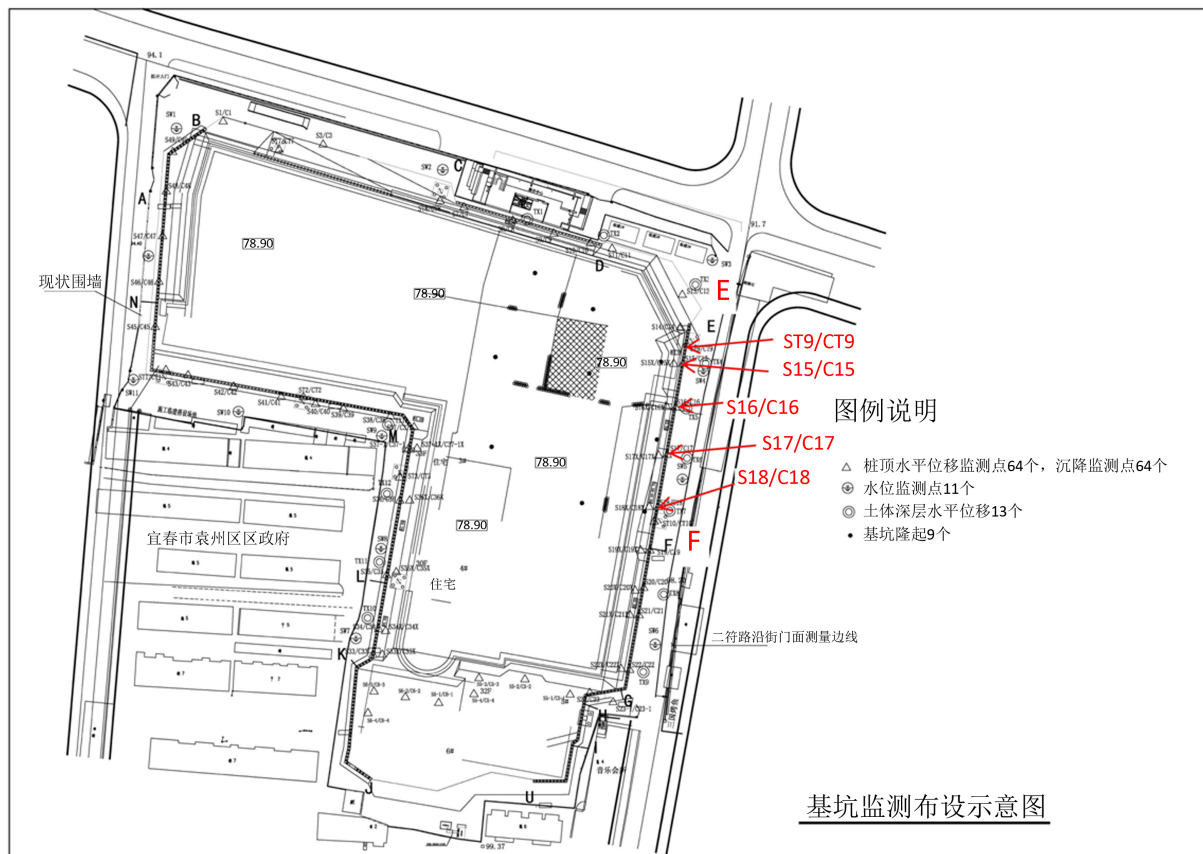
时刻二(2016 年 5 月): 基坑因大变形而进行回填反压到 9.5 m 深度, 并对基坑加固完成时;

时刻三(2017 年 5 月): 基坑保持 9.5 m 深度, 基坑加固完成停工静置一年后。

据施工单位统计, 至 2016 年 05 月为止, 基坑 EF 段的加固混凝土桩、增加的第一道加固锚索、满堂式封底旋喷桩、袖阀管注浆全部完成施工, 增加的第二、三道加固锚索因基坑没有下挖反压土体未进行

**Table 2.** Ditch pile top horizontal displacement and surrounding soil settlement displacement monitoring data sheet (EF Section)  
**表 2.** 项目施工重要时间节点表

监测点	水平位移累计值(mm)			监测点	沉降变形累计值(mm)		
	时刻一	时刻二	时刻三		时刻一	时刻二	时刻三
ST9	-37.57	-64.87	-70.20	CT9	-15.92	-48.09	-42.54
S15	-67.36	-84.11	-87.40	C15	-36.69	-53.70	-55.31
S16	-58.30	-85.71	-92.48	C16	-35.56	-56.35	-59.27
S17	-59.15	-66.09	-75.49	C17	-20.50	-47.67	-49.50
S18	-84.79	-101.75	-115.90	C18	-33.51	-58.14	-67.59



**Figure 5.** Pit monitoring point layout  
**图 5.** 基坑监测点布设示意图

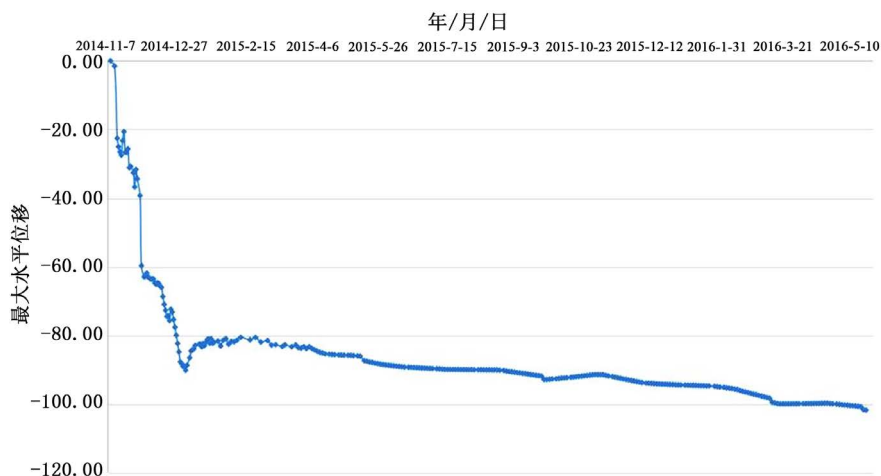


Figure 6. Monitoring point S18 horizontal displacement chart

图 6. 监测点 S18 水平位移图

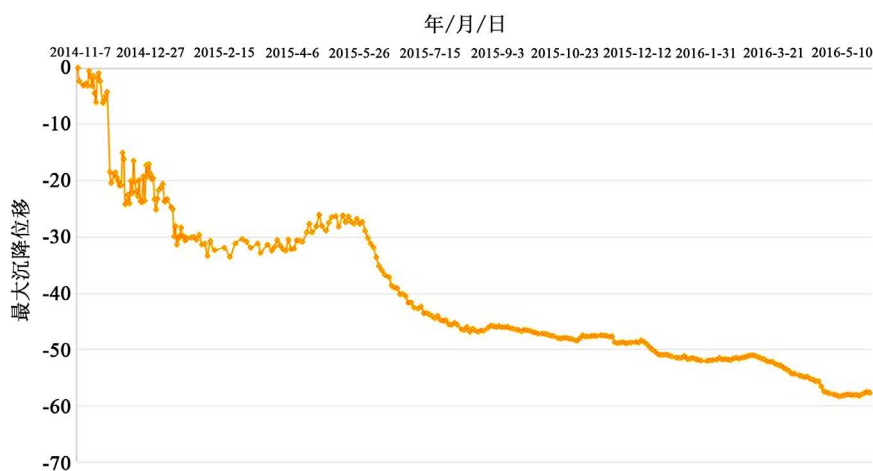


Figure 7. Monitoring point C18 vertical settlement figure

图 7. 监测点 C18 竖直沉降图

施工，“时刻二”中“基坑加固完成”代表的是该情况，并不是全部加固措施都完成施工。

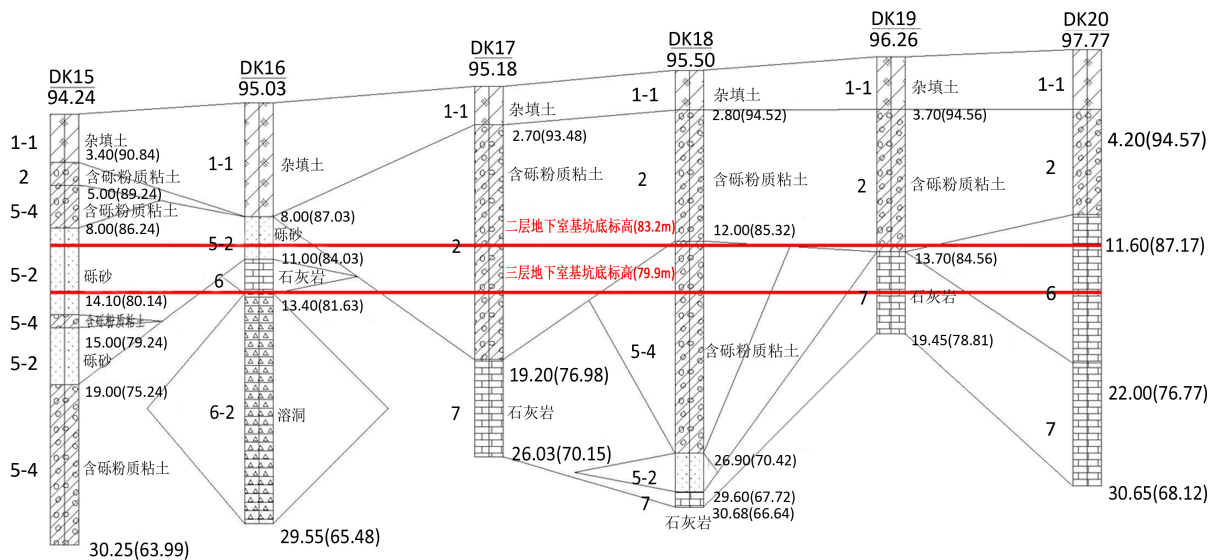
由以上监测数据分析可知，在时刻一，基坑最大水平位移为 $-84.79$  mm，最大竖向沉降达 $-36.69$  mm；在时刻二，基坑最大水平位移为 $-101.75$  mm，最大竖向沉降达 $-58.74$  mm；在时刻三，基坑最大水平位移为 $-115.90$  mm，最大竖向沉降达 $-67.59$  mm。可见，从时刻一至时刻二，EF段水平位移变化值增量为 $27.3$  mm，竖向沉降变化值增量为 $24.63$  mm；从时刻二至时刻三，EF段水平位移变化值增量为 $14.15$  mm，竖向沉降变化值增量为 $9.45$  mm，可见基坑加固后的位移变化增量已经明显减少，但蠕变一直在发展，平均每月的水平位移增量为 $1.18$  mm，平均每天的水平位移蠕变量为 $0.04$  mm。

### 3. 工程地质概况

场地地貌单元属于袁河一级阶地内，南边高、北西边低，最大高差约 $7.5$  m；根据钻探揭露，场地地层由上往下为杂填土、含砾粉质粘土、粗砂、砾砂、粉质粘土、砾砂、碎石、含砾粉质粘土、强风化石灰岩、溶洞、中风化石灰岩等。根据岩土工程勘察资料确定的岩土设计参数值等如表 3 所示，典型地质剖面图如图 8 所示。

**Table 3.** Mechanical properties of rock and soil design parameters table  
**表 3.** 各岩土层力学性质设计参数表

土名	承载力特征值 fak(kPa)	压缩模量 Es/变形模量 E0(MPa)	天然重度 $\gamma(\text{kN/m}^3)$	快剪		岩土体与锚固体极限摩阻力特征值 qs
				粘聚力 c(kPa)	内摩擦角 $\varphi(\text{度})$	
① 杂填土	40	2.0	17.5	10	10	15
② 含砾粉质粘土	155	6.2	19.5	26	20	30
③ 粗砂	150	30	19.0	0	26	45
④ 砾砂	200	38	19.0	0	28	47
⑤1 粉质粘土	100	4.6	18.8	22	18	30
⑤2 砾砂	180	35	19.0	0	28	47
⑤3 碎石	260	45	19.0	0	30	50
⑤4 含砾粉质粘土	158	6.4	19.6	28	22	35
⑥1 溶洞(全充填)	85	4.0	18.0	6	5	10
⑥2 溶洞(全充填)	180	35	19.0	8	6	12
⑥ 石灰岩	1500	/	/	45	25	65
⑦ 中等风化石灰岩	10,000	/	/	120	32	250



**Figure 8.** Typical geological section (EF Section)  
**图 8.** 典型地质剖面图(EF 段)

#### 4. 基坑岩土层参数反演分析

由基坑监测结果和上述施工工况可知, 因基坑发生大变形使得外侧附近的土体已经被严重扰动而下沉, 土体的结构和强度明显降低, 原勘察报告所提供的岩土力学参数已经不能代表现状的土体性质, 需反演分析出新的地层参数作为对现状基坑安全性评估分析的依据。

本场地地层的透水性较好且距离袁河较近, 地下水补给充足, 虽然坑内不断抽排水但坑外侧地下水位基本稳定, 因此可认为土体的物理力学性质发生变化主要与前期各阶段基坑变形和施工等因素有关,



如基坑位移、地面下沉土体变形、地下水流动变化、锚索施工成孔时掏土及孔中的涌砂涌水等, 综合考虑为地层的物理力学参数与初始状态相比进行折减(岩层不折减), 即粘聚力  $c$ 、内摩擦角  $\varphi$ 、土体与锚固体的摩阻力  $\tau$  按一定比例系数折减[6], 并采用理正岩土基坑设计软件和 Midas-GTS 三维有限元软件交叉对比验证进行计算反演分析。

### 4.1. 土层参数反演

该基坑 2015 年 1 月初完成回填反压、2015 年 4 月中旬开始施工加固措施, 因此 2015 年 1 月初~2015 年 4 月中旬之间基坑支护状况如图 9 所示。基于 EF 剖面实际支护情况, 考虑 2015 年 1 月初~2015 年 4 月中旬期间土体参数的蠕变情况, 本文采用理正岩土软件计算基坑 EF 段支护结构位移情况如表 4 所示。

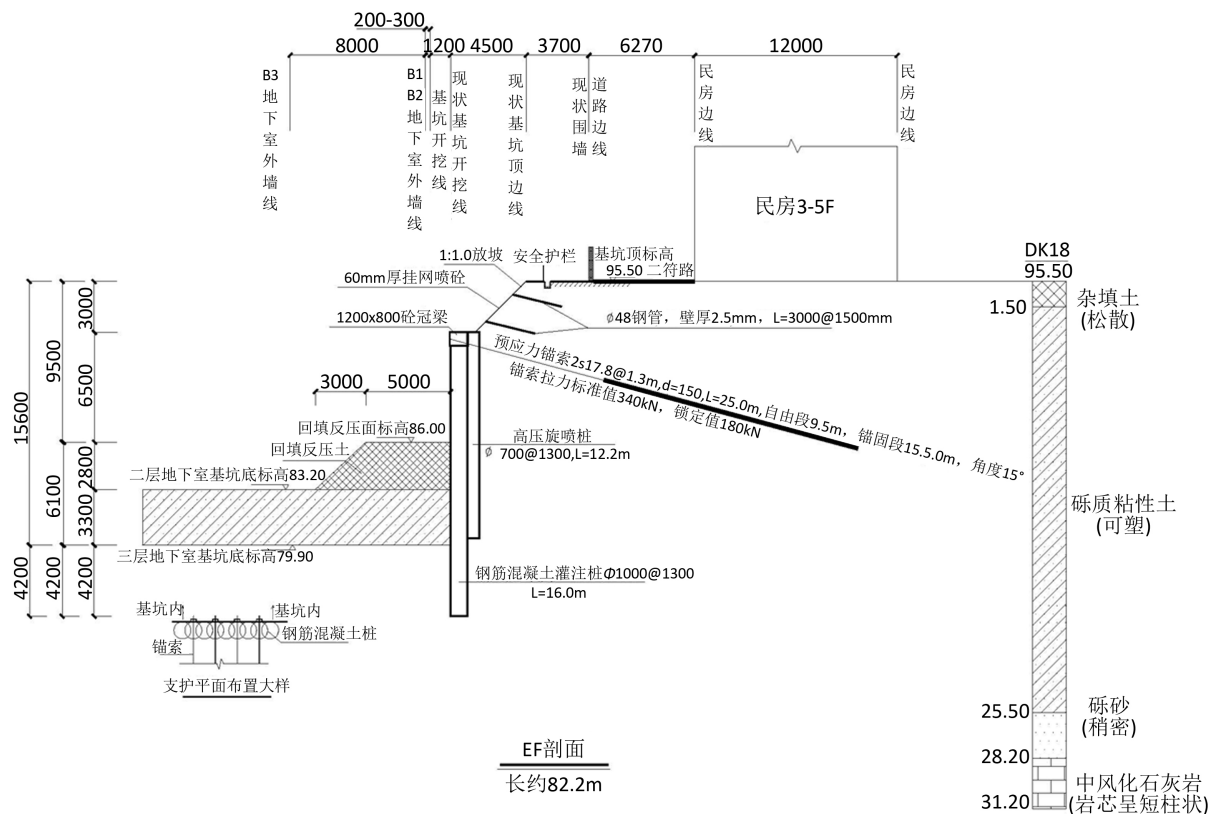


Figure 9. EF backfill section after the backfill section of the cross-section (backfill to 9.5 m)

图 9. 基坑回填反压后 EF 段支护剖面图(回填至 9.5 m)

Table 4. Calculation table of inversion displacement after different reduction coefficients of soil layer parameters (EF section)

表 4. 土层参数不同折减系数后的反演位移计算表(EF 段)

土层参数折减系数	桩顶位移(mm)	周边民宅沉降(mm)	时间节点(年/月/日)
0.90	-58.17	-24.59	15/1/7
0.85	-63.06	-28.75	15/1/11
0.80	-71.08	-31.28	15/2/9
0.75	-78.91	-35.72	15/2/27
0.70	-86.42	-38.52	15/4/6

由表 4 可得到土层参数折减系数、时间节点之间的对应变化关系, 并以此拟合出土体强度参数折减系数随时间的变化曲线, 如图 10 所示。另外, 由桩顶位移、周边民宅沉降的对应关系可得周边民宅沉降随桩顶位移的变化曲线, 如图 11 所示。

根据折减系数与时间节点之间的关系曲线(图 10), 依循其变化规律推算得时刻一、时刻二、时刻三对应的土层强度参数折减系数, 并通过三维有限元数值模拟计算软件进行模拟对比验证。同时, 由以上土层参数分析可得, 当土层参数折减至初始状态时的 0.72、0.64、0.62 时支护结构与土体的位移与实际监测数据较为接近, 因此分析得 EF 剖面在时刻一、时刻二、时刻三的近似土层参数如表 5 所示。

### 4.2. 反演结果验证

为了对理正岩土软件的反演计算分析结果进行验证和确认, 本文将理正计算所得土层参数带入 Midas-GTS 三维有限元软件进行模拟计算, 并将 Midas-GTS 模拟结果与实际监测结果进行对比验证。本次分析的计算模型采用修正摩尔-库伦(Modified Mohr-Coulomb)模型, 该模型能够较好的模拟包括岩石和土体在内的颗粒类材料。Midas-GTS 三维有限元计算模型如图 12 所示, 模拟分析结果如表 6 所示。

由理正岩土软件、Midas-GTS 有限元数值模拟计算软件反分析结果可知: 模拟所得基坑水平位移、

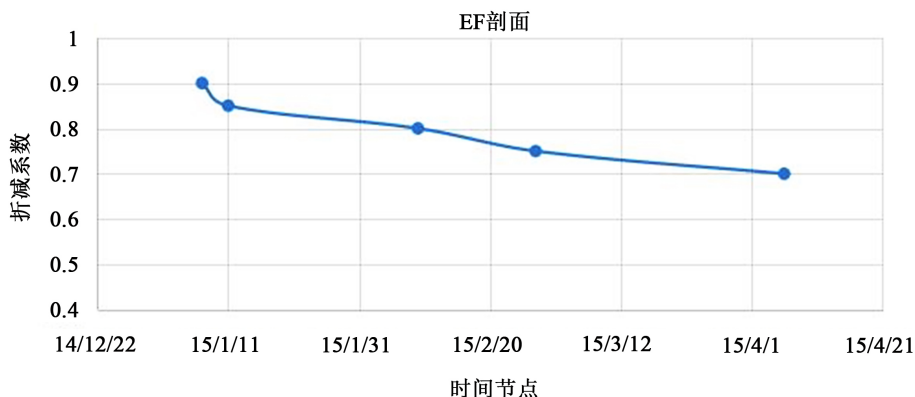


Figure 10. Reduction factor vs. time graph  
图 10. 折减系数与时间的关系曲线图

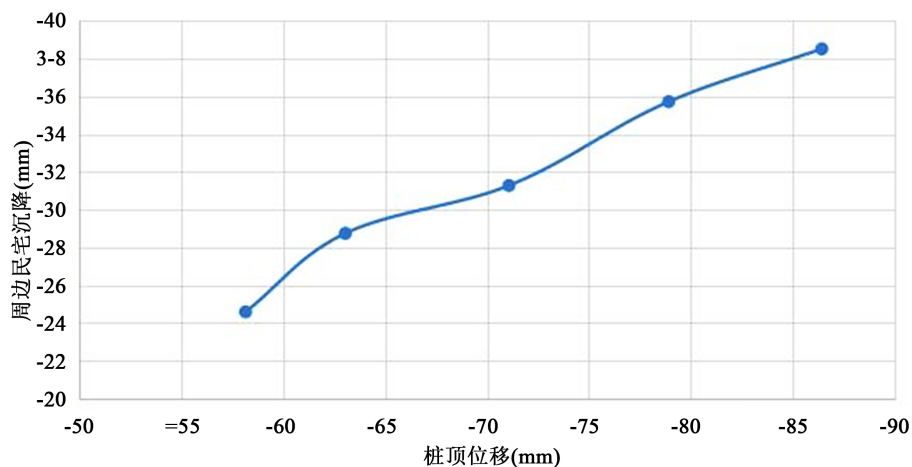


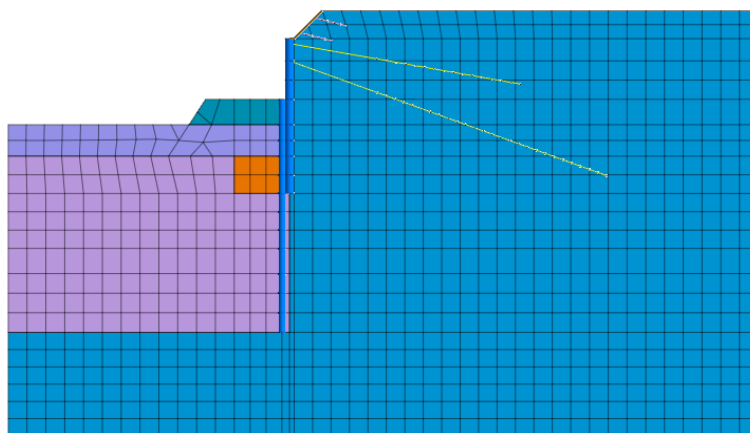
Figure 11. The relationship between residential settlement and pile top displacement in the surrounding area graph  
图 11. 周边民宅沉降与桩顶位移的关系曲线图

**Table 5.** Profile soil parameters table after inversion analysis (EF section)**表 5.** 反演分析后 EF 段剖面土层参数表

状态	土层	粘聚力 $c$ (kPa)	内摩擦角 $\varphi$ (°)	岩土体与锚固体的摩阻力 $\tau$ (kPa)
时刻一	杂填土	7.2	7.2	10.8
	砾质粘性土	18.7	14.4	21.6
	砾砂	0	20.2	33.8
时刻二	杂填土	6.4	6.4	9.6
	砾质粘性土	16.6	12.8	19.2
	砾砂	0	17.9	30.1
时刻三	杂填土	6.2	6.2	9.3
	砾质粘性土	16.1	12.4	18.6
	砾砂	0	17.4	29.1

**Table 6.** Foundation excavation deformation table**表 6.** 基坑开挖模拟结果与监测结果对比表

时间节点	模拟最大水平位移 (mm)	监测最大水平位移 (mm)	偏差	模拟最大竖直沉降 (mm)	监测最大竖直沉降 (mm)	偏差
时刻一	-82.43	-84.79	2.78%	-34.49	-33.51	2.92%
时刻二	-101.15	-101.75	0.59%	-59.68	-58.14	2.65%
时刻三	-113.13	-115.90	2.39%	-68.21	-67.59	0.92%

**Figure 12.** EF section numerical simulation model (backfill pit to 9.5 m depth)**图 12.** EF 剖面数值模拟计算模型(基坑回填至 9.5 m 深度)

竖向沉降位移与实际监测数据较为接近, 且模拟所得位移的变化趋势与实际监测数据的变化趋势也基本吻合, 因此认为以上反演分析得到的 EF 剖面的土层参数与现状实际情况较为接近, 且反演所得土层参数折减系数随时间的变化规律可以用来为 EF 剖面的后续施工的变形和基坑稳定性进行预测分析。

## 5. 基坑后期开挖变形预测

通过理正岩土基坑计算软件与 Midas-GTS 三维有限元数值模拟计算软件对基坑支护工程实际监测数据的模拟分析, 得到了基坑开挖时土层参数随时间的变化规律, 在此基础上, 进一步分析后期施工时基

坑周边的土层参数变化情况, 从而预测基坑的变形、分析评估基坑的安全稳定性。

为了分析基坑 EF 段在回填并加固处理后能否继续开挖至原设计深度并能保证安全性, 本文根据现场施工情况与基坑开挖深度, 考虑完成地下室结构施工所用时间为基坑暴露时间, 分 2 种不同开挖深度、3 个不同时间点共 6 种情况进行模拟分析:

方案一: 基坑保持 9.5 m 深度(加固措施达到时刻二的施工进度, 第 2、3 道的加固锚索未施工)。

- 1) 施工地下室结构用时三个月;
- 2) 施工地下室结构用时六个月;
- 3) 施工地下室结构用时十二个月。

方案二: 基坑开挖至 15.6 m 深度(加固措施已彻底完成施工, 第 2、3 道的加固锚索已施工)。

- 1) 施工地下室结构共用时三个月;
- 2) 施工地下室结构共用时六个月;
- 3) 施工地下室结构共用时十二个月。

为使得以上 6 种情况具有可比性, 本文假定基坑由 9.5 m 深开挖至 15.6 m 深度的用时较短, 这段时间内土体的蠕变量不再考虑, 即忽略基坑下挖过程导致的土层参数变化, 只考虑地下室结构施工到基坑回填这段过程的状况。

结合以上考量, 采用大型三维有限元计算软件对项目基坑两种不同开挖深度(9.5 m 和 15.6 m)的可行性与安全性进行模拟分析。根据上述分析所得土层参数的蠕变规律分析可得: 基坑保持 9.5 m 或开挖至 15.6 m 深度后施工地下室结构并再三个月后、六个月后、十二个月后回填基坑时间段的土层力学折减系数分别为 0.58、0.56、0.53, 对应土层参数详见表 7。

根据上表得到的土层参数, 对以上 6 种情况通过 Midas-GTS 三维有限元数值模拟分析, EF 剖面三维数值计算模型及模拟结果如图 12、图 13、表 8 所示。

由以上模拟分析可见, 若采用方案一保持基坑 9.5 m 深度不变, 则基坑暴露三个月、六个月、十二个月后最大水平位移分别为 -121.09 mm、-134.25 mm、-143.56 mm, 最大竖直位移为 -83.58 mm、-92.55 mm、-104.14 mm; 若采用方案二基坑开挖到 15.6 m 时后暴露三个月、六个月、十二个月后最大水平位移分别为 -139.64 mm、-151.55 mm、-165.25 mm、-179.26 mm, 最大竖直位移为 -93.85 mm、-95.68 mm、-103.45 mm、-115.39 mm。可见采用方案二开挖基坑时较方案一水平位移约大 25% 左右, 竖直位移约大 10% 左右。

Table 7. Post-construction section profile soil parameters table (EF Section)

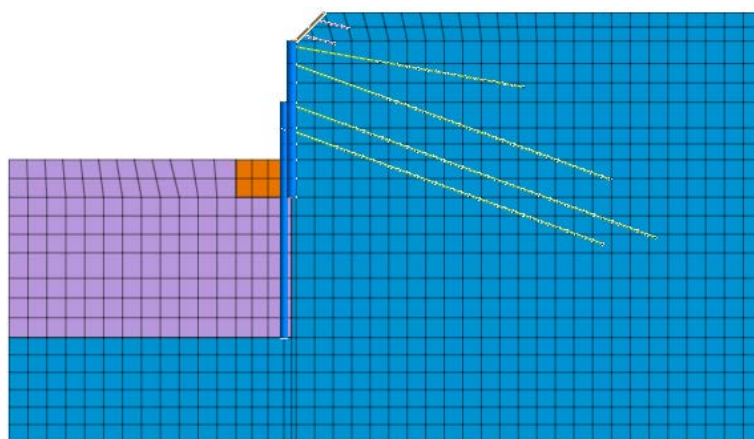
表 7. 土层参数预测表(EF 段)

基坑暴露时间	土层	粘聚力 $c$ (kPa)	内摩擦角 $\varphi$ (°)	岩土体与锚固体的摩阻力 $\tau$ (kPa)
三个月	杂填土	5.8	5.8	8.7
	砾质粘性土	15.1	11.6	17.4
	砾砂	0.0	16.2	27.3
六个月	杂填土	5.6	5.6	8.4
	砾质粘性土	14.56	11.2	16.8
	砾砂	0.0	15.7	26.3
十二个月	杂填土	5.3	5.3	8.0
	砾质粘性土	13.8	10.6	15.9
	砾砂	0.0	14.8	24.9

**Table 8.** Foundation EF section maximum displacement change summary (mm)  
**表 8.** 基坑 EF 段最大位移变化汇总表(mm)

类型	基坑暴露时间	基坑支护最大位移	
		水平位移(TX)	竖向位移(TY)
方案一	三个月	-121.09	-83.58
	六个月	-134.25	-92.55
	十二个月	-143.56	-104.14
	基坑开挖至 15.6 m	-139.64	-93.85
方案二	三个月	-151.55	-95.68
	六个月	-165.25	-103.45
	十二个月	-179.26	-115.39

注：“+”表示水平方向向基坑外，竖向位移为隆起；“-”表示水平方向向基坑内，竖向位移为沉降。



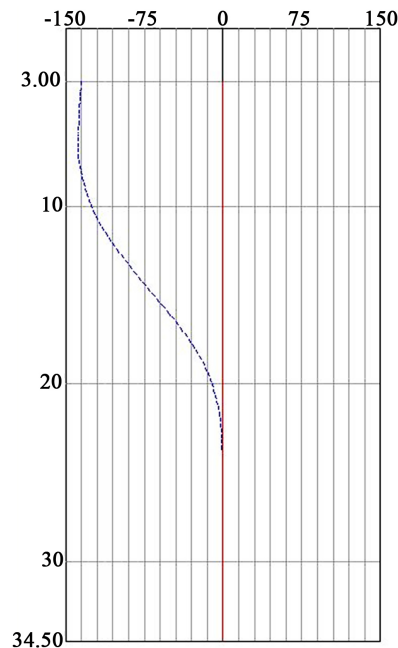
**Figure 13.** EF section numerical simulation model (pit excavation depth of 15.6 m)  
**图 13.** EF 剖面数值模拟计算模型(基坑开挖至 15.6 m 深度)

## 6. 基坑支护结构及周边环境安全稳定性判定

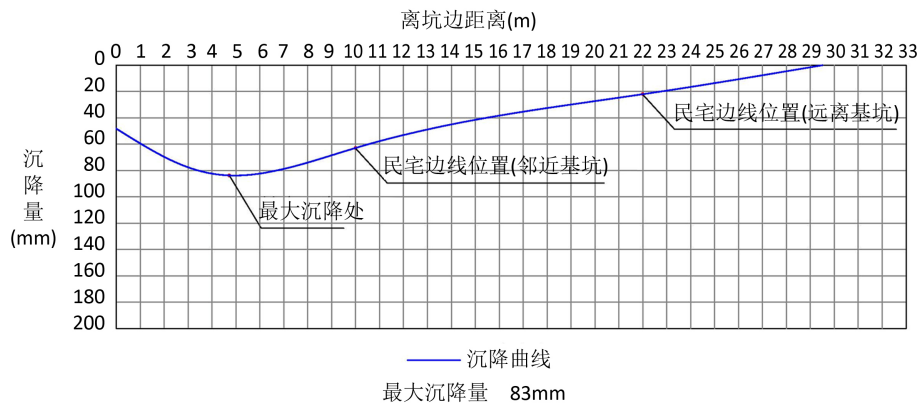
综上所述，该基坑施工工况、周边环境极其复杂，基坑经历开挖—反压—加固—施工停滞等几个阶段后，并且还需继续二次再开挖，因此常规的变形监测控制值已不适用于对本项目基坑安全性的实际评判，需在现有变形基础上提出新的变形控制量。由监测数据可知，本基坑先前虽局部变形较大、周边建筑发生一定程度变形开裂，但经回填反压、加固处理一年后基坑与建筑整体的变形已经显著减小和逐渐收敛，并趋于稳定，且基坑及周边构筑物位移变化速率满足《建筑基坑工程监测技术规范》(GB50497-2009)第 8.0.4 条规定，因此可将基坑支护结构的相对位移增量及总位移的绝对值作为双控制变量进行分析。

由图 10 (周边民宅沉降与桩顶位移的曲线图)可知，民宅沉降与桩顶位移基本呈线性关系，由此可推算得桩顶水平位移 135 mm 左右时，民宅沉降将达到 60 mm，达到《建筑基坑工程监测技术规范》(GB50497-2009)第 8.0.5 条规定极限值 60 mm，此时桩顶水平位移超出现状约 20 mm。

基于基坑完成加固时的支护情况(时刻二，基坑深 9.5 m，见图 12)，采用理正岩土软件对 EF 剖面进行计算得到剖面的桩顶位移图、地表沉降曲线图(详见图 14、图 15)，可知此时基坑顶位移达 136 mm，周边最大地表沉降达 83 mm。同时，由地表沉降曲线图可知距离基坑边线约 10 m、建筑结构宽 12 m 的民宅最大沉降约为 60 mm，沉降差约为 3.5‰，接近《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 5.3.4 条



**Figure 14.** Foundation pit post pile displacement diagram  
**图 14.** 基坑支柱桩位移图



**Figure 15.** Ground subsidence curve around the foundation pit diagram  
**图 15.** 基坑周边地表沉降曲线图

规定的沉降差允许值 4%。

综上所述, 本文基于项目现场实际监测数据(基坑最大水平位移达到 115.90 mm, 最大竖直沉降达到 67.59 mm), 参考《建筑基坑工程监测技术规范》(GB50497-2009)、《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)、《危险房屋鉴定标准》(JGJ-125-1999)等国家与行业规范, 结合合理正岩土计算分析软件与 MIDAS-GTS 三维有限元软件分析计算结果, 认为基坑水平位移的后期增量需严格控制在 20 mm 以内, 沉降的增量需严格控制在 10 mm 以内, 以此为基础确定该基坑的水平位移累计值应严格控制在 130 mm 内、地表沉降累计值应严格控制在 80 mm 内、周边民宅沉降应严格控制在 60 mm 内、周边民宅沉降差应严格控制在 4% 内。

## 7. 结论

基于以上确定的水平位移控制值、地表沉降与建(构)筑物沉降控制值、三维有限元软件模拟结果, 可

知基坑保持 9.5 m 深度不变且在六个月内完成地下室结构施工并实现对基坑回填处理, 则可认为基坑基本在安全允许范围内, 但基坑保持 9.5 m 深度不变却在六个月内未施工完地下室结构、基坑立刻开挖至 15.6 m 深度均属于危险范围, 将会给本基坑和周边建筑物带来极大风险。因此, 本文建议该项目按照二层地下室(基坑深 9.5 m)进行开发, 并在六个月内施工完地下室结构并对基坑回填处理, 在基坑实现完全回填后再对周边民宅进行修复处理, 以此保证基坑本身及周边建(构)筑物的安全。

基于以上建议, 该项目建设单位、设计单位、施工单位均同意基坑保持二层地下室深度(9.5 m)不再开挖, 并在最新建筑设计方案完成后(2017 年 5 月)即刻开工浇筑基础底板、进行地下室结构施工, 同时对基坑位移及周边沉降保持紧密监测。到 2017 年 10 月, 该基坑已全部完成回填, 基坑的水平位移与竖直沉降、周边民宅的沉降值及沉降差均在上述分析预判的控制范围内, 现施工单位正在对周边民宅进行修复处理。

## 参考文献

- [1] 吴朝阳, 李正农, 钟旻. 基于均匀设计的基坑土层参数反演和周边沉降预测[J]. 建筑结构, 2014, 44(3): 84-89.
- [2] 冯俊福, 俞建霖, 杨学林, 龚晓南. 考虑动态因素的深基坑开挖反演分析及预测[J]. 岩土力学, 2005, 26(3): 455-460.
- [3] 朱合华, 杨林德, 桥本正. 深基坑工程动态施工反演分析与变形预报[J]. 岩土工程学报, 1998, 20(4): 33-38.
- [4] 周健, 廖斌, 李业勋, 贾敏才. 全断面基坑开挖过程中位移反演及稳定性分析[J]. 地下空间与工程学报, 2013, 9(5): 1141-1147 + 1154.
- [5] 宋建学, 翟永亮, 莫莉. 基于支撑内力和支护桩位移实测量的 m 值反演[J]. 岩土工程学报, 2010, 32(S1): 156-160.
- [6] 朱合华, 梁九承. 大型深基坑动态施工反演及稳定性分析[J]. 建筑结构学报, 2000, 21(6): 74-79.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3458, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [hjce@hanspub.org](mailto:hjce@hanspub.org)