



2018 第十二届
SUPER PILE WORLD
 国际大口径工程井(桩)
 高峰论坛

时间：2018年10月17-19日

地点：南京·江苏省会议中心（南京市玄武区中山东路307号）

大口径新技术分会场



演讲嘉宾介绍

郑伟锋，河南郑州人，高级工程师。中化岩土集团股份有限公司全资子公司上海远方基础工程有限公司副总工程师 总经理助理 广东分公司总经理。工作期间，先后从事岩土工程设计（基坑、边坡、地基处理）、工程勘察、岩土工程施工工作，并长期在三个工种之间交叉工作，独立完成岩土工程设计300余项、工程勘察14项，50余项岩土工程施工项目。攻读研究生阶段及工作期间，累计发表论文50余篇。获实用新型专利10项，获国家发明专利4项；出版专著一部；主编和参编行业规范8部。



上海远方基础工程有限公司
 Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering CO.,Ltd

某超深基坑大深度嵌硬质岩地下连续墙施工关键技术

汇报人：郑伟锋
 13510089583



上海远方基础工程有限公司
 Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering CO.,Ltd

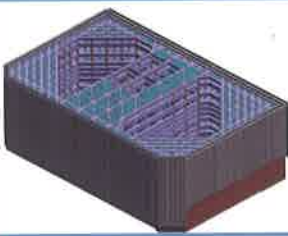
2018年10月18日



上海远方基础工程有限公司
 Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering Co., Ltd.

汇报内容

1. 工程概况
2. 设计重点—变形控制要点
3. 大深度嵌硬质岩地连墙施工
4. 基坑变形主动控制技术展望



一、工程概况

一、工程概况（基本概况）

上海远方基础工程有限公司
 Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering Co., Ltd.



福大中心项目场地位于深圳市南山区白石洲，白石四道与深湾三路交汇处东南侧，总占地面积10376m²。项目规划建设1栋超高层建筑（72F），地上高约400m，拟设置6层地下室。

4

一、工程概况（基本概况）

上海远方基础工程有限公司
 Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering Co., Ltd.



基坑及基坑周边环境概况：

- 1、基坑开挖相对深度约38m和42m，形状呈矩形，基坑支护长约370m，开挖面积约5633m²。
- 2、基坑北侧紧靠地铁11号线和9号线，在本项目红线范围内，北侧地下室外墙距地铁11号线右线隧道结构外边线约3m。
- 3、东侧、南侧、西侧地下室外墙距红线约为3米，场地可利用空间比较狭窄。

5

福大中心项目概况

上海远方基础工程有限公司
 Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering Co., Ltd.



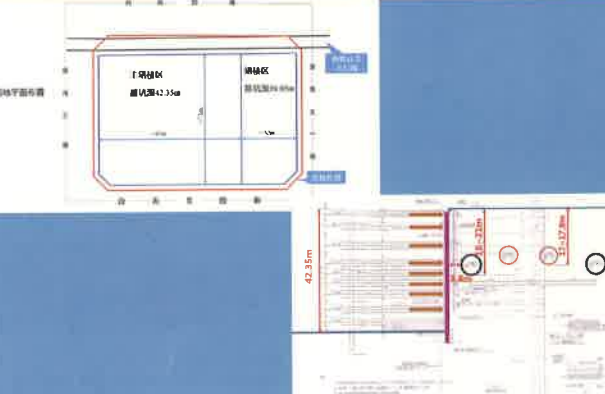
11号线右线
 9号线右线
 9号线左线
 11号线左线

白石四道
 深湾三路

6

一、工程概况（基本概况）

上海远方基础工程有限公司
 Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering Co., Ltd.



11号线右线
 9号线右线
 9号线左线
 11号线左线

7



2018 十二届
SUPER PILE WORLD
国际大口径工程井(桩)
高峰论坛

时间：2018年10月17-19日

地点：南京·江苏省会议中心(南京市玄武区中山东路307号)

一、工程概况(基本情况)

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering CO., Ltd.

场地北侧与地铁位置关系

6

一、工程概况(地质概况)

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering CO., Ltd.

现场照片

层号	土质描述	厚度	备注
①	粉质粘土, 粉砂, N=1.3		
②	填石, 砾石, N=15.1		
③	粉质粘土, 粉砂, N=2.1		
④	粉质粘土, 粉砂, N=2.1		
⑤	粉质粘土, 粉砂, N=9.0		
⑥	粉质粘土, 粉砂, N=15.0		
⑦	粉质粘土, 粉砂, N=2.9		
⑧	粉质粘土, 粉砂, N=12.1		
⑨	全风化粗砂岩, 粉砂岩, N=6.7		
⑩	强风化粗砂岩, 粉砂岩, N=7.1		
⑪	中粗砂岩, 粗砂岩, N=12.1		
⑫	粗砂岩, 粗砂岩, N=12.1		

地质简况

9

一、工程概况(地质概况)

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering CO., Ltd.

北侧地质纵断面

10

二、设计重点—变形控制要点

11

二、设计重点(基坑变形分析)

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering CO., Ltd.

12

二、设计重点(概念设计)

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering CO., Ltd.

2.1 变形控制

基坑开挖深度2倍于地铁隧道埋深, 支护结构与隧道结构相距仅3.8m, 开挖后地铁11号上行线隧道整体处于主动土压力状态时土体的破裂面范围内, 支护结构的变形直接影响隧道结构。控制变形是基坑支护设计重中之重, 支护结构需提供足够的被动刚度或结合主动调节措施来控制变形。

13

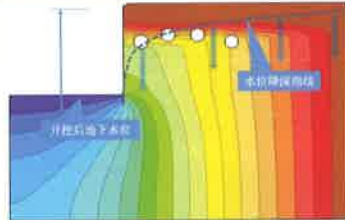


二、设计重点（概念设计）



2.2 地下水水位下降影响控制

基坑开挖后产生最大近40m的水头，且紧邻地铁，坑外地下水水位下降将导致地铁隧道沉降，因此控制基坑外侧地下水位是基坑支护设计的重点之一。



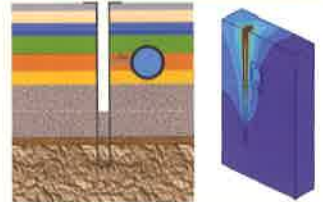
14

二、设计重点（概念设计）



2.3 地连墙成槽施工影响控制

地连墙距隧道结构仅3.8m，且需进入微风化一定深度，施工成槽时间较长，施工时对土体的扰动将对隧道结构产生影响，因此控制地连墙成槽施工对地铁隧道的影响也是基坑支护设计的重点之一。

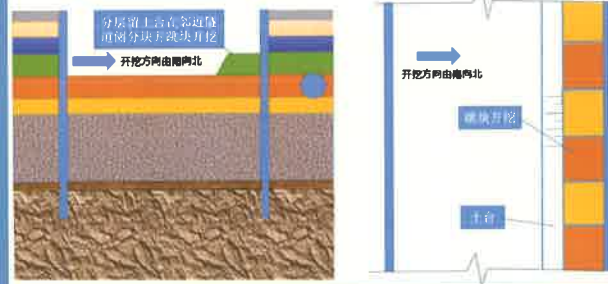


15

二、设计重点（概念设计）

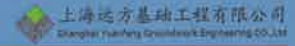


(1) 土方开挖原则：土方由南向北进行开挖，在邻近地铁侧采用分块并跳块开挖。



16

二、设计重点（方案必选）



总体设计思路

- ◆ 变形控制设计
- ◆ 地下水水位下降控制措施
- ◆ 地下连续墙成槽施工影响控制措施

(1) 围护结构

围护结构采用地下连续墙，进入坑底下微风化层一定深度，临近地铁区段1.5m厚，其他区段1.2m厚。

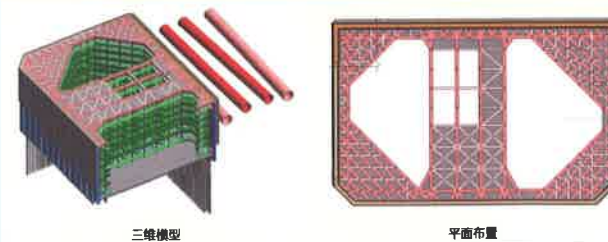
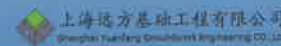
(2) 内支撑结构

方案一：传统钢筋混凝土内支撑方案，设9道支撑。

方案二：基坑变形主动控制方案，设8道支撑，其中第3-7道设轴力伺服系统。

17

二、设计重点（方案必选）

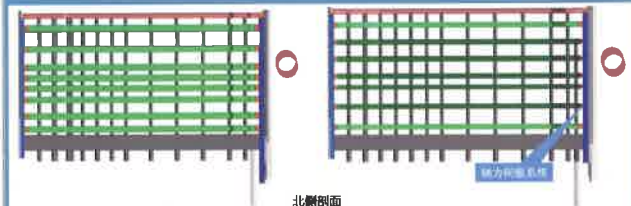


三维模型

平面布置

18

二、设计重点（方案必选）



北-南剖面

方案一：传统钢筋混凝土内支撑（9道支撑）

依靠足够的支撑刚度限制基坑的变形，是被动式的变形控制方案。

方案二：钢筋混凝土内支撑+轴力伺服系统（8道支撑）

在内支撑上设置轴力伺服系统，根据基坑及周边环境的变形进行轴力补偿及调控变形，是主动式变形控制方案。

19



2018 第十二届
SUPER PILE WORLD
国际大口径工程井(桩)
高峰论坛

时间: 2018年10月17-19日

地点: 南京·江苏省会议中心(南京市玄武区中山东路307号)

二、设计重点 (设计分析)

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering Co., Ltd.

20

二、设计重点 (设计分析)

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering Co., Ltd.

(1) 考虑地铁运营时地铁的影响

无隔桩时, 地铁荷载对桩位影响基本是对称的, 有隔桩时, 荷载对桩位的影响明显被削弱, 隔桩中的计算最大变形是侧向的。

由上述比较, 在地铁与桩基之间设置隔桩后, 桩基施工阶段桩基的变形明显减小。

(2) 考虑地铁运营时地铁的影响

考虑地铁运营时, 地铁荷载对桩基的影响, 在隔桩时, 荷载对桩基的影响明显被削弱, 隔桩中的计算最大变形是侧向的, 在地铁与桩基之间设置隔桩后, 桩基施工阶段桩基的变形明显减小。

21

二、设计重点 (设计分析)

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering Co., Ltd.

项目	计算结果	备注
无隔桩时	4.62	
有隔桩时	1.54	
有隔桩(折减)时	9.57	
有隔桩(折减)时	2.73	

分析结果显示, 采用隔桩后可明显阻断大部分槽壁变形对地铁的影响, 说明了设置隔桩的有效性和必要性。地连墙应就槽快速施工成槽, 并预先加固地连墙两侧土体, 以超前护槽。

施工顺序: 截型桩—隔桩—超前护槽—连续墙

22

二、设计重点 (设计分析)

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering Co., Ltd.

地下水渗流分析

分析模型

流场图

23

二、设计重点 (设计分析)

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering Co., Ltd.

项目	计算结果	备注
最大水平变形	10.88	
最大竖向变形	9.77	
最大水平变形	8.90	
最大竖向变形	5.00	

根据渗流分析, 地下水控制采取以下措施:

- (1) 地连墙进入微风化层, 墙底及墙侧接头处后注浆;
- (2) 在基坑底以下微风化层内, 采取基岩注浆措施以形成足够深的截水帷幕;
- (3) 水位监测及回灌。

24

二、设计重点

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering Co., Ltd.

分析方法	支撑方案	项目	地下连续墙		隔桩		备注
			11号线	9号线	11号线	9号线	
有限元分析法	方案一	最大水平变形 (mm)	10.88	9.77	8.90	5.00	满足
		最大竖向变形 (mm)	21154kN/m	332.5	7.86	3.89	满足
	方案二	最大水平变形 (mm)	5.75	5.10	4.09	2.80	满足
		最大竖向变形 (mm)	22051kN/m	320.3			
弹壳软件计算	方案一	最大水平变形 (mm)	19.85				
		最大竖向变形 (mm)	26211kN/m				
	方案二	最大水平变形 (mm)	4.86				
		最大竖向变形 (mm)	28811kN/m				
有限元软件计算	方案一	最大水平变形 (mm)	17.40				
	方案二	最大水平变形 (mm)	11.40				

结果显示: 与方案一相比, 方案二在减少了一道支撑同时支撑结构的截面减小的情况下, 支护结构的内力(弯矩)增加很小, 而支护结构及围护结构的变形显著减小, 方案二通过增设支撑轴力的内支撑刚度辅助的控制变形, 方案二通过增设支撑轴力内支撑, 对围护结构具体情况主动调节轴力和变形。

由于本基坑超深、距地铁越近而变形控制严格, 设计方案推荐采用方案二。

25



2018 第十二届 SUPER PILE WORLD 国际大口径工程井(桩) 高峰论坛

时间：2018年10月17-19日

地点：南京·江苏省会议中心（南京市玄武区中山东路307号）

二、设计重点（最终方案）

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering CO., Ltd

本工程基坑支护设计采用地下连续墙+基坑变形主动控制方案（包含8道内支撑以及370m地连墙）。本工程基坑支护安全等级为一级，基坑设计使用年限为2年。

平面布置

26

二、设计重点（最终方案）

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering CO., Ltd

27

三、大深度嵌硬质岩地连墙施工

三、大深度嵌硬质岩地连墙施工

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering CO., Ltd

基坑围护结构采用1200mm和1500mm厚地下连续墙，设计深度从44m~82m不等，幅宽以6.0m和4.0m为主。局部地连墙伸入中风化花岗岩层顶部，大部分深入微风化花岗岩，所遇微风化深度范围为2.5m~12.5米不等，岩面起伏深度较大，且上部土层存在较厚孤石层，整个施工区域入岩方量大，单幅地连墙超大、超深。

解决措施：

- （1）先采用旋喷桩进行地连墙两侧土体加固——避免槽壁坍塌；
- （2）旋挖钻机引孔，再成槽机抓土，再铣槽——克服硬岩；
- （3）遇到孤石层时，使用铣槽机进行铣挖，然后用成槽机施工至入岩土层，再使用铣槽机成槽——克服超大孤石；
- （4）超大超长钢筋笼吊装：采用一台300吨、一台160吨两台超大履带吊配合起吊入槽。

29

三、大深度嵌硬质岩地连墙施工

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering CO., Ltd

地连墙施工部署（合理规划，避免机械设备扎堆）：

30

三、大深度嵌硬质岩地连墙施工

上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering CO., Ltd

31

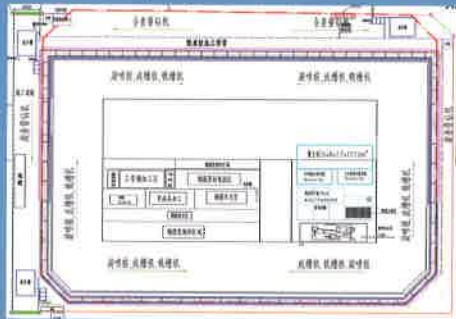


2018 第十二届
SUPER PILE WORLD
 国际大口径工程井(桩)
 高峰论坛

时间：2018年10月17-19日

地点：南京·江苏省会议中心（南京市玄武区中山东路307号）

三、大深度嵌硬质地连墙施工-现场布置



32

现场平面三维布置



基坑支护阶段三维布置

33

现场平面三维布置



基坑支护阶段三维布置

34

现场平面三维布置



35

现场照片

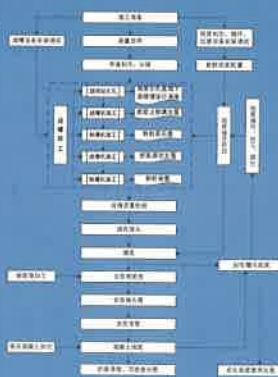


36

三、大深度嵌硬质地连墙施工

地连墙施工流程：

旋挖钻机引孔，再成槽机抓土，再铣槽——克服硬岩；
 遇到孤石层时，使用铣槽机进行铣挖，然后用成槽机施工至入岩土层，再使用铣槽机成槽——克服超大孤石；



37



2018 第十二届
SUPER PILE WORLD
国际大口径工程井(桩)
高峰论坛

时间：2018年10月17-19日

地点：南京·江苏省会议中心（南京市玄武区中山东路307号）

三、大深度嵌硬质地连续墙施工



地下连续墙施工——旋挖机引孔：

本项目入岩深度较大，为了保证施工进度以及成槽质量，在铣槽机施工之前，预先使用旋挖机进行引孔。

引孔示意图：

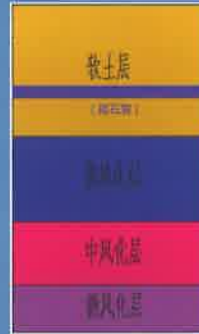


38

三、大深度嵌硬质地连续墙施工



• 液压成槽机 •



遇到孤石层时，使用铣槽机进行铣挖，然后用成槽机施工至入岩土层，再使用铣槽机成槽——克服大孤石。



• 铣槽机 •

39

现场照片



40

现场照片



41

现场照片



42

现场照片



43




2018 第十二届
SUPER PILE WORLD
国际大口径工程井（桩）
高峰论坛

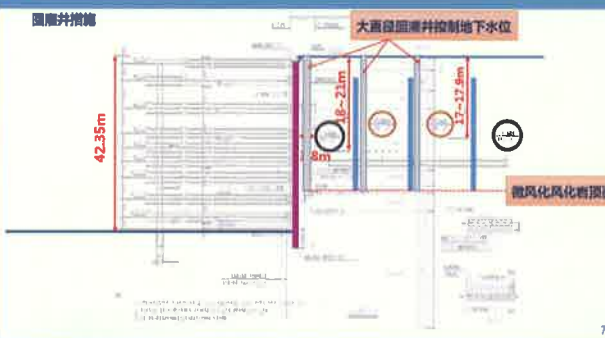
时间：2018年10月17-19日

地点：南京·江苏省会议中心（南京市玄武区中山东路307号）

四、基坑变形主动控制技术展望

四、基坑变形主动控制技术展望  上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Foundation Engineering Co., Ltd.


圈梁井措施



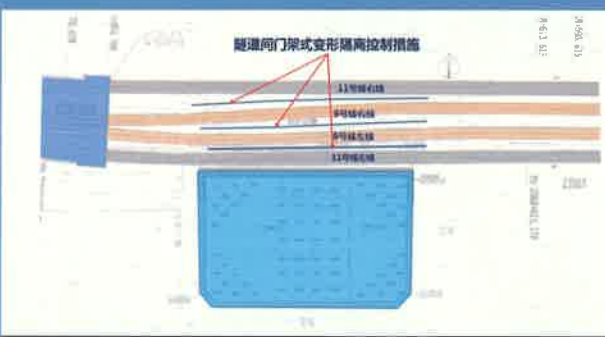
大直径圆管井控制地下水位

微风化风化岩界面

45

四、基坑变形主动控制技术展望  上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Foundation Engineering Co., Ltd.

隧道门架式变形隔离控制措施



33号锚杆

中隔板

衬砌止水带

11号锚杆

46

四、基坑变形主动控制技术展望  上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Foundation Engineering Co., Ltd.


隧道门架式变形隔离控制措施



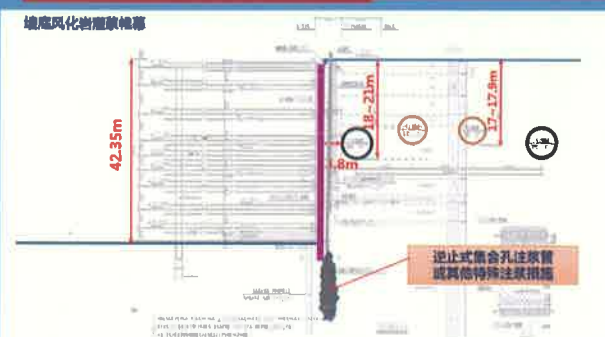
混凝土咬合桩门架隔高保护措施

中风化岩面

47


四、基坑变形主动控制技术展望  上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Foundation Engineering Co., Ltd.

微风化风化岩面帷幕




逆止式嵌合孔注浆管
或其他特殊注浆措施

48

四、基坑变形主动控制技术展望  上海远方基础工程有限公司
Shanghai Yuanfang Foundation Engineering Co., Ltd.

地下连续墙墙底及接头处理



槽间止水钢板
或止水胶条

接头及墙底注浆

立面示意图

49



2018 第十二届
SUPER PILE WORLD
国际大口径工程井(桩)
高峰论坛

时间：2018年10月17-19日

地点：南京·江苏省会议中心（南京市玄武区中山东路307号）

四、基坑变形主动控制技术展望



连续墙采用新型止水接头



止水钢板或止水胶条板槽

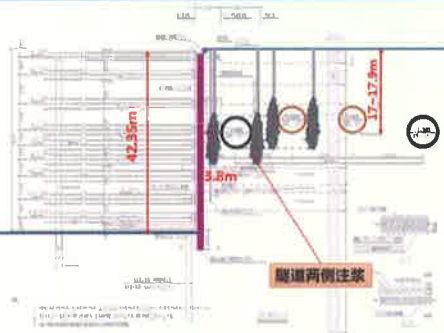


50

四、基坑变形主动控制技术展望



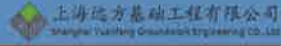
隧道侧面注浆



隧道两侧注浆

51

四、基坑变形主动控制技术展望



紧邻地铁隧道超深基坑变形状态主动控制成套技术



52

感谢专家领导批评指正！



汇报人：郑伟峰
13510869583

上海远方基础工程有限公司
2018年10月18日

53