

# 中关村论坛永久会址主会场项目基坑工程绿色建造技术

孙光月

中街（北京）开发建设有限公司

**摘要：**在中关村论坛永久会址主会场项目基坑工程建造过程中，为保护地铁及周边地下管线，保证项目顺利实施，采用了一系列绿色环保的建造技术，主要包括地铁保护区基坑支护技术、可回收锚杆技术、基于北斗的基坑变形自动化监测技术等。本文对以上技术的应用情况进行详细介绍，供相关工程参考。

**关键词：**基坑；地下连续墙；可回收锚索；地铁保护

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.07.014

中关村论坛永久会址主会场项目为北京市2022年度市级重点工程，该项目具有工期紧、任务重、周边环境复杂等特点，给基坑支护施工带来一系列困难。通过采取先进的基坑支护施工技术，在保证安全的同时，圆满

按计划完成了本项目基坑工程的施工工作，为下一步地下主体结构施工奠定了坚实的基础。

本文对中关村论坛永久会址主会场项目基坑建造过程中采用的各项先进技术进行介绍，供相关工程参考。

## 一、项目概况

### （一）项目周边环境

中关村论坛永久会址主会场项目位于北京市海淀区，为地下二层、地上一层结构，底板埋深10.95m。本工程基坑西侧为地铁16号线隧道区间，为既有运营线路。地铁隧道埋深25m，距本项目最近水平距离约27.4米。场地东侧为万泉河路，距离基坑较近的管线有DN1600自来水主管，距基坑约9.33m，DN500中高压燃气主管，距基坑约5m左右。南侧为新建宫门路，距离基坑较近的管线有DN400上水管线，距离约20.5m。

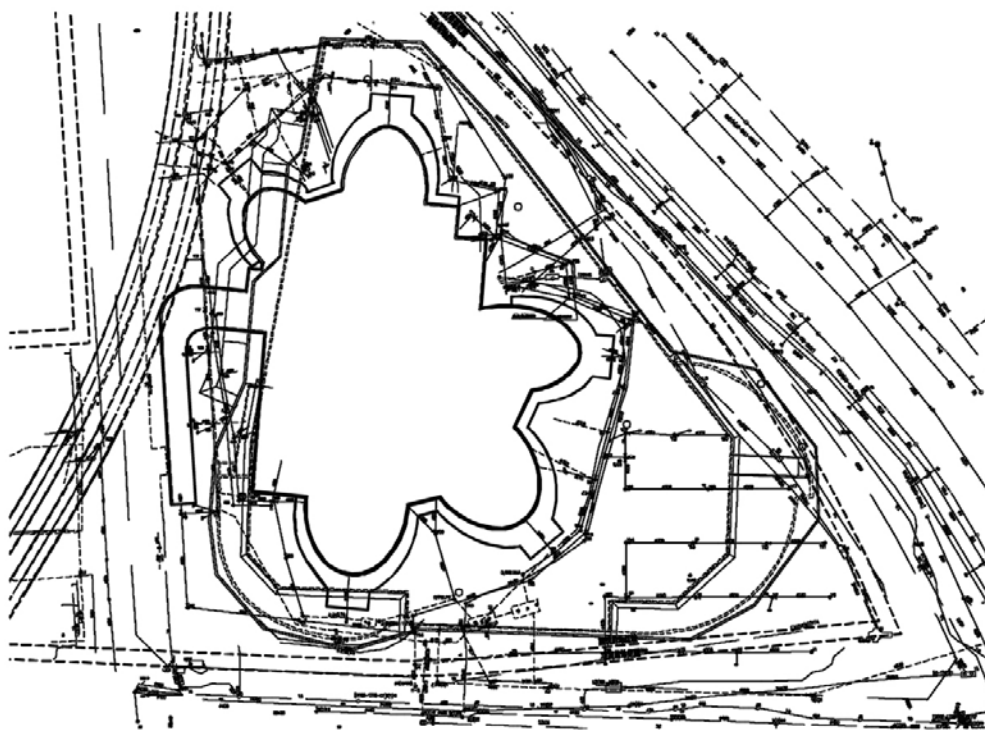


图1 场地条件

### （二）地质条件

本项目场地内表层为人工堆积的房渣土①层及粉质黏土素填土，以下为新近沉积的圆砾、卵石②层，再下为第四纪沉积层粉质黏土③层，粉土④层，粉质黏土⑤层，卵石⑥层，黏土⑦层，卵石⑧层。其中本项目基底位于粉质黏土③层内，地铁隧道位于卵石⑥层内。

本工程勘察期间于钻孔中量测到3层地下水。其中第一层潜水稳定水位埋深4.60m~6.20m，第二层潜水10.00m~10.30m，第三层承压水埋深11.60m~12.30m。

表1 地下水位情况

序号	地下水类型	地下水稳定水位（承压水测压水头）		主要含水层
		水位埋深（m）	水位标高（m）	
1	潜水	4.60-6.20	39.94-42.01	圆砾-卵石②层及细砂② <sub>1</sub> 层。
2	层间水（具承压性）	10.00-10.30	36.26-36.61	砂质粉土、黏质粉土④层。
2	承压水	11.60-12.30	34.26-35.01	卵石⑧层。

基坑深度为10.95m，基底位于③1潜水含水层中。

### 二、地铁保护区基坑支护技术

本项目紧邻地铁16号线西苑站~万泉河桥站区间，该线路为运营线路。因此，地铁保护是本项目基坑建造

过程中的重中之重。为保证地铁运营的绝对安全，主要采用了以下技术措施：

(一) 采用地下连续墙+两道锚索的支护方案

本项目地连墙厚度600mm，长14.95m，其中配筋段长14.45m。设两道预应力锚杆，水平间距1.5m，如图2所示。

本项目后期有众多管线穿墙进入地下结构，这些管线的埋深绝大多数都是2.0m以浅。如果地连墙墙顶设置在地面，则后期小市政施工时需要破除地连墙，施工难度大，且产生大量建筑垃圾，不符合绿色发展的理念。故本项目地下连续墙墙顶位于地面以下2.0m，避免了后期破墙。

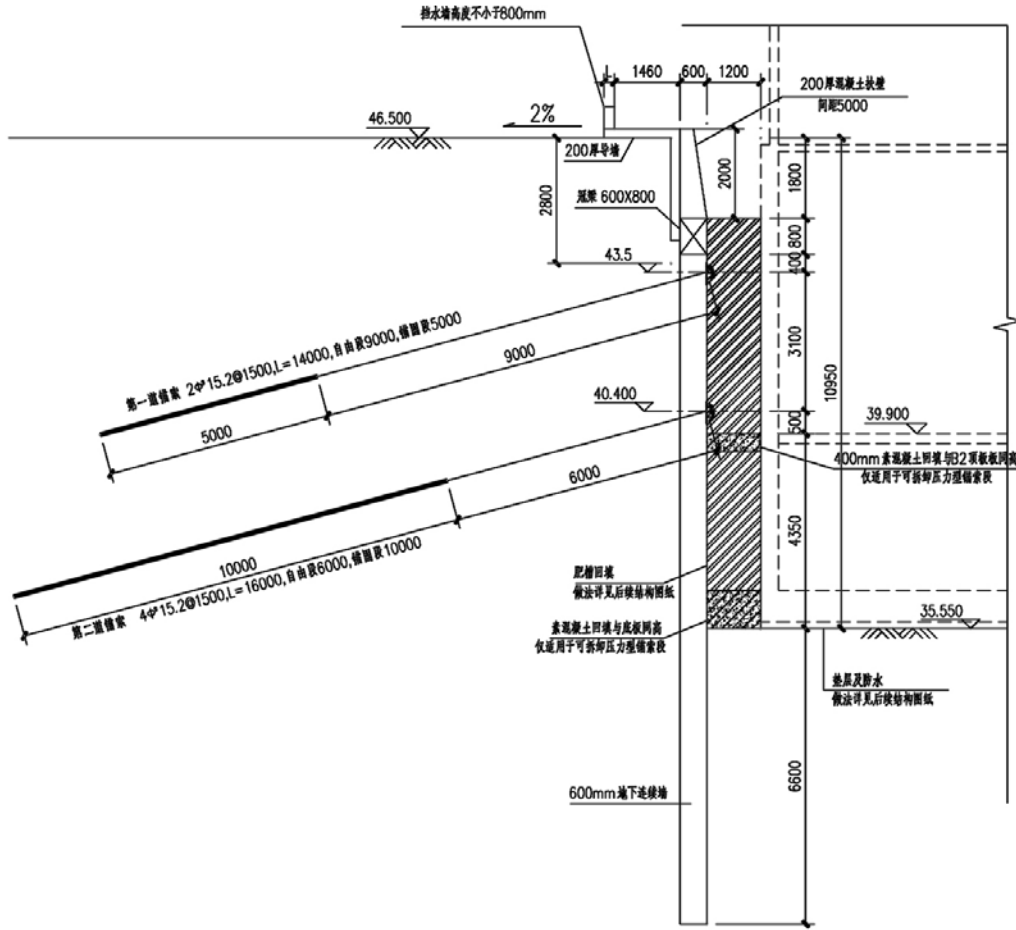


图2 基坑支护剖面图

(二) 基坑施工对地铁影响的安全评估技术

通过收集、整理和分析各种地质、设计和现状调查、检测资料，运用数值分析、工程类比和专家评议等多种方法，委托专业单位，对施工引起既有地铁区间结构的变形进行了预测，在此基础上评价既有结构的安全性，为本项目基坑施工指明了控制要点。根据评估单位的建议，主要的地铁保护措施包括：

1) 为防止回填土地段成槽施工槽壁发生塌孔，对地连墙两侧槽壁土体进行加固，回填时填料掺入7%的水泥并分层压实；

2) 地连墙施工根据槽段划分采用跳挖法，成槽后尽快浇筑，后续槽段应在前序槽段灌注砼48小时后施工。

3) 施作靠近地铁一侧的地下连续墙时，循环泥浆比重不大于1.20，避免压力过大，造成地铁管片渗漏。同时地下连续墙成槽过程中对地铁区间进行巡视，发现

管片渗漏时立即停止施工。

4) 施工中加强对既有地铁的监测，并及时反馈。

(三) 锚杆优化技术

本项目距离地铁距离约30m，如采用常用的直径150mm的杆体，则锚杆长度需20m以上，距地铁隧道距离不足10m。为保证地铁安全，采用了直径200mm的锚杆，长度14m~16m，增大了与地铁隧道的距离。同时，施工时采用了以下地铁保护措施：

1) 选择对土体扰动小的工艺，采用套管跟进避免塌孔，成孔后及时注浆，以最大程度降低对周边地层的影响。锚杆施工时采用隔一跳一法，相邻锚杆施工时间间隔不少于48小时。

2) 为避免锚杆机械施工造成地下管线的破坏，锚杆施工时需降低钻进速度，遇到特殊情况立即停止，通知技术人员到场查明情况后方可继续施工。

3) 通过对预应力锚杆拉力定期监测，随时掌控预

应力锚索应力损失情况，并及时进行预应力补偿。在土方开挖时安排专人盯守挖掘机，保护预应力锚杆，以免受到碰撞和破坏。

### 三、可回收锚杆技术

本项目采用地源热泵供暖形势，后期在需基坑周边设置地源热泵井，深度约100m，间距2.0m。锚杆的施

工，会影响地源热泵井的施工。为保证地源热泵及其他附属设施顺利施工，减少地下障碍物，本工程采用了可回收锚杆技术。待主体地下结构完成后，随着肥槽回填，对基坑锚索进行了拆卸，回收。可回收锚杆大样图如下图所示。

本次采用的可回收锚杆为机械式解锁装置，钢绞线

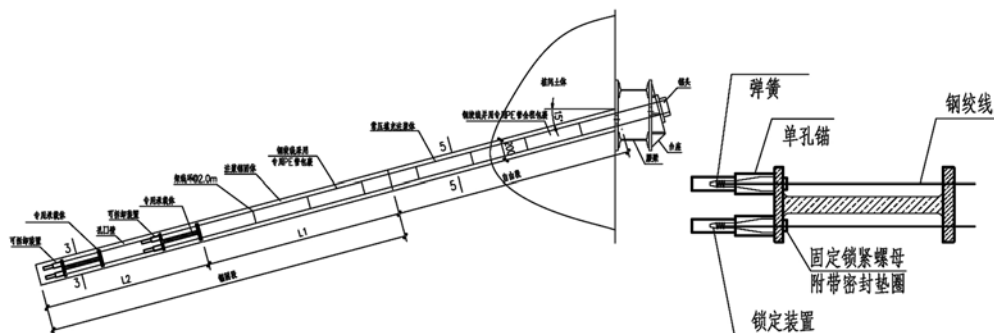


图3 可回收锚索大样图

全长无黏结。施工技术要点包括：

- 1) 锚杆杆体为成品，打开时避免钢绞线向外摊开伤人。
  - 2) 施工前需要检查锚钢绞线外侧的PE管/索注浆管是否存在破损状态，如有可用胶布进行密封处理。
  - 3) 锚索下放至设计孔深后，向外拔出500mm，确保锚索最下端埋置于水泥浆中，提高抗拔力。
  - 4) 锚索杆体配带有注浆管，使用配套的注浆机接头，由孔口注浆。注浆分三次，第一次常压注浆，间隔1小时进行压力注浆直至孔口返浆，最后进行孔口补浆。
  - 5) 下锚之前锚索PE管的检查，下锚顺利，注浆饱满，需要重点关注。
- 根据本项目经验，该类锚索回收成功率在85%以上，满足要求。

### 四、基于北斗的基坑自动化监测技术

为保证项目本身及周边设施安全，除常规基坑变形监测项目外，本项目采用自动化监测设备。

本基坑自动化变形监测高精度位移传感器基于北斗定位技术，安装在基坑冠梁顶部，监测基坑边坡的水平垂直位移，通过数据传输子系统，将数据传输到云端，在云端完成基坑位移数据处理，最终在Web端和智能手机端完成监测结果的展示。可实现基坑监测自动化、可视化及远程控制。

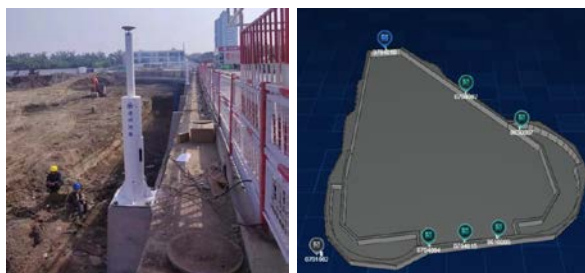


图4 北斗监测设备及软件平台

### 五、小结

(1) 基坑工程绿色建造技术必须满足使用功能要求，能够保证周边环境的安全，同时减少后期施工阶段的地下障碍物和建筑垃圾。

(2) 可回收锚索是一项重要的绿色建造技术，应大力提高其市场使用率。

(3) 自动化监测对于基坑工程的安全具有重要意义，是一项绿色低碳技术。

### 参考文献

[1] 油新华, 徐良平, 平洋, 郑立宁, 宋福渊, 耿冬青. 双碳背景下岩土工程绿色建造理念与技术实践[J]. 建筑技术, 2022, 53(06): 773-776.

[2] 郑刚, 王若展, 程雪松, 雷亚伟, 李溪源, 周强. 多道锚杆基坑局部锚杆失效引发连续破坏的机理与控制[J]. 岩土工程学报: 1-10.

[3] 张淳勳, 赵春峰, 江天, 李金洋, 刘瑶. 软土地区深基坑绿色支护设计施工关键技术研究[J]. 智能建筑, 2022, (02): 41-43.

[4] 卫强伟. 丁各庄公租房项目绿色建造施工研究与应用[A]. 中国土木工程学会总工程师工作委员会. 中国土木工程学会总工程师工作委员会2021年度学术年会暨首届总工论坛会议论文集[C]. 中国土木工程学会总工程师工作委员会: 施工技术编辑部, 2021: 62-65.

[5] 薛峰, 凌苏扬, 崔德鑫. 绿色建造全过程一体化协同设计方法[J]. 施工技术(中英文), 2021, 50(13): 113-117.

[6] 朱毅敏. 复杂环境深基坑变形控制机理及施工关键技术研究. 上海市, 上海建工一建集团有限公司, 2020-12-29.

[7] 王炳华. 半成岩地层明暗挖结合超深地铁车站绿色建造关键技术研究. 广西壮族自治区, 南宁轨道交通集团有限责任公司, 2020-03-04.

[8] 万学林, 宋志, 杜鹏飞, 吴泉君, 章伯阳. 绿色可周转深基坑钢坡道应用技术[J]. 建筑施工, 2020, 42(02): 255-257.