

可回收锚杆在深基坑工程中的应用

罗来兵,童寅,叶子剑,吕连勋

(北京市勘察设计院有限公司,北京 100038)

摘要:基坑工程回填后,留弃于附近地层中的锚杆导致了极大的材料浪费与地下污染,而且易成为邻近区域后续工程建设的障碍。随着地下空间的充分开发以及人们对地下产权保护意识的逐渐加强,可回收锚杆成为解决这一问题的新技术。以北京市某邻近地铁车站深基坑工程为背景,详细介绍了邻近地铁车站深基坑工程中可回收型锚杆的设计、施工工艺及技术要求,并结合现场监测数据进行了可回收锚索的适用性评价,为以后类似工程提供参考和借鉴。

关键词:基坑工程;围护结构;可回收锚杆;邻近地铁;监测

中图分类号: TU 942

文献标志码: B

文章编号: 1009-7767(2016)06-0146-04

Application of Recoverable Anchor Rod in Deep Foundation Pit Works

Luo Laibing, Tong Yin, Ye Zijian, Lü Lianxun

锚杆(索)加固技术作为一种成熟的地下工程支护手段,被广泛应用于基坑支护加固工程中^[1-2]。由于普通锚杆不具有回收功能,基坑回填后其只能留弃于地下,造成了极大的材料浪费与地下污染。此外,施工至基坑外侧的锚杆超出该次施工红线范围,侵占了附近结构的地下区域,成为后续工程建设的地下障碍。特别是靠近城市地铁车站或区间隧道的深基坑工程,如果使用普通锚杆支护,必将造成非常棘手的困难^[3]。

随着地下空间的充分开发以及人们对地下产权保护意识的逐渐加强,近几年出现了较多采用可回收锚杆进行的试验与理论研究^[4-5],但目前应用这种新技术的案例还不是很多,也没有特定规范、规程作为技术指导,其实际支护效果与可回收程度有待进一步评价。笔者以北京某项目深基坑工程为实例,详细介绍了在邻近地铁车站深基坑工程中可回收型锚杆的设计、施工技术要求,并结合现场监测数据开展了可回收锚杆的适用性评价。

1 工程概况

1.1 工程及周边环境

某项目工程场地位于北京市丰台区丽泽金融商务区,规划范围东至骆驼湾东路,南至骆驼湾南路,西至丽泽中二路,北至丽泽路,是集公务、商业于一体的大型超高层建筑,结构高度 196.5 m,基坑深度 21.68 m。

拟建场区紧邻待建地铁 14 号线及 16 号线的丽

泽商务区站。其中,14 号线车站位于场区北侧,结构底板埋深 19.88 m,项目主体结构与车站结构间距仅 1.0 m; 16 号线车站位于场区东侧,结构底板埋深 27.9 m,建筑主体与车站结构间距仅 3.7 m。某工程项目与周边地铁的平面位置关系见图 1。

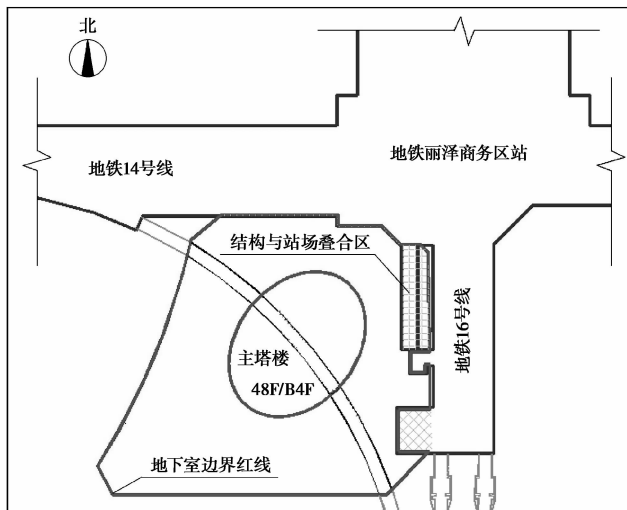


图 1 某工程项目与周边地铁平面位置关系

1.2 地质水文条件

工程场区 70.0 m 勘探深度区域内的地层包括堆积层、新近沉积层、第四纪沉积层及古近纪沉积岩层共 4 种。地层 40.0 m 深度区域内的第四纪松散沉积层

中主要分布有1层地下水,类型为潜水,一般赋存于砂、卵石层⑤中。该层地下水稳定水位标高在21.6~22.0 m,埋深22.2~23.0 m,位于坑底以下。

2 基坑支护方案设计

2.1 围护结构设计

基坑围护结构是临时性支护措施,设计使用年限不超过1年,侧壁安全等级取1级, γ_0 取1.1。按照结构设计条件、基坑各部位地质条件、周围环境和场地使用条件等不同情况综合考虑,将整个基坑分为东侧、西侧、南侧、北侧共4个支护段。

该工程先于地铁车站施工,根据地铁建设方的要求,与地铁相邻一侧的锚杆在地铁施工时须拆除,以保证地铁结构基础及抗浮桩等的施工安全,故基坑北侧、东侧围护结构采用“钻孔灌注桩+可回收预应力锚杆”的支护形式,另外两侧采用普通桩锚支护。支护桩桩径取800 mm,间距1.6 m,共打设4排锚杆,直径150 mm。其中,东侧地铁施工基坑比该项目深,考虑后期反向支护,支护桩桩长取32.63 m。北侧、东侧可回收锚杆的设计参数,详见图2、3。

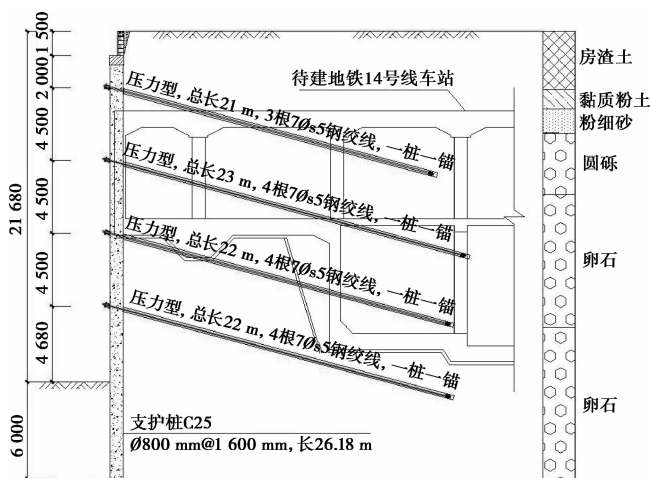


图2 基坑北侧支护剖面图

2.2 地下水降水设计

建筑主楼及地下室基底标高为22.6 m,坑底位于稳定水位以上0.63~0.99 m,不需要进行降水处理;主楼及地下室集水坑、局部地铁联络隧道基底位于稳定水位以下,故施工时只需进行坑内加深部位的局部降水或采取明排措施即可。

3 可回收锚杆施工

3.1 可回收锚杆选用

根据北京地区适用锚杆的特点以及常见可回收

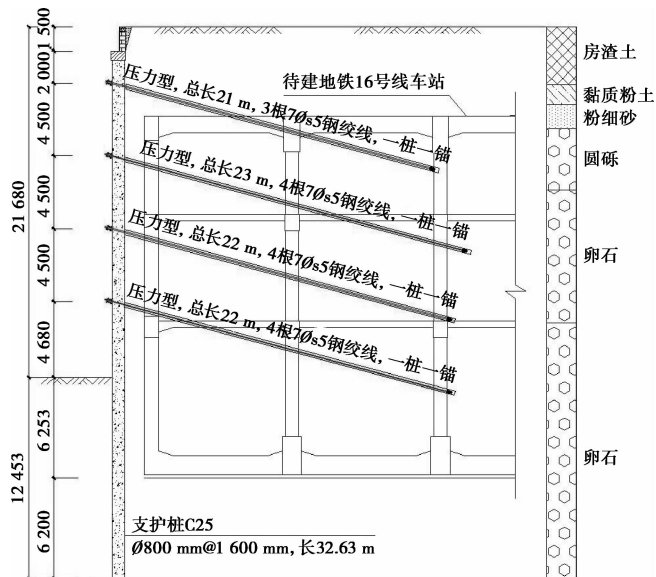


图3 基坑东侧支护剖面图

锚杆的工艺特点,初步选定GG-ECD锚杆、无级调压锚杆及JCE锚杆等多种适合该项目的可回收锚杆。然后,综合对比锚杆的受力形式、回收难度、费用及采购途径等因素,最终选用韩国GG-ECD可回收预应力锚杆(见图4)。



图4 GG-ECD锚杆结构图

该锚杆主要包括锚头、承载体、钢绞线等部分,工作方法是借助特殊的锚具和锁片将钢绞线锁在锚头内,当需要拆除时,剪断钢绞线,顺时针旋转或敲打钢绞线,锁片松开,取出钢绞线。GG-ECD锚杆拆除顺序见图5。

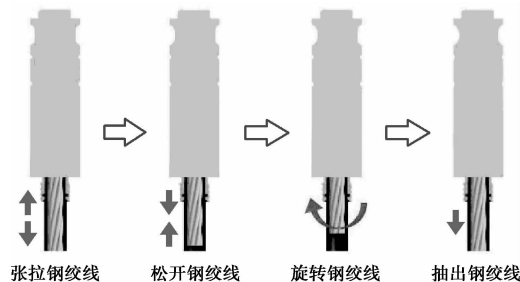


图5 GG-ECD锚杆的拆除顺序

GG-ECD锚杆的优点是:锚杆制作简便,无需借

用特殊制锚设备;施工方便、无需扩孔,选用北京地区常用锚杆钻机成孔即可;回收简单、回收率高,手工即可操作,无须预留过大工作面;既可设成普通压力型也可设成压力分散型,结构受力合理。

3.2 可回收锚杆施工流程

除钻孔、注浆过程外,可回收锚杆与普通锚杆在各施工步骤上均有所不同,其施工流程见图6。

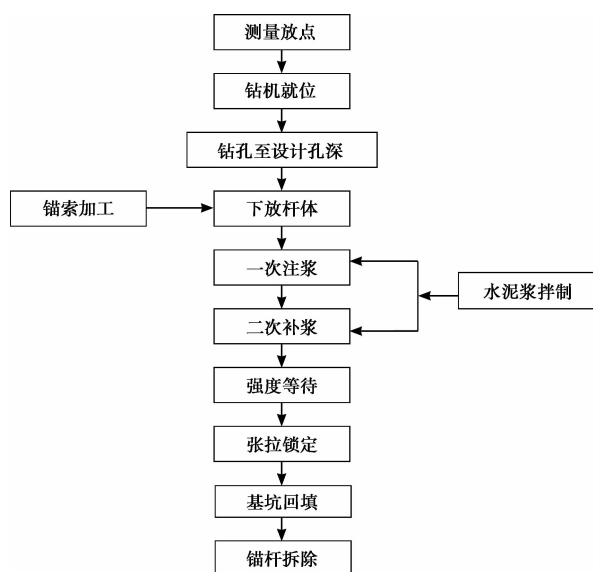


图6 可回收锚杆施工流程图

1) 钻孔。采用全套管跟进钻机钻孔至设计深度,然后清孔至孔内的余泥全部排出,GG-ECD 锚杆钻孔工艺与普通锚杆相同,钻孔直径 150 mm。

2) 杆体制作及安装。杆体使用 7 ϕ s5 无黏结钢绞线,设计为压力分散型,每根锚杆分成 2 级单元,相邻单元长度差 6.0 m,各级单元钢绞线均需在外端头分别做好标记,以便后期张拉。注浆管单独绑扎,端部用胶布密封,杆体每隔 1.5 m 安设 1 个对中支架。

杆体制作与安设应注意以下问题:

- ① 钢绞线要对称布置,后一级单元的 2 根钢绞线要对称绕过前一级单元的承载体;
- ② 钢绞线与锚具接触部位要密封严实,以防注浆时浆液溢入锚具及保护管内;
- ③ 锚具锁片与锚具接触位置保持光滑,以便回收时转动钢绞线带动锁片转动,这是保证钢绞线顺利回收的关键;
- ④ 杆体安装时注意不要损坏外层套管及二次注浆管,以免浆体渗入管内。

3) 注浆。由于该项目中锚杆均处于卵、砾石地层,

为保证注浆效果,采用一次注浆、二次补浆相结合的方式,注浆材料为 P.O 42.5 水泥,水灰比为 0.5~0.55。一次注浆在成孔后进行,洗孔后安设杆体及一次注浆管并注入水泥浆,边注浆、边拔管直至注满钻孔;二次补浆在浆液初凝前开始,从二次注浆管注入,必要时还需实施三次补浆以保证结石体密实。

4) 张拉。锚杆张拉采用差异荷载整体张拉法,即先分组进行差异荷载张拉,补足差异伸长量,再整体张拉。利用公式 $\Delta L = LP/(EA)$,计算出各组伸长值,较长组的伸长值与最短组伸长值的差值即为该组的差异伸长量。由于该项目全部分为 2 个单元组,根据公式计算差异伸长量,先张拉远端单元组,伸长量达到计算的差异伸长量后,再进行整体张拉锁定。

5) 拆卸。地下室回填或采取换撑措施后,需要进行钢绞线的回收作业。GG-ECG 锚杆的回收方式比较简单,只需在卸下外锚具、垫板及腰梁后,顺时针旋转或敲打钢绞线,即可抽出钢绞线。从现场的拆卸试验来看,所有锚杆的钢绞线均能得到回收。实际应用中,由于该项目工作面仅有 800 mm,狭小的空间内难以进行抽拔操作,需要安装定滑轮以方便抽出钢绞线,同时鉴于人工回收钢绞线效率较低,可以借用一些机械设备协助作业。

4 监测及结果分析

为了验证可回收锚杆在该项目中的应用效果,现场施工时进行了基坑北侧、东侧紧邻地铁车站位置的施工过程监测,内容包括地表沉降监测、支护结构水平位移监测、锚杆轴力监测等。

4.1 地表沉降监测

从基坑开挖至变形稳定期间,提取周边地表关键监测点的地表沉降监测结果绘成曲线,见图7。

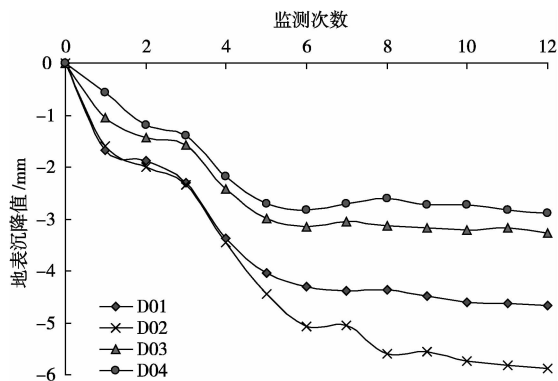


图7 地表沉降监测结果曲线图

从图7可以看出,随着施工过程的进行,各监测

点地层沉降基本呈现逐渐增大的趋势,其中,施工初期的沉降变化较大、沉降速率较快,后期逐步趋于稳定,说明初期开挖是导致地层变形的关键步序。各监测点地表最大沉降值为 5.88 mm,变形较小,且小于规范及设计要求,达到了控制变形及保证基坑安全的要求。

4.2 支护结构水平位移监测

图 8 为支护结构水平位移监测结果曲线图。

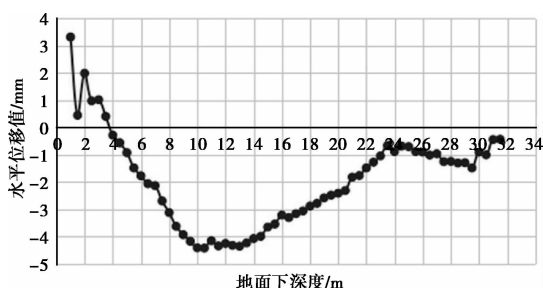


图 8 支护结构水平位移监测结果曲线图

从图 8 可以看出,随着支护深度加深,支护结构水平位移先增大、后减小,最后逐渐趋于稳定。总体而言,结构的水平位移较小,最大值仅为 -4.4 mm(负值表示向坑内位移),发生在基坑深度 10 m 左右处,满足规范变形要求。

4.3 锚杆轴力监测

图 9 为锚杆施工过程中,某监测断面 4 排可回收预应力锚杆的轴力变化曲线图;图 10 是锚杆张拉完成后,各监测断面锚杆轴力累计曲线图。

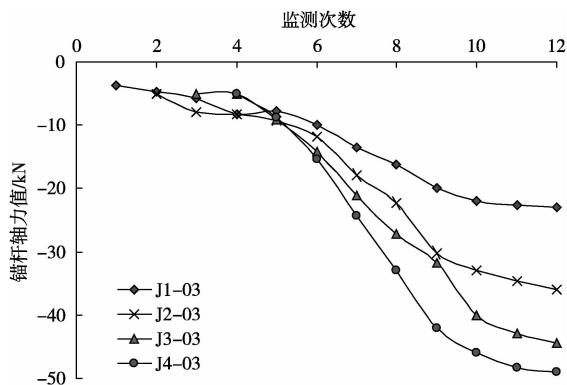


图 9 可回收预应力锚杆轴力变化曲线图

从图 9 可以看出,不同锚杆的初次张拉轴力较为稳定,一般在 3~5 kN 左右,各排锚杆基本上都是随时间变化拉力逐渐增加,而后趋于稳定,且第 1 排锚杆轴力变化值要小于后面几道锚杆的变化值。

从图 10 可以看出,虽然个别锚杆最终受力状况不良,但是总体支护状态良好,与普通锚杆相比,可回收

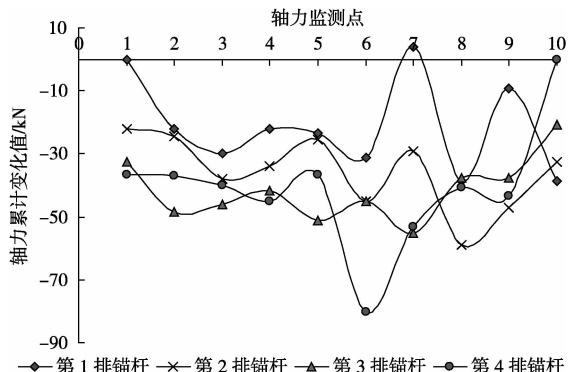


图 10 各监测断面锚杆轴力累计曲线图

锚杆没有太大差异。

从监测数据可以看出,无论采用哪种形式的锚杆,支护结构均能满足控制位移、确保基坑与周边安全的要求。

5 结论与建议

1)目前城市地下空间利用程度越来越高,对于待建邻近地铁车站的深基坑工程,采用普通锚杆具有诸多不利影响;而可回收锚杆作为一种新型支护工艺,能最大限度地减少地下障碍,不会对附近环境与后续工程建设产生不良影响,而且具有更高的经济性,为地下空间的可持续发展提供了较好的支持。

2)国内可回收锚杆的应用案例比较少,类似工程经验及研究也较少,通过该项目的应用,发现采用可回收锚杆工艺,从技术上、实际操作上均能满足实际需要,且支护结构符合控制位移、保证基坑及周边安全的要求,相信将来可回收锚杆的应用需求与应用前景将会越来越广泛。MET

参考文献:

- [1] 刘卫铎. 可回收锚索工艺在城市地铁施工中的应用[J]. 铁道工程学报, 2011(3): 105-108.
- [2] 邓冲. 可回收式锚杆的研究与施工[J]. 中国水运, 2007, 7(8): 88-89.
- [3] 赵启嘉, 刘正根. 可回收锚索在基坑支护工程中的技术研究及应用探讨[J]. 岩土工程学报, 2012, 34(Supl): 480-483.
- [4] 王国庆, 郭猛. 可回收锚杆的创新及应用[J]. 建筑技术, 2013, 44(7): 652-654.
- [5] 龚医军. 新型可回收式锚杆抗拔试验及数值模拟研究[D]. 南京: 河海大学, 2007.

收稿日期: 2016-04-20

作者简介: 罗来兵,男,工程师,学士,主要从事岩土工程设计与施工方面的工作。