

DOI: 10.11779/CJGE2019S1059

# 基坑改造中应注意的问题

王宏民, 吴梦龙

(北京中岩大地科技股份有限公司, 北京 100195)

**摘要:** 基坑改造是指为保证基坑、主体基础结构的施工安全和周边环境不受损害, 而采取的对既有基坑进行加固的重要施工措施。文章从基坑上部维护、锚杆加固、坑内施工三轴搅拌桩等多方面, 对既有超期服役基坑进行了分析, 就解决超期服役基坑所面临的问题可供深基坑工程设计、施工人员参考。

**关键词:** 基坑; 超期服役; 上部维护; 预应力锚杆; 重新张拉锁定; 止水帷幕

中图分类号: TU43 文献标识码: A 文章编号: 1000-4548(2019)S1-0233-04

**作者简介:** 王宏民(1990—), 男, 河北邯郸人, 硕士, 工程师, 主要从事基坑支护设计和桩基工程施工。E-mail: whm199009@163.com。

## Problems for reconstruction of foundation pits

WANG Hong-min, WU Meng-long

(Beijing Zhongyan Technology Company, Beijing 100195, China)

**Abstract:** Reconstruction of foundation pits refers to taking measures to reinforce the existing foundation pits to ensure the construction safety of foundation pits and main infrastructures and the surrounding environment without damage. The existing over-service foundation pits are analyzed from the aspects of upper maintenance of foundation pits, anchor reinforcement and construction of three-axis mixing piles in the pits, and puts forward valuable experience is put forward to solve the problems faced by the over-service foundation pits.

**Key words:** foundation pit; over-service; upper maintenance; prestressed bolt; re-tensioned locking; water curtain

## 0 引言

在建筑工程中, 基坑支护作为临时性保护措施, 其使用年限通常为 1 a。但实际上, 由于受到天气等各种主客观因素的影响, 常常会导致基坑被搁置, 出现基坑超期服役的现象。这对基坑的安全稳定性和止水性能提出了很大的挑战。本文章以一实际项目为例, 通过对基坑进行上部维护、锚杆加固和坑内施工三轴止水帷幕, 并在施工期间加强基坑监测, 以保证基坑的安全稳定性并为基础结构施工提供有利的作业条件。

## 1 基坑支护现况

基坑支护现况见图 1。本项目基坑深度约为 16.0 m, 支护形式为桩锚支护体系。本项目基坑原施工时采用 3 道(局部 4 道)预应力锚杆。后期开挖时出现基坑东侧支护桩向坑内位移过大现象, 局部水平位移已达到 230 mm。根据 2017 年 10 月出具的 05 地块超期限基坑加固平面图, 现场在原第一道和第二道锚杆之间增加一道锚杆, 部分采用旋喷锚杆; 在原第二道

和第三道锚杆之间增设一道锚杆。在基坑东侧局部增设高压旋喷桩(双重管工艺)加固。基坑现采用 5 道(局部 4 道)预应力锚杆。基坑西侧: 支护桩为直径 800 mm 的灌注桩, 间距为 1.5 m, 桩长为 20 m; 锚杆采用 3 根 1x7Ø<sub>s</sub>15.2 钢绞线, 第一道锚杆水平向间距为 2.25 m, 其余锚杆水平向间距为 1.5 m, 长度为 20~27 m。基坑北侧: 支护桩为直径 800 mm 的灌注桩, 间距为 1.4 m, 桩长为 20 m; 锚杆采用 3 根 1x7Ø<sub>s</sub>15.2 钢绞线, 第一道锚杆水平向间距为 2.1 m, 其余锚杆水平向间距为 1.4 m, 长度为 22~25 m。基坑东侧: 支护桩为直径 1000 mm 的灌注桩, 间距为 1.4 m, 桩长为 20 m; 锚杆采用 3 根 1x7Ø<sub>s</sub>15.2 钢绞线, 锚杆水平向间距为 1.4 m, 长度为 13~27 m。另外, 在基坑东侧采用坡顶卸土、坡脚反压的方式。

## 2 基坑使用情况

本基坑支护结构设计使用期限为自基坑开挖起 12 个月, 第二次加固截至 2018 年 10 月到期。施工单

位于 2018 年 6 月开始进场进行桩基施工。



图 1 基坑支护现况图

Fig. 1 Sketch of current status of foundation pit support

现基坑存在多个监测点水平位移超限的现象，尤其是基坑东侧，累计位移已达到 240 mm。同时基坑周边地面（东侧和西侧）大面积出现裂缝。时值雨季，由于地面裂缝的存在，导致雨水下渗到主动区土体中，造成桩间土的脱落；同时其导致主动区土体间的黏结力较小，主动区土压力增加，从而引起支护桩受力增大，不利于基坑的安全。这就要求必须做好基坑上部维护，采取有效的防排水措施，以保证施工的顺利进行。

由于原基坑支护的三轴搅拌桩桩底并没有完全隔断裙楼和主楼基底的地下水，且在基坑支护结构出现过大变形时（部分护坡桩深部位移变形达到 159 mm 以上），特别是在距离基底还有 2 m 左右挖深的情况下，无法判断三轴搅拌桩形成的止水帷幕是否出现裂缝，导致帷幕失效。因此必须采取有效的止水帷幕以保证裙楼和主楼底板在无水环境下作业。

为评估基坑锚杆预应力损失情况，业主委托第三方对现场两个断面共 10 根锚杆进行检测。检测结果见表 1。

表 1 锚杆检测结果

Table 1 Measured results of bolts

编 号	拉力设计 值 $F_1/kN$	设计锁定 值 $F_2/kN$	实测轴力值 $F_3/kN$	$F_2 - F_3$ /kN	$\frac{F_2 - F_3}{F_1} \times 100\%$
#1	401	291	60	231	57.6
#2	200	140	90	50	25.0
#3	480	320	210	110	22.9
#4	420	300	120	180	42.9
#5	450	320	60	260	57.8
#6	450	320	140	180	40.0
#7	450	320	120	200	44.4
#8	450	320	180	140	31.1
#9	500	350	120	230	46.0
#10	500	350	150	200	40.0

锚杆检测报告显示，10 根锚杆预应力变化值均超过锚杆拉力设计值的 20% 以上，应力损失极其严重。根据岩土锚杆（索）技术规程 CECS 22:2005，当所监测锚杆初始预应力值的变化大于锚杆轴向拉力设计值

的 10% 时，应采取重复张拉或适当卸荷的措施。考虑到目前基坑仍需向下开挖 2.0 m，并且后续要在坑内施工止水帷幕，因此，对现场锚杆全部进行重新张拉很有必要。

### 3 基坑改造方案

基坑改造方案主要分为 3 部分，分别为基坑上部维护施工、止水帷幕施工和锚杆重新张拉。

#### 3.1 基坑上部维护

基坑上部维护主要针对地面裂缝采取措施。首先应避免裂缝的产生和继续发展，基坑周边 3 m 范围内应严禁堆载，基坑 3~8 m 范围内堆载不超过 15 kN；另外应及时对裂缝进行封堵。现场主要使用 JS 防水涂料对裂缝进行封堵。防水施工前，应先对基坑上部路面进行清扫，除去积水。之后在地面裂缝及其周边先后涂覆两层 JS 聚合物防水涂料，涂刷需均匀，不得漏底，待涂层干涸后，才能进行下一道工序。其后将无纺布平整的铺在涂膜的表面，达到表面无皱褶，无漏铺。最后在无纺布上再涂抹第三层 JS 聚合物防水涂料，最终达到防水的效果。裂缝封堵处理见图 2。



图 2 现场裂缝处理图

Fig. 2 Sketch of crack treatment

#### 3.2 锚索重新张拉

现场使用升降机对基坑全部锚杆进行重新张拉锁定。张拉锁定值由基坑最终开挖深度计算确定。考虑现场施工安全和升降机的作业半径，锚杆锁定施工分层次分小段进行，以横向 10 根锚杆为一作业区段。施工时先张拉第一道锚杆，张拉完第一道锚杆后再进行第二、三、四、五道锚杆，自上而下逐道张拉。预应力锚索重新张拉施工见图 3。

#### 3.3 止水帷幕施工

考虑到基坑已经开挖 14 m，止水帷幕要在基坑内部现有开挖面施工，且止水帷幕距离支护桩仅有 2.5 m，因此在止水帷幕选型上，当时引起了很大的争议。当时可供参考的主要有两种选型：高压旋喷桩和三轴搅拌桩。相比于三轴搅拌桩，部分专家出于安全考虑，

更倾向于选用高压旋喷桩, 毕竟在距离支护桩较近的情况下, 三轴搅拌桩的施工对支护桩嵌固深度的扰动影响无法评估。但在该项目工期紧张的情况下, 三轴搅拌桩有着明显的优势。为保证基坑安全, 通过控制三轴搅拌桩的施工速度, 其仍存在操作的可能性。该做法得到了部分学者的认可。考虑到现场实际情况, 最终确定采用三轴搅拌桩做为止水帷幕。另外, 三轴搅拌桩的施工必须在锚杆张拉锁定完成后方可进行。三轴搅拌桩刚开始施工时, 每天施工 10 幅。三轴搅拌桩施工前期, 会造成被动区的土体强度降低。但随着水泥的终凝, 强度增加, 其对基坑被动区土体起到加固的作用, 有利于基坑的安全。因此在三轴搅拌桩施工前后, 应加强对基坑的监测, 数据若无异常, 则可增加每天施工幅数。现场三轴搅拌桩施工见图 4。



图 3 预应力锚索重新张拉施工图

Fig. 3 Sketch of re-tensioned locking of prestressed bolts



图 4 三轴搅拌桩施工图

Fig. 4 Sketch of construction of three-axis mixing piles

## 4 基坑监测

该基坑的位移和沉降观测点严格按照规范执行。基坑边坡顶部的水平位移和竖向位移监测点应沿基坑周边布置, 基坑周边中部、阳角处应布置监测点。监测点宜设置在基坑边坡坡顶上。监测点间距不宜大于

20 m, 每边监测点数目不应少于 3 个。监测点宜设置在围护墙顶或基坑坑顶上。现场在坑顶路面上共布置水平位移监测点 12 个, 沉降监测点 14 个。现场监测点布置见图 5。

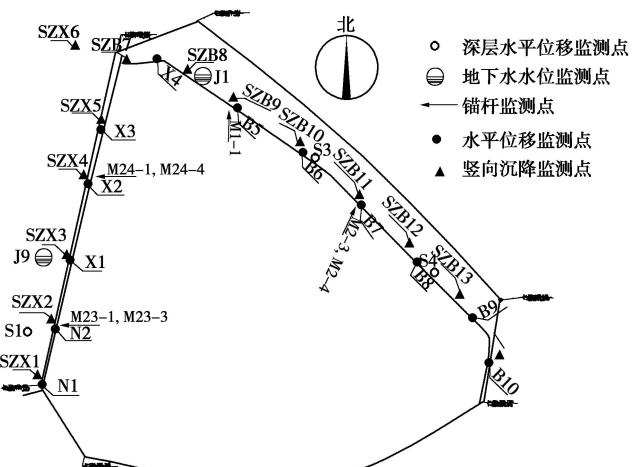


图 5 基坑监测点布置图

Fig. 5 Sketch of monitoring points of foundation pit

为保证施工安全, 在施工三轴搅拌桩前期, 将施工区域范围内支护结构顶部水平位移及沉降、锚杆拉力的监测频率调为 1 次/1 h; 待三轴搅拌桩施工 8 h, 水泥达到终凝后, 若监测数据无异常, 则可将监测频率降为 3 次/1 d。当出现监测数据异常时, 应立即停止施工。待三轴搅拌桩施工完成后可将监测频率降为 1 次/1 d。

## 5 基坑改造效果

基坑上部维护于 2018 年 7 月施工完成, 其有效的控制了雨水渗入基坑, 帮助基坑度过了雨季危险期。锚杆重新张拉于 2018 年 9 月底施工完成, 在后续的三轴搅拌桩施工和土方开挖过程中, 基坑都处于稳定状态, 基坑水平位移始终在监测控制值范围内, 其变化值不超过 10 mm。事实证明, 锚杆重新张拉对基坑的安全稳定性是很有必要的。三轴搅拌桩于 2018 年 10 月底施工完成, 基本按照业主要求的时间节点完成。现基坑已开挖至主楼核心筒的局部深坑坑底, 除局部有少量渗水, 基坑基本处于无水状况, 保证了主体结构施工的无水作业。

## 6 结 论

对超期服役基坑, 应同时做好基坑上部和下部的改造措施。

(1) 对于坑上, 应重点处理裂缝。主要措施如下: 首先应严格控制裂缝的产生和发展。基坑周边 3 m 范围内严禁堆载, 基坑 3~8 m 范围内堆载不超过 15 kN。

之后, 可采用 JS 聚合物防水涂料+无纺布对裂缝进行封堵的做法。

(2) 当预应力锚杆应力损失较大时, 是否可以采用重新张拉, 该措施只有在岩土锚杆(索)技术规程 CECS 22:2005 这本协会标准中有提及, 因此其理论说服力不强, 常常被认为该措施不利于基坑的安全稳定。

通过本次工程实践证明, 当预应力锚杆应力损失较大时, 可以采用重新张拉, 以保证基坑的安全。作者也希望通过对本次成功的案例, 能够引出更多关于锚杆重新张拉的工程实践, 进而使该项措施能够被业界人士所认可。

(3) 对于深基坑, 在坑内距离支护桩较近的情况下施工三轴搅拌桩, 其安全性不可避免被怀疑。但通过本次工程实践, 说明在该情况下施工三轴搅拌桩是不可能的。毕竟对于整体性比较好的支护结构, 三轴搅拌桩的施工只是在局部对支护结构有影响, 只要控制好其施工速度, 并加强施工期间基坑的监测, 该法是可行的。

因此当基坑前期的降排水措施不能满足现场施工要求时, 可以采用在坑内施工三轴搅拌桩等止水帷幕以控制地下水。

#### 参考文献:

- [1] 邱鸿江. 深基坑支护的超期使用与加固[J]. 工程技术, 2010(8): 202. (QIU Hong-jiang. Extended use and reinforcement of deep foundation pit support[J]. Engineering and Technology, 2010(8): 202. (in Chinese))
- [2] 张懿. 既有深基坑加固改造工程施工研究[J]. 住宅与房地产, 2017(2): 230. (ZHANG YI. Study on the construction of existing deep foundation pit reinforcement and reconstruction project[J]. Housing and Real Estate, 2017(2): 230. (in Chinese))
- [3] JGJ120—99 建筑基坑支护技术规程[S]. 1999. (JGJ120—99 Technical specifications for foundation pit support of buildings[S]. 1999. (in Chinese))
- [4] CECS22: 90 土层锚杆设计与施工规范[S]. 1990. (CECS22: 90Code for design and construction of soil layer anchor[S]. 1990. (in Chinese))
- [5] CECS 22:2005 岩土锚杆(索)技术规程[S]. 2005. (CECS22: 2005 Technical specification for rock and soil bolt (cable)[S]. 2005. (in Chinese))

(责编: 胡海霞)