

# 紧邻既有建筑物全套管全回转拔桩施工技术

张思祺, 万 延, 赵鑫波, 叶 鹏

(深圳宏业基岩土科技股份有限公司, 广东 深圳 518055)

**摘要:**为解决新建项目支护结构施工位置与既有建筑废弃的支护结构(下文称为障碍桩)冲突问题,以深圳市某总部大厦地基基础工程为例,对障碍桩拔除施工进行研究,分析障碍桩与既有建筑主体结构、新建项目支护结构空间关系及不同工况下拔桩施工的特点及难点,提出紧邻既有建筑物的全套管全回转组合合法拔桩施工技术,重点解决紧邻既有建筑物且存在鼓包、倾斜、桩径过大等各类工况下障碍桩拔除的施工难题,同时减少拔除障碍桩对既有建筑物及周边环境的影响。通过现场实践验证,该工艺适用范围广,障碍桩拔除效率高,设备成熟度,安全可靠,可有效降低施工难度,保护既有建筑物。

**关键词:**障碍桩; 拔桩; 全套管全回转钻机; 紧邻既有建筑

中图分类号: TU74

文献标志码: A

文章编号: 1673-8993(2025)01-0062-05

doi: 10.13402/j.gcjs.2025.01.010

## Construction technology on a full set of pipe rotary drilling rigs next to existing building

ZHANG Siqi, WAN Yan, ZHAO Xinbo, YE Peng

(Shenzhen Hongyeji Geotechnical Technology Co., Ltd., Shenzhen 518055, Guangdong, China)

**Abstract:** In order to solve the conflict problem between the construction location of the supporting structure of the new project and the abandoned supporting structure of the existing building (hereinafter referred to as the obstacle pile), the foundation engineering of a headquarters building in Shenzhen is taken as an example to study the uprooting construction of the obstacle pile, analyze the obstacle pile and the main structure of the existing building, the spatial relationship for supporting structure of the new project, the characteristics and difficulties of pile extracting under different working conditions, propose the construction technology of a full set of pipe rotary combination method pile extraction next to the existing building, focus on solving the construction difficulties of removing obstacle piles in various working conditions such as being close to existing buildings and having bulges, tilts, and piles with too large diameters, while reduce the impact of removing barrier piles on existing buildings and the surrounding environment. Through on-site practice verification, the process has a wide range of applications, high obstacle pile removal efficiency, safe and reliable equipment maturity, which can effectively reduce the difficulty of construction and protect existing buildings.

**Key words:** obstacle pile; pile extracting; a full set of pipe rotary drilling rigs; next to existing buildings

在土地资源日益紧张的环境下,城市内出现大量地下通道、地下商场、地铁等地下空间开发工程,同时新建工程更是将土地利用提升到极致。各类建筑的基坑支护结构与其结构主体紧邻,既有建筑物与新建工程紧邻,造成新建工程施工时经

常遇到既有建筑的废弃支护桩体的尴尬工况。为使新建工程顺利进行,须在不影响周围基础设施环境及既有建筑物的条件下完成障碍桩清除,尤其对于拔桩工艺,需寻求干扰小、效果好的处理方法,以减少拔桩施工对既有建筑物及周边环境的影响。

收稿日期: 2024-06-24

作者简介: 张思祺(1992—),女,工程师,从事建筑地基基础工程施工技术管理、科技创新等方面的工作。

当前,国内外对障碍桩清除施工工艺的研究及应用较多。障碍桩清除施工方法和设备选型受实际工程特点的影响极大,目前常见的障碍桩清除方案主要分为拔除和破除两种方式。李虎等<sup>[1]</sup>将障碍桩清除方法分为有损清障和无损清障两种,详细介绍了两种方法的主要施工措施,并提出高压泥浆冲切拔桩法可有效实现有限空间下的障碍桩清除;卓发成<sup>[2]</sup>对无损直桩拔除及斜桩拔除施工进行分析研究,提出冲水减摩的无损拔桩技术可有效防止桩身断裂,整体拔除障碍桩;张云飞<sup>[3]</sup>基于滇池时代广场项目,提出了采用旋挖机配合全套管钻机拔桩组合施工方法,有效提高施工效率,并保证周边建筑安全;孙承<sup>[4]</sup>基于邻近地铁与历史建筑的上海某新建项目,通过拔桩过程中对周边环境的监测数据分析,提出全回转套管钻机拔桩工艺可有效保证建筑物和周边环境安全。而对于紧邻既有建筑物且桩身存在鼓包、倾斜、桩径过大等情况的障碍桩拔除工艺鲜有施工案例。本文在国内外学者研究的基础上,以深圳某总部大厦项目的新建工程为例,提出紧邻既有建筑物的全套管全回转组合拔桩施工技术,以期类似工程一点参考。

## 1 工程概况

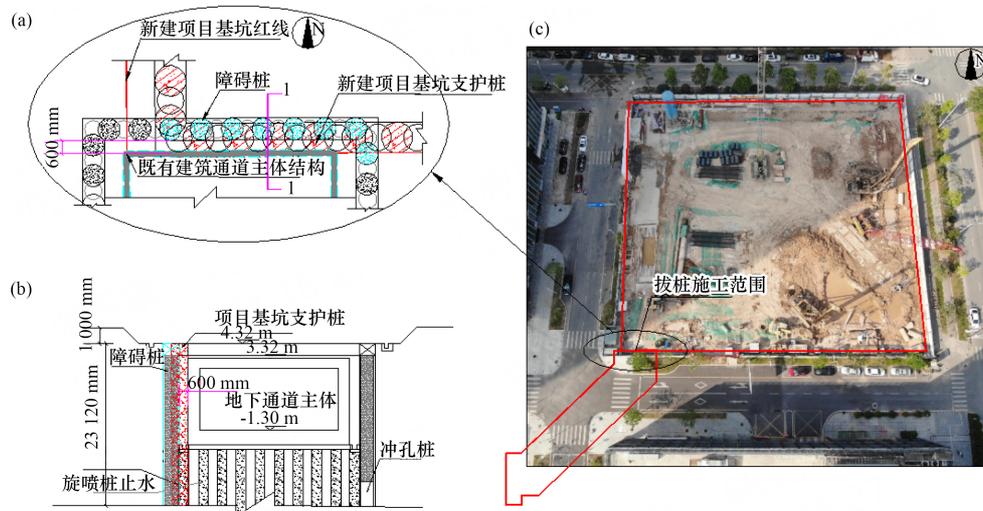
深圳市南山区某总部大厦地基基础工程,基坑长度约为62 m,宽度约为58 m,周长约为240 m,基坑深度约为22~23 m。基坑支护结构采用咬合桩+3

道内支撑方案,咬合桩直径为1 400 mm,咬合直径为1 200 mm,桩长为32.9~34.9 m,桩底处于砾质黏性土层。原地下通道围护结构为冲孔灌注桩+高压旋喷桩,灌注桩桩径为1 000 mm,间距为1 400 mm,灌注桩钢筋笼主筋为20根 $\varnothing$ 28 mm,混凝土强度为C30,保护层厚度为70 mm。高压旋喷桩28 d无侧限抗压强度标准值不小于1.5 MPa。障碍桩影响区域位于基坑西南角,基坑南侧为总部大厦和逸湖三街;西侧为B大厦和逸景二路。

拟建项目西南侧支护桩与原场地地下通道围护结构的支护桩、冠梁相冲突,需拔除灌注桩8根,单根长度约为23.12 m。障碍桩影响区域及位置关系如图1所示。地下通道围护桩与地下通道主体结构间净距仅600 mm,需保证拔桩施工不影响已有地下结构主体。

## 2 施工重难点分析及对策

(1)拔桩施工。清除原地下通道的围护桩过程中,如何减少对周边土体的扰动,降低对已有构筑物影响是拔桩施工的重难点。采取的措施:选用对周边环境扰动最小的工艺,即全回转钻机拔桩施工工艺,使用直径为1 500 mm的全套管,在保证拔出原支护桩前提下,极限压缩成孔直径,减少对原通道主体结构的挤压;同时,利用全套管对桩周土体的支撑,降低拔桩对桩周土体的扰动。采用跳桩顺序施工(拔桩顺序如图2所示),尽量延长



(a) 障碍桩与新建项目、既有建筑主体结构的位置平面; (b) 1-1剖面;

(c) 障碍桩拔桩施工范围与既有建筑通道主体结构位置关系

图1 地下通道围护桩、地下通道主体结构及基坑支护桩位置关系

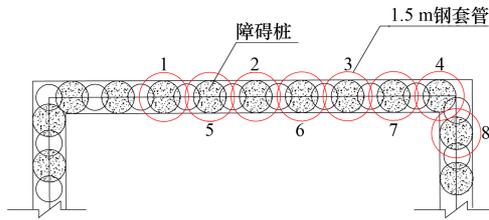


图2 障碍桩拔除施工顺序

桩孔回填后的土体的固结时间,降低后期施工的塌孔风险。

(2) 桩孔回填。桩孔回填作为拔桩施工的重要环节,其质量的好坏将影响周边土体的沉降情况和新建项目围护桩的施工。拔桩后的桩孔回填需确保回填料具有一定的密实性且不能形成过高的强度而影响后续桩基及围护桩的施工。采取措施:由于全套管对孔壁的支撑,在全套管周边的土体应力尚未释放时,将障碍物清除并及时回填。结合已有工程经验及工程特点,桩孔回填材料宜选用水泥土,亦可利用三轴搅拌桩的置换土。

(3) 障碍桩的不确定性。障碍桩的垂直度、桩径等形体特征均会影响全回转拔桩效果。全回转拔桩工艺因其特殊性不适用于斜桩或其他无法探明情况的障碍桩,其应用具有一定的局限性。采取措施:将全套管全回转钻机拔桩法与高压水法、冲锤法组合,利用全套管对桩周土体进行隔离与防护,针对障碍桩实际情况分段选择适用的组合工艺,逐段将全套管内障碍桩拔除。

### 3 障碍桩清除施工技术

#### 3.1 设备选型

拔桩前,应根据现场使用的履带吊计算单次拔桩长度,尽量使用现有设备,以保证起吊安全性。障碍桩与其主体结构间净距仅600 mm,且周边主体均为已建建筑物,需拔除桩长为23.12 m。拔桩施工需考虑将周边环境及既有建筑的影响降至最小。李帅<sup>[5]</sup>介绍了全回转钻机拔除灌注桩施工工艺,通过经验值确定钢管内径大于障碍桩外径60~80 cm;韩继爽<sup>[6]</sup>介绍了钻孔灌注桩扭断拔除的施工案例,其中800、1 000 mm的桩径选取 $\varnothing 1.8 \sim 2.0$  m的全套管。

障碍桩桩径为1 000 mm,全套管全回转钻机的垂直度误差最大值为 $23.12 \times 1/400 = 0.06$  m;冲孔灌注桩自身垂直度最大值为 $23.12 \times 1/100 =$

0.23 m;故,桩身垂直度理论偏差直径为 $1 + (0.06 + 0.23) \times 2 = 1.58$  m。但为了减少对地下通道围护结构的影响,全回转钻机施工采用直径为1 500 mm长度为25 m的钢护筒,在保证拔出障碍桩作业空间的前提下,有效控制成孔直径。

全回转钻机及履带吊设备选择需考虑障碍桩自重及障碍桩与全套筒内土体间的摩阻力产生的抗拔力。结合抗拔力计算及经验,采用全回转钻机、履带吊车等大型设备,盾安建机/DTR2005H钻机尺寸约为4.5 m×3.5 m(长×宽),抚挖QUY80B履带吊质量约为24.6 t,现场全套管全回转钻机施工时配以90 t履带吊车,吊臂接22.0 m长,起吊距离及旋转半径为6.0 m,起吊质量为59 t,钢丝绳选用 $\varnothing 30$  mm以上。通过计算验证,选用地拔桩起重设备和吊索具完全能满足拔除施工要求。

#### 3.2 场地要求

为确保钻机工作平稳,在施工作业面场地平整后,浇筑约30 cm厚的反力板。同时,为防止作业出现桩孔口塌陷,作业时在全回转钻机两侧铺设6.0 m×1.5 m×0.15 m的路基板,路基板铺设范围应在超出机械占地范围1 m区域内。拔桩工作面应在全回转钻机下铺垫路基板,且尽量扩大路基板的宽度。

#### 3.3 施工质量控制

(1) 钢套管施工。用履带吊吊装第一节钢套筒,在钻机开始回转及下压时将钢套筒旋转压入土层,在钢套筒沉入一定深度后,用冲抓斗抓出上部浮土,继续加管钻进。钢套筒压入时,根据回转扭矩及下压力等参数判断实际工况,若障碍桩未出现鼓包、倾斜、桩径过大等情况,则持续完成钢套筒钻进及取土工序,同时结合设备起吊能力,适时使用楔形锤嵌入分段拔除施工工序。

(2) 楔形锤断桩及拔桩施工。下放特制楔形锤(质量为3~5 t,长度为3~5 m)至套管内,依靠楔形锤自重产生的冲击力破坏钢套筒内旋喷桩水泥土,将楔形锤嵌入障碍桩体与钢套筒间空隙,确保嵌入塞实后进入下步工序。启动全套管全回转钻机进行回转,通过楔形锤将钻机的强大扭矩传导给障碍桩体,即利用全回转钻机端部刀头及大

扭矩将桩身钢筋、混凝土一同扭断。当障碍桩体的桩头随钢套筒一同回转时, 通过观察全套管全回转机的控制压力仪判断扭断情况。当压力值出现断崖式降低时, 则障碍桩已被扭断。当原有桩与套管同时旋转时, 利用履带吊将楔形锤向上提, 将全回转护筒及桩身向下正反转, 约 40~50 cm 后即可将倒楔形锤提出。利用冲抓斗将桩头抓出护筒面一定高度后配合人工使用钢丝绳套紧桩头, 利用履带吊锁紧桩头后吊出桩体。完成上部桩体拔除后用冲抓斗取残留的土体, 继续加管钻进, 重复上述步骤施工。该过程如图 3 所示。分离桩身与钢套筒时, 若无法顺利抓出桩身时, 可采用冲水形式, 冲刷桩身与护筒间泥土, 降低因护筒与土体反复摩擦导致土体产生的热能吸附套管的作用。

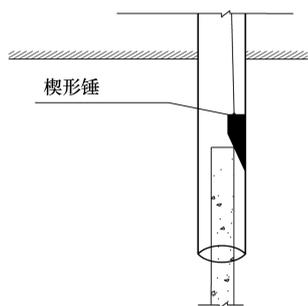


图 3 楔形锤使用示意

(3) 拔桩桩底处理。原冲孔灌注桩桩底位于砾砂层, 需要穿过此层封堵地下水。为确保桩体全部清除, 并阻断钢套筒外水土, 钢套筒需超过拔桩深度 1~2 m。为确保桩体全部清除, 下抓深度需超过桩长深度 1 m。

(4) 桩孔回填。桩孔回填是拔桩施工的一个重要环节。原设计桩长约为 23.13 m, 桩孔深度为原桩长 + 地面到原桩顶的高度, 桩孔回填质量将影响周边土体的沉降及后续施工。需确保回填料具有一定的密实性且不能形成过高的强度而影响后续桩基及围护桩施工。项目全回转拔除  $\varnothing 1\ 000$  mm 灌注桩, 待拔桩深度达到设计要求并验收合格后, 桩孔采用 5% 水泥掺量与土方搅拌均匀后分层回填, 分层回填厚度参照分节拆除的钢套筒的长度确定。每节套管标准长度为 6 m, 回填土需超一节套管 3~4 m 的埋深, 预防土体上涌。回填过程中应适当利用冲锤夯实, 严禁过度夯实。过度夯实将导致钢套筒内形成土体闷堵现象, 导致拔除钢套筒时套筒内土体

将随钢套管一同拔出, 桩孔内将形成空洞, 严重削弱桩孔及周边土体的稳定性及安全性。

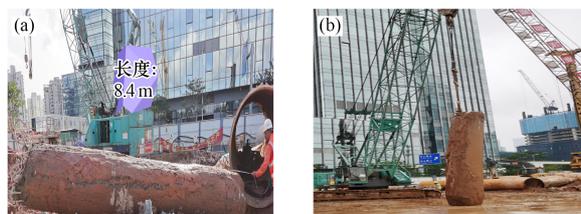
## 4 常见问题处理

因障碍桩桩身存在鼓包、倾斜、桩径过大等情况, 导致全套管与桩体间距过大或过小, 无法发挥楔形锤作用。针对障碍桩实际问题, 利用全套管工艺隔离障碍桩桩周土体, 在全套管内使用楔形锤分割法、冲水法、冲锤破碎法、套管整体拔除法等系列组合方法实施障碍桩拔除工作。

### 4.1 障碍桩桩鼓包的处理方法

障碍桩桩身鼓包区段全套管与桩体空隙过小, 出现卡套筒、无法下放楔形锤情况。通常采用增大全套管直径的方法进行拔桩, 但该做法会增大通道主体结构挤压风险及拔桩成本。最终采用全套管全回转法与高压水法、冲锤法组合拔桩工艺。

冲锤施工过程中对周边环境产生一定影响, 应尽量缩短冲桩长度, 加强对周边道路及建筑物的监测。桩身正常段采用全套管全回转法利用楔形锤将正常桩身段扭断并吊出。桩身鼓包范围则使用冲锤法拔桩, 即先利用首节钢套筒端部的高强度刀头对土体或较硬物体等障碍物进行切削, 向下钻进 5 m 后, 再利用 80 t 履带吊机起吊 5.5 t 冲锤, 吊至 3~4 m 高度后自由落体反复冲击桩头, 冲击深度约 20 cm 后, 再将冲锤改换抓斗, 清除钢套筒内桩顶碎渣。重复冲锤法施工步骤, 直至桩身鼓包段完全清除。继续采用全套管全回转法拔除其余桩身后完成桩孔回填。施工现场如图 4 所示。



(a) 冲锤破除鼓包桩身;

(b) 破除鼓包范围后正常桩身拔除

图 4 桩体拔除

### 4.2 障碍桩桩扩径的处理方法

当障碍桩全桩出现扩径时, 桩身直径接近全套管内径, 会导致拔桩操作空间不足, 无法利用楔形锤单独拔除障碍桩。若采用冲锤破除全桩,

不仅效率低而且增加了对周边环境的影响风险。采用拔桩方式,即钢套筒、桩体一起拔出的同时立即进行桩孔回填,减少暴露时间。拔出的钢套筒与桩体于地面破除端部扩大头后,将桩体从护筒一侧推出,如图5所示。



(a) 钢套筒与桩身整体拔除; (b) 地面破除扩径部位桩身

图5 全套管与桩体整体拔除

但该项操作会增加施工难度及孔壁坍塌风险。为降低同时拔出钢套筒与桩身造成的塌孔风险,采用6 m路基板,利用路基板的悬挑长度,降低设备因孔口周边塌孔发生侧翻的风险。经计算履带吊起吊能力,障碍桩与钢护筒一次拔除长度约为8 m,当障碍桩剩余8 m时,钢套管直接钻至桩底,吊机配合抓斗将钢套筒与桩体一起拔出。

#### 4.3 障碍桩桩身倾斜的处理方法

桩体歪斜,钢护筒与桩体空隙较大,楔形锤无法发挥作用。采用全套管全回转法与高压水法组合拔桩工艺,以外侧钢套管作为护壁,内侧采用高压水幕,将套管内桩周围的土体及障碍物切削,土体冲切完成后将泥水抽去,实现障碍桩与土体的分离减摩。全部进入套管内的障碍桩可直接采用扭断拔出。如果遇到一些倾斜较大的桩,除调整拔桩设备自身的垂直度外,还可以采用二次拔桩方式,即将上半截桩身截断拔除后,回填桩孔,再进行二次定位拔除剩余障碍桩。

## 5 结 论

(1) 在钢套管内进行障碍桩清除及回填土的

操作,利用全套管对孔壁的支撑下桩周土体应力尚未释放的特点,有效降低对周边环境的影响进而保护临近建筑物。

(2) 因障碍桩桩身质量情况的未知性,需在施工过程中依据实际情况,采用不同的清障方法。针对障碍桩桩身存在鼓包、倾斜、桩径过大等常见情况,可采用全回转钻机、高压水、冲锤等组合方法。依据桩身实际情况,分段进行障碍桩拔除工作。拔桩前应根据现场使用的履带吊计算单次拔桩长度,保证起吊安全性。

(3) 采用楔形锤偏心扭断障碍桩后,利用履带吊将楔形锤向上提,使全回转护筒及桩身向下正反转约40~50 cm后即可顺利提出楔形锤。

(4) 分离桩身与钢套筒时,若无法顺利抓出桩身时,可采用冲水法,冲刷桩身与护筒间泥土,降低因护筒与土体反复摩擦导致土体产生的热能吸附套管的作用。

(5) 拔桩工作面应在全回转钻机下铺垫路基板,且应尽量扩大路基板的宽度,防止拔桩过程中塌孔,造成全回转钻机失稳倾覆。

#### 参考文献:

- [1] 李虎,高强. 地下连续墙槽段内障碍桩清除施工方法分析[J]. 建筑结构,2018,48(1):101-104.
- [2] 卓发成. 无损拔桩施工技术的应用[J]. 施工技术,2003,32(8):46-47.
- [3] 张云飞. 邻近既有建筑物全套管回转钻机拔桩技术[J]. 铁道建筑技术,2021(4):148-151;181.
- [4] 孙承. 邻近地铁与历史建筑的地下清障及其影响控制[J]. 建筑施工,2023,45(7):1395-1397;1403.
- [5] 李帅. 钻孔灌注桩拔除工艺研究[J]. 散装水泥,2023(3):120-122.
- [6] 韩继爽. 全回转套管钻机扭断拔桩施工技术[J]. 工程机械与维修,2021(3):106-107.