

软土入岩地质咬合桩施工设备选型研究

陈 明

(中交一公局第三工程有限公司, 北京 100000)

摘 要 地铁车站施工基坑规模均较大、较深, 且位于城市中心地区, 对周边环境的保护要求较高, 施工难度高, 所以选择一种合适的围护结构对保证基坑安全尤为重要。咬合桩是采用全套管钻机钻孔施工, 在桩与桩之间形成相互咬合排列的一种基坑止水挡土围护结构。本文以南京地铁六号线燕江新城站咬合桩施工为例, 对软土入岩地质咬合桩施工设备选型进行研究, 旨在为同行业人员提供借鉴。

关键词 地铁车站; 深基坑支护; 咬合桩; 施工工艺; 设备选型

中图分类号: TU73; U231

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.03.023

0 引言

咬合桩是采用全套管钻机钻孔施工, 在桩与桩之间形成相互咬合排列的一种基坑止水挡土围护结构。咬合桩主要作用是维护基坑周边土体稳定, 保证施工的安全; 保证临边建构筑物、管线、电缆安全; 防止基坑外的水土流入基坑内。咬合桩结构已在我国多个城市的地铁车站围护结构中得到成功应用, 但咬合桩施工方法更多的是应用在软土地层中或岩层厚度和强度较小的地层中, 在岩石强度大于 100 MPa、桩体入岩(中风化岩和微风化岩)深度超过 10 m 的高强度深厚基岩的应用较少^[1]。现结合燕江新城站地质情况, 对软土入岩地质咬合桩施工设备选型进行研究。

1 工程概况

1.1 地质水文条件

燕江新城站位于庐山路和笆斗山路之间沿神农路敷设于路中。车站为双层双跨岛式中间站, 外包长 220 m, 标准段宽度为 19.7 m, 盾构井宽度为 24.1 m, 有效站台长 120 m, 站台宽度为 11 m, 主体结构型式为钢筋混凝土箱型框架结构。场地地层主要由杂填土、粉质粘土、淤泥质粉质粘土、粉砂夹粉土、强风化细砂岩和中等风化细砂岩组成。根据地下水赋存条件, 本车站沿线地下水类型主要为孔隙潜水及基岩裂隙水。勘察期间孔隙潜水初见水位标高 9.35 ~ 12.49 m, 埋深 0.80 ~ 5.00 m, 稳定水位标高 8.75 ~ 11.86 m, 相应埋深 1.00 ~ 5.30 m。水位变化主要受大气降水的影响, 年水位变幅一般在 0.50 ~ 1.00 m。受地形影响, 导致个别钻孔水位变化较大。围护结构共计 624 根咬合桩, 其中荤桩 312 根, 素桩 312 根, 桩径为 1 m, 桩心间距 0.8 m。车站邻近住宅小区, 其中南侧小区与车站最短近距离为 17.1 m, 东侧小区与车站最近距离为

33.1 m, 为了减轻施工对周边居民生活的影响, 一般不允许夜间施工。

1.2 咬合桩施工设备分类

燕江新城站咬合桩施工设备分类有旋挖钻机 + 全回转钻机, 螺旋钻机 + 旋挖钻机、旋挖钻机。

2 各类设备施工工艺及易发事故

咬合桩施工中各类设备的成桩顺序都基本相同, 原则是先施工 A 类桩(超缓凝砼桩—素桩), 后施工 A 类桩间的 B 类桩(钢筋混凝土桩—荤桩), 形成桩间相互咬合。施工中以高效施工为基础, 同时考虑防止临桩施工发生管涌串孔, 总结出成桩顺序: A1-A3-A2-A4-B1-A5-B2-A6-B3-A7-B4……, 以此顺序可以保证钻机的最大工作效率, 在灌注的同时继续钻桩, 每台钻机每日可完成 A、B 类桩各一根, 此循环如图 1 所示。

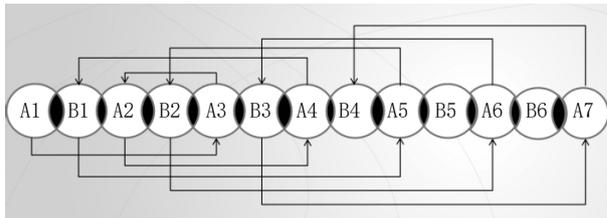


图 1 咬合桩成桩顺序

2.1 旋挖钻机 + 全回转钻机施工工艺

1. 钻机就位下压护筒, 同时钻进取土, 钻进中确保套管底口至少超过开挖面度 2 m 位置。

2. 套管下压至地面 50 cm 后, 连接新套管继续下压, 下压过程中实时检测护筒垂直度。

3. 钻进至设计深度后, 吊放钢筋笼(荤桩), 在吊放钢筋笼的过程中应吊直扶稳防止其变形, 保证其在桩孔中的垂直度。

4. 钢筋笼吊放完成后,需吊运全回转就位,然后安装导管进行砼灌注,由于全回转高度限制,需采用料斗斗转砼。

5. 此施工工艺灌注时间较长,需要边灌注边拔拆护筒,同时保证护筒底面低于混凝土面 ≥ 2.5 m。

6. 最后一节护筒拔出后,测量砼面是否满足设计要求,如不足设计高度需及时补灌。

2.2 旋挖钻机+全回转钻机易发事故

1. 该套设备施工工艺护筒为拼接式,护筒间连接是螺栓连接,螺栓在压力作用下易发生错位形变,导致护筒难以拆除,使砼灌注时间过长,发生初凝带出钢筋笼^[2]。

2. 拼接式护筒在拆除时,需使用套管卡盘固定,有时卡套管的托盘松动,会导致上部套管拆除后,剩余套管掉落回桩孔内。

3. 该套设备施工工艺灌注时间长,对砼质量要求较高,如果灌注不及时,会导致砼初凝带出钢筋笼。

2.3 螺旋钻机+旋挖钻机施工工艺

1. 钻机就位下压护筒,同时钻进取土,钻进中确保套管底口至少超过开挖面度2 m位置。

2. 螺旋钻机套管为长护筒,可根据岩面及孔深割接护筒一次性下压到位,下压过程中实时检测护筒垂直度。

3. 护筒压放到位后,拔出螺旋钻杆并清理钻杆上渣土,然后需使用旋挖钻机清孔钻岩。

4. 达到设计深度后,吊放钢筋笼(荤桩),在吊装钢筋笼的过程中应吊直扶稳防止其变形,保证其在桩孔中的垂直度。

5. 钢筋笼吊放完成后,安装导管进行砼灌注,砼灌至指定高度后,拔出护筒,测量砼面是否满足设计要求,如不足设计高度需及时补灌^[3]。

2.4 螺旋钻机+旋挖钻机易发事故

螺旋钻机护筒存在极限长度,如果岩面不稳定过深,会导致无法成桩,且造成土体流失地表沉降。

2.5 旋挖钻机施工工艺

1. 钻机就位下压护筒,同时钻进取土,钻进中确保套管底口至少超过开挖面度2 m位置。

2. 套管下压至地面50 cm后,连接新套管继续下压,下压过程中实时检测护筒垂直度。

3. 钻进至设计深度后,吊放钢筋笼(荤桩),在吊装钢筋笼的过程中应吊直扶稳防止其变形,保证其在桩孔中的垂直度。

4. 钢筋笼吊放完成后,安装导管进行砼灌注,灌注中需要边灌注边拔拆护筒,同时保证护筒底面低于混凝土面 ≥ 2.5 m。

5. 最后一节护筒拔出后,测量砼面是否满足设计要求,如不足设计高度需及时补灌。

2.6 旋挖钻机易发事故

1. 该套设备施工工艺护筒为拼接式,护筒间连接是螺栓连接,螺栓在压力作用下易发生错位形变,导致护筒难以拆除,使砼灌注时间过长,发生初凝带出钢筋笼^[4]。

2. 拼接式护筒在拆除时,需使用套管卡盘固定,有时卡套管的托盘松动,会导致上部套管拆除后,剩余套管掉落回桩孔内。

3 施工配置与功效对比

3.1 配置对比

1. 旋挖钻机+全回转钻机这种配置组合使用了拼接式的护筒,并且在施工过程中,护筒之间是通过螺栓连接的。这种方式的优点在于能够灵活地根据施工需要延长或缩短护筒的长度,但是也存在一些缺陷,如螺栓在压力作用下可能发生错位形变,导致护筒难以拆除,进而影响混凝土的灌注。此外,由于施工工艺较为复杂,混凝土的灌注时间较长,这对混凝土的质量提出了更高的要求^[5]。

2. 螺旋钻机+旋挖钻机这种组合使用的是长护筒,可以根据实际情况切割并连接护筒,一次性下压到位。这种方法简化了护筒的更换步骤,但也存在一定的局限性,即当岩面不稳定或者深度过大时,可能会导致无法成桩,甚至引起土体流失和地表沉降的问题。

单独使用的旋挖钻机同样使用拼接式护筒,因此在护筒的连接与拆除方面同样面临与第一种配置相似的问题。然而,由于其结构简单,操作简便,成本较低,因此在实际应用中显示出了更高的工作效率,并且具有较好的安全可控性,便于技术推广。

3.2 工效对比

旋挖钻机+全回转钻机这套设备组合虽然具备处理硬岩层的能力,但其施工工艺较为繁琐,尤其是由于护筒为拼接式,螺栓连接容易发生形变,导致护筒难以拆除,从而延长了混凝土灌注的时间。另外,由于全回转钻机的高度限制,必须使用料斗来输送混凝土,进一步增加了施工难度和时间消耗。因此,尽管这种组合可以应对复杂地质条件,但在施工效率方面并不占优势。

螺旋钻机+旋挖钻机螺旋钻机与旋挖钻机的组合在施工效率上优于前者,因为它使用的是长护筒,可以一次下压到位,减少了中途更换护筒的次数。不过,如果遇到岩层不稳定或深度较大的情况,则可能无法成桩,甚至会造成土体流失和地表沉降的问题。因此,虽然它提高了施工速度,但在某些特殊地质条件下可能会受到限制^[6]。

旋挖钻机单独使用的旋挖钻机以其简便的操作性、较低的成本和良好的安全可控性脱颖而出。尽管它也采用了拼接式护筒,但在实际应用中,旋挖钻机展现出了高效的施工能力和较低的故障率,使得它成为燕江新城站施工中的首选设备。每台钻机每天可以完成一根 A 类桩和一根 B 类桩的施工,这表明了它在施工效率上的优越性。

3.3 施工设备对工期影响的考量

旋挖钻机+全回转钻机由于其需要处理拼接式护筒的问题,从下压护筒到完成混凝土灌注的过程较为复杂,特别是在拆除护筒时可能会遇到困难,导致单根桩的施工时间延长。此外,全回转钻机的高度限制使得混凝土输送必须依赖料斗,进一步增加了操作步骤和所需时间。螺旋钻机+旋挖钻机该组合使用长护筒,简化了护筒更换步骤,提高了单根桩的施工效率。然而,在面对岩层不稳定或深度较大的情况下,可能无法成桩,甚至引发额外的工作量,如土体流失修复等,间接影响整体进度。单独使用的旋挖钻机以其结构简单、操作便捷著称,能够快速完成从钻孔到混凝土灌注的全过程,每台钻机每天可以完成一根 A 类桩和一根 B 类桩的施工,显著缩短了单根桩的施工周期。

在多台设备同时作业的情况下,设备之间的协调配合至关重要。例如,旋挖钻机+全回转钻机虽然在处理硬岩层方面表现出色,但其复杂的工艺流程可能导致与其他工序间的衔接不顺畅,从而拖慢整体进度。相反,单一旋挖钻机由于其高效性和灵活性,更易于实现各工序间的无缝对接,有助于加快整体工程进度。

当施工现场出现突发情况(如地质条件突变)时,所选设备能否迅速调整并适应新环境将直接影响到工期。例如,如果遇到未预见的坚硬岩石层,具备更强钻进能力和灵活应对机制的设备将更能保证工程按时推进。

综上所述,旋挖钻机凭借其高效的工作效率、良好的安全可控性和相对简单的操作流程,在确保工程质量的前提下,可以有效地缩短单根桩及整体工程的施工周期。相比之下,尽管其他两种组合在特定条件下有其独特优势,但在普遍适用性和工期保障方面略逊一筹。因此,在南京地铁 6 号线燕江新城站的咬合桩施工中,选用旋挖钻机作为主要施工设备是更为明智的选择,这不仅能提高施工效率,还能更好地满足工期要求,确保项目顺利实施。

3.4 优缺点分析

旋挖钻机+全回转钻机组合在处理岩石强度大于 100 MPa 的地质条件下显示出其独特的优势。该组合能够有效应对桩体入岩(中风化岩和微风化岩)深度

超过 10 m 的挑战。然而,这种设备配置也有其不足之处,例如,拼接式的护筒在拆除时可能会遇到问题,尤其是在螺栓连接处易发生形变,导致拆卸困难。此外,由于需要长时间进行混凝土灌注,因此对混凝土的质量要求非常高,如果灌注不及时,可能会导致混凝土初步凝固并带出钢筋笼,从而影响工程质量。

螺旋钻机+旋挖钻机的组合具有长护筒的一次性下压到位的优点,简化了护筒的更换步骤,提高了施工效率。然而,这种配置也存在一些缺点。当岩面不稳定且深度较大时,螺旋钻机的护筒长度可能不足以支持施工,从而导致无法形成理想的桩体,并可能引发土体流失和地表沉降等问题。因此,在选择此类设备时,需要特别注意地质条件的稳定性,确保施工顺利进行。

单独使用的旋挖钻机因其结构简单、操作便捷且成本低廉,成为燕江新城站咬合桩施工的优选方案。它不仅具有较高的工作效率,而且在施工过程中展现出良好的安全可控性。然而,与前两种设备组合类似,旋挖钻机也面临着护筒拼接问题,即在高压条件下螺栓连接可能产生变形,使得护筒难以拆卸,从而影响施工进度。尽管如此,旋挖钻机凭借其高效率 and 易于操作的特点,在实际应用中依然表现出色,成为技术推广的理想选择。

4 结束语

针对南京地铁 6 号线燕江新城站围护结构咬合桩软土入岩地质的特点,对旋挖钻机+全回转钻机、螺旋钻机+旋挖钻机、旋挖钻机三套不同设备进行对比分析,综合工艺、工效的对比优选旋挖钻机,在本工程应用中取得了显著成效,具有工效高、成本低、机械简单等优点,简便的操作性和良好的安全可控性使其易于技术推广。

参考文献:

- [1] 王振.暗挖车站洞内咬合桩止水施工技术研究[J].施工技术:中英文,2023,52(15):127-132.
- [2] 陈用伟,刘俊.钻孔咬合桩在复合地层中的应用研究:以杭州地铁 3 号线工业大学站为例[J].河北工业科技,2020,37(04):246-252.
- [3] 王朝阳,孙文怀,郝彦超.全护筒跟管灌注桩护筒受力分析[J].山西建筑,2021,47(03):57-58,63.
- [4] 张超.软弱复合地层中咬合桩施工设备选型的经济性分析[J].模型世界,2022(15):236-238.
- [5] 张程宝,潘伟峰,华锦耀.厂房内圆形超深设备基坑双层咬合桩支护及挖土施工技术[J].建筑施工,2021,43(05):784-786.
- [6] 胡志敏.南太珊瑚礁岛国地区的咬合桩施工工艺比选及控制要点[J].珠江水运,2023(13):19-21.