

# 长螺旋桩机入岩增强改造技术应用

王佳<sup>1</sup> 张永杰<sup>1</sup> 杜福民<sup>1</sup> 陈爱青<sup>1</sup> 冯家亮<sup>1</sup> 巩世林<sup>2</sup> 于奉涛<sup>2</sup> 张昌太<sup>1,3</sup> 通讯作者

1. 青岛业高建设工程有限公司; 2. 青岛慧睿科技有限公司; 3. 青岛理工大学土木学院

**摘要:** 基桩施工工艺中, 入岩部分均难度较大, 能入岩的工艺工效也较低, 泥浆护壁工艺泥浆污染严重、处置麻烦。常规长螺旋成孔灌注工艺在均质土层内施工速度很快, 对淤泥流沙地层可解决塌孔问题, 但入岩能力较差。在传统长螺旋灌注桩工艺上增加冲击钻进机具装置, 经过不断的实践改进, 对较软岩能够快速钻进, 增加了能入部分较坚硬岩的能力, 同时也可加快了第四系地层的钻进速度, 工艺改进效果明显, 为基桩施工工艺选择提供参考借鉴。

**关键词:** 长螺旋; 基桩

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.07.043

## 一、前言

目前, 建设工程中, 常用的灌注桩施工工艺主要有冲击钻、回转钻、人工挖孔桩、旋挖钻、长螺旋钻等。在灌注桩的施工中, 经常会遇到上部沙土层、下部岩层的地质条件。竖向受力灌注桩因要提供足够的承载力, 水平向受力灌注桩需要足够的嵌固深度, 均需要较深的入岩深度, 这些常用灌注桩施工工艺的特点如表1:

通过上表分析, 现有桩机无论采用何种方法, 入岩均难度较大, 能入岩的工艺工效也很低。其中, 冲击钻工艺虽然可以入各种基岩, 但工效很低, 土层内也很低, 泥浆污染严重; 回转钻工艺只能解决极软岩, 软岩以上效率很低, 且在土层部分工效也较低, 泥浆污染严重; 人工挖孔工艺入较硬岩需要采用爆破的方法, 需要专业爆破公司办理相关手续后才能操作, 手续繁琐复

杂, 深孔下施工要求有一定的安全隐患, 工效慢, 而且对于上部有淤泥流沙的地层人工挖孔桩因施工安全问题不适合使用; 旋挖成孔工艺对于极软岩和软岩效率较快, 对于较坚硬岩常规钻具无法钻进, 采用牙轮取芯式钻进工效极慢, 造价极高, 建设方无法承受, 而且上部淤泥流沙的地层因塌孔缩径的问题也不适合使用; 常规长螺旋成孔灌注工艺在均质土层内施工速度很快, 对淤泥流沙地层可解决塌孔问题, 但入岩能力较差, 虽然目前行业内已进行了大量的钻具改进, 但由于桩机动力为液压钻进, 也只能进入部分极软岩和部分软岩, 对中亚带以下的强风化的软岩还是无法进入。

公司技术人员经刻苦钻研, 在传统长螺旋桩机液压动力的旋转钻进的基础上, 增加冲击动力机械及钻具等装置, 实现冲击旋转钻进, 冲击器带动合金钻头冲击基岩(或障碍物), 大大提高了长螺旋灌注桩的入岩能力, 可以进入较软岩和较坚硬岩石, 大大加快了入岩和密实土的钻进速度, 钻孔不需要泥浆护壁, 利用桩机中空螺旋杆, 孔底压灌超流态混凝土, 钢筋笼后置成桩, 具有明显的社会效益和经济效益。

## 二、工程概况及地层条件

### (一) 工程概况

工程场区位于青岛市黄岛区井冈山路西侧, 太行山二支路北侧, 嵩山路以东。

本项目2号楼基桩桩径800mm, 共计83根。基桩原设计为人工挖孔桩, 要求桩长不小于6m, 进入中风化花岗岩不少于1.0m, 单桩承载力ZH-1型2220KN, ZH-2型

表1 常用灌注桩施工工艺特点汇总表

工艺类型	主要工艺描述	入岩能力	施工效率	塌孔地层的解决能力	灌注工艺	环保性
1. 冲击钻灌注桩	通过冲击岩土, 泥浆循环出渣成孔后灌注工艺。	可入各种基岩	效率慢, 十几米的桩一般1根/天	可通过泥浆护壁解决	成孔后灌注	泥浆污染大、振动影响周边环境
2. 回转钻灌注桩	采用多翼钻具旋转研磨, 泥浆循环出渣成孔后灌注工艺。	可入极软岩、软岩	效率慢, 十几米的桩一般1根/天	可通过泥浆护壁解决	成孔后灌注	泥浆污染大、无振动
3. 挖孔灌注桩	人工挖孔侧壁混凝土护壁逐层下挖成孔后灌注工艺	软岩采用风镐、较软岩~坚硬岩采用爆破解决	可多上人工, 土层一般1m/天, 岩层1m/2天	不适用于地下水位高的淤泥、流沙地层	成孔后灌注	无泥浆污染、爆破振动影响周边环境
4. 旋挖灌注桩	采用筒式钻具, 底部切削岩土, 筒内装土提升成孔后灌注工艺	可入各种极软岩、软岩、较软岩、较坚硬岩	土层效率高, 十几米的桩一般5-10根/天, 入坚硬岩效率很慢	一般流沙层通过泥浆护壁解决, 淤泥流沙严重地层通过全护筒解决。	成孔后灌注	泥浆污染、无振动影响
5. 长螺旋灌注桩	采用螺旋杆底部配入岩合金钻具旋转下钻, 至设计深度提升时直接压灌混凝土工艺	可入部分极软岩, 软岩以上不适用	土层效率高, 十几米的桩一般15-20根/天	不需泥浆护壁, 可有效解决塌孔	成孔灌注一体	无泥浆污染、无振动



(二) 物资机具准备

物资：中空螺旋钻杆的杆体直径为200~250mm或300~350mm，中空螺旋钻杆及螺旋片的材质为高强度钢，如锰钢、合金钢等，强度达500~1500MPa，优选先进高强度钢。中空管内风管采用无缝钢管，钢号Q235，直径38mm，丝扣连接。中空管外风管采用高压橡胶管，耐压10MPa。风动冲击器，抗冲击钻具前端镶嵌数颗合金钻头。

本采用的机具设备见表2。

表2 机具设备表

序号	设备名称	单位	数量	用途
1	长螺旋桩机	台	1	灌注桩钻进
2	混凝土泵	台	1	混凝土泵送
3	空气压缩机	台	1	高压风供给
4	风动冲击锤	套	1	冲击破岩
5	抗冲击钻头	个	4	冲击破岩
6	可开启钻具	个	2	混凝土灌注
7	弹簧振动锤	台	1	钢筋笼下沉
8	电焊机	台	1	钢筋笼加工
9	弯曲机	台	1	钢筋加工
10	折断机	台	1	钢筋加工

(三) 施工工艺流程

钻进工艺：

平整场地→桩位放样→组装设备→安放钢护筒→桩机就位→土层螺旋顶进→岩层冲击钻进至设计深度→反转并提出螺旋杆留置松土→移位下一孔钻进

灌注下笼工艺：

桩机就位→桩机连接混凝土泵→螺旋杆及灌注钻具钻进至设计深度→边提升螺旋杆边压灌混凝土→桩机卷扬提升钢筋笼就位→下放钢筋笼→外露端振动下沉至设计标高→移位下一孔灌注下笼

(四) 操作要点

(1) 灌注桩施工前，要依据设计图纸选取长螺旋钻杆的长度、直径，根据地层条件选取所配备冲击器、冲击钻头和空气压缩机型号。

(2) 在正式施工前应先做工艺试验，根据地质报告，选取几个具有代表性地质条件的地方进行试验，以便确定工艺选取的正确性、钻进速度、钻进质量、入岩判别等工艺参数。

(3) 钻进前配置好冲击钻具及空压机，土层部分可选择较低风压钻进，目的是加快土层的钻进速度，岩层部分（或块石等障碍物）选择高压供风，压缩风带动高频风动冲击器及冲击钻头破碎基岩（或块石等障碍物），达到破碎并钻进基岩（或块石等障碍物）的目的。通过螺旋叶片旋出孔口的虚土，要及时采用小挖或铲车进行清理。钻进至设计深度后，螺旋钻杆反转，将孔内虚土留置，防止塌孔。

(4) 当钻孔达到一定数量（一般50-100立方米）后，进行灌注砼工艺，灌注前将冲击钻具更换为可自行开启入土钻具（或采用第二台桩机灌注），连接混凝土泵，将螺旋杆重新钻入孔内至设计深度后，压灌超流

态细石混凝土。压灌前应对砼进行坍落度测试，砼坍落度一般控制在180~220mm。压灌过程中，孔口旋出的虚土及时进行清理。

(5) 混凝土灌注至设计桩顶标高并符合超灌要求后，将制作好的钢筋笼利用桩机自身配置的卷扬机吊起，下放至灌注砼内。钢筋笼主筋与加劲箍筋必须焊接，钢筋笼下端500mm处主筋宜向内侧弯曲15~30度，利于下沉和导向。钢筋笼依靠自身重力通常不能下沉至设计深度，外露部分可利用卷扬机吊振动锤置于钢筋笼顶，振动下沉至设计深度。

(6) 成桩后，砼养护强度达到设计强度的70%，凿除多余桩头、整理钢筋进行下一步工序。

四、检测结果

基桩施工采用了一台长螺旋桩机，配以中风压空气压缩机和冲击钻具，入中风化花岗岩均达到了1.0m的设计要求。

按照规范要求，施工完毕达到龄期后，由建设单位委托检测单位进行基桩检测，静载按1%抽检，桩ZH-1型静压荷载4440KN，桩ZH-2型静压荷载5740KN，沉降均在允许范围内。按10%取芯法检验桩底岩性均符合设计持力层要求，按20%的低应变检测桩身完整性合格，证明该基桩能满足设计及规范要求。

结语

该改进工艺大大拓展了传统长螺旋桩的适用范围。常规长螺旋钻孔工艺不适用的地层包括碎石土、中间有硬夹层、中间有砾石夹层、较软岩以上基岩，大大提高了灌注桩承载力和嵌固深度。该改进工艺使所有以上地层均可采用长螺旋钻进压灌工艺，充分发挥出其快速经济的优势，同时解决了其他工艺容易发生的塌孔、流沙、缩径、沉渣过厚等问题，技术先进。

该改进工艺与冲击成孔、正反循环回转成孔、人工挖孔、旋挖成孔等工艺相比，速度大大加快，以桩径800mm、桩长12m为例，单台长螺旋桩机台班效率是6-10颗，冲击成孔和回转成孔效率的6-10倍，是旋挖成孔工艺的1.2-1.5倍，挖孔桩每台班仅能完成1m，大大节省了工期。

该改进工艺无泥浆排放、振动和噪音小，避免了对周边业主的影响，符合城市建设高环保的要求。

该改进工艺的成功，为以后城市地下工程和主体工程基础在类似情况下的建设提供了可靠的决策依据和技术指标，社会效益和环境效益明显。

参考文献

[1] 郭传新. 中国大陆桩工机械现状及发展趋势 [C]. //2013第九届海峡两岸地工技术/岩土工程交流研讨会论文集. 2013: 31-36.

作者简介：王佳（1991年12月16日），女，汉族，山东省青岛市，工程师，主要从事机电工程、工程测量。

通讯作者简介：张昌太（1965年11月12日），男，汉族，山东省青岛市，正高级工程师、教授，主要从事道路与桥隧、岩土工程的研究与应用。