

经验交流：钻孔灌注桩反循环工艺探讨岩土工程师考试 PDF  
转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/538/2021\\_2022\\_\\_E7\\_BB\\_8F\\_E9\\_AA\\_8C\\_E4\\_BA\\_A4\\_E6\\_c63\\_538067.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/538/2021_2022__E7_BB_8F_E9_AA_8C_E4_BA_A4_E6_c63_538067.htm) 钻孔灌注桩因孔底沉渣和孔壁泥皮过厚往往导致承载力折减，形成上述质量通病的原因是该工艺采取了高浓度、高密度泥浆介质（冲洗液）施工的结果。为解决这个难题工程技术人员经过总结、探索，积极研究推广钻孔反循环制桩工艺。泵吸反循环是通过砂石泵的抽吸作用，在钻杆内腔形成负压，在孔内液柱和大气压的作用下，孔壁与环状空间的冲洗液流向孔底，将钻头切削下来的钻渣带进钻杆内腔，再经过砂石泵排至地面沉淀池内；沉淀钻渣后，冲洗液流向孔内，形成反循环。反循环与正循环的本质区别在于沉渣的冲洗、上返流速存在巨大差异，反循环冲洗液携带钻渣后迅速进入过水断面较小的钻杆内腔，可以获得比正循环高出数十倍的上返速度。根据钻探水力学原理，冲洗液在钻孔内的上返速度 $V_a$ 的1.2-1.3倍，即 $V_a = (1.2-1.3) V_s$ 。反循环钻进钻渣在钻杆内运动，是形态各异的钻渣群在有限的空间作悬浮运动，钻渣颗粒要占据一定液体断面，在这种特定条件下可以采用长春地质学院在利延哥尔公式基础上进行实验给出的公式计算颗粒悬浮速度 $V_s$ 计算公式为： $V_s = 3.1 \times k_1 \times (d_s \times (r_s - r_a) / (k_2 \times r^2))$ 的1/2次方  
 $V_s$ -钻渣颗粒群悬浮速度 (m/s)  $d_s$ -颗粒群最大颗粒粒径 (m)  $r_s$ -钻渣颗粒的密度(kg/dm<sup>3</sup>)  $r_a$ -冲洗液的密度 (kg/dm<sup>3</sup>)  $k_1$ -岩屑浓度系数； $k_1=0.9-1.1$ ，浓度越大， $k_1$ 越小； $k_2$ -岩屑颗粒系数， $k_2=1-1.1$ ，球形颗粒为1，越不规则， $k_2$ 的值越大。目前，泵吸反循环钻杆内径大多数为150mm，用上述公式计算可

知，块状为120mm， $r_s$ 为2.1kg/dm<sup>3</sup>， $r_a$ 为1.05kg/dm<sup>3</sup>，悬浮速度为1.02m/s,按照 $V_a=(1.2-1.3)V_s$ 计算， $V_a$ 达到1.33m/s就可以把几何尺寸小于钻杆内径的钻渣排除。目前常用8BS砂石泵额定排量为180m<sup>3</sup>/h，满负荷时冲洗液上返流速可以达到2.83m/s，可以看出该速度远大于钻渣上返所需流速1.33m/s的要求，因此进入钻杆内的钻渣能够被有效的抽吸上来。而正循环钻进冲洗液携带钻渣后进入钻杆与孔壁形成的环闭空间后上返速度是很低的。试计算 89mm钻杆与 0.8m钻孔的环闭空间，断面积为0.495m<sup>2</sup>,当采用两台600型水泵并联送水，满排量时冲洗液的上返速度仅达到0.04m/s，根据上述公式可见正循环钻进只有依靠高浓度高密度泥浆来悬浮钻渣。综上所述，反循环本身所具有的特点，给提高成孔效率、成桩质量和综合经济效益等方面带来一系列的好处。

1. 钻进速度与成桩效率有大幅度提高 钻头在工作时的最有利条件是被切割下来的岩土屑，立即能够从孔底带出并送到地面，这样可以减少二次破碎，不会降低效率以及钻头的磨损。冲洗液携带钻渣的能力正比例于介质的密度和其运动速度的平方，所以影响有效排渣的因素是冲洗液的上返速度。由于钻孔桩施工的土层多为松散、颗粒差异又较大的土层，因此钻进速度的高低主要取决于排渣的速度。正、反循环两种钻进速度的差异，随着钻孔直径以及土层颗粒的增大而增大，一般来说对于地层和技术要求相同的情况，反循环施工速度为正循环的2倍左右。反循环钻进过程就是清孔过程，不但节省了时间同时又可靠地保证孔底沉渣符合要求。机械钻进速度的提高和清孔时间的缩短促进施工效率的提高、成桩周期缩短，有效地提高了劳动生产率。

2. 孔壁稳定、成孔质量好 反循环钻孔桩

孔壁的稳定，主要是利用静水压力来平衡地层压力维持孔壁的稳定。根据土力学计算以及大量实践证明，只要保持孔壁任何深度处压力不小于0.2Mpa，即使是在粘聚力较差的流沙层，使用经过处理的泥浆（冲洗液）也可以保持钻孔不坍塌、不缩颈、不扩颈；反循环钻孔根据浇注混凝土记录时浇注深度与混凝土用量关系，很容易反算孔径。计算结果表明由于孔壁稳定，从上到下孔壁的直径都是在有效控制范围之内。这样就可以有效的防止缩颈、扩颈不良现象出现并避免混凝土的浪费。

### 3. 混凝土浇注质量得到有效保证

灌注混凝土是保证成桩质量的关键工序，“断桩”、“夹泥”、“堵管”等常见的灌注质量事故都与孔内混凝土上部压力过大有一定关系。孔内压力值与冲洗液的浓度、密度、粘度有直接的关系。正循环为了有效的排渣，选用的泥浆（冲洗液）密度高、浓度大，势必造成孔内压力大，这样混凝土在导管排出的阻力增大，浇注困难；另外正循环钻孔过程中因冲洗液浓度高、密度大所形成的过厚泥皮与孔底沉渣，很难从孔中完全清除，所以其中一部分在浇注过程中卷入冲洗液中更加大混凝土抬升的阻力，这种阻力在灌注临近结束时更加明显（笔者观察此时孔内排出的泥浆密度、浓度明显加大，流淌缓慢），若处理不当，很容易使临近桩顶10m左右混凝土质量差、强度低，而该部分又是桩受力的关键位置。反循环成孔由于泥浆（冲洗液）密度、浓度、粘度都较低，形成泥皮较薄和钻渣清理较为彻底，因此灌注较为顺畅，桩顶泥浆少，桩身混凝土质量明显提高。

### 4. 提高单桩承载力，降低工程造价

单桩承载力的大小，取决于桩周土的摩阻力与桩底端承力，反循环钻孔过程中形成的泥皮较薄从而使摩阻力增大，

桩底沉渣清除较为彻底，无软弱层从而提高端承力。根据对比试验，一般反循环比正循环提高承载力10%-20%，因此单位承载力造价必然降低。

5. 非运废浆量减少，施工成本降低 根据定额，废浆排运费约占工程成本8%-10%。反循环钻头切削的粘土土层成块状，随即被吸入钻杆内腔，也就是说钻渣来不及水化就被排出孔外，废浆量势必减少；另液、渣分离较为简单，这样施工成本必然降低。

6. 适应性广 反循环排渣的特点，使这种工艺方法对地层适应性广，可顺利钻进各种粘土、砂土、卵砾石层以及基岩层，对于直径500-1800mm钻孔桩施工都很适应。因反循环工艺对班组操作工人要求较高，实施起来有一定的难度，笔者建议加强班组操作工人的培训，加以推广。当然反循环钻进也有自身的缺点如水泵故障多、纯钻进时间较正循环短、超径卵石层钻进困难以及循环系统复杂等，但这些问题会随着研究和应用的深入逐步解决。（百考试题岩土工程师）

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com)