



演讲嘉宾介绍

许刘万，男，教授级高级工程师（二级），中共党员，毕业于河北地质学院探矿工程专业。至毕业后一直从事水文水井、地热井、地热能井、大口径工程钻井工艺方法的研究及科研成果推广工作，并开展各类钻井机具技术配套。参与并主持完成鉴定的国家与部级项目17项，横向开发战略项目9项。现已被国内许多单位聘任为专家技术顾问、国家和省级专家库成员。先后获得部科技进步一等奖1项；省部级科技进步二等奖3项；省三等奖1项。国家实用型专利6项。发表专业论文58篇，获优秀论文5篇。参加编写出版专著两本，编写技术报告10余份。



中国地质科学院勘探技术研究所 大口径桩基反循环气动潜孔锤 高效钻进技术

许刘万

江苏 南京

二〇一八年十月



主要内容

- 1、概述
- 2、大口径反循环潜孔锤钻进在桩工中的应用
- 3、大口径反循环潜孔锤钻进空气管路及空压机选配
- 4、大口径反循环潜孔锤钻进技术参数
- 5、大口径反循环潜孔锤钻进操作技术
- 6、推广应用效果
- 7、结语

1、概述

随着现代工程建筑、交通、水电等事业的迅速发展，大口径桩基工程钻探技术已成为一门综合性的应用技术学科，特别是在“一带一路”新形势下，大口径钻探技术发挥的作用越来越大，特别是基础设施建设的加大，也为大口径钻探技术发展起到了强有力的推动作用。高层建筑、大跨度桥梁大直径嵌岩桩作为一种比较特殊的桩基类型，我国曾在20世纪90年代已广泛应用。近年来众所瞩目的高铁、地铁项目的增多，嵌岩桩由于具有承载力高、变形小、整体刚度大的特点，其沉降稳定时间短、沉降量小，抗震性能好，所以越来越受到工程界的高度重视。

但从目前旋挖钻机、长螺旋钻机在桩基施工中广泛而成熟的应用来讲，优越性不断凸显，而且也代表了基础工程施工的先进水平。就钻机的结构性能看，装载机功率大、输出扭矩大、轴向钻压大、起拔力大、机动灵活、施工效率高，并能满足国家对环保的要求。若配上合适的钻具，可在各种覆盖层、砂土层、一般基岩等地层进行成孔作业。但对于坚硬的基岩地层施工已成为难题，用户渴望解决。现在遇到硬岩地层时采用的工艺方法，短螺旋钻头、牙轮筒钻和截齿筒钻、气举牙轮筒钻进行施工钻进，往往造成牙轮掌损坏快截齿磨损严重，钻进效率极低、机器震动磨损大，尤其还要选用较大型设备方能实施，产生的综合成本也高。

牙轮筒钻



截齿筒钻



牙轮环状筒钻



截齿钻



气举反循环钻进工艺在微风化地层的应用



2、大口径反循环潜孔锤钻进在桩工中的应用

大口径反循环潜孔锤钻进它是以压缩空气作为动力，推动潜孔锤工作，利用潜孔锤对钻头的往复冲击作用，来达到破碎岩石的目的，被破碎的岩屑随潜孔锤工作后排出的废气通过双壁钻具内管携带到地面。由于用途范围的不断扩大，促进了潜孔锤向多品种（中空式、多种口径）、大口径以及集束式发展。这种工艺的最大特点是适用于极硬、中硬地层中钻进，效率和成孔质量均很高，已得到国内外钻探施工普遍应用，成为一种最高效的钻进工艺。因此，应用到桩基施工领域，在日本、韩国已经是很成熟的钻进工艺，是使用比例最高的桩型之一。在我国由于大口径坚硬岩石严重影响了工程进度，现在施工单位都已认识到大口径反循环潜孔锤钻进的优越性，有条件的都积极进行推广应用。



2.1 大口径气动潜孔锤钻进技术分类

从目前气动潜孔锤钻进技术的发展来看，分正循环和反循环两种，虽然结构性能有明显的区别，但基本工作过程都是将破碎岩石的钻头和能产生冲击作用的气动冲击器潜入孔底，气动装置以压缩空气为动力所产生的冲击功和冲击频率直接传给锤头，然后再通过钻机的回转驱动，形成对岩石的破碎，并利用冲击器排出的压缩空气将锤头进行冷却和排出岩屑，从而实现冲击回转钻进的过程。其应用范围越来越广，它在矿山、建筑、交通、市政工程、水利、冶金以及国防施工方面，担负着采矿、钻孔、破碎、开凿沟渠、抢险等工作。

2.1.1 大口径正循环气动潜孔锤钻进技术

对于旋挖钻机正循环气动潜孔锤钻进，它是利用主动钻杆连接不同结构的大口径潜孔锤（集束式或单体式），空气胶管多从钻杆的侧面悬吊与潜孔锤相连，为了有利于排渣往往给潜孔锤上面安装取粉管，钻进过程中依进尺情况不断提下钻作业。

长螺旋钻机则是单体式或集束式潜孔锤与加工的特殊钻杆外圈再增设小于孔径100 mm左右的外管，机台上称为穿炮弹衣。实质上是为了减少孔壁与钻具的环状间隙，提高岩渣的上返速度，加快钻进效率，缩短施工周期的目的。

这两种钻机采用正循环的方法都存在排渣不彻底，孔底不干净，达不到环保的要求，应用会受到限制。



旋挖钻机正循环气动潜孔锤钻进现场



旋挖钻机正循环气动潜孔锤钻进现场



旋挖钻机正循环气动潜孔锤钻进携渣方式



长螺旋钻机桩基孔正循环气动潜孔锤钻进现场



长螺旋钻机双动力头跟管正循环潜孔锤钻进现场



长螺旋钻机桩基孔粗钻杆正循环气动潜孔锤钻进现场



长螺旋钻机桩基孔炮弹衣钻杆正循环潜孔锤钻进现场

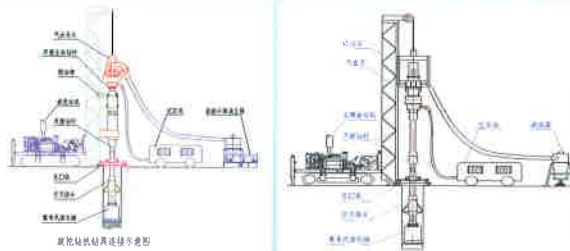


长螺旋双动力头钻机桩孔正循环潜孔锤跟管钻进现场

2.1.2 大口径反循环气动潜孔锤钻进技术

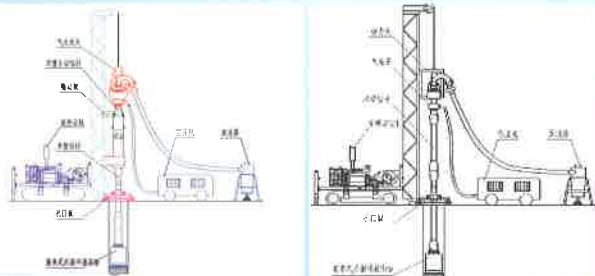
为了克服正循环潜孔锤钻进存在的若干技术难题,反循环潜孔锤可钻遇裂隙发育气体难以形成循环的复杂地层,尤其钻遇采空区以及大口径钻孔时,这种工艺优势突出。对于旋挖钻机而言,配套物品有气水龙头、双壁主动钻杆、双壁钻杆、交叉接头、单体或集束潜孔锤,地面附属物品孔口装置、提引器、消尘分离装置。长螺旋动力头钻机有气盒子、双壁钻杆、交叉接头、单体或集束潜孔锤,地面附属物品消尘分离装置。其工作原理是:压缩空气从气水龙头或气盒子进气口进入到双壁主动钻杆、双壁钻杆、交叉接头的环状间隙使得潜孔锤工作,岩屑通过交叉接头进入内管返回地表进行气液固三相流分离。其优点是:排渣端面小,不受孔径限制,上返风速高,排渣干净,不重复碎岩,钻进效率高,钻头寿命长,从而节约了供风量,减少了功率消耗和设备磨损,对环境、人员及设备危害小。另外,若用集束反循环锤可不用交叉接头。

旋挖钻机、长螺旋钻机交叉接头式反循环钻具连接





旋挖钻机、长螺旋钻机集束式反循环锤钻具连接



旋挖钻机气动潜孔锤反循环钻进

厦门、青岛施工现场



旋挖钻机气动潜孔锤反循环钻进

大连地铁桩基入岩施工现场



旋挖钻机气动潜孔锤反循环钻进配套实物

长螺旋钻机反循环潜孔锤钻进技术

广州罗岗施工现场



长螺旋钻机反循环潜孔锤钻进技术

浙江温州泰顺县境内施工现场



反循环钻进排出的岩块



田野桩基履带式泵吸反循环钻机1.2米反循环潜孔锤钻进现场



大口径反循环气动潜孔锤钻进 消尘分离器



3、大口径反循环潜孔锤钻进空气管路及空压机选配



◆根据所钻桩基口径、深度，以及选配的潜孔锤类型，是单体式还是集束式来确定空压机的风量 and 压力，是否需要增压机等。尽可能配套的空压机风量和压力要大于潜孔锤需要的技术参数，以提高钻进效率。

高压空气管汇系统



4、大口径反循环潜孔锤钻进技术参数

4.1 大口径潜孔锤钻进技术参数——转速

潜孔锤钻进是属于慢回转的一种钻进方法，合理的转速选择，对钻头寿命乃至钻进成本至关重要。

转速太快：对钻头的寿命不利，特别在研磨性强的岩层，将使钻头外圈的刃齿很快磨损和碎裂。

转速太慢：则将使柱齿冲击时与已有冲击破碎点（凹坑）重复，导致钻进速度下降。常规是岩石愈硬或钻头直径愈大，愈要求用较低之转速。

在某些严重裂隙性岩层中钻进，有时为防止卡钻而采用增加转速的办法。但也要注意有时卡钻是因为钻头已过度磨损，而增加转速会使问题复杂化。

通过各地的生产实践硬岩层转速应掌握在：5-10r/min。

4.2 大口径潜孔锤钻进技术参数——轴向压力

从冲击碎岩原理来看，岩石主要是靠冲击动载作用下破碎的，因此潜孔锤钻进效率的高低，主要是取决于冲击功的大小和冲击频率的多少，而轴压是保证冲击功充分发挥作用的辅助力，过大过小都会影响钻进正常进行，大则会引钻具的振动、钻头过早的磨损，合金齿掉落，回转困难，过小将会影响冲击功的有效传递。

所以大口径潜孔锤钻进技术参数轴向压力，一般按钻头直径每毫米9—14公斤考虑，钻进过程中可以地层情况和钻进效率灵活掌握。



4.3 其它注意事项

冲击器加注机油时一定要加新机油，切记加注废机油，废机油中含的铁屑等杂质会加快磨损冲击器内的活塞，严重影响冲击器的进尺速度和使用寿命。

冲击器有一定的使用寿命，当活塞磨损到一定程度时，虽然冲击器还能工作，但是进尺效率却降低很多，所以当冲击器使用到一定程度时要及时更换新冲击器，因为一套新冲击器购买成本要远远低于耗油量等多方面的综合成本。

5、大口径反循环潜孔锤钻进操作技术

- 1、钻具连接好后，下入孔内不要先接触孔底，开启空压机及注油器先润滑潜孔锤5分钟左右；
- 2、钻进时严格控制主卷扬机下放速度，千万不能下放过快导致整套钻具重量压在潜孔锤上；
- 3、潜孔锤钻进时转速可根据地层情况，控制在5-8转/分钟；
- 4、潜孔锤开始入岩时，要放慢钻进速度，勤提放钻具以便岩屑排出；
- 5、潜孔锤每钻进0.5-1米左右需上下提放钻具，让岩屑排出防止卡埋钻；
- 6、钻进过程中要确保排渣管上下顺放，严禁打折，以防岩屑堵塞排渣管；
- 7、在孔内有水钻进中需临时停钻，先不要停空压机应将潜孔锤提高孔底几米，使得潜孔锤处于清水状态下，以克服孔内岩屑倒流冲击器内，影响再次钻进。

6、推广应用效果

2016年8月8日至22日保定正为路桥劳务有限公司，在厦门地铁2号线何厝站咬合桩工程应急实施，利用2200旋挖钻机， $\phi 1000\text{mm}$ 的集束式气动潜孔锤，寿力1070型空压机3台，在中风化花岗岩地层钻进速度为5~6m/h，微风化花岗岩地层钻进速度为1.5~2m/h。10月份在青岛高铁工程利用单体潜孔锤施工，同旋挖钻机采用牙轮和截齿钻进入岩取心工艺相比，钻进效率提高了8~10倍以上，共计施工桩孔80个。

2017年7月辽宁陆海基础工程有限公司在大连五号线的山花街地铁站，使用 $\phi 800\text{mm}$ 单体锤反循环钻进时效为6~8 m/h，同牙轮和截齿钻进入岩取心工艺2~3天完成一根桩相比，钻进效率提高了6~9倍，同冲击钻（每小时进尺300~500mm）相比，效率提高了20多倍。

2017年9月山东中鼎科技有限公司在广州罗岗进行施工，采用长螺旋钻机配合1米集束式潜孔锤，反循环钻进中风化、微风化花岗岩地层48个钻孔，平均钻进速度为4~6m/h。由于比其它工艺钻进效率高，所以得到了用户高度评价。

2018年8月保定正为路桥劳务有限公司在浙江温州泰顺县境内，选配长螺旋钻机采用直径1米集束式反循环气动潜孔锤，两台空压机钻进微风化和中风化凝灰岩层，钻进效率1.2m/h~2m/h。解决了当时旋挖钻机无法钻进的难题。

2018年9月陕西旺达公司在陕西铜川市境内，选配田野原吸反循环履带桩基钻机，采用直2米集束式反循环气动潜孔锤钻进中风化砂岩，两台空压机钻进1m/h，为当地大口径桩基大口径钻进提供了新的高效钻进技术，得到了大家认可。

7、结 语

大口径反循环气动潜孔锤入岩钻进效率高，施工周期短，具有显著的经济效益，其应用领域不断拓宽，已成为一种高效的入岩施工钻进工艺。旋挖钻机、长螺旋钻机配套大口径入岩钻进施工，已得到了越来越广泛的应用。其优越性已在施工中施工所证实。它和其它方法配合使用，可以有效地推行综合式分层钻进技术，达到全面提高生产效率，降低钻探成本的目的。

该技术不仅适合浅而无水的钻进条件，而且当风压能够克服孔内水柱阻力的情况下，也能在深而有水孔中钻进。我们相信在桩工界一定能够发挥更大的作用，市场前景广阔。

谢谢大家!

电话：13903168519

15132620903