

# 冲击反循环技术装备在大口径嵌岩钻进中的应用

卜长根<sup>1</sup>, 刘国平<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 中国地质工程集团公司, 北京 100086)

[摘要] 比较嵌岩钻进几种方法的特点, 重点介绍了以双绳同步卷扬为核心部件的重锤式冲击反循环钻进技术的应用, 拓展传统冲击钻和转盘钻机对地层的适应性, 通过不同类型的钻具和工艺组合, 以满足不同地层或不同类型槽孔对钻机的要求。

[关键词] 冲击钻进 嵌岩钻进 反循环 同步卷扬

[中图分类号] P634.3 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2001)04-0076-03

## 1 大直径嵌岩钻进设备的发展现状

岩土工程

最近十年基础工程施工机械发展较快, 转盘钻机得到了空前的发展, 而以转盘类回转钻机(包括有循环和无循环)为主基础施工设备, 只能适应软土地层的成孔需要, 对于大口径嵌岩钻进工艺主要是牙轮或滚刀回转钻进法、潜孔锤钻进法和冲击钻进法。

1) 牙轮或滚刀回转钻进实质上是用转盘钻机驱动牙轮或滚刀钻头以冲击和刮切的碎岩方式钻进。要求对钻头施加较大的钻进压力, 否则, 达不到足够的钻压值, 不能进行有效的体积破碎岩石, 实际施工中提高钻压一方面受到钻具强度及稳定性、钻机提升和回转能力等方面的限制, 另一方面, 除曝气孔、矿山通风孔外, 嵌岩钻进仅占整个钻孔深度 5%~10%, 且孔位搬迁频繁, 考虑到施工经济性, 难以达到体积破碎的钻压, 采用转盘钻机驱动牙轮或滚刀钻进技术要么难于成孔, 要么成孔速度低, 施工成本高, 不能适应幅源广阔的国土对钻孔设备的要求。

2) 潜孔锤钻进工艺是利用孔底冲击器产生的冲击能量来碎岩, 国外以 INGERSOLL RAND 为主, 开发集束式潜孔锤, 国内有的科研院厂联合研制贯通式潜孔锤成孔技术, 其主要特点:

对于风化岩层或覆盖层浅的嵌岩大直径桩基, 采用潜孔锤钻进岩层是一种行之有效的工艺技术, 对于岩层以上较深的软地层一般需要其他的工艺方法施工, 潜孔锤只能作为其他设备的配套机具施工嵌岩地层。

作为配套潜孔锤机具, 若施工覆盖层 50 m~

60 m 的嵌岩桩, 潜孔锤孔底排气, 收集废气排渣, 需要高压、大气量的空压机; 若采用泥浆排渣, 潜孔锤废气直排大气, 虽可采用较低压力的空压机, 但要采用多通道的钻具结构, 要解决钻具的密封、拆卸及潜孔锤材质等问题, 因此, 设备的适用性、工艺的配套性和使用初期的高投入等因素使潜孔锤钻进工艺推广应用受到限制。

3) 冲击钻进法是一种采用冲击机构或卷扬机通过钢丝绳带动一定重量的冲击钻头上下运动, 利用冲击钻头的动能破碎岩石的钻进成孔技术, 在第四纪地层施工中, 不仅适于松软的覆盖层钻进, 而且能穿透比较复杂的卵砾石层或裂隙发育的坚硬岩石层, 碎岩效率较高。其设备工艺特点: 冲击碎岩效率较高。特别是对于裂隙发育的坚硬岩石和卵砾石, 所消耗的功率更小; 与回转钻进设备相比, 当功率相同时, 冲击钻进设备能够钻进较大直径的钻孔; 冲击钻进设备比较简单, 零件精度要求低, 设备费用低, 维护方便。

冲击钻进包括无循环冲击钻进和有循环冲击钻进, 传统无循环的单钢丝绳四杆机构冲击钻机是一种无循环冲击钻进, 仍在水电、交通等部门使用, 这种冲击钻机存在明显不足, 冲击四杆机构运转时难于平衡动负荷, 引起的振动噪音大, 排渣不连续, 钻屑得不到及时清除, 重复破碎严重, 司钻用捞砂筒捞渣, 孔底沉渣厚, 劳动强度大。

日本、法国、意大利等国都制造和使用冲击反循环工程钻机。近十几年来, 针对国内大口径嵌岩钻进的需要, 我们承接原地矿部部级课题研究开发了 GCF-1500 重锤式冲击反循环钻机, 图 1 所示, 冲击反循环钻进技术装备得到了迅速的完善和推广。

[收稿日期] 2000-11-20; [修订日期] 2000-12-01; [责任编辑] 王梅。

## 2 冲击反循环钻进技术

卷扬式重锤冲击反循环钻进技术是在冲击钻进的同时,利用反循环排除钻渣的一种钻进方法,是冲击钻进技术一项革新。目前国内、外在双绳自动同步机构的设计中,有的采用液压阀、制动器控制同步的方法,机构复杂、成本高、灵敏性差;有的采用井口设置滑轮的方法实现双绳的自动同步,只能在局部范围内解决双绳同步问题,不适于较大范围内实现双绳同步。GCF-1500重锤式冲击反循环钻机,成功地解决冲击卷扬双绳提升的同步问题,其主要技术参数:最大钻孔直径1500 mm~2000 mm;钻孔深度80 m;冲击钻头重量4 t~5 t;冲程0.5 m~3 m。

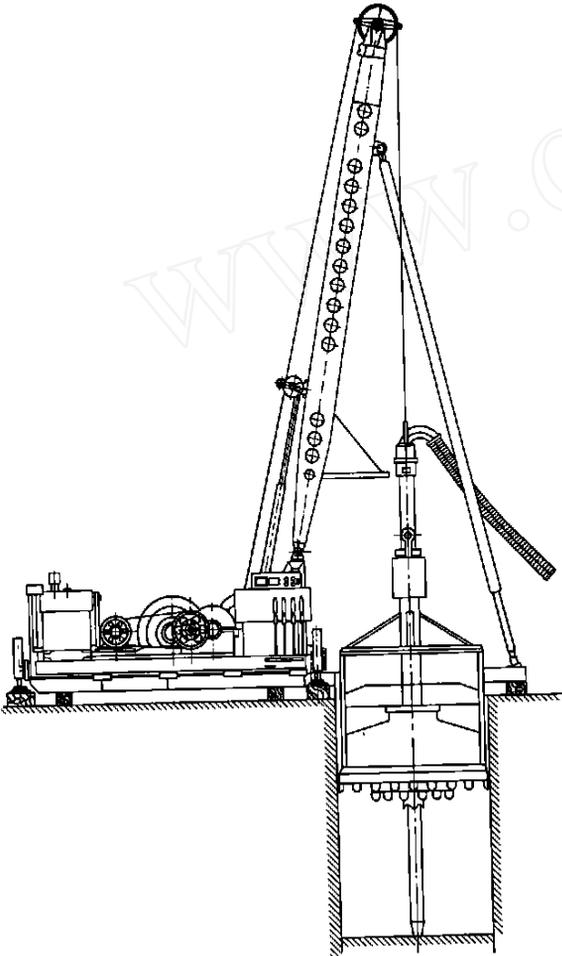


图1 GCF-1500重锤式冲击反循环钻机

GCF-1500重锤式冲击反循环钻机配PS-150正反循环射流泵,反循环钻进时,冲洗液在排渣管内能获得很大的上返速度,排除孔内钻屑的能力强、粒径大;更主要的是排渣与冲击钻进是同时连续进行的,既保证了孔底清洁,又能使卵砾石或松散岩层不经全面破碎直接排出孔外,与传统的冲击钻进相比,

减少了岩屑在孔底重复破碎的机会和排渣的辅助时间;加大冲击钻具的重量,随时调整冲击钻具的冲程,以适应钻进地层情况;采用大冲程、大钻头质量、低频率工艺规程,以获得巨大的单次冲击功,适用于钻进坚硬的岩层或漂石层,大幅度提高钻进的效率。在三峡工程、小浪底水利工程的地下连续墙施工中也都采用了冲击反循环钻进技术。

由于反循环排渣管位于钻头的中央,所以需要采用双绳提动钻头。在设计钻机时,需要解决双绳提升、缠绕自动同步的问题,以保证两绳受力均匀。GCF-1500重锤式冲击反循环钻机结构特点:

主机构成:电机经减速器驱动冲击同步(主)卷扬或副卷扬,与钻塔一起安装在同一底盘上,主、副卷扬使用液压离合器,钻塔液压起放,整机搬运,操作部分采用液压和电器控制。

冲击同步卷扬(主卷扬)是主机的核心部件,是GCF-1500重锤式冲击反循环钻机设计成败的关键,冲击卷扬设计采用行星差速机构,卷筒轴转速为 $n_0$ 和左、右端卷筒转速 $n_1$ 、 $n_2$ 三者间关系式,即左、右端卷筒的转速之和为卷筒轴转动的转速的2倍。在冲击钻进的整个过程中,该机构可以实现冲击钻头双绳提升过程的同步要求,不计行星轮系内摩擦时,保证左右两端钢丝绳上拉力相等。成功地解决双绳同步提升问题,妥善处理离合器在大扭矩下频繁接合产生的热对摩擦片和液压系统密封的影响。

冲击钻头,由于采用了反循环排渣技术,钻头的中心部位被排渣管取代,传统单绳提升冲击钻利用钢丝绳捻向旋转钻头,而冲击反循环钻机,双绳同步提升钻头,难于利用钢丝绳捻向旋转钻头,国内外冲击反循环钻机的钻头都是全断面钻进,采用不旋转异型钻头,全面钻进用于成槽;为了增加冲击钻头对岩石的冲击比压,简化冲击钻头结构,提高穿孔效率,研制了双绳提升可旋转冲击反循环钻头,特别适合弱风化基岩钻进。

排渣管,主要用于反循环排渣,不承受扭矩,但在孔内受冲击振动的影响,要解决接头防松与快速拆卸的矛盾,以减少钻进的辅助时间。

冲击抓斗(冲抓锥),以其自重破碎孔底岩石,并由其抓瓣抓取岩土,以形成各种类型桩孔和墙槽,根据地层情况,可以采用多种护壁成孔的无循环钻进技术,以扩大主机的应用范围。

## 3 重锤式冲击反循环技术的新进展

### 3.1 工艺特点

为了增加设备的适应性,经济、有效地施工第四纪覆盖层中的大断面槽孔,钻具采用模块化组合设计,既能适于软地层施工,也能适于卵砾石层、瓢石层和若风化基岩层施工;既施工桩孔,又能施工地下连续墙;通过不同类型冲击钻头(旋转或不旋转钻头施工圆孔、异形孔)和冲击抓斗(单绳、双绳抓斗,孔用、墙用抓斗)等钻具组合,以满足不同地层或不同类型槽孔对钻机的要求。

### 3.2 设备的发展

由于 GCF - 1500 重锤式冲击反循环钻机冲击同步卷扬的设计成功地解决了冲击钻头双绳提升的同步问题,使冲击反循环关键技术被应用于回转钻机、传统冲击钻机等设备改造之中,从而实现经济、有效的钻进工艺组合。

传统冲击钻改型设计,由于传统四杆机构冲击钻存在的问题,目前有些国内企业生产 YKC、CZ 系列的冲击钻,已把单绳主卷扬设计成双绳提升的冲击同步卷扬,并对原钻机的结构作相应的局部调整,既能实现同步冲击卷扬反循环钻进,又能当冲击卷扬制动时,保证四杆机构压绳提动冲击钻头的同步,进行反循环钻进;近年,由于桩基设计的大型化、矿山通风井和治理污染曝气井的需要,有些企业又开发了可施工 2.5 m 孔径的重型冲击钻,如 GCD -

2500、CF - 20 冲击反循环钻机。根据地层情况,可以实现反循环、正循环或无循环钻进,解决了冲击钻进对地层的适应性,拓展冲击钻的应用范围。

转盘钻机改型设计,为了提高大口径钻机在硬岩和瓢砾石地层的钻进效率,使大量使用和生产转盘钻机具有钻硬岩的能力,对转盘钻机复合同步卷扬,增加冲击反循环钻进功能。对现有转盘钻机进行改造,增加一个同步冲击卷扬,从原钻机传动链中引出动力或增加独立动力(CFG - 1500 冲击回转反循环钻机);按施工企业的要求,改型设计转盘钻机,用同步冲击卷扬代替原来的主卷扬,冲击钻进作冲击同步卷扬使用,回转钻进时通过机构使二卷筒成为一体,作普通卷扬使用。复合功能转盘钻机在生产成本变化不大的情况下,具有软地层反循环回转钻进,岩层或瓢砾石地层冲击反循环钻进,解决了转盘钻机高效、经济的大口径嵌岩钻进的问题。

[参考文献]

- [1] 武汉地质学院主编. 钻探工艺学(下)[M]. 北京:地质出版社, 1981, 7.
- [2] 卜长根. 新型大口径工程钻机 GCD - 2500 多工艺冲击钻[J]. 水文地质与工程地质, 1994, 21(6).
- [3] 林德恒, 郑开华. GCF - 1500 冲击反循环钻机在桩孔硬岩中的钻进效果[J]. 探矿工程, 1994, 2.
- [4] 胡定成. CFG - 1500 冲击反循环钻机研制中的几个问题[J]. 探矿工程, 2000, 2.

## APPLICATION OF THE PERCUSSIVE REVERSE CIRCULATION DRILLING IN DRILLING A LARGE DIAMETER PILING EMBEDDED ROCK

BU Chang - gen LIU Guo - ping

**Abstract:** The paper compares the characteristics of the several drill technical methods to dig the large diameter piling embedded rock. The percussive reverse circulation drill with double synchronous hoist is described particularly. The adaptability to drilling layer is broadened while the conventional percussive or rotary table rig is combined with the percussive reverse circulation drill.

**Key words:** percussive drill, piling embedded rock, reverse circulation, synchronous hoist



[第一作者简介]

卜长根(1963年-),男,1987年获工学硕士学位,现为中国地质大学工程技术学院副教授,主要从事地质工程机械和工艺技术设计与研制,参加多项部级课题的研究工作。

通讯地址:北京市 中国地质大学工程技术学院 邮政编码:100083