

多工艺空气钻进技术及其新进展

许刘万¹, 刘智荣², 赵明杰³, 史兵言¹

(1. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000; 2. 西北综合勘察设计院, 陕西 西安 710003; 3. 河北省地矿物资总公司, 河北 石家庄 050081)

摘要:多工艺空气钻进技术具有很多优点, 多年来除在水井、地热井广泛应用外, 现煤矿瓦斯排放井、煤层气井、油气田井、太阳能井及各种大口径工程施工孔也已成为应用的热点。实践已充分证明, 气动潜孔锤钻进技术, 气举反循环钻进技术最受青睐。介绍了气动潜孔锤和气举反循环钻进技术的发展概况、工作原理、操作要点及应用的注意事项等。

关键词:多工艺空气钻进; 气动潜孔锤技术; 气举反循环技术

中图分类号: P634 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2009)10-0008-07

Alternative Process Air-drilling Technology and Its New Development/XU Liu-wan¹, LIU Zhi-rong², ZHAO Ming-jie³, SHI Bing-yan¹ (1. The Institute of Exploration Techniques, Langfang Hebei 065000, China; 2. Northwest Research Institute of Engineering Investigations and Design, Xi'an Shaanxi 710003, China; 3. Hebei Provincial Geology and Mining Materials General Company, Shijiazhuang Hebei 050081, China)

Abstract: Alternative process air-drilling has many advantages, which has been applied in water well and geothermal well for years and now has become hot application in coal mine gas discharge well, coal bed methane well, oil & gas well, solar energy well and all types of large diameter borehole engineering. Practice shows that pneumatic DTH hammer and air-lift reverse circulation are most popular. The paper introduced the pneumatic DTH hammer and air-lift reverse circulation drilling technology in their development situation, working principle, operation points and the application attentions.

Key words: alternative process air-drilling; pneumatic DTH hammer; air-lift reverse circulation drilling technology

1 概述

多工艺空气钻进技术(含空气泡沫钻进、气动潜孔锤钻进、气举反循环钻进等)被视为当代衡量钻探技术水平的重要标志之一。该钻进技术的实质主要是用压缩空气或含有压缩空气的气液混合物作为钻进时的循环冲洗介质, 或者既用其作为破岩机具之动力, 又兼作冲洗介质的一种钻进方法。

国外从20世纪中叶开始应用, 发展至今已逐渐形成包括循环介质、循环方式、破岩方法和应用领域广阔的多工艺空气钻进技术体系。

从70年代后期到80年代初, 通过与国外的技术交往, 促进了此项技术在我国迅速发展。首先是地矿部门在“七五”期间(1986~1990年)组织完成了部重点科技攻关项目——“多工艺空气钻进技术与开发”(编号:86019)。

该项目的所有参加单位齐心协力取得了一批很有推广价值的成果。为使成果尽快转化为生产力, 经国家科委遴选, “八五”期间将“多工艺空气钻进

技术推广应用”列为国家科技成果重点推广计划项目(编号:13-1-11-8)。项目是以原地矿部勘探技术研究所为依托单位, 并于1998年5月通过国家科委正式验收。据统计, 此项目从科技攻关到组织推广应用, 共获得了40多项成果。这批成果对提高我国整体钻探技术水平, 特别是解决干旱缺水地区水井钻探技术长期存在的若干难题, 尤其在开发利用地下水资源、缓解当地缺水问题中积累了经验。近年来, 该技术也为煤层气开发、煤矿瓦斯排放井、太阳能井和油气田等钻探施工提供了一项新的技术, 取得了显著的经济效益和社会效益, 深受广大钻探人员欢迎。

通过一系列研究与推广应用, 我国已能较全面地掌握和推广应用多工艺空气钻进技术, 缩短了与世界先进水平的差距, 增强了国际竞争能力。现该项技术已先后用于非洲、亚洲20多个国家。凡在多工艺空气钻进技术中做出成绩的研究开发和推广应用单位, 以及设备与机具制造单位, 都已经形成创收

收稿日期:2009-08-14; 改回日期:2009-10-13

作者简介:许刘万(1954-), 男(汉族), 陕西人, 中国地质科学院勘探技术研究所教授级高级工程师, 全国水井钻机情报网首席顾问, 解放军68612部队水井钻探技术顾问, 深圳国炬煤层气技术公司钻探工程顾问, 河北省科技厅评审专家库专家, 中国地质科学院创新基地首批成员, 探矿工程专业, 从事水文水井、工程钻探设备、各类钻具及钻探工艺的研究、推广工作及进口全液压力头钻机、国产各种钻机、机具的配套研究工作, 河北省廊坊市金光道77号, 13903168519, xuliwan@126.com。

的支柱或经济增长点,同时推广应用单位也在市场竞争中增加了自身的技术经济活力。

从多工艺空气钻进技术推广应用产生的巨大生产力来看,目前主要以气动潜孔锤钻进技术、气举反循环钻进技术为主。而且对于未采用过这种技术的单位来说,通过学习了解也对该技术非常关心,渴望尽快掌握。为满足各单位施工需求,本文着重论述气动潜孔锤钻进技术和气举反循环钻进技术,以供大家在生产施工中参考。

2 气动潜孔锤钻进技术

2.1 潜孔锤钻进的基本特点及应用范围

近年来,潜孔锤钻进技术发展迅速,应用范围越来越广。它在矿山、建筑、交通、市政工程、水利、煤田、油气田、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。应用该技术不仅可以大幅度地提高施工效率,而且能减轻工人劳动强度,实现劳动过程机械化,并取得了非常显著的效果,得到了广大用户的认可。

所谓气动潜孔锤钻进就是把破碎岩石的钻头和一个能产生冲击作用的气动装置潜入孔底进行钻进的一种工艺方法,这个气动装置叫冲击器,它是以压缩空气为动力的一种风动冲击工具,它所产生的冲击功和冲击频率可以直接传给钻头,然后再通过钻机和钻杆的回转驱动,形成对岩石的破碎能力,同时利用冲击器排出压缩空气,对钻头进行冷却和排粉,从而实现孔底冲击回转钻进的目的。

从岩石破碎的角度来看,潜孔锤钻进是以冲击碎岩为主,而回转是改变冲击碎岩位置同时起辅助碎岩作用。因此钻进效率的高低,在很大程度上取决于冲击器的性能和质量。潜孔锤钻进是属于空气钻进的一个分支,因为它是把压缩空气既作为冲洗介质,又作为碎岩能量的一种回转钻进方法,其重要特点是钻进硬岩效率高、钻头使用寿命长、回转速度低、扭矩小、轴心压力轻。

2.2 潜孔锤的工作原理

如图1所示,在气缸中有一个活塞,当压缩空气从进气口进到气缸的上室时,由于压缩空气的压力作用在活塞的上端,推动活塞向下运动,到终点时冲击钻头尾部,在活塞向下运动过程中,气缸下室空间的气体从排气口排出。相反,压缩空气从排气口进入下室时,活塞就向上运动,上边的气体从进气口排出。如果不断改变进排气方向,就可实现活塞在气缸内的往复运动,从而实现反复冲击钻头尾部。

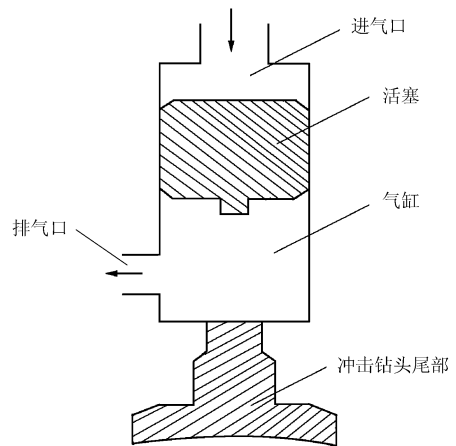


图1 潜孔锤的工作原理示意图

2.3 冲击器的类型

(1)按冲击器的配气方式和特点,可以分为有阀和无阀2种类型。

有阀冲击器的配气特点是由配气机构的阀片控制配气的。按排气方式可分为旁侧排气和中心排气2种。旁侧排气使用最早,因其气缸内的气体由钻头两侧排出,故称旁侧排气冲击器。中心排气是气缸内的气体经钻头的中心孔排出,结构比旁侧复杂,加工精度高,这种冲击器能及时排出岩粉、不重复破碎,减少了钻头磨损,提高了钻凿效率。此结构是在旁侧排气基础上改进的,现基本上都用此种结构类型。

无阀式冲击器没有阀,控制活塞往复运动的配气系统是布置在气缸壁上的,当活塞运动时自动排气,由于这种冲击器不用阀片配气,而能够利用压缩空气的膨胀功推动活塞运动,从而减少了动力消耗。特点是零件少,结构简单,加工方便,与有阀冲击器相比,压力消耗量可节省30%左右。无阀式冲击器按排气方式还分为旁侧排气和中心排气2种。现在使用的多为中心排气的无阀冲击器。

(2)按冲击器额定工作压力可以分为低风压冲击器和中高压冲击器。一般额定工作压力在0.5~0.8 MPa的为低风压冲击器,0.9~1.4 MPa的为中风压冲击器,大于1.5 MPa的为高风压冲击器。

(3)按冲击器的钻进口径可分为小口径冲击器和大口径冲击器。口径在200 mm以内的为小口径,大于200 mm的为大口径。

(4)按潜孔锤的中心通孔形式可分为普通式、中空式和偏心式,应用范围各有不同。

(5)为扩大应用领域,还包括有单头大口径气动潜孔锤和多头大口径集束式气动潜孔锤。

2.4 冲击器用钻头

钻头是传递冲击能量并用于直接破碎岩石的工具,它与冲击器形成整体机构,钻头的结构形式和制造质量的好坏,直接影响着潜孔锤的使用效果。所以根据岩石物理机械性质的不同,合理选用不同形式不同结构的钻头是提高钻进效率、增加钻头使用寿命的重要技术条件。

潜孔锤钻进所用的钻头形式,基本有以下几种:

- (1) 同心式合金球齿钻头;
- (2) 偏心式合金球齿钻头;
- (3) 刀片型合金钻头;
- (4) 反循环合金球齿钻头。

2.5 潜孔锤钻进技术参数

潜孔锤钻进操作技术虽然比较简单容易,但是必须科学和熟练的操作,才能取得理想的钻进效果。钻进效率的高低,不仅取决于所用空压机、冲击器和钻头的性能,还必须做到合理的操作,正确选用钻进技术参数。

2.5.1 风压与风量

一般认为,所用压缩空气的压力高,则潜孔锤钻进的效率也高,而且钻头的使用寿命也长。供风量不仅是保证冲击器工作的基本条件,也是保证钻孔是否能正常排粉的重要因素,而供气量的多少,一方面是根据所用冲击器的性能而定,另一方面是要保证环空的上返风速。因为排粉效果的好坏,主要和上返风速有关,而风速与供风量直接相关。

在潜孔锤钻进时,其钻进速度与所用压缩空气的压力密切相关。不同结构的潜孔锤在相同的空气压力作用下,得到的钻进速度不同。对于同一个潜孔锤来说,在不同空气压力作用下,钻进速度的改变更加明显(见图 2)。

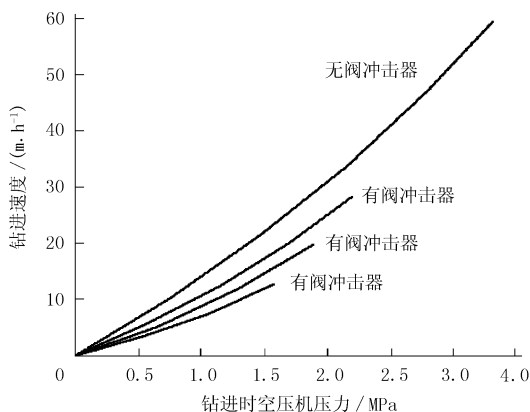


图 2 空气压力与钻进速度的关系曲线

从图 2 中可以看出,较高的空气压力将增加潜

孔锤的工作效率。另外,空气压力还决定了潜孔锤的钻进孔深。空气压力损失主要由管路消耗、克服水柱背压、启动潜孔锤的压力及维持空气或空气泡沫循环的压降等部分组成。

关于潜孔锤钻进所需风量,一是碎岩钻进所需风量,二是此风量值也能满足排岩屑的需求。由于潜孔锤钻进速度快且岩屑颗粒大,所以需较大的风量才能使井底干净。对于常用的潜孔锤正循环钻进而言,岩屑从孔底经钻杆与孔壁的间隙排送到孔外要依靠气流,其速度应尽可能达到 20 m/s,一般情况下不小于 15 m/s,否则孔内岩屑多,会严重影响钻进效率。

2.5.2 轴向压力

从冲击器破岩原理来看,岩石主要是靠冲击动载作用破碎的,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,因此过大过小都会影响潜孔锤钻进的正常进行,轴压过大会引起钻具的震动,钻头过早的磨损,球齿掉落,回转困难。合理的轴向压力才能保证冲击器的正常工作和冲击功的全面传递。一般来说,直径 200 mm 的潜孔锤可加压 10 kN 左右。

2.5.3 钻具的回转速度

潜孔锤回转速度对于顺利钻进和延长钻头寿命起着决定性的作用。潜孔锤钻进时,回转的唯一目的是锤头上的球齿在每经过一次冲击后都能落在新的岩面上,在钻头外缘上的球齿对回转特别敏感,假若回转速度过慢,钻头上的球齿将打入先前冲击过的坑穴中,会引起钻头的不稳定,使回转受阻,并使钻进效率下降,若回转速度过快,钻速不会增加,而钻头的球齿由于强大的摩擦力将引起过早磨损。所以合适的锤头回转速度将延长钻头寿命,但合理的回转速度选择,主要与冲击器所产生的冲击功的大小、冲击频率的高低、钻头的形式以及所钻岩石的物理机械性能有关。

最优的钻头回转速度,以获得有效的钻速、平稳的操作和经济的钻头寿命作为一般要求,现提供以下经验数据供参考:覆盖层 40 ~ 60 r/min,软岩层 30 ~ 50 r/min,中硬岩层 20 ~ 40 r/min,硬岩层 10 ~ 30 r/min。

2.6 潜孔锤的操作技术

(1) 开孔阶段操作必须小心,不要使锤头偏离孔口,并防止吹塌孔口围填物,防止钻进失去稳定。另外开孔时,给进要缓慢,并注水,这种与水相混合

的岩屑更容易喷抹在井壁上,防止钻孔中循环介质漏失。

(2)当钻孔开始钻凿时,需降低空气压力,使空气仅能推动潜孔锤运转即可,等工作平稳后再增大压力提高效率。

(3)正循环钻进时一定要加注泡沫剂,因为它有助于钻进过程中岩屑的清理,孔壁的稳定,并能控制孔内涌水。

(4)潜孔锤必须在要求的气压下正常工作,气压过高会明显缩短零件的使用寿命,过低会降低凿岩效率和缩短锤头的使用寿命。

(5)为了及时清除孔内岩渣,减少钻具的磨损,应经常从孔底提起潜孔锤,对孔内进行充分的排渣。

(6)如果孔内突然发生坍塌,应保持潜孔锤工作并立刻在孔内上下活动。必要时还可增加转速,一直到潜孔锤能自由上下、使岩渣从孔内排净为止。

(7)加接钻杆时,要特别注意钻杆内的清洁,以避免砂土及管内铁锈等脏物进入潜孔锤内,引起零件损坏或发生停钻事故。所以必须保证气路清洁通畅,并对钻杆丝扣涂抹丝扣油。

(8)一根钻杆打完后,必须先将孔内岩渣吹扫干净,进而减小气量,慢慢放入孔底,过一会儿再慢慢的停气,然后才能加接钻杆,以防岩渣倒流到潜孔锤内。

(9)更换钻头时,要保证所换钻头直径小于被换下的钻头直径,以防钻头下不去。

(10)严禁钻具反转,以预防钻具掉入孔内。

(11)若潜孔锤出现故障不能正常工作时,应及时排除,避免造成更大损失。

(12)若采用潜孔锤正循环钻进时,有条件的要增设孔口密封导流装置,其作用是将岩屑导向井场的远处,避免岩尘污染井场及设备,保证施工操作安全。反循环潜孔锤钻进时则应固定好排岩屑胶管与旋流器。

2.7 正反循环钻进方法的选用

正循环钻进、反循环钻进的工作原理和结构虽有明显区别,但基本工作过程都是将气动装置潜入孔底,形成对岩石的破碎。正循环钻进可利用转盘钻机和全液压动力头钻机平常的钻具连接潜孔锤就可直接采用,而反循环钻进则要配备适合的双壁钻具和反循环气动潜孔锤才能实现。对于正循环钻进来说许多单位并不陌生,但在应用过程中出现的技术难题还需反循环钻进工艺克服,尤其近年来国家对环保的要求越来越严,反循环钻进具有一系列的

优越性,使得应用领域更加广阔。所以采用单位可根据实际情况选择不同的钻进方法,以取得最佳的钻进效果。

2.8 对气动潜孔锤钻进的认识

(1)该工艺方法钻进效率高,钻头寿命长,所需回转速度低,扭矩小,轴压小,并且有预防孔斜和纠斜作用。同时设备和钻具的损耗也很小,已得到大家的公认。

(2)潜孔锤钻进是目前提高硬岩钻进效率最有效的方法之一,生产实践表明,其钻进效率比回转钻进高10倍左右,尤其在干旱缺水地区和气举反循环钻进技术组合应用,可以有效地推行分段钻进技术,达到全面提高生产效率,降低施工成本,保证施工正常进行,具有很好的市场竞争力。现我国许多单位购买的全液压动力头车装钻机,都是以气动潜孔锤钻进为主,每天可实现300m的钻效,一些打井队可在3天完成一眼孔深300m的基岩水井。这些都说明了气动潜孔锤钻进的威力。

3 气举反循环钻进技术

3.1 国内外概况

气举反循环钻进技术是一种先进的钻探工艺,具有钻进效率高、钻头寿命长、成井质量好,在复杂地层中钻进安全可靠,并能实现连续取心(样)钻进、减少辅助时间和减轻劳动强度等特点,已成为国内外钻进水井、地热井、煤层气井、瓦斯排放井及大口径工程施工孔的主要技术方法之一。

目前国外已广泛采用此项技术,而且发展得较为完善,各自有自己的标准规格和系列。我国的应用研究工作也取得了突破性的进展,领域和范围不断扩大。

德国是钻探技术水平比较先进的国家之一,尤其反循环钻进技术应用较早,发展最快,用途普遍。不少国家的反循环钻进技术都是从德国引进的。如日本是1962年从德国引进了PS-150型工程施工钻机后才逐步发展起本国的反循环钻进技术。我国于1980年也从德国引进了以反循环钻进技术为主的B3A型钻机,使用效果很好。1985年3月原地矿部派考察团考察了德国的反循环钻进技术。

在德国,水井钻探主要是采用气举反循环钻进,而美国气举反循环钻进技术主要用于较深钻孔和一些复杂地层钻进。美国、德国、法国为了广泛应用此项技术,都有成系列的钻杆、钻头、辅助工具等。例如:德国威尔特公司DSG双壁钻杆系列和NW法兰

钻杆系列,美国沃克—尼尔公司 CON - COR 双壁钻杆系列,法国福拉克双壁钻杆系列,结构各有特点,品种型号有许多种。同时国外适用于气举反循环钻进的全液压力头式钻机、空气压缩机品种规格也较为齐全。如德国的 B 系列气举反循环钻机, K5 - H 型空气压缩机,这些都为推广普及气举反循环钻进技术奠定了良好的基础。

我国在 20 世纪 70 年代就开始用风管悬吊式钻具进行试验研究,钻进时取得了较好的效果,但由于钻具操作复杂未能推广使用。80 年代初引进的 B3A 型钻机,其配套的 DSG 系列双壁钻具只能用在动力头钻机上,在转盘式钻机上无法使用。结合我国目前水井钻探、煤层气和瓦斯排放井施工中主要以转盘钻机为主的情况,我国双壁钻具已形成系列的有 SHB114/76、SHB127/66、SHB127/70、SHB127/87、SHB140/100 五种。为扩大使用范围,还研制成功了适合于砂金勘探和全液压力头车装钻机的各种外平双壁钻杆(Ø89、102、108、114、127、140、168、178、194 mm)以及大口径工程钻探的并列式反循环钻具。

配套技术装备的同步发展,也为普遍推广应用气举反循环钻进创造了基本条件。从推广至今,气举反循环钻探技术已在我国地质、冶金、建设、水利、煤田和军工等系统采用,覆盖全国 30 个省、市、自治区,并在巴基斯坦、马里、玻利维亚、菲律宾、尼日利亚等国外承包工程中使用。我国采用此技术达到的最大钻孔深度为 3800 m,洗井孔深为 4000 m,施工的环保孔最大孔径 3.2 m,矿山及特殊孔径 5 ~ 13 m,深度 300 ~ 700 余米,到目前总进尺 205 万余米,节省钻探费用 2180 多万元。由于此项技术推广成绩突出,经济效益及社会效益十分显著,“水文水井气举钻探新技术研究”曾在 1993 年获得原地矿部科技成果一等奖,“多工艺空气钻进技术推广应用”曾在 2001 年获得河北省科学技术进步二等奖。

3.2 工作原理及运用条件

实践证明,气举反循环钻进并不是在所有的地层条件下都可以发挥出最好的效果。实质上气举反循环钻进工作原理同空压机气举抽水工作原理相类似,即将压缩空气通过气水龙头,经双壁主动钻杆、双壁钻杆的内管和外管之间的环状间隙从混合器处喷入内管,形成无数小气泡,气泡一面沿内管迅速上升,一面同时膨胀,从而产生气举作用。

由于压缩空气中不断进入钻井液,在混合器上部形成低密度的气水混合液,而井中的液体密度大,

根据连通器原理,内管的气水混合液在压差作用下向上流动,把孔底的岩心或岩屑连续不断带出地表,排入沉淀池。沉淀后的泥浆再流回孔中,经孔底进入钻杆内补充循环液空间,如此不断循环形成连续钻进的过程,参见图 3。

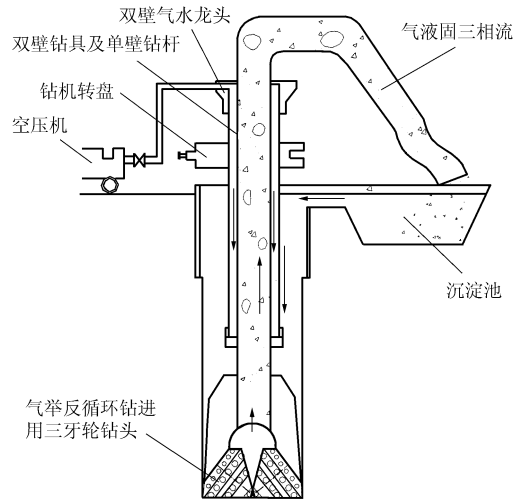


图 3 气举反循环钻进工作原理图

气举反循环钻进效率主要取决于压缩空气的压力和风量,以及混合器沉没在水中的深度。要使此种技术获得好的效果,下述条件可作为应用时参考。

(1) 地层中不宜有湿胀性硬粘土以及大的漂卵石。由于粘土层岩屑在管内发生碰撞由小块变成大块,大块与水发生膨胀会堵塞内管,有时也因别的原因岩屑不能及时排除极易产生糊钻,另外,当遇到较多的超径卵石时,它们不能从管内通过,如若回转钻头不能将它们破碎,则将会聚集在孔底,给继续钻进带来困难。

(2) 在第四系漏水地层或地下水贫乏的地区施工时,应有充足的水源供给才能保证气举反循环正常钻进。通常要求泥浆池冲洗液必须和孔内水位连通并不断补给,不能使循环液断流。

3.3 应用前的组织和技術准备

3.3.1 钻具的选择和准备

实现气举反循环钻进技术的核心就是要选用一套合理的钻具。钻具选择的好坏,直接影响着钻进速度的高低。从技术角度出发,一般钻孔口径在 600 mm 以内宜选用双壁钻具,大口径工程孔可选用并列式钻具,或者选用大直径带扶正的特殊双壁钻具。

总的来讲,根据钻进口径决定选用钻具的结构,其目的是为了获得合理的管外环流速度和较高的钻进效率。在此还应注意不论何种钻具,下配的单壁

钻杆内径与双壁钻杆内径应尽可能一致,以提高排屑能力,保证管内畅通。

当空压机压力能满足需要时,尽可能多配双壁钻杆,最好能做到将双壁钻杆下端的混合器放置在钻头或加重钻铤上部为好,这样不仅可以尽量减少使用单壁钻杆,而且还能减少为增加单壁钻杆而下钻的次数,减轻工人的劳动强度,更重要的是还能提高钻头处岩屑的上返速度,从而获得更高的机械钻速。

3.3.2 技术组织和准备

此项钻进工艺方法是一项比较成熟、简单实用的钻探技术,虽在我国许多地方和援外承包打井工程中得到了广泛的应用,但对它仍需不断认识提高,对于未采用过的单位,有必要对生产第一线的技术人员和技术工人组织一些学习参观,使大家了解气举反循环钻进的实质、优点、特点和适用范围,弄清楚钻具的使用原理、构造、密封方式、在野外条件下的维护和修理,具体操作及对冲洗液的要求,钻头和其它设备的配套使用技术等。

3.3.3 配套设备的选择

3.3.3.1 钻机的选择

凡具有转盘式钻机的均可进行气举反循环钻进,也可在全液压力头车装钻机上使用。在浅孔时要想获得较高的钻进效率,应优先选用有加压装置的钻机,否则应配备加压钻铤。

3.3.3.2 空压机的风量与压力选择

为了获得足够的上返速度,当地下水位较深、沉没比较小、钻孔口径和双壁钻杆内径较大时,应选用大风量的空压机,以提高钻进效率;反之可选择小风量的空压机,以节约能源和降低成本。

由于钻孔口径决定了钻杆内径,而钻杆内径和风量有着密切的关系,根据我国现研制成功的几种规格的双壁钻具来说风量一般可选为 $4 \sim 12 \text{ m}^3/\text{min}$ 。要想得到足够的上返速度和较高的钻进效率,一般来讲,空压机的压力以大些为好。因为压力大,混合器下入得深,可以获得高的钻进效率。

空压机的排气量和工作压力是决定气举反循环钻进效率和孔深的主要参数,因此,空压机的选择也是气举反循环钻进技术的应用关键。因为它关系到循环液流在钻杆内上升速度,而循环液流的上返速度是携带岩屑的主要因素。循环液流把处于钻头下部的岩屑冲向钻头的吸口,很快进入钻杆内腔。岩屑进入吸口时间越短,重复破碎的现象就越少,钻进效率就越高。另外岩屑进入钻杆内腔之后还靠液流

垂直上升速度把岩屑从孔底带到地面,这就要求液流上升的速度要大于岩屑的沉降速度。

3.3.4 钻头类型的选择

要根据地层情况、钻机的加压能力等来合理选择不同的钻头,这是取得最优经济效益的基本原则。作为气举反循环钻进,它不仅指在钻进过程中冲洗介质的循环形式与正循环钻进相反,而且包括钻头形式也与传统钻头有明显区别。

具体说,就是钻头吸口孔径比钻杆内径要小 $15 \sim 20 \text{ mm}$,这样有利于岩屑在钻进过程中经钻杆能顺利排至地表。

目前,不论国外还是国内,反循环钻进采用的钻头大致相同。一般可分为翼状刮刀钻头、牙轮钻头及组焊牙轮钻头、普通滚刀钻头、阶梯式滚刀可换组合钻头、连续取心牙轮钻头等。

3.3.5 冲洗液的选择

尽管气举反循环钻进时管外环流速度低,而且不存在冲洗液对孔壁的直接冲刷问题,但由于钻进时有可能产生塌孔现象,钻进粘性土地层时易出现糊钻等。一般应选用静切力小、流变性好、渗透恢复率高的优质泥浆作为钻进松散地层的冲洗液。如果遇到漏失以及不稳定地层时,可直接向孔内注入粘土粉或红胶泥土。但是,在地层较稳定以及钻进基岩时可采用清水作为冲洗液。当在基岩裂隙、溶洞层地下水丰富时且能满足沉没比的情况下,不需要再往孔内回水,可直接往外排水钻进。

3.4 气举反循环钻进技术应用发展

钻探实践结果表明,由于气举反循环钻进技术冲洗液上返速度高出正循环 $10 \sim 50$ 倍,可钻大口径井及深井, $4 \sim 6$ 级岩石比正循环时效提高 $1.5 \sim 3$ 倍,纯钻效率是正循环的 198% ,综合效率是常规钻进的 568% ,相同条件下比正循环施工的水井,井径规则,井底干净,出水量平均增加 $1/3$,洗井时间缩短 $1/2$,综合成本仅为正循环的 $1/2$,牙轮钻头在高压、低转速的前提下,单个寿命可达 $300 \sim 500 \text{ m}$,可实现边钻进边取心(样),具有很多优越性。在各类地层中施工成井已取得的各项经济技术指标,为施工单位今后进一步推广应用树立了信心。

随着气举反循环钻探市场的变化,除在水井、地热井广泛应用外,现煤矿瓦斯排放井、煤层气井、油气田井、太阳能井、大口径施工井已成为钻探工程的热点。尤其水井和地热井钻探深度愈来愈深,如何优质高效地提高钻进效益,降低成本,已成为施工单位最为关心的问题。因此,气举反循环钻进技术的

研制成功,为这些工程施工提供了技术保证。现以辽宁省东北煤田地质局一〇三勘探队为例:采用气举反循环钻进工艺共施工煤矿瓦斯排放井8眼,其中 $\varnothing 700$ mm 钻孔2眼,深度430余米,平均时效1.7 m,高于正循环2倍多。 $\varnothing 445$ mm 钻孔6眼,深度770 m,平均时效2.2 m,高于正循环2倍多。从该队的使用情况来看气举反循环钻进不仅解决了大孔径正循环钻进中的排渣问题,而且钻进中事故率明显低于正循环,效率也明显高于正循环钻进很多。尤其是2007年3月份辽宁大雪,震惊全国。当时钻进700余米孔深的机台,有2个电机被大雪包裹烧毁,导致无法提钻,6天后更换好电机,钻具顺利提出孔外。此事引起局、队领导以及机台人员高度认识和称赞。另外,还深感煤矿瓦斯排放井用气举反循环钻进后固井时可直接进行,无需象正循环施工后还要调整泥浆性能,而且固井质量明显好于正循环。这充分体现了气举反循环钻进工艺孔底干净,孔内事故少的优越性。再则该工艺由于用空压机作为排渣动力,与正循环用泥浆泵相比,既节约了泥浆材料又节约了泵的配件费用。空压机相对泥浆泵的维修时间少得多。又如:河北建设勘察研究院有限公司在山东德州太阳能井施工中,依照标书要求必须采用气举反循环钻进工艺施工。第四纪地层,孔径650 mm,深200 m,现已完成4眼井的试验任务,效果非常满意,下一步将大范围地推广应用。

4 结语

在科学技术发展突飞猛进、知识经济正在兴起的新世纪,我国的多工艺空气钻进技术已得到了大

力推广应用,尤其是潜孔锤钻进技术和气举反循环钻进技术的联合施工取得了显著的效果,得到了广大用户的认可。现许多钻探施工单位都非常重视这一先进技术的推广应用,加速更新换代新工艺方法。

气举反循环钻进技术不但可以作为一种先进的钻进工艺方法,而且还推广用于处理井内事故、洗井和修复旧井等。近年来,各种施工工程日益增多,原来的正循环钻进方法在某些方面受到限制,不得不寻求反循环气动潜孔锤钻进技术和气举反循环钻进技术来解决正循环施工存在的实际问题,应用领域十分广泛。我们坚信,随着钻探技术水平的提高,这些技术将会在我国经济建设中发挥越来越大的作用。

参考文献:

- [1] 孙承志,李文智,胡晓天. 气动潜孔锤钻进技术在基岩地区水文钻探中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(8): 15-16, 19.
- [2] 许刘万,史兵言,李国栋. 大力推广气动潜孔锤及气举反循环组合钻进技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(9): 41-45.
- [3] 许刘万,史兵言,赵明杰. 反循环气动潜孔锤的研制及应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(4): 31-34.
- [4] 赵鸿杰,孙智杰. 空气潜孔锤与气举反循环钻进组合工艺在水文水井钻探中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2006, 33(11): 52-53.
- [5] 孙丙伦. 应用气举反循环钻进工艺成功解决钻井施工疑难技术问题[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(3): 12-14.
- [6] 陈怡,段德培. 气举反循环钻进技术在地热深井施工中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(4): 23-24, 28.
- [7] 王玉国,肖海龙,谢连生. 气举反循环钻进工艺在3512 m深的京热164号井中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(2): 9-11.

河南省地方标准《PVC-U管成井技术规范》通过专定审定

本刊讯 2009年10月11日,由河南省水文二队和地勘一院等单位编写的河南省地方标准《PVC-U管成井技术规范》专家审定会在南阳召开。审定会由河南省质量技术监督局主持,主管单位河南省国土资源厅科技外事处魏丹斌处长以及河南省地矿局总工程师张宗恒出席会议并讲话。

专家审定委员会共由7人组成,分别是:中国地质调查局甘行平教授、中国地质大学(武汉)蒋国盛教授、中国地质调查局水文地质环境地质调查中心叶成明教授、中国地质科学院勘探技术研究所李艺教授、中国地质大学(武汉)段隆臣教授、河南省地质矿产勘查开发局地质勘查和科技管理处左玉明处长和中国地质大学(武汉)吴翔教授。

会议听取了标准起草小组就任务来源、编写过程、标准内容等方面的详细报告,随后在座专家和领导对该标准的格式、内容等进行了严格地审查和讨论,并对部分内容进行了逐字逐条细致地修订,最后一致审定:该标准的制定符合我

国节能减排、环境保护的要求,PVC-U井管是传统金属井管的更新替代产品,它不仅可以节约大量的铁矿资源,减少环境污染,而且还可从根本上解决金属井管的腐蚀结垢和水质污染等问题,对加快推广PVC-U井管的成井技术,提高生产效率、减少事故率、保证工程质量,实现安全、文明和绿色生产具有重大意义;该标准结合了PVC-U管成井施工的实际情况和PVC-U井管的特性,其技术指标及参数具有较强的可操作性,符合国家和地方相关法律、法规和政策的规定;该标准对相关技术内容的阐述准确、清楚,具有先进性和前瞻性,填补了该领域的空白;该标准主体明确,结构严谨,条理清晰,编写格式章节划分、条款表述符合GB/T1.1的要求。

最后,标准审查专家委员会主任甘行平、副主任蒋国盛代表专家组在审定意见书上签字,并建议标准的起草小组对标准的送审稿修改完善后,尽快报送河南省质量技术监督局签署、发布。