全液压车载钻机在缺水地区化探取样中的应用研究

谭春亮，宋殿兰，贾　军
(北京探矿工程研究所，北京 100083)

摘　要：针对干旱、半干旱地区缺水的特点，结合化探取样的要求，采用全液压车载钻机空气潜孔锤钻进工艺。结合车载钻机在西北部地区化探取样工作中遇到的问题，由此采取的有效措施、总结取得的经验成果，为该地区工作的进一步开展提供一些参考；同时使空气正反循环工艺在浅层取样的应用上更加完善，更加成熟，给本行业的工程技术人员提供一些思路。

关键词：全液压车载钻机；干旱地区；化探取样；取样工艺
中图分类号：P634　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1672－7428(2009)09－0007－04

Application of Full-hydraulic Truck Driller with Automobile Chassis in Drought/*TAN Chun-liang*, *SONG Dian-lan*, *JIA Jun* (Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China)

Abstract: This paper discusses the application of full-hydraulic track driller with automobile chassis in the arid and semiarid areas. According to the geochemical sampling requirement, full-hydraulic air-driven hammer drilling technology was adopted. The paper summarizes the experience, which made the drilling technology with air positive circulation and reverse circulation more perfect.

Key words: full-hydraulic track driller; arid area; geochemical sampling; sampling technology

干旱、半干旱地区的化探取样工作一直是一个难题，过去在这些地区化探取样主要是地表取样，依靠铁锹、洛阳铲等原始的工具来完成，遇到的突出问题有：

(1)取样只能停留在地表，挖槽、挖井的成本高，对地表的环境破坏严重，劳动强度大，效率低；

(2)遇到地表覆盖层存在砾石层或岩层，更是无法完成取样，只能回避；

(3)这些地区常年干旱缺水，生活用水尚且困难，不具备采用传统钻探方法(硬质合金、金刚石水循环钻进)来完成取样工作的条件。

随着国家矿产资源需求量的增加，仅仅依靠原始方法根本无法满足经济发展的要求。作为一线的技术人员，随着对这些地区化探取样深入的了解，发现其具有以下特点：

(1)与地质取心不同，化探取样不需要完整的岩心，小颗粒或岩粉就可以满足化探分析的质量要求，这为潜孔锤取样提供了前提条件；

(2)地势平坦，地域广阔，主要集中分布在西北地区，具备车辆通行的条件，具备快速移动的特点；

(3)处在干旱、半干旱地带，由于常年缺水，地层的含水量非常小，具备空气钻进的前提条件。

作为“863”项目——“多功能车载野外实验分析装备”的协作单位，同时协助中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所(简称“物化探所”)完成相关地区的化探取样任务，我所参加了内蒙古、新疆等地的化探取样工作，本文结合在整个示范过程中遇到的问题以及采取的措施，简要介绍一下取得的经验及存在的问题。

1　钻探设备

根据我所承担的地质大调查项目“75 m 车载取样钻机具的研制”并结合物化探所科研工作任务和要求，采用 75 m 全液压动力头车载钻机，该钻机的主要技术参数为：额定转矩 540/260 N·m，额定转速 70/150 r/min，最大给进力 12 kN，最大起拔力 18 kN，额定功率 13 kW。

配套的空压机为 PDS185S－6B4 AIRMAN 型螺杆压缩机：额定风压 0.7 MPa，额定风量 5.0 m^3/min。

空气潜孔锤钻具：冲击器直径 57 mm，潜孔锤直径 68 mm，外平钻杆 Ø42 mm，三翼钻头 Ø75、83 mm。

2　取样工艺

按照化探取样的要求，在地表岩石比较完整的

收稿日期：2009－03－05；**改回日期**：2009－06－24
基金项目：国家“863”项目“多功能车载野外实验分析装备”(编号：2006AA06Z135)
作者简介：谭春亮(1979－)，男(汉族)，山东德州人，北京探矿工程研究所工程师，机械设计及理论专业，硕士，从事矿山与地质机械产品的设计研究工作，北京市海淀区学院路 29 号探工楼 104 室，bjtan1979@yahoo.com.cn。

万方数据

地区,采用空气潜孔锤正循环钻进取样工艺。其优点是:钻进效率高,在岩层中钻进瞬时机械钻速可达到15 m/h以上;钻杆内气流的上返速度为20~30 m/s,对于浅层取样(地质上共识为30 m),采集样品与钻进基本同步,及时准确,可实现连续取样,避免样品丢失。

在岩层比较破碎,或者是地层变化频繁,采用空气潜孔锤反循环取样工艺。其优点是:有效地解决了破碎地层孔壁的坍塌问题,也有效地避免了地层坍塌所带来的混样问题,这种方式存在的问题是工人的劳动强度增大,对空压机的要求高。

目前国内市场上反循环钻进可分为普通潜孔锤双壁钻杆反循环和贯通式潜孔锤双壁钻杆反循环2种形式。

普通潜孔锤双壁钻杆反循环钻进技术(参见图1):压缩空气从双壁钻杆内外管间的环状间隙进入,经交叉接头把压缩空气输入冲击器,驱动冲击器工作破碎岩石。排气经交叉接头引入双壁钻杆的内管排出孔外。

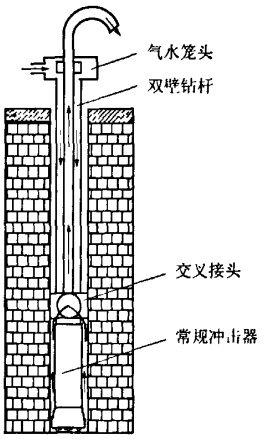

图1 普通潜孔锤双壁钻杆反循环示意图

贯通式潜孔锤反循环钻进技术(参见图2):压缩空气从双壁钻杆内外管间的环状间隙进入冲击器,驱动贯通式冲击器工作破碎岩石,排气经钻头的引导进入双壁钻杆内管排出孔外。

在国内,对于贯通式潜孔锤反循环钻进(特别是针对小孔径的浅覆盖区)的研究还不是很成熟,国内主要的工艺还是普通潜孔锤双壁钻杆反循环。

在示范中(结合内蒙古扣河子镇的施工情况,见图3),根据覆盖层厚度的不同,采用的钻进工艺有所不同:

(1)对于含水率较低的、黄土覆盖层厚度在10 m以内的孔位,可直接采用潜孔锤钻进,实际钻进速度可达8~10 m/h,能够做到一个回次一个孔,每天工作8 h可完成2个孔,进尺约60~80 m。其它为变换孔位的辅助时间。

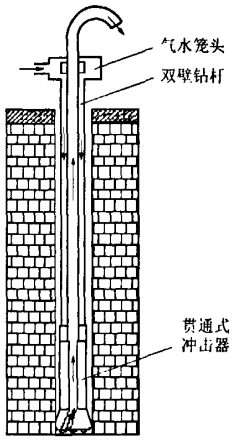

图2 贯通式潜孔锤双壁钻杆反循环示意图

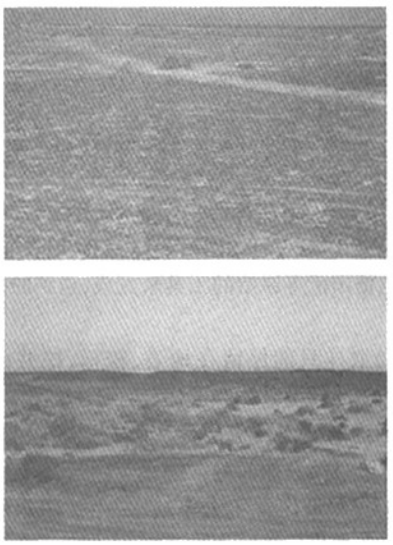

图3 施工地貌

(2)对于黄土覆盖层或含有钙结核的风化土层,基岩上部夹一层含水的粘土层,厚度在20 m以内。采用常规潜孔锤钻进时,由于上部土层比较干燥、牢固,不易塌孔,钻进效率较高,但随着下部地层的含水量增加,使得钻进速度逐渐降低。其原因:一是潮湿的土层没有足够的反冲击作用力,仅靠回转作用破碎地层,冲击器难以实现连续工作,不能充分发挥冲击碎岩的作用;二是由于岩屑潮湿,粘度增加、密度增大,空气排粉效率明显下降;三是容易造成锤头风眼堵塞和锤头包被。

万方数据

鉴于上述情况,我们首先采用三翼刮刀钻头,空气洗孔,穿过覆盖层到达基岩后,更换潜孔锤,完成基岩钻进取样。尽管这种工艺需要多提下一次钻具,但综合效率明显提高。采用这种工艺对于上述地层化探取样,取得了比较理想的效果。

(3)在黄土(粘土)厚度超过 30 m 的覆盖层,在示范取样过程中经历了几次埋钻和由于软地层塑性流动导致缩径卡钻后,我们总结出一套比较合理的钻进工艺:在覆盖层时,采用三翼刮刀钻头钻进取样,同时在下部钻杆之间每隔 3 ~4 m 安装一个扩孔器,通常安装 3 ~5 个,既保证了空气流通通道,有利于及时排除岩屑,又能保证在钻进期间的孔径尺寸,防止了地层塑性流动缩径。到达基岩后再改用潜孔锤钻进,完成基岩取样。采用这种工艺共完成了 5 个 40 m 以深的钻孔取样。

图 4 为施工现场。

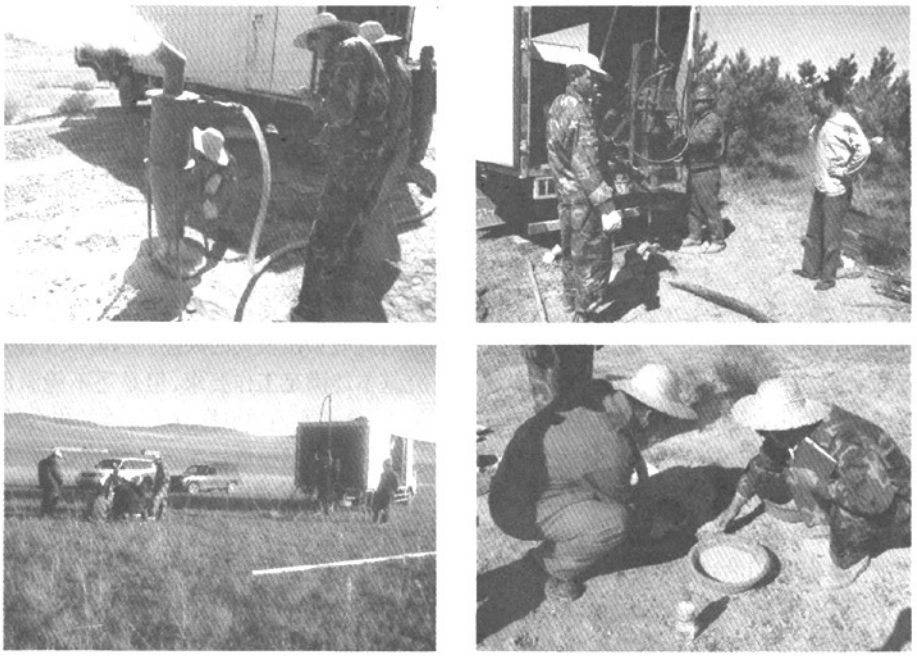

图 4　施工现场

3　技术问题与原因分析

3.1　技术问题与解决措施

整个示范施工过程中遇到主要问题是埋钻、卡钻,气流不畅等现象,主要有以下几种情况。

(1)对于化探取样,样品与层位的对应是非常重要的,也就是通常说的不混样,为此,在工作中,我们总结出了一套行之有效的方法:首先,对于化探取样通常是每米取一二个样,样品的收集要放到钻杆钻进的中段进行,也就是加钻杆后两头不取,取中间段;再就是在加钻杆停钻时,让空压机继续工作 1 ~ 2 min,用以冲洗孔壁。这些措施保证了取样的准确度。

(2)普通潜孔锤反循环钻进过程中,反循环的形成比较困难,往往伴随着正循环自始到终,为此我们在交叉接头上端设计了螺旋封堵;同时在交叉接头连接处设计了喷嘴接头,利用喷反原理,形成负压区,吸引气固混合物形成反循环。

(3)穿过含水层,接近基岩处,含水层位置"缩颈"气流通道堵塞导致埋钻,钻进过程中间隔安装扩孔器,采用三翼刮刀钻头钻进有效地避免了这类问题。

(4)在接近含水层钻进时,由于排粉不畅导致埋钻,或者是由于在钻进过程中出现探石导致卡钻。鉴于浅层钻进取样,取样深度一般在 30 m 以内,因此借助手动夹持机构(结构简单,野外使用方便),2 个 10 t 的千斤顶预应力即可解卡。

3.2　原因分析

(1)钻进过程中随着孔深的增加,由于孔壁漏气等原因,返风的压力逐渐减小,导致气流对携带的粉尘进行分选,小颗粒的被气流携带出孔外,大颗粒在孔内保持"悬浮"静止状态,当增加钻杆,停止通风时大颗粒迅速沉降造成埋钻。

(2)接近和穿过含水层时,"缩颈"现象严重,堵

万方数据

塞气流上返通道,导致埋钻。

4 成果分析

空气潜孔锤钻探工艺需要专门配备空气压缩机,配备一辆越野能力比较强的卡车,前期投入比较大,但钻探效率比岩心钻机取样高4~5倍,平均小时效率在10 m以上。通过示范成本核算,总的取样费用可降低1/3,而且随着工作量的增加和取样工艺的完善,取样费用节约的比例会更大。表1列出了车载钻机与岩心钻机效率、成本、质量的对比情况。

表1 车载钻机与岩心钻机施工效率、成本、质量的对比

类型	钻探效率 /(m·h^{-1})	用水量 /(L·h^{-1})	前期准备时间 /h	破碎地层取样效率	化探分析质量要求	成本核算
岩心钻机	1.8	800	2	50%左右	岩心满足	较高
车载钻机潜孔锤钻进	10	无需	0.5	90%以上	小颗粒满足	节省1/3

2007年与2008年,分别在内蒙古扣河子镇、新疆哈密地区及内蒙古西乌旗进行了野外化探取样,累计完成进尺1737 m,取样3000多个。通过对比分析样品,取样工艺得到了化探专家的认可,取样质量满足化探取样的要求

5 存在的问题与建议

需要针对各典型地层配备系列的钻具,这就需要增大钻机的使用范围,既能满足潜孔锤钻进,也能满足金刚石钻进。为此,我单位已同吉林大学建设工程学院进行合作,借助他们在贯通式潜孔锤方面的研究成果,在满足化探取样要求的同时,也能满足地质取样要求。实际应用的过程中钻机的各种性能达到了很好的验证,但动力尚需要加大,在钻探行业,偏大的动力匹配在野外施工中是最佳的选择。

6 结语

针对干旱、半干旱地区,以气代水,空气钻进是一个发展方向。特别是在幅员辽阔的西北部地区,矿产资源丰富,交通便利,目前我国化探1:5万在西北部还有相当大的工作量,车载空气潜孔锤钻探工艺特别适合大面积的化探普查工作,这必然是一个发展方向。这一点在几次的示范取样过程中已经得到证实。无论地质勘探人员还是化探分析人员,都对此表示出极大的兴趣。当前取粉样对于化探研究基本能满足工作要求,但是还不能满足地质取样要求,这需要地质取样有关标准的出台,同时也需要钻探机具及钻探取样工艺的改进完善,最终满足地质取样的要求。

参考文献:

[1] 刘广志.金刚石钻探手册[M].北京:地质出版社,1991.
[2] 武毅.遥感、物探、钻探技术在西部严重缺水地区地下水勘查中的集成化研究[DB/OL].http://old.cgs.gov.cn/NEWS/Geology%20News/2006/20060911/01.pdf.

(上接第6页)

而把干冰填装在上下密封的普通钢管内,放在上述环境中,放置10 min干冰基本全部升华。

通过对比试验,可知干冰冷源双层保冷方法可大幅度提高干冰在井内的保存时间。

3 结论

(1)干冰冷源双层保冷方法可大幅度提高干冰在井下的保存时间,可以将此方法应用于天然气水合物孔底冷冻取样器的设计。

(2)采用最大允许冷损失量设计保冷层厚度,干冰必定会有所损耗。在取样器设计时,可适当增加干冰的总量,使剩余的干冰量满足孔底冷冻岩样的需要。

参考文献:

[1] GB 50264-97,工业设备及管道绝热工程设计规范[S].6-13,17-18.
[2] 李世忠.钻探工艺学(上册)[M].北京:地质出版社,1992.166.
[3] 郭威.天然气水合物孔底冷冻取样方法的室内试验研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(5).

万方数据