

空气反循环取样钻探的岩样收集和缩分技术

邓梦春¹, 黄晟辉¹, 殷琨², 陆生林³

(1. 中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 611734; 2. 吉林大学, 吉林 长春 130061; 3. 中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081)

摘要: 简要介绍了国内外空气反循环取样钻探的岩样收集和缩分技术。主要包括美国和澳大利亚的岩样收集缩分设备和技术, 以及国内吉林大学、中国地质科学院勘探技术研究所和探矿工艺研究所在岩样收集和缩分技术方面所开展的工作和成果。

关键词: 空气反循环; 取样钻探; 岩样收集; 缩分; 一体化

中图分类号: P634.5⁺6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2013)07-0073-04

Rock Sample Collection and Division Technologies for Air Reverse Circulation Sampling Drilling/DENG Meng-chun¹, HUANG Sheng-hui¹, YIN Kun², LU Sheng-lin³ (1. Institute of Exploration Technology, CAGS, Chengdu Sichuan 611734, China; 2. Jilin University, Changchun Jilin 130061, China; 3. Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu Sichuan 610081, China)

Abstract: Rock sample collection and division technologies for air reverse circulation sampling drilling both in China and abroad are briefly introduced, mainly including the equipments and technologies in America and Australia, as well as the development work in rock sample collection and division technologies carried out by Jilin University; Institute of Exploration Technology, CAGS; and Institute of Exploration Technology.

Key words: air reverse circulation; sampling drilling; sample collection; division; integration

0 引言

空气反循环取样钻探技术, 是以压缩空气为冲洗介质, 从双壁钻杆环状间隙送至孔底, 然后携带岩样从中心通道高速返至地表, 并进行岩样与气水分离后将岩样收集利用的一种钻进方法, 简称为 RC (Reverse Circulation) 钻探, 压缩空气包含干空气和气泡沫等的混合物, 岩样包含短岩心、岩块、岩屑和岩粉。

与常规取心钻进相比, 它具有高效和低成本的双重优势, 因而在国外得到了广泛应用, 如澳大利亚的地质勘探绝大部分钻探工作量都是以 RC 钻探方法完成的。在国内, RC 钻探技术也越来越得到重视, 在研项目增多, 应用单位在增加, 技术水平在进步。但是, 有一个现象值得关注, 那就是: 钻进设备、器具和工艺都投入了较多技术力量, 而 RC 钻探技术中必不可少的岩样收集和缩分设备及工艺没有得到应有的重视, 势必影响到 RC 技术在我国推广应用。本文就 RC 钻探技术的岩样收集和缩分设备及工艺进行一些粗浅的探讨, 希望起到抛砖引玉的作用。

1 国外概况

国外不但在 RC 钻探的钻进设备、器具和工艺上领先, 而且在岩样收集和缩分设备及工艺上也非常先进。下面以美国和澳大利亚为例作简要介绍。

1.1 美国艾克兰德钻探公司 (Eklund Drilling)

美国艾克兰德钻探公司在美国处于领先地位, 是美国 RC 反循环钻探界主要的专业公司之一。

他们主要使用的钻机有 Atlas 公司生产的 RD10 + 专业钻机, 外貌如图 1 所示。钻进孔深已达 1225



图 1 RD10 + 钻机外貌

收稿日期: 2013-06-15

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目“空气反循环钻进技术在西部地区成矿带找矿中的应用示范”(12120113097700)

作者简介: 邓梦春(1964-), 男(汉族), 广西全州人, 中国地质科学院探矿工艺研究所高级工程师, 探矿工程专业, 从事空气反循环取样钻探技术的研究和推广工作, 四川省成都市郫县现代工业港(北区)港华路 139 号, dengmengchun@sina.com。

m, 钻速可达 12~26 m/h; 钻探的岩石多为花岗岩, 燧石或石灰石。

RD10 + 钻机的岩样收集和缩分采用“螺旋/旋转分离系统”, 该系统与钻机做成一体, 如图 2 所示。它对于干式和湿式样品的采集, 都能适应。



图 2 RD10 + 钻机的螺旋/旋转湿式分离系统

1.2 澳大利亚

钻机: 主要有 Explorac 220RC 反循环钻机, 见图 3。



图 3 Explorac 220RC 反循环钻机

同样地, 岩样收集和缩分系统是跟钻机做成一体的。

取样系统由旋流器和缩样器 2 个主要的部件组成, 如图 4 所示。



(a) 格槽缩样器

(b) 锥形缩样器

图 4 取样系统的主要部件

岩样收集采用旋流器的特点: (1) 可以避免岩样污染, 高效地收集岩样, 且收集 99% 以上的岩样, 余下的粉尘和空气被岩尘收集装置收集或排入外界空气。(2) 有一个装有插板阀的卸料箱, 当前一个取样段被收集在卸料箱里, 后一个取样段则收集在旋流器中, 打开下部卸料箱的阀可以使卸料箱中岩样进入到分样器中。因而旋流器能够容纳 2 个完整的取样段, 且岩样段间不存在污染。通过这种方法实现了连续取样操作, 将很少或不停钻。

缩分器也就是分样器, 将它与旋流器做成一体, 放在旋流器的下方。这样做基于以下考虑: 减少岩样的质量, 一般只需要收集一个主样和一个副样即可, 其余 80% 以上的岩样可现场充掉。这样岩样收集缩分才能适应 RC 的高效钻进, 做到高效率、无分选、无污染, 并节省开支。现主要使用 2 种缩样器:

(1) 格槽缩样器(图 4a): 采用多层分样槽, 岩样在每层被均分, 直到得到化验所需要的等分。这种缩样器通常有 3~4 层, 可以将全样分为 1/8 或 1/12 (即 12.5% 或 6.25%)。格槽缩样器对于干样使用方便且干净, 但不适于湿样。

(2) 圆锥缩样器(图 4b): 返回的全样进入一个倒置的圆锥状装置中, 当样品流过圆锥边缘时收集部分样品作为化验样。圆锥缩样器可得到更精确的缩分样, 但其对安装精确的要求更高。岩样像“沙漏效应”一样通过圆锥尖部一个 0.12 m 直径的孔, 而后圆锥缩样器开始工作。岩样可均匀地进入缩样器。在缩样器底部是 2 个滑槽, 它将部分样品导入化验袋, 这些滑槽是可调节的, 可取得 3%~12% 的样品。其中一个用作化验样, 另一个作为副样。其余废样通过滑槽, 用一个大袋子或独轮车收集, 或现场排放弃用。可旋转的圆锥缩样器用于湿样收集, 可减少或消除含水样在分样器中分配不均的争议。

2 国内研究情况

国内从事 RC 钻探技术应用研究的主要单位有: 吉林大学、中国地质科学院勘探技术研究所和中国地质科学院探矿工艺研究所。

2.1 吉林大学

(1) 用桶收集, 如图 5 所示。此种收集方法过于简单, 现场粉尘飞扬, 场地占用宽。

(2) 用岩心箱收集, 如图 6 所示。此种收集方法同样的缺点, 就是现场粉尘飞扬, 而且因岩样颗粒较细而出现串层的现象, 也就是一箱中的岩样从一格跑到另一格中去。



图 5 用桶收集岩样



图 8 用编织袋在下收集岩样,用大的布口袋在上收集粉尘

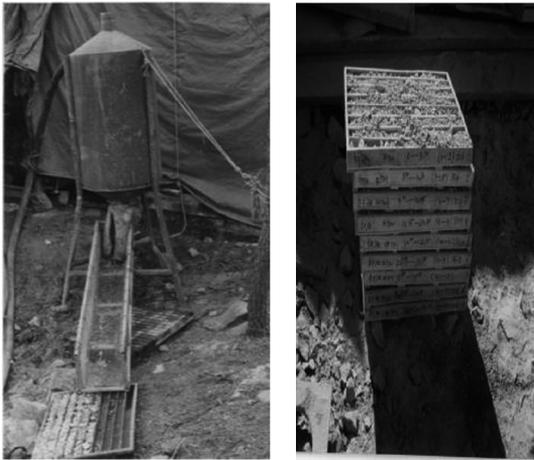


图 6 用岩心箱收集岩样

(3)用布袋或塑料袋收集,如图 7 所示。



图 7 用布袋或塑料袋收集岩样

用这种方法收集岩样,现场粉尘得到了有效控制,并且不易串层。但岩样袋的编录,依然采用岩心钻进中的回次概念,与 RC 钻探实际不符。

(4)用编织袋在下收集岩样,用大的布口袋在上收集粉尘,如图 8 所示。此种方法可以收集粉尘,对某些矿种,如钨矿就需要收集。

以上只涉及到干岩样的全样收集,对于湿样的收集则无好的方法,也没进行过相应的探索。而

对于岩样的缩分,则尚属空白。

2.2 中国地质科学院勘探技术研究所

岩样收集同样采用旋流器。岩样收集和缩分装置是分体式的,也没有与钻机做成一体;但在现场可将岩样收集和缩分装置进行组装,只是组装过程浪费了宝贵的时间。

(1)干样的缩分。采用琼斯分样器,也叫二分器。

(2)湿样的缩分。如果地层含水或进行注水钻进时,所获样品混合在水中,则使用湿式分样器。

含水样品分离装置分样原理如图 9 所示。其外形与桶式旋流器相近,其内部是一液压马达带动旋转的格槽盘。盘上均匀分布有 16 个格槽,其中 8 个通向中心通道,8 个通向侧通道,相间分布。钻进时,湿式分样器安装在旋流器下方,随着样品的连续排出,转动着的格槽盘被分为 2 部分,如欲改变分样比例,可按要求适当遮盖格槽即可。

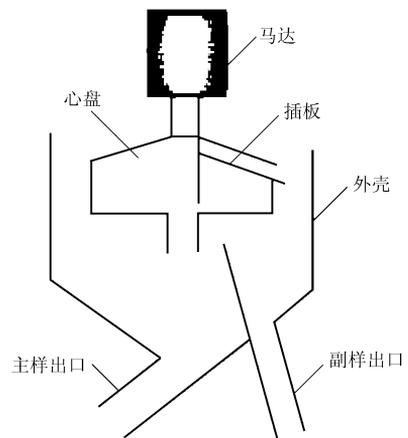


图 9 含水样品分离装置分样原理

勘探技术研究所研制的 YF 型含水样品分离装置结构如图 10 所示。它利用离心沉降原理,钻进时,含水样品进入转筒,转筒中放置滤袋,随转筒的高速回转,水、样迅速分离,至一个取样段终了,取出滤袋,则样品已经脱水而可直接编号装袋,这样可大

大减少接样工作量及沉淀时间。

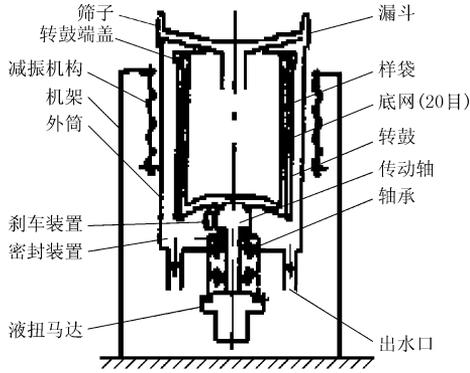


图 10 YF 含水样品分离装置结构示意图



图 13 用塑料袋收集湿岩样

(3)由于是全样收集,因此后期存在缩分的问题。缩分之前,必须将湿样晒干或烘干,时间较长。

缩分试验了二分器,如图 14 所示。二分器设计有 2 层,一次缩分得到一个 1/4,另一个 3/4 的样品。缩分精度较高,误差很少。但存在着如下 2 个问题:一是由于岩样呈面粉状,缩分过程中容易吸附在格槽中,而造成污染,如图 15 所示;二是人工操作,效率低下,人工成本过高。解决的办法是将缩分器与旋流器做成一体,利用高压气流的作用解决吸附污染问题,缩分与钻进同步进行,效率高,可大幅度降低岩样缩分的成本。



图 14 用二分器对岩样进行缩分



图 15 缩分过程中因吸附而造成的污染

(4)目前正在开展的研究工作。吸取国外的成功经验,将旋流器与缩分器做成一体。

湿样的收集缩分一体化设备,从国外引进整套的可旋转的圆锥缩样器,如图 16 所示。同时自主研发干样的收集缩分一体化设备,将格槽缩样器与旋流器

(下转第 80 页)

2.3 中国地质科学院探矿工艺研究所

岩样收集也采用旋流器。岩样收集目前为全样收集,再缩分。

(1)用岩心箱收集岩样,如图 11 所示。此方法,存在 2 个问题:现场粉尘飞扬,岩样容易串箱而造成污染。



图 11 用岩心箱收集岩样

(2)用塑料袋收集岩样,干样的收集如图 12 所示,湿样的收集如图 13 所示。



图 12 用塑料袋收集干岩样

干样的收集比较简单,而湿样的收集要求塑料袋较长,以便于在适当位置戳眼放水。但部分样品会随水而流失。

在岩样袋的编录方面则比较规范,内有岩样牌,外有红油漆写的孔号,孔深和取样段的编号,它们与班报表数据需要相互吻合。

杆在孔内的弯曲和旋转平稳性。

4 防斜技术措施

(1) 钻机安装必须做好稳固、周正、水平,动力头钻机要求动力头上下滑道要垂直。

(2) 把好开孔关,防止钻机摆动,控制好开孔角度,防止开孔偏斜,这是防止孔斜的第一步和关键;开孔3~5 m后,应提出钻杆,用倒垂法定出孔底中心,然后调整钻机位置,使其钻杆中心和孔底中心在一条铅垂线上。

(3) 应坚持使用垂直的(立轴)钻杆和防斜钻杆,增加粗径钻具的长度,采用钻杆扶正器,严格按照规程操作,严禁盲目最求进尺而加大钻压。

(4) 当钻进到强风化层、松散堆积层、破碎带时,必须降低钻压,放慢钻速,确保钻孔垂直度。

(5) 钻进时,如发现钻杆抖动厉害或周期性滞转现象,表明可能遇到破碎带、较大裂隙或孔内有坍塌掉块等情况,应立即提动钻具,上下反复串动,强行吹风冲击,必须将掉块挤碎吹出孔外,减小钻压,防止孔斜、钻杆折断等事故。

(6) 每当钻进完一个钻杆单根,应上提钻具0.3~0.5 m进行吹风,并应坚持钻具上下往复串动后再加杆,以修复孔壁、保持孔底清洁、防止孔斜,待孔口不返岩屑时,再吹风加杆。

(上接第76页)

做成一体,放在旋流器的下方;一体化可避免吸附产生的污染问题,同时提高效率,降低岩样缩分的成本。



图16 可旋转的圆锥缩样器拖车取样系统

3 结语

目前,RC 钻探技术在国内越来越得到重视,钻

5 结语

(1) 气动潜孔锤钻进工艺钻进效率高、尤其是钻进硬岩效率高,1个昼夜可钻进200 m,是真正意义上的“无水钻进”,清洁、无污染,洗井效果好、不易堵塞含水层,根据背压能初步判断涌水量,终孔后不用再洗井,是目前提高基岩水文水井钻探效率最有效的方法之一,也是基岩水井施工的首选钻进工艺,适应于干旱缺水地区水井施工。

(2) 气动潜孔锤钻进,如果钻具组配不当和钻进参数不合理,尤其过分追求进尺快,给进压力偏大等,这些都是造成孔斜的主要原因,由此会导致形成的孔壁不规则,孔壁类似于螺杆定子内腔,表面不平整,且钻孔轴线轨迹呈螺旋状,钻孔的实际有效圆直径变小,造成钻孔弯曲严重,给后续的安放井管及水泵安装增加困难。

参考文献:

- [1] 耿瑞伦,陈星庆.多工艺空气钻探[M].北京:地质出版社,1995.
- [2] 长江水利委员会三峡勘测研究院.水利水电工程勘探与岩土工程施工技术[M].北京:中国水利水电出版社,2002.
- [3] 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.
- [4] 刘家荣,王建华,王文斌,等.气动潜孔锤钻进技术若干问题[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(5):40-44.
- [5] 黄忠正,谷保泽,宗伟琴.浅析气动潜孔锤钻进技术在钻探中的应用[J].神华科技,2010,(3).

进设备、器具和工艺都投入了较多的技术研究力量,但岩样收集和缩分技术及设备没有得到足够的重视。国内外在岩样收集和缩分技术及设备上差距很大,主要体现在:国外的可旋转的圆锥缩样器技术含量高,干湿样通用,且有专业的生产厂家。因此,建议国内加强在岩样收集和缩分技术方面的研究,在引进、消化吸收国外成熟的岩样收集和缩分技术及设备的基础上,形成适合中国国情的岩样收集和缩分设备。

参考文献:

- [1] 冉恒谦,等.地质钻探技术与应用研究[J],探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(11).
- [2] 张晓西.中心取样钻进技术成果与开发前景[J],探矿工程,1999,(S1).
- [3] 张晓西.中心取样钻进技术(二)[J],探矿工程,2000,(2).
- [4] 张晓西.中心取样钻进技术(三)[J],探矿工程,2000,(3).
- [5] 耿瑞伦.多工艺空气钻探[M].北京:地质出版社,1995.