

doi: 10.11799/ce201408015

# 反井钻机先导孔钻进常见事故原因分析及处理措施

孙建荣

(北京中煤矿山工程有限公司, 北京 100013)

**摘要:** 论文论述了先导孔钻进在反井钻井施工中的作用, 对先导孔钻进中常见事故进行了原因分析, 重点对反井钻进先导孔施工过程中可能发生的缩颈、塌孔、卡钻、偏斜超限、漏失等主要常见事故进行了深入分析, 并在此基础上, 给出了指导性处理预案与办法, 对反井钻进先导孔施工具有一定指导意义。

**关键词:** 反井钻机; 先导孔; 缩孔; 塌孔; 卡钻; 偏斜率

**中图分类号:** TD265.1; TD41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0959(2014)08-0045-03

## Cause Analysis and Treatment Measures of Common Faults Occurred in Pilot Hole Drilling of Raise Boring Machine

SUN Jian-rong

(Beijing China Coal Mine Engineering Company Limited., Beijing 100013, China)

**Abstract:** The paper stated a role of pilot hole drilling in a construction process of a raise boring and had a cause analysis on common faults occurred in the pilot hole drilling. The paper stressed a deep analysis on a hole top shrinkage, hole wall collapsing, drilling sticking, deviation over limit, circulation lost and other common faults. Based on the circumstances, a guidance treatment plan and method was provided and would have certain guidance significances to the pilot drilling operation of the raise boring.

**Keywords:** raise boring machine; pilot hole; borehole shrinkage; hole wall collapsing; drilling sticking; deviation rate

反井钻井法快速施工井筒技术是一种安全、环保、高效的施工技术, 已在矿山、水电、交通、隧道等地下工程中得到了广泛的应用<sup>[1, 2]</sup>。虽然反井钻机安全作业优势明显, 但若对设备、工艺、管理不到位, 也可能发生事故, 轻者影响井筒成井质量, 严重可以造成设备重大损失。

### 1 先导孔钻进施工

先导孔钻进阶段是反井钻机施工的关键环节<sup>[3]</sup>, 其主要是利用三牙轮钻头进行冲击破岩, 并采用泥浆、清水或压气正循环, 将破碎的岩渣排出孔内, 达到洗井、护壁的效果, 先导孔钻进示意图如图1所示。

### 2 先导孔钻进主要事故及原因分析

在实际工程应用中, 多数反井施工没有确切的地质水文等相关资料, 施工中易造成先导孔钻进出现缩径、塌孔、卡钻和钻孔偏斜等事故发生<sup>[4]</sup>, 反井钻井先导孔钻进常见

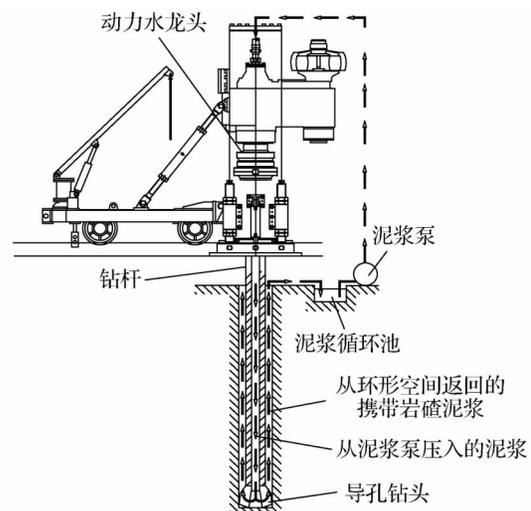


图1 反井钻机先导孔钻进示意图

事故及分析见表1。这些事故的发生往往与钻井设备的加工

收稿日期: 2014-02-26

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2012AA06A403)

作者简介: 孙建荣(1977-), 女, 山东日照人, 高级工程师, 硕士, 主要从事钻井法凿井技术研究和反井钻井工艺技术研究工作, E-mail: rongrong-77@163.com。

引用格式: 孙建荣. 反井钻机先导孔钻进常见事故原因分析及处理措施 [J]. 煤炭工程, 2014, 46(8): 45-47.

精度、地质条件的复杂程度及操作人员的经验等各种因素相关联,同时事故也将造成钻井设备的严重损失,而且也对整个建井周期带来了很大的影响。

表1 反井钻井先导孔钻进常见事故及分析

事故	现象	原因分析
缩径	钻孔孔径发生变化	主要与地质水文构造相关,钻遇地质构造带(断层泥)或强风化地层
塌孔	岩石从孔帮掉落到钻孔内,造成排渣量增加、钻具旋转不平稳	膨胀缩径、不稳定地层掉块引起地层坍塌,造成岩屑堵塞环形空间、循环介质参数不能满足控制地层变化、钻进参数不合理
卡钻	钻具不能旋转或旋转困难,不能上提下放,一般还能正常循环	钻孔偏斜过大、操作失误造成环形空间落物、钻孔局部坍塌
钻孔偏斜	钻孔偏斜率超过设计值	地层条件复杂(包括断层、高角度裂隙、溶洞、裂隙漏浆等)、导孔钻头和地层不匹配、钻具布置不当、钻进参数不合理、导孔钻进循环系统故障,钻机开孔质量、钻杆加工质量及互换性
漏失	不返浆,不能正常循环排渣	钻遇裂隙、溶洞等漏失地层

### 3 先导孔钻进常发事故防治措施

#### 3.1 缩径

缩径是指先导孔钻进过程中,导孔钻头在岩石中钻进形成的钻孔,随着时间的变化,钻孔直径逐渐变化的现象。钻孔缩径,轻则造成先导孔内岩粉增多、重复钻进、钻进效率低下、钻具磨损加快,重则造成埋钻、断钻杆事故,甚至钻孔报废。

若遇钻孔缩径事故发生,主要应对措施如下:首先必须尽快将孔内钻具提出,再对相应地层岩石进行分析,并进行相关室内试验和化验分析,以确定该地层条件是否满足后续第二阶段扩孔钻进并筒稳定性的需求。若能满足后续扩孔稳定要求,则可采用适合的泥浆作为循环洗井介质来通过膨胀地层的钻进工艺,但先导孔与下部巷道贯通后,孔内洗井液会突然流失,必将打破由钻井液所形成的井帮平衡支撑条件,进而可能会造成塌孔、卡钻或埋钻等二次事故发生。因此在发生缩径事故后,在地层用水较少时,即可采用压风循环洗井,也可采用泥浆循环洗井,主要是为减少深入膨胀性地层的水量,但不论采用哪种循环洗井介质,都要尽量增加扫空次数,观察并记录钻进参数变化,从而以减少次生事故的发生。

#### 3.2 塌孔

塌孔是指先导孔钻进过程中,钻孔形成的环形孔帮不能自稳,岩石从孔帮掉落到钻孔内,造成排渣量增加、钻具旋转不平稳,甚至发生卡钻<sup>[4]</sup>。发生塌孔后,首先要尽快将孔内钻具提出,分析发生塌孔原因,然后进行试探扫孔,循环清理钻孔内的岩渣,并注意观察钻进参数,防止发生卡钻事故。根据对排出岩渣量和钻进循环的观察,确定继续钻进还是灌浆、注浆及灌注混凝土等不同的处理方法。若风险很大,可考虑变化反井位置。

#### 3.3 卡钻

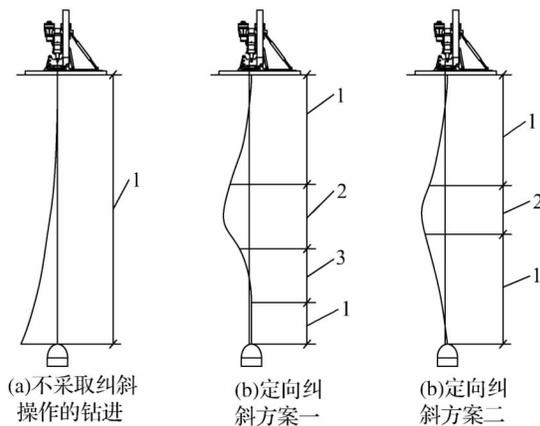
卡钻是指钻具旋转困难,扭矩增大,提升和下放钻具的活动空间变小,有时达到钻具卡死,不能旋转、提升和下放。事故原因是由于缩径量继续增加造成塌孔,断层塌孔、高角度发育裂隙和层理岩石掉落,坚硬岩石不稳定岩块掉落,钻具和孔壁不能挤碎排除,造成卡钻。

工程应用中若有卡钻事故发生的先兆,首先要尽量将钻具提出,若钻具已卡死,无法提出钻具,则需要进一步研究处理方法。具体可采用反转钻具后,先提出部分钻具,然后制作专用的套钻工具,将钻具周围的堵塞物钻除,钻扫一定深度后,下放反井钻机钻具,反转将下部钻杆反出,逐渐重复直到完全处理完毕所有钻具后,再研究下一步施工方法,确定相应的钻进工艺。

#### 3.4 钻孔偏斜

反井钻井的偏斜率,也就是先导孔的偏斜率,是指实际钻孔轴线与设计反井轴线,在垂直于反井轴线的某一剖面上,钻孔中心和设计轴线的最大距离与设计钻孔深度的百分比。若不采用纠偏等技术措施,一般最大值是在先导孔的下口,也就是反井轴线的末端,如图2所示。若反井用作溜矸孔,最终反井的掘进直径为5~8m,则在反井钻井扩孔直径1.4m、井深300m时,钻孔允许偏斜率为0.6%~1.1%;井深400m时,钻孔允许偏斜率为0.45%~0.825%。若井斜超出这一范围,就是偏斜率超限,偏斜率超限钻杆在井斜突变井段发生弯曲,靠在井壁的下侧,旋转时产生严重摩擦,易使钻具的磨损或折断,也可能造成井壁坍塌及卡钻等事故;井斜过大,先导孔透孔时不在预定范围内,将给扩孔钻进带来很大困难,严重时可能会造成钻孔报废。

产生反井先导孔钻进偏斜的主要原因有:①钻具组合不合理,未按照地层条件和反井钻具的刚度布置稳定钻杆;



1—反井钻进导孔段；2—使用纠斜钻具组合定向钻进段；  
3—使用纠斜钻具组合定向钻进段(重新设定工具角)

图2 先导孔钻进偏斜及纠斜方案示意图

②钻压过大，钻具产生弹性弯曲，致使弯曲后的钻杆与井孔中心线不相重合，在水平分力的作用下，促使钻头沿侧壁切削，从而产生井斜；③钻孔开孔时已发生孔位偏移或钻孔偏斜；④反井钻机定位安装不牢靠，钻进过程中因承受推拉力及扭矩，出现钻机机身摇动，造成钻机移位，致使钻孔偏斜<sup>[5]</sup>。

钻孔偏斜事故发生后，针对不同地层及作业范围有不同的防治方案。对于钻井深度不大于60m的工程，先导孔钻进过程可不进行偏斜测量，一般也很难出现偏斜超限。若遇特殊情况出现时，可采用封闭原有钻孔，找出影响偏斜的主要原因，离开原来导孔位置超过两倍导孔直径距离，重新安装钻机，钻进导孔，钻机安装要按照计算，向原来偏斜的反方向预偏，以达到导孔整体偏斜满足要求，同时，操作上也严格按照制定的钻具布置和钻进参数方案进行；对于井深超过100m的重要工程，每钻进50m，应进行偏斜测量，发现偏斜超出预定要求，或者偏斜趋势增加过快，可以采用如图2所示的纠偏方式，利用专用的螺杆钻具、无磁钻杆、无限传输或有线传输仪器，进行纠偏作业，以达到钻孔偏斜要求；对于复杂地层，可先采用定向钻机钻进超前导孔，利用超前导孔的导向作用，来保证先导孔的钻进精度，再进行先导孔刷大作业，最后进行反向扩孔施工，从而提高综合成井速度和质量<sup>[6]</sup>。

### 3.5 漏失

漏失是指在先导孔钻进过程中，钻遇裂隙发育地层或者溶洞地层，循环洗井液部分或全部渗入到地层中，致使洗井液不能正常循环排渣，钻进不能正常进行。对于钻井液漏失现象严重者，可采取地层预注浆处理或者局部灌注水泥浆来处理；轻者可在洗井液中加入颗粒状材料、橡胶粒、硅藻土、沥青及其它堵漏剂等堵漏材料处理<sup>[7]</sup>。近年来，

使用可循环微泡泥浆钻进成为一种新的处理漏失地层的方法。微泡泥浆就是在连续相(水或盐水)中加入表面活性剂、聚合物处理剂，通过物理、化学作用自然形成粒径15~150 $\mu\text{m}$ 、壁厚3~10 $\mu\text{m}$ ，内部似气囊，外部粘附绒毛的微泡，分散在连续相中形成稳定的气—液体系<sup>[8-10]</sup>。在温度与压力共同作用下，依据地层漏失通道尺寸大小，微泡的体积和形状自行发生变化，从而实现对不同大小漏失通道的全尺寸封堵。可循环微泡泥浆具有防漏堵漏能力强、能够有效地提高地层承压能力、携岩能力强、维护方便等优点，目前已应用于多口钻井工程中，取得了良好的应用效果。

## 4 结语

采用反井钻机法施工井筒具有效率高、安全、劳动强度低等优点，得到广泛推广，但是一种机械和工艺不可能解决所有工程问题，特别是在特殊地层条件，要研究地质条件适应性和工程适应性，进行风险评价。要想取得良好钻进效果，不但要有好的反井装备，还要制定合理的钻井工艺，并预想可能发生的事故及处理预案。其中，钻机操作人员的技术水平、敬业程度、处理事故能力也是影响钻井成败的关键。

### 参考文献：

- [1] 刘志强. 机械井筒钻进技术发展及展望 [J]. 煤炭学报, 2013, 38(7): 1116-1122.
- [2] 刘志强. 反井钻机技术装备及发展 [J]. 煤炭科学技术, 2001, 29(4): 9-11.
- [3] 张永成, 孙杰, 王安山. 钻井技术 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2008.
- [4] 王新. 反井钻机钻进孔内事故预防及处理 [J]. 煤炭工程, 2008(5): 33-34.
- [5] 陈远坤, 刘志强. 反井钻机钻凿斜井偏斜控制技术 [J]. 建井技术, 2006, 27(2): 34-36.
- [6] 孙建荣, 刘志强, 何昊, 等. 反井钻机钻进竖井深孔偏斜控制技术 [J]. 煤炭工程, 2008(9): 92-94.
- [7] 杨红, 孙建荣, 李英全. 采用水溶性高分子溶液抑制黏土膨胀 [J]. 煤炭科学技术, 2004, 32(5): 58-60.
- [8] 孙建荣, 刘志强. 可循环微泡钻井液及其在反井钻井工程应用前景分析 [J]. 安徽理工大学学报, 2012, 32(增刊): 76-79.
- [9] 韩广德. 中国煤炭工业钻探工程学 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2000.
- [10] 曹年宝. 大直径反井钻机在开始扩孔时钻杆断裂分析与处理 [J]. 煤炭技术, 2012, 31(8): 14-15.

(责任编辑 张宝优)