

# 全漏失钻孔预送冲洗液时间的确定

钱书伟<sup>1</sup>, 杨胜生<sup>1</sup>, 贾文敏<sup>2</sup>, 张绍和<sup>3</sup>

(1. 贵州泰和钻探工程有限责任公司, 贵州 贵阳 550005; 2. 西北有色地质勘查局 711 队, 陕西 汉中 724212; 3. 教育部有色金属成矿预测重点实验室, 湖南 长沙 410083)

**摘要:**在岩心钻探施工中,全漏失钻孔的预送冲洗液时间问题往往困扰着机台施工人员,为此提出了预送冲洗液两种计算方法。

**关键词:**全钻孔漏失;预送冲洗液时间;烧钻

**中图分类号:**P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)03-0044-02

**Determination of Timing for Supply of Advance Flushing Fluid in Boreholes with Full Lost Circulation/QIAN Shu-wei<sup>1</sup>, YANG Sheng-sheng<sup>1</sup>, JIA Wen-min<sup>2</sup>, ZHANG Shao-he<sup>3</sup>**(1. Taihe Drilling Co., Ltd., Guiyang Guizhou 550005, China; 2. No. 711 Team of North-west Non-ferrous Geological Exploration Bureau, Hanzhong Shaanxi 724212, China; 3. The Ministry of Education Key Laboratory of Non-ferrous Metal Ore Forecast, Changsha Hunan 410083, China)

**Abstract:** In core drilling, drillers are often obsessed with when advance flushing fluid should be supplied in fully lost boreholes. Two methods about how to determine the supply time are put forward and compared with each other for drilling of lost boreholes.

**Key words:** full circulation loss; supply time for advance flushing fluid; bit burning

## 1 问题的提出

冲洗液作为排除钻进时井内钻渣的循环介质在钻进中不可缺少。同时,冲洗液还能起到冷却钻头、保护井壁、平衡地层压力、冷却润滑钻具、提供井底动力、液力碎岩、返送井底岩样等作用<sup>[1]</sup>。

在岩心钻探施工中,钻具下到孔底或打捞完岩心、把内管送到位后要先送冲洗液,待孔内冲洗液正常循环或流动(返水孔称冲洗液循环,全漏孔称冲洗液流动)后才能开机钻进,否则,会因钻进产生的热量和岩粉不能及时被带走而发生烧钻、糊钻事故<sup>[1]</sup>。先送入的这部分冲洗液的作用不是冷却钻头,而是启动冲洗液循环或流动,排除孔底岩粉,为钻进做准备。先送这部分冲洗液应有个合理的时间限定,多了浪费时间和冲洗液,少了会因冲洗液未流通而导致烧钻。

预送冲洗液时间怎么确定呢?返水的钻孔孔口返出冲洗液就说明冲洗液已正常循环了,那么,从开泵送冲洗液至冲洗液返出孔口这段时间就是预送冲洗液时间。全漏失钻孔的预送冲洗液时间至今没有一个准确的确定方法。

有的机台是这么做的:以孔深确定预送冲洗液时间,规定每 100 m 泵送冲洗液 4 min,如孔深 600

m,则预送冲洗液时间为  $4 \times 600/100 = 24$  min。这种规定科学依据不足,而且,若钻孔深度大,预送冲洗液时间会很长,造成很大浪费。在严重缺水地区,如果把水源池的水送完了还没有到规定时间,则前面的冲洗液就白送了,还需待水源池加满再重新送冲洗液。

## 2 全漏失钻孔预送冲洗液时间确定方法探讨

在我国西部很多地方,一方面因溶洞裂隙发育导致钻孔全孔漏失,堵漏成功率低,成本高,往往采用顶漏钻进,导致消耗大量的水;另一方面,这些地区缺水,打钻往往要从几公里外抽水,甚至用车去几十上百公里外拉水,水在钻探成本构成中占的比重很大。采用顶漏钻进的钻孔预送冲洗液时间长了造成浪费,时间短了会导致烧钻、糊钻。因此,科学、合理地确定预送冲洗液时间有很现实的意义。

那么,全孔漏失的钻孔预送冲洗液时间怎么确定呢?笔者结合多年从事钻探生产的经验,提出以下 2 种计算预送冲洗液时间的方法,供参考。

### 2.1 满灌法

假设钻头底部暂时堵塞,冲洗液不流动,那么,送入的冲洗液就会渐渐把钻杆及地面管路填满,导

收稿日期:2010-09-03

基金项目:湖南省自然科学基金资助(07JJ6089)

作者简介:钱书伟(1965-),男(汉族),湖南人,贵州泰和钻探工程有限责任公司副总经理、总工程师、高级工程师,探矿工程专业,从事探矿工程施工与管理方面的工作,贵州省贵阳市宝山南路 564 号,xtqsw@sohu.com。

致水泵压力升高、憋泵。计算出把静止水位以上(若孔内无水则为孔底;静止水位以下的钻杆内是充满冲洗液的)的钻杆、地面管路加满冲洗液需要的时间,然后,送冲洗液超过这个时间,若泵压表没有反应,说明冲洗液已正常流动,即可开始钻进。那么,把静止水位以上的管路加满冲洗液的时间就是预送冲洗液时间。

预送冲洗液时间按下式计算(地面以上管路的容积按40 L计,考虑排粉时间,加2~4 min):

$$T_1 = k_1 \frac{hq + 40}{Q} + (2 \sim 4) \quad (1)$$

式中: $T_1$ ——预送冲洗液时间, min;  $k_1$ ——安全系数,取  $k_1 = 1.1 \sim 1.3$ ;  $h$ ——静止水位至孔口的高度, m;  $q$ ——每米钻杆容积, L/m;  $Q$ ——泵量, L/min。

假设孔深600 m,静止水位300 m,使用S71绳索取心钻杆(每米容积2.92 L),泵量90 L/min,安全系数取1.1,预送冲洗液时间为:

$$T_1 = 1.1 \times (300 \times 2.92 + 40) / 90 + 2 = 13.2 \text{ min}$$

这种方法比较稳妥,对浅孔或静止水位较高的钻孔很实用。但若孔深,且静止水位很低,时间就会很长,耗水也多,在缺水地区不很合适。

## 2.2 压差法

假设孔内管路畅通,那么,冲洗液在一定的压力差下就会产生流动。送入的冲洗液从孔口以自由落体的运动方式到达静止水面,使钻杆内液面升高,当钻杆内的液面高于钻杆外的液面一定高度后,就会启动冲洗液流动。

### 2.2.1 冲洗液流动条件

冲洗液流动必须有压力差,即钻杆内静止水位以上的液柱压力必须大于冲洗液流经的管路阻力。在这种情况下,冲洗液流经的管路为静止水位至孔底这部分管路。管路阻力的计算很繁杂,一般按0.2 MPa/100 m计算。

为便于说明,假设孔深600 m,静止水位300 m,使用S71绳索取心钻杆,泵量90 L/min。则管路阻力为(假定送冲洗液前钻杆内外的液面是相平的):

$$P = 0.2(H - h) \text{ (米水柱)}$$

$$\text{(取 } 1 \text{ m H}_2\text{O} = 0.01 \text{ MPa)}$$

式中: $P$ ——管路阻力,米水柱; $H$ ——孔深, m;  $h$ ——静止水位至孔口的高度, m。

为克服管路阻力使冲洗液产生流动,预送冲洗液在钻杆内的相当高度  $h_1$  为:

$$h_1 = 0.2(H - h) \text{ (m)}$$

上述条件下的预送冲洗液在钻杆内的相当高度为:

$$h_1 = 0.2 \times (600 - 300) = 60 \text{ m}$$

### 2.2.2 产生所需高度液柱的送冲洗液时间

产生所需高度液柱的送冲洗液时间等于所需高度(长度)钻杆的容积除以水泵流量,即:

$$t = h_1 q / Q = 0.2(H - h) q / Q \text{ (min)}$$

上述条件下:

$$t = 0.2 \times (600 - 300) \times 2.92 / 90 = 1.95 \text{ min}$$

### 2.2.3 冲洗液从孔口到达静止水面的时间

冲洗液从孔口到达静止水面的过程可以视为自由落体运动,则从孔口到达静止水面的时间可按下式计算(忽略空气阻力):

$$h = v_0 t_1 + \frac{gt_1^2}{2} \quad (2)$$

式中: $h$ ——孔口至静水面的高度, m;  $v_0$ ——冲洗液在孔口的速度(自由落体的初速度),  $v_0 = Q/S$ , m/s;  $Q$ ——冲洗液流量(泵量),  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $S$ ——高压管内截面积,  $\text{m}^2$ ;  $g$ ——重力加速度,取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;  $t_1$ ——冲洗液从孔口到达静止水面的时间, s。

上述条件下: $h = 300 \text{ m}$ ,  $Q = 90 \div 1000 \div 60 = 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $S = \pi \times 0.0254^2 / 4 = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ,  $v_0 = Q/S = 1.5 \times 10^{-3} / 5 \times 10^{-4} = 3 \text{ m/s}$ 。

将上述数据代入(2)式:

$$300 = 3t_1 + 5t_1^2$$

解一元二次方程得

$$t_1 = 7.4 \text{ s} = 0.12 \text{ min}$$

### 2.2.4 预送冲洗液时间

预送冲洗液时间等于以上两个时间之和再乘以安全系数,考虑排粉时间,加2~4 min,即

$$T_2 = k_2(t + t_1) + (2 \sim 4)$$

式中: $k_2$ ——安全系数,取  $k_2 = 1.5 \sim 2.0$ ;其他符号意义同上。

则上述条件下预送冲洗液时间  $T_2 = 1.5 \times (1.95 + 0.12) + 2 = 5.10 \text{ min}$ 。

因冲洗液从孔口到静止水面是自由落体运动,加速度大,需要的时间很短,所以,该方法的预送冲洗液时间主要取决于静止水位的高度,即孔内液柱高度。为简化计算,可忽略时间  $t_1$ ,即:

$$T_2 \approx k_2 t + 2 \sim 4 = 0.2(H - h) q / Q + 2 \sim 4 \text{ (min)}$$

(3)

一般情况下,这种方法确定的预送冲洗液时间明显减少,节约了冲洗液量,在缺水地区有现实意

(下转第73页)

滤管中,并沿导水滤管顺利排出,否则,则会使水平排渗滤管端部(即库区内的一端)的水在沿水平滤管流向靠近坝体一端的过程中,流入低浸润线的坝体一侧,使库内浸润线位置向坝体外移动(图1),严重时,影响到坝体的稳定。滤管应采用土工布包裹严实并绑扎牢固,以防止尾砂流入滤管内,导致库内尾砂大量流出,从而影响坝的安全与稳定。

## 5 施工效果

根据施工前后相近孔位、相似条件下的工程地质勘察资料进行比较,该库区地质条件发生了较大的变化(见表1),单孔出水量在施工后呈下降趋势,说明库内水明显被排出(见表2)。

表1 施工前后地层性能指标情况

施工前后	含水率/%	地下水位/m	天然重度/(kN·m <sup>-3</sup> )	饱和重度/(kN·m <sup>-3</sup> )	内摩擦角/(°)	粘聚力/kPa
施工前(平均)	27.4	0.5	18.4	18.4	25.4	11.7
施工后(平均)	24.2	1.8	19.0	19.2	29.3	20.6

表2 单个水平孔平均出水量

时间	第一天	第二天	第三天	第七天
出水量/(m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> )	25.7	24.1	22.3	19.6

(上接第45页)

义。但它的理论是建立在孔内液流通畅的基础上的,万一孔内堵塞就会出问题。因此,在开钻以后必须通过其他途径来判断冲洗液是否流动。若冲洗液不流动或流动不畅,破岩产生的热量和岩粉就不能及时被带走,钻具回转阻力会增大。因此,可通过比较回转阻力的大小、主电动机电流的大小、主柴油机的声音来判断冲洗液是否通畅。笔者在近几年的生产施工中一般按压差法计算预送冲洗液时间,没有因预送冲洗液时间短发生过烧钻事故。

以上介绍的两种方法都与静止水位有关,由此可见,以孔深确定预送冲洗液时间是不准确的。在实际应用中,应根据工地情况确定采用哪种计算方法。如按满灌法计算的 $T_1$ 值不大,且工地水源充足,应采用这个时间为预送冲洗液时间,因为这个时间比较保险;若工地缺水,可取两种方法计算所得的时间中的小值,这样比较合理。即:

$$T = \text{Min}[T_1, T_2] \quad (4)$$

## 6 结语

水平排渗工艺,由于是通过自然排水,减少了尾矿坝维护费用,同时由于水平排渗孔的作用,增大了尾矿库内的降水面积,从而使坝体内的浸润线降低,增强尾矿固结能力,提高坝体的安全稳定性和渡汛能力,因此,无论对于在用尾矿库还是停用尾矿库均具有现实意义。

由于尾砂所具有的渗透性及部分尾矿泥(尾粘土层等,不~弱透水层),因此,尾砂中水排出速率很慢,为了加速尾砂的固结,在库区水平盲沟上部的滩面上再均匀铺设一定厚度的粘土层进行预压,结合碎石桩和盲沟等联合排渗措施,使尾砂中的水排出路径大大缩短,孔隙水压力得以较快地消散,同时还可以增加地基的稳定性。

本次施工结束后,水平排渗孔出水正常,坝体内浸润线也随之降低。目前该尾矿库再利用工程也正在积极准备,不久一个住宅小区或再造土地即将在此诞生,以期实现设计目的。

注:此文在写作过程中,参考了该工程的《设计施工图》(马鞍山矿山研究院工程勘察设计研究院,2007)、《岩土工程勘察报告》(马鞍山地质工程勘察院,2006)、《工程施工报告》(马鞍山长江地质工程公司,2008)。

## 3 结语

目前,钻探实践中各单位对预送冲洗液时间的处理方法各不相同。预送冲洗液时间长了浪费宝贵的水资源,时间短了又会造成烧钻。机台施工人员对预送冲洗液时间的长短心里没底,大部分采取比较保守的办法,即预送冲洗液时间尽量长一点,以浪费求安全。笔者介绍的方法可让施工人员心中有数,节约时间和水资源,降低施工成本。

## 参考文献:

- [1] 李世忠. 钻探工艺学(中册)[M]. 北京:地质出版社,1994.
- [2] 胡郁乐,张绍和. 钻探事故预防与处理知识问答[M]. 湖南长沙:中南大学出版社,2009.
- [3] (91)中色地字第0831号,有色金属地质岩心钻探技术规程[S].
- [4] 武警黄金指挥部司令部. 岩心钻探手册[S]. 2002.
- [5] 柯玉军. 严重漏失破碎地层钻孔综合施工方法及效果[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(10):34-38.