

深孔绳钻换径用下技术套管 与组合钻杆的比较

谭策纵

(首钢地质勘察院·北京)

金刚石绳索取心钻进在深孔钻进中已经充分体现出了它的优越性。按钻探生产规律,当钻孔打到一定深度后,钻进效率随钻孔变深而效率下降。如迁安铁矿孔深 H 与效率的关系示于图 1。

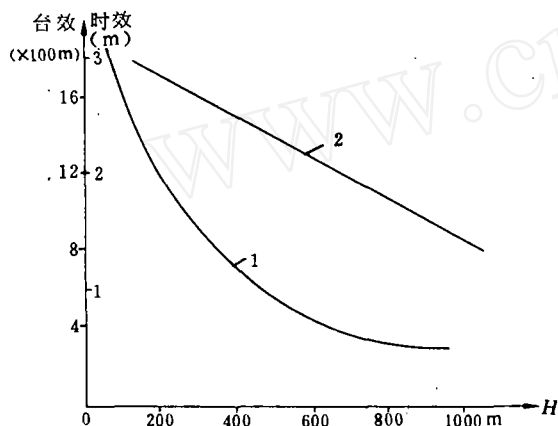


图 1 孔深与台效(1)、时效(2)关系曲线

究其原因,主要是钻机的提升能力和转速随孔深而下降。因此,只有在适当孔深及时变换钻杆直径,才能放慢钻进效率下降的速率。

众所周知,在技术换径后,原孔径与新钻杆之间的环隙增大,导致冲洗液流速减慢,孔底岩粉难以排除,断钻事故频繁。为此,通常在换径前先下一套原级径的技术套管,而后再换小一级钻杆钻进。如原 $\phi 75\text{mm}$ 孔径,先下 $\phi 73 \times 5\text{mm}$ 套管(图 2),再换 $\phi 55.5\text{mm}$ 钻杆进行 $\phi 60\text{mm}$ 孔径钻进。另一种办法是索性不下技术套管,而用“倒宝塔”式组合钻杆直接换径,在换径的孔径上部留有 h 孔段长(图 3),以利于进尺

和加钻杆。倒宝塔式钻杆由 $\phi 71 \times 55.5\text{mm}$ 两种规格绳索钻杆连接组成,借助于 $\phi 71\text{mm}$ 钻杆在 $\phi 75\text{mm}$ 孔径中导正,以减少钻杆与孔壁环隙,加快冲洗液上返速度,而 $\phi 55.5\text{mm}$ 钻杆只起在 $\phi 60\text{mm}$ 孔径中传递回转和轴压作用。这两种方法均能减小钻杆与孔径环隙,并防止断钻,提高转数。

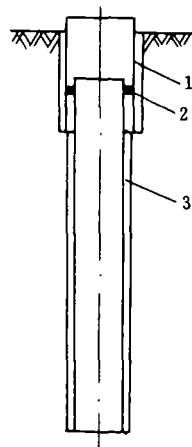


图 2

1- $\phi 89\text{mm}$; 2-套管密封; 3- $\phi 73\text{mm}$ 套管

实践表明,尽管两者作用相同,但其效果却不一样。1986 年以来,我们先后在迁安铁矿 3 个矿区使用,在设备和地层相同的条件下,都杜绝了断钻事故,但台月效率和小时效率却明显不同:下技术套管法钻进,在平均孔深 778.38m 条件下,台月效率达到 681.9m,小时效率 1.83~1.88m;用组合钻杆法钻进,平均孔深只比下技术套管深 4.5m,即 782.88m,而台月效率只有 376.23m,小时效率 1.15~1.31m,即台效前者比后者高 81.26%,时效高 43.5~

59.1%。

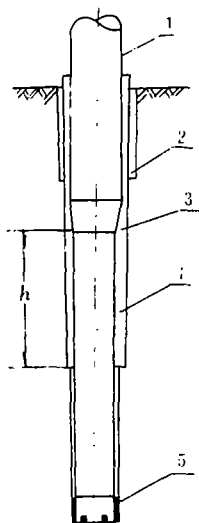


图 3

1- $\phi 71\text{mm}$ 钻杆；2- $\phi 89\text{mm}$ 套管；3-异径接手；
4- $\phi 55.5\text{mm}$ 钻杆；5-金刚石钻头

技术换径的作法不同，钻进效率也相差悬殊，其原因是：

1. 组合钻杆所留的 h 孔段(即加钻杆孔段)长，在使用组合钻杆时，必须预留一段小径钻杆，以便随钻孔加深，只有小径钻杆通过变了孔径的孔段，才能不受阻碍。 h 孔段的长度，一般留 40~50m。

由图 3 可知： h 孔段上部的 $\phi 71\text{mm}$ 钻杆柱用 $\phi 75.5\text{mm}$ 孔径导正，其环隙为 2.25mm；下部 $\phi 55.5\text{mm}$ 钻杆柱，则以 $\phi 60.5\text{mm}$ 孔径导正，其环隙为 2.5mm。但 h 孔段中的 $\phi 55.5\text{mm}$ 钻杆柱是在 $\phi 75.5\text{mm}$ 孔径中，环隙达到 10mm。可以认为，这段钻杆柱属于两端铰支的受压细长杆，当钻压达到或超过临界值时，钻杆柱的直线形态失去稳定性，势必导致这段钻杆柱发生一次、二次或多次弯曲。事实上，按绳索取心钻杆的材质和内外径尺寸，以及钻杆弯曲的临界条件，施加在钻头上的轴压，对这段钻杆柱来说已经达到或超过弯曲的临界压力，特别是刚换径后，钻进孔段不长，更为明显。钻杆发生弯曲，又必然导致钻杆与孔壁多处接

触，阻碍钻杆柱回转。

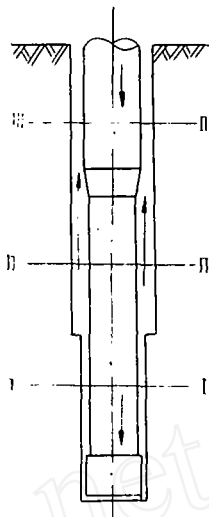


图 4

2. 自下而上， h 孔段是一个环隙由小变大又由大变小的筒状空间(图 4)。当冲洗液从 I—I 段流经 II—II 段和由 II—II 流经 III—III 段时，其流速发生两次由大变小又由小变大的变化过程。从流体力学观点来看，冲洗液流经这一孔段，处于不稳定紊流状态，除了沿程阻力外，局部阻力损失则增加了冲洗液另一种压损因素。从图 4 不难看出， h 孔段 3 个不同截面处的环隙变化，不可避免地构成冲洗液分子之间撞碰；3 个颈缩处将会产生流体转向和颈缩死角则发生涡流现象，以及液流流速加速等。上述因素均构成总体阻力损失。阻力损失必然要通过泵压升高来弥补，势必抵消钻进轴压。由于泵压和轴压不稳，从而影响了施加在钻头上的压力，导致小时效率下降。

3. 影响 h 孔段岩粉排除的因素有两个：

(1) 颈缩处的涡流使岩粉不是呈直线上排排出，而是有一部分岩粉始终随涡流旋转循环(图 4)。

(2) 通过计算，II—II 截面环隙面积要大于 I—I 截面环隙面积 4.47 倍，这就是说，冲洗液从 I—I 截面流经 II—II 截面

(下转第 64 页)

近似为直线,故可知 n 为常数。

由图 3 可知,泡沫流体属于非牛顿流体,具有很小的 τ_y 值。表观粘度是变化的,随 r_w 的增大,其变化率减小。

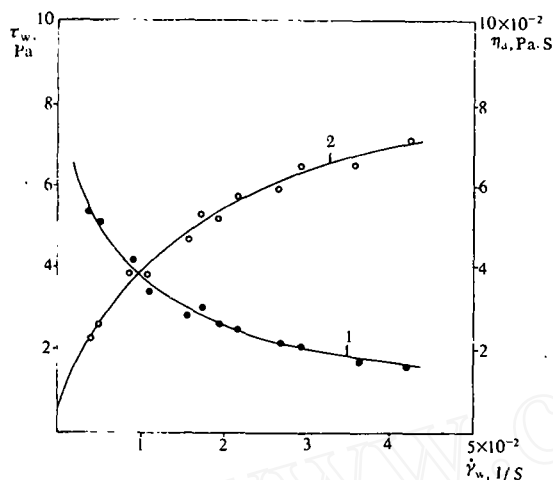


图 3 泡沫流变图

1—实测 τ_w 值; 2—计算 η_a 值

状态方程为

$$\tau = \tau_y + k r^n \quad (13)$$

其中屈服应力 $\tau_y = 0.32 \text{ Pa}$, 稠度系数 $k = 0.407 \text{ Pa} \cdot \text{S}^n$, 幂律指数 $n = 0.481$ 。

实验证明,本仪器操作方便,所得结果精度可满足钻探生产需要。这种流变仪制作方便,造价低廉,坚固耐用,不仅可用于测定泡沫的流变性能,也可用于其他钻井液的测试;既可用于实验室内研究,也适用于钻探现场测定。

参考文献

- [1] 袁龙蔚,《流变力学》,科学出版社,1986年。
- [2] 张远君等编译,《两相流体动力学基础理论及工程应用》,北京航空学院出版社,1987年。
- [3] 周凤山,地质与勘探,1991,第1期。
- [4] N.P.Chermisinoff, Editor 《Encyclopedia of Fluid Mechanics》, Vol.5, p.214~273, Vol.6, p.628~675, Gulf Publishing Company, 1986.

Self-made Rheometer for Measuring Foam

Yao Aiguo Rong Xin

The problems in measuring the rheologic properties of foam at present are analysed in this paper. The structural features and the principle of operation of the self-made rheometer are also given in detail. With the instrument, a fluid of foam has been measured and got satisfactory results.

(上接第 58 页)

时,其流速突然下降 4.47 倍。按常用钻进泵量为 46 L/min 计算,通过 II—II 截面的流速只有 0.372 m/s ,满足不了金刚石钻进排粉返流速度的要求。若加大泵量,通过改写的范宁方程 $P = f \cdot \frac{2\rho \bar{V}^2}{D} L$ 也可看到:环空流压力损失 P 与流速 $\bar{V}$ 成正比,当截面一定时,流经截面的流速 $\bar{V}$ 又与泵量 Q 成正比。由此可知,加大泵量,也会影响泵压变化并影响钻进轴压。

基于上述原因,钻进中大量岩粉将堆集

在 h 孔段;从这段钻杆磨得特别光亮即可判断。这样以来,当打捞内管时,抽吸作用又将积聚的岩粉吸回孔底,每回次钻进开始,都要进行冲粉和扫井。扫井发生憋泵现象,每次都要持续 20~30 分钟。

通过分析比较认为:在深孔使用绳索取心钻进时,应该先下技术套管再换径。采用组合钻杆直接换径钻进,尽管可不下套管,速换径,但整孔效率下降,无论从经济效益或技术效果来看,都不可取。