

(1) 钻具与孔壁的环状间隙应适当增大,以减小钻具提升、下降所产生的压力波动和抽吸,保护孔壁的完好。

(2) 钻具的转速应适当减慢,压力亦应适当减小,以避免钻杆对孔壁的敲打,引起掉块和垮塌。

(3) 提、下钻具要稳,开泵不得太猛,要尽量避免发生破坏孔壁的压力波动和抽吸作用。

(4) 对较大裂隙漏失地层的堵漏,可采用聚丙烯酰胺泥浆交联堵漏的办法。即在聚丙烯酰胺溶液中加入交联剂 $[\text{FeCl}_3]$ 或 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$,送入孔内与孔内泥浆(另加一些粗泥浆亦可)混合,利用交联剂使聚丙烯酰胺产生交联形成不溶物,这样所得到的絮凝物强度较高。这种交联堵漏比单纯使用聚丙烯酰胺溶液与泥浆混合絮凝堵漏效果要好。

金刚石钻进的转速与钻压关系的探讨

陕西省地质局第八地质队 董振泽

金刚石钻进中,合适的钻头压力及其相应的冲洗液量和转速,是取得最优钻进效果的重要因素之一。在以上三个参数中,钻头压力对钻进效果又起着主导作用。国外若干资料认为,调节钻进过程,应首先确定轴向压力,然后根据最优的每转切削深度,把钻具转速调到所用设备和工具允许的最大值,以及送入相应的、保证能冷却钻头、排除岩粉的足够的冲洗液量。

通常,在中硬以上地层钻进时,在较高转速情况下(800转/分以上),按规定加压,进尺不快,甚至不进尺;而适当增大钻压,可得到较好的钻速,且钻头磨损正常。据有的单位实践,用 $\phi 50$ 毫米钻杆钻进56毫米口径钻孔,在转速1000~1100转/分情况下,孔深达250米,采用减压钻进,钻速低。而采用自重钻进,钻速较高。

为了解释这种现象,现对钻具受力情况分析如下:

1. 重力:即钻具重量,它随钻孔深度、钻具规格不同而异,一般为产生钻头压力的主要作用力。

2. 浮力:即冲洗液对钻具的作用力,其大小等于所排开液体的重量,但它可以在称重中给以消除。

3. 摩擦阻力:即钻具在沿孔壁螺旋下降过程中所产生摩擦力的垂直分力。

4. 举离力:又称水压力,根据以往资料介绍,其大小可表示为:

$$\text{举离力(磅)} = 0.785 \times \text{钻头压力降(磅/英寸}^2) \times [1.2 \times \text{钻头直径(英寸)} - 1.2]$$

现场测得钻头压力降为5公斤/平方厘米。1公斤/厘米²=14.2磅/英寸²,如用56毫米口径钻进,代入上式得:

$$\text{举离力} = 0.785 \times 5 \times 14.2 \times [1.2 \times \frac{56}{25.4} - 1.2] \approx$$

$$80 \text{ 磅} = 36.4 \text{ 公斤}$$

由上可知,举离力对钻压有一定影响,需要增加钻压,以取得压力补偿。但此值不能够解释目前在高转速情况下需大幅度增大钻压的现象。

5. 离心力:由钻杆在孔内沿孔壁高速做圆周运动产生,即对孔壁的侧压力。表示为 $F_n = m \frac{V^2}{R}$ 。现就

F_n 值分析计算如下:

首先分析一下钻杆在孔内的受力状态。因孔内间隙和轴向压力的存在,钻杆在孔内一般成螺旋状弯曲,并与孔壁成线接触,钻具在孔内运动可简化为刚体运动,运动质心为钻杆中心,见图1。

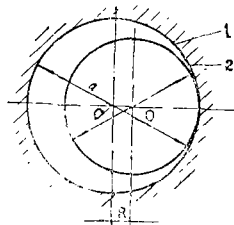


图 1

1—孔壁; 2—钻杆

O' : 钻孔中心

O : 钻杆中心

d_1 : 钻孔直径

d_2 : 钻杆直径

R : 钻孔、钻杆偏心距

当钻杆在机械带动下以 n 转/分转动时,钻杆中心 O 将以 V 速绕钻孔中心 O' 转动。

其中:

$$V = 2 \pi R \frac{n}{60} = \frac{1}{30} \pi R n$$

$$R = \frac{1}{2} (d_1 - d_2)$$

$$\begin{aligned} \text{代入 } F_n &= m \frac{V^2}{R} \\ &= \frac{1}{1800} \cdot \frac{P}{8} \pi^2 n^2 (d_1 - d) \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

从(1)式知,离心力 F_n 和钻具重量、转速、钻具级配比有关,但在一个回次中,钻具重量、级配比是固定的,影响最大的则是转速,且成平方关系, $F_n \propto n^2$ 。

那么,离心力又是怎样转化为阻止钻具下降力的呢?我们知道,钻杆在孔内转动,产生离心力,给孔壁以压力,如果钻具随钻孔加深而下降,由于钻杆与孔壁之间存在摩擦,必然会产生一个向上的摩擦力 $F\mu$,其大小与正压力、两物体接触的摩擦系数有关。可表示为:

$$F\mu = F_{\text{正压力}} \cdot \mu$$

式中: μ ——钻杆与孔壁岩石的摩擦系数,

$$F_{\text{正压力}} = F_n$$

则 $F\mu = F_n \cdot \mu$

$$= \frac{1}{1800} \cdot \frac{P}{8} \cdot \pi^2 n^2 (d_1 - d) \cdot \mu \dots\dots\dots (2)$$

从(2)式知,影响 $F\mu$ 大小的主要因素仍然是转速。

当摩擦力 $F\mu$ 随着转速增加而增加到一定值——等于钻具重量时,钻具将会附着在孔壁上而不上降。这时,钻具在孔内的运动状态为:钻头克取孔底岩石,钻孔加深,但由离心力产生的摩擦力的作用,使钻杆附着在孔壁上,阻止钻具下降,从而大大降低了钻头压力,以至形成空转不进尺。

如称能使钻具附着在孔壁上的转速为临界转速,当达到这一速度时, $F\mu = P$

$$\text{即 } \frac{1}{1800} \cdot \frac{P}{8} \pi^2 n^2 (d_1 - d) \cdot \mu = P$$

$$\text{化简临界转速 } n = \frac{1}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{1800g}{(d_1 - d) \cdot \mu}} \dots\dots\dots (3)$$

结论:

1. 就目前一般钻孔级配情况下, $d_{\text{钻杆}} = 5$ 厘米
 $d_{\text{孔}} = 5.7$ 厘米,代入(2)式得:

$$F\mu = \frac{1}{255849} P n^2 \mu$$

$$\text{上式中, 当 } \frac{n^2 \mu}{255849} = 1, F\mu = P,$$

$$\text{则 } n = \sqrt{\frac{255849}{\mu}}$$

摩擦系数 μ 根据中南矿冶学院探工系教研室测得: μ 在0.12~0.22之间

μ 在0.3~0.6之间

μ 在0.13~0.21之间

根据不同摩擦系数值求出临界转速 n 如表1。

表 1

μ	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
n	1600	1304	1131	923	800	715	653

由表作出 μ — n 曲线见图2。

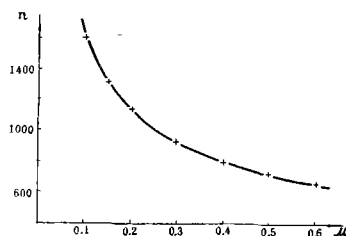


图 2 μ — n 曲线

由 μ — n 关系图知,在级配比一定的情况下,摩擦系数越小,临界转速越高,反之越低。因此,在同一转速下,润滑性能越好,钻压损失越小,反之,钻压损失则大。

2. 在摩擦系数 μ 不变的情况下(取值0.3)不同

级配比的临界转速可由(3)式 $n = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{1800g}{(d_1 - d)\mu}}$ 求出,详见表2。

表 2

钻杆 d (厘米)	钻 孔 d_1 (厘米)		ϕ 6.7		ϕ 5.7		ϕ 4.7	
	d/d_1	n	d/d_1	n	d/d_1	n	d/d_1	n
3.30	0.49	418	0.58	498	0.7	655		
4.30	0.64	498	0.75	655	0.91	1222		
5.00	0.75	593	0.88	923	—	—		
5.30	0.79	655	0.93	1222	—	—		
6.30	0.94	1222	—	—	—	—		

由表2作出不同级配比与临界转速曲线如图3。

从曲线图可知,级配越合理,临界转速越高。因此,在相同转速下,级配越合理,钻压损失越小,反之,钻压损失越大。

同时,在相同级配比的情况下,钻进口径越小,临界转速越高。

3. 由1、2、可知,要降低钻压损失,可从提高临界转速入手,即级配合理,使用乳化冲洗液(减小摩擦),缩小钻进口径。这样,既减小了钻压损失,又

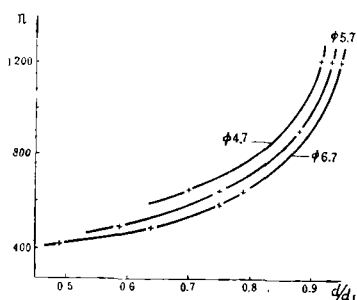


图 3 不同级配比与临界转速曲线

减小了钻杆在高速运转下产生的离心力，从而减小了振动，使钻具趋于稳定。

4. 在钻进中，因多种因素存在，钻杆在孔内可能不完全遵循上述理想运动状态。综合考虑举升力、钻具由离心力产生的摩擦力等的影响，在一般实际操作中（级配比为 $\phi 50/\phi 57$ 毫米，润滑情况一般），孔深100米后，要适当增加补偿钻压（因孔浅时，钻杆刚性大，且受立轴主动钻杆影响）。所增加补偿钻压值推荐如表3。

不同转速下钻压补偿值 表 3

转速 (转/分)	钻压补偿值(为规程规定之钻头压力值的)
600	1/4
800	1/3
1000	1/2
1200	3/4

增加补偿钻压，要因钻进情况不同而异，如采用绳索取心钻进，润滑条件良好，临界转速值则很高，达2000转/分以上，这样正常钻进中，钻压损失很小，所补偿钻压值也很小。反之，临界转速值很低，钻压补偿值则要求很大。

增加补偿钻压时操作要求：

1. 下钻钻进：先将钻机开到需要的高转速，然后追加补偿钻压。
2. 提钻取心：提钻采心前，先减去补偿钻压，然后采心，停车，提钻。

（注：本文图1中：a应为 d_1 ）

表镶式金刚石钻头轴心压力与寿命关系的探讨

江苏省冶金地质勘探公司 邹新初

表镶式金刚石钻头钻进中硬岩层是借钻具的轴心压力，以其胎体唇面镶焊的金刚石之棱角切进岩石一定深度，并随钻具的迴转连续对岩石进行切削和剪切的作用来破碎岩石的。所以，钻头的质量，金刚石的品级，钻进工艺规程等，都直接影响钻头的使用寿命。

在钻进工艺规程中，正确选择轴心压力对延长钻头的使用寿命，提高钻进效率，减少金刚石的磨损都是极为重要的。因此，必须分析轴心压力与寿命的关系。

一、公式的推导

现在假定钻头胎体底唇形式为标准形状，中等硬度。表镶金刚石为天然单晶正八面体。夹角直镶，按径向和角度尺寸呈放射状或螺旋状排列。金刚石粒数 m （粒），钻头转数 n （转/分）是合理的而且是恒定的，冲洗介质为乳化液，钻进的地层是适宜的。

为了有效的破碎岩石，必须使金刚石支力量上的

压力大于孔底岩石之临界抗压强度，而小于金刚石之临界抗破碎强度。其关系式为：

$$\delta_{\text{金}} > \frac{P}{\frac{2m S_0}{3}} > \delta_{\text{岩}} \dots\dots\dots (1)$$

式中： S_0 ——单颗金刚石的支力面积（厘米²），

$\frac{2m S_0}{3}$ ——钻头唇面起克取岩石作用的金刚石（一

般按金刚石总粒数的2/3计算）支力面积之和（厘米²），

P ——钻头破碎岩石所需的轴心压力（已去掉冲洗液浮力及井壁阻力对钻压的影响后的孔底压力），

$\frac{P}{\frac{2m S_0}{3}}$ ——钻头唇面起克取岩石作用的金刚石单位支力面上承受的压力（公斤/厘米²），

$\delta_{\text{金}}$ ——金刚石之临界抗破碎强度（公斤/厘米²），

$\delta_{\text{岩}}$ ——岩石之临界抗压强度（公斤/厘米²）。