

鑽井的沖洗及其某些計算

E. A. 捷姆揚諾娃、B. И. 莫洛左夫

沖洗鑽井必須保證將井內的破碎岩粉全部從井底沖到井上來。當沖洗速度不足時，較大的岩粉則多集中於井底，而對它們的繼續破碎還需要作輔助工作，因而減低了鑽進效率，並且亦增加了鑽頭的磨損。所以鑽井沖洗對於鑽進效率有着重要的意義。

確定實際需要的水泵送水量，應按下列公式計算①：

1) 使用泥漿沖洗

$$Q = 13 F \sqrt{\delta} + 84 F_1 S;$$

2) 使用清水沖洗

$$Q = 14.5 F \sqrt{\delta} + 93 F_1 S;$$

式中 Q ~ 需要的水泵送水量，公升/秒；

F ~ 井壁至鑽桿之間的環狀面積，平方公分；

δ ~ 岩粉顆粒大小，公分；

F_1 ~ 鑽孔井底面積，平方公分；

S ~ 鑽進速度，公分/秒。

岩粉直徑 δ 是依着岩石組成的顆粒大小和切削刃給進數量來決定的。近似的計算可採用：

$$\delta = \frac{SQ_0}{60nm}$$

式中 S ~ 最大的機械鑽進速度，公分/小時；

n ~ 每分鐘鑽頭轉數；

m ~ 鑽頭切削刃數或沖擊鑽頭刃數；

Q_0 ~ 2 ~ 3 — 給進不均勻係數。

按着這個公式可以看出岩粉直徑 δ 的大小是依着鑽進機械速度、轉數和鑽頭的切削刃數來決定的。

例如，鑽進速度 20 公厘/分 (1.2 公尺/小時)， $n \sim 120$ 轉/分，切削刃數 8，則岩粉直徑 δ 應為：

$$\delta = \frac{SQ_0}{60nm} = \frac{120 \cdot 3}{60 \cdot 120 \cdot 8} = 0.006 \text{ 公分。}$$

實際上這個數值大約大了五倍。

應當指出在上述公式內， m 為鑽頭的切削刃數或者是沖擊鑽頭刃數。

根據全蘇礦物原料科學研究所對小規模岩粉組成粒度的檢測結果 (表 1)，得出了除上述因素以外，

① В. И. Воздвиженский и А. М. Васильев.

Буровая механика Гостолтехиздат 1953

破碎岩粉的顆粒大小也取決於岩石的物理機械性能和鑽頭種類的結論。

表 1

岩石等級	岩石種類	鑽頭型	
		MP-1 (8個切削刃)	TH-3 (8個合金片)
		$n=120$ 轉/分， $P=875$ 公斤 破碎岩粉顆粒大小 δ (公分)	
Ⅴ—Ⅹ	輝長蘇長岩	0.0132	0.0108
Ⅶ	玄武岩	0.0216	0.0075
Ⅶ	拉長石岩	0.0258	—
Ⅴ—Ⅶ	閃長斑岩	0.0348	—
	砂岩	0.0398	0.0262

當把 δ 值代入公式 $Q = 13 F \sqrt{\delta} + 84 F_1 S$ 中，可得出於各種岩石中以不同鑽進速度用泥漿鑽進時所需的水泵送水數值。

表 2 是表明，在各種鑽頭直徑和各種鑽進速度的情況下水泵需要的送水量。

表 2

鑽進速度 公尺/小時	鑽進直徑 公厘				
	59	76	92	111	131
	水泵需要的送水量 公升/小時				
0.5	16	16	47	64	93
1.2	10	24	67	91	134
2.3	13	32	84	115	170
5.2	20	38	108	145	200

經過了許多作者的研究證明表 2 有實際使用意義。

Л. А. 什萊涅爾指出沖洗液在硬岩層中的作用不大，因為混濁液的数量平均在 20 ~ 25 公升/秒時，就可完全保證正常的技術鑽進過程，甚至在 11 吋的鑽孔中亦可。

使用沖洗液在硬岩層中 (這類岩層通常是脆的) 鑽進的缺點是不能引起井壁的複雜變化，同時在粘土岩層鑽進由於沖洗液的這種缺點，使鑽進的速度大大的減低，而往往在鑽進過程中就停止了，因為它在鑽頭底部產生了堵塞作用。

在鑽進硬岩層（可鑽性Ⅷ）的情況下，沖洗液對上表所示的各類孔徑來說，是最小的數量，而在軟岩層中，沖洗液應該尽可能多而強力的供給。

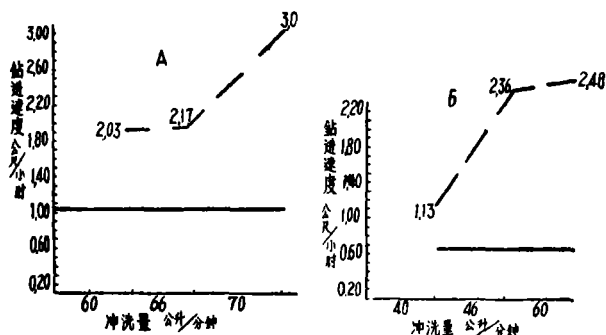


图 1 使用MP—2 型鑽頭

A ~ 鑽進Ⅴ級石灰岩曲線；

B ~ 鑽進Ⅶ級石灰岩的曲線。

图 1說明在Ⅷ—Ⅷ級緻密的石灰岩中使用 MP—2 型鑽頭鑽進，其鑽進速度和沖洗液的关系曲線（按 И.Б. 札布高拉諾夫資料）。

圖內曲線清楚的表明，沖洗液對鑽進效率影響很大。

粘土泥漿的質量具有重要的意義。下面為制作好的粘土泥漿所需要的某些計算。

粘土和試劑的含量計算

制造 γ 比重的粘土泥漿所需要的粘土數量 P 應按下式計算：

$$P = \frac{2.65(\gamma - 1)}{2.65 - \gamma},$$

式中： P ~ 粘土數量 吨；

2.65 ~ 粘土比重；

γ ~ 粘土泥漿比重。

公式結論：

泥漿重量 P_p 等於比重乘體積

$$P_p = \gamma V \quad (1)$$

同時泥漿的重量即為水（1立方公尺 = 1吨）和粘土重量之和。

$$P_p = 1 + P \quad (2)$$

泥漿體積等於粘土和水的體積之和

$$V = 1 + V_{\text{гн}} \quad (3)$$

式中： $V_{\text{гн}}$ ~ 粘土體積。

粘土體積等於

$$V_{\text{гн}} = \frac{P}{\gamma_{\text{гн}}} = \frac{P}{2.65} \quad (4)$$

粘土的體積以重量來表示時，可代入第3式得：

$$V = 1 + \frac{P}{2.65}$$

當把 V 帶入(1)和(2)式得

$$1 + P = \gamma \left(1 + \frac{P}{2.65} \right) \quad (5)$$

如把方程(5)相對的變換 γ ，得

$$2.65(1 + P) = \gamma(2.65 + P)$$

$$2.65P - \gamma P = 2.65\gamma - 2.65,$$

$$P = \frac{2.65(\gamma - 1)}{(2.65 - \gamma)},$$

例1. 在使用1立方公尺水制造比重為1.1；1.15；1.2；的泥漿時，所需要添加的粘土數量。

$$P_{1.1} = \frac{2.65(1.1 - 1)}{2.65 - 1.1} = \frac{2.65 \times 0.1}{1.55} = 0.17 \text{ 吨},$$

$$P_{1.15} = \frac{2.65 \times 0.15}{1.5} = 0.265 \text{ 吨}$$

$$P_{1.20} = \frac{2.65 \times 0.2}{2.65 - 1.2} = 0.400 \text{ 吨}$$

例2. 制作該濃度的泥漿，所需要粘土噸數的計算按下式

$$P = \frac{CV}{100 - C},$$

式中： P ~ 粘土重量 吨；

V ~ 水體積 立方公尺；

C ~ 泥漿混濁液的濃度 %。

推算結果，

$$C = \frac{P}{V + P} \cdot 100;$$

$$P \cdot 100 = CV + CP$$

$$P \cdot 100 - CP = CV$$

$$P(100 - C) = CV$$

$$P = V \frac{C}{100 - C}$$

(如 $V = 1$)

$$P = \frac{C}{100 - C},$$

1个立方公尺需 $\frac{C}{100 - C}$ 吨粘土。

例如，要求泥漿濃度30%則1立方公尺水需要加 $\frac{30}{100 - 30} = 0.43$ 吨 = 430公斤粘土；而0.7立方

公尺的水需要加入 $P = V \frac{C}{100 - C} = 0.7 \cdot \frac{30}{100 - 30}$

$$= \frac{0.7 \cdot 30}{70} = 0.3 \text{ 吨粘土。}$$

例3. 泥漿的比重和濃度之間的關係,

$$\gamma = \frac{100\gamma_1}{100\gamma_1 - C(\gamma_1 + 1)},$$

式中 $\gamma_1 \sim$ 粘土比重(2.65);

$\gamma \sim$ 泥漿比重;

$C \sim$ 泥漿濃度。

$$V = \frac{\gamma_1(\gamma - 1)}{\gamma_1 - \gamma}, \quad P = \frac{C}{100 - C}$$

$$\frac{\gamma_1(\gamma - 1)}{\gamma_1 - \gamma} = \frac{C}{100 - C},$$

$$(100 - C)\gamma_1(\gamma - 1) = C(\gamma_1 - \gamma),$$

$$100\gamma\gamma_1 - C\gamma\gamma_1 - 100\gamma_1 + C\gamma_1 = C\gamma_1 - C\gamma,$$

$$100\gamma\gamma_1 - C\gamma\gamma_1 + C\gamma = 100\gamma_1,$$

$$\gamma = \frac{100\gamma_1}{100\gamma_1 - C\gamma_1 + C} = \frac{100\gamma_1}{100\gamma_1 - C(\gamma_1 - 1)},$$

$$100\gamma\gamma_1 - 100\gamma_1 = C\gamma\gamma_1 - C\gamma,$$

$$C = \frac{100\gamma_1(\gamma - 1)}{\gamma(\gamma_1 - 1)}.$$

例4. 減少濃度從 C_1 到 C_2 , 稀釋泥漿所需的水的數量應按下式計算。

$$X = \gamma_1 V \left(\frac{C_1}{C_2} - 1 \right)$$

式中: $C_1 \sim$ 原泥漿濃度

$C_2 \sim$ 稀釋以後需要的泥漿濃度;

$X \sim$ 在泥漿體積 V 內所需的水的數量;

$\gamma_1 \sim$ 原泥漿的比重

$$\text{推算結果: } C_1 = \frac{P}{P_1} \cdot 100 \quad (1)$$

式中: $P \sim$ 粘土重量;

$P_1 \sim$ 泥漿重量;

$P_2 \sim$ 稀釋泥漿的重量;

$$C_2 = \frac{P}{P_2} \cdot 100 \quad (2)$$

但 $P_2 = P_1 + X$

$$100P = C_1 P_1 = C_2 P_2 = C_2 (P_1 + X),$$

$$C_1 P_1 = C_2 P_1 + X C_2, \quad C_1 P_1 - C_2 P_1 = X C_2,$$

$$X = P_1 \left(\frac{C_1 - C_2}{C_2} \right) = P_1 \left(\frac{C_1}{C_2} - 1 \right), \quad P_1 = \gamma_1 V$$

例如, 計算將 5 立方公尺, 30% 濃度的泥漿稀釋到濃度為 25% 的泥漿時所需水的體積。(已知 30% 濃度的泥漿比重為 1.2)。

$$X = 1.2 \times 5 \left(\frac{30}{25} - 1 \right) = 1.2 \text{ 立方公尺。}$$

例 5 減少泥漿比重所需水的數量應按下式計算:

$$X = V_1 \frac{(\gamma_1 - \gamma_2)}{(\gamma_2 - 1)}$$

式中: $V_1 \sim$ 原泥漿體積;

$\gamma_1 \sim$ 原泥漿的比重;

$\gamma_2 \sim$ 稀釋以後的泥漿比重;

換算結果:

$$P_1 + X = P_2,$$

式中: $P_1 \sim$ 原泥漿重量;

$P_2 \sim$ 稀釋以後的泥漿重量;

$$P_1 = V_1 \gamma_1, \quad P_2 = V_2 \gamma_2,$$

式中: $V_2 \sim$ 稀釋以後泥漿體積。

$$V_2 = X + V_1, \quad V_1 \gamma_1 + X = (X + V_1) \cdot \gamma_2,$$

$$V_1 \gamma_1 + X = X \gamma_2 + V_1 \gamma_2,$$

$$V_1 \gamma_1 - \gamma_2 V_1 = X \gamma_2 - X,$$

$$V_1(\gamma_1 - \gamma_2) = X(\gamma_2 - 1) \quad X = V_1 \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\gamma_2 - 1}$$

例如. 減少泥漿比重從 1.2 到 1.15; 原來的泥漿體積為 5 立方公尺:

$$X = V \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\gamma_2 - 1}; \quad 5 \cdot \frac{1.2 - 1.15}{1.15 - 1} = 1.7$$

立方公尺。

例 6 精制(加工)泥漿所需要的試劑數量應按下式計算 a) $M_1 = 10VC_1$,

式中, $M_p \sim$ 試劑數量 公斤;

$V \sim$ 泥漿體積 立方公尺;

$C_1 \sim$ 試劑濃度%按泥漿體積計。

公式結論: 100 公升泥漿需要 C 公斤試劑, 1 立方公尺需要 $10C$ 公斤, V 立方公尺 $10VC$ 公斤。

例如, 計算精制 20 立方公尺泥漿所需要的煤鹼劑數量, 試劑配合的濃度 10%,

$$M_1 = 10 \cdot 20 \cdot 10 = 2 \text{ 吨,}$$

$$b) \quad M = 10V\gamma C_2,$$

式中: $\gamma \sim$ 泥漿比重;

$C_2 \sim$ 試劑濃度%按泥漿重量計。

例如, 確定精制 20 立方公尺, 比重為 1.15 和 1.20 的泥漿所需要的純鹼(碳酸鈉)數量, 配合試驗的濃度為 0.2% (按泥漿重量計)

$$\text{泥漿 } \gamma = 1.15$$

$$M_1 = 10 \cdot 20 \cdot 1.15 \cdot 0.2 = 46 \text{ 公斤}$$

泥漿 $\gamma=1.20$

$M_p=10 \cdot 20 \cdot 1.2 \cdot 0.2=48$ 公斤,

Б) $M_{kr}=0.1V\gamma CC_s$

式中: C ~ 泥漿中粘土濃度%

C_s ~ 試劑濃度%按粘土重量計。

公式結論: $M_T = \frac{C_s P}{100}$

式中, P ~ 泥漿中粘土數量,

$P = \frac{CV\gamma}{100}$, $M_m = \frac{V\gamma CC_s}{100 \cdot 100}$,

$M_{kr} = \frac{1000}{10000} V\gamma CC_s = 0.1V\gamma CC_s$

例如, 經過試驗證明, 當把粘土中加入佔粘土重量 1.5% 的純碱就能得到好的泥漿。

應當計算制作 10 立方公尺比重為 1.2 的泥漿所需要的試劑的數量。

含有 30% 的粘土泥漿的比重為 1.2, 其試劑數量為 $M_{kr}=0.1 \times 10 \times 1.2 \times 30 \times 1.5=54$ 公斤

制备鑽孔粘土泥漿所需的試劑數量以試驗方法來確定。當着每批試劑配好后, 即向一定容積中 (1 ~ 2 升) 加入所需要增加的試劑數量, 以決定泥漿指標。

測定結果附入表內或以直線座標圖表示。

1. 計算減低粘土泥漿粘度所需的磷酸鈉數量。
向 1 升泥漿中加入 0.5 克試劑和測定粘度, 如表 3 所示。

(表 3)

試劑 (克/升)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
粘度 T (秒)	30	28	25	23	22	23

勘 誤 表

期別	頁數	行 數	誤	正
15	26	倒 5	$\phi 15$	$\phi 10$
15	26	倒 6	200 公厘	120 公厘
22	15	左倒 11	石英二疊紀	石炭二疊紀
22	28	右 3	…長度或者增大	…長度并且增大…
21	28	右 8	(定性和定量)	(數量和質量)
"	29	左 3	中、新生代	中新生代
"	32	3 欄 5~6	中生代或新生代	中新生代
"	32	4 欄 11	中生與新生代	中新生代
"	29	右 9	大致為	大于
"	29	表內 4 欄 9 行	、除偉晶鈦鐵礦床外	除赤鐵鈦鐵礦類型外
"	30	4 欄 4 行	五氧化鈦 1%	五氧化鈦 1%

在上述情況下, 試劑最適宜的數量是每立方公尺中為 1.5~2.0 公斤。

2. 泥漿的組成選擇, 其比重應當小和失水量低的 (B_{100} 不大于 30 毫升)。

原始材料:

粘土、泥炭、氫氧化鈉, 雪花石膏。規定比重的粘土泥漿中加入泥炭物, 其組成為 1 公斤泥炭, 7 立升水, 50 克氫氧化鈉。然後測定泥漿指標。每立升泥漿中加入 10, 20, 30 克雪花石膏。用曲線圖來表示 (圖 2) 其次求得泥漿成份。如粘度在 10~15 泊, 其失水量不應超過 30 毫升, 在此種情況下, 這種泥漿的成份應當符合, 每一立方公尺泥漿, 雪花石膏 5 ~ 7.0 公斤, 泥炭物 200~300 公斤。

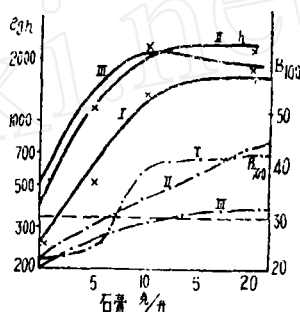


圖 2 含有雪花石膏和泥炭的泥漿

I 碱性泥炭劑 100 克/升
II " 200 克/升
III " 300 克/升

刘云貴、刘显志

譯自“勘探与保矿”

1957 年第 8 期