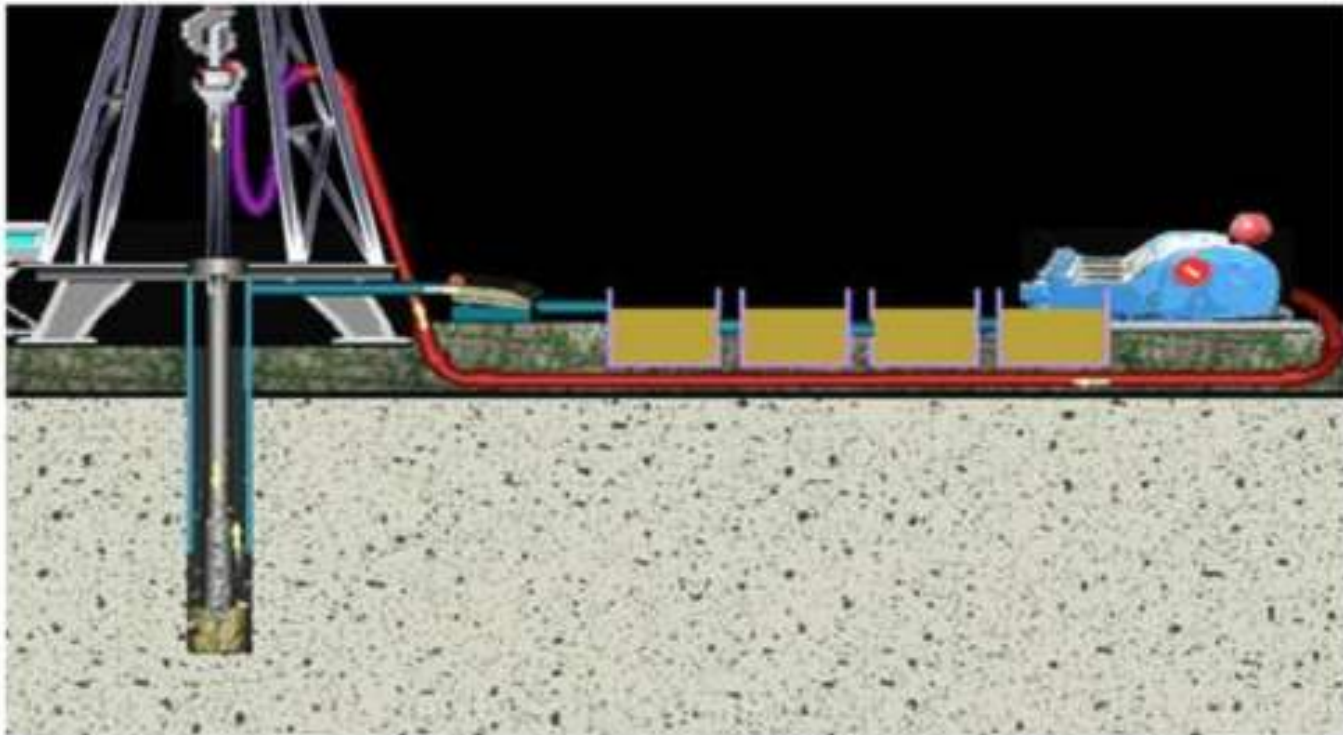


第四章 钻进参数的优选

第一节 钻进过程中各参数间的根本关系

第二节 钻进参数优选

第三节 水力参数优化设计



概述

- 钻井工程的总目标:以最低的本钱钻出高质量的井眼.

- 钻进本钱公式:
$$C_{pm} = \frac{C_b + C_r(t + t_r)}{H} = \frac{C_b + (t + t_r)}{V_{pc}t}$$

- 影响钻速和钻头寿命的因素:

(1)不可控因素

是指客观存在的因素,如所钻的地层、岩性、储层埋藏深度以及地层压力等。

(2)可控因素

可进行人为调节的因素。如地面机泵设备、钻头类型、钻井液性能、钻压、转速、泵压和排量等。

- 钻井参数：

表征钻进过程中的可控因素所包含的设备、工具、钻井液以及操作条件的重要性质的量，如钻头类型、钻井液性能参数、钻压、转速、泵压、排量、钻头喷嘴直径、钻头水功率等。

- 钻井参数优选：

指在一定的客观条件下，根据不同参数配合时各因素对钻进速度和钻头寿命的影响规律，采用最优化方法，选择合理的钻进参数配合，使钻进过程到达最优的技术和经济指标。

第一节 钻进过程中各参数间根本关系

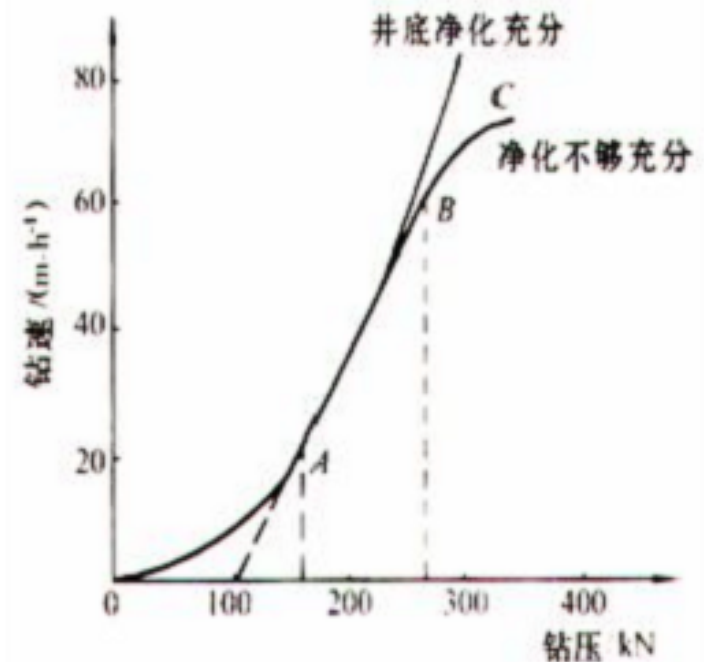
一、影响钻速的主要因素及钻速方程

1、钻压对钻速的影响

oa段：钻压小，钻速 V_{pc} 很小

ab 段：钻压增大，钻速 V_{pc} 随钻压增大呈线性关系增加

bc段：当钻压增大到一定值 W_b 时，钻压增大，钻速改进效果并不明显

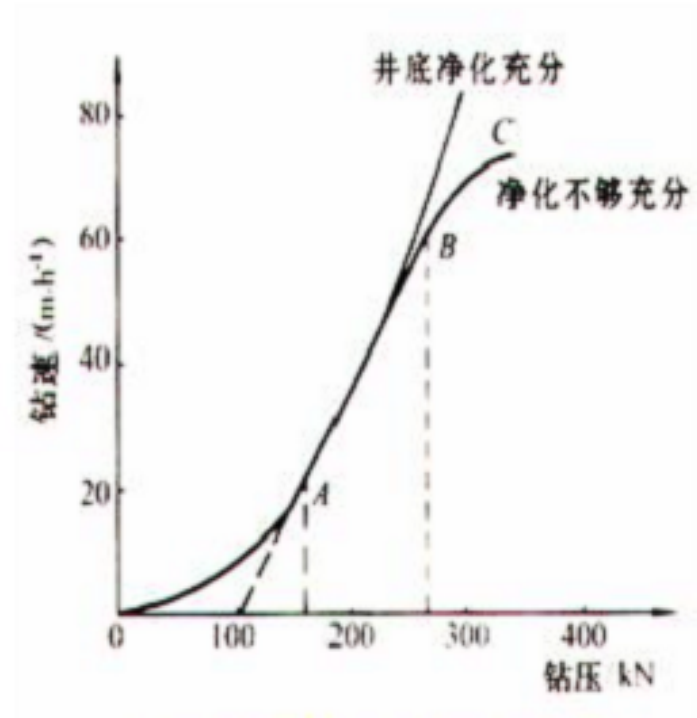


钻速与钻压的关系曲线

实际应用中，以直线段为依据建立钻压〔W〕和钻速〔V_{pc}〕的定量关系。

即：
$$V_{pc} \propto (W - M)$$

式中：M称为门限钻压，它是ab线在钻压轴上的截距，认为是钻头开始吃入地层时的钻压，其值的大小主要取决于岩层性质，有较强的地区性。



钻速与钻压的关系曲线

2、转速对钻速的影响

钻速随转速的增大而增大，并呈指数关系变化

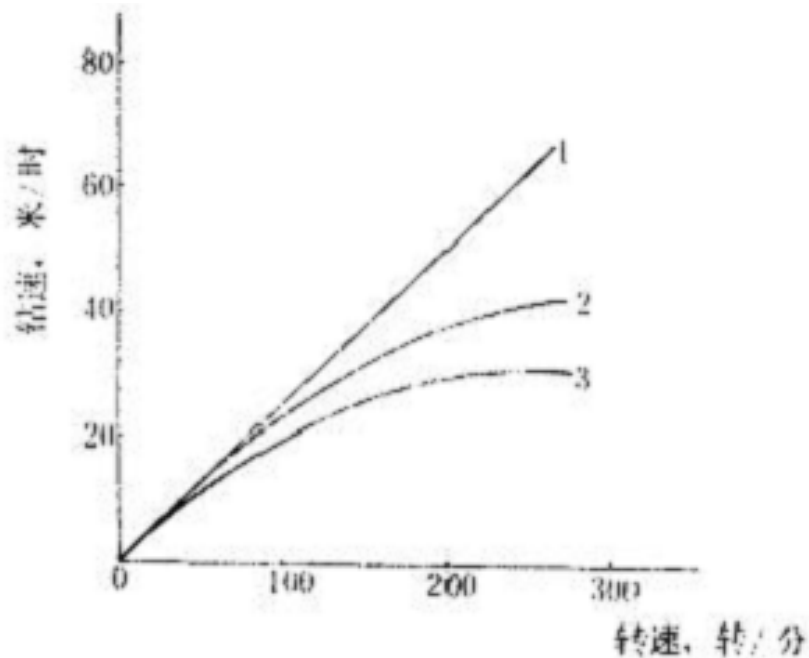
$$V_{pc} \propto n^{\lambda}$$

其中：

λ 称为转速指数，一般小于1，
数值大小主要与岩层性质有关，

极软地层 $\lambda = 1$

随岩石硬度的增大， λ 值减小。



3、牙齿磨损对钻速的影响

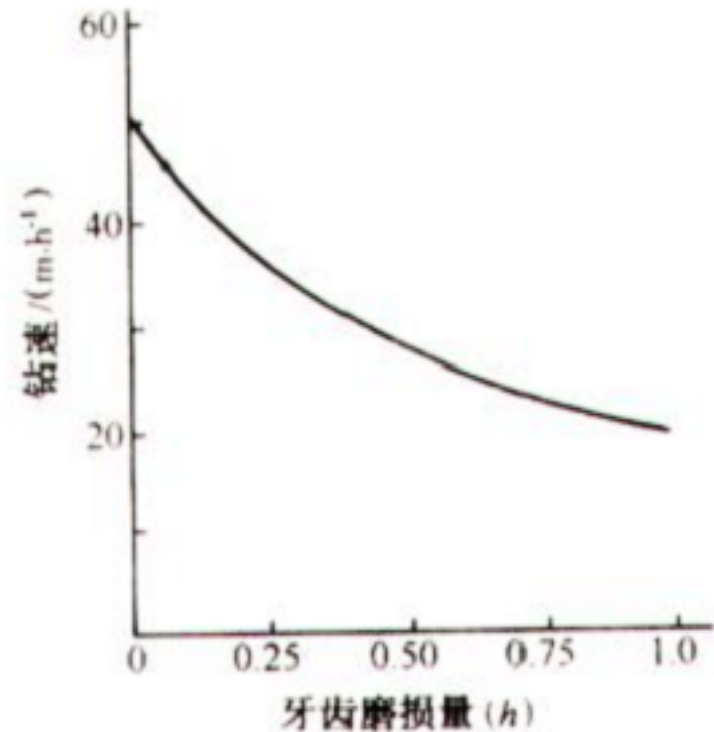
随着钻头牙齿的磨损，钻速下降。

$$V_{pc} \propto \frac{1}{1 + C_2 h}$$

式中：

C_2 —称为牙齿的磨损系数，与钻头齿型结构和岩层性质有关，由现场数据统计得到。

h —为牙齿磨损量，以牙齿的相对磨损高表示，新钻头时 $h=0$ ；牙齿全部磨损时 $h=1$ 。



4、水力因素对钻速的影响

通常用井底单位面积上的平均水功率（称为比水功率）来研究水力因素对钻速的影响规律。

- 水力因素主要从以下两个方面影响钻速：

(1) 水力净化井底

井底比水功率越大，净化程度越高，钻速越快，水力净化能力通常用净化系数 C_H 表示。其含义为实际钻速与净化完善时的钻速之比。

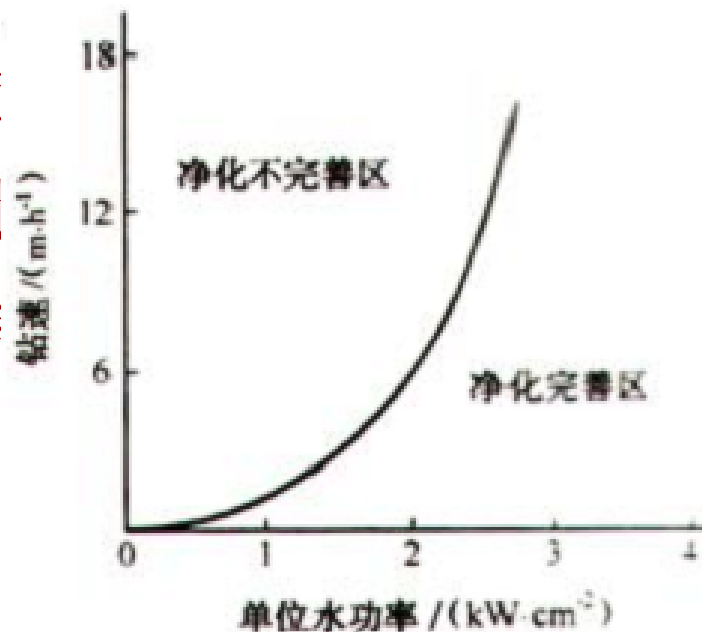
即：

$$C_H = \frac{v_{pc}}{v_{ps}} = \frac{P}{P_s}$$

$\frac{KW}{cm^2}$

$\frac{KW}{cm^2}$

C_H



(2) 水力辅助破岩

井底比水功率越大，辅助破岩能力越强，钻速越快。

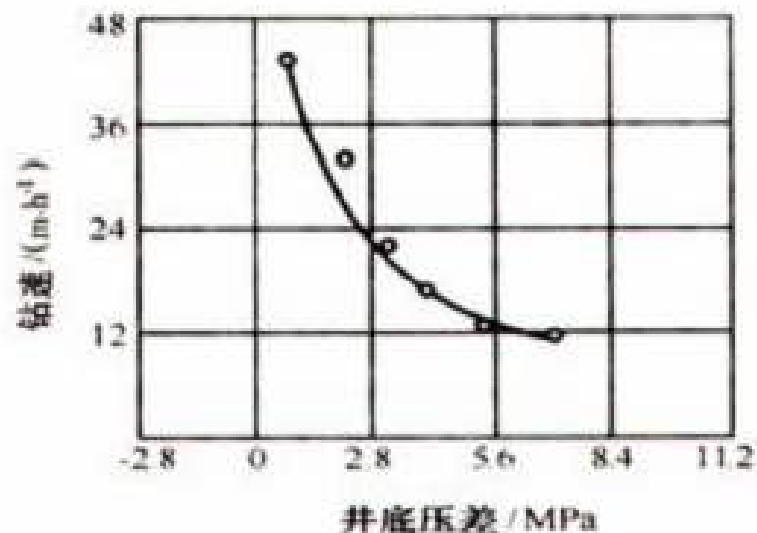
5、钻井液性能对钻速的影响

(1) 钻井液密度对钻速的影响

钻井液密度越大，井内液柱压力越大，在井内液柱压力大于地层孔隙压力的在正压差作用下，井底岩屑破碎现象，钻速降低。
井底压差与钻速的关系：

此现象称为压持效应

$$v_{pc} = v_{pco} e^{-\beta \Delta p}$$



压差影响系数:

$$C_p = \frac{v_{pc}}{v_{pco}} = e^{-\beta \Delta p}$$

式中:

v_{pc} — 实际钻速, m/h;

v_{pco} — 零压差时的钻速, m/h;

Δp — 井内液柱压力与地层孔隙压力之差, Mpa;

β — 与岩石性质有关的系数。

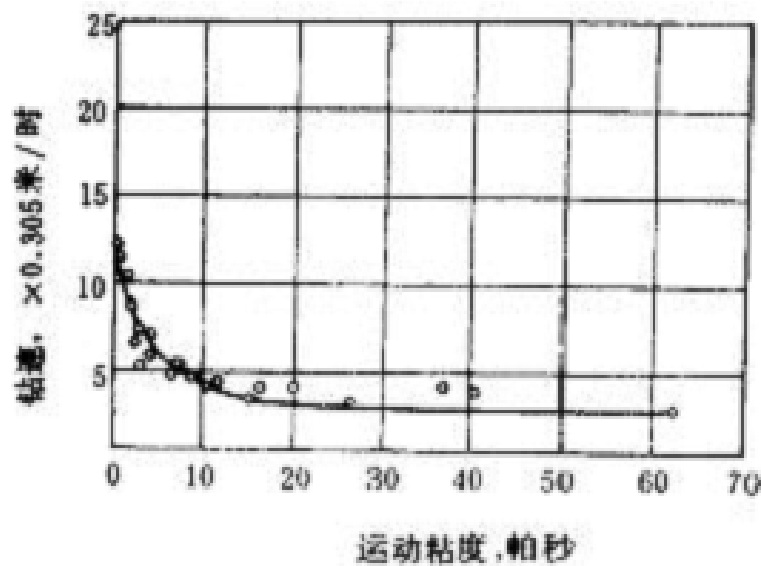
(2) 钻井液粘度对钻速的影响

钻井液粘度增大，将会增大环空压降，使井底压差增大，钻速降低。

钻井液粘度增大，钻柱内压耗增大，在

泵压一定时钻头压差减小，钻头水功率减小，

清岩和破岩能力降低，钻速下降。



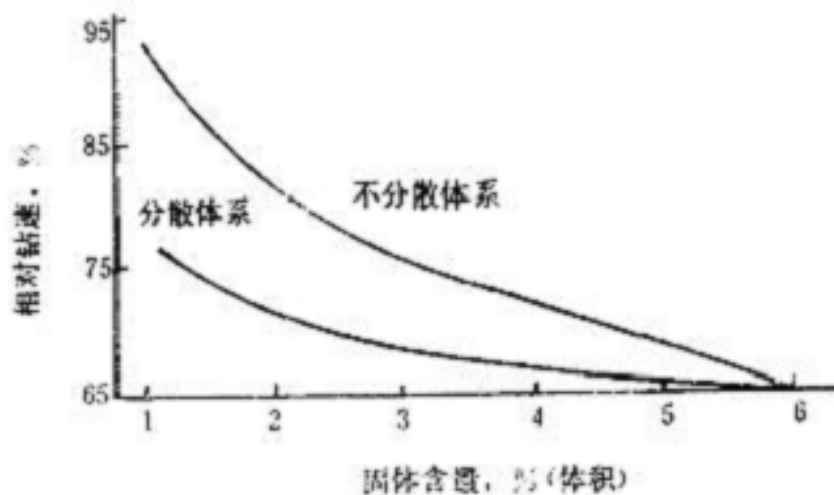
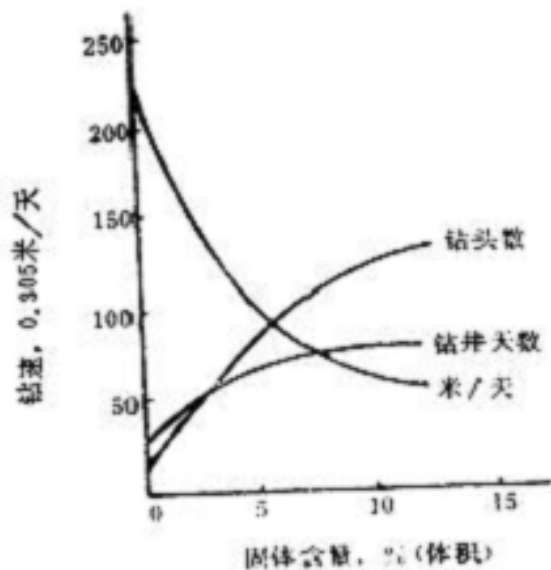
(3) 钻井液固相含量对钻速的影响

钻井液固相含量增大，机械钻速降低。

(4) 钻井液分散性对钻速的影响

分散性钻井液比不分散性钻井液钻速低，钻井液中小于 $1\mu m$ 的固体

颗粒越多 对钻速的影响越大



6、钻速方程（修正杨格模式）

$$v_{pc} = K_R (W - M) n^\lambda \frac{1}{1 + C_2} C_p C_H$$

其中： v_{pc} —钻速，m/h； W —钻压，KN；
 M —门限钻压，KN； n —转速，r/min；
 λ —转速指数， C_2 —牙齿磨损系数，
 C_H —水力净化系数， C_p —压差影响系数，
 h —牙齿相对磨损高度，
 K_R —地层可钻系数，与地层岩石的机械性质、钻头类型及钻井液性能等因素有关。

二、影响钻头寿命的主要因素及磨损方程

1、钻压对牙齿磨损速度的影响

牙齿磨损速度随钻压的增大而增大，当钻压增大到某一极值时，牙齿磨损速度趋于无穷大。

$$\frac{dh}{dt} \propto \frac{1}{Z_2 - Z_1 W}$$

式中： Z_1 和 Z_2 称为钻压影响系数，其值与牙轮钻头尺寸有关。

当钻压等于 Z_2/Z_1 时，牙齿磨损速度无限大， Z_2/Z_1 是该尺寸钻头的极限钻压。

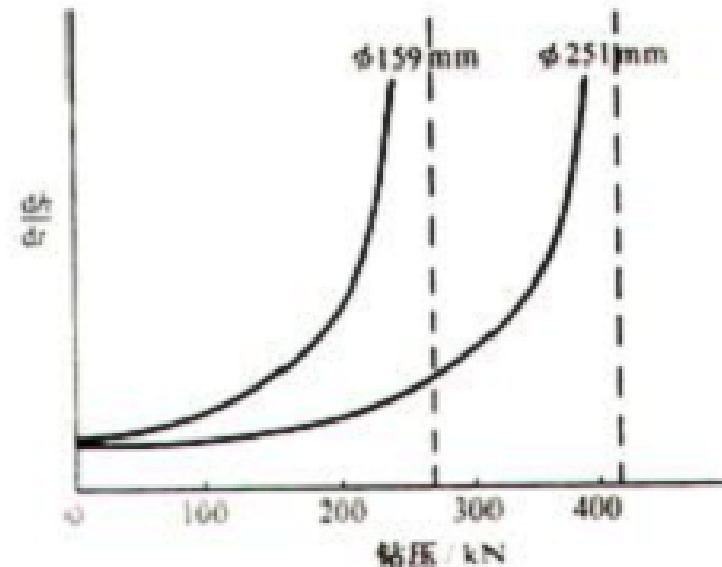


表4-1 钻压影响系数

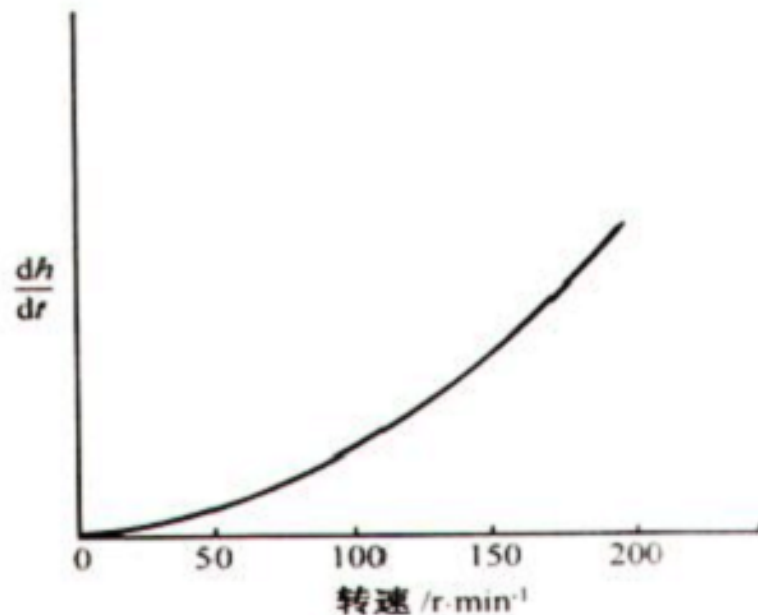
钻头直径 (mm)	Z_1	Z_2
159	0.0198	5.5
171	0.0187	5.6
200	0.0167	5.94
220	0.0160	6.11
244	0.0148	6.38
251	0.0146	6.44
270	0.0139	6.68
311	0.0131	7.15
350	0.0124	7.56

2、转速对牙齿磨损速度的影响

增大钻速，牙齿磨损速度加快。

$$\frac{dh}{dt} \propto (a_1 n + a_2 n^3)$$

式中： a_1 和 a_2 是由钻头类型决定的系数。
见表4-2。



3、牙齿磨损状况对牙齿磨损速度的影响

牙齿磨损量增大，其工作面积增大，磨损速度减小。

$$\frac{dh}{dt} \propto \frac{1}{1 + C_1 h}$$

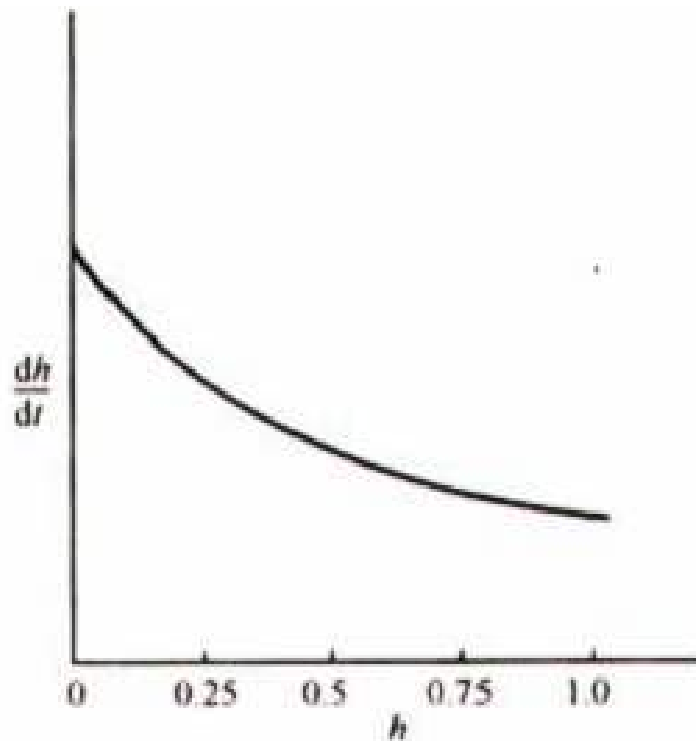
式中： C_1 称为压齿磨损减慢系数，
与钻头类型有关，其数值见表4-2。

4、牙齿磨损速度方程

$$\frac{dh}{dt} = \frac{A_f (a_1 n + a_2 n^3)}{(Z_2 - Z_1)(1 + C_1 h)}$$

式中： A_f 为地层研磨性系数。

需根据现场钻头资料统计计算确定。



5、轴承磨损速度方程

轴承磨损量用**B**表示，轴承磨损速度用**dB/dt**表示。

$$\frac{dB}{dt} = \frac{1}{b} W^{1.5} n$$

式中：

b称为轴承工作系数，与钻头类型及钻井液性能有关，现场资料确定。

三、钻进方程中有关系数确实定

(一) 钻速方程的系数： M C_2 C_H C_P K_R

1、 M 和 λ 确实定——五点法钻速试验

(1) 根本思路

$$v_{pc} = K_R (W - M) n^\lambda \frac{1}{1 + C_2 h} C_P C_H$$

- 保持钻压和钻速方程中的其它参数恒定，采用两种转速 N_{\min} 和 N_{\max} 钻进同一地层，可得到两个不同钻速值 $V_{pc\min}, V_{pc\max}$ ，代入钻速方程，联立求解转速指数 λ 。
- 保持钻速和转速方程中的其它参数恒定，采用两种钻压 W_{\min} 和 W_{\max} 钻进同一地层，可得到两个不同钻速值 $V_{pc\min}, V_{pc\max}$ ，代入钻速方程，联立求门限钻压 M 。

(2) 试验条件

- ▶ 试验中钻井液性能、水利参数恒定，一般取本地区常用值，使 C_H 、 C_p 不变，且防止水力因素变化对门限钻压M的影响。
- ▶ 试验井段或试验时间尽可能的短，以保证试验开始和结束时的牙齿磨损量和地层岩性相差很小。

(3) 试验步骤:

准备: 确定本地区钻压范围 (W_{\min} 到 W_{\max}), (n_{\min} 到 n_{\max}) 和转速范围 (W_0, n_0)

- 第一步: 用平均钻压和平均转速 (W_0, n_0) 钻进1m或0.5m; 记录钻速 V_{pc1} 。
- 第二步: 用最小钻压和最小转速 (W_{\min}, n_{\min}) 钻进1m或0.5m; 记录钻速 V_{pc2} 。
- 第三步: 钻压不变, 用最大转速 (W_{\min}, n_{\max}) 钻进1m或0.5m; 记录钻速 V_{pc3} 。

- 第四步：转速不变，用最大钻压 (W_{\max}, n_{\max}) 钻进1m 或 0.5m；
记录钻速 V_{pc4} 。
- 第五步：钻压不变，用最小转速 (W_{\max}, n_{\min}) 钻进 1m 或 0.5m；
记录钻速 V_{pc5} 。
- 第六步：用平均钻压和平均转速 (W_0, n_0) 钻进1m 或0.5m；
记录钻速 V_{pc6} 。

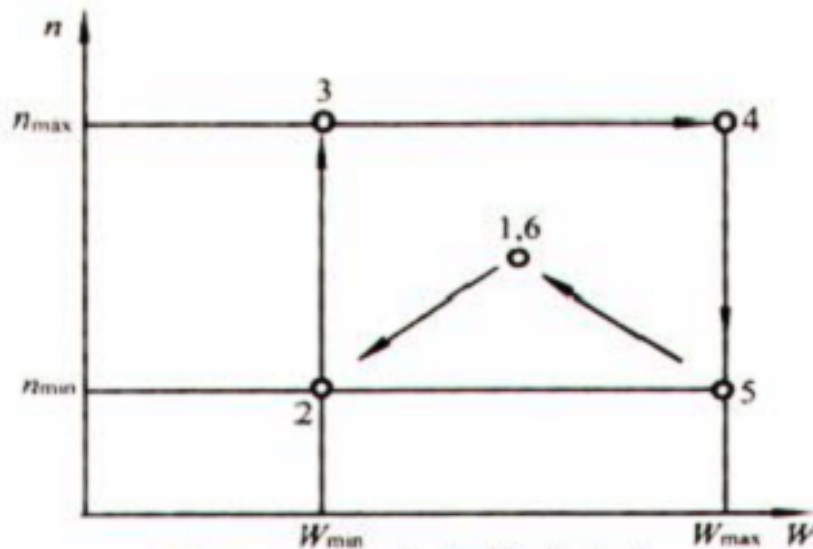


图 4-12 五点法钻速试验

(4) M、λ 计算

▼ 将 $(W_{\max}, n_{\min}, V_{pc2})$ 和 $(W_{\min}, n_{\max}, V_{pc5})$ 代入钻速方程，可求出：

$$M_1 = W_{\min} - \frac{W_{\max} - W_{\min}}{v_{pc5} - v_{pc2}} v_{pc2}$$

$$(W_{\min}, n_{\max}, V_{pc3}) \quad (W_{\max}, n_{\min}, V_{pc4})$$

◆ 将 $(M_2 = W_{\min})$ 和 $(\frac{W_{\max} - W_{\min}}{v_{pc4} - v_{pc3}} v_{pc3})$ 代入钻速方程，又可求出：
 M_1, M_2

取 $M = \frac{1}{2}(M_1 + M_2)$ 的平均值，

- 同理可得 λ 的计算公式:

$$\left(\frac{N_{\min}}{N_{\max}}\right)^{\lambda_1} = \frac{v_{pc2}}{v_{pc3}} \qquad \left(\frac{N_{\min}}{N_{\max}}\right)^{\lambda_2} = \frac{v_{pc5}}{v_{pc4}}$$

两边取对数得:

$$\lambda_1 = \lg\left(\frac{v_{pc2}}{v_{pc3}}\right) / \lg\left(\frac{n_{\min}}{n_{\max}}\right) \qquad \lambda_2 = \lg\left(\frac{v_{pc5}}{v_{pc4}}\right) / \lg\left(\frac{n_{\min}}{n_{\max}}\right)$$

$$\lambda = \frac{1}{2}(\lambda_1 + \lambda_2)$$

(5) 试验有效性验证 (地层差异验证)

假设地层完全相同,

$$V_{pc1} = V_{pc6}$$

实际要求:

$$\frac{|V_{m1} - V_{m6}|}{V_{m1}} \leq 15\%$$

2、牙齿磨损系数 C_2 确实定

假定： 1) 某钻头所钻井段岩性根本不变

2) 各项钻进参数根本恒定

新钻头牙齿磨损量 $h=0$ ，钻头起出时磨损量为 h_f ，钻头开始钻速 v_{pc0} ，钻头起出时钻速 v_{pcf} ，由钻速方程可反求出

牙齿磨损系数 $C_2 = \frac{v_{pc0} - v_{pcf}}{v_{pcf} h_f}$ 。

C_H

C_p



C_H

C_H

3、水力净化系数 C_p 和压差影响系数 C_H

井底完全净化， $C_H = 1$ ，否那么 $C_H < 1$ 。

井底压差为0， $C_p = 1$ ，否那么 $C_p < 1$ 。

4、地层可钻性系数 K_R 确实定

取得新钻头试钻资料（开始钻进时的钻速 v_{pc} ，
各项钻进参数），

此时牙齿磨损量 $h=0$ ，由钻速方程可得：

$$K_R = \frac{v_{pc}}{C_H C_p (W - M) n^\lambda}$$

(二) 磨损方程系数: Z_1 Z_2 C_1 a_1 a_2 b A_f

1、钻压影响系数 Z_1 Z_2

取值与牙轮钻头的尺寸有关，由台架实验确定，查休斯公司数据

表 1.1

钻头直径 (mm)	Z_1	Z_2
159	0.0198	5.5
171	0.0187	5.6
200	0.0167	5.94
220	0.0160	6.11
244	0.0148	6.38
251	0.0146	6.44
270	0.0139	6.68
311	0.0131	7.15
350	0.0124	7.56

2、钻速系数 a_1 a_2 和牙齿磨损减慢系数 C_1

取值与牙轮钻头类型有关，由台架实验。查表 4-2。

3、轴承工作系数： b


取决于钻头类型和钻井液性能，利用现场实钻资料，根据轴承磨损方程确定。


$$\frac{dB}{dt} = \frac{1}{b} W^{1.5} n \quad \Longrightarrow \quad b = \frac{nW^{1.5}t}{B}$$


4、地层研磨性系数 A_f

与地层研磨性和钻头耐磨性、钻井液性能等因素有关，利用实钻资料，由牙齿磨损方程反算：

$$\frac{dh}{dt} = \frac{A_f(a_1n + a_2n^3)}{(Z_2 - Z_1W)(1 + C_1h)}$$


$$\int_0^{h_f} (1 + C_1h)dh = \frac{A_f(a_1n + a_2n^3)}{Z_2 - Z_1W} \int_0^T dt$$


$$\frac{C_1}{2}h_f^2 + h_f - \frac{A_f(a_1n + a_2n^3)}{Z_2 - Z_1W}T = 0$$


$$A_f = \frac{(Z_2 - Z_1W)}{(a_1n + a_2n^3)t} \left(h_f + \frac{C_1}{2}h_f^2 \right)$$

综上所述:

钻速方程, 牙齿磨损方程, 轴承磨损方程中的系数确实定方法:

$M, \lambda, K_R,$
 C_2, A_f, b → 可计算求得

Z_1, Z_2
 a_1, a_2, C_1 → 可查表求得

第二节 机械破岩钻进参数优选

目的：寻求最优钻压、转速组合，使钻井过程到达最正确的经济技术

效果。

优选方法步骤：



确定标准 → 建立目标函数 在各种约束条件下寻求

目标函数的极值点 满足极值点条件的参数组合即为最优

参数。

一、目标函数的建立

衡量钻井技术经济效果的标准：

$$C = \frac{C_b + C_r(t + t_r)}{H}$$

式中：C—单位进尺本钱，元/米；
 C_b —钻头本钱，元/只；
 C_r —钻机作业费，元/h；
 t_r —起下钻、接单根时间，h；
t —钻头工作时间，h；
H —钻头总进尺，m；

$t=f$ (钻压、转速、牙齿磨损量等钻进参数)

$H=\varphi$ (钻压、转速、牙齿磨损量等钻进参数)

1、建立钻头进尺H与钻压、转速、牙齿磨损量等参数的关系

$$v_{pc} = \frac{dH}{dt} = C_H C_p K_R (W - M) n^\lambda \frac{1}{1 + C_1}$$

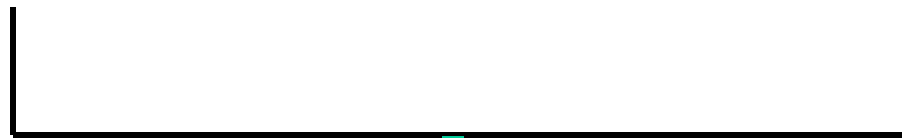


$$dH = C_H C_p K_R (W - M) n^\lambda \frac{1}{1 + C_1 h} dt$$

$$\frac{dh}{dt} = \frac{A_f (a_1 n + a_2 n^3)}{(Z_2 - Z_1 W)(1 + C_1 h)}$$



$$dt = \frac{Z_2 - Z_1 W}{A_f (a_1 n + a_2 n^3)} (1 + C_1 h) dh$$



$$dH = \frac{C_H C_p K_R (W - M) n^\lambda (D_2 - D_1 W)}{A_f (a_1 n + a_2 n^3)} \frac{1 + C_1 h}{1 + C_2 h} dh$$



$$H_f = \frac{C_H C_p K_R (W - M) n^\lambda (D_2 - D_1 W)}{A_f (Q_1 n + Q_2 n^3)} \left[\frac{C_1}{C_2} h_f + \frac{C_2 - C_1}{C_2^2} \ln(1 + C_2 h_f) \right]$$

$$H_f = \frac{C_H C_p K_R (W - M) n^\lambda (Z_2 - Z_1 W)}{A_f (a_1 n + a_2 n^3)} \left[\frac{C_1}{C_2} h_f + \frac{C_2 - C_1}{C_2^2} \ln(1 + C_2 h_f) \right]$$

在上式中，令：

$$J = C_H C_p K_R (W - M) n^\lambda$$

$$S = \frac{A_f (a_1 n + a_2 n^3)}{Z_2 - Z_1 W}$$

$$E = \frac{C_1}{C_2} h_f + \frac{C_2 - C_1}{C_2^2} \ln(1 + C_2 h_f)$$

J的物理意义：

牙齿磨损量 $h=0$ （新钻头）时的初始钻速

S的物理意义：

牙齿磨损量 $h=0$ 时的初始磨速，它的倒数相当于不考虑牙齿磨损影响时钻头的理论寿命。

G的物理意义：

考虑牙齿磨损对钻速和牙齿磨损速度的影响后的进尺系数，它是牙齿最终磨损量的函数。

那么：

$$H_f = \frac{J}{S} \cdot E$$

J/S的物理意义：

不考虑牙齿磨损影响时的理论进尺。

2、建立钻头寿命t与钻压、转速、磨损量等参数的关系

有牙齿磨损量h决定钻头的寿命

$$\frac{dh}{dt} = \frac{A_f(a_1n + a_2n^3)}{(Z_2 - Z_1W)(1 + C_1h)}$$

$$\int_0^t dt = \frac{Z_2 - Z_1W}{A_f(a_1n + a_2n^3)} \int_0^{h_f} (1 + C_1h) dh$$

$$t_f = \frac{Z_2 - Z_1W}{A_f(a_1n + a_2n^3)} \left(h_f + \frac{C_1}{2} h_f^2 \right)$$

$$F = h_f + \frac{C_1}{2} h_f^2$$

$$t_f = \frac{F}{S}$$

由轴承磨损量B决定的钻头寿命

$$\frac{dB}{dt} = \frac{1}{b} W^{1.5} n$$

$$\int_0^{B_f} dB = \frac{1}{b} W^{1.5} n \int_0^{t_f} dt$$

$$t_f = \frac{bB_f}{nW^{1.5}}$$

考虑牙齿磨损
对钻头磨速影
响后的钻头寿
命系数

3、目标函数

$$H_f = \frac{J}{S} \cdot E \qquad t_f = \frac{F}{S}$$

在此仅考虑牙齿
磨损决定的寿命。

$$H_f = \frac{J}{S} \cdot E \quad \longrightarrow \quad C = \frac{C_b + C_r(t + t_r)}{H}$$

$$C = \frac{C_b S + C_r(t_r S + F)}{JE}$$

令：

$$t_E = \frac{C_b}{C_r} + t_r \quad \longrightarrow \quad C = \frac{C_r}{JE} (t_E S + F)$$

钻头与起下钻本
钱的折算时间。

把J,E,S,F代入

$$C = \frac{C_r \left[\frac{t_E A_f (a_1 n + a_2 n^3)}{Z_2 - Z_1 W} + h_f + \frac{C_1}{2} h_f^2 \right]}{C_H C_p K_R (W - M) n^\lambda \left[\frac{C_1}{C_2} h_f + \frac{C_2 - C_1}{C_2^2} \ln(1 + C_2 h_f) \right]}$$

二、目标函数的极值条件和约束条件

1、极值条件

$$C = F(W, n, h_f, C_H, C_p)$$

$$\frac{\partial C}{\partial W} = 0; \frac{\partial C}{\partial n} = 0; \frac{\partial C}{\partial h_f} = 0;$$

$$C_H = 1;$$

$$C_p = 1;$$

2、约束条件

$$0 \leq h_f \leq 1$$

轴承磨损量与牙齿磨损量的关系

(1) 牙齿磨损量: $0 \leq B_f \leq 1$

$$t_f = \frac{Z_2 - Z_1 W}{A_f(a_1 n + a_2 n^3)} \left(h_f + \frac{C_1}{2} h_f \right)$$

(2) 轴承磨损量: $M > 0, M < W < Z_2 / Z_1$

$$t_f = \frac{b B_f}{n W^{1.5}}$$

(3) 钻压: $M < 0, 0 < W < Z_2 / Z_1$

$$n \geq 0$$

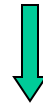
$$B_f = \frac{(Z_2 - Z_1 W) n W^{1.5}}{A_f(a_1 n + a_2 n^3) b} \left(h_f + \frac{C_f}{2} h_f \right)$$

(4) 转速:

三、钻头最优磨损量、最优钻压和最优钻速

1、钻头最优磨损量

$$\frac{\partial C_{pm}}{\partial h_f} = 0$$



$$\frac{C_1}{2} h_f^2 + \left(\frac{C_1}{C_2} - 1\right) h_f - \frac{C_1 - C_2}{C_2^2} (1 + C_2 h_f) \ln(1 + C_2 h_f) - \frac{A_f t_E (a_1 n + a_2 n^3)}{Z_2 - Z_1 W} = 0$$

给定 (W, n) ，可求出一定钻压、转速下的最优磨损量。

2、最优钻速

$$\frac{\partial C_{pm}}{\partial n} = 0$$



$$n^3 + \frac{(1-\lambda)a_1}{(3-\lambda)a_2}n - \frac{1}{3-\lambda} \cdot \frac{F(Z_2 - Z_1W)}{t_E A_f a_2} = 0$$



$$n_{opt} = \sqrt[3]{\frac{V}{2} + \sqrt{\left(\frac{V}{2}\right)^2 + \left(\frac{V}{3}\right)^3}} + \sqrt[3]{\frac{V}{2} - \sqrt{\left(\frac{V}{2}\right)^2 + \left(\frac{U}{3}\right)^3}}$$

$$V = \frac{F(Z_2 - Z_1W)\lambda}{t_E A_f a_2 (3-\lambda)}$$

$$U = \frac{(1-\lambda)a_1}{(3-\lambda)a_2}$$

给定 (W, h_f) ，可求出最优转速 n_{opt} 。

3、最优钻压

$$\frac{\partial C}{\partial W} = 0$$



$$W^2 - 2 \left[\frac{D_2}{D_1} + \frac{t_E A_f (Q_1 n + Q_2 n^3)}{D_1 F} \right] W + t_E A_f \frac{(Q_1 n + Q_2 n^3)}{D_1 F} \left(\frac{D_2}{D_1} + M \right) + \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2 = 0$$



$$W_{opt} = \frac{D_2}{D_1} + \frac{R}{F} - \sqrt{\frac{R}{F} \left(\frac{R}{F} + \frac{D_2}{D_1} - M \right)}$$

$$R = \frac{t_E A_f (Q_1 n + Q_2 n^3)}{D_1}$$

根据给定 (n, h_f) ，可求出最优钻压。

4、最优参数组合

理论上：采用迭代方法求解由目标函数、极值条件和约束条件组成

的方程组，可进行全局寻优。

实际中：确定钻头磨损量 求在不同转速下的最优钻压

选取每米本钱最低的钻压、转速组合。

[例4-2]某井段的地层可钻性系数 $K=0.0023$ ，研磨性系数 λ

$=2.28 \times 10^{-3}$ ，门限钻压 $M=10\text{KN}$ ，转速指数 $C_r=0.68$ ，用 C_b 、 C_p 、 C_r

直径为 $\phi 251\text{mm}$ 的21型钻头钻进， $C_p=3.68$ ， $C_b=1$ ，

$C_r=1$ ；钻头本钱 $C_d=900$ 元/只，钻机作业费 $C_m=250$ 元/h，

起下钻时间 $t_{dr}=5.75\text{h}$ ，所用钻机的转盘转速只有三挡，分别

为 $n_1=60$ 转/分， $n_2=120$ 转/分， $n_3=180$ 转/分；根据邻井资料

所选钻头在该井段的牙齿磨损量一般为T6级（ $T=0.75$ ），

解：查表可得 $\phi 251\text{mm}$ 的21型钻头的参数为：

$$D_2 = 6.44, \quad D_1 = 0.0146, \quad a_1 = 1.5, \quad a_2 = 6.53 \cdot 10^{-5}, \quad C_1 = 5;$$

$$t_E = \frac{C_b}{C_r} + t_r = 9.35 \quad \text{小时}$$

$$E = \frac{C_1}{C_2} h_f + \frac{C_2 - C_1}{C_2^2} \ln(1 + C_2 h_f) = 0.89$$

$$F = h_f + \frac{C_1}{2} h_f^2 = 2.156$$

$$W_{opt} = \frac{Z_2}{Z_1} + \frac{R}{F} - \sqrt{\frac{R}{F} \left(\frac{R}{F} + \frac{Z_2}{Z_1} - M \right)}$$

$$R = \frac{t_E A_f (a_1 n + a_2 n^3)}{Z_1}$$

不同转速时的最优钻压和及其工作指标

n (转/分)	60	120	180
$Q_1 n + Q_2 n^3$	104.105	292.838	650.830
R	15.487	43.563	96.817
R/F	7.183	20.205	44.906
V_{opt} (kN)	323.34	285.96	261.73
S	0.1383	0.2951	0.5671
t (小时)	15.59	7.31	3.80
J	11.898	16.790	20.179
H (米)	76.57	50.64	31.67
C (元/小时)	81.43	82.23	103.73

第三节 水力参数优化设计

主要内容:

- 射流的水力特性
- 钻头的水力特性
- 循环压耗的计算
- 地面泵的水力特性
- 水力参数的优化设计

概述

▶ 喷射钻井的概念：

采用大功率的泥浆泵和可以产生高速射流的钻头喷嘴，使高压

▶ 钻井液流过喷嘴时可产生高速流动的水射流，给井底以很大的冲击力。

把岩屑及时的冲离井底，并辅助破碎岩石，该技术称为喷射钻井技术。

▶ 水力参数：

▶ 主要包括：

钻井泵的功率，排量、泵压、以及钻头水功率、钻头水力压降、

钻头喷嘴直径、射流冲击力、射流喷速及钻井液上返速度

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/617010033106006121>