

**SY**

# 中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5234—91

---

## 喷射钻井水力参数计算方法

1991-07-19发布

1991-11-01实施

---

中华人民共和国能源部 发布

## 中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5234—91

## 喷射钻井水力参数计算方法

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了石油及天然气钻井中喷射钻井水力参数的计算方法。

本标准适用于石油及天然气钻井中喷射钻井水力参数计算。

## 2 计算公式中的符号、名称及单位(见表1)

表 1

序号	符号	名称	单位
1	$A_b$	井底面积	$\text{mm}^2$
2	$A_j$	喷嘴面积	$\text{mm}^2$
3	$D$	钻柱外径	mm
4	$D_b$	钻头直径	mm
5	$D_w$	井径	mm
6	$D_p$	钻杆外径	mm
7	$D_{r.o}$	岩屑直径	mm
8	$d$	钻柱内径	mm
9	$F_j$	射流冲击力	N
10	$f_o$	环空净化系数	—
11	$H$	井深	m
12	$H_c$	临界井深	m
13	$K$	钻井液稠度系数	$\text{Pa} \cdot \text{s}^n$
14	$k_o$	环空压耗系数	—
15	$k_b$	钻头压降系数	—
16	$k_c$	钻铤压耗系数	—
17	$k_{ci}$	钻铤内压耗系数	—
18	$k_i$	管内压耗系数	—
19	$k_p$	钻杆压耗系数	—
20	$k_{pi}$	钻杆内压耗系数	—
21	$k_{s,r}$	地面管汇压耗系数	—
22	$L$	钻柱长度	m
23	$L_o$	钻铤长度	m
24	$L_p$	钻杆长度	m
25	$N_b$	钻头水功率	kW
26	$N_s$	钻井泵实际水功率	kW
27	$N_r$	钻井泵额定水功率	kW
28	$n$	钻井液流性指数	—
29	$P_o$	环空压耗	MPa
30	$P_b$	钻头压降	MPa

中华人民共和国能源部1991-07-19批准

1991-11-01实施

续表

序号	符号	名称	单位
31	$p_o$	钻铤压耗	MPa
32	$p_i$	钻柱内压耗	MPa
33	$p_s$	钻杆压耗	MPa
34	$p_{r.o}$	钻柱循环压耗	MPa
35	$p_r$	钻井泵额定泵压	MPa
36	$p_s$	钻井泵工作压力	MPa
37	$p_{s.g}$	地面管汇压耗	MPa
38	$Q$	排量	L/s
39	$Q_{o.o}$	最优排量	L/s
40	$Q_r$	额定排量	L/s
41	$Re$	环空雷诺数	—
42	$N_u$	钻头单位面积水功率	W/mm <sup>2</sup>
43	$v_a$	环空返速	m/s
44	$v_c$	临界返速	m/s
45	$v_j$	射流喷速	m/s
46	$v_{s.l}$	岩屑滑落速度	m/s
47	$\mu_p$	塑性粘度	mPa·s
48	$\mu_f$	钻井液粘度	mPa·s
49	$\rho_m$	钻井液密度	g/cm <sup>3</sup>
50	$\rho_{r.o}$	岩屑密度	g/cm <sup>3</sup>
51	$\tau_y$	屈服值	Pa
52	$\eta$	钻井泵水功率利用率	—
53	$\theta_{600}$	旋转粘度计600r/min的读数	—
54	$\theta_{300}$	旋转粘度计300r/min的读数	—
55	$\theta_{200}$	旋转粘度计200r/min的读数	—
56	$\theta_{100}$	旋转粘度计100r/min的读数	—

### 3 喷射钻井水力参数计算公式

#### 3.1 塑性粘度

$$\mu_p = \theta_{600} - \theta_{300} \dots\dots\dots (1)$$

#### 3.2 屈服值

$$\tau_y = 0.479(2\theta_{300} - \theta_{600}) \dots\dots\dots (2)$$

#### 3.3 流性指数

$$n = 3.321 \log \frac{\theta_{600}}{\theta_{300}} \dots\dots\dots (3)$$

#### 3.4 稠度系数

$$K = \frac{0.479\theta_{300}}{511^n} \dots\dots\dots (4)$$

#### 3.5 环空返速

$$v_a = \frac{1273Q}{D_h^2 - D_p^2} \dots\dots\dots (5)$$

#### 3.6 判断环空流态

##### 3.6.1 宾汉流体

$$v_c = \frac{30.864\mu_p + [(30.864\mu_p)^2 \times 123.5\tau_y\rho_m(D_h - D_p)^2]^{0.5}}{24\rho_m(D_h - D_p)} \dots\dots\dots (6)$$

$$Re = \frac{9800(D_h - D_p)v_a^2\rho_m}{\tau_y(D_h - D_p) + 12v_a\mu_p} \dots\dots\dots (7)$$

$v_a \geq v_c$  或  $Re \geq 2100$  紊流

$v_a < v_c$  或  $Re < 2100$  层流

3.6.2 幂律流体

$$v_c = 0.00508 \left[ \frac{2.04 \times 10^4 n^{0.387} K}{\rho_m} \left( \frac{25.4}{D_h - D_p} \right)^n \right]^{1/(2-n)} \dots\dots\dots (8)$$

$$Z = 808 \left( \frac{v_a}{v_c} \right)^{2-n} \dots\dots\dots (9)$$

$v_a \geq v_c$  或  $Z \geq 808$  紊流

$v_a < v_c$  或  $Z < 808$  层流

3.7 岩屑滑落速度

$$v_{si} = \frac{0.071 D_{rc} (\rho_{rc} - \rho_m)^{0.667}}{(\rho_m \mu_f)^{0.333}} \dots\dots\dots (10)$$

对于宾汉流体:

$$\mu_f = \mu_p + 0.112 \left[ \frac{\tau_y (D_h - D_p)}{v_a} \right] \dots\dots\dots (11)$$

对于幂律流体:

$$\mu_f = 1075 n^{0.119} K \left( \frac{12000 v_a}{D_h - D_p} \right)^{n-1} \dots\dots\dots (12)$$

3.8 环空净化系数

$$f_c = 1 - \frac{v_{si}}{v_a} \dots\dots\dots (13)$$

3.9 地面管汇压耗

3.9.1 宾汉流体

$$k_{sp} = 3.767 \times 10^{-4} \rho_m^{0.8} \mu_p^{0.2} \dots\dots\dots (14)$$

$$p_{sp} = k_{sp} Q^{1.8} \dots\dots\dots (15)$$

3.9.2 幂律流体

$$k_{sp} = 8.09 \times 10^{-4} (\log n + 2.5) \rho_m \left\{ \frac{4.088 \times 10^{-3} K}{\rho_m} \cdot \left[ \frac{4.093(3n+1)}{n} \right]^n \right\}^{(1.4-\log n)/7} \dots\dots (16)$$

$$p_{sp} = k_{sp} Q^{(14+(n-2)(1.4-\log n))/7} \dots\dots\dots (17)$$

3.10 管内压耗

3.10.1 宾汉流体

$$k_f = 7628 \rho_m^{0.8} \mu_p^{0.2} \frac{1}{d^{4.8}} \dots\dots\dots (18)$$

$$p_i = k_f L Q^{1.8} \dots\dots\dots (19)$$

3.10.2 幂律流体

$$k_i = \frac{64846 (\log n + 2.5) \rho_m}{d^5} \left\{ \frac{7.71 \times 10^{-11} d_i K}{\rho_m} \cdot \left[ \frac{2.546 \times 10^6 (3n+1)}{n d^3} \right]^n \right\}^{(1.4-\log n)/7} \dots\dots\dots (20)$$

$$p_i = k_i L Q^{[14+(n-2)(1.4-\log n)]/7} \dots\dots\dots (21)$$

3.11 环空压耗

3.11.1 宾汉流体

a. 层流 
$$p_a = \frac{61.1\mu_p QL}{(D_n - D)^3(D_h + D)} + \frac{0.004\tau_y L}{D_h - D} \dots\dots\dots (22)$$

b. 紊流

$$k_a = \frac{7628\rho_m^{0.8}\mu_p^{0.2}}{(D_h - D)^3(D_h + D)^{1.8}} \dots\dots\dots (23)$$

$$p_a = k_a L Q^{1.8} \dots\dots\dots (24)$$

3.11.2 幂律流体

a. 层流

$$p_a = \frac{0.004KL}{(D_h - D)} \left[ \frac{5.09 \times 10^6 Q(2n-1)}{n(D_h + D)(D_h - D)^2} \right]^n \dots\dots\dots (25)$$

b. 紊流

$$k_a = \frac{79419(1.09n + 2.5)\rho_m L}{(D_h + D)^2(D_h - D)^3} \cdot \left\{ \frac{6.2967 \times 10^{-11} K (D_h + D)^2 (D_h - D)^2}{\rho_m} \right. \\ \left. \cdot \left[ \frac{5.09 \times 10^6 (2n-1)}{n(D_h + D)(D_h - D)^2} \right]^n \right\}^{(1.4 - \log n)/7} \dots\dots\dots (26)$$

$$p_a = k_a L Q^{[1.4 + (n-2)(1.4 - \log n)]/7} \dots\dots\dots (27)$$

3.12 循环压耗

$$k_p = k_{pi} + k_{pa} \dots\dots\dots (28)$$

$$k_c = k_{ci} + k_{ca} \dots\dots\dots (29)$$

$$p_p = p_{pi} + p_{pa} \dots\dots\dots (30)$$

$$p_c = p_{ci} + p_{ca} \dots\dots\dots (31)$$

$$p_{pc} = p_{sp} + p_p + p_c \dots\dots\dots (32)$$

3.13 钻头压降

$$k_b = \frac{554.4\rho_m}{A_J^2} \dots\dots\dots (33)$$

$$p_b = k_b Q^2 \dots\dots\dots (34)$$

3.14 钻井泵工作压力

$$p_s = p_{pc} + p_b \dots\dots\dots (35)$$

3.15 射流喷速

$$v_J = \frac{1000Q}{A_J} \dots\dots\dots (36)$$

3.16 射流冲击力

$$F_J = \rho_m v_J Q \dots\dots\dots (37)$$

3.17 钻头水功率

$$N_b = p_b Q \dots\dots\dots (38)$$

3.18 钻井泵实际水功率

$$N_s = p_s Q \dots\dots\dots (39)$$

3.19 钻头单位面积水功率

$$N_u = \frac{1000N_b}{A_b} \dots\dots\dots (40)$$

3.20 钻井泵水功率利用率

$$\eta = \frac{N_b}{N_s} \dots\dots\dots (41)$$

3.21 设计喷嘴总面积

$$A_J = \left( \frac{554.4 p_m Q^2}{p_s - p_{pc}} \right)^{0.5} \dots\dots\dots (42)$$

3.22 临界井深

3.22.1 宾汉流体

a. 最大钻头水功率工作方式

$$H_c = \frac{0.357 p_r - k_{sp} Q^{1.8} - k_c L_c Q^{1.8}}{k_p Q^{1.8}} + L_c \dots\dots\dots (43)$$

b. 最大冲击力工作方式

$$H_c = \frac{0.526 p_r - k_{sp} Q^{1.8} - k_c L_c Q^{1.8}}{k_p Q^{1.8}} + L_c \dots\dots\dots (44)$$

3.22.2 幂律流体

a. 最大钻头水功率工作方式

$$H_c = \frac{\frac{7 p_r}{21 + (n-2)(1.4 - \log n)} - (k_{sp} + k_c L_c) Q^{[14 + (n-2)(1.4 - \log n)]/7}}{k_p Q^{[14 + (n-2)(1.4 - \log n)]/7}} + L_c \dots\dots\dots (45)$$

b. 最大冲击力工作方式

$$H_c = \frac{\frac{14 p_r}{28 + (n-2)(1.4 - \log n)} - (k_{sp} + k_c L_c) Q^{[14 + (n-2)(1.4 - \log n)]/7}}{k_p Q^{[14 + (n-2)(1.4 - \log n)]/7}} + L_c \dots\dots\dots (46)$$

3.23 最优排量

3.23.1 宾汉流体

a. 最大钻头水功率工作方式

$$Q_{opt} = \left( \frac{0.357 p_r}{k_{sp} + k_p L_p + k_c L_c} \right)^{1/1.8} \dots\dots\dots (47)$$

b. 最大冲击力工作方式

$$Q_{opt} = \left( \frac{0.526 P_r}{k_{sp} + k_p L_p + k_c L_c} \right)^{1/1.8} \dots\dots\dots (48)$$

3.23.2 幂律流体

a. 最大钻头水功率工作方式

$$Q_{opt} = \left[ \frac{\frac{7 p_r}{21 + (n-2)(1.4 - \log n)}}{k_{sp} + k_p L_p + k_c L_c} \right]^{7/[14 + (n-2)(1.4 - \log n)]} \dots\dots\dots (49)$$

b. 最大冲击力工作方式

$$Q_{opt} = \left[ \frac{\frac{14 p_r}{28 + (n-2)(1.4 - \log n)}}{k_{sp} + k_p L_p + k_c L_c} \right]^{7/[14 + (n-2)(1.4 - \log n)]} \dots\dots\dots (50)$$

4 公式使用说明

4.1 用途

用于喷射钻井水力参数设计和喷射钻井水力参数分析。

4.2 注意事项

a. 计算钻杆内压耗时，若钻杆接头内径与钻杆本体内径相等或比值大于85%，则可直接运用公式；若接头内径与本体内径比值在85%~70%之间，则将接头长度累加一起，做为一段管柱单独计算压耗，再与钻杆本体压耗合并做为钻杆压耗。

b. 在计算临界井深和最优排量时，无论环空是层流或紊流状态，都必须用环空紊流压耗系数代入公式。

c. 给出的宾汉和幂律两种流体计算公式应根据钻井液类型选用。

### 4.3 计算步骤

4.3.1 常规水力参数设计, 见附录A (参考件) 中的A1。

a. 目的

设计排量和喷嘴尺寸, 使其充分发挥、合理分配泵功率。

b. 根据地层剖面和钻头进尺把全井分成若干井段, 即确定设计井深。

c. 根据地面设备和井下情况选择适当泵型。缸套尺寸选择后, 即对应有额定泵压 $p_r$ 、额定排量 $Q_r$ 。

d. 选择某一种最优工作方式。

e. 有相应的适合喷射钻井的钻井液设计。

f. 确定钻井液流动模式, 计算钻井液流变参数。

g. 用初选缸套的额定泵压和额定排量计算临界井深 $H_c$ , 然后与钻头的起钻井深 $H$ 比较。若 $H \leq H_c$ , 则 $Q_{opt} = Q_r$ , 按 $Q_r$ 、 $P_r$ 设计喷嘴尺寸; 若 $H > H_c$ , 则计算 $Q_{opt}$ 后, 按 $Q_{opt}$ 、 $P_r$ 设计喷嘴尺寸(若 $Q_r$ 大于环空冲蚀排量, 则按小于冲蚀排量设计喷嘴)。

注意: 尽量选择组合喷嘴和双喷嘴。

h. 用 $Q_{opt}$ 计算环空净化系数 $f_c$ 。若 $f_c \geq 0.5$ 则满足携岩要求; 否则重复步骤c和g, 再次检验, 直至满足携岩要求。

i. 计算其他水力参数。

4.3.2 水力参数分析, 见附录A (参考件) 中的A2。

a. 用途

根据实测数据, 进行随钻水力参数分析或完钻资料处理。

b. 根据实测旋转粘度计读数确定钻井液流动模式, 计算钻井液流变参数。

c. 根据实际泵压、喷嘴等参数, 用迭代法求排量。

d. 计算各水力参数。

注 以上水力参数的计算, 应在计算机上由喷射钻井水力参数设计和分析程序完成。

## 附录A

## 喷射钻井水力参数计算实例

(参考件)

## A1 常规水力参数设计

## A1.1 一般数据见表A 1

表 A1

钻头直径	$D_b = 216\text{mm}$
设计井段	2810—3300m
244.5mm套管下深	2805m
244.5mm套管平均内径	$D_s = 217\text{mm}$
钻杆外径	$D_p = 127\text{mm}$
钻杆内径	$d_i = 108.6\text{mm}$
钻杆接头内径	95.25mm
钻铤外径	$D_c = 177.8\text{mm}$
钻铤内径	$d_c = 71.4\text{mm}$
钻铤长度	$L_c = 108\text{m}$
岩屑直径	$D_{r,c} = 5\text{mm}$
岩屑密度	$\rho_{r,c} = 2.5\text{g/cm}^3$
钻井液密度	$\rho_m = 1.20 \sim 1.25\text{g/cm}^3$
旋转粘度计读数 $\theta_{600}$	40.00~45.01
$\theta_{300}$	25.01~28.12
$\theta_{200}$	20.00~22.51
$\theta_{100}$	15.01~16.87

## A1.2 选泵型、定排量及钻头进尺分段见表A 2

表 A2

泵额定功率	$N_p = 956\text{kW}$
缸套尺寸	170mm
额定泵压	$P_p = 20.6\text{MPa}$
泵排量范围	28.0~33.1L/s
第一只钻头钻进井段	2810~3100m
第二只钻头钻进井段	3100~3300m
最优工作方式	最大钻头水功率
额定排量	$Q_p = 38.1874\text{L/s}$

## A1.3 第一只钻头水力参数设计

## A1.3.1 确定流型和计算钻井液流变参数

## a. 确定流型

取钻井液密度和旋转粘度计读数范围的上限。对4种剪切速率下的切应力进行一元回归。

宾汉模式相关系数：1.000；

幂律模式相关系数：0.992；

选用宾汉流体模式。



b. 计算钻井液流变参数见表A3

表 A3

参 数	所 用 公 式	结 果
$\mu_p$	(1)	14.99mPa·s
$\tau_p$	(2)	4.8Pa

A1.3.2 计算临界井深确定最优排量见表A4

表 A4

参 数	所 用 公 式	结 果
$k_{rp}$	(14)	$7.49 \times 10^{-4}$
$k_{pi}$	(18)	$2.564 \times 10^{-6}$
$k_{ci}$	(18)	$1.919 \times 10^{-7}$
$k_{ra}$	(23)	$5.65 \times 10^{-7}$
$k_{ca}$	(23)	$5.34 \times 10^{-6}$
$k_p$	(28)	$2.453 \times 10^{-5}$
$k_c$	(29)	$3.130 \times 10^{-5}$
$H_c$	(43)	3337m

$H < H_c$ 、 $Q_{opt} = Q_r$ 按额定排量钻进。

A1.3.3 计算环空净化系数见表A5

表 A5

参 数	所 用 公 式	结 果
$v_a$	(5)	1.36m/s
$Re$	(7)	2898
$v_{s1}$	(10)、(11)	0.15m/s
$f_c$	(13)	0.89

$f_c > 0.5$ 排量可满足净化要求。 $Re > 2100$ 为紊流。

A1.3.4 设计喷嘴

由式(42)求得喷嘴总面积为230.86mm<sup>2</sup>。根据组合喷嘴一大两小,小大喷嘴直径比小于0.6的原则,装两个直径为7mm,一个直径为14mm喷嘴,其面积为230.91mm<sup>2</sup>。也可装两个不等径或等径喷嘴,例如:一个直径为10mm,一个直径为14mm,其面积为232.48mm<sup>2</sup>。

A1.3.5 计算井深3100m处的其他参数见表A6

表 A6

参 数	所 用 公 式	结 果
$p_{p0}$	(14)、(15)、(18)、(19)、(23)、(24)、 (28)、(29)、(30)、(31)、(32)	6.94MPa
$p_b$	(33)、(34)	13.67MPa
$p_s$	(35)	20.6MPa
$v_J$	(36)	143m/s
$F_J$	(37)	5694N
$N_b$	(38)	452kW
$N_s$	(39)	682kW
$N_w$	(40)	12.35w/mm <sup>2</sup>
$\eta$	(41)	0.66

$N_s/N_r=0.71$ 在泵要求的范围内。泵实际功率应为泵额定功率的75%以下，并持久工作。

**A1.4 第二只钻头水力参数设计**

**A1.4.1 确定流型和计算钻井液流变参数**

**a. 确定流型**

取钻井液密度和旋转粘度计读数的下限。  
 对4种剪切速率下的切应力进行一元回归。  
 宾汉模式相关系数：1.000；  
 幂律模式相关系数：0.992；  
 选用宾汉流体模式。

**b. 计算钻井液流变参数见表A 7**

表 A7

参 数	所 用 公 式	结 果
$\mu_r$	(1)	16.89mPa·s
$\tau_r$	(2)	5.38Pa

**A1.4.2 计算临界井深确定最优排量见表A8。**

表 A8

参 数	所 用 公 式	结 果
$H_c$	同A1.3.2中所用公式	3103m
$Q_{opt}$	(47)	31.1L/s

$H > H_c$ 时按最优排量钻进。

**A1.4.3 计算环空净化系数见表A9**

表 A9

参 数	所 用 公 式	结 果
$v_c$	同A1.3.3中所用公式	1.33m/s
$Re$	同A1.3.3中所用公式	2575
$v_{c1}$	同A1.3.3中所用公式	0.139m/s
$f_c$	同A1.3.3中所用公式	0.90

$f_c > 0.5$ 时排量可满足净化要求。 $Re > 2100$ 为紊流。

**A1.4.4 设计喷嘴**

由公式(42)求得喷嘴面积为233.28mm<sup>2</sup>。装两个直径为7mm，一个直径为14.25mm的喷嘴，其面积为236.45mm<sup>2</sup>，或装双喷嘴，例如：装直径8.73mm和直径15mm的双喷嘴，其面积为236.57mm<sup>2</sup>。

本只钻头在井深3103m前， $Q = Q_r$ ；井深3103m后，在泵压保持 $p_r$ 条件下，逐渐减少排量，直至井深3300m，排量为31.1L/s。

**A1.4.5 计算井深3300m处的其它参数，其公式同A1.3.5**

- $p_{pc} = 7.36\text{MPa}$ ;
- $p_b = 12.89\text{MPa}$ ;
- $p_s = 20.25\text{MPa}$ ;
- $v_s = 136\text{m/s}$ ;
- $N_b = 416\text{kW}$ ;
- $N_s = 653\text{kW}$ ;
- $N_u = 11.35\text{W/mm}^2$ ;
- $\eta = 0.64$ ;

$$F_J = 5498\text{N};$$

## A2 水力参数分析

### A2.1 已知条件

钻头直径:	$D_b = 216\text{mm};$
井深:	$H = 2900\text{m};$
工作泵压:	$p_s = 20.6\text{MPa};$
平均井径:	$D_h = 220\text{mm};$
钻杆外径:	$D_p = 127\text{mm};$
钻杆内径:	$d_J = 108.6\text{mm}$
钻杆接头内径:	$95.25\text{mm};$
钻铤外径:	$D_c = 177.8\text{mm};$
钻铤内径:	$d_c = 71.4\text{mm};$
钻铤长度:	$L_c = 108\text{m};$
岩屑直径:	$D_{rc} = 5\text{mm};$
岩屑密度:	$\rho_{rc} = 2.58\text{g/cm}^3;$
钻井液密度:	$\rho_m = 1.20\text{g/cm}^3;$
喷嘴直径:	直径7mm的两个、直径13mm的一个;
旋转粘度计读数:	$\theta_{600} = 45.93;$
	$\theta_{300} = 27.14;$
	$\theta_{200} = 20.88;$
	$\theta_{100} = 16.70。$

### A2.2 确定流型和计算钻井液流变参数

#### a. 确定流型

宾汉模式相关系数: 0.998;

幂律模式相关系数: 0.979;

选用宾汉模式。

#### b. 计算钻井液流变参数, 用公式 (1)、(2)。

$$\mu_p = 18.79\text{mPa} \cdot \text{s}$$

$$\tau_y = 4\text{Pa}$$

### A2.3 用迭代法求排量

$$Q = 30.9\text{L/s}$$

### A2.4 计算各参数 (所用公式同A1.3.2、A1.3.3、A1.3.5)

$p_{pc} = 6.15\text{MPa};$	$\eta = 0.70;$
$p_b = 14.45\text{MPa};$	$N_u = 12.19\text{W/mm}^2;$
$p_s = 20.6\text{MPa};$	$v_a = 1.219\text{m/s};$
$v_J = 147\text{m/s};$	$Re = 2513;$
$F_J = 5467\text{N};$	$v_s = 0.142\text{m/s};$
$N_b = 446\text{kW}$	$f_c = 0.88。$
$N_s = 637\text{kW}$	

**附加说明：**

本标准由石油钻井工艺标准化分委员会提出。

本标准由石油钻井工程专业标准化委员会归口。

本标准由胜利石油管理局钻井工艺研究院负责起草。

本标准主要起草人吕金信、丛祥生。

本标准于 1999 年复审继续有效，该复审结果已被国家石油和化学工业局批准。