

# 中國離心泵效率標準

簡煥然

煜然有限公司 總經理

## 0. 基本計算公式

$$\text{泵浦效率 } \eta_p \% = \frac{P_{hy}}{P_2} \times 100\%$$

$$\text{泵浦總效率 } \eta \% = \frac{P_{hy}}{P_1} \times 100\%$$

$$\text{泵浦總效率 } \eta \% = \eta_p \% \times \eta_m \%$$

$$EUI = \frac{P_1}{P_{hy}} = \frac{1}{\eta \%} = \frac{1}{\eta_p \% \times \eta_m \%}$$

$P_{hy}$ : 輸出流功率(kW)

$P_2$ : 輸入軸功率(kW)

$P_1$ : 輸入有效耗電功率(kW)

$\eta_m$ : 馬達效率(%)

EUI: 耗電比(kW/kW)

hy: Hydraulic(水力)的縮寫

$$\text{輸出流功率 } P_{hy} = \rho \times g \times Q \times H \times 10^{-3}$$

$$\text{比轉速 } n_s \text{ 歐盟 } n_s = \frac{rpm \times Q^{0.5}}{H^{0.75}} \times 100\%$$

$$\text{比轉速 } n_s \text{ 中國 } n_s = 3.65 \times \frac{rpm \times Q^{0.5}}{H^{0.75}} \times 100\%$$

$\rho$ : 密度(kg/m<sup>3</sup>)

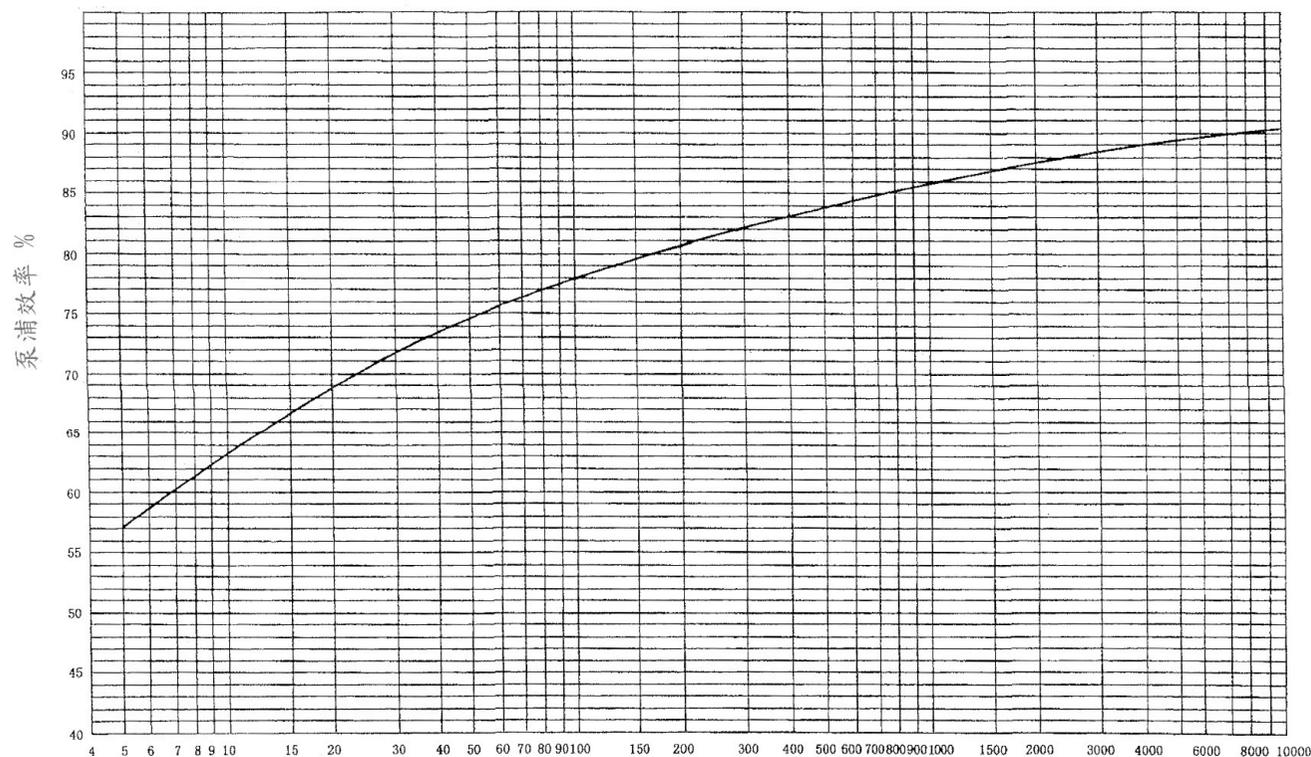
$g$ : 重力加速度9.81(m/s<sup>2</sup>)

$Q$ : 流量(m<sup>3</sup>/s)

$H$ : 揚程(m)

# 1. 中國清水離心泵效率要求 GB19762-2005

## 1.1 中國單級渦卷離心泵效率要求

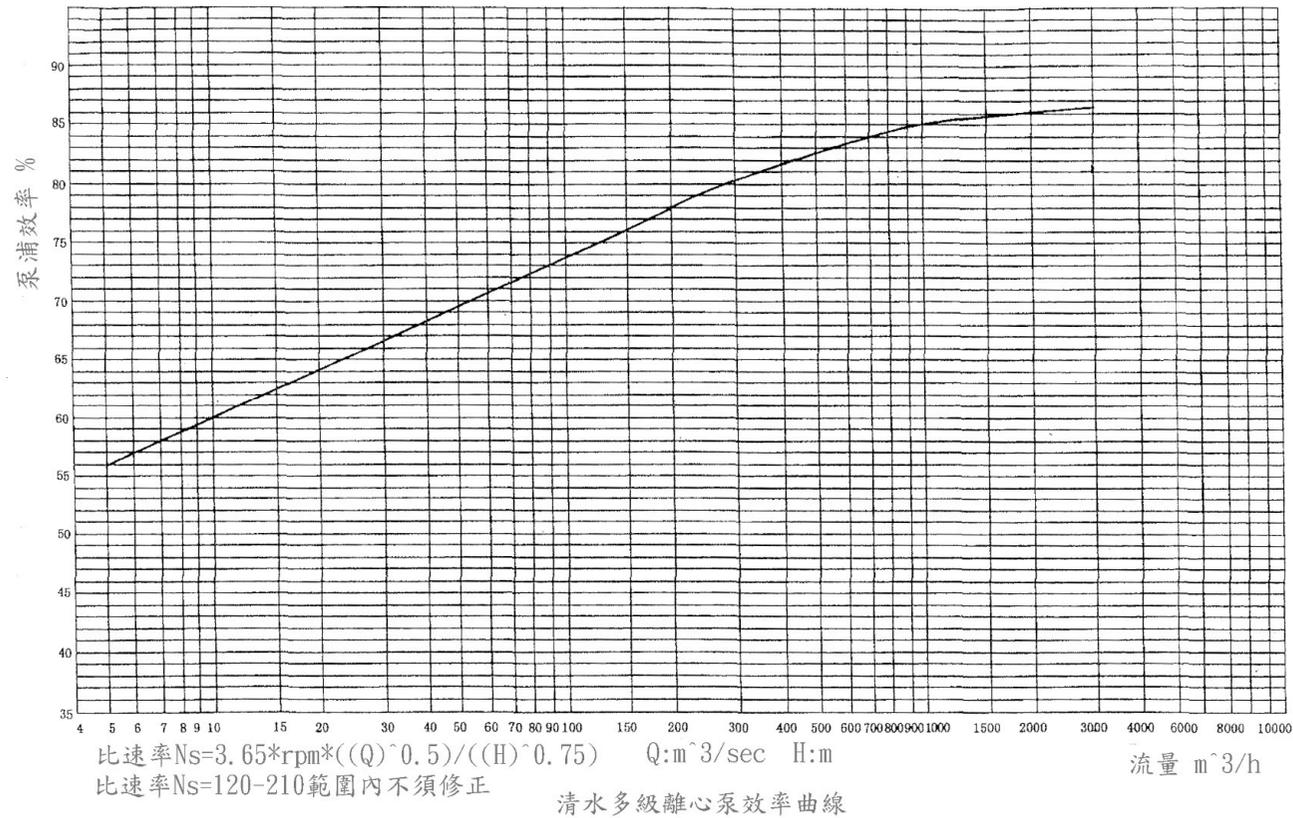


比速率  $N_s=120-210$  之範圍不需修正  $N_s=3.65*((Q)^{0.5})*RPM/((H)^{0.75})$  流量  $M^3/h$

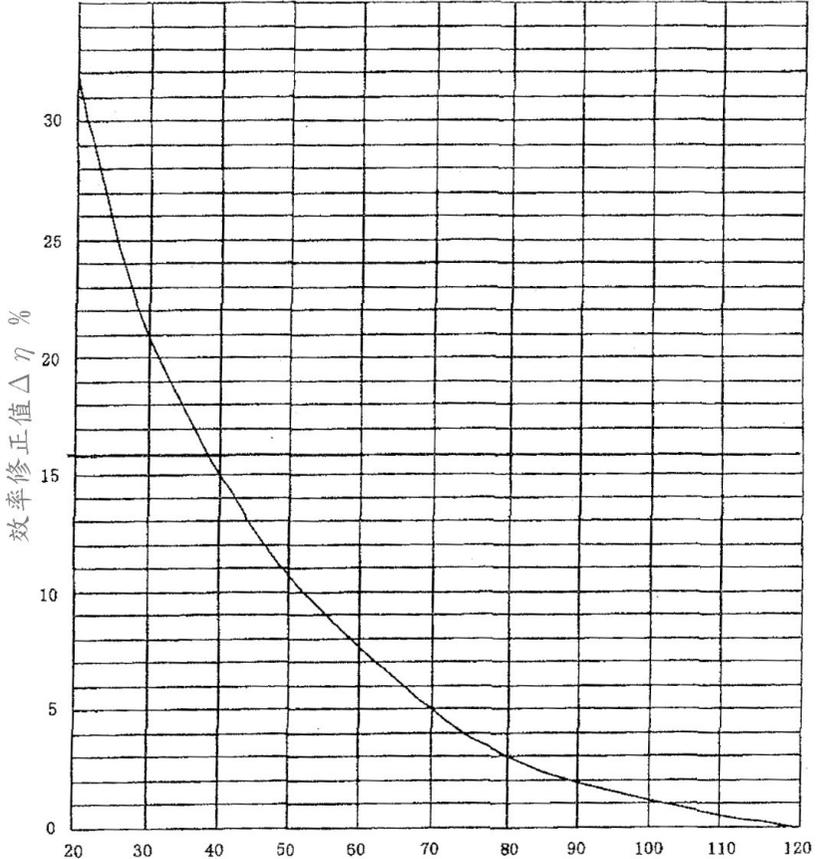
單級端吸泵與雙吸泵的流量係指出口流量  $Q:M^3/sec H:m$

單級清水離心泵效率曲線

## 1.2 中國多級離心泵效率要求



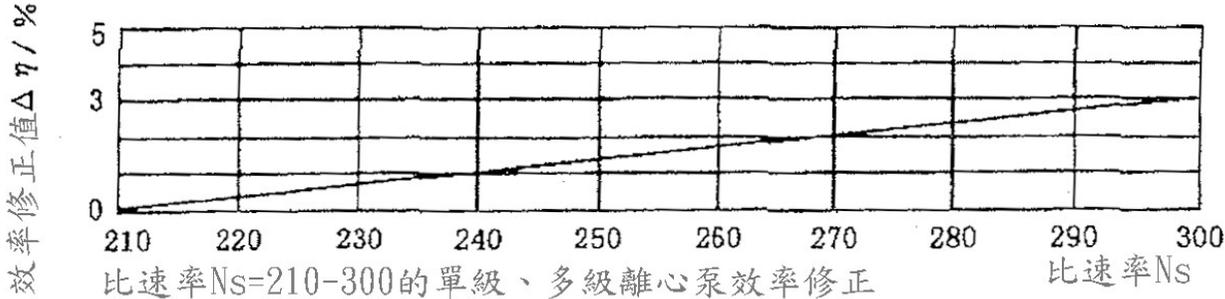
1.3  
中國單級與  
多級離心泵  
效率修正值  
(1)



比速率  $N_s=20-120$  範圍內單級、多級離心泵效率修正 比速率  $N_s$

實際效率% = 效率值% - 效率修正值  $\Delta \eta$  %

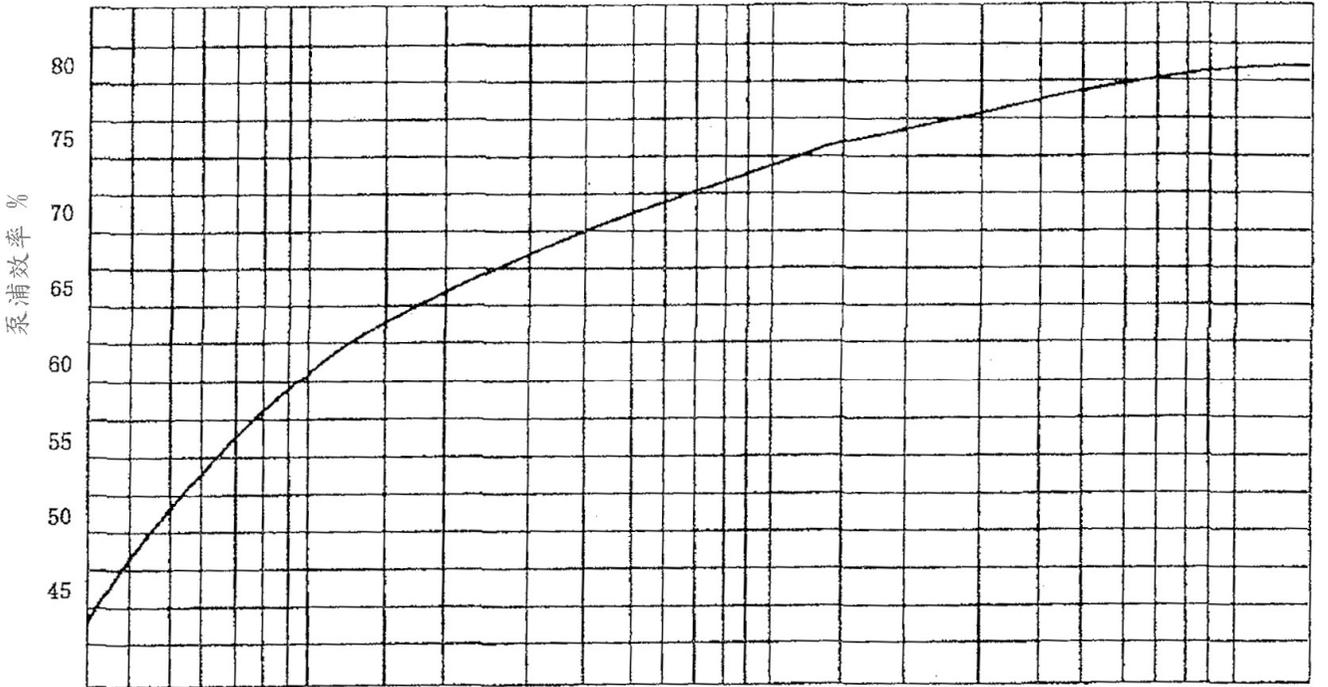
### 1.4 中國單級與多級離心泵效率修正值(2)



比速率  $N_s=210-300$  的單級、多級離心泵效率修正

實際效率% = 效率值% - 效率修正值  $\Delta \eta$  %

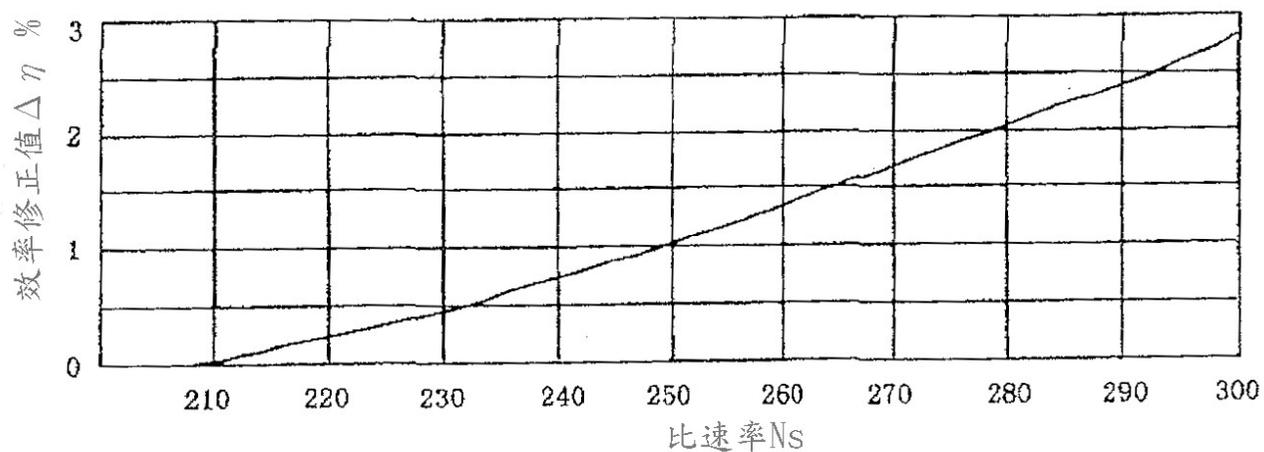
### 1.5 中國豎軸多級離心泵效率要求(輪機泵、深井泵)



比速率  $N_s = 3.65 \cdot \text{rpm} \cdot ((Q)^{0.5}) / ((H)^{0.75})$      $Q: \text{m}^3/\text{sec}$      $H: \text{m}$   
比速率  $N_s = 110 - 210$  範圍內效率不須修正

豎軸多級渦輪離心泵

### 1.6 中國豎軸多級離心泵效率修正值(輪機泵、深井泵)



豎軸多級渦輪離心泵效率修正曲線

實際效率% = 效率值% - 效率修正值  $\Delta \eta$  %

## 2. 中國清水離心泵效率要求 GB19762-20XX

### 2.1 效率計算公式 GB19762-20XX

單級、雙吸、管道離心泵效率計算公式

$$\eta_{\text{BEP}} = -8.44 \times (\ln(n_s))^2 - 0.48 \times (\ln(Q_{\text{BEP}}))^2 + 0.09 \times \ln(n_s) \times \ln(Q_{\text{BEP}}) + 84.63 \times \ln(n_s) + 8.5 \times \ln(Q_{\text{BEP}}) - C$$

多級(含輕型多級)離心泵效率計算公式

$$\eta_{\text{BEP}} = -6.93 \times (\ln(n_s))^2 - 0.19 \times (\ln(Q_{\text{BEP}}))^2 - 0.4 \times \ln(n_s) \times \ln(Q_{\text{BEP}}) + 72.67 \times \ln(n_s) + 8.73 \times \ln(Q_{\text{BEP}}) - C$$

$\eta_{\text{BEP}}$ : 泵浦最佳效率(%)

$Q_{\text{BEP}}$ : 最佳效率點流量( $m^3/s$ )

$n_s$ : 比速率, 中國跟歐盟不同

$hy$ : Hydraulic(水力)的縮寫

表 1 清水离心泵能效等级计算常数

泵类型	流量适用范围 $Q$ , $\text{m}^3/\text{h}$	能效等级计算常数 $C$		
		1级 (分流量段取 $C$ 值)	2级	3级
单级单吸离心泵	5~10000	161.33 ( $Q \leq 300 \text{ m}^3/\text{h}$ )	163.33	168.33
		162.33 ( $Q > 300 \text{ m}^3/\text{h}$ )		
单级双吸离心泵	50~20000	161.33 ( $Q \leq 600 \text{ m}^3/\text{h}$ )	163.33	168.33
		162.33 ( $Q > 600 \text{ m}^3/\text{h}$ )		
管道离心泵	5~3000	163.33 ( $Q \leq 300 \text{ m}^3/\text{h}$ )	165.33	171.33
		164.33 ( $Q > 300 \text{ m}^3/\text{h}$ )		
多级离心泵	5~3000	139.33 ( $Q \leq 100 \text{ m}^3/\text{h}$ )	142.33	150.33
		140.33 ( $Q > 100 \text{ m}^3/\text{h}$ )		
轻型多级离心泵	2~300	137.33 (全流量段)	139.33	144.33

清水离心泵能效等级计算示例参见附录A。

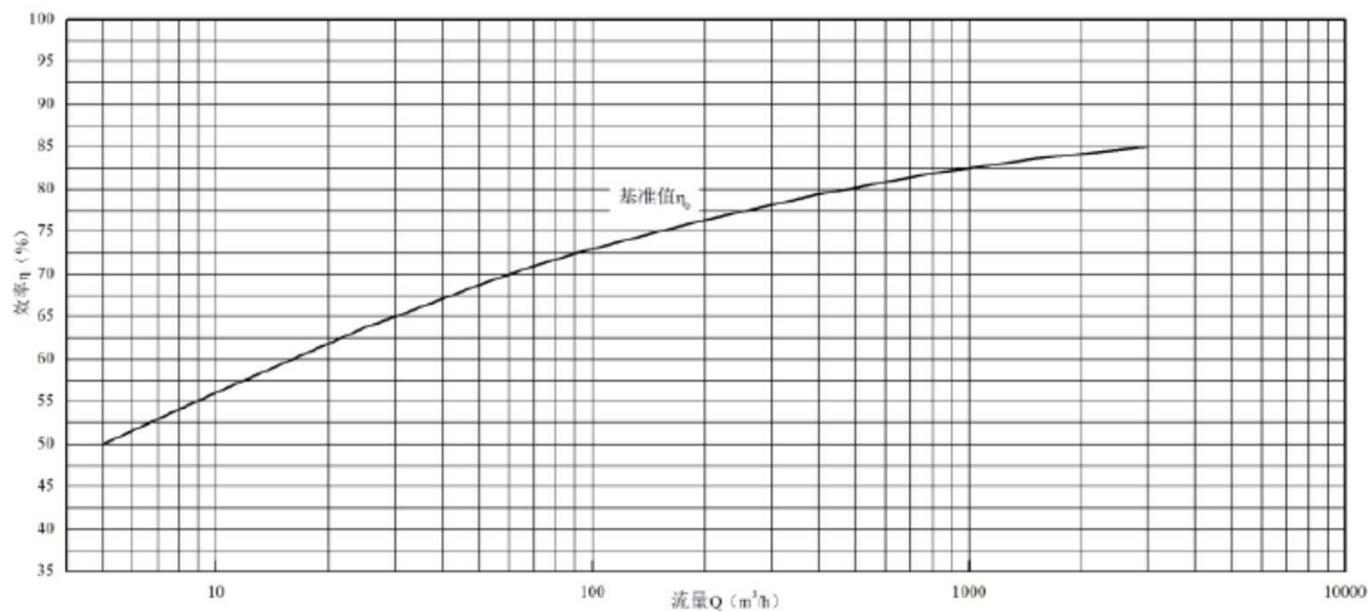
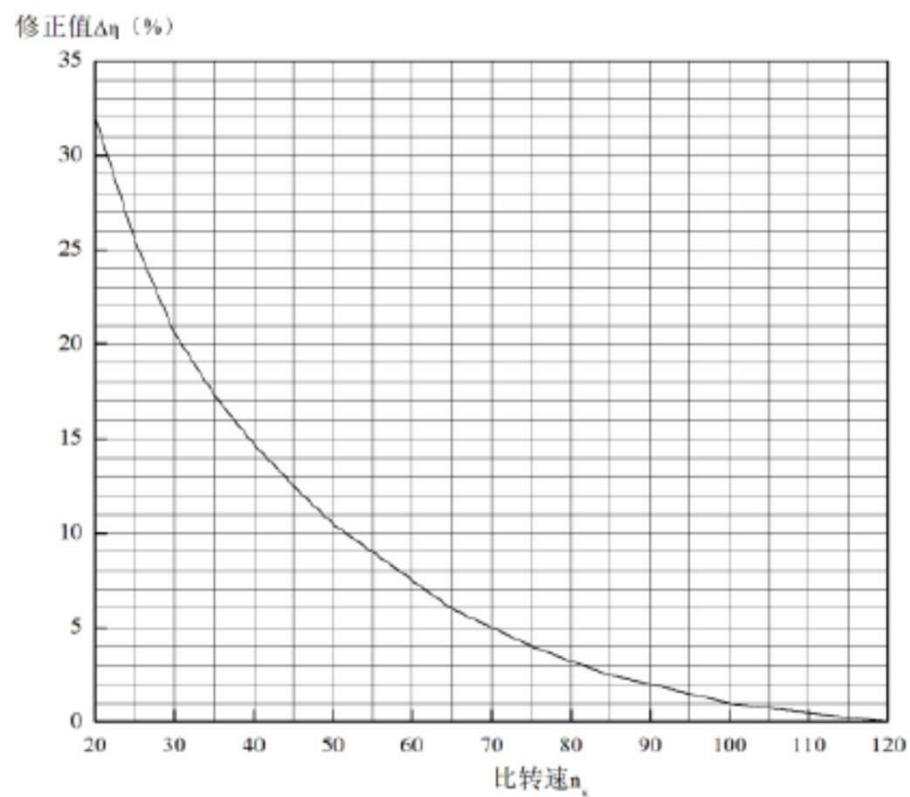


图3 石油化工离心泵效率

表 4 石油化工离心泵效率基准值

流量 $Q$ (m <sup>3</sup> /h)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
基准值 $\eta_0$ (%)	50.0	56.1	59.5	61.9	63.8	65.0	67.1	68.8	70.0	71.0	71.8	72.5	73.0
流量 $Q$ (m <sup>3</sup> /h)	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000	3000
基准值 $\eta_0$ (%)	75.0	76.4	78.2	79.4	80.2	80.9	81.4	81.9	82.2	82.5	83.6	84.2	85.0

## 2.2 效率修正值 GB19762-20XX

图1  $20 \leq n_s < 120$  离心泵效率修正值  $\Delta\eta$  (%)

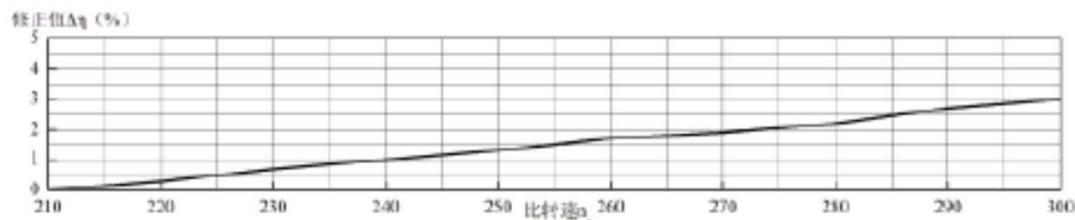


图 2 210< $n_s$ <300 离心泵效率修正值  $\Delta\eta$  (%)

表 2 20≤ $n_s$ ≤300 离心泵效率修正值

$n_s$	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
效率修正值 $\Delta\eta$ (%)	32	25.5	20.6	17.3	14.7	12.5	10.5	9.0	7.5	6.0
$n_s$	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130
效率修正值 $\Delta\eta$ (%)	5.0	4.0	3.2	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0	0
$n_s$	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
效率修正值 $\Delta\eta$ (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.7
$n_s$	240	250	260	270	280	290	300			
效率修正值 $\Delta\eta$ (%)	1.0	1.3	1.7	1.9	2.2	2.7	3.0			

表3 石油化工离心泵能效等級

流量 (Q) m <sup>3</sup> /h	比转速 (n <sub>s</sub> )	泵效率 %			
		规定点效率值 (η <sub>0</sub> )	1 级 (η <sub>1</sub> )	2 级 (η <sub>2</sub> )	3 级 (η <sub>3</sub> )
5 < Q ≤ 300	20 ≤ n <sub>s</sub> < 60	η <sub>0</sub> = η <sub>b</sub> - Δη	η <sub>1</sub> = η <sub>0</sub> + 10	η <sub>2</sub> = η <sub>0</sub> + 5	η <sub>3</sub> = η <sub>0</sub> - 5
	60 ≤ n <sub>s</sub> < 120	η <sub>0</sub> = η <sub>b</sub> - Δη	η <sub>1</sub> = η <sub>0</sub> + 4	η <sub>2</sub> = η <sub>0</sub> + 1	η <sub>3</sub> = η <sub>0</sub> - 8
	120 ≤ n <sub>s</sub> ≤ 210	η <sub>0</sub> = η <sub>b</sub>	η <sub>1</sub> = η <sub>0</sub> + 3	η <sub>2</sub> = η <sub>0</sub> + 1	η <sub>3</sub> = η <sub>0</sub> - 9
	210 < n <sub>s</sub> ≤ 300	η <sub>0</sub> = η <sub>b</sub> - Δη	η <sub>1</sub> = η <sub>0</sub> + 3	η <sub>2</sub> = η <sub>0</sub> + 1	η <sub>3</sub> = η <sub>0</sub> - 9
Q > 300	20 ≤ n <sub>s</sub> < 60	η <sub>0</sub> = η <sub>b</sub> - Δη	η <sub>1</sub> = η <sub>0</sub> + 11	η <sub>2</sub> = η <sub>0</sub> + 5	η <sub>3</sub> = η <sub>0</sub> - 5
	60 ≤ n <sub>s</sub> < 120	η <sub>0</sub> = η <sub>b</sub> - Δη	η <sub>1</sub> = η <sub>0</sub> + 5	η <sub>2</sub> = η <sub>0</sub> + 1	η <sub>3</sub> = η <sub>0</sub> - 8
	120 ≤ n <sub>s</sub> ≤ 210	η <sub>0</sub> = η <sub>b</sub>	η <sub>1</sub> = η <sub>0</sub> + 3	η <sub>2</sub> = η <sub>0</sub> + 2	η <sub>3</sub> = η <sub>0</sub> - 7
	210 < n <sub>s</sub> ≤ 300	η <sub>0</sub> = η <sub>b</sub> - Δη	η <sub>1</sub> = η <sub>0</sub> + 3	η <sub>2</sub> = η <sub>0</sub> + 2	η <sub>3</sub> = η <sub>0</sub> - 7

注：η<sub>b</sub>——效率基准值，按图3曲线“基准值”或表4“基准值”栏查值；  
 Δη——效率修正值，按图1、图2或表2查值。

## 2.3範例 GB19762-20XX

### A.1 示例1

某规格单级单吸离心泵测试数据为： $Q_{BEP} = 64.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ， $H_{BEP} = 21.5 \text{ m}$ ， $n = 2960 \text{ r/min}$ ，效率 $\eta_{BEP, \text{test}} = 75.82\%$ 。计算该流量点下的能效1级、能效2级和能效3级的效率值，并评价其所达到的最高能效等级。

#### A.1.1 计算泵的比转速

根据公式(1)计算泵的比转数：

$$n_s = 3.65 \times 2960 \times (64.5/3600)^{0.5} / 21.5^{0.75} = 144.84$$

#### A.1.2 计算泵的各能效等级的效率值

根据公式(4)和表1的C值计算各能效等级：

$$\begin{aligned} \eta_{BEP1} &= -8.44 \times (\ln 144.84)^2 - 0.48 \times (\ln 64.5)^2 + 0.09 \times \ln 144.84 \times \ln 64.5 \\ &\quad + 84.63 \times \ln 144.84 + 8.5 \times \ln 64.5 - 161.33 \\ &= 79.76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_{BEP2} &= -8.44 \times (\ln 144.84)^2 - 0.48 \times (\ln 64.5)^2 + 0.09 \times \ln 144.84 \times \ln 64.5 \\ &\quad + 84.63 \times \ln 144.84 + 8.5 \times \ln 64.5 - 163.33 \\ &= 77.76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_{BEP3} &= -8.44 \times (\ln 144.84)^2 - 0.48 \times (\ln 64.5)^2 + 0.09 \times \ln 144.84 \times \ln 64.5 \\ &\quad + 84.63 \times \ln 144.84 + 8.5 \times \ln 64.5 - 168.33 \\ &= 72.76 \end{aligned}$$

#### A. 1.3 计算各能效等级规定效率值 $\eta_{\text{BEP, sp}}$

$$\eta_{\text{BEP 1, sp}} = 79.76 \times 0.95 = 75.77$$

$$\eta_{\text{BEP 2, sp}} = 77.76 \times 0.95 = 73.87$$

$$\eta_{\text{BEP 3, sp}} = 72.76 \times 0.95 = 69.12$$

#### A. 1.4 能效等级评价

泵的测试效率值 $\eta_{\text{BEP, test}} = 75.82 > \eta_{\text{BEP 1, sp}} = 75.77$ ，该泵的效率评价为能效1级。