

中华人民共和国国家标准

GB 19762—20××
代替GB 19762-2007,GB 32284-2015

离心泵能效限定值及能效等级

Minimum allowable values of energy efficiency and energy efficiency grades
for centrifugal pumps

(征求意见稿)

20XX-XX 发布

20XX-XX 实施

中华人民共和国国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国家标准化管理委员会提出并归口。

本文件代替 GB 19762—2007《清水离心泵能效限定值及节能评价值》、GB 32384—2015《石油化工离心泵能效限定值及能效等级》。与 GB 19762—2007、GB 32384—2015 相比，主要技术变化如下：

- 调整了规范性引用文件（见第 2 章，GB 19762—2007 第 2 章，GB 32384—2015 第 2 章）；
 - 删除了泵目标能效限定值、泵节能评价值等术语（见第 3 章，GB 19762—2007 的第 3 章，GB 32384—2015 的第 3 章）；
 - 删除了清水离心泵目标能效限定值和节能评价值（GB 19762—2007 的第 6 章、第 7 章）；
 - 删除了石油化工离心泵目标能效限定值和节能评价值（GB 32384—2015 的 4.4、4.5）；
 - 增加了清水离心泵能效等级（见 4.1）；
 - 将第 6 章“计算方法”分为泵的比转速、泵效率、泵输出功率计算方法分别描述（见第 6 章，GB 19762—2007 中的第 5 章和附录 A，GB 32384—2015 的第 6 章）；
 - 清水离心泵能效限定值等同于 GB 19762—2007 中的目标能效限定值（见 4.2，GB 19762—2007 中的第 7 章）；
 - 修改了清水离心泵各能效等级效率值计算方法示例（见附件 A，GB 19762—2007 中的附录 A），删除了清水离心泵目标能效限定值计算方法示例（GB 19762—2007 中的附录 B）；
 - 修改了石油化工离心泵各能效等级效率值计算方法示例（见附件 B，GB 32384—2015 中的附录 A），删除了石油化工离心泵目标能效限定值计算方法示例（GB 32384—2015 中的附录 B）；
- 本文件所代替标准的历次版本发布情况为：
- GB 19762—2005、GB 19762—2007；
 - GB 32284—2015。

离心泵能效限定值及能效等级

1 范围

本文件规定了清水离心泵、石油化工离心泵的能效等级、能效限定值、试验方法和计算方法。

本文件适用于单级单吸清水离心泵、单级双吸清水离心泵、多级清水离心泵，输送洁净液体、安装闭式（最大）叶轮的单级单吸石油化工离心泵和单级双吸石油化工离心泵。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 3216 回转动力泵 水力性能验收试验 1级、2级和3级

GB/T 7021 离心泵名词术语

GB/T 13006 离心泵、混流泵和轴流泵 汽蚀余量

3 术语和定义

GB/T 7021确立的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

规定点 specified point

泵性能曲线上由规定流量和规定扬程所确定的点。

3.2

泵能效限定值 minimum allowable values of energy efficiency for pumps

在标准规定的测试条件下，允许规定点的最低效率。

4 技术要求

4.1 清水离心泵能效等级

4.1.1 清水离心泵能效等级分为3级，其中1级能效最高。

4.1.2 各等级清水离心泵效率不应低于表1的规定。

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 , m^3/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。

4.2 清水离心泵效率计算

清水离心泵效率按公式（1）计算：

$$\eta = \frac{P_u}{P} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

η ——清水离心泵效率，%；

P_u ——清水离心泵输出功率(有效功率)，单位为千瓦(kW)；

P ——清水离心泵输入功率(轴功率)，单位为千瓦(kW)。

4.3 清水离心泵输出功率计算

清水离心泵输出功率按公式（2）计算：

$$P_u = \rho \times g \times Q \times H \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

ρ ——清水离心泵送介质的密度，单位为千克每立方米(kg/m³)；

g ——重力加速度， $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ；

Q ——清水离心泵流量，单位为立方米每秒(m³/s)；

H ——清水离心泵扬程，单位为米(m)。

4.4 清水离心泵能效等级计算表达式

4.4.1 单级(单吸、双吸、管道)离心泵按公式（3）计算能效等级效率值。

$$\eta_{\text{BEP}} = -8.44 \times (\ln(n_s))^2 - 0.48 \times (\ln(Q_{\text{BEP}}))^2 + 0.09 \times \ln(n_s) \times \ln(Q_{\text{BEP}}) + 84.63 \times \ln(n_s) + 8.5 \times \ln(Q_{\text{BEP}}) - C \quad \dots\dots\dots (3)$$

注：单级双吸离心泵的流量为全流量值。

4.4.2 多级(含轻型多级)离心泵按公式（4）计算能效等级效率值。

$$\eta_{\text{BEP}} = -6.93 \times (\ln(n_s))^2 - 0.19 \times (\ln(Q_{\text{BEP}}))^2 - 0.4 \times \ln(n_s) \times \ln(Q_{\text{BEP}}) + 72.67 \times \ln(n_s) + 8.73 \times \ln(Q_{\text{BEP}}) - C \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

η_{BEP} ——泵最佳效率，用百分数(%)表示；

Q_{BEP} ——最佳效率点的流量，单位为立方米每小时(m³/h)。

n_s ——比转数；

\ln ——自然对数；

C ——常数(%)，表征能效等级的级差量值(见表1)。

注：按能效分级得： η_{BEP1} (能效1级)、 η_{BEP2} (能效2级)、 η_{BEP3} (能效3级)。

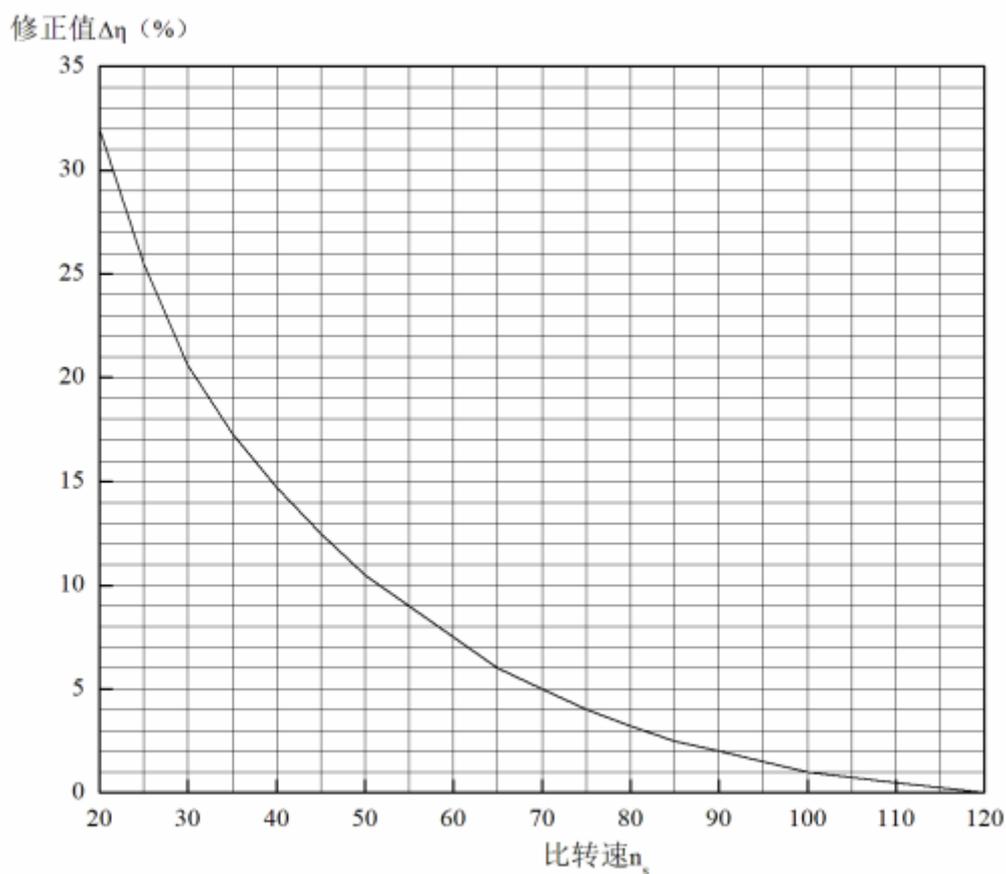


图 1 20 ≤ ns < 120 离心泵效率修正值 Δη (%)

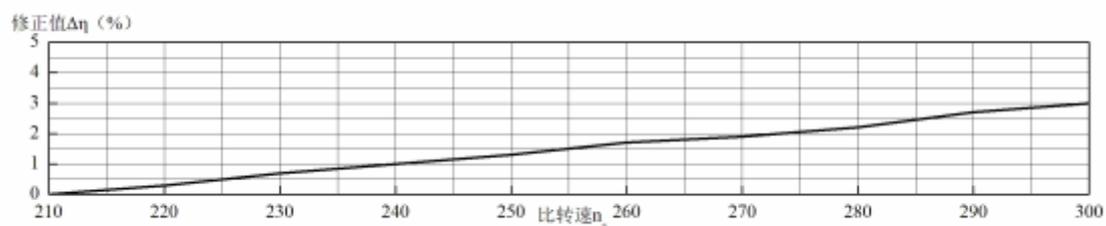


图 2 210 < ns ≤ 300 离心泵效率修正值 Δη (%)

表 2 20 ≤ ns ≤ 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			

4.1.3 各等级石油化工离心泵效率不应低于表3的规定。

表3 石油化工离心泵能效等级

流量 (Q) m^3/h	比转速 (n_s)	泵效率 %			
		规定点效率值 (η_0)	1级 (η_1)	2级 (η_2)	3级 (η_3)
$5 < Q \leq 300$	$20 \leq n_s < 60$	$\eta_0 = \eta_b - \Delta\eta$	$\eta_1 = \eta_0 + 10$	$\eta_2 = \eta_0 + 5$	$\eta_3 = \eta_0 - 5$
	$60 \leq n_s < 120$	$\eta_0 = \eta_b - \Delta\eta$	$\eta_1 = \eta_0 + 4$	$\eta_2 = \eta_0 + 1$	$\eta_3 = \eta_0 - 8$
	$120 \leq n_s \leq 210$	$\eta_0 = \eta_b$	$\eta_1 = \eta_0 + 3$	$\eta_2 = \eta_0 + 1$	$\eta_3 = \eta_0 - 9$
	$210 < n_s \leq 300$	$\eta_0 = \eta_b - \Delta\eta$	$\eta_1 = \eta_0 + 3$	$\eta_2 = \eta_0 + 1$	$\eta_3 = \eta_0 - 9$
$Q > 300$	$20 \leq n_s < 60$	$\eta_0 = \eta_b - \Delta\eta$	$\eta_1 = \eta_0 + 11$	$\eta_2 = \eta_0 + 5$	$\eta_3 = \eta_0 - 5$
	$60 \leq n_s < 120$	$\eta_0 = \eta_b - \Delta\eta$	$\eta_1 = \eta_0 + 5$	$\eta_2 = \eta_0 + 1$	$\eta_3 = \eta_0 - 8$
	$120 \leq n_s \leq 210$	$\eta_0 = \eta_b$	$\eta_1 = \eta_0 + 3$	$\eta_2 = \eta_0 + 2$	$\eta_3 = \eta_0 - 7$
	$210 < n_s \leq 300$	$\eta_0 = \eta_b - \Delta\eta$	$\eta_1 = \eta_0 + 3$	$\eta_2 = \eta_0 + 2$	$\eta_3 = \eta_0 - 7$

注： η_b ——效率基准值，按图3曲线“基准值”或表4“基准值”栏查值；
 $\Delta\eta$ ——效率修正值，按图1、图2或表2查值。

4.1.4 清水离心泵各能效等级的效率值计算方法示例参见附录A。

4.1.5 石油化工离心泵各能效等级的效率值计算方法示例参见附录B。当流量大于 $3000m^3/h$ 时，石油化工离心泵能效等级按流量 $Q=3000m^3/h$ 确定。

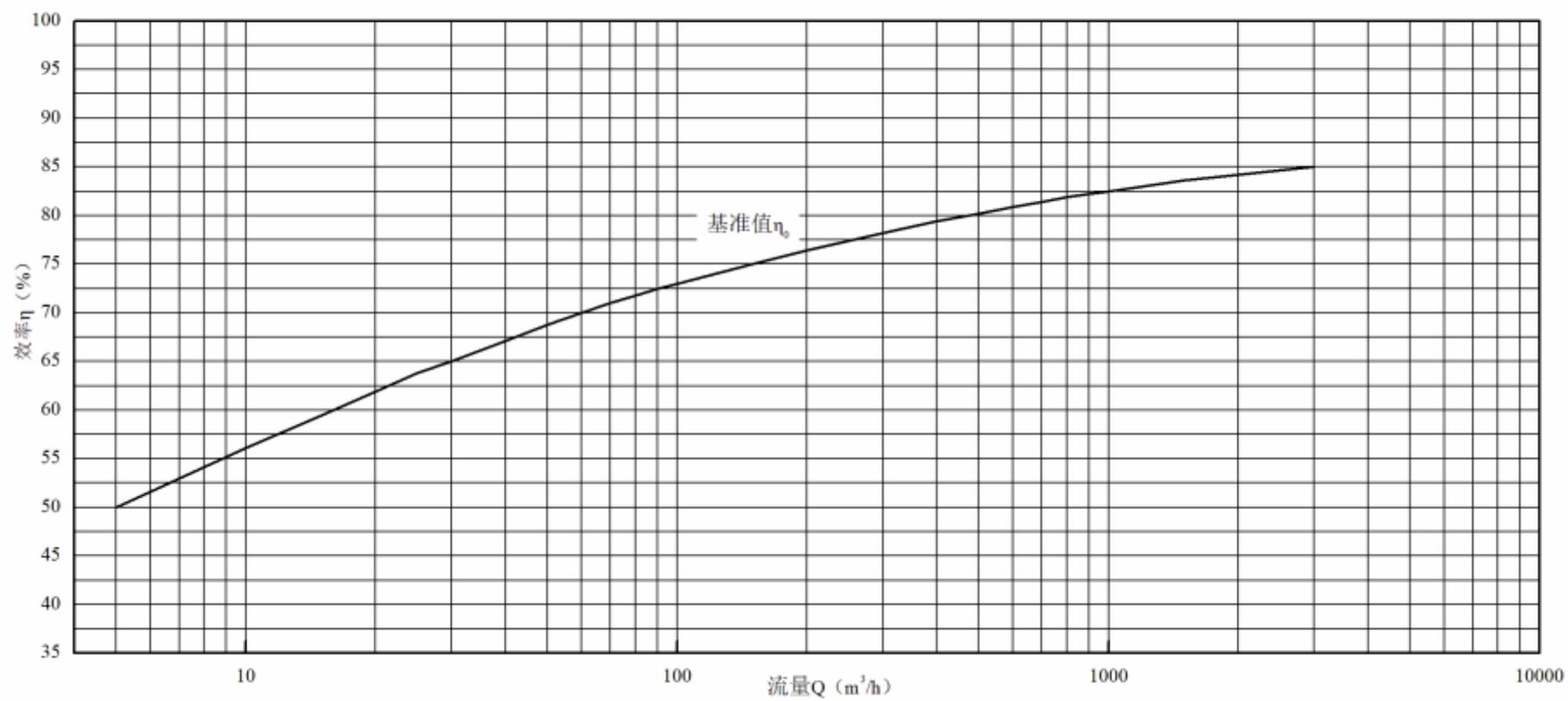


图3 石油化工离心泵效率

表4 石油化工离心泵效率基准值

流量 Q (m ³ /h)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
基准值 η _b (%)	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 ³ /h)	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000	3000
基准值 η _b (%)	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

4.2 能效限定值

4.2.1 清水离心泵能效限定值为表1中3级。

4.2.2 石油化工离心泵能效限定值为表5中3级。

4.3 汽蚀余量

除非与用户另有约定，泵规定点的必需汽蚀余量（NPSHR）应符合GB/T 13006的规定。

5 试验方法

泵的试验方法应符合GB/T 3216标准中的2B级规定要求。泵的性能流量（Q）、扬程（H）、效率（η）、NPSHR允许容差系数应符合GB/T 3216标准中的2B级规定要求。

6 计算方法

6.1 泵的比转速的计算

泵的比转速（ n_s ）应按式（5）计算：

$$n_s = \frac{3.65n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

n_s —泵的比转速；

Q —流量，单位为立方米每秒（m³/s）（双吸泵计算流量时取Q/2）；

H —扬程，单位为米（m）（多级泵计算时取单级扬程）；

n —转速，单位为转每分（r/min）。

6.2 泵效率的计算

泵效率为泵输出功率与轴功率之比的百分数。按公式（6）计算：

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

η —泵效率，%；

P_u —泵输出功率（有效功率），单位为千瓦（kW）；

P_a —泵轴功率（输入功率），单位为千瓦（kW）。

6.3 泵输出功率的计算

泵输出功率按公式（7）计算：

$$P_u = \rho g Q H \times 10^{-3} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

ρ —密度，单位为千克每立方米（ kg/m^3 ）；

g —重力加速度。

附录 A

(资料性)

清水离心泵各能效等级的效率值计算方法示例

A.1 示例1

某规格单级单吸离心泵测试数据为： $Q_{\text{BEP}} = 64.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ， $H_{\text{BEP}} = 21.5 \text{ m}$ ， $n = 2960 \text{ r/min}$ ，效率 $\eta_{\text{BEP, test}} = 75.82 (\%)$ 。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：

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

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

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

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。

A.2 示例2

某规格多级离心泵测试数据为： $Q_{\text{BEP}} = 54.86 \text{ m}^3/\text{h}$ ， $H_{\text{BEP}} = 72.48 \text{ m}$ ， $N = 5$ ， $n = 2950 \text{ r/min}$ ，效率 $\eta_{\text{BEP, test}} = 69.54 (\%)$ 。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.2.1 计算泵的比转速

根据公式(1)计算泵的比转数：

$$n_s = 3.65 \times 2950 \times (54.86/3600)^{0.5} / (72.48/5)^{0.75} = 178.92$$

A.2.2 计算泵的各能效等级的效率值

根据公式(5)和表1的C值计算各能效等级：

$$\eta_{\text{BEP1}} = -6.93 \times (\ln 54.86)^2 - 0.19 \times (\ln 178.92)^2 - 0.4 \times \ln 54.86 \times \ln 178.92$$

$$\begin{aligned}
& +72.67 \times \ln 54.86 + 8.73 \times \ln 178.92 - 139.33 \\
& = 74.76 \\
\eta_{\text{BEP2}} & = -6.93 \times (\ln 54.86)^2 - 0.19 \times (\ln 178.92)^2 - 0.4 \times \ln 54.86 \times \ln 178.92 \\
& \quad + 72.67 \times \ln 54.86 + 8.73 \times \ln 178.92 - 142.33 \\
& = 71.76 \\
\eta_{\text{BEP3}} & = -6.93 \times (\ln 54.86)^2 - 0.19 \times (\ln 178.92)^2 - 0.4 \times \ln 54.86 \times \ln 178.92 \\
& \quad + 72.67 \times \ln 54.86 + 8.73 \times \ln 178.92 - 150.33 \\
& = 63.76
\end{aligned}$$

A. 2.3 计算各能效等级规定效率值 $\eta_{\text{BEP, sp}}$

$$\eta_{\text{BEP1, sp}} = 74.76 \times 0.95 = 71.02$$

$$\eta_{\text{BEP2, sp}} = 71.76 \times 0.95 = 68.17$$

$$\eta_{\text{BEP3, sp}} = 63.76 \times 0.95 = 60.57$$

A. 2.4 能效等级评价

泵的测试效率值 $\eta_{\text{BEP, test}} = 69.54 > \eta_{\text{BEP2, sp}} = 68.17$ ，但 $\eta_{\text{BEP, test}} = 69.54 < \eta_{\text{BEP1, sp}} = 71.02$ ，该泵的
效率评价为能效2级。

附录 B

(资料性)

石油化工离心泵各能效等级的效率值计算方法示例

某单级双吸石油化工离心泵规定点性能：Q=800m³/h，H=12m，n=1470r/min，求其各能效等级的效率值。

B.1 计算泵的比转速 n_s

将上述示例数据代入公式(1)计算出：

$$n_s = \frac{3.65n\sqrt{\frac{Q}{2}}}{H^{3/4}} = \frac{3.65 \times 1470 \sqrt{\frac{800}{2 \times 3600}}}{12^{3/4}} = 277.4$$

B.2 计算泵各能效等级的效率值

泵能效1级效率值 η_1 可按以下步骤计算：

a) 查取基准值 η_b ；

查图5（或表6），当Q=800m³/h时， $\eta_b=81.9\%$

b) 确定效率修正值 $\Delta\eta$ ；

查图4（或表4），当 $n_s=277.4$ 时， $\Delta\eta=2.1\%$ 。

c) 计算泵规定点效率值 η_0 ；

$$\eta_0 = \eta - \Delta\eta = 81.9\% - 2.1\% = 79.8\%$$

d) 计算泵各能效等级的效率值：

按表5，当Q=800m³/h时能效3级的效率值为：

$$\eta_3 = \eta_0 - 7\% = 79.8\% - 7\% = 72.8\%$$

按表5，当Q=800 m³/h时能效2级的效率值为：

$$\eta_2 = \eta_0 + 2\% = 79.8\% + 2\% = 81.8\%$$

按表5，当Q=800 m³/h时能效1级的效率值为：

$$\eta_1 = \eta_0 + 3\% = 79.8\% + 3\% = 82.8\%$$