

ICS 27.010  
F 01



# 中华人民共和国国家标准

GB 32284—2015

## 石油化工离心泵能效限定值及能效等级

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

2015-12-10 发布

2017-01-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

本标准 4.4 为强制性的,其余为推荐性的。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由国家发展和改革委员会资源节约和环境保护司、工业和信息化部节能和综合利用司提出。

本标准由全国能源基础与管理标准化技术委员会(SAC/TC 20)归口。

本标准主要起草单位:中国标准化研究院、上海凯士比泵有限公司、沈阳水泵研究所、上海东方泵业(集团)有限公司、广东省佛山水泵厂有限公司、江苏省泵阀产品监督检验中心、嘉利特荏原泵业有限公司、昆明嘉和科技股份有限公司、合肥华升泵阀股份有限公司、山东精工泵业有限公司、合肥新沪屏蔽泵有限公司、扬州长江水泵有限公司、江苏武新泵业有限公司、湖南天一奥星泵业有限公司、浙江利欧股份有限公司、上海连成(集团)有限公司、浙江华泵科技有限公司、山东双轮股份有限公司、山东颜山泵业有限公司、上海凯泉泵业(集团)有限公司、山东省泵类产品质量检测中心、烟台龙港耐腐蚀泵有限公司、广州市听恒泵业制造有限公司、合肥恒大江海泵业股份有限公司。

本标准起草人:赵跃进、潘再兵、韩忠宝、刘卫伟、刘广棋、孙兵、曲景田、赵骏、巫建波、李娟、王国良、刘中纯、刘金坤、李希春、杨桂凤、宋青松、陈潜、王家斌、高秀芳、王延合、高炳标、隋钧剑、王立、徐立基、莫宇石。

# 石油化工离心泵能效限定值及能效等级

## 1 范围

本标准规定了石油化工离心泵(以下简称“泵”)的基本要求、泵效率计算方法、泵能效等级、泵能效限定值、泵目标能效限定值和泵节能评价价值。

本标准适用于输送洁净液体、安装闭式(最大)叶轮的单级单吸泵和单级双吸泵。

本标准不适用于清水离心泵、非金属离心泵和无轴封回转动力泵。

## 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 3215 石油、重化学和天然气工业用离心泵

GB/T 3216 回转动力泵 水力性能验收试验 1级和2级

GB/T 5656 离心泵 技术条件(Ⅱ类)

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界定的以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。

### 3.3

**泵目标能效限定值 target minimum allowable values of energy efficiency for pumps**

在本标准实施一定年限后,允许规定点的最低效率。

### 3.4

**泵节能评价价值 evaluating values of energy conservation for pumps**

在标准规定的测试条件下,满足节能认证要求应达到的规定点的最低效率。

## 4 技术要求

### 4.1 基本要求

4.1.1 泵的设计、制造应符合 GB/T 3215 或 GB/T 5656 的规定。

4.1.2 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。



4.1.3 泵的试验方法应符合 GB/T 3216 的规定,泵的流量(Q)、扬程(H)、效率(η)、NPSHR 允许容差系数应符合 GB/T 3216 的 2 级规定。

#### 4.2 泵效率与比转速计算方法

##### 4.2.1 泵效率的计算

泵效率为泵输出功率(有效功率)与输入功率(轴功率)之比的百分数。应按式(1)计算:

$$\eta = \frac{P_o}{P_a} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- η —— 泵效率, %;
- P<sub>o</sub> —— 泵输出功率, 单位为千瓦(kW);
- P<sub>a</sub> —— 泵输入功率, 单位为千瓦(kW)。

##### 4.2.2 泵输出功率的计算

泵输出功率(P<sub>o</sub>)应按式(2)计算:

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

式中:

- ρ —— 密度, 单位为千克每立方米(kg/m<sup>3</sup>);
- g —— 重力加速度, g = 9.81 m/s<sup>2</sup>;
- Q —— 流量, 单位为立方米每秒(m<sup>3</sup>/s);
- H —— 扬程, 单位为米(m)。

##### 4.2.3 比转速的计算

泵的比转速(n<sub>s</sub>)应按式(3)计算:

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

式中:

- Q —— 流量, 单位为立方米每秒(m<sup>3</sup>/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)。

#### 4.3 泵能效等级

泵能效等级分为 3 级, 其中 1 级最高, 3 级最低, 泵能效等级按表 1 确定。当流量大于 3 000 m<sup>3</sup>/h 时, 泵能效等级按流量 Q = 3 000 m<sup>3</sup>/h 确定。泵能效等级计算方法示例参见附录 A。

#### 4.4 泵能效限定值

泵能效限定值应不低于表 1 的能效 3 级 η<sub>3</sub>。

#### 4.5 泵目标能效限定值

当流量在 5 m<sup>3</sup>/h ~ 3 000 m<sup>3</sup>/h 范围内, 泵目标能效限定值 η<sub>T0</sub> 确定方式如下:

- a) 当 120 ≤ n<sub>s</sub> ≤ 210 时, 其比转速范围内的任意目标能效限定值(η<sub>T0</sub>)应在图 1(或表 2)中查取;
- b) 当 20 ≤ n<sub>s</sub> < 120 和 210 < n<sub>s</sub> ≤ 300 时, 其比转速范围内的任意目标能效限定值(η<sub>T</sub>)应在图 1

(或表 2) 查取  $\eta_{T0}$ ; 然后分别按图 2(或表 3)、图 3(或表 3) 查取  $\Delta\eta$ 。再按式(4)计算出  $\eta_T$ 。

$$\eta_T = \eta_{T0} - \Delta\eta \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

$\eta_T$  ——当  $20 \leq n_s < 120$  和  $210 < n_s \leq 300$  时, 泵的目标能效限定值;

$\eta_{T0}$  ——当  $120 \leq n_s \leq 210$  时, 泵的目标能效限定值;

$\Delta\eta$  ——当  $20 \leq n_s < 120$  和  $210 < n_s \leq 300$  时, 泵效率修正值。

泵目标能效限定值计算方法示例参见附录 B。

当流量大于  $3\,000 \text{ m}^3/\text{h}$  时, 泵目标能效限定值按流量  $Q=3\,000 \text{ m}^3/\text{h}$  确定。

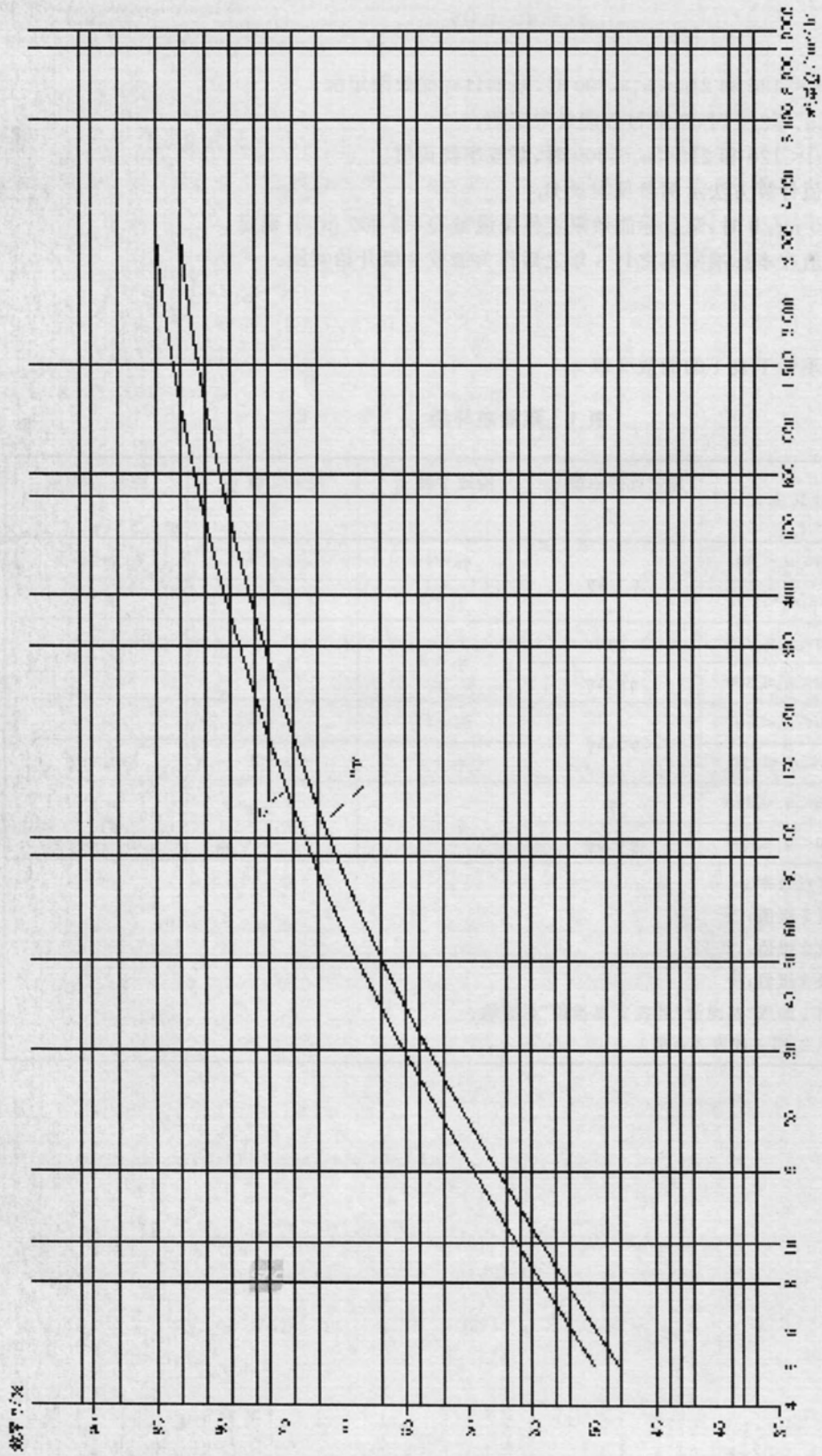
泵目标能效限定值在本标准实施之日 5 年之后作为能效 3 级开始实施。

#### 4.6 泵节能评价

泵节能评价应不低于表 1 的能效 2 级  $\eta_2$ 。

表 1 泵能效等级

流量 $Q$ $\text{m}^3/\text{h}$	比转速 $n_s$	规定点效率值 $\eta_0$ %	能效 1 级 $\eta_1$ %	能效 2 级 $\eta_2$ %	能效 3 级 $\eta_3$ %
5~300	$20 \leq n_s < 60$	$\eta - \Delta\eta$	$\eta_0 + 10$	$\eta_0 + 5$	$\eta_0 - 5$
	$60 \leq n_s < 120$		$\eta_0 + 4$	$\eta_0 + 1$	$\eta_0 - 8$
	$120 \leq n_s \leq 210$	$\eta$	$\eta_0 + 3$	$\eta_0 + 1$	$\eta_0 - 9$
	$210 < n_s \leq 300$	$\eta - \Delta\eta$			
>300	$20 \leq n_s < 60$	$\eta - \Delta\eta$	$\eta_0 + 11$	$\eta_0 + 5$	$\eta_0 - 5$
	$60 \leq n_s < 120$		$\eta_0 + 5$	$\eta_0 + 1$	$\eta_0 - 8$
	$120 \leq n_s \leq 210$	$\eta$	$\eta_0 + 3$	$\eta_0 + 2$	$\eta_0 - 7$
	$210 < n_s \leq 300$	$\eta - \Delta\eta$			
注: $\eta_0$ ——规定点效率; $\eta_1$ ——能效 1 级值; $\eta_2$ ——能效 2 级值; $\eta_3$ ——能效 3 级值; $\eta$ ——按图 1 曲线“基准值”或表 2“基准值”栏查值; $\Delta\eta$ ——按图 2、图 3 或表 3 查值。					



说明:

- $\eta$  —— 基准值,  $n = 120 \sim 210$  时泵的效率;
- $\eta_0$  —— 比转速  $n_s = 120 \sim 210$  时的泵目标效能限定值。

图 1 比转速  $n_s = 120 \sim 210$  泵效率



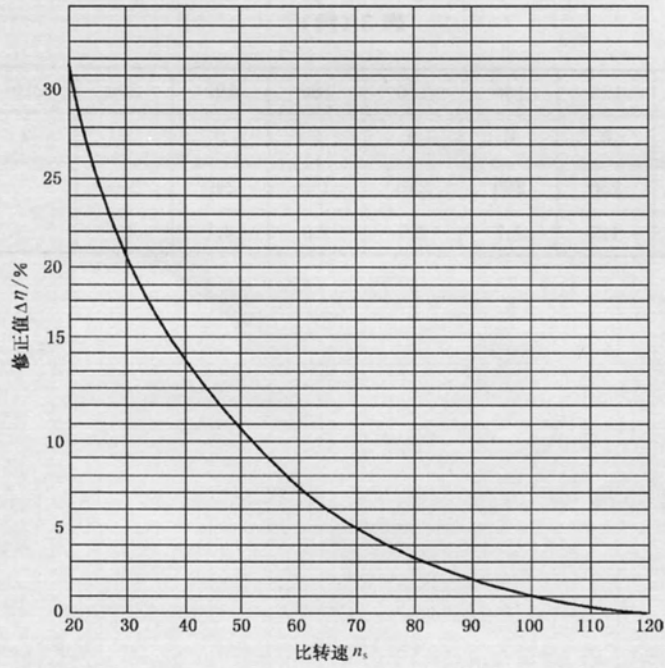


图2  $n_s = 20 \sim 120$  离心泵效率修正值

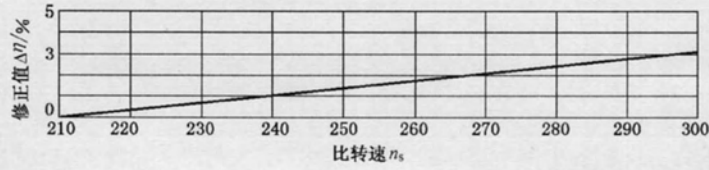


图3  $n_s = 210 \sim 300$  泵效率修正值

表2  $120 \leq n_s \leq 210$  时的目标能效限定值( $\eta_{T0}$ )

Q/(m <sup>3</sup> /h)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
基准值 $\eta$ / %	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
目标限定值 $\eta_{T0}$ / %	48.0	54.1	57.5	59.9	61.8	63.0	65.1	66.8	68.0	69.0	69.8	70.5	71.0
Q/(m <sup>3</sup> /h)	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000	1 500	2 000	3 000
基准值 $\eta$ / %	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
目标限定值 $\eta_{T0}$ / %	73.0	74.4	76.2	77.4	78.2	78.9	79.4	79.9	80.2	80.5	81.6	82.2	83.0

表3  $n_s = 20 \sim 300$  效率修正值

$n_s$	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
$\Delta\eta$ / %	32	25.5	20.6	17.3	14.7	12.5	10.5	8.8	7.3	6.0
$n_s$	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130
$\Delta\eta$ / %	4.9	4.0	3.2	2.6	2.0	1.5	1.0	0.3	0	0

表 3 (续)

$n_s$	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
$\Delta\eta/\%$	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.7
$n_s$	240	250	260	270	280	290	300			
$\Delta\eta/\%$	1.0	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0			



附录 A  
(资料性附录)  
泵能效等级计算方法

### A.1 示例

某单级双吸石油化工离心泵规定点性能为： $Q=800\text{ m}^3/\text{h}$ ， $H=12\text{ m}$ ， $n=1\ 470\text{ r}/\text{min}$ ，求其能效 1 级的效率值  $\eta_1$ 、能效 2 级的效率值  $\eta_2$  和能效 3 级的效率值  $\eta_3$ 。

### A.2 计算泵的比转速 $n_s$

将上述示例数据代入式(3)计算出：

$$n_s = \frac{n \times 3.65 \times \sqrt{\frac{Q}{2}}}{H^{3/4}} = \frac{1\ 470 \times 3.65 \times \sqrt{\frac{800}{2 \times 3\ 600}}}{12^{3/4}} = 277.4$$

### A.3 计算泵能效等级的效率值

#### A.3.1 计算泵能效 1 级效率值 $\eta_1$

泵能效 1 级效率值  $\eta_1$  可按以下步骤计算：

a) 查取基准值  $\eta$ ；  
查图 1(或表 2)，当  $Q=800\text{ m}^3/\text{h}$  时， $\eta=81.9\%$ 。

b) 确定效率修正值  $\Delta\eta$ ；  
查图 3(或表 3)，当  $n_s=277.4$  时， $\Delta\eta=2.1\%$ 。

c) 计算泵规定点效率值  $\eta_0$ ；  
$$\eta_0 = \eta - \Delta\eta = 81.9\% - 2.1\% = 79.8\%$$

d) 计算泵 1 级效率值  $\eta_1$ ；  
按表 1，当  $Q=800\text{ m}^3/\text{h}$  时能效 1 级的效率值为：  
$$\eta_1 = \eta_0 + 3\% = 79.8\% + 3\% = 82.8\%$$

表 1，当  $Q=800\text{ m}^3/\text{h}$  时能效 2 级的效率值为：  
$$\eta_2 = \eta_0 + 2\% = 79.8\% + 2\% = 81.8\%$$

#### A.3.2 计算泵能效 3 级效率值 $\eta_3$

泵规定点效率值  $\eta_0$  的计算同 A.3.1，按表 1，当  $Q=800\text{ m}^3/\text{h}$  时泵能效 3 级的效率值为：

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

**附录 B**  
(资料性附录)  
**泵目标能效限定值计算方法**

**B.1 示例**

某单级单吸石油化工离心泵规定点性能为： $Q=100\text{ m}^3/\text{h}$ ， $H=125\text{ m}$ ， $n=2\,900\text{ r}/\text{min}$ ，求其目标能效限定值  $\eta_T$ 。

**B.2 计算泵的比转速  $n_s$** 

数据代入式(3)计算出：

$$n_s = \frac{3.65 \times 2\,900 \times \sqrt{\frac{100}{3\,600}}}{125^{3/4}} = 47.2$$

**B.3 计算泵目标能效限定值**

泵目标能效限定值可按以下步骤计算：

- a) 查取  $120 \leq n_s \leq 210$  时的泵目标能效限定值  $\eta_{T0}$ ，查图 1(或表 2)，当  $Q=100\text{ m}^3/\text{h}$  时， $\eta_{T0}=71.0\%$ ；
- b) 确定效率修正值  $\Delta\eta$ ，查图 2(或表 3)，当  $n_s=47.2$  时， $\Delta\eta=11.5\%$ ；
- c) 按式(4)计算泵目标能效限定值： $\eta_T = \eta_{T0} - \Delta\eta = 71\% - 11.5\% = 59.5\%$ 。