



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 13469—2021  
代替 GB/T 13469—2008

## 离心泵、混流泵与轴流泵系统经济运行

Economical operation for centrifugal, mixed flow and axial flow pump systems

2021-05-21 发布

2021-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 泵系统经济运行基本要求 .....	1
4.1 原则要求 .....	1
4.2 泵系统的设备选型要求 .....	1
4.3 泵系统的安装、调试与验收要求 .....	2
4.4 泵系统的合理使用要求 .....	2
4.5 泵系统经济运行管理 .....	3
5 泵系统经济运行的判别与评价方法 .....	4
5.1 泵系统经济运行计算判别程序 .....	4
5.2 计算 .....	4
5.3 对设备判别与评价 .....	5
5.4 对机组判别与评价 .....	5
5.5 对系统判别与评价 .....	5
6 泵系统经济运行测试方法 .....	5
6.1 测试条件 .....	5
6.2 测量仪器仪表要求 .....	6
6.3 测量方法 .....	6
6.4 测试数据处理 .....	6
7 泵系统经济运行的节能管理措施 .....	6

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 13469—2008《离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵系统经济运行》，与 GB/T 13469—2008 相比，主要技术变化如下：

- 调整了规范性引用文件(见第 2 章)；
- 删除了“管网”术语，增加“泵系统经济运行”术语(见 3.1, 2008 年版的 3.1)；
- 将第 4 章“泵系统经济运行基本要求”分为原则要求，泵系统的设备选型要求，泵系统的安装、调试与验收要求，泵系统的合理使用要求，泵系统经济运行管理等 5 部分分别描述(见第 4 章，2008 年版的第 4 章)；
- 增加了泵系统的安装、调试与验收要求(见 4.3)；
- 删除了泵系统经济运行基本要求中旋涡泵相关内容(见 2008 年版的 4.5.3)；
- 增加了数据采集与优化运行、控制相关要求(见 4.4.3.6)；
- 增加了发现和排除故障要求(见 4.5.3)；
- 删除了对管网的运行判别与评价(见 2008 年版的 5.5)；
- 修改了对系统的评价指标和方法(见 5.5.2, 2008 年版的 5.6.2)；
- 增加了测量仪器仪表通常测量数值与量程范围关系的要求，提高了压力表在使用量程内测量精度要求(见 6.2, 2008 年版的 6.2)；
- 修改了泵系统的测量方法要求，删除了泵的试验方法要求(见 6.3.2, 2008 年版的 6.3.2)；
- 修改了泵系统经济运行的节能管理措施相关要求(见第 7 章，2008 年版的第 7 章)。

本标准由全国能源基础与管理标准化技术委员会(SAC/TC 20)提出并归口。

本标准起草单位：中国标准化研究院、上海东方威尔节能技术有限公司、合肥华升泵阀股份有限公司、哈尔滨光四远工业节能检测有限公司、北京志诚宏业智能控制技术有限公司、湖州瑞晨环保科技有限公司、上海慧鑒科技有限公司、中国农业机械化科学研究院、广一泵业有限公司、中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司、唐山泰思特检测技术有限公司、上海市能效中心、北京金易奥科技发展有限公司、中石化广州工程有限公司、中国建筑材料工业规划研究院、浙江省机电产品质量检测所有限公司、上海凯泉泵业(集团)有限公司、江苏大学镇江流体工程装备技术研究院。

本标准主要起草人：丁晴、夏玉娟、刘韧、蒋敏、魏思远、柴立平、刘猛、魏亚平、张伟、许光远、陈万东、刘卫伟、刘龙珍、吴健、朱祥、彭妍妍、秦宏波、徐世刚、杨成炯、张军辉、索也兵、何朝辉、杨洁、王俊华、孙兵、王中航、张已男、赵跃进。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 13469—1992、GB/T 13469—2008。

# 离心泵、混流泵与轴流泵系统经济运行

## 1 范围

本标准规定了交流电动机驱动的离心泵、混流泵与轴流泵系统经济运行的基本要求、判别与评价方法、测试方法和节能管理措施。

本标准适用于在用的交流电动机驱动的离心泵、混流泵与轴流泵系统。改建、扩建及新建离心泵、混流泵与轴流泵系统设计可参照执行。

## 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 9481 中小型轴流泵 型式与基本参数

GB/T 13007 离心泵 效率

GB/T 13008 混流泵、轴流泵 技术条件

GB/T 13466 交流电气传动风机(泵类、空气压缩机)系统经济运行通则

GB/T 13468 泵类液体输送系统电能平衡测试与计算方法

GB/T 16666 泵类液体输送系统节能监测

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB 18613 电动机能效限定值及能效等级

GB 19762 清水离心泵能效限定值及节能评价

GB/T 21056 风机、泵类负载变频调速节电传动系统及其应用技术条件

## 3 术语和定义

GB/T 13466、GB/T 16666 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**泵系统经济运行 economical operation for pump systems**

在满足工艺要求、生产安全和运行可靠的前提下,通过科学管理、运行工况调节或技术改进,使泵系统中的设备、管网与负荷合理匹配,实现系统电耗低、经济性好的运行方式。

## 4 泵系统经济运行基本要求

### 4.1 原则要求

泵系统经济运行应符合 GB/T 13466 的要求。

### 4.2 泵系统的设备选型要求

**4.2.1** 应选择能效指标符合 GB 18613、GB 19762 等相关强制性能效标准的电机、泵等设备,不得选用国家明令淘汰的产品。

4.2.2 设备的选型应采用寿命周期成本分析方法,选择经济性高的设备。

4.2.3 年运行时间大于 3 000 h、负载率大于 60% 的电机,能效等级应达到相应强制性能效标准中能效 2 级要求。

4.2.4 泵的选型应符合以下要求:

- a) 满足系统的使用扬程和流量;
- b) 泵的选择应符合 GB/T 9481、GB/T 13007、GB/T 13008 等相关标准的规定;
- c) 设计运行工况点应在泵制造厂规定的经济工作区内。

4.2.5 在多种工况生产工艺条件下,按系统负载特性选择匹配的泵,对多台泵联合运行选型时应满足串并联技术条件的要求。

4.2.6 采用多台泵联合运行时,在满足工艺、安全及可靠运行的基础上,应采用高效泵承担基本负荷,使输送单位液体电耗最低。

4.2.7 多机组并联运行时,应采用等扬程特性的泵;串联运行时,应采用等流量特性的泵;采用调速装置控制调节时,应满足泵串/并联运行规则,宜采用变频泵高效节能区串并联运行模式。

4.2.8 根据生产工艺要求,合理确定管网系统的管材和管径。

4.2.9 应在优化生产工艺的条件下合理确定管网配置方案和输送距离。

#### 4.3 泵系统的安装、调试与验收要求

4.3.1 应按照制造厂的安装规定,由专门的安装技术人员进行安装。

4.3.2 安装场地与位置的确定应充分考虑运行管理的方便,预留必要的检修空间。

4.3.3 泵系统安装后应进行联机调试,检查泵是否偏出泵允许运行的高效区,并按照第 6 章进行测试。

#### 4.4 泵系统的合理使用要求

##### 4.4.1 设备的经济运行

4.4.1.1 应根据系统负载特性确定泵的调节方式。

4.4.1.2 机组应与系统负载特性相匹配,机组控制设备应能满足运行工况变化的要求。

##### 4.4.2 管网的经济运行

4.4.2.1 管道中介质流速应在经济流速范围内。

4.4.2.2 管网中应减少管接头、弯头、三通、阀门等管件,减少管道附件阻力损失。

4.4.2.3 管道通流截面应避免出现突然扩大或缩小、急转弯的分流变向等情况,弯管曲率半径不宜小于管道直径的 1.25 倍,减少管道局部阻力损失。

4.4.2.4 对于有支管(或分水管)的管网,运行前应调节管网的水力平衡。

4.4.2.5 除调节平衡的阀门外,系统运行时管网上其余阀门不宜用于调节运行参数。

4.4.2.6 在管网系统调试、运行时,应对管网进行巡查,发现泄漏及时处理。一般情况下,管网泄漏率应符合相关行业的泄漏率要求。

4.4.2.7 应定期去除管路内结垢和严重锈蚀。

4.4.2.8 安装在管网的热交换器,二次侧(低温端)进出口温差不低于设计值的 80%。

4.4.2.9 吸入管道应符合以下要求:

- a) 对于有吸入真空的泵,宜采用正压吸入或压入式布置,吸入管及密封装置应防止漏气;
- b) 泵的吸入管道不应有气囊存在,水平吸入管道应在泵的吸入口方向向上倾斜,倾斜度不小于 0.5%;
- c) 大型离心泵、轴流泵和混流泵吸入管道布置与流速的选择,应使吸入介质不产生涡流、汽蚀等

现象；

- d) 吸入管道不宜采用底阀；
- e) 为保证泵的吸上性能，输送常温清水的吸入管道介质流速应小于 2 m/s。

#### 4.4.2.10 排出管道应符合以下要求：

- a) 分管与总管连接，宜采用斜交连接代替直交连接；
- b) 宜采用无附加阻力阀或微阻力阀；
- c) 排出管道应采用经济流速，输送常温清水的流速应为 2 m/s~3 m/s。

### 4.4.3 系统的经济运行

4.4.3.1 应根据用户的流量和扬程需求，采用适用的控制调节系统。

4.4.3.2 对于运行时间长、负荷变化较大及非连续运行工况，宜采用包括变频调速装置在内的调节装置系统，变频调速装置的应用技术条件应符合 GB/T 21056 的规定。

4.4.3.3 当流量变化幅度小于 20%，或年运行时间小于 4 000 h 时，宜采用以下流量调节方法，包括：

- a) 小型离心泵可用节流法；
- b) 混流泵、轴流泵可采用改变叶片安装角度或调节进口的导向叶片调节流量和扬程；
- c) 流量变化幅度小于 10% 时，采用变流恒压法；
- d) 电动机轻载时可采用降压节电技术。

4.4.3.4 输送高(低)温介质的设备和管网应符合保温技术条件相关标准的要求，减少热(冷)能损耗。

4.4.3.5 对于不同压力区域的供水，宜充分利用一次网压头，采用分级供应，尽量减少使用压力平衡阀。

4.4.3.6 可通过能源计量器具、现场监测仪表、企业能源管控中心及其他自动化信息系统采集系统运行数据。可采用仿真模拟计算分析等技术，分析系统经济运行状况，优化运行方案。可运用可编程控制器、直接数字控制器等智能控制技术，确保系统持续经济运行。

## 4.5 泵系统经济运行管理

### 4.5.1 基本要求

4.5.1.1 系统中的电机的运行状况应符合相关经济运行标准的规定。

4.5.1.2 应按照 GB 17167 等相关标准的要求，在有关部位安装电量、压力、流量等仪器仪表。

4.5.1.3 应按照用能单位设备检修规范等文件进行日常维护，以保持泵系统高效运行。

### 4.5.2 监测、检查

4.5.2.1 监测、检查可采用集中在线监测、定期仪表检测、巡视等方式。

4.5.2.2 应定期检查系统主要部件，维护系统的性能水平与经济运行，主要包括：

- a) 定期检查机组设备的振动情况；
- b) 定期检查过滤网和叶轮；
- c) 轴承润滑和更换；
- d) 定期检查管路的泄漏；
- e) 定期检查压力、流量是否下降或滤网是否堵塞等。

4.5.2.3 容量在 100 kW 及以上的泵，宜定期对系统经济性指标进行测试。

### 4.5.3 发现和排除故障要求

4.5.3.1 一旦出现故障，应及时对故障进行原因分析、排除，对故障的处理结果应进行详细记录。

4.5.3.2 系统出现故障时应记录以下内容：

- a) 故障概况(故障发生的时间,故障发生情况和故障现象说明,故障时的工作条件 and 环境条件,故障发现人员姓名);
- b) 故障性质;
- c) 产品性能上的故障特征(故障参数实测值和该参数最低要求值);
- d) 有关故障的分析意见及建议的纠正措施。

#### 4.5.3.3 应对以下故障维修信息进行记录:

- a) 故障核实(使用的仪表和方法,观察结果说明);
- b) 修理说明(采取的措施,修理日期,维修人员姓名);
- c) 被更换的部件说明(部件名称、型号,供货单位,故障原因和分类意见)。



## 5 泵系统经济运行的判别与评价方法

### 5.1 泵系统经济运行计算判别程序

#### 5.1.1 计算步骤

泵系统经济运行相关指标的计算应按以下程序进行:

- a) 按 5.2.1 对使用中的电机、泵等设备运行效率进行计算;
- b) 按 5.2.2、5.2.3 对使用中的机组额定效率、运行效率进行计算;
- c) 按 5.2.4 对系统吨·百米耗电量进行计算。

#### 5.1.2 判别程序

泵系统经济运行的判别应按以下程序进行:

- a) 按 5.3 对设备进行判别;
- b) 按 5.4 对机组进行判别;
- c) 按 5.5 对系统进行判别。

### 5.2 计算

#### 5.2.1 电机、泵等设备运行效率

电机、泵等设备运行效率应按照 GB/T 13468、GB/T 16666 等相关标准的规定计算。

#### 5.2.2 机组额定效率

机组额定效率,按照公式(1)计算:

$$\eta_{Je} = \frac{P_{Ye}}{P_{Je}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$\eta_{Je}$  —— 机组额定效率;

$P_{Ye}$  —— 额定状态下,机组输出的有效功率,单位为千瓦(kW);

$P_{Je}$  —— 额定状态下,电源输入机组的有功功率,单位为千瓦(kW)。

机组额定效率,也可按照公式(2)近似计算:

$$\eta_{Je} \approx \eta_{De} \times \eta_{Ce} \times \eta_{Te} \times \eta_{Fe} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$\eta_{De}$  —— 电动机额定效率, %;

$\eta_{Ce}$  —— 传动机构效率, %;

$\eta_{Te}$ ——调速装置额定效率, %;

$\eta_{Fe}$ ——泵额定效率, %。

注: 式(2)中效率均为制造厂给出。

### 5.2.3 机组运行效率

机组运行效率, 按照公式(3)计算:

$$\eta_j = \frac{\sum_{i=1}^n P_{Yi} \times t_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\eta_j$  ——记录期内机组总的平均运行效率;

$n$  ——记录期内的负荷变化次数;

$P_{Yi}$  ——记录期内机组在第  $i$  种负荷下运行时, 泵输出的有效功率, 单位为千瓦(kW);

$t_i$  ——记录期内机组在第  $i$  种负荷下的运行时间, 单位为时(h);

$W_i$  ——记录期内机组在第  $i$  种负荷下运行时, 电源输入机组的电量, 单位为千瓦时(kWh)。

### 5.2.4 吨·百米耗电量

系统吨·百米耗电量应按照 GB/T 16666 等相关标准的规定计算。

## 5.3 对设备判别与评价

电机、泵等设备达到 GB 18613 等相关能效标准中的 2 级(或节能评价价值)要求, 则认为设备的选型符合经济运行要求; 电机、泵等设备达到 GB 18613 等相关能效标准中的 3 级(或能效限定值)要求, 则认为设备的选型合理; 电机、泵等设备未达到 GB 18613 等相关能效标准中的 3 级(或能效限定值)要求, 则认为设备的选型不经济。

## 5.4 对机组判别与评价

记录期内实测的机组运行效率与机组的额定效率相比, 其比值大于 0.85, 则认定机组运行经济; 其比值在 0.70~0.85 之间, 则认定机组运行合理; 其比值小于 0.70, 则认定机组运行不经济。

## 5.5 对系统判别与评价

5.5.1 系统中所有设备、机组同时达到 5.3、5.4 规定的经济运行要求, 则认定系统运行经济; 系统中所有设备、机组其中有达到 5.3、5.4 规定的运行合理要求, 并没有运行不经济项时, 则认定系统运行合理; 系统中所有设备、机组有一项被判定为运行不经济, 则认定系统运行不经济。

5.5.2 系统输送液体吨·百米耗电量符合 GB/T 16666 中的合格指标要求, 则认为系统运行经济; 不符合 GB/T 16666 中的合格指标要求, 则认为系统运行不经济。

# 6 泵系统经济运行测试方法

## 6.1 测试条件

测试应在以下条件下进行:

- a) 测试前不应应对泵系统做任何改动;
- b) 测试应在典型工况下进行;

- c) 系统应在稳定的电压、温度和压力下进行。

## 6.2 测量仪器仪表要求

6.2.1 测量仪器仪表的测量范围应满足泵系统相关参数测量需求,宜保证通常测量数值处于相关仪表量程的  $1/2 \sim 2/3$  范围内。

6.2.2 测量仪器仪表在所使用量程内的准确度应符合以下要求:

- a) 有功电能表的准确度应不低于 1.5 级;
- b) 有功功率表的准确度应不低于 1.0 级;
- c) 压力表的准确度应不低于 0.5 级;
- d) 流量计的准确度应不低于 1.5 级;
- e) 转速表的准确度应不低于 0.25 级。

6.2.3 测量仪器仪表应在有效期内。

## 6.3 测量方法

6.3.1 测量时应符合以下要求:

- a) 在进行系统测试之前,应收集并核对设备原始技术数据和运行数据;
- b) 记录期内系统宜采用在线测量和记录数据方法;
- c) 主要测点包括进出口、主分配管路、系统部件的进出口等;
- d) 对没有安装在线测量仪器仪表的系统,测量的间隔应反映系统负荷变化规律。

6.3.2 泵系统的测量方法应符合 GB/T 13468、GB/T 16666 的规定。

## 6.4 测试数据处理

验证数据有效性后,应按照 5.2 进行计算,并按照 5.3、5.4 和 5.5 对设备、机组和系统运行状况进行判别与评价。

## 7 泵系统经济运行的节能管理措施

7.1 对未达到经济运行要求的系统,应进行节能诊断,并做出评估报告。报告内容应包括系统及运行概况、检测方法与分析数据、预防及管理措施、提高能效的改进措施等。评估报告应保存两年以上。实施改进措施后,应对改进效果进行检测,提供检测报告。

7.2 应建立健全运行管理、维护、检修等规则制度,可包括:

- a) 按制造厂的安装使用说明书进行维护,发现异常应及时处理;
- b) 定期检修机组设备,及时更换损坏零部件;
- c) 定期检查清理管道。

7.3 应加强管理人员和操作人员的培训。

7.4 应建立设备技术档案、设备运行记录,并归档保存。

7.5 可参考本标准编写泵系统经济运行的操作手册。

7.6 应定期对能耗数据进行分析,对经济运行状况进行评价,对能源浪费现象进行整改。

7.7 可建立泵系统智能化管控系统,实现经济运行。