

ICS 47.020.50
U 47



中华人民共和国国家标准

GB/T 11705—2009
代替 GB/T 11705—1989

船用电动三螺杆泵试验方法

Test method for marine electric three-spindle screw pump

2009-03-09 发布

2009-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

数码防伪

前 言

本标准代替 GB/T 11705—1989《船用电动三螺杆泵试验方法》。

本标准与 GB/T 11705—1989 相比,主要技术内容有如下变化:

- 增加和修改了引用标准;
- 增加了泵的基本参数;
- 简化了术语,增加了术语的英文解释;
- 更改了某些量的符号;
- 将原标准的噪声和振动表述为引用国家标准;
- 删减了环境振动、冲击试验等方面的表述内容;
- 将原标准的试验程序和测量方法按标准 GB/T 1.1—2000 修改成要求、试验方法等;
- 增加了试验记录表和性能曲线表。

本标准的附录 A 和附录 B 为资料性附录。

本标准由中国船舶重工集团公司提出。

本标准由全国船用机械标准化技术委员会甲板机械与机舱辅机分技术委员会归口。

本标准起草单位:中国船舶重工集团公司第七〇四研究所。

本标准主要起草人:聂书彬、李福天、吕伟领、孙卫平。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 11705—1989。

船用电动三螺杆泵试验方法

1 范围

本标准规定了船用电动三螺杆泵(以下简称泵)的试验项目、试验方法、试验结果的计算等。

本标准适用于船舶上输送燃油、滑油和液压油等清洁的润滑性介质(流量 $0.18 \text{ m}^3/\text{h} \sim 720 \text{ m}^3/\text{h}$ 、出口压力 $0.2 \text{ MPa} \sim 25 \text{ MPa}$ 、轴功率 $0.25 \text{ kW} \sim 600 \text{ kW}$ 、净吸上高度 $+0.02 \text{ MPa} \sim -0.06 \text{ MPa}$)的泵的试验。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 265 石油产品运动粘度测定法和动力粘度计算法

GB/T 3214 水泵流量的测定方法

GB/T 3216 回转动力泵 水力性能验收试验 1级和 2级(GB/T 3216—2005,ISO 9906:1999,MOD)

GB/T 16301 船舶机舱辅机振动烈度的测量和评价

JB/T 8098 泵的噪声测量与评价方法

3 术语和定义、符号

下列术语和定义、符号适用于本标准。

3.1 术语和定义

3.1.1

额定工况 rated condition

泵设计所定工况的性能参数。通常包括:额定流量 Q_r 、额定排出压力 p_{dr} 、额定净吸上高度 h_{1r} 、额定转速 n_r 、额定介质黏度 ν_r 和额定介质温度 t_r 等。

3.1.2

实际工况 actual condition

泵实际运行时的性能参数。通常包括:流量 Q 、排出压力 p_d 、净吸上高度 h_1 、转速 n 、介质黏度 ν 和介质温度 t 等。

3.1.3

最大净吸上高度 maximum suction

泵运行时保持全压力、转速、介质黏度和温度不变,当流量下降量为额定流量的 3% 时的净吸上高度即为泵在该工况下的最大净吸上高度。

3.2 符号

本标准的有关量采用表 1 所示的符号和国家法定计量单位和表 2 所示为以字母或数字表示的有关量的符号的下标。

表 1 量的符号和单位

量的名称	符号	单位
流量	Q	L/min、 m^3/h
出口压力	p_d	MPa

表 1 (续)

量的名称	符 号	单 位
进口压力	p_s	MPa
净吸上高度	h_1	m、MPa
转速	n	r/min
功率	P	kW
泵输入功率	P_r	kW
泵输出功率	P_o	kW
黏度	ν	mm ² /s
温度	t	℃
机械效率	η_m	
容积效率	η_v	
总效率	η	
振动烈度	v_{rms}	mm/s
密度	ρ	kg/m ³

表 2 作下标用的字母和数字

下 标	意 义
r	额定工况
l	理论

4 试验方法

4.1 一般要求

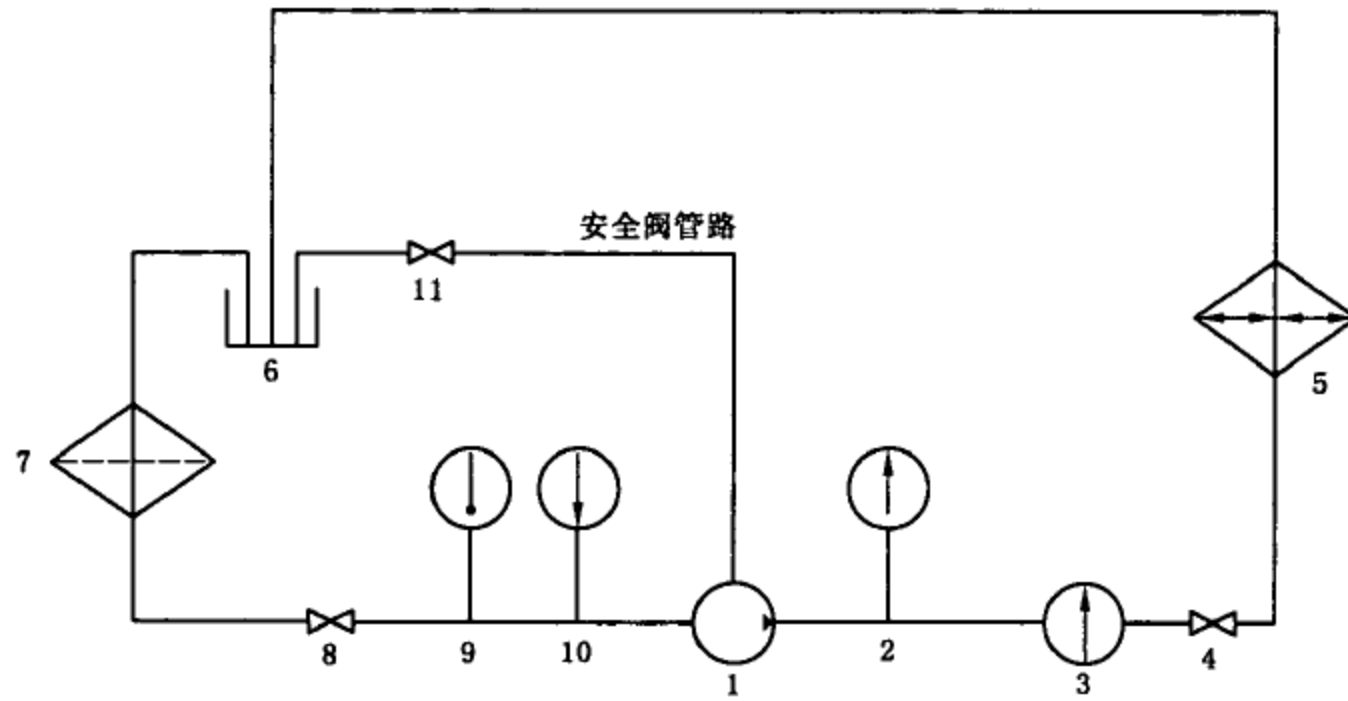
4.1.1 试验介质

试验介质应符合如下要求：

- 无腐蚀、不含固体颗粒和具有润滑性的清洁液体(如柴油、燃油、滑油、液压油、机械油等)；
- 建议试验介质黏度在 2 mm²/s~1 000 mm²/s 范围内,试验和换算时以 75 mm²/s 为规定值；
- 黏度允许偏差范围应由供需双方协商决定,当试验介质黏度与规定黏度不同时,应按 5.1 将试验测得的试验数据换算成规定黏度下的性能参数值。

4.1.2 试验系统

4.1.2.1 试验系统原理图如图 1 所示,泵的进、出口管路上应有平直管段,进口平直管长不小于进口直径的 12 倍长度,出口平直管长不小于出口直径的 5 倍长度。图 1 所示安全阀为外泄流式,如果泵安全阀为内泄流式,则无“11——阀门”及该段管路。



- 1——泵；
- 2——压力表；
- 3——流量计；
- 4——阀门；
- 5——油温调节装置；
- 6——油箱；
- 7——过滤器；
- 8——阀门；
- 9——温度计；
- 10——真空压力表；
- 11——阀门。

图 1 试验系统原理图

- 4.1.2.2 试验系统中泵进口前应安装过滤器,过滤器过流面积应为泵进口过流断面面积的 4 倍~20 倍,过滤精度为通过过滤器颗粒的最大直径不大于 0.1 mm。
- 4.1.2.3 介质由泵流回油箱处和油箱的泵吸入口之间应装有钻有很多孔的隔板,数量应不少于 2 块。
- 4.1.2.4 泵进出口管路段的各连接处和阀门均应保证密封,防止空气渗入或液体泄漏。
- 4.1.2.5 测量振动和噪声时,泵机组下的基础应超过其重量的 4 倍。

4.2 测试误差及精度

- 4.2.1 测试量的容许波动幅度应符合 GB/T 3216 中的相关条款要求。
- 4.2.2 同一量重复测量结果之间的变化限度应符合 GB/T 3216 中的相关条款要求。
- 4.2.3 性能试验测试精度对计量仪器、仪表的容许系统误差的要求应符合表 3 规定。计量仪器、仪表应附有合格印封或出厂合格证,并按其规定期限进行检查和校正后获得检验合格证。

表 3 容许系统误差

测量参数	容许系统误差/%
流量	±2.5
压力	
泵输入功率	
电动机输入功率	±2.0
转速	±1.0
温度	±2.0

- 4.2.4 试验应待工况稳定后,读出或记录所有测量仪表的值。每个测试量的测量次数应不少于 3 次,

取其平均值。

4.3 试验项目与测量方法

4.3.1 型式试验与出厂试验项目

4.3.1.1 型式试验项目应包括试运转、额定工况性能、全性能、净吸上高度、噪声、振动、固定倾斜、安全阀和连续试验等。

4.3.1.2 出厂试验项目应包括试运转、额定工况性能、安全阀试验等项目。出厂试验项目的增、减可按合同中规定执行。

4.3.2 试运转试验

4.3.2.1 试运转试验是对泵装配质量、制造质量的检验,主要观察泵运行时的声响、噪声、振动、润滑、温度和泄漏等。

4.3.2.2 在向泵内灌满介质后,并将试验装置的进、出口阀全部打开,安全阀调到关闭状态。泵空载运转1 h后,然后按额定出口压力的1/4逐次升压,每次升压后运转时间不少于10 min,调节到额定工况运行时,轴承温度应保持稳定。试运转试验的总运行时间不得少于2 h。试验结束后检查泵机械密封的平均泄漏量和轴承温升。

4.3.2.3 试运转试验后,如将泵拆卸或转移到另一试验装置时,试运转试验应重新进行。

4.3.3 额定工况性能试验

试运转试验合格后,测量泵在额定转速 n_r 、额定净吸上高度 h_{1r} 和额定排出压力 p_{dr} 下的流量 Q 和泵输入功率值 P_r ,并记录测试的介质温度。

4.3.4 全性能试验

4.3.4.1 试运转试验合格后,测量泵运行在额定转速 n_r 、额定净吸上高度 h_{1r} 时的流量 Q 、泵输入功率 P_r 与出口压力 p_d 的关系。

4.3.4.2 试验工况点的范围应从出口阀全开到额定出口压力为止,工况点应不少于8个点,每个工况点应同时记录进口压力、出口压力、流量、转速、泵输入功率、介质温度等。

4.3.4.3 参照附录A.1测定的值和附录B格式绘制 p - Q 、 p - P_r 、 p - η_v 特性曲线,其中全压力 $p=p_d+h_1$ 。

4.3.5 净吸上高度试验

4.3.5.1 泵运行在额定转速 n_r 、额定出口压力 p_{dr} 下测量流量 Q 与净吸上高度 h_1 的关系。

4.3.5.2 试验工况点应开始于进口阀全开,逐渐关小阀门开度测试进口真空度,直至流量下降量为额定流量的3%为止。试验工况点应不少于8点,在流量低于额定工况流量的工况区,试验工况点的间隔应适当减小。

4.3.5.3 参照附录A.2测定的值和附录B格式,绘制 h_1 - Q 特性曲线。

4.3.6 安全阀试验

在泵额定工况下,逐渐关闭出口阀,测试安全阀全回流压力,试验应不少于3次。当出口压力回复到额定压力时,测量泵的流量。试验合格后应加以铅封。

4.3.7 噪声试验

泵的噪声试验方法按JB/T 8098进行,一般只测量A计权声压级。

4.3.8 振动试验

泵的振动试验方法按GB/T 16301进行。

4.3.9 固定倾斜试验

4.3.9.1 固定倾斜试验是考核泵在固定倾斜状态下运转时结构、性能和连续运行的可靠性。可代替考核泵在摇摆、倾斜状态下的运行可靠性。

4.3.9.2 试验台上泵的布置应符合如下规定:

- a) 卧式泵:一般情况下泵的轴线保持水平,分安装底脚与水平面成 22.5° 或泵轴线与水平面成 22.5° 两种;

b) 立式泵:泵的轴线与水平面成 67.5° 。

4.3.9.3 试验应在额定工况下进行,连续运行 30 min 后,测量泵的流量。试验后泵应能正常运行,零件应不损坏。

4.3.10 连续运转试验

4.3.10.1 连续运转试验在额定工况下进行,试验时观察泵运行情况,并每间隔 4 h 测量和记录流量、出口压力、净吸上高度、转速和介质的温度值。泵工作 200 h 内不允许故障停车,并不应更换任何零件。

4.3.10.2 试验后应进行拆检,测量运动副部件的磨损量。

4.3.11 流量测量

按 GB/T 3214 规定的容积法和重量法测定流量及流量测量不确定度。

4.3.12 压力测量

4.3.12.1 型式检验和抽样检验时测试仪表精度应不低于 1 级,出厂试验时应使用精度不低于 1.5 级的仪表。

4.3.12.2 泵的压力系指换算到泵基准面上的进、出口压力。基准面规定如下:

- a) 卧式泵的基准面是主动螺杆轴线的水平面;
- b) 立式泵的基准面是螺杆 1/2 螺旋长度处的水平面。

4.3.12.3 泵的全压力按公式(1)计算,用相对于泵基准面的出口压力 p_d 和进口压力 p_s 之差来表示:

$$p = p_d + h_1 = p_d - p_s = G_d - G_s + 9.8 \times 10^{-6} \rho(Z_d - Z_s) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- G_d ——出口处仪表测得的压力值,单位为兆帕(MPa);
- G_s ——进口处仪表测得的压力值(真空表值为负),单位为兆帕(MPa);
- Z_d ——出口压力取压孔或仪表中心至泵基准面的垂直距离的数值,单位为米(m);
- Z_s ——进口压力取压孔或仪表中心至泵基准面的垂直距离的数值,单位为米(m)。

当 $9.8 \times 10^{-6} \rho(Z_d - Z_s)$ 小于全压力的 1/100 时,可忽略不计。

4.3.12.4 取压孔应符合 GB/T 3216 中的相关条款要求。

4.3.12.5 泵的压力和真空度的计量,一般采用弹簧压力表和真空压力表,测定压力值应选择为仪表量程的 1/3~2/3,仪表前应装有三通旋塞阀或脉动阻尼装置。测量压力大于大气压时,应排尽仪表与测压孔之间接管内的空气,并充满液体。

4.3.13 功率测量

4.3.13.1 泵的输入功率指电动机输入到泵轴的功率,当有减速器时应为减速器输出轴传递的功率,其值应通过泵的转速和转矩得出,或由已知效率的电动机输入功率来确定或用传感器测量等方法。

4.3.13.2 功率测量应符合 GB/T 3216 中的相关条款要求。

4.3.14 转速测量

4.3.14.1 转速测量应符合 GB/T 3216 中的相关条款要求。

4.3.14.2 若试验转速不符合额定转速,应按 5.1 的计算公式将试验测得的性能数值换算成额定转速下的值。

4.3.15 温度测量

4.3.15.1 试验介质的温度、泵零部件的温度及环境温度的测量,均应选用误差 $\pm 1^\circ\text{C}$ 以内的温度测量仪器,若选用温度计时,刻度不大于 1°C 。

4.3.15.2 试验介质的温度应在泵进口前不小于 4 倍管径处测取,温度计或温度传感器的测量部分应直接进入介质或放置薄壁金属圆筒内,介质从筒外流过,筒内用矿物油充满;温度计在测量介质温度时应与管路内介质成 45° 逆流内装。环境温度应在离开泵 1 m~2 m、无辐射和偶尔流动的冷热风处测量。

4.3.16 黏度测试

应根据 GB/T 265 规定或提供试验介质的黏度温度变化曲线。试验介质的黏度应定期或加注新油时进行测定。

5 试验结果的计算

5.1 性能换算

5.1.1 流量:当实测转速 n 和实测介质黏度 ν 与额定值不符时,额定转速和额定介质黏度下的流量按公式(2)计算:

$$Q_r = \left[Q + \left(\frac{\nu_r - \nu}{\nu_r} \right) (Q_1 - Q) \right] \frac{n_r}{n} \quad \dots\dots\dots(2)$$

5.1.2 泵输入功率:当实测转速 n 和实测介质黏度 ν 与额定值不符时,额定转速和额定介质黏度下的泵输入功率按公式(3)计算:

$$P_r = \left[P + \left(\frac{\nu_r - \nu}{\nu_r} \right) (P_1 - P) \right] \frac{n_r}{n} \quad \dots\dots\dots(3)$$

5.2 效率计算

5.2.1 容积效率 η_v 按公式(4)计算:

$$\eta_v = \frac{Q}{Q_1} \times 100 \quad \dots\dots\dots(4)$$

5.2.2 机械效率 η_m 按公式(5)计算:

$$\eta_m = \frac{P_1}{P_r} \times 100 \quad \dots\dots\dots(5)$$

5.2.3 总效率 η 按公式(6)计算:

$$\eta = \eta_v \times \eta_m \times 100 \quad \dots\dots\dots(6)$$

附 录 A
(资料性附录)
全性能试验记录表

A.1 全性能试验的记录表按表 A.1。

表 A.1 全性能试验记录表

项 目		单 位	测 试 点 序 号										
			1	2	3	4	5	6	7	8			
实测转速		r/min											
黏度	实测油温	℃											
	查黏温曲线值	mm ² /s											
出口压力 p_d		MPa											
进口压力 p_0		MPa											
实测流量	测试值	s/100 L											
		m ³ /h											
实测泵输入功率	测试值	kW											
安全阀全回流压力		MPa											
换算到额定转速和额定黏度下的流量、输入功率													
压力 p		MPa											
换算流量 Q		m ³ /h											
换算输入功率 P_i		kW											
容积效率 η_v		%											
泵总效率 η		%											
责任者	试验负责人		检验员		检验单位								
签 字													

A.2 净吸上高度试验的记录表按表 A.2。

表 A.2 净吸上高度试验记录表

项 目		单位	测试点序号										
			1	2	3	4	5	6	7	8			
实测转速		r/min											
黏度	实测油温	℃											
	查黏温曲线值	mm ² /s											
净吸上高度 p_s		MPa											
出口压力 p_d		MPa											
实测流量	测试值	s/100 L											
		m ³ /h											
实测泵输入功率	测试值	kW											
换算到额定转速和额定黏度下的流量、输入功率													
净吸上高度 p_s		MPa											
出口压力 p_d		MPa											
换算流量 Q		m ³ /h											
换算输入功率 P_r		kW											
责任者	试验负责人		检验员		检验单位								
签 字													

附录 B
(资料性附录)
性能曲线

B.1 性能曲线绘制见图 B.1。

产品型号
转速/(r/min)

泵编号
黏度/(mm²/s)

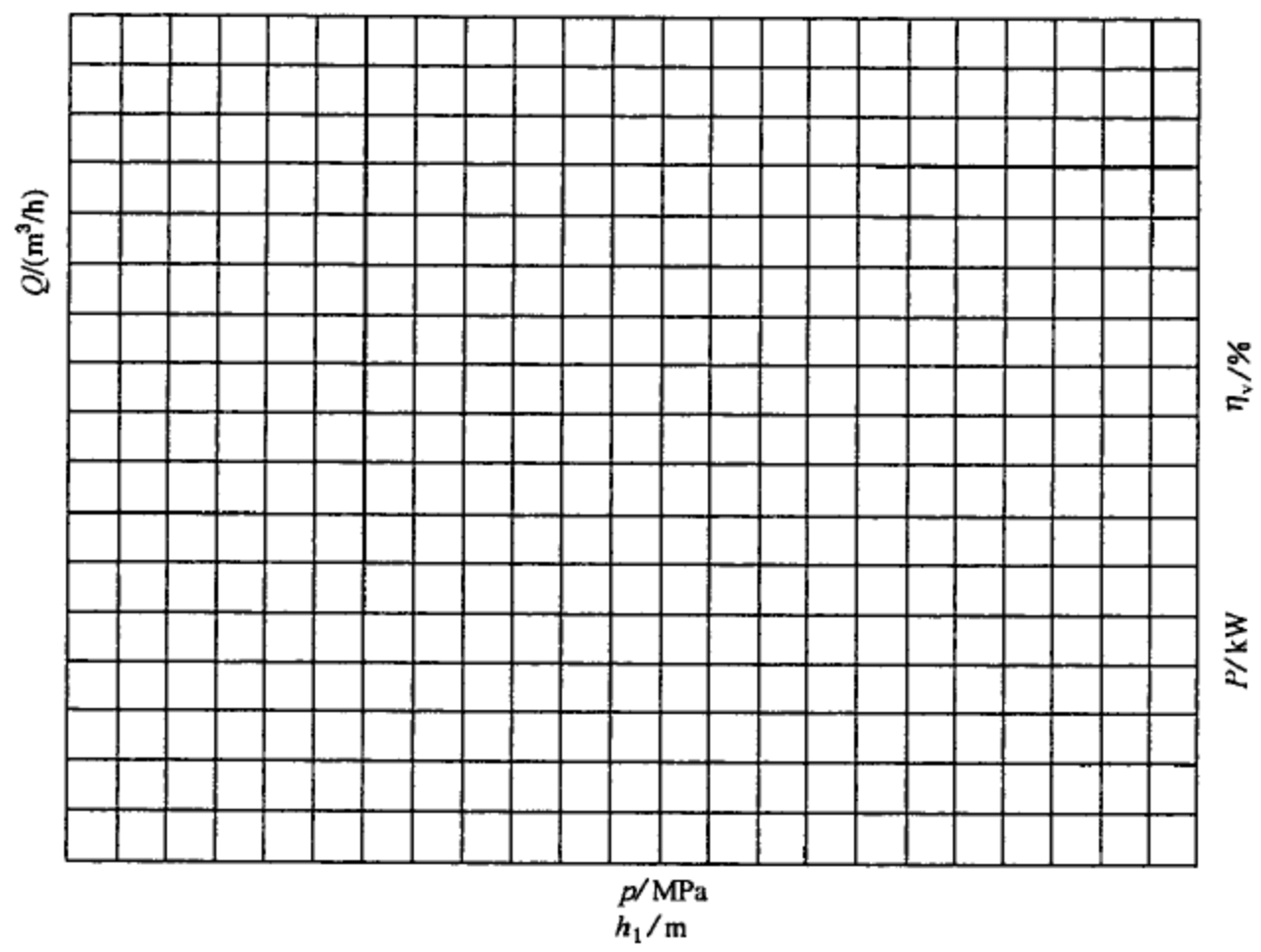


图 B.1