



中华人民共和国国家标准

GB/T 7936—2012
代替 GB/T 7936—1987

液压泵和马达 空载排量测定方法

Hydraulic fluid power—positive displacement pumps and motors—
Determination of derived capacity

(ISO 8426:2008, MOD)

2012-12-31 发布

2013-10-01 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

本标准依据 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 7936—1987《液压泵、马达空载排量 测定方法》。

本标准与 GB/T 7936—1987 相比有以下技术变化：

- 修改了空载排量的定义；
- 重新规定了“符号和单位”；
- 重新规定了稳态条件；
- 重新规定了试验介质的温度；
- 由在不同转速下测量流量改为在不同压力下测量流量；
- 重新规定了空载排量的计算方法和公式。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 8426:2008《液压传动 容积式泵和马达 空载排量的测定》。

本标准与 ISO 8426:2008 的技术性差异及其原因如下：

- 关于规范性引用文件，本标准做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件。调整情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中，具体调整如下：
- 用等同采用国际标准的 GB/T 786.1 代替了 ISO 1219-1(见第 4 章)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 17446 代替了 ISO 5598(见第 3 章)；
- 用等效采用国际标准的 GB/T 3141 代替了 ISO 3448(见 8.1)；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 17491 代替了 ISO 4409(见 7.1.3、8.2.1)；
- 用等同采用国际标准的 GB/T 7631.2 代替了 ISO 6743-4(见 8.1)。

- 表 2 和表 A.1 中第 5 行修改为：

压力[表压 $p \geq 0.15$ MPa (1.5 bar)]/%	± 0.5	± 1.5	± 2.5
--------------------------------------	-----------	-----------	-----------

使取值更合理并与相关标准一致。

本标准做了下列编辑性修改：

- 标准名称改为《液压泵和马达 空载排量测定方法》；
- 空载排量的定义增加“的出(进)口与进(出)口的压差为零时”修饰语；
- 在图 3 中增加“注 2”；
- 在 7.1.3 中增加“注 2”；
- 在式(B.1)中将“ q_i ”改为“ q_0 ”；
- 在式(B.2)中增加“ q_i ——第 i 次在 Δp_i 时测得的流量,用 L/min 表示;”；
- 空载排量的单位由“L/r”改为“mL/r”。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国液压气动标准化技术委员会(SAC/TC 3)归口。

本标准负责起草单位：江苏省机械研究设计院有限责任公司。

本标准参加起草单位：宁波广天赛克思液压有限公司、海特克液压有限公司、贵州力源液压股份有限公司、北京华德液压工业集团有限责任公司、济南液压泵有限责任公司、中船重工重庆液压机电有限公司。

本标准主要起草人：杨永军、梁勇、马立君、罗德刚、张伟文、康青、徐福刚、叶继英、吕树平、赵铁军、宋云鹏、陈文胜。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 7936—1987。

引 言

在液压传动系统中,功率的传递与控制是通过密闭回路中的受压液体来实现的。

容积式泵和马达是用于液压传动系统的两种元件。空载排量是容积式泵和马达的基本性能参数之一,即轴每转排出的液体体积。

本标准的目的在于统一容积式泵和马达空载排量的测定方法,以便于不同的泵或马达的性能能够比较。

液压泵和马达 空载排量测定方法

1 范围

本标准规定了在稳态工况和规定的连续转速下容积式液压泵和马达空载排量的测定方法。

被试元件作为泵进行试验时,在轴端输入机械能,油口输出液压能;而被试元件作为马达进行试验时,从油口输入液压能,轴端输出机械能。

注:测量准确度分为 A、B、C 三个等级,见附录 A。

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 786.1 流体传动系统及元件图形符号和回路图 第 1 部分:用于常规用途和数据处理的图形符号(GB/T 786.1—2009,ISO 1219-1:2006, IDT)

GB/T 3141 工业液体润滑剂 ISO 黏度分类(GB/T 3141—1994,eqv ISO 3448:1992)

GB/T 7631.2 润滑剂、工业用油和相关产品(L 类)的分类 第 2 部分:H 组(液压系统)(GB/T 7631.2—2003,ISO 6743-4:1999, IDT)

GB/T 17446 流体传动系统及元件 词汇(GB/T 17446—2012,ISO 5598:2008, IDT)

GB/T 17491 液压泵、马达和整体传动装置 稳态性能的试验及表达方法(GB/T 17491—2011,ISO 4409:2007,MOD)

3 术语和定义

GB/T 17446 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

旋转方向 direction of rotation

从轴端观察轴旋转的方向。

注:当存在疑问的情形下,宜用简图表明。

3.2

体积流量 volume flow rate

单位时间内流经流道横截面的液体体积。

3.3

空载排量 derived capacity

泵或马达的出(进)口与进(出)口的压差为零时每转排出的液体体积。该值由泵或马达在规定的试验条件下,用在不同的出口压力(泵)或进口压力(马达)下的测量数据计算得出。

4 符号和单位

本标准使用的量的符号和单位如表 1 所示。

本标准使用的图形符号符合 GB/T 786.1 的规定。

表 1 符号和单位

符号	名称	单位	量纲 ^a
d	管道内径	m	L
n^b	转速	r/min	T ⁻¹
p^b	压力	MPa(bar) ^c	ML ⁻¹ t ⁻²
qv^b	体积流量	L/min ^d	L ³ T ⁻¹
Qv, e^b	有效流量	L/min	L ³ T ⁻¹
V_i^b	空载排量	mL/r	L ³
θ^b	温度	°C	θ
ν	运动黏度	m ² /s	L ² T ⁻¹
ρ	质量密度	kg/m ³	ML ⁻³
^a M=质量; L =长度; T =时间; θ=温度。 ^b 所用的字母符号与 GB/T 17485 一致。 ^c 1 bar=10⁵ Pa=0.1 MPa; 1 Pa=1 N/m²。 ^d 1 L=1 dm³。			

5 试验装置

5.1 概述

5.1.1 试验前条件

在进行试验前,元件应按制造商的建议进行试运转。

5.1.2 试验装置

试验装置的设计应防止空气混入。在试验之前,应采取措施从系统中排除所有游离空气。

应按照制造商的使用说明在试验回路(见 5.2)中安装和运行被试元件。被试元件的进油口连接管应为直硬管,其管径应均匀并与被试元件的进油口尺寸一致。

5.1.3 试验介质的污染度

试验介质的污染度应符合被试元件制造商的要求。试验回路中应安装足够数量和适当型式的过滤器,以控制试验介质的污染度。在试验报告中,应说明用于试验回路中过滤器的详细情况。

5.2 试验回路

5.2.1 概述

图 1、图 2 和图 3 给出了 3 种基本试验回路,这些回路不包含任何必要的安全装置。试验负责人应对人员和设备的安全保护给予应有的重视。

5.2.2 液压泵试验回路

应采用图 1 所示的开式试验回路或图 2 所示的闭式试验回路。

如果要求泵的进油为压力供油,应在泵的进油管路中安装一个压力控制阀,其安装位置距离压力测量点不小于 10 d 。

如果需要增加被试泵的进口压力,可采用下列方法:

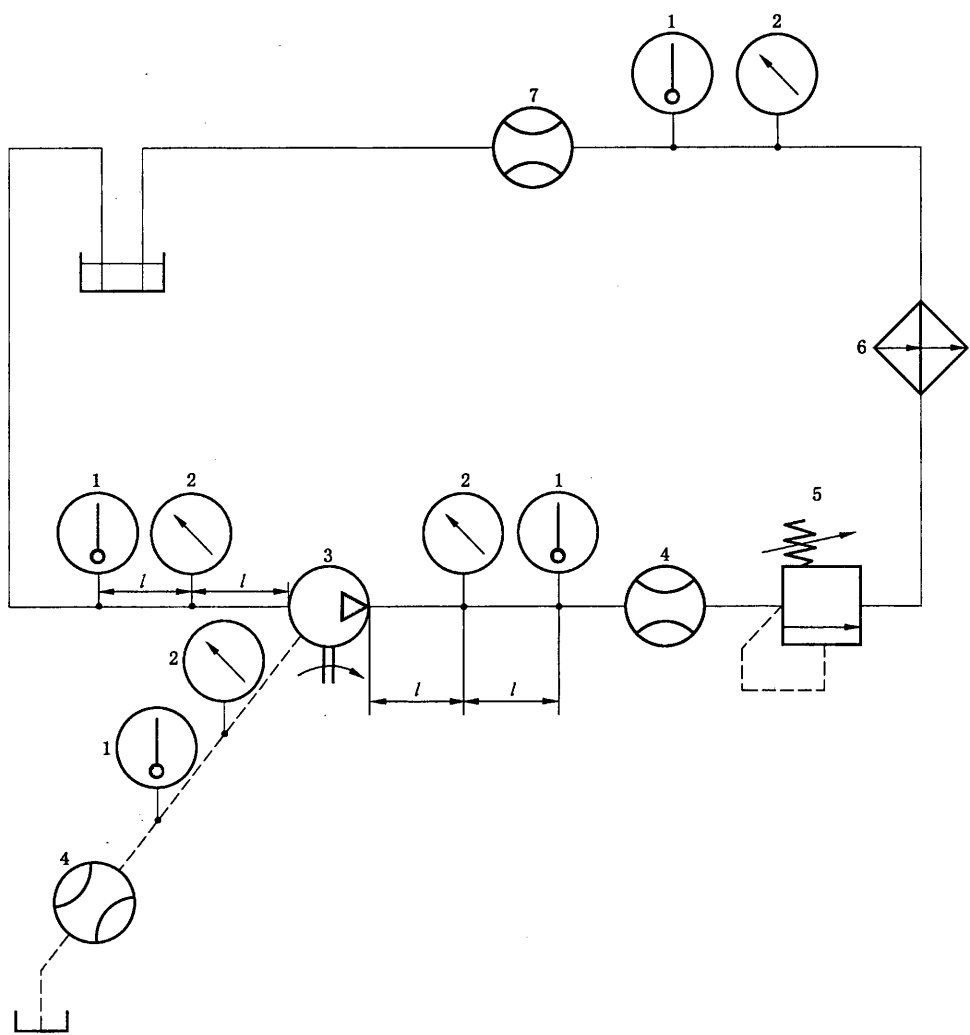
a) 使用供油泵和压力控制阀使被试泵的进口压力保持要求值。

注: 如果采用闭式回路(见图 2),除非因冷却需要而要求较大的流量,补油泵只须提供略超过系统总回路损失的流量。

b) 如果采用不同于供油泵的其他方式(如充气油箱或加压油箱),则应采用适当措施尽量减少混入或溶入试验回路的空气所造成的影响。

5.2.3 液压马达试验回路

应采用图 3 所示的带可控液压源的试验回路。



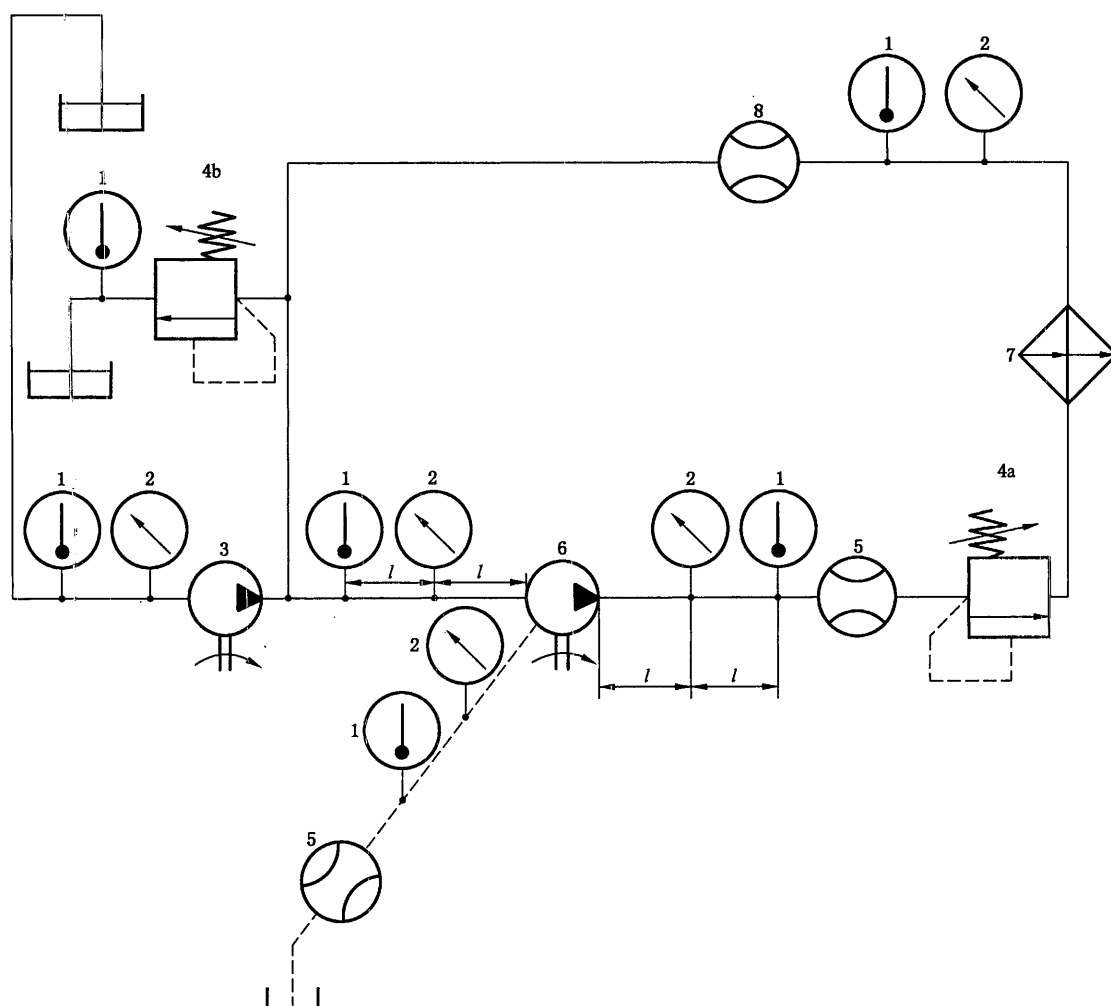
说明:

- | | |
|------------|-------------------|
| 1——温度测量仪; | 5——压力控制阀; |
| 2——压力测量仪; | 6——温度调节器; |
| 3——被试元件; | 7——累积式流量仪(可选择位置)。 |
| 4——累积式流量仪; | |

注 1: 压力和温度测量点的位置见 6.6。

注 2: 试验回路中虚线部分仅用于被试元件带壳体泄漏油口的情况。

图 1 泵的开式试验回路



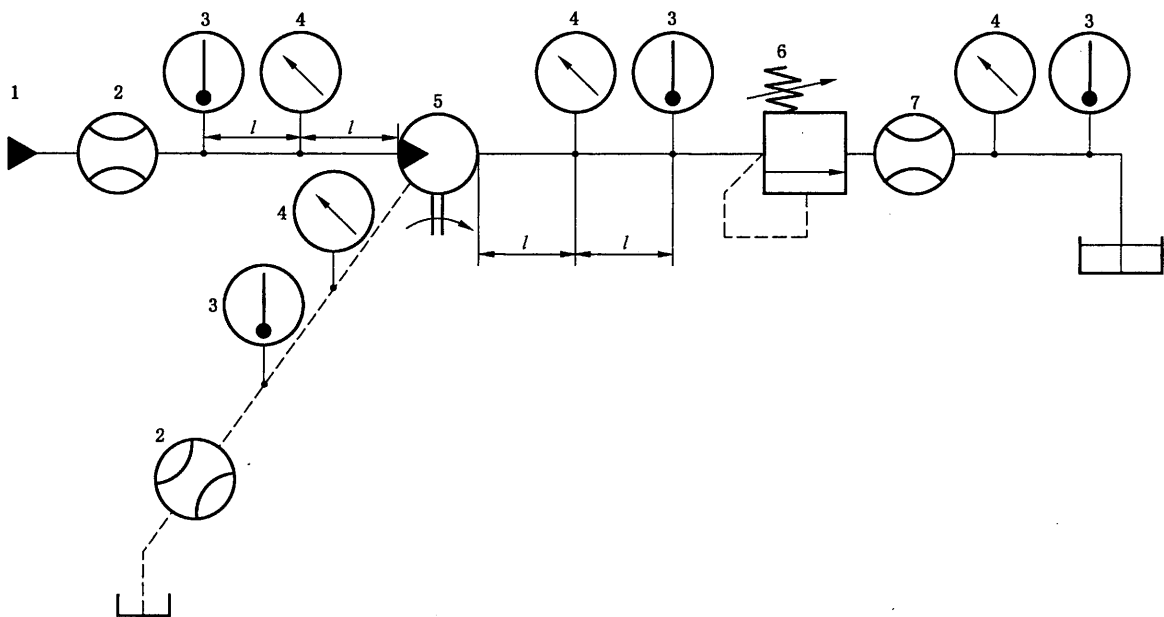
说明：

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1——温度测量仪； | 5——累积式流量仪； |
| 2——压力测量仪； | 6——被试元件； |
| 3——供油泵； | 7——温度调节器； |
| 4——压力控制阀(4a 和 4b)； | 8——累积式流量仪(可选择位置)。 |

注 1: 压力和温度测量点的位置见 6.6。

注2: 试验回路中虚线部分仅用于被试元件带壳体泄漏油口的情况。

图 2 泵的闭式试验回路



- 说明：
- | | |
|------------|-------------------|
| 1——可控液压源； | 5——被试元件； |
| 2——累积式流量仪； | 6——压力控制阀； |
| 3——温度测量仪； | 7——累积式流量仪(可选择位置)。 |
| 4——压力测量仪； | |

注 1：压力和温度测量点的位置见 6.6。
注 2：试验回路中虚线部分仅用于被试元件带壳体泄漏油口的情况。

图 3 马达的试验回路

6 试验条件

6.1 试验介质

进行试验时应使用元件制造商认可的试验介质，并应在试验报告中说明。
应记录试验期间在受控温度下试验介质的运动黏度 ν 和质量密度 ρ 。

表 2 在规定的试验条件下受控参数值的允许变化范围

受控参数	各测量准确度等级受控参数值的允许变化范围		
	A	B	C
转速/%	± 0.5	± 1	± 2
流量/%	± 0.5	± 1.5	± 2.5
压力[表压 $p < 0.15$ (1.5)]/MPa (bar)	± 0.001(±0.01)	± 0.003(± 0.03)	± 0.005(±0.05)
压力[表压 $p \geq 0.15$ MPa (1.5 bar)]/%	± 0.5	± 1.5	± 2.5
试验介质温度/℃	± 0.5	± 1	± 2
环境温度/℃	± 2.5	± 2.5	± 2.5

注：测量准确度等级见附录 A。

对每种试验条件,至少应记录下列参数:

- a) 被试元件进口油温;
- b) 被试元件出口油温;
- c) 流量测量点的油温;
- d) 试验区域环境温度。

6.2 试验温度

应在被试元件制造商所推荐的油液温度范围内进行试验。试验介质的温度与环境温度应保持在表 2 中规定的允许变化范围内。

6.3 壳体压力

如果壳体压力(即被试元件壳体内部的液体压力)影响其性能,试验期间壳体的油液压力应控制在元件制造商推荐的压力范围内,试验报告中应记录壳体的油液压力值。

6.4 稳态条件

每组测量值应只有当受控参数值在表 2 规定的允许变化范围内时,才可读取。

6.5 体积流量

应在紧靠被试泵的出油口处或被试马达的进油口处测量其体积流量($qv_{2,e,p}$ 或 $qv_{1,e,m}$),视具体情况而定,并记录试验介质相应的温度和压力。

6.6 压力和温度的测量点位置

压力测量点应在紧邻被试元件的管路上,距被试元件油口端面的距离应为 $(2\sim 4)d$ 。

温度测量点应在紧邻压力测量点的管路上,距压力测量点的距离应为 $(2\sim 4)d$,并离被试元件更远。

在考虑了管路压力损失的影响时,可将管路上压力测量点的位置移至更远处。

7 试验程序

7.1 总则

7.1.1 当被试元件为容积式液压马达时,应按照马达的试验程序进行试验;当被试元件为容积式液压泵时,应按照泵的试验程序进行试验。对于一个给定元件,其空载排量按两种试验程序进行试验将得到不同的试验结果。

7.1.2 选择的被测参量测量值的读取次数及其在测量范围内的分布,应能反映被试元件在整个工作范围内的性能。

7.1.3 如果不是在油口端面处(泵的出口或马达的进口)测量流量,而是在可选择位置测量流量,应记录相应位置上试验介质的温度和压力,并对流量的测量值进行修正以反映出在被试油口端面的流量。修正要符合 GB/T 17491 的规定。

注 1: 流量修正是必要的,这样才能消除被试油口端面处与可选择位置处因温度和压力不同对流量测量值产生的影响。

注 2: 在可选择位置测量流量时,累积式流量仪前面的压力控制阀如果是外泄式,还要消除外泄流量对流量测量值产生的影响。

7.2 容积式液压泵

- 7.2.1 在每次的试验期间,输入轴转速与出口油温测量准确度应保持在表 2 中规定的范围内。
- 7.2.2 如果测试的是变量泵,测试时应调定在最大排量和要求的其他排量(如最大排量的 75%、50% 和 25%)下进行。
- 7.2.3 如果测试的是双向泵,应对图 1 和图 2 所示的试验回路做适当修改,因为图 1 和图 2 所示的试验回路仅适用于单向泵的试验。
- 7.2.4 按表 3 中规定的增量,测量出口的压力 p_2 和流量 qv 。

表 3 液压泵和马达压力测试

测量准确度等级	测量压力的数量	整个连续的额定压力范围内
A	10 个或更多	等量增加(至被试元件额定压力的 100%)
B	5 个或更多	等量增加(至被试元件额定压力的 100%)
C	3 个或更多	在被试元件额定压力的 20%、50% 和 100% 下

- 7.2.5 依据每一组输入轴转速、进口油温和排量试验条件下的测量结果,利用附录 B 规定的方法计算空载排量 V_i 。
- 7.3 容积式液压马达
- 7.3.1 在每次试验期间,输出轴的转速与进口油温应保持在表 2 中规定的范围内。
- 7.3.2 如果试验的是变量马达,试验时应调定在最大排量和要求的其他排量(如最大排量的 75%、50% 和 25%)下进行。
- 7.3.3 如果试验的是双向马达,应对图 3 所示的试验回路做适当修改,因为图 3 所示的试验回路仅适用于单向马达的试验。
- 7.3.4 按表 3 中规定的增量,测量进口的压力 p_1 和流量 $qv_{i,e}$ 。
- 7.3.5 如果选择马达的出口作为流量测量点,并且被试马达有外泄漏返回油箱,那么根据马达出口流量和壳体泄漏量之和得到的马达进口流量值应根据压力和温度按 7.1 的规定对其进行修正。
- 7.3.6 依据每一组输出轴转速、进口油温和排量试验条件下的测量结果,利用附录 B 规定的方法计算空载排量 V_i 。

8 试验报告

8.1 总则

- 撰写试验报告时应至少包含下列内容:
- a) 试验的时间和地点;
 - b) 试验员和/或试验责任工程师的姓名;
 - c) 被试元件的描述,包括型号和系列号(如果有);
 - d) 测量准确度等级(见附录 A);
 - e) 试验区域的环境温度(见 6.2);
 - f) 试验回路过滤器的详细情况(见 5.1.3);
 - g) 试验回路的说明,包括流量计的位置(见 5.2);

- h) 试验介质的详细资料(即符合 GB/T 7631.2 的类别,符合 GB/T 3141 的黏度,质量密度)(见 6.1);
- i) 试验温度(见 6.2);
- j) 壳体內的油液压力,如果需要(见 6.3)。

8.2 试验结果表达

8.2.1 容积式泵或马达的空载排量构成了依据 GB/T 17491 确定被试元件的容积效率和机械效率的基础。因此,空载排量是一个很重要的参数值,应采用经济上可行的最准确的方法来测定。由于空载排量的重要性,试验数据应以数字形式表示并经过计算确定最终值。只有当表示每转的排出量的绘图比例足够大,可以满足准确度的要求时,方可考虑以图表形式表示。

8.2.2 至少应提交下列信息:

- a) 进口压力;
- b) 出口压力;
- c) 转速;
- d) 流量:泵的出口流量或马达的进口流量;
- e) 流量测量的时间间隔;
- f) 试验介质的温度。

8.2.3 由试验数据至少应确定和提交下列结果:

- a) 通过被试元件的压差,以 MPa(或 bar)表示;
- b) 流量,用 L/min 表示;
- c) 实际的轴转速,用 r/min 表示;
- d) 试验介质的运动黏度,用 mm^2/s 表示;
- e) 试验介质的质量密度,用 kg/m^3 表示;
- f) 计算出的空载排量(每转液体的排出量),用 mL/r 表示。

9 标注说明(引用本标准时)

当选择遵守本标准时,建议制造商在试验报告、产品目录和销售文件中使用以下说明:“空载排量的测定符合 GB/T 7936—2012《液压泵和马达 空载排量测定方法》”。

附录 A
(规范性附录)
测量准确度等级

A.1 测量准确度等级

根据所需准确度要求,试验应按照有关各方的商定以 A、B、C 三种测量准确度等级之一来进行。

注 1: A 级和 B 级适用于要求非常准确地测定性能的特殊场合。

注 2: 注意 A 级和 B 级试验要求非常准确的仪器和方法,因此会增加这类试验的费用。

A.2 误差

所使用的任何测量仪器和方法,应通过校准或与国际基准比对证明其具有不超过表 A.1 所给系统误差的测量能力。

表 A.1 测量仪器的允许系统误差

参数	每级测量准确度等级的允许系统误差		
	A	B	C
转速/%	±0.5	±1	±2
流量/%	±0.5	±1.5	±2.5
压力[表压 $p < 0.15(1.5)$]/MPa (bar)	± 0.001(± 0.01)	± 0.003 (± 0.03)	± 0.005 (± 0.05)
压力[表压 $p \geq 0.15$ MPa (1.5 bar)]/%	± 0.5	± 1.5	± 2.5
试验介质温度/℃	±0.5	±1	±2

注 1: 表 A.1 中所给出的百分数范围适用于测量值,而不适用于试验的最大值或仪器的最大读数。

注 2: 由于仪器固有的和结构的限制,以及标定的条件限制,仪器指示的平均读数值与被测量值绝对真实的平均值存有差别,这类不确定的变化量称为系统误差。

附录 B

(规范性附录)

用零压力截取法进行空载排量的计算

B.1 总则

在整个压力范围内排量名义上是恒定的,应记录流量。如果空载排量的初始计算结果与制造商规定的整个连续额定压力范围内的名义空载排量不符时,宜重新测试,测试时应增加泵的进口压力或增加马达的出口压力。

应确认空载排量的偏差不是由于试验介质温度控制误差、测量误差或任何参数控制误差所致。应在适当条件下重新评价可疑值,以确定此数据是否在误差内或是在规定的试验条件下确实存在于预期性能中的异常。如果试验导致可疑值,应在适当条件下重新进行试验。

B.2 空载排量 V_i 的计算方法

在若干泵出口或马达进口的压力 p 下,通过测量泵出口或马达进口的流量 q 确定液压泵或液压马达的空载排量(见图 B.1)。

首先消除明显的随机误差,然后用最小二乘法建立在规定的压力范围内 q 和 p 之间的最佳线性关系。用零压力截取 q 相对于 Δp 的特性曲线,即可确定空载排量 V_i ,因为整个压力范围内空载排量名义上是恒定的(见图 B.1)。

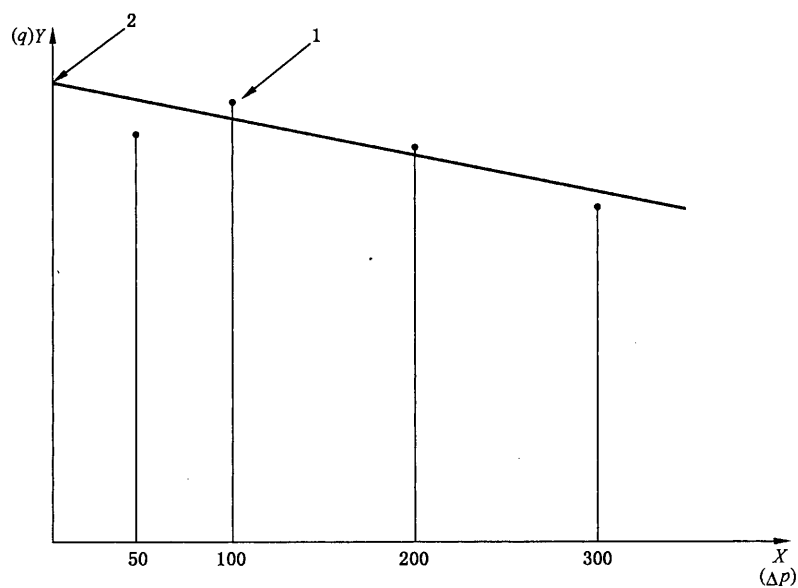
依据每一组试验条件(即轴转速、试验介质温度和被试件的排量),通过式(B.1)和式(B.2)所示方程的最小二乘法确定空载排量 V_i ,用 mL/r 表示。

$$V_i = \frac{q_0}{n}, \text{ 当 } \Delta p = 0 \text{ 时} \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

$$V_i = \left\{ \left(\frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k q_i \right) - \left[\frac{\frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k (\Delta p_i \cdot q_i) - \frac{1}{k^2} \cdot \left(\sum_{i=1}^k \Delta p_i \right) \left(\sum_{i=1}^k q_i \right)}{\left(\frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k \Delta p_i^2 \right) - \left(\frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k \Delta p_i \right)^2} \right] \left(\frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k \Delta p_i \right) \right\} \frac{1}{n} \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

式中:

- q_0 —— $\Delta p=0$ 时的流量,用 L/min 表示;
- q_i ——第 i 次在 Δp_i 时测得的流量,用 L/min 表示;
- n ——轴转速,用 r/min 表示;
- Δp ——压差,即出口与进口间的压力差,用 MPa(bar)表示;
- Δp_i ——特定的泵出口或马达进口的压差,用 MPa(bar)表示;
- k ——试验过程中泵的出口压力或马达的进口压力的测量数量。



说明：

X ——泵或马达的出(进)口与进(出)口的压差(Δp)；

Y ——流量(q)；

1 ——在 Δp_k 下的流量测量值(q_k)；

2 ——当 $\Delta p=0$ 时推断得出的流量。

图 B.1 用零压力截取法确定空载排量示例

参 考 文 献

- [1] GB/T 17485 液压泵、马达和整体传动装置 参数定义和字母符号
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
液压泵和马达 空载排量测定方法
GB/T 7936—2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 22 千字
2013 年 4 月第一版 2013 年 4 月第一次印刷

*

书号: 155066·1-47014 定价 21.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 7936-2012