



中华人民共和国国家标准

GB/T 20421.1—2006/ISO 4392-1:2002

液压马达特性的测定 第1部分：在恒低速和恒压力下

Hydraulic fluid power—Determination of characteristics of motors—
Part 1: At constant low speed and at constant pressure

(ISO 4392-1:2002, IDT)



2006-08-22 发布

2007-01-01 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

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
液 压 马 达 特 性 的 测 定
第 1 部 分：在 恒 低 速 和 恒 压 力 下
GB/T 20421.1—2006/ISO 4392-1:2002

*

中 国 标 准 出 版 社 出 版 发 行
北 京 复 兴 门 外 三 里 河 北 街 16 号
邮 政 编 码：100045

网 址 www.bzcb.com

电 话：68523946 68517548

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 字 数 18 千 字
2006 年 12 月 第 一 版 2006 年 12 月 第 一 次 印 刷

*

书 号：155066·1-28583 定 价 12.00 元



GB/T 20421.1-2006

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)68533533

前 言

GB/T 20421《液压马达特性的测定》分为3个部分:

- 第1部分:在恒低速和恒压力下;
- 第2部分:起动性;
- 第3部分:在恒流量和恒转矩下。

本部分为GB/T 20421的第1部分,等同采用ISO 4392-1:2002《液压传动 马达特性的测定 第1部分:在恒低速和恒压力下》(英文版)。

本部分采用ISO 4392-1:2002时,做了以下编辑性修改:

- 在“1 范围”一章,“……有重要影响的频率,”改为“……有重要影响的液压脉冲频率,”;
- 在“2 规范性引用文件”一章,以我国相应的标准取代国际标准,其中引用GB/T 786.1、GB/T 3141和JB/T 7033的内容与ISO 4392-1:2002中引用相应国际标准的内容完全一致;
- 将ISO 4392-1的“参考文献”中的ISO 1219-1:1991转换成相应的国家标准GB/T 786.1—1993,并依据GB/T 1.1—2000的规定将其列入“2 规范性引用文件”一章。

本部分的附录A是规范性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国液压气动标准化技术委员会(SAC/TC 3)归口。

本部分起草单位:北京机械工业自动化研究所。

本部分主要起草人:张佳音、刘新德、赵曼琳。

本部分是首次发布。

引 言

在液压传动系统中,功率是通过回路内的受压流体来传递和控制的。液压马达是将液压能转变成机械能的元件,通常以旋转形式输出。



目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号	1
5 试验设备	1
6 试验前的数据	3
7 试验条件	3
8 试验步骤	4
9 结果表达	4
10 试验报告	6
附录 A(规范性附录) 测量准确度等级	7
参考文献	8

液压马达特性的测定

第 1 部分:在恒低速和恒压力下

1 范围

GB/T 20421 的本部分规定了定量或变量容积式旋转液压马达的低速特性的测定方法。

本方法包括了在低速条件下的试验,在这种速度下,可能产生对马达稳定持续的转矩输出有重要影响的液压脉冲频率,并且会影响到马达所连接的系统。

测量的准确度分为 A、B、C 三个等级,在附录 A 中给出说明。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 20421 的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

GB/T 786.1 液压气动图形符号(GB/T 786.1—1993,eqv ISO 1219:1991)

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

GB/T 17446 流体传动系统和元件 术语(GB/T 17446—1998,idt ISO 5598:1985)

GB/T 17485 液压泵、马达和整体传动装置参数定义和字母符号(GB/T 17485—1998,idt ISO 4391:1983)

JB/T 7033 液压测量技术通则(JB/T 7033—1993,eqv ISO 9110-1:1990)

ISO 9110-2:1990 液压传动 测量技术 第 2 部分:在封闭回路内的平均稳态压力的测量

3 术语和定义

GB/T 17446 和 GB/T 17485 中给出的以及下列术语和定义适用于 GB/T 20421 的本部分。

3.1

马达全周期 complete motor cycle

马达达到稳定的泄漏量或转矩时输出轴的总角位移。

注:对于大多数马达,该值为 360°;但对某些马达,如齿轮马达,可能是几个轴转数。

4 符号

4.1 本部分中物理量的字母符号及其下标符合 GB/T 17485 的规定。

4.2 图 1 中的图形符号符合 GB/T 786.1 的规定。

5 试验设备

5.1 液压试验回路

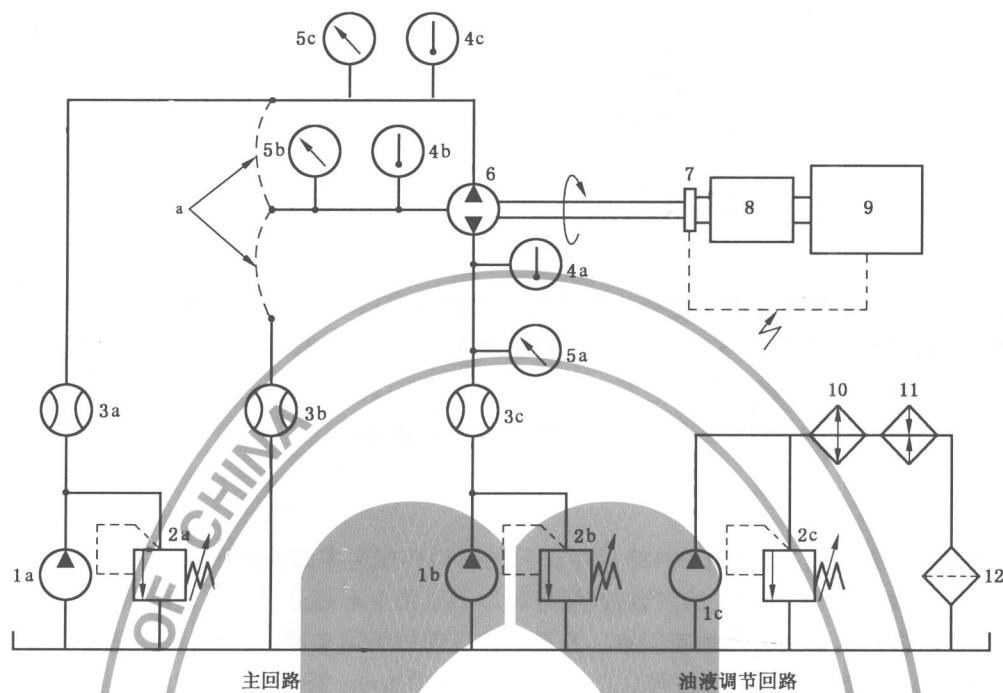
5.1.1 液压试验回路如图 1 所示。

图 1 没有表示出为防止元件意外失效造成破坏所需的所有安全装置。试验人员应对人身安全和设备安全给予应有的重视。

注 1:虽然图 1 列举的是双向马达的基本试验回路,但是经适当的修改即可用作单向马达的试验。

注 2:当柱塞马达进行试验时,可能需要增加补油泵回路。

5.1.2 应使用安装溢流阀(图 1 中的 2a 和 2b)的液压源(图 1 中的 1a 和 1b)以满足 8.2 的要求。



- 1a、1b、1c — 泵；
- 2a、2b、2c — 溢流阀；
- 3a、3b、3c — 流量计；
- 4a、4b、4c — 温度计；
- 5a、5b、5c — 压力表；
- 6 — 被试马达；
- 7 — 转速和轴角度测量仪；
- 8 — 转矩传感器；
- 9 — 可调节恒速负载；
- 10 — 冷却器；
- 11 — 加热器；
- 12 — 过滤器。

a 二选一连接(见 5.1.4)。

b 可选择。

c 蜗轮传动箱与恒速驱动装置的组合是可调节恒速负载的一个例子。

图 1 双向马达的液压试验回路

5.1.3 应安装油液调节回路,提供必要的过滤,以保护被试马达和回路中的其他元件,并保持第 7 章中所规定的油液温度。

5.1.4 如果被试马达配有壳体外泄漏管,应将其与被试马达的回油管连接,以便测量总流量,见 5.3.1 a)。

假如按上述方法连接,超过了马达壳体的安全压力,则应分开壳体泄漏管和回油管,并同时测量其流量。

5.1.5 作为 5.1.4 的一种选择,可以在马达的进油管路上安装一个高压流量计[见 5.3.1 d)]来测量总流量。

5.1.6 将被试马达进、出油口与液压回路连接,应使马达输出轴与恒速负载同向旋转。

5.2 试验装置

5.2.1 试验台试验回路应符合 5.1 中的规定,并具有图 1 所示的装备。

5.2.2 对连续变量马达应有可靠的变量锁定装置,以防止在各个试验工况期间排量发生偶然变化。

5.3 仪器

5.3.1 应选择和安装测量仪器,测量被试马达的下列参数:

- a) 总流量(见 5.1.4);
- b) 进、出油口温度;
- c) 进、出油口压力;
- d) 进油口流量(见 5.1.5);
- e) 输出转矩;
- f) 输出轴转速和排量。

5.3.2 测量仪器应符合 JB/T 7033 和 ISO 9110-2 的要求,其系统误差应与所选择的测量准确度等级相一致(见附录 A)。

5.3.3 应选择和安装合适的记录仪,该记录仪应具有比预期的最高基本数据频率高 10 倍以上的信号分辨能力。

6 试验前的数据

6.1 按照马达制造商提供的数据和其他已知条件,收集试验前的以下数据:

- a) 根据马达在额定压力下的几何排量或空载排量,用下式计算马达的额定几何转矩 $T_{g,n}$ 或导出转矩 $T_{i,n}$ 。

$$T_{g,n} = \frac{\Delta p_n \times V_g}{2\pi}$$

或

$$T_{i,n} = \frac{\Delta p_n \times V_i}{2\pi}$$

式中:

Δp_n ——额定压差;

V_g ——几何排量;

V_i ——空载排量。

- b) 确定该马达轴的每转排量脉冲数,应考虑对该频率会产生影响的任何传动装置。
- c) 利用下式计算基本数据频率 f_e ,单位为 Hz。

$$f_e = \frac{n_e}{60} \times N$$

式中:

n_e ——试验转速,单位转每分(r/min);

N ——排量脉冲数[取自 6.1 b)]。

6.2 利用马达制造商推荐的马达额定转速值 n_n ,用下式计算在额定转速时的几何流量 $q_{Vg,n}$ 或空载流量 $q_{Vi,n}$ 。

$$q_{Vg,n} = n_n \times V_g$$

或

$$q_{Vi,n} = n_n \times V_i$$

6.3 根据 GB/T 3141 确定油液黏度。

6.4 利用如 6.1a) 所确定的马达额定转矩 $T_{g,n}$ 或 $T_{i,n}$,来估算在试验期间马达产生的预期最大输出转矩。

7 试验条件

应适用下述试验条件:

- a) 马达进油口的油液温度 θ : 50°C 或 80°C;
- b) 进口压力: 额定压力的 100% 和 50%;
- c) 背压: 在马达制造商给出的范围内, 保持恒定在一个值;
- d) 输出轴转速: 由马达制造商推荐的给定方向上的最小转速。如无此数据时, 采用 1 r/min;
- e) 排量: 对于变量马达, 为制造商推荐的可能的最大值和最小值。

8 试验步骤

8.1 连接测量仪器和记录仪, 记录压差(或任选进、出油口压力)、输出转矩和总流量(当输出压力超过壳体压力安全极限时, 其选择见 5.1.5)。

如果需要, 在开始试验前, 向马达壳体内注满液压油。

- 8.2 保持被测量进、出油口压力恒定在读取值的 $\pm 2\%$ 或 0.1 MPa(1 bar) 变化范围内, 二者取大值。
- 8.3 保持输出轴转速在平均值的 $\pm 2\%$ 变化范围内。
- 8.4 在记录期间, 保持进油口油液温度恒定在 $\pm 2\%$ 的变化范围内。即确保仅在上述温度范围内记录试验数据。
- 8.5 在记录每组试验数据之前, 应建立热平衡。
注: 例如, 可以通过以下方式达到:
 - a) 将马达与可调节恒速负载断开;
 - b) 当马达以额定转速运转时, 保持进口油液温度, 直至出口油液温度达到稳定;
 - c) 重新连接恒速负载, 并记录要求的试验值的组合数据。
- 8.6 同时分别记录 8.1 所列的压差、进油口温度、排量和旋转方向的每组试验值中的各个变量。
- 8.7 持续记录直至达到马达全周期所必需的转数。
- 8.8 记录相应参数的实际测量值和试验值。
- 8.9 注意记录马达出现爬行或不均匀方式运转的任何趋向。
- 8.10 当采用数字采集技术时, 选择的采样间隔应可提供试验前所确定的泄漏和转矩的最大值和最小值, 并具有 95% 的可信度。
- 8.11 应注意马达出现不重复的转矩或泄漏量的任何趋向。

9 结果表达

9.1 对于所选择的各个轴位置(即在马达全周期的等分处)的各项记录, 要确定通过被试马达的体积流量 $q_{V_e, \varphi}$ 。

在下式中的体积流量应引起注意:

$$q_{V_e, \varphi} = \frac{\omega}{2\pi} V_{i, \varphi} + q_{V_s, \varphi}$$

由于角速度 $\omega = 2\pi n$ 很小, 因此, 在选定轴位置处的容积损失部分 $q_{V_s, \varphi}$ 起主要作用。

在公式中 $V_{i, \varphi}$ 是在选定轴位置的空载排量。

9.2 利用下式计算一个马达全周期的平均流量 $q_{V_e, ma}$:

$$q_{V_e, ma} = \frac{q_{V_e, \varphi 1} + q_{V_e, \varphi 2} + q_{V_e, \varphi 3} + \dots + q_{V_e, \varphi z}}{z}$$

式中:

下标 $\varphi 1, \varphi 2, \varphi 3, \dots, \varphi z$ ——各个选定的轴位置;

z ——每个马达全周期内读数次数。

9.3 利用下式计算在每一个选定的轴位置处的流量不均匀度 $\Delta q_{V_e, \varphi}$:

$$\Delta q_{V_e, \varphi} = |q_{V_e, ma} - q_{V_e, \varphi}|$$

9.4 利用下式计算一个马达全周期的平均流量不均匀度 $\Delta q_{V_e,ma}$:

$$\Delta q_{V_e,ma} = \frac{\Delta q_{V_e,\varphi 1} + \Delta q_{V_e,\varphi 2} + \Delta q_{V_e,\varphi 3} + \cdots + \Delta q_{V_e,\varphi z}}{z}$$

9.5 利用下式确定流量不均匀度系数:

$$I_{r_{q_V}} = \frac{\Delta q_{V_e,ma}}{q_{V_e,ma}}$$

或

$$I_{r_{q_V}} = \frac{|q_{V_e,ma} - q_{V_e,\varphi 1}| + |q_{V_e,ma} - q_{V_e,\varphi 2}| + \cdots + |q_{V_e,ma} - q_{V_e,\varphi z}|}{q_{V_e,\varphi 1} + q_{V_e,\varphi 2} + \cdots + q_{V_e,\varphi z}}$$

9.6 利用下式计算马达转数最低值时的平均容积效率 $\eta_{V,ma}$:

$$\eta_{V,ma} = \frac{V_{i,ma} \times \frac{\omega}{2\pi}}{q_{V_e,ma}}$$

式中:

$V_{i,ma}$ ——平均空载排量;

ω ——角速度;

$q_{V_e,ma}$ ——平均体积流量。

9.7 利用下式计算流量峰值间的相对差值 δq_{V_e} :

$$\delta q_{V_e} = \frac{q_{V_e,max} - q_{V_e,min}}{q_{V_e,ma}}$$

9.8 对在等分一个马达全周期的选定轴位置处的每个记录,利用下式确定马达的输出转矩 $T_{e,\varphi}$:

$$T_{e,\varphi} = \Delta p \times \frac{V_{i,\varphi}}{2\pi} - T_{s,\varphi}$$

式中:

Δp ——压差;

$V_{i,\varphi}$ ——选定轴位置处的空载排量;

$T_{s,\varphi}$ ——选定轴位置处的转矩损失。

9.9 利用下式计算马达一整转的平均转矩 $T_{e,ma}$:

$$T_{e,ma} = \frac{T_{e,\varphi 1} + T_{e,\varphi 2} + T_{e,\varphi 3} + \cdots + T_{e,\varphi z}}{z}$$

9.10 利用下式计算每一个选定轴位置处的转矩不均匀度 $\Delta T_{e,\varphi}$:

$$\Delta T_{e,\varphi} = T_{e,ma} - T_{e,\varphi}$$

9.11 利用下式计算一个马达全周期的平均转矩不均匀度 $\Delta T_{e,ma}$:

$$\Delta T_{e,ma} = \frac{\Delta T_{e,\varphi 1} + \Delta T_{e,\varphi 2} + \Delta T_{e,\varphi 3} + \cdots + \Delta T_{e,\varphi z}}{z}$$

9.12 利用下式确定转矩不均匀度系数 I_{r_T} :

$$I_{r_T} = \frac{\Delta T_{e,ma}}{T_{e,ma}}$$

或

$$I_{r_T} = \frac{|T_{e,ma} - T_{e,\varphi 1}| + |T_{e,ma} - T_{e,\varphi 2}| + \cdots + |T_{e,ma} - T_{e,\varphi z}|}{T_{e,\varphi 1} + T_{e,\varphi 2} + \cdots + T_{e,\varphi z}}$$

9.13 利用下式计算平均液压机械效率 $\eta_{hm,ma}$:

$$\eta_{hm,ma} = \frac{T_{e,ma}}{\Delta p \times \frac{V_i}{2\pi}}$$

9.14 利用下式计算转矩峰值间的相对值 δT_e ：

$$\delta T_e = \frac{T_{e,\max} - T_{e,\min}}{T_{e,ma}}$$

10 试验报告

10.1 总则

在试验报告中,应记录在每个试验转速和试验压力下的所有相关试验数据及 10.3 中所列内容。

10.2 试验数据的表达

应采用表格和适当图形表示所有试验测量值和由测量值得出的计算结果。

10.3 试验数据

试验报告中应包含下列数据：

- a) 被试马达的说明；
- b) 采用的测量准确度等级(见附录 A)；
- c) 液压试验回路及元件的说明；
- d) 试验用油液的说明；
- e) 油液黏度(见 6.3)；
- f) 油液温度 θ [见第 7 章的 a)]；
- g) 在恒压力和恒转速下,流量与转角的函数关系；
- h) 在恒压力、恒转速和恒温度下,转矩与转角的函数关系；
- i) 几何排量 V_g 或空载排量 V_i ；
- j) 一个马达全周期的平均流量 $q_{V_e,ma}$ (见 9.2)；
- k) 一个马达全周期的平均流量不均匀度 $\Delta q_{V_e,ma}$ (见 9.4)；
- l) 流量不均匀度系数 $I_{r_{q_v}}$ (见 9.5)；
- m) 在 1 r/min 的容积效率 $\eta_{V,ma}$ (见 9.6)；
- n) 流量峰值的相对差值 δq_{V_e} (见 9.7)；
- o) 一个马达全周期的平均转矩 $T_{e,ma}$ (见 9.9)；
- p) 一个马达全周期的平均转矩不均匀度 $\Delta T_{e,ma}$ (见 9.11)；
- q) 转矩不均匀度系数 I_{r_T} (见 9.12)；
- r) 平均液压机械效率 $\eta_{hm,ma}$ (见 9.13)；
- s) 转矩峰值的相对差值 δT_e (见 9.14)。

GB/T 20421.1—2006/ISO 4392-1:2002

参 考 文 献

GB/T 17491—1998 液压泵、马达和整体传动装置稳态性能的测定(idt ISO 4409:1986)
