



中华人民共和国国家标准

GB/T 20421.3—2006

液压马达特性的测定 第3部分：在恒流量和恒转矩下

Hydraulic fluid power—Determination of characteristics of motors—
Part 3: At constant flow and at constant torque

(ISO 4392-3:1993, MOD)



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3部分:在恒流量和恒转矩下
GB/T 20421.3—2006

*

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.bzcsb.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

*

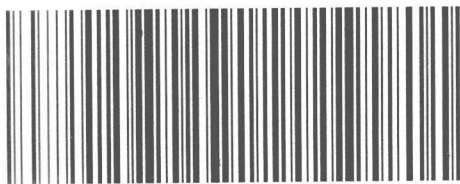
开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 18 千字
2006年12月第一版 2006年12月第一次印刷

*

书号:155066·1-28585 定价 12.00 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)68533533



GB/T 20421.3-2006

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3部分，修改采用ISO 4392-3:1993《液压传动 马达特性的测定 第3部分：在恒流量和恒转矩下》(英文版)。

本部分采用ISO 4392-3:1993时，做了以下少量技术性和编辑性修改：

- 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，以我国相应的国家标准替代国际标准。其中引用GB/T 786.1和GB/T 3141的内容与ISO 4392-3:1993中引用相应国际标准的内容完全一致；引用GB/T 7936的内容与ISO 4392-3:1993中引用ISO 8426:1988的内容有少量差异，在GB/T 7936中直接给出了空载排量的计算公式并简化了试验回路图，而ISO 8426是在附录中叙述了空载排量的计算方式；
- 3.1的表述与本标准的第1部分相同。

本部分的附录A、B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,功率是借助于密闭回路中的受压液体来传递和控制的。液压马达是把液压功率转换成机械功率的元件,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	2
6 试验前的数据	3
7 试验条件	4
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
附录 B(规范性附录) 实用单位	8

液压马达特性的测定

第 3 部分:在恒流量和恒转矩下

1 范围

GB/T 20421 的本部分规定了定量或变量容积式液压马达在恒流量和恒转矩下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 7936 液压泵、马达空载排量 测定方法(GB/T 7936—1987)

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)

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

3 术语和定义

GB/T 17446 和 GB/T 17485 中确定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,单位见表 1。

4.2 图 1 中的图形符号符合 GB/T 786.1 的规定。

表 1 符号和单位

物理量	符号	量纲 ^a	SI 单位 ^b
转速	n	T^{-1}	r/min
压力、压差	$p, \Delta p$	$ML^{-1}T^{-2}$	Pa
流量	q	L^3T^{-1}	m ³ /min
转矩	T	ML^2T^{-2}	N·m

表 1(续)

物理量	符号	量纲 ^a	SI 单位 ^b
时间	t	T	s
行程排量	V	L^3	m^3
温度	θ	Θ	$^{\circ}C$

a M=质量;L=长度;T=时间; Θ =温度。
b 实用单位在附录 B 中给出。

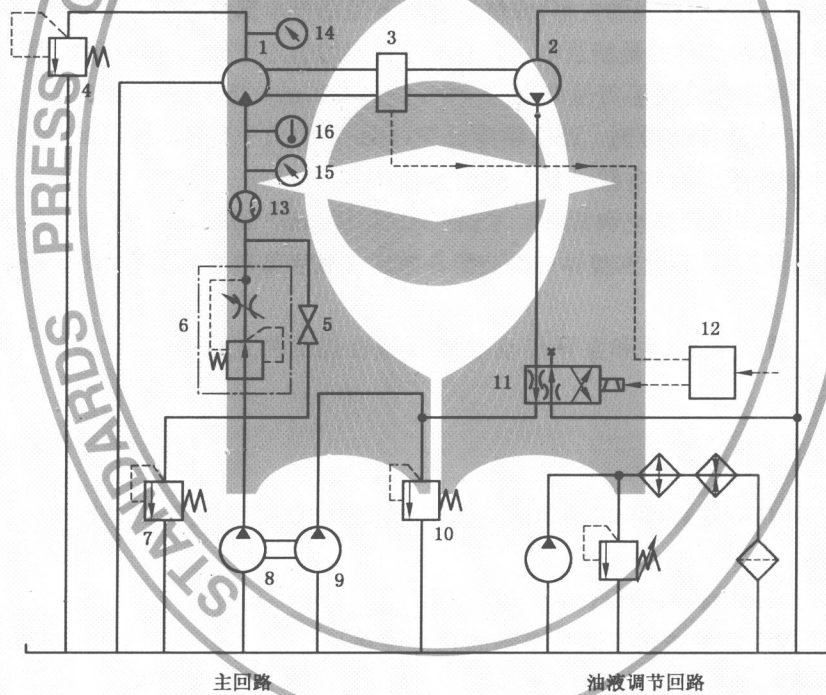
5 试验设备

5.1 液压试验回路

5.1.1 液压试验回路如图 1 所示。

图 1 所示回路是基本回路,不包括为防止元件意外失效造成破坏所需要的所有安全装置。重要的是试验人员对人身安全和设备安全给予应有的重视。

5.1.2 应安装油液调节回路(见图 1)、以及截止阀 5 和溢流阀 7。可以打开阀 5,以加速达到试验温度(见 8.2)。在试验过程中阀 5 应被关闭。



- 1——被试马达;
- 2——恒转矩负载(容积式泵);
- 3——转矩、转速和转角测量仪器;
- 4,7——溢流阀;
- 5——截止阀;
- 6——恒流量元件;
- 8,9——容积式泵;
- 10,11,12——转矩负载控制元件;
- 13——流量计;
- 14,15——压力表;
- 16——温度计。

图 1 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 通过具有黏度和压力补偿的流量控制阀获得马达恒定的供油流量。

5.1.5 可利用一台容积式泵和一个带有转矩信号电反馈的流量控制阀获得(或磁动力加载装置和其他适合的系统)马达的恒转矩负载。

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) 输入流量;
- b) 进口温度(见 GB/T 17491 的测量接点的位置控制);
- c) 进、出口压力(见 GB/T 17491 的测量接点的位置控制);
- d) 输出转矩;
- e) 马达轴的转速和转角。

5.3.2 测量仪器的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。

5.3.4 试验测量应以相同的轴角度增量量取,增量数至少不低于每转排量脉冲数的 10 倍,达到 6.1b) 的要求。

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(见 GB/T 7936)。

- 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)

$$f_e = \frac{n_e}{60} \times \text{排量脉冲数}$$

式中:

n_e ——试验转速,单位为转每分(r/min)。排量脉冲数取自 6.1b)。

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。

6.5 与马达轴连接的所有转动元件的转动惯量和流量控制阀与马达进油口之间的容积, 均应保持最小值。

7 试验条件

应适用下述试验条件:

- 马达进油口油液温度 θ : 50°C 或 80°C;
- 使用经马达制造商认可的牌号和黏度的液压油, 并符合选定的试验温度;
- 在马达额定转矩的 50% 和 100% 的条件下进行试验;
- 在 7c) 中给定的两种转矩条件下确定最小输入流量, 该最小允许流量会导致马达停转;
- 对于变量马达, 应选择制造商推荐的最小和最大排量进行试验;
- 对于双向马达, 要进行双转向试验。

8 试验步骤

8.1 连接测量仪器和记录仪。记录如 5.3.1 所列和图 1 所示的马达的试验数据。

注: 如果需要, 在开始试验前, 向马达壳体内注入液压油。

- 在进行测量前, 运行试验回路, 以使系统温度稳定。
- 尽可能地保持恒转矩, 转矩从最小值到最大值的变化至少在平均值的 4% 的范围内。应考虑到 5.3.3 中规定的要求。
- 尽可能地保持恒流量, 并做记录。瞬时流量的变化应保持在平均值的 4% 的范围内, 与 5.3.3 中给出的详细说明一致。
- 在持续记录期间, 保持测量的被试马达进口油液温度恒定在 $\pm 2^\circ\text{C}$ 范围内。
- 在要求的试验条件下, 同时记录 5.3.1 所列的被试马达各项参量的变化。
- 记录时间延续至一个马达全周期所需的转数。
- 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转速和压力的最大值和最小值, 并具有 95% 的置信度。

9 结果表达

9.1 在等分一个马达全周期上各轴位置处确定转速 n_φ 。

计算一个马达全周期的平均速度 n_{ma} 。

$$n_{ma} = \frac{n_{\varphi 1} + n_{\varphi 2} + \dots + n_{\varphi z}}{z}$$

式中:

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

z ——按照 5.3.4 所述, 每个马达全周期内读数次数。

9.2 利用下式, 计算在每个选定的轴位置处转速的不均匀度 Δn_φ 。

$$\Delta n_\varphi = |n_{ma} - n_\varphi|$$

9.3 计算每一个马达全周期内平均转速的不均匀度 Δn_{ma} 。

$$\Delta n_{ma} = \frac{\Delta n_{\varphi 1} + \Delta n_{\varphi 2} + \dots + \Delta n_{\varphi z}}{z}$$

9.4 利用下式,求出转速不均匀度变化系数 $I r_n$ 。

$$I r_n = \frac{\Delta n_{ma}}{n_{ma}}$$

或

$$I r_n = \frac{|n_{ma} - n_{\varphi 1}| + |n_{ma} - n_{\varphi 2}| + \dots + |n_{ma} - n_{\varphi z}|}{n_{\varphi 1} + n_{\varphi 2} + \dots + n_{\varphi z}}$$

9.5 利用下式,计算至少一个马达全周期的平均容积效率 $\eta_{V,ma}$ 。

$$\eta_{V,ma} = \frac{V_{i,ma} \times n_{ma}}{q_{Vc}}$$

式中:

$V_{i,ma}$ ——平均空载排量(见 GB/T 7936);

n_{ma} ——平均转速;

q_{Vc} ——体积流量。

9.6 利用下式,计算转速(δ_n)峰值间的相对差值。

$$\delta_n = \frac{n_{max} - n_{min}}{n_{ma}}$$

9.7 确定超过轴的一转以上所选位置的有效压差 $\Delta p_{e,\varphi}$ 。

$$\Delta p_{e,\varphi} = p_{1,\varphi} - p_{2,\varphi}$$

式中:

$p_{1,\varphi}$ ——进口压力;

$p_{2,\varphi}$ ——出口压力。

9.8 利用下式,计算超过一个马达全周期以上的平均有效压差 $\Delta p_{e,ma}$ 。

$$\Delta p_{e,ma} = \frac{\Delta p_{e,\varphi 1} + \Delta p_{e,\varphi 2} + \dots + \Delta p_{e,\varphi z}}{z}$$

9.9 利用下式,计算每个所选轴位置的压差不均匀度 $\Delta(\Delta p_{e,\varphi})$ 。

$$\Delta(\Delta p_{e,\varphi}) = |\Delta p_{e,ma} - \Delta p_{e,\varphi}|$$

9.10 利用下式,计算超过一个马达全周期以上的平均压差不均匀度 $\Delta(\Delta p_{e,ma})$ 。

$$\Delta(\Delta p_{e,ma}) = \frac{\Delta(\Delta p_{e,\varphi 1}) + \Delta(\Delta p_{e,\varphi 2}) + \dots + \Delta(\Delta p_{e,\varphi z})}{z}$$

9.11 利用下式,确定压差不均匀度系数 $I r_{\Delta p}$ 。

$$I r_{\Delta p} = \frac{\Delta(\Delta p_{e,ma})}{\Delta p_{e,ma}}$$

或

$$I r_{\Delta p} = \frac{|\Delta p_{e,ma} - \Delta p_{e,\varphi 1}| + |\Delta p_{e,ma} - \Delta p_{e,\varphi 2}| + \dots + |\Delta p_{e,ma} - \Delta p_{e,\varphi z}|}{\Delta p_{e,\varphi 1} + \Delta p_{e,\varphi 2} + \dots + \Delta p_{e,\varphi z}}$$

9.12 利用下式,计算平均的液压机械效率 $\eta_{hm,ma}$ 。

$$\eta_{hm,ma} = \frac{T_e}{\Delta p_{e,ma} \times \frac{V_{i,ma}}{2\pi}}$$

9.13 利用下式,计算压差峰值间的相对差值 $\delta \Delta p$ 。

$$\delta \Delta p = \frac{\Delta p_{e,max} - \Delta p_{e,min}}{\Delta p_{e,ma}}$$

10 试验报告

10.1 总则

与试验转矩和试验流量条件相关的试验数据及 10.3 中所列内容,均应记录在试验报告中。

10.2 试验数据的表示

所有试验测量值和由测量值得出的计算结果,均应用列表和适当图形(如有需要)表示。

10.3 试验数据

10.3.1 一般要求

试验报告中应包括下列资料:

- a) 被试马达的说明;
- b) 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)。

10.3.2 试验结果

试验预期达到的转矩和流量的目标值及下列内容均应记录:

- a) 油液温度,见 7a);
- b) 在恒定流量、恒定转矩和恒定温度条件下,转速与转角的函数关系;
- c) 在恒定流量、恒定转矩和恒定温度条件下,压差与转角的函数关系;
- d) 几何排量 V_g 或空载排量 V_i ;
- e) 马达全周期内平均转速 n_{ma} (见 9.1);
- f) 马达全周期内平均转速的不均匀度 Δn_{ma} (见 9.3);
- g) 转速不均匀度系数 $I r_n$ (见 9.4);
- h) 平均容积效率 $\eta_{v,ma}$ (见 9.5);
- i) 转速峰值的相对差 δ_n (见 9.6);
- j) 马达全周期的平均有效压差 $\Delta p_{e,ma}$ (见 9.8);
- k) 马达全周期的平均有效压差不均匀度 $\Delta(\Delta p_{e,ma})$ (见 9.10);
- l) 压差不均匀度系数 $I r_{\Delta p}$ (见 9.11);
- m) 平均液压机械效率 $\eta_{hm,ma}$ (见 9.12);
- n) 压差峰值的相对差 $\delta_{\Delta p}$ (见 9.13)。

附 录 A
(规范性附录)
测量准确度等级

A.1 测量准确度等级

根据要求的准确度,试验应经有关各方商定按 A、B、C 三种测量准确度等级之一来完成。

注 1: 等级 A 和等级 B 用于需要比较准确地确定性能的特殊场合。

注 2: 等级 A 和等级 B 的试验,要求比较准确的仪器和方法,因此会增加这类试验的费用。

A.2 误差

试验装置或方法应通过国家标准校准或比对,并具有不超过表 A.1 中给出的系统误差范围的测量能力。

注: 表 A.1 中所给出的百分数范围适用于转速、输出转矩、输入总流量和进出压力的测量值,而不适用于试验的最大值或仪器的最大读数值。温度范围是摄氏度范围,而不是百分数范围。

表 A.1 校准期间测定的允许测量仪器的系统误差

测量仪器的参量	相对于测量准确度等级的允许系统误差		
	A	B	C
转速 $n_e/\%$	± 0.5	± 1	± 2
输出转矩 $T_{2e}/\%$	± 1.5	± 3	± 5
总输出流量 $q_{v1te}/\%$	± 2	± 4	± 6
进出口压力 p_{1e} 和 $p_{2e}/\%$	± 0.8	± 1.5	± 3
进口温度 $\theta_{1e}/\text{℃}$	± 0.5	± 1	± 2

附录 B
(规范性附录)
实用单位

试验结果可以用表 B.1 中所给出的实用单位。

表 B.1 实用单位

物理量	符号	SI 单位	实用单位
转速	n	r/min	r/min
压力、压差	$p, \Delta p$	Pa	bar ^a
流量	q	m ³ /s	dm ³ /s ^b
转矩	T	N·m	N·m
时间	t	s	s, ms
排量	V	m ³	dm ³
温度	θ	℃	℃

a 1 bar=10⁵ Pa=10 N/m²=0.1 MPa。
b 1 dm³=1 L。