

团 体 标 准

T/CSAE 124.3—2020

汽车用变排量摆片式机油泵 试验方法和装置

Automotive variable-displacement pendulum oil pump—
test method and device

(报批稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

2020-XX-XX 发布

2020-XX-XX 实施

中国汽车工程学会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 量、符号和单位	1
4 试验装置	2
5 试验方法	5
6 数据处理和结果表达	9
附录 A (资料性附录) 耐久测试循环曲线	14
参考文献	15

前 言

《汽车用变排量摆片式机油泵》标准包括以下部分：

- 第一部分：术语；
- 第二部分：技术规范；
- 第三部分：试验方法和装置。

本部分是标准的第三部分。

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则编写。

本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由苏州赫尔拜斯泵业有限公司提出。

本标准起草单位：苏州赫尔拜斯泵业有限公司、清华大学苏州汽车研究院、江苏省汽车工程学会、一汽解放汽车有限公司无锡柴油机厂、潍柴动力股份有限公司、张家港清研再制造产业研究院有限公司、张家港清研检测技术有限公司、苏州斯丹达科技服务有限公司。

本标准主要起草人：罗金、赵祥伟、王微、董金聪、徐海英、李建文、陈维余、李彩萍、徐强、张腾龙、胡建峰、薛绍军、王玉、穆青木。

本标准于2020年XX月XX日首次发布。

汽车用变排量摆片式机油泵 试验方法和装置

1 范围

本标准规定了汽车用变排量摆片式机油泵的量、符号和单位、试验装置、试验方法及数据处理和结果表达。

本标准适用于汽车发动机、变速箱用变排量摆片式机油泵，其它用途的摆片式液压油泵或以其它液体为工作介质的摆片泵也可参考使用。

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 3821 中小功率内燃机清洁度限值 and 测定方法

QC/T 1025 自动变速器油泵性能要求及台架试验方法

JB/T 7039 液压叶片泵

3 量、符号和单位

正文中使用的量、符号和单位见表 1。

表 1 量、符号和单位

名称	符号	单位
时间	t	s或min
压力	p	bar或kPa
压差	Δp	bar或kPa
理论排量	V	mL/r
转速	n	r/min
额定转速	n_n	r/min
容积效率	η_v	—
总效率	η_t	—
真空度	—	kPa
体积流量	q_v	L/min
扭矩	T	N·m
功率	P	kW
温度	θ	°C
运动粘度	γ	mm ² /s或cSt
迟滞损失	Δp_s	bar或kPa

表 1 (续)

名 称	符 号	单 位
迟滞损失率	η_p	—
主液压腔流量	q_h	L/min
高压腔流量	q_m	L/min
满载荷循环周期	C_f	s或min
超载荷循环周期	C_o	s或min

4 试验装置

4.1 通用要求

4.1.1 仪器、仪表测量精度

试验时，仪器、仪表的测量精度要求见表 2。

表 2 仪器、仪表的测量精度

仪器、仪表类型	转速 r/min	压力 %FS	温度 ℃	流量 %	扭矩 %
测量精度	±1	±0.2	±0.2	±0.3	±0.5

4.1.2 测量点的位置

试验时，不同参数测量点的位置应按以下规定进行：

- 压力测量点的位置应符合 JB/T 7039-2006 中 7.1.2 的规定；
- 温度测量点的位置应符合 JB/T 7039-2006 中 7.1.3 的规定；
- 噪声测量点的位置应符合 JB/T 7039-2006 中 7.1.4 的规定。

4.1.3 试验介质

试验根据试验对象的不同，选用不同的试验介质，其要求见表 3。

表 3 试验介质要求

试验对象	试验介质
乘用车发动机用摆片泵	5W30
商用车发动机用摆片泵	15W40
乘用车变速箱用摆片泵	ATF-1

注：试验介质可按客户要求。

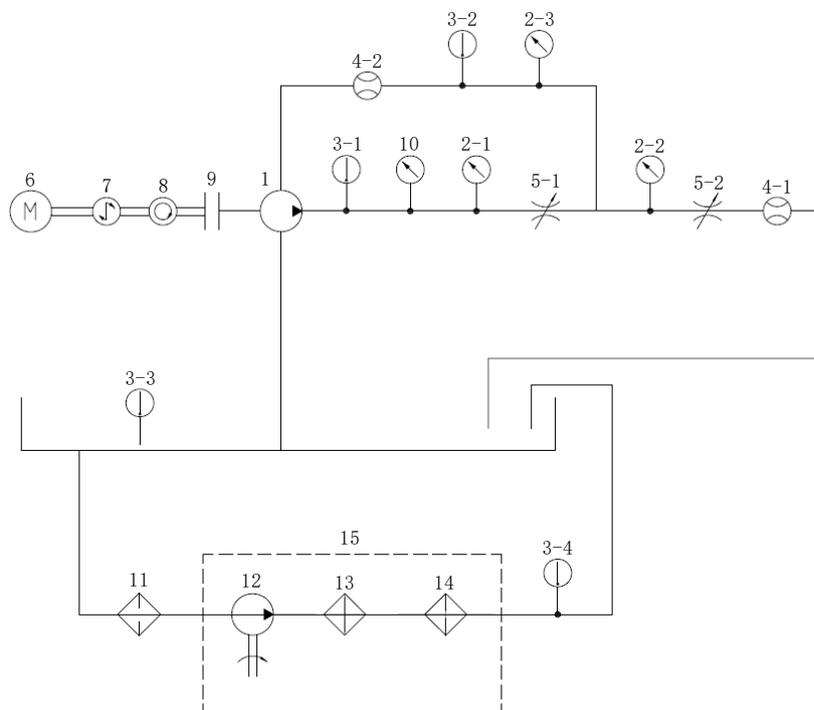
4.2 试验装置要求

4.2.1 功能测试台

4.2.1.1 功能测试台应可输出以下参数：

- 流量；

- b) 转速;
 - c) 扭矩;
 - d) 压力;
 - e) 功率;
 - f) 脉动压力。
- 4.2.1.2 功能测试台应具有温度控制装置，温度调节范围：20℃~150℃。
- 4.2.1.3 功能测试台应具有储油装置，吸油高度应大于 100 mm。
- 4.2.1.4 功能测试台附属仪器仪表应符合 4.1.1 规定的要求。
- 4.2.1.5 功能测试台设置测点位置应符合 4.1.2 规定的要求。
- 4.2.1.6 功能测试台试验回路示例参考图 1。



1——测试泵；2-1、2-2、2-3——压力表；3-1、3-2、3-3、3-4——温度计；4-1、4-2——流量计；5-1、5-2——流量比例阀；6——驱动电机；7——扭矩仪；8——转速仪；9——联轴器；10——高频压力表；11——过滤器；12——油泵；13——冷却器；14——加热器；15——温度控制装置。

图 1 功能测试台试验回路原理图

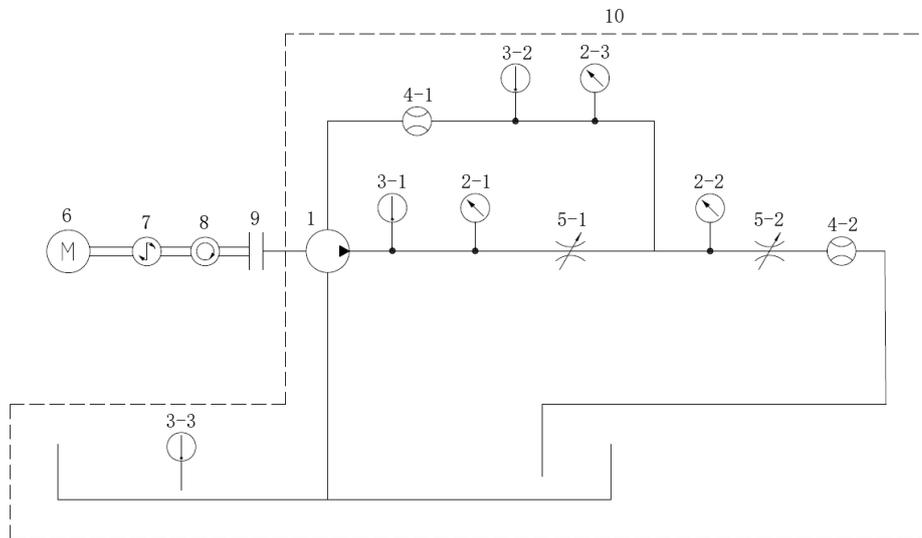
4.2.2 冷启动测试台

4.2.2.1 冷启动测试台应可输出以下参数：

- a) 流量；
- b) 转速；
- c) 扭矩；
- d) 压力；
- e) 功率。

4.2.2.2 冷启动测试台应具有温度控制装置，温度调节范围：20℃~-30℃。

- 4.2.2.3 冷启动测试台应具有储油装置，吸油高度应大于 100 mm。
- 4.2.2.4 冷启动测试台的仪器仪表应符合 4.1.1 规定的要求。
- 4.2.2.5 冷启动测试台设置测点位置应符合 4.1.2 规定的要求。
- 4.2.2.6 冷启动测试台试验回路示例参考图 2。



1——测试泵；2-1、2-2、2-3——压力表；3-1、3-2、3-3——温度计；4-1、4-2——流量计；5-1、5-2——流量比例阀；6——驱动电机；7——扭矩仪；8——转速仪；9——联轴器；10——低温环境箱。

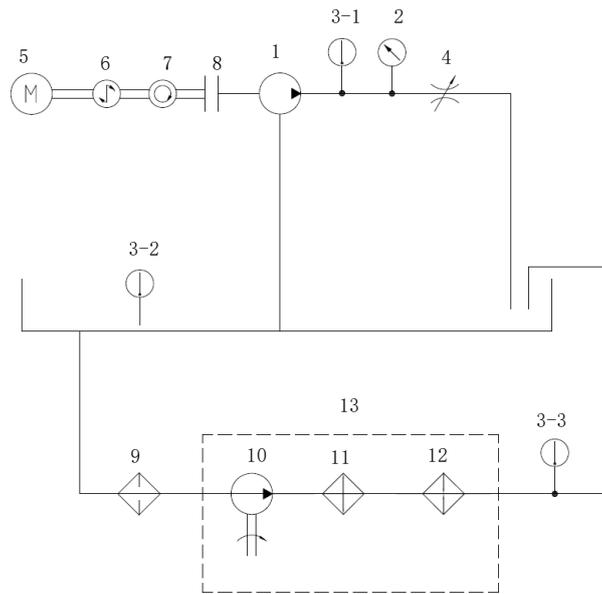
图 2 冷启动测试台试验回路原理图

4.2.3 耐久测试台

4.2.3.1 耐久测试台应可输出以下参数：

- a) 转速；
- b) 压力；
- c) 功率。

- 4.2.3.2 耐久测试台应具有温度控制装置，温度调节范围：20℃~150℃。
- 4.2.3.3 耐久测试台应具有储油装置，吸油高度应大于 100 mm。
- 4.2.3.4 耐久测试台附属仪器仪表应符合 4.1.1 的规定。
- 4.2.3.5 耐久测试台设置的测点位置应符合 4.1.2 规定的要求。
- 4.2.3.6 耐久测试台油路应满足耐压 100 bar 的要求。
- 4.2.3.7 耐久测试台试验回路示例参考图 3。



1——测试泵；2——压力表；3-1、3-2、3-3——温度计；4——流量比例阀；5——驱动电机；6——扭矩仪；7——转速仪；8——联轴器；9——过滤器；10——油泵；11——冷却器；12——加热器；13——温度控制装置。

图 3 耐久测试台试验回路原理图

4.3 试验台比例阀设定

试验前应对试验台架上的比例阀进行设定。试验介质应符合 4.1.3 要求，进口油温应符合试验要求。在客户提供的特征转速下，调节台架流量比例阀开度大小，使测试泵的流量、出口压力和反馈油路压力与客户提供的特征点要求相同，记录该特征点流量比例阀的开度。重复上述步骤，完成所有特征点的比例阀设定。

5 试验方法

5.1 主动轴转动灵活性

用手按工作方向转动机油泵主动轴，转动时应平稳、无卡滞现象。

5.2 转速特性

转速特性的试验方法见表 4。

表 4 转速特性的试验方法

试验装置	试验介质	进口油温 ℃	试验步骤	数据处理
功能测试台	按表 1 选择试验用油。	30±2	1、打开温度控制装置，调节进口油温至目标温度； 2、按 4.3 规定的方法设定试验台比例阀； 3、在 120s 内，油泵转速由 0 连续上升至额定转速然后再下降至 0； 4、记录对应转速下的流量、压力、扭矩值。	1、按公式 1 计算对应转速下的输入机械功率值； 2、绘制流量，压力，扭矩，输入机械功率的特性曲线，见图 4 和图 5。
		90±2		
		120±2		

表 4 (续)

试验装置	试验介质	进口油温 ℃	试验步骤	数据处理
注 1: 采集数据频率不小于 100 Hz。				
注 2: 进口油温可按客户要求。				

5.3 热怠速压力

热怠速压力的试验方法见表 5。

表 5 热怠速压力试验方法

试验装置	试验介质	进口油温 ℃	试验步骤	数据处理
功能测试台	按表 1 选择试验用油。	125±2	1、打开温度控制装置，调节进口油温至目标温度； 2、按 4.3 规定的方法设定试验台比例阀； 3、油泵转速上升至怠速转速值，待转速稳定； 4、读取泵出口压力。	记录泵的出口压力。
注 1: 怠速转速值由客户提供。				
注 2: 进口油温可按客户要求。				

5.4 万有特性

万有特性的试验方法见表 6。

表 6 万有特性试验方法

试验装置	试验介质	进口油温 ℃	试验步骤	数据处理
功能测试台	按表 1 选择试验用油。	30±2	1、打开温度控制装置，调节进口油温至目标温度； 2、打开流量比例阀至全开； 3、油泵试验转速从怠速始到额定转速止，每隔 500 rpm (或按客户要求) 测定一次； 4、在每一试验转速下，油泵转速稳定后，5-2 流量比例阀保持最大开度，分步调整 5-1 流量比例阀的开度从最大至最小，观察出口压力，出口压力每上升 1 bar (或按客户要求) 时，压力稳定后，记录对应的流量、扭矩、压力及转速。	1、按公式 1 计算对应转速下的输入机械功率值； 2. 按公式 2 计算对应转速下的输出液压力功率值； 3. 按公式 3 计算对应转速下的容积效率值； 4. 按公式 4 计算对应转速下的总效率值； 5、绘制流量，压力，扭矩，输入机械功率，容积效率和总效率的特性曲线，见图 6。
		90±2		
		120±2		
注: 进口油温可按客户要求。				

5.5 压力脉动

压力脉动的试验方法见表 7。

表 7 压力脉动试验方法

试验装置	试验介质	进口油温	试验步骤	数据处理
功能测试台	按表 1 选择试验用油。	按客户要求。	1、打开温度控制装置，调节进口油温至目标温度； 2、按客户要求确认油泵试验转速； 3、待油泵试验转速稳定； 4、通过高频压力传感器测试并记录泵出口压力的脉动值。	自动绘制压力脉动——时间曲线，见图 11。
注：采集数据频率范围：10000 Hz~20000 Hz。				

5.6 迟滞损失率

迟滞损失率的试验方法见表 8。

表 8 迟滞损失率试验方法

试验装置	试验介质	进口油温 ℃	试验步骤	数据处理
功能测试台	按表 1 选择试验用油。	30±2	1、打开温度控制装置，调节进口油温至目标温度； 2、按 4.3 规定的方法设定试验台比例阀； 3、在 120 s±1 s 内，调整油泵转速，由 0 连续上升至额定转速，然后再连续下降至 0； 4、读取油泵在增速和降速过程中同一转速下的油泵出口压力。	1、记录油泵在增速和降速过程中同一转速下的油泵出口压力； 2、绘制如图 7 的压力和时间的曲线； 3、计算出最大迟滞损失 Δp ； 4、按公式 5 计算迟滞损失率。
		90±2		
		120±2		
注 1：采集数据频率不小于 100 Hz。				
注 2：进口油温可按客户要求。				

5.7 变排量转换时间

变排量转换时间的试验方法见表 9。

表 9 变排量转换时间试验方法

试验装置	试验介质	进口油温 ℃	试验步骤	数据处理
功能测试台	按表 1 选择试验用油。	30±2	1、打开温度控制装置，调节进口油温至目标温度； 2、按 4.3 规定的方法设定试验台比例阀； 3、在 2000 rpm（或按客户要求转速）时，调节油泵达到该转速时的最大排量，打开油泵电磁阀使油泵开始变排量，油泵电磁阀打开时开始计时，观察油泵排量，达到最小值时结束计时，记录时间 Δt_p 。	1、绘制流量和时间的曲线，见图 8； 2、计算变排量转换时间 Δt_p 。
		90±2		
		120±2		
注：进口油温可按客户要求。				

5.8 压力建立时间

压力建立时间的试验方法见表 10。

表 10 压力建立时间试验方法

试验装置	试验介质	进口油温 ℃	试验步骤	数据处理
冷启动测试台	按表 1 选择试验用油。	-30±2	1、设置低温环境箱温度为-30℃±2℃； 2、按 4.3 规定的方法设定试验台比例阀； 3、油泵启动时开始计时； 4、油泵上升并稳定在客户要求的转速后，泵出口压力到达客户要求的压力值时结束计时，记录时间 Δt_r 。	1、绘制压力和时间 的曲线，见图 9； 2、计算变压力建立 时间 Δt_r 。
注：进口油温可按客户要求。				

5.9 冷启动特性

冷启动特性的试验方法见表 11。

表 11 冷启动特性试验方法

试验装置	试验介质	进口油温 ℃	试验步骤	数据处理
冷启动测试台	按表 1 选择试验用油。	-30±2	1、设置低温环境箱温度为-30℃±2℃； 2、按 4.3 规定的方法设定试验台比例阀； 3、调整泵转速，在 15 s±1 s 内从 0 上升至额定转速然后再下降至 0； 4、读取同一时间下的压力、扭矩和转速。	绘制压力，扭矩，转 速和时间的特性曲 线，参见图 10。
注 1：采集数据频率不小于 100 Hz。				
注 2：进口油温可按客户要求。				

5.10 耐久性

耐久性有满载荷循环和超载荷循环两种测试方法，如表 12 所示。

表 12 耐久性试验方法

试验方法	试验装置	试验介质	进口油温 ℃	试验步骤	数据处理
满载荷循环	耐久测试台	按表 1 选择试验用油。	90±2	1、耐久测试前，按 5.4 进行万有特性试验，按公式 4 计算总效率； 2、测试前，按照图 B.1 的要求，在耐久测试台架上设置单个测试循环； 3、测试时，循环周期 G 不低于 1 min，循环内油泵需达到额定转速 n_n 的累积时间不低于 $G/3$ ，循环内需达到额定压力 $p_{e,n}$ 的累积时间不低于 $G/3$ ，循环中卸载压力低于额定压力 $p_{e,n}$ 的 10%。	1、对耐久性测试前后的油泵压力、流量、扭矩进行记录； 2、计算耐久性试验前后总效率降低值。

表 12 (续)

试验方法	试验装置	试验介质	进口油温 ℃	试验步骤	数据处理
				4、测试宜持续 800 h; 5、耐久测试后, 按 5.4 进行万有特性试验, 按公式 4 计算总效率。	
超载荷 循环	耐久 测试台	按表 1 选择试验用油。	90±2	1、耐久测试前, 按 5.4 进行万有特性试验, 按公式 4 计算总效率; 2、测试前, 按照图 B.1 的要求, 在耐久测试台架上设置单个测试循环; 3、测试时, 循环周期 T _c 不低于 1min, 循环内油泵需达到额定转速 n _n 的累积时间不低于 C ₀ /3, 循环内需达到额定压力 p _{2,n} 的 125% 的累计时间不低于 C ₀ /3, 循环中卸载压力低于额定压力 p _{2,n} 的 10%。 4、测试持续宜 500 h; 5、耐久测试后, 按 5.4 进行万有特性试验, 按公式 4 计算总效率。	
注: 按客户要求, 满载荷循环和超载荷循环测试选其一进行测试。					

5.11 噪声

按 JB/T 7039-2006 中 7.3.3 表 8 的第 7 项噪声试验方法进行试验。

5.12 清洁度

发动机用变排量摆片式机油泵按 GB/T 3821-2015 中第 7 章的规定进行测试。
自动变速箱用变排量摆片式机油泵按 QC/T 1025-2016 中 6.3 的规定进行测试。

6 数据处理和结果表达

6.1 数据处理

6.1.1 利用试验数据和下列公式, 计算泵的性能指标。

6.1.2 输入机械功率可按公式 (1) 计算。

$$P_{1,m} = \frac{2\pi n_e T_1}{60000} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- P_{1,m}——输入机械功率, 单位为 kW;
- n_e ——试验时的泵转速, 单位为 r/min;
- T₁ ——输入扭矩, 单位为 N·m。

6.1.3 输出液压功率可按公式 (2) 计算。

$$P_{2,h} = \frac{p_{2,e} \cdot q_{v,e}}{0.6} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$P_{2,h}$ ——输出液压功率, 单位为 kW;
 $p_{2,e}$ ——试验时的泵出口压力, 单位为 bar;
 $q_{V,e}$ ——试验时的泵体积流量, 单位 L/min。

6.1.4 容积效率可按公式 (3) 计算。

$$\eta_V = \frac{q_{V,e} \times 1000}{V \cdot n_e} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

η_V ——容积效率;
 $q_{V,e}$ ——试验时的泵体积流量, 单位 L/min;
 V ——理论排量, 单位为 mL/r;
 n_e ——试验时的泵转速, 单位为 r/min。

6.1.5 总效率可按公式 (4) 计算。

$$\eta_t = \frac{P_{2,h}}{P_{1,m}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

η_t ——总效率;
 $P_{2,h}$ ——输出液压功率, 单位为 kW;
 $P_{1,m}$ ——输入机械功率, 单位为 kW。

6.1.6 迟滞损失率可按公式 (5) 计算。

$$\eta_p = \frac{\Delta p_s}{p} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

η_p ——迟滞损失率;
 Δp_s ——最大迟滞损失, 单位为 bar;
 p ——最大迟滞损失时的较大的出口压力值, 单位为 bar。

6.2 特性曲线示例

6.2.1 定排量泵转速特性曲线见图 4。

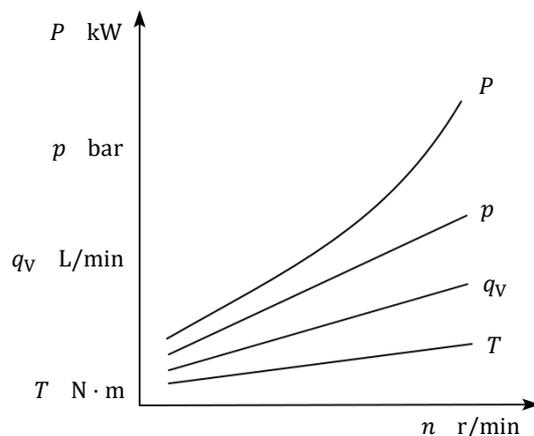


图 4 定排量泵转速特性

6.2.2 变排量泵转速特性曲线见图 5。

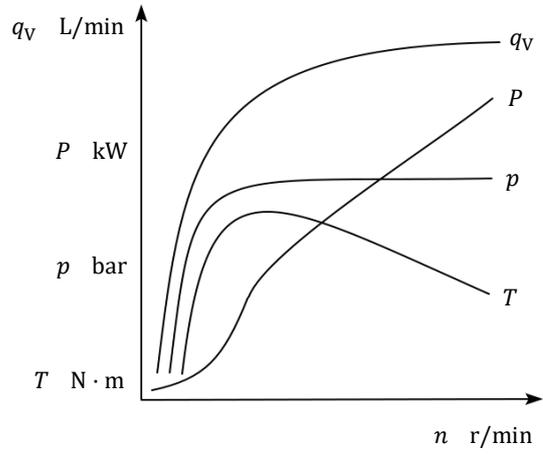


图5 变排量泵转速特性

6.2.3 万有特性曲线见图6。

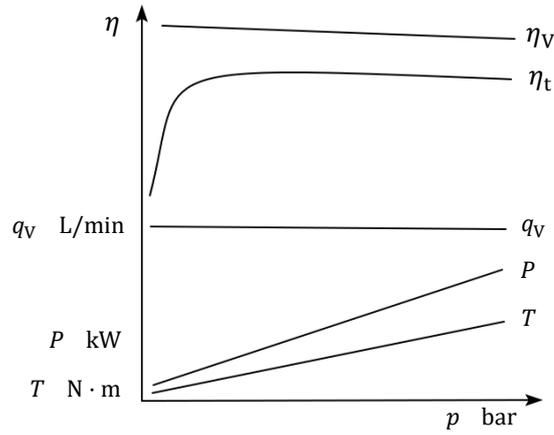


图6 万有特性

6.2.4 迟滞损失曲线见图7。

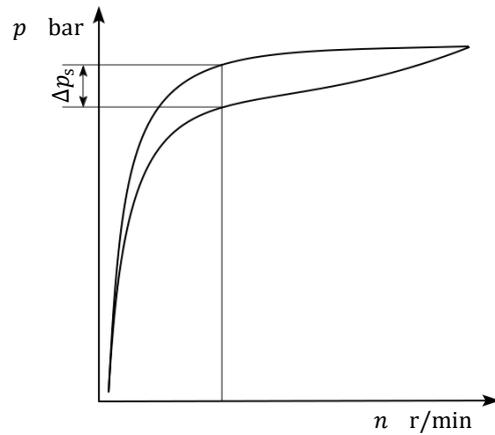


图7 迟滞损失

6.2.5 变排量转换时间曲线见图8。

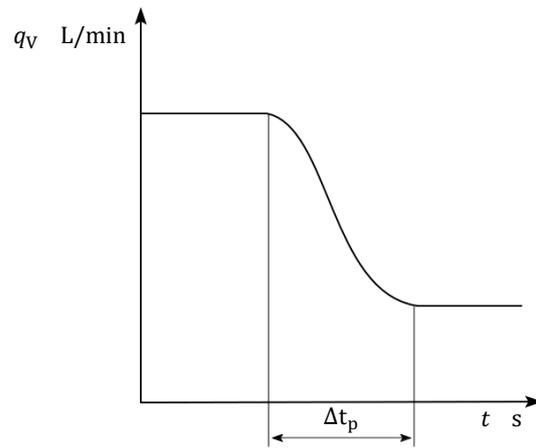


图 8 变排量转换时间

6.2.6 压力建立时间曲线见图 9。

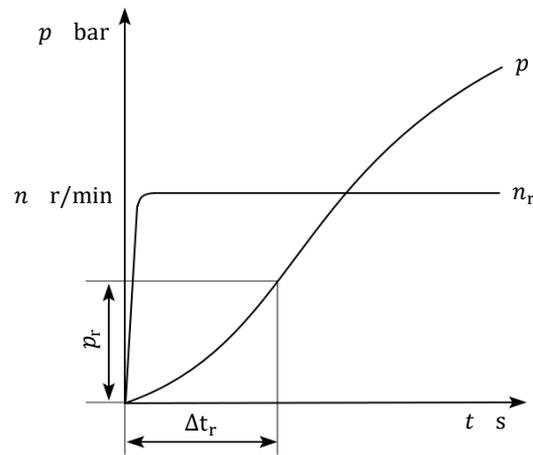


图 9 压力建立时间

6.2.7 冷启动特性曲线见图 10。

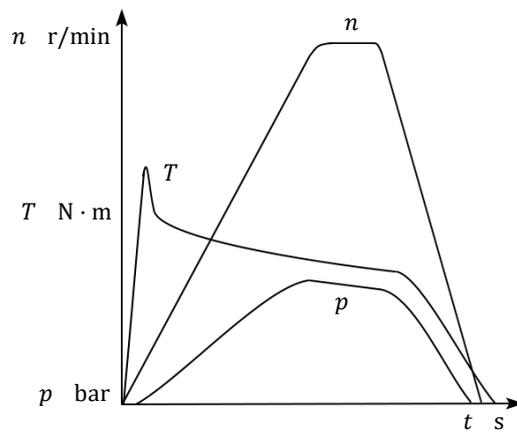


图 10 冷启动特性

6.2.8 压力脉动曲线见图 11。

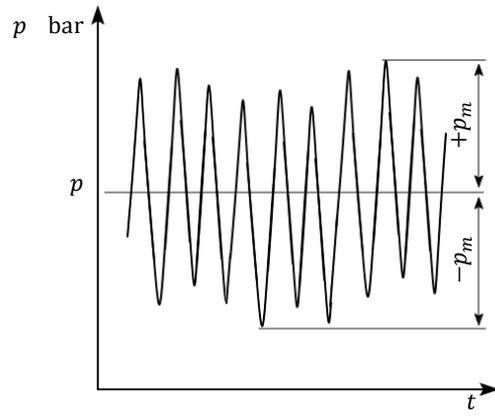


图 11 压力脉动曲线

附录 A
(资料性附录)
耐久测试循环曲线

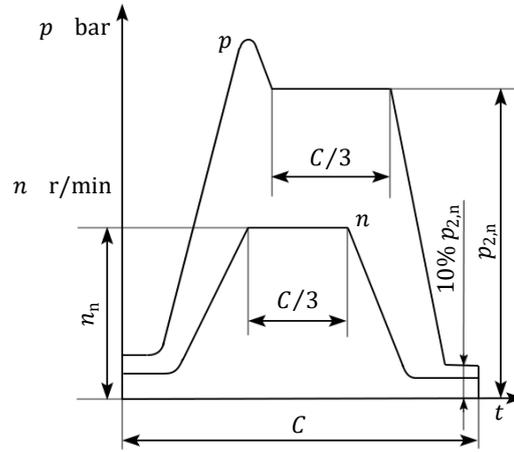


图 B.1 耐久测试循环曲线

参考文献

- [1] 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
 - [2] GB/T 2346 流体传动系统及元件 公称压力系列
 - [3] GB/T 7935-2005 液压元件 通用技术条件
 - [4] JB/T 8413.2-2010 内燃机 机油泵 第2部分 总成 试验方法
 - [5] JB/T 51116-1999 内燃机 机油泵 产品质量分等
 - [6] T/CSAE 124-2020 汽车用变排量摆片式机油泵 术语
-