

ICS 43.040.50

T23



中华人民共和国 汽车 行业标准

QC/T XXXXX—XXXX

汽车齿轮齿条式液压助力转向系统匹配 技术要求 and 试验方法

Technical requirements and test methods

of automotive rack and pinion hydraulic power steering system matching

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

报批稿

本稿完成日期：2015-08-26

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部

发布

目 次

| | |
|----------------|----|
| 前言..... | II |
| 1 范围..... | 1 |
| 2 规范性引用文件..... | 1 |
| 3 术语和定义..... | 1 |
| 4 技术要求..... | 2 |
| 5 试验方法..... | 5 |

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则进行起草。

本标准由全国汽车标准化技术委员会（SAC/TC114）提出并归口。

本标准负责起草单位：中国汽车工程研究院股份有限公司、荆州恒隆汽车零部件制造有限公司。

本标准参加起草单位：合肥力威汽车油泵有限公司、一汽技术中心、南京东华汽车转向器公司、奇瑞汽车股份有限公司、上海采埃孚转向系统有限公司、安徽江淮汽车股份有限公司、豫北转向系统股份有限公司、江苏大学、一汽光洋转向装置有限公司、东风汽车集团股份有限公司乘用车公司、东风商用车技术中心、重庆长安汽车股份有限公司。

本标准主要起草人：颜尧、程飞、傅早清、欧家福、郑潇潇、车佳黎。

本标准参加起草人：魏连江、李宏、陈春华、顾兵、谈建新、陈双红、刘健、甘晓珍、耿国庆、廖梦楠、常涛、张晓娜、薛敏、何晨雨、李东伟。

本标准为首次发布。

汽车齿轮齿条式液压助力转向系统匹配技术要求和试验方法

1 范围

本标准规定了汽车齿轮齿条式液压助力转向系统匹配的技术要求和台架试验方法。
本标准适用于汽车齿轮齿条式液压助力转向系统（以下简称系统）。

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，仅所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 5179 汽车转向术语和定义
- QC/T 299.1 汽车液压转向助力泵第1部分：技术要求
- QC/T 299.2 汽车液压转向助力泵第2部分：试验方法
- QC/T 303 汽车转向油罐技术要求和试验方法
- QC/T 304 汽车转向拉杆接头总成台架试验方法
- QC/T 522 汽车转向拉杆总成技术条件
- QC/T 523 汽车转向传动轴总成台架试验方法
- QC/T 529 汽车液动力转向器技术条件与试验方法
- QC/T 563 汽车转向盘的性能要求和试验方法
- QC/T 647 汽车转向万向节总成性能要求及试验方法
- QC/T 648 汽车转向拉杆总成性能要求及试验方法
- QC/T 649 汽车转向操纵机构性能要求及试验方法
- QC/T 650 汽车转向拉杆球头销性能要求及试验方法
- QC/T 29096 汽车转向器总成台架试验方法
- QC/T 29097 汽车转向器总成技术要求

3 术语和定义

GB/T 5179中界定的及以下术语和定义适用于本标准。

3.1

汽车齿轮齿条式液压助力转向系统 automotive rack and pinion hydraulic power steering system

汽车齿轮齿条式液压助力转向系统是由转向盘总成、转向管柱总成、齿轮齿条式液压助力转向器总成、液压助力转向油泵总成、转向油罐总成、转向管路、转向拉杆总成和其它附件组成。

3.2

系统输入端 the system input end

转向管柱总成输入轴与转向盘的连接位置。

3.3

系统输出端 the system output end
转向器总成球接头与转向节的连接位置。

3.4

循环 cycle

系统输入端由中间位置向一个方向旋转至规定角度后,返回中间位置再向另一方向旋转至规定角度后,再回到中间位置为一个循环。

3.5

背压 back pressure

在齿轮齿条式液压助力转向系统中转向器回油口到转向油罐回油口之间的压力降。

3.6

吸油真空度 oil suction vacuum

转向油泵工作时在吸油口处产生的负压。

3.7

温度平衡点 balanced temperature

系统油温在 2min 内保持在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 范围即为温度平衡点。

3.8

系统压力 system pressure

转向器进油口压力即为系统压力。

4 技术要求

4.1 一般要求

系统按经规定程序批准的产品图样及技术文件制造。系统的各总成应满足QC/T 299.1、QC/T 299.2、QC/T 303、QC/T 304、QC/T 522、QC/T 523、QC/T 529、QC/T 563、QC/T 647、QC/T 648、QC/T 649、QC/T 650、QC/T 29096、QC/T 29097的标准要求。

4.2 性能要求

4.2.1 系统间隙和刚度

间隙和刚度满足制造商要求。

4.2.2 逆向驱动力

逆向驱动力满足制造商要求。

4.2.3 空载转动力矩

空载转动力矩满足制造商要求。

4.2.4 助力特性

助力特性应满足制造商要求。

4.2.5 回正特性

反弹时的常数满足制造商要求。

残余输入轴转动角满足制造商要求。

回正时间满足制造商要求。

4.2.6 突然转向

输入端在不同的转动速度下，转向盘手力满足制造商要求。

4.2.7 原地转向

油压变化满足制造商要求。

4.2.8 高速转向

油压变化满足制造商要求。

4.2.9 俘获试验

截止转向速度满足制造商要求。

4.2.10 常温压降

吸油真空度、转向油泵输油压力、转向器进/出油口压力压降满足制造商要求。

4.2.11 高温压降

吸油真空度、转向油泵输油压力、转向器进/出油口压力压降满足制造商要求。

4.2.12 低温启动试验

转向油罐油液无不可接受的如漩涡等不正常油液流动现象。

4.2.13 温升试验

最大油罐温度满足制造商要求。

4.2.14 背压试验

最大背压满足制造商要求。

4.2.15 倾斜吸油能力

最大倾斜角度满足制造商要求。

4.2.16 噪声试验

噪声测试曲线满足制造商要求。

5 试验方法

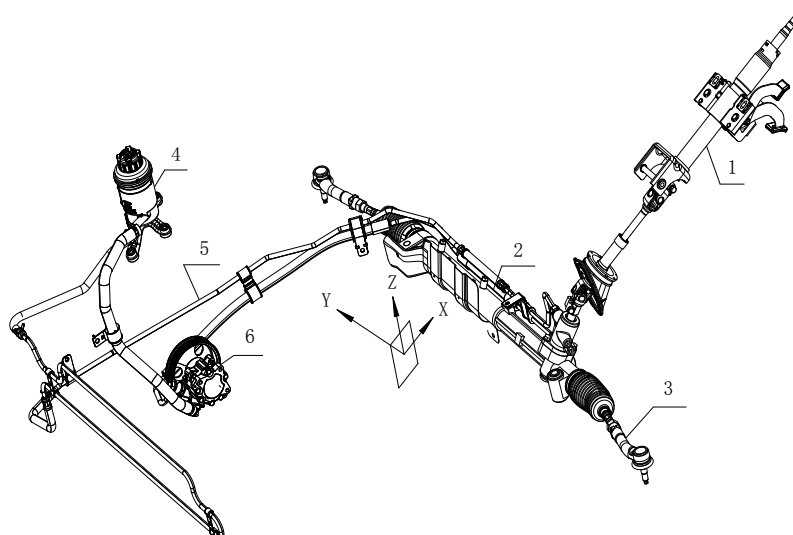
5.1 试验条件

5.1.1 液压油和润滑脂

系统用液压油和润滑脂满足制造商要求。

5.1.2 系统布置与安装

- 5.1.2.1 系统在试验台架的布置和安装与实车一致。
- 5.1.2.2 保证转向器总成、转向油泵总成、转向油罐总成进/出油口相对位置坐标与实车一致(见图1)；
- 5.1.2.3 保证转向器总成输入端三向角度(倾斜角度相对坐标)与实车一致；
- 5.1.2.4 保证转向管柱总成三向角度(硬点相对坐标)与实车一致；
- 5.1.2.5 保证转向油管走向、长度、管夹固定位置相对坐标与实车一致；
- 5.1.2.6 紧固件应与实车一致，拧紧扭矩应按产品图样技术要求的扭矩大小。



说明：

- | | |
|---------|---------|
| 1——转向管柱 | 4——转向油罐 |
| 2——转向器 | 5——油管 |
| 3——转向拉杆 | 6——转向油泵 |

图1 系统实车布置示意图

5.1.3 检测仪器设备要求

- 5.1.3.1 在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 温度范围内，扭矩、力、流量、压力、位移、转角、转向油泵的转速的测量精度应不低于0.5%FS。
- 5.1.3.2 在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 温度范围内，噪声测量的精度等级不低于0.1 dB(A)。
- 5.1.3.3 在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 温度范围内，温度测量的精度等级不低于0.1 $^\circ\text{C}$ 。

5.1.4 输出端加载方式

- 5.1.4.1 方式一：系统输出端为双端水平加载，左右载荷按1:2分配。
- 5.1.4.2 方式二：系统输出端双端水平加载，载荷按照实际采集路谱分配；系统输出端双端垂直方向施加位移，位移谱按照实际采集路谱分配。

5.2 试验项目

5.2.1 系统间隙和刚度

- 5.2.1.1 系统处于中位、输出端刚性固定，转向油泵不工作；
- 5.2.1.2 输入端按 $(0.1 \sim 0.3) \text{ r/min}$ 匀速转动、达到给定的转矩限值后反方向转动，完成一个循环；

5.2.1.3 测量输入端转动力矩和转角，并绘制曲线（见图2），并计算系统间隙（ $\pm 6\text{Nm}$ 扭矩时）和刚度。

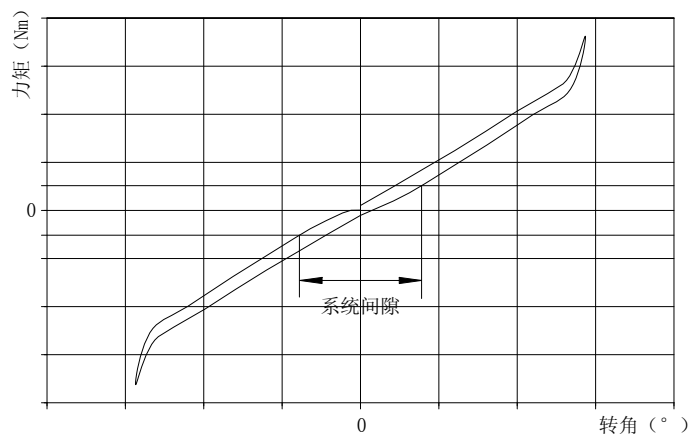


图2 系统间隙和刚度曲线示意图

5.2.2 逆向驱动力

5.2.2.1 系统处于一端极限位置（左极限或者右极限位置），输入端安装模拟转向盘，其转动惯量与实车转动惯量相同；

5.2.2.2 无助力和有助力工况测量；

5.2.2.3 输出端按（5~10）mm/s 的速度从一端极限位置向另一端极限位置移动，往复完成一个循环；测量输出端驱动载荷和齿条位移，并绘制曲线（见图3）。

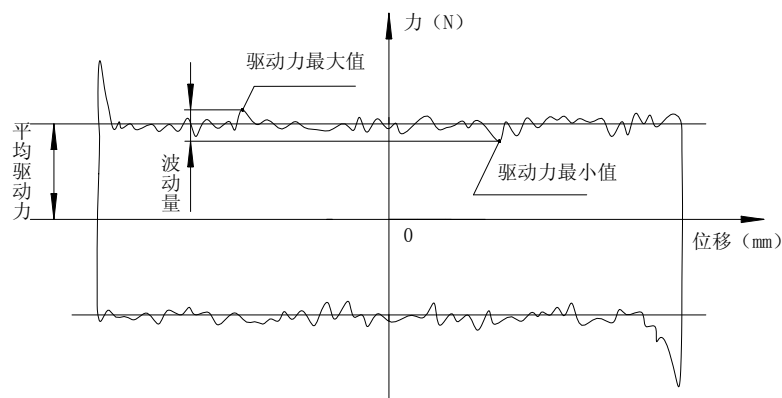


图3 逆向驱动力曲线示意图

5.2.3 空载转动力矩

5.2.3.1 系统处于中位、转向油泵转速分别为怠速、1000r/min、3000r/min，输出端空载；

5.2.3.2 驱动输入端按（10~15）r/min 速度匀速转动，测量输入端转动力矩与转角，并绘制曲线（见图4），计算左右最大转角的90°范围内转动力矩的最大、最小值，波动量及正、反转方向的平均值（计算方法参考QC/T 529）。

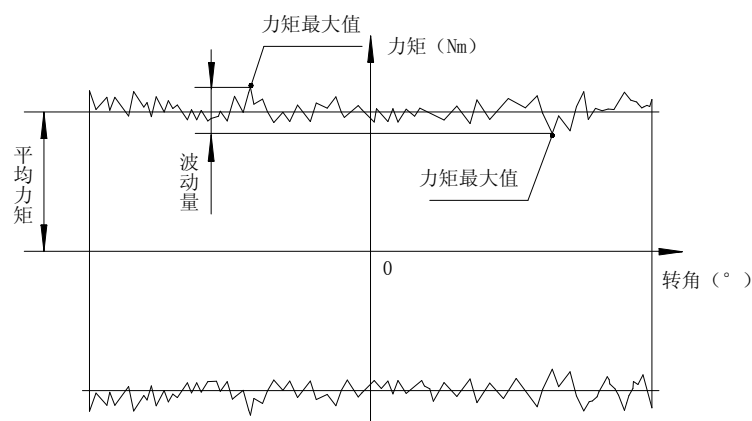


图4 空载转动力矩曲线示意图

5.2.4 助力特性

5.2.4.1 系统处于中位，输出端双端加载（加载方式按 5.1.4.1 条）；

5.2.4.2 输入端按 $(0.3 \sim 0.5)$ r/min 速度匀速转动，转向油泵转速为怠速，分别从中位向两个方向转动，直至系统压力达到最大工作压力时，测量输入端转矩与转向器进油口压力、转向油泵出油口压力和系统流量，并绘制曲线；

5.2.4.3 转向油泵转速分别为 1000r/min、2000r/min、3000r/min、4000r/min、5000r/min；重复 5.2.4.2 条。

5.2.5 回正特性

5.2.5.1 系统处于 90% 的极限位置，输入端空载；

5.2.5.2 输出端双端施加模拟弹性载荷（加载方式按 5.1.4.1 条），由 90% 极限位置处向中位释放弹性载荷，转向油泵转速为怠速，测量输入端转角 θ 与回程时间 t ，并绘制曲线（见图 5）；

5.2.5.3 转向油泵转速分别为 1000r/min、2000r/min、3000r/min、4000r/min、5000r/min；

5.2.5.4 反向完成 5.2.5.2~5.2.5.3。

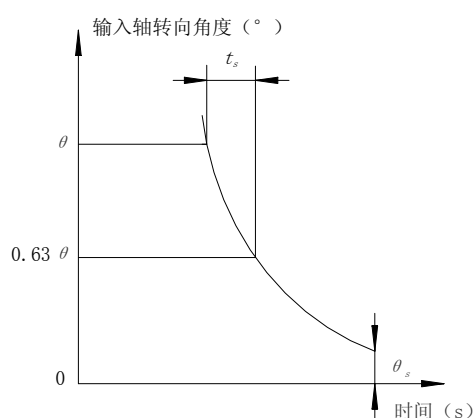


图5 转角与负载曲线示意图

5.2.6 突然转向

- 5.2.6.1 系统处于中位，输出端分别施加额定输出载荷的 50%、60%、70%、80%、90%；
- 5.2.6.2 输入端按 (5~10) r/min 速度转动 40°后，突然分别以 100°/s、200°/s、400°/s、800°/s 的速度反向转动至中位，转向油泵转速为怠速，测量并绘制输入端转动力矩、转动角度、转向器进/出油口压力与时间的曲线（见图 6），并计算最大转动力矩时施加在转向盘的力值。
- 5.2.6.3 转向油泵转速分别为 1000r/min、2000r/min、3000r/min、4000r/min、5000r/min；
- 5.2.6.4 转向盘的力值按下式计算：

$$F = \frac{M}{R}$$

式中：

F —转向盘力值，单位为牛（N）；

M —转向盘转动力矩，单位为牛米（Nm）；

R —转向盘半径，单位为毫米（mm）。

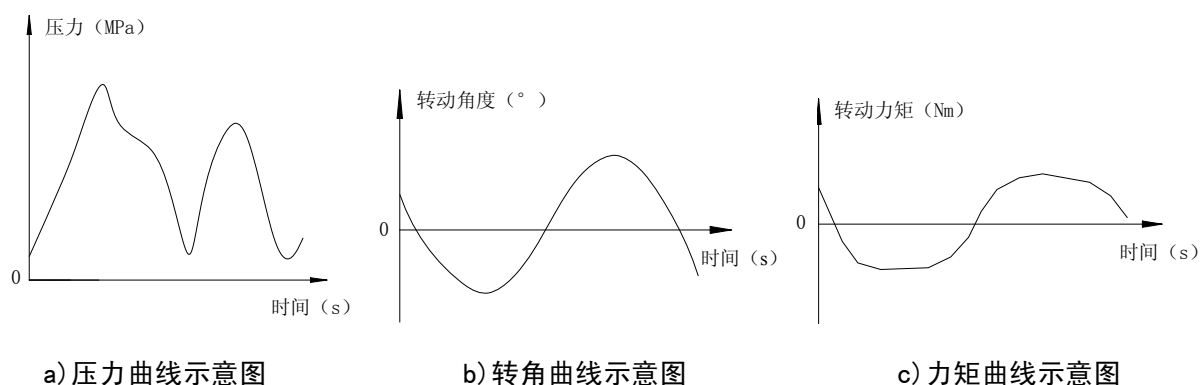
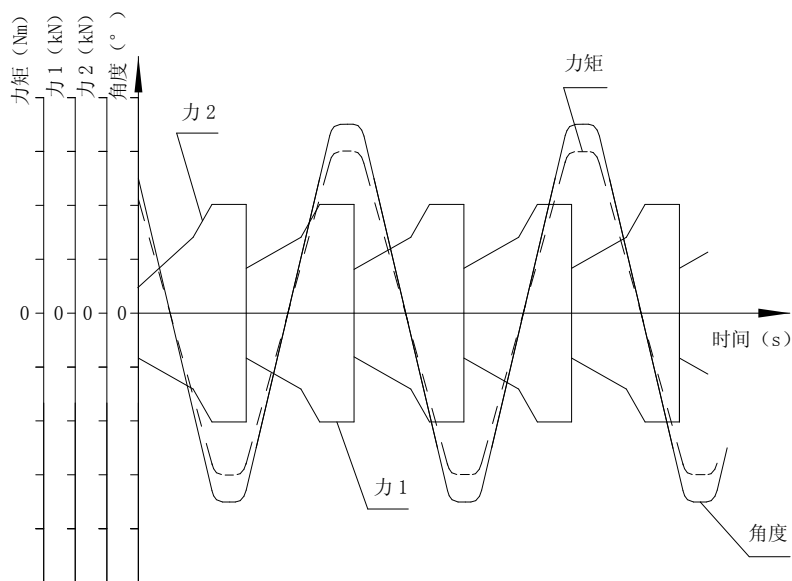


图 6 突然转向压力、转角、力矩曲线示意图

5.2.7 原地转向

- 5.2.7.1 系统处于中位，转向油泵转速为怠速；
- 5.2.7.2 输出端双端加载原地工况载荷谱（加载方式按 5.1.4.2 条）；
- 5.2.7.3 输入端以 (5~15) r/min 速度转动，测量输入端转角、转动力矩和转向器进出/油口压力、输出端拉压力，并绘制曲线（见图 7）。



说明:

角度——输入端转角

力矩——输入端转动力矩

力1——输出端压力

力2——输出端拉力

图 7 原地转向负载、转角、力矩曲线示意图

5.2.8 高速转向

5.2.8.1 系统处于中位，转向油泵转速为 3000r/min；

5.2.8.2 输出端双端加载高速工况载荷谱（加载方式按 5.1.4.2 条）；

5.2.8.3 输入端以（5~15）r/min 速度转动，测量输入端转角、转动力矩和转向器进/出油口压力、输出端拉压力，并绘制曲线（见图 7）。

5.2.9 俘获试验

5.2.9.1 系统处于中位，转向油泵转速分别为怠速和 3000r/min；

5.2.9.2 输出端水平方向双端施加载荷谱（加载方式按 5.1.4.2 条）；

5.2.9.3 输入端从中位开始施加以不断增加的转速正弦波，测量系统不能提供足够液压流量（转向器进油口压力低于设定值时或输入端扭矩突然增大）时的输入端转速（见图 8）。

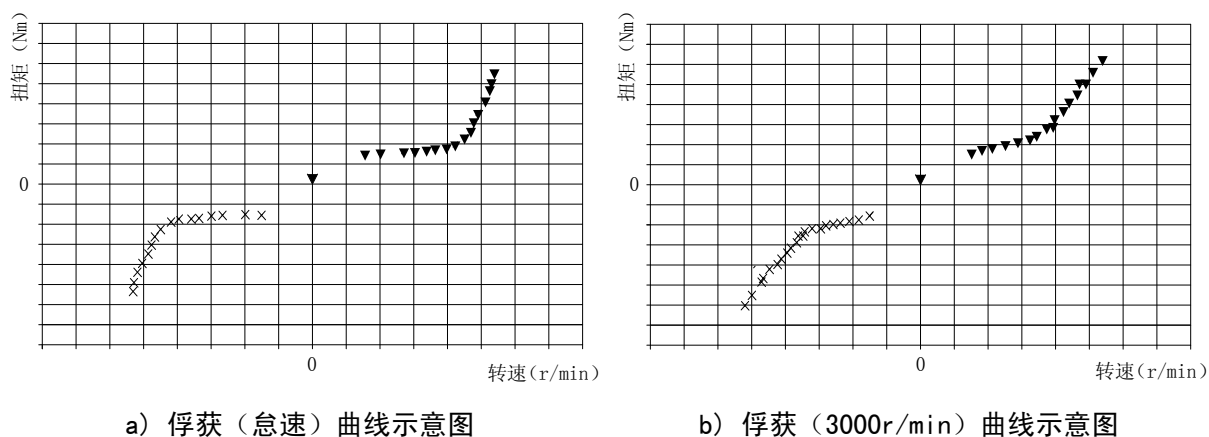


图8 俘获试验曲线示意图

5.2.10 常温压降

5.2.10.1 系统处于中位，系统油温控制在 $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，转向油泵转速从怠速以上升梯度 50r/s 缓慢增至 6000r/min ；

5.2.10.2 测量系统吸油真空度、油泵出油口压力、转向器进/出油口压力，绘制曲线（见图9）。

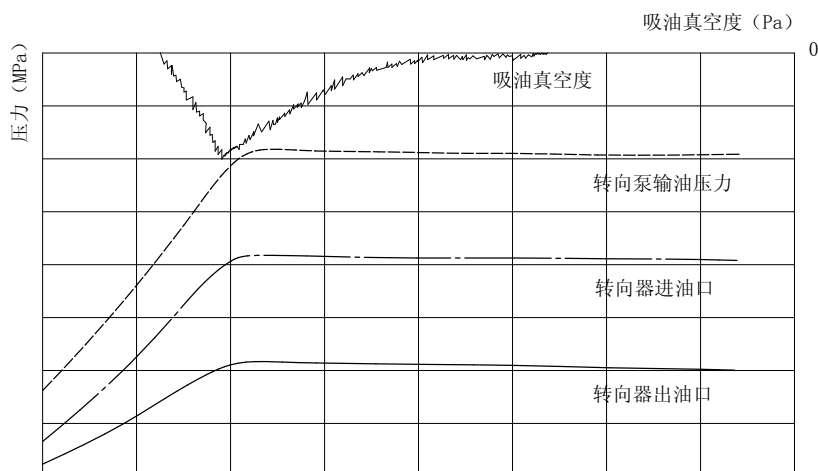


图9 常温压降示意图

5.2.11 高温压降

5.2.11.1 系统处于中位，系统油温控制在 $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，转向油泵转速从怠速以上升梯度 50r/s 缓慢增至 6000r/min ；

5.2.11.2 测量系统吸油真空度、油泵出油口压力、转向器进/出油口压力。

5.2.12 低温启动试验

5.2.12.1 系统在 -40°C 温度环境下放置 12h；

5.2.12.2 在 1.5s 内启动转向油泵，在 $(1000 \pm 5)\text{r/min}$ 的转速下运行 1min；

5.2.12.3 输出端施加最大理论输出力的 30% 载荷，驱动输入端以 $(8 \pm 1)\text{r/min}$ 的速度转动完成 10 个循环；

- 5.2.12.4 每个循环的系统压力控制为系统最高工作压力的 75%，并在极限位置保持 10min；
- 5.2.12.5 检测转向油罐是否有气穴及其它不可接受的如漩涡等不正常油液流动现象，同时检测系统是否有异响。

5.2.13 温升试验

- 5.2.13.1 系统处于中位，转向油泵转速为怠速；
- 5.2.13.2 转向油罐的液面处于设计最低限值，温度传感器安装在转向油罐内；
- 5.2.13.3 输出端双端加载（加载方式按 5.1.4.1 条），载荷为正弦波，载荷最大值为系统额定值；
- 5.2.13.4 输入端以（5~15）r/min 转速全行程转动，连续运转 50min 直至系统温度达到温度平衡点或者达到设定的最高温度时停止试验，测量转向油罐油液温度增加的时间（见图 10）。

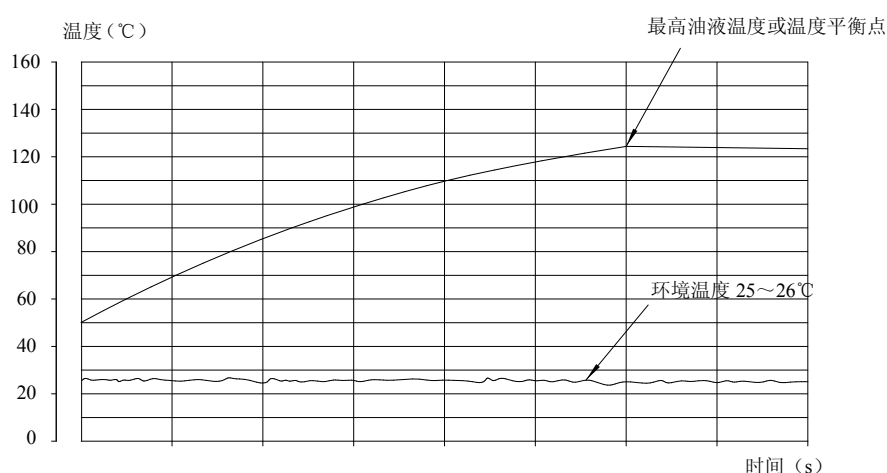


图 10 温升试验示意图

5.2.14 背压试验

- 5.2.14.1 系统处于中位，转向油泵转速为（1500±5）r/min；
- 5.2.14.2 转向油罐的液面处于设计最高限值，温度传感器安装在转向油罐内；
- 5.2.14.3 输出端水平方向双端施加载荷谱（加载方式按 5.1.4.2 条），输出端垂直方向施加位移谱；（载荷谱波形可依据鹅卵石路面采集的载荷谱）；
- 5.2.14.4 输入端全行程正弦波转角输入，转速为（300±5）°/s，分别测量转向器进/出油口压力、转向油泵出油口压力、油罐进油口压力并绘制与时间的关系曲线。

5.2.15 系统倾斜试验

- 5.2.15.1 系统处于中位，转向油泵转速至（1000±5）r/min；
- 5.2.15.2 转向油罐的液面处于设计最低限值，温度控制在（45±2）°C；
- 5.2.15.3 试验台缓慢匀速倾斜，模拟车辆上坡路况，记录转向油罐出油口开始出现漩涡时（或者转向泵开始发出气穴噪音时）的台架倾斜角度，完成后台架回复至水平位置；
- 5.2.15.4 试验台缓慢匀速倾斜，模拟车辆下坡路况，记录转向油罐出油口开始出现漩涡时（或者转向泵开始发出气穴噪音时）的台架倾斜角度，完成后台架回复至水平位置；
- 5.2.15.5 试验台缓慢匀速倾斜，模拟车辆左转路况，记录转向油罐出油口开始出现漩涡时（或者转向泵开始发出气穴噪音时）的台架倾斜角度，完成后台架回复至水平位置；

5.2.15.6 试验台缓慢匀速倾斜，模拟车辆右转路况，记录转向油罐出油口开始出现漩涡时（或者转向泵开始发出气穴噪音时）的台架倾斜角度，完成后台架回复至水平位置。

5.2.16 噪声试验

5.2.16.1 系统按实车布置安装在半消声试验室中，系统处于中位，控制系统油温为 $(80 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；

5.2.16.2 距转向油泵出油口 10mm 处和转向器进油口 10mm 处放置声压传感器；

5.2.16.3 输入端无转动，系统压力为背压，在 60s 内转向油泵转速从怠速均匀加速到 5000 r/min、同时采集转向油泵和转向器噪声时域数据；

5.2.16.4 输出端双端加载（加载方式按 5.1.4.1 条），系统压力达到 (2.5 ± 0.1) MPa，在 60s 内转向油泵转速从怠速均匀加速到 5000 r/min、同时采集转向油泵和转向器噪声时域数据；

5.2.16.5 输出端双端加载（加载方式按 5.1.4.1 条），系统压力达到 (5 ± 0.1) MPa，在 60s 内转向油泵转速从怠速均匀加速到 5000 r/min、同时采集转向油泵和转向器噪声时域数据；

5.2.16.6 转向油泵数据：采用汉宁计权的阶次追踪分析和 FFT 分析处理、采用阶次谱和频谱图分别表示转向油泵转速与噪声声压、噪声频率与噪声声压的相互关系；

5.2.16.7 转向器的数据处理：采用汉宁计权的 FFT 分析方法，采用频谱图表示噪声频率与噪声声压间的相互关系。
