



Q/KTS

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

Q/3714-KTS02.1-2014

**汽车电动助力转向管柱带中间轴总成
技术条件与台架试验方法**

Technical conditions and Bench test method for Auto
EPS Column Factory Examination Plane

2014-06-20 发布

2014-06-30 实施

山东凯帝斯工业系统有限公司 发布

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

A/KTS02.1-2014

前 言

本标准是对 Q/3714-ZTHY01-2006《电动助力转向装置试验台架技术要求》的修订。本标准以符合国家标准和行业标准为前提,规定了山东凯帝斯工业系统有限公司电动助力转向管柱带中间轴总成的技术要求和试验要求。同时在格式和内容的编排上均符合 GB/T1.1-2000 和 GB/T1.2-2002 的规定。

本标准自实施日起,同时代替 Q/3714-ZTHY01-2006。

本标准由山东凯帝斯工业系统有限公司研发中心提出。

本标准由山东凯帝斯工业系统有限公司研发中心起草。

本标准主要起草人:韩彬。

本标准首次发布日期是 2014 年 06 月 16 日。

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

1 范围

本标准规定了电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件和台架试验方法。
本标准适用于汽车用电动助力转向装置中的转向柱助力形式的转向管柱。

2 规范性引用文件

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。在标准出版时所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨、使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 5179	汽车转向系术语和定义
QC/T647-2000	汽车转向万向节总成性能要求及试验方法
QC/T649-2000	汽车转向传动轴总成性能要求及试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 电动转向管柱带中间轴总成

包括转向管柱总成、中间轴总成、万向节、电动机、控制器总成、减速机构和传感器在内所有部件的总称。

3.2 转向管柱总成

包括柱管、芯轴、减速机构、电动机、传感器等部件的总称。如果控制器与电动机是一体式设计，则还应包括控制器总成在内。

3.3 中间轴总成

包括中间轴和上、下万向节以及节叉等部件的总称。

3.4 转向盘中心

按照装车固定方法将转向盘固定在转向轴上，转向盘轮缘中心圆的中心。

3.5 可调转向管柱

可以进行角度和/或高度调整的转向管柱。

3.6 不可调转向管柱

不可以进行角度和高度调整的转向管柱。

3.7 溃缩力和溃缩行程

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

当转向管柱总成受到压缩外力时，有一定的压缩行程，将最大的压缩力叫溃缩力，将压缩行程叫溃缩行程。

4 总则

4.1 本标准规定下列试验方法：

- a) 性能试验；
- b) 可靠性试验。

4.2 被试总成台架安装布置型式

总成试验时，应参考原车的布置型式。控制器和电动机加载与实车相同设计的电压，最大为DC14V（整车供电为DC12V时）或DC28V（整车供电为DC24V时）或DC42V（整车供电为DC36V时）；电动机最大电流设置为实车最大设计电流；

4.3 试验环境要求

无特殊说明时，试验环境为常温、常湿；

4.4 试验用仪器仪表测试误差

- 4.4.1 转矩：可靠性试验测试误差不大于1%，性能试验测试误差不大于0.25%。
- 4.4.2 转角：可靠性试验测试误差不大于0.5%，性能试验测试误差不大于0.1%。
- 4.4.3 电流：可靠性试验测试误差不大于2%，性能试验测试误差不大于0.5%。
- 4.4.4 电压：测试误差不大于1%。

5 产品要求及试验方法

5.1 性能试验

5.1.1 正向空载转动力矩试验

5.1.1.1 性能要求

扭矩平均值 T_{avg} 、扭矩最大值 T_{max} 、扭矩最大值 T_{max} 与扭矩最小值 T_{min} 的扭矩差 ΔT 应满足表1规定。

表1 正向空载转动力矩试验要求

类别	试验要求(判断条件)
无助力	$T_{max} \leq 1.5Nm$, $\Delta T \leq 0.5Nm$
有助力	$T_{max} \leq 1Nm$, $\Delta T \leq 0.3Nm$

5.1.1.2 试验条件

试验时，将转向管柱总成水平固定于试验台上，输出端无负载。

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

无助力：EPS电源关闭，发动机信号关闭，车速信号关闭。

有助力：EPS电源开启，发动机信号开启，车速信号为0Km/h。

5.1.1.3 试验方法

在无助力情况下，输入轴以 (10 ± 5) r/min的转速从起始位置（ 0° 位置）顺时针转动 360° ，然后再反向转动 360° ，再顺时针转回到起始位置。记录并绘制正向空载转动力矩曲线，如图1所示。

在有助力情况下，做以上相同运动并回到初始位置。

试验结果应满足5.1.1.1的要求。

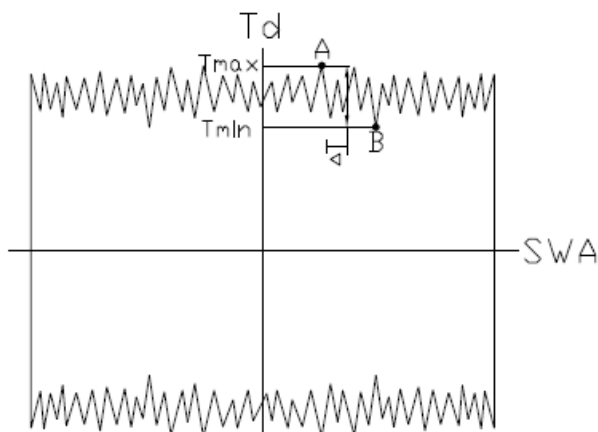


图1 正向空载转动力矩试验曲线图

5.1.2 逆向空载转动力矩试验

5.1.2.1 性能要求

扭矩平均值 T_{avg} 、扭矩最大值 T_{max} 、扭矩最大值 T_{max} 与扭矩最小值 T_{min} 的扭矩差 ΔT 应满足表2规定。

表2 逆向空载转动力矩试验要求

类别	试验要求(判断条件)
无助力	$T_{max} \leq 1.5\text{Nm}$, $\Delta T \leq 0.5\text{Nm}$
有助力	$T_{max} \leq 1\text{Nm}$, $\Delta T \leq 0.3\text{Nm}$

5.1.2.2 试验条件

试验时，将转向管柱总成水平固定于试验台上，输入端无负载。

无助力：EPS电源关闭，发动机信号关闭，车速信号关闭。

有助力：EPS电源开启，发动机信号开启，车速信号为0Km/h。

5.1.2.3 试验方法

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

在无助力情况下，输出轴以 (10 ± 5) r/min的转速从起始位置（ 0° 位置）顺时针转动 360° ，然后再反向转动 360° ，再顺时针转回到起始位置。记录并绘制逆向空载转动动力矩曲线，如图2所示。

在有助力情况下，做以上相同运动并回到初始位置。

试验结果应满足5.1.2.1的要求。

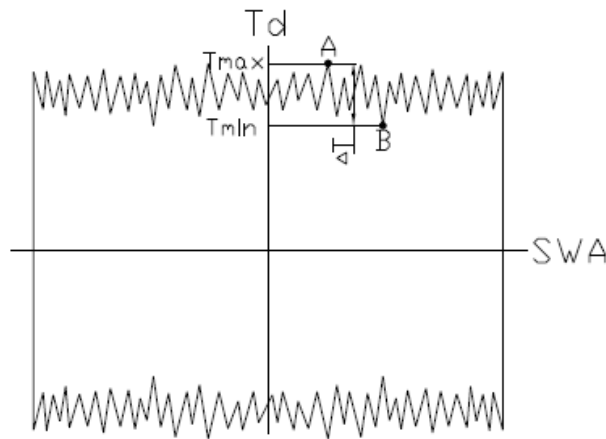


图2 逆向空载转动动力矩试验曲线图

5.1.3 输入力矩—输出力矩特性试验

5.1.3.1 性能要求

0车速时，输出力矩为5 Nm时，输入力矩滞后 Y 应 ≤ 1.65 Nm，F点的输出扭矩值 T_{amax} 应满足最大设计规定值，F点输入扭矩值 T_{dmax} 应满足整车匹配试验结果。其它车速时，只考察F点扭矩值，输出扭矩值 T_{amax} 和输入扭矩值 T_{dmax} 应满足整车匹配试验结果。各车速下助力特性曲线对称性 $\geq 90\%$ 。平均配平 $\leq \pm 0.5$ Nm。

5.1.3.2 试验条件

转向管柱总成固定于试验台上，输出端固定。

5.1.3.3 试验方法

设定不同车速（从0Km/h至最高速，间隔20km/h），输入轴以0.5r/min的转速先向左侧转动输入轴到输入力矩的设定值为止，然后向右侧经中间位置直到右侧输入力矩的设定值，最后转回到中间位置，同时记录各个车速下输入力矩与输出力矩关系曲线，如图3所示。计算平均配平，绘制配平检查曲线，如图4所示。

$$\text{平均配平} = \frac{\text{输入轴正向扭矩} - \text{输入轴负向扭矩}}{2} \quad (\text{Nm})$$

试验结果应满足5.1.3.1要求。

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

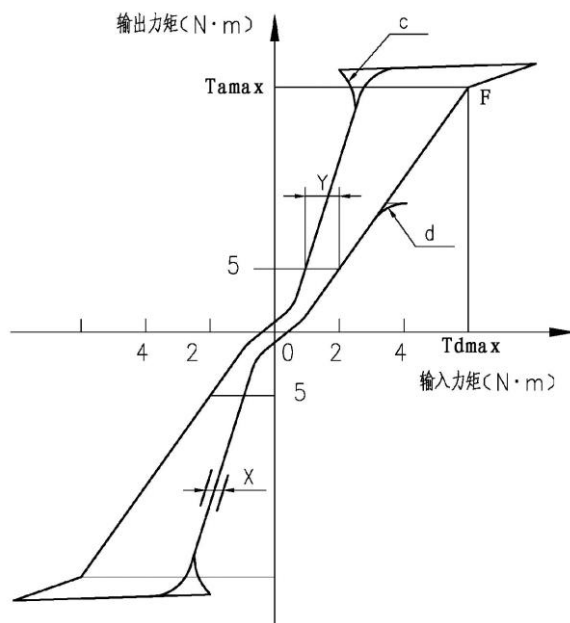


图3 输入力矩—输出力矩特性试验曲线图

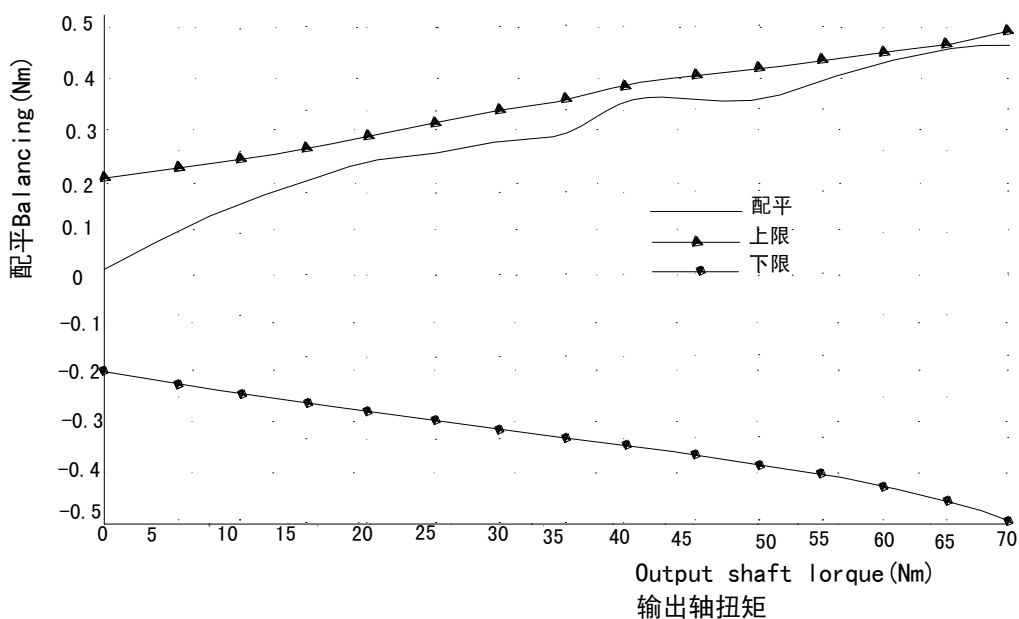


图4 配平检查曲线图

5.1.4 输入力矩—马达电流特性试验

5.1.4.1 性能要求

各车速条件下时，输入扭矩F对应的马达电流值C应满足设计规定值。各车速下曲线对称性 $\geq 90\%$ 。

5.1.4.2 试验条件

转向管柱总成固定于试验台上，输出端固定。

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

5.1.4.3 试验方法

设定不同车速（从0Km/h至最高速，间隔20km/h），输入轴以0.5r/min的转速先向左侧转动输入轴到输入力矩的设定值为止，然后向右侧经中间位置直到右侧输入力矩的设定值，最后转回到中间位置，同时记录各个车速下输入力矩与马达电流（取绝对值）关系曲线，如图4所示。

试验结果应满足5.1.4.1要求。

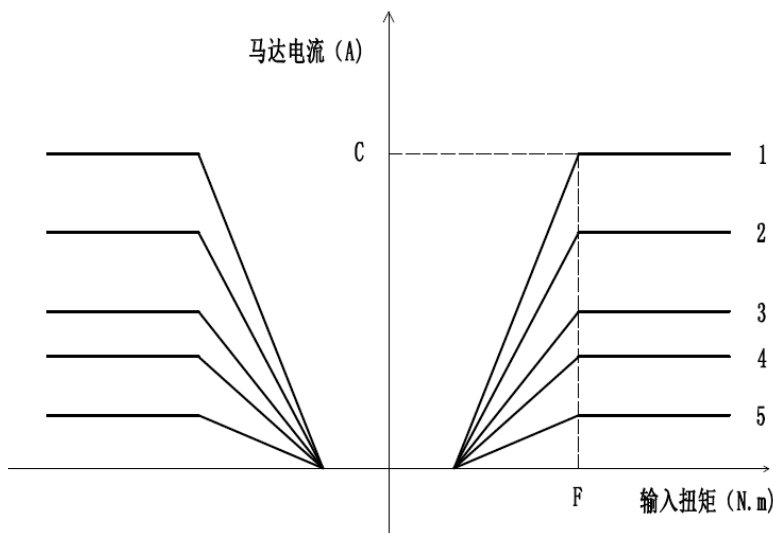


图4 输入力矩—马达电流特性试验曲线图

5.1.5 输入力矩—吸收电流特性试验

5.1.5.1 性能要求

各车速条件下时，输入扭矩F对应的吸收电流值C应满足设计规定值。曲线对称性 $\geq 90\%$ 。

5.1.5.2 试验条件

转向管柱总成固定于试验台上，输出端固定。

5.1.5.3 试验方法

设定不同车速（从0Km/h至最高速，间隔20km/h），输入轴以0.5r/min的转速先向左侧转动输入轴到输入力矩的设定值为止，然后向右侧经中间位置直到右侧输入力矩的设定值，最后转回到中间位置，同时纪录各个车速下输入力矩与吸收电流关系曲线，如图5所示。

试验结果应满足5.1.5.1要求。

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

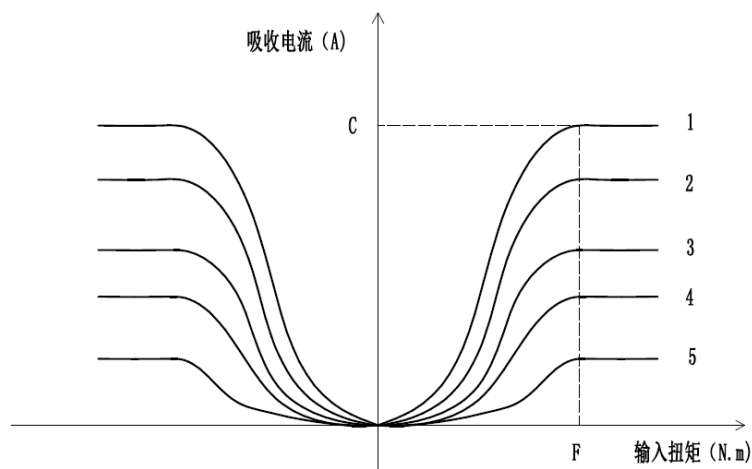


图5 输入力矩—吸收电流特性试验曲线图

5.1.6 传感器信号特性试验

5.1.6.1 性能要求

电动助力转向管柱传感器信号类型分为两类，如表3

表3 传感器信号特性试验要求

类别	试验要求 (判定条件)
模拟信号 (电压)	输入扭矩F对应的传感器信号 V_{max} 、 V_{min} 应满足设计规定值； 主、副信号非线性误差 $\leq 10\%$ ； 主、副信号和 $(V1+V2)$ 应满足设计规定值；
数字信号 (PWM)	输入扭矩F对应的传感器信号 P_{max} 、 P_{min} 应满足设计规定值； 主、副信号非线性误差 $\leq 10\%$ ； 主、副信号和 $(PWM-T1+ PWM-T2)$ 应满足设计规定值；

5.1.6.2 试验条件

转向管柱总成固定于试验台上，输出端固定。

5.1.6.3 试验方法

EPS电源开启，汽车点火开关开启，发动机信号开启，车速信号为0km/h，输入轴以0.5r/min的转速先向左侧转动输入轴到输入力矩的设定值为止，然后向右侧经中间位置直到右侧输入力矩的设定值，最后转回到中间位置，同时记录输入力矩与传感器信号关系曲线，如图6、7所示。计算迟滞，绘制迟滞现象评价曲线，如图8所示。

迟滞=回程传感器信号-正程传感器信号

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

试验结果应满足5.1.6.1要求。

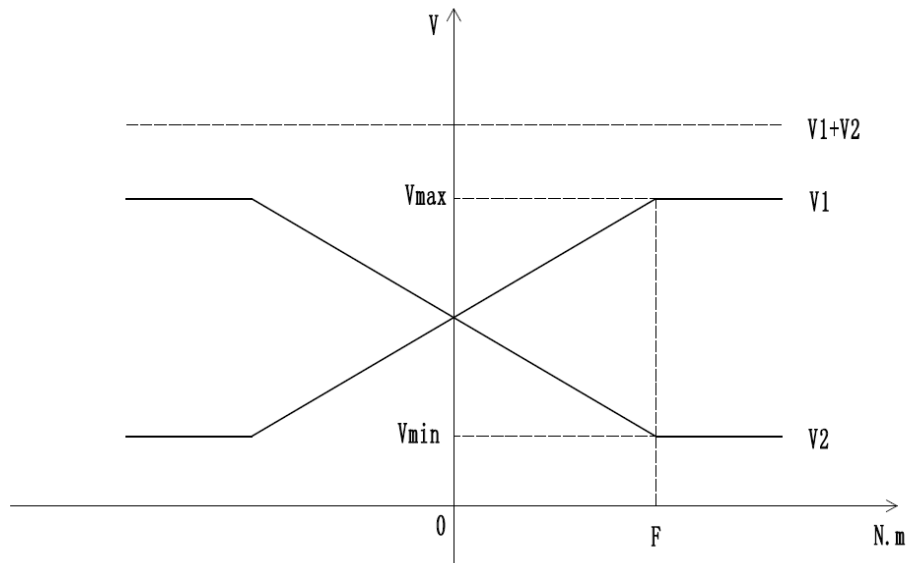


图6 传感器信号特性试验曲线图（模拟信号）

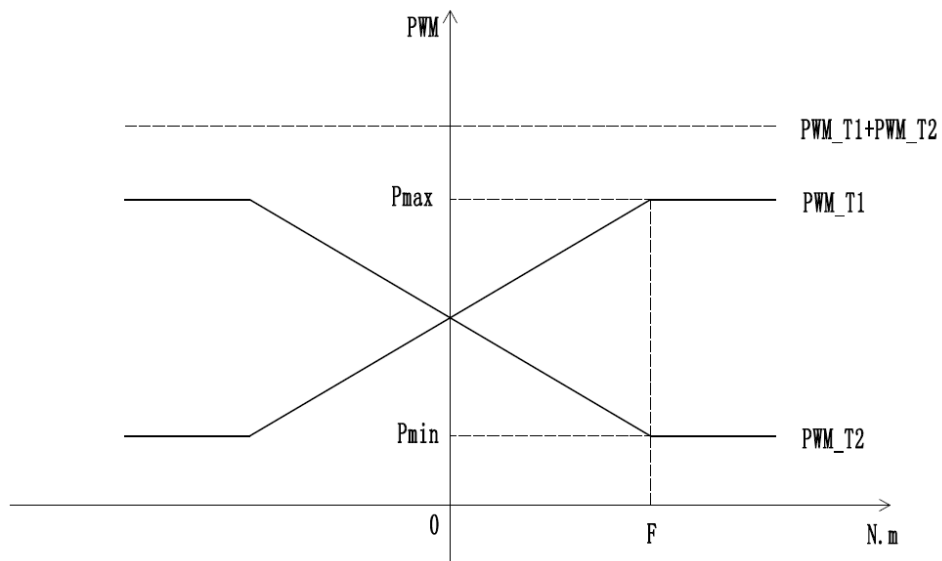


图7 传感器信号特性试验曲线图（数字信号）

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

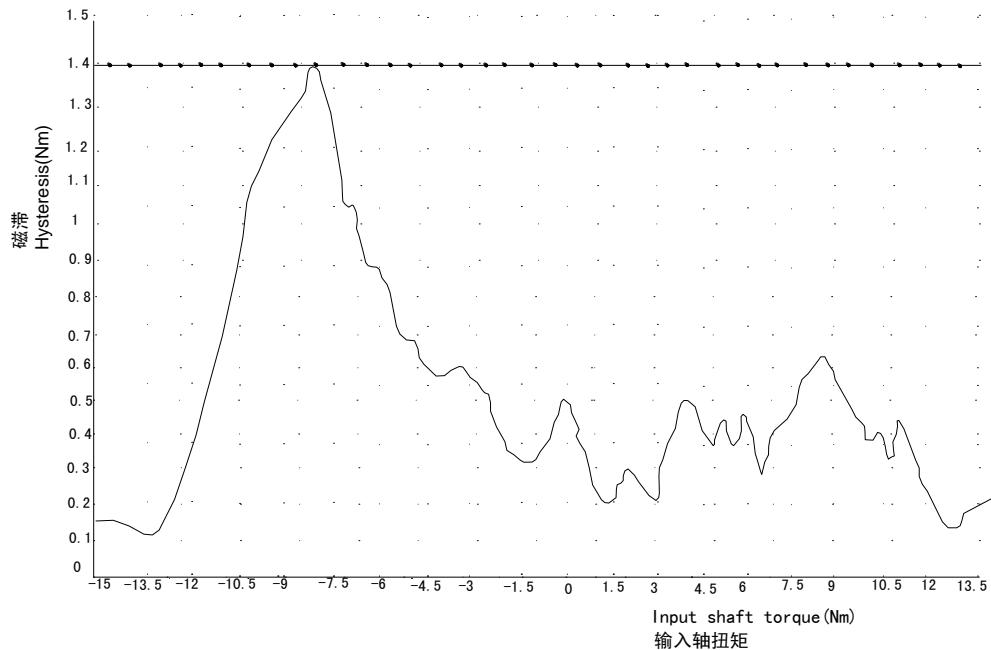


图8 传感器迟滞现象评价曲线图

5.1.7 角位置传感器信号特性试验

5.1.7.1 性能要求

评价线性度最大误差小于等于 $\pm 1.5\%$, 传感器供电电压最大相对误差小于等于 $\pm 8\%$ 。

5.1.7.2 试验条件

转向管柱总成固定于试验台上, 输入端无负载, 输出端驱动。台架安装方式见图9

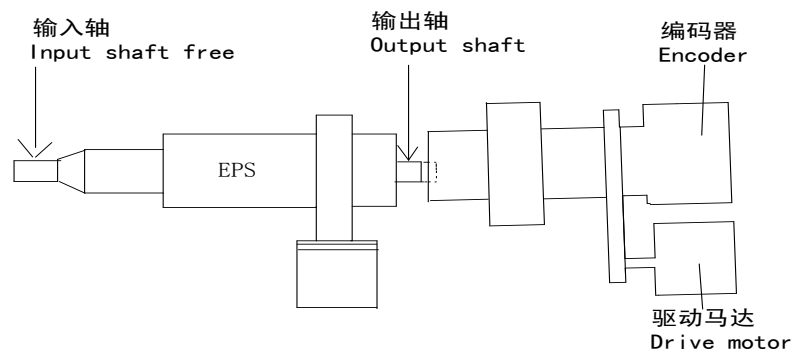


图9 角位置传感器信号特性试验台架安装方式

5.1.7.3 试验方法

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

EPS电源开启，汽车点火开关开启，发动机信号开启，车速信号为0km/h，使被测装置的输出轴以5r/min±5%的速度从初始位置（0位置）顺时针转动到420°，从ECU控制器获取传感器电压、两个角位置和编码器角度信号。回到初始位置，再以相同的速度从初始位置（0位置），逆时针转动到-420°，从ECU控制器获取传感器电压、两个角位置和编码器角度信号。记录以上试验数据，绘制角位置传感器特性曲线，如图10所示。

$$\text{线性度}(\%) = \frac{\text{测量电压值} - \text{理论电压值}}{\text{理论电压值}}$$

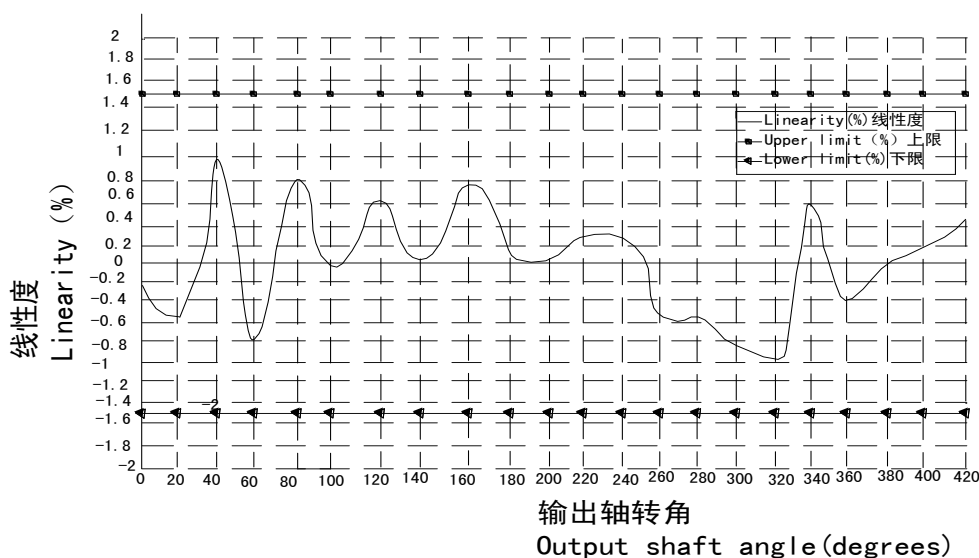


图10 角位置传感器信号特性曲线

试验结果应满足5.1.7.1要求。

5.1.8 静态电流试验

5.1.8.1 性能要求

点火开关关闭时，吸收电流应 <0.1 A；

点火开关开启时，吸收电流应 <1 A。

5.1.8.2 试验条件

转向管柱总成固定于试验台上，输入端、输出端无负载。

5.1.8.3 试验方法

EPS电源开启，汽车点火开关关闭，发动机信号关闭，车速信号为0km/h，记录20~30s时间的吸收电流，计算吸收电流平均值，绘制静态电流试验曲线；

EPS电源开启，汽车点火开关开启，发动机信号开启，车速信号为0km/h，记录20~30s时间的吸收电流，计算吸收电流平均值，绘制静态电流试验曲线，如图11所示。

试验结果应满足5.1.8.1要求。

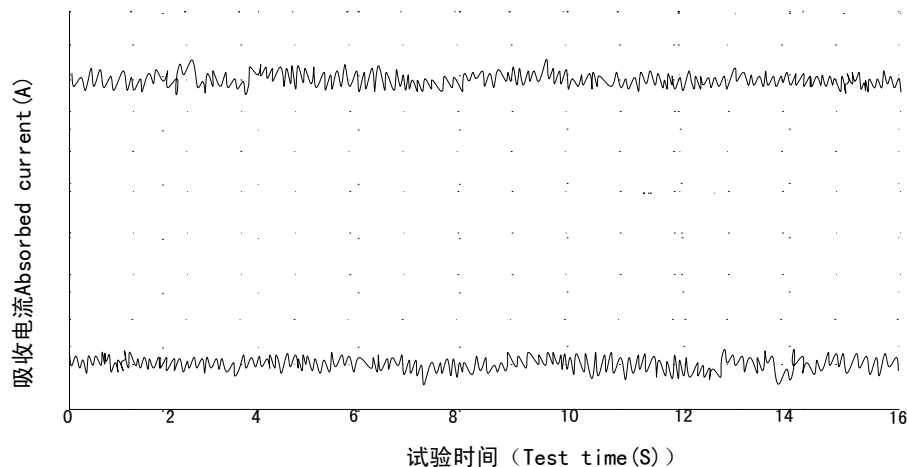


图11 静态电流特性试验曲线图

5.1.9 功能试验

5.1.9.1 性能要求

模拟不同车速转动转向盘的过程中感觉在转动转向盘的过程中应平滑、无卡滞；转向盘无明显振动，转动转向盘至任意角度停下时转向器输出端不应有惯性延时现象。

5.1.9.2 试验条件

转向管柱总成固定于试验台架上（参照实车方式斜置或平置）。

5.1.9.3 试验方法

EPS电源开启，汽车点火开关开启，发动机信号开启，车速信号分别为0km/h、50km/h、100km/h。在输出端施加相当于汽车最大转向阻力的1/3载荷，匀速转动转向轴完成整个行程，同时记录输入转角与转向力矩的关系，绘制功能试验特性曲线。试验结果应满足5.1.9.1要求。

5.1.9.4 最大性能试验

5.1.9.5 性能要求

测试电动助力转向装置相对输入轴转速所能产生的最大助力特性应满足设计要求。

5.1.9.6 试验条件

将转向管柱总成水平固定于试验台架上。EPS电源开启，汽车点火开关开启，发动机信号开启，车速信号为0km/h。在输出端施加相当于汽车最大转向阻力的1/3载荷。

5.1.9.7 试验方法

从初始位置给输入轴施加一个加速度为 $125^\circ / s^2$ 的顺时针转动，持续12s，记录过程数据；回复到初始位置，在以相同的加速度向反向转动，持续相同的时间，记录反向过程的数据。绘制最大性能曲线，如图12所示，计算以下数据用于评价：

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

- 输入轴速度为0时的纯助力矩
 - 拐点处的纯助力矩及角速度
 - 在 $800^{\circ}/s$ 角速度时的纯助力矩
 - 纯助力矩为0时的最大角速度
- 试验结果应满足5.1.10.1要求。

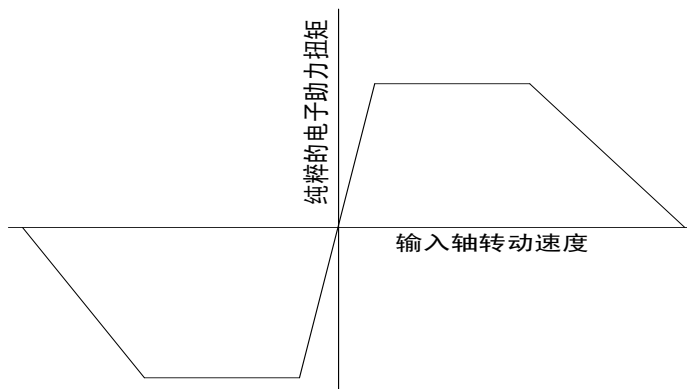


图12 最大性能试验曲线图

5.1.10 功效试验

5.1.10.1 性能要求

测量电动助力转向装置在最大性能范围内不同输入输出条件下的功效分布，是否满足设计要求。

5.1.10.2 试验条件

将转向管柱总成水平固定于试验台架上。EPS电源开启，汽车点火开关开启，发动机信号开启，车速信号为0km/h。利用5.1.10试验所得的最大性能曲线，并按照（图13）所示的分布，确定9个测量点的输出轴扭矩设定和输入轴角速度设定。

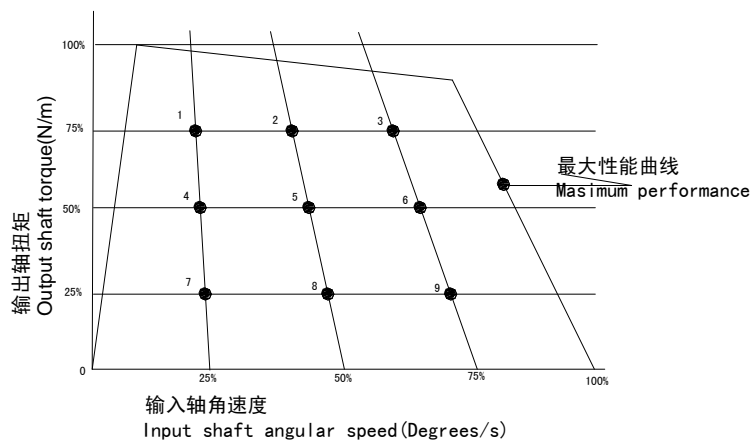


图13 功效试验测量点选择示意图

5.1.10.3 试验方法

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

按照每个点设定的输出轴扭矩，输入轴至少转动420°以上达到稳定的匀速角速度，开始记录数据并用下列公式计算每个点的功效，试验结果应满足5.1.11.1要求。

发电机吸收功率（瓦特）=供电电压×吸收电流

$$\text{输入轴功率(瓦特)} = \frac{\text{输入轴扭矩} \times \text{弧度}}{\text{记录试验时间}}$$

$$\text{输出功率(瓦特)} = \frac{\text{输出轴力矩} \times \text{弧度}}{\text{记录试验时间}}$$

$$\text{总功率} = \frac{\text{输出功率}}{\text{输入功率} + \text{发电机吸收功率}}$$

在其余8个点上重复上述试验，并绘制功效曲线。如图14所示。

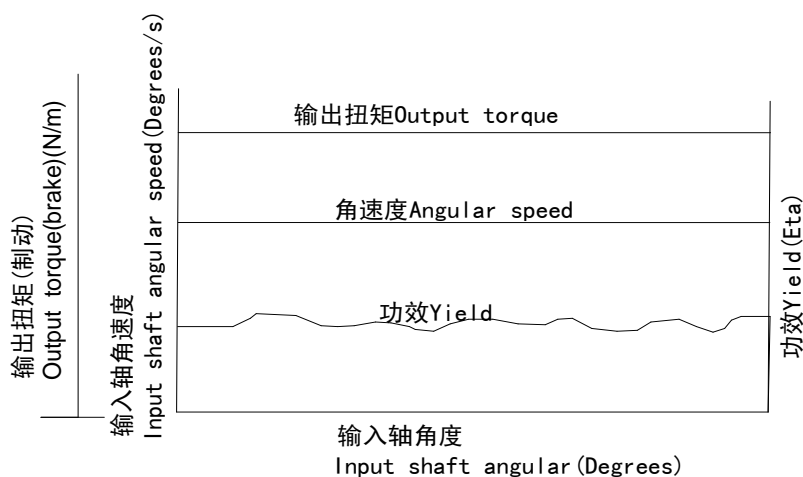


图14 功效试验曲线图

5.1.11 主动回正特性试验

5.1.11.1 性能要求

在输入轴的3个不同转角位置，测试输出轴的主动回正力矩与整车速度的对应关系是否满足设计要求。

5.1.11.2 试验条件

参考实车安装方式将转向管柱固定于试验台架上。EPS电源开启，汽车点火开关开启，发动机信号开启，车速信号在试验中给出。台架安装方式见图15

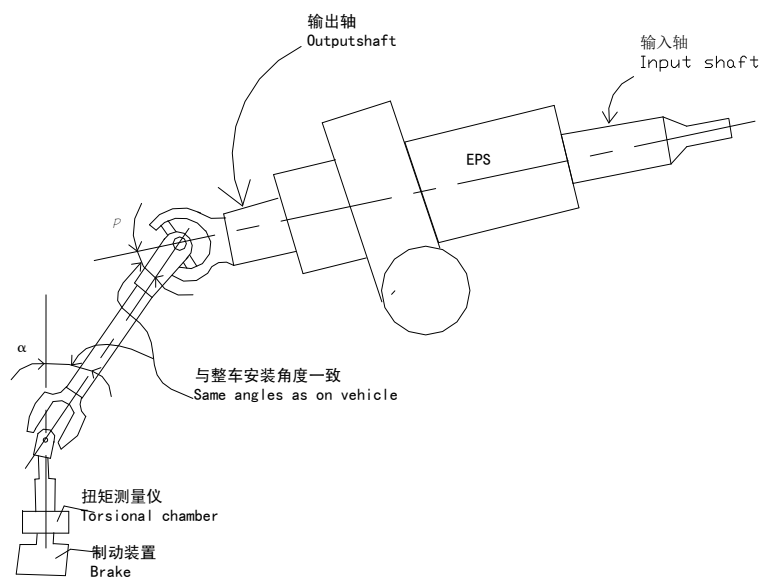


图15 主动回正特性试验台架安装方式

5.1.11.3 试验方法

调整偏移量0位置，把扭矩测量仪输出轴与制动装置脱开，转动输入轴，使输入轴相对于逻辑位置0顺时针转到 $30^{\circ} \pm 3^{\circ}$ 角位置，再把扭矩测量仪输出轴与制动装置联接，调整系统以获取以下参数数据：①车速信号②扭矩测量仪扭矩。用脉冲发生器给控制器（ECU）一个车速信号，该信号用大约20s的时间，从0Km/h车速提升到90Km/h车速，记录试验数据。

重复上述试验，使输入轴相对于逻辑位置0顺时针转到 $60^{\circ} \pm 3^{\circ}$ 角位置，车速信号用10s时间从0提升到60Km/h车速，记录试验数据。

再重复上述试验，使输入轴相对于逻辑位置0顺时针转到 $90^{\circ} \pm 3^{\circ}$ 角位置，车速信号用5s时间从0提升到30Km/h车速，记录试验数据。

试验后，按照图16绘制主动回正特性曲线。并显示下列试验数据：

- 最大主动回正力矩：
- 最大主动回正力矩时的车速：
- 主动回正力矩为0时的最大车速：

试验结果应满足5.1.12.1要求。

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

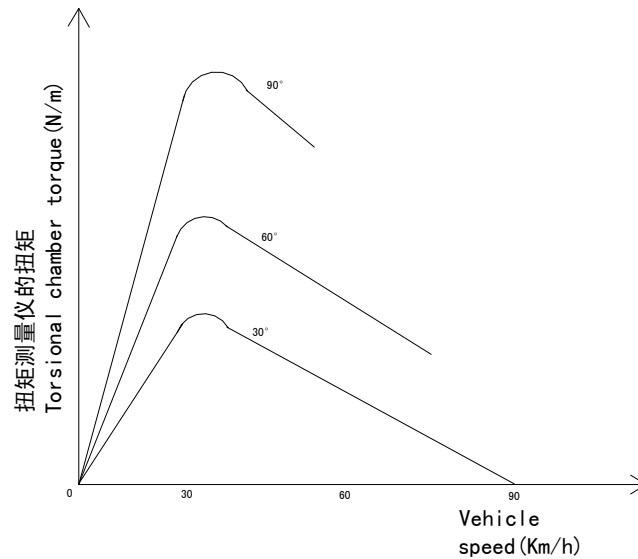


图16 主动回正特性曲线图

5.1.12 噪声试验

5.1.12.1 性能要求

最大噪声不得大于45dbA。

5.1.12.2 试验条件

将转向管柱总成水平固定于试验台架上。EPS电源开启，汽车点火开关开启，发动机信号开启，车速信号为0km/h。在管柱输出端施加额定设计负载。试验需要在环境噪声小于40dbA的条件下进行。

5.1.12.3 试验方法

在车速信号分别为0km/h、50km/h和100km/h的情况下，在输入端以20rpm的速度转动输入轴，转角范围 $\pm 360^\circ$ 。用测量噪声的仪器分别在距离电机0.5m的范围内，各个方向上测量噪声值。

试验结果应满足5.1.13.1要求。

5.1.13 轴向间隙试验

5.1.13.1 性能要求

轴向间隙 $\leq 0.2\text{mm}$ 。

5.1.13.2 试验条件

按照装车固定方法固定转向管柱，见图17；

5.1.13.3 试验方法

在转向轴转向盘侧施加轴向力 $P_1 = \pm 29.4\text{N}$ ；绘制转向轴轴向力 P_1 和轴向间隙 δ 的关系曲线（见图18）， δ_1 就是轴向间隙。

试验结果应满足5.1.14.1要求。

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

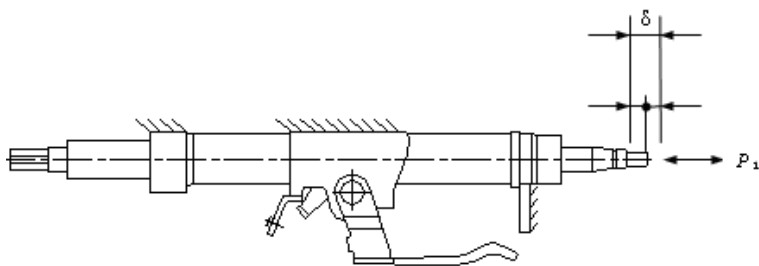


图 17 轴向间隙

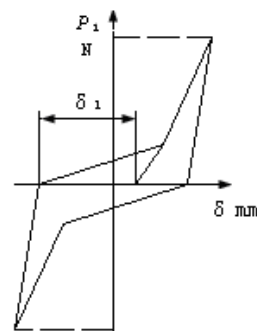


图 18 轴向间隙特性曲线

5.1.14 径向间隙试验

5.1.14.1 性能要求

径向间隙 $\leq 0.1\text{mm}$ 。

5.1.14.2 试验条件

按照装车固定方法固定转向管柱，见图19；

5.1.14.3 试验方法

在转向盘中心施加径向力 $P_2 = \pm 29.4\text{N}$ ；在转向盘中心测量径向间隙，绘制转向轴输入端径向力 P_2 和径向间隙 δ 的关系曲线（见图20）， δ_2 就是径向间隙。试验结果应满足5.1.15.1要求。

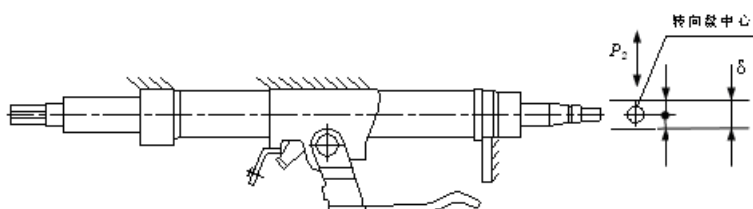


图 19 径向间隙

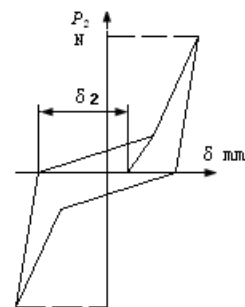


图 20 径向间隙特性曲线

5.1.15 减速机构间隙试验

5.1.15.1 性能要求

间隙值应小于设计规定值，最大不大于 $5'$ 。

5.1.15.2 试验条件

单独对蜗轮—蜗杆机构进行试验。

5.1.15.3 试验方法

试验时锁紧蜗杆，在蜗轮端加载 1Nm 转动力矩。

试验结果应满足5.1.16.1要求。

5.1.16 扭转间隙试验

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

5.1.16.1 性能要求

对于无滑动花键结构，总成包含1个万向节，总成的扭转角度不大于 $15'$ ；
对于滑动花键结构，总成包含1个万向节，总成的扭转角度不大于 $40'$ ；
对于滑动花键结构，总成包含2个万向节，总成的扭转角度不大于 $55'$ 。

5.1.16.2 试验条件

按照装车状态固定转向管柱总成，转向传动轴输出端刚性固定，见图21；

5.1.16.3 试验方法

给转向轴方向盘侧施加扭矩 $T_1 = \pm 3 \text{ Nm}$ ；绘制扭转力矩 T_1 和转动角度值 β 的关系曲线（见图22）， β_1 就是扭转间隙。

试验结果应满足5.1.17.1要求。

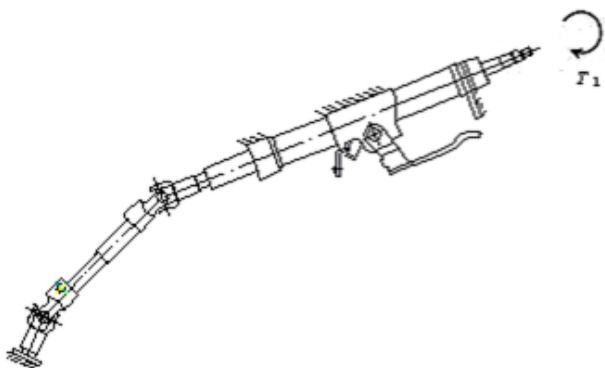


图 21 扭转间隙

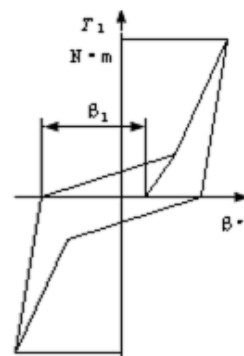


图22 扭转间隙特性曲线

5.1.17 滑动花键扭转间隙试验

5.1.17.1 性能要求

对于滑动花键结构，滑动花键的扭转角度不大于 $25'$ 。

5.1.17.2 试验条件

将滑动花键一端刚性固定，见图23；

5.1.17.3 试验方法

在未固定的一端施加扭转力矩 $T_1 = \pm 3 \text{ Nm}$ （见图16），绘制扭转力矩 T_1 和转动角度值 β 的关系曲线，见图，15， β_1 就是扭转间隙。

试验结果应满足5.1.18.1要求。

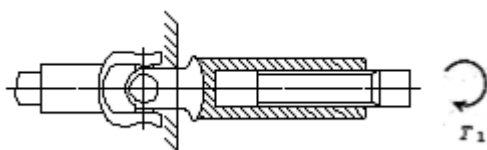


图 23 花键转动方向间隙

5.1.18 转向管柱角度调节力试验

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

5.1.18.1 性能要求

转向管柱角度调节力 $\leq 98\text{N}$ ，操作时无异常感觉。

5.1.18.2 试验条件

按照装车状态固定转向管柱，转向轴输出端固定，安装转向盘或在转向盘中心加上等效惯量盘。

5.1.18.3 试验方法

松开调节手柄，垂直转向轴轴线方向推拉转向盘（见下图24），测量转向管柱角度方向开始滑动的调节力 F_1 。

试验结果应满足5.1.19.1要求。

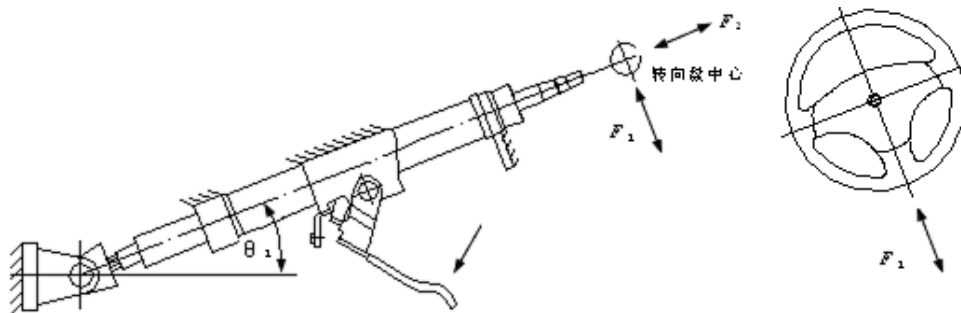


图 24 转向管柱角度和高度调节

5.1.19 转向管柱高度调节力试验

5.1.19.1 性能要求

转向管柱高度调节力 $\leq 160\text{N}$ ，操作时无异常感觉。

5.1.19.2 试验条件

按照装车状态固定转向管柱，转向轴输出端固定，安装转向盘或在转向盘中心加上等效惯量盘。

5.1.19.3 试验方法

松开调节手柄，沿着转向轴轴线方向推拉转向盘（见上图24），测量转向管柱高度方向开始滑动的调节力 F_2 。

试验结果应满足5.1.20.1要求。

5.1.19.4 转向管柱角度调节保持力试验

5.1.19.5 性能要求

转向管柱角度调节保持力 $\geq 490\text{N}$ 。

5.1.19.6 试验条件

按照装车状态固定转向管柱，转向轴输出端固定，见下图25。

5.1.19.7 试验方法

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

分别把转向管柱倾斜到最大、中间和最小的上倾角度，施加 P_3 能够有效紧固调节手柄，在转向盘中心位置，垂直转向轴轴线向上或向下逐渐增加对转向盘施加的作用力。测量转向管柱向上或向下开始滑动时作用力，取3个位置最小力作为转向管柱角度调节保持力 F_3 。

试验结果应满足5.1.21.1要求。

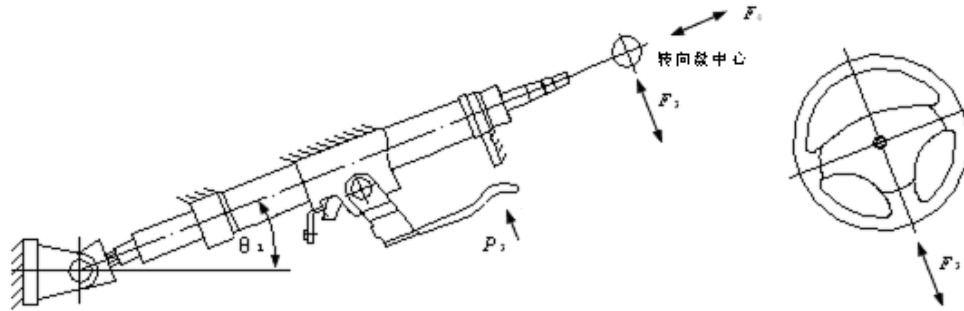


图 25 转向管柱角度和高度调节保持力

5.1.20 转向管柱高度调节保持力试验

5.1.20.1 性能要求

转向管柱高度调节保持力 $\geq 490\text{N}$ 。

5.1.20.2 试验条件

按照装车状态固定转向管柱，转向轴输出端固定，见上图25。

5.1.20.3 试验方法

在高度范围的最长位置、中间位置和最短位置，施加 P_3 能够有效紧固调节手柄；测量闭锁部位开始滑动时的作用力，各位置测量值的最小值作为高度调节保持力 F_4 。

试验结果应满足5.1.22.1要求。

5.1.20.4 手柄操作力试验

5.1.20.5 性能要求

手柄操作力在 $49\text{N}\sim 147\text{N}$ 范围内。

5.1.20.6 试验条件

按照装车固定方法固定转向管柱，见图26。

5.1.20.7 试验方法

在手柄手握部位的中部施加锁紧或松开力；测量手柄操作力 F_5 。

试验结果应满足5.1.23.1要求。

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

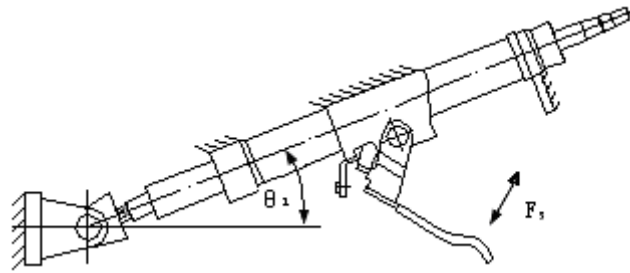


图 26 手柄操作力

5.1.21 垂直弯曲刚性试验

5.1.21.1 性能要求

垂直方向弯曲变形量 $\leq 0.5\text{mm}$ 。

5.1.21.2 试验条件

按照装车同样的刚性状态固定转向管柱，转向传动轴输出端固定，见下图27。

5.1.21.3 试验方法

在转向盘中心位置，垂直转向轴轴线，在上下方向施加 $P_4=\pm 196\text{ N}$ 的作用力，在转向管柱最长和中间位置时测量，从转向管柱上端面5mm处作为变形测量点，测得最大值作为垂直弯曲变形量。

试验结果应满足5.1.24.1要求。

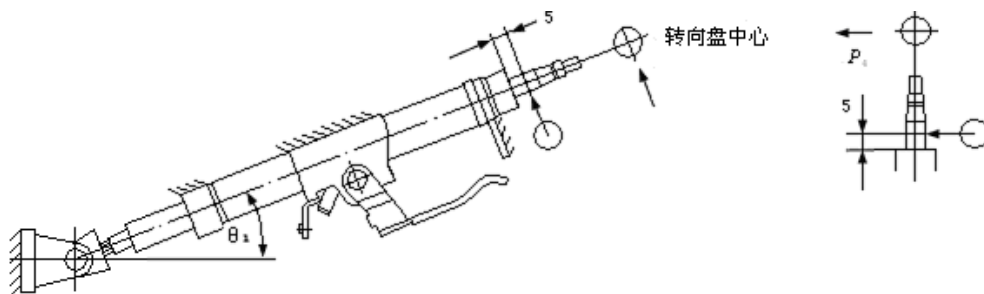


图 27 弯曲刚性

5.1.22 横向弯曲刚性试验

5.1.22.1 性能要求

横向弯曲变形量 $\leq 1\text{mm}$ 。

5.1.22.2 试验条件

按照装车同样的刚性状态固定转向管柱，转向传动轴输出端固定，见上图27。

5.1.22.3 试验方法

在转向盘中心位置，垂直转向轴轴线，在左右方向施加 $P_4=\pm 196\text{ N}$ 的作用力，在转向管柱最长和中间位置时测量，从转向管柱上端面5mm处作为变形测量点，测得最大值作为横向弯曲变形量。

试验结果应满足5.1.25.1要求。

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

5.1.23 手柄刚性试验

5.1.23.1 性能要求

手柄紧固方向刚性值 $\geq 5\text{N/mm}$ 。

5.1.23.2 试验条件

按照装车固定方法固定转向管柱，见图28。

5.1.23.3 试验方法

锁紧手柄，给手柄端部按紧固方向施加作用力 P_s ，由0开始增加到49N后，测量力作用点的弯曲量，计算出手柄紧固方向刚性值。

试验结果应满足5.1.26.1要求。

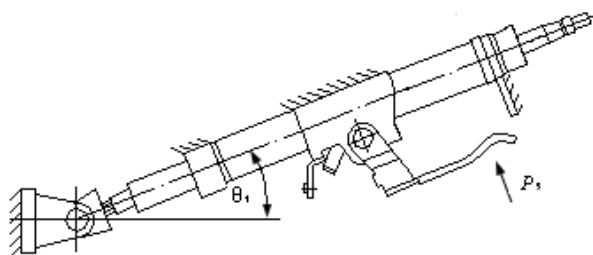


图 28 手柄刚性

5.1.24 万向节最大工作角度试验

5.1.24.1 性能要求

两万向节连接轴轴线在指定的角度旋转时，两万向节叉不产生相互干涉、发卡等现象。

5.1.24.2 试验条件

将万向节两端连接的轴用合适的工具支撑，使两万向节连接轴的轴线间夹角为工作角度 $\alpha = 45^\circ$ ，见图29。

5.1.24.3 试验方法

以0.5r/s速度连续转动其中一万向节叉输入轴。

试验结果应满足5.1.27.1要求。

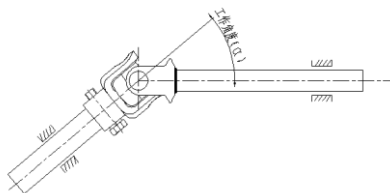


图 29 方向节角度

5.1.25 中间轴节叉摆动力矩试验

5.1.25.1 性能要求

中间轴节叉摆动力矩 $< 0.3\text{Nm}$ 。

5.1.25.2 试验条件

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

将中间轴水平如图30固定，末端处于自由状态。

5.1.25.3 试验方法

在末端施加一个力矩，向左和向右旋转 45° ，测量力矩值
试验结果应满足5.1.28.1要求。

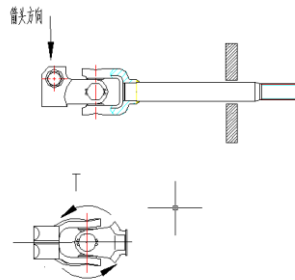


图 30 中间轴节叉摆动力矩

5.1.26 中间轴滑动力试验

5.1.26.1 性能要求

- 对于树脂涂层花键连接的中间轴，滑动载荷小于60N。对于滚动摩擦解构的中间轴，滑动拉力小于30N。
- 对于树脂涂层花键连接的中间轴，滑动载荷小于80N。对于滚动摩擦解构的中间轴，滑动拉力小于40N。

5.1.26.2 试验条件

中间轴总成水平紧固在台架上，试验前中间轴必须完全拉出。如图31所示。

5.1.26.3 试验方法

- 中间轴一端固定，另一端施加一轴向载荷，使其以500mm/min的速度运动至全部滑出。测量力值。如图31所示。
- 中间轴两端施加3N.m扭矩，中间轴一端固定，另一端施加一水平轴向载荷，使其以500mm/min的速度运动至全部滑出。测量力值。如图32所示。

试验结果应满足5.1.29.1要求。

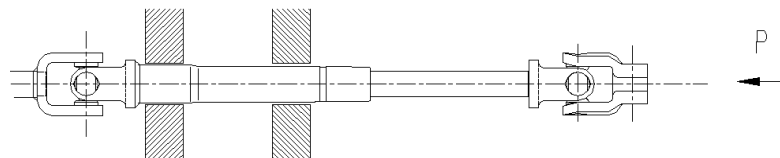
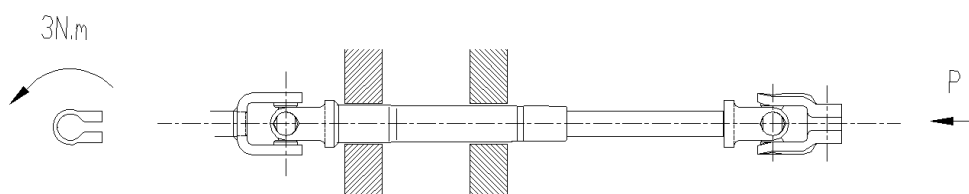


图 31 中间轴滑动力①



山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

图 32 中间轴滑动力②

5.2 可靠性试验

做可靠性试验时，应将转向管柱总成按照实车布置状态固定在台架上。同时，在试验过程中，为避免电动机连续运转过热，可以附加冷却装置对电动机进行冷却。

5.2.1 静扭强度试验

5.2.1.1 性能要求

试验过程中不应出现断裂、屈服现象。

5.2.1.2 试验条件

按照装车状态固定转向管柱，转向传动轴输出端刚性固定，见图24。

5.2.1.3 试验方法

按 $(10 \pm 5)^\circ / \text{min}$ 的转动速度对输入端施加左、右方向扭矩 T_0 。

试验结果应满足5.2.1.1要求。

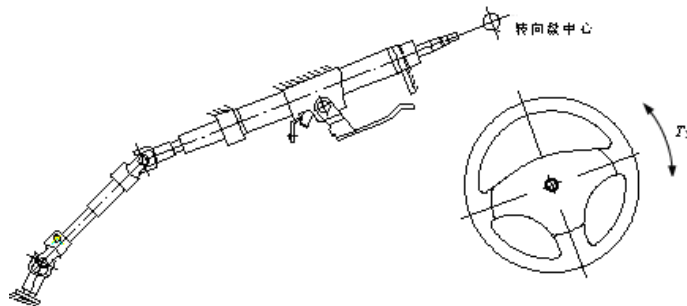


图 33 静扭强度

5.2.2 正向输入耐久试验

5.2.2.1 可靠性要求

本项可靠性试验后，产品应进行5.1项试验，并满足5.1.1、5.1.8项要求；需满足5.1.3项目中：最大助力降低不大于15%，与之对应的输入力矩降低不大于0.5Nm；还需要满足5.1.14项目：间隙增加不大于10'。

5.2.2.2 试验条件

带中间轴总成，并按实车布置位置固定在台架上。

5.2.2.3 试验方法

设计一个与整车匹配的循环，如图34所示。

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

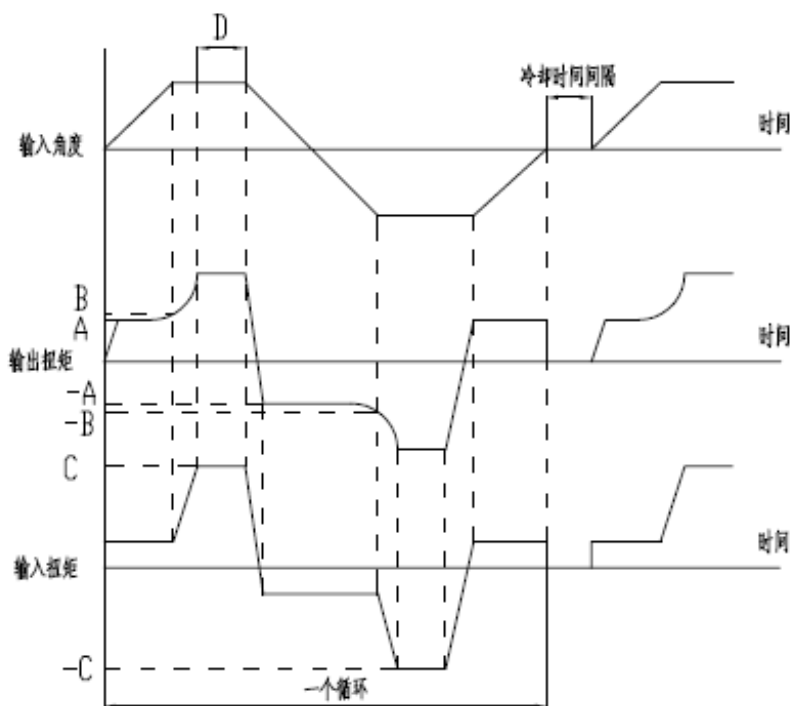


图34 试验循环示意图

当输入轴从0位置顺时针转到B点，等同于转向器到达行程的极限，制动装置应锁止输出轴，输入轴则继续施加扭矩，“B”到“C”点之间输入轴扭矩因输出轴被限而上升，直到达到 T_{max} （对应“C”点）并保持 $D=0.5s$ 时间，制动装置的（无转动）锁止力矩取决于输入轴力矩的大小并保持对输出轴的锁止。然后输入轴开始反向回转，反向过程的“-A”、“-B”、“-C”三个点与上述三点的绝对值相等。

在示意图的“B”点的制动力矩值设定应按照50%的整车前桥负荷换算，“A”点的制动扭矩应按照25%的整车前桥负荷换算。从“A”点到“B”点之间的输入轴扭矩取决于制动力矩的设定和电动助力的冲抵。到达“B”点后输入轴继续扭转，此时制动力矩的大小取决于输入轴力矩

最大输入力矩 T_{max} 根据实际产品确定。

转向输入速度（20—30）r/min。

试验次数40000次。

试验结果应满足5.2.2.1要求。

5.2.3 逆向输入耐久试验

5.2.3.1 可靠性要求

本项可靠性试验后，产品应进行5.1项试验，并满足5.1.1、5.1.8项要求；需满足5.1.3项目中：最大助力降低不大于15%，与之对应的输入力矩降低不大于0.5Nm；还需要满足5.1.14项目：间隙增加不大于 $10'$ 。

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

5.2.3.2 试验条件

带中间轴总成，按实车布置位置固定在试验台架上。用一个质量和转动惯量都等于方向盘总成的质量块和刚度为 $100 \pm 20 \text{ Nm/rad}$ ($1.75 \pm 0.35 \text{ Nm/deg}$) 的弹性元件代替方向盘总成，锁止方向盘替代物。

5.2.3.3 试验方法

输出端加载，载荷和次数如表5所列。

表5 逆向扭转疲劳试验加载载荷和试验次数

对应最大助力力矩的比例	循环次数
40%	120000
50%	40000
60%	25000
70%	15000
80%	9000
90%	6000
100%	2000
110%	800
120%	500

试验频率2Hz—15Hz；波形为正弦波。

试验结果应满足5.2.3.1要求。

5.2.4 逆向扭转冲击试验

5.2.4.1 可靠性要求

总成不得出现任何故障和损坏，之后产品应进行5.1项试验，并满足要求。

5.2.4.2 试验条件

带中间轴总成和机械转向器，按实车布置位置固定在试验台上。用一个质量和转动惯量都等于方向盘总成的质量块和刚度为 $(100 \pm 20) \text{ Nm/rad}$ ($1.75 \text{ Nm/deg} \pm 0.35 \text{ Nm/deg}$) 的弹性元件代替方向盘总成，固定方向盘代替物。

5.2.4.3 试验方法

以最大助力扭矩3.5倍的脉冲力矩（换算到齿条上），冲击齿条，冲击时间小于0.1s，正、反方向各二次。

试验结果应满足5.2.4.1的要求。

5.2.5 调节机构耐久试验

5.2.5.1 可靠性要求

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

本项可靠性试验后，产品每个零件无损坏现象，产品应进行5.1.19、5.1.20、5.1.21项试验，并满足要求。

5.2.5.2 试验条件

按照装车状态安装转向管柱，安装转向盘或在转向盘中心加上等效惯量盘，见图35；

5.2.5.3 试验方法

开启调节机构，如果有转向管柱角度调节机构，转向管柱安装角度变化一次，如果有转向轴高度调节机构，转向轴长度变化一次，变化范围均不得小于总行程的一半，最后锁止调节机构，完成开启到锁止调节机构全过程为一个循环；

试验频率：5~9循环/分；

完成 1×10^3 次循环；

试验结果应满足5.2.5.1的要求。

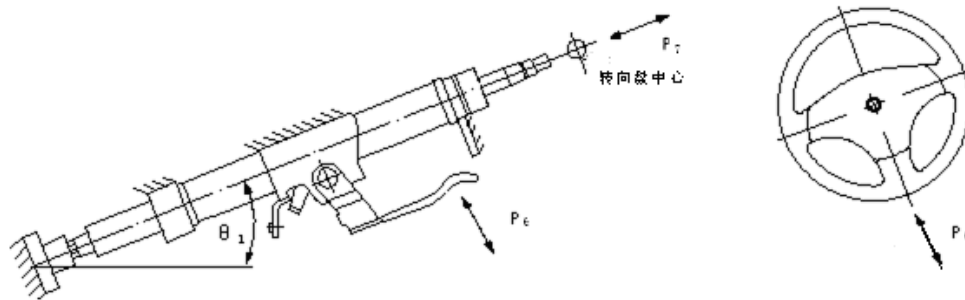


图35 调节机构耐久试验

5.2.6 弯曲耐久试验

5.2.6.1 可靠性要求

本项可靠性试验后，每个零件无破损现象，紧固螺栓无松动。

5.2.6.2 试验条件

按照装车状态安装转向管柱，见图36；

5.2.6.3 试验方法

在转向盘中心和转向轴中心线成直角的垂直位置上，距转向轴中心线200mm处，施加作用力 $P_8 = \pm 250\text{N}$ ；

施加作用力的力臂弯曲刚度90kN/m以上；

试验频率不小于2Hz；

进行 5×10^4 次循环。

试验结果应满足5.2.6.1的要求。

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

汽车电动助力转向管柱带中间轴总成技术条件与台架试验方法

Q/3714-KTS02.1-2014

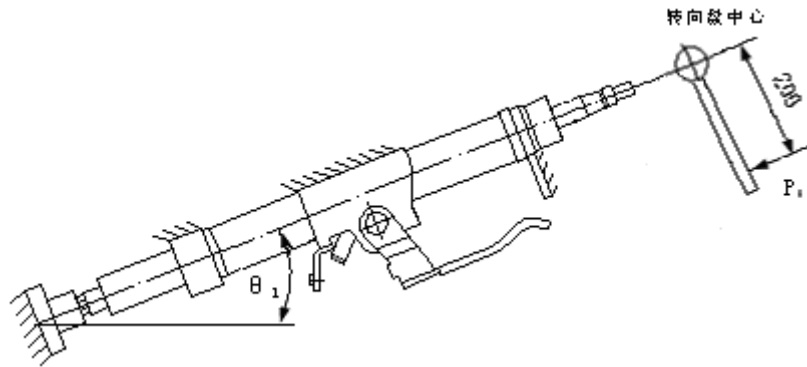


图36 弯曲耐久试验

5.2.7 滑动花键磨损试验

5.2.7.1 可靠性要求

本项可靠性试验后，产品应进行5.1.18项试验，并满足5.1.18.1项目：转动方向间隙增加量不大于5'。

5.2.7.2 试验条件

固定一个节叉，见图37；

5.2.7.3 试验方法

给另一节叉施加扭矩 $T_6=9.8\text{ N}\cdot\text{m}$ ，沿轴向振动 $L_2=\pm 1\sim 15\text{mm}$ ，频率3~20Hz，循环次数 5×10^5 次，试验后，检测转动方向间隙增加量。

试验结果应满足5.2.7.1的要求。

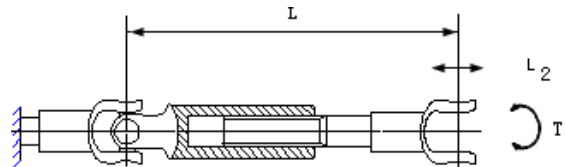


图37 花键磨损

5.2.8 湿热环境试验

5.2.8.1 可靠性要求

整个试验完毕后取出，应进行5.1项试验并满足要求。

5.2.8.2 试验条件

试验在有温度控制和蒸汽发生器的特制试验箱内进行。

5.2.8.3 试验方法

相对湿度大于95%，温度不小于35℃的环境内，将电动转向管柱带中间轴总成放置其中。每隔24h进行一次功能测试，最多进行120h。

试验结果应满足5.2.7.1要求。

5.2.9 热冲击试验

山东凯帝斯工业系统有限公司企业标准

5.2.9.1 可靠性要求

试验后总成应进行5.1项试验，并满足要求。

5.2.9.2 试验条件

电动转向管柱带中间轴总成水平放置。

5.2.9.3 试验方法

将总成放置于80° C的环境内2h后再放入-40° C的环境内2h，两种温度环境之间的时间间隔为2h，试验次数50次。温度变化如图38所示。

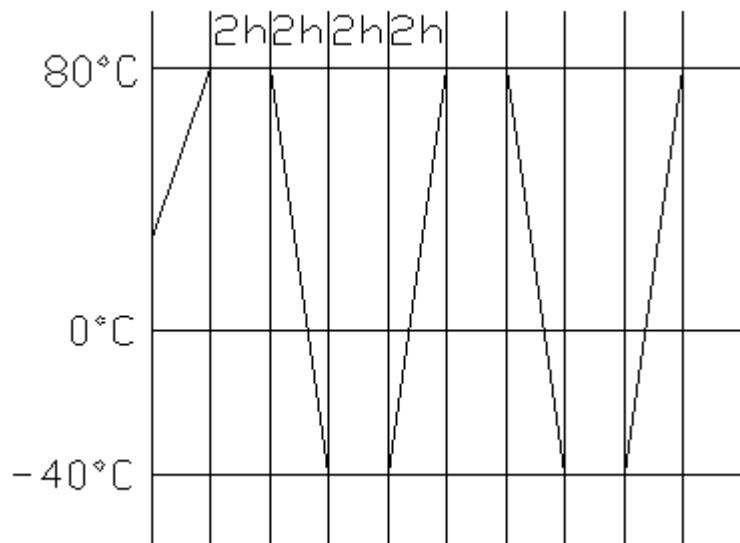


图38 温度循环示意图

试验结果应满足5.2.9.1要求。

5.2.10 低温试验

5.2.10.1 可靠性要求

试验后总成应进行5.1项试验，并满足要求。

5.2.10.2 试验条件

电动转向管柱带中间轴总成水平放置。

5.2.10.3 试验方法

总成置于-40° C环境下放置8h，之后直接进行性能试验。

试验结果应满足5.2.10.1要求。