

团 体 标 准

T/CSAE XXXX—2020

汽车零部件再制造产品技术规范 电子助力转向器

The technical specifications for remanufacturing of automotive
components—Electrical power steering system

(征求意见稿)

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。

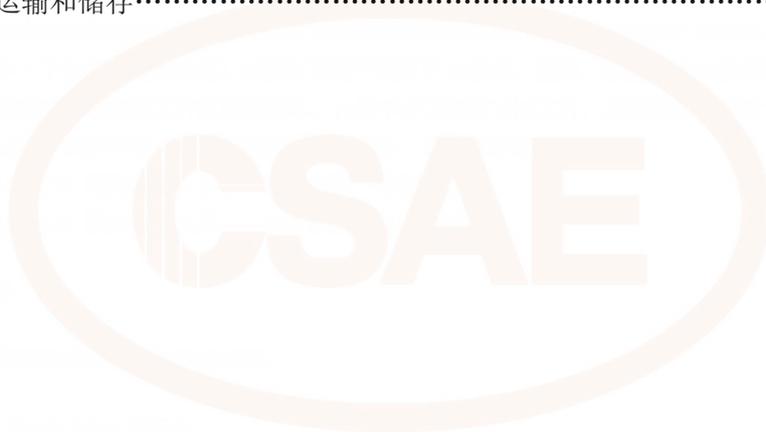
2020-XX-XX 发布

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 术语和定义.....	1
4 工艺要求.....	3
5 性能要求.....	4
6 试验方法.....	7
7 检验规则.....	15
8 标志、包装、运输和储存.....	16



前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国汽车工程学会提出并归口。

本标准起草单位：广西嘉禾润再制造产业投资有限公司、清华大学苏州汽车研究院、梧州君临汽车零部件再制造有限公司、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。

本标准主要起草人：初长林、宁永泉。

本标准为首次发布。



汽车零部件再制造产品技术规范 电子助力转向器

1 范围

本标准规定了汽车电动助力转向系统再制造的术语和定义、工艺要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存等。

本标准适用于汽车电动助力转向系统（以下简称转向系统）。其形式有管柱助力式(C-EPS)、小齿轮助力式(P-EPS)、齿条助力式(R-EPS)和循环球助力式(X-EPS)的再制造。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期的版本适用于本文件；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 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 18655 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车载接收机的限值和测量方法
- GB 22128 报废机动车回收拆解企业技术规范
- GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.17 电工电子产品基本环境试验规程试验Ka：盐雾试验方法
- GB/T 2423.22 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化
- GB/T 2423.34 环境试验 第2部分：试验方法 试验Z/AD：温度/湿度组合循环试验
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 5179 汽车转向系统术语和定义
- GB/T 17619 机动车电子电器组件的电磁辐射抗扰性限值和测量方法
- GB/T 19951 道路车辆 电气/电子部件对静电放电抗扰性的试验方法
- GB/T 26989 汽车回收利用 术语
- GB/T 28675 汽车零部件再制造 拆解
- GB/T 28676-2012 汽车零部件再制造 分类
- GB/T 28677 汽车零部件再制造 清洗
- GB/T 28678 汽车零部件再制造 出厂验收
- GB/T 28679 汽车零部件再制造 装配
- QC/T 484 汽车油漆涂层
- QC/T 647 汽车转向万向节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 29096 汽车转向器总成试验方法
- QC/T 29097 汽车转向器总成技术条件

3 术语和定义

GB/T 5179、GB 22128、GB/T 26989和GB/T 28676中界定的及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

再制造电子助力转向器 remanufactured Electronic power steering

对旧件电子助力转向器进行再制造修复后，获得的质量特性相当于原型新品水平的电子助力转向器。

3.2

可直接使用件 directly usable parts

经检测确认，不需要修复加工，仅通过清洗、喷砂等表面处理工艺，即可满足再制造使用要求的旧零部件。

[GB/T 28676-2012, 定义3.1]

3.3

可再制造件 remanufacturable parts

经检测确认，可通过加工修复过程使之满足再制造使用要求的旧零部件。

[GB/T 28676-2012, 定义3.2]

3.4

弃用件 disused parts

除可直接使用件和可再制造件之外的旧零部件。

[GB/T 28676-2012, 定义3.3]

3.5

惯性延时 inertial delay

转向系统在工作时，停止转动转向盘电动机仍然继续转动的现象。

3.6

最高助力车速 maximum vehicle speed while offering assistant effort

装备转向系统的汽车，在该转向系统提供助力时的最高车速。

3.7

额定输出 rated output

转向系统的额定输出力（小齿轮助力式、齿条助力式）或力矩（管柱助力式、循环球助力式）。

3.8

高转速助力不足 lack of power moment at high rotation speed

快速转向时，受电动机特性限制，电动机不能产生足够的助力。

3.9

损坏 damage

在试验过程中或完成试验后，转向系统出现下列情况之一则认为已损坏：

- a) 功能试验时，在转动转向盘的过程中，感觉转动过程不平滑、有卡滞、有明显振动，在任意角度停下时有惯性延时现象；
- b) 性能试验时，输入输出特性曲线不满足原产品设计要求、变化量 $>15\%$ 、曲线的对称度 $<90\%$ ；
- c) 性能试验时，助力电流特性曲线不满足原产品设计要求、变化量 $>15\%$ 、曲线的对称度 $<90\%$ ；
- d) 经可靠性试验后，在转动转向盘的过程中，感觉转动过程不平滑、有卡滞、有明显振动，在任意角度停下时有惯性延时现象；
- e) 任一元件及线路损坏，无故障报警信号输出，任何机械零件出现裂纹或变形。

3.10

循环 cycle

转向系统从中间位置（直线行驶位置）向右转动到标准要求的试验角度、回到中间位置，再向左转动到标准要求的试验角度、回到中间位置为一个循环。

3.11

输入端 input terminal

转向系统与转向盘或转向系统与转向下轴连接处。

3.12

输出端 output terminal

转向器与转向拉杆连接处。

3.13

间隙 gap

丝杠传动运行中平均间隙

4 工艺要求

4.1 一般要求

旧件电子助力转向器经过拆解、检测和清洗、分类、修复和装配工艺后，性能指标应满足第5章规定的性能要求。

4.2 拆解要求

4.2.1 转向器拆解应满足GB/T 28675规定的要求。

4.2.2 转向器应拆解为：卡箍、防尘套、横拉杆、EPS电机、EPS模块、壳体、扭矩传感器、丝杠、减速器（丝母）、钢珠、调整螺母、弹簧、预紧滑块、扭矩线等。

4.2.3 拆解时应分类存放、避免损伤零件。

4.3 清洗要求

应按GB/T 28677规定的要求进行清洗，满足产品的清洁度要求。

4.4 检测和分类要求

4.4.1 应按 GB/T 28676 规定的要求进行检测分类，将旧件电子助力转向器分为弃用件、可直接使用件和可再制造件。

4.4.2 符合下列条件的电子助力转向器旧件可再制造，否则应弃用：

- a) EPS 电机、EPS 模块外观无破损，原车诊断软件检查 EPS 模块功能，无故障；
- b) 扭矩传感器外观无破损，磨损或损伤，密封环区域无严重损伤，螺纹无断裂和严重变形；
- c) 壳体外观无损伤，螺纹无断裂和严重变形；密封圈接触面和丝杠接触面，无磕碰、磨损和划痕，同心度无重度变形；
- d) 丝杠、减速器（丝母）和钢珠无裂纹，螺纹无损伤，齿无点蚀、脱落、裂纹，齿条或转向螺母的跳动符合产品图纸要求，接触面无点蚀、脱落、锈斑或凹坑，螺母滚道，无磕碰、磨损和划痕；
- e) 调整螺母、弹簧和预紧滑块的接触面，无磕碰、磨损、划痕；
- f) 扭矩线外观无破损，插头无损坏、无线断；
- g) 横拉杆球头无锈蚀，无间隙，螺纹及横拉杆无损伤。

4.5 修复

4.5.1 丝杠、丝母磨损修复

可采用热喷涂、电刷镀等一种或几种方法进行修复；同一根丝杠、丝母修复时，采用的方法应一致。修复后的丝杠、丝母应达到原产品设计要求。

4.5.2 丝杠、壳体变形修复

使用校直机，采用压力校直和滚压校直等方法，修正丝杠、壳体轻微弯曲和扭曲变形。校直后再次测量直线度，应弃用直线度大于 1.5mm/1000mm。

4.5.3 ECU 控制器的修复

可采用旧件中原厂器件或同型号器件，修复 ECU 控制器，经原车诊断软件检查 EPS 模块功能，应无故障。

4.5.4 修复后检测要求

丝杠、丝母、壳体修复后，应按第 6 章规定的要求进行检测。

4.6 装配

4.6.1 再制造电子助力转向器的装配应符合 GB/T 28679 的规定。

4.6.2 轴承、密封圈、防尘罩、钢球应采用新件，横拉杆、外球接头宜采用新件。

4.6.3 应在全部丝杠和丝母上涂抹适量润滑油脂。

4.6.4 应轻拿轻放，避免密封插座及密封表面受损。

5 性能要求

5.1 一般要求

5.1.1 机械部分

转向系统的机械部分应满足 QC/T 29096、QC/T 29097、QC/T 649、QC/T 647 的规定要求。

5.1.2 工作温度

转向系统在以下温度范围内应能正常工作：

- a) 电动助力转向系统安装在驾驶室内， $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 电动助力转向系统安装在驾驶室外， $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.3 相对湿度

转向系统能承受的相对湿度应 $\leq 95\%$ RH。

5.1.4 工作电压

5.1.4.1 标称电压：12 V、24 V。

5.1.4.2 允许电压变化范围：

- a) 10.8 V \sim 16 V(标称电压 12 V)；
- b) 21.6 V \sim 32 V(标称电压 24 V)。

5.2 性能要求

5.2.1 平顺性

在按不同车速手动转动转向盘的过程中，感觉转动过程应平滑、无卡滞、无明显振动，在任意角度停下时，不应有惯性延时现象。

5.2.2 输入输出特性

在不同的车速下，转向系统的输入力矩与输出力矩（或力）的关系曲线即输入输出特性应满足原产品设计要求。

5.2.3 助力电流特性

在不同的车速下，转向系统的输入力矩与输出电流的关系曲线即助力电流特性应满足原产品设计要求，各车速下（允许用0 km/h车速作代表）曲线的对称度应 $\geq 90\%$ 。

5.2.4 空载转动力矩

转向系统在电源关闭和接通状态下，转动的机械摩擦以及任何可能的机械阻力即空载转动力矩、波动量应满足原产品设计要求。

5.2.5 齿条移动力

齿条移动力应满足原产品设计要求。

5.2.6 齿轮齿条传动运行中平均间隙

齿轮齿条传动运行中平均间隙应满足原产品设计要求

5.2.7 反向冲击

在转向系统输出端施加冲击力，控制器应控制电动机迅速反向制止输入端转动，冲击时电流响应时间和输入端产生的转动角度应满足原产品设计要求。

5.2.8 高转速助力不足

将装置安装在实验台架上，系统正常工作，输入端处于直线行驶位置，输出端施加额定输出载荷，输入端在 90° 范围内以 $200^\circ/\text{s} \sim 550^\circ/\text{s}$ 速度转动，测量输入端转动力矩。转向力矩应满足原产品设计要求。

5.2.9 故障报警

转向系统不能按原产品设计要求正常工作时，应有故障报警信号输出。

5.2.10 噪声

转向系统在距电动机机壳轴线中心正上方100 mm处测量的噪声应 $\leq 65 \text{ dB(A)}$ 。

5.3 环境

5.3.1 高温

试验后转向系统应能正常工作，应满足5.2.1要求。

5.3.2 低温

试验后转向系统应能正常工作，应满足5.2.1要求。

5.3.3 高低温交变

试验后转向系统应能正常工作，应满足5.2.1要求。

5.3.4 温度/湿度组合循环

试验后转向系统应能正常工作，应满足5.2.1要求。

5.3.5 耐腐蚀性

5.3.5.1 耐腐蚀性试验后，转向系统应能正常工作并应满足 5.2.1 要求。

5.3.5.2 表面腐蚀白斑面积应不超过 20%、不允许出现红锈斑点。

5.3.5.3 漆膜应满足 QC/T 484 中 TQ6 要求。

5.3.6 电磁兼容

5.3.6.1 无线电骚扰特性

转向系统应符合GB 18655规定的要求，应达到限值的III级水平。

5.3.6.2 电磁辐射抗扰性

转向系统应符合GB/T 17619规定的要求。

5.3.6.3 静电放电产生的电骚扰

转向系统应符合GB/T 19951规定，应达到A类要求。

5.3.6.4 沿电源线的电瞬态传导

转向系统应符合GB/T 21437.2规定，应达到A类要求。

5.3.7 IP等级

转向系统的防尘防水等级应不低于IP55。

5.4 可靠性

5.4.1 正向驱动磨损

转向系统经 30000 次循环试验后，应满足 5.2.1 要求。

5.4.2 逆向驱动疲劳

转向系统经 130000 次循环试验后，应满足 5.2.1 要求。

5.5 机械强度

5.5.1 冲击

5.5.1.1 转向系统经 1 次冲击试验后，应无损坏。

5.5.1.2 试验后应满足 5.2.1 要求。

5.5.2 静扭

5.5.2.1 转向系统经左右各 1 次静扭试验后，允许出现永久变形、但不允许出现可见裂纹和断裂。

5.5.2.2 试验后应满足 5.2.1 要求。

5.5.3 振动

5.5.3.1 转向系统经振动试验后，不允许出现可见裂纹和断裂。

5.5.3.2 试验后应满足 5.2.1 要求。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 温度偏差

本标准规定试验方法中的温度偏差为 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，另有明确要求除外。

6.1.2 试验电压

本标准规定试验电压为 $12\text{ V}\pm 0.5\text{ V}$ （标称电压 12 V ）或 $24\text{ V}\pm 1\text{ V}$ （标称电压 24 V ），另有明确要求除外。

6.1.3 试验用直流电源

可用汽车蓄电池或直流稳压电源。

6.1.4 转向系统的安装

转向系统试验时可参照实车安装方式或平置安装在试验台架上。

6.1.5 检测仪器设备要求

6.1.5.1 在 $(23\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内，扭矩、力、位移、转角、转速、电流、电压的测量精度应不低于 $0.5\%FS$ 。

6.1.5.2 在 $(23\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内，噪声测量的精度等级不低于 1 dB(A) 。

6.1.5.3 在 $(23\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内，温度测量的精度等级不低于 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.5.4 在 $(23\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内，湿度测量的精度等级不低于 $10\%RH$ 。

6.2 性能试验项目

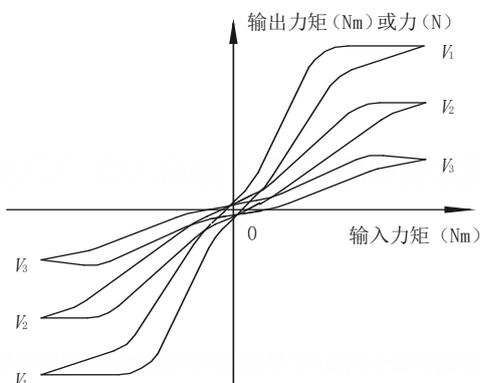
6.2.1 平顺性

将转向系统安装在试验台架上，系统正常工作，输入端处于直线行驶位置，输出端施加试验载荷（均匀分5点，包括0和 T_e ），车速在 $0\sim V_{max}$ 范围内均分5点（按 $5\text{ km/h}\sim 20\text{ km/h}$ 间隔），手动左右转动转向盘进行试验，感觉平滑无卡滞。

6.2.2 输入输出特性

6.2.2.1 将转向系统安装在试验台架上，系统正常工作，输入端处于直线行驶位置，输出端刚性固定或施加线性载荷，设定不同车速（均分5点，包括0和 V_{max} ）分别 $20\text{ r/min}\sim 30\text{ r/min}$ 的速度向左右两

个方向匀速转动输入端，使输出力矩或力达到额定值，记录各个车速下输入力矩与输出力矩或力的关系曲线（见图1）。



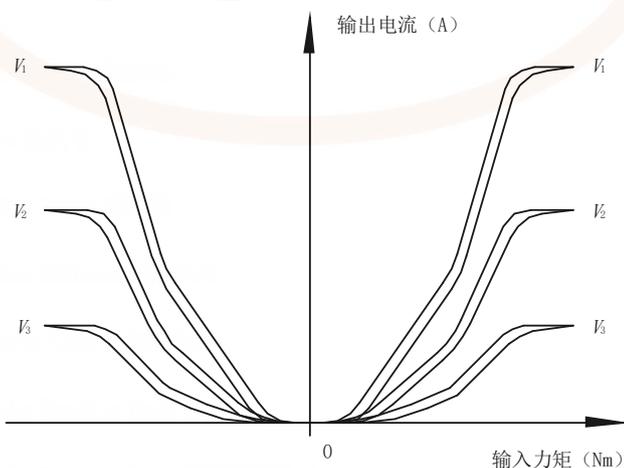
注： $0=V_1 < V_2 < V_3=V_{max}$

图1 输入输出特性曲线

6.2.2.2 分别测出不同车速下左右最大输出力矩或力。

6.2.3 助力电流特性

6.2.3.1 将转向系统安装在试验台架上，系统正常工作，输入端处于直线行驶位置，匀速转动输入端，使输出端载荷达到额定载荷，设定不同车速（均分5点，包括0和 V_{max} ），记录各个车速下输入力矩与输出电流关系曲线（见图2）。



注： $0=V_1 < V_2 < V_3=V_{max}$

图2 助力电流特性曲线

6.2.3.2 分别测出各车速下左右最大输出电流。

6.2.3.3 分别计算出各车速下曲线的对称度（允许以0 km/h车速为代表），曲线对称度的计算方法参照QC/T 305和QC/T 306。

6.2.4 空载转动力矩

6.2.4.1 将转向系统安装在试验台架上，系统正常工作，输入端处于直线行驶位置，输出端空载。

6.2.4.2 汽车点火开关关闭，输入端以 20 r/min~30 r/min 的转速从直线行驶位置顺时针转动到 90% 转向器最大右转角，然后再反向转动到 90% 转向器最大左转角，再顺时针转回到起始位置。记录绘制转动力矩关系曲线（见图 3），并记录输入端力矩的最大值和波动量，空载转动力矩的测量和计算参照 QC/T 29096、QC/T 29097。

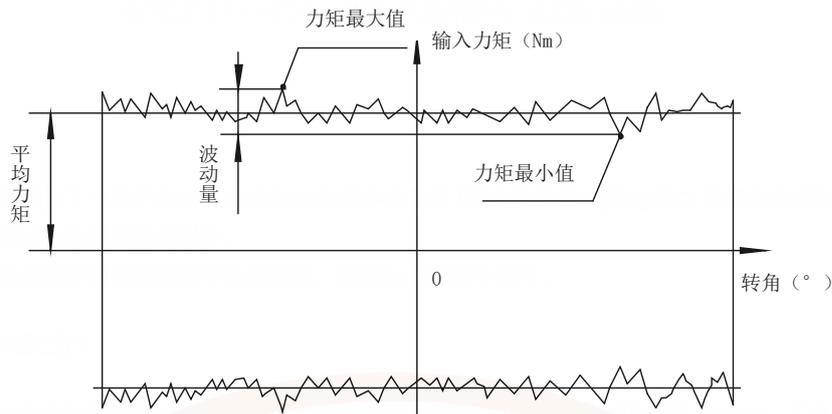


图3 空载转动力矩曲线

6.2.4.3 汽车点火开关开启，重复上述试验。

6.2.5 丝杠（或齿条）移动力

6.2.5.1 将转向系统安装在试验台架上，系统正常工作。

6.2.5.2 车速为 0 km/h 时、输入端空载、在汽车点火开关开启时测量。

6.2.5.3 驱动丝杠（或齿条）从左极端位置到右极端位置，测量全转角 90% 以上齿条移动力。

6.2.5.4 汽车点火开关关闭，重复上述试验。

6.2.6 丝杠传动运行中平均间隙

将被试转向系统安装在试验台架上，将位移传感器置于在调整螺塞处，位移传感器清零；在齿条上施加 ±（7Nm~10Nm）的扭矩，以 10r/min~15r/min 的转速驱动输入轴，再以同样的速度反转驱动输入轴，扭矩换向；将采集的输入轴转角两端去除 30°，绘制间隙与转角曲线，计算输入轴中间 ±30° 处的平均间隙及两边剩余转角的平均间隙。

6.2.7 反向冲击

将转向系统安装在试验台架上，系统正常工作，输入端处于直线行驶位置（试验时允许用手轻扶转向盘），在转向器输出端施加额定输出载荷 40% 的冲击载荷，时间应不大于 10 ms，测量冲击时电流响应时间和输入端所转动的角度。

6.2.8 高转速助力不足

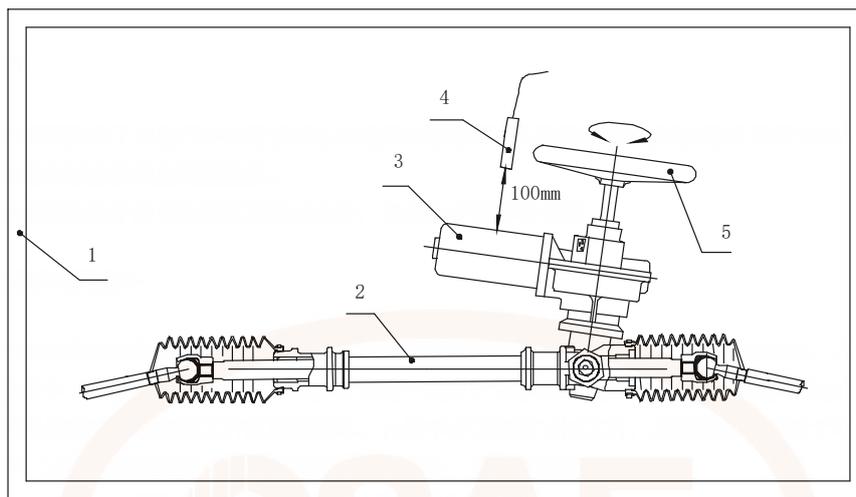
将转向系统安装在试验台架上，系统正常工作，输入端处于直线行驶位置，输出端施加额定输出载荷，输入端在 90° 范围内以 200~550° /s 速度转动，测量输入端转动力矩和电流值。

6.2.9 故障报警

将转向系统安装在试验台架上，系统正常工作，输入端以20 r/min~30 r/min转速工作，模拟各元件及线路故障状况，检查报警信号是否正常输出。

6.2.10 噪声

将转向系统安装在半消声室中，系统正常工作，输入端处于直线行驶位置，在输出端施加额定载荷，车速设为0 km/h，输入端以20 r/min~30 r/min转动。距电动机机壳轴向中心正上方100 mm处（见图4），测量噪声值，噪声值的修正参照GB 12348。



说明：

- 1——半消声室
- 2——汽车电动助力转向系统
- 3——汽车电动转向系统用电动机
- 4——麦克风
- 5——汽车转向盘

图4 噪声试验示意图

6.3 环境试验项目

6.3.1 高温

- 6.3.1.1 转向系统正常工作，按 GB/T 2423.2 中规定的试验方法进行。
- 6.3.1.2 在+85 °C（适用 C-EPS）或+105 °C（适用 P-EPS、R-EPS、X-EPS）温度下放置 96 h。
- 6.3.1.3 试验完成后直接在试验箱中进行 6.2.1 试验，检查转向系统是否正常工作。

6.3.2 低温

- 6.3.2.1 转向系统正常工作，按 GB/T 2423.1 中规定的试验方法进行。
- 6.3.2.2 在-40 °C温度下放置 96 h。
- 6.3.2.3 试验完成后直接在试验箱中进行 6.2.1 试验，检查转向系统是否正常工作。

6.3.3 温度交变

- 6.3.3.1 转向系统正常工作，按 GB/T 2423.22 中规定的试验方法进行。

6.3.3.2 先降温至-40℃低温环境中保持2h, 然后再提高至+65℃高温环境中保持2h, 完成5个循环。

6.3.3.3 试验完成后直接在试验箱中进行6.2.1试验, 检查转向系统是否正常工作。

6.3.4 温度/湿度组合循环

6.3.4.1 转向系统正常工作, 按GB/T 2423.34中规定的试验方法进行。

6.3.4.2 在-10℃~+65℃之间完成10个循环的温度/湿度组合循环试验。每个循环为24h, 每个循环周期中的温度和湿度的变化情况(见图5)。

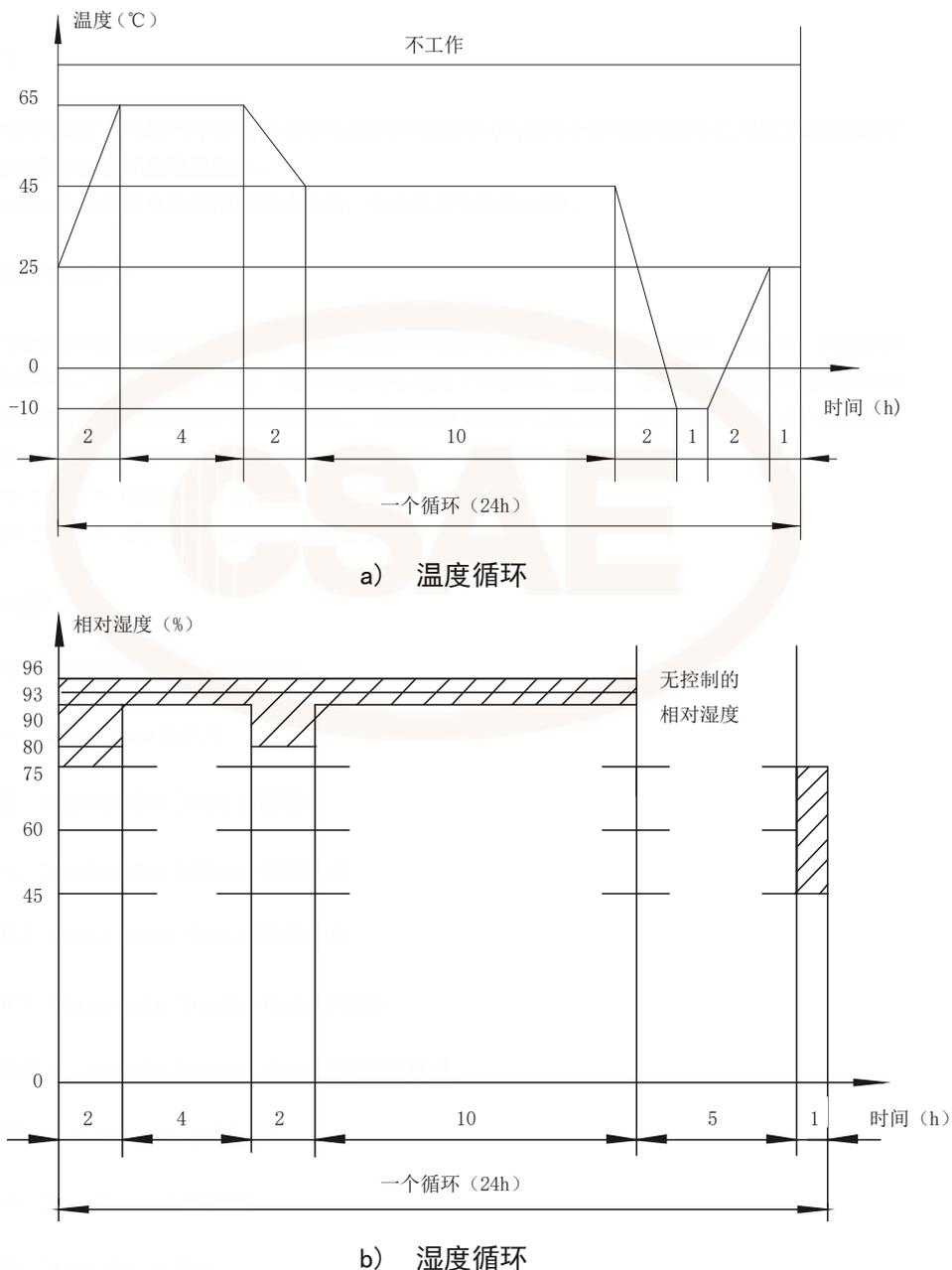


图5 温度/湿度组合循环

6.3.4.3 试验完成后直接在试验箱中进行6.2.1试验, 检查转向系统是否正常工作。

6.3.5 耐腐蚀性

6.3.5.1 按 GB/T 2423.17 中规定试验方法进行。

6.3.5.2 转向系统经 24h（适用 C-EPS）或 240h（适用 P-EPS、R-EPS、X-EPS）的盐雾试验后，检查表面腐蚀白斑面积、是否出现红锈斑点（不适用 C-EPS），漆膜按 QC/T 484 中 TQ6 要求检查。

6.3.5.3 检查转向系统是否正常工作，再进行 6.2.1 试验。

6.3.6 电磁兼容试验项目

6.3.6.1 无线电骚扰特性

转向系统正常工作，按 GB 18655 的规定，分别进行零部件的传导发射和零部件传导骚扰限值、零部件的辐射发射和零部件辐射骚扰限值两种试验。

6.3.6.2 电磁辐射抗扰性

转向系统正常工作，按 GB/T 17619 的规定，采用自由场法和大电流注入法在屏蔽室内进行试验，自由场法抗扰性电平限值为 30 V/m，大电流注入法抗扰性电平限值 60 mA。

6.3.6.3 静电放电产生的电骚扰

转向系统正常工作，按 GB/T 19951 规定的试验等级 III 进行试验，车速为 8 km/h。测量点应在电机、传感器及控制器接插件周围及壳体上表面边缘，被测点不少于 10 点。

6.3.6.4 沿电源线的电瞬态传导

转向系统正常工作，按 GB/T 21437.2 规定的试验等级 III 进行试验。

6.3.7 IP 等级

转向系统的防尘防水等级试验，应按 GB/T 4208 规定的方法进行。

6.4 可靠性试验项目

6.4.1 正向驱动磨损

6.4.1.1 将转向系统安装在试验台架上，系统正常工作，输入端驱动转速 $(250 \sim 300)^\circ /s$ ，转动到两端停留 1 s~2 s。

6.4.1.2 车速调节为 0 km/h。

6.4.1.3 输出端在左右拉杆处按图 6 和表 1 的试验角度施加载荷，试验过程中允许对电动机进行降温处理。

6.4.1.4 完成 50000 次循环试验后进行 6.2.1~6.2.2 试验。

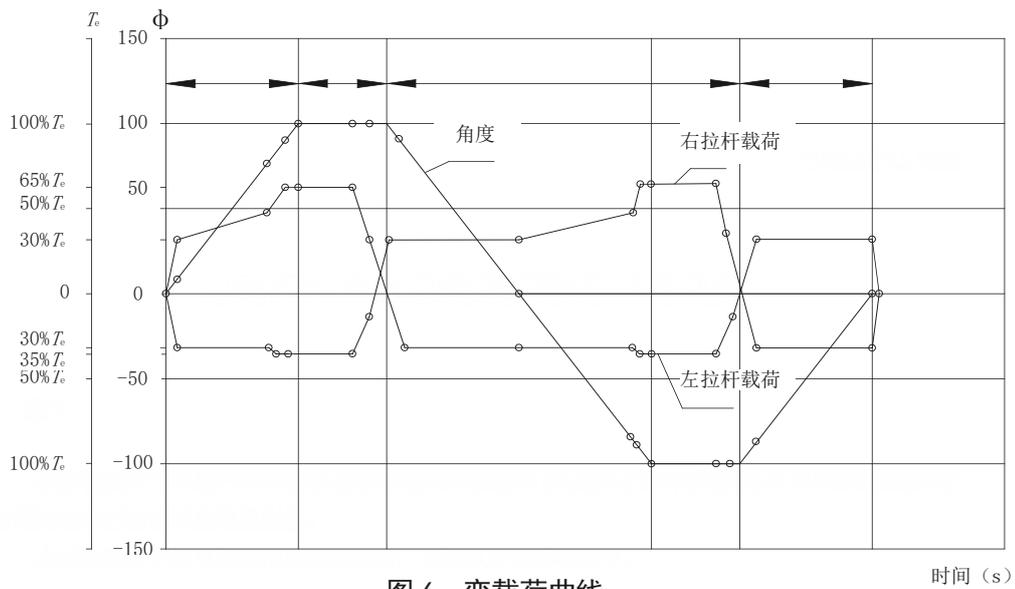


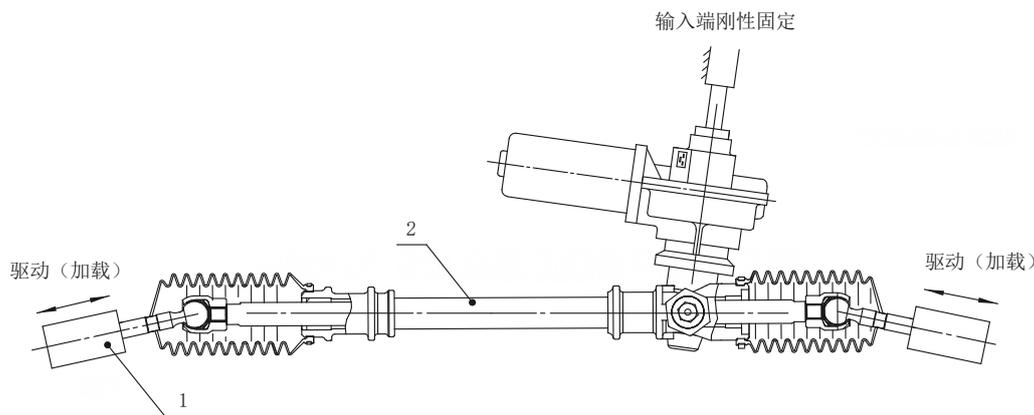
图6 变载荷曲线

表1 正向驱动磨损试验角度和载荷

序号	全角度 (%)	左拉杆载荷 (% T_e)	右拉杆载荷 (% T_e)	序号	全角度 (%)	左拉杆载荷 (% T_e)	右拉杆载荷 (% T_e)
1	0	0	0	10	-65	-30	47
2	10	30	-30	11	-90	-33	67
3	65	47	-30	12	-100	-33	67
4	90	67	-33	13	-100	-33	67
5	100	67	-33	14	-100	-13	30
6	100	67	-33	15	-85	30	-30
7	100	30	-13	16	-1	30	-30
8	85	-30	30	17	0	0	0
9	0	-30	30	-	-	-	-

6.4.2 逆向驱动疲劳

6.4.2.1 将转向系统安装在试验台架上，系统正常工作，输入端刚性固定（见图7）。



说明：

1——力传感器

2——汽车电动助力转向系统

图7 逆向驱动疲劳试验示意图

6.4.2.2 在输出端施加按表2规定的试验载荷并完成相应的循环次数。

表2 逆向驱动疲劳试验载荷和循环次数

序号	试验载荷 (% T_e)	循环次数 (次)	序号	试验载荷 (% T_e)	循环次数 (次)
1	40	120000	5	80	9000
2	50	40000	6	90	6000
3	60	25000	7	100	2000
4	70	15000	-	-	-

注：“-”表示不进行的试验项目。

6.4.2.3 车速调节为 20 km/h~40 km/h。

6.4.2.4 完成 217000 次循环试验后进行 6.2.1~6.2.4 试验。

6.5 机械强度

6.5.1 冲击

6.5.1.1 将转向系统安装在试验台架上，系统正常工作，输入端刚性固定在左或右转动 360° 位置。

6.5.1.2 输出端施加 3 倍 T_e （允许总载荷有 ±10% 的变化量），冲击时间控制在 50 ms ± 5 ms，任一方向完成 1 次冲击试验后，检查是否出现可见裂纹和断裂及永久变形。

6.5.1.3 再进行 6.2.1 试验。

6.5.2 静扭

将转向系统安装在试验台架上，转向盘处于直线行驶位置，输出端刚性固定，左右转动输入轴，载荷达到 196 Nm（±10%），完成 4 次试验后，进行 6.2.1 试验。

6.5.3 振动

6.5.3.1 将转向系统安装到振动试验台架上，系统正常工作。

6.5.3.2 振动频率 10 Hz~500 Hz、加速度 1g、扫频速度 1 oct/min、上下振动扫频 3 次，找出共振点。

6.5.3.3 在振动频率范围 10 Hz~100 Hz 内的某一非共振点频率下，以加速度 2.5 g，上下振动 100 万次，左右和前后各 50 万次，检查转向系统是否出现可见裂纹和断裂。

6.5.3.4 再进行 6.2.1 试验。

7 检验规则

7.1 出厂检验

出厂验收应符合GB/T 28678规定的要求。

7.2 型式检验

当有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品试制定型或老产品转厂生产试制定型时；
- b) 结构、材料、工艺有较大改变可能影响产品性能时；
- c) 停产一年后再次恢复生产时；
- d) 正常生产，每满三年时；
- e) 国家质量监督机构提出检验要求时。

7.3 检验项目

试验的项目和方法见表3。

表3 试验项目和试验方法

序号	试验项目	试验方法	型式试验	出厂检验
1	平顺性	6.2.1	√	√
2	输入输出特性	6.2.2	√	√
3	助力电流特性	6.2.3	√	√
4	空载转动力矩	6.2.4	√	√
5	丝杠（或齿条）移动力	6.2.5	√	√
6	丝杠传动运行中平均间隙	6.2.6	√	√
7	反向冲击	6.2.7	√	√
8	高转速助力不足	6.2.8	√	√
9	故障报警	6.2.9	√	√
10	噪声	6.2.10	√	√
11	高温	6.3.1	√	
12	低温	6.3.2	√	
13	温度交变	6.3.3	√	
14	温度/湿度组合循环	6.3.4	√	
15	耐腐蚀性	6.3.5	√	
16	电磁兼容试验项目	6.3.6	√	
17	IP等级	6.3.7	√	√
18	正向驱动磨损	6.4.1	√	
19	逆向驱动疲劳	6.4.2	√	

表 3 (续)

序号	试验项目	试验方法	型式试验	出厂检验
20	机械强度	冲击	√	
21		静扭	√	
22		振动	√	√

8 标志、包装、运输和储存

8.1 标志

8.1.1 再制造电子助力转向器标志要求应符合 GB/T 28678 的规定。

8.1.2 汽车零部件再制造产品标识中应至少包含以下内容：

- a) 汽车零部件再制造产品标志；
- b) 产品中文名称；
- c) 再制造企业名称或注册商标；
- d) 再制造产品序列号；
- e) 再制造产品生产日期；
- f) 再制造产品规格或型号；
- g) 再制造产品执行质量标准；
- h) 产品仅能用于售后维修，不得用于新品装配的说明。

8.2 包装

8.2.1 再制造电子助力转向器包装要求应符合 GB/T 28678 的规定。

8.2.2 再制造电子助力转向器在包装前应再次进行清洗，并作防锈蚀处理。

8.3 运输

运输过程中，应采取防雨防潮及保护措施，防止产品受潮及磕碰、变形和损伤。

8.4 储存

8.4.1 再制造电子助力转向器存放和运输环境应保持通风、干燥，清洁，对无包装的电子助力转向器应放在支架上或竖立放置，防止变形和损伤。

8.4.2 自出厂之日起，制造厂家应保证产品在 12 个月内不发生锈蚀。