

# 中华人民共和国汽车行业标准

QC/T 29096—2014  
代替QC/T 29096—1992

## 汽车转向器总成台架试验方法

The bench test methods of automobile steering gear



2014-05-06 发布

2014-10-01 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 总则 .....	1
5 试验方法 .....	1



## 前 言

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

本标准代替 QC/T 29096—1992《汽车转向器总成台架试验方法》,与 QC/T 29096—1992 相比,主要技术变化如下:

- 增加了“规范性引用文件”(见第2章);
- 增加了“术语和定义”(见第3章);
- 修改了“一般要求”中内容(见4.2,1992版的2.2、2.3和2.4);
- 增加了“齿条行程”检测项目(见5.1.2);
- 修改了角传动比特性和线角传动比的测定条件和方法(见5.1.3.1、5.1.3.2、5.1.3.3和5.3.4,1992版的3.3.1和3.3.2);
- 修改了输入扭矩的试验方法和数据处理(见5.1.4,1992版的3.6.1和3.6.2);
- 增加了“齿条移动力”检测项目(见5.1.5);
- 修改了传动间隙试验方法,将循环球转向器与齿轮齿条转向器传动间隙试验分开描述,并修改了数据处理方法(见5.1.6,1992版的3.4);
- 在传动效率试验中,删除了均方差值的计算,修改了试验方法和数据处理(见5.1.7,1992版的3.5);
- 增加了“气密试验”检测项目(见5.1.8);
- 修改了静扭试验的试验方法和试验条件,并增加试验示意图及曲线示意图(见5.2.1,1992版的4.1);
- 修改了冲击试验的试验方法和试验条件,并将循环球转向器与齿轮齿条转向器分开描述,增加了冲击试验示意图(见5.2.2,1992版的4.2);
- 修改了耐久性试验的试验方法和试验条件,并增加了齿轮齿条的逆向驱动耐久性试验和试验原理图(见5.3,1992版第5章);
- 删除了“附录A”试验结果报告格式(见1992版的附录A)。

本标准由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)提出并归口。

本标准起草单位:浙江万达汽车方向机有限公司、中国汽车工程研究院有限公司、南京东华汽车转向器有限公司、山东风帆电机有限公司。

本标准主要起草人:陈伟、孙祖铭、金良、陈付良、李自标、孙雅芬。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- JB 2958—1981;
- QC/T 29096—1992。

# 汽车转向器总成台架试验方法

## 1 范围

本标准规定了循环球汽车转向器总成、齿轮齿条汽车转向器总成台架试验方法。  
本标准适用于循环球、齿轮齿条汽车转向器总成。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本标准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标准。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本标准。

GB/T 5179 汽车转向系统术语和定义

QC/T 29097 汽车转向器总成技术要求

## 3 术语和定义

GB/T 5179 和 QC/T 29097 中界定的术语和定义适用于本标准。

## 4 一般要求

### 4.1 试验类型

本标准试验项目从大类上分为下列三类:

- 性能试验;
- 强度试验;
- 耐久性试验。

### 4.2 试验仪器精度

各试验项目所使用试验仪器的精度要满足如下相应要求:

- 角度传感器精度要求:0.1°;
- 位移传感器精度:0.01 mm;
- 扭矩传感器精度:1%;
- 力传感器精度:1%。

## 5 试验方法

### 5.1 性能

#### 5.1.1 输入轴全转角。

固定转向器,传感器与输入轴连接不应有间隙,转动输入轴,从一个极限位置转到另一个极限位置,测出总转角。

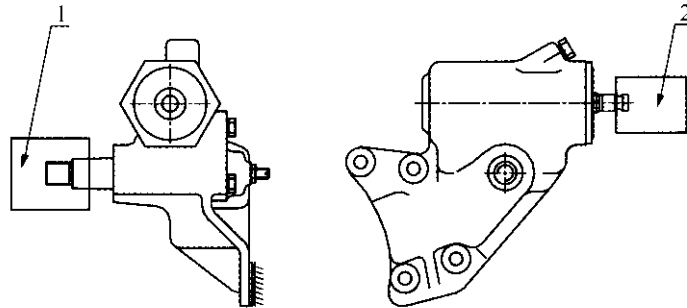
#### 5.1.2 齿条行程。

固定转向器,传感器与齿条连接不应有间隙,在齿条两端装拉杆或代用件,测齿条从一端移动到另一端的距离。

5.1.3 传动比。

5.1.3.1 循环球转向器角传动比。

固定转向器,在靠近输入轴及摇臂轴处安装角度传感器,要求连接无间隙,见图1。转动输入轴从一端极限位置转到另一端极限位置,以 10r/min ~ 15r/min 转速驱动输入轴,测输入轴及摇臂轴的瞬时角度值。



1,2—角度传感器

图1 角传动比试验示意图

角传动比按式(1)计算:

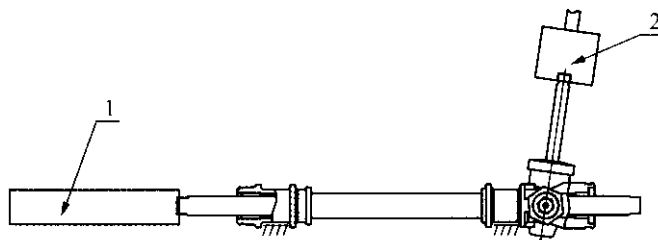
$$i_{w1} = \frac{d\varphi}{d\beta} \approx \frac{\Delta\varphi}{\Delta\beta} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $i_{w1}$ ——角传动比;
- $\varphi$ ——输入轴转角, (°);
- $\beta$ ——摇臂轴转角, (°);
- $\Delta\varphi$ ——输入轴转角增量, (°);
- $\Delta\beta$ ——摇臂转角增量, (°)。

5.1.3.2 齿轮齿条转向器线角传动比。

固定转向器,输入轴连接角度传感器,齿条连接位移传感器,要求连接无间隙,见图2。转动输入轴,使齿条从一端极限位置移动到另一端极限位置,测输入轴转角及齿条位移的瞬时值。



1—位移传感器;2—角度传感器

图2 线角传动比试验示意图

线角传动比按式(2)计算:

$$i_{rp} = \frac{dL}{d\varphi} \approx \frac{\Delta L}{\Delta\varphi} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$i_{tp}$ ——线角传动比, mm/(°);

$L$ ——齿条位移距离, mm;

$\varphi$ ——输入轴转角, (°);

$\Delta L$ ——齿条位移增量, mm;

$\Delta\varphi$ ——输入轴转角增量, (°)。

### 5.1.3.3 数据处理。

将试验采集的输入轴数据两端去除 30°, 对应摇臂轴、齿条数据同时去除, 根据式(1)计算出角传动比、式(2)计算出线角传动比, 并绘制出输入轴转角与角传动比关系曲线、输入轴转角与线角传动比关系曲线。非变比转向器求出平均值, 变比转向器根据制造商要求的传动比曲线分别算出中间及两边各自的传动比平均值。

### 5.1.4 输入扭矩。

固定转向器, 扭矩传感器与输入轴端连接无间隙, 转向摇臂轴或齿条空载, 测输入轴全程正、反转的扭矩。输入轴转速 15r/min。

将试验得到的转角与扭矩关系曲线两端去除约 30°, 算出中间  $\pm 180^\circ$  平均扭矩及两边剩余转角的平均扭矩。

### 5.1.5 齿条移动力。

固定转向器壳体, 在齿条上连接力传感器及位移传感器, 要求连接无间隙, 推(拉)齿条, 测出齿条的移动力, 齿条移动速度 0.5m/min。

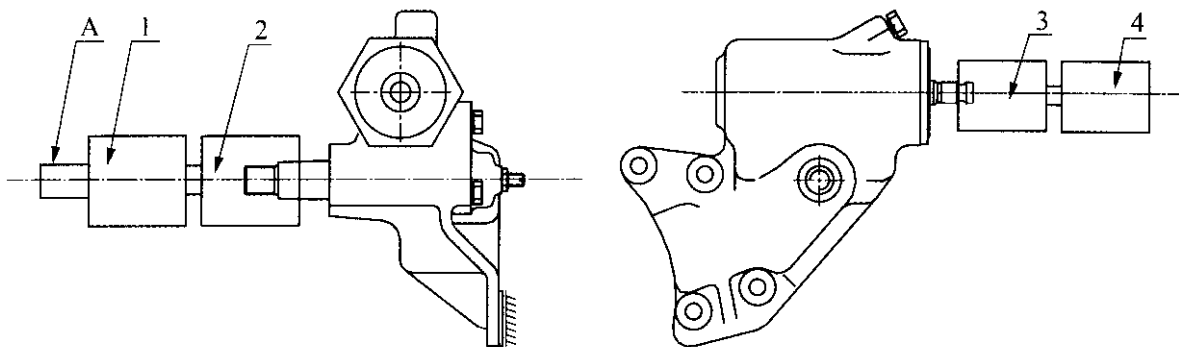
将试验得到的位移与力关系曲线两端去除 3mm 的数据, 绘制出位移与力关系曲线。

### 5.1.6 传动间隙。

#### 5.1.6.1 循环球转向器传动间隙。

方法一: 摇臂轴及壳体固定, 在输入轴端加载  $\pm 2N \cdot m$  扭矩, 测输入轴转角差值, 即为该点的间隙(用于出厂试验)。

方法二: 在输入轴及摇臂轴上分别连接角度传感器, 要求连接无间隙。在摇臂轴上加  $10N \cdot m$  载荷, 以 10r/min ~ 15r/min 转速正转驱动输入轴, 测出输入轴与摇臂轴的瞬时对应角度值, 再以同样的速度反转驱动输入轴测出同样的数据(见图 3)。



1—扭矩传感器;2,3—角度传感器;A—固定或加  $\pm 10N \cdot m$  扭矩

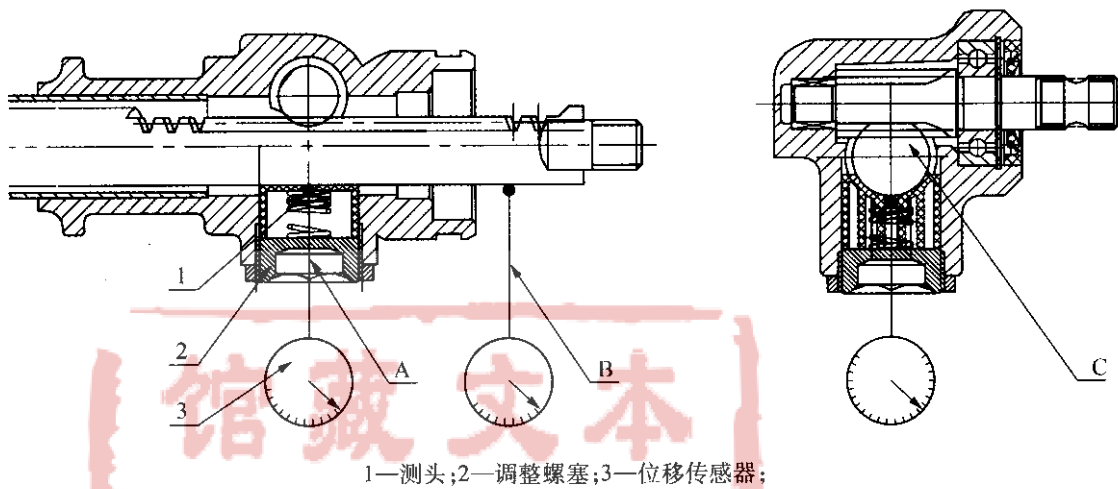
图 3 循环球传动间隙检测示意图

以摇臂轴转角为基准,两次测得的与之对应的输入轴转角之差值即为该点间隙,将采集的数据按输入轴两端去除约 $30^\circ$ ,并去除对应的间隙,绘制出输入轴转角与间隙关系曲线,计算出输入轴中间 $\pm 30^\circ$ 处的平均间隙及两边剩余转角的平均间隙。

5.1.6.2 齿轮齿条转向器传动间隙。

固定转向器,将位移传感器固定在齿条端的壳体上,测头接触齿条背面(如调整螺塞设计有孔,直接固定在调整螺塞处),位移传感器清零,在齿条上加正反扭矩(见图4)。加载扭矩应满足制造商要求,如制造商无要求,按 $\pm(7\text{N}\cdot\text{m}\sim 10\text{N}\cdot\text{m})$ 加扭矩,测位移传感器的变化值。转动输入轴,重复上述测量,在齿条全行程内测量,采样点不大于 $2\text{mm}$ 。

将试验得到的位移与间隙关系曲线两端去除 $3\text{mm}$ 的数据,绘制出位移与间隙关系曲线,计算出平均间隙。



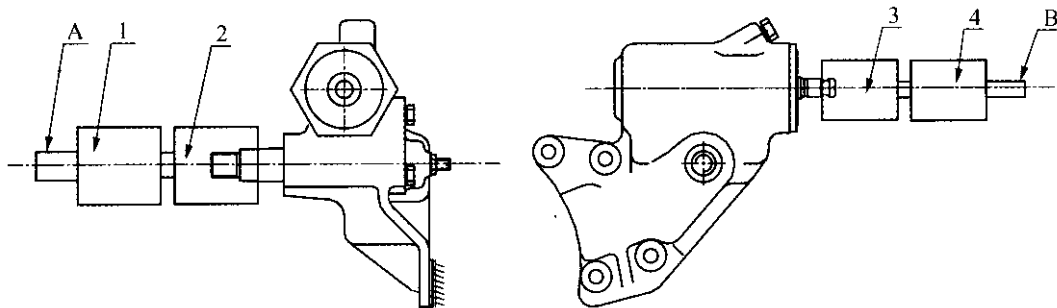
1—测头;2—调整螺塞;3—位移传感器;  
A—调整螺塞有孔时的测量位置;B—调整螺塞无孔时的测量位置;C—齿条,加载正、反扭矩

图4 齿轮齿条转向器啮合间隙检测示意图

5.1.7 传动效率。

5.1.7.1 循环球转向器传动效率。

转向器固定,在输入轴连接扭矩传感器及角度传感器,在输出轴连接扭矩传感器及角度传感器,要求连接无间隙,以 $15\text{r}/\text{min}$ 转速驱动输入轴,测输入、输出扭矩及转角。逆效率时,驱动速度按传动比及输入轴的转速换算成输出轴转速,试验载荷按制造商要求的载荷效率曲线加载,无要求时按输入轴扭矩 $4\text{N}\cdot\text{m}\sim 5\text{N}\cdot\text{m}$ 加载(见图5)。



1,4—扭矩传感器;2,3—角度传感器;A,B—沿顺时针、逆时针方向加载或驱动

图5 循环球转向器效率试验示意图

将试验得到的输入轴转角数据两端去除约 30°, 并去除对应的扭矩, 根据式(3)、式(4)计算出各点的效率, 绘制出转角与效率曲线, 算出中间 ±180° 平均效率及两边剩余转角的平均效率。

效率按式(3)和式(4)计算:

$$\eta^+ = \frac{M_2}{W_1 \times i_{w1}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\eta^- = \frac{W_2 \times i_{w1}}{M_1} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$\eta^+$  —— 正效率;

$\eta^-$  —— 逆效率;

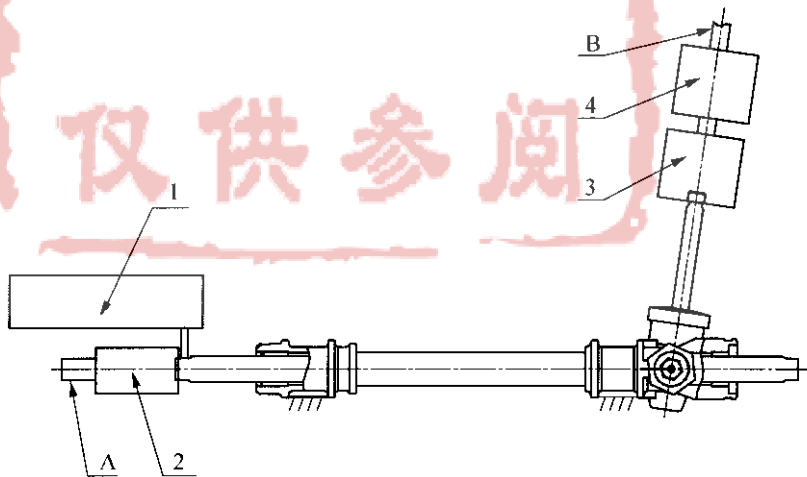
$M_1, M_2$  —— 摇臂轴输入、输出扭矩, N·m;

$W_1, W_2$  —— 输入轴的输入、输出扭矩, N·m。

5.1.7.2 齿轮齿条转向器传动效率。

转向器固定, 在输入轴连接扭矩传感器及角度传感器, 齿条上连接力传感器及位移传感器, 要求连接无间隙, 以 15r/min 转速驱动输入轴, 测扭矩及转角、力及位移。逆效率时, 驱动速度按传动比及输入轴的转速换算成齿条位移速度。试验载荷按制造商要求的载荷效率曲线加载, 无要求时按输入轴力矩 4N·m ~ 5N·m 加载, 如图 6(试验时转向器无拉杆及防尘罩)。

将试验得到的输入轴转角数据两端去除约 30°, 对应的扭矩、力也作相应的去除, 根据式(5)、式(6)计算出各点的效率, 绘制出输入轴转角与效率曲线, 算出中间 ±180° 范围内平均效率及两边剩余转角的平均效率。



1—位移传感器; 2—力传感器; 3—角度传感器; 4—扭矩传感器;  
A—沿往复直线方向驱动或加载; B—沿顺时针、逆时针方向驱动或加载

图 6 齿轮齿条转向器效率试验示意图

效率按式(5)和式(6)计算:

$$\eta^+ = \frac{F_2 \times i_p}{17.45 \times W_1} \dots\dots\dots (5)$$

$$\eta^- = \frac{17.45 \times W_2}{F_1 \times i_{rp}} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$\eta^+$ ——正效率;

$\eta^-$ ——逆效率;

$F_1, F_2$ ——齿条输入、输出力, N;

$W_1, W_2$ ——输入轴的输入、输出扭矩, N·m。

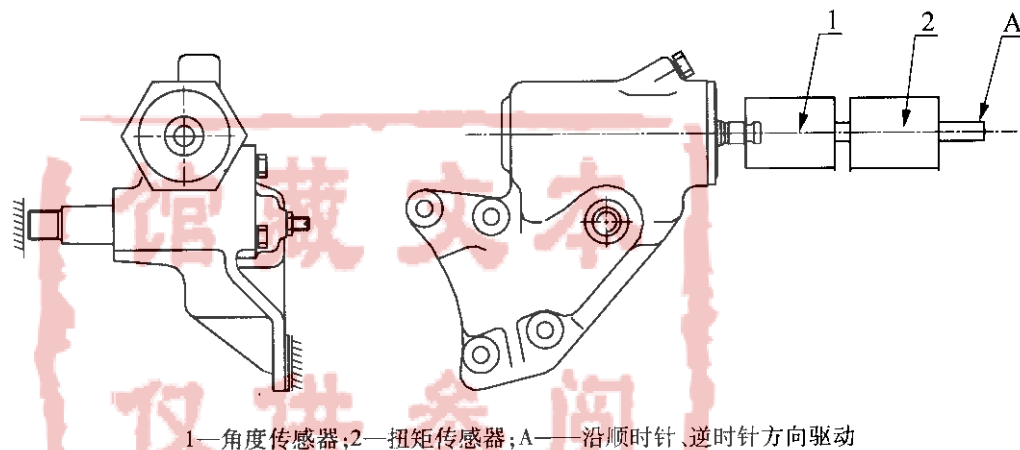
5.1.8 气密性。

转向器壳体内通入干燥压缩空气,将转向器浸入水中,30s 内,转向器无气泡冒出。

5.2 强度

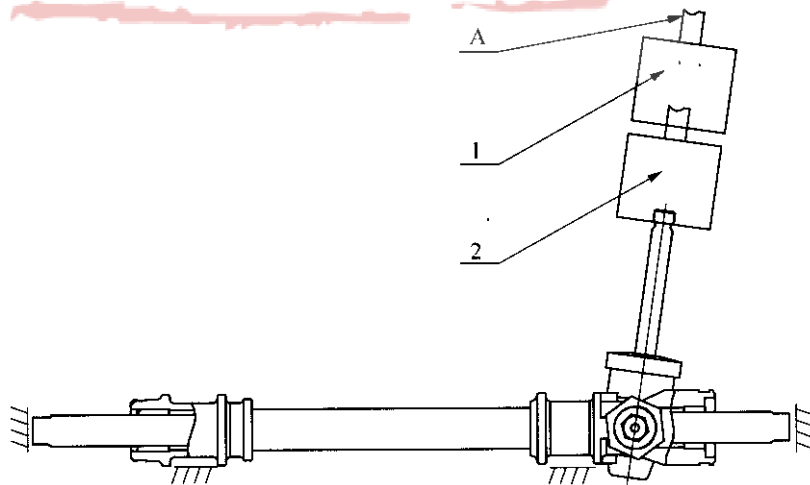
5.2.1 静扭。

分别固定转向器和输出轴,在输入轴端连接扭矩传感器及转角传感器,连接无间隙,以 0.5r/min ~ 1r/min 的速度驱动输入轴到额定试验扭矩,反转到负额定试验扭矩,检测并绘制转角与扭矩关系曲线,试验后检查零件损坏情况,见图 7、图 8、图 9。



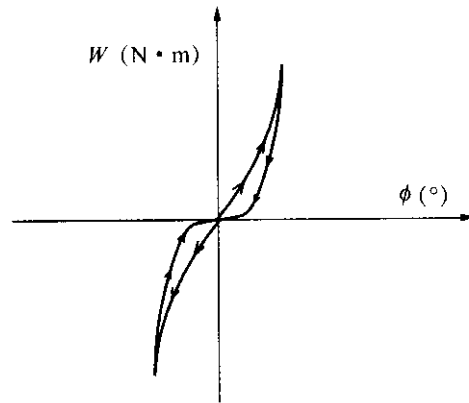
1—角度传感器;2—扭矩传感器;A——沿顺时针、逆时针方向驱动

图 7 循环球转向器静扭试验示意图



1—扭矩传感器;2—角度传感器;A—沿顺时针、逆时针方向驱动

图 8 齿轮齿条转向器静扭试验示意图



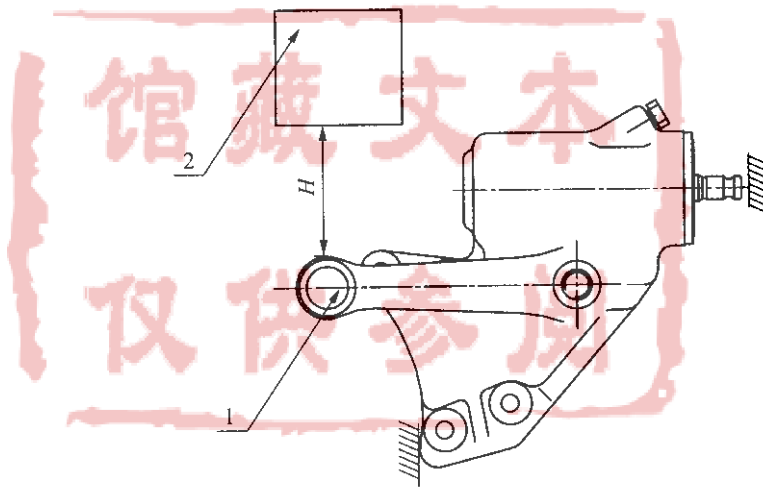
$\phi$ —输入轴转角;  $W$ —输入扭矩

图9 转向器静扭试验曲线示意图

## 5.2.2 冲击。

### 5.2.2.1 循环球转向器。

循环球转向器固定在试验台上,转向器装上摇臂(水平状态),输入轴在中间位置固定。落锤升高到规定高度,自由落下,冲出摇臂末端,见图10。



1—摇臂,冲击前呈水平状态;2—50kg重锤;H—落锤高度

图10 循环球转向器落锤冲击示意图

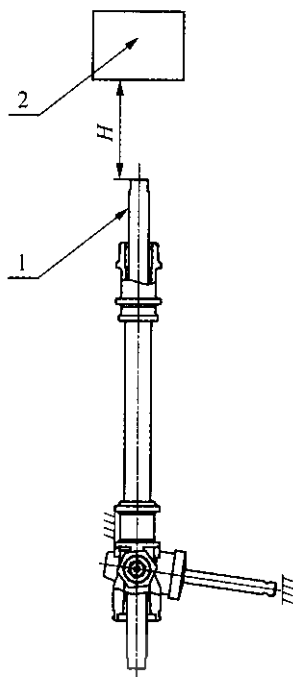
### 5.2.2.2 齿轮齿条转向器。

转向器固定在试验台上,保持齿条竖直(见图11),将齿轮在中间位置固定,落锤升高到规定高度,自由落下。

## 5.3 耐久性

### 5.3.1 循环球转向器。

正向驱动时,输出轴施加额定输出扭矩,驱动输入轴,转角范围 $\pm 180^\circ$ ,驱动速度 $30\text{r/min} \sim 45\text{r/min}$ ;逆向驱动时,在输入轴上加载,载荷根据传动比及额定输出值换算,驱动输出轴,转角为输入轴 $\pm 180^\circ$ ,驱动速度,保证输入轴转速 $30\text{r/min} \sim 45\text{r/min}$ ,见图5。

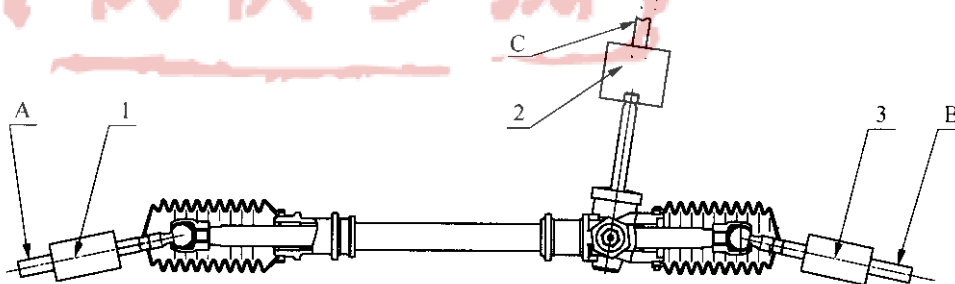


1—齿条,冲击前呈竖直状态;2—50kg重锤; $H$ —落锤高度

图 11 齿轮齿条转向器落锤冲击示意图

### 5.3.2 齿轮齿条转向器。

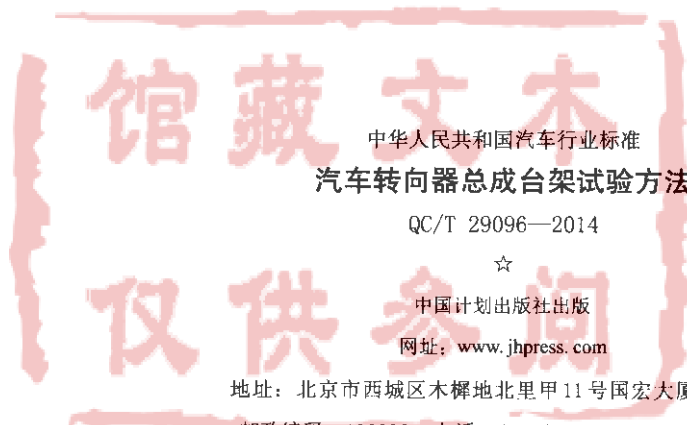
正向驱动时,拉杆与齿条的夹角同转向器在车上的安装夹角相同,在拉杆上施加额定输出力,驱动输入轴不小于  $\pm 180^\circ$ ,驱动速度  $30\text{r/min} \sim 45\text{r/min}$ ;逆向驱动时,在输入轴上加载,驱动齿条,保证输入轴转角不小于  $\pm 180^\circ$ ,驱动速度,保证输入轴转速  $30\text{r/min} \sim 45\text{r/min}$ 。见图 12。



1,3—力传感器;2—扭矩传感器;

A,B—沿往复方向驱动或加载;C—沿顺时针和逆时针方向驱动或加载

图 12 齿轮齿条转向器耐久性试验示意图



中华人民共和国汽车行业标准  
汽车转向器总成台架试验方法

QC/T 29096—2014

☆

中国计划出版社出版  
网址: [www.jhpress.com](http://www.jhpress.com)

地址: 北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座3层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

880 mm×1230 mm 1/16 1 印张 20 千字

2014年10月第1版 2014年10月第1次印刷

印数 1—421册

☆

统一书号: 1580242·461

定价: 15.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

S/N: 1580242·461



9 78158024 246100