机动车转向盘转向力－转向角检测仪校准规范

Calibration Specification of steering force - steering angle detector for steering wheel of motor vehicle

（不确定度评定报告）

《机动车转向盘转向力－转向角检测仪校准规范》起草小组

二零二一年八月

机动车转向盘转向力－转向角检测仪

测量结果示值误差的不确定度评定

1、转向力示值误差不确定度评定

1.1、数学模型

采用测力仪校准法校准力角仪转向力，在专用校准装置上安置被校转向盘力角仪，通过转向盘外缘切线方向上加载不同的标准力值进行测量。按下列公式计算被校力角仪转向力示值误差的数学模型为

 ＝**－1 (1)

式中:  — 转向盘力角仪转向力示值误差；

 — 被校力角仪转向力示值，；

— 加载点标准值。

因为各分量、互不相关，由不确定度传播律得：

 = × ＋ × (2)

其中灵敏系数： =  (3)

(4)

即合成方差表达式为：

 = （）2 × ＋（）2 × (5)

1.2 输入量的不确定度来源

1.2.1 被校力角仪引入的标准不确定度分量

1.2.1.1由测量结果重复性引入的不确定度分量

1.2.1.2 由力角仪分辨力引入的不确定度分量

1.2.2 由标准测力仪引入的不确定度分量

1.3 输入量的标准不确定度的评定

1.3.1 被校力角仪引入的标准不确定度分量

1.3.1.1由测量结果重复性引入的不确定度分量

被校转向盘力角仪转向力示值估计值（测量结果重复性）的标准不确定度的评定被校力角仪转向力示值估计值的不确定度主要来源于转向盘力角仪示值的测量结果重复性。测量结果重复性可以通过连续测量得到的测量列，采用A类方法进行评定。在标准装置及被校力角仪正常工况条件下，在加载200N测量点时等精度重复测量十次，由统计得单次测量实验标准差

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测量值  （N） | 199 | 198 | 198 | 200 | 200 | 199 | 198 | 201 | 199 | 202 |

 ＝  ＝ 1.34 

实际测量时，在每个测量点读取三次示值，取其平均值作为测量结果。故测量结果重复性引入的标准不确定度为

= = 0.78

1.3.1.2由力角仪分辨力引入的不确定度分量

通常数显转向盘力角仪的分辨力为1，其数显量化误差以等概率分布（矩形分布）落在宽度为1÷2 = 0.5的区间内。考虑其引入的标准不确定度为

= = 0.29

1.3.2 由标准测力仪引入的不确定度分量

由于标准测力仪的准确度等级要求为0.5级，故在200N测量点的引入的误差为1N。按均匀分布考虑

 = 0.58N

1.4、输出量的标准不确定度分量一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 来 源 | 符号 | 数 值 | 灵敏系数 | ∣∣× |
| 1 | 测量结果重复性 |  | 0.78 N |  | 0.39 ％ |
| 2 | 数显量化误差 |  | 0.29N |  | 0.14 ％ |
| 3 | 标准测力仪引入误差 |  | 0.58N |  | 0.014 ％ |

1.5、合成标准不确定度的评定

由于重复性分量包含人员读数引入的不确定度分量，为避免重复计算，取二者最大值作为不确定度评定影响量

由于各标准不确定度分量相互无关，故

 == 0.39 ％

1.6、扩展不确定度的评定

取*k*=2，故转向力示值误差的扩展不确定度应当为 

 =*k*×= 2×0.39 %＝ 0.78 %

**2、转向角示值误差不确定度评定**

2.1数学模型

 （6）

式中： — 左、右旋各校准点示值误差（°）；

 — 左、右旋各被校准点度盘算术平均值（°）；

 — 左、右旋各被校准点值（°）。

方差依方程： （7）

由（D6）式得方差：  （8）

式中：  — 被校转向角引入的标准不确定度；

 — 标准校准装置引入的标准不确定度。

传播系数

 （9）

 （10）

根据（D9）、（D10）式得标准不确定度：

 （11）

2.2输入量的不确定度来源

2.2.1 被校力角仪引入的标准不确定度分量

2.2.1.1由测量结果重复性引入的不确定度分量

2.2.1.2 由力角仪分辨力引入的不确定度分量

2.2.2 由标准装置引入的不确定度分量

2.3标准不确定度的评定

2.3.1被校力角仪引入的标准不确定度分量

2.3.1.1被校力角仪测量重复性引入的标准不确定度分量

对一较稳定的检测仪的转向50°，进行10次重复试验，其被校力角仪仪表读数的测量结果如表2

表2一台力角仪等精度重复试验10次的检定结果

|  |  |
| --- | --- |
| 测量次数 | 角度（°） |
| 1 | 49.8 |
| 2 | 49.8 |
| 3 | 49.6 |
| 4 | 49.5 |
| 5 | 49.8 |
| 6 | 50.2 |
| 7 | 50.4 |
| 8 | 50.1 |
| 9 | 49.6 |
| 10 | 49.8 |
|  | 49.9 |
|  | 0.29 |

用贝塞尔公式计算出单次测量的实验标准差：

 °

在实际测量时，在重复条件下连续测量三次，以三次测量的算术平均值作为测量结果，因此，其标准不确定度分量为：

°

2.3.1.2被校力角仪数显量化误差引入的不确定度分量

被校力角仪仪表的分辨率为1度，其量化误差的分布为等概率分布，取置信因子，落在宽度为度的区间内，其引入的相对标准不确定度为：

°

由于重复性分量包含人员读数引入的不确定度分量，为避免重复计算，取二者最大值作为不确定度评定影响量

2.3.2转向盘力角仪引入的标准不确定度分量为

转向盘力角仪是由上一级标准检定，检测仪的极限误差为：±0.5°，引入误差分布为均匀分布, 取置信因子，因此：°

2.4 不确定度分量一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确  定度分量 | 标准不确  定度来源 | 标准不确  定值 | 系数 |  |
|  | 重复性 | 0.29° |  | 0.29° |
|  | 标准仪 | 0.29° | - | 0.29° |

2.5 合成标准不确定度

 °

2.6 扩展测量不确定度

取*k* =2,其测量不确定度*U*=*U*c\*k=2\*0.41=0.82°