附件4

《大量程扭转试验机校准规范》

试验报告

为验证《大量程扭转试验机校准规范》所规定的校准项目和试验方法的可操作性和适用性，验证本规范所列计量特性指标的科学性，编制组选择不同量程、不同结构原理及不同制造厂所生产扭矩试验机进行试验验证。试验结果表明，本规范规定的校准项目和试验方法具有可操作性，计量特性指标科学合理，适用于现场校准工作。试验验证结论汇总如下，部分原始记录见附件4-1。

1. 相对分辨力

|  |  |
| --- | --- |
| 试验结果汇总 | 1级技术要求 |
| 均＜0.1% | ≤0.5% |

试验结果中，所有扭矩试验机示值相对分辨力均小于0.1%。本规范的示值相对分辨力指标制定合理。

1. 示值相对误差

|  |  |
| --- | --- |
| 示值相对误差试验结果汇总 | 1级技术要求 |
| -0.69% ~0.77% | ±1.0% |

试验结果中，所有扭矩试验机示值相对误差均控制±1.0%范围内。本规范的示值相对误差试验方法和指标制定合理。

1. 示值重复性

|  |  |
| --- | --- |
| 示值重复性试验结果汇总 | 1级技术要求 |
| 0.00% ~0.46% | ≤1.0% |

试验结果中，所有扭矩试验机示值重复性均小于1.0%。本规范的重复性试验方法和指标制定合理。

1. 回零误差

|  |  |
| --- | --- |
| 回零误差试验结果汇总 | 1级技术要求 |
| +0.02%FS ~0.05%FS | ±0.5%FS |

试验结果中，所有扭矩试验机回零误差均控制±0.5%FS范围内。本规范的回零误差试验方法和指标制定合理。

附件1：扭矩试验机校准原始记录

附件4-1

扭矩试验机校准原始记录（1）

株洲时代新材料科技股份有限公司工业与工程事业部

委托单位：　　　　　　　　　　　　　　制造厂家： 济南恒瑞金试验机有限公司

型号规格：　　　LZB200K/200kNm　　　　 出厂编号：　 　4420-1386

校准依据：　　　　　　　　　　　　　　校准地点：　 该公司生产车间

环境条件：温度　23.6　℃ 湿度　55　％RH其 它：　　　　　　　/

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准所用的标准器名称 | 型号规格 | 编 号 | 技术特征 | 有效溯源证书编号 |
| 标准测力仪 | RTNC3/33t | 822060259 | 0.1级 | 2023020904289002 |
| 数显倾角仪 | DMI610 | 230403768 | MPE：±0.02° | 2023050901211013 |
| / | / | / | / | / |

1.校验杠杆力臂长度：1000.0mm

2.相对分辨力：0.03%

3.回零误差：+0.04%FS

4.扭矩示值校准(扭转方向：顺时针方向)

4.1 扭矩试验机进程示值及校验杠杆水平角度

|  |  |
| --- | --- |
| 标准力值（kN） | 进程示值（kNm）及杠杆水平角度( °) |
| 1 | 角度 | 2 | 角度 | 3 | 角度 |
| 0 | 0.00 | +0.148 | 0.00 | +0.165 | 0.00 | +0.167 |
| 40 | 39.75 | +0.611 | 39.79 | +0.623 | 39.80 | +0.627 |
| 80 | 79.87 | +0.767 | 79.85 | +0.781 | 79.89 | +0.785 |
| 120 | 119.72 | +0.904 | 119.67 | +0.922 | 119.70 | +0.925 |
| 160 | 159.55 | +1.036 | 159.46 | +1.057 | 159.59 | +1.059 |
| 200 | 199.46 | +1.183 | 199.44 | +1.185 | 199.37 | +1.187 |

4.2示值相对误差及示值重复性

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准扭矩（kNm） | 进程示值（kNm） | 平均值(kNm) | 示值重复性 (%) | 示值相对误差（%） |
| 1 | 2 | 3 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | / | / |
| 40.00 | 39.75 | 39.79 | 39.80 | 39.78 | 0.13 | -0.55 |
| 79.99 | 79.87 | 79.85 | 79.89 | 79.87 | 0.05 | -0.15 |
| 119.98 | 119.72 | 119.67 | 119.70 | 119.70 | 0.04 | -0.23 |
| 159.97 | 159.55 | 159.46 | 159.59 | 159.53 | 0.08 | -0.28 |
| 199.96 | 199.46 | 199.44 | 199.37 | 199.42 | 0.05 | -0.27 |

测量结果相对扩展不确定度$U\_{rel}=$0.17%，$k=2$。

校准：　　　甘逵　　　 核验：　　戴林　　　 日期：2023年　8 月　8日

附件4-1

扭矩试验机校准原始记录（2-1）

国家轨道交通高分子材料及制品质量检测中心

委托单位：　　　　　　　　　　　　　　制造厂家： 重庆凯瑞测试装备有限公司

型号规格：　 　KP-3-PL-II/60kNm　　　　 出厂编号：　 　2022-25A

校准依据：　　　　　　　　　　　　　　校准地点：　 该公司生产车间

环境条件：温度　24.1　℃ 湿度　66　％RH其 它：　　　　　　　/

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准所用的标准器名称 | 型号规格 | 编 号 | 技术特征 | 有效溯源证书编号 |
| 标准测力仪 | RTNC3/10t | 00289K3Q | 0.1级 | 2023021404289004 |
| 数显倾角仪 | DMI610 | 230403768 | MPE：±0.02° | 2023050901211013 |
| / | / | / | / | / |

1.校验杠杆力臂长度：1000.0mm

2.相对分辨力：0.02%

3.回零误差：+0.05%FS

4.扭矩示值校准（扭转方向：正向）

4.1 扭矩试验机进程示值及校验杠杆水平角度

|  |  |
| --- | --- |
| 标称扭矩（kNm） | 标准测力仪进程示值（kN）及杠杆水平角度( °) |
| 1 | 角度 | 2 | 角度 | 3 | 角度 |
| 0 | 0.000 | -0.017 | 0.000 | -0.012 | 0.000 | -0.012 |
| 10 | 9.976 | +0.167 | 9.981 | +0.170 | 9.988 | +0.169 |
| 20 | 20.131 | +0.208 | 20.183 | +0.211 | 20.102 | +0.210 |
| 30 | 30.177 | +0.233 | 30.168 | +0.235 | 30.126 | +0.235 |
| 40 | 40.146 | +0.254 | 40.138 | +0.255 | 40.128 | +0.255 |
| 50 | 50.114 | +0.272 | 50.093 | +0.273 | 50.108 | +0.273 |

4.2示值相对误差及示值重复性

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准扭矩（kNm） | 进程示值（kN） | 平均值(kN) | 示值重复性 (%) | 示值相对误差（%） |
| 1 | 2 | 3 |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | / | / |
| 9.982 | 9.976 | 9.981 | 9.988 | 9.982 | 0.12 | +0.18 |
| 20.139 | 20.131 | 20.183 | 20.102 | 20.139 | 0.40 | -0.69 |
| 30.157 | 30.177 | 30.168 | 30.126 | 30.157 | 0.17 | -0.52 |
| 40.137 | 40.146 | 40.138 | 40.128 | 40.137 | 0.04 | -0.34 |
| 50.104 | 50.114 | 50.093 | 50.108 | 50.105 | 0.04 | -0.21 |

测量结果相对扩展不确定度$U\_{rel}=$0.32%，$k=2$。

校准：　　　戴林　　　 核验：　　易林莉　　　 日期：2023年　5 月　23日

附件4-1

扭矩试验机校准原始记录（2-2）

国家轨道交通高分子材料及制品质量检测中心

委托单位：　　　　　　　　　　　　　　制造厂家： 重庆凯瑞测试装备有限公司

型号规格：　 　KP-3-PL-II/60kNm　　　　 出厂编号：　 　2022-25A

校准依据：　　　　　　　　　　　　　　校准地点：　 该公司生产车间

环境条件：温度　24.1　℃ 湿度　66　％RH其 它：　　　　　　　/

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准所用的标准器名称 | 型号规格 | 编 号 | 技术特征 | 有效溯源证书编号 |
| 标准测力仪 | RTNC3/10t | 00289K3Q | 0.1级 | 2023021404289004 |
| 数显倾角仪 | DMI610 | 230403768 | MPE：±0.02° | 2023050901211013 |
| / | / | / | / | / |

1.校验杠杆力臂长度：1000.0mm

2.相对分辨力：0.02%

3.回零误差：+0.05%FS

4.扭矩示值校准（扭转方向：反向）

4.1 扭矩试验机进程示值及校验杠杆水平角度

|  |  |
| --- | --- |
| 标称扭矩（kNm） | 标准测力仪进程示值（kN）及杠杆水平角度( °) |
| 1 | 角度 | 2 | 角度 | 3 | 角度 |
| 0 | 0.000 | -0.055 | 0.000 | -0.094 | 0.000 | -0.090 |
| -10 | 9.985 | +0.103 | 9.983 | +0.102 | 9.982 | +0.104 |
| -20 | 19.965 | +0.134 | 19.951 | +0.135 | 19.950 | +0.136 |
| -30 | 29.935 | +0.150 | 29.924 | +0.153 | 29.925 | +0.154 |
| -40 | 39.892 | +0.164 | 39.898 | +0.166 | 39.898 | +0.167 |
| -50 | 49.867 | +0.175 | 49.867 | +0.177 | 49.864 | +0.179 |

4.2示值相对误差及示值重复性

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准扭矩（kNm） | 进程示值（kN） | 平均值(kN) | 示值重复性 (%) | 示值相对误差（%） |
| 1 | 2 | 3 |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | / | / |
| 9.983 | 9.985  | 9.983  | 9.982  | 9.983 | 0.02 | +0.17 |
| 19.955 | 19.965  | 19.951  | 19.950  | 19.955 | 0.07 | +0.23 |
| 29.928 | 29.935  | 29.924  | 29.925  | 29.928 | 0.04 | +0.24 |
| 39.896 | 39.892  | 39.898  | 39.898  | 39.896 | 0.02 | +0.26 |
| 49.866 | 49.867  | 49.867  | 49.864  | 49.866 | 0.00 | +0.27 |

测量结果相对扩展不确定度$U\_{rel}=$0.17%，$k=2$。

校准：　　　戴林　　　 核验：　　易林莉　　　 日期：2023年　5 月　23日

附件4-1

扭矩试验机校准原始记录（3）

时代新材

委托单位：　　　　　　　　　　　　　　制造厂家： 济南恒瑞金试验机有限公司

型号规格：　　　LZY500K/500kNm　　　　 出厂编号：　 　4420-1385

校准依据：　　　　　　　　　　　　　　校准地点：　 该公司生产车间

环境条件：温度　23.8　℃ 湿度　60　％RH其 它：　　　　　　　/

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准所用的标准器名称 | 型号规格 | 编 号 | 技术特征 | 有效溯源证书编号 |
| 标准测力仪 | RTNC3/33t | 822060259 | 0.1级 | 2023020904289002 |
| 数显倾角仪 | DMI610 | 230403768 | MPE：±0.02° | 2023050901211013 |
| / | / | / | / | / |

1.校验杠杆力臂长度：1000.0mm

2.相对分辨力：0.02%

3.回零误差：+0.02%FS

4.扭矩示值校准

4.1 扭矩试验机进程示值及校验杠杆水平角度

|  |  |
| --- | --- |
| 标准力值（kN） | 进程示值（kNm）及杠杆水平角度( °) |
| 1 | 角度 | 2 | 角度 | 3 | 角度 |
| 0 | 0.00 | -0.011 | 0.00 | 0.058 | 0.00 | 0.168 |
| 60 | 60.33 | 0.459 | 60.44 | 0.469 | 60.61 | 0.490 |
| 120 | 120.50 | 0.838 | 120.79 | 0.882 | 120.92 | 0.857 |
| 180 | 180.29 | 1.201 | 180.62 | 1.238 | 180.79 | 1.220 |
| 240 | 239.55 | 1.541 | 239.86 | 1.582 | 239.96 | 1.563 |
| 300 | 298.23 | 1.877 | 298.59 | 1.920 | 298.78 | 1.877 |

4.2示值相对误差及示值重复性

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准扭矩（kNm） | 进程示值（kNm） | 平均值(kNm) | 示值重复性 (%) | 示值相对误差（%） |
| 1 | 2 | 3 |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | / | / |
| 60.00 | 60.33 | 60.44 | 60.61 | 60.46 | 0.46 | +0.77 |
| 119.99 | 120.50 | 120.79 | 120.92 | 120.74 | 0.35 | +0.63 |
| 179.96 | 180.29 | 180.62 | 180.79 | 180.57 | 0.28 | +0.34 |
| 239.91 | 239.55 | 239.86 | 239.96 | 239.79 | 0.17 | -0.05 |
| 299.84 | 298.23 | 298.59 | 298.78 | 298.53 | 0.18 | -0.44 |

测量结果相对扩展不确定度$U\_{rel}=$0.36%，$k=2$。

校准：　　　甘逵　　　 核验：　　戴林　　　 日期：2023年　8 月　9日