

QC20球杆仪误差预算和不确定度计算

简介

本文档简要介绍了雷尼绍QC20球杆仪和球杆仪校准规的系统测量不确定度计算。这些计算结果用于推导出公布的球杆仪规格：

- QC20球杆仪的规格参数为：在 20 ± 5 °C的温度条件下，测量的径向变化在 $\pm [0.7+0.3\%*L]$ μm 以内。其中，L为径向变化（范围）的绝对值。
- 球杆仪校准规的规格参数为：校准规的长度不确定度 ± 1 μm 。

所用方法 — 一般信息

误差预算的推导是雷尼绍新产品研发流程的标准组成部分；该流程已涵盖在符合ISO 9001:2015标准的雷尼绍集团质量管理体系中。ISO 9001:2015是国际公认的质量管理体系标准，符合该标准的雷尼绍质量管理体系已通过了BSI管理体系验证（已获得UKAS认证）。

误差预算按照EA-4/02《校准中测量不确定度的表示》和NIST（美国国家标准技术研究所）技术说明1297中的指导原则进行计算。误差预算的贡献因素来自于下列结果的组合：组件规格验证、性能实验证据，以及理论计算。将这些单独的项目合并在一起，便可得到球杆仪的系统级规格。所有规格均以95%（k=2）的置信度发布。误差预算由具备资质的专业人员审查并签署。下文介绍了QC20球杆仪和球杆仪校准规误差预算的各个贡献因素。

使用QC20球杆仪测量径向变化时的不确定度

不确定度来源	不确定度数值 μm	概率分布	不确定度 (k=1) $\pm \mu\text{m}$
球杆仪校准的不确定度	± 0.40	正态分布 (k=2)	0.20
球杆仪验收测试限值	± 0.40	正态分布 (k=2)	0.20
球杆仪性能漂移（使用1年后）	$\pm 0.30\%L^*$	正态分布 (k=2)	$0.15\%L^*$
球杆仪精密球的球度	0.13	矩形分布	0.11
滞后	± 0.06	正态分布 (k=3)	0.02
球杆仪热膨胀	± 0.10	正态分布 (k=1)	0.10
中心座偏移	± 0.15	正态分布 (k=1)	0.15
合成不确定度 (k=1)			$0.35 \mu\text{m} + 0.15\%L$
扩展不确定度 (k=2)			$0.70 \mu\text{m} + 0.30\%L$
公布的规格 (k=2)			$0.70 \mu\text{m} + 0.30\%L$

* 其中L为径向变化的绝对值

测量不同径向变化时的球杆仪规格差异

测量机床的10 μm径向变化时，球杆仪规格为：

- $\pm [0.70 + 0.30\% \cdot 10] \mu\text{m} = \pm 0.73 \mu\text{m}$

测量机床的100 μm径向变化时，球杆仪规格为：

- $\pm [0.70 + 0.30\% \cdot 100] \mu\text{m} = \pm 1.00 \mu\text{m}$

球杆仪校准规长度的不确定度

当使用QC20球杆仪测量圆轨迹的半径时，必须将校准规长度不确定度的附加误差包含在内。

不确定度来源	不确定度数值 μm	概率分布	不确定度 (k=1) ± μm
基准球杆仪的不确定度	±0.40	正态分布 (k=2)	0.20
基准球杆仪的非线性误差	±0.40	正态分布 (k=2)	0.20
校准重复性	±0.03	正态分布 (k=1)	0.03
基准校准规的不确定度	±0.30	正态分布 (k=2)	0.15
基准校准规的性能漂移	±0.50	正态分布 (k=2)	0.25
球杆仪刻度因子误差及长度不匹配	0.0004	正态分布 (k=2)	0.02
球杆仪精密球的球度	0.13	矩形分布	0.11
温度 (球杆仪)	±1.2 °C	矩形分布和正态分布	0.01
温度 (校准规)	±1.2 °C	矩形分布和正态分布	0.03
合成不确定度 (k=1)			0.42
扩展不确定度 (k=2)			0.85
公布的规格 (k=2)			1.00

所有表格的一般性说明：

- 表格第一列：列出了所考虑的不确定度误差的来源。
- 表格第二列：以适当的单位列出了不确定度来源的不确定度数值。
- 表格第三列：列出了误差来源的概率分布函数和使用的涵盖因子。该涵盖因子用于将不确定度数值转换为k=1。考虑到样本数据的大小，同时应用了一个附加乘数。
- 表格第四列：列出了相应的不确定度来源的不确定度。
- 使用“平方和开方”算法将各个数值合并，以生成总体合成不确定度。

www.renishaw.com.cn/qc20

#雷尼绍

© 2022 Renishaw plc. 版权所有。RENISHAW®和测头图案是Renishaw plc的注册商标。
Renishaw产品名、型号和“apply innovation”标识为Renishaw plc或其子公司的商标。
其他品牌名、产品名或公司名为其各自所有者的商标。

Renishaw plc. 在英格兰和威尔士注册，公司编号：1106260。注册办公地：New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, UK。
在出版本文时，我们为核实本文的准确性作出了巨大努力，但在法律允许的范围内，无论因何产生的所有担保、条件、声明和责任均被排除在外。



扫描关注雷尼绍官方微信

文档编号：H-8014-9027-04-A

上海 T +86 21 6180 6416 E shanghai@renishaw.com
北京 T +86 10 8420 0202 E beijing@renishaw.com
广州 T +86 20 8550 9485 E guangzhou@renishaw.com
深圳 T +86 755 3369 2648 E shenzhen@renishaw.com
武汉 T +86 27 6552 7075 E wuhan@renishaw.com

天津 T +86 22 8485 7632 E tianjin@renishaw.com
成都 T +86 28 8652 8671 E chengdu@renishaw.com
重庆 T +86 23 6865 6997 E chongqing@renishaw.com
苏州 T +86 512 8686 5539 E suzhou@renishaw.com
沈阳 T +86 24 2334 1900 E shenyang@renishaw.com

青岛 T +86 532 8503 0208 E qingdao@renishaw.com
西安 T +86 29 8833 7292 E xian@renishaw.com
宁波 T +86 574 8791 3785 E ningbo@renishaw.com
郑州 T +86 371 6658 2150 E zhengzhou@renishaw.com