里氏硬度计校准规范编制说明

一、任务来源：

受全国力值硬度重力技术委员会的委托，及下达的任务，由

中国计量科学研究院对JJG747-1999里氏硬度计检定规程，进行重新制定，并改为里氏硬度计校准规范。所有的工作都已经按计划完成。

二、制定规范的依据及里氏计的现状：

本规范的编写是依据JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》，计量技术术语符合JJF1001-2011《通用计量术语及定义》，测量不确定度评定与表示符合JJF1059-2008《测量不确定度评定宇表示》的要求进行。

早在上世纪七十年代，瑞士的Leeb博士，就提出了用回弹速度与冲击速度比值，乘以1000的方法，$HL=\frac{v\_{R}}{v\_{I}}×1000$，测量结果为材料的里氏硬度。但是由于无法在便携式里氏计上面安装速度传感器或者多普勒激光测振仪，所以，就利用法拉第电磁感应定律，由电压比来代替速度比。这虽然会产生误差，但因为足够小，已经可以忽略不计了。

现在，制造里氏硬度计的厂家主要有瑞士Proceq公司、中国的时代之峰科技有限公司。每年国内里氏计的产量都超过一万台，除在国内销售外，也有很多销往世界各地。由于价格差异较大，质量参差不齐。单价从几百元到接近十万元。由于没有建立里氏标准，很多部门都把里氏计当作比较仪使用。

里氏硬度计分为主机处理测量数据部分，和产生激励和响应的速度传感器部分。根据ISO和GB/T文件，其计量特性都来自速度传感器（实际是电压传感器）。所以分部校准中，很多工作仅是针对传感器（俗称探头）的。这次制订新的里氏硬度计校准规范，不但要把探头的计量特性测量出来，还要对里氏计的软件校准都进行检测。

三、关于制订内容的说明

3.1 强调了关于标准里氏硬度块关于弹性模量的要求。即E=210000（N/mm2）Mpa。当弹性模量不同时，即使静态硬度值（维氏、洛氏、布氏）相同，动态里氏值也会有较大的差异。因此标准里氏块的弹性模量也必须符合规范的要求。

 材料的里氏硬度值，是由材料的金相组织和弹性模量共同决定的。当给标准里氏块赋予硬度值时，必须保证里氏块的弹性模量是21000N/mm2，这样才能使得换算后，里氏块的里氏值与实际里氏值趋于一致。而生产厂商在向里氏计中输入硬度换算表时，会由于种种原因，其换算表与法定计量机构的换算表不同，或者材料并非换算表已经给出的材料，这就使得换算出的硬度值与实际硬度值不符。会使得用户觉得里氏计不够准确。这种由于换算不准确带来的系统差，将会被误以为是里氏计的缺陷。故这次制订规范，特别强调了标准里氏硬度块的弹性模量和里氏计的换算功能。

 关于换算，其中有两点，值得我们注意：1、里氏硬度值为无量纲的量，它的数值与其它硬度（维氏、布氏、洛氏等）有着固定的换算关系。目前，由于我国里氏硬度并没有建立基标准，所以里氏硬度值还是由维氏基准和布氏基准换算而来。2、不同的材料的换算关系，由于弹性模量的不同，其换算表也会有差别。

3.2 增加了对里氏硬度块有效工作范围的要求。即规定D型冲击装置的压痕必须距离边缘＞12mm的区域，G型冲击装置的压痕必须距离边缘＞18mm的区域。用于里氏硬度计校准。

里氏硬度属于动态测量范畴，它不仅跟材料的塑性变形，及材料的弹性模量密切相关，而且还受到应力波回弹的影响。故当里氏压痕距离材料边缘比较近时，回弹的应力波会影响里氏值。

3.3 增加了冲击体冲击速度的校准。

冲击速度是冲击体冲击能量的一个重要组成部分。冲击体能量就相当于静态硬度的力值，它的数值准确与否，直接关系到里氏值得准确。当冲击体速度大于2.05m/s时，相应的回弹速度反而会降低，里氏值也会随之降低。

 在以往JJG747-1991、JJG747-1999里氏硬度计检定规程中。由于时代的局限性，这两个版本的规程，均没有提出对里氏计冲击体冲击速度的测量，这就无法测量冲击能量。我们知道冲击体冲击能量是里氏计非常关键的一个计量特性，其相当于静态硬度机的力值。所以，在本次制订新的里氏计校准规范时，增加了对冲击体冲击速度的测量。而且，在ISO16859和最新的GB17394中，也提出了对冲击速度的最大允许误差。

3.4 对钨钴合金球头硬度，改用HV2标尺来测量。并给出了具体的测量方法。

球头的硬度是冲击体的关键计量特性，之前检定规程仅规定用显微硬度计进行测量，而现在，根据ISO16859，指明使用维氏硬度计HV2标尺对球头硬度进行测量。并且我们给出了具体测量工具和测量方法。

3.5 里氏硬度计应配备常用范围的标准里氏硬度块。由于里氏硬度是动态测量，冲击体的球头硬度、表面粗糙度、磁芯位置等随时可能发生变化，为保证里氏计计量特性的准确可靠，所配备的标准里氏块，弹性模量必须为210000N/mm2，用于随时校准里氏硬度计示值偏差。

3.6球头伸出冲击体表面（压头球面最小凸出量）：至少0.3mm。无论在ISO16859，还是在国标GB/T17394中，都没有给出误差量。因此仅做下限要求。

3.7 增加了HLDL的换算表。随着我国工业体系的不断完善，DL标尺的传感器在工作中得到越来越多的应用，故这次制定我们引入了HLDL与HV的换算表。使HLDL型传感器也可以通过换算溯源到国家基准。

3.8 冲击体质量的校准。

由于冲击体是带有永磁体的，在现行的检定中要求使用天平，而大多部门都是使用电子天平，这样，测量方法必须顾及磁芯对电子天平的影响。因此我们要求使用不会被磁化的材料，将冲击体与天平托盘分开12cm以上，消除它们之间的相互影响，得出真实数据。

3.9 增加了对里氏计软校准功能。

当用里氏块校准里氏计出现较大偏差时，厂家为了方便，会对里氏计主机软件进行调整，使得屏幕显示的里氏值增加或减少，从而与里氏计显示值与标准里氏块一致。但是，里氏计的缺陷却没有真正消除。所以本次制定校准规范，增加了软修正量的校准功能。

3.10不确定度评估。

测量结果不仅要给出被测量的最佳估计值，同时还要给出测量结果的不确定度。故我们在规范中，给出了里氏硬度计测量结果的不确定度的评估方法。既给出分部法中，冲击速度、冲击体质量的评估方法，也给出了里氏计示值、里氏硬度块标称值的测量不确定度评估方法。

3.10 里氏硬度标准机

 由于里氏硬度值是溯源至维氏基准、布氏基准，由于测量原理和材料弹性模量等的影响，会带来换算误差。而建立里氏硬度标准机，则使得换算误差被消除。标准机的计量特性及参数，参照ISO16859和GB/T17394。

四、参考资料

4.1、ISO 16859 -1、ISO 16859-2、ISO 16859-3

4.2、GB/T 17394-2020

4.3、JJG747-1991、JJG747-1999《里氏硬度计检定规程》

4.4、JJF1059-2008《测量不确定度评定与表示》

五、结束语

目前里氏硬度计的硬度示值，还是通过复现标准里氏块的量值以及靠软件修正来实现。对里氏计的分部校准，做的还不够。通过此次对《JJFXXX-2024》里氏硬度计校准规范的制定，里氏硬度计的计量水平会有所提高。并为我们下一步建立里氏硬度量值溯源体系做好准备。

里氏硬度计校准规范起草小组 2023.10.29