医用人体秤测量结果不确定度评定

□马鞍山市计量测试研究所　赵非

【摘　要】本文依据JJF (皖)86-2020《医用人体秤校准规范》和JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》，分析了医用人体秤的测量过程，建立了相关的数学模型，并对不确定度来源进行分析，对医用人体秤的测量结果不确定度进行了评定。对于在实际测量过程中符合本文条件的测量结果，可以参照使用不确定度的评定方法。

【关键词】医用人体秤；标准砝码；不确定度评定

文献标识码：A　　文章编号：1003-1870（2025）01-0034-03

Evaluation of Measurement Uncertainty of Medical Body Scale

Abstract: According to JJF (W) 86-2020 Calibration Specification for Medical Body Scale and JJF1059.1-2012 Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement, this paper analyzes the measurement process of medical body scale, establishes relevant mathematical models, analyzes the sources of uncertainty, and evaluates the measurement uncertainty of medical body scale. For measurement results that meet the conditions of this paper in the actual measurement process, the uncertainty evaluation method can be referred to.

Keywords: medical body scale; standard weight; uncertainty evaluation

引言

体重秤是用来称量人体体重的一种非自动衡器，俗称“人体秤”。原理是利用弹簧（或其他弹性变形元件）受外力作用时产生位移变化，在一定范围内其位移变化与外力成比例，由指针和度盘形式来指示人体的质量值。本文依据JJF (皖)86-2020《医用人体秤校准规范》和JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》对医用人体秤测量结果的不确定度进行评定。

测量方法：使用符合JJF (皖)86-2020《医用人体秤校准规范》的医用人体秤，将标准砝码加载到人体秤的承载器上，读取人体秤示值，计算人体秤称量示值误差。

环境条件：环境温度（0 ~ 40）℃，相对湿度不大于85%。

测量标准：标准砝码应符合JJG 99-2022 的规定，其误差绝对值应不大于相应载荷下人体秤的最大允许误差绝对值的1/3（注：允许使用其他装置替代标准砝码，其误差绝对值应不大于规范规定的相应载荷下人体秤的最大允许误差绝对值的1/3）。

被测量体重秤：最大允许误差为 ± 1.5d，技术状态满足，外观完好；各零部件无影响工作性能的损伤；人体秤放置在平实的地面或者台面承载器不应晃动；每次卸载完载荷后指针应回到零点，若不回零应重新调零。

1　测量过程

在JJF (皖)86-2020《医用人体秤校准规范》规定的环境条件下，按照“校准规范中校准项目和校准方法”进行测量。在人体秤的量程范围内均匀选取不少于5 个校准点(包含零点)。从零点开始，先按从小到大递增的顺序加载载荷逐点进行测量，再按从小到大递减的顺序卸载载荷逐点进行测量。

2　不确定度评定

2.1　不确定度分析数学模型

$$E=I-m \quad (C1)$$

式中：E——称量示值误差，kg；

I——人体秤的示值，kg；

m——砝码标称值，kg。

2.2　灵敏系数及方差

2.2.1　灵敏系数：

$$C_1=\frac{\partial \Delta E}{\partial I}=1 \qquad C_2=\frac{\partial \Delta E}{\partial m}=-1$$

2.2.2　方差传播公式：

$$u^2(E)=u^2(I)+u^2(m)$$

2.3　不确定度来源

根据医用人体秤测量结果不确定度分析数学模型可知，医用人体秤测量结果受医用人体秤测量重复性、读数误差（分辨力）、标准砝码的影响。医用人体秤不确定度汇总如表1。

表1　医用人体秤不确定度汇总表

分量u_i	不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数c_i	$\lvert c_i \rvert u(x_i)$
u_1	重复性	80g	1	80g
u_2	读数误差	58g	/	/
u_3	砝码误差	2.9g	−1	2.9g

2.4　标准不确定分量评定

2.4.1　由示值重复性引入的标准不确定度分量u_1

在重复性条件下，用100kg 标准砝码对人体秤进行10 次连续测量，得到实测值的测量列，见表2。

表2　示值重复性测量结果　　单位：kg

序号 / I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100	100.1	100.2	100.2	100.3	100.3	100.1	100.2	100.1	100.3	100.2

计算出测量点的算术平均值

$$\bar{I}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}I_i=100.2\text{kg}$$

单次试验标准偏差

$$S=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(I_i-\bar{I})^2}{n-1}}=0.08\text{kg}$$

实际中仅测量一组，因此，u_1=80g。

2.4.2　由读数误差（分辨力）引入的不确定度分量u_2

人体秤读数从零点开始，先按从小到大递增的顺序加载载荷读数，然后再按从小到大递减的顺序卸载载荷读数，读数引起的不确定度分量中，读数误差一般不超过0.2e，与单次读数有关的不确定度为均匀分布，而从两次读数差得出的测量结果成为两个相同均匀分布的合成及为三角分布。则读数误差引入的不确定度u_2 为：

$$u_2=\frac{0.2\times 500\text{g}}{\sqrt{6}}=41\text{g}$$

由于读数误差引入的不确定度小于示值重复性引入的不确定度，可以不考虑。

2.4.3　由标准砝码引入的不确定度分量u_3

根据JJG 99−2022《砝码》检定规程，100kg，M_1等级砝码的最大允许误差为：±5g，服从均匀分布，包含因子$k=\sqrt{3}$，则：$u_3=\frac{5g}{\sqrt{3}}=2.9\text{g}$。

2.5　合成标准不确定度的评定

各输入量彼此独立不相关，因此，合成标准不确定度

$$u_c(E)=\sqrt{[c_1u(I)]^2+[c_2u(m)]^2}=\sqrt{80^2+2.9^2}=80\text{g}$$

2.6　扩展不确定度

取置信因子k=2，则扩展不确定度：

$$U=k\times u_c=2\times 80=1.6\times 10^2\text{g}$$

2.7　测量不确定度报告

人体秤在100kg测量点示值误差的扩展不确定度为：$U=1.6\times10^{2}$g，$k=2$。

参考文献

[1] 国家质量监督检验检疫总局. JJF1181−2007 衡器计量名词术语及定义[S]. 北京：中国质检出版社，2007.

[2] 国家质量监督检验检疫总局. JJG13−2016 模拟指示秤[S]. 北京：中国质检出版社，2016.

[3] 国家质量监督检验检疫总局. JJG99−2006 砝码[S]. 北京：中国计量出版社，2006.

[4] 胡满红等.JJF1834−2020《非自动衡器通用技术要求》[S]. 北京：中国标准出版社，2020.

[5] 国家质量监督检验检疫总局. JJF1059.1−2012 测量不确定度评定与表示[S]. 北京：中国质检出版社，2013.

作者简介

赵非，男，大学本科。马鞍山市计量测试研究所所长，高级工程师。