

论电子身高体重仪的校准方法

□六安市计量测试研究所 胡海茂

【摘要】电子身高体重仪(含机电式、超声波式)是近年来出现的新型测量身高体重的电子设备。本文主要阐述市面上使用最广泛的电子身高体重仪的校准方法,与其他已见的只描述称重设备的校准方法不同的是,本文同时阐述了针对称重和身高测量这两部分的校准方法完善了该类计量器具的溯源参数。

【关键词】电子身高体重仪;校准;全参数溯源;锁止

文献标识码: B 文章编号: 1003-1870 (2023) 06-0026-03

引言

随着时代的发展,传统的机械式(也叫模拟指针式)身高体重秤已逐渐被机电式、超声波式的身高体重仪所取代。它们在医院、体检中心、社区诊所、药房、健身房等医疗、健康机构被大量使用,一些大型商场等公共场所也设置了若干付费测量的电子身高体重仪。目前对这类身高体重仪的检定或校准均处于无“法”可依的局面,即既无现行有效的国家或部门检定规程,也无相关校准规范可以执行。据了解,部分省、直辖市正在或已经制定了自己的地方校准规范,但它们大都只涉及称重部分的校准,少有涉及身高测量部分的校准,所以就显得不够完整,不能适应全参数溯源的要求,意义大打折扣。有鉴于此,笔者所在的安徽省目前已发布了《超声波身高体重仪校准规范》^[1]。内容涵盖称重和身高测量这两部分,笔者也是该规范的主要编写人之一。在编写过程中,笔者觉得有必要把编写思路整理出来并扩大到各种电子类身高体重仪,以供同行们讨论并期待大家提出宝贵意见。

电子身高体重仪(含机电式、超声波式)主要由称重和身高测量两部分组成,有的身高体重仪还带有体脂、BMI(身体质量指数)、脉搏、血压、心率等扩展功能。本文主要叙述目前最广泛使用的电子身高体重仪。针对这类身高体重仪仅仅是校准称重部分是不够的,身高部分也应该纳入校准的范围才算完整。由于机械式身高体重仪还未完全退出市

场,故也附带简要介绍一下机械式身高体重仪的校准方法。

1 称重部分的校准

先说称重部分。无论是机电式(也有称为电子压杆式)的还是超声波式的电子身高体重仪,它们的组成部分基本是一致的,均由秤台、称重传感器、数字显示装置组成,因此本文在此统一叙述。秤台一般不大,只能容纳一个成年人两只脚站上去。长度在35~55cm之间,宽度在30~35cm之间。称量上限不小于150kg,有的甚至能达到400kg。分度值一般为50g和100g两种,也有少部分能显示10g。对称重部分的校准项目一般是称量测试、偏载、重复性等内容。称量测试笔者觉得有两种方法可以采用。第一种方法是可参考笔者几年前发表在《衡器》杂志上的一篇文章《RGZ-120型人体秤校准方法初探》^[2]一文。该文主要论述机械式人体秤的称重部分的校准,其测量方法是把称量范围分为均匀的20kg、40kg、60kg、80kg、100kg、120kg几个称量点,分别测试每个称量点的示值误差。由于电子身高体重仪称重测量上限超过了机械式的人体秤,故可把称量范围按下表做优化调整(20kg称量点没必要做检测,因为低龄幼儿无法配合大人站在秤台上一动不动让称重的,同理120kg以上超重的人也极为罕见,称量点没必要做均匀测量)。第二种方法是参照数字指示秤检定规程^{[3][4]}把称量范围按下表所示选择称量点,分别测试这几个称量点的示值误差。相比较而

言，作为校准方法，笔者推荐第一种方法，因为超出正常体重的称量点校准意义不大。

表 电子身高体重仪称重部分称量点选择

| 称量点选择 | 方法1 | 方法2 |
|-------|--|---|
| | 40kg 60kg 80kg 100kg 120kg | 1kg 25kg 60kg 100kg 200kg 或 实际最大称量 |

注：电子身高体重仪通常属于III级衡器，故表格只给出III级的称量点

与机械式人体秤所不同的是，电子身高体重仪称重部分属于电子秤类衡器，且存在着特有的数据锁止功能。这个功能可让体重仪在人上秤称重等示值稳定下来后会持续显示若干秒钟，即使人从秤上下来后体重示值依然能继续显示。这个功能虽方便了对体重的查看，但也给校准增加了不小的难度。很显然，我们无法按数字指示秤那种用闪变点的方法寻找化整前的示值，也无法做到从小到大称量过程始终不能改变零点。笔者经过试验认为，可以采取同时放置公斤组砝码和附加小砝码的办法解决这个问题。附加小砝码放多少合适需要进行多次试验。先放公斤组砝码（设在秤上的示值为 I ）和0.1个分度值（ d ）的小砝码，观察显示屏示值是否增加一个分度值（注意，示值不是像电子秤那样来回闪变，电子身高体重仪示值是不会来回闪变的），如果不是则取下所有砝码，再次放上公斤组砝码和0.2 d 的小砝码，观察示值是否变化。以此类推，直至示值增加了一个分度值。计算公式参照《数字指示秤检定规程》的公式：

$$E = L + 0.5d - \Delta L - I$$

式中： E ——示值误差，kg

L ——公斤组砝码标称值，kg

d ——称重设备显示分度值，kg

ΔL ——小砝码累计质量，kg

I ——称重设备最终显示值 $-d$ ，kg

也有人提出，这种方法操作太繁琐，可以直接施放公斤组砝码，取消施加小砝码。笔者认为，这样做虽然简便多了，但几乎测不出误差，因为哪怕是高达200kg的 M_1 等级砝码，其允许误差极限值也只有10g，对普遍分度值在100g的身高体重仪来说可以

忽略不计。所以，只要是用合格的砝码测量，按前文所述方法可能有误差，但按该法绝大多数电子身高体重仪都是没有误差的，也就是说该法难以看出称重的测量误差。

秤台的面积一般不大，大体只能允许一个成年人两只脚站上去，人很难两只脚都站在秤台的一角或一边。所以长度低于45cm的秤台可以不做偏载测试，做了也没有实际意义。长度超过45cm则可以做。偏载和重复性都需要和称量测试一样，不断地使用不同质量的小砝码进行测试，直至显示屏示值明显增加一个分度值。偏载用1/3最大称量的砝码，重复性可用约50%最大称量砝码在秤台中心测量3次，取极差。因方法简单这里不再赘述。

数字指示秤和其他数显类计量器具有一个非常不一样的地方，就是它的传感器传送的初始信号经计量芯片进行数据处理后要经过四舍五入才会显示，这是能够使用闪变点小砝码找到化整前示值的方法的前提。据笔者查阅资料，电子身高体重仪厂家一般都按照GB/T 23111-2008《非自动衡器》^[5]的标准生产该产品，因此笔者认为，参照电子秤的方法进行校准是可行的。

上面说的是两种电子身高体重仪称重部分的校准，下面简要介绍一下机械式身高体重仪的校准。它的称重部分是采用机械杠杆原理，通过一根立柱把杠杆上下移动转变为指针圆周运动，其分辨力为500g。非医用的人体秤，可按照《JJG 13-2016 人体秤》^[6]检定规程进行检定，其他身高体重仪（人体秤或体重秤）可参照该规程进行校准，因方法简单故不再赘述。

2 身高测量部分的校准

再说身高测量部分。这里也大致分为三类：机械式、机电式和超声波式。称量上限可达200~210cm。机电式的是近年兴起的一种新型结构，立柱顶部有一个可以上下活动的压杆，压杆能顺着立柱的滑槽上下移动，在测量时压杆顺着滑槽向下移动，直到碰到障碍物（头顶）立即停止，停止处的刻度即为身高的高度。超声波式的则完全没有机械结构，其立柱顶部安装有一个超声波传感器，传感器向下发送超声波信号，信号遇到障碍物（头皮）发生折射，系统根据折射回来的时间长短计算人体的高度。超声波能穿透人的头发，因此测出来的身高以头皮为

依据，数据较为准确。

对身高测量部分的校准一般只需要1个指标：测量示值误差。示值误差的测量是大致均匀选取0.8m、1.2m、1.6m、2m四个测量点（无需太精确，低于0.8m的因太矮无实际测量需求故无溯源必要）进行测量。由于测高部分的示值分辨力一般为5mm，也有少数能显示到1mm。后者由于传感器技术不够成熟，误差较大，只能作参考，下文略作论述。本文主要论述5mm分辨力的电子式身高体重仪和超声波身高体重仪两种类型。

对机电式身高体重仪来说，可直接使用钢直尺配合直角尺进行测量。具体方法如下：

分别使用0.8m、1.2m、1.5m和2m的金属T型尺（丁字尺）或接近上述尺寸的钢直尺置于称台中间，背部靠住一直角尺，以使T型尺或钢直尺垂直于地面。称台上放一重物以启动测量程序，这时电机驱动压杆顺着滑槽向下移动，直至碰触尺的顶端。观察立柱显示屏显示的高度值，把它与T型尺的刻度相比较即可得出误差值。注意，若使用T型尺则需加上尺头的厚度。

对超声波身高体重仪来说，可用一台0级手持式激光测距仪辅助一个可伸缩三脚架进行测量。具体测量步骤分为以下5步（参见下面的示意图）：

第1步：用激光测距仪测量超声波身高体重仪秤台至顶板总高度 H 。将激光测距仪竖直置于秤台合适位置，开启测量开关，让激光对准超声波身高体重仪顶板（带有向下凸出的超声波探头的超声波身高体重仪需要注意避开），在激光照射处做一标记。测量秤台到顶板的实际距离，可取3次测量平均值作为平均高度。

第2步：用激光测距仪测量三脚架顶端至顶板实际高度 h_1 。将三脚架放入秤台中间部位。在身高测量范围内大致均匀选取4个测量点（如上文所述）测量，顶端调至水平状态。水平移动激光测距仪直至激光对准顶板标记处，测量其垂直距离，取3次测量平均值作为平均高度。

第3步：计算三脚架在秤台上的实际高度 h_2 。计算公式是 $h_2=H-h_1$ 。前两步测量结果平均值之差的绝对值即为三脚架实际高度值。注意，这里的实际高度不包括从秤台到地面高度的三脚架架腿的高度，

因为这一段的高度对于超声波身高体重仪甚至是机电式身高体重仪来说是无意义的，也不在测量过程之中。

第4步：用超声波身高体重仪测量三脚架在秤台上的高度 h_2' 。测量上文所述4个高度的三脚架，每个高度测3次，取平均值作为测量结果。每次测量时注意需在秤台上放置1个砝码，待称重稳定后记录显示屏的示值。下次测量时需取下砝码，让秤台回零再放上砝码。

第5步：计算高度示值误差 Δh_2 。计算公式是 $\Delta h_2=h_2'-h_2$ 。

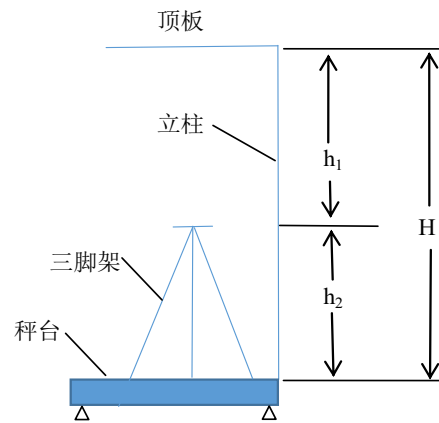


图 身高测量步骤示意图

上文中的激光测距仪也可以用II级钢卷尺代替。特别是对于标注了外壳自身尺寸的钢卷尺，因为尺身不需要弯曲，测量起来更为方便。

对于1mm分辨力的测高装置，则可使用测量范围为0~2m的接杆内径千分尺作为标准器进行测量，也可使用测量上限不低于2m的标准钢卷尺，只是标准钢卷尺不如千分尺方便。

因为高度的测量为稳妥起见都采用了3次测量平均值，故不再另行采用重复性的指标。

机械式的身高体重仪出现的历史较为悠久，它采用塔尺结构拉杆，可以伸缩，拉杆需要手动拉伸，高度可根据人体身高自由调整。它的分辨力为5mm。对其身高测量部分的校准可使用钢直尺或激光测距仪来进行，因较为简单故也不再赘述。

3 结语

本文主要叙述了对电子身高体重仪两种不同物理量的测量方法。本文所述计量标准器具均为常用

设备，操作简单，价格也不高。校准的方法也简单易行，没什么难度，便于各计量技术机构实行。

对于称重部分，据笔者所知，除了本文叙述的两种砝码组合以外，现在已经有个别计量院所和企业正在研发使用称重传感器加反力架结构进行测量，即对秤台施加压力的方法。通过每次施加不同的压力，观察秤台显示值是否变化。据此计算出误差。这种方法不需要携带大量砝码，一辆轿车后备箱即可携带。但该法处在刚刚兴起的阶段，其技术是否成熟，使用过程中是否会出现各种问题有待于时间的验证，本文因此未多涉及。对于身高测量部分，同样的原因本文也未涉及将光电测距系统集成在压力测量设备内部的方法。但称重和高度测量一体化的思路或许是未来计量综合化的方向，可用于解决测不全的问题。

参考文献

[1] JJF (皖) 141-2022 超声波身高体重仪校准规

范(安徽省地方计量技术规范)。

[2] 胡海茂.《RGZ-120型人体秤校准方法初探》
沈阳:《衡器》杂志社,2019.

[3] JJG 539-2016 数字指示秤检定规程.

[4] 刘洪华等:《电子身高体重秤校准方法研究》,北京:《中国计量》杂志社,2023.

[5] GB/T 23111-2008 非自动衡器.

[6] JJG 13-2016 人体秤检定规程.

作者简介

胡海茂,1991年参加工作,供职于六安市计量测试研究所。高级工程师,一级注册计量师,标准化工程师,二级计量标准考评员,安徽省衡器计量技术委员会委员和容量(筹)计量技术委员会委员。长期从事质量、压力、流量、速度、容量、眼科光学、电学等技术工作。