

关于称重传感器最小检定分度值 V_{\min} 的探讨

济南金钟电子衡器股份有限公司 姜来军

【摘要】 本文从称重传感器使用角度，对称重传感器的最小检定分度值 V_{\min} 进行了探讨，着重讨论了制造商提供最小检定分度值 V_{\min} 的必要性，给出了一种最小检定分度值 V_{\min} 的确定方法，阐述了最小检定分度值 V_{\min} 与最小静载荷输出温度影响（ZTC）之间的关系。

【关键词】 最小检定分度值 V_{\min} 量程利用率 最大称量 E_{\max} 多分度值秤 最小静载荷输出温度影响（ZTC）

一、概述

称重传感器的国标和检定规程已与国际接轨，目前称重传感器执行的国标和检定规程为 GB/T7551-1997《称重传感器》，JJG669-2003《称重传感器检定规程》，其中 GB/T7551-1997《称重传感器》等效采用国际建议 OIMLR60: 1991，JJG669-2003《称重传感器检定规程》等效采用国际建议 OIMLR60: 2000。称重传感器的国标滞后于检定规程，使得生产厂家对 OIML R60: 2000 国际建议（以下简称 R60 国际建议）的理解未统一，直接影响到 R60 国际建议的宣贯、推广。为与 R60 国际建议接轨，国内各有条件的生产厂家均进行了 R60 国际建议的导入工作。目前，国内厂家执行 R60 国际建议的并不多，主要原因是对国际建议某些概念和规定的理解不透彻，拿不准，另外，由于不具备标准要求的试验装备，也限制了生产厂家对标准的贯彻。

本文参考了国外公司样本，结合本人对 R60 国际建议的学习，探讨了称重传感器最小检定分度值 V_{\min} 的确定和计算方法，从使用角度谈了称重传感器最小检定分度值 V_{\min} 的理解。

二、称重传感器最小检定分度值 V_{\min} 的理解

1. 提供称重传感器最小检定分度值 V_{\min} 的必要性

JJG669-2003《称重传感器检定规程》中 4.7.2 条规定：如果 4.6 条要求的信息没有标记在称重传感器上，那么这些信息应由制造者在随称重传感器的文件中提供。与此同时，4.7.1 条要求的信息也应在文件中给出。其中的 E) 条：最小检定分度值 V_{\min} ，为制造者应提供给用户的强制性信息之一。这是生产商给客户id提供称重传感器最小检定分度值 V_{\min} 的强制性要求，称重传感器生产商必须提供，目前国内提供最小检定分度值 V_{\min} 的生产厂家不多。

在 JJG669-2003《称重传感器检定规程》中 4.6.6.2 非强制性附加信息中规定：除 4.6.1 至 4.6.6.1 条要求的信息外，对每个称重传感器可以提供下列信息：a) 对于服从 OIML R76 的多量程秤可以提

供Y, 这里 $Y = E_{\max}/V_{\min}$ 。b) 对于服从JJG555-1996多分度值秤可提供Z, 这里, $Z = E_{\max}/(2 \cdot DR)$ 。DR为最大允许的最小静载荷输出恢复值。这是对称重传感器最小检定分度值 V_{\min} 非强制性的要求, 因此, 对于应用于多分度值秤场合的称重传感器, 生产厂家应提供Y和Z。

2. 一种确定称重传感器最小检定分度值 V_{\min} 的方法

称重传感器最小检定分度值 V_{\min} 定义: 称重传感器测量范围可以分成的最小检定分度值(质量)。它是使用或检定时, 称重传感器测量范围内可以分成的最小质量单位。称重传感器作为衡器的核心部件, 在衡器称量只应用了传感器的测量范围($D_{\max}-D_{\min}$)的一部分。从使用角度来讲, 传感器最大量程 E_{\max} 中有多少用于计量范围, 这是传感器使用者选型时必须考虑的。通常传感器选择时有如下的原则: 秤台自重+额定容量+振动、冲击分量 ≤ 0.6 倍称重传感器总容量, 也就是说称重传感器在使用时不一定用足该称重传感器评定时的测量范围($D_{\max}-D_{\min}$), 事实上, 绝大多数称重传感器在使用时仅用到其测量范围的某一段, 衡器的计量范围Max只应用了传感器量程的一部分。对于N只称重传感器组成的秤, 根据JJG555-1996中5.8.1要求, 称重传感器的最大称量应符合下述要求: $E_{\max} > Q \cdot \text{Max} \cdot R/N$ R为载荷传递装置的缩小比, N为称重传感器个数, Q为修正系数, 变换后可以得到:

$$\text{Max}/N < E_{\max} \cdot P \quad (P = 1/Q \cdot R)$$

这里, 将P定义为量程利用率, $P < 1$ 。量程利用率P是考虑到偏载、承载器的自重、初始置零范围和载荷分布不均匀性因素影响。对于称量已确定的衡器, 其称重传感器最大量程 E_{\max} 的选择是综合Max、N、P后确定的。在 $E_{\max} \cdot P$ 范围内要达到传感器的测量范围($D_{\max}-D_{\min}$)的准确度, 必须保证 $E_{\max} \cdot P$ 范围内有足够的分辨率, 也就是说最小检定分度值 V_{\min} 的确定强调了称重传感器应用时, 所使用称重传感器量程的下限。而R60国际建议并未对称重传感器的灵敏度范围作出规定, 对于使用者来说, 在称重传感器测量范围内确定其使用量程的下限, 关系到使用仪表的选用及与使用仪表分辨率的匹配。

3. 最小静负荷输出温度影响(ZTC)与最小检定分度值 V_{\min} 的关系

根据GB/T7551-1997规定的C级传感器有:

$$\text{ZTC}/5^{\circ}\text{C} [\%E_{\max}] * \%E_{\max} [\text{g}] \leq 0.7V_{\min} [\text{g}] \quad (\text{PLC}=0.7)$$

因此知道了 V_{\min} 可以计算出称重传感器最小静负荷输出温度影响(ZTC)的上限值, 换言之不同准确度的称重传感器, 其最小检定分度值 V_{\min} 也是不同的。

例 $E_{\max} = 500\text{kg}$ C3 量程利用率 $P = 30\%$; $\text{Max} = E_{\max} * P = 150\text{kg}$

因 $e = \text{Max}/n$ ($n = 3000$) $V_{\min} \leq e * R/N^{1/2}$ (R, N这里均为1)

e为秤的分度值, R为载荷传递装置的缩小比, N为称重传感器个数, 为便于分析, 本文例子中承载器支承点均为1。

则 $V_{\min} = \text{Max} / 3000 = 50\text{g}$ (此处数值应按 1×10^k , 2×10^k , 5×10^k 选取, 其中k为正、负整数和零)

$$ZTC/5^{\circ}\text{C} [\%E_{\max}] * \%E_{\max} [\text{g}] = 0.7 * 50\text{g} = 35\text{g}$$

$$ZTC / [\%E_{\max} / ^{\circ}\text{C}] = 0.7 * V_{\min} / (E_{\max} * 5^{\circ}\text{C}) = 0.0014\%E_{\max} / ^{\circ}\text{C}$$

上例表明，量程利用率为 30%的称重传感器，准确度为 C3，其最小静负荷输出温度影响（ZTC）的最大允许值为 14ppm/°C。不同量程利用率下的单点称重传感器的 ZTC 最大允许值见下表：（称重传感器准确度 C3，3 级秤）

$E_{\max} [\text{kg}]$	$P [\%]$	$\text{Max} [\text{kg}]$	$V_{\min} [\text{g}]$	$ZTC / [\%E_{\max} / ^{\circ}\text{C}]$ [ppm/°C]
500	20	100	33.3	9.3
500	30	150	50	14
500	50	250	83.3	23.3
100	20	20	6.7	9.3
100	30	30	10	14
100	50	50	16.7	23.3

以上可以看出，具有相同量程（ E_{\max} ）的称重传感器，其测量范围（即量程利用率）越小，则最小检定分度值 V_{\min} 越小；准确度相同，量程不同的单点传感器，若量程利用率相同，则可以有相同的 ZTC。

4. 多分度值秤中 V_{\min} 的有关要求

对符合 JJG555-1996 多分度值秤可提供 Z，同时满足 ZTC，也就是说，称重传感器应用于多分度值秤的场合，有如下关系（称重传感器按 C3 级）：

$$Z = E_{\max} / (2 * DR)$$

$$V_{\min} [\text{g}] \geq ZTC / 5^{\circ}\text{C} [\%E_{\max}] * \%E_{\max} [\text{g}] / 0.7 \quad (\text{PLC}=0.7)$$

依据 JJG555-1996 中 5.8 条对称重传感器的要求，可以确定在多分度值秤的场合下，称重传感器必须满足下列条件：

$$V_{\min} \leq e_1 \quad (e_1: \text{多分度值秤中第一局部称量范围内的检定分度值})$$

$$Z \geq \text{Max}_n / e_1 \quad (\text{注: } E_{\max} > \text{Max}_n, DR \leq 0.5v [\text{g}], V \geq V_{\min} [\text{g}], V_{\min} [\text{g}] \leq e_1 [\text{g}])$$

$$n_{Lc} \geq \text{Max}_i / e_i \quad (i=1, 2, 3 \dots) \quad (\text{注: } n_{Lc} \geq n, n_{Lc} \geq n_i)$$

例如：一台多分度值秤 最大称量 $\text{Max} = 15\text{kg}$ 3 级

$$\text{检定分度值 } e_1 = 1\text{g} \quad 0 \sim 2\text{kg} \quad n_1 = 2000$$

$$e_2 = 2\text{g} \quad 2\text{kg} \sim 5\text{kg} \quad n_2 = 2500$$

$$e_3 = 10\text{g} \quad 5\text{kg} \sim 15\text{kg} \quad n_3 = 1500$$

则传感器必须满足下列条件：

$$V_{\min} \leq 1g$$

$$Z \geq 15000$$

$$n_{Lc} \geq 3000$$

其首次检定的最大允许误差参见 JJG555-1996 中 4.3 条注解，这里不再赘述。

三、结束语

以上是从称重传感器应用和使用者的角度讨论了对 V_{\min} 的理解，给出了一种 V_{\min} 的确定方法，探讨了多分度值秤中 V_{\min} 的有关要求，难免带有片面性，目的是抛砖引玉，促进同行对国标和R60国际建议的交流，形成统一的认识，加快称重传感器标准与R60国际建议的接轨。

参考资料

- (1) GB/T7551-1997《称重传感器》。
- (2) JJG669-2003《称重传感器检定规程》。
- (3) OIML R60 国际建议 2000 (E) 版称重传感器计量规程宣贯教材。
- (4) GB/T7724-1999《称重显示控制器》。
- (5) 倪守忠，“对 GB/T7551-1997 及 R60 中有关问题的探讨”，第四届全国称重技术研讨会论文集。
- (6) JJG555-1996《非自动秤通用检定规程》。

作者简介

姓 名：姜来军
单 位：济南金钟电子衡器股份有限公司
部 门：传感器事业部
职 务：技术室副主任
职 称：高级工程师
联系地址：济南市英雄山路 147 号
邮 编：250002
电 话：0531-82865411
电子邮箱：JLJWM@163.COM