

# 美国 NTEP 非等同采用 OIML 国际建议的启示

——2019 中国衡器协会高级研修班学习心得

中国运载火箭技术研究院第七零二研究所 刘九卿

**【摘要】** 本文为参加中国衡器协会“衡器行业国家标准制修订与国际化发展高端人才能力建设”高级研修班学习心得。通过对美国国家型式评定大纲（NTEP）非等同采用国际法制计量组织（OIML）R60 国际建议重要条款的理解，分析了 NTEP 对参与并联组秤的称重传感器的最大允许误差增加一个 III 级的机理，得出对待 OIML 国际建议应考虑国情和电子衡器产品的技术特点，从实际应用和允许误差要求出发，非等同采用 OIML R60 国际建议才是科学的、合理的和经济性的选择。

**【关键词】** 国际建议；电子衡器；称重传感器；计量要求；允许误差；形式评定

## 一、概述

2019 年 9 月 18~21 日参加了中国衡器协会“衡器行业国家标准制修订与国际化发展高端人才能力建设”高级研修班，通过授课和研讨对如何正确认识、理解、采用 OIML 国际建议有一些新认识。在我国围绕如何理解、采用 OIML 国际建议有旗帜鲜明的两种态度，多数技术人员和制造企业认为应结合国情和行业电子衡器产品研发、应用情况非等同采用；少数计量技术研究、管理人员主张等同采用，并得到部分计量监督主管部门认同。众所周知，任何一个企业、任何一种产品都有合理的技术条件、检测要求和应用领域，如果不切合实际过分的提出一些检测要求，将会提高研制难度，增加生产成本，降低企业的合理利润和资本积累，没有资本原始积累，企业就无法生存和发展。因此，我国是等同、非等同还是改进采用 OIML 国际建议，是关系到相关行业技术发展和参与国际竞争的大问题。现

以 OIML R60 国际建议《称重传感器计量规程》为切入点，通过我参加高级研修班的学习研讨体会，阐述美国如何非等同采用此项国际建议及其对我国有何启示作用。

## 二、OIML R60 国际建议产生背景

20 世纪 80 年代初期，随着科学技术的进步和电子称重技术的快速发展，对负荷传感器提出许多新要求。传统的技术性能评定方法已不能满足电子衡器发展的需要，急需与电子衡器准确度评定方法相适应的负荷传感器计量特性评定方法和计量规程。OIML 根据各成员国的意见，决定由其下属的质量测量指导秘书处（SP7）下设的负荷传感器报告秘书处（Sr8），负责起草与电子衡器误差评定方法相适应的称重传感器计量规程。

由于 Sr8 报告秘书处由美国负责，自然就由美国负责全部起草工作，代号是 PR3 号报告，名称为《称重传感器计量规程》。这是世界上首次将用于质量测量和力值比对、计量的负荷传感器分开，即分为称重传感器和测力传感器两种类型。质量测量用的称重传感器彻底脱离了以单项指标中最大误差来确定准确度的概念和方法，建立与电子衡器误差评定方法相对应的总误差带概念，即最大允许误差包括由非线性、滞后引起的误差和在规定的温度范围内由于温度变化对灵敏度影响所引起的误差，它对于递增和递减载荷均适用。此外在考核内容和指标、参比直线、试验载荷、蠕变试验等都有所不同。对电子衡器制造商和广大用户来说，把主要单项误差都包括进去对诸项误差综合考虑才有实际意义。

PR3 号报告《称重传感器计量规程》定稿后，分别发给国际标准化组织、国际计量技术联合会、欧洲经济共同体和经互会等组织征求意见，修改后由 OIML 发到各成员国进行表决，并于 1983 年 4 月 30 日公布表决结果：21 国同意，2

国反对（前苏联和比利时），1 国弃权（加拿大）。在 1984 年 10 月第七届国际法制计量大会上，经过讨论正式批准了《称重传感器计量规程》，并于 1985 年以 OIML R60 国际建议颁布发送到各成员国。我国于 1985 年 4 月 25 日正式成为 OIML 第 50 个成员国，当然应该参照 OIML R60 国际建议制订本国称重传感器国家标准和国家计量检定规程。

在各国多年等同、非等同或修改执行过程中提出一些意见，OIML 质量和密度指导秘书处等机构又进行了多次修改，先后产生了如下版本：

（1）1991 年版 OIML R60 国际建议《称重传感器计量规程》和 1993 年英文版 R60 国际建议附录 A《称重传感器型式评定试验报告格式》。

（2）2000 年版 OIML R60 国际建议《称重传感器计量规程》，此版本在适应范围、分配系数、最大温度范围等方面的规定更合理可行。为使型式评价试验选取样件更科学合理，首次引入了称重传感器族和组的概念；针对带有电子组件的称重传感器，规定在型式评价中除进行普通称重传感器的各项试验外，还应进行与影响量和干扰量有关的 7 项附加试验。

（3）现在世界各国执行的是在 2006 年版本基础上修改的 2017（E-cn）版 OIML R60-1 国际建议《称重传感器计量要求》，较前版的主要变化是取消了灵敏度系数的要求，并针对带有电子组件的称重传感器的影响量和干扰量有关附加试验进行了一些补充，误差概念、误差计算方法等没有改变。

### 三、美国非等同采用 OIML R60 国际建议情况与分析

美国国家标准计量机构（NIST）的评估专家和用于进行称重传感器测试与评估的设备隶属于自动产品技术部门的力学小组。他们同意制作一个国家型式评定大纲（NTEP）技术源，为 NTEP 在要求和测试程序上提供建议和意见。国家称重

与计量委员会（NCWM）通过 NTEP 委员会和国家关于称重技术的型号评估技术委员会，持续不断的完善操作参数和 NTEP 法令，并决定称重传感器的测试要求应提交 NCWM 委员会处理。

各国称重传感器制造商一致认为 OIML R60 国际建议，对称重传感器的考核是非常严格的，使批量生产的每一个称重传感器都达到 C3 级的要求是比较困难的。NTEP 与 OIML R60 国际建议相似，对称重传感器的性能评价，同样引用误差带概念，按分度数及对应的允许误差进行评定，并综合了环境温度变化对各项负荷特性的影响。美国 NTEP 在充分研究、分析电子衡器产品的结构、性能和使用称重传感器情况，特别是较大型电子衡器使用多个称重传感器并联组秤的现实，分析到多个称重传感器并联时，其相对误差为单个称重传感器相对合成误差的

$\frac{1}{\sqrt{n}}$ ，也就是说，在由 n 个称重传感器并联组成的称重系统内，与单个称重传感器合成误差相比，总的误差减至  $\frac{1}{\sqrt{n}}$ （其原理本人在“称重传感器并联组秤原理及其误差合成”论文中有详细分析和论述）。因此在美国国家标准计量手册 H—44

中，将对应于 OIML R76 中（III）级改变为单称重传感器系统（S）为 III 级，多称重传感器系统（M）为 III L 级，即增加了一个多称重传感器系统（M）的 III L 级，其实质是在多称重传感器组成的电子称重系统中，降低了每个称重传感器的准确度要求，同时保证了大型电子衡器的准确度等级要求。因此 NTEP 称重传感器并没有等同采用 OIML R60 国际建议，而是适应 H—44 手册要求，也将 OIML R60 中（III）级，分为单称重传感器系统（S）为 III 级，多称重传感器系统（M）为 III L 级，实际上使 NTEP 的称重传感器准确度等级有 III（S）、III（M）、III L（S）、III L（M）四个不同的允许误差。NTEP III 级称重传感器允许误差见表 1，NTEP III L 级

称重传感器允许误差见表 2。

表 1 NTEP III级称重传感器允许误差

误差项	单称重传感器系统 S	多称重传感器系统 M
称重传感器误差 (包括灵敏度温度影响、非线性及滞后)	允差系数 0.7 负荷允差	允差系数 1.0 负荷允差
	0—500v 0.35v	0—500v 0.50v
	501—2000v 0.70v	501—2000v 1.00v
	2001—4000v 1.05v	2001—4000v 1.50v
	4001—10000v 1.75v	4001—10000v 2.50v
重复性	0—500v 0.70v	0—500v 1.00v
	501—2000v 1.40v	501—2000v 2.00v
	2001—4000v 2.10v	2001—4000v 3.00v
	4001—10000v 3.50v	4001—10000v 5.00v
	蠕变 (90—100%负荷 试验 1 小时)	0—500v 0.50v
	501—2000v 1.00v	501—2000v 1.00v
	2001—4000v 1.50v	2001—4000v 1.50v
	4001—10000v 2.50v	4001—10000v 2.50v
最小静负荷 温度影响	0.7Vmin / 5°C	0.7Vmin / 5°C
大气压力影响	特定形式称重传感器	1Vmin / 1kpa

表 2 NTEPIII 级称重传感器允许误差

误差项	单称重传感器系统 S	多称重传感器系统 M
称重传感器误差 (包括灵敏度温度影响、非线性及滞后)	允差系数 0.7 负荷允差	允差系数 1.0 负荷允差
	0—500v 0.35v	0—500v 0.50v
	501—1000v 0.70v	501—1000v 1.00v
	每 500v, 增加 0.35v 允差	每 500v, 增加 0.50v 允差
	9501—10000v 7.00v	9501—10000v 10.00v
重复性	0—500v 0.70v	0—500v 1.00v
	501—1000v 1.40v	501—1000v 2.00v
	每 500v, 增加 0.70v 允差	每 500v, 增加 1.0v 允差
	9501—10000v 14.00v	9501—10000v 20.00v
	蠕变 (90—100%负荷 试验 1 小时)	0—500v 0.25v
	501—1000v 0.50v	501—1000v 0.50v
	每 500v, 增加 0.25v 允差	每 500v, 增加 0.25v 允差
	9501—10000v 5.00v	9501—10000v 5.00v
最小静负荷 温度影响	2.1Vmin / 5°C	2.1Vmin / 5°C
大气压力影响	特定型式称重传感器	1Vmin / 1kpa

从表 1、表 2 的负荷误差中不难看出，与 OIML R60 相比 III L 级是美国专用于电子汽车衡、电子轨道衡等大型衡器，而 III 级则与 C 级相似，只是 III L 级的允差放宽一些。虽然参与组装电子衡器的单个称重传感器的允差放宽一些，但多个称重传感器并联组秤后仍能保证 III 级准确度等级。此外 NTEP 中对蠕变试验时间规定为 1 小时，这是为了保证电子衡器的测量准确度和稳定性而提出来的。

由于增加了 III L 级，如何确定最小检定分度值  $V_{\min}$ ，这是一个涉及称重传感器性能的重要指标，它表征称重传感器可以正确分辨被称量物体重力的能力。

NTEP 规定如下：

在单称重传感器组成的称重系统中，应保证下式要求：

$$V_{\min} = \frac{\text{称重传感器容量}}{\text{最大分度数}}$$

在多称重传感器组成的称重系统中，应保证下式要求：

$$V_{\min} = \frac{e}{\sqrt{N}}$$

式中：e—电子衡器系统的检定分度值；

N—电子衡器系统所用称重传感器的数量。

#### 四、美国 NTEP 非等同采用 OIML R60 国际建议的启示

从上述介绍和分析中可以看出，美国对称重传感器的性能评定条款是非等同采用 OIML R60 国际建议，根据国家型式评定大纲（NTEP）进行，NTEP 严格的与美国国家计量标准手册 H—44 中有关电子衡器的要求相对应。可以说这种称重传感器的评定方法，更适用于电子衡器的发展需要，其主要特点是具有：

合理性——根据称重传感器并联组秤的应用特点，分析到多个称重传感器并联的相对误差为单个称重传感器相对合成误差的  $\frac{1}{\sqrt{n}}$ ，因此放宽了并联组秤用称

重传感器的允差要求；

科学性——根据称重传感器的技术特点，采用了与 OIML R60 相似的允差划分和检定方法更加切合实际，完整严密的反应了称重传感器的计量性能特点；

实用性——NTEP 对并联使用的称重传感器主要技术指标与 OIML R60 国际建议相关要求放宽些，即降低了生产企业的制造难度，又保证了大型电子衡器的准确度要求，称重传感器生产厂家和电子衡器用户都能接受。

综上所述，不难得出 OIML R60 国际建议是国际法制计量组织各成员国，经过多次讨论协商并投票表决产生的，肯定有一些不够完善、不完全符合所有成员国实际情况的内容和条款。例如 OIML R60 国际建议《称重传感器计量规程》A. 4. 5. 12 进行湿热循环试验规定“该试验包括 12 个温度循环的储存，每个循环周期为 24 小时。”为什么一定要进行 12 个温度循环，其科学依据是什么？许多电子产品标准规定只进行两个温度循环 48 小时即可，各国就此问题争论不休，最后通过投票表决确定为 12 个温度循环。我国一些企业也认为两个温度循环比较合理，即保证了产品计量性能，又降低了生产成本，遗憾的是我国还是等同的采用了此项建议。等同、非等同或修改采用 OIML 国际建议，反映出是对 OIML 国际建议是造抄造搬还是结合实际灵活运用两种态度。OIML 国际建议不是“世界标准”，更不能奉为“圣旨”，必须根据国情、电子衡器行业的技术和产品应用情况，经过调查研究、科学论证后决定采用方法才是正确的态度。

参考文献：

【1】 国际建议 OIML R60-1 2017 (E-cn)《称重传感器计量要求》。

【2】 美国国家型式评定大纲 (NTEP)。

**【3】** 美国国家计量标准手册（H—44）。

**【4】** 刘九卿. 称重传感器并联组秤原理及其误差合成,《衡器》2000 N01。