

# 称重传感器 NTEP 认证与 OIML 认证 在误差计算方法上的区别及难度分析

宁波柯力传感科技股份有限公司 林德法，方献良

**【摘要】** 本文讨论了美国对用于贸易和商业的称重、计量产品进行的 NTEP（型式评定程序）认证和 OIML（国际法制计量组织）认证在称重传感器误差、重复性误差、蠕变、最小静载荷输出温度影响等在误差计算方法、最大允许误差上的区别和数据采集的时间要求及认证的难度分析。

**【关键词】** 传感器误差；重复性误差；蠕变；最小静载荷

近年来，我国称重传感器生产企业为与国际市场融合参与国际竞争主要进行两种国际认证，一种是 OIML 认证，一种 NTEP 认证。现今称重传感器厂家在这两种认证中做的比较多的是 OIML 认证，大家对 OIML 认证也都比较熟悉，我们国家的称重传感器国家标准和检定规程都是根据国际法制计量组织出版的 OIML R60：2000 修订的。而 NTEP 认证称重传感器厂家相对做的比较少，一个是 NTEP 认证主是针对美国的市场，二是 NTEP 的各种误差计算方法与 OIML 也有点差异。下面主要讨论 OIML 和 NTEP 两种认证在误差计算方法上的一些区别。

## 一、准确度等级区别

OIML：规定称重传感器分为 A、B、C、D 四个准确度等级；

NTEP：规定称重传感器分为 I、II、III、IIIL、IIII 五个准确度等级。

## 二、PLC 分配系数区别

OIML：如制造厂无特殊规定， $P_{LC}=0.7$ ；

NTEP：规定单传感器系统（“S”）， $P_{LC}=0.7$ ；多传感器系统“M”， $P_{LC}=1.0$ 。

## 三、最大允许误差区别，OIML 以 C 级传感器为例，NTEP 以 III 级、IIIL 级为例

### 1、传感器误差

表 1

OIML				
最大允许误差 $M_{pe}$	载荷，m			
	A 级	B 级	C 级	D 级
$P_{LC} \times 0.5V$	$0 \leq m \leq 50000V$	$0 \leq m \leq 5000V$	$0 \leq m \leq 500V$	$0 \leq m \leq 50V$
$P_{LC} \times 1.0V$	$50000V < m \leq 200000V$	$5000V < m \leq 20000V$	$500V < m \leq 2000V$	$50V < m \leq 200V$
$P_{LC} \times 1.5V$	$200000V < m$	$20000V < m \leq 100000V$	$2000V < m \leq 10000V$	$200V < m \leq 1000V$

表 2

NTEP III 级				
传 感 器 误 差	单个传感器的要求		多个传感器的要求	
	$P_{LC}=0.7$		$P_{LC}=1.0$	
	负荷	最大允许误差	负荷	最大允许误差
	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
NTEP III L 级				
传 感 器 误 差	单个传感器的要求		多个传感器的要求	
	$P_{LC}=0.7$		$P_{LC}=1.0$	
	负荷	最大允许误差	负荷	最大允许误差
	0-500V	0.35V	0-500V	0.50V
	501-2000V	0.70V	501-2000V	1.00V
	以此类推, 负荷每增加 500V 最大允许误差增加 0.35V (直至负荷最大到 10000V)		以此类推, 负荷每增加 500V 最大允许误差增加 0.5V (直至负荷最大到 10000V)	

(1) 从表 1 和表 2 比较可以看出, OIML C 级和 NTEP III 级单传感器系统  $P_{LC}$  一样都等于 0.7, 传感器误差也基本一样, 主要一点区别 NTEP III 级单传感器系统传感器误差带比 OIML C 级多分了一个误差带 2001-4000V;

(2) 因 NTEP III 级单传感器系统传感器误差带比 OIML C 级多分了一个误差带 2001-4000V, 所以最大允许误差也略有区别, 前面 0-4000V 与 OIML C 级最大允许误差一样; 而后 4001-10000V 最大允许误差为 1.75V;

(3) NTEP III 级单传感器系统和多传感器系统的传感器误差因两者  $P_{LC}$  的取值不同, 一个  $P_{LC}=0.7$ , 一个  $P_{LC}=1.0$ , 所以 NTEP III 级多传感器系统的传感器最大允许误差每一级都要比 NTEP III 级单传感器系统的宽;

(4) NTEP III L 级与 OIML 的传感器误差区别就比较大了, NTEP III L 级负荷以 500V 为单位误差逐级递增, 直至最大 10000V 为止。NTEP III L 级单传感器系统和多传感器系统的传感器误差的区别也在于两者  $P_{LC}$  的取值不同而不同。

## 2、重复性误差

表 3

NTEP III 级				
重复性误差	单个传感器的要求		多个传感器的要求	
	$P_{LC}=0.7$		$P_{LC}=1.0$	
	负荷	最大允许误差	负荷	最大允许误差
	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
NTEP IIIIL 级				
重复性误差	单个传感器的要求		多个传感器的要求	
	$P_{LC}=0.7$		$P_{LC}=1.0$	
	负荷	最大允许误差	负荷	最大允许误差
	0-500V	0.70V	0-500V	1.00V
	501-2000V	1.40V	501-2000V	2.00V
	以此类推, 负荷每增加 500V 最大允许误差增加 0.70V (直至负荷最大到 10000V)		以此类推, 负荷每增加 500V 最大允许误差增加 1.00V (直至负荷最大到 10000V)	

(1) OIML : 重复性误差和传感器误差的最大允许误差是一样的 (见表 1)。

(2) NTEP : 重复性误差的最大允许误差是线性误差的最大允许误差的 2 倍 (见表 3)。

### 3、温度对最小静负荷输出的影响

(1) OIML : 温度对最小静负荷输出的影响允差为  $0.7V_{\min}/5$  。

(2) NTEP III 级 : 单传感器系统和多传感器系统温度对最小静负荷输出的影响允差都为  $0.7V_{\min}/5$  。

(3) NTEP IIIIL 级 : 单传感器系统和多传感器系统温度对最小静负荷输出的影响允差都为  $2.1V_{\min}/5$  。

表 4

温度对最小静负荷输出的影响	OIML C 级	NTEP III 级		NTEP IIIIL 级	
	$P_{LC}=0.7$	单个传感器的要求	多个传感器的要求	单个传感器的要求	多个传感器的要求
		$P_{LC}=0.7$	$P_{LC}=1.0$	$P_{LC}=0.7$	$P_{LC}=1.0$
	$0.7V_{\min}/5$	$0.7V_{\min}/5$		$2.1V_{\min}/5$	

#### 4、蠕变

OIML和NTEP认证的蠕变试验方法是一样，在传感器上施加一个恒定的 $E_{max}$ 的90%至100%的最大载荷 $D_{max}$ ，初读数与以后30min内记录的任一读数之差。

(1) OIML：不能大于所加载荷最大允许误差绝对值的0.7倍，在20min和30min的读数之差，不能大于最大允许误差绝对值的0.15倍。

(2) NTEP：各精度等级的30min蠕变允差见表4，在20min和30min的读数之差，不能大于30min蠕变允许误差绝对值的0.15倍。

表 5

	OIML C 级		NTEP			
	$P_{LC}=0.7$		Class	$P_{LC}\times 0.5V$	$P_{LC}\times 1.0V$	$P_{LC}\times 1.5V$
蠕 变	0-500V	$0.7\times 0.35V$	I	0-50000V	50001V-200000V	200000V+
	501-2000V	$0.7\times 0.70V$	II	0-5000V	5001V-20000V	20000V+
	2001-10000V	$0.7\times 1.05V$	III	0-500V	501V-2000V	2001V+
	/	/	IIII	0-50V	51V-200V	201V+
	/	/	IIII	0-500V	501V-1000V	以此类推，每增加 500V 最大允许误差增加 0.5V (最大到 10000V, 最大允许误差是 $P_{LC}\times 20\times 0.5V$ )

注：1) OIML：根据表1，在确定蠕变的最大允许误差(mpe)时，不管制造者公布的分配系数 $P_{LC}$ 的值是多少，均采用分配系数 $P_{LC} = 0.70$ ；

2) NTEP：

单传感器系统 $P_{LC}=0.7$

多传感器系统  $P_{LC}=1.0$

IIII 级单传感器系统和多传感器系统  $P_{LC}=0.5$  (例：IIII M 10000 的蠕变允许误差= $P_{LC}\times \frac{10000}{500}\times 0.5V=5V$ )。

#### 5、最小静载荷输出恢复

(1) OIML：最小静载荷输出的初读数与施加了 $E_{max}$ 的90%至100%的最大载荷 $D_{max}$  30min之后恢复到最小载荷 $D_{max}$ ，的读数之差，应不超过检定分度值的一半 (0.5V)。

(2) NTEP：试验方法与 OIML 一样，但允许误差不一样，对 I、II、III、IIII 的称重传感器最

大允许误差是 0.5V，对 III L 的称重传感器最大允许误差是 1.5V。

### 6、加载时间，取数读数之间区别

表 6

载荷变化		OIML	NTEP
大于	小于和等于	时间	时间
0kg	10kg	10s	10s
10kg	100kg	20s	15s
100kg	1000kg	30s	20s
1000kg	10000kg	40s	30s
10000kg	100000kg	50s	50s
100000kg		60s	60s

(1) OIML：加载或卸载时间应近似等于规定时间的一半，余下的时间用于稳定。试验应在恒定的条件下进行，应以绝对时间记录在试验报告中。

(2) NTEP：蠕变试验，在读取初示值时，均是在加载后的 20s 上，它强调加卸载和读数的时间应尽可能短，且不能超出表中规定时间，它并未强调表中规定的一半时间用于加卸载，一半时间用于稳定的做法。蠕变恢复，初读取也是在卸载后的 20s 上。

### 7、Y 值和 Z 值

(1) OIML：Y 值和 Z 值的指标都明确标示在 OIML 证书中。

其中  $Y = E_{max} / V_{min}$  ( $V_{min}$  由制造厂规定， $V_{min} \leq V$ )

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

(2) NTEP：Y 值指标未明确标示在 NTEP 证书中，但在证书中明确标示了每个量程的  $V_{min}$  值，这也等同于确认了 Y 值；Z 值指标未明确标示在 NTEP 证书中。

$V_{min} \leq$  传感器量程 /  $n_{max}$ ，这个值应该标注在传感器上，或附在随传感器的文件中。而这些传感器只要满足下述条件，它就能被使用于任何场合的多传感器系统中，条件是：

$$V_{min} \leq e / \sqrt{N}$$

在这儿， $V_{min}$ ：传感器的最小检定分度值；

$e$ ：衡器的检定分度值；

N：该衡器中使用的传感器数目。

## 8、大气压力影响

(1) OIML：在 95kPa 至 105kPa 的大气压力范围内，当大气压力变化 1kPa 时，传感器输出变化不应大于最小检定分度值  $V_{min}$ 。

(2) NTEP：大气压影响测试限于单膜片筒罐式传感器，如果要进行在气压影响测试，并不需要在 44#手册规定的整个范围上改变气压，只要改变一个相对来说较小的范围，观察一下，该传感器是否受到影响即可，这个试验可能要持续一个短时间。

在液压式传感器上是不需要做大气压影响试验的，因为大气压的影响相互抵消了。在一个采用液压传感器的称重系统中，总会有一个压力传感器，称重传感器和该压力传感器都会向大气排出气体，这样大气压影响就抵消了。

## 9、覆盖范围区别

(1) OIML：同一系列传感器，测试了一只传感器，一般往上覆盖 5 倍的量程。

(2) NTEP：采用同样设计的传感器可以认为是同一系列，测试了一只传感器，所能覆盖的传感器量程是 10 倍的量程范围，在被覆盖的量程范围中，一般来讲选来做测试的传感器应接近此量程范围的中间值，但认证机构也有选择权，最终由企业和认证机构协商确定。

## 10、提供样机的区别

(1) OIML：无特殊规定，制造商一般根据产品的市场需求，在同一系列传感器中确定一个量程范围（一般为 5 倍），然后选择最小的一个量程做为测试样机。

(2) NTEP：当要确定何种传感器和要多少只传感器要进行测试时，应考虑下列因素：

- 1) 何种传感器量程测试比较方便；
- 2) 何种传感量程被认为是市场上最常用的；
- 3) 何种传感器量程是制造商和进口商易于送测的；
- 4) 量程范围；
- 5) 在同一系列中，传感器在设计方面的差别；
- 6) 将要使用被测传感器的衡器的分度数。

(3) NTEP 确定被测传感器的量程和数量的指导原则如下：

1) 用于单传感器系统还是多传感器系统：对于单传感器系统，在一个测试量程上，通常测试一只传感器（但认证机构有时也会有要求送两个量程各一只传感器测试）；对于多传感器系统，在一个测试量程上，要测试二只传感器；

2) 量程范围：如果量程范围相对来说比较小（即量程范围没有超出  $10^{-1}$ ），那以通常只要测试一个量程的传感器，被选来做测试的传感器量程通常选取近似量程范围中间的量程；

3) 如果传感器的量程范围明显地超出了  $10^{-1}$  的比率，那么需要加测另外量程的传感器。

四、OIML 认证和 NTEP 认证的主要难度都在于线性、滞后、蠕变和最小静载荷恢复。根据以上允许误差比较,同分度数的 OIML 难度要高于 NTEP, OIML 认证一般做 C3 级,而 NTEP 认证一般做 III S 5000、III L M 10000, NTEP 认证分度数要比 OIML 高,所以难度要比 OIML 大。

### 1、OIML C3 难度相当于 NTEP III S 3000

两者传感器误差带一样,灵敏度温度补偿的要求也是一样的,20 ~40 控制在 17.5ppm/ 以内,-10 ~20 控制在 11.67ppm/ 以内。

### 2、OIML C5 难度略高于 NTEP III S 5000

传感器误差在 4001V - 5000V 时,NTEP III S 5000 允许误差要比 OIML C5 的宽,这也就是对灵敏度温度补偿的要求:OIML C5 要高于 NTEP III S 5000;根据传感器的误差可推算灵敏度温度补偿的要求如下:

(1) OIML C5 要求 20 ~40 控制在 10.5ppm/ 以内,-10 ~20 控制在 7ppm/ 以内;

(2) NTEP III S 5000 则要求 20 ~40 控制在 17.5ppm/ 以内,-10 ~20 控制在 11.67ppm/ 以内。

### 3、OIML C5 与 NTEP III L M 10000 比较

根据传感器的误差,NTEP III L M 10000 主要对小负荷段要求较高,在 500 分度时的线性、滞后要求要高于 OIML C5,但到了大负荷段时要求则非常宽松,综合来讲线性、滞后方面 NTEP III L M 10000 难度是要高于 OIML C5 的,根据传感器的误差可推算灵敏度温度补偿的要求如下:

NTEP III L M 10000: 20 ~40 控制在 50ppm/ 以内,-10 ~20 控制在 33.33ppm/ 以内。

在蠕变方面:NTEP III L M 10000 的要求很宽松,难度要低于 OIML C3。但在最小静载荷恢复方面:NTEP III L M 10000 难度要高于 OIML C3,但低于 OIML C5,所以综合来讲,在蠕变方面 NTEP III L M 10000 难度略高于 OIML C3,要低于 OIML C5。

## 参考文献

1. OIML R60: 2000 称重传感器计量检定规程。
2. GB/T 7551-2008 称重传感器。
3. NIST Handbook 44.
4. Publication 14 Weighing Devices.