

# 计量设备常规期间核查探讨

张健

(江苏省电力试验研究院有限公司,江苏南京 211103)

**摘要:**期间核查是实验室保证计量标准和仪器检定、校准状态可靠的重要手段。介绍了期间核查的概念、期间核查的对象、核查方法以及期间核查工作的实施,介绍了针对不同的核查对象采用合适有效的核查方法,为实验室开展期间核查工作提供了技术参考。

**关键词:**计量标准;期间核查;实施

**中图分类号:**TM93

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2010)05-0047-03

计量设备现行的量值传递方法是从国家计量基(标)准或国际计量基(标)准到各级计量标准直至工作计量器具的逐级传递的过程。在量值全过程中,计量设备易受到多种因素的影响,所以 JJF 1069—2007《法定计量检定机构考核规范》和 GB/T 27025—2008《检测和校准实验室能力通用要求》对实验室提出了“期间核查”的要求<sup>[1,2]</sup>。

## 1 期间核查基本概念

期间核查是指使用经济、实用并具相当可信度的方法,对可能造成不合格的测量设备或参考标准、基准、传递标准或者工作标准以及标准物质(参考物质)的某些参数,根据规定的程序和日程进行检查,以维持设备状态的可信度。其目的在于及时发现测量设备和参考标准出现的量值失准,以缩短失准后的追溯时间,尽可能减少和降低由于设备校准状态失效而产生的成本和风险,保证检测数据的准确可靠。

## 2 期间核查前期准备

### 2.1 期间核查对象

由于期间核查是根据规定程序的日程而对设备开展的连续性核查,技术要求较高,工作量较大,其运行成本也是较高的,因此并无必要对所有计量标准的所有参数均实施期间核查,而应按照适应性、经济性、风险性、成本统筹考虑的原则,根据具体情况决定期间核查的控制程序。通常对以下设备开展期间核查工作:(1)新建立的计量标准和首次使用的计量设备;(2)漂移大、计量性能的稳定性较差的计量设备;(3)准确度要求高、使用较频繁的计量设备;(4)经常携带到现场进行检定、校准的计量设备;(5)使用过程中易受损、数据易变或对数据存疑的计量设备;(6)脱离了实验室的直接控制,如维修后、外借

返回后重新投入使用前的计量设备;(7)检定或校准周期较长的计量设备;(8)使用寿命临近到期的计量设备;(9)使用或储存环境严酷或使用和储存环境发生了剧烈变化的计量设备;(10)测量结果具有重要价值或重大影响的计量设备。

### 2.2 核查对象参数和量程的选择

同样,实验室也不需要核查对象的所有功能和全部测量范围、参数进行核查,而应针对所用设备选取稳定性不佳的某些参数、范围或测点<sup>[3]</sup>。具体参数和量程的选择可以参考3个方面:(1)使用最频繁的参数和量程;(2)分析历年的校准证书或检定证书,选择示值变动性最大的参数和测量范围;(3)新购设备的基本参数和基本量程。

### 2.3 核查标准和核查依据

核查标准应该选用稳定性好、灵敏度高且具有足够分辨力的计量设备,核查标准的关键在于其稳定性。期间核查的依据应从经济性、实用性、可行性等方面综合考虑,依据有关标准、规程、规范中的规定,或参照仪器技术说明书中制造商提供的方法进行核查。

## 3 期间核查方法及其判定原则

### 3.1 自校准法

若实验室自身拥有仪器的不确定度小于被核查仪器不确定度的1/3,即可用前者对后者进行核查。核查方法和判定原则可选用 $E_n$ 值核查法。

### 3.2 比对核查法

比对核查分为多台比对和2台比对核查。

#### 3.2.1 多台比对核查

实验室拥有准确度相同的多台(套)仪器,可采用多台比对核查。首先用被核查的仪器对被测对象进行测量,得到测量值 $y_i$ 及其不确定度 $U$ ,然后用其他几台同准确度的同类计量标准或者仪器分别对该被测对象进行测量,得到测量结果 $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ ,它

们的测量不确定度均为  $U$ 。计算  $y_1, y_2, y_3 \dots y_n$  的平均值。

$$|y_i - \bar{y}| \leq \sqrt{\frac{n-1}{n}} U \quad (1)$$

若式(1)成立,则核查通过。

### 3.2.2 2台比对核查

2台比对核查建议采用比核查对象准确度等级高的计量标准或者测量仪器与核查对象进行比对,用这2台计量标准或者仪器分别对同一台核查标准进行测量。

$$|y_{\text{lab}} - y_{\text{ref}}| \leq \sqrt{U_{\text{lab}}^2 + U_{\text{ref}}^2} \quad (2)$$

若式(2)成立,则核查通过。使用2台比对核查法应选择  $U_{\text{ref}} \leq U_{\text{lab}}/3$ ,此时式(2)可以忽略  $U_{\text{ref}}$  的影响,变为  $|y_{\text{lab}} - y_{\text{ref}}| \leq U_{\text{lab}}$ 。

### 3.3 核查标准法

如果实验室拥有一个足够稳定的被测对象(例如砝码、量块或性能稳定的专用于核查的测量仪器等)作为核查标准,被核查仪器经校准或者检定返回实验室后,立即测量该核查标准的某一参数,得到结果  $r_0$  及其不确定度  $U_0$ ,核查时,再次对核查标准进行测量,得到结果  $r_1$  及其不确定度  $U_1$ ,则期间核查判定依据比率值  $E_n$  为:

$$E_n = \frac{|\gamma_1 - \gamma_0|}{\sqrt{U_1^2 + U_0^2}} \quad (3)$$

当  $E_n < 0.7$ ,为测量结果满意,被核查的计量标准或测量仪器的校准/检定状态得到维持;当  $E_n > 1$ ,为测量结果不满意,必须查找原因并迅速采取纠正措施;当  $0.7 < E_n \leq 1$ ,为测量结果接近临界,基本满意,必须查找原因并采取适当预防措施。

类似进行第2,3,4……,  $n$ 次核查时,分别得到  $E_n$  值,再根据以上评定标准评判。

### 3.4 临届值评定法

当实验室对测量不确定度缺乏评定信息,而用于该测量的标准方法提供了可靠的重复性标准差  $S_r$  和复现性标准差  $S_R$  时,可采用临届值( $CD$ 值)评定法。重复性标准差  $S_r$  是在重复性条件下,即相同的测量程序、观测者、在相同的条件下、使用相同的测量仪器,在短时间内重复测量同一被测量所得结果的实验室标准差。复现性标准差  $S_R$  是在复现性条件下,即改变测量原理、测量方法、观测者、测量仪器、参考测量标准、测量地点、使用条件或者测量时间中的一个或者几个条件,观测同一被测量所得结果的实验室标准差。根据 ISO 5725-6 测量方法和测量结果的精确性,计算  $CD$  值:

$$CD = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(2.8S_R)^2 - (2.8S_r)^2 \left(\frac{n-1}{n}\right)} \quad (4)$$

在重复性条件下, $n$ 次测量的算术平均值和参考值  $\mu_0$ (如检定或者校准证书给出的值)之差的绝对值  $|\bar{y} - \mu_0|$  小于  $CD$  值,则核查通过<sup>[3]</sup>。

### 3.5 允差核查法

在  $E_n$  值及  $CD$  值均不可获得时,可以根据相应规程、规范、标准或者仪器设备说明书上规定的测量结果的允差  $\Delta$ ,如果实验室的测量结果为  $X_{\text{lab}}$ ,被测对象的参考值为  $X_{\text{ref}}$ (由最近一次溯源的检定或者校准结果获得),当  $|X_{\text{lab}} - X_{\text{ref}}| \leq \Delta$ ,则核查通过。

当被测对象为标准物质时,参考值  $X_{\text{ref}}$  采用标准物质证书上值的时候,此方法也可称为“标准物质法”。用于期间核查的标准物质应能溯源至 SI,并且是在有效期内的有证标准物质,也可以用定值的标准溶液对仪器,如 pH 酸度计、离子计、电导率仪等进行核查<sup>[4]</sup>。

### 3.6 统计核查

统计核查是使用稳定性好的核查标准定期对核查对象进行重复测量,或者用核查对象对核查标准进行重复测量,用统计方法针对计量仪器示值的变化绘制控制图,此后,核查值落在控制限内,则核查通过。运用统计核查要求核查标准的测量范围接近核查对象,并具有良好的稳定性和重复性。如果核查标准是一台仪器,还应具有足够的分辨力。控制图能判断并提供测量过程中是否存在异常因素的信息,对于准确度较高且重要的计量标准,尽可能采用控制图对其测量过程进行连续和长期的统计控制<sup>[5]</sup>。

### 3.7 计量标准重复性和稳定性核查法

对于实验室已建立的计量标准可以采用重复性和稳定性核查法。

#### 3.7.1 重复性核查

在重复性条件下,用被核查的计量标准对核查标准的某测点进行  $n$  次( $n \geq 6$ )独立测量,得到测量结果  $y_i (i=1, 2, \dots, n)$ ,其重复性  $S(y_i)$  为:

$$S(y_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \quad (5)$$

式中: $\bar{y}$  为  $n$  次测量结果的算术平均值。

根据 JJF 1033—2008《计量标准考核规范》,对已建立计量标准每年至少进行一次重复性试验,若测得的结果满足检定或者校准的测量不确定度要求,则该计量标准的重复性核查通过。

#### 3.7.2 稳定性核查

用被核查的计量标准对被测对象某参量的某测点进行  $n$  次( $n \geq 6$ )重复测量,每隔一段时间( $\geq 1$ 个月)再次测量,共测量  $m$  组( $m \geq 4$ )。则组间实验室标准差为:

$$S_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m [(\bar{X}_n)_i - \bar{X}_m]^2}{m-1}} \quad (6)$$

式中:  $\bar{X}_n$  为一次观测时  $n$  各测量值的算术平均值;  
 $\bar{X}_m$  为  $m$  组观测结果的算术平均值。

依据 JJF 1033—2008《计量标准考核规范》,若计量标准在使用中采用标称值或者示值, 如果其稳定性小于计量标准的最大允许误差的绝对值; 或者若计量标准需要加修正值使用时, 如果其稳定性小于修正值的扩展不确定度, 则该计量标准稳定性核查通过。

综上所述,不同的核查方法耗费的成本不一,实验室应采用经济、简单、可靠的方法。例如,如果实验室自身条件满足的话,采用自校准法比较方便;如果稳定的核查标准容易获得,可以采用核查标准法或者多台功能相同、准确度一致的仪器时,可以采用多台对比法;如果实验室内部无法满足上述条件,也可以采用实验室间的对比来进行核查。

#### 4 核查结果的处理

当发现核查结果不满足要求,或者将要超出预期使用要求时,要立刻停止使用,再采取适当的纠正措施,对前次满足要求的核查后开展的检定或者校

准工作进行追溯,分析数据,评估由于使用该仪器对测量结果造成的影响,必要时追回已经发出的检定或者校准证书。

#### 5 结束语

期间核查是实验室保证计量设备检定/校准状态可靠、保证测量结果质量的重要手段。对影响检定/校准结果的重要设备进行期间核查,保持期间核查的统计结果,有效统计数据越多,对核查设备的运行质量情况的认识就更准确,更易于对其运行的趋势做出正确判断。期间核查的方法不一,被核查对象不同,采用的方法也不同,实际工作中,应具体问题具体分析,从适宜性和经济型出发,有效保证测量结果的可靠。

#### 参考文献:

- [1] JJF 1069—2007, 法定计量检定机构考核规范[S].
- [2] GB/T 27025—2008, 检验和校准实验室能力的通用要求[S].
- [3] 施昌彦, 虞惠霞. 测量仪器和计量标准的期间核查[J]. 中国计量杂志, 2008(9):40-42.
- [4] 黄耀文. JJF 1069—2007《法定计量检定机构考核规范》实施指南[M]. 北京: 中国计量出版社, 2007.
- [5] JJF 1033—2008, 计量标准考核规范[S].

#### 作者简介:

张健(1980-), 女, 江苏南京人, 工程师, 从事电力计量研究工作。

### Research on the Electrical Measurement Period Verification

ZHANG Jian

(Jiangsu Electric Power Research Institute Co.Ltd., Nanjing 211103, China)

**Abstract:** The period verification is an important measure to guarantee the measurement standards and instrument calibration, and the reliability of calibration status in the laboratory. The concepts, objects, methods and implements of the period verification are presented and discussed in this paper. The way of choosing appropriate and effective verification methods according to different objects is introduced. All these analysis results can provide technical reference for laboratory period verification.

**Key words:** Measurement standards; period verification; Implement

(上接第 46 页)

- [3] JJF 1178—2007, 用于标准铂电阻温度计的固定点装置校准规范[S].

#### 作者简介:

邓艳琴(1966-), 女, 湖南宁远人, 工程师, 从事热工计量工作。

### Uncertainty Evaluation of Calibration Result for Second Grade Standard Platinum Resistance Thermometer

DENG Yan-qin

(Jiangsu Electric Power Research Institute Co. Ltd., Nanjing 211103, China)

**Abstract:** In the calibration process of second grade standard platinum resistance thermometer's fixed point, the measure results will be affected by standard equipment, fixed point container and bridge for measuring temperature. This paper analyzes the impacts of these factors on uncertainty evaluation of calibration result. Based on the technical specification of 'Uncertainty Evaluation and Expression of Measuring' published in 1999, a new uncertainty evaluation method is proposed to assess the calibration results of Second Grade Standard Platinum Resistance Thermometer's triple point of water, freezing point of zinc and freezing point of tin.

**Key words:** Second Grade Standard Platinum Resistance Thermometer; Calibration; Uncertainty Evaluation