

实例分析核查标准

张馥生

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)

摘 要: 文章主要介绍了核查标准的方法。用实例分析说明核查标准对计量标准装置进行有效控制的原因。

关键词: 核查标准 标准物质 不确定度

根据 JJF 1033 - 2008 《计量标准考核规范》和 JJF 1069 - 2003 《法定计量检定机构考核规范》中要求“法定计量检定机构”都应遵照规范的要求执行。在《法定计量检定机构考核规范》的量值溯源中明确要求“应根据规定的程序和日期对计量基(标)准、传递标准或工作标准以及标准物质进行核查,以保持其检定或校准状态的可信度。”实施核查标准,是确保检测和校准结果准确度的重要内部质量控制活动之一。

一、核查标准的方法

在实施核查时,要根据不同的要求、条件选择不同的方法。核查的方法很多,现介绍几种常用的方法。

(1) 高一级的计量标准或有证标准物质进行比对(比较核查);

(2) 同等级别的计量标准或测量设备进行比对(比对核查);

(3) 多台平均值法;

(4) 统计核查法。

二、休哈特控制图

控制图是由美国的贝尔电话实验所的休哈特(W. A. Shewhart)首创的。控制图是将一个过程定期收集的样本数据按顺序点描绘而成的一种图示技术,它可以展示出过程的变异,从而监察过程是否处于控制态的一种统计方法设计,以达到测量过程受控目的。控制图包括平均值控制图、极差控制图 and 标准偏控制图等。本文实例中

选用下面两种最常用的基本制图——平均值控制图和极差控制图。

1. 平均值控制图(\bar{X} 图)

平均值控制图用于观察分布的均值的变化。每次核查时应对核查标准进行 n 次测量成为一组,取 n 次测量的平均值为本组核查的结果。一般每组内测量次数 n 次,共核查 m 组。将各组核查结果 \bar{x}_i ,按时间顺序画在控制图上,就是平均值控制图,简称 \bar{X} 图。

2. 极差控制图(R 图)

极差控制图用于观察分布的分散情况或变异度的变化,计算较为简便。同一组测量值中最大值与最小值之差称为极差 R ,所得极差值 R ,按时间顺序画在控制图上,就是极差控制图,简称 R 图。

依据 ISO 8258 《休哈特控制图》,首先建立过程参数,其次确定控制限,控制限中心线(CL)、上控制限(UCL)和下控制限(LCL)。

三、实例分析

采用一台 SC - 7201 通用智能计数器内石英晶体振荡器为核查标准,对石英晶体振荡器检定装置(扩展不确定度为 2.0×10^{-10} Hz)实施核查标准。核查时温度控制在 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$,湿度控制在 $\leq 75\% \text{ RH}$,测量方法参照 JJG 180 - 1978 《电子计数器内石英晶体振荡器》检定规程。第一次核查的时间在校准/检定结束之后,每2个月核查一次为一组,每组内测量次数 $n = 4$,核查组数 $m = 6$,历时12个月。核查数据见表1。

表 1 核查数据表

测量次数 测量组数	1 (Hz)	2 (Hz)	3 (Hz)	4 (Hz)	5 (Hz)	6 (Hz)
1	30000.000048 × 10 ⁻⁷	30000.000032 × 10 ⁻⁷	30000.000028 × 10 ⁻⁷	30000.000048 × 10 ⁻⁷	30000.000029 × 10 ⁻⁷	30000.000033 × 10 ⁻⁷
2	30000.000040 × 10 ⁻⁷	30000.000024 × 10 ⁻⁷	30000.000033 × 10 ⁻⁷	30000.000032 × 10 ⁻⁷	30000.000035 × 10 ⁻⁷	30000.000028 × 10 ⁻⁷
3	30000.000037 × 10 ⁻⁷	30000.000039 × 10 ⁻⁷	30000.000048 × 10 ⁻⁷	30000.000050 × 10 ⁻⁷	30000.000051 × 10 ⁻⁷	30000.000042 × 10 ⁻⁷
4	30000.000048 × 10 ⁻⁷	30000.000033 × 10 ⁻⁷	30000.000050 × 10 ⁻⁷	30000.000041 × 10 ⁻⁷	30000.000032 × 10 ⁻⁷	30000.000052 × 10 ⁻⁷
平均值 (\bar{x}_i)	30000.000043 × 10 ⁻⁷	30000.000032 × 10 ⁻⁷	30000.000040 × 10 ⁻⁷	30000.000043 × 10 ⁻⁷	30000.000037 × 10 ⁻⁷	30000.000039 × 10 ⁻⁷
极差 (R_i)	0.000008 × 10 ⁻⁷	0.000015 × 10 ⁻⁷	0.000022 × 10 ⁻⁷	0.000018 × 10 ⁻⁷	0.000022 × 10 ⁻⁷	0.000024 × 10 ⁻⁷
标准偏差 (s_i)	0.000006 × 10 ⁻⁷	0.000006 × 10 ⁻⁷	0.000011 × 10 ⁻⁷	0.000008 × 10 ⁻⁷	0.000010 × 10 ⁻⁷	0.000011 × 10 ⁻⁷

1. 过程参数的建立

平均值、极差、标准差等成为过程参数。在被控制的测量过程中,应先对选定的核查标准(SC-7201 通用智能计数器内石英晶体振荡器),进行 $m=6$ 组重复测量,充分暴露各种影响量的变化,再由每组的测量值 $n=4$ 次可得组内均值 \bar{x}_i 、极差 R_i 和标准偏差 s_i 。对于第 i 组测量计算公式如下:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j$$

$$R_i = x_{j_{\max}} - x_{j_{\min}}$$

$$s_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x}_i)^2} \quad j = 1, 2, \dots, n$$

又由于进行了 $m=6$ 组测量,可得算术平均值 $\bar{\bar{X}}$ 、算术平均极差 \bar{R} 和算术平均标准偏差 \bar{S} ,对于整个 m 组测量计算为:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_i = 30000.000039 \times 10^{-7}$$

$$\bar{R} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_i = 0.0000182 \times 10^{-7}$$

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^2} = 0.0000085 \times 10^{-7} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

2. 求出控制极限

依据 ISO 8258 《休哈特控制图》,上述两种控制图的控制极限可查控制图系数表计算出对应的 UCL 上控制限和 LCL 下控制限。表中的 A_2 , D_3 , D_4 , 分别是求统计量 \bar{X} 和 R 控制极限时与测量次数 n 有关的控制极限系数,可查表 2 (本文只列出小部分) 得到。控制限的计算要考虑诸多因素,如温度、湿度、环境条件变化等,在此

表 2 控制图系数表

组内测量次数 n	控制限系数		控制限系数	
	A_2	A_3	D_3	D_4
2	1.880	2.659	0.000	3.267
3	1.023	1.954	0.000	2.574
4	0.729	1.628	0.000	2.282
5	0.577	1.427	0.000	2.114
6	0.483	1.287	0.000	2.004

认为它们是稳定的。

(1) 求 \bar{X} 的控制线:

$n=4$, 查表 2 得 $A_2=0.729$

控制上限:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} = 30000.000052 \times 10^{-7}$$

控制下限:

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} = 30000.000026 \times 10^{-7}$$

绘制平均值控制图见图 1。

(2) 求出 R 的控制线:

$n=4$, 查表 2 得 $D_4=2.282$, $D_3=0$

$$UCL = D_4 \bar{R} = 0.000041 \times 10^{-7}$$

$$LCL = D_3 \bar{R} = 0$$

绘制极差控制图见图 2。

从图 1、图 2 中可以看出石英晶体振荡器检定装置尚处于稳定的正常工作状态,未有异常的测量值出现。当如果发现测量过程出现异常情况时,过程失控,应采取措施进行纠正,过程纠正措施主要包括:一是缩短检定/校准过程所用计量标准的核查间隔;二是对计量标准进行调整,消除不稳定和不可靠的因素,重新进行检定/校准合格后再投入使用;三是撤消不稳定或不可用

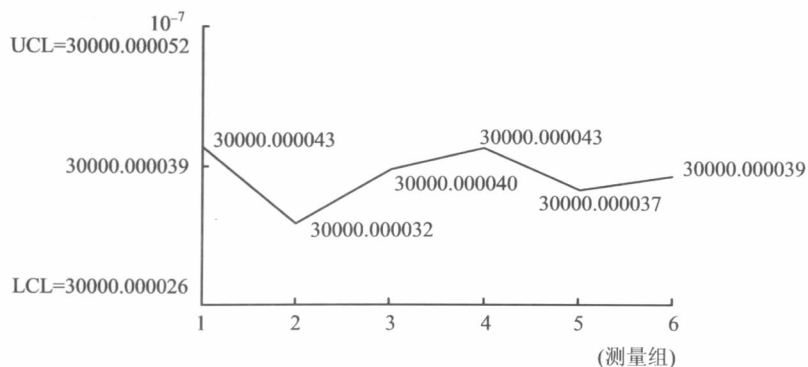
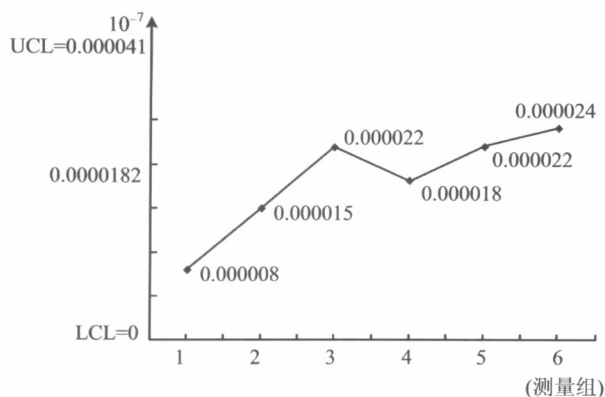
图1 (\bar{X}) 平均值控制图

图2 (R) 极差控制图

对于不同的检定室,不同的检测设备,可根据具体情况采用不同的核查标准方法。核查标准应用计量标准装置的有效控制是非常简便有效的,通过对核查数据的定量分析,可以掌握计量标准装置的状态是否发生了变化,及时发现异常情况,并查找原因,排除故障,杜绝使用不合格的计量标准装置。用核查标准对计量标准装置的有效控制,不仅仅是确保计量标准器本身的准确性,还是对测量环境和测量人员、测量方法等影响测量过程的因素有控制作用。因此,具有很好的推广应用价值。

计量标准,提高计量标准器的准确度;四是增加被核查计量标准的影响因素;五是提高检定/校准操作者的技能。

经上述措施后,使检定/校准过程重新处于受控状态,把纠正措施记录在案备查并成为核查的证明文件,纠正措施后的检定/校准要按新的检定/校准过程的要求进行管理。

四、核查记录

核查记录应包括被核查对象的名称、型号规格、出厂编号,使用的核查标准的名称、型号规格、编号、依据的技术规范、核查数据、核查结论、执行核查人员的签字、核查日期等。核查记录应当作为最高计量标准技术资料之一保存至该计量标准报废后两年。

五、结束语

核查标准是确保计量标准器状态的有效性和可靠性,保证检测或校准结果质量的重要手段。

参考文献:

- [1] JJF 1033-2008 计量标准考核规范 [S].
- [2] JJF 1069-2003 法定计量检定机构考核规范 [S].
- [3] GJB/J 2749-1996 建立测量标准技术报告的编写要求 [S].
- [4] CNAS-CL01: 2006 检测和校准实验室能力认可准则 [S].
- [5] 张馥生. 浅谈核查标准 [J]. 国防技术基础, 2008 (4): 31-32.

(本文作者通讯地址: 长春市东南湖大路 3888 号 长春光学精密机械与物理研究所, 邮编: 130033)