



中华人民共和国认证认可行业标准

RB/T 034—2020

测量设备校准周期的确定和 调整方法指南

Guide on establishment and adjustment of calibration intervals for
measuring equipment

2020-08-26 发布

2020-12-01 实施

国家认证认可监督管理委员会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 校准设备的确定	2
5 设备初始校准周期的确定	2
6 设备后续校准周期的调整	3
附录 A (资料性附录) 简单反应调整法应用示例	7
附录 B (资料性附录) 增量反应调整法应用示例	8
附录 C (资料性附录) 期间核查法应用示例	10
参考文献	11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由国家认证认可监督管理委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国合格评定国家认可中心、中国检验检疫科学研究院、中检国研(北京)科技有限公司、福建省计量科学研究院、广州市疾病预防控制中心、北京航天自动控制研究所。

本标准主要起草人：王阳、安平、林志国、周思旭、邹明强、齐小花、张明霞、史光华、文吉、赵越、张庆波、张龙、霍江莲、林景星、彭荣飞、屈春泽、刘颖。

测量设备校准周期的确定和 调整方法指南

1 范围

本标准给出了需要校准测量设备(简称设备)的确定、设备初始校准周期确定的方法、设备后续校准周期调整的方法和应用示例。

本标准适用于所有需要确定和调整其测量设备校准周期的机构。

注：机构指检测实验室、校准实验室、检验机构、标准物质生产者、能力验证提供者、医学实验室等，以下统称为“机构”。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

JJF 1001 通用计量术语及定义

ISO/IEC 指南 99 国际计量学词汇 基本和通用概念及相关术语[International vocabulary of metrology—Basic and general concepts and associated terms (VIM)]

ISO/IEC 17025 检测和校准实验室能力的通用要求(General requirements for the competence of testing and calibration laboratories)

3 术语和定义

JJF 1001 和 ISO/IEC 指南 99 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了 JJF 1001 中的部分术语和定义。

3.1

校准周期 **calibration intervals**

校准间隔

对设备进行连续校准的时间间隔。

3.2

测量可靠性 **measurement reliability**

设备的计量特性满足规范要求的概率。

注：测量可靠性是校准时间间隔的函数，是对校准周期分析的一个基本假设。

3.3

测量可靠性目标 **measurement reliability target**

与质量、成本和逻辑目标相当的测量可靠性水平，或设备在使用中其计量特性维持在可接受范围内的最小可接受概率。

3.4

核查标准 **check standard**

核查装置

用于日常验证测量仪器或测量系统性能的装置。

3.5

测量设备 measuring equipment

为实现测量过程所必需的测量仪器、软件、测量标准、标准物质、辅助设备或组合。

[JJF 1001—2011,定义 6.6]

4 校准设备的确定

4.1 设备定期校准的目的

机构对设备进行定期校准的主要目的为：

- a) 建立、保持和证明设备的计量溯源性；
- b) 更新设备测量结果的偏差及不确定度；
- c) 确定设备的计量特性是否发生变化。

4.2 需要校准设备的范围

机构应识别和确定需要校准设备的范围。根据检测/校准方法评定设备对测量结果不确定度的影响,按照 ISO/IEC 17025 的要求,下列情况下的设备应进行校准：

- a) 当测量准确度或测量不确定度影响报告结果的有效性；
- b) 为建立报告结果的计量溯源性,要求对设备进行校准。

注：影响报告结果有效性的设备类型可包括：

- a) 用于直接测量被测量的设备,例如使用天平测量质量；
- b) 用于修正测量值的设备,例如温度测量；
- c) 用于从多个量计算获得测量结果的设备,例如校准扭矩扳子检定仪的杠杆力臂和砝码的设备；
- d) 对测量结果不确定度的贡献超过规定限值的设备(限值由机构确定,如 10%)。

5 设备初始校准周期的确定

5.1 在确定设备初始校准周期时,机构应参考计量检定规程(或校准规范)的规定、(所采用的)检测/校准方法的要求等信息。此外,还应综合考虑以下因素：

- a) 最大允许误差；
- b) 测量所需的不确定度；
- c) 设备制造商的建议(如当机构所需的或声明的不确定度基于准确度时)；
- d) 预期使用的程度和频次；
- e) 环境条件的影响；
- f) 设备的调整(或变化)；
- g) 被测量的影响(如设备的损耗、磨损等不利影响)；
- h) 确定不合理校准周期所带来的后果及风险评估分析；
- i) 设备的设计原理、结构、性能要求等；
- j) 相同或类似设备汇总的或已发布的数据；
- k) 预期使用的风险；
- l) 法律的要求。

5.2 对于新设备,建议机构收集至少 3 次连续的校准数据以确定其性能变化的情况和趋势,在此分析的基础上重新评估校准周期的规律。

注：新设备是指新配置的、机构对其计量特性随时间变化的特点和趋势不了解的设备。

6 设备后续校准周期的调整

6.1 周期调整考虑的因素及复核

6.1.1 设备后续校准周期的调整应由机构(设备使用者)确定,并在文件中予以规定。若设备的校准证书给出了后续校准周期的建议,机构可根据自身情况决定是否采用。

6.1.2 机构可结合设备的使用情况、性能状况及以往的校准结果对设备后续校准周期进行调整。调整设备后续校准周期时,机构应综合考虑以下因素:

- a) 机构需要或声明的测量不确定度;
- b) 使用超出最大允许误差限值设备的风险;
- c) 使用不满足要求的设备进行测量时,机构采取纠正措施的代价;
- d) 设备的类型及其部件;
- e) 磨损和漂移的趋势;
- f) 制造商的建议;
- g) 使用的程度和频次;
- h) 使用的环境条件(气候条件、振动、电离辐射等);
- i) 历次校准结果的趋势;
- j) 与测量结果质量相关设备的重要性;
- k) 因设备未校准(不再具备溯源性)对后果风险的评估分析;
- l) 维护和维修的历史记录;
- m) 与其他参考标准或设备相互核查的频次;
- n) 期间核查的频次、质量及结果;
- o) 设备的运输安排及风险;
- p) 质量控制情况及有效性;
- q) 操作人员的熟练程度。

6.1.3 机构应在优化风险和成本平衡的基础上确定合理的校准周期。但最初确定的校准周期可能由于以下原因而导致无法获得预期的最佳效果:

- a) 设备的可靠性比预期差;
- b) 设备使用和维护的程度可能未达到预期;
- c) 对于有些设备,进行有限的校准而非全面校准就可以满足使用要求;
- d) 通过对设备校准结果确定的漂移可能表明,延长校准周期是可行的且不会增加风险。

6.1.4 机构可用一系列方法复核校准周期,方法的选择取决于:

- a) 设备是单独还是分组处理(例如,根据制造商的型号或类型);
- b) 由于时间推移或(使用中的)漂移引起设备的性能是否超出设定限值(例如,最大允许误差、精度要求);
- c) 设备是否显示出不同类型的不稳定性;
- d) 是否对设备进行了修理或调整;
- e) 数据是否可用以及是否关注设备校准的历史数据。

6.1.5 设备的校准周期通常不宜超过3年(检测或校准方法有规定的设备除外),机构应有充分有效的技术手段作为支撑。

6.2 后续校准周期调整的判据

6.2.1 基于校准结果

6.2.1.1 对照所需最大允许误差与校准结果做出延长或缩短校准周期的决定时,基于风险考虑,机构可制定如下判定原则:

- 若校准结果位于所需最大允许误差的 80% 内,则后续的校准周期可延长;
- 若校准结果超出所需最大允许误差,则设备经维修校准满足要求后,其后续的校准周期应缩短;
- 若校准结果位于所需最大允许误差 80% 和 100% 之间,或对校准结果的符合性难以做出判断,则应考虑保持或缩短校准周期或增加期间核查的频次,对设备的性能做进一步验证。

6.2.1.2 进行符合性判定时,应考虑测量不确定度的影响,判定方法可参考 JJF 1094 或 RB/T 197。除非机构所确定的“所需最大允许误差”已考虑并包括了测量不确定度的影响。

注:在本标准中,“所需最大允许误差”是指(检测/校准)方法对设备的要求或使用需求,泛指设备的各类技术指标,包括示值误差、重复性、稳定性、检出限、鉴别阈等。

6.2.2 基于期间核查结果

6.2.2.1 对于具备核查条件且实施期间核查的设备,机构可根据期间核查的有效性和核查结果来调整设备的校准周期。期间核查的有效性包括以下两个方面的内容:

- 与被核查设备相比,核查标准的准确性和稳定性越好,核查结果的有效性就越强;
- 与被核查设备的使用范围(或参数)相比,核查覆盖的范围(或参数)的越大,核查的结果有效性就越强。

6.2.2.2 若设备期间核查的有效性较强,机构可根据核查结果调整设备的后续校准周期,周期调整的方法如下:

- 被核查设备的稳定性好,核查结果未超出预先设定的判据(如所需最大允许误差),则后续的校准周期可延长或维持不变;
- 被核查设备的稳定性差,核查结果超出预先设定的判据,则后续的校准周期应缩短或立即校准,对设备的性能做进一步验证。

6.3 调整方法的选择

6.3.1 确定校准周期的过程是一个复杂的数学和统计过程,需要在设备校准过程中收集足量准确可靠的试验数据。机构应将校准结果作为历史数据进行收集和保存,以便为设备后续校准周期的确定提供依据。

6.3.2 本标准给出反应调整法和期间核查法两类调整设备后续校准周期的方法供机构参考。机构也可自行编制方法,方法在采用前应对其适宜性进行充分确认。

6.3.3 简单反应调整法或增量反映调整法适用于未进行大修或更换的设备,进行过大修或更换的设备不应参考设备之前的校准结果,而应按新设备处理。

6.3.4 期间核查法只适用于期间核查的针对性和有效性较强情况,若设备核查的范围远小于使用范围,则核查结果不宜作为机构调整后校准周期的依据。

6.3.5 过长的校准周期会导致设备失准或失效,过短的校准周期会增加校准费用及成本,机构应根据不同设备的特性及用途制定合理的调整后校准周期的方法。

6.3.6 制定后续校准周期时,机构除参考历次校准结果和期间核查结果外,还应综合考虑延长周期的风险、缩短周期成本的增加及 6.1.2 所列的因素。

6.4 反应调整法

6.4.1 简单反应调整法

6.4.1.1 简单反应调整法是基于设备历次校准结果对其校准周期进行调整的一种简单方法,调整方法如下:

- a) 若校准结果在所需的最大允许误差内且符合 6.2.1.1 a),则可通过增量系数 a 延长校准周期;若校准结果超出最大允许误差且符合 6.2.1.1 b),则可通过减量系数 b 来缩短校准周期。
- b) 新的校准周期 I_1 可通过公式(1)进行计算:

$$I_1 = I_0(1+a) \text{ 或 } I_1 = I_0(1-b) \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$b = 1 - (1+a)^{-R_1/(1-R_1)} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

I_1 ——设备调整后的校准周期;

I_0 ——设备调整前的校准周期;

a ——增量系数;

b ——减量系数;

R_1 ——长期平均测量可靠性目标。

6.4.1.2 通常情况下,机构可先设定 a 值和长期平均测量可靠性目标 R_1 值, b 值可通过公式(2)计算。 a 和 b 值确定后,也可得到对应的长期平均测量可靠性目标 R_1 ,例如 a 取 0.1、 b 取 0.55 可获得大约 90%的 R_1 。

注:建议 a 选取 0.1 附近的值, R_1 选取不小于 90%的值。

6.4.1.3 在选择系数 a 时,机构应根据以下情况进行权衡: a 值越大,则该方法使校准周期从初始值到接近“准确值”的速度就越快; a 值越小,校准周期接近“准确值”的速度就越慢,但一旦达到“准确值”,较小的 a 值可使校准周期更好地保持在“准确值”附近。简单反应调整法的应用示例参见附录 A。

6.4.2 增量反应调整法

6.4.2.1 增量反应调整法也是基于设备历次校准结果对其校准周期进行调整的一种简单方法,调整方法如下:

调整后的校准周期 I_{m+1} 与调整前的校准周期 I_m 的关系见公式(3):

$$I_{m+1} = I_m [1 + \Delta_{m+1} (-R)^{1-y_{m+1}} (R)^{y_{m+1}}] \quad \dots\dots\dots(3)$$

其中, Δ_{m+1} 与 Δ_m 的关系见公式(4):

$$\Delta_{m+1} = \frac{\Delta_m}{2^{|y_{m+1}-y_m|}}, \Delta_0 = 1, y_0 = 1 \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

I_m ——第 m 次校准时的校准周期;

Δ_m ——第 m 次校准周期调整的系数;

R ——测量可靠性目标;

y_m ——计算因子,当第 m 次校准结果满足要求时 $y_m = 1$,当第 m 次校准结果不满足要求时 $y_m = 0$;

m ——校准周期的调整序号。

6.4.2.2 增量调整反应法的最终测量可靠性目标 R 直接由机构设定。在校准周期调整过程中,若设备的性能稳定,在获得最终“准确值”的过程中,其周期调整的幅度逐渐变小。增量反应调整法的应用示例参见附录 B。

6.5 期间核查法

6.5.1 期间核查法适用于机构已配置有效核查标准的情况。若核查标准的准确度等级高或核查标准的稳定性好,机构可根据期间核查结果来调整设备后续校准周期,调整方法见 6.2.2.2。

6.5.2 基于检测/校准方法要求和使用需求,机构可选择重要参数及关键测量点对设备进行期间核查。

6.5.3 期间核查法适用于具有单一值或测量范围较小的设备,如实物标准。对于多参数、宽范围、多功能的测量设备,期间核查不能全面反映设备的性能,机构不宜仅根据核查结果而将设备的校准周期确定得过长。期间核查法的应用示例参见附录 C。

附录 A
(资料性附录)
简单反应调整法应用示例

设备为 3 等量块(负 10 块组),其初始的校准周期 $I_0=12$ 月,取 $a=0.11$ 、 $R_1=90\%$,按照公式(2)计算 $b=0.61$ 。经过 3 次初始校准的结果表明量块的性能稳定,其后续历次校准的结果见表 A.1。

表 A.1 3 等量块(负 10 块组)的历次校准结果

标称值 mm	第 1 次校准			第 2 次校准			第 3 次校准		
	中心长度偏差 μm	长度变动量 μm	长度年变化量 μm	中心长度偏差 μm	长度变动量 μm	长度年变化量 μm	中心长度偏差 μm	长度变动量 μm	长度年变化量 μm
0.991	+0.05	0.00	0.01	+0.05	0.00	0.00	+0.04	0.01	0.00
0.992	+0.07	0.00	0.00	+0.07	0.01	0.00	+0.06	0.01	0.00
0.993	-0.04	0.01	0.00	-0.04	0.01	0.00	-0.04	0.02	0.00
0.994	+0.04	0.01	0.00	+0.04	0.01	0.00	+0.05	0.01	0.01
0.995	+0.05	0.00	0.00	+0.05	0.00	0.00	+0.05	0.01	0.00
0.996	+0.10	0.00	0.00	+0.10	0.01	0.01	+0.10	0.00	0.00
0.997	-0.05	0.02	0.00	-0.05	0.02	0.00	-0.06	0.02	0.00
0.998	+0.13	0.02	0.01	+0.13	0.02	0.00	+0.13	0.02	0.00
0.999	-0.10	0.01	0.00	-0.10	0.02	0.00	-0.10	0.02	0.00
1.000	+0.08	0.01	0.00	+0.08	0.01	0.00	+0.08	0.02	0.00

扩展不确定度 $0.11 \mu\text{m}$ 、长度变动量最大允差 $0.16 \mu\text{m}$ 、长度的最大允许年变化量 $0.10 \mu\text{m}$ 。

第 1 次校准结果符合要求(符合 3 等)且小于最大允许误差的 80%:

$$I_1 = I_0(1+a) = 12 \times (1+0.11) \approx 13(\text{月})$$

第 2 次校准结果符合要求(符合 3 等)且小于最大允许误差的 80%:

$$I_2 = I_1(1+a) = 13 \times (1+0.11) \approx 14(\text{月})$$

第 3 次校准结果符合要求(符合 3 等)且小于最大允许误差的 80%:

$$I_3 = I_2(1+a) = 14 \times (1+0.11) \approx 16(\text{月})$$

附录 B
(资料性附录)
增量反应调整法应用示例

设备为 M_1 等级砝码(带调整腔),其初始的校准周期 $I_0=12$ 月,测量可靠性目标设定为 $R=90\%$ 。经过 3 次初始校准的结果表明砝码的性能稳定,其后续历次校准的结果见表 B.1。

表 B.1 M_1 等级砝码的历次校准结果

标称质量/g	折算质量修正值/mg				扩展不确定度/mg	最大允许误差/mg
	第 1 次校准	第 2 次校准	第 3 次校准	第 4 次校准		
1	-0.1	-0.2	-0.4	-0.4	0.3	±1.0
2	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	±1.2
2*	0.6	0.5	0.6	0.6	0.4	±1.2
5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	±1.6
10	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	±2.0
20	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	±2.5
20*	0.1	0.1	0.1	0.1	0.8	±2.5
50	1.7	1.5	1.4	1.4	1.0	±3.0
100	2.8	0.4(5.1)	0.5	0.5	1.6	±5.0
200	5	6	5	5	3	±10
200*	6	6	5	5	3	±10
500	7	7	6	6	8	±25

注: 100 g 砝码在第 2 次校准时其折算质量修正值 5.1 mg,超出最大允许误差± 5.0 mg,经维修调整后其折算质量修正值为 0.4 mg,合格。

第 1 次校准结果符合要求(符合 M_1 等级)且小于最大允许误差的 80%:

$$y_1=1, \Delta_0=1, \Delta_1=\frac{1}{2^{|1-1|}}=1$$

$$I_1=I_0[1+\Delta_1(-R)^{1-y_1}(R)^{y_1}]=12\times[1+1\times(-0.9)^{1-1}\times(0.9)^1]=22.8\approx 23(\text{月})$$

第 2 次校准结果不符合要求(不符合 M_1 等级),经调修后合格(符合 M_1 等级):

$$y_2=0, \Delta_1=1, \Delta_2=\frac{1}{2^{|0-1|}}=0.5$$

$$I_2=I_1[1+\Delta_2(-R)^{1-y_2}(R)^{y_2}]=23\times[1+0.5\times(-0.9)^{1-0}\times(0.9)^0]=12.65\approx 13(\text{月})$$

第 3 次校准结果符合要求(符合 M_1 等级)且小于最大允许误差的 80%:

$$y_3=1, \Delta_2=0.5, \Delta_3=\frac{0.5}{2^{|1-0|}}=0.25$$

$$I_3=I_2[1+\Delta_3(-R)^{1-y_3}(R)^{y_3}]=13\times[1+0.25\times(-0.9)^{1-1}\times(0.9)^1]=15.925\approx 16(\text{月})$$

第4次校准结果符合要求(符合M₁等级)且小于最大允许误差的80%:

$$y_4=1, \Delta_3=0.25, \Delta_4=\frac{0.25}{2^{|1-1|}}=0.25$$

$$I_4=I_3[1+\Delta_4(-R)^{1-y_4}(R)^{y_4}]=16\times[1+0.25\times(-0.9)^{1-1}\times(0.9)^1]=19.6\approx 20(\text{月})$$

附 录 C
(资料性附录)
期间核查法应用示例

- C.1** 根据 GB/T 231.1—2018 的要求,使用布氏硬度计进行硬度试验前,每次均需通过标准硬度块对所使用的范围和标尺进行核查,并记录核查结果。
- C.2** 若测量的硬度(平均)值与标准硬度块的标准值的差值在 GB/T 231.2—2012 中表 2 给出的允许误差之内,则满足要求;否则,不满足要求。
- C.3** 期间核查结果的处理:
- a) 若每次核查结果都满足要求且上次校准后硬度计的稳定性较好,则可延长校准周期;
 - b) 若核查结果不满足要求,应检查压头、试台和硬度计的状态,然后再进行重复性试验;若硬度计的示值误差仍超差,应及时进行再校准。
- C.4** 机构应保存每次核查结果以监控硬度计的再现性和稳定性。

参 考 文 献

- [1] GB/T 231.1—2018 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法
 - [2] GB/T 231.2—2012 金属材料 布氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验与校准
 - [3] JJF 1094 测量仪器特性评定
 - [4] RB/T 197 检测和校准结果及与规范符合性的报告指南
 - [5] NCSL RP-1 Establishment and Adjustment of Calibration Intervals
 - [6] ILAC-G24/OIML D 10 Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments
-