



CNAS-GL0xx

测量设备校准周期的确定和调整方法指南
Guidelines for Determination and Adjustment of
Calibration Intervals of Measuring Equipment
(征求意见稿)

中国合格评定国家认可委员会

前 言

本文件依据 ILAC-G24/OIML D 10《测量设备校准周期的确定指南》制定。

实验室等机构可参考本文件，根据测量设备的具体情况（如使用用途、历次校准结果、期间核查结果、稳定性、维护保养、使用频率、使用的环境条件等），基于风险和成本平衡的基础上来确定和调整测量设备的校准周期。

本文件代替 CNAS-TRL-004: 2017《测量设备校准周期的确定和调整方法指南》。

测量设备校准周期的确定和调整方法指南

1 目的和范围

本文件提供了确定测量设备校准周期的总则、初始校准周期的选择、后续校准周期的评估方法的建议，并提供了相关应用示例。

本文件适用于实验室等合格评定机构和其他相关方对测量设备校准周期的确定和调整。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 基础和通用概念及相关术语（VIM）

ILAC-G24/OIML D 10 测量设备校准周期的确定指南

3 术语和定义

JJF 1001 和 ISO/IEC 指南 99（VIM）中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

测量可靠性 measurement reliability

某个指定属性项目的测量设备符合性能规范的概率（校准周期分析的一个基本假设：测量可靠性是测量设备历次校准时间的函数）。

3.2

校准 calibration

在规定条件下的一组操作，其第一步是确定由测量标准提供的量值与相应示值之间的关系，第二步则是用此信息确定由示值获得测量结果的关系，这里测量标准提供的量值与相应示值都具有测量不确定度。

注 1：校准可以用文字说明、校准函数、校准图、校准曲线或校准表格的形式表示。某些情况下，可以包含示值的具有测量不确定度的修正值或修正因子。

注 2：校准不应与测量系统的调整（常被错误称作“自校准”）相混淆，也不应与校准的验证相混淆。

注 3：通常，只把上述定义中的第一步认为是校准。

[来源：JJF 1001, 4.10]

3.3

校准周期 calibration intervals

对特定的一台或一组测量设备进行连续有计划校准之间的时间间隔。

注：校准周期又称为校准间隔，或再校准间隔。

3.4

测量结果 measurement result, result of measurement

与其他有用的相关信息一起赋予被测量的一组量值。

注 1：测量结果通常包含这组量值的“相关信息”，诸如某些可以比其他方式更能代表被测量的信息。它可以用概率密度函数(PDF)的方式表示。

注 2：测量结果通常表示为单个测得的量值和一个测量不确定度。对某些用途，如果认为测量不确定度可忽略不计，则测量结果可表示为单个测得的量值。在许多领域中这是表示测量结果的常用方式。

注 3：在传统文献和上一版的 VIM 中，测量结果被定义为赋予被测量的值，并按情况解释为一个平均示值、

未修正的结果或已修正的结果。

[来源: JJF 1001, 5.1,有修改]

3.5

测量不确定度 measurement uncertainty, uncertainty of measurement

简称**不确定度 (uncertainty)**

根据所用到的信息, 表征赋予被测量量值分散性的非负参数。

注 1: 测量不确定度包括由系统影响引起的分量, 如与修正量和测量标准所赋值有关的不确定度分量及定义的不确定度分量。有时对估计的系统影响未作修正, 而是作为不确定度分量来处理。

注 2: 此参数可以是诸如称为标准测量不确定度的标准偏差 (或其特定倍数), 或是说明了包含概率的区间半宽度。

注 3: 测量不确定度一般由若干分量组成。其中一些分量可根据一系列测量值的统计分布, 按测量不确定度的 A 类评定进行评定, 并可用标准偏差表征。而另一些分量则可根据基于经验或其他信息所获得的概率密度函数, 按测量不确定度的 B 类评定进行评定, 也用标准偏差表征。

注 4: 通常对于一组给定的信息, 测量不确定度是相应于所赋予被测量的值的。该值的改变将导致相应的不确定度的变化。

[来源: JJF 1001, 5.18,有修改]

3.6

合成标准测量不确定度 combined standard measurement uncertainty

简称**合成标准不确定度 (combined standard uncertainty)**

由在一个测量模型中各输入量的标准测量不确定度获得的输出量的标准测量不确定度。

注: 在测量模型中的输入量相关的情况下, 当计算合成标准不确定度时必须考虑协方差。

[来源: JJF 1001, 5.22]

3.7

测量仪器 measuring instrument

单独或与一个或多个辅助设备组合, 用于进行测量的装置。

注 1: 一台可单独使用的测量仪器是一个测量系统。

注 2: 测量仪器可以是指式测量仪器, 也可以是实物量具。

[来源: JJF 1001, 6.1]

3.8

测量系统 measuring system

一套组装的并适用于特定量在规定区间内给出测得值信息的一台或多台测量仪器, 通常还包括其他装置, 诸如试剂和电源。

注: 一个测量系统可以仅包括一台测量仪器。

[来源: JJF 1001, 6.2]

3.9

测量设备 measuring equipment

正确实施实验室活动所需的并对测量结果有影响的设备 (包括但不限于测量仪器、软件、测量标准、标准物质、参考数据、试剂、耗材或辅助设备)。

注 1: 对于本规范的内容, 测量仪器是测量设备的组成部分, 在测量中起着重要作用。一些测量仪器可以独立完成一个测量过程或实现一个物理量。

注 2: 对于本规范的内容, 测量设备等同于测量系统。

[来源: JJF 1001, 6.6]

3.10

测量系统的调整 adjustment of a measuring system

简称**调整 (adjustment)**

为使测量系统提供相应于给定被测量值的指定示值, 在测量系统上进行的一组操作。

注 1: 测量系统调整的类型包括: 测量系统调零, 偏置量调整, 量程调整 (有时称为增益调整)。

注 2: 测量系统的调整不应与测量系统的校准相混淆, 校准是调整的一个先决条件。

注 3: 测量系统调整后, 通常必须再校准。

[来源: JJF 1001, 6.19]

3.11

仪器漂移 instrumental drift

由于测量仪器计量特性的变化引起的示值在一段时间内的连续或增量变化。

注：仪器漂移既与被测量的变化无关，也与任何可识别的影响量的变化无关。

[来源：JJF 1001, 7.21]

3.12

最大允许测量误差 maximum permissible measurement error

简称**最大允许误差**（maximum permissible error），又称**误差限**（limit of error）

对给定的测量、测量仪器或测量系统，由规范或规程所允许的，相对于已知参考量值的测量误差的极限值。

注 1：通常，术语“最大允许误差”或“误差限”是用在有两个极端值的场合。

注 2：不应该用术语“容差”表示“最大允许误差”。

[来源：JJF 1001, 7.27]

3.13

测量标准 measurement standard, etalon

具有确定的量值和相关联的测量不确定度，实现给定量定义的参照对象。

[来源：JJF 1001, 8.1]

3.14

参考物质 reference material, RM**标准物质**

具有足够均匀和稳定的特定特性的物质，其特性被证实适用于测量中或标称特性检查中的预期用途。

[来源：JJF 1001, 8.14]

3.15

有证标准物质 certified reference material, CRM

附有由权威机构发布的文件，提供使用有效程序获得的具有不确定度和溯源性的一个或多个特性量值的标准物质。

例：在所附证书中，给出胆固醇浓度赋值及其测量不确定度的人体血清，用作校准器或测量正确度控制的物质。

注 1：“文件”是以“证书”的形式给出（见 ISO Guide 31: 2000）。

注 2：有证标准物质的制备和颁发证书的程序是有规定的（例如 ISO Guide 34 和 ISO Guide 35）。

注 3：在定义中，“不确定度”包含了测量不确定度和标称特性值的不确定度两个含义，这样做是为了一致和连贯。“溯源性”既包含量值的计量溯源性，也包含标称特性值的追溯性。

注 4：“有证标准物质”的特定量值要求附有测量不确定度的计量溯源性。

[来源：JJF 1001, 8.15]

3.16

参考量值 reference quantity value

简称**参考值**（reference value）

用作与同类量的值进行比较的基础的量值。

注 1：参考量值可以是被测量的真值，这种情况下它是未知的；也可以是约定量值，这种情况下它是已知的。

注 2：带有测量不确定度的参考量值通常由以下参照对象提供：一种物质，如有证标准物质；一个装置，如稳态激光器；一个参考测量程序；与测量标准的比较。

[来源：JJF 1001, 8.19]

3.17

校准测量能力 calibration and measurement capability

简称**CMC**

在常规条件下，能够提供给客户的校准和测量能力：

a) 签署国际实验室认可合作组织（ILAC）互认协议的认可机构认可的校准实验室，其认可的 CMC 公布在其认可范围中；

b) 签署国际计量委员会（CIPM）互认协议的各国家计量院（NMIs），其认可的 CMC 公布

在国际计量局（BIPM）的关键比对数据库（KCDB）中。

[来源：CIPM MRA-G-13: 2022,有修改]

3. 18

校准程序 calibration program

为保证测量结果的计量溯源性而建立的文件化程序。

注：校准程序可以包含（但不限于）以下内容：定义校准周期、确定过程控制措施、制定期间核查。

3. 19

实验室 laboratory

从事下列一种或多种活动的机构：检测、校准、与后续检测或校准相关的抽样。

[来源：ISO/IEC 17025, 3.6]

3. 20

合格评定机构 conformity assessment body

从事合格评定服务的机构，不包括认可机构。

[来源：ISO/IEC 17000, 4.6]

3. 21

认可机构 accreditation body

从事认可活动的权威机构。

[来源：ISO/IEC 17000, 4.7]

3. 22

检验机构 inspection body

从事检验活动的机构。

注：检验机构可以是一个组织，或是一个组织的一部分。

[来源：ISO/IEC 17020, 3.5]

3. 23

认证机构 certification body

运作认证方案的第三方合格评定机构。

注：认证机构可以是政府的或非政府的（具有或不具有监管权利）。

[来源：ISO/IEC 17065, 3.12]

4 总则

4.1 确定所用测量设备连续校准（或再校准）之间所允许的最长时限，是保持测量结果计量溯源性的一个重要方面。有关测量活动的各种国际标准均考虑到了该要求，例如，ISO/IEC 17025、ISO 15189、ISO/IEC 17020、ISO/IEC 17043、ISO/IEC 17065、ISO 9001、ISO 17034 和 ISO 22870 均包含了这方面的内容。

注：可通过但不限于以下方式来保持测量结果的溯源性：

- 确定的校准周期；
- 规定的过程控制措施；
- 规定的期间核查。

4.2 校准是保持测量结果计量溯源性的一种方式，其目的是：

- a) 使用测量设备时，提供测得值与参考值之间偏差的估计及测量不确定度；
- b) 实现对测量设备可达到的要求或声明的测量不确定度的确认；
- c) 确认测量设备是否有变化，该变化可能导致对过去一段时间内所出具的结果产生怀疑。

4.3 实施校准的时机和频率是有关测量设备校准的最重要的决定之一。校准周期是一个关键问题，它受到诸多因素的影响，其中最重要的因素见 5.1。

4.4 当选择的校准服务满足 CNAS-CL01-G002 时，其校准记录可用于确定校准周期。

4.5 校准频率增加时，与再校准有关的成本可能会提高。然而，校准成本需要与较长的校准周期

所带来的风险相平衡，即较长的校准周期可能导致测量不确定度增加或测量可靠性降低。

4.6 对于校准周期的确定，没有一种普遍适用的最佳方法，因为任何方法不可能理想地适用于所有测量设备。这就需要实验室对此要有较好地理解。本文件介绍了几种确定和评估校准周期的简单方法及其对不同类型测量设备的适用性。

4.7 由实验室开发或改编的用于确定校准周期的方法，如果适宜且经过确认，也可使用。

4.8 实验室宜选择适当的方法用于确定校准周期，并将所选用的方法进行文件化规定。实验室宜收集和保存历次校准结果，为后续确定测量设备的校准周期奠定基础。

4.9 实验室宜有适当的期间核查程序，以确保测量设备在两次校准之间具有正常的功能和计量特性(例如，见 ISO/IEC 17025)。

4.10 在批准再次使用测量设备前，实验室宜确认外部校准和/或期间核查的结果是否在预定限值内。

注 1：对于有些类型的测量设备，组成设备的每个测量仪器或装置都可以单独进行校准。在这种情况下，测量设备的合成标准测量不确定度是根据所有测量仪器和装置产生的不确定度评定得出的。

注 2：实验室可能需要根据之前获得的校准数据重新评估测量设备或其测量仪器和装置的校准周期。

5 初始校准周期的选择

5.1 基于风险评估分析，初始校准周期的选择宜考虑但不限于以下因素：

- a) 实验室所需的和评定的测量不确定度；
- b) 测量设备的类型及其组件；
- c) 测量设备在使用中超出预定限值（例如，最大允许误差）或准确度要求的风险；
- d) 制造商关于测量设备的建议(例如，当实验室根据仪器准确度规定和评定测量不确定度时)；
- e) 磨损和漂移的趋势；
- f) 预期的使用范围和严酷程度；
- g) 环境条件（例如，气候条件、振动、电离辐射等）；
- h) 被测量对测量结果的影响(例如，高温对热电偶的影响)；
- i) 相同或类似设备已汇总或发布的数据；
- j) 与其他测量标准或测量仪器比对的频率；
- k) 期间核查的频率、质量和结果；
- l) 测量设备的运输安排及相应的风险；
- m) 操作人员接受培训的程序和既定程序的执行程度；
- n) 法律要求。

5.2 测量设备的校准周期宜由具备相关技术能力的人员确定。实验室宜在校准后估算每一台(或一组数台)测量设备保持在规定限值(即最大允许误差、准确度要求)内的可能时长。

6 校准周期的评估方法

6.1 一般原则

6.1.1 一旦测量设备进行了例行校准（基于一定数量的连续校准结果），后续实验室宜评估校准周期，实现风险和成本的最佳平衡。可能会发现，最初选择的校准周期可能达不到期望的最佳结果，原因包括但不限于：

- a) 测量设备可能比预期更可靠或更不可靠；
- b) 测量设备的使用及保养的程度可能与预期不符；
- c) 有些测量设备只需进行部分校准，而不需要进行全面校准；
- d) 测量设备再校准所确定的仪器漂移表明可能需要缩短校准周期，或者在不增加风险的情况下延长校准周期。

6.1.2 实验室选择评审校准周期的方法时，可以考虑以下因素：

- a) 测量设备是单独处理还是分组处理(例如，按制造商型号或按类型处理)；
- b) 由于时间或使用而产生的漂移，测量设备的性能是否符合规定限值(例如，最大允许误差、准确度要求)；
- c) 测量设备是否呈现出不同类型的不稳定性；
- d) 测量设备是否经历过调整；
- e) 是否有可用的数据，测量设备的校准历史数据(例如，从以前的校准记录中获得的趋势数据、测量仪器维护和维修的历史记录、期间核查的数据)是否可以用来进行分析。

6.1.3 实验室宜对新的测量设备进行频繁校准，以识别其性能的变化趋势，这些趋势表明可能有必要调整校准周期。实验室有必要对校准周期和设备性能进行持续评审，因此不宜采用固定的校准周期，除非该周期在规范性文件中有规定，如参考测量程序、规定的方法或形成共识的标准。

6.2 方法 1：自动调整法或“阶梯”法(日历时间)

6.2.1 每次对一台测量设备进行例行校准时，如果发现与参考值的偏差位于适当规定的最大允许误差范围的百分比内时，则随后的校准周期可延长(或保持不变)。否则，当与参考值的偏差超出该范围的百分比时，则校准周期需缩短。实验室可根据需要用其他任何限值来代替最大允许误差。对于典型个案，实验室可制定适当的决策准则，来延长或缩短校准周期。这种“阶梯式”响应可以快速地调整校准周期，且在管理上容易实现。保存和利用校准记录可预测测量设备未来可能出现的问题，确定是否需要对其进行技术调整或预防性维护。

注：最大允许误差是方法对测量设备的性能要求，包括但不限于示值误差、重复性、稳定性、检出限等。

本文件的给出了该方法的应用及示例，分别见附录 A 和附录 B。

6.2.2 单独处理每台测量设备的缺点是难以保持校准工作量的平稳和相对稳定，以及风险与成本之间的平衡，并且需要实验室进行详细的预先策划。

6.2.3 实验室不宜使用此方法设置过长的校准周期，因为可能会导致召回大量报告或重复大量工作的风险，且这种风险最终可能会变得不可接受。

6.3 方法 2：控制图法(日历时间)

6.3.1 控制图是“统计质量控制”(SQC)最重要的工具之一。控制图的工作原理如下：选择若干重要的校准点，并根据时间绘制结果。根据这些图表，计算得出这些结果的离散度和仪器漂移。仪器漂移通常是一个校准周期的平均漂移，对于非常稳定的测量设备，也可以是几个校准周期的平均漂移。根据这些数据，实验室可以计算出最佳校准周期。

6.3.2 使用该方法时，实验室需对测量设备的变化特性有足够的了解。由于控制图的性能可以计算，并且至少在理论上给出了有效的校准周期。因此，与规定的校准周期相比，调整后的校准周期有可能发生较大变化。此外，对结果离散度的计算可以表明制造商的规定限值是否合理，对已发现仪器漂移的分析有可能揭示漂移的原因。

注：该方法不适用于没有漂移的测量设备。例如，该方法适用于具有单一量值的实物量具，如量块或标准电阻。

6.4 方法 3：“在用”时间法

6.4.1 “在用”时间法是方法 1 和方法 2 的变体。基本方法保持不变，但校准周期是以测量设备使用的小时数而不是以日历时间表示，比如用月表示。给测量设备配备指示实际“在用”时间的装置，当指示的时间达到规定值时，测量设备需返回进行校准。例如，在极端温度下使用的热电偶、漂移受其燃烧时间影响的标准灯，以及用于气体压力的活塞式压力计或长度计(即可能受到机械磨损的测量设备)。该方法的主要优点是校准次数及由此产生的校准费用会直接随测量设备使用时间的长短而变化，且可以使用记录测量设备使用时长的自动计时器。

6.4.2 该方法也存在以下缺点：

- a) 不适用于包含无源(不需额外的能量输入源提供输出)测量仪器(如衰减器)或无源测量标

- 准(如电阻、电容)的测量设备;
- b)不适用于已知在不使用时(例如在货架上)、经历过处理或多个短开关周期时具有漂移或性能退化的测量设备;
 - c)如果不是手动记录“在用”时间,则配备和安装合适的计时器来测量“在用”时间的初始成本可能会较高。由于用户可能会干扰计时器,实验室可能需要对其进行额外的监控,这也会增加成本;
 - d)与方法 1 和方法 2 的程序相比,由于无法预测下一次校准的准确日期,实验室制定校准计划会更困难。

6.5 方法 4: 期间核查法(或“黑盒”测试法)

6.5.1 方法 4 也是方法 1 和方法 2 的变体,尤其适用于能够对测量设备或其组件之一进行简单快速核查的情况。实验室使用便携式校准装置对关键参数进行频繁核查(例如每天一次或更频繁),或者使用专门设计的“黑盒”对所选参数进行核查。如果发现测量设备超出最大允许误差(或任何其他规定限值),需对测量设备进行全面的校准和调整。方法 4 可能比评估测量设备的初始校准周期更有效。

注 1: 适用于此方法的测量仪器: 密度计(谐振式)、铂电阻温度计(结合日历时间法使用)、剂量计(含源)和声级计(含源)等。

注 2: 本文件中的“黑盒”为可以对测量设备的计量特性进行核查的“核查标准”。

本文件的给出了该方法的应用及示例,见附录 C。

6.5.2 该方法的最大优点是为用户提供最大的可用性。该方法尤其适用于距离实验室较远的测量设备,因为只有已知需要时才会对测量设备进行完整的校准。该方法的难点在于确定关键参数和“黑盒”的设计。

6.5.3 该方法在原则上非常可靠,但也存在不确定性,因为测量设备可能在“黑盒”无法核查的某些参数上出现故障。此外,“黑盒”本身的特性可能会发生变化,因此需要合理选择并定期评估“黑盒”的校准周期。

6.6 方法 5: 其他统计法

6.6.1 实验室也可选择以单个测量设备或数组测量设备的统计分析为基础的方法。特别在与适当的软件工具结合使用时,这类方法正获得越来越多的关注。

6.6.2 当需要校准大量相同的测量设备(即数组测量设备)时,实验室可以借助统计学方法来评估校准周期。例如,国家标准实验室会议(NCSL)在“国际推荐做法”(RP-1)中给出的建立和调整校准周期的详细例子。

6.7 校准周期的评估方法比较

6.7.1 6.2 至 6.6 所述的方法中,任何一种方法不可能理想地适用于所有情况、所有测量设备和所有实验室(见表 1)。实验室在考虑 4、5 和 6.1 所述的各种因素的基础上,可以为每一种情况选择最合适的方法。需要注意的是,其他因素也可能会影响实验室对方法的选择。例如,是否打算为测量设备制定有计划的维护保养方案,所选择的方法也会影响到所保存的再校准记录。

6.7.2 方法的比较见表 1。

表1 校准周期的评估方法比较

性能	方法				
	方法1 自动调整法	方法2 控制图法	方法3 “在用”时间法	方法4 黑盒测试法	方法5 ¹⁾ 其他统计法
可靠性	中	高	中	高	中
应用的费力程度	低	高	中	低	高
风险和成本之间工作量的平衡	中	中	低	中	低
对特定设备的适用性	中	低	高	高	低
测量设备的可用性	中	中	中	高	中
1) 使用合适的软件工具时，可以得到更好的评分效果					

附录 A
(资料性)
简单反应调整法及示例

A.1 简单反应调整法是一种最简单的调整校准周期的方法，也称为“自动调整法”或“阶梯调整法”。

A.2 该方法基于校准结果调整校准周期。根据所需的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，基于风险考虑，若选择所需的最大允许误差的 80%为限值时，机构可制定如下判定规则：

- a) 校准结果位于所需的最大允许误差的 80%内时，则调整后的校准周期可延长；
- b) 校准结果超出所需的最大允许误差时，测量设备经调整、维修、校准满足要求后，则调整后的校准周期需缩短；
- c) 校准结果位于所需的最大允许误差的 80%和 100%之间时，或对校准结果的符合性难以做出判断，则调整后的校准周期需缩短或保持不便，或加大期间核查的频次，对测量设备的性能做进一步验证。

A.3 若校准结果符合 A.2 a)，则可通过增量系数 a 延长校准周期。若校准结果符合 A.2 b)，则可通过减量系数 b 缩短校准周期。

调整后的校准周期 I_1 可通过公式 (A.1) 或 (A.2) 进行调整：

$$I_1 = I_0(1+a) \quad (\text{A.1})$$

$$I_1 = I_0(1-b) \quad (\text{A.2})$$

$$b = 1 - (1+a)^{-R_t/(1-R_t)} \quad (\text{A.3})$$

式中：

I_1 —— 测量设备调整后的校准周期；

I_0 —— 测量设备调整前的校准周期；

a —— 增量系数；

b —— 减量系数。

R_t —— 长期平均测量可靠性目标。

A.4 通常情况下，实验室可先设定 a 值和长期平均测量可靠性目标 R_t 值， b 值可通过公式 (2) 计算。 a 值和 b 值确定后，也可得到对应的长期平均测量可靠性目标 R_t ，例如 a 取 0.1、 b 取 0.55 可获得大约 90%的 R_t 。

注：建议 a 选择 0.1 附近的值， R_t 选择不小于 90%的值。

A.5 选择 a 值时，实验室可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。

A.6 示例

测量设备为 3 等量块（负 10 块组），初始的校准周期 $I_0 = 12$ 月，取 $a = 0.11$ 、 $R_t = 90\%$ ，

按照公式 (A.3) 计算得到 $b = 0.8$, 其历次校准结果见表 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 $U=0.11 \mu\text{m}$ 、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)

增量反应调整法及示例

B.1 增量反应调整法也是基于测量设备的校准结果对其校准周期进行调整的一种简单方法。

B.2 基于校准结果调整校准周期的判定规则也可参考 A.2。

B.3 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 (B.1)：

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

其中， Δ_{m+1} 与 Δ_m 的关系见公式 (B.2)：

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

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。

B.4 增量反应调整法的最终测量可靠性目标 R 直接由实验室设定。在校准周期调整过程中，若测量设备的性能稳定，在获得最终“准确值”的过程中，其周期调整的幅度会逐渐变小。

B.5 示例

测量设备为 M_1 等级砝码（均带调整腔），初始的校准周期 $I_0 = 12$ 月，测量可靠性目标设定为 $R = 90\%$ ，其历次校准结果见表 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：在第 2 次校准时，100 g 砝码折算质量修正值 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 M_1 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)

期间核查法及示例

- C. 4. 1 期间核查法适用于实验室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，实验室可根据期间核查结果来调整测量设备的校准周期，方法如下：
- a) 被核查测量设备的稳定性好、核查结果未超出设定的限值（如所需最大允许误差），则调整后的校准周期可延长或保持不变；
 - b) 被核查测量设备的稳定性差、核查结果超出设定的限值，则调整后的校准周期应缩短或立即校准，对测量设备的性能做进一步验证。
- C. 4. 2 根据方法要求和使用需求，实验室可选择重要参数及关键测量点对测量设备进行期间核查。
- C. 4. 3 期间核查法适用于具有单一需求的测量设备，如单一值或测量范围较小的测量设备。对于多参数、宽范围、多功能的测量设备，期间核查通常不能全面反映测量设备的性能，实验室不宜仅根据核查结果而将校准周期确定得过长。
- C. 4. 4 示例
- C. 4. 4. 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. 4. 4. 2 若测得的硬度平均值与标准硬度块的标准值的差值位于 GB/T 231.2—2022 表 2 给出的允许误差范围内，则满足要求；否则，不满足要求。
- C. 4. 4. 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，需检查压头、试台和硬度计的状态，再进行重复性试验；若硬度计的示值误差仍超差，需及时进行再校准。
- C. 4. 4. 4 实验室保存每次核查结果，以监控硬度计的稳定性和性能变化趋势。

参考文献

- [1]GB/T231.1 金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分：试验方法
- [2]GB/T 231.2 金属材料 布氏硬度试验 第 2 部分：硬度计的检验与校准
- [3] GB/T 27025 检测和校准实验室能力的通用要求
- [4] RB/T 197 检测和校准结果及与规范符合性的报告指南
- [5]JJF 1094 测量仪器特性评定
- [6]NCSL RP-1 校准周期的确定和调整
- [7] CNAS-CL01-G002 测量结果的计量溯源性要求