



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1139—2005

20060410

计量器具检定周期确定原则和方法

Principle and Method for Determination Verification
Period of Measuring Instruments



2005 - 12 - 20 发布

2006 - 03 - 20 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

计量器具检定周期确定 原则和方法

Principle and Method for Determination
Verification Period of Measuring Instruments

JJF 1139—2005

本规范经国家质量监督检验检疫总局 2005 年 12 月 20 日批准，并自 2006 年 3 月 20 日起施行。

归口单位：全国法制计量管理计量技术委员会

主要起草单位：广州市计量测试所

参加起草单位：国防科工委第一计量测试研究中心

中国计量科学研究院

江西省计量测试研究院

本规范由全国法制计量管理计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

周伦彬 （广州市计量测试所）

施昌彦

戴润生

参加起草人：

洪宝林 （国防科工委第一计量测试研究中心）

白仲元 （中国计量科学研究院）

李维明 （广州市计量测试所）

王平意 （江西省计量测试研究院）

目 录

引言	(1)
1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和定义	(1)
3.1 计量器具	(1)
3.2 [计量器具的] 检定	(1)
3.3 首次检定	(1)
3.4 后续检定	(1)
3.5 周期检定	(2)
3.6 检定周期	(2)
4 检定周期确定原则	(2)
4.1 确定原则一	(2)
4.2 确定原则二	(2)
4.3 确定原则三	(3)
5 检定周期确定方法	(3)
5.1 反应法	(3)
5.2 最大似然估计法	(5)
附录 A 使用增量反应调整法的计算实例	(7)

计量器具检定周期确定原则和方法

引言

本规范是参照国际法制计量组织公布的国际文件 OIML D10: 1984《检测实验室中使用的测量设备复校间隔的确定准则》与美国国家标准实验室大会组织出版的 NCSL RP-1: 1996《校准间隔的确认与调整》制定的, 目的是为了科学、合理地确定计量器具的检定周期, 以保证计量器具在规定的检定周期内的准确可靠。

1 范围

本规范规定了计量器具检定周期确定的基本原则和方法。

本规范适用于制定或修订计量检定规程时所适用计量器具检定周期的确定, 同时也可作为在用计量器具检定时间间隔的调整与在用计量器具校准时间间隔确认的参考。

2 引用文献

JJF 1001—1998 通用计量术语及定义

JJF 1033—2001 计量标准考核规范

JJF 1071—2000 国家计量校准规范编写规则

GB/T 19022—2004 测量管理体系 测量过程和测量设备的要求

ISO 10012: 2003 测量管理体系 测量过程和测量设备的要求

OIML D10: 1984 检测实验室中使用的测量设备复校间隔的确定准则 (OIML D10: 1984 Guidelines for Determination of Recalibration Intervals of Measuring Equipment Used in Testing Laboratories)

NCSL RP-1: 1996《校准间隔的确认与调整》(NCSL RP-1: 1996 Establishment and Adjustment of Calibration Intervals)

在执行本规范时, 应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语和定义

3.1 计量器具 measuring instruments

单独地或连同辅助设备一起用以进行测量的器具。

3.2 [计量器具的] 检定 verification [of a measuring instrument]

查明和确认计量器具是否符合法定要求的程序, 它包括检查、加标记和(或)出具检定证书。

3.3 首次检定 initial verification

对未曾检定过的新计量器具进行的一种检定。

3.4 后续检定 subsequent verification

计量器具首次检定后的任何一种检定:

1) 强制性周期检定;

2) 修理后检定;

3) 周期检定有效期内的检定, 不论它是由用户提出请求, 或由于某种原因使有效期内的封印失效而进行的检定。

3.5 周期检定 periodic verification

按时间间隔和规定程序, 对计量器具定期进行的一种后续检定。

3.6 检定周期 period of verification

按规定程序, 对计量器具进行定期检定的时间间隔。

4 检定周期确定原则

制定或修订计量器具检定规程时应依据下述基本原则明确确定所适用计量器具的检定周期; 对在用计量器具检定时间间隔的调整或校准时间间隔的确认也可参照下述基本原则执行。

4.1 确定原则一

制定或修订计量器具检定规程时, 应根据所适用计量器具的本身特征 (如计量器具的工作原理、结构型式与所用材质)、计量器具的性能要求 (如最大允许误差、测量重复性与测量稳定性) 以及计量器具的使用情况 (如环境条件、使用频度与维护状况) 来确定其检定周期。

4.2 确定原则二

确定计量器具检定周期时, 首先应明确所适用计量器具的测量可靠性目标 R ; 一般计量器具的测量可靠性目标 $R \geq 90\%$ (如图 1 所示)。

注:

- 1 测量可靠性 $R(t)$ 主要表征某种计量器具的整体性能随时间变化后的置信水平。
- 2 测量可靠性目标 R 是指某种计量器具的整体性能在进行重新确认 (或后续检定) 时保持在所期望的合格范围内的概率。

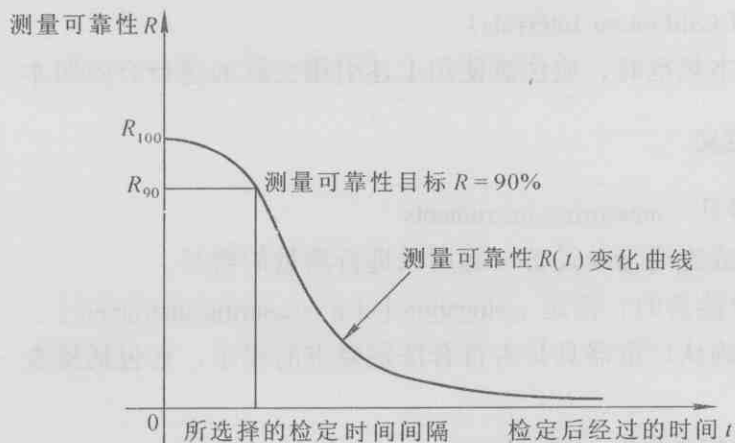


图 1 测量可靠性 $R(t)$ 变化示意图

4.3 确定原则三

计量器具检定周期的确定应恰当地选用下述反应法或最大似然估计法中某一种或某几种合适的方法进行分析测算。

注：计量器具检定周期的确定也可参考管理图法或核查标准法（“黑匣子”核查法）进行分析测算。

5 检定周期确定方法

计量器具检定周期的确定应恰当地选用下述合适的方法进行可靠性分析与数理测算。

5.1 反应法

通过响应最近获得的检定结果，并采用简单直接的方式或最简便的算法，对计量器具检定时间间隔进行调整与确定的方法称为反应法。

反应法主要有固定阶梯调整法、增量反应调整法与间隔测试法等几种具体方法。

5.1.1 固定阶梯调整法

当某种计量器具投入经过使用一定的初始时间间隔（或一定时间间隔的后续检定）之后，其整体性能经重新确认若超出规定的测量可靠性目标 R ，应考虑适当缩短该类计量器具的检定时间间隔；若整体性能经重新确认未超出规定的测量可靠性目标 R ，可以考虑适当延长该类计量器具的检定时间间隔，也可以保持原定检定时间间隔不变。

采用该法进行调整，其调整的检定时间增量（延长）或减量（缩短）一般都取一个固定的整月数按阶梯状逐渐递增或逐渐递减；而且所取时间间隔增量系数 a 一般小于时间间隔减量系数 b 。

注：

- 1 初始时间间隔的确定，可以参照借用类似计量器具确定的检定周期，并对类似计量器具的测量可靠性目标、性能要求、使用情况、环境条件与检定方法等进行对比分析确定；也可以通过对计量器具的设计结构、性能要求、使用情况分析，并听取制造厂的建议后进行工程分析确认。
- 2 一般情况下，时间间隔增量系数 a 小于时间间隔减量系数 b ；拟调整的时间间隔增量（或时间间隔减量）

$$\Delta = a \text{ (或 } b) \times I_0$$

式中， I_0 为调整前的时间间隔。

譬如：取 $a = 0.10$ ， $b = 0.50$ ， $I_0 = 6$ 月，则拟调整的时间间隔增量 $\Delta = a \times I_0 = 0.6$ 月 ≈ 1 月，拟调整的时间间隔减量 $\Delta = b \times I_0 = 3$ 月。

- 3 固定阶梯调整法响应速度较快，成本较低，用于计量器具检定周期的确定时，对在用计量器具检定时间间隔的调整实现起来比较容易；但是这种方法需要经过多次调整之后才能稳定到所期望的测量可靠性目标 R 。

例：在确认某种计量器具初始时间间隔 $I_0 = 3, 6, 12, 18, \dots, 60$ 月，测量可靠性目标 $R \geq 90\%$ 后，通过对试验样本周期检定结果的评估，其检定时间间隔的调整如表 1 所示。

5.1.2 增量反应调整法

增量反应调整法与固定阶梯调整法的基本程序、基本方法相似,只是增量反应调整法对检定时间间隔的确认,以及对所需调整的时间增量的确认都与调整前有关参量的选择与变化有着密切的函数关系。

表1 检定时间间隔调整表

检定合格率	时间间隔的调整	执行的检定时间间隔/月							
		3	6	12	18	24	36	48	60
< 90 %	间隔缩短到		3	6	12	18	24	36	48
90 % ~ 95 %	间隔保持不变	3	6	12	18	24	36	48	60
> 95 %	间隔延长到	6	12	18	24	36	48	60	60

调整后的检定时间间隔 I_m 与调整前的时间间隔 I_{m-1} 的关系式为:

$$I_m = I_{m-1} [1 + \Delta_m (-R)^{1-y_m} (R)^{y_m}] \quad (5-1)$$

所需调整的时间增量 Δ_m 与调整前的时间增量 Δ_{m-1} 的关系式为:

$$\Delta_m = \frac{\Delta_{m-1}}{2^{1-y_m-y_{m-1}}} \quad \Delta_0 = 1, y_0 = 1 \quad (5-2)$$

式中: I_m ——第 m 次检定时间间隔;

Δ_m ——第 m 次调整的时间增量/减量;

R ——测量可靠性目标;

y_m ——计算因子,当第 m 次检定合格时 $y_m = 1$;当第 m 次检定不合格时 $y_m = 0$;

m ——检定或时间间隔调整序号。

注:增量反应调整法的计算程序简便,对于计量器具检定周期的确定,对在用计量器具检定时间间隔的调整实现起来也比较容易;但是由于时间间隔的调整与固定阶梯调整法相同,只是根据孤立的检定结果来确定,依据不够充分,同样需要较长时间的调整才能达到正确的检定时间间隔。

5.1.3 间隔测试法

间隔测试法与固定阶梯调整法、增量反应调整法不同之处,在于它不是根据一次检定结果而做出对时间间隔进行调整的决定,而是要通过计算一个显著性水平限,据此来判断检定结果是否明显地高于或低于测量可靠性目标 R 。如果是,再对时间间隔进行调整;如果不是,则不予调整。

间隔测试法的显著性水平限可由下式求得:

$$\sum_{k=0}^g \frac{n!}{k!(n-k)!} R_U^k (1-R_U)^{n-k} = \alpha \quad (5-3)$$

$$\sum_{k=g}^n \frac{n!}{k!(n-k)!} R_L^k (1-R_L)^{n-k} = \alpha \quad (5-4)$$

式中: R_U —— R 的显著性水平上限;

R_L —— R 的显著性水平下限;

n ——在 I 间隔中被检定的计量器具样本数;

g ——在 I 间隔中观察到的合格数；

α ——间隔测试的显著性水平 (α 一般取为 30%)。

如果测量可靠性目标 R 不在 R_U 和 R_L 之间, 则时间间隔需要调整; 调整可按间隔外延法和间隔内插法分别进行。

间隔外延法是先由式 (5-5) 求得在间隔 I_0 时的可靠性 R_0 , 再由 R_0 通过指数可靠性模型式 (5-6) 求得应调整的时间间隔 I_1 :

$$R_0 = \frac{\text{在间隔 } I_0 \text{ 内检定的合格数}}{\text{在间隔 } I_0 \text{ 内检定的总数}} \quad (5-5)$$

$$I_1 = \frac{\ln R}{\ln R_0} I_0 \quad (5-6)$$

如 R_0 低于测量可靠性目标 R , 则 $I_1 < I_0$, 即时间间隔缩短; 如 R_0 高于 R , 则 $I_1 > I_0$, 即时间间隔延长。

如果按式 (5-5)、式 (5-6) 计算, 一旦时间间隔的调整过头, 即在被延长的间隔下, 所观察到的可靠性显著低于规定的目标, 这时需按间隔内插法将间隔调整到以前的时间间隔和新的时间间隔的中点, 即:

$$I_2 = \frac{I_0 + I_1}{2} \quad (5-7)$$

如调整的时间间隔仍然太长或太短, 新的间隔则为:

$$I_3 = \frac{I_0 + I_2}{2} \quad (5-8)$$

注: 间隔测试法对时间间隔的调整, 具有数理统计方法中的一些优点, 而且操作成本也较低; 但是需对检定时间间隔进行严格控制, 对初始间隔估计的正确性还有待探讨。

5.2 最大似然估计法

最大似然估计法是通过似然函数的概率分布来研究评价被检计量器具超出允许误差的状况, 最终确定计量器具的检定时间间隔。最大似然估计法建立在数理统计和大量数据分析的基础上。

由于该法是建立在数据分析的基础上的, 所以在采用最大似然估计法进行时间间隔的确认与调整时, 应注意所用数据的有效性、一致性和连续性。

最大似然估计法有三种具体算法: 经典法、二项式法与更新时间法。

5.2.1 经典法

经典法是根据经典的可靠性分析来构成似然函数 (Likelihood) 的; 假定计量器具的测量不确定度按指数函数变化, 根据检定时器具的超差情况和其测量不确定度按指数增长的假定, 先推断器具开始出现超差时的时间, 从而构成其似然函数:

$$L = \prod_{i=1}^n [f(I_i/2)]^{X_i} [R(I_i)]^{1-X_i} \quad (5-9)$$

式中: $X_i = \begin{cases} 1, & \text{第 } i \text{ 次检定不合格} \\ 0, & \text{第 } i \text{ 次检定合格} \end{cases}$

n ——所观察到的检定样本数;

I_i ——第 i 次所观察到的检定时间。

按照可靠性函数 $R(I_i)$ 为指数函数的假设:

$$R(I_i) = e^{-\lambda I_i} \quad (5-10)$$

按照失效时间概率分布函数也为指数函数的假设:

$$f(I_i/2) = \lambda e^{-\lambda I_i/2} \quad (5-11)$$

似然函数取对数后:

$$\begin{aligned} \ln L &= \sum_{i=1}^n X_i \ln [f(I_i/2)] + \sum_{i=1}^n (1 - X_i) \ln [R(I_i)] \\ &= \sum_{i=1}^n X_i \ln \lambda + \frac{1}{2} \lambda \sum_{i=1}^n X_i I_i - \lambda \sum_{i=1}^n I_i \end{aligned}$$

两边取偏导数后:

$$\frac{\partial}{\partial \lambda} \ln L = \frac{1}{\lambda} \sum_{i=1}^n X_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_i I_i - \sum_{i=1}^n I_i$$

当 $\frac{\partial}{\partial \lambda} \ln L = 0$ 时:

$$\lambda = \frac{X}{I - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_i I_i} \quad (5-12)$$

式中: $X = \sum_{i=1}^n X_i$, 所观察到的检定不合格总数; $I = \sum_{i=1}^n I_i$, 所观察到的检定时间的总和。

通过上述方法求得可靠性函数的系数 λ 和可靠性函数, 再通过确定的可靠性目标, 即可确定要求的检定时间间隔。

注: 采用经典法进行统计测算可以达到较好的可靠性目标, 而且执行起来较后述两种最大似然估计法简单, 费用也较低; 但是该法的弱点是所采用的可靠性模型被局限在指数模型范围。

5.2.2 二项式法

和经典法不同, 二项式法不限于单一的可靠性模型, 也不受未知超差时间而带来的妨碍; 然而它需要大规模的自动间隔分析系统。

二项式法适用于各种可靠性模型和各种类计量器具检定时间间隔的调整和确定, 但其运行费用较高, 不仅需要高水平的系统分析, 而且需要有统计学方面的专门知识; 具体运行分析可参考 NCSL RP-1: 1996 附录 C。

5.2.3 更新时间法

更新时间法是二项式法的细化, 具体方法可详细参考 NCSL RP-1: 1996 附录 D。

注: 建立在对大量数据进行统计分析基础上的检定时间间隔调整与确定的最大似然估计法, 是当前最为先进的一种现代检定时间间隔确定技术; 但要运用好这一技术不仅需要考虑大量数据的收集、贮存与分析, 而且需要认真考虑经费的投入产出, 以及对运行人员技术水平的要求等。

附录 A

使用增量反应调整法的计算实例

设某种计量器具初始检定时间间隔 $I_0 = 45$ 天, 测量可靠性目标 $R_0 = 90\%$, 其历次检定结果为:

检定次序	检定结果
1	超差不合格
2	合格
3	合格
4	合格
5	合格
6	超差不合格
7	合格
8	合格

在第一次检定不合格后, 使用增量反应调整法进行调整:

$$y_1 = 0, \Delta_1 = \frac{1}{2^{10-11}} = 0.5$$

$$I_1 = 45 \times [1 + 0.5 \times (-0.9)^{1-0} \times (0.9)^0] = 24.75 \approx 25 \text{ (天)}$$

第二次检定合格

$$y_2 = 1, \Delta_2 = \frac{0.5}{2^{11-01}} = 0.25$$

$$I_2 = 25 \times [1 + 0.25 \times (-0.9)^{1-1} \times (0.9)^1] = 30.625 \approx 31 \text{ (天)}$$

第三次检定合格

$$y_3 = 1, \Delta_3 = \frac{0.25}{2^{11-11}} = 0.25$$

$$I_3 = 31 \times [1 + 0.25 \times (-0.9)^{1-1} \times (0.9)^1] = 37.975 \approx 38 \text{ (天)}$$

第四次检定合格

$$y_4 = 1, \Delta_4 = \frac{0.25}{2^{11-11}} = 0.25$$

$$I_4 = 38 \times [1 + 0.25 \times (-0.9)^{1-1} \times (0.9)^1] = 46.55 \approx 47 \text{ (天)}$$

第五次检定合格

$$y_5 = 1, \Delta_5 = \frac{0.25}{2^{11-11}} = 0.25$$

$$I_5 = 47 \times [1 + 0.25 \times (-0.9)^{1-1} \times (0.9)^1] = 57.575 \approx 58 \text{ (天)}$$

第六次检定不合格

$$y_6 = 0, \Delta_6 = \frac{0.25}{2^{10-11}} = 0.125$$

$$I_6 = 58 \times [1 + 0.125 \times (-0.9)^{1-0} \times (0.9)^0] = 51.475 \approx 51 \text{ (天)}$$

第七次检定合格

$$y_7 = 1, \Delta_7 = \frac{0.125}{2^{11-01}} = 0.0625$$

$$I_7 = 51 \times [1 + 0.0625 \times (-0.9)^{1-1} \times (0.9)^1] = 53.869 \approx 54 \text{ (天)}$$

第八次检定合格

$$y_8 = 1, \Delta_8 = \frac{0.0625}{2^{11-11}} = 0.0625$$

$$I_8 = 54 \times [1 + 0.0625 \times (-0.9)^{1-1} \times (0.9)^1] = 57.038 \approx 57 \text{ (天)}$$

中华人民共和国
国家计量技术规范
计量器具检定周期确定原则和方法
JJF 1139 —2005
国家质量监督检验检疫总局发布

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印



JJF1139-2005

880 mm × 1230 mm 16开本 印张 0.75 字数 12千字

2006年2月第1版 2006年2月第1次印刷

印数 1—2 000

统一书号 155026-2110 定价: 16.00元