

测量不确定度评定与表示

国家计量技术规范 and 标准汇编

中国质检出版社 编



中国质检出版社
中国标准出版社

测量不确定度评定与表示

国家计量技术规范 and 标准汇编

中国质检出版社 编

中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

测量不确定度评定与表示国家计量技术规范 and 标准汇编/中国质检出版社编.—北京:中国质检出版社,2017.1
ISBN 978-7-5026-4381-2

I.①测… II.①中… III.①测量—不确定度—评定
②计量检定规程—汇编—中国 IV.①TB9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 282060 号

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*
开本 880×1230 1/16 印张 37.25 字数 1 127 千字
2017 年 1 月第一版 2017 年 1 月第一次印刷

*
定价 186.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

出版说明

测量是在科学技术研究、工农业生产、国内外贸易、医学检查、工程项目以及日常生活的各个领域不可缺少的一项工作。测量在我国司法执法、维护消费者权益、保护资源和环境、医疗卫生、国防建设等方面起着越来越重要的作用。随着当前经济全球化的趋势以及我国经济的飞速发展,测量结果是否可信或者说测量的质量如何,是人们极其关心的问题。为了适应这一要求,国际上制定了许多相关的文件以使用统一的准则对测量结果及其质量进行评定与表示,我国也已将其转化为国家计量技术规范和国家标准。

测量不确定度的评定是实验室工作的重点之一,也是难点之一。为方便各行各业从事测量工作的技术人员学习掌握测量不确定度的评定和表示,方便查阅,中国质检出版社将近年国家发布和实施的测量不确定度评定与表示方面的国家计量技术规范和国家标准汇编成册。

本汇编收入了截至2016年10月31前已发布的现行有效的测量不确定度评定与表示方面的国家计量技术规范4项、国家标准12项,既包括了通用规范如JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》和JJF 1059.2—2012《用蒙特卡洛法评定测量不确定度》,也包括了适用于检测实验室、化学、冶金、机械、几何量、无线电、流量等专门领域的规范和标准,对于广大科技工作者有较强的使用和参考价值。

编 者

2016年11月

目 录

国家计量技术规范

JJF 1059.1—2012	测量不确定度评定与表示	3
JJF 1059.2—2012	用蒙特卡洛法评定测量不确定度	65
JJF 1130—2005	几何量测量设备校准中的不确定度评定指南	110
JJF 1135—2005	化学分析测量不确定度评定	146

国家标准

GB/T 2424.27—2013	环境试验 支持文件和指南 温湿度试验箱不确定度计算	163
GB/Z 6113.401—2007	无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第4-1部分:不确定度、 统计学和限值建模 标准化的 EMC 试验不确定度	189
GB/T 6113.402—2006	无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第4-2部分:不确定度、 统计学和限值建模 测量设备和设施的不确定度	249
GB/T 16509—2008	辐射加工剂量测量不确定度评定导则	269
GB/T 18779.2—2004	产品几何技术规范(GPS) 工件与测量设备的测量检验 第2部分: 测量设备校准和产品检验中 GPS 测量的不确定度评定指南	307
GB/T 18779.3—2009	产品几何技术规范(GPS) 工件与测量设备的测量检验 第3部分: 关于对测量不确定度的表述达成共识的指南	361
GB/Z 22553—2010	利用重复性、再现性和正确度的估计值评估测量不确定度的指南	374
GB/T 24635.3—2009	产品几何技术规范(GPS) 坐标测量机(CMM)确定测量不确定度的技术 第3部分:应用已校准工件或标准件	397
GB/Z 24637.2—2009	产品几何技术规范(GPS) 通用概念 第2部分:基本原则、规范、 操作集和不确定度	413
GB/T 27411—2012	检测实验室中常用不确定度评定方法与表示	429
GB/T 28898—2012	冶金材料化学成分分析测量不确定度评定	467
GB/T 29820.1—2013	流量测量装置校准和使用不确定度的评估 第1部分:线性校准关系	561

国家计量技术规范



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1059.1—2012

测量不确定度评定与表示

Evaluation and Expression
of Uncertainty in Measurement

2012-12-03 发布

2013-06-03 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

测量不确定度评定与表示

Evaluation and Expression
of Uncertainty in Measurement

JJF 1059.1—2012
代替 JJF 1059—1999



归口单位：全国法制计量管理计量技术委员会

起草单位：江苏省计量科学研究院

中国计量科学研究院

北京理工大学

国家质量监督检验检疫总局计量司

本规范委托全国法制计量管理计量技术委员会负责解释

本规范起草人：

叶德培

赵 峰（江苏省计量科学研究院）

施昌彦

原遵东（中国计量科学研究院）

沙定国（北京理工大学）

周桃庚（北京理工大学）

陈 红（国家质量监督检验检疫总局计量司）

引 言

本规范是对 JJF 1059—1999《测量不确定度评定与表示》的修订。

本次修订的依据是十多年来我国贯彻 JJF 1059—1999 的经验以及最新的国际标准：ISO/IEC GUIDE 98-3: 2008《测量不确定度 第 3 部分：测量不确定度表示指南》(Uncertainty of measurement—Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement) (简称 GUM)。

与 JJF 1059—1999 相比，主要修订内容有：

——编写格式改为符合 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》的要求。

——所用术语采用 JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》中的术语和定义。例如：更新了“测量结果”及“测量不确定度”的定义，增加了“测得值”、“测量模型”、“测量模型的输入量”和“输出量”，并以“包含概率”代替了“置信概率”等；本规范还增加了一些与不确定度有关的术语，如“定义的不确定度”、“仪器的测量不确定度”、“零的测量不确定度”、“目标不确定度”等。

——对适用范围作了补充，明确指出：本规范主要涉及有明确定义的、并可用唯一值表征的被测量估计值的不确定度，也适用于实验、测量方法、测量装置和系统的设计和理论分析中有关不确定度的评定与表示。本规范的方法主要适用于输入量的概率分布为对称分布、输出量的概率分布近似为正态分布或 t 分布，并且测量模型为线性模型或可用线性模型近似表示的情况。当本规范不适用时，可考虑采用 JJF 1059.2—2012《用蒙特卡洛法评定测量不确定度》进行不确定度评定。本规范的方法（GUM 法）的评定结果可以用蒙特卡洛法进行验证，验证评定结果一致时仍然可以使用 GUM 法进行不确定度评定。因此，本规范仍然是最常用和最基本的方法。

——在 A 类评定方法中，根据计量的实际需要，增加了常规计量中可以预先评估重复性的条款。

——合成标准不确定度评定中增加了各输入量间相关时协方差和相关系数的估计方法，以便规范处理相关的问题。

——弱化了给出自由度的要求，只有当需要评定 U_p 或用户为了解所评定的不确定度的可靠程度而提出要求时才需要计算和给出合成标准不确定度的有效自由度 ν_{eff} 。

——本规范从实用出发规定：一般情况下，在给出测量结果时报告扩展不确定度 U 。在给出扩展不确定度 U 时，一般应注明所取的 k 值。若未注明 k 值，则指 $k=2$ 。

——增加了第 6 章：测量不确定度的应用，包括：校准证书中报告测量不确定度的要求、实验室的校准和测量能力表示方式等。

——取消了原规范中关于概率分布的附录，将其内容放到 B 类评定的条款中。

——增加了附录 A：测量不确定度评定方法举例。附录 A.1 是关于 B 类标准不确定度的评定方法举例；附录 A.2 是关于合成标准不确定度评定方法的举例；附录 A.3 是不同类型测量时测量不确定度评定方法举例，包括量块的校准、温度计的校准、硬度计量、样品中所含氢氧化钾的质量分数测定和工作用玻璃液体温度计的校准五个例子，

前三个例子来自 GUM。目的是使本规范的使用者开阔视野，更深入理解不同情况下的测量不确定度评定方法，例子与数据都是被选来说明本规范的原理的，因此不必当作实际测量的叙述，更不能用来代替某项具体校准中不确定度的评定。

本规范的目的是：

- 促进以充分完整的信息表示带有测量不确定度的测量结果；
- 为测量结果的比较提供国际上公认一致的依据。

本规范规定的评定与表示测量不确定度的方法满足以下要求：

- 适用于各种测量领域和各种准确度等级的测量。
- 测量不确定度能从对测量结果有影响的不确定度分量导出，且与这些分量如何分组无关，也与这些分量如何进一步分解为下一级分量无关。
- 当一个测量结果用于下一个测量时，其不确定度可作为下一个测量结果不确定度的分量。

——在诸如工业、商业及与健康或安全有关的某些领域中，往往要求提供较高概率的区间，本方法能方便地给出这样的区间及相应的包含概率。

本规范仅给出了在最常见情况下评定与表示测量不确定度的方法和简要步骤，其中的注释和举例，旨在对方法作较详细说明，以便于进一步理解和有助于实际应用。

在一些特殊情况下，本规范的方法可能不适用或规范不够具体，例如测量如何模型化、非对称分布或非线性测量模型时的不确定度评定等。此外，对于在某个特定专业领域中的应用，鼓励各专业技术委员会依据本规范制定专门的技术规范或指导书。

本规范包含四个附录，附录 A “测量不确定度评定方法举例” 它是资料性附录，仅作参考。附录 B “ t 分布在不同概率 p 与自由度 ν 时的 $t_p(\nu)$ 值(t 值)表” 和附录 C “有关量的符号汇总” 是规范性附录，所用的基本符号取自 GUM 及有关的 ISO、IEC 标准；附录 D “术语的英汉对照” 供参考。

测量不确定度评定与表示

1 范围

a) 本规范所规定的评定与表示测量不确定度的通用方法,适用于各种准确度等级的测量领域,例如:

- 1) 国家计量基准及各级计量标准的建立与量值比对;
- 2) 标准物质的定值和标准参考数据的发布;
- 3) 测量方法、检定规程、检定系统表、校准规范等技术文件的编制;
- 4) 计量资质认定、计量确认、质量认证以及实验室认可中对测量结果及测量能力的表述;
- 5) 测量仪器的校准、检定以及其他计量服务;
- 6) 科学研究、工程领域、贸易结算、医疗卫生、安全防护、环境监测、资源保护等领域的测量。

b) 本规范主要涉及有明确定义的,并可用唯一值表征的被测量估计值的测量不确定度。至于被测量呈现为一系列值的分布或取决于一个或多个参量(例如以时间为参变量),则对被测量的描述应该是一组量,应给出其分布情况及其相互关系。

c) 本规范也适用于实验、测量方法、测量装置、复杂部件和系统的设计和理论分析中有关不确定度的评估与表示。

d) 本规范主要适用于以下条件:

- 1) 可以假设输入量的概率分布呈对称分布;
- 2) 可以假设输出量的概率分布近似为正态分布或 t 分布;
- 3) 测量模型为线性模型、可以转化为线性的模型或可用线性模型近似的模型。

当不能同时满足上述适用条件时,可考虑采用蒙特卡洛法(简称MCM)评定测量不确定度,即采用概率分布传播的方法。MCM的使用详见JJF 1059.2—2012《用蒙特卡洛法评定测量不确定度》。当用本规范的方法评定的结果得到蒙特卡洛法验证时,则依然可以用本规范的方法评定测量不确定度。

2 引用文件

本规范引用了下列文件:

- JJF 1001—2011 通用计量术语及定义
GB/T 70—2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定
GB 3101—1993 有关量、单位和符号的一般原则
GB/T 4883—2008 数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理
ISO/IEC GUIDE 98-3: 2008 测量不确定度 第3部分:测量不确定度表示指南
(Uncertainty of measurement—Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement)

ISO 3534-1: 2006 统计学 术语和符号 第 1 部分：一般统计术语和概率术语
(Statistics—Vocabulary and symbols—Part 1: General statistical terms and terms used in probability)

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和定义

本规范中的计量学术语采用 JJF 1001—2011，它是依据国际标准 ISO/IEC GUIDE 99: 2007（即 VIM 第三版）修订后的版本。本规范中所用的概率和统计术语基本采用国际标准 ISO 3534-1: 2006 的术语和定义。

3.1 被测量 measurand [JJF 1001, 4.7]

拟测量的量。

注：

- 1 对被测量的说明要求了解量的种类，以及含有该量的现象、物体或物质状态的描述，包括有关成分及化学实体。
- 2 在 VIM 第二版和 IEC 60050-300: 2001 中，被测量定义为受到测量的量。
- 3 测量包括测量系统和实施测量的条件，它可能会改变研究中的现象、物体物质，使被测量的量可能不同于定义的被测量。在这种情况下，需要进行必要的修正。

例：

- 1 用内阻不够大的电压表测量时，电池两端间的电位差会降低，开路电位差可根据电池和电压表的内阻计算得到。
- 2 钢棒在与环境温度 23 °C 平衡时的长度不同于拟测量的规定温度为 20 °C 时的长度，这种情况下必须修正。
- 3 在化学中，“分析物”或者物质或化合物的名称有时被称作“被测量”。这种用法是错误的，因为这些术语并不涉及到量。

3.2 测量结果 measurement result, result of measurement [JJF 1001, 5.1]

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。它可以概率密度函数（PDF）的方式表示。
- 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。
- 3 在传统文献和 1993 版 VIM 中，测量结果定义为赋予被测量的值，并按情况解释为平均示值、未修正的结果或已修正的结果。

3.3 测得的量值 measured quantity value [JJF 1001, 5.2]

又称量的测得值 measured value of a quantity, 简称测得值 measured value
代表测量结果的量值。

注：

- 1 对重复示值的测量，每个示值可提供相应的测得值。用这一组独立的测得值可计算出作为结

果的测得值，如平均值或中位值，通常它附有一个已减小的与其相关联的测量不确定度。

- 2 当认为代表被测量的真值范围与测量不确定度相比小得多时，量的测得值可认为是实际唯一真值的估计值，通常是通过重复测量获得的各独立测得值的平均值或中位值。
- 3 当认为代表被测量的真值范围与测量不确定度相比不太小时，被测量的测得值通常是一组真值的平均值或中位值的估计值。
- 4 在测量不确定度指南（GUM）中，对测得的量值使用的术语有“测量结果”和“被测量的值的估计”或“被测量的估计值”。

3.4 测量精密度 measurement precision [JJF 1001, 5.10]

简称精密度 precision

在规定条件下，对同一或类似被测对象重复测量所得示值或测得值间的一致程度。

注：

- 1 测量精密度通常用不精密程度以数字形式表示，如在规定测量条件下的标准偏差、方差或变差系数。
- 2 规定条件可以是重复性测量条件、期间精密度测量条件或复现性测量条件。
- 3 测量精密度用于定义测量重复性、期间测量精密度或测量复现性。
- 4 术语“测量精密度”有时用于指“测量准确度”，这是错误的。

3.5 测量重复性 measurement repeatability [JJF 1001, 5.13]

简称重复性 repeatability

在一组重复性测量条件下的测量精密度。

3.6 重复性测量条件 measurement repeatability condition of measurement [JJF 1001, 5.14]

简称重复性条件 repeatability condition

相同测量程序、相同操作者、相同测量系统、相同操作条件和相同地点，并在短时间内对同一或相类似被测对象重复测量的一组测量条件。

注：在化学中，术语“序列内精密度测量条件”有时用于指“重复性测量条件”。

3.7 测量复现性 measurement reproducibility [JJF 1001, 5.16]

简称复现性 reproducibility

在复现性测量条件下的测量精密度。

3.8 复现性测量条件 measurement reproducibility condition of measurement [JJF 1001, 5.15]

简称复现性条件 reproducibility condition

不同地点、不同操作者、不同测量系统，对同一或相类似被测对象重复测量的一组测量条件。

注：

- 1 不同的测量系统可采用不同的测量程序。
- 2 在给出复现性时应说明改变和未变的条件及实际改变到什么程度。

3.9 期间精密度测量条件 intermediate precision condition of measurement [JJF 1001, 5.11]

简称期间精密度条件 intermediate precision condition

除了相同测量程序、相同地点，以及在一个较长时间内对同一或相类似的被测对象重复测量的一组测量条件外，还可包括涉及改变的其他条件。

注：

- 1 改变可包括新的校准、测量标准器、操作者和测量系统。
- 2 对条件的说明应包括改变和未变的条件以及实际改变到什么程度。
- 3 在化学中，术语“序列间精密度测量条件”有时用于指“期间精密度测量条件”。

3.10 实验标准偏差 experimental standard deviation [JJF 1001, 5.17]

简称实验标准差 experimental standard deviation

对同一被测量进行 n 次测量，表征测量结果分散性的量。用符号 s 表示。

注：

- 1 n 次测量中某单个测得值 x_k 的实验标准偏差 $s(x_k)$ 可按贝塞尔公式计算：

$$s(x_k) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

式中：

x_i ——第 i 次测量的测得值；

$\bar{x}$ —— n 次测量所得一组测得值的算术平均值；

n ——测量次数。

- 2 n 次测量的算术平均值 $\bar{x}$ 的实验标准偏差 $s(\bar{x})$ 为：

$$s(\bar{x}) = s(x_k) / \sqrt{n}$$

3.11 测量误差 measurement error, error of measurement [JJF 1001, 5.3]

简称误差 error

测得的量值减去参考量值。

注：

- 1 测量误差的概念在以下两种情况下均可使用：
 - ①当涉及存在单个参考量值，如用测得值的测量不确定度可忽略的测量标准进行校准，或约定量值给定时，测量误差是已知的；
 - ②假设被测量使用唯一的真值或范围可忽略的一组真值表征时，测量误差是未知的。
- 2 测量误差不应与出现的错误或过失相混淆。

3.12 测量不确定度 measurement uncertainty, uncertainty of measurement [JJF 1001, 5.18]

简称不确定度 uncertainty

根据所用到的信息，表征赋予被测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量值有关的分量及定义的不确定度。有时对估计的系统影响未作修正，而是当作不确定度分量处理。
- 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。
- 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