

SHIYANSHI

实验室

实用不确定度评定

SHIYONG BUQUEDINGDU PINGDING

—— 因果图分析法

YINGUOTU FENXIFA

高良才 编著



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

实验室实用不确定度评定

——因果图分析法

高良才 编著

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

实验室实用不确定度评定——因果图分析法/高良才编著. —北京: 中国计量出版社, 2009. 1

ISBN 978 - 7 - 5026 - 2925 - 0

I. 实… II. 高… III. 测量—不确定度—基本知识 IV. TB9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 174238 号

内 容 提 要

本书概要介绍了《检测和校准实验室能力认可准则》和 CNAS 对实验室有关测量不确定度的要求及管理程序, 介绍了与测量不确定度有关的术语及定义, 以及用于重复性统计的“独立测量”的内涵和三种常用统计分布及其包含因子之比。重点介绍了实验室测量不确定度评定的步骤和思路; 采用“因果图分析法”分析影响测量不确定度的因素和来源, 获得各不确定度分量标准不确定度的渠道, 以及合成标准不确定度的三项规则及其应用技巧; 介绍了测量过程的 15 种典型单元操作, 及 10 个检测和校准领域的典型测量过程的因果图和合成标准不确定度表达式。

本书介绍的“因果图分析法”, 易学易用, 可作为检测和校准实验室技术人员, 实验室认可评审员及有关技术人员参考使用。

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>

北京市媛明印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm × 1092 mm 16 开本 印张 6.25 字数 124 千字

2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

*

印数 1—2 000 定价: 19.00 元

前 言

“真值”是指与给定的特定量的定义一致的值。“测量不确定度”是指表征合理地赋予被测量之值的分散性，与测量结果相联系的参数。按照现代误差理论，真值是一个只有通过完善的测量才能获得的值。被测量的真值是客观存在的，按其本性是不确定的，通常用约定真值表示被测量的测量结果。真值按某种分布（如正态分布、三角分布、均匀分布、反正弦分布、两点分布和梯形分布），以一定的置信概率（如95%），分布在一定的置信区间内；置信区间的半宽度就是被测量结果的不确定度。

“测量结果”是指由测量所得到的赋予被测量的值，在测量结果的完整表述中应包括测量不确定度的信息，必要时还应说明有关影响量的取值范围。

因此，《检测和校准实验室能力认可准则》（CNAS—CL01：2006）要求：校准实验室或进行自校准的检测实验室，对所有的校准和各种校准类型都应具有并应用评定测量不确定度的程序，《校准证书》应包含测量不确定度和/或符合确定的计量规范或条款的声明。检测实验室应具有并应用评定测量不确定度的程序，《检测报告》应包含评定测量不确定度的声明。当不确定度与检测结果的有效性或应用有关，或客户的指令中有要求，或当不确定度影响到对规范限度的符合性时，《检测报告》中还需要包括有关不确定度的信息。

《实验室资质认定评审准则》对测量不确定度也有类似要求的描述。

《测量不确定度评定和报告通用要求》（CNAS—CL07）规定，CNAS在认可实验室的技术能力时，必须要求校准实验室和开展自校准的检测实验室制定测量不确定度评定程序并将其用于所有类型的校准工作，必须要求检测实验室制定与检测工作特点相适应的测量不确定度评定程序，并将其用于不同类型的检测工作。同时要求实验室建立、实施和保持评定测量不确定度有效性的机制。《实验室认可申请书》要求提供典型的测量不确定度评定报告。现场评审时，要求校准实验室和自校准实验室应提供每项校准参数的测量不确定度评定程序或方法，检测实验室应提供各种检测类型典型的检测方法的测量不确定度评定程序或方法。

目前，许多实验室和技术人员对“真值”和“测量结果”涵义的理解，对《检测和校准实验室能力认可准则》和CNAS对测量不确定度要求的理解，对“测量不确定度”涵义的理解，以及对测量结果的不确定度的重要性尚存在若干模糊认识，尚未认识到对测量结果的完整表述应包含其测量不确定度，以及市场经济条件下测量结果及其测量不确定度对客户的重要性。有关测量不确定度评定论述的参考书和材料大都强调对数学表达式的偏微分、A类或B类评定和统计分布类别，使读者感到深不可测、望而却步。

本书易学易用，紧密结合CNAS和《检测和校准实验室能力认可准则》（CNAS—

CL01: 2006) 对测量不确定度的要求, 将《测量不确定度表述指南》(GUM: 1993) 中有关测量不确定度的概念、术语和定义引入具体的不确定度评定过程, 将统计技术的常用工具因果图分析法引入测量不确定度评定程序, 使不确定度分量不遗漏、不重复, 注重并强调实用, 通俗易懂。

本书强调不确定度分量值的来源和如何获得 [如利用前人研究提供的信息、相关文献提供的信息、溯源证书 (校准或检定) 提供的信息、方法确认结果提供的信息、方法协同试验结果提供的信息、有证标准物质和作为标准物质使用的纯试剂供应商提供的证书所列信息、设计新的试验研究活动获得相应的信息等], 淡化评定类别 (A 类或 B 类), 消除评定人员对如何获得不确定度分量值和识别评定类别的恐惧心理。

本书强调不确定度评定含有不是准确计算, 而是“评估”、“估算”的内涵, 分量不确定度是量化而非计算。介绍 3 种常用统计分布 (正态分布、三角分布和均匀分布), 其中包含因子之比为: 正态分布: 三角分布: 均匀分布 = 1.73 : 1.42 : 1, 正态分布: 均匀分布 = 1.73 : 1, 正态分布: 三角分布 = 1.22 : 1, 三角分布: 均匀分布 = 1.42 : 1; 即使将正态分布估计为均匀分布 (这种情况通常不会发生), 其包含因子比也仅为 1.73 : 1, 鼓励评定人员大胆假定统计分布, 消除对选择统计分布类型的恐惧心理。

本书介绍合成标准不确定度的三项规则, 采用中间变量, 将测量结果的复杂的数学表达式化解为只有代数和或代数积, 代数和用各变量的标准不确定度合成, 代数积用各变量的相对标准不确定度合成, 将含有数值系数变量的分量标准不确定度化解为数值系数乘以变量的标准不确定度, 将含有 n 次方变量的分量相对标准不确定度化解为次方数值 n 乘以变量的相对标准不确定度, 将合成不确定度计算简化为仅有平方、平方和、开方的初等数学的计算过程, 避免对数学模型的偏微分, 消除评定人员对偏微分的恐惧心理。

本书提出不确定度的组合分量和单一分量概念, 将检测或校准过程分解为若干单元操作, 评定单元操作组合分量的不确定度, 类似方法可以共享。本书给出典型单元操作和典型测量程序的因果图, 以及获得有关分量不确定度或相关信息的途径。

作者在研读《化学分析中不确定度的评定指南》、总结 1998 年某系统实验室间比对结果不确定度评定的实践经验, 整理 10 余次不确定度评定培训班授课讲稿的基础上形成本书。不妥之处敬请读者指正。

作 者

2008 年 10 月 · 北京

目 录

第一章 实验室认可对测量不确定度的要求	(1)
第一节 《认可准则》对测量不确定度的要求	(1)
第二节 CNAS 对测量不确定度的要求	(2)
第三节 检测方法的测量不确定度评定	(3)
第四节 《测量不确定度评定管理程序》概要	(4)
第五节 测量不确定度评定程序的适用性	(5)
第二章 定义和术语	(7)
第一节 有关量的定义及术语	(7)
第二节 有关测量的定义及术语	(8)
第三节 有关测量结果的定义及术语	(10)
第四节 有关测量不确定度的定义及术语	(14)
第五节 测量误差与测量不确定度比较	(19)
第三章 测量不确定度评定的一般步骤	(21)
第一节 方法要点描述(第一步)	(21)
第二节 规定被测量并给出被测量的数学表达式(第二步)	(21)
第三节 测量不确定度来源分析——因果图分析法(第三步)	(22)
第四节 测量不确定度分量的量化(第四步)	(25)
第五节 合成标准不确定度计算(第五步)	(26)
第六节 扩展不确定度计算(第六步)	(28)
第七节 报告结果的测量不确定度(第七步)	(29)
第八节 测量不确定度的应用和测量结果的符合性判定(第八步)	(30)
第九节 合成不确定度规则应用举例	(32)
第四章 测量不确定度评定因果图举例	(48)
第一节 测量过程单元操作因果图举例	(48)
第二节 检测方法因果图举例	(63)

附录1 变量相关时的方差 (86)

附录2 合成不确定度的有效自由度计算 (87)

附录3 规则二数学推导 (88)

附录4 规则三数学推导 (90)

参考文献..... (91)

第一章 实验室认可对测量不确定度的要求

第一节 《认可准则》对测量不确定度的要求

《检测和校准实验室能力认可准则》(CNAS—CL01:2006 以下简称《认可准则》)等同采用《检测和校准实验室能力的通用要求》(ISO/IEC 17025:2005)。

《认可准则》要求,①校准实验室或进行自校准的检测实验室,对所有的校准和各种校准类型都应具有并应用评定测量不确定度的程序(5.4.6.1)。《校准证书》应包含测量不确定度和/或符合确定的计量规范或条款的声明(5.10.4.1b)。②检测实验室应具有并应用评定测量不确定度的程序(5.4.6.2)。《检测报告》应包含评定测量不确定度的声明。当测量不确定度与检测结果的有效性或应用有关,或客户指令中有要求,或不确定度影响到规范限度的符合性时,《检测报告》中还需要包括有关测量不确定度的信息(5.10.3.1c)。

这里的“程序”应解读为检测或校准方法的测量不确定度评定的技术性程序;“声明”应解读为给出测量不确定度;“有关测量不确定度的信息”应解读为评定测量不确定度时应考虑的分量及其值和来源。此外,《实验室资质认定评审准则》也有类似的描述(5.8.3c)。

这就是说,校准实验室或进行自校准的检测实验室,对其用于从事校准的每项计量特性的校准方法都应建立测量不确定度评定程序,《校准证书》应给出被校准计量特性的测量不确定度,或明示该计量特性是否符合做为校准依据规范的结论。《认可准则》5.10.3c 规定《检测报告》应包括测量不确定度的情况是随机的,检测实验室对其用于从事检测活动的每项检测方法都应制订测量不确定度评定程序,以便在该条款规定的情况发生时,在《检测报告》中给出检测结果的不确定度及其有关信息。为此,检测实验室应建立、实施和保持《测量不确定度评定管理程序》,识别在用检测方法制订测量不确定度评定程序的需求,制订识别需要制订测量不确定度评定程序的编制计划并组织实施,并在一个认可周期内完成。

《认可准则》(5.4.4 注 k)要求,实验室在制订新检测或校准方法的程序中应描述“测量不确定度或评定测量不确定度的程序”;“将根据对方法的理论原理和实践经验的科学理解,对所得结果测量不确定度进行的评定”(5.4.5 注 2)作为方法确认的技术之一,足见《认可准则》对测量不确定度评定的重视程度。

第二节 CNAS 对测量不确定度的要求

《测量不确定度评定和报告通用要求》(CNAS—CL07)规定, CNAS 在认可实验室的技术能力时, 必须要求校准实验室和自校准检测实验室制定测量不确定度评定程序, 并将其用于所有类型的校准工作, 必须要求检测实验室制订与检测工作特点相适应的测量不确定度评定程序, 并将其用于不同类型的检测工作。同时要求实验室建立、实施和保持评定测量不确定度有效性的机制。

这里的“评定程序”应解读为具体的检测或校准方法的测量不确定度评定的技术性程序。“机制”可解读为有关测量不确定度评定的管理性程序, 即实验室应建立、实施和保持《测量不确定度评定管理程序》。

完善的实验室测量不确定度评定文件包括: 测量不确定度评定管理程序; 测量不确定度评定通用程序; 具体检测或校准方法的测量不确定度评定程序(建议用相对合成标准不确定度表示); 岗位操作人员使用的扩展不确定度计算指导书(合成标准不确定度等于测量结果乘以相对合成标准不确定度, 扩展不确定度等于合成标准不确定度乘以测量结果)。

CNAS 要求用于校准和自校准所建立的计量标准和校准方法均应建立测量不确定度评定程序, 提供测量不确定度评定报告, 对承担量值传递的计量标准和仪器设备, 应在其《校准证书》中报告被校准计量特性的测量不确定度。

CNAS 要求在认可实验室的技术能力时, 应要求实验室组织校准或检测系统的设计人员或熟练操作人员评定相关项目的测量不确定度, 要求具体实施校准或检测人员正确应用和报告测量不确定度。

CNAS 要求实验室在采用新的检测方法之前, 应制订相关项目的测量不确定度评定程序。检测实验室在对所采用的非标准方法、实验室制定的方法、超出预定使用范围的标准方法, 以及经过扩展和修改的标准方法进行确认时, 应包括对测量不确定度的评定。

CNAS 要求检测实验室应有能力对每一项有数值要求的测量结果进行测量不确定度评定。当不确定度与检测结果的有效性或应用有关、或在用户有要求时、或当不确定度影响到对规范限度的符合性时、或当检测方法中有规定时, 以及 CNAS 有要求时, 《检测报告》必须提供测量结果的不确定度。其中, “CNAS 有要求时”可解读为《认可准则》在相应特殊领域的“应用说明”中规定报告测量不确定度的情况。当需要做出评价和报告测量结果与规定限量的符合性判定时, 应符合《评价和报告测量结果与规定限量符合性的要求》(CNAS—CL08)的要求。

现场评审时, 要求校准实验室和自校准实验室应提供每项校准参数的测量不确定度评定程序或方法, 检测实验室应提供各种检测类型或典型的检测方法的测量不确定度评定程序或方法。

第三节 检测方法的测量不确定度评定

测量不确定度评定所需的严密程度取决于检测方法的要求和客户的要求,以及用于作出是否满足某规范(包括产品标准和技术条件)要求的判定的限值范围。

在某些情况下,因检测方法的性质决定了无法从计量学和统计学角度对测量不确定度进行有效而严密的评定,这时,实验室至少应通过对影响测量结果因素的分析,列出给定情况下的所有主要测量不确定度分量,并作出合理的评定。同时应确保包含测量不确定度的测量结果不会使用户对所报告的测量不确定度产生误解。实验室应依据对检测方法特性的理解和测量范围,利用累积的经验和方法确认的数据,合理评定检测方法的测量不确定度。

检测实验室应识别在用检测方法制订测量不确定度评定程序的需求。当测量结果用数值表示,或者结果报告的结果是建立在数值结果基础之上时,则需要评定产生这些数值结果的检测方法的不确定度。若测量结果不是用数值表示,或者不建立在数值数据基础之上时,如合格或不合格,阴性或阳性,或基于视觉或触觉以及其他定性的测量结果时,或测量结果以计数量表示(如无损检测发现5个缺陷、微生物检测发现3个菌落等)时,则不需要评定产生这类定性结果的检测方法的不确定度。如果某些以标准发布的方法或公认方法规定了测量不确定度主要来源的极限值和计算结果的表示方式时,实验室只要按照该检测方法的要求操作和报告包含测量不确定度的测量结果的说明,即被认为符合《认可准则》5.4.6.2要求。这种情况下,可以不制订这类方法的测量不确定度评定程序。如果变更了这类方法的操作程序,则应制订相应的测量不确定度评定程序。“测量不确定度主要来源的极限值”可解读为方法的实验室内标准偏差;应用时,应注意实验室内标准偏差的置信概率是否为95%。

在评定测量不确定度时,对给定情况下的所有重要测量不确定度分量,均应采用适当的方法(如因果图分析法、列表法)加以考虑。测量不确定度的来源包括:人员操作水平和熟练程度,测量设备或参考标准或标准物质及其校准的测量不确定度,易耗品和试剂对测量结果的影响,检测方法合理性和可操作性及其重复性,环境条件的影响、抽样的代表性、被检测或校准物品的性能和状态。在评定测量不确定度时,通常不考虑被检测和/或校准物品预计的长期性能,如稳定性。

为便于客户了解各实验室的能力和水平,对于一般应用,扩展不确定度应以95%的置信概率给出(检测实验室的包含因子通常为2)。在表述实验室的技术能力时,一般采用最佳测量能力,即根据日常校准或检测系统,被校准或被检测物品接近理想状态时评定的最小扩展不确定度。

第四节 《测量不确定度评定管理程序》概要

1. 识别制定检测方法测量不确定度评定程序的需求

《测量不确定度评定管理程序》应确保实验室形成检测或校准能力的参数和项目都能制订测量结果的测量不确定度评定程序，以满足《认可准则》和 CNAS—CL07 的要求。

当测量不确定度影响了对规范限度符合性判断时，或测量不确定度与测量结果的有效性或应用有关时，以及用户有要求时，《检测报告》必须提供测量结果的测量不确定度。

当检测方法以数值或以基于数值计算结果来定量表示测量结果时，则必须制订该检测方法的测量不确定度评定程序。

当检测方法规定了测量不确定度主要来源的极限值，并规定了测量不确定度的计算方式和测量结果的表示方式时，实验室应按照检测方法的规定实施检测活动，报告测量结果及其测量不确定度，在这种情况下，无需制定该检测方法的测量不确定度评定程序。如果实验室变更了操作程序，则应制订该检测方法的测量不确定度评定程序。

2. 制定检测方法测量不确定度评定程序的计划

根据《认可准则》和 CNAS—CL07 对测量不确定度的要求和对检测方法的理解决，检测方法制、修订测量不确定度评定程序的需求分析由检测方法主管提出，技术管理者组织识别检测方法评定测量不确定度程序的制定、修订需求，并由办公室负责记录在案。

办公室编制《制定、修订测量不确定度评定程序需求清单》和《年度测量不确定度评定程序制、修订计划》，技术管理者审核批准，办公室组织实施。一个认可周期的各次《年度测量不确定度评定程序制定、修订计划》应确保在本认可周期内完成《制、修订测量不确定度评定程序需求清单》所列检测方法的测量不确定度评定程序的制、修订工作。

办公室组织制定、修订《测量不确定度评定通用程序》，技术管理者审核批准，检测室主任组织实施。

检测方法主管制定、修订列入《年度测量不确定度评定制定、修订计划》其主管检测方法的测量不确定度评定程序，检测室主任审核，技术管理者批准。

按照 JJF 1059—1999《测量不确定度评定与表示》和《测量不确定度评定通用程序》规定，检测室组织制定测量不确定度评定作业指导书，确保测量结果的表达方式不会对其测量不确定度造成错觉；不同检测项目和检测对象的测量不确定度评定作业指导书，可以制定相应的测量不确定度评定程序。

3. 制定检测方法测量不确定度评定程序

检测方法主管依据对检测方法性能的理解、测量范围、过去的经验和检测方法确认的数据,识别并考虑测量不确定度的所有分量,合理评定测量不确定度。

当检测方法的性质妨碍从计量学和统计学角度对测量不确定度进行有效而严格的评定时,检测方法主管采用适当的分析方法(如因果图分析法、列表法),考虑并列出给定条件下所有重要的测量不确定度分量,作出合理的评定;同时,确保测量结果及其测量不确定度的报告和表示方式不会使用户或使用用户错误理解所给的测量不确定度。

评定测量不确定度时,检测方法主管考虑的测量不确定度来源包括(但不限于)所用的标准物质(参考物质)、检测方法、测量设备、环境条件、抽样、被检测样品的性能和状态及处置、操作人员的技术素质等因素,以及考虑检测物品的均匀性、反应效率、分析空白、基体效应、干扰影响、回收率等因素对合成不确定度的影响。

根据客户和检测方法的要求,以及满足某种规范或标准规定作出的允许范围,检测方法主管确定测量不确定度评定所需的严密程度;在评定测量不确定度时,通常不考虑被检测物品预计的长期性能。

4. 测量不确定度的应用

报告测量结果的不确定度时,其有效数字通常不超过两位。扩展不确定度有效数字首位数值小于或等于3时,测量不确定度报告两位有效数字;扩展不确定度有效数字首位数值等于或大于4时,测量不确定度报告一位有效数字。扩展不确定度数字修约时,只进不舍,以保持95%的置信概率。

范围性测量结果是指报告检测结果时,只须报告通过或不通过某某检测程序,或大于或小于某某数值,无须报告测量结果的具体数值,这类检测方法仍需制订测量不确定度评定程序。当报告范围性测量结果时,可不报告其测量不确定度,只要遵循检测方法规定的测量步骤、测量设备及其准确度、测量的环境条件和其他影响检测结果的因素,直接报告范围性检测结果;当客户和其他相关方需要查询时,实验室应能提供做为范围性检测结果判定基础的测量结果的测量不确定度。

数值性检测结果是指报告检测结果时,必须报告测量结果的具体量值(数值+测量单位);当测量不确定度与测量结果的有效性或应用有关,或客户或检验标准或规范要求有关,实验室依据测量结果作出符合性判定时,应报告95%置信概率的扩展不确定度。实验室进行的符合性判断应符合《评价和报告测量结果与规定限量符合性的要求》(CNAS—CL08:2006)。

第五节 测量不确定度评定程序的适用性

当检测方法规定的测量过程的操作程序、使用的设备和环境条件未发生变更,用

6 实验室实用不确定度评定——因果图分析法

相对合成标准不确定度表示的测量不确定度，适用于该检测方法的所有检测活动获得的测量结果，每次测量结果的扩展不确定度等于包含因子乘以测量结果乘以相对合成标准不确定度。

当检测方法规定的测量过程的操作程序、使用的设备和环境条件发生了变更，则应重新评定与变更有关的分量（与变更无关的分量采用该分量的原评定结果），并重新评定变更后的相对合成标准不确定度。

第二章 定义和术语

第一节 有关量的定义及术语

1. [可测量的] 量 (JJF 1001—1998, 3.1)

现象、物体或物质可定性区别和定量确定的属性。

术语“量”可指一般意义的量或特定量。一般意义的量如长度、时间、质量、温度、电阻、物质的量浓度等；特定量如某根棒的长度，某根导线的电阻，某份酒样中乙醇的浓度等。

可相互比较并按大小排序的量称为同种量。若干同种量合在一起称之为同类量，如功、热、能；厚度、周长、波长。

“量”包括定性描述的量 and 定量描述的量。定性描述的量如冲击试验中被试验物品是否被破坏、无损检测是否发现被测量物品的缺陷、某尿样兴奋剂检验是阴性还是阳性等；定量描述的量包括以量值描述的和以计数描述的量。以量值描述的量包括数值和测量单位，如 1.50 kg、200.3 mV、9.8 ms、35.5 ℃ 等；以计数描述的量包括数字、量字和名称，如 3 个项目、8 项合同、2 个缺陷、5 个菌落、10 架飞机等。

以定性描述的和以计数描述的量是非连续量，不需要评定测量不确定度；以量值描述的量是连续量，应评定测量不确定度。

2. [测量]/[计量] 单位 (JJF 1001—1998, 3.7)

为定量表示同种量的大小而约定地定义和采用的特定量。

测量单位具有约定地赋予的名称和符号。国际单位制 (SI) 规定了国际单位制单位的名称和符号，GB 3100 ~ 3102—1993 《量和单位》规定了国家法定计量单位的名称和符号，如 m、kg、s、A、K、mol、cd 分别是国际单位制基本单位和国家法定计量单位米、千克、秒、安 [培]、开 [尔文]、摩 [尔] 和坎 [德拉] 的符号。

3. 量值 (JJF 1001—1998, 3.18)

一般由一个数乘以测量单位所表示的特定量的大小。

量值用于表示某特定量的大小或测量结果，如某根棒的长度为 534 cm 或 5.34 m、某活动延续的时间为 10.2 s、某物质的质量为 15.6 kg、某容器内部某点的温度为 36.5 °C、某根导线的电阻为 10.0 kΩ、某份酒样中乙醇的浓度（体积分数）为 40%。

4. [量的] 数值 (JJF 1001—1998, 3.21)

在量值表示中与单位相乘的数。

如某根棒的长度 534 cm 或 5.34 m 中的 534 或 5.34、某活动延续的时间 10.2 s 中的 10.2、某物质的质量 15.6 kg 中的 15.6、某容器内部某点的温度 36.5 °C 中的 36.5、某根导线的电阻 10.0 kΩ 中的 10.0、某份酒样中乙醇的浓度（体积分数）40% 中的 40。

因此，表示某特定量的大小或测量结果时，没有单位的数值是没有意义的。

5. [量的] 真值 (JJF 1001—1998, 3.19)

与给定的特定量的定义一致的值。

与“特定量的定义一致”应理解为只有通过完善的无限多次的测量才能达到的境界；因此，“真值”是一个通过完善的无限多次的测量才能获得的值。实际上，进行的测量仅是有限多次。因此，“真值”按其本性是不确定的。

6. [量的] 约定真值 (JJF 1001—1998, 3.20)

对于给定目的具有适当不确定度的，赋予特定量的值，有时该值是约定采用的。

“约定真值”有时称为指定值、最佳估计值、约定值或参考值。常用某量的多次测量结果来确定约定真值。最常用的约定真值包括观测列（测量列）的算术平均值、中位值、众数等。

在给定地点，由参考标准复现而赋予该量的值可作为约定真值。常数委员会 (CODATA) 1986 年推荐的阿伏加德罗常数值是该值的约定真值。

第二节 有关测量的定义及术语

1. 测量 (JJF 1001—1998, 4.1)

以确定量值为目的的一组操作。

测量程序规定测量的一组操作。操作可以是手动或自动进行的。

2. 测量原理 (JJF 1001—1998, 4.4)

测量的科学基础。

如应用于温度测量的热电效应、电位差测量的约瑟夫森效应、速度测量的多普勒效应、分子振动波数测量的喇曼效应等。

3. 测量方法 (JJF 1001—1998, 4.5)

进行测量时所用的,按类别叙述的一组操作逻辑次序。

测量方法可按不同方式分类,如替代法、微差法、零位法、比较法。测量方法通常仅是测量程序中获得测量结果的那部分操作。如某物品中钾、钠的测定—原子吸收分光光度法,测量方法不包括对被检测物品的前处理操作,仅包括对被检测物品前处理获得样品溶液的原子吸收分光光度法测定操作。

4. 测量程序 (JJF 1001—1998, 4.6)

进行特定测量时所用的,根据给定的测量方法具体叙述的一组操作。

“程序”是指为进行某项活动或过程所规定的途径 (ISO 9000:2000, 3.4.5); “程序文件”是指含有程序的文件 (ISO 9000:2000, 3.4.5 注2)。

测量程序是指包含根据给定的测量方法具体叙述的一组操作的文件,并且叙述足够详细,以使操作者在进行测量时不再需要补充其他资料。标准方法属于测量程序。按照测量程序进行操作,可获得测量结果。因此,测量不确定度仅仅是对测量程序获得的测量结果而言的。

5. 被测量 (JJF 1001—1998, 4.7)

作为测量对象的特定量。

对被测量的详细描述,可要求包括对其他有关量(如时间、温度和压力)作出说明。

化学分析中,许多情况下,被测量是某被分析物的浓度,如质量分数、体积分数、摩尔分数、质量体积浓度、物质的量浓度等;某些情况下,被测量是物理化学量,如颜色、黏度、密度、pH等。

6. 影响量 (JJF 1001—1998, 4.8)

不是被测量但对测量结果有影响的量。

影响量的例子有:测量长度时千分尺的温度,测量交流电位差幅值中的频率,测量人体血液样品中血红蛋白浓度时的胆红素的浓度。

第三节 有关测量结果的定义及术语

1. 测量结果 (JJF 1001—1998, 5.1)

由测量所得到的赋予被测量的值。

给出“测量结果”时,应说明它是测量设备的示值、未修正测量结果或已修正测量结果,还应表明它是否为几个值的平均值。

示值是指测量仪器所给出的量的值。这里,“量”可以是被测量、测量信号、或用于计算被测量之值的其他量。由测量仪器显示器读出的值称为直接示值,将其乘以仪器常数即为示值。仪器常数是给出被测量的指示值或用于计算被测量的指示值,必须与测量仪器直接示值相乘的系数。多量程测量仪器有几个仪器常数。对于实物量具,示值就是其所标示的值。

未修正测量结果是指未进行系统偏差修正前的测量结果。

已修正测量结果是指已进行系统偏差修正后的测量结果。

根据现代误差理论,在测量结果的完整表述中应包括测量不确定度的信息。必要时还应说明有关影响量的取值范围。

2. 测量准确度 (JJF 1001—1998, 5.5)

测量结果与被测量的真值之间的一致程度。

“真值”按其本性是不确定的。因此,“准确度”是一个定性概念,不能定量表示。常用的“准确度等级”是约定的准确度。

准确度反映测量结果可能存在的系统偏差。精密度反映测量结果的分散性。因此,不要用“精密度”代替“准确度”。

3. 测量精密度 (CNAS—GL06, 附录 B, B.2)

在规定条件所获得的独立测量结果之间的一致程度。

精密度只取决于被测量的随机误差的分布,而与真值或规定值无关。

精密度的度量通常用测量结果的标准偏差表示。大的标准偏差反映了小的精密度。

“独立测量结果”意味着所获得的测量结果不受以前任何同样或类似物体的测量结果影响。对破坏性测量而言,“独立测量”应理解为每次测量从获得被测量物品开始,如化学成分量的“独立测量”,应理解为每次测量从称量被测量物品质量开始;对非破坏性测量而言,“独立测量”应理解为每次测量从放置或安装被测量物品开始。