

中国国家标准汇编

225

GB 16509~16556

(1996 年制定)

中国标准出版社

1997

图书在版编目 (CIP) 数据

中国国家标准汇编 225: GB 16509~16556 中国标准
出版社总编室编. —北京: 中国标准出版社, 1997. 11
ISBN 7-5066-1558-4

I. 中… II. 中… III. 国家标准-中国-汇编 IV. T-652
.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 27022 号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

电 话: 68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 46 $\frac{1}{2}$ 字数 1 470 千字

1998 年 2 月第一版 1998 年 2 月第一次印刷

*

印数 1—3 000 定价 120.00 元

*

标 目 327—02

ISBN 7-5066-1558-4



9 787506 615587 >

出版说明

1. 《中国国家标准汇编》是一部大型综合性国家标准全集。自 1983 年起,按国家标准顺序号以精装本、平装本两种装帧形式陆续分册汇编出版。本《汇编》在一定程度上反映了我国建国以来标准化事业发展的基本情况和主要成就,是各级标准化管理机构,工矿企事业单位,农林牧副渔系统,科研、设计、教学等部门必不可少的工具书。

2. 本《汇编》收入我国正式发布的全部国家标准。各分册中如有顺序号缺号的,除特殊情况注明外,均为作废标准号或空号。

3. 由于本《汇编》的出版时间与新国家标准的发布时间已达到基本同步,我社将在每年出版前一年发布的新制定的国家标准,便于读者及时使用。出版的形式不变,分册号继续顺延。

4. 由于标准不断修订,修订信息不能在本《汇编》中得到充分和及时的反映,根据多年来读者的要求,自 1995 年起,在本《汇编》汇集出版前一年发布的新制定的国家标准的同时,新增出版前一年发布的被修订的标准的汇编版本,视篇幅分设若干分册。这些修订标准汇编的正书名、版本形式与《中国国家标准汇编》相同,但不占总的分册号,仅在封面和书脊上注明“19××年修订-1,-2,-3,…”字样,作为本《汇编》的补充。读者配套购买则可收齐前一年制定和修订的全部国家标准。

5. 由于读者需求的变化,自第 201 分册起,仅出版精装本。

本分册为第 225 分册,收入国家标准 GB 16509~16556 的最新版本。

中国标准出版社

1997 年 12 月

目 录

GB/T 16509—1996	辐射加工剂量测量不确定度评估导则	(1)
GB/T 16510—1996	辐射加工剂量学校准实验室的能力要求	(29)
GB/T 16511—1996	电气和电子测量设备随机文件	(40)
GB/T 16512—1996	抑制射频干扰固定电感器 第 1 部分 总规范	(51)
GB/T 16513—1996	抑制射频干扰固定电感器 第 2 部分 分规范 试验方法和一般要求的选 择	(66)
GB/T 16514—1996	电子设备用机电开关 第 5 部分:按钮开关分规范	(80)
GB/T 16515—1996	电子设备用电位器 第 5 部分:分规范 单圈旋转式低功率线绕和非线绕 电位器	(94)
GB/T 16516—1996	石英晶体元件 电子元器件质量评定体系规范 第 2 部分:分规范 能力 批准	(117)
GB/T 16517—1996	石英晶体元件 电子元器件质量评定体系规范 第 3 部分:分规范 鉴定 批准	(138)
GB/T 16518—1996	电子琴音乐性能评价规范	(149)
GB/T 16519—1996	VHS 录像机磁头鼓组件通用技术条件	(161)
GB/T 16520—1996	消息处理 电子数据交换消息处理业务	(175)
GB/T 16521—1996	提供数据传输业务的分组交换公用数据网(PSPDN)和电路交换公用数据 网(CSPDN)之间互通的一般配置	(216)
GB/T 16522—1996	分组交换公用数据网(PSPDN)之间互通的一般配置	(222)
GB/T 16523—1996	圆形石英玻璃光掩模基板规范	(225)
GB/T 16524—1996	光掩模对准标记规范	(233)
GB/T 16525—1996	塑料有引线片式载体封装引线框架规范	(237)
GB/T 16526—1996	封装引线间电容和引线负载电容测试方法	(243)
GB/T 16527—1996	硬面感光板中光致抗蚀剂和电子束抗蚀剂规范	(246)
GB/T 16528—1996	压敏电阻器用氧化锌陶瓷材料	(252)
GB/T 16529—1996	光纤光缆接头 第 1 部分:总规范 构件和配件	(257)
GB/T 16530—1996	单模纤维光学器件回波损耗偏振依赖性测量方法	(331)
GB/T 16531—1996	射频同轴电缆组件 第 3 部分 半柔软同轴电缆组件分规范	(337)
GB/T 16532—1996	通信设备清晰度 DRT 法评价用语音材料库	(345)
GB/T 16533—1996	多孔陶瓷产品通用技术条件	(439)
GB/T 16534—1996	工程陶瓷维氏硬度试验方法	(445)
GB/T 16535—1996	工程陶瓷线热膨胀系数试验方法	(448)
GB/T 16536—1996	工程陶瓷抗振性试验方法	(450)
GB/T 16537—1996	陶瓷熔块釉化学分析方法	(452)
GB/T 16538—1996	声学 声压法测定噪声源声功率级 使用标准声源简易法	(467)
GB/T 16539—1996	声学 振速法测定噪声源声功率级 用于封闭机器的测量	(483)

GB/T 16540—1996	声学 在 0.5~15MHz 频率范围内的超声场特性及其测量	水听器法	(497)
GB 16541—1996	竖井罐笼提升信号系统安全技术要求		(528)
GB 16542—1996	罐笼安全技术要求		(534)
GB 16543—1996	高炉喷吹烟煤系统防爆安全规程		(544)
GB/T 16544—1996	球形储罐 γ 射线全景曝光照相方法		(551)
GB/T 16545—1996	金属和合金的腐蚀 腐蚀试样上腐蚀产物的清除		(557)
GB/T 16546—1996	定形耐火制品包装、标志、运输和储存		(567)
GB/T 16547—1996	工业窑炉用测温锥		(572)
GB 16548—1996	畜禽病害肉尸及其产品无害化处理规程		(576)
GB 16549—1996	畜禽产地检疫规范		(579)
GB 16550—1996	新城疫检疫技术规范		(581)
GB 16551—1996	猪瘟检疫技术规范		(586)
GB/T 16552—1996	珠宝玉石 名称		(591)
GB/T 16553—1996	珠宝玉石 鉴定		(605)
GB/T 16554—1996	钻石分级		(680)
GB/T 16555.1—1996	碳化硅耐火材料化学分析方法	吸收重量法测定碳化硅量	(692)
GB/T 16555.2—1996	碳化硅耐火材料化学分析方法	气体容量法测定碳化硅量	(698)
GB/T 16555.3—1996	碳化硅耐火材料化学分析方法	气体容量法测定游离硅量	(704)
GB/T 16555.4—1996	碳化硅耐火材料化学分析方法	EDTA 容量法测定三氧化二铝量	(710)
GB/T 16555.5—1996	碳化硅耐火材料化学分析方法	邻二氮杂菲光度法测定三氧化二铁量	(716)
GB/T 16555.6—1996	碳化硅耐火材料化学分析方法	测定二氧化硅量	(722)
GB 16556—1996	自给式空气呼吸器		(728)

前 言

本标准在技术内容上非等效采用了美国材料与试验协会标准 ASTM E1707-95《辐射加工剂量测量不确定度评估与应用导则》，该 ASTM 标准的第三、五、六章主要参考了国际标准化组织(ISO)的第四技术顾问组(ISO/TAG4)审议通过的指导性文章《测量不确定度表达指南》(1992)。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准的附录 B 是提示的附录。

本标准由国家技术监督局提出。

本标准由中国计量科学研究院技术归口并负责起草。

本标准主要起草人：李承华、刘智绵。

中华人民共和国国家标准

辐射加工剂量测量不确定度评估导则

GB/T 16509—1996

Standard guide for estimating uncertainties in
dosimetry for radiation processing

1 范围

本标准提出了在 γ 射线、 x 射线(韧致辐射)和电子束辐照装置剂量测量中误差的来源,规定了测量结果不确定度的评估程序。定义及阐述了真值、量值、误差和不确定度的测量和评估的基本概念。阐述了不确定度的分量及评估这些分量的方法。本导则还例举了这些分量对吸收剂量报告值的标准不确定度的贡献,并评估了合成不确定度和扩展不确定度。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 15446—1995 辐射加工剂量学术语

JJG 1001—91 通用计量名词及定义

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 (可测的)量

现象、物体或物质的可以定性区别和定量测定的属性。

注:本导则感兴趣的特定量为吸收剂量。

3.2 (量)值

一般由一个数乘计量单位所表示的特定量的大小。

注

1 量值可以是正值、负值或零值。

2 量值可以用一种以上的方式表示。

3 对于无量纲量,实际上单位为1。

4 对于不能用一个数乘以计量单位来表示的量,可以参照约定的参考标尺或测量程序,或两者皆参照的方式表示。

3.3 (量的)真值

与给定的特定量的定义一致的量值。

注

1 真值是一个理想的概念,不可能确切获知。本导则中把“被测量的真值”视为“被测量的值”。

2 通常真值是由完善的测量可得到的被测量的值。

3.4 (量的)约定真值

表述某个特定量,有时用约定所取的值来替代真值的量值,就给定目的而言,该值具有合适的不确定度。

注

1 该值有时称为指定值、最佳估计值、约定值或标准值。

2 在实际测量中,通常利用被测量的实际值、已修正过的算术平均值、计量标准器所复现的量值作为约定真值。

3.5 测量

以确定量值为目的的一组操作。

3.6 测量原理

测量的科学基础。

3.7 测量方法

在实施测量中所运用的和按类别描述的一组操作的逻辑次序。

注:测量方法可按其不同途径划分,如:

——替代法;

——微差法;

——零位法。

3.8 测量程序

根据给定的测量方法,在实施特定的测量中所运用具体叙述的一组操作。

3.9 被测量

受测量的特定量。

注:被测量的规范可要求对其他量的说明,如时间、湿度或温度。例如 25℃水中吸收剂量。

3.10 影响量

不是被测量但对测量结果有影响的量。

注:此量被理解为与测量结果相依赖的有关参考标准、参考材料与参考数据,以及如短期仪器涨落现象和温度、时间与湿度等参数。

3.11 测量结果

通过测量得到的赋予被测量的值。

注

1 当给出测量结果时,应说明它所指的是:

——示值;

——未修正的结果;

——已修正的结果;

——还是指几个值的平均。

2 对测量结果的完整说明应包括测量不确定度。

3.12 未修正结果

系统误差修正之前的测量结果。

3.13 已修正结果

系统误差修正后所得的测量结果。

3.14 测量准确度

测量结果与被测量真值之间的一致程度。

3.15 (测量结果的)重复性

在重复性条件下,对同一被测量进行多次连续测量,所得结果之间的一致性。

注

1 重复性条件包括:

——相同的测量程序;

——相同的观测者;

——在相同条件下使用同一测量仪器;

——相同地点;

——在短时间内重复测量。

2 重复性可以用测量结果的分散特性来表示。

3.16 (测量结果的)复现性

在测量条件变化下,同一被测量结果之间的一致性。

注

1 有效的复现性说明应列出变化条件的规范。

2 变化条件包括:

测量原理;

测量方法;

观测者;

测量仪器;

计量标准;

地点;

使用条件;

时间。

3 复现性可用测量结果的分散性定量地表示。

4 测量结果在这里通常理解为已修正结果。

3.17 测量不确定度

与测量结果相关联的参数,表征合理地赋予被测量值的分散性。

注

1 该参数可以为标准偏差(或其倍数),或者是置信区间的半宽度。

2 测量不确定度一般有许多分量。其中有些分量可根据一系列测量结果的统计分布估算,并用实验标准偏差表征;也可用实验标准偏差表征其他一些基于经验或其他信息、根据假设的概率分布计算出的分量。

3 应把测量结果理解为被测量值的最佳估计,全部不确定度分量,包括那些来自系统影响,如与修正值,参考计量标准有关联的分量,对分散性均有贡献。

3.18 标准不确定度

用标准偏差表示测量结果的不确定度。

3.19 (标准不确定度的)A类评定法

对一系列观测值进行统计分析以计算标准不确定度的方法。

3.20 (标准不确定度的)B类评定法

不同于对一系列观测值进行统计分析以计算标准不确定度的方法。

3.21 方和根法

取各不相干的单项不确定度分量的方和根(平方和开方)估算合成不确定度的方法。

3.22 合成标准不确定度

根据其他一些量的值求出测量结果的标准不确定度,等于各项之和的正平方根,每个项均为根据测量结果如何随着上述量变化而加权的其他量的方差或协方差。

3.23 置信区间

包含给定概率参数平均值的区间。

3.24 置信水平

置信区间内包含参数值的概率。

3.25 覆盖因子 k

为获得扩展不确定度,作为合成标准不确定度乘数的数字因子,亦称置信因子。

注:通常覆盖因子 k 在 2~3 之间。

3.26 扩展不确定度

对被测量有相当影响的值落在具有较高置信水平的测量结果的区间内,这种不确定度的量度称为

扩展不确定度,亦称总不确定度。

3.27 测量误差

测量结果与被测量真值之差。

注:由于真值不能确定,本导则采用约定真值,测量结果可以用绝对误差表示,也可以用相对误差表示。此量有时称为绝对测量误差。

3.28 相对(测量)误差

测量误差与被测量的真值之比。

注:由于真值不能确定,实际上常用约定真值。

3.29 偏差

某值与其标准值之差。

3.30 随机误差

测量结果与同一被测量大量重复测量的平均值之差。

3.31 系统误差

大量重复测量同一被测量的平均值与被测量真值之差。

3.32 修正值

以代数法相加于未修正测量结果,以补偿系统误差的值。

注

1 修正值等于系统误差的负值。

2 有些系统误差可以估计出来,并加适当的修正值予以补偿。然而由于系统误差不能完全知道,因此这种补偿不可能完全。

3.33 修正因子

用它与未修正测量结果相乘,以补偿系统误差的数值因子。

注:由于不能准确知道系统误差,故不能完全补偿。

3.34 样本平均值

所有观测的样本值的总和除以样本数表示群体平均值的量度,可由下式表示:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$$

式中: x_i —— 第 i 个样本值;

n —— 样本数。

3.35 样本方差(亦称实验方差)

该量为观测值与其平均值的偏差平方之和,再除以观测数减1。如 n 次观测 $x_1, x_2, \dots, x_n$, 平均值

$\bar{X} = (1/n) \sum_{i=1}^n x_i$, 则样本方差 S_{n-1}^2 为:

$$S_{n-1}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2$$

3.36 样本标准偏差(亦称实验标准偏差)

S_{n-1} 是样本方差的正平方根,表示样本分散性的量度,称为样本标准偏差:

$$S_{n-1} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}$$

注

1 当将几个值视作分布取样时, $\bar{X}$ 为平均值的无偏估计, S_{n-1}^2 为该分布的方差的无偏估计。

2 $S_{n-1} / \sqrt{n}$ 为 $\bar{X}$ 分布的样本标准偏差的估计,称为平均值的实验标准偏差。

3.37 变异系数 CV

以样本平均值百分数表示的样本标准偏差。

$$CV = \frac{S_{n-1}}{\bar{X}} \times 100\%$$

3.38 响应函数

剂量计响应与吸收剂量之间的数学关系式。

3.39 校准曲线

对一给定的剂量测量系统,剂量计响应与吸收剂量之间的曲线图或数学表达式。

3.40 部分术语的定义参阅 JJG 1001—91 通用计量名词及定义和 GB/T 15446—1995。

4 意义与用途

4.1 γ 射线、 x 射线(韧致辐射)与电子束辐照装置通常辐照多种产品,如食品、医药、药材、医疗卫生用品及轻化工产品,辐照产品时的加工运行参数必需严格控制,以保证这些产品按规范加工。正确的剂量测量是辐射加工控制的基础,为了得到准确可靠的吸收剂量,并进行有效的使用,必须估算与测量相关的扩展不确定度。

5 基本概念

5.1 测量

5.1.1 测量的目的是确定所测量的特定量的值。因此,测量从说明被测量,测量方法及测量程序开始。

5.1.2 通常测量结果仅表示被测量的近似值或估计值,故只有附上该估计值的不确定度才是完整的。

5.1.3 实际上,被测量的说明与定义取决于所要求的测量准确度。相对于所要求的准确度来说,被测量的定义应十分正确,它的值才是唯一的。

注:被测量的不完全定义可能产生较大的不确定度分量,在计算测量结果不确定度时必须计入其中。应当尽可能正确详细地定义被测量,使来自定义不完全产生的不确定度与要求的测量准确度相比可以忽略,必须认识到这种情况不总是现实的。

5.1.4 多数情况下,根据重复观测确定测量结果。重复观测中的变化通常是由于未能将影响测量结果的每个影响量控制不变所致。

5.1.5 将一组重复观测值转变为测量结果的测量程序数学模型是非常重要的,这是因为除了观测值外,还包括不确切知道的各种影响量。由于缺少这种知识,导致产生了测量结果的不确定度以及重复观测值的变化与数学模型本身有关的不确定度。

5.2 误差、影响与修正

5.2.1 一般来说,测量方法的缺陷会导致测量结果出现误差。误差是一种理想化的概念,不能确切知道。习惯上,把误差视为由两类分量组成:即随机分量和系统分量。

5.2.2 随机误差是由于未预料到的变化或影响量随时间和空间改变而产生的。这种影响(简称随机影响)导致被测量重复观测值的变化。测量结果的随机误差不能借助修正进行补偿,但可通过增加观测次数而减小,其期望值为零。

注:一系列观测值的算术平均实验标准偏差并非平均的随机误差,尽管某些关于不确定度的出版物中这样提及。相反,它是由于随机影响而产生的平均值不确定度的量度。本导则谨慎考虑了“误差”和“不确定度”两个术语间的差别。它们不是同义语,而是代表两个完全不同的概念,不应将它们混淆或误用。

5.2.3 系统误差来自于能识别的影响量对测量结果的影响(简称系统影响),这种影响可定量表示。如随机误差一样,系统误差也不能消除,但通常可以减小。如果该数值与要求的测量准确度相比较,可使用估计的修正值或修正因子。修正后,系统影响引起的期望值或误差的期望值为零。

注:在测量结果中,用于补偿系统影响的估计修正值的不确定度不是通常称为偏移的系统误差,相反是对由于不完全了解修正值而造成的测量结果不确定度的量度。通常不可能确切掌握由于系统影响的补偿不理想而产生的误差。

5.2.4 尽可能对测量结果中所有可识别的明显的系统影响作修正。

注：通常利用计量标准调整或检定测量仪器与系统，以减小系统影响，但仍应考虑与这些标准相关的不确定度。

5.3 不确定度

5.3.1 测量结果的不确定度说明对被测量的值缺乏确切的了解。在对已识别的系统影响修正后，测量结果仍是一个被测量的估计值，根源就是随机影响和对系统影响结果的不完善修正所带来的不确定度。

注：即使测量结果(修正后)仍有较大的不确定度，也可能无意识地非常接近被测量值(因此有一个可忽略不计的误差)。所以，这种不确定度不应解释为表示残存的未知误差。

5.3.2 实际上，在测量中有许多可能的不确定度来源，例如：

5.3.2.1 被测量的不完整的定义；

5.3.2.2 被测量定义复现的不理想；

5.3.2.3 取样——被测样品不能代表定义的被测量；

5.3.2.4 没有充分了解环境条件对测量过程的影响，或环境条件测量不完善；

5.3.2.5 仪器读数时的人为偏差；

5.3.2.6 仪器分辨率或鉴别阈值；

5.3.2.7 赋予计量标准的值；

5.3.2.8 根据外部来源获得并在数据简化算法中使用的常数及其他参数值；

5.3.2.9 测量方法和测量过程中引入的近似值及假设；

5.3.2.10 在表观相同条件下被测量重复观测值中的变化。

这些不确定度来源之间未必互不相关，有些对 5.3.2.10 项就有影响。当然，在计算测量结果的不确定度时，不会考虑到未被认识到的系统影响，但这种影响会导致误差的出现。

5.3.3 根据不确定度的评定方法，将不确定度分量分为“A”和“B”两类。这两类均适用于不确定度，但并非“随机”和“系统”的代用字。正象表征随机影响的不确定度那样，用 A 类和 B 类评定法均可得到已知系统影响修正值的不确定度。

5.3.4 将不确定度分为 A 类和 B 类的目的在于说明评定不确定度分量的两种不同途径。此举仅仅是便于研究而已，并非表明两种评定方法得到的分量在本质上存在差异。两种评定方法均基于概率分布，用任何一种方法得到的不确定度分量都可用标准偏差或方差定量。

5.3.5 表征用 A 类方法得到的不确定度分量的总体方差 u^2 是根据一系列重复观测值计算出的，其最佳估计为常用的样本方差 S^2 。总体标准偏差 u (u^2 的正平方根)由 S 估计得到，为方便起见，有时也称为 A 类标准不确定度。对于用 B 类评定方法获得的不确定度分量，可用已有的知识估计总体方差 u^2 ，总体标准偏差 u 有时被称为 B 类标准不确定度。

因此，根据观测得到的频率分布导出的概率密度函数可以求得 A 类标准不确定度，而 B 类标准不确定度则是根据以对事件即将发生的相信程度为依据的假设概率密度函数求出的。这两种方法为概率论的等效说明。

注：不确定度分量的 B 类计算方法通常以一组比较可靠的信息为基础。

5.3.6 测量结果的合计的不确定度称为合成标准不确定度，表示为 u_c ，它是用不确定度传播定律估算出的标准偏差估计值，等于对所有方差与协方差分量求和后得到的总方差的正平方根。

5.3.7 为满足工业、商业以及卫生和安全领域的要求，用合成标准不确定度 u_c 乘以覆盖因子 k 得到扩展不确定度 u ，其用途是提供测量结果的一个区间，期望被测量以较高的置信水平落在此区间内。根据所需的置信水平选择因子 k ，通常在 2~3 范围内。

注：覆盖因子 k 应标注出来，以便重新找到测得量值的标准不确定度，用于计算可能与该量值有关的其他测量结果的合成标准不确定度。

5.4 实际考虑

5.4.1 通过改变所有与测量结果有关的参数，用统计方法便可计算出不确定度。然而，由于时间与资源有限，实际上这种可能性很小，通常用测量过程的数学模型和不确定度的传播定律计算不确定度。故本

导则的寓意即假设可用数学方法将测量过程模拟到所要求的测量准确度水平上。

5.4.2 由于数学模型可能不完整,全部参数应在最大切实可行范围内变化,使不确定度的计算尽可能多地依赖于观测的数据。无论何时,只要有可能,就应使用基于长期数据建立的测量过程经验模型及能够说明测量过程是否处于统计学控制之下的核查标准和控制图表,力争获得可靠的不确定度估计值。设计良好的试验将会大大促进这种工作,并成为测量技术的重要组成部分。

5.4.3 为了判断测量系统是否正常运转,经常将试验观测到的输出值变化率与表征其组成部分的适当的不确定度分量合成预测的变化率相比较。当计算试验观测输出值分布的预测标准偏差时,只需考虑可能对观测值的变化率有影响的那些分量(无论是用 A 类还是 B 类方法计算而得的)。

注:收集对变化率有影响的分量及那些还未分成单独的并贴有适当标记的两组分量将有利于这种分析。

5.4.4 有时系统影响修正值不确定度无需计入测量结果不确定度的计算之中。尽管已计算出不确定度,但如果它对测量结果的合成标准不确定度影响甚微,则可以忽略。如果修正值本身相对于合成标准不确定度不显著,则也可忽略。

5.4.5 在一套测量结果中明显的超差可能是数据中固有的随机变化率的极端值,这些值应当保留并像处理其他测量值那样的方法处理。超差测量还可能是实验程序的粗大偏差造成的,或是数据分析或记录过程中疏忽而引入较大的未知误差。超差一般通过复查数据识别,无论其是否被逐出,都应进一步研究确定其可能的产生原因。

5.5 概念的图示

5.5.1 图 1 描绘了本章阐述的一些概念,它说明为什么本导则的焦点是不确定度而不是误差。测量结果的准确误差一般是未知的和不可知的。人们力所能及的就是根据用重复观测取样得到的未知概率分布或根据提供的信息的主观分布或先验分布,估计输入量值,包括对已认识的系统影响的修正及其标准不确定度(估计的标准偏差),再根据输入量的估计值计算测量结果,根据估计值的标准不确定度计算该结果的合成标准不确定度。只有当具有可靠的根据确信所有这一切都作得准确无误,没有忽略任何明显的系统影响时,才能认为测量结果即为被测量值的可靠估计值,其合成标准不确定度即为其可能误差的可靠量度。

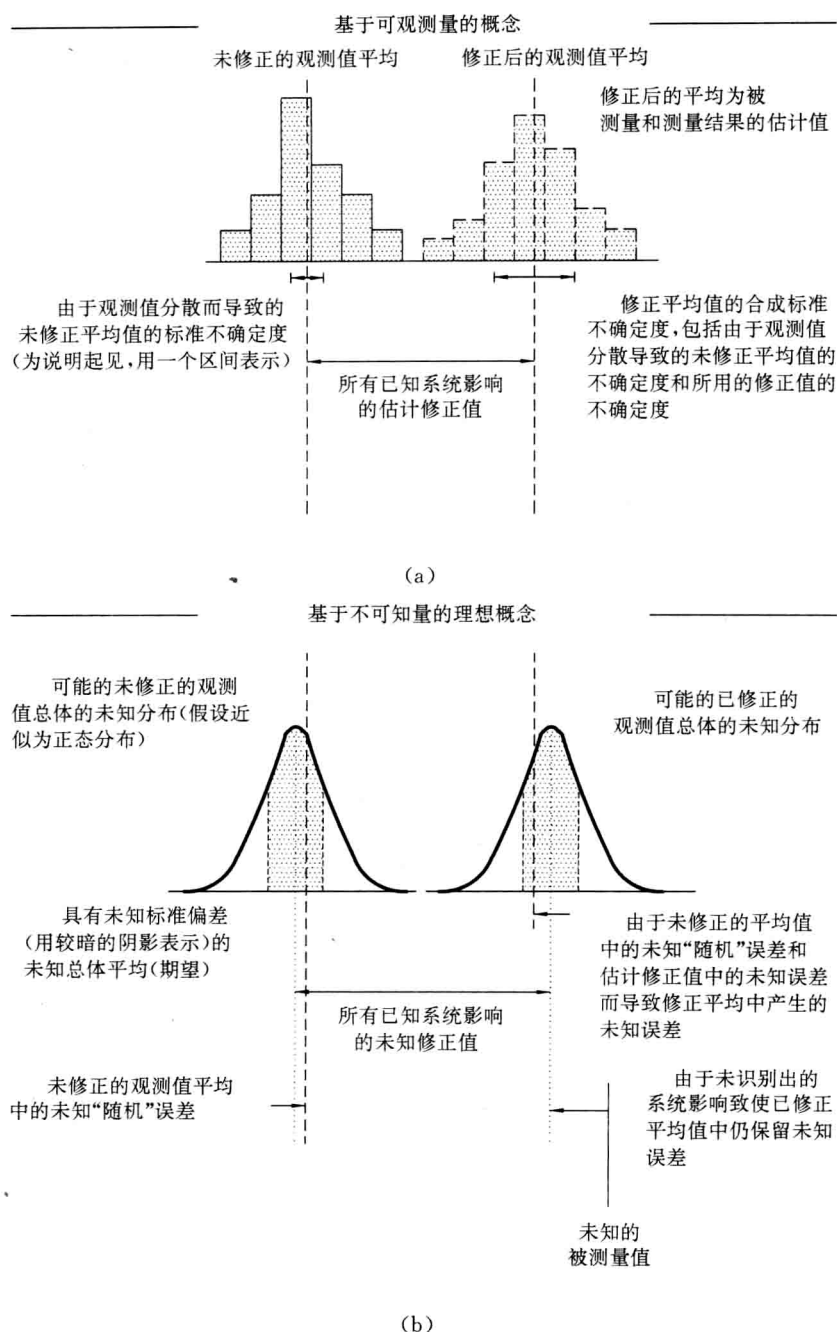


图1 量值、误差及不确定度的图示说明

6 标准不确定度的估算

6.1 测量程序

6.1.1 被测量 Y (如吸收剂量) 通常不能直接测量, 通过函数关系式 $f(X)$

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N)$$

使 Y 与 N 个其他可测量的 $X_1, X_2, \dots, X_N$ 建立了联系。输入量 $X_1, X_2, \dots, X_N$ 可分为以下两种:

——其值和不确定度可在现行的测量过程中直接确定的量。例如, 这些值和不确定度可根据单次观测、重复观测或根据经验进行调整来得到, 其中可能包括测量仪器读数的修正值及诸如环境温度、湿度和光照等影响量的修正值。也可能包括不同于实际辐照条件 (如不同的剂量率、温度等) 下对常规剂量计响应的校准。

——其值和不确定度由外部原因带入测量过程的量,如那些由于使用标准剂量计,以及它们的不确定度,和其他参考数据等。

6.1.2 A类不确定度分量是由于校准时照射条件的不可重现性,及在工业辐照装置的剂量测量的不可重现性产生的。这些A类标准不确定度分量在第7章讨论。这些分量可以采用在相同条件下重复测量来进行估算。

6.1.3 B类不确定度分量不能用重复观测的方法得到,它可以利用有关输入量 x_i 可能变化的全部信息进行估算。合并的信息包括以前的测量数据,已发表的剂量测量系统的性能,以及标准剂量计指定的不确定度。这些B类标准不确定度分量的来源在第7章阐述。

6.2 标准不确定度的A类估算法

6.2.1 随机变化量的期望值的最佳估计由在重复条件下 n 次独立测量得到观测值求算术平均值 $\bar{x}$ 得到。这些观测值的样本实验标准偏差 S_{n-1} 由观测值的变异或对平均值的离散表征。例如在工业辐照装置中放在密度、辐射吸收特性与几何条件相同的产品内同一位置进行辐照,同样的标称剂量和环境条件下剂量的重复测量值可用来估算剂量测量系统的随机不确定度分量。样本标准偏差 S_{n-1} 被称为A类标准不确定度 U_A 。

6.2.1.1 不确定度的随机分量可由产生A类不确定度的独立来源估算。当总随机误差太大而难以接受时,应对不确定度的主要来源进行鉴别。

6.2.1.2 A类的单个分量可以采用控制所有其他不确定度分量下进行重复测量的实验程序来鉴别。例如同一批薄膜剂量计因厚度不同产生的不确定度可以采用控制其他变量如湿度和温度,测量随机选定的大量的剂量计的厚度来估算。

6.2.2 对于在统计学控制下描述得很好的测量程序而言,该程序的合成或合并样本方差 S_p^2 或合并样本标准偏差 S_p 是有效的。在这种情况下, n 次独立的重复观测的平均值的方差为 S_p^2 ,A类标准不确定度为 $U_A = S_p / \sqrt{n}$ 。

6.2.3 对 n 个独立测量计算的 S_{n-1} , U_A 自由度等于 $n-1$,增加 U_A 自由度,对不确定度的A类分量来说,将提高不确定度的质量。

6.3 标准不确定度的B类估算法

6.3.1 对于重复观测中未得到的输入剂量的估计值 x_i ,用有关 x_i 可能变化的全部信息进行判断,计算出方差 U_B^2 或标准不确定度 U_B 。如6.1.3提及的,这些信息包括以前的测量数据,有关剂量测量系统性能的了解,和所用的标准剂量计及参考数据的不确定度。这种方法估算得的不确定度 U_B 称为B类标准不确定度。

6.3.2 估算B类不确定度分量的方法有几种,其中之一是基于已知工业辐照装置及校准时的运行条件和剂量测量系统的不确定度特性来估算每个分量的合理最大值。另一种方法是作为这些装置的运行函数估算每个分量的大小。

6.3.3 前一种方法是观测每个非随机分量的估算最大值。例如,已知剂量测量系统的响应随温度的变化,运行温度范围的最大不确定度可用作由于温度影响产生的不确定度分量。如缺乏关于 α_- 到 α_+ 估计边界内 x_i 可能值的具体了解,只能假设 x_i 在该范围内的任何之处是同等可能的[可能的值为矩形分布,见图2(a)],样本标准偏差为 $\alpha / \sqrt{3}$ 。多数情况下,期望边界附近的值小于那些接近中点才更为实际。于是可用基部宽为 $\alpha_+ - \alpha_- = 2\alpha$ 的对称三角形分布取代矩形分布,见图2(b)假设 X_i 这种三角形分布, x_i 的期望值为 $(\alpha_- + \alpha_+) / 2$,方差为: $u_B^2 = \alpha^2 / 6$ 。这样B类标准不确定度 $u_B = \alpha / \sqrt{6}$ 。

6.3.4 后一种估算B类不确定度的方法把分量定义为辐照装置的运行特性函数,此函数关系可以是已知的或是未知的。

6.3.4.1 例如,已知给定剂量下剂量测量系统响应随温度的变化关系,那么此不确定度可以用接受每份剂量下温度的函数来估算。描述剂量、不确定度和温度之间关系的函数需要对辐照期间温度状况的详

细了解。

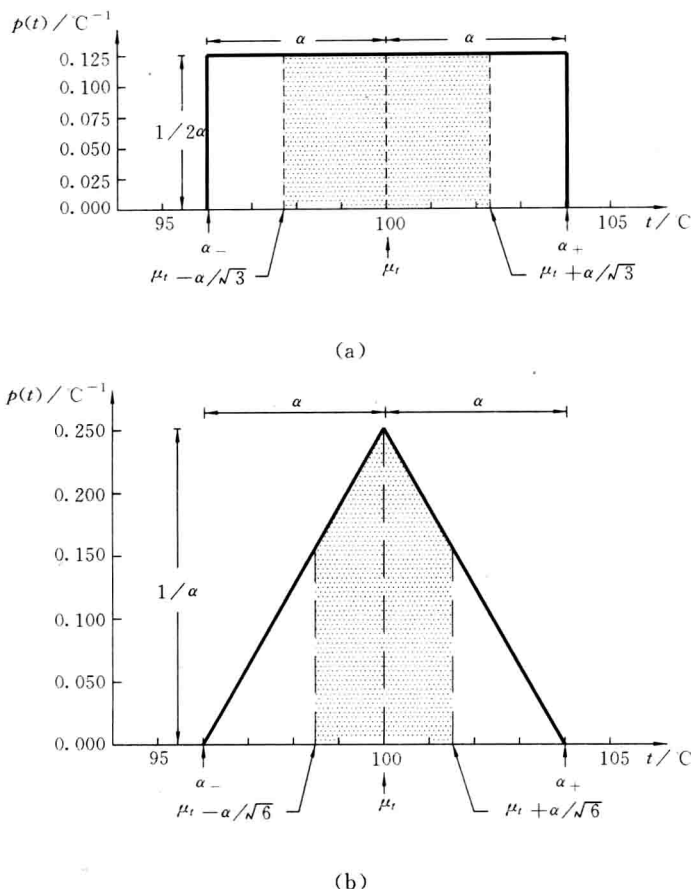


图 2 估计 B 类标准不确定度的图示说明

6.3.4.2 对未知关系,如不确定度和环境特征之间的关系可以用随机函数来描述。例如用剂量测量系统在辐照期间对温度的随机分布函数来表述这种关系。因辐照温度变化引起的不确定度是发生的温度变化与持续时间的加权总和。

6.3.5 采用参考或传递标准剂量计的情况下,供应者提供的不确定度是作为标准偏差的倍数给出的,B 类标准不确定度 u_B 等于引用值除以该倍数。如果不确定度是作为置信区间,例如 95% 或 99% 给出的,那么可以假定倍数分别近似为 2 与 3。 u_B 的值可以把给出的置信区间除此倍数得到。

7 不确定度的来源

7.1 剂量测量系统测量吸收剂量的实验值中合成不确定度来源包括:

7.1.1 校准时剂量计接受的吸收剂量的不确定度;

7.1.2 剂量计响应的分析;

7.1.3 剂量测量数据与校准曲线的吻合程度;

7.1.4 剂量计在工业辐照装置中的常规使用,它们对合成不确定度的贡献实例见附录 A。

7.2 通常每项不确定度来源由几个 A 类和 B 类分量组成。首先按类别分别把 A 类、B 类分量合在一起,然后再把它们合并给出合成标准不确定度 u_c 。合成不确定度的方法见第 8 章。

7.3 不确定度初始来源的某些分量列于表 1。显然对给定的剂量计类型或校准方法,这些分量未必完全适用。

注:表 1~表 4 每个分量中脚注前一个字母表示不确定度的来源,第二个字母表示不确定度的分量,○表示无此种来源的分量,带“”的为 B 类不确定度分量。