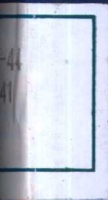
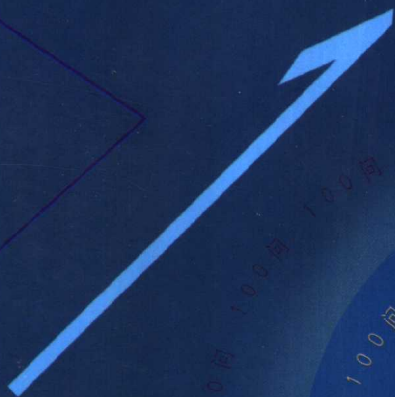


李慎安 编著



# 不确定度表达

## 百问



TB9-44  
L-741

# 测量不确定度表达百问

李慎安 编著

谨以本书纪念  
我国兵工专家、计量专家 钟林同志  
诞生 100 周年

中国计量出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

测量不确定度表达百问/李慎安编著. —北京: 中国计量出版社, 2000

ISBN 7-5026-1388-9

I. 测… II. 李… III. 不确定度-技术测量-标准-中国-问答 IV. TG806-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 54246 号

### 内 容 提 要

本书是作者继《测量不确定度表达 10 讲》之后,对近期在一些地方和部门讲学时有些同行提出的以及一些读者在该书出版后提出的需要探讨的有关不确定度的问题中带有较普遍性的问题,以较为简明的方式所作的较通俗的解答。

可供理化实验、计量认证、计量确认、质量认证及实验室认可工作中参考。

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

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

\*

787 mm × 1092 mm 32 开本 印张 12.25 字数 268 千字

2001 年 2 月第 1 版 2001 年 2 月第 1 次印刷

\*

印数 1-5 000 定价:24.50 元

友人约我写纪念钟林同志的文章。我回忆他刻苦学习、勤奋工作、坎坷的一生，含泪执笔写此短文，以寄托我对他的哀思！

## 忆 钟 林 同 志

你活着，何所求？为雪国耻，为报国仇，为实现共产主义的理想而奋斗！你历经艰险，百折不挠，三易姓名，三次逃脱敌人的虎口！你钻进了敌人的心脏——兵工厂，长期埋伏，危险万分！你干一行，爱一行，学一行，钻一行。你钻机械、电工、化工、兵工，一件新产品的制成，往往联系几门学科。你为我国第一个研制成功防毒面具，你为我国第一个研制成功 60 毫米迫击炮弹，你为我国第一个研制成功 116 毫米火箭弹，你填补了我国兵工事业的三项空白！你曾说：“没有国防，何以立国？”你曾说：“如果中国人不能自己制造枪炮，用什么来抵抗帝国主义的侵略！”

你活着，何所求？为了振兴中华，为了报效祖国！你三次飞抵重庆，亲自督促重庆钢铁厂，生产钢轨，修成了成渝铁路。你多次去太原，为了扩建太原钢铁厂。你曾数次去武汉，为了新建武汉钢铁厂。你为了发展我国的钢铁事业，四处奔波！你还向王震将军，推荐我国著名钢铁专家余铭钰同志，建成了中国人自己设计的新疆八一钢铁厂。你曾说：“如果我国不生产大量的钢铁，何以发展我国的民用工业、军用工业？枪炮，铁轨，都是用钢铁制成的！”你为我国新建了许多大型化肥厂。你曾说：“化肥厂平时生产化肥，战时可转变成生产炸药！”你曾说：“现代战争是一个国家的综合实力与另一个国家的综合实力的生死拼搏！”

你活着，何所求？为了废除旧的度量衡，建立新的计量制

BBP 86/05

度,解放初期,你提出我国不再使用十六两秤,改用十两秤。你为创建新的计量工作,向国外订购仪器,建恒温试验室。你与计量检定所的同志们,边学边干,办了几十个计量学习班,为全国大量培养计量人才。同时派了许多工作组,到全国各地 100 多个大型工厂,协助各厂建立计量室,建成了我国统一的计量网。你带领同志,去苏联考察学习,回国后,与同志们共同努力,建成了我国的长度计量、热学计量、力学计量、电磁计量等十大计量。你曾说:“如果我国没有新的计量,全国的尺寸不高度统一,则使一家兵工厂生产的炮弹装不进另一家兵工厂生产的炮筒。在战场上,炮弹装不进炮筒,不堪设想后果如何!”

你活着,何所求?你不计名利,不求舒适生活,你只讲贡献,从不谈享受!你廉洁奉公,两袖清风,公私分明。你严以律己,宽以待人,你对父母孝,你对弟妹悌,你对朋友助,你对子女严。你终年布衣在身,生活简单朴素,你一生不抽烟,不喝酒,以白开水为饮料,以蔬菜代水果。你惟一的嗜好,就是读书看报,你每天早晨 5 点起床,读一阵书,晚上 10 点,睡前读一阵书,星期日,整天在家读书看报,终生无一日间断。你关心的是国家的兴衰,人民的疾苦,人类的前途!你惟独不关心自己的身体!你患有严重的糖尿病,天天打针吃药,你从未请过一天假,休养过一天。你抱病工作了十九个春秋!你曾说:“生为共产党的人,死为共产党的尸!”你是用特种材料制成的!你履行了自己的诺言!当此神舟上天,澳门回归之际,你若有灵,我轻轻地告诉你:“现在人民的生活,国家的地位,比以前好得多!”

孙东明写于澳门回归之日

即 1999 年 12 月 20 日

## 前 言

自1986年8月正点“解甲归田”之后，系统考虑和研究了一点技术问题，也翻了一些书，从事笔耕，至今成文成书已不算太少，但未想过纪念谁。去年《标准化、计量、质量百科全书》邀我参与，在执笔撰写有关计量学的某些条目中，也参与了计量人物。其中，使我感触最深的是钟林同志。我自1953年从上海调来北京当时的机械工业部技术司，就在他手下从事计量所的筹建。他的学习精神，工作和生活作风影响我很深。是在他的规划和指导下，创建了机械工业系统的计量监督体系和量值溯源系统，从一穷二白开始用了一共不到5年。是他提出把这个技术基础纳入国家计量局，从而使全国的计量工作有了一个飞跃。为了编写百科的人物志，邱隆同志拜访了几乎所有当时和钟林同志共事的老人，他们一致赞成把钟林同志列入百科计量人物。这件事激发了我，谨以本书纪念我国工业计量奠基人钟林同志，并将孙东明同志所写的缅怀文章，刊印于本书之前。

撰写本书的一个动机是在1998年末我写的那本《测量不确定度表达10讲》发表之后，以及技术规范《JJF1059—1999测量不确定度评定与表示》于1999年发布和实施之后，同一些同行们的讨论使我感觉有必要还要写本书以帮助那些对概率论与数理统计知之不深，对那些过去对误差理论了解不多的同志们掌握正确评定不确定度的简单方法。这本书是否能起到这个作用，只能让读者来评述了。

另一个动机是《中国计量》月刊邀我在今年为该刊写一个“测量不确定度表述讲座”连载,共 12 期。这个讲座刊出过程中,我接到不少读者来信,向我提出建议,希望我补充一些内容,以一本小册子出版。本书的第一个附录以及第三个附录也就是读者所企盼的内容。前者,使他们理解到国际上的原汁原味,特别是 JJF1059 中所略去的大量的很有价值的内容;后者,是在建标报告、不确定度评定中经常要查要用的。

第三个动机是纯个人的。就是我希望活动一下日渐衰老的脑子,看能否让我的健康多延长几年。

本书的一些问题,甚至包括对这些问题的讨论和答案,多来自我的一些新老朋友。在此交稿之际,对他们深表感激之情。其中特别是:

中国计量测试研究院的魏寿方、谢兴尧、陈远康,长沙铁道学院马岳麟教授,陕西省技术监督局的李鹏,杭州质量监测中心的胡国成,上海市计量测试技术研究院戴孝华、陈昆,广西计量测试研究所全贻智,西北电力试验研究所李谦,山西省计量测试研究所田扬尊,安徽淮北市计量测试研究所王新,上海嘉定区产品质量监督检验所陆晓珩,泰兴市技术监督局黄备战,淮阴质量技术监督局刘正奎。

书,告了一个段落,友谊是天长地久的,科学技术问题的出现与探讨,也是地久天长的。只要我还健在,愿和同行们继续讨论。是否会有一本续集呢?对新读者交代我的地址,以便来往:100013(邮编)北京和平街 11 区 33 楼 1-401。

作者

2000-07-26

# 目 录

- 1 总则
  - 1.1 《导则》是怎样的一个文件? ..... (1)
  - 1.2 在《JJG1027》中哪些已明确的问题在《JJF1059》中有了改变? ..... (2)
  - 1.3 《JJF1059》中有哪些重要内容是《导则》中所没有的? ..... (3)
  - 1.4 测量不确定度评定方法中强调的必须“内部协调一致”与“可传播”的含义如何? ..... (4)
  - 1.5 建议书 INC-1(1980), CI-1981 以及 CI-1986 的基本内容如何? ..... (5)
  - 1.6 表示不确定度的量应该能从有贡献的各分量导出,并且与分量怎样分组无关的意义何在? ..... (7)
- 2 有关基本术语及概念
  - 2.1 在物理量中的同种量与同类量从定义来看有何不同,不确定度评定中应注意什么? ..... (9)
  - 2.2 量值在《JJF1001》中的定义应如何理解,有没有不具备测量单位的量值? ..... (10)
  - 2.3 被测量之值是否就是被测量的真值? ..... (11)
  - 2.4 什么叫被测量的真值,为什么说只能通过完善的测量才能获得? ..... (11)
  - 2.5 量的约定真值在《JJF1001》中的定义应如何理解? ..... (12)
  - 2.6 测量仪器的示值可以就是测量结果,那么示值是否有不确定度? ..... (13)
  - 2.7 测量结果的完整表述中为什么要包括测量不确定度



- 及有关影响量的取值范围? ..... (13)
- 2.8 什么叫被测量之值的估计、最佳估计? ..... (14)
- 2.9 定性概念与定量概念的区别何在? ..... (14)
- 2.10 测量准确度与测量仪器的准确度的概念如何? 怎样表达? ..... (15)
- 2.11 测量结果的重复性与测量仪器的重复性的定义应如何理解,它们如何定量表述? ..... (16)
- 2.12 重复性限  $r$  是如何定义的,与重复性标准偏差  $s_r$  之间有何关系? ..... (17)
- 2.13 什么叫复现性,复现性标准偏差  $s_R$  和复现性限  $R$ ,为什么在  $s_R$  与  $R$  的评定中要强调是已修正结果? ..... (17)
- 2.14 对于计算实验标准偏差的贝塞尔公式应注意哪些问题? ..... (18)
- 2.15 测量不确定度定义中的“合理”、“分散性”与“相联系”应如何理解? ..... (20)
- 2.16 按不确定度的定义,对被测量进行一次测量所得结果是否也有不确定度? ..... (21)
- 2.17 为什么在给出测量结果不确定度时,必须是被测量之值的最佳估计? ..... (21)
- 2.18 导致产生不确定度的系统效应与随机效应间有何区别? ..... (22)
- 2.19 为什么不能用随机不确定度和系统不确定度这样的概念? ..... (23)
- 2.20 测量不确定度是否就是测量结果的误差限,是否是被测量真值所处范围的评定? ..... (23)
- 2.21 测量不确定度一般如何分类,在使用它们的名称和符号时,应注意哪些问题? ..... (24)
- 2.22 包含因子的概念如何,有哪几种,如何定它们的值? ..... (26)
- 2.23 自由度是不是个量,如何计算,含义是什么,有哪几种? ..... (26)

- 2.24 测量不确定度定义为与测量结果相联系的参数,  
那么,它是否是物理量? ..... (28)
- 2.25 什么是测量误差,是否测量不确定度? ..... (29)
- 2.26 随机误差与系统误差之间有什么区别,所谓未知  
系统误差是否不确定度,随机误差是否也是不确定  
度? ..... (29)
- 2.27 修正值等于零时,是否存在不确定度? ..... (31)
- 2.28 已修正的测量结果的误差为什么并非测量不确  
定度? ..... (31)
- 2.29 测量误差与测量不确定度的区别在哪些方面? ..... (32)
- 2.30 “偏差”一词的含义如何? ..... (33)
- 2.31 期望或期望值的含义是什么,期望为零的含义又  
是什么,为什么说修正值系统效应导致的误差期  
望为零? ..... (34)
- 2.32 校准与检定的区别在哪里,它们有不确定度吗? ..... (35)
- 2.33 当实验标准偏差  $s(x_i)$  或合并样本标准偏差  $s_p(x_i)$   
的自由度  $\nu_i$  增大时,是否意味着标准不确定度  $u(x_i)$   
减小了? ..... (36)
- 2.34 为什么单次观测值  $q_k$  的标准偏差  $s(q_k)$  的自由度与  
算术平均值  $\bar{q}$  的标准偏差  $s(\bar{q})$  的自由度一样,扩展  
不确定度或相对扩展不确定度的自由度与合成标准  
不确定度的自由度一样? ..... (36)
- 2.35 标准不确定度的两类评定有哪些差异? ..... (37)
- 2.36 修正值的不确定度如何评定? ..... (37)
- 2.37 实验标准偏差  $s(q_k)$  所表示的是误差的分散性还是  
测量结果的分散性? ..... (38)
- 2.38 测量不确定度的评定是否可称为误差分析? ..... (38)
- 3 产生测量不确定度的原因和测量模型化
- 3.1 从产生不确定度原因上所作的分类与从评定方法上  
所作的分类存在什么联系? ..... (40)
- 3.2 在不确定度评定中,指出不确定度分量属于哪一类,

- 能起什么作用? ..... (41)
- 3.3 为什么说被测量定义不完整会导致不确定度的产生? ..... (41)
- 3.4 为什么说复现被测量的测量方法不理想会导致不确定度的产生,应选择怎样的方法? ..... (42)
- 3.5 取样的代表性不理想,在不确定度评定中会导致怎样的分量出现? ..... (42)
- 3.6 对测量过程受环境影响的了解不恰如其分以及对环境的测量和控制的不理想会导致怎样的不确定度? ... (43)
- 3.7 对模拟式仪器的读数是否也会导致不确定度? ..... (43)
- 3.8 测量仪器的哪些计量性能会导致产生不确定度? ..... (44)
- 3.9 在测量中所采用的标准器或标准物质校准证书中所给出的不确定度是否都必定是测量不确定度的一个分量? ..... (45)
- 3.10 引用的数据或量值是否也存在不确定度? ..... (45)
- 3.11 在重复观测过程中被测量本身的变化是否进入到测量不确定度之中,可否评定? ..... (46)
- 3.12 对于那些尚未认识到的系统效应,当然在不确定度的评定中不会加以考虑,但为什么会导致测量结果的误差? ..... (47)
- 3.13 什么是测量的数学模型? ..... (47)
- 3.14 什么是不确定度传播律? ..... (48)
- 3.15 什么是核查标准,在不确定度评定中起怎样的作用? ..... (49)
- 3.16 什么是控制图,说明什么问题? ..... (50)
- 3.17 什么情况下,我们可以认为某个不确定度分量可忽略不计? ..... (50)
- 3.18 什么情况下,修正值可以不加到测量结果中,这种情况下,修正值的不确定度是否也可忽略不计? ..... (51)
- 3.19 什么叫异常值,在决定某个观测值是否属于异常值时,应注意哪些问题? ..... (51)

- 3.20 测量仪器的校准或检定中,作为标准的标准器或标准物质,其不确定度应不大于被校准测量仪器示值不确定度的多少分之一? ..... (53)
- 3.21 什么是数值方程,可否用作为测量数学模型? ..... (54)
- 3.22 被测量  $Y$  的最佳估计值  $y$  在通过输入量  $X_1, X_2, \dots, X_N$  的最佳估计值  $x_1, x_2, \dots, x_N$  得出时,有哪两种方法,何者在何种情况下较优越? ..... (55)

#### 4 标准不确定度的 A 类评定

- 4.1 什么方法是 A 类评定的基本方法? ..... (57)
- 4.2 在基本方法中,何种情况属于重复性条件下的标准偏差,何种情况属于复现性条件下的标准偏差? ..... (58)
- 4.3 基本方法中,要求观测次数  $n$  充分多,一般应多到何种程度? ..... (58)
- 4.4 是否可以用方差、合成方差  $u_c^2(y)$  来定量表示测量结果的可靠程度,为什么实际上只用标准不确定度、合成标准不确定度  $u_c(y)$  给出? ..... (59)
- 4.5 合并样本方差  $s_p^2$  与合并样本标准偏差  $s_p$  的含义是什么,在标准偏差的评定中起什么作用? ..... (60)
- 4.6 规范化的常规测量含义如何,何种情况下才能采用  $s_p(q_k)$  来代替基本方法得出的  $s(q_k)$ ? ..... (60)
- 4.7 用极差法评定  $s(x_k)$  的程序如何? 使用该法有何种必须满足的条件,有何优缺点? ..... (61)
- 4.8 直线拟合参数的标准不确定度评定的程序如何? ..... (62)
- 4.9 协方差与相关系数估计值的 A 类评定程序如何? ..... (64)
- 4.10 如果单次观测值  $q_k$  的实验标准偏差已知为  $s(q_k) = u(q_k)$ , 现重复观测了两次,而这两次结果相同,其标准不确定度是多少? ..... (65)
- 4.11 如采用标准压力表校准普通压力表时,校准点为 5 点,对每个点进行  $n = 10$  次独立重复观测,那么,  $m = 5$ , 可否按  $s_p^2(x_k) = \frac{1}{m(n-1)} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$

- 来计算用于单次测量的重复性标准偏差? ..... (66)
- 4.12 采用合并样本标准差  $s_p$  的条件有哪些? ..... (66)
- 4.13 重复性标准偏差  $s_r$  中,是否包括所用测量仪器的分辨力所导致的标准不确定度分量? ..... (67)
- 4.14 多次测量的平均值  $\bar{q}$  中,测量仪器分辨力导致的不确定度分量是否应除以  $\sqrt{n}$ ? ..... (67)
- 4.15 不确定度的 A 类评定中要求重复观测值相互独立,是否就是指不相关? ..... (68)
- 5 标准不确定度的 B 类评定
- 5.1 什么叫不确定度的 B 类评定? ..... (69)
- 5.2 用于评定 B 类标准不确定度的信息一般有哪些? ..... (69)
- 5.3 当已知扩展不确定度  $U$  及包含因子  $k$  时,如何评定其标准不确定度? ..... (72)
- 5.4 如果检定、校准证书上给出总体标准偏差  $\sigma$  的倍数时,如何评定其标准偏差? ..... (72)
- 5.5 已知扩展不确定度  $U_p$  的情况下,其标准不确定度的评定如何? ..... (74)
- 5.6 如果校准证书上既给出了  $U_p$  又给出了其自由度  $\nu$ , 应如何评定其标准不确定度  $u$ ? ..... (74)
- 5.7 当已知量  $X$  之值  $x$  分散区间的半宽为  $a$ ,且  $x$  落在  $x - a$  至  $x + a$  区间的概率  $p$  为 100%,即全部落在此范围内,如何评定标准不确定度  $u(x)$ ? ..... (76)
- 5.8 如何对分散区间  $x - a$  至  $x + a$  范围内, $x$  可能值的分布类别进行估计? ..... (77)
- 5.9 当被测量  $X$  的最佳估计值  $x$  并不处于其可能值分散区间  $2a$  即  $(a_+ - a_-)$  的中点时,即  $x - a_- \neq a_+ - x$ , 如何评定其标准不确定度  $u(x)$ ? ..... (79)
- 5.10 测量仪器分辨力导致的标准不确定度如何评定? ..... (80)
- 5.11 对量值修约所导致的标准不确定度如何评定? ..... (80)
- 5.12 按重复性限  $r$  与复现性限  $R$  如何评定该条件下的重复性标准偏差  $s_r$  和复现性标准偏差  $r_R$ ? ..... (81)

- 5.13 按校准证书已知某测量仪器的等别时,如何评定其标准不确定度? ..... (80)
- 5.14 按校准证书已知被校准测量仪器的级别时,如何评定其标准偏差? ..... (82)
- 5.15 什么情况下,B类评定方法所得出的标准不确定度的自由度可估计为无限大? ..... (83)
- 5.16 符号  $\Delta u(x_i)$ 指什么? ..... (83)
- 5.17 符号  $\Delta u(x_i)/u(x_i)$ 或  $\sigma[u(x_i)]/u(x_i)$ 的含义如何,为什么用它来评定B类标准不确定度的自由度? ..... (84)
- 5.18 相关系数  $r$  是否可以进行B类评定? ..... (85)
- 5.19 在量块的比较校准中,由于标准量块与被校准量块可能出现的膨胀系数差  $\delta\alpha$  导致的标准不确定度如何评定? ..... (86)
- 5.20 为什么说大多数测量仪器对同一被测量的示值一般都不是正态分布,而且往往偏离甚远? ..... (86)
- 5.21 模拟式测量仪器示值估读的不确定度如何评定? ..... (87)
- 5.22 对于只能给出示值,其测量仪器准确度缺乏任何信息的测量仪器,如何评定其示值标准不确定度? ..... (88)
- 5.23 在坐标图上如何表示出测量不确定度? ..... (88)
- 5.24 如何根据带有不确定度的坐标图评定不确定度? ..... (90)
- 5.25 测量仪器的引用误差如何定义,如何据以评定由它导致的标准不确定度及自由度? ..... (91)
- 5.26 设已知测量仪器的引用误差,其示值的不确定度如何评定? ..... (92)
- 5.27 对没有给出不确定度的数据,如何评定其标准不确定度? ..... (92)
- 5.28 测量仪器的滞后导致的标准不确定度如何评定? ..... (93)
- 6 合成标准不确定度的计算
- 6.1 合成标准不确定度  $u_c(y)$ 的定义如何理解? ..... (95)
- 6.2 什么是输入量、输出量? ..... (95)
- 6.3 什么叫作线性合成? ..... (96)

- 6.4 什么叫灵敏系数? ..... (96)
- 6.5 在线性函数关系中输入量的相对标准不确定度  $u_{\text{rel}}(x_i)$  是否可以也按方和根合成为输出量  $Y$  的相对合成标准不确定度  $u_{\text{crel}}(y)$ ? ..... (98)
- 6.6 当输入量  $X_i$  与输出量  $Y$  之间的函数关系成为:  $y = f(X_1, X_2, \dots, X_N)$  时, 是否也应按先算出灵敏系数  $c_i$  通过:  $u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N [c_i u(x_i)]^2 = \sum_{i=1}^N u_i^2(y)$  合成? ..... (99)
- 6.7 当输入量  $X_i$  之间出现了两个或两个以上的量  $x_i$  明显相关时, 是否可以不去计算协方差估计值  $s(x_i, x_j)$  或是相关系数估计值  $r(x_i, x_j)$  进行合成标准不确定度  $u_c(y)$  的计算? ..... (102)
- 6.8 合成标准不确定度  $u_c(y)$  自由度的计算中应注意什么问题? ..... (103)
- 6.9 自由度  $\nu$  是否也是相应方差的自由度? ..... (104)
- 6.10 如何应用表格形式简化计算有效自由度? ..... (104)
- 6.11 当被测量(输出量)  $Y$  等于两输入量  $X_1$  和  $X_2$  之和或差时, 测量结果  $y$  的合成标准不确定度  $u_c(y)$  是否有所不同? ..... (105)
- 6.12 采用一架停点天平通过对试样质量与沉淀的称重求沉淀(氯化银)在样品中的质量分数  $w(\text{AgCl})$ , 含银样品质量  $m_1 = 0.200 \text{ g}$ , 沉淀质量  $m_2 = 0.250 \text{ g}$ , 该天平每次停点观察的标准不确定度为  $0.4 \text{ mg}$ , 求由于观察停点所导致的标准不确定度为多少? ..... (106)
- 6.13 化学分析中的间接重量法所得到的组份质量分数  $w$  的不确定度如何评定? ..... (107)
- 6.14 在精密压力表(例如 0.25 级压力表)或工作压力表(例如 1.5 级压力表)的检定中, 所得出的被检表示值误差的不确定度是否也能采用各分量的相对不确定度  $u_{\text{rel}}(x_i)$  以方和根来合成? ..... (109)

- 6.15 当输入量  $X$  与输出量  $Y$  之间有函数关系  $Y = AX$  时,输入量估计值的不确定度  $u(x)$  与输出量的不确定度  $u(y)$  间存在怎样的关系? ..... (110)
- 6.16 当计算出的有效自由度出现小数时应如何处理? ..... (111)
- 6.17 用一个 25 kg 标准砝码校准 4 个工作用的 25 kg 砝码,当用于构成 100 kg 时,100 kg 的合成标准不确定度如何评定? ..... (111)
- 6.18 如何对相关系数  $r$  进行 B 类评定? ..... (112)
- 6.19 如何进行测量数学模型的不相关转换? ..... (114)
- 6.20 如何采用对数变换使非线性的函数关系完全线性化? ..... (115)
- 7 扩展不确定度的计算
- 7.1 什么叫扩展不确定度? ..... (117)
- 7.2 扩展不确定度分成几种? ..... (117)
- 7.3 什么情况下使用扩展不确定度  $U$ ,什么情况下使用  $U_p$  来说明测量结果的不确定度? ..... (118)
- 7.4 什么情况下可用包含因子  $k_{95} = 2$  及  $k_{99} = 3$ ? ..... (118)
- 7.5 什么情况下,虽未计算合成标准不确定度  $u_c(y)$  的有效自由度,取包含因子  $k = 2$  给出的扩展不确定度  $U$  可以估计是置信区间在  $p = 95\%$  的半宽,可否在检定证书中给出其值为  $U_{95}$ ? ..... (119)
- 7.6 给出校准测量能力时,包含因子  $k$  应取多少? ..... (119)
- 7.7 已知被测测量  $Y$  可能值  $y$  的分布并非正态分布而是某种其他分布,例如三角分布、梯形分布、均匀分布、两点分布等较为典型而且规则的分布时,可否给出扩展不确定度  $U = ku_c(y)$  或  $U_p$ ? ..... (119)
- 7.8 标准测量仪器(或校准装置)的扩展不确定度中,是否应包含被校准测量仪器的示值重复性? ..... (120)
- 7.9 单测检验中,扩展不确定度  $U_{95}$  应如何计算? ..... (120)
- 7.10 重复性条件下,算术平均值的扩展不确定度应如何



评定? ..... (122)

7.11 扩展不确定度定义中“合理赋予被测量之值分布的大部分可望含于此区间”应如何理解? ..... (123)

## 8 测量不确定度的报告与表示

- 8.1 测量结果报告中的合成标准不确定度  $u_c(y)$ , 扩展不确定度  $U$  或  $U_p$  以及相对合成标准不确定度  $u_{\text{rel}}(y)$ , 相对扩展不确定度  $U_{\text{rel}}$  或  $U_{p,\text{rel}}$  的有效位是否均最多为两位, 可否只用 1 位? ..... (124)
- 8.2 在不确定度评定过程中出现的不确定度分量的有效位一般如何确定? ..... (125)
- 8.3 测量结果报告中被测量的最佳估计值的有效位一般如何确定? ..... (125)
- 8.4 为什么在报告测量不确定度的量值时, 可以不按一般的修约规则进行? ..... (126)
- 8.5 多量程、多参数的测量仪器的示值不确定度或最大允许示值误差一般如何表达? ..... (126)
- 8.6 带有不确定度的测量结果表达式所采用的测量单位应如何确定? ..... (127)
- 8.7 过去习惯使用的量值表达原则“测量结果的量值只能有一位是不确定的”是否还继续使用? ..... (127)
- 8.8 是否可以把测量结果按  $y - U \leq Y \leq y + U$  的形式表达? ..... (127)
- 8.9 单侧测量的结果表达形式如何? ..... (128)
- 8.10 给出扩展不确定度  $U$  时, 必须注意什么问题? ..... (128)
- 8.11 给出扩展不确定度  $U_p$  时, 必须注意什么问题? ..... (128)
- 8.12 在不确定度  $u_c(y)$  或  $U_p$  的报告中, 给出有效自由度  $\nu_{\text{eff}}$  有什么好处? ..... (129)
- 8.13 用正负号 ( $\pm$ ) 将被测量的最佳估计值与扩展不确定度联结起来表达测量结果时, 应注意什么? ..... (130)
- 8.14 当被测量  $Y$  是无量纲量时, 测量结果及其扩展不确定度  $U$  以及相对扩展不确定度  $U_{\text{rel}}$  应如何表达? ..... (130)