

许洁 主编

李宗明 主审

# 建设工程质量检测 技术指南

—— 见证取样篇

JIANSHE GONGCHENG ZHILIANG JIANCE JISHU ZH



黄河水利出版社

# 建设工程质量检测技术指南

——见证取样篇

主 编 许 洁  
副主编 周均增 杜 沛 严晓新  
主 审 李宗明

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

### 图书在版编目(CIP)数据

建设工程质量检测技术指南. 见证取样篇/许洁主编.  
郑州:黄河水利出版社,2012. 8  
ISBN 978-7-5509-0324-1

I. ①建… II. ①许… III. ①建设工程-质量  
检验-指南 IV. ①TU712-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第188805号

---

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:郑州海华印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:35.5

字数:864千字

印数:1—3 100

版次:2012年8月第1版

印次:2012年8月第1次印刷

---

定价:86.00元

## 编委会名单

编委会主任	陈新				
编委会副主任	赵轶西	远硕	许洁	王春兰	王岩
编委	陈天宇	闫怀先	张彩霞	方碧华	郑光和
	韩砚曾	顾郑生	佘如春	毛庆平	程中华
	刘占成				
成员	远硕	许洁	周均增	杜沛	严晓新
	陈天宇	韩砚曾	施伟	刘牧	曲礼英
	徐博	彭超	杨玉霞	于文玉	张文洁
	张金青	王超	高建杰	刘霞	邢上志
	王海明	孙轶斌	王晶	李俊玲	胡燕
	高耀宾	丁会甫	马克印	王建峰	王俊杰

## 编写单位

河南省建筑科学研究院有限公司

郑州市建设工程质量检测有限公司

河南豫美建设工程检测有限公司

郑州铁路豫鼎工程检测有限公司

河南黄科工程技术检测有限公司

河南省基本建设科学实验研究院有限公司

郑州市开源商品混凝土有限公司

河南建院建筑材料检测有限公司

河南省鼎盛建设工程检测有限公司

河南新蒲天圆混凝土有限公司

河南永盛环境检测工程有限公司

河南省第一建筑工程集团有限责任公司商品混凝土供应站

河南发展混凝土有限公司

# 序

建设工程质量检测行业是对社会出具建设工程质量公正性监测数据,为政府、社会和企业提供全面服务的特定行业,检测活动直接涉及建设工程质量与安全,是做好工程质量安全工作的最重要、最基础的技术保证。2005年,建设部令第141号《建设工程质量检测管理办法》颁布实施,工程质量检测机构逐步成为了工程建设的另一方责任主体。作为建筑行业的一个重要组成部分,随着经济社会的快速发展和工程建设规模的不断扩大,工程技术复杂程度的加深,工程质量检测愈发被人们所重视,检测领域由单一的工程材料及产品检测,不断拓展为地基基础工程、混凝土结构、砌体结构、钢结构、建筑节能、环境有害物质、建筑幕墙、建筑装饰装修、给排水及采暖工程、建筑电气、照明及智能工程、市政工程材料、道路工程、桥隧工程检测等诸多领域,实现了对施工全过程质量监督的检测控制。随着建筑技术的发展,需要运用现代的检测技术手段对工程质量进行准确、科学的分析和判断。为此,建立科学的管理体制,培育良好的市场环境,造就一支技术素质过硬,服务意识较高的检测队伍是建筑业发展的当务之急。

工程质量检测是保证工程质量的基础和手段,地位重要,责任重大,要履行好检测职责,检测人员不仅要有良好的职业道德,还要有非常高的业务技术能力。要提高检测人员的业务素质,只有认真开展工程质量检测规范、标准、新技术、新工艺、质量管理等业务的学习,加强培训与考核,不断提高广大检测人员的业务技能和处理检测质量问题的技术水平。目前,我国的建设工程检测行业的从业人员素质参差不齐,并且我国大专院校也没有开设专业的专业,检测人才的培养成为整个检测行业发展的重点,因此,提高检测行业人员的技术水平,建立检测人员培训机制,做好人才的培养工作,已经称为当前的迫切任务。

为适应当前工作的需要,我市建设工程质量检测行业的专家精心编写了此套适合于检测技术人员的培训教材,它凝聚了广大检测技术人员的实践和智慧,对检测工作的程序、抽样方法、检测技术要点、数据的处理与分析、结果的推定与判断进行全面的论证,对检测工作具有较强的指导作用,相信随着本书的出版我市工程建设检测人员的技术素质将提高一个新的水平。



2012年7月

# 前 言

随着我国建设工程领域各项法律、法规的不断完善与工程质量意识的普遍提高,作为其中一个不可或缺的组成部分,建设工程质量检测受到了全社会日益广泛的关注。

《建设工程质量检测管理办法》(建设部第 141 号令)的颁布实施,为规范建设工程质量检测行为提供了法律依据;对工程质量检测人员的技术素质提出了明确要求。在此基础上,郑州市建设工程质量监督站组织编写了本套教材。

本套教材较全面系统地阐述了建设工程所使用的各种原材料、半成品、构配件及工程实体的检测要求、注意事项等。教材的编写以上述规范性文件为基本框架,依据相应的检测标准、规范、规程及相关的施工质量验收规范等,结合检测行业的特点,力求使读者通过本教材的学习,提高对工程质量检测特殊性的认识,掌握工程质量检测的基本理论、基本知识和基本方法。

本套教材以实用为原则,它既是工程质量检测人员的培训教材,也是建设、监理单位的工程质量见证人员、施工单位的技术人员和现场取样人员的工具书。此次出版的见证取样篇旨在为见证取样及商品混凝土实验室检测人员提供技术指导。

本书由许洁担任主编,由周均增、杜沛、严晓新担任副主编。全书由华北水利水电学院李宗明教授级高级工程师统稿并审阅。本套教材在编写过程中得到了广大同仁的支持,在此一并表示衷心的感谢。

限于作者水平,书中不妥和错漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者  
2012 年 2 月

# 目 录

序	陈新
前 言	
第一章 测量不确定度评定	(1)
第一节 概 论	(1)
第二节 测试实验室中测量不确定度评定的要求	(2)
第三节 测试结果和测量不确定度	(3)
第四节 评定测量不确定度的基本方法	(14)
第五节 测量不确定度的评定实例	(27)
附录 A 板材伸长率测量结果不确定度的解释和说明	(29)
附录 B 板材抗拉强度测量不确定度的解释和说明	(32)
第二章 气硬性胶凝材料	(36)
第一节 石 灰	(36)
第二节 建筑石膏	(44)
第三章 水 泥	(51)
第一节 水泥的定义、强度等级及质量标准	(51)
第二节 水泥物理力学性能检验	(54)
第四章 掺合料	(79)
第一节 用于水泥和混凝土中的粉煤灰	(79)
第二节 用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉	(83)
第五章 集 料	(89)
第一节 细集料(砂)	(89)
第二节 粗集料	(115)
第六章 混凝土外加剂	(142)
第一节 概 述	(142)
第二节 技术要求	(145)
第三节 试验方法	(150)
第七章 混凝土	(179)
第一节 概 述	(179)
第二节 混凝土拌和物性能的检测	(180)
第三节 混凝土力学性能试验	(194)
第四节 普通混凝土配合比设计	(203)
第五节 普通混凝土长期性能和耐久性能	(219)
第六节 混凝土强度检验评定	(251)
第七节 混凝土质量控制	(256)



第八节	预拌混凝土	(269)
第八章	建筑砂浆	(277)
第一节	砌筑砂浆的配合比设计	(277)
第二节	砂浆基本性能试验	(280)
第九章	砌墙砖	(288)
第一节	烧结普通砖的质量标准及检验规则	(288)
第二节	砌墙砖试验	(294)
附录 A	随机数码求取方法(参考件)	(303)
第十章	砌块	(307)
第一节	粉煤灰砌块	(307)
第二节	蒸压加气混凝土砌块	(316)
第十一章	建筑钢材	(327)
第一节	常用建筑钢材及质量标准	(327)
第二节	钢筋混凝土用钢材主要性能指标及检测方法	(332)
第三节	钢筋焊接接头试验方法	(345)
第四节	钢筋机械连接接头试验方法	(355)
第十二章	防水材料	(357)
第一节	石油沥青	(357)
第二节	防水涂料	(368)
第三节	防水卷材	(373)
第四节	防水涂料性能检测	(392)
第五节	防水卷材性能检测	(405)
第十三章	建筑陶瓷	(424)
第一节	建筑陶瓷的质量标准	(424)
第二节	陶瓷砖的质量检验方法	(430)
第三节	陶瓷马赛克的质量检验方法	(440)
附录 A	建筑卫生陶瓷分类及术语(GB 9195—2011)(节选)	(442)
第十四章	土工试验	(444)
第一节	土样和试样制备	(444)
第二节	含水率测定	(446)
第三节	密度测定	(447)
第四节	击实试验	(456)
第十五章	建筑节能检测	(460)
第一节	建筑节能及热工基本知识	(460)
第二节	建筑节能标准要求	(461)
第三节	建筑节能材料检测——EPS/XPS 板材检测方法	(472)
第四节	钢丝网架水泥聚苯乙烯夹心板	(497)
第五节	胶粘剂检测方法	(497)
第六节	抹面胶浆检测方法	(499)

第七节	耐碱网格布检测方法	(501)
第八节	界面砂浆检测方法	(504)
第九节	抗裂砂浆检测方法	(505)
第十节	锚 栓	(507)
第十一节	胶粉聚苯颗粒保温浆料	(508)
第十二节	镀锌电焊网	(512)
第十三节	中空玻璃和真空玻璃	(514)
<b>第十六章</b>	<b>民用建筑门窗</b>	<b>(517)</b>
第一节	概 述	(517)
第二节	铝合金窗	(520)
第三节	未增塑聚氯乙烯(PVC-U)塑料窗	(524)
第四节	试验方法	(526)
附 录	建筑门窗主要参考标准	(554)
<b>参考文献</b>		<b>(556)</b>

# 第一章 测量不确定度评定

## 第一节 概 论

测量的目的在于确定被测量的量值,而由于被测量不完善的定义、环境条件、测量设备、测量方法和程序等方面的近似和假设,以及随机效应等都会在测试结果中引入不确定性。随着人类对测量的各个方面的认识和测量技术水平的进一步提高,有可能将这种不确定性降低到最低程度。然而,无论不确定性降低到何种程度,它总是存在的,也就是说,不确定性存在于一切科学试验与测量中。正确认识、量度和控制测量过程中的不确定性,是人类所面临的重要任务。表征这种不确定性的术语就是测量不确定度。

### 一、测试实验室中测量不确定度评定的意义

测试结果的准确性和可靠性是测试实验室赖以生存的基本条件之一,它与良好运行的质量体系一起使客户建立起对测试实验室工作的信心,也是法定机构和实验室认可机构评定实验室能力的重要依据。测量不确定度是衡量测试结果准确性和可靠性的重要参数,因此随着测量不确定度被越来越广泛地认识,越来越多的测试实验室要以利用测量不确定度来说明自身的能力和水平,以便赢得更多客户的信任和获得有关机构的认可。

测量不确定度的评定是实验室质量体系的重要组成部分,是测试实验室质量管理的重要内容。《检测和校准实验室能力的通用要求》(GB/T 27025—2008)中明确指出:“检测实验室应具有并应用评定测量不确定度的程序”,“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,或不确定度影响到与规范限度的符合性时,则检测报告中还需要有关不确定度的信息。”同时,测试实验室所进行的合同评审、内部审核和管理评审等工作中也应考虑测量不确定度问题;测试实验室的人员、设备、环境条件、测试方法及方法确认、测量的溯源性等几乎所有要素中都涉及测量不确定度问题。因此,做好测量不确定度的评定工作是测试实验室不可推卸的责任。

### 二、测试实验室中测量不确定度评定的基本问题

测试实验室的主要工作是产生与所测试的产品特性有关的测试结果。产品的特性是产品本身所具有的特征,例如,钢材的抗拉强度、屈服强度、伸长率、钢铁中元素的含量等。这些测试结果可能被用于以下几个方面:

- (1)说明产品的特性值,即说明所测试产品的特性处于什么样的水平;
- (2)符合性评定,即产品的特性值是否符合标准或规范等的规定;
- (3)测试结果准确性的评价,例如,通过对标准物质的测试结果与标准物质标准值的比较可以衡量测试结果是否处于正常的范围等;
- (4)查找影响测试质量的原因,例如,通过对不同实验室、不同人员、不同设备或材料、

不同测试方法或程序、不同时间产生的测试结果的分析得出影响测试质量的主要因素；

(5) 测试能力的评价,例如,通过比较测试结果与能力验证指定值的差异,评定实验室测试该项目的能力；

(6) 测试体系可靠性和稳定性的分析和评定,例如,通过对较长时间内的测试结果或相对大量的测试结果的分析,可以判断测试体系是否出现异常等。

## 第二节 测试实验室中测量不确定度评定的要求

虽然测量不确定度可以应用于所有的测量领域,但没有必要对所有的测试结果都作出严格的测量不确定度评定。测试实验室有时仅需要对一类测试给出评定测量不确定度的一般程序,有时甚至可以不考虑测试不确定度问题。不同的测试领域可能包含不同的测量不确定度评定要求,本章给出测试实验室中测量不确定度评定的要求,旨在使测试实验室了解在什么情况下要进行测量不确定度的评定。

### 一、测试实验室中不确定度评定的通用要求

#### (一) ISO/IEC 17025:2002 的要求

作为测试实验室能力评价的规范,国际标准《检测和校准实验室能力的通用要求》(GB/T 27025—2008)中的许多要素与测量不确定度有关,其中与测试实验室相关的内容可以作为测试实验室中测量不确定度评定的通用要求。在该标准的技术要求中,明确地给出了测量不确定度评定的要求,而在管理要求中,也存在对测量不确定度评定和应用的要求。

#### (二) APLAC 的测量不确定度指南

APLAC(亚太实验室认可合作组织)在其测量不确定度指南中指出:测试实验室必须满足《检测和校准实验室能力的通用要求》(GB/T 27025—2008)中有关测量不确定度评定的要求,如果测试产生数字结果(定量结果),无论测试方法是理论的还是经验的,都应尝试对结果的不确定度进行合理的评定;如果测试结果为非数字结果(定性结果),则不需对其不确定度进行合理的评定;不确定度的评定方法和严密程度由实验室决定。为完成这项工作,实验室必须:

(1) 确保了解了客户的要求。客户通常要测试某个项目但不知道需要如何测试该项目,此时,需要指定要测试项目的不确定度要求。

(2) 确定使用的方法,包括评定不确定度的方法,这些方法能够满足客户的要求。

如果不确定度的评定水平不能被实验室的客户接受或不能达到符合规范报告的要求,则实验室需要识别不确定度的最大分量并要减小它的影响。

#### (三) CNAL 的测量不确定度政策

CNAL(中国实验室国家认可委员会)在其测量不确定度政策中指出:“认可委员会注意到测量不确定度概念应用的时间不长。认可委员会将按照‘目标明确、重要先行、循序渐进’的原则,逐步展开测量不确定度的评定和应用。”“认可委员会在认可实验室时就要求实验室组织检测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,要求具体检测人员正确应用和报告测量不确定度,还应要求实验室建立维护评定测量不确定度有效性的机制。”

#### (四) 客户的要求

简单地说,客户会要求检测实验室提供准确的测试结果。测量不确定度虽然要合理地

表征结果的分散度,但在实践中,这种合理的评定有时会使客户难以理解或不接受。在大多数情况下,客户不会怀疑测试结果会有一定的不确定性,而是怀疑测试结果的可靠性,进而不信任检测实验室的工作。例如,某些客户会对带有不确定度的测试结果提出这样的问题:“您的实验室做出的结果是正确的吗?”或者“您的测试结果带有不确定度,我如何判断产品是否合格?”这些问题的提出可能意味着客户对测量不确定度的理解尚未成熟,但不能不说测试实验室在进行合同评审时没有就客户的要求达成一致。因此,测试实验室应事先对客户的要求作出比较全面的考虑,包括涉及的测量不确定度问题。

测试实验室可以根据不同的情况采用不同方法对待客户对测量不确定度的明确的或潜在的要求。一是在合同评审阶段作出声明;二是在测试结果的报告阶段作出声明;三是在测试结果的报告中不给出测量不确定度,如果在这一阶段客户提出报告测量不确定度的要求,可以另外出具测量不确定度报告,满足客户的要求。

## 二、物理和机械测试中的基本要求

本书所指的物理和机械测试是除建筑材料外的所有材料和产品的物理和机械性能测试。

(1)在测量不确定度评定方面,APLAC(亚太实验室认可合作组织)在其测量不确定度指南中提出:所有定量试验结果必须进行测量不确定度评定,除非这些测试能够满足《检测和校准实验室能力的通用要求》(GB/T 27025—2008)中 5.4.6.2 的要求。在实验室评审时需要考核实验室评定测量不确定度的能力。

(2)在评定测量不确定度的严密程度方面,针对特殊客户,实验室根据《检测和校准实验室能力的通用要求》(GB/T 27025—2008)中 5.4.6.2 的要求确定不确定度的评定方法和严密程度。如果评定精度较低,不确定度的评定值要大于按照严格方法得到的评定值。因此,进行合同评审时,实验室要确保能够理解并满足客户对不确定度的要求。

(3)在测量不确定度的评定方法方面,所有有效的不确定度评定方法,包括《检测和校准实验室能力的通用要求》(GB/T 27025—2008)都是可以使用的。实验室必须向认可机构说明其使用的方法是有效的。在特殊情况下,对特殊试验所建立的数学模型需要通过实验室间比对试验来检查。对于仅有一个样品并且在测试过程中要毁坏样品的破坏性试验,不需要对取样进行 A 类不确定度评估,否则由测量系统导致的 A 类不确定度的贡献需要考虑。对于此类测试的不确定度评定的一种可行方法是测试一批有高重复性测试结果的均匀样品并计算结果的标准偏差。

(4)在测试结果的报告方面,要求基于置信概率 95% 报告不确定度的评定结果,包含因子一概使用是不可取的。不是所有的合成标准不确定度都服从正态分布,要报告在其特定分布下置信概率为 95% 的不确定度。

## 三、内部校准

测试实验室选择进行内部校准,则其校准程序应被确认,并按照 GUM 评定不确定度。

# 第三节 测试结果和测量不确定度

测量不确定度是与测试结果紧密相关的参数,因此在阐明测量不确定度的基本原理前,

有必要对测试结果进行较详细的剖析。本章重新审视看似简单的测试结果,以统计学的观点阐明测试结果的特征,意在使读者更深刻地理解测量不确定度的基本含义。

## 一、测试结果的特征

测试结果是通过测试赋予被测量的量值。

测试结果可能是定量的,例如桌子的长度为 1.25 m;也可能是定性的,例如杯子中盛装的是食盐水;还可以是半定量的,例如水没有沸腾表示在标准大气压下水的温度小于 100 ℃ 等。本书根据测试实验室的具体情况和不确定度评定的相关要求,没有对定性和半定量的测试结果进行讨论。因此,本书中出现的测试结果为定量测试结果。

### (一) 被测量的分布

从测试实践的经验可知,一次测试一般得到一个测试结果,就是被测量的一个取值;当对同一被测量进行多次测量时,可能得到相同或不同的测试结果。

例:对液体的密度进行 10 次测量得到以下测试结果:

0.721 6 g/cm<sup>3</sup>、0.721 5 g/cm<sup>3</sup>、0.721 8 g/cm<sup>3</sup>、0.721 4 g/cm<sup>3</sup>、0.721 5 g/cm<sup>3</sup>、0.721 2 g/cm<sup>3</sup>、0.721 6 g/cm<sup>3</sup>、0.721 7 g/cm<sup>3</sup>、0.721 6 g/cm<sup>3</sup>、0.721 5 g/cm<sup>3</sup>。

虽然被测量——液体的密度实际上可能并没有发生变化,但被测量取值——测试结果却可能是不同的。在测量前,不能预知被测量取什么值,也就是说,被测量的取值带有随机性。一个量的取值随试验而不同,具有这种性质的量在统计学上称为随机变量。

将被测量的值作为横坐标,测试结果出现的次数或频率作为纵坐标,可以使用作图的方法更直观地反映这些规律,如图 1-1 所示。

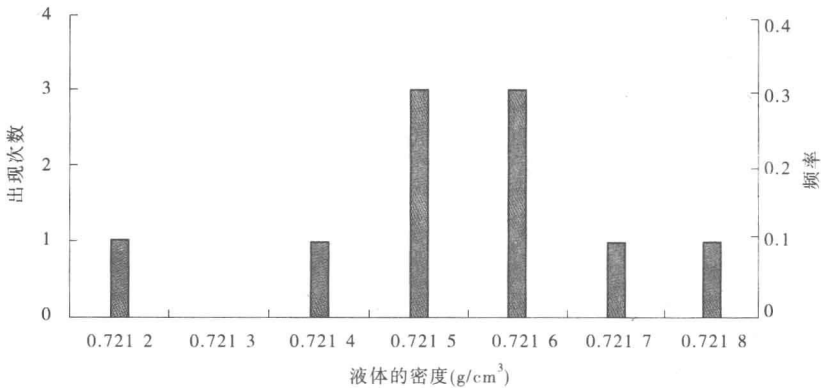


图 1-1 测试结果出现次数和频率

被测量的取值,即测试结果的这些规律称为被测量的分布。被测量的分布与被测量的性质和测量的实际操作有关,有时测试结果在一定范围内的各点上出现的可能性相同;有时在范围中心出现的可能性小于在范围两端出现的可能性。统计学家研究了大量的实际情况,总结出很多种不同的分布类型,其中常用分布类型的基本特点在本节“一、(二)被测量的分布类型”中讨论。

测试结果分散在一定的范围内,这种分散性不仅说明不可能确切地得知被测量的真实值(真值),同时说明了可以得知被测量可能的取值范围。显然,在一个合理的情况下,范围越大,被测量的真值落入该范围的可能性越大。在统计学上,可以使用频率或概率来量度事

件发生的可能性大小。频率是指事件发生的次数占总试验次数的比例,图 1-1 给出了各测试结果出现的频率,而概率则是在无限多次试验中某个结果出现的频率。

另一个值得提出的问题是,被测量的取值可能是连续的。如果给出液体的密度值为  $0.7216 \text{ g/cm}^3$ ,它可能是由  $0.72155 \sim 0.72165$  之间的任一值修约得来的,因此可以说被测量的取值是连续的;而在另一些测量中,被测量的取值也可能是不连续的。在统计学上称不连续的随机变量为离散型随机变量。离散的和连续的被测量的分布是不同的。如果将上例中的测试结果视为连续被测量的取值,则可以将图 1-1 修改成图 1-2 的形式。

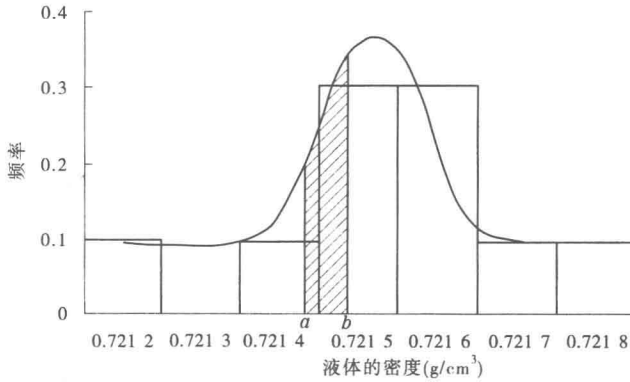


图 1-2 连续被测量的分布

在图 1-2 中,可以将任一点上测试结果出现的频率数据拟合成一条曲线,随着测量次数的增加,该曲线越来越平滑。在这条曲线上对应于测量结果在  $a$  和  $b$  之间的曲线下的面积,即图中的阴影部分代表了测试结果出现的可能性大小,即被测量在该范围内取值的概率;而曲线上的点表示相应的测试结果所对应的被测量取值的概率密度。

对于离散型被测量,不使用曲线或连续函数的形式表示测试结果出现的可能性,使用类似图 1-1 的图形表示,也可以列表表示,如表 1-1 所示。

表 1-1 离散型被测量的分布规律

测试结果	1	2	3	4	5	6	7	8	9
概率	0.01	0.10	0.19	0.20	0.24	0.15	0.07	0.02	0.01

或者,用分段函数的形式将表 1-1 写成


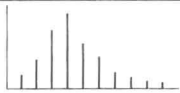
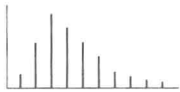
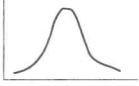
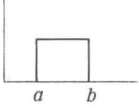
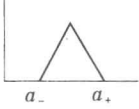
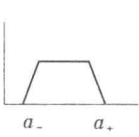
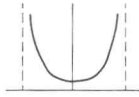
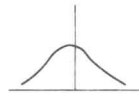
$$p\{X = k\} = \begin{cases} 0.01 & k = 1 \\ 0.10 & k = 2 \\ 0.19 & k = 3 \\ 0.20 & k = 4 \\ 0.25 & k = 5 \\ 0.15 & k = 6 \\ 0.07 & k = 7 \\ 0.02 & k = 8 \\ 0.01 & k = 9 \end{cases}$$

式中  $P\{X=k\}$ ——被测量  $X$  的测试结果为  $k$  时的概率。

## (二) 被测量的分布类型

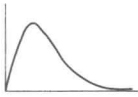

统计学家给出的随机变量的分布类型很多,但在实际测量中,经常无法确切地判断被测量到底服从哪种分布,而且,被测量分布类型的微小差别并不能导致测量不确定度评定中的显著差异。因此,对测试实验室来说,通常没必要了解全部的分布类型。测试实验室中常用被测量分布律形式,在表 1-2 中给出了这些分布的概率密度函数或分布律表达式。

表 1-2 常见分布的图形、函数和数字特征

分布名称	分布的图形	函数或分布律形式	数字期望	方差
0-1 分布		$P\{X=k\} = \begin{cases} p, & k=0 \\ 1-p, & k=1 \end{cases}$	$p$	$p(1-p)$
二项分布		$P\{X=x_k\} = C_n^k p^k (1-p)^{n-k},$ $k=0, 1, 2, \dots, n$	$np$	$np(1-p)$
泊松分布		$P\{X=k\} = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}, \lambda > 0,$ $k=0, 1, 2, \dots$	$\lambda$	$\lambda$
正态分布		$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$	$\mu$	$\sigma^2$
均匀分布		$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & a < x < b \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$	$\frac{a+b}{2}$	$\frac{(b-a)^2}{12}$
三角分布		$f(x) = \begin{cases} (x-a_-)/a^2, & a_- \leq x \leq (a_- + a_+)/2 \\ (a_+ - x)/a^2, & (a_- + a_+)/2 \leq x \leq a_+ \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$	$\frac{a_- + a_+}{2}$	$\frac{a^2}{6}$
梯形分布		$f(x) = \begin{cases} (x-a_-)/a^2, & a_- \leq x \leq a_- + \beta a \\ \frac{1}{2\beta a} & a_- + \beta a \leq x \leq a_+ - \beta a \\ (a_+ - x)/a^2, & a_+ - \beta a \leq x \leq a_+ \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$	$\frac{a_- + a_+}{2}$	$\frac{a^2(1+\beta^2)}{6}$
U形分布		$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\pi \sqrt{a^2 - x^2}}, & -a \leq x \leq a \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$	0	$\frac{a}{\sqrt{2}}$
t 分布		$f(t) = \frac{1}{\sqrt{n\pi}} \frac{\Gamma(\frac{n+1}{2})}{\Gamma(\frac{n}{2})} \left(1 + \frac{t^2}{n}\right)^{-\frac{n+1}{2}}$	0	$\left(\frac{n}{n-2}\right)^2$



续表 1-2

分布名称	分布的图形	函数或分布律形式	数字期望	方差
F 分布		$f(F) = \frac{\Gamma\left(\frac{n_1 + n_2}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n_1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{n_2}{2}\right)} (n_1)^{\frac{n_1}{2}} (n_2)^{\frac{n_2}{2}} \cdot \frac{F^{\frac{n_1}{2}-1}}{(n_1 F + n_2)^{\frac{n_1 + n_2}{2}}}$	$\frac{n_2}{n_2 - 2}$	$\frac{2n_2^2(n_1 + n_2 - 2)}{n_1(n_2 - 2)^2(n_2 - 4)}$
$\chi^2$ 分布		$f(x) = \begin{cases} \frac{x^{\frac{n}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}}}{2^{\frac{n}{2}} \Gamma\left(\frac{n}{2}\right)}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$	$n$	$\sqrt{2n}$

### (三) 被测量的数字特征

被测量就是被测量的物理量。

被测量的分布函数可以完整地描述被测量的统计特性,但在实际测量问题中,求出被测量的分布并不是一件简单的事,有时无法也没有必要全面地考察被测量的变化情况,因而不需要求出它的分布函数,而只需要知道它的某些特征。也就是说,了解被测量的特征比了解其分布更具有实际意义。这些特征可以用数值来表示,因此被称为数字特征。被测量的数字特征有很多,本节介绍最常用的几个特征量:最佳估计值(均值)、方差、标准偏差、协方差和相关系数。

#### 1. 最佳估计值

每次测量可能会得到不同的测试结果,也就是说,测量是对被测量进行估计的一个过程,而测试结果是测量的估计值。最佳估计是指测试结果与被测量真值的接近程度,即在一组测试结果中,与被测量真值最接近的最佳估计值。从这个意义上讲,最佳估计值与测试的条件有关,当仅进行一次测试时,所得到的单次测试结果也可以作为最佳估计值。最佳估计还表示了估计的可靠程度,这同样与测试条件有关,通俗地说,多次测量得到的结果总比单次测量所得到的结果要可靠一些。到底需要多少次测量才能得到比较可靠的最佳估计值,这与具体的测量问题有关,还与其他测量条件有关,需要根据实际的经验等作出判断。经常采用的最佳估计值有算术平均值、加权平均值、几何平均值、修剪平均值和中位数等。

平均值就是多个测量结果的和除以测量结果的个数,即

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n} \quad (1-1)$$

#### 2. 方差和标准偏差

被测量的取值具有分散性,在一组测试结果中,每个测量值与平均值之间的差异称为残差,即

$$v_i = x_i - \bar{x} \quad (1-2)$$

式中  $v_i$ ——第  $i$  个测试结果的残差;