

 纺织高职高专教育教材

纺织测试仪器操作规程

翟亚丽 主编



中国纺织出版社

前 言

产品的质量监督与检验是国民经济管理的一项重要职能。加强对生产流通、储存领域的产品进行有效的监督和检验,既是促进生产力和商品经济发展的重要措施,也是维护国家全局利益,保护消费者和生产者的合法权益的重要保证。对于纺织工业来说,要努力满足国内外两个市场的需要,提高产品质量,做好纺织品质量监督检验工作,十分必要而有意义。为了适应这一形势的需要,特编写了这本《纺织测试仪器操作规程》,该书系统介绍了纺织行业中常用的各种试验仪器的结构原理、操作与计量检定规程、维修保养、常见故障及其排除方法等知识,以满足大中专院校的纺织品检验与贸易、纺织品设计、纺织工程、纺织企业管理等专业实训之用,同时希望它也能成为纺织品质量监督检验工作的一本实用的图书,并能对从事纺织产品质量检验和质量计量检定人员工作者有所帮助。

本书由河南纺织高等专科学校翟亚丽编写第六章、第七章、第八章、第十章(第一节、第二节、第三节)、第十五章、第十六章、第十八章;河南纺织高等专科学校魏春霞编写第四章、第五章;河南纺织高等专科学校陈理编写第十四章、第十七章;河南纺织产品质量监督检验中心赵东兵编写第一章、第十九章;河南纺织产品质量监督检验中心刘志红编写第九章(第一节)、第十章(第五节)、第十一章、第十二章、第十三章;河南纺织产品质量监督检验中心薛伟编写第二章、第三章、第九章(第二节)、第十章(第四节)。全书由翟亚丽统稿。

由于目前纺织测试仪器品种繁多,本书在反映这些仪器时可能会有所疏漏及错误,不当之处恳请读者指正。书中参考了有关国家标准、书刊及仪器说明书的内容,谨在此表示诚恳的谢意。

编者

2006年8月

目 录

第一章 计量基础知识	1
第一节 计量的发展及特点 / 1	
第二节 计量器具 / 2	
第三节 计量检定 / 4	
第四节 量值传递与溯源 / 5	
第二章 纺织测试仪器的性能指标和误差	7
第一节 纺织测试仪器的基本性能指标 / 7	
第二节 误差 / 8	
第三章 天平	12
第一节 天平的基本原理 / 12	
第二节 机械类天平结构 / 16	
第三节 天平的计量性能 / 18	
第四节 天平的检定 / 20	
第五节 电子天平 / 28	
第六节 电光分析天平 / 32	
第四章 显微镜	36
第一节 复式显微镜 / 36	
第二节 相差显微镜 / 40	
第三节 电子显微镜 / 42	
第五章 棉纤维大容量测试仪	50
第六章 棉纤维长度测量仪器	57
第一节 Y111 型罗拉式纤维长度分析仪 / 58	
第二节 Y121 型梳片式纤维长度分析仪 / 65	

第三节 Y146—3 型棉纤维光电长度分析仪 / 69

第七章 气流式纤维细度测定仪器 74

第一节 Y145 型气流式纤维细度测定仪 / 75

第二节 Y175 型气流式纤维细度测定仪 / 79

第三节 MC 型气流式纤维细度测定仪 / 80

第八章 原棉杂质测定仪器 82

第一节 Y101 型原棉杂质分析机 / 82

第二节 YG042W 型微电脑原棉杂质分析机 / 88

第九章 纺织材料回潮率测定仪器 91

第一节 YG747 型八篮快速烘箱 / 93

第二节 Y412B 型原棉水分测定仪 / 97

第十章 细度不匀率试验仪器 101

第一节 Y201A 型棉卷均匀度机 / 102

第二节 Y301 型条粗测长器 / 105

第三节 Y311 型条粗条干均匀度机 / 107

第四节 YG135 系列条干均匀度仪 / 110

第五节 摇黑板机 / 121

第十一章 纱线捻度试验仪器 126

第十二章 YG086 型缕纱测长仪 134

第十三章 纱线毛羽测试仪 140

第十四章 纱疵分级仪 146

第十五章 强力试验仪 151

第一节 YG003A 型电子单纤维强力仪 / 151

第二节 YG011 型束纤维强力仪 / 158

第三节 YG061F 型电子单纱强力机 / 162

第四节 HN026N 型电子织物强力试验机 / 172

第十六章	织物厚度仪	178
第一节	Y531 型织物厚度仪 /	178
第二节	YG141 型织物厚度仪 /	180
第十七章	色牢度测试仪	183
第一节	SW—12 型耐洗色牢度试验机 /	183
第二节	YG611A 型日晒气候试验仪 /	188
第三节	Y571L 型染色摩擦色牢度仪 /	198
第四节	汗渍/唾液色牢度仪和汗渍色牢度烘箱 /	201
第五节	YG605 型熨烫/升华色牢度仪 /	206
第十八章	织物风格仪	210
第一节	概述 /	210
第二节	KES—FB 织物风格仪 /	212
第三节	FAST 织物风格仪 /	218
第四节	YG821 型织物风格仪 /	221
第十九章	织物其他性能测试仪	230
第一节	YG(B)461D 型数字式织物透气量仪 /	230
第二节	YG606 型织物保暖性测试仪 /	232
第三节	YG541 型织物折皱弹性测试仪 /	234
第四节	YG502 型织物起毛起球仪 /	236
第五节	YG811 型织物悬垂性测试仪 /	238
第六节	YG401(马丁代尔式)型织物平磨仪 /	240
第七节	Y511B 型织物密度镜 /	242
参考文献		245

第一章

计量基础知识

计量,过去在我国称为“度量衡”,是对量的定性分析和定量确认的过程,是实现单位统一、量值准确可靠的活动。

概括地说,计量的内容包括计量理论、计量技术与计量管理,并主要体现于下列方面。

- (1) 计量单位与单位制。
- (2) 计量器具,包括复现计量单位的计量基准、标准器具以及普通(工作)计量器具。
- (3) 量值传递、溯源与检定测试。
- (4) 物理常数以及材料与物质特性的测定。
- (5) 误差,测量不确定度与数据处理以及计量人员的专业技能。
- (6) 计量管理。

第一节 计量的发展及特点

一、计量的发展

计量的发展大体上可分为三个阶段。

(一) 古典计量阶段

古典计量阶段,是以权力和经验为主的初级阶段,没有依据或者没有充分的科学依据,以人体的某一部分,动物的丝毛或某些能力、植物果实或乐器、物品为基准。

(二) 经典计量阶段

1875年巴黎“米制公约”的签订,是经典计量阶段的开始,这个阶段的计量基准,都属于宏观器具。例如,根据地球子午线的长度制造的铂铱合金米原器;根据地球绕太阳的转动周期而制定的秒;还有千克原器、安培、开尔文等,都是宏观实物基准。

(三) 现代计量阶段

现代计量阶段的基本标志是由经典理论转向量子理论,由宏观实物基准转向微观量子基准。

建立在量子理论基础上的微观量子基准(亦称自然基准)比宏观实物基准优越得多,更准确、更稳定可靠。迄今为止,国际上已正式确立的量子计量基准有长度单位米(m)基准、时间单位秒(s)基准、电压单位伏特(V)基准和电阻单位欧姆(Ω)基准。

上述的计量发展阶段,是根据计量所依据的基本理论、物质技术基础和发展趋势而划分的,难以截然分开。在日常的实际计量工作中,所普遍应用的仍是宏观实物计量器具,但其计量性

能由于溯源到基本量和主要导出量的量子计量基准而得到明显改进,从而使整体计量水平显著提高。

二、计量的特点

计量的特点可概括如下。

(一) 准确性

准确性是计量的基本特点,它表征的是测量值与被测量的真值的接近程度。严格地说,只有测量值,而无精确程度的结果,不是计量结果。也就是说,计量不仅应明确给出测量值,而且还应给出该量值的不确定度(误差范围),即精确性。

(二) 一致性

计量单位的统一是量值一致的重要前提。无论在任何时间、任何地点、采用任何方法、使用任何器具以及任何人进行计量,只要符合有关计量的要求,所得结果就应在给定的不确定度(误差范围)内一致。否则,计量将失去其社会意义。

(三) 溯源性

溯源性是通过一条具有规定不确定度的不间断的比较链,使测量结果或测量标准的值能够与规定的参考标准(通常是与国家测量标准或国际测量标准)联系起来的特性。也就是说,任何一个计量结果,都能通过连续的比较链溯源到计量基准。可以说,溯源性是准确性和一致性的技术归宗。

(四) 法制性

法制性即计量本身的社会性就要求有一定的法制保障,也就是说,量值的精确一致,不仅要有一定的技术手段,而且还要有相应的法律、法规做保障。特别是对于那些对国计民生有明显影响的计量,诸如社会安全、医疗保健、环境保护以及贸易结算中的计量,更必须有法制保障。否则,量值的精确一致便不能实现,计量的作用也就难以发挥。

第二节 计量器具

计量器具是指可单独或与辅助设备一起,能够直接或间接确定被测对象量值的器具。

一、按形态和工作方式来划分

计量器具可分为计量仪器、量具和标准物质。

计量仪器是将被测量值转换成可直接观察的示值或等效信息的计量器具,可分为三种类型:“直读式”计量仪器,如安培计、压力表等;“比较式”计量仪器,如天平、电位计等;“差值式”计量仪器,如比长仪的光学指示器,外差式频率计等。

量具是具有固定形态、能复现给定量的一个或多个已知量值的计量器具,分为“从属量具”和“独立量具”两种。从属量具不能单独确定被测量值,而必须通过其他计量器具或辅助设备,

如砝码只有通过天平才能进行质量的测量。独立量具则能单独进行测量,而无须通过其他器具,如尺子。

标准物质亦称标准样品,指具有一种或多种给定的计量特性的物质或材料,用以校准计量器具,评价测量方法或给材料赋值等。标准物质一般可分为化学成分标准物质(如金属、化学试剂等)、理化特性标准物质(如离子活度、粒度标样等)和工程技术标准物质(如橡胶、磁带标样等)。

二、按技术特性及用途来划分

计量器具可分为计量基准器具,计量标准器具和普通计量器具。

(一) 计量基准器具

计量基准器具简称计量基准,是在特定计量领域内复现和保存计量单位(其倍数或分数)并具有最高计量特性的计量器具,是统一量值的最高依据。

经国家正式确认,具有当代或本国科学技术所能达到的最高计量特性的计量基准,称为国家计量基准(简称国家基准),是给定量的所有其他计量器具在国内定度的最高依据。

经国际协议公认具有当代科学技术所能达到的最高计量特性的计量基准,称为国际计量基准(简称国际基准),是给定量的所有其他计量器具在国际上定度的最高依据。

(二) 计量标准器具

计量标准应包含最高计量标准或原始计量标准——计量基准。计量标准一般不能自行定度,而必须直接或间接地接受计量基准的量值传递。

(三) 普通计量器具

普通计量器具亦称工作计量器具,是指一般日常工作中现场测量所用的计量器具。普通计量器具虽不是计量标准,但也具有一定的计量精度,这主要体现在可获得某些给定量的测量结果。这也是计量器具和一般器具的根本区别。

三、计量器具的特征

计量器具的特征主要有以下几个方面。

(一) 标称范围

计量器具所标定的测量范围称为标称范围,是指在给定的误差范围内可测量的最低与最高量值区间。标称范围有时也可称示值范围。通过用被测量的单位表示。

(二) 测量精确度(准确度)

测量精确度指测得值的精确程度,包括测得值之间的一致程度及与其真值的接近程度。一般以被测量的测得值与其实际值(或约定真值)之间的偏差范围来表示。

(三) 灵敏度

灵敏度指计量器具响应的变化与引起该变化的激励值(被测量值)变化之比。

通常,对于带刻度指示器的计量器具,可以分度长度与其值之比作为灵敏度。

(四) 鉴别力

计量器具对激励值(被测量值)微小变化的响应能力称为鉴别力。

(五) 鉴别力阈

鉴别力阈是指计量器具的响应产生可察觉的变化的激励值(被测量值)的最小变化值。

鉴别力阈亦可称为灵敏阈或灵敏限。

(六) 指示器的分辨力

指示器的分辨力是指能够肯定区分的指示器示值的最邻近值。

(七) 作用速度

作用速度是指稳定显示的时间或单位时间内测量的最大次数(具有规定的精确度或不肯定度)。

(八) 稳定度

稳定度是指规定条件下计量器具保持其计量特性不变的能力。通常,稳定度是对时间而言;若对其他量来计,则应注明。

第三节 计量检定

计量检定是计量器具常规量值传递或溯源的基本方式。

一、计量检定

计量检定是指为评定计量器具的计量性能,确定其是否合格所进行的全部工作。所有的正式检定,都必须严格按照有关的计量检定规程进行。

计量检定规程是为检定计量器具而制定的技术法规,其中对规程的适用范围,计量器具的名称,计量性能,检定项目、检定方法、检定条件、检定数据的处理以及检定周期等,皆有明确的规定,实际工作中必须遵循。

计量检定规程由国家计量行政部门统一组织制定和颁布。计量检定规程每隔一段时间(一般3~5年)便要修订一次,以使其日益完善,适应科技发展和实际需要。

正式的计量检定工作,都必须经有关计量主管部门的审核批准,应由掌握计量器具性能并有操作技能的专业计量检定人员承担,计量检定员,须经考核合格并取得检定员证,方能上岗;否则不得从事正式的计量检定工作。

二、测试、校准

测试是利用各种计量器具所进行的非常规检测,测试通常是指具有一定试验(探索)性的测量,一般无严格的规程可循,也无须计量主管部门的审批,但测试单位对测试结果或数据,仍负有相应的责任。

校准是指在规定条件下,为确定计量器具示值误差的一种操作。

校准主要是确定计量器具的示值误差,但也可以确定计量器具的其他计量特性。这就是说校准也可以评定计量器具的全部计量特性,从而亦可得出其是否合格的结论,可以说,“校准”和“检定”并无实质性的区别,实际上,示值误差是计量器具计量特性的主要体现。所以校准和检定都是量值传递或溯源的具体方式;对正规校准的要求(包括校准实验室的总体能力以及具体的校准方法、校准设备、环境条件和人员的技能等)与对检定的要求一样,亦应严格遵照相应的规定。

三、检定测试的主要方法

测量的方法有多种多样,但概括起来不外乎两大类,即直接测量法与间接测量法。

(一)直接测量法

指直接测量被测量便可得出其量值,而不必测量与被测量有函数关系的其他量的一类测量方法。

比较常见的有:直接比较法、微差法、零位法、替代法。

(二)间接测量法

是通过对被测量有已知函数关系的其他量的测量从而导出被测量量值的一类方法。

(三)组合测量法

直接测量法与间接测量法相结合。

第四节 量值传递与溯源

一、量值传递

量值传递是指通过计量检定或校准,将计量基准所复现的计量单位(其倍数或分数)逐级传递给各级计量标准直至普通(工作)计量器具的活动。

量值传递应本着精度损失小、可靠性高和简单易行的原则。

量值传递一般应按国家计量检定系统的规定逐级进行,某些特殊情况,经上级主管部门同意,可越级进行传递。

量值传递,概括地讲,可分为直接传递和间接传递,凡可直接传递者皆应直接传递,凡不能直接进行传递者,则只好间接进行。这里所谓间接,是指传者与被传者不能直接进行量值传递,而必须通过一个过渡指示器,通常将其称为过渡标准,传递标准或比对标准。

二、溯源

溯源是量值溯源的简称,是指使用任何一种计量器具所测得的测量结果,都能通过连续的比较链,使其与计量基准所复现的计量单位联系起来,即可追溯到计量单位的源头。也可以说,溯源是量值传递的逆过程。

欲使任何一个计量标准或普通计量器具所复现的单位(包括其倍数与分数)与测量结果精

确一致,就必须进行溯源。即将其所给出的量值直接或间接地溯源到同一个计量基准。否则,量值出于多源,便不可能有什么“精确”、“一致”可言,也就失去了计量的社会意义。

量值溯源一般亦应根据国家计量检定系统进行,只不过不是由上往下,而是由下往上,所以,对量值溯源的基本要求,与对量值传递的基本要求是一致的。

国家计量基准通常都与别国计量基准或国际计量基准进行比对或接受量值传递,从而与国际量值保持一致。所以,溯源亦可达到与国际量值的统一,是发展国际科技交流与合作,消除贸易技术壁垒的一个重要措施。

第二章

纺织测试仪器的性能指标和误差

第一节 纺织测试仪器的基本性能指标

1. 标称范围 测量仪器的操纵器件调到特定的位置时可得到的示值范围。
2. 量程 标称范围两极限之差的绝对值。
3. 标称值 测量仪器上表明其特性或指导其使用的量值,该量值为圆整数值或近似值。
4. 测量范围(工作范围) 测量仪器的误差处在规定极限内的一组被测量值。
5. 额定操作条件 测量仪器规定的计量特性处于给定极限内的使用条件。
6. 极限条件 测量仪器的规定计量特性不受损也不降低,其后仍可在额定操作条件下运行而能承受的极端条件。
7. 参考条件 为测量仪器的性能试验或为测量结果的相互比较而规定的使用条件。
8. 稳定性 测量仪器保持其计量特性持续恒定的能力。
9. 保真性 测量仪器不改变被测量的能力。
10. 漂移 测量仪器特性的慢变化。
11. 重复性 在相同测量条件下,重复测量同一个被测量,测量仪器提供相近示值的能力。
12. 可靠性 测量仪器在规定条件下和规定时间内,完成规定测试的能力。
13. 灵敏度 测量仪器响应的变化除以对应的激励变化。
14. 鉴别力 使测量仪器产生未察觉的响应变化的最大激励变化,这种激励变化应是缓慢的和单调的变化。
15. 分辨力 显示装置能有效辨别的最小的示值差。
16. 量值传递 量值传递是指将国家计量基准所复现的计量单位量值,通过检定(或其他传递方式)传递给下一等级的计量标准,并依次传递的工作计量器具,以保证被计量的量值准确一致。
17. 量值溯源 量值溯源(溯源性)是指通过一条具有规定不确定度的、不间断的比较链,使测量结果或测量标准的值能够与规定的参考标准,通常是与国家测量标准或国际测量标准联系起来的特性。
18. 可测量的量 现象、物体或物质可定性区别和定量确定的属性。
19. 量值 一般由一个数乘以测量单位所表示的特定量的大小。
20. 量的真值 与给定的特定量定义一致的值。
21. 量的约定真值 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。

22. 被测量 作为测量对象的特定量。

23. 测量结果 由测量所得到的赋予被测量的值。

24. 测量准确度 测量结果与被测量的真值之间的一致程度。

25. 测量结果的重复性 在相同测量条件下,对同一被测量进行连续多次测量所得结果之间的一致性。

26. 测量结果的复现性 在改变了的测量条件下,同一被测量的测量结果之间的一致性。

27. 测量不确定度 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。

28. 标准不确定度 以标准差表示的测量不确定度。

29. 不确定度的 A 类评定 用对观测列进行统计分析的方法,来评定标注不确定度。

30. 不确定度的 B 类评定 用不同于对观测列进行统计分析的方法,来评定标准不确定度。

31. 合成标准不确定度 当测量结果是由若干个其他量的值求得时,按其他各量的方差和协方差算得的标准不确定度。

32. 扩展不确定度 确定测量结果区间的量,合理赋予被测量之值分布的大部分可望含于此区间。

33. 计量检定 检定是指查明和确认计量器具是否符合法定要求的程序,它包括检查、加标记和(或)出具检定证书。

34. 校准 校准是指在规定条件下,为确定测量仪器或测量系统所指示的量值,或实物量具或参考物质所代表的量值,与对应的由标准所复现的量值之间关系的一组操作。

35. 计量确认 计量确认是指为确保测量设备处于满足预期使用要求的状态所需要的一组操作。

36. 允许误差 允许误差(简称允差)是“对给定的测量仪器、规范和规程等所允许的误差极限值”,有时也称为测量仪器的允许误差限。

第二节 误 差

在进行测量时,常借助各式各样的仪器设备,按一定方法,在一定的工作环境条件下通过检测人员的操作,得出测量的数值。由于在操作过程中不可避免存在对测量结果有影响的因素,例如,计量器具本身的准确度、测量对象的稳定性、测量方法的完善性、测量环境的理想性、测量人员本身素质和经验等,使得在对各类量值进行测量时,所得结果与被测对象的真实量值不一致,存在一定的差值,这个差值就是我们所讲的测量误差。

科学研究的实践证明,测量误差是客观存在的,但又是可以控制的。随着科学技术的发展,检测手段、检测方法的改进,人们认识能力的提高,测量误差可以被控制得愈来愈小,但不能使其等于零。

一、误差定义及特点

在测量领域,某一给定特定量的误差,根据其表示方法不同,可分为绝对误差、相对误差和引用误差等。

(一) 绝对误差

1. 定义 绝对误差是指所测量值减去被测量的真值。即:

$$\Delta = X - X_0 \quad (2-1)$$

式中: Δ ——绝对误差;

X ——测量值;

X_0 ——真值。

2. 特点

- (1) 绝对误差有单位,其单位与测得结果相同;
- (2) 绝对误差有大小和符号,表示测量结果偏离真值的程度;
- (3) 绝对误差不是对某一被测量而言,而是对该量的某一给出值来讲。

(二) 相对误差

1. 定义 相对误差(Δr)是绝对误差与被测量的真值之比,即:

$$\Delta r = \frac{\Delta}{X_0} \quad (2-2)$$

2. 特点

- (1) 相对误差表示的是给出值所含有的误差率;绝对误差表示的是测量值减去真值所得的量值;
- (2) 相对误差只有大小和正负号,而无计量单位(无量纲量);而绝对误差不仅有大小、正负号,还有计量单位。

(三) 引用误差

1. 定义 引用误差(r)指计量器具的绝对误差与其特定值(X_N)之比,即:

$$r = \frac{\Delta}{X_N} \quad (2-3)$$

2. 特点

- (1) 引用误差一般用百分数(%)表示,也可以用 $A \times 10^{-n}$ 表示;
- (2) 特定值一般称为引用值,它可以是计量器具的量程或标称范围的最高值(或上限值);
- (3) 在计量检定中最大引用误差不得超过仪表技术规范、规程等对给定测量仪器所允许的误差极限值。

二、误差的来源和分类

(一) 误差的来源

1. 器具误差 计量器具本身所具有的误差。

2. 环境误差 由于实际环境条件与规定环境条件不一致所引起的误差。

3. 人员误差 测量人员主观因素和操作技术所引起的误差。

4. 方法误差 测量方法不完善所引起的误差。

(二) 误差的分类

根据误差的不同特性,将误差划分为系统误差、随机误差等。

1. 系统误差 在重复性条件下,对同一被测量进行无限多次测量所得结果的平均值与被测量的真值之差。系统误差也等于误差减去随机误差。

(1)“无限多次测量”一般做不到,是理想化的定义;

(2)真值不能真正获得,常采用约定真值来代替。

2. 随机误差 测量结果与在重复性条件下,对同一被测量进行无限多次测量所得结果的平均值之差。随机误差也等于误差减去系统误差。

三、随机误差与系统误差

(一) 随机误差

1. 随机误差产生的原因 随机误差是由很多暂时未能掌握和不便掌握的微小因素所构成,这些因素在测量过程中相互交错、随机变化,以不可预知方式综合地影响测量结果。就个体而言是不确定的,但其总体服从一定的统计规律,因此可以用统计方法分析其对测量结果的影响。

2. 随机误差的特点 事实表明,大多数的随机误差具有:单峰性、对称性、有界性、抵偿性等特性。其他如三角分布、均匀分布等也有类似特性,但抵偿性是随机误差特点中最本质的统计特性。

抵偿性是指在同一条件下,对同一量进行重复测量时,随着测量次数的增多,随机误差的代数和为零,或者说随机误差的期望值为零。

3. 随机误差的评定 随机误差按统计方法来评定,如用算术平均值来评定测量结果的数值,用实验标准偏差、算术平均值实验标准偏差来评定测量结果的分散性等。

(二) 系统误差

1. 系统误差产生的原因

(1)在检定或测试中,标准仪器或设备的本身存在一定的误差。

(2)测量时的客观环境条件(如温度、湿度、恒定磁场等),也会给测量结果带来误差。

(3)由于某些测量方法的不完善,特别是检定与测试中所使用的某些仪器或设备,在设计制造时受某些条件的限制(如元器件、制造工艺等),不得不降低某些指标,采用一些近似公式,这也会给测量结果带来误差。

(4)在测量中,测量者本身生理上的某些缺陷,如听觉、视力等缺陷,也会给测量结果带来误差。

2. 系统误差的分类

(1)根据数值及变化规律的掌握程度,可将系统误差分为已定系统误差(简称为已定系差)

和未定系统误差(简称为未定系差)。

①已定系差是指数值及其变化规律已经确定的系统误差;

②未定系差是指数值或其变化规律未经确定的系统误差。未定系差是系统误差中未被确定或不可掌握的部分,它常和随机误差一起成为测量不确定度评定的主要对象。

(2)按变化规律,可将系统误差分为两类:

①一类为固定值的系统误差,又称恒定系差,其值(包括正负号)恒定;

②另一类为随条件变化的系统误差,又称可变系差,其值以确定的、并通常是已知的规律随某些测量条件变化。

四、粗大误差

在实际测量过程中得到的测量值,我们一般要进行处理,首先判别其是否存在明显超出规定条件下预期的误差,即是否含有粗大误差。

粗大误差是指明显超出规定条件下预期的误差(也称疏失误差和粗差)。该误差会明显地歪曲测量结果,应给予剔除。

1. 粗大误差产生的原因 粗大误差产生的原因既有测量人员的主观因素,如读错、记错、写错、算错等;也有环境干扰的客观因素,如测量过程中突发的机械振动、温度的大幅度波动、电源电压的突变等,使测量仪器示值突变,产生粗大误差。此外,使用有缺陷的计量器具,或者计量器具使用不正确,也是产生粗大误差的原因之一。含有粗大误差的测量结果视为离群值,按数据统计处理准则来剔除。

2. 消除粗大误差的方法 在重复条件下的多次测得值中,有时会发现个别值明显偏离该数值算术平均值,对它的可靠性产生怀疑,这种可疑值不可随意取舍,因为它可能是粗大误差,也可能是误差较大的正常值,反映了正常的分散性。正确的处理办法是:首先进行直观分析,若确认某可疑值是由于写错、记错、误操作等,或者是外界条件的突变产生的,可以剔除,这就是直观判断或称为物理判别法。

此外,还可用统计法判别,它是建立在随机误差有界性基础上,首先给定一个置信概率,如99.73%,确定相应的置信限,凡超出这个限的误差就认为不属于随机误差,而是粗大误差,应剔除。经上述方法判断还不能肯定是异常值时,均应保留,不得剔除。

3. 判别粗大误差的准则 判别粗大误差的方法很多,在GB 4883—1985《数据的统计处理和解释——正态性检验》中规定判别粗大误差的方法有:莱依达(3s)准则、肖维勒准则、狄克逊准则、 t 检验准则及格拉布斯准则等。

第三章

天平

天平是最早服务于人类的计量器具之一,具有悠久的历史。天平从传统的衡量工具已逐步扩展到其他方面,成为构成多种测试仪器的基本结构。20 世纪 40 年代就出现了测液体比重用的韦氏比重天平,以后又出现了以不等臂天平测量含水量的水分测定仪,以沉降天平测颗粒粒度的颗粒测定仪。此外,测表面张力、微压、吸附率、微孔径、黏度、磁性等也采用了天平原理。自 20 世纪 50 年代以来,将天平用于热分析的技术得到了很大的发展,热分析天平成为天平领域中重要的分支。风洞试验中三分力天平与六分力天平是天平技术的又一应用。

随着人类社会的进一步发展,天平技术将会更广泛地为人民服务。

第一节 天平的基本原理

一、质量和重量

(一) 质量是物体的固有属性

质量表示物体所含物质之多少的物理量,是物体本身所固有的一种属性。在物理学中,曾经从两个角度解释过质量这一概念,那就是惯性质量和引力质量。

牛顿第二定律表明:在惯性系统中,任何一个物体受到外力作用后所获得的加速度,其大小与所受的外力成正比,与该物体的质量成反比,其方向与所受外力的方向相同。即:

$$a = F/m \quad (3-1)$$

式中: F ——物体所受的外力,N;

m ——物体的质量,kg;

a ——物体受外力作用后所获得的加速度。

牛顿第二定律反映了物体受到外力作用时保持原来的运动状态的能力,这个能力叫做物体的惯性。由式(3-1)可知,质量大的物体惯性大;质量小的物体惯性小。也就是说,质量是物体惯性的量度,这就是惯性质量。

万有引力定律表明:任何两个物体之间都存在着一一种相互的吸引力,该力的方向沿着物体重心的连线,该力的大小与这两个物体各自的质量的乘积成正比,而与它们重心之间距离的平方成反比。即:

$$F = G \cdot m_1 m_2 / r^2 \quad (3-2)$$

式中: m_1, m_2 ——两个物体的质量;