

纺织服装高等教育“十二五”部委级规划教材
高职高专纺织类项目教学系列教材

纺织纤维与纱线检测

FANGZHI XIANWEI YU SHAXIAN JIANCE

甘志红 主编
王飞 赖燕燕 副主编

东华大学出版社

纺织服装高等教育“十二五”部委级规划教材
高职高专纺织类项目教学系列教材

纺织纤维与纱线检测

FANGZHI XIANWEI YU SHAXIAN JIANCE

甘志红 主编
王飞 赖燕燕 副主编

东华大学出版社

内 容 提 要

本教材根据高职教育的特点,按照“项目课程”的基本要求,采用任务驱动的方式进行编写,比较系统地阐明了纺织纤维和纱线检测的基础知识、纺织纤维的鉴别方法,重点介绍常规纺织纤维和纱线的物理机械性能的检测方法与程序、新型检测仪器设备的操作使用,以及国内有关纺织纤维和纱线品质评定的最新标准,同时在拓展任务中介绍了其他常用纱线的品质评定标准和检测方法。

本教材以典型纺织纤维和纱线性能的检测任务为载体,通过“任务目标”“知识准备”“任务实施”“任务评价”等环节,既再现了职业岗位的实际情境,又将理论知识学习和实践操作训练融为一体,理论知识以“必需、够用”为原则,加强实践操作知识,理论和实践内容相互渗透,比较适合高职学生的学习特点,具有较强的实用性和可操作性。

本教材是高职“纺织品检验与贸易”等纺织类专业的核心课程教材,也可供生产企业、测试中心、检验机构和研究单位的专业技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

纺织纤维与纱线检测/甘志红主编. —上海:东华大学出版社,2014.8

ISBN 978-7-5669-0580-2

I. ①纺… II. ①甘… III. ①纺织纤维—高等职业教育—教材 ②纱线—检测—高等职业教育—教材 IV. ①TS1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 170484 号

责任编辑:张 静

封面设计:李 博

出 版:东华大学出版社(上海市延安西路 1882 号,200051)

本社网址: <http://www.dhupress.net>

淘宝书店: <http://dhupress.taobao.com>

营销中心: 021-62193056 62373056 62379558

印 刷:上海新文印刷厂

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张 8.5

字 数: 212 千字

版 次: 2014 年 8 月第 1 版

印 次: 2014 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5669-0580-2/TS·520

定 价: 25.00 元

前 言

纺织纤维和纱线是构成纺织品的基本原料,其性能特征和质量直接影响到最终纺织品的性能和使用。本教材是由江西工业职业技术学院轻纺服装分院教师在多年纺织品检验与贸易专业的核心课程“纺织品检验实务”教学中总结提炼而成的一部适用教材。在编写过程中,编者根据高职教育的特点,按照“项目课程”的基本要求,尽可能采用任务驱动的方法进行编写,实施教、学、做一体的教学方法,以适应高职学生的学习特点。本教材以典型纺织纤维和纱线的检测任务为载体,通过“任务目标”“知识准备”“任务实施”“任务评价”等环节,既再现了职业岗位的实践情境,又将理论知识的学习和实践操作训练融为一体,专业理论以“必需、够用、实用”为原则,强化了实践操作技能的训练。该教材系统地介绍了纺织纤维和纱线的质量检测标准、检测方法和检测仪器设备的使用等知识,旨在使学生掌握纺织纤维与纱线检测与分析的技能,同时学会更科学合理地使用纺织纤维与纱线,从而生产出优质的纺织品。

教学实施说明:采用“项目导向,任务驱动,教、学、做一体”的教学模式开展教学,要求在一体化教学场所实施教学。对纺织纤维与纱线检测的每一教学项目,都和实际工作岗位的职业技能相结合,每一个学习任务就是岗位工作任务。在实施任务驱动教学过程中,由教师布置任务,然后和学生一起共同分析任务,学生再分小组讨论并制订任务实施方案,最后实施任务。在任务实施过程中,教师耐心指导并总结。通过边教、边学、边做,指导学生完成学习工作任务,强化专业技能。

编 者

目 录

项目一 纺织纤维与纱线检测基础

任务一 标准及标准分类·····	1
任务二 检测抽样方法和试样准备·····	4
任务三 检测数据处理·····	8

项目二 纺织纤维的检测

子项目一 棉纤维商业贸易检验·····	14
任务一 棉纤维品级检测·····	14
任务二 棉纤维手扯长度检测·····	18
任务三 棉纤维马克隆值检测·····	20
任务四 棉纤维回潮率与含杂率检测·····	23
知识拓展·····	28
子项目二 棉纤维可纺性能检验·····	32
任务一 试验棉条的制备·····	32
任务二 棉纤维长度检测·····	33
任务三 棉纤维细度检测·····	40
任务四 棉纤维成熟度检测·····	43
任务五 棉纤维断裂强力检测·····	46
任务六 原棉疵点检测·····	49
知识拓展·····	51
子项目三 麻纤维检验·····	53
任务一 苧麻纤维长度检测·····	54
任务二 亚麻工艺纤维品质检测·····	56
子项目四 毛纤维检验·····	57
任务一 羊毛纤维细度检验·····	58
任务二 羊毛纤维长度检验·····	62
子项目五 化学短纤维品质评定与检验·····	65
任务一 化学短纤维强伸性能检测·····	65
任务二 化学短纤维线密度检验·····	67

任务三 化学短纤维长度检测	68
任务四 化学短纤维品质评定	69
子项目六 纺织纤维的鉴别	70
任务一 手感目测法鉴别纺织纤维	70
任务二 燃烧法鉴别纺织纤维	71
任务三 显微镜观察法鉴别纺织纤维	73
任务四 药品着色法鉴别纺织纤维	76
任务五 化学溶解法鉴别纺织纤维	78
任务六 纺织纤维的系统鉴别	81

项目三 纱线质量检测

子项目一 棉本色纱线的质量检测	84
任务一 纱线百米质量变异系数和百米质量偏差的检测	87
任务二 单纱断裂强度及断裂强力变异系数的检测	90
任务三 纱线条干均匀度检测	92
任务四 棉本色纱线棉结杂质检测	97
任务五 棉本色纱十万米纱疵检测	99
任务六 纱线捻度检测	103
子项目二 涤棉混纺色纺纱的质量检测	106
任务一 涤棉混纺色纺纱明显色结数检测	107
任务二 涤棉混纺色纺纱千米棉结数检测	108
拓展项目 其他纱线质量检测	108
拓展任务一 生丝品质评定及检测	108
拓展任务二 毛纱线品质评定及检测	114
拓展任务三 麻纱线品质评定及检测	118
拓展任务四 绢纺纱品质评定及检测	122
拓展任务五 化纤长丝品质评定及检测	124
参考文献	129

项目一

纺织纤维与纱线检测基础

知识目标:掌握纺织纤维与纱线检测的基础知识。

能力目标:能在纺织纤维与纱线检测操作中应用基础知识。

任务一 标准及标准分类

一、任务目标

掌握纺织纤维与纱线有关标准的分类及编号,学会查阅和使用纺织纤维与纱线的相关标准,在接到测试样品后,能按相关标准对相应项目进行检测。

二、知识准备

(一) 标准和标准化

标准是对重复性事物和概念所做的统一规定。纺织标准是以纺织科学技术和纺织生产实践的综合成果为基础,经有关方面协商一致,由主管机构批准,以特定形式发布,作为纺织生产、纺织品流通领域共同遵守的准则和依据。

现代化生产和科学管理的重要手段之一就是要实行标准化,而标准化是通过标准来实施的。标准化是在经济、技术、科学及管理等社会实践中,对重复性的事物和概念,通过制定、发布和实施标准,达到统一,以获得最佳秩序和社会效益。

标准化的原理是统一、简化、协调、选优。其工作任务是制定标准、组织实施和对实施标准进行监督。

标准化是一个活动过程。标准往往是标准化活动的产物。标准化的效果是在标准的运用、贯彻执行等实践活动中表现出来的。标准应在实践中不断修改完善。

(二) 标准的编号

完整的标准编号包括标准代号、顺序号和年代号。

国家标准编号为:



GB/T ××××—××××

标准批准年号

标准顺序号

推荐性国家标准代号

纺织行业标准编号为:

FZ ××××—××××

标准批准年号

标准顺序号

强制性纺织行业标准代号

FZ/T ××××—××××

标准批准年号

标准顺序号

推荐性纺织行业标准代号

企业标准编号为:

Q/ ×××× ××××—××××

标准批准年号

标准顺序号

×××企业代号

企业标准代号

例如: 编号 GB 1103—2007 为 2007 年修订颁发的国家强制性标准《棉花 细绒棉》。

(三) 标准的分类

标准主要可从标准的级别和标准的执行方式两方面进行分类。

1. 按标准的级别分类

按照标准制定和发布机构的级别、适用范围,可分为国际标准、区域标准、国家标准、行业标准、地方标准和企业标准等级别。

(1) 国际标准

国际标准是由众多具有共同利益的独立主权国参加组成的世界性标准化组织,通过有组织的合作和协商,制定、发布的标准。它是指国际标准化组织(ISO)和国际电工委员会(IEC)所制订的标准,以及国际标准化组织为促进关税及贸易总协定《关于贸易中技术壁垒的协定草案》,即标准守则的贯彻实施所出版的《国际标准题内关键词索引》中收录的 27 个国际组织制定的标准。部分国际测试标准见表 1-1。

表 1-1 部分国际测试标准

标准代号	发布标准的机构	适用国家
AATCC	美国纺织化学家和染色学家协会	美洲国家
ASTM	美国测试和材料学会	美洲国家
AS	澳大利亚标准学会	澳大利亚和新西兰
BS	英国标准学会	英国
CAN/CGSB	加拿大标准委员会	加拿大
DIN	德国标准学会	德国
FTMS	美国联邦政府标准	美国

(续 表)

标准代号	发布标准的机构	适用国家
ISO	国际标准化组织	欧洲国家
IWS	国际羊毛局	世界上绝大多数国家
JIS	日本标准协会	日本
NF	法国标准化协会	法国
SATRA	鞋类和联合贸易研究协会	世界上绝大多数国家
US CPSC	美国消费品安全委员会	美国

(2) 区域标准

区域标准是由区域性国家集团或标准化团体,为其共同利益而制定、发布的标准。如欧洲标准化委员会(CEN)、泛美标准化委员会(COPANT)、太平洋区域标准大会(PASC)、亚洲标准化咨询委员会(ASAC)、非洲标准化组织(ARSO)等机构制定发布的标准。区域标准中,有部分标准被收录为国际标准。

(3) 国家标准

国家标准是由国家标准化组织,经过法定程序制定、发布的标准,在该国范围内适用。如中国国家标准(GB)、美国国家标准(ANSI)、英国国家标准(BS)、澳大利亚国家标准(AS)、日本工业标准(JIS)、德国标准(DIN)、法国标准(NF)等等。

(4) 行业标准

行业标准是由行业标准化组织制定,由国家主管部门批准、发布的标准,以达到全国各行业范围内的统一。对某些需要制定国家标准,但条件尚不具备的,可以先制定行业标准,等条件成熟后再制定国家标准。

(5) 企业标准

企业标准是企业生产经营活动中为协调统一的技术要求、管理要求和工作要求所制定的标准。企业标准由企业自行制定、审批和发布,在企业内部适用。企业的产品标准必须报当地政府标准化主管部门备案,若已有该产品的国家或行业标准,则企业标准应严于相应的国家标准、行业的技术要求。

2. 按标准执行方式分类

标准的实施就是要将标准所规定的各项要求,通过一系列措施,贯彻到生产实践中去。标准按执行方式分为强制性标准和推荐性标准。

(1) 强制性标准

强制性标准是指为保障人体健康、人身财产安全所制定的标准,以法律、行政法规规定强制执行的标准。在我国国家标准中,以 GB 开头的标准属强制性标准。

强制性标准必须严格强制执行。在国内销售的一切产品,凡不符合强制性标准要求者,均不得生产和销售;专供出口的产品,若不符合强制性标准的要求者,均不得在国内销售;不准进口不符合强制性标准的产品。对于违反强制性标准的,由法律、行政法规规定的行政主管部门或工商行政管理部门依法处理。

在我国,强制性标准包括:药品标准;食品卫生标准;产品生产、贮运和使用中的安全、卫生标准;劳动安全、卫生标准;运输安全标准;工程建设的质量、安全标准;环境保护和环境质量标准;通用技术语言、互换性、配套性的标准;通用的试验、检验方法标准;能源消耗、物资消耗标

准;农业重要产品标准;国家纺织产品基本安全技术规范;国家需要控制的重要产品质量标准;其他有关法律、法规规定的强制执行的标准。

(2) 推荐性标准

除强制性标准外的其他标准是推荐性标准。在我国国家标准中,以 GB/T 开头的标准属推荐性标准。

对推荐性标准,国家鼓励企业自愿采用。推荐性标准作为国家或行业的标准,有其先进性和科学性,一般都等同或等效采用了国际标准。企业若能积极采用推荐性标准,有利于提高企业自身的产品质量和国内外市场的竞争能力。

3. 按表现形式分类

(1) 标准文件

仅以文字形式表达的标准。

(2) 标准样品

以实物标准为主,并附有文字说明的标准,简称“标样”。标样由指定机构按一定技术要求制作成“实物样品”或“样照”,如棉花分级标样、棉纱黑板条干样照等。这些“实物样品”和“样照”可供检验外观对照判别之用。其结果与检验者的经验、综合技术素质关系密切。随着检测技术的提高,某些用目光检验,对照“标样”评定其优劣的方法,已逐渐向先进的计算机视觉检验方法发展。

三、任务实施

到纺织企业进行调研,也可借助图书馆和网络,查阅纺织相关标准,重点了解纺织服装面料检测标准的内容,提交一篇调查报告,阐述自己了解的纺织纤维与纱线检测标准。

四、任务评价

将学生分成若干小组,以组为单位,讨论每一位同学提交的调查报告,做出小组评价;再由教师做出综合评价,给出完成本任务的成绩。

任务二 检测抽样方法和试样准备

一、任务目标

学会纺织纤维与纱线检测的抽样方法和试样准备,学会识读温湿度计,在接到测试任务后,能按相关标准对相应项目进行科学抽样和试样准备。

二、知识准备

(一) 检测抽样方法

对于纺织纤维与纱线的各项检测,实际上只能限于全部产品中的极小一部分。一般情况下,被测对象的总体总是比较大的,且大多数检测是具破坏性的,不可能对总体的全部进行检测。因此,通常都是从被测对象总体中抽取试样进行检测。

为了保证试样对总体的代表性,就要采用合理的抽样方法,即按照随机抽样原则进行抽样。具体来说,抽样方法主要有以下四种:

1. 纯随机取样

从总体中抽取若干个样品(子样),使总体中每个单位样品被抽到的机会相等。这种取样就称为纯随机取样,也称简单随机取样。纯随机取样对总体不经过任何分组排队,完全凭着偶然的机会从中抽取。从理论上讲,纯随机取样最符合取样的随机原则,因此,它是取样的基本形式。

纯随机取样在理论上虽然最符合随机原则,但在实际上则有很大的偶然性,尤其是当总体的变异较大时,纯随机取样的代表性就不如经过分组再抽样的代表性强。

2. 等距取样

等距取样是先把总体按一定的标志排队,然后按相等的距离抽取样品。

等距取样相对于纯随机取样而言,可使子样较均匀地分配在总体之中,可以使子样具有较好的代表性;但是,如果产品质量有规律地波动,并与等距取样重合,则会产生系统误差。

3. 代表性取样

代表性取样是运用统计分组法,把总体划分成若干个代表性类型组,然后在组内用纯随机取样或等距取样,分别从各组中取样,再把各部分子样合并成一个子样。在代表性取样时,可按以下方法确定各组取样数目:以各组内的变异程度确定,变异大的组多取一点,变异小的少取一些,没有统一的比例;或根据各部分占总体的比例来确定各组应取的数目。

4. 阶段性随机取样

阶段性随机取样是从总体中取出一部分子样,再从这部分子样中抽取试样。从一批货物中取得试样可分为三个阶段,即批样、样品、试样。

(1) 批样

从待检测的整批货物中取得一定数量的包数(或箱数)。

(2) 样品

从批样中用适当方法缩小成试验室用的样品。

(3) 试样

从试验室样品中,按一定的方法取得做各项物理机械性能、化学性能的样品。

进行相关检测的纺织品,首先要取成批样或试验室样品,再制成试样。

(二) 检验方法

对纺织纤维与纱线的检验,主要采用感官检验、化学检验、仪器分析、物理测试、生物检验等检验手段,从而确定其是否符合标准或贸易合同的规定。

1. 按纺织纤维与纱线的检验内容分

从纺织纤维与纱线的检验内容来看,其检验可分为品质检验、规格检验、数量检验、包装检验和涉及安全卫生项目的检验。

(1) 品质检验

影响纺织纤维与纱线品质的因素,概括起来可以分为内在质量和外观质量两个方面。因此,纺织纤维与纱线品质检验大体上也可以划分为内在质量检验和外观质量检验两个方面。

纺织纤维与纱线的内在质量是决定其使用价值的一个重要因素。内在质量检验是指借助仪器设备对产品的物理机械性能的测定和化学性质的分析,如纱线捻度、纺织纤维与纱线回潮率,以及强伸度、混纺纱纤维含量的测定等等。

纺织纤维与纱线的外观质量检验大多采用感官检验法,如纺织纤维与纱线所含外观疵点

的检验及色泽等。由于官能检验带有较多的人为影响因素,所以需要检测人员具有丰富的经验,并经常要统一目光。

(2) 规格检验

纺织纤维与纱线的规格一般是指纺织纤维的长度、纺织纤维与纱线的细度等检验。

(3) 数量检验

纺织纤维与纱线是按质量计量的,因此需考虑到包装材料的质量和水分等其他物质对其的影响。质量主要有以下几种计量表述:

① 毛重:指纺织纤维和纱线本身质量加上包装质量。

② 净重:指纺织纤维和纱线本身质量,即除去包装物质量后的实际质量。

③ 公量:用科学的方法除去纺织服装面料所含的水分,再加上贸易合同或标准规定的水分所求得的质量。即:

$$\text{公量} = \text{净重} \times \frac{1 + \text{公定回潮率}}{1 + \text{实际回潮率}} \quad (1-1)$$

采用公量计重,主要是考虑到纺织纤维与纱线具有一定的吸湿能力,所含水分质量受到环境条件的影响,从而导致其质量不稳定。为了准确计算质量,国际上常采用“按公量计算”的方法。

(4) 包装检验

纺织纤维与纱线的包装检验是根据贸易合同、标准或其他有关规定,对纺织纤维与纱线的外包装、内包装以及包装标志进行检验。纺织纤维与纱线的包装既要保证质量、数量完好无损,又要使用户和消费者便于识别。纺织纤维与纱线的包装检验主要包括:核对纺织纤维与纱线的商品标记、运输包装(俗称大包装或外包装)和销售包装(俗称小包装或内包装)是否符合贸易合同、标准及其他有关规定。

2. 按被检验产品的数量分

从被检验产品的数量上看,纺织纤维与纱线检测分为全数检验和抽样检验两种。

全数检验是对批(总体)中的所有个体进行检验。抽样检验则是按照规定的抽样方案,随机地在一批中抽取少量个体进行检验,并根据抽样检验的结果来推断总体的质量。纺织纤维与纱线的检验中,一般都采用抽样检验的方式。

(三) 试样准备

1. 标准大气条件

纺织纤维和纱线大多具有一定的吸湿性,其吸湿量的大小主要取决于纤维的内部结构,同时大气条件对吸湿量也有一定影响。在不同大气条件下,特别是在不同相对湿度下,各种纺织纤维或纱线的平衡回潮率不同。环境相对湿度增高,会使材料的吸湿量增加,从而引起一系列性能变化,如质量增加、纤维截面膨胀加大、纱线变粗、织物厚度增加、长度缩短、纤维绝缘性能下降、静电现象减弱等等;反之亦然。为了使纺织材料在不同时间、不同地点测得的结果具有可比性,必须统一规定测试时的大气条件,即标准大气条件。

标准大气亦称大气的标准状态,有三个基本参数:温度、相对湿度和大气压力。国际标准中规定的标准大气条件为:温度(T)为 20°C (热带地域为 27°C),相对湿度(RH)为 65% ,大气压力为 $86\sim 106\text{ kPa}$,视各国地理环境而定(温带标准大气与热带标准大气的差异在于温度,

其他条件均相同)。我国国家标准规定大气压力为 1 个标准大气压,即 101.3 kPa(760 mm 汞柱)。在温湿度的规定上,考虑到保持温湿度无波动是不现实的,故标准又规定了允许波动的范围:

一级标准:温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $65\%\pm 2\%$;

二级标准:温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $65\%\pm 3\%$;

三级标准:温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $65\%\pm 5\%$ 。

仲裁检验应采用一级标准大气条件,常规检验采用二级标准大气条件,要求不高的检验可用三级标准大气条件。

2. 调湿

纺织纤维与纱线的吸湿或放湿平衡需要一定时间,同样条件下由放湿达到平衡时的平衡回潮率高于由吸湿达到平衡时的平衡回潮率,这种因吸湿滞后现象带来的平衡回潮率误差,会影响纺织材料性能的测试结果。因此,在测定纺织品的物理机械性能之前,检测样品必须在标准大气下放置一定时间,并使其由吸湿达到平衡回潮率。这个过程称为调湿处理。

验证达到调湿平衡的通常办法是:将进行调湿处理的纺织品,每隔 2 h 连续称重,其质量递变(递增)率不大于 0.25%;或每隔 30 min 连续称重,其质量递变(递增)率不大于 0.1%,则可视达到平衡状态。若不按上述办法验证,通常,一般纺织材料调湿 24 h 以上即可,合成纤维调湿 4 h 以上即可。但必须注意,调湿期间应使空气能畅通地通过需调湿的纺织品,调湿过程不能间断;若被迫间断,必须重新按规定调湿。

3. 预调湿

为消除因纺织纤维与纱线的吸湿滞后现象影响检测结果,使同一样品达到相同的平衡回潮率,在调湿处理中,统一规定由吸湿方式达到平衡。不选择放湿方式是因为吸湿速率高于放湿速率,而且纺织品使用环境的湿度通常低于标准大气条件下的湿度,选择吸湿方式也更为合理。当样品在调湿前比较潮湿时(实际回潮率接近或高于标准大气条件下的平衡回潮率),为了确保样品能在吸湿状态下达到调湿平衡,需要进行预调湿。

预调湿的目的是降低样品的实际回潮率,通常规定预调湿的大气条件为:温度不超过 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $10\%\sim 25\%$ 。这一大气条件的获得,可以通过把相对湿度为 65%、温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (或 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$)的空气加热至 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 来实现。样品在上述环境中每隔 2 h 连续称重,其质量递变(递减)率不超过 0.5%,即完成预调湿。一般预调湿 4 h 便可达到要求。

三、任务实施

到纺织生产企业进行调研,了解纺织纤维与纱线检测的取样程序和方法。到学校实训室,查看恒温恒湿实验室的温度和相对湿度,学习纺织纤维与纱线的调湿处理过程和方法。完成一篇调查报告。

四、任务评价

将学生分成若干小组,以组为单位,讨论每一位同学提交的调查报告,做出小组评价;再由教师做出综合评价,给出完成本任务的成绩。

任务三 检测数据处理

一、任务目标

学会按规定对检测结果进行数值修约,能对测试结果进行误差分析和异常值处理。

二、知识准备

纺织纤维和纱线的检测结果正确与否,会影响到其合理使用及商业贸易,因此在纺织纤维与纱线品质检测过程中要尽可能减少测量误差。

(一) 测量误差

1. 误差的分类

测量误差是检测结果与其真值之间的差异,按产生的原因可分为系统误差、随机误差、过失误差。

(1) 系统误差

系统误差是指检测过程中产生的一些恒定的或遵循某种规律而变化的误差。在国家计量规范 JJF 1059—1999《测量不确定度评定与表示》中,系统误差的定义是:“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真值之差。”系统误差的特点是带有规律性,一般可以修正或消除。

引起系统误差的原因很多,主要有:①检测原理或检测方法不完善,如计算公式是近似的或忽略了一些因素的影响等;②仪器设备缺陷,如等臂天平的两臂不相等,未能调整到理想状态;③环境条件不稳定,如环境温湿度不稳定、气压变化等;④操作人员操作不当,如对准目标时总是偏左或偏右,估计读数时总是偏大或偏小等。

系统误差决定了检测的准确度,系统误差越小,检测结果的准确度越高。

(2) 随机误差

随机误差又称偶然误差,是随机产生的,是在对同一产品的检测过程中,由于操作人员技术不熟练、外界条件变动、检测仪器不完善、检测对象本身的状态发生变化等偶然因素的影响而引起的误差。由于随机误差的存在,对同一量值在相同条件下做多次重复检测会出现许多不同的检测结果。就随机误差的个体而言,是没有规律、不可控制的,但就其总体来说则服从于一定的统计规律。实践表明,随机误差遵循正态分布规律,可按正态分布特征进行处理。

随机误差决定了检测的精密度,随机误差越小,检测结果的精密度越高。

(3) 过失误差

过失误差亦称疏失误差、粗大误差,是指一种显然偏离实际值的误差。它没有任何规律可循,纯属偶然引起,如检测时由于操作者工作不认真而对错标记、精神过度疲劳导致操作出错(如将“3”读成“5”,将“9”记作“7”)或偶然一个外界干扰因素等造成。

一旦发现检测结果中存在过失误差(有时将与均值的偏差超过3倍标准差的数据视为过失误差),必须从检测结果中剔除。

2. 误差的表示

(1) 绝对误差

绝对误差是测定值 X 和真值 μ_0 之间的差值。用 ΔX 表示绝对误差,则:

$$\Delta X = X - \mu_0 \quad (1-2)$$

事实上,真值 μ_0 是未知的;但可以通过量具或高一级准确度的仪器进行校核等方法,来预先掌握仪器的测量误差 ΔX ,再由测量值 X 估计真值 μ_0 的所在区间。即:

$$\mu_0 = X \pm \Delta X \quad (1-3)$$

可见,只有在仪器的误差或校正值的范围已知的情况下,检测结果才有意义。

在实际检测中,当没有显著的系统误差时,只要检测的次数足够,根据数理统计理论,就可利用所测数据(测定值)的算术平均值代表其真值。

(2) 相对误差

相对误差是绝对误差 ΔX 与真值 μ_0 的比值。用 δ 表示相对误差,则:

$$\delta = \Delta X / \mu_0 \times 100\% \quad (1-4)$$

实际计算时,可以近似地用测定值 X 代替分母中的真值 μ_0 , δ 越大,测定值 X 偏离真值越远,检测的准确度就越差。

相对于绝对误差而言,相对误差更能反映检测结果的准确性。

3. 误差的来源

(1) 仪器误差

仪器误差是仪器设计所依据的理论不完善,或假设条件与实际检测情况不一致(方法误差),以及由于仪器结构不完善、仪器校正与安装不良(工具误差)所造成的误差。

在仪器上可能出现的误差主要有以下几种:

- ① 零值误差:仪器零点未调整好,检测结果的绝对误差为一常数;
- ② 校准误差:仪器刻度未校准,指示结果系统偏大或偏小,相对误差为一常数;
- ③ 非线性误差:仪器输入量与输出量之间不符合线性转换关系;
- ④ 迟滞误差:仪器输入量由小到大或由大到小,在同一检测点出现输出量的差异,或是仪器进程示值与回程示值之间的差异(进回程差);
- ⑤ 示值变动性:对同一被测对象进行多次重复检测,检测结果的不一致性;
- ⑥ 温差和时差:温差指仪器在不同温度条件下仪器性能的变化,时差是指仪器在相同检测条件下仪器性能随时间的变化。

(2) 环境条件误差

检测环境条件变化,如温湿度改变、电磁场影响、外来机械振动、电源干扰等所产生的误差。其中环境温湿度变化还会引起试样本身的物理机械性能的变化。

(3) 人员操作误差

由于检测人员的操作不规范所造成的误差,包括读数视差等。

(4) 试样误差

纺织纤维与纱线被测对象的总体很大,要检测出全部总体性质的真值是不可能的。由于总体中个体性质存在离散性、取样方法不当、取样代表性不够和检测个体数量不足等,都会产

生试样误差。

试样误差是除仪器误差以外,另一个影响检测结果准确性的重要因素,它取决于试样量的大小和抽样方法。

关于抽样方法,已在本项目的任务二中介绍,这里不再重复。

为了控制和消除试样误差,试样量大小(样本容量)在大多数情况下是根据数理统计方法确定的。这里简要介绍纺织行业中常用的有限总体和无限总体两种确定取样数量的方法。

① 有限总体的样本容量:顾名思义,有限总体的数量是有限的。如从 N 包纤维中要抽取 n 包检验,可由下式求得:

$$n = \frac{\left(\frac{t \times s}{\Delta}\right)^2}{\left[1 + \frac{1}{N} \left(\frac{t \times s}{\Delta}\right)^2\right]} = \frac{\left(\frac{t \times CV}{\Delta}\right)^2}{\left[1 + \frac{1}{N} \left(\frac{t \times CV}{E}\right)^2\right]} \quad (1-5)$$

式中: n ——取样数量;

t ——取决于要求的概率水平的系数(可查 t 值表,即表 1-2);

s ——标准差;

CV ——变异系数;

Δ ——允许偏差;

E ——保证误差率;

N ——有限总体的个数。

表 1-2 t 值表

α	t (双侧有限)	t (单侧有限)
0.10	1.645	1.282
0.05	1.960	1.645
0.01	2.576	2.326

【例 1】 现有短纤维 1 000 包,由历史资料得知包与包之间的质量变异系数为 1%,保证误差率确定为 0.5%,要求置信水平($1-\alpha$)为 95%,求取样包数。

由题意,在 $\alpha=5\%$ 的显著性水平下,查表 1-2 得 $t = 1.96 \approx 2$; 又知: $CV = 1\%$, $E = 0.5\%$, $N = 1\,000$ 。则:

$$n = \frac{\left(\frac{2 \times 0.01}{0.005}\right)^2}{\left[1 + \frac{1}{1\,000} \left(\frac{2 \times 0.01}{0.005}\right)^2\right]} = 16(\text{包})$$

② 无限总体的样本容量:在进行某些纺织品的性能检测(如纤维、纱线的强力)时,检测数量远小于总体数量,可认为总体是无限的。即:

$N \rightarrow \infty$, 则:

$$n' = (t \times CV/E)^2 \quad (1-6)$$

当 CV 值未知时,可先指定一个试验次数 n ; 根据 n 次试验结果求出 CV 值,再代入公式求

出 n' 。若 $n' < n$, 则认可原设定的 n ; 否则需要补做 $(n' - n)$ 次试验。

【例 2】 已知 $\alpha = 10\%$, $E = 4\%$, 欲确定纱线强伸度试验的检测次数。

查表 1-2 得 $t = 1.645$, 故:

$$n = (1.645 \times CV / 0.04)^2 = 1700 CV^2$$

因此, 只要知道 CV 值就能求出 n 。在没有历史资料可查时, 可先测 $n = 30$ 次, 由这 30 次试验的结果得到变异系数 $CV = 17\%$, 将此值代入上式求出:

$$n' = 1700 \times (0.17)^2 = 49.13$$

故需补测 20 次。

一般试验取 $E = \pm 3\%$; 样品性质离散性大的项目, 如强力试验取 $E = \pm 4\%$ 或 $\pm 5\%$ 。置信概率水平一般取 95% (即显著性水平 $\alpha = 5\%$), 要求高的场合用 99% ($\alpha = 1\%$), 要求低的场合用 90% ($\alpha = 10\%$)。

4. 误差的估计

按照绝对误差的定义 ($\Delta X = X - \mu_0$), 可以转化如下:

$$\Delta X = X - \mu_0 = (\bar{X} - \mu_0) + (X - \bar{X}) = s + r \quad (1-7)$$

式中: $\bar{X}$ —— 多次检测的平均值;

$s = \bar{X} - \mu_0$ —— 平均值与真值之间的偏差, 即系统误差;

$r = X - \bar{X}$ —— 检测值围绕平均值的波动 (离散), 即随机误差。

也就是说, 绝对误差是由系统误差和随机误差两个部分组成的。

这是误差的直接表示方法, 当然也可以间接表示和估计误差。

(1) 准确度

准确度是检测结果中系统误差与随机误差的综合, 表示检测结果与真值的一致程度 ($X - \mu_0$)。准确度反映了检测的各类误差的综合, 误差大, 准确度就低。一切检测的试验设计及数据的统计处理, 都是为了提高试验的准确度。

(2) 正确度

正确度表示检测结果中系统误差的大小, 是检测结果接近于真值的程度, 即多次检测值的算术平均值与真值的相符程度 ($\bar{X} - \mu_0$)。它是在规定条件下检测的所有系统误差的综合, 系统误差大, 正确度就低。

(3) 精密度

精密度表示检测结果中随机误差的大小, 即在一定条件下多次检测结果彼此相符的程度 ($X - \bar{X}$)。随机误差越小, 检测的精密度就越高。精密度可以用重复性和复现性表示。

重复性是指在同一实验室内, 由同一操作者, 在相同试验条件和较短时间间隔内, 用同一台仪器、相同的试验方法, 对同一试样进行试验的结果的一致性。

重复性试验中的试样保持不变 (即同一试样), 而其他条件中一项或几项发生改变, 就成为复现性。即: (或/和) 在不同实验室, (或/和) 由不同操作者, (或/和) 采用不同仪器、(或/和) 不同的试验方法, (或/和) 在间隔时间较长后, 对同一试样进行试验的结果的一致性。

(二) 异常值处理

在试验结果数据中, 有时会发现个别数据比其他数据明显过大或过小, 这种数据称为异常值。异常值的出现可能是被检测总体固有的随机变异性的极端表现, 属于总体的一部分; 也可