

近红外光谱分析技术在纺织品成分检测中的应用

陶志强

(上海纺织集团检测标准有限公司,上海 200082)

摘要:介绍了近红外光谱分析技术的内容及近况,分析了近红外光谱分析技术在纺织品定性和定量分析中的应用情况,结果表明:近红外光谱分析技术在纺织品成分检测中具有快速、高效、无污染等多项特性,能够有效降低纺织品成分检测的成本。

关键词:近红外光谱分析技术;成分检测;纺织品样品;定性分析;定量分析

中图分类号:TS107

文献标识码:B

文章编号:1673-0356(2019)01-0026-03

在纺织品检测中,纤维成分检测是一项非常重要的检测项目,作为第三方检验机构,必须拥有准确、快速、环保的检测手段和检测仪器,来满足市场的需求。然而,传统的检测方法如显微镜法、手工拆分法、化学分析法、熔点法等,检测周期长,步骤繁琐,化学试剂有毒有害,对环境污染大,且检测过程中对样品需要破坏。因此,为了满足生产、贸易和消费的需要,开发一种高效、简捷、无化学试剂伤害的检测方法是纺织检测人员所期待的,而近红外光谱检测技术就具有检测周期短、操作方便、无污染的特点,并且能快速准确地检测出多种成分及其含量,降低了纺织品检测的成本,大大提高了纺织品成分检测的效率。

1 近红外光谱分析技术的内容及近况

1.1 近红外光谱分析技术的主要内容

近红外光谱,英文名称为 Near Infrared Spectroscopy(NIRS),当纺织品样品受近红外光的照射时,近红外光就会被样品中的一些成分吸收并融合,而组成该材质的纺织品的分子会发生变形,形成近红外光谱。相对于过去检测纺织品质量的方式,近红外光谱分析技术具有较多的优点:(1)高效率、高速率;(2)适用对象较多;(3)对纺织品无伤害,对环境无污染;(4)使用仪器造价低,购买成本低,能进行在线分析;(5)操作仪器的步骤简单易懂,操作人员无需较高的专业知识。但是,该技术也存在一定的不足:(1)受其自身缺陷的影响,不可以使用痕量分析方法进行数据分析;(2)由于其检测对象的束缚,其检测限定于一些具有特定属

性的纺织品;(3)受间接测量方式的影响,其检测的精度有一定的上限。总体而言,近红外光谱分析技术在检测纺织品成分的方式里算是不错的选择对象。

1.2 近红外光谱分析技术的近况

英国天文学家 William Herschel 第一次发现近红外光谱技术时,并不能够直接使用它进行分析工作,而是作为一种间接分析技术加以利用,但随着时间飞逝,近红外光谱技术已经有了更大的发展,特别是它的研究与使用过程中。近红外光谱技术将在使用传统的检测方式获得相关数据后,开始建立数据模型来展开纺织品样品的鉴别、检测工作。近红外光谱技术也开始更多地应用于其他的包括农业、石油、医药、食品材料等的领域。在纺织品检测方面,也有了一定的发展:

1.2.1 纺织质量的有效控制

经过多人的研究与试验,发现近红外光谱分析技术对纺织工业的质量控制起到了极大的推进作用,它能有效保障其质量。

1.2.2 废旧纺织品检测的近况

一些团队为进一步分析近红外光谱技术,选择用此类技术检测棉制产品中存有的杂质,发现如果较好地利用近红外光谱技术可以有效地检测并挑出其中使用了废旧棉制成的纺织品。而有另一团队也对此做了相似的实验,该团队以 Fortier 为代表,在实验过程中发现近红外光谱分析技术对废旧棉质纺织品的检测率高达 97% 以上。以李枫为代表的科学实验团队也做了相关实验,他们主要是针对废旧混纺织物采用近红外光谱分析技术进行光谱样本的测量与分析,实验发现其检测率竟也徘徊于 90% 上下。

1.2.3 纺织成分检测的近况

有团队通过选择 BRUKER 公司的近红外光谱仪

收稿日期:2018-10-17

作者简介:陶志强(1982-),男,工程师,学士,主要从事纺织品成分检测工作,E-mail:tzq2574152@126.com。

来进行相关实验,又使用混纺毛织品进行近红外光谱技术的检测实验,通过形成一个高效的数学模型针对采用了不相同的染料制成的混纺毛织品来更好地做定量分析工作,该实验证实了近红外光谱分析技术的可靠性。

2 近红外光谱分析技术在纺织品定性分析中的应用

纺织品定性检测是纺织品质量检测中非常重要的检测项目,也是成分检测的基础。近红外光谱作为定性检测的新型技术,具有快速、准确、对样品不破坏等特点,越来越被各个检测机构所应用。近红外光谱区的波长范围为 750~2 500 nm,有机物的近红外光谱不仅包括分子的结构、组成、状态等信息,还反映了样品的密度、粒度,以及高分子的聚合度和纤维的直径等物理状态信息。因此,通过扫描已知样品成分获得各种成分的标准近红外光谱图,比对已知样品标准光谱图,便可获得未知样品的成分。近红外光谱定性分析就是采用样品光谱与标准光谱比较,获得样品的具体成分,因此,建立可靠的标准光谱图是定性分析的重要前提。所以,建立标准光谱图必须对实验中每个样品扫描数十次以上,取同类样品的平均光谱作为该类样品的标准光谱。2009年,柴金朝利用近红外光谱分析技术对75个纯棉、纯涤、棉/涤、棉/氨样品进行定性聚类分析,采取主成分分析法提取特征光谱,利用马氏距离对样品进行聚类分析,取得了很好的归类效果,验证了近红外光谱法应用于纺织品定性分析的可行性。同年,王丹红采用判别分析、主成分分析和 Mahalanobis 距离对 Tencel、棉、粘胶、铜氨等纤维进行快速鉴别,分析结果表明该方法为 Tencel、棉、粘胶、铜氨进行归类提供了一种可靠、简便的手段,盲样检测的准确率可达 97%。2010年,赵国利用 5 批羊毛羊绒共 30 个样品采用定性方法进行了建模,并采用模型对原样品进行了验证,验证结果良好。2016年,付建华分析了 892 个样品,包括涤、麻、棉、丝、羊毛、涤棉和涤毛等,开展了短波中波近红外光谱分析技术在纺织品成分检测中的应用,研究分析了同 Savitzky-Golay SG 滑方式对模型效果的影响,提出了 wald-wolfowitz 法对校集和预测集样品的光谱和理化值进行检验,建立了基于中波近红外光谱的纺织品成分鉴别和含量检测模型,提出了稀疏分析 SPCA 方法,克服了样品颜色对模型的影响,建立了基于短波近红外光谱的纺织品成分鉴别模型。大

量的研究成果表明,利用近红外光谱检测技术对纺织品实现快速无破坏性鉴别是可行的。

3 近红外光谱分析技术在纺织品定量分析中的运用

3.1 试样的准备

从常规检验的样品中选取 50 块已知成分不同颜色的混纺样品,选取的样品混纺均匀,且进行了无涂层和粘合剂处理。选取的样品大小不得小于 A4 纸,把样品对折再对折,叠好的样品大于扫描光圈,不能让光源透过。目前公司建立的数据库包括棉/氨纶、粘胶纤维/氨纶、聚酯纤维/氨纶、锦纶/氨纶、聚酯纤维/粘胶纤维/氨纶、聚酯纤维/棉/氨纶等。

3.2 试验方法

扫描前,近红外光谱仪需预热 1 h,自检和标准校验通过后方可使用,扫描过程中保持室内温度在(25±2)℃,严格控制室内湿度。用近红外光谱分析仪对每块样品进行正反两面扫描,并对两条光谱进行比较,若存在明显形状差异或者漂移扩大,需对该样品进行重新扫描,取其平均值,即可得到该织物的成分定量结果。

3.3 结果分析

选取 10 块聚酯纤维/氨纶样品分别用化学分析法和近红外光谱法进行试验,得到的数据见表 1。

表 1 10 块聚酯纤维/氨纶样品中氨纶含量测试结果

样 品	氨纶含量/%		氨纶绝对偏差/%
	化学分析法	近红外光谱法	
1	8.8	8.0	-0.8
2	2.5	2.7	0.2
3	3.8	3.4	-0.4
4	2.0	2.3	0.3
5	5.6	5.4	-0.2
6	8.0	7.5	-0.5
7	8.5	7.9	-0.6
8	3.7	4.0	0.3
9	9.4	9.1	-0.3
10	5.0	5.6	0.6

可以看出,10 个样品的两种方法的检测结果都具有很高的准确性。比较可知,氨纶含量最大绝对偏差为 0.8%,最小绝对偏差为 0.2%,根据标准 GB/T 29862-2013《纤维含量的标识》规定,当标签上某种纤维含量≤10%时,纤维含量允许偏差为±3%,因此,近红外光谱分析技术在进行定量分析时,扫描的结果达到了成分定量的要求。另外,对棉/氨纶、粘胶纤维/氨

纶、锦纶/氨纶、聚酯纤维/粘胶纤维/氨纶、聚酯纤维/棉/氨纶进行同样的检测,也达到了理想的效果,证明近红外光谱技术在成分定量分析中是可行的。

4 结语

为加快检测出近红外光谱分析技术在检测纺织品成分的效率好坏与否,对近红外光谱分析技术的具体内容和近况进行了了解,分析了近红外光谱分析技术在纺织品定性分析和定量分析中的运用,较好地展现了近红外光谱分析技术的分析过程与应用。该技术在质量与效率方面都是具有较好的效果,在一定程度上为人民的生活提供了质量保障,同时也推进了我国纺织业的发展。

参考文献:

[1] 柴金朝,金尚忠.近红外光谱技术在纺织品定性检测中的

应用[J].纺织学报,2009,(4):55-58.

[2] 付建华.近红外光谱分析技术在纺织品检测中的应用[D].杭州:中国计量大学,2016.

[3] 王丹红,吴文晞,林志武,等.近红外光谱法鉴别 Tencel 等四种纤维[J].福建分析测试,2009,18(4):32-34.

[4] 郭雪松,商琳,张卓姝.近红外光谱技术在二组分混纺面料纤维成分含量快检中的应用[J].分析仪器,2017,(3):33-38.

[5] 李枫,李文霞,赵樑,等.废旧涤/棉混纺织物 NIR 定性分析模型的建立与外部验证[J].光谱学与光谱学分析,2014,34(10):2785-2791.

[6] 李晓薇,赵环环,赵龙莲,等.用近红外光谱定分析混纺毛织品中羊毛的质量分数[J].东华大学学报(自然科学版),2000,26(3):72-75.

[7] 郑咏梅,张铁强,张军,等.平滑、导数、基线校正对近红外光谱 PLS 定量分析的影响研究[J].光谱学与光谱分析,2004,24(12):1546-1548.

Application of Near Infrared Spectroscopy in Textile Composition Detection

TAO Zhi-qiang

(Shanghai Textile Group Testing Standard Co., Ltd., Shanghai 200082, China)

Abstract: The content and development of near infrared spectroscopy analysis technology were introduced. The application of near infrared spectroscopy analysis technology in qualitative and quantitative analysis of textiles was analyzed. The results showed that near infrared spectroscopy (NIRS) was a fast, efficient and non-polluting technology in textile composition detection, which greatly reduced the cost of textile composition detection.

Key words: near-infrared spectroscopy analysis technology; composition detection; textile sample; qualitative analysis; quantitative analysis

研究人员:让家蚕“吐出”蜘蛛丝

中科院分子植物科学卓越创新中心(植物生理生态研究所)谭安江研究组利用基因定点替换的方法在家蚕丝腺和蚕茧中大量表达蜘蛛丝蛋白。相关研究成果已在线发表于美国《国家科学院院报》。

蜘蛛丝是自然界中机械性能最好的天然蛋白质纤维,其强度甚至高于制作防弹衣的凯夫拉纤维,在工业、医疗和国防上都拥有着广泛的应用前景。但是如何大量获取蜘蛛丝纤维一直以来难以解决。由于蚕丝蛋白和蜘蛛丝蛋白在结构上有一定的相似性,因此利用家蚕遗传改造大量获取类蜘蛛丝纤维是一个可行性高的策略。

谭安江研究组利用基因组编辑工具转录激活因子

样效应物核酸酶,完全敲除了丝素重链基因编码区,同时保留了编码区上下游完整的调控序列。在此基础上定点整合了含有部分蜘蛛丝基因和荧光标记的 DNA 片段,实现了完全去除内源性丝蛋白丝素重链基因的表达;并利用丝素重链基因的内源性调控序列来调控外源性蜘蛛丝基因的表达。在转化个体的丝腺和蚕茧中均可检测到蜘蛛丝蛋白的表达,其含量在纯和个体的茧层中可达 35.2%,远远高于已报道的转基因方法。

该系统拓展了家蚕丝腺生物反应器的应用,为利用家蚕大量生产新型纤维材料及表达其他高附加值蛋白提供了新的策略。

(来源:中国农业网)