

近红外光谱在再生纤维素纤维/氨纶针织面料成分分析中的应用

庞艳龙, 韩红, 苏越骁, 田春香, 钟燕春, 陈欣

(中山市质量计量监督检测所, 广东 中山 528400)

摘要:以再生纤维素纤维/氨纶针织面料为研究对象进行近红外光谱分析, 研究表明不同种类的再生纤维素纤维/氨纶针织面料近红外光谱图相似, 可建立统一的预测模型对其成分含量进行定量分析; 以莫代尔/氨纶、莱赛尔/氨纶、(粘纤+莫代尔)/氨纶、(粘纤+莱赛尔)/氨纶针织面料为样本建立的近红外光谱测试模型性能良好, 50个复测样品模型预测值与标准值之间偏差大多都在0.6%以内, 预测结果符合标准偏差要求。

关键词:再生纤维素纤维; 氨纶; 近红外光谱; 预测模型

中图分类号: TS102.12

文献标识码: A

文章编号: 2095-414X(2014)06-0006-05

1 引言

再生纤维素纤维是以棉短绒、木材、竹子、芦苇等天然纤维素为原料, 经过化学处理和机械加工而成。在化学纤维中, 粘纤、莫代尔纤维、莱赛尔纤维、三醋酸纤维和竹浆纤维等属于再生纤维素纤维的范畴, 它们具有纤维素的结构和性能。再生纤维素纤维针织面料手感柔软光泽好, 吸湿性好、透气性好, 染色性能好, 被广泛应用于内衣的生产。目前对于再生纤维素纤维/氨纶针织面料成分含量测定主要采用化学溶解法或手工拆分法。化学溶解法由于化学试剂对再生纤维素纤维的损伤和残留非纤维性物质的影响, 测试结果与面料实际纤维含量偏差较大; 手工拆分法虽然测试结果较准确, 但需要大量的人力和时间, 检测效率低。基于现有检测技术的局限性, 本课题的目的是通过研究不同种类再生纤维素纤维/氨纶针织面料的近红外光谱图, 开发一套快速、可操作性强的利用近红外光谱对此类织物进行定量分析的方法^[1-3]。

2 实验方法

2.1 仪器设备

实验采用美国 Thermo 公司 ANTARIS II 近红外分析仪, 采用 TQ Analyst 分析软件进行模型建立和数据分析。

2.2 样品成分含量标准测试值

依据 FZ/T 01095-2002《氨纶产品纤维含量的试验方法》采用手工拆分法进行测试, 样品成分含量为净干含量^[4]。

2.3 模型建立方法

生产中常用的再生纤维素纤维主要有粘纤、莫代尔、莱赛尔及他们的混纺纤维, 不同种类的再生纤维素纤维的化学结构式均为 $[C_6H_7O_2(OH)_5]_n$, 不同的是聚合度有差异。为了探讨不同种类的再生纤维素纤维/氨纶针织面料是否可采用同一个预测模型进行定量分析, 采集不同种类的再生纤维素纤维/氨纶针织面料近红外光谱图, 分析其差别。由图 1、图 2、图 3、图 4 可以看出不同种类的再生纤维素纤维/氨纶针织面料的光谱图峰型相近, 基于此本实验拟以最常用的粘纤/氨纶针织面料为样本建立模型, 再探讨此模型是否适用于其他种类的再生纤维素纤维/氨纶针织面料成分的定量分析。

作者简介:庞艳龙(1981-), 男, 工程师, 研究方向: 纺织品服装的质量检测。

基金项目:广东省质量技术监督局科技项目(2013CZ02)。

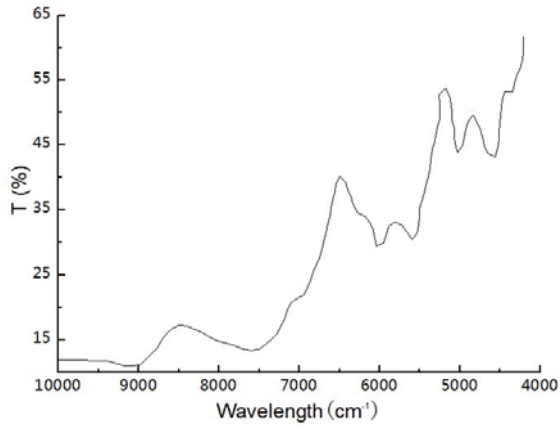


图 1 莫代尔/氨纶面料光谱图

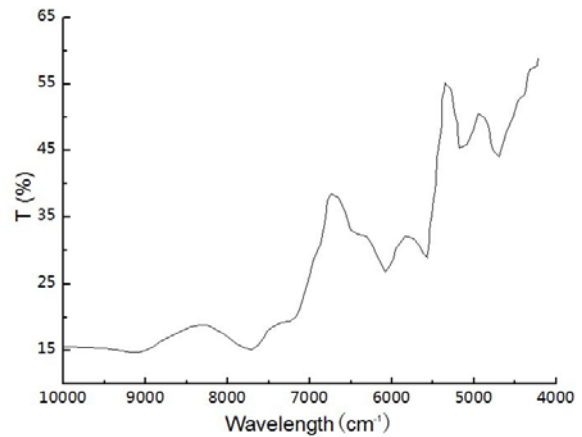


图 2 粘纤/氨纶面料光谱图

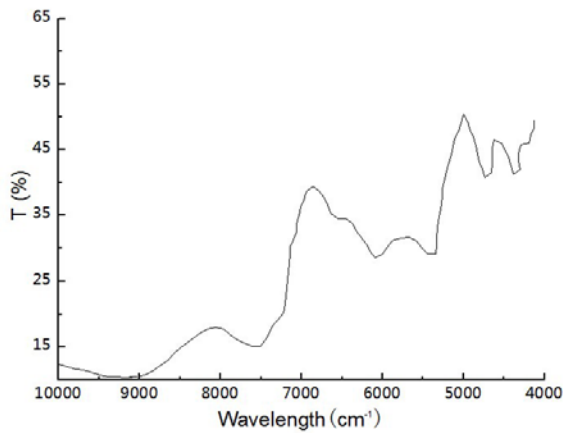


图 3 (粘纤+莫代尔)/氨纶面料光谱图

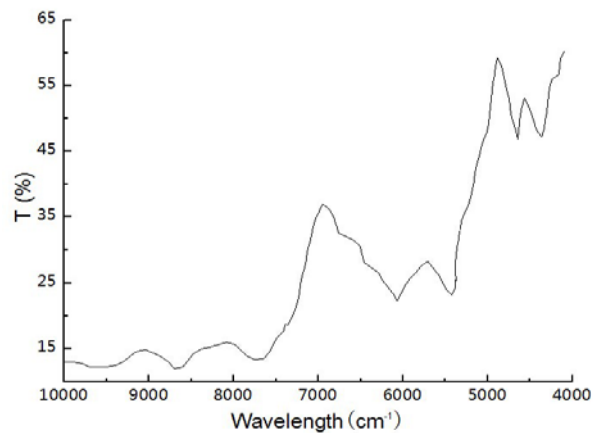


图 4 莱赛尔氨纶面料光谱图

选取 250 个颜色不同、厚薄不同、结构不同的粘纤/氨纶针织面料作为定量模型建立的样本; 氨纶含量在 3% ~ 10% 之间, 其中含量在 5% 左右的较多。采用偏最小二乘回归法, 多元信号修正, 光谱预处理—一阶求导建立模型^[5]。对模型性能进行评估, 结果如图 5、图 6、图 7 所示。模型的校正相关系数为 0.9383; 交叉验证相关系数为 0.9163; 剔除离群数据, 模型数据中预测值与标准值之间偏差在 -0.5% ~ 0.5% 之间; 模型性能良好。

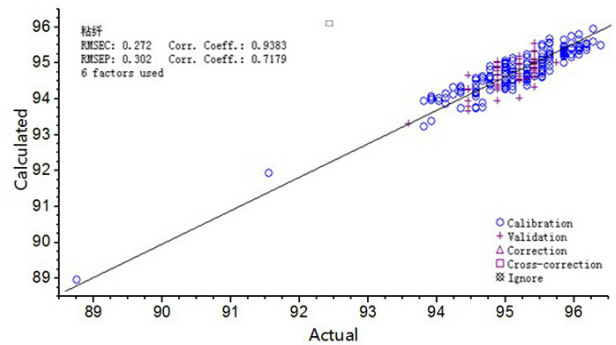


图 5 模型样品预测值-真实值图

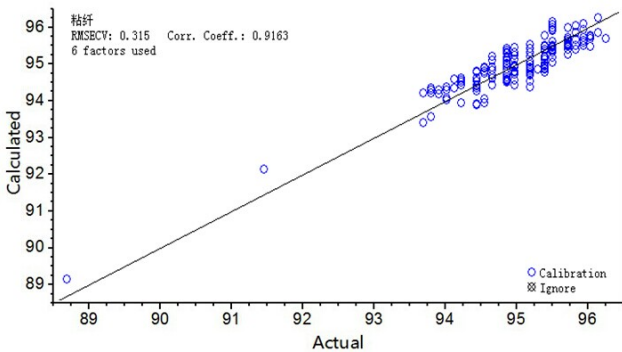


图 6 交叉验证图

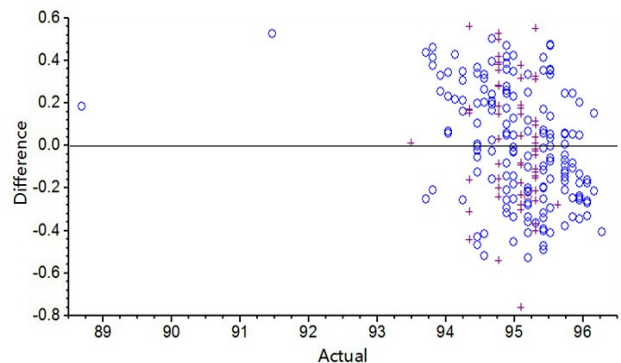


图 7 预测值与标准值偏差分布图

3 结果与讨论

为检验以粘纤/氨纶针织面料为样本建立的预测模型是否可用于其他类再生纤维素/氨纶针织面料成分含量的预测,取44个成分为A莫代尔/氨纶、B莱赛尔/氨纶、C(粘纤+莫代尔)/氨纶、D(粘纤+莱赛尔)/氨纶针织面料进行验证。由表1可知:44个样品手工拆解法与模型预测法测定的氨纶含量的绝对偏差最大为1.2%,最小为0,平均绝对偏差为0.4%。其中绝对偏差小于0.5%的30个,绝对偏差在0.5%~1.2%之间的14个。说明所建模型的预测精度较高,符合检测要求;所建模型可用于对非粘纤/氨纶类的再生纤维素纤维/氨纶针织面料成分含量的预测。

表1 不同种类再生纤维素/氨纶针织面料氨纶含量模型预测结果

序号	面料种类	氨纶含量 (%)			序号	面料种类	氨纶含量 (%)		
		手工拆分法	模型预测法	绝对偏差			手工拆分法	模型预测法	绝对偏差
1	A	4.8	5.2	0.4	23	B	10.7	10.0	0.7
2	A	5.4	5.5	0.1	24	B	6.0	5.6	0.4
3	A	7.5	7.8	0.3	25	B	6.5	5.6	0.9
4	A	8.1	8.0	0.1	26	B	5.5	5.6	0.1
5	A	8.0	7.8	0.2	27	B	6.1	6.0	0.1
6	A	6.0	5.9	0.1	28	C	6.5	5.9	0.6
7	A	6.4	6.2	0.2	29	C	6.2	6.6	0.4
8	A	4.8	4.5	0.3	30	C	6.3	6.4	0.1
9	A	6.8	6.5	0.3	31	C	6.5	6.2	0.3
10	A	6.6	6.8	0.2	32	C	5.5	5.1	0.4
11	A	8.4	8.2	0.2	33	C	5.9	5.1	0.8
12	A	8.3	8.2	0.1	34	C	5.4	5.5	0.1
13	A	11.5	10.5	1.0	35	C	6.4	6.4	0
14	A	6.4	6.2	0.2	36	C	6.4	5.9	0.5
15	B	5.2	4.9	0.3	37	C	5.6	5.2	0.4
16	B	5.3	5.5	0.2	38	C	6.4	6.0	0.4
17	B	10.9	10.6	0.3	39	C	6.4	5.4	1.0
18	B	5.4	5.3	0.1	40	C	6.5	5.6	0.9
19	B	10.8	9.8	1.0	41	C	5.6	6.4	0.8
20	B	5.1	5.6	0.5	42	C	5.1	5.1	0.0
21	B	4.4	3.7	0.7	43	D	10.3	9.1	1.2
22	B	8.4	8.6	0.2	44	D	9.8	8.6	1.2

注: A: 莫代尔/氨纶; B: 莱赛尔/氨纶; C: (粘纤+莫代尔)/氨纶; D: (粘纤+莱赛尔)/氨纶。

4 模型优化与验证

4.1 模型优化

为提高所建模型的预测精度,对模型进行优化。在250个粘纤/氨纶针织面料样本的基础上,增加60个成分为莫代尔/氨纶、莱赛尔/氨纶、(粘纤+莫代尔)/氨纶、(粘纤+莱赛尔)/氨纶针织面料作为样本。重新建立模型,由图8、图9知:模型的校正相关系数由0.9383提高到0.9699,交叉验证相关系数为由0.9163提高到0.9640,模型性能提高。

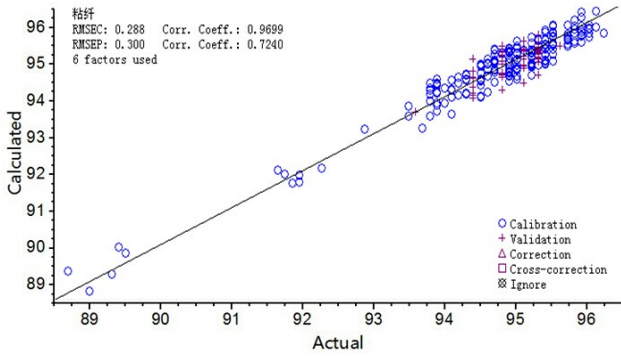


图 8 模型样品预测值-真实值图

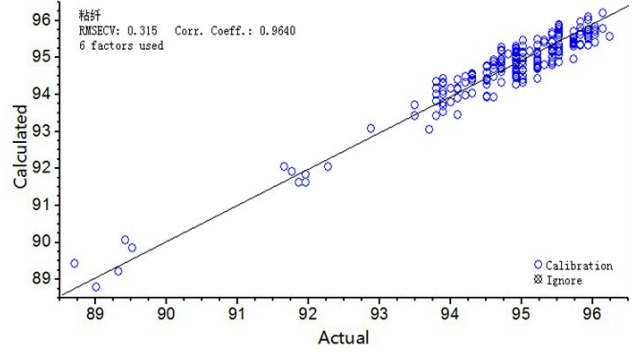


图 9 交叉验证图

表 2 手工拆解法氨纶测定值与近红外光谱法预测值的比较

序号	氨纶含量 (%)			序号	氨纶含量 (%)		
	手工拆分法	模型预测法	绝对偏差		手工拆分法	模型预测法	绝对偏差
1	5.8	5.9	0.1	26	5.6	5.3	0.3
2	4.4	4.2	0.2	27	7.1	6.6	0.5
3	5.3	5.4	0.1	28	8.3	8.6	0.3
4	5.2	5.5	0.3	29	11.5	10.9	0.6
5	4.8	4.6	0.2	30	6.4	6.4	0
6	5.0	5.0	0	31	5.2	5.0	0.2
7	4.9	5.2	0.3	32	5.3	5.5	0.2
8	5.6	5.6	0	33	10.9	11.0	0.1
9	4.4	4.5	0.1	34	5.4	5.5	0.1
10	4.6	4.6	0	35	10.8	10.3	0.5
11	5.1	5.4	0.3	36	5	4.8	0.2
12	5.9	5.8	0.1	37	5.1	5.7	0.6
13	5.3	5.2	0.1	38	6.5	6.1	0.4
14	4.3	4.5	0.2	39	4.4	4.0	0.4
15	4.8	4.6	0.2	40	5.4	5.1	0.3
16	5.4	5.9	0.5	41	8.4	8.9	0.5
17	5.4	5.7	0.3	42	10.7	10.4	0.3
18	5.7	5.3	0.4	43	10.9	11.5	0.4
19	5.6	5.1	0.5	44	8.5	8.3	0.2
20	4.9	4.7	0.2	45	6	5.8	0.2
21	5.8	5.3	0.5	46	6.5	5.9	0.6
22	5.6	5.3	0.3	47	5.5	5.7	0.2
23	5.1	5.6	0.5	48	9.5	8.0	1.5
24	5.4	5.9	0.5	49	6.1	6.2	0.1
25	5.4	5.9	0.5	50	7.4	7.1	0.3

4.2 模型验证

为检验所建模型的实际预测效果, 利用此模型对 50 个再生纤维素纤维/氨纶针织样品的氨纶含量进行预测 (再生纤维素为粘纤、莫代尔、莱赛尔及其混纺纤维), 同时用手工拆解法测定其氨纶含量, 将预测值与测定值进行比较, 结果如表 2 所示。50 个样品手工拆解法与模型预测法测定的氨纶含量的绝对偏差最大为 1.5%, 最小为 0, 平均绝对偏差为 0.3%。其中 50 个样品中 49 个样品的模型预测值与手工拆解法测定的氨纶含量的绝对偏差不高于 0.6%。GB/T 29862-2013《纺织品 纤维含量的标识》规定: 当标签上的某种

纤维含量 $\leq 10\%$ 时,纤维含量允差为3%;当某种纤维含量 $\leq 3\%$ 时,纤维含量不得为0^[6]。通过实验可知所建模型的预测精度较高,预测结果符合标准偏差要求。

5 结论

实验结果表明:不同种类的再生纤维素纤维/氨纶针织面料近红外光谱图相似,可建立统一的预测模型对其成分含量进行定量分析;以再生纤维素纤维/氨纶针织面料为研究对象,建立的近红外光谱对常用的再生纤维素纤维/氨纶针织面料进行定量分析的测试模型性能良好,50个复测样品模型预测值与标准值之间偏差大多都在0.6%以内,预测结果符合标准偏差要求。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家标准. GB/T2910.1-2009 纺织品 定量化学分析 第1部分:试验通则[S].
- [2] 中华人民共和国国家标准. GB/T2910.12-2009 纺织品 定量化学分析 第12部分:二甲基甲酰胺法[S].
- [3] 吴桂芳,何勇. 应用可见近红外光谱进行纺织纤维鉴别的研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2010, 30(2): 331-335.
- [4] FZ/T 01095-2002 氨纶产品纤维含量的试验方法[S].
- [5] 严衍禄,陈斌,朱大州,等. 近红外光谱分析的原理、技术与应用[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2013.
- [6] 中华人民共和国国家标准. GB/T 29862-2013 纺织品 纤维含量的标识[S].

Application of Near-Infrared Spectrum in Analyzing the Ingredients of the Fabrics Knitted by Regenerated Cellulose Fibers / Polyurethane Fibers

PANG Yan-long, HAN Hong, SU Yue-xiao, TIAN Chun-xiang, ZHONG Yan-chun, CHEN Xin

(Quality Measurement Supervision And Inspection Institute, Zhongshan GuangDong 528400, China)

Abstract: this study aims at the fabrics knitted by regenerated cellulose fibers / polyurethane fibers. The research shows that the near-infrared spectrums of each fabric knitted by different regenerated cellulose fibers / polyurethane fibers are almost the same. An uniform predicting model can be raised to analyze the ingredients of each fabric. The predicting model of near-infrared spectrum based on the samples of fabrics knitted by Modal / polyurethane fibers, Lyocell / polyurethane fibers, Viscose fibers and Modal / polyurethane fibers, Viscose fibers and Lyocell / polyurethane fibers works well. Deviations between standard values and predicted values of the 50 samples are less than 0.6 percent. Forecast results meet the requirements of the standard deviation.

Key words: Regenerated Cellulose Fibers; Polyurethane Fibers; Near-infrared Spectrum; Predicting Model