

纯毛纱断裂伸长率预测技术的研究

马志鹏¹, 施延刚², 任学勤²

(1. 盐城工学院 纺织服装学院, 江苏 盐城 224051; 2. 西安工程大学 纺织与材料学院, 陕西 西安 710048)

摘要:在毛纺加工流程中, 纺纱是关键工序。因为纺纱工序的耗资是整个毛条制造的3~4倍, 而且织物的质量在很大程度上取决于纱线质量。因此, 预测技术的应用对毛纺厂改善纺纱性能和提高纱线质量具有非常重要的经济价值。运用统计软件SPSS对66个批次的纯毛单纱建立了断裂伸长率的预测模型, 并且分析了影响纱线断裂伸长率的主要因素。预测技术作为一种质量控制手段具有以下作用: 预测纱线品质和纺纱性能, 优化毛条选择, 调整生产加工工艺。

关键词:断裂伸长率; 预测模型; 预测技术; 质量控制; 回归分析

中图分类号:TS134.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2011)03-0074-05

我国毛纺工业在生产质量管理上大多尚未摆脱经验控制模式, 缺乏较为科学、系统的预测方法和技术。澳毛品质指标对成纱断裂伸长的影响的精细研究可以促进毛纺织企业优化原料结构、降低原料成本; 优化工艺制定; 提高质量控制水平和稳定产品质量。

1 预测技术研究现状

预测技术是质量管理的高级手段之一^[1]。如果能够根据原料的品质指标和机器工艺参数对纱线质量进行预报, 完成纱线的虚拟加工, 并判断纱线质量是否满足后道工序的要求, 就可以避免纺制小样产生的时间延误和原料浪费, 并能大大提高纺织企业对市场的反应速度。纺纱质量预报能高效的为企业实施快速反应战略提供保障。

1.1 Yarnspec 预测技术

澳大利亚现有的Yarnspec预测技术, 是针对澳毛及西欧国家先进生产技术条件研究开发的, 还不能完全适应我国毛纺生产的现状, 有待于结合国情进一步研究开发。Yarnspec在中国毛纺织厂的使用中主要存在以下不足^[2]:

(1) 许多毛纺织厂使用的设备、助剂与国外有较大差异, 工艺制定及生产管理也不相同, 造成Yarnspec直接使用时会有较大的修正系数, 最终导致它们使用的预测准确度不高。

(2) Yarnspec软件没有考虑毛条中的短纤维含量(30 mm以下)对成纱质量的影响, 纤维束强也只是近似值, 前纺的重要工艺考虑也不够。

1.2 人工神经网络预测技术

近年来出现了许多利用人工神经网络来预测纺纱质量的研究成果。东华大学的王侃枫等人通过神经网络预测精梳毛纺纱线的质量, 包括粗节、细节、细度不匀、强度、断裂伸长等指标, 结果表明还需要进一步研究以提高预测的精度^[3]。目前的研究主要集中在对样本数据的预报, 预报准确性是很高的, 但是离实际的运用还是有距离。主要存在以下问题^[4]:

(1) 考虑的影响因素过多, 网络过于复杂, 大量数据训练时间很长、误差较大, 且不易收敛, 体现不出神经网络快捷的优点, 且不易翻改品种; 遇到相同输入数据而得到不同输出结果时, 训练就可能出现错误或死机。

(2) 训练数据中必须包含最小值和最大值, 但在实际中很难保证, 导致了误差的增大, 且在微小变化时就需要重新训练, 很不方便。

1.3 灰色系统模型

灰色系统是部分信息已知、部分信息未知的系统。灰色理论基于关联度收敛原理、生成数、灰导数、灰微分方程等观点和方法建立微分方程模型, 能更好地描述系统内部的本质。灰色系统理

收稿日期: 2011-05-16

作者简介: 马志鹏(1977-), 男, 江苏盐城人, 讲师, 硕士, 主要研究方向为新型纱线开发和质量控制。

论的不足之处是没有物理原型,不清楚系统的作用机制,很难判断信息的完备性,只能凭逻辑推理、某种观念意识、某种准则对系统的结构、关系进行论证,然后再建立某种模型。陈东生等人建立了纱条不匀灰色预测模型,对纱条的不匀异点^[5]和短片段不匀^[6]进行了预测,并对该模型进行了精度检验,并具有较好的预测精度。该预测模型同时也存在着有待改善之处。影响纱条不匀的因素很多,随着工艺或者原料的变化,都有可能发生变化,因此,随着时间的推移,应不断剔除旧数据,建立新信息等维模型,使预测值经常与实际值相符。该模型仅对纱条不匀作了预测,对纱线性能的预报尚无报道。

2 单纱断裂伸长率的预测模型

2.1 研究思路和方法

本研究是在收集大量工业数据的基础上,按纱支分段进行建模以提高预测精度。用曲线拟合对数学模型的构架进行研究,对每一个输入参数的影响程度进行了分析,对输入参数间的交互作用也进行了分析,参数间的相互作用大小进行了对照分析,建立了数学、物理模型,用统计方法(用统计软件 SPSS10.0)确定模型中的系数,最后分别得到了拟合优度高、非线性数学模型。

2.2 取样

试样均为 100% 澳毛,分 5 个取样点:原料毛条(即仓库毛条)、条染后复洗下机毛条、成品毛条(即前纺工段喂入毛条)、粗纱条及细纱;生产线分别为引进设备。由于澳毛细度范围跨度大,样品的纤维细度、单纱支数及捻度等要求尽可能分布广泛,以便具有更为合理和普遍的代表性。取样的纱支范围为 64Nm (15.63Tex) ~ 120Nm (8.34Tex),纤维细度范围为 15.6 ~ 23 μm 不等。提供的数据中,引进设备生产线取样 66 批次,取样和测试均符合要求。

2.3 预测模型需要的纤维性质和加工信息

(1)原料毛条性质(为了同时适应国产和进口的仪器设备的要求,各项主要指标均采用两套方法标准测试)

长度:采用梳片式长度仪(GB6501),测出平均长度、变异系数、主体长度、短毛率。Almeter 电容式毛纤维长度测量仪(IWTO-17-85),指标同打印报表。

细度:采用显微镜投影仪(GB10685),测出平

均直径及变异系数、粗腔毛率。Laserscan 或 OF-DA 毛纤维细度仪(IWTO-12-98),指标同打印报表。

强度:采用单纤维强度仪(GB4711),测出平均强度(强度)、平均断裂伸长率和它们的变异系数。Tensor 毛纤维束强仪,指标同打印报表。

(2)单纱规格:(作为预测参数时为设计值,研究时为实测值)。

细度:采用测长称重法(GB4743),单纱和股线。

捻度:采用退捻加捻法(单纱)和直接退捻法(股线)。

(3)加工信息:毛条是否染色、防缩、复精梳,前、后纺的主要加工工艺参数。

(4)预测模型能预测输出的主要结果为断裂伸长率。

2.4 统计软件 SPSS 简介

SPSS(Statistics package for Social Science)——社会科学用统计分析软件包是世界上著名的统计分析软件之一。它使用 Windows 窗口的方式展示各种管理和分析数据方法、功能,使用对话框展示各种功能选择项。它具有强大的图形生成功能,即可以得到分析后的数字结果,还可得到直观、清晰、漂亮的统计图,对原始数据形象地做出各种描述。SPSS 软件包是一个组合式软件包,集数据整理、分析功能于一身。该软件可以应用于经济学、生物学、心理学、医疗卫生、体育、农业、林业、商业金融等各个领域^[7-8]。

2.5 预测模型的建立

2.5.1 建模步骤

首先是收集完整的数据,而且保证数据的正确性,然后查阅相关的文献,了解参数及工艺条件对断裂伸长率影响;根据纺纱原理进行进一步的分析,再利用软件对参数及工艺条件进行曲线拟合和估计;利用大量的实践对参数及工艺条件的组合进行交互,同时观察它们对断裂伸长率影响的大小,也就是交互作用。确定初始结构后,再利用统计软件经回归分析,最终得到非线性数学模型。

2.5.2 模型的建立

线性回归建立的模型不理想,经过多次探索研究后,采用非线性回归的方法建模。结合工厂生产实际(兰州三毛股份有限公司),以 75 公支(13.34Tex)为界限,分段建立数学模型,力求得到最优的预测模型。

(1)75 公支以下(13.34Tex 以上)模型的建立
 $YE = f(D, CVD, CRIMP, H, CVH, \text{短纤}, BT, BE, \text{实测纱支}, \text{实捻})$

式中, D 为纤维平均细度, CVD 为细度离散系数, $CRIMP$ 为纤维卷曲度, H 为豪特纤维平均长度, CVH 为长度离散系数,短纤为短毛率, BT 为纤维束强度, BE 为纤维束断裂伸长率。

决定系数 R^2 表示自变量对因变量的决定程度,反应了模型的拟合优度, R^2 是回归平方和占总平方和的百分比,它反映回归模型逼近真实的程度,因为它只依赖于平方和,所以能有效的运用于多元回归的可靠性分析; R^2 值越趋近于 1,模型的拟合优度越高,相关性越好。75 公支以下模型 $R^2 = 0.95$,表示模型的拟合优度较高,预测值和实际值趋向一致。

(2)75 公支以下(13.34Tex 以上)模型的预测值和实际值的比较(见表 1)。

表 1 75 支以下预测值和实际值的数据比较表

Table1 Predicted value and actual value data comparison					
	N	Minimum	Maximum	Mean	标准差
YE	37	5.79	13.88	8.763 2	2.351 2
预测值	37	5.61	13.21	8.670 7	2.292 0
预测实际	37	-1.46	.39	-9.25E-02	.526 0
Valid N (listwise)	37				

相对误差为预测值减实测值(预测实际)除以实测值(YE)。

相对误差 = 预测实际/YE = $9.25E-02/8.763\ 2 = 0.010\ 555\ 5 \approx 1.05\%$

误差较小,表明模型优度较高。

图 1 可以直观的看出预测值与实际值的——比较,除个别批次有些误差外,绝大多数批次纱线的预测值和实际值吻合很好,误差极小,证明数学模型有效的预测了断裂伸长率,模型优度较高。

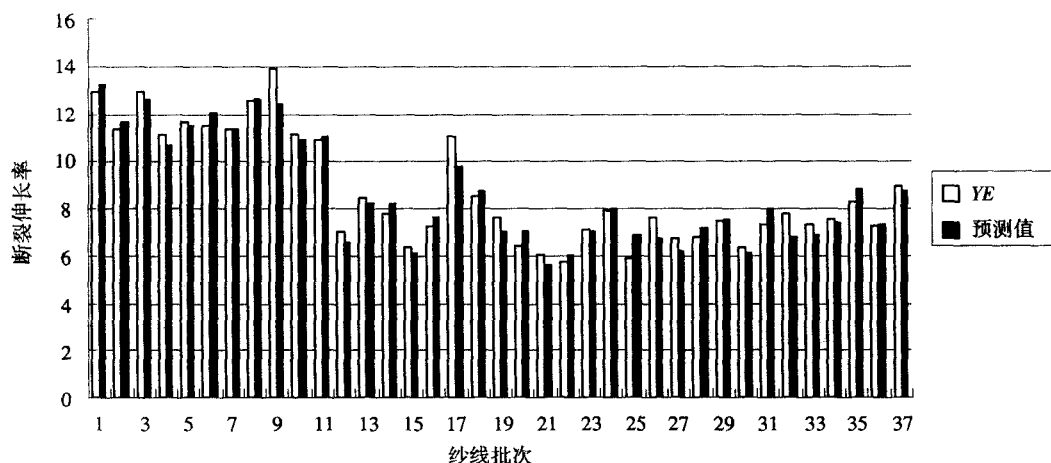


图 1 75 支以下模型预测值与实际值的比较图

Fig.1 Predicted value and actual value of the histogram

(3)75 公支以上(13.34Tex 以上)模型的建立

$YE = f(D, CVD, CRIMP, H, CVH, \text{短纤}, BT, BE, \text{实测纱支}, \text{实捻})$

75 公支以上模型 $R^2 = 0.96$,表示模型的拟合优度较高,预测值和实际值吻合较好。

(4)75 公支以上(13.34Tex 以上)模型的预测值和实际值的比较(见表 2)。

相对误差 = 预测实际/YE = $5.887E-02/7.595\ 4 = 0.007\ 750\ 7 = 0.775\%$

表 2 75 支以上预测值和实际值的数据比较表

Table2 Predicted value and actual value data comparison					
	N	Minimum	Maximum	Mean	标准差
YE	26	5.86	9.40	7.595 4	.999 1
预测值	26	5.89	9.62	7.654 3	.978 3
预测实际	26	-.35	.53	5.887E-02	..200 0
Valid N (listwise)	26				

误差较小,证明模型优越性较高。

图2可以直观的看出预测值与实际值的一一比较,绝大多数批次纱线的预测值和实际值吻合

很好,误差极小,所建数学模型预测单纱的断裂伸长还是比较准确的。

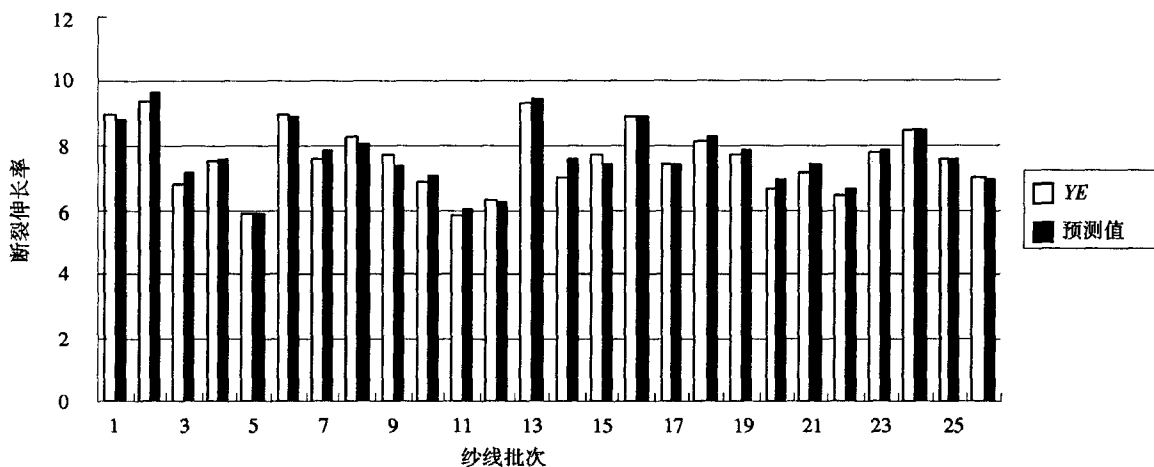


图2 75支以上模型预测值和实际值的数据比较图

Fig.2 Predicted value and actual value of the histogram

2.6 主要影响因素的确定

将模型中的某个自变量去掉,再由其他自变量进行回归分析,看回归模型中 R^2 发生何种变化,如 R^2 几乎不变则为次要因素,影响可以忽略不计。如 R^2 突然变小,则为影响因素,去掉该变量后的 R^2 越小,则该变量对因变量的影响越大,为主要因素。结合预测模型,运用以上方法得到影响纱线断裂伸长的主要因素:

(1) 纤维束断裂伸长

纤维束断裂伸长越大,纱线的断裂强力越高,断裂伸长也越大。

(2) 纤维束强度

纤维束强度越高,纱线的断裂强力越高,断裂伸长也越大。

(3) 纤维平均细度

纤维越粗,纱线截面内纤维的根数减少,拉伸时承担外力的纤维根数相应减少,而且纤维根数减少降低了纤维之间的抱合力和摩擦力。纱线强力实际上就是纤维自身的强力和纤维间摩擦抱合力之和。因此,纤维直径增加,强力随之下降。强力下降,纤维更容易拉断,断裂伸长相应减小。纱中截面纤维的根数减少,滑脱纤维数量减少,因纤维相互滑脱产生的断裂伸长随着减小。综合两方面因素,纱线断裂伸长随着纤维直径的增加而减小。

3 预测模型的应用

单纱质量和纺纱性能主要取决于羊毛纤维的品质,所以可以利用纤维品质对它们进行预测。预测技术作为一种质量控制手段可用于以下几个方面:

(1) 预测单纱品质和纺纱性能:纺纱预测技术能使工厂的质量控制人员在纺纱之前对单纱品质和纺纱性能进行预测,就可以避免纺制小样产生的时间延误和原料浪费,而且可以避免因毛条选择不当而造成的不必要的损失。如果预测得到的单纱品质不能满足客户的需要,则可以考虑改用另外的毛条或修改工艺参数。

(2) 优化选择毛条:生产客户需要的细纱,可以通过不同的方式选择毛条。在满足客户要求的前提下,最理想的选择是能将总成本降至最低的那种毛条。客户的要求通常包括良好的机织(针织)性能或理想的面料质量。因此每一个工厂都应该采取恰当的策略以达到最大的收益。

(3) 调整生产加工工艺:在应用这一技术的过程中,如果发现某一纱线品质明显低于预测结果,则应当进一步调查以得到改进。第一步应检查是否数据输入有误或毛条、纱线样品测试有误,或是否有错标。如果不一致是肯定的,就有必要检查一下该批次加工状况不良的潜在因素。这可

能是由于某些未被测到的毛条品质不良、润滑剂使用不当或设备状况不良等原因造成的。这样就可以逐步建立最佳的加工工艺,如合理使用润滑剂或调整牵伸倍数等。因此可以把预测模型或软件作为一把准尺,为工厂的加工质量水准定位。

4 结语

(1) 纱线断裂伸长的预测需要考虑的因素很多,有些因素之间还存在相互影响,采用线性建模的预测值和实际值的误差很大,模型的优度很低,应采用非线性建模为宜。

(2) 基于 SPSS 软件建立的数学模型能有效的预测纯毛单纱的断裂伸长率,提出了影响断裂

伸长率的 3 个主要因素(参数):纤维束断裂伸长,纤维束强,纤维平均细度。在其它工艺条件正常的情况下,先根据产品要求〔客户要求〕制定纯毛单纱的断裂伸长的控制范围,再依据预测模型来进行预测和控制,特别注意对主要因素(参数)的控制和选择。

(3) 预测技术作为一种质量控制手段可用于以下几个方面:预测纱线品质和纺纱性能,可以避免纺制小样产生的时间延误和原料浪费,而且可以避免因毛条选择不当而造成的不必要的损失;在满足客户要求的前提下,优化选择毛条,降低生产成本,提高经济效益;发现潜在的问题,调整生产加工工艺,逐步建立最佳的工艺。

参考文献:

- [1] 张得昆,任学勤,朱宝瑜,等. 纺纱质量预测与信息管理系统的应用[J]. 毛纺科技,2004(4):17-20.
- [2] 杨守仁. 纺纱预测技术在中国毛纺工业中的应用及其深远影响(报告)[R]. 澳大利亚联邦科学工业研究组织(CSIRO)2002,4:2-6.
- [3] 王侃枫,陆凯,黄秀宝. 精梳毛纺纱线质量预报[J]. 纺织学报,2004(5):34-35.
- [4] 陈俊杰,谢春萍,郝海涛. 人工神经网络纱线质量预报模型的实用化[J]. 四川纺织科技,2004(2):7-9.
- [5] 陈东生,张永宁. 纱条不匀异点的灰色预测[J]. 纺织学报,1999(2):61-62.
- [6] 甘应进,张永宁. 纱条不匀灰色预测模型的建立[J]. 纺织学报,2001(1):10-12.
- [7] 卢纹岱. SPSS for Windows 统计分析[M]. 北京:电子工业出版社,2000.
- [8] 苏金明. 统计软件 spss for windows 实用指南[M]. 北京:电子工业出版社,2000.

Research on Prediction Techniques of Breaking Elongation of Pure Wool Yarns

MA Zhi-peng¹, SHI Yan-gang², REN Xue-qin²

(1. College of Textile and Clothes, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China;
2. Faculty of Textile and Material, Xi'an Polytechnic University, Xi'an Shanxi 710048, China)

Abstract: In the processing of the worsted wool yarn, spinning is a key process, because its cost is 3-4 times than the cost of whole top's manufacture process, and the quality of fabric mainly depends on the yarn's quality. Thereby, for the worsted wool mills, the application of prediction techniques to improve the quality of the yarn and spinning performance has very important economic value. The prediction model of the breaking elongation of pure wool yarn was set up from 66 batches yarn by using statistic software SPSS 10.0, and the main influencing factors of the breaking elongation were analysed. Prediction technique has the following function as a kind of quality control means: predict yarn quality and spinning performance, optimize top, and adjust processing technology.

Keywords: breaking elongation; predict model; predict technology; quality control; regression analysis

(责任编辑:沈建新)