

摘 要

亚麻纺织品因其良好的服用性能和独特的外观风格而深受人们的喜爱,但其价格较高。近年来,利用短麻深加工所得到的纺纱性能较好的亚麻短纤维纺制的各种亚麻纺织品,由于价格低廉、性能良好已广泛用于生产和生活的各个领域。本文主要针对亚麻短纤维化学处理和摩擦纺纱的工艺以及芯纱比例对纱线性能和织物阻燃性能的影响进行研究。

首先,将短麻机械加工成亚麻棉后,再进行一定的化学处理,可使其纤维整齐度、柔软度、纤维分裂度等纺纱性能得到很大改善,从而得到与一般纤维的工艺性能相近的亚麻短纤维,在干纺系统上实现亚麻短纤维的纯纺以及和棉、毛、丝、化纤等的混纺,生产出高档高支纱。纤维的各项指标主要通过化学处理时的试剂剂量和处理时间来控制,因此,本课题第一部分即为,利用二因子二次通用旋转试验,研究亚麻短纤维在碱煮时的浓度和时间对纤维性能的影响,并求得木质素、果胶等主要性能的变化率与浓度和时间之间的回归方程,以期对各种性能的亚麻短纤维的碱煮工艺提供一定的参考。

其次,作为新型纺纱,摩擦纺纱对原料的要求低,并可以纺制各种包芯纱、花式线等,产品风格独特、花色多,使它既适合于纺制含麻纱,又适应了亚麻短纤维产品开发趋势。亚麻短纤维经过一定的处理,可以使其性能得到改善,较适合于在摩擦纺设备上纺纱。但是,由于原料性能的不同对纺纱工艺的要求也不同,亚麻纤维本身的刚性较大、抱合性差,所以在加工过程中的工艺要求与棉纤维有所不同。本课题第二部分在前人研究的基础上,用涤纶短纤维熟条为芯纱,亚麻短纤维熟条为包覆纤维,分别纺制 98.4tex 和 36.9tex 包芯纱,利用三因子二次通用旋转试验,研究纺纱速度、摩擦辊转速以及芯纱比例对纱线性能的影响,并分析得到针对亚麻短纤维摩擦纺包芯纱的较佳工艺范围。

最后,亚麻短纤维摩擦纺产品的开发主要是面向装饰织物,一方面要求其相关性能良好,麻风格突出;另一方面,也要求其具有阻燃性能,而这两方面都与亚麻短纤维摩擦纺包芯纱的芯纱比例关系密切。因此,本课题最后一部分在纺纱速度、摩擦辊转速一定的情况下,以涤纶短纤维为芯纱,以亚麻短纤维为包覆纤维,用不同的芯纱比例进行纺纱,并利用其中性能较好的几组纱线织成小样进行阻燃整理,综合研究芯纱比例对亚麻短纤维摩擦纺包芯纱的纱线性能及阻燃整理性能的影响。

[关键词] 亚麻短纤维、化学处理、摩擦纺纱、二次通用旋转实验、包芯纱、芯纱比例、阻燃整理

Study on Technologic Condition of Chemical Degumming and Friction Spinning for Flax Stable

Linen products are popular because of their fine serviceability and exceptional fabric appearance, but they are expensive. Recent years, linen products made by fibre from flax tow with good spinning performance are widely used in many fields of producing and living for their low price and good performance. The technologic conditions of flax tow degumming and friction spinning as well as the effects of the proportion in core on the quality of yarns and the flammability of fabrics are studied in this paper.

Firstly, after machined, the characteristics of flax tow such as length, softness and fibre count etc. are improved by certain chemical degumming. Getting 100 percent flax tow fabrics or blending with cotton, wool, silk and man-made fibres in dry spinning systems are subject to these characteristics. During the chemical degumming, the main characteristics of flax stable are largely controlled by the two factors—concentration of sodium hydroxide and the time of reaction. Therefore, in the first part of this paper the relationships about the characteristics of the flax stable with the two factors are studied by using a quadratic-general rotation experiment. At the same time the better ranges of technology for degumming are analysed by getting the regression equations and the curve graph gotten by experiment.

Secondly, as one of the new spinning systems, friction spinning system are suitable applications for poor raw material and production of core-spun yarns and fancy yarns. The features make it be fit for spinning flax yarn, which also go with the trend of product development for flax tow. After being mechanical processed and chemical degummed, flax tow can be used in the friction spinning system. But because different kinds of raw material require different technological parameters, there are great differences between flax tow and cotton fibre in the technological parameters for its big stiffness and poor softness. Based on former study, in the second part, 98.4tex and 36.9tex core-spun yarns are spun on DREF-III friction spinning machine with feeding polyester staple in draw sliver as cores and flax tow

fibre as sheath fibres. The graph about the relationships between technological parameters and the quality of yarns are gotten by means of the quadratic-general rotation experiment about three main technological parameters (including: friction roller speed, spinning speed and proportion in core) All works that mentioned above are aimed at achieving the reasonable range of technological parameters for the higher or the core-spun yarns of flax stable on DREF-III friction spinning machine.

Finally, linen products development of friction spinning is mainly faced to the decorating fabric, which requires flam-retardant as well as the especial fabric handle of flax. The two performance of fabric are combined with the sheath/core proportion of core-spun yarns that is spun by friction spinning. So, the influences of the proportion in core on the quality of yarns and the result of flame retardant finishing are discussed in the last part of this paper.

Written by: Cao Yiyi(Textile Engreering)

Directed by: Xue Shaolin(Professor)

Sun Xiaoyin(Associate Professor)

Key words: flax stable; chemical degumming; friction spinning; quadratic-general rotation experiment; core-spun yarns; proportion in core; flame retardant finishing

目 录

└─┬─┐ 文摘

└─┬─┐ 英文文摘

└─┬─┐ 第一章绪论

└─┬─┐ 1.1 概述

└─┬─┐ 1.2 亚麻短纤维深加工现状

└─┬─┐ 1.2.1 深加工所用原料及其方法

└─┬─┐ 1.2.2 亚麻短纤维机械加工处理方法

└─┬─┐ 1.2.3 亚麻短纤维化学处理方法

└─┬─┐ 1.3 亚麻短纤维产品开发的现状及发展趋势

└─┬─┐ 1.3.1 各种纺纱系统中亚麻短纤维产品开发的现状

└─┬─┐ 1.3.2 亚麻短纤维产品的开趋势

└─┬─┐ 1.4 开发亚麻短纤维摩擦纺产品的目的和意义

└─┬─┐ 1.4.1 摩擦纺纱的性能特点

└─┬─┐ 1.4.2 开发亚麻短纤维摩擦纺产品的目的和意义

└─┬─┐ 1.5 本课题研究的主要内容以及意义

└─┬─┐ 1.5.1 亚麻短纤维化学处理研究的内容和意义

└─┬─┐ 1.5.2 摩擦纺纱工艺研究的内容和意义

└─┬─┐ 1.5.3 亚麻短纤维包芯纱芯纱比例综合研究的内容和意义

└─┬─┐ 第二章碱煮对亚麻短纤维性能影响的回归分析

└─┬─┐ 2.1 引言

└─┬─┐ 2.2 亚麻纤维各成分的性能及对纺、织、染的影响

└─┬─┐ 2.2.1 纤维素的性能及影响

└─┬─┐ 2.2.2 果胶的性能及影响

└─┬─┐ 2.2.3 木质素的性能及影响

└─┬─┐ 2.2.4 半纤维素的性能及影响

└─┬─┐ 2.2.5 其他成分的性能及影响

└─┬─┐ 2.3 化学处理的目的及其原理

└─┬─┐ 2.3.1 化学处理的目的和意义

└─┬─┐ 2.3.2 化学处理的原理

└─┬─┐ 2.4 化学处理的工艺研究

└─┬─┐ 2.4.1 化学处理工艺的选择

└─┬─┐ 2.4.2 化学处理前后纤维性能的测试

└─┬─┐ 2.5 回归实验

└─┬─┐ 2.5.1 实验安排

└─┬─┐ 2.5.2 处理前后纤维性能

└─┬─┐ 2.6 实验数据处理以及结果分析

└─┬─┐ 2.6.1 回归系数的计算和回归方程

└─┬─┐ 2.6.2 回归方程显著性的检验及分析

└─┬─┐ 2.6.3 各回归系数显著性的检验以及分析

└─┬─┐ 2.6.4 各指标的曲线图以及分析

└─┬─┐ 第三章亚麻短纤维摩擦纺包芯纱工艺的优化

3.1	引言	1
3.2	DREF-III型摩擦纺纱机简介	2
3.2.1	DREF 型摩擦纺纱机的发展	2
3.2.2	DREF-III型摩擦纺纱机的主要性能	3
3.2.3	DREF-III摩擦纺纱的纺纱原理	3
3.2.4	DREF-III摩擦纺纱的工艺计算	4
3.3	回归实验	5
3.3.1	实验安排	5
3.3.2	实验参数确定	6
3.3.3	纱线性能测试	6
3.4	实验数据处理	7
3.4.1	回归系数和回归方程	7
3.4.2	显著性检验	8
3.5	实验结果分析	9

第一章 绪 论

1.1 概 述

亚麻作为四大天然纤维之一，素有“纤维皇后”之称，是最古老的栽培作物之一，据历史记载已达 7000 多年。亚麻和蚕丝一样，最早进入人类文明生活，直到 18 世纪，亚麻在一些国家一直保持植物纤维的主导地位。亚麻纺织品具有卫生性能好，吸湿性强，透气凉爽，易洗易干等特点，深受人们的喜爱。但亚麻原料价格与羊毛相当，与棉相比要高出 2~3 倍，加之其湿加工系统，使亚麻纺织品的价格居高。近年来，为了充分利用亚麻原料，降低生产成本，对亚麻的开发利用采用优质优用的方法。长麻（即打成麻）供麻纺厂按照湿纺工艺路线加工生产纯麻纺织品；短麻利用其他纺纱系统加工各种混纺纱和纯纺纱；无法用于纺织的用来造纸，麻屑可以加工成麻屑板。特别是通过机械以及化学等方法将短麻进行深加工得到纺纱性能较好的亚麻短纤维，利用其纺制的各种亚麻纺织品，由于价格低廉、性能良好已广泛用于生产和生活的各个领域。

1.2 亚麻短纤维深加工现状

1.2.1 深加工所用原料及其方法

亚麻经过初加工即亚麻原茎经过沤制、晾晒后放入揉麻机，利用韧皮部和木质部机械性能的差异，使木质部折断与韧皮部分离，然后进入打麻机，将麻分为两部分，即打成麻（长麻）和打麻下脚料。打麻下脚料用风机送到震荡筛，经脱麻机（除尘）后就是短麻，这部分即为亚麻短纤维加工所用原料。在亚麻初加工过程中，长短麻的比例是 4:6，短麻如果不充分利用，就不能充分发挥其经济效益。但是，由于亚麻短纤维的可纺性差，不能直接用于纺纱，需要对其进行一定的处理，目前，处理亚麻短纤维的方法常见的有两种，一是机械加工处理法，生产出亚麻棉；二是机械加工后，再对亚麻棉进行一定的化学处理。

1.2.2 亚麻短纤维机械加工处理方法^[10]

机械加工生产亚麻棉的方法主要有两种。第一种机械方法为：首先，亚麻纤维被开松、混合、除杂，并制成麻卷，接着 9~10 个麻卷同时送往梳麻机制成麻条，亚麻短纤维条子变细由几道装有针排的针梳式并条机完成。

第二种机械加工法主要工艺设备是棉纺用的开清机和回丝加工设备，对亚麻短纤维除杂、并条和切断。

此外还有俄罗斯轻工机械零部件制造厂研制的亚麻短纤维机械加工设备。这种设备的工作原理是，亚麻短纤维经气流输送到打麻机，借助于调节给麻板与工作辊之间的隔距使纤维缩短，纤维被工作辊的角钉多次打击，使麻屑受作用破碎而与纤维分离，同时使纤维变细约 10%，接着将纤维输入初级清麻机械，主要是

分离、取出麻屑，使纤维再变细，随后又将纤维送往装有三个工作辊的末道清麻联和机，使纤维得到再次净化。这种设备对麻屑去除率较高。

亚麻短纤维机械加工处理法虽然借助于机械作用能够去除较多杂质，并使纤维变细。但是纤维整齐度、柔软度差、纤维分裂度不够，只能和其他纤维混纺生产低档低支纱，同时在纺纱过程中，混纺比、色差不易控制，粉尘污染较大，大约 40% 的纤维变成下脚。按要求，亚麻棉线密度不应超过 1tex (不低于 1000Nm)，而不可纺纱的短绒含量小于 20%。只有这样，纺织企业才能纺织中号和细号 (15~25tex) 的混纺纱，用来制造轻薄型织物和高质量的针织物。所以，需要对机械加工后的亚麻短纤维进行一定的化学处理，以优化其可纺性能。

1.2.3 亚麻短纤维化学处理方法^[10, 33]

亚麻短纤维化学处理的一般方法为：在处理容器中，将亚麻棉浸入水中，加入多种化学试剂，加热并在一定温度下处理一段时间，在此期间亚麻纤维中的伴生物，如木质素、果胶等发生降解，反应时间和所用试剂量可根据所用亚麻质量来控制；然后降温水洗，根据需要进行漂白，取出干燥，经过机械精细开松即可梳理和纺纱。

德国 Windi Winderlich 公司提出的一种处理方法也属化学加工法，其采用化学法及蒸煮法将纤维初加工成较短的纤维，然后梳理成纤维条，纤维可以进行除杂而不分解纤维之间的粘合物，即使纤维受潮时仍能互相结合并保持其现行排列。在干燥状态下纤维受到拉伸以降低纤维长度。一般是用牵切或切断工艺来降低纤维长度。这种新工艺梳理时纤维回潮率提高 12~14%，梳理机应适合于 65~120mm 的长纤维加工，纤维越长则下脚越少。麻条在 Mackie 梳理机上梳理后，麻条中的木质素成分仅为 5%，麻网宽度约为 3cm，以 16 根麻条并合，以 5m/min 的速度牵伸。然后浸轧喂入中间蒸煮机，随后进一步湿加工，最后，滚筒烘干，输入条筒全挑起。用此工艺制成的亚麻纤维在结构和性能方面更类似于棉花，纤维长度分布图与棉纤维类似，可以在棉纺设备上纺纱。

经过化学处理，可以得到与一般纤维（如棉纤维）的工艺性能（如长度、细度、柔软度等）相近的亚麻短纤维。与机械加工亚麻棉相比，使用化学处理方法加工的亚麻短纤维，纤维中含非可纺性木质素较少，还具有灰尘和飞花污染低的优点。此外，纤维的各项主要指标可通过试剂剂量和处理时间来控制，经过化学处理后的亚麻短纤维，不仅能和棉、毛、丝、化纤等混纺，还可以实现纯纺，生产出高档高支纱。

1.3 亚麻短纤维产品开发的现状及发展趋势

1.3.1 各种纺纱系统中亚麻短纤维产品的开发现状

目前，合理利用亚麻短纤维分别在亚麻精梳短麻湿纺织工艺路线，棉纺中长

(51mm)系统,普通棉纺系统以及毛纺系统、苧麻纺纱系统上已开发出多种亚麻混纺纱和纯纺纱。

利用亚麻短麻系统,通过新工艺与新技术的实施,用质量较好的亚麻短纤维可纺出高支纯麻纱和涤麻纱,以代替同等支数的长麻纱来降低成本。

麻织物的穿着特点是挺而爽,吸湿快,缺点是易起皱,涤纶织物则回潮率低,洗可穿性能好;麻纤维粗而硬,长度差异大,而涤纶纤维具有长度、细度和整齐度的优势,可使涤/麻混合纤维的可纺性能大为提高。因此,各种涤/麻混纺纱是亚麻短纤维在干纺系统进行产品开发的主要产品。如在含麻 35~40%的情况下,在中长纺系统上,可纺出 60 支以上的纱,用这种纱可开发稀薄织物、透孔织物、纱罗织物以及烂花、印花、绉类、麻纱等织物。

亚麻纤维的细度和长度与毛纤维相仿,可以很好地混用。将这两种纤维制成的条子在并条工序进行混合,工艺上可行。如在精纺毛纺产品中混入一定比例的亚麻短纤维,使其具有麻毛两者的优良特征,从而得到粗犷的外观和合适的身骨,还可同时混用涤纶,以增强其抗皱性,弥补毛麻不足。目前毛涤麻混纺的 70^s/2 高支纱已开发成功。此外,利用脱胶后的亚麻短纤维在粗纺毛纺设备上可生产出亚麻凉席。

利用普通棉纺设备生产亚麻短纤维的各种混纺纱和纯纺纱是亚麻短纤维深加工主要的干纺工艺路线。目前,亚麻短纤维在棉纺设备上的加工可分为两大类:一类是不脱胶,直接用亚麻短纤维在棉纺设备上纺纱,其特点是在售价相同的情况下,原料成本较脱胶处理后纺纱低很多,产品利润大,但成纱工序生活较难做,断头较多;另一类是对纤维进行化学处理后纺纱,其工艺和操作上容易,但成本相对较高,且脱胶后麻纤维柔软,麻风格不突出。根据产品需要和原料的性能,通过优化工艺和设备的调整,采用两类不同的加工方法,在棉环锭纺设备上可纺制出涤麻、麻棉混纺纱,麻棉结子纱,漂白麻棉纱等多种品种。在新型纺纱中,亚麻短纤维转杯纱的开发和实践较多,已经生产出各种混纺纱以及纯纺纱。此外,在并条工序,将亚麻二粗纤维与蚕丝混纺可生产出 55/45 或 50/50 的麻丝混纺纱。

利用亚麻短纤维采用精梳无粗干纺工艺路线也可生产无毒无害、强度大、重量轻的亚麻绳线制品,在医药以及一些工业用品的包装特别是食品包装上具有广阔的前景。

1.3.2 亚麻短纤维产品的开发趋势

无论国内、国外,对亚麻短纤维的利用,都朝向充分发挥其性能,利用棉纺或毛纺等设备将其与其他天然纤维或合成纤维进行混纺或交织,使产品多样化,产品性能多样化。对亚麻短纤维产品的开发趋势主要有以下几个方面:一方面是使产品向高档化发展,国外正把麻产品的升档,作为开发新产品的主攻方向,某

些中、高特粗厚织物经过精工细作也可升为高档产品，而对于亚麻短纤维的产品开发也可向高档化发展，在风格特征和产品设计上标新立异，在纤维成分方面可进行二合一、三合一甚至四合一，在纱线方面可利用棉纺或毛纺等设备开发细号纱等；另一方面是发展麻装饰物，麻纤维因外观别致正被广泛用作装饰织物，在欧洲，不少高级宾馆和住宅采用配套的麻质装饰用品，如厚薄二层的窗帘、精致的绣花床罗和台布，色彩雅致的沙发外套，富有凹凸效果的墙布等，所以用亚麻短纤维在新型纺纱设备上纺制各种纯麻或麻混纺的中、高特纱用于装饰织物，不仅可以发挥亚麻的性能，而且成本较低；最后利用亚麻短纤维大力开发产业用纺织品具有广阔的前景，利用亚麻短纤维织造无纺布、土工布，农用和水利用产品，其所特有的功能，如纤维强力高（尤其湿强度高），故而织物强力高；当含水率下降时，具有吸湿保水功能，可防止地面干燥，有利于种子发芽和幼小植物的生长，特别是其天然纤维的生物可降解性，在日益强调环境保护的今天，尤其受到人们的关注。国外已开发了以麻为原料的多层复合纺织品，并开发了相应的缝编工艺，织造了 100% 纯麻单层和多层缝编织物，其用途包括用于加固斜坡或防止腐蚀的土工布和草皮培育垫等。

1.4 开发亚麻短纤维摩擦纺产品的目的和意义

1.4.1 摩擦纺纱的性能特点^[2]

摩擦纺纱的优点：①由于采用摩擦加捻的原理，使加捻机件的转速不需要太高，就可以达到高速加捻，加之其纺纱张力低使摩擦纺纱具有比传统环锭纺纱高得多的生产效率。②摩擦纺纱对原料的要求较低，可适用于天然纤维、化学纤维、下脚废料等各种原料。由于摩擦纺纱机能借助尘笼内部吸风装置的吸力清除尘杂，使它能用低级原料甚至下脚废料纺出较好的纱线。③摩擦纺纱原料经单锡林梳理机制成条子后，即可直接上纺纱机，因而工艺流程短、成本低。④摩擦纺纱产品风格独特、花色多，可以纺制各种包芯纱、花式线及竹节纱等。摩擦纺纱存在的问题是成纱强力低，影响其成纱质量和向更细特纱领域开发产品。

1.4.2 开发亚麻短纤维摩擦纺产品的目的和意义

亚麻短纤维具有亚麻纤维的优良性能，而且价格较低，近几年，利用棉纺设备开发亚麻短纤维的各种纯纺和混纺纱是亚麻短纤维深加工的主要途径之一。在传统的环锭纺纱系统上从普梳中特纱到精梳低特纱均有开发和实践，但在新型纺纱上的开发和实践主要集中在转杯纺纱系统上，对于亚麻短纤维摩擦纱的开发很少，而作为新型纺纱，摩擦纺纱所特有的优点，使它既适合于纺制含麻纱，又适应了亚麻短纤维产品开发趋势。

摩擦纺纱对原料的要求低，并且借助尘笼内的吸风装置可以清除一些杂质，在纺低级棉、再用纤维、粗特纱方面占有优势，在纺粗特纱时甚至可直接用生条

喂入，同时，摩擦纺纱可以纺制各种包芯纱、花式线等，使其产品风格独特、花色多。根据摩擦纺纱的原料特点和成纱特点，我们对亚麻短纤维系列摩擦纱的开发主要是针对装饰用织物进行。装饰用织物以装饰、美化环境为其产品主要用途，因此要求产品风格粗犷、色彩鲜明、悬垂效果好、立体感强，而摩擦纺纱机具有纺制花式纱线、粗特和特粗特纱的功能，加上独特的纱线结构，使其产品适用于品种繁多的装饰织物。如用中、细特的棉纱作芯纱，用亚麻短纤维作包覆纤维可纺制特粗特的垫毯用纱，其不仅具有良好的弹性和缩绒性，而且外层的亚麻纤维具有较好的抗腐蚀性；再如用亚麻短纤维不经脱胶，直接经过清、梳、并后，在摩擦纺纱机上纺制结子纱或竹节纱等用于窗帘布，具有花纹典雅随和、立体感强的特点。

1.5 本课题研究的主要内容以及意义

1.5.1 亚麻短纤维化学处理研究的内容和意义

采用化学方法处理亚麻短纤维，可将与纺纱性能相关的分裂度提高，同时纤维长度、柔软度等指标得到很大改善，为亚麻短纤维在其他纺纱设备上纺纱提供可能。同时，麻纤维与其他纤维混纺，其他纤维不外乎是毛、棉、化纤等，两种不同的纤维混纺，其细度、长度、可纺性应相接近才行。麻与毛混纺，应采用毛型麻纤维，与棉混纺应采用棉型麻纤维，而这些性质是通过调整化学处理的工艺来达到的。因此，需要对亚麻短纤维化学处理的工艺进行研究，而化学处理的工艺最主要的便是试剂剂量和处理时间。

本课题利用二因子二次通用旋转试验，研究亚麻短纤维在碱煮时的浓度和时间对纤维性能的影响，并求得木质素、果胶等主要性能的变化率与浓度和时间之间的回归方程，以为各种性能的亚麻短纤维的碱煮工艺提供一定的参考。

1.5.2 摩擦纺纱工艺研究的内容和意义

亚麻短纤维经过一定的处理，可以使其性能得到改善，较适合于在棉纺设备上纺纱，但是由于亚麻的物理及化学性质与棉花有较大差异，其长度整齐度差、刚性较大、纤维无卷曲、表面光滑、抱合性差，所以在加工过程中的工艺要求与棉纤维有所不同。虽然对于摩擦纺纱的工艺研究已较为成熟，但均是针对棉纤维进行的。由于原料性能的不同对纺纱工艺的要求也不同，所以，本课题在前人研究的基础上，用涤纶短纤维熟条为芯纱，亚麻短纤维熟条为包覆纤维，分别纺制 98.4tex 和 36.9tex 包芯纱，利用三因子二次通用旋转试验，研究纺纱速度、摩擦辊转速以及芯纱比例对纱线性能的影响，并分析得到针对亚麻短纤维在 DREF—III 型摩擦纺纱机纺纱范围内纺制较高和较低特的摩擦纱的较佳工艺范围。

1.5.3 亚麻短纤维包芯纱芯纱比例综合研究的内容和意义

亚麻短纤维摩擦纺产品的开发主要是面向装饰织物，一方面，利用摩擦纺的

组分分层结构和捻度分层结构，以及超喂装置可以纺制各种花式线、结子纱等，然后采用平素组织，便可以获得风格独特、性能良好的装饰织物，而且，加工流程短，成本较低，产品附加值高。如何利用“DREF”效应以及摩擦纺的特殊装置纺制各种花式线的研究较多，本课题不再探讨。另一方面，近年来，由于纺织品着火而引起的火灾事故所占比例很大，纺织品阻燃，特别是纺织装饰品的阻燃已经成为一个不容忽视的重大社会问题。随着我国加入 WTO，纺织品的出口限制也由以往的贸易壁垒向技术壁垒转变，欧美发达国家对纺织品的阻燃要求有严格的标准和法规，阻燃纺织品的售价往往也远高于普通纺织品。所以，为了提高亚麻短纤维摩擦纺产品的竞争力，适应国际形势，需要对其进行阻燃整理，同时，包芯纱产品的设计也应当注意突出其麻风格，而影响包芯纱阻燃整理性能和产品风格的主要纺纱工艺参数是芯纱比例。对于纺织品阻燃整理的研究较多，而对于摩擦纺包芯纱产品的阻燃整理研究较少，因此，本课题用所得最佳纺纱工艺在纺纱速度、摩擦辊转速一定的情况下，用不同的芯纱比例进行纺纱，并利用其中性能较好的几组纱线织成小样进行阻燃整理，综合研究芯纱比例对亚麻短纤维摩擦纺包芯纱的纱线性能及阻燃整理性能的影响。

第二章 碱煮对亚麻短纤维性能影响的回归分析

2.1 引言

亚麻纺织品作为高档纺织品在市场上具有特殊地位，但是在成本上难以与棉花和涤纶等竞争。亚麻要从麻茎的韧皮中制取纤维的工艺流程长而复杂，费用又高。我国具有丰富的亚麻资源，但是我国种植的亚麻纤维质量较差，长麻出麻率低，亚麻在纤维制取厂的生产过程中大约有 30%~50%麻屑与长度达 350mm 的短纤维变成下脚。这种下脚由于分裂度低、长度差异大、纤维硬挺而造成可纺性差，一般用于制麻絮、绳索、麻袋布及非织造布，使亚麻原料的价值不能充分发挥。为了提高其可纺性，除去短纤维中的麻屑，并将纤维进行进一步分梳，提高其分裂度和整齐度，一般在纺纱前根据不同的要求进行机械处理或者机械—化学处理。虽然目前，生物技术的发展，用生物酶对麻纤维进行处理的方法更有利于生态，但成本较高，所以对于亚麻短纤维的化学处理一般都是采用传统的碱煮法进行。

2.2 亚麻纤维各成分的性能及对纺、织、染的影响^[25、30]

亚麻属于植物的韧皮纤维，其组成中除纤维素外，还含有其它杂质，如半纤维素、果胶、木质素、脂肪质、氮化合物等共生物，这些杂质直接影响了纤维的物理机械性能，降低了纤维的润湿性，手感粗糙，色泽发黄，其味发臭；在染色过程中还会影响染料上染，使色泽不鲜艳，染色牢度不好。据资料介绍，亚麻纤维中纤维素含量 70~80%；半纤维素含量 12~15%；木质素含量 2.5~5%；果胶含量 1.4~5.7%；脂蜡质含量 1.2~1.8%；灰分 0.8~1.3%；含氮化合物 0.3~0.6%。

2.2.1 纤维素的性能及影响

纤维素是亚麻纤维原料的主要化学成分，它是一种白色的多糖物质，具有双折射现象。纤维素大分子是由 α -D-葡萄糖基或 β -D-葡萄糖基彼此以 1, 4- β 甙键连接而成的。

纤维素不溶于水、酒精及其他有机溶剂，但能溶解于氧化铜的铵溶液和氧化锌浓溶液。纤维素分子的葡萄糖甙键对无机酸非常不稳定，容易产生水解，引起大分子断裂，使纤维素聚合度降低。葡萄糖甙键对稀碱的作用具有相当高的稳定性，当 NaOH 浓度超过 10% 时，纤维素膨胀而产生碱性纤维素，碱性纤维素在水中容易起水解作用而生成水合纤维素，与天然纤维素相比，水合纤维素的溶解度和反应能力都特别大，因此，亚麻纤维经过碱处理后有利于染色。

2.2.2 果胶的性能及影响

果胶物质的组成很复杂，主要是果胶酸，还有许多多糖的混合物。也有资料表明亚麻纤维中的果胶是 α -D-半乳糖尾酸的酯或盐以 1-4 糖甙键连接形成的直链状聚合物。主要存在于胞间层中。

果胶物质在酸碱的作用下水解,得到半乳糖酸、甲酸醇、乙酸等。

果胶对亚麻纺纱影响很大。果胶是亚麻单纤成束的必要物质,它使单纤粘合成束,达到工艺长度,为了提高纤维的分裂度,提高纱线的质量,增加纱的支数,就必须去除多余的果胶,但脱胶量要控制好,如果去除过多,纤维素被破坏,强力会大大下降。纱中的果胶含量多,手感粗硬,影响染料上染以及染色牢度。

2.2.3 木质素的性能及影响

在韧皮纤维中,木质素存在于细胞间隙以及纤维中的微纤维之间,一般积累在细胞壁外面。木质素的成分很复杂,主要由对羟基苯丙烷、邻甲基苯丙烷、4—羟基—3,5—二甲氧基苯丙烷构成的三维网状高分子化合物。

木质素化学性质稳定,但容易与氧化剂反应,生成容易溶解于稀碱的氧化木质素。

纤维的机械性能与木质素有关。木质素存在于纤维素分子非晶区内,纤维受拉伸时,木质素影响了非晶区内分子链段的滑移和拉伸,延伸下降。由于木质素的网状结构及与纤维素分子的结合,使得拉伸强力增加,木质素含量高,纤维粗硬、强度高、缺乏柔软性。木质素的存在影响染料与纤维素的结合,影响上染率、牢度以及色泽。

2.2.4 半纤维素的性能及影响

半纤维素是许多物质的总称,大多与纤维素、木质素结合在一起。半纤维素按分子结构大致可以分为多糖戊糖、多缩己糖、多糖醛酸,前两者多与纤维素结合,后者大量存在于木质素部分。

半纤维素是植物的组成部分,又是植物的储备营养料,它在化学性质、功能和结构方面与纤维素有很多相似之处,其与纤维素的差别是,它的化学稳定性差,聚合度低于纤维素,不溶解于水,能溶解于碱液,在酸作用下不易于水解成单糖。半纤维素的含量越低,纤维的品质越好;半纤维素的含量高,相对纤维素的含量就低,纤维强力低,则品质差。

2.2.5 其他成分的性能及影响

除了纤维素、半纤维素、木质素和果胶外,亚麻中还有一些其他物质

脂腊主要存在于细胞表皮内主要成分是饱和烃族化合物及其衍生物、高级脂酸酯、类似醛类物质、色素等。这些物质熔点为 $61^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$,其中10%~20%可以皂化,不皂化物可以氯化或被碱乳化,达到去除目的。

如果脂腊含量高,亚麻纤维的手感柔软、纤维柔顺,但是吸湿性差、毛效低、白度低,染色时,脂腊阻碍染料向纤维扩散,所以,染色前一定要将脂腊去除,脂腊去除后,可以进一步提高白度。

亚麻纤维烧灼后的灰分主要是金属的氧化物,钠、钾的磷酸盐和硅酸盐以及

钙、镁无机盐。灰份的组成和含量根据种植土壤强情况有所不同。灰份的存在造成织物手感粗硬，漂白时如果形成金属离子，容易形成纤维局部脆损，经过练漂后，大部分可去除。

含氮物质主要存在于纤维细胞腔内，有蛋白质性能，其主要成份是多缩氨酸。含氮物质漂白时或遇次氯酸盐，很容易形成氯胺，氯胺干燥时会析出盐酸，引起纤维降解，强力下降，引起织物泛黄。含氮物质在热碱、亚硫酸钠、双氧水处理时，被分解去除。

2.3 化学处理的目的及其原理

2.3.1 化学处理的目的和意义

亚麻纤维中各种伴生物把亚麻纤维粘在一起，形成束状纤维，使亚麻纤维具有一定的可纺性，但木质素等各种伴生物也使得纤维刚直，纤维间抱合力差。此外，亚麻短纤维长度短，长度不匀率较大，其长纤维长度可以超过 200mm，短纤维则不足 10mm；而且含杂多，分裂度太低，使得其可纺性较差。虽然经过一定的机械处理能够去除部分杂质，提高分裂度，但是为了兼顾短纤维率，所以一般机械作用力度不大，从而对纤维性能的改善非常有限，而且无法去除纤维的臭味，提高白度，改善柔软性。所以，要在机械处理的基础上进行一定的化学处理。化学处理就是去除部分胶质，使纤维成为一定支数的可供纺纱的束状纤维的加工过程。

2.3.2 化学处理的原理

化学脱胶的原理是利用亚麻纤维中纤维素和杂质对碱、酸、还原剂等稳定性不同而去除杂质。

2.3.2.1 碱对亚麻纤维中各主要成分的作用如下^[25]：

碱对纤维素的作用：一般情况下，纤维素葡萄糖基和甙键对碱比较稳定，聚合度下降不大，但由于纤维素分子首端还原性醛基官能团对强碱很不稳定，以异变糖酸形式从大分子中脱落下来。脱落后又形成一个还原性官能团，而温度在 130℃ 以上，碱浓度 4% 以上时，纤维素大分子链中间发生碱性水解断裂反应，使聚合度明显下降，纤维强力很低，所以碱液煮练的温度不宜高于 130℃。

碱对半纤维素的作用：半纤维素在碱溶液中，由于分子链具有支链，对碱不稳定，比纤维素更容易进行剥皮反应和碱性水解反应。碱性水解使长链分子变成两个或多个短链分子溶解于溶液中。

碱对木质素的作用：具有网状结构的木质素大分子中，酚型的 α -芳基醚键和 α -烷基醚键，在碱的长时间作用下均发生裂解反应，形成新的酚羟基醚钠盐，使木质素的亲溶基团增加，并使木质素分子降解。

碱对果胶的作用：果胶类物质的基础是多聚乳单糖醛酸。在碱性溶液中，果胶

酸容易变成果胶酸盐，果胶酸盐在碱性溶液中极容易溶解。

2.3.2.2 煮练助剂的性能^[8]:

硅酸钠（俗称水玻璃）的主要成分与玻璃相近，是二氧化硅与氢氧化钠在高温下熔融反应而成。它是一种弱酸强碱盐，在水中发生水解作用，产生氢氧化钠，故其水溶液显碱性，其碱性弱于氢氧化钠，但强于碳酸钠。在煮练过程中，生成的氢氧化钠可以补充消耗掉的部分氢氧化钠，有利于化学处理。水解生成的硅酸是一种胶体，在水中能形成带电荷的胶体粒子，胶体粒子能吸附煮练碱液中的高价阳离子，特别是吸附高价铁离子，防止铁离子沉积在纤维表面形成锈斑。硅酸钠胶体粒子还可以防止色素吸附在纤维的表面上，有利于提高纤维的白度。此外，还具有一定的乳化性和扩散性。

三聚磷酸钠是一种缩合磷酸盐，对多价金属离子具有较强的螯合作用，煮练碱液中加入三聚磷酸钠，可以降低碱液与麻纤维之间的表面的界面张力，从而加速碱液对纤维组织的膨化作用，削弱了胶质分子间、胶质与纤维素之间的结合力，加速胶质的离解。另外，利用三聚磷酸钠的络合作用，能使果胶酸钙、果胶酸镁中的钙、镁离子置换出来，变成可溶性的复合物，从而加速果胶的离解。由于磷酸盐的螯合性，胶束结构特性，加入磷酸盐可以缩短煮练时间，提高煮练效果。

2.3.2.3 化学处理的主要工艺原理^[32]

亚麻纤维是由若干单纤维组成的，各单纤维之间有胶质相粘，亚麻上的胶质分为将纤维束和其周围的组织粘合在一起的胶质 A 和将单纤维粘合在一起的胶质 B 两种。亚麻原茎的沤制过程以除去胶质 A 为主，使纤维与木质部分离。而短麻的化学处理是化学药品在一定条件下进行煮练脱胶（也称快速脱胶），从韧皮纤维中提出适合于纺织的工艺纤维，以除去胶质 B 为主。亚麻的单纤维较短，只有 17~20mm，不能用于纺纱，所以，短麻的化学处理不能采用全脱胶的办法，而只能是适度脱胶，通过调整化学处理工艺得到不同用途的亚麻短纤维。

2.4 化学处理的工艺研究

2.4.1 化学处理工艺的选择^[5, 28, 33]

为了提高碱液的效果和处理后亚麻的质量，一般在煮练前和煮练后分别另加处理，称为预处理和后处理。

预处理的目的是在碱煮前经过一定的工艺处理，以去除部分胶杂质，降低碱煮负担，提高效率，减少消耗，并改善处理后亚麻的质量，提高经济效益。有资料表明，采用预氯处理，效果较好，但是预氯处理造成的环境污染较大，考虑到原料本身的木质素含量并不是特别高，所以采用预酸作为预处理。

碱液煮练是化学处理中最重要的一环，也是本文重点研究的部分。首先，按照煮练时加压情况的不同，碱液煮练分为常压和加压两种方法，初步脱胶多采用

加压的方法,以节约时间,提高劳动生产率;亚麻短纤维的煮练脱胶为半脱胶,多采用常压方法,因此,本试验采用常压方法进行。其次,两种不同的纤维混纺,其细度、长度、可纺性应相接近才行,因而,亚麻短纤维在毛、棉等纺纱系统与毛、棉等混纺或者纯纺,其纺纱性能应适应不同的纺纱设备,而这些性质主要是通过调整碱液煮练时的试剂剂量和处理时间来实现的。因此,本课题主要研究煮练剂 NaOH 的浓度和煮练时间对亚麻短纤维性能的影响。最后,碱煮过程中,加入适当的助剂,有利于碱液与各种杂质的作用,可以节省 NaOH 的消耗量,并缩短煮练时间,本试验使用的助剂为常用的三聚磷酸钠和硅酸钠。

后处理包括机械、化学和物理化学的处理。亚麻短纤维的后处理一般可以包括水洗、漂白、干燥和机械开松等,本章主要研究的是碱煮的工艺对纤维性能的影响,所以采用酸中和、水洗后进行自然晾干。

化学处理具体的工艺流程和工艺条件如下:

工艺流程:预酸处理→水洗→碱煮→酸中和→水洗→晾干

工艺条件:

预酸处理:用 $1\text{g/LH}_2\text{SO}_4$ 在室温下浸渍 1 小时,浴比 1:10;

碱煮:煮练剂:NaOH (浓度由实验设计而定);

助剂:三聚磷酸钠 (浓度为 2g/L),硅酸钠 (浓度为 1g/L);

浴比:1:12;

温度: 100°C ;

时间:由实验设计而定;

酸中和:用 $1\text{g/LH}_2\text{SO}_4$ 在室温下中和 10min;

水洗:冷水洗,以洗净为准。

主要仪器:烧杯:2000ml;电炉:1000W;EX—200A 型电子天平。

化学药品:氢氧化钠:含量不低于 96.0%,分析纯;

多聚磷酸钠:含量不低于 95%,分析纯;

硅酸钠:含量不低于 95%,分析纯。

2.4.2 化学处理前后纤维性能的测试

化学处理的效果用失重率、果胶含量及木质素含量评价,纤维质量用分裂度、断裂强度及断裂伸长率评价。

2.4.2.1 果胶、木质素等含量的测定

测试方法:采用 GB5889—86 麻化学成分定量分析方法。

主要测试原理^[27]:

果胶测试原理:果胶是一种高聚碳水化合物,属于半乳糖酸,其每个链节上有一个羟基或果胶酸甲酯基,草酸铵可以与果胶生成果胶酸铵,清洗易于除去。

木质素测试原理：木质素对浓硫酸（72%）稳定，这时除木质素以外，其他有机化合物均能水解。

主要仪器：

玻璃仪器：脂肪提取器：250ml 球型；有塞三角烧瓶：50ml；量筒：100ml；
球型冷凝管：250ml；玻璃干燥器；三角烧瓶：500ml；
玻璃真空管；玻璃砂芯滤器：No:3—3；抽滤瓶：1000ml。

称量仪器：TG328B 型光学读数分析天平：感量万分之一克；
EX—200A 型电子天平：感量千分之一克。

其他仪器：电炉：1000W、900W；分样筛：120 目；
Y801A 型电热恒温水浴锅：温度控制范围：37~100℃；
Y802A 型八篮恒温烘箱：温度控制范围：50~200℃。

化学药品：氢氧化钠：含量不低于 96.0%，分析纯；
硫酸：含量 95~98%，分析纯；
草酸铵：含量 99.8%，化学纯；
苯：含量不少于 99.5%，分析纯；
无水乙醇：分析纯；
氯化钡：含量不少于 99.0%，化学纯。

2.4.2.2 分裂度的测定^[27]

主要仪器：Y171 型切断器（10mm），计数器。

方法：随即抽取试样，进行梳理，在中间部位切取 10mm，大于 10mm 的试样在扭力天平上称 1mg 左右的 5 个试样，逐根计数（不分裂或分裂 5mm 长度的纤维作为一根，5mm 以上的单根计数）。

$$\text{计算公式: } \begin{cases} a_i = \frac{n_i \times 10(mm)}{m_i} \\ a = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 a_i \end{cases} \quad (2.1)$$

式中： a_i —第 i 份纤维的分裂度；
 n_i —第 i 份纤维的根数；
 m_i —第 i 份纤维的重量；
 a —所测纤维的分裂度；
 $i = 1, \dots, 5$ 。

2.4.2.3 单纤维断裂强度和断裂伸长率的测定

主要仪器：南通宏大 YG001N 型电子单纤维强力仪。

主要参数：拉伸形式：定速拉伸；

拉伸速度: 4.00mmpm;

试样长度: 10.00mm;

测试次数: 50 次。

2.5 回归实验

2.5.1 实验安排

1. 实验以影响较为显著的煮练剂 NaOH 的浓度和煮练时间为因素进行设计, 根据经验选取两个因素的上下限如表 2—1。

表 2—1 因子的上下限值

	煮练时间 z_1 (min)	NaOH 含量 z_2 (g/L)
上限 z_{2j}	150	16
下限 z_{1j}	30	2

2. 根据二次通用旋转组合设计参数表得 $\gamma = 1.414$, 由 $z_{0j} = \frac{z_{1j} + z_{2j}}{2}$, $\Delta_j = \frac{z_{2j} - z_{0j}}{\gamma}$, 先计算零水平和变化区间如表 2—2, 然后编制因子水平的编码表如表 2—3, 实验计划和对应工艺参数如表 2—4。

表 2—2 因子的零水平和变化区间

因子 名称	z_1 (min)	z_2 (g/L)
零水平 z_{0j}	90	9
变化区间 Δ_j	42	5

表 2—3 因子的编码表 ($\gamma = 1.414$)

因子 X_{i-1}	z_1 (min)	z_2 (g/L)
+ γ	150	16
+1	132	14
0	90	9
-1	48	4
- γ	30	2

2.5.2 处理前后纤维性能

1. 根据前述测试方法对处理前后的纤维性能进行测试。

(1) 实验所用原料为新疆产的亚麻棉, 其主要性能如表 2—5。

(2) 化学处理后的纤维性能如表 2—6。

表 2—4 实验计划表以及对应工艺参数

实验号	x_0	x_1	x_2	x_1x_2	x_1^2	x_2^2	$z_1(\text{min})$	$z_2(\text{g/L})$
1	1	1	1	1	1	1	132	14
2	1	1	-1	-1	1	1	132	4
3	1	-1	1	-1	1	1	48	14
4	1	-1	-1	1	1	1	48	4
5	1	1.414	0	0	2.000	0	150	9
6	1	-1.414	0	0	2.000	0	30	9
7	1	0	1.414	0	0	2.000	90	16
8	1	0	-1.414	0	0	2.000	90	2
9	1	0	0	0	0	0	90	9
10	1	0	0	0	0	0	90	9
11	1	0	0	0	0	0	90	9
12	1	0	0	0	0	0	90	9
13	1	0	0	0	0	0	90	9

表 2—5 原料的性能

化学成分含量	脂肪含量(%)	水溶性物质含量(%)	果胶含量 (%)	木质素含量 (%)
	1.99	5.94	1.59	3.28
物理指标	平均分裂度 (Nm)	平均断裂强度 (cN/tex)	平均断裂伸长率 (%)	
	960	10.29	9.58	

2. 根据以下两个公式求得各指标的变化率如表 2—7。

木质素、果胶含量、断裂伸长率的变化率 = $\frac{\text{试验前} - \text{试验后}}{\text{试验前}} \times 100(\%)$

分裂度、断裂强度的变化率 = $\frac{\text{试验后} - \text{试验前}}{\text{试验前}} \times 100(\%)$

2.6 实验数据处理以及结果分析

2.6.1 回归系数的计算和回归方程

1. 二因子二次通用旋转组合设计的参数值为^[7]:

$$p = 2, N = 13, m_c = 4, \gamma^2 = 2, m_0 = 5,$$

2. 二次通用旋转组合设计的计算公式如下^[7]:

$$\begin{cases} e = m_c + 2\gamma^2, \\ f = m_c + 2\gamma^4. \end{cases} \quad (2.2)$$

表 2—6 化学处理后的纤维性能

实验号	失重率 (%)	果胶含量 (%)	木质素含量 (%)	分裂度 (Nm)	断裂强度 (CN/dtex)	断裂伸长率 (%)
1	22.5283	0.8135	1.7114	1439	11.56	8.31
2	19.8581	1.2700	2.3321	1370	16.20	10.6
3	20.5186	1.1592	2.1191	1380	13.00	12.24
4	18.9008	1.3212	2.6432	1231	13.04	10.55
5	22.1449	0.8149	1.8426	1448	14.32	7.89
6	20.2496	1.2563	2.5499	1302	16.12	9.31
7	23.0490	0.4314	1.6389	1445	13.92	8.4
8	16.5781	1.4898	3.0264	1147	11.11	8.03
9	22.3559	0.7889	2.0816	1332	10.91	7.75
10	22.8205	1.0221	2.1543	1326	11.28	8.4
11	22.8725	0.9913	2.0157	1422	12.35	8.16
12	22.1430	1.1000	2.0001	1324	12.89	8.22
13	22.2718	1.1326	1.8465	1334	15.32	10.31

$$\begin{cases} H = 2\gamma^4 [Nf + (p-1)Nm_c - pe^2], \\ K = 2\gamma^4 H^{-1} [f + (p-1)m_c], \\ F = H^{-1} [Nf + (p-2)Nm_c - (p-1)e^2], \\ E = -2H^{-1}e\gamma^4, \\ G = H^{-1}(e^2 - Nm_c). \end{cases} \quad (2.3)$$

$$\begin{cases} b_0 = K \sum_{\alpha} y_{\alpha} + E \sum_{j=1}^p \sum_{\alpha} x_{\alpha j}^2 y_{\alpha}, \\ b_j = e^{-1} \sum_{\alpha} x_{\alpha j} y_{\alpha}, \\ b_{ij} = m_c^{-1} \sum_{\alpha} x_{\alpha i} x_{\alpha j} y_{\alpha}, \\ b_{jj} = (F - G) \sum_{\alpha} x_{\alpha j}^2 y_{\alpha} + G \sum_{j=1}^p \sum_{\alpha} x_{\alpha j}^2 y_{\alpha} + E \sum_{\alpha} y_{\alpha}. \end{cases} \quad (2.4)$$

3. 根据实验参数和计算公式得各指标的回归系数如表 2—8, 以及对应回归方程如表 2—9。

表 2—7 换算后的实验结果:

实 验 号	失重率 y_1 (%)	果胶含量 变化率 y_2 (%)	木质素含 量变化率 y_3 (%)	分裂度变 化率 y_4 (%)	断裂强度 变化率 y_5 (%)	断裂伸长 率变化率 y_6 (%)
1	22.5283	48.8365	47.8232	49.8958	12.3421	13.2568
2	19.8581	20.1258	28.8994	42.7083	57.4344	-10.6472
3	20.5186	27.0943	35.3933	43.7500	26.3362	-27.7662
4	18.9008	16.9057	19.4146	28.2292	26.7250	-10.1253
5	22.1449	48.7484	43.8232	50.8333	39.1642	17.6409
6	20.2496	20.9874	22.2591	35.6250	56.6569	2.8184
7	23.0490	72.8679	50.0335	50.5208	35.2770	12.3173
8	16.5781	6.3019	7.7317	19.4792	7.9689	16.1795
9	22.3559	50.3836	36.5366	38.7500	6.0253	19.1023
10	22.8205	35.7170	34.3201	38.1250	9.6210	12.3173
11	22.8725	37.6541	38.5457	48.1250	20.0194	14.8225
12	22.1430	30.8176	39.0213	37.9167	25.2672	14.1962
13	22.2718	28.7673	43.7043	38.9583	48.8824	-7.62

2.6.2 回归方程显著性的检验及分析

1. 计算公式^[7]:

$$\begin{cases} S_{\text{总}} = \sum_{\alpha} y_{\alpha}^2 - \frac{1}{N} \left(\sum_{\alpha} y_{\alpha} \right)^2, \\ S_{\text{剩}} = \sum_{\alpha} y_{\alpha}^2 - b_0 \sum_{\alpha} y_{\alpha} - \sum_{j=1}^p \left(b_j \sum_{\alpha} x_{\alpha j} y_{\alpha} \right) - \sum_{i < j} \left(b_{ij} \sum_{\alpha} x_{\alpha i} x_{\alpha j} y_{\alpha} \right) - \sum_{j=1}^p \left(b_{jj} \sum_{\epsilon} x_{\alpha j}^2 y_{\epsilon} \right), \\ S_{\text{回}} = S_{\text{总}} - S_{\text{剩}}. \end{cases} \quad (2.5)$$

$$\begin{cases} f_{\text{总}} = N - 1, \\ f_{\text{剩}} = N - C_{p+2}^2, \\ f_{\text{回}} = C_{p+2}^2 - 1. \end{cases} \quad (2.6)$$

表 2—8 各指标回归系数

回归 系数	失重率	果胶含量变 化率	木质素含量 变化率	分裂度变化 率	断裂强度变 化率	断裂伸长率 变化率
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
b_0	22.49274	36.66792	38.4625	40.375	21.96306	10.56366
b_1	0.705869	8.027044	6.550792	5.26618	-1.002422	7.682514
b_2	1.679732	16.627953	11.839656	8.32514	-0.858431	0.100244
b_{12}	0.263100	4.630525	0.736275	-2.083325	-11.17588	10.38623
b_{11}	-0.661233	-3.146466	-2.212038	1.934887	11.959414	-5.43188
b_{22}	-1.353083	-0.787966	-4.291313	-2.179688	-1.184386	-3.42251

表 2—9 各指标回归方程

指标 (%)	回归方程
失重率	$y_1=22.49274+0.705869x_1+1.679732x_2+0.263100x_1x_2-0.661233x_1^2-1.353083x_2^2$
果胶含量变化率	$y_2=36.66792+8.027044x_1+16.627953x_2+4.630525x_1x_2-3.146466x_1^2-0.787966x_2^2$
木质素含量变化率	$y_3=38.4256+6.550792x_1+11.839656x_2+0.736275x_1x_2-2.212038x_1^2-4.291313x_2^2$
分裂度变化率	$y_4=40.375+5.26618x_1+8.32514x_2-2.083325x_1x_2+1.934887x_1^2-2.179688x_2^2$
断裂强度变化率	$y_5=21.96306-1.002422x_1-0.858431x_2-11.17588x_1x_2+11.959414x_1^2-1.184386x_2^2$
断裂伸长率变化率	$y_6=10.56366+7.682514x_1+0.100244x_2+10.38623x_1x_2-5.43188x_1^2-3.42251x_2^2$

$$\begin{cases} \bar{y}_0 = \frac{1}{m_0} \sum_{i=1}^{m_0} y_{0i}, \\ S_{\text{误}} = \sum_{i=1}^{m_0} (y_{0i} - \bar{y}_0)^2, \\ S_{L_f} = S_{\text{剩}} - S_{\text{误}}. \end{cases} \quad (2.7)$$

$$\begin{cases} f_{\text{误}} = m_0 - 1, \\ f_{L_f} = N - C_{p+2}^2 - m_0 + 1. \end{cases} \quad (2.8)$$

$$F_1 = \frac{S_{L_f}/f_{L_f}}{S_{\text{剩}}/f_{\text{剩}}} \sim F(f_{L_f}, f_{\text{剩}}). \quad (2.9)$$

$$F_2 = \frac{S_{\text{回}}/f_{\text{回}}}{S_{\text{剩}}/f_{\text{剩}}} \sim F(f_{\text{回}}, f_{\text{剩}}). \quad (2.10)$$

式中： $S_{\text{总}}$ 为总的偏差平方和， $f_{\text{总}}$ 为总自由度；

$S_{\text{剩}}$ 为剩余偏差平方和, $f_{\text{剩}}$ 为剩余自由度;

$S_{\text{回}}$ 为回归偏差平方和, $f_{\text{回}}$ 为回归自由度;

$S_{\text{误}}$ 为误差偏差平方和, $f_{\text{误}}$ 为误差自由度;

S_{Lr} 为失拟偏差平方和, f_{Lr} 为失拟自由度。

2. 根据计算公式得各偏差平方和与统计量 F_1 、 F_2 以及显著性检验如表 2—10。

表 2—10 各偏差平方和与显著性检验

	失重率	果胶含量 变化率	木质素含 量变化率	分裂度变 化率	断裂强度 变化率	断裂伸长 率变化率
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
$S_{\text{总}}$	44.65321	3738.701	1757.468	1002.032	3839.328	2551.046
$S_{\text{回}}$	41.23402	2883.025	1614.319	861.5891	1561.807	1161.125
$S_{\text{误}}$	3.419189	855.6755	143.1494	140.443	2277.521	1389.922
S_{Lr}	0.441502	286.6427	48.65741	75.8159	1145.685	437.9622
S_{Lr}	2.977687	569.0327	94.49196	64.6271	1131.836	951.9594
F_1	8.992597	2.646855	2.589313	1.136562	1.317217	2.898148
F_2	16.88342	4.717017	15.78803	8.588714	0.960048	1.169544
α	0.01	0.05	0.01	0.01	不显著	不显著

注: $F_{0.10}(3, 4)=4.19$ $F_{0.05}(3, 4)=6.59$ $F_{0.01}(3, 4)=16.69$

$F_{0.10}(5, 7)=2.88$ $F_{0.05}(5, 7)=3.97$ $F_{0.01}(5, 7)=7.46$

3. 结果分析

(1) 化学处理可以去掉部分胶质, 使亚麻短纤维的工艺纤维细度减小, 分裂度提高, 而显著性检验的结果表明, 失重率、木质素含量变化率、果胶含量变化率以及分裂度变化率与化学处理时的两个主要工艺参数(碱液浓度、煮练时间)之间的二次回归方程与实际情况拟和得较好, 因此可以用来预报。

(2) 由表 2—10 可以看出, 经过化学处理单纤维断裂强度和断裂伸长率的变化不显著, 原因可能是本实验中的化学处理工艺条件对纤维强度的影响不大。低浓度的烧碱对纤维素的损伤较小, 亚麻短纤维经过化学处理后, 单纤维间的胶质溶出了一部分, 纤维变得清晰, 纤维间的距离相应增大, 但构成单纤维的元素含量没有发生变化, 单纤维外观在化学处理过程中没有受到浸蚀, 从而使得亚麻短纤维的物理机械性能在化学处理前后没有明显的变化。

2.6.3 各回归系数显著性的检验以及分析

1. 各回归系数相应 t 统计量的计算公式如下^[7]:

$$\begin{cases} t_0 = |b_0| / \sqrt{K S_{\text{剩}} / f_{\text{剩}}}, \\ t_j = |b_j| / \sqrt{e^{-1} S_{\text{剩}} / f_{\text{剩}}}, \\ t_{ij} = |b_{ij}| / \sqrt{m_c^{-1} S_{\text{剩}} / f_{\text{剩}}}, \\ t_{jj} = |b_{jj}| / \sqrt{F S_{\text{剩}} / f_{\text{剩}}}. \end{cases} \quad (2.11)$$

2. 根据公式(2.11)求得各显著性较好的指标的回归系数的 t 检验值如表 2—11。

表 2—11 各回归系数的 t 检验值

	失重率	果胶含量 变化率	木质素含 量变化率	分裂度变 化率
	y_1	y_2	y_3	y_4
t_0	71.96392	7.415932	19.00028	20.15564
t_1	2.856648	2.053502	4.097256	3.325367
t_2	6.797862	4.253812	7.405227	5.25697
t_{12}	0.752902	0.837635	0.32563	0.930221
t_{11}	2.495386	0.750609	1.290158	1.139333
t_{22}	5.106317	0.187974	2.502883	1.283481

注: $t_{0.001}(7)=5.405$ $t_{0.01}(7)=3.499$ $t_{0.02}(7)=2.998$
 $t_{0.05}(7)=2.365$ $t_{0.1}(7)=1.895$ $t_{0.2}(7)=1.415$
 $t_{0.3}(7)=1.119$ $t_{0.4}(7)=0.896$ $t_{0.5}(7)=0.711$

3. 结果分析

(1) 由表中可以看出除了果胶含量变化率的系数 b_{22} 以及木质素含量变化率的系数 b_{12} 以外, 其他各回归系数都在不同程度上显著, 回归方程的通用性较好, 因而可以根据预测值得大小来判断试验点的好坏。

(2) 由显著性检验可以看出碱液浓度对失重率、木质素含量的变化率、果胶含量的变化率以及分裂度的变化率影响的显著性较高, 因此在工艺确定时应特别注意碱液浓度的选择。

2.6.4 各指标的曲线图以及分析

2.6.4.1 各指标随煮练时间变化的曲线及分析

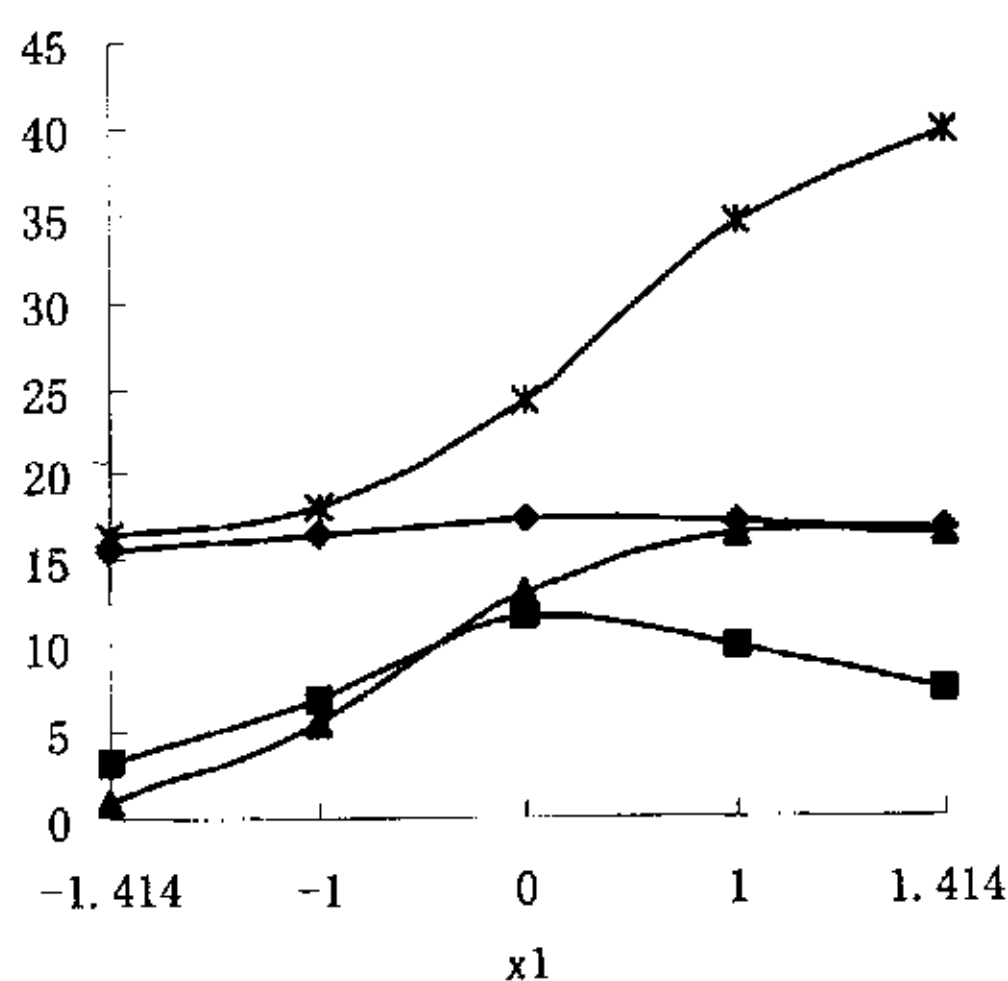
1. 根据回归方程, 在 x_2 为 -1.414、-1、0、1、1.414 的情况下, 分别求出各指标在 x_1 为 -1.414、-1、0、1、1.414 时的值, 并做出各指标随煮练时间 x_1 变化的曲线如图 2—1。其中, (a)、(b)、(c)、(d)、及 (e) 分别为 x_2 为 -1.414、-1、0、

1、1.414 时，各指标随煮练时间 x_1 变化的曲线图。

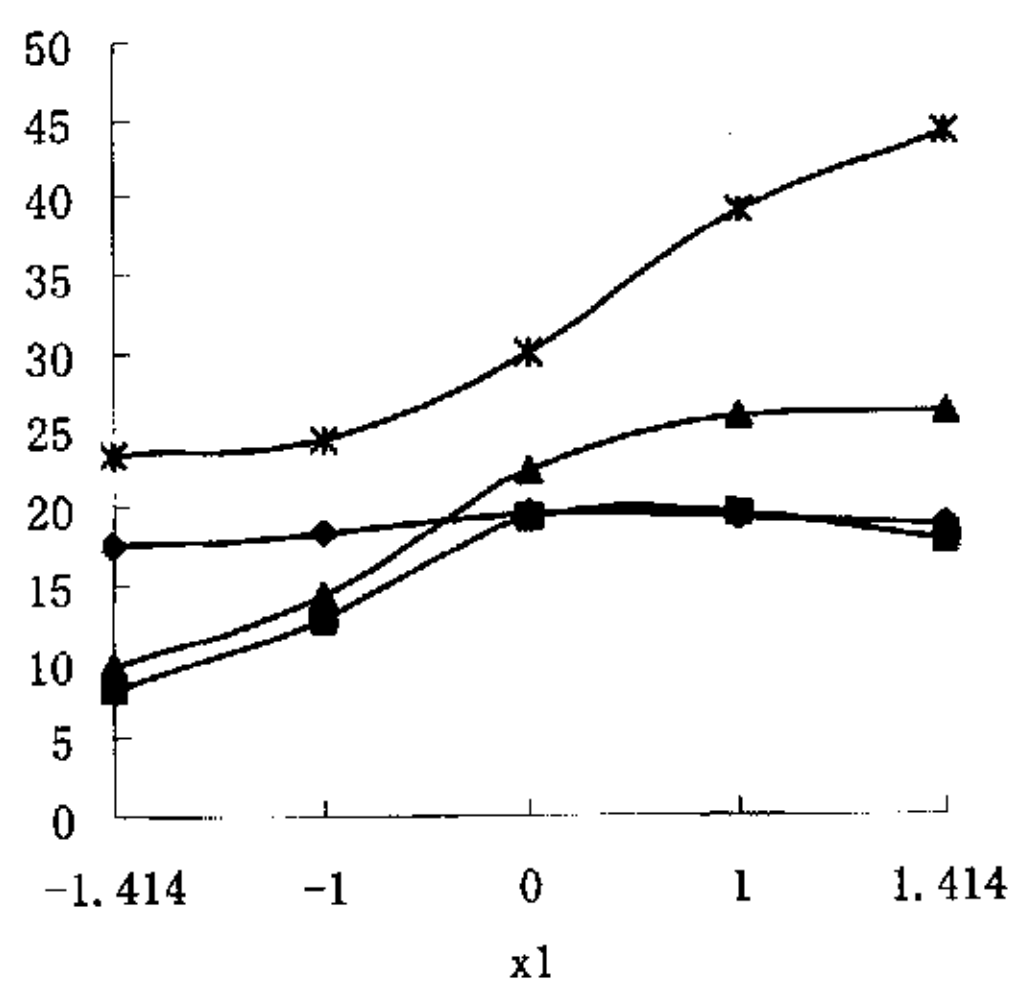
2. 结果分析

(1) 从图中可以看出，在不同的碱液浓度下，随着煮练时间的延长，纤维各性能指标的变化率在不同程度上提高，但当煮练时间延长到一定程度后，变化率曲线趋于平坦，主要是因为碱液浓度随时间的延长而减小，处理效果不再明显。

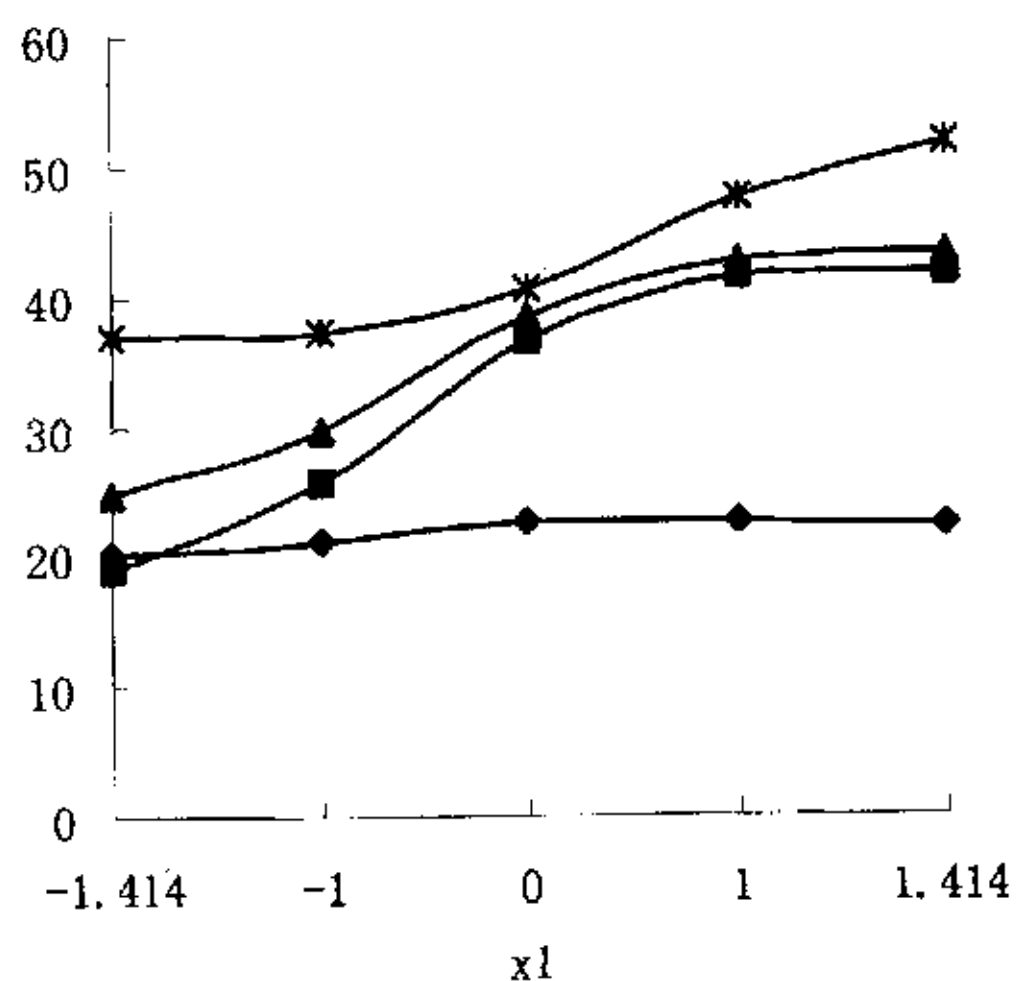
(2) 虽然延长煮练时间对清除果胶、木质素，提高分裂度有利，但是纤维损失率大，短绒增多，可纺性遭到破坏，所以从纤维的纺纱性能考虑，煮练时间应控制在一定范围内，使纤维中的果胶、木质素清除较彻底，同时纤维损失不严重，处理后的纤维能满足后工序加工需要。



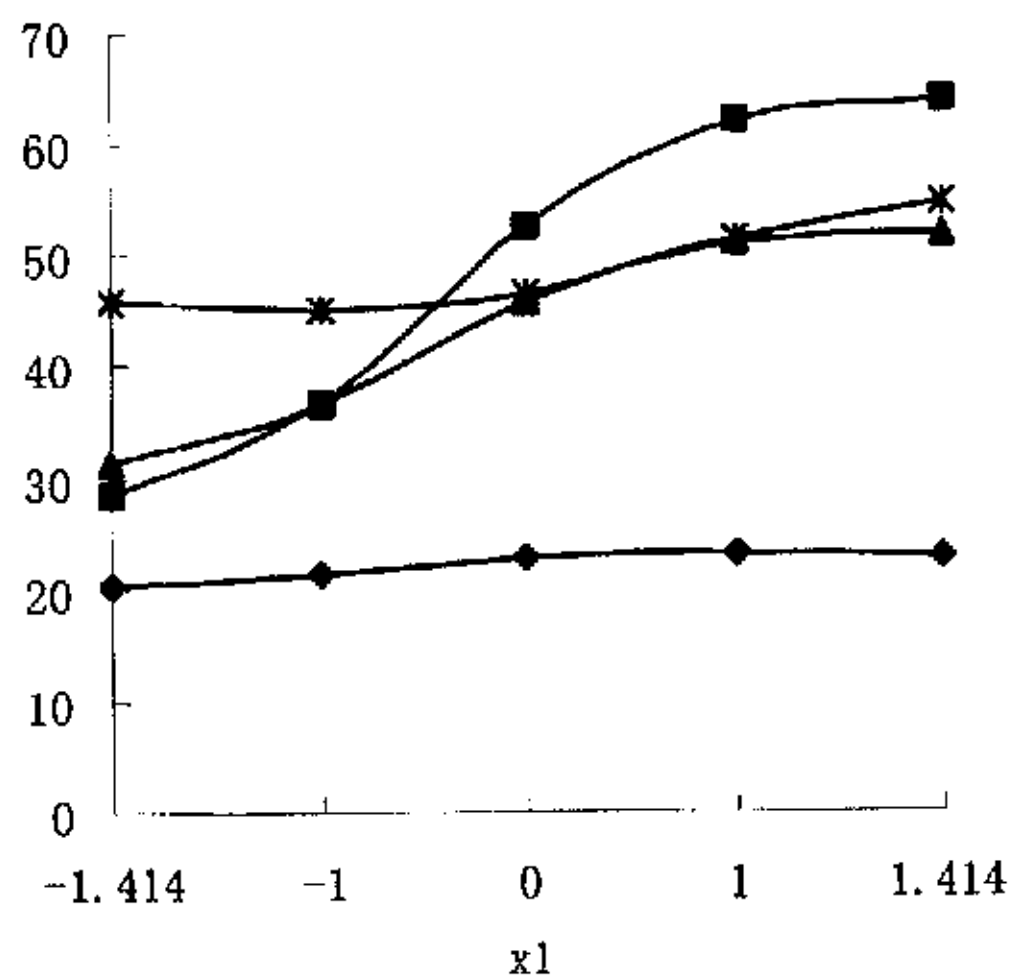
(a)



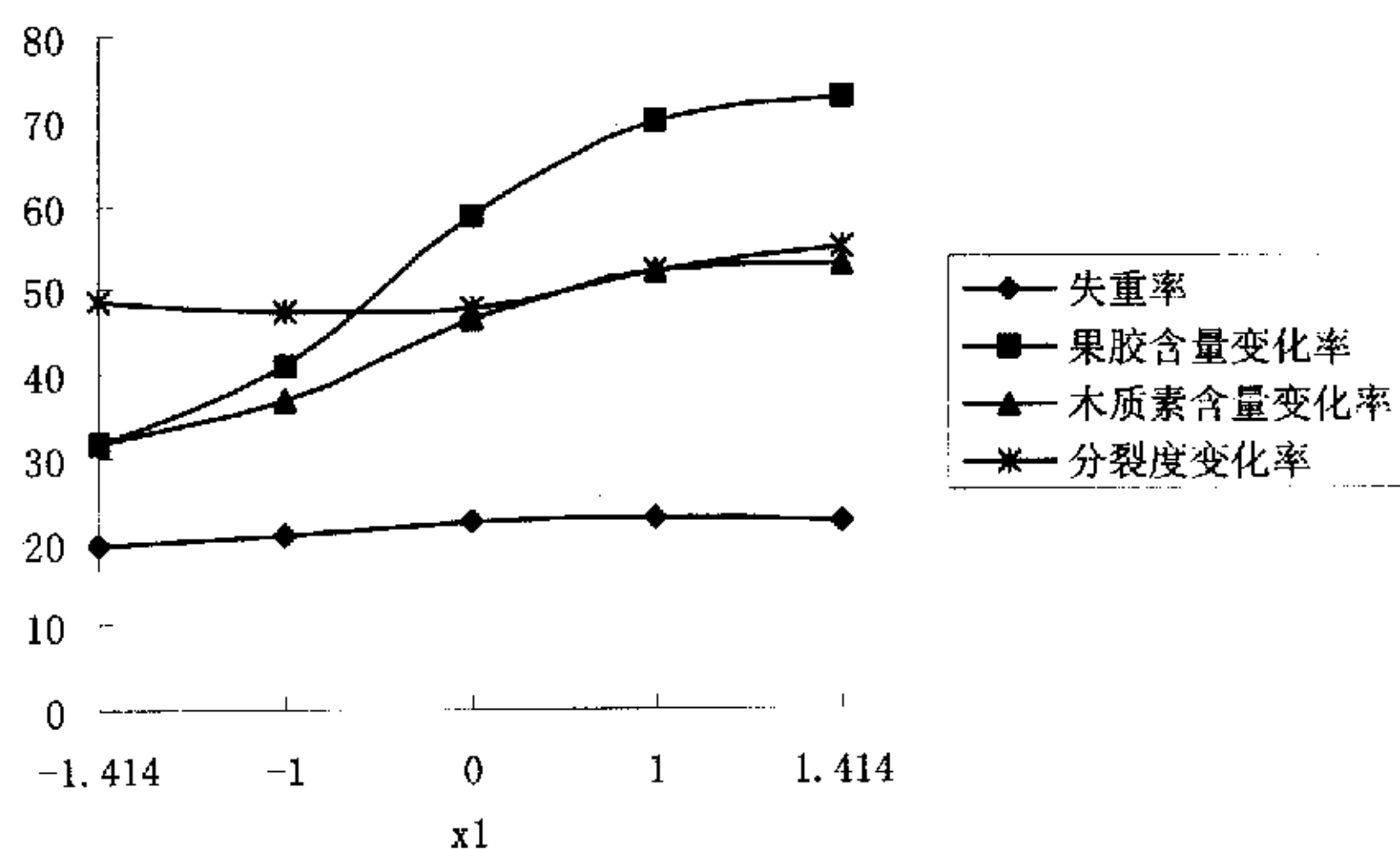
(b)



(c)



(d)



(e)

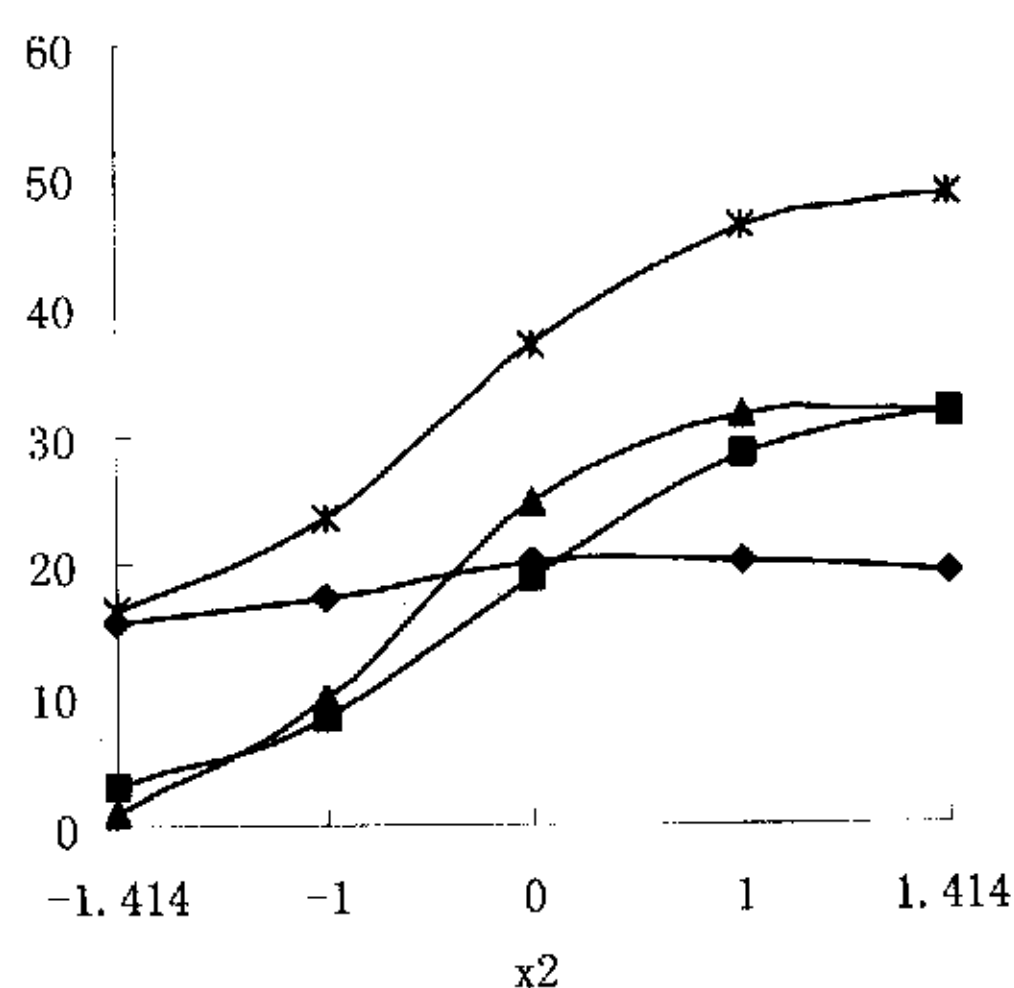
图 2—1 各指标随煮练时间变化的曲线图

2.6.4.2 各指标随碱液浓度变化的曲线及分析

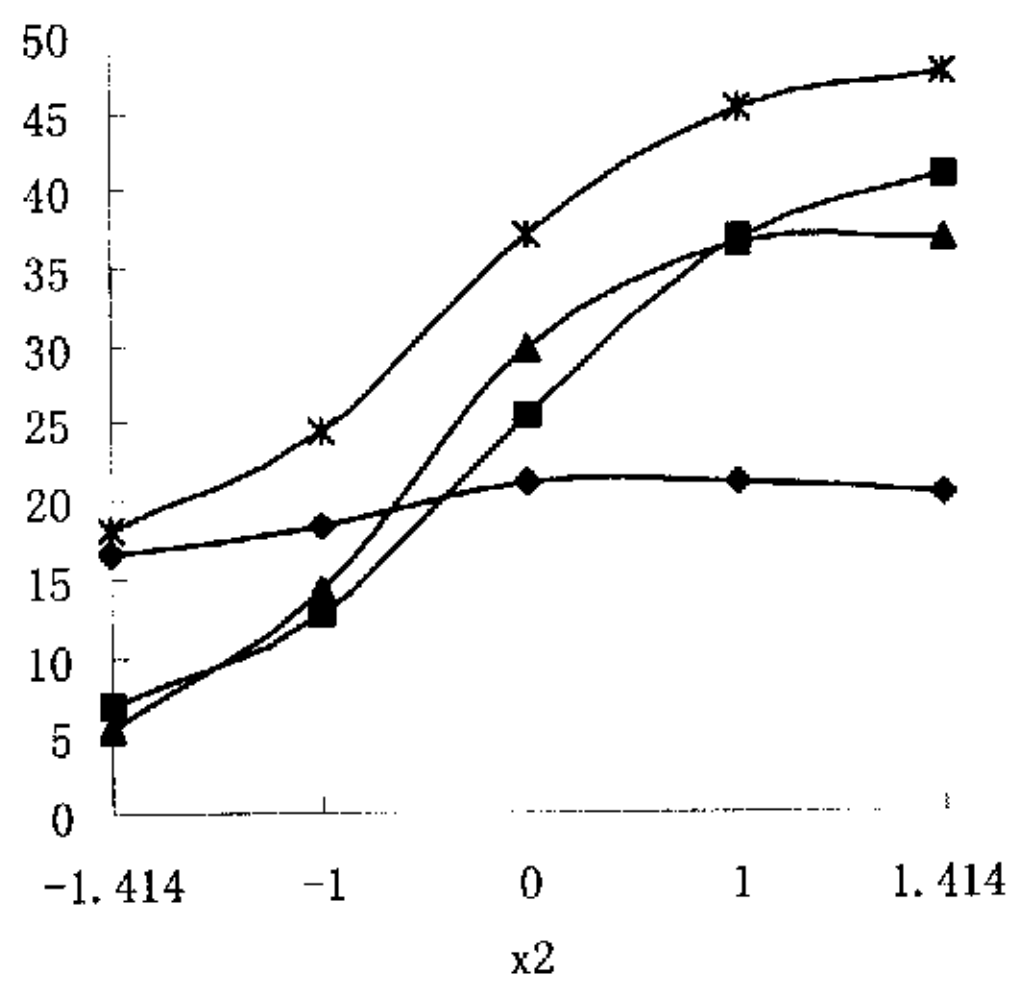
1. 根据回归方程, 在 x_1 为 -1.414、-1、0、1、1.414 的情况下, 分别求出各指标在 $x_2 = -1.414$ 、-1、0、1、1.414 时的值, 并做出各指标随碱液浓度 x_2 变化的曲线如图 2—2。其中, (a)、(b)、(c)、(d)、及 (e) 分别为 $x_1 = -1.414$ 、-1、0、1、1.414 时, 各指标随碱液浓度 x_2 变化的曲线图。

2. 结果分析

(1) 从图中可以看出碱液浓度逐渐变化时, 失重率、木质素含量的损失率、果胶含量的损失率以及分裂度的提高率随着碱液浓度的增加而增加, 但是增加到



(a)



(b)

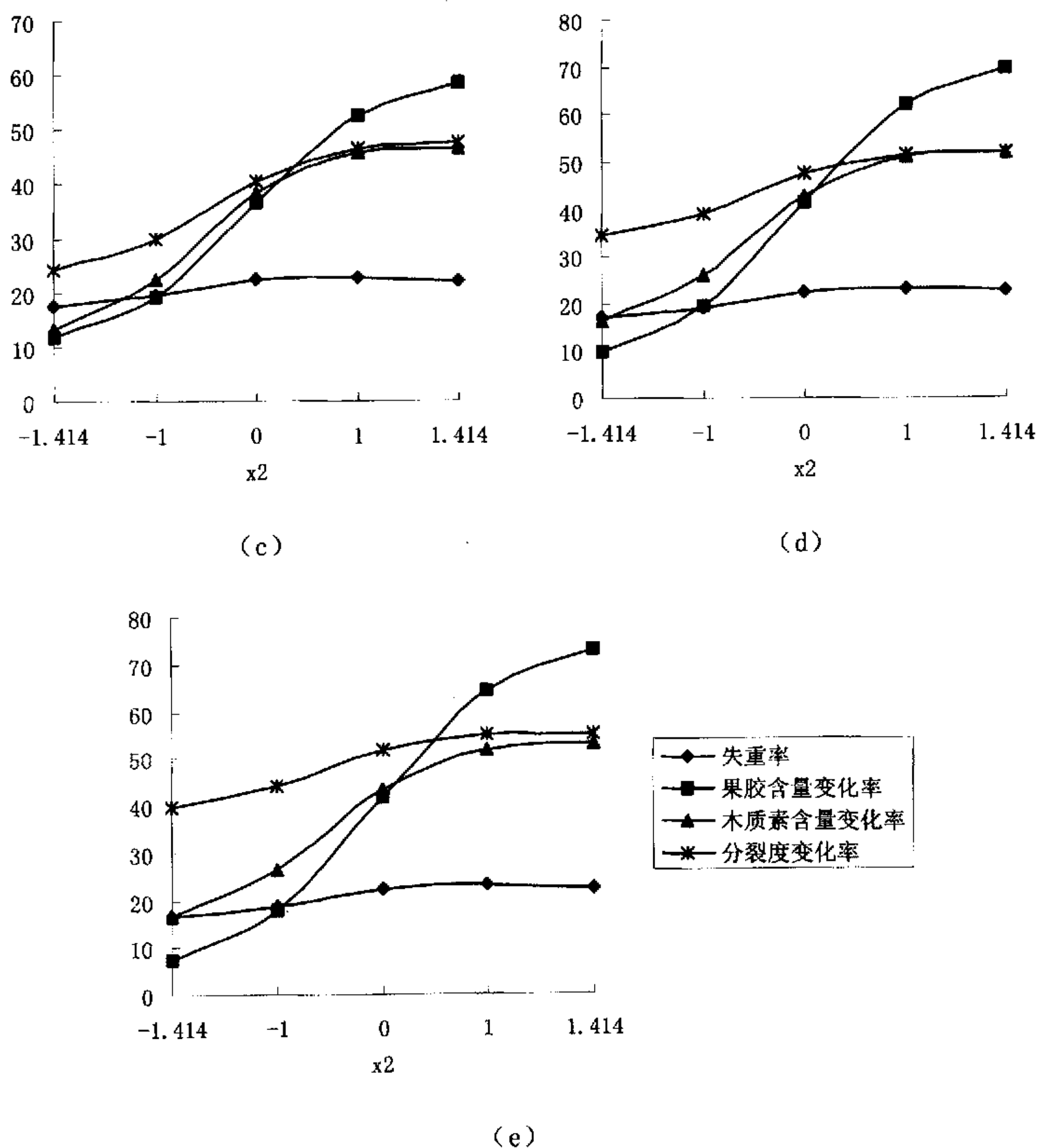


图 2—2 各指标随碱液浓度变化的曲线图

一定程度后随着碱液浓度的增加各指标的变化不再明显，因此煮练时的碱液浓度不宜高于 16g/L。

(2) 虽然碱液浓度的增加有利于提高纤维分裂度，减少胶质的含量，改善纤维的可纺性，但利用碱煮方法并不能完全去除亚麻短纤维中的胶质，而同时从工艺性能角度出发，也不能对短麻进行全脱胶，因而应该根据原料性能及所要求处理后的性能，选择合适的碱液浓度。

第三章 亚麻短纤维摩擦纺包芯纱工艺的优选

3.1 引言

摩擦纺纱作为一种较为新型的纺纱方法,具有生产效率高、工艺流程短、成本低的特点,能够提高产品的竞争力,适应日益激烈的市场竞争。同时,摩擦纺纱的适用原料范围广,对原料的可纺性能要求较低,近年来,利用各种下脚纤维以及低级原料等开发各种摩擦纺纱产品的实践和研究较多。对亚麻短纤维摩擦纺纱产品的开发也较多,但是大多数是针对摩擦纺纱的独特纺纱机理所形成的组分分层结构和捻度分层结构,利用喂入的包覆纤维条子的不同质量性能和不同颜色,以改善成纱手感和质量,获得简单花式线,对摩擦纺纱工艺参数的系统分析优化较少。亚麻纤维刚性大、抱合性差,其性能与棉纤维差异较大,因此,对工艺参数的选择也有所不同,本课题利用西安工程科技学院现有设备——DREF—III型摩擦纺纱机,以涤纶短纤维为芯纱,纯亚麻短纤维为包覆纤维,通过一个三因子二次通用旋转实验,对三个主要工艺参数进行了分析,以求得亚麻短纤维摩擦纺纱的较佳工艺参数。

3.2 DREF—III型摩擦纺纱机简介

3.2.1 DREF 型摩擦纺纱机的发展^[4]

摩擦纺纱是指奥地利费勒尔博士在 1973 年发明并逐渐改进的一种新型纺纱方法。费勒尔博士首先成功地利用将纤维流引入两个同方向回转的摩擦辊之间而纺织成纱,并在 1974 年制成了一台采用单尘笼的单头试验样机,之后,又研制成功采用单尘笼聚集纤维,双皮圈搓捻的三头机,称为 DREF—I 型,不久又在 DREF—I 的基础上研制出 DREF—II 型机。在 DREF—II 型机上,原有的网状带取消了,采用了双尘笼对纤维和须条进行凝聚和加捻,将分梳辊由变频调速改为四级调速,尘笼单头抽气改为三头集体抽气,风机采用有级变速传动并安装了分级调节负压开关,用来调节尘笼的真空度,DREF—II 于 1977 年中期投放市场。从 1978 年开始,费勒尔公司开始研制 DREF—III 型机,并在 1979 年 ITMA (国际纺织机械展览会) 上展出,1982 年正式批量生产和销售。

3.2.2 DREF—III型摩擦纺纱机的主要性能^[9]

DREF—III 型摩擦纺纱机有两个独立的牵伸机构,所纺纱的线密度范围为 33.3~166.6tex。第一牵伸区为一套四上四下双皮圈罗拉牵伸装置,其牵伸倍数为 100~150 倍。喂入品为条子,条子的定量为 2.5~3.5gpm,条子经牵伸装置牵伸后喂入尘笼的加捻区形成芯纱,作芯纱的短纤维线密度为 0.6~3.3dtex,长度应为 30~60mm,也可以不用第一牵伸装置,而在第一牵伸装置靠近尘笼的最后一对罗拉中直接喂入一根长丝作芯纱。第一牵伸区后罗拉的最大喂入速度的大小依

赖于所纺纱的细度和芯纱在纱体中所占的比例,最小要求不低于 0.6mpm;芯纱的比例一般控制在 50~80%。第二牵伸区由三对罗拉和一对转速相等,方向相反,转速很高(12000rpm),直径较小(80mm)的分梳辊组成。每头最多可以喂入六根条子,条子的定量为 2.5~3.5gpm,喂入总量不大于 25gpm。喂入条子经过分梳后落入纺纱区成为外包纤维,适合纺纱的纤维长度最大可以达到 60mm。第二牵伸区后罗拉的最大喂入速度为 1.0mpm,最小要求不低于 0.1mpm,其速度的选择取决于所纺纱的细度和外包纤维在纱体重所占的比例,外包纤维的比例一般控制在 20~50%之间。

3.2.3 DREF—III型摩擦纺纱的纺纱原理^[2]

摩擦纺纱是利用机械—空气动力原理对须条进行凝聚和加捻,分为自由端摩擦纺和非自由端摩擦纺。DREF—II型、Masterspinner 型摩擦纺纱机都是自由端纺纱,成纱为真捻结构。DREF—III型摩擦纺纱机是非自由端摩擦纺纱,成纱为假捻结构。

DREF—III型摩擦纺纱机的纺纱机理为:第一牵伸装置喂入连续的纤维条,纤维条一端被罗拉钳口握持,另一端被引纱罗拉握持,而中间受到高速回转的加捻器即尘笼的摩擦加捻作用,获得假捻;利用第二牵伸装置喂入单纤维作为包覆纤维来保持假捻,单纤维落在纱芯纤维条上,随着尘笼对纱芯纤维条进行加捻和引纱罗拉对纱芯纤维条沿轴向牵引,包覆纤维即螺旋形包覆在芯纱外面起到固定芯纱捻度的作用,从而使 DREF—III型摩擦纺成纱的主体部分芯纱纤维束具有一定的捻度,因此保持了纱线强力。

3.2.4 DREF—III型摩擦纺纱的工艺计算

1. DREF—III型摩擦纺纱机所纺纱线的公制支数依赖于第一、第二牵伸区条子的定量、根数以及各牵伸区后罗拉的喂入速度和所设定的皮芯比例,计算公式如(3.1)、(3.2)所示^[9]:

$$V_1 = \frac{V_0}{N_m n_1 m_1} \times \frac{X_1}{100} \quad (3.1)$$

$$V_2 = \frac{V_0}{N_m n_2 m_2} \times \frac{X_2}{100} \quad (3.2)$$

式中: V_1 ——第一牵伸区条子喂入速度 (mpm);

m_1 ——第一牵伸区喂入条子的定量 (gpm);

n_1 ——第一牵伸区喂入条子的根数;

X_1 ——所纺纱中芯纱所占比例 (%);

V_2 ——第二牵伸区条子喂入速度 (mpm);
 m_2 ——第二牵伸区喂入条子的定量 (gpm);
 n_2 ——第二牵伸区喂入条子的根数;
 X_2 ——所纺纱中外包纤维所占比例 (%);
 N_m ——所纺纱的公制支数 (mpg);
 V_0 ——所纺纱的输出速度 (mpm)。

2. 摩擦纺纱成纱捻度的计算公式^[4]:

$$T_0(\text{捻} / 10 \text{ cm}) = \frac{Dn}{10dV_0} \eta \quad (3.3)$$

式中: D ——摩擦辊直径 (mm);
 n ——摩擦辊转速 (rpm);
 d ——成纱直径 (mm);
 V_0 ——纺纱输出速度 (mpm);
 η ——加捻效率 (%)。

3.3 回归实验

3.3.1 实验安排

1. 根据 DREF—III 摩擦纺纱机的纺纱范围, 结合棉纺纺纱支数的习惯, 选取较高特数的 98.4tex (6 英支) 纱和较低特的 36.9tex (16 英支) 纱分别进行纺纱实验。

2. 在 DREF—III 摩擦纺纱机上纺某一设定支数的纱, 在选定好要喂入的条子后, 主要确定的工艺参数就是芯纱比例、纺纱速度和摩擦辊转速, 芯纱比例通过调整两个牵伸区条子的喂入速度来实现。所有的速度均采用无级变速, 第一牵伸区和第二牵伸区的喂入速度, 纺纱速度以及摩擦辊转速均可在仪表面板上直接调整。本实验以芯纱比例、纺纱速度和摩擦辊转速为因子, 根据 DREF—III 型摩擦纺纱机的工艺要求和纱线性能的要求选取各因子上下限如表 3—1 (a)、3—1 (b)。

表 3—1 (a) 98.4tex 纱因子的上下限

	摩擦辊转速 (rpm)	纺纱速度 (mpm)	芯纱比例 (%)
上限 z_{2j}	4000	190	75
下限 z_{1j}	2000	110	45

3. 根据二次通用旋转组合设计参数表得 $\gamma = 1.682$, 由 $z_{0j} = \frac{z_{1j} + z_{2j}}{2}$, $\Delta j = \frac{z_{2j} - z_{0j}}{\gamma}$, 计算零水平和变化区间以及编制因子水平的编码表如

表 3—1(b) 36.9tex 纱因子的上下限

	摩擦辊转速 (rpm)	纺纱速度 (mpm)	芯纱比例 (%)
上限 z_{2j}	4800	180	75
下限 z_{1j}	3200	100	45

表 3—2(a) 98.4tex 纱

变量	零水平	变化区间	变量设计水平 ($\gamma=1.682$)				
			- γ	-1	0	+1	+ γ
x_1 —摩擦辊转速	3000	595	2000	2405	3000	3595	4000
x_2 —纺纱速度	150	24	110	126	150	174	190
x_3 —芯纱比例	60	9	45	51	60	69	75

表 3—3: 实验计划表

实验号	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	x_1^2	x_2^2	x_3^2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	1	1
3	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1
4	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1
5	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1
6	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1
7	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1
8	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1
9	1	1.682	0	0	0	0	0	2.828	0	0
10	1	-1.682	0	0	0	0	0	2.828	0	0
11	1	0	1.682	0	0	0	0	0	2.828	0
12	1	0	-1.682	0	0	0	0	0	2.828	0
13	1	0	0	1.682	0	0	0	0	0	2.828
14	1	0	0	-1.682	0	0	0	0	0	2.828
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3—2 (b) 36.9tex 纱

变量	零水平	变化区间	变量设计水平 ($\gamma=1.682$)				
			- γ	-1	0	+1	+ γ
x_1 —摩擦辊转速	4000	476	3200	3524	4000	4476	4800
x_2 —纺纱速度	140	24	100	116	140	164	180
x_3 —芯纱比例	60	9	45	51	60	69	75

表 3—2 (a)、3—2 (b)，实验计划如表 3—3。

3.3.2 实验参数确定

1. 摩擦纺纱机分梳辊梳理纤维时，容易梳直前弯钩纤维，后弯钩纤维被梳直

表 3—4：实验参数表

实验号	98.4tex 纱实验参数					36.9tex 纱实验参数				
	X_1	X_2	X_3	V_1	V_2	X_1	X_2	X_3	V_1	V_2
1	3595	174	69	4.62	0.29	4476	164	69	1.60	0.10
2	3595	174	51	3.41	0.47	4476	164	51	1.18	0.16
3	3595	126	69	3.34	0.21	4476	116	69	1.13	0.07
4	3595	126	51	2.47	0.34	4476	116	51	0.84	0.12
5	2405	174	69	4.62	0.29	3524	164	69	1.60	0.10
6	2405	174	51	3.41	0.47	3524	164	51	1.18	0.16
7	2405	126	69	3.34	0.21	3524	116	69	1.13	0.07
8	2405	126	51	2.47	0.34	3524	116	51	0.84	0.12
9	4000	150	60	3.46	0.33	4800	140	60	1.19	0.11
10	2000	150	60	3.46	0.33	3200	140	60	1.19	0.11
11	3000	190	60	4.38	0.42	4000	180	60	1.53	0.15
12	3000	110	60	2.54	0.24	4000	100	60	0.85	0.08
13	3000	150	75	4.33	0.21	4000	140	75	1.48	0.07
14	3000	150	45	2.60	0.45	4000	140	45	0.89	0.16
15	3000	150	60	3.46	0.33	4000	140	60	1.19	0.11
16	3000	150	60	3.46	0.33	4000	140	60	1.19	0.11
17	3000	150	60	3.46	0.33	4000	140	60	1.19	0.11
18	3000	150	60	3.46	0.33	4000	140	60	1.19	0.11
19	3000	150	60	3.46	0.33	4000	140	60	1.19	0.11
20	3000	150	60	3.46	0.33	4000	140	60	1.19	0.11

注： V_1 为第一牵伸区的喂入速度； V_2 为第二牵伸区的喂入速度。

比较困难, 纤维未被梳直, 相当于纤维有效长度缩短, 对成纱质量不利, 因此, 喂入品均采用二并熟条, 以使大部分纤维以前弯钩形式进入分梳辊^[37]。

2. 实验中第一牵伸区喂入品为涤纶二并熟条, 98.4tex 纱的条子定量为 2.56gpm, 36.9tex 纱的喂入条子定量为 2.61gpm; 第二牵伸区喂入品为亚麻短纤维二并熟条, 定量为 6gpm, 喂入三根, 第二牵伸区喂入总定量为 18gpm。根据公式 (3.1)、(3.2) 计算得实际对应的各工艺参数如表 3—4。

3.3.3 纱线性能测试

纱线性能测试结果如表 3—5 (a)、表 3—5 (b) 所示。

表 3—5(a) 98.4tex 纱实验结果

实 验 号	条干均匀度 变异系数	细节	粗节	棉结	断裂 强度	断裂强度 不匀率	断裂伸 长率	断裂伸长 率不匀率
	%	个/200m	个/200m	个/200m	cN/T	%	%	%
1	27.01	109	180	206	9.9	76.42	5.06	69.90
2	32.95	353	290	242	15.5	30.31	9.33	30.48
3	31.70	197	197	371	10.2	71.64	4.41	72.65
4	39.32	603	250	272	15.7	43.14	8.75	35.38
5	31.49	154	134	266	4.40	74.03	2.09	88.36
6	32.32	341	264	212	15.6	43.79	8.13	37.79
7	34.09	217	221	225	12.5	70.95	5.56	63.93
8	38.83	461	385	227	19.4	25.62	10.32	22.97
9	33.78	321	216	220	13.4	69.06	6.50	61.69
10	33.44	303	189	169	10.1	62.56	5.46	59.87
11	36.59	434	264	219	9.4	68.96	5.14	62.08
12	37.78	527	364	430	12.7	69.54	6.37	65.46
13	35.01	258	277	389	4.1	99.99	2.00	99.99
14	40.26	795	351	331	18.1	28.35	10.33	21.14
15	35.63	398	327	296	15.8	72.72	6.97	65.86
16	36.74	475	338	313	12.9	72.38	6.63	63.67
17	35.93	365	309	325	13.5	53.85	6.9	47.24
18	32.78	331	242	235	13.4	82.55	6.04	77.58
19	35.00	341	260	275	12.2	61.25	6.18	54.25
20	34.35	347	245	237	14.9	70.57	6.71	63.66

注: a. 纱线细度均匀度测定

主要仪器: USTER II—B 型条干均匀度仪。

主要参数: 导纱速度: 200mpm; 测试时间: 1min。

b. 单纱断裂强度以及伸长率测定

主要仪器: YG061 型电子单纱强力试验仪 (莱州市电子仪器有限公司)。

主要参数: 拉伸形式: 定速拉伸; 拉伸隔距: 500mm; 测试次数: 30 次;

拉伸速度: 98.4tex 纱: 200mpm; 36.9tex 纱: 100mpm。

表 3—5(b): 36.9tex 纱实验结果

实 验 号	条干均匀度 变异系数	细节	粗节	棉结	断裂 强度	断裂强度 不匀率	断裂伸 长率	断裂伸长 率不匀率
	%	个/200m	个/200m	个/200m	cN/T	%	%	%
1	43.31	487	449	852	3.80	80.65	1.66	99.99
2	48.37	983	451	1024	12.3	49.30	6.57	44.40
3	53.42	604	404	691	5.70	88.74	2.73	99.99
4	56.36	1045	515	955	13.1	56.73	6.65	45.24
5	46.36	533	428	887	2.30	72.24	0.96	99.99
6	47.35	882	464	963	11.9	70.76	5.96	4.29
7	40.79	558	414	788	5.60	65.71	2.17	91.69
8	56.97	1038	466	843	11.9	41.81	6.83	39.55
9	53.16	825	500	912	9.50	68.42	4.60	72.04
10	53.43	787	499	915	8.80	63.01	4.36	63.31
11	51.16	778	492	1039	4.80	77.41	2.65	80.75
12	57.77	850	514	973	12.1	75.17	5.37	69.97
13	46.95	370	318	585	4.70	99.99	1.52	99.99
14	58.63	1194	468	985	12.8	40.15	7.07	38.08
15	47.98	675	400	748	7.8	71.21	3.92	65.00
16	51.6	735	437	781	8.6	75.99	4.23	75.08
17	51.79	858	504	977	6.8	82.25	3.54	84.34
18	52.53	789	419	785	5.8	89.51	3.02	88.10
19	52.63	691	469	869	11.7	54.22	5.89	46.77
20	48.61	606	396	708	10.1	75.23	4.92	68.62

3.4 实验数据处理

3.4.1 回归系数和回归方程

1. 三因子二次通用旋转组合设计的参数^[7]:

$$p = 3, N = 20, \gamma^2 = 2.828, m_c = 8, m_0 = 6.$$

2. 由公式 (2.2)、(2.3)、(2.4) 得各回归系数如表 3—6(a)、表 3—6(b)。

表 3—6(a) 98.4tex 纱各指标回归系数

	条干均匀度 变异系数	细节	粗节	棉结	断裂强度	断裂强度 不匀率	断裂伸长 率	断裂伸长 率不匀率
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8
b_0	35.15151	380.7248	288.0403	281.5391	13.7285	69.27667	6.554113	62.17114
b_1	-0.12215	8.734329	-3.04525	18.07132	0.362522	1.321983	0.114183	3.006095
b_2	-1.36655	-49.6065	-25.8641	-38.3642	-1.31448	0.89517	-0.68972	6.081198
b_3	-1.79046	-145.301	-42.5797	15.56503	-3.86262	19.82121	-2.3463	21.22845
b_{12}	0.195	-19.375	28.875	-27.625	1.425	-3.6625	0.49625	1.27875
b_{13}	-0.56	-27.375	16.375	1.375	0.875	-0.12	0.44625	-3.22375
b_{23}	1.1375	27.375	-2.875	-9.875	-0.55	0.315	-0.13875	1.91375
b_{11}	-1.00575	-52.0729	-37.45	-38.9873	-0.35027	-3.57659	-0.08905	-1.22605
b_{22}	0.258013	7.491847	1.965249	6.967705	-0.59772	-2.36056	-0.16858	-0.16908
b_{23}	0.417088	23.75284	1.965249	19.51695	-0.58005	-4.15633	-0.02365	-1.30205

表 3—6(b): 36.9tex 纱各指标回归系数

	条干均匀度 变异系数	细节	粗节	棉结	断裂强度	断裂强度 不匀率	断裂伸长 率	断裂伸长 率不匀率
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8
b_0	50.91264	726.7749	438.121	801.3319	8.483397	74.89764	4.25626	71.48697
b_1	1.220372	6.800088	2.949033	-1.18541	0.320548	2.475473	0.153316	2.254237
b_2	-3.14206	-35.2302	-3.22232	41.00849	-1.3385	1.733134	-0.57155	2.07469
b_3	-2.57585	-230.812	-33.1942	-90.7879	-3.32632	13.87309	-2.03757	23.74873
b_{12}	-0.46125	0.25	-3.875	1.375	0.075	-6.3675	0.11625	-1.485
b_{13}	-0.14875	-13.5	-3.125	-38.125	2.22E-16	4.74	0.10375	0.0625
b_{23}	0.33875	9.5	15.625	8.875	-0.55	-2.8925	-0.16625	0.8
b_{11}	-1.22962	13.56938	17.39674	28.8162	0.14019	-4.17361	0.064864	-1.39872
b_{22}	0.956778	24.70463	19.51774	66.99418	-0.10726	-0.44949	-0.10128	1.317921
b_{23}	0.364666	13.39263	-19.3672	-11.1293	-0.00121	-2.64825	-0.00053	-0.91796

3. 对应回归方程如表 3—7(a)、表 3—7(b)。

3.4.2 显著性检验

根据公式 (2.5)、(2.6)、(2.7)、(2.8)、(2.9)、(2.10) 得各偏差平方和以及显著性检验如表 3—8 (a)、表 3—8 (b)。

表 3—7(a) 98.4tex 纱各指标回归方程

指标	回归方程
条干均匀度 变异系数	$y_1=35.15151-0.12215x_1-1.36655x_2-1.79046x_3+0.195x_1x_2-0.56x_1x_3+$ $1.1375x_2x_3-1.00575x_1^2+0.258013x_2^2+0.417088x_3^2$
细节	$y_2=380.7248+8.734329x_1-49.6065x_2-145.301x_3-19.375x_1x_2-27.375x_1x_3+$ $27.375x_2x_3-52.0729x_1^2+7.491847x_2^2+23.75284x_3^2$
粗节	$y_3=288.0403-3.04525x_1-25.8641x_2-42.5797x_3+28.875x_1x_2+16.375x_1x_3-$ $2.875x_2x_3-37.45x_1^2+1.965249x_2^2+1.965249x_3^2$
棉结	$y_4=281.5391+18.07132x_1-38.3642x_2+15.56503x_3-27.625x_1x_2+1.375x_1x_3-$ $9.875x_2x_3-38.9873x_1^2+6.967705x_2^2+19.51695x_3^2$
断裂强度	$y_5=13.7285+0.362522x_1-1.31448x_2-3.86262x_3+1.425x_1x_2+0.875x_1x_3-$ $0.55x_2x_3-0.35027x_1^2-0.59772x_2^2-0.58005x_3^2$
断裂强度 不匀率	$y_6=69.27667+1.321983x_1+0.89517x_2+19.82121x_3-3.6625x_1x_2-0.12x_1x_3+$ $0.315x_2x_3-3.57659x_1^2-2.36056x_2^2-4.15633x_3^2$
断裂 伸长率	$y_7=6.554113+0.114183x_1-0.68972x_2-2.3463x_3+0.49625x_1x_2+0.44625x_1x_3-$ $0.13875x_2x_3-0.08905x_1^2-0.16858x_2^2-0.02365x_3^2$
断裂伸长率 不匀率	$y_8=62.17114+3.006095x_1+6.081198x_2+21.22845x_3+1.27875x_1x_2-3.22375x_1x_3+$ $1.91375x_2x_3-1.22605x_1^2-0.16908x_2^2-1.30205x_3^2$

表 3—8(a) 98.4tex 纱偏差平方和以及显著性检验

	条干均匀度 变异系数	细节	粗节	棉结	断裂强度	断裂强度 不匀率	断裂伸长 率	断裂伸长 率不匀率
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8
$S_{总}$	140.2003	475099	83778.55	88832	290.2855	7054.213	89.61452	8125.623
$S_{回}$	102.6977	390705	63985.63	65761.8	263.9154	5943.914	86.06065	6950.448
$S_{剩}$	37.50257	84394.01	19792.92	23070.27	26.37007	1110.299	3.553867	1175.175
$S_{误}$	9.609483	14496.83	9202.833	268.833	8.828333	500.8381	0.725083	541.0893
S_{Lr}	27.89308	69897.17	10590.08	15801.37	17.54173	609.4609	2.828784	634.0856
F_1	2.902662	4.821548	1.150742	2.173852	1.986981	1.216882	3.901322	1.171869
F_2	3.042688	5.143928	3.591949	3.167231	11.12016	5.948261	26.90673	6.57155
α	0.05	0.01	0.05	0.05	0.005	0.01	0.005	0.005

表 3—7(b) 36.9tex 纱各指标回归方程

指标	回归方程
条干均匀度	$y_1=50.91264+1.220372x_1-3.14206x_2-2.57585x_3-0.46125x_1x_2-0.14875x_1x_3+$
变异系数	$0.33875x_2x_3-1.22962x_1^2+0.956778x_2^2+0.364666x_3^2$
细节	$y_2=726.7749+6.800088x_1-35.2302x_2-230.812x_3+0.25x_1x_2-13.5x_1x_3+$
	$9.5x_2x_3+13.56938x_1^2+24.70463x_2^2+13.39263x_3^2$
粗节	$y_3=438.121+2.949033x_1-3.22232x_2-33.1942x_3-3.875x_1x_2-3.125x_1x_3+$
	$15.625x_2x_3+17.39674x_1^2+19.51774x_2^2-19.3672x_3^2$
棉结	$y_4=801.3319-1.18541x_1+41.00849x_2-90.7879x_3+1.375x_1x_2-38.125x_1x_3+$
	$8.875x_2x_3+28.8162x_1^2+66.99418x_2^2-11.1293x_3^2$
断裂强度	$y_5=8.483397+0.320548x_1-1.3385x_2-3.32632x_3+0.075x_1x_2+2.22E-16x_1x_3-$
	$0.55x_2x_3+0.14019x_1^2-0.10726x_2^2-0.00121x_3^2$
断裂强度不匀率	$y_6=74.89764+2.475473x_1+1.733134x_2+13.87309x_3-6.3675x_1x_2+4.74x_1x_3-$
	$2.8925x_2x_3-4.17361x_1^2-0.44949x_2^2-2.64825x_3^2$
断裂伸长率	$y_7=4.25626+0.153316x_1-0.57155x_2-2.03757x_3+0.11625x_1x_2+0.10375x_1x_3-$
	$0.16625x_2x_3+0.064864x_1^2-0.10128x_2^2-0.00053x_3^2$
断裂伸长率不匀率	$y_8=71.48697+2.254237x_1+2.07469x_2+23.74873x_3-1.485x_1x_2+0.0625x_1x_3+$
	$0.8x_2x_3-1.39872x_1^2+1.317921x_2^2-0.91796x_3^2$

表 3—8(b) 36.9tex 纱各偏差平方和显著性检验

	条干均匀度 变异系数	细节	粗节	棉结	断裂强度	断裂强度 不匀率	断裂伸长 率	断裂伸长 率不匀率
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8
$S_{总}$	372.5337	810940.9	46431.8	271064.6	219.6495	4653.977	69.50378	9319.343
$S_{回}$	289.862	759393.1	34016.52	225489.2	179.9363	3648.722	62.12497	7924.899
$S_{剩}$	82.67168	51547.89	12415.28	45575.38	39.7132	1005.255	7.37881	1394.444
$S_{误}$	20.69113	39699.33	8885.5	28835.33	23.47333	709.8868	5.264733	1104.463
S_{Lr}	61.98055	11848.56	3529.777	16740.05	16.23987	295.3683	2.114077	289.9807
F_1	2.995512	0.298457	0.397251	0.580539	0.691843	0.416078	0.401554	0.262554
F_2	3.895759	16.36866	3.044325	5.497344	5.034326	4.032942	9.354862	6.314663
α	0.05	0.005	0.05	0.01	0.01	0.05	0.005	0.005

注: $F_{0.05}(5, 5)=5.05$ $F_{0.01}(5, 5)=11.0$ $F_{0.005}(5, 5)=14.94$ $F_{0.05}(9, 10)=3.02$ $F_{0.01}(9, 10)=4.94$ $F_{0.005}(9, 10)=5.97$

3.5 实验结果分析

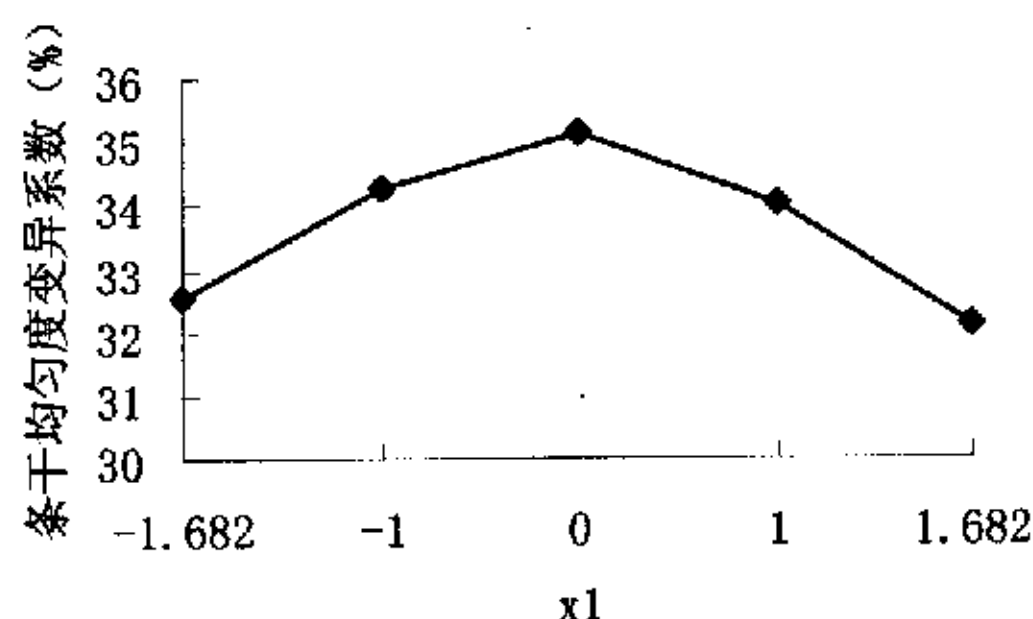
虽然由于设备以及纺纱环境的影响,使所纺纱线的条干 $cv\%$ 以及单纱断裂强度变异系数等偏大,但是,从对回归方程显著性检验的结果可以看出,各性能指标的回归方程的显著性都较高,说明他们与实际拟合情况良好,可以根据回归方程做出各性能指标随着各工艺参数变化的曲线图,在相同条件下,分析纺纱的较佳工艺范围。

3.5.1 98.4tex 纱的结果分析

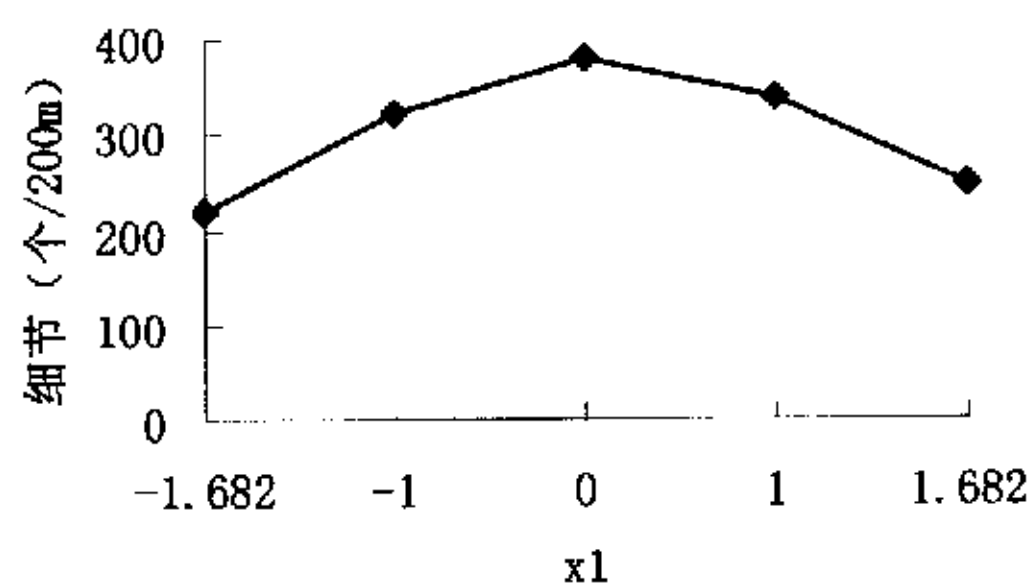
1. 摩擦辊转速对 98.4tex 纱线性能的影响

(1) 在 $x_2=0$ 、 $x_3=0$ 即纺纱速度为 150mpm、芯纱比例为 60% 的情况下,根据回归方程做出各指标随 x_1 (即摩擦辊转速) 的变化曲线如图 3—1。

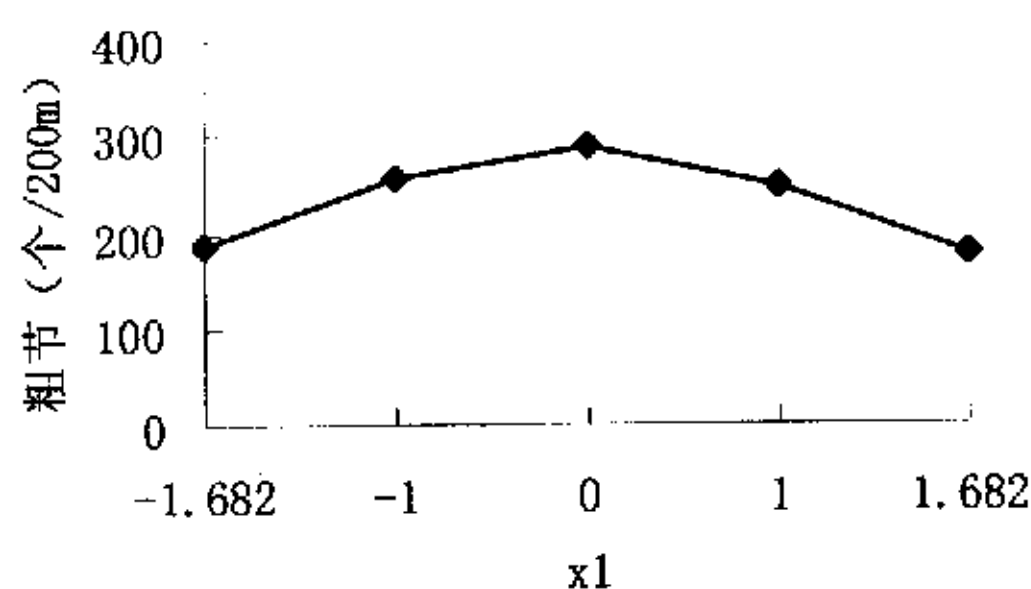
(2) 结果分析:在纺纱速度为 150mpm 和芯纱比例为 60% 的条件下,摩擦辊转速在 2000~4000rpm 变化时,98.4tex 纱线的各性能指标随着摩擦辊转速的提高先增加而后在不同程度上减少。从摩擦纺纱捻度计算公式可以得出在纺纱支数、纺纱速度等条件一定的情况下,随着摩擦辊转速的提高,成纱捻度提高,因而强



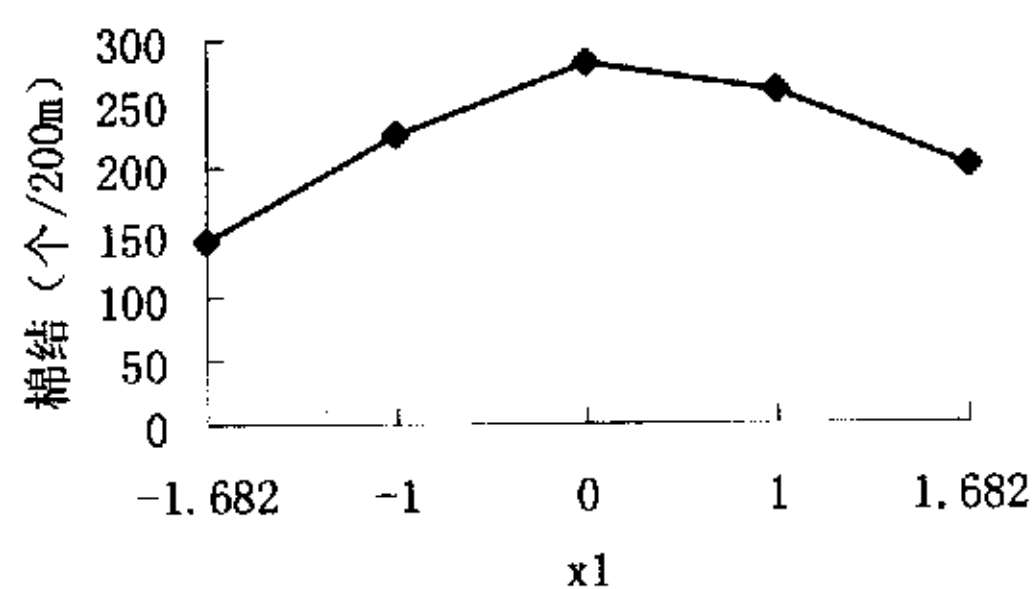
(a)



(b)



(c)



(d)

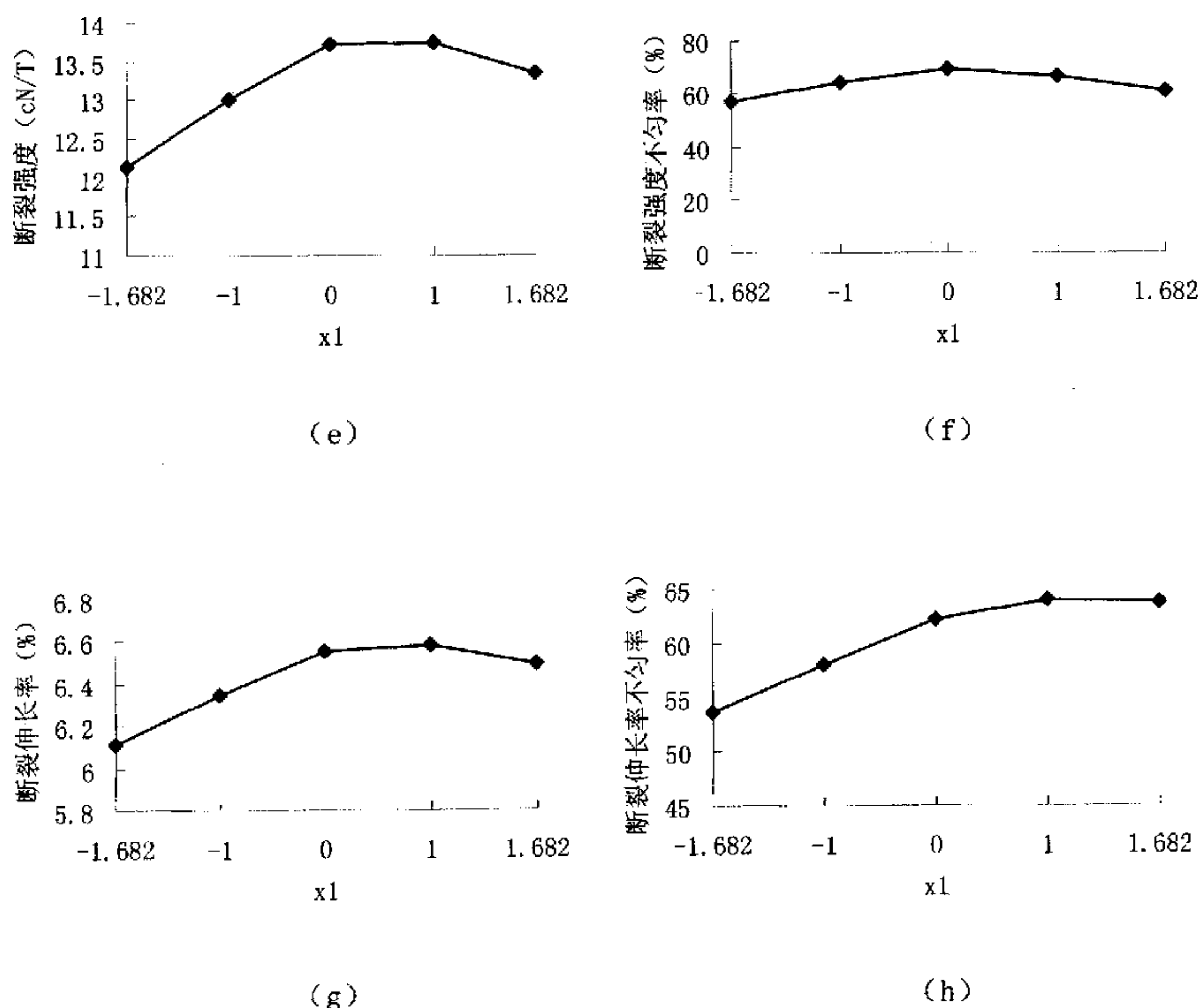


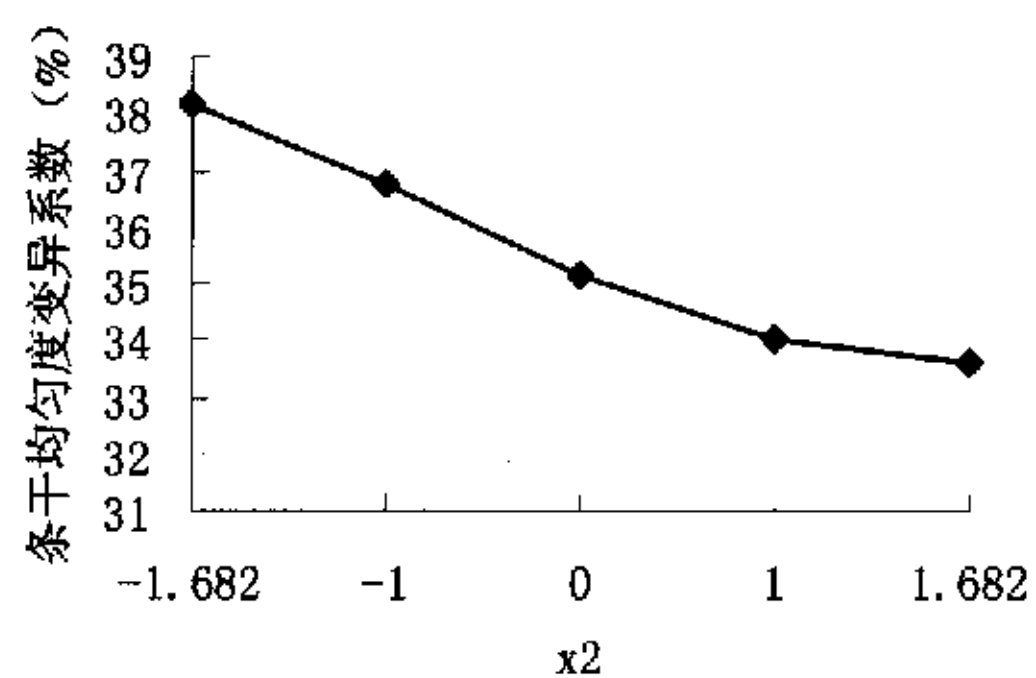
图 3—1 摩擦辊转速对 98.4tex 纱线性能影响的曲线图

度、伸长率性能提高,同时摩擦纺纱成纱捻度径向分布的不匀提高,因而条干 $cv\%$ 值、细节等指标随之变差;另一方面,纱条与摩擦辊间的滑溜随着摩擦辊转速的提高而增加,加捻效率随着降低,当摩擦辊转速达到一定值后,加捻效率显著降低,致使捻度不再增加,甚至下降,因而强度随之下落,同时高摩擦辊转速、低负压可使纱的体积膨松,纱芯部分的捻度低,外包纤维均匀性好,条干 $cv\%$ 值好。

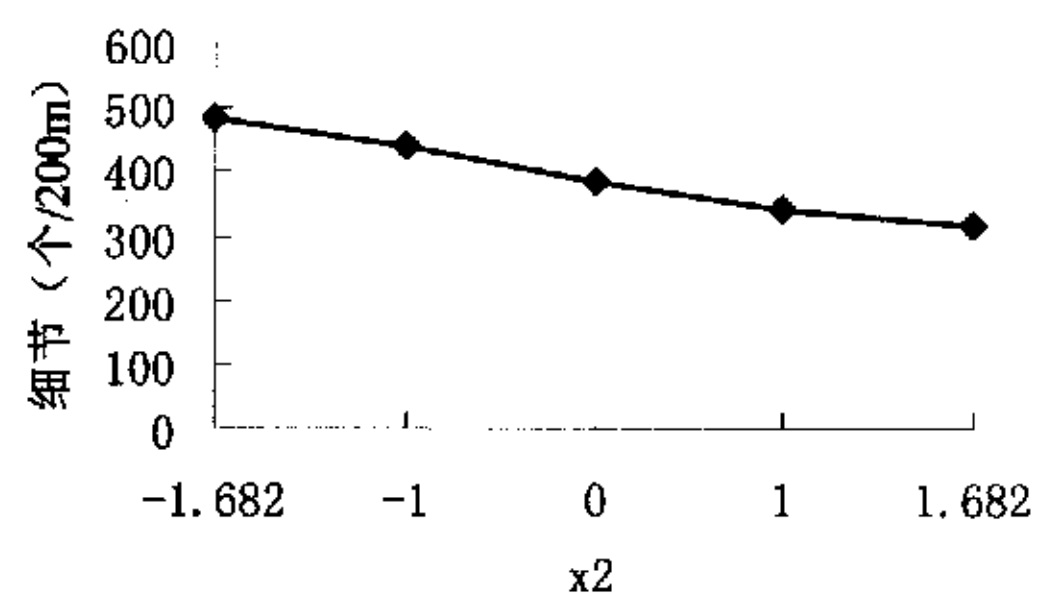
综合考虑,在 $x=1$ 时,即摩擦辊转速在 3600 左右时,纱线条干均匀度变异系数及细节、粗节、棉结数较小而纱线强度较大,同时机械磨损不大,纺纱效果较好。

2. 纺纱速度对 98.4tex 纱线性能的影响

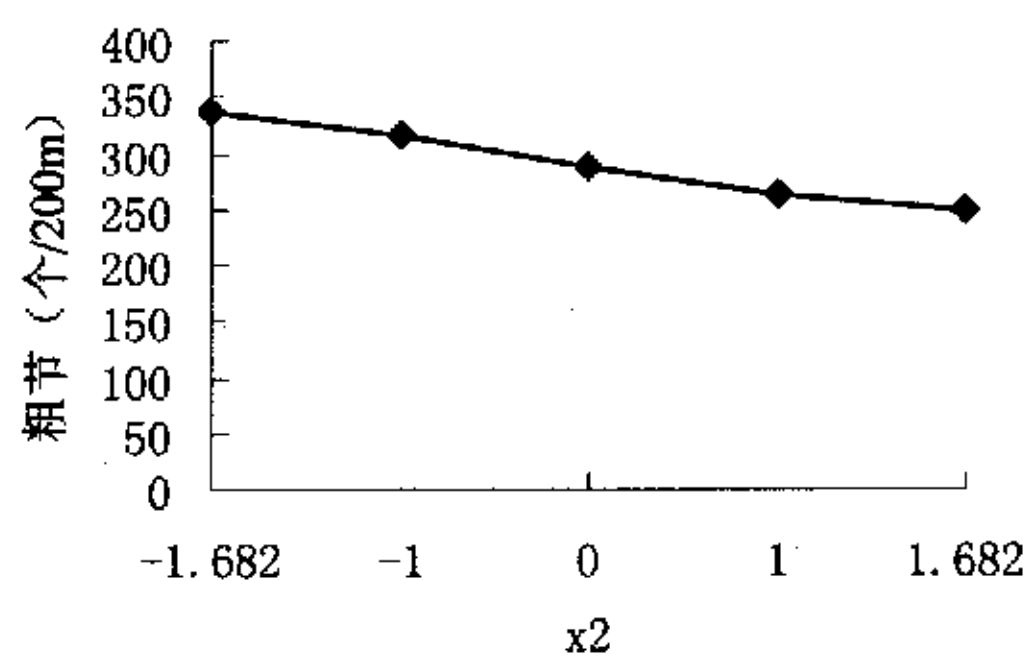
(1). 在 $x_1=0$ 、 $x_3=0$ 即摩擦辊转速为 3000rpm、芯纱比例为 60%的情况下,根据回归方程做出各指标随 x_2 (即纺纱速度)的变化曲线如图 3—2。



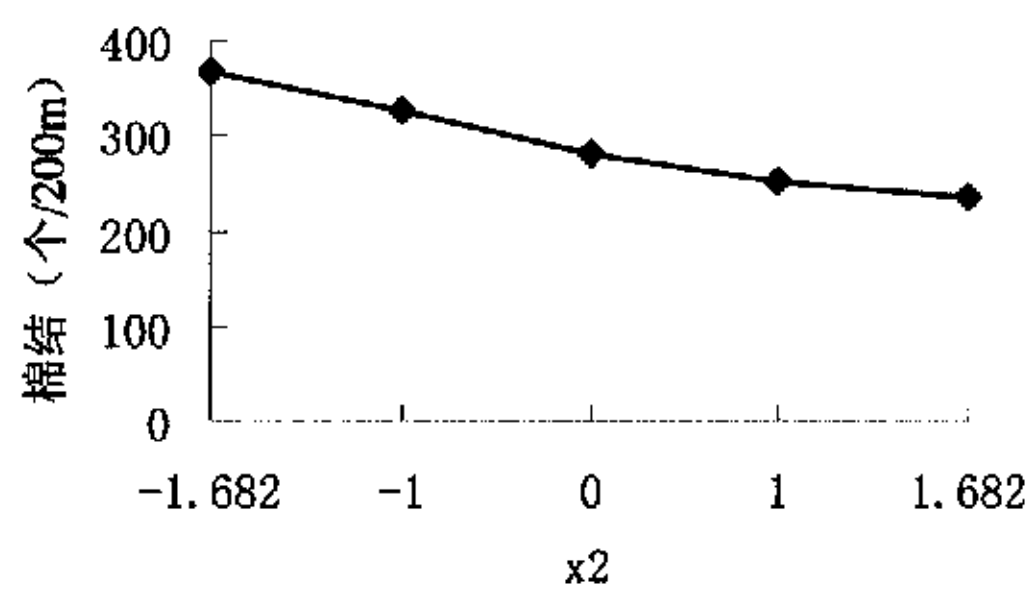
(a)



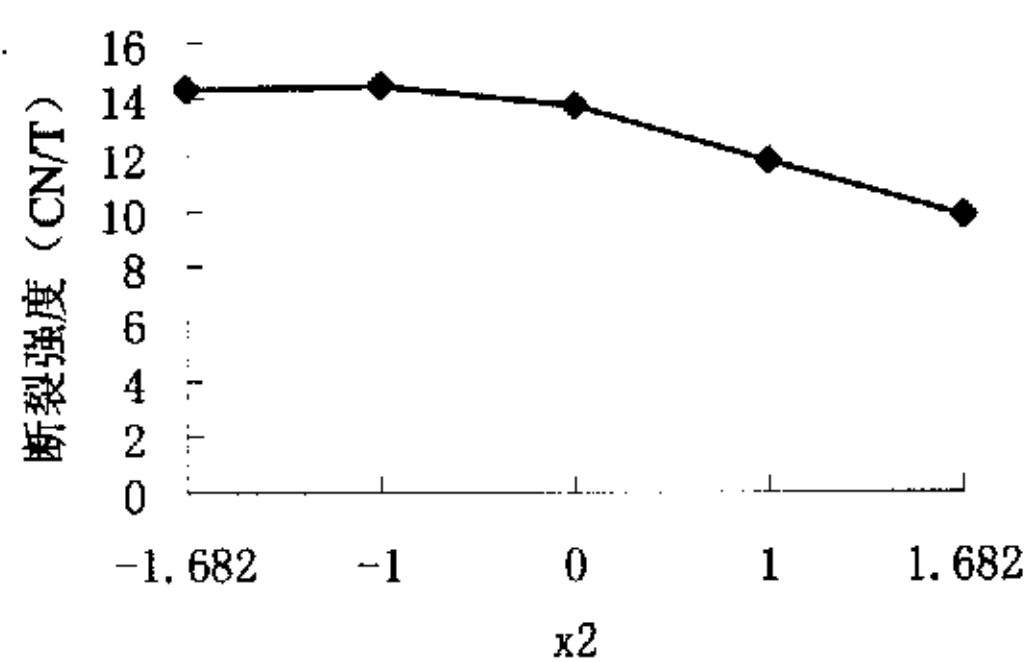
(b)



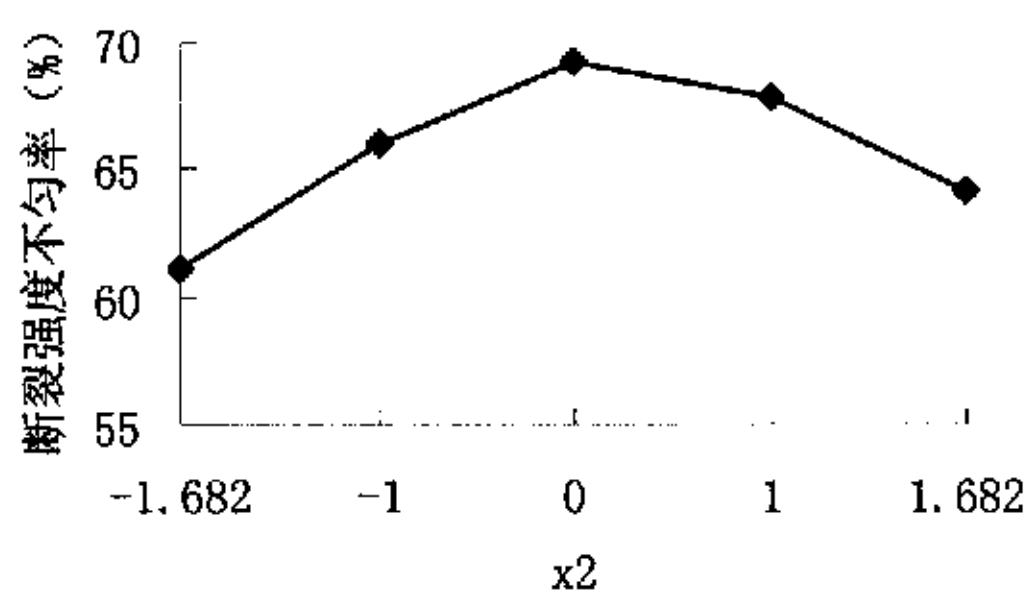
(c)



(d)



(e)



(f)

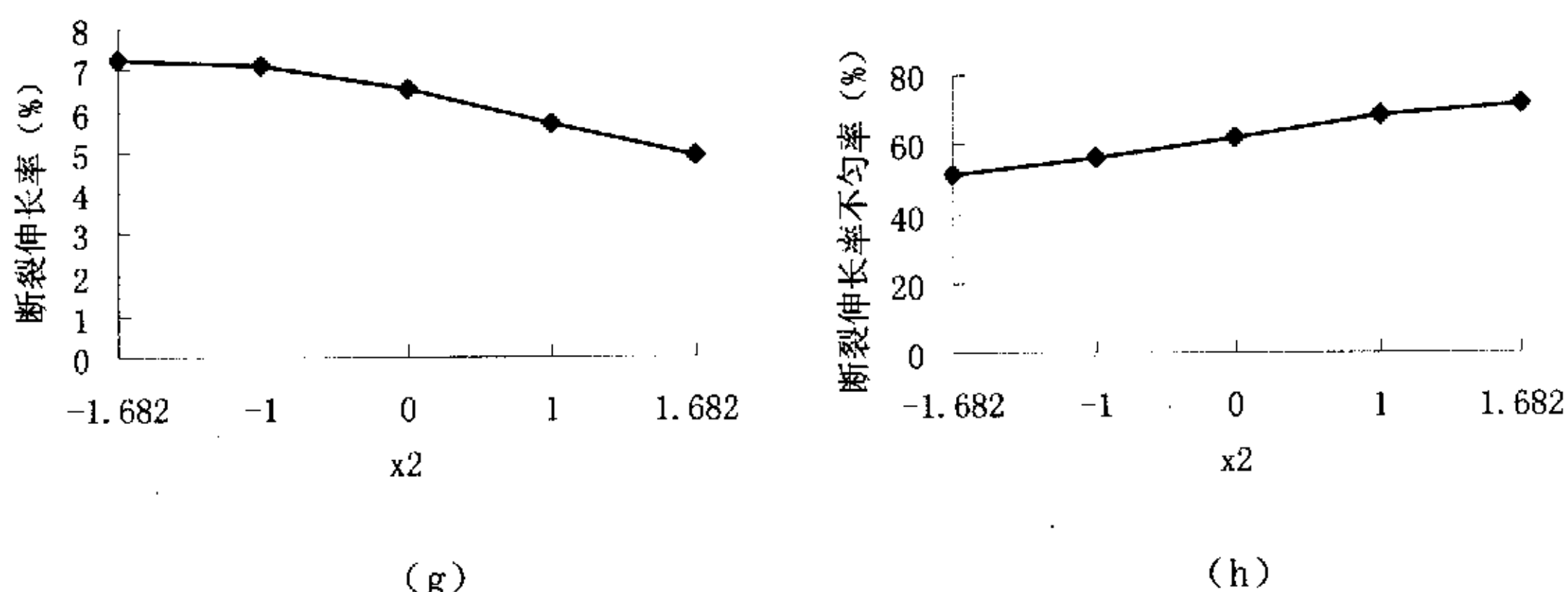
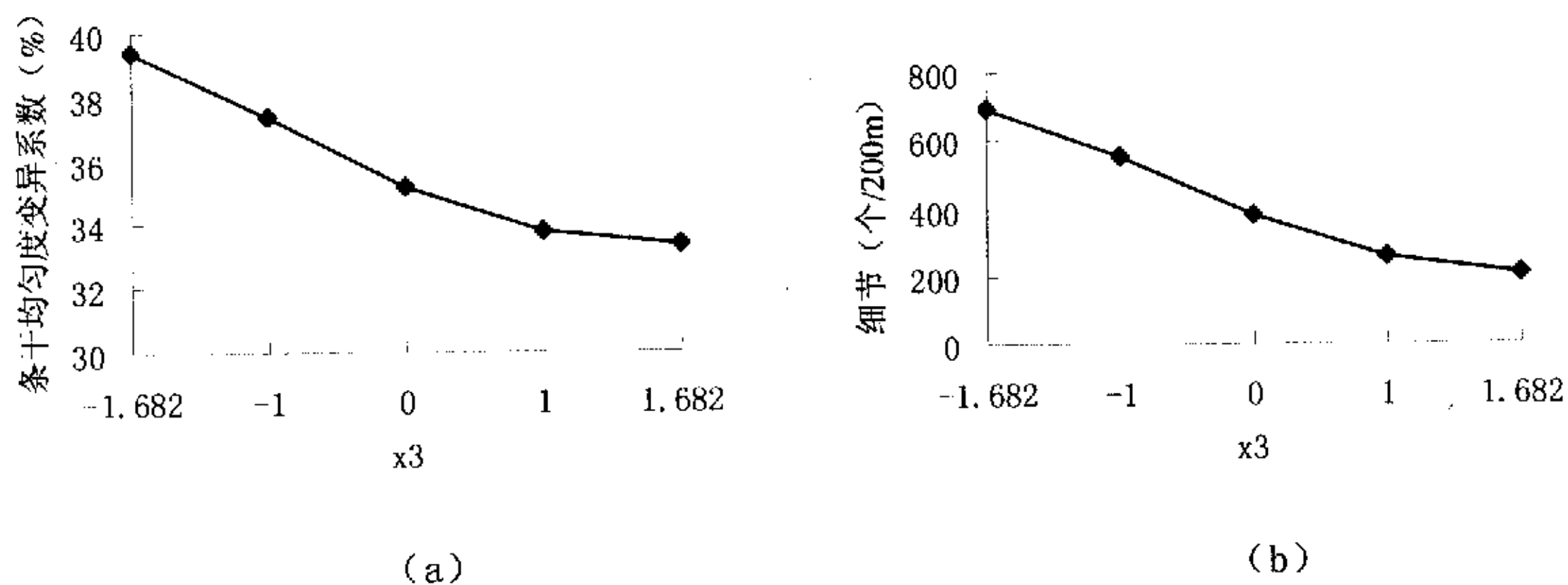


图 3—2 纺纱速度对 98.4tex 纱性能影响的曲线图

(2) 结果分析: 在摩擦辊转速为 3000rpm 和芯纱比例为 60% 的情况下, 纺纱速度在 110~190mpm 范围内, 98.4tex 纱条干均匀度变异系数、细节、粗节及棉结数随着纺纱速度的提高而降低, 纱线外观性能好, 但是同时纱线的断裂强度和断裂伸长率降低, 其变异系数增大, 不利于纱线性能的提高, 因而纺纱速度不宜太大也不宜太。从捻度公式可以得出成纱捻度随着纺纱速度的提高而降低, 纺粗号纱时尤为明显, 同时纺纱速度对加强捻的影响与纺纱用原料有关, 亚麻短纤维纤维粗, 刚性大、长度整齐度差、含油率较高, 因而纺纱速度不能太高, 否则加捻效率降低, 而且成纱条干不良, 强力低, 断头多^[4]。从图中可以看出, x_2 在 0 左右时, 纱线条干等指标较好, 同时强度和伸长率下降不明显, 纱线综合性能较好, 因而纺较粗号的亚麻短纤维摩擦纺包芯纱时, 纺纱速度选在 150mpm 左右较好。

3. 芯纱比例对 98.4tex 纱线性能的影响

(1) 在 $x_1=0$ 、 $x_2=0$ 即摩擦辊转速为 3000rpm、纺纱速度为 150mpm 的情况下, 根据回归方程做出各指标随 x_3 (即芯纱比例) 的变化曲线如图 3—3。



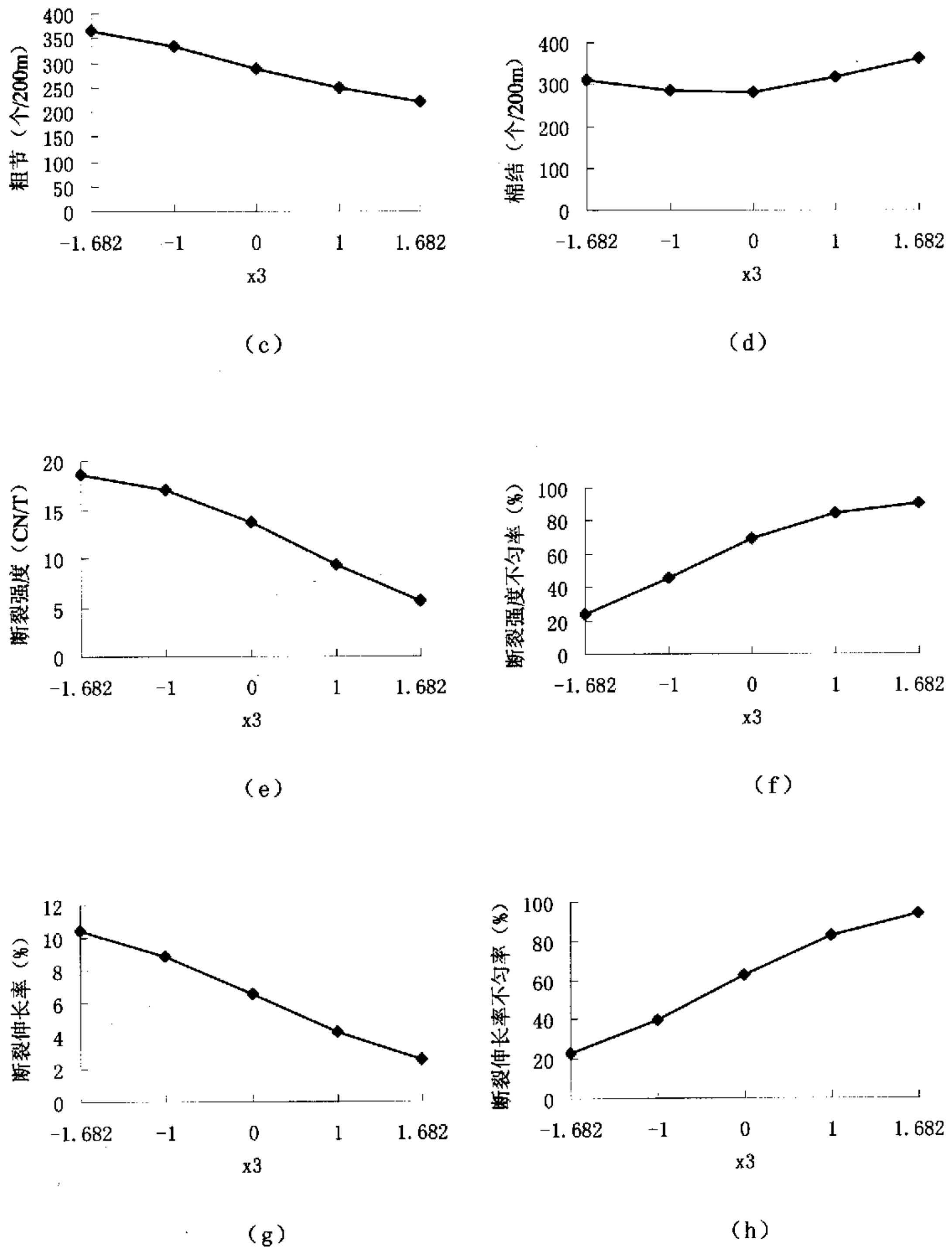


图 3—3 芯纱比例对 98.4tex 纱性能影响的曲线图

(2) 结果分析：摩擦辊转速为 3000rpm，纺纱速度为 150mpm，芯纱比例在 45~75% 的范围内变动时，98.4tex 纱的条干均匀度变异系数、细节、粗节以及单纱断裂强度、断裂伸长率，随着芯纱比例的增加而在不同程度上减小，单纱断裂

强度和断裂伸长率的变异系数随着芯纱比例的增加而增大。随着芯纱比例的增大,外包纤维量减少,外包纤维对芯纱的覆盖率降低,使芯纤维裸露在纱体外的几率增大,包芯摩擦纱的芯纱几乎是无捻的,纤维几乎呈平行态处于纱体中,因而纱线条干均匀度变好;同时由于纱线的断裂总是发生在纱线的弱强度区,包芯纱的断裂也是首先从无外包纤维的部位滑脱断裂,因而随着芯纤维裸露在纱体外几率的增大,纱线的平均断裂强度和断裂伸长率下降,而它们的变异系数增大。从图中可以看出,在 x_3 大于 1 后,纱线的强度下降明显,后序加工困难,考虑到亚麻粗号纱的风格对纱线均匀度要求不高,因而,芯纱比例的选择应小于 50% 为宜。

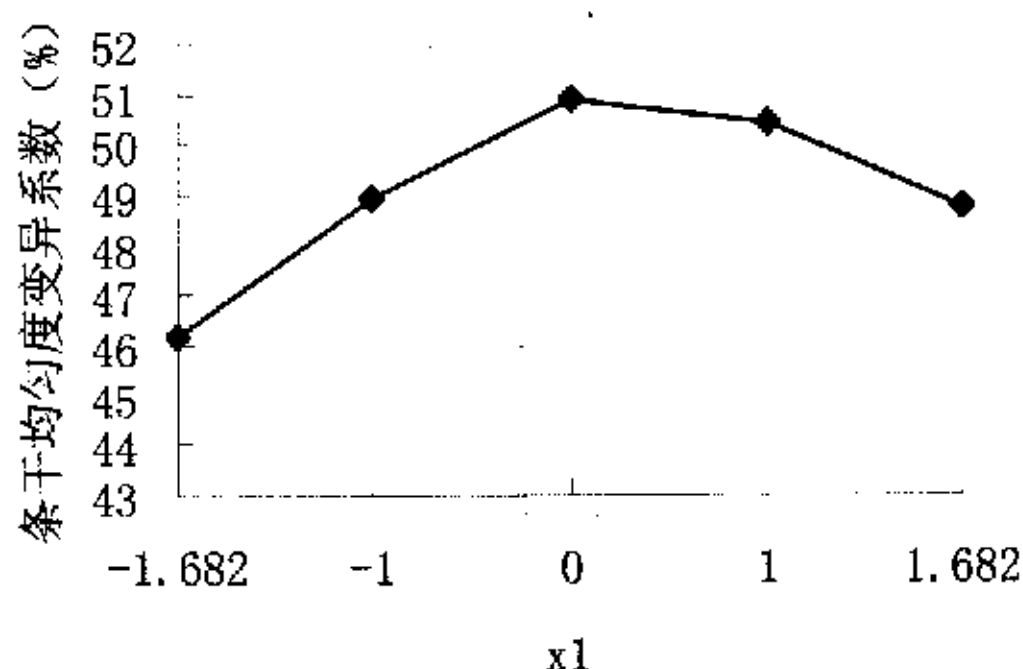
4. 小结:从以上的分析可以得出,在 DREF—III 型摩擦纺纱机的纺纱范围内,纺制较粗的亚麻短纤维包芯纱时,摩擦辊转速取 3600rpm 左右;纺纱速度取 150mpm 左右;芯纱比例取在 45~50% 时可以得到较好的纱线性能。

3.5.2 36.9tex 纱的试验结果分析

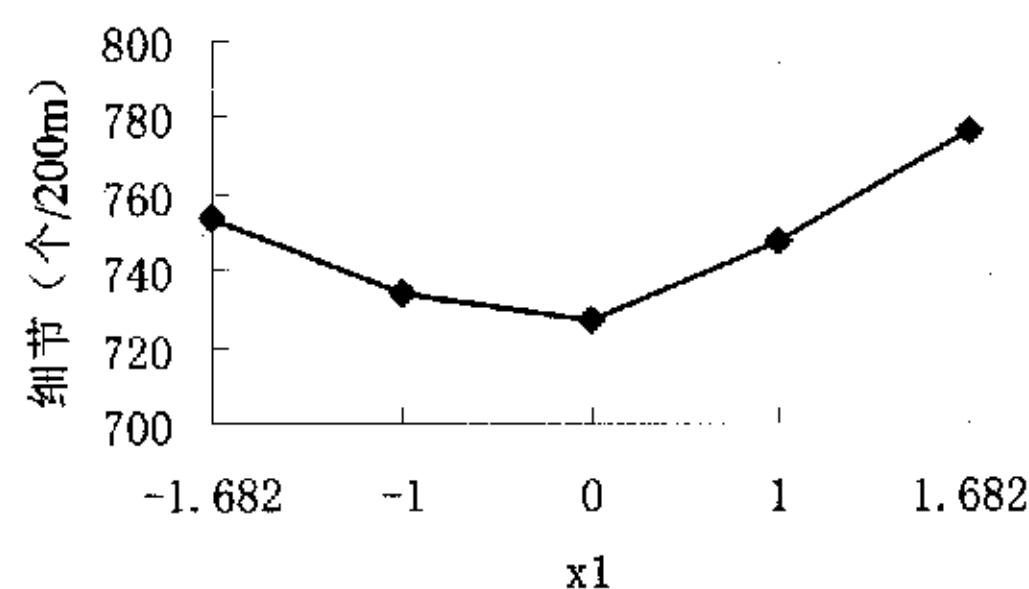
1. 摩擦辊转速对 36.9tex 纱线性能的影响

(1) 在 $x_2=0$ 、 $x_3=0$ 即纺纱速度为 140mpm、芯纱比例为 60% 的情况下,根据回归方程做出各指标随 x_1 (即摩擦辊转速) 的变化曲线如图 3—4。

(2) 结果分析:在纺纱速度为 140mpm 和芯纱比例为 60% 的条件下,摩擦辊转速在 3200~4800rpm 变化时,随着摩擦辊转速的提高,36.9tex 亚麻包芯纱的各性能变化如下:①条干均匀度变异系数及断裂强度和伸长率的变异系数先增大后减小;②细节、粗节和棉结数先降低而后增加;③单纱断裂强度和断裂伸长率增大,特别是在 x_1 大于 0 以后,即摩擦辊转速大于 4000rpm 后,强度和伸长率增加明显。在 x_1 为 1 时,即摩擦辊转速为 4500rpm 左右时,纱线的断裂强度和断裂伸长率较大,而其他各指标值也适中,有利于成纱质量和后续加工。



(a)



(b)

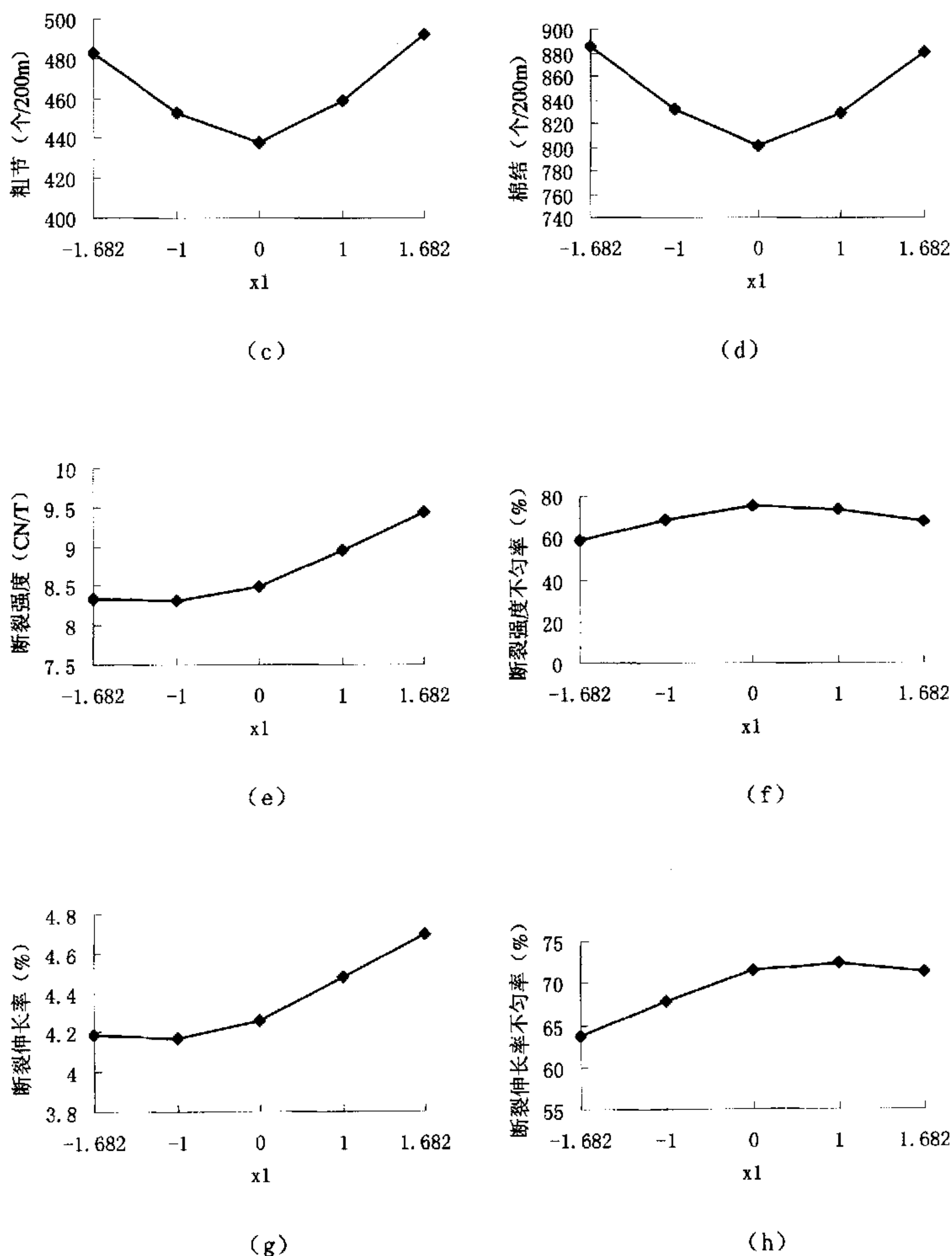
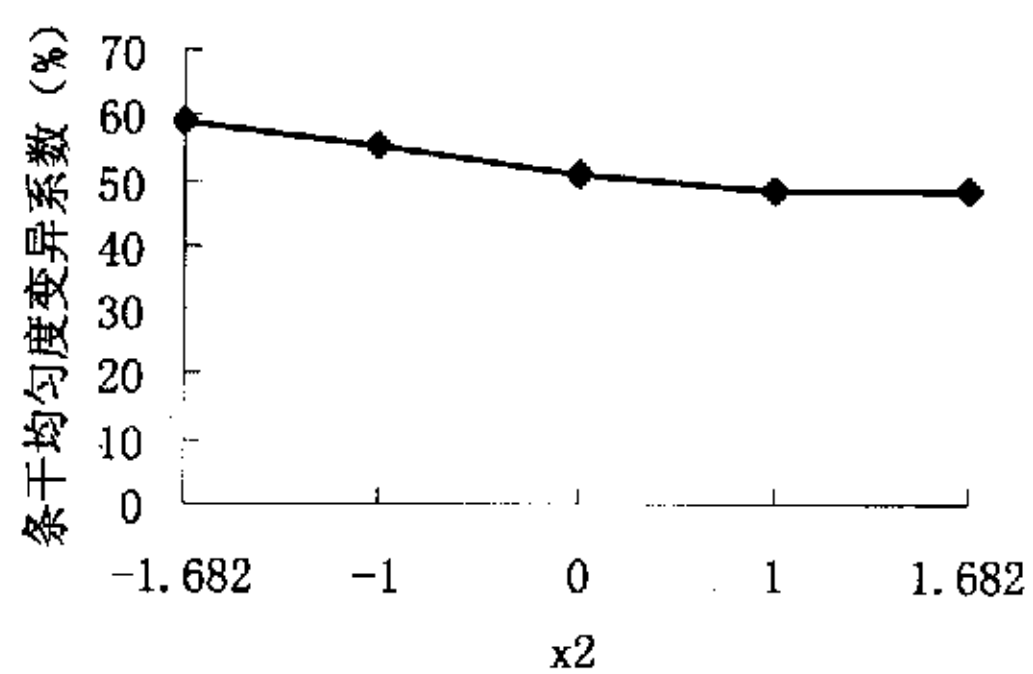


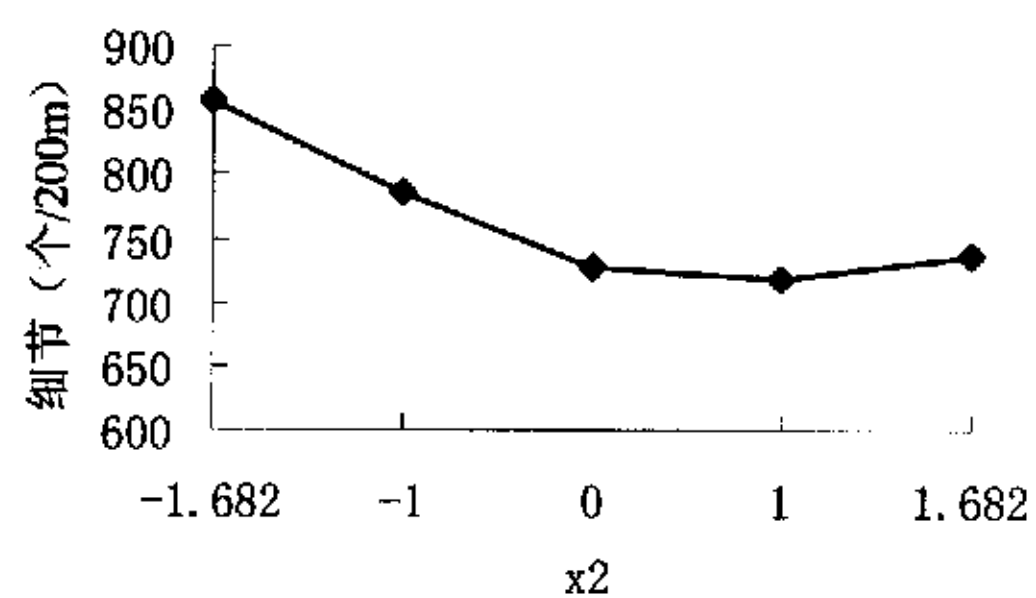
图 3—4 摩擦辊转速对 36.9tex 纱性能影响的曲线图

2. 纺纱速度对 36.9tex 纱线性能的影响

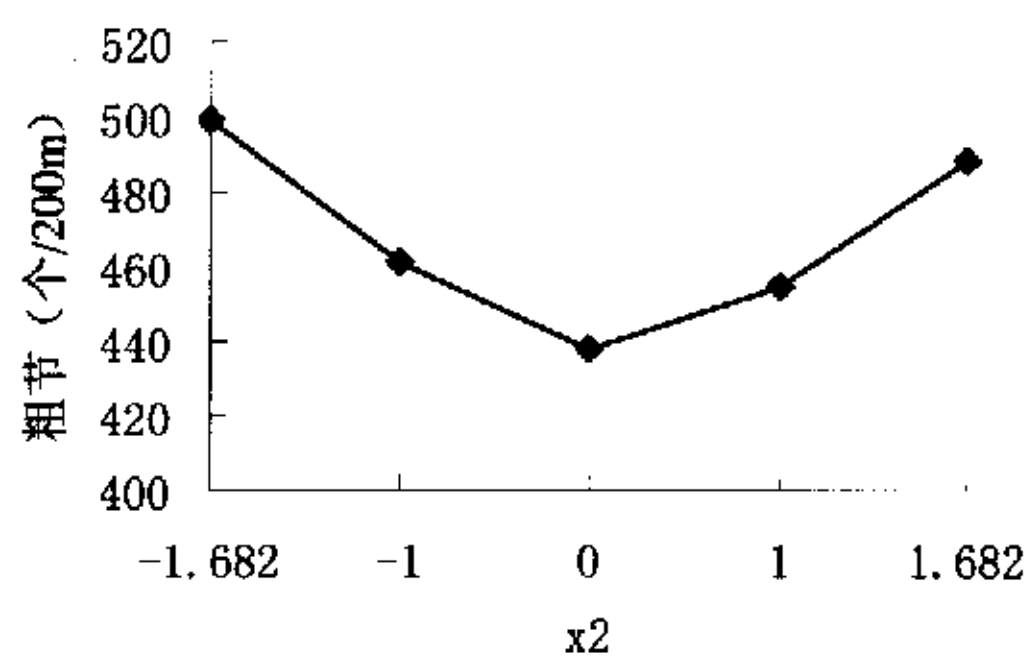
(1) 在 $x_1=0$ 、 $x_3=0$ 即摩擦辊转速为 4000rpm、芯纱比例为 60%的情况下, 根据回归方程做出各指标随 x_2 (即纺纱速度)的变化曲线如图 3—5。



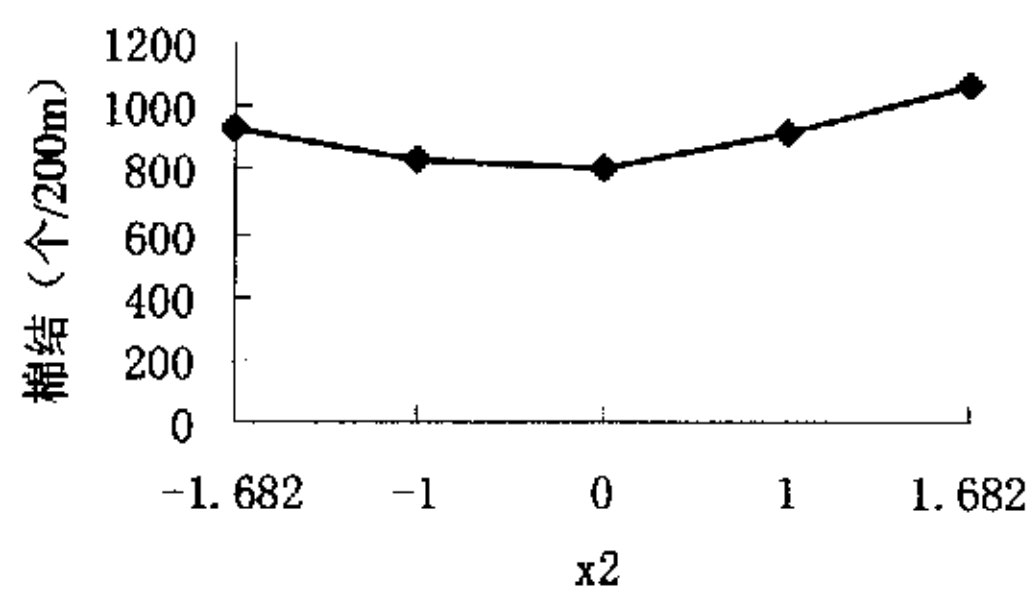
(a)



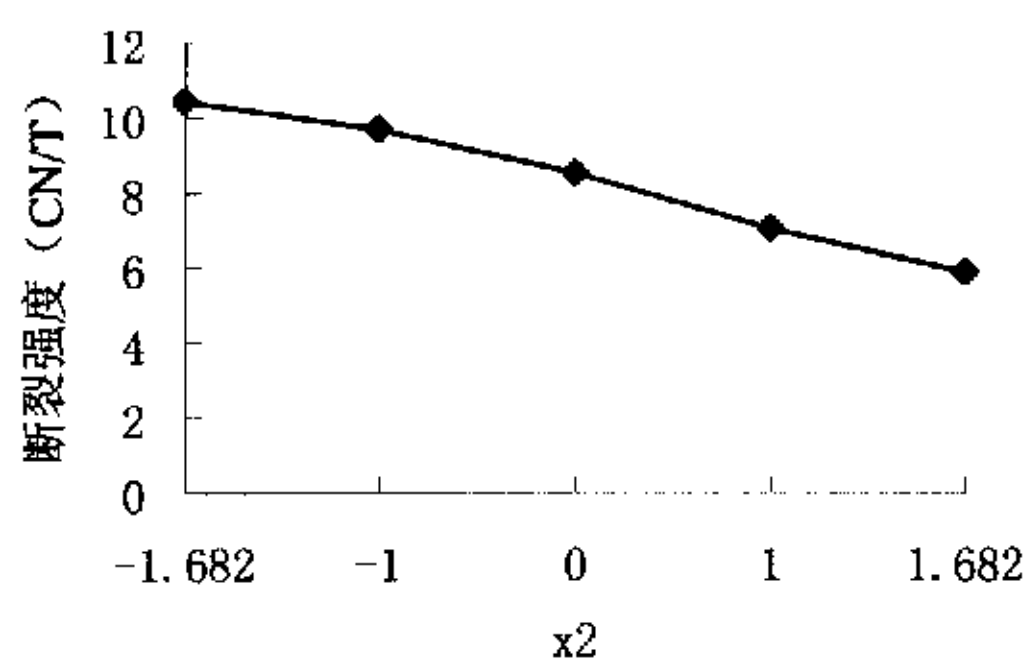
(b)



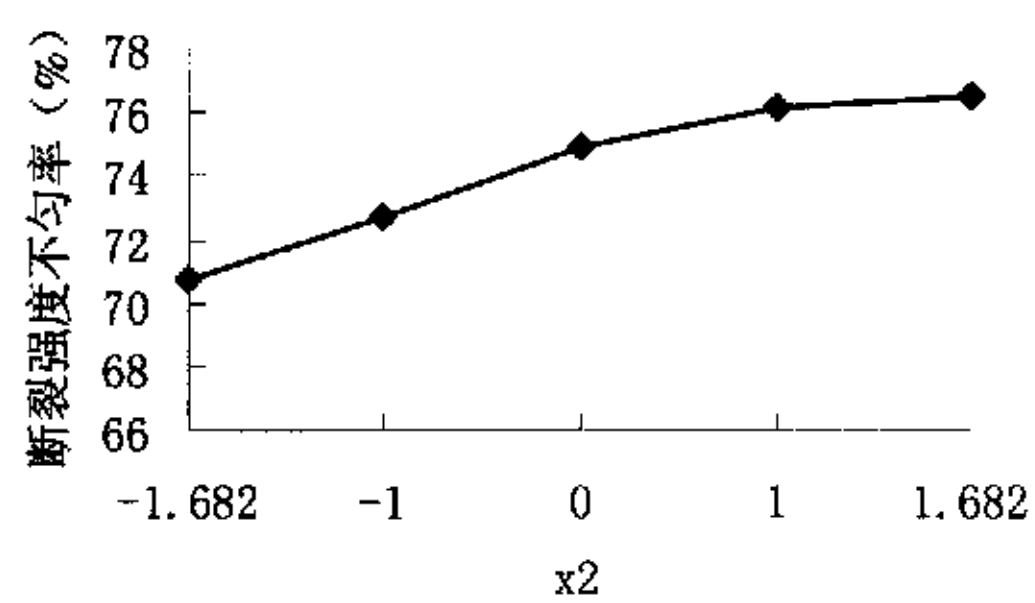
(c)



(d)



(e)



(f)

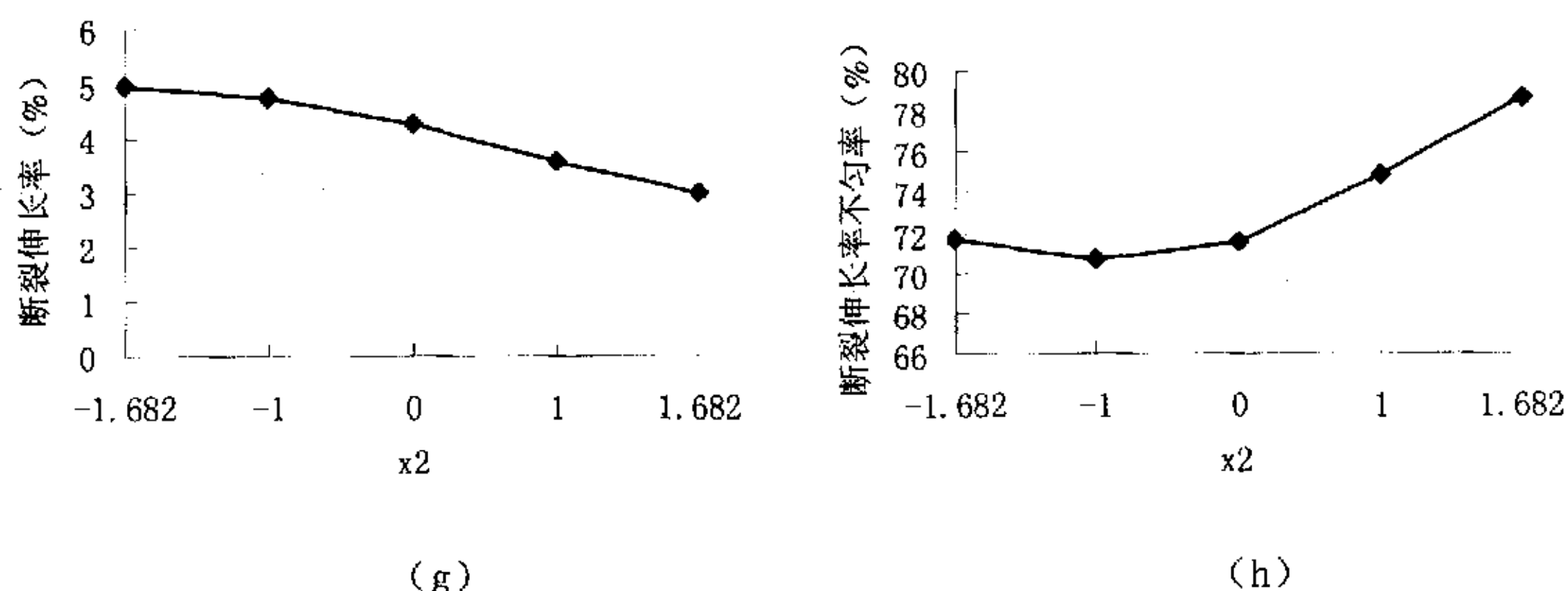


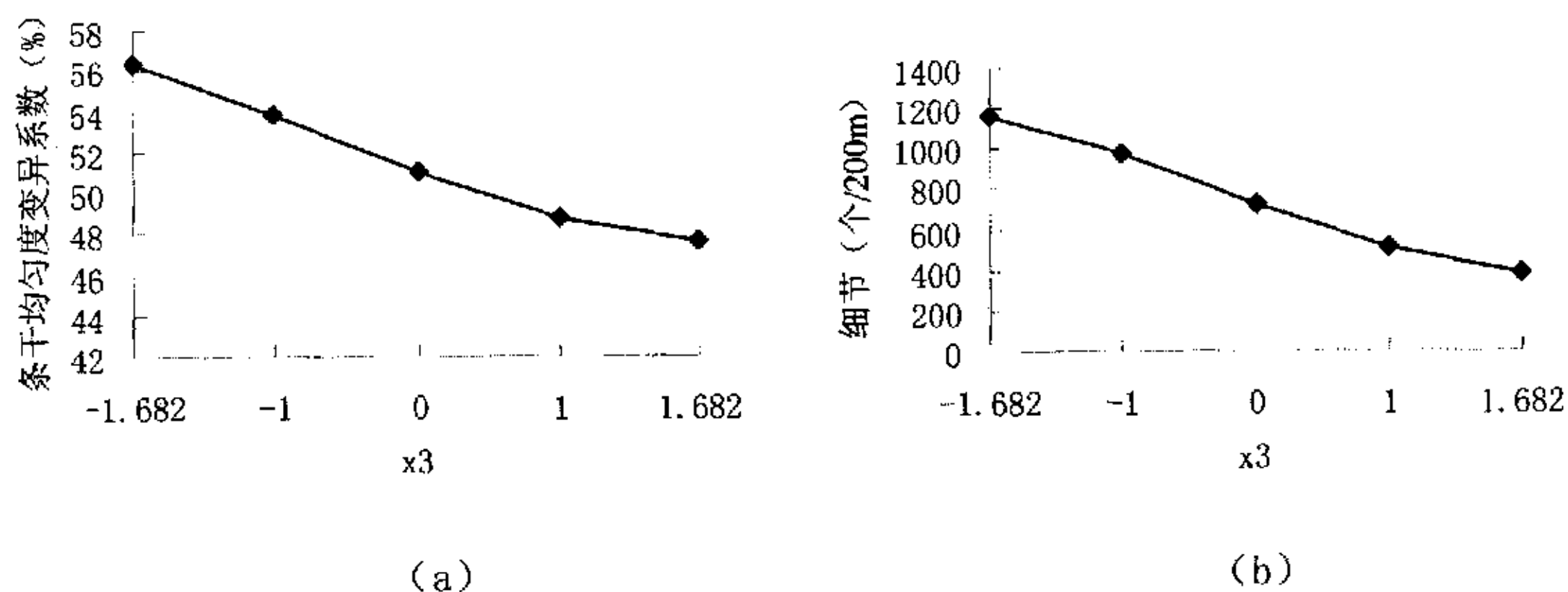
图 3—5 纺纱速度对 36.9tex 纱性能影响的曲线图

(2) 结果分析：在摩擦辊转速为 4000rpm 和芯纱比例为 60% 的情况下，纺纱速度在 100~180mpm 范围内，随着纺纱速度的提高，36.9tex 亚麻包芯纱的各性能变化如下：①条干均匀度变异系数、细节、粗节和棉结数先减少而后有不同程度的增加；②单纱断裂强度和断裂伸长率降低；③断裂强度和伸长率的变异系数增大。在 x_2 为 -1 时，即纺纱速度为 116mpm 左右时，纱线的断裂强度和断裂伸长率较大，而其各指标值也适中，有利于成纱质量和后续加工。

3. 芯纱比例对纱线性能的影响

(1) 在 $x_1=0$ 、 $x_2=0$ 即摩擦辊转速为 4000rpm、纺纱速度为 150mpm 的情况下，根据回归方程做出各指标随 x_3 (即芯纱比例) 的变化曲线如图 3—6。

(2) 结果分析：在摩擦辊转速为 4000rpm，纺纱速度为 140mpm 的条件下，芯纱比例在 45~75% 的范围内变动时，36.9tex 纱各性能的变化情况与 98.4tex 纱的情况基本相同，因而其芯纱比例也不宜高于 50%。



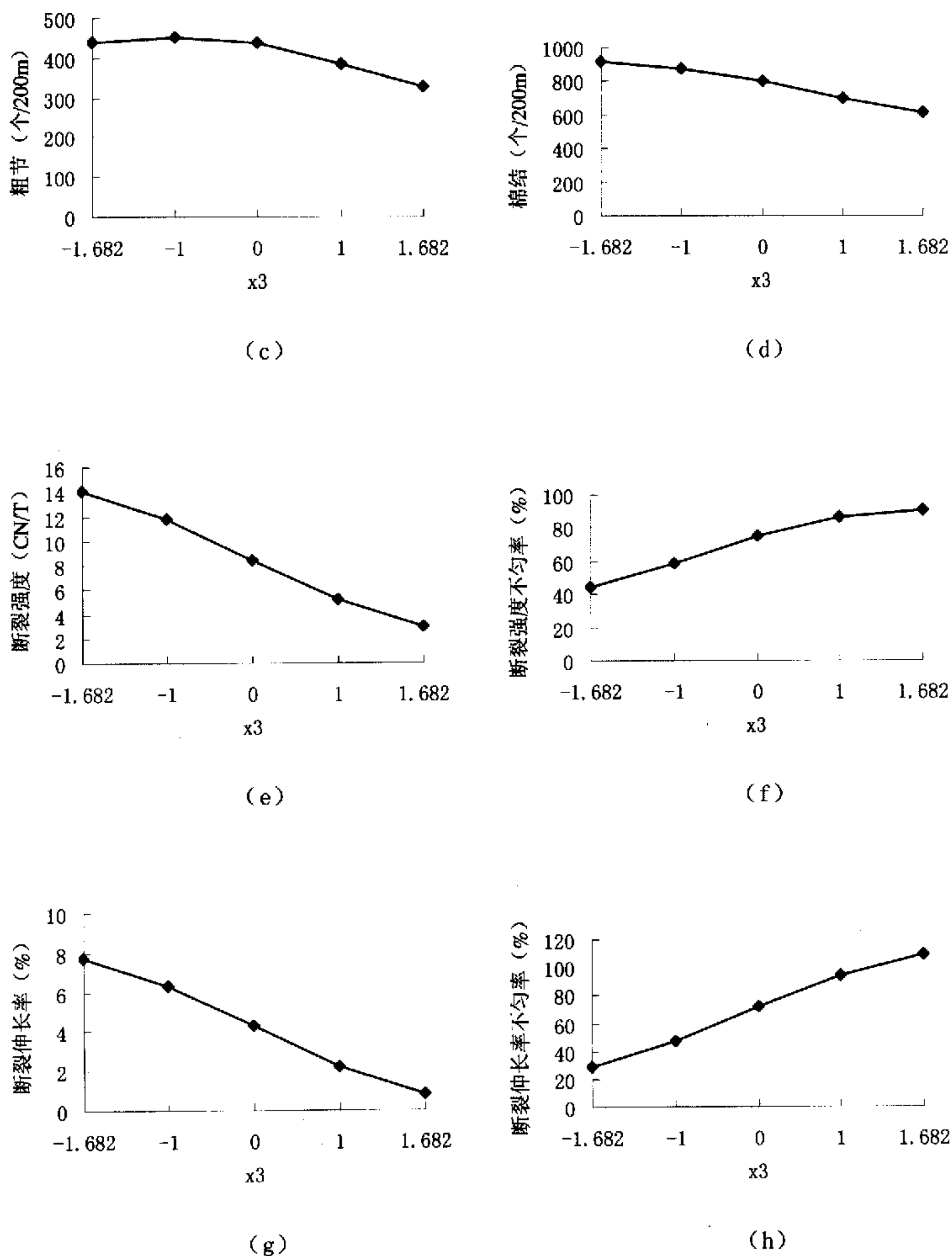


图 3—6 芯纱比例对 36.9tex 纱性能影响的曲线图

4. 小结：从以上的分析可以得出，在 DREF—III 型摩擦纺纱机的纺纱范围内，纺制较细的亚麻短纤维包芯纱时，摩擦辊转速取 4500rpm 左右；纺纱速度取 115mpm 左右；芯纱比例取在 45~50% 时可以得到较好的纱线性能。

第四章 芯纱比例对亚麻短纤维包芯纱

产品性能影响的综合研究

4.1 引言

亚麻短纤维具有亚麻纤维特有的卫生、抗污、抗菌、抗静电的优良特性；同时对声波和光波有很好的消散作用，特别适合于纺制装饰织物。另一方面，由于纺织品着火而引起的火灾事故所占比例很大，阻燃已经成为纺织装饰品所必需的性能，因而亚麻短纤维摩擦纺装饰织物要求相关性能良好，麻风格突出的同时具有阻燃性能，而这两方面都与亚麻短纤维摩擦纺包芯纱的芯纱比例关系密切。因此，本章在纺纱速度、摩擦辊转速一定的情况下，以涤纶短纤维为芯纱，以亚麻短纤维为包覆纤维，用不同的芯纱比例进行纺纱，并利用其中性能较好的几组纱线织成小样进行阻燃整理，综合研究芯纱比例对亚麻短纤维摩擦纺包芯纱的纱线性能及阻燃整理性能的影响。

4.2 芯纱比例对纱线性能影响的综合研究

摩擦纺的成纱质量基本上取决于纤维开松与喂给条件。DREF—III型摩擦纺纱机纺制包芯纱，其纱芯由牵伸机构连续供应，而包覆层的纤维流在输送过程中不是处处连续，而是呈“断裂”状态，因而包覆层的喂给纤维流在时间与空间上的均匀性和单纤维在输送过程中的形态以及纤维与回转纱尾接触时的伸直与排列状态对优化纱线性能最为重要^[4]，而芯纱比例的大小直接影响包覆层纤维的性能，因而对纱线性能的影响较为显著。

4.2.1 实验安排

芯纱比例对纱线各项性能的影响较大，同时，作为麻产品要求纱线的麻风格突出，因而要求摩擦包芯纱的包覆性能好、覆盖率高，而在纺纱工艺参数中芯纱比例对覆盖性能起决定作用。从回归实验的结果可以看出，在 DREF—III型摩擦纺纱机所要求的芯纱比例范围（50~80%）内 98.4tex 纱和 36.9tex 纱的各性能与芯纱比例的关系均为线性，因而扩大比例范围进行实验在 30%~80%之间取 11 组数据，在摩擦辊转速为 3500rpm，纺纱速度为 150mpm 的条件下，纺制 59.1tex 纱，测定其主要性能并进行分析。

4.2.2 实验结果

测试纱线细度均匀度和单纱断裂强度的相关性能指标如表 4—1。

表 4—1 纱线性能测试结果

芯纱 比例	条干均匀度 变异系数	细节	粗节	棉结	断裂 强度	强度变 异系数	断裂伸 长率	断裂伸长率 变异系数
%	%	个/200m	个/200m	个/200m	cN/T	%	%	%
30	42.51	630	343	359	9.8	30.28	7.42	20.98
35	41.43	433	282	268	12.9	18.62	8.78	22.82
40	41.67	483	321	376	14.3	18.5	8.97	25.36
45	47.87	477	315	381	15.1	44.43	8.56	52.75
50	43.35	387	289	335	14.8	44.06	8.15	56.51
55	39.24	279	294	327	14.4	41.23	7.54	57.18
60	38.14	119	252	321	14.2	52.15	7.20	66.97
65	33.97	116	243	286	8.9	65.28	4.17	71.44
70	33.6	72	218	270	4.8	73.36	3.93	73.84
75	30.86	65	198	266	4.2	78.62	1.86	78.16
80	29.98	52	138	248	4.1	92.83	1.85	86.26

注：条干测试主要参数：导纱速度：200mpm； 测试时间：1min。

强度测试主要参数：拉伸形式：定速拉伸；拉伸速度：150mpm；

拉伸隔距：500mm； 测试次数：30次。

4.2.3 结果分析

根据测试结果做出纱线各性能随着芯纱比例变化的曲线图并进行分析。

1. 芯纱比例对条干均匀度变异系数的影响

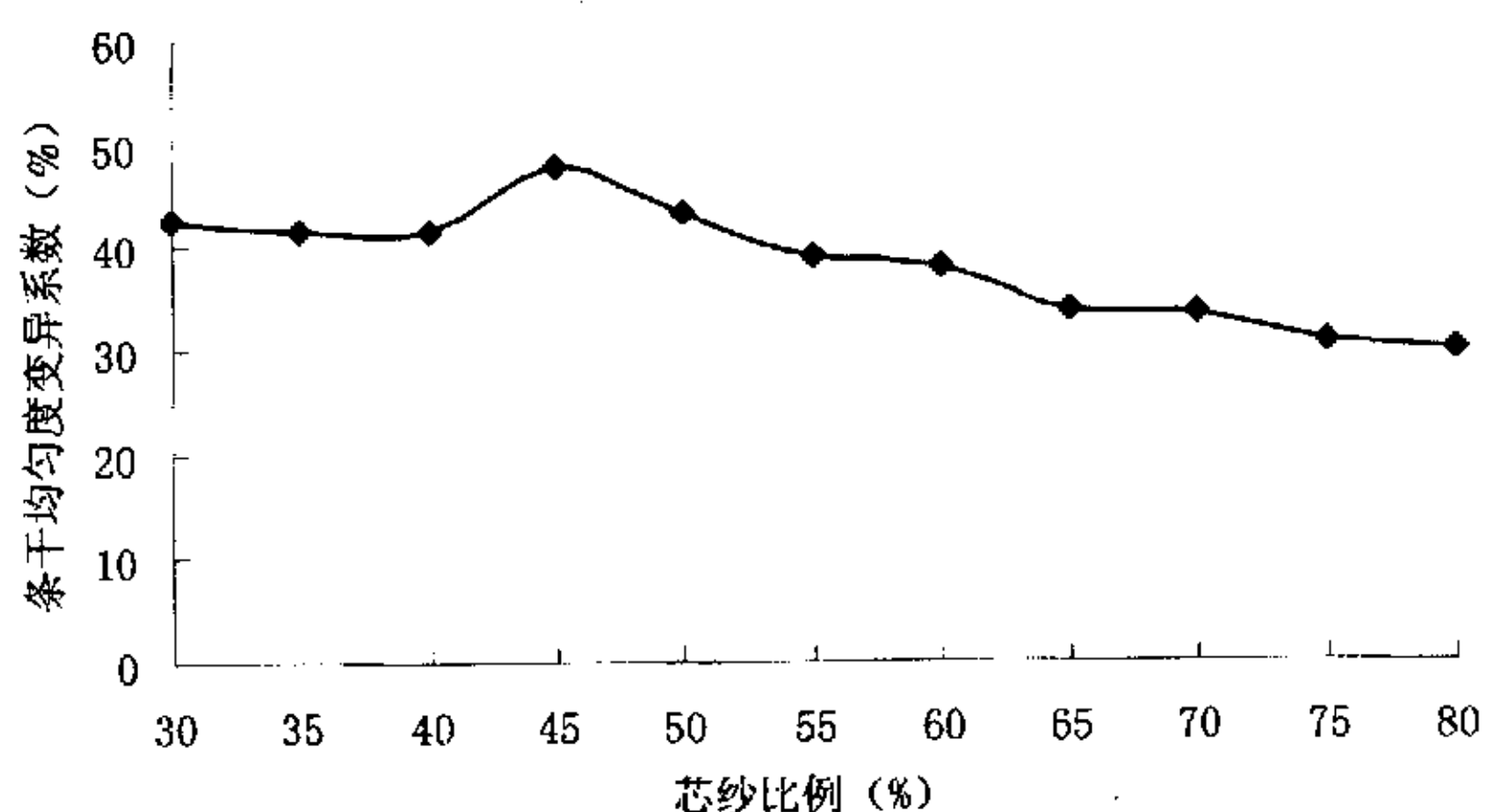


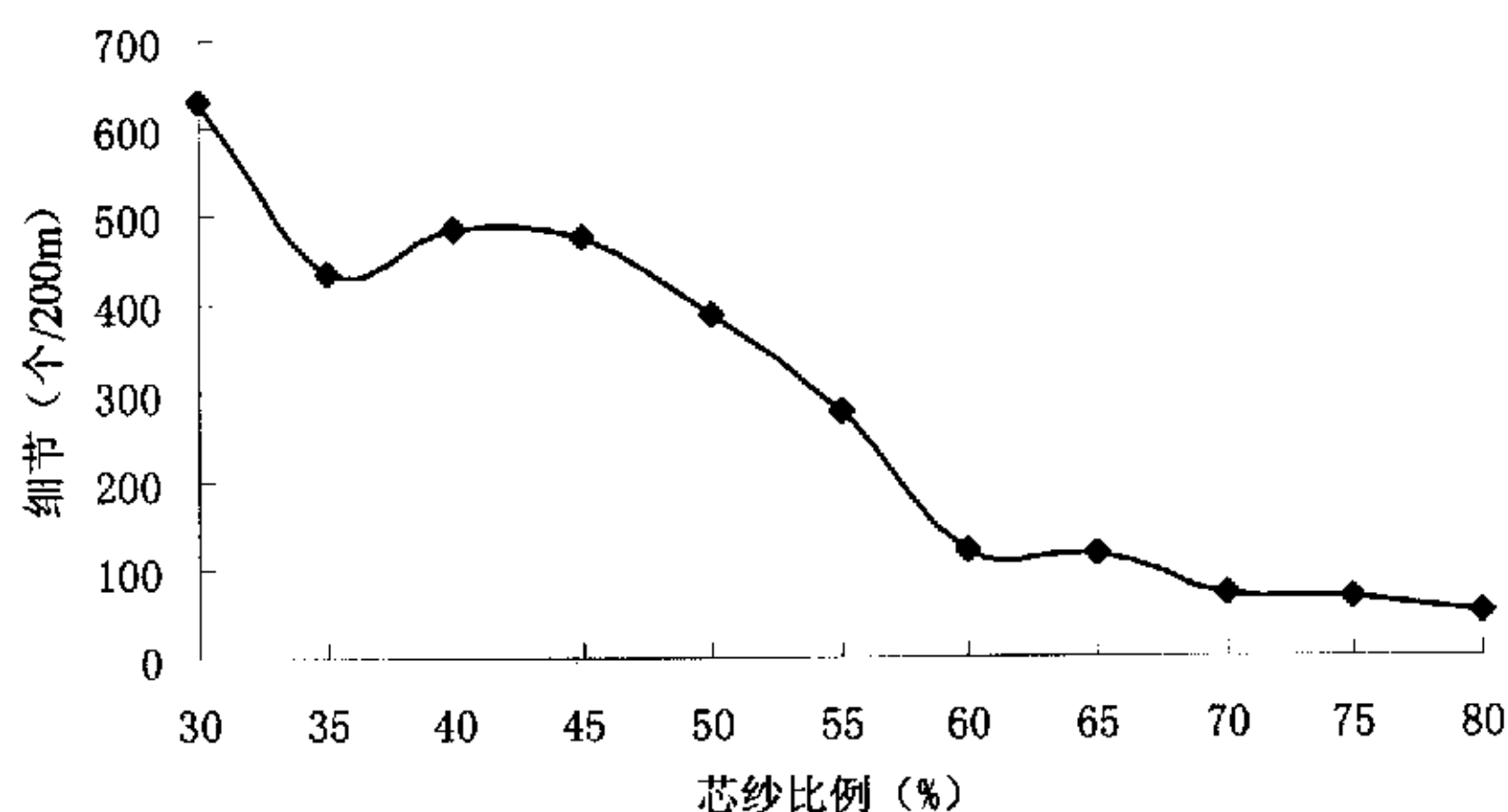
图 4—1 条干均匀度变异系数随芯纱比例变化的曲线图

分析：从图中可以看出，芯纱比例在 30~40%之间时，条干均匀度变异系数

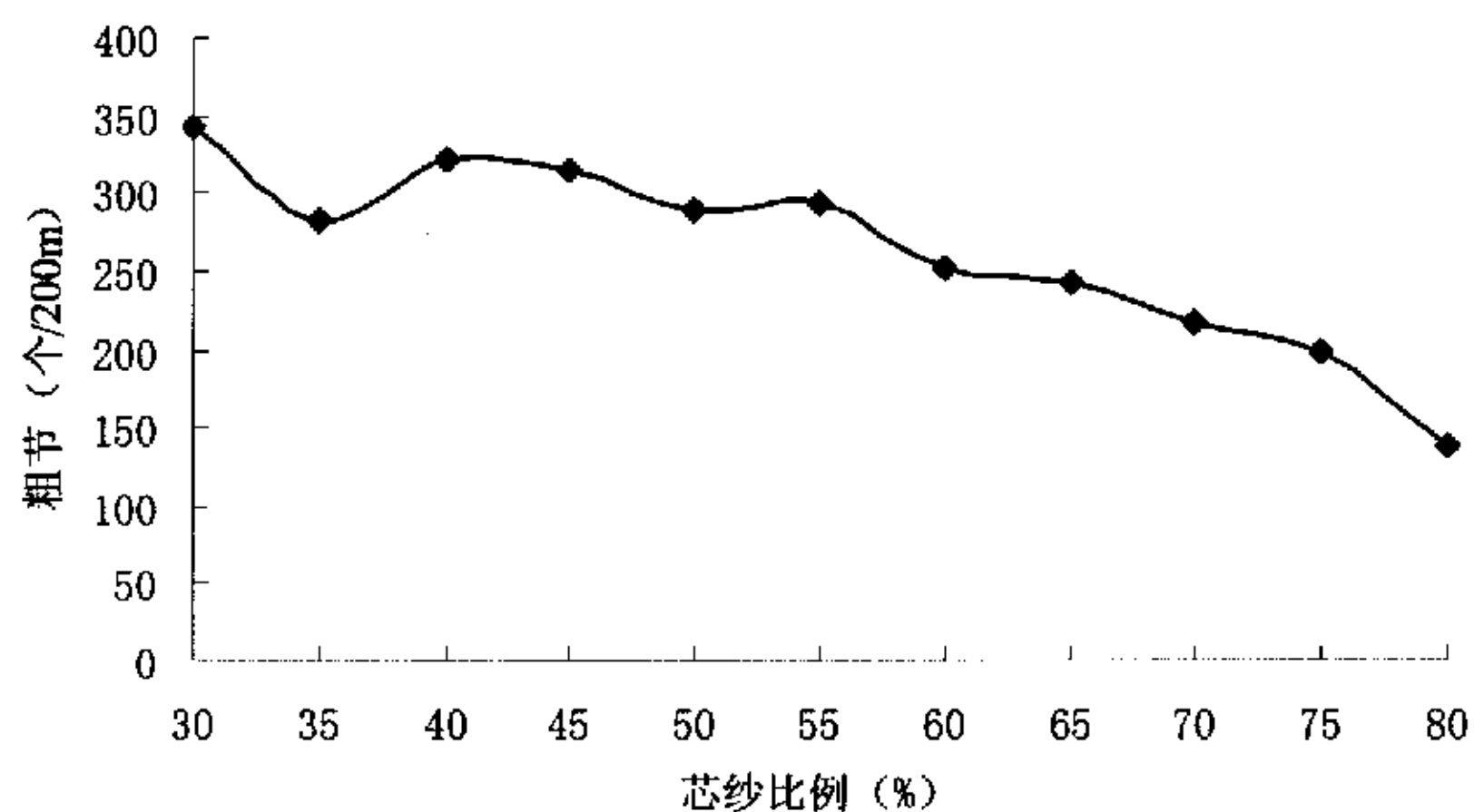
随着芯纱比例的增加变化不明显,芯纱比例为45%时,条干 $cv\%$ 最大,接着随着芯纱比例的增加条干 $cv\%$ 下降,芯纱比例越高条干均匀度越好。DREF—III型摩擦纺纱机的纱芯纤维由一套牵伸装置沿纱轴直接喂入楔形区,伸直平行度好;包覆层纤维由分梳辊分离成单纤维状态后,由气流沿输送管道垂直地喂入楔形区,其伸直与排列状态较差,因而条干均匀度的好坏主要受包覆层纤维影响。包覆层纤维被输送到凝聚区时,一方面纤维流按分梳辊的回转频率发生周期性变化,在凝聚长度内的分布也随时间变化,另一方面纤维进入凝聚区时在成纱输出方向的分速度都要比成纱输出速度高许多倍,因此纤维凝聚到纱尾时其运动速度的大小、方向都要发生变化,即突然减速使纤维形成前弯钩、折绉后屈曲,纤维的伸直度受到破坏^[4]。当芯纱比例在30~40%时,虽然包覆层纤维的含量大,不利于纤维的分梳和伸直平行,但纱线的包覆性好,因分梳辊的周期性转动和纤维被包卷进纱尾位置随时间变化而引起的不均匀较小,总的效果是纱线条干均匀度变异系数较为稳定。芯纱比例在45%时,由于包覆层纤维减速引起的不均匀和周期性不匀的叠加使得纱线条干均匀度变异系数突增,随后,随着芯纱比例的提高,包覆层纤维含量减少,纤维开松和分离效果好,伸直平行度高,因而条干均匀度变异系数随着降低。

2. 芯纱比例对细节、粗节和棉结数的影响

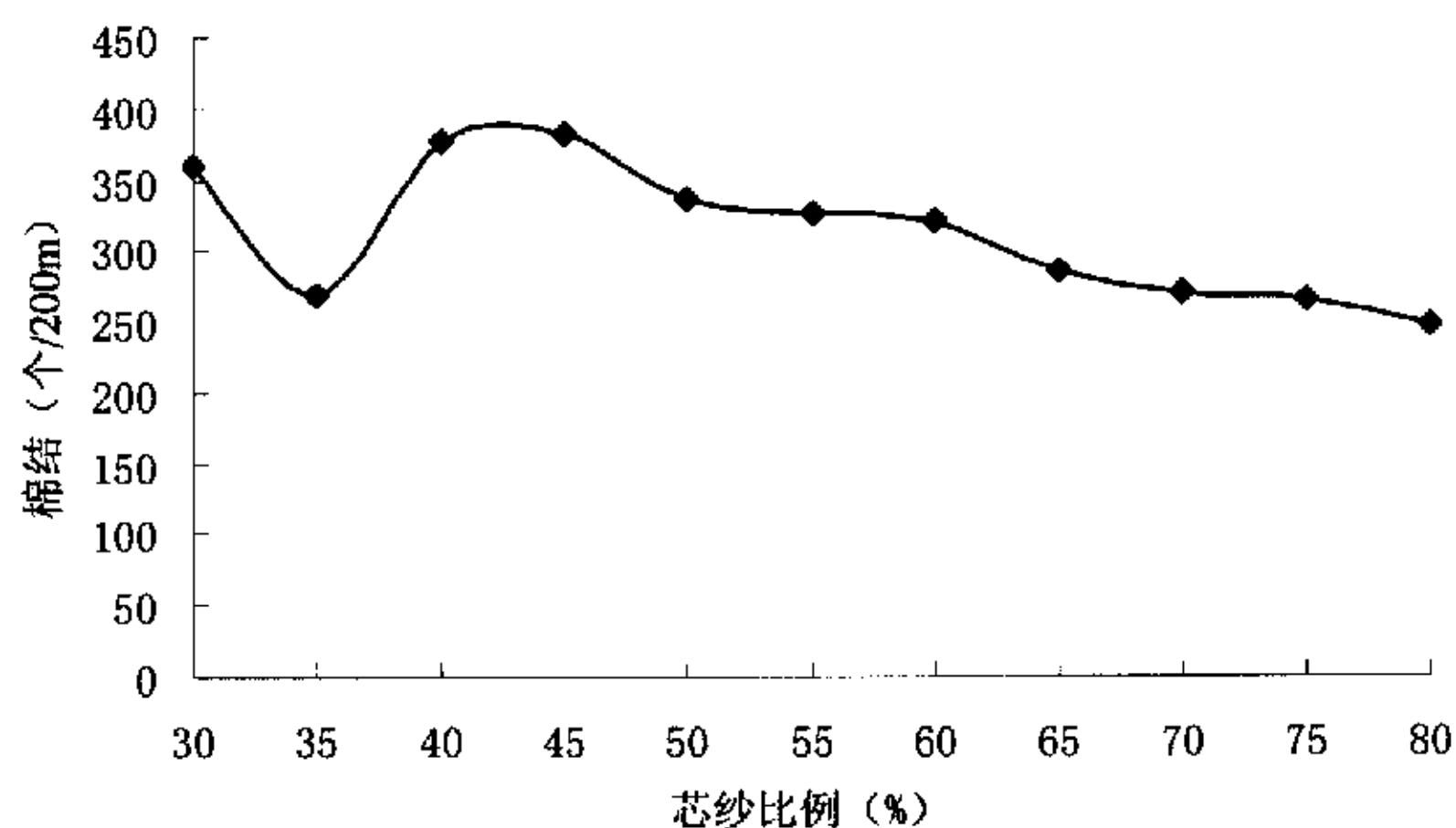
分析:对于一定的纺纱速度和摩擦辊转速,细节、粗节和棉结数随着芯纱比例不断增加整体上呈现下降趋势。影响细节、粗节和棉结的因素主要是外包纤维,当外包纤维从第二牵伸区喂入经分梳辊分梳后依靠气流输送到纺纱器,刺辊分梳区的流场从管道入口处到出口处的方向性较好,而在管道的两侧有紊乱的涡流区,



(a)



(b)

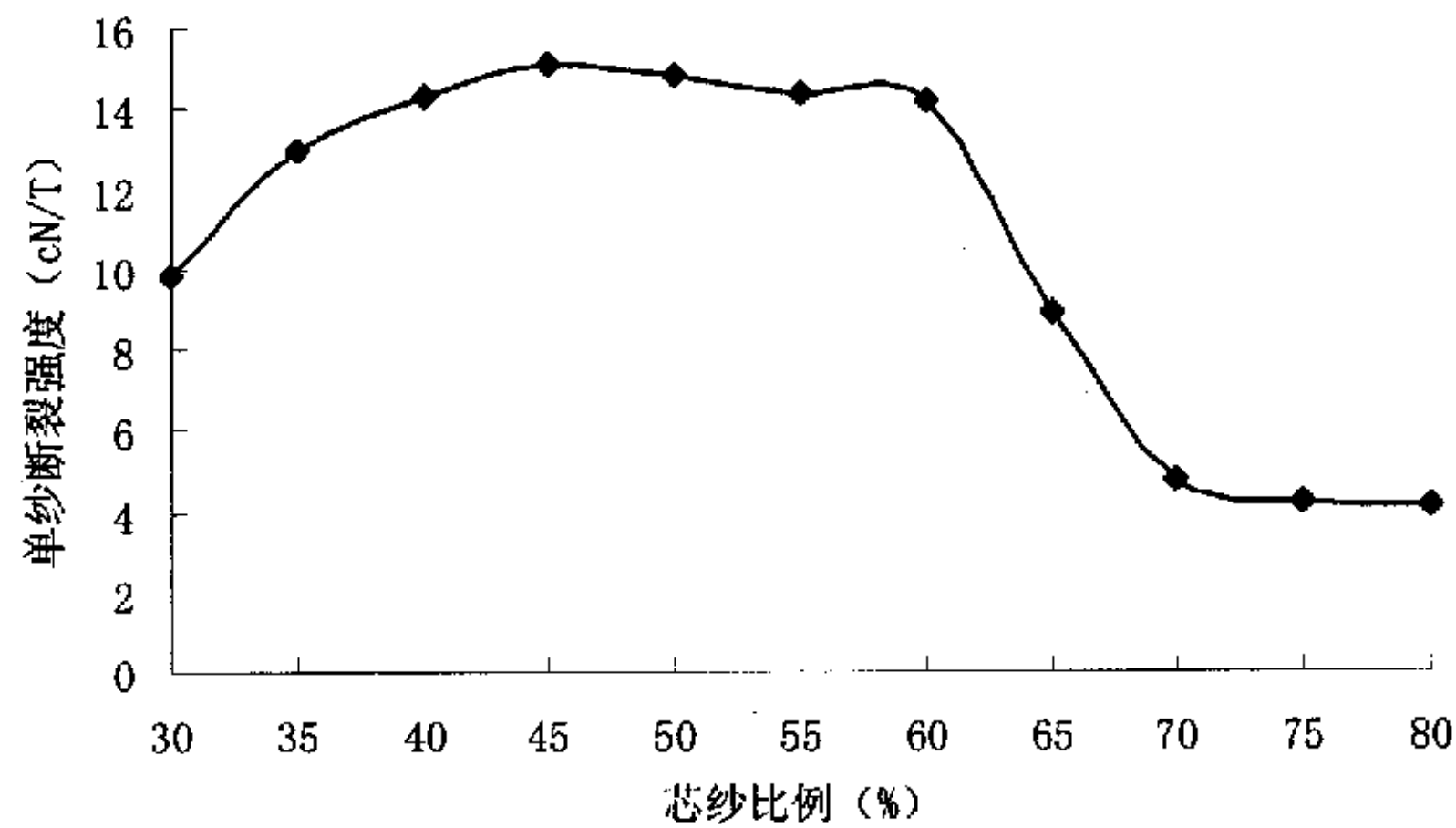


(c)

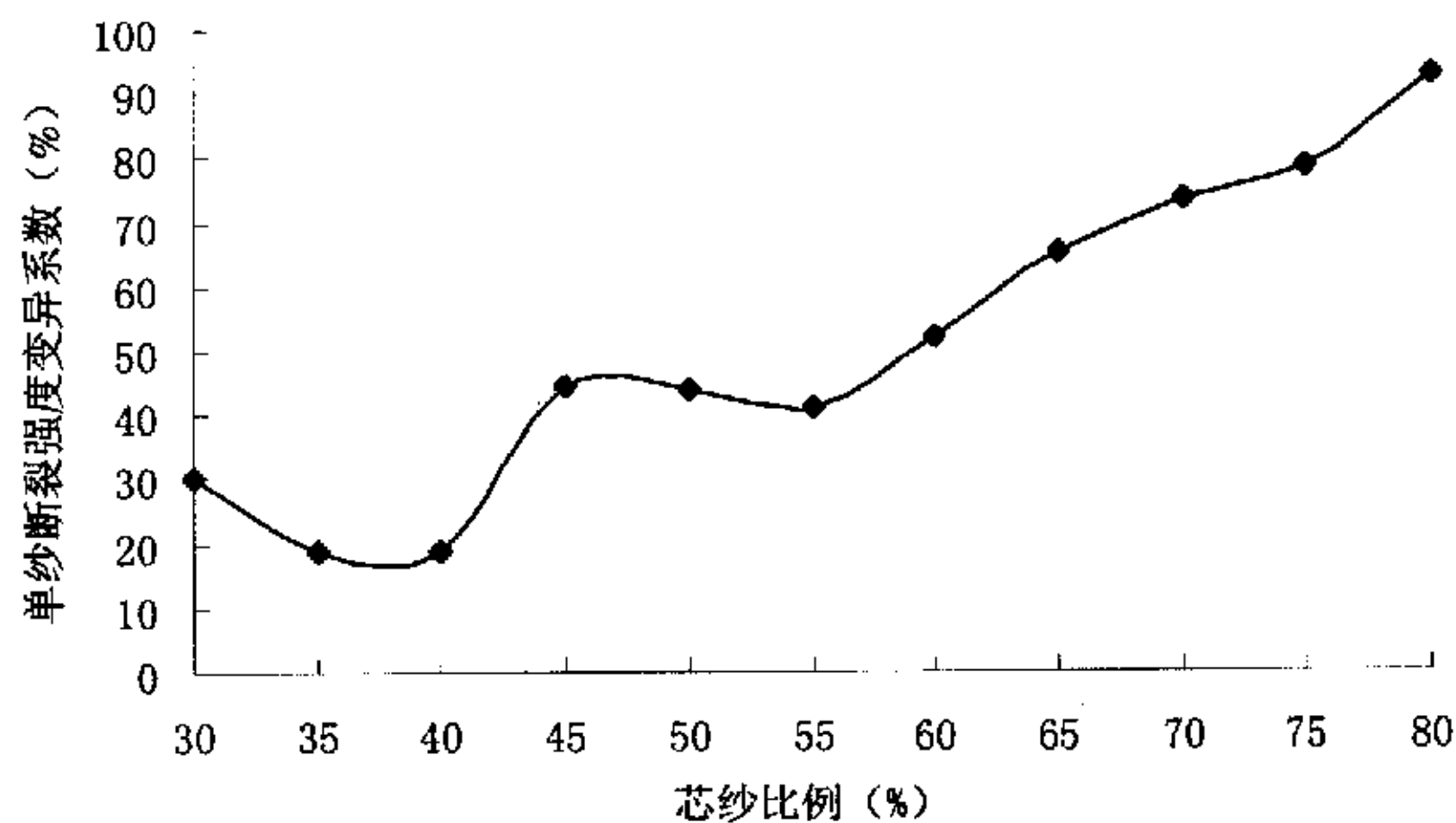
图 4—2 细节、粗节、棉结数随芯纱比例变化的曲线图

严重地影响纤维的运动，这就使分梳后的纤维并不能全部顺利地进入纺纱区，而是有少部分纤维滞留在输送纤维的管道中，造成细节、粗节和棉结产生^[4]，当芯纱比例较低时，外包纤维的量较大，则滞留输送管道中的纤维较多，使得粗、细节数增加，随着芯纱比例的增加，外包纤维减少，大多数纤维能顺利地进入纺纱区，从而不易形成粗、细节和棉结。同时由于亚麻短纤维条子中的麻结较多，容易在纱外形成棉结，使纱线的棉结数较大。

3. 芯纱比例对单纱断裂强度及其变异系数的影响



(a)



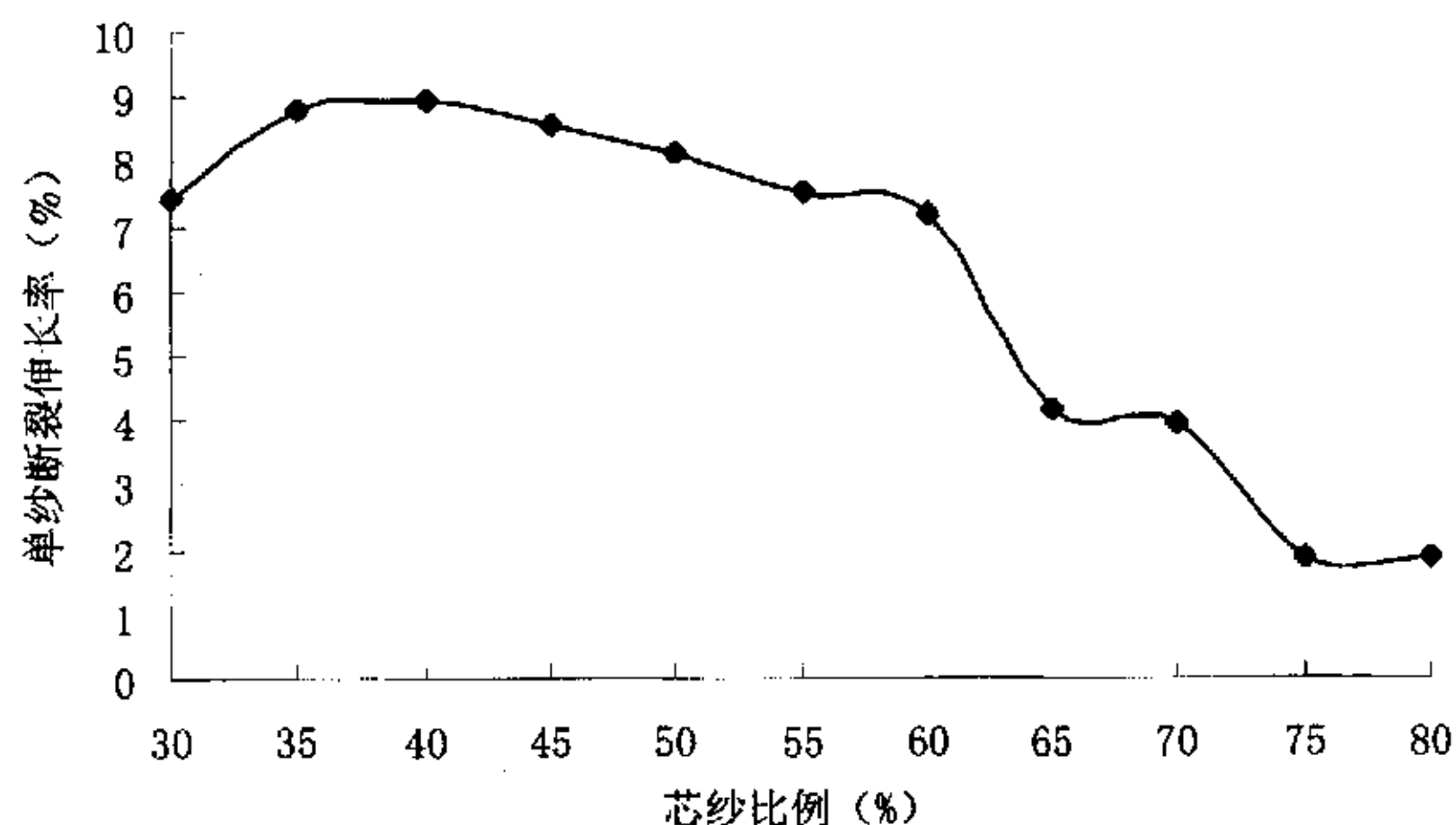
(b)

图 4—3 单纱断裂强度及其变异系数随芯纱比例变化的曲线图

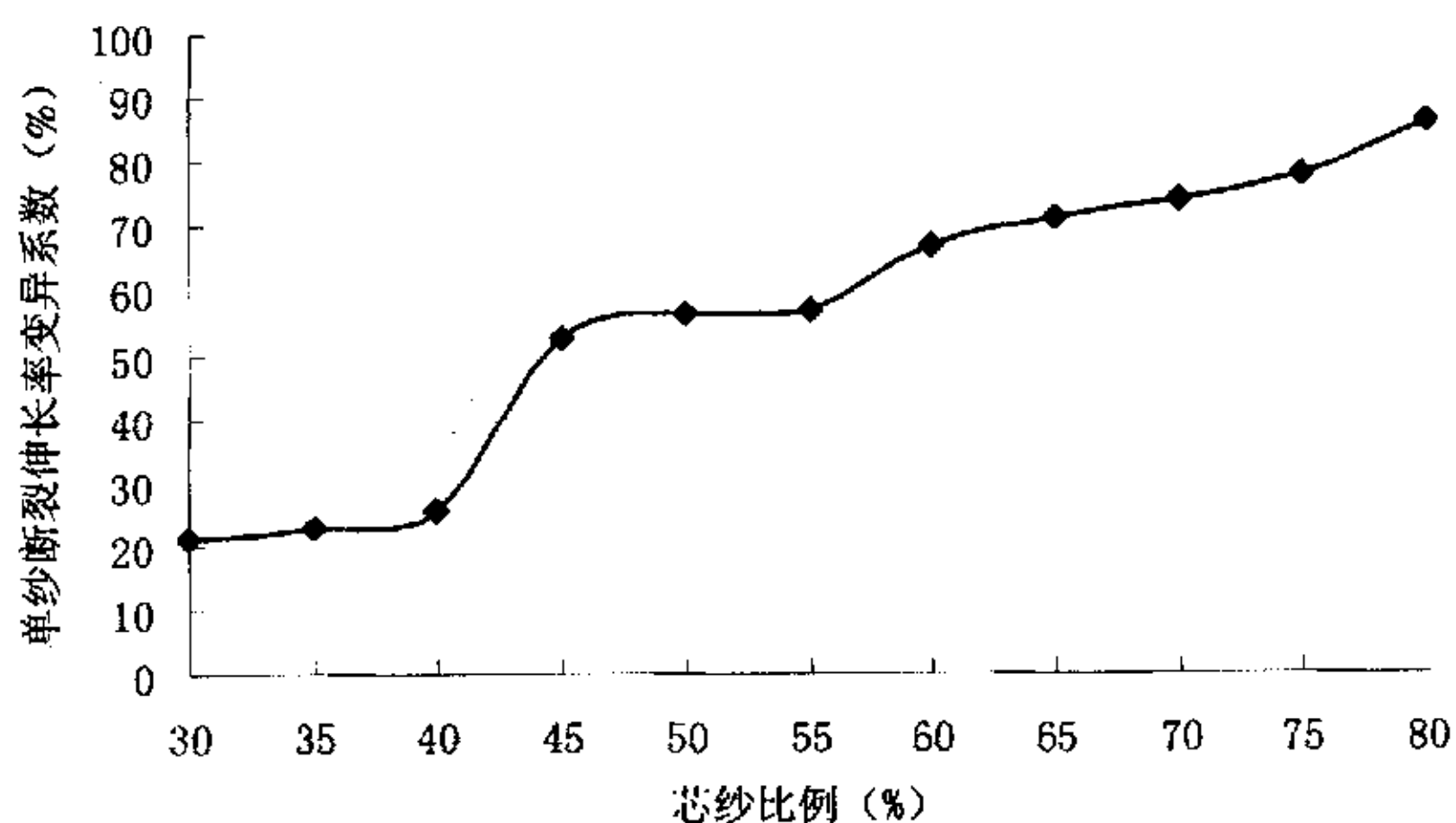
分析：从图中可以看出，单纱断裂强度在恒定的摩擦辊转速和纺纱速度下，随着芯纱比例的增加先增加后在不同程度上有所减小，芯纱比例为 45% 时的单纱断裂强度最高，芯纱比例太低或者太高都不利于纱线强度的提高。从曲线图中可以看出，芯纱比例小于 35% 后，随着芯纱比例的减小，强度下降明显，这是因为当包覆纤维比例过高时，会产生附加弯钩使其在纱中的排列紊乱、平行伸直度差，对纱线的强力贡献不大。当芯纱比例大于 60% 后，随着芯纱比例的增大，强度迅速下降，强度变异系数迅速增加，主要是因为包覆纤维的减少使包芯纱的覆盖率降低，包覆不匀率也增加，几乎呈无捻状态的芯纤维暴露在纱线外的弱片段较多，从而使纱线的平均断裂强度降低，同时由于包覆性能好的纱线片段强度较高，而

弱片段的强度很低，从而使纱线的断裂强度变异系数增大。

4. 芯纱比例对断裂伸长率及其变异系数的影响



(a)



(b)

图 4—4 断裂伸长率及其变异系数随芯纱比例变化的曲线图

分析：任何材料受力作用和产生变形，这两者总是同时存在、同时发展的^[39]。纱线的断裂伸长率是指纱线拉伸到断裂时的伸长率，从图中可以看出，在定速拉伸的条件下，摩擦纺包芯纱的断裂伸长率及其变异系数与断裂强度及其变异系数的大小和变化趋势基本上是一致的，其产生的原因也是相同的。

6. 小结

在一定的摩擦辊转速和纺纱速度下，随着芯纱比例的增大，条干均匀度先略有增加而后降低；细节、粗节和棉结数随着减少；断裂强度和伸长长的先增加后减

纤维素纤维的热裂解：纤维素热裂解时，生成左旋葡萄糖，后者再脱水和热裂解而进一步生成焦油及可燃性气体、液体、和固体。当可燃性气体被引燃时，可促使液体和焦油挥发并形成更多的可燃性气态产物，后者燃烧时产生炭残渣，这类残渣则难于继续燃烧，但当火熄灭后，炭残渣还会被氧化并阴燃。

P—N 系阻燃剂对纤维素的作用原理：P—N 系阻燃剂受热时，首先释放出多磷酸，多磷酸一方面可以抑制纤维素裂解生成左旋葡萄糖，从而降低裂解生成的可燃性挥发性的产物，另一方面可同时作为酸催化剂使纤维素脱水，这有助于纤维素进行成炭反应，而不利干裂解反应，生成的多磷酸的催化效应还可进一步加速成炭反应。即 P—N 系阻燃剂用于纤维素材料时，通过降低这类材料热裂解或燃烧时挥发性产物的生成量，并催化炭层的形成，来实现阻燃效果。

4.3.3 阻燃整理实验

1. 工艺配方：磷—氮系阻燃剂 (FR—201)：350~450g/L

六羟树脂 (40%)：20~50g/L

氯化镁：适量

磷酸：调节 pH=6.5

注：(1) 阻燃剂用量的掌握应高于纯纤维素纤维织物的用量，并根据织物的组织、密度等进行适当的调节。

(2) 通常阻燃整理后会使得织物的手感发硬，可根据其用途、性能的要求在阻燃整理时加入适量的有机硅柔软剂，以改善其手感，并相应地调整阻燃剂的用量。

2. 整理工艺流程

织物→煮练→浸轧 (二浸二轧，轧液率 75~80%)→烘干 (100℃×3 分钟)→焙烘 (150℃×3 分钟)→皂洗→水洗→烘干

3. 根据 GB/T5455—1997 纺织品 燃烧性能试验 垂直法得到各试样的阻燃性能测试结果如表 4—2。

表 4—2 阻燃性能测试结果

实验号	1	2	3	4	5
芯纱比例 (%)	35	40	45	50	55
经向损毁长度 (mm)	72	100	90	89	84
纬向损毁长度 (mm)	73	125	80	100	90
阴燃时间 (s)	0	0	0	0	0
续燃时间 (s)	0	0	0	0	0

4.3.4 阻燃整理数据处理以及结果分析

1. 计算公式^[7]:

$$\begin{cases} l_{xx} = \sum_a x_a^2 - \frac{1}{N}(\sum_a x_a)^2, \\ l_{yy} = \sum_a y_a^2 - \frac{1}{N}(\sum_a y_a)^2, \\ l_{xy} = \sum_a x_a y_a - \frac{1}{N}(\sum_a x_a)(\sum_a y_a). \end{cases} \quad (4.1)$$

$$\begin{cases} b_0 = \frac{1}{N} \sum_a y_a - b(\frac{1}{N} \sum_a x_a) \\ b = \frac{l_{xy}}{l_{xx}} \end{cases} \quad (4.2)$$

$$\begin{cases} S_{总} = l_{yy}, \\ S_{回} = b l_{xy}, \\ S_{剩} = l_{yy} - b l_{xy}. \end{cases} \quad (4.3)$$

$$\begin{cases} f_{总} = N - 1, \\ f_{回} = 1, \\ f_{剩} = N - 2. \end{cases} \quad (4.4)$$

$$F = \frac{S_{回}/f_{回}}{S_{剩}/f_{剩}} \quad (4.5)$$

2. 计算结果如表 4—3。

表 4—3 阻燃实验数据处理结果

	回归系数		方差平方和			F 值	显著性
	b_0	b	$S_{总}$	$S_{回}$	$S_{剩}$		
经向损毁长度 y_1	75.3	0.26	416	399.1	16.9	0.127	不显著
纬向损毁长度 y_2	85.5	0.18	1649.2	8.10	1641.1	0.015	不显著

3. 实验结果分析

(1) 显著性检验可以看出, 在阻燃整理工艺相同的条件下, 对不同芯纱比例纱线织成的小样进行阻燃整理, 所得回归方程的显著性均不显著, 说明本实验中包芯纱织物的阻燃性能与芯纱比例的关系并不呈现线性相关。

(2) 根据 GB17591—1998 纺织品 机织物阻燃性能标准, 由表 4—2 中的测试结果易得, 对于涤纶短纤维为芯纱, 亚麻短纤维为包覆纤维的包芯纱机织物,

在芯纱比例不大于 55%的情况下，采用单独的纤维素纤维用磷—氮系阻燃剂进行阻燃整理，可以获得较好的阻燃性能。

(3) 对于聚酯为芯，棉纤维为包覆层的包芯纱织物，有资料表明当聚酯芯的质量不超过织物总质量的 40%时，则只需阻燃棉纤维外层便可获得较好的阻燃性能^[36]。而本实验中对于亚麻短纤维为包覆纤维的包芯纱机织物，聚酯芯含量达到 55%时，仅对亚麻纤维外层进行阻燃整理仍能获得较好的阻燃性能，原因有两个方面，一方面是因为摩擦纱吸湿性能好，对阻燃剂的吸附作用较强，有利于得到较好的阻燃性能；另外一方面，亚麻短纤维本质上还是亚麻纤维束，其中所含有的胶质有利于阻燃剂的吸附，亚麻中的纤维素经碱液煮练后形成的水合纤维素具有较强的反应能力，也有利于亚麻织物对阻燃剂的吸附；同时胶质中的含氮化合物也可提高亚麻纤维的极限氧指数，从而使亚麻织物获得较好的阻燃性能。

第五章 结 论

5.1 化学实验的主要结论

如何除去亚麻短纤维中的杂质和部分胶质,以提高其可纺性,是亚麻短纤维产品开发的基础。化学处理方法是改善亚麻短纤维纺纱性能的主要方法,而碱液浓度和煮练时间是决定化学处理结果的主要因素,因而通过二因子的旋转回归实验研究亚麻短纤维的煮练并得到以下结论:

1. 化学处理可以去掉部分胶质,使亚麻短纤维的工艺纤维细度减小,分裂度提高,而显著性检验的结果表明,表 2—9 中的失重率、木质素含量变化率、果胶含量变化率以及分裂度变化率与化学处理时的两个主要工艺参数(碱液浓度、煮练时间)之间的二次回归方程与实际情况拟和得较好,因此可以用来预报。

2. 化学处理后,单纤维断裂强度和断裂伸长率的变化不显著,说明本实验中的化学处理工艺条件对纤维强度的影响不大,有利于提高纤维的可纺性能。

3. 由回归系数的显著性检验可以看出除了果胶含量变化率的系数 b_{22} 以及木质素含量变化率的系数 b_{12} 以外,其他各回归系数都在不同程度上显著,回归方程的通用性较好,因而可以根据预测值得大小来判断试验点的好坏。同时,由显著性检验可以看出碱液浓度对各性能影响的显著性较高,因此在工艺确定时应特别注意碱液浓度的选择。

4. 根据回归方程做出纤维的各性能指标随着碱液浓度和煮练时间的变化而变化的曲线图,从图中可以看出,随着煮练时间和碱液浓度的延长,纤维各性能指标的变化率在不同程度上提高,但当煮练时间延长到一定程度或碱液浓度增加到一定程度后,变化率曲线趋于平坦。

5. 虽然延长煮练时间或提高碱液浓度对清除果胶、木质素,提高分裂度有利,但是煮练时间延长或碱液浓度提高一定程度后,果胶、木质素含量的降低以及分裂度的提高不再明显,同时纤维损失率大,短绒增多,可纺性遭到破坏,此外也不利于节约原料,所以从纤维的纺纱性能和机物料的消耗考虑,煮练时间和碱液浓度应根据原料性能及所要求处理后的性能,选择合适的碱液浓度。

5.2 纺纱实验的主要结论

1. 在 DREF—III 型摩擦纺纱机的纺纱范围内,纺制较粗的亚麻短纤维包芯纱时,摩擦辊转速取 3600rpm 左右;纺纱速度取 150mpm 左右;芯纱比例取在 45~50% 时可以得到较好的纱线性能。

2. 在 DREF—III 型摩擦纺纱机的纺纱范围内,纺制较细的亚麻短纤维包芯纱时,摩擦辊转速取 4500rpm 左右;纺纱速度取 115mpm 左右;芯纱比例取在 45~50% 时可以得到较好的纱线性能。

5.3 芯纱比例研究的主要结论

1. 在一定的摩擦辊转速和纺纱速度下，随着芯纱比例的增大，条干均匀度先略有增加而后降低；细节、粗节和棉结数随着减少；断裂强度和伸长率先增加后减少，特别是当芯纱比例大于 60%后，随着芯纱比例的增加，强度及伸长率迅速下降，它们的变异系数迅速增加，因而芯纱比例不宜太大也不宜太小。若考虑到，麻纤维制品要求亚麻含量不少于 55%，则根据需要取芯纱比例为 35~45%，既可以满足纱线性能的要求，纺纱、织造生活好做，并且容易制成阻燃织物。

2. 在阻燃整理工艺相同的条件下，对不同芯纱比例纱线织成的小样进行阻燃整理，所得回归方程的显著性均不显著，说明本实验中包芯纱织物的阻燃性能与芯纱比例的关系并不呈现线性相关。

3. 根据 GB17591—1998 纺织品 机织物阻燃性能标准，由阻燃整理后织物性能的测试结果易得，对于涤纶短纤维为芯纱，亚麻短纤维为包覆纤维的包芯纱机织物，在芯纱比例不大于 55%的情况下，采用单独的纤维素纤维用磷—氮系阻燃剂进行阻燃整理，可以获得较好的阻燃性能。

参考文献

1. 钱章武. 麻纺原料 (M). 纺织工业部经济研究中心
2. 狄剑锋主编. 新型纺纱产品开发 (M). 中国纺织出版社, 1998
3. 顾名淦, 汪家骏等. 麻纤维开发利用 (M). 纺织工业出版社, 1993
4. 蒋金仙, 王其慧. 摩擦纺纱 (M). 纺织工业出版社, 1991
5. 姜繁昌, 邵宽等. 苧麻纺纱学 (M). 纺织工业出版社, 1989
6. 顾伯明. 亚麻纺纱 (M). 纺织工业出版社, 1987
7. 茆诗松, 丁元等. 回归分析及其试验设计 (M). 华东师范大学出版社, 1981
8. 梅自强主编. 纺织工业中的表面活性剂 (M). 中国石化出版社, 2001
9. DREF—III型摩擦纺纱机说明书
10. 邵松生. 亚麻纤维棉化技术研究及其产品 (J). 山东纺织技术, 2000; (1): 45~47
11. 于翠英. 有效利用亚麻棉 (J). 黑龙江纺织, 1985; (2): 1~3
12. 王大萌. 国际亚麻纺织工业的发展趋势 (J). 黑龙江纺织, 2000; (3): 54, 56
13. 靳朝红, 杨英波. 亚麻二粗加工中的质量控制 (J). 黑龙江纺织, 2000; (1): 24~25
14. 李万涛, 喻芳. 国内外亚麻纺织产品结构分析 (J). 黑龙江纺织, 2000; (3): 4~5
15. 汪金陵. 国外苧麻、亚麻纺织产品发展趋势 (J). 广西纺织科技, 1985; (2): 33~35
16. 刘敬来, 张绍萍. 开发亚麻产品国内市场的探讨 (J). 黑龙江纺织, 1999; (1): 27~28
17. 陈雪梅. 利用粗梳毛纺设备生产亚麻凉席的实践 (J). 黑龙江纺织, 1999; (4): 8, 10
18. 董勤霞. 亚麻凉席产品质量与鉴别 (J). 黑龙江纺织, 1999 (3): 8~9
19. 张绍萍, 程磊, 战萌龙. 亚麻纺织品开发方向探讨 (J). 黑龙江纺织, 1999; (1): 12~14
20. 张福义. 浅析亚麻绳线制品的发展趋势及生产工艺 (J). 黑龙江纺织, 1998; (2): 25, 42
21. 樊建彬, 朱冬菊, 牛建设. 麻类制品的应用与开发 (J). 河南纺织科技, 2000; (6): 20~23
22. 祝德力, 马江洲. 亚麻与蚕丝混纺纱的探讨 (J). 黑龙江纺织, 1994; (3): 15
23. 符文, 高瑜静. 用棉纺设备生产粘麻产品的生产实践 (J). 黑龙江纺织, 1995;

- (1): 9~10, 2
24. 邹善华. 利用棉纺设备生产亚麻混纺纱的研制 (J). 黑龙江纺织, 1988; (4): 1~3, 6
25. 方石弘. 亚麻二粗干纺纱脱漂工艺的探讨 (J). 黑龙江纺织, 1988; (1): 6~8
26. 孟繁杰. 亚麻纤维化学含量的测定及分析 (J). 黑龙江纺织, 1998; (4): 4~5
27. 王云鹏, 王世明, 刘景军. 亚麻短纤维性能测试及分析 (J). 黑龙江纺织, 1999; (1): 1~3
28. 田俊莹, 俞秀君. 亚麻落麻脱胶工艺的探讨 (J). 染整技术, 2000; (3): 25~27
29. 钮光. 摩擦纺苧麻混纺混色包芯纱的纺纱分析 (J). 广西纺织科技, 1997; (2): 19~21
30. 张力珠. 亚麻纤维原料化学组份的定量分析 (J). 黑龙江纺织, 1988; (2): 26~27
31. 蔡连军. 亚麻短纤维 (二粗) 化学处理后可纺性分析 (J). 黑龙江纺织, 1997; (4): 6~7
32. 张治溥, 陈淑兰. 关于亚麻脱胶的工艺原理 (J). 甘肃轻纺科技, 1990 (2): 35~36
33. 蔡连军, 夏敬义, 王云鹏, 符海平. 亚麻短纤维在棉纺设备上的应研究 (J). 齐齐哈尔轻工学院学报, 1997 (6): 70~72
34. 阻燃纺织品及其性能测试的发展动态 棉纺织技术, 2001, 1, 61~63
35. 纺织品阻燃整理 国际纺织导报, 2001, 1, 67~71
36. 欧育湘编著. 实用阻燃技术 (M). 化学工业出版社, 2002
37. 刘国涛等编著. 新型纺纱 (M). 中国纺织出版社, 1999
38. 姚穆等编. 纺织材料学 (M). 纺织工业出版社, 1993
39. 睦伟民等编著. 阻燃纤维及织物 (M). 纺织工业出版社, 1990
40. Jerzy Czekalski. Blends Spinning with Flax (J). Textile Asia, 2000; 31 (6): 34, 37~39
41. Williams H. Return to Linen as a Pleasure to Wear (J). Wool Record, 2001; 160 (3678): 65
42. Chattopadhyay R, Salhotra K R, Dhamija S & Kaushik R C D. Core coverage in DREF—III friction—spun yarns (J). Indian Journal of Fibre & Textile Research, 2001, 26 (4): 387~391
43. Chattopadhyay R, Salhotra K R, Dhamija S & Kaushik R C D. Influence of coresheath ratio and type on DREF—III friction—spun core yarns (J). Indian

Journal of Fibre & Textile Research, 2000, 25 (4): 256~263

44. Dhamija S, Salhotra K R, Chattopadhyay R & Kaushik R C D. Effect of friction drum speed and yarn delivery rate combination for a constant friction ratio on quality of friction—spun yarns (J) . Indian Journal of Fibre & Textile Research, 2002, 27 (1): 33~37

45. Nair G P. Flammability in textiles and routes to flame retardant textiles — I (J) . Colourage, 2000, 47 (8): 27~34

致 谢

本论文是在导师薛少林教授和孙小寅副教授的精心指导下完成的，是他们耐心的指导，无私的帮助使我得以顺利地完成这篇硕士学位论文，导师严谨的治学态度将使我终生受益，在此，向导师表示衷心的感谢！

同时，在实验过程中得到了棉纺实验室谷彦武、宋红等老师的大力帮助，纺材实验室和产品实验室的各位老师也给予了许多帮助，在此一并向所有帮助过我，支持我的老师表示衷心的感谢！

攻读学位期间发表的学术论文目录

1. 曹宜英，薛少林. 复合材料用三维编织物的现状与发展. 陕西纺织，2002（4）
2. 曹宜英，王博. 碱煮对亚麻短纤维性能影响的研究. 陕西纺织，2004（1）

学位论文知识产权声明

本人完全了解西安工程科技学院有关知识产权的规定，即：研究生在校攻读学位期间学位论文工作的知识产权归属西安工程科技学院。本人保证毕业离校后，使用学位论文工作成果或用学位论文工作成果发表论文时署名单位仍然为西安工程科技学院。学院有权保留送交的学位论文的复印件，允许学位论文被查阅或借阅；学校可以公布学位论文的全部或部分内容，可以采用影印、缩印或其它复制手段保存学位论文。

学位论文作者签名：曹宜英

指导教师签名：薛少林

日期：2004.3.1

学位论文独创性声明

秉承学校严谨的学风与优良的科学道德，本人声明所呈交的学位论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，学位论文中不包含其它人已经发表或撰写过的研究成果，不包含本人已申请学位或他人已申请学位或其它用途使用过的成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了致谢。学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切相关责任。

学位论文作者签名： 曹宜英

指导教师签名： 薛少林

日 期： 2004.3.1