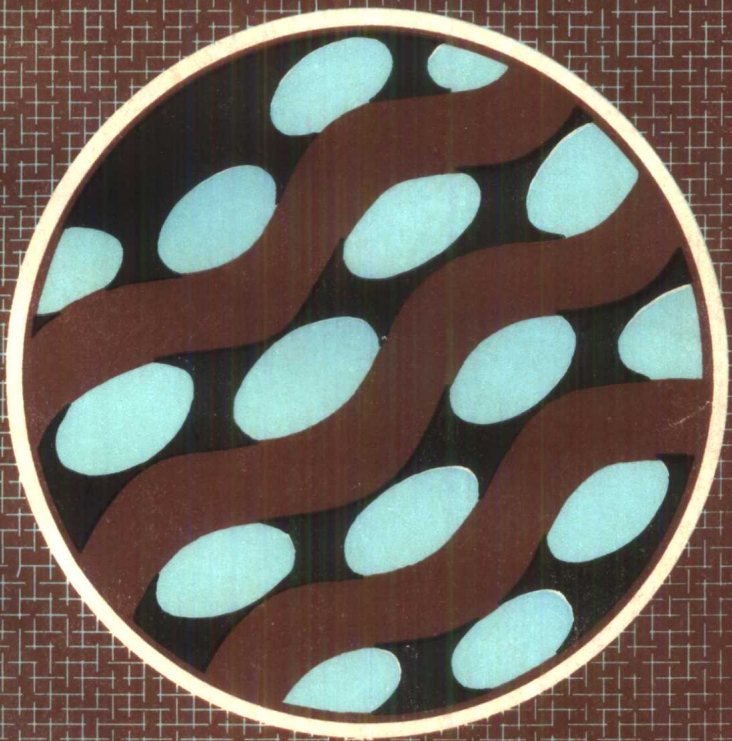


吴汉金 郑佩芳 著

机织物结构设计原理



同济大学出版社

机织物结构设计原理

吴汉金 郑佩芳著

TS105.1/6038/2

机织物结构设计原理

吴汉金 郑佩芳 著

同济大学出版社

内 容 提 要

全书共分 27 篇,内容包括:机织物的结构理论;机织物结构的设计方法;织物组织的数学模型和织物研究的回顾与瞻望。各篇相对独立,联系起来溶为一体。书末附有织物切片图,比较系统地将织物结构的研究推向前沿。

本书是作者数十年研究成果的总结,内容新颖,理论联系实际,可供高等院校有关专业教材,也可供从事各类纤维机织物设计、生产和科学研究的技术人员参考用书。

责任编辑 李炳钊

罗伟健

封面设计 李志云

机织物结构设计原理

吴汉金 郑佩芳 著

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号)

新华书店上海发行所发行

同济大学印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 7.5 插页: 6 字数: 214 千字

1990 年 2 月第 1 版 1990 年 2 月第 1 次印刷

印数: 1—1000 定价: 1.90 元

ISBN 7-5608-0511-6/TS·3

目 录

前 言

一、机织物切片及其显微检测	(4)
(一) 织物切片	(4)
(二) 织物切片的观测	(7)
二、机织物内纱线的直径系数及其测定方法	(9)
(一) 机织物内纱线的截面形态	(9)
(二) 机织物内纱线直径系数的测定方法	(10)
(三) 结论	(15)
三、机织物的几何结构概念	(16)
(一) 机织物几何结构的几个概念	(16)
(二) 规则组织紧密结构织物各结构相的经向、纬向 紧度值(ϵ'_j 、 ϵ'_w)	(19)
(三) 单向紧密结构织物结构相的概算方法	(23)
(四) 织物经、纬纱号的配合	(25)
(五) 结论	(26)
四、几何结构方法与经验回归方法研究密结构机织物的比 较	(27)
(一) 引言	(27)
(二) 两种方法的比较	(29)
(三) 结论	(33)
五、紧密结构织物经、纬向紧度值(ϵ'_j 、 ϵ'_w)的工艺意义	(34)
(一) 引言	(34)
(二) ϵ'_j 与 ϵ'_w 值的工艺意义	(35)
(三) 结论	(40)
六、关于织物组织松紧程度的探讨	(41)

(一) 引言.....	(41)
(二) 组织系数 ϕ	(42)
(三) 结论.....	(43)
七、关于织物松紧指标的探讨.....	(48)
(一) 表达织物紧密程度的现有指标.....	(48)
(二) 织物的紧密指数 ψ_z	(51)
(三) 结论.....	(52)
八、本色棉布的结构区域.....	(54)
(一) 织物结构区域——同类品种织物规格的集合.....	(54)
(二) GB-78 存在的某些问题.....	(57)
(三) 拟议本色棉布的结构区域.....	(59)
(四) 结论.....	(65)
九、本色棉布几何结构相的切片检查.....	(68)
(一) 引言.....	(68)
(二) 试验方法.....	(69)
(三) 试验结果与分析.....	(69)
十、织物结构的设计方法.....	(77)
(一) 引言.....	(77)
(二) 满足织物厚度要求的设计方法.....	(78)
(三) 满足织物重量要求的设计方法.....	(80)
(四) 相似织物的设计方法.....	(83)
(五) 满足织物厚度和强力要求的设计方法.....	(88)
(六) 满足织物具有特定弹性伸长的设计方法.....	(89)
十一、流线图在织物结构设计时的运用.....	(92)
(一) 引言.....	(92)
(二) 织物的在机和成品经、纬密度之间的基本关系	(92)
(三) 结论.....	(96)
十二、精纺毛织物的结构区域和设计方法.....	(97)
(一) 引言.....	(97)

(二) 精纺毛织物的结构区域·····	(98)
(三) 不同组织织物之间的结构参数换算·····	(101)
(四) 根据精纺毛织物结构区域设计上机规格·····	(103)
(五) 染整工序中纱线轴向收缩率的计算·····	(105)
(六) 结论·····	(107)
十三、平纹织物经、纬织缩率的概算·····	(109)
(一) 引言·····	(109)
(二) 织缩率的概算·····	(109)
(三) 经(纬)纱屈曲波高 h_j (h_w) 的概算·····	(112)
(四) 实例·····	(114)
十四、斜纹、卡其类织物经、纬织缩率的概算·····	(119)
(一) 引言·····	(119)
(二) 经(纬)织缩率 a_j (a_w) 的概算·····	(120)
(三) 实例·····	(125)
十五、组织设计中经纬交织的配合·····	(129)
(一) 经、纬交织的“松”与“紧”·····	(129)
(二) 组织设计中经、纬交织的配合·····	(130)
(三) 结论·····	(136)
十六、机织物边部设计原理·····	(138)
(一) 布边与布身结构配合的基本原则·····	(138)
(二) 结论·····	(145)
十七、关于配色模纹潜力的探讨·····	(146)
(一) 配色模纹的实现·····	(146)
(二) 色纱排列要点·····	(148)
(三) 配色模纹潜力的探讨·····	(148)
(四) 结论·····	(150)
十八、织物结构对织物机械物理性能的影响·····	(151)
(一) 引言·····	(151)
(二) 织物的机械物理性能·····	(152)
(三) 结论·····	(162)

十九、织物设计的数量化方法	(163)
(一) 引言.....	(163)
(二) 织物结构参数的数量化.....	(163)
(三) 数据分析.....	(165)
(四) 结论.....	(167)
二十、$42^s/2 \times 34^s$ 提花府绸纹部比例的计算	(168)
(一) 引言.....	(168)
(二) $42^s/2 \times 34^s$ 提花府绸的几何结构.....	(169)
(三) 纹部比例 c (%).....	(170)
(四) 结论.....	(172)
二十一、联合组织的松紧配合	(173)
(一) 透孔组织.....	(173)
(二) 凸条组织.....	(174)
(三) 蜂巢组织.....	(176)
二十二、绉组织的构作与发展	(179)
(一) 绉织物及其外观特征.....	(179)
(二) 绉组织的构作方法.....	(182)
(三) 省综法绉组织的发展.....	(184)
(四) 结论.....	(185)
二十三、网目组织效应探讨	(186)
(一) 网目组织的外观效应.....	(186)
(二) 网目组织效应差的原因.....	(188)
(三) 网目组织的构作要点.....	(190)
(四) 增强网目组织效应的措施.....	(192)
(五) 结论.....	(193)
二十四、涤纶长丝织物的设计	(194)
(一) 涤纶长丝直径系数的确定.....	(194)
(二) 涤纶低弹长丝仿毛织物设计.....	(195)
(三) 结论.....	(200)
二十五、提高涤纶仿毛织物的风格	(201)

(一) 涤纶长丝仿毛织物的现状·····	(201)
(二) 提高仿毛织物毛型感的途径·····	(202)
(三) 结论·····	(205)
二十六、上机图及配色效应图内部转换的数学模型 ·····	(207)
(一) 引言·····	(207)
(二) 上机图、配色效应图的矩阵表示·····	(208)
(三) 上机图内部转换的数学关系·····	(210)
(四) 配色效应图内部转换的数学关系·····	(215)
(五) 结论·····	(220)
二十七、机织物研究的回顾与瞻望 ·····	(222)
(一) 引言·····	(222)
(二) 织物组织设计及其 CAD 技术·····	(222)
(三) 织物规格与其几何结构的关系·····	(224)
(四) 织物结构与其性能的关系·····	(225)
(五) 结论·····	(225)
附录：织物切片照片图 ·····	(227)
参考文献 ·····	(230)

前 言

我国是多民族的文明古国，四大发明举世公认，在其他方面的创造发明也是不胜枚举的，我们的祖先为人类文明、进步做出了卓越的贡献；先人的巍巍业绩，激励我们为实现社会主义四个现代化而奋勇前进。

衣、食、住、行，衣是人类生存的四维之冠，在织物的生产发展史上，我国劳动人民的成就是令人自豪的。虽然纤维制品是难以保存的东西，但是从解放以来我国在河姆渡与钱山漾等文化遗址的发掘考古中出土了5000~6000年前的织物印痕和织机零件；长沙马王堆和湖北马山等地出土大量墓葬文物，其中有大量的丝织物和麻织物，有力地证明远在2100多年以前，我国已经掌握了复杂的提花和起绒等织造技术，这些都无愧于世人称誉我国为丝绸之国。

织物结构，在原料一定的条件下，主要内含织物的几何结构。织物几何结构，系指织物经、纬纱线之间的空间关系，它的内容包括经、纬纱的交织规律；经、纬纱的截面积大小和形状；经、纬纱的密度和其轴心线的屈曲形态等。织物的外观和织物的性能，主要由织物的原料和其几何结构所决定。关于织物的性能与织物结构的关系，采用通俗的讲法，那就是：“原料是根据，结构是基础，后处理是关键。”所以，随着织物的产生和发展，对于织物结构的研究，在国内外都引起高度重视。

自古以来，我国劳动人民为我们留下了色彩缤纷、品种繁多的各种传统产品，足以说明在织物的生产实践中，已经积累了丰富的织物结构的经验和知识。解放以来，广大的纺织职工和科技工作者，在创造新产品和改进传统产品的规格设计中，又取得了丰硕的成果。

回顾织物结构的研究，自 20 世纪的 30 年代以来，分为两个学派在进行工作。一派从纱线在织物内的形态出发，根据几何关系（几何结构方法）建立概念和进行必要的运算，诸如：F·T·皮尔斯，H·Γ·诺维柯夫，A·肯泼，太沢正保、并木觉等学者。他们的研究成果有的限于依据的条件过于简化，有的又限于公式的过于繁琐，在实用中有一定困难，有待运用实验资料，以决定从几何结构概念得到的机理公式中的有关系数，有待于合理地简化条件，以及综合各家的研究成就，使研究的成果能用于实际。另一派完全从实验资料出发，进行统计回归分析（经验方法），以得到织物的经、纬纱号和密度之间的定量关系公式或诺模图，在这方面做出贡献的学者有 S·勃拉莱和 H·C·爱雷明娜等。但是，他们的成果是以一定的实验条件为前提的，缺乏机理的分析，其应用范围受到实验条件的限制，要得到一定的结果所花费的实验工作量亦是巨大的。

在以上二种学派的研究成果中，由于缺乏互为借鉴，缺少开展产品分类和产品规格合理化等方面的研究，使得研究工作难于深化，自 70 年代以来，国外在这方面的学术报导就逐渐少了。

当前可以用于织物的原料比以前更为丰富多样，人民生活的需要日益提高，各工业用织物的需求亦日益扩大，纺织工作者面临的任务是很光荣和艰巨的，我们有责任为美化人民生活，为满足工农业和国防的需要而提供各式各样的机织物。关于织物的性能，无论是服用性能和工业与国防用织物的特定物理机械性能，均受到“原料是根据，结构是基础，后处理是关键”这样的客观规律的制约。织物的原料确定以后，织物的结构是否合理将成为首要的问题。要使织物的结构合理，就要对织物的结构进行研究。在研究织物结构的方法上，作者从几何结构出发，建立织物纱号、密度等参数之间的机理关系，并由实验资料决定机理公式中的特定系数，以解决织物结构参数之间的定量计算问题，在研究织物结构的方向上，作者试图解决织物品种的合理分类，以期建立各类织物的结构区域，从而为织物设计工作者提供比较简便的产品。

规格的设计方法，以及可供参考的理论依据。

本门学科的研究工作急待于开展，作者将数年来积累的研究成果，包括已发表的和未发表的论文编写成册，意在抛砖引玉，谨请读者批评指正。本书从1982年以来作为高等纺织院校本科生和研究生的“织物几何结构解析”课程教材已使用多年。书中的基础理论、观点和方法如施之以生产实践，可获极大的经济效益。

全书的量度采用公制单位，但由于部分数据来源于英制纱支的织物规格，为了避免在换算、圆整中使条件失真，则仍引用英制纱支。

本书的第十二篇、第十九篇、第二十六篇分别取材于汤国安、赵广兴、周志华的硕士论文。

本书承蒙中国纺织大学杨青老师审阅，王维雅同志从事部分织物的切片，刘建斌绘图，江进华同志从事摄影，均致感谢。

吴汉金教授

郑佩芳副教授

1988·7·于中国纺织大学

吴汉金，中国纺织大学服装系教授。近年来先后被英国剑桥世界名人中心、美国名人传记协会授予“世界名人”的荣誉称号。

一、机织物切片及其显微检验

机织物的几何结构状态，不仅与织物的外观、织物的机械物理性能有紧密的关系，而且能够敏感地反映生产过程的工艺技术状态。因此，检查织物的几何结构状态显然是很重要的。本篇扼要地介绍了织物的切片技术，以及例举切片数据，用以判断织物的生产工艺技术状况。

(一) 织物切片

对织物进行切片以前，首先要进行包埋处理，以此固定织物的结构状态，防止切片内的织物纱线发生松散。

包埋剂可以采用火棉胶或由塑料配制成的胶水材料。包埋处理的基本作用为：固定织物中的纱线位置，并为织物切片和织物几何结构的观测提供良好条件。

1. 包埋剂的基本要求

- (1) 对织物中的纱线和纤维不致发生化学的或物理的变化；
- (2) 凝固时很少引起织物的体积变化；
- (3) 凝固后的硬度适中，便于切片操作；
- (4) 透明度好，与织物色差大，便于显微观测。

经试用多种胶水的结果，613模塑粉配成的胶水性能比较符合织物切片要求，织物经上胶包埋以后的变形在1%以内。

2. 胶水的配方

613 模塑粉	8 克
三 氯 甲 烷	15 毫升
丙 酮	40 毫升

苯二甲酸二丁酯 4 毫升

乙 醇 5 毫升

配制胶水时的温度一般控制在 30℃ 左右，613 模塑粉分散于三氯甲烷内调匀溶解，再加入丙酮调匀，为了调节胶水浓度，模塑粉与丙酮的用量可以增减。乙醇与苯二甲酸二丁酯的用量可以调节包埋剂的硬度，以防止包埋体太硬而不便切片操作。配制成的胶水为无色透明液体。

3. 着 色

织物包埋前宜首先着色（坯织物、漂白织物以及色泽很浅的成品织物均需着色），以提高织物切片中的经、纬纱截面以及纱线与包埋剂之间的反差，使显微观测方便。织物上胶包埋宜在着色剂干燥后进行，这样才能避免包埋剂沾色，保持胶质的透明性能。由于纺织纤维遇水一般均有物理变化，故不宜采用水溶性的着色剂。经试验证明，由无水酒精溶解少量亚甲基兰作为织物着色剂较为适合，棉织物着色后变形在 1% 左右，而水溶性着色剂将使织物着色后变形大于 3%。上述着色剂基本适用于各种原料及其混纺织物。

4. 操 作

(1) 取 样

随机取整幅条样 10~20 厘米，如果整幅取样确有困难，可以取小块织物为样本。

(2) 织物着色

试样自然地舒展固定（可以固定在专用架上），在经向和纬向分别布置 10 个左右的着色部位，滴上无水酒精亚甲基兰溶液，着色范围约 4 平方厘米。

(3) 上胶包埋

试样着色部位干燥以后，在着色部分均匀地滴涂胶水进行包埋（一般单面上胶处理即可）。在已经涂敷胶水的部位，不要扰动胶水以防止气泡引入包埋部位，否则将使切片操作和显微观测发生困难。

(4) 切片

待胶水干燥后取下试样，将包埋织物剪成经向小条长(经)×宽(纬)为 20×8 平方毫米和纬向小条长(纬)×宽(经)为 20×8 平方毫米，分别标记后放置。经、纬向小条分别供纬向和经向结构切片用。切片用的刀具，可以采用单面或双面保安刀片，切片时落刀宜沿着同一根纱线的直径附近进行，以保证切片能正确呈现纱线的纵向和横向截面以及纱线的屈曲状态。图(1-1-1)为平纹织物的纬向切片图。

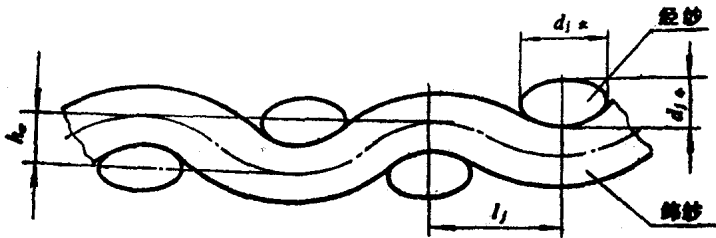


图 1-1-1
平纹织物纬向切片

将纱线截面形态清晰的织物切片，蘸上少量普通胶水后置于载玻片上(共计50~60条)，为了便于显微观测，纬向切片排列成图(1-1-2)形态，经向切片排列成图(1-1-3)形态，以标志两者的区别。

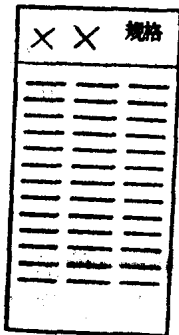


图 1-1-2 纬向切片排列



图1-1-3 经向切片排列

(二) 织物切片的观测

将载玻片上的织物切片，置于显微镜下，依靠反射光进行低倍放大观测。显微镜的目镜采用测微目镜，在观测时可以直接读出织物几何结构参数的观测数据。例如：经、纬纱屈曲波高 h_j 、 h_w ；经、纬纱直径 $d_{j大}$ 、 $d_{j小}$ 、 $d_{w大}$ 、 $d_{w小}$ ；经纬纱几何密度 l_j 、 l_w 等。图(1-2-1)为平纹织物的经向切片图。

h_j 、 h_w 等随机变量观测数据的多少，即子样的大小，视测试的精度要求而定。在科学研究时，要求相对地保证误差值 δ 一般为 2% 左右。

$$\delta = 2c_x \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} (\%) \quad (1-2-1)$$

$$n = 4 \left(\frac{c_x}{\delta} \right)^2 \quad (1-2-2)$$

式中：

$$c_x = \frac{\sigma_x}{\bar{x}} \times 100\% ;$$

σ_x —观测值的标准差；

n —观测值的子样容量；

c_x —分别代表 h_j 、 h_w 、 $d_{j大}$ 、 $d_{j小}$ 、 $d_{w大}$ 、 $d_{w小}$ 、 l_j 、 l_w 等观测值的变异系数；

\bar{x} —观测值的平均数。

式(1-2-1)的信度为5%。

织物的几何结构参数 h_j 、 h_w 等及其变异系数 (c_{h_j} 、 c_{h_w} 、 c_{l_j}) 等的工艺意义如下：

- (1) 纱线直径变异系数 c_d 的大小，反映纱线条干的均匀程度。
- (2) 经纱屈曲波高的变异系数 c_{h_j} 的大小，反映织造准备工序张力均匀与否的工艺状态。
- (3) 平纹织物经纱几何密度变异系数 c_{l_j} 的大小，反映钢筘

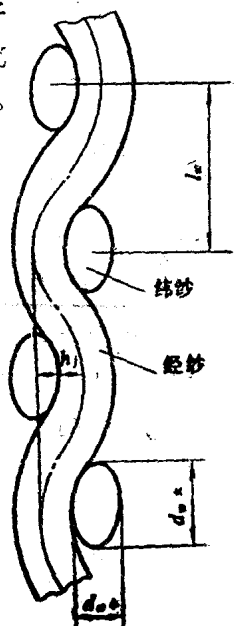


图 1-2-1

平纹织物经向切片

质量的好坏。

(4) 比较坯织物和成品织物几何结构参数的变化情况, 可以揭示染整工艺对提高成品质量的功效。假如成品织物的 c_h, c_l 都小于坯织物的相应指标, 这样就足以证明染整加工提高了织物的布面质量。

例 今有涤/棉(65/35)织物 A: $13.1 \times 13.1 \times 377.5 \times 342.5$ ($45 \times 45 \times 96 \times 87$) 和织物 B: $13.1 \times 13.1 \times 393.5 \times 362$ ($45 \times 45 \times 100 \times 92$) 两种细布, 分别比较坯织物与成品织物的几何结构参数, 揭示各织物所属生产工艺的优劣。(括号内为英制规格)

织物几何结构参数变异系数

表 1-2-1

单位% 织物	项目	经纱大直径 的变异系数	经纱屈曲波 高变异系数	经纱几何密 度变异系数	布面质量
		c_d ; 大	c_h ;	c_l ;	
A 坯 织 物		15.10	13.7	14.95	条影织疵严重
B 坯 织 物		7.85	11.5	6.3	无条影织疵

表(1-2-1)数据揭示了 B 织物的原纱条干均匀程度, 织造准备工序张力均匀程度以及所用钢筘质量等都比生产 A 织物时为好。

由表(1-2-2)的数据揭示: B 织物经历的染整工艺, 使经纱屈曲波高与经纱几何密度的变异系数均得到大幅度地减小, 经纱的截面更为圆整, 使织物布面质量更为丰满, 这些情况充分证明 B 织物经历的染整工艺比 A 织物所经历的为好。因而由织物切片所得织物几何结构参数的变化对比, 将使实物质量评比工作更为具体而细致, 有利于促进纺织品实物质量的提高。

染整后织物结构参数变异系数

表 1-2-2

项目 工 织 物	经纱密度 变化 增加(%)	c_l 的 变化 (%)	c_h 的 变化 (%)	经纱大小直径比值(%)			成品织物 布面质量
				坯织物	成品织物	成品织物 比坯织物	
A	+7.90	-1.67	-13.9	1.62	1.72	+6.17	条影织疵仍 存在
B	+3.80	-62.0	-78.5	1.55	1.33	-14.2	成品织物比坯 织物更丰满

二、机织物内纱线的直径系数 及其测定方法

经、纬纱线在织物内不同屈曲程度的配合，将使织物呈现不同的几何结构相和具有不同的物理机械性能；而织物经、纬纱线的屈曲波高及经、纬密度的合理配合，是由经、纬纱线的直径决定的。在当前纤维品种和纱线结构日益丰富的时代，研究织物内纱线的直径系数，显然是十分重要的。

本篇提出：1. 纱线的自由态直径系数和织物内纱线直径系数宜给以区别的观点；2. 织物内纱线直径系数的测定方法。

（一）机织物内纱线的截面形态

关于纱线在织物内的截面形态，数十年来有过各种论点：有的学者主张以圆形或椭圆形描述，有的主张以跑道形描述，也有主张以凸透镜形描述；根据大量本色棉布和部分毛织物的切片观测，本篇提出织物中单独浮点的纱线截面宜采用正弦弧和圆弧衔接而成的图形进行描述的主张，见图(2-1-1E)，其截面积的大小可以按椭圆形进行近似计算，至于凸透镜形态，较多地呈现在加捻较少的长丝织物中，可以看作图(2-1-1E)的圆弧部分收缩为一点情况下的特例。

关于纱线在织物内截面形态的种种讨论，对于平纹织物进行织缩率等定量概算具有实际的意义，在其他组织的织物中，经、纬纱的截面形态难以采用一定的模型描述。解决此类问题的尝试方法，在涉及经、纬织缩率概算时有较详细的介绍。如果对织物