

---

# 青岛纺织工程与管理

Qingdao Textile Engineering and Administration

2014 年第四期 (总第 64 期)

青岛市纺织工程学会 主办

锦桥纺织网 协办

[qtlei@sina.com](mailto:qtlei@sina.com)

---

## 本期目录

原棉性能与成纱品质关系的综述.....	2
反恐纺织品的发展和探索.....	9
<b>小知识</b> .....	20

# 原棉性能与成纱品质关系的综述

青岛市纺织总公司 戴受柏 青岛市纺织纤维检验所 宋钧才

摘要 本文主要将近五十年来，各国（包括前苏联、美国、瑞士、中国）具有代表性的原棉性能与成纱品质关系的研究成果进行综述。

关键词 原棉性能、成纱品质、多元线性回归方程式、配棉软件

棉纱的品质在很大程度上是由棉纤维的性能所决定。因此，各国对原棉性能与成纱品质关系的研究都十分重视，其目的是做好配棉管理，以最低的成本，生产出符合一定品质要求的棉纱。现将近五十年来，各国（包括前苏联、美国、瑞士、日本、中国）具有代表性的原棉性能与成纱品质关系的经验公式综述如下：

## 一、前苏联 A.H.索洛维耶夫提出的计算式

四、五十年代发表的经验公式中，大多数仅以棉纤维长度为依据，而 A.H.索洛维耶夫所提出的计算式是比较全面的。A.H.索洛维耶夫的计算式如下：

$$P = P_B \frac{N_B}{N} \left[ 1 - 0.0375 H_0 - \frac{2.65}{\sqrt{\frac{N_B}{N}}} \right] \cdot Z \cdot K \cdot \eta \dots \dots \dots (1)$$

式中：P——细纱的单纱强力，gf；

$P_B$ ——单纤维的平均强力，gf；

$N_B$ ——棉纤维的平均公制支数，m/g；

N——细纱公制支数，m/g；

---

$H_0$ ——工艺过程对细纱品质的影响指标，它与单纱强力不匀率有关，精梳棉纱一般在 3.5~4.0，粗梳棉纱一般在 4.5~5.0；

$\eta$ ——机械状态修正系数， $\eta=0.95\sim 1.1$ ，在机械状态正常时 $\eta=1.0$ ；

$K$ ——捻度修正系数，根据实际捻系数 $\alpha$ 与临界捻系数 $\alpha_k$ 之间的差值而定；

$Z$ ——长度修正系数，当原棉的长度均匀率大于 800 时， $Z = 1 - \frac{5}{L_p}$ ；

$L_p$ ——混合原棉的品质长度，mm。

公式中的有关项目，均是我国五十年代初在棉纺织厂可以测定的项目，为此青岛市纺织工程学会在组织学习《索氏棉纱强力公式》的基础上于 1956 年出版了一本《A.H.索洛维耶夫强力计算公式的实践》的小册子，并且各厂的纺纱工场主任还要求在配棉成份表中必须写明成纱强力和棉结杂质（棉结杂质一般根据单唛试纺来预测）的预测值，作为对验配工作的考核指标。A.H.索洛维耶夫提出的计算式显示了前苏联的深厚的数学理论基础，至今，仍然在很多生产实践活动中广泛应用。

## 二、美国发布的多元线性回归方程式

早在上世纪五、六十年代美国的各个研究机构就陆续在利用在 HVI 所取得的数据，充分发挥了计算机的强大计算功能方面取得了一些成果，即大量的多元线性回归方程式。特别八十年代以来，随着 HVI 技术的日趋成熟和计算机的高速发展，一系列有针对意义的多元线性回归方程式相继被推出，对研究原棉性能与成纱品质关系具有一定的指导意义。

现将多元线性回归方程式所使用的符号释义如下：

$x_1$  ——纤维的上半部平均长度 UHML，或 2.5%跨距长度 (2.5%S.L.)，in；

$x_1'$  ——UHML，或 2.5%S.L.，mm；

- $x_2$  ——纤维的整齐度比  $U_R$ , %;
- $x_2'$  ——纤维的整齐度指数  $U_I$ , %;
- $x_3$  ——纤维的强度,  $\frac{1}{8}$ "隔距, gf/tex;
- $x_4$  ——纤维的马克隆值 (Mic);
- $x_5$  ——纤维的反射率  $R_d$ , %;
- $x_6$  ——纤维的黄色深度 (+b);
- $x_7$  ——纤维的含杂;
- $x_8$  ——纤维的断裂伸长率, %;
- $x_9$  ——纤维的品级指数;
- $y$  ——缕纱强力, lbs;
- $y'$  ——成纱品质指标 CSP。

(一) 美国农业部 1984 年度的多元线性回归方程式

1、中纤维

$$y = 27.03 x_1 + 4.19 x_2' + 3.61 x_3 - 6.86 x_4 + 0.71 x_5 + 0.09 x_6 - 0.58 x_7 - 379.33$$

.....(2)

采用了 161 个中纤维 (长度在  $1 \sim 1\frac{3}{32}$ "之间) 试验样品, 捻系数为 4.0, 锭速为 9000rpm 的环锭纺 22<sup>s</sup> (26.8tex), 因变量为缕纱强力 (lbs)。

2、短纤维

$$y = 106.36 x_1 + 1.9 x_2' + 1.03 x_3 - 12.22 x_4 + 1.86 x_5 - 3.48 x_6 - 0.63 x_7 - 92.6 \dots \dots \dots (3)$$

采用了 34 个短纤维 (长度在  $\frac{3}{32}$ "及以下) 试验样品, 捻系数为 4.5, 锭速为 45000rpm 的转杯纺 8s (73.8tex), 因变量为缕纱强力 (lbs)。

(二) 美国 CLEMSON 大学研制的原棉管理系统

## 1、 环锭纺

纯棉 4 个品种（18、26、34、42 英支）的多元线性回归方程式：

$$y' = 2122.40 x_1 + 56.94 x_2 + 49.48 x_3 - 199.83 x_4 + 6.65 x_5 + 20.48 x_6 - 28.05 x_8 - 5292.$$

37.....(4)

## 2、 转杯纺

纯棉 6 英支的多元线性回归方程式：

$$y' = 380.80 x_1 + 31.24 x_2 + 29.09 x_3 - 75.35 x_4 + 1.77 x_5 + 11.93 x_6 - 44.31 x_8 - 1004.88$$

.....(5)

### （三） 美国 Jin Brown 配置的多元线性回归方程式

Jin Brown 是美国 MCI 公司电脑配棉软件工程师，于九十年代初曾经为一些棉纺织厂配置了多元线性回归方程式。给出了条干均匀度、棉结的预测方程式：

#### 1、 条干均匀度的预测方程式：

$$y_1 = 15.58 + 0.68 x_4 - 5.25 x_1 \dots\dots\dots(6)$$

式中  $y_1$  为条干均匀度 CV 值。

#### 2、 棉结的预测方程式：

$$y_2 = 38.7 x_5 - 132.8 x_4 - 124.1 x_6 - 880.8 \dots\dots\dots(7)$$

式中  $y_2$  为纱的棉结数。

### （四） 美国 Spinlab 公司的多元线性回归方程式

#### 1、 22 支环锭纺纱

$$y = 86.42 x_1 + 1.95 x_2 + 3 x_3 - 8.72 - 173.28 \dots\dots\dots(8)$$

#### 2、 8 支转杯纺纱

$$y = 270 x_1 - 8 x_2 + 45 x_3 - 112 x_4 - 3.9 x_5 - 1.1 x_6 - 24 x_7 + 1818 \dots\dots(9)$$

### 三、 瑞士 USTER 公司的纺纱均匀性指数

纺纱均匀性指数 (Spinning Consistence Index, 简称 SCI), 也称纺纱一致性指数或纺纱稳定性指数, 是瑞士 USTER 公司 1995 年在美国 MCI 公司和美国 Spinlab 公司研究的基础上为 HVI 的用户提供一个基于 HVI 数据的多重回归经验性公式, 它能反映纤维的可纺性和估算成纱强力。公式中共涉及测试项目中纤维断裂比强度、马克隆值、上半部平均长度、长度整齐度、反射率、黄色深度 6 个参数, 其中前 4 个为主要参数, 影响较大。计算公式如下:

$$SCI = -414.67 + 2.9 \times Str - 9.32 \times Mic + 49.17 \times Len \quad (\text{in}) + 4.74 \times Unf + 0.65 \times Rd + 0.36 \times (+b) \dots\dots\dots(10)$$

SCI 系无量纲的数值, 既不是缕纱强力, 又不是品质指标, 而是作为一种以强力为中心的综合分类指标。SCI 数值大致在 100~160 的范围内, 数值越大意味着成纱强力越大, 纺纱断头率降低。现被较为广泛地应用于棉花的配棉和混棉工艺过程中。

#### 四、我国有关专家近期的研究成果

##### 1、中国纺织大学储才元教授等提出的多元线性回归方程式

在选用了不同地区、不同等级的 17 种国产棉和 2 种美棉共 19 个棉样, 并进行了数据的标准化处理后得到了一多元线性回归方程式, 再经优化处理得到多元线性回归方程式如下:

$$y' = 110.10 x_1' + 43.66 x_2 + 32.42 x_3 - 121.51 x_4 - 3024.97 \dots\dots\dots(11)$$

##### 2、上海市纺织纤维检验所陈愈久高级工程师等提出的多元线性回归方程式

上海市纺织纤维检验所陈愈久高级工程师选用了已经进行了 HVI900 检验的 128 批棉样在上海十九棉进行了试纺研究, 试纺号数为 19.5tex, 捻系数为 389, 锭速 8000rpm。得出多元线性回归方程式如下:

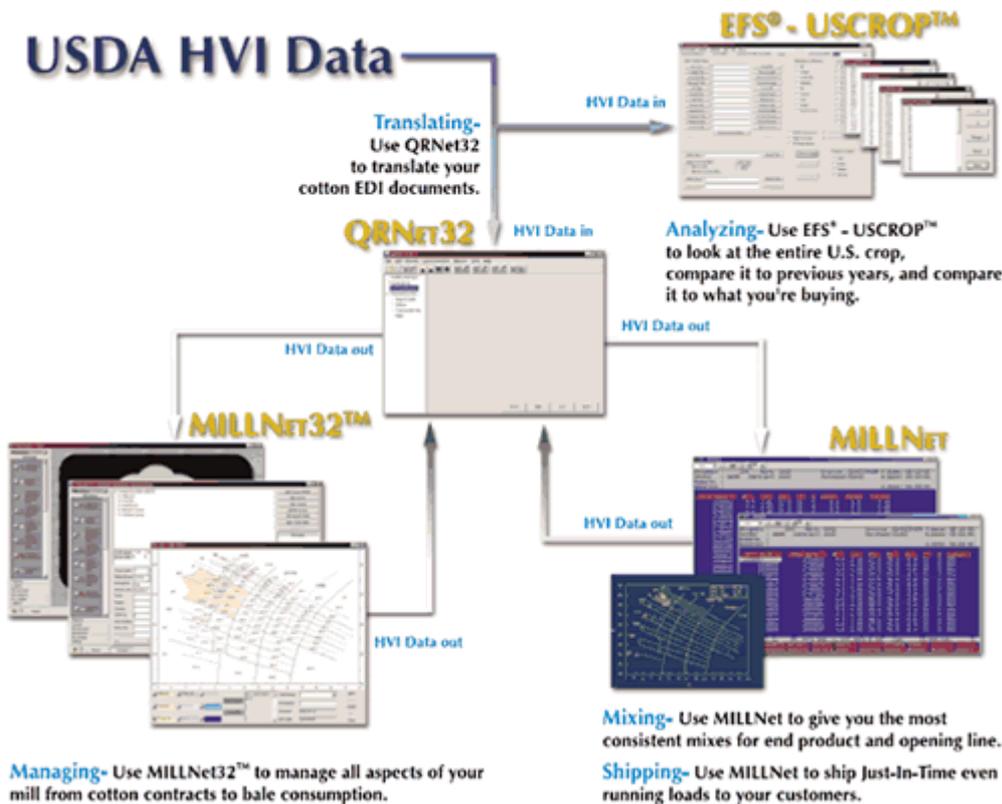
$$y' = 79.69x_1' + 42.69x_2 + 19.30x_3 - 84.56x_4 - 1863 \dots \dots \dots (12)$$

## 五、最新的研究方法

由于原棉性能与成纱品质关系非常复杂，而且受到很多外在因素影响很大，因此近期出现了动态研究的新趋势。

1、美国棉花公司针对棉纺织工业的需求开发的，对棉花纤维进行管理，能够使从轧花厂到棉商各个环节的棉花用户精确地安排他们的库存，评价原料的性质，拟定合理的使用计划。EFS<sup>®</sup>软件程序充分利用各种类型的棉花的特有的天然的性质，得到统计学上均匀的混棉效果，提高生产商在有关棉花原料方面的利润，棉纺厂就能够以最低的原料成本，持续稳定的满足客户的技术要求，从而最好地满足相应的最终产品的技术要求，取得最大优化的经济效果。

EFS<sup>®</sup>棉花数据库管理流程图



2、青岛纺联控股集团公司邱兆宝在继承了前人研究成果的基础上，研究考虑纺纱工艺过程成纱质量受原棉、设备、工艺、温湿度等影响的影响因素，充分利用了电子计算机的强大计算能力，建立了成纱质量预测的动态模型（包括

---

不同的模型类型及其参数), 推出了适合中国企业使用的配棉管理决策支持系统软件。该配棉技术管理决策支持系统以原棉管理为基础、配棉成本为核心、成纱质量预测为控制手段, 运用系统工程的思想和方法, 遵循配棉技术原则, 对 HVI 数据配棉进行智能化高度概括, 将棉纺学、运筹学、模糊数学、技术经济学以及计算机技术融为一体, 定量化地描述了配棉全过程的规律。该系统有利于实现**配棉技术管理标准化**。

## 六、综述

综上所述, 所有这些研究成果都对棉纺生产实践具有一定的重要意义, 特别是有了 **HVI** 的数据后, 就更为准确可靠了, 加上电子计算机的强大数据处理功能, 原棉性能与成纱品质关系的研究必将出现新的高峰。因此建议:

1、由于原有的研究成果中大部分仅考虑成纱强力, 有一定的局限性, 为了更好地体现原棉性能与成纱品质关系, 应该分别考虑其他与成纱的质量指标, 如条干、毛羽、棉结、杂质等的关系;

2、动态研究和非线性回归方程式是未来研究的主体方向, 研究过程中要充分考虑纺纱工艺过程的影响;

3、尽管 **HVI** 的数据功能已经非常强大了, 但实际上还有不少指标不足以完全说明原棉性能, 因此在研究过程中如果需要可引进更细致的原棉性能指标, 如杂质、成熟度、细度、棉花品种等;

4、所有的研究成果都应该以指导**棉纺生产实践作为终极目标**, 因此一定要与**配棉**技术结合来进行。

# 反恐纺织品的发展和探索

邱冠雄 姜亚明（天津工业大学复合材料研究所）

美国“9.11”事件发生以来，反恐怖成了国际上特别是在发达国家所关注的主题，这使个体防护（或者叫个体装甲）材料的研制和开发在军用领域和民用领域都得到了快速的发展。而高技术产业用针织品以其设计灵活、性价比高、应用面广等特点在个体防护领域中具有广阔的发展前景。[] 纺织纤维材料用于个体防护具有重量轻、可设计性强以及可以实现大面积防护等特点，在防弹头盔、高性能防护头盔、防弹衣、防刺服、防割材料、汽车防弹装甲等领域有着广泛的应用。作为反恐纺织品的高技术纤维原料，美国杜邦公司的 Kevlar 纤维、荷兰 DSM 公司及美国 Allied Signal 的超高分子量聚乙烯纤维，在“9.11”事件之后发展极为迅速。为了适应各种不同的防护要求，研究人员研制开发了不同的织物形式用于反恐纺织品，从传统的机织物、针织物、无纺布到针织轴向织物（分经编及纬编两大类）以及 UD 材料，品种众多，形式多样。织物的结构不同，其力学性能、成型性能以及防护性能也不同，可以根据不同的防护要求选择不同结构的织物形式。本文主要介绍反恐纺织品的发展现状及一些最新的研究进展。

## 一、反恐纺织品用纤维原料

作为反恐纺织品的纤维原料，其力学性能必须具备高强、高模、耐冲击等特点。目前，国际上较为流行的用于防弹及防刺的化学纤维原料主要是芳纶纤维及超高分子量聚乙烯纤维。此外，用生化方法制成的蜘蛛丝纤维近年来得到了国际上防护材料界及军工部门的极大关注。

### 1、芳纶纤维

芳香族聚酰胺纤维的商品名为芳纶。因纤维大分子链节中酰胺键和亚胺键位置的不同，芳纶得到各种命名，如芳纶 14 或 1414。芳香族聚酰胺纤维中最有代表性的高强度、高模量和耐高温纤维是聚对苯二甲酰对苯二胺（PPTA）纤维，杜邦公司的商品名为“Kevlar”。PPTA 纤维具有优良的物理机械性能，应用范围十分广泛，如工业上的轮胎帘子线、高强度绳索及耐压容器等；军事方面如防弹衣、防弹头盔、降落伞、装甲板等；航空航天方面如飞机结构和内部装饰材料，机身、机翼，火箭发动机外壳等。

PPTA 纤维具有如下特点：

- 1) 强度高：PPTA 纤维实际强度为 22CN/dtex 左右，具有优异的抗张性能。
- 2) 热稳定性好：PPTA 纤维的玻璃化转变温度约 345°C，在高温下不熔，收缩亦很小。将其在 160°C 热空气中处理 400h 后，纤维强度基本不变；在约 500°C 以上，碳化速度明显加快；纤维虽可燃烧，但离开火源后有自熄性。
- 3) 反复拉伸性能好：尺寸稳定性在有机纤维中最佳，但弯曲疲劳性较聚酯纤维差。
- 4) 对普通有机溶剂、盐类溶液等有很好的耐化学药品性，但耐强酸、强碱性较差。
- 5) 对紫外线比较敏感，不宜直接暴露在日光下使用。
- 6) PPTA 纤维是一种外观呈黄色的纤维，不易染色。

表 1 中列出了几种纤维的主要性能参数的比较。

表 1 几种纤维的主要性能参数的比较

项目	Kevlar-29	Kevlar-49	E 玻璃纤维	聚酯纤维	聚酰胺纤维
密度 g/cm <sup>3</sup>	1.44	1.44	2.54	1.38	1.14

抗张强度 CN/dtex	19.4	19.4	8.5	8.1	8.3
弹性模量 CN/dtex	406	882	265	88	44
断裂伸长%	3.8	2.4	4.0	13	19

杜邦公司开发了一系列的 Kevlar 品种，如超高强型 Kevlar129，强度比 Kevlar29 提高 20%，韧性更强；超高模量型 Kevlar149，模量较 Kevlar49 提高 25%，而回潮率仅为普通 PPTA 纤维的 25%~50%；中等模量型 Kevlar68、高粘成型 Kevlar-Ha、抗疲劳型 Kevlar 等。

## 2、 超高分子量聚乙烯纤维 (UHMW-PE)

80 年代，荷兰 DSM 公司和日本 Toyobo 公司合作开发制造了高强度聚乙烯纤维。目前，DSM 公司（商品名为 Dyneema）以及美国 Allied Signal 公司（商品名为 Spectra）的高强度聚乙烯纤维已经系列化。这种纤维特别适用于高性能防护纺织品。以高强 DyneemaSK60 为例，UHMW-PE 纤维具有以下特点：

1) 在伸长率 3.5%左右，高强 DyneemaSK60 纤维显示了在所有人造纤维中最高的比强度，它的模量与 HS 碳纤维相近。图 1 表示了这种纤维和普通涤纶纤维结构的比较示意图。图 2 表示了不同高强度纤维的断裂强度，用自由断裂长度 (km) 表示。



图 1 DyneemaSK60 和普通涤纶纤维分子结构的比较示意图

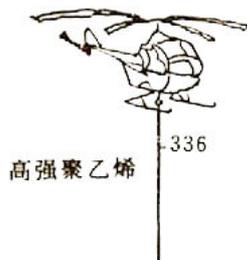


图 2 不同高强度纤维的断裂强度（自由断裂长度 km）

2) Dyneema SK60 纤维具有极好的弯曲性能，能不断裂地形成针织线圈和打结头。而玻璃纤维、碳纤维和芳纶纤维的弯曲性能较差。图 3 表示了 Dyneema SK60 纤维和芳纶打结头的比较。

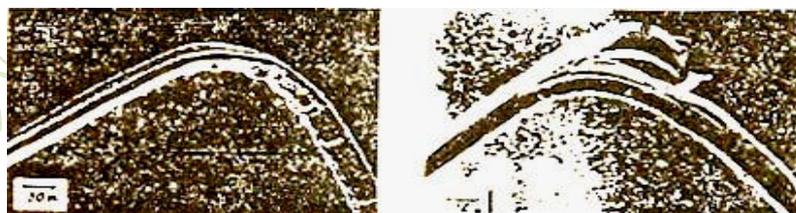


(a) 高强聚乙烯打结头（光滑）

(b) 芳纶打结头（有纤维毛刺）

图 3 Dyneema SK60 纤维和芳纶纤维打结头的比较

图 4 表示了 Dyneema SK60 纤维和芳纶纤维成圈牢度的比较。从图中可以看出，Dyneema SK60 纤维比芳纶纤维成圈性能更好。



(a) Dyneema SK60 纤维

(b) 芳纶纤维

图 4 SK60 和芳纶纤维成圈性能的比较

图 5 给出了高性能聚乙烯纤维应力-应变曲线和其它各种高性能纤维的应力

-应变曲线的比较。

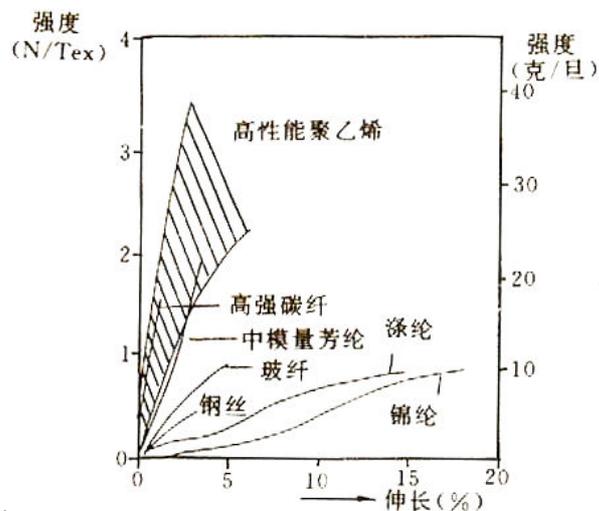


图 5 高性能聚乙烯纤维应力-应变曲线和其它

各种高性能纤维的应力-应变曲线比较

3) 耐磨损。Dyneema SK60 纤维具有很低的摩擦系数，耐磨性好，优于其它高性能纤维，和尼龙、涤纶等传统纤维接近。

4) 耐光性好。与芳纶纤维相比，Dyneema SK60 的断裂强度在长时间光照作用下依然有很高的保持率。

5) 耐腐蚀性。由于聚乙烯的化学结构简单，因此耐腐蚀性能极好。用这种纤维制造的产品不会由于和酸、碱、污海水等接触而损失其强度。

6) 耐温性能。Dyneema SK60 纤维在 145°C 和 155°C 之间熔化，而低温度时纤维强度保持很好。由于熔点较低，可以利用炽热金属丝来切割织物。

7) 抗辐射性好。Dyneema SK60 纤维耐紫外线辐射，能使 X 射线透过而不损伤强力。

超高分子量聚乙烯纤维同样具有广泛的应用领域，可用于船帆、过滤布、防护服装、降落伞、头盔、充气帐篷、土工布、复合材料等产业用纺织品领域。由于这种纤维的柔软性好，它能很好地用于针织加工。近年来，超高分子量聚乙烯纤维在防弹材料领域有着大规模的应用，如防弹头盔、防弹板、防弹衣等。

### 3、 蜘蛛丝纤维

蜘蛛丝的主要化学成分是甘氨酸( $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ )、丙氨酸( $\text{NH}_2\text{-CH}[\text{CH}_3]\text{-COOH}$ )及小部分的丝氨酸( $\text{NH}_2\text{-CH}[\text{CH}_2\text{OH}]\text{-COOH}$ )，加上其它氨基酸单体蛋白质分子链构成。外观上又细又柔软的蜘蛛丝之所以具有极好的弹性和强度，其原因在于：一方面，蜘蛛丝中具有不规则的蛋白质分子链，这使蜘蛛丝具有弹性；另一方面，蜘蛛丝中还具有规则的蛋白质分子链，这又使蜘蛛丝具有强度。

长期以来，科学家一直在研究如何大量制造蜘蛛丝的方法。丹麦阿赫斯大学的研究人员发现：蜘蛛造丝的蛋白质与酸接触时，它们之间相互叠合，连接成链状，从而使丝的强度大大增加。美国麻省的国家陆军生物化学指挥中心和加拿大魁北克内克夏生物科技公司(Nexia Bio-technologies)从蜘蛛身上抽出蜘蛛基因植入山羊体内，让羊奶具有蜘蛛丝蛋白，再利用特殊的纺丝程序，将羊奶中的蜘蛛丝蛋白纺成人造基因蜘蛛丝，这种丝又称为生物钢(Bio-Steel)。用这种方法生产的人造基因蜘蛛丝比钢强4至5倍，而且具有如蚕丝般的柔软和光泽，可用于制造高级防弹衣。生物钢的用途广泛，还能制造战斗飞行器、坦克、雷达、卫星等装备的防护罩等。

## 二、反恐个体防护装备

### 1、防弹头盔

目前，用于制造防弹头盔的纤维原料主要有两种，即芳纶纤维和超高分子量聚乙烯纤维。这两种纤维原料在性能上各具特点：芳纶纤维耐高温，对树脂的适应性强，但不耐紫外线，而且与超高分子量聚乙烯相比密度较大；超高分子量聚乙烯纤维抗冲击性好，模量高，密度小于水(可以漂浮在水面上)，但其最大缺点是不耐高温(熔点在 $135^\circ\text{C}$ 左右)，而且与树脂之间的界面结合较差。

用于制造防弹头盔的织物形式主要有有机织物、UD材料以及针织轴向织物。

用机织物制造防弹头盔的主要缺点是模压过程中不可避免的起皱现象，尤其是当织物的密度较大时起皱现象更为严重。这是因为：机织物在模压成型过程中，其经纬交织结构使成型所必须的剪切变形受到限制，即经纬纱之间的夹角由于交织结构的限制而不能随意变化，存在一个锁紧临界位置，如图 6 所示。



(a) 变形前

(b) 变形后（剪切临界角）

图 6 机织物在模压过程中的变形特点

在机织物的模压成型过程中，如果织物变形的角度超过剪切临界角，就会产生起皱现象。因此，利用机织物模压头盔时，为了避免或减弱起皱现象，一般都需要裁剪。这样既会浪费织物，有会降低头盔的力学性能。

利用 UD 材料制造头盔同样也会出现起皱现象。如图 7 所示，为半球冲压（ $0^\circ/90^\circ$ ）UD 铺层的起皱情况。

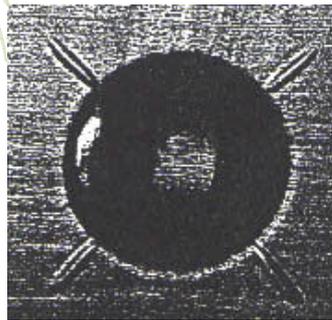
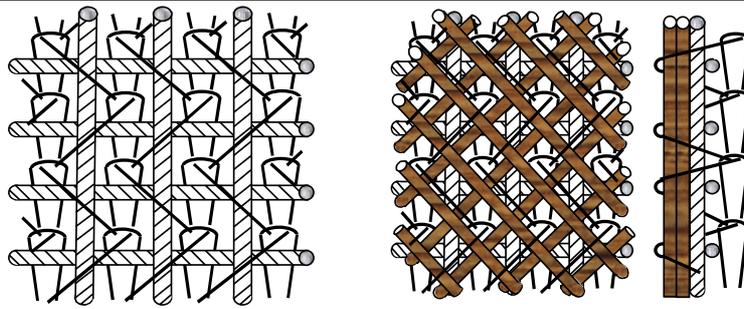


图 7 半球冲压（ $0^\circ/90^\circ$ ）UD 铺层的起皱现象

对于经编经编双轴向（ $0^\circ/90^\circ$ ）织物（图 8(a)）和经编多轴向织物（图 8(b)）来说，其经纬纱的倾斜、旋转运动受到经平线圈延展线的严重制约，活动余地很小，导致此类织物的模压成型性能也较差。如图 9 所示，织物在成型后产生了严重的起拱现象，说明这种织物的成型性不佳。



(a) 经编双轴向结构

(b) 经编多轴向结构

图 8 经编双轴向 ( $0^\circ/90^\circ$ ) 及多轴向 ( $0^\circ/90^\circ/\pm 45^\circ$ ) 织物结构图

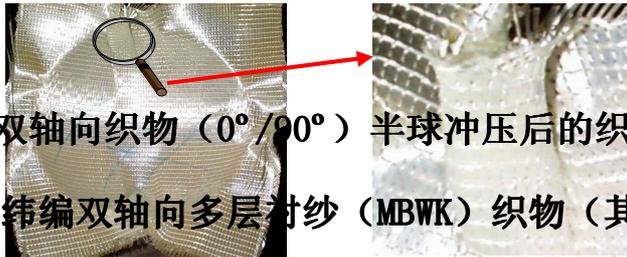


图 9 经编双轴向织物 ( $0^\circ/90^\circ$ ) 半球冲压后的织物变形

而如果采用纬编双轴向多层衬纱 (MBWK) 织物 (其结构图如图 10 所示) 开发防弹头盔则颇具优点。首先, 由于织物中的衬纱呈直线状态, 无屈曲, 因此在达到相同的力学性能的条件可以降低织物的面密度; 其次, 纬编双轴向多层衬纱织物具有极好的可成型性能, 能够利用一正块织物无需裁剪一次模压成型, 形成非常光滑而无任何褶皱的盔壳曲面。该织物已经在空军飞行员头盔的开发上获得成功 (图 11)。

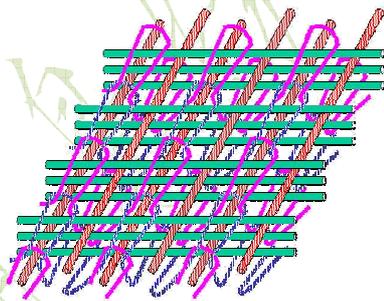


图 10 纬编双轴向多层衬纱织物结构图



图 11 利用 MBWK 织物开发的空军

飞行员头盔 (无任何褶皱)

可见, 纬编双轴向多层衬纱芳纶或超高分子量聚乙烯纤维织物在开发高性能防护头盔领域大有发展前景。

## 2、防弹背心

采用芳纶纤维及超高分子量聚乙烯纤维作原料，织物形式以机织物及 UD 片材为主（如图 12 所示）。对于女用防弹背心，纬编双轴向多层衬纱织物以其极好的可成型性能而颇具潜力。对于防弹背心来说，根据不同类型的子弹、弹片，分多种防护等级和防护水平。



图 12 男用及



图 13 为经编双轴向芳纶织物防弹背心的防弹效果。图 14 为纬编双轴向多层衬纱超高分子量聚乙烯纤维织物增强不饱和聚脂复合材料防弹背心插板的防弹效果。

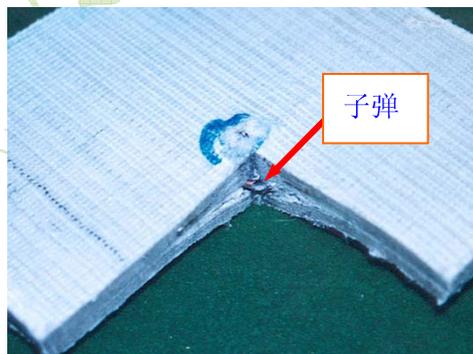
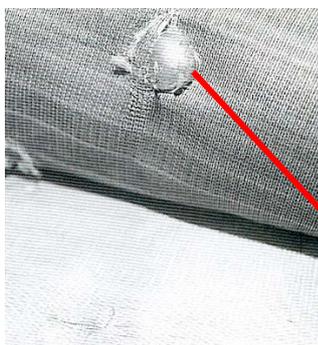


图 13 经编双轴向芳纶防弹织物的防弹效果 图 14 纬编双轴向多层衬纱织物增强不饱和聚脂复合材料防弹背心插板的防弹效果

### 3、汽车防弹装甲

芳纶纤维及超高分子量聚乙烯纤维增强复合材料可以用作汽车防弹装甲（如图 15 所示），例如汽车门及汽车外壳的防弹内衬。



图 15 BMW 防弹车

#### 4、防刺织物及防割织物

在我国，各种枪械的控制非常严格，因此相比之下来自匕首等锐器的威胁要大于来自枪弹的威胁。从这个意义上讲，在我国民用的防刺材料和防割材料比防弹材料的前景更为看好。目前，防刺及防割材料依然以芳纶纤维和超高分子量聚乙烯纤维为主，而织物形式则以针织物及无纺布物为主。

图 16 所示为常见的锐器及枪支。图 17 为用一种超细的纤维编织成的密度很大的轻质织物，以抵抗锐器的穿刺。图 18 为各种 Dyneema 防割手套和 Kevlar 防割不燃手套及臂套。

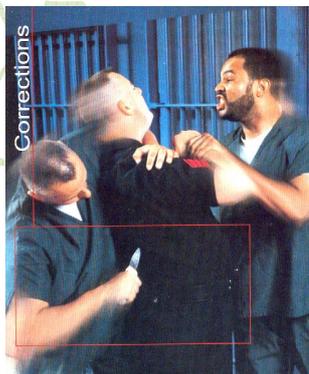
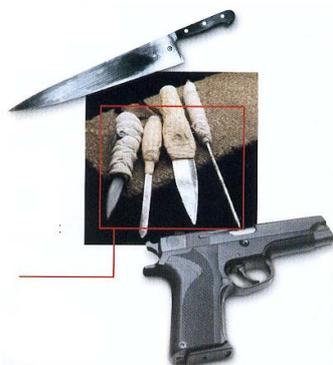


图 16 常见的锐器及枪支      图 17 一种超细的纤维编织成的密度很大的轻质织物防刺服

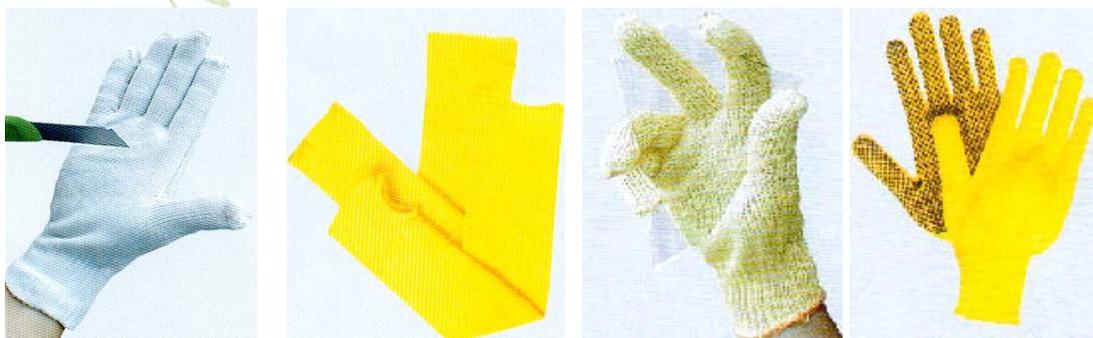


图 18 各种 Dyneema 防割手套和 Kevlar 防割不燃手套及臂套

## 5、纳米工程级的安全与防护

纳米技术作为 21 世纪优先发展的先进技术，在防护服装领域大有发展前景。麻省理工学院已经创立了军事纳米研究所，其目的是研发特种防护服装用来对抗生化武器。美国军方希望能在两年内为部队配备性能更优的防护服。由于采用了纳米技术，这些服装能抗菌，而经过特殊处理的纤维能使服装不但具有呼吸功能，而且能够阻止毒气通过。利用纳米技术还可以开发具有特殊功能的“形态”织物，它能够通过变色而改进“伪装”性能。纳米技术织物如果采用纳米级中空纤维，内充含铁的流体，磁化时使纤维硬化，从而使织物起夹板固定作用。

## 6、开发各种民用警用防护装备

纵火和爆炸所引起的大火，使个体防火材料的发展颇受关注。作为个体防护产品，防火耐热服装、紧急逃生通道以及各种警用服装（例如夜间反光服）等产品在我国大有市场，而产业用针织物在此领域中也占有一席之地。

如图 19 所示，为一种德国生产的耐火经编针织物，而图 20 为用该织物与铝箔的复合材料制成的防火服。图 21 为一种经编双轴向织物火警逃生通道。

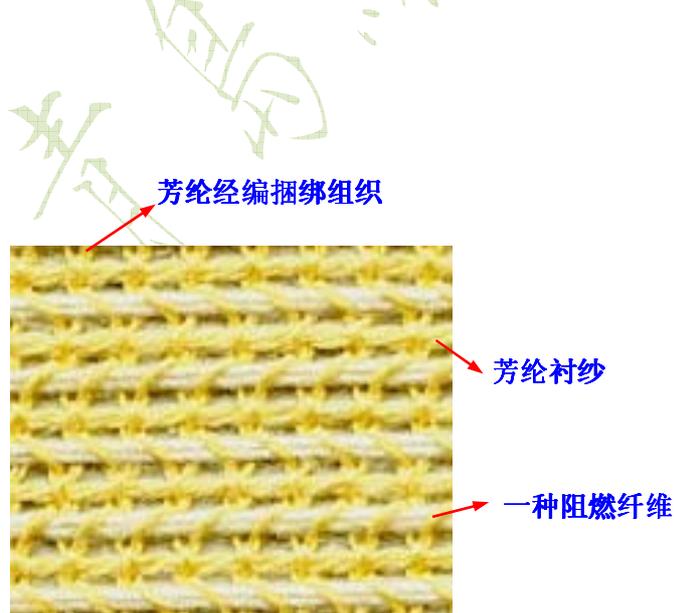


图 19 一种德国生产的耐火经编针织物



图 20 用芳纶经编织物与铝箔

## 制成的防火服



图 21 经编双轴向织物火警逃生通道

反恐纺织品及其增强复合材料的研制和开发离不开各种必须的测试技术和设备，主要包括大量程强力仪、防弹测试装置、防刺测试装置、防撞击测试装置以及防割测试装置等。因为用于高性能防护材料的纤维原料大部分为高强高模材料（例如芳纶纤维和超高分子量聚乙烯纤维），因此测试其应力应变性能必须采用大量程强力仪，而用于测试传统服用面料的仪器设备是不能胜任的。我国在防弹、防刺、防割等测试技术及仪器方面的研究还远远不够，这在某种程度上限制我国对特种防护材料的研制和开发。

总之，“9.11”事件使个体防护（或者叫个体装甲）材料的研制和开发在军用领域和民用领域都得到了快速的发展，也为我国特种防护材料的研制和开发带来了一个巨大的发展契机。

### 小知识

## 面料的品质管理

### 第一节 规划面料的品质管理

---

规划中有很多重要因素，分为 A，B 两类。其中 A 类针对面料本身。B 关则是相关要素。

## 一、规划中的 A 类要素

### 1 立即检验

面料到厂第一时间进行检验，时效性非常重要，面料合格方可入库存，不合格的面料不入库，不开裁。

### 2 抽样检验的数量

抽样方案:抽验时按每批次计算,单批次数量 1000 码以内全检,1001 至 5000 码抽 30% (不少于是 1000 码), 5000 码以上抽检 20%不 (不少于是 2500 码)。

### 3 测试

面料测试项目包括物理和化学性能的测试及外观测试。外观测试只是测试的一部份目测所不能及的必需由实验室完成。(如:色牢度,强力,PH 值,甲醛, APEO, 偶氮染料等)

## 二、规划中的 B 要素

### 1 面料检验员

要求有丰富的经验员，并要求检验员做好检验记录和检验报告。

### 2 检验光线

在标准光源下进行，或使用验布机。

### 3 客供面料

即使是客供面料也要进行检验，并将结果告知客户。

### 4 不合格的面料

不合格的面料不开裁，这是面料品质管理的其基本原则。检验面料不合格即时通知相关部门和人员解决。

## 第二节 面料品质管理的主要项目

### 一、面料的组织结构

#### 1 面料的组织

面料的组织是指纱线交织的规律。对机织物而言，是指经纬纱的交织规律，如平纹、斜纹、缎纹以及提花等。对针织物，如平纹、罗纹、单面、双面、经缎等。我们检布不需要精确的分析纱线的交织规律，只需要检验花纹的外观和大小是否符合确认样。可以目测或借助放大镜、照布镜观察面料的纱线交织规律和花纹外观。任何组织或花纹的错误，都判为重大疵点，为不合格品。

#### 2 纱线的支数

纱线的支数表示纱线的粗细，目测不能判断，一般由实验室做。如果发现面料的厚度密度和重量不符合确认样时，可送专业测试机构测试。

#### 3 面料的密度

机织物经向或纬向单位长度内的纱线根数，有经密和纬密之分。通常有以下几种检验方法。

(1) 分解拆纱法：剪取一定尺寸，一般大于 2.54CM×2.54CM 的矩形式试样，从边缘起逐根拆除，然后计算得到单位长度内的纱线根数。

(2) 照布镜分析法：在照布镜窗口，点经纱、纬纱根数。照布镜的尺寸是 2.54CM×2.54CM，点数的结果为 1 英寸内的经纬纱根数。

(3) 斜光栅密度分析法：一种简单的测定方法但误差太大，(不采用)

#### 4 面料的重量

针织物一般用单位面积重量(如克/平方米，俗称克重)来表示规格，机织物也有单位面积重量规定。可以用标准取样器取样，电子天平称重得出，或通过整匹称重用以下公式计算得出： $\text{克(克/平方米)} = \text{每匹重量(克)} / \text{整匹布面积(匹长}$

---

(米) × 平均宽度 (米) )。进行公英制单位换算可以下化式：盎司/平方码=单位面积重量 (克/平方米) /0.0295

如果已知不同幅宽的每码重量可通过查阅表得到到平方米克重。(要需要表可找作者拿)在进行面料重量检验时，将实际重量和要求重量进行对比。一般允许差异为-2%、+5%。但如果出口到重量限额出口的国家，则不适合该允差。

## 二、面料的幅宽

幅宽一般分最大幅宽和有效幅宽，最大幅宽是指布边布边的距离，有际幅宽是指针孔以内可能使用的最大距离。在检验时一匹布最少测 5 次幅宽，即头尾各一次中间不同位置

若干次，若测得的有效幅宽小于要求的有效幅宽，当判定为重大疵点。

## 三、面料的匹长

单匹布的长度、假开剪长度均不能低于 27.4 米(30 码)。面料匹长的检验可以在验布机上进行，验布机上的码表可以反映出长度数量。如果是折叠包装的面料，可以最度折叠层的长度，至少在不同的折叠量度 5 次，计算平均值，则：折叠包装的面料长度=折叠层长度 (多层平均值) X 层数 X2。单匹短不能小于标示长度的 1%。

## 四、面料的花型颜色

### 1 花型

面料的花型与确认样核对必须准确无误。

### 2 颜色

严格的说，面料的颜色与确认样也要准确无误。但从面料的实际生产来说，要求完一样似乎并不可能一般的与确认样色差在四级以上 (评定变色用灰色样卡) 也可接受。在检验大货面料颜色时要特别注意同一匹面料的前后色差 (俗

---

称段差)，和左右色差（俗称中边差）以及匹与匹之间的色差（俗称缸差）。同一匹面料前后色差和左右色差是不能接受的。而缸差如果在四级以上，一般可以接受，但生产中必须分色。进行颜色检验的方法如下：

（1）在待检面料上剪下全幅宽 5 英寸布条，并标计左右边，用该布条在匹布的中、间、尾端各核对若干次，确保面料无色差。

（2）在其它待检面料上剪下布条，同样检验前后、左右有无色差。

（3）最后集中所有布条检查匹与匹之间的缸差情况。

如果缸差情况勉强达到四级，且目测有色差，则需对所有的面料分色。制作缸差卡，将数据提供给相关部门，做大货排版、裁剪依据。

#### 4、色牢度

##### （1）水洗色牢度

变褪色牢度要求 4 级以上，沾色牢度在 3—4 级以上。简单的测试方法为按洗标要求正常洗涤后对比色差样。

##### （2）摩擦色牢度

摩擦色牢度分为干擦和湿擦两种。准确的测试结果一般只能通过实验室取得，也可用手工方法取得但结果相对误差大，结果只能作为内部参考用。一般的要求为：干摩擦 4 级以上，湿摩擦 3 级以上。

#### 5、染色牢度褪色样卡和染色牢度沾色样卡

染色牢度褪色样卡和染色牢度沾色样卡是评订色牢度的工具。级是样卡上的读数，也是试验后样品和原色样色差的读数。沾色样卡也由 9 对灰色片组成，分别表示不同牢度的沾色。5 级最好，1 级最差。

颜色评定是用目测来进行的，为保证评定的正确性，应尽可能在标准的人造光源下进行。

---

## 五、纬斜与纬弧

纬斜与纬弧是面料的一种常见疵点，主要是整理造成，纬斜是指经纬纱线交叉不垂直，纬弧是指纬纱不直，的弯曲现象。一般要求纬斜纬弧不大于3%，大于2%拉布时就要手工整纬，大于3%当退回工厂重新整理。

## 六、缩水率

缩水率是指面料洗水前后尺寸变化情况，一般全棉和弹力面料洗水前后尺寸变化较大。

## 七、面料强力

我们比较多用的几种面料强力检验如下：

### (1) 拉破强力

指面料在完好的情况下最大的拉破力量，一般单位用 N 表示；测试剪5CMX20CM 矩形做拉断力测试。

### (2) 撕破强力

指面料在有受力点情况下的单纱断裂最小受力情况，一般单位 N 表示。

### (3) 顶破强力

指面料在较小单位面料的受破坏最小受力情况，机织物用比较少测，针织都需要测试。

## 第三节 面料的疵点检验

### 一、由纱疵形成的面料疵点

由于原料的品质不良而形成的面料疵点。

1 粗节纱：在织物表面出现某一根纱线的某一段较粗，且直径数倍于正常纱线。连续的粗节纱称为竹节纱。

2 偏细纱：在织物上面有一根或数根纱线的细度明显细于其它正常纱线。

- 
- 3 扭结纱：在织物上的纱线有扭结或弯曲的外观。
  - 4 毛纱：在织物上纤维突出端点或成茸毛状外观。
  - 5 亮丝：织物上某一断纱线的光泽明显亮于其它正常纱线光泽。
  - 6 结头：织物的表面呈明显纱线结头。
  - 7 污渍纱：纱物上的纱线带有油污等其它污渍。
  - 8 杂物织入：有回纱、异色纤维等杂物织入面料。
  - 9 条干不均：由于采用了条干不匀的纱线，布面呈现分散性的纱线不均匀。

## 二、经向疵点

加工经纱形成的疵点或在织造中产生的经向疵点。

- 1 直条痕：织物的向有一根或几根纱线异于临近的正常纱线，在布面有明显的直条壮外观。
- 2 粗经：织物上的某根经纱粗于其它经纱。
- 3 松经：布面上的某根经纱呈松弛或起皱的外观。
- 4 紧经：某根经纱的捻度过大，使经纱的屈曲程度不正常。
- 5 吊经：织物上一根还几根经纱的张力过大，致使这些经纱不能正常被拉紧。
- 6 缺经：由于织造时断经而未及时处理，布面上通匹或一段内缺少一根经纱。
- 7 断疵：经纱的断头纱尾藏在布内。
- 8 经缩：由于经纱张力不匀，布面出现块状或条状起伏不平或起皱外观形态。
- 9 双经：两根经纱并列或重叠，织物的组织被破坏。
- 10 扣痕：在织物的幅宽方向呈现局部或全部经纱排列不匀的纹路。

---

11 扣物：织物的相邻两根经纱之间有空隙。

12 穿错：由于穿经错误而导致织物组织发生错误。

13 错经：组织错误或其它错误使组织部份经纱与相邻的其它经纱明显不同。

14 针路：由于卷布刺毛辊不良使织物的织向有密集的针痕。

15 布辊皱：由于布辊不良形成的经向皱折。

### 三、纬向疵点

加工纬纱形成的或在织造中形成的纬向疵点。

1 纬档：织物纬纱方向出现的横档，明显不同于正常织物的外观。

2 稀密路：横档的一种，某一段密度过大，或某一段密度过小。

3 粗纬：织物上的某根纬纱明显粗于其它正常纬纱。

4 松纬：某根纬纱的张力高于相邻纬纱，呈松弛或起皱的外观。

5 紧纬：某根纬纱的张力高于相邻纬纱，使其不正常被拉紧。

6 断纬：纬纱断裂或断纱。

7 纬缩：纬纱在布面扭转或起圈。

8 双纬：两根纬纱并列或重叠，改变了织物的外观。

9 缺纬：由于断纬未及时处理，致使纬向全幅缺少一根纬纱。

10 亮纱：某根纬纱的光泽明显亮于其它正常纬纱。

11 错纬：一根或部份纬纱明显不同于相邻纬纱，可能是组织错误或其它错误。

12 拆痕：在织造时拆去原来纬纱重织时留下的痕迹。

13 云织：织物上呈现短片段纬纱稀密不匀，似云雾状。

14 百脚：由于织物组织错乱而在布面上产生锯齿状或线条状的纹路。

#### 四、边部疵点

在布边或距布边一定距离内的疵点。

- 1 松边：布边在长度方向比布身松弛，边部呈波浪形状。
- 2 紧边：布边在长度方向比布身紧缩，布边内凹。
- 3 破边：布边上相邻两根或两根以上的经纱断裂。
- 4 烂边：布边上多根纬纱断裂，布边凹凸不平整。
- 5 荷叶边：布边缘呈现波浪状。
- 6 卷边：织物的边部卷起成绳状。
- 7 边撑疵：边部纱线被擦伤起毛或断裂，有小洞，织物变形。
- 8 毛圈边：织物的纬纱呈圈状，并在布边外。

#### 五、整理疵点

面料上的疵点经过修整后留下的痕迹。

- 1 整修不良：修整时操作不当，织物的局部超毛，起皱或其它不良外观。
- 2 织补痕：疵点经过织补后留下的明显痕迹。
- 3 洗迹：清洗织物的斑痕留下的痕迹。

#### 六、染色疵点

在染色过程中产生的疵点。

- 1 渗色：染色时染料渗至周围部分。
- 2 折皱色条：染整时织物有折叠，结果在折叠处产生了颜色不匀和经向条纹。
- 3 染料迹：由于过浓染剂或助剂的作用，使匹染织物的局部颜色呈现与邻近部位有差异的分散色块痕迹。
- 4 晕疵：染色织物上某些部位呈现较浅的颜色。

- 
- 5 水渍：织物有水印痕迹。
  - 6 斑点：纤维之间的吸色有差异，使染色织物局部有颜色斑点。
  - 7 经向条花：染色织物经向呈不规则的条状轻微色差。
  - 8 夹花：由于纤维的吸色差异，织物上形成色泽差异。
  - 9 前后色差：一匹织物的前后两端颜色有差异。
  - 10 布边色差：布身和布边的颜色有差异。
  - 11 左右色差：沿织物的幅宽方向一边与另一边的颜色有差异。
  - 12 经向条痕：由于织入了一根或多根其它性质的纤维或纱线，吸色不同，染色织物表面出现单根或多根异色、错色。
  - 13 雨状条影：由于经纱的条干不匀，在染色后经向呈现雨丝条痕。

## 七、印花疵点

在印花过程中产生的疵点。

- 1 脱浆：印花织物上部分花纹缺色。
- 2 拖浆：色浆沾在印花织物花型以外部分。
- 3 刮刀条花：印花织物表面有多余色浆或形成经向条纹。
- 4 色档：织物上有深浅不一的色档。
- 5 对花不准：印花织物上的花纹相对位置彼此不准确。
- 6 渗化：前后套色浆不准确的相接，或相邻两种颜色在分界处渗化，至使印花织物部分图案模糊，或呈现第三种颜色。

衬布印：有颜色深浅的印痕。

## 八、整理疵点

在整理过程中产生的疵点。

- 1 毛毯痕：织物上呈现毛毯组织的纹路或其它压痕。

---

2 失光：面料失去了应有有光泽。

3 擦伤痕：在染整加工中，织物受挤压擦伤而留下的痕迹。

4 起毛：在整理过程中，织物受到摩擦表面起毛。

5 压痕：由于整理过程中的压力不匀，织物的某一部位比其它正常部较亮或较薄。

6 绳状擦伤痕：由于绳状处理不当，织物上呈现纵向长条痕迹。

7 分条痕：织物呈现规律性间隔的经向条痕。

8 针孔：靠近布处有针孔。

9 深针痕：针痕的位置进入布身，减少了有效门幅。

10 布铗痕：在靠近布边处有擦伤发亮、异色的痕迹。

11 鸡抓印：织物表面有不同程度似鸡抓的皱纹。

12 纬斜：纬纱倾斜或弯曲。

## 九、一般性疵点

在各种加工中的织物都可能出现的疵点。

1 跳纱或跳花：经纬纱不按组织规律交织，呈现出不规则的浮纱。1—2 根经（纬）纱跳过 4 根及以上纬（经）纱，称为跳纱，经纬各 3 根形成的浮纱称为跳花。

2 蛛网：经纬各 3 根及以上不按组织规律交织而形成块状。

3 星跳：1 根经（纬）不按组织规律，跳过 2-4 根纬（经）纱，交织成星点状。

4 纬移：纬纱呈现不规则偏移。

5 勾丝：纱线或纤维被异物勾出，呈圈状或头端暴露于织物表面。

6 轧梭痕：梭子轧在扣与织物之间，织物组织遭到破不而产生的痕迹。

---

7 起球：纤维端突出在织物表面纠缠成球状。

8 异纤维织入：不同性质的纤维在纺纱或织造时混入，染色后会在异物上形成异色。

9 破洞：经纬纱断裂形成的孔洞。

10 污迹：织物沾有油尘或其它杂物

11 起绒不匀：起绒织物某些部位起绒过度，或某些部位起绒不足，致使绒面不匀整。

12 倒绒：起绒织物局部的绒毛倒斜。

13 绒不齐：起绒织物绒面上有长绒毛突出，长短不一致。

14 刀毛：割绒时刀刃不利，绒面上部分绒毛斜乱松散。

15 皱档：由于织物的纬向起皱，拉绒时未拉倒，形成不起绒的横档。

16 局部绒密不匀：织物某些部位的纬密或大或小，致使出现不规则的横档。

17 裙子皱：织物纬向有裙裥折皱。

18 死折痕：不能除去的整理折痕。

#### 第四节 检验面料的方法和步骤

##### 一、面料的基本要求

合格的面必需满足以下要求。检验时应该对每一个细节予以注意。

1 面料的匹长大于 27.4M(30 码)或符合订单要求.

2 面料的实际匹长不能少于码单的 1%.

3 假开剪的数量不能超过订单要求且布头布尾 9.2M(10 码)以内不能有假开剪.

4 面料的幅宽不能小于订单要求的 0.5%.

5 面料不能有前后色差，左右色差及色花.

- 
- 6 面料的颜色与确认样比较，其颜色差异必需在 4 级以上。
  - 7 匹与匹的颜色差异必需在 4 级以上。
  - 8 面料的纬弧、纬斜必需小于 3%。
  - 9 100 平方码的疵点评分应小于 30。或 100 米内扣分不超过 50 分。
  - 10 色牢度，缩水率及其它测试要求符合订单要求。
  - 11 面料的组织规格符合订单要求。
  - 12 面料的外观和手感符合确认样要求。

## 二、面料检验的步骤和方法

### 1 确定检验数量

抽样方案:抽验时按每批次计算，1000 码以内全检，1001 至 5000 码抽 30% (不少于是 1000 码)，5000 码以上抽检 20% (不少于是 2500 码)。

### 2 选择检验包号

随机抽取，要具有代表性。

### 3 检验基本项目

检验项目包括：外观、手感、花型、匹长、颜色、幅宽、纬斜（弧）、厚（密）度、缩水率、色牢度等。如果基本项目不合格可立即归入不合格类别。

### 4 检查数量

检验单匹码数与布卷标记是否相符，短码超过 1% 视为不合格。

### 5 检验疵点

在验布机上检验，拉布速度应该合适，一般以足够看清为原则，不合适的速度会影响验布的准确性。在做疵点检验时，要注意只要影响服装加工和对服装的外观和功能有影响的可见疵点扣分。在检验时做好记录，并做好每匹（卷）布的 100 平方码（100 米）的评分。

6 发现了疵点应在布边或疵点位置做标记。

如果该匹面料不合格，也应该向供应商说明疵点的状况和退货理由。

## 第五节 四分制检验方法

### 1 四分制扣分标准

四分制是将目测的疵点进行最度，并按下列表格所示的要求进行扣分。

在应用四分制进行检验时应注意以下几点：

- (1) 疵点扣分以看得见为原则，不易觉察的不予扣分。
- (2) 一码内的疵点扣分不超过四分，超过必须开剪或降等外品。
- (3) 挂有假开剪的，也同样按以上标准扣分。
- (4) 任何大于针孔的洞，或断纱的破洞均扣 4 分。
- (5) 布边一英寸内不扣分。
- (6) 除特殊规定（如涂层、上胶布）通常只需检验布正面。

疵点尺寸	扣分标准
小于 3 英寸	1
大于等于 3 英寸，小于 6 英寸	2
大于等于 6 英寸，小于 9 英寸	3
大于等于 9 英寸	4

### 2 等级计算方法，评分

(1) 以长度计算：即 100 数内扣分接收的标准。牛仔布在 100 米内接收的标准为不超过 50 分，超过 50 分可判定为不合格。但每 100 码扣分是一个绝对值，对于不同幅宽的面料缺乏比较意义。

(2) 100 平方码疵点评分：将 100 平方码作为评定该批面料是否可接受的标准。

---

将检验布匹的扣分记录按下列公式算一匹（卷）每 100 平方码的疵点评分（K）值。

机织物

疵点扣分累计 ×36

$K = \frac{\text{疵点扣分累计} \times 36}{\text{被检验布匹的长度（码）} \times \text{幅宽（英寸）}} \times 100$

针织物

疵点扣分累计 × 面料克重（克/平方码）

$K = \frac{\text{疵点扣分累计} \times \text{面料克重（克/平方码）}}{\text{被检验布匹的重量}} \times 100$

K 值的确定：

100 平方码的疵点评分直观的反应了该匹布的情况，例如计算的结果为 20 分/100 平方码，这说明每平方码有 0.2 分的疵点，应该说这是可以接受的。

K 值的确定并不是不变的，要考虑到不同品种的生产难度，在确定 K 值时牛仔布通常高于普通织物。

K 值也与客户的要求要关，如果客户对面料要求高 K 值就应稍低，

K 值与面料的价值有关，高价值的面料，其 K 值应稍低。

在一般情况下对于牛仔面料，K 值可取不大于 25。对生产难度较大的品种，K 值可取 25—30。