

## 针布的形式及特性

冯喜奎<sup>1</sup>, 秦汝明<sup>2</sup>

(1. 浙江锦峰纺织机械有限公司, 浙江 温州 325041; 2. 河南工业大学 机电工程学院, 郑州 450006)

**摘要:**为了满足高速高产梳棉机及梳理新型纤维的工艺要求,介绍了针布的分类,并依据其结构特点与应用效果,分析比较了齿条式金属针布和植针式弹性针布在生产中对纤维的握持、分梳、调控、均混、吸放、损伤等表现出的不同特性,着重对两类针布做了力学强度、纤维充塞分析。指出,齿条式金属针布无论齿型设计或整体结构设计上,都具有很大的创新空间;新型高速高产梳棉机应用附加分梳元件,使活动弹性盖板面临设计上的突破和创新;对两类针布应用时应扬长避短,并通过创新和优化扩展其优势特性,规避或改善其弱项及不足,才能适应主机发展,满足梳理要求。

**关键词:**针布;齿条;齿部;基部;齿密;梳针;悬臂梁;弯矩;抗弯截面模量;梳理;纤维充塞  
**中图分类号:**TS103.82<sup>+</sup>1      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-9634(2014)03-0005-05

## The Card Clothing Settings and the Specialty

FENG Xikui<sup>1</sup>, QIN Ruming<sup>2</sup>

(1. Zhejiang Jinfeng Tex-machinery Corporation, Wenzhou 325041, China;  
2. The Mechtronic College Henan Polytech University, Zhengzhou 450006, china)

**Abstract:** In order to cater the requirement of the process for high speed card and new fiber carding, introduction is made to the varieties of the card clothing. Comparative analysis is made to the wire-set MCC and the needle-set flexible clothing regarding the effect on fiber including fiber holding, carding, regulation, blending, suction and damaging considering the structure and the application effect. Highlight is given to the mechanical analysis of the fiber strength and fiber jamming for the two kinds of card clothing. Conclusion is made that the wire-set MCC has large room of recreation in wire design and the assembly design. The new high speed card with the additional carding element enables the flexible flat facing breakthrough and recreation. It is necessary to play to the strength and against the weakness in application of the two kinds of the card clothings and more, reinforcement of the strength is necessary with the recreation and the optimization of the card clothing performance so as to cater the development of the frame in carding process.

**Key Words:** card clothing; wire; wiring part; base; density; carding pin; suspending beam; bending moment; anti-bending module; carding; fiber jamming

### 0 引言

表面分布着针尖或齿尖的各种梳理机滚筒的包

覆物统称为针布,其使用已有 200 多年的历史。1804 年,弹性针布首先由德国彼得针布厂(Peter Wolter)制造成功;1849 年,齿条针布即金属针布由英国卡尔费特(F·Calvert)首创,1895 年由英国泼拉脱公司实现工业化制造,并于 1924 年由泼拉脱公司工业化应用——用于包覆梳棉机的锡林和道夫<sup>[1]</sup>。

收稿日期:2013-10-24

作者简介:冯喜奎(1956—),男,河南蒙阳人,高级工程师,主要从事梳理器材的研究。

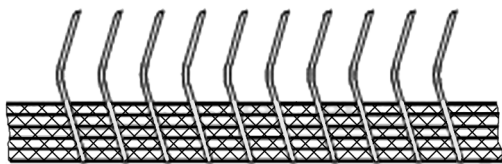
随着世界纺织技术的发展,针布在纤维梳理上的应用也不断地发展和拓宽,特别是近 20 年来,为了满足新型高速高产梳棉机的需要,以及新型纤维的梳理工艺要求,作为梳棉机“心脏”的针布从种类、效能、品质等方面有了快速发展,在梳理技术和纺织工程中发挥着重要作用。

## 1 针布分类

根据结构,针布可分为弹性针布、金属针布和针板三个大类,后两者相对弹性针布又俗称为“硬性针布”。针布诞生两百多年来尽管不断地发展和演变,按其制造工艺可分为植针式针布和齿条式针布(如图 1、图 2 所示)。



图 1 齿条式针布



a) 弹性针布



b) 针板

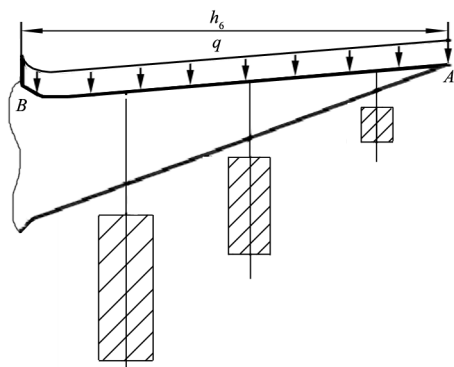
图 2 植针式针布

## 2 齿条针布特性分析

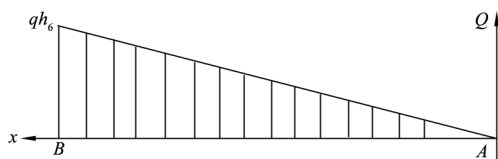
### 2.1 强度高

针布齿条结构在力学上符合悬臂梁模型,其矩形截面在承受梳理载荷时的抗弯截面模量( $W$ )具有较大值,由齿顶向齿底的截面面积陡增,符合力学等强度设计<sup>[2]</sup>。

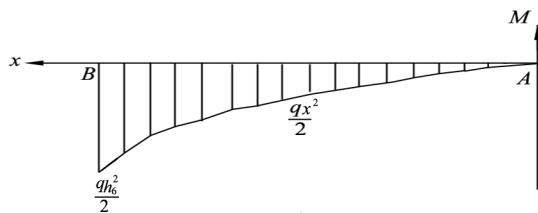
图 3 为齿条针布的力学分析,图 3a)中  $q$  表示齿前面的梳理载荷集度(假设纤维在全齿深均匀分布),从齿顶  $A$  到齿底  $B$  的垂直距离即为齿深  $h_6$ ,从图示可知从齿顶向齿底的齿部截面陡增;图 3b)为



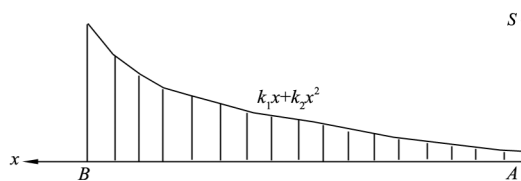
a) 齿前面载荷集度



b) 剪力图



c) 弯矩图



d) 齿部截面面积分布图

图 3 齿条针布齿部(矩形截面悬臂梁)

### 梳理载荷分布

剪力图(以齿顶为原点,设齿高方向为  $x$ ),剪力以斜线分布,齿底剪力( $Q$ )最大值为  $qh_6$ 。图 3c)为弯矩图,弯矩以弯矩方程  $-qx^2/2$ (抛物线)分布,齿底处具有弯矩最大值  $qh^2/2$ 。图 3d)为齿部截面积,直齿区间以抛物线分布:  $k_1x + k_2x^2$ ,齿底具有截面最大值(齿根弧形连接区域截面值还将大于抛物线示值),笔者推算出工作角为  $20^\circ$ ,齿尖角为  $35^\circ$ ,齿顶宽为  $0.10 \text{ mm}$ ,齿部斜面角为  $10^\circ$ 时齿截面值抛物线为:  $0.106x + 0.187x^2$ 。齿条齿部截面呈抛物线状增值应对剪力和弯矩沿齿深增值,决定着齿条针布具有较高的抗弯强度,能承受强大的梳理力,特别适应重负荷的高速高产梳理。当梳理中由于非正常因素对齿部产生侧向力时,同样可以图解出相应的

力学分析,此状态下由于齿部截面的受力方向为矩形短边,其抗弯截面模量  $W$  较梳理力方向时要小。由以上力学分析可知,齿条针布在梳理力方向具有足够的抗弯强度,仅在发生非正常的侧向异物挤轧力时才有可能突破侧弯强度而失效。

### 2.2 不易充塞

图 4 为齿条充塞、嵌杂的可能性分析,假设纵向齿隙间有较大尺寸的纤维束团或杂质进入,由于内角  $\epsilon$  形成了喇叭口形逃逸通道,处于未卡死状态的纤维束团或杂质极易沿齿前面松脱;横向齿隙由于齿部斜面角  $\omega$  的作用,纤维束团及杂质同样不易夹死,在纤维流滑擦和拖带作用下随之滑移浮动,纤维束团被邻近针/齿捕捉后梳理分解,杂质在邻近针/齿作用下破碎。

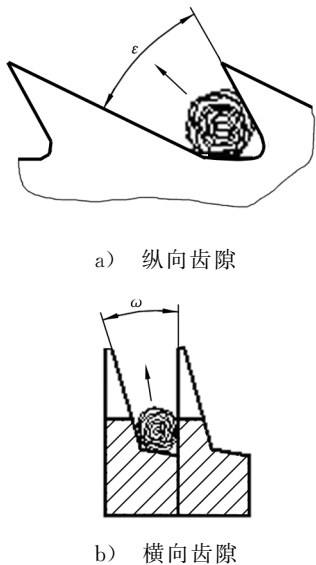


图 4 齿条充塞、嵌杂状态

### 2.3 齿密适应范围广

大尺寸规格齿条、剥棉罗拉针布的齿密约为 35 齿/ $(25.4\text{ mm})^2 \sim 60$  齿/ $(25.4\text{ mm})^2$ ,高产锡林齿密达 1 075 齿/ $(25.4\text{ mm})^2$ 。

### 2.4 刚性好

齿部与基部为整体结构,齿部承载负荷时不会发生相对基部的形变。

### 2.5 适纺性能好

通过不同的齿形与规格设计,可以适应各种纤维及梳理条件的工艺要求。

### 2.6 精度高

锡林针布包覆后,齿尖直线度可控制在 0.03 mm 以内,横向齿距差控制在 0.015 mm 之内。

### 2.7 握持纤维能力强

针布对纤维的握持能力主要取决于两个方面,

一是纤维是否发生朝向齿顶的沿齿前面滑移,二是纤维绕齿部滑移的阻力大小,前者可通过针布的工作角设计制约,后者则与齿部的截面形状和表面状态相关。图 5 展示了不同截面形状针/齿对纤维的握持(直箭头表示针/齿运动方向,曲线箭头表示纤维在针/齿上绕滑方向)。截面形状不同,纤维对针/齿的围绕长度的差异巨大;而纤维绕针/齿滑脱的阻力,又与纤维与针/齿表面的摩擦阻力有关,圆形截面围绕长度最短、摩擦面积最小、纤维最易滑脱;双凸形、卵形围绕长度居中;长方形截面则最长,它不但摩擦面积最大,而且其齿前面上的两条棱线又是高摩擦力的集聚区,使纤维围绕齿部滑脱的阻力最大、握持能力也最强。

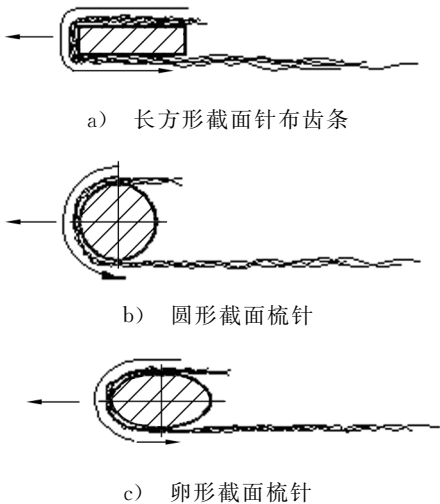


图 5 针/齿握持纤维状态

### 2.8 控制纤维能力强

通过设计特殊齿形,可以有效地控制纤维在齿隙中的位置,如齿前面为折线形负角时可将纤维集中到上半齿,格拉夫针布公司的“驼峰”齿形、“鹰嘴”齿形道夫针布等也都是为了调控纤维。

### 2.9 易损伤纤维

针布齿条的齿前面有两条锋利的棱线,棱线在强化摩擦力的同时也产生负作用——易损伤纤维。

## 3 植针式针布特性分析

### 3.1 植针排列可调

在植针式针布的局部区域内可以任意设计梳针的排列方式,如植针式活动盖板针布的稀密型、渐密型等排针方式。

### 3.2 穿刺能力强

由于梳针具有较小的针尖,在中、低针密范围内穿刺能力优于齿条针布。

### 3.3 纤维损伤小

梳针截面呈圆形、卵形、双凸形时,其光滑表面使纤维绕针滑动时不易受到损伤;梳针钢丝由拉拔获得,轴向呈纤维状组织,硬化处理后的组织仍有轴向排列态势,所以纤维沿针滑移时也不易损伤。

### 3.4 梳理作用好

在中、小针密时,其梳理作用优于齿条针布。因为在中、小针密时的穿刺能力强,利于梳理作用的发挥。另外,梳针光滑不挂纤维,也不易扭结纤维而生成棉结,梳理效果优于同齿密的齿条针布。

### 3.5 纤维容量大,均混效果好

植针式弹性针布的针高较大,可提供较大的容纳纤维的空间,梳理中对纤维的吸、放功能使均混效果好。

### 3.6 分离短绒及杂质效果好

植针式弹性盖板针布,可通过盖板花分离大量杂质及部分短绒。

### 3.7 易充塞、嵌杂

针布充塞分两种:松散型沉积和紧密型嵌夹。前者是零散纤维及细小杂质向针隙底部的沉积所致(新外层挤压原内层,挤压层向针根深入沉积,在周边梳针紧紧夹持下无法自由下落,便形成了盖板针布的纤维充塞<sup>[3]</sup>);后者则是较大纤维束团及杂质在针隙间嵌夹形成。小针密针布不易发生充塞和嵌杂,在清花开松工序表现出了极好的效果,但在中、大针密(约大于 200 针/(25.4 mm)<sup>2</sup>)时极易发生充塞和嵌杂。其原因有二:一是针布的植针宽远小于纤维团束及大块杂质的尺寸,为其嵌夹提供了条件;二是由梳针的结构所致。图6为植针式弹性盖

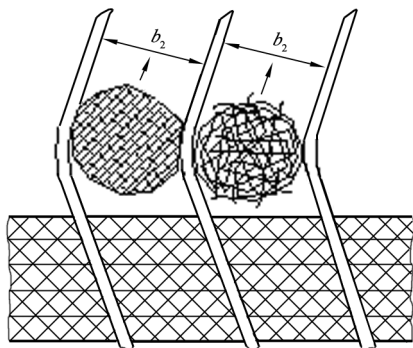


图6 植针式弹性盖板针布充塞体在针高方向滑脱状态

板针布上充塞体在针高方向滑脱状态。上膝高很小,邻针之间是平行关系(植针宽  $b_2$  在不同高度等值),一旦出现杂质或纤维束团嵌塞,将不易滑脱。

图7则是植针式弹性盖板针布上纤维层流动状态。从纤维层面上可见,植针按规律排列,针隙间形成纤维通道,通道1表示大纤维束被嵌塞在通道中,通道2表示大块杂质卡死在针间,通道3、4表示纤维束一端被锡林握持并被盖板梳针分梳,通道5表示小块杂质在针隙间随纤维流移动。

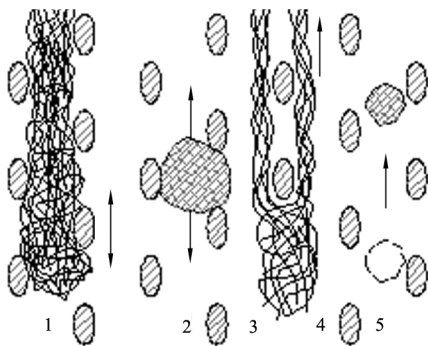


图7 植针式弹性盖板针布上纤维层流动状态

### 3.8 强度低易倒针

图8为梳针(卵形截面悬臂梁)力学分析图,图8a)表示纤维分布梳理的载荷集度  $q$ ,梳针在底布上的针身高  $h$ ,与齿条式的显著区别是从针尖向针根方向梳针截面增量较小,约在  $h/3$  处梳针截面值不再增大。图8b)、8c)、8d)分别表示其剪力图、弯矩图、针身截面积分布图。由于植针式弹性盖板针布与齿条式相比较,针身较大且梳针截面积较小,具有小截面、大悬臂梁特点,其抗弯强度明显不足,加之传统植针工艺要求植针时钢丝弯折,成品钢丝采用半硬化处理(如铅浴淬火),植针后的梳针淬火仅限于针尖部分,而梳针的弯矩最大值在针根,所以当出现较大脉冲梳理力或非正常侧向力时,在接近针根处易发生倒针。

### 3.9 大针密受限

针密大于 650 针/(25.4 mm)<sup>2</sup> 时,梳针式弹性针布在设置针间纤维通道方面受限,因为针密过大时充塞和嵌夹将加剧。

### 3.10 握持能力弱

梳针式弹性针布针面圆滑、围长短,与纤维之间摩擦阻力小,不利于对纤维的握持。

## 4 针布的创新和优化

齿条式金属针布和梳针式弹性针布各具优缺点,产品设计者在选择应用时要结合产品的特定用途灵活应用,通过创新和优化扩展其优势特性,规避



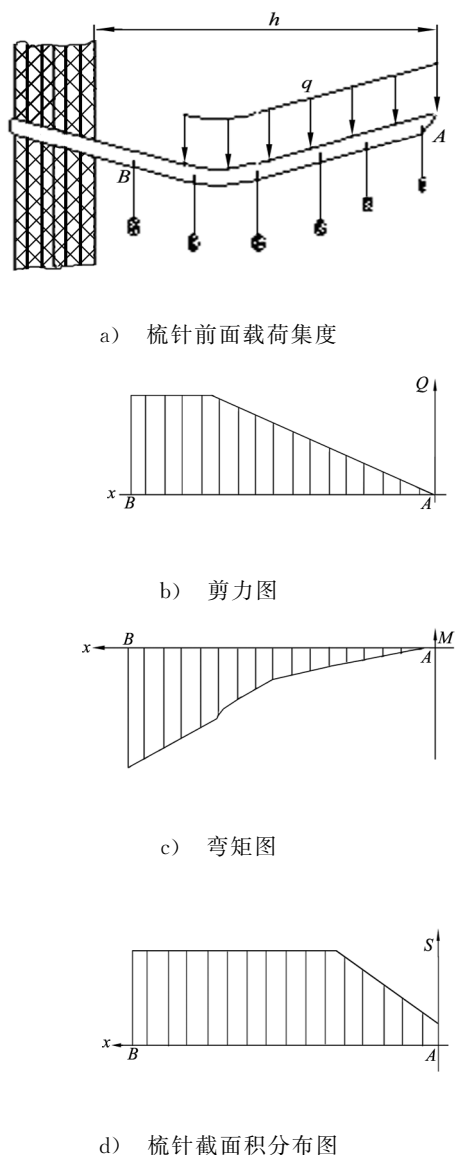


图 8 梳针(卵形截面悬臂梁)梳理载荷分布

或改善其不足之处。

#### 4.1 齿条式金属针布的创新及优化

新型锡林金属针布齿条的“浅、矮、尖、薄、密、小”特点<sup>[4]</sup>,鹰嘴形、弧形、条纹形等高效转移道夫金属针布齿条设计<sup>[5]</sup>,齿前面折线形负角、格拉夫公司的驼峰齿形等用于调控纤维设计,TCC 公司的 FGX1 型金属针布齿条的弧形齿尖、鹰嘴齿尖等高耐磨锡林金属针布齿条设计<sup>[6]</sup>,小齿密附加齿条盖板针布齿条的大齿隙增加纤维容量及吸放能力设计,固定齿条盖板针布应用隔距齿片式、基台齿片式设计等,都是齿条针布优化和创新设计的成功范例。

以表面处理(抛光、刷光、电化学处理等)工艺措施防止纤维损伤,则是改善齿部棱角表面粗糙度不良的有效方法<sup>[7]</sup>。

#### 4.2 梳针式弹性针布的创新及优化

弹性盖板针布的渐密型、稀密型、横密型等植针型式,是梳针排列可调性应用的产物,采用双凸形(或卵形、扁平形等)截面钢丝是为了弥补梳针梳理载荷下弯曲强度的不足;活动弹性盖板针布对纤维的均混和吸放效果是梳针特有效果展现,以降低针高缓解高产高速梳理时活动盖板梳针抗弯强度不足;短针式分梳件的开发和应用,也有效地克服了梳针强度不足和易充塞的弊端。

### 5 结语

5.1 齿条式金属针布无论在齿型设计或是在整体结构设计上,都具有很大的创新空间和优化前景,在未来梳理技术和装备的发展中承担着重要角色。

5.2 新型高速高产梳棉机附加前、后固定齿条盖板针布后,活动盖板针布面临设计上的突破和创新,值得设计者为之努力、使用者为之期待。

5.3 唯有对齿条式和植针式梳理用针布扬长避短,通过产品模式创新、产品结构创新、工艺及技术创新,才能使梳理用针布适应梳理机的发展,满足梳理工艺的需求。

#### 参考文献:

[1] 赵玉生. 纺织针布使用手册[M]. 咸阳: 全国纺织器材科技信息中心, 2005.  
[2] 刘鸿文. 材料力学[M]. 北京: 人民教育出版社, 1979: 107-161.  
[3] 任家栋. 棉纺盖板针布挂花充塞起因探讨[J]. 纺织器材, 1996, 23(3): 5-8.  
[4] 费青. 新型针布的梳理工艺特性分析[J]. 棉纺织技术, 2001, 29(11): 9-14.  
[5] 冯喜奎, 秦汝明. 金属针布齿条设计及其优化的探讨[J]. 纺织器材, 2009, 36(1): 4-9.  
[6] 冯喜奎, 秦汝明, 文九巴. 金属针布高耐磨的技术瓶颈与突破[J]. 纺织器材, 2010, 37(5): 9-13.  
[7] 冯喜奎, 文九巴. 梳理机用针布产品特质解析与应用: 一[J]. 纺织器材, 2010, 37(1): 2-5.

欢迎订阅《纺织器材》

欢迎投稿

欢迎刊登广告

邮发代号: 52-125

广告热线: 029-33579905 33572216