

热压对芳纶非织造布机械性能的影响

邓炳耀

(江南大学,无锡,214063)

晏雄

(东华大学)

摘要:对热压条件下芳族聚酰胺针刺非织造布的机械性能作了分析探讨。认为除了纤维细度、纤维长度、纤维排列特征、针刺密度等诸多因素影响外,在非织造布纤网中加入稳定的基布对改善热压条件下非织造布机械性能起着重要作用。

关键词:芳族聚酰胺 针刺 非织造布 基布 热压 密集系数

中图分类号:TS 174.6 文献标识码:A 文章编号:0253-9721(2004)02-0103-03

针刺法非织造布的机械性能受到纤维原料、纤维细度、纤维长度、纤维横截面几何结构、纤维排列特征、针刺密度等诸多因素的影响。为了合理设计和开发耐热性能的非织造布,提高产品使用寿命,研究这些因素在热压条件下对非织造布性能的影响无疑是重要的。芳族聚酰胺纤维是一种具有优异耐热性能的高性能纤维,是开发耐热性非织造布的首选材料。本文就影响芳族聚酰胺针刺非织造布在热压条件下的机械性能的主要因素作些具体分析。

1 密集系数和抗热压性能

密集系数指织物横截面中纤维截面面积之和与织物横截面总面积之比。它反映了织物中纤维体结合紧密程度,受纤维细度、纤维几何结构、针刺密度等因素的影响^[1-5]。非织造布的机械性能与纤维密集系数密切相关^[5]。

1.1 芳族聚酰胺(芳纶)非织造布与聚酰胺非织造布机械性能对比

芳族聚酰胺非织造布和聚酰胺非织造布经受第一次热压后,织物厚度显著下降,约为 1/7 原始厚度,以后随着热压次数的增加,其厚度基本保持不变^[1]。芳族聚酰胺非织造布随热压次数的增加,其断裂强度逐渐增加,拉伸模量略有增加。而聚酰胺非织造布的断裂强度、拉伸模量明显降低。这一方面是随着热压次数的增加,纤维集合体结合更加紧密,密集系数增大^[1,5];另一方面因为芳族聚酰胺热分解温度为 400℃,比试验温度 200℃高许多。所以纤维几乎没有热损坏现象。而聚酰胺的熔点与试验条件相近,热分解作用使织物中纤维断裂和性能严重恶化,超过了热压使纤维结合更加紧密而产生的强度和模量增加。显然聚酰胺纤维耐多次热压性能不如芳族聚酰胺纤维。这种热压疲劳性能特征是由于聚酰胺和芳族聚酰胺纤维的耐热性能和机械性能本身存在差异。压缩性能方面,芳族聚酰胺非织造

布与聚酰胺非织造布相似^[1]。必须指出:无论芳族聚酰胺纤维,还是聚酰胺纤维受热后都将发生收缩。

1.2 纤维细度对机械性能的影响

非织造布在受反复热压后的机械性能和耐用性取决于构成非织造布的纤维材料的性能和非织造布的结构。Watanabe 等^[4]对不同细度的芳族聚酰胺(Nomex)纤维(2D,5D,10D)制成的面密度相同的非织造布(以下简称 2D 非织造布,5D 非织造布,10D 非织造布)进行热压试验。Watanabe 等^[4]认为,由于 2D 非织造布所含纤维根数最多,而纤维根数越多,纤维受针刺的机会越大,纤维缠结程度越高,因而非织造布的强力增加。然而,在经历过多的热压处理后,非织造布强度下降。2D 非织造布具有低的压缩变形和高的压缩模量。这种拉伸和压缩特性还与纤维密集系数关系密切^[2-4]。

1.3 拉伸性能与密集系数间的关系

密集系数随着热压次数的增加而增加,断裂强度、抗张模量随着密集系数的增加而增加;断裂应变随着密集系数的增加而减小。当密集系数增加到一定程度后,2D 非织造布断裂强度逐渐减小。这是由于过多的热压后,细度细的纤维本身性能恶化,而粗纤维的性能略有损伤或基本保持不变。因此,5D 和 10D 纤维比 2D 纤维具有更好的耐热性^[4]。

1.4 压缩性能与密集系数间的关系

在一定压力条件下,压缩变形与密集系数成反比,压缩模量与密集系数成正比。其中表现出 2D 非织造布变形最小,压缩模量最高,这是由于 2D 非织造布纤维根数最多,经针刺后,纤维间接触点增多,加强了纤维缠结,密集系数提高的结果。

以上分析表明:2D 非织造布强度最大,模量大、硬挺,但抗反复热压的稳定性差;5D 和 10D 非织造布抗热压稳定性好,但 10D 非织造布由于密集系数低,所以其强度和模量太小。综合考虑 5D 非织造布抗热压性最好。

2 其它参数对非织造布机械性能的影响

2.1 纤维横截面的几何结构的影响

通常非织造布的机械性能与纤维横截面的几何结构相关,而非织造布纤维横截面形状的变化和机械性能受热压条件的影响^[2]。热压处理后,锦纶66纤维的横截面形状变化较大,且随着热压次数的增加,其截面形态变化更大,而Nomex纤维横截面形状几乎没有改变。

资料还表明,由于锦纶纤维与Nomex纤维横截面形状不同,经针刺后表现出锦纶非织造布的密集系数比Nomex非织造布大。通常密集系数越大,纤维体拉伸断裂强度也越大。但Nomex非织造布随着密集系数的增大,其断裂强度增长不大,说明热压对Nomex纤维性能影响不大。而锦纶非织造布断裂强度随密集系数增加而逐渐加大,当密集系数大于70%时,其断裂强度显著减少。Watanabe等^[2]认为锦纶纤维在热压作用下的性能恶化抵消了因密集系数加大而产生的强度增加,也就是说纤维本身损失的强力比密集系数增大而产生的强力大。尽管Nomex非织造布的密集系数比锦纶非织造布小,但它的断裂强度比锦纶非织造布大。锦纶非织造布的断裂应变随密集系数增加显著减少,而Nomex非织造布断裂应变变化很小,这主要是由于这2种纤维的断裂强度和抗热性存在差异。

2.2 针刺力和针刺密度的影响

Abdelfattah等^[7]认为刺针的差异显著影响针刺过程中针刺的受力,刺针进入纤网瞬间受力最大。过大的针刺力可能造成纤维刺断增多,直接影响非织造布拉伸断裂强度。因此,合理选用刺针是重要的。

Watanabe等^[5]对由5 D 51 mm长的Nomex纤维制成的针刺密度分别为200刺/cm²、600刺/cm²、1000刺/cm²非织造布进行了热压试验。实验发现针刺密度为1000刺/cm²时,织物拉伸断裂强度最小,应变最小;而针刺密度为600刺/cm²时,织物拉伸断裂强度最大,应变居中;针刺密度为200刺/cm²时,织物拉伸断裂强度小,应变最大。通常针刺密度大,密集系数也大,纤网的强力越大,织物越密实硬挺,拉伸模量也大。但针刺密度1000刺/cm²的非织造布的最大拉伸模量最小,这可能是由于过多的针刺造成纤维损伤程度加大的原因。由此表明针刺密度直接影响非织造布的结构和机械性能,但针刺密度过高,则纤维损伤过大,会大大降低纤网的强力,影响非织造布机械性能。因此非织造布,当针刺密度适当时,

表现出较高的强度、耐热压的稳定性和正常的变形。

2.3 纤维排列特征对非织造布压缩回弹性能的影响

构成非织造布的纤维排列结构特征对非织造布机械性能的影响是重要的。Watanabe等^[3]对不同制造方法生产的芳族聚酰胺织物,即湿式非织造布、针刺法非织造布、4层机织布进行了对比试验。试验表明:3种试样经过第一次热压处理后,压缩变形显著,随着以后热压次数的增加,变形逐渐减小,第100次热压后,织物厚度与原始厚度之比值的保持率分别为:针刺非织造布为67%,湿法非织造布为38%,机织布为50%。Watanabe认为在同样的密集系数情况下,针刺非织造布比另2种织物柔软、压缩回弹性好、耐热压疲劳性能好的特点。这主要是由于针刺非织造布三维纤维排列结构使织物在热压处理后具有优良的回弹性。

2.4 有基非织造布的机械性能

针刺非织造布由于针刺作用而产生的纤维三维排列结构使非织造布具有较好的抗压缩性能。但随着热压次数的增加,这种纤维三维排列结构和它的均匀性受到严重影响,进而降低了针刺非织造布的使用寿命。通常稳定的机织布(基布)具有较好的尺寸稳定性和抗变形能力。因此,研究在纤维网之间夹入稳定基布的针刺非织造布的机械性能是必要的。

Watanabe等研究^[5,6]认为:针刺作用使纤维束穿入基布,使纤维与纱线相互缠结,增加了非织造布的拉伸强度、尺寸稳定性和抗压缩性能。有基非织造布的强力几乎与基布层数成正比。当然,由于针刺作用,纱线会有损伤;针刺密度越大,损伤越严重^[5]。无基非织造布手感柔软,在压力作用下变形大,强力也低,且表现出经第一次热压后明显变硬,变形减小,压缩后回复能力差。中间夹1层基布的非织造布稳定性提高,夹2层基布的非织造布经热压处理后的压缩回复性较好,夹3层基布的非织造布经热压后表现出最佳的稳定结构,强度和模量最大,抗压性能最好。这是因为针刺作用使纤维的排列被锁定在3个点上,形成理想的三维空间排列。因此,这种结构的非织造布表面紧密平整,且富有弹性,即使经过多次热压,仍表现出好的机械性能,延长了它的使用寿命。

3 结 论

1. 纤维细度小的非织造布强度大,模量大,硬挺,但抗多次热压的稳定性差。细度过大的非织造

布强度和模量小。因此,中等细度(如 5 D)非织造布抗热压性能最好。

2. Nomex 纤维受热压后,纤维横截面形状几乎没有改变。而锦纶纤维受热压后,其横截面形状变化较大。这是由于 Nomex 纤维热分解温度远高于锦纶纤维的熔点。因此锦纶非织造布耐热压性能不如 Nomex 非织造布。

3. 纤维密集系数、针刺密度直接影响非织造布的结构和性能。密集系数决定于针刺密度。但过大的针刺密度将造成纤维、纱线损伤程度加大,使非织造布性能恶化。

4. 合理的基布结构具有较好的尺寸稳定性和抗变形能力。而针刺法非织造布由于纤维三维空间排列结构使非织造布具有较好的抗压缩性能。因此两者结合制成有基非织造布用作耐热压材料是理想的。其中 3 层基布结构非织造布最理想。

参 考 文 献

- 1 Watanabe A. et al . Fatigue Behavior of Aramid Nonwoven Fabrics Under Hot-press Conditions , Part I : Mechanical Properties . Textile Res . J . , 1995(4) :213 ~ 218 .
- 2 Watanabe A. et al . Fatigue Behavior of Aamid Nonwoven Fabrics Under Hot-press Condition , Part II : Geometric Structure of Fiber Cross Sections . Textile Res . J . , 1995(5) :247 ~ 253 .
- 3 Watanabe A. et al . Fatigue Behavior of Aramid Nonwoven Fabrics Under Hot-press Conditions , Part III : Effect of Fabric Structure on Compressive Behaviors . Textile Res . J . , 1996(11) :669 ~ 676 .
- 4 Watanabe A. et al . Fatigue Behavior of Aramid Nonwoven Fabrics Under Hot-press Conditions , Part IV : Effect of Fiber Finess on Mechanical Properties . Textile Res . J . , 1998(2) :77 ~ 86 .
- 5 Watanabe A. et al . Fatigue Behavior of Aramid Nonwoven Fabrics Under Hot-press Conditions , Part V : Effect of Punching Density on Mechanical Properties . Textile Res . J . , 1998(3) :171 ~ 178 .
- 6 Watanabe A. et al . Fatigue Behavior of Aramid Nonwoven Fabrics Under Hot-press Conditions , Part VI : Effect of Stable Base Fabrics on Mechanical Properties . Textile Res . J . , 1999(1) :1 ~ 10 .
- 7 Abdelfattah M et al . Effect of Needle Position and Orientation on Forces Experienced by Individual Needles During Needle Punching . Textile Res . J . , 1997(10) :772 ~ 776 .