

提高芳纶原纸强度的工艺研究

吴雪丹,赵会芳,林盈盈,聂胜丽

(浙江科技学院 轻工学院,杭州 310023)

摘要: 通过实验研究了芳纶浆粕的性质、芳纶浆粕与芳纶短切纤维配比、分散剂的用量及成形方法对芳纶原纸强度的影响,从而确定较为合适的芳纶原纸抄造工艺。结果显示:高打浆度、表面起毛程度较好的浆粕有利于提高芳纶浆粕与纤维之间的结合力,从而提高芳纶原纸的强度;浆粕与纤维质量比为 1.5 : 1 时芳纶原纸强度最好;抄纸时适量加入 PEO 分散剂可提高芳纶原纸的匀度和强度,最佳 PEO 质量分数为 0.15%;分层成形比一次成形所得芳纶原纸强度更高。

关键词: 芳纶纤维;芳纶浆粕;芳纶原纸;分散剂;分层成形

中图分类号: TS761.2

文献标志码: A

文章编号: 1671-8798(2011)03-0199-04

Technical study of improving strength of aramid base paper

WU Xue-dan, ZHAO Hui-fang, LIN Ying-ying, NIE Sheng-li

(School of Light Industry, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: Effect of the properties of aramid fibrid, the fiber furnish of aramid fibrid and aramid fiber, the dosage of PEO dispersant and the forming ways on the strength of aramid base sheet were studied by means of experiments, and the suitable papermaking technologies of aramid base sheet were determined. The results showed that higher beating degree and more fluffy surface of aramid fibrid are helpful to improve the binding force between fibrid and fiber, thus improving the strength of aramid base sheet; the optimum ratio of fibrid and fiber is 1.5 : 1. Adding proper PEO dispersant to papermaking pulp can increase the formation and strength of aramid base sheet and the optimum PEO dosage is 0.15%. Layered forming is better than forming at a time.

Key words: aramid fiber; aramid fibrid; aramid base sheet; dispersant; layered forming

芳纶 1313 纤维是由间苯二酰氯和间苯二甲胺 2 种单体缩聚而成的,根据合成工艺不同,它以 2 种不同的物理形态存在:一种呈长纤维状,表面光滑且富有光泽;另一种呈浆粕状,表面毛羽丰富,比表面积较

收稿日期: 2010-11-09

基金项目: 浙江省大学生科技创新活动计划(新苗人才计划)项目资助(2010R415028)

作者简介: 吴雪丹(1989—),女,浙江省武义人,2007 级本科生。

通讯作者: 赵会芳(1971—),女,河南省灵宝人,副教授,硕士,主要从事轻化工程的教学与研究。

大^[1]。芳纶 1313 纤维具有高模量、高强度、极好的耐热性、杰出的化学稳定性和电绝缘性。由芳纶 1313 纤维和芳纶 1313 浆粕以一定的比例混合,通过湿法抄造和热压处理而制成的芳纶纸,具有优异的机械性能和耐高温绝缘性能,是一种高附加值的特种纤维绝缘纸和结构材料纸^[2-4]。而未热压处理的芳纶原纸密度较低,其电气及机械性能比热压纸较低,用于电动机相绝缘及变压器线圈端绝缘之类要求高厚度和适应性的用途。不同的纤维形态决定了在芳纶原纸中这两种纤维的作用不同,芳纶短切纤维提供纸张的机械强度,而芳纶浆粕提供纸张的介电质强度并作为纤维之间的黏结材料^[5]。芳纶纸实质上是由化学结构相同而物理形态相异的两种合成纤维形成的一种复合材料纸,其中芳纶短切纤维相当于复合材料中的增强纤维,而芳纶浆粕相当于基体。影响芳纶原纸中芳纶短切纤维强度转化率的因素有芳纶浆粕的性质、芳纶浆粕所占的比例、芳纶短切纤维的表面状态及芳纶短切纤维与浆粕的分散程度^[6]等。本实验研究了芳纶 1313 浆粕的性质、不同芳纶纤维与浆粕配比、不同分散剂用量及成形方式对芳纶原纸强度的影响,探讨了提高芳纶原纸强度的工艺方法。

1 实 验

1.1 实验原料

芳纶 1313 短切纤维:平均长度 6.22 mm,平均宽度 14.90 μm ,长宽比 417;芳纶 1313 浆粕 A:打浆度 25°SR,平均长度 1.94 mm,平均宽度 34.17 μm ,长宽比 57;芳纶 1313 浆粕 B:打浆度 58°SR,平均长度 0.60 mm,平均宽度 13.13 μm ,长宽比 46;分散剂 PEO。实验所用原料均由国内生产厂家提供。

1.2 实验方法

1.2.1 芳纶短切纤维与芳纶浆粕配比的确定

芳纶 1313 短切纤维分别与来源不同的芳纶浆粕 A 和 B 以 1:1.0,1:1.2,1:1.5,1:1.8 及 1:2.0 的质量比进行混合,按照 GB 7981—87《纸浆实验室纸页的制备常规纸页成型器法》用实验室抄片器抄造定量为 64 g/m² 的芳纶纸,依据 GB/T 451.2—2002《纸和纸板定量的测定》、GB/T 451.3—2002《纸和纸板厚度的测定》、GB/T 453—2002《纸和纸板抗张强度的测定(恒速加荷法)》和 GB/T 455—2002《纸和纸板撕裂度的测定》规定的方法,分别测定不同配比的芳纶原纸的定量、紧度、抗张指数和撕裂指数,进行比较,得出最佳配比。

1.2.2 分散剂 PEO 的使用

以优化的配比和浆粕打浆度将芳纶 1313 短切纤维和浆粕进行混合,加入不同质量分数的分散剂 PEO 后抄纸,比较芳纶原纸的物理强度,优化分散剂的用量。

1.2.3 成形方式的比较

以优化的纤维配比及分散剂用量将浆料混合,采用一次成形和二次成形再复合的方式抄造芳纶纸,测定不同成形方式下芳纶原纸的物理强度,确定最佳芳纶纸成形工艺。

2 实验结果分析

2.1 芳纶浆粕种类及用量对芳纶原纸强度的影响

以芳纶 1313 短切纤维和来源不同的 2 种芳纶浆粕 A 和 B 以 1:1.0,1:1.2,1:1.5,1:1.8 及 1:2.0 的质量比进行混合抄纸,测定不同配比的芳纶纸的物理强度。其中芳纶浆粕 A 的打浆度为 25°SR,芳纶浆粕 B 的打浆度为 58°SR。芳纶浆粕 A 与芳纶 1313 纤维配抄纸的物理指标如表 1 所示,芳纶浆粕 B 与芳纶 1313 纤维配抄纸的物理指标如表 2 所示。

由表 1 和表 2 可知,无论是浆粕 A 还是浆粕 B,当芳纶浆粕与短切纤维的质量比为 1.5:1 时,芳纶原纸的抗张指数最高,而撕裂强度最大值出现在芳纶浆粕与短切纤维的质量比为 1:1 时。由于芳纶是合成纤维,其短切纤维本身光滑挺硬,无结合力,纯短切纤维无法抄造成纸,只有与浆粕以合适的比例混合抄造才能成形,浆粕在成纸过程中起到黏合的作用。当浆粕比例较低时,短切纤维不能很好地分散在浆粕中,

成纸匀度不好,交织力较差,故其抗张指数较低,但由于短切纤维较长,其本身强度很大,所以其成纸撕裂度较好。但当浆粕比例过高时,尽管浆粕与短切纤维间的结合力较强,紧度较大,但由于纤维平均长度下降了,故抗张指数和撕裂指数均较低。综合考虑,抄造芳纶原纸时芳纶浆粕与短切纤维的最佳质量比为 1.5 : 1。

对比表 1 和表 2 可知,同样的浆粕与短切质量比抄造芳纶原纸时,浆粕 B 配抄的芳纶原纸强度高于浆粕 A 配抄的芳纶原纸。这是由于浆粕 B 的打浆度远远高于浆粕 A 的打浆度,浆粕 B 表面起毛程度较大,黏性更大,有利于提高与短切纤维之间的交织力。

2.2 PEO 质量分数对芳纶原纸强度的影响

由于芳纶短切纤维较长,在湿法抄纸过程中容易互相交织在一起,影响成纸的匀度,从而影响其强度,因此在分散过程中加入了分散剂 PEO,以提高芳纶纤维在水溶液中的悬浮性和分散性。以浆粕 A 和短切纤维为原料,以 1.5 : 1 的质量比抄芳纶原纸,不同分散剂质量分数对芳纶原纸强度的影响如表 3 所示。

由表 3 可知,添加少量分散剂 PEO 可提高芳纶原纸的强度。在实验条件下,当分散剂 PEO 质量分数为 0.15% (对绝干浆量) 时,芳纶原纸的抗张指数和撕裂指数最高。当 PEO 质量分数超过 0.15% 时,反而引起芳纶纸强度的下降。这是因为纸页的抗张强度和撕裂度均随着纸页匀度的改善而提高,如果纸张中纤维分布不均匀,在定量过低的部位纤维分布较少,使纸页局部强度过低,从而容易产生局部断裂,影响其整体强度。添加 PEO 后,悬浮液的黏度上升,纤维的运动速度下降,减少了纤维之间的碰撞,降低了纤维之间的缠结,纸页中纤维的分布匀度提高。但当 PEO 的质量分数超过 0.15% 后,浆料的黏度过大,滤水性下降,浆料中细小组分的留着率提高,细小组分过多的存在使沉析纤维围绕短切纤维产生了许多微小的絮聚体,纸页匀度又开始下降^[7]。未添加分散剂的纸页及添加 0.15% PEO 的纸页纤维分布如图 1 所示。可见,未添加分散剂

表 1 芳纶浆粕 A 与芳纶短切纤维配抄芳纶原纸的物理指标

Table 1 Physical indexes of aramid base sheet made of aramid fibril A together with chopped aramid fiber

纤维配比 ($m_{\text{浆粕}} : m_{\text{短切}}$)	厚度/ mm	紧度/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	抗张指数/ ($\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{g}^{-1}$)	撕裂指数/ ($\text{mN} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)
1 : 1	0.304	0.207	2.17	15.82
1.2 : 1	0.305	0.213	3.91	14.60
1.5 : 1	0.286	0.225	4.43	14.72
1.8 : 1	0.295	0.215	2.93	11.92
2 : 1	0.302	0.220	2.68	11.35

表 2 芳纶浆粕 B 与芳纶短切纤维配抄芳纶原纸的物理指标

Table 2 Physical indexes of aramid base sheet made of aramid fibril B together with chopped aramid fiber

纤维配比 ($m_{\text{浆粕}} : m_{\text{短切}}$)	厚度/ mm	紧度/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	抗张指数/ ($\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{g}^{-1}$)	撕裂指数/ ($\text{mN} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)
1 : 1	0.300	0.212	3.67	17.87
1.2 : 1	0.291	0.223	3.99	17.33
1.5 : 1	0.278	0.234	5.11	15.44
1.8 : 1	0.296	0.219	5.04	13.51
2 : 1	0.290	0.225	4.32	12.36

表 3 不同分散剂质量分数的芳纶原纸的物理指标

Table 3 Physical indexes of aramid base sheet with different disperser quantities

分散剂质量 分数/%	厚度/ mm	紧度/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	抗张指数/ ($\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{g}^{-1}$)	撕裂指数/ ($\text{mN} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)
0	0.286	0.225	4.43	14.72
0.05	0.284	0.221	4.65	15.47
0.15	0.289	0.212	4.96	16.74
0.25	0.278	0.218	4.76	15.23
0.35	0.296	0.207	4.26	14.50

PEO 时,纸页中纤维絮聚严重,纸页匀度较差,而添加 PEO 大大改善了纸页的匀度。

2.3 成形方式对芳纶原纸强度的影响

同一定量的纸张,一次成形与分层抄造再复合成形,由于其上网浓度不同,所形成的纸页匀度不同,纤维分布情况不同,故对其强度也有一定影响^[8]。以浆粕 A 和短切纤维为原料,以 1.5 : 1 的质量比配抄芳纶原纸,分散剂质量分数 0.15%,一次成形和分层抄造再复合而制成的芳纶原纸的物理强度如表 4 所示。

由表 4 可知,对于 64 g/m² 定量的纸页,采用二次成形,每次抄造 32 g/m² 定量的纸页,然后将 2 张湿纸页复合,所形成的纸页比一次成形 64 g/m² 定量的纸页强度有所提高。实验室抄造定量为 32 g/m² 的纸页时,浆料上网质量分数约为 0.01%,而抄造 64 g/m² 定量的纸页时浆料上网质量分数约 0.02%,分二次成形使得每次上网浆料质量分数下降,纸页匀度有所提高,使得叠合而成的纸页总体匀度提高,纤维分布均匀,从而提高了纸页的整体强度。

3 结 语

1)在采用芳纶浆粕与芳纶短切纤维

配比湿法抄造芳纶原纸时,当浆粕与短切纤维的质量比为 1.5 : 1 时,所得芳纶原纸强度较高,且浆粕的性质对原纸强度有较大的影响。打浆度高、表面起毛程度大的浆粕有利于提高浆粕与短切纤维之间的结合力,从而提高芳纶原纸的强度。

2)添加适量的分散剂 PEO 有利于提高芳纶浆粕与芳纶短切纤维的分散性,减少絮聚,从而提高芳纶原纸的匀度和机械强度,较合适的 PEO 分散剂质量分数为 0.15%。

3)对于抄造定量较大的芳纶原纸时,采用分层成形再复合的抄造方法,有利于提高芳纶原纸的匀度和强度。

参考文献:

- [1] 尤秀兰,傅群,刘兆峰. 芳纶浆粕纤维的结构性能与应用[J]. 产业用纺织品,2001,19(8):27-29.
- [2] BHATIA A. Aramid papers with improved dimensional stability[C]//Proceedings of the Electrical Electronics Insulation Conference, Rosemont; EEIC,1995:409-410.
- [3] HERMAN HANS F, SAMI K. Flame barrier compositions and their use; US,6312561[P],2001-11-06.
- [4] NOMOTO K. Aramid honeycombs and a method for producing the same; US,6544622[P],2003-04-08.
- [5] 胡健,王宜,罗靖山. 芳纶纸基复合材料的研究进展[J]. 中国造纸,2004,3(1):51-54.
- [6] 周雪松,王习文,胡健,等. 芳纶纤维分散性能的研究[J]. 造纸科学与技术,2004,23(6):46-49.
- [7] 俞锦红,张美云. PEO 在芳纶 1313 纤维纸页中应用的研究[J]. 上海造纸,2006,37(2):39-41.
- [8] 黄克衡. 芳纶 1313 纸机械强度和相关工艺[J]. 上海造纸,2007,38(1):39-41.

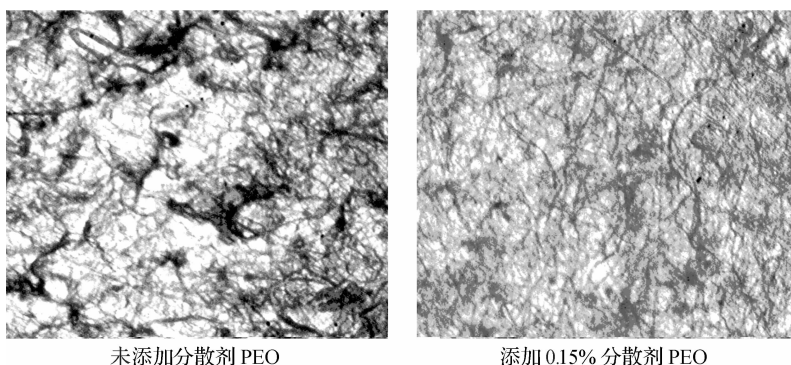


图 1 PEO 分散剂对芳纶纸纤维分布的影响

Fig. 1 Effect of PEO dispersant on fiber distribution of aramid sheet

表 4 不同成形方式芳纶原纸的物理指标

Table 4 Physical indexes of aramid base sheet with different forming styles

成形方式	厚度/ mm	紧度/ (g · cm ⁻³)	抗张指数/ (N · m · g ⁻¹)	撕裂指数/ (mN · m ² · g ⁻¹)
一次成形	0.289	0.212	4.96	16.74
两次成形 再复合	0.284	0.223	5.65	20.90