

非织造布用于高效聚结过滤器的黏合工艺研究

孙凯凯^{1,2}, 田明伟^{1,2}, 唐晓宁^{1,2}, 刘震³

(1. 青岛大学 纺织学院, 山东 青岛 266071;

2. 青岛大学“纤维新材料与现代纺织”国家重点实验室培育基地, 山东 青岛 266071;

3. 中国石油大学 机械与储运工程学院, 北京 102249)

摘要: 对非织造布用于高效聚结过滤器的最适黏合剂配方和最优黏合方式进行了研究。通过选取三种不同类型的黏合剂, 分别测试了黏合剂黏合试样的撕裂强度, 测试分析了每个黏合点不同黏合剂用量对非织造固化结构断裂强度的影响, 以及不同黏合点间距对试样断裂强度和透气性能的影响, 从而得到高效聚结过滤器与非织造材料黏合的最佳方案。

关键词: 聚结过滤器; 黏合剂; 黏合工艺; 断裂强力; 透气性

中图分类号: TS176+.5

文献标识码: A

文章编号: 1673-0356(2015)02-0023-03

0 引言

天然气中的粉尘含量过高将会严重影响仪表、设备阀门正常运转, 压缩机叶片、主轴磨损, 计量精度下降, 使生产和经济效益受到较大影响^[1]; 因此, 为了安全、经济、有效地输送天然气, 就必须在输送前通过高效过滤器对天然气进行必要的处理, 除去部分杂质^[2-3]。过滤装置的核心是过滤介质, 纺织材料作为过滤介质可广泛应用于气体、液体、食品制造和其他工业生产中的过滤。非织造布过滤材料中杂乱分布的纤维可加强载体相在流过时的分散效果, 因而可使欲分离的粒子悬浮相有更多机会与单纤维碰撞和黏附。相对于机织和针织布, 非织造布的过滤效率明显提高且可提高载体相的流动速度^[4]。

过滤用非织造布的过滤性能及耐久性主要由非织造布孔隙率、孔隙大小及孔隙尺寸稳定性决定, 非织造布层间添加黏合剂可以黏合相邻非织造布, 固定孔隙尺寸, 增加非织造布使用寿命^[5]。黏合剂的添加可提高非织造布层间强力, 但会影响过滤性能和效率。通常黏合力也就是强力越高, 相对应的透气性就会越差。故分析黏合剂种类、用量、涂抹方式、使用密度等多因素影响, 探索出黏合力与透气性之间的最优关系有着重要意义^[6]。本文初步筛选了三种水溶性黏合剂, 通过测试黏合集体的撕裂强力来评价非织造布的层间强力, 选出最佳黏合剂; 然后通过改变黏合剂用量, 测试其撕裂强力, 选出最佳的黏合剂用量; 最后通过采用石墨烯各向同性结构的黏合方式对过滤用布进行黏

合, 并测试其透气性及预浸酸前后的断裂强力。

1 实验部分

1.1 材料和仪器

试验材料: 克重分别为 13、20 和 30 g/cm² 涤纶非织造布(由中国石油大学提供); 脂肪族水溶性聚氨酯和芳香族水溶性聚氨酯(广州冠志化工有限公司); 聚丙烯酸酯(无锡前洲涂层材料厂); 分析纯盐酸(莱阳技术开发区精细化工厂)。

实验仪器: DR028-300 型万能材料试验机, YG461E 电脑透气性测试仪; ZY100i 光学显微镜; 八篮恒温烘箱等。

1.2 试样制备

初步筛选黏合剂为脂肪族水溶性聚氨酯(PU-202c)作为黏合剂 1, 芳香族水溶性聚氨酯作为黏合剂 2, 聚丙烯酸酯(常温)作为黏合剂 3。

1.2.1 黏合剂筛选

选取克重为 30 g/m² 涤纶非织造布, 每种黏合剂准备 10 个样品, 每个样品均由两块 12 cm×5 cm 的布条黏合; 在布条上方 10 cm 分开, 下方 2 cm 处滴 0.02 ml 黏合剂, 黏合示意图如图 1 所示。将试样放入 80 ℃ 的八篮恒温烘箱中烘干, 将其中的 5 个样品在 pH 值=3.0 的盐酸中浸泡 2 h 后, 取出烘干。

1.2.2 黏合剂用量

选取克重分别为 13、20、30 g/m² 涤纶非织造布, 每种试样准备 20 块布样, 每块布样均由两块 12 cm×5 cm 的布条进行黏合, 分别滴入 0.01、0.02、0.04、0.06 ml 的黏合剂 1, 4 种用量的试样各 5 个。

1.2.3 透气性试样

在 25 cm×25 cm 的非织造布上分别间隔 2、3 和 4

收稿日期: 2014-10-16; 修回日期: 2014-10-22

作者简介: 孙凯凯(1989-), 男, 山东青岛人, 硕士研究生在读, 主要从事纺织材料与纺织品设计研究, E-mail: sunkaikai1028@163.com。

cm 滴入 0.02 ml 黏合剂,然后将另一块同样大小的布与其重叠,使两块布黏合起来,烘干后就成为了一块布样。分别用 30、20 和 13 g/m² 的无纺布做出用脂肪族水溶性聚氨酯进行黏合的间隔 2、3 和 4 cm 的布样各 3 块,共 27 块布样。

1.3 测试方法

(1)撕裂强力 按照 GB/T 3923.1—1997 测试标准方法^[7],以确定出最佳黏合剂及其用量,试样撕裂如图 2 所示。

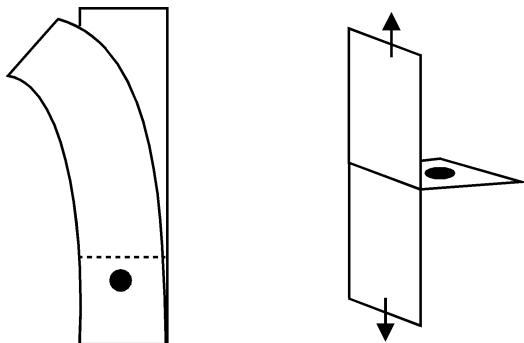


图 1 点黏合示意图

图 2 试样撕裂示意图

(2)透气性 透气性实验在 YG461E 电脑式透气性测试仪上进行,试样压差为 200 Pa,测试点为左上、左下、中间、右上、右下五个位置,取平均值来表示其透气性^[8]。对 13 g/m² 的试样采用 12 号喷嘴,20 和 30 g/m² 的试样采用 10 号喷嘴,测试面积为 20 cm²。

(3)布样微观结构 采用 ZY100i 光学纤维镜分别对空白样、黏合剂处及断裂面处纤维排列结构进行观察,样布均选取 30 g/m² 无纺布。

2 结果和分析

2.1 黏合剂筛选

通过测试用不同黏合剂黏合的两个布片之间的撕裂强力可以表征黏合剂的黏合强力^[9]。由表 1 可看出,黏合剂 1 的最大平均撕裂强力值达到了 15.45 N,黏合剂 3 降低到了 7.81 N,而黏合剂 2 只有 1.12 N,黏合剂 1 的黏合力远远高于黏合剂 2、3。经酸处理后三种黏合剂强力变化不明显,表明黏合剂都具有一定的耐酸性。综上所述,可认为黏合剂 1 为黏合强力最理想的黏合剂。

2.2 黏合剂用量

从表 2 可看出,不同克重非织造布的撕裂强度都在黏合剂用量为 0.04 ml 时达到最大值,随着黏合剂用量增大至 0.06 ml,撕裂强度又开始下降。这可能是

由于过量的黏合剂使得纤维在拉伸过程中弹性降低,使纤维间的拉伸变形量减小。

表 1 织物试样撕裂强力值

试 样	最大撕裂强力值/N					
	黏合剂 1	黏合剂 2	黏合剂 3	黏合剂 1 (浸酸)	黏合剂 2 (浸酸)	黏合剂 3 (浸酸)
1	16.4	1.74	8.27	15.95	1.26	8.07
2	15.82	0.71	6.26	15.38	0.21	6.63
3	11.98	0.88	11.55	12.43	0.36	8.89
4	11.12	0.89	6.83	18.47	1.76	13.04
5	21.93	1.34	6.16	11.85	0.85	7.82
平均值	15.45	1.12	7.81	14.81	0.89	8.81

表 2 布样撕裂强力测试值

黏合剂用量/ml	0.01	0.02	0.04	0.06	单位:N
试样克重/g · m ⁻²	13	3.98	6.92	7.01	6.20
	20	5.78	6.89	10.58	6.22
	30	13.82	16.73	21.95	16.70

考虑到在实际实验过程中,黏合剂用量多容易溢出,且黏合剂用量越多,黏合面积越大,会影响非织造布的透气性,测试了 3 种试样黏合点的面积如表 3 所示。由表 3 可知,黏合点面积随着黏合剂用量的增加而增大,黏合点处即为如图 3 所示的黏合膜,透气性和过滤性能均较差,即过大的黏合点面积将影响过滤性能。所以在达到强力要求前提下,尽可能减低黏合点面积。由表 2 可知,黏合剂用量在 0.02 ml 时的撕裂强力也已达到 0.04 ml 的 99%(13 g/m² 试样)、66%(20 g/m² 试样)和 76%(30 g/m² 试样),也可达到黏合强力要求。综合考虑,建议选用 0.02 ml 作为每个黏合点的黏合剂用量。

表 3 不同黏合剂用量下的黏合点面积

黏合剂用量/ml	0.01	0.02	0.04	0.06	单位:cm ²
试样克重/g · m ⁻²	13	0.6	1.1	1.6	2.1
	20	0.4	0.8	1.2	1.8
	30	0.2	0.3	0.6	0.9

2.3 布样透气性

表 4 布样透气性测试结果

黏合间距/cm	空白样	2	3	4	单位:L · (m ² · s) ⁻¹
试样克重/g · m ⁻²	13	3 466.7	2 456.0	2 890.7	3 073.3
	20	3 264.5	2 387.5	2 500.9	2 526.9
	30	1 945.3	1 541.3	1 722.6	1 762.5

由表 4 可看出,3 种克重的布样经黏合后其透气性变化相同,经 2 cm 间距黏合后空气量下降,随着间距增大到 3 和 4 cm 后,空气量又逐渐上升,但都未达到空白样的水平。即布样经黏合后透气性下降,且间距越小,透气性越差。这是因为黏合剂通过成膜来黏合

非织造布,随着黏合间距的变小,单位面积内的黏合剂区域增大,透气性会更差一些。此外,试样克重也是影响透气性的重要因素,即随着织物克重的增加,布样厚度的增大,其孔隙减小,透气性变差^[10]。

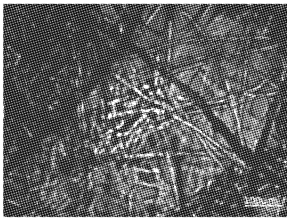
2.4 布样微观结构



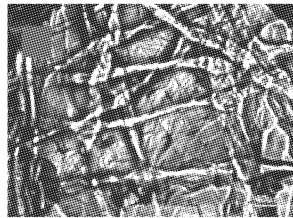
(a₁)空白样放大 200 倍图



(a₂)空白样放大 500 倍图



(b₁)黏合剂处试样放大 200 倍图



(b₂)黏合剂处试样放大 500 倍图



(c₁)断裂面放大 200 倍图



(c₂)断裂面放大 500 倍图

图3 非织造布内部纤维排列及断裂形态示意图

由图 3(a₁)和(a₂)可看出,涤纶非织造布的内部纤维呈杂乱疏松分布,孔隙非常多;在(a₁)中还能观察到水刺节点。(b₁)和(b₂)显示涂有黏合剂的布样内部

纤维排列杂乱但比较紧密,且孔隙变小,进一步说明了黏合剂面积越大,其透气性越小。

3 结论

在将非织造布用于高效聚结过滤器时,用脂肪族水性聚氨酯 PU-202c 黏合剂黏合涤纶非织造布具有最高的撕裂强力,当黏合点黏合剂用量为 0.02 ml,黏合点的间距为 4 cm 时试样具有最好的撕裂强力和透气性。

参考文献:

- [1] 李 熹,郭 益,米力田.新型过滤器结构分析及改进[J].天然气与石油,2005,23(1):7-10.
- [2] 李 奎.大型天然气过滤器的现状与改进措施[J].石油矿场机械,2004,33(1):124-126.
- [3] 武松梅,袁传刚.非织造材料孔径与过滤性能关系的研究[J].产业用纺织品,2010,(1):12-14.
- [4] 杨朝坤,赵 谦,蒋 云,等.纤维过滤材料技术与应用[J].棉纺织技术,2009,37(9):513-516.
- [5] Gulrajani M L,李 燕.高性能无纺布过滤技术[J].纺织信息周刊,2005,(20):012.
- [6] 尚 磊,戴文鸣,孔宪志,等. J-189 聚氨酯胶黏剂的工艺与老化性能研究[J].化学与黏合,2014,(3):210-221.
- [7] 萧继华,俞 宏,宋心远.影响涂料印花黏合剂乳液成膜性能的因素[J].印染助剂,2001,18(5):6-9.
- [8] 邱茂伟,王府梅.机织物透气性能的预测研究[J].纺织学报,2005,26(4):73-75.
- [9] 李付亚,傅和青,黄 洪,等.水性聚氨酯胶黏剂改性研究进展[J].中国胶黏剂,2007,2(16):45-50.
- [10] 俞月莉,张 丽,周 强,等.织物透气性测试方法标准之比较[J].纺织标准与质量,2011,(4):21-25.

Study on the Bonding Process of Nonwoven Fabric Used for Efficient Coalescence Filters

SUN Kai-kai^{1,2}, TIAN Ming-wei^{1,2}, TANG Xiao-ning^{1,2}, LIU Zhen³

(1. College of Textile, Qingdao University, Qingdao 266071, China; 2. Laboratory of New Fiber Materials and Modern Textile, The Growing Base for State Key Laboratory, Qingdao University, Qingdao 266071, China; 3. College of Mechanical and Transportation Engineering, China University of Petroleum, Beijing 102249, China)

Abstract: The optimal adhesive formulations and optimal bonding method of nonwoven fabric used for efficient coalescence filters were studied. The tearing strength for each sample, the influences of adhesive amounts on the breaking strength of nonwoven solidified structure and different spacing effects on the permeability and breaking strength of each sample were tested through the selection of three different types of adhesive, so as to obtain the optimal bonding process of nonwoven fabric used for efficient coalescence filters.

Key words: coalescing filter; adhesive; bonding process; breaking strength; permeability