

DOI: 10.19333/j.mfkj.2016070300204

基于层次分析法的毛/涤面料与黏合衬 黏合工艺参数设计

贺俊莲, 马飞, 蹇海清, 郝云波, 范闪

(陕西服装工程学院, 陕西 咸阳 712046)

摘要: 以毛/涤混纺面料为例, 采用 NHJ-600 型黏合机对 3 种不同衬料进行黏合实验。以黏合后复合织物的剥离强度、弯曲性、延伸性为评价指标, 采用层次分析法, 通过构造判断矩阵, 分析面料与衬料在不同温度、压力、时间条件下黏合对织物延伸性能、弯曲性能以及剥离强度的影响, 并优化了压烫工艺参数。实验表明: 毛/涤面料与外衣黏合衬(PA、PET 胶)黏合的最佳工艺参数为: 温度 130 °C, 压力 0.3 MPa, 速度 2 m/min。

关键词: 黏合衬; 毛/涤面料; 层次分析法; 温度; 压力; 剥离强度

中图分类号: TS 941.498.1

文献标志码: A

Design of adhesive process parameters of wool/polyester blended fabric based on analytic hierarchy process

HE Junlian, MA Fei, QIAN Haiqing, HAO Yunbo, FAN Shan

(Shaanxi Fashion Engineering University, Xianyang, Shaanxi 712046, China)

Abstract: In order to study the best process parameters of fabric and lining bonding, the paper used wool/polyester blended fabric as an example, choosed three different lining materials in the bonding process parameters (temperature, time, pressure) for the machine to make bonding experiments. Taking the peel strength, bendability and extensibility of the bonded composite fabric as the evaluation indexes, by the method of AHP and the judgment matrix, the fabric and the lining material were analyzed under the conditions of different temperature, pressure and time. The extension of performance, bending performance and peel strength, optimize the pressing process parameters. Experiments showed that the best technical parameters of wool, polyester and coat adhesive lining (PA, PET) were: temperature 130 °C, pressure 0.3 MPa and the speed of 2 m/min.

Keywords: fusible interlining; wool/polyester blended fabric; analytic hierarchy process; temperature; pressure; peel strength

黏合技术的出现不仅简化了服装生产过程中的加工工艺, 同时又能改善服装的服用性能, 使服装穿着时更加挺括、舒适、美观, 其原理是黏合衬所覆盖的热熔胶粒在熔融后进入织物的纤维及纱线的间隙中, 使得织物中纤维、纱线被胶粒固定, 使得纱线不会相对移动及弯曲, 同时也可以增加织物的厚度, 从

而改变服装的服用性能, 利用黏合衬技术是改变服装服用性能的重要手段之一^[1-2]。

英国 Tamner K 发明了使用塑料粉在织物上进行粉敷热黏合的技术^[3]。范福军^[4]通过正交试验设计, 通过建立回归极差模型对大量试验数据进行分析, 研究了多种面料与黏合衬在不同的黏合工艺参数对服用性能的影响^[4]。在黏合技术的改进方面, 学者也提出了不同的研究方法, 比较先进的有采用计算机建模技术上的人工神经网络法和回归树法等来分析黏合后服装的服用性能, 但因这些方法都是建立在计算机建模和数据处理的基础上, 对技术与成本要求较高, 所以目前大多数服装企业采用逐

收稿日期: 2017-04-01

基金项目: 陕西省教育厅专项科学研究计划项目 (17JK0929)

第一作者简介: 贺俊莲, 讲师, 研究方向为服装结构设计与应用。通信作者: 马飞, E-mail: mf3060303201@163.com。

一试验的方法得到最佳参数^[5],但是黏合衬和面料在确定的情况下,剥离强度是由压烫时的压力、温度与时间三个因素决定^[6-7]。

本文实验通过选用毛/涤混纺面料及不同的黏合衬,调整黏合时的工艺参数进行多种组合,同时采用控制变量法,在NHJ-600型黏合机上进行压烫,然后对黏合后的试样进行测试。采用Y090A型电子剥离强力机对试样进行剥离强力的测定,应用系统工程中的层次分析法对得到的数据进行分析,从黏合后复合物的剥离强度方面评价黏合效果,得到面料与黏合衬压烫工艺参数的优化组合,从而得到最好的黏合效果。

1 实验

1.1 实验方案

采用辊式加压 NHJ-600 型黏合机,不同用途衬料的黏合工艺参数参考值见表 1。

表 1 黏合工艺参数

黏合衬品种	黏合温度/℃	黏合压力/MPa	黏合时间/s
衬衫用黏合衬(PE胶)	130~160	0.1~0.3	15~25
外衣用黏合衬(PA、PET胶)	130~160	0.2~0.4	12~20
裘皮用黏合衬(PA、EVA胶)	80~110	0.1~0.3	10~18

根据表 1 参数范围,经过多次黏合实验,选定较为合适的黏合温度、黏合时间、黏合压力^[8-9]。当黏合温度 130℃、黏合速度 2.5 m/min 不变时,黏合压力分别为 0.10、0.20、0.25、0.30、0.35 MPa。本文实验采用在黏合温度、时间、压力分别发生变化时,研究毛/涤面料与 3 种衬料黏合效果的方法^[10-11]。根据需要将实验分为 3 组,即在时间、温度、压力 3 个条件中,2 个条件不变的情况下,其中 1 个条件发生变化的黏合效果,每组取 5 个不同的实验数据。

1.2 实验方法

1.2.1 黏合参数模型

根据本文研究的 3 个层次,建立合理判断不同温度、压力、速度的重要权值的层次分析(AHP)结构模型,AHP模型(方案层为温度的变化)见图 1。

1.2.2 判断矩阵构造

通过构造判断矩阵,对不同方案的重要性进行两两比较,判断其相对重要性,标值量化方法为:用数字 1~9 及其倒数表示相对重要程度,参数相对重要程度对比见表 2^[12]。表 2 中 B_i 与 B_j 表示 2 个不同的参数。相反,当 B_j 与 B_i 比较时,其标量是 B_i 比 B_j 标量的倒数。

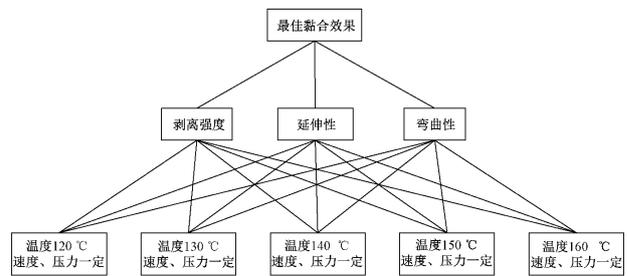


图 1 AHP 模型

表 2 参数相对重要程度对比

标度	含义
1	B_i 与 B_j 一样重要
3	B_i 比 B_j 重要一点
5	B_i 比 B_j 重要
7	B_i 比 B_j 重要得多
9	B_i 比 B_j 极端重要
2,4,6,8	两邻判断的中值

1.2.3 AHP 排序和一致性检验

1.2.3.1 单层次排序

层次单排序计算是根据判断矩阵 B ,得出满足 $BW = \lambda_{\max} W$ 的特征根与特征向量^[12],其中 λ_{\max} 为 B 的最大特征根, W 为对应于 λ_{\max} 的正规化向量, W 的分量 W_i 即为所对应因素 B_i 的单排序的权值^[13]。一致性指标 $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$,其修订指标为平均随机一致性指标 RI ,判断矩阵一致性指标 CI 的修正值 RI 见表 3。进行一致性检验时,用 $CR = CI/RI$ 替代 CI 。

表 3 判断矩阵一致性指标 CI 的修正值 RI

判断矩阵阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI 值	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

1.2.3.2 层次总排序

层次总排序是根据从上而下逐层的顺序,总层次排序见表 4。

表 4 总层次排序

层次 D	层次 A			层次 D 总排序 W
	A_1	...	A_m	
a_1	...	A_m		
D_1	b_{11}	...	b_{1m}	$\sum a_i b_{i1}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
D_n	b_{n1}	...	b_{nn}	$\sum a_i b_{ni}$

总层次排序的方法与层次单排序方法相同,总层次排序仍需进行一致性检验,于是,AHP 提出层次总排序一致性指标 CI 为:

$$CI = \sum_{i=1}^n a_i (CI)_i \quad (1)$$

式中 $(CI)_i$ 为本层对应的上层次中判断矩阵的一致性指标。

同理,层次总排序的一致性指标需要通过总层次排序的随机一致性指标 RI 为:

$$RI = \sum_{i=1}^m a_i (RI) \quad (2)$$

对层次总排序一致性指标 CI 进行修补,其中 $(RI)_i$ 为与本层次对应的下一层次中判断的随机一致性指标。AHP 规定用:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

当 $CR < 0.1$ 时,认为判断矩阵有可以接受的一致性,当 $CR \geq 0.1$ 时,则认为判断矩阵需要重新调整,直至满足一致性。同时需要指出的是即使最后结果满足一致性,在理论上,只能说明判断者的判断思维是一致的,并非说明其结果一定符合实际情况,也就是说所求较为合理。

1.2.4 AHP 分析黏合参数

构造分析采用目标层—准则层 ($A-C$) 矩阵^[12]。本文研究判断矩阵 $A-C$ 层次分析见表 5。其中: $C1$ 代表延伸性, $C2$ 代表弯曲性, $C3$ 代表剥离强度。

表 5 $A-C$ 判断矩阵

$A-C$	$C1$	$C2$	$C3$
$C1$	1	1/2	1/7
$C2$	2	1	1/5
$C3$	7	5	1

①判断矩阵的计算方法:

计算判断矩阵 $A = [a_{ij}]_{n \times n}$, 每行元素的乘积 M_i 为:

$$M_i = \prod_{j=1}^n a_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

②计算 M_i 的 n 次方根 \bar{W}_i 方法 (n 为所列矩阵的阶数):

$$\bar{W}_i = \sqrt[n]{M_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

式中 $\bar{W} = [\bar{W}_1, \bar{W}_2, \dots, \bar{W}_n]^T$ 。

③对向量 $\bar{W} = [\bar{W}_1, \bar{W}_2, \dots, \bar{W}_n]^T$ 正规化方法:

$$W_i = \frac{\bar{W}_i}{\sum_{j=1}^n \bar{W}_j} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

则所求 A 的最大矩阵特征值的特征向量为 $w = [w_1, w_2, \dots, w_n]$ 。

④计算判断矩阵的最大特征根:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{nW_i} \quad (6)$$

式中: $(AW)_i$ 为 AW 的第 i 个分量; λ_{\max} 为矩阵 A 的最大特征值。

判断矩阵 $A-C$ 的 W_A 值见表 6, 由表 6 数据得 $\lambda_{\max} = 3.014$ 。由 $CI = (\lambda_{\max} - n) / n - 1$ 得 $CI = 0.007$, 则 $CR = 0.012 < 0.1$, 判断矩阵有可以接受的一致性。

表 6 判断矩阵 $A-C$ 的 W_A 值

W_A	W_1	W_2	W_3
数值	0.094	0.167	0.740

毛/涤面料与不同衬料的黏合,其剥离强度、延伸性、弯曲性三者的相对重要程度大致相同,其中毛/涤面料与外衣用黏合衬 W_{c1} 值见表 7。其中 $C1$ 为剥离强度的判断矩阵。根据表 7 数据得 $\lambda_{\max} = 15.478$, 由 $CI = (\lambda_{\max} - n) / n - 1$ 得 $CI = 0.022$, 则 $CR = 0.015 < 0.1$, 表示判断矩阵有可以接受的一致性。

表 7 毛/涤面料与外衣用黏合衬 W_{c1} 值

W_{c1}	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8	W_9
数值	0.04	0.04	0.13	0.08	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04

毛/涤面料与外衣用黏合衬 W_{c2} 值见表 8, 其中 $C2$ 为延伸性的判断矩阵, 根据表 8 数据得 $\lambda_{\max} = 15.113$, 由 $CI = (\lambda_{\max} - n) / n - 1$ 得 $CI = 0.008$, 则 $CR = 0.005 < 0.1$, 表示判断矩阵有可以接受的一致性。

表 8 毛/涤面料与外衣用黏合衬 W_{c2} 值

W_{c2}	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8	W_9
数值	0.02	0.03	0.03	0.060	0.16	0.03	0.03	0.06	0.06

毛/涤面料与外衣用黏合衬 W_{c3} 值见表 9, 其中 $C3$ 为弯曲性的判断矩阵, 根据表 9 数据得 $\lambda_{\max} = 15.394$ 。由 $CI = (\lambda_{\max} - n) / n - 1$ 得 $CI = 0.025$, 则 $CR = 0.017 < 0.1$, 表示判断矩阵有可以接受的一致性。

表 9 毛/涤面料与外衣用黏合衬 W_{c3} 值

W_{c3}	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8	W_9
数值	0.080	0.03	0.05	0.05	0.05	0.02	0.088	0.07	0.13

根据上述各判断矩阵计算的各因素权重结果, 得出毛/涤面料与外衣用黏合衬总层次排序计算结果见表 10。

层次总排序一致性检验结果为: $CI = \sum C_i \times (CI)_i = 0.023$, $RI = \sum C_i \times (RI)_i = 1.45$, $CR = CI/RI = 0.0155$ 。

表10 毛/涤面料与外衣用黏合衬总层次排序计算结果

方案层	准则层			层次P 总排序W
	C1	C2	C3	
	0.093 813	0.166 593	0.739 594	
P1	0.044 028	0.020 657	0.080 162	0.063 418
P2	0.044 028	0.033 401	0.027 573	0.024 523
P3	0.128 563	0.033 401	0.046 240	0.046 259
P4	0.083 492	0.059 748	0.046 240	0.042 031
P5	0.044 028	0.156 455	0.046 240	0.038 329
P6	0.044 028	0.033 401	0.018 083	0.017 505
P7	0.044 028	0.033 401	0.087 924	0.069 158
P8	0.044 028	0.059 748	0.073 086	0.058 184
P9	0.044 028	0.059 748	0.126 159	0.097 437
P10	0.049 615	0.098 986	0.229 997	0.174 759
P11	0.254 019	0.059 748	0.080 162	0.083 118
P12	0.044 028	0.156 455	0.046 240	0.038 329
P13	0.044 028	0.101 698	0.046 240	0.038 329
P14	0.044 028	0.059 748	0.027 573	0.024 523
P15	0.044 028	0.033 401	0.018 083	0.017 505

毛/涤面料与外衣用黏合衬的实验结果: $CR < 0.1$, 说明实验方案较为合理, 为达到最优黏合效果, 进行的15种实验方案中: $P10 = 0.170 0$, $P9 = 0.092 3$, $P13 = 0.083 0$, 即当温度 $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、压力 0.3 MPa 、速度 2 m/min 时黏合效果最佳, 其次分别为温度 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、压力 0.25 MPa 、速度 2 m/min , 及温度 $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、压力 0.2 MPa 、速度 1 m/min 的黏合效果。

2 实验结果与分析

2.1 黏合温度与剥离强度关系

在黏合开始时, 由于温度低于热熔胶熔点, 不发生黏合, 温度上升至热熔胶熔点后开始发生黏合。随着温度提高, 剥离强度迅速提高, 温度达到 $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ 剥离强度达到最高值。温度超过胶黏温度后, 热熔胶熔融黏度降低, 部分渗出布面, 剥离强度降低。对与不同面料与衬料的黏合, 温度对黏合后的变化趋势大体相同。

2.2 黏合压力与剥离强度关系

当压烫时的压力逐渐增加时, 织物与黏合衬间的剥离强度也不断增大。以毛/涤面料与外衣用黏合衬为例, 随着压力的不断增大, 剥离强度也逐渐变大, 当压力达到 2.5 MPa 时, 剥离强度达到最大值, 当压力再增加时, 剥离强度趋于稳定。

2.3 黏合时间与剥离强度关系

随着压烫温度的提高, 可以使得热熔胶在短时

间内达到胶黏温度。以毛/涤面料与外衣用黏合衬为例, 当时间较长时(即速度较小), 剥离强度较大, 当温度为 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、速度为 2.5 m/min 时, 剥离强度达到最大值, 随着速度不断增大, 剥离强度逐渐下降。

3 结论

黏合的先决条件是热熔胶润湿织物渗透到纤维的孔隙中去, 由于黏合的压烫温度、时间和压力三者要素是相互关连的, 为了确保黏合质量和黏合效果, 既要考虑到面料中纤维的类别、表面性能等, 又要考虑衬布的热熔胶的性能, 使二者匹配。在本文实验中, 毛/涤面料与3种衬料分别在不同工艺参数黏合下, 通过层次分析法构造判断矩阵, 优化了实验结果, 得到毛/涤面料与外衣衬相互匹配, 且当温度为 $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、压力 0.3 MPa 、速度为 2 m/min 时黏合效果最佳。

参考文献:

- [1] 祝艳敏, 李中和. 马尾衬定形方法研究[J]. 毛纺科技, 2000, 28(1): 30-33.
- [2] 张勃妮, 徐军, 陶彦辰. 精纺毛织物与双点黏合衬的最佳压烫工艺选择[J]. 毛纺科技, 2017, 45(1): 29-32.
- [3] 孔繁蕙, 罗大旺. 中国服装辅料大全[M]. 北京: 中国纺织出版社, 1998.
- [4] 范福军, 朱松文. 黏合衬与黏合工艺对服装服用性能的影响[J]. 西安工程大学学报, 1999, 13(4): 416-420.
- [5] 王婧, 李修春, 张渭源. 高档精纺面料与黏合衬的黏合强力预测分析[J]. 毛纺科技, 2005, 33(11): 5-8.
- [6] 唐虹, 张渭源, 杨琳. 黏合衬与面料风格变化的相关分析[J]. 纺织学报, 2006, 27(5): 69-72.
- [7] 陈浦, 崔毅华, 丁留元. 非织造黏合衬性能及产品系列的研讨[J]. 中国纺织大学学报, 1986, 5(12): 21-27.
- [8] 施英姿, 张怀珠, 袁观洛. 服装粘衬后服用性能变化研究[J]. 丝绸, 2000(6): 26-27.
- [9] 郭礼芬, 李兴刚. 面料与黏合衬的配伍性与三维建模的研究现状[J]. 国际纺织导报, 2005, 33(3): 51-54.
- [10] JEVSNIK S, 刘华. 关于面料结构参数与黏合后复合物性能关系的研究[J]. 国外纺织技术, 2003(3): 27-29.
- [11] 赵丽丽. 面料与黏合衬黏合压烫对服装复合材料热湿舒适性能的影响及预测研究[D]. 上海: 东华大学, 2005.
- [12] SAATY T L, VARGAS L G. Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process [M]. Berlin: Springer, 2012.
- [13] 吴小欢. AHP理论中关于判断矩阵一致性问题研究[D]. 南宁: 广西大学, 2006.