

文章编号: 1673-3851 (2012) 01-0044-04

织物材料对运动服抗风阻性能的影响

易 秀, 阎玉秀, 贺文娟

(浙江理工大学服装学院, 杭州 310018)

摘 要: 选取运动服中最常用的 4 种材料, 用无缝针织圆机织造一款常见的运动背心, 采用风洞实验、数据分析等方法, 测定材料对运动服抗风阻性能的影响。结果显示: 在风速为 3.3~9.35 m/s 时, 4 种材料制作的服装的抗风阻性能几乎相同; 在风速为 9.35~11.00 m/s 时, 其抗风阻性能开始出现一定的差异; 风速为 11.00~18.70 m/s 时, 抗风阻性能差异明显, 从好到差的顺序为 15.6tex 精梳棉+coolmax 改性涤纶、7.7tex/48f 尼龙、15.6tex 精梳棉、9.7tex 莫代尔+15.6tex TC, 并得出各自的拟合曲线方程。

关键词: 运动服; 抗风阻性能; 纺织材料

中图分类号: TS941.734 **文献标识码:** A

0 引 言

体育竞技运动通常具有竞争激烈、争分夺秒的特点。在竞技场上, 即便是千分之一秒的时间, 都可能是比赛胜负的关键^[1]。比赛成绩的发挥受到诸多主客观因素的影响, 主要有运动员自身水平、场地设施以及运动员的装备等^[2]。运动员的自身水平属于个人能力的问题, 场地设施是客观的, 对同场比赛的所有运动员都是公平的; 而运动员的装备, 则是各异的, 且由提供者的科技水平所决定。所以, 运动员装备是提高比赛成绩的一个研究热点。所谓运动员装备, 包括服装、鞋以及比赛所使用的用品等。

在竞技体育运动中, 运动员需不断地克服各种阻力, 如风的阻力、水的阻力等等, 从而以更快的速度完成比赛, 取得良好的比赛成绩。所谓风的阻力, 也即空气阻力^[3]。减少空气阻力的有效方法之一就是设计科学的运动服^[4]。美国空气动力学家杰克·兰比说, 赛跑运动员穿上设计科学的紧身衣, 可以减少空气阻力 6%^[5], 能够争取到关键性的几毫秒时间。可见, 为提高比赛的成绩, 设计抗风阻性能好的竞技运动服, 是一项具有重要意义的研究课题。通

过对国内外文献的查阅, 织物材料对服装抗风阻性能影响的研究鲜有文献发表, 尚具有较大的研究价值和研究空间。

本课题采用汽车、飞机设计时所用到的风洞实验^[6]进行实验, 研究不同材料的运动服的抗风阻性能, 以指导运动服材料的选择应用, 从而达到降低风阻、提高运动员成绩的目的。

1 风洞实验

1.1 实验原理

风洞实验的原理是, 通过测得风吹过服装所形成的压差值, 从而分析抗风阻性能。

所谓压差值是指, 在风洞实验时, 风未吹过实验模型之前在风洞中所形成的压力值与风吹过实验模型之后在风洞中所形成的压力值之差, 它表征了实验模型对于风所形成的阻力。因此, 根据实验中所测得的压差值, 可以较为直观地比较实验模型对于风速所产生的阻力。实验得到的压差值越大, 说明实验服装对于相同的风速所形成的阻力越大, 实验服装的抗风阻性能越差; 压差值越小, 说明实验服装对于相同的风速所形成的阻力越小, 则实验服装的抗风阻性能越好。

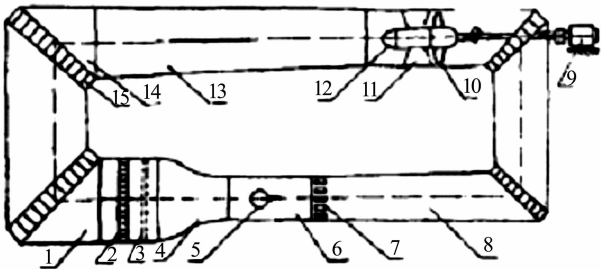
1.2 实验设备与实验准备

1.2.1 实验设备

Testo510 差压仪(0~10 kPa)和毕托管(见图 1)、回流式低速风洞,截面尺寸 60 cm×60 cm。其俯视结构图见图 2。



图 1 Testo510 差压仪、毕托管



1. 固定段,2. 蜂窝器,3. 阻尼网,4. 收缩段,5. 模型,6. 实验段,7. 压力平衡孔,8. 扩压段,9. 电动机,10. 风扇,11. 反扭导流片,12. 整流体,13. 回流段,14. 拐角,15. 导流片

图 2 回流式风洞俯视结构

1.2.2 实验用服装

经过对运动类服装的市场调查,本研究选用了运动服中最常用的 4 种材料和款式,以最常见的平纹组织织造。4 种材料分别是:7.7tex/48f 尼龙、15.6tex 精梳棉、15.6tex 精梳棉+coolmax 改性涤纶、9.7tex 莫代尔+15.6texTC。其款式图见图 3,号型为 160/84A。

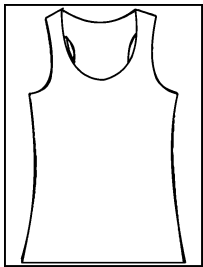


图 3 实验服装款式

由于服装的接缝对于风阻具有一定的影响,故选取无缝运动服进行研究。实验服装采用无缝针织

圆机进行织造,织出衣身无缝仅肩部少量缝合的运动背心。

1.3 实验方案

1.3.1 标定速度

将风洞密封并正常运转,在不同风机转速下,测定实验区速度的稳定状态。在每个长方体实验区域内,选取长方体前、中、后三个面,每个面上选取上、中、下三条线,每条线上按均匀分布选取 4 个点,共选取 36 个实验点。用橡皮管连接毕托管与微压计,通过小孔水平放入实验区域内,毕托管面对风向,测定不同转速下选取的 36 个点的风速,求出在此转速下的平均风速。结果显示,在 0~40 m/s 的速度下,风速均匀稳定。经计算,本课题所用风机的转速 r 和风速 v 之间基本符合如下关系: $v=0.055r+0.55$ 。

1.3.2 压差测定

本研究以标准人台模拟人体。由于风道高度的限制,按照标准人台尺寸制作 160/84A 女体人台。人台高度 55 cm,其它尺寸均同标准人台。用泡沫和海绵填充,用支架穿入其中加以固定。将运动背心穿在实验人台上,在风洞中进行实验。将模型放在风洞中测试时,保持静止的状态,这时风速 v 就被用来模拟运动员在运动时的速度。测定模型穿上实验服装时在不同风速下的压差的变化。本研究选取实验转速为 50~330 r/min,对应风速范围为 3.3~18.7 m/s。

2 数据分析

2.1 统计分析

将所得实验数据进行归纳统计,得到一系列风速与压差值的对应数据,见表 1。

表 1 风速与压差实验数据

风速/ (m/s)	转速/ (r/min)	样衣 1 压 差值/Pa	样衣 2 压 差值/Pa	样衣 3 压 差值/Pa	样衣 4 压 差值/Pa
3.30	50	2.5	1	2.0	1.0
3.85	60	3.0	2	4.0	3.0
4.40	70	3.5	4	5.0	4.5
4.95	80	5.0	5	6.5	6.0
5.50	90	6.5	7	8.0	8.0
6.05	100	8.0	10	11.0	10.0
6.60	110	10.0	11	13.0	13.0
7.15	120	12.5	13	15.5	14.5
7.70	130	16.0	16	18.0	18.5
8.25	140	19.0	19	23.0	21.0
8.80	150	22.0	22	25.0	24.5
9.35	160	26.0	26	27.0	28.0
9.90	170	30.0	29	30.0	33.0

续表 1

风速/ (m/s)	转速/ (r/min)	样衣 1 压 差值/Pa	样衣 2 压 差值/Pa	样衣 3 压 差值/Pa	样衣 4 压 差值/Pa
10.45	180	33.0	33	33.0	37.0
11.00	190	37.5	39	36.0	41.0
11.55	200	42	43	41	46
12.10	210	45	47	44	51
12.65	220	52	54	50	58
13.20	230	57	60	55	65
13.75	240	61	64	61	69
14.30	250	66	69	65	74
14.85	260	74	77	67	81
15.40	270	80	82	74	86
15.95	280	85	89	83	94
16.50	290	92	95	86	100
17.05	300	102	104	95	109
17.60	310	109	108	99	118
18.15	320	118	118	105	125
18.70	330	127	128	114	130

注:样衣 1 为 7.7tex/48f 尼龙,样衣 2 为 15.6tex 精梳棉,样衣 3 为 15.6tex 精梳棉+coolmax 改性涤纶,样衣 4 为 9.7tex 莫代尔+40texTC

通过 Excel 表格进行分析,得出图 4 所示的风速—差压值关系图。

图 4 可知,在风速为 3.3~9.35 m/s 时,4 种材料的压差值曲线基本重合,压差值大小基本相同;在风速为 9.35~11.00 m/s 时,4 种材料的压差值曲

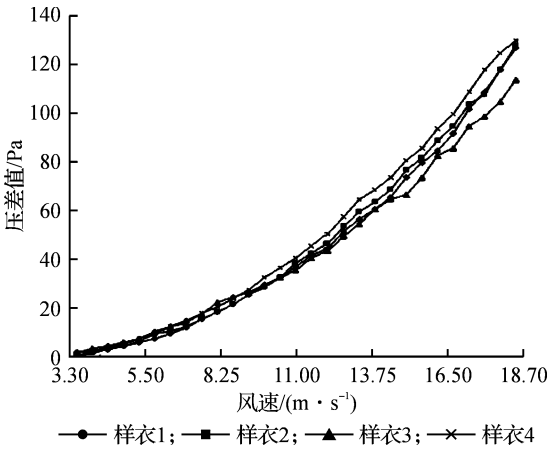


图 4 风速—压差值的关系

线有一定的差异,其中材料 1 与其他三种材料的差异较显著;风速增大到 11.00~18.70 m/s,4 种材料差异度越来越大。压差值从小到大(即抗风阻性能从好到差)排序为 15.6tex 精梳棉+coolmax 改性涤纶、7.7tex/48f 尼龙、15.6tex 精梳棉、9.7tex 莫代尔+15.6texTC。

2.2 材料压差值的回归分析

从图 4 可以看出,材料压差值随风速的变化呈非线性关系,观察发现其曲线近似幂函数曲线。利用 SPSS 软件进行回归分析拟合^[7],得到 4 组材料的压差值的幂函数拟合曲线如图 5 所示。

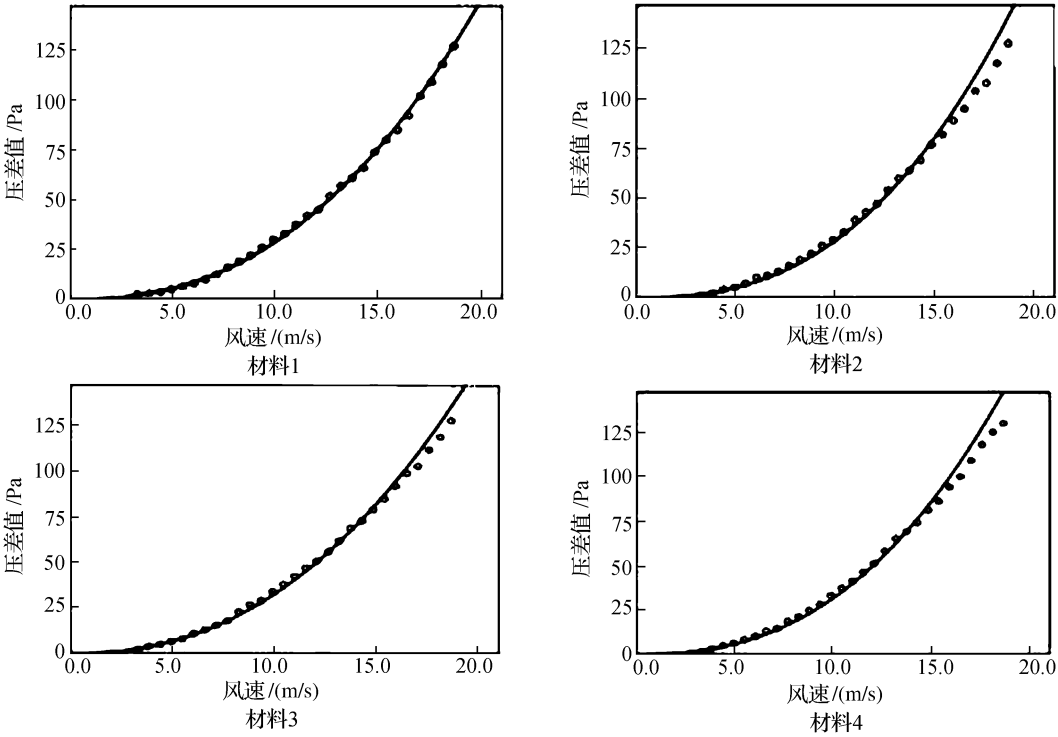


图 5 压差值幂函数拟合曲线

从拟合曲线可以看出,幂模型对数据具有较好的拟合效果。SPSS 分析得到,对于材料 1, R^2 为 0.997, F 检验为 10 144.515;材料 2, R^2 为 0.988, F 检验为 2 384.788;材料 3, R^2 为 0.996, F 检验为 7 394.143;材料 4, R^2 为 0.985, F 检验为 1 782.295。可见 4 条拟合曲线都具有非常高的拟合度。SPSS 分析计算得出的拟合方程为:

$$\begin{aligned} Y_1 &= 0.119v^{2.382}, \\ Y_2 &= 0.079v^{2.559}, \\ Y_3 &= 0.171v^{2.281}, \\ Y_4 &= 0.102v^{2.485}. \end{aligned}$$

式中 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 和 Y_4 分别表示材料 1、材料 2、材料 3 和材料 4 的压差值; v 表示实验风速。

从拟合方程可知,随着风速增大,4 种材料的压差值也逐渐增大,且 4 种材料的区别也逐渐增大。

3 结 论

a)在实验风速范围内,风速为 3.3~9.35 m/s 时,4 种材料制作的服装的抗风阻性能几乎相同,在风速为 9.35~11.00 m/s 时,抗风阻性能开始出现一定的差异度。

b)风速为 11.00~18.70 m/s 时,4 种材料的抗

风阻性能差异明显,从好到差为 15.6tex 精梳棉+coolmax 改性涤纶、7.7tex/48f 尼龙、15.6tex 精梳棉、9.7tex 莫代尔+15.6texTC。

c)4 种材料的压差值 Y 与风速 v 的拟合方程为: $Y_1 = 0.119v^{2.382}$; $Y_2 = 0.079v^{2.559}$; $Y_3 = 0.171v^{2.281}$; $Y_4 = 0.102v^{2.485}$ 。

参考文献:

[1] 张得保. 现代科学技术与竞技体育运动的发展[J]. 体育世界, 2008(12): 106-107.
[2] 周明. 科技进步与运动服的演变[J]. 科学之友, 2010(3): 91-92.
[3] 白云. 神奇的空气魔法:风阻[J]. 当代汽车, 2007(6): 84-85.
[4] 钱星博. 设计科学运动服装,提高运动成绩[J]. 体育科研, 1997(1): 27-28.
[5] 胡秀娟. 具有抗风阻性能的无缝骑行服结构设计与研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2010.
[6] Mike Dale. 皮卡车后挡板空气阻力仿真与风洞实验研究[J]. 汽车维修与保养, 2005(1): 38-40.
[7] 余建英, 何旭宏. 数据统计分析与 SPSS 应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003: 81-82.

The Materials' Influence on the Wind Resistance
Performance of Sports Clothes

YI Xiu, YAN Yu-xiu, HE Wen-juan

(School of Fashion, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: This study selects four common materials used in athletic sports clothes usually, weaves four experiment clothes by using a common athletic sports clothes pattern with seamless knitting machines, through wind tunnel test and data analysis, gests the materials' influence on the wind resistance performance; in the experiment wind speed range, when wind speed is between 3.3 m/s and 9.35 m/s, wind resistance performance of the four experiment clothes is almost the same;when wind speed is between 9.35 m/s and 11.00 m/s, the wind resistance performance of the four experiment clothes take out a dispersion degree;when wind speed is between 11.00 m/s and 18.70 m/s, the wind resistance performance of the four experiment clothes appears a big difference, the wind resistance performance from good to bad is: 15.6 tex combed cotton + coolmax modified polyester, 7.7 tex/48f nylon, 15.6 tex combed cotton, 9.7 tex modyer + 15.6 tex TC, and the authors also get the fitted curves of the measured data through the SPSS software analysis.

Key words: sportswear; wind-resistant property; fabric materials

(责任编辑: 张祖尧)