

喷气纺第二喷嘴结构参数的研究

邢明杰^{1,2}, 郁崇文¹, 唐佃花³, 刘正芹²

(1. 东华大学 纺织学院, 上海 200051; 2. 青岛大学 纺织系, 山东 青岛 266071; 3. 德州学院 纺织工程系, 山东 德州 253015)

摘要 喷气纺第二喷嘴的结构参数主要包括喷嘴长度、喷嘴内径、喷孔角度、喷孔数目、喷孔直径和吸入口内径等, 分析讨论了各参数与成纱强力的关系, 并通过实验找出了较优的参数。

关键词 喷气纺纱; 第二喷嘴; 结构参数; 成纱强力

中图分类号: TS 103.134.5 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2005)06-0030-03

Study on the second nozzle structural parameters of air-jet spinning

XING Ming-jie^{1,2}, YU Chong-wen¹, TANG Dian-hua³, LIU Zheng-qin²

(1. College of Textile, Donghua University, Shanghai 200051, China; 2. Department of Textiles, Qingdao University, Qingdao, Shandong 266071, China; 3. Department of Textile, Dezhou College, Dezhou, Shandong 253015, China)

Abstract The second nozzle structural parameters of air-jet spinning machine mainly include the nozzle length, nozzle inside diameter, jet orifice obliquity, jet orifice number, jet orifice diameter, and inside diameter of yarn intake. This paper discussed the effect of these structural parameters on yarn strength and presented the optimal parameters obtained from experiments.

Key words air-jet spinning; second nozzle; structural parameter; yarn strength

喷气纺纱是借助压缩空气在 2 喷嘴中形成的 2 股方向相反的高速气流对纱条进行假捻包缠的一种新颖独特的纺纱方法。众所周知, 喷嘴是喷气纺纱机的核心部件, 而第二喷嘴又是核心之中的核心, 其对成纱性能起着决定性的作用。





1 包缠结构与成纱强力

由于喷气纱特殊的成纱机理, 其结构明显不同于环锭纺的捻回纱结构, 它的成纱结构为包缠状, 见表 1, 形成的是外包纤维包缠平行芯纤维的双层纱结构, 纱线的强力大小取决于这种包缠。外包纤维的包缠是随机性的, 故呈多种状态, 可分为螺旋包缠、无规则包缠和无包缠。有关研究表明, 在喷气纱中, 包缠纤维约占 20% ~ 25%, 芯纤维约占 50% ~ 75%, 不规则纤维约占 10% ~ 15%。螺旋包缠可分为螺旋紧包缠、螺旋松包缠及规则螺旋包缠; 无规则包缠可分为捆扎包缠和紊乱包缠; 无包缠又可分为螺旋无包缠和平行无包缠^[1-3]。

目前, 喷气纱强力要低于同原料同特数的环锭纱强力。喷气纱强力主要由以下因素决定: (1) 包缠纤维的数量(包缠纤维与芯纤维的比例); (2) 包缠纤维对芯纤维的包缠程度。包缠纤维数量适当(包缠

纤维与芯纤维的比率), 包缠程度越紧密, 则成纱强力越高, 这是因为喷气纱的强力主要来源于外包纤维对芯纤维的包缠。当纱线受拉伸时, 外包纤维由于受到张力作用, 而对芯纤维产生挤压力, 使纤维之间的摩擦抱合力增加, 从而体现为纱的强力。第二喷嘴的主要作用是产生均匀稳定的旋转气流, 对纤维须条起积极而强烈的假捻作用, 在须条逐步退捻时获得包缠真捻。第二喷嘴对纱线最终成纱结构有着关键影响, 它决定着包缠纤维对芯纤维包缠的松紧程度, 因而对纱线强力起关键性作用。

表 1 成纱结构与成纱性能

成纱结构	物理性能	应用
I 	强力最大, 伸长较大, 纱线较硬	针织、机织
II 	强力较高, 伸长较小, 纱线柔软	针织、机织
III 	强力较低, 伸长最小, 纱线柔软	股线
IV 	强力最低, 伸长最大, 有毛织物感觉	秋冬用特殊面料

2 第二喷嘴结构的实验及其分析

2.1 喷嘴长度

喷嘴的长度尺寸影响气圈的转速和旋转稳定性,进而影响加捻的稳定性。由于喷嘴内的旋转气流运动可近似地看作为衰减的螺旋涡流运动。因此,喷嘴长度的选择须首先考虑这个特点,应以获得稳定的旋转气流和气圈为原则,使纱道上旋涡强度尽量地均匀。另一方面,喷嘴入口的负压,纱道内壁摩擦因数的选择均不同程度地与喷嘴长度有关。合理地选择喷嘴长度将有利于气圈转速的增加和加捻效率的提高,从而有利于成纱强力的提高。本文在实验基础上,选取的第二喷嘴长度为33 mm。

2.2 喷嘴内径

喷嘴内径的大小影响加捻效果,并决定着气圈的直径和排气率。内径大,则气圈转速小,纤维的回转力大,蓬松余地大,纤维间滑移量增多,解捻效果明显,但要影响吸引力。喷嘴内径的大小还与所纺纱线的线密度有关,应使纱条在纱道内有足够的空间旋转,纱线线密度低,喷嘴内径 D 可小些;纱线线密度高,则喷嘴内径应大些。据日本村田公司获得的专利介绍,第一喷嘴内径 D 的较好范围是

$$3.29e^{-0.025 N_t} + 0.73 \leq D \leq 3.29e^{-0.025 N_t} + 1.33$$

经计算, D 与纱线线密度的关系列于表 2。

表 2 不同喷嘴内径的适纺纱线线密度

喷嘴内径 D / mm	线密度 / tex
3.6	58
3.3	33
3.0	28
2.7	21
2.5	18
2.2	15
2.1	13
1.8	9.7
1.5	7

实验所纺纱均为 18 tex 左右的涤/棉混纺纱。则根据表 2,喷嘴内径 D 应选取为 2.5 mm。但考虑到内径过大气圈转速下降较大,而且内径增大易使纱条蓬松,减弱加捻作用,对包缠不利,从而降低成纱强力。为了获得较高的纱条气圈转速,提高成纱强力,应尽量选择较小的喷嘴内径 D 。故实验选取了较小的喷嘴内径,对于第一喷嘴,选取 D 为 2 mm。对于第二喷嘴,内径从进口端到出口端设计成渐扩形式,随纱条在喷嘴内的进程逐步降低气流流速,减弱对气圈的推动力,以有利于形成稳定的多级气圈,进口端取 D 为 2.0 mm,出口端取 D 为 4.0 mm。

2.3 喷孔角度

喷孔角度影响纱条在纱道中的旋转速度和输出速度。从喷孔中喷出的气流速度可以分解成产生旋转的切向速度分量 (v_t) 和产生吸力的轴向速度分量 (v_s)。设由喷射孔射入纱道的气流速度为 v_p ,气流速度方向与水平夹角为 α ,则

$$v_t = v_p \sin \alpha; v_s = v_p \cos \alpha$$

若 α 增加,则 v_t 增加,使得气流旋转强度增加,加捻程度提高,包缠纤维对芯纤维的包缠程度加强,成纱强力提高。但同时使得 v_s 减小,吸入口处的负压降低,吸力减小,将影响顺利成纱。为了克服以上矛盾,本文实验中采用了较小的吸入口直径和渐扩形式的喷嘴内径,从而有效地减少气流向吸入口处的回流,提高了吸入口处的负压,便于顺利成纱。

为了说明喷孔角度对成纱强力的影响, α 分别取 $74^\circ, 78^\circ, 82^\circ, 86^\circ, 90^\circ$ 进行实验。其它参数:第一喷嘴内径为 2.2 mm,喷孔直径为 0.4 mm,孔数为 4 个,喷孔角度为 45° ;第二喷嘴喷孔直径为 0.3 mm,孔数为 8 个,吸入口内径为 1.4 mm;第一喷嘴气压为 2.9 mPa,第二喷嘴气压为 4.4 mPa;纺纱速度为 180 m/min;所纺纱为 18 tex 涤/棉(70/30)纱。实验结果见表 3。

表 3 第二喷嘴喷孔角度与成纱强力的关系

角度 / ($^\circ$)	强力 / cN
74	242.8
78	271.7
82	277.1
86	279.9
90	283.5

从表 3 看出,第二喷嘴喷孔角度对纱线强力的影响是较大的。随着喷孔角度的增大,强力显著提高。所以,为了获得成纱强力较高的喷气纱,在保证顺利成纱的前提下,应选择较大的第二喷嘴喷孔角度,以靠近 90° 为宜。

2.4 喷孔数目和喷孔直径

第二喷嘴的喷孔数目和喷孔直径影响着旋转流场的均匀性和气圈的稳定性。这是因为喷孔数目和喷孔直径决定着喷孔总面积的大小,而喷孔总面积的大小直接影响着旋转气流的流出速度和流量,对成纱强力有着很大的影响。如果要保持喷孔总面积一定,增加孔数就意味着要减小孔径。因此实验中必须对喷孔个数和喷孔直径综合考虑。

为了说明二者对成纱强力的影响,选取当孔数为 4, 6, 8 个时孔径分别取为 0.30, 0.35, 0.40 mm 进行实验。其它参数:第一喷嘴内径为 2.2 mm,喷孔

角度为 45° ;第二喷嘴喷孔角度为 90° ,吸入口内径为1.4 mm;第一喷嘴气压为2.9 mPa,第二喷嘴气压为4.4 mPa;纺纱速度为180 m/min;所纺纱为18 tex涤/棉(65/35)纱。实验结果见表4。

表4 第二喷嘴喷孔数目和喷孔直径与成纱强力的关系

孔数/(个)	孔径/mm	强力/cN
4/0.3	192.1	
4	0.35	243.2
4	0.40	277.6
6	0.30	265.4
6	0.35	276.1
6	0.40	278.5
8	0.30	281.8
8	0.35	283.4
8	0.40	286.8

从表4可以看出,在气压一定的条件下,成纱强力随着喷孔总面积的增加而提高。这是由于气圈转速随喷孔总面积的加大而提高,加捻力提高,包缠程度加强。但当喷孔的总面积增加到一定程度,如8孔0.40 mm孔径的喷嘴,第二喷孔入口处的负压过小,不足以顺利把纱条引入喷嘴。所以过大的喷孔总面积的喷嘴不能运用于生产。6孔0.40 mm孔径的喷嘴与6孔0.35 mm孔径的喷嘴相比,成纱强力提高的幅度很小。8孔0.35 mm孔径的喷嘴与8孔0.30 mm孔径的喷孔相比,成纱强力提高的幅度也很小。同时前两者的喷孔总面积要比后两者大,导致耗气量大幅度增加。因此6孔0.40 mm孔径的喷嘴和8孔0.35 mm孔径的喷嘴是不宜采用的。看到8孔0.30 mm孔径的喷孔总面积要比6孔0.35 mm孔径的喷孔总面积略小(基本接近),但其纱线强力却有所提高。这说明在喷孔总面积基本相同的情况下,孔数增多和孔径减小,使得气流流出喷孔后比较容易形成均匀稳定的旋转气圈,提高了加捻力和包缠程度,从而提高了成纱强力。所以8孔0.30 mm孔径的喷嘴最适宜采用。

2.5 第二喷嘴吸入口内径

第二喷嘴吸入口的作用主要有2点。一是使吸入口保持一定的负压,以利于吸引纤维须条;二是控制和稳定气圈。吸入口的内径越小,越有利于回流的减小,使得吸入口处有足够的负压,牵引纱条顺利进入第二喷嘴。但吸入口内径要根据所纺纱线的粗细来选择,并不是越小越好。现分别以吸入口内径

D 为1.0,1.2,1.4,1.6,1.8 mm进行实验来说明其对成纱强力的影响。其它参数:第一喷嘴内径为2.2 mm,喷孔直径为0.4 mm,孔数为4个,喷孔角度为 45° ;第二喷嘴喷孔直径为0.3 mm,孔数为8个,喷孔角度为 90° ;第一喷嘴气压为2.9 mPa,第二喷嘴气压为4.4 mPa,纺纱速度为180 m/min;所纺纱为18 tex涤/棉(70/30)纱。实验结果见表5。

表5 第二喷嘴吸入口内径与成纱强力的关系

吸入口内径/mm	强力/cN
1.0	263.5
1.2	262.5
1.4	256.8
1.6	240.6
1.8	226.8

从表5可以看出,当吸入口内径较小时,纱线强力相对较高一点。这主要是由于较小的吸入口内径更利于对气圈的控制,可以得到稳定的气圈。但由于纱条具有一定的直径,过小的吸入口内径不利于纱线的顺利吸入。实验中所纺制的纱线为18 tex,采用直径1 mm以下的吸入口,纱线便不能顺利进入喷嘴。所以尽管较小的吸入口内径对纱线强力的提高是有利的,但还要综合考虑所纺纱的线密度。

3 结论

喷气纺纱机第二喷嘴结构参数对成纱强力的影响很大,第二喷嘴的喷孔角度、喷孔数目、喷孔直径及吸入口内径等是其主要结构参数,决定着成纱强力的提高和耗气量的节约,吸入口内径在综合考虑所纺纱线线密度的情况下以偏小为宜。

参考文献:

- [1] 金佩新,刘月芬.喷气纺纱[M].北京:纺织工业出版社,1991.
- [2] 邢明杰,郁崇文,唐佃花.喷气纺喷孔位置的优化[J].纺织学报,2004,25(6):25-27.
- [3] 唐佃花,邢明杰,李广伟.提高喷气纺成纱强力的探讨[J].山东纺织科技,2003,44(3):6-8.
- [4] 曾泳春,邢明杰,唐佃花,等.喷气纺喷嘴参数对纱线拉伸性能的影响[J].纺织学报,2004,25(4):75-76.
- [5] 王瑞,王建坤.喷气纺纱喷嘴安装位置对成纱强力的影响[J].棉纺织技术,2001,29(1):16-18.
- [6] 朱立康.喷气纺纱喷嘴主要参数对喷嘴性能的影响及合理性[J].纺织学报,1986,7(7):69-77.