

第六届陈维稷优秀论文奖 论文汇编

中国纺织工程学会 编

A COLLECTION
OF OUTSTANDING ARTICLES
WINNING CHEN WEIJI PRIZE
AT SIXTH SESSION



中国纺织出版社



••••• 编 者 的 话 •••••

第六届陈维稷优秀论文奖的征文主题是“围绕扭亏解困、用高科技改造传统纺织工业，使纺织工业走上良性发展的道路”。

我会共收到 16 个省、市、区纺织工程学会和纺机纺器等 4 个专业委员会报来推荐论文 211 篇，除其中 15 篇经形式审查不符合规定要求外，评委会组织各专业评审组对 196 篇论文初评后提交陈维稷优秀论文奖评审委员会复评审定的论文共 119 篇。评委会按照“陈维稷优秀论文奖评选条例”和“实施细则”的有关规定，共评出二等奖 1 篇，三等奖 42 篇，表扬奖 60 篇，另有 6 篇缓评。本汇编刊出二等奖 1 篇全文和三等奖 42 篇的压缩稿，并附表扬奖 60 篇论文目录。

参加本汇编编审工作的有梅自强、范翔、蒋文惠等，主编梅自强。

中国纺织工程学会学术委员会

2000 年 7 月

目 录

粗纱悬锭锭翼动态特性的研究	袁景山(1)
抗菌防臭涤纶及抗 MRSA 医用纺织品的开发	华伟杰等(9)
三芯型复合导电纤维的研究	陶再荣等(12)
连续式固相缩聚生产高黏度聚酯切片的技术与工艺	许其军等(17)
细旦有色 FDY 涤纶丝生产技术	傅亚莉等(22)
高收缩涤纶生产工艺探讨	胡文兴等(26)
论多层机织物接结组织结构的表征	丁 辛等(30)
热塑性树脂与连续纤维预混料(包缠纱)的制备技术	丁 辛等(34)
SR80/PX2 棉精梳机组的技术性能探讨	高友良等(38)
股线无结生产技术的探讨与实践	吴 敏等(42)
浆纱的毛羽及耐磨性能研究	王鸿博等(47)
高速并条辊的研制及应用	赵德平等(56)
喷气织机开发和生产弹力仿平绒织物的探讨	徐 雯等(62)
国产清梳联合机的使用与管理	王远恒等(66)
现代高产梳棉机的高速梳理及主要措施剖析	费 青(72)
我国转杯纺纱发展的探讨	徐惠君(80)
无锥轮粗纱机成形卷绕数学模型的建立和实践	孟昭会等(90)
缩绒剂结构与呢绒欧美风格的关系	武达机等(96)
细旦化纤与毛混纺轻薄型产品开发研究	程懋丰(103)
精纺面料生物蛋白酶处理的应用研究	方雪娟等(108)
壳聚糖在羊毛防毡缩整理中的应用	黄玉丽(114)
家蚕膨松丝的聚集态结构研究	盛家镛(120)
膨体弹力真丝形态与性能的研究	陈宇岳等(127)
真丝绸新型快速精练剂与应用工艺	封云芳等(133)
运用非织造技术,开发真丝保暖用品	余 涛等(139)
棉织物耐久压烫整理的昨天与今天	应 莉等(146)
提高印花制版精细度的研究	郭文登等(155)
分散染料拔染性能的研究	唐人成等(159)
涤纶的聚集态结构与线密度对其染色性能影响的研究	王潮霞等(168)
物化—生化法处理印染废水工艺中主要问题的探讨	马知方等(174)
涤纶仿真织物前处理加工技术及对产品质量的影响	罗巨涛(179)

篷盖类织物技术标准的研究.....	郑宇英等(184)
细旦丙纶针织物湿舒适性研究.....	李俊等(188)
织物折皱弯曲性能的研究.....	石凤俊等(195)
烘箱干燥法测定纺织材料回潮率的研究(新国标).....	童金柱等(201)
有限体积法模拟织物及服装的接触悬垂性.....	胡金莲等(206)
复杂零件转动惯量 CAT 系统的研制	叶国铭等(219)
改进热处理工艺,提高纺机压铸件模具寿命	刘立治等(223)
表面不处理胶辊及其分散度特性的研究.....	查培泉等(229)
国内外织针材质与工艺分析.....	周康善等(234)
论雪尼尔纱的在线质量控制.....	袁文明等(244)
夏季室外气候与空调制冷能源消耗.....	刘锦章(253)
分散染料与阳离子染料可染型聚丙烯纤维的研究.....	林福海等(259)
附录.....	(265)

粗纱悬锭锭翼动态特性的研究

无锡中氏机械制造有限公司 袁景山

(二等奖)

一、粗纱悬锭锭翼研究现状

锭翼在棉纺环锭纺纱系统的粗纱工序中完成对粗纱的加捻、卷绕作用,是粗纱机上技术性能要求高、制造技术复杂的关键部件。20世纪70年代悬锭锭翼的出现,使沿用一百多年的棉纺粗纱机发生了革命性变革:高速大卷装使粗纱和细纱生产率大大提高,并使半自动落纱、自动落纱及粗、细、络联得以实现。

悬锭锭翼是新型粗纱机上重复系数最多的高速回转体,转速达 $1000\sim 1800\text{ r/min}$,其动态性能之优劣直接影响粗纱机纺纱质量、生产效率和机器使用寿命。锭翼动态性能主要包括以下方面:锭翼高速回转时法向惯性力对锭翼臂强、刚度的影响;锭翼的空气阻力与功率消耗;锭翼压掌的压纱力;锭翼的动平衡等。本文主要针对其中最重要的方面进行研究:

(1)高速回转时,锭翼臂受法向惯性力即离心力作用向外张开,动态变形量大小除影响粗纱卷绕张力变化,更是粗纱机高速的主要制约因素。故动态变形量是本课题重点研究对象。

(2)粗纱机在生产运转中,由于断头、落纱、清洁及排除故障等原因,开关车比较频繁,锭翼臂承受由法向惯性力形成的重复载荷,易发生疲劳破坏。高速回转时锭翼臂若发生疲劳破坏,断臂会打坏相邻多个锭翼,还可能引起严重的人身伤害事故。因此必须研究并改进锭翼的设计,降低最大应力,减少应力集中,以减少锭翼臂疲劳破坏的可能性。

(3)众多高速回转件的动不平衡会造成粗纱机振动,噪声增加,降低机器寿命,故锭翼动平衡是其动态特性研究的重要课题。

最早分析计算锭翼臂变形的办法是以挠曲轴变形微分方程和曲梁变形微分方程分别计算锭翼曲臂与直臂部分的变形后迭加而求得锭翼臂下端的变形。其后有采用莫尔方程直接求出锭翼臂下端的变形,此法考虑了锭翼空心臂、压掌离心力对空心臂变形的作用以及空心臂开槽后增加的变形。上述两法都需要繁杂的手工计算,且模型简化较多而计算精度较低。随着电子计算机的使用和发展,20世纪80年代后期开始采用有限差分法、有限元法来分析计算锭翼下端的变形,这些方法简捷精确。国内曾有将锭翼简化为悬臂梁,应用SAP84软件,以有限元法研究锭翼臂的动态变形量,但由于悬锭锭翼截面呈流线型,截面的几何性质如面积、横截面对中心轴的惯性矩等计算均较复杂,故用SAP84来求解锭翼变形仍有很大局限性,工作量大而精确度低。

传统的粗纱锭翼为托锭锭翼,锭翼插在锭子上,而锭子由固定于下龙筋的锭脚油杯托持,

上龙筋的空心锭管扶持锭子旋转,三者组成有固定轴的外伸端质量旋转体。新型粗纱机采用悬锭锭翼,锭翼顶部有滚动轴承定位,固装于上龙筋上,由长轴传动而形成有固定轴的外伸端质量旋转体。锭翼动平衡的研究,国内虽有理论探索,但因缺少实用的动平衡测试设备而众说纷纭,包括行业标准由于缺乏足够的理论依据和实验数据,也仅确定:托锭锭翼 $132\text{ g}\cdot\text{cm}$,悬锭锭翼 $120\text{ g}\cdot\text{cm}$ 较为含糊的动不平衡量指标。

本文分为两部分对悬锭锭翼的动态特性进行研究分析:

(1)利用美国 SDRC 公司的 I-DEAS 软件对悬锭锭翼的动态变形及动态应力进行有限元分析。

(2)以实验研究方法对悬锭锭翼的动平衡指标体系及指标值进行确定。

二、封闭型悬锭锭翼的有限元分析

有限元法是现代工程数值分析中应用非常广泛的一种方法,其网络划分具有很大的几何随意性,并允许各单元材料性质不同。对于复杂几何边界和复杂材料性质的结构,可以通过足够细密的单元来逼近其真实情况,具有广泛的实用性。该法已有一套比较固定的分析程序,对于不同的工程结构往往可使用同一个程序来解决,便于求解过程规范化,有高度的通用性。

有限元法的基本作法:首先是对求解的弹性区域进行离散化,即把具有无限多个自由度的连续体化为有限多个自由度的结构物;具体而言,就是把整个弹性区域用点、线或面剖分为有限多个具有几何形状的单元。其次选择一个表示单元内任意点的位移随位置变化的函数式,并按照函数插值理论将单元内任意点的位移通过一定的函数关系用节点位移来表示。然后则从分析单个单元入手,用变分原理来建立单元方程,接着把所有单元集合起来,并把结构上各种载荷都按静力等效原则移置到节点上,进行整体分析,得到一组以节点位移为未知量的多元线性方程,称为结构后求解区域的有限元法基本方程。引入边界条件后即可进行求解。解出节点位移,再根据弹性力学的几何方程和物理方程计算出各单元的应力和应变。

美国 SDRC 公司的 I-DEAS(集成设计工程分析软件)是一套集成的机械工程软件包工具,这套软件针对机械工程产品设计及分析的同步工程而设计。I-DEAS 软件由称为“应用模块”的多个应用软件组成,每一个“应用模块”再细分为“工作项”,所有操作使用适用的菜单,并分享共同的数据库。I-DEAS 软件的应用模块主要有:实体模块、图面绘制、仿真(有限元法)、制造、测试、管理等,本研究主要应用其实体造型及有限元仿真模块。

(一)应用 I-DEAS 软件进行封闭型悬锭锭翼的实体造型

用 I-DEAS 软件进行有限元分析,首先要完成锭翼的三维实体造型。封闭型悬锭锭翼形状比较复杂,两臂外形上粗下细,截面为流线形。空心臂内铸有不锈钢管,外附形状复杂的压掌,故利用 I-DEAS“实体造型”模块中的蒙皮功能来完成实心臂的实体造型,空心臂则先以简单的截面蒙皮,然后利用 I-DEAS 软件的布尔运算功能做一些“刀具”去“切割”实体,得到与锭翼空心臂形状相吻合的实体模型。

锭翼压掌由平衡杆及压掌叶组成。平衡杆上粗下细,截面形状复杂,同样可先蒙皮,然后利用 I-DEAS 软件的“布尔切割”“布尔加”方法做一些刀具切割连接以得到形状符合的平衡杆。压掌叶臂虽系变截面圆弧形曲臂,但只要用 I-DEAS 软件的设计不规则三维体的蒙皮方法,先给定一个与压掌叶臂中心线相符合的“路径”,然后分别给出两端的圆锥面,即可得到与

压掌叶臂相吻合的造型,最后再做一个压掌叶与臂、杆相加即得压掌的实体造型。

利用 I-DEAS 软件的“系统装配”工作项,将铰翼实心臂、空心臂、压掌平衡杆、压掌叶装配在一起,压掌平衡杆与空心臂之间以销钉联接,即可得铰翼实体造型图,分别输入铰翼空心臂、实心臂、不锈钢管、压掌平衡杆、压掌叶的密度,将整个铰翼作为母系统,实心臂作为一子系统,空心臂、不锈钢管、压掌作为一子系统,则可得系统的质量和质心位置。

(二) 悬铰铰翼受力分析

悬铰铰翼在工作时承受重力、法向惯性力、空气阻力、工艺阻力(卷绕张力、加捻阻力、纱条离心力)、齿轮传动作用力(圆周力、径向力、轴向力)、轴承支反力等的作用。其中空气阻力主要影响动力消耗,工艺阻力与铰翼臂法向惯性力比较很小,可以忽略不计,故在用有限元法对悬铰铰翼进行动态应力、应变分析时,铰翼的受力模型可简化如图 1。

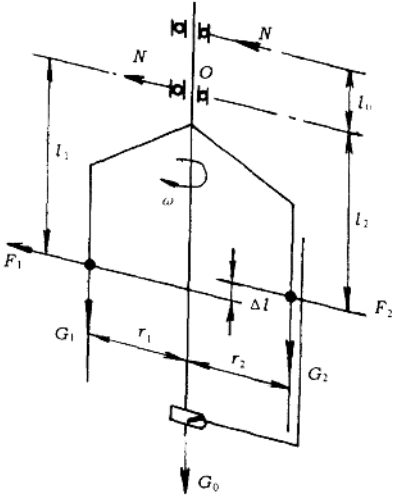


图 1

G_1, F_1 —铰翼实心臂的质量及法向惯性力
 G_2, F_2 —铰翼空心臂(压掌)的质量及法向惯性力
 G_0 —铰杆质量 N —由于不平衡而增加的轴承支反力

齿轮传动作用力(圆周力 F_t 、径向力 F_r 、轴向力 F_x)及由此而产生的支反力 N_t 可建立单独的平衡方程求得轴承的当量动负荷,用以计算轴承寿命,但与铰翼的动态性能研究无关,故在图 1 中略去。

研究铰翼动态性能的平衡方程是:

$$\sum M_0 = 0 \quad F_1 \cdot l_1 - F_2 \cdot l_2 - G_1 \cdot r_1 + G_2 \cdot r_2 + N \cdot l_0 = 0$$

在静平衡条件下: $G_1 = G_2$; $F_1 = F_2 = F$; $r_1 = r_2$

$$F(l_1 - l_2) + N \cdot l_0 = 0$$

$$F \cdot \Delta l = N \cdot l_0$$

两铰翼臂质心高低位置的差异 Δl 是造成铰翼动不平衡的主要因素,增加了轴承的附加支反力 N ,良好的结构设计应尽可能使 Δl 趋近于零。

理想的铰翼尽管两臂结构不对称,但受力是对称的,故在用有限元法进行动态应变应力分析时,可以在两臂并通过铰杆中心的对称面上进行约束,对铰翼两臂进行分析计算。

(三) 梁造型分析悬铰铰翼

铰翼臂呈锥形,上粗下细,可简化为上端固定下端自由的悬臂梁,用楔形梁单元来简化铰翼、为获得必要的精度,梁单元的数目须足够多,用 I-DEAS 软件来分析处理梁单元采用人工网格方法:即先建立节点再建立单元。梁单元需要在模型中包含截面的特性数据,故在建立单元前首先要定义梁截面特性,我们在实体造型模块中定义一系列截面,在“梁截面”工作项中对每个截面用平行四边形单元模拟,通过有限元法自动计算每个截面的截面特性,定义成截面目录。

空心臂中的不锈钢导纱管与锭翼体材料不同,不能与锭翼臂共享一个单元,应将它简化为又一梁单元,与锭翼臂的梁单元之间以伪单元—刚性单元连接,以保证两者间不发生相对位移。

锭翼压掌及压纱力简化为集中力和力矩加在相应节点上,小纱时压掌压纱力大于大纱时压掌压纱力,故计算小纱时锭翼的变形。如此可定义边界条件及约束载荷,输入锭翼体与不锈钢管的弹性模量,材料泊松比,材料密度等数据则有限元模型完成建立,在此基础上定义求解集,即可输出计算结果,其中包括各节点位移及节点应力。

(四)实体单元分析悬锭锭翼

苏州苏纶纱厂引进的德国 ZINSER660 型粗纱机采用 HOLZ 锭翼,数年后在运转中曾出现空心臂断裂飞出事故。常熟常润棉纺织厂引进 TOYOTA FL16 型粗纱机采用开式锭翼,运转数年后出现空心臂根部断裂现象,两厂锭翼断臂的断面形态均为重复应力作用下的疲劳破坏断面,因此在锭翼设计中必须注意应力集中问题。如 HOLZ 锭翼发生事故的锭翼臂为菱形断面,受拉应力的内侧 R 很小,其改进后的产品则为三角形断面,内侧为大圆弧,显然应力集中现象就能大为减少。为反映悬锭锭翼在高速旋转状态下的应力实际状态,我们再用实体单元对锭翼进行有限元分析。

用 I-DEAS 软件中有限元仿真模块对锭翼实体进行有限元分析,首先在不影响精度的前提下对复杂模型进行简化,减轻划分网络工作。锭杆位于锭翼中心,不影响锭翼臂的变形和应力,故可仅对锭翼两臂分别进行分析。

锭翼体边界几乎全部由圆弧段和椭圆弧段连接而成,故采用十节点四面体等参单元来划分网络。I-DEAS 软件可由人工输入整体单元长度及局部单元长度,软件即按一定规律自动划分网格。

锭翼实心臂形状较简单,给定实心臂整体单元长度及若干局部单元长度之后,即可得到较为满意的网格,其单元数共 2432 个,节点数为 4389。

锭翼空心臂形状较实心臂复杂,需要给定的局部单元长度更多,空心臂内的不锈钢导纱管与锭翼体材质不同,不能同时划分,但划分两种单元的节点必须一一对应,即两种单元的界面上的单元必须共节点。不锈钢管壁薄且壁厚均匀一致,可用三边三角形薄壳单元来划分,这样软件在自动划分单元时可使分界面上的体单元和壳单元共节点,锭翼空心臂共划分体单元 3092 个,节点为 5632;壳单元 312 个,节点为 765。

单元网格划分完成后,模型求解前需进行模型检查,检查内容为:

(1)单元形状检查,验证单元不违反限定的条件,若单元有畸变、翘曲则用移动中间节点的方法来修正;

(2)消除重复节点和单元。

锭翼体单元分析的加载与梁单元分析加载相同,材料特性亦类似于梁单元分析,锭翼作体单元分析时,体单元、节点数目较多,计算量很大,但由于我们考虑的是最大应力与最大位移,故可选择锭翼臂下端的节点位移及锭翼拐臂处的节点应力作为分析结果打印,可以看出在拐臂 $Y=420\text{ mm}$ 附近有较大应力集中, $r=1400\text{ r/min}$ 时,空心臂最大应力为 $207\text{ N}([\sigma]=280\text{ N})$ 。

(五)悬锭锭翼按分析结果进行改进设计

分析表明原设计图纸存在以下问题:

- (1)经实体造型和装配,发现锭翼实心臂质量较空心臂小 17 g,两臂重心位置差 12 mm;
- (2)经实体单元分析,锭翼拐臂处应力集中较严重,该处的 R2.5 圆角应加大;
- (3)由有限元分析知两臂变形差异较大,对不同转速时锭翼的动平衡带来不利影响。

针对上述问题对图纸改进后再次完成实体造型,计算得出系统的质量和质心位置:

表 1

母 系 统	质 量	质 心		
	kg	mm		
母 系 统	2.157	0.51	294.32	-0.041
子系统(1)实心臂	1.078	69.53	298.86	-1.45
子系统(2)空心臂	1.079	-69.02	290.23	1.34

当 $n = 1400 \text{ r/min}$ 时,原设计及改进设计的最大变形量和最大应力对比如表 2:

表 2

	最 大 变 形 量		最 大 应 力	
	mm		N	
	空心臂	实心臂	空心臂	实心臂
原 设 计	5.02	4.20	207	150
改进设计	4.96	4.53	138	106
实 测 值	4.50	4.30	—	—

由以上结果可知利用 I-DEAS 软件对悬锭锭翼的动态变形及动态应力进行有限元分析,可以有效地对锭翼设计图纸进行修改,减少模具制造中反复试模次数,缩短产品试制周期,并通过分析在设计中就能减少或消除锭翼在运转若干年后可能发生疲劳破坏的隐患。

三、悬锭锭翼动平衡的实验研究

(一)悬锭锭翼动平衡研究现状

悬锭锭翼是新型粗纱机的关键部件,也是该机上数量最多的高速回转件,由于其非对称的几何形状、毛坯缺陷、材质不均及加工、装配误差等原因,使锭翼的中心惯性主轴与转动轴线既不平行也不相交,转动时便对轴承产生附加动压力,这种动压力通过轴承传递到粗纱机机体,引起机器的振动、噪声,加速轴承的磨损,降低机器寿命。虽然粗纱机上前后排锭翼可相对排列以减少其不平衡对机器振动的影响,但由于其数量众多,以及粗纱机的高速化,锭翼不平衡量的大小已成为衡量锭翼质量最重要的指标之一。

悬锭锭翼系一叉形零件,两臂为悬臂梁,在高速回转时,锭翼臂在离心惯性力作用下发生变形,向外张开。按 ISO 5406—1980 标准,锭翼属于准刚性回转体。即该回转体不能视为刚体,但尚可用刚性回转体平衡法来平衡它。我国纺织行业标准 FZ/T 92033—95《粗纱悬锭锭翼》规定“锭翼在中纱状态,转速为 1200 r/min 时,剩余不平衡量小于 120 g·cm”,锭翼一般重量为 4 kg 左右,则其剩余不平衡率达 300 g·mm/kg。参阅 ISO 1940 标准其平衡精度仅及 G40 水平,从现代高速粗纱机的锭速发展趋势及功能要求看,该剩余不平衡量显然过大,不利

于整机水平的提高。

众所周知,当主矢与主矩均不为零且不互相垂直的回转体由动不平衡到动平衡必须在回转体上两个或多个平衡平面上加以校准。但锭翼在成形之后,为保证其纺纱功能与外观完整,不可能在锭翼体以外的任意空间位置加重或去重,如果不平衡量的方位不在锭翼两臂与锭杆回转中心构成的平面内,则只有将臂作微量变形以达到平衡的目的。由于锭翼形状及制造工艺的局限性,特别要求锭翼的肩部剩余不平衡量要小,因为用加重法作平衡校验时,仅能对锭翼实心臂末端即在一个平衡平面内加重以取得平衡。使用去重法时,虽然可以对两臂的外侧打磨去重,但如果在肩部去重过多,则会降低锭翼臂的刚性,而使臂的张开量增大。因此,锭翼动平衡校准提出的要求是锭翼体的毛坯必须是基本平衡的。

锭翼在粗纱机上工作时,其回转轴线与地面垂直。由资料知德国 HOLZ 公司使用卧式动平衡机, MAYER 公司则使用卧式及立式动平衡机, 西班牙 SYC 公司则用立式动平衡机, 我国各悬锭锭翼制造厂或使用卧式平衡机或使用立式平衡机, 均取得一定平衡效果。锭翼平衡时的装夹方式无论是 Schenck 或郑州纺织工学院的立式平衡机均使用轴承档朝下与工作状态倒置的方式, 这主要是为装夹方便及降低平衡机重心的缘故。

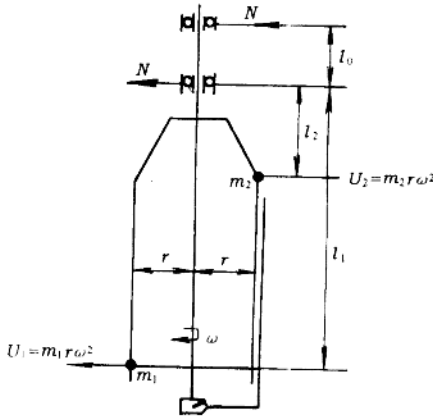


图 2

在制定 FZ/T 92033—95《粗纱悬锭锭翼》标准时,认识到悬锭锭翼是外伸转子,转子上任一点的不平衡量由于其与轴承距离不一,而使轴承受到不同的附加动压力,不平衡量 m_1 或 m_2 (图 2)同相或反相或任意空间位置施于轴承的附加动压力也完全不同,有人提出将确定的平衡指标一分为二,平均分配到两个平衡平面上;也有人提出要以 U_1 及 $N \cdot l$ 。两项指标作为悬式锭翼的动平衡指标体系,这些观点均缺乏必要的实验依据,因此,行标讨论中认为目前给出一个具体的悬锭锭翼动平衡指标体系非但定标困难,而且难于在生产中贯彻实施。最后仅给出剩余不平衡量小于 $120 \text{ g} \cdot \text{cm}$ 较为模糊的指标。

(二)粗纱悬锭锭翼动平衡指标的实验研究

我们认为悬锭锭翼动平衡指标体系及精度的确定必须符合实际,即有仪器可测量、可修正、并有实效,其中实效是关键。为此我们确定以粗纱机模拟试验台的振动测量值作为锭翼平衡效果的最终检测手段来对粗纱锭翼的动平衡进行实验研究。

实验方案:将 36 套同一规格的悬式锭翼随机分为六组,分别在 Schenck 双面立式平衡机、DPH-D 立式平衡机及 YYQ--50 型卧式平衡机上进行测试,校正至两平衡平面不平衡量之和为 $60 \text{ g} \cdot \text{cm}$ 及 $20 \text{ g} \cdot \text{cm}$ (不考虑方位)。将此六组锭翼按组别装到实验台上,按前后排锭翼反向及同向排列两种方式测试水平面 X、Y 两个方向的振速,然后将非 Schenck 机做平衡的小组各件拿到 Schenck 机上再校正到不平衡量之和为 $60 \text{ g} \cdot \text{cm}$ 和 $20 \text{ g} \cdot \text{cm}$,重新测其振速,具体组别安排及实验记录见表 3。

由实验分析可知:

表 3

动平衡机型	铰翼安装方式	60 g·cm						20 g·cm					
		x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
Schenck	同向	17.0	12.0	20.0	15.0	22.0	22.5	2.8	3.2	3.0	4.0	2.0	2.8
	反向	2.2	3.0	2.4	2.4	2.1	2.6	1.8	2.8	2.6	3.0	1.8	2.6
DPH—D	同向			34.0	28.0					4.5	5.0		
	反向			15.0	9.0					2.0	3.0		
YYQ—50	同向					30.0	40.0					2.8	4.0
	反向					3.0	6.0					2.0	2.6

注 (1) 转速 1275 r/min;

(2) 振动测试仪型号: 丹麦 BK2511 测振仪, 单位: mm/s。

将动不平衡量为 60 g·cm(A、B、C 组)及动不平衡量为 20 g·cm(D、E、F 组)比较, 振动测定值均系在 Schenck 机上校正的铰翼为小, 表明 Schenck 机的精度较高。

将 A、B'、C' 组及 D、E'、F' 组比较, 铰翼同向安装及反向安装的振动测定值是接近的, 表明 Schenck 机动平衡的重复精度较好。

动不平衡量为 60 g·cm 时, 前后排铰翼反向安装时与动不平衡量 20 g·cm 时的振动测量值接近, 而同向排列其振动测量值则高出 5~8 倍, 说明粗纱机主机要求前后排铰翼反向安装, 对减少主机振动是必要的。

当动不平衡量提高到 20 g·cm 时, 前后排铰翼安装方向相同或相反对振动测量值影响较小。

(三) 悬铰铰翼动平衡实验研究的初步看法与建议

通过上述试验分析, 我们认为:

1. 将 Schenck 双面立式动平衡机作为悬铰铰翼的专用平衡机较为合适。另两种动平衡机 YYQ—50 和 DPH—D1 只有在动不平衡量较小时 (20 g·cm) 才表现出其较高的精度, 而在动不平衡量较大时 (60 g·cm) 则表现其与实际状况出入过大。

2. 悬铰铰翼的动平衡指标体系 我们认为可考虑两种方案:

方案一: U_1 及 U_2 均小于某一指标值;

方案二: U_1 及 $(U_1 + U_2)$ 分别小于某一指标值。

德国 MAYER 采用方案一, 对两平衡平面的不平衡量加以限制, 指标值相同。德国 Schenck 公司建议的指标值也按每平衡平面考虑。

方案二则考虑到两平衡平面与轴承座距离不等造成的影响, 故将离轴承较远的平衡面的不平衡量 U 规定得较小, 而另给出一个总的平衡量, 实际上允许离轴承较近的平衡面的不平衡量比较远端平衡面的不平衡量大一些。

我们认为若将不平衡量的指标规定得较小, 即动平衡精度高。又采用去重法进行校验, 则

方案一比较切实可行,操作者不必进行加减运算。Schenck 平衡机电测箱显示的也是两平衡平面各自的不平衡量。同样的道理,在动平衡精度较高时,无必要将两个不平衡量矢量相加。Schenck 电测箱上指示出的方位角主要显示出去重(或变形)的部位,但电脑打印则包含不平衡量矢量相加值。

3. 悬锭锭翼的动平衡指标 按 FZ/T92033—95 要求,我们在试验中采取的不平衡量是两平衡平面不平衡量数值的代数和。从试验中看出 A、B'、C' 组及 D、E'、F' 组虽然没有考虑不平衡量的方位角,但实际振动测量值颇为接近,因此我们认为目前悬锭锭翼的动平衡指标可以不考虑不平衡量的方位,其数值指标可分两个级别:

(1) 锭速在 1200 r/min 以下者取 $60 \text{ g}\cdot\text{cm}$, 相当于 ISO 1940 G6.3 水平,可规定 U_1 小于 $20 \text{ g}\cdot\text{cm}$, U_2 小于 $40 \text{ g}\cdot\text{cm}$, 此即方案二指标体系。

(2) 锭速在 1200 r/min 以上者,取方案一指标体系,两平衡平面的不平衡量均小于 $10 \text{ g}\cdot\text{cm}$, 相当于 ISO 1940 G 2.5 水平。德国 Schenck 公司推荐的不平衡量值为每平衡平面 $25 \text{ g}\cdot\text{mm/kg}$, 按锭翼重 4 kg 计, 则为每平衡平面 $10 \text{ g}\cdot\text{cm}$ 。

按照指标(2)体系要求实现,则粗纱悬锭锭翼动平衡已达到国际先进水平。在第五届中国国际纺织机械展览会上,太行机械厂展出的无锥轮、无成形装置的 FA425 型粗纱机(电脑机)采用无锡中桥纺机专件厂的高速锭翼,其动不平衡量小于 $20 \text{ g}\cdot\text{cm}$ 。前后排锭翼同向安装,锭速最高达 1400 r/min,机器无地脚,振动仍属正常,证实该指标的实用意义。

四、结语

(1) 悬锭锭翼是粗纱机的关键部件,形状特殊、受力状态复杂、运转要求高,长期以来该零件采用测绘仿制或经验设计方法,设计工作量大、反复修正量大、试制周期长、产品运转可靠性差。本研究首次运用美国 SDRC 公司的 I-DEAS 软件在 SGI 工作站上对悬锭锭翼的动态变形和动态应力进行有限元分析,有效地对悬锭锭翼的结构进行优化设计,大大缩短了产品试制周期,降低试制成本,并防止和减少应力集中对锭翼造成的疲劳破坏,提高了悬锭锭翼的质量、运转可靠性及寿命。

(2) 悬锭锭翼是粗纱机上数量最多的高速回转件,其动平衡质量的优劣关系主机的振动、噪声和寿命。本研究在国内首次用模拟试验方法对悬锭锭翼的动平衡指标体系和指标进行实验研究,提出以 Schenck 双面立式动平衡机作为锭翼专用动平衡机,建议按锭速确定动平衡指标体系及动不平衡量指标,为粗纱锭翼动平衡质量达到世界先进水平提供了可信赖的依据,并为我国粗纱机进一步高速化创造了一定基础。

抗菌防臭涤纶及抗 MRSA 医用 纺织品的开发

江苏省纺织研究所 华伟杰 李 健 华乐之 顾映影

(三等奖)

一、前言

耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)具有多重耐药性,对十多种抗生素的耐药率较高,主要引起的疾病为皮肤和黏膜的炎症、化脓以及心内膜炎、肺炎、败血症等,对于重症感染者,会与常见菌绿脓杆菌等引起重复感染。1970 年在美国最早发现了由 MRSA 引起的院内感染,日本在 1980 年代初发现了 MRSA 患者,MRSA 引起的院内感染多发于体弱的入院患者以及婴幼儿和老年人。1970 年代后期,我国发现有金葡菌甲氧西林耐药株,1981 年上海华山医院报告在医院内分离的金葡菌中甲氧西林耐药株占 24%,此后的数年该种菌株所占比例呈上升趋势^[1]。据统计美国每年 5% 的住院病人在医院感染,平均延长住院日 4 天~5 天,近 10 万人死于院内感染,每年耗费医疗费用 20 余亿美元,据有关资料估计我国每年因医疗感染多耗费 100 亿~150 亿人民币^[2]。

大家知道在医院中使用大量的纺织品,受病菌玷污时,在合适的条件下会大量繁殖,并有可能再转移到病人自身或他人适合于病菌生存繁殖的人体部位而引起疾病,因而纺织品也是各种病菌的重要传播媒介。如果纺织品具有抑制或阻止细菌繁殖的功能,就减少了病菌传播的一条途径。

从 1980 年代到 1990 年代,发达国家特别是日本的几大纺织公司采用后整理、共混、复合技术相继成功地研制了各种抗菌防臭纤维及抗 MRSA 医用织物,特别是开发的耐久型含银、锌、铜等金属离子无机抗菌剂的纤维和纺织品。由于其抗菌效果具有耐洗性,对人体安全性高而备受瞩目,日本已从 1991 年起广泛应用于各种医疗机构中,作为防止由 MRSA 引起的院内感染的一种重要手段。据统计^[3],抗 MRSA 纤维制品 1993 年产值达 3500 万美元,1994 年为 4000 万美元。并且日本纺织界组建了抗 MRSA 纤维协会,统一规定了抗 MRSA 测试技术、标准以及有关宣传用语。

我国在此方面的研究刚起步,1996 年底江苏省纺织研究所研制成功了含银、锌离子的 KJ-96 抗菌防臭涤纶短纤维,继而开发了抗 MRSA 医用纺织品、抗菌防臭民用床上用品,抗菌防臭袜和抗菌防臭内裤等系列抗菌防臭产品。

二、抗菌防臭涤纶

1. 物理性能 KJ—96 型抗菌防臭涤纶对多种细菌具有持续的抑制繁殖功能,其制造方法是在聚酯高聚物中混入含银、锌等金属离子抗菌粉末后熔融纺丝而制得。

由于抗菌剂是非水溶性的,且均匀分布于纤维内部和表面,因而具有优异的耐洗性,见表 1。

抗菌剂粉末的直径在 $1\ \mu\text{m}$ 左右,在添加到聚酯熔体中后,抗菌剂成为熔体的结晶晶体核,相应地提高了纤维的结晶度,通过合适的纺丝工艺,就能获得与普通涤纶相近的物理性能,见表 2。

表 1 抗菌效果耐洗性能

洗涤次数	0	50
抑菌率	98(%)	98(%)

注 ①未洗样品接种菌种为金黄色葡萄球菌。
②50 次洗涤样品接种菌种为耐新青霉素金黄色葡萄球菌(MRSA)。
③测试方法参照美国 AATCC100 标准。

表 2 KJ—96 抗菌涤纶性能

线密度	dtex	1.68
断裂强度	dN/tex	3.86
断裂伸长	%	27.84

抗菌涤纶的结晶度高于普通涤纶,因而其上染率要相对低一些,见表 3。

2. 抗菌机理探讨 KJ—96 抗菌纤维对细菌抑制繁殖的机理可推断如下:

(1)纤维上存在银离子和锌离子;

(2)附着细菌后, Ag^+ 、 Zn^{2+} 离子和细菌的细胞接触;

表 3 抗菌涤纶与普通涤纶上染率比较

纤维品种	上 染 率
普通涤纶	0.867
抗菌涤纶	0.734

注 染色温度: 130°C ; 染料: 福隆蓝 BGL, 按织物重量计 1%。

(3) Ag^+ 、 Zn^{2+} 与细菌的 DNA 结合,从而阻断了细菌的繁殖。

从上述机理可见, KJ—96 抗菌纤维的抑菌效果需要一定时间才能完成,没有杀菌剂或消毒剂的即效性。

KJ—96 抗菌纤维所含的银、锌等金属离子,具有广谱的抗菌效果,表 4 列出了 KJ—96 抗菌纤维及混纺织物业已证明的有效抑杀菌种。

表 4 所列的细菌在日常生活中很多,有可能对人体造成危害,这种对细菌有抑制繁殖效果的纺织产品符合现代社会清洁、舒适的要求。

3. 安全性 KJ—96 抗菌纤维及其织物的安全性测试数据如表 5 所示,其结果表明了 KJ—96 抗菌纤维织物与普通纤维织物的安全性没有区别,不会因加入抗菌剂造成对人体的危害。

表 4 有效抑杀菌种名称

耐新青霉素金黄色葡萄球菌(MRSA)
金黄色葡萄球菌
大肠杆菌
绿脓杆菌
枯草杆菌
白色念珠菌(真菌)
黑曲霉菌

表 5 安全性数据

项 目	测试结果	结 论
经口毒性(LD_{50})	$>10000\ \text{g/kg}$	无毒性
皮肤接触性试验	阴性	无刺激性

注 测试单位:江苏省卫生防疫站。

三、抗 MRSA 医用纺织品

医院内感染的来源之一为住院病人受到医院环境中细菌的侵袭或感染,纺织品与住院病人接触最频繁,很有可能携带并传播细菌。我国一般医院中使用的是普通棉或涤纶织物,现在正趋于采用一次性非织造布,但非织造织物大部分为丙纶、涤纶等高分子材料的,用即弃后,非织造织物和其上面所带的细菌会造成严重的环境污染问题,因而今后应以采用能反复清洗、使用的机织物类医用纺织品为主。以抗菌纤维制作的各类医用纺织品由于其优越的抗菌性能将会得到广泛应用。我们采用 KJ—96 抗菌涤纶与棉、黏胶或常规涤纶混合,经纺纱、织造等工序制得了系列抗 MRSA 医用纺织品,经北京协和医院等卫生检测部门检测,对 MRSA 的抑(杀)菌率达 99.58%。

可以预料,随着人们认识水平的提高,抗 MRSA 医用纺织品会逐步进入我国各类医疗和保健机构中。

表 6 抗 MRSA 测试结果

项 目	单 位	A 平皿	B 平皿	C 平皿	D 平皿	E 平皿
MRSA 停留时间	min	2	5	10	20	120
抗菌纺织品回收菌数	个	<1	<1	<1	<1	<1
普通纺织品回收菌数	个	332	247.3	187.7	338.7	209.0
平均杀菌率	%	>99.698	>99.474	>99.467	>99.704	>99.52

$$\text{注 杀菌率} = \frac{A-B}{A}$$

式中:A——普通纺织品样品平均回收菌数;

B——抗菌纺织品样品平均回收菌数。

四、结束语

抗菌防臭纺织品符合人们对清洁、健康和文明生活方式的要求,它作为一种功能性纺织品,将会得到越来越多消费者的青睐。抗菌、防臭技术涉及纺织、微生物等领域,抗菌防臭纺织品的研制、生产和应用需要各方面共同努力,目前应组织相关行业的专家制订抗菌防臭纺织品的检测方法、标准,对产品实行严格管理,同时,政府要对不法商人实行严厉打击,保证市场健康发展。

参 考 文 献

- 1 戴自英.实用抗菌药理学.上海:上海科学技术出版社,1992:22
- 2 郑明新.医院感染.北京:人民卫生出版社,1997
- 3 坂上专一.加工技术,1996,31(8):539

三芯型复合导电纤维的研究

江苏省纺织研究所 陶再荣 华靖乐 李荣珍 王琴云

(三等奖)

复合导电纤维是一种高技术、高附加价值产品,属特种功能纤维。它不仅具有良好的防静电性能,而且有常规纤维那样的柔软性、耐屈挠性、耐化学药品性,因而广泛应用于各类防静电织物之中,提高了化纤及其混纺织物的档次。目前导电纤维研制报道较多,但三芯型复合导电纤维在国内尚未有报道,本文将对其制造特征及性能作一探讨。

一、三芯型复合导电纤维的试制

(一)原料

皮组分:PET($SD[\eta]=0.67 \text{ dL/g}$ $T_m=265^\circ\text{C}$)。

芯组分:含炭黑母粒,电阻 500Ω ,委托试制。

(二)试验设备

干燥装置:70 L 电加热不锈钢真空转鼓。

纺丝机:FVC—101 型双组分复合纺丝机,螺杆直径 20 mm,长径比 24:1。

卷绕机:SW46、双丝饼。

牵伸机:VC443A、双区热牵伸。

(三)工艺流程

PET 切片 → 干燥 → 料斗 A → 挤出机 A → 泵座 A
导电母粒 → 干燥 → 料斗 B → 挤出机 B → 泵座 B

箱体 → 冷却 → 卷绕 → 分级 → 包装

(四)测试仪器及方法

1. 纤维电阻测定 把纤维切成 10 cm 长度,在两端粘上导电胶,用高阻仪 ZC31 测定纤维 10 cm 间距的电阻值。取 10 次平均值,再除以 10,即得线电阻 R ,单位为 Ω/cm 。

2. 电荷密度测定 根据 GB/T 12703—91(C 法)测定。

3. 起始放电电压测定 用如图 1 所示装置测定,当 G 中正好有电流通过时,所加电压 V_0 即为纤维的起始放电电压,取 10 次平均值作为测定值。

二、结果与讨论

(一)所用喷丝组件的结构特征

三芯型复合导电纤维的制造关键为分配板与喷丝板。分配板的作用是保证两组分的熔体在复合前绝对分开,并把芯组分的熔体以一定的分布形式分配入皮组分熔体中。由于导电母

粒中含固量高,其熔体的流动行为与常规 PET 不一样,在管中流动时,导电组分中的微粒会产生“趋肤效应”,即随着时间的延长,熔体中的微粒趋向于熔体管壁,管壁上积聚的微粒会增多,使管径越来越细,严重者会堵塞管道。为了解决这一问题,有文献报道^[2],含炭黑的导电母粒的熔体在管道中流动时,当剪切速率大于 10^2s^{-1} 时,可减少炭黑在管壁上的积聚。为此在设计喷丝组件时,我们遵循了这一原则,从而保证了导电组分熔体的顺利通过。另外分配板与喷丝板间的狭缝高度,对复合比的变化及复合状态有一定影响,实践证明,该高度应随皮芯复合比增大而变大。组件示意图见图 2。

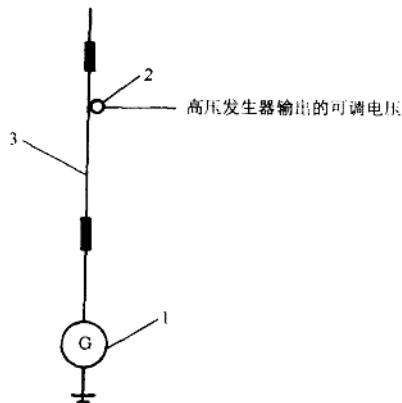


图 1 起始放电电压测定示意图
1—微电流计 2—高压电极 3—纤维试样

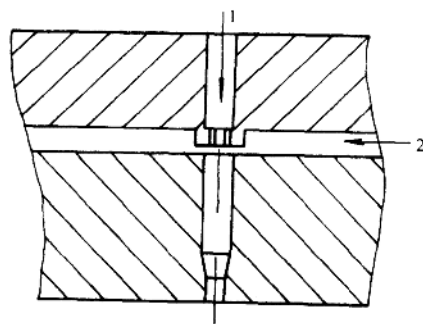


图 2 三芯型复合喷丝组件示意图
1—芯 2—皮

(二)复合纺丝对导电母粒的要求

导电母粒为含高浓度导电介质的聚合物,因而其特性与常规聚合物相差较大,在复合纺丝时,首先要求导电介质的粒径很细,一般要小于 $1\text{ }\mu\text{m}$,最好为 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下,不然会造成喷头的内压升速过快,堵塞滤网,甚者能击穿滤网,无法纺丝。其次载体树脂要有良好的耐热性,较好的流动性,一般要求其分解温度在 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上。还有载体树脂的熔点要适中,不能高于皮层聚合物,但又不能太低。因为熔点太高时造粒难度大,且与皮层复合性差,在拉伸时产生两相剥离,失去导电性。熔点太低,则母粒干燥难度大,干燥周期长,易产生离子间粘连。本试验采用以炭黑为导电介质,熔点较低的聚合物为载体。此外导电母粒中,导电介质分散性要好,凝集粒子要少,这样才能减轻组件中的过滤材料的过滤负荷,延长喷丝头使用周期。

(三)导电介质含量对导电母粒导电性影响

本试验采用炭黑为导电介质,炭黑作为价廉物美的东西,有其独特的优点,如导电性好,稳定性高,耐化学药品性优良,粒度细,比表面大等等。炭黑复合高分子材料的导电性取决于炭黑的种类,添加量及分散性。因而在制造含炭黑的导电母粒时,添加量及分散性是极其重要的,炭黑含量与母粒导电性的关系如图 3。

从图 3 看出,炭黑的含量在 20% 左右,母粒的电阻开始大幅度下降。在 40% 以后,母粒电阻值趋于平衡。由此可得出,炭黑添加量并不是越多越好,母粒电阻值有一个饱和趋势,这一