

HF-1型多用测速仪的研制与 喷气纺纱气圈转速的测试

华东纺织工学院棉纺喷气纺纱组

江苏省供销合作社科技处

(程洛 执笔)

【提要】 本文主要对喷气纺纱线气圈的运动进行分析,探讨经光导纤维传感器转换所得的信号的处理方法。在此基础上,叙述了适用于测试纱线气圈转速的HF-1型多用测速仪的设计依据和工作原理;最后分析了喷气纺纱气圈转速的实测结果。

一、喷气纺纱条运动分析

喷气纺是利用旋转气流的作用使头端自由纤维紧包在纱芯上而成纱的,见图1。

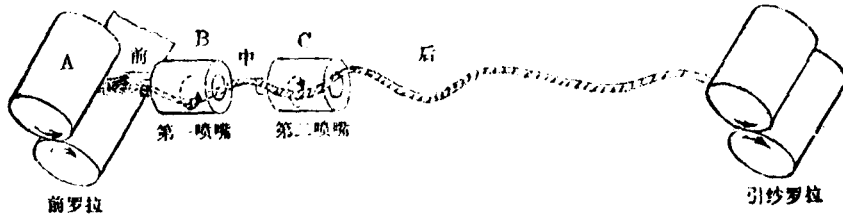


图1 纺纱段纱条上捻度分布的描述

前罗拉和引罗拉可看作两个固定端, B、C点为两个加捻点,高速气流从此处切向射入加捻器,推动纱条绕加捻器中心旋转,从而使纱条形成气圈并获得加捻。B、C两个加捻点方向相反,C加捻点使纱芯产生强烈假捻并向两端传递,B加捻点涡流方向与C相反,起阻捻作用,使外层纤维与纱芯纤维之间产生相对角位移。纱条在经过引罗拉之后,假捻的纱芯在强烈退捻力矩的作用下退捻,外层纤维则形成了真捻,紧紧地包缠在纱芯上,形成具有一定强力的喷气纱。从以上分析可知,C右侧的纱条气圈转速反映了假捻捻度的多少,直接影响到包缠的紧密度,而B左侧的气圈转速的多少反映了阻捻作用的大小,影响到包缠纤维数量的多少,同样对于成纱质量具有不可估量的影响。因此,B、C两加捻点之间必须有一个合适的配合,

才能获得良好的纱线,所以,在纺纱过程中如何根据各种参数来合理地调节和控制纱条的转速,是研究喷气纺工艺的重要课题。但是,喷气纺是空气涡流加捻,无机械回转件,只能直接测试纱条的气圈转速,因而研制一台能直接测试纱条气圈转速的测速仪作为纺纱机理的研究工具与生产上的监测仪器是十分必要的,为此,我们研制了HF-1型多用测速仪。

二、仪器的特点与工作原理

HF-1型多用测速仪具有以下特点:

1. 适用范围广,既能用于纱线和长丝的转速直接测量,如喷气纺、静电纺、环锭纺纱线和变形丝的气圈转速测量,又能用于一

般机械回转件的转速测量。

2. 功能多,不但能在一定时间间隔内对输入信号计数测速,而且能同时对转速信号进行功率谱分析。

3. 传感器为光导纤维传感器,体积小,使用方便,且可根据需要制成不同形状,以适应各种测试场合。

4. 该仪器为非接触式测量,对被测物的运动无影响。

HF-1型多用测速仪利用光导纤维传感器接收被测物的反射信号,经过模拟式频谱分析装置处理,可求得功率谱,同时,通过施密特电路整形,在单基电路控制下,对经过整形的脉冲数计数,可测得每秒或每分钟的转速。现分传感器和电路两部分来叙述。

(一) 传感器

选用了反光式光导纤维传感器,发射光纤与接收光纤呈均匀分布,在输出端分为两束,一束发射光源,另一束接收反射信号,考虑到使用上对光的方便,发射光源选用可见光源。整个传感器结构小巧,探头部分直径仅一毫米左右。

光导纤维传感器的光导引是通过光在光学纤维圆柱表面的全反射实现的,光源射出光导纤维时约与光导纤维轴线间呈 45° 角度发散射出,且光强逐渐减弱。

在光敏三极管后接一电流电压转换电路,将光敏管输出的电流转换成电压,被测物至传感器间的距离 X 与输出电压 V 的关系

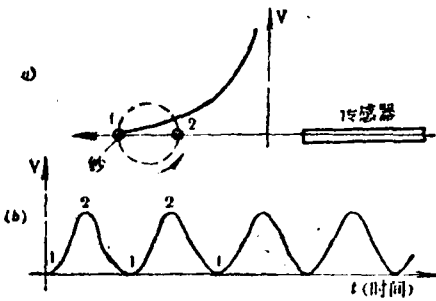


图2 被测物至传感器间的距离 X 与输出电压 V 的关系曲线及转换波形

曲线由实验所得,如图2-a所示。

测试喷气纺纱线气圈转速时,光导纤维传感器对准气圈波腹处,如果纱条在光导纤维的接收范围内是稳定回转的,可得图2-b所示的波形。

设纱的回转方向如图所示,纱在1处时离传感器最远,传感器接收到的反射信号最弱,随着纱从1处转至2处,逐渐靠近传感器,反射信号也逐渐增大,在2处获得最大值,而后回到1时,又减小到最小值,这样,每回转一次可得一个峰值。如果纱的运动轨迹是稳定的,这将得到一个近似正弦波,其频率就等于转速。

实际上,由于张力变化和气压不稳定等多种因素的干扰,纱的运动很复杂,纱的速度和回转半径都是随机变化的,用记忆示波器记录的实际波形见图3。

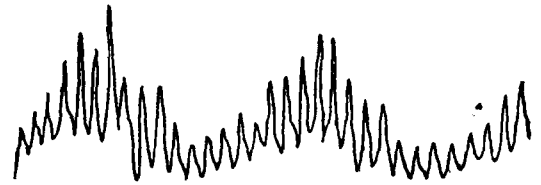


图3 45英支喷气纱的实际波形

(二) 电路

由于喷气纺对纱条是以空气涡流加捻,而非握持式加捻,所以纱的转速是不稳定的,含有多种频率成份,因此,仅在一定时间间隔内对脉冲数计数,求得1秒或1分钟的转速是不够的,必须滤除干扰信号,找出主频率,分析在不同纺纱工艺条件下转速主频率的变化情况及离散程度,这样才能在随机信号中找出与工艺条件有联系的信息,得出纱条气圈转速与工艺参数变化的规律,从而指导喷气纺的生产。因此, HF-1型多用测速仪在电路上除计数测速部分外,还设计了频谱分析部分。

1. 频谱分析部分

为了研究转速信号的频率分布,找出主频率,对于图3所示的喷气纱运动波形,需

要分离出叠加在低频分量上的高频分量(纱条转速)。按照富里叶分析法,动态信号可以分解为许多谐波分量。各次谐波可以按其频率高低依次排列起来成为谱状,动态信号中所含各次谐波幅度值的全体称为振幅谱,它表征动态信号的幅值随频率的分布情况。而表达各次谐波功率的全体称为功率谱,对于随机信号,由于它的频率、幅值和相位都是随机的,因此,需要用具有统计特性的功率谱密度来作谱分析。它的求取是随机信号处理的核心,相比于振幅谱,功率谱更突出了主频率,它可以通过均方值的谱密度来描述信号的频率结构。样本时间历程记录在 f 到 $f + \Delta f$ 频率范围内的均方值,可以用具有精确截断特性的带通滤波器对样本记录进行滤波,然后计算滤波器输出平方的平均值来得到。这一平均的平方值将趋于正确的均方值,用公式来表示,即为:

$$\psi x^2(f, \Delta f) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T X^2(t, f, \Delta f) dt \quad (1)$$

功率谱密度函数 $G_X(f)$ 可定义为:

$$G_X(f) = \lim_{\Delta f \rightarrow 0} \frac{\psi x^2(f, \Delta f)}{\Delta f} = \lim_{\Delta f \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta f} \left[\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T X^2(t, f, \Delta f) dt \right] \quad (2)$$

实际上,积分时间 T 不可能无穷大,滤波器带宽 Δf 也不可能做得很小趋于零,因此,得到的将是功率谱密度的估计值。

式(1)中, $X(t, f, \Delta f)$ 为输入信号 $X(t)$ 在 f 到 $f + \Delta f$ 频率范围内的部分,因而,滤波器的设计很重要,其要求是改变中心频率时不影响带通增益,选择性因子 Q 值高且工作稳定可靠,现设计了二阶状态变量有源滤

波器,基本上达到了上述要求,电路如图4,

从 V_2 端可引出带通函数:

$$\frac{V_2}{V_i} = \frac{-\frac{R_4(R_5 + R_6)}{C_1 R_1 R_5 (R_3 + R_4)} S}{S^2 + \frac{R_3(R_5 + R_6)}{C_1 R_1 R_5 (R_3 + R_4)} S + \frac{R_6}{C_1 C_2 R_1 R_2 R_5}} \quad (3)$$

如 $R_6 = R_5, R_1 = R_2 = R, C_1 = C_2 = C$, 则

$$\omega_x = 1/RC \quad (5)$$

$$Q = \frac{1}{2}(1 + R_4/R_3) \quad (6)$$

$$H = -R_4/R_3 \quad (7)$$

从 ω_x, Q 及 H 的关系式中可看出,如同步地改变 R 的阻值来改变中心频率 ω , 可不影响滤波器的选择性因子 Q 及带通增益 H 。

式(5)用频率 f 表示时,

$$f = 1/2\pi RC \quad (8)$$

反比例运算放大器的增益公式为:

$$V_o = -R_f V_i / R_i \quad (9)$$

对比式(8)与(9),如取 $R_i = R$ 与带通器中的 R 用同轴电位器同步调节, $R_f = 1/2\pi C$, V_i 用一单位基准电源,则 V_o 与带通器中心频率 f 一一对应,即 V_o 可表示带通器的中心频率 f 。

2. 计数测速部分

计数测速部分的原理框图如图5所示。它由时基信号部分(包括产生标准秒信号的电子手表电路和六分频器),测量控制部分(包括时控门、主控门、门控双稳、锁闭双稳和延时电路),计数显示部分与施密特触发器等组成。

光导纤维传感器输出的信号经放大器放大,施密特触发器整形,在主控门打开期间,

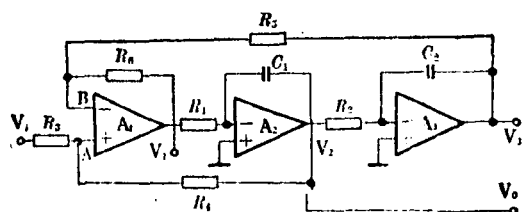


图4 带通滤波器电路图

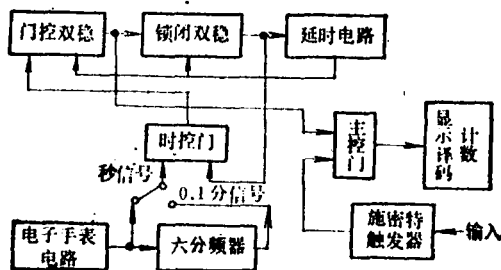


图5 计数测速框图

送至计数器显示。主控门由时基电路控制。

3. 仪器总框图

在功率谱定义式(2)的基础上构成的仪器方框图见图6。

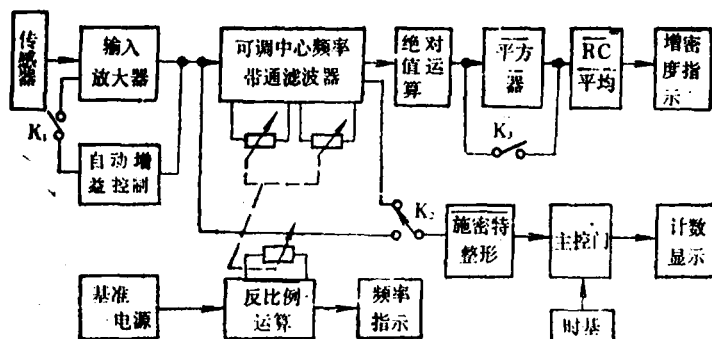


图6 仪器总框图
(增密度指示应为谱密度指示)

三、喷气纺纱气圈转速的测试

影响喷气纺纱质量的因素很多，主要有加捻器的结构参数、安装位置、纺纱张力、纺纱气压等，但它们最终又都与前、后喷嘴的气圈转速及两者气圈转速的相互配合有关。它们之间的关系可通过测定纱条气圈转速来进行研究，找出合适的工艺参数。

我们用 HF-1 型多用测速仪测试了喷气纺加捻器前、中、后三个位置的气圈转速主频率，分析了它们之间的关系，得出结果是：在纺涤棉(65/35)混纺纱，纺纱速度 120 米/分情况下，纺纱支数为30英支，后气圈转速主频率与前气圈转速主频率之比为1.5时，纱线品质指标为3000。当后气圈转速主频率与前气圈转速主频率之比为 1 时，纱线品质指标为1300。

从上例可看出要获得较好的成纱强力，必须维持一定的后与前气圈转速主频率之比，在纺纱支数为30~45英支，纺纱速度为 120~160米/分时，转速比应控制在 1.5~2.0 范围内。

四、结 论

1. HF-1 型多用测速仪为纺织工业生产

中的质量控制与新型纺纱技术的科学研究提供了有效的测试与分析手段。

2. 从对喷气纺纱气圈转速的测试中可以看出，喷气纱的运动是很复杂的，不稳定的，含有丰富的频率成份，必须用频谱分析的方法来找出转速主频率，才能较好地反映气圈转速与工艺参数之间的关系。

3. 在喷气纺纱中，要获得较好的纱线强力，加捻器前、后气圈转速之比必须控制在一个合适范围内。

参 考 资 料

- [1] J.S 贝达特等著，凌福根译：《随机数据分析方法》，第一章，国防工业出版社，1980年。
- [2] Don Lancaster: 《Active-Filter Cookbook》，第七章。

各地学会动态

湖北省纺织工程学会第二届 会员代表大会简况

1985年3月，在武昌召开了湖北省纺织工程学会第二届会员代表大会。参加会议的有省及各市、地区、工厂和科研所、设计院、大专院校等49个单位的会员代表78名。

会上，省科委占万和同志和省纺织总公司经理乔荣启就在当前城市经济体制改革的新形势下搞好学会工作作了指导性讲话。省学会副理事长潘定生作了上届学会工作总结报告。

这次会议的主要任务是改选学会理事会。经充分酝酿、协商、选举了37名理事。

有部分论文作者在会上宣读了论文；省学会副理事长田成方传达了成都会议精神及武汉市纺织行业“七五”期间发展计划；省纺织总公司秦佩莉同志介绍了我省纺织行业“七五”规划。代表们分组进行了热烈讨论。最后，由省学会理事长丁启秀同志作了大会总结。

(武汉市纺织工程学会办公室余卫红)