

第八届陈维稷优秀论文奖 论文汇编



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

中国纺织工程学会 编

编 者 的 话

第八届陈维稷优秀论文奖的征文主题围绕着如何保持我国纺织经济持续、快速、协调、健康发展，走出一条科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源得到充分发挥的新型工业化道路等问题。

我会共收到 9 个省（市、区）纺织工程学会和纺机专业委员会等申报的推荐论文 303 篇，除其中 13 篇经形式审查不符合规定要求外，由评委会组织专业评审组对 290 篇论文初评后提交复评审定的论文共 164 篇。评委会根据“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 2 篇，三等奖 65 篇，表扬奖 84 篇，另有 7 篇缓评。本汇编刊出二等奖 2 篇论文全文及三等奖 65 篇论文的压缩稿，并附表扬奖 84 篇的论文目录。

参加本汇编编审工作的有梅自强、范翔、王竹林等，主编梅自强。

中国纺织工程学会陈维稷优秀论文奖
评审委员会

2005 年

目 录

第八届陈维祺优秀论文二等奖

- 纺织电子式强力仪测力动态特性分析与检定方法研究 张 森等 (1)
新一代定形机主传动电气控制系统 蒲 政等 (10)

第八届陈维祺优秀论文三等奖

- 高速纺丝油剂中聚醚的起始剂对性能的影响 魏俊富等 (17)
开发生产 33dtex/24f 涤纶 FDY 的工艺探讨 李 倩等 (21)
涤纶工业丝等温收缩中的结构变化 李 鑫等 (26)
转送胶粘度与其影响因素数学模型初探 陈人水 (32)
三元酸为调节剂下尼龙 6 的合成及其 DSC 分析 戴礼兴等 (37)
0.56dtex × 38mm 细旦涤纶短纤维生产工艺探讨 解德诚 (41)
熔喷气流拉伸—维模型研究 陈 廷等 (46)
并条机自调匀整的应用 吴凤琴等 (58)
芯鞘型长丝/短纤包芯复合成纱机理及产品开发展望 薛 元 (63)
并条机自调匀整技术的研究 吴 敏等 (68)
成纱质量不匀与胶辊胶圈的使用管理 胡万春等 (73)
BD200RCE、SN 转杯纺纱机改造生产竹节纱理论分析与生产实践 李雪刚等 (81)
转杯纺自由纱段形态对其捻度分布的影响 巴 塔等 (92)
转杯竹节纱竹节长度与粗度的探讨 王勤泰 (99)
我国转杯纺纱发展与应用中值得注意的几个问题 周慈念 (110)
喷气织机纬纱的张力峰值与控制 郭兴峰 (117)
“真彩”提花织物产品设计原理和方法 周 赓 (121)
尿素与淀粉混合浆液的性能研究 曹旭勇等 (125)
不同变性程度变性淀粉浆料的浆液浆膜性能的研究 曹旭勇等 (129)
聚酯浆料的合成和性能研究 王 强等 (134)
织机经纱动态张力的数字化测试方法 吴绥菊等 (138)
高压上浆工艺的研究应用 曹建国等 (142)
维纶伴纺精梳毛织物产品设计与开发 赵鹏峰 (147)
凉爽羊毛织物的设计探讨 曹 钰 (153)
过一硫酸盐羊毛表面改性机理的红外光谱研究 邵建中等 (161)
改造传统纺纱设备生产花式纱线 周惠煜等 (167)
毛精纺轻薄型产品开发的基本原理和技术要领 周启澄 (173)
羊毛蛋白酶防毡缩处理的研究 孙 铠等 (178)

羊毛及特种动物纤维上色素的成因及其防治	武达机 (185)
Cu (II) 家蚕丝素蛋白质配合物的配位结构和高次结构	陈文兴等 (190)
蚕丝/Lyocell 交织物双活性基染料同色染色	唐人成等 (195)
三维成型针织物的计算机辅助设计	宋广礼等 (200)
经编麂皮绒生产工艺研究	蒋高明 (205)
农用智能型节能遮阳帘膜的开发	郑志方 (211)
天然彩色棉机织物的生态整理	张 镁 (216)
特殊工业用呢活性染料刮涂冷堆染色法的研究	王艳君等 (225)
棉、麻及人丝织物的酶洗工艺研究	王光明等 (231)
壳聚糖改性及其整理纺织品抗菌性能的研究	陈建勇等 (240)
世纪之交国内外纺织品印花技术的现状与发展趋势	刘今强等 (244)
分散染料还原性质的极谱研究	龙家杰等 (263)
棉织物采用生物酶前处理工艺有关问题的探讨	徐谷仓 (277)
纤维素酶对纤维素纤维酶解动力学研究	沈 勇等 (285)
织物的金属化处理及其产品应用前景	杨栋梁 (293)
上海印染行业现状和发展趋势	钱孝玲 (304)
平幅前处理退煮漂工艺流程设备组成的探讨	顾苏南 (312)
应用自适应正交小波检测织物疵点的研究	李立轻等 (318)
应用光照投影及图像分析的织物起球等级评估系统	徐增波等 (325)
毛涤复合纱线扭转性能及扭应力松弛行为的研究	吴雄英等 (333)
国内外最新金属针布取样比较	陈海涛 (339)
国产合成橡胶高压压浆辊与上浆辊的研发	杜伟钢等 (349)
WRC-965 抗绕胶辊的研制和应用	薛允喜等 (358)
ERP 与铸造生产管理	李根林 (366)
JAT600 型喷气织机球铁曲轴的生产工艺	梁东明 (371)
宏源集团 PDM (产品数据管理) 系统的开发及应用	孙若伟等 (379)
具有参数评定和专家诊断特色的纺纱质量管理体系	谢春萍等 (385)
全数字式系列智能竹节纱生产装置的设计	谢春萍等 (391)
高弹性、高强度 H211 胶圈的研制和应用	刘建峰等 (396)
PTHD96 型电脑控制提花编织机设计	陈进海等 (400)
数字化纺机和纺织工业的信息化	陈兴强 (407)
平纹织物复合材料的弹性模量预测	王 瑞等 (411)
织物树脂层压复合材料抗弹性能研究	熊 杰等 (417)
烟用 PP 丝束改性技术研究	龚彬礼等 (423)
三维机织结构的几何模型	丁 辛等 (429)
吸风管道系统设计的通用程序	任吉云等 (436)
活性碳纤维吸附转化 SO ₂ 的应用研究	李永贵等 (443)
附录 第八届陈维稷优秀论文表扬奖论文目录	李永贵等 (448)

纺织电子式强力仪 测力动态特性分析与检定方法研究

张 森 费建本 邱学明
(济南纺织科学研究院) (湖北省纺织计量中心) (莱州市电子仪器有限公司)

(二等奖)

摘要 对纺织电子式强力仪测力部分动态性能的要求和影响电子式强力仪动态特性的因素进行分析,提出了力值数据实际采集频率的观念,对动态性能的检定方法进行了研究和验证。

1 前言

纺织用电子强力仪在我国已有二十余年的发展历史。随着测试项目和应用范围的扩大,对电子强力仪性能的要求越来越高。早在1994年《电子式单纱强力仪》部门检定规程审稿会时,与会代表就已提出测力系统动态特性的检定问题,但限于当时大家对上述问题尚无必要的前期探索资料,因此未能对电子式强力仪动态特性的检定作进一步的探讨。至今各种型号的电子强力仪的技术指标中均无此项技术要求,各仪器生产厂对此性能亦不作考核,甚至为了片面追求稳定性采取的各种措施,反使仪器动态特性明显恶化,导致数据不准也无从知晓的后果。近来为了进行《电子式织物强力仪》检定规程的编写,对纺织用电子强力仪的动态特性及其检定手段又引起广泛的关注。为满足当前技术发展的要求,保证仪器测试准确性,尽快在纺织电子强力仪检定规程中增加测试系统动态性能的技术指标和它的检定方法是十分重要而迫切的问题。

2 纺织用电子式强力仪动态特性的要求

电子式强力仪测力系统的动态特性包括两方面的内涵,①力值数据采集部分的采样频率,②力-电转换部分的动态响应能力。用电子式强力仪测试的都是动态信号,这两部分的性能必然影响到测试结果的准确性。

2.1 对采样频率的要求

2.1.1 采样频率应根据信号的特征确定。可取常用且典型的单纱和织物强力测试为分析基础。

图1(a)、(b)、(c)为较常见的三种电子单纱强力拉伸EF曲线(择自乌斯特单纱与股

线拉伸试验使用手册) 其中: F 为拉伸时的强力值, E 为拉伸时的伸长率。

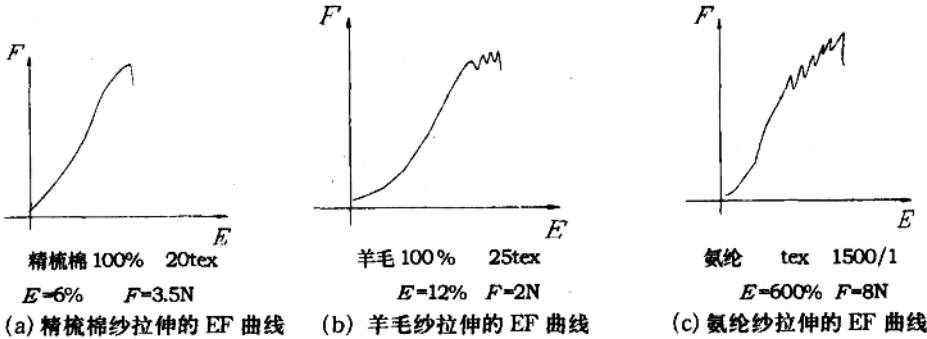


图 1 几种纱线的拉伸试验曲线

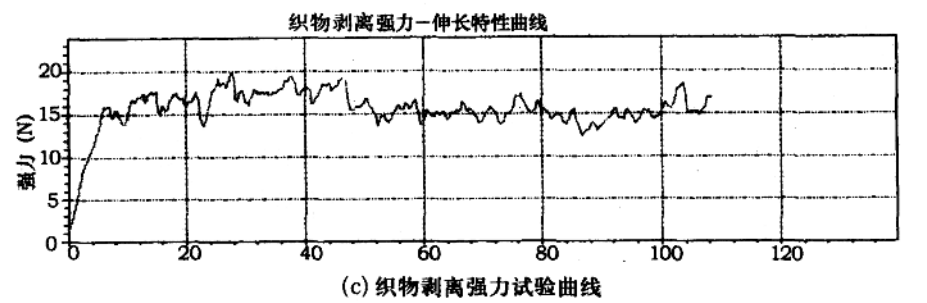
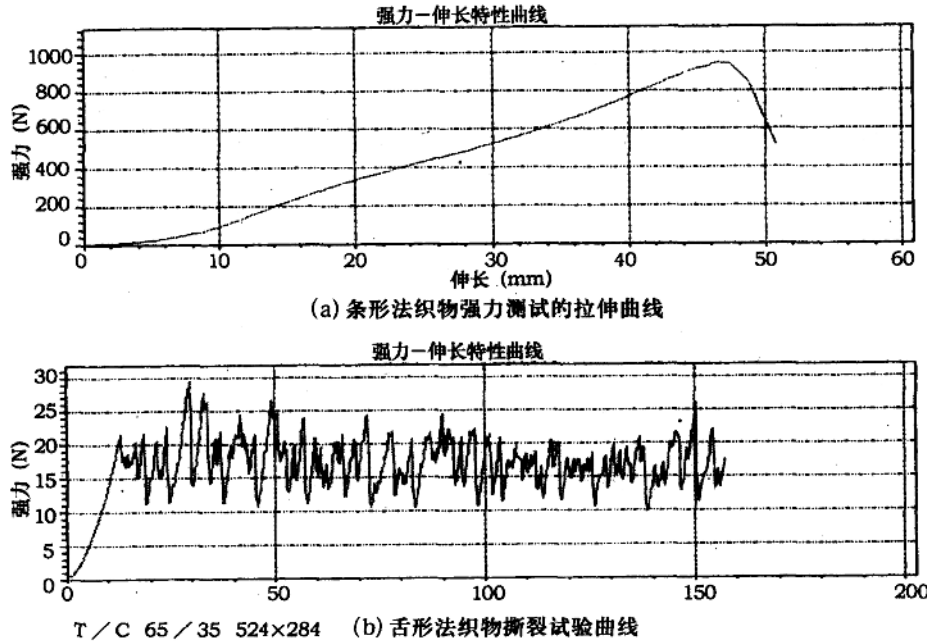


图 2 电子织物强力仪几种试验

由图 1 可看出拉伸初始阶段试样受力几乎是均匀上升的,测试终了前,开始出现力值波动,达最大值处显出尖峰,力值变化速率很大,如系统的采样频率或频率响应能力不够,就可能丢失、偏离信号中的最大值,必将导致测得结果偏小而发生明显的测量误差。显然,试样断裂时间越短,拉伸过程中力值变化率越大,动态误差也越大。

图 2 (a)、(b)、(c) 为电子织物强力仪测试拉伸、撕裂和剥离功能时的 F-E 曲线:

图 2 (a) 为条形法织物拉伸断裂试验, (b) 为舌形法织物撕裂试验, (c) 为织物剥离强力试验 (由莱州电子仪器有限公司提供)。从三条曲线可以看出, 织物撕裂曲线中各峰比较密集, 强力值波动的范围较大, 因此三者中它对动态特性的要求最高, 仪器动态特性只要能满足这项试验, 其他试验一般就都可满足。

目前纺织用电子强力仪测力系统准确度都规定示值误差范围为 $\pm 1\%$ 。而动态误差中采样频率是重要因素之一, 另外有传感器夹持器组合件、放大器等的动态响应能力。要提高采样频率必然要付出相应的代价或作出某些牺牲, 因此笔者认为, 只要各项误差合成能达到 $\pm 1\%$ 范围之内即可, 采样误差以不大于 $\pm (3\% - 5\%)$ 为好, 这样对电子单纱强力仪能检测 2s 断裂的试样时, 要求的数据采集频率可在 100 次/秒左右。潘尚渠教授曾对电子单纱强力仪的采样频率做过分析, 具体文章见参考文献。

对具有撕裂测试功能的织物强力仪, 按峰——峰最小周期估计, 可作如下分析:

高密织物一般经密不超过 600 根/10cm, 当进行撕裂试验时拉伸速度为 100mm/min, 试样撕裂 < 50mm/min, 即 300 根/min (每秒 5 根)。撕破时可能几根纱线同时或顺次断裂, 因此峰——峰最小周期应小于 5 根/秒的间距, 设为其 1/2, 即某瞬间的断裂速率可达 10 根/秒。根据计算机采样原则每个波动周期采样不应少于 10 次, 采样频率应为 100 次/秒以上。

2.1.2 影响采样频率的因素

2.1.2.1 A/D 转换器的性能

它是提高采样频率的基础, 但是应注意: A/D 转换芯片的位数、A/D 转换频率与仪器测力系统计算机采样频率的高低、完全是三个不同的概念而有一定联系问题。当然要提高采样频率应当首先选取采样速率高的芯片。

2.1.2.2 信息通讯和数据处理方式

A/D 转换后的数字信息处理, 软件滤波都需占用数据采集时间, 其程度与通讯方式、运算方式, 调用程序, 滤波方式等有关, 它们决定着计算机采样频率的高低。

2.1.2.3 显示方法

不同的显示方法, 所占用的处理时间不同。适时显示要占用时间, LED 显示比液晶显示占用较少的处理时间, 都会对系统采样频率有影响。

2.2 力——电转换部分动态响应要求

电子式强力仪测力部分力值信号的基本传递途径: 如图 3

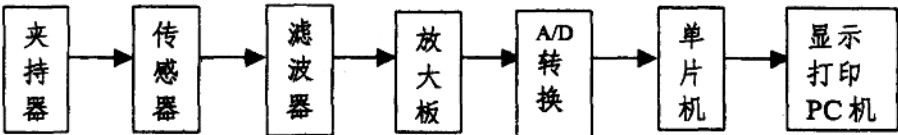


图 3 电子式强力仪测力信号传递途径

测力系统力-电转换系统的动态响应能力（可以用它们的频率响应或响应时间表示）主要由夹持器、传感器和检测放大电路等决定。

2.2.1 传感器与夹持器联接件的动态特性

纺织电子强力仪一般采用应变片式传感器，单纱强力仪大都采用平衡梁式，织物强力仪则大都采用S型（个别也有采用平衡梁式传感器的）。按产品介绍频率响应一般都能满足要求，但是它与夹持器联接后其频率响应就会明显降低，其降低程度与夹持器质量，传感器连接长度等因素有关。夹持器的质量及与传感器联接的形式大概有如下几种形式：

①平衡梁式应变片结构传感器一端固定，另一端刚性联接一夹持器，如图4（a）、（b），近似等效于图4（c），即质量位于自由端的悬臂梁系统。

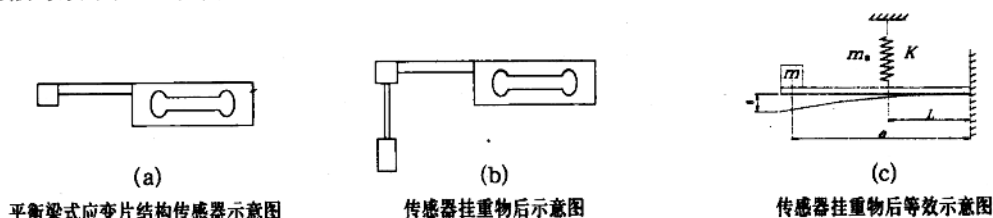


图4 平衡梁式传感器示意图及等效图

其固有频率

$$\omega_n = \sqrt{\frac{3KL^2}{3ma^2 + m_s L^2}}$$

式中： m ：为梁自由端重物质量 L ：为弹簧至悬臂梁固定点的距离 m_s ：为梁的质量
 K ：为弹簧刚度， a ：为重物至悬臂梁固定点的距离

②S型传感器下端固定夹持器如图5（a），可近似等效于图5（b）为弹簧下悬吊质量的系统。

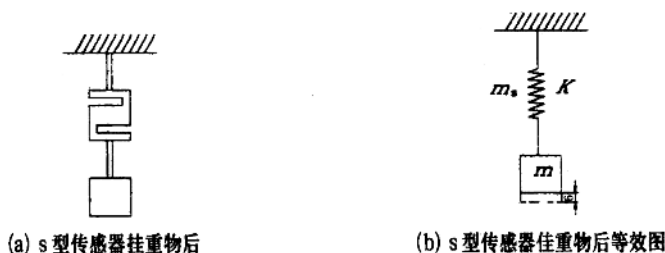


图5 S型传感器示意及等效图

其固有频率

$$\omega_n = \sqrt{\frac{3K}{3m + m_s}}$$

式中： m_s 为弹簧质量， K 为弹簧刚度， m 为弹簧下端悬挂重物的质量。

为提高瞬态响应能力，组件的固有频率 ω_n 应提高，这就要求夹持器的质量小，传感器刚度好，悬臂梁式的夹持器伸出长度尽量短。

2.2.2 检测放大电路的频率响应要求

一般电子放大器本身的频率响应很容易做到 40kHz 以上, 这远超过纺织测试要求。关键在滤波器, 有的仪器为了滤除轻微的机械振动或其他干扰的影响, 在放大器前后加了滤波电路, 依靠它将尖峰信号平滑, 以提高示值稳定性。但这样, 断裂时间短或波动频率高的波形会严重失真, 使测得数值偏小。为了验证上述概念, 笔者作了如下试验:

在一台单纱强力仪上以不同拉伸速度测得同一试样的断裂强力(平均值)如表 1。

表 1 不同拉伸速度测得的强力示值

项 目 组 数	拉伸速度 mm/min	夹持距离 mm	断裂时间 (平均) s	显示力值 (平均) cN	去掉阻容滤波器测得 力值(平均) cN
1	20s 定时	500	20.5	2629.2	—
2	500	500	10.1	2609.9	—
3	5000	500	0.9	1520.1	2592.6

注: 试样: 单丝 试验次数: 每组 10 次

表 1 说明, 当拉伸速度为 500mm/min, 断裂时间为 10 秒左右时, 显示力值与 20 秒时误差不足 -1%, 动态误差处于允差范围之内。但当拉伸速度提高到 5m/min 时, 断裂时间仅为 0.9 秒, 与 20 秒断裂时的结果相比, 力值相差 -42%, 达到无法容忍的程度。但在同样条件下, 将仪器力——电转换部分的滤波器件去掉后, 测得力值平均值为 2592.6cN, 与 20 秒定时拉伸力值相差仅 -1.4%。说明滤波器对该电路系统动态响应能力的影响极大。

滤波器对测力电路系统动态响应的影响, 也可用以下电学原理解释: 从滤波器前输入一适当矩形脉冲, 如图 6, 当脉冲较宽时, 如图 6 (a), 其电量足够充满电容达到给定电压, “强力”示值大; 当脉冲较窄时, 如图 6 (b) 电量不够充满电容, 则电压较低, “强力”示值较小。总之, 为了提高仪器动态性能, 应尽量不用或减弱信号调理系统系统的滤波。

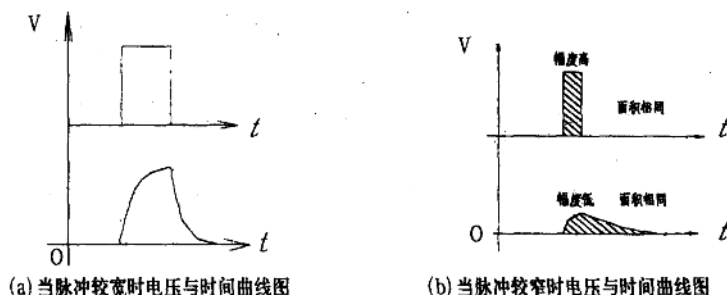


图 6 矩形脉冲输入和输出滤波器时的电压变化曲线

3 电子强力仪动态特性的检定方法

3.1 理想的检定方法应该符合如下要求

①从夹持器输入机械信号, 不需要打开仪器另外接线; 能检定从夹持器、传感器直到显示结果各部分的综合性能。

②利用被检仪器数据输出部分显示测试结果或以其数据变化判断结果。

③检具简单, 便于携带, 便于安装调整, 适应生产厂、使用厂和检定部门多方面要求。

④检定结果易判断、科学、合理。

⑤最好一套装置能适用单纱，织物等多种电子强力仪的检定。

笔者根据上述要求，曾就一些方法进行研讨和实际探索，并取得一些体会。

经综合分析后认为，从夹持器输入已知力的做法实现动态检定较困难。若将其分为两段，即传感器与相联的夹持器为一部分，主要是机械结构，检定其动态响应；后面为一部分，主要检定其采样频率及模拟电路的动态响应能力，这样较容易处理。

3.2 采样频率的检定

在传感器后、放大器前采用信号发生器替代传感器，输入脉冲宽度可调，幅度不变的单一方波脉冲的方法。利用电子强力机都有保留最大值信息的功能，当信号发生器输入一个单脉冲时，如仪器能检测到，则能保留并显示出相应力值。调节脉冲宽度；当宽度大时，强力机能够可靠的采集到输入信号的幅值，多次测试（信号幅度不变）得到的“断裂强力”应当一致（因有其他影响，不可能完全一样，但 CV% 非常小）；而当脉冲宽度小时，就可能采不到数据，或采不到最大数据；脉冲宽度越小，采集数据不正确的几率越大，CV 值也越大（有的强力机滤波时间很长，可能 CV 值并不大，但“力值”下降很快）。当对脉宽由大到小的变化一次次的测试结果进行比较时会发现：只要脉冲幅度不变，长脉宽时，“力值”几乎不变；随着脉宽变窄，信号通过信号调理器后，其不失真部分窄于“计算机采样周期 + 软件滤波时间”，测得“力值”越来越小，该点所对应的输入信号脉宽就是强力机能够采集到力值数据实际值的最短时间，或者说是强力机的力值数据实际值的采集周期。其对应的频率即为数据实际值的采集频率。由于强力机放大部分（模拟电路部分）有软件滤波等多种因素的影响通频带不够宽，会使输入脉冲发生一定的畸变，其不失真部分会变窄，另外有软件滤波要占用时间，只有输入方波的不失真部分大于或等于“计算机采样周期 + 软件滤波时间”强力机才能准确可靠的采集到输入方波的幅值。因此此采集频率并非强力机计算机程序设计的采样频率，它是多种因素影响的结果。比强力机计算机的采样频率要低，但是却与实际测试情况相吻合。为了加以区别称之为“力值数据实际采集频率”（简称：实际采集频率）。并以此来界定强力机电气部分的动态性能。根据强力机静态力值误差的要求和纺织材料测试的实际需要判断点定为 98% 为好。

以上情况是初始电压为零状态下分析的，但实际拉伸过程中，强力信号电压是逐渐增大的，电压也逐渐随之增大，有滤波电容器存在时，当电容中有了一定电量，脉宽较小者亦易使电容电压达到足够高度。为尽量与实际工作状态接近，因此在输入脉冲前先给予一给定的直流分量，使电容充电，相当于试样拉伸过程，并使它随脉冲后沿一起关断，相当于试样断裂。

脉冲发生器应符合以下要求：

①能输出可调节已知脉冲宽度的单一方波脉冲。由于与电子织物强力仪有关的多个方法标准都提到仪器采样频率不小于 8 次/s，所以信号发生器输出脉宽应能大于 125ms。为了提高检测精度最小脉宽应小于 0.5ms，（目前设计实用的信号发生器为 0.5ms ~ 128ms，设定间隔为 0.5ms，可检测 8 次/秒 ~ 2000 次/秒的采样频率）。

②脉冲幅度连续可调（目前设计实用的 0 ~ 5V）。

③可在脉冲发送前预加直流电平（0 ~ 5V），并与脉冲后沿一起关断。

④各种宽度脉冲都可输出连续波，以供在示波器上观察波形和测量脉冲宽度。
信号发生器方框图如图 7。

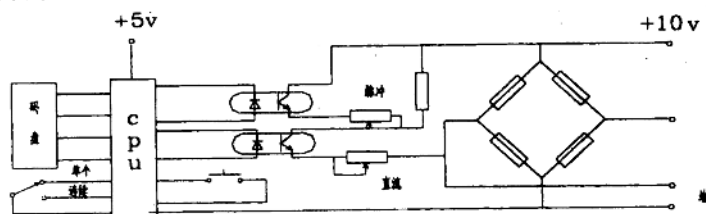


图 7 信号发生器方框图

3.3 实验情况

根据以上要求制成信号发生器，并在电子单纱强力仪上做了实验，结果如表 2、表 3：

表 2 滤波电路对动态力测得值的影响 (一)

序号	脉冲宽度 (ms)	$\bar{F}$ (Cn)	CV (%)	力值误差 (%)	序号	脉冲宽度 (ms)	$\bar{F}$ (Cn)	CV (%)	力值误差 (%)
1	50	693	0.14	0	2	25	693	0.12	0
3	10	692	0.16	-0.14	4	7.5	691	0.11	-0.29
5	7	674	2.63	-2.7	6	6.5	669	3.30	-3.5
7	6	676	3.42	-2.45	8	5	645	8.87	-6.93
9	3	553	35.3	-20.2	10	2	429	48.2	-38.1

由表 2 可见脉冲宽度 7.5ms 时，力值误差较小，CV 值、“力值”波动也很小。当脉宽 7ms 时力值误差已降至 98% 以下，CV 值已有较大波动，且脉宽越短，波动越大。说明该仪器采样周期在 7ms ~ 7.5ms 之间，采样频率不小于 133.3 次/秒。

表 3 滤波电路动态力测得值的影响 (二)

序号	脉冲宽度 (ms)	$\bar{F}$ (Cn)	CV (%)	力值误差 (%)	序号	脉冲宽度 (ms)	$\bar{F}$ (Cn)	CV (%)	力值误差 (%)
1	125	692	0.06	0	2	100	691	0.09	0.14
3	50	673	0.40	-2.6	4	25	604	1.14	-12.7
5	15	518	1.68	-25.1	6	10	454	3.01	-34.4
7	5	373	3.92	-46.1	8	2.5	329	4.98	-52.4
9	1.5	323	1.55	-53.3	10	1	307	2.07	-55.6
11	0.5	303	0.61	-56.2					

由表 3 可见，脉宽在 100ms 以上，“力值”波动不大，100ms 以下时“力值”逐渐下降，50ms 时“力值”误差已超差，但 CV 值比不加滤波电容时变化小得多：由于有一个直流电平，当脉宽很短时，仪器检测不到脉冲，显示“力值”大部分是直流电平所致，故 CV 值反而变小。

滤波电容对力值测试影响较大，并且随着脉冲宽度缩短逐渐变化，没有一个突变，并且 CV 值被平滑，判断对测试的影响主要应依据“力值”误差，当误差大到“不允许”的程度，即可认为动态特性已达不到要求。

3.4 夹持器组合件动态响应的检定

在静态力值已检定合格和实际采样频率已经测定的基础上，对夹持器、传感器组合

件的动态响应进行检定。

试样在试验拉伸过程中，断裂时间越长，强力伸长曲线的斜率越小，示值越容易接近静态情况；反之，动态特性的影响越大。选择一个能够复现的力，在低速及高速分别拉伸，比较其示值的差异，即可判断强力机的机械动态特性能否与实际采集频率相适应。为此应引入“动静态负荷力值比”这一动态技术指标。其检定装置，第一要求该力复现精度足够高，第二在最大力值附近容易判断力值的变化。研制了通过弹簧传递力拉开一对永久磁铁的“动态力值检定装置”如图 8 做为标准试样，测定其拉开时的力，对比高低速的“断裂力”，取得了良好的效果。

专用动态力值检定装置的拉伸曲线如图 9：装置被拉伸时强力机示值由零逐渐线性上升至最大值，此时磁铁脱开，力值迅速下降，强力机应显示最大力值。当加力时间为“实际采集周期”的 25 倍时，数据采集次数为 25 次，采集的最大力值当在实际值的 96% ~ 100% 之间，且为平均分布，多次测量的平均值为实际值的 98%。

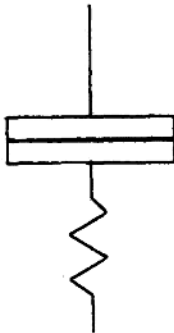


图 8 动态力值检定装置示意图

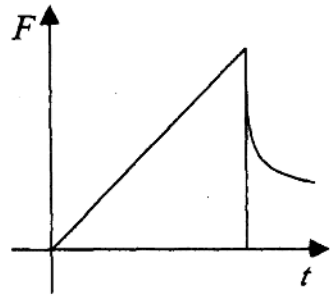


图 9 专用动态力值检定装置拉伸曲线

该装置能较好的模拟试样的拉伸过程。磁铁间的拉开力在相当长的时间内是比较稳定的（经过一年多的考核，磁铁间的拉开力无明显下降）。在低速到高速的对比过程中（最长几十分钟）可以认为此力不变。高低速对比试验实际上是改变了断裂时间 t （同一台强力机的采样周期是不变的），也即改变了采样次数。当以实际采集频率所对应的能达到一定准确度的时间拉开“动态力值检定装置”，以其力值的下降幅度判断与该机实际采集频率应达到的准确度是否吻合。当该机机械部分动态响应能力不好，由于机械惯性和传感器刚度，固有频率等影响，在拉断的过程中，传感器得到的信息也要失真，反映力值必然要小于电气部分能够达到的力值，当其力值小到一定程度可判定机械部分的动态特性达不到要求。

4 结语

通过以上分析，可以看出对电子式强力仪测力部分动态性能提出技术指标，纳入检定规程是十分必要的。检定方法经几个协助起草《电子式织物强力仪检定规程》的仪器生产厂试套证明是可行的，希望对生产和使用者在纺织电子式强力仪动态特性的认识上有所帮助。确定纺织电子式强力仪的动态指标和制定较实用的检定方法，必将对我国纺织电子式强力仪的制造水平和纺织测试水平的提高产生较大的影响，对《电子式织物强力仪检定规程》的制定和《电子式单纱强力仪》等检定规程修订打下良好的基础。

参 考 文 献

- 1 钱云青. 纺织仪器学. 北京: 纺织工业出版社, 1989
- 2 孙文秋、施鸿材等. 纺织测试仪器机电一体化. 北京: 中国纺织出版社, 1996
- 3 沈鸿. 机械工程手册. 北京: 机械工业出版社, 1982
- 4 南京工学院、西安交通大学. 理论力学. 高等教育出版社, 1978
- 5 潘尚渠、归洁. 电子单纱强力仪的数据采样和处理方法, 纺织标准与质量, 1997 (6)

新一代定形机主传动电气控制系统

蒲 政 张安平

(邵阳纺织机械有限责任公司)

(二等奖)

摘要 阐述了定形机设备的组成和织物定形工艺对设备的要求,提出新一代定形机设备电气控制的发展方向,介绍了新一代定形机数字通信控制方案的具体应用。

1 前言

我公司是专业生产染整后处理设备的大型企业,定形机设备是我公司生产的主导产品,从七十年代发展至今共历经了 MH773、MH774、COMA461、LMA432、M5466 等多代产品。为我国纺织机械以及纺织业的发展起到很大的推动作用。定形机设备的电气控制系统也日新月异,从共电源直流调速到交流变频调速,从传统的控制到 PLC 可编程控制以及工控机和工业人机界面触摸屏的应用,从模拟信号到全数字通信系统,以及发展到定形机专用控制系统。先进的在线检测系统,先进的在线控制系统,以及网上维护将成为定形机设备的电气控制系统的发展趋势。

定形机设备主要用于纯棉、涤棉和其它混纺织物的拉幅与热定形,是纺织品加工的一道关键设备。设备的运行速度范围为 $10 \sim 100\text{m/min}$,超喂范围为 $-10\% \sim 60\%$ 。设备的工艺流程通常为:平幅进布——光电对中——轧车——光电整纬——下超喂——机械整纬——扩幅——上超喂——剥边——红外探边——毛刷轮上针——拉幅定形——冷风冷却——超速脱针——冷水冷却——打卷或摆布。其中轧车、下超喂、上超喂、毛刷轮、拉幅定形、超速脱针、打卷或摆布组成设备的主传动系统。光电对中、光电整纬、红外探边、门幅调节、扩幅整纬、剥边、冷却、温度控制、循环风机等组成设备的辅助控制系统。设备对主传动系统的速度控制、光电对中、光电整纬、红外探边、温度控制等自控系统的要求十分严格。

2 主传动控制系统的硬件组成

主传动系统:主传动系统由轧车、下超喂、上超喂、左右毛刷轮、主链条、超速辊、打卷、落布、摆布等组成。下超喂、上超喂、左右毛刷轮、主链条、超速辊等单元采用同步电机传动,轧车、打卷、摆布、落布等单元采用变频专用电机传动。

控制系统:控制系统主要由人机界面触摸屏或 PC 机、TD200 文本显示器、PLC 可编程

控制器、交流变频器等组成。本控制系统共选择了 1 台德国西门子公司的 TP 系列触摸屏、1 台德国西门子公司的 TD200 文本显示器、2 台德国西门子公司的 S7-226 小型 PLC、8 台德国西门子公司的 MM440 系列交流变频器。Siemens 公司的 S7-226 小型 PLC，内置 2 个 RS485 通信口、4 个高速计数口、24/16 输入/输出点，具有扩展功能和功能模块以及 DP 通信模块。逻辑处理、数据运算，中断和通信等指令丰富。是一种高性能/价格对比的工控产品。

3 主传动控制系统的控制原理

定形机电传动系统的各单元是按一定的速率关系进行同步运行，因不同织物的加工工艺不一样，各单元的速率关系可根据工艺的要求来设定，各单元的速度关系如下：

$$V_1 = (1 + K_1\%) \times V_0$$

$$V_2 = (1 + K_2\%) \times V_1$$

$$V_3 = (1 + K_3\%) \times V_1$$

$$V_4 = (1 + K_4\%) \times V_1$$

$$V_5 = (1 + K_5\%) \times V_0$$

$$V_6 = (1 + K_6\%) \times V_5$$

V_0 ——主链条的运行速度即设备的运行速度；

V_1 ——上超喂辊的运行速度； K_1 ——上超喂辊的超喂率；

V_2 ——下超喂辊的运行速度； K_2 ——下超喂辊的超喂率；

V_3 ——左毛刷轮的运行速度； K_3 ——左毛刷轮的超喂率；

V_4 ——右毛刷轮的运行速度； K_4 ——右毛刷轮的超喂率；

V_5 ——超速辊的运行速度； K_5 ——超速辊的超速率；

V_6 ——落布或卷布的运行速度； K_6 ——落布或卷布的速率；

V_0 主机的运行速度、 K_1 上超喂率、 K_2 下超喂率、 K_3 、 K_4 左右毛刷轮超喂率、 K_5 超速率均可从触摸屏上直接进行数值设定，也可从操作台上通过按钮进行加减。 K_6 落布或卷布的速率通过设置在落布处的操作台上的电位器进行设置。 $V_1 \sim V_6$ 只能通过 PLC 可编程根据上述各自的速度运行关系式运算得到，不能通过触摸屏或按钮直接进行设置。

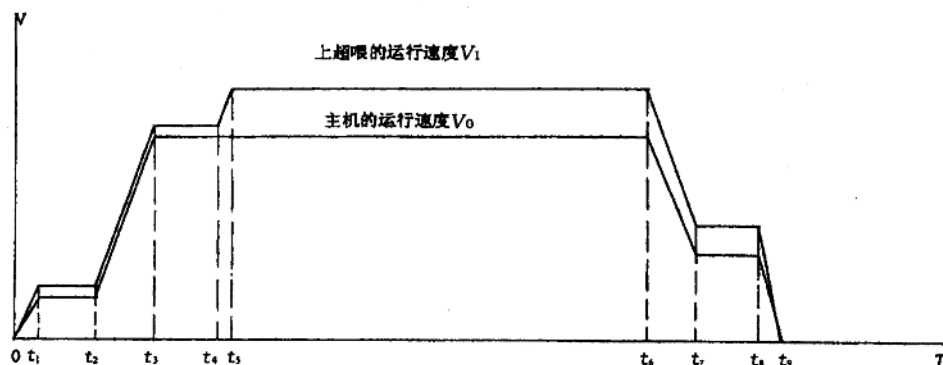


图 1 定形机电传动系统速度关系示意图（以上超喂和主机的运行速度为例）

0~ t_1 : 主机起动运行至导布速。 $t_1 \sim t_2$: 导布速运行。 $t_2 \sim t_3$: 主机升速至工艺速运行。 $t_3 \sim t_4$: 工艺速运行。 $t_4 \sim t_5$: 因工艺要求修改上超喂率。 $t_5 \sim t_6$: 按修改后的工艺速度运行。 $t_6 \sim t_7$: 主机降速至某一车速运行。 $t_7 \sim t_8$: 按降速后的工艺速运行。 $t_8 \sim t_9$: 主机停车。

定形机电传动系统速度关系示意图如上: (以上超喂和主机的运行速度为例)

定形机电传动系统流程示意图如下:

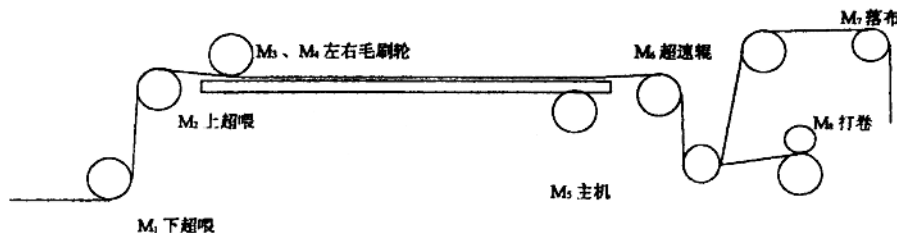


图2 定形机电传动系统流程示意图

因各单元机是以一定的速率关系进行运行, 对各单元的运行速度精确要求十分高, 从 $M_1 \sim M_6$ 采用同步电机进行拖动。 $M_7 \sim M_8$ 对运行速度精度要求相对较低可通过操作员调节电位器来完成同步, 选用交流异步电机进行拖动。

定形机主传动系统的拖动原理示意图如下:

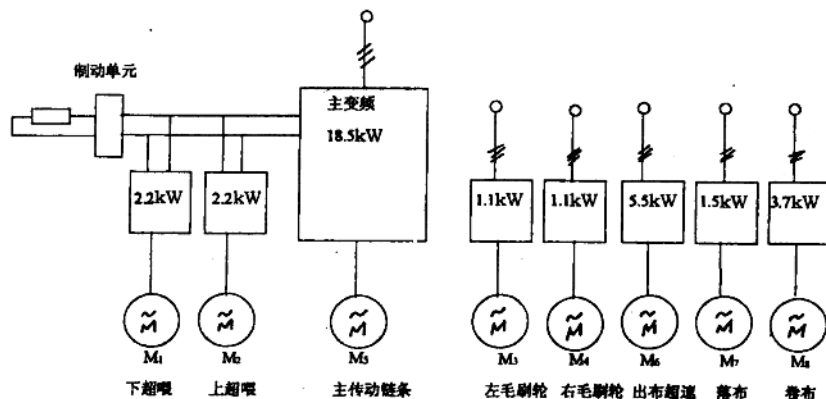


图3 定形机电传动系统的拖动原理示意图

由于上下超喂有负超喂运行工艺, $M_1 \sim M_2$ 将进于倒拖运行状态, 如采用常规的交流变频器传动方案, 变频器将因直流过电压跳闸, 系统将无法正常运行。因此采用主机变频器、上、下超喂变频器共直流母线的拖动方案。

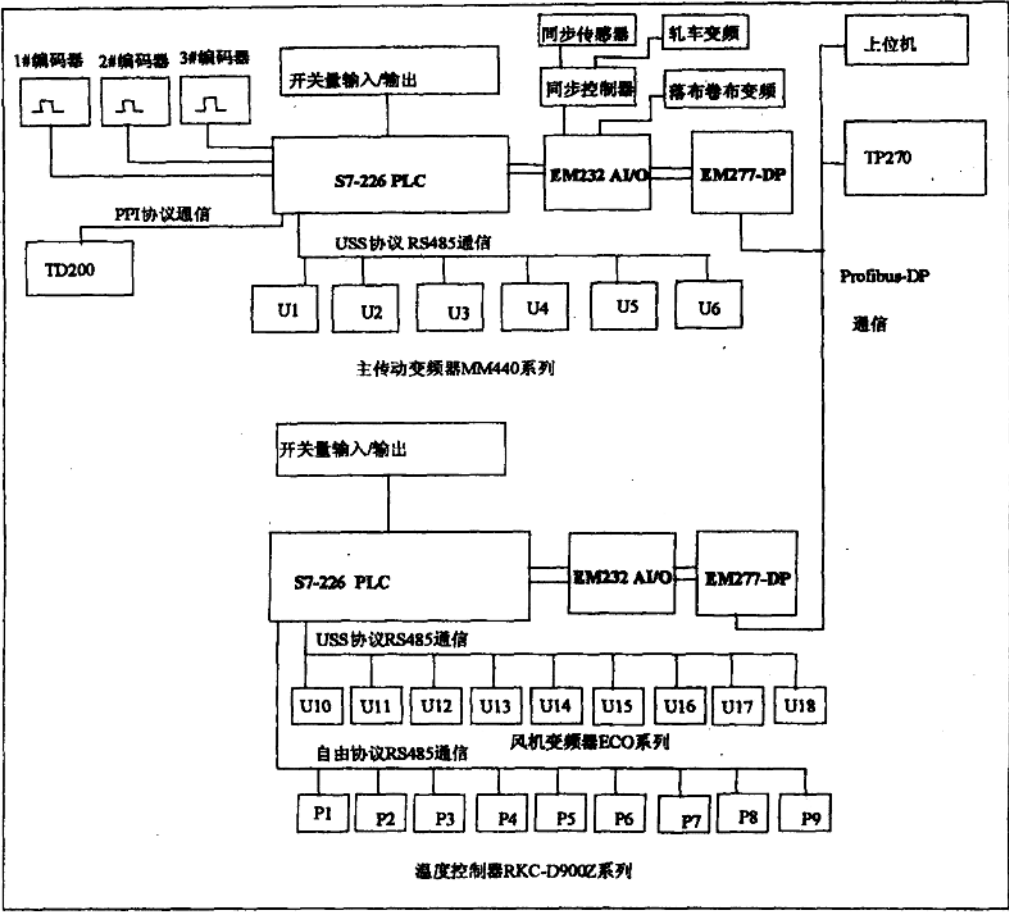
从各单元同步运行关系曲线图可以看出, 各单元运行的速度不仅要求控制精度高, 而且对动态响应品质也同样要求十分高。否则在动态运行过程中将产生工艺偏差, 设备不能满足高档产品的生产要求。为了满足动态品质的高要求, 各单元的拖动变频器应根据不同的工艺要求实时调整加减速时间, 加减速时间的调整必须通过通信来完成。这就要求控制系统能实现对变频器参数的实时修改。我们设计的控制系统由1台TP触摸屏, 2台S7-226PLC通过DP通信模块组成DP通信网, 1#PLC的Port 1口与TD20文本显示器通过PPI协议通信, Port

0口与传动系统的交流变频器 MM440 通过 USS 协议进行通信, 2# PLC 的 Port 0 口与风机交流变频器 ECO 通过 USS 协议进行通信, Port 1 口与 REX - D900 温度控制器通过自由协议进行通信。TP 触摸屏置于操作台上, TD200 文本显示器置于车尾操作盒上, 同时 DP 通信网可以与上位机接口进行远程监控。

4 控制系统的主要功能

4.1 设备的操作系统、运行参数的设定、显示、记录

系统操作集中在操作台和机尾操作盒上, TP 触摸屏上也设置了主要控制的操作按钮, 对各种参数如车速, 超喂率, 各烘房温度, 各烘房循环风机的风速进行设定和显示。对前、中、后各段门幅参数进行采集和显示。并对车速, 各烘房温度进行曲线记录, 和棒图显示。



4.2 产量统计和工艺配方

对班产量、日产量、月产量、年产量和总产量进行自动统计和报表。并对设备运行的总时间进行统计。