

关于SDM—I型生条动态 监测仪的几点改进

徐伯俊 黄学祥 刘国涛

(纺工系) (自动化系) (纺工系)

摘 要

本文论述了改进后的SDM—I型生条动态监测仪的软硬件研制及抗干扰措施的理论依据和实施办法,本仪器具有使用方便、成本低廉及适应面广等优点,文中还给了部分实验数据和性能指标。

主题词:数据采集;数据处理;自选片段

导 言

梳棉机是纺纱工序的心脏,生条质量直接影响成纱等级,多年来,国内外梳棉专家热衷于梳棉工艺理论方面的探讨,曾使用当时较为先进的仪器检测梳棉机的梳理力、气流、转移情况等等。近年来,梳棉机械在自动控制及数字技术方面迈出了一大步,如瑞士 Rieter 公司在最新制造的C4梳棉机中使用两套微处理系统监测生产过程和自调匀整^[1],西德Trutzschler公司制造的DK—715和DK—740高产梳棉机也使用了数字技术^[2]。但国内在梳棉机械的动态监测并借助计算机进行数据处理方面的技术基本上尚属空白。我们曾在文献^[3]中阐述了SDM—I型(Sliver Dynamic Monitor—I)生条动态监测仪的功能、软硬件研制及某些实验参数。实践证明:该监测仪实测精度可达 ± 0.1 克/5米(设计定量20克/5米时),用于生产,可取代常规的人工采样及数据处理。本文就此仪的若干改进意见进行一些分析与讨论,以便更好地运用于生产实际。

1 SDM—I型检测仪的性能

SDM—I仪可以同时监测八台梳棉机,每个通道装有出条速度和生条截面检测装置,能

够完成定长采样及数据处理,其性能如下:

设定 定义四只执行功能键,分别为:5米片段监测及数据处理(2FB8H)、自选片段监测及数据处理(2FBAH)、轮流显示(2FBCH)及打印记录(2FBEH),其中自选片段监测及数据处理程序执行前要预置自选片段参数;

巡检速度 以3333点/秒速度巡回采集各点数据;

显示 可自动或人为轮流显示各台车的各项工艺参数,即压辊转速、产量、设计定量、平均定量、重不均、C.V值及极差不匀;

报警 具有轻重条声光报警功能;

打印记录 可随时打印或每隔半班自动打印八台梳棉机的七项工艺参数。

2 系统结构

本系统的工作情况图和系统框图见图1、图2。出条速度检测系统完成出条速度的监测,提供控制定长采样的时间常数及计算产量所必须的产量常数,机械式位移传感器将一定压力下的生条截面变化转换成相应的位移量,经差动变压器和测量放大器得到与生条厚度不匀成正比的模拟电压信号,A/D转换器将模拟电压信号转换成相应的数字量供计算机接受。计算机控制数据的采集、整理、判断、分析与处理,打印机用来打印数据处理结果即梳棉参数表。

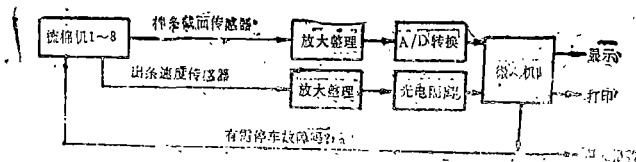


图1 工作情况

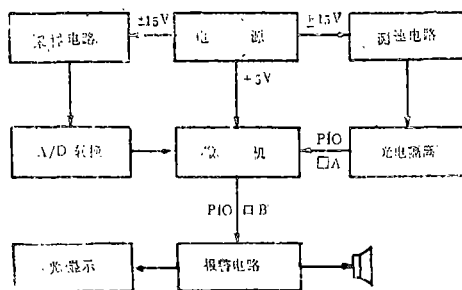


图2 系统结构

SDM—I生条动态监测仪使用TP801A单板机、TP801P微型打印机为执行系统,此外,设计了电源电路、采样电路、测速电路及报警电路等。见图3、图4、图5和图6,电路原理详见文献[3][4]。

3 生条不匀的检测转换装置

它的功能是将特定宽度受压状态下的生条厚度不匀转换成与其成比例的模拟电压信

号。

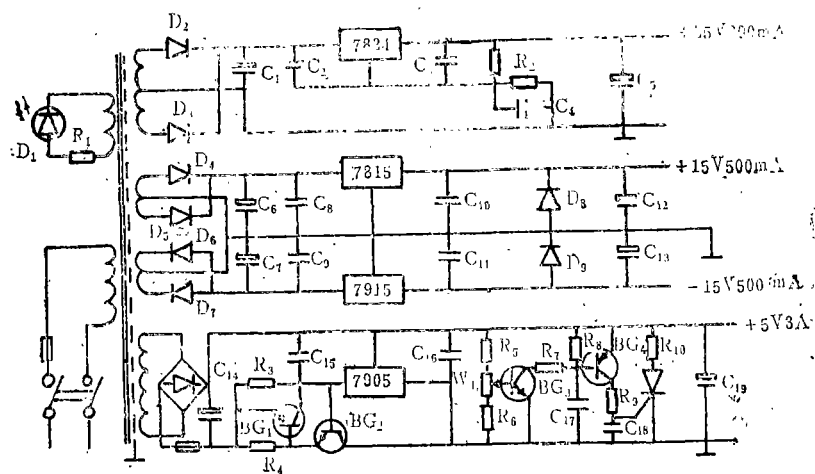


图 3

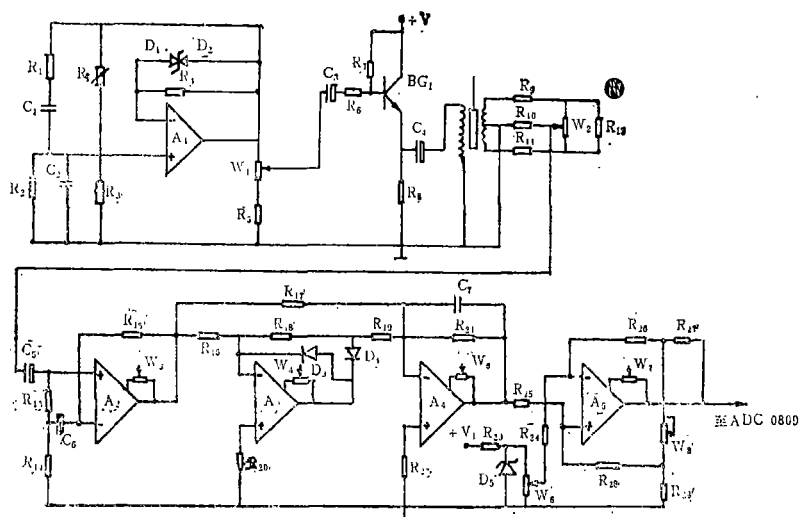


图 4

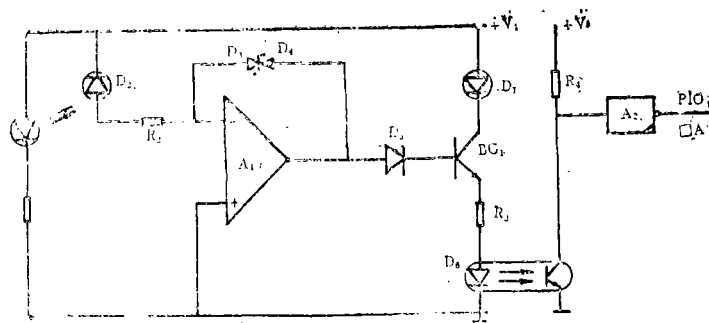


图 5

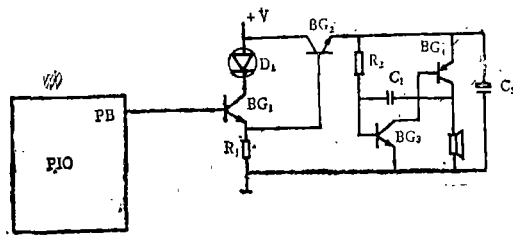


图 6

采样部分的设计是整台仪器设计的关键,它不同于开关量的测量,它关系到整台仪器的精度,是仪器设计的难点之一。我们本着兼顾成本而在保证满足生产实际的基础上从优设计。我们依据目前使用成熟的自调匀整装置的检测精度^[5]及Y311型条干仪的部颁精度标准^[6],Y311型条干仪走纸30厘米,允许偏移 $\frac{1}{4}$ 格,动态分辨力仅为1/20,精度较低,因此,我们选用八位输出的ADC0809(或ADC0808)作为本仪器的A/D转换芯片,满量程时精度为0.2~0.4%,用来作为本仪器的A/D片较为合适。

3.1 传感器的选择

据文献[5][7]介绍,用于梳棉机自调匀整中纤维材料密度的检测机构(或装置)有机械式、放射性同位素、气电式、光电式、电容式及超声波检测装置,而目前较为成熟的传感装置有两种:一种是气动喇叭口传感装置,一种是机械式检测机构,我们运用了使用更普遍的机械式检测机构。

这种检测装置的主要特点有:

优点:结构简单有效,测量厚度稳定可靠,并能准确保持放大杠杆终点移距与测量压辊移距间的线性关系;看管、使用、维护和调节方便,不受外界干扰,纤维类别和温湿度的影响小。

缺点:经测量罗拉紧压后对牵伸与梳理有一定影响;惯性较大,灵敏度较低。

研究表明^{[5][7]}:合理设计检测机构配置、沟槽罗拉的直径和沟槽宽度、沟槽罗拉结构、传动方式以及加压,是提高系统采样精度的关键。

凹凸罗拉机械转换头选用上棉二十二厂生产用于自调匀整的产品,实测径向跳动小于0.015毫米,传感器选用中原量仪厂生产的差动变压器DGC—20Z/B,其性能指标如下:

重复测量误差(微米) ≤ 0.5

测量力(克) 150~200

总行程(毫米) 3

装卡尺寸(毫米) $\phi 20 - 0.005$
 $- 0.03$

外形尺寸(毫米) $\phi 20 \times 140$

重量(克) 570

尽管棉条厚度引起的位移量超出传感器的有效量程,但生条定量一经确定,其动态变量所引起的位移量则远远小于传感器的有效量程。而且差动变压器的线性范围增加受到灵敏度、线性度及绕线架长度的限制^[8],不宜选用余量较大的型号。

3.2 采样电路设计

文献[3]中详述了采样电路的作用原理,本文仅介绍其特点。

采用文氏正弦波振荡电路作传感器激励电源,并附加二次稳幅电路,频率为3KHZ,实测失真度小于0.5%;

设计射极跟随器, 增加驱动源负载能力;

差动变压器输出采用桥路结构;

采用高精度绝对值整流电路, 输入范围为 $+10V \sim -10V$, 输出范围为 $0 \sim 10V$, 实测误差小于 0.5% ;

采用有源低通滤波器;

增加一级调节电路, 可方便调节零点和增益, 以满足检测需求;

3.3 逐次逼近式A/D转换芯片

本仪器中采用ADC0809(或ADC0808)作A/D转换, 它的总框图如图7。它是CMOS, 8位, 单片双列直插式。片内带有8路模拟开关, 并有与微处理器兼容的控制逻辑。它采用逐次逼近法进行八位转换, 因此模数转换部分包括有一个高阻抗削波器漂移补偿比较器, 一个带有模拟开关的256R分压器和一个逐次近似寄存器。8路开关可选通8路模拟输入的任何一路模拟单端信号。它无需外部的调零和满量程调整。由于片内带有多路开关的地址译码和锁存及TTL三态输出的锁存, 因而很容易与微处理机相接, 转换结果直接挂在数据总线上, 具体性能见文献[8], 接线图及参考电压提供电路见文献。[3]

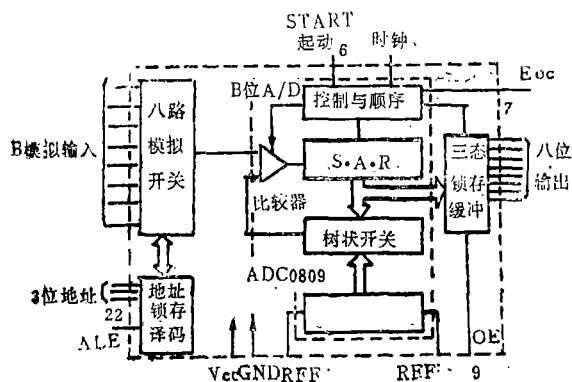


图 7

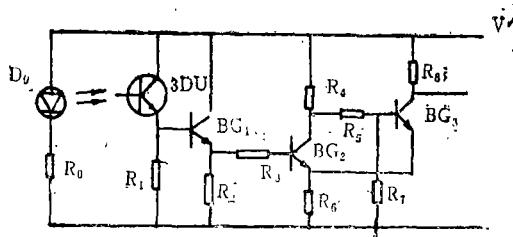


图 8

4 辅助电路的两点改进

除电源电路和采样电路外, 本仪器还设计了测速电路和报警电路, 经实际检验存在一些问题, 现分析如下。

4.1 测速电路

图5的测速电路简单, 选用元件少, 可以达到测速的目的, 但它存在对电源要求高、易产生误动作、抗干扰能力差的不足, 为了保证仪器的稳定性, 可靠性, 我们对原电路作了改进, 见图8。

电路特点:

对电源的要求低, 只需单电源;

采用灵敏度较高的光敏三极管, 对发射部分要求较低;

由BG₂、BG₃构成施密特触发器, 具有一定的门限翻转电压, 可靠性好, 有抗干扰能力。

4.2 报警电路

文献[3]中曾提到图6的报警电路存在两点不足,一是八台共用一组声光报警指示性不强;二是车间机台声音吵闹,宜采用鸣响器,灯光也应安装在显要位置。改进后的电路见图9。

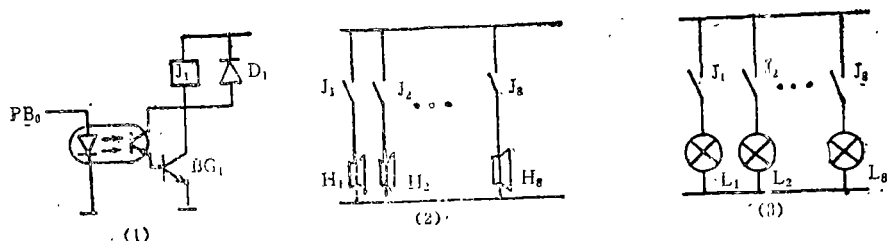


图 9

电路特点:

指示灯和报警鸣响器直接装在对应机台显要位置,以便听到及时处理。

仍可在面板上装上对应的发光二极管指示;

可将继电器的常闭触点接入对应的梳棉机道夫启停控制电路中,以保证一旦发现故障便及时停车。

5 软件

SDM—I生条动态监测仪软件设计采用模块方法,手工汇编,采用 CROMEMCO Z80编译软件译成机器码(可在APPLE—II机上执行),全部软件固化在两块 EPROM中,程序结构紧凑,运行速度快,维护、扩充、开发方便,程序主流程框图见图10。下面就一些软件设计特点作一些讨论。

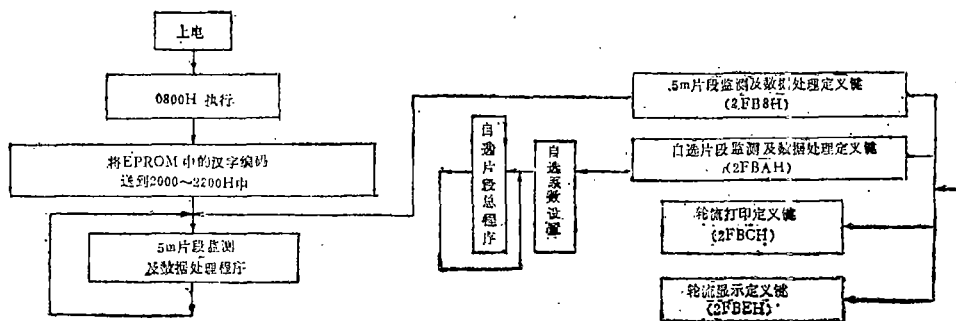


图 10

5.1 快速采样确保精度

我们知道,从模拟信号 $x(t)$ 到离散模拟信号 $x^*(t)$ 的过程就是采样,采样周期 T 和采样时间 τ 是两个重要参数,显然,采样周期的合理选择是必要的, T 过大,将损失信息, T 过小则会导致过多的数据存贮和运算。 τ 的选择一般应保证在 τ 时间内,信号 $X(t)$ 基本保持不变,这在实践中是容易实现的。而采样周期 T 则应根据采样定理来选择。

由文献[9]知采样定理:如果 $x(t)$ 是有限带宽信号,即 $|f| > f_m$ 时, $X(f) = 0$ 。而 $x^*(t)$ 是 $x(t)$ 的理想采样信号。若采样频率 $f_s \leq 2f_m$,那么,一定可以由采样信号 $x^*(t)$ 唯一地决

定出原始信号 $x(t)$ 。即,若 $f_s \geq 2f_m$, 则可由 $x^*(t)$ 完全地恢复出 $x(t)$ 来。从物理意义上讲,如果采样频率的选择,使得对信号的最高频率分量能够在某一个周期内采样两次以上,那么 $x^*(t)$ 中就包含了 $x(t)$ 的全部信息。反之,如果采样次数太少,则会产生“混迭效应”,将使波形失真。

由 Uster 仪得到的棉纺系统的正常波谱图(见图 11(a)), 衡量的最小波长为 2 厘米,若道夫速度作 25 转/分计,则每秒钟输出近 1 米,即信号的有效最高频率分量 $f_m = 50$, 根据采样定理,采样频率 $f_s \geq 2f_m$ ($f_s \geq 100$), 采样周期 $T \leq 10\text{ms}$ 。

因此,为了确保精度,巡检速度必须加快。由于检测数据量大,采样程序必须设计为边采样边计算整理的方法,采样采用定时采样,而片段长度则由控制采样次数来实现,到达预定片段即将其平均值放入预定数据区。为了减小测量电桥带来的工频干扰的影响,每一测点的信号在 24ms 之内采样 10 次,然后采用滤波,并将余之数值求均作为本次信息进入累加单元,直至每一通道满预定片段后再进行第二片段的检测,每批数据处理为 32 个子样。关于数字滤波的机理可参阅文献[9]。

5.2 以设计定量确定采样曲线

为了弥补 ADC0809 转换芯片分辨力低的不足,我们设计了“跟踪调节法”确定采样曲线达到了较满意的效果,可使其分辨能力增加 2 倍。

调研表明,需测生条存在下述特点:

梳棉工艺设计中,定量以 15~25 克/5 米为宜,化纤条往往偏轻,棉条往往偏重;

无自调匀整的清钢联已趋于淘汰,而附有优良的自调匀整系统的清钢联流程中的 5 米片段不匀,可稳定在 3% 以下,采用棉卷喂入的梳棉机则更低;

同一厂家由于前后纺机台的配套数一定,则其设计定量范围波动更小。

生条动态波动量 $\leq \pm 2.5$ 克/5 米。

这就给我们有个启示,如果我们将其设计定量为基本量,而将其设计定量 $\pm$ 波动分量部分再留有一定余量,用此作为我们确定采样曲线的基准,则 A/D 转换电量仅为实际电量的 1/3 左右,其余的稳定分量由软件迭加,这就达到了提高分辨能力的效果,减少了量化误差。SDM—I 仪设计常规采样为设计定量的 ± 5 克/5 米,而且,为了灵活起见,SDM—I 仪设计定量和动态检测范围均设计为无限可调,(当然,它受到传感部分的限制)。实际精度还受到诸如传感部分精度、电源稳定性、放大器温度特性、正弦波驱动源的精度等其它因素的影响。

采样曲线方程为:

$$Y = Kx + b$$

K : 采样系数

b : 跟踪定量

Y : 实际定量

x : A/D 转换数值

采样系数由动态监测范围确定,一般应取整数,动态检测范围宜取为 2.5 的倍数。跟踪定量 = 设计定量 - 5 克/5 米。

5.3 纱条不匀的数据处理

我们知道,要改善纱线的品质就必须研究分析纱条中纤维的排列不匀(即条干不匀),不匀的起因及其与其它因素的关联情况。如果我们随时都掌握着纱条不匀的情况,我们就能够知

道各种工艺和机构的变化,以便发现问题或采取适当方法改善之,这就是本课题的意义所在。

建立优良的数学模型,是软件设计的关键,好的设计思想,可使得软件设计达到运转速度快、占用内存少、成本投资小的效果,为此,我们对纱条的不匀结构进行了分析,并结合生产常规检验设计了其中的软件。

对于表征纱条不匀率的指标,常用平均数、平均差系数(即重不匀)、变异系数($C \cdot V$ 值)和极差系数(即萨氏条干不匀),除此之外,我们还将设计定量、产量及输出速度作为我们本仪器的输出参数,共七项参数,基本上满足了一般生产实际要求。

目前,处理纱条不匀的方法有三种,一是采用 Uster 仪,由于仪器具有自动计算统计特征数的性能,因而得到了日益广泛的应用。二是常规的切断称重法。三是萨氏条干仪检验法。它们都为抽样检验,有一定的代表性,可用来估计生产情况,但不能直接反映生产实际,另外,尚存在需停机采样,浪费半制品的现象。本仪器采用动态在线检测,兼顾各种方法的参数、达到能和其它方法比较、兼容的目的。

由不匀理论知道^[10],纱条的内、外不匀有一定的关系(见图 11(b)),即不匀率 $C \cdot V$ 值随着纱段长度的增长而不断增高。当所取纱断长度趋向于零时,纱段内将不存在不匀。它随着长度 L 值的不断增加,即曲线逐渐接近渐近线 $CV(\infty)$ (总不匀率)。据方差加法定理,尚存在片断长度之间的不匀率,即 $CB(L)$,其趋势与 CV 值相反,而且两者之间存在着如下的关系:

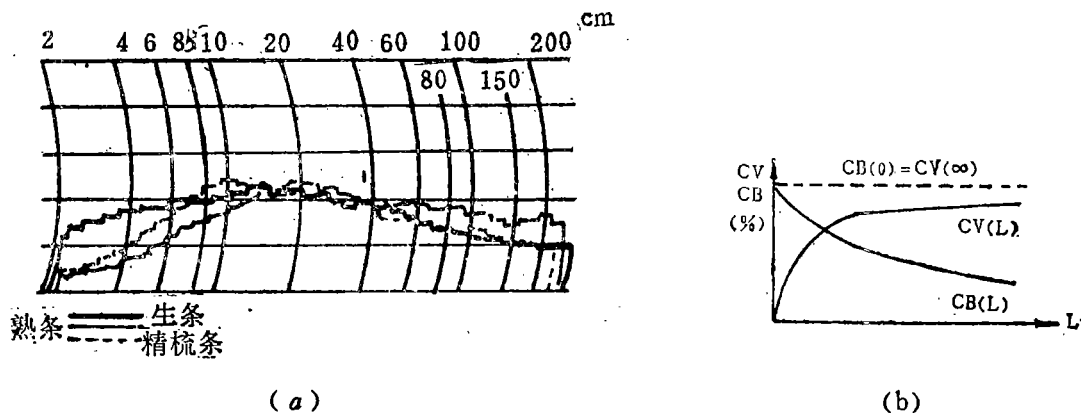


图 11

$$[CV(L)]^2 + [CB(L)]^2 = [CV(\infty)]^2 = [CB(0)]^2$$

这些论点都是在纱条符合平稳过程的前提下得到的,实际纱条不匀是变化的,这就提供一种方法,就是通过观察其不匀变化情况来判别生产情况。

实际应用中,一般都是需要获知总不匀率,另外也常常需要获知一定片段的不匀成份,在梳棉工序,常用 5 米片段(清钢联自调匀整则采用 20~30 米片段)不匀的波动来衡量工艺和机械运转情况。而且不匀结构有时也对生产起指导作用,为此我们设计了如下的数据处理程序。(文献[3]中的部分软件已进行了优化)。

5 米片段或自选片段不匀的数据处理;

长片段或超长片段不匀的数据处理;

总不匀率求取软件。

上述的不匀理论,使得软件设计变得简单,因为 1 米以上的片段不匀已接近总不匀,因

此, 我们首先对各机台5米片段进行采样、数据处理, 设计原理同 uster 兼容, 进而满32个子样后再对5米片段进行数据处理, 等到满32组后, 再对这新的一组子样(160米片段)进行数据处理, 进而得到总不匀、内不匀及外不匀三项指标, 也得到了短片段、中片段、长片段以至超长片段的不匀, 这种软件设计也为 uster 仪国产智能化移植采用内存容量小的微机奠定了基础。

其程序框图见图12。

5.4 轮流显示

本软件设计有参数轮流显示程序, 并预置了用户定义键(2FBCH), 以供随时检查机台运转情况。

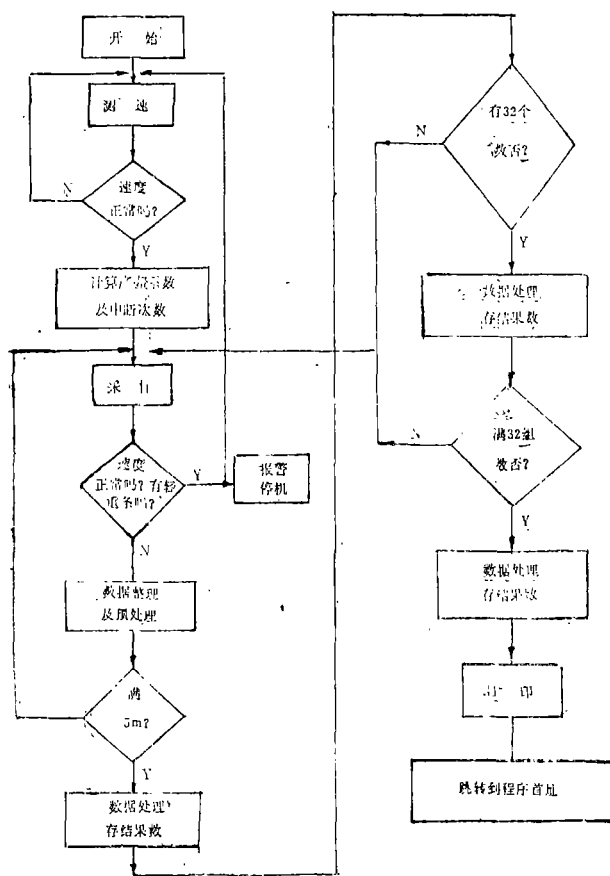
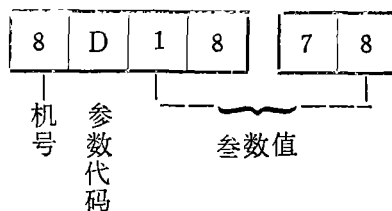


图 12

显示格式为:



各参数代码见表 1

每一参数显示时间约为 8 秒

表 1

参数代码	A	B	C	D	E	F	空
实际参数	压辊转速	台产量	设定量	实测量	重定量	cv 值	极差不匀
	速	量	量	量	量	(%)(%)(%)	

5.5 打印记录

TP801P 微型打印机每次横移只能打印一点行, 要打印出 5×7 点阵的 ASCII 码至少要横移七次, 如欲打出复杂的汉字和几何图形, 则要横移更多的次数。

为了编程方便, 微打已备控打程序, 一些代码及汉字可用规定的代码调用。

SDM—I 设计了连打程序。汉字报表及 19 个自编汉字(存放在 2000~220FH 单元中), 以打印图形命令调用这些信息进行打印。

说明: 随时均可由自定义键(2FBEH)打印汉字报表, 见表 2;

为简化程序设计, 尚未采用节拍式限时中断方式打印, 所以打印时, CPU 中断数据的采集与处理工作。

表 2 梳棉参数表 NO: 008

转速 (Y_{pm})	0255
产量 (KG/hr)	20.27
设计定量 (G)	28.00
平均定量 (G)	20.68
重不匀 U (%)	03.07
C ₁ V 值 (%)	04.04
极差不匀 (%)	15.19

1987年4月1日

6 抗干扰措施

一台仪器还得有强有力的抗干扰措施, 才能保证其可靠运转。干扰的进入一般分为直接耦合和间接耦合, 前者是指干扰源通过空间直接辐射或任其供电线路传导进入, 后者则是指干扰源经过辐射或耦合到其它物体上, 由于本仪器本身不存在接受设备, 所以干扰主要是通过电源进入的外部干扰及机内各部件之间的干扰。下面分述各噪声抑制方法。

6.1 电源噪声抑制

电脑仪表的电源设计尤为重要, 因为它牵涉到低电平信号的处理和数据采集与传送, 因而要求提供高稳定、小波纹的直流电。非直流量的各种频率的分量本身就是干扰源, 电源进线、输出线更易于接受工业现场或天电的各种噪声, SDM—I 中采用了图13辅助措施抑制电源的噪声。

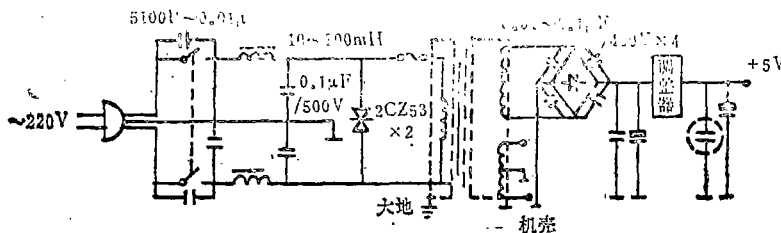


图 13

分析如下:

高频电感的旁路电容防止交流进线引入高频噪声, 两只齐纳二极管接成如图所示的双向变阻器, 提供明显的门槛电压与充分低的接通电路以抑制瞬变的电网电压。电源变压器采用双重屏蔽措施: 将初、次级隔离起来, 使混入初级的外部噪声不致进入次级回路, 变压器绕制时除要求级间电容小外, 要求平衡的初级线圈两侧电容量对称, 否则初级中心抽头与两个引

头之间旁路电容不对称,初级中心抽头注入的共模噪声电压会在初级绕组中引起不平衡的常模干扰电压。

电源变压器次级由小电容旁路到地,无电感、油浸金属壳封装电容适合于旁路次级线卷的噪声。整流滤波电路中采用低频电解电容与无电感高频电容(通常选为 $0.01\sim 0.1\mu\text{f}$)的并联组合,以进一步减小高频瞬变进入系统的可能性。实践证明,对电源变压器初、次级接地作不同处理,噪声抑制效果将明显改善,图中采用初级地接大地,次级地接机壳,机壳对大地浮空。

6.2 信号的屏蔽、隔离与滤波

屏蔽与隔离是抑制噪声的简单易行的途径,较好地应用它,可得到意想不到的效果。我们在研制SDM—I时积累了一些经验,如下述:

仪表外壳采用金属薄板制成。它形成一个天然的优质屏蔽罩。整个机壳电位为零电位,同时可解决系统中错综复杂的地位之困难,避免由于线间电容产生寄生振荡;

TP801单板机与采样板、电源板等硬件部分用金属板隔离,由于计算机线间交换信息频繁,且较为娇嫩,即使微小干扰也可能导致差错,破坏程序,因而机内采用二次屏蔽,较好地解决了计算机受其它硬件部分的干扰问题;

差动变压器驱动部分,采用单独的电磁屏蔽壳封装,输入输出均采用较好的屏蔽线,尽量缩短线长。高频部分采用平行短连线,且整体大地的双面板制成。将输入信号线双绞有利于消除磁感应的噪声,但当输入信号线屏蔽外皮接地不适当时,其模噪声电压对信号线与其屏蔽外表间的分布电容充电,使不平衡噪声进入系统产生干扰,正确的接地要求屏蔽外表与现场地相连,接地与接零对线路工件极为重要,限于篇幅,不多赘述;

外电路与计算机输入、输出均采用光电耦合,以防止干扰通过地线进入计算机。

6.3 软件抗干扰方法

对于现场监测,要求采集的数据具有代表性,提高采集数据的数学期望,抑制噪声,可采用软件滤波方法,即将一小组数据中的最大值及最小值去除,余之平均作为此间数值存贮或传送。但这种方法是以牺牲系统采集的频宽为代价的,应视实际情况予以采用或舍弃。

SDM—I仪中设计为调用子程序形式^[4]。以便视实际情况灵活掌握。

7 实验与结论

为了检验SDM—I仪的性能及运转情况,我们分别在上棉二十二厂、常州国棉一厂、无锡轻工业学院棉纺实验室做了电压波动、A/D转换线性度、传感器特性、凹凸罗拉传感特性等实验,有关参数的相关系数均大于0.999,设定后两周内的运转表明:实测误差小于 $\pm 0.1\text{克}/5\text{米}$ 。此外,我们还做了与Uster仪C·V值对比试验、漂移情况、抗干扰能力、软件运转校核等实验,实际观察表明:SDM—I仪稳定、准确、可靠,未发现任何干扰运转的情况。详细实验数据及图表见文献[3][4]。

改进后的SDM—I仪具有以下特点:

报警电路及测速电路更趋完善。实践证明:整台仪器运转更为可靠。

优化后的软件可进行长、中、短片段的内、外不匀及总不匀的检测;

备有机台之间的外不匀数据处理程序;

具有与 Uster 仪的 C;V 值、传统切断称重法得之的重不匀及萨氏条干的极差不匀相一致的参数。并附有出条速度、产量、设计定量及实测定量等数据;

可轮流显示或打印上述七项工艺参数;

常规 5 米片段的不匀处理主程序中增设了 5 米内不匀及长片段(160 米)不匀的数据处理;

备有自选片段(3 毫米~1500 千米)的采样及数据处理,一旦出现轻重条,即能声光报警;

可用于与 Y331 仪联机作为条粗不匀的检验;

检测与处理系统可为新型梳棉机自调匀整借鉴;

稍作改造,可作为其它纺纱机台不匀信号的检测与处理系统。

参 考 文 献

- [1] Rieter. C4 梳棉机消化报告
- [2] Exactacard. DK715 和 DK740 说明书
- [3] 刘国涛等. SDM—I 生条动态监测仪的研制. 棉纺织技术, 1987; 4
- [4] 无锡轻工业学院八四级硕士论文. 生条动态监测与数据处理
- [5] 祝柏荣. 自调匀整装置. 纺织工业出版社, 1986
- [6] 顾时希等. Y311 型条干仪智能化. 纺织学报, 1986; 10
- [7] B. Л哈夫金等. 纤维材料的自调匀整. 纺织工业出版社, 1981
- [8] 单板微型计算机应用系统的设计与实践. 苏州电子计算机厂, 1987
- [9] 刘植桢等. 计算机控制. 清华大学出版社, 1981
- [10] 王贤洁. 纱条均匀度分析. 上海纺织研究院

A Study of the Improved Sliver Dynamic Monitor—I (SDM—I)

Xu Bojun Huang Xuexiang Liu guotao

Abstract

This paper discusses the theory and application of the hardware and the software and the antidisturbance in the improved SDM—I. This monitor has such advantages as convenience to use, low cost, wide application, and etc. Some experimental parameters and performance targets are also given.

Subjectwords: data acquisition, data-processing, software and hardware, assigned length