

# 三维整体编织物表面工艺状态测试仪的研制

姚承照 冯志海

( 航天材料及工艺研究所先进功能复合材料技术国防科技重点实验室 北京 100076 )

万振凯 李嘉禄 李学明

( 天津纺织工学院 天津 300160 )

**文 摘** 阐述了利用面阵 CCD 非接触影像感应及影像采集卡的视频影像数据化等原理,结合计算机强大的数据处理功能实现多功能复合材料增强体三维整体编织物表面工艺参数的较高精度测量。论述了 CCD 非接触影像感应原理、影像采集卡工作原理及计算机数据处理、信号采集、信息转换等有关技术。

**关键词** CCD 光电感应,影像采集,非接触测量

## Instrument Study for Surface State Measuring of 3D Braiding Fabrics

Yao Chengzhao Feng Zhihai

( Aerospace Research Institute of Materials and Processing Technology Beijing 100076 )

Wan Zhenkai Li Jialu Li Xueming

( Tianjin Textile Science and Engineering College Tianjin 300160 )

**Abstract** In this paper no-contact photoelectric transducer of CCD and image data collecting card 's data process is used to develop a testing instrument. This testing instrument may effectively measure surface and cross angle of 3D braiding fabrics to manufacture multifunctional composite materials. Computer data processing , signal collecting and information transmitting is discussed.

**Key words** CCD photoelectric transducer ,Image data collecting ,No-contact measuring

### 1 引言

三维整体编织多功能复合材料是以三维整体编织织物为增强体的一种新型复合材料,以其优越的综合性能,越来越受新材料行业广泛关注。该材料的最终性能与三维编织物的编织工艺参数有着密切的关系。精确测量织物的编织工艺参数对材料性能的预测和材料设计具有非常现实的意义。在织物的编织工艺参数中,织物的编织角度对材料的最终性能的影响更为直接,而编织角是可以通过编织表面角换算的,但表面角较难精确测量,无论是玻璃纤维

织物还是碳纤维织物,其表面颜色基本一致,纤维交织角度人眼分辨困难,用量角器进行大批量测量更不现实,更无法对织物编织角的均匀性和分布特性作出有效的评价,花节长度测量也是如此,对三维织物的验收及最终材料的性能预测都十分不利。经过查阅文献及调研,使用 CCD (Charge-Coupled Devices) 与微机结合研制成功三维整体编织物表面角测试仪,通过 CCD 的非接触影像采集特性来采集三维编织物的表面影像,影像信号通过影像采集卡实现与计算机的连接,通过计算机对影像数据处理实现三

收稿日期:2000 - 07 - 21

姚承照,1971 年出生,工程师,主要从事整体织物增强多功能复合材料的研究工作

维编织物的编织表面角和织物花节长度的测试。

概括起来,研制三维编织物表面角测试仪的主要目的有两点:(1)对织物的外观作出定性的评价,为三维整体编织物验收提供一项较准确的参考数据;(2)编织角与材料的最终性能有着较密切的关系,其测试结果将为材料的性能预测提供基本数据,并为材料更新设计和工艺试验提供参考数据。

## 2 CCD 及影像采集卡的工作原理

### 2.1 CCD 工作原理<sup>[1]</sup>

CCD 是一种电荷耦合器件,具有集成度高、光敏间距小、几何尺寸精确、每个光敏元均可寻址等特点。应用于测量时,CCD 具有高准确度、高可靠性和非接触性等优点,近些年来,在影像传感、信号处理和数据存贮方面已获得了较广泛的应用,在有些场合 CCD 具有无可比拟的优越性。

CCD 根据其类型不同其工作原理也不尽相同,

但基本上都是由光敏元和移位寄存器构成,现以仙童线阵 CCD143 为例说明 CCD 的工作原理,其结构如图 1 所示,光敏元与移位寄存器之间由转移栅  $T$  隔开,当光敏元由  $P$  加上光积分脉冲后,就在每一个光敏元的势阱中积累了图像电荷,当光敏元的积分脉冲结束时,转移栅  $T$  加上移位脉冲,使其开启,这时移位寄存器的某一相(如  $\phi_2$ )保持高电位,让信号电荷包并行地流入 CCDA 和 CCDB 的  $\phi_2$  势阱中。这时,关闭  $T$ ,光积分栅又加到下一行的图积分脉冲,而上一行信号由  $\phi_1$ 、 $\phi_2$  加上驱动时钟脉冲,顺利地将信号电荷包由 S 端输出,从而完成摄像功能。按照一定的方式将一维线型的光敏单元及移位寄存器排列成二维阵列,即可以构成二维面阵 CCD,二维面阵 CCD 结合相应的处理电路实现图像视频输出就构成通常所说的 CCD 影像采集器。

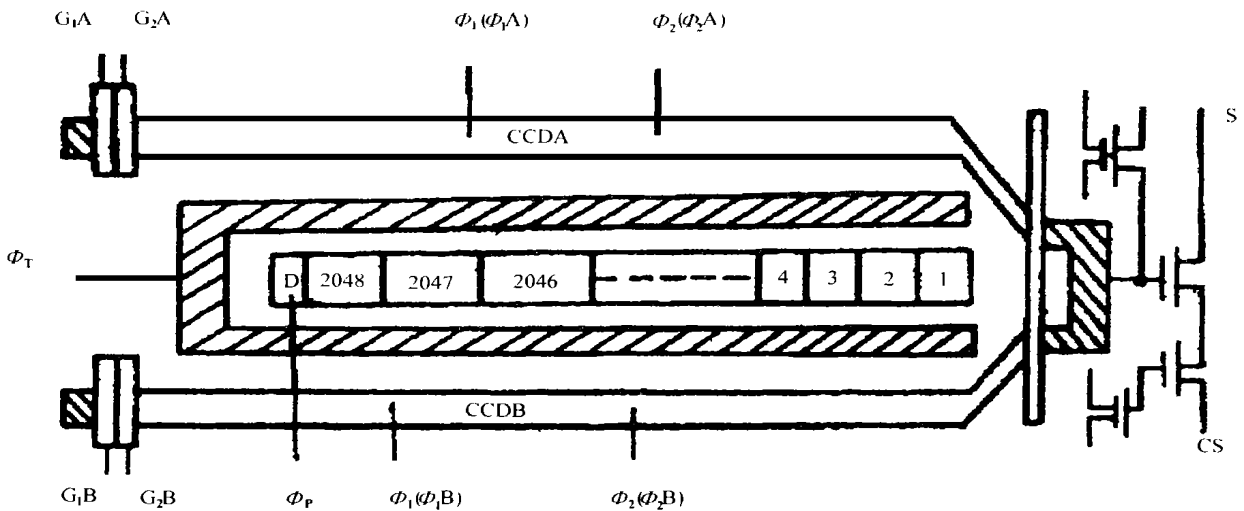


图 1 CCD 原理图

Fig. 1 CCD principle chart

### 2.2 影像采集卡的工作原理

影像采集卡可接收从摄像机或录像机送出的视频信号,板上的高速 A/D 模拟转换电路按 10 MHz ~ 20 MHz 的采样频率将视频模拟信号转换为 8 位的数字信号。数字信号的值 0 对应于暗;255 对应于亮。数值在 0 与 255 之间,反应了不同的明暗情况,转换后的数据信号被存入帧体内,帧体内的图像数

据按电视的速率一直被外部活动的图像所刷新,并显示在监视器上。通过软件可以控制在任何时刻停止图像的刷新,称之为冻结。冻结后监视器上一直显示冻结的图像。被存入到帧体内的数据不是直接送往监视器的,而是首先通过视频查找表作数据变换,然后送到数模转换器 D/A 变成模拟信号。监视器接收此模拟信号实现图像显示。图 2 为影像采集

卡的电路原理图,主要由 A/D 转换器、系统时钟、帧存体视频查找表和驱动程序四部分组成。

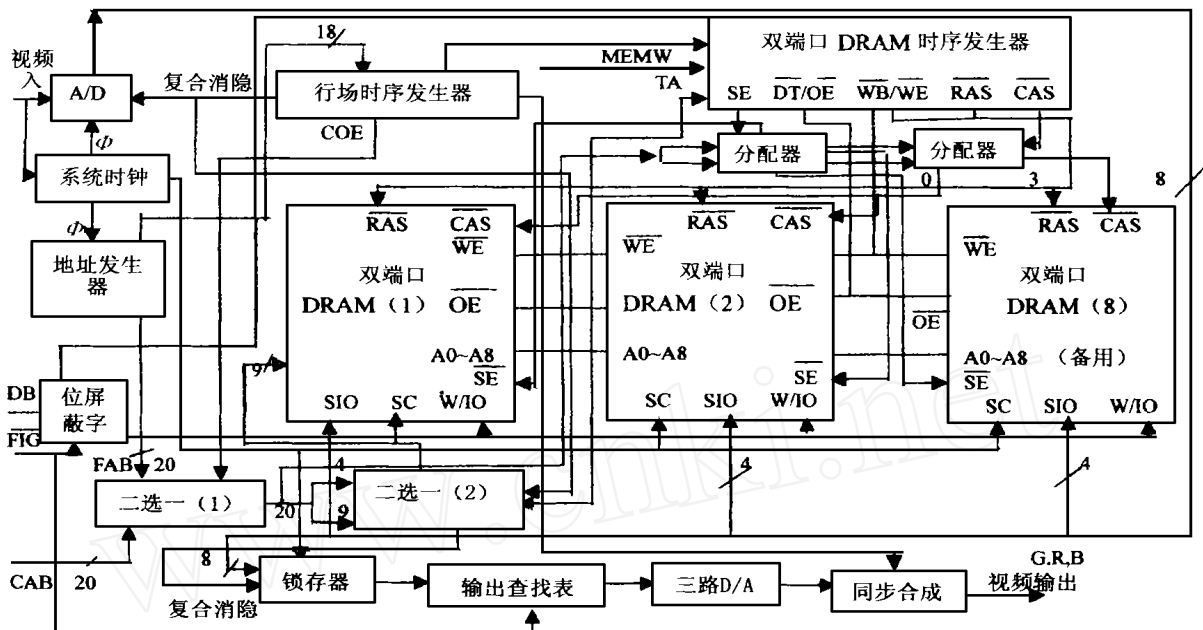


图 2 影像采集卡电路原理图

Fig. 2 Image data collecting card circuit principle chart

A/D 转换器使用的是 TDC1007J, TDC1007J 是 8 位全并行高速 A/D 转换器,转换速率达 30 MHz,内部设有采样保持电路, TDC1007J 适合于电视信号的数字转换,它的使用方法和特性在许多文献中有所介绍。地址发生器是为存储器顺序读写而设计的, 512 × 512 字节的帧存体使用 18 根地址线,需要 5 片 4 位二进制的计数器。帧存体是图像处理系统的核心部分,主要用来缓存所采集的数字图像信息待计算机作进一步的加工处理,并实时地输出视频信号完成屏幕的刷新。

本系统帧存体由 2 片 TC524256 双口 RAM 构成,总容量为 256 KB,可存储 1 幅 512 × 512 × 8 bit 图像或 2 幅 256 × 256 × 8 bit 图像。并具有位写入功能,其中低两位可作为图形数据单独存取。因而可以实现由计算机产生的静态图像与动态图像叠加显示。

系统时钟是由外同步信号锁定的 10 MHz 振荡器产生,它能与外接视频信号同步,地址发生器用来产生帧存体行列地址信号以提供系统作显示刷新地址;行场时序发生器用来产生系统复合同步信号、复合消隐信号。该信号由行列地址信号通过两片

2764 EPROM 中存放的行列时序表产生。时序发生器用来产生 TC524256 的控制信号。地址选通器 1 完成计算机地址 CAB 与帧存体地址 FAB 的切换,选通器 2 完成行列地址的切换,为双口存储器的 RAS、CAS 信号提供行列地址。

帧存体的视频查找表,起到数据变换的作用,该图像卡共有 8 页 256 × 8 bit 的查找表,需要按怎样的规律去显示被采集的图像数据,则相应地改变视频表内的数值即可。8 页查找表可以填写 8 种效果,填写的参数由 PC 机软件完成。

驱动程序提供了主机与影像卡之间的信息传递,以及对影像卡的硬件控。主机对本图像卡的帧存体采用直接方式读写,直接映射地址为 64 K。

### 3 表面角测试仪的工作原理<sup>[2]</sup>

织物表面角的测试过程就是织物表面影像的处理过程,织物表面影像通过光学放大,被 CCD 采集,再通过相应的处理电路将影像转化成视频信号,视频信号经过数字转换电路,可实现影像的数字化,将数字化的信号传入计算机内存,由相应的计算机软件进行分析和处理。

在几何学上,角的定义是有公共端点的两条射线。如果我们能够定位每条射线上的两个点,射线

的斜率也就相应地确定了,知道有公共端点的两条射线的斜率其交角就可以计算出来。三维整体编织物的表面是由有规律排列的编织表面角构成的,在特定的照度下,织物表面影像所对应的数据也是有规律的,如织物表面的某处颜色较浅,所对应的灰度数值相应较小。同样有纤维交叉的区域对应的数值与没有纤维交叉的地方对应的数值是不一样的,根据数值的差别可以确定编织角的位置和交叉编织线

的斜率,从而可以实现花节数目的统计和织物的表面角测试,再通过表面角与编织角的转换关系换算成编织角;一定视野的纵向和横向花节数知道了,定距离的花节数也就确定了,花节长度就能很容易计算出来,图3为三维整体编织物表面角测试仪主干程序流程图,图4、图5分别是三维整体编织物表面角测试仪的硬件原理图和图像处理软件原理图。

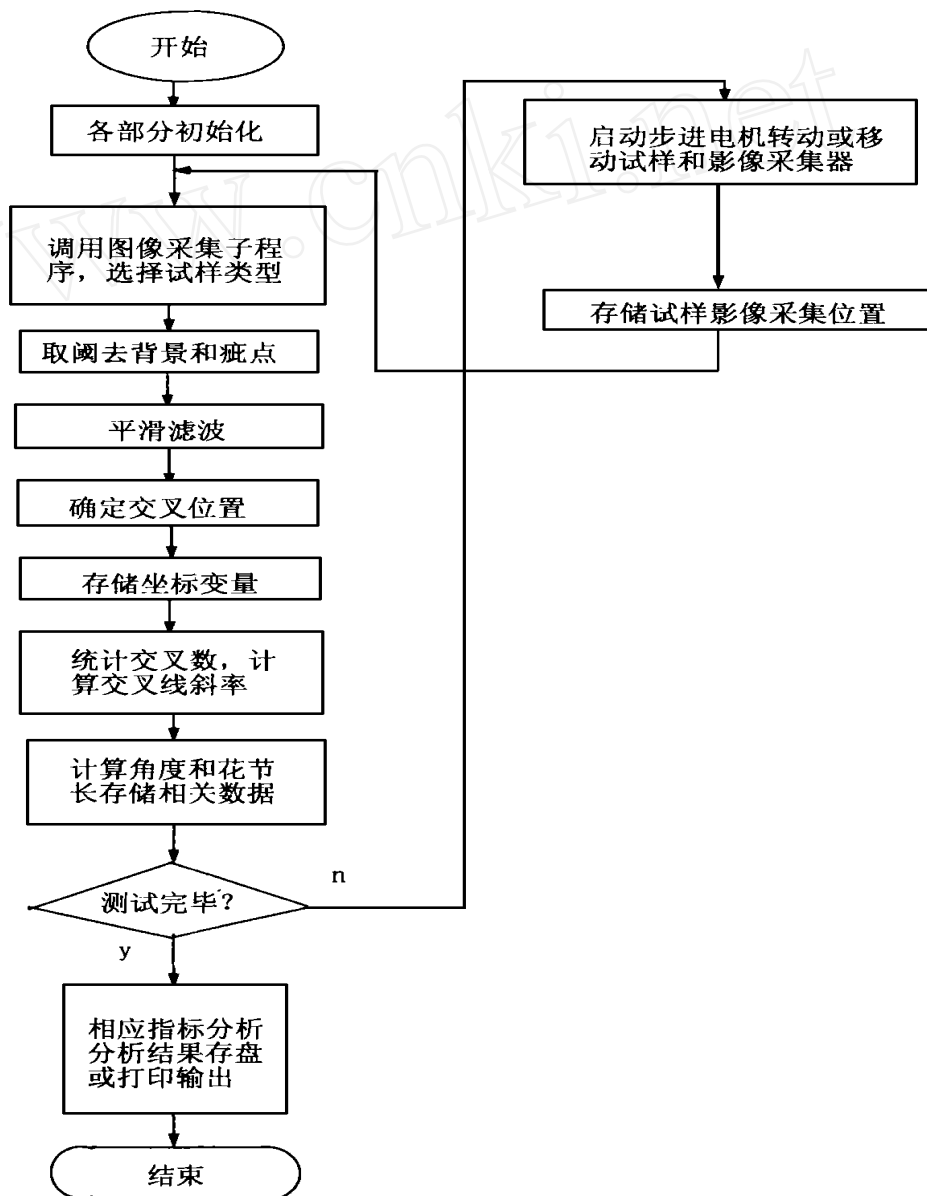


图3 测试仪程序流程图

Fig. 3 Program flow chart of the test instrument

三维整体编织物表面角测试仪原理概括地说就是:影像采集并影像数值化,依据数值化影像灰度值

的分布实现角度定位,通过影像灰度值的分布定位分析来确定交织编织线的斜率,求出编织表面角度,

换算成编织角度。

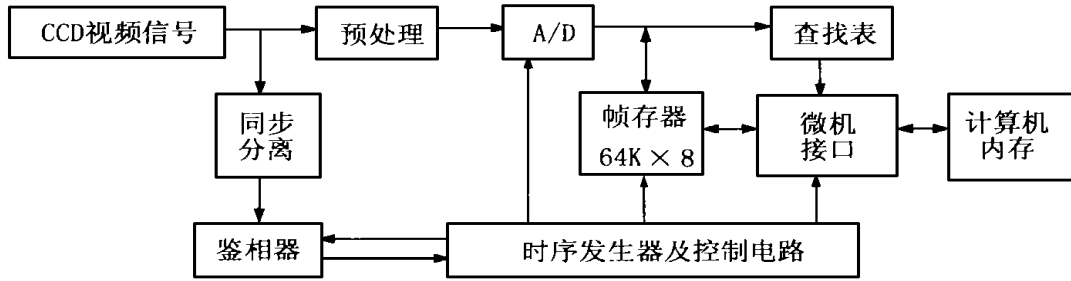


图4 测试仪硬件原理图

Fig. 4 Hardware principle chart of the test instrument

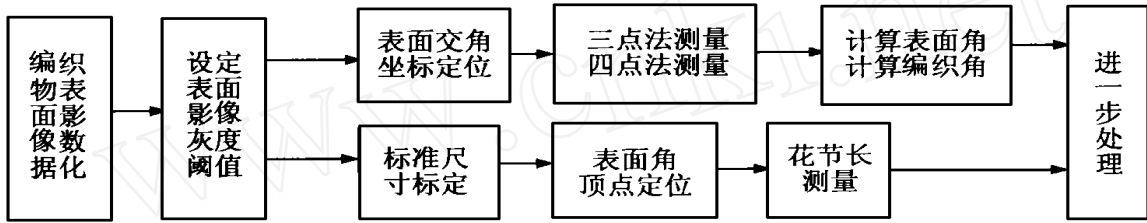


图5 测试仪图像处理软件结构图

Fig. 5 Image processing software structural chart

#### 4 测试实验

为了便于描线手工测量,特采用三维四向整体编织碳/环氧复合材料作为测试试样,确定5个待测点,先后采用测试仪测试、手工万能角度尺、描线手工量角器对待测点进行测量,测量结果如表1。

表1 表面角测试结果

Tab. 1 Surface angle test results (9)

表面角序号	三点测试法	四点测试法	手工万能角度尺测量	描线手工测量
1	21.25	21.50	24	21~22
2	23.82	24.10	27	24
3	19.97	20.20	23	20
4	23.23	23.58	26	24
5	25.30	25.67	24	25~26

描线手工测量是根据材料表面纤维走向进行描线,用量角器测试描线的交织情况,测试结果较为准确。由表1的测试结果可以看出,测试仪的测试结果更接近描线手工测试的测试结果,测试精度比一般手工测量要高很多。

#### 5 结论

该系统性能稳定,测试精度和测试效率较高,数据可靠,使用简便,能够对织物表面工艺参数作出客观评价,基本满足三维整体编织物表面工艺参数测

量的需求,该测试仪的主要特点如下。

(1)新方式:改变了传统的接触测量方式,采用影像采集、影像数据处理、数据分析的新方式,克服了接触测量的各种缺陷。

(2)较高的测试精度和测试效率:克服了接触测量引起的织物变形和肉眼量角器测量造成的误差或测量错误等缺点,测试的精度更高,数据更可靠。接触式手工测量效率低,非接触式影像分析测量可以在较短的时间内进行多点测量,大大提高测量效率。

(3)可恢复:对测试的织物表面影像进行数据存储,当后续工艺对织物的表面性状需要参考时,可以随时调用,有利于材料制作整体工艺过程的分析。

(4)直观性:测试的数据绘制成直观的曲线图形,对角度或花节长的变化及角度或花节长的分布不均匀性可以直观显示,便于对织物进行分析。

(5)操作简便性:该系统操作简便,全菜单操作,测试结果可以以报告的形式输出,有利于对织物的客观评价。

#### 参考文献

- 1 王庆有,孙学珠. CCD 应用技术. 天津大学出版社, 1993
- 2 王俊省,李兰友,朱文均. TURBO C 语言程序设计 400 例. 1991