

文章编号:1000-582X(2007)12-0030-03

一种工业 X-CT 采集系统

张平,杨琳佳,安康

(重庆大学 ICT 研究中心,重庆 400030)

摘要:介绍了一类用于皮鞋质量检测的 ICT 系统,提出了用软件对增益、零点漂移实现自动校正的方法。在对皮鞋 CAD/CAM 的内腔检测中,各项技术指标的检测均到达设计需求,提高了检测的准确度,有望在该行业中得到推广。

关键词:X-CT;系统结构;数据采集

中图分类号:TP391.4

文献标志码:A

伦琴 1895 年发表 X 射线不久,CT 原理在 1917 年就由 J. Rodon 提出来了。但因缺乏有效的计算设备,一直束之高阁,无法实现具体应用。突破性进展是在应用了计算机技术,尤其是 1971 年首台医用 CT 问世以后取得的。医学上的成功很快被移植到工业上,发展成为工业计算机层析成像技术(ICT)。当今工业 CT 是一门多学科的综合技术,并广泛应用于钢铁冶金、机械制造、石油化工、军工产品、航空航天、微电子、生物等领域^[1]。它的应用前景无比广阔^[2]。

工业 X-CT 通常由射线源、机械扫描系统、探测器及数据采集系统、计算机系统、放射线屏蔽设施等部分组成。其主要性能包括低噪声、高稳定性、标定本底偏差和增益变化的能力、线性度、灵敏度、动态范围和转换速率等。工业 CT 作为一种先进的检测工具,克服了 X 射线实时成像系统的不足,它可以显示被测工件的断面图像,并有着较高的检测灵敏度和空间分辨率,它可对缺陷进行定位和测量,动态范围宽,在射线检测中起着很重要的作用。工业 CT 检测对象,产品种类多,尺寸大小、材质、形状各异,其对象是不确定的,因而其结构要求就有很大的不同^[3],笔者针对皮鞋 CAD/CAM 系统的设计,对硬件系统作了详细说明。

1 X-CT 系统结构

1.1 系统组成

皮鞋 CAD/CAM 系统由以下六大部分构成,如

图 1 所示。

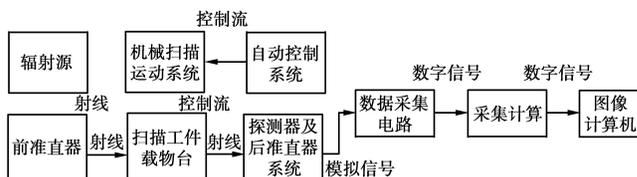


图 1 X-CT 系统结构

1) X 射线辐射源。针对检测对象皮鞋,由于被检材料主要是皮革,也有少量的木材、铁皮作为皮鞋的支撑,所以射线源选用了不太硬的 X 射线辐射源,其工作方式以连续出束为宜。

2) 探测与数据采集单元。探测系统是整个系统的箭头和核心,根据空间位置及实际的需要选用了 128 路探测器,为了克服探测器之间的相互串扰,在电路上稳定可靠的采集信号是最为关键。

3) 机械扫描(主机)。由于此课题经费较少,为了节约成本,除了插值运动、分层运动使用步进电机外,径向运动和源塔调整采用手动方式。

4) 系统管理与运动控制部分。使用了 PCL839 高速步进电机控制卡,获得满意效果。

5) 数据校正处理与图像重建,图像处理,图像测量。皮鞋内腔图像重建采用了滤波反投影图像重建算法,具有重建速度快,重建效果好的特点。

6) 防辐射屏蔽系统。为了保障人员操作安全,加上了铅屏防护措施。

收稿日期:2007-08-13

基金项目:国家八五计划攻关项目(85-604-20-04);国家高技术研究发展计划(2006AA04Z104)

作者简介:张平(1957-),女,重庆大学高级工程师,主要从事计算机应用及工业 CT 研究,(E-mail) Pingict@163.com。

1.2 系统主要技术指标

- 1) 最大检测直径 $D_{max} = \Phi 200$ mm (范围 $\Phi 100 \sim \Phi 200$ mm) ;
- 2) 被检重量 $W \leq 3$ kg;
- 3) 检测长度 $L = 120 \sim 300$ mm;
- 4) 最小分层距 $\Delta Z_{min} = 1$ mm (设计时按 0.5 ~ 6 mm 可调),对皮鞋而言最多层数 $Z_n = 80$ 层;
- 5) 像素 $128 \times 128, 256 \times 256, 512 \times 512, 1\ 024 \times 1\ 024$;
- 6) 128 路探测系统。

根据系统设计要求,在设计上其主要性能包括:信噪比、稳定性、动态范围、采集速度及一致性^[4],是确保 CT 图像质量好坏的关键。

2 数据采集系统

数据采集系统是探测器和计算机之间的电路接口^[5]。是 X-CT 的关键子系统,是整个系统的箭头。辐射源产生 X 射线经探测器,转换成微弱的光电流,送到电流/电压转换器,经甄别、放大电路,将来自多路的探测信号进行放大,然后通过模数 A/D 转换电路将模拟量转换成数字信号,送入计算机进行图像重建。

通常组成工业 X-CT 数据采集系统有多种方式,如多路分时采集结构,多路同步采集分时转换结构,多路同步采集同时转换结构。该系统采用的是多路同步采集分时转换结构。这种结构可以消除分时采集造成的时间偏移误差,又能满足同步采集的要求,并且达到节约 A/D 转换器的目的(如图 2 所示)。其原理是:随着 X 射线强度变化的电压,送到采样/保持电路,进行采样与保持,直到模拟转换电路将它读出,这时积分电容放电,积分电容上的电压复位到零,为下次采集作好准备。这样可以消除时间偏移误差对于通道的不均匀性。同时也采用了软件对各路通道的不一致性进行了零点、增益的校正,提高了效率,消除了不一致所带来的误差,使获得的图像更为清晰。在实现方式上,采用

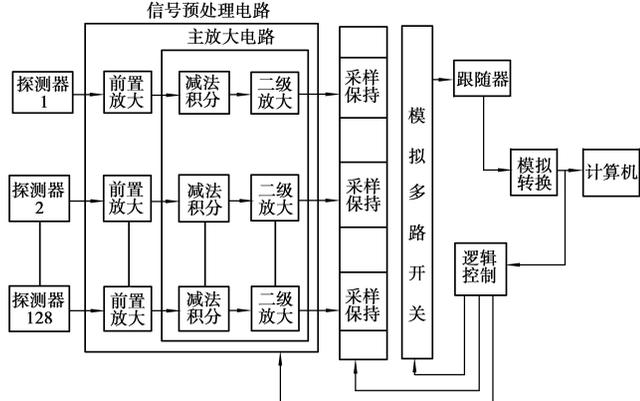


图 2 X-CT 数据采集系统

总线方式,即分为 8 块板子,每块板上 16 路信号,前置放大电路与主放大电路分开,用控制逻辑来实现选板,在选中板子中的某一路信号,切换进入 A/D 转换电路。

3 各子系统功能

3.1 探测器及前置放大电路

该系统采用的是闪烁体光电二极管探测器,16 个光电二极管探测器集成在一块集成块上。由于从闪烁体光电二极管探测器出来的有用信号是微弱的光电流信号,为了使前置放大电路输出的噪声最小,获得最大信噪比,在设计上采用了结型场效应管输入型的运算放大器 TL084,并用电流 - 电压放大电路,使微弱的光电流信号转换成电压。

由于 X-CT 存在着暗电流,集成运放存在着漂移、失调,所以必须在空采时进行调零。该系统是在主放上实现调零的。

3.2 各级放大电路

第一级放大电路即减法积分电路,主要是为了调节集成运放的漂移、失调,用减法积分进行零点调整,如图 3 所示。CS 是增益、调零信号的选通/禁止控制信号,低电平有效,高电平禁止。U/D、INC 分别表示增加输入信号和升降输入信号。当 CS 为低时,U/D 为高,每一次 INC 脉冲,X9313 的输出电阻就增加,则增益增加;反之 U/D 为低电平,每一次 INC 脉冲,X9313 的电阻就减少,其调节时序如图 4 所示。

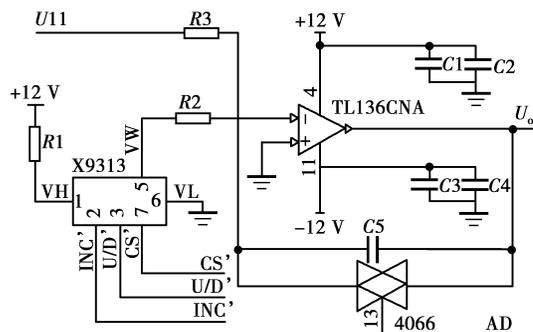


图 3 减法积分放大电路

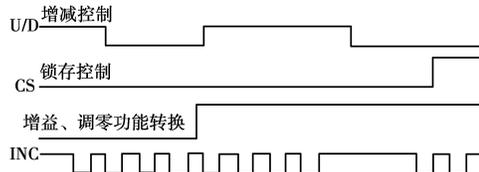


图 4 增益、调零时序

第二级放大电路即同相放大电路,主要用于解决在空采时从积分器出来的信号,由于受探测器的均匀一致性、灵敏度等影响,使得各通道的信号幅度不一样,从而造成误差。为了使 128 路信号的幅度在空采

时一致,则第二级放大电路的增益在空采时可以使用软件调节,如图 5 所示。

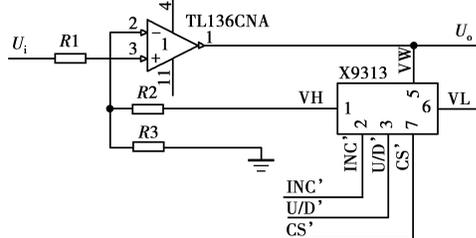


图 5 第二级主放大电路

3.3 模拟信号的处理

为了节约成本,选板信号采用分离元件的采样/保持器,而不是集成的采样/保持器。由于保持电容对采样/保持电路的精度影响很大,所以对保持电容的介质吸收作用及绝缘电阻有较高的要求。在此选用与积分电容相同的聚苯乙烯电容器。采样/保持电路开关采用四双向模拟开关。

为了使 128 路信号有顺序地通过模拟多路开关,进入 A/D 转换。采用了总线结构,即 128 路信号探测器和前置放大电路分为 8 块板子,主放大和信号处理电路也分为 8 块板子,每块板上 16 路信号。用一控制板控制这 8 块主放大和信号处理电路板的正常工作。采用先选板,即 8 选 1;再选位,即 16 选 1,选中的信号通过 A/D 转换,送入计算机。

4 控制采集软件

PCI 设备驱动程序 WDM 主要解决即插即用(如何获取系统分配给该设备的配置资源)、如何访问设备 I/O 内存映射硬件、如何处理硬件中断、完成 bus_masterDMA 操作以及和应用程序的通道问题。

为了提高所获得的数据精度,该系统采用了对零点、增益的自动调节。采样图像矩阵为 256×256 , 512×512 , 1024×1024 。该软件运行环境是 Windows 2000。

自行编写了 WDM 设备驱动程序,数据采样采用了中断方式,大大提高了采集的适实性^[6]。采集主控软件根据模块化进行了设计编程,其模块结构如图 6 所示。

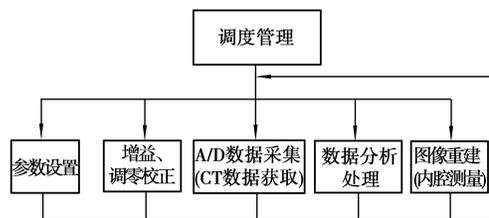


图 6 采集主控软件模块

5 结 语

该课题是国家计委八五计划中提出的研制皮鞋 CAD/CAM 系统。重点论述了皮鞋内腔 CT 采集系统的设计与实现。提出了用软件对增益、零点实现自动调节校正的方法,取得了满意效果,满足了皮鞋内腔测量的要求,同时采用该 CT 系统解决了皮鞋内腔的自动测量的难题,填补了国内的空白。

参考文献:

- [1] 重庆大学 ICT 中心. 工业 CT 与图像重建原理[J]. 无损检测, 1996, 18(4): 111-115.
- [2] 先武, 李时光. 工业 CT 的基本原理与性能[J]. 无损检测, 1996, 18(2): 57-60.
- [3] 郭志平, 黄宇峰, 张朝宗. 工业 CT 技术发展概况[J]. 无损检测, 1996, 18(1): 27-30.
- [4] 徐问之, 张平, 曾理. 一种工业 CT 机的计算机系统设计[J]. 重庆大学学报: 自然科学版, 1997, 20(6): 103-107.
- [5] 马建明, 周长城. 数据采集与处理技术[M]. 西安: 西安交通大学出版, 1997.
- [6] 李卫忠, 王建勋. 利用 Windriver 开发 WINDOWS 设备驱动程序[J]. 计算机应用, 2001, 21(8): 245-246.

Data Acquisition System Structure of Industrial X-CT

ZHANG Ping, YANG Lin-jia, AN Kang

(Insustral Computer Tomography Research Center, Chongqing University, Chongqing 400030, P. R. China)

Abstract: A kind of ICT system which was used to check the quality of shoe leather was presented. A software method to automatically revise plus and excursion from zero was designed. While applied to the inside check of shoe leather CAD/CAM, the design made a good result. It can get more application in this field.

Key words: X-CT; system structure; data collect

(编辑 李胜春)