

# 多传感器数据融合技术在水泥袋计数器中的应用设计

曹卫锋, 张贵林, 谢泽会, 江泳

(郑州轻工业学院, 郑州 450002)

**摘要:** 针对当前水泥袋计数器计数误差较大的问题, 设计了一套基于多传感器数据融合技术的水泥袋计数系统。系统采用光电开关传感器感知水泥袋的有无, 用倾角传感器确定水泥袋是否叠袋, 用光电编码器测量传输带实时速度来确定是否连袋, 用单片机对采集到的 3 种传感器信息集中进行数字智能化处理, 可精确计算经过传送带的水泥袋的数量。实验结果表明, 该计数器系统运行稳定可靠, 具有一定的推广价值。

**关键词:** 计数器; 倾角传感器; 光电开关传感器; 数据融合技术

**中图分类号:** TB486; TP274<sup>+</sup>.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)01-0088-04

## Application Design of Multi-sensor Data Fusion Technology in Cement Bag Counter

CAO Wei-feng, ZHANG Gui-lin, XIE Ze-hui, JIANG Yong

(Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** A kind of cement bag counter based on multi-sensor data fusion technology was designed to solve the existing deviation problems of current cement bag counter in counting process. A photoelectric switch sensor was used to detect the presence or absence of cement bag. A tilting cape sensor was used to test overlapping bag. An optical encoder was used to determine joining bag by measuring real-time transmission speed. The MCU accurately count cement bag number by intelligent information processing of three sensors. The experimental results showed that the counter system is stable and reliable.

**Key words:** counter; tilting cape sensor; photoelectric switch sensor; data fusion technology

在水泥行业中, 袋装水泥目前仍占较大比例<sup>[1]</sup>。在水泥包装车间, 袋装水泥采用传送带作为传输设备送到客户的车前, 然后由装卸工人把水泥装在车上, 而传送带传送的水泥关系到水泥厂家与客户的利益, 这就要求水泥袋在传输过程中要有精确计数, 便于水泥厂的生产管理和保障厂家与客户的利益。许多企业无水袋计数器, 原始的人工计数的办法, 不适应水泥大量高速传输, 近年来出现的光电开关式或机械开关式计数器实现了基本的计数, 但对产品传输过程中的各种干扰因素、连包、及传送带故障急停后重启等情况无法处理, 造成较大的计数误差。文献[1]所提到的方法虽然能解决这些问题, 但是由于该设计采用 PLC 技术对原生产线进行改造, 成本较高。

针对这些问题, 在研究了水泥传送带设备的特点和分析误差产生的根源后, 打破常规的计数方案, 采

用光电传感器感知水泥袋的有无, 光电编码器计算水泥袋的长度确定水泥袋是否连袋, 倾角传感器确定水泥袋是否横袋或叠袋, 然后对采集到的 3 种传感器信息集中进行数字智能化处理, 从而精确计算流过传送带的水泥袋数量。

## 1 系统总体方案设计

基于多传感器数据融合技术的水泥袋计数器系统主要包括以下几部分设计:

1) 单片机最小系统电路设计<sup>[2]</sup>。充分利用单片机体积小, 功耗和价格低, 具有智能化数据处理的功能, 设计单片机的键盘与显示等人机接口电路。

2) 先进高效的传感器电路设计<sup>[3]</sup>。采用国内外优秀传感器厂商生产的倾角传感器、速度传感器和光

收稿日期: 2010-10-20

作者简介: 曹卫锋(1975—), 男, 河南汝南县人, 工学硕士, 郑州轻工业学院讲师, 主要从事计算机测量与控制的教學与研究。

电开关传感器来感知水泥袋的状态和多少,为完成精准的水泥袋计数提供依据。

3) 设计适合于多传感器数据融合的水泥袋计数器软件。软件采用智能化数据处理技术将 3 种传感器数据进行融合,完成水泥袋的精确计数。

系统总体方案设计框图见图 1。在一般情况下,

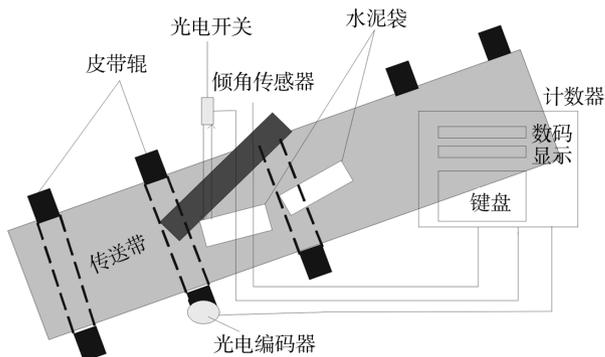


图 1 计数器总体设计图

Fig. 1 Block diagram of counter overall design

当水泥袋在传输带上运动到红外发射管照射的范围内时,红外接收管可接受到信号,光电开关传感器输出脉冲信号,这样在水泥袋每经过一次,光电开关就输出一个脉冲信号,根据脉冲的多少,计数器就能测出经过传送带的水泥袋数量;当出现连袋和横袋时,首先采用安装在轧辊上的光电编码器测出传输带的速度,然后根据光电开关输出的脉冲信号高电平持续的时间计算水泥袋长度,最后根据水泥袋的长度就可计算出这期间水泥袋的数量;当水泥袋出现叠袋或横袋时,挡板上的倾角传感器输出将发生明显变化,单片机根据此信息可确定水泥袋是否叠袋或横袋。上述 3 种方法配合使用就可以精确计出水泥袋的数量。

## 2 计数器硬件系统设计

计数器系统硬件设计框图见图 2,系统硬件主要包括:电源电路、单片机最小系统电路、传感器组电路、控制电路和报警电路等。由于计数器系统是在水泥厂使用,工作环境恶劣,同时要求每个流水线都需要一台计数器,因此这些硬件设备一般要求体积小、功耗低、适应性强、鲁棒性好、价格便宜。所以电源电路采用变压整流滤波后直接接三端稳压集成块的简单电路,单片机采用宏晶科技性价比高的 STC12C5412AD,该单片机是单时钟/机器周期的兼

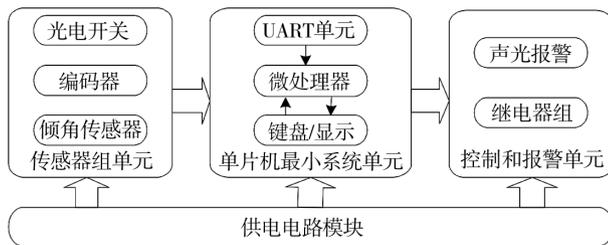


图 2 系统硬件设计框图

Fig. 2 Block diagram of hardware system design

容 8051 内核单片机,是高速/低功耗的新一代 8051 单片机。全新的流水线/精简指令集结构,内部集成 MAX810 专用复位电路,自带 8 路 10 位精度 ADC,保密性强,无法解密,抗干扰性强,高速宽电压在系统可编程,无需仿真器<sup>[4-5]</sup>。传感器电路采用知名厂商的集成传感器和多传感器数据融合技术,全方位感知水泥袋的传输状态,为单片机进行数据处理提供依据。该方案成功解决了水泥袋在连袋、叠袋或横袋情况下计数不准以及计数器成本较高等问题。

### 2.1 单片机最小系统电路设计

单片机最小系统是计数器的可靠工作的核心,主要包括单片机核心电路、4×4 键盘电路和 2 行高亮度 LED 电路。单片机最小系统硬件连接见图 3。

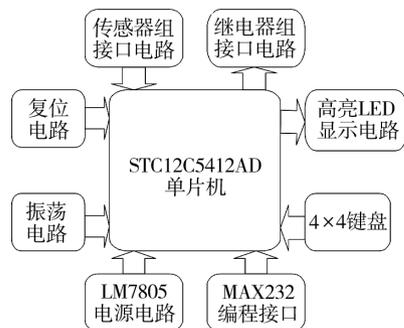


图 3 单片机最小系统硬件连接图

Fig. 3 Microcomputer hardware connection diagram

单片机核心电路主要由自带 8 路 10 位 AD 的 STC12C5412AD 单片机及其复位电路、时钟振荡电路和下载程序的 RS232 串口电路(UART 单元电路)组成,是计数器的核心处理电路,主要负责多传感器的数据融合、计数、响应外部信号和发出控制信息等。

4×4 键盘电路由 0~9 共 10 个数字、计数清零、计数设定和解除报警等 16 个按键组成,负责计数器计数初值的设定及其其他功能的设定。由于水泥袋

计数器工作环境恶劣,灰尘较多,为保证计数器长时间可靠工作,该电路不采用一般的轻触式按键电路,而是采用优质薄膜开关电路,提高计数器的使用寿命。

2行高亮度LED电路主要由16个高亮度7段数码管及其驱动电路组成,是计数器人机交互界面的主要组成部分,其主要用来显示水泥袋装车设定值及通过水泥袋计数器的实时袋数。为了清楚地显示水泥的袋数,这部分的LED采用1.2英寸高亮度7段数码管,译码电路采用8位串入并出输出锁存移位寄存器74HC595,驱动电路采用高耐压、大电流达林顿阵列ULN2003,ULN2003由7个硅NPN达林顿管组成,工作电压高,电流大,灌电流可达500 mA,并且能够在关态时承受50 V的电压,并且输出还可以在高负载电流下并行运行。

## 2.2 传感器组单元电路和其它单元电路的设计

传感器组单元电路是计数器系统的信号感知单元,它能够感知传送带上水泥袋的状态,判断水泥袋是处于连袋、叠袋或横袋等状态,为单片机的准确计数提供依据。这部分电路包括光电开关、光电编码器和倾角传感器3部分。光电开关采用日本OPTEX公司C系列圆柱型CDD-40,该传感器属于漫反射型红外光电开关<sup>[6]</sup>,能准确判断传送带上水泥袋的有无;光电编码器(测速电机)采用增量式光电编码器<sup>[7]</sup>,可以准确地算出传送带的实时速度,然后再根据光电开关高电平持续的时间准确算出通过计数器的水泥袋长度;倾角传感器采用芬兰VTI公司的SCA100T双轴倾角传感器<sup>[8-9]</sup>,可以准确判断通过流水线的水泥袋叠袋或横袋情况。前2种传感器均是数字量输出,可直接与单片机的I/O口相接,倾角传感器的输出虽然是模拟量,但由于选用的单片机自带10位AD,所以传感器的输出可以直接接单片机的AD输入端。

计数器的其他单元电路设计包括电源电路、报警电路和控制二次回路等电路的设计。电源电路先采用简单的变压整流滤波电路将220 V的市电转换成30 V左右的直流电,然后经LM317变换成24 V稳压电源供光电开关使用,最后再由LM7812和LM7805分别转换成12 V和5 V稳压电源供控制二次回路的电路和单片机等电路;报警电路采用声光报警电路,当计数器计数值即将到达设定值时为装卸工提供声光报警信号;控制二次回路的电路采用简单的

继电器控制电路,当计数器的计数值达到设定值时,继电器开关信号可直接与包装线的二次线路实现自动控制(如控制包装机停止、皮带停止、推包机开合、装车机停止、连接报警铃等)。

## 3 系统软件设计

系统软件设计采用模块化的程序设计思想,整个程序包括系统初始化程序、水泥袋状态识别程序、多传感器数据融合技术程序、主计数程序、叠袋与横袋处理程序、连袋处理程序和控制二次回路程序等。开发软件采用Keil uVision3开发环境,所有程序均采用C语言编写,提高程序的可读性与兼容性,便于系统调试与升级。主程序的流程见图4。

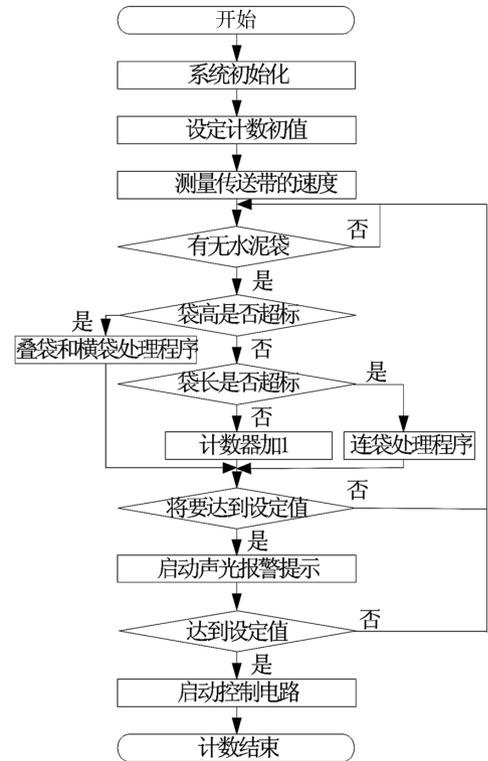


图4 计数器主程序流程

Fig. 4 Flow chart of counter's main program

系统上电启动后,首先进入初始化程序,完成相关控制字和寄存器的设置,开始对系统硬件进行自检,如发现问题立即报警;然后开始等待计数初值的设定,设定结束后程序开始由光电编码器(测速电机)测量传送带的实时速度,为后面计算水泥袋袋长程序做准备;接着由光电开关判断水泥袋的有无,根据倾

角传感器测量的倾角大小判断水泥袋是否横袋或叠袋,光电开关脉冲宽度判断水泥袋是否处于连袋状态,主程序根据水泥袋不同的状态调用不同的计数程序;当水泥袋的计数值将要到达设定值时,计数器装置发出声光报警,提示装卸工快要完成本次装车任务;当水泥袋的计数值到达设定的计数值时,程序发出控制命令,通过计数器装置的继电器控制包装机停止、皮带停止、推包机开合和装车机停止等。

#### 4 试验测试效果

采用多传感器数据融合技术设计的水泥袋计数器研制成功后,在水泥袋运输模拟生产线上进行实际测试。首先人为设置水泥袋 2~15 个不同程度的连袋情况,计数器能对 10 个以下的水泥袋连袋情况进行准确的计数,在超过 10 个以上时会出现误差,分析误差的主要原因是水泥装满后袋长不标准所造成的,而这种情况在实际的水泥袋流水线上是不存在的,因此这种误差完全可以忽略;然后分别对水泥袋叠袋或横袋的情况进行实际测试,均未发现计数器工作异常;最后在人为设置干扰的情况下(如用手在光电开关处晃动、传送带突然停止、电源电压忽高忽低等),计数器仍能准确显示实际通过计数器的水泥袋袋数。

#### 5 结语

采用红外光电发射接收对管、光电编码器和倾角传感器采集运输水泥袋流水线的现场数据,利用多传感器数据融合技术对传送带上流过的水泥袋进行精确计数,并把计数值用高亮度 LED 显示。该计数器

具有性价比高、抗干扰性强等特点,可解决水泥袋连包、叠包或横包情况下计数不准的难题。该产品可以减小 2 个计数工人的劳动量,大大提高水泥生产企业的自动化程度,给生产管理与内部考核管理带来很多方便,提高企业经济效益。虽然是为袋装水泥计数研发,但本产品不加任何改动就可应用于袋装化肥生产车间,稍加改造就可应用于各种流水线作业的车间中,来测量并记录流水线上产品的数量,因此该产品具有一定的推广价值。

#### 参考文献:

- [1] 杨扬,马晨宇,吕永幸. 水泥包装袋计数器的研发和应用[J]. 水泥,2008(10):60-62.
- [2] 林敏,薛红. 计算机控制技术与系统[M]. 北京:中国轻工业出版社,2008.
- [3] 杨雷,张建奇. 电子测量与传感技术[M]. 北京:北京大学出版社,2008.
- [4] 顾春阳,任玲,王广林. 基于单片机的水箱温度自动测控系统设计[J]. 计算机工程,2009(2):248-250.
- [5] 李长诗,陈冬丽,王素梅. 基于单片机的脉冲电镀电源设计[J]. 煤矿机械,2010(2):184-186.
- [6] 李玮华,杨秦建. 遥控简易起重运输车的设计[J]. 工程机械,2008(9):37-41.
- [7] 祝诗平,李鸿征,朱杰斌. 传感器与检测技术[M]. 北京:中国林业出版社,2006.
- [8] 薛琴. 双轴倾角传感器在钻孔测斜仪中测量算法的校正[J]. 煤田地质与勘探,2007(12):70-73.
- [9] 喻言,张春巍. 大型铺管船吊钩摆动监测的无线倾角传感器集成与测试[J]. 传感技术学报,2007(12):2716-2719.

(上接第 64 页)

同的性能要求,纸芯材料可以扩展到塑料、金属、复合材料等,在低碳经济环境中,该新型蜂窝纸板将有长足的发展。

#### 参考文献:

- [1] GB 8168,包装用缓冲材料静态压缩试验方法[S].
- [2] 王冬梅,廖华强. 蜂窝纸板静态压缩力学性能建模研究[J]. 包装工程,2006,27(8):129-132.
- [3] LEE H S, HONG S H, LEE J R. Mechanical Behavior and Failure Process during Compressive and Shear De-

formation of Honeycomb Composite at Elevated Temperatures[J]. Journal of Materials Science, 2002:1265-1272.

- [4] PAPKA S D, KYRIAKIDES S. Experiments and Full-scale Numerical Simulations of In-place Crushing of a Honeycomb[J]. Journal Article(JA), 1998:2765-2776.
- [5] 辛成龙,郭彦峰. 蜂窝纸板静态缓冲特性的实验研究与分析[J]. 包装工程,2008,29(1):56-58.
- [6] 郭彦峰,辛成龙,许文才. 蜂窝纸板结构平压性能有限元分析[J]. 包装工程,2009,30(1):34-35.