

# 基于 MSP430 的建筑机械微机控制系统研制

Research & Manufacture of the Construction Machinery Micro-control Systems Based on MSP430

(1.山东理工大学;2.淄博实验中学) 王江红<sup>1</sup> 王志强<sup>1</sup> 朱丽君<sup>2</sup>  
WANG Jiang-hong WANG Zhi-qiang ZHU Li-jun

**摘要:** 微机控制螺旋钢箍机所加工成型的螺旋形钢箍,能够提高建筑物的抗震性能。文中开创性的将 MSP430 用于螺旋钢箍的微机控制系统中,设计了基于高性能单片机的螺旋钢箍数字控制系统。该系统功能齐全,性能先进,具有动态显示,语音提醒等功能,经实践检验,该系统为钢箍加工自动化开创了先例。

**关键词:** 数字控制;螺旋钢箍控制系统;MSP430MCU;建筑机械;软件模拟  
**中图分类号:** TP311 **文献标识码:** B

**Abstract:** The helix steel hoop made by the helix steel hoop micro-control systems can boost up the capability which the building resists quake. This paper inaugurates using MSP430 in the helix steel hoop micro-control systems and designs the helix steel hoop micro-control systems based on the high-capability single chip microcomputer. The function of the systems is well-found and its performance is advanced. It has the function of dynamic display and sound warning etc. It is examined by fulfillment that it found the precedent for the steel hoop processed automatization.

**Key words:** digital control; the helix steel hoop control systems; MSP430MCU; construction machinery; software simulation

技术创新

## 1 引言

微型计算机在工业过程控制中的应用越来越广泛,高性能单片机的应用,近年来更是一种趋势,但用于建筑机械并不多见,而用于专门的钢箍成型控制系统则是首创。

抗震能力是建筑物的一项重要指标,并且要求越来越高,不仅特殊建筑如此,就连普通建筑也有具体的指标。钢箍是建筑物混凝土浇筑过梁、立柱不可缺少的构件,它起到加固的作用,在任何一项建筑工程中,其用量都非常大。然而,迄今为止,钢箍成型的方法基本上是采用手工弯曲。这种方法效率低,工人劳动强度大,成品尺寸误差大,而且只能弯曲单匝的平面钢箍,难以弯曲多边形立体钢箍。用单匝平面钢箍加固的混凝土梁、柱,其抗震性能差。我们研制的螺旋钢箍成型机,采用微型计算机控制,能够按照操作员的指令自动的、成批的弯曲各种技术要求的螺旋型钢箍,当然加工平面钢箍就更简单了。所谓螺旋型钢箍,它是由若干匝(可根据具体要求加工,一般为6~10匝施工较为方便)单箍相连而成,用一条不间断的钢筋弯曲而成。工地施工时首先套在钢筋骨架上,然后拉伸开来成螺旋状绕于骨架之上,再绑扎定位,使其成为一体,使建筑物的抗震性能得到很大程度的提高。

本文简要介绍其微机控制系统的系统结构及开发过程。

## 2 工作流程

在螺旋钢箍成型机的系统中,钢筋行进的轨道上装有测量轮,并通过滚轴与传感器相连测量其进料长度,当行进到规定

长度(钢箍之某边长)时,断开快、慢进料电磁离合器,停止进料,启动制动离合器,停0.5秒后启动弯曲器。因为弯曲器在压弯钢筋的过程中,钢筋会向前抽动,虽然其量很小,也影响加工精度。另外,停止进料后,由于机械传动机构的原因,有抖动现象,马上弯曲也会造成误差,必须有短暂的稳定时间,待稳定下来之后再行弯曲动作。因此在弯曲过程中需保持制动状态,一直到弯曲动作完毕。弯曲器通过与之相连的滚轴与传感器相连(见图1),当弯到规定角度(钢箍的某个弯角)时,断开弯曲电磁离合器,再重新进料、弯曲。每次进料的长度就是钢箍的边长,弯曲的角度是钢箍的角度,各边长和角度值可以不同(具体数据可根据施工要求确定)。当完成由若干匝所构成的一个螺旋形钢箍时,断开进料、弯曲离合器,启动切刀切断钢筋。到此,一个螺旋形钢箍完成。系统自动继续做下一个,直到该批作业全部完成。每批作业的数量、钢箍的形状(钢箍的边数)、尺寸(各边长可任意,各角度可任意)可由操作人员通过控制系统的操作界面输入。

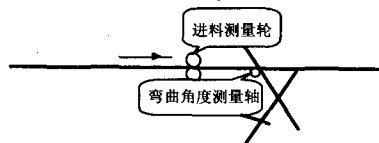


图 1

## 3 控制系统结构

本产品其控制系统在设计中选用了美国德州仪器公司生产的超低功耗16位单片机MSP430F1222作为核心处理器。MSP430系列微控制器将大量的外围模块整合到片内,特别适合于开发和设计单片机控制系统。其总体性能和内部及外围模

王江红:副教授 学士

块都大大超过了 MCS-51 等 8 位 MCU。其在电池供电的低功耗应用中具有独特的优势。工作电压在 1.8~3.6 V 之间,并且具有非常高的集成度,通常在单个芯片上集成有 12 位的 AD、比较器、多个定时器、片内 USART、看门狗、片内振荡器、大量的可产生中断的 I/O 端口及大容量的片内存储器,一般单片就可以满足大多数的应用需要。

MSP430F1222 本身具有三个 8 位的 I/O 即 P1、P2、P3。原则上,这三个口均可用作并行 I/O 接口。但在本产品中,由于螺旋钢箍控制系统使用了较多的 I/O 端口作为控制和信号传输,而所需的按键和 LED 显示又比较多,如采用 I/O 端口直接连接的形式将导致口线紧张。所以,在此次设计中我们采用了 CH452 接口芯片来扩展键盘和显示电路。

目前常用的键盘 LED 接口芯片有并行和串行两种,具体型号如:8279、7279、7289 等。其中,串行接口芯片目前是市场主流,本系统选用了南京沁恒电子公司的键盘及 LED 接口芯片 CH452。该芯片最大的特点是采用 I<sup>2</sup>C 总线,最低只需占用 2 根 I/O 线。

I<sup>2</sup>C(Inter-Integrated Circuit)总线是一种由 PHILIPS 公司开发的两线式串行总线,用于连接微控制器及其外围设备。I<sup>2</sup>C 总线产生于 80 年代,最初为音频和视频设备开发,如今已经在 IC 中广泛使用。I<sup>2</sup>C 总线最主要的优点是其简单性和有效性。由于接口直接在组件之上,因此 I<sup>2</sup>C 总线占用的空间非常小,减少了电路板的复杂度和芯片管脚的数量,降低了开发成本。总线的长度可高达 25 英尺,并且能够以 10Kbps 的最大传输速率支持 40 个组件。目前 I<sup>2</sup>C 总线实际上已经成为一个国际标准,在超过 100 种不同的 IC 上实现而且得到超过 50 家公司的许可认证。

CH452 内置时钟振荡电路,可以动态驱动 8 位数数码管或者 64 只 LED,具有 BCD 译码、闪烁、移位、段位寻址、光柱译码等功能;同时还可以进行 64 键的键盘扫描;CH452 通过可以级联的 4 线串行接口或者 2 线串行接口与单片机等交换数据;并且可以对单片机提供上电复位信号。芯片支持 3.3V 和 5V 供电,有 28 脚和 24 脚两种封装形式,引脚说明见参考文献中。

显示器采用 8 位高亮红色 LED 数码管组成,除了显示 0~9 十个数字外,我们用显示 n 代表个数,= 代表匝数,Ln 代表边数,L1 代表第一边,Γ1 代表第一夹角,等等。从而在设定工作额定值时,有形象的显示提示,方便工人操作。输入输出硬件结构如图 2 所示。

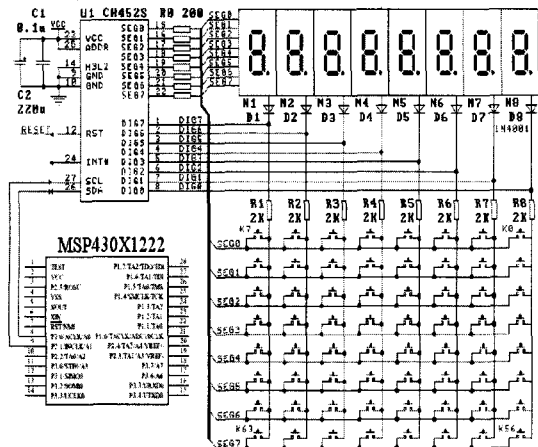


图 2

## 4 系统工作模式

该系统具有自动和手动两种工作模式。

在自动模式下,系统根据输入的数据自动成批的完成螺旋形钢箍、多边形平面钢箍的加工控制。

手动模式主要完成对钢筋(盘圆)的矫直和弯曲特殊要求的异形钢箍,进料长度、弯曲的角度由操作员通过按键手动控制。矫直钢筋时,达到长度要求,单片机发出指令,启动切刀将钢筋切断,继续矫直下一条。每条钢筋的长度和每批作业的条数可由操作人员通过控制系统的操作界面输入完成。

显示器显示输入的数据,在运行期间即时显示工作状态,已经完成的个数、匝数及边数等。作业完成则显示 END 表示结束。如图 3 所示。

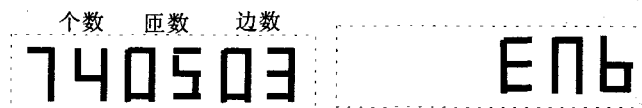


图 3

不论在哪种模式下,若在运行期间出现机械故障(如钢筋卡住、主动力问题等)及电源问题都会报警,操作人员可按暂停键停机,待排除故障后按工作键继续运行,完成没做完的任务,或复位重新开始。

另外,软件对输入数据进行安全检查,对错误数据也提供语音报警提示。

## 5 软件结构及设计

### 5.1 控制软件结构

设进料长度为  $l$ , 弯曲角度为  $\theta$ , 计数脉冲个数为  $n$ , 有如下关系:

$$l = 0.614 \times n \quad (\text{mm}) \quad (1)$$

$$\theta = 0.36 \times n \quad (\text{度}) \quad (2)$$

对于设定钢箍边长为  $L$ , 弯曲角度为  $\Theta$ , 计数脉冲数分别为:

$$N_1 = \frac{L}{0.614} \quad (\text{个}) \quad (3) \quad N_2 = \frac{\Theta}{0.36} \quad (\text{个}) \quad (4)$$

式中的系数是由驱动轮直径决定的常数。每个螺旋钢箍都有若干匝多边形钢箍构成,每一匝可为等边或不等边,各角度相等或不等,一批作业钢箍的个数可由操作员设定,完成后启动切刀切断钢筋接着做下一个,直到全部完成本批作业,软件主要结构框图如图 4 所示。整个软件采用了模块化结构设计,结构紧凑,运行速度快,可扩充性强。

### 5.2 输入输出软件结构

MSP430 系列中 F15X/F16X 集成了 I<sup>2</sup>C 模块,其他型号没有集成,但由于 I<sup>2</sup>C 总线协议非常简单,因此可以通过软件来模拟,具体方法可参考文中。

CH452 定义了加载字数据、读取按键代码等 16 条操作命令,均为 12 位,MSP430 单片机通过 I/O 口线模拟 I<sup>2</sup>C 通信协议串行发送 12 位命令字。LED 显示时,单片机首先在总线上送出 3 位数据指定数据寄存器的地址然后再发送 8 位显示码。键盘扫描和去抖动由 CH452 自动进行,当有键按下时,MSP430 单片机在 SDA 上检测到下降沿中断请求。中断后,单片机发出读取按键代码命令,并从 SDA 接受按键代码。CH452 所提供的按键代码为 7 位,位 2~位 0 是列扫描码,位 5~位 3 是行扫描码,位 6 是状态码(键按下为 1,键释放为 0)。(下转第 265 页)

您的论文得到两院院士关注

进行了仿真和分析,提出了合理的参数取值区间,对进行雷达信号处理和目标检测研究有一定的参考作用。作者的创新:在稳态卡尔曼滤波条件下,对互耦跟踪环路与单测距环路性能进行了对比和仿真,并提出合理显著性指标。

参考文献

[1]樊恩,聂明新.采用稳态 Kalman 滤波器简化 Kalman 滤波器的计算[J].武汉理工大学学报,2005,27(5):272~274.  
 [2]何友,修建娟,张晶炜等.雷达数据处理及应用[M].北京:电子工业出版社,2006,17-24/199-202.  
 [3]Trungk and S. Brockett. Range and velocity ambiguity resolution [C]. IEEE National Radar Conference, 1993,146~149.  
 [4]Tang, Y.M., Borrie, J.A Missile Guidance Based on Kalman Filter Estimation of Target Man Euver [J]. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 1984, AES-20(6):736~741.  
 [5]Shaun M, Irwin g w. multiple model bootstrap filter for maneuvering target tracking[J].IEEE transactions on aerospace and electronic system,2000,36(3) :1006~1012

作者简介:甘轶(1978-),男,湖北安陆人,硕士研究生,主要从事雷达信号处理教学和研究;王晟达(1962-),男,河北石家庄人,教授,主要从事雷达信号处理、机载预警技术等教学和研究;张智军(1960-),男,河北磁县人,教授,主要从事电磁场与微波技术、雷达工程等教学和研究。

**Biography:** GAN Yi(1978-),male, master, major: Signal Processing (710038 陕西西安空军工程大学工程学院)甘轶 王晟达 张智军 王峰  
 (Engineering College, Air Force Engineering University, Xi'an, 710038)GAN Yi WANG Sheng-da ZHANG Zhi-jun WANG Feng  
 通讯地址:(710038 西安市空军工程大学工程学院四系)甘轶  
 (收稿日期:2008.07.13)(修稿日期:2008.08.25)

(上接第 52 页)  
 程序框图如图 5、图 6 所示。

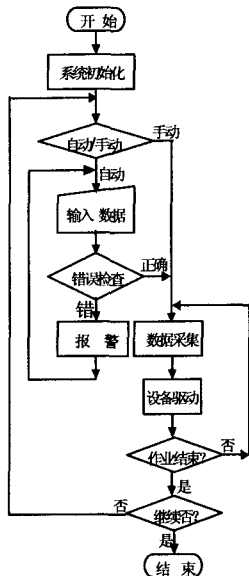


图 4

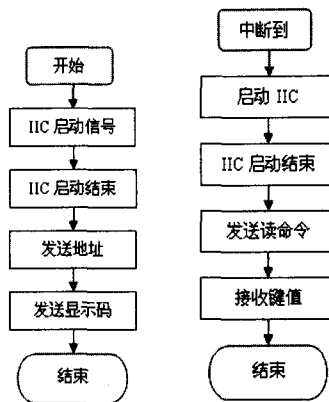


图 5

图 6

6 结束语

本文介绍了螺旋钢箍微机控制系统的硬件结构和软件设计及其各部分的功能。本文作者创新点是:螺旋形钢箍可以增强建筑物的抗震性能,将 MSP430 用于螺旋钢箍的控制系统中为钢箍加工自动化开创了先例。该系统功能先进,可靠性高,稳定性好,抗干扰能力强。文中介绍的 MSP430 及其接口电路,实践证明是一种较好的设计方案。特别适合单片机口线极度紧张的情况。经现场运行,使用效果良好,不失是一种较新颖的实用性强的控制系统实现方案,具有一定的推广价值。

参考文献

[1]彭宣戈,肖斌.一种基于 89C51 对机动车辆超速的监测报警系统[J].微计算机信息,2006,8-1:101-103.  
 [2]张友德等.单片微型机原理、应用与实践[M].复旦大学出版社,1992.  
 [3]魏小龙.MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M].北京航空航天大学出版社,2002.  
 [4]李秉操等.单片机接口技术及其在工业控制中的应用[M].陕西电子编辑部,1991.  
 [5]数码管驱动及键盘控制芯片 CH452 中文手册[M].南京沁恒电子有限公司。

作者简介:王江红(1967-),男(汉族),山东淄博人,山东理工大学计算机学院副教授,学士,主要从事计算机教学与研究。  
**Biography:** WANG Jiang-hong (1967 --), Male (the Han nationality), Shandong, Working in College of computer science & technology of Shandong University of Technology, Associate professor, Bachelor, The computer teaching and researching. (255049 山东 淄博 山东理工大学)王江红 王志强 (255090 山东 淄博 淄博实验中学)朱丽君 (Shandong University of Technology, Zibo 255049,China) WANG Jiang-hong WANG Zhi-qiang (Zibo Experimentation Middle School, Zibo 255090,China) ZHU Li-jun  
 通讯地址:(255049 山东理工大学计算机学院)王江红  
 (收稿日期:2008.07.13)(修稿日期:2008.08.25)

(上接第 306 页)

参考文献

[1]肖汉敏,冯毅.串行通信在实时数据采集中的应用[J].微机计算机信息,2007,23(5):104-105  
 [2]李学良,朱志刚. VB MScComm 控件下串行通信在电子衡器中的应用[J].微机计算机信息,2005,21,(1):119-120  
 [3]范逸之,陈立元.Visual Basic 与 RS-232 串行通信控制.清华大学出版社,北京;第一版,2002.6  
 [4]有害气体检测传感器工作指南.英国城市技术公司

作者简介:刘云(1962-),男,汉族,博士,青岛科技大学信息科学技术学院教授,硕士生导师,主要研究方向为信号与图像处理;郭纪良(1980-),男,汉族,青岛科技大学信息科学技术学院硕士研究生,主要研究方向为信息融合

**Biography:** LIU Yun (1962-),male,Han nationality,Doctor,tutor of postgraduate in Institute of Information Science&Technology,Qingdao University of Science&Technology,main research field:Signal and Image Processing (266061 青岛 青岛科技大学 信息技术学院)刘云 郭纪良 (Institute of Information Science&Technology,Qingdao University of Science&Technology Qingdao 266061 )LIU Yun GUO Ji-liang  
 通讯地址:(266061 山东青岛松岭路 69 号青岛科技大学崂山校区 506 信箱)郭纪良

(收稿日期:2008.07.13)(修稿日期:2008.08.25)