

M SP430 单片机在水煤浆球磨机给料控制系统中的应用

祝恩国, 张公鹏, 张海舰, 黄镇, 徐志强

(中国矿业大学 化学与环境工程学院, 北京 100083)

摘要 本文介绍了基于 TI 公司 MSP430F149 单片机设计的新型嵌入式水煤浆球磨机给煤、给水、给药控制系统, 重点讨论了系统组成、软硬件的具体设计和实现。

关键词 MSP430 给煤 给水 给药 控制

1 概述

在水煤浆制备过程中, 需要对球磨机中的给煤、给水、给药量进行严格控制。这些参数对产品质量有很大影响, 需要根据给煤皮带的给煤量及时调整。由于系统存在较大的惯性和滞后性, 而且影响给煤、给水、给药量的扰动因素较多, 所以要采取措施对给煤、给水、给药量实现快速、稳定、精确的控制, 减少能源消耗和设备磨损, 以满足生产需要。

2 水煤浆球磨机给料闭环控制系统组成

水煤浆球磨机闭环控制系统主要由 4 部分组成: 给煤控制、给水控制、给药控制和水煤浆的浓度控制系统。这 4 个子系统可以分别控制。本文主要讨论 MSP430F149 单片机在给煤、给水、给药控制系统中的应用。闭环控制系统组成见图 1。

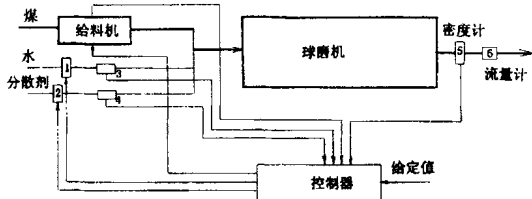


图 1 水煤浆球磨机闭环控制系统

2.1 给煤量的检测控制

由给煤皮带秤检测给煤量, 送入 16 位单片机 MSP430F149 经 A/D 转换与需要量相比较, 通过 PD 调节后进行 D/A 转换; 信号送入变频器调节给煤皮带机的转速, 从而改变给煤量。

2.2 给水、给药量的检测控制

由流量计对给水、给药量进行实时检测。信号经 A/D 转换、PD 调节、D/A 转换后送入计量泵变频器, 调节计量泵电机的运行频率, 改变电机的转速, 从而使给水、给药量符合需要。系统结构组成见图 2。

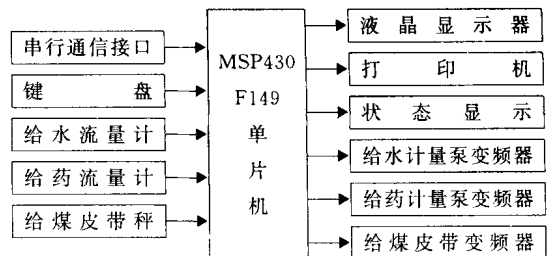


图 2 单片机检测控制系统框图

3 系统软硬件设计

系统中, 控制器采用 TI 公司的 MSP430F149 单片机, 使控制系统自动化水平大大提高。

(1) 内置 2KBRAM、60KB 的 FlashROM, RAM、ROM 和全部外围模块都位于同一个地址空间内, 具有丰富的片内外围, 性价比很高。

(2) 6 个 8 位并行 I/O 端口, 完全可实现该系统所有信号的输入、输出, 不需要硬件扩展。其中, P1、P2 端口的每个引脚都具有中断功能。

(3) 带有 12 位 A/D 转换器 ADC, 完成模拟设定功能, 可以与端口结合实现 A/D 转换。

3.1 系统硬件部分设计

(1) A/D 转换的设计。MSP430F149 单片机自身带有 12 位精度的 A/D 转换器 ADC12。此模块带

有采样及转换时序电路，使转换接口的设计相当简单，只进行必要的设计即可实现此功能。

(2) D/A 转换的设计。D/A 转换器采用 2 片双通道的 AD9751。它是一种高达 300M SPS 的高速数模转换器，内含高性能的 10 位 D/A 内核、一个基准电压和一个数字接口电路。具有优异的交直流特性，在 2.7~3.6V 下工作。通过一个外部电位器使电流在 2~20 mA 范围内输出，转换精度高，功耗小。

(3) 键盘接口电路的设计。MSP430F149 的 P1、P2 口具有中断功能。这 2 个端口的 8 个引脚都有各自的控制寄存器；每个引脚可以单独控制，而且引脚可以作为中断源，单独选择中断触发沿，允许中断。P1、P2 口各使用一个中断向量。P1.0~P1.7 产生同一个中断，P2.0~P2.7 也产生同一个中断。这种结构较适合实现基于中断的键盘输入响应程序。

此系统中，我们使用 4×4 行列式键盘。因此，只用 P2 口即可实现。键盘程序采用行扫描法，即 P1.0、P1.1、P1.2、P1.3 接 4 根列线，列线定义为输出口；P1.4、P1.5、P1.6、P1.7 接 4 根行线，行线定义为输入口，行线需接上拉电阻。

键盘输入响应程序的设计按照中断方式运行。当有键按下时，产生中断把 MCU 唤醒，并启动定时为 12 ms 的定时器。定时器产生中断时，再次唤醒微处理器并扫描键盘判断是否有键按下。如果确认有键按下，计算出键值并执行与该键值对应的程序，完成相应功能。

(4) 液晶显示模块与接口电路。系统中，使用香港 ×× 公司的 M-12864T 液晶显示模块。M-12864T 模块供电电压为 5V 直流电源，工作电流 3.3 mA，可以显示 128×64 的点阵。MSP430F149 通过并行接口实现对液晶显示模块的控制。我们需要一个 8 位的并行接口和一个 3 位的并行口，MSP430F149 的 P5 口作为数据总线；P4.0、P4.1、P4.2 作为读、写及寄存器选择信号。由于并行接口只用于液晶显示模块，可以将 /CE 信号接地，如下图所示。

内藏 T6963C 控制驱动器作为液晶显示屏与 MCU 的接口，可以直接驱动 M-12864T 液晶，控制字符、汉字以及图形的显示。因此，由于 MSP430F149 具有 6 个 I/O 端口，借助于 T6963C，可以直接利用 MSP430F149 的 I/O 口控制液晶显示器。

3.2 系统软件部分设计

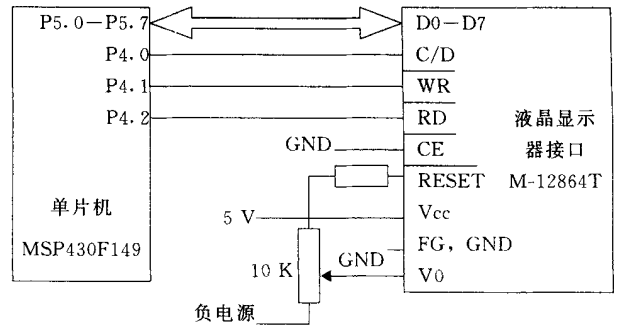


图 3 单片机 MSP430F149 与液晶显示器接口连接

TI 公司的 16 位单片机 MSP430F149 编程的突出优点，就是可以用 C 语言编写，充分利用 C 语言编程结构化、程序简洁和运行速度快等特点。本系统就采用 C 语言来编写，软件设计采用模块化结构，使友好的人机界面、中文显示与提示简洁易懂。软件模块组成如下图 4。

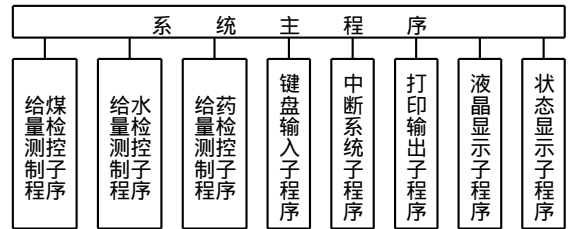


图 4 软件模块组成

系统启动后先初始化，在各模块的配置完成后，MSP430F149 开始读取流量计的输入，经 A/D 转换后送入 MSP430F149 内部并显示瞬时值。转换后的数字信号在控制信号作用下送给比较机构，经 PD 调节后到达变频器；由变频器调节计量泵转速从而改变流量大小。信号的采集、传送每隔 500 ms 进行一次，具体任务由单片机内部定时器触发的中断程序来执行。

(1) 系统主程序的设计。此模块主要完成一些基本的设置工作。对系统进行初始化并监测系统运行情况，其中包括对看门狗、定时器、中断系统等设置。

(2) 键盘输入子程序的设计。此模块完成按键的一些操作。主要包括是否有按键按下的判断、消除抖动、键盘的扫描、键值的确认、按键的释放等子程序。

(3) 液晶显示子程序的设计。显示时，主要包括读状态字子程序、写指令和写数据子程序、读数据子程序，用于处理使用说明、检测控制系统功能介绍、生产状况监测、系统运行状态的显示，把电磁流量计检测到的流量值、变频器频率、计量泵运

(下转第 52 页)

间选定为 20 min。

3.3 试样厚度

慢速法称取 1 g 试样, 煤样摊平后的厚度为 3.2mm; 采用快速法, 用 $\Phi 40$ mm 的称量瓶, 称取 0.5 g 试样, 煤样摊平厚度为 1.6 mm。快、慢法煤样厚度比为 1:2。试样厚度变薄有利于煤样水分的蒸发。

上述 3 项影响水分测定的因素中, 第 1 项与国标规定相同, 第 2、3 项属系统误差, 即方法误差。

快速法与慢速法是 2 种不同的测定方法, 有着不同的实验条件。如快速法称样 0.5 g, 慢速法称 1 g, 在相同的温度下干燥。快速法干燥 20 min, 而慢速法干燥 1 h, 二者干燥时间相差 3 倍。二者存在一定的方法误差。但由于该厂用精煤的空气干燥水分实际一般在 0.20% ~ 1.0% 范围内。我们以最大误差 $\pm 0.10\%$ 对煤中灰分进行干燥基的计算: 空气干燥基灰分为 11.00% 时, 则干燥基灰分为 11.09% ~ 11.10%。因此, 完全能满足煤质控制检验的要求, 这一误差可忽略。

4 效果评价

(1) 快速法由于检验快速, 可减少火车和汽车因“先检后卸”在厂内的停留时间。以 2001 年计算, 我厂月平均检验单种煤 460 批次, 其中“先检后卸”煤月均为 122 批, 全年减少火车停留时间为:

$$122 \times 12 \times 60 \text{ min} \div 60 = 1464 \text{ (h)}$$

如每小时火车延时费为 6 元, 则每年节约延时费为:

$$1464 \times 6 = 8784 \text{ 元}$$

(2) 节约用电:

$$1464 \times 2 \times 0.36 = 1054 \text{ 元}$$

(3) 快速水分测定法, 除对入厂煤进行质量控制外, 还可用作配合煤水分的控制分析。无需增加任何设备, 在现有设备基础上, 缩短分析时间, 减少用电量, 减轻劳动强度, 同时能降低煤样的分析成本。

5 结 论

(1) 采用快速法测定煤中水分, 与国标法比较表明, 在 95% 概率下无显著性差异 (t 检验和 F 检验)。可快速报出结果, 提高工效 2.4 倍。达到了快速的目的。

(2) 快速水分测定法, 运用于生产, 与快速灰分测定法同时使用, 对进厂洗精煤的检验起到了快速准确的作用, 有效控制进厂煤质量, 减少因检验造成车皮延时的矛盾。但快速法只作为控制分析, 不作为煤质量结算的依据。

作者简介 常宏, 1975 年生, 大学学历, 工程师。任河南神火煤电公司焦电厂办公室主任。发表论文多篇。

(收稿日期: 2003- 11- 23)

(上接第 54 页)

行状态等信息显示于液晶显示器上, 使系统运行状况简洁易懂, 增强了人机界面的功能。

(4) 中断系统子程序的设计。当确认有按键按下或定时器产生中断时, 根据预定的算法进行相应处理及对突发事件处理。

4 结束语

该嵌入式控制系统采用新型的低功耗 16 位单片机 M SP430F149 作为整个系统的控制器。优点是实时性好, 操作方便, 功耗低, 性能好。由于 M SP430F149 外围模块丰富, 对于数据的采集、转换处理、存储、显示等操作非常方便。因此, 整个系统的硬件电路容易实现。

目前, 该检测控制系统已投入水煤浆生产线使用, 检测准确, 运行可靠, 能根据生产的需要自动进行调节。不仅能大大降低系统的滞后性, 消除扰动因

素的影响, 对给煤、给水、给药量进行快速、稳定、严格的控制, 而且对于提高整个系统的自动化水平, 减轻工人的劳动强度都有显著效果。

参考文献

- 1 胡大可. M SP430 系列超低功耗 16 位单片机原理与应用. 北京航空航天大学出版社. 2001.
- 2 胡大可. M SP430 系列 FLA SH 型超低功耗 16 位单片机. 北京航空航天大学出版社. 2001.
- 3 魏小龙. M SP430 系列单片机接口技术及系统设计实例. 北京航空航天大学出版社. 2002.
- 4 金以慧. 过程控制. 清华大学出版社. 1993.
- 5 高景德等著. 交流电机及其系统的分析. 清华大学出版社. 1993.
- 6 邵群涛主编. 电机与拖动基础. 机械工业出版社. 1999.
- 7 内藏 T6963C 控制驱动器图形液晶显示模块使用手册. 北京精电蓬远显示技术有限公司.

作者简介 祝恩国, 硕士生。研究方向: 计算机系统与智能模拟。

(收稿日期: 2004- 02- 09)