

文章编号 1000-5013(2004)02-0172-04

水泥道板砖骨料定量加料控制系统硬件设计

尤芳怡 朱德友

(华侨大学机电及自动化学院, 福建 泉州 362011)

摘要 以 AT89C52 单片机为核心, 扩展了人机接口、机电接口、通讯接口的水泥道板砖骨料定量加料控制系统。在相应软件的支持下, 通过 CBL GM-S/1500 型拉压力传感器, 检测加入混合料斗中骨料的总重量。经系统与预设参数判断比较, 发出输出控制信号; 经驱动电路放大后, 控制 3 个加料斗的启闭, 从而实现按比例自动精确加料。实验表明, 该系统在相应程序的支持下合理可行, 经济性好且系统电路简单。

关键词 单片机, 路砖, 定量加料, 硬件

中图分类号 TU 525.2 TP 273 TP 368.1

文献标识码 A

压制的水泥人行道板砖具有成本低, 强度和硬度好等特点。它被广泛用于诸如广场、人行道、停车场、园林、高级住宅等配套公共设施中。其生产工艺一般由原料输送、计量和搅拌、压制成型、传送和后处理组成。其中原料的配制是非常重要的一个环节。水泥砖的骨料, 可由砂、石、水泥以一定的比例混合后制得。我们将 3 种原料分装在 3 个料斗中, 顺序打开料斗的出料口往混合料斗中加料。通过测量混合料斗总质量的增量, 控制 3 个料斗出料口的启闭, 从而准确控制各组分的加料量。准确和自动加料是本系统的关键。

1 自动配料系统的设计思路

自动配料系统的原理如图 1 所示, 它可以采用 PLC、单片机等方法控制。考虑到在实现目的的基础

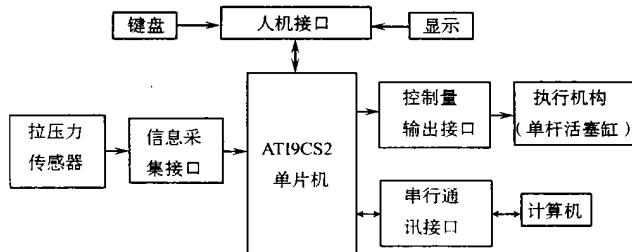


图 1 系统原理图

上尽量降低成本, 我们选择单片机控制的方式。首先通过信号采集装置(传感器或变送器), 将非电量(重量)转换为电量。由 AD 转换器, 将模拟量转换为系统所能处理的数字量。然后在系统内部, 对数字量进行相应的处理与运算。与预定的参数比较判断后, 发出指令控制料斗门的打开或关闭。从而控制原料的落下与否, 最终达到准确定量加料的目的。

2 系统技术指标与传感器的选择

一次配料的总重为大约 3 t, 自动配料的准确度要求达到 1 kg。根据实际条件, 用 4 个量程为 1.5 t

收稿日期 2003-11-09

作者简介 尤芳怡(1971-), 女, 讲师, 硕士, 主要从事机械制造和微型计算机应用的研究。E-mail: fangyi-you@hotmail.com

的 CBL GM-S/ 1500 型防水焊接密封抗冲击拉压力传感器,将混合料斗吊装在支架上.混合料斗和所加入料的总重量为 4 个传感器所测拉力的总和.这种传感器适合于各种机械的称量配料系统,并且有 5 个特点.(1) 密封充氮,适合恶劣环境中使用.(2) 防水、防尘、防腐蚀.(3) 抗冲击、抗振动.(4) 过载能力强,可达 500 %.(5) 稳定性能好.该传感器的主要技术指标,如表 1 所示.

表 1 CBL GM-S/ 1500 主要技术指标

灵敏度/ $\text{mV} \cdot \text{V}^{-1}$	$(2 \pm 1) \%$
非线性滞后重复性/ $(\% \text{FS})$	0.03;0.05;0.10
使用环境温度/ $(^{\circ}\text{C})$	- 10 ~ 55
温度对零点的影响/ $(\% \text{FS}) \cdot (^{\circ}\text{C})^{-1}$	0.01
电桥初始不平衡/ $(\% \text{FS}) \cdot (20^{\circ}\text{C})^{-1}$	< 1
允许过载能力/ $(\% \text{FS})$	500
输入电阻/	(650 ± 6)
输出电阻/	(650 ± 1)
推荐电压/ V	10

3 执行机构的选择与控制

定量加料主要是控制 3 个料斗门的开与闭,用单活塞式的油缸作为执行机构.直流电磁换向阀换向时冲击力小,可靠性高,故选择二位四通直流电磁换向阀来控制油缸活塞的运动.通过连杆机构带动料斗门转动,从而实现料斗出料门的开与闭.

4 硬件总体设计

4.1 系统核心 CPU 采用 AT89C52 单片机

系统 CPU 选用 ATMEL 公司的 AT89C52,这个系列单片机的最大特点是在片内含有 8 位的 FLASH 存储器.根据系统功能要求,配置了前向数据采集通道、后向继电器控制通道、主从机相互通讯接口、人机对话通道(键盘及显示器).在硬件电路设计时,遵循以下 4 个原则.(1) 尽可能选择集成芯片,以简化电路,提高系统可靠性.(2) 系统的扩展与外围设备的配置充分满足应用系统的功能要求,并留有适当的余地,以便进行二次开发.(3) 在设计中“软硬兼施”,以达到系统的优化.(4) 整个系统中相关的器件尽可能做到匹配.

4.2 时钟电路

AT89C52 单片机内部有一个用于构成振荡器的高增益反相放大器,引脚 XTAL1 和 XTAL2 是放大器的输入端和输出端.放大器可与作为反馈元件的片外晶体谐振器或陶瓷谐振器一起构成一个自激振荡器.在本系统中采用内部时钟方式,即在 XTAL1 和 XTAL2 引脚上外接 12MHZ 的晶体谐振器和电容组成并联谐振回路^[1].电容采用 20 pF 的瓷片电容,在设计印刷电路板时,将晶体谐振器和电容靠近单片机安装.同时,加粗相关的铜膜走线以减少干扰,提高时钟电路的稳定性及可靠性.

4.3 复位电路

要使单片机应用系统在上电后能正常工作,复位电路是必不可少的.在设计中,基于尽量采用集成芯片的原则,选用带有 512 KB 的 FLASH 存储器的 X5045 芯片来实现复位及对系统的运行情况进行监控,电路如图 2 所示. X5045 把 4 种常用功能的上电复位、看门狗定时器、电源电压监控和块锁保护的串行 EEPROM 存储器,集成在同一芯片中.这种组合降低了系统成本、减少了电路板空间并增加了可靠性.当向器件加电时,上电复位电路将被激活.它将保持 RESET 有效一段时间.这可使电源和振荡器稳定,然后 CPU 再执行代码.看门狗定时器向 CPU 提供了一个独立的保护机制.当系统发生故障时,在用户所选择的超时时间之后,器件将激活 RESET 信号,使系统复位.器件的低 V_{CC} 检测电路可以保护系统免受低电压之影响,当 V_{CC} 降到最低门限电压以下时,系统将被复位.复位将持续有效直到 V_{CC} 恢复正常工作电平并且稳定为止.而且,该最低门限电压可由用户进行选择或按实际需要进行调整.

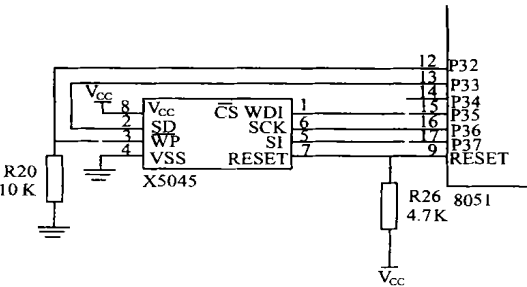


图 2 复位电路

4.4 人机接口设计

人机接口包括键盘输入和显示输出两部分. 输入部分用行列式键盘结合扫描程序控制, 设置了功能键和用于输入参数的数字键等共 24 个按键. 由于在本电路板可用于 3 个系统, 除了定量加料系统外, 还兼容水泥路砖的抗压强度检测和抗折强度检测两个系统(后两个系统另文介绍). 因此用 3 个按键(PL 键、KY 键、KZ 键)用于工作状态选择. 当选择了工作系统状态, 将相应参数设置好后, 启动系统相关程序运行需用到一个开始键. 相应地, 还要有一个停止按键用于停止程序的运行; 由于配料系统要求能输入配料比例参数, 故键盘上需要有 0~9 共 10 个数字键. 此外, 本次设计设置了 6 个默认配比选择键; 一个修改配比值的按键; 一个确认键和一个删除键. 综上所述, 24 个按键阵列刚好可以满足系统要求.

显示输出采用成本低廉、配置灵活的 LED 显示器. 由于在自动配料时, 需要显示的最小单位为 1 kg, 而原料和料斗的最大质量为 3 000 kg. 由此可知, 只需 4 个 LED 即可满足显示要求. 为便于二次开发留有余地, 采用了如图 3 所示的 5 个七段 LED 来构成动态显示方式的显示器. 电路中采用的是共阳极的 LED, 由 P0 口对其进行段控制, P2 口的低五位对其进行位控制.

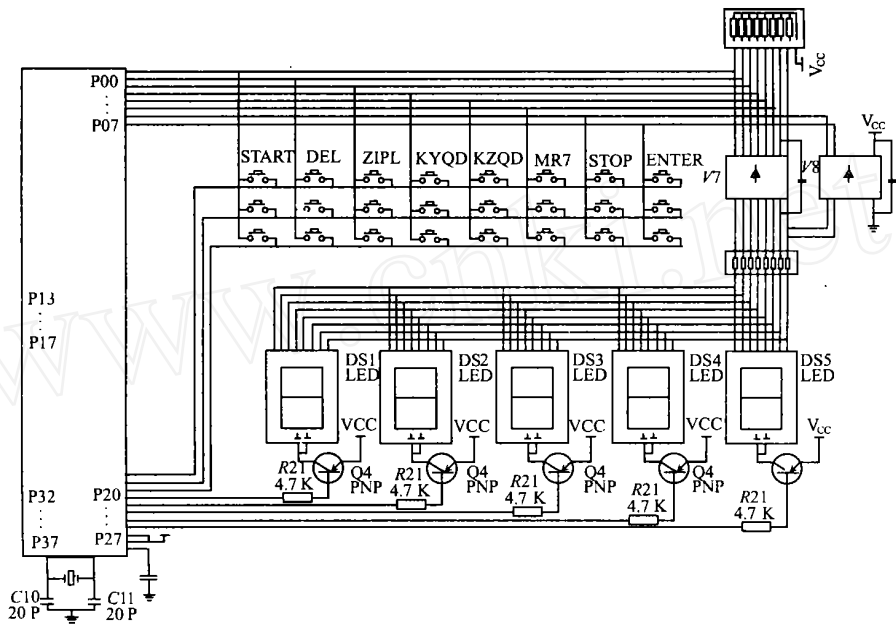


图 3 键盘显示电路

4.5 机电接口设计

(1) 信号采集通道中的 A/D 转换器接口设计. 对于 A/D 转换器的选择来说, 转换时间和分辨率是两个重要参数^[2]. 在本系统中, 考虑到 IO 口的使用情况以及精度问题, 采用带有 11 路模拟输入的 12 位串行控制模/数转换器 TLC2543C. 将传感器输出的模拟量转换成相应的数字量, 输入给 CPU. 系统需要的分辨率为 $\frac{1 \text{ kg}}{3\,000 \text{ kg}} = 0.03\%$, TLC2543C

的分辨率为 $\frac{1}{2^{12}} \times 100\% = 0.0025\%$. 因此, 可以满足要求. 由于 TLC2543C 是串入串出芯片, 而 AT89C52 是 ATEML 公司的与 51 系列兼容的单片机. 这类单片机都不带 SPI 或相同的接口能力. 为了和 TLC2543C 模数转换器接口, 需要用软件来模拟 SPI 的时序操作. 图 4 是 TLC2543C 和 AT89C52 的接口连接图. TLC2543C 的 I/O 时钟、数据输入、片选 CS, 由并行双向 I/O 口 1 的引脚 P1.3, P1.4 和 P1.6 提供.

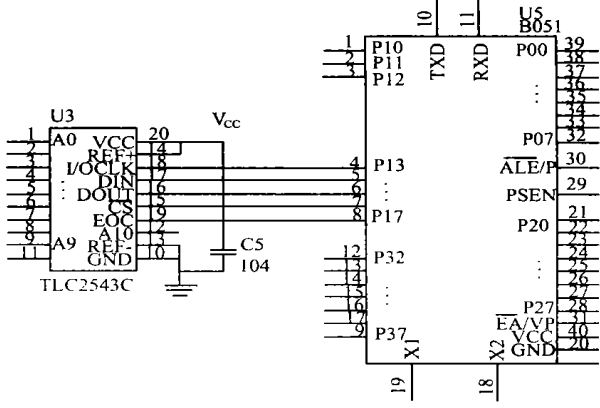


图 4 输入通道

TLC2543C的转换结果数据,通过并行口1的P1.5脚接收。通道选择和数据通过口1,由CPU输入到TLC2543C的输入数据锁存器锁存。(2)继电器驱动接口设计。由于配料系统只需对3个料斗门进行关与开的控制,从经济性考虑,选择单活塞杆的油缸作为执行机构。其方向控制器为直流电磁换向阀,继电器采用直流电磁式继电器RY6W。功率驱动接口一般可选用晶体管或集成电路驱动,由于本系统需要三路继电器,故选用ULN2003来驱动。ULN2003集成了7个反相驱动器,每个驱动器的输出电流可达500 mA,输出端工作电压大于50 V。并且,内部集成了续流二极管,不仅可以满足要求,而且简化了硬件电路,有利于提高系统的可靠性。

4.6 通讯接口设计

考虑到配料系统与上位机的通讯能力,为系统二次开发留有余地,采用RS-232与上位机通讯。RS-232规定了21条信号线25芯连接器和扩展的9芯连接器9条信号线两种标准。在本系统中,采用9芯连接器,直接连接方式(即只使用TXD,RXD,GND3条信号线)。用MAX232芯片,作为计算机与单片机系统进行通讯的接口芯片。

4.7 系统抗干扰设计

由于系统现场运行环境恶劣,其应用的可靠性、安全性是一个突出的问题。在设计硬件时,应尽量采用一些抗干扰措施。首先,在芯片的电源线和地线间接入 $0.1\mu\text{F}$ 陶瓷去耦电容,以提高系统抗干扰性能。其次为电源方面,在印刷板入口处的电源线与地线之间,并接退耦电容($10\mu\text{F}$ 的钽电解电容及 $0.1\mu\text{F}$ 的陶瓷电容)。印刷电路板抗干扰设计,采取以下措施以提高其抗干扰能力:(1)地线与电源线尽量加粗;(2)地线构成闭环回路;(3)电源线、地线的走向尽量与信号线走向一致;(4)各走线间的夹角尽量为钝角;(5)上下板层的走线尽量相互垂直,尽可能不相互平行;(6)去耦电容尽量直接置于芯片电源线和地线之间,缩短走线;(7)时钟脉冲电路的引线短而粗^[3]。

5 结束语

通过实验表明,以AT89C52为核心组成的硬件系统在相应程序的支持下,可以按预设的比例进行配料控制。也可以根据用户自己的配料比例,现场输入进行操作。其人机接口简洁,操作方便,且系统设计在各个方面留有余地,因而便于二次开发和系统功能的增加。本文还以软硬件有机结合,尽量选用典型电路,使系统具有较好的经济性。

参 考 文 献

- 1 何立民. MCS-51单片机应用系统设计系统配置与接口技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1995. 42~47
- 2 杨振江. A/D和D/A转换器接口技术与实用线路[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1996. 71~75
- 3 王幸之,王雷,翟成等. 单片机应用系统抗干扰技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1999. 376~384

Hardware Design of a System for Controlling Quantitatively Feeding Raw Materials in Preparing Aggregate of Cement Brick Paving

You Fangyi Zhu Deyou

(College of Electromech. Eng. & Auto., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou, China)

Abstract Taking AT89C52 single-chip microcomputer as the core, the authors extended the control system with human-machine interface and electromechanical interface and communications interface for quantitatively feeding raw materials in preparing aggregate of cement brick paving. With the support of corresponding software, the total weight of aggregate feeding in mixing bunker was detected by CBL GM-S/1 500 type sensor with tensile stress. After judging and comparing the system with pre-installed parameter, the signal of output control was delivered; after amplifying through drive circuit, start and stop of three bunkers were controlled. Thus the proportionate and automatic and accurate feeding can be realized. As indicated by experiment, this system is rational and feasible with the support of corresponding program, it is rational in cost and simple in circuit of system.

Keywords single-chip microcomputer, brick, paving, quantitative feeding, hardware