

基于 MSP430 单片机的冷媒中心控制系统的研制

作者:赵 锐 高兵权 杜 磊 刘凤良(信息工程大学,450002) 肖胜美(青岛金华公司 青岛 266034)

出处:由 TI 提供

摘要: 全自动冷媒加注系统是作者为汽车制冷系统维护研制的新设备。本文基于 MSP430 单片机设计的嵌入式全自动冷媒加注控制系统,重点研究了设备的组成结构,提出了自动控制的工作流程,讨论了系统主要硬件和软件模块的具体设计和实现方法。

关键词: 冷媒加注 制冷系统 单片机 CPLD

1 引言

制冷系统已成为的现代汽车重要配置,制冷系统内的冷媒量和冷媒纯度都是影响制冷效果的关键因素,需要按期进行系统检测和冷媒更换。冷媒的更换过程分为冷媒回收、抽真空、注冷冻油和冷媒加注四个步骤。目前我国汽车制冷系统的维修和维护的手段,大多仍是人工操作,其工作过程繁杂,效率低下,常因操作不当导致系统损伤。

作者完成的汽车制冷系统维护的自动化设备研制,有效地提高了维修效率和维护质量,实现了汽车制冷系统冷媒更换的全自动操作,使用简便,界面友好。

全自动冷媒加注控制系统采用 16 位单片机 MSP430F149 为核心控制器,采用了 ATERA 公司新型 CPLD 器件 EPF10K10A,并实现了外存数据加密,整机功能完备、可靠性高。

2 系统结构及控制流程

全自动冷媒加注系统结构主要由嵌入式控制系统、电子秤、真空泵、压缩机、多个状态检测传感器、执行开关和电磁阀等组成。如图 1 所示。

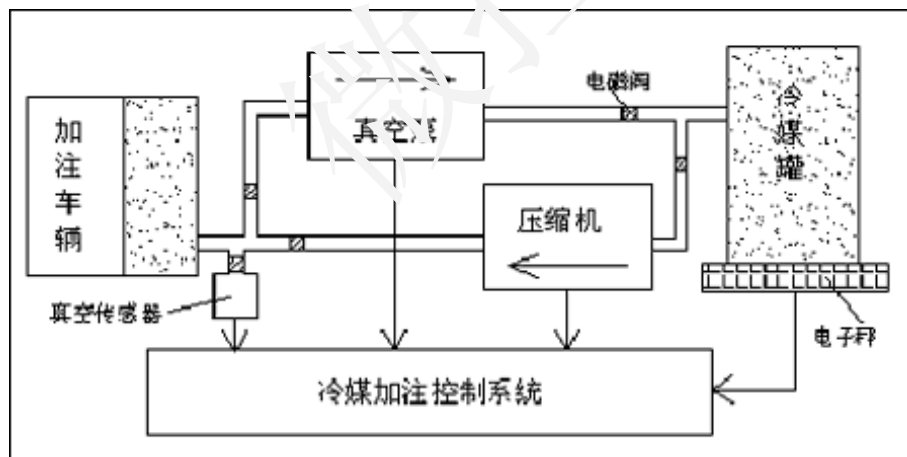


图 1 冷媒加注系统结构图

冷媒加注系统自动控制的工作流程有:车辆信息输入、加注信息查询、冷媒识别和回收、抽真空、加冷冻油、加注冷媒及结果打印八项内容,如图 2 所示。

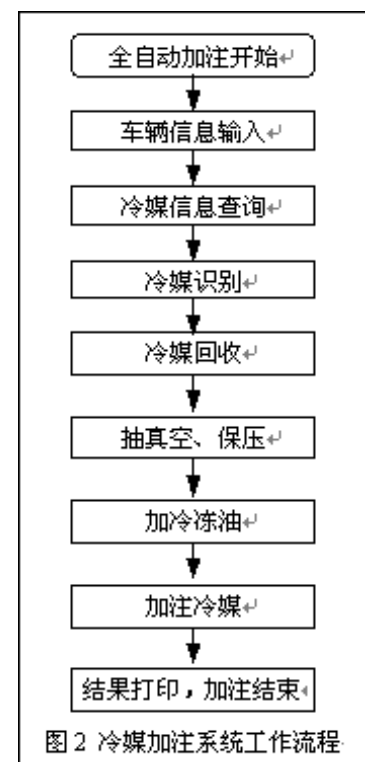


图 2 冷媒加注系统工作流程

(1) 车辆信息输入

在将被检修车辆的冷媒管道同冷媒加注系统正确连接之后，操作员通过操作面板键盘输入车辆的生产厂家、车辆型号和年月信息等参数。

(2) 加注信息查询

控制系统根据输入的车辆信息，在车辆加注信息数据库中查找对应该车的冷媒类型、冷冻油加注量、冷媒加注量及其它控制参数。

(3) 冷媒识别

发控制信号启动冷媒分析仪，冷媒分析仪提取车辆冷媒试样进行类型分析，识别结果提交控制系统。要求冷媒加注系统储存罐内与被加注车辆的冷媒类型相同，否则系统给出报警提示，调换与之相同类型的冷媒储罐后，继续下一步工作。

(4) 冷媒回收

控制相应的执行机构，依靠车辆冷媒管路内自身的压力进行冷媒回收，回收的冷媒经净化处理后，导入冷媒储罐。

(5) 抽真空

回收压力平衡后，控制打开真空泵，抽取车辆冷媒管路中残余的冷媒气体，直至接近零压。关闭真空泵，真空传感器监测车辆冷媒储存室压力。以确定的时间内压力值得变化，检测冷媒管路是否存在泄漏。若无泄漏，进入下一步工作，否则需先对冷媒管路进行维修，确保冷媒管路密封良好。

(6) 加冷冻油

按照控制流程，向车辆制冷系统加入对应该车的定量冷冻油。

(7) 冷媒加注

向车辆加入相应量的同类型冷媒。

(8) 打印加注结果

系统配置的微型打印机打印本次"加注工作"的有关项目和参数，提交用户和存档。至此，完成冷媒加注的全过程。

依据上述的系统结构和控制流程，全自动汽车冷媒加注控制系统设计重点研究和解决了四个问题：第一，系统工作稳定可靠和较强的抗干扰能力；第二，人机接口设计友好、直观和操作方便；第三，实现嵌入式车辆冷媒加注信息数据库系统；第四，研制高精度电子秤，保证冷媒重量的精确计量，实现冷媒加注量的准确控制。

3 硬件系统设计

冷媒加注系统属于"汽保"设备，工作环境比较恶劣，电磁干扰较大。本着稳定可靠、线路简单，同时要求功能完备、技术新颖的设计目标，全自动汽车冷媒加注控制系统的硬件系统结构如图 3 所示。

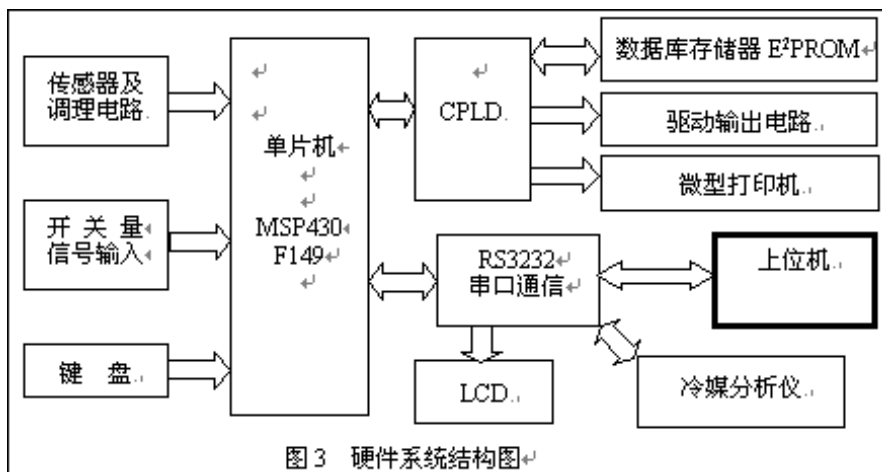


图3 硬件系统结构图

主要组成部件有：MSP430F149 单片机、复杂可编程逻辑器件（CPLD）、压力传感器及其调理电路、串行接口的液晶显示器和冷媒分析仪、键盘、微型打印机、开关量输入输出控制、并口 E2PROM 等组成。

（1）MSP430F149 单片机

MSP430F149 是全自动汽车冷媒加注系统的控制中心，完成传感器数据结果处理，开关量信号的检测，键盘的识别，USART0 和 USART1 两个串口通信的管理，与 CPLD 器件的通信与控制。德州仪器（TI）公司的 MSP430F149 单片机是 FLASH 类型单片机，内置 60KB+256 字节 FLASH，2KB RAM。冷媒加注系统采用液晶显示界面，程序中含有大量的界面和菜单、动画数据，MSP430F149 中 60KB 的 FLASH ROM 满足系统程序对存储空间的需求；2KB 的内部 RAM 保证了数据采集、处理、显示等临时数据和大量的系统全局变量需求；丰富的 I/O 资源实现了键盘的扩充和开关量信号的输入检测，以及 CPLD 器件的通信和控制。

（2）CPLD 器件扩展

单片机通过 CPLD 器件外接了存储器 X28C512，8 路固态继电器和微型打印机。其中 X28C512 为 64K 并口 E2PROM，用来保存车辆加注信息数据库。8 路固态继电器发出驱动输出信号，控制各个执行机构。CPLD 器件选用 ALTERA 公司的 EPF10K10A，解决了 3V 工作的单片机和 5V 工作器件的接口问题；EPF10K10A 的端口驱动能力满足了固态继电器对驱动电流的要求；实现了单片机口线的扩展，精简了电路；EPF10K10A 内部含有 6144 Bits RAM，可实现加注信息数据库的数据加密。

（3）压力传感器及其调理电路

冷媒加注系统采用应变式压力传感器实现电子秤功能。传感器检测平台上冷媒罐及其内部冷媒的重量，据此控制冷媒加注过程的进行，由下式表示：

$$Q = (q_1 + q_0) - (q_2 + q_0)$$

式中：Q 已加注冷媒量，q₀ 冷媒罐重量，q₁ 加注前冷媒重量，q₂ 当前冷媒重量。

传感器输出毫伏级应变信号，经过放大、调零、滤波等调理后，送至模数转换芯片 ICL7135 进行 A/D 转换，输出的数字信号送单片机，完成压力信号的检测。单片机根据处理结果的值域范围，进行查表，实现分段线性化，将传感器信号同冷媒重量对应。冷媒加注系统实现的电子秤量程为 0~50 千克，精度为 10 克。

（4）串口通信

MSP430F149 单片机有 USART0 和 USART1 两个串行通信口，冷媒加注系统外接了三个串口通信设备，串行接口的智能型 LCD、冷媒分析仪和上位计算机。其中冷媒分析仪和上位机复用 USART1 通信口。RS232 接口芯片选用了 3V-5V 兼容的 MAX3232。

(5) 键盘和开关量检测

利用 MSP430F149 的 P1、P2 口实现。P1、P2 口具有中断功能，能够实时的捕捉触发事件。

4 软件系统设计

全自动汽车冷媒加注控制系统软件包括监控程序、中断程序以及数据处理程序等。监控程序的主要作用是及时的响应用户的服务请求，有效地管理设备自身的软硬件及人机一体化联系设备，并在系统出故障时，提供相应的处理信息。主要有：系统初始化管理、键盘管理、显示管理、通信管理、仪器各个功能模块的管理、中断管理等。本系统用到的中断源有：串行口中断、外部中断、软件定时器中断。

冷媒加注控制系统实现的功能主要有：自动加注、手动加注、电子秤计量、加注信息数据库管理、系统设置，如图 4 所示。

- (1) 自动加注模式下冷媒加注系统自动地完成冷媒加注全过程；
- (2) 手动加注模式下操作员可有选择的完成冷媒识别、回收、抽真空、加冷冻油、加注冷媒中的一项或多项操作；
- (3) 电子秤功能可以检测称重平台上物体的质量；
- (4) 数据管理功能实现对车辆加注信息数据库的维护，包括数据查询、数据浏览、记录的增加、修改和删除，另外，冷媒加注系统还提供了数据库更新功能，利用控制系统同上位机通信实现，在单片机控制下写入存储芯片 X28C512；
- (5) 系统设置功能包括设备信息设定、用户信息设定、冷媒信息设定、运行参数设定等。

冷媒加注系统人机接口控制中，软件实现了各个液晶显示函数模块和输入法程序，能够进行数字、英文和汉字的输入，这些基本模块在人机接口操作中被调用。

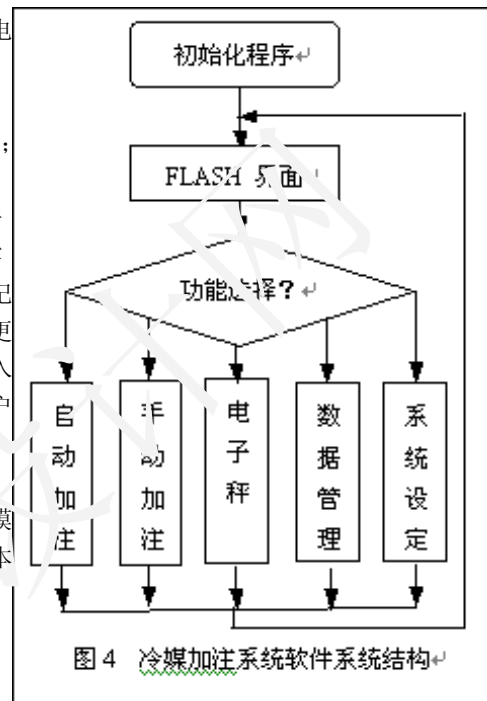


图 4 冷媒加注系统软件系统结构

5 结论

本文研制的冷媒加注控制系统实现了汽车冷媒加注的全自动控制，提高了汽车制冷系统维护效率和维修质量，控制系统完成各项功能并达到各项精度指标，性能稳定，可靠性高，设备操作简单方便。

参考文献

1. 胡大可 编，MSP430 系列 FLASH 型低功耗 16 位单片机，北京，北京航空航天大学出版社，2001.11.
2. 徐志军 编，大规模可编程逻辑器件及其应用，成都，电子科技大学出版社，2000.11.