

智能化汽车空调冷媒回收加注机的设计与实现

梁西银, 兰建平, 马小倩

(西北师范大学 物理与电子工程学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 设计并实现了一种智能化的汽车空调冷媒回收加注机。该装置能够将已经使用过的废旧冷媒中的水分、杂质和油分离出来,使净化后的冷媒重新投入使用,同时还具有定量加注新冷媒的功能。该装置的研制成功,不仅实现了旧冷媒的再生,同时又很好地解决了废旧冷媒的排放对环境引起的污染,具有很高的经济意义和环保价值。

关键词: 汽车空调;冷媒回收;数字滤波;油分离器

中图分类号: TP368.1

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)24-0069-03

Intelligent auto air conditioning refrigerant reclaiming and filling machine development

Liang Xiyin, Lan Jianping, Ma Xiaoqian

(Department of Physics and Electric Engineering, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: This paper designs and develops a kind of intelligent auto air conditioning refrigerant reclaiming and filling machine. This device can have the moisture and impurity and oil in the waste refrigerant isolated, make the refrigerant after purification to put into use. Also it has the function of filling new refrigerant. The unit is successfully developed, it not only realizes the old refrigerant regeneration, and solves the problem of environment pollution caused by waste refrigerant emissions. Therefore, it has a very high economic significance and environmental value.

Key words: automotive air conditioning; refrigerant recovery; digital filter; oil separator

普通的汽车空调系统都是依靠制冷剂(冷媒)R12、R22、R134等进行冷却。冷媒使用一段时间后,由于混入水分、油和其他杂质而使空调系统的制冷效率降低。在这种情况下,需要将废旧冷媒排出,再加入新的冷媒。目前,国内汽车维修行业的通常做法是用真空泵将空调系统中的冷媒排放到大气中,然后将罐装新冷媒依靠系统中的负压自然吸入。这种做法不但造成了资源的浪费,而且严重地污染了环境,破坏了臭氧层;同时,由于没有自动化设备,不能实现定量加注,会影响汽车空调系统的制冷效率,还有可能引起加注费用的纠纷^[1-2]。

本文设计实现了一种智能化的汽车冷媒回收与加注装置。对已经使用过的废旧冷媒,利用特定的循环技术将其中的水分、杂质和油分离出来,使净化后的冷媒重新投入使用。该装置还具有对旧冷媒的定量回收和对新冷媒的定量加注功能,使汽车冷媒的加注标准化,从而能够保证换媒后的汽车空调系统达到额定的效率,还能使换媒的费用准确、透明。该设备的研制成功不仅能

够使低效的旧冷媒变废为宝,降低汽车空调维护费用,增加汽车维修行业的利润空间,同时又很好地解决了随意排放的冷媒气体对环境的污染问题。本设备也适用于工业空调和家用空调的制冷剂更换工作,具有很高的环保价值,有利于促进社会和谐发展。

1 设计原理

1.1 控制部分

汽车空调冷媒智能回收机是一个由单片微机控制的自动装置。仪器控制部分的系统结构如图1所示。系统主要由压强传感器(SENSOR)、PIC单片机(MCU)、外存储器(EPROM)、键盘(KEYBOARD)、数码显示管(LED)、放大器(AMP)、控制电路(CTL)、执行机构、提示蜂鸣器(Beep)和电源模块(POWER)等部分组成。

各种预设的参数和控制指令由键盘输入,经单片机处理后送入外部存储器保存。在回收和加注过程中,称重传感器(Load Sensor)直接将对应的重量转化成0~20 mV的模拟电压。该模拟电压经放大器放大到0~5 V,以满

技术与方法 Technique and Method

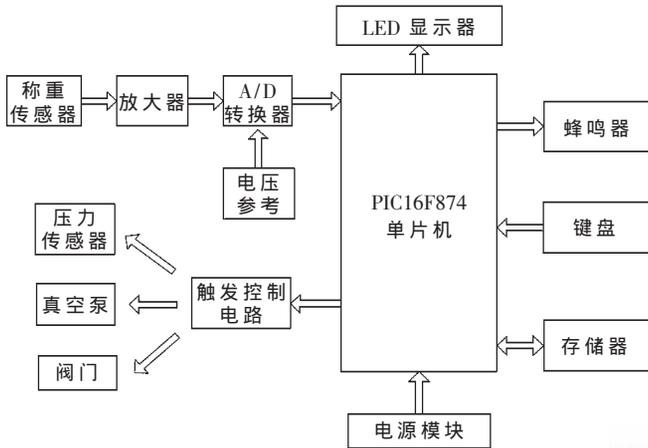


图1 控制部分电路框图

足 A/D 转换器所要求的电压。经放大后的模拟电压送到 16 bit 的模数转换器,将模拟电压转换成数字量。单片机对此数字量进行运算和处理,同时送入数码显示管实时显示。单片机对此数字量进行运算和处理主要是将所称的重量与设定值进行比较,若重量达到设定值,则自动触发控制电路,控制电路控制执行机构(如空气压缩机、电磁阀、真空泵)的通断,实现自动控制的目的。主芯片选用价格低廉、性能优良的 PIC16F874 单片微型处理器,充分利用其提供的软硬件资源^[3]。

1.2 冷媒循环系统

冷媒循环系统^[4-5]的工作主要包括冷媒回收、抽真空和冷媒加注三个主要过程,其循环管路如

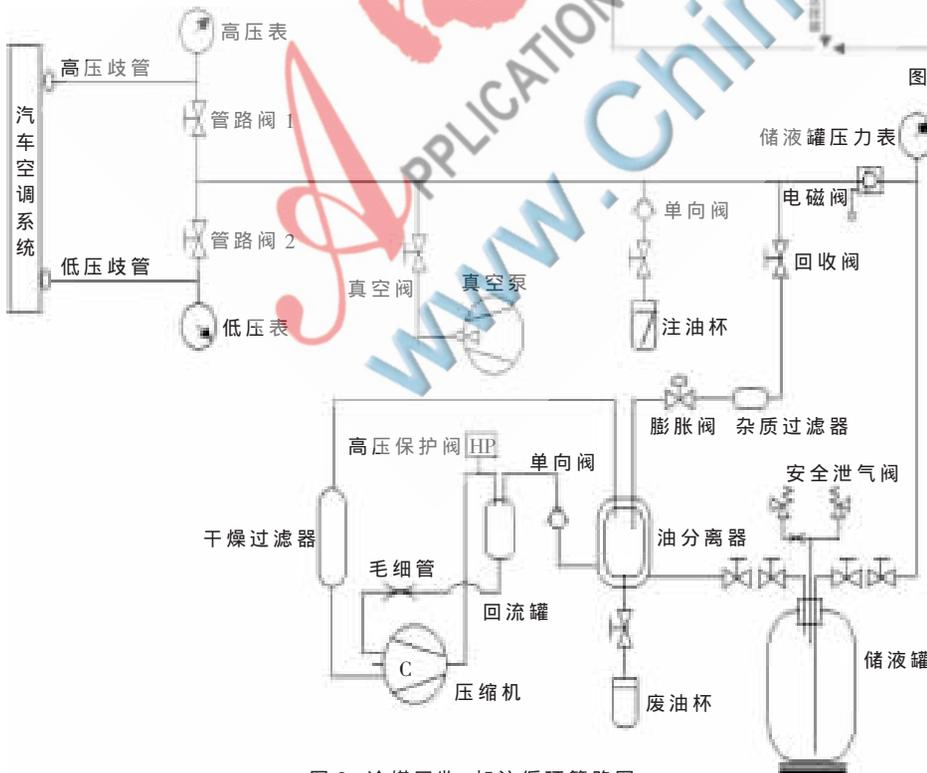


图2 冷媒回收-加注循环管路图

图2所示。冷媒回收过程开始时,打开管路阀和回收阀,启动压缩机,空调中的废旧冷媒通过高压歧管或低压歧管进入回收系统。汽、液相混的冷媒经过回收阀、杂质过滤器,由膨胀阀减压后进入油分离器的内层,吸收热量后的汽态冷媒通过干燥过滤器滤除水分并经压缩机压缩为高压气体后进入回流罐,继而通过单向阀进入油分离器的外层,释放热量后以液态进入储液罐。抽真空过程开始时,打开真空阀,启动真空泵,整个循环系统或空调系统会被抽为真空。加注过程开始时,开启电磁阀,储液罐中的液态冷媒会依靠自然压力通过低压歧管被充注到空调系统中。

整个系统的工作流程如图3所示。

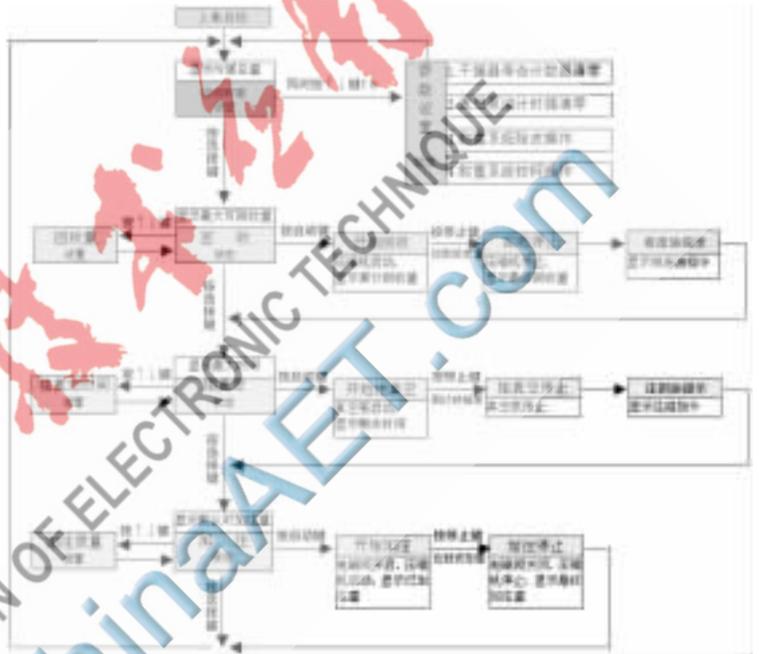


图3 工作流程

2 关键技术和关键器件

2.1 提高数据测量的稳定性与可靠性^[6-8]

在冷媒回收或加注过程中会有强气流冲入储液罐,压缩机也会产生振动,这会给称重系统带来很大的干扰,导致数据产生较大的波动。通过大量的理论研究和现场实验,设计了一种基于滑动平均滤波算法的优化抗干扰算法程序,从而很大程度地提高了数据测量的稳定性与可靠性。该算法的步骤如下:

- (1) 连续取 i 个采样值,将其看成一个队列并求出平均值 A_i ;
- (2) 每次采样到一个新数据,首先与上次平均值 A_i 进行比较;
- (3) 若比较结果大于 ϵ ,说明

技术与方法 Technique and Method

偏差太大,放弃该数据;若比较结果小于 ε ,则采用滑动平均算法求出滤波结果并进行显示。 ε 为经过多次测量、实验得出的采样值误差偏移上限;

(4)采样新数据重复以上操作。

其流程如图4所示。

2.2 提高从冷媒中分离油的效果

制冷系统中的压缩机必须依赖润滑油降低工作时的噪音,延长使用寿命。因此,润滑油和冷媒在制冷循环系统中是以混合状态共存的。所以,冷媒的回收和再生之前必须先要除去其中的润滑油。

采用膨胀技术和网格结构提高从冷媒中分离油的效果,如图5所示。利用冷媒汽化温度远远低于润滑油的这一特点,将高压、液化的冷媒润滑油混合物通过膨胀阀减压膨胀,使汽化后的冷媒与液化状态的润滑油互相分离。为了提高冷媒和油的分离效果,本文设计了一种金属网格结构,增加了液态润滑油在膨胀空间的附着能力,避免了高速冲入的汽化冷媒将微小的润滑油滴直接冲出油分离器。



图5 从冷媒中分离油的实现

2.3 解决压缩膨胀过程中热交换问题

在油与冷媒分离和冷媒的回收过程中,需要很好地解决热交换的问题。在冷媒的分离过程中,由于液态冷媒在低压下膨胀、汽化,会从周围空间吸收大量的热量,如果没有很好的热能补给机构,会导致油分离罐大幅度降温,直至结霜,从而严重影响液态冷媒汽化的完全程度,进一步影响冷媒与油分离的效率。另外,在冷媒回收入罐的过程中,需要压缩气态冷媒使之转换为液态流入回收罐中。在此压缩过程中会产生大量的热量,此热量如果不能快速散去,会导致压缩机和管路过热,影响冷媒的液化程度和整机系统的安全性能。

74

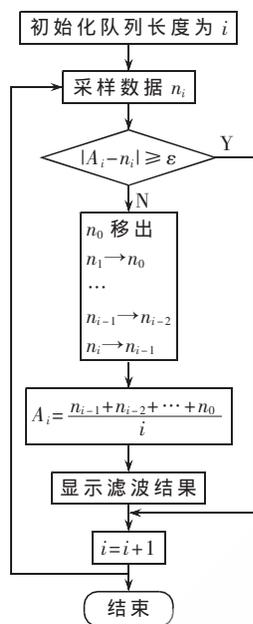


图4 抗干扰算法流程图

目前,国内通常采用风扇强制热交换技术解决上述两个环节的热量交换问题。这种强制热交换技术必须借助于一个或两个高密度、大体积的散热片组和一个体积、风量足够大的风扇。显而易见,此技术无法克服体积大、噪音大、能耗高、可靠性差、环境温度适应范围窄的缺陷。

本文通过反复实验和验证,采用双层罐结构设计了一种自主平衡式热量交换器,并将此热量交换器与油分离空间和冷媒液化空间紧密地结合在一起。如图6所示。这种设计不但彻底避免了上述技术缺陷,而且具有管路简单、结构紧凑、环境温度适应性强的特点。

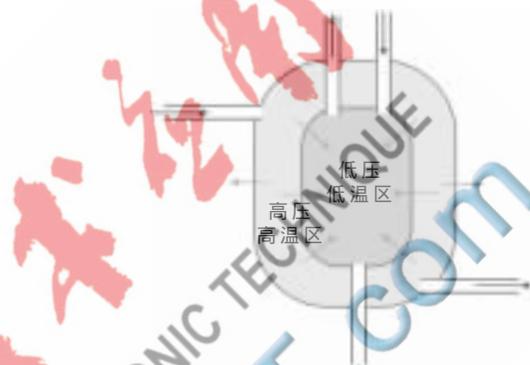


图6 解决热交换问题的结构

2.4 四键便捷操作模式和菜单参数设置模式

本装置采用了独特的按键操作模式和菜单参数设置模式。

在自动控制设备的按键操作方面,国内普遍流行以4×4数字键盘作为所有数字输入和操作指令的输入界面。通过广泛调查和实践验证,这种操作面板对于用户来说难学、难记、难操控,且容易因慌忙导致误操作。

本文将本机的自动控制过程组合为5种工作状态,在操作面板上设计了3个状态灯,2个按键灯。将按键的数量简化到4个:1个用来选择状态;1个用来控制过程启动和停止;2个调整当前数值的大小。同时,在程序中采用按键防抖动和防误触发程序算法,使本机的操作面板简洁、明了、易学、易记,且杜绝了键盘误触发的可能。

参数设置操作采用了菜单选择方式,通过面板数码管的信息提示,用户只需通过按动“下”键翻动,即可快速选择需要设置的参数条目。参数设置过程的进入采用了唯一状态下的双键同按的方式,即只有在待机称重状态下,同时按住“上”键“下”键1s,才能进入参数设置菜单。这种方式其实相当于参数设置的操作加密,可以防止非合法用户的误操作导致运行参数被破坏的严重后果。

2.5 干燥器寿命计数器和真空泵油寿命计时器

冷媒中水分的增多是导致制冷效率下降的重要原因。干燥过滤器是分离冷媒中水分的关键器件。干燥过滤器都有一定的使用寿命,如果其吸附的水分已经饱和,将不再具有滤除水分的功能,从而影响过滤水分的

技术与方法 Technique and Method

效果。为了解决这一问题,一般要求用户定期更换或烘干干燥过滤器,无法通过定量的手段提醒用户在恰当的时候进行更换。

本文根据旧冷媒的平均含水量和干燥过滤器的水分吸收量,计算出了所使用干燥过滤器的可回收冷媒最大质量。采用非易失性存储器件和冷媒回收质量程序累加器,累加并存储每次回收的冷媒质量,当累计回收的质量等于最大回收质量时,本机程序会自动屏蔽回收功能并提醒用户及时更换干燥过滤器。干燥过滤器更换之后,其寿命计数器清零,回收功能重新恢复。

设置真空泵油寿命计时器的目的是为了强制保护真空泵的正常工作状态和使用寿命。设计和原理与干燥过滤器计数器相同。

本文根据普通的汽车空调系统废旧冷媒的再生和新冷媒的加注的实际需要设计和研制了一种智能化的汽车空调冷媒回收加注机。该装置能够将已经使用过的废旧冷媒中的水分、杂质和油分离出来,使净化后的冷媒重新投入使用。同时还具有定量加注新冷媒的功能。在设计过程中,采用了先进的单片系统、高精度的称重传感器、高性能的数据采集和转换器,防止数据抖动的程序算法和各种抗干扰技术,简洁快速的四键操作模式,独特、高效的油分离系统和水分离器,膨胀、压缩过程热量自动平衡的管路循环系统,润滑油寿命自动计时

器和水分离器自动计数器等关键技术。该装置具有很高的经济意义和环保价值。

参考文献

- [1] 王剑峰.浅谈制冷剂与环境保护[J].内蒙古环境保护, 2005, 17(1): 30-33.
- [2] 田建春.空调系统采用不同制冷剂的差异[J].汽车电器, 2003(1): 19-20.
- [3] 黄伟贞.制冷剂的回收、循环和再生技术在生产中的应用[J].测控技术, 2003, 22(1): 45-47.
- [4] 赵毅.单片机系统中数字滤波算法[J].电测与仪表, 2001, 38(6): 12-14.
- [5] 任克强,刘晖.微机控制系统的数字滤波算法[J].现代电子技术, 2003(3): 40-43.
- [6] 李银华.微电脑式冷媒加注机控制系统设计[J].微计算机信息, 2005, 21(4): 48-49.
- [7] 孙海,孟祥,邓学伟.AD7715 模数转换器在小信号测量中的应用[J].测控技术, 2003, 22(9): 66-68.
- [8] 冉全,章涤峰,钟时明.AD7715 在精密分析仪器中的应用研究[J].单片机与嵌入式系统应用, 2003(4): 47-50.

(收稿日期: 2011-09-20)

作者简介:

梁西银,男,1971年生,高级实验师,硕士研究生导师,主要研究方向:嵌入式系统与可编程逻辑器件。

当建平,男,1984年生,助教,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式系统及应用。