

中央空调管道清洗机器人控制系统设计

何 琴

(武汉理工大学 机电工程学院, 湖北 武汉 430070)

摘要:为解决中央空调管道清洗难及管径不规范等问题,将自动定心技术应用到管道清洗机器人中,开展了中央空调管道清洗机器人控制系统方案分析与设计。采用模块化的设计思想,以 ATmega64 单片机为控制核心,建立了各个功能模块之间的关系,实现了中央空调管道清洗机器人整个控制系统的方案设计。在现有的中央空调管道清洗技术基础上,对相关研究成果进行了对比分析及评价。研究表明,所设计的清洗机器人能够实现自动定心以适应不同的空调管径,完成清洗作业,为中央空调管道清洗技术提供了广阔的应用前景。

关键词:中央空调;清洗;机器人;ATmega64

中图分类号:TH39;TP242

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2011)08-0944-04

Design of central air conditioning duct cleaning robot control system

HE Qin

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: In order to solve the problems of central air conditioning duct diameter non-standard and the difficulty of the duct cleaning, the automatic centering technology was investigated. After analysing the central air conditioning duct cleaning robot control system, adopting a modular design thought, taking ATmega64 microcontroller as the control core, the relations between modules were established. A method was presented to the central air conditioning duct cleaning robot control system design. The cleaning technology was evaluated based on the existing cleaning technology. The results show that the cleaning robot can achieve automatic centering to adapt different pipe diameters to finish cleaning tasks, provide a broad application prospects for central air conditioning duct cleaning technology.

Key words: central air conditioning; cleaning; robot; ATmega64

0 引 言

近年来,随着我国城市建设高速发展,越来越多的楼宇采用集中空调系统,同时关于保持空调通风系统洁净(特别是高层建筑的通风管道)的问题也随之产生。据调查,在室内空气污染源中,中央空调通风系统的污染占 40%~53%^[1],而 75% 以上的中央空调通风系统管道(即风管)为中等以上污染,污染状况比较严重^[2]。因长期堆积形成的风管内尘埃和污染物若不能得到及时地清扫,则会由于风阻的加大而损耗能源,同时还会使室内的空气受到污染,诱发细菌滋生,传染疾病,严重影响人们的生活质量^[3-5]。因此,从保障人们身心健康和节约能源的角度出发,中央

空调通风管道的清洁成为一个不容忽视的问题。

中央空调风管的清洗在国外已经有几十年的发展历程^[6],因此设备的研究和开发也相应比较成熟,但国内风管的设计以及制作极不规范,很少考虑通风系统的可维护性,导致出现“规格多,而且经常有变径”的情况。现存的机器人只能针对一些特定规格的管道进行清洗,其结构对其他管道很难具有适用性。因此,需要研制一种能适应各种管径的新型管道清洗机器人^[7-10]。

针对这一现状,笔者设计一种新型可适应变管径的清洗机器人,通过一个带毛刷的伞状的张合机构实现变管径操作,从而能完成不同管径的清洗作业。整个系统中采用 ATmega64 核心芯片控制车载机器人及

收稿日期:2011-03-01

作者简介:何 琴(1987-),女,湖北武汉人,主要从事机械设备自动化控制及设计方面的研究. E-mail:okheqin@163.com

控制台。

1 系统总体方案设计

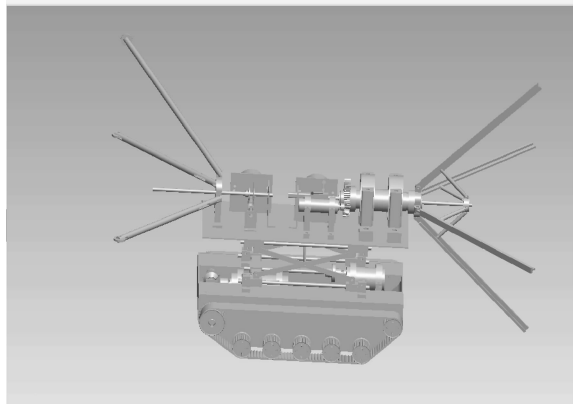


图1 机器人三维结构图

该设计中清扫机器人机械机构三维图如图1所示。该机构主要由行走机构(双足履带驱动机构)、清扫机构、螺旋升降机构及尾翼机构,整个机构采用6个电机进行驱动。

为实现清扫机器人在空调管道内高效稳定运行,

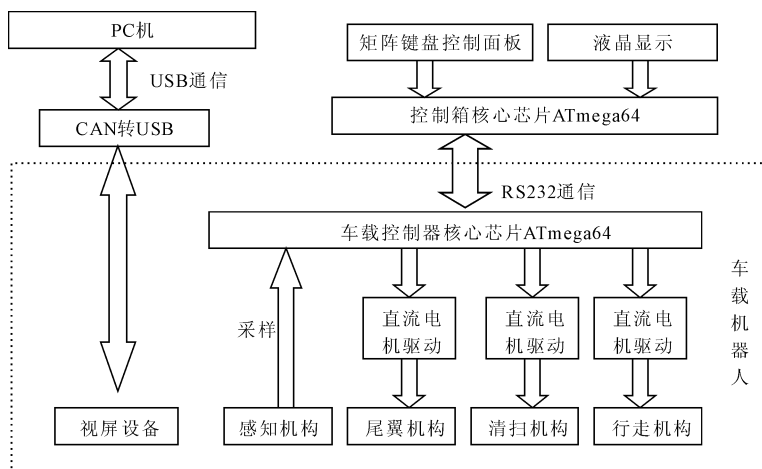


图2 清扫机器人控制系统框图

2 驱动系统设计

该设计中直流电机的驱动采用L298N驱动芯片。由于清扫机器人行走机构要实现转弯功能,行走电机需能进行调速,该设计调速系统采用PWM脉宽调速。该设计中总共有6台电机,采用了5个L298N芯片进行驱动。

转弯部分的调速通过ATmega64单片机PB端口的第2功能输出PWM波形。该设计中采用快速PWM模式产生高频的PWM波形。工作于快速PWM模式时,计数器的数值一直增加到MAX,然后在后面的一

空调管道清扫机器人系统包括以下几个部分(系统框图如图2所示):

(1)移动机构。空调清扫任务中的工作载体,包括机体架、行走驱动电机和车轮,保障牵引力,具有一定的越障能力和管道内移动的能力。

(2)清扫机构。该机构是整个清扫机器人实施清扫作业的执行机构,清扫装置将决定空调管道清扫的效率和质量。本研究选择合适的清扫工具以达到扫落附着在管壁上的灰尘的目的。

(3)尾翼机构。防止清扫机器人在工作中产生摆尾现象。

(4)感知机构。车载单片机采集各运动限位开关传感器信号,实现对各机构动作的检测和保证机器人工作顺利进行,避免清扫机器人系统的损坏。

(5)控制系统。包括车载控制和外部控制箱部分,完成对清扫机器人稳定运行的控制,提高工作效率。

(6)监控系统。包括相当于机器人的感知系统,实现对管道内环境的监测和保证机器人快速感知周围环境变化。

个时钟周期清零,比较单元可以在 OC_n 引脚上输出波形,输出的PWM波形频率可以通过如下公式计算得到:

$$f_{OC_n, PWM} = \frac{f_{clk_I/O}}{256N} \quad (1)$$

式中,变量 N 代表分频因子(1、8、64、256或1024)。

通过设定 OCR_n 的值可以得到不同的占空比。该设计中单片机系统时钟为8MHz,分频因子 $N=64$, $OCR_n=170$,即输出的PWM频率为488.3Hz,占空比为2/3。

3 清扫机器人自动定心设计

为了改变现有清扫机器人只能对一些特定的管径进行清扫作业的现状,该设计中,管道清扫机器人采用了一个 X 式升降台机构和一个伞状的张合机构,能够实现定心操作和清扫作业,从而达到变管径的目的,适用于不同管径的中央空调管道清扫作业。为了能够准确实现自动定心,在伞状张合机构上可拆装的毛刷上安有传感器(触碰开关和限位开关),通过对其进行软件设计,本研究采集触碰开关和限位开关的状态,再根据状态执行相应的操作,最终达到机器人自动定心的目的。该部分软件设计的程序流程如图 3 所示。

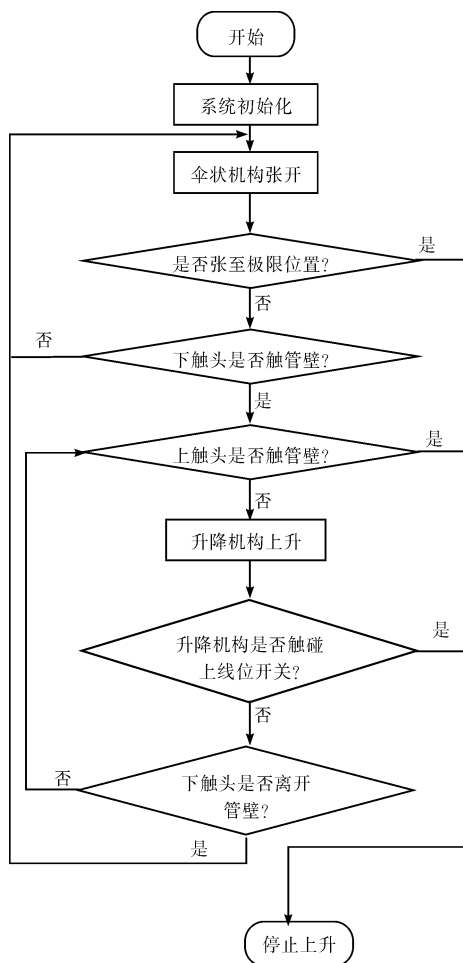


图3 自动定心程序流程图

4 软件设计

本研究的软件设计包括管道清扫机器人车载控制系统 ATmega64 单片机和控制台 ATmega64 单片机的软件设计。键盘模块和液晶显示模块由控制台单片机控制,按键信号一方面显示在控制台的液晶显示器上,另一方面通过两单片机之间的串行通信接口发送给车

载控制单片机,驱动电机操作。

4.1 控制台单片机软件设计

控制台单片机主要控制键盘模块和液晶显示模块,按键信号一方面显示在控制台的液晶显示器上,另一方面通过控制台单片机和车载控制单片机之间的串行通信接口发送给车载控制单片机。

单片机上电后,首先是一段初始化的程序,初始化单片机各端口、液晶显示器和串行口。端口的初始化主要定义引脚的输入/输出方式和初始高低电平。串行口初始化主要进行串行口的参数设置,主要包括:波特率的设置,发送使能的设置和数据接收格式的设置,在该设计中系统时钟为 8 MHz,设置的波特率为 9 600 bps,数据格式是 8 个数据

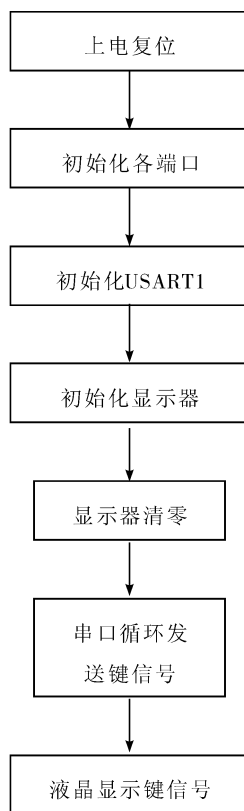


图 4 控制台单片机软件的流程图

位和 1 个停止位,无奇偶校验。液晶显示器初始化主要包括:CD1602 数据输入方式设置、首地址显示设置和显示、光标及闪烁开关设置。然后是液晶显示清屏程序,接着是一段循环程序,串口查询按键信号后把按键信号发送到串口数据寄存器,并在控制台液晶显示器上显示按键信号。程序流程图如图 4 所示。

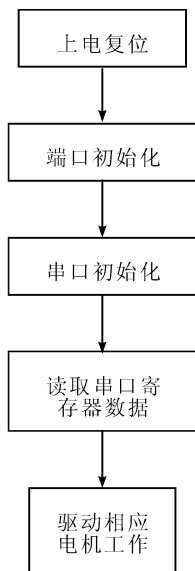
控制台单片机的源程序主要包括延时程序、键盘动态扫描程序、液晶显示程序和串口数据发送程序。通过程序编写要实现按键信号液晶显示和串口发送给车载单片机控制车载单片机上相应电动机操作。

4.2 车载单片机软件设计

车载单片机主要接收来自控制台单片机的键盘信号,根据键盘信号驱动相应的电机,完成管道内的清扫工作。车载单片机上电后,首先执行一段初始化的程序,初始化各端口和串行口。端口的初始化主要定义

引脚的输入输出方式和初始高低电平。串行口的初始化和控制台单片机一样,主要进行串行口的参数设置,主要包括波特率的设置,接收使能的设置和数据接收格式的设置,在本程序中系统时钟为 8 MHz,设置的波特率为 9 600 bps,数据格式是 8 个数据位和 1 个停止位,无奇偶校验。接着是查询接收串口数据,根据接收到的数据驱动相应的电机工作。软件流程图如图 5 所示。

图 5 车载单片机软件流程图



车载单片机的源程序主要包括延时程序和串口中断服务程序,其中串口终端服务程序中主要是电机驱动程序包括机器人的行走、转弯、刷头张合、刷头旋转、尾翼张合及自动定心程序。通过程序的编写主要通过串口从控制台单片机接收键盘信号,然后根据键盘信号驱动电机进行相应的操作最终实现车载机器人在空调管道内的清扫作业。

该研究完成的实物照如图 6、图 7 所示。

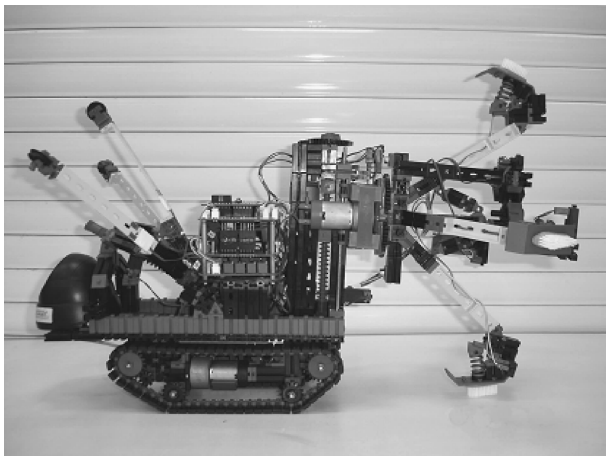


图 6 车载机器人

5 结束语

空调通风管道清扫机器人代替人在中央空调管道内进行作业,其具有重要的社会效益、经济意义和广阔的应用前景。本研究针对现有清扫机器人系统存在的



图 7 车载控制台

不足,对管道清扫机器人关键技术进行了深入研究,对机器人车载控制系统及外部控制箱进行了硬件及软件设计,完成了空调管道清扫机器人整个控制系统的设计与实现。

参考文献 (References):

- [1] 范 林. 中央空调风管清洗改善室内空气质量[J]. 清洗世界, 2004, 20(4): 14-18.
- [2] 洪雅洁, 张淑云, 等. 大连市公共场所集中空调通风系统管道污染状况调查[J]. 现代医药卫生, 2004, 20(13): 1309-1310.
- [3] 金 松, 毛立民, 过玉清, 等. 非等径、变截面管道清洗机器人控制系统研究[J]. 电气传动, 2006, 36(7): 1-4.
- [4] 韩晓明, 车立新, 谢霄鹏, 等. 中央空调管道清扫机器人的设计[J]. 机械, 2005, 32(1): 39-41.
- [5] 乔国凯. 中央空调清洁机器人控制系统的研究与实现[D]. 青岛: 中国海洋大学信息科学与工程学院, 2008.
- [6] TURPIN J R. Reputable duct cleaning in high demand, Air Conditioning, Heating & Refrigeration News [J]. Troy, 2003, 220(5): 12.
- [7] CHOI H R, RYEW S M. Robotic system with active steering capability for internal inspection of urban gas pipelines[J]. Mechatronics, 2002, 16(12): 713-736.
- [8] ROH S G, CHOI H R. Differential-drive In-pipe Robot for Moving inside Urban Gas Pipelines[C] // IEEE Transactions 2005. South Korea: Sungkyunkwan Univ, 2005: 1.
- [9] SUZUMORI K, MIYAGAWA T, KIMURA M. Micro Inspection Robot for 1-in Pipes [C] // IEEE Transactions 1999. Kawasaki: Toshiba Corp, 1999: 286-292.
- [10] HOLOPAINEN R, SALONEN EM. Rotating brush behaviour in duct cleaning[J]. Energy and Buildings, 2004, 36(10): 1049-1062.

[编辑: 李 辉]