

具有 USB 和 RS232 接口的气室调节监控系统

王全会, 郑丰隆*, 丁俊峰, 齐俊清, 刘 杰

(山东科技大学 信息与电气工程学院, 山东 青岛 266510)

摘要: 为准确研究环境因素对农作物的生长产生的影响, 设计了一种可以自动调节气室 CO₂ 浓度的检测控制系统。该系统采用 12846 液晶实时显示数据, 根据人工设定气体含量参数, 自动控制 CO₂ 发生器维持气室的气体含量。研究表明, 该系统可对气室内氧气、二氧化碳和发生器内压力数据进行采集与控制, 可实现内部存储、U 盘读取和直接与 PC 机通信, 以及在 PC 机上显示、存储数据等功能。

关键词: 数据采集与处理; 气室调节与控制系统; STC89C516RD + ; USB 读取

中图分类号: TP23; TH83

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2011)09-1080-06

Gas chamber regulation monitoring system with USB and RS232 interface

WANG Quan-hui, ZHENG Feng-long, DING Jun-feng, QI Jun-qing, LIU Jie

(College of Information and Electrical Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, China)

Abstract: In order to accurately research environment factors on the effects of crop growth, a kind of the detection and control system of gas chamber automatically adjusting the CO₂ concentration was designed. The system can collect and control the data of oxygen, carbon dioxide in gas chamber and the pressure of the carbon dioxide generator. And the system can real-time display gas data with a 12846 LCD. According to artificially setting gas content parameters, the system can automatic control CO₂ generator of gas content to maintain the gas chamber. Results show that the system can store data and read by U-disk directly. When communicating with PC, it can display and store data in PC.

Key words: data acquisition and processing; gas chamber regulation and control system; STC89C516RD + ; USB reading

0 引 言

随着自动化技术的快速发展, 自动化产品在工农业领域的应用越来越普及。自动化设备的应用不仅使生产更加精密, 提高了产品质量和生产效率, 而且可以大大减少人力、降低生产成本, 并形成批量化生产。采用人员设定参数, 自动控制运行的气体调节监控系统可实时检测一定区域的大气中 O₂ 和 CO₂ 含量, 根据设定值控制 CO₂ 发生装置自动维持一定范围内的 CO₂ 浓度。这在农业大棚种植以及研究 CO₂ 含量对动、植物的生长方面都具有很广泛的应用前景。该系统具有方便用户读取转存数据, 现场可观察气室气体含量数据, 而在无人监管状态下能根据预设参数实现自动控制等特点。另外, 通用的 USB 接口、RS232 通信接

口和上位机画面的设计, 用户既可以使用 U 盘就可读取、转存数据参数。也可直接通过 RS232 通信接口与 PC 机连接, 实现在 PC 机上实时显示和存储功能。

基于此, 本研究主要探讨了具有 USB 和 RS232 接口的气室调节监控系统。

1 系统设计原理

该系统是应客户的需求而设计的一套实验室仪器, 设计上要求实时检测、显示气室内的氧气、二氧化碳浓度和二氧化碳发生器装置内部气压。并通过继电器控制气室内二氧化碳的输入量和二氧化碳发生器的启停。调节气室内的气体浓度维持在一定浓度范围内。系统要求可分别设定氧气、二氧化碳和气压的上下限, 并具备 RS232 通信和 U 盘读取功能。根据设计

收稿日期: 2011-05-09

作者简介: 王全会(1986-), 男, 山东聊城人, 主要从事检测技术与自动化装置方面的开发与应用. E-mail: wqh2012@126.com

通信联系人: 郑丰隆, 男, 教授, 硕士生导师. E-mail: 80698051@163.com

要求,该系统可分为气体数据采集模块、显示模块、通信存储模块、参数设置模块和CPU处理模块等部分组成。其逻辑关系图如图1所示。

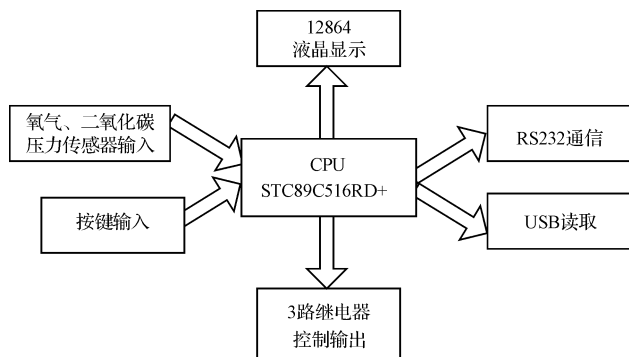


图1 系统逻辑关系图

气体数据采集模块分别采用了B_530型二氧化碳传感器^[1-2]和KE-50氧气传感器^[3]获取气室内的二氧化碳和氧气含量数据,并通过ND-1通用压力传感器^[4]采集气体发生器内的气压值。其中二氧化碳传感器可模拟和数值双输出,压力传感器为通用的4 mA~20 mA电流输出。而氧气传感器由于输出模拟信号较微弱,在接入系统前进行了电压转电流隔离转换放大。由0 mV~75 mV的电压值转换为4 mA~20 mA的电流值。为达到高精度的要求,系统中采用了12位的TLC2543模数转换器进行氧气和压力数据的A/D转换处理^[5],而二氧化碳数据采用传感器的数字输出口。

显示模块则采用12864液晶显示屏实时显示时间、二氧化碳和氧气含量和U盘状态。当进入参数设置状态后,画面将分别显示年、月、日、时、分,二氧化碳上下限、氧气上下限和压力上下限。

通信存储模块则是采用RS232通信口和USB接口,设计中通过RS232接口完成与上位机通信,可在PC机的指定目录下自动存储数据。上位机显示效果如图2所示^[6]。

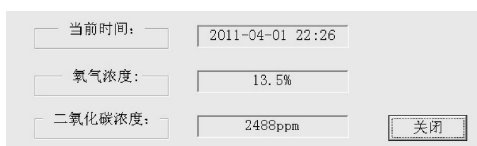


图2 上位机画面

USB接口用于U盘读取系统中存放在AT24C16中的数据。系统每隔10 min(可选定)将时间、氧气含量、二氧化碳含量存储在AT24C16中。可循环存储24 h的数据。当U盘插入时,液晶屏幕有提示画面,系统自动在U盘内创建文件,并读取AT24C16内的数据,写入U盘内的文件中。

参数设置模块则响应外部按钮设定,系统设计有3个外部按钮输入:SET键、ADD键和SUB键。3个按钮可满足外部对系统时间、氧气上下限、二氧化碳上下限和压力上下限的设定和选择。

CPU处理模块为系统的中央处理模块。其功能包括:负责采集3个传感器的数据,内部处理后用于液晶显示;根据设定时间存储时间和气体数据;实时通过RS232与上位机通信;在U盘插入系统后,响应U盘读取中断,将AT24C16内部的数据转存到U盘内;循环查询响应外部按键输入,在按键设定参数完毕以后,要将设定参数值存入固定位置。在每次采集到传感器数据后,要与设定参数对比,根据上下限值驱动24 V继电器动作,控制外部电磁阀的通断,调节气室氧气和二氧化碳的浓度稳定在规定比例范围内。

2 硬件设计

该系统的硬件部分主要包括了按键输入、A/D数值转换输入、液晶显示、串口通信、继电器控制以及USB驱动等。其中USB驱动部分对单片机的内部资源要求比较高。设计中采用了USB总线的通用接口芯片CH375,该芯片在使用U盘文件级子程序库时,要求单片机系统需要具备以下硬件资源:不少于4 KB~8 KB的程序空间,不少于600 B的随机存储RAM。为了支持所有U盘(包括扇区大于512 B的大容量U盘),子程序库可能需要2.2 KB甚至4.3 KB的随机存储器RAM^[7]。鉴于该系统包含了多个的功能模块,对硬件的CUP处理能力要求比较严格,系统采用了宏晶科技公司的STC89C516RD+,该款单片机具有以下特点^[8]:

(1)最高时钟频率达80 MHz,对于处理较大程序非常有利,可大大提高程序执行速度。

(2)Flash程序存储器63 KB, RAM数据存储器1 280 B,不仅能满足CH375芯片驱动要求,而且在软件设计时不必考虑存储空间问题。

(3)内置真正的看门狗,缺省为关闭(冷启动),启动后无法关闭;对于运行较大的设计系统,内置看门狗功能不仅省去了外部看门狗设计,还增加了系统的可靠性,有效防止程序跑飞。

(4)内部资源丰富,设计中用到了内部的3个定时器 T_0 、 T_1 、 T_2 。

在硬件电源部分的设计中,为了更好地保持传感器的通用性,电源模块要求能提供24 V、12 V、5 V多电压输出,该设计采用了LM7812、LM7805稳压电路器件稳压转换。以下为硬件设计中的主要电路叙述。

2.1 继电器控制模块设计

继电器控制模块设计电路如图 3 所示。由于外接的电磁阀最大电流可达 0.5 A,同时为减少稳压管发热,减低系统耗电功耗,电路中采用外部供电的 24 V 直流继电器。电路中采用 NPN 型三极管作为继电器控制开关。由于单片机的 I/O 口驱动能力较弱,而三极

管是电流驱动型开关。设计中 I/O 口增加 5.1 kΩ 上拉电阻可保证在输出高电平时,驱动电流使三极管能达到完全饱和,工作在饱和状态。该继电器的线圈阻值为 2 800 Ω,功耗 200 mW。当 I/O 口输出高电平时,三极管饱和导通, $I_{CM} \leq 8.4 \text{ mA}$, $I_{(BR)CBO} = 0.5 \text{ V}$, 远远小于其最大击穿电压值 45 V。

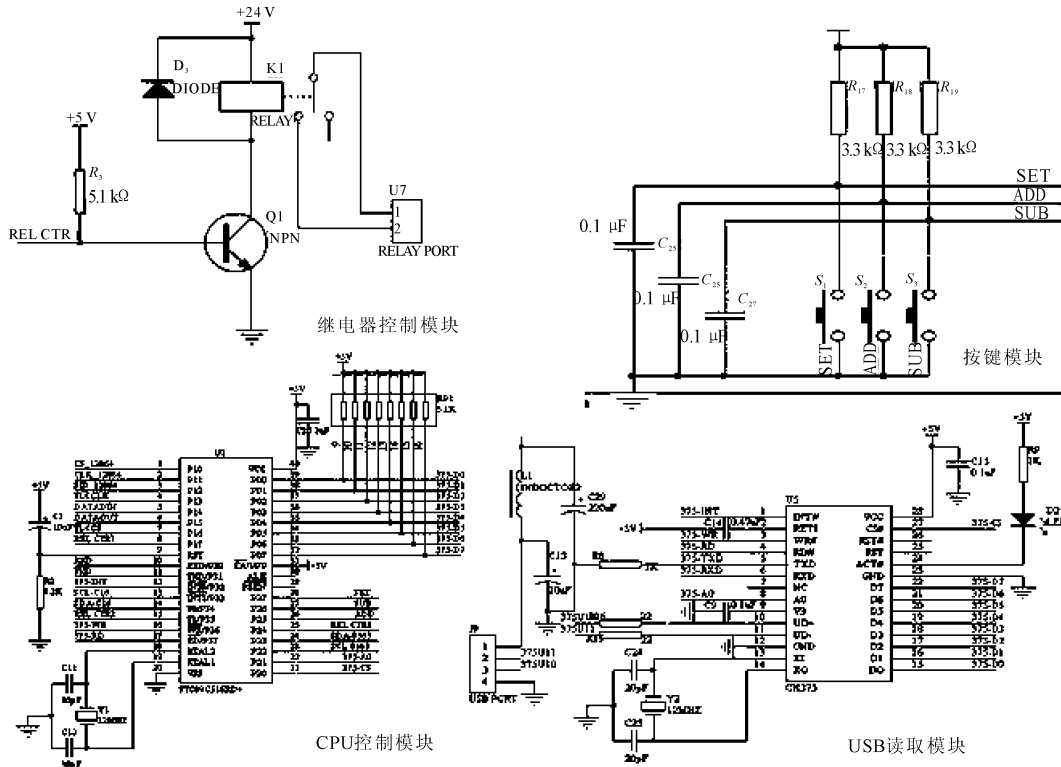


图 3 硬件电路主要设计模块

2.2 USB 读取模块

USB 读取模块设计电路如图 3 所示^[9-10]。USB 读取控制模块采用的通用 USB 接口芯片 CH375,该芯片工作在 5 V 电源时的性能要高于 3.3 V。芯片要求必须工作在 12 MHz 晶振时钟下,而且为了保证芯片能有效复位,RSTI 引脚要接 0.47 μF 的上拉电容。在实验中常出现问题:先系统上电,后 U 盘插入,系统不识别;但先插入 U 盘后上电。系统有响应,正常工作。这是由于 CH375 对电源要求比较严格,在 U 盘插入时,系统电源要对其充电。由于瞬间充电电流很大,造成 USB 端口附近电压突降,突降过程有可能只有几十微秒甚至几百纳秒,但是一旦被 CH375 或者 UPS 监控电路检测到,就会被当作芯片电源上电或者下电,从而导致 CH375 或者单片机复位,或者不完全复位,使系统不正常工作。

因此在设计 USB 模块时,要尽量保持 U 盘插拔时,周围电压保持不变。可采取加长 USB 连接线、单独给 USB 供电或者 USB 端口电源通过保险电阻或者限流电感提供等措施增强其电源稳定性。在该系统中是在 USB 插座的电源端串接了电感,同时在插座电源上并联了储能用的电解电容。

2.3 参数设定模块

参数设定模块电路设计^[11]如图 3 所示。该模块用于系统时间设定、二氧化碳、氧气、压力 4 个参数的上下限的设定输入。为了更加可靠地响应按键输入,利用电容的放电延时作用,在硬件中加入了简易的消抖电路。在按键两侧并联一个 0.1 μF 的电容实现消抖作用。但这种设计只适合按键较少,按键动作不频繁的场所。为保证按键有效响应,对于按键较多或者矩阵式键盘,在软件编程中仍要加入消抖处理。

3 软件设计

系统的主程序和主要模块的设计流程图如图4~8所示^[12-14]。

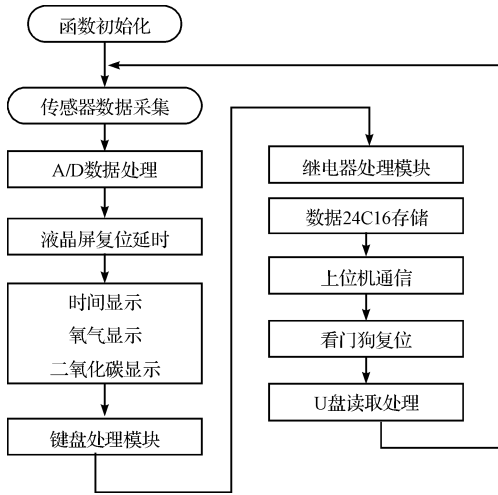


图4 主程序流程图

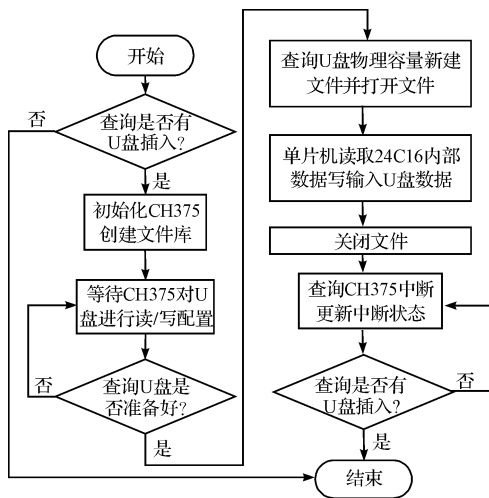


图5 USB读取模块设计流程图

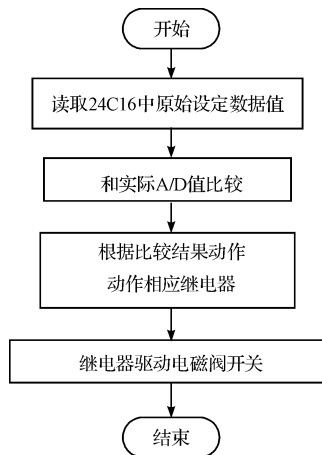


图6 继电器控制模块流程图

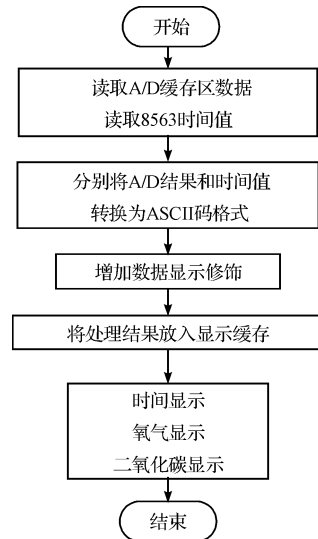


图7 液晶显示模块流程图

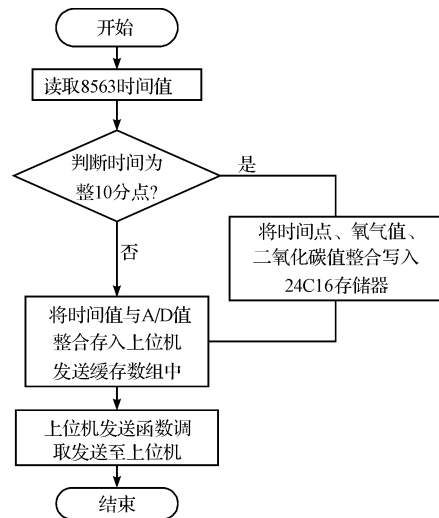


图8 通信与存储模块流程图

由于系统实现的功能较多,软件设计处理较复杂,同时为简化硬件电路设计,设计中利用了STC系列的内置看门狗功能。另外由于二氧化碳传感器采用38 400 bit/s固定波特率每3 s串口输出一氧化碳数据。设计中采用了中断方式接收。其他模块均采用了查询方式,顺序执行程序。这种设计思想是考虑到虽然中断能很好地解决CPU的实时处理响应问题,但本设计中具有24C16读写模块、12864液晶显示模块以及U盘的读写处理模块,这些模块的处理时序是不可打断的。在实际运行中发现,中断接收的使用很容易打断上面的处理时序,运行中出现了存储错误、显示乱码或者U盘读写数据有误等问题。但兼顾到CO₂传感器数据的实时性、准确性问题,设计中在处理上面模块的时序时,首先要关闭中断运行,防止操作时序打断。

以下为 U 盘读取功能实现的主要程序,程序中采用查询 CH375 中断请求的方式检测 U 盘的插入:

```

void host( )
{
    UINT32 i;
    #if DISK_BASE_BUF_LEN == 0
    pDISK_BASE_BUF = &my_buffer[0];#endif
    i = CH375LibInit( );
    mStopIfError( i );
    while ( 1 )
        { while ( CH375DiskStatus < DISK_CONNECT )
            { main_temp(); //接收外部数据并正常处理、
            显示在 12864 液晶上
            display(0x98,U_dis_table1); //12864 最后一
            行显示“请插入 U 盘...”
            delay(500);
            if ( CH375DiskConnect( ) == ERR_SUC-
            CESS ) break;
            /* 查询方式: 检查磁盘是否连接,返回成功说明
            连接 */
            ES=0; //关闭串口接收中断,开始处理 U 盘读写
            for ( i = 0; i < 5; i ++ )
                { mDelaymS( 50 );
                if ( CH375sDiskReady( ) == ERR_SUC-
                CESS ) break; // 查询磁盘是否准备好
                #if DISK_BASE_BUF_LEN
                if ( DISK _ BASE _ BUF _ LEN <
                CH375vSectorSize )
                    { while ( CH375DiskConnect( ) == ERR_
                    SUCCESS ) mDelaymS( 50 );
                    continue; }
                #endif
                #ifndef EN_DISK_WRITE /* 子程序库支持写操作 产
                生新文件(覆盖原文件数据) */
                display(0x98,U_dis_table2); //12864 最后一行显示写
                入中 mCopyCodeStringToIRAM ( mCmdParam. Create. mPath-
                Name, "/TIME.TXT" );
                /* 新文件名,在根目录下,中文文件名 */
                i = CH375FileCreate( ); /* 新建文件并打开,若文
                件已经存在则先删除后再新建 */
                mStopIfError( i );
                strcpy( mCmdParam. ByteWrite. mByteBuffer, "U 盘记录
                气体浓度开始记录. .... /xd/xa" );
                mCmdParam. ByteWrite. mByteCount = 31;
                CH375ByteWrite( );
                time2string1( ); //写入文件数据关键词
                for(i=0;i<msg_num;i++) { time2string(i); } //分
                行写入 144 组时间、二氧化碳、氧气数据 strcpy( mCmd-
                Param. ByteWrite. mByteBuffer, " U 盘记录气体浓度记录完

```

```

毕!! /xd/xa" );
    mCmdParam. ByteWrite. mByteCount = 29;
    CH375ByteWrite( );
    mCmdParam. Close. mUpdateLen = 1; /* 计算文件长
    度,以字节为单位写文件 */
    i = CH375FileClose( );
    mStopIfError( i );
    #endif
    while ( CH375DiskStatus >= DISK_CONNECT )
        { /* 查询 CH375 中断并更新中断状态,等待 U
        盘拔出 */
        main_temp(); //U 盘拔出前开始显示数据
        delay(50);
        display(0x98,U_dis_table3); //12864 最后一
        行显示“请拔出 U 盘...”
        if ( CH375DiskConnect( ) != ERR_SUC-
        CESS ) break;
        mDelaymS( 50 );
        }
    ES = 1; //U 盘读写完毕,重新打开串口中断
}
}

```

从 USB 读取处理程序可以看出,程序采用循环扫描查询 U 盘插入情况。没有 U 盘插入时,正常处理 main_temp()函数,其中包涵了传感器数据的读取、转换处理、屏幕显示、继电器驱动判断、AT24C16 的定时存储和按键的响应。最后扫描 U 盘的插入情况。当有 U 盘插入时,首先读取 U 盘内部磁盘数据,然后在 U 盘内部创建文本文件,写入文本开头数据 time2string1()。然后再循环执行 time2string()函数,读取存储在 24C16 内部的 144 组的时间、二氧化碳、氧气数据,将其写入 U 盘中的文本内。最后关闭文本文件,等待 U 盘的拔出。当 U 盘拔出 USB 接口后,程序中再次打开串口中断允许位,开始正常接收 CO₂ 数据,然后正常循环处理 main_temp()函数。

4 结束语

本研究讨论了气体成份浓度的采集、处理与显示,采用了较为流行的 USB 和 RS232 接口方式进行存储和通讯。在设计开始时,由于软件处理内容较多,运行期间出现过显示、存储、U 盘插入不响应等错误,后来发现这是由于二氧化碳传感器串口接收数据时产生中断、打乱了运行处理时序所致。在显示、存储和 USB 读取时关掉中断,问题就可解决。该设计产品已投入使用,证明了方案的可行性。现在上位机只可以显示

与存储,在以后的研究可集成更多通道的数据采集,上位机加入一些曲线显示和控制功能,进一步完善上位机参数设定、储存等功能,也可增加一些其他设计功能,更加便于用户使用。

参考文献 (References):

- [1] ELT Inc. . B-530 CO₂ Sensor Module Data Sheet Revision 1.0 [M] ELT Inc. ,2008.
- [2] 黄维通. Visual C++ 面向对象与可视化程序设计[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
- [3] 深圳新世联科技有限公司. KE-25/KE-50 GS Oxygen Sensors Data Sheet [M]. 深圳:深圳新世联科技有限公司,2009.
- [4] 西安力敏传感测控技术有限公司. ND-1 通用压力变送器产品说明[M]. 西安:西安力敏传感测控技术有限公司,2008.
- [5] 武汉力源电子股份有限公司. TLC2543 模数转换器数据手册及应用笔记[M]. 武汉:武汉力源电子股份有限公司,1999.
- [6] 郭天祥. 51 单片机 C 语言教程[M]. 北京:电子工业出版社,2009.

- [7] [作者不详]. USB-HOST 芯片 CH375 的 U 盘文件级子程序库说明 [EB/OL]. [2010-12-30]. <http://wenku.baidu.com/view/e47b879466eco975f465e23e.html>.
- [8] 宏晶科技. STC89C51RC/RD + 系列单片机器件手册 [EB/OL]. [2011-03-19]. <http://mcu-memory.com/>.
- [9] 南京沁恒公司. USB 芯片 CH375 的评估板说明及应用参考[M]. 南京:南京沁恒公司,2004.
- [10] 邓清涛,杨鹏. 基于 CH375 的单片机 U 盘控制器的设计与实现[J]. 自动化与仪器仪表,2007(4):15-18.
- [11] 王幸之. 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,2000.
- [12] 马忠梅. 单片机的 C 语言应用程序设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [13] 深圳市骏显电子科技有限公司. JM12864M-2 中文字库说明书[M]. 深圳:深圳市骏显电子科技有限公司,2010.
- [14] 广州周立功单片机发展有限公司. PCF8563 使用指南[M]. 广州:广州周立功单片机发展有限公司,2004.

[编辑:张翔]

(上接第 1076 页)

11 号运动单元完成动作后,8 号,9 号继续执行另外的动作,实现货物的抓取(其他节点运动与此类同,不作赘述)。

(4) 当所有动作完成后,从仓口输出货物,系统恢复停止状态。

经试验验证,原来串行设计的整个系统单次货物存取所需的时间为 150 s,而采用基于有限状态机的设计方法,调试之后,单次运行的时间缩减为 80 s,效率提高了将近一倍,大大节省了货物的存取时间。经过研究,采用有限状态机进行软件设计,构建程序架构,将各工艺流程划分为不同状态,大大降低了程序的复杂性,使程序的开发与维护更容易,提高了控制系统的稳定性。

4 结束语

新型的自动化立体仓库的发展对于现在以及未来物流技术和特殊货物的存储具有重要的意义。本研究设计的自动化立体仓库集存储、特殊处理等功能于一身,各运动单元能有序、协作、高效的完成整个货物的存取过程,为一些特殊货物的自动化存储提供了载体,同时也为以后开发出应用面更广的自动化立体化仓库提供了设计参考。

参考文献 (References):

- [1] 肖生苓. 现代物流装备[M]. 北京:科学出版社,2009.
- [2] 刘伟钦. 自动化立体仓库的发展与展望[J]. 中国科技博览,2008(23):38-39.
- [3] 刘浏,高红琴. 基于直线运动单元的大型数控火焰切割机的设计[J]. 组合机床与自动化加工技术,2004(9):74-74.
- [4] Amart. Linear Motion Units Flyer[EB/OL]. [2008-08-16]. http://www.amart.com.cn/zDocument/Linear_Motion_Units_Flyer_C.pdf.
- [5] NXP Semiconductors. LPC176X User Manual [EB/OL]. [2010-06-07]. http://www.zlgmcu.com/nxp/lpc1000/ds/lpc1764_lpc1765_lpc1766_lpc1768_ds_en.pdf.
- [6] 舒志兵,袁佑新,周玮,等. 现场总线运动控制系统[M]. 北京:电子工业出版社,2007.
- [7] DAVENPORT D M,HOCTOR R T. A physical layer for the CAN bus using modulated PLC [C]//2005 International Symposium on Power Line communications and Its Applications,2005:176-180.
- [8] 周志文,吴韬,马安仁. 基于 CAN 总线的存储管理系统设计[J]. 工业仪表与自动化装置,2010(1):75-77.
- [9] 林凯宏,游林儒,阳如坤. 基于有限状态机的专用盖章机设计与实现[J]. 机械设计与制造,2010(6):18-19.
- [10] 胡庆华,游林儒. 基于有限状态机的卷绕机系统设计[J]. 组合机床与自动化加工技术,2009(11):56-59

[编辑:张翔]