

一种惰性气体保护的高温烘干房智能控制系统设计

张维昱

青海柴达木职业技术学院

DOI:10.12238/acair.v2i4.10363

[摘要] 《一种惰性气体保护的高温烘干房》此作品设计主要是指针对本地区枸杞产业中解决枸杞烘干这一加工工序中的难点(烘干时间长,效率低,混干过程中容易氧化碳化变黑变质)而设计,设计中应用单片机是STM32作为核心控制器,低功耗节约成本的同时搭载eps8266wif模块结合移动物联平台OneNET实现远程物联网+的智能操控。在控制上利用单片机输出pwm实现电机不同烘干阶段不同的惰性气体循环流速控制和电加热器加热温度控制,并通过传感器采集烘干过程中湿度的变化情况而自动调节烘干温度。

[关键词] STM32单片机; 物联网; 智能控制; 无刷直流无极调速

中图分类号: TN915.5 **文献标识码:** A

Design of Intelligent Control System for High Temperature Drying Room with Inert Gas Protection

Weiyu Zhang

Qinghai Chaidamu Vocational and Technical College

[Abstract] "A High-Temperature Drying Room with Inert Gas Protection" This design is primarily aimed at solving the difficulties in the drying process of dates in the local date industry (long drying time, low efficiency, and oxidation and carbonization during mixing that can lead to blackening and spoilage), and it uses the STM32 single-chip microcomputer as the core controller. It combines the EPS8266WIF module with the OneNET mobile IoT platform to achieve remote IoT+ intelligent control, while reducing power consumption and costs. In terms of control, the design uses the PWM output of the single-chip microcomputer to control the flow rate of inert gas circulation in different drying stages of the motor and the heating temperature of the electric heater, and automatically adjusts the drying temperature based on the humidity collected by the sensor during the drying process.

[Key words] STM32 microcontroller; IoT, smart control; brushless DC variable-speed motor

引言

《中共中央国务院关于做好2022年全面推进乡村振兴重点工作的意见》提出:“加快发展设施农业。因地制宜发展塑料大棚、日光温室、连栋温室等设施。集中建设育苗工厂化设施。鼓励发展工厂化集约养殖、立体生态养殖等新型养殖设施。推动水肥一体化、饲喂自动化、环境控制智能化等设施装备技术研发应用。”基于单片机的物联网智能控制系统凭借其低成本、高性能、易扩展等优势,逐渐成为智慧农业的研究热点。

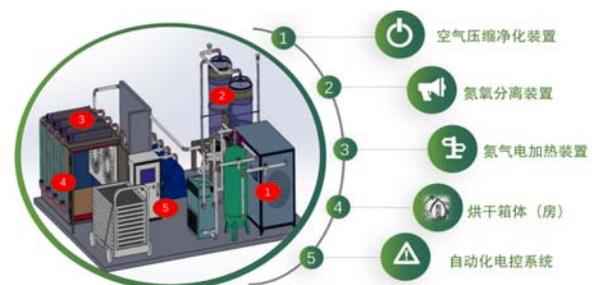
1 项目设计与控制要求

1.1 一种惰性气体保护的高温烘干房结构

(1) 空气压缩净化装置: 压缩机压缩空气, 冷凝器(双通道)进行冷凝, 过滤器进行过滤(高精度过滤连件, 氧化铝颗粒进行吸附过滤)。

(2) 氮氧分离装置: 利用碳分子筛变压吸附(psa技术), 通过碳颗粒的吸氧作用脱碳原理, 实现氮氧的分离。

(3) 氮气电加热装置: 主要通过stm32单片机控制可实现0~150度范围内的无极低调温。



烘干房的机械结构

(4) 烘干箱体(房): 通过控置箱体进气管道气体流量, 排风系统排风的流量实现加热气体的房体内腔空间中的高速流动, 从而吹扫烘干物体快速的流失水分从而达到烘干的目的。

1.2 高温烘干房控制要求

(1) 通过pwm调制技术控制风机电机转速控制通过转速控制实现风机输出流量与压力的参数调节。

(2) 控制多路继电器实现低压24v控制220/380V, 通过多路继电器控制电磁阀进行气体的充气与排气真空自动循环, 使氮氧分离装置实现变压吸附(psa)留氮排氧技术的实现)。

(3) 通过交流脉宽调制(spwm)技术控制电加热装置输入电压从而控制电加热装置加热温度能够自动调节和控制。

(4) 通过AD转换将检测到烘干箱中的温度, 湿度等收集信息显示, 并通过程序设定阈值实现烘干气体温度, 烘干气体流量的自动调节。

(5) 通过esp8266实现无线数据的传输及物联网的实现, 通过互联网云实现远端智能控制与检测数据存储、传输。



烘干房的控制系统框架总体控制流程

1.3 高温烘干房控制流程

根据枸杞烘干的工艺进行流程安排烘干房的控制流程, 首先需要进行低温吹扫枸杞表面清洗残留水汽(温度控制在40摄氏度), 当烘干箱出口湿度到60%以下时将温度逐渐提高到80摄氏度继续烘干并加大通风量。(通风量根据烘干箱容量进行选择)。当湿度在10%以下时温度逐渐降低到15摄氏度吹扫, 直到吹扫到湿度达到5%以下进行空气吹扫表面降温并排氮出炉。

2 控制系统关键部件选型及硬件电路设计

控制系统主要有风机无刷直流电机无极调速控制, 电磁阀继电器控制, 加热器加热电极温度控制, 空气压缩机空气压缩, 烘干室内排风机流量控制, 温度监测, 湿度监测, 流量监测, 空气分离装置氧含量监测, 空气压缩罐体及空气干燥后的空气含水量检测, 以及无线数据传输及物联网实现。

主要有: 电源模块, 电机驱动模块, 输入输出模块电磁阀控制与传感器信息收集, esp8266无线通讯模块, 以太网转接模块连接触摸屏(HMI)。

2.1 主控单片机选型及电路设计

STM32F407是一款基于ARM Cortex-M4内核的32位高性能微控制器, 广泛应用于嵌入式系统开发中, 本项目选用STM32F407芯片。

2.2 无刷直流电机驱动与调控

主要采用pwm脉宽调制, 通过改变占空比, 改变输入电机平

均电压的方式改变电机转速, 直接应用STM32单片机spwm功能端口输出, 并用tp12345可控制的光电耦合器件进行高低压的隔离。每个芯片控制两路电机, 变压吸附制氮机每个罐体主要由鼓风机、真空泵为一组, 共两组电机, 烘干房排风风机, 氮气储存罐进气风机, 空气压缩机电机共7台风机电动机。通过8路驱动电路进行驱动。

电机1——完成向碳分子筛罐体中注入空气驱动注入风机驱动。每个罐体1个, 共2个。(带编码器)

电机2——完成碳分子筛吸附氧含量达到饱和后驱动抽真空泵, 将吸附氧排除。每个罐体1个, 共2个。(带编码器)

电机3——将碳分子筛罐体中的分离的氮气进行抽取风机驱动将氮气注入到氮储气罐中, 两罐体共用1台风机

电机4——驱动烘干箱内排烟风机的驱动控制箱体内加热气体的流动。(带编码器)

电机5——驱动空气压缩机电机, 实现空气的存储。

2.3 温度, 湿度, 压力传感器信息采集AD转换电路设计

设备中需要采集压缩空气经过干燥剂干燥后温度, 分离氮气加热后的温度, 烘干箱内温度、湿度, 氮气储气罐内气压, 空气压缩罐内气压等。

选用型号DHT11湿度传感器检测空气湿度, 烘干箱内温湿度。选用铂热电阻PT100温度传感器进行气体加热器加热温度的采集, 选用压力变送器MIK-P300进行氮气储气罐内气压, 空气压缩罐内气压采集。再通过stm32AD接口进行模数转换。

2.4 通用输入输出接口电路设计

输入输出接口控制电磁阀继电器, 报警装置, 辅助照明装置, 以及安全防护装置等。设计电路中选用IS2801-4芯片, 磁芯片具有4路光电耦合器进行保护并以低压24V驱动220/380V增强驱动能力, 外部电源根据驱动负载驱动电压进行搭配。

2.5 人机接口以太网电路设计

单片机与人机控制器用以太网接口进行数据交互, STM32通过以LAN8720A(10-100Mbps)物理层收发器和HR911105A以太网连接器建立一条以太网外通道。

3 控制系统软件设计

3.1 语言与软件

C语言作为一种结构化语言, 它有着清晰的层次, 可按照模块的方式对程序进行编写, 十分有利于程序的调试, 且c语言的处理和表现能力都非常的强大, 依靠非常全面的运算符和多样的数据类型, 可以轻易完成各种数据结构的构建, 通过指针类型更可对内存直接寻址以及对硬件进行直接操作, 因此既能够用于开发系统程序, 也可用于开发应用软件Keil uVision5。

3.2 GPIO端口配置及时钟配置

通过单片机GPIO输出高低电平驱动电磁阀继电器线圈, 主要在程序中要进行GPIO配置设置, 主要通过STM32专用配置软件STM32CubeMX进行端口配置, 时钟配置。

3.3 无刷直流电机驱动程序设计

无刷直流电机控制中, 最常用的方法就是通过PWM来控制直

流电机的转速。STM32高级定时器的三相六路互补的PWM输出; 依赖无位置检测电路反电势检测后的电机换相; 利用STM32的AD来转换计算采样电压值; 电机的转速计算; 电机转速的调节等。软件的可靠性将直接影响整个控制系统的性能。

软件系统的设计是分模块进行设计, 包括直流无刷电机的启动、PWM换相, 转子速度的计算, PID算法的实现等, 程序第一步: 设置GPIO, 略(输出PWM的管脚用Mode_AF_PP即可)

程序第二步: 设置定时器, (保证产生两路PWM即可, 我用的是TIM8等6个定时器进行定时中断的方式进行6路pwm波形的产生, 通过改变定时器定时来改变脉冲宽比实现可调节占空比, 从而改变电机平均电压而改变电机的转速。

3.4 其他驱动芯片的初始化驱动程序设计

项目中用到了许多其他驱动芯片, 包括以太网数据接收芯片LAN8720A, 无线通信芯片esp8266, W25Q128FVSI存储扩展芯片等, 都需要去设置运行模式, 读写时序协议, 读写命令及存储寄存器名称和地址。通过查询相对应芯片资料, 查看通讯命令字, 时序, 设置芯片特殊寄存器的从而达到书写与读取芯片数据完成数据信息的通讯等。

4 小结

本系统能够精确控制烘干房内的温湿度及惰性气体浓度, 有效避免了产品氧化问题, 提高了烘干均匀性和成品率。不仅解

决了传统高温烘干方法中的氧化问题, 还通过智能化控制提升了烘干效率与产品质量。该系统具有操作简便、稳定性高、维护成本低等优点, 具有较高的推广应用价值。未来, 我们将进一步优化算法, 提高系统响应速度和控制精度, 以适应更多复杂多变的烘干需求。

[参考文献]

[1]何丽媛.基于嵌入式的智能家居控制系统设计与实现[J].电子制作,2024,32(04):44-48.

[2]田野.STM32F407和FreeRTOS的嵌入式测试系统设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2023,23(11):54-58.

[3]邓辉,李焯.基于STM32F407的智能温室大棚系统[J].中国新技术新产品,2023,(14):37-39.

[4]施志荣.基于STM32F407的无刷电机调速系统设计[J].九江学院学报(自然科学版),2022,37(02):27-30.

[5]王艳丽,吕海翠,宋佳.基于STM32单片机微控制的机智云物联网智能家居系统开发[J].电子测试,2020,(18):62-63+126.

[6]王笏毅,王多武,谈成.物联网智慧农业机械在农业中的应用研究[J].南方农机,2024,55(17):57-60+79.

作者简介:

张维昱(1986--),男,汉族,青海省化隆县人,本科,青海柴达木职业技术学院,职称: 讲师,研究方向: 机电一体化实践课程。