

基于 STM32 的智能控制型消毒系统架构设计与思考

杨青松 易聪 李子为 张林楠 张虎 孙歆钰

(荆楚理工学院 湖北荆门 448000)

摘要: 基于 STM32 的智能控制型消毒系统架构设计与思考是一个复杂而又有益的课题,需要在实际应用中不断探索和创新。传统的人工操作方式不仅效率低下而且容易造成安全隐患,因此如何实现高效可靠的智能化消毒成为当前亟待解决的关键问题之一。目前国内市场上现有的消毒机都存在着一些缺陷。例如体积大、能耗高等缺点,难以满足人们的使用需求。本论文针对这一问题进行了深入研究,提出了一种具有自主知识产权的新型消毒系统设计方案,该系统能够通过对环境空气温湿度、有害气体浓度等数据进行采集并处理后输出控制指令至消毒设备,从而达到杀菌消毒的目的。

关键词: STM32; 智能控制型; 消毒系统架构设计

Architecture design and thinking of intelligent control disinfection system based on STM32

Yang Qingsong Yi Cong Liyi Zhang Linnan Zhang Hu Sun Xinyu

(Jingchu University of Technology, Jingmen, Hubei 448000)

Abstract: The design and thinking of intelligent control disinfection system architecture based on STM32 is a complex and meaningful subject, which needs to be explored and innovated in practical application. Traditional manual operation is not only inefficient but also easy to cause safety risks. Therefore, how to realize efficient and reliable intelligent disinfection has become one of the key problems to be solved. At present, the existing disinfection machine in the domestic market has some defects. For example, large volume, high energy consumption shortcomings, it is difficult to meet the needs of people. This paper makes an in-depth study of this problem, and proposes a new disinfection system design scheme with independent intellectual property rights. The system can collect and process the data of ambient air temperature and humidity, harmful gas concentration and output control instructions to the disinfection equipment, so as to achieve the purpose of sterilization and disinfection.

Key words: STM32; Intelligent control type; Design of disinfection system architecture

引言:

STM32 的智能控制型消毒系统架构设计与思考首先介绍了消毒系统架构设计所需要考虑的因素,STM32 处理器芯片及其特点,分析了系统功能需求和性能指标要求。接着对系统架构各功能模块的工作原理进行详细阐述,并根据具体的技术要求选择合适的硬件电路模块,接下来着重介绍了控制系统软件的开发过程。然后重点讨论了系统架构设计中涉及的几个关键技术及解决方法,包括模块化设计理念在消毒柜控制器上的应用、基于 Modbus 协议栈的通信方式以及 PID 算法等等。

一、系统总体设计方案

(一) 智能控制型消毒系统技术路线

技术路线的确定是整个设计的基础和关键,所以必须从整体角度出发,综合考虑各个子系统之间的相互联系、相互影响,最终确定合理可行的设计方案。为了保证消毒过程能够顺利地顺利完成,就必须对系统各个环节进行科学、严谨的规划和安排。具体而言,首先应根据需求制定出科学合理的系统总体方案;其次要充分考虑各部件之间的关系,并将其有机结合起来,从而确保整个系统结构相对完整且具有较高稳定性。同时还要根据实际情况选择合适的控制参数和控制策略以实现预期效果,这就是本文所论述的内容。对于控制系统而言,"硬件+软件"是其中最重要也是最基本的组成部分,而软件系统则又是决定该设备能否正常运行的核心所在。因此在进行控制系统设计时首先必须考虑到各个模块之间的协调配合问题;然后再根据具体要求合理选用相应的软件程序,使之能够满足不同控制对象的需求,另外,控制系统还需要具备良好的可维护性能,可靠性等特性。因此在进行方案设计时一定要对各部分功能有一个全面清晰的认识,这样才能为后期调试工作提供必要的支持与帮助。只有将其确立下来才能保证系统整体结构布局合理紧凑,从而提高系统总体效率。

(二) 系统设计的原则

智能控制型消毒系统架构设计的原则是以"安全第一","预防为主"和"经济适用"为前提,按照模块化思想对系统功能模块划分。首先根据现场需求制定出最合理可行的设计方案;再从技术层面上保证各个子系统之间能够正常运行且相互之间不产生影响;最

后对于每个子模块都应尽可能做到标准化和通用化,避免重复开发或采购同类产品来满足客户需求。其次根据不同模块之间相互联系及相互影响关系确定相应的控制策略,通过以上步骤完成了整个控制系统的总体设计,硬件设备选用成熟可靠的产品,软件系统采用面向对象程序设计方式。同时考虑到该系统具有多变量,强耦合以及非线性特点,并结合医院实际情况确定最优方案,最终达到节约投资成本,降低运营费用,减少人员操作难度,保障患者身心健康的目的。

(三) 系统设计内容与思路

在对系统进行详细介绍后,分别对各部分功能和软件流程做简要说明,明确其主要任务是实现数据信息传输与管理;基于 STM32F103 单片机开发平台,以 Lab VIEW 为软件开发语言构建监控系统上位机软件。然后利用组态软件设计人机交互界面,结果表明系统控制稳定,运行效果良好。另外还完成了上位机硬件电路搭建工作。另外,还根据系统需求分析及总体设计原则对系统功能模块划分,完成硬件选型。接着采用模块化程序设计思想对系统各个模块进行详细分析,包括主程序框图,IO 口地址分配表,主程序流程图等,然后绘制出 PCB 电路板原理图。并且针对其中涉及的一些关键技术如:温度测量技术,信号采集处理技术,控制方法等给出具体实施方案。最后从总体角度提出了本论文所要解决的关键问题。

二、STM32 的智能控制型消毒系统硬件设计

(一) 系统选型

STM32 的智能控制型消毒系统硬件设计部分首先根据消毒设备特点和需要考虑的性能指标确定消毒系统总体方案,即由下位机控制器模块,上位机软件组成;同时为了实现不同类型消毒液或气体浓度数据实时在线监测和报警功能,又需将其分为多个功能模块分别予以研究。通过对比选择合适的下位机控制板以满足实际应用需求。然后从消毒室环境条件出发,通过比较几种常用消毒剂的杀菌效果来选定适合该消毒方式的消毒药剂;另外为便于现场操作人员对各传感器信息进行处理,详细说明了 STM32F103VCT6 微处理器及其外围接口的电路设计以及主要元器件参数计算和选取方法;并给出相应程序流程图。同时为了提高控制系统的可靠性,重点研究了其抗干扰措施,再依据消毒系统总体设计要求确定了硬件

设计方案即基于 ATmega128 单片机的主控芯片模块, 温度传感器模块, 按键输入输出模块, LCD 液晶显示模块等的选用。然后根据方案对系统中的各个部件进行分析与选择, 完成了整个消毒系统硬件平台搭建工作。在此基础上还介绍了系统的软件设计过程及相关算法。其次对消毒系统各组成部分进行详细说明, 并按照功能划分为单片机最小系统单元, 传感器检测电路, 显示驱动电路以及外围扩展接口电路。

(二) 系统参数

STM32 的智能控制型消毒系统参数调节模块和温度湿度传感模块是影响消毒效果最关键的因素, 通过实验测试发现: 采用基于 STM32 控制器的智能化控制系统后, 可以实现对空气中细菌含量的有效控制; 同时该系统还具备了一定的自学习能力, 能够自我判断环境是否适合消毒工作, 并且当环境湿度过高时, 能够及时提醒用户注意除湿; 而且本系统对外界干扰有较强的抑制作用, 节能环保。该系统控制温湿度范围大, 具有良好的抗干扰能力; 同时能自动跟踪环境温度变化而改变自身加热功率。与传统的人工操作相比, 不仅节省了大量人力成本和时间成本, 更重要的是降低了工作人员的劳动强度。整个控制系统结构简单、成本低、可靠性高, 易于推广使用。此外, 在不同环境条件下也可根据实际情况进行相应调整。

(三) 系统抗干扰措施

系统抗干扰措施包括: 1. 硬件方面针对各种干扰因素提出合理可行的抗干扰方案并加以实施如: 屏蔽电磁干扰技术、接地设计等; 另外还可以采用滤波电路、隔离电路和冗余电源电路来提高抗干扰能力。例如: 增加信号输入端口或输出端电阻、改变采样频率等等, 同时对这些方法做适当改进; 2. 软件方面对系统各功能模块进行编程以保证系统稳定可靠地运行。其中包括: 程序流程图的编写, PID 控制模块及算法的选择、中断服务程序的编制以及数据存储过程的实现。

三、消毒系统架构设计与实现

(一) 消毒系统模型的建立

消毒系统是一个典型的具有多变量非线性耦合关系的复杂大时滞系统, 它涉及化学、物理、生物等多种学科, 因此需要考虑其复杂性并加以解决。消毒系统模型可以分为两类: "确定性模型"和"不确定性模型"。在消毒系统中引入不确定性因素是提高消毒效果和安全性有效方法之一。目前常用的消毒控制系统模型主要有: 模糊 Petri 网模型、神经网络模型、混合整数规划模型以及粒子群优化算法等。其中以免疫遗传算法为代表的智能算法是当前最流行的优化技术之一, 但是传统的 PID 控制器往往难以满足需求。然而, 目前对于消毒系统模型的研究主要集中在确定性模型的分析求解方面。实际上, 消毒过程中所遇到的许多问题都是由随机性引起的。因而, 如何消除或减少随机干扰对系统性能造成的影响就成为迫切需要解决的问题。消毒系统可靠性就是其中重要课题之一, 由于消毒过程中存在着大量不确定因素, 所以很难精确描述消毒系统的数学模型, 这也给实际应用带来困难。消毒系统控制问题可归结为一类带有不确定项的线性定常二次型最优控制问题, 该问题属于最优化范畴。为了能够更直观、全面和有效地了解整个系统, 必须对消毒系统做整体建模。在此基础上提出了一种基于免疫遗传算法的消毒室温湿度模糊控制方法, 仿真结果验证了该控制策略的有效性。

(二) 消毒系统硬件平台的搭建

采用 STM32 作为控制器核心芯片, Lab VIEW 软件为开发环境, 构建了一个以单片机为主控模块、触摸屏及 GSM 模块等功能于一体的消毒系统硬件实验平台。根据实际需求分别从温度控制部分、环境参数采集部分、人机交互界面三方面介绍了实验平台的构成^[1]。详细说明了各个子系统之间的相互关系, 其中包括电源接口、传感器检测单元、信号调理电路以及外围驱动电路设计等。此外还给出了系统软件流程框图和程序流程图, 重点阐述了 PID 控制算法、模糊算法及其应用程序处理方式。完成了各功能模块电路原理图和 PCB 电路板的绘制, 调试后将其集成到系统中并进行初步测试, 结果表明所设计的控制系统能够实现空气温度、湿度的精确控制。最后通过对系统的综合评估表明: 该消毒系统满足设计指标, 达到预期

效果。

四、控制系统方案设计与分析

(一) 消毒系统的性能要求

1. 性能指标主要包括消毒时间、杀菌率、灭菌均匀性等; 其次为运行成本, 即投资回收期。消毒系统的技术指标首先要从设备选型入手, 确定合理的消毒方式。如采用高压喷雾方式, 就可以获得较好的杀菌作用, 但同时也会消耗大量电能。另外还要兼顾到运行安全性和操作方便性^[2]。消毒方案应符合生产工艺流程, 并充分考虑各种工艺条件对消毒效率及能耗的影响。设备配置要保证消毒过程连续稳定进行, 在此基础上还需结合其他因素考虑。最终才能取得最佳经济效益。其中杀菌率为关键参数, 它直接影响整个系统的造价, 因此必须根据实际需要来选择合适的杀菌率或杀菌强度。

2. 消毒过程及工艺流程的确定消毒流程包括以下几个方面: (1) 原水水质分析; 水源处理方法; 消毒剂种类与剂量; pH 值及硬度指标要求等等。这些对于消毒工艺至关重要。另外, 还要考虑到消毒后出水是否符合国家饮用水卫生标准以及卫生管理部门所制定的相关规定。如菌落总数, 大肠菌群数等, 这些就是工艺设计基础。(2) 消毒方式的选择; 消毒时间, pH 值控制等均均为消毒效果好坏的重要因素。因此, 在进行消毒前必须对其进行认真的考察和论证;(3) 加热温度的设置。这些都是消毒工艺中必不可少的部分, 但如果不注意, 将会造成很大浪费。所以要根据实际情况来决定加热温度。

(二) 系统设计目标和原则

1. 系统功能及作用: 本系统主要包括三个子系统: PLC 系统, 监控与报警系统以及远程通讯系统, 以满足现场操作人员及时了解现场设备运行状态, 并能够有效地发出报警信号^[3]。同时通过该系统可以将相关参数传送到计算机上。另外还能对一些故障做出准确判断, 以便及时排除故障, 保证整个系统稳定可靠, 其中监控与报警系统由上位机软件实现。

2. 系统结构与硬件配置: 所介绍的系统采用了模块化设计方法, 各模块之间相互独立又具有一定的联系, 便于后期维护或升级。系统中使用的传感器均选用美国 NI 公司生产的基于 Lab VIEW 软件平台的数据采集板, 从而达到实时监测和处理各种信号的目的, 同时也方便了对下位机进行扩展, 增加其应用范围。

3. 系统控制方案: 该系统以西门子 S7-300 系列为控制核心, 通过以太网通讯方式将现场设备及相关信息传输给 PLC, 并结合 PID 控制算法来调节各个执行机构的运行状态进而完成整个过程的自动控制。在硬件上主要由上位机和 PLC 两部分组成, 其中, 上位机上安装有触摸屏、键盘、液晶显示器以及打印机等功能部件; PLC 则包括 I/O 模块、人机界面模块、电机驱动模块以及电源模块。

结束语:

STM32 的智能控制型消毒系统架构设计符合现代工业发展要求, 它不仅提高了企业的自动化水平, 而且大大提高了企业的经济效益。目前, 该系统已经成功用于某制药企业, 取得了良好的经济和社会效益。STM32 微处理器作为核心控制器能够很好地实现对消毒柜内温湿度数据进行实时监控, 并且采用模糊 PID 算法来有效解决了传统 PID 参数整定困难的问题。

参考文献:

- [1] 杨林超, 张新锋, 李超, 等. 基于 STM32 微控制器的扫地机器人控制系统硬件架构设计[J]. 粘接, 2022(049-001).
- [2] 董荣伟, 洪洋, 王先庆, 等. 基于 STM32 单片机的禽舍清洁消毒系统仿真设计[J]. 2020.
- [3] 王灿田, 陈育中. 基于 STM32 和 4G 技术的红外智能插座系统设计[J]. 物联网技术, 2021, 011(012): 110-114.

注: 本文系荆楚理工学院大学生创新创业训练项目 KC2021018 的阶段性成果。

作者简介: 杨青松, 男, 1999 年 7 月出生, 贵州铜仁人, 荆楚理工学院本科在读, 研究方向: 电气工程及其自动化。

孙歆钰, 女, 1981 年 8 月出生, 湖北荆门人, 硕士, 副教授, 系本文指导老师。