

摘 要

随着人口的增长和生活水平的提高，医疗行业的需求也越来越高，尤其是在病房消毒方面。传统的手动消毒方式存在很多缺点，如操作不便、效率低下、消毒不彻底等问题。为了解决这些问题，本设计提出了一种基于 STM32 的医院病房自动消毒系统。该系统采用了物联网技术，将各个消毒设备连接至手机端，实现了远程控制和监测。在硬件部分，系统主要由 STM32 单片机、温度传感器、湿度传感器、红外传感器、紫外线灯、气体传感器等组成。其中，温度传感器和湿度传感器用于监测环境温度和湿度，气体传感器用于检测空气质量，紫外线灯用于杀死细菌和病毒，红外传感器用于检测病房中是否有人。将采集数据通过 WiFi 通信上传至上位机系统并显示。通过实验验证，系统具有较高的消毒效率和良好的稳定性。相比传统手动消毒方式，该系统具有自动化、智能化的优势，可以大幅提高消毒效率和质量，减少人工操作的繁琐程度，为医院的卫生管理提供了可靠的解决方案。

关键词：病房消毒；智能化；STM32 单片机；WiFi 通信；传感器

ABSTRACT

With the growth of population and the improvement of living standards, the demand in the medical industry is also increasing, especially in the field of ward disinfection. The traditional manual disinfection method has many drawbacks, such as inconvenient operation, low efficiency, and incomplete disinfection. To address these issues, this article proposes an automatic disinfection system for hospital wards based on STM32. The system adopts Internet of Things technology to connect various disinfection devices to the mobile phone, achieving remote control and monitoring. In terms of hardware, the system mainly consists of STM32 microcontroller, temperature sensor, humidity sensor, Infrared sensor, ultraviolet lamp, gas sensor, etc. Among them, temperature sensors and humidity sensors are used to monitor environmental temperature and humidity, gas sensors are used to detect air quality, and ultraviolet lamps are used to kill bacteria and viruses. Infrared sensors detect if there are people in the room. The collected data will be uploaded to the PC system through WiFi communication and displayed. Through experimental verification, the system has high disinfection efficiency and good stability. Compared to traditional manual disinfection methods, this system has the advantages of automation and intelligence, which can significantly improve disinfection efficiency and quality, reduce the complexity of manual operations, and provide a reliable solution for hospital health management.

Key Words: Disinfection of wards; Intelligent; STM32 MCU; WiFi communication; sen

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.1.1 课题研究背景	1
1.1.2 课题研究意义	1
1.2 国内外研究现状	2
1.2.1 国内研究现状	2
1.2.2 国外研究现状	3
1.3 课题研究内容	4
第 2 章 整体方案设计	5
2.1 系统功能需求分析	5
2.2 系统整体方案设计	5
第 3 章 技术选择	7
3.1 控制器	7
3.1.1 STM32F103C8T6 单片机处理器	7
3.1.2 STM32 最小系统电路	7
3.2 液晶显示器	8
3.2.1 液晶显示器选型	8
3.2.2 液晶显示器电路设计原理图	8
3.3 传感器选型	9
3.3.1 温湿度传感器	9
3.3.2 霍尔传感器	9
3.3.3 空气质量传感器	10
3.3.4 红外检测传感器	11
3.4 步进电机	11
3.5 通信器	12
3.6 继电器	12
3.7 通信器	14
3.8 编程软件介绍	14
第 4 章 系统软件程序设计	14
4.1 下位机	14

4.2	单片机的复位电路	14
4.3	主程序流程设计	14
4.4	按键功能图	16
4.5	显示函数	18
4.6	DHT11 温度湿度读取设计	20
第 5 章	系统软件设计	23
5.1	上位机	23
5.1	数据处理	23
5.1	上位机界面设计	24
5.1	数据传输 MQTT 协议	25
第 6 章	系统测试	24
6.1	硬件测试	24
6.2	软件测试	25
结论	29
参考文献	28
致谢	29

第 1 章 绪论

1.1 研究背景与意义

1.1.1 课题研究背景

现代医疗卫生事业的快速发展与人口数量的增加，医院的床位、手术室和诊疗室等场所成为了各类病菌的滋生和传播场所。因此，在医院病房中进行消毒和清洁工作是非常必要的。医院里的病毒感染除对人类的身体健康会带来威胁外，还大大提高了诊治的费用^[1]。

传统的消毒方法通常包括化学药剂、紫外线灯等，但这些方法存在着一定的缺陷：化学药剂会造成环境污染和健康风险；紫外线灯只能针对直接照射到的区域进行消毒，而且人工消毒费时费力，效果难以保证。

在这种情况下，医院病房自动消毒系统应运而生。其工作原理主要基于先进的传感器技术，能够自主识别病房中的不同区域，并利用高效的消毒工具，如紫外线、臭氧等完成全面消毒的任务。其中 STM32 芯片作为控制核心，可以通过控制电机、开关等设备实现系统的自主控制功能，从而实现医院病房的全面自动化消毒。

基于 STM32 的医院病房自动消毒系统具有以下优点：

一、高效性：相比于传统的人工消毒方法，自动化消毒更加高效。采用先进的传感器技术能够快速准确地识别目标区域，并利用高效的消毒手段，如紫外线、臭氧等，达到全面消毒的效果。

二、安全性：自动化消毒可以避免由于接触消毒剂或其他消毒工具而导致的健康风险和伤害。同时，对操作人员的要求也大大降低，保证了医护人员的身体健康。

三、可维护性：基于 STM32 的智能机器人，拥有良好的可维护性。由于其非常规的零部件构成以及模块化设计，使得系统在维修时更加便捷，无需长时间停机维修。

四、智能性 自动化消毒机器人具备智能化特征，可以进行路径规划，实现定点消毒、随意转弯等多种功能，且操作方式简单易懂。这使得机器人能够满足不同消毒场合的需求。

基于 STM32 的医院病房自动消毒系统是一种具有广阔发展前景和实用性的智能化消毒设备。它将改变传统医院病房消毒方式，为患者和医护人员提供更加安全、高效和便捷的服务。

1.1.2 课题研究意义

2019 年，国内爆发了新型冠状病毒肺炎（Coronavirus disease 2019, COVID-19）（以下简称新冠肺炎），它是由新型冠状病毒(SARS-CoV-2)所引起的急性呼吸道传染病^[2]。

COVID-19 疫情是第二次世界大战至今^[3]，全人类面临的最具挑战性的危机。随着疫情的爆发和人们对健康意识的提高，医院防疫措施越来越受到关注。病房是医院中最容易传播病原体的地方之一，因为有很多患者和医护人员进出，而且患者的免疫力较低，容易感染病菌。因此，如何对病房进行有效的消毒成为了一个重要的问题。

传统的病房消毒方式主要依赖于人工操作，存在效率低、消耗大量人力物力等问题。这种方法也无法保证消毒的彻底性，容易造成二次污染。而基于 STM32 的医院病房自动消毒系统可以解决这些问题。首先，该系统可以实现智能化消毒，无需人工操作，避免了人工消毒的不足之处，从而节省了人力物力成本，提高了效率。其次，该系统采用紫外线杀菌技术，具有高效、安全、环保等优点，可以确保病房的彻底消毒，降低了交叉感染的风险，保障了患者和医护人员的健康安全。因此，基于 STM32 的医院病房自动消毒系统在提高医院防疫水平、保障患者和医护人员健康安全方面具有重要意义。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国内研究现状

随着科技的不断发展，基于 STM32 的医院病房自动消毒系统得到了迅速发展。国内已经有许多研究者进行了相关的研究和应用。

目前国内对于基于 STM32 的医院病房自动消毒系统的研究主要集中在以下几个方面：

一、紫外线杀菌技术

紫外线杀菌技术是应用最广泛的病房消毒技术之一。该技术通过使用紫外线辐射来杀灭细菌和病毒，取代了传统的化学消毒方法。目前，国内已经有很多研究团队开发了基于 STM32 的紫外线消毒设备，并在实际应用中取得了良好的效果。

二、智能控制技术

智能控制技术可以使消毒系统实现智能化控制和管理。通过利用 STM32 芯片实现数据采集、处理和控制在，可以对消毒设备进行远程监控和控制，实现对消毒过程的有效管理和控制。此外，智能控制技术还可以将消毒设备与医院信息系统进行联接，从而实现数据共享和协同管理。

三、机器人技术

机器人技术是未来医院病房消毒的趋势。国内已经有多个研究团队利用 STM32 芯片开发出了病房消毒机器人，可以实现自主巡航、定位和消毒等功能。机器人技术不仅能够提高消毒效率，还可以减少医护人员接触污染物的风险，保障医护人员的健康安全。

基于 STM32 的医院病房自动消毒系统旨在通过技术手段来实现医院环境的快速、高效的消毒。国内已有多个个人和机构进行了相关的研究和应用，下面将对其进行介绍。

三、个人研究

王益民等人（2019）开发的基于 STM32 的医院病房自动消毒装置。该装置采用了紫外线杀菌技术，并利用 STM32 芯片进行控制和监测，可实现自动巡航、智能控制和数据传输等功能。该装置在实验室中的消毒效果良好。

张伟等人（2020）设计的基于 STM32 单片机的医院病房自动消毒系统。该系统集成了超声波定位技术和激光扫描技术，可以精准地定位病房中的物品和区域，并进行全方位的消毒。该系统在实际应用中取得了较好的效果。

乔中懋等人（2022）设计的基于 stm32 的消杀防疫机器人,涉及消毒防疫机器人技术领域解决了在疫情期间或疾控中心等需要防控处理的地方,因为需要隔离治疗,医务人员不能很好地将药品或者餐饮送到病患手中的问题^[4]。

四、机构研究

东生机器人(杭州)有限公司常温汽化过氧化氢采用“冷蒸发”技术对物品进行高效灭菌，具有较强的灭菌能力，并且对细菌、孢子、真菌、霉菌和病毒都广谱有效^[10]。

中南大学医学院附属湘雅医院感染控制科和电子科技大学合作开发了基于 STM32 的医院病房自动消毒机器人。该机器人采用了激光雷达和视觉识别技术，可以自主巡航、定位和消毒。该机器人已经在湘雅医院的病房中进行了实地测试，并取得了良好的效果。

上海灵至科技有限公司生产的同类机器人^[11]具有内部消毒系统，可以释放消毒气体。这种机器人最多可携带 1500 毫升消毒液，每次可提供三小时的不间断工作。

总的来说，国内个人和机构在基于 STM32 的医院病房自动消毒系统方面已经取得了较为显著的进展。未来，随着科技的不断发展和完善，这一技术将会在医疗防疫工作中扮演越来越重要的角色。

1.2.2 国外研究现状

随着全球疫情的肆虐，医院病房的消毒问题越来越引起人们的关注。基于 STM32 的医院病房自动消毒系统是一种新兴的技术，其在国外也受到了越来越多的关注和研究。本文将介绍基于 STM32 的医院病房自动消毒系统在国外个人和机构的研究现状。

一、个人研究

Karthik Kumar 等人（2019）开发了一款基于 STM32 单片机的自动消毒机器人。该机器人采用了紫外线杀菌技术，并配备了超声波传感器和红外线传感器，可以在不碰撞其他物品的情况下完成自主移动和消毒任务。该机器人还具有遥控模式和手动模式，可以根据实际需要进行选择。该机器人在实验室中的消毒效果较好，但需要进一步优化以适应实际使用场景。

Yifan

Zhang 等人（2020）设计了一种基于 STM32 芯片的医院病房智能消毒器。该消毒器利用紫外线灯进行消毒，可以实现远程控制和监测，并且在消毒过程中不产生任何化学反应和残留物质。该消毒器还具有自动识别病区、自动巡回消毒等功能，大大提高了医院消毒的效率和准确性。该消毒器已经获得了美国 FDA 认证，并在一些医院中得到了应用。

Amanpreet Kaur 等人（2020）研究了一种基于 STM32 的医院病房智能消毒系统。该系统采用了紫外线和臭氧技术相结合的方式进行了消毒，可以有效杀灭细菌和病毒，并且在消毒过程中不会对人体产生危害。该系统还配备了智能传感器和控制模块，可以根据实际情况自动调整消毒时间和强度，提高了消毒效果和安全性。

二、机构研究

德国马普学会开发了基于 STM32 的智能消毒机器人。该机器人采用了激光扫描技术和机器视觉技术，可以高精度地识别病房中的物品和区域，并进行精准的消毒。该机器人还具有自主导航和路径规划等功能，可以极大地减轻医护人员的工作负担。该机器人已经在德国一些医院进行了试点应用，取得了良好的效果。

美国 MIT 推出了一种基于 STM32 芯片的紫外线消毒灯。该消毒灯采用了高能量紫外线和红外线传感器技术，可以实现对病房内的各种物品和表面的全方位消毒，且无需人工干预。该消毒灯还配备了智能控制系统和远程监测功能，可以随时随地掌握消毒情况。该消毒灯已经获得了美国 FDA 认证，并在一些医院中得到了应用^[13~14]。

基于 STM32 的医院病房自动消毒系统是一种新兴的技术，其在国外个人和机构的研究中已经取得了一定的进展。然而，目前该技术仍存在一些挑战和需要解决的问题，例如消毒效果、安全性和成本等方面。因此，需要进一步加强研究和实践，不断完善和优化该技术，以更好地服务于人类健康事业。

1.3 课题研究内容

本研究旨在使用 STM32 单片机设计和实现一种医院病房自动消毒系统。该系统将使用红外传感器和光电开关等多种传感器，通过监测病房内的人员活动情况和空气质量指标等数据，自动控制紫外线灯和喷雾消毒装置，以达到对病房进行全面、高效、自动化消毒的目的。

具体研究内容包括以下几个方面：

系统硬件设计：按照系统的需要和功能需要，选用适当的硬件，对其进行电路的设计，使其既能保证设备的稳定性，又能保证设备的高效率消毒。

系统软件设计：使用 Keil 等集成开发环境，编写系统控制程序和算法，实现对不同传感器数据的实时采集、处理和分析，并控制紫外线灯和喷雾消毒装置的运行。

系统测试和优化：根据实际应用场景，对系统进行模拟测试和实地试验，并针对性地对系统进行优化和改进，以提高系统的可靠性和消毒效果。

本研究的成果将能够为医院病房的消毒工作提供一种全新的、高效的解决方案，为疾病防控和健康保障工作做出积极贡献。

第 2 章 整体方案设计

2.1 系统功能需求分析

在需求分析的基础上对医院病房自动消毒系统进行设计和实现，包括系统软件设计，系统硬件设计，手机 APP 系统界面设计，同时包含医院病房自动消毒系统实现以及系统测试，重点介绍医院病房自动消毒系统功能模块的详细设计思路和实现方法，对医院病房自动消毒系统键技术和部分源代码进行详细解释与说明。该医院病房自动消毒系统应完成的主要功能有：

- (1) 通过 DHT11 检测病房内温湿度，当温度低于设置最小值，进行加热；当湿度大于设置最大值，进行风扇除湿
- (2) 通过 MQ-135 检测病房内混合气体，当气体浓度过高，则进行紫外线消毒，另外，也可定时消毒
- (3) 通过霍尔传感器检测病房是否打开，通过红外传感器是否有病人在床上,若门打开超过一定时间病床上没人，则自动关闭照明灯并开始紫外线消毒灯。
- (4) 通过按键可设置温度最小值、湿度最大值、气体浓度最大值、定时时间。
- (5) 通过按键控制窗帘的开关(电机模拟)。
- (6) 通过 OLED 显示温湿度、气体浓度、窗帘状态(打开或关闭)
- (7) 通过 wifi 将数据远程发送到手机上 APP,另外可通过 APP 远程控制窗帘上升和下降、病房除湿、加热、杀菌。

技术要求：

- (1) 采用嵌入式处理器，多传感器检测技术；
- (2) 以单片机、温湿度模块、电源模块、空气质量检测模块等完成硬件设计；
- (3) 采用 KEIL 软件平台和 C 编程语言完成下位机软件设计；
- (4) 采用云平台完成医院病房自动消毒系统手机 APP 软件设计。

2.2 系统整体方案设计

该设计以 STM32F103 单片机为核心控制器，再加上多个的模块，构成了一套基于 STM32 的医院病房自动消毒系统，它包括了中控部分、输入部分和输出部分。在中控部分，使用的是 STM32F103 单片机，它的主要功能是采集输入部分数据，通过内部处理，对输出部分进行控制。该系统的输出包括五个部件，一个部件为 DHT11 温度和湿度的传感器；第二个部分为探测有无人员在病房内的红外传感器；第三个部件为霍尔感应器，用于感应病房门是否紧闭；第四部份为可探测病房内

混合气数值的 MQ-135 型混合气传感器；第五个区域为单独的按钮，用于界面的切换，阈值的设定，窗户的开关；第六部分为供电电源，为整体的电源提供动力。输出由七部分组成，第一部分是 OLED 显示屏，用于显示当前温湿度及是否有人、门窗状态、混合气体浓度值；第二、三和四部分是三个继电器，分别用于加热、除湿、杀菌；第五部分是步进电机，用来模拟窗户的开关；第六部分是 USB 灯，检测到有人自动开灯，判定到无人 20 秒后自动关灯；最后一部分是 WiFi 模块，通过 WiFi 连接手机上传获取温湿度数据、混合气体浓度、窗户状态、三个继电器状态以及通过手机控制。系统硬件总框图如图 2.1 所示。

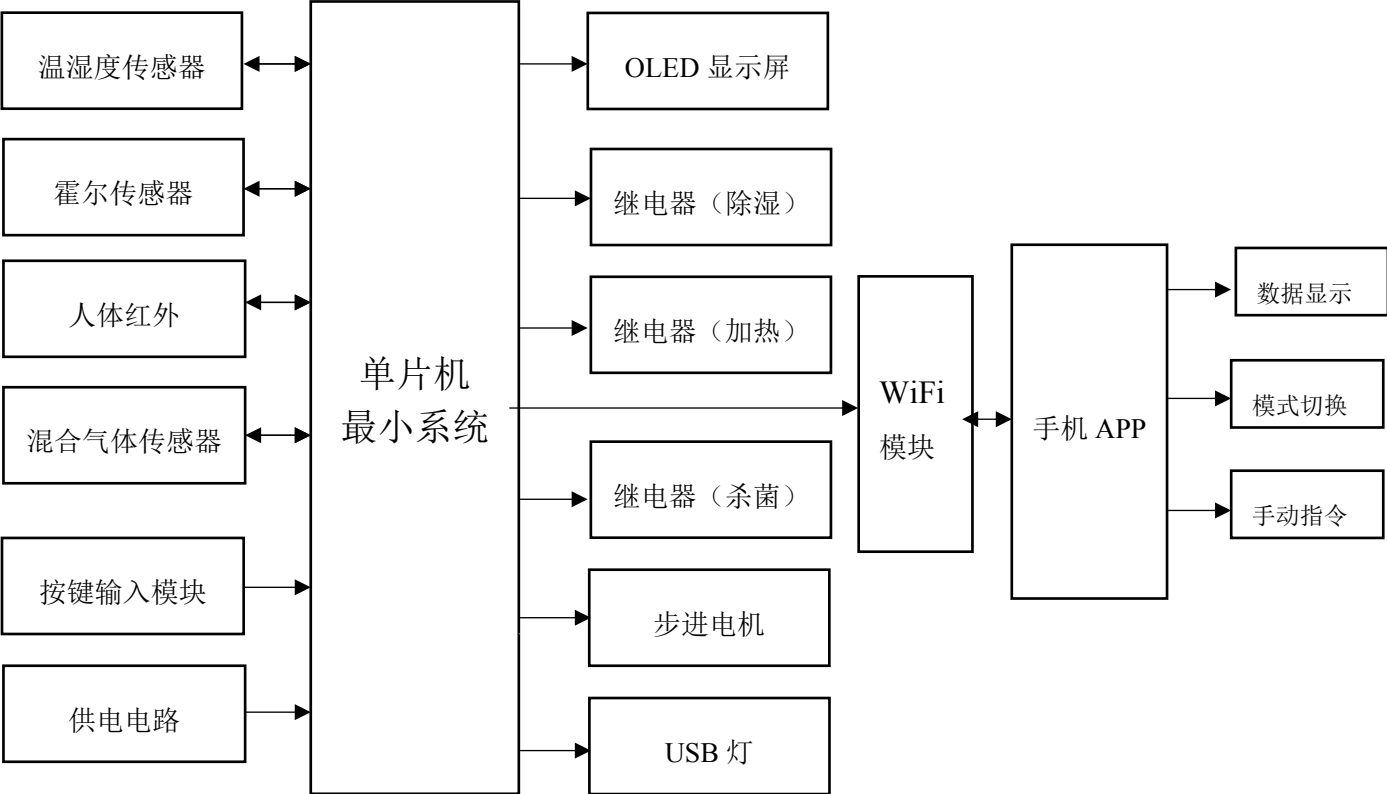


图 2.1 系统硬件总框图

第 3 章 系统硬件设计

3.1 控制器

3.1.1 STM32F103C8T6 单片机处理器

STM32F103C8T6 型单片机处理器是一款基于 ARM 内核的 32 位微型控制器，广泛应用于各种电子设备和嵌入式系统中。这款芯片系统具有强大的性能和功能特点，是现代科技领域不可或缺的重要组成部分。

首先，该单片机处理器内部具有 64KB 的程序存储空间。这意味着它能够存储大量的程序代码和数据，满足各种复杂的计算和运算需求。同时，它能够工作在最高频率为 72MHZ 的条件下，保证了高效的数据处理速度和响应时间，适合处理多种类型的数据应用程序。

其次，该芯片系统采用 3.3v 进行供电，能够保证稳定可靠的电源输出，并且其引脚输入输出以及上电复位都能够进行可编程检测，便于开发人员进行系统调试和问题排查。此外，通过 4-6MHZ 的晶体振荡器提供时钟信号的供给，确保了系统的稳定性和精度。在单片机系统内部出厂调试时，使用的是 8MHZ 的 RC 震荡器。此外，STM32F103C8T6 还具有自带校准的 40kHz RC 震荡器和带有自动校准功能的震荡器系统，能够有效地提高时钟信号的精度和稳定性。此外，它还能够产生单片机时钟的 PLL（锁相环）信号，使得时钟信号更加精确稳定，提高了系统的性能和可靠性。最后，该芯片系统的工作温度最高可达 85°C，适用于各种复杂的工业和商业应用场合，具有广泛的市场需求和应用前景。此外，该芯片系统广泛应用于计算机、通讯、医疗、军事、航空航天等领域，极大地推动了现代科技的发展和进步。总之，STM32F103C8T6 型单片机处理器是一款功能强大，性能卓越的微型控制器，具有广泛的应用前景和市场需求。它通过 ARM 内核和先进的技术特点，满足了各种复杂计算和运算的需求，为现代科技的发展和进步做出了积极的贡献。

3.1.2 STM32 最小系统电路

为了更好地实现和完善配套智能手势控制系统的使用功能，下图展示了 STM32F103C8T6 型单片机系统的最小系统原理图。除了使用一些常用的微型处理器外围模块进行手势识别外，该系统还需要设计其内部的最小系统，具有以下几大特点：

首先，该系统采用了一个外部晶体振荡器，以确保时钟信号的稳定和精度。这种设计能够提高系统的数据处理速度和响应时间，使其更加适合处理多种类型的数据应用程序。其次，电源部分使用了一个稳压芯片 ASM1117-3.3，能够从 VCC 获取 5V 电压。这样就可以确保系统在整个工作过程中稳定可靠的电源输出，并且能够保证各种复杂的计算和运算需求。第三，复位引脚为 Reset 引脚，具有重要的功能特点。当系统发生异常或出现问题时，通过该引脚能够快速恢复系统的正常运行状态，确保系统的稳定性和可靠性。最后，BOOT0 启动选用的引脚电阻为 10K 欧姆。这种设计能够帮助开发人员轻松进行系统调试和问题排查，并且能够提高系统的性能和效率。总之，mSTM32F103C8T6 型单片机系统的最小系统原理图展示了该系统的内部设计和特点，具有外部晶振、稳压芯片、复位引脚和 BOOT0 启动选用引脚电阻等多种功能特点。这些设计都能够提高系统的性能和可靠性，在配套智能手势控制系统中发挥重要作用。

3.2 液晶显示器

3.2.1 液晶显示器选型

在系统工作过程中，OLED 液晶显示器可以显示字符、图形和字母，无论大小写都能够清晰地显示。当需要显示汉字时，需要使用取模装置来对其进行取模，因为该液晶显示器没有内置字库，因此可以随时驱动显示。单片机与该显示器的通信可以采用 SPI 或 IIC 进行，两种通信方式各自具有不同的特性，需要根据单片机的使用情况进行选择。在工作过程中，该显示系统还可以通过取模的方式显示图案信息，并利用程序生成相同的数据来刷新显示。这种设计的好处在于提高了系统的效率和响应速度，从而使整个系统更加稳定可靠。

OLED 液晶显示器具有多种功能和特点，能够满足不同的使用要求。无论是显示字符、图形还是字母，都能够实现高品质的显示效果。通过 SPI 或 IIC 通信，也能够方便地与单片机进行通信，为系统的运行提供了强有力的支持。同时，该显示系统还能够利用取模的方式显示图案信息，充分发挥了其在系统工作中的优势。OLED 显示模块实物如图 3.1 所示。



图 3.1 OLED 显示模块实物

3.2.2 液晶显示器电路设计原理图

在设计 OLED 液晶显示器电路时，需要查阅相关数据手册以确定该模块的功能电压。从数据手册中可以得知，该模块的功能电压为 5V，并且可以直接连接到单片机电源上。除此之外，还需根据单片机的配置信息，将其余各个引脚与单片机的对应引脚进行直接连接。值得注意的是，该液晶显示器采用 IIC 通信协议。

因此，在设计 OLED 液晶显示器电路原理图时，需要充分考虑这些因素。其中包括了液晶显示器和单片机之间的各个引脚连接方式，以及外部电源的连接方式等等。通过该设计电路，能够实现 OLED 液晶显示器与单片机之间的稳定可靠通信，并且能够实现高品质的图像和字符显示效果。同时，由于该设计考虑了电源连接问题，能够保证系统在整个工作过程中具有稳定性和可靠性，并且能够满足多种应用场景的需求。总之，OLED 液晶显示器的设计需要考虑多方面因素，如功能电压、引脚连接方式、通信协议等等。通过设计合适的电路原理图，能够实现液晶显示器与单片机之间的稳定可靠通信，并且能够满足多种应用场景的需求。

3.3 传感器选型

3.3.1 温湿度传感器

该系统在进行设计时，还需要实时检测医院环境当中的温度状况，再进行采集温度以及湿度信息时采用的模块为 DHT11 温湿度传感器，该温湿度传感器在进行工作时具有较多的优点，例如在其内部具有感温单元以及湿度检测单元，具备内部小型处理器，系统可以对这两个部分的传感器进行采集之后对其进行数据处理，将处理到的数据信息发送至单片机处理器当中，在与单片机之间进行通信时，其所占用的引脚较少，仅使用一根数据线，采用单数字总线技术来实现数据通信的功能，DHT11 温湿度传感器实物图如图 3.2 所示。



图 3.2 DHT11 温湿度传感器实物图

3.3.2 霍尔传感器

系统工作的过程中需要采用霍尔传感器采集门开关信息，霍尔传感器是一种能够检测磁场变化的传感器。它利用霍尔效应来实现精准的磁场测量，因此被广泛应用于各种领域，如汽车、机械

、电子等。霍尔传感器由霍尔元件、集成电路和信号处理电路组成。当霍尔元件受到外界磁场作用时，会产生横向电势差，这个现象被称为霍尔效应。通过对霍尔效应的测量和计算，可以得到精确的磁场信息。霍尔传感器具有响应速度快、灵敏度高、精度高、体积小、功耗低等优点。它能够测量直流和交流磁场，并且不受外界干扰影响。在汽车领域中，霍尔传感器主要用于测量车速、转速、刹车压力等信息，以保障汽车行驶安全。在机械制造中，霍尔传感器可以用于测量旋转轴的角度、位置及速度等参数，以实现自动控制和监测。在电子设备中，霍尔传感器还可以用于检测门磁、开关状态等。总之，霍尔传感器以其高精度、高可靠性、易操作等特点，成为了现代科技领域中不可或缺的重要组成部分。霍尔传感器实物图如图 3.3 所示。

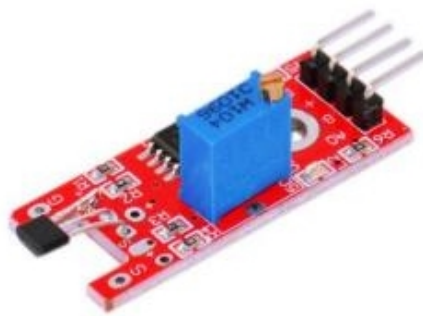


图 3.3 霍尔传感器实物图

3.3.3 空气质量传感器

MQ135 空气质量检测模块是一款专门用于检测空气中有害气体浓度的电子设备。它可以检测多种气体，包括二氧化碳、甲醛、苯、烟雾和一氧化碳等有害气体。该模块以电阻值来表示被检测气体的浓度，使用简便且具有高灵敏度和快速反应的特点。

MQ135 空气质量检测模块具有较高的精度和可靠性，并且具有自我校准功能。在使用过程中，用户只需要将模块与微处理器或其他控制电路相连即可。此外，MQ135 空气质量检测模块结构简单、价格低廉，因此在多个领域中得到了广泛应用，如智能家居、工业生产现场等。

总之，MQ135 空气质量检测模块是一款实用的电子设备，可以帮助用户快速准确地检测空气中有害气体的浓度，具有非常重要的意义。MQ135 空气质量模块实物图如图 3.4 所示。



图 3.4 MQ135 空气质量模块实物图

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/137163104123006055>