

Design of Ship Incinerator Simulator under Carbon Neutrality Background

Xichen Han

Maritime College, Tianjin University of Technology, Tianjin, 300384, China

Abstract

As the emission requirements of ships are gradually increasing, and students majoring in ship electronics and electrical engineering are required to independently undertake the maintenance of ship electronic and electrical equipment after their promotion, so students are required to have the ability to operate and maintain ship anti-pollution equipment during their study in school. The paper designs a ship incinerator simulator to enable students to master ship emission standards during their school years, and to have the ability to operate, maintain, and upkeep ship pollution prevention equipment. Through the programming of PLC and the design of related fault functions, students can have the ability to search for relevant faults based on circuit diagrams. The use of physical simulation devices can enhance the real experience of ship equipment operation, and experience ship equipment operation through touch screens or virtual operation technology. In navigation teaching, students can simulate and experience real operations, and their equipment operation and fault finding abilities can be significantly improved. Ship incinerator simulators can save space, reduce costs, and facilitate large-scale teaching and training.

Keywords

ship incinerator; simulator; Siemens PLC

碳中和背景下船舶焚烧炉模拟器设计

韩熙琛

天津理工大学海运学院, 中国·天津 300384

摘要

随着船舶排放要求逐渐增多, 船舶电子电气专业学生在提职之后需要独立承担船舶电子、电气设备的维护保养工作, 因此要求学生在校期间便具有能够操作和维护保养船舶防污染设备的能力。论文通过对船舶焚烧炉模拟器的设计, 使学生能够在校期间掌握船舶排放标准的基础上, 具有操作、维护以及保养船舶防污染设备的能力, 通过PLC的程序设计, 相关故障功能的设计, 使其能够具有根据电路图查找相关故障的能力, 采用物理仿真装置则可以增强船舶设备操作的真实体验感, 通过触摸屏或虚拟操作技术来体验船舶设备操作。在航海教学中, 学员能够真实地进行模拟操作和体验, 设备操作能力和故障查找能力可以得到显著提高。船舶焚烧炉模拟器可以节约空间, 降低成本, 有利于开展规模教学和培训。

关键词

船舶焚烧炉; 模拟器; 西门子逻辑控制器

1 引言

近年来, 随着碳中和概念的提出, 防治污染成为一个重要课题, 而其中船舶垃圾处理是重中之重。国际海事组织 IMO 在 MARPOL 73/78 公约的基础上作出以下要求: 首先大中型船舶需配备焚烧炉^[1]。国外如英国哈姆公司、日本的日立公司都发展出自己的焚烧炉产品, 并广泛应用^[2], 中国中船重工也制造了国产的船用焚烧炉, 虽性能参数各有不同, 但基本工作原理相似, 由于经费、环保等要求, 难以通过真实设备进行演练, 而船公司在面试时要求对基本防污染设备有操作以及维护保养要求, 由此, 开发相对真实的船用

焚烧炉模拟器具有实践性要求。开展模拟器综合实践, 能够形成以强化操作实践教学、突出综合能力培养、增强岗位适配契合为目标的应用型海运人才培养思路^[3]。

2 设计思路

2.1 系统整体设计

船舶焚烧炉模拟器的设计目标是同时满足实时操作要求, 并设计相关实体电路故障并进行排查, 通过上位组态软件和下位 PLC 相结合, 上位机要能够显示船舶焚烧炉的点火逻辑过程、燃烧状态以及保护功能的状态显示, 设计有触摸按钮、模拟仪表等器件。下位机采用西门子 PLC 技术编写相关启动、燃烧以及安保的操作程序, 物理仿真装置为组态王界面形成的船舶焚烧炉模拟器操作平台。上位机和下位机的连接采用当前主流的以太网通信, 下位机与物理仿真装

【作者简介】韩熙琛(2004-), 男, 中国河南郑州人, 本科, 从事船舶主机遥控研究。

置进行数据交换。

船舶焚烧炉模拟器的上位机采用组态软件开发虚拟仪表显示界面，通过以太网与下位机 PLC 进行通信，响应速度能够满足船舶焚烧炉模拟器的设计需求。下位机选用 AMSAMOTION 公司的 CPU224XP-E 以太网型 PLC 作为主机。它包含有两个 RS485 通讯接口和一个 RJ45 接口，可与上位机组态软件进行通信。

2.2 设计要求

该控制系统能够通过上位机与下位机的配合，实现模拟焚烧炉的启动程序控制、燃烧逻辑控制以及安保等功能。在启动程序控制中实现船用焚烧炉预扫风、点火、喷油、燃烧以及熄火后的后扫风等动作。其控制系统的模拟功能能够在燃烧逻辑控制中实现喷油量控制、风门开度控制以及炉膛温度等参数进行全方位监测，通过少量的柴油消耗实现船舶固体垃圾或液体垃圾的焚烧。

2.3 船用焚烧炉主电路设计

船用焚烧炉主电路的主要设备熔断器、变压器、主断路器、相关设备断路器、热继电器、交流接触器、搅拌机马达、风机马达、油头马达等，如图 1 所示。

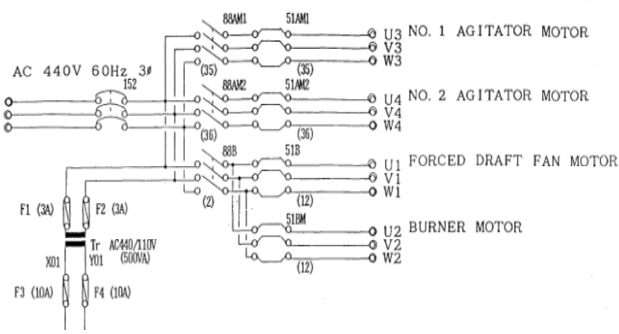


图 1 主电路设计图

2.4 软件程序设计

2.4.1 顺序启动

满足船用焚烧炉顺序启动的相关流程，固体垃圾焚烧过程中，垃圾通过燃烧室的排渣口进入燃烧室。由于废水中的含水量较高，需要在燃烧室内安装一台柴油燃烧器，以在燃烧室内使其燃烧。一旦启动，废气风扇将废气排放出去，并在室内形成负压，从而使废物完全燃烧。接下来第二个柴油燃烧器将被关闭，在燃烧过程中，控制系统通过感光电阻监测室内温度，并自动调节排气管和排气扇的排气流速。在燃烧过程中，液体垃圾通过输送泵流入淤泥箱。当箱内的水位上升到特定高度时，电动机将自动停止运行。然后容器仓内的管道电泵将一部分污泥残留输送至焚烧炉。随后，部分污泥通过回流管道重新输送至舱内，使残渣与水进行相应的混合处理。这样可以优化污泥的处理效果，提高焚烧效率。

2.4.2 监控系统界面组成

仿真控制系统界面如图 2 所示，通过流动液体模型能够显示液体流动方向，能采集并显示焚烧炉的排烟温度以及

内压情况，在界面中污油柜的液位以及污油温度。并对关联设备的运行情况进行监测，如柴油泵、循环泵等，如图 3 所示。

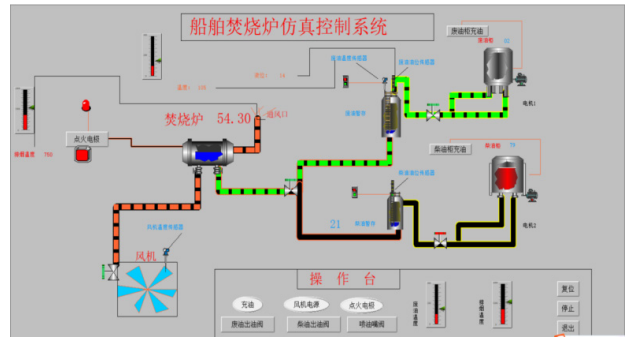


图 2 控制系统界面



图 3 操作面板界面

①控制系统界面实时监控画面能够直观地显示相关设备的运行状态以及关键参数，如废油温度、排烟温度等。这有助于操作人员实时掌握焚烧炉的运行情况，并可根据需要调整参数，确保焚烧炉保持最佳工作状态。同时还可以直接进行柴油柜充油、废油柜充油、点火等操作，便于模拟船舶焚烧炉的各种状态。

②指示灯界面显示了设备状态和重要参数（电源、点火状态、油位状态、风机）；画面中的指示灯停止的时候为红色，运行状态为绿色。

③操作台使操作者能够选择和控制在船用焚烧炉的燃烧模式及工作模式。同时，可以对风机、油类等设备进行手动启动和停止操作。运行状态指示器通过红灯和绿灯显示设备的运行状态，红灯表示设备已停止，绿灯表示设备正在运行。

④情况模拟用于显示各种报警信号。当某个故障报警时，相应的报警灯将闪烁。操作人员可以按下蜂鸣器按钮，使警报保持常亮。在故障得到解决后，警报将自动停止。

⑤主页面中相关功能如果需要更改，可以点击“参数设置”的键位，即可进入设定参数的控制界面，然后改变相应参数。

2.4.3 故障的监测与处理

船舶焚烧炉作为一种高效、环保的垃圾处理设备，广

泛应用于各类船舶。其监控系统能够对焚烧炉的一些关键开关量和模拟量进行严密的监控。一旦监控的参数达到报警状态,系统将立即发出声音和图像报警,以便于船员及时采取措施。同时,报警信号会被传送到机旁、集控室和相关船员的房间,使得相关人员能够迅速了解情况。此外,该报警系统还与机舱集中监控系统相互连接,从而确保了船用焚烧炉的安全稳定运行。

船用焚烧炉在运行过程中,可能会遇到各种故障,需要对其进行有效的监控和处理。监控系统通过对焚烧炉各个部分进行实时监测,及时发现并处理故障,从而保障焚烧炉的安全稳定运行。此外,监控系统还可以对船用焚烧炉的运行数据进行记录和分析,为设备维护和优化提供有力支持。

2.4.4 运行参数的设置与修改

船用焚烧炉监控系统具有高度的可操作性和灵活性,能够对焚烧炉的一些重要运行参数进行采集和显示。监控系统允许操作人员在焚烧炉运行过程中调整参数设置,如温度、压力、风量等。通过优化这些参数,可以使船用焚烧炉始终保持在最佳工作状态,提高垃圾处理效率,减少污染物排放。同时,监控系统还会对修改后的参数进行记录和跟踪,以便于定期评估和优化焚烧炉的运行性能。值得注意的是,监控系统还具有故障诊断和报警功能。在发现异常情况后,系统会立即发出报警信号,并通知相关人员进行处理。有助于减少因设备故障导致的意外停机,保障船用焚烧炉的安全稳定运行^[4]。

2.4.5 系统及设备的运行控制

监控系统能对船用焚烧炉的燃烧模式和工作模式进行选择控制,对所有设备进行运行和停止的控制。论文设计的船用焚烧炉控制系统是一个实时控制系统,具有快速的响应时间和高效的软件使用效率。该系统采用模块化的自顶向下分析方法进行设计,集中考虑用于控制船舶废污泥和固体生活废弃物的处理燃烧。主要燃烧控制方案分为固体废弃物焚烧、液体废弃物焚烧和除渣三个模块方案,每个大模块方案中又包含了燃烧器控制方案、停止模块工作模块方案、工作模块方案和其他模块方案。这种清晰的子模块划分,有利于简化编程,提高编码效率,节省存储空间,同时也为将来的模块编程添加和修改提供了便利。控制器实现了对温度变送器、压力变送器、火焰检测器等的数据采集,并通过传热元件的燃烧室温度实现对垃圾的控制。根据经验,燃烧室的温度变化主要由排烟排出的热引起。然而,通过保持喷嘴1、喷嘴2、燃烧室中的氧气/废气比例处于合适的数值,可以维持燃烧室的稳定。燃烧室温度的稳定确保了垃圾的完全燃烧,从而提高了燃料的消耗量和焚烧效率。此外,还可以通过一个微型计算机来测量室内的废物燃烧状况,从而实现了对船用焚烧炉的燃烧模式和工作模式的选择控制,以及对所有设备的运行和停止的控制。

3 硬件结构

船舶焚烧炉模拟器的硬件部分主要由 MCGS 型触摸屏

和西门子公司的 SIMATIC S7-1200PLC 及两个 RS485 通讯接口和一个 RJ45 接口。

①控制输入部分采用触摸屏技术,其本身由于不需要键盘和鼠标,仅通过人手操作便能灵活输入并显示参数^[5],并且其分辨率较高,人眼认知清晰,能耗低且抗干扰能力强,具有高清、可靠、环保的优势。

②在抗干扰性能上西门子 1200PLC 具有明显优势,并且其运行稳定,西门子 SIMATIC S7-1214PLC 芯片结构为 14 输入/10 输出共 24 个数字量 I/O 点。可连接 8 个扩展模块,2 路模拟量输入,最大扩展至 284 路数字量 I/O 点或 67 路模拟量 I/O 点,具有较强控制能力的控制器。

在船用焚烧炉控制系统软件的研究过程中,采用了模块化编程的概念。根据船用焚烧炉的运行特点,系统被划分为初始化模块、固体废弃物焚烧模块、油品焚烧模块和通信模块等几个模块子程序。这种模块化设计为整个系统提供了一个坚实的基础。引入模糊控制技术可以提高系统的准确性、稳定性,并明显改善控制效率。模糊控制技术是一种基于模糊逻辑的智能控制方法,能够处理不确定和不精确的信息,从而提高控制系统的适应性。通过模块化设计和模糊控制技术的应用,船用焚烧炉控制系统在性能和管理方面得到了显著提升。

4 结语

模拟器界面的设计简洁明了,易于操作。用户可以在主界面上查看焚烧炉的运行状态、参数值,并实现对焚烧炉系统的手动控制。同时,模拟器还具有实时警报功能,一旦监测到异常情况,如温度过高、压力过低等,将立即发出警报,便于操作人员及时采取措施。为操作人员提供了更加高效、便捷的操控体验。此外,模拟器还支持远程监控功能,可以通过网络连接到服务器,将焚烧炉的运行参数上传到服务器进行存储和分析。这种远程监控功能有助于技术人员和操作人员更好地了解焚烧炉的运行状况,从而实现更加精确的控制和优化。本模拟器可以为船舶焚烧炉系统提供实用的控制和监控功能,有助于提高船舶废污泥和固体生活废弃物的处理效果,减少对环境的污染。对船舶垃圾处理水平的提高和海洋环保意识的增强具有积极推进作用。同时,也有利于提高学生的动手能力和实际操作经验增强学生的环境保护意识。

参考文献

- [1] 钟武华.船舶油污泥焚烧排放数值模拟与风门控制研究[D].厦门:集美大学,2013.
- [2] 陈新恩,覃浩峰,罗胜红,等.一种便于PSC检查的新型船用焚烧炉监控系统[J].中国航海,2015,38(2):114-117.
- [3] 郑尚龙,杨神化,曹宝根.基于航海模拟器的综合实践教学[J].航海教育研究,2019,36(2):63-69.
- [4] 杨江天,赵明元,张志强,等.基于定子电流小波包分析的牵引电机轴承故障诊断[J].铁道学报,2013,35(2):32-36.
- [5] 杨玉琴,李亚宁.触摸屏技术研究及市场进展[J].信息记录材料,2012,13(1):35-46.