

科技论坛

基于 PLC 的船舶机舱监测报警系统设计分析

张菊良

嘉兴市科讯电子有限公司 浙江嘉兴 314000

【摘要】随着自动控制技术高速发展，船舶机舱监测报警系统也需要向着智能化、模块化升级，本文选用PLC作为控制核心实现对来自船舶机舱设备的信息数据进行处理，基于PROFIBUS现场总线技术实现PLC与各个I/O采集站之间的互联互通，通过以太网实现PLC与上位机主控计算机之间互联互通，构建完整的监测报警系统。同时通过人机交互设备实现船舶值班人员与监测报警系统便捷交互，协助船员对设备进行检修保养。通过船舶机舱监测报警系统实现对船舶安全以及人员安全保证。

【关键词】PLC；船舶机舱；监测报警系统

Design and analysis of ship engine room monitoring and alarm system based on PLC

Zhang Juliang

Jiaxing Kexun Electronics Co., LTD. Zhejiang Jiaxing 314000

【Abstract】With the rapid advancement of automatic control technology, the ship engine room monitoring and alarm system needs to be upgraded towards intelligence and modularity. This paper selects PLC as the core control system to process information data from the ship's engine room equipment. It uses PROFIBUS fieldbus technology to connect the PLC with various I/O acquisition stations, and Ethernet to connect the PLC with the main computer of the upper-level machine, thereby constructing a comprehensive monitoring and alarm system. Additionally, human-machine interaction devices facilitate convenient communication between the ship's watch personnel and the monitoring and alarm system, assisting crew members in performing maintenance and repairs on the equipment. The ship engine room monitoring and alarm system ensures the safety of both the vessel and its personnel.

【Key words】PLC; ship engine room; monitoring and alarm system

引言

工业经济的发展是社会进步、提高生活质量的重要基础，经过数十年高速发展综合国力的不断提升，我国由农业国跃居为世界第一制造业大国、货物贸易第一大国以及商品消费第二大国，与各国之间的交流更加紧密。船舶作为各个国家贸易往来的重要交通工具，船舶行业的高速发展船舶技术的先进性既是国家制造业强大的体现，也是保证对外贸易往来正常运转的重要基石。在船舶制造过程中对于船舶的安全性及稳定性必须提高重视。船舱作为船舶心脏，其内部的主推进系统和轴系、电力系统、蒸汽系统、辅助系统以及其他设施任一设备的损坏都会造成船舶异常，严重情况甚至危及船员人身安全。因此，对于船舱内设备工作数据监测与异常报警系统的设计极为显得尤为重要。一方面帮助船员及

时发现设备异常并作出响应；另一方面也便于船员对设备的保养维护。

一、系统的组成与设计方案

船舶机舱监测与报警系统运行可靠与否，关乎着每一位船员的人身、财产以及船舶航行安全，所以在设计开发过程在程序编写与硬件配置方面，其性能的稳定可靠应作为第一原则。为此本设计思路是将该系统分为三个组成结构：第一部分为主控计算机、集控显示、延伸报警单元组成的人机交互层。第二部分为核心控制层由控制系统以及信号显示单元组成并安装在集中控制室中。第三部分为设备数据采集层由数据采集系统与报警呼叫箱组成。

二、系统架构设计概述:

不同种类船舶功能不同对于各个监测点位与参数检测标准均存在差异,因此对于硬件设计、软件程序与网络拓扑方面有着较大区别,在功能上存在较大不同,然而,所有系统均需符合船级社规范,并满足以下核心功能要求:

(一) 人机交互层

人机交互层设计主要实现船员在控制室对船舱内部各种设备监测控制。主控计算机与控制系统通过网线进行双冗余连接,一方面面对庞大数据量确保数据传输的快速,另一方面,在一路通道故障时迅速切换另外一路保证系统建立稳定连接。报警单元作为机舱报警系统的基础。采用红色光源与警报声同时提示方式实现视觉、听觉上双重提醒。当控制系统检测到设备上信号采集器采集反馈的数据异常,并且该监测点处于正常开启状态时,控制报警系统发出警报信息,在主控室的集控显示器与集中控制室安装的信号显示器同时显示相应的报警提示相关异常信息。声光报警器红色指示灯高频闪烁警报声同步响起。提示船员船舱内部具体设备出现具体方面的异常。值班人员需尽快前往检查,确认故障后对报警器进行消音处理,消音后报警器由高频闪烁变指示灯常亮状态,警报声音降低。值班人员对设备进行检修,完成修复后,监测点采集到的正常数据反馈至控制系统,控制系统发出指令关闭报警。

当监测点监测到的设备数据异常或系统误判导致的警报开启后但运行过程中自行恢复正常情况,报警系统仍然提示警告信息,报警器转为红光常亮警报声音降低,但值班人员进行设备检查确认后,在人机交互设备上手动进行故障消除操作,报警系统关闭。

(二) 核心控制层

核心控制层作为船舶机舱监测报警系统的核心结构,系统的数据处理能力 & 可靠性极为重要。

1. 可编程逻辑控制器选型及功能

因此,经过对比最终选用西门子厂家 S7-1500 系列 PLC,该系列 PLC 属于西门子高端产品,因其自身的高性能、高可靠性常用于各种大规模高速和复杂的控制系统,支持例如 PROFINET、MODBUS 等通讯接口,同时支持大容量内存和多种扩展模块,能够适应各种复杂环境需求。在实际应用中,PLC 中的 CPU 模块接收到来自各个监控点采集的数据,并将这些数据进行分类存储以及异常状态检测进行报警处理。处理结果随后经过 PLC 模块借助 MPI 通信网络同步传输至集控台显示界面与信号显示人机交互设备,以及各

个延伸报警器,将处理信息可视化呈现,方便船员查看记录与操作。

2. 人机交互界面显示功能

信号显示人机交互设备用于显示设备参数与工作状态以及系统操控与数据处理打印,在设备正常工作期间,显示界面需要根据 PLC 接收处理来自传感器的信息,采用物理仪表与人机界面(HMI)软件实时呈现关键运行数据,同时标注预设的报警阈值,为值班船员提供参考。系统状态通过可视化方式呈现,通常采用双色指示灯方案:绿灯指示设备处于正常工作状态,红灯则标识故障或异常报警情况。

3. 监测报警系统信息打印功能

同时该监测报警系统需要具备完善的参数打印记录功能,主要采用两种输出模式:

周期性报表打印——系统按照预设时间周期自动执行打印任务,将各监测点的实时参数以标准化表格形式输出。这种定时制表功能可生成连续的过程记录,便于后续数据分析与存档。

事件触发打印——当接收到操作人员人工调用打印指令时,或监测点数据异常超出设定阈值触发报警时打印故障代码、详细的报警信息、精确的报警触发时间以及恢复正常后解除报警时间。通过这种方式将打印信息同步上传至上级主控计算机中,能够做到兼顾常规记录与突发事件记录需求,标准化的输出格式,记录完整的时间、故障信息,用以保证记录的可读性与可追溯性,方便问题闭环记录。

(三) 设备数据采集层

设备数据采集层作为船舶机舱检测报警系统中的“眼睛”,设备上安装了大量的用于采集开关量和模拟量的传感器和 I/O 模块用于采集机舱监测点的运行数据信息,根据各个采集点采集信息类型不同选用的 PLC 采集处理模块也存在差异。系统将采用 Profibus-DP 现场总线网络架构实现中央处理器与分布式 I/O 采集站之间的高速通信,该总线系统特别适合船舶环境下的抗干扰数据传输需求,其金属屏蔽双绞线配置方式能够做到有效抑制电磁干扰,并且该总线技术具有以下核心优势:

1. 实时数据传输——采用周期性和非周期性混合通信机制,保障关键数据的优先传输,并且能够确保各采集站获取的监测数据能够以 $\leq 1\text{ms}$ 的延迟传输至主控单元。

2. 完整数据保真——内置 CRC 校验机制,数据传输误码率 $< 10^{-12}$,支持诊断报文自动重传功能,确保数据完整性。

3. 分布式拓扑优势——最大支持 126 个从站组网,若使用光纤中继其最远扩展距离可达 10km 范围,并且各 I/O 站

具备本地预处理能力,能够有效减轻主站负荷。

采用 Profibus-DP 现场总线网络架构能够符合 IEC 61158 国际标准,并且传输速率可配置为 9.6Kbps-12Mbps 实现数据的高速传输、支持主从站热插拔功能、具备完善的网络诊断接口,能够适应船舶机舱内的恶劣环境。

报警呼叫箱则用于实现远程呼叫功能,通过对输入信号的定义实现一对一或是一对多呼叫模式。例如在机舱值班人员进行交接班过程时,在值班人员在控制室通过“工作状态”功能选择下班时候,系统接收到命令取消当前值班人员的工作状态的信号,同时向驾驶台、公共区域及接班船员房间的报警面板发送呼叫信号,并点亮闪烁的指示灯;待接班人员应答后,报警声停止,绿色工作状态的指示灯变亮起,表示接班轮机员开始进入工作状态。

报警功能则是当机舱船员需要进入危险区域开展工作时,系统会发出报警指令,立即激活人员安全警报并启动倒计时功能。在此时间段内,轮机员必须完成安全确认操作。若倒计时结束后仍未收到确认反馈,系统将自动向驾驶台发送警报信息,随后由驾驶台协调全船展开救援行动。

三、软件设计:

船舶机舱监测报警系统的软件开发主要涉及两个关键组成部分:下位机 PLC 程序开发和上人机交互设备操控显示界面软件设计。

PLC 程序设计

PLC 作为船舶机舱监测报警系统“大脑”,对其程序设计的逻辑性与可行性关乎着系统能否正常可靠运行。通过西门子提供的 STEP 7 Professional 软件对 PLC 进行编程烧录,该软件包含多个功能模块:包括 STEP 7 (用于编程和配置 PLC)、WinCC (用于人机界面设计和监控)、PLCSIM (用于虚拟仿真)等。设计 PLC 程序的核心功能包括以下几个方面:实时采集机舱设备的数字量及模拟量信号至 CPU,并对

两类信号分别进行处理。系统将需要监控的运行状态数据传送到上位机进行可视化显示,同时对需报警的监测点进行报警判断。当设备参数超出正常范围时,监测报警系统会触发声光报警,并在上位机 HMI 界面实时显示报警信息。此外,系统会对报警信号进行分级分类处理,生成综合报警信号并传输至延伸报警装置。

人机交互软件设计

机舱监测报警系统的软件的好坏与操控的方便程度,直接决定了系统的操作性能、功能完整性和人机交互体验。不同的开发环境与平台的选择将显著影响软件的可靠性、运行效率、系统稳定性以及开发效率。基于此,开发平台的选择尤为关键。本文选用 Visual5.1.1 作为开发工具完成人机交互软件的功能开发,该平台提供了丰富的工具和功能,提供高效、智能的代码编辑器,支持实时代码检查、代码自动完成等功能。支持应用程序调试,包括断点调试、内存分析、性能分析等。设计的软件应具备以下功能:图形显示功能方便使用者观察操作;模块化,能够实现区域块升级或拓展;实现与 PLC 等设备之间的实时通讯;数据信息打印存储功能,并能够上传至主控计算机中,便于船员对设备进行维护保养与检修。

总结

本文在基于 PLC 的船舶机舱监测报警系统的设计思路上对该系统的核心功能、运行机制、软硬件架构设计方法以及网络通信配置等关键内容展开了深入讨论。在硬件选型上经过多轮对比选材,最终采用西门子 S7-1500 系列 PLC 作为监测系统的核心控制部件,对船舶机舱设备上的监测数据进行处理分类报警。另一方面在人机交互设备上开发了相应软件,实现对设备运行参数显示,以及人员操控指令的下达功能。以上两方面相结合实现船舶机舱设备监控功能。

参考文献

[1]沈玉霞.基于 PLC 的船舶机舱监测报警系统模拟装置设计[J].工程建设与设计, 2021.

[2]任海兵.基于 S7-1200 的船舶机舱监测报警系统[J].数字通信世界, 2020, 000 (003): 15-16.

[3]马渊.自动化控制系统故障报警技术及应用研究[J].信息系统工程, 2020 (7).

[4]杨斌斌,高润玉,韩星星,等.基于组态王和触摸屏的电机温度监测系统[J].电子测量技术, 2020, 43 (18).

作者简介:张菊良,出生年月:1967 年 4 月 20 日,男,汉族,籍贯:浙江海盐,学历:大学,职称:工程师,研究方向:信息技术。