

新型主机遥控系统综合显控模块设计

周 航, 刘 赟

(七一一研究所, 上海 201108)

摘 要: 介绍了用于某新型主机遥控系统的综合显控模块的设计, 包括硬件组成, 冗余 CAN、以太网的硬件电路实现, 以及控制软件实现等技术。试验及应用表明: 该新型主机遥控系统结构简单、响应速度快、实时性好、运行稳定可靠。

关键词: 船舶主机; 遥控系统; 综合显控模块

中图分类号: TK423.4⁺3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2013)01-0026-03

Integrated Display and Control Module Design of New Main Engine Remote Control System

Zhou Hang, Liu Yun

(Shanghai Marine Diesel Engine Research Institute, Shanghai 201108)

Abstract: The design of integrated display and control module used on a new main engine remote control systems is introduced, including hardware, the implementation of redundant CAN and Ethernet electric circuit, as well as control software. Tests and application results show that this new main engine remote control system features simple structure, rapid response, good real-time performance and stable and reliable operation.

Keywords: marine main engine; remote control system; integrated display and control module

0 前 言

主机遥控系统是船舶机舱自动化系统的一个重要组成部分, 主机遥控系统的技术水平关系到该船舶的操控性、安全性和自动化程度。世界主要造船国家船级社对主机遥控系统的控制功能和性能都有明确的规范要求。

主机遥控系统由驾驶室控制站、集控室控制站和机旁控制站三个部分组成, 完成对主机起动、停车、换向等逻辑控制和对主机的转速控制。一套完整的主机遥控系统包括驾驶室操作面板、集控室操作面板、机旁控制箱、安保装置、测速装置。其中驾驶室或集控室控制面板上安装包括复合操纵车钟、辅车钟、按键控制和指示灯面板以及显示仪表等。

1 新型主机遥控系统组成

当前主流的遥控系统大都采用由包括复合操纵车钟, 按键、指示灯组成的控制板和仪表实现相应的控制功能。但这种方式存在主机运行参数显示不够完整、操控指令反馈无法及时获知、系统升级困难、灵活性差等缺点; 系统一旦设计完成, 就不能再增加按键、指示灯或仪表, 修改较困难。

新型主机遥控系统同样由驾驶室控制站、集控室控制站和机旁控制站三个部分组成。其中驾驶室和集控室控制站配置相同, 由综合显控模块、复合操纵车钟和紧急停车按钮组成。实现柴油机起动、停车指令发送; 齿轮箱控制指令发送; 控制部位转换; 复合操纵车钟档位发送; 副车钟联络等功能。机旁控制站配置机旁控制箱, 接收驾驶室和集控室

收稿日期: 2012-11-21

作者简介: 周航(1982-), 男, 工程师, 主要研究方向为主机遥控系统, E-mail: zhouhang00@sina.com。

控制指令，输出柴油机起动、停车、调速信号和齿轮箱控制信号。新型遥控系统图如图 1 所示。

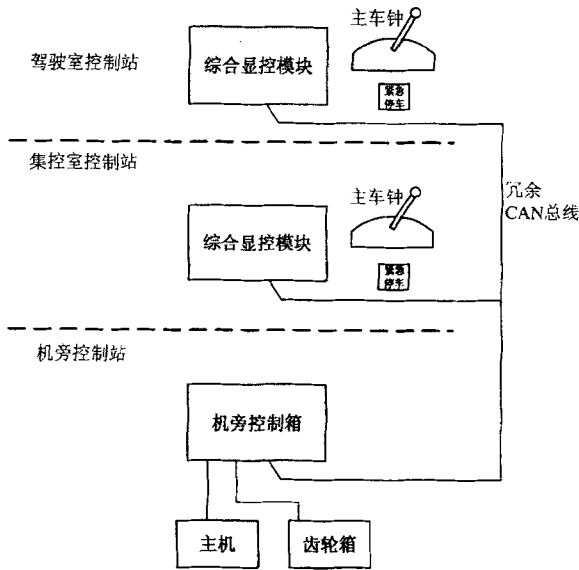


图 1 新型遥控系统图

新型主机遥控系统的核心模块采用新设计的综合显控模块，采用全触摸屏控制，冗余现场总线和以太网通讯。通过可触摸的液晶显示器实现传统主机遥控系统的辅车钟、控制面板和指示灯面板以及显示仪表的功能。综合显控模块相对于传统的指示灯和按键模式的优越性主要表现为：

- (1) 操作简单、人机交互友好，对于操作人员的一些非正常操作，屏幕会进行提示；
- (2) 简化主机遥控系统的设计工作，不同主机的遥控系统通过不同的软件在同一硬件平台上实现；
- (3) 升级换代方便，增加功能只需升级软件即可，而不需要增加按键、指示灯或仪表；
- (4) 高可靠性综合显控模块液晶屏的寿命一般可达到 5 万小时，触摸屏单点触摸寿命 1000 万次以上；
- (5) 防止未经授权操作，触摸屏操作不仅可以通过弹出确认框防止误操作，还可以通过弹出密码确认框防止未经授权操作。

船舶操作人员通过综合显控模块实现对船舶主机的控制，操作简便易学、方便直观，大大提高了系统操作的便捷性，且能方便地了解主机及相关设备的各种重要参数，正确操作相关设备，使船舶处于安全的运行状态。

2 综合显控模块的组成

综合显控模块采用主频 1.8 GHz 双核 Intelx86

芯片作为 CPU，具有 1 GB 的内存和 8 GB 的存储空间；采用 24 V 直流供电，满足-25% ~ +30% 的电压波动。根据船舶应用环境的要求，对外通讯接口设计为两路冗余 CAN 总线、两路千兆以太网、两路 USB。显示部分采用 12.1" TFT-LCD 彩色液晶屏，分辨率为 1024×768；人机交互部分采用 4 线制电阻式触摸屏。操作系统采用 Windows XP-E。与其他采用嵌入式 CPU 和嵌入式操作系统的显控模块相比，本模块的数据运算能力和设备操控的响应速度有很大提高。系统组成如图 2。

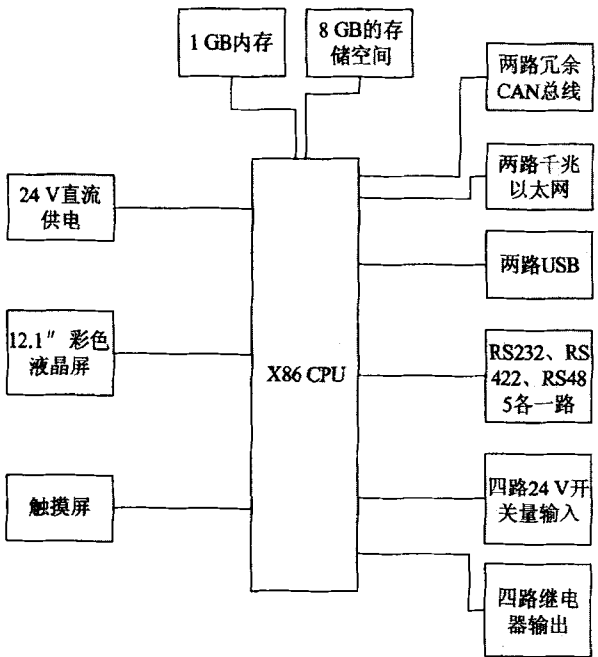


图 2 综合显控模块系统组成图

3 冗余总线的实现

3.1 冗余 CAN 总线的实现

驾驶室和集控室的综合显控模块通过 CAN 总线向机旁控制箱发送控制指令，实现对主机的操纵，为了保证控制系统的可靠性，综合显控模块对 CAN 总线采取冗余设计。每一路都包含完整的 CAN 收发器和光电隔离器件。CAN 总线数据经过 CAN 收发器和光电隔离器件，再由微控制器的 CAN 接口送到双口 RAM，经过 PCI 接口芯片将数据交给 CPU 处理。CAN 总线系统组成如图 3 所示。

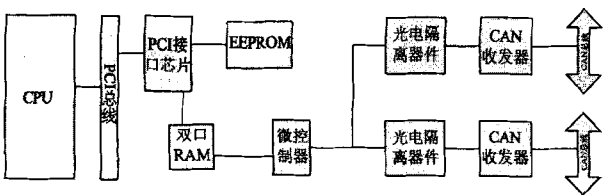


图 3 CAN 总线系统组成图

两路 CAN 总线通过 PCI 总线扩展。采用 PLX 公司的 PCI9052 作为 PCI 接口芯片, 实现 PCI 总线和 CAN 控制器的桥接, PCI9052 上连接一个串行 EEPROM 芯片, 完成对 PCI 芯片的配置, 通过设置局部寄存器和 PCI 基址寄存器, 确定设备 ID、生产商 ID 以及 PCI 总线的地址映射方式、中断响应方式、数据传输方式等。串行 EEPROM 接口在系统初始化时从 EEPROM 中读取配置信息配置 PCI9052 芯片。

采用双口 RAM 作为上行数据和下行数据的一个中转，芯片使用 IDT 公司的 IDT7005。当微控制器和 CPU 有数据交换时，会先将数据放到共享数据区然后通知对方来读取数据。

微处理器的作用是控制 CAN 控制器的初始化、CAN 报文接收和发送。微处理器采用 Philips 公司的 ARM7 芯片 LPC2292, LPC2292 自带两路 CAN 收发器。外围器件包括光电隔离芯片、CAN 收发器。微处理器控制 CAN 控制器的初始化、CAN 报文接收和发送, CAN 控制器通过 CAN 收发器向总线发送差分数字信号, 并通过它接收总线上的差分数字信号。

3.2 冗余以太网的实现

综合显控模块采用两路冗余以太网实现系统互联。由于 PCI Express 具有高性能、高灵活性、高可扩展性、稳定可靠的低成本通用 I/O 架构,易于实现设备间高速串行点对点传输,双通道、高带宽、传输速度快,支持同步数据传输,小型连接,节约空间,减少串扰,在软件层兼容 PCI 标准。选用 PCI Express 扩展了两块 Intel82574 千兆以太网芯片,实现了两路以太网功能。

Intel82574 芯片具有路由功能,可以实现以太网的双网快速切换。在一路以太网断开的情况下,将通讯数据迅速切换到另外一路上。每一路网络硬件电路外接网络变压器,兼容 PCI-E1.1(2.5 GHz)规范,提供一个通道的 PCI-E 接口,片内集成了 MAC 和 PHY。以太网系统组成如图 4 所示。

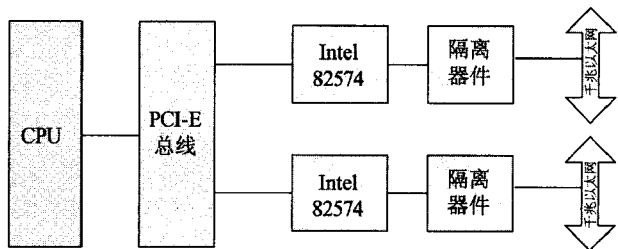


图4 以太网系统组成图

出现故障时系统可以检测到错误,并迅速切换到另一个芯片上。两个芯片使用同一个 IP 地址,对于外部同综合显控模块已经建立起来的 TCP/ IP 连接,等同于一个网卡,切换芯片不会造成连接中断。

4 控制软件的实现

主机遥控软件设计考虑到以下几个关键问题:

(1) 软件的高可靠性。主机遥控系统控制的是船舶主机, 涉及到船舶航行的安全, 软件的可靠性必须首要考虑。

(2) 软件的模块化。各种型号主机有各种不同的控制策略, 控制软件模块化有利于根据需要调用不同的软件模块来实现不同的控制功能。

(3) 软件易于升级, 并保证适度的兼容性。

使用传统的工业监控系统软件的设计方法,难以达到上述的全部要求。本研究采用基于 VC 的组态软件体系结构。主机遥控系统主流程如图 5 所示。

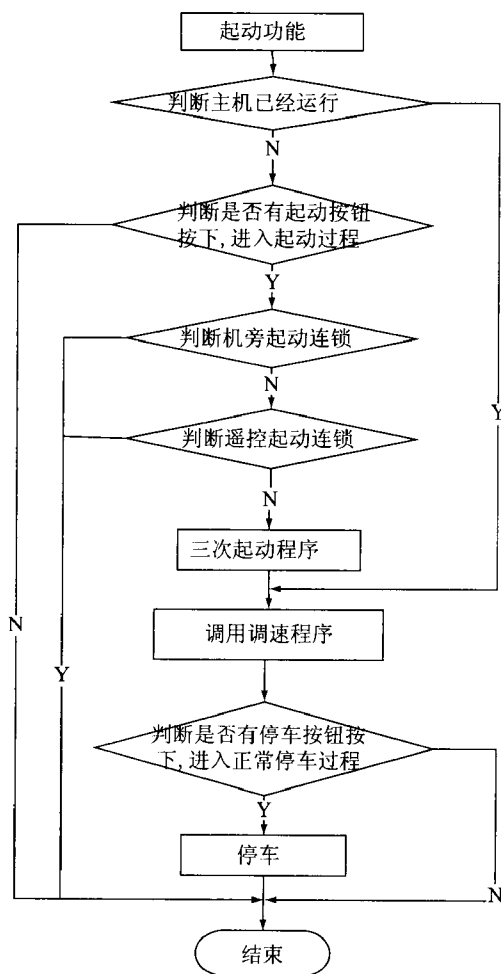


图5 主流程图

两个 Intel82574 芯片互为备份,当其中一个

(下转第 59 页)

基于以上排查分析结果,重新制作了一批球头螺钉和球承座,对球头螺钉顶部油孔部位缺失平面的大小和倒角严格按图纸规定的要求进行控

制。重新装机使用后,再未发现排气阀磨损现象。至此,MTU956 柴油机气阀磨损现象终于彻底排除了。

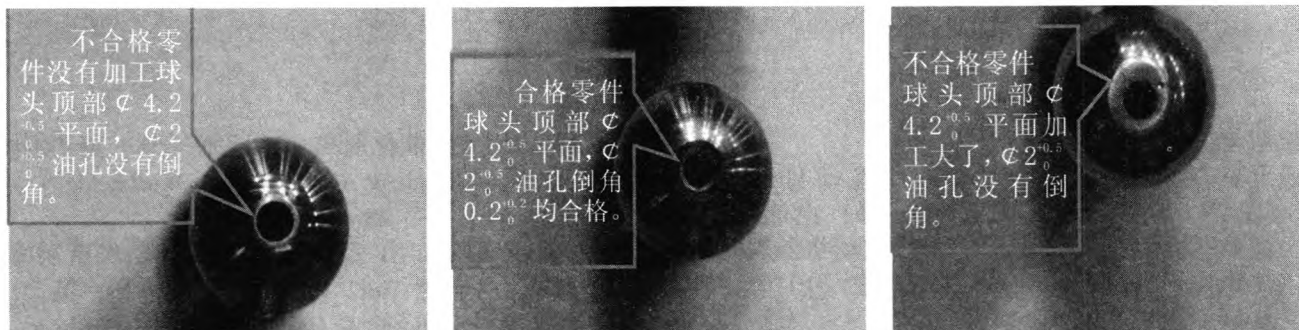


图 3

3 结 论

综上所述,造成排气阀座异常磨损的直接原因是球头螺钉顶部油孔部位缺失平面,过小或没有,加上球承座无倒角,在柴油机运行过程中,调节螺钉总成摆动一定角度时,球面副接触,造成油孔节流或堵

塞,排气阀阀面与阀座之间润滑不良,导致排气阀阀座异常磨损故障发生。此次故障原因分析表明,MTU 公司对零部件制造的精度要求很高,而国内企业虽然对零部件的国产化工作已经完成,但没有深刻理解某些零部件的工作原理,将其以非关键件对待,为缩减成本而降低加工精度,结果因小失大,损失惨重。

(上接第 28 页)

5 试验及应用

针对广州柴油机厂股份有限公司 8G32A 柴油机配套主机遥控系统的开发,并进一步完善由该新型综合显控模块作为核心模块组成的新型主机遥控系统,对遥控系统进行了全面的功能、性能试验。试验以中速柴油机和可调桨为控制对象,通过自研的柴油机仿真测试平台对遥控系统各部分功能和性能进行测试,测试结果各项指标均达到船舶动力装置的控制要求。综合显控模块作为核心模块,实现以下控制功能:

(1) 具备主机的转速有级调节功能,同时可以进行转速微加、微减调节,微加、微减可以覆盖两档之间对转速的控制要求;

(2) 具备主机的越控功能,根据现场情况可以按照故障点逐点取消主机的故障降速和故障停车功能;

(3) 齿轮箱的正倒车接脱排控制;

(4) 重要参数(转速、温度、压力)、状态显示功能;

(5) 遥控状态显示功能,显示起动联锁条件、接排联锁。

6 结 语

综合显控模块将主机遥控系统大量的仪表、按

键、指示灯通过触摸屏实现,可实现船舶主机的操控及显示功能。采用综合显控模块的新型主机遥控系统可以灵活地运用于低速机、中速机、高速机、电力推进等各种动力模式的船舶。目前该模块已成功配置 G32 柴油机主机遥控系统,实船运行结果表明:系统结构简单、响应速度快、实时性好、运行稳定可靠。

参考文献

- [1] 陈鸿廖,杨百生. 船舶柴油机主机遥控[M]. 北京:人民交通出版社,1996.
- [2] 中国船级社. 钢质海船入级与建造规范[S]. 2012.
- [3] 张桂臣,任光. 基于 PLC 的船舶主机遥控系统设计与实现[J]. 船舶工程,2007(4).
- [4] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
- [5] 包瑞,黎鹏飞,梁厚武. 触摸屏 MT506S 在柴油机控制上的应用[J]. 船电技术,2006(4).
- [6] MC9S12DP512 Device Guide V01. 23[R]. 27 Nov 2001 Revised: 09 Feb 2005.
- [7] 廖裕评,陆瑞强. CPLD 数字电路设计[M]. 北京:清华大学出版社,2001.
- [8] Minggao Yang, S. C. Sorenso. Direct digital control of the diesel fuel injection process[C]. SAE paper 920626.
- [9] Gant, Alves. Progress in electronic control of large diesel engines[J]. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Transactions of the ASME, 1990, 112(3): 280-286P.