

基于 CAN 总线和以太网的新型船舶监测报警系统

王付双, 刘 赟, 张孝双

(七一一研究所, 上海 201108)

摘 要: 介绍了船舶机舱监测报警系统的发展趋势, 提出了基于 CAN 现场总线和以太网的二层网络结构的网络化船舶机舱监测报警系统设计概念, 详细论述了网络化机舱监测报警系统的网络结构、组成、功能及系统的关键技术、结构特点。该机舱监测报警系统具有良好的可扩展性和较高的可靠性, 因此具有广泛的应用前景。

关键词: 机舱监测报警系统; CAN 总线; 以太网; 二层网络

中图分类号: U664.82⁺.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2010)03-0020-04

New Marine Monitoring and Alarm System Based on CAN Bus & Ethernet

Wang Fushuang, Liu Yun, Zhang Xiaoshuang

(Shanghai Marine Diesel Engine Research Institute, Shanghai 201108)

Abstract: The developing trend of ship's monitoring and alarm system is introduced and a new design concept, the monitoring and alarm system based on a two-layer network structure, CAN Bus and Ethernet are proposed. Its structure, composition and functions are described in detail, as well as its key techniques and structure characteristics. The system has a wide and alluring application prospect because of its good extension ability and high reliability.

Keywords: engine room monitoring and alarm system; CAN Bus; Ethernet; two-layer network

1 前 言

机舱监测和报警系统是船舶自动化的重要组成部分, 它能使轮机员及时掌握了解机舱中的主、辅机等各种设备和各系统的运行状况, 对船舶的安全航运起着重要的作用。

随着计算机技术、自动控制技术和信息技术的发展, 现代船舶的自动化程度越来越高, 作为船舶自动化的一部分, 机舱监测和报警系统的发展趋势是: (1)网络化和模块化, 即整个监控系统是以网络系统架构而成, 并由互为独立的不同品种和不同数量的标准化功能模块组合而成; (2)监测和报警功能主要依靠软件实现, 从而大大简化系统硬件设计和投资费用, 提高性能价格比; (3)强化系统的冗余,

通过不同形式的显示报警, 提高系统的可靠性; (4)集监测、报警、操纵和控制管理于一体, 提高综合管理水平, 更有利于进行故障预测、诊断, 也为船舶维修提供了较为充分的综合数据信息。

本文研究设计了基于 CAN 现场总线和以太网的二层网络结构的机舱监测报警系统, 采用了具有高可靠性和实时性的双 CAN 总线网络技术和高速双重冗余设计的 Ethernet 以太网网络技术, 系统设备采用标准化、通用化、模块化设计, 软件程序具有显示界面灵活配置和参数自动生成特点。

2 监测报警系统的组成

监测报警系统网络结构框图如图 1 所示, 由两层网络组成。下层网络的设备现场级采用了双

收稿日期: 2009-07-22

作者简介: 王付双(1973-)男, 工程师, 主要研究方向为船舶机舱自动化控制, E-mail: denny.w@163.net。

CAN 总线网络技术, 实现了对机舱主推进柴油机、调矩桨、发电机组及辅助设备等运行状态参数的采集、处理及监测和报警。数据采集设备以现场处理站形式分散布置于机舱各处, 现场处理站内布置有标准的 CAN/以太网网关、模拟量 I/O 模块、数字量

I/O 模块、电源模块等。上层网络的管理级采用双冗余以太网技术, 通过网络交换机实现了监测微机、延伸报警模块、重要参数显示模块、现场各处理站及其它相关监控系统的数据交换, 并完成全船其它各种信息的集成和资源共享。

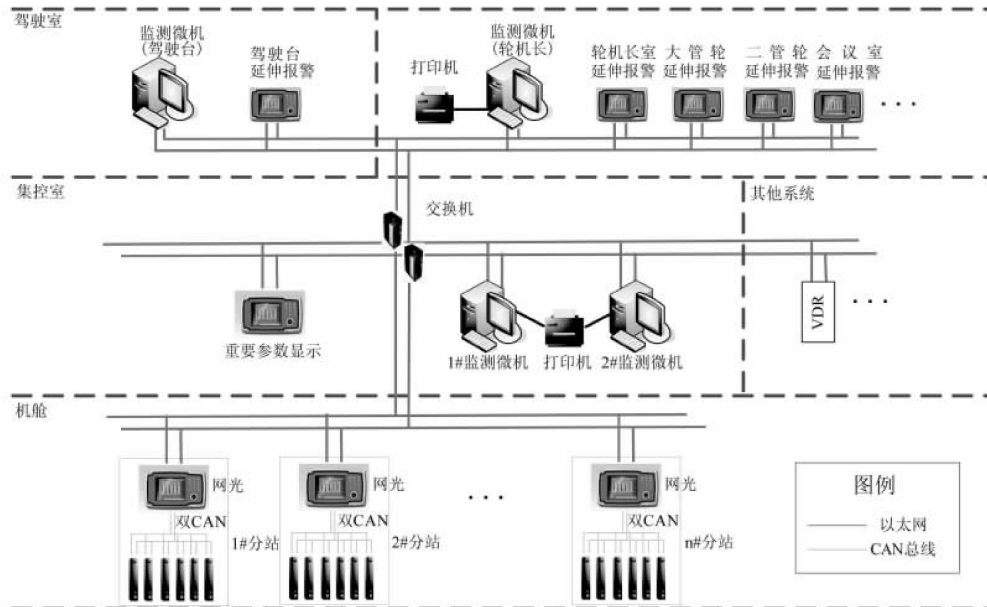


图1 监测报警系统结构框图

2.1 系统硬件配置

监测报警系统在机舱、集控室、驾驶室、轮机长室及相关场所各配备了相应设备。集控室主要设有两台终端监测微机、一台打印机及两台交换机, 并设有一个重要参数显示模块, 驾驶室、轮机长室各设有一台终端监测微机, 驾驶室、轮机长室等还各设有一个延伸报警模块; 机舱设有多个现场处理站(分站), 每台现场处理站上配置有一个 CAN/以太网网关和多个 I/O 模块。

系统硬件配置的主要特点是: 所有网关、延伸报警模块、重要参数显示模块均采用相同的硬件结构模块, 外形、结构形式完全相同, 通过下载不同软件实现其不同功能; 现场处理站内的 I/O 模块也采用相同的硬件结构模块, 外形、结构形式也完全相同, 通过下载不同参数配置实现其不同输入/输出功能。

2.2 系统软件配置

监测报警系统软件采用 LABVIEW 软件。LABVIEW 是美国国家仪器公司(NI)提供的虚拟仪器开发平台, 是一种图形化的编程语言和开发平台, 广泛应用于军事、航空航天、船舶海运等领域, 具有丰富的图形界面编程环境, 支持 TCP/IP 软件标准。机舱监测报警的图形化软件设计是以图形插件

模块形式, 通过不同形式的组合构成丰富的显示界面。监测报警系统主菜单界面如图 2 所示, 通过按压主菜单页面中的软键进入到相应的监测报警和图形页面, 如图 3(主推进系统图形显示页面)所示。

监测系统的图形界面, 采用了图形化控件模块调用方式, 该图形化控件优化了机舱监测软件的人机界面, 减少了开发人员的工作量, 随着图形化控件模块的不断开发积累, 能够组合各种丰富多彩、形象逼真的显示界面, 给使用者提供丰富的人机友好交互画面。



图2 监测报警系统主菜单页面



图 3 主推进系统图形显示页面

3 监测报警系统功能介绍

3.1 现场处理站数据采集及变换

现场处理站采集的信号包括: PT100 热电阻信号, 用以测量系统设备的温度信号; 4 ~ 20 mA 信号, 用以测量系统设备的压力、液位等信号; 开关量信号, 采集系统各个设备的运行状态和故障报警信号。上述信号的采集在作为下位机的现场处理站内处理变换后通过双冗余以太网送到监测微机或延伸报警模块。

与常规数据处理站不同的是, 由于采用标准化硬件模块加上自动生成软件生成配置的方式后, 在调试现场, 可以方便地对各种传感器输入信号及测点的变化通过自动生成软件进行重新配置, 并自动生成配置参数下载到网关和 I/O 模块达到更改测点特性目的, 对由于测点等的变化造成对监测系统的重组带来极大的便利。

3.2 现场处理站网关显示和报警

现场处理站上安装有网关, 用于现场处理站内采集数据的协议转换(CAN-以太网)。由于网关带有液晶显示器, 可以显示本站相关的监测参数并进行实时报警, 给现场调试及观察现场处理站信号采集电路是否正常工作带来极大帮助。

3.3 重要参数页显示

集控台设有一个重要参数显示模块主要显示监测报警系统中的重要参数, 如: 主推进系统参数等, 与两台监测微机形成重要参数冗余备份显示, 在监测微机故障或主 220V 电源失电情况下仍可监测主推进等重要设备的运行状态和报警。

3.4 监测微机功能

监测微机功能除了具有运行参数显示功能、报警限值设定并修改功能、报警点屏蔽和屏蔽恢复功

能、打印功能、故障报警功能外, 还具有:

(1) 历史数据存档功能

监测系统可以对所有被监测设备运行参数进行定时存盘记录, 也可对参数报警、恢复报警参数进行存盘记录, 在日后可以方便地调出查阅。对这些历史参数的存储容量达到三个月以上。

(2) 系统自检功能

分站故障自检功能, 对传感器断线(含压力、铂电阻)时, 相应测点显示“断线”报警。对功能模块故障进行自诊断。当模板脱开后, 现场处理站向监测微机发出故障信号。同时对监测通讯故障自诊断。当一台微机出现故障或通讯出现故障, 另一台微机给出故障微机通讯故障报警。主微机和副微机可检测到与各个现场处理站的以太网通讯故障, 并能显示各个现场处理站 CAN 网络的通讯故障。

4 系统关键技术

4.1 双重冗余以太网网络技术

以太网是机舱监测报警系统的核心部分, 网络采用两级星形拓扑结构, 协议采用 TCP/IP 协议。主要由工作站(监测微机)、以太网交换机、CAN/以太网网关、延伸报警模块和传输介质构成, 以太网采用双冗余配置, 当一个以太网故障或局部出现故障时, 系统通过另一个以太网仍能正常工作。

4.2 双 CAN 总线技术

CAN 总线是一种多主总线, 可完成对通讯数据的成帧处理, 包括位填充、数据块编码、循环冗余检验、优先级判别等, 由于其对数据块进行编码的方式, 且数据段长度为八个字节, 不会占用总线时间过长, 保证了数据通信的实时性; 其采用 CRC 检验并可提供相应的错误处理功能, 保证了数据通信的可靠性。系统采用了双 CAN 总线配置, 当一个 CAN 总线出现故障, 系统通过另一个 CAN 总线仍能正常工作, 增加了系统的可靠性。

4.3 系统自动生成技术

通过对系统选用的各标准化模块配置参数, 以形成各种类型船舶的机舱监测报警系统, 实现监测报警系统的通用化生成、组态和下载。对于各种类型的船舶, 使用自动生成技术, 运用标准模块, 便能自上而下迅速组建机舱监测报警系统, 使得系统的开发设计、模块选型、参数配置、调试试验的过程简化, 时间大大缩短, 生产成本降低、更有利于维护。

4.4 模块化设计技术

系统采用了自主研发的 CAN/以太网网关模块、

延伸报警模块该模块、现场处理站 I/O 模块等。模块设计采用了先进的嵌入式技术、现场总线技术、以太网技术和自动生成技术等, 各模块采用标准化结构, 供电采用标准的直流 24 V 供电模式, 通讯协议采用标准的 CAN 总线协议和以太网通讯协议, 通过参数配置和自动生成下载, 达到特定的功能。

5 系统结构特点

(1) 系统采用模块化设计, 便于系统配置与扩展。

本系统下层采用了标准的网关模块和模拟量、开关量 I/O 模块, 根据系统需要和测点数量, 选择配置适当数量的 I/O 模块和网关, 组建现场处理站。上层采用标准的工控微机、延伸报警模块、交换机等, 依据船舶大小、类型, 进行合理经济配置, 非常方便; 同时网络系统上层采用以太网网络技术, 具有非常强大的扩展功能。

(2) 系统结构简单、连线少, 便于设计和维护。

系统各设备间主要通过网线连接, 现场处理站采集的数据都是由网关通过网线传输给交换机, 再由交换机传输给其他相关设备。设备间的连线非常少, 有利于系统设计和维护。

(3) 采用自动生成技术, 有利于并行开展设计和生产工作并缩短了设计生产周期。

系统采用了标准的模块, 主要有: 监测微机、延伸报警模块、网关模块、采集模块等, 这些模块功能具有相对的独立性, 采用自动生成技术对各模块参数进行配置, 大大缩短了系统设计和设备生产周期。

(4) 下层双 CAN 网络具有较高的实时性、抗干扰性和可靠性。

CAN 网络传输采用短帧结构, 占用总线时间短, 保证了通信的实时性; 其协议采用 CRC 检验和故障节点自动脱离技术, 并可提供相应的错误处理功能, 保证了数据通信的抗干扰性和可靠性; 采用的双 CAN 网络结构, 更加强了系统的可靠性。

(5) 上层双重冗余以太网具有高速、可靠、价廉、易于组网应用等特点。

以太网是当今最流行、应用最广泛的通信网络, 具有价格低、多种传输介质可选、速度快等优点。采用双重冗余结构, 可大大提高以太网络的可靠性。以太网还具有易于组网应用的特点, 能很容易地进行互连, 可将船舶其它监控网络系统、视频

网络等进行无缝集成连接。

(6) 系统具有多区域参数显示、报警功能特点。

现场处理站采用了带有显示屏的 CAN/以太网关, 可实现在现场处理站上查看本站的所有测点状态及报警点, 便于现场故障察看、处理; 集控室设两台微机, 两台微机冗余热备, 可独立显示系统所有参数并进行报警; 驾驶室和轮机长室分别设有一台微机, 可实现在驾驶室和轮机长室察看全船所有运行和报警参数, 了解全船设备系统状态; 驾驶室、轮机长室、餐厅、会议室、大管轮室等场所还各设有一个带有显示屏的延伸报警模块, 可及时察看各设备运行及报警状态。

6 应用前景

本船舶监测报警系统因采用了先进的网络技术并具有突出特点, 可应用于以下船舶:

(1) 要求无人机舱(带 AUTO-0 标志)的船舶

由于本系统各设备均通过网络连接, 不仅可实现运行状态、报警等信息的实时采集处理和传输、各舱室的远程延伸报警、值班设定呼叫和轮机员安全保护等功能, 而且将各子系统无缝的融合在一起, 可以满足 AUTO-0 无人机舱要求。

(2) 各类工程船舶、油船

在各类工程船舶上, 机舱各被监控系统复杂, 设备多, 测点多的系统可根据需要, 配置多个现场处理站(分站), 通过网络连接, 实现实时监控。被监控系统复杂, 设备越多, 测点越多越能体现该系统使用的优越性。

(3) 要求全船综合信息管理的船舶

系统采用的以太网具有易于组网的特点, 能很容易地与全船信息网等进行互联, 对全船信息共享, 提高全船综合管理水平提供基础。

7 结 论

该监测报警系统设计方案已经在多艘油田守护船、科学考察船等船舶上应用, 由于其采用标准化模块结构和自动生成技术, 系统设计简单, 参数配置灵活, 设计生产周期大大缩短。该系统采用了基于双 CAN 总线网络和双冗余以太网的二层网络通讯作为网络架构, 通过网络交换机实现了各设备间的数据交换, 系统结构紧凑、可靠性高、网络化强, 同时又具有很强的可扩展性和很高的可靠性, 其应用前景非常广泛。

(下转第 28 页)

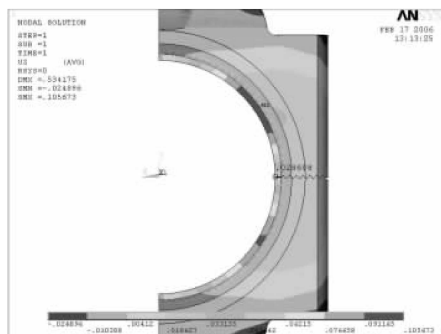


图 12 大端孔横向变形

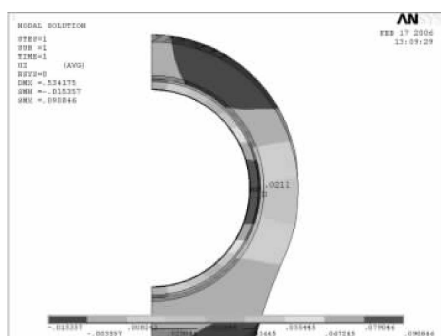


图 13 小端孔横向变形

连杆受拉工况(1 500 RPM), 连杆杆身应力比较均匀, 在 67 MPa 左右; 小端孔局部达到 190 MPa; 杆身最大应力出现在大端与杆身连接圆弧处, 达到 361 MPa; 衬套应力比较均匀, 在 110 MPa 左右, 最大达到 295 MPa; 轴瓦平均应力在 330 MPa 左右。应力水平均在材料屈服极限内。在螺栓预紧力作用下, 连杆大端接触良好, 无脱离, 无相对滑动, 连杆小端孔横向变形 0.04 mm, 大端孔横向变形 0.056 mm, 均不及初始装配间隙的二分之一。据此计算结果可

以判断连杆强度、刚度满足设计要求。

5 结 论

在连杆有限元分析中, 各部件之间的接触关系、接触间隙、网格密度对计算结果有很大影响, 在计算前应做好规划。

传统的二质量当量系统模拟连杆惯性载荷存在较大误差, 使得连杆小头承受过大的载荷, 在计算中应采用离散单元的惯性载荷进行模拟。

在连杆设计中, 强度刚度都是重点考察内容, 连杆强度不足会造成连杆断裂, 连杆刚度不足会造成大小端孔变形过大, 形成干摩擦、抱轴。对连杆进行分析时, 除了考核强度, 还应注意如何真实计算连杆大小端孔的变形。本文通过载荷和几何边界条件的调整, 重点考察连杆刚度, 并通过对某成熟机型连杆的计算, 得出较可信结果。

由于连杆组件各部件之间存在油膜润滑, 目前对于此问题还不能很准确地求解, 因此, 在弹性接触间接触压力的分布上还有待进一步的研究。

参考文献

- [1] 陈大荣. 船舶内燃机设计[M]. 上海交通大学出版社, 1991.
- [2] 吴泓, 王锋等. 大功率柴油机连杆三维精细分析[J]. 内燃机工程, 2003, 24(6): 31-36.
- [3] 谭卓君, 左正兴等. 内燃机连杆有限元分析进展[J]. 中国机械工程, 2004, 15(4): 365-369.
- [4] 钱丽丽等. 连杆大头-曲柄销接触的三维有限元法计算[J]. 内燃机工程, 2000(1): 54-58.
- [5] Bosch. CAN Specification V2.0 [R]. Germany: Robert Bosch GmbH, 1991.9.
- [6] 冯军. 一种新型总线系统 CAN[R]. 北京: 北京华远自动化系统公司, 2002.
- [7] 张显库, 任光等. 综合船舶监控系统设计[J]. 中国造船, 2002, 43(2).
- [8] 李炳宇, 萧蕴诗. 以太网在网络控制系统中的应用与发展趋势[J]. 微型机与应用, 2002(11).
- [9] 高阳, 薛小峰等. 舰船推进监控系统研究[J]. 舰船科学技术, 2008, 30(6).
- [6] 阳宪惠. 现场总线技术及应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [7] 聂亚杰. 基于 CAN 总线的船舶综合测控局域网[J]. 舰船防化, 2004(3).
- [8] 李巍, 朱亚莉, 张维竞. 现场总线技术在机舱自动化系统中的应用[J]. 船舶工程, 2002(2): 35-37.
- [9] 孙建波, 郭晨等. 船舶机舱监测和报警系统的设计与实现[J]. 系统仿真学报, 2006, 18(2).
- [10] 李嘉, 杨细福. 引入以太网技术是现场总线技术发展的一个必然趋势[J]. 自动化仪表, 2001, 22(5).

(上接第 23 页)

参考文献