

船用中速柴油机机旁监测报警系统设计

唐海峰¹, 杨建国^{1,2}, 贺玉海^{1,2}, 余永华^{1,2}

- (1. 武汉理工大学能源与动力工程学院, 湖北武汉 430063;
2. 船舶动力工程技术交通行业重点实验室, 湖北武汉 430063)

摘要: 自行设计开发了船用中速柴油机机旁监测报警系统; 详细分析了该系统的系统结构和功能实现方式。实机试验表明: 该监测报警系统具备柴油机起动、停车、报警等功能, 并能监测柴油机运行时各主要参数, 精度满足要求, 运行可靠, 抗干扰能力强。

关键词: 中速柴油机; 监测报警系统; RS485

中图分类号: TK428 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2011)06-0017-04

Design of a Local Monitoring and Alarm System for Marine Middle-speed Diesel Engine

Tang Haifeng¹, Yang Jianguo^{1,2}, He Yuhai^{1,2}, Yu Yonghua^{1,2}

- (1. School of Energy and Power Engineering, Wuhan University of Technology, HubeiWuhan430063;
2. Key Laboratory of Marine Power Engineering & Technology under
the Ministry of Communications PRC, HubeiWuhan 430063)

Abstract: A local monitoring and alarm system for marine medium-speed diesel engine was developed independently. The general structure and function of the system is analyzed. The experiments on engine show that the system has the functions of indicating engine start up and off, raising the alarm and monitoring the parameters of engine operation. The system's precision could satisfy the requirements and features reliable operation and is good at anti-interference.

Keywords: middle speed diesel engine; monitoring and alarm system; RS485

0 引言

船用中速柴油机机旁监测报警系统主要包括监测报警、安全保障和操作显示等子系统。通过各类传感器采集柴油机的转速、温度和压力等运行参数送入监测报警系统, 由基于 PLC 的安全保障子系统实现对柴油机的检测、显示、操纵和控制。

目前国内生产的船用柴油机机旁监测报警系统主要为引进专利技术生产, 而国外产品多采用 8 位或 16 位的微处理器作为控制核心, 价格昂贵, 相关核心技术对我国进行技术封锁。本文开发的船用中速柴油机的机旁监测报警系统, 其主控单元采用

32 位微控制器, 可实现柴油机起动、停车, 采集和显示柴油机运行参数, 提供参数的越限报警等功能, 实现柴油机的安全稳定运行。

1 系统结构及功能分析

本监测报警系统由中央处理模块、操作模块、温度/压力显示模块和排气温度显示模块组成, 系统结构图如图 1 所示。

中央处理模块选用 ST 公司 ARM Contex-M3 内核的 32 位微控制器 STM32F103ZE, 负责数据采集、A/D 转换、报警判断和逻辑控制等; 其余三个模块选用 Infineon 公司 XC886 高性能 8 位微控制

收稿日期: 2011-03-14; 修回日期: 2011-06-21

基金项目: 江苏省科技成果转化专项资金项目(苏科计[2007]513号)。

作者简介: 唐海峰(1985-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为柴油机监测、诊断与电子控制, E-mail: haifeng_1984@163.com。

器。其中操作模块显示运行参数，配有按键实现启动、停车等控制功能；温度/压力显示模块主要以模拟仪表方式显示油温水温 and 各项压力；排气温度显示模块以线性方式显示各缸的排气温度等。各模块之间通过 RS485 总线进行数据通信。

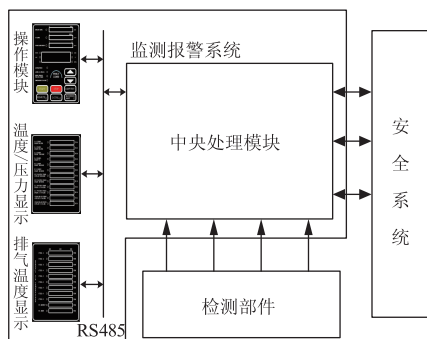


图 1 系统结构图

1.1 中央处理模块功能

中央处理模块使用的 STM32 系列芯片自带 12 位精度 ADC，16 位定时/计数器，内部资源丰富，模块整体框架如图 2 所示。

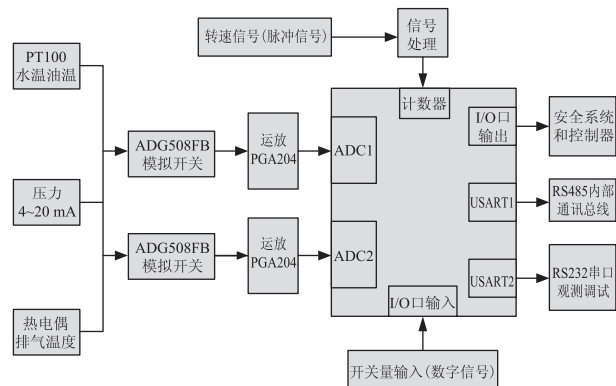


图 2 中央处理模块框架图

中央处理模块通过模拟开关逐次采集各类信号：8 路热电阻、11 路热电偶、8 路压力、2 路转速信号和若干开关量数字信号。由于各类传感器输出范围有差异，为使信号具有较高数据精度，配以可编程运放 PGA204，对输入信号进行不同倍数放大，再送入片内外设 ADC 中，得到该信号对应的数字量用于控制和运算。

转速脉冲信号通过降压滤波和迟滞比较器等处理，调整为控制器可接受的 TTL 方波信号，利用自身 16 位计数器计算得到增压器和柴油机的当前转速。

中央处理模块还根据采集的运行参数进行报警逻辑计算，将运行参数和报警运算结果通过 RS-485 总线发送至操作和显示模块。

1.2 操作和显示模块功能

操作模块实现操作指令发出和参数显示功能。

通过操作模块按键可选择起动方式：本地（机旁起动）或遥控（机舱集控室起动），按下闭锁键可锁定起动功能，防止误起动柴油机。试灯键用于检查显示器件是否损坏；复位按键用于参数越限的报警复位。

5 位数码管显示柴油机当前运行参数，包括 2 路转速、8 路压力和 19 路温度，并通过上下键进行选择；使用发光条分别线性指示柴油机转速、增压器转速和起动空气压力的增减趋势，并配有相应 LED 报警灯给予超速和低压报警；另有报警灯负责指示柴油机的非正常停车状态，包括超速故障、滑油低压故障、淡水温度高故障和紧急停车，出现这些状态时，对应的报警灯闪烁。温度/压力和排气温度两个显示模块通过发光条和 LED 报警显示某参数数值及是否存在越限报警。

温度/压力显示模块配备发光条和 LED 报警灯，显示滑油、燃油、高温水、低温水的进机温度这类热电阻信号，和燃油、高温水、低温水的进机压力以及滑油进出滤器压力等压力信号；排气温度显示模块线性指示气缸的排气温度和增压器涡轮进出口废气的温度，最多可显示 9 个气缸。所有发光条前均配有 LED 报警灯，当测得参数超过报警阈值，给予闪烁报警。此外，当某路信号传感器断线时，对应的报警灯会常亮，便于检查。

2 RS485 总线通讯

2.1 基本通讯方式

监测报警系统中各模块间通过 RS-485 总线进行通讯。操作模块作为通讯主站，发起数据交互，其余为从站，响应通讯任务。

主站操作模块向中央处理模块发送请求数据包，后者解析数据包并将所需信息以广播方式回传至总线上，操作模块接收信息同时，两个显示模块也摘取各自所需参数和报警信息，并及时更新显示状态；当操作模块有按键动作时，将按键命令包发送给相关从站，从站接收到按键包后，回传确认包并响应按键动作，如果主站操作模块未收到确认包，则再次发送，直至收到从站确认包为止。

操作模块与中央处理模块的数据交互如果出现故障，后者闪烁其配备的通讯指示灯以示警告，主站会给两个显示模块发送通讯检查包，如果未收到回应，则在请求数据包内加入说明，使中央处理模块闪烁通讯指示灯。

2.2 数据包解析

根据上述数据交互内容，制定统一的数据包格式如下：

- [包头] 2 byte
- [接收方地址] 1 byte
- [发送方地址] 1 byte
- [命令码] 1 byte
- [数据长度] 2 byte
- [数据] N byte
- [CRC 校验] 2 byte
- [包尾] 2 byte

各模块通讯地址由软件配置，命令码分为请求数据命令、请求数据确认、按键命令、按键命令确认、通讯检查命令、通讯检查确认，其中按键命令确认包和通讯检查确认包不配备数据长度和数据两项内容。CRC 校验是数据传输必备内容，校验范围从接收方地址到数据结尾，获得校验码后填入数据包中并发送，接收方接收数据并验证校验码，校验正确则存储数据，否则放弃本次传输，等待下次通讯。

中央处理模块回传的请求数据确认包中包含所有运行参数和报警量等信息，但由于温度、压力值多为 float 型，占用空间大，为避免因传输过程中数据包过长产生紊乱，中央处理模块只传输各类运行参数 A/D 转换的初值，既将 1 个 float 值以 2 个 byte 形式传输，操作和显示模块接收后需进一步完成 A/D 转换，以此来减轻总线上的负担。

3 操作和显示模块设计与开发

3.1 硬件设计

为方便维护和安装，操作和显示模块采用双层板设计，顶板为各自功能模块面板，底板为统一的 CPU 板，硬件设计相同，用软件实现各自不同功能。模块使用 XC886 内部看门狗，安全可靠且节省开发成本，CPU 的 Port1、Port3 和 Port4 三个 I/O 口主要用于控制驱动电路，操作模块多使用一个 I/O 口 Port2 检测按键输入，实现操作控制功能。电源部分外围电路如图 3 所示。选用 LM2576，接入 24V 输出 5V，前端配有可恢复保险和 TVS 管，保护电路，防止误接，图中双向 TVS 管，抑制浪涌电压，共模电感用于抑制共模干扰，输出端配有 LC 滤波电路，减少对后级电路干扰，输出电压为 5V，电流最大为 3A。

驱动芯片选用 74HC595，如图 4 所示。直接由 I/O 口控制，P0.1 串行输入数据，P4.0 控制移位时钟，将串行输入的 8 bit 数据写入芯片的寄存器，

P3.0 控制锁存时钟，将 8 bit 数据并行输出，以驱动数码管、发光条以及 LED 灯。

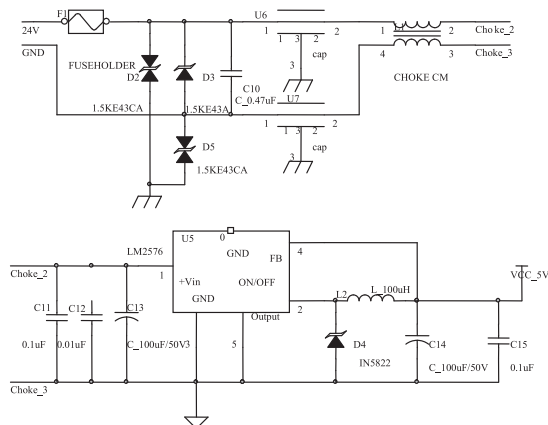


图3 电源电路

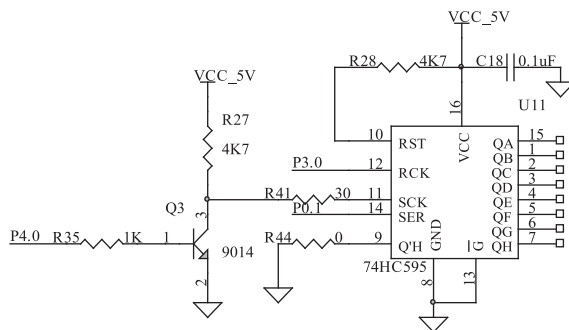


图4 数码管驱动电路

选择 MAX485 做通讯芯片，应用广泛，工作稳定。电路设计时，使用 EMI 静噪滤波器，配合双向 TVS 管，抑制 EMI 噪声，消除浪涌电压，主站操作模块和从站中央处理模块配有终端电阻，消除通讯电缆中的信号反射。

3.2 软件流程

为保证数据及时更新、准确显示以及操作可靠稳定，操作模块软件流程如图 5 所示。

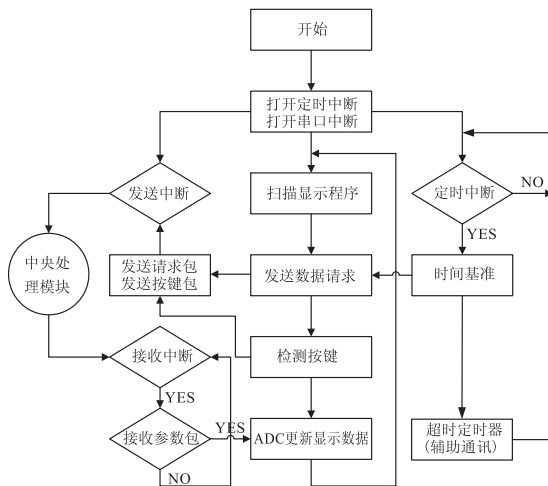


图5 操作模块工作流程

