

舰船用热工参数智能数字检测仪的设计和应用

(哈尔滨·第七〇三研究所, 黑龙江 哈尔滨 150036) 骆康明

摘要: 新研制成功的 SZW-01 型智能数字显示仪实现了舰船主动力装置热工参数现场自动检测及其在多个操纵部位集中显示、报警的功能要求。介绍该智能数字显示仪的计算机系统硬件、软件设计、试验和装舰运行。

关键词: 标度变换; 数字调零; 全自动校准; 故障诊断

中图分类号: U662 文献标识码: A

1 前言

随着舰船动力装置自动化水平的不断提高, 人们对动力装置热工参数现场自动检测及其在多个操纵部位的集中显示和越限报警功能要求也越来越高, 不仅要求检测仪表测量数据准确、稳定、工作可靠, 而且在结构上简单、合理, 并且具有多机通讯联网的能力。

哈尔滨船舶锅炉轮机研究所根据用户的要求, 研制成功的智能数字显示仪具有如下功能:

- 实时、准确地采集动力装置各监测点的热工参数值;
- 对测量参数进行非线性补偿和数字显示;
- 当测量值超过上限设定值时及时预警; 提醒运行人员及时处理, 防止恶性事故的发生;
- 数据通讯, 实现远方多机显示和报警;

2 硬件设计

采用盘装式密封组合机箱, 箱内电路板按模块化设计, 其功能划分为主机部分, 模拟量输入通道, 预警开关量输出通道和串行通讯接口。其智能化操作是通过单片机 8031 实现的。现将其主要硬件配置及其功能介绍如下。

2.1 模拟量输入通道

模拟量输入通道的基本功能是对每个检测点分时进行数据采集、放大, 并转换为计算机便于处理的数字量。电路原理见图 1。

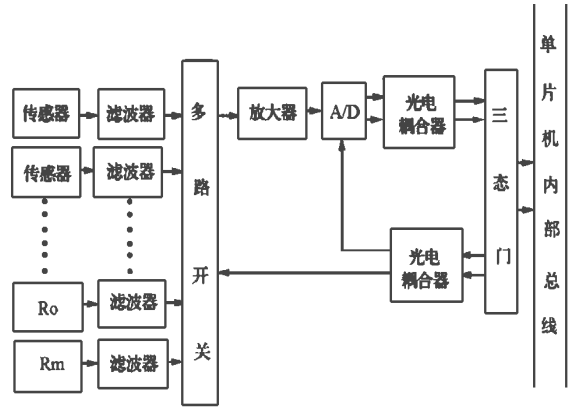


图 1 模拟量输入通道

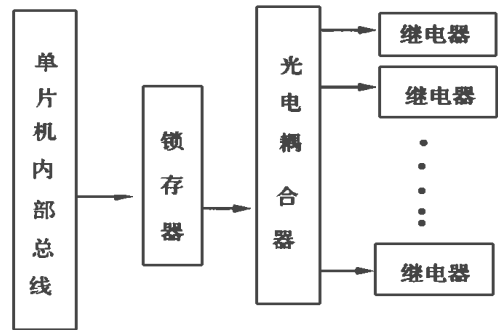


图 2 开关量输出通道

它由传感器、基准信号源、滤波器、多路开关、放大器和模数转换器等组成。传感器检测被测点的非电量参数并转换成电信号。由 R_0 、 R_m 标准电阻产生的基准信号源用于整机的数字调零和全自动校准。放大器将传感器输出的微弱信号进行适当放大, 同时完成滤波、降噪、增益控制及阻抗变换等辅助功能。根据分辨力、转换所需时间、精度要求等综合技术指标, 我们选用中分辨率(二进制 12 位), 中速(逐次比较方式)A/D 转换器。

2.2 预警开关量输出通道

预警信号由单片机控制, 经仪表内部数据总线打入锁存器, 锁存器输出驱动光电耦合器使相对应的继电器动作, 继电器触点作为延伸报警开关控制

操纵台模拟盘上声、光报警指示。电路原理见图 2。

2.3 主机部分

选用 8031 单片机作为仪表的微处理器, 2764 芯片作程序存储器存放控制程序, 6264 芯片作为数据存储器存放采样数据, 选用能够断电保持数据的 2817A 芯片存放测点容量、测点排列序号、测点上限报警值、传感器类别及型号、仪表误差修正值和全自动校准参数值。

2.4 RS-422 串行通讯接口

选用 MC3487 驱动器芯片和 MC3486 接收器芯片作为双端平衡型通讯网络接口传输数据信号。

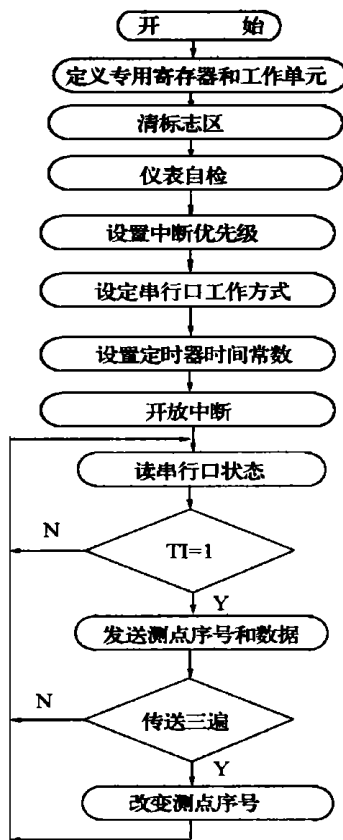


图 3 主程序工作流程图

完成对各专用寄存器和各工作单元的定义, 各标志位和工作单元的初始化, 设置中断优先级, 对串行口和定时器进行工作方式设定, 仪表自检、主机对从机发送数据。程序流程见图 3。

3.2 串行口中断服务程序

采用中断方式, 不影响从机实时监测。在中断服务程序中, 采取表决方式, 连续三次接收数据, 二次以上相同, 接收数据成功。否则置数据接收失败标志, 程序流程见图 4。

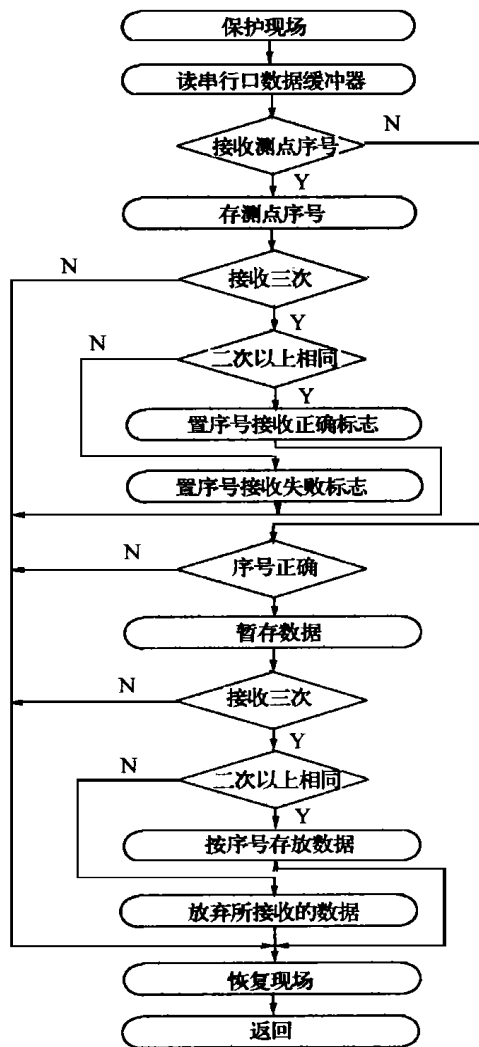


图 4 串行口中断服务程序

3 软件设计

本机采用模块化程序设计方法来设计系统软件, 把需要解决的问题设计成若干相对独立的模块, 在定时中断分时运行的模式下执行。计算机系统软件由主程序, 定时器 T₀ 中断服务程序, 串行口中断服务程序等模块组成。

3.1 主程序

3.3 定时器 T₀ 中断服务程序

采用每 25 ms 定时中断一次的方式, 由中断次数计数器管理, 分时运行各功能模块。实现键盘扫描和键值处理, 数据显示定时刷新和报警信号闪烁控制, 测点数据采集, 标度变换, 测点容量、测点序号和报警上限值修改, 系统测量误差自动修正等。程

序流程见图 5

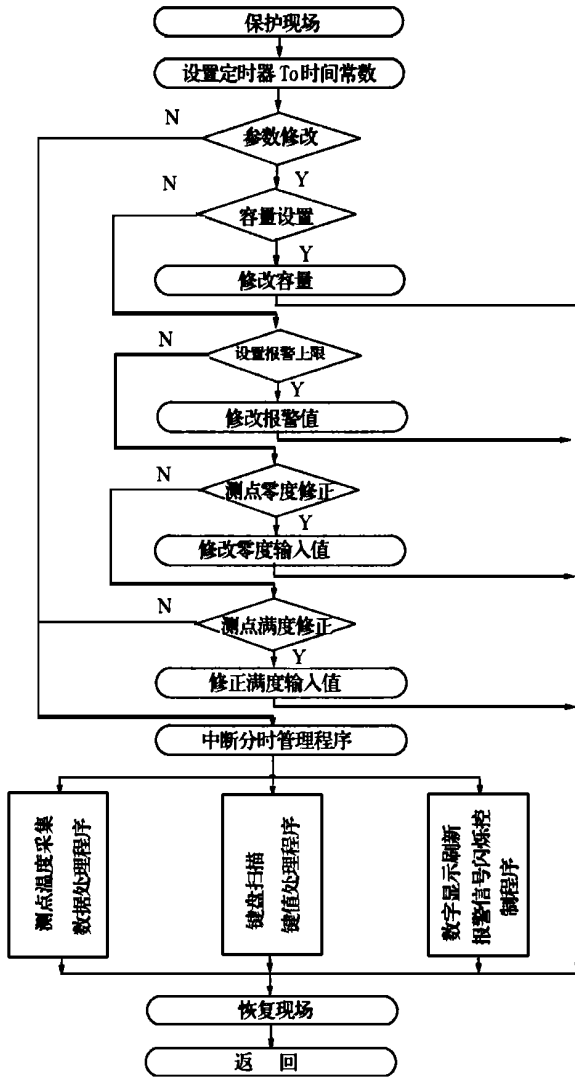


图 5 定时器中断服务程序

4 标度变换、数字调零和全自动校准

4.1 标度变换

由于线性函数表达式计算简单, 程序计算速度快, 所以我们对传感器的非线性传输特性曲线采用折线逼近法, 分段线性化处理。首先用软件定义方式划分出各种类型传感器的传输特性区间, 然后采用不同的标度变换公式换算, 标度变换的基本表达式为:

$$y_i = k_i(x_i - x_0) + a_i$$

式中: x_0 —— 仪表零度测量值

k_i —— 对应某一测量区间输出线斜率

a_i —— 对应某一测量区间常数

4.2 数字调零

在模拟量输入通道中, 一般均存在零点偏移和漂移, 产生放大电路的增益误差及器件的不稳定等现象, 它们会影响测量数据的准确性, 必须对这些偏移和漂移引起的误差进行自动校准。因此我们对每块测量板增设标准电阻 R_0 , 通过检测 R_0 值的变化, 对模拟量输入通道因漂移和偏移引起的误差进行自动修正, 见图 1。

4.3 全自动校准

见图 1 中 R_m , 仪表首次使用时, 利用人工自动校准法, 在对每一路传感器输入通道进行满度值校准的同时, 自动检测测量板 R_m 值, R_m 和 R_0 的测量差值 X_N 存入 2817A 中, 仪表投入使用后, 定时测量 R_0 和 R_m 值, 按增益补偿公式计算

$$y_i = \frac{(x_i - x_0)}{(x_m - x_0)} x_N$$

式中 x_i —— 测量值 x_m —— R_m 测量值
 x_0 —— R_0 测量值 x_N —— 基准值

采用这种方法测得的 y 与放大器漂移和增益变化无关, 与 x_N 的测量精度无关。在提高仪表测量精度的同时, 降低了对电路器件工作稳定性的要求。

5 抗干扰措施

5.1 全密封式箱体结构满足船用条件

5.2 过程通道信号隔离技术

模拟量输入通道采用光电耦合器隔离后与单片机内部总线连接; 予警开关量输出通道采用光电耦合器和继电器双级隔离; 消除了由于共地线阻抗产生的噪声电压, 避免磁场和地电位差的影响。

5.3 传感器故障判定准则

测量传感器主要故障就是短路和断路, 所以设置传感器的短路和断路诊断指示功能, 防止发生测量值的误报警。

5.4 系统自诊断功能

设置本身能独立工作的程序运行监视系统, 自动监视主机工作状态, 当程序弹飞时, 能及时发现, 并使系统自动复位。

5.5 硬件软件化

采用数字调零, 全自动校准, 数字滤波技术, 系统误差和传感器非线性补偿措施, 在确保仪表测量精度同时, 满足了舰船工作环境下使用要求, 降低了

对测量通道元器件精度等级要求。

5.6 提高串行口通讯数据传输可靠性

串行口通讯数据采用三选二表决方式,提高了主机监测报警的可靠性。

5.7 从机串行口通讯诊断功能

设置程序定时器,在规定的时间内未接收到主机信息,从机数码管小数点闪烁报警,予告通讯失败。

6 应用情况

96 年仪表样机进行了船用环境条件试验。试验完全根据舰船军用标准 GJB4.2-83、GJB37.1-85、GJB4.3-83、GJB4.6-83、GJB4.7-83、GJB4.8-83、GJB4.9-83 进行。试验结果表明,仪表在上述标准规定的恶劣工作环境下检测数据正确,工作稳

定可靠。

97 年至 98 年该型仪表经过试验室试验、陆上试车台使用和装舰后的系泊试验,航海试验和实船运行,在上述使用过程中,实现了多个操纵部位集中显示、越限报警、多机通讯联网的功能。仪表工作可靠、抗干扰能力强,显示值正确稳定,运行人员监视观察方便,各项性能指标达到了舰船动力装置对自动检测仪的规定要求。

参考文献:

- [1] 周航慈. 单片机应用程序设计技术[M]. 北京: 航空航天大学出版社, 1991, 8
- [2] 张毅刚, 修林成, 胡振江编. MCS-51 单片机应用设计[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1989 10
- [3] 骆康明. 舰船用智能车钟记录仪的设计和应用[J]. 热能动力工程 1992, 7(4): 210-213

(何静芳 编辑)

简 讯

改进再热式汽轮机的控制安全系统

据“ABB Review”1999 年 3 月号报道, ABB 公司利用现代电子系统更换老汽轮机的液压涡轮控制和安全系统, 以便延长运行寿命并符合环保要求。

电子式涡轮控制器由下述逻辑独立的软件模块组成: 基本控制器; 自动控制器; 热应力计算器。

基本控制器的主要功能是手动起动, 同步化, 负荷运行, 阀门特性线性化, 初压减小限制和加速限制, 手动高压/中压微调, 截流控制阀的控制。

自动控制器的主要功能是自动加速, 加载和卸载, 蒸汽初压控制, 电力负荷控制, 强制卸载(热应力), 加速和加载时自动高压、中压微调, 高压排汽温度限制, 高压、中压热应力限制, 与 UCS 协调, 使再热器压力限制最小。

热应力计算器保证最快的加速和加载时间并保持热应力最低。

迄今为止, 已对 50 多台老汽轮机进行了改进, 装上了电子式控制器。应用表明, 使涡轮控制器和涡轮保护系统现代化取得了明显的经济效益。

(思 娟 供稿)

新型 5 MW 级燃机

据“Diesel & Gas Turbine Worldwide”1999 年 5 月号报道, 在 1999 年 6 月 1~3 日于德国法兰克福市举行的电力生产展览会上, Nuovo Pignone 公司将正式推出新型 PGT5B 型重型燃气轮机。

该新型燃机得益于卓有成效的 PGT10B 的设计经验。它是一型供电力生产和联合生产用的单轴机组, ISO 条件下额定功率为 5.9 MW, 发电机终端净效率为 31.9%。

PGT5B 的 11 级轴流压气机是由 PGT10B 燃机比例缩小得到的。其特点是具有先进的三维气动设计叶片, 前五级是跨音速级, 压比为 15.6:1。压气机入口和前二级是可转导叶, 以便允许燃机在 50%~100% 额定负荷下以最大排气温度运行, 从而优化联合生产应用。

轴流二级反动式涡轮的第一级动叶和静叶是气膜式空气冷却, 以便允许 1200 °C 涡轮进口温度。

逆流式环形燃烧室装有 18 个双燃料燃料喷嘴, 具有干式低 NO_x 能力, 使 NO_x 排放低于 25×10⁻⁶。

(思 娟 供稿)

sion-based speed regulation devices. In connection with practical uses the performance of these devices are also compared with that of other types of speed-regulation ones. **Key words:** frequency conversion-based speed regulation, rectification, inversion, constant torque

状态监测与诊断用燃气轮机热力模型的构造方法 = A Method for the Construction of a Thermodynamic Model for Gas Turbine Engine Condition Monitoring and Diagnosis [刊, 汉] / XIE Zhi-wu, ZHANG Ren-xing (Naval Engineering University, Wuhan, Hubei, China, Post Code: 430033), WANG Yong-hong (Shanghai Jiaotong University, Shanghai, China, Post Code: 200030) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2000, 15(4). — 410 ~ 412

The authors have proposed a new method of model construction for the prediction of gas turbine off-design performance. Instead of relying on an engine's published design point data the proposed method uses calibrated acceptance test data to serve as the basis for engine performance evaluation and prediction. The deviation in performance of a specific engine from the model's average performance has been taken into account in the model with no need for further rectification. The off-design performance of the single-shaft gas turbine of a power station has been evaluated by using the present method. The calculated results are in fairly good agreement with the published data, thus testifying to the validity of the method. The latter is particularly suited for use in gas turbine condition monitoring and diagnosis. **Key words:** gas turbine, computer-based simulation, thermodynamic model, condition monitoring and diagnosis

舰船用热工参数智能数字检测仪的设计和应用 = Design and Application of Intelligent and Digital Devices for the Measurement and Detection of Thermodynamic Parameters of Naval Propulsion Plants [刊, 汉] / LUO Kang-ming (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, 150036) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2000, 15(4). — 413 ~ 416

With the successful development of Model SZW-01 intelligent and digital display devices it is now possible to realize the automatic measurement and detection on-site of the thermodynamic parameters of a naval main propulsion plant. Moreover, the display of all these parameters can be concentrated on a few command posts with alarm functions also provided. Described in this paper are the design of the computer system hardware and software of the above-cited intelligent and digital display device, its tests as well as its installation on board a naval vessel for routine operation. **Key words:** scale transformation, digital zero-setting, full automatic calibration, failure diagnosis

一种基于 PLC 的火电厂微机监控系统及其数据通信的实现 = Programmable Logic Controller-based Microcomputer Monitoring System for a Thermal Power Plant and Realization of Its Data Communication [刊, 汉] / XIAO Da-chu, GE Peng, LIAO Qun (Thermal Power Engineering Department, Wuhan University of Water Resources and Electrical Power, Wuhan, Hubei, China, Post Code: 430072) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2000, 15(4). — 417 ~ 419

With the data acquisition system (DAS) modification project of Hebi Thermal Power Plant being taken as an example and based on DDE and Net DDE mechanism under Windows environment the authors expound a monitoring system structure, hardware and software configuration, its performance and a realization of network data communication. All the above has provided a well thought-out approach for the development of a microcomputer-based monitoring system for use in thermal power plants. **Key words:** thermal power plant, microcomputer-based monitoring system, dynamic data exchange, data communication

基于热参数的汽轮发电机组多故障诊断模型 = Multiple-failure Diagnosis Model of Turbogenerators Based on Thermodynamic Parameters [刊, 汉] / GE Zhi-hua, SONG Zhi-ping, LI Ru-xiang, TIAN Song-feng (North China Electrical Power University, Baoding, Hebei, China, Post Code: 071003) // Journal of Engineering for Thermal Energy