

某型舰乏汽和除氧器压力控制系统 全数字实时仿真研究

王中泽

边信黔

(清华大学)

(哈尔滨船舶工程学院)

〔摘要〕 为了探索研究非线性热工对象的实时仿真方法, 本文提出并建立了一个可以相互通讯的双数字计算机系统(双86/05单板机), 一台计算机用作仿真对象, 另一台则用作控制器, 计算机间的数据传送经并行口完成, 实时仿真软件采用PL/M-86语言编写。利用该系统对某型舰乏汽和除氧器压力控制系统进行了实时仿真研究。实验表明, 这种全数字实时仿真方法简便可靠, 精度较高。

关键词 乏汽 除氧器 压力控制系统 数字模拟 实时模拟

1 引言

近年来, 随着数字机特别是微机在工程上的普及, 数一模混合仿真已为人们普遍采用, 其优点不言而喻。一般来说, 数一模混合仿真采用模拟机模拟对象的动态过程, 数字机用作非线性控制器并完成某些不易在模拟机上实现的非线性环节。但由于其价格昂贵, 使用时亦有诸多不便因素, 这样全数字仿真便出现了。然而, 数字机的串行计算却不能与模拟机的并行计算相比, 因此研究能够相互通讯的数字机阵列来进行实时仿真计算则是现实可行的。在此, 本文对某型舰的乏汽和除氧器压力控制器的实时仿真进行了较深入的研究。

2 系统方案设计

2.1 原理

一般来说, 仿真计算时计算机间的通讯

可采用以下三种方法。

2.1.1 利用总线进行数据传输。

2.1.2 利用公用 RAM 扩展板, 建立公用数据动态存储区。

2.1.3 利用并行口传输数据。

由于受使用 Intel 86/05 单板机的限制及对经费的考虑, 只能采用传送数据速度较低的并行口进行数据传送。图 1 为系统原理图, 通过 A/D 板将手控变工况信号输入仿真机, 仿真机利用 D/A 板将二组压力曲线和两组阀门开度记录在时间记录仪上。控制机通过串行口与 Intel 系列 III 开发系统相连, 仿真机与一台 910 型终端相连, 开发系统利用 SBC957 软件包将仿真软件调入控制机, 再利用控制机和仿真机的通讯功能将仿真软件输至仿真机, 控制软件则可由开发系统直接调用磁盘中的文件输入控制机。

2.2 硬件设置

在系统中所使用的硬件大部分是 Intel 公司的散件, 需开发的包括主机板, RAM 扩

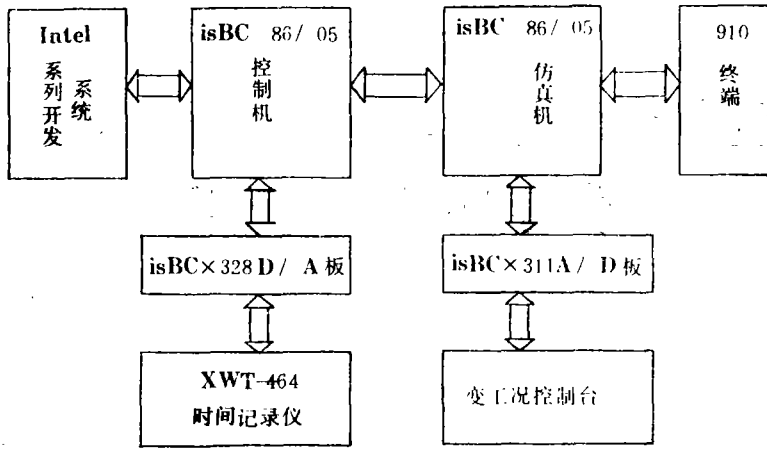


图 1

展板, 协处理器, D/A、A/D板等。由于仿真中所采用的是双机系统, 因此主机板选用最大模式。

采样控制系统中, 控制器要实时对控制对象进行采样。为保证严格实时, 在此采用控制机上的8253时钟发生器进行定时。

双机通讯功能是通过选择8255A方式一实现的, 控制机通过A口将数据发往仿真机的A口, 仿真机通过B口将数据发往控制机的B口, 双机的C口用作选通应答控制。由于每个端口均是8位的, 因此每调用一次数据传送程序, 只能传送一个字节。

手动变工况信号输入仿真机上的8259A, 而工况变化量通过A/D采入。

2.3 专用软件

由于开发系统只能与一台单板机相联, 而另一台单板机在调试软件过程中烧EPROM又过于麻烦, 为此, 编制了专用传送软件, 通过开发系统先将仿真机所用软件调入控制机的RAM区, 再由控制机调入仿真机的RAM区。

3 乏汽及除氧器压力控制系统实时仿真

3.1 乏汽及除氧器压力控制系统动态数学模型

乏汽系统是用来汇集蒸汽辅机的乏汽,

并用来分配至耗汽设备(如除氧器)或排入主、辅冷凝器。乏汽压力调节器的功用是保持乏汽总管的压力为定值, 以保证各辅机在设计背压下进行工作。除氧器利用乏汽将凝水加热至工作压力下饱和温度, 使溶于水中的气体分离出来。乏汽及除氧器调节系统原理如图2所示。

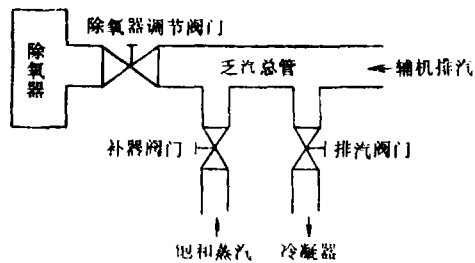


图 2

对于除氧器, 根据能量平衡和质量平衡, 得出压力、凝水及乏汽流量关系:

$$\frac{dp_2}{dt} = a_1 G_{\text{乏}} + a_2 G_{\text{凝}} - b_1 \cdot G_{\text{凝}}$$

其中, $a_1 = (h_{\text{乏}} - h')/A$; $a_2 = (h'' - h')/A$;

$$b_1 = (h' - h_{\text{凝}})/A; A = c_1 + c_2 \cdot h';$$

c_1, c_2 为常数

$$G_{\text{凝}} = R \cdot \Delta P \cdot V_0$$

$$R = \frac{h'_{p-\Delta P} - h'_{p-JP}}{V_p' \cdot \Delta P \left[-\frac{1}{2} (h''_{p-\Delta P} + h''_p) - h'_{p-JP} \right]}$$

对于乏汽总管:

$$\frac{dp_1}{dt} = (G_1 - G_{\Sigma} - G_{排}) \cdot h_{\Sigma}/B + G_{补} \cdot h_{补}/B$$

其中 B 为常数。

对于调节阀: $G = \alpha \cdot F \sqrt{2g\gamma\Delta p}$

系统中所使用的调节机构为一积分环节:

$$N = - \int E/T \cdot dt$$

符号说明:

p_1, p_2 —乏汽和除氧器压力

G_{Σ}, h_{Σ} —进入除氧器的乏汽流量及焓

$G_{内}$ —除氧器下部水空间因压力下降闪发的蒸汽流量

$G_{凝}, h_{凝}$ —进入除氧器的凝水流量及焓

h'', h' —除氧器工作压力下饱和蒸汽和饱和水的焓

V_0 —除氧器水空间体积

$h_{P'}, h_{P''}$ —压力 P 下饱和水和蒸汽的焓

$h_{P'} - \Delta P, h_{P''} - \Delta P$ —压力 P 下降 ΔP 时饱和水及饱和蒸汽的焓

G_1 —辅助排汽流量

$G_{排}, G_{补}$ —分别为排出和补进乏汽管的饱和蒸汽流量

$h_{补}$ —补入乏汽管的蒸汽焓

G —蒸汽流量

α —阀门流量系数

F —阀门流通面积

g —重力加速度

γ —流经阀门的介质密度

ΔP —阀门两端的压力差

N —阀门开度

E —控制量

T —执行机构时间常数

3.2 采用PL/M-86语言实时仿真软件

PL/M-86语言是为Intel 8086或8088微处理机进行系统编程和应用编程而专门设计的一种高级语言。在程序结构、数据类型及

编译方式等方面考虑到微型计算机应用开发中的一些特点,它提供了操作存储器和I/O接口功能。PL/M编译程序对原语句逐条地生成一段目的代码,效率比较高,尤其适用于单板机微型计算机系统的开发。经验表明,如果程序的目的代码在数千字节内,PL/M编写的源程序生成的目的代码比汇编程序约长1.5倍(与程序员的熟练程度有关);若程序在10K字节左右,效率就几乎差不多,但使用PL/M这样的高级语言的主要优点是编码效率高。

3.3 乏汽及除氧器压力控制系统实时仿真总体思想

仿真机上的实时软件启动后,首先进行一个采样时间间隔(0.01s)的仿真计算,计算完成后进入等待状态。此时启动控制机上的控制软件,并进入等待状态,当仿真机接到控制机8253的采样时钟信号后,通过“仿真机写数据中断服务程序”将数据传至控制机,自己返回等待状态。控制机通过“控制机读数据中断服务程序”将数据接收下来,随即进行控制量的计算,计算完后,向仿真机发出第一字节数据,控制机则进行绘图,仿真机将传来的数据通过“仿真机读数据中断服务程序”接收下来,并申请接收下一个数据,控制机在绘图中接到仿真机申请数据的信号后,再向仿真机发出数据。当仿真机认为已接到足够的数据时,就不再发出申请数据的信号,而进入等待状态。对于控制机来说,完成后就进入等待状态。当下一个脉冲到来时,重复上述步骤。

3.4 仿真结果

图3为本文所完成的实时仿真曲线(走纸速度为16mm/min)。经与实船实测曲线图4、图5对比后发现,仿真所用模型基本具备实际对象特性。在此基础上,研究完成了改进策略,其采样控制系统实时仿真曲线如图6。

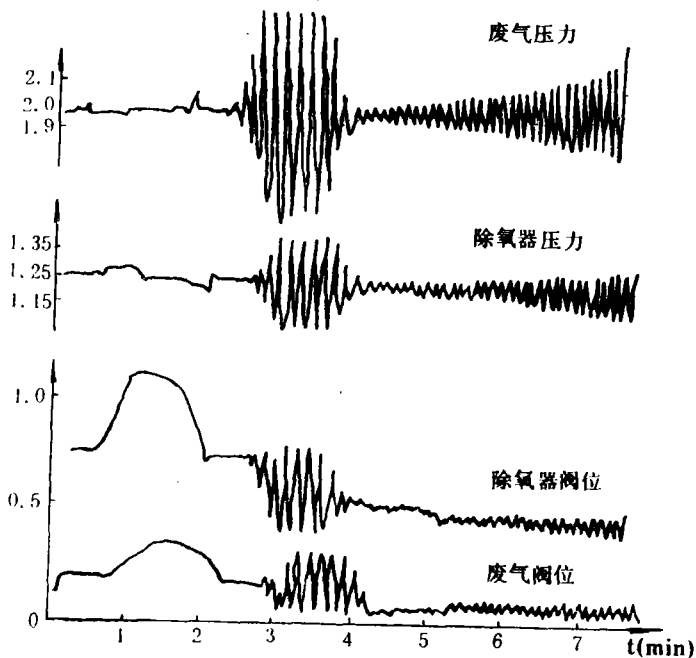


图 3 仿真曲线

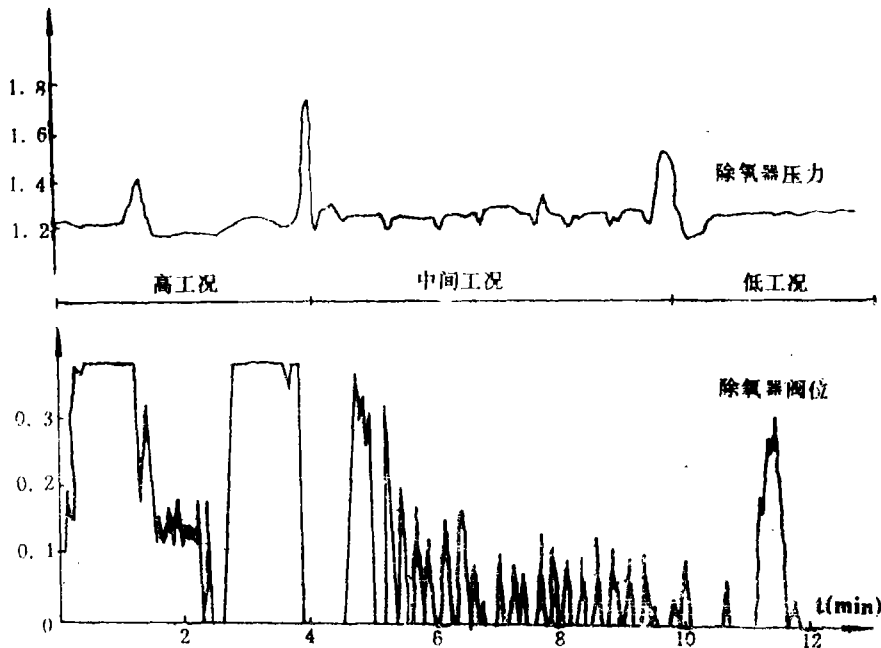


图 4 实测曲线

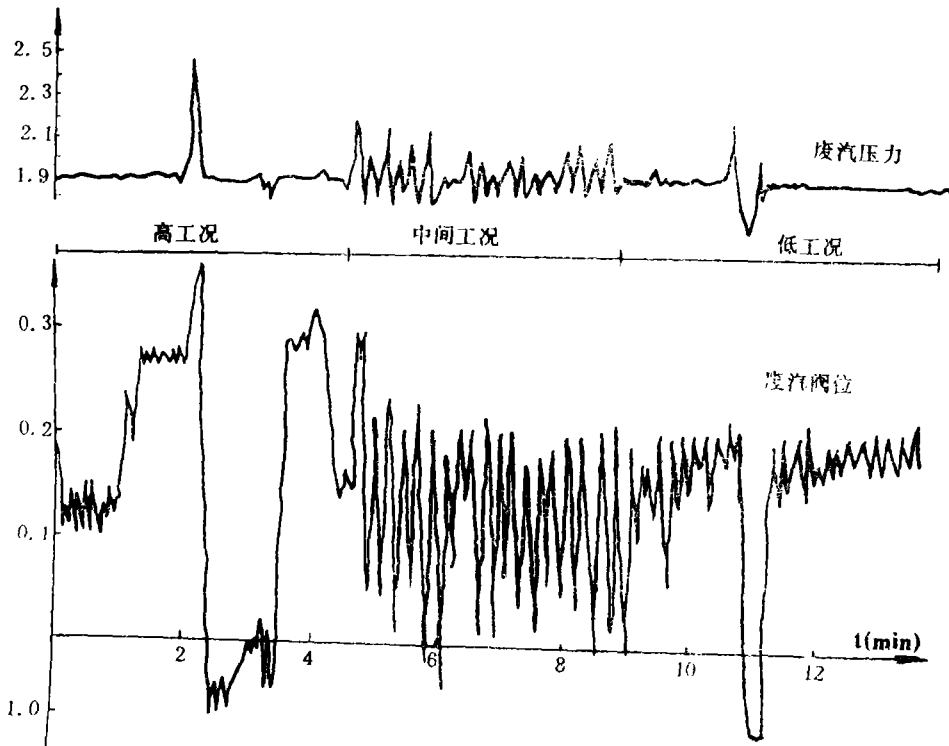


图 5 实测曲线

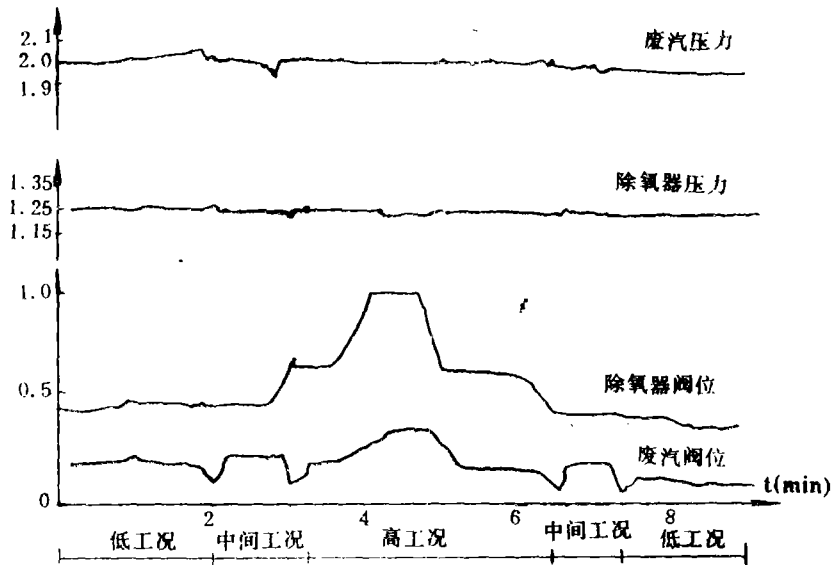


图 6 仿真曲线

供了实际控制软件的主体。

4 结 论

1. 首次提出并建立了一种简单、实用的全数字实时仿真系统,对于非线性热工系统的仿真具有一定实际意义。

2. 完成了某型舰乏汽和除氧器压力控制系统的全数字实时仿真。通过与实船实测曲线对比,验证并肯定了仿真模型的可用性。

3. 通过实时仿真系统,考验了改进控制方案的实时控制软件,为实际控制系统提

参 考 文 献

- 1 某驱逐舰汽力装置自动调节,海军工程学院 1982.10
- 2 熊光炯,控制系统数字仿真,清华大学出版社, 1983
- 3 周明德,微型计算机软硬件及其应用,清华大学出版社, 1983
- 4 8086微型计算机系列用户手册,船舶导航编辑部, 1983
- 5 PL/M-86 用户指南·用于8086开发系统,英特尔公司, 1982

(孙显辉 编辑)

All-Digital Real-Time Simulation Study of a Destroyer Exhaust Steam and Deaerator Pressure Control System

Wang Zhongze

(Qinghua University)

Bian Xinqian

(Harbin Shipbuilding Engineering Institute)

Abstract

In an attempt to study and seek a real-time simulation method for a nonlinear thermotechnical object, this paper presents and sets up an inter-communicative dualdigital computer system (duplex 86/05 single-board computer)with one computer serving as a simulation object and the other as a controller. The data transmission between computers is fulfilled by way of parallel interfaces. The real-time simulation softwere is compiled using PL/M-86 language. The above-cited computer system has been used for a real-time simulation study of a destroyer exhaust steam and deareator pressure control system. Experimental results show that the said all-digital real-time simulation method has the merits of simplicity and reliability combined with a relatively high precision.

Key words: exhaust steam, deaerator, pressure control system, digital real-time simulation