

# 用单片微机构成的汽轮机功频调节模拟系统

翟振铎 张雨文 (河北工学院)  
孙 丰 (山东工业大学)

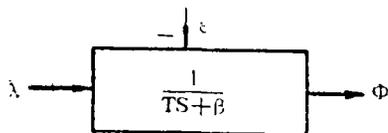
〔摘要〕 本文提出一种由单片微型机和分马力电动机组成的模拟调节系统, 利用该超小型系统, 可方便的实现对汽轮机功频调节特性的实验研究。

关键词 单片微型机 模拟调节系统

由于对实际汽轮机组进行功频调节特性实验研究的局限性, 所以对其模拟机组的研究是极为重要的。利用微型机进行校正计算后, 可使分马力电动机组能模拟汽轮机组, 尽管这是一种数学模拟, 但它和汽轮机组一样有功率和转速输出, 所以与纯计算机仿真相比这种模拟方式更直观和接近实际汽轮机组的运行情况, 同时微型计算机可设计成一台数字调节器, 和模拟机组一起组成汽轮机功频调节模拟系统。在此系统上可对汽轮机功频调节的各种工况进行实验分析和研究。

## 1 系统构成和数学模型

经线性化处理, 汽轮机和电动机的传递函数均可化为:



其中:  $\phi$ ——转速相对变化量  $\frac{n - n_0}{n_0}$ ;

$\lambda$ ——汽轮机供汽压力(或电动机电压)的相对变化量;

$\varepsilon$ ——外负载的相对变化量  $\frac{N - N_0}{N_0}$ ;

$T$ ——机器时间常数;

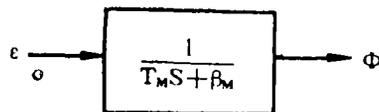
$\beta$ ——自平衡系数;

$$\beta = \phi(\infty) = \frac{n_0}{n - n_0}.$$

一般汽轮机  $T_r = 5 \sim 15$ 秒,  $\beta_r = 0.5 \sim 2.5$ , 若在模拟系统中采用S621J—170W分马力直流电动机, 其  $T_D = 200$ 毫秒,  $\beta_D = 10$ 。显然需对后者采取校正措施才能满足模拟要求。

校正方案如图1所示:

为分析方便可设  $\lambda = 0$ , 取  $T_d \gg T_1$ , 在深度负反馈情况下, 可得模拟机组的传递函数为:



其中:  $T_M = \frac{T_d}{K_N}$ ,  $\beta_M = \frac{K_V}{K_N}$ 。由此可见, 改变转速微分反馈时间常数  $T_D$  和转速反馈系数  $K_V$  能使模拟机组适用于模拟各种汽轮机组。

模拟系统构成如图2所示。模拟机组的主体是由两台联轴的S621J型分马力直流电动机组成, 一台用来模拟汽轮机, 另一台用

收稿日期 1992-03-06

本文联系人 翟振铎 300131 天津市本溪路影武楼84-301

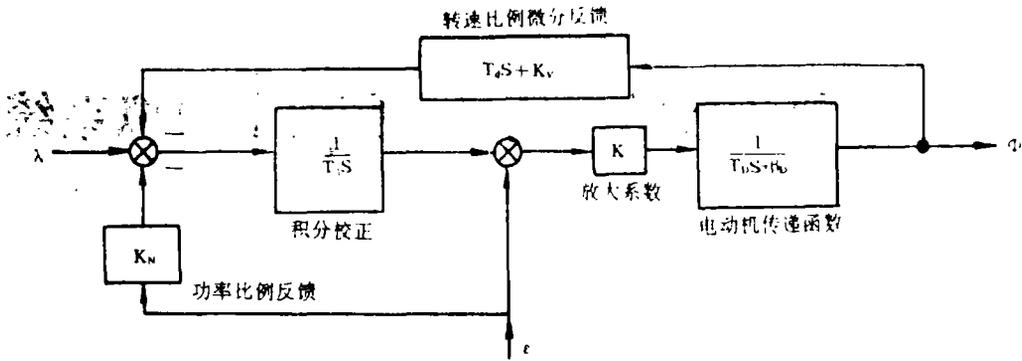


图 1

来模拟发电机，前者采用可控硅整流供电，后者采用照明负载。转速和功率反馈信号由光电转速传感器和霍尔效应功率传感器提供。校正计算和PID数字调节运算皆由MCS-51单片微型机完成。

## 2 硬件配置

系统中采用微机部分的硬件组成框图如图3所示。

ADC0809的IN<sub>0</sub>~IN<sub>3</sub>分别接收功率传感器的信号、转速给定信号和功率给定信号以及手动输出跟踪信号。

采用可逆计数器74LS193和手动开关配合可以实现手动和自动输出间的无扰动切换，切换信号由P<sub>1.1</sub>检测。

P<sub>3.0</sub>接收来自转速传感器的脉冲信号。

DAC0832经运放输出的模拟信号延迟200毫秒后(模拟油动机执行器的惯性延迟)送可控硅触发电路。

键盘显示器主要用于各调节校正参数的修改以及给定值和测量值的显示等。

## 3 程序设计要点

全部软件设计由键盘显示的主程序、采样定时中断服务程序(定时T<sub>0</sub>=10ms、采样T<sub>s</sub>=50ms)以及外中断服务程序(INT<sub>1</sub>)所组成。在外中断服务程序中(程序流程图见图4)主要完成数据采集、模拟系统的PID调节运算、电动机组的校正计算以及实现自动和手动间的无扰动切换等。

在程序设计中主要采用了三字节浮点数算法，这不仅扩展了数的表示范围，提高了运算精度，并且在此也不必再考虑计算溢出处理问题。

## 4 模拟特性实验

### 1 模拟机组的β<sub>M</sub>

改变K<sub>v</sub>值，得β<sub>M</sub>的实验数值如表所示，由表可见，这样可方便的模拟相应汽轮机机组的β<sub>T</sub>。

条件	甩负荷后转速及相应的β值	甩负荷前转速 n <sub>0</sub>		1000转/分		1200转/分		1500转/分	
		n	β <sub>M</sub>	n	β <sub>M</sub>	n	β <sub>M</sub>	n	β <sub>M</sub>
		负荷功率	K <sub>V1</sub>	1545	1.82	1980	1.54	2647	1.31
90W	K <sub>V2</sub>	1980	1.02	2602	0.86	3465	0.76		
	K <sub>V3</sub>	2985	0.5	3787	0.46	3973	0.62		

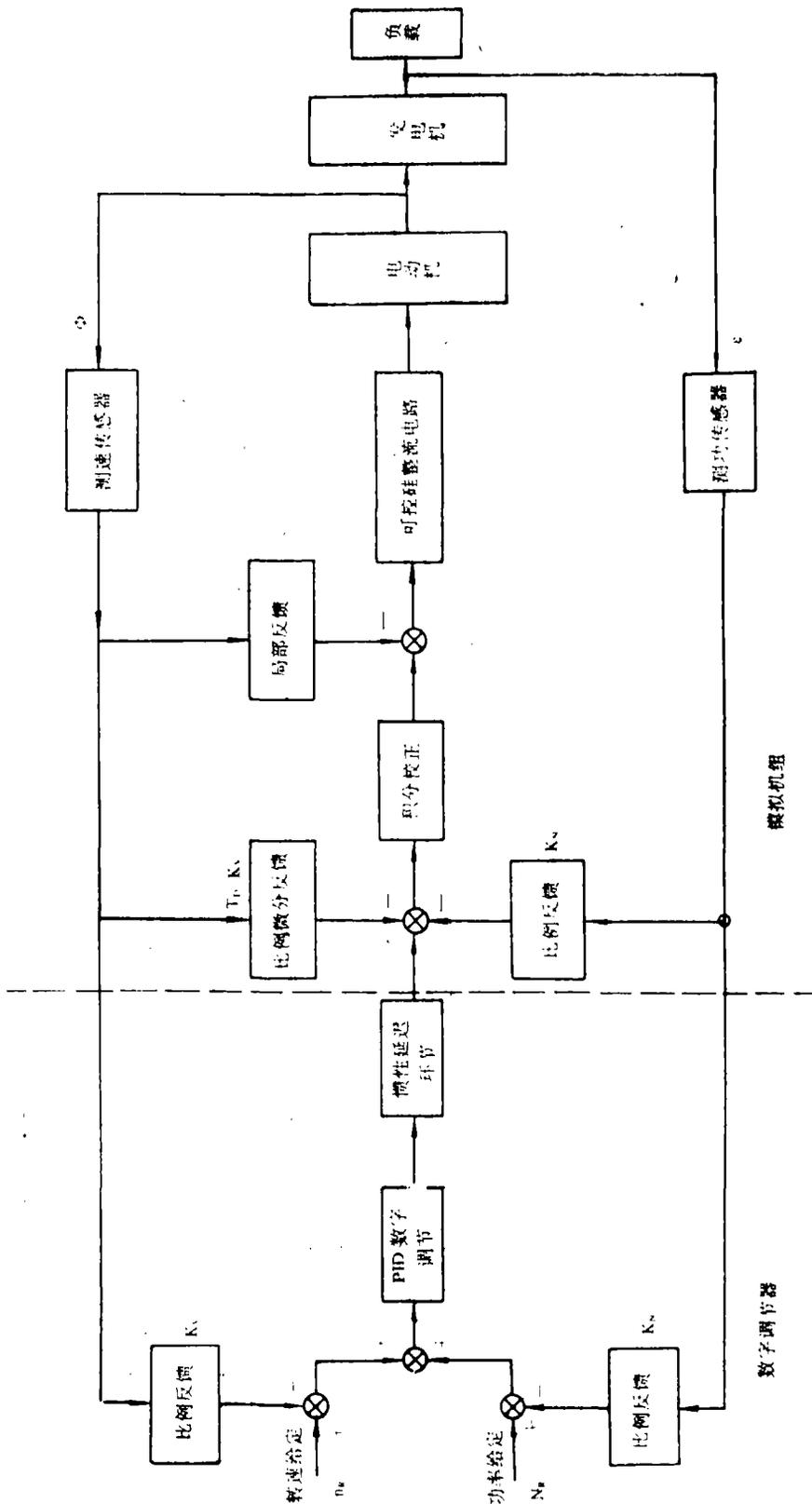


图 2

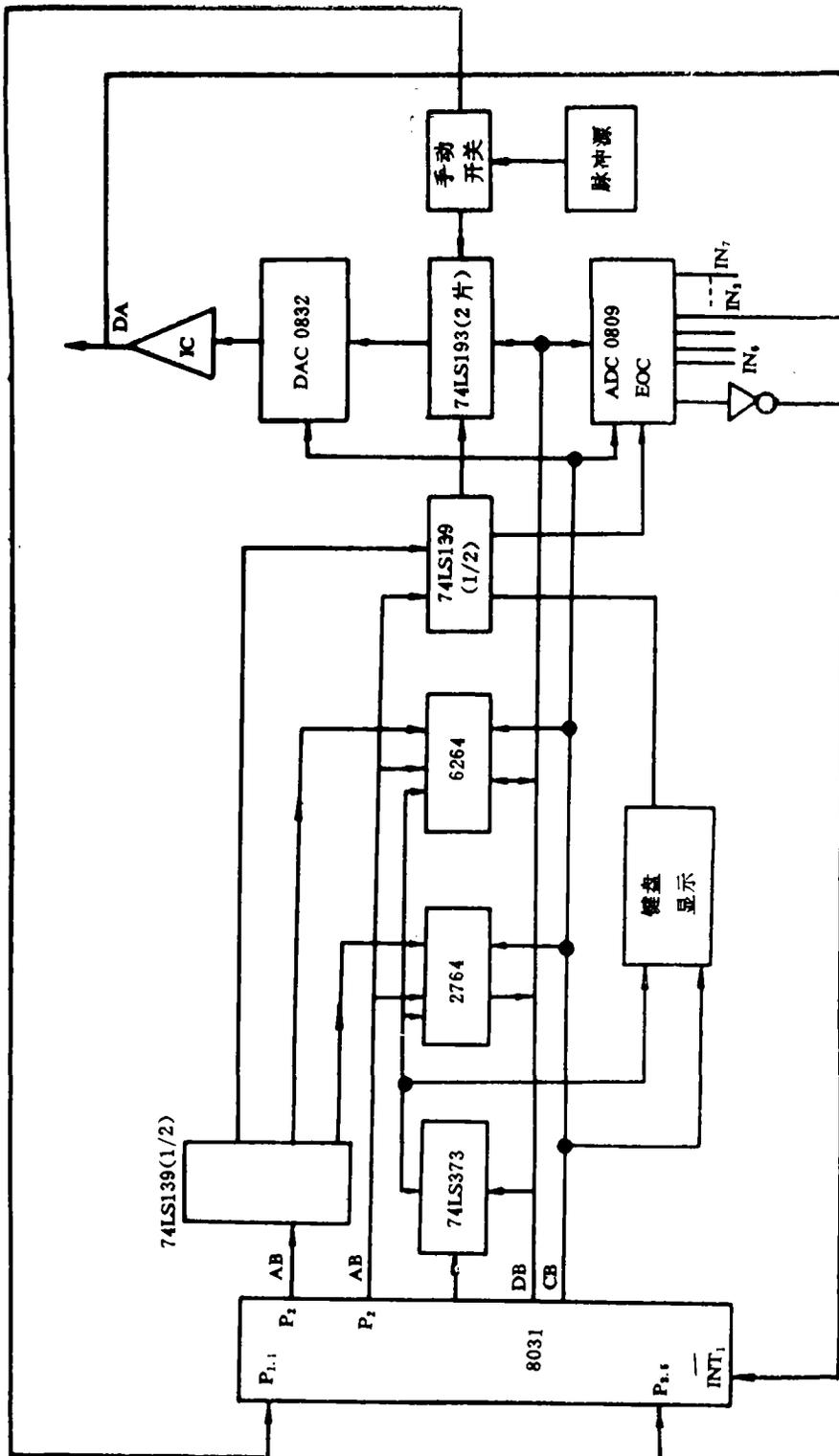


图 3

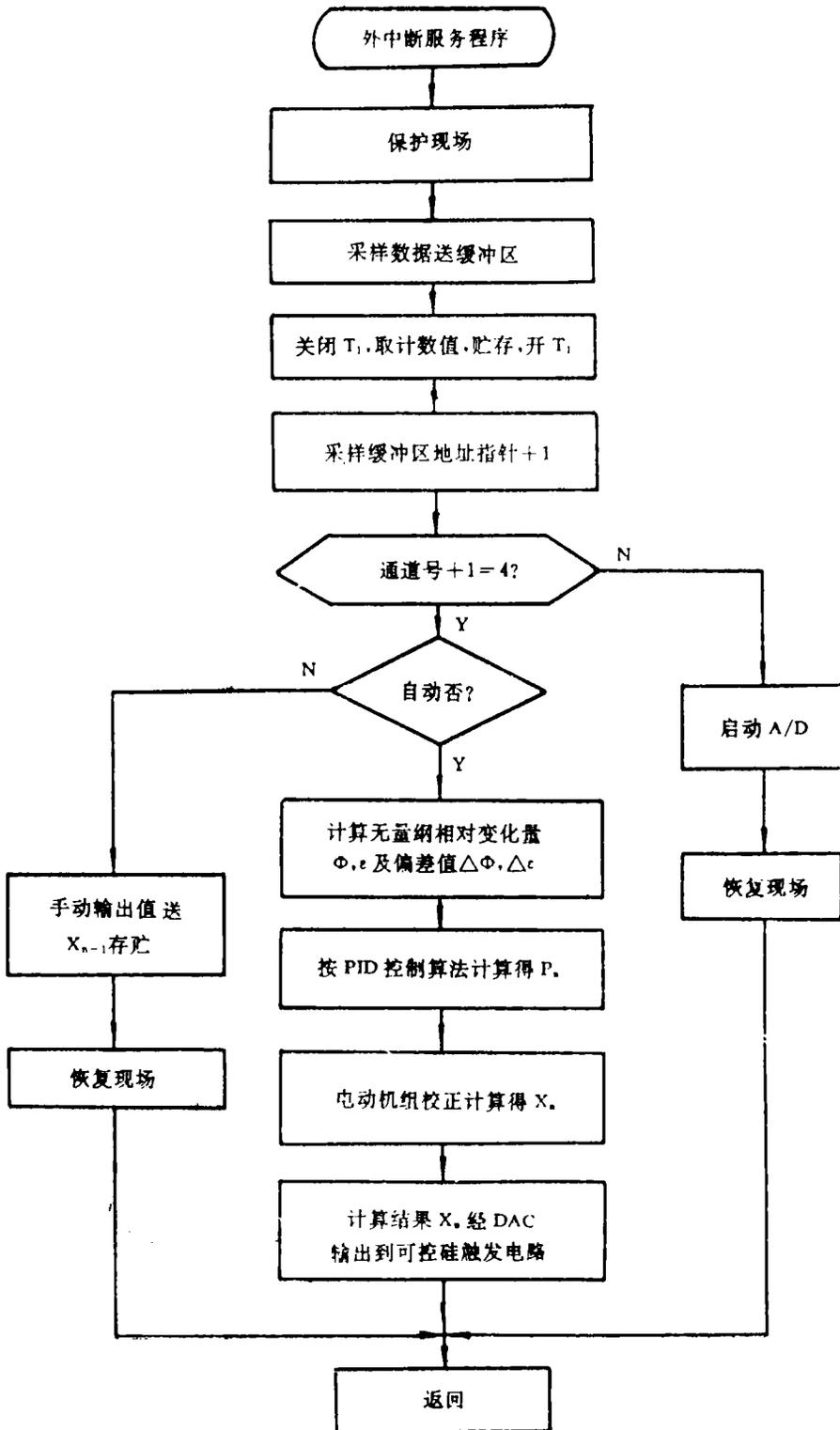


图 4

### 2 模拟机组的 $T_M$

例如需模拟汽轮机  $T_T=7$ 秒, 用键盘调整微分反馈时间常数  $T_D$  (见图5), 由模拟机组的飞升曲线得  $T_M=6.7$ 秒, 可见也能方便的满足模拟要求。

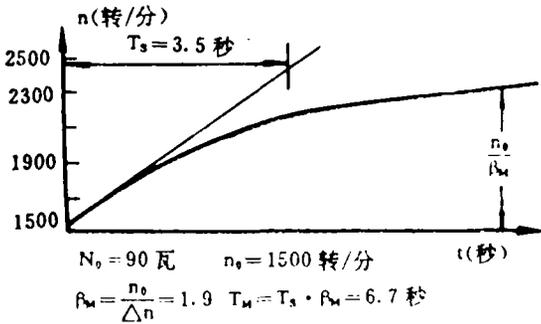


图 5

### 3 模拟调节系统的静特性

汽轮机要求空载时的转速  $n$  与额定负载下的转速  $n_0$  应满足  $\frac{n-n_0}{n_0} = (3\sim 6)\%$ 。

因为模拟系统采用PID调节器, 故系统处于静态时, 转速  $n$  和功率  $N$  存在下列关系式:  $n_R + N_R = K_V' \cdot n + K_N' \cdot N$  ( $n_R, N_R$  为给定值), 即直线方程:  $K_V' \cdot n + K_N' \cdot N = C$  (给定值一定时为常数), 改变  $K_V'$  或  $K_N'$  的数值可改变静特性的斜率。

适当调正  $K_N'$ , 实测模拟系统静特性如图6所示。

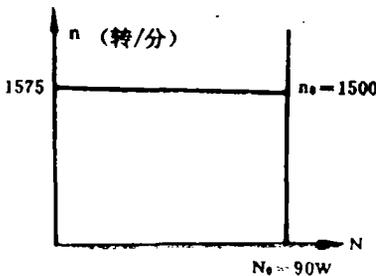


图 6

由图6可见模拟机组的静特性可满足需要。

### 4 模拟调节系统的动特性

在调节器的控制下, 汽轮机甩全负荷时, 转速的超调量应满足  $\sigma \leq 9\%$  的要求。由图7可见模拟系统在采用PI和PID调节时, 转速超调量  $\sigma = 15\%$ 左右, 可采取在甩全负荷时同时切除功率给定的数值, 这时可达到  $\sigma \leq 9\%$  的要求。图7所示模拟系统的实验结果与实际汽轮机组的运行情况是相符的 (见参考文献1)。

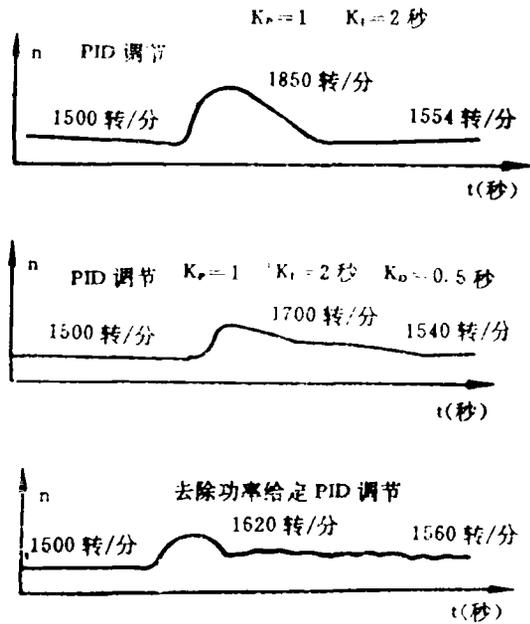


图 7

### 参 考 文 献

- 12.5万千瓦中间再热汽轮机功频液调系统运行总结. 上海吴泾热电厂, 上海汽轮机厂

(21) A Single-Chip Microcomputer-Based Analog system  
for Power-Frequency Regulation of Steam Turbines

Zhai Zhenduo and Zhang Yuwen

(Hebei Institute of Technology)

Sun Feng

(Shandong polytechnical University)

**Abstract**

This article presents the design of an analog system, which consists of a single-chip microcomputer and a micro-motor. With the help of this ultra-miniaturized system it is possible to conveniently conduct an experimental study on the power-frequency regulation characteristics of steam turbines.

**Key words:** *single-chip microcomputer, analog regulation system*

(27) Electrically Operated Remote-Controlled Device  
For a Warship Propulsion Plant

Luo Kangming

(Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute)

**Abstract**

With respect to the implementation of a bulkhead central control for a warship main propulsion plant this paper deals with the control principle, circuit configuration and operation reliability of an electrically operated remote-controlled device for a newly developed naval steam turbine.

**Key words:** *electrically operated remote control, diagnosis of malfunctions, reliability*