

# 汽轮机甩负荷时的实用最优控制

李 风

(大连海运学院)

[提要] 本文提出了汽轮机甩负荷时的最优控制和框图, 实验证明此系统是实用的最优控制系统。

主题词 汽轮机 最优控制

## 前 言

汽轮机甩负荷或输电线路发生故障时要求以最快的速度来关闭调节汽门。实现快关的方案很多, 例如采用检测汽机功率与发电机负荷之差, 通过逻辑电路来实现快关; 也可以应用最优控制理论中的最小时间控制来完成; 还可以用全抗干扰控制来达到。本文将研究最后一种方案, 并设计出相应的控制系统, 以及给出相应的实验数据。实践证明, 该方案是实用的最优控制方案。

## 一、汽轮机调速系统线性化模型

汽轮机调速系统可用下列一组线性方程式来描述。

1. 转子运动方程式:

$$T_a \frac{d\varphi}{dt} = \rho - \mu_c \quad (1)$$

2. 蒸汽容积方程式:

$$T_p \frac{d\rho}{dt} + \rho = \xi \quad (2)$$

3. 油动机滑阀方程式:

$$T_s \frac{d\eta}{dt} + \eta = \sigma - \xi \quad (3)$$

4. 油动机方程式:

$$T_s \frac{d\xi}{dt} = \eta \quad (4)$$

5. 调速器及其滑阀(或电液转换器)方程式:

$$T_r \frac{d\sigma}{dt} + \sigma = -\frac{\varphi}{\delta} \quad (5)$$

上述各个方程式中的符号说明如下：

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| $T_a$ —汽机时间常数；          | $\rho$ —蒸汽容积中的汽压相对值；    |
| $T_p$ —蒸汽容积的时间常数；       | $\xi$ —油动机活塞的相对位移；      |
| $T_s$ —油动机滑阀的时间常数；      | $\eta$ —油动机滑阀的相对位移；     |
| $T_o$ —油动机的时间常数；        | $\sigma$ —调速器随动滑阀的相对位移； |
| $T_r$ —调速器的时间常数；        | $\delta$ —静态不均匀度；       |
| $\varphi$ —汽机转子角速度的相对值； | $\mu_c$ —外界负荷的相对值。      |

## 二、抗干扰系统的设计

根据上述方程式（1）～（5），利用自动控制理论中的复合系统完全抗干扰的设计原则，可以近似地选取开环控制系统的传递函数为：

$$W_f(s) = \frac{KS}{T_N S + 1} \quad (6)$$

其中  $K$  为功率放大系数， $T_N$  为惯性微分环节的时间常数。实现该传递函数的具体元件是霍尔测功器、运算放大器组成的微分线路、单向限制电路等。上述电信号经电液转换器变成油压信号去控制油动机滑阀下面的脉冲油压，以实现汽轮机的控制。

由方程式可绘制出控制系统的框图（见下图）其中  $\lambda$  为开环系统输出的相对值， $g(t)$  为给定信号。

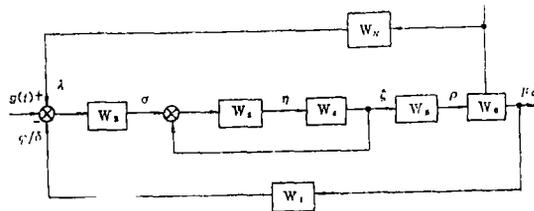


图 1 汽轮机实用快关控制系统框图

## 三、对实验结果的分析

我们对实用快关系统与原调速系统分别作了甩全负荷试验。试验是在哈尔滨热电厂 1<sup>#</sup> 机组上进行的。该机组的额定功率为 25 兆瓦。原系统是机械离心式调速系统。现将实验数据列于下表中，以资对两种系统进行比较。

系 统 种 类	甩全负荷 兆瓦	油动机关闭时间 (秒)	最大超调 (转/分)
原调速系统	25	0.65	226
抗干扰系统	25	0.2	153

从上表中的数据可以看出:抗干扰系统较原调速系统在甩全负荷时,油动机关闭汽门的时间缩短了0.45秒;最大转数减少了73转/分;快速关闭汽门提高了3倍。值得提出的是油动机的时间常数 $T_s=0.2$ 秒,在甩全负荷时,其关闭时间的实测值也是0.2秒。显然,这个时间已达到了最小时间,并且达到了关闭阀门的极限时间。从而也说明了该系统是实用的最优控制。证明了利用抗干扰设计,可以达到最小时间的最优控制。

这种设计原则同样适用于舰船汽轮发电机组。

## A Feasible Optimum Control during Steam Turbine Load Shedding

Li Feng

(Daliang Mercantile Marine Institute)

### Abstract

This paper gives a description of an optimum control version of steam turbines during load shedding and some block diagrams. Tests have confirmed the practicability of the optimum control system.

**Key words:** steam turbine, optimum control

### 新技术新产品信息

**R88—18 滑动轴承设计与试验** 具有动压油膜支承轴承试验台。试验台的转速无级调速,最大转速可达9000r/min;轴承直径范围:120~300mm、轴承径向载荷可达58840N。可承揽轴承的静态试验。能为用户所需的支承及推力轴承进行专门设计。

**R88—19 蒸压釜微机控制** 该系统通过对釜内参数的检测,对蒸汽量的调节,对釜内排汽的控制,实现对工艺的实时控制,使生产按工艺曲线规定的指标进行,并进行时间显示、工艺参数显示、调节阀位显示以及打印记录。该系统成本低廉实用。1986年投运以来,运行良好。

(如需以上技术请与本编辑部联系)