

300 MW 火电机组仿真机给水调节方案的改进

王祥薇

(合肥电力学校 安徽电力仿真培训中心, 安徽 合肥 230051)

摘要: 针对仿真机调试过程中有关给水自动调节系统原控制方案存在的设计缺陷进行分析, 提出了改进方案, 对仿真机有关设计模块和程序进行修改后, 给水调节系统调节品质大大提高, 实现了原来不能实现的保护功能。后又在生产实践中得到进一步证实。说明了仿真机不仅能进行岗位培训, 还具有很强的调试试验功能。

关键词: 仿真; 给水自动调节; 调试; 多路平衡输出模块

中图分类号: TK323 文献标识码: B

1 前言

安徽电力仿真中心 300 MW 火电机组仿真机在建模过程中, 由于仿真对象也在设计施工阶段, 尚未投运, 一些自动调节的初步方案在仿真机上先行一步调试时, 出现了若干问题, 其中给水调节系统的控制方案就存在一定的设计缺陷。该控制系统经过改进后, 在仿真机上运行良好。后经生产实践证明, 也的确如此, 现场对于该调节系统控制方案的修改与本仿真机给水调节方案的改进不谋而合, 充分说明仿真机不仅具有很好的培训功能, 而且还具备试验调试的优越性。

2 给水自动调节系统原设计方案

300 MW 火电机组自动控制系统仿真以洛河电厂 300 MW 单元机组自动控制系统为依据进行设计的。给水系统配置三台互相并联的给水泵, 其中两台为汽动调速给水泵, 另一台为电动调速给水泵, 每台泵的容量各为锅炉额定容量的 50%。电动泵只在机组启动、低负荷或汽泵故障等情况下使用。

负荷在 30%~60% 之间使用一台汽泵和电泵并列运行, 负荷超过 60% 及正常运行时使用两台汽动泵, 电泵作备用。根据电厂提供的初步设计资料, 给水全程控制系统分为两个子系统: 单冲量锅筒水位控制系统(低负荷时), 三冲量锅筒水位控制系统(高负荷时)。图 1 和图 2 为其仿真原理框图(均为简图)。

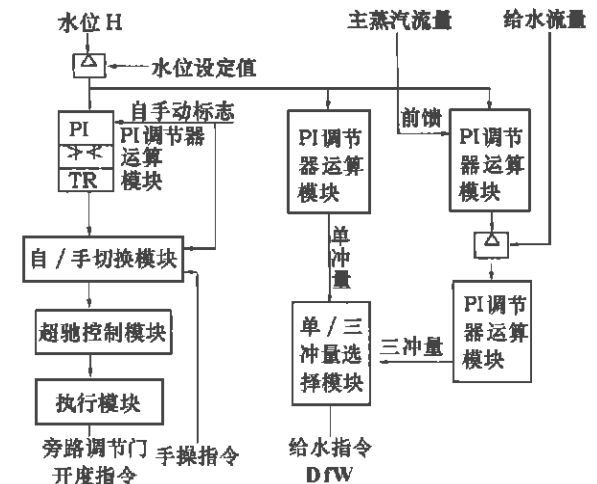


图 1 给水指令的形成

3 调试中出现的问题及分析

3.1 调试现象

机组在做冷态启动过程中, 达到 180 MW, 并第二台汽泵 B 时, 同处于自动位的电泵和汽泵 A 变化幅度和变化率均不一致, 也即两台运行泵负荷不平衡, 水位波动大, 不得不将运行泵全打手动进行并泵的切换工作, 给水调节系统调节品质差, 自动失去意义。在做两台运行汽泵中任一跳闸的事故时, 要求电泵能自启, 电泵勺管控制能在短时间内跟踪运

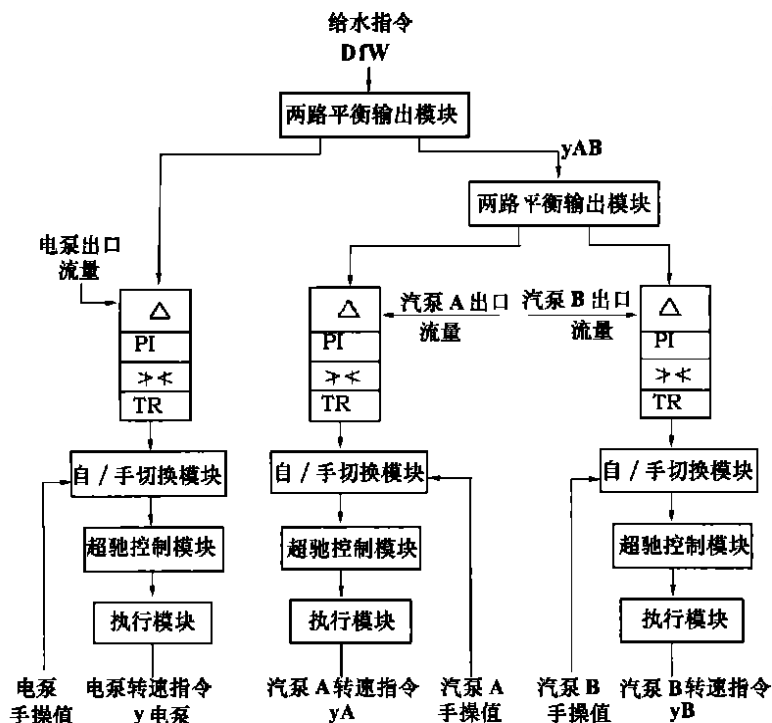


图 2 泵转速指令的形成

行之汽泵,并迅速达到与运行泵出力一致,保证在机组不降负荷的情况下,维持好水位。但是原调节系统怎么也实现不了这一很好的水位调节和保护功能,只能进行自动或手动方式的 RUN BACK 处理过程。

3.2 问题分析

仿真原理框图中的两路平衡输出模块相当于电厂控制系统组态图中的指令分配器 MASTER(多路控制算法)。在仿真机中该模块功能由 FORTRAN 语言编写的子程序来实现。具体如下:

两路平衡输出模块(CMBB02)程序

模块

x —— 输入(来自调节器输出); x_b —— 偏置量;
 $xm1$ —— 手操信号 1;
 $xm2$ —— 手操信号 2;
 $sa1$ —— A/M 标志 1 ($sa1=1$, 输出 1 自动); $sa2$ —— A/M 标志 2 ($sa2=1$, 输出 2 自动); RLb (参数) —— 偏置信号变化率限制 (1/min); TS (参数) —— 采样计算周期(秒); Ub (SAVE) —— 偏置信号保留值; ym —— 输出平均值(作为调节器跟踪值); $y1$ —— 输出 1(到执行器 1); $y2$ —— 输出 2(到执行器 2);

SUBROUTINE CMBB02($x, x_b, xm1, xm2, sa1, sa2, RLb, TS, Ub, ym, y1, y2$)

REAL $x, x_b, xm1, xm2, RLb, TS, Ub, y1, y2, ym$

INTEGER * 2 $sa1, sa2$

IF ($sa1.EQ.1.AND.SA2.EQ.1$) THEN

$Ub = Ub + SIGN(MIN(ABS(x_b - Ub), RLb * TS/60.0), (x_b - Ub))$

$y1 = x + Ub$

$y2 = x - Ub$

ELSE IF ($sa1.EQ.1.AND.SA2.EQ.0$) THEN

$y2 = xm2$

$Ub = Ub + SIGN(MIN(ABS(x - y2 - Ub), RLb * TS/60.0), (x - y2 - Ub))$

$y1 = x + Ub$

ELSE IF ($sa1.EQ.0.AND.SA2.EQ.1$) THEN

$y1 = xm1$

$Ub = Ub + SIGN(MIN(ABS(y1 - x - Ub), RLb * TS/60.0), (y1 - x - Ub))$

$y2 = x - Ub$

ELSE

$y1 = xm1$

$y2 = xm2$

$Ub = Ub + SIGN(MIN(ABS(y1 - x - Ub), RLb * TS/60.0), (y1 - x - Ub))$

END IF

$ym = (y1 + y2) / 2.0$

END

通过分析以上程序,可知,当电泵处于自动位时,两台汽泵只要有一台处于自动位,平衡组件 1 将给水指令传送到电泵和平衡组件 2,使得 $y_{电泵} = y_{AB} = Dfw$;当汽泵均在自动位时,平衡组件 2 使得 $y_A = y_B = y_{AB}$,所以在并泵过程中,电泵和汽泵 A 自动,汽泵 B 启动后处于手动位,平衡组件 2 使得 $y_A = 2y_{AB} - x_{Bm}$ (手动值),而平衡组件 1 依然使 $y_{电泵} = y_{AB} = Dfw$,这样便导致 $y_A \neq y_{电泵}$,也即电泵的转速指令与汽泵 A 的转速指令不相等,且变化的速度也不相同,结果水位波动大,给水调节品质差。两台运行汽泵中一台跳闸,电泵自启并能维持水位的调节保护功能之所以无法实现,是因为虽然运行泵跳闸后,发出超驰控制信号将跳闸泵转速指令强制为 0,但是汽泵的转速下降有一个过程,跳闸后,自动切为手动,这时的转速值被系统识别为手动值信号送到平衡组件 2,电泵自启后,调节器置于自动位,而跳闸的汽泵处于手动位,且在一定时间内,手动值信号

存在, 同样使得两台运行泵的指令不相等, 无法达到电泵匀管控制跟踪运行的汽泵这一要求, 在负荷不变的前提下自然维持不住水位。

4 控制系统的修改

根据调试中出现的问题, 给水自动调节系统的改造必须满足以下几个方面的要求:

(1) 控制系统的总增益不变, 因为在闭环调节系统中, 一个调节器同时控制几个执行机构, 会出现自动、手动或既有自动又有手动的不同运行方式的组合。总的执行机构回路的增益将随着参与自动方式的台数的增加而增大, 从而会影响调节系统的稳定性(ψ)。在本调节回路中要实现在既有手动又有自动时, 平衡回路能自动补偿手动子站的操作扰动, 并保证在任一平衡时刻有 $\Sigma y = 3Dfw$ 。

(2) 任意自动的设备, 其输出 $y_i (i=1, 2, 3)$ 应相等。如电泵自动, A(B)汽泵自动, B(A)汽泵手动, 应有 $y_{电泵} = y_A$ 或 $y_{电泵} = y_B$ 。

(3) 两台运行汽泵中任一泵跳闸, 电泵能自启(由 SCS 实现), 且电泵匀管控制在短时间内跟踪运行之汽泵, 并迅速达到出力平衡。

依照以上三条, 修改后的控制方案如图 3。

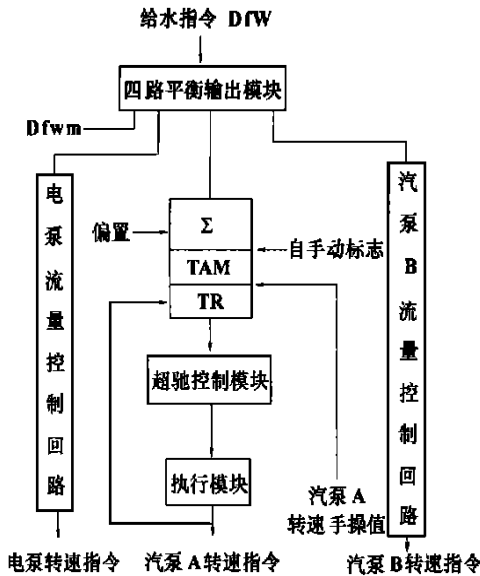


图 3 修改后的控制方案

$Dfwm$ 为一输出置于常数 0 的支路。

原来的两个两路平衡输出模块由一个四路平衡输出模块来替代, 四路平衡输出模块只是比两路多两个自手动输入标志, 多两个手操信号, 输出的指令

为四个。四路平衡输出模块作为一个固定程序模块, 在其他的控制系统组态中已有应用, 例如燃料量控制系统, 在不同的系统中参数所代表的值不同而已, 所以在程序的修改中, 只须将调用的子程序名改为 CALL CMMBO4(实参), 再将各个子站的偏置输出运算模块的输入改为与该四路平衡输出模块输出相对应的值即可。由于给水流量的测量反应了运行泵出力的大小, 运行稳定后, 泵的实际转速与转速指令一致, 所以在修改中去掉了对各泵出口流量(经过信号处理)和平衡器输出指令偏差的 PI 调节, 进一步简化了控制系统。

5 系统投运情况

在仿真机上, 给水控制系统很快修改好, 立即进行了并泵和调节保护试验。在并第二台汽泵时, 该泵转速手操, 由人工缓慢增加到与第一台汽泵转速相等时, 切为自动, 这时, 将电泵切为手动, 并逐步降低转速, 由于平衡控制器的作用, 使得两汽泵转速指令及出力保持相等并逐步增加, 电泵所承担的给水量逐渐自动地转移给两台汽泵, 直至电泵转速接近零, 停运后处热备用状态。稳定运行一段时间后, 接着又将一台运行汽泵手动打闸, 电泵自启良好, 自动处于自动调节位, 并使其输出快速达到指令值, 且出力与另一台运行泵平衡。两次试验中, 锅筒水位变化值在 ± 15 mm 范围内, 给水自动调节品质好, 符合《规程》要求。

6 结论

随着火电厂机组向大容量、高参数的方向发展, 构成了一类典型的多变量、非线性、时变的复杂被控对象, 针对被控对象的特点和控制指标的要求, 选择合理的控制策略并能成功地用于工程实际显得非常重要。仿真机便提供了设计试验的有利环境。给水控制系统从改进到调试成功, 仅须一二天的时间, 这充分说明了本仿真机除了能胜任岗位培训的实战训练, 还具有实际机组所无法比拟的调试试验功能。

参考文献:

- [1] 姜学智. 300 MW 全范围仿真机控制系统设计说明[R]. 北京: 北京清华能源仿真公司, 1998.
- [2] 倪维斗, 徐向东. 热动力系统建模与控制的若干问题[M]. 北京: 科学出版社, 1996.

(复 编辑)

for enlarging CFL number is to select an implicit scheme. Under the condition of meeting both a required CFL number and precision a combination of Taylor expansion method and TVD scheme can produce a kind of implicit method featuring an accelerating convergence. **Key words:** TVD scheme, implicit method, accelerating convergence, viscous flow field

船用主汽轮齿轮机组调节控制保安系统故障分析 = **Fault Analysis of a Regulation, Control and Security System for a Naval Main Steam Turbine-gear Unit** [刊, 汉] / CHEN Lin-gen (Power Engineering Institute under the Naval Engineering University, Wuhan, China, Post Code: 430033), LIU Wei-guo (Naval Representative Office at Dalian Shipyard, Dalian, China, Post Code: 116024) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(5). — 543 ~ 545

Discussed are the failure forms and features of a regulation, control and security system for a new type of naval main steam turbine-gear unit. In addition, with an analysis of the underlying causes of faults and failures some countermeasures for their prevention are also proposed. **Key words:** main steam turbine-gear unit, regulation system, security system, fault analysis

一种锅炉燃烧控制的混合智能控制器 = **A Hybrid Intelligent Controller for a Boiler Combustion Control System** [刊, 汉] / LIANG Jian-wu, CHEN Yu-lin, ZHOU Cheng (Changsha Railway Engineering University, Changsha, Hunan Province, China, Post Code: 410075) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(5). — 546 ~ 548

The combustion control system of a boiler is known to have a multitude of specific features, such as a strongly coupled state, being subject to a variety of outside disturbances, typical non-linearity, etc. In light of the above a hybrid intelligent control system based on "theory plus experience" is proposed, which combines PID (proportional-integral-differential) control, feed-forward control and expert control. As a result, the simplicity, reliability, anti-disturbance, rapid reaction and flexibility of the above three control methods are organically grouped into an integrated whole, giving full play to their respective merits. Initiating a new approach for industrial control technology the system under discussion has been successfully employed for the combustion control system of a 20 t/h boiler installed at Changsha Shuguang Electronic Tube Factory. **Key words:** PID control, feed-forward control, expert control, intelligent control

300 MW 火电机组仿真机给水调节方案的改进 = **An Improvement on the Feedwater Regulation Scheme for a 300 MW Thermal Power Plant Simulation Unit** [刊, 汉] / WANG Xiang-wei (Anhui Electric Power Simulation Center, Hefei, Anhui Province, China, Post Code: 230051) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(5). — 549 ~ 551

In the course of the adjustment test of a simulation unit the design defects of the original control scheme of a feedwater automatic control system were analyzed and on this basis an improved scheme was proposed. After a modification of the related design modules and procedures of the simulation unit the regulation quality of the feedwater regulation system has been greatly enhanced. This brought about the realization of a formerly unachievable protection function, which has been verified and confirmed in production practice. It is noted that the simulation unit can be employed not only to conduct on-the-post training but also possesses a highly effective adjustment-test function. **Key words:** simulation, feedwater automatic control, adjustment test, multi-circuit balanced output module

一台余热锅炉受热面积灰和烟气除尘的改进分析 = **An Analysis of the Measures for Alleviation of Ash Buildup on the Heating Surfaces of a Heat Recovery Boiler and the Enhancement of Dust and Smoke Removal Efficiency** [刊, 汉] / HAN Jia-de, LU Yi-ping (Mechanical Engineering Institute under the Harbin University of Science and Technology, Harbin, China, Post Code: 150080) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(5). — 552 ~ 553