

一种老机组热控系统改造的方法

Revamping Method for Process Control Systems in Old Power Generation Units

刘 一¹ 邓全亮² 范泽涛²

(巴陵石油化工公司热电事业部¹,湖南 岳阳 414200;杭州和利时自动化有限公司技术中心²,浙江 杭州 310018)

摘要: 根据老机组热控系统实际运行中存在的问题,分析了现有主流改造方案的优劣,提出一种以自容式执行器为转换装置、透平油无控制工质的电液调节方案,并将其应用到巴陵石化的老机组热控系统改造中。通过改造后的甩负荷运行试验,验证了该方案的可行性与实用性。

关键词: 机械电动液压 数字电动液压 甩负荷试验 液压伺服系统 执行器

中图分类号: TP272 **文献标志码:** A

Abstract: In accordance with existing problems in practical operation of the process control systems in old power generation units, the merits and demerits of the general directional revamping strategies are analyzed and the electro-hydraulic control strategy with the self-contained actuator as conversion device and control quality of turbine oil not related is proposed. This method has been used in systematical retrofit for the control system in Baling Petrochemical. Through the runback test after retrofit, the feasibility and practicability of this strategy are verified.

Keywords: Mechanical electro-hydraulic(MEH) Digital electro-hydraulic(DEH) Runback test Hydraulic servo system Actuator

0 引言

随着电网容量的不断增加,负荷的峰谷差加大,电网对机组的自动发电控制功能的要求也越来越高,机组只有具备功频电液调节系统才能满足电网对它的负荷调度要求。因此,火电厂原老机组热控系统改造工作已全面开展,以计算机为核心的分散控制系统取代了传统的机械液压调节系统,使机组的自动化控制水平得到显著提高。汽轮机电液调节控制系统的成功应用^[3],不仅提高了汽轮机的控制精度和控制水平,同时也大大减轻了运行人员的劳动强度,缩短了运行人员的培养时间。这些优点正是老机组汽轮机控制系统改造的要求和依据。

1 问题描述

巴陵石油化工有限责任公司热电事业部的5[#]和6[#]机组是由北京重型电机厂生产的单缸高背压式机组,1989年正式投产。改造前机组采用的是机械液压式调节系统。这种系统的控制器由机械元件组成,执行器由液压元件组成,因此,其通常只具备窄范围的闭环转速控制功能和超速跳闸功能,且系统的响应速度低,迟缓率较大;转速功率的静态特性是固定的,在运

行中不能加以控制。机械液压式控制装置示意图如图1所示。

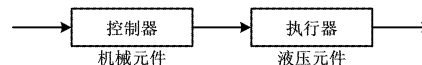


图1 机械液压式控制装置示意图

Fig.1 Schematic of mechanical electro-hydraulic control device

机械液压式调节系统在运行中存在的问题如下。

① 同步器容易打滑,从而使空行程拉大;同步器与调速器滑阀组件的机械连接较多,如果安装或调整不当会加大系统的迟缓率,引起负荷的摆动。

② 由于调速器与汽轮机转子同轴,当推力瓦磨损造成推力间隙过大时,转子串动会引起调速系统摆动,齿形联轴器的磨损也会使主油泵转子与汽轮机转子一起串动,引起负荷摆动。

③ 当微分器主滑阀和延迟滑阀之间的过封较小时,机组在变工况运行中会引起大幅度甩负荷;过大时,机组甩负荷时会引起转速超调量过大,甚至超过危急动作转速而跳机。

④ 反馈滑阀存在十分有害的液压卡紧力,阻碍其对油动机的跟踪,加上不易对中并伴随卡涩等,使其极容易出现故障。在液压调节系统的静态调整中,反馈滑阀的调整是保证调节系统满足静态特性要求的重要手段,它不仅要满足系统的静态特性,也要满足与油动机行程的反馈比例,以保证系统的动态稳定性,因而是

修改稿收到日期:2010-06-10。

第一作者刘一,男,1971年生,2001年毕业于南华大学计算机科学与技术学系,获学士学位,工程师;主要从事电厂热控技术管理工作。

一个比较难调的环节。如果调整不当,可能使油动机长时间关闭,也可能使机组空载不稳定。

综上所述,这两套机械液压系统的主要问题是:迟缓率大、动态调节品质差、控制精度低以及操作繁琐和运行维护不便等。要解决这些问题,就必须采用一种全新的、先进的调节系统来取代原有的机械液压式调节系统。

2 方案选择

汽轮机数字电液控制系统 DEH(digital electro-hydraulic)常用的应用型式有高压抗燃油 DEH 和低压透平油 DEH 两种。前者主要用于大型机组,后者主要用于中小型机组^[2]。

高压抗燃油电液伺服系统采用独立的高压抗燃油油源站供油,电液油动机结构简单、定位精确、动态响应快、调节品质好。但是所采用的工质为抗燃油,抗燃油为有毒工质,在自然界中很难降解,大量使用会造成环境污染。

低压透平油电液伺服系统是在常规油动机的基础上改造而成的,其性能受原设备的限制。总体来说,低压透平油电液伺服系统静态精度和动态响应特性均不如高压系统;且品种繁多,性能差异很大,给工程应用带来很大的不便。

根据各传统方案的优缺点以及改造项目的实际要求,本文采用以自容式执行器为转换装置、透平油无控制工质的电液调节系统的技术方案。

自容式电液执行器——ReXA 智能型电液执行器具有以下特点:① 执行器油源(油泵、油箱和工质)与执行器为一体,不需要外界油源,是一个无卡涩、免维护的执行器;② 压力油油压高、密封性好、输出压力大、输出刚度好、稳定性好;③ 伺服电机采用数字控制,控制精度高,快/慢速控制变换自如。

3 方案实现

DEH 装置由电子软硬控制部分和液压伺服系统两部分组成^[1]。针对该机组汽轮机调节系统的结构特点,液压伺服系统采用以自容式执行器为转换装置、透平油无控制工质的电液调节系统的技术方案对汽轮机调节系统进行改造。电子软硬控制部分采用和利时公司的 HOLLIAS-DEH 系统。

3.1 液压伺服系统

去掉反映转速的机械压力变换器和调压器,改由 ReXA 智能型电液执行器来控制油动机滑阀上弹簧的预紧力,达到 DEH 系统对油动机行程的控制,保留保

安系统及其对油动机滑阀的控制方式。

透平油电液调节系统通常采用的电液转换器均需外供控制油源,对油质要求相对较高,且易受油质污染,是影响电液调节系统可靠运行的薄弱环节。为简化系统结构并提高转换装置的抗污染能力,本方案采用了无需外供控制油源、大力矩输出的自容式执行器作为转换装置,具有杠杆反馈和力驱动执行机构的透平油无控制工质液压系统。

① 自容式执行器

自容式执行器是将电信号转换为力输出的转换装置,是无控制工质调节系统的关键设备,本方案中采用美国 REXA 公司生产的智能型机、电、液一体化自容式执行器。自容式执行器由控制器和动力模块两部分组成。动力模块由智能可控电机和独立的、封闭的无阀液压控制系统组成,包括智能可控电机、高压齿轮油泵、流量配阀和双侧进油活塞组。智能可控电机接收控制模块的功能指令控制动力模块,以线性位移大力矩输出驱动被控对象,同时通过自身位移反馈完成调节过程,实现各种功能控制。自容式执行器结构如图 2 所示。

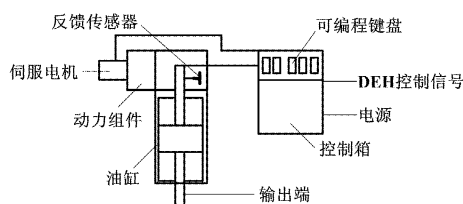


图 2 自容式执行器示意图

Fig.2 Schematic of the self-contained actuator

② 力驱动执行机构

力驱动执行机构由自容式执行器、杠杆反馈机构、错油门和油动机组成,图 3 为力驱动执行机构示意图。

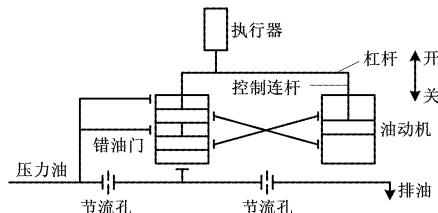


图 3 力驱动执行机构原理

Fig.3 Principle of the force-driven actuation mechanism

杠杆一端通过滑动铰链与油动机活塞杆联接,另一端通过铰链与控制连杆联接,控制连杆作用在错油门滑阀上部,自容式执行器通过铰链作用在与控制连杆侧接近的杠杆上。固定的高压油作用在错

油门滑阀上部,并由错油门动反馈油口提供固定高压油作用在错油门滑阀下部,油压可通过节流孔调整。为保证滑阀的跟踪能力,油压一般调整在 1.5 MPa 以上。

3.2 超速限制和保护系统

3.2.1 超速限制系统

当机组转速达到 113% 额定转速时,DEH 发出信号,遮断系统动作,并快速关闭主汽门和调节汽门,机组停机;当机组转速达到 103% 额定转速时,OPC 电磁阀动作,快速关闭高压调速汽门;当机组转速低于 102% 额定转速时,OPC 电磁阀恢复,维持机组在额定转速 3 000 r/min 下稳定运行。

3.2.2 保护系统

保护系统包括机械保护系统、电气保护系统和手动保护系统。各系统的功能如下。

① 机械保护系统

当机组转速达到危急保安器设定值时,危急遮断器动作,泄掉安全油并迅速关闭主汽门;同时,联动 OPC 电磁阀,确保调速汽门关闭,使机组停机。

② 电气保护系统

在保护系统中,设置两个冗余遮断电磁阀,当机组转速超过电超速保护设定值或 ETS 发出停机信号时,遮断电磁阀动作,泄掉安全油并迅速关闭主汽门;同时,联动 OPC 电磁阀,确保调速汽门关闭,使机组停机。

③ 手动保护系统

就地或远方手动操作,遮断电磁阀动作,泄掉安全油并迅速关闭主汽门;同时,联动 OPC 电磁阀,确保调速汽门关闭,最终使机组停机。

危急保安器设定值一般为 $110\% \pm 1\%$ 的额定转速。电超速保护定值可等于危急保安器设定值,或低于危急保安器设定值 $1\% \sim 2\%$ 的额定转速;当电超速保护作为后备保护时,其可高于危急保安器设定值 $1\% \sim 2\%$ 的额定转速。

3.3 系统结构

DEH 是以微处理器 DPU 为核心,具备 LCD 显示、控制操作、打印记录和系统试验等功能的独立完整的控制系统。机组的启停运行操作和监控及系统的自诊断信息等均集中在操作员站的 LCD 画面上和键盘上,通过键盘和 LCD 画面能完成所有控制操作,并获得系统运行的各种信息^[7-8]。

DEH 电子控制柜由现场控制站、操作员站、工程师站、通信网络、继电器盘、操作回路和硬接线手操盘等组成,如图 4 所示。

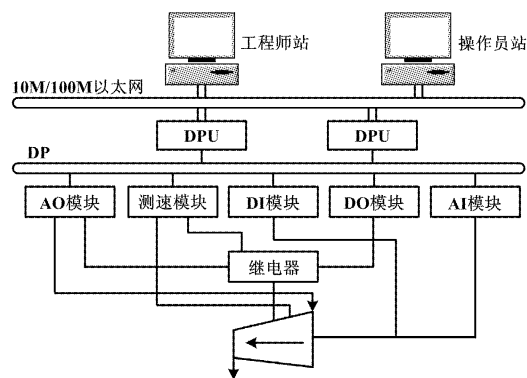


图 4 HOLLIAS-DEH 系统结构图

Fig. 4 Systematic structure of HOLLIAS-DEH

4 运行试验

在机组功控、阀控及背压、控制方式下,进行以下运行试验。

① 在功控方式下,油开关解列甩 50% 额定负荷

当机组负荷为 6 MW 时,机组以功控方式运行。此时,发电机油开关解列,油开关跳闸信号送至 DEH,DEH 发出 OPC 动作信号,系统切换到转速控制状态,OPC 电磁阀带电,调门迅速关闭,2 s 后 OPC 动作信号消除,调门重新开启以维持系统转速 3 000 r/min。转速不等率设为 5%,解列后速度变动率为 0.2,最高飞升转速为 3 030 r/min,系统转速最终稳定到 3 000 r/min,调整时间为 55 s。转速飞升曲线如图 5(a) 所示。

② 在阀控方式下,油开关解列甩 50% 额定负荷

当机组负荷为 5.68 MW 时,机组以阀控方式运行。此时,发电机油开关解列,油开关跳闸信号送至 DEH,DEH 发出 OPC 动作信号,系统切换到转速控制状态,OPC 电磁阀带电,调门迅速关闭,2 s 后 OPC 动作信号消除,调门重新开启以维持系统转速 3 000 r/min。转速不等率设为 5%,解列后速度变动率为 0.2,最高飞升转速为 3 034 r/min,系统转速最终稳定到 3 000 r/min,调整时间为 54 s。转速飞升曲线如图 5(b) 所示。

③ 在背压控制方式下,模拟并网状态甩 50% 额定负荷

当机组负荷为 6.11 MW 时,机组以背压控制方式运行^[5],将电气送至 DEH 的发电机油开关,跳闸信号解除,并将发电机油开关拉开,此时 DEH 并未接收到发电机油开关跳闸信号,仍认为是并网状态,转速迅速飞升。至 3 090 r/min 时,OPC 电磁阀带电,调门迅速关闭,待转速回到 3 060 r/min 时,OPC 电磁阀失电,系统靠 DEH 一次调频作用调整转速。转速不等率设为

5%,速度变动率为0.4,最高飞升转速为3 194 r/min,稳定转速为2 840 r/min,调整时间为30 s。转速飞升曲线如图5(c)所示。

④ 调整参数后,重复上述第三步甩负荷

将DEH一次调频系数改为0.6,机组负荷为5.90 MW,最高飞升转速为3 199 r/min,稳定转速为2 920 r/min,调整时间为37 s。转速飞升曲线如图5(d)所示。

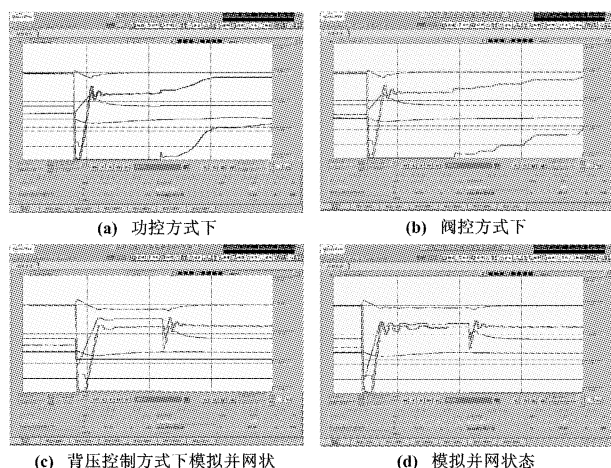


图5 甩负荷曲线图
Fig.5 Runback curves

经过四次分别在解列和模拟不解列的情况下的甩50%额定负荷,机组能经受考验,甩负荷试验各项达标,试验成功。DEH改造后进行的模拟远方线路跳闸甩负荷试验是有益的尝试^[4],具有一定的推广价值。

5 结束语

通过对以智能执行器为控制核心的无控制工质调

节系统的研究,可以肯定此方案的可行性并得出以下结论:

① 无控制工质调节系统对调节汽轮机组的控制精度及其稳定性是令人满意的;

② 系统对机组甩负荷时的转速飞升抑制不理想,但可以通过其他手段(OPC超速控制)予以弥补,其安全性是能够保证的;

③ 此方案只适用于透平油调节系统,所以无法实现阀门管理功能,如果要实现阀门管理功能,必须对调节阀进行单独控制,这就意味着增加油动机和执行器的台数,无论从简化系统或是经济性的角度来看,都不理想;

④ 无控制工质调节系统结构简单、改造量小、工作性能可靠,是一种比较实用的改造方案。

参考文献

- [1] 李宝玉,魏毓璞. 汽轮机调节系统疑难问题解析[M]. 北京:化学工业出版社,1993:18-19.
- [2] 肖增弘,徐丰. 汽轮机数字式电液调节系统[M]. 北京:中国电力出版社,2003:41-42.
- [3] 四川省电力公司,四川电力教育协会. 汽轮机调节及保护系统[M]. 北京:中国电力出版社,2003:8-9.
- [4] 刘强,史建良,卜保生. 内蒙古达拉特发电厂330MW机组小岛甩负荷试验[J]. 中国电力,1997,32(11):18-21.
- [5] 王新宇,史建良,赵志岗,等. 200MW抽汽供热机组甩负荷试验及分析[J]. 内蒙古电力技术,2003,21(4):34-36.
- [6] 田丰,余天龙. 大型机组甩负荷试验若干问题探讨[J]. 中国电力,2000,35(7):45-47.
- [7] 王志清. 透平压缩机的调节运行与振动[M]. 北京:机械工业出版社,1996:75-115.
- [8] 黄乐观. 透平压缩机防喘振控制策略探讨[J]. 石油化工自动化,2010,46(1):77-79.

(上接第33页)

3 结束语

系统已通过测试,可以稳定地完成对黄酒前发酵过程的实时远程监控,具有可靠性好、经济效益高、实用性强和界面清晰美观等优点。LabVIEW的DataSocket与OPC Server通信实时稳定,LabSQL工具包对SQL数据库的访问也安全可靠。实践证明,该系统性能稳定,大大提高了黄酒前发酵的自动化水平^[7]。

本文的创新点是将LabVIEW的DataSocket技术和ADO技术应用到黄酒发酵的实时监控和远程测量中,有效地提高了黄酒的产量和质量,具有一定的推广应用价值。

参考文献

- [1] 朱青,王直,李垣江,等. 基于LabVIEW与OPC的船舶机舱报警系统设计[J]. 现代电子技术,2009,32(1):129-131.
- [2] 曾珞亚. 基于OPC技术的PLC与LabVIEW通信实现[J]. 微计算机信息,2009(16):52-53.
- [3] 陈欣,王浩宇,郎朗. 基于OPC技术的上位机与西门子PLC的通信[J]. 自动化与仪器仪表,2008(1):70-73.
- [4] 杨芷,鲁五一,熊红云. 基于OPC技术的LabVIEW与PLCs通讯[J]. 长沙航空职业技术学院学报,2006,6(2):62-65.
- [5] 杨萍,孔庆,贺洋. 基于LabSQL的数据库访问技术[J]. 科技信息,2009(17):445-446.
- [6] 郭铁桥,闫迎志. 基于LabVIEW的电梯远程监控系统[J]. 仪表技术与传感器,2008(7):54-56.
- [7] 陈斌,袁雪,管国强,等. 基于LabVIEW的生物发酵过程远程在线监控系统设计[J]. 农业工程学报:农业信息与电气技术版,2008,24(8):174-177.