

文章编号:1006-348X(2005)05-07-02

# 大型汽轮机组 DEH 系统电液伺服阀的应用及维护

王 勇

(广东华夏电力发展有限公司,广东 广州 510630)

**摘 要:** 电液伺服阀是数字电液调节系数 DEH(Digital Electro-Hydraulic Control System) 的关键部件,其工作状况直接影响汽轮发电机组的可靠性。通过对电液伺服阀的结构及运行特性的分析,阐述了各种电液伺服阀的结构特点和应用状况,介绍了防止伺服阀故障的几项技术措施,为 DEH 系统的维护提供参考。

**关键词:** 汽轮机;电液调节系统;伺服阀;DEH;结构原理

中图分类号:TK263.7

文献标识码:B

**Abstract:** Electrohydraulic servo valve is a key component of DEH system. Its working condition directly influences the reliability of steam turbine-generator unit. Through the analysis of structure and operation characteristics of electrohydraulic servo valve, the structure features and application status of various electrohydraulic servo valve are elaborated.

**Key Words:** steam turbine; electrohydraulic regulation system; servo valve; DEH; structure theory

## 0 引言

300 MW 以上机组广泛采用数字电液调节系统(DEH),提高了汽轮机运行的可靠性和经济性。电液伺服阀是 DEH 系统的关键部件,其工作可靠性将直接影响到机组的安全稳定运行。通过对 DEH 系统的研究以及多年检测电液伺服阀的经验,发现 DEH 系统中的许多故障如汽门摆动、拒开、拒关等均与电液伺服阀的工作状况有关。例如华北某电厂 300 MW 机组一段时间里常发生汽门摆动,引起机组负荷摆动,经检查是由于伺服阀高频振荡引起;再如南方某电厂 300 MW 机组启动过程中,由于伺服阀的卡涩,使汽轮机转速从 1500 r/min 突然冲至 3000 r/min,非常危险。从统计分析看,引起伺服阀故障的原因较多,除与油质及其使用环境有关外,还与伺服阀自身的结构形式、性能参数的稳定性有关。

### 1 DEH 系统中伺服阀的应用状况及特点

目前应用于 DEH 系统中的电液伺服阀种类较多,型式多样,按结构型式大致分成两大类,喷嘴挡板式和射流管式。喷嘴挡板式以 MOOG、SF 系列为代表,射流管式以美国 ABEX425 系列为代表。

#### 1.1 射流管式伺服阀结构原理及特点

图 1 所示为美国 ABEX425 系列射流管式伺服阀的结构原理图,主要由阀体、力矩马达、衔铁组件、射流管、主阀芯、油滤、反馈杆组成。其结构上有如下几个特点:

(1) 结构简单,维修方便;

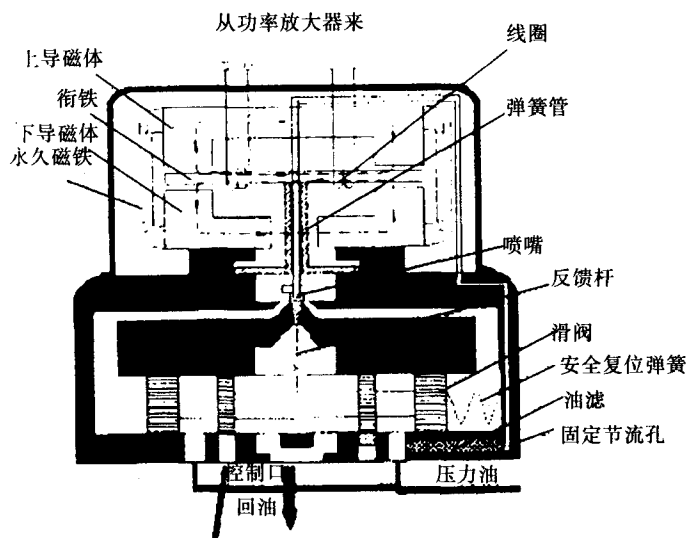


图 1 ABEX425 射流管式伺服阀结构原理图

收稿日期:2005-08-11

作者简介:王勇(1975—),男,助理工程师,从事汽轮机检修及安装工作。

(2) 有安全复位弹簧, 保证伺服阀断电或失去控制油压时使阀芯处于一端, 关闭汽门;

(3) 弹簧反馈而非小球连杆反馈, 弹簧刚度较低, 力矩马达的磁刚度较低, 外界磁场对其影响较小, 所以抗磁干扰能力较强;

(4) 反馈连接采用无间隙连接, 使其调节定位迅速、准确, 零偏稳定;

(5) 射流管较粗, 抗污染能力特别强;

(6) 先导级为射流管式, 磨损较小, 且对称, 不会引起零漂;

(7) 缺点是动态响应稍差, 静态流量相对较大。目前, 大港电厂、华能上安和华能南通等电厂 DEH 系统使用该系列伺服阀, 机组运行较稳定。

### 1.2 喷嘴挡板式伺服阀结构原理及特点

喷嘴挡板式伺服阀结构原理如图 2 所示。电磁部分是永磁式力矩马达, 由永久磁铁、导磁体、衔铁、控制线圈和弹簧管组成。液压部分是结构对称的 2 级液压放大器, 前置级是双喷嘴挡板阀, 功率级是四通滑阀。滑阀通过反馈杆与衔铁挡板组件相连。其工作原理与射流管式伺服阀大致相同, 特点如下:

(1) 采用小球连杆反馈, 灵敏度非常高;

(2) 伺服阀的喷嘴挡板处的间隙很小, 极易堵塞, 对油质的要求高, 阀体内有精密过滤芯, 以防伺服阀堵塞;

(3) 伺服阀的阻尼孔对称配对, 构成液桥, 当挡板产生微小的变化时, 伺服阀就可产生相应的动作;

(4) 动态响应很高;

(5) 静态流量小。目前该种伺服阀应用较广泛。

喷嘴挡板式伺服阀的优点是灵敏度高, 动态响

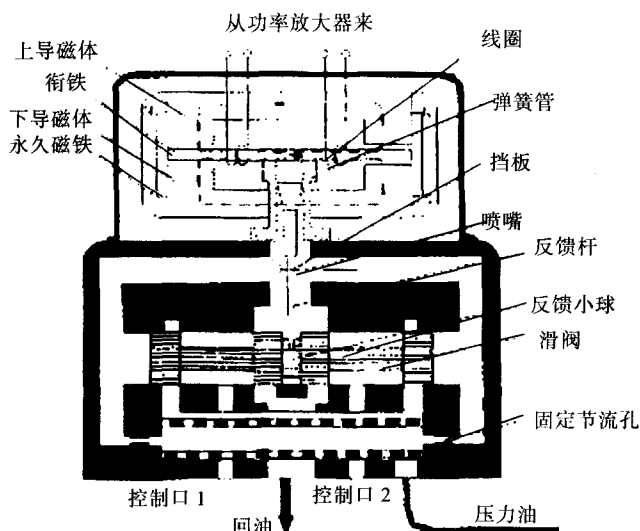


图 2 喷嘴挡板式伺服阀结构原理图

应快, 线性度好, 其缺点是容易被脏物堵塞, 抗污染能力差, 对油液的洁净度要求高; 射流管式伺服阀的优点是抗污染能力强, 可靠性高, 压力效率和容积效率高, 寿命长, 不会引起零漂, 其缺点是零位泄漏量稍大, 低温特性差, 频率响应低, 但足以满足汽轮机调节保安系统的需要。

### 2 DEH 系统中伺服阀的主要故障现象及原因

通过现场调研及对伺服阀的检测, 发现 DEH 系统中电液伺服阀常出现以下几种典型故障, 见表 1。

表 1 DEH 系统中电液伺服阀的常见故障

故障现象	故障原因
汽门摆动直至全开或全关	伺服阀振荡, 弹簧管疲劳或磁钢磁性变化
系统零偏增大, 系统频响大幅度下降, 系统不稳定	油液污染, 造成伺服阀节流孔局部堵塞
系统频响有所下降, 调节速度变慢, 系统稳定	油液污染, 伺服阀油滤堵塞
系统零偏增大, 增益下降, 系统压力逐渐降低	伺服阀磨损
汽门不能关闭	伺服阀零偏值调整不当或卡涩
汽门不能正常开启	油液污染造成伺服阀卡涩

### 3 采取的技术措施

通过对 DEH 系统的研究和对伺服阀的检测、维修, 发现由油质污染造成伺服阀卡涩故障的约占 40%; 由伺服阀本身的结构特性引起的伺服阀振动, 导致汽门摆动的约占 10%; 由磨损引起泄漏增大故障的约占 10% 左右; 零偏不稳的约占 5%, 其它故障约占 35%。

#### 3.1 加强油质管理

DEH 系统普遍采用磷酸酯抗燃油, 由于这类油是一种人工合成的物质, 在使用过程中极易劣化, 主要表现为污染颗粒度的增加和酸值升高。DEH 系统用抗燃油一般要求达到 MOOG2 级, 酸值应小于 0.2 mg KOH/g。抗燃油污染颗粒度增加, 极易造成伺服阀卡涩; 同时使阀芯磨损, 泄漏增加。通过对抗燃油的油质分析和处理, 发现抗燃油酸值的升高, 对伺服阀部件产生腐蚀作用, 特别是对伺服阀阀芯及阀套锐边的腐蚀, 是使伺服阀泄漏增加的主要原因。因此, 必须定期化验油质, 同时加强油液进货渠道管理, 补油时要使用专用的滤油设备, 在系统中安装在线运行的再生装置。

#### 3.2 加强对伺服阀的管理

由于伺服阀的规格型号较多, 要根据机组 DEH 系统要求, 选用合适的伺服阀, 尽量选用原机组中同规格型号的伺服阀; 伺服阀在工作一定时间后, 要定期利用专用试验设备进行检测, 普通的冲洗台尽管也可以冲洗堵塞的伺服阀, 但不能对伺服阀的性能进行定量的分析, 不能判断伺服阀的性能指标是否

(下转第 15 页)

中,某特定的磁极和传感器监测的发电机定转子的气隙值随着转速变化的规律。

如图4为某电厂的发电机定转子气隙值与磁极的关系曲线图,横坐标为磁极号,纵坐标为各磁极在某一特定的传感器方向(图中为45°方向传感器)上的空气隙值,由图可以清楚的看出各个磁极处间隙大小。

## 5 结束语

本文介绍了一种使用平板电容式传感器进行水电机组气隙状态监测系统的研究及实现。水轮发电机定转子气隙是一项非常重要的电磁参数,在许多变化量中是个较复杂的因素,对气隙动态测量结果的分析非常重要。气隙监测系统把电容传感器技术与计算技术相结合,是机组状态监测和故障诊断

的重要工具,是预防严重气隙事故的有效措施,它通过对机组运行状态的监测,为电站制订大、小修计划和方案提供数据参考,为机组的安全、经济运行提供实测依据。

## 参考文献:

- [1]王凤峨.水轮发电机空气间隙的在线监测[J].福建电力与电工,1999,12.
- [2]泰建新.贯流水轮发电机气隙变化动态测量与分析[J].水电站机电技术,1996,3.
- [3]Claude Major, Gilles Allen, Yves Houle. Monitoring the air gap[J]. International Water Power & Dam Construction. 1998. 4.
- [4]Randy Wallman. ZOOM Air Gap Monitoring at Thompson Falls GS[J]. Electric Machines and Drives. 1999,5.

(上接第8页)

能满足运行要求,也不能解决伺服阀的其它故障,通过专用的试验设备对伺服阀的性能参数的调整及清洗,使伺服阀始终处于最佳工作状态,防止伺服阀突发事故,还可以延长伺服阀的使用寿命。

### 3.3 改善伺服阀的工作环境

通过对故障阀的使用现场所作的调查,发现有些电厂伺服阀工作处的环境温度高达60℃以上,伺服阀长期在高温下工作,对力矩马达的工作特性有较大影响,直接影响伺服阀的特性。

### 3.4 严禁使用与抗燃油不相符的材质

经调研及对伺服阀的检测,发现有些电厂伺服阀使用了丁晴橡胶密封件,不但引起伺服阀泄漏,同

时使抗燃油变质;再如,某电厂DEH系统中蓄能器使用了丁晴橡胶囊,同样造成抗燃油变质。

## 4 结束语

电液伺服阀作为DEH系统的关键部件,其性能的优劣及稳定性直接影响机组的安全运行。加强对伺服阀的管理,对新购伺服阀进行检测与参数调整,运行中的伺服阀定期检测,并采用再生装置防止抗燃油老化变质,都对DEH系统乃至整个机组的安全运行非常重要。

## 参考文献:

- [1]肖增弘,徐丰.汽轮机数字电液调节系统[M].北京:中国电力出版社,2003.

(上接第10页)

(2)龄期:30d

(3)气温:-3~+5℃

(4)抗压强度

促进剂和引发剂的用量为PBM-3的1%,抗压强度为57.5MPa。促进剂和引发剂的用量为PBM-3的0.4%,抗压强度45.4MPa。

两种PBM聚合物混凝土都超过设计要求的C<sub>25</sub>的抗压强度。

## 5 结束语

江口水电厂进水口3号拦污栅下横梁的修复工程采用旱地钢梁制作,水下PBM聚合物混凝土固定方案,这一技术在国内应用较少。其设计起点高,施工难度大,在建设、施工、设计三方共同努力下按预定工期顺利竣工。同时,该工程可为国内类似水工建筑物的修复提供借鉴。

声明:为推进期刊数字化进程,丰富网上信息资源建设,敬告作者,《江西电力》已办理过刊全文资料入网“万方数据——数字化期刊群”。

《江西电力》编辑部