

船用主汽轮齿轮机组调节控制保安系统故障分析

陈林根¹, 刘维国²

(1. 海军工程大学 动力工程学院, 湖北 武汉 430033; 2. 大连造船厂 军代表室, 辽宁 大连 116024)

摘要: 论述新型船用主汽轮齿轮机组调节控制保安系统的故障形式、特征、原因和处理对策。

关键词: 主汽轮齿轮机组; 调节控制保安系统; 故障分析

中图分类号: U664.11 文献标识码: B

1 引言

新型船用主汽轮齿轮机组调节控制及保安系统(简称PY3系统)确保: 在所有工况范围内(包括启动、停机及机动)能以自动、遥控、手动三种方式, 控制主汽轮齿轮机组; 自动预防新蒸汽压力在传输过程中下降和剧增; 除手动控制倒车工况外, 在所有工况上, 确保主汽轮齿轮机组紧急防护; 向汽轮滑油泵和汽轮循环水泵控制系统提供脉冲信号。

PY3系统组成包括: 带遥控设定的转速调节系统、新蒸汽高压及最低压力限制调节系统、机组保安系统、滑油供应系统。其部件包括自动控制及保安系统本身部件及其执行机构—蒸汽分配部件。蒸汽分配部件包括: 带速关阀及倒车阀的调车装置、喷嘴阀及旁通阀、凸轮轴、伺服传动装置、手动传动机械系统。调节及保安系统部件包括: 冷凝罐、自动节流阀、高压调节器、最小压力调节器、回汽盒、保安盒、调节盒^[1~2]。

本文基于文献[1~4]论述PY3系统的故障形式、特征、原因和处理对策。本文作者所述故障是指可就地排除的不工作状态^[3], 而事故是指必须进厂修理才能排除的不工作状态^[4]。

2 准备投入工作(备航)时PY3系统的故障及排故措施

在准备投入工作(备航)时汽轮机装置的可靠性很大程度上与上次航行后退出工作(停机)时技术设备状态和完成停机工作的完好性有关, 同时也与停

机后的保养工作有关。在准备投入工作(备航)时主机PY3系统主要有5类故障。

2.1 在启动PY3系统电动滑油泵时发现管子振动和噪音增加

在PY3系统电动滑油泵启动时管子振动和噪音增加的原因是供油系统中进入了空气。在这种情况下, 必须:

(1) 停止PY3系统电动滑油泵工作;

(2) 将向伺服传动机构供应动力滑油的三通阀保持在压力管路和排出口相一致的位置(手控);

(3) 启动电动泵;

(4) 保持压力柜内油位在中间油位, 油量表上波动 ± 50 mm;

(5) 平稳地将三通阀转至遥控位置。

2.2 PY3系统高压油管中滑油压力急剧下降并不恢复

在PY3系统高压油管中滑油压力急剧下降并不恢复时, 必须检查高压减压阀弹簧的状态和减压阀滑阀的状态。弹簧有损伤时更换, 滑阀卡滞时拆开, 检查滑阀和衬套表面状态, 排除缺陷。

2.3 在遥控位置(ПДУ)上不能打开速关阀

如果在ПДУ上不能打开速关阀, 则可能的原因有9种:

(1) 盘车机构离合器未脱开;

(2) 转速设定器位于“СТОП”(停止)区域之外(有微动开关, 未将打开信号传过去);

(3) 盘车机构离合器上微动开关顶杆调整被破坏;

(4) 盘车机构离合器上微动开关顶杆上小球陷落;

(5) 盘车机构离合器上微动开关按盘车装置离合器接通不正确闭锁;

(6) 调节盒上微动开关按设定器位置不正确闭锁;

(7) “启停”滑阀安装破坏——当电磁铁铁蕊在中间位置时滑阀处于“投放保安”(关闭、第3个位置)位置;

(8) 保安盒中的低滑油压力滑阀,超转速滑阀或自由滑阀中的一个滑阀在极端位置卡滞;

(9) 滑油经过磨损的填料函到达“启—停”滑阀电磁铁的线圈。

为了排除故障,首先必须检查盘车机构离合器的状态,转速设定器的位置和一对微动开关的工作能力。更换失效的微动开关。然后检查盘车机构微动开关顶杆和杠杆的完好程度(有无弯曲),检查微动开关的位置,在顶杆调整正确的情况下微动开关按钮和顶杆杠杆间的间隙应为 1.0~1.5 mm。

检查“启—停”滑阀电磁铁下填料函的状态,更换磨损的填料函,用热凝水洗涤线圈,干燥,检查绝缘电阻,或用新线圈更换。

在启停滑阀位置破坏时,对其进行校正,以使其与履历簿资料相一致。校正方法为调整滑阀与中间电磁铁间连接联轴节。要仔细地固定好连接。

在保安盒滑阀卡滞时对其进行部分拆开。检查并排除在滑阀和衬套表面上暴露出来的缺陷。检查滑阀在衬套中移动的灵活性,移动应正常、无卡滞,可在滑阀本身重力作用下从一个极限位置自由到达另一个极限位置。必要时用一层薄的“果依”膏对滑阀和衬套进行研磨。

在装配保安盒后,要根据极限转速和低油压保护启动对其进行调整,结果要与PV3系统调整规程相适应。

2.4 不能遥控喷嘴阀、旁通阀和倒车机动阀

如果不能遥控喷嘴阀和倒车机动阀,则可能的原因有4个:

(1) 没有向伺服器供动力滑油(三通阀位于将动力油通向排放口的位置),在此种情况下,虽然伺服器前脉冲油压增加了,行程阀不打开;

(2) 自动节流阀处于动作状态。在这种情况下虽然设定器固定在必需工况的位置,伺服器前的脉冲油压并不增加;

(3) 在蒸汽压力脉冲引入压力调节器后阀门重新关上——最小压力调节器动作;

(4) 最小压力调节器波纹管出故障。在这种情况下最小压力调节器波纹管壳体被蒸汽加热。

为了排除这些故障,将设定器设置于“CTOII”(停止)位置,检查并保证三通阀位于“遥控”位置,确信压力调节器脉冲系统(冷凝罐)灌满凝水,再打开

蒸汽脉冲阀。在锅炉装置没有事故保安的情况下,采取措施排除进入自动节流阀波纹管的错误信号。

当发现最小压力调节器壳体被蒸汽加热时,重新关上蒸汽脉冲阀和最小压力调节器中滑油回油阀,从备品备件中找出新的波纹管更换。

2.5 速关阀和倒车机动阀上手动控制手轮上转矩增加

速关阀和倒车机动阀手动控制手轮上转矩增加的可能原因是调车装置手动控制中螺杆传动润滑不够。在这种情况下必须补充螺杆传动用润滑脂(塑性抗磨润滑脂)。

3 船航行时PV3系统的故障

船航行中汽轮机装置的可靠性很大程度上与其服务的船员的动作熟练程度相关。在预防和排除发生的故障时船员动作的延误和外行将有可能导致严重的事故。汽轮机装置管理经验表明,在船航行时的故障有些是与其准备时一样的,而有些是在航行时才特有的。在船航行时主汽轮机齿轮机组PV3系统主要有4类故障。

3.1 当锅炉从高蒸汽参数向低参数滑动时,行程阀自己随意地减小开度或完全关上

当锅炉从高蒸汽参数向低参数滑动时,行程阀(喷嘴阀、倒车机动阀)自己随意减小开度或完全关闭的原因有两个:

(1) 液压电动控制器(压电转换器)或其控制电路故障,压电转换器没有给出液压信号;

(2) 最小压力调节器重调伺服器中活塞在下限位置卡滞。

在这种情况下打开最小压力调节器排油阀,检查压电转换器,重新调整压电转换器的值与规程规定值相一致,并检查压电转换器的控制电路;检查最小压力调节器重调用伺服器拉杆行程的正确性,发现伺服涨圈环有毛病,应用备品备件更换。

3.2 在高压缸或低压缸叶轮(轮速信号器)后滑油压力低于保安盒调整设定的动作压力时,超转速保安动作

按超转速保安启动的原因是保安盒超转速滑阀弹簧的张力削弱或弹簧损伤。在这种情况下必须根据履历簿数据检查弹簧相应的张力,达不到相应张力时更换弹簧。

3.3 转速表显示的转速低于工况设定器指针指定

的转速

转速表显示的输出轴转速与工况设定器指针指定的转速不相符合的原因有 6 个:

- (1) 压力油柜出口放油阀未关或未关严;
- (2) 压力柜内空气压力不到 980.6 kPa;
- (3) 自动节流阀上顶杆坏了, 脉冲油与动力滑油混合在一起;
- (4) 调节盒上转速设定滑阀上的开口销坏了, 调节手轮在转, 滑阀位置不动;
- (5) 最小压力调节器的调节伺服器的电液信号转换器坏了, 此时要转手动控制, 给伺服器上腔里灌水;
- (6) 旁通阀、喷嘴阀阀杆卡滞。

3.4 行程阀门突然自己任意减小开度, 并伴有主机组转速降低

行程阀(喷嘴阀、倒车机动阀)突然自己任意关闭 50% 的原因是自动节流阀顶杆损伤。

4 结束语

PV3 系统是保证新型船用主汽轮机组工作的

最重要系统之一, 其能否安全可靠工作直接关系到主汽轮机装置和整个动力装置的可靠性。本文对该系统的主要故障形式、特征、原因和排除方法作了初步探讨, 对提高主机的科学管理水平有一定指导作用。

参考文献:

- [1] КАЗЕННОВ С. В. Корабельные паровые турбины. Часть I и II [M]. Санкт-Петербург: Высшее Военно-Морское Инженерное Училище Имени В. И. Ленина, 1994.
- [2] 陈林根. 新型舰用主汽轮齿轮机组及其系统[M]. 武汉: 海军工程大学出版社, 2000.
- [3] ЗОБНЕВ С. А., КАЗЕННОВ С. В. Отказы турбинных установок [M]. Санкт-Петербург: Высшее Военно-Морское Инженерное Училище Имени В. И. Ленина, 1995.
- [4] КУШЕВ Ю. Д., ЛЮБАСТОВ Н. А. Аварии паротурбинных установок кораблей ВМФ и меры по их предупреждению [M]. Санкт-Петербург: Высшее Военно-Морское Инженерное Училище Имени Ф. Э. Дзержинского, 1998.

(复 编辑)

燃气轮机电站的改进计划

据《Gas Turbine World》2000—2001 年年度手册报道, 从 OEM (原始设备制造商) 可以得到各种改型的成套设备, 以便改进燃气轮机和成套动力装置的性能和使用寿命。

一些被设计成在定期的检查和维护间隔时用于现场安装。另一些最好当发动机在基地大修和重新装配时结合进动力装置。

返修的范围可以包括燃气轮机、发电机、余热锅炉系统(余热锅炉、旁通烟囱、排气管等)、汽轮机、电气仪表和控制设备、以及辅助系统。给出了多型燃气轮机的改进计划。

F16B 和 F19B 燃烧室延寿计划包括结合耐磨镀层、接触表面硬化处理和机械设计改进, 以便更好承受热循环、高温运行和高的气动压力。改进的得益是使燃烧室检查间隔从 8 000 h 增加到 24 000 h。LM6000PA 发动机改进计划包括在现场拆除 LM6000PA 发动机并用 LM6000PC 或 LM6000PC Sprint 设计更换它。改进计划的得益是输出功率对于换装上 LM6000PC 可增加 5%, 对于换装上 LM6000PC Sprint 可增加 12%; 热耗率对于换装上 LM6000PC 可减少 3%, 对于换装上 LM6000PC Sprint 可减少 7%。

(思 娟 供稿)

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