

JKTH-1000DEH 系统 在 50MW 汽轮机组上的应用

刘定远

(深圳南山热电有限公司)

李 飏

(哈尔滨邦科电子有限公司)

[摘要] 本文介绍了国产 JKTH-1000 汽轮机数字电液控制系统的功能、特点和应用。

关键词 汽轮机 国产数字电液系统 应用

中图分类号 TK323

0 前言

国产汽轮机数字电液控制系统的应用是普遍关心的问题。深圳南山热电有限公司的 9 号机组,采用蒸燃联合循环,汽机由哈尔滨汽轮机厂制造,容量为 50 MW,配西安仪表厂和哈尔滨汽轮机厂联合研制的 JKTH-1000 汽轮机数字电液控制系统,该系统自 1996 年 7 月正式上机调试以来,一直正常运行至今,取得了较为满意的效果。

1 机组总貌

9 号机组的燃气轮机是 GE 公司产品,环境温度 15°C 时最大出力约 123.0 MW,燃气轮机的排气加热余热锅炉由美国 DELTAK 公司供货,额定工况产汽量 186.3 t/h,该炉配带哈汽厂生产的 50 MW 蒸汽轮机运行。由于该机组用于调峰,对自动化程度要求较高,东北电力设计院根据实际情况和要求选用 JKTH-1000 汽轮机数字电液控制系统 (DEH)。

2 DEH 的基本功能和主要技

术指标

2.1 本系统可用于大型汽轮机的控制,具有以下基本功能:

2.1.1 启动控制功能:根据机组的冷态、温态、热态、极热态等不同的初始工况,按预定的经验升速曲线,控制机组安全、平稳地完成冲转、摩擦检查、升速、暖机、冲临界、3000 r/min 定速全过程。

2.1.2 超速试验和电超速保护功能:可控机完成超速试验,当正常运行时可实现机组电超速保护和事故记忆。

2.1.3 同期并网功能:可实现并网前的手动或自动同期调整。

2.1.4 可完成机组的各种变工况调节,如滑参数升降负荷,正常的负荷调节及事故状态下的降负荷乃至甩全负荷的控制。

2.1.5 配备应力计算单元后,可实现非事故状态时机组变工况过程的热应力控制。

2.1.6 机组的一次调频能力根据实际需要具有可控能力。

2.1.7 具有发电机负荷与汽轮机功率

收稿日期 1996-10-19 收修改稿 1997-08-10

本文联系人 刘定远 男 1953 年生 工程师 518052 广东深圳南山热电有限公司

不平衡时的辅助快关功能

2.1.8 具有锅炉汽压低、凝汽器真空低或辅机故障等状态下自动限制机组功率的能力。

2.1.9 可与炉机协调装置联机运行,实现炉机协调控制。

2.1.10 可与锅炉灭火保护装置和汽机安全监测保护装置联机,实现机组运行过程中的安全保护。

2.1.11 具有很强的容错功能和故障自诊断、故障报警、定位显示及离线保护功能。

2.2 具有完备的参数显示、工况显示、趋势预报、打印制表功能

系统的主要技术指标:

转速控制精度: $\leq \pm 1 \text{ r/min}$;

暖机点控制精度: $\leq \pm 2 \text{ r/min}$;

转速变化率控制精度: $\leq \pm 1 \text{ r/min}^2$;

静态不等率范围: 3~6%可调;

系统迟缓率: $\leq 0.06\%$;

负荷控制稳定度: \leq 额定功率的 $\pm 0.5\%$;

用全负荷转速超调量: $\leq 180 \text{ r/min}$;

系统控制周期: $\leq 100 \text{ ms}$

3 DEH的系统构成

系统可根据机组的容量、控制方式和对自动化的要求构成基本型、基本扩展型和扩展型三种。

基本型系统是以自开发的现场控制单元为核心,组成的系统可实现按经验曲线管理的自动升速控制、功率闭环控制、阀门闭环控制和汽压调节控制等基本功能,不含操作站,人一机联系的手段是采用常规操作按钮、指示表和LED指示灯,它们受附加的智能键盘管理单元控制,实现参数显示和人工对系统的干预。

基本扩展型系统是将应力计算单元和

小规模简易全自动单元(ATC)通过RS422、RS485接口与基本型通讯,变成基本扩展型,可完成变工况应力管理和简易ATC控制。

扩展型系统是以日本横河公司的 μXL 操作站、现场控制站和自开发现场快速控制单元联机组成。 μXL 操作站是系统的人—机联系接口, μXL 的现场控制站是系统的现场主处理单元,负责协调系统各功能单元的运算和控制,采集并处理机组大量的没有特殊控制速度要求的开关量和模拟量信息,完成机组的ATC控制、变工况应力计算与寿命管理,为CCS和FSSS联机实现炉机协调和故障保护等功能。自开发现场快速控制单元作为 μXL 的一个专用子系统,通过RS422串行口与 μXL 通讯,接受 μXL 传送给的各种变工况管理指令,完成转速、功率或阀门的快速闭环控制等功能,实际上是一个Turbine—DCS系统。

4 DEH的容错功能和可靠性

4.1 快速控制单元智能模板(如测速板、A/D板、D/A板、主控板、通讯板等)均是装有两个微处理器的插件板。

板上的两个处理器同步地执行相同的进程,在同一时刻在相同指令的调度下,完成完全一样的操作。一个处理器为主处理器向外传输数据,另一个处理器不向外部传输数据,只作校验用。两个处理器的运算经比较逻辑模块连续不断地进行比较,只有二者结果相符时才允许处理器向外传输数据,否则,判定为故障。比较模块立即使该模板板从总线上脱离,发出总结中断,并自检故障部位,按故障级别予以报警。

在快速控制单元内,每种功能模板均有相同的两块。一块为主工作模板,另一块为热后备模板。它们接受主控模板指令,在系统运行中可实现相互交替备份。一旦主工作模板出现故障从总线上脱离,并发出中断

后,热后备模板可无扰动地接替工作模板进入系统工作。

故障模板可在线插拔维护,当故障清除重新插入机箱中,该模板能实现自检和自动跟踪,当判定确实无故障后,可自动接替备份板进入系统工作。

4.2 可靠的后备手操功能

快速控制单元的设计,以可靠、高速为追求的目标。除上述双备份冗余模板配置外,还提供了独立的双重冗余的后备手操功能。后备手动模板在运行中始终自动跟踪微控系统的输出,并具有故障自诊断和保护功能。当微控系统某一功能块的双模板均出现故障时,系统可保证无扰地退到手动工作状态。

4.3 双重冗余的输出驱动单元

装置输出驱动单元也是一个双冗余部套,是一个包括功率驱动模板、位置反馈模板、电液转换器等在内的一个闭环部套。模板功能除具备常规要求的良好的动态和静态特性外,还具有如器件故障、输出断线、输出越限、电流越限、执行机构卡住等自检功能,能实现模板故障离线和冗余模板的无扰动切换。

4.4 电液跟踪与切换

配备有液调系统的 200 MW 以下中小型机组,系统还具有电调液调双向自动跟踪功能,以保证电调或液调的无扰动切换,从系统角度提供了后备手段。

4.5 高可靠的供电系统

单元机柜由 I、II 两路同相不同段 220V[°] AC 供电。I —— 220V[°] AC 为交流主电源,II —— 220V[°] AC 为交流后备电源。当 I —— 220V[°] AC 出现掉电事故时,电源切换控制电路被启动,可在 12 ms 内将供电电源转向 II —— 220V[°] AC 供电。交流

供电电源经 UPS 和干扰抑制器供给两个并联的一体化 AC/DC 变换器,产生隔离 24V[°] DC 作为机柜工作直流主电源。各单元模板接受 24V[°] DC 主电源供电,经板内 DC/DC 变换产生模板各种器件的工作电源。

这种供电系统具有很强的干扰抑制能力和高可靠性,为系统的可靠性工作奠定了基础。

4.6 模块化软件结构

采用用户界面清晰的模块化软件结构,用户不需要具备高深的软件知识和技能,即可在短时间内根据自控系统图的要求,通过键盘输入选定的模块软件编码,完成系统的组态。

4.7 高可靠高速双总线通讯

自开发的高速运算系统板级间的信息传递,采用双路高速 SCSI 8 位并行总线,结构简单实用,可靠性高,传输速度快。当判定某一总线故障时,可自动实现通讯总线的切换并报警。

4.8 可实现在线维护功能

某一模板故障时,使用人员可根据故障显示指定的部位将故障模板不停机退出更换与维修。故障板退出时,系统仍为双机冗余状态。在新板插入后,系统能自动识别,确认故障已排除后,自动将新板投入系统工作。

5 主要试验结果

系统在试投前,完成了下述静态调试:

对象全仿真的系统功能试验;对象局部仿真的甩负荷试验;对象局部仿真的超速试验;预设故障的 DEH 保护试验。

DEH 系统试投中进行了下列试验:

自动试验:机组从盘车转速全自动升速至 3000 r/min

断电保护试验:人为断电时,电调能迅速切回液调,最大转速波动为 10 r/min,油

动机幌动最大幅度为 4 mm;

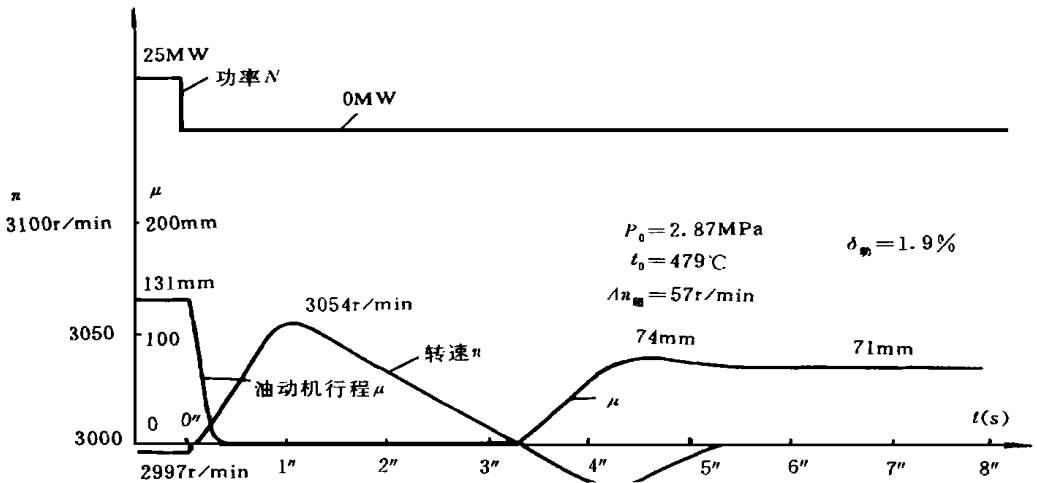


图 1 甩 50% 额定负荷的过渡过程

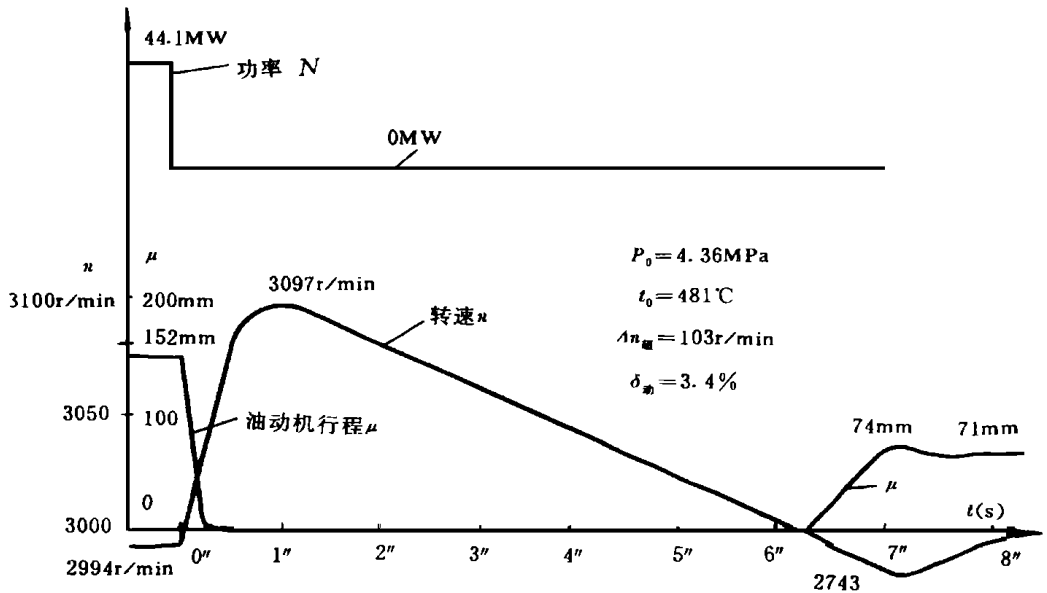


图 2 甩 88% 额定负荷的过程

超速试验:精度达 $\pm 1\text{r/min}$;

JK TH- 1000汽轮机数字电调系统自

甩负荷试验:两次试验分别甩去 50%, 88% 的额定负荷,最大动态偏差为 3.4%。过滤过程如图 1 图 2 所示

1996年 8月投入运行至今,工作正常。由于该系统自动化程度高、稳定性好、控制精度高、工作可靠,受到运行人员的好评。目前我国大容量汽轮机的电调系统大多采用进口产品,然而也有部分工厂采用国产新华公司的 DEH- III 系统。新华公司的 DEH- III 系

6 结论

统可完成与美国西屋公司 DEH 相当的功能,并经受了十几台机组的运行考核。我们希望 JKT H- 1000 的 DEH 系统能在 125 M W, 200 M W 的机组上积累经验,使我国在大型汽轮机数字电调系统上逐渐用国产设备替代进口设备,为国家节省大量外汇,

创造更大的经济效益

本文在撰写过程中,得到哈尔滨市七〇三研究所朱尔海高工的热忱帮助,在此深表谢意。

(李乡复 编辑)

冷却叶片数据库

据“Теплоэнергетика” 1997 年 5 月号报道,俄罗斯圣彼得堡(前列宁格勒)机械制造研究所编制了燃气轮机冷却叶片的计算机试验数据库。

该数据库主要是针对 НЭИ (涅瓦工厂)、“Экономазер”和 ЛМЗ (列宁格勒金属工厂)生产燃气轮机的技术和设计资料并在 ЦКТИ (锅炉透平研究中心)、ЛПИ (列宁格勒工业大学)和 ВПИ (全俄热工研究所)进行大量试验的基础上建立的。

编制的计算机数据库包含有关确定俄罗斯高温燃气轮机冷却叶片流量特性和温度状态试验研究条件和结果的数据。在检验数据的最终阶段,编制了一整套由 Clipper 和 Fortran 模块组成的专用程序。全套检验的主要目的在于,利用 GIDRA- TERM 数据库确定在冷却叶片具体的几何条件,燃气和冷却空气的状态参数值以及叶片温度状态下的冷却空气流量,并将它与相应的试验值进行比较。

针对所有试验叶片全部结构方案所进行的计算,验证了该数据库的完整性、精确性和可用性。

(思娟 供稿)

工作叶片的腐蚀疲劳

据“Теплоэнергетика” 1997 年 6 月号报道,以哈尔科夫汽轮机厂的汽轮机为例,介绍了引起在从过热蒸汽向湿蒸汽过渡区域内工作叶片破坏各因素研究的结果。

汽轮机装置最常见破坏之一——工作叶片断裂。腐蚀疲劳是从过热蒸汽向湿蒸汽过渡区域内工作的汽轮机叶片破坏的主要原因。

防止在其中可能产生应力下腐蚀的级内叶片破坏的最有效方法是应用可促使减少动应力值并具有高韧性系数和能明显减小振幅的材料;通过减少应力集中并组织叶片有效的结构减振来减少局部应力值;限制或完全禁止任一系列工作叶片在初始凝结区条件下运行。

建议给在过渡区域内工作的叶片表面涂上保护涂层。此外,在运行过程中还应遵循水—化学工况的标准,

(思娟 供稿)

cessively low thermal efficiency of the boiler. Relevant modification measures are proposed, with the help of which anticipated improvements have been attained. **Key words** energy saving, fly ash, combustible

小型燃煤锅炉改烧天然气的措施及效果 = **Measures and Effectiveness of Switch-over to Natural Gas Firing by a Small-sized Coal-fired Boiler** [刊, 中] / Guo Jianqiang, Han Hongjia, et al (Harbin No. 703 Research Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(3). -200~ 203

Specific measures are described regarding the change-over to burning natural gas by a small-sized coal-fired boiler. In this connection some valuable experiences are provided for coal-fired boilers to switch over to firing natural gas. **Key words** boiler, natural gas, modification

论折合焓的概念及其应用 = **On the Concept of Reduced Exergy and Its Application** [刊, 中] Han Xueting, Zhang Jie (Hebei Institute of Architectural Science & Technology) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(3). -204~ 207

On the basis of the assumption that factor K of the ratio of use value of non-usable energy and exergy is equal to energy level Ω , deducted is a universally applicable formula for calculating reduced exergy. From this one can perceive the variation relationship of reduced exergy with energy level, thereby proving that the reduced exergy is a status function. The analysis of the reduced exergy can lead to a more comprehensive and accurate evaluation of the use conditions of various energy quantities. Moreover, the determination of the price of heat, electricity and cold products by the reduced exergy method is more scientific and rational. **Key words** reduced exergy, usable non-usable energy, unusable energy level, practical exergy, average thermodynamic temperature

一种新型的电站热力系统矩阵模型及其应用 = **A New Type of Power Station Thermodynamic System Matrix Model and Its Application** [刊, 中] / Si Fengqi, Hu Huajin, Xu Zhigao (Southeastern University) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(3). -208~ 212

The authors have come up with a new type of power station thermodynamic system matrix model. It takes into consideration in a comprehensive way the object characteristics of a regenerative system and various auxiliary systems and features a simple and easy-to-understand physical concept. By the use of a heat balance method the algorithm of the model is reliable and universally applicable. Through the implementation of a computer software it is possible to make use of the idea of configuration. This outstanding merit can enhance the robustness and transplantability of the power plant performance monitoring software, creating wide application prospects in the area of power station performance analysis. **Key words** thermodynamic system, matrix, mathematical model, power station, configuration, software

Windows平台上锅炉微机监控系统的开发应用 = **Development and Application of a Microcomputer-based Boiler Monitoring System on a Windows Platform** [刊, 中] / Wan Jingyi, Liu Qingge (Harbin No. 703 Research Institute), Zhao Xia, Jin Hongda (Suibin County Television Station) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(3). -213~ 217

The authors give a brief description of the hardware structure and regulating principle of a Yanhua industrial control model PC486 boiler microcomputer-based monitoring system, detailing the development of microcomputer-based boiler monitoring system and software design method on a Windows platform as well as the important role played by dynamic data exchange (DDE) and dynamic chain connection function base on a Windows platform. **Key words** windows, boiler, microcomputer monitoring

可编程控制器在声能吹灰控制中的应用 = **The Use of Programmable Controllers in Sonic-Energy Soot Blowing Control** [刊, 中] / Zhang Rui, Jin Haifeng (Harbin No. 703 Research Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(3). -218~ 220

Described is the technological process and control method involved in the use of programmable controllers for controlling sonic-energy soot blowing and the resulting energy-saving. The application of such programmable controllers in the above-mentioned area is not only proper but also cost-effective. **Key words** programmable controllers, sonicenergy, soot removal, control

JKTH-1000DEH系统在 50 MW 汽轮机组上的应用 = **The Use of JKTH-1000DEH System in a 50 MW**

Steam Turbine Unit [刊,中]/Liu Dingyuan(Shenzhen Nanshan Cogeneration Co. Ltd.)// Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(3). -221- 225

This paper give a brief account of the functions, features and application of home-made JKTH-1000 steam turbine digital electrohydraulic control system. **Key words** steam turbine, home-made digital electrohydraulic system, application

介质热管锅炉供热技术 = Heat Supply Techniques of Medium Heat Pipe Boilers [刊,中]/Wang Huaibin, Du Jun, Zhang Hongjun(Harbin Institute of Technology)// Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(3). -226- 228

The paper describes the working principle, design method, construction and operating requirements as well as main features of the heat supply system of a medium heat pipe boiler. Also given are the results of comparison of the heat supply system of medium heat pipe boiler with that of the hot water boiler in respect of initial investment cost, operation and maintenance expenses. **Key words** heat supply techniques, heat pipe, medium, boiler

翅管对流放热机理新表述 = A New Formulation for Finned-tube Convection Heat Release Mechanism [刊,中]/He Jiaju// Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(3). -229- 231

旋转机械故障诊断知识的表示和推理 = Expression and Inference of Rotating Machinery Failure Diagnostics Knowledge [刊,中]/Ruan Yue, Xu Shichang (Harbin Institute of Technology)// Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(3). -232- 235

This paper gives a brief description of the commonly used framework and rules expression method regarding rotating machinery failure diagnostics knowledge as well as inaccurate inference often used in expert systems. An in-depth account is given of the structure, functions and types of the rules. Discussed are some existing problems in the practical application of inaccurate inference. In tandem with rules expression methods some improvements were made with respect to the inaccurate inference, thereby enhancing the ability of failure diagnostics. **Key words** knowledge expresion, inaccurate inference, failure diagnostics, rotating machinery

LM5000燃气发生器修理的现状 & 对策思考 = The Present Status of the Repair of LM5000 Gas Generator and Countermeasures [刊,中]/Chen Yuhui(Shenzhen Yueliangwan Power Plant)// Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(3). -236- 238

A detailed analysis and forecast is performed of the maintenance repair expense composition of LM5000 gas turbine in case of such repair being conducted by overseas experts as well as of the possible difficulties encountered. Some observations were also given regarding the maintenance repair work of this type of turbine units in the future.

Edited and Published by Harbin 703 Research Institute and Editorial Staff of this

Journal

Printer Energy-saving Printing House of

Harbin Institute of Technology

Address P. O. Box 77, Harbin China

Tel (0451) 5650888-2074

Fax (0451) 5662885

Post Code 150036

Periodical Registration ISSN 1001-2060
CN 23-1176/TK

Distributed by China International

Book Trading Corporation

P. O. Box 399, Beijing, China