

# 三通型汽轮机电—压力转换器的研究

魏建华

(浙江大学流体传动及控制国家重点实验室)

[摘要] 本文介绍了进口汽轮机电液控制系统常用的一种电—压力转换器的工作原理,讨论了国产电—压力转换器的电气控制原理及机械结构特点,给出国产电液转换器的实验曲线。

关键词 汽轮机调节 电—液转换器

中图分类号 TK 263.7

## 0 前言

工业汽轮机作为压缩机、风机、泵等高速回转机械的原动机,由于其驱动对象的特性不同于发电机,且它的功率也远小于大型发电用汽轮机,因此,其控制系统也有别于发电用汽轮机。随着生产自动化水平的不断提高,对作为整个生产装备中一个环节的汽轮机提出了更高的要求,传统的机械液压式控制系统已不能满足生产要求,汽轮机采用功能更强、可靠性更高的电液控制系统是必然趋势。

出于安全考虑,汽轮机蒸汽调节阀总是采用依靠液压力克服弹簧力开启阀门、依靠弹簧力关闭阀门的结构原理,驱动蒸汽阀门的液压缸采用只有一个工作腔的单作用液压缸,这就必须要求汽轮机电液控制系统采用一种与之相适应的电液转换器——三通型(即进油口、回油口及负载口)电—压力转换器

## 1 引进三通型电—压力转换器的工作原理

近年来,国内引进的 TRI-SEN 公司

的 TS410 型双余度电液控制系统,以及 WOOD WARD 公司的 505 型电子调速器,均采用三通型电—压力转换器。电—压力转换器多数为电流—压力型,即将  $4\sim 20\text{ mA}$  电流信号转化为  $0\sim 0.5\text{ MPa}$  压力信号。

上述电液转换器都有一个共同的特点:它们都是在传统的四通型(进油口、回油口、二个负载口)流量控制的基础上,堵上一个负载口不用,再加上压力传感器测量另一个负载口的压力,反馈至电子控制器,构成闭环电液转换器出口压力的闭环控制,从而实现电流到压力转换。这种型式的电液转换器机械结构复杂,对阀芯、阀套的加工配合精度要求很高,而且其先导级对油液的过滤精度要求高。电液转换器的电子部分是完全集成在电液转换器的机械阀体上,这给电子部分加工及可靠性提出了额外的要求。按照目前国内的机械加工工艺及装备,和电子器件的质量及工艺水平,要开发这种结构原理的电—压力转换器是不现实的。

根据我们的技术势及加工工艺水平,国产电—压力转换器完全放弃了进口电液转换器的工作原理,改用比例电磁铁作为电—机械转换器,采用电液转换器负载压力直接反馈的工作原理,因此,它实际上是一个特

收稿日期 1997-01-29 收修改稿 1997-03-20

本文联系人 魏建华 男 1965年生 博士后 (通讯处 310027 杭州浙江大学液压楼)

©1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www>

殊结构型式及控制原理的三通 直动式电液比例减压阀

## 2 国产电—压力转换器的组成原理

电—压力转换器的电子控制部分的组成原理如图 1所示:

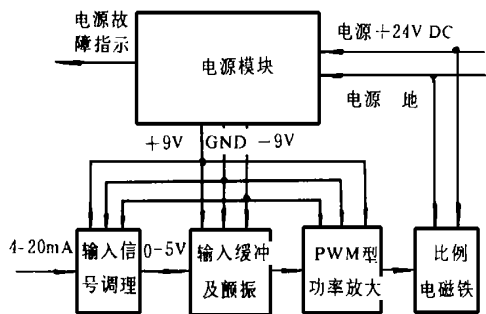


图 1 电子控制原理

电源模块接收+ 24V直流电源信号,经过调压及分压处理后,变换出正负电源及信号地(+ 9V - 9V GND),作为运算放大器及其它电子器件(如调节电位器)的电源

放大器中信号为直流电压信号,而来自汽轮机控制器的控制信号为 4~ 20 mA 电流信号,因此,在放大器中设一输入信号调理模块,通过它将 4~ 20 mA 电流信号转化为 0~ 5 V 电压信号。

为了避免由于输入电信号的突变,而使电液转换器产生大的冲击,在放大器中有一个对输入信号起缓冲作用的所谓缓冲环节,对应于阶跃输入信号,它产生一个上升及下降时间可调节的斜坡输出信号。

电液转换器的输入输出特性曲线上滞环,主要取决于其阀芯与阀套之间的摩擦力,以及比例电磁铁磁滞。为了减小它们的影响,在放大器中专门设置了颤振信号发生模块,它将一个高频小幅值信号叠加在原有控制信号的基础上,使比例电磁铁的输出电磁力产生轻微的抖动,以减小电液转换器的

滞环。

功率放大器按脉宽调制(PWM)原理工作,从理论上讲,功放管只有两个工作状态,不是完全截止,就是完全导通,因此,放大器的效率很高。比例电磁铁是一个感性负载,由于它的作用,通过电磁铁的实际电流并只有开关两个状态,而是连续的。开关管的电源为+ 24 V 直流电源

## 3 新型液压桥路原理及结构特点

国产电液转换器的液压部分工作原理如图 2所示,它有三个油口(进油口 P 回油口 T 负载口 L),阀芯一端作用着电磁力,负载口压力作用在阀芯的另一端。当电液转换器的阀芯处于图示位置时,三个油口互不相通。当给定电信号增加时,电磁力增加,阀芯向右运动,电液转换器的 P 口与负载器 L 相通,负载口压力升高,直到阀芯上的电磁力与反馈液压力达到新的平衡,阀芯回到原始位置,阀口被台肩堵死,电液转换器在一个较高的负载压力点上达到新的平衡。当电液转换器的给定电信号减小时,液压反馈力大于电磁力,阀芯向左运动,负载口与回油口相通,负载腔的压力下降,液压反馈力也相应减小,直到液压力与电磁力达到新的平衡,阀口又被阀芯的台肩堵死,电液转换器在一个较低的负载压力量点上达到新的平衡。

液阻 R1 的存在使得阀芯的稳态工作位置并非处于图 2 所示位置,而是在此基础上向左偏移一小段距离,使负载口 L 与回油口 T 之间有一小开口,与 R1 形成一个先导液压半桥。液压半桥存在,降低了其关键零件——阀芯与阀套的加工精度,阀口只要有一定的正遮盖即可。液压半桥还能提高电液转换器—液压缸系统的阻尼,也使得阻尼比较恒定。

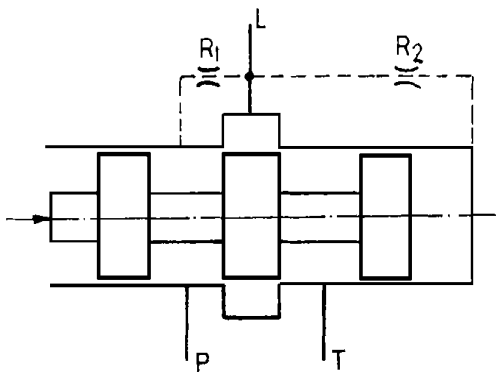


图 2 液压结构原理

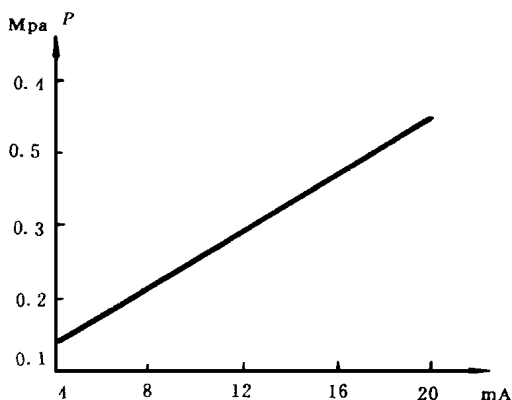


图 3 输入输出特性

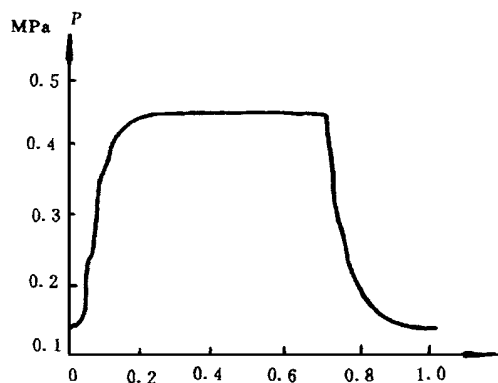


图 4 阶跃响应特性

作用。

电液转换器没有复位弹簧,它依靠电磁力与液压力直接平衡定位,因为弹簧的参数一致性差,造成电液转换器的互换性差;弹簧参数会随着时间变化,从而造成电液转换器的特性随时间漂移。

### 4 国产电—压力转换器的实验研究

#### 4.1 电液转换器的输入—输出特性曲线

油源压力为 0.6 MPa,用一个节流阀模拟负载,将节流阀全开以模拟控制液压缸快速运动工况,当电液转换器的输入电流按 4 - 20- 4mA 规律变化时,测得的电—压力转换器的出口压力曲线如图 3 所示

改变负载节流阀的开度,直到节流阀开度为零,重做上述实验,电液转换器的输入—输出特性曲线基本不变,证明它具有很强的带负载能力。事实上,电—压力转换器的输出压力的起始点、终止点及增益,均可以通过改变电子放大器的参数方法得到调整。

#### 4.2 电液转换器的阶跃响应曲线

当输入电信号阶跃变化时,实测电液转换器的输出压力响应曲线如图 4 所示,输出压力没有超调,其数学模型可用一个一阶惯性环节来表示。

### 5 结束语

采用特殊结构型式和新型液压桥路原理的三通直动式电液比例减压阀,是一种合适的汽轮机电—压力转换器,它本身结构简单,可靠性高,而且价廉,完全能够替代昂贵的进口三通型电—压力转换器

### 参考文献

- 1 何华堂.大型合成氨厂余热发电机组微机控制系统的开发与应用.炼油化工自动化,1993,(5)

(渠源 编辑)

动态液阻 R2 是为了改进电液转换器动态特性而设,在稳态工况不起作用,它对抑制电液转换器的出口压力超调起着重要

超临界直流锅炉启动过程汽水膨胀的研究 = **A Study of the Water Swell in Supercritical Once-through Boilers During Start-up** [刊, 中] / Yang Dong, Chen Tingkuan, Hou Shuhai, Bi Qingcheng (Xi'an Jiaotong University), Yang Zhongmin, Li Yongxing (Harbin Boiler Works) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(3). -161~ 164

A mathematical model is set up for calculating the water swell in a supercritical pressure once-through boiler during its start-up. The model has been verified through tests and was used to calculate the water swell during a cold-state and hot-state start-up process in a 600 MW supercritical pressure once-through boiler designed and developed by Harbin Boiler Works. All the above has provided a basis for the design of boiler start-up systems and the drawing-up of start-up curves. **Key words** supercritical pressure, once-through boiler, water swell

三通型汽轮机电-压力转换器的研究 = **A Study of Three-way Electro-pressure Converter for a Steam Turbine Regulating System** [刊, 中] / Wei Jianhua (Zhejiang University) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(3). -165~ 167

Described in this paper is the principle of an imported electro-pressure converter for use in a steam turbine regulating system. The electrical control principle and mechanical structure features of a home-made three-way electro-pressure converter are also discussed with its experimental curves presented. **Key words** steam turbine regulation, electro-hydraulic converter

汽轮发电机转子扭振模型修改 = **Modification of a Turbogenerator Rotor Torsional Vibration Model** [刊, 中] / Guo Li, Sheng Xiaomin (Hunan University), Cheng H S (American Northwestern University) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(3). -168~ 170

In connection with the establishment of a precise turbogenerator rotor torsional vibration model this paper discusses the modification with the help of test-obtained incomplete modalities of a concentrated parametric model set up by a finite element method, making it within the required frequency range to coincide with the measured dynamic characteristics. Given in this paper are the results of calculation for a home-made 200 MW turbogenerator unit. **Key words** turbogenerator, rotor, torsional vibration

大港电厂 328 MW 汽轮机凝汽器数值模拟与特性分析 = **Numerical Simulation and Characteristics Analysis of 328 MW Turbine Condenser of Dagang Power Plant** [刊, 中] / Zhu Guangyu, Li Hongmei (Xi'an Jiaotong University), Tang Ming (Harbin No. 703 Research Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(3). -170~ 174

By the use of a numerical method calculated was the flow and heat transfer process on the condenser shell side of a 328 MW steam turbine condenser imported from Italy. An analysis is given of the rationality of the condenser design. The results of the analysis show that the layout of the condenser tube bank features rationality in certain aspects but there is room for improvement. Hence, the operating pressure may be slightly higher than the design pressure. **Key words** condenser, numerical simulation, analysis

蓄冰空调变风量系统工程可行性分析 = **The Analysis of Engineering Feasibility of VAV in an Ice Storage-assisted Air Conditioning System** [刊, 中] / Liu Zhenyan, Yu Guangbao, Ding Yihong (China National University of Science & Technology) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(3). -175~ 177

Proposed in this paper is a new concept concerning the use of variable air flow rate air feeding system in the ice storage assisted air-conditioning system. An analytical study is performed of its engineering feasibility. The results of the study have shown that the setting-up of the variable air flow rate air feeding system in the above-cited air conditioning system will not only reduce the cold load but also lower operation cost. In addition, it can eliminate the major defect in the ice storage-assisted air conditioning system, namely the serious mismatching of loads. The authors have also through specific engineering cases analyzed engineering economics. **Key words** ice storage-assisted air conditioning, variable air flow, system feasibility

循环流化床中贴壁回探流的机理试验研究 = **An Experimental Study of Wall-adhered Return Flow Mechanism in a Circulating Fluidized Bed** [刊, 中] / Guang Xin, Niu Changshan, Gu Yaping, et al (Xi'an Jiaotong