

# TRT动力油系统液压冲击原因分析及解决措施

王馨薇,张 继,李传伟,亓景先

(莱钢股份有限公司热电厂,山东莱芜 271104)

**【摘要】**莱钢3<sup>#</sup>TRT发电机组投运后由于动力油系统液压冲击严重,造成设备故障频发,严重制约了发电量的进一步提升。在对莱钢3<sup>#</sup>TRT动力油系统存在的液压冲击问题进行简要分析的基础上提出了改造措施,采取对动力油管路进行改造、适当降低动力油压力、修改静叶控制系统程序参数及更换静叶阀台和伺服阀等技术改造后,大大缓解了设备运行中的液压冲击,确保了TRT机组稳定运行。

**【关键词】**动力油系统;液压冲击;TRT;静叶伺服系统

**【中图分类号】** TM61 **【文献标识码】** B **【文章编号】** 1006-6764(2010)04-0047-03

## Hydraulic Impact Causes Analysis and Solutions of TRT Power Oil System

WANG Xinwei, ZHANG Ji, LI Chuanwei, QI Jingxian

(Heat Power Plant, Laiwu Iron & Steel Co., Ltd., Laiwu, Shandong 271104, China)

**【Abstract】**Serious hydraulic impact in the power oil system caused frequent equipment failures in No.3 TRT generating unit after the unit was put into operation in Laiwu Iron & Steel Co., Ltd, so that it was difficult to increase generating capacity further. On the basis of analysis of the above problem, the improvement measures were raised, such as reconstruction of power oil pipeline, reduction of power oil pressure, adjustment of parameter of static blade control system program as well as replacement of fixed blade valve desk and servo valve. These measures greatly released hydraulic impact in equipment operation and ensured a smooth running of the TRT generating unit.

**【Key words】**power oil system; hydraulic impact; TRT, static blade servo-system

### 1 概述

高炉煤气余压回收透平发电装置是利用高炉炉顶煤气具有的压力能和热能,使煤气通过透平膨胀机做功,驱动发电机发电,进行能量回收的一种装置,其英文全称为:“TOP gas pressure Recovery Turbine unit”,缩写为TRT(以下简称TRT)。该装置的特点一是不消耗任何燃料,二是无污染公害的最经济的发电设备,三是可以替代减压阀组调节稳定炉顶压力。目前,莱钢8座高炉均配置了干式TRT。

莱钢3<sup>#</sup>750高炉配套TRT发电机组是莱钢第一台全干式TRT发电机组,机组额定功率4500 kW。2005年2月份投入运行后,由于存在设计及安装缺陷,机组故障率较高,特别是动力油系统的液压冲击造成油管路振动剧烈,静叶作动器动作不稳,致使作动器漏油严重、伺服阀磨损、动力油泵烧毁、动力油管接头处崩开、压力表鼓开等问题,TRT停机检修时间长。TRT机组自投运至2007年底故障停机35次,其中因动力油系统液压冲击原因造

成的停机17次。动力油系统的液压冲击制约了TRT的稳定运行,影响发电量的提升和高炉的正常生产。

### 2 液压冲击形成的原因

#### 2.1 电液伺服控制系统

TRT系统工艺流程图如图1所示,由透平主机、大型阀门系统、润滑油系统、电液伺服控制系统(动力油系统)、循环水系统、氮气密封系统、高低压配电系统和自动控制系统八大部分组成。高炉产生的大量荒煤气经全干法布袋除尘工艺得到的净煤气,通过减压阀组或并联的TRT机组并入煤气管网。整个装置与减压阀组并联安装。

由机、电、液构成的电液伺服控制系统,如图2所示。系统由液控单元、伺服油缸、动力油站三部分组成。主要根据主控制的指令来实现TRT的开、停、转数控制、功率控制、炉顶压力及过程检测等系统的功能控制。这些功能实际上是通过动力油控制快切阀、快开阀和可调静叶的动作来实现的。

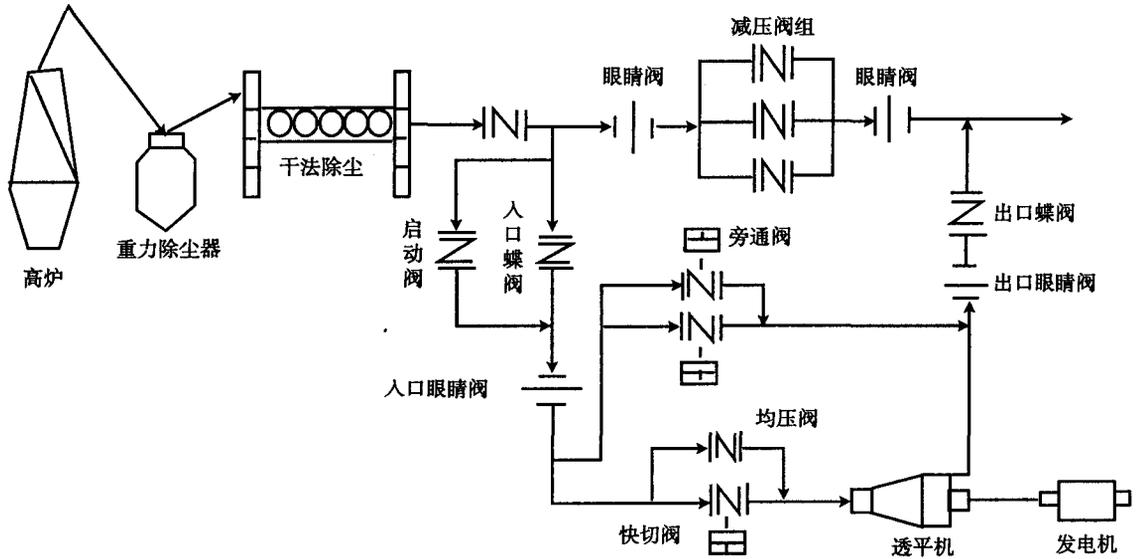


图1 TRT工艺流程图

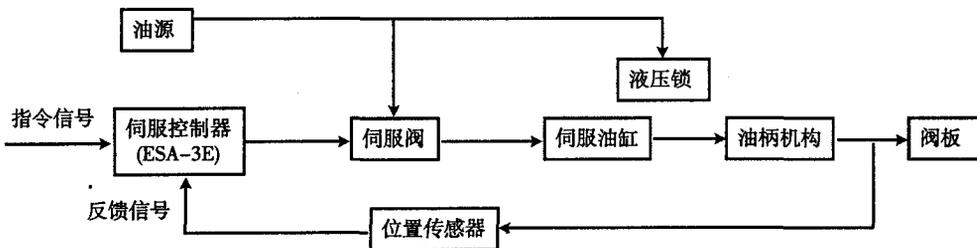


图2 电液伺服控制系统原理框图

由自控系统发出的指令信号，在伺服器中与油缸的实际位置信号相比较，误差信号被放大后，送入电液伺服阀，伺服阀按一定的比例将电信号转变成液压油流量推动油缸动作，位置传感器发出的反馈信号不断改变，直至与指令信号相符时，油缸停止运动，即停在指令位置上，使透平静叶稳定在此开度上。

油缸的直线运动通过曲柄机构带动静叶承缸滑动来改变静叶的角度。在TRT运行中，系统的指令信号不断变化，透平机静叶的角度也随之变化，实现控制煤气流量，稳定高炉顶压的目的。<sup>[1]</sup>

### 2.2 液压冲击形成的原因分析

在液压系统中，管路内流动的液体常常因很快的换向和阀门的突然关闭在管路内形成一个很高的压力峰值，这种现象就叫液压冲击。系统中出现液压冲击时，液体瞬时压力峰值可以比正常工作压力大好几倍。在液压泵吸油和压油循环中，产生周期性的压力和流量变化形成压力脉动，引起液压冲击，并经由出口向整个液压系统传播<sup>[2]</sup>。液压冲击不仅影响液压系统的性能稳定性和工作可靠性，还会引起振动和

噪声以及连接件松动等现象，甚至使管路破裂、液压元件和测量仪表损坏。3\*TRT在运行中，由于液压冲击严重，致使TRT运行时动力油管路振动剧烈，并曾多次出现油管活结处鼓开，动力油大量喷出，不仅造成设备停机，影响TRT发电效益的提升，同时也对运行维护人员的安全构成威胁。

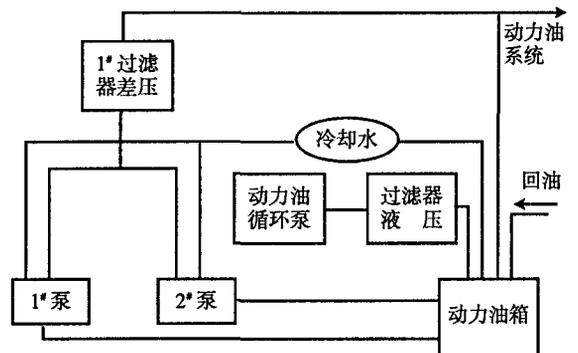


图3 动力油系统控制原理框图

液压冲击的现象不一样，液压冲击形成的原因很复杂。图3为TRT动力油系统控制原理框图，根据有关资料，我们结合3\*TRT运行情况对液压冲击形成的原因进行了分析，认为主要有以下3方面原

因造成:

(1)动力油管路设计和布置不合理:现场动力油管路距离长,弯头多,进油、回油管径小,另外管路与阀台连接采用硬连接,液压冲击造成的能量得不到释放;

(2)动力油压力高:根据设计,TRT 动力油压为 12 MPa,由于高炉在冶炼过程中产生的煤气量波动非常大,在煤气通过透平机时需要不断调整静叶开度以稳定高炉顶压。煤气流量的变化使伺服器的输出信号不断改变,反映在伺服阀的动作上是频繁动作,而伺服阀的开关信号直接传递给液压油,液压油的流动方向频繁改变,使油缸的左右腔不断充油、排油,当信号变化快时,液压油的流动方向来不及改变,变成了时流动时受阻,在机械能和压力能之间频繁转换,这种负荷的大变化造成的液压冲击最明显。

(3)伺服阀台配置低,伺服阀精度差:阀台配置简易,结构简单,只有一个伺服阀和电磁阀,尽管伺服阀不易堵塞,但流量大精度不高,控制性差,另外由于 3\*TRT 选用的伺服阀为“射流管型伺服阀”,这种阀的缺点是运动部件惯性大、能量损失大、特性不易预测,更加加剧了液压冲击的程度。

### 3 改造过程

#### 3.1 对动力油管路进行改造

将伺服阀与作动器之间的不锈钢管更换为高压金属软管,吸收液压冲击能量,降低静叶频繁动作造成的管路冲击,并对动力油管路进行了局部改进,重新设计油管路,减少弯头数量,缩短管道长度 12 米,将原 DN32 油管更换为 DN50 不锈钢管,并用具有较强的吸振能力和固定能力的吸振管夹和防振弹簧支架,代替动力油管路上不稳固的普通铁支架。

#### 3.2 降低动力油压力

在参考其他设备厂家有关资料的基础上,经过充分论证,我们利用 TRT 定修的机会进行了大胆尝试,对动力油系统的运行参数进行了调整,将动力油压力由 12 MPa 适当降低,并将报警值、跳机值及蓄能器、溢流阀等部件的参数进行了修改,经过多次试验,证明静叶调节可靠、稳定,满足运行要求。TRT 开机并网后运行稳定,静叶调节灵敏、可靠,液压冲击较调整前大大降低。

#### 3.3 修改静叶控制系统程序参数

测量值的反馈偏差由 $\pm 5$  kPa 调整为 $\pm 3$  kPa,以此减少由于伺服阀的开度变化大造成液压冲击大的弊端,降低伺服器对煤气微量变化的敏感性。

#### 3.4 更换静叶阀台和伺服阀

利用 3\*TRT 大修机会将伺服阀台更换为“南京永佳液压公司”的最新技术产品,新阀台增加了一个手动阀,电磁阀和伺服阀的型号与机组匹配性好,伺服阀精准度高,特别是与之配套的控制器的输入输出误差由原来的 12%降低为 1%,调节顶压能力明显增强。

### 4 改造后的效果

#### 4.1 TRT 运行情况

从 2007 年 4 月份至今,3\*TRT 动力油系统运行稳定,作动器使用寿命由不到 2 个月延长到 1 年多,没有出现作动器漏油或油管路鼓开现象。从现场观察看油管路振动明显减轻,经过统计,作动器动作频次由原来的 20 次/8min 降低为 6-8 次/8min,振幅也大大降低,调节高炉顶压平稳,效果极为显著。

#### 4.2 经济效益

按每年因动力油系统问题故障停机 30 天,每天发电量按 7 万 kWh,电价按 0.5 元/kWh 计算,则每年增加发电收入为 105 万元,另外液压冲击消除后,作动器、伺服阀、油泵等设备故障率大大降低,可减少各类维修费用支出约 50 万元,同时,TRT 设备运行稳定,对干法除尘系统和高炉的稳定运行提供了可靠保障。

### 5 结语

液压冲击是液压系统的一大难题和常见故障。我们通过采取技术改造措施使 3\*TRT 液压冲击得到了缓解,为莱钢 3\*TRT 的稳定运行提供了可靠保障,也为 TRT 运行同类问题的处理提供了可资借鉴的经验。

#### [参考文献]

- [1] 王猛,电液伺服控制技术在 TRT 自动控制系统中的应用[J],国内外机电一体化,2007,10(5)
- [2] 黄志坚,袁周等著,液压设备故障诊断与检测实用技术[M],北京:机械工业出版社,2005.7,35

收稿日期:2010-01-19

作者简介:王馨薇(1982-),女,2004年毕业于山东理工大学电气及自动化专业,助理工程师,现从事燃气技术管理工作。