

# 一起因止回阀故障引起的透平机损坏事故及止回阀安装调试

杨 梅 杨 侃 李国立 相里旭鹏 戈嘉宁  
西安陕鼓动力股份有限公司 陕西 西安 710075

**摘 要：**针对某钢厂BPRT同轴机组在正常运行过程中突然发生停机事故，导致了空气过滤器及齿轮箱盘车电机损坏的重大问题，本文从透平机组的控制原理及机械动作等方面进行分析，最终找到问题原因为停机信号发出后止回阀阀板未关闭，以致后续高温气体倒流。止回阀安装在透平机组的排气管道，作用是阻止压缩气体倒流，止回阀的状态正常对机组安全稳定运行有至关重要的作用，一旦止回阀故障未得到及时有效处理，将会给用户造成很大损失。结合此次问题分析结果及处理过程提出蝶式止回阀的安装、调试及日常维护保养方法，适用于现场安装调试、维护保养止回阀的技术人员。

**关键词：**透平机械；故障停机；止回阀；安装调试

**中图分类号：**TH452

## 1 引言

某钢铁厂新建一座大型高炉，配套高炉鼓风机与高炉煤气发电装置同轴系的高炉能量回收装置，BPRT机组，机组配置详图见图1。整套机组由轴流压缩机、齿轮箱、主电机、变速离合器、透平膨胀机、联轴器等设备组成。齿轮箱高速轴非驱动端配套有电动盘车装置。轴

流压缩机是为高炉提供风源的设备，透平膨胀机将高炉炉顶煤气的压力能和热能转变为机械能后，与电动机共同驱动轴流压缩机，以降低电动机输出功率，达到节能的目的。BPRT同轴机组，结构紧凑，占地面积小，布置方便，机械损失小，控制系统简捷，配套和控制集中，设备成本低，投资小，在冶金行业中，应用越来越广。

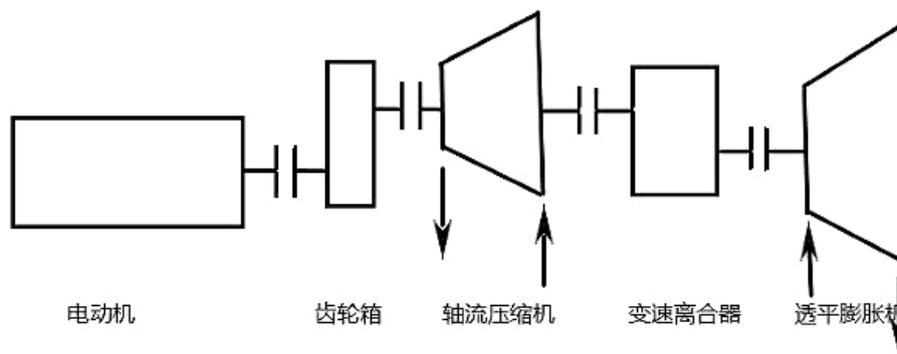


图1 机组配置图

## 2 故障现象与分析处理

### 2.1 故障现象

BPRT机组正常运行过程中，现场出现了低压电断电，导致润滑油泵停止工作，随后发现轴流压缩机配套的空气过滤器、排气消音器及齿轮箱盘车电机损坏。

### 2.2 原因分析

图2为BPRT机组启停机控制逻辑。润滑油站的电机

由低压电气系统供电，低压电停电后，润滑油泵停止运行，润滑油压力掉到停机值以下，根据PLC系统中的报警画面，PLC发出停机信号，发现电气系统接收到来自PLC程序的停机指令并执行运行柜跳闸的操作，因此可以排除电气设计及安装问题。

根据自控程序中的历史趋势，停机信号发出后，防喘阀100%开，单作用旁通阀100%开，双作用旁通阀100%开，说明润滑油压力低的信号反馈给PLC，PLC收到信号后并正常给旁通阀、防喘阀及静叶等机构发出相应指令，由此可以排除PLC程序的设计问题。

**作者简介：**杨梅（1990-），女，陕西西安人，本科学历，工程师，研究方向：透平机械故障诊断。

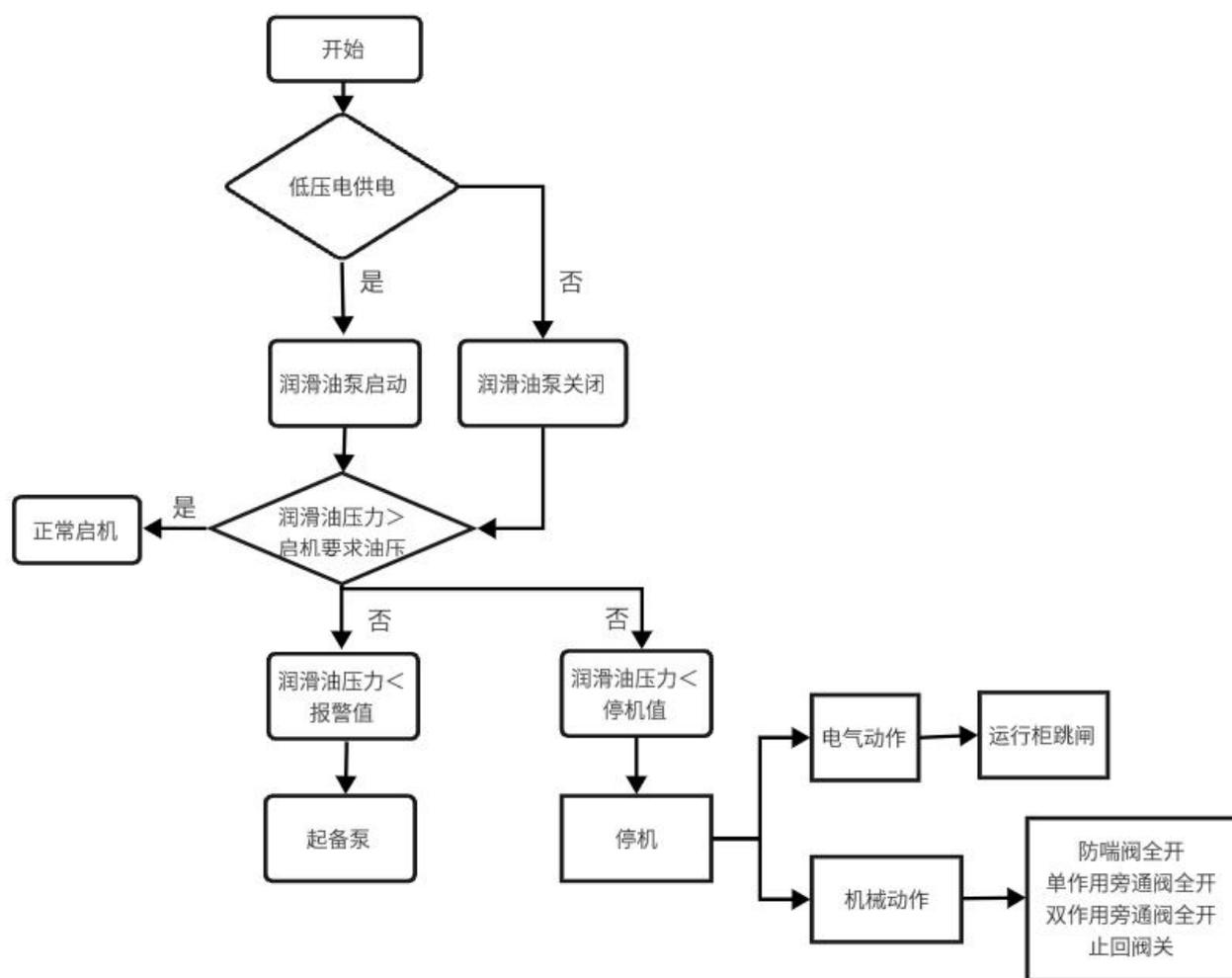


图2 BPRT机组控制逻辑

检查机械设备的实际动作情况：检查管道系统的大型阀门，防喘阀、单作用旁通阀及双作用旁通阀的阀位均处于全开位置，阀门的动作没有问题。止回阀阀位也处于全开位置，止回阀的开启主要是利用阀板前后的气体压差来实现，机组停止运行后空气通过防喘阀及旁通阀放风，此时可以将止回阀前后的压差看做0，也就是说正常情况下，在停机状态时止回阀阀位处于关闭状态。通过分析，基本可以确定止回阀故障导致本次空气过滤器、排气消音器及齿轮箱盘车电机损坏事故。

为了进一步验证是否是止回阀问题导致本次事故，再次检查机组运行历史趋势，发现轴流压缩机转速从4000余转迅速降至0但是又上升至1000多转，同时排气温度上升，排气压力上升，入口空气过滤器压差到满量程。上述数据可以说明机组停机时止回阀阀板未关闭，导致后续的热风倒灌过来造成电机反转，损坏盘车装置。

蝶式止回阀作为流体输送系统中的控制部件，具有导流、截流、调节、节流、防止倒流、分流或溢流泄压

等功。在透平机组中，止回阀安装在透平机组的排气管道，作用是阻止压缩气体倒流，因此止回阀的状态正常对于机组的安全运行有着非常关键的作用，一旦止回阀故障未得到及时有效的处理，将会造成电机反转，盘车装置、入口空气过滤器等设备损坏，为现场造成停产、设备维修费用增加等损失。

### 2.3 故障处理

现场巡检人员未按照点检记录表的要求对止回阀的阀体、法兰、密封及阻尼机构进行点检，未及时发现止回阀故障，导致本次事故。更换止回阀阻尼油缸及气缸后，再次开机，机组运行良好。同时，要求每班巡检人员对止回阀、防喘阀等涉及机组安全运行的机械部件进行检查记录。对快切阀每周至少进行一次游动试验，旁通阀每周至少电动试验一次。

### 3 止回阀原理

图3为止回阀结构图。止回阀开启由阀板前后的介质压差实现。当阀门开启时，介质推动蝶板打开，阻尼油

缸中的液压油通过外部管路经手动调节阀回流。通过调节手动调节阀的开度、平衡锤到转轴中心的距离来改变阀门开启或关闭的速度。气缸可以根据需要选择助关或

助开功能，一般情况下选助关功能，当机组停机或故障时，气源经过滤减压阀、电磁阀进入到气缸推动活塞运动，实现助关功能。

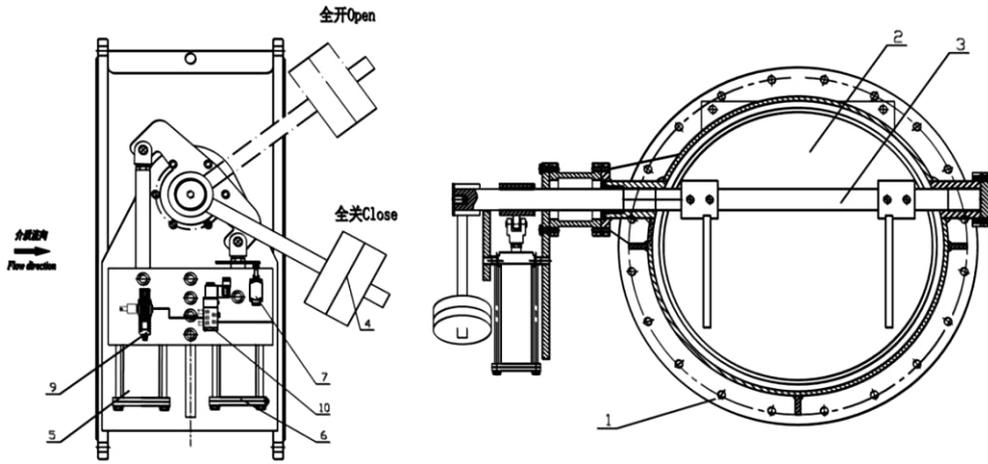


图3 止回阀结构图

注：

- 1-3：阀体、阀板、阀轴
- 4：平衡锤
- 5：阻尼油缸
- 6：气缸
- 7：行程开关
- 8：手动节流调节阀
- 9：气源过滤减压器
- 10：电磁阀

#### 4 止回阀安装

##### 4.1 安装前的准备

检查阀门外观：气缸、阻尼油缸、行程开关、过滤器等是否有破损，禁止安装有问题的阀门。

检查阀门的铭牌，确保阀门的压力等级、连接形式和连接尺寸与图纸一致。

为了阀板能顺利开启，保证开阀门的过程中以及完全打开时不损坏阀板，阀前和阀后的管道必须有足够的空间，一般要求止回阀前的直管段长度不小于3倍管道直径，止回阀后直管段长度不小于6倍管道直径。

清洗并用洁净的压缩空气吹扫管道，防止硬质颗粒等杂质损坏止回阀。

止回阀的连接端面和内部密封表面上涂有硬膜润滑脂，安装前，用煤油清理干净并用压缩空气吹扫。

##### 4.2 安装

核对止回阀阀体上的箭头，确保箭头指向与介质流动方向一致。

测量止回阀安装位置处的管道端面距离，确保止回

阀连接面及密封在安装过程中无损伤。

检查止回阀，确保阀板为关闭状态。

吊起止回阀，安装在水平管道上。起吊所用绳索必须保证有足够的强度。起吊止回阀时一定要注意各部件的水平度调整，注意使用手拉葫芦进行调整，起吊过程应缓慢平稳操作，水平度要求0.5mm/m。对于法兰连接的止回阀，安装法兰螺栓时需按照对角线位置交替进行，分三次把紧。注意：连接螺栓应根据需要在螺纹上涂抹相应的螺纹锁固剂或润滑脂。由于紧固件连接的可靠性对产品的功能和寿命有很大影响，因此在整个产品的装配过程中必须对此进行严格控。对于焊接连接的止回阀，对接焊缝的第一层采用钨极惰性气体弧焊，第二层以后采用电弧焊，焊条必须采用符合母材规定者，焊前应按规定再次进行干燥处理，必须检查坡口形状并进行彻底清扫，必须按规定进行焊接区的预热和焊后退火，各层焊缝的残渣和飞溅在下层焊接前使用刨锤、钢丝刷和砂轮彻底抢出，但奥氏体不锈钢的焊接区必须使用同材质的钢丝刷清理。对接焊缝必须按照图纸等的要求进行探伤，必要时对缺陷进行补焊。注意：焊接时电缆不能连接到阀门上，焊接过程中不能产生额外的应力，且焊接过程中要保证阀体温度低于300℃，避免因焊接不当导致阀体变形等损坏。

#### 5 止回阀调试

止回阀安装或检修完毕必须进行调试工作，调试人员必须认真阅读使用说明书等有关资料，熟悉止回阀的结构、原理、性能，调试按以下要求执行。

止回阀在出厂前已做气密性试验，现场无须再做。

油缸外部的节流调节阀：可以控制阀门的关闭速度。（正常调节全开）调节阀的开度越小，相应的阀门关闭速度越慢；调节阀的开度越大，相应的阀门关闭速度越快；阀门的关闭时间短，可以减弱管道介质回流的压力，限制破坏性回流的产生。（可根据现场的需要适当调节）

电磁阀可实现远程控制阀门助关，电磁阀断电后帮助阀门迅速关闭。

阀板关闭速度过快，关闭撞击严重，这时可以先将重锤沿杆向转臂中心移动，减小重锤的关闭力矩，如还不满足要求，将节流螺杆向里旋入，增大阻尼，以减小关闭速度；阀板关闭速度过慢，将节流螺杆向外旋出，减小阻尼，如还不满足要求，将重锤沿杆向外移动，增大重锤的关闭力矩，以加快关闭速度。

## 6 日常维护

止回阀应存放在干燥处，通径两端需封闭，长期存放时应定期检查，加工表面每半年清除污垢，更换一次防锈油。一般软膜防锈油的防锈时间为3—6个月，硬膜防锈油的防锈时间为6—12个月。

液压油应定期检查和更换，建议至少每半年检查一次。工作油的粘度为17-33CST，推荐选用20号液压油。并使阻尼油缸完全处于满油的状态。油质应清洁，油的过滤精度不低于50 $\mu\text{m}$ 。注：具体的液压油牌号及过滤精度以止回阀说明书为准。

气源必须经过冷却、过滤、清除水分和杂质，要求压力5-6bar，；多台气动阀门同时使用时，空气压缩机必

须有足够的容量，保证气动阀门能同时打开或关闭；远距离输送压缩空气时，最好在使用现场附近设一气罐以稳定气压；所有气管及气管接头不得泄漏。

检查蝶板与重锤转臂的相对位置，蝶板全关时重锤转臂在管路轴线下方成45°。

## 7 结束语

透平机组中的止回阀安装在排气管道上防止后续气体倒灌，止回阀的可靠性直接影响机组安全运行，止回阀可靠性差的原因有制造质量不高、设备选型不合理以及使用过程中的检验和维护不规。对于广大用户（使用者）来讲，不仅要选择信用度及口碑好的止回阀的制造商及供应商，保证能够按照设备的流量压力等进行正确选型并提高止回阀制造质量，更要重视止回阀的安装调试过程，只有严格遵守安装调试技术要求，才能保证止回阀投入使用时是最佳状态，在此基础上做好日常巡检和定期维护，能够进一步提升阀门可靠性及使用寿命。

## 参考文献

- [1]柳黎光.BPRT同轴机组的研发与投运[J].风机工程师, 2006, 2: 36.
- [2]戴晓春, 常学森, 李传奇, 等.蝶式缓冲止回阀的结构分析及优化[J].流体机械, 2015, 12: 41.
- [3]普金莉.机械产品装配过程中螺纹紧固件扭矩控制要点剖析[J].装备制造技术, 2021, 4: 138.
- [4]张德全, 王延平, 卢均臣, 等.止回阀失效事故分析与对策研究[J].石油炼制与化工, 2019, 2: 80.