

# 技术创新驱动大型硫磺制酸装置长周期运行

云南云天化股份有限公司红磷分公司 龚明

**【摘要】** 介绍了红磷 800kt/a 硫磺制酸装置近几年来在工艺、设备、电气、仪表方面的优化改造情况，通过对装置上软、硬件条件的持续优化，尽可能的解决了引起装置停车的隐患，提高装置运行的稳定性，驱动了本硫磺制酸装置的长周期运行。

**【关键词】** 系统 工艺 优化 改造 技术创新 联锁

## 前言

红磷 800kt/a 硫磺制酸装置于 2009 年投产运行，设计能力为 2400 吨/日，“3+1”两转两吸工艺流程。转化器由孟莫克公司设计，采用孟莫克公司生产的高效触媒，转化率达到 99.85%以上。设置双锅筒火管废热锅炉、蒸汽过热器、省煤器、以回收高、中温位热能，产生 450℃、3.82MPa 的过热蒸汽，用于驱动透平风机，剩余蒸汽并入蒸汽管网，送到配套建设的 25MW 发电机组进行发电。

为提高硫酸生产中的余热回收利用率，进一步回收硫酸干吸生产过程中产生的热量，引进孟莫克公司低温位热回收系统，使硫酸的热回收利用率由传统工艺的 50~70%提高到 93%，大大地节约能源消耗。为降低硫酸尾气对环境的污染，配套采用亚太环保的氨肥法尾气脱硫技术，尾气中 SO<sub>2</sub> 浓度≤70mg/Nm<sup>3</sup>。

虽然装置一次性投产运行后各项工艺指标运行较好，但投运后因透平机组系统故障跳停及 HRS 酸泵、干燥酸冷器进口阀等故障频繁，装置上存在系列问题导致停车次数较多，运行周期短。通过近几年对本装置的持续优化改造装置长周期运行有了较大提升。

## 1 装置频繁停车主要原因

### 1.1 透平风机跳停原因分析

800kt/a 硫酸装置透平风机控制系统采用的是西门子的 S7-400 PLC 控制系统，自 2009 年 9 月投用以来，受各种因素的影响，已经发生多次跳停事故，严重影响了 800kt/硫酸装置的长周期运行。经过讨论分析，引起透平风机跳停的主要原因有以下几点：

①温度测量元件故障。因温度测量元件故障导致透平风机跳停的事故多次，特别是装置在投产的最初阶段，主要原因就是温度测量元件质量较差，测量不稳定所致，在过程中由于不具备处理条件，温度测量元件一直没有更换，只能把温度联锁解除。

②电磁干扰。电磁干扰引起温度波动，导致透平风机跳停的事故已发生很多次，产生干扰的

主要原因是透平风机控制系统的机柜与电气低压配电柜摆放在一起,并且控制系统的机柜与电气低压配电柜的底座连在一起,共用一个接地,同时,透平风机控制系统没有单独的接地,故系统受电磁干扰的影响就非常大,由于控制系统机柜与电气低压配电柜在安装时就靠的很近,要把安装底座分开就显得非常困难,为了减少电磁干扰对温度测量的影响,利用系统软件自身带有的功能,对温度模块的测量通道增加滤波时间,以提高温度测量的稳定性,同时更改温度连锁方式,减少温度因干扰导致连锁动作的可能性。经过上述的处理后,透平风机控制系统及温度测量受干扰影响的问题得到一定的解决,但问题还是存在,温度测量受干扰影响的问题没有得到彻底解决。

③控制系统自身的问题。透平风机控制系统自投用以来,因自身故障导致透平风机跳停三次,这三次跳停事故都是控制系统的 TC/IP 通讯卡出现故障,导致 PLC 控制系统的 CPU 停止运行,导致透平风机跳停,每次都是更换通讯卡或是把通讯卡拔掉后系统恢复正常,目前该通讯卡已从系统中拔出,导致中控室的操作站数据无法显示,经分析,怀疑控制系统的底板存在问题,但此问题目前无法印证。由于具体的故障原因没有查出,可以说系统存在的问题没有得到彻底解决,这给透平风机的稳定运行带来了隐患。

## 1.2 工艺条件及连锁引起停车原因

工艺条件及连锁跳停也是造成装置无法长周期运行的一个重要因素,近年来出现过几次跳停及存在隐患有:

①干燥酸泵不上酸导致装置停车,经停车后提出酸泵发现酸泵处在低液位运行,因酸槽只有一台液位计,显示液位与实际液位偏差较大未能及时发现干燥泵在低液位运行过程中因受风压波动影响吸入空气后不上酸引起装置停车。

②干燥、二吸酸泵与风机、磺泵连锁因信号干扰误动作导致装置停车,干燥、二吸酸泵电流信号干扰引起风机、磺泵连锁误动作。

③锅炉水位低低与风机、磺泵连锁引起装置停车,因受蒸汽管网压力波动引起锅水位低于连锁值引起装置跳停。

## 1.3 设备方面原因引起装置停车情况

①因原干燥泵扬程及流量设计偏大,干燥酸冷器进口阀出现几次阀板腐蚀、冲刷损坏,特别是 2013 年出现过新阀门使用周期不到 1 个月就损坏更换的情况,通过调取酸浓指标正常,就其原因主要是因为阀门开度在 18%以内,酸温低酸泵流量及扬程不匹配,阀门开度过小造成冲刷腐蚀而损坏。

②HRS 循环酸泵使用周期短。从几次检修及 HRS 循环酸泵使用过程中主要问题有以下几方面:泵叶轮及轴套腐蚀损坏、泵吸入管螺栓脱落、泵盖腐蚀、联轴器损坏、轴封漏气、震动及异响声较大。

## 2 解决方案

## 2.1 透平机频繁跳停解决方案

2013年9月份开始至2014年4月份对透平机系统进行优化改造，主要做了以下项目：

①增加一套新的DCS控制系统，为了与主装置的DCS系统配套，技改的DCS系统选用ABB的DCS控制系统。新的控制系统设置三台操作站，一台设置在风机现场进行操作、一台设置在主控制室进行监控操作、另外设置一台工程师站用于系统的组态及调试，同时也可以作为操作站操作。

②为保证透平机组联锁的可靠性，避免信号干扰误动作，优化并完善部分联锁方式，透平机、风机优化后的联锁逻辑如图1、图2。

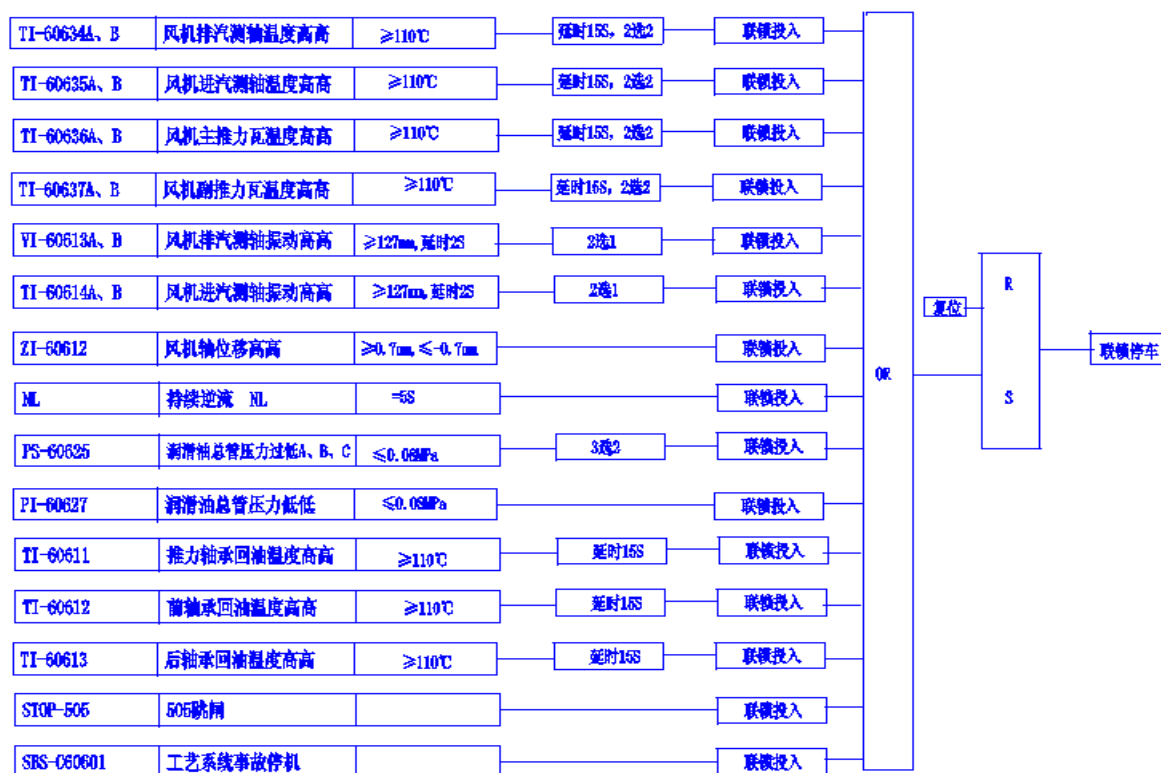


图1 透平机联锁逻辑图

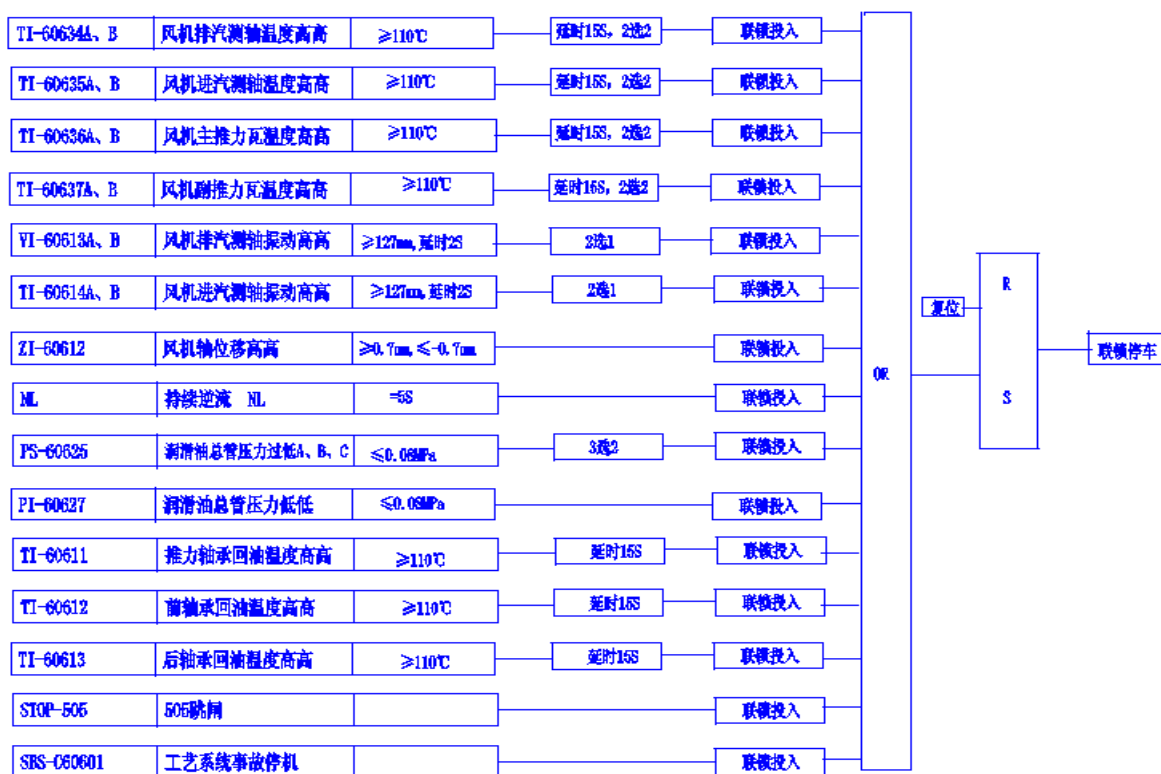


图 2 风机联锁逻辑图

③新增风机控制系统与主装置控制系统的数 据交换采用 OPC 的方式完成。

④在 2014 年 4 月份大修期间更换部分透平机组的温度检测一次元件，温度测点的可靠性及稳定性有了较大提高。

## 2.2 工艺联锁及控制条件优化

①干吸酸槽原来只有一台压力式液位计，因酸槽为密封槽该液位计吹气管运行时间长了容易堵塞引起液位失真后无法及时发现，导致酸泵打空泵停车。优化方式：增加一台超声波液位计两台液位计进行比对避免了因液位计偏差而无法发现导致打空泵装置停车情况。

②原设计干燥酸泵、二吸酸泵与风机磺泵联锁，以电流低于 20A 跳停风机、磺泵，为预防电网波动导致停车。优化情况见表一。

表一 干燥、二吸酸跳停条件优化情况

联锁名称	联锁条件	联锁设定值	信号	联锁说明
干燥循环酸泵	电流值	$\leq 20\text{A}$ (正常 22A 左右)	同时达到	延时 10 秒→磺泵跳停； 延时 60 秒→透平风机跳停。
	流量	$\leq 600\text{m}^3/\text{h}$ (正常 960 $\text{m}^3/\text{h}$ 左右)		
	运行状态	停止	红色	
	电流值	$\leq 20\text{A}$ (正常 22A 左右)	条件同时满足：	延时 10 秒→透平风机

二吸循 环酸泵	流量	≤600m <sup>3</sup> /h(正常 800m <sup>3</sup> /h 左右)	联锁执行	跳停→喷磺泵跳停。
	运行状态	停止	红色	

③原设计焚硫炉出口温度高高与风机、磺泵联锁，因焚硫炉出口温度出现仪表坏的情况已经出现三次以上，优化方式：增加焚硫炉前、炉中、炉尾任意一点温度与焚硫炉出口温度两个条件同时达到高高装置联锁停车。

④锅炉液位低低与风机、磺泵联锁，因中压锅炉水位受蒸汽管网压力波动影响较大，为了减少因蒸汽管网压力波动引起装置频繁跳停，优化为：根据锅炉安全操作规范，锅炉水位不得低于-250mm，因此将锅炉水位低低引起机风、磺泵跳停参数值由-150 mm 设为报警值，-250mm 为跳停值。

⑤预热器出口电导率高高与热热器进口阀、出口阀、旁通阀联锁，因预热器出口在线电导率仪精度不够，联锁动作参数 20μS/cm 与预热器出口电导率 13~18μS/cm 之间非常接近，为避免联锁参数范围较窄而引起联锁误动作。优化为：将联锁动作参数值更改为 30μS/cm 、报警值设为 20μS/cm。

### 2.3 设备方面的优化改造

①为减缓干燥酸冷器进口阀出现几次阀冲涮、板腐蚀损坏，由昆明嘉和泵厂通过测算后将泵液轮改小达到减缓冲涮阀门，延长阀门使用周期同时达到节能目的。

②原使用的 HRS 酸泵电机因体积较大，重量较大，使用过程中摆动、振动较大影响了 HRS 酸泵的使用周期，2012 年因 HRS 酸泵导致停车 6 次，3013 年因 HRS 酸泵导致停车 4 次。2014 年 9 月更换了一台 ABB 电机，该电机体积小、重量轻，使用后 HRS 酸泵各项运行有较大好转，2015 年因 HRS 酸泵问题 3 次，2015 年 10 月 23 日换上去的 HRS 酸泵截止 3 月 23 日已经运行 151 天，目前运行平稳，仍然正常在用。

## 3 改造后运行情况

本 800kt/a 硫磺制酸装置从 2009 年 9 月份投产运行以来，虽然装置各项指标运行较为平稳，但因装置上的各种因素，导致装置连续长周期非常差，经过近年来对装置上影响长周期运行的点进行了持续技术改造及优化，装置运行周期有了明显好转，详细情况见表二。

表二 装置连续长周运行情况

年份	开车日期	停车日期	运行天数	停车原因
2009	10 月 10 日	12 月 17 日	78	HRS 锅炉出口垫子泄漏
2010	2 月 5 日	5 月 28 日	112	停水、停电计划停车
2011	6 月 7 日	10 月 5 日	119	干燥酸泵不上酸

2011	11月19日	2012年2月4日	77	焚硫炉出口管漏气
2012	9月27日	12月12日	75	HRS 酸泵轴封漏气
2013	9月20日	12月30日	94	HRS 酸泵轴封漏气
2014	10月3日	12月31日	89	透平机跳停
2015	5月13日	10月23日	162	HRS 循环酸泵振动大
2016	2015年10月23日	2016年3月7日	134	停水停电计划停车

#### 4 结语

通过对红磷 800kt/a 制酸装置 2009 年运行以来的停车原因分析，2013 年至 2014 年在装置上影响装置长周期运行的关键问题进行优化改造，特别是对透平机系统、工艺联锁及条件、HRS 酸泵电机等进行了优化改造。2015 年装置长周期运行 162 天创下了本装置最长开车记录，2015 年 10 月 23 日开车后运行至 2016 年 3 月 7 日连续运行 134 天，未发现影响长周期运行的因素，因分公司停水停电计划停车检修终止了装置连续运行。

因此，通过本装置软、硬件条件的技术优化及创新改造是成功的，装置连续长周期运行能力有了较大提升，对生产成本降低起到了积极作用。