

# Failure analysis and response of program control valve of catalytic gasoline adsorption desulfurization device

Yanlong Xu Qing Wang

Sinopec Cangzhou Branch, Cangzhou, Hebei, 061000, China

## Abstract

catalytic gasoline adsorption desulfurization (hereinafter referred to as S Zorb) device adsorbent recycling process in multiple programmed valve, once stuck, abnormal, switch timeout, etc., will lead to lock hopper stop, adsorbent cycle interruption, if not timely recovery adsorbent cycle, will lead to excessive sulfur content, device internal cycle, not only affect device smooth operation, and affect the company gasoline production plan to complete, reduce efficiency. Therefore, in the daily management process of S Zorb equipment, attention should be paid to the operation, maintenance and maintenance quality of the programmed valve to reduce the failure rate of the programmed valve.

## Keywords

S Zorb; program control valve; fault; analysis and response

## 催化汽油吸附脱硫装置程控阀故障分析与应对

徐艳龙 王卿

中国石油化工股份有限公司沧州分公司, 中国·河北 沧州 061000

## 摘要

催化汽油吸附脱硫(以下简称S Zorb)装置吸附剂循环再生流程中有多台程控阀,一旦发生卡涩、回旋异常、开关超时等状况,就会导致闭锁料斗停运,吸附剂循环中断,如果不能及时排除故障恢复吸附剂循环,将会导致产品硫含量超标,装置改内循环,不仅影响装置平稳运行,而且影响公司汽油生产计划完成,减少效益。因此,在S Zorb装置设备日常管理过程中,要重视程控阀的运行维护和检修质量,降低程控阀故障率。

## 关键词

S Zorb; 程控阀; 故障; 分析与应对

## 1 引言

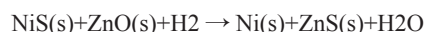
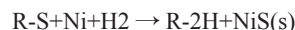
随着环保要求日益苛刻,汽油质量不断升级,S Zorb装置精制汽油成为清洁汽油的一种重要调合组分。S Zorb装置以催化裂化装置生产的催化汽油为原料,采用管网氢气作为氢源,生产硫含量低于10ppm的低硫清洁汽油产品,同时副产少量燃料气,该装置具有辛烷值损失和氢耗少、操作费用低的优点。本文针对S Zorb装置生产实际运行过程中程控阀出现的各种故障进行了原因分析并制定了应对措施,取得了明显效果<sup>[1]</sup>。

## 2 装置概况

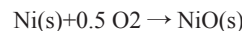
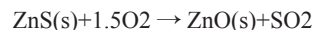
装置主要包括进料与脱硫反应、吸附剂再生、吸附剂循环、产品稳定和公用工程五个部分<sup>[2]</sup>。

进料与脱硫反应系统是高活性吸附剂在氢气环境中吸

附原料中的硫,其反应过程如下:



吸附剂再生系统是将吸附了硫的待生吸附剂在再生器内氧化再生,恢复其脱硫活性,其反应过程如下:



闭锁料斗是吸附剂循环系统的核心设备,共有程控阀31台,其中有10台分布在输送主管线上。闭锁料斗每30min左右完成一次吸附剂循环,程控阀要在规定的时间内完成开关动作,否则将导致闭锁料斗系统停运。闭锁料斗一旦停运时间超过30min,将对装置产生不利影响,比如精制汽油硫含量超标,装置改内循环;再生器压力、温度、烟气氧含量大幅波动等等<sup>[2]</sup>。

【作者简介】徐艳龙(1976-),男,本科,高级工程师,从事石油炼制研究。

### 3 程控阀运行故障及原因分析

#### 3.1 阀门开关卡涩

阀门开关过程顿挫、不能全关或全开均属于阀门卡涩现象，主要是由于球体与阀座磨损、异物进入、装配不当、装配过紧和气缸与阀体连接异常等原因造成的。

##### 3.1.1 球体与阀座磨损造成卡涩

程控阀在长期的使用过程中，如果球体、阀座出现过度磨损和拉伤，那么就会导致开关出现卡涩现象。这是因为装置检修施工后，工艺管道还未吹扫处理，存在铁屑、焊渣等坚硬的异物，在程控阀调试时会导致球体、阀座的磨损。

##### 3.1.2 异物进入造成卡涩

程控阀为双向密封的浮动球结构，在程控阀的日常运行中，由于球体与阀座之间装配间隙较大，粒径小于 $20\mu\text{m}$ 吸附剂细粉，会慢慢渗入弹簧与阀座的间隙，间隙被塞满后，会导致弹簧失效，造成开关卡涩。

##### 3.1.3 阀体装配不当造成卡涩

阀门检修装配过紧，弹簧余量较小，闭锁料斗运行过程中程控阀温度变化较大，长期热胀冷缩过程也会导致阀门卡涩。

##### 3.1.4 气缸与阀体装配不当造成卡涩

由于闭锁料斗程控阀安装空间过于紧凑，无法保证全部水平安装，在垂直或者倾斜安装的程控阀中，沉重的程控阀气缸在重力作用下，气缸与阀体连接处发生形变，导致阀门开关卡涩。

#### 3.2 程控阀阀体内漏

闭锁料斗工艺特点是压力、温度变化较大，程控阀长期在高温、高压和吸附剂的工况下运行。在阀门开启过程中，前后压差 $15\text{kPa}$ ，平均粒径在 $60\sim 70\mu\text{m}$ 吸附剂在压差作用下，会对球体和阀座造成冲刷磨损，随着使用时间的增加，冲刷磨损加剧，会导致阀体内漏。若闭锁料斗收料控制不当导致过滤器的滤芯出现折断，吸附剂进入放空系统，或者吸附剂磨损严重，小于 $20\mu\text{m}$ 粒径增加，大量吸附剂粉进入放空管线，控制气相的阀门也会出现冲刷磨损导致内漏问题。

#### 3.3 程控阀回讯器故障

在闭锁料斗系统运行过程中，程控阀回讯故障是导致闭锁料斗停运的主要原因。

##### 3.3.1 回讯器开关故障

闭锁料斗每 $30\text{min}$ 运行一个循环，31台程控阀都要进行开关，阀门动作频率最高的 $5\text{min/次}$ ，程控阀回讯器采用非接触感应式微动开关，可以避免机械接触触点开关因阀门动作频繁导致使用寿命低的问题。但是非接触磁感应式微动开关对位置的精度要求高，微小的偏差都会造成回讯开关无法被感应。程控阀长时间使用后气缸限位器会发生微小偏差，阀门开关正常，阀体也不内漏，但是回讯不到位，这种现象更换回讯器也不能解决问题，只能更换阀门<sup>[3]</sup>。

##### 3.3.2 回讯器支架问题导致回讯不到位

回讯器用四条六角螺栓固定在支架上，支架再固定在气缸执行机构处，由于固定支架的螺栓在支架内部，空间狭小安装困难，螺栓紧固力度不够，在使用一段时间后，会导致螺栓松动，回讯器松动导致开关不到位。

##### 3.3.3 回讯器连杆断裂

回讯器通过连杆连接在气缸执行机构上，长时间的工作，回讯器与程控阀执行机构连接角度发生偏差，在连杆上形成应力，长时间使用会导致连杆断裂。

#### 3.4 程控阀开关时间超时

程控阀的风压低、气源管线卡量、排气阀过滤器堵塞、执行机构卡涩和气缸弹簧老化等会影响程控阀的开关时间，造成程控阀开关时间超时。

#### 3.5 程控阀不动作

程控阀不动作是指开命令发出后程控阀仍然处于关闭状态，并且回讯也是关闭状态。主要原因是没有命令和没有动力。

### 4 程控阀故障应对措施

#### 4.1 程控阀开关卡涩

①球体与阀座磨损造成卡涩。做好装置开车前吹扫工作，减少阀门的磨损。在阀门安装前，应手动将阀门全开；阀门安装后，在阀门管道吹扫前，严禁对阀门进行操作，以防止管道内杂质对阀座及球体表面造成划伤，影响阀门运行效果；在阀体外委检修的过程中，对球体、阀座表面不应过度研磨，防止耐磨层磨损过度造成强度下降，在使用过程中加快阀门磨损速度，造成阀门密封失效。当程控阀出现卡涩现象并且带有明显杂音时，需要尽快更换阀门下线检修，防止阀门抱死，无法开关。

②异物进入造成卡涩。可以通过阀门开关时间变化来监控，当阀门开关时间逐渐增加时，应考虑更换阀门下线检修。

③阀体装配不当造成卡涩：需要保证检修质量。

④气缸与阀体装配不当造成卡涩：需调整安装角度以及增加支架来解决。

#### 4.2 程控阀内漏

阀门内漏的判断需要大量操作经验积累，当催生剂油气吹扫不干净时，需停运闭锁料斗系统，手动逐台阀门排查，来判断阀门内漏情况。一般确定程控阀内漏后需要择机更换，但发现氢、氧环境隔离的程控阀出现内漏时，需要立即更换。

#### 4.3 程控阀回讯器故障

##### 4.3.1 回讯器开关故障

采样机械微动开关式回讯器，在气缸限位器出现偏差时可手动调整，也不会出现机械触电式开关疲劳损坏问题，延长程控阀使用周期。

### 4.3.2 回讯器支架问题导致回讯不到位

进行改造,将回讯器支架由一体式改成分体式,并且将固定气缸执行机构处的支架螺栓由支架内部调整到支架外部,方便安装保证螺紧固力度,同时分体式支架可以通过支架对回讯器进行微调,有利于消除应力,延长回讯器连杆的使用寿命。

### 4.3.3 回讯器连杆断裂

采取分体式回讯器支架可以微调安装角度,消除应力,延长连杆使用寿命。

另外,回讯器保险故障、回讯器接线松动接触不良和安全栅故障等也会导致开关回讯故障,当回讯器出现故障时也要进行相应的排查。当程控阀回讯器本身出现问题时,如果能够很快处理的立刻进行处理;如果需要更换回讯器时,处理时间较长造成吸附剂循环中断,可能对产品质量造成影响,为了缩短吸附剂循环中断时间,可以先将故障回讯器的信号线接到新回讯器上,调试好开关回讯信号后,然后启动闭锁料斗运行,当阀门动作时,手动调整回讯器状态,待旧回讯器拆下后安装新回讯器,此操作减少拆卸和安装回讯器对吸附剂循环的影响。

## 4.4 程控阀开关时间超时

提高程控阀开关速度、缩短开关时间的措施:①程控阀执行机构改双作用。原本程控阀执行机构一端为气动另一端为弹簧,对此进行改造,将弹簧端增加气动,在弹簧和启动双作用下,程控阀关闭速度可由6~10s降至5s以下。②程控阀风线加粗。将程控阀风线直径由 $\phi 6$ 提高至 $\phi 10$ ,加快进风速度,加快程控阀汽缸动作时间1~2s。③增加储气罐,多个程控阀同时动作时会导致风压低,影响阀门动作时间,增加储气罐稳定风压,减少风压的影响。④程控阀执行机构增加电伴热和保温。在冬季时温度变化大,热胀冷缩作用下程控阀执行机构易卡涩影响阀门时间,增加电伴热和保温,稳定执行机构运行环境,减少影响。⑤闭锁料斗区域增加围挡。冬季极寒天气以及大风降温对程控阀影响较大,增加围挡可减少影响。

## 4.5 程控阀不动作

①没有命令。要检查命令信号是否传达到位。首先考虑电磁阀故障,仪表工对电磁阀进行检测是否有输出信号,其次检查机柜内输出信号等其他问题,针对问题逐一解决。

②没有动力。要检查程控阀各路风线,确保风线畅通,压力满足要求。风线阀门关闭或关小、减压阀故障、排气阀

过滤器堵塞、风线堵塞电磁阀故障等都会造成动力中断。

## 4.6 程控阀的预防性维修

随着闭锁料斗运行时间的增加,程控阀会出现阀门动作卡涩、阀门开关时间超时、回讯器故障、阀门内漏等问题。为了及时发现问题,减少闭锁料斗系统停运次数,提前预判程控阀的故障,运行部成立以岗位操作人员、仪表维修人员、电修人员相结合的特护小组,采取日常巡检和定期维护相结合的预防性维护模式。

## 5 取得的效果

通过采取以上措施,因回讯器更换导致料斗停运时间由1.5h缩短至30min;因程控阀更换料斗停运时间由4h缩短至2.5h;程控阀故障率大幅降低,阀门更换次数大幅降低,程控阀年更换次数由2018年的27次降至2022年的1次,装置运行稳定性增强。避免料斗停运导致不合格产品打循环,平均每年节约能耗折合11.2万元;避免吸附剂循环中断造成再生器内吸附剂因过烧失活,每年节约吸附剂费用200万元;降低循环期间辛烷值损失,每年节约费用6.2万元;每年可减少程控阀更新费用200万元;避免因再生器取热盘管泄漏造成装置局部停车,延长装置运行周期;避免再生烟氧气含量超标冲击硫磺,不发生环保事件。

## 6 结语

程控阀在S Zorb装置中占据着核心地位,发挥着关键作用,其运行情况和使用寿命直接影响装置正常生产。闭锁料斗程控阀在正常运行过程中,若出现阀门开关时间超时、卡涩、回讯故障等问题,会导致吸附剂循环中断,造成产品含硫量超标,影响装置产品质量,也影响装置长周期平稳运行,进而影响了经济效益。为了及时发现问题,减少闭锁料斗系统停运次数,提前预判程控阀的故障,运行部成立以岗位操作人员、仪表维修人员、电修人员相结合的特护小组,采取日常巡检和定期维护相结合的预防性维护模式,对程控阀的日常维护和预防性维修,保证程控阀工作性能的稳定,稳定装置生产运行。

## 参考文献

- [1] 张春生.S Zorb装置长周期平稳运行优化措施[J].石油炼制与化工, 2023,54(06): 12-17.
- [2] 李鹏.汽油吸附脱硫S Zorb技术进展综述[J].炼油技术与工程, 2014, 44(01): 1-5.
- [3] 刘志凯.S Zorb闭锁料斗程控球阀故障分析及对策[J].炼油与化工, 2021, 32(06): 51-54.