

# 乙炔加氢反应器在线切换探讨

李文志（中沙（天津）石化有限公司，天津 300270）

**摘要：**中沙（天津）石化乙烯装置采用 ST/Lummus 合作开发的专利技术，分离部分采用顺序分离流程。乙炔加氢反应器（DC401A/B）为三段加氢反应器，正常运行时一开一备。面对当前严峻的环保压力，乙炔加氢反应器在线切换质量的高低关系到反应器的长周期运行以及装置能耗物耗的降低。

**关键词：**乙炔加氢反应器；在线切换；氢炔比；床层温度

## 1 乙炔加氢反应器简介

乙烯装置产生的裂解气是含有氢气，甲烷，乙烷，乙炔，丙烷，丙烯，混合碳四，裂解汽油等的混合物。此外，还含有少量的二氧化碳，一氧化碳，硫化氢等酸性气体，以及炔烃和水分。为满足下游加工产品的需要，通常对裂解气进行分离，精制以生产乙烯，丙烯，丁二烯等产品。

裂解气中的炔烃含量与裂解原料和裂解操作条件有关，对一定裂解原料而言，炔烃含量随裂解深度的提高而增加。在相同裂解深度下，高温短停留时间操作条件下将生成更多的炔烃。在大中型乙烯工厂，裂解气中乙炔的脱除，主要采用溶剂吸收法和催化加氢法两种工艺。催化加氢法是指在加氢催化剂存在下，在一定的工艺操作条件下，乙炔加氢生成相应的乙烯和乙烷，从而达到净化的目的。

中沙（天津）石化乙烯装置采用 ST/Lummus 合作开发的专利技术，分离部分采用顺序分离流程。乙炔加氢反应器（DC401A/B）为三段加氢反应器，采用的是银助催的钯系催化剂，这种催化剂具有空速高，乙烯选择性好，绿油生成量少，绿油在催化剂上附着量低，抵抗氢气和一氧化碳波动方面优势明显等特点。

DC401A/B 流程如下图，脱乙烷塔塔顶物料用乙炔转化器流出物和低压蒸汽预热后，与所需的氢气混合，进入第 1 段催化剂床层，反应器 1 段床层的流出物和更多的氢气混合，用冷却水冷却后经过绿油分离罐，然后流经第 2 段床层进行进一步的乙炔转化。第 2 段床层流出物继续和氢气混合并用冷却水冷却后通过第二个绿油分离罐，然后流经第 3 段床层，来完成乙炔的转化。3 段床层流出物的乙炔含量小于 3ppm，用冷却水冷却后，和反应器进料换热。如果需要的话，在反应器入口加入富含 CO 的氢气，CO 用作乙炔转化的抑制剂。绿油是通过位于床层之间的绿油分离罐来进行分离的，这些绿油被送往汽油分馏塔。

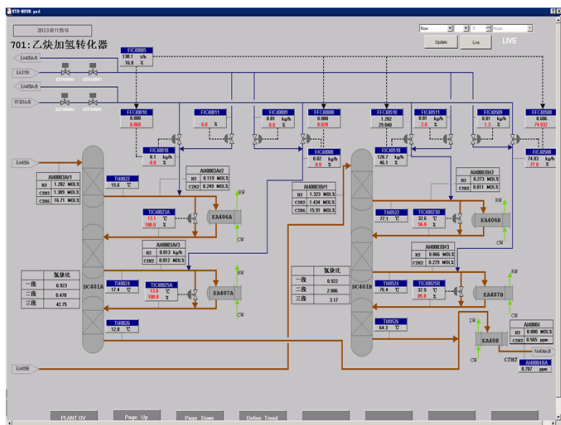


图 1

DC401A/B 运行周期一般 12 个月左右，运行末期时床层温度最高能到 85 到 90℃，配氢量比初期时多 140kg/h 左右（表 1），选择性降至 30 左右，绿油生成量大，出口容易漏炔，因此必须切换反应器，提高选择性，降低配氢量，进而达到节能降耗的目的。

表 1

|    | 切换前配氢量 kg/h | 切换后配氢量 kg/h |
|----|-------------|-------------|
| 一段 | 330         | 315         |
| 二段 | 125         | 65          |
| 三段 | 151         | 52          |

## 2 DC401A/B 在线切换

2019 年 8 月 21 日，DC401 开始在线切换由 B 切至 A 台。切换前对切入台 A 进行检查，确保流程正确，联锁开关在正确位置，盲板处于正确位置，安全阀前后手阀打开，所有放空，导淋，安全阀旁路关闭，段间冷却器冷却水投用，在线仪表投用，各调节阀走行程。切入台置换，充压完毕，物料出口阀打开。

DC401 在线切换，重头戏是在切入台刚开阀和切出台最后全关，如果不漏炔，则切换顺利完成，因为这两个动作，对切入台的进料量影响是最大的，能够直接把床层温度冲下来，导致出口漏炔，因为根据平时操作经验，如果床层温度瞬间降低，会导致床层不反应，出口乙炔超标，如果床层温度稳定，即使氢炔比偏低一点，出口也会合格。

这次切换，为了避免 DC401A 开阀时进料量过大把床层温度冲下来，提前用热甲烷把床层温度升至 41℃ 左右，9:35 分，DC401A 进料阀 HIC40001A 开了 5 个阀，现场手阀开了一点，进料量直接由 0 升至 38t/h，9:47 分，二段床层温度由 41℃ 降至 37℃，反应器出口乙炔直接超量程，根据以前在线切换的经验，这种情况下应尽快把床层温度提起来，使床层有温升。通过把二段氢气提到 52kg/h，三段提到 17kg/h，提高反应程度，进而提高温度，9:53 分，床层温度开始上涨，最高涨到 59℃，10:15，出口乙炔降至 9ppm 以下。同时，根据床层温度的变化，开大 HIC40001A，同步关小 HIC40001B，把 DC401A 进料量保持在 5t/h 左右的增长速度，同时一边开大 A 台的配氢，一边关小 B 台的配氢，保证两台反应器床层温度都没有直线上升或下降，床层没有局部热点，以防沟流。只有床层温度稳定才能节省切换时间，而且出口还不漏炔。

由于进料手阀是闸阀，无法精确调节流量，10:37 分，B 台进料手阀全关，最后 35t 进料进入反应器，由于 A 台床层温度提前要求控制高一点，在 49℃ 左右，并且提前提高了氢炔比，所以床层温度降到了 45℃ 左（下转第 207 页）

形问题,则需要对其进行更换。

而主轴和齿轮联合器在出现故障问题以后,联合器切向键会表现出松脱的现象。而能够造成这种故障问题的原因相对较多,可能是矿井提升机自身就存在一定的设计缺陷,也可能是施工工艺不合理造成的。针对这种故障问题,需要相关人员根据实际情况做好切向键的调配工作,同时要在切向键当中进行止退螺钉的增设,使切向键的牢固性得到进一步的提升<sup>[3]</sup>。

### 3 结语

综上所述,对矿井提升机加强检修,实现故障处理工作的有效落实,不仅能够对其使用寿命进行有效的延长,对其安全、稳定的运行也有着非常积极的作用,因此,相

(上接第 205 页)根据机组状况,通过微调燃气的低热值,达到发动机运行稳定。在运行过程中,电子控制模块会对设置的燃气低热值进行补偿修正,会以燃气修正因数的参数表现出来,具体关系为:设置的燃气的低热值=实际的燃气的低热值\*燃气修正因数。因此可以通过燃气修正因数的大小,确定设置的燃气低热值是偏大或偏小,从而调整设置的燃气低热值与实际的低热值一致,保证机组有正确的空燃比。

### 3.4 爆震传感器及电路故障处理

机组爆震停机后,可以查看机组显示的报警信息,出现某缸爆震传感器电压高于正常值,表明爆震传感器故障或者线路短路。若出现某缸爆震传感器电流低于正常值,表明爆震传感器故障或者线路开路。可用万用表测量导线通断或者相间短路,出现线路短路或开路情况,查看线路有无破损或接头松动情况,及时对破损处及接头进行处理紧固,必要时更换线路。若无线路短路或开路情况,更换爆震传感器。

### 3.5 燃烧室过量积碳处理

机组爆震停机后,可以取下缸头护罩,取出点火变压器及火花塞,用内窥镜对缸内进行检查,若缸头、缸套壁

(上接第 204 页)右(图 2),出口并没有漏块。



图 2

由此,DC401A/B 切换完成。反应器切换过程中,氢气是不可避免过剩的,因此还应有专人监控乙炔精馏塔,及时调节不凝气返回,防止塔压超高联锁,同时监控冷剂液位,防止由于不凝气太多导致冷剂偏流。

乙烯装置设计检修年限为 4 年,所以乙炔加氢反应器每个周期面临 3 次在线切换,因此,优化切换步骤,提高切换质量,是亟待解决的问题,由于反应器催化剂随着时间的推移活性下降,以及每次烧焦活化质量不同,因此每

关单位必须要对该项工作保持重视,并在实践当中进行有效的落实,从而为煤矿生产活动的有效开展提供支持。

### 参考文献:

- [1] 郭忠彬. 分析矿井提升机的检修、常见故障与处理 [J]. 当代化工研究, 2019, 18(9): 8-9.
- [2] 赵家泽. 矿井提升机检修及常见故障分析与处理 [J]. 大科技, 2019(23): 168-169.
- [3] 任文超. 矿井提升机检修及常见故障分析与处理 [J]. 现代制造技术与装备, 2019(04): 160-161.

### 作者简介:

袁辉 (1984-), 男, 山西大同人, 本科, 毕业于中国矿业大学, 机电工程师。

及活塞上积碳较多,可取下缸头,对缸头、缸套壁及活塞上的积碳进行清理。

### 3.6 燃气浓度发生变化处理

通过我厂 DCS 监控系统画面,可以直观地看到燃气浓度,当机组燃气浓度降低时,可以及时修改输入燃气低热值,把实际燃气低热值正确地反馈给电子控制模块,从而达到增加燃气供应流量,提高缸内燃料混合气甲烷含量的目的,避免因燃料混合气含甲烷数降低造成的爆震。

### 4 结束语

综上所述,本文以机组爆震排查为目标,首先介绍我厂机组爆震情况,了解机组爆震原理,指出爆震的危害及造成机组爆震原因,提出了切合我厂实际的爆震处理方法,也为同类型燃气发动机爆震排查提供了思路。

### 参考文献:

- [1] 卡特彼勒. G300 发电机组操作和保养手册 [Z]. 2012.
- [2] 刘磊. 燃气发动机爆震故障处理 [J]. 化工管理, 2015(14): 9-10.
- [3] 鲁龙兴, 陈刚, 马科笃, 刘泽军, 史常贵. L7044GSI 燃气发动机频繁爆震原因分析与排除 [J]. 内燃机, 2013(2): 61-62.

次切换时的催化剂状态不同,不可避免的增加了切换难度,因此需要摸索出一个量化指标,可以对切换前反应器的催化剂定量分析,从而有针对性的制定策略,使反应器不漏块,不飞温,保证反应器在线切换顺利完成。

### 3 结论

反应器切换前,一定要用热甲烷把床层温度升起来,通过这次切换,开始微开手阀时漏块了,说明床层温度还不够高,下次可以尝试提前提至 45-48℃,但是必须提前评估,因为床层温度的升高意味着活性的提高,进料后就有飞温的风险。切换过程中,只要温度可控,各段氢炔比可以适当高一点,防止进料波动时有缓冲余地。通过这次切换可以看出,在最后 35t 物料切入时,床层温度控制在 49℃左右是可行的,对下次切换有借鉴意义。

### 参考文献:

- [1] 杨巧玲, 张海平, 刘恒胜. 氯乙烯聚合反应过程的智能优化控制 [J]. 化工自动化及仪表, 2007(02).
- [2] 王松汉. 中国石化出版社 [M]. 北京: 乙烯装置技术与运行, 2009.