

# 现代煤化工装置大修间隔周期探析

## Modern coal chemical industry

### equipment overhaul interval analysis

姚战强 (陕西神木化学工业有限公司, 陕西 神木 719300)

Yao Zhanqiang (Shaanxi Shenmu Chemical Industry Co., Ltd, Shaanxi Shenmu 719300)

**摘要:** 煤化工近十年来在国内得到了迅猛发展, 形成了以煤制甲醇、煤制烯烃、煤制乙二醇、煤制天然气为代表的现代煤化工产业群, 随着能源价格的大幅滑落, 如何进行产业精细化管理成为了生存的关键, 本文对现代煤化工装置的大修间隔周期的影响因素进行初步探析, 希望在安全稳定高负荷的前提下, 延长大修间隔周期, 提高现代煤化工产业群的经营效益。

**关键词:** 现代煤化工; 大修间隔周期; 工艺媒介物; 设备

**Abstract:** the coal chemical industry in nearly a decade in China got rapid development, has formed by coal methanol synthesis system of coal, coal to olefin, ethylene glycol, coal gas as a representative of the modern coal chemical industry group, as energy prices fell sharply, how to become the key to survival, industry of fine management in this paper, the influence of the modern coal chemical industry equipment overhaul interval factors preliminarily analyzed, hope on the premise of security and stability of high load, extend the overhaul interval period, improve the management efficiency of the modern coal chemical industry group.

**Key words:** modern coal chemical industry; overhaul interval period; process media; equipment

## 1 概述

### 1.1 煤化工起步

上世纪二、三十年代以煤为原料制取液体燃料的技术已经成熟, 德国最早开始研究煤制油技术, 并于 1927 年建立了世界上第一座商业化的煤炭直接液化工厂。

### 1.2 煤化工中期

七十年代的两次石油危机, 令国际油价一飞冲天。主要发达国家又重新重视煤液化, 这一阶段, 先后诞生了德国的 IGOR 工艺, 美国 SRC 法, 美国 H-Coal 法 (现在发展为 HTI), 前苏联低压加氢液化技术, 日本 NEDOL 工艺。这些工艺中, 最大的试验规模为 22 万 t/a。随后由于国际石油价格迅速下跌。由于煤制油的固定资产投资十分巨大, 在低油价的经济环境下, 煤制油不具有商业化价值, 因而煤液化示范厂建设中断。只有南非的 SASOL 公司使用 F-T 工艺建立了三座大型煤液化工厂, 年消耗煤炭约 4500 万 t, 合成成品油约 750 万 t。70 年代随着中国化肥工业的发展在全国各地建成了一批以煤为原料的中型氮肥厂, 在生产化肥的同时还生产多种化工产品, 初步形成了我国煤化工生产基础。

### 1.3 现代煤化工

进入本世纪后, 随着石油价格达到 147 美元的历史高点, 加之我国多煤少油的自然现状, 煤化工再次引起重视, 并在我国掀起新一轮煤化工热潮。煤制油、煤制

甲醇、煤制稀烃、煤制乙二醇、煤制天然气、煤制芳烃等煤化工技术取得重大突破, 一批大型现代煤化工项目建成投产, 在建设和规划当中的煤化工不计其数, 我国煤化工产业已开始由传统煤化工产业向现代煤化工产业转变, 代表了世界煤化工的最新发展方向, 并开始向国外发展现代煤化工。

近年来随着世界经济的全面放缓, 资源价格一落千丈, 原油价格调到了三十几美元, 煤化工的竞争优势不复存在, 加之环保压力日益严重, 大多数的煤化工企业经营艰难, 如何深挖潜力, 度过严冬成为煤化工企业的共识。

现代煤化工装置的大修作为企业年度工作的重用环节, 影响企业的生产安全稳定运行, 装置大修周期的好坏也直接制约着企业的经营效益, 如何确定现代煤化工装置的大修间隔周期及大修期间管理, 成为煤化工企业精细化管理重要指标, 也是深挖效益的重用措施之一。

## 2 定义

### 2.1 煤化工

以煤炭为基本原料, 生产各类化工产品的生产工艺, 与石油化工相对应。

### 2.2 现代煤化工

指以煤制甲醇、煤制油、煤制稀烃、煤制乙二醇、煤制天然气、煤制芳烃为代表的新型煤化工, 与传统煤

焦化、煤制化肥、煤制乙炔相对应。

### 2.3 大修间隔周期

指整个装置全面停车检修到下一次整个装置全面停车检修的间隔时间。

### 3 大修间隔周期存在的问题

目前,煤化工大修间隔周期大多数依然遵循化工管理八大规定,基本上是“一年一大修,每次1~2个月”,一年一大修的理念在装置初期及后期也是可行的,但几十年一贯如此,不顾设备、工艺运行状况势必造成人力、物力、财力的浪费。

## 4 影响大修间隔周期的因素及相应的对策

### 4.1 项目建设

#### 4.1.1 项目工艺技术选择一定要成熟可靠

现代煤化工投资一般都在几十亿,甚至一、二百亿,加之现代煤化工技术是在停滞近百年后大爆发,煤质影响技术路线又比较复杂,突击投资的热情在国内又比较流行,已经出现了多个煤化工项目,试车后问题多多,几乎处于停产半停产状态,相当于停产大修比生产时间都长,决定现代煤化工项目的成败的关键:一是市场,二是装置是否能够安稳长满优运行,所以大型煤化工项目技术路线选择一定要慎重,选择有成熟业绩、经过生产运行考核的技术路线为第一选择要点。

#### 4.1.2 项目设备制造质量

大修间隔周期的主要决定因素就是设备运行状况,所以在项目设备设计、采购、制造几个环节,一定要把设备质量放在首位,加强关键设备制造的监造工作,确保设备能够在全寿命周期内安全稳定高效运行,为合理安排大修间隔周期打下良好基础,国内某大型煤化工企业十八台气化炉短短运行一段时间后,全面进行返修就是设计选材不当的很好实例。

### 4.2 装置工艺技术对大修间隔周期的影响及措施

#### 4.2.1 工艺媒介物对大修间隔周期的影响及措施

煤化工工艺流程长,反应过程复杂,主要的步骤都有媒介物参与,媒介物的日常管理维护及定期更换都是煤化工装置的主要工作之一,一般主要媒介物的更换周期要尽可能的与大修间隔周期一致,典型的煤化工媒介物。

工艺媒介物(催化剂)是一种改变反应速率但不改变反应总标准吉布斯自由能的物质。它对工艺过程的温度、压力、污染物含量等等条件要求苛刻,稍不注意就有可能活性下降或彻底失活,正常使用也会缓慢地失去活性,失活的原因是复杂的。可以归纳为以下一些种类:

永久性失活。催化剂活性组分受某些外来成分的作用(中毒)而失去活性,往往是永久性失活。这些外来成分多是与催化剂的活性组分发生化学反应或离子交换而导致活性成分发生变化。如酸性催化剂被碱中和,贵金属催化剂被硫化物或氮化物中毒等。催化剂中毒的失活往往表现为活性迅速下降。活性组分在使用过程中被磨损或升华造成丢失也导致永久性失活,这类失活往往

难以简单地恢复。

活性组分被覆盖而逐渐失活,是非永久性失活。如反应过程产生的积碳,覆盖了活性组分或堵塞了催化剂的孔道,使反应物无法与活性组分接触。这些覆盖物通过一定的方法可以除去,如被积碳而失活可以通过烧炭再生而复活。

错误的操作导致催化剂失活,如过高的反应温度,压力剧烈的波动导致催化剂床层的混乱或粉碎等,这类失活是无法恢复的。

通过数据可知,一般煤化工媒介物的使用周期在三年左右,可以与装置大修周期间隔时间一致,如何由于工艺操作或控制不当,导致活性快速下降或彻底失活,必须装置大停产进行检修更换。

#### 4.2.2 工艺运行参数对动静安全设备的影响

煤化工工艺运行兼顾有:高温、高压、有毒、腐蚀、结垢等等复杂的运行条件,任一工艺参数的日常运行控制不到位,都有可能引起蝴蝶效应,导致装置运行受阻,甚至减产停产故障。

化工装置设备选型都不是最优选型,应该是经济最优的选择结果,例如设备的耐腐蚀选型就不能选择最好的材质,而是选择最实用、最经济的材质,即能够满足安全选择,也能够达到经济运行最优的结果。

煤化工工艺运行参数主要有物理参数:原料的质量、反应的时间、各个介质的浓度、运行的压力、液位等等;化学参数主要有:化工反应过程的平衡、收率、催化剂的反应活性等等。对待工艺运行参数一定要严格执行工艺卡片纪律,对待每一个运行参数的变换都要有风险评估,由于许多工艺参数的变动影响当下不明显,但长时间运行危害大,例如对循环水质的控制不佳,运行中最多反应到运行温度稍有偏差,多套装置由于循环水质控制不好,导致换热设备大面积腐蚀泄漏的事故,造成了经济损失,也导致装置大修间隔周期的提前。

### 4.3 设备

#### 4.3.1 静设备

静设备首先是设备制造质量,只要设备制造质量可靠,试车运行正常,主要就靠日常巡检及TSGR0004-2009《固定式压力容器安全技术监察规程》的定期检验,容规定期检验规定如下:

压力容器的定期检验是指在压力容器停机时进行的检验和安全状况等级评定。压力容器一般应当于投用后3年内进行首次定期检验。下次的检验周期,由检验机构根据压力容器的安全状况等级,按照以下要求确定:

- ①安全状况等级为1、2级的,一般每6年一次;
- ②安全状况等级为3级的,一般3~6年一次;
- ③安全状况等级为4级的,应当监控使用,其检验周期由检验机构确定,累计监控使用时间不得超过3年;
- ④安全状况等级为5级的,应当对缺陷进行处理,否则不得继续使用;
- ⑤压力容器安全状况等级的评定按照《压力容器定期检验规则》进行。符合其规定条件的,可以适当缩短或者

者延长检验周期；⑥应用基于风险的检验（RBI）技术的压力容器，按照本规程 7.8.3 的要求确定检验周期。

从以上的容规上看大多 3~6 年为一个检验周期。

现代煤化工工艺复杂，存在多种腐蚀的风险，换热设备在 9~12 年有较大泄漏风险存在，所以在此年限内要加强运行设备的巡检，同时在大检修周期内应做好设备的检查评估，加强对设备故障的风险评估，即要消除能过且过的消极检修维护思想，也要杜绝无限追求高精新的设备更新思维，这就要求做到以下几点：①日常运行的巡检；②工艺技术数据的整理分析；③设备缺陷运行隐患风险的评估；④确定合理经济的检修方案。

#### 4.3.2 动设备

动设备的运行是化工装置的核心指标，大至大型压缩机小至关键的机泵等。每一个运转设备都可能导致装置临时停车或长时间停车风险。如何做好动设备的管理是决定大检修间隔周期最重要的因素之一，特别是大型运转设备及动设备的备机一定要做到合理检修，在大检修周期内要做到“应修必修，修必修好”。动设备影响因素及措施如下：

##### 4.3.2.1 初次试车及开停车过程的影响因素

运转设备的关键就是初次试车及每次开停车，都经过设备的启动、运转、加速、过临界直至平稳运行的过程，一定要遵守设备用户手册的要求，一个小的失误就可能导致设备的大问题，并可能为后续运行埋下隐患，在开停车期间一定要遵守“慢、稳、优、安”的原则，国内多套煤化工装置都发生过大型运转设备事故案例，小型运转设备事件几乎每个企业都有过往的经验。

##### 4.3.2.2 运转设备的保养维护工作

运转设备的日常保养工作的好坏，对设备的运行状态有很重要的影响，煤化工装置大型运转设备多，对油质要求很高，油质的问题可导致设备运行波动，甚至停车的风险。近年来虽然引进了在线滤油的设备，解决了运行油质的根本问题，但做好日常运行保养还是设备管理的主要工作之一。

##### 4.3.2.3 运转设备的辅助设施的管理

大型运转设备相当复杂，配套的电仪越来越精密，这就要求外围电仪系统要稳定，电仪配套油泵等辅助设备要加强管理巡检，对辅助设施存在的隐患应及时的清除，做到大隐患不过天，小隐患当班处理，做好大型机组安全运行的保障工作。

##### 4.3.2.4 做好大型设备数据整理分析工作

随着信息技术的发展，运用最新的科技技术，详细地记录运转设备的数据，采集设备的原始数据，利用这些数据资料，定期进行分析，判断设备状态，从中分析出设备运行的问题，通过持续的分析判断，确保设备的大修周期及检修内容。

##### 4.3.2.5 引入设备状态监测系统

设备状态监测（Maintenance Condition Monitoring）和故障诊断技术最早起源于美国六十年代，近年来随着计

算机技术的快速发展，越来越运用成熟，现代煤化工装置都应引入到大型运转设备的日常管理中，设备状态监测是设备诊断技术的具体实施，是一种掌握设备动态标志的检查技术，它通过收集运转设备运行参数：电量、水压、温度、油、振动、位移、工艺介质等参数数据，利用非破坏检查技术、振动理论、应力检测、腐蚀监测、温度监测、光谱分析及其他物理检测技术，进行的分析判断，掌握设备的异常变化或劣化的动态趋势，判断设备的状态及损伤部位及原因，从而科学的决定大检修周期及检测内容。

#### 4.4 设备安全附件的定期检验

按照设备安全管理的要求，设备安全附件（安全阀、防爆膜等）要定期校验检查，特别是安全阀要求每年校验，而装置不停车安全附件部得拆除，也是影响装置大检修间隔周期延长的一个因素，随着在线检测技术的普及，完全可以解决这个问题。

### 5 结论及建议

#### 5.1 结论

①具体的大修间隔周期主要以媒介物更换时间及大型运转设备的检修为主要确定参数；②煤化工装置在试车及装置运行后期障碍较多，应一年一修，在第 3 年至第 15 年宜每三年进行一次装置大修（每年短停消缺一周即可）；③由于煤化工装置的复杂性，各企业装置的具体情况不尽相同，如何确定各自企业的大检修周期间隔，还需统筹考虑，保持装置“长、满、稳、安、优”运行，才是装置经济运行的最佳途径。

#### 5.2 建议

①煤化工装置的试车、日常运行的开停车，一定要坚守“慢、缓、稳、安、优”的原则；②煤化工装置的日常运行管理才是正道，日常运行的工艺、技术、设备、机电仪等等专业的日常管理提高也是延长大检修周期的关键；③对关键设备的管理要依托新的检测管理系统，要树立数据分析与经验判断相结合的管理理念。

#### 参考文献：

- [1] 吴秀章. 煤制低碳烯烃工艺与工程 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2014.
- [2] 孙立, 蔺爱国, 胡安定. 石油化工装置长周期运行指南 [M]. 北京: 中国石化出版社, 2003
- [3] 高金吉. 石油化工企业维修决策的探讨 [J]. 石油化工设备技术, 1987(6):36-40.
- [4] TSGR0004-2009. 固定式压力容器安全技术监察规程 [S]. 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 2009.
- [5] 雷朝红. 现代煤化工装置大修间隔周期探析 [J]. 化工管理, 2016(29):4-7.
- [6] 赵小转, 张军, 王海骞. 现代煤化工装置大修间隔周期影响因素探析 [J]. 中氮肥, 2017(2):4.

#### 作者简介：

姚战强（1975-），男，汉族，陕西渭南人，本科，中级职称，研究方向：设备管理与维修。