

# 浅析KBR裂解炉的市场前景

梁海军

延长石油延安能化 陕西延安 727500

**摘要:**我国乙烯工业从20世纪60年代起步,经过60多年的发展,乙烯生产的技术已经是一个衡量石油化工发展水平的重要标志。这其中乙烯的主要工艺裂解炉技术也在这个过程中得到了飞速的发展,而几大裂解炉专利商,比如林德,sw, KBR, KTI, lummus, 国内的主要专利商有SEI和惠生公司,也在满足需要的基础上一直进行裂解炉的更新换代,今天我们这篇论文就是分析下这些年裂解炉技术的进步<sup>[1]</sup>。

**关键词:** KBR 裂解炉; 市场前景分析

## 引言:

裂解炉从60年代的起步,到今天炉型的巨型化,加工能力的翻倍,让乙烯的生产能力也实现了翻倍,中国也成为了世界第二大乙烯生产国。但这些高产能的背后,如何让裂解炉的技术发展处于一个平衡中成了首要问题,那就是高转化率、高收率如何与运行周期、维修成本形成一个最优配比。大家都知道裂解反应是高温吸热反应,各种原料通过吸收大量的热量来进行脱氢、断键,形成小分子的产物,但在这个过程中,会伴随的各种副反应和过度反应,就会形成大分子芳烃聚合物,就是所谓的焦,焦的存在会影响原料的吸热,以及炉管的受热不均而产生变形等各种危害,大大限制了运行周期,因此如何限制、延缓结焦成了裂解炉技术向前发展的一个桎梏。

近年, KBR公司主打的毫秒炉拥有所有炉型中最高的转化率,但该炉型的市场普及率和占有率却不尽如人意,因为过高的结焦频率,频繁的清焦周期,大大降低了该炉型的经济效益,间接的也增加了运行的安全隐患。KBR裂解炉在国内的主要用户主要是大庆石化和兰州石化,还有延长石油的延安能化,相对于其他专利商,普及率和使用率都偏低,主要是因为KBR的炉型采用毫秒蒸汽裂解,炉管类型采用独有的内梅花形状的炉管,与主流炉型的光管炉管有较大区别,该种内梅花型炉管通过内部褶皱的增多,间接的增加了原料吸热的接触面积,因此这种褶皱管型拥有较高的收率。但仅仅只有30天左右的运行周期,使得该炉型的实用性也大打折扣<sup>[2]</sup>。

所以,最近20年裂解炉的技术发展方向优先以如何

**作者简介:** 梁海军(1986-)山西吕梁人,大学本科,助理工程师,研究方向为电气工程自动化。

使运行更稳,运行时间更长为主导思路,在保证长周期运行的基础上,才进行如何拥有更高转化率的研究。近10年,中国的乙烯工业得到了大力发展,各个地方的工业园区都有着大型的乙烯工艺落地建设,从这些装置中我们可以看到裂解炉的大型化,越来越多的大型裂解炉落地,其中液体炉的原料产能达到了20万吨/每年,气相炉产能达到35万吨/年的比比皆是,在新建裂解炉群中我们也看到了更多新工艺的改进,比如:

1.裂解炉性能改进,提高运行周期、热效率等工艺性能。

2.改善辐射炉管机械设计,以避免炉管弯曲、延长炉管使用寿命。

3.结焦抑制技术工业化进程加快,在原料或蒸汽中加入抗结焦添加剂。

4.新型炉管材料或采用炉管涂层技术对炉管壁进行临时或永久性的对炉管壁进行的涂覆:改进裂解炉管表面化学结构可有效抑制催化焦和高温热解焦的生成;防止或减缓结焦母体到达炉管表面。

5.增加强化传热单元和特殊结构炉管等:降低表面温度使结焦反应速度,降低从而延长运行周期。

6.应用先进的计算机数学模型控制及优化系统,采用先进的DCS控制系统,对装置的生产过程实施超前控制和最优控制等。

7.基于工艺模型的先进及优化控制系统,例如SPYRO模型、模糊控制理论(神经元)等。

8.低NO<sub>x</sub>烧嘴目前烧甲烷-氢时,氢时NO<sub>x</sub>最低达到约20mg/Nmmg/Nm<sup>3</sup>。

9.新型高效急冷锅炉线性急冷锅炉被普遍采用、传统锅炉则向大管径,低管数和长换热管方向发展<sup>[3]</sup>。

通过上面的描述内容,我们可以看出新型裂解炉的

研究方向,具体到KBR公司的SC-1型裂解炉在拥有众多好处的同时,也存在它自身的一些不足,正是这些不足导致该种炉型的市场占有率一直不高,下面我们具体分析下的优劣:

如下具体讨论下KBR单管炉的优劣:

### 一、裂解炉的构造

轻油加工裂解炉采用美国KBR公司的高温蒸汽裂解技术,炉型选用为KBR公司的SC-1毫秒炉型,该炉采用单程炉管,内翅片式波纹管,具有停留时间短,乙烯收率高,裂解原料可在最优状态下裂解的特点,设计在线率高达98%。SC-1毫秒炉有两大组辐射炉管,单排排列。设计烧焦时间为24-36小时,设计运行周期为30-35天<sup>[4]</sup>。

### 二、裂解炉的横向比较(参考榆能化DCC的SW公司的裂解炉)

两种炉型的设计理念和应用侧重点不同,榆能化选用的sw公司的炉型为U型或M型管设计,本身就具有运行周期长等优点,同时烟道挡板和风门采用变频电机调节,将影响炉子运行周期的不利影响因素都降到最低。以下是具体区别:

KBR裂解炉的炉管构型有SC-1(单程)、SC-2(两程)和SC-4(四程)三种。

当前,KBR大多推荐使用SC-1型裂解炉,有高的选择性和乙烯收率。

SC-1型裂解炉具有下列特点:

采用单程的辐射炉管,简单耐用;炉管短,停留时间更短,大约为0.05-0.1s,乙烯收率高;

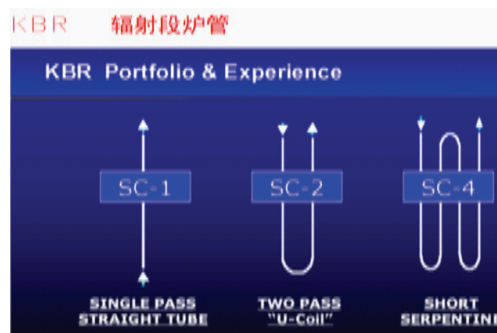
可以分区裂解不同原料:炉膛内有多组炉管,可以每组炉管裂解一种原料;

可以在线清焦,延长运转在线率;可以有的组炉管进行裂解,有的组炉管进行烧焦;

该裂解炉可以裂解乙烷-VGO等各种原料,不必单独设置循环乙烷裂解炉。

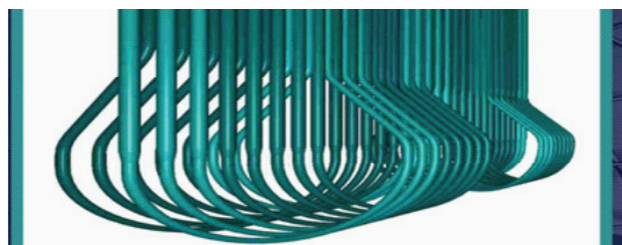


KBR公司独有的炉管设计



KBR的炉管布局

S&W公司的USC(超选择性)裂解炉,以其高裂解深度,短停留时间和低烃分压见长;其烯烃选择性高、收率高、热效率高。S&W公司辐射炉管热分布均匀,运转周期长、寿命长。辐射炉管有M型(气体原料)、W型、U型三种。W型炉管,采用截面积逐程增加的变径炉管。前两根为小直径其比表面积大,原料升温快、转化率增长快,后两根为了避免过大的压力降和结焦,采用大直径炉管。U型炉管结构更加简单,在炉管第一程采用小直径管,而第二程采用大直径管,这样缩短了停留时间、降低了烃分压、提高了乙烯收率。DCC选用的M型炉管为专门的乙烷炉设计,原料分布较为单一。



sw公司的炉管

通过上述两种炉型的比较,可以看出KBR的SC-1炉子侧重于高收率,更高的反应温度,更短的停留时间设计来保证收率,从而牺牲了运行周期。而且KBR炉子的进料选择性更宽一些。

SW公司的M型炉管炉子,该型炉子炉管选型,相对SC-1炉子反应温度和停留时间都相对较低,对炉管的负荷相对来小,也保证了运行周期的延长,DCC裂解炉乙烷进料量的平稳也保证了运行周期。DCC裂解炉实际运行时间为90天。

同时KBR的SC-1型裂解炉在延安能源化工装置实际使用的过程,我们通过添加一种结焦抑制剂,通过4个月的运行时间横向比较,发现炉子的运行周期有了明显的延长,最长一次已经达到了SC-1型裂解炉的设计运行周期。在试剂期间,发现使用结焦抑制剂的炉管虽然也有结焦现象,但结的焦质地松软,只要及时进行空气

烧焦，都可以正常的烧通。在不使用的情况下SC-1型炉子到了炉管承受的末期，因为过高的反应温度更容易结焦，而且生成的胶粒质地坚硬，特别容易形成落焦堵塞炉管。在后期的烧焦过程中，一般也基本上烧不开，而且特别容易造成炉管熔断等设备事故。因此，KBR公司的SC-1型炉子不使用常规的二甲基二硫醚，改用含有添加高性能有机硫化物，从实际效果来看是要强于普通二甲基二硫醚的。

#### 结束语

由此可以看出，高温单管炉虽然拥有较高的转化率，但较短的运行周期意味着更高的能耗和环保压力，在现今政策的大背景下，单管高温裂解炉的缺点会被无限放大，目前看来，这可能就是该型炉子普及率较低的原因。但高转化率的高温炉，存在就有它的理由，我们通过不

断的研究问题，解决问题，当该类型的高温炉的周期有了明显的延长之后，我认为它的市场前景还是很值的我们期待的。

#### 参考文献：

- [1]余德江，张磊，王金柱，邹玉军，杨健. 乙烯装置SRT-IV型裂解炉的节能提标技术改造[J]. 乙烯工业，2019，31（02）：47-51+6.
- [2]彭志平，乙烯裂解炉炉管智能监测关键技术及应用. 广东省，广东石油化工学院，2019-06-10.
- [3]阮宗琳，王宽岭，李勇，齐慧敏. 乙烯裂解炉烟气SCR脱硝工艺研究与应用[J]. 安全、健康和环境，2018，18（10）：46-50.
- [4]张凡. 乙烯裂解炉内燃烧、流动、传热及裂解反应特性数值模拟研究[D]. 中国石油大学（北京），2017.