

# 美国恩普索尾气催化还原技术的应用

## ——华阳迪尔公司硝酸装置实施尾气处理技术改造

邱 刚

山东华阳迪尔化工有限公司

### 一、技术应用背景

我公司现在 400t/d 硝酸装置是 2005 年 7 月建成投产的,最大生产能力为 440t/d,稀硝酸设计浓度 60%。尾气最大流量 60000m<sup>3</sup>/h,压力不超过 1.05Mpa,温度为 390~400℃,正常情况下尾气中 NO<sub>x</sub> 含量低于 200ppm,夏季不高于 300ppm。为达到国家新的尾气排放标准,并进一步提高硝酸浓度,降低生产成本,决定新上氨催化还原装置。经过对国内外氨还原催化剂的比较,最终我公司选择了美国 EnProSol Inc(恩普索)公司生产的脱硝催化剂。

### 二、催化剂的选择

根据国内外相关信息,目前国内稀硝酸装置尾气催化还原使用的催化剂,有大连凯特利催化工程有限公司、兰州中科凯迪化工新技术有限公司和荷兰壳牌石油公司 CRI 环境保护事业部三家的产品。国外美国 EnProSol 公司的脱硝催化剂,在北美脱硝市场的占有率高达 75%左右,但目前国内还没有硝酸装置使用,该催化剂的各项指标如下:

反应温度:330~400℃

压降:≤0.8kpa

NO<sub>x</sub> 转化率:>95%

使用寿命:5~13 年

结构型式:整体模块

催化剂费用:约 90 万元

催化还原反应器规格:φ1400, 材质 SS:304L,总质量 3860kg,价格 30 万元。

该技改项目总投资约 170 万元。

经过与国内目前在用的氨催化还原催化剂的各项参数及投资、使用年限等方面的比较,我们经过反复讨论后,认为美国恩普索催化剂的性价比更高,该催化剂结构是蜂窝状整体挤压成型,与传统的颗粒状催化剂相比较具有以下优

点:

(1)比表面积大,系统阻力小。不仅有利于提高尾透的效率,而且能减小气流冲刷摩擦对催化剂使用寿命的影响。

(2)单位气量实际氨耗低,可有效降低运行成本,并且氨系统设计规模较小,可降低投资费用。

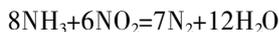
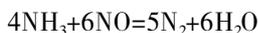
(3)具有自身修活动化功能。蜂窝状模块由均质催化剂构成,当因气体和颗粒物对催化剂表面的不断摩擦冲刷,使表层催化剂失活并剥落随气体排出后,模块表面将不断露出新的催化剂组分,使其长期保持活性。

(4)保证使用寿命较长,供方保证使用期 5 年,根据在国外多套装置的使用情况看,实际使用寿命可长达 10~13 年。

(5)采用整体模块化设计,并采用圆形反应器,反应器体积小节约安装空间、安装方便,因此初期设备及安装投资较少。

### 三、具体方案流程(附工艺流程简图)

在尾气透平之前增加一台氨催化还原反应器,利用氨与尾气中的氧化氮气体反应生成氮气和水,可使尾气中的氧化氮含量降至 50PPm 以下。反应方程式如下:

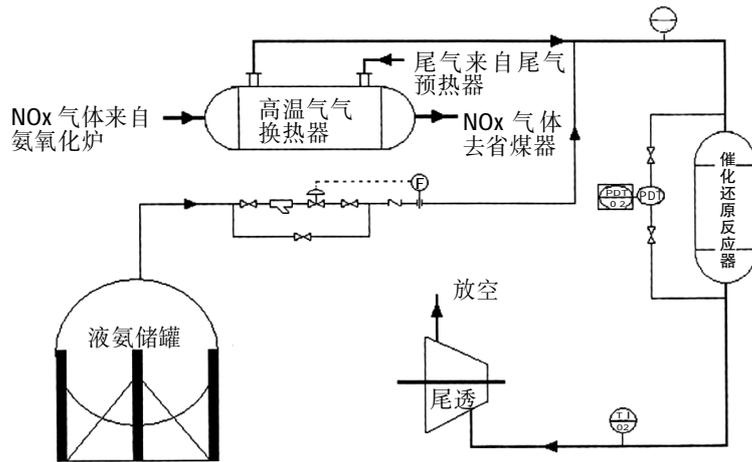


我公司硝酸装置正常运行期间,液氨球罐的压力维持在 1.0~1.05MPa,而稀硝装置尾气系统压力一般约 0.9~0.96MPa。因此可以直接采用液氨球罐的气相给反应器供给气氨,这一点与国内其它硝酸尾气处理装置有所不同,其它装置均采用独立的加压罐供氨。采用直接供氨不仅有利于压力和流量控制,而且可以降低投资。

### 四、改造后的运行记录及分析

尾气催化还原装置于 2014 年 3 月投入运





尾气催化还原工艺简图

行,运行数据见表 1。

表 1 尾气催化还原装置运行数据

日期	时间	反应器入口温度℃	反应器出口温度℃	温差℃	气氨流量 kg/h	反应器入口 NOx 含量 ppm	反应器出口 NOx 含量 ppm
3.17	5:00	390	392.1	2.1	7.51	245	49
	21:00	389	391.2	2.2	7.93	257	54
3.18	5:00	391	395.5	4.5	6.27	246	55
	21:00	391	395.3	4.3	7.78	252	46
3.19	5:00	394	397.4	3.4	7.47	260	46
	21:00	392	394.7	2.7	6.28	257	45
3.20	5:00	394	397.2	3.2	7.12	249	45
	21:00	393	395.3	2.3	7.42	252	50
3.21	5:00	393	396.3	3.3	7.06	245	53
	21:00	391	393.7	2.7	6.75	269	47
3.22	5:00	392	394.9	2.9	5.83	246	31
	21:00	392	393.8	1.8	7.76	249	42
3.23	5:00	391	393.4	2.4	6.45	252	64
	21:00	391	392.2	1.2	6.77	249	57
3.24	5:00	391	393.9	2.9	9.09	242	39
	21:00	390	392.2	2.2	8.42	246	48
3.25	5:00	392	393.8	1.8	7.29	272	47
	21:00	390	392.7	2.7	10.23	257	41
3.26	5:00	392	393.6	1.6	6.97	254	43
	21:00	391	392.8	1.8	7.3	256	45
3.27	5:00	391	393.1	2.1	6.85	252	50
	21:00	389	391.6	2.6	7.84	258	47
平均		391.4	393.9	2.6	7.4	253	47.5

对以上运行数据分析可见:尾气催化还原装置投用后尾气处理效果非常显著,平均投氨量 7.4kg/h、吨酸单耗约为 0.44kg/t,反应温升 2.6℃,出反应器尾气中的 NOx 平均含量低于 50ppm。

综合以上各项数据,我们认为,国内的催化剂造价相对较低,但是使用寿命相对较短,比荷兰壳牌、美国 EnProSol 的催化剂使用寿命有较大

的差距。Enprosol 催化剂为均质蜂窝状,采用整体模块设计,模块化设计使安装维修方便,节约更换催化剂的时间,安装质量容易得到保障;而 Enprosol 催化还原装置压力降较小,可以最大限度地满足尾气透平的做功要求,节约能耗,进一步降低生产成本,相比目前国内装置能达到更高的尾气排放要求。

