

林达 JW 型甲醇合成塔在天野的运行简介

韩秋¹ 王瑞林¹ 李峻¹ 姚泽龙²

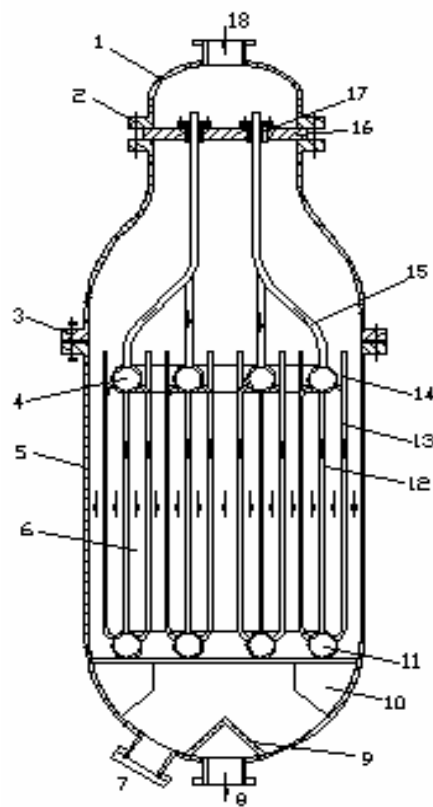
(1 中海石油天野化工公司, 内蒙呼和浩特, 010070)

(2 杭州林达化工技术工程有限公司, 浙江杭州, 310012)

近年来, 国内外甲醇合成工艺的发展特点是大量使用了新型结构内件的合成塔, 首先是强化了甲醇合成塔的生产, 其次强化了甲醇合成塔的操作弹性, 使合成塔能够稳定持久地运行, 是提高甲醇合成生产能力的核心问题之一。甲醇合成塔工艺参数的选择及其结构设计是否合理, 直接影响到了整个甲醇装置生产能力的大小和技术经济指标的好坏。目前国内许多公司、院校相继研究和开发了新型甲醇合成塔技术, 一批拥有自主知识产权的甲醇合成技术迅速在国内外开花结果, 充分体现了国内甲醇技术的进步和工业化发展的速度。下面就对中海石油天野化工甲醇装置使用——杭州林达公司设计生产的 JW 型甲醇合成塔进行重点的介绍与说明。

1 中海石油天野甲醇装置概述

中海石油天野化工股份有限公司油改气联产 20 万吨甲醇项目, 是由五环科技总承包设计, 中化二建公司施工的一套以天然气为原料的甲醇装置, 转化工序采用一段炉蒸汽转化工艺; 压缩采用德国阿特拉斯生产的多轴离心式压缩机; CO₂ 回收工序采用南化院的 MEA 溶液回收技术; 精馏工序采用天津大学的三塔工艺流程; 氢回收工序采用普里森膜渗透技术; 尤其在甲醇合成塔的选择上, 最终选定了杭州林达公司这一具有国内自主知识产权、且性价比高的均温型低压甲醇合成工艺技术。天野化工甲醇装置于 2005 年 12 月 11 日一次投料成功并产出了合格的产品。杭州林达公司生产制造的 JW 合成塔截止到 2008 年 5 月底, 在天野化工甲醇装置已经稳定运行了 30 个月。



JW 甲醇合成塔简图

2 JW 合成塔的结构

JW 甲醇合成塔塔结构简图如下，入塔气由气体进口 18 进入合成塔，通过引气管 17 使气体均匀分配到各环管 4，此结构可保证塔内气体径向均匀分布。然后气体进入下行冷管 12 与触媒层反应气体并流换热升温，再进入上行冷管 13 进一步与触媒层反应气体逆流换热升温，气体温度达到催化剂活性温度后进入触媒层 6 进行甲醇反应，反应后气体由 8 出甲醇合成塔。

中海石油天野化工甲醇装置 JW3000 均温型甲醇合成塔，总高约 13600m，塔径 3000mm，触媒装填高度 7860mm。塔内部设有 4 组温度热偶测点，每组 7 个测点，共计有 28 个热偶测点，能够在日常生产过程中很好的监测触媒床层温度变化，对甲醇合成反应情况的掌握更加全面细致。

3 JW 甲醇合成塔的触媒装填及使用情况

3.1 JW 合成塔触媒装填情况

3.1.1 天野化工甲醇装置的 JW 合成塔，在合成塔底部均匀铺放约 200mm 厚的氧化铝小球，直径在 $\phi 15\sim\phi 20\text{mm}$ 作为支撑架，合成塔内部装填的触媒为四川天一科技股份有限公司生产的合成催化剂，触媒装填总重量为 74.05t。

3.1.2 装填合成触媒性能表

表 1 装填合成触媒性能表

型号	生产厂家	堆密度	外形尺寸	颜色	装填时间	已使用时间
XNC-98	四川天一科技	1.35~1.45Kg/l	$\phi 5\times 5$	黑	2005.11.20	30 个月

3.2 JW 合成塔触媒使用情况

3.2.1 从 2005 年 12 月 1 日 17:00 至 12 月 6 日 7:00，经过 110 小时的触媒升温还原，总计出水重量 14.376 t，占催化剂总量的 19.41%，非常符合并接近物理水和化学水的出水量理论值。

3.2.2 于 2005 年 12 月 7 日 17:00 向 JW 合成塔导气，开始了三个月的低负荷运行，JW 合成塔在运行中的进、出口温度与设计基本相符，触媒床层各点温度比较均匀，完全符合轴向温差 $<10^{\circ}\text{C}$ ，径向温差 $<3^{\circ}\text{C}$ 。触媒热点温度及出口温度都低于 235°C ，JW 合成塔低负荷运行工况非常稳定。

3.3.3 JW 型合成塔的性能考核

在 2006 年在 9 月 14 日 16:30 至 9 月 16 日 16:30 进行了为期 48 小时的性能考核，装置负荷达

到了 19500Nm³/h (102%)。

3.3.3.1 JW 型合成塔在 102%负荷下运行的相关数据表

表 2 102%负荷 JW 下合成塔触媒床层温度分布表 (2006 年-9-15)

触 媒 床 层 温 度 (°C)			
外环	内环	内环	外环
251.9	250.1	256.6	256.3
250.3	247.7	252.5	251.9
249.8	249.0	258.5	260.8
253.4	247.2	254.9	252.8
252.8	258.8	256.6	260.9
252.3	259.9	255.3	259.2
251.2	256.9	255.4	261.4

表 3 102%负荷下 JW 合成塔运行数据 (2006 年-9-15)

合成塔温度 (°C)		合成塔压力及压差 (MPa)			合成环路压力 (MPa)			废锅 0.98Mpa 蒸汽 (T/h)	水冷器出口 (°C)
入口	出口	入口	压差	出口	入口	废锅出	分离出	18.61	38.9
151.2	254.8	6.856	0.2436	6.752	6.922	6.691	6.520		

表 4 102%负荷下 JW 合成塔中化分析数据表 (2006 年-9-15)

	H ₂	CO ₂	N ₂	CO	CH ₄	氢碳比
设计转化气	66.1	12.4		17.3	3.9	1.81
实际转化气	66.81	14.62	1.5	12.21	4.8	1.95
实际塔入口	62.04	11.97	1.63	4.64	19.09	3.01
实际塔出口	61.78	9.92	1.77	2.99	23.55	

备注：102%负荷下粗甲醇平均产量 1790.4m³/h；精甲醇 48 小时产量 1327.56T

3.3.3.2 JW 型合成塔性能考核结果

1) 从 102%负荷 JW 型合成塔触媒床层温度分布表来看，合成塔轴向温差<10°C，径向温差<10°C，床层温度分布相对比较均匀。

2) 甲醇合成环路设计操作压力为 7.8MPa, 实际操作压力为 6.92MPa , 为设计操作压力的 88.7%。

3) 经过计算 48 小时精甲醇产量 1327.56 吨, 102%负荷平均日产量 663.78 吨, 没有达到 100%负荷设计能力 666.7 吨, 因下猪尾管管台设计缺陷使转化管出口温度控制较低在 800℃左右, 比设计温度 855℃低将近 55℃, 使转化气中 CO 含量只有 12.21%比 CO 设计值 17.3%低近 5%所致。

4 JW 型合成塔在天野甲醇装置的运行情况

4.1 从 2005 年 12 月投产以来, 天野化工甲醇装置停车累积次数已达到了 57 次, 且因联合压缩机循环段入口设定在 2 秒内快速关闭的两电动阀 XV01303/XV01304, 在紧急停车状态下共计出现了 9 次不能正常关闭, 即 JW3000 型合成塔在 10 分钟内由 6.5MPa 突降至 1.8Mpa 左右, 这样的卸压速率对合成触媒冲击相当严重, 但是从目前天野甲醇装置负荷维持在 19000Nm³/h 运行时, 合成塔的进、出口压差一直小于设计值 0.25MPa。充分说明 JW 型合成塔触媒床层阻力小, 气体分布比较均匀。

4.2 由于 JW 型合成塔内部分布了触媒床层的 28 个热偶测点, 工艺人员操作起来比较直观可靠, 通过对触媒床层温度细微变化, 给中控操作人员对合成塔工况好坏提前做出预判, 也给及时调整带来诸多方便, 只要通过入口冷激线调节阀, 控制合成塔入口温度稳定就可以。其次 JW 型合成塔适应气质范围宽, 合成塔入口气氢碳比设计值是 2.68, 而合成塔入口气氢碳比实际操作值却在 2.5~7.5 之间, 操作范围很宽。以上说明 JW 型合成塔操作方便, 调节灵活, 对气质要求比较低。

4.3 JW 型合成塔的结构比较简单, 且由于合成气冷热介质基本上不存在压差, 即使发生了部分泄漏, 仍可以维持正常的生产。而鲁奇合成塔由于管壳侧压差比较大, 一旦发生泄漏根本无法维持正常生产。另外由于 JW 型合成塔结构简单, 相比较鲁奇塔合成触媒的装填和卸出都比较方便。

4.4 附表

4.4.1 JW 型合成塔在 18000Nm³/h (94.2%) 负荷下数据

表 5 JW 合成塔 94.2%负荷下运行数据 (2007 年-5-7)

合成塔温度 (℃)		合成塔压力及压差 (MPa)			合成环路压力 (MPa)			废锅 0.98Mpa 蒸汽 (T/h)	水冷器出口 (℃)
入口	出口	入口	压差	出口	入口	废锅出	分离出	17.13	38.3
158.2	261.8	6.443	0.2174	6.262	6.492	6.258	6.249		

4.4.2 JW 型合成塔在 19000Nm³/h (99.4%) 负荷下数据

表 6 JW 合成塔 99.4%负荷下运行数据 (2008 年-5-16)

合成塔温度 (°C)		合成塔压力及压差 (MPa)			合成环路压力 (MPa)			废锅 0.98Mpa 蒸汽 (T/h)	水冷器出口 (°C)
入口	出口	入口	压差	出口	入口	废锅出	分离出	17.58	38.6
171.4	266.8	7.195	0.2317	6.963	7.241	6.962	6.889		

4.4.3 实际运行天数、平均负荷与年产量对比表

表 7 实际运行天数、平均负荷与年产量对比表

	2006 年	2007 年	2008 年 (前 5 个月)
运行天数	302.36	341.76	141.13
平均负荷	60.2%	82.2%	79.7%
产量 (吨)	121503	187341	74996

5 对 JW 型合成塔整体评价与期望

5.1 中海石油天野化工甲醇装置 JW 型合成塔和触媒在其入口气质和合成环路压力没有达到设计值的前提下, 在触媒已经使用 30 个月的末期, 目前维持在 19000Nm³/h 负荷下日产量仍可达到 625 吨, 随着天野化工甲醇装置 2008 年大检修后转化管下猪尾管管台瓶颈问题的彻底解决, 转化管出口温度的逐渐提升并接近设计值 855°C, 随着转化气中 CO 含量不断提高, 产品精甲醇产量超过设计值 666.7 吨只是时间的问题。

5.2 由杭州林达公司设计生产的 JW 型合成塔触媒装填量较大, 空速也相应增大, 单塔生产能力相应提高, 天野甲醇装置截至现在已经累计生产 38.2 万吨精甲醇, JW 型合成塔已经稳定运行 30 个月了, 首先可以肯定地说 20 万吨林达合成塔的各项性能已经超过了其设计能力, 另比较使用其他类型合成塔的厂家合成触媒使用情况良好。可以设想随着大连大化 30 万吨甲醇装置林达设计的 JW 型合成塔 (直径为 φ3200) 的投入运行, 经过进一步自我完善的林达合成塔国产化 60 万吨甲醇装置也是指日可待。且杭州林达设计制造的大型 JW 合成塔的推广对提高甲醇合成技术的装备能力是具有非常现实的意义。