

# 林达立式水冷甲醇合成塔及合成工艺在我公司的成功应用

吴爱国 刘尚武 甄耀东 安利俊 张利生 张志刚  
(内蒙古苏里格天然气化工有限公司, 鄂尔多斯市, 017314)

**【摘要】**本文介绍了林达公司生产的立式水冷甲醇合成塔的结构特点和工艺流程, 以及在内蒙古苏里格天然气化工有限公司的成功应用, 通过实际运行和考核, 说明了国产合成塔和合成工艺的先进性, 为我国甲醇生产工艺的发展, 提供了成功的案例。

**【关键词】**林达 立式水冷甲醇合成塔 合称工艺 成功 应用

## 前 言

内蒙古苏里格天然气化工有限公司是以天然气为原料生产工业甲醇的大型化工企业, 公司于 2003 年建成投产, 拥有单套生产 180Kt/a 的甲醇装置, 是内蒙古自治区天然气加工利用的先锋企业。该装置自投产以来, 运行稳定, 产品产量、质量优越。但随着甲醇工艺的不断改进, 一段天然气转化工艺能耗、原料消耗相对于二段转化工艺来说比较高, 且苏里格地区的天然气总碳含量较低, 这样就造成甲醇合成气中氢气过剩, 原料利用率降低, 本着节能降耗、充分利用原料的原则, 我公司于 2007 年开始对原装置的转化工艺进行改造, 通过增加二段纯氧转化炉, 来调整合成工艺气, 使得氢碳比控制在 2.05~2.15。同时, 可以将装置的产能增加到 330Kt/a。但由于后续压缩机、合成塔等产能的限制, 转化改造后, 将无法全部消耗合成气, 为此, 必须考虑重新上一套合成装置。所以, 我公司成立了改造扩产 15 万吨甲醇项目, 开始对原装置进行改造。

## 一、扩建的 15 万吨/a 甲醇合成装置概况

我厂于 2007 年扩建的 15 万吨/a 甲醇合成装置, 采用杭州林达公司专利技术立式水冷甲醇合成塔, 甲醇合成塔内径为:  $\phi 2800$ , 设计甲醇合成压力: 6.85MPa。

新鲜气气量: 46333 Nm<sup>3</sup>/h,

组成: (mol %)

H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> +Ar	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	总硫
70. .	0.43	0.5	17.99	10.98	≤0.1ppm

合成气气量: 正常 278000Nm<sup>3</sup>/h, 压力: 6.93Mpa(G)。

产能要求日产精甲醇不小于 410 吨, 在新鲜气充足情况下日产精甲醇不小于 500 吨。

## 二、新建 15 万吨甲醇合成流程

立式水冷甲醇合成流程与管壳式相似。转化气经合成气压缩机压缩段提压后，再与甲醇合成循环气混合，在压缩机循环段压缩至 6.93MPa(G) 进入甲醇合成界区。

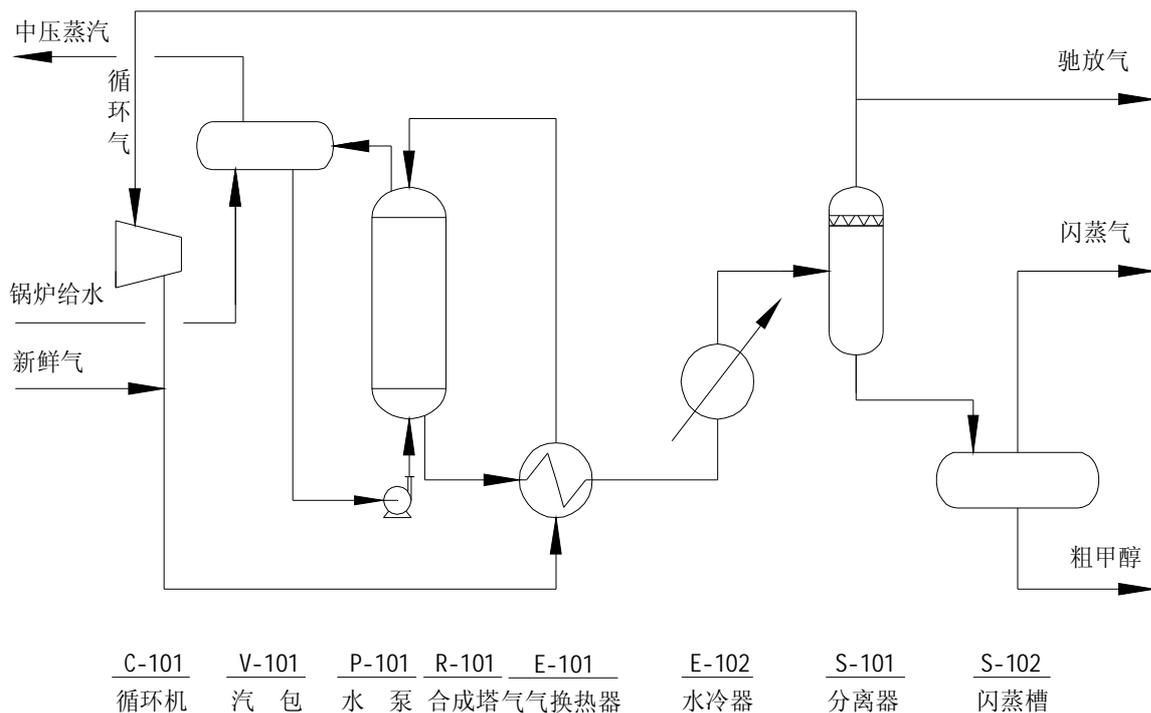
合成气在入塔气预热器 E-301 中被出塔反应气预热，达到甲醇合成塔 R-301 进口要求温度，入塔气温度主要由 E-301 冷气旁路来调节。

进塔后的气体至上而下通过催化剂层进行甲醇合成反应，反应热使管内循环水汽化，并由锅炉给水泵送出合成塔外、在合成汽包 F-304 中分离出蒸汽。

反应后的气体出合成塔并在 E-301 管内加热管外入塔气，然后经甲醇水冷器 E-302 冷至 40℃，其中甲醇和水被冷凝，在甲醇分离器 F-301 分离出粗甲醇。分离后的气体一部分作为循环气去联合压缩机循环段提压，另一部分作为驰放气去氢回收装置。

甲醇分离器 F-301 分离后的粗甲醇经闪蒸槽 F-302 减压闪蒸出溶解气后至甲醇精馏工序，闪蒸压力为 0.5MPa(G)。

闪蒸气去燃料气系统，放空气经放空总管去火炬系统。



## 三、扩建 15 万吨甲醇合成设备和合成塔说明

新建 15 万吨甲醇主要静止设备见表 3：

表 3 15 万吨甲醇设备一览表

序号	位号	名称	规格	数量
1	R-101	合成塔	Φ2800, V <sub>CAT</sub> =47m <sup>3</sup>	1

2	E-101	气气换热器	Φ1600×12000 (t)	1
3	E-102	水冷器	Φ1500×8500 (t)	1
4	V-101	汽包	Φ2000×5000(T/T)	1
5	V-102	闪蒸槽	Φ1800	1
6	S-102	甲醇分离器	Φ2200	1
7	J-101	开工喷射器	4t/h	1

立式水冷甲醇合成塔简图见下图，主要由三部分组成：

(1)高压外筒。(2)换热内件，多环管组合结构。(3)催化剂床层。

立式合成塔主要结构特点：

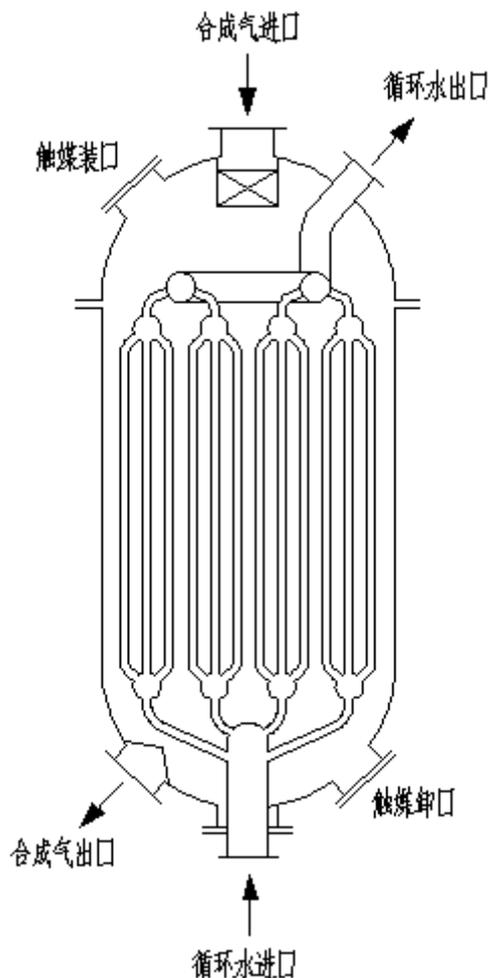
(1)管外装催化剂，装填系数可达~70%。  
 (2)壳体与内件为分体结构。不仅利于设备分开制造，更利于内件单独更换，延长了外筒使用寿命，设备长远投资省。

(3)换热内件分组连接，便于制造、安装，检修方便。

(4)催化剂装卸方便。

催化剂的装填和卸载都很方便，可以采用通常的简便操作来进行。

(5) 催化剂装卸孔兼为检查、检修孔，合成塔设计时已考虑了操作人员在塔内的可操作空间。



#### 四、新建 15 万吨甲醇合成升温还原和生产情况

触媒的升温还原

催化剂的升温还原采用低氢还原，还原压力 0.8MPa,还原过程中循环气量：~40000Nm<sup>3</sup>/h 还原气采用天然气转化气，升温还原自 2008-8-12 22: 30 开始至 2008-8-15 22: 00 结束累计耗时 71.5 小时。从常温用氮气循环升温至 170℃共用 23 小时，出物理水 3586.5 公斤。2008-8-13 21: 30 开始向甲醇合成系统补入转化气，整个还原过程出水比较平稳，190℃之前还原耗时 40 小时，做到了低温下多出水，升温还原累计出水 10917.5 公斤。

装置运行情况

该套甲醇合成装置从 2008 年 8 月中旬投运以来，生产操作控制容易、循环气量小、副产中压蒸汽多等优点，在低于设计压力的 5.0MPa 的工况下该装置就达到设计生产能力。2009 年 4 月 11 日到 13

日对该装置进行数据查定，

2009-4-11 至 4-13 日生产数据如下：

时间	触媒层温度/°C							进塔温度	出塔温度	水冷出口温度
	221	221	226	230	236	242	250			
2009-4-12	221	221	226	230	236	242	250	220	263	36.5
	221	221	220	228	236	241	257			
2009-4-13	222	222	227	232	239	245	253	221	260	37
	222	222	222	230	239	244	261			
2009-4-14	222	222	227	231	238	245	253	220	260	36
	222	222	221	230	238	244	261			

气体成分/%				
	H <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
<b>转化气设计值</b>	<b>70</b>	<b>17.99</b>	<b>0.5</b>	<b>10.98</b>
转化气	70.75	16.9	1.05	11.07
入塔气	76.64	6.01	7.76	8.61
出塔气	74.82	2.96	8.76	7.46

时间	塔进口压力/Mpa	塔压差/Mpa	汽包蒸汽压力/Mpa	蒸汽产量 t/h	转化气量	循环气量	粗醇产量 m <sup>3</sup> /d	精甲醇 t/d
2009-4-12	5.07	0.04	1.94	16.9	45651	211339	704	451
2009-4-13	5.233	0.03	1.95	24.7	46406	212094	735	471
2009-4-14	5.161	0.03	1.95	22.2	46600	217966	732	468
<b>设计值</b>	<b>6.93</b>	<b>&lt;0.2</b>	<b>2.5-4.0</b>	<b>&gt;14.5</b>	<b>46333</b>	<b>278000</b>		<b>410</b>

## 结 论

林达立式水冷合成塔和合成工艺在我公司装置扩产改造中的成功应用，说明了林达公司的技术实力和我国自主生产的合成设备、工艺已经向国际先进技术的行列迈进。该装置自运行以来，操作简便，催化剂床层温度均匀，同平面温差小，副产蒸汽多，塔压差小，能耗省，尤其是产能比设计的 410 吨/天高出 50 吨/天。优越的操作性能和简便的控制方式，为甲醇工艺挖掘低能耗、低原料消耗、高的合成率提供了更科学的技术保障，为我公司的发展提供了更加广阔的空间。