

甲醇制烯烃工艺气相干燥器再生过程探析

姜晓东

内蒙古宝丰煤基新材料有限公司 内蒙古鄂尔多斯 017000

摘要: 煤制烯烃分离装置, 采用美国KBR 高效分离工艺技术。反应气干燥器设计使用氮气进行床层再生, 造成氮气及床层烃产品的浪费, 增加装置生产成本及环保压力。为积极营造节能降耗可持续生产的优良环境, 助力煤化工向“碳达峰、碳中和”迈进, 烯烃分离装置采用燃料气替代氮气对反应气干燥器进行再生, 节约氮气的消耗及烃产品的浪费, 降低装置的生产成本。

关键词: 烯烃分离; 干燥器; 再生氮气; 燃料气

人类的和发展离不开能源, 随着科技和社会的发展, 人们对能源的需求也是日益渐增, 但是能源的开发利用并不能随心所欲, 与此同时, 能源的开发也时时刻刻影响着周围的环境, 如何降低生产成本, 增大产量并减少环境压力成为了当今社会的主要问题。在煤制烯烃分离阶段, 我们会使用到反应气干燥器脱除微量水, 反应气干燥器大多设计使用氮气进行床层的再生, 这不仅造成了氮气及床层烃产品的浪费, 还增加了装置的生产成本及环保压力^[1]。

1. 反应气干燥器再生系统概述

1.1 干燥器再生系统简介

某公司烯烃中心烯烃分离装置, 采用美国KBR 高效分离工艺技术。为了满足产品气的水含量规格要求, 防止在下游激冷换热器、尾气换热器和脱甲烷塔等低温设备中结冰和形成烃水合物, 必须脱除产品气中的水分, 因此设置两台产品气相干燥器, 再生系统由再生气进出料换热器, 再生气加热器, 再生气冷却器和再生分离罐组成^[2]。

产品气干燥系统的设备包括两台产品气相干燥器、一台再生气加热器、一台再生气冷却器、一台再生气进出料换热器、一个再生气缓冲罐。每一台干燥器包含两个干燥床层。在主干燥床层(运行周期为36小时)下面设有一个湿度分析仪, 以指示产品气的湿度。在主干燥床层下面设有一个保护床层(运行周期为6小时), 以防止水分从干燥器中带出^[3]。如果前面的湿度分析仪显示主床层干燥剂已经达到饱和状态, 干燥器必须马上停用。与干燥器的运行、再生有关的阀门的操作都是由自动程序进行控制的。

产品气相干燥器的再生过程是利用再生气(氮气)通过干燥剂床层来实现的。再生气首先经过再生器进出料换热器, 用干燥器出口的高温再生气加热。

然后再生气进入再生气加热器, 用中压蒸汽加热到大约232℃。经过干燥器床层的再生气, 进入再生器进出料换热器, 通过加热进入干燥器的再生气而被冷却, 然后进入再生器冷却器用循环水进行冷却后, 进入再生气缓冲罐^[4]。进入再生气缓冲罐的再生气最终排往火炬。缓冲罐中的冷凝液在液位控制下排到界外的急冷水塔^[5]。

1.2 再生系统运行现状及改造思路

最近十几年来, 伴随着工业生产的迅猛发展, 干燥技术和干燥器的发展也变化巨大, 尤其对于化工行业、制药行业, 对于干燥后物品的特性要求不同, 必须对应着不同的干燥设备, 采取不同的干燥方法, 进而, 也推动了干燥技术在实际应用的理论基础上的发展。众所周知, 科学技术是第一生产力, 但它也必须服务于生产环节, 并作为指导方针, 因而, 干燥设备的制造也迅猛发展, 变得越来月专业化, 也取得明显进展, 到目前为止, 国内干燥设备生产厂家犹如雨后春笋, 迅速扩大, 已经有大批年产上百套干燥设备的厂家。

目前来说, 干燥技术不仅仅应用在食品、化工、粮食、木材、制药、纺织等传统行业, 在新兴产业方面, 干燥技术也一直发挥着不可磨灭的作用, 新兴产业包括: 生物技术、纳米技术、微电子技术、太阳能综合产业链等, 干燥本身就是一个高能耗的单元操作, 伴随着能源的日益紧张, 各国纷纷在工业装置节能减排方面大做文章, 单位能耗的数值也成为国民经济发展的指标之一^[6]。

该烯烃分离装置反应气干燥器设计使用氮气进行床层再生, 造成氮气及床层烃产品的浪费, 增加装置生产成本及环保压力。

通过改进将本装置产生的燃料气作为再生气源, 极大的节约氮气的消耗及烃产品的浪费, 降低装置的

生产成本。由于单套烯烃分离装置燃料气产量低，无法达到干燥器再生时的空速要求，因此通过流程优化将相邻两套烯烃分离装置燃料气合并后作为其中一套烯烃分离反应气干燥器的再生气源，用以维持干燥器的持续再生。

2. 工艺技术

2.1 反应器干燥器再生系统流程简述

烯烃分离装置设置两台反应气干燥器，一开一备，稳定生产期间运行/再生周期为48h，干燥器床层使用低压氮气进行再生，再生尾气经气液分离后排往火炬系统，整个再生过程需经历以下九个步骤：

再生过程：S1投用、S2再生泄压、S3泄压完成、S4现场排液、S5再生充压、S6冷吹升温冷却、S7再生结束、S8现场排液、S9实气质换。

2.2 反应气干燥器再生系统改造流程及运行

2.2.1 反应气干燥器再生系统改造流程

通过技改在相邻两套烯烃分离燃料气管线间设置跨接线及切断阀组，两套烯烃分离装置间燃料气通过跨接线汇总后：

(1) 为两套烯烃分离装置干燥器床层提供“置换”气源；

(2) 为其中一套烯烃分离装置反应气干燥器提供再生气源，另一套烯烃分离装置反应气干燥器使用氮气再生。

(3) 干燥器备用时，燃料气送往燃料气管网。

流程简图如图2.2：

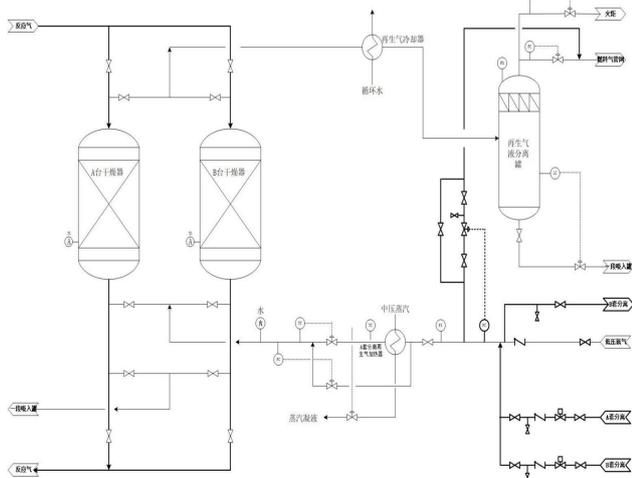


图 2.2 反应器干燥器再生系统流程优化图

2.2.2 反应气干燥器再生步骤

通过流程优化其再生过程按照以下步骤进行：

S1投用、S2再生泄压、S3泄压完成、S4现场排液、S5再生充压、S6冷吹升温冷却、S7再生结束、S8现场排

液、S9实气质换；

(1) 反应气干燥器切出、泄压及充压时使用反应气进行充压。

(2) 反应气干燥器冷吹扫、热吹扫、恒温吹扫、降温吹扫期间再生介质为燃料气，完成上述步骤所需时长为42h。

(3) 反应气干燥器备用再生气源为氮气。

2.2.3 反应气干燥器异常工况处置

当其中一套分离装置波动、停车时，燃料气产量减少，单套烯烃分离装置燃料气能否满足反应气干燥器的再生要求需进行试验；

当烯烃分离装置燃料气产量不满足干燥器再生要求时，干燥器床层使用氮气再生。

燃料气产能过剩时可通过再生气旁路送往燃料气管网，以维持系统的稳定性。

燃料气中烯烃含量高于2% (mol%) 时，干燥器不得使用燃料气进行再生，此时使用氮气再生。

2.3 单套反应气干燥器再生成本核算

本次流程优化，只需要进行一次性直接成本投资，后期由于使用本装置自产的燃料气，因此不会产生额外的成本输出，本次改造需要的设备成本投资如表2.1：

表 2.1 单套烯烃分离装置反应气干燥器再生系统改造投资一览表

	规格	压力等级	数目	单价 (元)	总价 (万元)
碳钢管	DN250	CL150	40 吨	4500	18
手动阀门	DN250	CL150	7 台	8000	5.6
手动阀门	DN20	CL800	6 台	180	0.108
调节阀	DN150	CL150	1 台	48000	4.8
开关阀	DN250	CL150	2 台	50000	10
止回阀	DN250	CL150	3 台	4000	1.2
压力变送器	罗斯蒙特		2 台	2000	0.4
安装费					10
合计					50.108

经过成本核算，可列出年度的再生成本计算和对比如表3.2：

表 3.2 反应气干燥器再生成本核算表

	氮气再生工况	燃料气再生工况
再生次数 (次/a)	165	165
氮气单价 (元/Nm ³)	0.15	--
再生气流量 (Nm ³ /h)	15000	14286
再生气吹扫时长 (h)	42	42
再生气用量 (Nm ³ /a)	103950000	99001980

	氮气再生工况	燃料气再生工况
再生尾气去向	排往火炬系统 焚烧处理	排往燃料气系统，回收利用 (干燥器冷吹扫夹带烃对燃料气的热值有所提升，此处计算忽略不计)。
再生气成本(万元/a)	1559.25	0
技改投资(万元)	无需技改	50.108
节约生产成本(万元)	1509.142	

通过表2.1、表2.2的对比，假如公司技改使用燃料气再生年可节约生产成本1509.142万元，且再生过程中无废气排火炬，降低再生期间的环保压力。

3. 结论

燃料气可完全满足烯烃分离装置反应气干燥器的再生需求，且年可节约生产成本1509.142万元；使用燃料气再生反应气干燥器，装置运行稳定，节能效果显著，

且再生时无火炬系统排放，降低了运行装置的环保压力；燃料气再生干燥器也是当代煤化工降本增效的新方案，该技术的成功应用必将掀起甲醇制烯烃行业技术改造的新浪潮。

参考文献：

- [1]田野. 烯烃分离装置氮气消耗量大原因分析及节能研究[J]. 山东化工, 2021, 50(15): 107-108.
- [2]廖审析. MTO 烯烃分离单元干燥器再生装置控制系统设计与开发[D]. 华东理工大学, 2012.
- [3]王顺金, 苏景武. 煤制烯烃项目烯烃分离装置工艺流程优化研究[J]. 清洗世界, 2020, 36(06): 31-32.
- [4]齐洪敏, 王亚雄. 轻质烯烃分离装置节能研究[J]. 山东化工, 2020, 49(07): 106-109.
- [5]贾国栋. 基于节能减排需求的MTO 烯烃分离优化探究[J]. 化工管理, 2019(29): 58-60.
- [6]曹正芳. 干燥过程的节能途径[J]. 节能技术, 2000, 1(1): 21-22.