

# 过热蒸汽增湿饱和的阻汽膨胀器的研究

刘 军 刘 敏 叶 涛 (新疆天智辰业化工有限公司, 新疆 石河子 832000)

**摘 要:** 煤制乙二醇的生产工艺中乙二醇精馏采用负压精馏, 整个精馏工段, 再沸器热量由蒸汽提供, 本文针对乙二醇精馏装置中乙二醇等物料容易脱水自聚的问题提出了一种过热蒸汽增湿饱和的阻汽膨胀器, 详细介绍了它的结构及原理, 其具有结构简单、成本低、运行安全稳定的特点, 适用于乙二醇精馏塔塔釜再沸器蒸汽增湿饱和, 既可以满足外管过热蒸汽输送, 还可以满足乙二醇精馏工艺中饱和蒸汽的需求。

**关键词:** 乙二醇精馏; 过热蒸汽; 增湿饱和; 阻汽膨胀器

**Abstract:** In the production process of coal to ethylene glycol, negative pressure rectification is adopted for ethylene glycol rectification, and the heat of reboiler in the whole rectification section is provided by steam. Aiming at the problem that ethylene glycol and other materials in ethylene glycol rectification unit are easy to dehydrate and self gather, a steam expander with humidification and saturation of superheated steam is proposed in this paper. Its structure and principle are introduced in detail. It has the advantages of simple structure, low cost. With the characteristics of safe and stable operation, it is suitable for steam humidification and saturation of ethylene glycol distillation tower kettle reboiler, which can not only meet the transportation of superheated steam in outer pipe, but also meet the demand of saturated steam in ethylene glycol distillation process.

**Key words:** Ethylene glycol distillation; superheated steam; humidification and saturation; steam blocking expander

乙二醇又名甘醇, 是一种基础有机化工原料, 可以用于生产聚酯、防冻液、润滑剂、涂料等多种产品。乙二醇生产技术供应各有不同, 以煤炭为原料大规模工业化生产乙二醇的工艺路线可概括为: ①氧气、一氧化碳和甲醇生成亚硝酸甲酯; ②亚硝酸甲酯在催化剂的作用下与一氧化碳反应生成草酸二甲酯; ③草酸二甲酯与氢气在催化剂的作用下生成乙二醇粗产品; ④粗乙二醇通过精馏得到精乙二醇<sup>[1]</sup>。该技术能耗低, 效率高, 选择性高, 反应条件温和, 加之我国煤炭资源相对丰富, 因此该技术已在我国大规模推广应用, 且具有非常广阔的发展潜力。

煤制乙二醇的生产工艺中乙二醇精馏采用负压精馏, 整个精馏工段, 再沸器热量由 1.5MPa (G) 蒸汽和 0.7MPa (G) 蒸汽提供。目前乙二醇精馏装置中常存在以下问题: ①外网蒸汽使用过热蒸汽输送, 可以减少外管冷凝液排放节能降耗<sup>[2]</sup>, 管道不产生液击现象, 但是过热蒸汽容易造成乙二醇精馏再沸器内部温度过热, 使得乙二醇等物质在塔釜和再沸器列管内自聚, 影响传热效率, 经常停车清洗; ②蒸汽过热严重, 造成再沸器传热效率下降, 出现过热蒸汽在再沸器内无法冷凝, 迫使系统短时间紧急停车, 影响生产连续性和产品质量; ③蒸汽过热超出设备设计温度, 容易造成设备损伤。

工程领域技术人员也提出过可用于过热蒸汽增湿饱和和回收利用的装置, 例如江苏亿润化工装备科技有限公司黄晓卫、狄卫东等人在中国专利 CN 203777881 U 中提到了一种蒸汽滤洁器<sup>[3]</sup>, 其包括有筒体、上封头、下封头, 在筒体的上封头设置有温度计, 即设置有温度计孔, 在筒体的上部设置有人孔、安全阀, 下部还设置有磁翻板液位计, 擦翻版液位计带有远传信号, 与筒体通过两个液位计口连接。该装置通过重力沉降分离、多管

旋风分离和高效气液过滤分离三重分离方法, 捕集液体水的效率高, 过滤精度高, 填料检修更换周期较长, 运行阻力较低, 能够满足低压饱和蒸汽系统除去液体水及固体颗粒杂质的苛刻要求。

郑州大学王定标、曹海亮等人在中国专利 CN 105085900 B 中提到了一种过热蒸汽回收及余热利用装置<sup>[4]</sup>, 该装置由蒸汽饱和和填料塔、过热蒸汽供给系统、冷却水供给系统和浓缩槽加热系统组成, 过热蒸汽供给系统主要回收尼龙 66 工业生产中产生的过热蒸汽, 冷却水供给系统主要向蒸汽饱和和填料塔供给冷却水。该装置实现了过热蒸汽回收及余热利用技术, 将蒸汽相变技术应用到实际工业生产中, 尼龙 66 工业生产中产生的过热蒸汽经过蒸汽饱和和塔的回收, 转变成饱和蒸汽并加以利用, 形成用饱和蒸汽加热浓缩槽的加热系统, 替代原浓缩槽加热系统中的联苯加热系统, 保证浓缩槽中尼龙 66 盐溶液的温度维持在最佳蒸发温度。

本文在现有技术的基础上, 提供了一种结构简单、成本低、运行安全稳定的过热蒸汽增湿饱和的阻汽膨胀器, 既可以满足外管过热蒸汽的输送要求, 又可以保证乙二醇精馏装置中对饱和蒸汽的需求, 可广泛应用于工业生产中过热蒸汽增湿饱和回收利用技术, 尤其适用于煤制乙二醇生产工艺中乙二醇精馏塔釜再沸器蒸汽的增湿饱和以及回收利用。

## 1 阻汽膨胀器的结构

本文所述的可用于乙二醇精馏装置中蒸汽增湿饱和和阻汽膨胀器, 采用以下技术方案: 本装置包括一筒体, 筒体上下设有封头, 上封头设有温度计口、压力测量口放空口、安全阀口、增湿饱和蒸汽出口; 下封头设有排净口、蒸汽冷凝液出口; 筒体侧面设有过热蒸汽进口、人孔、现场液位计口、远传液位计口; 筒体内部由下至

上依次设有过热蒸汽分布器、支撑圈、填料、除沫器，过热蒸汽分布器与过热蒸汽进口相连接。

过热蒸汽由阻汽膨胀器筒体侧面 1/3 处进入，通过过热蒸汽分布器进行均匀分布，与自身冷凝液进行气液接触换热。过热蒸汽分布器使用管式多孔流型，使用枝装分布，两侧使用螺栓固定，与筒体焊接扁铁连接。过热蒸汽分布器枝装分布管底部均匀分布  $\phi 16\text{mm}$  小孔，使得过热蒸汽分布均匀，达到增湿效果。筒体内设 PRSS-DN50 不锈钢鲍尔环填料  $3\text{m}^3$ ，使得饱和蒸汽内部水分分离完全，以免影响再沸器换热效率；筒体内还设有 S1800-150 SP 304/Q235 丝网除沫器 150mm，防止饱和蒸汽夹带液体。筒体外侧设置有补液管线，提高开车时补液速度，以免影响开车时间。过热蒸汽进入阻汽膨胀器设有旁路管线，可以及时调整进入阻汽膨胀器蒸汽量。筒体外侧设置有远传液位计和现场液位计，实时监测阻汽膨胀器筒体内液位。外排冷凝液去塔顶废锅冷却器，使得冷凝液回收利用。乙二醇精馏装置中蒸汽增湿饱和的阻汽膨胀器结构示意图如图 1 所示。

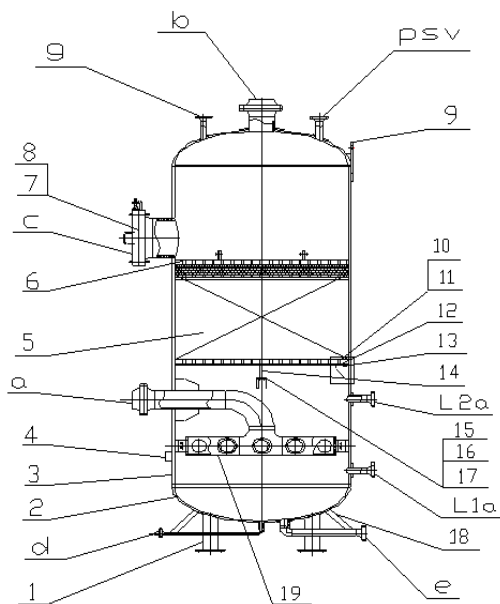


图 1 阻汽膨胀器的结构示意图

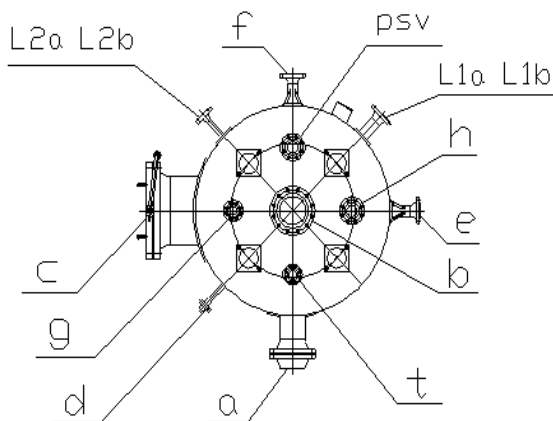


图 2 阻汽膨胀器的俯视图

1- 支座、2- 封头、3- 筒体、4- 铭牌、5- 填料、6- 除沫器、7- 人孔、8- 补偿圈、9- 吊耳、10- 格栅、

11- 筛网、12- 支撑圈、13- 筋板、14- 工字梁、15- 支座、16- 螺栓、17- 螺母、18- 拉筋；a- 过热蒸汽进口、b- 增湿饱和蒸汽出口、c- 人孔、d- 排净口、e- 蒸汽冷凝液进口、f- 蒸汽冷凝液出口、g- 放空口、h- 压力测量口、psv- 安全阀口、L1a L1b- 远传液位计口、L2a L2b- 现场液位计口、t- 温度计口。

## 2 阻汽膨胀器的工作原理

来自外管网输送的过热蒸汽由过热蒸汽进口 (a) 进入阻汽膨胀器，过热蒸汽由设备筒体 1/3 出进入，通过过热蒸汽分布器进行均匀分布，与自身冷凝液进行气液接触换热，使得过热蒸汽达到降温和饱和。饱和带液蒸汽通过设备内设的不锈钢鲍尔环填料，使得饱和蒸汽内部水分分离完全，以免影响再沸器换热效率。再通过丝网除沫器防止饱和蒸汽夹带液体。饱和蒸汽进入再沸器使用，蒸汽冷凝液通过高位差从蒸汽冷凝液进口 (e) 自流至阻汽膨胀器内，进行闪蒸。冷凝液通过蒸汽冷凝液出口 (f) 为蒸汽冷凝液出口送至塔顶废锅回收利用。

在乙二醇精馏装置中增加蒸汽增湿饱和的阻汽膨胀器，可以实现外网蒸汽使用过热蒸汽输送，减少外管冷凝液排放节能降耗，防止管道产生液击现象；同时，通过增湿降温后可降低乙二醇精馏再沸器内部温度，乙二醇等物质在塔釜和再沸器列管内自聚减轻，提高设备的传热效率，减少乙二醇精馏装置停车清洗次数。增加蒸汽增湿饱和的阻汽膨胀器后还防止蒸汽过热严重，再沸器传热效率下降，出现过热蒸汽在再沸器内无法冷凝，迫使系统短时间紧急停车，影响生产连续性和产品质量；预防蒸汽过热超出设备设计温度造成设备损伤。

## 3 结束语

设计阻汽膨胀器来实现乙二醇精馏装置中过热蒸汽增湿饱和的工艺，在国内为数不多，尤其是在煤制乙二醇生产中乙二醇精馏领域。新疆天智辰业化工有限公司 35 万 t/a 乙二醇项目利用中试装置大胆进行侧线试验，解决了乙二醇精馏装置中过热蒸汽对生产的不良影响，已成功应用在 35 万 t/a 乙二醇生产装置上，并对余热进行回收再利用，达到节能降耗的目的。

## 参考文献：

- [1] 姚珏. 煤制乙二醇生产技术现状及技术经济分析 [J]. 山东化工, 2020, 49(16): 112-113.
- [2] 王传成, 刘中全. 精馏塔顶高温气体综合利用与过程控制 [J]. 氮肥技术, 2016, 37(2): 27-29.
- [3] 黄晓卫, 狄卫东, 陆志刚. 蒸汽滤洁器: 中国, 201420170054. 8[P]. 2014-08-20.
- [4] 王定标, 曹海亮, 韩勇, 向飒, 陈猛, 张灿灿. 一种过热蒸汽回收及余热利用装置: 中国, 201410198267. 6[P]. 2017-11-21.

## 作者简介：

刘军 (1986-), 男, 民族: 汉, 籍贯: 青海省, 学历: 本科, 现有职称: 助理工程师, 研究方向: 煤化工相关技术研究与管理。