

# 渗透汽化技术在制药行业溶煤回收的运用分析

毛义强,张凯,袁辉

(山东鲁抗生物制药有限公司,山东 济宁 273517)

**摘要:**无论是化工合成还是原料药生产,都需要使用大量的有机溶煤,因为用量料大,且废溶煤性质复杂、杂质较多,在生产中很容易产生高损耗,并污染环境,其回收情况也并不理想。渗透汽化技术作为溶煤回收的有效技术,在制药行业溶煤回收中应用效果理想。本文主要就渗透汽化技术在制药行业溶煤回收中的运用进行具体探讨,在论述渗透汽化技术的基础上,结合实验论述其回收过程,并分析其回收实效,为相关课题的研究提供一定的指导与参考。

**关键词:**渗透汽化技术;制药行业;溶煤回收;分析

**中图分类号:**X787

**文献标识码:**A

**文章编号:**1004-7344(2021)12-0221-02

当前分离技术主推膜技术,其高效节能、操作简单、环境友好、集成性能优。膜技术又有不同的类型,其中微滤技术、超滤技术、反渗透技术等最为常见,而当前较为主流的则是新型渗透汽化技术,其在工业生产中发挥分离的作用。特别是在制药行业中用于溶煤回收应用效果理想,该技术发展前景广阔而光明。

## 1 溶煤回收的重要性

原料药生产中最基础的工序是溶煤回收,回收质量会影响药品品质,也影响废水的处理、尾气的排放等。随着生态环保理念的增强,人们更关注溶煤的有效回收、生态回收,积极引进新的溶煤回收系统,以获得更理想的溶煤回收效果。对于溶煤回收,其主要的目标在于提高效益,并实现节能发展。本身溶煤价格昂贵,使用量大,如果能实现溶煤的高效回收利用,企业将获得更大的利润,其竞争力更强。传统的溶煤回收方式是精馏处理。

精馏进行溶煤回收主要是通过蒸馏除去废溶煤中的固体杂质,以精馏方式去除废溶煤中的部分水分,精馏塔出来的溶煤与水形成共沸物<sup>[1]</sup>,在经过恒沸蒸馏、萃取精馏、片碱脱水等处理后去除水分,以确保能够再次进行应用。传统的溶煤回收方法关注的是脱水物料体系的完全汽化,对应的消耗量大,其高能耗的特点导致其成本居高不下。且在溶煤回收处理中往往需要其他物质的融入,而这些物质多为有毒有害的物质,在引用这些物质进行生产操作时,可能对环境产生污染或威胁人身安全。且传统的溶煤回收方法条件苛刻、操作复杂、成本投入高,整体的回收率较低。渗透汽化技术降低溶煤回收能耗,提高溶煤回收效率,操作简化,值得大力推广。

溶煤主要用于吸附柱吸附、萃取、离心洗涤等,根据产品的特

性或者副产品的杂质特性进行溶煤选择,当前较为常用的溶煤品种有甲醇、乙醇、丙醇、乙酸乙酯、二氯甲烷,不仅品种多且特性复杂。进行溶煤回收就是基于溶煤沸点的差异进行分离回收,在回收时应尽量分开,特别是针对沸点接近不容易分离的混合液<sup>[2]</sup>。其多数通过母液回收系统进行回收,但其又具有高挥发性,有一部分溶煤废气需要在废气治理系统中及时回收,这部分溶煤量也较大,需要引起原料药企业的生产关注。进行合理回收与循环利用,减少企业成本投入,也降低其环保处理的压力。溶煤成分复杂,往往由多种溶煤分解物、副产物、降解物、蛋白质等杂质构成,因此处理起来较为棘手。传统的溶煤回收方法是精馏,但随着技术的创新、环保要求的提高,精馏技术逐渐被新型的渗透汽化技术所取代。

## 2 渗透汽化膜技术概述

分析渗透汽化膜技术,要充分了解其中的汽化原理,并分析混合液成分,根据其溶解及吸收特点所表现出的速度差异进行分离,或实现有机混合物中某一部分的富集。对比传统的处理技术,其主要优势是能耗较低,且克服蒸馏、萃取、吸附等分离方法的局限,适用范围更广,在异构体或者混合物中的应用具有适用性,而且即便是较差的稳定性也能够进行分离处理。目前其已广泛应用于石油化工、医药生产等工业领域,实现废水污染物的分离。特别是在医药化工领域,应用优势更为明显,主要用于制药行业。药品生产过程中乙醇、异丙醇、丙醇、丙酮、乙酸乙酯等有机溶剂作为萃取、清洗反应溶剂,在使用中会产生溶剂回收利用的需求<sup>[3]</sup>,而渗透汽化膜技术基于自身节能环保的技术优势和高效的分离能力,实现这些物质的有效回收与利用。

### 3 分离原理

渗透汽化的原理在于溶解与扩散,基于高聚物与液体混合物溶解扩散的差异不同,进行组分分离渗透,小分子于侧膜面溶解。基于活度梯度的影响,扩散过膜,再穿透侧膜后细化,需要把被分离的混合液置于一定的温度下,将其放置于渗透汽化膜一侧,另一侧抽取空气,两侧会有不同的压力,这样能够促进渗透液和膜两侧的溶解与扩散,并且在膜表面汽化,蒸汽冷凝转变为液态物质,而不能透过膜的物质则进入分离器皿中,达到分离的目的。这种膜分离方法分离高效,其分离系数高,是反渗透法的两倍以上。对应的耗能较低,对比恒沸精馏法其节能效果能提升1/3。其操作过程简单,没有过多的附加处理要求,且在操作的过程中,不需要其他试剂产品,使环境受污染的风险较小,企业成本较低。

### 4 渗透汽化技术的溶煤回收应用实验

本文主要介绍应用渗透汽化工艺进行异丙醇母液处理的过程。

#### 4.1 实验准备

首先是装置及样品准备。选择渗透汽化脱水中试装置,准备好异丙醇母液工业样品。其次进行预处理。基于异丙醇母液工业样品现有的pH与电导率不具备进膜脱水的条件,先进行蒸馏处理,使其满足进膜脱水条件。异丙醇母液形成共沸构成,对脱水效果影响忽略不计。处理前与处理后的异丙醇母液pH、水含量、电导率都有明显变化。pH方面,从处理前的3.84转变为处理后的9.67,而水含量从处理前的25.43wt.%转变为处理后的20.68wt.%,电导率则从处理前的21.7 $\mu$ s/cm转变为处理后的2.98 $\mu$ s/cm,处理前后对比差异明显,使其符合进膜脱水的基础条件。

#### 4.2 实验过程

实验方法。以蒸汽方式进行样品加热处理,在磁力齿轮泵的运输下,物料到达膜组件,膜渗透侧通过真空泵获得驱动力,对于渗透气体,要对其应用液氮进行冷却处理,然后放置到阱内,可以用2个阱替换使用,以确保能够持续开展实验<sup>[4]</sup>。原料液要通过膜组件进行渗透处理,并且汽化脱水,最后进行冷却,并放置到原料罐,对膜实验前后分离性能的变化进行对比分析,主要采用卡尔费休水分滴定检测方法。

实验数据。时间1h时,渗透测压强240Pa,尿液测压力不明显,温度87.8 $^{\circ}$ C,原料含水7.18wt.%,渗透液含水量101.20wt.%,通量2.33 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 。而对应的脱水时间方面,2h后渗透测压强降至210Pa,尿液压力为0.1Pa,温度降至80.4 $^{\circ}$ C,原料含水降至1.36wt.%,渗透液含水量为87.37wt.%,对应的通量0.74 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 。3.5h后渗透测压强降至110Pa,尿液测压力保持在0.1Pa,温度升至82 $^{\circ}$ C,材料含水量为0.45wt.%,对应的渗透液含水量78.48wt.%,与之对应的通量0.17 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 。通过分析,对醇料液进行渗透汽化脱水,在80 $^{\circ}$ C左右,脱水3.5h后对应的含水量为平均渗透液大于90wt.%,含水量大0.5wt.%,处理量约为:381 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ,

回收率大于93%。

### 4.3 实验结论

从此次实验看出,渗透汽化技术可以替代传统的萃取蒸馏技术,在实际的工业过程中可以提高操作温度,实现脱水效率的进一步提升。通过循环处理,可以很大程度上提高脱水效率,渗透液通过蒸馏回收处理,整个过程没有明显损失。鉴于实验进行预处理,也应考虑到工业样品质量不稳定的情况,进行异丙醇母液预处理,确保其pH与电导率达标,才能确保渗透汽化设备的稳定运行,确保其分离效果理想。

通过实验也得出结论,渗透汽化技术代替传统萃取蒸馏优势明显。工艺层面,提高异丙醇的回收率,萃取用的原料投入较少,实现蒸汽潜热的高效利用,对应的能源消耗较少,而进行废水收集与循环处理,也更符合生态环保的生产理念。而且此项技术在有机溶剂中脱除水的应用中,操作更简单,对其他辅助物质要求更低,不需要引入第三种组分,减少其对环境造成的干扰和引发的污染风险,而且少量的透过液可以被回收,并且通过处理后实现循环利用,达到更理想的环保效果。按照一个月200t异丙醇处置能力进行测算,渗透汽化装置比传统的蒸馏装置能有效节约100万左右成本。基于设备层面,渗透汽化装置对比传统的蒸馏设备,占地面积更小,对应的资源利用率更高。据粗略统计,可节约空间4/5以上。其操作方便,安全系数高,整个工艺流程十分简单,对应的操作条件也不苛刻,全程自动化操作更安全。

### 5 结语

作为一项综合性的分离处理技术,其聚焦于原料药企业生产所重点关注的内容——溶煤回收,以渗透汽化技术代替传统的精馏技术,能取得理想的回收效果,尽可能多地回收溶煤母液或选用效果好的溶煤回收系统,是实现溶煤高效回收的关键导向,而渗透汽化技术则是基于溶煤回收系统的优化选择进行的溶煤回收优化处理操作。

#### 参考文献

- [1] 孔华杰,陈哲,韩光鲁,等.SPES-C/MIL-101(Cr)-SO<sub>3</sub>H杂化膜的制备及渗透汽化乙酸脱水性能研究[J].化工新型材料,2021,49(1):171-174.
- [2] 刘晓琦,张延安,刘燕,等.壳聚糖膜在渗透汽化中的研究进展[J].材料导报,2021,35(1):1224-1231.
- [3] 崔鹏,谢丹.渗透汽化技术在制药行业溶煤回收的应用[A].中共沈阳市委,沈阳市人民政府,中国农学会.第十三届沈阳科学学术年会论文集,2016:2.
- [4] 崔鹏,谢丹.渗透汽化技术在制药行业溶煤回收的应用[J].化工管理,2016(18):68.

收稿日期:2021-02-01

作者简介:毛义强(1988—),男,汉族,山东济宁人,助理工程师,本科,主要从事药品生产工作。