

Technology and Optimization of Heterogeneous Wastewater Separation

Weilong Ma

Nouryon Chemicals (Ningbo) Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315200, China

Abstract

Industrial wastewater discharge is not up to standard, improper disposal, will pollute the surrounding soil and water resources, break the ecosystem, make human water resources more tense, seriously affect the development of ecological environment. In the process of chemical separation, separation of homogeneous wastewater can use adsorption, distillation, extraction, drying, crystallization, mass separation and separating heterogeneous wastewater, usually choose some mechanical methods, this paper to heterogeneous wastewater separation as the breakthrough point, discusses several separation technology, and put forward some optimization scheme, to improve the oil recovery in wastewater, reduce wastewater concentration, purification wastewater, so as to protect the ecological environment.

Keywords

heterogeneous phase separation; wastewater treatment; technology optimization

非均相废水分离技术及优化

马玮隆

诺力昂化学品(宁波)有限公司, 中国·浙江 宁波 315200

摘 要

工业废水排放不达标, 处置不当, 将污染周边水土资源, 打破生态系统, 使得人类用水资源更加紧张, 严重影响到生态环境发展。在化工分离过程中, 分离均相废水时可采用吸附、蒸馏、提取、干燥、结晶等方式实现传质分离, 而分离非均相废水时, 则通常选用一些机械方法, 论文以非均相废水分离为切入点, 讨论了几种分离技术, 并提出了一些优化方案, 以提高废水中油相的回收率, 降低废水浓度, 净化废水, 从而对生态环境进行保护。

关键词

非均相分离; 废水处理; 技术优化

1 引言

非均相废水分离, 目前较为常用的技术有重力沉降法、气浮法、聚结法、絮凝法、膜分离等, 其中重力沉降法是发展较早的传统分离方式, 但目前普遍存在着设备操作成本较高、分离效果较低的问题, 而聚结分离技术则是近年来发展并使用较为广泛的油水分离技术, 具有分离效果好、设备简洁易轻便、动能损失小以及成本低等优势, 在工业生产领域里获得了迅速发展。

2 常见非均相废水分离技术

2.1 重力沉降法分离

利用两相的密度差及两相之间互不相溶的特性进行分

离的方法称为重力沉降法。当两相静止或稳态时由于密度的不同会出现轻相上浮重相下沉, 而轻相油滴上浮的速度决定了分离的效率, 所以在分离技术选择时, 通常需对这类非均相混合液的轻相油滴进行上浮速度进行计算, 如公式(1)。

式中, v ——油滴上浮速度, m/s;

ρ_w ——水相的密度, kg/m³;

ρ_0 ——有机相的密度, kg/m³;

g ——重力加速度, m/s²;

μ ——水相的黏度, Pa·s;

r ——油滴的粒径, m。

$$v = \frac{(\rho_w - \rho_0)gr^2}{18\mu} \quad (1)$$

式(1)中指出, 当轻相油滴和水相两相间的密度差越大或轻相油滴粒径越大时, 越有利于轻相油滴上浮, 促进两相分离。根据上述, 一方面可在混合液中溶入比重较大物质

【作者简介】马玮隆(1989—), 男, 中国浙江台州人, 本科, 工程师, 从事化工工艺过程控制及过氧化工艺研究。

来提升水相密度,使两相密度差增大,在大密度差的作用下,油滴加速上浮,提高了分离效率;另一方面可在分离设备中结合波纹板的使用来提高小油滴的回收,将更多的小油滴颗粒聚合为大油滴进而加速上浮,提高分离效果。重力沉降法有着出水过程平稳,维护管理简单等优势,但存在分离效率相对较低、设备设施占地大、废水停留时间长等不足,只适用于一些油滴上浮速度较快,较易分离的油水两相。

2.2 气浮法分离

气浮法的油水分离原理是向水中鼓入微小气泡,利用微小气泡进入水相后自下而上运动,从而使气泡运行路径范围内的较小粒径油滴附着在气泡表层,从而产生气泡与油滴聚合体,并在浮力的作用下上升至液相表面聚集,而后再通过液相表面上设置的转动刮片将表面油层刮除,从而达到油水分离的目的,在分离步骤中还可加入适量的悬浮剂或聚合剂,以促进油水的分离。气浮法的分离效果主要取决于鼓入气泡和液体分散相浮油的碰撞机率,在相同鼓气量下,通过降低微小气泡尺寸,提高气泡的比表面积,将有助于气泡与浮油的接触,促进油水分离。

2.3 聚结法分离

聚结法主要是在分离装置内设置聚结构件,当油水分离混合液经过聚结材料表面时,将在聚结板下形成油水界面两相来回流动的曲折路径,小油粒在流动中停留在聚结板表层,嵌入孔隙内聚集成油珠,当静压油膜超过规定厚度后将聚结成更大的油层,进而通过上浮作用在水面下析出。吸附聚结是分散油粒从小至大的处理过程,是聚结分离工艺中最为关键的部分,其吸附效果主要受分散油粒大小和聚结料的润湿及吸附特性影响,而且在油水分离混合液的进料分布器为四十五度倾角时,液流比较均匀,也有利于油水分离效果的改善。但当废水混合液中有固体杂质时,容易在组件内部滞留,增大混合液流动阻力,导致分离速度慢、分离效果差,且聚结器存在清洗困难和聚结板易结垢等缺点,因此聚结法对油水混合液的洁净度要求较高^[1]。

2.4 絮凝法分离

有机物高分子絮凝分离是将有机高分子絮凝剂加入难分废水混合液中,破坏废水中胶体的稳定性,使废水中较难沉淀的胶体颗粒聚合沉淀,从而将杂质从水中快速、彻底地分离出来。

细菌絮凝剂是利用生物工程技术,将细菌体内及其分泌物萃取、净化而得到的一类安全、无毒、有效且可自我降解的新型水质处理剂。广泛应用在食品废水、城市废水、医疗废水、石油化工废水、制造纸术废水、医药工业废水等多种工业废水处理中。

2.5 膜分离

膜分离技术是指在处理含油废水过程中使用一种高选择性、渗透能力强的覆膜,废水混合液在外压的作用下进行过滤、分离、提纯、浓缩的分离方法。其原理是基于废水混合液的物理性质,不需额外添加化学制剂即可实现分离,且分离效率高、设备简易、设备占地小、运行简单,通常影响膜分离的因素有膜材料、膜孔径、操作温度、操作压差、废水浓度、废水流动性和废水的PH值等^[6]。由于膜的维护成本相对较高,在一段时间的过滤运行后,膜材料常受到污染,容易出现堵塞,导致渗透通量下降,分离效果变差,所以对膜材料本身需要定期进行化学清洗。

3 非均相废水分离优化

3.1 沉降进料优化

为提高分离器的分离性能,油水混合液在进入聚结内件的分离器前需要进行脱气处理,常规的脱气方法是在进入分离器前设置一个小方箱,顶部连接分离器作为气相平衡,将油水中残留的气体通过气相平衡管排至分离器,再通过分离器的尾气管线排出,脱气后的混合液可提高流场压力,降低混合液返混能力,分离效率随除气率的增大而增大,但超过一个最佳除气点后,分离效率增加不明显。通过对小方箱内部设置防涡流挡板,对小方箱的出料管口进行增大处理,可以降低混合液进入分离器的流速,消除管线震动,减少混合液进入分离器时产生旋流,防止搅动油水层,促进分离^[3]。

3.2 聚结优化

与填料式和滤芯式聚结元件相比,板式聚结器具有更高的分离效率和排污能力。分散相油滴通过润湿作用,在板式聚结器下表面形成油滴层,油滴层聚集成油膜后,通过随机流道脱离斜板,油水分离效率随聚结器结构参数的调整而变化。

增加聚结板长度与面积,可提高分离效率,但同时也延长了分散相上浮的时间,所以通过增加聚结板长或增加聚结面积来提高分离效果存在一定限制^[1]。

较大的聚结板倾角,有利于油滴层内随机流道的形成,但同时也导致流道输送速率较快,小油滴在油滴层表面的停留时间过短,不利于小油滴聚集成大油滴;较小的聚结板倾角,可以稳定分散相油滴在小油滴层表面上的停留与嵌入,较小油滴的浮升路径也将减少,从而在一定区域内降低小聚结板倾角可以增加较小油滴分离效果,即在同一聚结板下的分离效率更高。尽管聚结板的分离效果随倾斜角的降低而增加,但如果板倾角过小,则油相在油滴层内的流道输送速率降低,不利于随机流道的形成,使油滴层表面更新缓慢分离效率降低,通常控制的倾角不小于20°。

聚结材料选用方面,较常用的有陶瓷、不锈钢、镀锌板、PVC、聚丙烯等,而经过对比研究表明,不锈钢材料的聚结材料在聚结效果、应用周期、清洁维护等方面都具有明显优越性,在生产实践中的运用也较为普遍。

3.3 旋流气浮优化

旋流分离是根据离心沉降原理设计的,旋流分离器具有结构简单、占用空间小、连续分离等优点,对废水混合液两相的要求是非均相,有一定密度差,在工程中被广泛应用。其主要构造有旋转电机、混合液入口、分离腔、旋转栅和两相出口,上部出口为轻相溢流口,下部出口为重相底出口。分离腔的形式有圆锥形、圆柱形或单多个柱锥形组成。废水混合液从入口进入旋流分离器后,由电机驱动旋转栅旋转,液相混合液在离心力的作用下,轻组分受到的离心力较小,向轴心汇集,来不及沉降就随内旋流并向上运动,重组分则被甩向侧壁继而向下沉降,最后分别从上部溢流口和底部出口排出。在整个旋流分离过程中,离心力的大小可通过旋转栅的转速来调整,来分离不同密度的废水^[2]。

常规旋流分离在处理具有一定粘性的油水混合液时,需进行预处理,一定程度上增加了能耗,针对此类特性混合液的旋流分离优化,可结合气浮法来提升小粒径油滴分离,对于混合液的处理有明显改善^[4]。其气浮的过程是在微气泡发生器的作用下以微气泡的形式注入混合液中,微气泡在上升过程中和油滴碰撞结合,增加了油水相对密度差,从而促使油水分开,同时利用气泡在油相与水分之间所产生的气隔层,在一定程度上减少了油水的混合^[5]。而旋流气浮分离融合了旋流分离和气浮分离技术,它重量轻、机构紧凑,具有较高的分离效果,更符合了常规含油污水的分离特点。

3.4 减压分离优化

当分离的废水难以通过重力、气浮、聚结、絮凝、膜分离等方法达到分离效果时,可以考虑通过减压的方式来实现。在减压的环境中水相汽化的温度会降低,使水分子在油中更活跃。当水体积增加到一定时,一方面会将包裹在水外

围的油表面冲破,另一方面会促进冲破油层的亲和,使废水中分散的油滴聚集成油珠,当油珠直径达到一定时会出现上浮与水分离。根据油、水的物理特性及油、水两相的界面张力,在减压状态下油、水分子的表面张力就极易失去平衡,油、水分子相互聚集,会产生一定的密度差,使含油污水中的油、水更容易分离。根据含油污水的不同,并结合蒸发凝结曲线,需要选择合适的真空压力与温度来进行分离,来实现节能分离。

4 结语

非均相废水分离处理技术在化学、石油、医疗、环境保护等领域的工业生产过程中应用非常广泛。从源头控制废水的产生,加强工业废水分离设备设施建设,以提高水资源的有效利用,当选用单一分离技术难以将废水分离、净化时,可以在具体应用中结合两种或以上分离技术的特征优势,来实现较优的分离效果,如沉淀与聚结、旋流与气浮、减压与沉淀、絮凝与气浮等,通过优化分离设备设计,稳定分离装置运行,可降低能耗,增加效益,对水环境的保护和人类生活环境的改善具有重要意义。

参考文献

- [1] 黄卫星,何雄元,邓朝俊,等.聚结板强化油水分离过程的机理研究[J].工程科学与技术,2017,49(3):191-196.
- [2] 姜东方,刘德俊,邓宗竹,等.油水旋流分离器研究方法分析[J].当代化工,2011,40(5):502-504+520.
- [3] 王学平,彭程,禹言芳,等.防冲挡板对液液分离器入口流场影响的数值分析[J].沈阳化工大学学报,2017,31(4):348-355.
- [4] 张佳星,马艳艳,周敏,等.油水分离技术进展[J].净水技术,2017,36(12):50-54+61.
- [5] 张力,张立华,徐光亿,等.新型旋流分离一体机的分离性能分析[J].兰州理工大学学报,2020,46(1):60-64.
- [6] 衣丽霞,董景岗.陶瓷膜分离技术在含油废水处理中的应用研究[J].盐业与化工,2013,42(2):18-21+27.