

薯干酒精废水固液分离技术综述

管 永,高良敏,牛司平

(安徽理工大学地球与环境学院,安徽 淮南 232001)

摘 要: 由于薯干酒精废水的特殊性质,在进入后续处理装置之前,需要通过固液分离技术将酒精废液中的不溶性固体截留下来,减轻生化处理的负荷。概述了各种固液分离技术在薯干酒精废水中的应用情况。

关键词: 综合利用; 酒精废水; 薯干原料; 固液分离

中图分类号: TS262.2; TS261.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-9286(2011)03-0097-04

Review on Solid-liquid Separation of Dried Sweet Potato Alcohol Wastewater

GUAN Yong, GAO Liang-min and NIU Si-ping

(School of Earth and Environment, Anhui University of Science and Technology, Huainan, Anhui 232001, China)

Abstract: Due to the special nature of dried sweet potato alcohol wastewater, to intercept insoluble solid in the water and reduce the load of biochemical treatment, solid-liquid separation is necessary before the water enter the following treatment plant. In this article, the application situations of various solid-liquid separation methods in the treatment of dried sweet potato alcohol wastewater were summarized.

Key words: comprehensive utilization; alcohol wastewater; dried sweet potato; solid-liquid separation

由于薯干酒精废水 COD 高、SS 高、粘度高,固液分离极为困难,缺乏有效的预处理工艺,综合利用率低,而高 SS 影响后续高效厌氧反应器的运行。鉴于酒精糟液的特殊性质,在进入废水生化处理装置之前,需通过固液分离技术将酒精废糟液中的不溶性固体(即 SS)截留下来,降低酒精废糟液的悬浮物和 COD 值,减轻生化处理的负荷。固液分离有两种方法,即沉降分离和过滤分离。沉降分离可分为两种:重力沉降和离心沉降,或称为弱沉降分离与强沉降分离^[1-2]。重力沉降最为经济,少用能源,也可称其为环境友好工艺。虽系弱沉降分离,但均作为固液分离的首选手段。离心沉降、真空过滤、压滤、离心过滤等都是较强的分离手段,因需借助外力,要消耗较多的能源,从长远来看,亦不可取。为此,采取辅助措施,降低能源消耗,乃是今后必须努力的方向。

1 酒精废水的直接固液分离处理

从废水处理的整个工艺流程的技术和经济分析来看,应该尽量强化前一环节去除污染物的能力,从而降低后续环节的处理负担^[3]。固液分离作为酿造废水处理工艺流程的预处理工序,直接影响到后续处理单元的处理效果。目前已经应用的方法有:①通过机械进行固液分离,②采用多级厌氧工艺,③采用沉淀分离。

在不同的酒精废水中含有不同比例的糖类、乙醇、脂

类、甘油、有机酸、酚类化合物以及众多的细菌酵母等物质,含有的杂质主要为:原料残渣、硅藻土以及冷却残渣等^[4-6]。实验室研究或工程实践中常用的分离设备有带式压滤机^[7]、立式离心机^[8]、卧式离心机等。卧式离心机应用于玉米酒精糟的固液分离比较成熟,但其不能应用于薯干酒精糟的固液分离,而立式离心机目前也只能作为薯干酒精糟固液分离的过渡产品。山东省新泰酒厂、章丘酒厂、长清酒厂、高密酒厂、临沭冠泉酒厂等企业应用连续离心固液分离机作为厌氧消化前的固液分离预处理,并在整个工艺流程中取得满意的结果^[9]。山东博兴酒厂^[10]使用的则是国产的并流型卧式螺旋卸料沉降离心机来达到对酒糟废液进行固液分离的目的。韩沛等人^[11]在研究中使用的则是除砂卧式螺旋离心分离机对薯干糟液进行固、液分离,可以分离出 50% 以上的固形物。耿士锁^[12]在研究中使用的是转鼓式过滤机对废水进行过滤,去除水中的悬浮物。田宁宁等^[8]在某酒厂,应用原机械部环保所开发研制出新型带式压滤机对酒精糟液进行固液分离处理,结果能够满足后续处理工序的要求。王涛^[13]在山东平渡酒厂应用带式压滤机对酒糟废液进行固液分离以后,滤液的 COD 去除率 50% 左右,SS 也大幅度降低,有利于废水的厌氧和好氧的生化处理。李克勋等^[14]研究了脱糟机和板框过滤相结合方式对薯类酒精废水进行固液分离,可以满足后续处理工序的要求。冯少岭^[15]对国内的酒

收稿日期:2010-10-21

作者简介:管永(1986-),男,山东临沂人,在读硕士研究生,主要研究方向为水污染控制,发表论文数篇。

精醪液固液分离设备进行综合分析认为,真空过滤法和卧式螺旋沉降离心分离机更适合我国的酒精厂糟液的分离。虽然各种固液分离机械在研究、实践中应用较多,但对于薯干酒精糟液的含沙量较高,采用卧螺离心机处理,设备不耐磨,使用寿命短。而立式过滤式离心机投资低、能耗省、易维修管理,但其 COD 去除率较低、SS 截留率差,滤饼含水率高。

1.1 两相厌氧消化工艺

两相厌氧消化工艺是将厌氧消化的水解产酸段和产甲烷段分开运行,分别在各自的适宜条件下运转,因而使各段的效率提高,但废水停留时间并没有缩短。国内在 20 世纪 90 年代中期开始应用两级厌氧工艺,使用这种工艺处理悬浮物(特别是含纤维物质)含量较高的酒精废液,可以克服 UASB 工艺的缺点,但设备投资和运转费用比 UASB 工艺要高,其起到固体分离的作用,通过厌氧反应器去除悬浮物,并有使酒精糟在其中产生部分水解和酸的作用化。山东日照酿酒总厂对此处理方法有应用^[6]。安徽种子酒总厂则是废水经离心分离机初步分离后,利用二级厌氧+氧化沟工艺使污水达到排放标准^[7]。成官文等对甘蔗糖蜜酒精废液进行研究,废水使用二相 UASB-SBR-物化深度处理工艺处理,硫酸盐还原过程主要在一相 UASB 反应器中完成, SO_4^{2-} 去除率在 85% 以上;产甲烷过程主要在二相 UASB 反应器中完成沼气产率为 0.11~0.13 L/g COD^[8]。但对于薯干酒精废水,此工艺的出水 COD、悬浮物浓度仍旧较高,并且波动较大,进行后续处理代价较大。

1.2 沉淀分离

沉淀分离是将酒精糟通过自然凝聚、慢滤来达到固液分离的目的^[9]。这种方式不消耗电能,但由于其分离沉淀的固形物含水量高,分离效果差以及占地面积大等等原因,其实际应用较少有^[20]。

2 酒精废水固液分离的辅助措施

为了取得良好的固液分离效果,同时降低能源消耗,有必要采取辅助一些措施,包括:①采用联合流程:两种或两种以上的分离手段的合理搭配,优化配置。例如沉降与过滤的组合,旋流器与过滤及沉降分离的组合等。②利用凝聚与絮凝等手段及助剂以提高沉降速度及过滤速度,利用预涂层、助滤剂等改善过滤性能,提高过滤速度。③利用电场^[21]、磁场等辅助手段促进过滤分离。

我国酒精制造大多以薯干(鲜木薯、干木薯、地瓜干)为原料,由于薯干酒精糟液的特殊性质,采用直接固液分离其效果难以满足后续处理工序的要求,不少学者从改善薯干酒精糟液的固液分离特性进行研究,并取得了一

定突破。

由于酿酒工业废水呈酸性,而常用的铝、铁系无机混凝剂适应的 pH 值范围有限,对其处理效果不佳,有效的有机高分子絮凝剂使用价格较高,管运涛等人^[22]研究发现,碱性造纸黑液有吸附酸性酿酒废水中细小颗粒和胶体,澄清废水、降低悬浮物和有机物含量的作用。欧阳玉祝等人^[23]根据铁屑微电池原理使用铁屑预处理酿酒废水,并在实践中取得良好效果。薛刚等人^[24]采用有效微生物(EM)处理酒精生产废液效果显著,但仍然达不到排放标准,配合絮凝剂高分子聚丙烯酸钠处理后,达到排放标准。日本的高峰和则等人^[25]对利用 M111 菌株固液分离甘薯烧酒的废糟液的最佳条件作了研究,并找到使废液中的固形物沉淀实现固液分离的最佳条件为,菌体量为 5×10^6 个/g,固液分离的最佳温度为 60℃,M111 菌株有沉积作用的贮藏期限为室温下 14 d,在冷冻室的贮藏期限 30 d。

2.1 絮凝法处理

絮凝技术是目前用来提高水质处理效果的一种常用的处理技术。絮凝法处理有机废水的机理有压缩双电层作用、吸附电中和作用以及吸附架桥作用和沉淀网捕作用^[26-30]。混凝剂的使用对不同污水、不同浓度、不同性质的污染物有不同效果。混凝剂使用时对水质的选择性很强,不同混凝剂的使用条件也有差异,如硫酸铝、三氯化铁等无机盐受 pH 的影响大,处理效果不易稳定;亚铁盐反应不完全,会残余色度;有机高分子絮凝剂的分子量、带电性、水解条件对使用效果影响也较大。絮凝法处理其他一些酿酒废水有一定效果^[31-34]。姚文娟等^[35]采用多种絮凝剂对经过立式离心机分离的玉米酒精糟废液进行二次处理,悬浮物除去率为 86.57%~89.62%,COD 去除率为 58.2%~59.2%;在几种絮凝剂中,PAC 成本相对低廉,且其处理效果较好。张兴梅等^[36]以大连华润啤酒厂废水为原水,进行了混凝预处理的试验,试验结果表明,混凝预处理可使啤酒废水 COD 降低 40%;聚合铁铝、聚合氯化铝、三氯化铁、阴离子型和阳离子型聚丙烯酰胺混凝处理后 COD 的去除率相当;混凝预处理试验 PAC 加投 PAM 可提高混凝效果。吴彦瑜等对糖蜜酒精废液在添加混凝剂前后的性质变化作了研究,PAC 可以降低废液的 ζ 电位,但不如 FeCl_3 的作用明显;PAC 投加量增大时,废水脱色率升高,絮凝效果增强,但其用量增加到一定程度,脱色率不再提高^[37]。国外有学者研究 Fenton 氧化在酿酒废水处理中的应用,双氧水浓度在 0.5 mol/L, $[\text{H}_2\text{O}_2]:[\text{Fe}^{2+}]=15 \text{ mol/mol}$ 时,COD 的去除率达 74%^[38]。埃及亚历山大地区的金字塔酿酒厂的酒精废醪 COD 达 15.39 万 mg/L,BOD 达 11.25 万 mg/L,该厂以 FeSO_4 为絮凝

剂进行调质预处理,其最佳用量 100 mg/L,然后机械分离;德国的 Krostitz 酿酒厂使用絮凝剂 Suedflock KZ 和 P250 进行预处理,絮凝剂的最佳用量为 1.6~2.4 mg/L, COD 和 BOD 的去除率均为 35%~40%;日本某酒厂对酒精废醪好氧处理后的出水使用聚合氯化铝进行絮凝沉淀处理,絮凝剂用量为 20 mg/L, COD 去除率可达 62.8%。在处理过程中可添加一些 NaClO 以提高细菌的去除率,防止藻类的繁殖。但国外酒精废醪以提取饲料为目的的固液分离技术和设备大多是针对玉米酒精废醪开发的,而对以薯干酒精废醪的固液分离方面成功的例子却很少^[39]。

2.2 磁处理及助剂

薯干酒精废水的沉降性能较差,通过沉降实验,投加不同混凝剂[FeSO₄、Al₂(SO₄)₃、FeCl₃、碱式氯化铝、聚丙烯酰胺(中性)]的效果和自然沉降的效果相近,沉淀 90 min 后,上清液只占总体的 10%^[40]。酒精糟废水粘度高会影响沉淀的效果,从而导致色度和 COD 的去除率受到影响。糖蜜发酵制取酒精的废水在经 24 h 曝气后其粘度降低,并可提高絮凝剂的絮凝效率^[41]。磁处理也有降低粘度的作用,并且可以使白酒的电导率升高^[42-44]。有学者研制一种适合薯干酒精废水废液分离的新型处理剂 ZBJH-1,可以提高离心机的固液分离效果,达到后续处理工艺的要求^[45-46]。木薯酒精糟液下沉物所含的胶体多,实现固液分离所需的调理剂种类、剂量与玉米酒精不同。叶盛英等研究调理剂对木薯酒精废水初沉物过滤脱水的影响,结果表明,聚丙烯酰胺和 CPAM 对木薯酒精废水初沉物的过滤脱水都有一定程度的改善作用,并且 CPAM 比聚丙烯酰胺更优越^[47-48]。胡勇有等^[49]通过干木薯酒精废水的过滤比阻试验,得出在过滤温度不低于 60℃时,用饱和石灰乳复配两性聚丙烯酰胺(APAM 质量浓度 5 mg/L)或单独采用 APAM(质量浓度 15 mg/L)作为脱水助滤剂,废水的过滤比阻率最小,适合于采用真空过滤方式进行木薯酒精废水的固液分离。

3 结论与展望

固液分离在薯干酒精废水处理的整个流程中起到重要的作用,鉴于薯干酒精废水固液分离实际应用中的不足和困难,研究并开发适用于薯干酒精糟液固液分离的高效分离技术仍是技术发展的方向。目前薯干酒精废水固液分离研究的主要方向为:

3.1 工艺与设备的研究

研究出适合薯干酒精废水处理的絮凝强化固液分离工艺及相应设备的开发。

3.2 絮凝剂和助滤剂的研究

对处理酒精废水的絮凝剂、助滤剂等方面的研究和开发,以便能大幅度地降低酒精废水粘度和过滤比阻,改善酒精废水过滤性能。

参考文献:

- [1] 杨守志等.固液分离[M].冶金工业出版社,2003.125-170.
- [2] H. Anlauf. Recent developments in research and machinery of solid-liquid separation processes [J]. *Drying Technology*, 2006, 24(10):1235-1241.
- [3] 边兴玉,王雪花,肖红.薯类酒精糟液综合治理工程技术经济分析[J].*江苏环境科技*,2003,16(4):20-21
- [4] W DRIESSEN, T VEREIJKEN. Recent developments in biological treatment of brewery effluent [A]. In: *Inst. & Guild of Brew. Africa Sect. - Proc. 9th Brewing Convention* [C]. 2003.165-171.
- [5] Msc. Ariola DEVOLLI, Prof. As Lauresha SHABANI. Brewery waste water management [A]. In: *BALWOIS 2010-Ohrid, Republic of Macedonia* [C]. 2010. 1-8.
- [6] Vasso Oreopoulou, Winfried Russ. Utilization of by-products and treatment of waste in the food industry [M]. Springer US, 2006. 109-130.
- [7] 王涛.薯类酒精糟液处理及综合利用技术研究[J].*中国酿造*, 2005,(9):34-37.
- [8] 田宁宁,王凯军.固液分离-UASB-SBR 技术处理酒精糟液工程[J].*给水排水*,2000,26(9):49-51.
- [9] 张德清.薯类酒精糟液治理工程设计探讨[J].*给水排水*, 1999,25(7):34-36.
- [10] 韩祥兵.薯干酒精废液全回用技术的应用报告[J].*酿酒*,1997,(4):41-42.
- [11] 韩沛,张少倩,赵艳芳.薯干酒精糟液综合利用及治理技术[J].*水处理技术*,2000,26(1):60-62.
- [12] 耿士锁.过滤-厌氧-好氧工艺处理酒精废水[J].*江苏环境科技*,2001,14(3):11-13.
- [13] 王涛.薯类酒精糟液处理及综合利用技术研究[J].*中国酿造*, 2005,(5):34-37.
- [14] 李克勋,王太平,张振家.薯干酒精糟液治理途径探讨[J].*工业水处理*,2005,25(2):13-15.
- [15] 冯少岭.酒精糟液固液分离设备浅谈[J].*过滤与分离*,1995,(1):14-26.
- [16] 相洪玉,董书会.薯干原料酒精糟液治理的技术与应用[J].*酿酒科技*,1999,(6):99.
- [17] 周开.治理薯类酒精糟液[J].*酿酒科技*,2006,(4):122-124.
- [18] 成官文,章非娟,廖雷,等.甘蔗糖蜜酒精废液的二相厌氧-好氧处理[J].*桂林工学院学报*,2007,27(2):240-244.
- [19] R G Holdich, G Butt. Solid/liquid separation by sedimentation. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: [J]. Journal of Process Mechanical Engineering*, 1997, 221(1):43-52.
- [20] 王凯军,秦人伟.实用水处理技术丛书 发酵工业废水处理

- [M].北京:化学工业出版社,2000.125-170.
- [21] Weihua Jin, Zheng Liu, Fuxin Ding. Broth dewatering in a horizontal electric field [J]. Separation Science and Technology, 2003, 38(4):767-778.
- [22] 管运涛,蒋展鹏,祝万鹏,等.酿酒工业废水治理技术的现状与发展[J].工业水处理,1997,17(3):6-8.
- [23] 欧阳玉祝,王继微,沈扬.铁屑微电解法预处理酿酒废水的研究[J].工业水处理,2001,21(10):16-18.
- [24] 薛刚,姬鄂豫.有效微生物和絮凝剂处理酒精生产废水[J].工业水处理,2003,23(2):31-33.
- [25] 高峰和则,濑户口真治.甘薯烧酒蒸馏废糟液的固液分离[J].酿酒科技,1994,(6):82.
- [26] 郝红英,崔子文,郝红元.水处理中絮凝剂的研究应用现状[J].华北工学院学报,1999,(2):137-140.
- [27] 赵永红,赵玲,陈明.无机高分子铝盐絮凝剂的研究进展[J].环境保护科学,2001,27:10-11.
- [28] 张如意,阳红,高彩玲.高分子铝盐絮凝剂的应用[J].工业水处理,2000,(4):14-17.
- [29] 刘明华,张宏.一种复合絮凝剂的絮凝性能及应用研究[J].化学研究与应用,2003,15(4):175-178.
- [30] 严瑞宣.水处理剂应用手册[M].北京:化学工业出版社,2000.193-197.
- [31] 王萍.硫酸铝-聚丙烯酰胺法降低酿酒废水中BOD、COD值的研究[J].青岛大学学报,2001,16(4):34-36.
- [32] 李莲芹,崔平.采用絮凝-接触氧化法处理酿酒行业废水[J].城市环境与城市生态,2001,(2):61-62.
- [33] 韦小玲,龚琦,唐新宗等.AHZ-CaO 沉降法对糖蜜酒精废液净化处理方法研究[J].工业水处理,2007,27(1):31-33.
- [34] 封毅.玉米酒精废液的絮凝处理[J].广西轻工业,2000,(3):31-32.
- [35] 姚文娟,李绩,肖冬光,等.[J].酿酒科技,2001,(3):62-64.
- [36] 张兴梅,杜茂安,吴莹,等.啤酒废水混凝预处理的试验研究[J].哈尔滨建筑大学学报,2000,33(4):50-53.
- [37] 吴彦瑜,陈文纳.高浓度酒精废液物理化学性质的测定与研究[J].化工技术与开发,2007,36(1):44-46.
- [38] J. Beltran de Heredia, J.R. Dominguez, E. Partido. Physico-chemical treatment for the depuration of wine distillery wastewaters (Vinasses) [J]. Water Science and Technology, 2005, 11(1):159-166.
- [39] 宁寻安,胡勇有.酒精废醪的固液分离在我国的应用[J].环境科学研究,1998,11(2):56-58.
- [40] 申立贤编著.高浓度有机废水厌氧处理技术[M].北京:中国环境科学出版社,1992.
- [41] 陈文纳,周国华,吴雪文,等.用无机絮凝剂处理酒精生产废水[J].环境保护,1994,(4):8-9.
- [42] 梁彩云,计晶晶,等.不同参数磁处理对白酒电导率的影响[J].包头医学院学报,1998,14(4):9-10.
- [43] 计晶晶,梁彩云,张慧灵,等.不同参数磁处理对白酒粘度的影响[J].包头医学院学报,1999,15(1):2-4.
- [44] 张慧灵,计晶晶,梁彩云,等.磁处理对白酒、乙醇等液体粘度的影响[J].包头医学院学报,2001,17(1):2-3.
- [45] 王晓.山东诸城酒厂薯干酒精废液的再利用[J].中国给水排水,2001,17(11):53-54.
- [46] 王晓,高伟.薯干类酒精废液全回用技术的研究与应用[J].山东环境,2001(5):33.
- [47] 叶盛英,岑超平,罗树灿,等.木薯酒精废水初沉物调理过滤脱水的研究[J].农业工程学报,2001,17(4):123-126.
- [48] Ye Shengying, Cen Chaoping, Zhang Ping'an. The research of pressure filtration dehydration for primary sedimentation of cassava ethanol wastewater [A]. In: C.W. Cao, Y.K. Pan., X. D. Liu., Y.X. Qu. Drying' 2002- Proceedings of the 13th International Drying Symposium [C]. China: China Agricultural university, 2002. 1706-1711.
- [49] 胡勇有,吴超飞,叶万生,等.干木薯酒精废醪固液分离初探[J].环境科学研究,1998,11(1):45-48.

酿酒科技杂志社邮购书刊

书刊名	邮购价	书刊名	邮购价
《酿酒科技精选(1980~1985)》	20 元/册	《酿酒科技》2008 年合订本	200 元/套
《酿酒科技》2000 年合订本	65 元/册	《酿酒科技》2009 年合订本	230 元/套
《酿酒科技》2001 年合订本	70 元/册	《酿酒科技》2010 年合订本	230 元/套
《酿酒科技》2002 年合订本	75 元/册	《酿酒科技》2011 年(月刊)	180 元/年
《酿酒科技》2003 年合订本	80 元/册	《世界蒸馏酒的风味》	6 元/册
《酿酒科技》2004 年合订本	80 元/册	《中国酒曲》	35 元/册
《酿酒科技》2005 年合订本	120 元/套	《酿酒科技》世纪光盘(1980~2000 年)	380 元/套
《酿酒科技》2006 年合订本	150 元/套	《白酒的品评》	26.5 元/册
《酿酒科技》2007 年合订本	190 元/套	《中国名酒鉴赏》	64 元/册

需订阅以上书刊者,请直接汇款到本社邮购。地址:贵州省贵阳市沙冲中路58号(550007);电话:(0851)5796163;传真:(0851)5776394;联系人:姜莹。