

啤酒错流过滤技术综合分析

李 超

(华润雪花啤酒(河北)有限公司,河北 廊坊 065201)

摘 要: 错流过滤是全面推动啤酒过滤技术革新的新型技术。通过过滤过程的分析,建立了工艺优化的思路 and 解决膜堵塞问题的方法,评价了该技术成熟后的经济效益,及啤酒错流过滤技术在啤酒业可观的发展前景。

关键词: 啤酒; 错流过滤; 原理; 工艺优化

中图分类号:TS262.4 ;TS261.4

文献标识码:B

文章编号:1001-9286(2009)08-0088-03

Synthetic Analysis of Beer Cross-flow Filtration

LI Chao

(Huarun Snow Beer (Hebei) Co.Ltd., Langfang, Hebei 065201, China)

Abstract: Beer cross-flow filtration is a brand new technology to advance all-round beer industry technical innovation. Some thoughts on and practice of process optimization and filter clogging solutions were developed by filtration analysis. The economic benefits of this matured technique were assessed. The analysis revealed that the new technology could get a promising development.

Key words: beer; cross-flow filtration; principle; process optimization

啤酒错流过滤技术是20世纪90年代开发的新技术。它的成功之处在于啤酒过滤不再依靠助滤剂,而使啤酒的过滤一次性完成,不必再从酵母中回收啤酒,且可以使过滤后的啤酒达到无菌状态,不需巴氏灭菌。

传统的过滤技术是静态的,而错流过滤是动态的。错流过滤技术与一般过滤技术的区别见图1。在错流过滤中,啤酒不能像在静止过滤中那样横向流过过滤膜层,一是因为膜很快被堵;二是因为压差可把很薄的膜冲破。因此,啤酒以与膜面平行的方向前进,并不断冲洗膜,始终只会有很少量的沉积物停留于膜上,从而达到截留颗粒和澄清酒液的目的,这种过滤方式就被称为“错流过滤”^[1]。

错流过滤中一般只有少量的澄清液穿过膜而得以过滤。由于残余液中仍含有大量的待滤液,为了得到良好的过滤效果,必须使混浊的滞留物进行强迫循环流动。随着过滤的不断进行,膜表面也会慢慢被堵塞,此时必须终止过滤,选用合理的清洗方法进行清洗处理。

1 错流过滤技术的原理和技术特点

错流过滤的基本原理是通过循环泵将要过滤的物质在不同孔径的滤膜孔道中作高速循环运动,在压力的作用下,滤液以切线通过的方式滤出,未滤液由于高速运动而形成湍流,不断冲洗膜棒的内表面,将少量附着在膜上的固形物带走,从而防止了滤膜的阻塞,保持过滤的正常进行,未滤液不断循环,固形物浓度愈来愈大,当浓度达到一定程度后自动排出,最终达到固液分离的目的^[2]。当

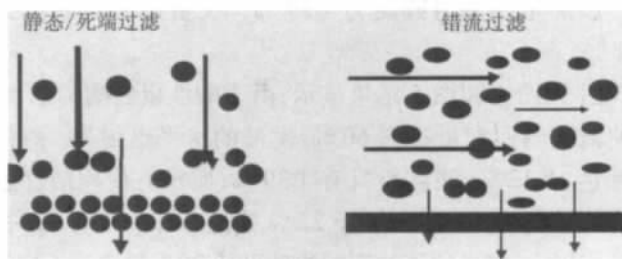


图1 一般过滤与错流过滤的区别

然,由于靠近器壁的流体的拖拉作用,流速减慢,在实际工作中仍会有薄的沉积物形成在滤膜的表面上,此与过滤物质的粘度和错流速度有关,利用定时逆流反冲,可以解决此问题而不至于堵塞滤孔。错流过滤的液体循环见图2。错流过滤系统主要由内循环体系和外部供给体系两大部分组成,见图3。内循环体系包括错流膜组和循环设备,它的主要功能是在循环流动的浑浊酒液中不断滤出清酒液并输出,在此过程中浊酒液不断浓缩,当浓缩液中的酵母达到一定浓度时系统会触发排放功能让浊液进入下一生产环节,从而实现酒液和酵母的分离。外部供给体系包括浊液储存罐和供给设备,它将储罐的液位信号反馈至变频控制器,调节进料泵的转速,从而为系统连续稳定的提供浊酒液发酵液,满足系统连续运行的要求。

2 错流过滤系统常用的材料

错流过滤膜材料一般选用塑料、聚丙烯、聚砜、聚醚砜、聚丙烯睛或陶瓷膜。最常用的是聚合膜和陶瓷膜^[3]。

收稿日期:2009-05-12

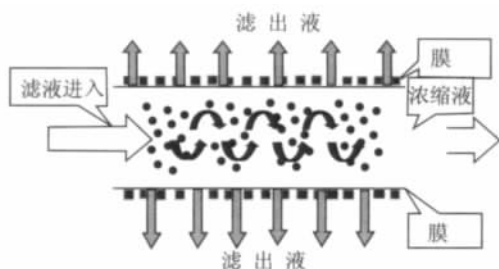


图2 错流过滤的液体循环示意图

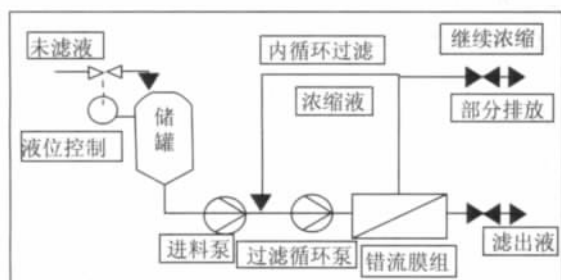


图3 错流过滤系统

2.1 聚合膜

大部分啤酒沿膜流动,仅有一部分能透过膜孔,因此需要很大的膜面积。为了避免体积过大,在大多数情况下要把膜卷绕起来。为此需把两个膜与渗透支撑材料(约0.7 mm厚)连接并黏结起来,这3层材料在间隔层中间垫片(0.5 mm)之下卷绕。由膜、支撑材料和中间垫片组成的联合体称为“卷绕膜柱”。

2.2 陶瓷材料

具有很细孔径的陶瓷材料常常被用于微孔过滤,以替代膜。啤酒循环错流过滤的多通道模件中,每个通道的四周均被具有很细小孔洞的陶瓷材料所包围。过滤的精度取决于孔径的大小。同样,要达到较大的过滤量也需要将模件并列安装。它的主题设备是陶瓷滤柱,其横断切面为六角形,孔道多少和直径大小可根据需要选择,由多孔陶瓷载体支撑。陶瓷膜的微孔直径为 $0.45\sim 1.3\ \mu\text{m}$,可根据需要选择。

滤膜根据孔径不同可分为:微孔过滤膜、超滤膜、纳滤膜、反渗透膜等。膜的特性是保证溶液过滤质量的关键。其中,膜的孔径和材料是这些特性中两个关键因素。如果孔径过大,则无法获得好的可接受的啤酒的浊度;而孔径过小将导致啤酒中的有用成分被滤掉,如大分子的蛋白质和聚合糖酸盐。在大量试验的基础上确定选择的孔径范围最大是 $0.5\ \mu\text{m}$ ^[4]。在这种孔径水平下的过滤,通常处于微滤范围。

3 错流过滤系统在啤酒过滤上的优势

与传统的硅藻土过滤技术相比,错流膜过滤技术在产品质量、节能降耗、避免污染等各方面都有着十分明显的技术优势。其中,主要的是毋须再使用硅藻土,硅藻土

是有限的资源,因此,其未来的质量和价格都会为啤酒商带来负面的影响。再者,处理使用后的硅藻土会增加成本,更不可忽视的是硅藻土含有方石英,对人体健康构成威胁。

在啤酒质量方面,采用错流过滤技术对啤酒的质量不会产生不良的影响,相反,该技术更能可靠地去除酵母和使啤酒腐败的微生物。硅藻土对啤酒的浊度、色度、风味物质等方面有一定的不良影响。错流滤膜的应用不但消除了以上因素的影响,还明显提高了产品的质量,酒液更加清亮透明、泡持性更长久,浊度、敏感蛋白和冷混浊等指标均优于硅藻土过滤。

再则错流过滤更加灵活自动,相比硅藻土过滤器,全自动错流过滤系统的操作只需要较少的人手,而且耗水 and 产品损失较少,从而节省整体的加工成本。且具有优异的规模可调能力,啤酒厂商要扩大或缩小生产规模是非常容易的。

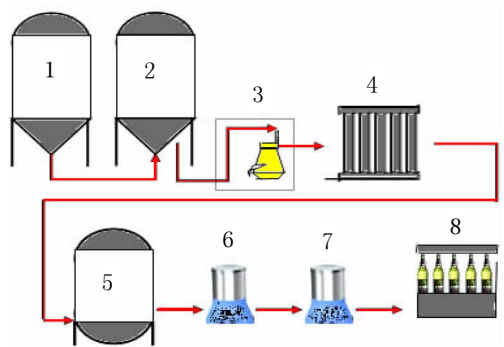
更何况错流过滤具有可观的经济价值。错流过滤系统在替代硅藻土过滤机的同时,还可以完全取代纸板过滤机、精滤机、硅藻土捕捉器,并可取代巴氏杀菌。故简化了工艺流程,节省了工厂的布置空间,节约了设备投入的费用。另外,错流过滤有助延长下游设备的运作寿命,可降低更多过滤成本。经综合比较,错流过滤的酒损比硅藻土过滤平均下降80%。同时,错流过滤平均压差小,滤膜有效过滤时间长,清洗周期长且滤膜清洁难度低,清洗时间短,故与硅藻土过滤相比,吨酒耗水量可减少25%,吨酒耗电减少35%左右^[5]。啤酒错流过滤的成本可分成3个部分,第一个是硬件的成本比例为30%;第二个是膜组的成本比例为48%;第三个是运行成本比例为22%,而这22%的运转成本中各种费用占的比例分别为:电力30%、水25%、冷却18%、蒸汽13%、碱液13%,其他再生化学药品3.5%,酒损0.5%。明显可以看出,错流过滤的成本较低,将是过滤技术的发展趋势。

4 错流过滤工艺优化

啤酒错流过滤系统也视未滤酒液的特性而有所调整,包括未滤液的酵母数、酒体稳定的方式、浓缩液处理的方式、现存的设备等,决定了过程工艺的优化条件。

若是未滤液的酵母数太高,如超过了 $100\ \text{万}/\text{mL}$,为了降低啤酒错流系统的负担,则需要考虑选用离心机;某些啤酒稳定剂,添加在错流过滤之前,则需要以离心机来除掉稳定剂,避免它的颗粒阻塞啤酒错流系统的膜组,但有些则没有这些顾忌;离心机对后段的过滤系统是有辅助作用的,可以减少啤酒错流系统过滤的负担,而得以延长其过滤寿命。离心机和错流过滤设备的结合使用是啤酒过滤的好方法。工艺流程见图4,先将发酵液进行离心分离,离心后酒液进入缓冲罐,然后进入错流过滤设备进

行过滤,过滤液直接进入清酒罐待灌装。



1,2-发酵罐 3-离心机 4-错流过滤 5-清酒罐

6-预过滤 7-终过滤 8-灌装机

图4 预清离心机和错流过滤机的联合使用

在常规过滤过程中,膜组未滤液进口的压力比较高,单位时间的膜通量比较高。同时滤饼层也较厚、扎实,如果不做有效的、及时的改善,则整个系统的膜通量会在短时间内降低,为了避免以上现象的发生,通常有所谓的逆向过滤以及膜反冲,并且寻找出最恰当的频率以及动作的秒数。这是过滤工艺优化的重点,当一个好的优化工艺完成之后,会根据实际的过滤流速要求将啤酒错流过滤系统设计成几个过滤膜组,并做出一个适当的过滤程序,包括了每一个过滤膜组在一定的时段,进行中间清洗,是否清洗的决定参数是平均通膜压力;为了达到 24 h 不间断的过滤,可以将多个过滤膜组作轮流性的中间清洗。

5 错流膜过滤组件的清洗

错流过滤控制的关键因素同样也是污染的控制。膜污染的形成主要是被拦截的酵母菌细胞以及絮凝产生的蛋白质在膜表面的堆积。酵母菌细胞和絮凝蛋白质可以在膜表面形成一个垢层。这个垢层对过滤的流体形成新的阻碍,导致膜过滤压差的不断下降,从而过滤速度随之下降。酵母菌细胞和絮凝蛋白质还可以堵塞膜孔,减小膜通量。最后许多溶解物质,如碳水化合物将吸附在膜孔的内表面,导致膜孔径减小,膜的水阻增加。

膜污染垢的形成,根据其特点,可以分成可逆和不可逆两种。通过增加循环流速,用清水冲洗或者反洗(例如,定期改变过滤的方向),可以除去可逆部分的污垢。但是仅用水洗和反洗是不够的,如若去掉所有的污垢,需要进行化学再生。膜孔堵塞部分属于可逆污垢,可以通过反洗很容易地去掉;但是一些小颗粒会塞在膜孔中,非常难以除去。此时可行的解决办法就是通过清洗剂将这些颗粒分解。有效的膜 CIP 清洗过程是膜过滤在啤酒行业成功应用的关键。清洗一般是先用水冲洗膜表面然后用热硝酸或碱液进行清洗处理。针对可逆污垢通过反冲去除,对不可逆的污垢国外有研究在进行连续的碱洗和酸洗后再通过加入 β -葡聚糖酶处理分解 β -葡聚糖,最终实现高

效的膜清洗。

6 错流过滤技术在啤酒中的应用前景

最初错流过滤的成本较高,但通过改善清洗方法、增大循环形成和投资费用的有益改进,成本下降了 50 % 左右,而且清洗过程中不添加酶可以更加降低更多成本^[6]。使膜过滤成为硅藻土过滤的一个很好的替代品,具有相当大的优势,包括连续、灵活的处理方式和无污染重复性比较好,可以得到相对长的过滤循环。

总体看来,错流过滤技术在优化工艺、提高质量、安全环保、节能降耗、简化维修等方面拥有众多的优点和极大的优越性。虽然错流过滤的技术成熟性还有待提高,其认知接受可能还需要较长的一段时间,但它必然是啤酒过滤最好的解决方案和必然的发展趋势。而且,我国虽然啤酒总产量较高,但是啤酒过滤技术发展较慢,国内自行设计的过滤设备生产能力相对较小,自动化程度相对较低,过滤精度相对较差。国内的一些大中型啤酒厂仍依赖进口过滤设备。近年来,随着生产成本的不断提高,啤酒厂商生存和发展的必然是要通过更快更好地发展啤酒的过滤设备,预计 2010 年硅藻土将成为历史,用短暂的 2 年发展时间错流膜过滤将比硅藻土便宜 25 %~30 %^[7]。另外,有研究认为从啤酒厂过滤后产生的废硅藻土是有害的,这样造成废弃物处理费用将有相当大的增长,获得高质量的啤酒成本将更高。然而正是因为较高质量的啤酒能通过错流过滤比较经济地从酵母和罐底进行回收,显然,在啤酒过滤时使用该技术去除固形物是有利的。国际上对该技术的研究已经相当深入,因此国内啤酒厂商要注意提高过滤工艺分析自动化和过滤机实际操作自动化;大量采用新的过滤技术,开发集约型生产方式,注意国际发展动向,缩短啤酒过滤技术与发达国家的差距,提升我国啤酒行业的综合竞争能力。

参考文献:

- [1] 周广田,聂聪,崔云前,等. 啤酒酿造技术[M]. 济南:山东大学出版社,2004.
- [2] 吴炜亮,吴国杰,胡志云,等. 啤酒过滤技术的研究进展[J]. 酿酒,2006,33(4):62-64.
- [3] 王振. 浅谈啤酒错流过滤技术[J]. 山东食品发酵,2005,(4):47-48.
- [4] 郭燕峰. 过滤新技术[J]. 明胶科学与技术,2005,25(4):199-200.
- [5] 周文龙. 错流过滤技术在啤酒工业中的应用[J]. 啤酒科技,2007,(9):54-55.
- [6] 林瑞红. 错流过滤对 LAGER 啤酒澄清的实用价值[J]. 啤酒科技,2002,(9):64-65.
- [7] Trevor Wainwright/文,周伟/译,宇晨/编. 错流膜过滤技术挑战硅藻土过滤技术[N]. 消费日报,2002.