

固态发酵蒸酒甑桶支撑板的结构分析

何 峥¹,何 静²,刘一茂³

(1.贵州大学化工学院,贵州 贵阳 550003; 2.福建农林大学,福建 福州 350002;

3.贵州茅台酒股份有限公司,贵州 仁怀 564501)

摘 要: 以茅台酒为代表的我省许多固态发酵白酒的生产,多采用甑桶式设备来蒸酒。现行广泛使用的多孔甑桶式设备存在漏料、沟流、死料(死角)缺陷,因此必须对多孔甑桶支撑板的开孔率、锥形侧吹型支撑板、开孔的分布等参数进行科学分析和改造设计,减少酒醅损失,降低成本,提高蒸酒效率和出酒率。(孙悟)

关键词: 白酒; 固态发酵; 蒸馏; 甑桶; 支撑板

中图分类号:TS262.3;TS261.4;TS261.3 文献标识码:A 文章编号:1001-9286(2007)01-0038-03

Structure Analysis of the Supporting Plate of the Steaming Bucket in Solid Fermentation Production

HE Zheng¹, HE Jing² and LIU Yi-mao³

(1.Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550003; 2.Fujian Agricultural and Forestry University,

Fuzhou, Fujian 350002; 3. Guizhou Maotai Co.Ltd., Renhuai, Guizhou 564501, China)

Abstract: Steaming bucket apparatus were used in liquor distillation mostly for liquor by solid fermentation in Guizhou Province and Maotai Liquor as the representative. The multihole steaming bucket apparatus used widely at present has the disadvantages such as leakage, channeling and dead band. Accordingly, it is necessary to make change in the trepanning rate of the supporting plate, the design parameters of side-flow supporting plate, and the hole distribution etc. to reduce fermented grains loss and production cost and to increase liquor distilling efficiency and liquor yield. (Tran. by YUE Yang)

Key words: solid fermentation; liquor; distillation; steaming bucket; supporting plate

以茅台酒为代表的贵州省许多固态发酵白酒的生产,多采用甑桶式设备来蒸酒。由于如茅台酒等名酒的历史悠久,源远流长,靠上百年以上的历史与经验的沉淀,其酿造工艺与操作方法都十分完善,不论是历史文化的研究,还是对酒的存放、勾兑、增香,以及分析、鉴评等都有许多深入的研究与总结。然而对完成蒸酒的蒸馏甑桶及冷凝冷却接酒等装备研究却并不多。本文特对甑桶蒸馏设备中的醅料支撑板进行分析与研究。

1 对甑桶内醅料支撑板的结构分析

1.1 对现行广泛使用的多孔支撑板的分析

甑桶蒸馏设备从天锅演变到今天的不锈钢甑桶,蒸汽供热,列管式冷凝接酒设备,活动甑底半自动卸料,已经越来越多地采用现代化的技术装置,大大减轻了劳动强度,提高了效率,而甑桶的甑底,也从竹篾子板改进为

不锈钢多孔筛板。但从目前的使用操作情况看,多孔筛板的这种结构却存在着一定的缺陷,不同程度地影响着甑桶蒸馏操作,而一直未引起人们的重视。事实上,在甑桶蒸馏的工艺条件、操作运行过程均很完善的情况下,甑桶支撑板便成为固态发酵蒸馏设备中的一个关键影响因素。

通常,化工、食品工业中,作为填料的多孔支撑板,如图1所示的几种结构,图1中(b)便是甑桶蒸酒醅料用的支撑板,也是化工、食品等行业中最常用的结构,其主要优点是结构简单,易于加工制造。对于装填各种金属或陶瓷、塑料填料,其孔径或栅条宽度都要求小于填料尺寸的0.8倍,这样填料是不会落到支撑板的下面,但是当用它来支撑较细颗粒或粉体物料时,便暴露出它的诸多缺陷。

1.1.1 漏料

收稿日期:2006-09-28

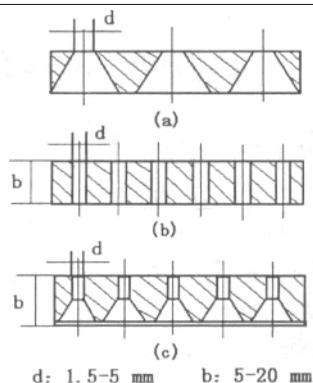


图1 直流型分布板

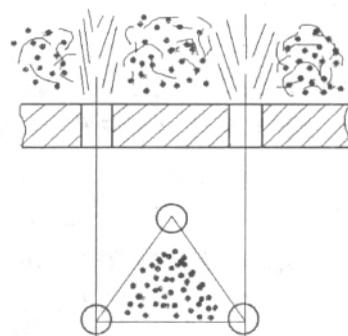


图2 死角区图

在以高粱为主要原料的固态发酵酒醅蒸馏过程中,直流型多孔筛板的孔径为6~8 mm,略大于高粱等物料的粒径,于是在装料和蒸煮过程中,常常会出现漏料现象,加上从甑桶外围锅边漏入的物料,每蒸煮一甑,漏料预计可达到0.5~1.5 kg,如果仅以最低漏料0.5 kg计,每一个班组一年漏料损失可达810 kg,以茅台酒厂十几个车间,180余个班组计算,每年全厂的物料损失便会高达150 t。此外,蒸馏过程中若有醅料落入蒸汽锅内,经过蒸煮,物料会被煮烂、糊化,严重时会产生“淤锅”事故,轻则降低蒸馏效率,重则会使蒸馏被迫停止。

1.1.2 沟流

在上甑布料时,如果稍有撒布不均,或由于漏下的物料在某些筛孔内产生“搭桥”,于是蒸汽通过料层时,便会产生单边或“沟流”现象,即蒸汽从阻力小的区域冲出,而另一些区域则几乎没有蒸汽通过。“沟流”可导致沿甑桶横断面的传热和蒸馏不均,影响出酒率,严重时,还可能导致醅料的“坠甑”或“打炮”事故,破坏蒸馏的进行。

1.1.3 死料(死角)

筛孔型物料支撑板的筛孔分布多为正三角形排列,由于蒸汽为向上直流吹出,于是在3个开孔之间的正三角形区域内,便会有死料堆积(存在死角区),如图2所示。这一死角区不能受到蒸汽的直接加热,也便无法参与传热及传质的交换过程。

1.2 有针对性的支撑板选择

对于细颗粒状或粉状物料,为避免从多孔支撑板漏料,实际有多种可供选择的优良结构^[1-3],如图3所示。这些结构的共性是气体需由升气管进入各种形式的泡罩,再折转通过侧缝或侧孔进入物料,最后向上吹出。这类结构首先保证细颗粒甚至粉状物料不会从升气管漏至板下,其中a、d型结构尤为理想,这是因为这两种锥形侧

吹型结构从升气管上升的气体,均是从下缝或下孔水平吹出,这样在正三角形排列的三角形区域内,均被水平吹出的气体交叉扫过,在板上形成一层气垫层,然后向上通过物料,使这个区域的物料不再成为死料。由于其顶部呈锥形,不可能存料,也就不会出现死区,而b、c两种结构则在泡罩顶上会出现死区。

这种支撑板从结构上看相对较为复杂,安装较为费时,费用比直孔筛板高,但它们都具有筛板无法达到的优点,且在国内已有这类系列产品的生产厂家。

2 重要参数的设计与选择

2.1 开孔率

填料或醅料支撑板的开孔率直接影响着气体流动中的阻力损失,气流分布的均匀性,加热和蒸馏的均匀程度,应予以高度的重视。

首先分析目前酒厂中使用的多孔筛板。目前酒厂中使用的甑桶桶底直径约1.6 m,筛孔直径6 mm,孔间距20 mm,支板上的总孔数约为4016个,孔的排列为正三角形排列,则开孔率为:

$$= \frac{nf}{F} \times 100\% = \frac{n \times \frac{\pi}{4} d^2}{\frac{\pi}{4} D^2} \times 100\% = 5.65\% \quad (1)$$

式中: ——筛板的开孔率(%);

n——筛板上的总开孔数,统计为n=4016;

d——筛孔直径,d=6 mm;

D——筛板直径,D=1600 mm;

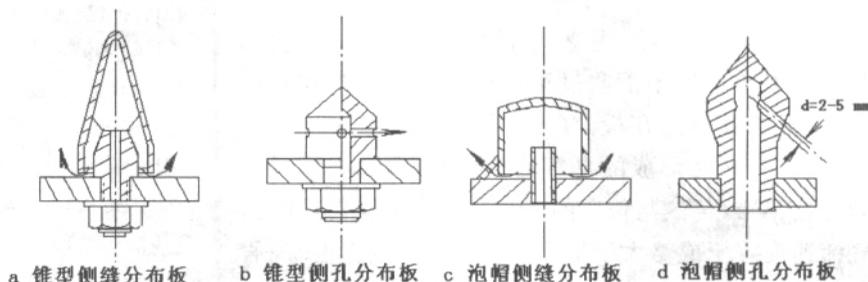


图3 侧流型气体分布板

f ——每个筛孔的面积, mm^2 ;

F ——筛板总面积, mm^2 。

从以上计算可知, 现行甑底支撑板的开孔率仅仅为 5.65%, 如此低的开孔率是值得研究的。一般为了减少蒸汽通过支撑板的阻力损失, 同时要求气体通过支撑板和通过填料层的气速接近, 不产生突变, 应使支撑板的开孔率等于或大于填料的空隙率, 在文献[4]中, 按粒径 4 mm 的高粱查出其空隙率约为 39.2%, 用容积法实测其自然堆积的空隙率约为 41%, 但如将其放入 1.6 m 的大容器, 其空隙率查表只有 30% 左右, 如果夹有粉状物料时将小于 30%, 而现行的支撑板开孔率只有 5.65%, 这将使蒸汽通过筛孔的速度远大于通过醅料的速度, 且由于阻力损失与气速的平方成正比, 则通过筛板的阻力损失很大。此外由于开孔率过小, 流速过大, 难免会因为筛孔的分布不均匀而导致产生“沟流”等一系列蒸馏过程中的问题。

正确的设计, 应该使支撑板的开孔率等于或略大于填料层的最大空隙率(即其自由断面), 但是对于直流型筛孔板又产生另一矛盾, 即开孔率加大, 漏料量也随之增大, 这也许是目前使用的直孔筛板欲采用大开孔率的一种限制。

2.2 锥形侧吹型支撑板

如选用图 3 中的 a, d 型侧流支撑板, 则上述矛盾得到缓解。首先, 支撑板的开孔率可以增大到 30% 左右而不必顾虑漏料, 此时, 设计者的考虑不再是开孔率, 而是锥形侧缝(见图 4)的缝口断面、横吹速度等, 至于升气管的开孔数及口径, 均可按(1)式计算。

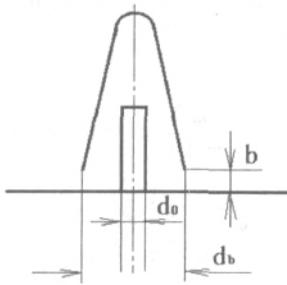


图 4 锥形侧缝示意图

如图 4 所示的锥形侧缝, 从侧缝底部吹出的气流, 如果设计太小, 则不能吹过正三角形排布的孔间死料区, 也不能相互连成在板上的一层气垫; 如果设计得太大, 则会将布料时形成的自然堆积状态吹开, 破坏料层的均匀性, 导致传热与传质的不均匀。为此应使横吹出的气流速度等于或略大于从升气管中流出的速度, 现假

设从升气管吹出的气速为 u_0 , 水平横吹出的气速为 u_b (一般可取 $u_b=1 \sim 1.1 u_0$), 从升气管流出的气体流量为 V_0 , 有:

$$V_0 = u_0 f_0 = u_b f_b = u_b \pi d_b b$$

$$\text{则缝高 } b = \frac{V_0}{\pi d_b u_b} = \frac{u_0 f_0}{\pi d_b u_b} \quad (2)$$

式中: b ——泡罩下沿至支撑板的距离, mm;

d_0 ——升气管内径, mm;

d_b ——泡罩下口直径, mm;

f_0 ——升气孔断面积, $f_0 = d_0^2/4$, mm^2 ;

f_b ——泡罩下沿环形流道断面积, $f_b = d_b b$, mm^2 ;

u_0 ——升气管中气流速度, m/s;

u_b ——泡罩下沿气流吹出速度, m/s。

按(2)式计算出的缝高, b 不会大于物料的粒径, 可避免物料进入泡罩内。

2.3 开孔的分布

在流体通过填充层时, 都会由于床层中部和与容器壁面相连的边缘区的流动阻力不同而产生“壁流”效应, 蒸酒的醅料是实心粒子, 且空隙率又小, 更易产生“壁流”, 即所谓的“甑壁效应”, 使气流沿甑桶横断面流动不均, 影响蒸馏效率。为减小此“壁流”的影响, 曾有研究^[5]将篦子板沿半径分为 3 个区域, 靠中心区开孔较密, 边缘区开孔较少, 靠近甑壁的很小范围则不开孔, 从中心到边缘开孔的比例为 2:1.5:1, 这是针对现行开孔率很低的筛板提出的。对于开孔率大的锥形侧缝分布板, 以上研究可供参考, 但具体的不均布规律则还应通过设计与试验后再加以确定。

3 结语

从以上分析可知, 现行多孔筛孔直流支撑板对于固态发酵的醅料蒸馏是不理想的, 选择和设计采用锥形泡罩侧吹支撑板是最佳选择。为了获得更为准确的设计数据, 有必要进一步的开展研究与试验, 以完善固态发酵白酒蒸馏过程的装备。

参考文献:

- [1] 蒋维钧, 雷良恒. 化工原理(下册)[M]. 北京: 清华大学出版社, 1993.
- [2] 崔建云. 食品加工机械与设备[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999.
- [3] 叶世超, 夏素兰. 化工原理(下册)[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [4] Max. Leva. FLUIDZATION [M]. New York: McGraw-Hill Book Co. INC. 1959. 53- 54.
- [5] 沈怡方. 白酒生产技术全书[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998.