

清香型白酒生产工艺中的节能降耗研究

吴 晏

佛山市丰川节能科技有限公司 广东 佛山 528000

摘 要: 酒伴随着我国历史发展, 在历史上留下各样的足迹, 酒文化也成为我国传统文化的代表之一。与人们生活而言, 酒已经融入人们精神生活。而且酒的种类繁多, 其中清香型白酒以高粱等谷物为原料酿造而成。整个酿造过程需要消耗大量的能源以及产生较大的排放量, 在“节能减排”已成为国民经济发展重点内容的大环境下, 清香型白酒生产工艺也必须要加强节能降耗研究, 通过从工艺设备上优化设计, 进一步提升能源利用效率, 降低能源消耗量, 实现生产过程的节能减排。

关键词: 清香型白酒; 生产工艺; 节能降耗

Study on energy saving and consumption reduction in the production process of Clear flavor liquor

Yan Wu

Foshan Fengchuan Energy Saving Technology Co., Ltd. 528000

Abstract: Wine follows the development of our history, leaving various footprints in history, wine culture has become one of our traditional cultural representatives. As far as people are concerned, wine has been integrated into people's spiritual life. Moreover, there are many kinds of liquor, among which the clear flavor liquor is brewed with sorghum and other grains as raw materials. The whole brewing process consumes a lot of energy and produces a large number of emissions. In an environment where "energy saving and emission reduction" has become the key content of national economic development, the research on energy saving and emission reduction of the production process of clear flavor liquor must also be strengthened. Through optimizing the design of process equipment, the energy utilization efficiency can be further improved, the energy consumption can be reduced, and the energy saving and emission reduction of the production process can be realized.

Keywords: Clear flavor liquor, production technology, energy saving and consumption reduction

在“十四五”规划中, 提出了推动经济社会发展全面绿色转型。要求坚持节能减排, 深化工业等领域的改革发展, 实施节能技术改造重点工程, 加快能耗限额、设备能效等方面的标准修订。节能减排作为“十四五”规划中的重点内容, 更是引发了《“十四五”节能减排综合工作方案》指导各方工作。主要是针对工业能耗和排放问题制定了一系列的目标, 要求从工艺技术、设备方面加强革新和优化, 大力推动节能降耗的工作。对于清香型白酒生产来讲, 传统的制酒工艺能耗大、浪费多, 还在一定程度上造成了排放污染, 违背了生态酿酒、清洁生产、经济环保的政策要求。在节能减排、绿色生态的目标要求下, 各企业也开始加大了对酿酒工艺的改进和设备的优化, 提高酿造水平, 进而实现节能降耗。

一、清香型白酒生产工艺

1.1 清香型白酒工艺特点

清香型白酒, 典型代表有当前的山西汾酒、湖北毛铺酒、

青稞酒等。相比较酱香型、浓香型, 清香型的白酒清香纯正, 味道柔和, 更加自然爽净。清香型白酒整个酿造过程比较复杂, 以大麦和豌豆制成的大曲作为发酵剂, 用清蒸清糟酿造、发酵。其中整个过程强调排杂, 体现于一个字“清”。

1.2 清香型白酒工艺

(1) 粉碎原料

清香型白酒的原材料主要是高粱和大曲, 需要对原材料进行选择, 确保其质量要求, 原材料处理之后。对其进行粉碎, 一般采用辊式粉碎机进行粉碎, 不需要太细, 只需要粉碎成 4 瓣到 8 瓣。还需要注意在粉碎的过程中的气候变化, 根据气候变化适当调整水分的含量。通常粉碎后的水分要保持在 70% 左右,

大曲有清茬、红心和后火三种, 一般都是混合使用, 只需要注意混合的比例, 其中后火占据稍微多一点, 其余两种平均。在选取好材料之后, 开始对其进行粉碎, 粉碎成大小合适的粉

状，需要由筛孔进行筛选，确保其符合粉碎要求。大渣发酵和二渣发酵所需要的曲粉粗细也是有一定区别，粉碎较粗，升温慢，比较适合低温缓慢发酵，反之颗粒较细，升温快，同时也需要考虑积极性、气候等方面的因素^[1]。

(2) 润糝

粉碎后的高粱原料被称之为红糝，使用之前需要进行高温润糝，采用高温的水进行润料，让红糝吸收部分的水分，以便于蒸煮。这里需要注意的是红糝吸水量和吸水速度与其粉碎的程度有关，也与水的温度有关，水的温度越高，吸水能力越好，因此一般都是采用较高温的水来进行润料，可以增加其吸水量。这样在后续加工中可以让酒的口味更加绵甜。高温润糝是提高酒质的有效措施，但是如果水的温度过高，就容易导致原材料结在一起，该过程要求比较严谨，操作规范，一旦出现误差，就容易影响酒质。

(3) 蒸料

润糝之后进一步进行蒸，也被称之为蒸料。该工艺是通过蒸让淀粉糊化，更好的进行发酵，保持酒的香味。清香型白酒在制作过程中，蒸糝也采用清蒸的方式，先煮沸过水，然后上料。该过程关键在于糊化效果，糊化越好，后续发酵越好，酒的品质越好，更好的挥发掉原料中的杂味，保持酒的香味。在蒸料的过程中，要注意料面泼水、蒸煮时间等控制，确保其质量。整个蒸料过程需要消耗大量的蒸汽热源。

(4) 加水、扬冷、加曲

在完成蒸料工序之后，趁热将其摊成长方形。那么这里有一个重点是趁热，否则将影响后续工序质量。摊开之后，泼上冷水，这里水的量根据原料的量来决定，一般在原料的 30% 就可以。泼水的目的是让原料颗粒分散吸水。泼水之后进行翻拌并通风。该过程也被称之为扬冷。最后加曲，加曲过程中需要注意温度和量。首先对于温度而言，过高过低都会影响影响后续的发酵。如果温度过低，会导致发酵缓慢，而过高则会加速发酵升温，容易导致其生酸。在确定温度的时候还需要注意季节和外部温度，夏天温度较高，原料温度下降缓慢，扬冷时间长，在这一过程中很容易产生杂菌，从而影响发酵进行。然后是加曲量与出酒率和质量有着密切的关系，应该严格控制，既要避免添加过多引起酸败，增加有害产物，也要避免过少而出现发酵困难，影响出酒率。

(5) 大渣发酵

发酵的第一步，大渣发酵，把加了曲的料入缸进行发酵。该过程需要注意温度和水份的控制，一般入缸淀粉含量在 38% 左右，酸度比较低。在这种条件性，很容易出现酸败。为此在入缸时一定要坚持低温入缸（一般温度控制在 11℃ 到 18℃ 之间），缓慢发酵。发酵周期关系着上述提到的加曲过程，也关系着原料的粉碎程度。入缸的水份最好是不要超过 54.5%，但

是也不能过少，否则导致发酵困难，水份过大则导致酒的味道寡淡，如稀释般。最后需要注意的是入缸之后要及时密封。

(6) 二渣发酵

也是再一次的发酵，主要是为了充分利用原料中的淀粉，避免造成浪费。蒸完酒的物料进行再一次的发酵，被称之为二渣发酵。整个操作与大渣发酵差不多，不加任何新料。发酵结束后蒸二渣酒^[2]。

在两次发酵过程中，大渣发酵入缸淀粉含量高，发酵过程中容易生酸，所以一定要注意该问题，确保发酵质量。在二渣发酵中，对物料的淀粉充分利用，发酵之后二渣成为扔糟排出。二渣发酵的入缸温度以大渣发酵之后物料的酸度来确定。在完成发酵之后蒸酒，出来的产品就可以进行储存，之后进行包装就成为了成品。同样，如同蒸料过程，蒸酒过程同样需要消耗大量的蒸汽热源。

二、清香型白酒生产工艺对于水资源的消耗

在白酒生产工艺中，水作为重要的资源，损耗非常大。结合上述分析，对于清香型白酒酿造，清香型的白酒生产工艺流程可以概括为：原料--泡酿--初蒸--闷酿--复蒸--加曲--培菌糖化--发酵--蒸馏--成品。

在酿造过程中，水作为重要资源，除了要消耗大量的水资源，还会产生大量的废水，这些废水如果不处理，也会导致环境污染。其中蒸馏阶段、发酵阶段以及清洗过程，是废水产生的主要阶段。而且就酿造企业的用水和排放问题，发现其中排放直接占据总用水的一半。比如每天用水量为 500 吨，那么其污水排放量基本上达到 250 吨左右。其中用水主要用于蒸馏冷水和软水装置。在生产过程中，经过一个流程，就会产生污水排放。本次研究中对于水的消耗和排放就做了一个详细的调查，其中一些酒厂在酿造过程中，如果日用水量为 551 吨，其中有 400 吨的水会用来蒸馏，151 吨的水用来软水装置，蒸馏方面，通过泡酿、闷酿、清洁等都会用水，也会产生污水排放，差不多有 156 吨废水排出。此外在软水装置中，排放主要是锅炉用水，会有 13 吨废水排放，除了锅炉用水剩余的高盐高硬度水直接排放，因此整个过程排放量达到 236 吨左右。

在清香型白酒生产中，对于水资源的运用，基本上都是采用自来水，自来水中含有钙离子、镁离子，硬度比较高，在使用过程中还会给设备内部造成污垢。在一定程度上增加清洗难度，会降低设备的使用寿命，从而增加成本。因此在清香型白酒生产工艺中，要想实现节能降耗，水作为首要探究对象，可以通过对水资源的回收利用等技术工艺，来实现生产的节能减排。

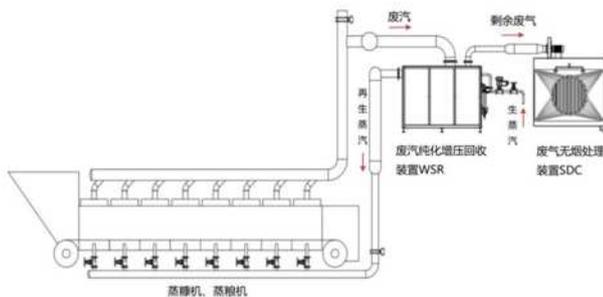
三、清香型白酒生产工艺节能降耗措施

3.1 清香型白酒生产中废热的循环利用

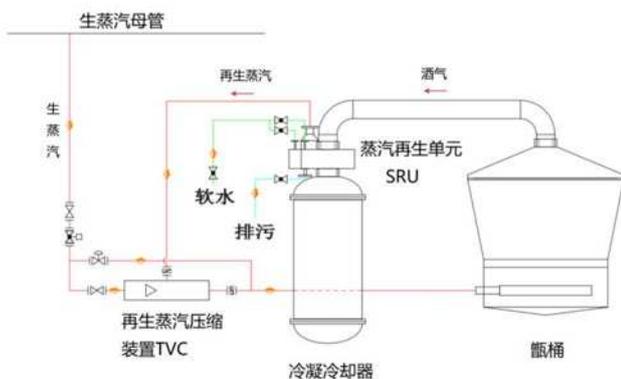
清香型白酒的生产过程中，其蒸粮、蒸馏酒都需要消耗大

量的热能。其中，因为传统的开盖大气冲刷工艺，蒸粮过程的废热蒸汽直接排放到大气中，形成热能浪费及造成对环境的污染；而蒸馏过程，酒气当中的热能被冷却水转换，形成酒液的同时，热能被冷却水转换散发，也造成了热能的浪费。蒸馏完成，开盖出糟时，大量的废热也从酒甑排出，造成现场环境的热污染。故传统白酒生产工艺中辅料蒸煮、酒糟蒸馏工艺的节能与环保研究，一直是各个酒企生产优化所持续探索的重要方向。

目前，在白酒生产工艺的节能减排领域，已经出现了新的技术路径，通过对排出废汽的纯化增压回收利用，可以对白酒生产的蒸粮、蒸糠工艺实现 40% 以上的热能节能效果；通过对酒气热能的循环再生，可以为蒸馏工艺实现 25%~60% 的节能减排效果。根据出现的测试案例测算，通常对蒸粮蒸糠工艺的热能节能环保系统投入，可以在 3 年左右收回投资成本；而对蒸馏工艺的节能测算，按 25% 的节能效益，一口满负荷生产的酒甑可在 2.8 年收回投资成本。



图一：白酒生产工艺蒸糠机、蒸粮机热能节能环保系统流程图



图二：白酒生产工艺蒸酒热能节能系统流程图

目前这些技术已经完成了在清香型白酒生产工艺的测试和验证，并率先在浓香型白酒头部企业实践了大幅节能和无烟绿色生产的示范案例，值得清香型白酒做深入探讨。

3.2 清香型白酒生产中水资源的利用优化设计

水资源是清香型白酒生产过程中能耗最大的一方面，用水需求大，排水量大。因此对于节能环保方面，既增加能耗，还

污染环境。为此对于白酒生产的节能降耗，重点从水资源的利用出发，实现优化设计。本文结合现有的清香型白酒酿造过程中对于水资源的消耗和排放问题，提出了工艺水资源综合利用设计。主要是围绕对于水的利用方面优化，

其中自来水一部分直接经过软水装置进入冷水罐（还有把一部分水用于清洁、凉水塔、冷水机组），加上冷水罐原本储存的水一起经过冷酒器进入热水罐。最后被用作锅炉用水。冷酒器的其他水则可以通过换热器与酿跑水、闷酿水、清洁水热交换。最为经过换热器热交换生成可以用于泡料、闷料、清洁最后在进入冷水罐^[3]。这是一个循环的过程。让水在整个系统中循环利用，在一定程度上降低日用量和日排放。按照上述的酿造标准，优化设计的系统日用水量只需要 328 吨，日排放量直接降低到 172 吨，直接降低了酿造的水能耗。

根据季节性特点进行调节，比如在冬季采用闭式凉水塔对其进行降温处理，夏季开启冷水机组实现降温，设备轮流使用可以降低对于设备的损耗。其中设置闭式凉水塔和冷水机组，都会有一部分直接流入冷水罐进行储存，而不是直接排放。这样的设计满足节能降耗的目的。

3.3 清香型白酒生产工艺中耗水分析

对于清香型白酒酿造，其中泡料、闷料、清洗是用水的重要阶段，根据年产量、生产时间及数量可以计算出白酒酿造过程中吸收和释放的热量。可以采用水的比热容与质量流量和温度变化值来计算。比如一万吨清香型白酒流量为每天 28.57 吨，出酒率按照 55% 计算的话，则需要用 52 吨原料。

热水罐中的水一部分用于锅炉，另一部分直接用于泡料、闷料等程序，其中变换器进设置的温度为 80 摄氏度，水进入的时候是 20 摄氏度，出设备则为 78 摄氏。那么就可以根据相关的热量公式计算得出换热器设备的用水温度。按照同样的核算方法计算出闷料环节换热器设备的用水温度。

在清洁过程中，换水系统的自来水用一部分补充新水，将剩余的自来水用作清洗设备的清洁用水，在生产过程中，采用逆流对流的方式，水进入设备的温度为 20 摄氏度，出水温度则达到 40 摄氏度左右。可以满足相关使用标准。在此过程中实现对于水的循环利用，尽最大可能地降低废水排放和提高循环再利用。

3.4 清香型白酒生产工艺水资源节能降耗结果

采用综合利用系统实现对水资源的循环利用。虽然在新系统中增加了闭式凉水塔和冷水机组等设备，也在一定程度上加大了对设备的投资。如果按照其相关的价格来讲，总共的投资合计差不多在 120 万元左右。但是对比优化前后系统酿造结果，从节能排放上面进行分析：

从耗水情况和排水情况来讲，新系统耗水降低了 40% 左右，每一年的节水量可以接近 8 万吨，按照水的价格来计算，

差不多每一年的节水效益在 23 万元左右。

节能方面,优化后的系统蒸汽量得到降低,每年的降低的数量接近三千吨,按照价格计算,其节能效益达到 55 万元以上。

耗电情况和设备维修方面,首先耗电方面,因为在系统中增加一些设备,那么在一定程度上增加能耗,优化后的系统一年的电费差不多在 55 万元左右,设备维修在 6 万元左右,综合 61 万左右^[4]。

污水处理方面,系统的优化,需要加大投资,如果整个工序的新增投入按照市场价格 120 万元为准,其中运行成本每年节约 28 万元以上,可以计算投资回收期为四年。在计算的时候再算上废水处理的成本,在两年以内就可以收回溢流污水处理的费用。而且在设备使用上,冷酒系统为密闭的软化水,长期使用不用考虑其结垢问题,锅炉直接使用降低能耗。

总的来讲,在本次系统优化过程中,最终的使用效果如下:首先从基础数据上分析,系统耗水量得到有效降低,蒸汽消耗也得到降低,但耗电有所增加。然后是投资方面,新系统需要进一步的投入冷却塔、冷水机组、热水罐、冷水罐、泵、消防池、自动控制系统、换热器等设备,从而增加了总成本。最后是从经济效益上分析,水费每年节约达到二十万元以上,电费增加接近三十万元,其他蒸汽费节约差不多七十万元左右,以此来计算,每一年节约用能成本五十万元以上。这样对于投资是绝对可行并且具有经济效益的。新系统的使用,产生的效益是巨大的,同时也更加符合国家节能减排的政策要求^[5]。

四、结束语

本文对于清香型白酒生产工艺节能降耗的探究,是在白酒生产工艺基础上,围绕对于蒸汽、水资源的消耗和排放情况,在原有的工艺基础上进行优化,通过投入设备、优化生产工艺等方式实现新的生产工艺,新的工艺虽然需要更多的投资,但是更能满足节能减排的政策要求,也能给企业带来更大的经济效益。作为酿酒企业,要想提高经济效益并且满足节能减排的政策要求,还应该从其工艺以及设备方面入手,不断提高技术水平,优化系统。作为酿造企业也应该以节能减排为目标面不断加强技术创新,工艺优化,促进企业发展,提高市场竞争力。

参考文献:

- [1] 许华杰,王先桂,葛帮贵.一种白酒生产工艺的节能装置:,CN213141976U[P].2021.
- [2] 周枫.白酒酿造生产过程中蒸汽回收节能效果测试与分析[J].上海节能,2018(12):4.
- [3] 张颖,周红英,柳忠彬,等.清香型白酒酿造过程节能减排方案设计[J].四川理工学院学报(自然科学版),2021(001):034.
- [4] 张怀山,李锦松,张超,陈涛,林远康,唐永清.清香型白酒生产工艺中的节能降耗研究[J].包装与食品机械,2021,39(04):12-17.
- [5] 胡志平,张彩飞,杨强,刘源才.浅谈米香型白酒生产工艺中的节能降耗[J].食品与发酵工业,2019,45(09):250-255.