

麦汁煮沸节能技术探讨

崔云前¹, 于同立¹, 张志永²

(1. 山东轻工业学院食品与生物工程学院, 山东 济南 250100;

2. 青岛啤酒(平原)有限公司, 山东 平原 253003)

摘要: 啤酒生产过程的热能消耗除 CIP 和热水制备外, 主要耗能集中在醪液升温、麦汁升温以及麦汁煮沸等工段。实现麦汁煮沸工段节能降耗的技术措施有: 回收煮沸乏汽节能, 包括采用乏汽冷凝器回收乏汽和采用乏汽压缩机节能; 采用新型煮沸系统节能, 可采用 Merlin 煮沸系统节能, 或采用柔和煮沸系统节能, 或采用 Stromboli 煮沸系统节能。(孙悟)

关键词: 啤酒; 麦汁; 煮沸; 节能技术

中图分类号: TS262.5; TS261.4 文献标识码: B 文章编号: 1001-9286(2005)10-0048-03

Investigation on the Energy-saving Technology in Wort Boiling

CUI Yun-qian¹, YU Tong-li¹ and ZHANG Zhi-yong²

(1. Food & Bioengineering College of Shandong Light Industry Institute, Ji'nan, Shandong 251000;

2. Tsingtao Beer (Pingyuan) Co. Ltd., Pingyuan, Shandong 253003, China)

Abstract: In addition to CIP and hot water preparation, mash temperature rise and wort temperature rise and wort boiling consumed most of heat energy in beer brewing. The technology to achieve energy-saving in wort boiling mainly covered the following aspects: recovery of exhaust boiling steam including exhaust steam recovery by exhaust steam condenser and energy-saving by exhaust steam compressor; energy-saving by the use of new boiling system such as Merlin boiling system or soft boiling system or Stromboli boiling system etc. (Tran. by YUE Yang)

Key words: beer; wort; boiling; energy-saving technology

随着啤酒市场竞争的加剧和利润的降低, 越来越多的啤酒厂已经意识到节能的重要性。只有积极地采取节能降耗技术, 企业才能创造更大的效益, 才能在激烈的竞争中立于不败之地。

考察糖化车间的热能消耗, 可以发现, 除 CIP 和热水制备外, 主要耗能过程集中在醪液升温、麦汁升温以及麦汁煮沸等工段。醪液升温、麦汁升温所需的能源, 可以通过麦汁冷却阶段释放的热能来解决。在麦汁煮沸阶段, 可以将其中乏汽产生的热能进行回收, 并有效地加以利用; 也可以采用新型煮沸系统, 以节约大量能源。

1 回收煮沸乏汽节能

麦汁煮沸需要的热量较多, 约占整个麦汁制备过程能耗的 50%。麦汁煮沸时产生的水蒸汽称为乏汽或二次蒸汽。在麦汁煮沸过程中, 能产生占糖化总能量 40% 左右的乏汽。如果将这些乏汽直接从气筒排放至大气中, 不仅会对周围环境造成污染, 而且也会损失大量的热能。因此, 应尽可能充分回收乏汽来节能。

1.1 采用乏汽冷凝器回收乏汽节能

利用乏汽冷凝器回收热能是投资少、简单易行且应用十分普遍的技术。乏汽冷凝器一般安装在煮沸锅的排气筒中, 煮沸时产生的乏汽通过冷凝器时, 与水进行换热, 使水温升高。在进行换热的同时, 二次蒸汽自身得以冷凝, 也变成热水。获得的这部分热水可在糖化时加以充分利用, 既可作为下料水, 也可以作为洗糟水直接利用, 从而节约了大量的一次蒸汽。

根据用途的不同, 乏汽的冷凝可采用一级或二级冷却方式。如果进行二级冷却, 则在第一级冷却中可将热水加热成高温水; 而第二级冷却可将冷水变成热水。这样可最大限度地将乏汽中的热量转移到热水中, 在生产中加以利用。啤酒厂往往一天生产多锅麦汁, 如此产生的热水量会超过糖化车间自身的需求量。所以, 多数啤酒厂都采用一级冷却方式的冷凝器。

利用乏汽冷凝器回收热能, 并利用储热系统(图 1) 将余热长时间贮存起来, 加以重新利用。具体做法是, 将乏汽冷凝器换出的热水收集到容积足够大的带保温层

收稿日期: 2005-06-15

作者简介: 崔云前(1969-), 男, 汉族, 山东人, 本科, 工程师, 主要从事啤酒工艺方面的科研和开发工作, 发表论文 10 余篇。

的热能储罐,该热能储罐是一种置换式热水储罐,97℃的水从上部流入,78℃的水从下部流出。通过温差引起的密度变化,在不同温度的水之间出现明显的分层。用热能储罐贮存高温水时,可根据需要调整97℃高温水和78℃热水的分界线,混合段的高度取决于储罐的结构。对细长的储罐来说,此高度可在10~20cm之间^[1]。

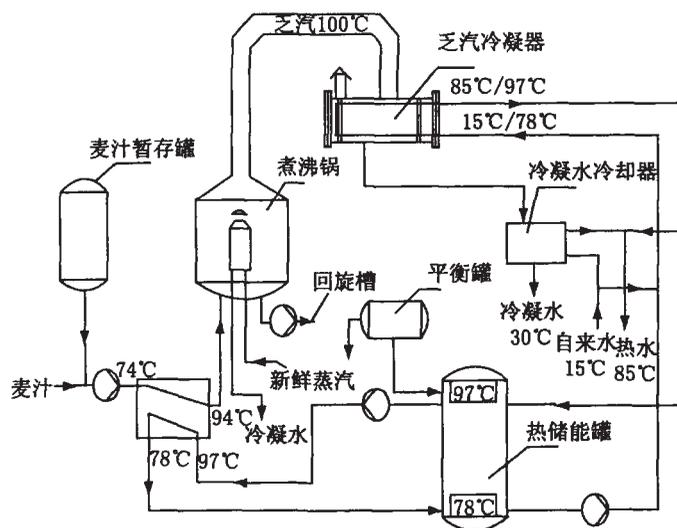


图1 乏汽的回收与利用系统

由图1可见,过滤后的麦汁在泵入煮沸锅过程中,温度从74℃升高到94℃,热能储罐中97℃的热水作为热能载体,在加热麦汁后本身的温度下降到78℃,重新回到热能储罐。在接下来的煮沸过程中,这些78℃的水从热能储罐抽出,通过乏汽冷凝器被加热到97℃,然后存放到热能储罐中,重新用于下一次糖化的麦汁预热。

另外,作为热交换器中的余汽冷凝水,可以通过对流方式将冷水加热到大约85℃,作为生产用水。这样,二次蒸汽经过两级冷却得到高温水和热水。

从回旋沉淀槽出来的热麦汁进入薄板冷却器后,与4℃冰水换热至接种温度8℃,而冰水升温至80℃进入热水罐,主要作为投料用水、洗槽用水以及追加热水。

1.2 采用乏汽压缩机节能^[2]

采用乏汽压缩系统将乏汽压缩成0.02~0.05 MPa的过压蒸汽,使乏汽温度升高,重新用来加热麦汁。

乏汽压缩系统可以安装在现有的麦汁煮沸设备系统中,对于大多数啤酒厂的内煮沸系统而言,被压缩后的乏汽可直接引入内加热器中,重新用于麦汁加热,可节约大量的一次蒸汽,并且不会出现多余的热热水排放,不会造成环境污染。

需要指出的是,此系统需要一个启动能源,即喷射泵喷头所产生的1 MPa的高压一次蒸汽,借助于此蒸汽将乏汽从麦汁煮沸锅中抽出来,产生的混合蒸汽用来加热。另外,乏汽压缩系统需要背0.003 MPa的低压,以避免空气吸入,降低压缩效果。

2 采用新型煮沸系统节能

2.1 采用 Merlin 煮沸系统节能

在煮沸过程中,平衡煮沸温度和时间的关系至关重要。如果蒸汽温度太高,会使可凝固氮过量减少,从而降低啤酒的泡持性;如果温度太低且煮沸时间太短,则游离二甲基硫(DMS)的排除不够完全,给啤酒带来洋葱味。反之,如果煮沸时间过长,不仅啤酒的泡持性会降低,而且会浪费大量的能源。如果使用传统的内加热器来提高麦汁的升温速度和蒸发速率,只能采用较高的蒸汽压力和增加加热表面积来实现,如此一来麦汁所受的热负荷就会升高,给麦汁和啤酒带来焦糊味。

使用Merlin煮沸系统就能很好地解决这一问题。因为Merlin煮沸系统主要是在加热上进行蒸发,由于极薄的麦汁层和巨大的加热表面,对啤酒质量有影响的物质会最大限度地与乏汽一起排出,而且该系统的总蒸发量比传统的内煮沸总蒸发量(7%~8%)要小得多,仅为4%,不仅会使促进啤酒泡持性的含氮物质得以保留,还防止了蛋白质的过度凝聚,而且节约了大量的能源。

Merlin煮沸系统的核心部分为一个圆锥形的加热表面,可以分成1/3和2/3两个区域,其加热面积与内煮沸加热器相同,均为0.06 m²/hL麦汁,而且根据不同的要求,可自由调整加热表面积,具有较高的灵活性。麦汁被泵连续送到双层夹套加热表面,并达到蒸发点。麦汁由一台变频控制泵来实现麦汁循环,再加上酒花添加罐便构成了一个完整的麦汁煮沸系统。

采用Merlin煮沸系统,不仅由于煮沸时间缩短、蒸发量减少、节约大量的能源,而且可以明显改善啤酒的口味,主要表现在以下几个方面:①Merlin煮沸系统无明显的加热和煮沸阶段,麦汁加热5 min后即沸腾,这时添加第一次酒花,煮沸35 min后添加第二次酒花。②经过Merlin系统煮沸,麦汁热凝固物在回旋沉淀槽的分离效果也很好,热凝固物的量约为20 mg/L。③Merlin系统煮沸时间仅有35~40 min,所以,硫代巴比妥酸热负荷值TBA会明显降低,仅为38,比传统内加热煮沸器的TBA值50要低得多。④经过Merlin系统煮沸,游离二甲基硫只有49 μg/L,啤酒的泡沫稳定性、胶体稳定性和口味稳定性均得到明显改善。与其他煮沸系统相比,啤酒的泡沫更细腻持久,口味更温和爽口,酒花香味更明显。⑤经过Merlin系统煮沸,麦汁浊度略有增加,比普通煮沸后的浊度高2~3 EBC。⑥Merlin煮沸系统,从93℃加热到95℃时有0.8%的蒸发量,在煮沸时有1.8%的蒸发量,在脱气时平均有1.5%的蒸发量,总蒸发量为4.1%~4.5%;而传统加热器的总蒸发量是8%。

2.2 采用柔和煮沸系统节能^[3]

近几年,德国Kaspar Schulz公司开发出一种新式柔和煮沸系统。与传统煮沸系统相比,该系统既能明显节能又可保证8%的总蒸发量,同时还能兼顾传统煮沸

在不同温度下的物质转化要求。

我们知道,麦汁煮沸的主要任务是蒸发多余的水分和驱除不良的风味物质,其他参数则仅与温度和麦汁循环有关。因此,该系统可分为热保温和煮沸两个步骤。首先将麦汁进行保温,在必要的物质转化完成后再进入真空阶段,仅通过低压进行煮沸。

该系统的关键部件是膨胀蒸发装置。该装置可以使麦汁在一次性的流动过程中迅速蒸发掉 7% 的水分,避免在传统煮沸锅中长时间蒸发,从而达到节能的目的。当麦汁沿切线方向进入真空容器时,沿容器内壁以薄层螺旋状流入,麦汁由上而下进行旋转,然后沿罐壁进入下方的圆柱部分。容器的结构和麦汁流量相协调,可产生较大的表面积,使麦汁能在无泡沫状态下蒸发,形成的蒸汽由泵抽走并被液化。容器本身结构简单,且完全满足卫生要求,内部除了流入喷嘴和喷头外没有其他附件,很容易实现热麦汁通道的 CIP 清洗。

采用柔和煮沸系统节能的工艺流程见图 2,主要可以分为以下 6 步:

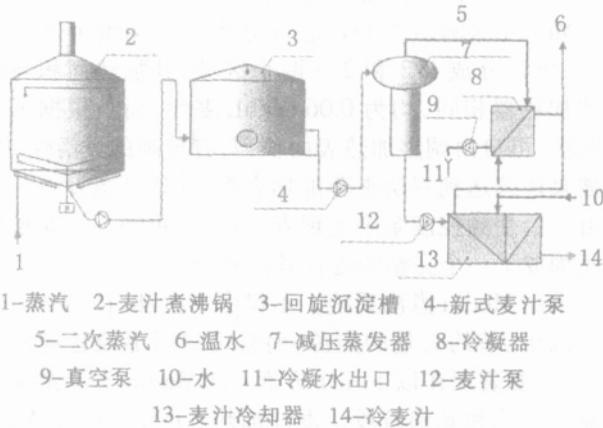


图 2 采用柔和煮沸系统的节能措施

①当洗糟结束,混合麦汁满锅后,升温至 97.5℃,在充分搅拌混合状态下高温维持 60 min,其间要调整麦汁的 pH 值,并添加 3 次酒花。在加热和保温过程中,满锅麦汁量约减少 1%,其间消耗的热能为保温过程中的热损失。当然,可以根据酒花异构化和可凝固性氮的分析指标来确定维持高温的具体时间。一般情况下,40 min 后可凝固性氮就可以达到 25~28 mg/L。②保温结束后,麦汁泵入回旋沉淀槽,以分离酒花糟和热凝固物。③回旋沉淀槽休止结束,开始冷却麦汁。将麦汁泵入压力为 0.03 MPa 的减压蒸发器中,麦汁会在容器中形成薄层液流,通过流动麦汁便被蒸发掉 7% 左右,形成的二次蒸汽借助换热器被完全冷凝下来并由真空泵抽出。④蒸发冷却后的 63℃ 麦汁进入板式换热器,冷却至酵母接种温度。⑤在板式换热器中逆向流动的酿造水温达 60℃ 左右,二次蒸汽冷凝器中的蒸发热也可用于加热生产用水,约达到 60℃。⑥麦汁经过减压蒸发器和麦汁板式换热器后,进入浮选罐。此时,麦汁恰好达到规定的最终浓

度,同时达到 8% 的总蒸发量。

由上可知,采用柔和煮沸系统,麦汁只是在 97.5℃ 高温条件下维持约 60 min,比传统煮沸时间 90 min 大为减少,因此可以节约大量的第一能源,节约量约超过 50%。在糖化过程中产生的热水量与实际生产需要量能够达到平衡,而且啤酒的分析结果与传统方式生产的啤酒完全相同,对啤酒的品评和强化保质期实验也未显现差别。

2.3 采用 Stromboli 煮沸系统节能^[4]

传统的内加热器由于出现温度梯度,麦汁加热不均匀,通常要求总蒸发量达到 9.5% 以上,才能有效地排除二甲基硫,与此同时,对泡沫有利的蛋白质也被排除了。德国斯坦尼克公司的 Stromboli 麦汁煮沸系统(设备结构见图 3)通过麦汁调节器的双分配伞来调节麦汁喷洒速度,这种喷洒方式能够形成很大的表面积,所以总蒸发量只需要 3%~4%,煮沸时间只需要 30 min,就足以能够达到排出二甲基硫等不良气味物质的目的。因此,可以节约大量的能源。另外,即使没有热量供给,Stromboli 系统也可以进行麦汁煮沸。

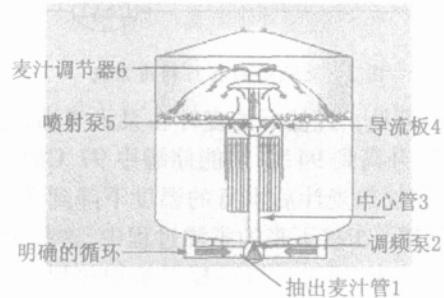


图 3 Stromboli 麦汁煮沸锅的剖面图

麦汁从煮沸锅下面的麦汁抽出管 1 抽出来,通过麦汁变频输送泵 2,经由麦汁输送中心管 3,再经喷射泵 5 上升到麦汁调节器 6。像帽子似的分配伞是一个双层罩,其宽度可以任意调节,表面积和循环率都可以控制,因而保证了麦汁从两个分配伞之间均匀流出。在加热器内,麦汁利用流动的动能进行循环。在循环过程中麦汁不需要热能,在锅内麦汁每小时循环 6~8 次。导流板 4 用来控制加热器的麦汁循环。

综上所述,由于现在啤酒企业正面临着日益激烈的竞争,企业只有更加重视能源管理工作,并积极地采取节能技术,才能有效地降低操作成本,保证产品的质量和产量稳步提高,以获得更大的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] Clemens Thusing/A, *Brewing and Beverage Industry*, 2000, (2):14-16.
- [2] 周广田, 聂聪, 崔云前, 董小雷. 啤酒酿造技术 (第一版) [M]. 济南: 山东大学出版社, 2004.
- [3] 德国 Kaspar Schulz 公司技术资料.
- [4] 德国 Steinecker 公司技术资料.