

双粗塔差压热耦合蒸馏生产燃料乙醇

赵二永, 吴德旺

(安徽丰原燃料酒精有限公司, 安徽 蚌埠 233050)

摘要: 介绍了双粗塔差压热耦合蒸馏生产燃料乙醇的工艺流程、节能技术特征以及工艺控制要点, 该技术合理地利用了热能, 实现了蒸馏过程热能的耦合匹配, 节能效果显著。

关键词: 双粗塔; 差压热耦合蒸馏; 节能; 工艺控制

中图分类号: TS262.2; TS261.4

文献标识码: B

文章编号: 1001-9286(2011)08-0084-02

Dual-mash Column Differential Pressure Thermal Coupling Distillation Process to Produce Fuel Ethanol

ZHAO Eryong and WU Dewang

(Anhui BBFA Fuel Ethanol Co.Ltd., Bengbu, Anhui, 233050 China)

Abstract: In this paper, the processing procedures, energy-saving technical characteristics, and technical control key points of dual-mash column differential pressure thermal coupling distillation to produce fuel ethanol were introduced. Such technology had used heat rationally, realized heat coupling and matching during the distillation, and saved energy significantly.

Key words: dual-mash column; differential pressure thermal coupling distillation; energy conservation; process control

在生物发酵法生产燃料乙醇过程中, 蒸馏单元的能量消耗约占总能耗的 60%, 因此, 提高蒸馏工艺的技术水平, 降低蒸馏过程能量消耗对于降低燃料乙醇生产成本具有重要意义。

1 双粗塔差压热耦合蒸馏工艺

1.1 双粗塔差压热耦合蒸馏工艺流程

双粗塔差压热耦合蒸馏工艺流程见图 1。

1.2 工艺流程介绍

如图 1 所示, 发酵成熟醪首先经过三级预热, 三级预热使用的热源依次为: 粗馏塔顶酒汽、分子筛成品酒汽、一次蒸汽冷凝水。预热后的醪液分为两部分, 一部分进入粗馏塔, 经过粗馏塔初馏, 塔顶酒汽大部分在成熟醪第一级预热器中冷凝, 未冷凝的乙醇蒸汽通过冷凝器再次冷凝, 冷凝后的粗酒精至粗酒罐。醛类、CO₂ 及不冷凝尾气, 由真空泵从冷凝器抽出并排空。蒸馏提取后不含乙醇的酒精糟液从粗馏塔釜排至 DDGS 工段。

另一部分醪液与组合塔釜排出的酒精糟液换热, 回收利用其余热后, 进入组合塔。组合塔一塔两段, 下段为提馏段, 上段为精馏段。蒸出的酒汽一部分被粗馏塔再沸器冷凝后至组合塔回流罐, 经回流泵回流至组合塔顶部; 另一部分酒汽进入分子筛进一步脱水。淡酒从组合塔中

部采出, 被精塔回流酒液预热后, 进入精塔中下部。蒸馏提取后不含乙醇的糟液从组合塔釜排至 DDGS 工段。

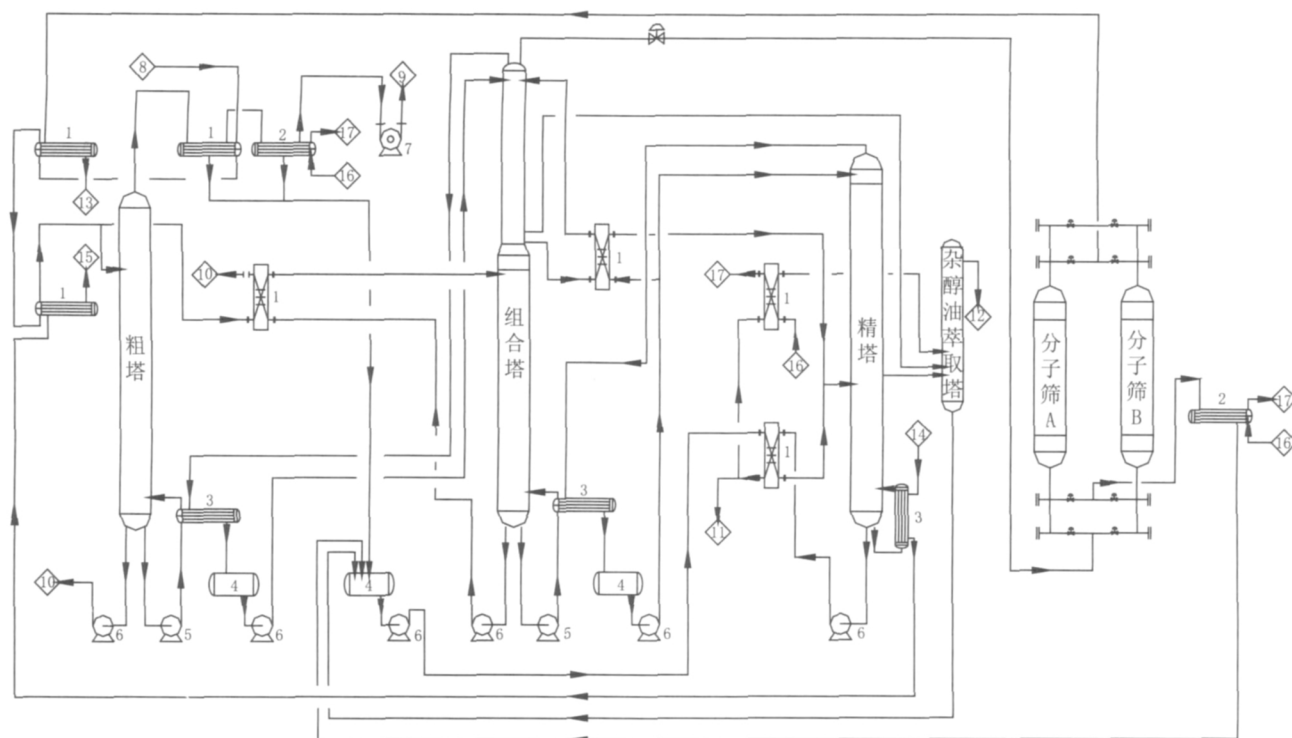
粗馏塔顶部酒汽冷凝后的粗酒精、杂醇油洗涤水以及分子筛再生淡酒液, 均收集在粗酒罐中。以上粗酒精经过精塔釜水预热后进入精塔进一步精馏、提纯。精塔顶酒汽经组合塔再沸器冷凝后至精塔回流罐, 冷凝酒精一部分回流精塔顶部, 另一部分与组合塔淡酒换热后, 进入组合塔顶作为组合塔采出酒的补充。不含乙醇精塔釜水首先预热粗酒精, 然后一部分冷却做为杂醇油萃取塔稀释水, 其余部分排出蒸馏系统。

从组合塔和精塔侧采集的杂醇油经冷却后进入杂醇油萃取塔中, 用冷却后的精塔釜馏水作为稀释源, 萃取后的上层杂醇油至杂醇油罐, 下层淡酒回收至粗酒罐。

精塔在加压工况下操作, 塔釜压力 0.48 MPa, 加入一次蒸汽以热虹吸式再沸器间接加热。组合塔为常压塔, 塔釜压力 0.09 MPa, 热源来自于精塔顶乙醇蒸汽, 组合塔采用强制循环再沸器, 冷凝精塔顶部乙醇蒸汽的同时, 也为组合塔提供了热源。组合塔提馏段乙醇蒸汽直接加热精馏段, 组合塔顶乙醇蒸汽通过粗馏塔的强制循环再沸器而被冷凝, 冷凝的潜热用来加热粗馏塔。粗馏塔为负压塔, 塔顶乙醇蒸汽用于预热进醪, 不冷凝性气体由真空泵排出。

收稿日期: 2011-03-25

作者简介: 赵二永(1981-), 男, 安徽蚌埠人, 副总工程师, 高级酿酒师。



注:1-换热器;2-冷凝器;3-再沸器;4-回流罐;5-循环泵;6-采出泵;7-真空泵;8-发酵成熟醪入口;9-排空口;10-酒精糟液出口;11-精塔釜水出口;12-杂醇油采出;13-成品酒精出口;14-一次蒸汽入口;15-蒸汽冷凝水出口;16-循环冷却水进口;17-循环冷却水出口

图1 双粗塔差压热耦合蒸馏工艺流程

2 节能技术特征

双粗塔差压流程配置粗馏塔、组合塔、精馏塔,是基于精馏塔一塔供汽,精馏塔用来自锅炉的一次蒸汽通过再沸器间接加热,精塔顶酒汽供热组合塔,组合塔顶酒汽供热粗馏塔,分子筛成品酒汽给进醪液预热的热耦合方案,其他热源为醪液多梯次预热,提高了蒸汽热能重复利用效率,从而减少了蒸汽使用量,达到节能的目的。其节能技术特征如下:

①醪液及粗酒精采用系统内部热源多梯次预热后,泡点进料。其中,进粗馏塔醪液经三级预热后温度为70℃,进组合塔醪液经组合塔排出的酒精糟液预热后温度为103℃,进精塔粗酒精预热后温度为136℃,既回收了余热,又大大提高了蒸馏塔板运行效率。

②组合塔一塔两段,下段为提馏段,上段为精馏段。提馏段不设置冷凝系统,而以汽相形式直接进入精馏段,即塔内“汽相过塔”,相比间接式以液相进塔流程具有明显的节能优势。

③组合塔与分子筛热耦合。组合塔顶部的乙醇蒸汽(95%vol)一部分被粗馏塔再沸器冷凝,为粗馏塔提供足够热源,冷凝后的液相作为回流液返回组合塔,其余部分以汽相方式进入分子筛脱水。这种流程可同时节省含水乙醇“先冷凝、再蒸发”所需的冷、热能耗。既降低了组合塔的冷凝负荷,又减少了传统工艺液相进分子筛前需要

加热汽化的蒸汽消耗,因此,节约蒸汽、降低循环水消耗效果显著^[1]。

④采用变温变压分子筛吸附技术。通过分子筛吸附床,脱除来自组合塔酒精蒸汽中所含的共沸水,得到符合水分要求的燃料乙醇产品。

⑤三塔差压热耦合蒸馏技术塔间热量综合利用,较两塔差压蒸馏节能30%,大大降低了热量的消耗。

3 工艺控制要点

3.1 粗馏塔与组合塔进醪分配比例控制

由于组合塔在3个塔的热量传递过程中起到“承上启下”的作用,它既要保证精馏塔的冷凝,又要为粗馏塔提供足够的热源,因此,粗馏塔与组合塔进醪分配比例需要严格控制,分配不当将导致系统运行不稳定,很难达到预期的节能效果。

3.2 蒸馏过程物料进出平衡

在生产控制过程中,需要对蒸馏系统进料量、塔与塔之间过料量、系统采出量进行严格控制,保证蒸馏过程物料进出平衡。如系统进酒少、出酒多,导致“塔内空”,回流罐酒度下降;如系统进酒多、出酒少,将出现“塔内憋酒”,操作不当,导致塔釜跑酒。

3.3 关于回流比

组合塔的回流比是由粗塔的热负荷决定的,确定了粗馏塔和组合塔的进醪液分配比例,回流比就可以确定。

(下转第87页)

及步骤,品评葡萄酒的注意事项,以及鸡尾酒中基酒的选择,如何创新等。

3 运用现代化教学手段,使课堂教学有“声”有“色”

多媒体教学的关键是做好课件,课件是对教材的理解、提炼、加工的过程。为了提高教学效果,运用 AuthorWare 和 PowerPoint 等软件制作多媒体课件,课件内容丰富多彩,包括音频、视频文件和大量的图片,激发了学生的兴趣,同时提高了教学效果;彩色图片赏心悦目,图文并茂,形象直观,生动具体,营造了良好的教学情境。学生坐在课堂,如临其境,如闻其声,如见其物,使一些“见树不见林”的教学内容变得简单易懂。多媒体课件蕴涵了丰富的教学信息,可以在有限的时间内展示大量背景资料,完成更多的教学内容,让学生了解更多的专业信息,从而大大提高教学效果。在“酿制葡萄酒的工艺流程及相关知识”、“葡萄酒的品评鉴赏”、“鸡尾酒的调制”等课程内容的教学中,插入了视频文件的内容,主要是平时收集到的信息、资料以及指导食品专业学生调制鸡尾酒的自制视频文件等,与文本内容相互渗透,收到了很好的教学效果。

4 应用参与式教学,让学生变成课堂的主角

传统的“教师教、学生学”教学方法不能充分调动学生学习的主动性,只能让学生被动地接受教师所灌输的知识,很大程度上忽略了学生的潜能,影响了教学效果。为了调动学生学习积极性、能动性,培养其创新意识,在葡萄酒的品评与鸡尾酒调制课程教学中应用参与式教学方法。参与式教学,就是教师按照参与式方法的要求和途径,依据教学内容、教学目的和学生特点,以学生容易接受、便于参与的方式组织课堂教学,使学生通过亲身参与、亲自操作掌握教学内容的方法^[2]。在葡萄酒的品评实践内容教学中,通过在实践中将学生进行分组,组内的每个成员分别完成对酒样的品评,得出结论,然后再进行组内讨论,得出最佳的结论,最后进行组间的讨论和交换打分和评价,不断激发学生的兴趣,提高学生的动手能力,从而掌握实践技能和强化相关知识。在鸡尾酒调制课

(上接第 85 页)

精塔的回流比是由组合塔的热负荷决定的,而精塔的回流比和处理量决定了蒸馏系统的热负荷即能耗。回流比越大,能耗越大,回流比控制的原则是在满足前一效塔热负荷、塔釜不跑酒、塔顶酒度足够的基础上,尽量减少回流比以降低能耗。

3.4 及时排除 CO₂ 及不凝性气体

通过各塔的末级冷凝器及时排除蒸馏系统中酸、醛类杂质,二氧化碳等不凝性气体,一方面保证换热设备的正常传热,另一方面降低酒精酸度,保证燃料乙醇品质

量。程教学中,充分挖掘学生的潜能和创造力。鸡尾酒的命名,酒的格调,基酒的选择,酒杯的选择,装饰物的设计等各个环节都能让学生发挥他们的创造力和想象力。很多学生结合自己的想象和运用技能创作出了有特色的作品。

5 注重对学生反馈信息的提取,提高教学质量

结合课程的特点,在教学中力求做到:讲课时要轻松自如,思路清晰,条理清楚,表述正确,语言富有感情色彩;重点突出,难点讲清,深入浅出;把握好时间节奏,使抽象难懂的概念,变得通俗易懂。更重要的是,要注重在整个教学过程中对学生反馈信息的收集提取。从课程开始的阶段,收集学生选课目的,对课程的期望,感兴趣的内容等,这对以后的教学有重要的参考价值;课程进行过程中,增加和学生的交流,注重进行教与学的互动,发现问题,解决问题;在课程结束时,让学生进行整体的评估,对课程进度,教学方法,学习之后的收获等进行调查,在以后的教学中尝试改进^[3]。结合学生的需要在教学中努力给公选课学生提供更多的学习平台,在本校举办的大型美食节活动中,在指导的食品专业学生完成的鸡尾酒作品的过程中,让公选课学生也参与其中,与本专业学生进行交流,并对美食节鸡尾酒作品进行评选,从而进一步提高了学生对鸡尾酒的鉴赏和调制的技能。

本门课程自开课以来,受到了广大同学的欢迎,多次要求增设班次,学生通过学习此门课程,培养了学生的学习兴趣,促进了学生个性发展,拓展了学生的知识面,增强了学生的操作技能,提高了学生的综合素质。在今后的教学中将继续总结经验,不断创新,使得课程魅力得到进一步的提升。

参考文献:

- [1] 王平祥,程华东.加强公选课建设和管理 提高大学生综合素质[J].华中农业大学学报:社会科学版,1999(4):66-68.
- [2] 单颖.参与式教学方法在高校课堂教学中的应用[J].皖西学院学报,2006(8):160-162.
- [3] O'Neil, M. & G. Pennington. Evaluating Teaching and Courses from an Active Learning Perspective[M]. CVCP, 1993.

量。

4 总结

双粗塔差压热耦合蒸馏技术合理地利用了热能,实现了蒸馏过程热能的耦合匹配,比两塔差压蒸馏能耗降低 30%,节能效果显著。同时,还具有产品质量稳定、蒸馏率高等优点,在燃料乙醇生产企业值得推广应用。

参考文献:

- [1] 李鑫钢,李学刚,李洪.节能型乙醇蒸馏及脱水集成工艺[J].化工进展,2010,29(1):179.