

# 大豆油压榨企业降低蒸汽消耗的措施与实践

李 凯<sup>1</sup>, 张力峰<sup>1</sup>, 孙占武<sup>1</sup>, 裴云生<sup>2</sup>, 邹志杰<sup>2</sup>

(1. 九三集团 长春大豆科技有限公司, 长春 130000; 2. 九三集团 天津大豆科技有限公司, 天津 300461)

**摘要:**降低蒸汽消耗可以降低大豆油压榨企业的生产成本。以 5 000 t/d 大豆加工厂为例,从技术改造以及精细化管理方面介绍了降低蒸汽消耗的措施。技术改造措施包括将原浸出线的蒸汽喷射泵改为液环式真空泵、层碟式汽提塔改为筛板式汽提塔、浸出器沥干段栅格板间隙从 0.4 mm 增加为 1.2 mm,对 DC 蒸脱机首层排放的废气、汽提塔二次蒸汽以及蒸汽凝结水的热量进行回收利用。精细化管理措施包括加强设备精细化控制、完善必需的计量设备、强化员工操作控制水平及 KPI 绩效考核管理。通过以上措施,可节省蒸汽约 45 kg/t(以原料计)。

**关键词:**大豆;大豆油;蒸汽消耗;技术改造;措施

中图分类号:TS228;F273

文献标识码:B

文章编号:1003-7969(2021)06-0146-03

## Measurement and practice of reducing steam consumption in soybean oil crushing enterprises

LI Kai<sup>1</sup>, ZHANG Lifeng<sup>1</sup>, SUN Zhanwu<sup>1</sup>, PEI Yunsheng<sup>2</sup>, ZOU Zhijie<sup>2</sup>

(1. Changchun Soybean Technology Co., Ltd., Jiusan Group, Changchun 130000, China;

2. Tianjin Soybean Technology Co., Ltd., Jiusan Group, Tianjin 300461, China)

**Abstract:** Reducing steam consumption can reduce the production cost of soybean oil crushing enterprises. Taking a 5 000 t/d soybean processing plant as an example, measures to reduce steam consumption were introduced in terms of technological transformation and refined management. Technical transformation measures included changing the steam jet pump of the original leaching line to a liquid ring vacuum pump, changing the layer disc stripper to a sieve-plate stripper, and changing the grid plate gap in the drain section of the extractor from 0.4 mm to 1.2 mm, and recycling the spent gas discharged from the first layer of the DC evaporator, the secondary steam discharged from the stripper and the heat of the steam condensate. Refined management measures included strengthening refined control of equipment, perfecting necessary measuring equipment, strengthening staff operation control level and KPI performance appraisal management. Through the above measures, about 45 kg/t of steam (based on raw materials) could be saved.

**Key words:** soybean; soybean oil; steam consumption; technological transformation; measurement

在当前大豆油加工企业产能过剩和竞争激烈的形势下,降低企业生产加工成本,是适应当今大豆加工的微利现状、提高企业竞争能力的长期工作。根据笔者多年来对大豆压榨企业成本分析的跟踪数据,能源消耗占加工变动成本的 70.01%,其中蒸汽消耗占能源成本的 57.53%,因此控制蒸汽消耗尤

为重要。以大豆加工能力 5 000 t/d 的大豆油压榨厂为例,对降低蒸汽消耗的技术改造措施及精细化管理措施进行介绍,供同行参考。

### 1 技术改造措施

#### 1.1 蒸汽喷射泵改为液环式真空泵

负压(真空)设备广泛应用于浸出车间混合油蒸发工艺中,负压蒸发的主要目的:一是降低混合油沸点,能够更好地利用蒸脱机二次汽体热量(作为一蒸热源);二是降低原油制取的操作温度,保障大豆原油质量。混合油蒸发系统真空度的稳定状态,

收稿日期:2021-02-20;修回日期:2021-04-25

作者简介:李 凯(1978),男,助理工程师,主要从事油厂技术管理工作(E-mail)Likai.666@163.com。

是决定蒸脱机二次汽体热能利用效果好坏的直接因素,所以近年来混合油蒸发的真空度控制都比较高。目前大多数大豆油加工企业,抽取真空的设备为蒸汽喷射泵和机械真空泵两种,蒸汽喷射泵使用 1.0 MPa 蒸汽,喷射至第一蒸发器壳程中,作为一蒸热源。但是,通过浸出车间各点溶剂回收量及热量计算发现,蒸脱机二次蒸汽的热量已经远大于一蒸所需的热量<sup>[1-4]</sup>,因此一蒸不需要再使用蒸汽喷射泵的热量,设备只需要提供一定的真空即可。

因此,我们根据蒸汽喷射泵产生的负压抽提量,采用两台液环式机械真空泵(总功率为 27 kW)替代了原来的两台蒸汽喷射泵(蒸汽消耗量 920 kg/h),经使用过程跟踪可节省蒸汽 4.5 kg/t(以原料计,下同),而电耗仅增加 0.12 kW·h/t,取得了良好的使用效果和经济效益,同时液环式真空泵使用电力驱动,对蒸汽几乎没有依赖性,不会因为蒸汽压力的不稳定而产生变化,同时不需要操作人员频繁调整阀门,降低了劳动强度,对整个混合油蒸发系统的负压稳定性起到决定性作用。

### 1.2 层碟式汽提塔改为筛板式汽提塔

大豆混合油经过一蒸、二蒸后进入汽提设备,汽提设备主要有碟式汽提塔、层式汽提塔、管式汽提塔和填料式汽提塔等,其中碟式汽提塔使用最为普遍,但在长期的运行实践中发现,碟式汽提塔设备加工制造要求高,运行时检修强度大,否则容易造成汽提效果不佳,汽提塔结垢、挂壁,蒸汽消耗大,毛油残溶超标<sup>[5]</sup>。筛板式汽提塔作为一种新型的汽提塔,具有传质效率高、蒸汽消耗低等优势,现已被越来越多的油脂企业使用<sup>[5-6]</sup>。我们对原有的碟式汽提塔进行改造,拆除了原层碟结构体变为筛板结构体,增加猛犸泵,通过改造解决了碟式汽提塔原油残溶高、直接蒸汽消耗量大以及生产不稳定等诸多问题。使用筛板式汽提塔蒸汽用量减少为 0.7 t/h,出油温度在 100~105℃时原油残溶就能达到 20 mg/kg 左右,同时二蒸的控制温度也明显降低,基本在 103~105℃就能达到指标要求。改造后,节省蒸汽 2.5~3.5 kg/t。

### 1.3 增大浸出器沥干段栅格板间隙降低湿粕含溶

湿粕含溶的多少是蒸脱机耗用蒸汽的关键参数,而湿粕中溶剂含量与浸出器沥干时间、物料状态、栅格板沥干间隙等有关,当湿粕含溶从 35% 降低至 30% 时,脱溶直接蒸汽消耗可降低 26%。通过适当延长浸出器沥干时间及适当放宽沥干段栅条间距等措施,可以降低湿粕含溶。具体需根据浸出器类型和原料情况选择合适的措施<sup>[7]</sup>。本公司将浸出器沥干段栅格板间隙从 0.4 mm 增加为 1.2

mm,湿粕含溶下降 1.5%~2%,节省蒸脱机用汽 5 kg/t 左右。

### 1.4 DC 蒸脱机排放废气的热量回收利用

浸出车间主要消耗蒸汽的设备是脱除粕中溶剂的 DT 蒸脱机,以 DT 蒸脱机蒸脱后,粕的温度为 105~110℃,水分为 16%~20%,为了保证豆粕的使用及贮存,要用 DC 蒸脱机将粕的水分调整至安全贮存水分。湿粕与空气在 DC 蒸脱机进行逆流换热,将水分由 19% 降至 12.5% 左右,即带走 6.5% 左右的水分。其中绝大多数水分是在 DC 蒸脱机的首层被带走的(约 5%),回收利用 DC 蒸脱机首层排放的废气的热量可以节省浸出车间蒸汽<sup>[8]</sup>。本公司投入技改项目对 DC 蒸脱机首层废气热量进行回收,平均提高 DC 进风温度 40℃,节省蒸汽 8.5 kg/t。

### 1.5 汽提塔二次蒸汽热量回收利用

汽提是浸出车间原油脱溶的最后一道工序,汽提温度为 105~110℃,汽提压力为 -0.065~0.07 MPa,根据工厂的设计说明数据,汽提塔排放的二次蒸汽中含有溶剂蒸气 5 kg/t(以原料质量计,下同),含水蒸气 8 kg/t,通常工艺二次蒸汽直接进入冷凝器冷凝,造成热量浪费。汽提塔的二次蒸汽可以回收利用,具体方案为:将汽提塔到汽提冷凝器管道断开,安装一台 200 m<sup>2</sup> 换热器,将汽提塔二次蒸汽引入新增换热器的壳程,与一蒸出来的混合油通过新增换热器管层进行换热,换热后的混合油通过新安装的管道返回到原汽提油与一蒸出来的混合油换热器,与汽提塔出来的 110℃ 原油再次换热后进入二蒸;在新装的换热器中汽提塔二次蒸汽将混合油温度由 55℃ 提高到 62℃,换热后的汽提塔二次蒸汽用管道连接回汽提冷凝器。该方案节省二蒸蒸汽 1.5 kg/t,相对节省冷凝水 45 t/h<sup>[9]</sup>。

### 1.6 蒸汽凝结水、乏汽(闪蒸汽)热量回收利用

大豆油浸出车间整个过程都是以蒸汽作为热源介质,蒸汽利用形式分直接蒸汽和间接蒸汽,其中间接蒸汽用量占 35%~40%。在蒸汽间接加热系统中,用汽设备是利用蒸汽的潜热和少量的显热,而蒸汽释放出潜热后通过疏水器排放大量的高温凝结水和一定量的乏汽,这部分热量占蒸汽总热焓的相当比例<sup>[1]</sup>,同时因疏水器选型、安装、维护等原因漏汽的情况普遍发生,国家统计局统计的数据表明全国 432 万台疏水器中,不良率高达 80%,平均泄漏率为 10%<sup>[2]</sup>,疏水器不良或泄漏导致相当的热量被浪费。目前的大豆油生产企业大多是将这部分蒸汽和凝结水一并进行余热回收再利用,也有部分企业将该部分蒸汽及高压闪蒸汽凝结水直接排放。上述两

种方法都不能将热能完全利用,没有达到节能减排的效果。

其实,此部分蒸汽可以实施闪蒸汽再利用<sup>[3]</sup>。通过对蒸汽凝结水热能进行回收利用改造,在车间内设置蒸汽收集罐,将全部蒸汽凝结水集中回收,当冷凝水进入罐内时,由于压力的变化,部分凝结水会迅速闪蒸,罐内的热能分为两部分,上方为闪蒸气的蒸汽热能,可用作蒸脱机直接汽的加热源;下方为热水,可用于热风加热器加热空气、溶剂加热器加热溶剂、浸出器混合油加热器加热等。凝结水的闪蒸再利用改造,可节省蒸汽消耗 8 ~ 12 kg/t。

## 2 精细化管理措施

### 2.1 加强设备精细化控制

在大豆加工生产过程中,影响蒸汽消耗的因素有很多,其中物料的流量稳定、加热设备参数选择、直接汽比例分配等是关键点,每一个关键点控制不好都会影响蒸汽消耗;同时,对用汽较多的调质塔和蒸脱机的操作管理尤为重要,主管道蒸汽的蒸汽压力及各层间接蒸汽压力、各层间物料温度、各层风量风温等对蒸汽消耗的影响也很大。对蒸脱机各层的温度要及时查看,及时调整,避免蒸汽过度消耗,蒸脱机气相温度控制在适宜温度,能有效降低蒸汽消耗和溶剂消耗。有资料表明,对于一定量的豆粕脱溶,气相温度由 75 °C 上升到 80 °C 时,直接蒸汽用量增加 18%<sup>[10]</sup>;调质塔空气排放温度、湿度对调质塔蒸汽消耗影响较大<sup>[11]</sup>,因此合理、严谨地控制关键设备操作参数是企业降低蒸汽消耗的一个重要举措。实践表明,如果相关操作人员操作不当,会浪费 10% ~ 15% 的蒸汽。

### 2.2 完善必需的计量设备,以利于问题查找

随着大豆油压榨企业生产技术现代化的推进及智能化工厂的建设,各车间计量设备设施逐渐完善,有利于蒸汽消耗过程的追溯,当发现某一节点出现流量数据异常,可以第一时间查找到流量数据异常的原因,短时间快速解决设备跑、冒、滴、漏等问题,从根本上解决蒸汽的浪费。近年来本公司增加多项计量点,如流量控制,可确保物料流量稳定,重点用汽设备增加蒸汽流量计,如蒸脱机直接汽流量、蒸发系统蒸汽流量、新鲜溶剂质量流量、进入蒸发系统混合油质量流量、调质塔排放废气湿度、冷却器废气排放湿度等仪器仪表,配备了远红外温度成像仪等,常

态化观测全线设备工艺的变化等,通过计量设备和相关设施的完善,出现问题可及时准确地找到问题点,实践数据表明可实现蒸汽消耗降低 3 kg/t 以上。

### 2.3 强化员工操作控制水平及 KPI 绩效考核管理

降低蒸汽的消耗是一项系统工程,还需要加强管理,操作工要做到勤巡视、勤检查,小故障及时排除,保证设备连续运行;坚决杜绝跑、冒、滴、漏现象的发生,建立节能降耗奖励制度,责任落实到个人,并建立故障追究制度;各消耗指标与工资奖金挂钩,实行 KPI 绩效考核管理,充分调动员工的积极性;强化精细化操作的培训及设备预防性维修,从根本上减少设备故障率,提升设备运转率,努力提高操作人员的技术水平和责任心,从而取得良好的效果。

## 3 结语

在大豆加工能力 5 000 t/d 的大豆油压榨厂,通过上述技术改造措施及精细化管理措施,蒸汽消耗由 240 kg/t 降至 195 kg/t。植物油压榨企业降低蒸汽消耗的途径广泛,企业可以根据实际情况,采取不同的措施实现蒸汽消耗的有效控制。

### 参考文献:

- [1] 赵国凌,畅哲峰,高德仁. 蒸汽供热系统凝结水回收及其效益测算[J]. 工业锅炉,2012(4):55-57.
- [2] 于明欣,朱卫东,张寒,等. 化工企业蒸汽疏水器的节能改造优化研究[J]. 节能,2016(12):19-20.
- [3] 左青,左晖. 对降低油厂生产成本管理问题的探讨[J]. 中国油脂,2015,40(7):93-95.
- [4] 窦龙源. 日处理 100 吨大豆油厂计算书[J]. 油脂科技,1980,5(2):48-74.
- [5] 梁椿松,温小荣,杭明,等. 浸出车间筛孔式汽提塔设计与应用[J]. 中国油脂,2017,42(11):154-157.
- [6] 张利军,张瑞洋,吴之强,等. 板式精馏塔在油脂浸出车间的应用[J]. 中国油脂,2019,44(9):154-156.
- [7] 万辉,张利军,赵勇,等. 浸出车间节能控制措施[J]. 粮食与食品工业,2015,22(1):33-35.
- [8] 温小荣,袁媛,管磊,等. 水捕集回收干燥冷却机(DC)首层废热工艺分析[J]. 中国油脂,2019,44(7):77-89.
- [9] 邹志杰,况楠,刘庆,等. 负压蒸发系统汽提塔二次蒸汽利用的分析[J]. 中国油脂,2020,45(9):119-121.
- [10] 廖占权,廖嫣然. 油脂工厂开展节能降耗的探索[J]. 粮食与食品工业,2012,19(2):21-23.
- [11] 范彩霞,陈帮军. 大豆调质塔的设计[J]. 中国油脂,2014,39(10):93-95.