

3 500 t/d 大豆压榨厂浸出车间节能改造技术实践

左 青¹,张 君¹,张 刚²,吕 瑞³,徐红闯³,左 晖⁴

(1. 江苏丰尚油脂技术工程有限公司, 江苏 扬州 225127; 2. 大连连王油脂有限公司, 辽宁 大连 116200;

3. 中储粮油脂(新郑)有限公司, 郑州 451100; 4. 广州星坤机械有限公司, 广州 510890)

2002 年投产的 3 500 t/d 大豆压榨厂每吨大豆蒸汽消耗量通常在 260 ~ 270 kg, 能源消耗较高。随着我国低碳政策的执行, 国资委要求中央企业逐年降低蒸汽、电力等能源消耗量, 旧生产线和设备面临更新改造。在大豆压榨厂, 浸出车间蒸汽消耗量占整条生产线的 70% 左右。浸出车间旧生产线中蒸发系统采用蒸汽喷射泵, 第一蒸发器和第二蒸发器共用一个真空系统, 汽提塔单独使用一个真空系统。操作中, 第一蒸发器出口混合油浓度在 75% ~ 85%、温度在 60 ~ 62 ℃, 第二蒸发器混合油温度要调高至 110 ~ 115 ℃、浓度在 95% ~ 98%, 汽提塔温度需控制在 115 ℃ 左右、残溶量在 80 ~ 100 mg/kg。高温和高浓度的混合油容易结垢, 导致升膜困难、传热效率下降, 油脂中生育酚在高温下会氧化生成呈色物质——醌类, 增加后续脱色成本, 同时高温下生育酚氧化生成的极性物质, 会增加油脂结膜、结焦、结垢趋势, 降低转热效率。2022 年对 3500 t/d 大豆压榨厂浸出车间进行了技术改造, 更换和调整了部分工艺和设备, 降低了各项生产消耗指标, 达到了节能目标。本文对 3 500 t/d 大豆压榨厂浸出车间的节能改造内容及生产效果进行综述, 以供同行参考。

1 浸出车间改造内容及工艺说明

1.1 改造内容

浸出车间改造内容主要包括: 在浸出器侧壁开孔加装负压沥干装置, 并将尾气接入独立冷凝器; 在第一蒸发器前增加闪蒸罐, 闪蒸罐通过真空管连接到第一蒸发器; 第一蒸发器、第二蒸发器和汽提塔的真空发生器由蒸汽喷射泵改为液环真空泵; 将层碟式汽提塔改为筛板式汽提塔以及在 DTDC 增加一层预脱溶层。

1.2 工艺说明

1.2.1 液环真空泵进行浸出器负压沥干

履带式浸出器沥干段工艺流程为封闭油斗→沥

干冷凝器→液环真空泵→最后平衡冷凝器→尾气吸收系统。将沥干段筛板下的油斗进行封闭, 形成沥干封闭油斗, 并在其一侧设置负压抽气嘴, 该抽气嘴的管口通过管道连接到沥干冷凝器, 沥干冷凝器通过管道接入液环真空泵进气口, 液环真空泵的出口管道连接到最后平衡冷凝器自由气体进口, 最后平衡冷凝器的尾气出口连接到尾气吸收系统。

当物料进入到浸出器沥干段筛板时, 从负压抽气嘴抽出的 56 ~ 60 ℃ 的溶剂气体经过沥干冷凝器进行冷凝, 形成的少量自由气体经液环真空泵抽送到最后平衡冷凝器。液环真空泵的进口开度用于控制浸出器封闭沥干油斗的负压。最终, 难以冷凝的尾气被送往尾气吸收系统进行吸收、解吸; 冷凝器形成的溶剂冷凝液进入溶剂分水组合柜再循环利用。液环真空泵抽气温度应控制在不高于 40 ℃。这一改进使湿粕含溶量降低了 2% ~ 2.8% (受冷却水温度、冷却效果及管道弯头等因素影响), 整体运行效果较为稳定。

1.2.2 蒸发系统混合油浓度和温度的控制

闪蒸过程利用汽提塔出来的热源与混合油进行热交换, 热交换设备为汽提预冷凝器。闪蒸所需的负压由液环真空泵提供, 负压范围为 -70 ~ -68.6 kPa。50 ~ 55 ℃ 的混合油从浸出器出来后, 经过脱杂处理, 进入闪蒸罐。在此过程中, 混合油中的部分溶剂瞬间被蒸发, 混合油浓度提升至 37.06% ~ 37.87%, 同时混合油温度降至 44 ℃。

混合油需加热到 57 ℃ 进入第一蒸发器, 第一蒸发器的热源为 DT 二次蒸汽, 温度为 68 ℃。第一蒸发器蒸发出的溶剂气温度约为 60 ℃, 出油温度在 60 ℃ 左右, 混合油浓度在 75% ~ 80%, 在第一蒸发器与第二蒸发器之间安装一台换热器, 用于将第一蒸发器出来的油与干燥器出来的热油或间接蒸汽进行热交换, 使第一蒸发器出来的油温度从 60 ℃ 升至 85 ℃, 干燥器出来的油温度从 110 ℃ 降至 78 ℃。第二蒸发器的热源为 0.1 ~ 0.2 MPa 蒸汽, 第二蒸发器

的出油温度为 104℃,混合油浓度可达 97.5%。

3 500 t/d 大豆压榨厂浸出车间的真空系统中,液环真空泵的动力为 7.5 kW,抽气量在 500 ~ 1 000 kg/h。

1.2.3 选用筛板式汽提塔

筛板式汽提塔选用 7 层筛板设计,以确保油和蒸汽能够充分接触。蒸汽从底部向上穿透油层,油层在筛板上保持 33 ~ 40 mm 的高度,并从一侧向下流动。每层塔盘的外壳都装有检修门,特别是顶层的第一层和第二层需要定期清理。下部采用猛犸泵加热,保证蒸汽和混合油界面均匀接触,气相温度控制在 90 ~ 105℃,以减少或避免油脂部分过热炭化、结焦。筛板式汽提塔具有较高的传质效率和较长的滞留时间,能够使溶剂残留显著降低。具体而言,若控制出油温度在 95℃,溶剂残留可控制在 50 mg/kg 以下;若控制出油温度在 105℃,溶剂残留可控制在 45 mg/kg 以下。与层碟式汽提塔相比,筛板式汽提塔对混合油的温度要求低约 15℃,从而节约蒸汽用量,且产出的原油色泽更浅。

1.2.4 冷凝器系统及冷却塔循环系统监测

冷凝器系统及冷却塔循环系统的循环水的硬度、清洁度和温度会影响冷凝器系统、真空系统及冷却塔循环的稳定运行,需要在线监测水的流量和温度。

1.2.5 增加 DTDC 的预脱溶层

3 500 t/d 大豆压榨厂 DTDC 标准层数配置为三层预脱溶层、三层脱溶层、一层热风层和一层冷却

层^[1]。通过增加一层预脱溶层,增加气体上升阻力,提高热交换效果,维持较低的气相温度,减小层与层之间的温差,从而减少大豆粕结团的情况。这使得大豆粕的受热表面积更大,大豆粕内部的残留溶剂更容易挥发,最终实现 DTDC 出口大豆粕残溶的降低。

2 节能改造结果

在改造投产后的 2023 年 10 月,每吨大豆蒸汽消耗量为 165 kg。在 2024 年 1 月(平均气温为 -5 ~ 10℃),每吨大豆蒸汽消耗量增加到 173 ~ 175 kg,电耗为 24 ~ 24.5 kW·h/t,较改造前能源消耗显著降低。

3 结束语

经技术改造,浸出车间节能效果显著。下一步计划在调质塔上层增加热水层,在蒸发系统的第一蒸发器后加装一台二相离心机,以去除混合油中胶溶性杂质,保持第二蒸发器的管壁清洁,控制混合油温度在 95℃左右,降低汽提塔运行温度,使生产的原油颜色更浅,加工色素含量降低,以减少脱色工序白土的添加量,并防止大豆油返色返酸,经过工艺和设备调整预计可节省蒸汽 10 ~ 15 kg/t。

致谢:感谢武汉轻工大学何东平教授和中储粮油脂工业有限公司邓浩田先生的支持!

参考文献:

[1] 左青,左晖. DTDC 结构问题讨论[J]. 中国油脂,2018,43(12):156 - 158.

· 公益广告 ·



节能减排 提质增效
油脂加工 精准适度

《中国油脂》宣