

大豆压榨厂节能增效措施实践

左青¹, 左晖²

(1. 江苏丰尚油脂工程技术有限公司, 江苏扬州 225127; 2. 广州星坤机械有限公司, 广州 510350)

摘要:在稳定生产高质量大豆油和豆粕前提下, 引进新工艺和新技术, 如浸出器负压沥干, 提高自动控制水平, 用低能耗的设备替代高能耗的设备, 最大化利用余热, 大功率电机加装变频器, 可以节能增效, 提高产品得率, 降低非计划故障率, 保持大豆压榨生产线在最佳状态下运行。

关键词:大豆压榨厂; 大豆油; 豆粕; 节能增效; 措施

中图分类号: TS228; TQ643

文献标识码: A

文章编号: 1003-7969(2020)09-0122-07

Practice of measurements of saving energy and increasing efficiency for the soybean press plant

ZUO Qing¹, ZUO Hui²

(1. Jiangsu FAMSUN Oils & Fats Engineering Co., Ltd., Yangzhou 225127, Jiangsu, China;

2. Guangzhou Xinmas Co., Ltd., Guangzhou 510350, China)

Abstract: On the premise to produce high quality of soybean oil and soybean meal, the advanced process and the new technology must be introduced, such as drip dry under negative pressure of extractor, the automation control system improvement, replacing high energy consumption equipment with low energy consumption equipment, fully utilization of the waste heat, installment of frequency transformers for larger motors, so as to save energy, increase the production efficiency, improve the product yield, reduce the non-planning failure rate as far as possible, and keep the soybean press plant working in optimal condition.

Key words: soybean press plant; soybean oil; soybean meal; saving energy and increasing efficiency; measurement

我国大豆压榨厂采用大豆脱皮和膨化浸出工艺生产43%、46%、48%豆粕和浸出毛油。面对日益增大的竞争压力和制油装置的老化^[1], 企业为了求生存求利润, 一般每年都进行技术改造以节能增效, 提升产品质量^[2], 降低生产成本。

引进新工艺新设备, 在换热方面, 按照化工传热定律^[3], 在介质温差大于15℃的地方加装换热器, 引进热泵技术、相变换热器、浸出器负压沥干, 最大化利用各用汽设备的余热, 净化环境, 大功率的电机加装变频器, 尽可能地采取自动化控制, 避免人工操作失误。在生产操作过程中, 总结经验, 采用经验整定法, 对出现干扰频繁、过渡曲线不规则的控制对

象, 采取“盯着曲线, 调整参数”, 纠正不合理的工艺线路和更换高能耗的设备, 精准操作。在协助油厂节能增效方面可采取下列技术方案, 油厂可根据自己的设备状况选择。

1 预处理车间

大豆预处理工艺和操作参数随大豆在各工段含水量不同进行调整。大豆温脱皮工艺适合原料大豆水分小于等于13%, 大豆破碎水分为10%~11%, 压坯水分为10%~10.5%, 膨化机出料后在逆流干燥器调整到入浸水分为9%~9.5%、温度为55℃左右。压坯水分是重点, 关系到坯片质量和浸出效果, 对预处理车间部分工艺和设备进行节能降耗改造。

1.1 调质塔

1.1.1 降低用汽量

要求调质塔出料温度为65~68℃、水分含量为10%~10.5%, 以减少大豆破碎粉末度, 使大豆内外

收稿日期: 2019-05-10; 修回日期: 2020-03-06

作者简介: 左青(1958), 男, 高级工程师, 主要从事油脂企业的生产技术管理工作(E-mail) zuoqing_bj@163.com。

均质软化。考虑原料含水量和压坯水分要求为10%~10.5%,设计调质塔具有降低2%~2.5%水分的能力。调质塔采取两种进风方式^[4]:一是热风,二是补充风。例如4 000 t/d大豆调质塔设计为14层,按照3.4 m×3.4 m规格,加热蒸汽0.1 MPa,第4层大豆温度为45~46℃,第4层和第10层出汽温度为83~84℃,第14层出汽温度为69~70℃,出料温度为65℃,滞留时间为30~40 min。

如果油厂使用外购蒸汽,把调质塔顶部第1、2加热层的热源蒸汽改用高温冷凝水,把第1、2层加热管设计多回路,预热大豆到45℃左右。如果油厂自备锅炉,无需利用冷凝水进调质塔第1、2层预热,把冷凝水回收进锅炉房热水罐再进锅炉生产蒸汽。现在引用Desmet宽板加热管技术、采用加热水管宽板(槽),增加加热面积,提高冷凝水的余热利用。

调质塔所配置的空气加热器采用蒸汽作为加热热源。在大豆水分低时可不开或少开间接蒸汽阀门,用循环自然风进行降水,节省蒸汽。调质塔进风采取两进一出,即上、下层进风,中间层出风,用一台风机,加装变频器,根据大豆的水分和进料量调整进风量。

在长期使用过程中,调质塔的进风管容易积水,时间长易堵塞,要在每个风管下部接排水管。

1.1.2 进行PLC控制

为保证调质效果,采取必需的PLC控制:①料位控制。在调质塔顶部设计高、低料位传感器监控料位,用连续料位传感器调节进料流量,在车间日仓出料刮板上加装变频器,在调质塔底部料斗中安装料位传感器与出料刮板连锁。②变频出料。按调质塔后脱皮工段中第一级脱皮的破碎机出料量来控制调质塔出料绞龙的频率。③调质塔内的料温采取电脑显示和现场温度计显示相结合。

1.2 破碎及脱皮

1.2.1 两种脱皮工艺对比

采取二级破碎^[4]可以脱除80%~85%的豆皮,降低1%~1.5%的大豆水分,第一级破碎大豆的颗粒度在1/3~1/2,第二级破碎大豆的颗粒度在1/4~1/6,一级、二级破碎对产品豆粕纤维含量和豆皮含油量的影响见表1。

表1 两种脱皮工艺的豆粕纤维含量和豆皮含油量对比 %

破碎程度	豆粕纤维含量		豆皮含油量	
	热脱皮	温脱皮	热脱皮	温脱皮
二级破碎	3.5	3.7	1.2	1.5
一级破碎	3.7	4.0	1.5	1.8

注:大豆纤维含量为5%。

1.2.2 双辊改单辊

把第一级双破碎辊破碎机改为单辊破碎运行,节约37 kW。

1.2.3 余热利用

在二次破碎脱皮热风循环利用中,第一级破碎后吸皮风网的进风温度为66~67℃,出风温度为70~71℃,第二级破碎后的吸皮风网进风温度为52~53℃,出风温度为57~58℃,能降低0.5%~0.8%水分。可以把第二级热风加热器的热源改为蒸汽冷凝水。

1.3 压坯

压坯的目的是增加大豆的表面积和破坏油料细胞,减少溶剂在豆坯内部穿透距离。美国皇冠公司提出按坯片厚度不同推算:大豆坯片的表面积与体积比例为50:1、100:1、200:1,显然表面积与体积比例越大穿透时间越短,浸出效果越好,但是要求坯片的强度越高,对压坯机的紧辊性要求也高。进压坯机的破碎大豆颗粒度为1/4~1/6、水分10.5%左右、温度60~70℃。为保证坯片表面不结露,压坯机下料管侧面接吸风管,500、300 t/d压坯机风量为40~60 m³/min,风速为13.5 m/s。300 t/d压坯机的坯片厚度为0.30~0.35 mm,而500 t/d压坯机的坯片厚度为0.32~0.38 mm。大豆坯片厚度对浸出豆粕残油的影响见表2。

表2 坯片厚度对浸出豆粕残油的影响

坯片厚度/mm	不同相对操作速率下豆粕残油预测值/%			
	132%	100%	80%	60%
0.25	0.46	0.37	0.32	0.28
0.30	0.68	0.52	0.44	0.37
0.36	1.01	0.74	0.61	0.50
0.41	1.48	1.05	0.84	0.67
0.46	2.13	1.47	1.16	0.91

注:数据由Crown George Anderson提供。

大豆坯片厚度从0.32 mm增加到0.42 mm^[5],可降低电耗和设备磨损,增加处理量,电耗降低1 kW·h/t,同时可延长压坯机的寿命。

嘉吉总部分别对广州星坤500 t/d压坯机和布勒500 t/d压坯机进行一年多的性能测试,采用辊转速9.2 m/s,测试条件为大豆水分10.5%,温度60~70℃,脱皮、破碎度为1/4~1/6。结果发现:如果大豆水分降低1%,处理量下降3%~5%。

与500 t/d压坯机的坯片相比,300 t/d压坯机的坯片薄而均匀、强度高。

为保证坯片质量,可在电脑做提醒设置:300 t/d压坯机的磨辊周期为5万t/次,500 t/d压坯机的磨

辊周期为6万t/次。

多台液压压坯机的液压系统要采取几种供压装置,保证每台压坯机的液压波动小,液压站要装冷水循环系统降温,保证液压油的黏度在可控范围。

1.4 膨化

膨化机的电机运行负荷应大于等于70%,出料温度为120℃左右,出口压力大于8 MPa,达到物料熟化和膨化效果。在坯片水分10.5%~11%、坯片厚度0.36~0.40 mm,直接蒸汽压0.1~0.15 MPa,膨化料过3 mm筛筛下物14%,过2 mm筛筛下物8%。

大豆坯片密度为400 kg/m³,膨化料密度为500 kg/m³,增加了25%,膨化料内存在孔隙和透气性,混合油穿透性好,溶剂渗透到物料内部和混合油从物料内部渗透出来都很容易,可缩短浸出时间,从而使浸出设备的生产能力相应增加,降低和控制豆粕残油在0.5%以下(见表3)。

表3 膨化大豆坯片和残油之间的关系^[6]

坯片厚度/mm	是否膨化	豆粕残油/%
0.40~0.45	是	0.80
0.35	是	0.65
0.30	是	0.50

膨化浸出容易降低浸出溶剂比^[7],提高混合油浓度28%~33%,蒸发系统提产30%~32%,降低蒸发系统和溶剂回收系统的负荷。DTDC因湿粕多孔性,透气性好,促进二次蒸汽穿透,可缩短脱溶时间,增加料层高度。

1.5 干燥

1.5.1 气流烘干机

料层高度在100 mm左右,适合大豆坯片的干燥,降低水分1.5%~2.0%,达到入浸大豆坯片水分8.5%~9.5%。要防止设备两头漏风、热气流短路。

1.5.2 逆流干燥器

用风机吸入车间内空气,按需要开停空气加热器的间接蒸汽阀门,保持出料温度为55~60℃、入浸料水分达到8.5%~9.5%的要求。

把布料器的电机安装在冷却器的顶部,采用通轴直联,搅拌叶改为加强型,保证布料均匀稳定,下面料层高度基本在一个平面上。

逆流干燥器的翻板是间歇式排料,泵站电机间歇启停,排料量较大,每次排料的高度在30~40 mm,出料含水波动较大。通过修改液压泵站工作程序,增加翻板频率,把排料高度降低到20~25 mm,

减少了箱内料层波动,出料含水量均匀。液压泵站的连续运行使冷却油油温上升,在油箱内部加装冷却水管循环降温,可保持液压油的黏度稳定。

逆流干燥器用于坯片,可降低水分0.6%~0.8%,而且产生一定粉末度;用于膨化料,可以降低水分2.5%。

1.6 输送设备

提升机头轮用包胶滚筒,加工难,包胶成本高,安装固定金属挡条,插入包胶插片,固定锁紧,滚筒无需拆卸,现场停机可以更换。

弯刮板输送机前后要有观察窗,在弯头的底部开口,用法兰盖封住。

输送设备的选型和配置要耐磨、耐热、耐振动,安装失速、防跑偏、防堵塞、料位传感器,并按需要和相关设备连锁,保证长期稳定输送。

1.7 豆皮输送

目前粉碎后的豆皮都采取风运,鉴于豆皮回添风管弯头易堵塞,在较长的水平段和弯头加装清理手孔。豆皮仓下出料选用电动闸门和接豆皮绞龙输送。

豆皮输送也可采用粉粒体管线输送机,该输送机的特点是可以多点进料、多点卸料,且在不超负荷时不会堵塞。

1.8 除尘风网

(1)增加大豆清理筛和输送设备上面的除尘器的处理量,减少后续设备除尘负荷。尽可能地减少布袋除尘器数量。

(2)把除尘风机的皮带轮直径改小,转速提升200 r/min,提升输送量。

(3)风机变频调速控制。把变频器的运行参数(电机运行频率、转速、电流等)通过输出信号传到PLC,进行监控。设置备用回路,在变频器故障调停时,风机可以在50 Hz运行。除尘风机的出口压力设定范围在0.05~0.06 MPa,运行频率范围在30~50 Hz。出口泄压阀的整定压力不得低于在变频器压力设定范围的上限。

1.9 增加豆粕分级筛

在豆粕粉碎机前增加豆粕分级筛,减少豆粕粉碎机的负荷,采用低电耗的双齿辊粉碎机替代锤击式粉碎机,也降低噪声。

2 浸出车间

浸出车间的蒸汽消耗占大豆压榨生产线蒸汽用量的80%,按照化工传热定律,对存在15℃以上温差的流体都加装换热器,节省蒸汽用量,减少排放,降低豆粕残油和豆粕残溶,安全生产。

2.1 浸出器

2.1.1 豆粕残油

降低粕中残油是油厂增长效益的最佳途径,一般控制豆粕残油在0.5%左右,再降低残油到0.4%,则需要延长浸出时间降低处理量,同时浸出油中含胶溶性杂质较多,在精炼脱除的同时会附带油脂,增加油脂损耗。

2.1.2 湿粕含溶

对于拖链式(箱式)浸出器,适当提高料层厚度,延长沥干时间,可以减少湿粕含溶量26%~35%。湿粕含溶从35%降低到30%,直接蒸汽消耗可减少26%^[2];而从30%降低到26%,直接蒸汽消耗减少25%。采取负压沥干,用风机从下层吸出溶剂蒸气到浸出料上层,经检测湿粕含溶降低2.2%~2.8%。

2.1.3 混合油过滤

采取二级串联旋液过滤器和自清式过滤器,从浸出器出来的混合油含杂在0.08%~0.1%,经过滤后混合油含杂小于等于0.05%,有利于保持蒸发器管道内的清洁。

2.2 DTDC

2.2.1 DTDC 本体及辅助进风装置

3 000 t/d DTDC 标准层数为8层,配置为3层预脱溶层、3层脱溶层、1层热风层、1层冷却层。

(1)控制气相温度:正常设定气相温度小于等于74℃,如果加工热损率高的豆粕,气相温度设定到80℃,直接蒸汽量增加18%。采用低压部分脱水蒸气的蒸馏脱溶^[1,8],产生较强烈的美拉德反应^[9],控制DT脱溶粕含水量在16%~17%。

把直接蒸汽层设计在DT的倒数第2层,用小型蒸汽喷射泵把直接蒸汽层料层上面空间的水蒸气和溶剂混合气体(二次蒸汽)抽到第5层,这样DT底层出粕不带蒸汽,在接料刮板输送机内部不会产生正压。把DT的直接蒸汽压力从0.2 MPa降到0.18 MPa,控制气相温度在74℃,粕残溶从300~330 mg/kg降到200~290 mg/kg^[5,8]。

(2)增加直接蒸汽过热器^[10]:对DT直接蒸汽进行过热提升热量,减少蒸汽冷凝水流入豆粕中。采用流量2.5 kg/t、1 MPa、182℃蒸汽加热0.2 MPa、121℃蒸汽,把低压蒸汽加热到166℃过热蒸汽,这样可把粕中含水量降低至16%~17%。在DC层热风加热时,可减少20%蒸汽量,节省4 kg/t蒸汽。夹层蒸汽压力在1 MPa,直接蒸汽用量减少3~4 kg/t(以原料大豆计)。

(3)预热利用:把湿粕脱溶冷凝水经闪蒸后作为低压水蒸气和新鲜蒸汽一起并入DT,可减少直接

蒸汽用量。

(4)料层厚度:在膨化浸出生产线,DT的预脱层1~3层料层提高到500 mm,第二、三层高度提高到900 mm,第4层料层降到550 mm,防止料上升的二次气体冷凝结团^[11],脱溶层层高在1 m左右。

(5)搅拌叶:对DTDC的搅刀(上层)加装翻料板(第4层为双层双翅,5~9层为双层单翅)。主轴的垂直度误差低于1/1 000,轴与轴连接采取夹壳式连接,通过两轴端的卡环和两半夹壳配合保证两轴连接的同心度,或采取凸缘联轴器连接,利用凸缘联轴器的上下凹凸面形成的台阶保证两轴的同心度。DT的主轴转速为10.5 r/min,设计搅拌叶的形状和角度能把豆粕悬浮起来,透气效果好,节电。如处理4 000 t/d膨化料的DT^[5],配电机功率220 kW,而3 600 t/d膨化料配置DT,主轴转速在9 r/min,装机容量在250 kW。

(6)对大型电机加装变频器;风机和泵进出口阀全开,靠变频控制。DC风机装变频器,方便控制DC出粕水分并节电。

(7)水-气换热:DC风机运行采取鼓风,把DC进热风 and 排气进行交换。3 000 t/d大豆压榨厂的DTDC的尾气风量20 000 m³/h,刹克龙出风温度80~100℃(风机量大,温度低;风机量小,温度高),从DC层刹克龙排出的气体含热量和水分,相对湿度在50%,冷却气体的相对湿度在100%,DC排出气体在冷却和增湿过程中释放热能。气体对气体直接换热容易污染,需要水洗气体,在DC旁做一台湿式捕集器,上面装2组喷淋阀,从DC刹克龙汇集排出的气体从下部进入,在上升中受到上面喷淋水洗涤,含粉末水温度上升,从底部排出,泵进一台节能(换热器),用热水预热空气,预热空气再进空气加热器加热,进入DC的第一、二层内,含尘热水从节能器下进上出,出水管连接捕集器上面的喷淋阀,如此循环。

(8)DC刹克龙排出含尘热气也可以采取空气加热器换热,选用风-风宽道换热器(SS304,换热面积1 000 m²),把进的空气加热到70~72℃,再经空气加热器加热。

2.2.2 PLC 控制

(1)料位控制:在预脱层料摆沿旋转方向按高、中、低装3个料位传感器,对关风器设定高、中、低3个频率,电机以3个频率变速下料,实现物流在一定范围变化,选用带4~20 mA输出的位置传感器SG1000D,安装在防爆外壳内,提供4~20 mA输出信号,测量旋转运动的位置,料位信号送PLC,经PID调节,通过变频器进行料位控制。

(2) 温度、压力及电流检测:脱溶的关键是脱溶时间和出气温度,出气温度控制在 70 ~ 80 °C,在出气位置设置温度监控点,在顶层的出气压力设置压力监控点,通过电流控制负载。

(3) 安装测定豆粕蛋白质含量、水分含量、温度的测定仪,经常修正豆粕的标准曲线^[5]。测定仪和豆皮回添定量绞龙连锁,自动调整豆皮添加量,控制豆粕的蛋白质含量^[7,10,12]。

(4) 自动在线蒸汽调节。

2.3 蒸发系统

2.3.1 第一蒸发器和第二蒸发器分为两个独立真空系统

如果把第一蒸发器出口混合油浓度设定为 75% ~ 85%,按照多相液体的分气压原理,第二蒸发器温度要调高到 115 °C 左右,浓度在 75% ~ 85% 的混合油在第二蒸发器的油-油换热器和第二蒸发器的管道中滞留,汽提塔的温度也要在 115 ~ 120 °C。生育酚在第二蒸发器和汽提塔高温下部分氧化转为苯并二氢吡喃色素,油脂在高温下结膜、结垢,产生高温色素。我们把第一蒸发器和第二蒸发器共用一个真空系统分为两个真空系统,把第一蒸发器出口油温调整为 60 ~ 62 °C、真空度为 39 ~ 40 kPa,第二蒸发器出油温度在 98 ~ 102 °C、真空度为 34 ~ 35 kPa,汽提塔出油温度在 100 ~ 103 °C、真空度为 35 kPa,浸出油残溶小于等于 30 mg/kg,降低了加工色素,油色泽明显偏淡。

2.3.2 余热选用

(1) 在第一蒸发器前增加 1 台混合油闪发箱和 1 台油/混合油换热器,从浸出器出来的 27% 混合油(52 ~ 55 °C),进入混合油闪发箱,在真空 65 kPa 中闪发出 1% 正己烷,从顶部抽出溶剂(41 °C),泵入换热器,汽提塔出油温度(100 ~ 103 °C)经换热器换热降温到 46 °C,进入储油罐。52 ~ 55 °C 的混合油被加热到 57 °C 进入第一蒸发器,第一蒸发器的热源是 DT 二次蒸汽,二次蒸汽经第一蒸发器换热后进溶剂预热器换热,再进溶剂冷凝器,多余的不凝气体进入尾气冷凝器。从第一蒸发器蒸发出来的溶剂气温度在 60 ~ 62 °C,同样第一蒸发器出来的混合油温度在 60 ~ 62 °C、浓度在 80% 左右,进第二蒸发器,第二蒸发器的热源是 0.1 ~ 0.2 MPa 蒸汽,第二蒸发器出来的混合油浓度在 97.5%、温度在 100 ~ 102 °C。

(2) 在第一蒸发器和第二蒸发器之间的列管加热器热源^[12]:把第一蒸发器出来的油与干燥器出来的热油或 2 台蒸汽喷射泵的尾气换热,把第一蒸发器出来的油温从 62 °C 升到 85 °C,而干燥器出来的

油温从 108 °C 降到 80 °C。80 °C 干燥油还可以继续作为第一蒸发器前面混合油加热器、溶剂加热器或石蜡油预热器的热源。尽可能地控制第二蒸发器混合油出口温度 100 °C,经常清洗第二蒸发器前的油-油换热器,汽提塔出油温度小于等于 105 °C。

也可以把汽提塔 103 °C 毛油与第一蒸发器出油换热^[10],把第二蒸发器入油温度控制在 85 °C(混合油流量 65 ~ 70 m³/h,浓度 33%,第一蒸发器的出油温度 62 °C),而汽提塔出油温度在 103 °C,经换热后在 88 ~ 89 °C。

(3) 也可以利用第一、第二蒸发器蒸汽喷射泵尾气和汽提塔蒸汽喷射泵的尾气作为第二蒸发器的热源。

(4) 把蒸发真空系统和汽提真空系统的 2 台蒸汽喷射泵改为液环泵,如 3 500 t/d 浸出车间真空系统 2 台蒸汽喷射泵蒸汽用量在 650 kg/t,折按每吨大豆用蒸汽量为 4.58 kg。

(5) 冷凝闪发箱出来的潜热利用:从 DT 和 DC 冷凝器出来的冷凝液进入闪发箱,同时注入 0.03 ~ 0.05 MPa、109 ~ 112 °C 蒸汽经调节器进入闪发箱,闪发蒸汽进入第二蒸发器。

2.3.3 汽提塔选型

设计 7 层筛板使油和蒸汽充分接触,蒸汽从下向上穿透油层,油从上面进入,在筛板上保持 33 mm 的油层,从筛板一侧向下流到下一筛板。利用油脂干燥器的蒸汽喷射泵的尾气和直接蒸汽进入汽提塔底部,从筛板下面穿过筛板孔和油层,从油下部进入油层产生鼓泡,脱除油中的残留溶剂。

经生产检测,筛板式汽提塔控制出油温度在 95 °C,含溶小于 50 mg/kg;控制出油温度在 105 °C,含溶小于 20 mg/kg。筛板式汽提塔对混合油的温度要求比碟片式汽提塔低 15 °C 左右,节约蒸汽用量,毛油色泽浅。筛板式汽提塔与碟片式汽提塔比较见表 4。

表 4 筛板式汽提塔与碟片式汽提塔汽提消耗及产品参数(大豆压榨规模 5 000 t/d)^[13]

项目	筛板式 汽提塔	碟片式 汽提塔	备注
柱体直径/mm	1 800	2 000	
设备质量/t	17.7	23.5	含保温
清洗间隔/d	600	300	
直接蒸汽消耗/(kg/t)	15	31	饱和蒸汽
间接蒸汽消耗/(kg/t)	0	6	饱和蒸汽
毛油残溶/(mg/kg)	40	82	
毛油水分及挥发物/%	0.12	0.13	
毛油酸价(KOH)/(mg/g)	4.0	4.3	
毛油过氧化值/(mmol/kg)	5.0	6.1	

在汽提塔出口增加U型弯,装1个差压液压传感器(E+H),在出油泵电机加变频,自动调节汽提塔内液位。

2.4 废水处理

把废水煮水罐单层隔板改双层隔板,延长流程,可以把废水残溶从35 mg/kg降到10 mg/kg,蒸汽压力从0.1 MPa降到0.03 MPa。煮水罐排出水温在92℃左右,可以作为热源,用列管换热器换热,把自来水温度升高15~20℃。也可利用汽提塔蒸汽喷射泵的尾气作为蒸煮罐的加热蒸汽。

煮水罐的换热器,设计壳程为2个回路、管程为4个回路。采取自流流动,全覆盖容易清洗。从分水器出来的40~45℃废水经过换热器壳程加热升温到60℃,从煮水罐出来的90~92℃热水经管程换热后降温进入户外池内。

浸出废水处理工艺:浸出废水→调节池→厌氧池→好氧池→一沉池→排放池→中水。

废水处理后的中水返回冷却塔循环使用。

如果采取零排放,设计的废水加热器的容量要足够,增加5~6 kg/t蒸汽消耗,比废水处理的费用高,只是在当地环保部门不准排放废水时选用。

2.5 尾气溶剂回收与排放

把尾气冷凝器和矿物油冷却器的冷却水循环改为冷冻水循环,降低尾气冷凝器冷却水的温度和矿物油的温度,把石蜡油吸收塔温度从35℃降到20℃以下,可以降低75%尾气含溶量,也可提高汽提塔的真空度。制冷机可以利用车间余热驱动。

石蜡油解吸塔自由气体热能:石蜡油解吸塔自由气体(100~105℃)管线引到第一蒸发器壳程作为补充辅助热源。

在尾气排放风机上加装变频器后运行电流下降,用尾气压力传感器控制风机运行。

2.6 引入相变换热器和热泵

(1)正常的流程是蒸发器、DTDC、汽提塔尾气通过冷凝器冷凝为冷凝液进入凉水塔。如果采取相变换热器把这些尾气变成低温低压蒸汽,经机械式热泵变为高温高压蒸汽,送到调质塔和DTDC,不含气体的水进冷凝冷却器进入循环水池,不但节约电耗,还避免水泵产生气蚀。

相变换热器是在换热面两侧同时发生相变,一侧冷凝一侧沸腾,完成热量交换的同时把溶剂气体与外界隔离开来。

(2)热泵是一种把低温热源的热量转换到高温热源的能源提升装置,实现制冷和制热功能。在压缩机和系统内循环制冷剂的共同作用下,由环境热源(水、空气)中吸取较低的温热能,转换为高温热

能释放到循环介质(如水和空气)中成为高温热源输出。压缩机运转把不同的变化状态(蒸发吸热和冷凝放热)进行转化,用低温热源制取高温热源。热泵分为空气源热泵、水源热泵、地源热泵,主要是由压缩机、蒸发器、冷凝器和节流阀组成。

机械式热泵有离心式与螺杆式两种,离心式热泵效率高,螺杆式热泵使用广。

2.7 蒸汽压力控制

DTDC的分汽缸和蒸发器分汽缸,进汽压力在0.8~0.9 MPa,进汽压力和车间用汽压力存在压差和波动,导致车间内分汽缸压力波动,加装一套蒸汽控制装置,含汽控制阀阀体、执行器、DN100带隔爆定位器、蒸汽压力传感器(E+H)。

2.8 凉水塔

在凉水塔电机加装变频器,减少频繁启动。

3 电机要求

从节能和安全出发,所用电机选用国标2级能效电机,即GB 18613—2012标准下的2级能效电机或IEC IE3能效电机。防爆电机、变频器驱动电机和大于160 kW的普通电机绕组必须安装PTC,大于160 kW电机前后轴承加装PI100。防爆电机的转速除非有特殊要求外按1500 r/min运行。

4 在生产操作中注意事项

在生产中保持长期稳定,减少开停机频次。注意大豆的膨化效果。检查冷凝器结垢情况,尽量使用软水或在水中添加药剂,降低循环水池内水温,循环量开到最大并及时调整石蜡油的流量。尽量减少清洗蒸发的次数,防止清洗过频造成溶剂的额外消耗。防止跑、冒、滴、漏:视镜,蛟龙轴封,油泵机封,系统的微负压,停机时关闭尾气蝶阀、关闭地下溶剂管罐的阀门,设备壳体查漏点,停机后湿粕刮板与闸阀门关闭,定期对浸出器、蒸发器查漏点。降低废水残溶:增加分水器体积和折流次数,延长蒸煮时间;维持常压冷凝器的微负压;提升蒸煮罐的翻腾效果。

5 结束语

随着很多浸出油厂设备老化,油厂通过引进新技术和新型设备,以节能增效,提高浸出毛油质量和豆粕质量。对几家3000 t/d大豆压榨厂进行了技术改造,取得了良好的效果,如东莞中储粮油脂工业公司经济消耗指标(含水化脱胶和磷脂干燥)改善,蒸汽消耗210~215 kg/t、电耗23~24 kW·h/t、溶耗0.5~0.55 kg/t、豆粕残油0.46%~0.6%。

DC热风 and 冷风闭路换热循环,净化环境空气。在正常生产中基本无废水排出,只有在设备故障、维修和清洗时产生废水进废水处理装置。

(下转第133页)

- 社, 2011.
- [2] 李俊南, 习学良, 熊新武, 等. 核桃的营养保健功能及功能成分研究进展[J]. 中国食物与营养, 2018, 24(5): 60-64.
- [3] 张友贵, 王兆木. 从气候条件对油菜产量及品质的影响看新疆油菜的合理布局[J]. 新疆农业科学, 1982(6): 12-14.
- [4] 付三雄, 李成磊, 尼玛卓玛, 等. 气象因子对油菜种子中油分积累的影响[J]. 植物学报, 2014(1): 41-48.
- [5] 唐琳. 青藏高原地区甘蓝型油菜份积累潜势研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2013.
- [6] 康文霞. 生理生化指标及气象因子与甘蓝型油菜含油量的相关性研究[D]. 陕西 杨凌: 西北农林科技大学, 2015.
- [7] PIPER E L, BOOTE K L. Temperature and cultivar effects on soybean seed oil and protein concentrations[J]. J Am Oil Chem Soc, 1999, 76: 1233-1241.
- [8] 廖玉芳, 蒋元华, 彭嘉栋, 等. 气候指标对油茶鲜果含油率的影响[J]. 经济林研究, 2019(4): 1-9.
- [9] CHANG Y M, DU J M, ZHANG C H. The analysis on fat characteristics of walnut varieties in different production areas of Shanxi provinces[J]. J Plant Stud, 2014, 3(1): 28-34.
- [10] 朱振宝, 刘梦颖, 易建华, 等. 不同产地核桃油理化性质、脂肪酸组成及氧化稳定性比较研究[J]. 中国油脂, 2015, 40(3): 87-90.
- [11] 张凤英, 冯毅, 廖梓延, 等. 生态因子对川渝地区壳斗科植物物种丰富度的影响[J/OL]. 应用与环境生物学报, 2020(1): 1-13 [2020-06-01]. <http://doi.org/10.19675/j.cnki.1006-687x.2019.08013>.
- [12] 高艺宁, 赵萌莉, 王宏亮, 等. 景观生态视角下草地生态质量的时空差异及其影响因素——以内蒙古四子王旗为例[J]. 生态学报, 2019, 39(14): 5288-5300.
- [13] ZHANG L J, SHI H J. Local modeling of tree growth by geographically weighted regression[J]. Forest Sci, 2004, 50(20): 225-244.
- [14] 刘群, 陈振华. 1982—2015年云南省植被时空变化及其影响因子研究[J]. 昆明学院学报, 2018, 40(2): 77-82.
- [15] ARTHUR G. Reflections on spatial autocorrelation[J]. Reg Sci Urban Econ, 2007, 37(4): 491-496.
- [16] 李国和. 核桃种质资源研究[D]. 成都: 四川农业大学, 2007.

(上接第127页)

致谢: 东莞中储粮油脂工业公司吕瑞总监和徐宏阁经理、镇江中储粮油脂公司何远平经理、天津中储粮油脂有限公司陈友军总监对本文的技术支持!

参考文献:

- [1] 何东平. 油脂工厂安全生产[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2009.
- [2] 方晓璞. 食用植物油质量安全溯源体系的建立[J]. 中国油脂, 2016, 41(5): 50-52.
- [3] 王瑞元, 李子明, 谷克仁, 等. 中国油脂科学技术学科现状与发展[J]. 中国油脂, 2009, 34(1): 1-6.
- [4] 左青, 刘旭英. 4 000 t/d 大豆压榨技术和设备探讨[J]. 粮食与食品工业, 2014, 21(4): 23-28.
- [5] 左青, 吕瑞, 张新雄. 加工国储大豆如何降低溶剂消耗[J]. 中国油脂, 2014, 39(3): 89-91.
- [6] 刘玉兰, 汪学德. 油脂制取工艺学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [7] SKHARIYA R. Technology - the key factor in efficient soybean processing [R]. Beijing: China & International Soybean Conference & Exhibition, 2002.
- [8] ANDERSON - HALFEMAN J C, ZHANG Y, PARSONS C M, et al. Effect of heating on nutritional quality of Kunitz - trypsin - inhibitor - free and conversional soybeans for chickens[J]. Poultry Sci, 1992, 71: 1700-1709.
- [9] 毛善勇. 美拉德反应产物抗氧化活性[J]. 粮食与油脂, 2003(11): 15-16.
- [10] RAPP R. Enhancing the nutritional value of soybeans [R]. Beijing: China & International Soybean Conference & Exhibition, 2002.
- [11] 邵会, 韩文杰, 韩建峰, 等. 影响低温棉籽蛋白 KOH 蛋白质溶解度因素的研究[J]. 中国油脂, 2016, 41(5): 30-33.
- [12] KELLENS M. New developments in oils & fats processing [R]. Beijing: China & International Soybean Conference & Exhibition, 2002.
- [13] 万辉. 浸出车间节能控制措施[J]. 粮食与食品工业, 2015, 22(1): 33-35.