

油厂的低碳生产:节能减排

左青¹,徐宏闯²,程水银²,吕瑞²,陈友军³,左晖⁴

(1.江苏丰尚油脂工程技术有限公司,江苏扬州225127;2.中储粮东莞油脂工业有限公司,广东东莞523147;
3.中储粮天门直属库有限公司,湖北天门431700;4.广州星坤机械有限公司,广州510890)

摘要:按照政府确定在2030年前碳达峰、提高能效和减排CO₂的目标,引进新技术和新设备,探索采用清洁能源、调整生产工艺等节能减排措施和使用再生能源。油厂主要消耗能源是蒸汽、电和天然气。两条压榨生产线,规模分别为3500 t/d和4500 t/d,两条化学精炼生产线,规模分别为600 t/d和1200 t/d。2016—2021年,消耗指标(两条生产线平均值)压榨蒸汽消耗从224.09 kg/t下降到194.34 kg/t,精炼从117.89 kg/t下降到36.69 kg/t;压榨电耗从23.69 kW·h/t增加到24.99 kW·h/t,精炼从14.92 kW·h/t下降到10.88 kW·h/t;压榨溶剂消耗从0.63 kg/t下降到0.47 kg/t;精炼天然气消耗从1.98 m³/t增加到2.35 m³/t(2018—2021年)。虽然该节能减排措施在油厂经济可行,但是没有与低碳和碳达峰关联,建议油脂行业权威机构组织专家建立油脂企业低碳排放指标认证体系和评价指标。

关键词:油厂;低碳;减排CO₂

中图分类号:TS228;TS221

文献标识码:B

文章编号:1003-7969(2022)08-0149-04

Low-carbon production in oil plant: energy saving and emission reduction

ZUO Qing¹, XU Hongchuang², CHENG Shuiyin², LYU Rui²,
CHEN Youjun³, ZUO Hui⁴

(1. Jiangsu FAMSUN Oils & Fats Engineering Co., Ltd., Yangzhou 225127, Jiangsu, China; 2. Sino-grain Dongguan Oils and Fats Industrial Co., Ltd., Dongguan 523147, Guangdong, China;
3. Sino-grain Tianmen Oils Storage Co., Ltd., Tianmen 431700, Hubei, China;
4. Guangzhou Xinmas Co., Ltd., Guangzhou 510890, China)

Abstract: According to the government's determination to reach the peak carbon dioxide emissions, improve energy efficiency and reduce CO₂ emission by 2030, new technologies and equipment have been introduced, energy saving and emission reduction measures including using clean energy and adjusting production process have been explored and renewable energy has been used. The major energy source in the oil plant are steam, electricity and natural gas. There are two press production lines with the capacities of 3500 t/d and 4500 t/d respectively, and two chemical refining production lines with the capacities of 600 t/d and 1200 t/d respectively. From 2016 to 2021, the energy consumption (average value of two production lines) of the steam consumption in press line decreased from 224.09 kg/t to 194.34 kg/t, and in refining line it decreased from 117.89 kg/t to 36.69 kg/t; the electricity consumption in press line increased from 23.69 kW·h/t to 24.99 kW·h/t, and in refining line it decreased from 14.92 kW·h/t to 10.88 kW·h/t; the solvent consumption in press line decreased from 0.63 kg/t to 0.47 kg/t; the natural gas consumption in refining line increased from 1.98 m³/t to 2.35 m³/t (2018-2021). Although the energy saving and emission reduction measures were economically feasible in oil plants, they were not related with low-carbon and peak carbon dioxide emissions. It is suggested that the

收稿日期:2022-01-26;修回日期:2022-02-15

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

authoritative organization of the oil industry should organize experts to establish a low-carbon emission index certification system and evaluation index for oil enterprises.

Key words: oil plant; low-carbon; CO₂ emission reduction

油厂 CO₂ 排放源主要分为直接排放源和间接排放源。直接排放源是固体、气体燃烧排放,以及废气和污水造成的排放,间接排放源为外购电力、热力、蒸汽以及原料和废弃物运输造成的排放。中储粮东莞油脂工业有限公司先后建设一条 3 500 t/d 大豆压榨线(含水化脱胶)和一条 4 500 t/d 大豆压榨线(含水化脱胶),一条 600 t/d 化学精炼线(20 年的老线)和一条 1 200 t/d 化学精炼线,配套大豆原料仓和散粕立筒仓。在公司倡导“安全、健康、环保、绿色和低碳”下,按照“大型化、清洁生产、差异化、高附加值、智能化”发展理念,开展了系列节能减排措施的探索,并取得一定的成效,为了配合政府低碳规划,还要不断完善、加强节能减排体系的建设。兹对该公司的节能减排措施、效果等进行介绍,以供同行参考。

1 节能减排措施

油厂减少 CO₂ 排放措施主要是采用清洁能源,将自备燃煤锅炉改为外购蒸汽、外部供电,利用可再生能源。通过采取节能技术、调整生产工艺等措施达到节能减排的效果。

1.1 压榨

(1) 在压榨车间采取水循环泵替代蒸汽喷射泵。

(2) 压榨风机和除尘风机采用高分子不粘涂层,防止叶轮的腐蚀和磨损。

(3) 在预处理车间采取热泵技术^[1]。热泵是一种把低温热源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。

(4) 采用二次破碎脱皮热风循环利用技术^[1]。

(5) 浸出冷却塔使用空化处理技术^[1],配合冷却塔自清理技术,减少污水的排放。

(6) 浸出尾气矿物油回收系统增加了辅助冷冻系统^[2-3]。

1.2 精炼

(1) 对 600 t/d 化学精炼线于 2017 年进行改造,将水冷真空系统改为冷冻水真空系统^[4]。

(2) 精炼线采取中水回用^[5],并保证中和油的质量,循环比例可以达到 80% 以上。

(3) 碱炼过程中采取无水脱皂技术^[6]。无水脱皂适用于残磷量在 15 mg/kg 和残皂量在 350 mg/kg 以内的脱皂油,要求进过滤机的油质量稳定。

(4) 采用逆流脱色工艺^[7],将干燥油穿过过滤机中的废白土,但效率相对较低。

(5) 改进脱臭系统,进行二次捕集,冷冻水真空或干冰真空^[4]。油-油换热器选用螺旋换热器^[8]或降膜式换热器,换热油达 220 °C(脱臭油温度 245 °C)。采取两段温度脱臭,限制或减少反式酸和缩水甘油酯含量^[9]。

(6) 引进大豆油低温发朦处理技术^[10]。

(7) 研究并应用防止大豆油和菜籽油返色返酸技术^[7,11-12]。

(8) 油脂精炼过程中,采用在线检测技术对油脂色泽、杂质、残皂量、含蜡量及换热器泄漏情况进行检测。

1.3 工艺安全管理和控制

工艺安全管理^[13-14]包括原料库、粕库、罐区和工艺储罐、化学品及油品装卸、水环泵、高压锅炉、过滤器、氨冷机等。

关注地下溶剂罐管理液位、内部压力,车间溶剂封闭系统的负压、泄漏点、尾气、法兰、仪表、传感器焊接点。

在设计和管理上关注高压锅炉的工艺安全,包括水位、水质管理、连锁管理等。

真空水环泵设计要符合工艺安全需要,尤其是在浸出车间要注意气体和水流量、液位、压力、连锁管理。

粉尘、高温气体、正己烷、危险品、压缩空气和蒸汽系统的控制。

1.4 废气处理

采取植物提取液吸收+复合光催化+VP 布气工艺,对产生的废气集中处理^[15-16],净化后排放。

1.5 原粮接收和豆粕库

原粮接收采取封闭输送入库和出货,豆粕从预处理车间出来通过封闭刮板进立筒库,出料密封输送到自动打包机,经装载机直接装车或散装卸进船内、罐车内。

1.6 全自动化

油厂实施全自动化管理,对生产、物流、采购、库存、销售、资金及管理实现在线控制,减少人为因素的干扰,使各个环节按计划高效运行^[17]。全厂自控系统是实现总线与在线的数据采集与识别系统,用 ABB 控制系统将各种信息集中到一个平台,包含所有生产服务系统和管理系统的信息,把分布在生

产中的DCS和PLC过程控制进行集中调度,数据存储在统一设计的工业数据库中。

在车间生产中现代化控制系统除了硬件异常外,员工不需要在现场做任何调整^[18]。除高压锅炉外,多数都可以实现与油温连锁控制。精炼离心机程序可以编入自动化程序内。整个装置的开机、停机、循环、排空、切换等操作只需要在电脑上点击确认键即可。如果出现异常情况,智能系统会自动判断处理:部分在线循环或调整或停机,是自动恢复还是报警确认。员工巡视设备、容器、管道和润滑系统是否出现跑冒滴漏,仪表是否失稳,随时进行调整、检修和更换。

表1 大豆压榨生产线消耗指标

消耗指标	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
电/(kW·h/t)	23.69	24.76	24.60	24.38	24.59	24.99
蒸汽/(kg/t)	224.09	206.24	211.44	205.18	205.44	194.34
溶剂/(kg/t)	0.63	0.57	0.53	0.51	0.58	0.47
水/(kg/t)	48.52	49.75	54.77	58.23	58.53	52.37

表2 化学精炼生产线消耗指标

消耗指标	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
蒸汽/(kg/t)	117.89	121.40	57.38	37.29	43.05	36.69
天然气/(m ³ /t)	0	0	1.98	2.43	2.51	2.35
水/(kg/t)	130.63	133.06	146.16	104.40	83.91	58.14
电/(kW·h/t)	14.92	15.04	14.34	12.44	11.29	10.88
白土/(kg/t)	9.89	10.95	17.22	11.69	8.22	9.59

2.2 CO₂排放量估算

(1) 电

压榨:电耗增加 $24.99 - 23.69 = 1.30$ (kW·h/t)

精炼:电耗降低 $14.92 - 10.88 = 4.04$ (kW·h/t)

节省 1 kW·h 等于减排 0.997 kg CO₂。

压榨: CO₂增加 $1.30 \times 0.997 = 1.296$ 1 (kg/t)

精炼: CO₂减少 $4.04 \times 0.997 \approx 4.027$ 9 (kg/t)

(2) 天然气

天然气量增加(2018—2021年) $2.35 - 1.98 = 0.37$ (m³/t)

1 m³天然气按产生 1.964 3 kg CO₂计。

CO₂增加 $0.37 \times 1.964 3 \approx 0.726$ 8 (kg/t)

(3) 其他

压榨生产线的溶剂消耗降低,但水耗增加,部分水经处理后回用,部分排出浇草坪,压榨和精炼生产线蒸汽消耗降低对 CO₂减排均影响不大。

豆粕打包改为散装存在立筒库,散装、吨袋和 60~70 kg 包装发货装车。增加一条 4 500 t/d 大豆压榨线和一条 1 200 t/d 精炼线,整体消耗指标下降。

3 结束语

我国大型大豆压榨厂规模在 3 000~6 000 t/d,

通过自动化或高智能化生产运行,物料和产品按计划稳定生产,蒸汽、电、溶剂、天然气、生产辅料的投入量稳定,既不浪费能量也不增加排放。

2 节能减排效果

2.1 2016—2021年能源消耗

2016—2021年 3 500 t/d 大豆压榨生产线和 4 500 t/d 大豆压榨生产线的平均消耗指标见表 1。

2016—2021年 600 t/d 化学精炼生产线和 1 200 t/d 化学精炼生产线的平均消耗指标见表 2。

从表 1、表 2 可以看出,整体能耗在下降。白土视大豆品质和成品油质量添加,废白土按环保部门要求,由具备资质的公司定向处理为肥料。

蒸汽消耗在 185~235 kg/t,电耗在 22~25 kW·h/t,溶剂消耗在 0.4~0.6 kg/t;配套精炼规模在 1 000~1 200 t/d,蒸汽消耗在 36~50 kg/t,电耗在 13~19 kW·h/t,天然气消耗在 2.5~3.2 m³/t。显然新装置能耗低,而且封闭性好、排放少;而旧装置能耗高、排放多,改造的项目与统一设计的新生产线存在差距。

我国新建大型油厂的能源消耗指标基本达到或接近国外能源消耗指标,但是旧厂原设计和装置没有考虑现在的碳达峰和节能减排的要求,进行局部改造不可能达到新建油厂装置的节能减排指标,只能向节能减排的方向努力。两条压榨线,其中 3 500 t/d 大豆压榨线是 2011 年投产,而第二条 4 500 t/d 大豆压榨线是 2020 年投产,其配置和设计要求不同,后面的指标优于前面。同样一条 600 t/d 化学精炼线是 2006 年投产,一条 1 200 t/d 化学精炼线是 2019 年投产。通过学习、引进先进技术和经验,不断进行技术改造,公司每年都要落实节能减排的任务指标。

现在我国高能耗企业出口产品将成为“碳关税”的对象,出口商品要碳足迹验证,产品包装上贴上国际认证机构认证的碳标签。我国不同行业的碳

排放核算标准体系还在建设之中,食用油工业还没有建立低碳经济指标体系和评估方法。建议油脂行业权威机构组织专家建立油脂企业低碳排放指标认证体系和评价指标,内容可涵盖低碳材料、低碳能源、低碳技术、低碳生产、物流、员工工作和生活环境,如水、电、蒸汽、正己烷、辅料、废弃物/污染物处理和排放、管理模式、引进新技术和技术创新、能源消耗/生产价值,使油脂企业有章可循,发展低碳经济。

致谢:中国粮油学会油脂分会何东平教授和中储粮油脂公司邓浩田先生的支持!

参考文献:

- [1] 左青,左晖. 大豆压榨厂节能增效措施实践[J]. 中国油脂, 2020, 45(9):122-127,133.
- [2] 温小荣,梁椿松,袁媛. 浸出车间冷冻技术辅助矿物油吸收系统降低尾气残溶[J]. 中国油脂, 2021, 46(9): 125-128.
- [3] 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.
- [4] 左青,卞清德. 冷冻水系统与冰冷系统在脱臭真空系统中的应用[J]. 中国油脂,2014,39(5):93-97.
- [5] 杨蕊竹,王鹏. 植物油厂降低废水处理成本的控制措施[J]. 中国油脂,2021,46(1):89-91.
- [6] 左青,程水银,郭华. 油脂碱炼过程中无水脱皂工艺改造[J]. 中国油脂, 2011,36(8):15-17.
- [7] 孙百创,汤见平,严中和,等. 精炼过程对大豆油回色的影响[J]. 中国油脂, 2021,46(11):7-13.
- [8] 左青,左晖. 油脂精炼工艺和设备的改进实践[J]. 中国油脂,2020,45(10):22-27.
- [9] 左青. 植物油精炼过程如何减少反式酸增量[J]. 中国油脂, 2016,41(8):101-103.
- [10] 左青. 一级大豆油结晶原因分析[J]. 中国油脂, 2011,36(3):23-24.
- [11] 张余权,金青哲,王兴国. 油脂回色机理及影响因素研究进展[J]. 中国油脂,2014,39(5):15-18.
- [12] 李万振,杨浩辰,宋立鸿,等. 浅析精炼一级大豆油回色影响因素[J]. 粮食与食品工业, 2018,25(3):10-13.
- [13] 左青,李国卫. 食用植物油的安全与生产[J]. 粮油食品科技,2009,17(2):29-33.
- [14] 许浮萍,闫子鹏,何东平. 油脂工厂安全生产[M]. 北京:中国轻工业出版社,2009.
- [15] 左青,王文林. 油脂加工厂臭味处理讨论[J]. 中国油脂,2014,39(7):79-81.
- [16] 秦卫国,万辉,闵伟峰,等. 降低植物油厂生产过程中有机废气排放的几种措施[C]//中国粮油学会油脂分会第二十届学术年会暨产品展示会论文集. 北京:中国粮油学会,2011.
- [17] 左青. 大豆油厂全自动化集成控制系统的应用[J]. 粮油食品科技,2011,19(1):21-25.
- [18] 左青,左晖. 如何提升压榨厂自动控制系统的探讨[J]. 粮食与食品工业, 2018,25(6):55-63.

(上接第 132 页)

关系得到了直观的表达,结合 MICMAC 模型可以看出操作平台没有足够的强度和适当的刚度、支承杆弯曲失稳、液压千斤顶顶升不同步以及滑模装置组装不规范是造成滑模施工过程中精度控制不佳的最直观表现形式。

(2)从各因素权重大小可知,液压千斤顶顶升不同步和外界温度过高或过低是影响施工精度的最重要因素,表明对该浅圆仓滑模相关人员以及各从业者来讲,这两个因素都是影响滑模施工精度中极度重要的因素,在施工过程中要着重关注。

(3)滑模施工专业特殊性强,并非常规的施工队伍都可以适应滑模施工的连续性作业、保证施工精度质量,所以对施工队伍的专业性以及施工班组的管理、作业质量的自控意识有着更为严苛的要求。因此,更应提高施工劳务队伍的专业化意识,做好相关培训教育,提升作业能力,作业人员安排要保证任务量适度、定岗定员,出现问题层层分解责任、落实到人,管理人员做好综合协调工作,为做出优质油脂原料仓滑模工程而努力。

参考文献:

- [1] 彭宣常. 滑动模板工程技术标准理解与应用指南[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2020.
- [2] 赵鹏. 谈滑模施工精度控制及常见问题的处理[J]. 建材与装饰,2019(10):27-28.
- [3] 聂策明,广州市建筑业联合会. 建筑工程质量通病防治手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2011.
- [4] 杜栋,庞庆华,吴炎. 现代综合评价方法与案例精选[M]. 3版. 北京:清华大学出版社,2015.
- [5] 黄炜,张黎明,卢俊龙,等. 基于解释结构模型的夯土墙质量影响因素分析[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版),2014,46(3):333-341.
- [6] 赵会茹,蒋慧娟,郭森. 基于 ISM 和 MICMAC 模型的电网公司运营预警指标研究[J]. 陕西电力,2015,43(3):11-15.
- [7] 高小强,陈玮,张召冉. 基于专家群决策的 AHP 在 PPP 项目风险管理中的应用[J]. 施工技术,2018, 47(S1): 985-988.
- [8] 杨珍珍,樊燕燕. 基于 ISM 与 AHP 的斜拉桥主梁施工阶段风险分析[J]. 工程管理学报,2018, 32(3): 124-128.