

我国废弃油脂回收利用现状及产业化分析

敬加强^{1,2}, 丁庆薇¹, 罗双子依³, 吴承轩¹, 张少冬¹

(1. 西南石油大学石油与天然气工程学院, 成都 610500; 2. 四川省油气消防重点实验室, 成都 610500;
3. 西南财经大学国际商学院, 成都 611130)

摘要:为保障公众饮食安全和促进废弃油脂资源的合理利用, 通过相关文献的系统调研与全面分析, 结合专家咨询与实地考察, 系统分析我国废弃油脂回收利用技术发展现状、产业化竞争优势及面临的挑战, 并提出产业化建议。我国对废弃油脂的回收利用技术研究及成果转化非常活跃, 已形成产业化。我国废弃油脂回收利用产业化具有市场规模大、能源转型与环保需求高、国家政策支持等竞争优势, 但目前仍存在废弃油脂集运、处理技术及管理水平低, 加工技术与管理水平不足, 产品质量与利用水平有待提升等问题。从建立企业认证规范, 统筹废弃油脂回收监督, 加快产业技术创新, 激发公众主体意识等方面提出了产业化发展的建议。综上, 我国废弃油脂回收利用产业发展前景广阔, 但仍面临较大挑战, 亟待政府、高校、企业及公众共同努力推动废弃油脂回收利用的产业化发展。

关键词:废弃油脂; 回收利用; 发展现状; 竞争优势; 产业化建议

中图分类号: F294; X22

文献标识码: A

文章编号: 1003-7969(2024)08-0097-06

Analysis of the current situation and industrialization of the recycling and utilization of waste oil in China

JING Jiaqiang^{1,2}, DING Qingwei¹, LUO Shuangziyi³,
WU Chengxuan¹, ZHANG Shaodong¹

(1. School of Petroleum Engineering, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China; 2. Oil and Gas Fire Protection Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu 610500, China; 3. School of International Business, Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu 611130, China)

Abstract: To ensure public food safety and promote the rational utilization of waste oil resources, the development status, industrial competitive advantages, and challenges faced by China's waste oil recycling and utilization technologies were systematically analyzed, and industrialization suggestions were provided through systematic literature review, expert consultations, and field investigations. China's research and achievement transformation in waste oil recycling and utilization technologies are active, forming an industrialized scale. The industrialization of waste oil recycling and utilization in China has competitive advantages such as large market scale, high demand for energy transformation and environmental protection, and government policy support. However, challenges still exist, including low levels of waste oil collection, processing technology, and management, insufficient processing technology and management levels, and needing to improve product quality and utilization level. Suggestions for industrial development include establishing enterprise certification standards, coordinating waste oil

收稿日期: 2023-11-14; 修回日期: 2024-04-21

基金项目: 国家自然科学基金项目(U19B2012)

作者简介: 敬加强(1964), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为非常规原油降黏减阻、复杂油气流动保障以及油气储运工程安全(E-mail)jjq@swpu.edu.cn。

通信作者: 丁庆薇, 硕士研究生(E-mail)1299252769@qq.com。

recycling supervision, accelerating industrial technological innovation, and stimulating public awareness. In conclusion, the prospects for the industrial development of waste oil recycling and utilization in China are promising, but significant challenges remain. It is urgent for the government, universities, enterprises, and the

public to jointly promote the industrialization of waste oil recycling and utilization.

Key words: waste oil; recycling and utilization; development status; competitive advantage; industrialization suggestion

我国土地辽阔,人口基数大、分布范围广,每年废弃油脂产量大,但是由于废弃油脂来源分散、种类复杂,难以收集,一旦处置过程不规范,将会增加回流餐桌的可能性,危害人民身体健康,并且污染土壤与水资源,对生态环境造成严重的影响。对此,国家正逐步加强对废弃油脂的回收利用管理,先后出台相关政策及经济帮扶从各环节杜绝废弃油脂的不合法利用,积极推进废弃油脂的无害化处理和资源化利用。面对“双碳”目标,非常有必要发展同时满足资源节约与环境保护需求的绿色低碳产业。废弃油脂回收利用一方面有助于经济高效地解决日常生活中产生的数量大、难处理的生活垃圾,缓解社会治理难题和生活环境恶化问题;另一方面,由废弃油脂转化而成的产品对传统化石燃料具有一定的替代作用,可减少资源浪费与碳排放,缓解资源短缺与生态环境污染问题,颇具产业化潜力。

废弃油脂产业的发展能减少废弃油脂回流餐桌及环境污染,保障公众饮食安全,助力国家“双碳”目标实现。因此,本文通过对相关文献的系统调研与全面分析,结合专家咨询与实地考察,基于废弃油脂回收利用发展现状,研究其产业化竞争优势,为推进废弃油脂回收利用产业化发展提出相关建议,以期推动废弃油脂回收利用形成产业化规模及资源回收利用行业发展。

1 废弃油脂回收利用技术发展现状

1.1 国外技术

国外废弃油脂回收利用研究较早,这主要得益于人们的环保意识与政府政策的双重驱动。目前国外废弃油脂回收链已相当完善,一般在居民区和餐馆放置带有简单处理装置的废弃油脂收集桶,且有专门公司定期收取与处理^[1]。1980年巴西 Ceará 大学 Expedito Parente 教授以废弃油脂为原料成功制备了生物柴油,同年美国提出以生物柴油替代化石柴油的战略,成为最早应用生物柴油的国家。但目前生物柴油的生产及使用主要集中在欧洲,其中德国的研究和应用最突出,且德国在2003年就已成为世界上最大的生物柴油生产国与出口国^[2]。欧洲国家很早就开始研发废弃油脂制备航空燃料,如荷兰皇家航空公司从2011年开始用废弃油脂加工的飞机燃料,荷兰 SkyNRG 公司自2012年以来一直

专注于可再生飞行燃料的研发,其采用加氢可再生飞行燃料技术将废弃油脂转化为可再生飞行燃料^[3]。芬兰、美国等国家加氢生产二代生物柴油技术在行业内持续领跑^[4]。

1.2 国内技术

在产业绿色低碳转型的背景下,我国对废弃油脂回收利用技术的研究与成果转化非常活跃,废弃油脂转化为生物柴油的方法也不断创新,在加氢与催化裂化、酯交换、酶催化等工艺制备生物柴油方面取得了突破性成果^[5-7]。早在2010年中科院等离子体物理研究所就成功掌握了废弃油脂生产生物柴油、乙醇、沼气和生物肥料的技术,为废弃油脂回收利用技术研究提供了新的方向^[8]。2019年中国科学院青岛能源所开发的“ZKBH均相加氢技术”,采用液体催化剂和均相加氢反应器设计,利用废弃矿物油和可再生生物油脂,成功量产了商业化二代生物柴油^[9]。2022年5月我国在中国石化镇海炼化公司首批试生产了以废弃油脂、动植物油脂、农林废弃物等可再生物质为原料的生物航煤,年产量可达10万t^[10],该生物航煤于2022年12月成功应用于商业货运航班,标志着我国自主研发的生物航煤有了实质性的突破^[11]。

除了在生物燃料的应用外,废弃油脂回收利用产物还服务于各项产业中。在农业方面,在适宜基质条件下,可通过微生物发酵废弃油脂,其产物单细胞蛋白可添加到饲料中;在环保方面,以废弃油脂为原料,通过微生物合成可替代传统塑料的聚羟基脂肪酸酯^[12];在工业方面,废弃油脂经提纯、改性和复配可转化成钻井液用生物质润滑油^[13],与大庆油田某厂使用的石油磺酸盐相比,废弃油脂经过脂磺化合成的生物油磺酸盐在降低油水界面张力、耐盐、抗高温及抗钙镁离子性能方面均有一定优势^[14]。

1.3 我国技术产业化

我国生物柴油大部分通过废弃油脂回收处理制成^[15]。近年来生物柴油相关企业势头正盛,表1为生物柴油典型生产企业的规模及产品情况^[16-17]。卓越新能是我国最早利用废弃油脂生产生物柴油的企业,已形成工业化生产模式,是国内生产以及销售规模最大、出口量最多的生物柴油制造商^[18];嘉澳环保是规模和影响力均较大的生物柴油生产企业,

其生产的生物柴油品质符合欧盟标准,2021年其用于采购废弃油脂的专项资金近10亿元,2022年达到20亿元^[19-20];海新能科具备将废弃油脂通过悬浮床反应器成功资源化利用的技术,是国内最大的烷基生物柴油供应商^[21];丰倍生物形成了从废弃油脂到生物燃料再到生物基材料的再生资源产业链,

2022年营业收入达17.09亿元^[22-23];北清环能是一家主营餐厨垃圾处理和废弃油脂回收利用的环保型企业,其利用餐厨废弃油脂加工及销售业务实现营业收入1.6亿元^[24];河北金谷是国内规模较大的油脂资源综合利用企业,已经具备一条完整的废弃油脂转化生物柴油的生产线^[25]。

表1 生物柴油典型生产企业的规模及产品情况

企业名称	规模/万t	主要原料	主要产品
卓越新能	40	废弃油脂(地沟油、酸化油)	生物柴油、工业甘油
嘉澳环保	30	大豆油、辛醇、废弃油脂	生物柴油、工业混合油
海新能科	40	地沟油、棕榈酸化油、酸败油	生物柴油、生物航煤
丰倍生物	9	废弃油脂	生物柴油、生物基材料
北清环能	40	餐厨垃圾、废弃油脂	生物柴油、工业混合油
河北金谷	20	油脚、酸化油、地沟油	生物柴油、油酸甲酯、增塑剂

2 废弃油脂回收利用产业化竞争优势

2.1 市场促进产业规模化

在我国,餐厨资源浪费十分严重,每年产生的废弃油脂可达1 055.1万t^[26]。废弃油脂与植物油的特性相似,或将可以用廉价原料废弃油脂合成原来利用植物油合成的动物饲料、绿色溶剂、发酵产品、生物燃料、生物润滑剂等产品,废弃油脂回收利用技术与产业的市场空间大、应用广、潜力大,社会、环境与经济效益显著^[27]。

相关数据显示,2015—2022年我国生物柴油产量及出口量均呈上升趋势,2022年我国生物柴油市场规模增至66.23亿元,其行业产能达408.9万t,产量达211.41万t,需求量约为62.69万t^[28-29]。废弃油脂生产生物柴油具有巨大的发展空间,每吨废弃油脂可生产0.85t生物柴油^[30]。比较原料油成本,废弃油脂的成本最低,具备原料成本优势,且由于废弃油脂资源供给较为稳定,一般不受天气和劳动力的影响,不与人争粮,因此价格波动较植物油小,从而更加适合生物柴油的需求。

2.2 能源转型创造产业机遇

当前,世界各国对石油和石油产品的需求不断增加,然而,石油是有限的非再生资源,且其开采和使用带来了环境问题和地缘政治风险。我国石油产量无法满足巨大的市场需求,石油对外依存度在过去几十年里持续上升。中国海关总署数据显示,我国原油进口量在2020年前一直保持快速上升,2020年后呈下降趋势,但总体维持在超过5亿t的较高水平。原油高度依赖进口的石油供应可能会对国家的能源安全构成挑战,我国政府致力于寻求多样化的能源供应,通过提高能源利用效率以及发展可再生能源等措施减缓对能源进口的依赖。

随着全球局势动荡,欧洲能源供给紧张,价格高涨,可再生能源转型需求迫切。国际能源署(IEA)发布的《世界能源投资报告》相关数据显示^[31],自2015年开始,全球对清洁能源的投资逐年上升,2022年全球清洁能源投资达16 170亿美元,相比2021年增长15%,大大超过了对化石能源的投资。2020年以来,我国生物柴油行业产能利用率逐渐提升。生物柴油作为传统能源的替代品之一,需求有望稳定释放。生物燃料以废弃油脂替代食用油是更为环保的方式,是近年来生物燃料领域力求突破的重点^[32]。随着对可再生能源需求的不断增长,废弃油脂回收利用产业在替代传统石油能源和减少碳排放方面具有较大潜力。

2.3 环保需求确保产业循环

目前,全球气候变暖,严重危害人类社会健康发展,控制碳排放可以减缓气候条件恶化,守护地球健康。IEA数据显示,除了2019年因新冠疫情原因导致二氧化碳排放量急剧下降外,其余年份二氧化碳排放量都保持上升趋势。未来能源需求和碳排放将如何变化,一定程度上取决于政府对清洁能源的重视程度,要实现低碳发展目标,就需要对能源的生产方式和使用进行结构性变革^[33]。2022年我国与能源相关的二氧化碳排放量约为121亿t,我国成为世界上最大的二氧化碳排放国^[34]。我国一直高度重视环境保护问题并付诸实际行动,向世界展示了保护生态环境、应对气候变化的大国担当。

从某种意义上说,我国要实现碳达峰、碳中和目标就不可忽视食物损失与浪费造成的温室气体排放^[35]。废弃油脂回收利用产业符合环保和可持续发展的要求,有助于减少环境污染和资源浪费。在

国内外对环保意识提高和环保政策日益严格的趋势下,废弃油脂回收利用产业具备适应市场需求的优势。实现碳中和,就是要倒逼能源系统低碳转型,以自主开发的清洁能源替代石油、天然气,从根本上破解对化石能源的过度依赖^[36],切实提高我国能源供应安全,为经济社会发展提供充足、经济、稳定、可靠的能源供应保障。通过技术处理和精炼过程,废弃油脂可以转化为生物柴油、生物航煤、动物饲料或有机肥料等有用的产品。生物柴油燃烧时的碳排放强度相对化石柴油低^[37],这种资源循环利用有助于减少对原始能源的依赖,提高资源利用效率。

2.4 国家政策驱动产业发展

对于废弃油脂的回收利用,国家出台相关政策进行餐厨垃圾的管理。如2012年颁布了《餐厨垃圾处理技术规范》,使餐厨垃圾处理过程更加规范化^[38]。该规范出台之后,我国共有113个地级市颁布了《餐厨垃圾管理办法》类的法律文件^[39],并根据具体实施情况修正。地方性文件大部分对餐厨垃圾进行了详细的定义,从简单的厨余垃圾就地处理到厨余垃圾资源化利用管理,各个地方管理条文内容不断深入,废弃食用油脂的处理正逐步走向正规。

此外,国家还利用经济支持方式促进废弃油脂的回收利用,相继发布了《财政部、国家税务总局关于对利用废弃的动植物油生产纯生物柴油免征消费税的通知》《循环经济发展专项资金支持餐厨废弃物资源化利用和无害化处理试点城市建设实施方案》和《财政部、税务总局关于完善资源综合利用增值税政策的公告》^[40],明确了纳税人回收利用废弃动植物油可享受的优惠政策,鼓励将废弃油脂转化为生物柴油,推动废弃油脂回收利用的产业化发展。党的二十大报告明确提出,“实施全面节约战略,推进各类资源节约集约利用,加快构建废弃物循环利用体系”,既是为我国加快发展循环经济指明了前进方向,也是对今后的废弃油脂管理与利用提出了更高要求^[41]。

3 废弃油脂回收利用面临的挑战

3.1 废弃油脂集运、处理技术与管理水平低

我国食用油年消费量居高不下,但废弃油脂回收利用率却不高。一方面,大量的地沟油尚未被充分回收利用,从而造成资源的极大浪费;另一方面,这些未回收的废弃油脂增加了“回流上桌”的风险,表明废弃油脂回收利用产业还有相当大的提升空间。我国废弃油脂源头分布广泛,收集模式众多,其统筹回收能力不足。尽管废弃油脂回收企业在我国各大城镇相当普遍,但大多数企业的处理规模小,多

以餐饮店桶装集油,定时送收废弃油脂点,罐车转运到废弃油脂预处理公司进行油水分离、油渣分选、桶装储存,再分批销售给加工企业处理等业务为主。这显然存在环境恶劣、劳动强度大、人工成本高等问题,且各环节不密闭,油脂损耗大。此外,很多餐饮店的废弃油脂回收系统由一个桶和过滤池组成,废弃油脂回收率低。究其原因,这可能主要是由于我国餐饮行业庞大,餐饮店数量多,规模大小不等,废弃油脂回收意识不一,环境卫生管理部门对废弃油脂点所辖区域的划分不严格,对废弃油脂集运与处理的统筹管理体系既不健全也不规范。

3.2 废弃油脂加工技术与管理水平不足

废弃油脂加工主要由收购、储存和处理等业务构成。虽然目前很多企业涉及废弃油脂加工相关业务,并取得了一定的成效,但企业之间未形成规范的加工标准,废弃油脂加工企业必须拥有生物柴油与其他化工产品规模生产的工艺技术与配套装备及资质,但是目前我国大多数废弃油脂加工模式都是作坊式的,其设备陈旧、加工工艺简单,难以满足现代精细化工产品的要求,易造成效率低下和产品质量不达标等问题。废弃油脂从收购到处理一般经过多家企业,未形成规模化作业,会造成大量的资源浪费。此外,我国废弃油脂检测、提取、生物转化等技术尚不成熟,很少大规模推广应用。生物柴油于2005年就开始试点,但目前除上海已形成较完善的“收、运、处、调、用”产业链外^[42],其他地区尚未获得推广。

3.3 废弃油脂回收产品质量与利用水平待提升

废弃油脂对环境、食品安全和公共卫生造成危害,其回收产品的质量将决定后续产业化问题,一旦废弃油脂未经有效处理就在市场上流通,必将对市场安全构成威胁,从而损害消费者对废弃油脂回收产业的信心。由于我国不同地区用油情况不同,不同地区废弃油脂的物质构成复杂,可提取的物质较多,转化成多种产品的潜力大,可资源化为表面活性剂、工业原料、饲料与燃料等,但产品质量与性质往往因原料含油量及种类不同而存在较大差异,导致难以保证产品质量的一致性。市场监管部门对废弃油脂回收产品尚无明确的质量要求与检验标准,特别是废弃油脂制成饲料产品,一旦产品质量无法保证,势必影响整个养殖业,甚至危害人体健康。目前废弃油脂回收产品种类少、用户单一,我国更偏向于直接向国外出口由废弃油脂制成的工业混合油,而未进一步将废弃油脂转化为高附加值产品,这大大降低了废弃油脂的资源利用率,影响了废弃油脂回

收利用的产业化规模。

4 废弃油脂回收利用产业化建议

4.1 建立企业认证规范,提升产业整体实力

废弃油脂回收利用相关企业应严格依照注册流程办理许可证并培训从业者,确保企业员工了解环保标准及其最佳实践操作。政府应制定废弃油脂储存、加工,废弃油脂及其加工产品质量等标准规范,并要求企业按统一的标准规范严格执行,为废弃油脂回收利用提供良好的市场环境。

鉴于目前企业生产现状,国家应设立专门的监管部门,全面掌握、追踪和控制废弃油脂数据,主要包括处理方法、处理量、生产量和产品质量等,形成全国废弃油脂回收利用大数据,以便通过互联网实时监测。监管部门还应定期审查和更新企业许可证,确保企业持续合规操作,如有违规行为应严格处罚,甚至吊销许可证,提出刑事诉讼等。

废弃油脂回收利用一般是小型企业,企业之间应有共建共享共赢的意识,通过建立行业联盟等方式开展行业研讨会与交流活动,带动废弃油脂回收利用产业集群发展。政府应带动行业联盟制定行业奖励计划,财政补贴发展好的企业以及对行业进步有巨大影响的企业,同时鼓励废弃油脂回收利用产业的社会积极性,提升企业的规范化和产业化水平。

4.2 统筹废弃油脂回收监管,夯实产业发展基础

政府应统计与分析管辖范围内的废弃油脂产生情况,据此划分其回收区域、确定回收方式与回收周期,并对辖区废弃油脂回收项目公开招标。对于城镇废弃油脂回收区域,应大力推行就地安装废弃油脂废水废渣分离器,并尽可能通过管道将废弃油脂输送到处理厂,真正实现从回收到的闭环管理,避免人力浪费,提高废弃油脂回收效率。

政府应严格监管废弃油脂源头,杜绝废弃油脂的随意处理,并依据废弃油脂及其再加工产品质量标准严厉处罚和仲裁废弃油脂回收的违规行为。此外,人口密集的农村及交通不便地区应设置回收站点,并配备废弃油脂智能回收箱,然后不定期送往就近的废弃油脂加工厂,以确保全国废弃油脂的充分回收利用。

4.3 加快产业技术创新,实现产业改造升级

创新废弃油脂回收产品在不同领域的应用技术,包括生物燃料、肥料制造和工业用途等,从而提高资源的多元化利用效益。废弃油脂回收产品的高质量必须有配套的技术支持,其升级换代则需要技术改良与创新。废弃油脂回收装置应该更加便捷和高效,以确保就地提取。废弃油脂处理装置应尽可能

智能化,以提高回收产品转化率。创新的化学处理方法可有效改善废弃油脂质量,要注重油脂改质、油水分离、除杂、废物处理和节能等技术的创新,确保处理工艺简化优化。相关企业应采用可持续生产模式,使用传感器技术和自动化控制系统,利用大数据分析和人工智能技术,智能化管理废弃油脂的回收利用过程,并及时识别和解决潜在问题。

政府应联合高校与企业开发废弃油脂回收利用理论与技术,并应用高校的理论研究成果解决企业的技术难题,再用企业的技术难题倒逼高校的理论创新,从而实现创新领域的良性循环,以促进废弃油脂回收利用产业化。对于一些中小型废弃油脂回收利用产业化升级困难的企业,政府应给予专项资金、贷款利率优惠等政策支持。

4.4 激发公众主体意识,注入产业全新活力

废弃油脂的回收利用不仅仅是企业和社会的责任,更应该是每个人、每个家庭应该具备的意识。有关部门应对公众进行环保教育以及培训。

环保教育可提高公众的环保意识,增进地域居民间的交流互动,促使人们了解正确的废弃油脂处理方式并参与其中。环保教育可以通过领军人物示范、社区活动宣讲、社交媒体互动等方式开展。培训能提高公众的责任意识,确保公众了解环保标准及规范进行家庭废弃油脂回收工作。政府也要积极引导群众对废弃油脂进行妥善储存与处理,不得随意倾倒以及不合法回收,对于个人或企业违规将废弃油脂排放到下水道或随意丢弃的,可以设立罚款制度,罚款数额应该足够引起重视,但不至于过于严苛,违规行为可受群众监督。

5 结语

在当今绿色低碳背景下,废弃油脂回收利用产业具有巨大的竞争优势,前景广阔,但仍存在的一些问题,这些问题可能会威胁环境、经济、社会的可持续发展,因此我国废弃油脂回收利用产业仍面临较大挑战。废弃油脂回收利用产业在理论研究及配套体系方面有待加强。政府、高校、企业及公众的合作是废弃油脂回收利用产业化发展得以实现的根本保障,通过加强废弃油脂回收利用业务的统筹规划设计与科学管理,并给予参与者及企业相关政策支持,激励废弃油脂管道集运与长距离输送流动保障及其油脂改质等技术的进一步创新,力争锻造出具有竞争优势的废弃油脂回收利用新产业。未来,随着环保意识的增强、可再生能源需求的增长和政策支持力度的加大,废弃油脂回收利用产业有望在环保和可持续产业中发挥更重要的作用。

参考文献:

- [1] 朱明辉. 国外如何处理“地沟油”[J]. 农村青少年科学探究, 2012(12): 13.
- [2] 刘瑾, 邬建国. 生物燃料的发展现状与前景[J]. 生态学报, 2008, 28(4): 1339-1353.
- [3] GRAHAM W. Boeing invests in SkyNRG's plans for U. S. :Based SAF production [EB/OL]. (2021-07-14) [2023-11-14]. <https://aviationweek.com/air-transport/aircraft-propulsion/boeing-invests-skyngs-plans-us-based-saf-production>.
- [4] 廖洋, 刘佳. 二代生物柴油量产工艺“升级”[N]. 中国科学报, 2020-09-16(3).
- [5] 孙纯, 刘金迪, 孙骏. 生物柴油产业发展概论[M]. 北京: 中国石化出版社, 2014: 5-37.
- [6] 郑亿青, 温小荣, 周二晓, 等. 高酸值废弃油脂脱酸系统设计与应用[J]. 中国油脂, 2023, 48(1): 131-134.
- [7] 宿颜彬, 夏凡, 解庆龙, 等. 废弃油脂甘油酯化降酸过程中的甘油聚合研究[J]. 中国油脂, 2018, 43(9): 53-56, 61.
- [8] 张应松. 处置地沟油遭遇的无奈[J]. 中国老区建设, 2012(2): 20-21.
- [9] 廖洋, 刘佳. 世界首个液态分子催化二代生物柴油技术成功量产[N]. 中国科学报, 2020-08-21(1).
- [10] 计红梅. 我国生物航煤实现首次规模化工业试生产[N]. 中国科学报, 2022-07-06(3).
- [11] 戴剑波, 邹瑾颖. 我国生物航煤绿色国际货运完成首飞: 标志着我国自主研发生物航煤从规模化生产走向规模化应用阶段[N]. 中国石化报, 2022-12-19(1).
- [12] 魏静, 阎杰, 林海琳, 等. 废弃油脂在农业上的应用研究进展[J]. 粮食与油脂, 2021, 34(8): 1-3, 10.
- [13] 陈秀丽, 马丽华, 贾新玥, 等. 钻井液用改性地沟油润滑剂的制备与性能研究[J]. 精细石油化工, 2021, 38(2): 7-10.
- [14] 龙运前, 张世明, 于金彪, 等. 基于餐厨废弃油脂磺化合成的生物油磺酸盐界面性能[J]. 油气地质与采收率, 2018, 25(4): 86-92.
- [15] 渠沛然. 欧盟阻挡不了中国生物柴油发展之路[N]. 中国能源报, 2024-01-22(3).
- [16] 前瞻产业研究院. 2023—2028年中国柴油行业市场前瞻与投资战略规划分析报告[R]. [S. l.]: [s. n.], 2023.
- [17] 冀星. 加强废弃油脂收集 夯实生物经济基础[N]. 中国能源报, 2022-10-31(6).
- [18] 贺天瑞. 卓越新能: 生物柴油龙头 需求驱动业绩[J]. 股市动态分析, 2022(4): 35-36.
- [19] 浙江嘉澳环保科技股份有限公司. 浙江嘉澳环保科技股份有限公司 2022 年年度报告[R]. [S. l.]: [s. n.], 2023.
- [20] 迟伟涛. 嘉澳新能源: “两化”引领转型升级[EB/OL]. (2022-08-18) [2023-11-14]. <http://finance.sina.com.cn/jjxw/2022-08-18/doc-imizmscv6667314.shtml>.
- [21] 吴艳瑛. 海新能科: 奔跑在通往生物能源“梦工厂”的路上[J]. 中关村, 2023(4): 46-47.
- [22] 海通证券股份有限公司. 关于苏州丰倍生物科技股份有限公司首次公开发行股票并在主板上市之上市保荐书[EB/OL]. [2023-11-14]. http://static.sse.com.cn/stock/disclosure/announcement/c/202306/001822_20230608_FDLK.pdf.
- [23] 吴泽鹏. 藏在丰倍生物招股书里的“地沟油”生意: 废弃油脂回收不易 采购价格逐年增长[N]. 每日经济新闻, 2023-07-31(4).
- [24] 蔡嘉. 北清环能一年收购 3 公司加速扩张 环保+能源双轮驱动扣非增近 6 倍[N]. 武汉: 长江商报, 2022-03-08(5).
- [25] 刘朋. 河北金谷成功探索出一条地沟油利用新途径[EB/OL]. (2017-06-21) [2023-11-14]. http://www.ce.cn/cysc/sp/info/201706/21/t20170621_23746501.shtml.
- [26] 姚金楠. 我国生物质能源化利用潜力约 4.6 亿吨标煤[N]. 中国能源报, 2021-09-20(19).
- [27] 刘晓宁. 从《油脂资源化利用理论与技术》看固体废弃油脂的处理及中水回用[J]. 中国油脂, 2020, 45(12): 154.
- [28] 李顶杰, 张丁南, 李红杰, 等. 中国生物柴油产业发展现状及建议[J]. 国际石油经济, 2021, 29(8): 91-98.
- [29] 华经产业研究院. 2023—2028 年中国生物柴油行业市场深度研究及投资前景展望报告[R]. [S. l.]: [s. n.], 2023.
- [30] 王昆, 巩志宏. 地沟油能源化利用仍待理顺机制[N]. 经济参考报, 2019-11-21(8).
- [31] AGENCY I E. World energy investment 2023 [M]. Paris: OECD, 2023.
- [32] 李顶杰, 吕勃. 推动废弃油脂制生物燃料产业发展[N]. 中国石油报, 2021-09-28(6).
- [33] 王秀强. 油气行业与清洁能源融合发展路径研究[J]. 能源, 2021(5): 54-57.
- [34] 刘芳. 2022 年全球与能源相关碳排放同比增 0.9% [N]. 北京: 工人日报, 2023-03-06(7).
- [35] 苗榕宸, 田玉霞, 韩少威. 废弃油脂的危害防范及现状[J]. 中国油脂, 2015, 40(7): 73-75.
- [36] 卢奇秀. “碳中和”目标倒逼能源结构“清洁化”转型[N]. 北京: 中国能源报, 2020-11-16(8).
- [37] 苏思元, 顾芷玉. 中国生物柴油市场概述及未来发展前景分析[J]. 生物化工, 2023, 9(4): 220-222.
- [38] 张存庆. 我国餐厨垃圾法律治理研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2018.
- [39] 刘雨霞, 徐加霸, 张强斌, 等. 我国餐厨废油制取生物柴油的开发应用进展与展望[J]. 生态学杂志, 2021, 40(7): 2243-2250.
- [40] 周妍, 曾静, 刘德华. 生物柴油产业政策分析[J]. 生物产业技术, 2016(2): 7-11.
- [41] 罗锦程, 邓毅, 侯贵光, 等. 清洁能源产业新兴固体废物环境管理的现状、国际经验与启示[J]. 环境保护, 2023, 51(S2): 41-45.
- [42] 李玲. 生物柴油规模化推广难在哪? [N]. 中国能源报, 2023-10-16(8).