



王粟,于秋月,裴占江,等.黑龙江省农作物秸秆能源化利用模式及发展路径研究[J].黑龙江农业科学,2021(5):85-88.

黑龙江省农作物秸秆能源化利用模式及发展路径研究

王 粟,于秋月,裴占江,史风梅,李鹏飞,刘清扬,刘 杰

(黑龙江省农业科学院 农村能源与环保研究所/农业农村部种养结合重点实验室/黑龙江省秸秆能源化重点实验室,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为建立生态循环农业,缓解农村能源供需压力、提升农民生活质量,本文总结了黑龙江省秸秆能源化利用发展现状,探索秸秆能源化利用发展潜力与发展路径,推进黑龙江省“1+2”的秸秆生物质清洁能源供应发展模式,针对秸秆能源化利用存在的主要问题,提出了创新发展理念、完善政策机制、补齐市场短板、建立服务体系等方面的秸秆能源化利用发展对策。

关键词:黑龙江省;秸秆;能源化;模式;发展路径

当前,全球农作物秸秆产量已超过 50 亿 $t \cdot a^{-1}$,秸秆等生物质能源化利用在可再生能源中已占主导地位约为 73%,占全球能源消费体系的 13%^[1],中国作为世界第一秸秆产量大国,农作物秸秆可收集资源量超过 9 亿 $t \cdot a^{-1}$,在政策的积极支持和推动下,随着多年来的推广与发展,我国秸秆综合利用率已超过 80%,形成了肥料化利用为主^[2],饲料化、燃料化稳步推进,基料化、原料化为辅的综合利用格局^[3]。

黑龙江省是中国农业大省和重要商品粮基地,耕地面积达 1 593.33 万 hm^2 ^[4],农作物秸秆资源产量约 8 500 万 $t \cdot a^{-1}$ ^[5],秸秆处理难、利用率不高已成为制约农业可持续发展的难点问题。此外,黑龙江省农村人口 1 688 万,占全省人口的 43.5%,农村能源消费约 5 000 万 t 标准煤^[6]。其中,炊事采暖用能在农村能源消费中占比达到 60%以上,秸秆薪柴等非商品能源消费占农村能源消费量的 74%,热力、天然气的商品能源消费消费仅占 1%左右,村镇集中供热比例不足 20%^[7]。随着城镇化发展与农村居民生活水平的提高,农村能源年均涨幅水平达 5%左右,若以目前能源供应方式满足未来农村区域能源需求,将严重加剧黑龙江省能源供应压力。加快秸秆能源

化利用发展,增加区域清洁能源供应,符合黑龙江省资源条件特点和农业供给侧改革的需求,对提升秸秆综合利用率、优化农村能源消费结构具有重要意义,更是有效解决黑龙江省“三农”问题工作任务,建设美丽中国和实施乡村振兴规划的重要历史机遇^[8]。

本研究采用数据收集整理、现场调研、问卷调查、专家咨询座谈等方法,总结黑龙江省秸秆能源化利用发展现状、主要问题与成功经验,分析能源化利用未来发展趋势,并从集成优化、多能互补、产业融合的角度出发,结合黑龙江省区域特点和资源条件,探索黑龙江省能源化利用模式与发展路径,从而为农业农村节能减排、推动秸秆综合利用与清洁能源建设发展提供参考。

1 黑龙江省秸秆能源化利用现状

2019 年黑龙江省农作物秸秆产生量已达 8 426 亿 t,秸秆资源可收集量为 7 225.6 万 t,占全国总量的 1/8,占东北三省秸秆产量的 50%左右。黑龙江省秸秆综合利用量为 6 597.06 万 t,秸秆综合利用率达到了 91.48%^[9]。近年来,黑龙江省秸秆能源化利用发展迅速,已逐步成为秸秆还田利用以外第二大利用途径。

秸秆能源化开发根据终端“热、电、油、气”利用,可以分为秸秆气化、秸秆液化燃料乙醇、秸秆燃料化供热、秸秆发电 4 个方向^[8]。其中秸秆气化站及秸秆沼气工程近 50 处,天然气供应 1 万余户^[10];建成秸秆纤维素燃料乙醇生产线 4 条,具备产能 45.5 万 $t \cdot a^{-1}$,消耗秸秆能力 200 万 t 左右^[11];秸秆固化燃料技术,推广普及较早,技术相对成熟,现已建成秸秆压块站 1 016 个,年生产秸

收稿日期:2021-01-21

基金项目:黑龙江省玉米协同创新推广体系项目(CYTX 2019051);现代农业产业技术协同创新推广体系项目(CYTX 2019003);哈尔滨市创新人才项目(2016RAQYJ070);哈尔滨市科技局青年后备人才项目(RC2017QN002097)。

第一作者:王粟(1984—),男,硕士,助理研究员,从事农村能源与生态环保研究。E-mail:wangsu1688@126.com。

通信作者:刘杰(1974—),男,博士,研究员,从事农村能源与生态环保研究。E-mail:liujie1677@126.com。

秆燃料 80 余万 t, 安装户用生物质炉具 5.42 万台^[12], 生产及应用主体主要分布于哈尔滨、齐齐哈尔和绥化等玉米作物主产区; 秸秆打捆直燃供暖技术, 是一种秸秆燃料化新工艺, 近两年在东北地区发展迅速, 现已建成秸秆直燃供热项目近 50 处, 年设计消耗秸秆能力约 48 万 t, 供热面积 275 万 m², 供热户数 4.2 万户^[13]; 随着新型城镇化建设, 秸秆直燃发电或热电联产技术也获得了稳步的发展, 现已投产运行生物质发电项目 46 个, 主要集中于哈尔滨、齐齐哈尔、绥化和佳木斯等以种植业生产为主导的地区, 装机总规模达 95.3 万 kW^[14], 秸秆、稻壳及生活垃圾等各类生物质原料年处理消耗能力达 800 万 t。

2 黑龙江省秸秆能源化利用发展潜力

发展秸秆能源化利用符合黑龙江省资源条件特点, 能够有效解决秸秆露天焚烧问题, 也是提高秸秆资源化利用率的有效途径之一。目前, 黑龙江省耕地面积约 1 593.33 万 hm², 按照不同作物秸秆还田适宜量计算^[15-17], 黑龙江省秸秆肥料化还田利用量基本达到饱和, 而根据黑龙江省秸秆综合利用情况, 约 620 万 t 秸秆尚未得到有效利用, 多被农村户用传统炉灶低值燃烧, 用于炊事采暖用能, 可将此部分纳入秸秆能源化发展战略。此外, 黑龙江省秸秆能源化利用原料消耗能力近 2 000 万 t^[15], 但实际消耗量仅约 900 万 t·a⁻¹, 约 1 100 万 t 秸秆原料需要通过产业发展, 进一步激发秸秆能源化利用产能^[18]。

加快秸秆能源化利用发展, 有利于优化农村能源消费结构, 增加区域清洁能源供应, 不但易于被农民接受, 更有利于转变农村传统能源利用方式, 补齐农业农村发展短板, 保证区域能源供应体系安全。根据估算, 黑龙江省秸秆能源化发展潜力空间达 1 700 余万 t, 届时黑龙江省能源化利用年消耗秸秆整体能力将达到 2 600 万 t, 占黑龙江省秸秆资源可收集量的 36%, 年可替代燃煤约 1 300 万 t, 可减排二氧化碳 3 458 万 t、二氧化硫 31 万 t、氮氧化物 9 万 t, 从而有效降低温室气体排放, 缓解农村区域大气环境污染情况。

3 黑龙江省秸秆能源化利用发展路径与模式

黑龙江省秸秆能源化利用发展路径应遵循因地制宜、多能互补、综合利用、讲求效益和开发与节约并举的农村能源建设原则^[19], 着力以发展秸秆燃料化供暖的清洁低碳能源为主要方向, 以适度推进秸秆发电项目建设、进一步稳定和保障秸

秆沼气等现有技术利用产能规模为主要任务, 统筹规划, 合理推进黑龙江省非化石能源供给侧改革与可再生能源的高效清洁利用, 从而进一步优化黑龙江省能源消费结构, 提升能源利用效率, 有效提高商品能源比例, 加快秸秆利用效率与技术水平, 提升可再生能源比重, 降低秸秆薪柴直接燃烧比重, 改善农村生产生活环境。

秸秆能源化利用模式方面, 积极推进黑龙江省“1+2”的秸秆生物质清洁能源供应发展模式, “1”即立足北方农村地区秸秆生物质清洁采暖模式, “2”即创新秸秆发电供应模式和秸秆沼气绿色循环模式, 从而实现黑龙江省秸秆能源化利用规模化、集团化、低碳化发展局面。

3.1 秸秆燃料化清洁供暖模式

充分考虑燃料化供给应用, 以及秸秆收储运等环节, 规划形成合理的服务半径, 结合淘汰燃煤小锅炉和散煤治理工作, 针对区域供热用能需求与供暖方式途径, 推广秸秆直燃锅炉供暖和秸秆成型燃料技术, 探索布局灵活、产品多样, 可持续、可复制的秸秆燃料化建设运营模式。

3.1.1 “一村一厂”分户式秸秆压块+生物质清洁炉具利用模式 该模式适用于广大农村地区分散居住形式的户用采暖, 也是黑龙江省推广较早, 比较普遍的利用模式。由秸秆压块企业或合作社投资建设, 设备补贴最高可达 70% 左右, 建成后农民通过向企业进行燃料购买, 或自行进行秸秆离田运输, 仅需向压块加工厂支付代加工费用^[20], 则可以较低价格获得燃料使用权。

3.1.2 生物质锅炉改造公共设施集中采暖模式

该模式主要结合村镇区域政府办公楼、学校、医院等公共基础设施小锅炉改造, 适用于对公共事业单位进行大面积的采暖供热, 节支效果显著。政府机关事业单位采取生物质供暖, 可采用燃料购买、能源抵扣置换、补差价等形式, 把部分政府机关及企事业单位的供热市场交给生物质供热, 扩大秸秆燃料化销售渠道, 为工业生产和学校、医院、宾馆等公共设施和商业设施提供清洁可再生能源, 有效调动能源供应企业的积极性。

3.1.3 秸秆打捆直燃集中供热模式 该模式由于不需要成型压块等加工生产过程, 运行成本更加低廉, 适用于秸秆资源丰富, 燃料易获得的乡镇村屯, 或结合大中型燃煤锅炉改造, 对区域住宅小区、学校及企事业单位等公共服务设施进行大面积集中供热。该模式可以实现“秸秆收储—自动上料—秸秆进料直燃—小区供热—灰渣排出一有机肥制备—生物质灰基肥还田”整套生产工艺流

程,秸秆供应由企业与合作社合作共同负责秸秆原料收储,收集和离田方式更加灵活,农户不需要承担秸秆收集离田所需人工及机械工作费用,同时实现秸秆当季消纳。供暖企业可协调供热管理运营,农户及相关取暖部门,采用供热服务购买方式,从而保障企业经济效益。

3.2 秸秆发电综合能源利用模式

适度发展秸秆生物质发电项目建设与并网运行。在做好选址和落实环保措施的前提下,结合新型城镇化建设进程,重点在具备资源条件的地级市及部分县城^[21],根据生物质资源条件,发展以区域农林废弃物、城镇生活垃圾等生物质资源直燃发电,着力推广以秸秆发电为基础,统筹太阳能、风能、沼气能等可再生能源技术,实现热、电、气的多联产,从而提升企业经济和生态效应,构建多能互补、多元供应的一体化区域能源供给模式。

3.3 秸秆沼气综合利用模式

沼气技术受黑龙江省寒冷气候影响,产气效率相对较低,随着近年来黑龙江省规模化养殖场及“南猪北养”发展建设,大量畜禽粪污迫切需要资源化处理利用,而厌氧发酵产沼气技术是处理畜禽粪污的最有效利用途径。因此,该模式适宜在农业种植和养殖发展较快,并形成一定规模的农牧交错区域推广,以处理畜禽粪污为基础,统筹区域秸秆资源,一体化解决区域农牧废弃物污染,促进区域生态循环农业发展,并可发展建立原料收集保障和沼液沼渣有机肥利用体系,建立生物天然气输配体系,形成并入常规天然气管网、车辆加气,以及沼气发电等多元化消费模式,从而构建传统农牧业与生物质能源资源化利用的完整产业链条,实现生物质新型清洁能源生产、资源高效利用、产出经济化与最大化、排放最小化与生态化的绿色发展之路^[22]。

4 黑龙江省秸秆能源化利用发展对策

4.1 创新发展理念,统筹规划秸秆能源化利用模式

秸秆能源化利用是一项公益性事业,是实施乡村振兴战略,建设美丽乡村的重要切入点和落脚点。秸秆综合利用发展务必要用全新、更高的角度思考问题,创新发展理念,与绿色发展、美丽乡村建设、农村卫生整治、生态环境保护等统筹考虑^[23],遵循“因地制宜、多能互补、综合利用、讲求效益”和“开发与节约并重”的原则^[24],开展秸秆能源化建设。此外,秸秆能源化的开发利用应遵循“就地生产,就近、就便利用”和“宜电则电、宜气

则气、宜煤则煤、宜热则热”的原则^[25-26],科学设计并实施,融合多方利益共同体,进一步拓展应用开发模式,从而打造秸秆能源化发展新格局。

4.2 完善政策机制,加强秸秆能源化财税补贴力度

首先,对秸秆能源化利用相关技术及模式明确发展方向和任务,发展政府补助引导,合作社供应秸秆,专业化供暖企业投资并运营的企业化运作模式,从秸秆收储到技术装备的建设给予一定的财政补贴,重点关注对秸秆打捆直燃等新技术、新装备方面的支持与补贴。其次,落实国家现有税务、用电、信贷等优惠政策,保障秸秆燃气、供热及电力的并网集约化发展,着重加强在秸秆消费应用与生态节能低碳等方面的补贴政策,从而消除秸秆能源化工程重建设、轻管理、建设多、应用少的问题,有效解决秸秆能源化产业成本偏高的突出问题,激发秸秆燃料化产业发展潜力^[27]。

4.3 补齐市场短板,保障秸秆能源化利用可持续发展

立足本地,拓展域外,建议由政府牵头,推动秸秆能源化技术和产品的广泛应用,开拓秸秆能源化销售使用市场,引导乡镇燃煤小锅炉改造、电力和燃气并网输配及相关户用设备推广。其次,引导成立相关行业协会,建立秸秆能源化企业数据库,搭建生物质能源供需交易网络平台,严格市场监管,加强信息交流,实现能源产品联产联销,减少中间环节。最后,为稳定能源产品交易,确保秸秆能源化产业长效运行,进一步推动政府机关事业单位采取生物质燃气、供热及电力等能源的供应,采用能源购买、能源抵扣置换、补差价等形式,把部分政府机关及企事业单位相关能源市场交给可再生能源,在拓宽生物质能源销售渠道的同时,调动能源供应企业的积极性,保障秸秆能源化产业可持续发展。

4.4 建立服务体系,增强秸秆能源化技术保障能力

进一步完善秸秆能源化技术规范、建设和验收规范、装备与产品标准、排放标准等相关体系的制定,从源头保障和促进行业规范发展^[28]。其次,完善产业和服务体系,稳定秸秆燃料服务交易,注重引导企业加强项目运行管理,加强设备售后维护与安全管理,创新健全技术产品的服务模式。最后,在关键技术研发上,建议政府通过设立重大研发资金立项引导,针对黑龙江省秸秆能源化利用项目中相关技术不够成熟、设备实用性差、综合效益低等问题,加快产学研结合,精心组织各

有关专业领域技术较强的科技力量,加大科研投入,通过对秸秆能源化相关技术及设备的不断优化和完善,降低秸秆能源化企业的生产成本,农民对低廉、优质、清洁能源的需求,逐步推动黑龙江省农业向绿色、低碳经济发展方式转型。

参考文献:

- [1] 白宏明. 秸秆发电的发展潜力研究[D]. 北京:华北电力大学,2010.
- [2] 王磊. 秸秆还田对土壤养分、微生物量与酶活性的影响研究[D]. 合肥:安徽农业大学,2011.
- [3] 牛沐萱. 秸秆资源化利用进行时[J]. 农经,2018(10):42-45.
- [4] 陈岐山. 农机化助寒地黑土大农业发展提速[J]. 农机市场,2017(8):43-45.
- [5] 邢军. 景县创新模式打造秸秆综合利用新格局[J]. 河北农业,2020,304(7):63-64.
- [6] 国家统计局. 中国统计年鉴 2020[M]. 北京:中国统计出版社,2020.
- [7] 朱立志. 农村能源建设要多管齐下[J]. 吉林农业(下半月),2011(10):1.
- [8] 吴凤,韩子贵,曹宝群,等. 湖北省农作物秸秆能源化利用模式探索[J]. 中国沼气,2014,32(5):67-70.
- [9] 我省土壤环境质量保持稳定并总体优良[N]. 黑龙江日报,2020-12-23(02).
- [10] 车福利. 关于秸秆气化集中供气工程技术经济的分析[J]. 现代营销(创富信息版),2018,177(9):51-52.
- [11] 阮奇城,祁建民,胡开辉,等. 红麻秸秆发酵转化燃料乙醇[J]. 福建农林大学学报(自然科学版),2012,41(1):78-82.
- [12] 汪家铭. 吉林桦甸建设万吨级秸秆生物质综合循环利用项目[J]. 四川化工,2017(6):66.
- [13] 刘炬. 集中供热企业成本分析与价格定位研究[D]. 北京:对外经济贸易大学,2005.
- [14] 王醒. 黑龙江省秸秆露天焚烧污染物排放清单及其传输的

研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2019.

- [15] 黑龙江省统计局. 黑龙江统计年鉴 2020[M]. 北京:中国统计出版社,2020.
- [16] 张军,吴文平. 秸秆腐熟还田条件下水稻化肥适宜用量试验研究[J]. 农村经济与科技,2017,28(23):64-66.
- [17] 付忠卫,毛涛,王勤礼,等. 秸秆还田+生物有机肥模式对制种玉米产量及耕地质量的影响[J]. 中国农技推广,2020,36(11):70-72.
- [18] 李志杰,王文国,付桂明. 农作物秸秆综合利用实践、存在问题与发展建议[J]. 河北农机,2016(6):12-13.
- [19] 曲春妮. 加快可再生能源发展,建设社会主义新——以平度市为例[C]//青岛市科学技术协会. 青岛市第九届学术年会论文集. 青岛:青岛市科学技术协会,2010:340-343.
- [20] 高立伟,刘联胜,王冬计,等. 基于秸秆压块的“互联网+区域性分户供暖”模式研究[J]. 可再生能源,2017,35(6):824-832.
- [21] 徐海云. 城市生活垃圾处理行业 2017 年发展综述[J]. 中国环保产业,2018(7):5-9.
- [22] 张婷婷,汤金来. 促进产业生态化与生态经济化的有机融合,提升经济发展的质量[J]. 科技资讯,2011(25):229-230.
- [23] 王粟,刘杰,史凤梅,等. 黑龙江省农村可再生能源发展现状和问题及对策研究[J]. 黑龙江农业科学,2019(10):106-110.
- [24] 吕良,周曙光,陈万德. 黑龙江省农村能源建设发展战略与对策[J]. 应用能源技术,1997(3):1-3.
- [25] 毛沙其拉. 科左中旗农户秸秆综合利用现状及问题研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2016.
- [26] 侯伟峰. 太中银铁路沿线站房工程地源热泵技术应用分析[D]. 兰州:兰州交通大学,2018.
- [27] 翟继辉,周慧秋. 黑龙江省农作物秸秆能源化利用现状、存在问题及对策研究[J]. 东北农业大学学报(社会科学版),2013,11(1):20-24.
- [28] 邹正军. 秸秆生物质能源化应用的研究进展[J]. 广东化工,2020,47(22):64,75.

Research on Energy Utilization Model and Development Path of Crop Straw in Heilongjiang Province

WANG Su, YU Qiu-yue, PEI Zhan-jiang, SHI Feng-mei, LI Peng-fei, LIU Qing-yang, LIU Jie

(Institute of Rural Energy and Environmental Protection, Key Laboratory of Combination of Planting and Breeding, Ministry of Agriculture and Rural Areas, Heilongjiang Province Key Laboratory of Straw Energy Conversion, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: In order to establish ecological recycling agriculture, alleviate the pressure on rural energy supply and demand, improve farmers' quality of life, This article summarized the development status of straw energy utilization in Heilongjiang Province, explored the development potential and development path of straw energy utilization, promoted the "1+2" straw biomass clean energy supply development model in Heilongjiang Province, addressed the main problems of straw energy utilization, and put forward development strategies for the utilization of straw energy, such as innovative development concepts, perfecting policy mechanisms, filling market shortcomings, and establishing service systems.

Keywords: Heilongjiang Province; straw; energy conversion; model; development path