

# 推进生物质能多元化开发



## 智库圆桌

(第5期·总124期)

主持人

生物质能被称为“零碳”能源,可为应对气候变化、保障能源安全和推动经济增长作出重要贡献。

2021年9月,中共中央、国务院印发的《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》提出合理利用生物质能。2022年6月,国家发展改革委、国家能源局等部门联合印发《“十四五”可再生能源发展规划》,提出稳步推进生物质能多元化开发。本期邀请专家围绕相关问题进行研讨。

本报理论部主任、研究员 徐向梅

## 被赋予重要能源战略定位

主持人:发展生物质能有哪些重要意义?国际上生物质能利用的情况和趋势如何?

张大勇(中国产业发展促进会副秘书长兼生物质能产业分会秘书长):随着我国生态文明建设、乡村振兴战略深入推进和污染防治攻坚战全面展开,各类生物质废弃物的无害化、减量化处理和资源化、能源化利用的重要性日益显现。

生物质废弃物主要包括农业废弃物、林业废弃物、有机生活垃圾、畜禽粪污、生活污水污泥和工业有机废渣废液等。目前我国年产各类生物质废弃物保守估计超过35亿吨。其中,农业废弃物9.6亿吨、林业废弃物3.5亿吨、有机生活垃圾1.5亿吨、畜禽粪污19亿吨、农产品加工废弃物1.5亿吨、污水污泥4000万吨。这些废弃物如果不能得到妥善处理,不仅会对环境、社会和居民身心健康带来巨大危害,而且其中蕴藏的资源也难以得到充分利用。目前,各国通行做法都是在无害化、减量化处理前提下,将其变废为宝。一般是先对其进行资源化和高附加值利用,对不具备高资源化和高附加值条件的废弃物再进行能源化利用。

经过几十年发展,生物质能产业已从农村传统台灶土灶直接燃烧薪柴、秸秆等生物质的低效利用方式,发展到借助热化学、生物化学

等手段,通过一系列先进转换技术,生产出固、液、气等高位低碳能源替代化石燃料,为人类生产、生活提供电力、交通燃料、热能、燃气等终端能源产品的现代生物质能。

发展生物质能具有多重意义。

这是助力实现“双碳”目标的重要抓手。

未来,来源广泛的生物质能将凭借其特点,持续在各个领域为推进碳达峰碳中和作出贡献。《3060零碳生物质能发展潜力蓝皮书》预测,我国碳排放峰值在110亿吨左右,而生物质能源化未来减碳潜力将达到20亿吨,减碳潜力巨大。

这是县域减污降碳的有效途径。构建生物质清洁供热、生物天然气等生物质非电利用分布式能源站,可为县域提供清洁能源。同时,生物质非电利用能够解决畜禽粪污、农作物秸秆露天焚烧、各类农林废弃物等引起的环境污染问题。

这是推动乡村振兴的重要手段。发展生物质能产业,能有效构建“农业—能源—环保—农业”绿色低碳循环发展体系,培育县域绿色低碳循环发展新模式、新业态和新动能,促进农民增收致富。

20世纪70年代爆发全球性石油危机后,以生物质能为代表的清洁能源在全球范围内受到重视。尤其是在发达国家,生物质能被赋予重要能源战略定位。

就全球生物质能发展情况看,美国、巴西、德国等国家发展进程较快。截至2020年,美国生物质发电装机容量约1600万千瓦,发电量640亿千瓦时,其燃料乙醇产量约占全球产量的50%,生物柴油产量占全球的14%,巴西生物质发电装机容量约1470万千瓦,发电量540亿千瓦时,巴西也是燃料乙醇生产大国,甘蔗是其主要燃料乙醇生产原料;德国注重沼气的开发,沼气发电装机容量约500万千瓦,发电量约330亿千瓦时。

在欧洲尤其是北欧国家,生物质供热已经成为地区供热的主要来源。在瑞典,全国有超过10万个大中型生物质供热站,大多数采用热电联产模式,热效率通常在80%以上,全国生物质供热量占其全部供热市场的70%以上。生物质能是丹麦最重要也是应用规模最大的可再生能源,2018年丹麦全部热力消费中的32%由生物质能提供,到2030年,丹麦生物质供热将占全部热力供应的一半以上。在芬兰,生物质能在总能源中占比达到30%,各种可再生能源利用中,生物能源所占比例最大,约为82%。

随着各国加强应对气候变化的力度,生物能源将成为诸多难以电气化的行业脱碳的重要手段。供热、水泥、钢铁等行业可使用生物质固体燃料,生物燃气替代燃煤等化石燃料;海运业可使用生物天然气、生物甲醇替代目前的重油;航空业可使用生物航煤(可持续航空燃料)替代化石航油。未来,生物质能产业将向多元化利用和高附加值方向发展。

主持人:近年来,各地生物天然气发展积累了哪些实践经验?

李景明(中国沼气学会秘书长、农业农村部农业生态与资源保护总站首席专家):按照国家市场监督管理总局和国家标准化委员会发布的国家标准,生物天然气是以生物质为原料,通过热化学转化或生物化学转化产生的主要含有甲烷的可燃气体,并经过净化提纯或甲烷化工艺生产的主要含有甲烷组分的可再生天然气。这里所说的可燃气体主要包括沼气、生物质热解气、垃圾填埋气等,其中沼气是最直接、最简便、最稳定的上游产品。

生物天然气在我国已发展多年。自2015年,经国务院同意,国家发展改革委和农业农村部连续三年利用中央预算资金,每年投资20亿元,在全国范围内组织开展农村沼气转型升级试点示范项目,先后共支持1400多个大型沼气工程建设和64个规模化生物天然气气站项目。2016年12月,中央财经领导小组第十四次会议针对畜禽粪污处理和资源化利用问题明确提出“两个方向”,即以沼气和生物天然气为主要处理方向,以就地就近用于农村能源和农用有机肥为主要使用方向”。2017年国务院办公厅出台《关于加快推进畜禽粪污资源化利用的意见》,2019年国家发展改革委等部门联合下发《关于促进生物天然气产业化发展的指导意见》,农业农村部在以整县推进的畜禽粪污资源化利用、有机肥替代化肥、农作物秸秆综合利用示范项目中,都将沼气和生物天然气作为重要的技术手段。在国家相关政策引导下,行业龙头企业纷纷加入生物天然气工程投资、建设和运维行列。

在建设和运行过程中,各地坚持把生物天然气项目建设作为推进农业农村和城镇有机废弃物资源化利用、发展生态循环农业、建设美丽乡村的重要抓手谋划推动,取得较好成效,也积累了一些有价值、可推广的成熟技术模式和成功经验。

出台优惠政策。各地财政、农业、环保、土地、税务、电力、金融等相关部加强协调合作,积极出台配套政策,共同推进项目建设运营。云南省大理市人民政府批复大理洱海生物天然气公司建设6座生物天然气加气站,同时已投放运营200辆生物天然气出租车。

实现有机废弃物资源化利用。各地按照绿色发展要求,以生物天然气工程为纽带,将各类有机废弃物进行资源化综合利用,减轻了环境污染,缓解了城乡“脏乱差”问题。海南澄迈生物天然气项目,年处理各类城市有机废弃物20多万吨,年产生物天然气1000万立方米,各类沼肥近5万吨,已成为当地重要的有机废弃物资源化利用中心。

拓宽清洁能源供给渠道。生物天然气尽管还处于试点示范阶段,但已在民用燃气、车用燃气等方面初见成效,逐步成为缓解国内天然气

生物

供应压力的重要途径。河南天冠集团生物天然气项目自2019年1月投产以来,已向城镇燃气管网输送生物天然气数百万立方米,在中小城市集中供气发展方面作出有益探索。

推进生态循环农业区域化发展。生物天然气项目上连养殖,下促种植,沼渣沼液作为有机肥可有效替代化肥,提升农产品品质,促进绿色有机生产,实现农业节本增效。云南顺丰洱海生物天然气项目配套4个有机肥厂,推广有机种植,研发生产了几十个品种的有机肥,年生产固态有机肥16.9万吨,液态有机肥13.2万吨。

推动全产业链发展。从原料收储运、工程运行管理、商品有机肥加工销售、沼气高值利用,到生态循环农业示范区建设,打造了比较完整的产业链条,推动了一二三产业融合发展。湖南岳阳生物天然气项目通过组建第三方服务机构,形成了集原料配送、能源利用、绿色种植、生态养殖于一体的农业循环经济产业。

创新运营机制。通过中央财政资金的引领带动,撬动社会资本进入,吸引了一些实力雄厚的企业成为项目建设运营主体,探索出很多新型运营机制,培育了一批第三方运营企业。河北省依托京安公司,组建第三方托管运营公司,创立了标准化建设和专业化运营模式,提高了工程建设和运行效率。

提升技术装备水平。许多项目严格按照技术标准和规范进行设计、施工,采用先进的技术工艺路线和仪器设备,以及智能化监测系统,撬装式压缩提纯设备,使发酵更高效、管理更精细,极大提高了可持续性运行能力。山东民和、山西神沐等生物天然气项目引进德国先进的发酵装置和沼气提纯设备,大幅提高了生产能力。

根据农业农村部不完全统计,截至2021年年底,全国以畜禽粪污和农作物秸秆等有机废弃物为主要原料,建成并正在运行的生物天然气工程57处,年产生物天然气1.7亿立方米,其中,近3000万立方米进入城镇天然气管网,另有7900多万立方米用于农村车用燃气燃料。

从实践来看,生物天然气行业对实现乡村振兴战略和“双碳”战略目标的贡献较大。不仅可以有效处理各类有机废弃物,保护生态环境,还能生产大量清洁能源,为国家能源安全提供支撑。如果考虑到生物天然气行业在甲烷和氧化亚氮等温室气体减排管理方面的作用,其贡献更是不可小觑。

中国沼气学会自2021年开始组织专家研究沼气行业对实现“双碳”目标的贡献潜力。面向农业农村、城市和工业三大领域,考虑经济社会发展趋势、资源可获得性、城乡人口变化、人民生活水平和技术进步等多重因素,预测到2060年可获得沼气生产潜力3710亿立方米(可提纯2200亿立方米生物天然气),实现温室气体减排量6.6亿吨二氧化碳当量,相当于可以替代2020年全国68%的天然气的消费量。

## 我国生物质能产业初具规模

主持人:我国发展生物质能具备哪些优势?生物质能发展成效如何?

任东明(中国宏观经济研究院能源研究所可再生能源研究中心研究员):综合来看,我国发展生物质能具有多种优势,可以概括为四个方面。

第一,种类齐全,分布广泛。我国生物质能资源大致可分为三大类。一是农林剩余物,包括农作物秸秆、农产品加工剩余物、林业剩余物。其中,林业剩余物具体包括采伐剩余物、林间抚育剩余物、造材剩余物和木材加工剩余物。二是有机废弃物,包括城市生活垃圾、生活和工业有机污水、工业有机废渣、养殖场畜禽粪污等。三是能源作物,包括糖类、淀粉类、纤维质类和油脂类等能源作物。我国生物质能资源不但种类齐全,而且广泛分布于全国各地,便于就地收集、加工和能源化利用。

第二,资源量巨大。我国是农业大国,秸秆资源产生量大。根据农业农村部发布的《全国农作物秸秆综合利用情况报告》,近年来我国粮食生产连年丰收,同时,农作物秸秆产生量逐年递增。2021年全国秸秆产生量为8.65亿吨,较2018年增加3500多万吨。玉米、水稻和小麦三大粮食作物秸秆产生量分别达到3.21亿吨、2.22亿吨和1.79亿吨,合计占比83.5%。除丰富的秸秆资源外,我国每年有1.7亿吨标准煤林业剩余物、0.3亿吨标准煤生活垃圾及0.6亿吨标准煤其他有机废弃物资源可供开发利用。

第三,建立了相对完整的产业体系。我国在农林生物质发电和垃圾焚烧发电方面已拥有独立完整的工程设计、装备制造能力,同时建立了相对完善的标准体系。初步建立了包括生物质发电、生物质供热、成型燃料加工以及厌氧发酵等关键技术体系。在生物质锅炉、成型机械以及发酵装置等关键装备制造方面已具备自主研发和商业化生产能力。

第四,拥有相对完善的政策支持体系。2006年,我国正式实施可再生能源法,明确把生物质能纳入立法调节范围,生物质能开发利用有了立法保障。2007年,我国颁布《可再生能源中长期发展规划》,对生物质发电、燃料乙醇、生物柴油、生物质固体成型燃料等提出明确的规模化发展目标。2010年,我国发布农林生物质发电项目(直燃能

发电)标杆上网电价每千瓦时0.75元;2012年,发布垃圾焚烧发电标杆上网电价每千瓦时0.65元,使得生物质能发电获得稳定的市场电价保障。2021年,国务院印发的《2030年前碳达峰行动方案》提出重点实施“碳达峰十大行动”,明确提出加快生物质能、太阳能等可再生能源在农业生产和农村生活中的应用。2022年,《“十四五”可再生能源发展规划》再次强调稳步发展生物质发电,积极发展生物质能清洁供热,加快发展生物天然气和大力发展非粮生物质液体燃料。我国支持生物质能产业发展的政策体系框架基本形成。

在各类相关政策支持下,经过多年发展,我国生物质能产业已初具规模。生物质能在发电领域稳步发展,截至2021年年底,生物质能发电累计装机规模达3798万千瓦,发电量1637亿千瓦时。其中,农林生物质能发电装机1559万千瓦,发电量516亿千瓦时;垃圾焚烧发电装机2129万千瓦,发电量1084亿千瓦时;沼气发电装机111万千瓦,发电量37亿千瓦时。除发电领域外,其他生物质能产业也发展较快。截至2021年年底,我国生物质能清洁供热面积超过3亿平方米,生物质能成型燃料产量2200万吨,燃料乙醇产量290万吨,生物柴油产量120万吨。

同时,生物质能还有风电和太阳能等可再生能源不具备的优势。一是可转换为多种形式的能源,可以供电、供热、供气(沼气、生物天然气、生物氢气等),提供液体燃料(生物乙醇、生物柴油、航空煤油)和固体成型燃料。二是具有天然碳中和特性,生物质能本身就是一个固碳的过程,因此开发利用生物质能并不增加大气中的二氧化碳。三是生物质发电可成为稳定的电源,年均发电小时数最高可以达到7000小时以上,远高于光伏发电的1000多小时和风电的2000多小时,并且生物质发电比光伏发电和风电更稳定,未来可以在一定程度上替代煤电成为支撑性电源,为电力系统提供基荷。

展望未来,随着“双碳”战略持续推进和能源结构调整,我国生物质能产业将进入高质量发展阶段,逐步形成电、热、气及液体燃料等多元化发展格局,在农林废弃物和城乡有机废弃物处理、减少城乡环境污染、推动能源转型、助力乡村振兴、建设美丽中国等多个方面发挥不可替代的作用。



## 遵循农业农村发展规律高效利用

主持人:我国农村生物质资源丰富,对进一步合理利用生物质能有哪些对策建议?

李继峰(国务院发展研究中心资源与环境政策研究所研究员):生物质能按来源地可分为城市和农村两大类,其中农村生物质能是主要部分,可利用量超过3亿吨标准煤。用好农村生物质能,对我国广大农村地区减污降碳、改良土壤、提高农作物产量等都有重要意义。

当前,农村生物质能发展主要面临以下挑战。

资源定价机制不清使收购价过高。目前农村生物质能资源收购价中,既包括必要的收集成本,如支付农户的合理运费以及离田、运输等支出,为50元/吨至250元/吨,同时多存在50%以上的溢价支出。这种资源定价的初衷是助力农民增收,但成本过高将影响下游产业健康发展,难以实现更大范围的惠民目标。据调研,近两年苏鲁豫皖等地生物质发电企业收购农村生物质能原料的到厂价已超过400元/吨,东北超过350元/吨,闽黔等地含水多的原料约为200元/吨,且都还存在上涨压力。这导致行业平均发电成本达0.65元/千瓦时,其中原料成本0.35元/千瓦时至0.4元/千瓦时,占比60%左右。相较而言,欧盟各类生物质能利用项目中,原料成本平均占比基本稳定在20%左右。农村生物质能在收集之前主要是农林及畜牧业废弃物,虽富含能量,却没有商业价值,有些出于环保目标考虑还需付费处理。与风能及太阳能资源相似,农林及畜牧业废弃物只有经过收集、

整理达到一定规模才具有商业化加工利用的价值。因此,农村生物质能资源的收购价应限定为必要的收集成本,避免大幅波动。

一些地方对生物质能利用方式的经济性重视不够。有的地方曾出现同时引进多家生物质发电企业的情况,造成资源紧缺,加剧成本压力。有的地方出于环保要求,对直接使用成型颗粒物,可达到环保要求的节能炕及节能炉灶,也要求“拆烟囱、封炉灶”。这种简单关停的做法缺乏经济性考量,加大了农村煤、电、气等商品能源的供应压力。在这方面,欧盟强调经济性导向的经验值得借鉴。由于生物质固体成型燃料用于取暖的经济性最好,欧盟2亿吨标准煤的生物质能中,63%是成型燃料,这是近十年发展的主要方向。碳中和目标提出后,欧盟又逐渐加大对生物天然气、液体燃料的开发力度。

财政支持农村生物质能发展的牵引作用不强。把生物质能从传统的“小、散、乱、差”利用模式转变为清洁、高效的现代化利用方式,离不开经济投入。当前农村生物质能利用的补贴主要集中在发电上,但产业带动效果不理想。由于原料成本比重过高,新设项目均需要财政补贴的支持;很多运行时间超过补贴时长上限但设备运转正常的项目因没有补贴而濒临停运,造成资产沉没。

进一步推动农村生物质能合理高效利用,应遵循农业农村发展规律,尽快形成协同高效的政策体系。

第一,加强农村生物质能利用的顶层设计。实现农村生物质能规模化开发利用需立

足长远,统筹协调农业农村、生态环境、碳达峰碳中和要求,明晰中央和地方政府职责,同时也要加强质量、安全、环保、市场等各方面监管。

第二,提升农村基础设施完备度,加快建设农村生物质能原料收集渠道。把农业、林业、畜牧业废弃物的收集渠道建设纳入乡村建设行动,由财政专项资金建设规范化、标准化的基础设施系统,补齐农业农村现代化建设中的后处理设施短板。以特许经营模式委托有资质的企业具体开展生物质能资源收集工作,形成统筹农村面源污染治理和生物质资源收集的常态化工作制度。综合以上两方面,形成规范化、规模化的“村收集、乡转运、县储存”的农村生物质能原料收集渠道。收集后的生物质资源可按照政府定价出售给有资质的下游企业。政府定价主要依据收集和储运费用设置。此举有望使生物质能综合发电成本降至0.35元/千瓦时至0.5元/千瓦时,基本具备按照调峰电价满足用电需求的市场竞争力,可有效改善已有项目经营情况。由县统一汇集的各类生物质资源也为广泛探索高效商业开发模式带来便利。

第三,鼓励各地探索适合本地资源条件的开发方式和惠民渠道。以经济性为主要考量标准,因地制宜推动农村生物质能开发利用“宜电则电、宜气则气、宜热则热、宜肥则肥”。鼓励易于集中处置农林废弃物的地区建设生物质发电项目;鼓励畜牧业废弃物丰富的地区发展生物天然气,并联合高品质有机肥;建议各地支持推广使用固体成型燃料直接取暖,实现对难以集中收集的农林废弃物的加工利用。通过实现农村生物质能开发利用的健康发展,未来可大幅拓宽惠民渠道,吸纳更多农村居民就业,提供打折电力、低价生物天然气或有机肥等。