现阶段我国生物天然气产业发展现状及建议

邱灶杨,张 超,陈海平,宋 涛,范嘉堃
(中海石油气电集团有限责任公司,北京 100028)

摘 要: 生态文明建设、调整能源结构和低碳发展是我国当前和未来时代的特征,生物天然气因具有生态、环保和能源的三重属性,得到广泛的关注。生物天然气是以农林废弃物和畜禽粪便为原料发酵后经提纯制取的天然气。2015 年国家发布农村沼气工程转型升级工作方案,标志着沼气大规模开发利用时代的到来,提倡高品位的生物天然气,倡导用现代技术手段建设规模化、商业化的大型生物天然气项目。文章重点从我国生物天然气在国家政策、工艺装备和发展模式方面进行探讨,并提出行业未来发展的建议。

关键词: 沼气; 能源结构; 生物天然气; 补贴; 发展现状
中图分类号: S216.4 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-1166(2019)06-0050-05

The Present Development Situation of Bio-natural Gas Industry in China / QIU Zao-yang, ZHANG Chao, CHEN Hai-ping, SONG Tao, FAN Jia-kun / (CNOOC Gas & Power Group, Beijing 100028, China)

Abstract: Ecological civilization construction, energy structure adjustment, and low carbon development are the features of current and future time in China. Bio-natural gas(BNG) has received extensive attention due to its triple attribute of ecology, environmental protection and energy. Bio-natural gas is a kind of gas purified from biogas produced from anaerobic fermentation of agricultural and forestry waste and livestock waste. In 2015, China issued a work plan for transforming and upgrading rural biogas, marking the arrival of large-scale biogas development and utilization era. It advocated the use of modern technology means to build large-scale, commercial projects producing high-grade bio-natural gas. This paper mainly discussed the national policies, process equipment and development mode of biogas in China. At the end of the paper, the author put forward suggestions for the future development of the biogas industry.

Key words: biogas; energy structure; BNG; subsidy; present development situation

自工业革命以来,人类对能源的诉求与争夺从未停止,对自然资源的索取与日俱增,先后经历了煤炭大开采、石油争夺、天然气开发时代[1-2]。化石能源已成为现代社会的主导能源,2017 年全球化石能源(煤、石油和天然气)消耗量占一次能源消耗量的 85%[3]。人类在享受化石能源所带来便利性的同时,化石能源过度消耗所积累和产生的问题也日益突显,始终与人类文明进程相伴相随,形影不离[4]。气候变暖、大气污染、能源供给安全等问题已成全球性问题,大力发展可再生能源,减少碳排放的绿色发展道路逐渐成为各国的共识[5]。我国从上个世纪 90 年代起,就积极倡导绿色、低碳、节能的发展之路,如今我国已是全球可再生能源产业的领跑者,在资金投入、技术研发、支持政策和产业发展方面均处世界前列,光伏、风电的装机和发电量已位列全球第一[6-8]。

在 2001 年~2010 年期间,国家对农村沼气累计投资 248.2 亿元,目前我国已经是世界上最大的农村户用沼气池保有国[9]。尽管有庞大的沼气工程数量,但沼气在我国的利用率偏低,沼气属于一种低热值初级能源,能源贡献率不高,因此需要对沼气进行转型升级,让具有巨大发展潜力的绿色能源跻身到国家能源发展战略中,“生物天然气”就是在前期沼气发展的基础上应运而生的产物。所谓的生物天然气指的是通过厌氧发酵或气化后精炼/合成的方式,将各种有机生物质(秸秆、污泥、养殖废弃物、生活垃圾等)转变成的以甲烷成分为主的生物燃气[10]。沼气的甲烷含量在 50%~65%,经提纯和净化后可提升至超过 97%~99%,与常规化石天然气无异,属于一种高品位能源,国际上称作“生物天然气”(Bio-natural gas)或“生物甲烷”(Bio-methane,是一种可再生的绿色能源,可实现碳的零排放[10]。

收稿日期: 2019-05-24 **修回日期:** 2019-07-02
作者简介: 邱灶杨(1980-),男,硕士,主要从事 LNG 中游技术开发及新能源战略研究等工作,E-mail:23720728@qq.com

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

它具有生态、环保和能源的三重属性,是发展循环经济不可或缺的重要环节。我国是农业大国,每年的各种农林废弃和养殖废弃有机质资源量巨大,是世界第一产秸秆大国,仅秸秆一项每年就达 8 亿吨左右[11],主要畜禽资源总量为 47.6 亿吨[12],因此我国具有发展生物天然气的优势资源条件。面对严峻的环境和气候问题,需积极改善生态环境,调整能源结构,大力倡导并发展可再生的生物天然气。生物天然气替代化石能源以及其副产物替代化肥的发展思路将成为新时代生态文明建设和建设美丽中国的重要途径。

我国生物天然气工程刚刚起步,体量小,暂未形成完善的产业体系、技术支撑体系以及政策体系,产业处于发展起步初级阶段,截至 2018 年底,已建成并实现商业化运营项目不多,年产生物天然气量 5760 万 m^3[13]。

1 国家产业发展引导政策

2015 年 3 月,农业部和发改委联合发布《2015 年农村沼气工程转型升级工作方案》,该方案的主要目的就是改变我国过去 20 年沼气仅仅是“小沼气”、“农村户用能源”、“低品位能源”的观念,从调整国家能源结构、能源替代、环境保护和循环发展角度重新定义沼气。采取政府扶持与市场化运营相结合的方式,支持建设规模化的大型沼气工程,开展生物天然气工程试点,从整体上引领农村沼气的转型升级[14]。2015 年可谓是我国大规模发展生物天然气的元年。

2016 年 10 月,国家能源局发布《生物质能发展“十三五”规划》提出在到 2020 年,初步形成一定规模的绿色低碳生物天然气产业,建设生物天然气示范县,年产量 80 亿立方米[15]。

2017 年 6 月,国务院办公厅印发《关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》,落实沼气和生物天然气增值税即征即退政策,支持生物天然气和沼气工程开展碳交易项目,符合城市燃气管网入网技术标准的;优先安排以畜禽养殖废弃物为主要原料的规模化生物天然气工程、大型沼气工程、有机肥厂、集中处理中心建设用地,纳入土地利用总体规划[16]。

2018 年 12 月,国家能源局引发《关于请上报生物天然气产业化示范储备项目的通知》,提出建立政策支持体系和管理体系,将生物天然气纳入能源发展战略和天然气发展战略,建立生物天然气优先利用机制,完善补贴政策,将补贴重点从发电转向燃气。

2019 年 2 月,国家能源局发布《关于促进生物天然气产业化发展的指导意见》(征求意见稿),明确提出 3 个发展阶段,并设立各阶段目标,提出到 2030 年,生物天然气产量超过 300 亿 m^3;将生物天然气纳入天然气发展战略、规划和天然气产供储销体系;编制国家、省级、地市/县和重点能源央企规划。意见还从其他可操作层面提出促进产业化的具体措施。

从 2015 年至今,从国家有关部门颁发的生物天然气相关的规划、工作方案、指导意见等文件来看,国家在环境治理、能源能转型这个历史条件下,将生物天然气产业提升至战略发展层面去引导,从宏观大局上完成顶层设计。支持政策力度是空前的,主要包括行业标准、原料收集、技术方案、项目用地、产品税收、产品销售、工程建设补贴政策等方面。并且首次将“生物天然气”这个特殊名词引入到国家文件中,在《生物质能“十三五”发展规划》[15]和《全国农村沼气发展“十三五”规划》[17]中列出明确的发展目标。

在 2018 年 11 月,我国举办了“生物质能源系列国际交流活动”,这也是我国首次举办的生物天然气国际会议,并启动了衡水“国际生物天然气城”创建活动。经过 4 年多时间的实践,行业内出现一批具有代表性的项目,产业发展已过萌芽期,即将进入成长和壮大阶段。

2 装备和技术呈现新的发展态势

2.1 技术革新和设备专业化程度得到提升

厌氧发酵又称厌氧消化,是一种自然界中存在的古老现象,是大自然有机物循环不可缺少的关键环节[18]。人类认识了厌氧消化的自然现象后,经人为控制和改造发酵条件,形成了现代高效厌氧发酵技术,应用于工农业生产中已有一百多年历史。厌氧发酵技术是指在缺氧条件下,在一定的温度、pH 值等环境下,利用微生物厌氧菌(特别是产 CH_4 菌)和各种有机物,经过厌氧菌的新陈代谢,将有机物转化为气体和其他低分子物质的过程[18]。厌氧发酵是决定产气能力的关键环节,是一个复杂的生化反应,过程制约因素就达到 10 余项,任何一个因素的失调,将导致“死罐”。

我国经过近几年大规模生物天然气工程实践,

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

针对南北不同地区和不同原料的项目,对应的厌氧发酵技术都有很大程度上优化。业内最成熟的CSTR工艺技术,在最优的发酵环境下,容积产气率可达1.5,甚至更高,高于前几年前的1.0~1.1,在各项投入均不变的情况下,产气率的直接提升,可从根本上提高项目的盈利能力;秸秆混合原料的发酵工艺也有了明显的进步,在多维搅拌和沼液回流的互相配合调解下,有效地解决了秸秆进料、酸中毒[19]、结壳上浮、传热传质效果差、产气率低等问题,目前中温秸秆混合原料发酵产气率也可达到1.2以上,较过去提升10%以上;发酵浓度从过去的8%逐步提升至12%,有机负荷得到提升;干法高效发酵技术(又称固体发酵),其发酵料液总固体(TS)浓度大于20%[20],也得到了广泛的关注,国内已有项目运行。

沼气脱硫技术前期主要有变压吸附、氧化铁法等,均有二次污染问题,不易处理。生物脱硫属于业内一种新技术,通过控制微生物的生长环境,提高生物活性,利用微生物固化硫元素,不仅装置结构小巧,过程无污染,而且控制过程简单,脱硫均匀,再配上后端的精脱硫,这一套新技术已经成为沼气脱硫的常用配置,杜绝了二次污染,提升了脱硫单元环保性和高效性,节约了设备投资和运营成本。目前生物脱硫技术已应用到多个实际大型工程中,表现出良好的经济型和稳定性。

沼气脱碳主要采取高压水洗技术,属于物理吸收过程,受制于压力限制,二氧化碳在水中的溶解度也有限,对设备要求高,占地面积大,操作复杂,能耗高。现已发展成橇装的膜过滤脱碳装置,一键启动,节省了能耗和占地,且三级膜可以达到99.9%脱碳率。目前该项技术在国内已实现国产化,但核心元件—过滤膜仍需要进口。脱碳单元装置向橇装化、集约化、智能化发展,提升了沼气净化提纯装备的专业化水平。

依靠现代的互联网、数字化和人工智能技术,智慧生物天然气站场概念已经提出。数据的监测、传输、计算、对比和决策反馈完全实现了自动化。除去日常的现场巡检、维修和车辆加注以外,站场内无需再配置人工,做到无人值守。依靠全厂的智能化控制平台,可以实现系统自行运转,主动预防、故障诊断和修复。中控室和移动终端是整个厂区的指挥中心,集调度车辆、安全应急、过程参数监控、自锁控制、预先报警和指令发布于一体,控制着整个厂区的运行。一个日产生物天然气6万立方米的生物天然气提纯加注工厂,仅需15人(含行政和财务人员)可实现7×24 h连续运转,达到人力资源高效利用。

2.2 发酵罐呈规模化,集群化发展

2015年以前,国内大型沼气工程主要以500 m^3罐容为主,少数项目采用1000 m^3罐,个别项目采用3000 m^3的发酵罐。到2018年底,业内出现8000 m^3或10000 m^3的厌氧发酵罐体,采用地上或半地下结构,实现了模块化设计和安装,提高了施工效率;罐内多维协同连续搅拌,保证发酵原料与菌种的充分接触,利于传质和传热,通过特殊设计的桨叶,形成稳定的扰动路径,避免物料短路过早流出降低产气率;在罐壁和罐底使用了新型泡沫砖保温材料,优化保温设计减少热损,保证罐内温度场均匀,系统温差低于2℃,给生物菌种创造稳定的生活和繁殖环境;除发酵罐单体容积增加外,还出现了罐群(组),以8~10个罐为1组,实现联合进料、控温和产气,减少发酵罐等设施检修和生物菌产气不均带来的总产气量波动,提升了对外供气的稳定性,同时降低了生产和管理的投入。

2.3 发展模式灵活多样

因生物天然气行业涉及到环保、农业、生态、化工、能源等多领域,由此决定了整个产业链跨界性明显。商业模式的引入就是为了避免各种潜在风险,合众互补,将利益最大化。研究业内一些企业,没有两个完全相同的模式,各有千秋(见图1)。有的通过合同管理获取各种资源,进行全产业链投资,产品产出包括气、碳和肥;有的外购原料沼气,自己投资提纯设备加工生物天然气,对外批发或临售生物天然气;有的企业与大型农场和养殖场合资建设项目,进行全产业链投资;有的是采用PPP模式,对一定区域内资源进行全盘收集和处理,产出的气和肥料就地消化。

中国地大物博,各地资源禀赋差异大,终端产品消耗能力也参差不齐,没有一种固定的模式可以毫无修改地复制推广。只能根据当地的资源供给特点、政府支持力度和产品终端消纳能力,精心选址、测算资源、优化项目规模。以因地制宜、扬长避短、优势互补的方式去寻找合作或者投资方,避免全盘照搬,造成项目“水土不服”。

3 补贴机制改革势在必行

国家为扶持一个新兴行业的发展,实行补贴政

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

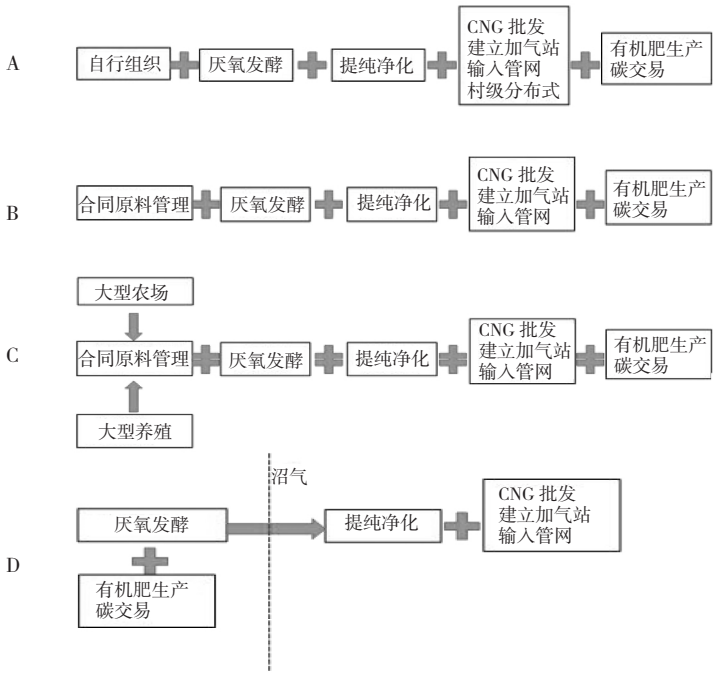

图 1 4 种主要的发展模式

策也是国际上惯例。我国较早时期实行的沼气工程补贴主要侧重于农村小沼气建设,一次性补贴到位。因生物天然气产业面临原料成本高、生物天然气入市难和沼肥未被普遍接受等 3 个制约因素,而原料成本高,过程不易控制,处于这 3 个制约因素之首,严重阻碍了生物天然气的发展[21],所以国家出台了现行的建设补贴、税收奖励等利好政策,从补贴侧寻找合适的方案,促进我国生物天然气良好发展。主要内容:规模化生物天然气工程(即日产气量大于 1 万 m^3)试点项目,每立方米生物天然气生产能力安排中央投资补助 2500 元,中央最高补贴为 4000 万元,此外还有原材料补贴和沼液沼渣补贴。

在国家发布《2015 年农村沼气工程转型升级工作方案》和《关于申报 2016 年规模化大型沼气工程中央预算内投资计划的通知》两个文件之后,全国申报的项目如雨后春笋,一些企业趋之若鹜,项目规模日趋增大、投资额也逐步攀高,如此以来,行业队伍鱼龙混杂。从我国其他行业补贴机制实施历程来看,不乏一些以套取国家补贴为目的的投资人,建项目是假,拿补贴是真。因此,需要改革现有补贴机制,将一些心术不正的企业拒之门外,把补贴资金应用到真正需要扶持的企业中去。可以参考风能、太阳能和生物质发电补贴政策,将现有前端工程建设补贴变为产品产出终端补贴,采用第三方监管、核算和现场核算方式,对各企业提供的数据进行确认,包括原料特性,主要生产工艺和天然气产出量,最终出具报告提交国家相关管理部门,按照规定享受每方气的固定补贴。这样就避免了“虚补”和“补空”现象,真正将国家补贴资金用于实处,实现精准扶持,促进企业努力提升自身生产技术和管理水平,促进行业的整体水平提升。改革行业补贴的关键环节:第一,建设一个具有公信力的信息化平台,实现全国数据接入和权威信息输出。第二,健全对这个信息平台的监督管理机制,确保数据准确、公平和可信。第三,业内部分生产企业按照轮席方式,参与平台运行的见证。

现行补贴机制改革后,变短期建设支持为企业长效生产运营激励,利于企业在前期决策时能做出更为准确的计算出投资收益,提高企业投资愿望,更好地促进生物天然气产业的健康发展。未来改革的具体细节还涉及到方方面面,比如监管平台建设、第三方确认、每方气补贴数额、与生物天然气配额制的协调、补贴资金发放形式和补贴后的审计等内容尚需进一步研究。

4 建议

一项时代呼唤的新产业是极具生命力的,生物天然气产业目前就具有政策支持频率和力度高,新技术和新装备更新频率快,业内交流、研讨活跃和资本进入意向强烈等特点。相关科研单位和技术公司积极从机理、能耗、环保等方面进一步深入研究,以厌氧发酵为核心,提高生化转化效率;各投资主体趁

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

着行业发展的东风,开始选址上项目,行业内已出现一批龙头企业和代表国内最先进水平的生产项目,逐步带动整体产业转型,行业进入快速发展期。

(1)我国生物天然气行业属于国家鼓励的新兴产业,具有鲜明的生态、环保和能源特性。尽管目前与国外的发展水平相比具有相当的距离,但该产业符合绿色、低碳、环保和可循环发展的时代需求,未来会具有巨大的机遇和市场空间,属于朝阳产业。

(2)在项目决策过程中需依据资源禀赋、周边能源供给和经济发展水平等进行项目选址,适度规模开发;以获得供应稳定、价格适宜和发展多原料为核心;以寻找履约能力强的合作企业为首要任务;以生物天然气进入当地管网、有机肥就地施用、开展终端零售和批发、直供工业企业用气为目标。

(3)生物天然气涉及到环保、农业、生态、化工、能源等多领域,产业链长,若将产品仅限于天然气销售,项目盈利能力不强,势必要深挖有机肥和碳交易两项业务市场,将大大提升项目的经济性。

(4)随着天然气在我国能源消费比重的持续提高,充分考虑项目的分布式特点,区域或者整县全局规划和推进,多参与区域性供气、供暖项目,借助生物天然气项目的自身特点,可与地方上其他分布式能源项目进行耦合对接,气源补充,加快资源属地化利用。

(5)应加快生物天然气的国家标准及入管网标准的制定,纳入地区燃气发展规划,消除燃气经营权和其他不平等条件对生物天然气的掣肘。参考绿色电力配额制,推行生物天然气配额制。在“质”和“需”双方面加以保证,给企业发展留出空间。

(6)国家层面的政策日趋完善,且在税收、补贴、建设用地等方面都具有非常明确的正向引导。地方政府按照国家上层政策保证各项政策的实施落地,让投资主体享受应有的利好;投资企业应利用好国家、省级和地方上三级的政策,这对项目的发展具有积极意义。行业处于初步发展阶段,各入围企业本一家,抱团取暖,做好宣传,形成行业合力,促进行业健康快速发展。

参考文献:

[1] 张海龙. 中国新能源发展研究[D]. 长春: 吉林大学, 2014:1-4.

[2] 章 恬. 中国生物质能开发利用的政策法律研究[D]. 北京:中国地质大学, 2013:1-3.

[3] BP 世界能源统计年鉴[R]. 北京: BP, 2018: 9.

[4] 蒲洪权. 被动式直接甲醇燃料电池动态响应特性研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2009.

[5] 杜祥琬. 低碳发展的理论意义和实践意义[J]. 阅江学刊,2018,(1): 7-16.

[6] 闫 强,陈毓川,王安建,等. 我国新能源发展障碍与应对:全球现状评述[J]. 地球学报,2010,31(5):759-767.

[7] 韩 芳. 我国可再生能源发展现状和前景展望[J]. 可再生能源,2010, 28(4): 137-140.

[8] 李春曦,王 佳,叶学民,等. 我国新能源发展现状及前景[J]. 电力科学与工程, 2012, 28(4):1-8.

[9] 蔡亚庆,仇焕广. 我国农村户用沼气发展的现状、问题和对策[J]. 中国农村科技, 2012, 7:44-46.

[10] 程 序,崔宗均,朱万斌. 呼之欲出的中国生物天然气战略性新兴产业[J]. 天然气工业, 2013, 33(9): 141-148.

[11] 毕于运,王道龙,高春雨,等. 中国秸秆资源评价与利用[M]. 北京:中国农业科学技术出版社, 2008 年: 20.

[12] 马常宝,史梦雅. 我国主要畜禽粪便资源利用现状与分析研究[J]. 中国农技推广, 2016, 32(11): 7-11.

[13] 张大勇,张立宽. 我国生物天然气发展现状、国际对比分析和建议[EB/OL]. http://www.china-nengyuan.com/news/135907.html 2019-03-4.

[14] 中华人民共和国农业部. 2015 年农村沼气工程转型升级工作方案[EB/OL]. http://www.china-nengyuan.com/news/80475.html. 2015-7-23.

[15] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 生物质能“十三五”发展规划[EB/OL]. http://www.ndrc.gov.cn/fzgggz/fzgh/ghwb/gjjgh/201708/t20170809_857320.html.

[16] 中华人民共和国中央人民政府. 国务院办公厅关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-06/12/content_5201790.htm,2017-5-31.

[17] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 全国农村沼气发展“十三五”规划[EB/OL]. http://www.ndrc.gov.cn/fzgggz/fzgh/ghwb/gjjgh/201706/t20170607_850195.html.

[18] 孙孝政,夏吉庆,田晓峰. 厌氧发酵技术工厂化生产沼气的现状及展望[J]. 东北农业大学学报, 2005, 36(1): 109-112.

[19] 张 伟,张美玲,孙晓梅. 我国秸秆沼气工程发展现状与趋势[J]. 农业技术, 2016, 36(4): 157-157.

[20] 邹元良,赵中举. 农村沼气干发酵的研究[J]. 中国沼气, 1985, 3(11): 13-18.

[21] 王建萍,冯连勇. 基于我国生物天然气项目的补贴政策模拟分析[J]. 再生资源与循环经济, 2018, 11(8): 13-15.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net