

我国沼气产业化发展战略模式及其措施

陈利洪¹, 贾敬敦², 雍新琴¹

(1. 江苏师范大学 城建与环境学部, 江苏 徐州 221116; 2. 中国科技部 中国农村技术开发中心, 北京 100045)

摘要: 发展可再生能源, 尤其是生物质能源是减少石化燃料使用的重要手段。沼气是生物质能源中最重要的能源利用方式之一, 其循环经济模式在能源供给、减少温室气体排放和减少污染等方面有显著的作用。文章将对我国沼气产业化的必要性进行分析, 并对其产业化战略模式进行探讨, 最后提出相关政策和建议。

关键词: 沼气产业化; 战略模式; 政策建议

中图分类号: S216.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-1166(2016)01-0084-06

Strategic Model and Measures of Biogas industrialization Development of Our Country / CHEN Li-hong¹, JIA Jing-dun², YONG Xin-qin¹ / (1. Department of Urban Construction and Environment, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China; 2. China Rural Technology Development Center, The Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China, Beijing 100045, China)

Abstract: It is important to reduce the use of fossil fuel by developing the renewable energy. Biogas utilization is one of the most important way of renewable energy utilization, it plays a significant role in energy supply, reducing greenhouse gas emissions and pollution. This paper analyzed the necessity of promoting the industrialization development of biogas in China, and its strategic model was discussed, relevant policies and suggestions were proposed.

Key words: industrial biogas; strategic model; policy and recommendation

随着经济的快速发展,我国一些重要能源资源对外依存度大幅度上升,重要能源资源短缺对经济发展的制约将会进一步加剧。我国经济发展面临的资源约束矛盾将长期存在。而石化能源的广泛使用,又会释放大量的温室气体。生物质能源是可再生资源,利用生物质能源的主要优点就是减少温室气体排放^[1]。未来几十年发展中国家尤其需要增加大量生物能源产业来解决社会需求,并减少净碳排放量^[2]。沼气是生物质能源中最重要的能源利用方式之一,是环境友好、清洁、廉价和多功能气体燃料^[3],具有较高的温室气体减排潜力^[4],甚至被认为是所有现代能源中独一无二的温室气体负净排放能源^[5]。我国沼气开发潜力巨大,既可以作为能源补给,又具有很好的社会效益,促进我国沼气的产业化发展尤其显得重要。

1 我国沼气发展现状

20世纪70年代初,我国政府在农村推广沼气事业,沼气池产生的沼气用于农村家庭的炊事并逐

渐发展到照明和取暖。截至2013年底,我国农村户用沼气达到了4083万户,农村户用沼气总产量达到136.74亿m³,户均产量374m³;我国年处理农业废弃物工程91614处,年产沼气18.37亿m³;年处理工业废弃物工程332处,年产沼气2.66亿m³,沼气总产量约157.77亿m³^[6]。我国沼气总产量虽然一直在增长,但增长率趋势显著下降(见图1)。我国的沼气使用主要还是以农村户用沼气为主,工农业沼气的沼气产量仅占沼气总产量的13.33%。我国工农业沼气工程生产的沼气只是部分去杂、提纯为高品质燃气,可见我国沼气产业化程度还非常低。对我国沼气产业发展中的问题许多研究者做了相关研究^[7-9]。要促进我国沼气产业化发展,除了对其产业化进程的问题进行研究,也需明确我国沼气商品化利用模式。目前我国产业沼气的商品化利用研究多是针对某一循环经济链条进行研究,其综合利用模式还不够清晰、完整,相关政策措施还待进一步完善。

收稿日期: 2015-04-01

项目来源: 江苏师范大学博士学位教师科研项目(13XLR038)

作者简介: 陈利洪(1979-),男,汉族,四川宜宾人,博士,主要研究方向为生物质资源及其能源潜力评估, E-mail: clh5599@163.com

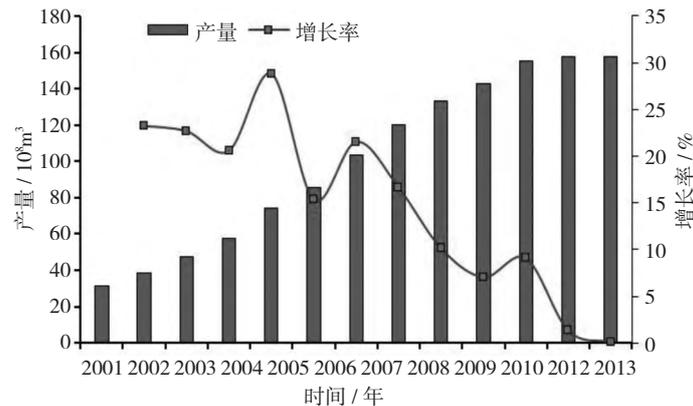


图1 我国2001~2013年沼气年总产量及增长率

2 我国沼气产业化必要性

2.1 低碳高效的清洁能源是世界能源发展的主方向

由温室气体排放引发的全球气候变化问题,使得建立低碳社会、发展绿色经济逐步成为国际社会的共识。各国纷纷将注意力转向清洁能源产业的发展以降低能耗和减少温室气体的排放,以风能、生物能、太阳能等为代表的新能源获得快速发展,世界能源消费低碳化、清洁化趋势逐渐显现^[10]。为实现能源转型,走低碳发展道路,许多国家制定了清晰的可再生能源发展战略。日本在经历福岛核事故后提出2020年前可再生能源发电量要达到电力总需求量的20%。欧盟提出了到2020年可再生能源的消费比例应达到欧盟全部能源消费量的20%,其中法国、德国、英国的目标分别是23%、18%和15%。丹麦还提出了到2050年完全摆脱依赖于石化能源的宏伟战略,英国也提出到2050年在1990年基础上二氧化碳减排80%的战略目标,确立了可再生能源在未来能源体系中的地位和作用^[11]。因此,低碳高效的清洁能源是世界能源发展的主方向。

2.2 沼气产业化是我国发展清洁能源的战略需要

沼气生产是我国能源战略的一个重要内容^[12],这是由多个方面决定的:

(1) 我国每年将产生数量十分巨大的生物质废弃物,如果这些废弃物得不到有效的处理,将会产生大量的环境污染。发展沼气,促进沼气的产业化有利于各种废弃物的处理并减少环境污染。沼气的产业化要求种养殖业的规模化,大规模的种养殖业产生的废弃有机物相对于小规模种养殖业产生的废弃物在资源收集上更加方便,且生物质废弃物的

大规模供应适于沼气的大规模生产,有利于沼气的产业化发展。

(2) 去杂提纯后的沼气属于高品质的燃气,是生物能源中唯一能同时兼有石化能源(特别是天然气)和可再生能源优越性的品种。与石化能源相比,沼气同样可以高效且可靠地大量的存储和输送,也能提供用途最广的车用燃料,更拥有石化能源不具备的巨大的CO₂减排潜力。特别是因为具备现成的天然气储运及分配应用的基础设施,如加气站、管道网、储气装置、压缩天然气运输车等,均可直接借用。这就使沼气产业完全避免了其他可再生能源在成为大产业过程中的必须花巨资从头构建产业链的制约瓶颈^[5]。因此,无论从温室气体减排还是从能源供应来看,沼气的产业化都符合我国清洁能源的战略需要。

(3) 沼气在我国的生产主要是利用各种有机废弃物,规避了影响粮食安全的担忧。2008年,世界粮食价格暴涨,导致的结果之一便是国内有学者对于中国发展生物质能源的质疑和担忧。沼气作为生物质能源产品,却和其他基于粮食原料的生物质能源有着本质的区别,它不但不会竞争农地和粮食,而且是循环经济的一个重要手段。特别是沼气的产业化近年逐步兴起,高品质的沼气完全可以替代部分天然气^[5]。

(4) 我国天然气价格维持高位,随着技术发展,未来沼气的价格优势将得到凸显,一旦沼气的商业利益得到广泛注意,那么会有越来越多的企业进入到这个行业,沼气的产业化会被主动推进。当前开发农村户用沼气与促进产业沼气是沼气发展的两个基本点。从户用沼气朝产业化沼气升级是未来的一条必由之路。高品质的沼气将会更受青睐,会拥有

更广大的市场。

2.3 沼气产业化具有很好的社会效益

2.3.1 沼气产业化有利于畜牧业结构的调整

国家发改委对沼气发展制定的目标是:至2020年包括工业沼气、畜禽养殖场沼气以及垃圾填埋气,沼气总量将达到 $800 \times 10^8 \text{ m}^3$ ^[13]。《中国可再生能源中长期发展规划》则规划2020年我国的沼气年利用量达到 $440 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。无论哪种目标,我国的沼气的增长空间都还很大。由于工业沼气和垃圾填埋气的资源总量有限,而我国畜禽粪便资源潜力巨大,因此实际上要完成国家发改委的既定目标,畜禽养殖场沼气将作为重点进行发展。大中型畜牧养殖厂是畜牧业中进行沼气生产的主战场,为了加强畜牧业沼气的生产,就需要对我国畜牧业结构进行调整,包括增加大中型畜牧企业的数量并据其建造配套的沼气生产系统、选择适当的畜牧种类等。因此,实现沼气的产业化也是畜牧业结构调整和升级的过程。

2.3.2 沼气建设在农村小康建设中具有突出地位和作用

生产、生活和生态建设是我国农村小康建设的重要组成部分,沼气建设在农村小康建设中的生产、生活和生态的协调中均具有突出的地位和作用。沼气既是农村能源极好的补充,其沼液、沼渣又是非常好的农肥,同时其又具有减少污染的重要作用。因此,推动我国农村沼气建设是农村生产、生活和生态建设的需要。

2.3.3 沼气产业化有利于促进就业

沼气除了可以直接作为燃气使用,沼气还可用于发电,制造燃料电池,生产压缩制汽车燃料,生产化工原料和产品等^[14]。沼气的衍生产品非常广泛,这就决定了沼气的衍生行业也非常广泛。在沼气产业化进程中,会有越来越多的与沼气相关的企业建立和发展,无论在原料和商品的生产、运输和销售阶段,都需要更多的人员加入进来。因此,我国沼气的产业化有利于促进就业。

2.4 我国沼气产业化已具备相当基础

我国目前已经具备沼气产业化的相当基础。从资源潜力来看,我国各类适宜沼气生产的生物质资源非常丰富,2010年我国沼气的开发率仅为5.31%,可开发的潜力还非常大^[15]。从政策保障来看,尽管我国的沼气政策、法规还不完善,但各种政策、法规的陆续出台已经很大程度上弥补了这个缺陷,如2013年初国家电网发布《关于做好分布式电

源并网服务工作的意见》,承诺将促进光伏、风电、天然气等分布式电源并入国家电网,并提供优惠并网条件、加强配套电网建设,优化并网流程、简化并网手续、提高服务效率等,更为我国沼气发电上网方面扫清了道路。从技术水平来看,我国的沼气技术经过多年的发展已经有了长足的进步,沼气工程技术的某些方面已经走到了世界的前列,如2012年10月,某公司与美国最大肉类供应商史密斯·菲尔德公司签订协议,共同投资成立生物质能源公司,建设养猪场沼气工程,在美国开展清洁能源业务,预计投资将高达18亿美元。双方将合作建设1兆瓦的沼气示范工程,年产沼气 $350 \times 10^4 \text{ m}^3$,年发电700万度,年减排二氧化碳 $4.2 \times 10^4 \text{ t}$ 。通过合作解决史密斯·菲尔德公司2600多家猪场废弃物的资源利用问题,年减排二氧化碳 $2100 \times 10^4 \text{ t}$,相当于每年为美国减少4个芝加哥市的二氧化碳排放量^[16]。可见,技术上我国已经具备了先进的沼气产业化的基础。

3 我国沼气产业化发展战略模式

我国沼气产业化发展处于起步阶段,特别是大中型沼气工程还处于示范探索期^[17]。为了实现我国沼气的产业化,首先应明确实现我国沼气的途径:沼气作为通用产品进入市场是我国沼气发展的关键。通过我国沼气的产业化发展模式我们可以明晰沼气进入市场的主要方式(见图1)。我国目前除了户用沼气外,大中小型沼气工程都可以走沼气产业化的道路,但不同规模的沼气工程的产业化链条又有所不同。

我国沼气的产业化可以主要立足于3条发展线路:

(1) 对沼气进行去杂、提纯和压缩,成为高品质的沼气,其品质与商业天然气无异,完全可以替代天然气。高品质的沼气具有清洁、高能的特点,主要可用在3个方面:进入加气站成为车用燃料;进入天然气管道成为城市用气;用于化工原料等。高品质的沼气是我国未来沼气产业化发展的主导方向。

(2) 把沼气用于发电,转换贮能形式。通过国家电网,既可民用,也可商用。我国的德清源沼气工程就是采用的这种产业化模式。

(3) 针对我国户用沼气工程中存在的沼气池废弃率高,规模小、产业关联性差,产业发展城乡分割等问题,需要设计一条既能较高效的综合利用农村

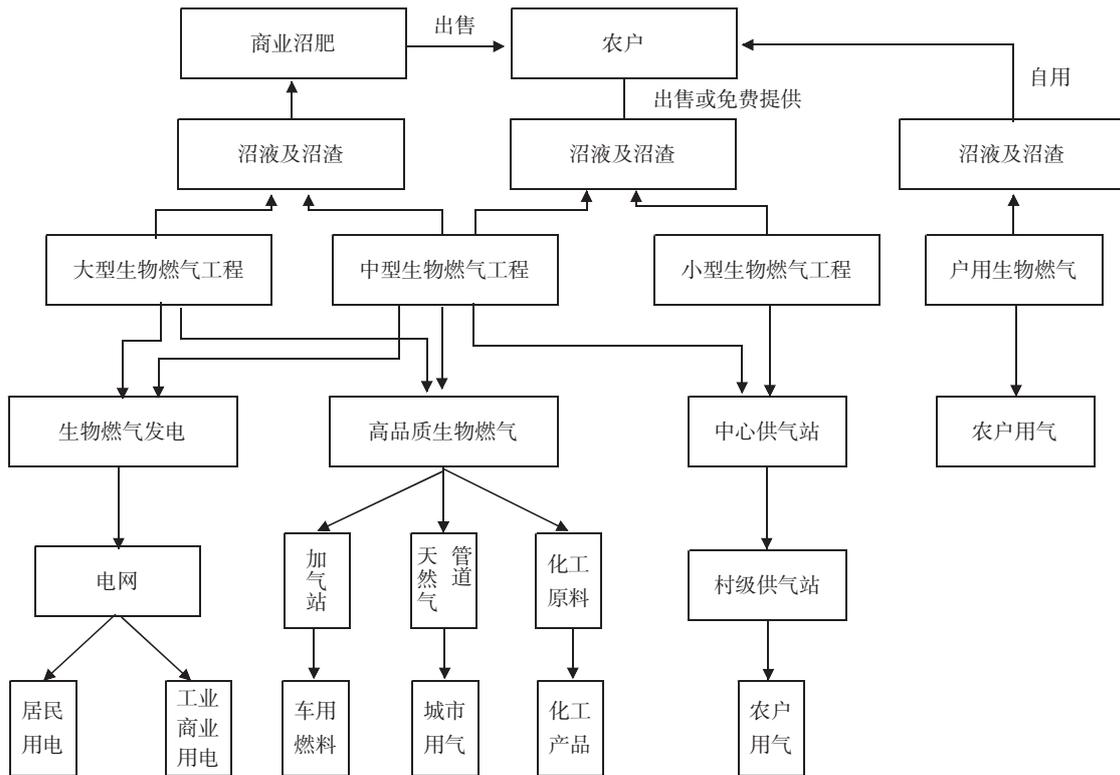


图2 我国沼气产业化发展战略模式

废弃物资源,又能方便的为农村提供清洁能源的道路。在资源丰富的农村地区,以乡镇为单位,建设中小型沼气工程,生成的沼气去杂、提纯和压缩后从中心供气站运输到各个村级供应站再到用户。这样的沼气建设既能满足原料供应的方便,压缩后的高能沼气从中心供气站到村级供气站采用车送模式,不用单独建设管道。从村级供应站到村户可灵活考虑是否铺设燃气管道,人口集中的地区可以考虑铺设管道,人口不集中的地区可以考虑罐装沼气。随着我国乡村道路质量的逐渐提高,村级沼气供应站的模式将是对我国推动农村沼气利用的重要补充。

除开沼气的能源化利用外,我们也应注重沼肥的综合利用。沼肥综合利用带来的能效和经济效益非常显著,可大幅度冲减沼气工程的能耗、物耗,节约投入成本和增加经济效益^[18]。在沼气产业化发展中沼肥可以市场化出售,沼液可以免费提供给当地农户,这种模式以我国德清源沼气工程模式为代表。

4 我国沼气产业化发展的战略措施

4.1 “沼气”更名为“生物燃气”是沼气产业化进程中的重要一步

“沼气”的称谓在我国社会中的认识已经根深

蒂固,一般都认为是农村燃料利用方式之一,其形象是属于比较低端的能源。在沼气产业化发展过程中,由于认识的偏差或偏见,沼气的称谓已经制约和阻碍了其产业化发展。实际上沼气净化和提纯得到的“生物天然气”(Biomethane, Bio-CNG),性能与化石能源天然气没有任何区别,可以直接注入天然气管网,也可高密度压缩或液化^[5]。英语单词中的“biogas”既有沼气的含义,也有生物燃气的含义。国外研究中会出现气态生物燃料(Gaseous biofuels)的说法,一般指的是生物甲烷(Biomethane)^[19-20]。目前,国内关于沼气和生物燃气之间的关系的观点并不统一且相关论述极其有限。刘晓风^[21]等认为生物燃气就是指沼气,卢元^[22]等认为生物燃气指的是氢气和沼气,郭铁成^[8]则认为生物燃气包括沼气、合成气和氢气,并认为目前只有沼气具有成本优势,所以一般所说的生物燃气主要是指沼气。

笔者认为生物燃气应该包括自然属性和社会属性2个方面:就自然属性而言,生物燃气是由有机物质转化而来的可燃性气体,包括CH₄, H₂, CO, H₂S, C₂H₆O等;就社会属性而言,生物燃气是能广泛服务于社会生活的气体燃料。由于CO有毒和H₂S恶臭及高浓度时有毒性,不适合单独作为燃料使用,而

生物氢气和生物合成二乙醚还不能广泛作为燃料服务于社会,更因为目前国家和地方政府在制定生物质能规划时提到的生物燃气均指沼气,所以当前我们宜用生物燃气指代沼气。生物燃气既包含一般常见的沼气,也包含去杂、提纯后的高品质燃气。在沼气产业化进程中用“生物燃气”取代“沼气”的称谓是其产业化重要的一步。只有在教育、宣传、科研等多个方面持续灌输,才能逐渐让社会大众习惯并接受生物燃气,并对其进入商品化市场有促进作用。

4.2 从政策、法规等方面明确我国以沼气为主导的生物能源发展战略

在可预见的中短期内,沼气都是我国生物能源发展中最重要力量。以我国《可再生能源发展“十二五”规划》中为例,我国“十二五”末可再生能源开发利用的主要指标是:沼气拟替代 2120 万吨标准煤(含生物燃气发电部分),农林生物质发电拟替代 1500 万吨标准煤,其它如生物成型燃料、生物乙醇、生物柴油将分别替代 500 万吨、350 万吨和 150 万吨的标准煤。可见,从能源替代的角度来看,沼气已经在担当我国生物能源“排头兵”的作用。我国沼气的开发潜力巨大,加之沼气具有很强的减少环境污染和温室气体排放的作用,就更应促进我国沼气的产业化发展,加快实施普通沼气到高品质生物燃气的进程。因此,在我国的政策、法规及相关能源规划中明确我国以沼气为主导的生物能源发展战略是非常必要的,有利于大众加深对这一产业的认识,提高大众对高品质沼气的认可度。

4.3 因地制宜,强调沼气产业化的差异化道路选择

我国的生物质资源种类各异,地区分布差异也很大。生物质资源量将对产业发展有关键性的作用,因此在发展沼气,尤其是发展高品质沼气时必须要注意因地制宜。在资源分布分散的地方,以户用沼气发展为主,在秸秆资源、畜禽粪便资源以及工业有机废弃物资源等丰富的地方,可以根据资源量建立不同规模大小的沼气工程进行产业沼气的开发。

4.4 从资金、技术等方面切实保障和促进沼气作为商品进入市场

沼气的商品化是我国沼气产业化发展的关键。只有沼气切切实实以商品形态出现在市场,作为商品进行交易才是产业化的开始。沼气作为商品进入市场需要多方保障和多部门的配合。这其中涉及到政策保障、资金保障、人员保障及技术保障等,也需要农、林、牧、环保、工商、财政等多部门的配合。

2013 年国家电网发布《关于做好分布式电源并网服务工作的意见》,承诺将促进光伏、风电、天然气等分布式电源并入国家电网,并提供优惠并网条件、加强配套电网建设,优化并网流程、简化并网手续、提高服务效率等,这将对沼气发电入网有积极推动作用。

4.5 积极开展碳交易,培育减排市场

沼气工程若通过 CDM 机制出售减排的温室气体可以很大程度的促进企业的经济效益。大中型沼气的温室气体减排现在已经研究很多,甚至户用沼气进行打包也具有成为 CDM 项目的潜力^[23]。我国作为沼气生产大国,积极利用当前的形势引导和开展碳减排和碳交易,为企业创造额外的经济效益是非常必要的。当然,CDM 也具有注册、融资、价格和付款等方面的风险,政府在这个过程中既要促发展,也要提醒各沼气企业规避风险。全球碳交易市场 99% 是强制碳市场,只有 1% 不到是自愿减排市场^[24]。为了实现中国 2020 年前,实现单位 GDP 碳排放强度相较 2005 年减少 40% 到 50% 的目标,强制减排和碳交易市场配需势在必行。

5 结论

国际能源市场变幻莫测,化石能源终将耗尽,在能源供应方面我们尤其需要做到未雨绸缪,大力发展可再生能源。无论从能源供给、减少污染还是从温室气体减排来看,沼气的产业化都符合我国清洁能源的战略需要。明晰我国沼气产业化发展模式,积极推动一系列战略措施,将有助于推动我国沼气的产业化发展。

参考文献:

- [1] Demirbas A. Progress and recent trends in biofuels [J]. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2007, 33(1): 1-18.
- [2] Richard T L. Challenges in scaling up biofuels infrastructure [J]. *Science*, 2010, 329(5993): 793-796.
- [3] Balat M. Progress in biogas production processes [J]. *Energy Education Science and Technology*, 2008, 22(1): 15-36.
- [4] 田宜水,孙丽英,姚宗路,袁艳文,孟海波,赵立欣. 中国农村能源温室气体主要减排技术评价及潜力分析 [J]. *可再生能源*, 2012, 30(3): 124-127.
- [5] 程序,朱万斌. 产业沼气——我国可再生能源家族中的“奇兵” [J]. *中外能源*, 2011, 16(1): 37-42.

- [6] 中华人民共和国农业部. 中国农业统计资料 2013 [M]. 北京: 中国农业出版社 2014.
- [7] 李宝玉, 毕于运, 高春雨, 聂华. 我国农业大中型沼气工程发展现状、存在问题与对策措施 [J]. 中国农业资源与区划 2010, 31(2): 57-61.
- [8] 郭铁成. 中国生物燃气现状分析 [J]. 现代物业(上旬刊) 2011, 10(4): 106-107.
- [9] 邱坤, 阚师界, 吴进, 赵跃新. 秸秆沼气工程产业化影响因素及其对策研究 [J]. 中国沼气 2013, 31(5): 61-64.
- [10] 景春梅. 对我国能源发展战略的几点思考 [N]. 中国能源报 2013-02-04(5).
- [11] 中国国家发展和改革委员会. 国家发展改革委关于印发《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》[EB/OL]. http://qhs.ndrc.gov.cn/zcfg/t20120621_487133.htm, 2012-06-13.
- [12] CHEN Lihong, Li Xiaobing, Wen Wanyu, JIA Jingdun, LI Guoqing, Deng Fei. The status, predicament and countermeasures of biomass secondary energy production in China [J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2012, 16(8): 6212-6219.
- [13] 王仲颖, 高虎, 秦世平等. 中国工业化规模沼气开发战略 [M]. 北京: 化学工业出版社 2009.
- [14] 李东, 袁振宏, 孙永明, 马隆龙. 中国沼气资源现状及应用前景 [J]. 现代化工 2009, 29(4): 1-6.
- [15] 陈利洪. 中国生物燃气发展与温室气体减排研究 [D]. 北京: 北京师范大学 2013.
- [16] 贾敬敦, 闫傲霜. 北京国家现代农业科技城建设进展报告 [R]. 北京: 国家现代农业科技城领导小组办公室 2013.
- [17] 何周蓉. 沼气产业发展的税收补贴政策支持 [J]. 中国沼气 2015, 33(1): 53-57.
- [18] 张艳丽, 任昌山, 王爱华, 郝先荣. 基于 LCA 原理的国内典型沼气工程能效和经济评价 [J]. 可再生能源, 2011, 29(2): 119-124.
- [19] Patterson T, Esteves S, Dinsdale R, Guwy A. An evaluation of the policy and techno-economic factors affecting the potential for biogas upgrading for transport fuel use in the UK [J]. *Energy Policy*, 2011, 39(3): 1806-1816.
- [20] De Simio L, Gambino M, Iannaccone S. *Urban Transport and the Environment in the 21st Century* [M]. Southampton: WIT Press, 2008.
- [21] 刘晓风, 袁月祥, 闫志英. 生物燃气技术及工程的发展现状 [J]. 生物工程学报 2010, 26(7): 924-930.
- [22] 卢元, 张翀, 赵洪新, 马堃, 来奇恒, 邢新会. 生物燃气生产技术研究进展 [J]. 化学工业 2008, 26(6): 31-38.
- [23] 董红敏, 李玉娥, 朱志平, 陶秀萍. 农村户用沼气 CDM 项目温室气体减排潜力 [J]. 农业工程学报 2009, 25(11): 293-296.
- [24] 中国可再生能源学会. 中国新能源与可再生能源年鉴 [R]. 北京: 中国可再生能源学会 2012.