

# 天津市农村沼气利用现状及发展对策

刘健, 杨磊\*, 彭锦星, 靳登超, 刘新媛 (天津农学院工程技术学院, 天津 300384)

**摘要** 生物质能源的开发利用, 对于建设社会主义新农村、构建资源节约型和环境友好型社会、实现农业的可持续发展具有重要现实意义。从天津市农村沼气主要生物质资源类型、分布、利用现状出发, 分析了目前天津市农村沼气生物质资源的现状与开发利用情况, 并剖析了目前存在的问题, 最后结合现代都市型农业的发展, 提出了今后天津市农村生物质能源发展的对策与建议。

**关键词** 沼气; 生物质能; 转化利用; 发展趋势

**中图分类号** S216.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)33-0054-03

## Current Situations and Development Countermeasures of Biogas Utilization in Rural Areas of Tianjin

LIU Jian, YANG Lei\*, PENG Jin-xing et al (College of Engineering and Technology, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384)

**Abstract** The exploration and utilization of biomass energy has important practical significance to build new socialist countryside, establish a resource-saving and environment-friendly society and realize the sustainable development of agriculture. Starting from the types, distributions and utilization status of biomass resources of rural marsh gas in Tianjin, the current situations and exploration and utilization of biomass energy of rural biogas in Tianjin were analyzed. And the current existing problems were pointed out. Finally, some development countermeasures and suggestions of rural biomass energy in Tianjin in the future were put forward combined with the development of modern urban agriculture.

**Key words** Biogas; Biomass energy; Transformation and utilization; Development trend

能源是人类社会赖以存在与发展的物质基础。世界能源危机和全球环境日益恶化迫使人们开发可再生能源。党的十八届五中全会提出:“加快发展太阳能、风能、水能、生物质能、地核能, 安全高效发展核电”。其中, 生物质能是以农林等有机废物、畜禽粪便以及边际性土地种植的能源植物为原料生产的绿色能源。通过发展生物质能源推动转变经济发展方式是能源可持续利用的必然选择<sup>[1]</sup>。

近年来, 天津市国民经济增长较快, 各项建设取得了明显成效, 但也消耗了大量的能源, 付出了资源和环境的代价。天津市生物质能资源蕴藏较为丰富, 全市的农作物秸秆、家养畜禽以及人类生活垃圾都是颇具开发潜力的有机物质资源。但是, 目前已被利用的有机物质资源仅占微乎其微的比例, 因而进一步开发利用生物质能资源具有广阔的前景。笔者从天津市农村沼气主要生物质资源类型、分布、利用现状出发, 分析了目前天津市农村沼气生物质资源的现状与开发利用情况, 剖析了目前存在的问题, 最后结合现代都市型农业的发展, 提出了今后天津市农村生物质能源发展的对策与建议。

### 1 天津市农村沼气生物质能利用模式

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量的 13.33%<sup>[2]</sup>。深度发展农村户用沼气, 实施“一池三改”(建沼气池、改厨房、改厕所、改畜禽圈舍)的生物循环利用工程, 是国家发改委和农业部联合推广的国债沼气项目, 这是关乎于天津市民生改善、农村环境优化、提高农民生活质量的一项重要惠民工程<sup>[3]</sup>。天津市农村沼气建设起步较早, 与全国的发展历程相似。先后经历了 20 世纪 80 年代为解决农村生活燃料短缺而全面

推广、90 年代为重视综合利用及后期的相对停滞以及 2000 年注重生产、生态与农民增收等的 3 个发展阶段。近年来, 各地在国家 and 地方相继大力发展农村户用沼气的大背景下建设了一大批大中型沼气工程。目前, 天津市主要采用户用沼气工程、秸秆沼气集中供气工程、畜禽养殖沼气工程、秸秆气化燃气工程等 4 种模式, 4 种模式所占比例如图 1 所示<sup>[4]</sup>。

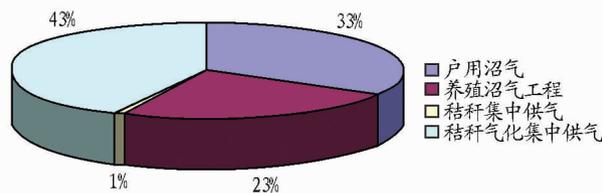


图 1 天津市沼气利用模式

Fig. 1 The utilization mode of biogas in Tianjin

**1.1 户用沼气工程** 农村户用沼气工程是指一家一户使用的小型沼气工程。天津市启动了生态家园富民行动计划, 着力为全市农村兴建“三位一体”、“四位一体”和小型畜禽养殖沼气池, 主要分布在天津市 80 个乡镇的 426 个自然村。目前, 天津市拥有户用沼气池 33 900 户, 年产沼气量达到 1 161.95 万  $m^3$ <sup>[5]</sup>。以宝坻区为例, 仅 2014 年使用新沼气的农户已达到 8 400 户, 占农村总户数的 5.6%。

**1.2 畜禽养殖场沼气工程** 畜禽养殖场沼气工程是一项以开发利用养殖场粪污为对象, 以获取能源和治理环境污染为目的, 实现农业生态良性循环的农村能源技术工程。它以养殖场粪污为对象, 以服务周边农户为发展目标, 主要用于农村居民炊事。目前, 天津市有宁河原种猪场大型沼气工程等 8 处大型畜禽养殖沼气工程, 年产沼气量 1 729 800  $m^3$ ; 此外, 还有中型畜禽养殖沼气工程 140 余处, 年产沼气 5 712 100  $m^3$ ; 小型畜禽养殖沼气工程 40 余处, 年产沼气 700 800  $m^3$ <sup>[6]</sup>。

由于养殖户和当地村民的利益、沼气收费等问题, 再加上养殖场一般离村庄尚有一段距离, 管网建设尚需大额投

**基金项目** 天津市农委调查研究项目(TJNWX2014005); 大学生创新创业项目(201510061121)。

**作者简介** 刘健(1995-), 男, 江苏淮安人, 本科生, 专业: 新能源科学与工程。\* 通讯作者, 讲师, 硕士, 从事生物质能源转化利用研究。

**收稿日期** 2016-09-14

资,因此目前天津的养殖场制沼气只是自用(如烧热水),一般不供民用,大多数养殖场制沼气的规模也较小。

**1.3 秸秆沼气集中供气工程** 与普通户用沼气池相比,集中供气站的显著优势在于以村落为单元,各单位规模小则数十户,多则数百户。通过设置集中供气站,铺设管网系统,将燃气输送分配至农户家中,解决农村群众普遍存在的生活用气问题。大量存在于秸秆中的有机物是秸秆的利用价值所在,使这些有机物厌氧发酵可以产生沼气。但是,由于秸秆的木质纤维素比重大且流动性差、进出料困难、发酵速度慢、产气不稳定、效率低等问题一直制约着以秸秆为原料的沼气工程的发展,同时秸秆原料的收集困难也是重要制约因素之一。此外,秸秆原料的收集困难等因素在一定程度上限制了其发展。目前,天津市建有秸秆沼气集中供气工程2处,供气户数600万户,年产沼气324 000 m<sup>3</sup>。例如,静海县四党口村建成的1 200 m<sup>3</sup>大型秸秆沼气集中供气工程,能满足1 000户农民做饭使用,每年可以消化秸秆2 000 t<sup>[7]</sup>。

**1.4 秸秆气化生物质燃气** 秸秆气化是指农业生产中产生的稻秆、玉米秆、油菜秆等秸秆在缺氧状态下通过热化学反应,将秸秆中的碳转化成可燃气体的过程。目前天津市应用最多的、技术较成熟的是以空气为气化剂对秸秆进行气化。这种秸秆气最主要的特点就是含氮气的比例较高,因此热值也就偏低。在秸秆气中主要可燃成分为一氧化碳和氢气以及少量的甲烷。天津现有秸秆气化集中供气工程55处,供气户数23 100户,年产秸秆气化生物质燃气42 147 500 m<sup>3</sup>。例如,宁河县宁河镇后邦村建秸秆燃气站1座,设备采用低焦油高燃值秸秆气化炉900 m<sup>3</sup>设备1套,全村日生活用气量为1 500 m<sup>3</sup>,每天运行2 h,保证全村农民生活用气需要。

## 2 天津市农村沼气资源量及利用现状

**2.1 农作物秸秆量** 为准确评估天津市秸秆资源,根据农业部提供的秸秆资源评价体系,对天津市5种主要农作物玉米、稻谷、小麦、棉花和花生进行评估。从图2可以看出,资源最丰富的是玉米秸秆,年均产量可达1 006 983 t,约占秸秆资源总量的52%;其次是小麦秸秆,年产量达653 504.6 t,约占总量的34%;再次是棉花秸秆和稻谷秸秆,分别约占总量的7.7%和6.9%;由于花生的种植面积少,因而由此产生秸秆资源量小,花生在秸秆资源总量中所占比例最小。

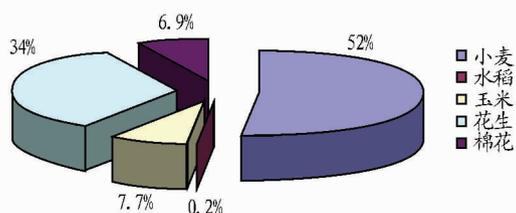


图2 天津市秸秆资源结构

Fig.2 The structure of straw resources in Tianjin

调查结果表明,接近3年平均播种面积及作物产量测算,天津市秸秆理论资源量为2 941 100 t,秸秆可收集资源量2 588 500 t,除大部分用于燃烧、肥料、饲料、造纸原料外,其余部分则被废弃或焚烧,具体利用情况如图3所示<sup>[8]</sup>。

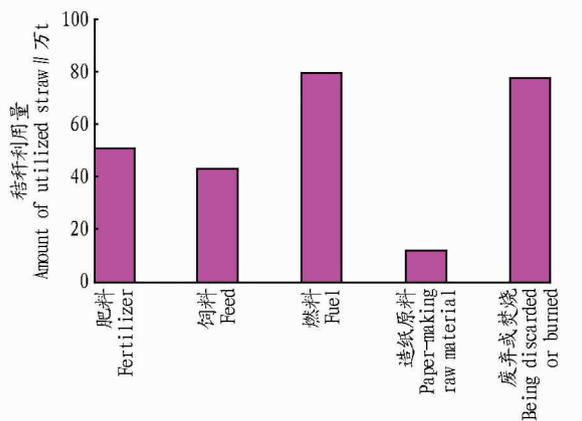


图3 天津市作物秸秆利用情况

Fig.3 The utilization of crop straw in Tianjin

**2.2 畜禽粪便资源量** 近年来,畜禽养殖业向规模化发展,畜禽养殖业的粪便污水以及人类生活垃圾都是颇具开发潜力的生物质能源,为沼气技术发展奠定了雄厚的原料基础。截至2011年末,天津市年出栏生猪780万头、肉牛51万头、肉鸡12 000万只,分别比“十五”期末增长39.0%、34.2%、34.1%;蛋鸡、奶牛数量稳中有升,其存栏量分别达到1 800万只和20万头;肉类总产量91万t、蛋类产量27万t、奶类产量75万t,比“十五”期末分别增长40%、17.4%、19%;畜牧业产值占农业总产值比重由41.6%提高到50%以上。对2006—2014年各类畜禽粪便资源量及总量进行了测算,2014年畜禽粪便总排放量达到9 404 730万t(图4),主要用于农用肥料、直接出售、直接排放、沼气等,具体利用情况如图5所示<sup>[9]</sup>。

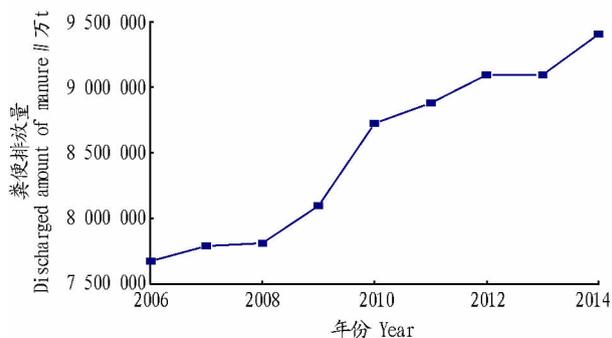


图4 2006—2014年天津市粪便排放量

Fig.4 The discharged amount of manure in Tianjin during 2006 - 2014

天津市生物质的资源范围较为广泛,作物秸秆有30%用于燃料使用,但每年仍近30%的农作物秸秆被废弃或焚烧;利用畜禽粪便产生沼气作为燃料使用的比例相对较少(仅占5%左右),有63万t畜禽粪便(约占可收集畜禽粪便的10%)直接排放而未被充分利用,其危害不容忽视。同时,农村居民每年因采暖热水、炊事等消耗大量的常规能源。因此,沼气生物质能源具有较大的发展空间。

## 3 天津市农村沼气工程推广的影响因素

**3.1 农民对沼气生物质能的发展意义认识不够** 目前,开

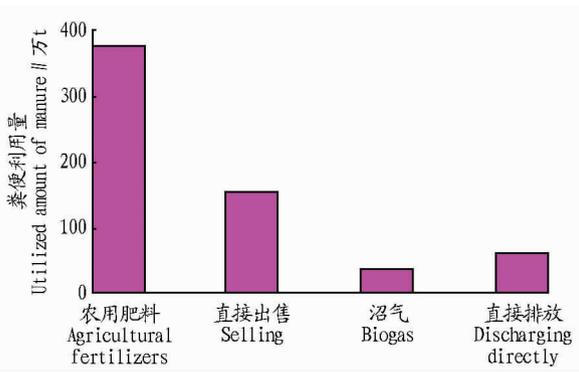


图5 天津市畜禽粪便利用情况

Fig.5 The utilization situations of livestock and poultry manure Tianjin

发利用生物质能对经济可持续发展的重要意义尚未引起全社会的重视,社会各界对开发生物质能源的必要性、重要性认识不足。以农村户用沼气建设为例,全市发展不平衡,部分区县存在工作组织不到位、思想认识不到位、政策措施不到位的问题;部分干部、群众思想有顾虑,因为与传统能源的开发利用相比,生物质能这一高新技术产业,开发利用的不确定因素多,前期投入高,所以发展生物质能的信心不足。此外,发放光盘和技术资料仍然是目前沼气利用的主要技术培训手段,但是当前农村人员结构变化,低文化水平的留守农民比重高,不具备使用网络的条件或不会使用,看不懂资料甚至不愿意看书本知识,没有从本质上调动起农民参与开发利用沼气的主动性和积极性。

**3.2 当前沼气的使用途径单一** 受制于认识不足、技术难以推广、生活习惯等因素,沼气、沼液和沼渣的综合利用率低并且短时间内难以提高,因而不能完全体现它的综合效益,对沼渣、沼液的还田利用仍旧停留在一个概念。目前,在部分地区依旧存在着由于沼气利用年限短而缺乏综合利用沼气意识的农户,沼液沼渣可用于农地肥料的认识尚未得到大面积的深度普及,农户对沼气的认识还停留在只能节能做饭,遑论对“三位或四位一体”综合利用技术的了解。在已建成的沼气工程中,大量工程不仅缺乏足够的设施存储沼渣和沼液,而且没有输送管网或输送设备。这些都反映了现有的沼气工程不能与生态农业、循环农业相结合,当前的沼气工程仍停留在用于生活燃料及照明。

**3.3 后续管理和售后服务问题** 服务体系欠缺,综合效益很难得到发挥。以农村户用沼气建设为例,要使其正常运行并且产生效益必须完善现有的服务体系,截至2010年底,全市已建乡村沼气服务网点78处,按现有农村户用沼气数量,虽符合农业部提出的350~500沼气用户设置1个服务网点的要求,但仍存在人员少、设备、经费不足等问题,区县级服务站也有待于进一步加强。一方面,因为劳动力的缺乏,存在大量的沼气池建成已三年却没有换过沼料,直接导致沼气池不再产出沼气,进而致使大量沼气池及相关设备被闲置;另一方面,因为对沼气池和相关设备的维护缺少基本的技术指导,已建成的沼气池使用效果不佳甚至是存在安全隐患。在

已建成的服务网点中普遍存在人员不足、团队不稳定、服务能力不强等问题,致使沼气项目在建成后服务不到位,不能及时排除故障,使得沼气正常使用率偏低难以产生效益<sup>[10]</sup>。

#### 4 天津市农村沼气工程推广的建议

##### 4.1 优化发展模式结构

**4.1.1 推广“一池三改”、“四位一体”的户用模式。**“一池三改”、“四位一体”是一种将沼气池与改畜禽舍、改厨、改厕相结合的一种效益显著的生产模式,这种生态的能源模式能够有效的利用农村能源,进而实现“一气(沼气)”带“三料(燃料、饲料、肥料)”,“三料”促“四业(农、林、牧、渔)”,“四业”出“三效(生态效益、社会效益、经济效益)”的目标<sup>[11]</sup>。“四位一体”的生态模式,就是在“一池三改”的基础上建设日光温室,构成“日光温室、暖圈舍、沼气池、厕所”这种“四位一体”模式,实现种养结合,优势互补的目的。蔬菜塑料大棚内也可建设沼气池,这种循环生产的优势在于:大棚为暖圈舍、菜园、沼气池创建良好的环境条件,禽畜粪便入池后发酵产生沼气,净化猪舍环境,沼液、沼渣为菜园提供有机肥料,这样牲畜与菜之间可以有效交换二氧化碳与氧气,当冬季大棚内温度为10~30℃时,即可保证沼气越冬产气,为大棚蔬菜生产提供更多资源。

**4.1.2 加大对养殖场秸秆沼气和大中型沼气项目的支持。**进一步深度优化沼气相关产业发展结构,从而提高大中型沼气对农户的供气率及沼液沼渣的利用率。对于规模化养殖地区,不适合小型沼气池的发展,要因地制宜,多户联建或者规模建设沼气池,建立相对集中、适度规模的模式。根据养殖业的发展趋势和农民生产生活方式的改变,在继续支持户用和联户沼气池建设的基础上,进一步加大对养殖场大中型沼气及秸秆沼气等项目的支持力度,并着力解决好供气、用气双方的关系,从而提高大中型沼气项目的产气率、对农户的供气率以及沼液、沼渣在农业生产中的利用率,最后解决畜牧养殖小区、规模养殖场利用沼气工程所产生的一系列问题。

**4.2 建立农村沼气管理专家系统** 农村沼气运行管理专家系统是应用人工智能技术,采用系统化工程的指导思想,根据沼气专家所总结的沼气工程日常运行管理、故障诊断、更新等技术和经验加以整理、总结从而形成规则,通过编写软件的方式予以实现,最后总结归纳采用直面对象的方法建立可以同时处理多种问题的综合性的专家系统。上述系统将天津市高校、研究机构、企事业单位的沼气工程专家们的专业知识、科研成果、实践经验、实际工程案例与计算机技术相结合并建立一个智能化的综合性系统。这既可以在农村沼气综合利用过程中为用户提供工程技术指导、管理和咨询服务,又可以作为沼气综合利用工程知识的普及和教学的多媒体教材。在应用该专家系统的过程中,及时对知识库进行扩充,从而增强系统的实用性,最后让沼气工程专家系统发挥它应有的效用。

##### 4.3 积极发挥政府引导和服务功能

**4.3.1 开展培训服务。**对于沼气池的后期管理,简单的维

(下转第71页)

现途径仍是海洋水产业和滨海旅游业等传统行业,而海洋生物制药、海洋环保科技等新兴海洋产业有待进一步的发展。此外,评估结果同时反映出海南省近海生态系统的生物控制能力和废弃物处理能力非常有限。这说明海南省在进行海洋开发和生产时应当注意保护海洋生态环境,保护生物多样性,减少陆源污染物向近海的排放,维持海南近海生态系统的健康与稳定。

## 参考文献

- [1] HOLDER J, EHRlich P R. Human population and global environment [J]. *Am Sci*, 1974, 62(3): 282-297.
- [2] COSTANZA R, D'ARce R, DE GROOT R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. *Nature*, 1997, 387: 253-260.
- [3] SCHRÖTER D, CRAMER W, LEEMANS R, et al. Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe [J]. *Science*, 2005, 310(5752): 1333-1337.
- [4] PETERSON C H, LUBCHENCO J. Marine ecosystem services [C]// DALY G C. *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*. Washington: Island Press, 1997: 177-194.
- [5] HOLMLUND C M, HAMMER M. Ecosystem services generated by fish populations [J]. *Ecological economics*, 1999, 29(2): 253-268.
- [6] SOUTER D W, LINDÉN O. The health and future of coral reef systems [J]. *Ocean & coastal management*, 2000, 43(8/9): 657-688.
- [7] HOLMLUND C M, HAMMER M. Effects of fish stocking on ecosystem services: An overview and case study using the Stockholm archipelago [J]. *Environmental management*, 2004, 33(6): 799-820.

- [8] PATTERSON M G. Ecological production based pricing of biosphere processes [J]. *Ecological economics*, 2002, 41(3): 457-478.
- [9] DUARTE C M. Marine biodiversity and ecosystem services: An elusive link [J]. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 2000, 25(1/2): 117-131.
- [10] 陈基新, 崔敏. 海南近海浮绳式网箱养鱼现状与发展前景 [J]. *海洋渔业*, 2003, 25(1): 5-7.
- [11] 张朝晖, 吕吉斌, 丁德文. 海洋生态系统服务的分类与计量 [J]. *海岸工程*, 2007, 26(1): 57-63.
- [12] 吴姗姗, 刘容子, 齐连明, 等. 渤海海域生态系统服务功能价值评估 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2008, 18(2): 65-69.
- [13] 张华, 康旭, 王利, 等. 辽宁近海海洋生态系统服务及其价值测评 [J]. *资源科学*, 2010, 32(1): 177-183.
- [14] MA (Millennium Ecosystem Assessment). *Ecosystems and human well-being: A framework for assessment* [M]. Washington: Island Press, 2005.
- [15] 陈尚, 张朝晖, 马艳, 等. 我国海洋生态系统服务功能及其价值评估研究计划 [J]. *地球科学进展*, 2006, 21(11): 1127-1133.
- [16] 宗和静. 海南国际旅游岛珍珠产业发展策略研究 [J]. *北方经贸*, 2013(1): 98-100.
- [17] DE GROOT R S, WILSON M A, BOUMANS R M J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services [J]. *Ecological economics*, 2002, 41(3): 393-408.
- [18] 李晓, 张锦玲, 林忠. 罗源湾生态系统服务功能价值评估研究 [J]. *海洋环境科学*, 2010, 29(3): 401-405.
- [19] 李小斌, 陈楚群, 施平等. 南海 1998-2002 年初级生产力的遥感估算及其时空演化机制 [J]. *热带海洋学报*, 2006, 25(3): 57-62.
- [20] 陈仲新, 张新时. 中国生态系统效益的价值 [J]. *科学通报*, 2000, 45(1): 17-22.

(上接第 56 页)

修不能解决实质性的问题,能够掌握沼气池综合利用的技术等管理知识才是关键。政府应当定期、及时举办一些类似于“三沼综合利用培训班”、“沼气池技术培训班”等的相关教育和培训,从而提高从事沼气工程的相关工作人员的管理水平和业务素质。与此同时,开展更多的形式,对使用沼气的群众提供技术支持以及指导培训,以此来提高广大群众的对沼气的使用和管理水平,促进沼气池后续管理,提高其使用效率。

**4.3.2 帮助农民创立品牌。**将生态农业建设和农村沼气工程相关联。在生态农业的建设中,政府应发挥积极的引导和服务功能,在以家庭为生产单位的沼气生态农业模式中,依靠一家一户是不可能市场中创立品牌的<sup>[12]</sup>。政府应当积极主动地帮助分散农户应对市场的变化,包括为农户进行无公害农副产品的鉴定以及检测提供相应的帮助,为农户寻求无公害农副产品的销售市场,使得无公害农产品的价值能够得到市场的普遍认可,从而创立品牌,进而使沼气与更多产业挂钩,并得到广泛应用。

## 5 小结

天津市农村沼气生物质能资源丰富,发展农村沼气生物质能不仅能够有效缓解农村能源矛盾问题,而且有利于改善农村环境卫生,减少有毒有害气体的排放,保护农村水土、大

气环境,同时具有扩展农业环境的功能,增加农民收入,进一步加快建设美丽乡村、生态文明制度、“四清一绿”行动的步伐。

## 参考文献

- [1] 朱清时, 闫立峰, 郭庆祥. 生物质清洁能源 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 7-9.
- [2] 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.
- [3] 陈利洪, 贾敬郭, 雍新琴. 我国沼气产业化发展战略模式及其措施 [J]. *中国沼气*, 2016, 24(1): 84-89.
- [4] 王飞, 蔡亚庆, 仇焕广. 中国沼气发展的现状、驱动及制约因素分析 [J]. *农业工程学报*, 2012, 28(1): 184-189.
- [5] 万田平, 齐宇. 天津市农村沼气生物质能发展概述 [J]. *可再生能源*, 2013, 31(3): 125-128.
- [6] 王斌, 郑钢, 刘欢. 天津市农村生物质能开发利用与展望 [J]. *资源节约与环保*, 2008(5): 42-48.
- [7] 王斌. 天津市农村沼气建设迎来新机遇 [J]. *天津农林科技*, 2009(2): 1-3.
- [8] 刘红艳, 徐亚辉. 天津市农村生物质能利用现状及发展趋势分析 [J]. *节能*, 2012, 352(1): 9-12.
- [9] 李纪周. 天津市规模化畜禽养殖场粪污治理及资源化利用调查研究 [D]. 北京: 中国农业科学院研究生院, 2011: 34-38.
- [10] 吴祝平, 邹进泰. 完善推广四种农村沼气服务体系建设模式——破解农村沼气服务体系建设难题调查与建议 [J]. *农业工程技术*, 2009(5): 4-9.
- [11] 曾邵鹏. 山东省生物质能发展策略研究 [J]. *临沂大学学报*, 2015, 37(5): 109-113.
- [12] 赵梦. 天津静海区秸秆沼气工程运行模式与管理经验 [J]. *农业工程技术*, 2010(6): 5-8.