

# 浅谈秸秆发电技术

刘小娜, 胡克, 康振兴

(国核电力规划设计研究院, 北京 100094)

**摘要:** 针对我国能源与环境面临的双重压力, 介绍了生物质发电的国内外发展状况; 重点阐述了作为生物质发电主流的秸秆发电技术的原理及其产业化发展的概况, 对各种秸秆发电技术的特点及其优势、效益及存在的问题进行了分析, 指出了生物质发电的潜力巨大、前景广阔。

**关键词:** 生物质能源; 生物质发电; 秸秆发电

中图分类号: TK6

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2012)01-0011-03

## 0 引言

随着我国经济的快速增长和人民生活水平的不断提高, 我国正面临着资源和环境的双重压力。从人均化石能源资源量看, 我国煤炭资源只有世界平均水平的 60%, 石油只有世界平均水平的 10%, 天然气只有 5%。从能源生产和消费来看, 目前我国已经成为世界上第二大能源生产国和第二大能源消费国, 由此带来的能源安全和环境问题日益突出, 我国节能减排的压力越来越大。为了缓解能源短缺、改善环境、扩大乡镇产业规模、促进循环经济的发展, 我国必须大力开发利用包括风能、生物质能、太阳能、地热和海洋能等可再生能源。

生物质直接燃烧发电(简称生物质发电)是目前世界上仅次于风力发电的可再生能源发电技术。秸秆发电是生物质能源利用中最具开发潜力和利用规模的一种形式, 已经引起了世界各国政府的高度关注。秸秆发电既有社会效益又有经济效益, 而且还能保护生态环境并改善我国的能源结构。

## 1 生物质能源

生物质能源(biomass energy), 就是太阳能以化学能形式贮存在生物质中的能量形式, 即以生物质为载体的能量。它直接或间接地来源于绿色植物的光合作用, 可转化为常规的固态、液态和气

态燃料, 是一种取之不尽、用之不竭的可再生能源, 同时也是唯一一种可再生的碳源。

生物质能是世界第四大能源, 仅次于煤炭、石油和天然气。根据生物学家估算, 地球陆地每年生产 1 000~1 250 亿吨生物质; 海洋年生产 500 亿吨生物质。生物质能源的年生产量远远超过全世界总能源需求量, 相当于目前世界总能耗的 10 倍。我国可开发为能源的生物质资源到 2010 年可达 3 亿吨。随着农林业的发展, 特别是炭薪林的推广, 生物质资源还将越来越多。

## 2 生物质发电技术

生物质发电技术是利用生物质能转化为电能的一种技术, 是可再生能源发电的一种, 包括农林废弃物直接燃烧发电、农林废弃物气化发电、垃圾焚烧发电、垃圾填埋气发电、沼气发电等。其中最主要的是利用农作物秸秆作为发电燃料, 因此, 又称为秸秆发电技术。

生物质发电起源于 20 世纪 70 年代, 当时, 世界性的石油危机爆发后, 丹麦开始积极开发清洁的可再生能源, 大力推行秸秆等生物质发电。如今, 国土面积只有我国山东省面积 1/4 的丹麦, 已建立了 15 家大型生物质直燃发电厂, 提供丹麦全国 5% 的电力供应。自 1990 以来, 生物质发电在欧美许多国家开始大发展, 特别是 2002 年约翰内斯堡可持续发展世界峰会以来, 生物质能的开发利用正在全球加快推进。截至 2004 年, 世界生物质发电装机已达 3 900 万千瓦, 年发电量约 2 000

亿千万时,可替代7 000万吨标煤,是风电、光电、低热等可再生能源发电量的总和。

### 3 秸秆发电技术

秸秆是一种很好的清洁可再生能源,每两吨秸秆的热量值就相当于一吨标煤,在生物质的再生利用过程中排放的 $\text{CO}_2$ ,与生物质再生时吸收的 $\text{CO}_2$ 达到碳平衡,具有 $\text{CO}_2$ 零排放的作用,对缓解和最终解决温室效应问题具有很大的贡献。秸秆发电技术主要包括以下三种:

#### 3.1 秸秆直接燃烧发电

直接燃烧发电是指把秸秆原料送入特定的蒸汽锅炉中,生产蒸汽,驱动蒸汽轮机,从而带动发电机发电的过程。目前,全国有十多个生物质能直燃发电工程项目在建,装机规模超过200 MW。

#### 3.2 秸秆混合燃烧发电

混合燃烧发电是指将秸秆用于燃煤电厂中,使用秸秆和煤的混合燃料进行发电,主要有两种方式:一种是将秸秆原料直接送入燃煤锅炉中,与煤共同燃烧;另一种是先将秸秆原料在气化炉中气化成可燃气体,再送入燃煤锅炉中与煤共同燃烧产生蒸汽。这两种方式中,生物质原料的预处理技术都是非常关键的,被处理过的生物质原料要符合燃煤锅炉或气化炉的要求。

#### 3.3 秸秆气化发电

将秸秆在缺氧状态下燃烧,发生化学反应,生成高品质、易输送、利用效率高的可燃气体,气体经过净化供给内燃机或者小型燃气轮机,带动发电机发电。秸秆气化发电工艺流程复杂,难以实现大型化,主要用于较小规模的发电项目。

我国幅员辽阔,各地农村的条件相差很大,而且经济发展水平差距很大。因此,发展秸秆发电产业,不能采取单一的发电方式,而应根据当地秸秆等生物质原料的种类和特点,针对不同的用途,因地制宜地采取不同的发电技术,即在技术上鼓励秸秆发电多样化,在规模上应该大中小同时并举。

### 4 秸秆发电的优势

秸秆已经被认为是新能源中最具开发利用规模的一种绿色可再生能源,推动秸秆发电的主要优势有:

一、农作物秸秆量大,覆盖面广,燃料来源充足。

二、秸秆含硫量低。秸秆平均含硫量只有3.8%,而煤的平均含硫量约达1%,且低温燃烧产生的氮氧化物较少,所以除尘后的烟气不用进行脱硫。丹麦等国家进行的试验表明秸秆锅炉除尘后的烟气不加其它净化措施完全符合环保要求。

三、秸秆的发热量较高,经测定,秸秆热值约为15 000 KJ/Kg,相当于标煤的50%。其中麦秸秆、玉米秸秆的发热量在各种秸秆中是最小的,但也有14 400 KJ/kg,相当于0.492 kg标煤。

四、秸秆通常含有3%~5%灰分,灰中含有丰富的营养成分如钾、镁、磷和钙,可用作高效农业肥料。

### 5 秸秆发电的效益分析

#### 5.1 生态效益

秸秆发电有利于环境的改善。长期以来,秸秆都是被当作废物来处理的。到了收获季节,大部分地区都会出现“村村点火,处处冒烟、秸秆遍地、烽烟四起”的局面,不仅对生态环境造成很大危害,而且还存在安全隐患。若是将这些秸秆变废为宝,可以减少这些不必要的大气污染。此外,秸秆发电是国际上发达国家普遍推行的CDM(清洁发展机制)项目,装机容量为12 MW机组的生物质发电机组年减排当量 $\text{CO}_2$ 约3.85万吨,可大幅度降低全球温室气体的排放。

#### 5.2 经济效益

有利于增加农民的收入,据调查,内地一个百万人口的县,可年产小麦、玉米、棉花及水稻等农作物秸秆100万吨,相当于50万吨标煤。1个装机容量为25 MW的机组年耗生物质秸秆30万吨以上,若按150元/t的价格计算,则增加当地农民年收入约4 500万元,再加上生物质秸秆的收、储、运工作,可以为当地增加大量就业岗位。

#### 5.3 社会效益

改善能源结构,中国的能源是以煤炭为主的,约占70%左右,燃煤对环境的污染非常严重,急需增加清洁能源比重,才能建成资源节约型、环境友好型的和谐社会。

秸秆发电可消除农村大气污染和河水污染,随着农村燃料结构和肥料结构的改变,现在我国农村绝大多数农作物秸秆基本都是就地燃烧或者推入河中,不仅污染了大气,又使得河水变臭,导致水生物死亡等灾害。

## 6 秸秆发电存在的问题

尽管我国生物质发电具有巨大的资源潜力,部分技术实现了商业化,产品、产业也有了一定的发展,但秸秆发电产业的发展还面临着一些问题和障碍:

### 一、成本高

秸秆发电是一个全新的事物,处于起步阶段,技术不成熟、项目造价高,总投资大,运行成本高,尽管国家给予了电价优惠政策,但盈利水平还是不如常规火电。据测算,在现有的技术水平下,生物质发电成本远高于常规燃煤发电成本,约为煤电的1.5倍。究其原因,一是单位造价高,二是燃料成本高,三是生物质发电企业实际税率太高。

### 二、技术不成熟

目前,我国用来秸秆发电的锅炉及燃料输送系统的技术和设备大部分依靠进口,很可能在技术和设备引进以后造成消化不良,使得机组无法安全、满负荷的运行,同时,由于缺乏核心技术,投产后生物质发电企业很有可能将会长期受制于国外企业。

### 三、秸秆储运组织困难

与国外相比,中国实行的是家庭联产承包责任制,秸秆的收购和组织面对的是千家万户的小农户,没有成熟的模式和经验可循,比较困难。

一是收购难,农民出售秸秆的意识不强,积极性不高。而且秸秆的收购往往在农村收获的大忙季节,收集秸秆的人力不足。二是储存难,秸秆的收购具有很强的季节性,无法均衡收购,再加上秸秆比重轻,体积大,堆入存储占地大,而且还需要一系列的防雨、防潮、防火等配套设备,储存场地的投资建设和维护费用昂贵。

## 7 结论及展望

我国秸秆资源丰富,秸秆发电技术成熟,随着秸秆发电在全国的推广应用,不仅可以解决我国能源危机,改善能源结构,而且控制污染、缓解环境压力,减排温室气体,秸秆发电技术正在形成一个新的朝阳产业。

## 参考文献

- [1] 吴志坚,叶枝全,沈辉. 新能源和可再生能源的利用[M]. 北京:机械工业出版社,2006.
- [2] 梁宇宏,申仲涛,余英,等. (绿色电力)生物质发电及其效益分析[M]. 北京:中国电力出版社,2007.
- [3] 马永贵,钟史明. 秸秆发电技术综述. 沈阳:沈阳工程学院学报(自然科学版本),2007.
- [4] 周凤起. 中国可再生能源发展战略. 能源研究与利用,2004(增刊).
- [5] 刘首元,余英,赵碧光,朱春. 我国秸秆发电产业化发展前景. 北京:水利电力机械,2007.

(下接第29页)

的厌氧反应器中,虽然有发生反硝化反应,但通过该反应去除的氮素极少。

## 参考文献

- [1] 赵剑强. 含氮有机物厌氧消化化学方程式的研究. 中国沼气,1996,14(1):10~11.
- [2] 毕东苏,郑广宏,陆烽. 剩余污泥厌氧发酵过程中氮的转化规律与计量关系[J]. 生态环境. 2008,17(4):1403~1406.
- [3] Zhou H. B., Qiu G. Z. Inhibitory effect of ammonia nitrogen on specific methanogenic activity of anaerobic granular sludge [J]. Journal of central south university of technology: English edition, 2006, 13(1): 63~67.
- [4] 周少奇,张鸿郭. 垃圾渗滤液厌氧氨氧化与反硝化的协同作用[J]. 华南理工大学学报(自然科学版). 2008, 36(3):73~76.
- [5] 陈碧美,陆文忠,苏蓉,钱建英. 两次进水SBR法处理养猪场废水厌氧消化液[J]. 能源环境保护. 2010, 24(2):19~26.
- [6] 国家环境保护总局水和废水监测分析方法委员会. 水和废水监

- 测分析方法(第四版)[M]. 北京:中国环境科学出版社. 2002.
- [7] 魏琛,钟仁超,盛贵尚. 氨氮污泥负荷及DO对高浓度亚硝化系统的影响[J]. 重庆大学学报. 2011,34(6):65~68.
- [8] 胡述龙,秦毓茜. 剩余污泥厌氧发酵过程中氮、磷的释放及其回收研究[J]. 河南师范大学学报(自然科学版). 2011,39(3):105~107.
- [9] 尚莹,朱少春. 氨氮处理技术及影响因素[J]. 天津化工. 2011,25(3):58~60.
- [10] Gallert C., Winter J. Mesophilic and thermophilic anaerobic digestion of source-sorted organic wastes: effect of ammonia on glucose degradation and methane production [J]. Applied microbiology and biotechnology, 1997, 48 (3): 405~410.
- [11] 唐林平. 全程自养脱氮及厌氧氨氧化的研究[D]. 湖南: 湖南大学环境科学与工程学院. 2007.
- [12] 贾传兴,彭绪亚,刘国涛. 有机垃圾两相厌氧消化氨氮累积模型的建立及验证[J]. 重庆大学学报. 2011,34(1):121~127.
- [13] 胡勇有,梁辉强,雒怀庆. 厌氧序批式反应器培养厌氧氨氧化污泥[J]. 华南理工大学学报(自然科学版). 2005,33(10):93~97.