

秸秆生物质能源的应用现状与前景

娄玥芸¹，张惠芳²

(1.南京工业大学化学化工学院，江苏南京210009；2.湖北大学图书馆，湖北武汉430062)

摘要：对秸秆生物质能源的应用现状、发展前景进行了综述，分析了秸秆生物质能源应用中的相关技术问题，并提出了几点建议。

生物质是指利用大气、水、土地等通过光合作用而产生的各种有机体。农作物秸秆是生物质的一个重要组成部分，是当今世界上仅次于煤炭、石油和天然气的第四大能源，在世界能源总消费量中占14%，预计到本世纪中叶，采用新技术生产的各种生物质替代燃料将占全球总能源的40%以上，如何让秸秆生物质能源发挥最大的效益，是科学家们重点关注和研究的课题。

1 秸秆生物质利用的现状

秸秆生物质具有多功能性，可作为燃料、饲料、肥料、生物基料和工业原料等。秸秆生物质利用主要有三个方面：一是种植(养殖)业综合利用秸秆：秸秆快速腐熟还田、过腹还田和机械化直接还田、生产优质饲料和食用菌。二是秸秆能源化利用：秸秆生物气化(沼气)、热解气化、固化成型、炭化、纤维素制燃料乙醇。三是以秸秆为原料的加工业：生产非木纸浆、人造板材、包装材料、餐具等产品，以及秸秆饲料加工业和秸秆编织业。

1.1 国内现状

我国农民对作物秸秆的利用有悠久的历史，秸秆除少量用于垫圈、喂养牲畜，部分用于堆沤肥外，大部分都作燃料烧掉。但随着省柴节煤技术的推广，燃煤和液化气的普及，秸秆大量富余。我国是世界上最大的农业生产国，纤维素生物质资源丰富，总量在12亿t以上。目前，农村秸秆综合利用率仅达到28.7%，与国家秸秆焚烧和综合利用管理办法中的年利用率达到60%，力争到2015年秸秆综合利用率超过80%的目标要求有很大差距。自20世纪80年代以来，我国生物质能发展迅速，具体表现在：生物质发电从无到有；沼气建设一路高歌；燃料乙醇产量跃居世界第三；生物柴油困境中寻求突破，得以快速发展。

1.2 国外现状

国外生物质能技术开发是从20世纪70年代末期开始的，现在已有了很大进展[7]。秸秆直燃发电的先进设备已投放市场，热解气化技术也飞速猛进，燃料乙醇等多项技术装备已进入规模化和商品化阶段。

丹麦是世界上最早使用秸秆发电的国家。丹麦首都哥本哈根以南的阿维多发电厂建于20世纪90年代，是全球效率最高、最环保的热电联供电厂之一，每年燃烧15万t秸秆，可满足几十万用户的供热和用电需求。

在加拿大首都渥太华以北的农业区，每年在收割季节，玉米收割机一边收割一边把玉米秆切碎，切碎的玉米秆作为肥料返到田里。

在日本，主要有两种秸秆处理方式：混入土中作为肥料，或作粗饲料喂养家畜。近年日本地球环境产业技术研究机构与本田技术研究所共同研制出从秸秆纤维素中提取酒精燃料的技术，向实用化发展。

秸秆在美国的用途很广，可作饲料、手工制品，还用来盖房。有关秸秆与纤维素乙醇的提炼问题，则是秸秆综合回收利用在美国的最新进展。

2 秸秆生物质的能源化应用

国内外生物质能利用技术经过20多年的研究和发展，其能源化应用主要有：已经普及的节能灶、小沼气；处于示范、推广阶段的厌氧处理粪便和秸秆气化集中供气技术；处于中试阶段的生物质能压制成型及其配套技术；正在研究中的纤维素原料制取酒精、热化学液化技术、供热发电和燃气催化制取氢气等。可提供的能量主要有电能、热能和交通能源。

2.1 电能

生物质能发电主要有两条工艺技术路线，即气化发电和直接燃烧发电。

世界各国高度重视秸秆发电项目的开发，将其作为21世纪发展可再生能源的战略重点和具备发展潜力的产业。丹麦已建有130多座秸秆发电站，秸秆发电等可再生能源已占该国能源消耗总量的24%，丹麦BWE发电技术也在西班牙、英国、瑞典、芬兰、法国等国投产运行多年，其中英国坎贝斯的生物质能发电厂是目前世界上最大的秸秆发电厂，装机容量3.8万kW；其它如日本的“阳光计划”、美国的“能源农场”，美国有350座生物质发电站，总装机容量达7000MW，提供了大约6.6万个工作岗位，2010年美国生物质能发电达到13000MW装机容量；印度有“绿色能源工厂”等，秸秆发电技术已被联合国列为重点项目予以推广。我国的秸秆发电技术虽然起步较晚，但发展较快，国内在建农作物秸秆发电项目136个，分布在河南、黑龙江、辽宁、新疆、江苏、广东、浙江、甘肃等多个省市。根据我国新能源和可再生能源发展纲要提出的目标和国家发改委的要求，至2020年，五大电力公司清洁燃料发电要占到总发电的5%以上，生物质能发电装机容量要超过3000万kW。

2.2 热能

秸秆生物质通过液化或固化等方式制造成燃料可直接供热，或是制造成秸秆清洁煤炭等等。秸秆煤炭是一种新型的生物质再生能源，环保清洁，远远低于原煤的成本和市场价格，应用范围极为广泛，可以代替木柴、原煤、液化气，广泛用于生活炉灶、取暖炉、热水锅炉、工业锅炉等。但是如何将生物质燃料像煤、煤气和天然气一样在老百姓的生活中普及，还需大力宣传和推广。

2.3 交通能源

秸秆的主要成分是碳、氢、氧等元素，有机成分以纤维素、半纤维素为主，其次为木质素、蛋白质、脂肪、灰分等，用秸秆转化的生物燃料如生物乙醇和生物柴油作为交通能源，同石油、天然气和煤等化石燃料相比，最大特点是可再生性和对环境更友好。国际上生物交通能源技术相对成熟，主要路线是：谷物、秸秆、其它植物等发酵生产乙醇-车用油、乙烯、无毒溶剂及上百种化工、原材料产品等；我国秸秆交通能源技术研究虽然起步较晚，但日趋成熟，有些正形成小型规模和商品化。

3 秸秆生物质能源化应用技术

秸秆生物质能源化应用技术主要包括秸秆沼气(生物气化)、秸秆固化成型燃料、秸秆热解气化、直燃发电和秸秆干馏等方式。

3.1 沼气发酵生物法(生物气化)

秸秆生物气化是秸秆在厌氧条件下经微生物发酵而产生沼气和有机肥料的技术工程，可利用稻草、麦秸、玉米秸等多种秸秆，并可与农村生活垃圾、果蔬废物、粪便等混合发酵，原料组合非常灵活，来源充足，有着广阔的发展空间和潜力。秸秆沼气技术分为户用秸秆沼气和秸秆沼气集中供气两种形式。秸秆入池产气后产生的沼渣作肥料还田，提高了秸秆资源的利用效率，气化效率通常可达70%~80%。

秸秆沼气的工艺流程为：秸秆预处理#堆沤#投料#加水封池#点火试气。由于秸秆中含有大量的纤维素、木质素，导致分解速度较慢，产气周期较长。若将秸秆直接入沼气池进行发酵产气慢、气量少、不经济、难以大面积推广应用。为了提高产气量，主要应解决预处理技术和发酵菌种及适合秸秆物料特性的高效厌氧发酵反应器研制等问题。

沼气发酵的优点：(1)菌种在适合的情况下，发酵及供能速度快；(2)原料简单易得，利用率较高；(3)前期投入少，不需要大型机械和复杂环境。

沼气发酵的缺点：(1)建厂条件高，需要配套的小项目多，投资成本高，短期内效益低；(2)小型沼气工程存在产气不稳定及发酵速度慢、相对效率低的问题；(3)大型沼气工程技术要求高，推广难度大。

3.2 秸秆气化炉气化法(热解气化)

秸秆热解气化是以农作物秸秆、稻壳、木屑、树枝以及农村有机废弃物等为原料，在气化炉中缺氧的情况下进行燃烧，使秸秆在700~850 的气化温度下发生热解气化反应，产生一氧化碳、氢气、甲烷等可燃气体用于工业发电、热

电联产、液体燃料合成、居民集中供气、工业燃气锅炉、工业干燥和采暖供热等方面。

秸秆热解气化的优点：(1)秸秆燃烧充分，基本没有烟熏，残余灰烬少；(2)热值高，2t秸秆的热值相当于1t煤，燃烧温度高，火力强，节省时间；(3)燃烧的火焰温度、热能强度可控制调节，并实现开、关两位操作，使用方便；(4)不受季节约束，可实现不间断供气；(5)不需要辅助能源或化学添加剂。

秸秆热解气化的缺点：(1)热解气化过程中挥发出多种有机化合物和焦油，若不加以回收利用，

易造成环境污染和二次污染；(2)只利用了单一的可燃气，资源利用率低，且存在一定的安全隐患。

经过近20年的努力，我国生物质热解气化技术日趋完善。我国自行研制的集中供气和户用气化炉产品已进入实用化试验及示范阶段，形成了多个系列的炉型，可满足多种物料的气化要求，在生产、生活用能、发电、干燥、供暖等领域得到利用。

现已研发出突破性的生物质能源联产综合利用技术，即在气化炉内将生物质材料在限制供氧的条件下燃烧，发生一系列燃烧反应，同时回收产生的气、液、炭和热水。热解产生的气体主要含有甲烷、乙烯、一氧化碳、氢气等可燃性气体，可将其输入燃气轮机发电或直接向用户供气；产生的液体中含有酸类、醇类、酯类、醛类、酮类、酚类等多种化学成分，可用作家畜、家禽饲养中的消毒杀菌液、除臭剂，或用作促进作物生长的叶面肥，在有机农作物种植中施用；产生的固体生物质炭经过处理可作为工业用炭、生活用炭、有机复合肥、肥料缓释剂等；冷却炉体产生的热水可用于工业或民用，这项技术具有良好的推广和应用前景。

3.3直接燃烧法

直接燃烧法是直接将收集的秸秆生物质原料集中、粉碎、干燥后投入锅炉中燃烧发电，可以采用锅炉-蒸汽-蒸汽轮机-发电机的工艺方式，也可以采用热电联供的方式以提高系统效率。该技术基本成熟，已经进入商业化应用阶段。对于秸秆发电厂来说，给料方式主要有两种：一种是切碎给料，一种是整包给料。以6MW秸秆直燃发电系统为例，该系统采用汽轮机组进行发电，发电效率20%，自用电率10%，碳转化率90%，系统总供电效率18%。

直接燃烧法是目前在秸秆生物质能源化利用中最简单方便也是唯一实现规模化应用的方法。但缺点明显：其热效率仅为气化的三分之一，且投资大；由于秸秆燃料中碱金属以及氯元素的含量相对较高，燃烧后将产生较强的高温腐蚀，并引发床料聚团、结渣等问题；燃烧面积大，不能充分利用资源；生物质燃烧过程产生的细粒子影响城市和区域空气质量，降低大气能见度，损害人体健康，甚至影响区域和全球气候。

根据国外生物质发电厂运行实绩统计以及我国权威部门测算，生物质燃烧发电成本远高于常规燃煤发电成本，约为煤电的1.5倍。尽管如此，大力发展秸秆发电，不仅可以减少由于在田间地头大量焚烧、废弃秸秆所造成的污染，变废为宝，化害为利，而且对解决“三农”问题、促进经济发展具有重要作用。截至2008年8月底，我国共上马了生物质能发电项目136个，总装机规模220万kW。

3.4液化乙醇法

乙醇作为替代能源，已在巴西、美国、瑞典、中国等得到应用。传统的由玉米秸秆制备乙醇的工艺包括预处理、水解、发酵3个步骤。通过预处理分离木质素等不利于发酵的成分、破坏纤维素的束状结构、提高纤维素水解效率、降低纤维素酶的成本、开发木糖发酵用的微生物菌种和优化生产过程等，均是生产乙醇的关键。而最近研究出的木材液化过程中，木质素首先被液化，其次是半纤维素，最后才是纤维素，这就有可能将秸秆中木质素等不利于发酵制备乙醇的成分与纤维素分离，达到秸秆预处理的目的。分离的程度是制备乙醇的关键。

利用农作物秸秆为原料生产生物乙醇，同时联产重要的碳四平台化合物丁二酸。丁二酸可生产新型可降解塑料PBS等新材料，有着极其广阔的投资与应用前景。据了解，我国每年约产生1.5亿t玉米秸秆，利用纤维素转化利用技术，可生产1500万t生物燃料及1800万t加工产品，相当于4500万t石油产生的价值。秸秆乙醇项目还可实现真正意义上的纯生物流程生产。其生产过程基本不消耗化学能源，每6t秸秆纤维大约产生1t乙醇、1t二氧化碳，除去损耗的余渣约3.5t，可代替煤用于锅炉。整个流程将是真正意义上的取之自然、用于自然、回归自然的纯天然过程。

随着技术的不断进步，麦秸、玉米秆、稻草经过生产加工，最终都可以变成能够替代石油的燃料乙醇，可逐步替换目前的石油制品燃料，降低中国过高的原油依赖度，对缓解我国能源短缺、提高农民收入、保护大气环境等均有重要的战略意义。国家发改委宣布：中国将在未来使用更多的非粮乙醇燃料来替代原油，具体包括2010年开始每年使用超

过200万t非粮农作物提炼出来的乙醇燃料以及20万t生物柴油，而到2020年分别增加至1000万t和200万t。

3.5压块固化燃烧法

植物细胞中除含有纤维素、半纤维素外还含有木质素，木质素是具有芳香族特性的结构单体为苯丙烷型的立体结构高分子化合物，其常温下不溶于任何有机溶剂，但在200~300℃时会软化液化，此时如施加一定的压力可使其与纤维素紧密粘接，并与相邻秸秆颗粒互相胶接，冷却后即可固化成型。秸秆制煤、制炭技术是以玉米、大豆、棉花、水稻等农作物秸秆，以及废弃的花生壳、锯末、杂草、稻壳、树枝等为燃料，在隔绝空气的条件下，快速处理成秸秆炭，经粉碎后，再与粘土和其它粘合剂混合，压制成蜂窝煤型或炭棒型。

压块固化燃烧的优点：(1)通过生物质压块机等进行短时间内的转化，非常方便省时；(2)密度大，燃烧时间长，体积小6~8倍，密度为1.1~1.4t/m³；(3)热值高，方便运输和贮藏。

压块固化燃烧的缺点：成本较高，尚未能推广用于电厂，多为小范围的供热等。

压块固化是极具投资价值的高回报技术。秸秆煤炭应用范围广，可以代替木柴、液化气，能广泛用于生活炉灶、取暖炉、热水锅炉、工业锅炉等。根据农业部的目标，2010年，结合解决农村基本能源需要和改变农村用能方式，全国将建成400个左右秸秆固化成型燃料应用示范点，秸秆固化成型燃料年利用量达到100万t左右；到2015年，秸秆固化成型燃料年利用量达到2000万t左右。

3.6其它方法

目前，还有将秸秆通过固态微贮水解预处理和催化产氢即利用氢能并通过氢能发电的研究。

4展望

据专家预测，如果将秸秆利用技术产业化，以50km为半径建设小型秸秆加工厂，那么按秸秆到厂价40元/t，农民每亩就可增收200元以上；如果我国每年能利用全国50%的作物秸秆、40%的畜禽粪便、30%的林业废弃物，以及开发5%的边际土地种植能源作物，并建设约1000个生物质转化工厂，那么其产出的能源就相当于年产5000万t石油，约为一个大庆油田的年产量，可创造经济效益400亿元并提供1000多万个就业岗位。

今后我国秸秆生物质能利用技术将在以下方面发展：高效直接燃烧技术与设备、集约化综合利用、新技术开发。希望国家各级政府和部门加快推进秸秆生物质能源综合利用，促进资源节约型、环境友好型社会建设。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/96420.html>