大米加工企业稻壳发电发展现状

刘化

(国家粮食储备局武汉科学研究设计院，湖北武汉430079)

摘要：我国大米加工企业稻壳发电历史悠久，分布较广，已形成规模效应。稻壳发电及综合利用技术日趋成熟，生物质(稻壳)能源发电行业有着广阔的发展前景。

我国每年稻谷总产量约2亿t左右，占世界稻谷总产量的36%左右，居世界第一。这也意味着我国是世界上最大的稻壳生产国。稻壳是稻谷加工过程中的主要副产品，富含纤维素和木质素，作为能源燃料，其可燃成分达70%以上，发热量12.5~14.6MJ/kg，约为标准煤的一半。稻壳挥发分高，达50%以上，易着火燃烧。稻壳自然堆积密度小，约130kg/m^3，运输不便。一般处理方法是粉碎后作为饲料配料(营养物质很少)或直接燃烧供热，但仍有大量稻壳被废弃不用，对环境造成了很大污染。

随着我国环境法规日趋完善和国家生物质能源开发政策的鼓励，稻谷加工企业应开拓能源生产的新渠道，采用直燃或稻壳气化发电技术发电，就地为企业生产提供能源或将电量上网。这是稻壳作为能源燃料利用的有效方法，也是解决相关环境污染问题的有效途径，同时还可提高稻壳的附加值，具有极大的经济效益、社会效益和生态效益，成为发展循环经济的新模式。

1发展历程和主要成就

在我国，稻壳煤气作为机械能源应用较早。早在20世纪50年代，广东珠三角地区、江苏与浙江接壤地区以及湖北、四川、广西等省区就开始应用。下吸式气化炉也是我国首创的炉型。为解决当时能源不足的问题，原粮食部科研院曾在1960~1969年组织开展专门研究。1982~1990年，联合国三次召开亚太地区有关人造煤气、生物气化和谷糠发电的研讨会，会上对我国的稻壳煤气发电十分赞赏。我国此项技术当时在国际上处于领先地位[1]，研制了3套不同功率的下吸式稻壳煤气发电试验装置，测定了系统的技术参数。在国内成功的基础上，设计试制了援助马里共和国碾米厂用的，输出功率为140kW的6250M型中速稻壳煤气发电装置，1969年开始在马里投产[2]。1982年，原联邦德国经济合作部在非洲调研时发现后非常满意，并采用作为他们援助发展中国家碾米厂的动力。

国内在1982年开始研究采用我国批量生产的、标准化的135系列高速柴油发电机组改装配用下吸式稻壳煤气发生装置，重点是降低煤气焦油含量和废水处理，已获初步成果。湖南岳阳城陵矶粮库于1987年动工兴建装机容量为1500kW的稻壳发电车间，1990年建成。

主要由稻壳锅炉、汽轮机和发电机组成。它是我国首个利用稻壳直燃技术(稻壳直接燃烧，产生过热蒸气，送入汽轮机内作功，驱动发电机发电)发电并上网的发电厂。当时，整个发电厂投资500万元左右，核定电价的单位成本为0.144元/kWh，而外购电综合价格为0.25元/kWh，经济效益是可观的。通过不断改进和完善，稻壳消耗量从开始的2.4kg/kWh降到了1.8kg/kWh。

20世纪90年代是我国稻壳发电技术发展的重要时期。机械工业部、原粮食部科研院以及大型发电机和锅炉设备制造厂纷纷投入人力、物力进行稻壳发电技术和装备的开发、研制工作，稻壳发电技术日趋成熟。国家和地方相关优惠政策陆续出台，包括政府及有关部门的投资补贴、财政低息贷款、电价补贴等。稻壳发电机组如雨后春笋拔地而起，尤其在产粮地区以及经济较发达地区发展更快。据统计，这期间浙江省最为突出，有10多家碾米厂建设了以稻壳为原料的气化发电工程，发电功率一般为160~600kW，电量供碾米厂自用。北方地区利用稻壳直燃通过蒸气轮机进行发电，并加上抽气冷凝机组实现热电联产。对多数粮食加工正常、发电正常的企业来说，稻壳发电的经济效益是明显的，一般3~5年可收回投资，若有政策扶持，投资回收期更短。

21世纪以来，我国稻壳发电进入快速发展时期。稻壳发电机组以每年30~40套的速度递增，掌握了稻壳发电技术并能提供相关装备的企业也越来越多，由原来的2~3家发展到15家左右。2004年北大荒米业公司应用电力自动切换技术改写了碾米厂自发电与国电不能自动切换的历史。2006年，国家863环保示范项目，稻壳发电机组总装机容量为5000kW。

2稻壳发电已形成规模

2.1稻壳发电企业的分布

我国的江苏、湖北、湖南、浙江、福建、广东、辽宁、吉林、黑龙江、江西、安徽、四川、河北、海南、台湾等地都已有稻壳发电工程投产。黑龙江省是我国产粮大省，也是稻壳发电总装机容量最大的省份。省内几乎每个县市都有稻壳发电机组，如鹤岗市已建有4座200~600kW的发电车间，2009年又建成1座3000kW的稻壳发电厂，还有2座6000kW的稻壳发电车间在建。据不完全统计，浙江省稻壳发电企业有20~25家，湖南省有10家左右，湖北省10家左右，安徽省15家左右，江苏省12家左右，江西省有20家左右。

据不完全统计，全国装机容量为160~800kW的稻壳气化发电机组共有280套左右。稻壳气化发电机组的建设投资小，建设周期短，见效快，受到大多数碾米企业的青睐，一般其发电量为企业自用。

装机容量1500kW以上，利用稻壳直燃技术的发电厂累计有60家左右，据统计目前已有45家发电上网。

2.2稻壳发电企业运行情况分析

据调查，2000年前建设的稻壳发电厂(机组)，目前还在正常运行的较少，2000~2005年上马的稻壳发电机组也有一半未能正常运行，2006年后建设投产的稻壳发电企业，停产的也有20%左右。导致以上结果的原因如下：

①稻壳发电技术与装备是逐渐成熟的，迄今为止，还有燃气恒压供气和焦油过量等技术难题未能解决。

②在市场经济的浪潮中，大米加工企业加工量不足，造成发电量达不到设计要求，使经济效益受影响。

③稻壳的综合利用技术不断开发，特别是农村盛行温室种植和反季节栽培，以及砖窑和稻壳锅炉供热、供汽都需要稻壳，导致稻壳的价格上涨，也相应提高了发电机组的运行成本。

④稻壳气化时产生煤焦油，且煤焦油在煤气净化、冷却和煤气水封时均会产生含酚废水。小型企业未进行污水处理，排入内河会引起水污染。

⑤正是因为煤焦油的产生以及焦油净化未完全过关，导致机组维修工作量大，设备效率降低，从而影响到机组的正常运行。

⑥稻壳发电的副产品处理也会影响到稻壳发电的效益，稻壳灰的市场尚未形成，处理稻壳灰需花费一定成本。

⑦没有政策扶持的稻壳发电企业生存相对比较艰难。

湖北康宏米业公司现有一条日处理稻谷120t的大米生产线，稻壳产量1t/h。2008年底公司投资170万元建设了一套700kW稻壳气化发电机组，2008-03开始发电，迄今已连续工作了1.5年，每天运行24h，每天发电量约为15000kWh，稻壳用量约为900kg/h，发电成本为0.48元/kWh，所发电量足够供全厂生产(日处理稻谷120t精米厂、5000万kg粮食中转库)及生活(90人)用电。机组运行正常，电压也很稳定。在这1.5年，该公司用电全部来自该机组。

黑龙江人和米业集团公司2007年成立生物发电有限公司，2008年投资建设了3000kW的稻壳发电厂，建设期1.5年，2009-07正式运营，所发电量全部上网。该项目总投资2989万元，有1台3000kW抽气供热机组，配1台20t/h稻壳循环流化床锅炉。项目建成投产后，年可消耗稻壳3.018
万，t年供电量1.558×10^7kWh，年供热量4.48×10^4
GJ，年总销售收入83.23万元，年创利税375.92万元，投资回收期6.38年。

3稻壳发电生产技术日趋成熟

目前大米加工企业常用的稻壳发电生产方法分为稻壳气化发电和稻壳直燃发电。稻壳(生物质)发电生产技术路线有3种，见图1。

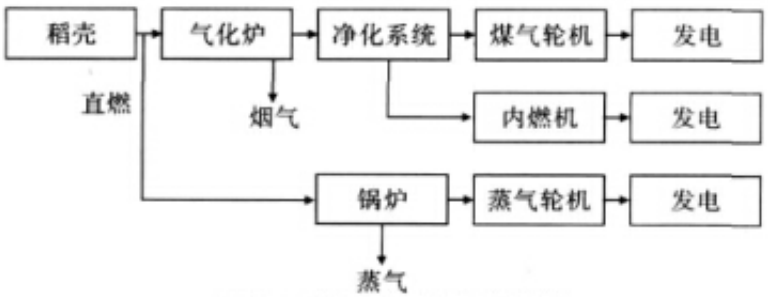

图 1 稻壳发电技术路线

3.1稻壳气化发电

稻壳(生物质)原料通过给料设备进入气化炉，在炉内高温循环物料加热作用下，与底部通入的空气进行气化还原反应，产生高温燃气，热值5000kJ/m3。灰渣通过螺旋分渣机连续排出，气化产生的高温燃气含有少量灰尘和焦油等杂质，经除尘处理后直接进入燃烧设备。高温燃气与二次空气通过燃烧器进行完全燃烧，燃烧生成的高温燃气驱动煤气轮机工作，带动电机发电。燃烧生成的高温烟气可与介质进行换热，或直接混合冷风应用于干燥烘干，烟气再由引风机经烟囱排向大气。

适用范围：稻壳气化发电机组，单台装机最大为800kW，通过并联使用发电机组可达2000kW装机，200~800kW装机机组运用最广泛。主要优点：投资少，建设周期短，见效快。主要缺点：机组维护工作量大，有含酚废水需要处理。

3.2稻壳直接燃烧发电

稻壳直接进入蒸气锅炉中进行燃烧。冷空气由风机引入预热，加热后由风道引入等压风室再入炉膛。烟气经省煤器、空气预热器降温，再经电除尘器引风机由烟囱排至大气。产生的过热蒸气进入气轮机，气轮机内作功，驱动发电机发电。

适用范围：稻壳直接燃烧发电技术主要适用于大规模的生物质利用项目(3000kW装机以上)，尤其是实现热电联产时更经济适用。主要优点：效率高，可实现工业化生产。主要缺点：投资高，不适于小规模米厂使用。

3.3技术参数

经理论计算与实际测定，1kWh发电量平均消耗稻壳1.5~1.89kg。大米加工时稻壳量按所加工稻谷的20%左右计，则发电机组装机容量可根据表1选择。

表 1 稻谷加工能力与装机容量

加工稻谷量 /t· d^{-1}	装机容量 /kW	备注
100	400~ 500	气化发电
150	800	气化发电
300	1 000~ 1 600	气化发电
600	2 500~ 3 000	直燃发电
1 000	> 3 000	直燃发电

3.4稻壳发电的综合利用

(1)燃气醋液的提取。在发电过程中，利用固定床气化工艺，提取醋液，用于杀菌、消毒，可代替农药，目前该技术已成熟。

(2)采用抽气冷凝机组，实现热电联产，可提高燃料利用率，节约能源。

(3)稻壳灰的利用。含碳量高的稻壳灰可作为钢铁业的保温材料，也可用作水泥添加剂，目前市场价为600~1500元/。

(4)机组冷却水的利用。内燃发电机的冷却水的温度在80左右，可用于供暖。

4稻壳发电潜力巨大

稻壳发电是一种节能、环保型项目，不但自身环保，更重要的是以废弃且易污染环境的稻壳作原料，发电成本低。在当前能源日趋紧张的形势下，在我国稻谷主产区，在具有一定规模的大米加工企业或稻壳收集较方便的地点进行推广应用，将产生显著的经济效益和社会效益。

我国政府及有关部门对稻壳(生物质)能源利用极为重视，已连续在4个国家五年计划中将生物质能源利用技术的研究与应用列为重点科技攻关项目。2005年生物质气化发电技术应用研究课题列入了国家863计划，开展了生物质能源利用技术的研究与开发，取得了多项优秀成果。政策方面，2005-02，第十届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议通过了可再生能源法，2006-01-01已经正式实施，并于2006年陆续出台了相应的配套措施。这表明政策已在法律上明确了可再生能源包括生物质能源在能源中的地位，并在政策上给予了巨大的优惠支持。2006年颁布的可再生能源发电价格和费用分摊管理试行办法规定，补贴电价标准为0.25元/kWh。

各地方政府相关财政贴息和税收优惠政策不断出台。在可再生能源发电有关管理规定中明确，发电企业应当积极投资建设可再生能源发电项目，并承担国家规定的可再生能源发电配额义务。大型发电企业应当优先投资可再生能源、生物质能源发电项目，当前国有大型发电公司，如五大发电集团，凯迪电力、中粮集团、北大荒米业集团纷纷投资参与中国生物质发电产业的建设运营。根据国家十一五规划纲要提出的发展目标，未来将建设生物质发电550万kW装机容量。可再生能源中长期发展规划也确定了到2020年生物质发电装机3000万kW的发展目标，生物质能源发电行业有着广阔的发展前景。

另一方面，稻壳发电技术与装备的不断开发，以及稻壳发电的副产品稻壳灰的综合利用技术的推广，还有稻壳预处理技术的提升，都将成为稻壳发电事业的技术支撑，并将进一步成为提高稻壳发电经济效益的保障。

[参考文献]

[1]顾尧臣粮食加工设备工作原理、设计和应用[M]武汉：湖北科学技术出版社，1998

[2]张声俭.稻壳的开发利用[J].粮食与饲料工业，1999(1)：20~22.

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/98116.html