我国生物质发电产业现状及建议

蒋大华[1,2]，孙康泰[1]，亓伟[1,3]，张辉[1]，魏殉[1]，李强[1,4]，周劲松[5]，葛毅强[1]

（1.科技部中国农村技术开发中心，北京100045；2.南京农业大学，江苏南京210095；3.中国科学院广州能源研究所，广东广州510640；4.大连海洋大学，辽宁大连116023；5.浙江大学，浙江杭州310058）

摘要：生物质发电是目前发展最成熟、规模最大的生物质能利用技术，通过利用生物质燃烧或转化技术实现可燃气体的燃烧发电。文章叙述了我国发展生物质发电产业的意义，概括和总结了国内外在生物质直燃发电、混燃发电和气化发电方面的现状和经验，指出我国生物质发电产业所面临的挑战，最后提出了有关生物质发电产业的商业化建议。

0引言

生物质发电是目前总体技术最成熟、发展规模最大的现代化生物质利用技术。发改委发布的《可再生能源中长期发展规划》和国家能源局《生物质能发展“十二五”规划》中明确指出，到2015年生物质发电装机容量达到1300万kW。力争到2020年生物质发电装机容量达到3000万kW。生物质发电技术的推广应用符合国家能源战略多元化和发展绿色低碳经济的需求，对于推动我国生物质资源规模化、高效清洁利用具有重大的作用。

本文对国内外主流技术和产业发展现状进行了详细的综述分析，结合我国国情提出了政策层面的建议和适合在我国进行产业化发展的商业模式，可以为我国生物质发电的技术研发和商业化运行方面提供一定的借鉴。

1我国发展生物质发电产业的意义

燃煤发电是我国电力供应的主力军，其成熟的技术可以顺利地应用到生物质直燃发电中，这决定了生物质发电可以迅速成熟并具备最大的产业化潜力。在我国发展生物质发电产业，对经济社会发展和生态环境保护具有十分重要的战略意义。

1.1生物质能发电可作为我国可靠的绿色电力保障

生物质发电在我国已有所发展，截至2010年底。我国生物质发电装机容量为550万kW，年发电量超过200亿kWh，增加农民年收入约30亿元，每年减少二氧化碳排放量约1400万t。同其它发电技术相比，我国拥有巨大的农林废弃物产量可以为生物质发电产业提供有力的原料支持，保障电力的充足供应。

1.2生物质能发电有助于节能减排，保护生态环境

我国以煤发电为主，每年消耗煤炭约15亿t，给我国的大气环境带来严重的污染。从生物质全周期来看，生物质发电接近CO_2零排放，SO_2等大气多污染物排放量少，是绿色低碳、节能减排、保护大气和生态环境的有效途径。

1.3生物质发电在解决“三农”问题和扩大可持续能源方面发挥重要作用

生物质发电将农林废弃物资源进行高值化利用，给当地的广大农民带来一定的经济效益，同时也在一定程度上避免了因农林废弃物带来的水／土污染、空间浪费、火灾安全隐患、生物疾病威胁等一系列问题。

2国内外的发展现状

2.1国内的发展现状

2005年底，中国生物质发电装机容量约为2GW，其中，蔗渣发电约1.7GW，垃圾发电约0.2Gw，其余为稻壳等农林废弃物气化发电和沼气发电等。2006年《可再生能源法》实施后，中国的生物质能发电产业迅速发展，至2008年底，农林生物质发电项目达170多个，装机容量为4600MW，50个项目并网发电。到2012年底，我国生物质发电累计并网容量为5819MW，其中，直燃发电技术类型项目累计并网容量为3264MW，占全国累计并网容量的55%：垃圾焚烧发电技术类型项目累计并网容量为2427MW，占全国累计并网容量的41.71%：沼气发电技术类型项目并网容量为206MW，占全国累计并网容量的3.54%。

2.1.1生物质直燃发电

单县秸秆直燃发电采用丹麦BWE公司先进的高温高压水冷振动炉排燃烧技术，是我国第一座国家级生物质发电示范项目。在技术引进的同时，以浙江大学为代表的国内科研机构，紧扣国际前沿，结合我国国情，成功研发了基于循环流化床的秸秆燃烧技术和装置，并于2006年在宿迁成功建设了世界上首个以农作物秸秆为燃料的CFB直燃发电示范项目。阳光凯迪新能源集团有限公司采用自主研发的CFB生物质燃烧发电技术，总装机容量达到57.6万kW，年发电量达到17.2亿kWh。据不完全统计，截至2010年底，我国生物质直燃项目约为200个，投产发电项目约为80个。

2.1.2生物质混燃发电

2006年以来，虽然我国的生物质发电项目取得了巨大进展，但是多数项目是生物质直燃项目，生物质混燃项目较少，目前受政府认可的只有山东枣庄华电国际十里泉电厂（5#机组）和上海协鑫（集团）控股有限公司下属的7个热电厂。

2.1.3生物质气化发电

我国在20世纪60年代初曾开展了生物质气化发电方面的研究工作，在原来谷壳气化发电技术的基础上，对生物质气化发电技术作了进一步的研究。目前，我国中小型固定床和流化床生物质气化发电系统均有实际应用的装置，如表1所示。

表 1　我国中小型生物质气化发电技术应用概况

Table 1 Small and medium-sized applications of biomass gasification power generation technology in China

类型	单机容量/kW	研建机构
固定床	2~5	中科院广州能源研究所
	10	中国农业机械化科学研究院
	30	辽宁省能源研究所
	60	江苏省粮食局
	60,160,200	重庆红岩机器厂
	160,200	合肥天焱绿色能源开发有限公司
	200~1 000	山东百川同创能源有限公司
	400	无锡市特能生物能科技有限公司
	400~600	深圳碳中和生物燃气股份有限公司
	1 500	江苏高邮市林源科技开发有限公司
流化床	400	无锡市特能生物能科技有限公司
	400~800	江西必高生物质能有限公司
	200~1 000	深圳碳中和生物燃气股份有限公司
	400~1 000	合肥天焱绿色能源开发有限公司
	1 000	林科院林产化学工业研究所
	200~1 200	中科院广州能源研究所
	2 000	吉林省禾佳能源开发有限公司

2.2国外发展现状

2.2.1生物质直燃发电

丹麦BWE公司自1988年建成世界上第一座秸秆燃烧发电厂以来，已建立了130家秸秆发电厂，并向瑞典、芬兰、西班牙等多个欧洲国家提供技术和设备，其中，位于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

机容量达到3.8万kW。

2.2.2生物质混燃发电

生物质混燃发电技术在挪威、瑞典、芬兰和美国已得到广泛应用，根据IEA（International Enery Agency）统计的数据，全球已有200多座混燃示范电站。芬兰生物质发电量占本国总发电量的l1%，是世界上占比最大的国家。英国有许多装机容量接近或超过1000MW以上的燃煤电厂都实现了混燃发电。截至2011年底，美国生物质发电装机容量约为13700MW，约占可再生能源发电装机容量的10%，发电量约占全国总发电量的1%。生物质混燃发电在美国生物质发电中占有较大的比重，以木质废弃物（锯屑等）与烟煤煤粉混燃居多，混烧生物质燃料的比例占3%～12%。

2.2.3生物质气化发电

生物质气化主要应用于供热、窑炉、发电和合成燃料，CHP（热电联产）的增长尤其快，已成为目前生物质气化最主要的利用方式。

20世纪80年代末90年代初，主要利用上吸式和下吸式固定床气化炉发电或供热，规模较小。下吸式固定床气化炉产气焦油含量较低，已慢慢占据主导地位。由于常压循环流化床具有容易放大、原料适应性好、对原料尺寸和灰分要求不高等优点，近年来常在大中型气化发电系统中应用。空气气化常用于发电和供热，加压气化则用于IGCC（整体气化联合循环发电系统）。欧美国家采用CHP模式，相关的研究和技术都有了显著的进展，建立了一批示范或商业工程。根据国际能源机构生物质热气化工作组的不完全统计，目前仍在运营的生物质气化CHP项目有39个。20世纪90年代，BIGCC（生物质整体气化联合循环发电系统）较为流行，该系统在中等成本或中等规模下具有高发电效率，在欧洲建立了多个示范工程，但由于系统运行要求和成本较高，大都已停止运行。

2.3国内外产业发展的相关经验

国外生物质发电产业的发展已经较为成熟，主要在政府政策引导和技术优先的框架下发展。我国开展这方面的研究较晚，目前商业化运营的企业还较少，在我国国情的基础上。通过实地调研和资料分析，对周内外产业模式的经验进行了对比分析。

2.3.1直燃发电已在国内外取得规模化发展，但发展规划还需进一步完善

以北欧为代表的欧盟国家在框架计划引导下，生物质发电方面突出先进技术和热电联产：美国更重视和农林企业生产T艺结合的燃烧应用，以市场为导向，并不追求规模增长。我国生物质资源以秸秆为主，在国家重视和扶持下，以引进丹麦的秸秆直燃发电技术作为产业发展的开端，近几年取得了飞速的发展，规模迅速扩大，在取得大量宝贵经验的同时也付出了很多代价。主要的经验是要认清生物质燃烧发电产业的客观规律和我国生物质资源的特点，在政策制定上宽紧适度，审时度势地给予适当的扶持，促进适合中国生物质资源特点和生产模式的燃烧发电技术迅速走向完善，在务实创新的基调下健康发展产业，在宏观导向上要提倡以技术进步为纲，通过市场良性竞争和正常的经济商业模式来提升产业的水平和规模。

2.3.2国外混燃发电取得规模化发展经验，国内尚无规模化

虽然2006年在我国《可再生能源价格和费用分摊管理的实行办法》中提到，生物质发电项目15年内享受补贴电价，但明确规定发电量中常规能源超过20%的混燃发电项目，视为常规能源发电项目，制约着生物质混燃项目的发展。国外生物质混燃项目与生物质直燃项目一样享有政府对生物质能利用的激励政策，这些激励政策包括财税优惠政策、固定电价制度、绿色证书制度等，同时也可以通过碳交易市场进行融资。欧盟国家对混燃电厂中的生物质掺烧比例没有固定的界限约束，电厂根据其技术和设备的特
点、燃料供应状况、CO_2
减排义务和成本核算原则等条件自行决策。政府按照实际掺烧的生物质燃料量进行给予平等的激励和优惠。

2.3.3国内外气化发电均已取得一定规模，有向多联产和分布式电力发展的趋势

美国、英国、瑞典、日本、印度、德国、西班牙、比利时、新西兰、加拿大等国家的学者分别开展了循环流化床、加压流化床等的研究，并且已经实现工业化应用。中型生物质发电技术一般采用流化床气化工艺，气体净化装置采用催化裂解方法，使90%以上的焦油裂解成永久性气体，发电设备采用内燃机发电机组。1998年8月，加拿大发布了由Freel，BarryA申请的生物质循环流化床快速热解技术和设备，产生的生物油和炭可以作为商业产品出售，而不凝性气

体则为循环气体燃烧使用，整个过程无废弃物产生，从而达到100%的原料利用率。1996年，鲁奇公司在德国柏林Rudersdorf公司建设了当时世界上最大规模（100MWh）的循环流化床气化反应器，以煤、城市垃圾、废橡胶和城市污泥为原料，每小时产出煤料气50000m^3，供水泥窑使用，每天可生产水泥5000t。瑞典通过将树枝、树叶、森林废弃物、树皮和泥炭等碎片切碎，在大型流化床锅炉中燃烧利用，虽然生物质的含水量高达50%～60%，锅炉的热效率仍可达80%，除了供电以外还作为区域性供热使用。

我国的生物质气化技术应用研究起始于上世纪80年代初，绝大部分是关于固定床气化炉的研究，90年代初才开展生物质流态化气化的研究中国科学院广州能源研究所于1990年成功开发了第一台循环流化床气化炉，并应用于木材加工厂处理细小木屑及砂光粉尘。中国科学技术大学生物质洁净能源实验室成功研制出具有自主知识产权的“双循环流化床生物质气化装置”，采用两级炉内循环结构的流化床气化反应器，提高了生物质气化过程中的碳转化率、气化强度和床层稳定性。中国林业科学研究院开发了适用松散型生物质物料的热解气化锥形流化床气化炉，被广泛应用到木材剩余物的燃烧、气化或裂解，并研究开发以木屑、稻壳、稻草和麦草为原料的锥型流化床气化系统，气化热效率达70%以上，供给乡镇居民使用的集中供气系统。山东大学开发的下吸式固定床连续生物质气化反应炉，燃气生产连续性强，焦油裂解效率高，适于规模化生产应用，已成功应用于发电与集中供气工程。

3我国产业发展所遇到的挑战

我国生物质气化发电技术已研究多年，技术也趋于成熟，但至今在总体供电总量中所占比例很小，主要是因为该技术的产业化转化还存在以下方面的挑战。

（1）技术挑战。目前还存在需要解决的技术难题，主要有高温超高压锅炉、汽机和发电机的整体国产化、原料预处理成本高、气化炉结构优化设计及系统耦合、气化气中的焦油裂解与净化技术和固体炭副产品的高值化利用技术以及各技术环节的系统集成。

（2）原料供应的挑战。生物质原料受季节性、天气等因素的影响，容易造成原料供应不足，以至造成设备利用率少，发电量低，运行维护成本高等问题。

（3）产业发展模式的挑战。我国生物质发电产业已经初具规模，但产业链还需要进一步完善，如人才支撑不够、配套的机械制造行业还未形成、成熟的产品市场和生物质发电行业的相关标准及规范尚未建立等。

（4）行业规范和政府管理的挑战。目前生物质发电产业的技术工艺标准、设备生产标准尚未建立，产业技术及装备水平参差不齐。另外，政府对可再生能源发电有一定的政策支持，但这些扶持政策还不够细化、明确，地方政府和管理部门操作起来有很大困难，导致产业市场缺乏监督与引导，相关法律制度也不完善。

4产业发展建议

如何引导生物质发电产业的健康、快速发展是广大科研人员、投资者和国家最为关心的事情。通过调研国内知名企业和分析国内市场，笔者认为目前生物质发电产业发展应该遵循以下几个方面。

（1）在技术创新方面，开发具有自主知识产权的集成技术，形成从能源作物的培养与种植、生物质高效发电及生物质电厂灰的综合利用技术循环经济路线，发展绿色循环经济产业链：

（2）在融资方面，采用多种融资手段募集巨额资金来进行生物质电厂建设：

（3）在管理方面，把各电厂从工程项目建设、原料收购、运输及预处理、设备运行维护、上网发电等全过程实行标准化管理，统一调配资源，以保证电厂高效、低成本运行：

（4）在燃料收购方面，建立大客户收购、燃料村级网络收购、临时季节收购等多种原料收购模式，保障原料充足、高质量的供给，为电厂稳定高效运行奠定基础。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/129839.html