

中国生物质发电问题探讨

陈柳钦

(中国能源经济研究院, 北京100733)

摘要: 介绍了生物质能的特性, 生物质能发电的发展趋势及发电方式与环境效益, 论述了中国生物质能发电的前景及存在的问题, 并提出了中国生物质能发电产业健康可持续发展的措施。

目前, 世界一次能源消费以煤、石油、天然气等不可再生化石燃料为主。随着经济的发展和人类的进步, 能源消费量不断增加。化石燃料终将耗尽, 寻找新的替代能源以保证社会的可持续发展成为全球性问题。特别是进入21世纪, 随着化石资源消耗迅速, 生态环境不断恶化, 保障能源安全、应对气候变化等已成为全球的焦点问题, 世界各国都加速发展可再生能源, 特别是生物质能。

生物质资源在地球上数量庞大、种类繁多。世界上已知的生物多达25万多种, 其中任何1种生物(包括植物、动物和微生物)都有可能为人类提供1种以上的生物质。一般来说, 所有生物的物质都算生物质, 从自然科学的含义来讲, 生物质是所有生物体, 它存在的物质载体都是生物质, 包括粮食作物、饲料作物及其残体、树木的残体, 还有水生植物、畜禽的粪便及其他的有机物质都是生物质。生物质能是太阳辐射造成的, 植物因为自身的光合作用把太阳辐射能转化为化学态能量。现代加工转化技术与途径多样, 产品既有热与电, 又有固、液、气三态的多种能源产品, 以及塑料、生物化工原料等众多非能生物基产品。

生物质能利用形式多样。人类通过“摩擦生火”第一次掌握自然力, 开始了对能源的开发利用, 以薪柴、秸秆和杂草等生物质为燃料生产、生活, 时至今日这种方式仍然在大量使用, 被称为传统生物质能利用。现代生物质能的利用是通过燃烧、热化学法、生化法、化学法和物理化学法等技术, 将其转化为热量或电力、固体燃料(木炭或成型燃料)、液体燃料(生物柴油、生物原油、甲醇、乙醇和植物油等)和气体燃料(沼气、生物质燃气和氢气等)等二次能源。人类数千年来依赖生物质能而生存发展, 将来还会依赖其发展。本文着重论述利用生物质能发电及相关问题。

1 话说生物质能

1.1 生物质能的特性

以能源消费来看, 当今世界正拉开了一个大历史时代的序幕: 后化石能源时代的变革。人类已经走到一个历史的拐点上——从依赖化石能源向没有化石能源过渡, 这是一个大的历史时代的转折, 也是一个大的时代变革的开始。化石能源时代正在走向终结: 50a后, 世界石油和天然气资源将枯竭; 90a后, 煤炭资源也将枯竭。能源短缺正在一步步扼紧人类未来的咽喉, 寻找可再生的替代能源

成为世界各国的当务之急^[1]

。生物质能是一种洁净的、友好的可再生能源, 它是从太阳能转化而来的, 每年经光合作用产生的生物质其能量相当于世界主要燃料消费的10倍, 开发潜力巨大, 只要太阳不熄灭, 生物能源就取之不尽, 用之不竭。生物能源又是一种清洁能源, 生物质能的转化过程是通过绿色植物的

光合作用将CO₂和水合成生物质, 生物质能的使用过程又生成CO₂

和水, 形成一个理论上CO₂

的净排放为零的物质循环。生物质能同时也被认为是唯一一种能被存储的太阳能, 在替代化石交通燃料方面有不可比拟的优势。截止目前, 就总量来讲, 生物质能源已经成为世界第四大能源和首屈一指的可再生能源, 排位仅次于煤炭、石油和天然气, 在整个能源系统中占有重要地位, 是替代化石能源的主力军之一^[2-3]。

1.2 生物质能发电的发展趋势

在未来相当长的时间里, 化石能源仍将是主导性能源, 所谓的能源转型主要是指可再生能源对化石能源的逐渐替代。在此过程中, 各国殊途同归地走上了以生物质能源为主导之路。20世纪70年代爆发世界石油危机和开始寻求石油替代时, 美国的玉米乙醇、巴西的甘蔗乙醇、北欧的生物质发电、德国的沼气等纷纷出台。近十几年来, 丹麦新建的热电联产项目都是以生物质为燃料, 还将过去许多燃煤供热厂改为了燃烧生物质的热电联产项目。目前, 在可再生能源领域, 丹麦是公认的生物质能利用的强国。如今, 在美国利用生物质发电已经成为大量工业生产用电的选择, 这种巨大的电力生产被美国用于现存配电系统的基本发电量。2011年10月4日法国环境部和工业部发表联合公报说, 法国已批准建立15个生物质发电厂, 总装机容量将达420MW。到2020年, 法国计划生产和利用相当于2000万t石油发电量

的新能源,其中利用生物质发电的电量将超过新能源发电总量的1/3,相当于750万t石油发电量的水平。目前,全球生物质发电装机容量已超过5000万kW,可替代9000多万t标准煤。在生物质发电居世界领先地位的美国,生物质发电总装机容量超过1万MW,占美国可再生能源发电装机容量的40%以上。有资料显示,到2020年,西方工业国家15%的电力将来自生物质发电,而目前生物质发电只占整个电力生产的1%。届时,西方将有1亿个家庭使用的电力来自生物质发电,生物质发电产业还将为社会提供40万个就业机会。美国能源部预测,到2025年之前,可再生能源中,生物质发电将占据主导地位。未来,利用生物质再生能源发电已经成为解决能源短缺的重要途径之一^[4]。

1.3 生物质能发电的方式及环境效益

生物质发电是利用生物质所具有的生物质能进行的发电,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。生物质发电有3种方式: 生物质直燃发电,就是将生物质直接作为燃料进行燃烧,用于发电或者热电联产。生物质直燃发电是在传统的内燃机发电技术上设备进行改型而实现的技术,该技术基本成熟并得到规模化商品运用,是生物质发电的主要方式; 生物质与矿物燃料(主要是煤的混合燃烧发电),混合燃烧提高生物质发电的效率,可达35%以上,且当生物质比重不高于20%时一般不需对现有设备进行改动,是未来生物质发电的发展方向; 生物质气化联合循环发电。生物质气化是在高温下部分氧化的转化过程。该过程是直接向生物质通气化剂(空气、氧气或水蒸汽),使之在缺氧的条件下转变为小分子可燃气体的过程。该技术还不成熟,有待于商品化。

发展生物质发电,实施煤炭替代,可显著减少CO₂和SO₂排放,产生巨大的环境效益。从环境效益的角度来看,基于生物质燃料本身所具有的低碳、低硫特性,以及生物质生长、燃烧过程中的零排放机理,它在氮氧化物、SO₂、CO₂以及烟尘颗粒的排放上,分别是火电机组排放标准的1/5、1/10和1/28。与传统化石燃料相比,生物质能属于清洁燃料,燃烧后CO₂排放属于自然界的碳循环,不形成污染。据测算,运营1台2.5万kW的生物质发电机组,与同类型火电机组相比,可减少CO₂排放约10万t/a。

2 中国生物质发电的前景与问题

2.1 中国生物质资源的发展潜力

中国生物质资源非常丰富,发展生物质发电产业大有可为。一方面,我国农作物播种面积有1.2亿hm²,年产生生物质约7亿t。除部分用于造纸和畜牧饲料外,剩余部分都可做燃料使用。另一方面,我国现有森林面积约1.75亿hm²,森林覆盖率18.21%,每年通过正常的灌木平茬复壮、森林抚育间伐、果树绿篱修剪以及收集森林采伐、造材、加工剩余物等,可获得生物质资源量约8~10亿t。此外,我国还有4600多万hm²宜林地,可以结合生态建设种植农作物,这些都是发展生物质发电产业的优势。

目前,可利用的生物质资源,主要为有机废弃物,包括作物秸秆、畜禽粪便、农产品加工废弃物、林产加工废弃物、生活垃圾、有机污水等。单就农林废弃物、能源林业和其他能源作物的储量就相当于每年9亿t标准煤。可替代石油的生物质原料,如薯类、甜高粱、甘蔗、木本油料、秸秆和各种植物纤维素原料的储量相当于年产2.7亿t石油。目前,中国有机废弃物可转换为能源的潜力约5亿t标准煤,预计将来潜力可达7~10亿t标准煤,约为当时能耗的15%~20%。可见,中国生物质资源发展潜力巨大^[5]。

2.2 中国生物质能发电产业的政策与策略^[6-7]

2005年2月全国人大颁布了《可再生能源法》,为生物质产业的发展提供了十分坚实的法律保障。可再生能源是清洁能源,是指在自然界中可以不断再生、永续利用、取之不尽、用之不竭的资源,它对环境无害或危害极小,而且资源分布广泛,适宜就地开发利用。根据《可再生能源法》的定义,目前主要包括太阳能、风能、水能、生物质能、地热能 and 海洋能等非化石能源。

中国可再生能源资源非常丰富,开发利用的潜力很大,其中生物质能的开发潜力更大。2006年和2007年的中央1号文件均对发展生物质产业,开发生物质能源做了部署。《国家中长期科学和技术发展规划纲要》对生物质能源开发及

其产业发展的科技工作进行了部署。在十届全国人大第四次会议通过了《国民经济和社会发展规划纲要》, 确定了可再生能源的发展目标(其中生物质能作为重要组成部分), 即到2020年可再生能源(不包括传统生物质)所占能源总消费比例由2006年的8%提高到15%。国务院于2007年6月7日通过的《可再生能源中长期发展规划》, 确定了生物质能源产业发展目标。到2010年, 生物质发电将达到550万kW; 生物燃料乙醇年利用量200万t; 生物固体成型燃料达到100万t; 农村户用沼气池达到4000万户, 沼气年

利用达到190亿m³

, 建成大型沼气工程6300处; 生物质能年利用量占到一次能源消费量的4%; 初步实现生物质能商业化和规模化利用, 培养一批生物质能利用和设备制造的骨干企业。

到2020年, 生物

质发电装机达到3000万kW; 生物液体

燃料达到1000万t; 沼气年利用达到400亿m³

; 生物固体成型燃料达到5000万t; 生物质能年利用量占到一次能源消费量的10%。2009年6月国家出台的《促进生物产业加快发展的若干政策》中已明确表明: 国家将对批准生产的非粮燃料乙醇、生物柴油、生物质热电等给予支持。2010年9月, 国务院颁布的《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》明确提出, 要因地制宜开发利用生物质能。2011年3月16日发布的“十二五”规划明确指出, “大力发展沼气、作物秸秆及林业废弃物利用等生物质能”。2011年4月26日, 国家发展改革委发布的《产业结构调整指导目录(2011年版)》的目录中明确提出, 鼓励生物质纤维素乙醇、生物柴油等非粮生物质燃料生产技术。非粮生物质燃料生产技术开发及应用也成为本次目录中新增新能源板块的鼓励项目之一。“十二五”期间, 我国生物质能产业有望迎来其发展的黄金时期。

发展生物质发电, 是构筑稳定、经济、清洁、安全能源供应体系, 突破经济社会发展资源环境制约的重要途径。生物质发电安全性优于核能, 规模和发电量远大于风能、太阳能等新能源, 环保性优于垃圾发电。生物质发电所具有的优势, 将使之成为我国新能源产业发展的一大重点。国家有关部门积极听取各方意见, 站在历史的高度, 从《可再生能源中长期发展规划》, 一直到《关于完善农林生物质发电价格政策的通知》和《关于生物质发电项目建设管理的通知》, 这一系列有关可再生能源政策的推出, 不仅使生物质发电产业在国家战略性新兴产业占有了一席之地, 而且这些从实际中来、符合中国农村实际的政策, 犹如一股强劲的东风, 引导着中国生物质发电产业, 从混沌走向有序。

近几年, 中国节能投资公司、国家电网公司、五大发电集团等大型国有、民营以及外资企业纷纷投资参与我国生物质发电产业的建设运营。特别是国家电网公司作为关系国民经济命脉的重要能源供应企业, 深入实施“新农村、新电力、新服务”的农电发展战略, 积极推进农村电网建设与改造、“户户通电”、新农村电气化、农村生物质发电等重大工程, 以发展农电事业助推新农村建设。中国生物质发电的先行者——国能生物发电集团有限公司(由国家电网公司与龙基电力集团有限公司共同投资, 于2005年设立), 以社会责任为己任, 在短短5年间, 把国能生物发展成为全球最大的、产业链最完整的、生物质发电专业化公司, 集投资、建设、运营于一体, 为发展绿色经济和深入开展节能减排工作做出了积极贡献。

截至2011年6月, 公司共投资建设的生物质发电厂有37家, 其中26家已投入商业运营。经过这几年的摸索和发展, 包括国能生物发电和凯迪控股在内的国内企业, 先后探索出了符合当地实际的成熟技术方法和模式, 大大提升了发电效率, 降低了生物质发电成本。特别是2010年以来出台的《国家发展改革委关于生物质发电项目建设管理的通知》以及《产业结构调整指导目录(2011年本)》等有关产业政策的实施, 在很大程度上改变了生物质发电的盈利格局。即将出台的《可再生能源发展“十二五”规划》明确了“十二五”生物质能源领域的发展目标及具体的产业发展布局, 确定的生物质发电及生物燃料规模较“十一五”有大幅度提高。《规划》提出的“到2015年, 国内生物质发电装机规模不低于1300万kW”的目标数字中, 具体包括农林生物质发电800万kW, 沼气发电200万kW, 垃圾焚烧发电300万kW。随着产业政策日臻完善, 作为中国未来绿色能源的重要组成部分——生物质发电产业, 正在成为中国利用可再生能源进程中不可忽视的一个新产业。

2.3中国生物质能发电存在的问题

我国生物质发电产业虽然发展前景广阔, 但发电能力依然较低, 生物质发电装机容量在可再生能源发电装机容量中只占0.5%的份额, 远低于世界平均25%的水平, 并且生物质发电的盈利能力亟待提高。

虽然生物质发电在国外已经有了比较成功的案例, 但是受经济、技术、思想观念、人文自然环境等因素的影响, 中国生物质发电产业的成形与发展, 尚属任重道远。在如何运用国际碳交易获利上, 我们的企业有一个熟悉的过程, 参与国际碳交易的能力有待提高; 国家相关产业优惠政策的实施, 还有一个不断完善的过程; 过去国内没有现成的技术设备, 需要有符合中国实际的生产装备, 需要技术的革新, 来提高效率、降低成本。就是在燃料的收集上, 存在存储和供应不均衡的难题, 特别需要运用本土智慧。

从总体上来看，我国大多数生物质发电技术尚处于初级阶段，并且在核心技术领域缺少自有知识产权，生物质能技术的产业化和商业化转化程度低，缺乏持续发展的动力。因此，生物质发电正面临着一些需要认真研究和积极解决的问题。

(1)建设和运营成本相对较高。生物质能资源的收集、运输、加工以及贮存仍面临一定困难，生物质发电的燃料成本构成要比传统发电复杂。与传统燃料不同，生物质发电燃料成本除了秸秆等原料的购买成本外，加工成本、储运费用以及损耗占燃料成本较大比重；相对于常规燃煤电厂，生物质发电厂的厂内上料系统复杂，运行成本高，维护费用大；生物质发电厂需要一定的厂外辅助人员，使整个运营的人工工资和管理成本提高。

(2)技术开发能力和产业体系薄弱。如果说燃料供应问题是生物质电厂能否存活的第一道“关口”的话，那么技术升级以及设备成本下降将成为关系电厂生死存亡的下一道“关口”。生物质直燃发电技术是一个跨度较大的综合性新领域，既涉及到农业、农机，又涉及到系统的运筹和管理，国内从基础性科学、工程设计、机械设备等方面的研究都滞后于现在产业的发展水平。

(3)促进生物质发电行业发展的财政金融税收优惠政策出台相对滞后，有关补贴政策与实际发展存在不适应现象。

(4)上网电价定价难以支撑生物质发电厂的正常运营，尚不能满足生物质发电发展要求，生物质发电定价模式不能正确引导生物质发电产业的均衡发展。

(5)生物质发电尚处于初始示范项目阶段，示范项目从立项、建设、发电上网到验收，还没有专门的管理办法，影响了示范项目建设的进度和投资者的积极性。特别是，对于示范项目中遇到的问题，没有及时采取有效的措施。

(6)生物质发电产业与上下游配套产业发展不协调，生物质发电产业发展过程中的配套服务产业有待进一步发展。

(7)生物质发电产业发展的融资渠道单一，缺乏健全的风险投资体系。

(8)生物质发电产业发展的政策支持力度不够，在有关政策的执行层面存在着内容不配套、实施细则不全面、关键政策尚未出台等具体问题。

(9)人才支撑不够。目前国内既无现成的运营企业可供借鉴，各科研单位和院校也无对口的专业设置，真正熟悉和掌握生物质直燃发电的人才较少。

3中国生物质发电产业健康可持续发展的对策

基于未来我国经济社会发展对生物质发电产业的需求和目前生物质发电产业在发展过程中还存在的问题，要促进我国生物质发电产业的科学、持续发展，就必须进一步提高认识、加强规划，并制定系统的推进措施。政府的支持力度对生物质发电行业的发展举足轻重，特别是我国正处于生物质发电产业成长初期，国家政策导向作用十分重要。

3.1做好资源调查和评价，精心编制发展规划

资源的相对有限性是我国生物质发电的最主要特点。摸清资源状况是发展生物质发电产业的前提条件，地区生物质发电规划和生物质电厂建设的关键因素是可利用资源量，因此，应将资源调查和评价置于最为重要的位置。我们需要通过深入调查和评估全国生物质能资源整体情况，统一评价全国农林生物资源的分布情况，统筹全国生物质发电产业的发展进度和区域布局分布。我国与发达国家农业耕种模式不同，森林资源及其产业发展模式不同，决定了我国生物质发电只能采用因地制宜的方式，同时要通过合理规划，以充分重视项目的环境保护问题。因此，在资源调查和评估的基础上，根据分布特点和燃料特性，编制全国和省级生物质发电规划，从而防止盲目建设。当然，在我国生物质发电的产业规划、项目设计上要符合国情，项目进度要积极稳妥，因地制宜，统筹兼顾，合理规划生物质发电的站址和规模，提高有效利用率，降低运营风险，加强评估，系统规划并稳妥推进生物质发电产业的发展。

3.2培育生物质发电产业链

在生物质发电项目的产业化发展过程中，要培育成熟的上下游配套产业链，提升其产业化发展的力度；要深入研究适合我国特点的生物质发电相关产业发展模式，从燃料的收购、加工、储存和运输以及发电过程等方面构建完整的产业链；积极开展生物质发电上下游产业链研究，开展关键技术自主开发和相关设备自主研制，完善生物质能利用产业链和相关的产业标准体系建设，努力形成从燃料收、储、运、发电到燃烧废料的深加工一整套产业链，促进生物质发

电的产业化。

3.3完善生物质发电的标准与规范

尽快公布国家生物质发电的具体发展目标及相关保障措施,加强规划指导和项目管理。生物质发电产业作为一个新兴产业,目前正处在发展的初期,需要国家制度和政策的大力支持。这里要特别注意,要结合实际制定合理的发展战略和目标,在鼓励投资者投资生物质发电产业的同时,需要为行业的准入和技术制定标准,鼓励国产设备以及配套设备、技术的研发。要加强管理,严格生物质发电项目的核准,防止生物质发电产业投资过热,避免无序竞争,保障生物质发电产业健康发展。目前,世界范围内的太阳能产业已经严重过剩,这不仅浪费了其他资源,而且不利于可再生能源的健康发展。同时,我国现在的风力发电项目也出现了盲目上马的现象,究其原因就是国家出台的鼓励风力发电的政策吸引了大量投资者,引起了风电开发的热潮。因此,国家在制定生物质发电目标和推出相关鼓励政策时,要注意对投资者进行正确引导,防止过热。

3.4完善生物质发电的定价和费用分摊机制

由于建设成本和运营成本较高,在某些地区,生物质发电所适用的电价仍不能实现盈利,因此,针对目前我国实行的生物质发电定价中的诸多问题,我们可以考虑推行浮动价格体系,这样不仅可以充分利用市场竞争机制,激励发电企业改进发电技术,降低发电成本,同时也获得政府的奖励补贴电价,鼓励投资者投资生物质发电产业。对于我国的生物质发电的费用分摊机制,我国可以考虑采取绿色税收专项资金模式,通过向使用化石燃料等产生大气污染物的企业征收绿色税收,来补贴生物质发电企业。这种费用分摊机制不仅可以促进企业减少化石燃料的使用,增加绿色能源的利用,还明确了权利责任,消除了让全体电力消费者承担费用的不合理性。

3.5推行并完善绿色配额制度^[8]

配额制度是随着电力市场化改革逐步发展起来的一项新的促进可再生能源发展的制度,主要是对电力生产商或电力供应商规定在其电力生产中或电力供应中必须有一定比例的电量来自可再生能源发电,并通过建立“绿色电力证书”和“绿色电力证书交易制度”来实现。“绿色电力证书”是政府为了促进发展清洁电力而颁发给生产清洁电力企业的证书,该证书还可以进入市场交易,电力生产商或电力供应商如果自己没有可再生能源发电量或达不到政府规定的配额要求,可以通过购买其他可再生能源企业的“绿色电力证书”来实现。同时,可再生能源发电企业通过卖出“绿色电力证书”可以得到额外的收益,激发出企业发展清洁电力的动力,从而促进了可再生能源发电(包括生物质发电)的发展。我们可以借鉴发达国家绿色电力配额制度的成功经验和做法,结合我国电力市场的不断完善,加快建立我国的“绿色电力证书”和“绿色电力证书交易制度”,通过合理的配额制度,扩大生物质发电的市场空间,提升生物质发电项目的盈利能力。

3.6制定促进生物质发电产业发展的财税和投融资政策

生物质能的发展离不开国家财政、税收的政策支持。尽管一些税收优惠政策促进了生物质能产业的发展,但支持力度还待加大。生物质发电产业是一个高投入、高风险、高回报的新兴产业,建设投资数额大、成本高、见效慢是产业投融资的重要障碍,民营资本和外资不敢轻易投资。因此,应建立健全“政府引导、市场主导”的产业投融资机制,引导和鼓励社会资金支持生物质发电产业发展。政府应当对生物质发电产业推行积极鼓励的财政政策,实行合理的投资补贴和产品补贴,加大转移支付力度;对于生物质发电企业可以进行适当的税费减免,而对于那些排放废气多的发电企业提高征税额。要设立生物质发电产业发展专项资金,在财政预算中单列专项引导资金项目。

随着生物质发电技术的逐渐成熟及国家扶持力度的加大,商业银行也应逐渐加大对生物质发电技术的低息贷款支持。探索构建政府引导、企业带动、社会参与、多方投入的生物质发电产业建设机制,拓宽生物质发电产业的融资渠道;支持生物质发电企业重组,推进上市融资;加快金融创新,大力发展创业风险投资,推动贷款担保机构发展,着力解决生物质发电企业融资难问题。要加强与国际风险投资等相关机构的联系与合作,拓宽合作领域,创新合作模式,为吸收国际机构和社会团体、企业家和个人来我国投资,独资或合资建设生物质发电项目创造条件,从而促进我国生物质发电产业的市场化。

3.7支持技术开发和设备制造,加强生物质发电产业技术创新

生物质发电开发发展受资源、市场所限,归根结底是技术不成熟造成的,因而加大技术研发力度是解决问题之根本。生物质发电技术集环保与可再生能源利用于一体,从战略需求出发,各国都加大投资力度进行开发利用。生物质发电技术主要包括:直接燃烧发电、与煤混燃发电、气化发电以及沼气/填埋气发电等。我国应根据生物质发电的发展

进程，选择有代表性的基础技术、应用技术、关键技术和前沿技术进行跟踪和研究，不断进行技术创新和超前技术储备，注重生物技术集成创新和成套装备研发，促进生物质发电产业快速发展。要将生物质发电的科学研究、技术开发及产业化纳入国家各类科技发展规划，在高新技术产业化和重大装备扶持项目中安排有关专项，支持国内研究机构和企业生物质发电核心技术方面提高创新能力，在引进国外先进技术基础上，坚持消化和创新相结合的发展模式，力争在一些关键性技术上取得突破，充分掌握相关的核心技术，形成自主创新能力，努力实现技术和设备的国产化，提高国际竞争水平。

3.8开展生物质发电的宣传和培训工作

充分利用网络、电视、报纸、杂志等多种媒体，采取多种形式，广泛宣传生物质发电的重要意义。重点抓好技术培训和职业技能鉴定工作，对从事生物质发电的技术工种实行职业准入和持证上岗制度。

参考文献：

- [1]闫庆悦，秦阳，陈明华.生物质能发电产业发展政策的国际经验及借鉴[J].山东财政学院学报，2010(3)：29 - 33.
- [2]陈柳钦.生物质能及其发电产业前景广阔[J].中国新能源，2011(9)：53 - 55.
- [3]林宗虎.生物质能的利用现状及展望[J].自然，2010(4)：196 - 201.
- [4]王朝才，刘金科.促进生物质能发展的财税政策思考[J].经济研究参考，2010(37)：10 - 17.
- [5]蒋大龙.生物质发电在中国大有可为[J].宏观经济研究，2007(10)：27 - 30.
- [6]罗柳红，罗宏，裴莹莹.发展我国生物质能的战略思考[J].能源工程，2009(6)：1 - 5.
- [7]钟银燕.生物质发电可持续发展路在何方[N].中国能源报，2009 - 07 - 06(23).
- [8]沈明忠，王新雷.我国生物质发电的发展环境分析[J].能源技术经济，2011，23(1)：41 - 45.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/129557.html>