

中国生物质成型燃料产业化问题及实证研究

洪浩¹, 叶文虎¹, 宋波², 张显学²

(1. 北京大学环境科学与工程学院环境科学系, 北京100871; 2. 北京科技大学土木与环境工程学院环境工程系, 北京100083)

摘要: 发展生物质成型燃料, 对于优化我国的能源结构、保障能源安全具有重要意义。从资源收集、市场定位、应用推广方面归纳了生物质成型燃料产业的特点, 梳理了该产业发展所需经历的萌芽、快速发展、持续发展三个阶段。指出该产业在我国尚处于萌芽阶段, 制约其发展的瓶颈问题主要在于观念落后、政策滞后、龙头企业缺少扶持, 提出中国生物质成型燃料的市场重点在于替代分散供热市场中的中小型燃煤、燃油、燃气、燃电锅炉。以辉南宏日新能源公司为案例, 分析了其建立在资源收集、生物质颗粒燃料加工、锅炉设计与配套、供热服务4个环节之上的产业链运行情况, 提出依托中小企业培育龙头企业, 重点扩展中小锅炉区域供热市场, 是我国生物质成型燃料迅速产业化的合理路径。

1 引言

生物质能是继煤炭、石油、天然气后的第四大能源, 每年再生的生物质能总量是全球能源消费总量的10倍。生物质能有着巨大的开发潜力, 现今被利用的生物质能量仅是每年再生总量的1%^[1]。目前, 生物质能在可再生能源利用中的比重超过60%, 据国际能源理事会(WEC)预测, 到2020年生物质能在全世界可再生能源中的比重仍接近60%^[2]。

生物质能利用的最终产品有气态、液态和固态三种状态^[3], 生物质成型燃料是固体形态生物质能的典型代表。将农林生物质原料进行加工, 使其具有人们方便使用的形状、大小和密度, 便得到了生物质成型燃料。同其他生物质能相比较, 这种燃料生产过程简单、运输及燃烧方便, 比其它产品的推广更具优势。2004年以来, 全球成型燃料产业规模每年增长超过18%, 已迅速实现产业化。欧洲是全球生物质成型燃料产业发展最快的地域。2006年欧洲生物质资源转化为能源总量达1.27亿t标准煤(TCE), 其中转化为固体燃料用于供热市场总量达0.75亿TCE, 占总量的58%。目前, 生物质成型燃料已经成为欧洲家庭常规燃料, 在超市中作为普通商品销售。欧盟各国都建立了生物质成型燃料相应的行业标准、技术规范和产品标准, 产业发展已经进入了成熟商业化的快速发展阶段。

我国的生物质资源非常丰富。林业方面生物质能的资源量达9亿t, 可利用量为3亿t, 约折合2亿TCE; 农业方面的资源量达6亿t, 折合约1.5亿TCE。全国生物质能可利用量达3.5亿TCE^[4], 是目前全球已开发生物质资源量的总和。如何借鉴发达国家的成功经验、发展符合国情特点的生物质成型燃料产业, 对于优化我国的能源结构, 保障能源安全具有重要意义。

2 生物质成型燃料产业的特点

2.1 资源收集特点

建立适应生物质资源特点的收集方式是产业发展的前提。我国目前最现实的可开发生物质资源主要是农业和林业废弃物, 但这二者在收集成本方面存在较大差异:

(1) 农业废弃物(主要指秸秆)资源相对集中, 运输成本相对较低; 产权分散, 交易成本较高。在欧洲, 几个农场主拥有的生物质资源就可以满足一个电厂的需求, 但在中国, 同等规模的收集量可能涉及上千农户。与数量庞大的农户交易, 将产生较高的交易成本, 再加上农业废弃物的热值普遍低于林业废弃物, 导致产品价格的市场竞争力不强。据综合测算, 农业废弃物的合理收集半径约为20km, 加工规模约为0.50~1.00万t。

(2) 林业废弃物资源相对分散, 因此运输成本相对较高; 产权集中程度优于农业废弃物, 因此交易成本较低。林业生物质资源主要来自林业三剩物(采伐剩余物、抚育剩余物、加工剩余物)。其中, 林区采伐、抚育剩余物的合理收集半径约为50km, 每年可收集量约2.00~3.00万t, 可以满足规模1.00~1.50万t(干重)的成型燃料加工厂需求; 林业加工剩余物的收集半径和加工规模取决于木材加工企业的规模, 且受木材加工市场供需影响影响大, 导致原料供应的

可靠性无法保证，资源价格波动较大。

2.2 市场定位特点

市场的拉动作用是产业发展的主要动因。目前，生物质能的开发利用应主要通过市场机制运作。能源终端消费市场可分为三种类型：供热市场、发电市场和交通燃料市场，根据发达国家经验，成型燃料主要针对供热市场。

传统供热市场的热源主要有发电厂余热和供热锅炉两种；燃料有煤、油、气、电等；供热方式分为热水和蒸汽两种；供热用户大致可分商业、民用和工业三类；供热市场收费方式，对于一般建筑供暖按供热面积计费，若提供蒸汽则按流量计费。

由于我国正处在快速工业化和城市化的进程中，供热市场增长迅速，每年仅建筑用热增长就超过3000万TCE^[5]

。供热过程中带来了严重的环境污染。我国供热市场拥有的中小锅炉总量达50万台，每年能源消耗量达4亿TCE^[6]，占能源消耗总量的1/7。由于中小锅炉多以燃煤为主，缺乏高效的脱硫、除尘装置，导致其排放的SO₂超过全国总排放量的1/2，成为空气污染的主要源头。

因此从环保角度出发，目前多数城市供热的导向是集中供热取代中小锅炉。但是这又导致了集中供热的能源浪费严重问题。据测算，集中供热的效率损失在10%-30%之间。例如，目前城市居民住宅集中供热主要按供热建筑面积收费，“室温低了告状，室温高了开窗放热，大约浪费了全部热量的7%；这种浪费在公共建筑中更明显，办公楼、教室等公共建筑，在下班、放学以后照常供热，例如华北地区，供热期125天，其中节假日就有40天，占采暖期的30%，造成大量的能源浪费^[7]。

。”工业方面的浪费也较为严重。东北某高新开发区采用集中供汽，大约有10%-15%的位于管道末端的用户，因无法获得稳定压力的蒸汽而影响生产，同时集中供热公司每年为维持供热而承担亏损也达数百万元。华东某市的高新技术开发区热电厂则面临另一困境：夏季蒸汽消费量减少，原有的锅炉生产的蒸汽无法充分利用。为满足开发区内少数企业的用热需求，热电厂必须照常开工，导致每年损失达千万元。

总地来看，目前存在三类特殊的供热市场无法通过集中供热满足需求。一是具有特殊供热要求的公共建筑，如酒店、医院、洗浴中心等；二是集中供热无法覆盖的城市周边和农村城镇地区；三是需要特殊指标（如温度、压力等）热源的工业企业。这三类特殊的供热市场的现实存在，决定了集中供热不可能全面覆盖所有供热需求，全面取缔中小锅炉也并不是解决问题的最佳途径。如果能够灵活调整政策，允许企业自备小型清洁燃料锅炉实现分散供热，问题将得以圆满解决。

生物质资源的空间分散性，恰好吻合分布式的能源消费市场。表面上看，产生于农村的生物质能似乎应该主要用于解决农村能源需求，但由于多数生物质资源丰富的农村地区能源市场尚未成熟，规模小、利润低，即使有政府补贴，也无法形成社会资本投入机制，无法形成产业。相对而言，城市的上述三类分布式供热市场成熟、稳定，对生物质固体燃料产业会形成极大的推动作用。如果发展生物质成型燃料全部取代中小化石能源锅炉燃料，可提高清洁能源比率20%，总体提高能源利用效率最少2.5%，极大改善能源结构，同时降低减排压力。

2.3 应用推广特点

（1）适用性广。生物质成型燃料，特别是颗粒状燃料，具有密度高、形状单一、便于运输和自动化控制等优点，可广泛用于中小企业生产、家庭取暖和区域供热，实现对燃煤、燃油、燃气的替代。

（2）经济性强。与同等热值的油气能源相比，生物质颗粒燃料具有明显的价格优势，价格相当于燃油的50%-60%，相当于燃气的70%（2009年油气价格），综合成本与煤基本持平，详见表1。

表 1 生物质颗粒燃料与常规燃料热值及费用比较
Table 1 Biomass pellet fuel and conventional fuel
heat value and the cost comparison

品种	燃烧热值 (净含)	单位价格		每生产1GJ所需 燃料费用之比
管道天然气	3 6006.48kJ/m ³	1.95 元/m ³	54.16 元/GJ	1.0
燃料油 180CST	4 8148.20kJ/kg	3000 元/t	62.31 元/GJ	1.2
燃料油 M100	4 1868.00kJ/kg	3300 元/t	78.82 元/GJ	1.5
柴油 0#	5 0241.60kJ/kg	5780 元/t	115.04 元/GJ	2.2
煤	2 4283.44kJ/kg	1350 元/t	55.59 元/GJ	1.0
商业用电	3600.65kJ/kWh	0.6 元/kWh	166.64 元/GJ	3.1
木质颗粒	1 8840.60kJ/kg	1000 元/t	53.08 元/GJ	1.0

(3) 加工技术适应资源特点。在生物质能产业中，原料购买及收集费用通常超过总成本的50%以上。生物质液体燃料的经济生产规模一般在5万t以上，生物质发电的资源需求量在20万t以上。如此巨大的资源使用量，必然导致收集成本迅速增加。与之相对照，生物质成型燃料加工企业的资源需求约为1.00~1.50万t，收集成本得以有效降低。且成型后的燃料体积大幅变小，约为最初的资源的1/15~1/7，便于中远距离运输，从而可灵活供应城市能源市场，并兼顾农村能源市场的需求。

(4) 能源转化效率高。能量投入产出比是衡量能源产品开发的重要经济指标。就目前的技术水平而言，生物质成型燃料的能量投入产出比大约是1:20，生物质液体燃料大约是1:5，生物质发电大约是1:3。可以看出，发展生物质成型燃料，是投入少、产出多的发展模式，符合生物质资源的特性和经济规律。

3 生物质成型燃料产业的发展阶段

生物质成型燃料能否进入能源消费市场，是发展生物质成型燃料产业的前提。现代社会中，能源消费市场不仅关注能源产品的经济性，更关注能源供给的持续性和稳定性。

生物质成型燃料产业跨越一、二、三产业，其产业链由资源收集、加工成型、燃烧产能、市场消费四个环节构成（图1）。只有四个环节全部打通，才有可能实现能源产品的持续、稳定供给，从而打开能源消费市场。这也意味着生物质成型燃料产业必须培育整条产业链，如果产业链无法有效建立或整合，也就无法发展需求市场。与大多数产业类似，生物质成型燃料产业链的培育，也需要经历萌芽、快速发展、持续发展3个阶段。

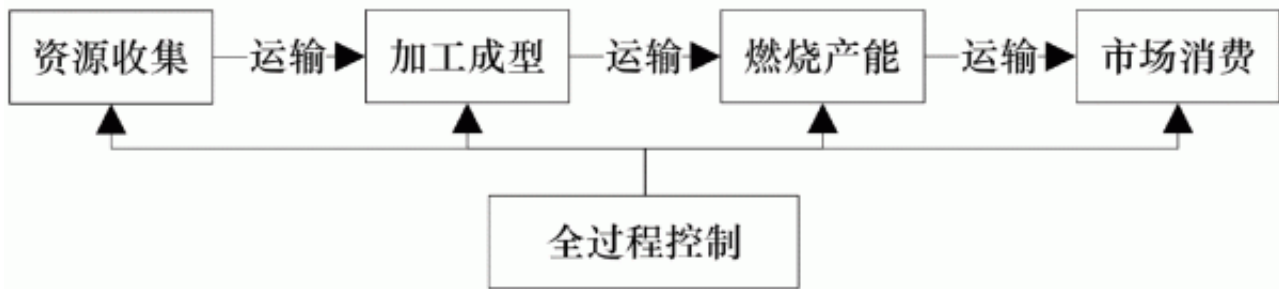


图 1 生物质成型燃料产业链示意

Fig.1 Biomass briquette industry chain diagram

3.1 萌芽阶段

这个阶段的主要特征是政府投入为主，通过扶持龙头企业整合（建立）产业链，使从资源到服务的所有环节经得住市场检验，让消费者认识、了解、接受成型燃料产品，形成稳定成熟的商业模式，引导社会资本投入。目前我国生物质成型燃料产业正处于这个阶段，各地已经陆续有类似龙头企业出现，但都处于“婴儿期”，迫切需要社会和政府的支持和保护。

龙头企业必须密切联系原料产地（农区、林区），同时关注市场消费人群，随时掌握市场需求，只有这样“眼高（看市场）手低（务农事）”的企业才能带动生物质成型燃料产业的发展。这一阶段起主导作用的是政府，政府通过投入公共资源，排除产业市场化的障碍因素，通过扶持龙头企业，建立产业链，从而引导社会资本进入该领域。

3.2 快速发展阶段

这个阶段的主要特征是社会资本投入为主。产业链的不同环节形成专业的产业集群，从资源收集、成型加工、炉具加工到运营服务成长出一批专业化企业，使得市场消费对成型燃料产业发展的信心进一步增强。由于市场的发展空间巨大，市场扩容和社会资本投入会迅速形成良性循环，共同推动成型燃料产业进入爆炸式的快速发展阶段。欧洲目前正处于这一阶段。尤其是近年来在整体经济环境恶化的背景下，欧洲生物质成型燃料产业仍能保持18%的高速增长。

3.3 持续发展阶段

市场竞争的结果将推动产业向成熟和完善的方向发展，从而进入持续发展阶段。这一阶段的特征是成型燃料产业将与农林业的发展实现融合。

由于能源需求将在一定时期内持续增长，带动成型燃料产业不断壮大，当成型燃料产业的需求超过农林废弃物的供给时，必然会拉动传统农业向能源农业方向拓展^[8]，为农民增收和就业带来新的机会。

同时随着农村市场的不断成熟，成型燃料产业将在一定程度上改善农村依靠化石能源的局面，建立属于农村的生物质能为主的能源基础设施，从而带动农村第二产业的发展；通过将抚育剩余物纳入产业链条，将直接促进林业生态建设的产业化，成倍增加就业机会，帮助林业实现战略转型和产业升级，最终形成三大产业共同持续发展的局面。

4 制约我国生物质成型燃料产业化的瓶颈问题

目前，我国生物质成型燃料产业的发展尚处于萌芽阶段，落后于发达国家。除了起步较晚之外，还存在着诸多主观方面的瓶颈问题制约这一产业的发展。主要表现在观念误导、政策滞后及缺少对龙头企业的扶持方面。

4.1 观念误导

由于生物质成型燃料在我国还属于比较新鲜的事物，社会上对这一产业也存在着一些误解。

第一种误解是以传统能源发展模式套用生物质成型燃料。与化石能源相比，生物质成型燃料具有能量密度低、分布分散的特点，决定了与化石能源的加工及利用适用于支撑较大规模经济活动相比，生物质成型燃料更适合中小规模。也就是说，生物质成型燃料更适宜满足分散的中小规模的能源需求，如作为宾馆、医院、小型工业园区的主要热源，

或者作为大型工业园区的补充热源。

第二种误解是认为农林废弃物价值低、技术含量低，不可能加工成高品质产品，因而只适合在农村使用。德国、瑞典等发达国家的经验证明，生物质成型燃料是适应现代生活的高品质能源产品^[9]。

目前我国，农村生物质成型燃料消费市场尚未成熟，对产业发展无法形成有效拉动。相对而言，城镇中小锅炉的改造和燃料替代是我国能源结构中亟待解决的问题，为生物质成型燃料提供了广阔的市场。

第三种误解认为发展林业生物质能会造成林业资源的破坏。实际上，林地的健康生长需要抚育，否则会延长林木的成材期，而目前由于抚育下来的剩余物没有产业化利用容易引起山火和病虫害，导致森林抚育无法大规模开展。因此，林业生物质能的利用与森林抚育的有机结合可以产生共赢的结果。

4.2政策滞后

推动生物质成型燃料产业发展的关键在市场环节。为了创造和扩大市场需求，在产业发展的初期，政府除出台一系列税收优惠、市场准入政策等扶持生产企业之外，主要的重心放在通过补贴来刺激市场、扩大需求上。例如德国，使用颗粒燃烧器取代燃油锅炉可以得到政府50%的改造补贴和30%的燃料费用补贴，瑞典、奥地利等其他发达国家也有类似政策^[10]。

这些政策的出台有效刺激了市场需求，为生物质成型燃料产业的发展创造了巨大的市场空间，有效地推动了产业的快速发展。

然而，我国由于对生物质固体颗粒的经济效益、社会效益和环境效益认识不足，导致政策滞后于产业的发展。不但没有促进生物质固体颗粒这一新兴产业的发展壮大，反而起到了一系列制约作用。例如，部分地区制定的片面追求集中供热率的政策，对于中小锅炉要求一律拆除，并且不准新建任何类型的供热中小锅炉房，导致集中供热的很多固有缺陷被人为放大。从环境保护角度来看，制定取消中小锅炉政策的初衷是为了加强污染源控制，这在以煤为燃料的历史背景下无疑具有相当的合理性。但是随着技术进步，清洁型生物质成型燃料发展到可以实用的阶段，限制中小锅炉的历史条件已经改变。这种情况下，相应的政策如不及时调整，将有悖于科学发展的指导精神。

4.3缺少对龙头企业的扶持

产业发展的源动力是市场，产业链整合的工作只有依靠龙头企业以市场行为完成，才能形成稳定发展的机制，依靠龙头企业整合产业链是产业发展初期的必经阶段。大型能源类企业最具有经济与技术实力作为产业龙头整合产业链。但在我国，由于生物质资源的收集需要与大量农民打交道，对于能源类大型企业来说，生物质成型燃料产业的微薄利润无法负担如此高昂的交易成本以及由此而带来的管理成本。与这些企业享受丰厚的利润相比，生物质成型燃料产业的利润显得微不足道。这就造成了大型能源企业既无心、又无力参与生物质成型燃料产业的产业链整合。因此，作为产业龙头整合产业链的重任就落到中小企业肩上。在国外也存在类似现象，Hillring总结了过去20年瑞典利用生物质能的经验指出，不能指望大公司在这个领域变身为龙头企业，小公司完全具有成长为龙头企业的力量^[11]。

但由于中小企业技术、经济实力较弱，所以要作为龙头企业完成产业链的整合，必须获取政府的大力扶持。芬兰、瑞典和德国在开发利用生物质能方面，均实行市场化运作和龙头企业带动为主、政府扶持为辅的机制。原料的培育种植、收集运输、加工利用和产品销售等均由龙头企业根据市场机制来运作，企业筹资建设，政府在政策上给予扶持、在税收上给予优惠、在资金上给予一定补贴，使生物质能的开发利用一开始就建立在以市场机制为主的基础之上，保证了生物质能开发利用的持续健康发展^[11]。

在我国，由于观念偏差，政策滞后，导致政府对生物质成型燃料产业的扶持远远落后于需求，形成了龙头企业单薄孱弱、产业链脆弱的局面。目前，产业无标准、企业无规范、产品检测无机构，技术发展整体上呈现出滞后于产业发展的态势。以产业链的重要技术环节——燃料成型为例，我国从20世纪80年代中期开始研究燃料成型技术，目前已研制出用以生产棒状、块状和颗粒状生物质成型燃料的多种压缩成型机。这些设备普遍存在产量低、能耗高、原料要求苛刻等缺点，且多为单机生产，包括烘干、粉碎等设备的配套生产线比较少。全国目前投入使用的生物质压缩成型设备约在1000台左右，年产生生物质成型燃料不足30万t。

5我国生物质成型燃料案例及启示

辉南宏日新能源公司成立于2006年，历经3年时间，开发出适应我国生物质原料的通用型成型技术，产品通过了世界权威认证机构SGS认证。并进一步培育产业链，成长为一家跨越资源收集、生物质颗粒燃料加工、锅炉设计与配套

、供热服务4个环节的生物质成型燃料龙头企业。

该企业基于EMC（合同能源管理）商业模式，结合我国特点，探索出一套适应生物质成型燃料特点、符合我国分散的中小规模能源需求的生物质成型燃料运营模式，初步获得了市场的认可。在2年时间的运营过程中，该模式表现出操作简便、供热稳定高效、具有较好经济性的优势。供热运营价格能够达到与燃煤相当水平，可以与当地供热市场接轨。该模式所涉及的资源收集、生物质颗粒燃料加工、锅炉设计与配套、供热服务4个环节分述如下：

资源环节：原料来源主要是以采伐剩余物为主的林业三剩物。在传统的林业工作中，由于直径8cm以下的枝丫木材无法处理，多数只能作为采伐剩余物留在山上，成为诱发山火和滋生病虫害的隐患。辉南宏日新能源公司雇用当地林业职工把这些林业三剩物从林区收集、清运出来。按每天人均支付100元计算，每吨的费用约为200~240元。以50km作为收集半径布点，可满足年产1.50万吨生物质成型燃料加工厂的需求。

成型环节：关键因素是成型设备应适应资源的特点，并配套完备、运行稳定。宏日新能源公司在吸收借鉴国外先进技术的基础上，研发出具有自主知识产权的从粉碎、烘干、制粒到包装的自动化生产线，年产量可达1.50万吨，多项指标达到或超越了国外同类水平。例如，国外的木质颗粒生产线多数与木材加工厂配套，其原料相对单一，成型稳定较好；但在国内环境下，由于原料中普遍含有树皮、树叶、灌枝、甚至泥土等杂质，进口设备无法正常运行。宏日新能源公司开发的设备充分考虑了我国的资源特点，具有广泛的适应性，农、林废弃物均可加工成型，并且可以达到国外设备的同样长期运行稳定的结果。

燃具环节：生物质成型燃料的燃烧特性指标主要包括热值、灰份和灰熔点。其中，灰熔点指标在燃具设计过程中容易被忽视。灰熔点主要由原料决定，木质原料灰熔点比秸秆要高。如果燃料的灰点偏低，容易致使炉膛结渣、结焦，影响正常燃烧。燃具设计的重要工作之一是配风设计，配风不合理将降低燃烧效率，不仅使污染物排放超标，而且直接影响经济效益。示范单位2007年采用的第一代锅炉并不成功，虽然采用木质燃料，链条炉排，层状燃烧，但由于配风不合理等因素导致失败。第二代锅炉充分考虑生物质燃料的特点，合理设计，并启用自动化控制，在保证良好供热效果的同时还节约了维护成本。示范工程2台1400kW热水炉2台1400kW蒸汽炉，实测热效率达84%，炉膛温度1100-1300摄氏度，排烟温度180摄氏度，排放指标实测数据低于一类地区第二时段指标，详见表2。

表2 生物质锅炉与常规锅炉污染物排放指标比较

Table 2 Biomass and conventional boiler emissions targets Integrated Test Data Sheet

锅炉类别	适用地区	烟尘排放浓度 (mg/m ³)	SO ₂ 排放浓度 (mg/m ³)	烟气黑度
自然通风燃煤锅炉	一类区	80	900	1
其它燃煤锅炉	一类区	80	900	1
轻柴油、煤油锅炉	一类区	80	500	1
其它燃料油锅炉	一类区	80	900	1
燃气锅炉	全部区域	50	100	1
生物质颗粒锅炉	一类区	30	41.3	1

市场环节：生物质成型燃料的市场目标是替代中小燃煤、燃油、燃气、燃电等化石能源锅炉。目前共建成11个示范项目，供热

对象分别为民用、商用

和工业用户；类型包括供暖和蒸汽；单体建筑

供热面积从0.01~4.50万m²

。以上示范项目均取得成功。最具代表性的项目是四星级外资酒店。该酒店由于位于市中心，但处在集中供热管网尾端，供热效果不理想，因此自备燃油锅炉作为补充。但因燃料成本太高，无法长期承受，导致冬季大部分客房室温低于18度，影响了酒店的正常经营；使用生物质成型燃料供热1年以来，不但保证了冬季室内温度稳定在20~22度，同时还节省了50%的燃料开支。另外，由于采用了自动化控制，不但没有增加锅炉工人数，而且降低了劳动强度。环境保护方面，实现减排CO₂约0.5万t，SO₂约0.0112万t，取得了良好的环境效益。

6结论与建议

目前，我国生物质成型燃料产业的发展处于试点示范阶段。建议全力扶持龙头企业以市场机制整合产业链，扩大示范工程，支持以市场为导向的产业化技术研发，制定企业标准和行业标准，扶持中介机构，引导相关企业做大做强，带动产业发展。尽量使生物质固体燃料产业发展有一个高起点，避免出现产业发展初期的混乱无序局面。

在政策层面，建议将生物质成型燃料对中小锅炉的替代列入国家十大节能减排目录。将生物质成型燃料产业发展在国家“十二五”能源发展规划中重点扶持。建议各部委出台支持再生能源的政策惠及成型燃料产业，比如新近城乡建设部出台的再生能源示范城市和示范县，可考虑将生物质成型燃料纳入范畴；对利用生物质资源发展固体燃料的企业给与补助，大中城市严格环保标准，对化石能源锅炉改造为生物质能锅炉给与补贴，为成型燃料产业发展创造良好的市场条件。

根据生物质资源的不同特点，科学对待农、林废弃物资源的利用。生物质成型燃料的市场目标需要细分，对环保要求高的城市地区适宜采用林业生物质能取代中小锅炉，在农村城镇化中小城镇建设的供热可以采用农业生物质资源。这样更有利于发挥农林生物质资源的特点和优势。

参考文献：

- [1]日本能源学会编.生物质和生物质能源手册[M].北京：化学工业出版社，2006.
- [2]唐晋.可再生能源的现状和发展远景[M].北京：化学工业出版社，2004.
- [3]吴创之，周肇秋，阴秀丽，等.我国生物质能源发展现状与思考[J].农业机械学报，2009，(1)：91-99.
- [4]国家发展和改革委员会.可再生能源中长期发展规划[EB/OL].http://www.chinacir.com.cn/cyzc/2009410105066.shtml, 2009-04-10/2010-01-01.
- [5]国家统计局工业交通司，国家发展和改革委员会能源局编.中国能源统计年鉴2007[M].北京：中国统计出版社，2007.
- [6]杨高峰，樊峰鸣.我国生物质成型燃料产业实证分析[J].河南科学，2007，25(6)：1036-1039.
- [7]戴晓华.城市供热收费体制改革的思考[J].价格天地，2008，(11)：39-40.
- [8]路明.开发生物质能发展能源农业[J].求是杂志，2005，(5)：58-60.
- [9]史立山.瑞典、丹麦、德国和意大利生物质能开发利用考察报告(续)[J].阳光能源，2005，(12M)：53-55.
- [10]钱能志，尹国平，陈卓梅.欧洲生物质能源开发利用现状和经验[J].中外能源，2007，12(3)：10-14.
- [11]陈霞，魏世杰.国外生物质能产业发展理论与实证研究综述[J].全国商情(经济理论研究)，2006，(3)：87-89.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/116237.html>