中国林业生物质能源资源开发利用现状与发展建议

侯坚[1, 2]，张培栋[1]，张宝茸[2]，袁宪正[1]

（1.中国科学院青岛生物能源与过程研究所，山东青岛266071；2.兰州大学资源环境学院，甘肃兰州730000）

摘要：开发利用林业生物质能源资源是解决我国生物质能源发展原料瓶颈问题的重要途径之一。文章在全面分析了我国林业生物质能源资源现状的基础上，对其开发利用的可行性及障碍进行了探讨。认为我国开发利用林业生物质资源具备土地资源丰富、林业能源植物培育技术发展成熟、转化利用工艺与设备研发取得一定突破以及政策环境良好等条件。现阶段我国林业生物质资源开发利用面临的障碍有：收集、运输较困难，能源林经营粗放，林业能源资源开发融资渠道单一，产业扶持政策有待完善等。针对以上问题，提出了进一步开发利用林业生物能源资源的相关建议：重视林业能源资源的规模化培育、加强科技支撑和培育管理，加大财税与金融扶持以及政策配套的机制建设，鼓励企业积极参与并通过利用CDM机制吸引国际资金和先进技术等。

0引言

2007年，我国能源消费总量为26.56×10 ^{8}t标煤，石油对外依存度达49%[1]。能源供需的相对紧张已成为制约我国经济社会可持续发展的重要瓶颈之一。开发生物质资源，形成新的能源产业，是解决我国能源问题的一条重要途径。生物质资源是发展生物能源的基础，也是目前制约生物质能源发展的主要原因。豆油、菜籽油和玉米等粮食作物是目前生物柴油和燃料乙醇生产的主要原料,随着全球生物燃料的研发和生产不断升温，原料需求增长速度逐渐加快。中国人均耕地不到0.1hm^{2}，人均农产品及植物油脂资源相对短缺，2000～2007年我国粮食年总需求量均高于年总产量，预计2010年粮食缺口将达3500万t[2]。在我国以食用型作物为原料的生物能源产业发展空间极为有限。2007年5月起，国家发改委不再批准以粮食为原料的燃料乙醇项目。

2007年6月召开的国务院常务会议则进一步强调开发利用可再生能源必须“科学规划，因地制宜，合理布局，有序开发，不得占用耕地，不得大量消耗粮食，不得破坏生态环境”。我国林业生物质能源品种丰富，林业生物质资源种植主要利用宜林荒山荒地和不适宜种植粮食作物的沙地、盐碱地等边际性土地以及非粮低产田。加快开发利用林业生物质能源资源，为生物质能源持续发展提供原料保障，是我国生物质能源发展的基本要求。

1我国林业生物能源资源状况

我国发展林业生物质能源具有较好的资源基础，根据2005年公布的第六次中国森林资源清查结果,全国森林面积达1.75亿hm^{2}，活立木总蓄积量136.18亿m^{3}，林木生物质资源总量在180亿t以上[3]。我国林业生物质能源资源的开发利用方式，主要有木质生物燃料资源、木本油料植物资源以及木本淀粉、纤维植物资源等类型。

1.1木质生物燃料资源

木质生物燃料资源以获取生物燃料为目的，主要来源于薪炭林、灌木林、林业采伐剩余物、木材加工剩余物、不同林地育林剪枝和四旁树剪枝获得的薪材等。我国现有薪炭林面积约303.44万hm^{2}，可提供的薪柴总量约2124万t，可替代1211万t标准煤。我国灌木林地总面积约4530万hm^{2}，经初步推算，我国西部地区可种植灌木约6000万hm^{2}，在现有的和计划发展的灌木林中，如以60%作为能源林和每公顷年产生物量4t计算，每年产生物量约2.4亿t，可替代1.56亿t标准煤。根据国务院批准的“十一五”期间森林采伐限额和木材采伐出材率推算，“十一五”期间我国木材采伐剩余物和加工剩余物总计约8056万t，可替代4592万t标准煤。按照不同地区和不同林地类型的取柴系数和产柴率等参数计算，全国各类经济林抚育管理期间育林剪枝可获得薪柴实物量约4813万t，可替代2743万t标准煤[4]。

1.2木本油料植物资源

我国木本含油植物种类丰富，分布范围广。我国现有木本油料植物栽培面积342.9万t，种子含油量在40%以上的木本植物约为154种[5]。目前培育开发技术较为成熟的油料能源树种主要有麻疯树、黄连木、光皮树、文冠果、油桐和乌桕等，现有上述6个树种的成片分布面积约为135万hm^2，其中约60万hm^2可经改造培育为油料能源林，果实年产量约114万t，如全部加工利用，可获得40余万t生物柴油[4]。黄连木集中分布区约28.47万hm^2，每年可生产生物柴油约10万t[6]。我国西南地区适宜种植麻疯树的面积约200万hm^2，已人工栽培约2万hm^2，每667m^2果实产量可达200kg，可生产生物柴油约60kg[7]。

1.3木本高淀粉、纤维植物资源

我国除食用果实板栗树种外,一些非食用的木本果实含淀粉类树种也较为丰富,如栎类果实橡子淀粉含量近50%。全国现有栎类面积达1800万hm^2，其中内蒙古、吉林、黑龙江3省区栎类林现有面积超过670万hm^2,可年产果实1000万t以上，获得淀粉500多万t，生产燃料乙醇250万t[8]。我国广西木薯年种植面积40万hm^2，产量达800万t，鲜木薯淀粉含量达25%～30%，原料的乙醇得率为15.2%[9]。麻类等木质纤维素原料在我国分布广泛，北至黑龙江，南至海南，西至新疆，东至沿海均可种植，常年种植面积高达106万hm^2，每公顷干物质产量为23t，其木质纤维素含量高达68%～75%，按每吨纤维素生产1.2t工业酒精计，每公顷麻类干物质可生产16.5t工业用酒精[10]。

2我国林业生物质能源资源开发优势分析

2.1宜林土地资源丰富

我国耕地资源十分紧缺，尚未利用的土地中有大面积的宜林荒地，以及农田中大面积的非粮低产田可为林业能源植物种植提供丰富的土地资源。我国现有未利用的土地2.45亿hm^2，不适宜农耕的宜林荒山荒地5704万hm^2，如利用其中的20%种植高产能源植物，按照每公顷年生长量20t计，每年产生的生物质量可达2亿t，可替代1亿t标准煤[11]。我国现有的1.3亿hm^2耕地中，有5027万hm^2为非粮低产农田，其中约2000万hm^2可在农业种植结构调整后成为林业能源植物的生产基地[5]。广东省已利用荒山、中低产田约20.19万hm^2发展能源植物。在我国一些经济较发达的农村地区，耕地经营较粗放，丢荒、抛荒等闲置浪费的土地资源均可规划种植能源林。我国珠三角地区约有受污染土地10.47万hm^2，短期内不适宜种植食用型作物，也可考虑退耕还林用于林业能源植物生产[12]。

2.2培育技术发展成熟

我国在能源林树种选择和造林模式等方面已有较为丰富的技术储备。四川林科院建立了麻疯树新品种繁育和栽培示范基地，对麻疯树的适生条件、栽培技术与示范林营造等方面均有深入研究。长江造林局选育出的麻疯树优良品种高油1号，种子含油率高达65%，超过油菜和大豆等常见油料作物。文冠果的选优、快繁取得较大进展，随着工厂化育苗技术的发展，可供应大量优良种苗。

在灌木能源林培育方面，江苏省林业科学研究院试验栽培的乔木柳良种J172，J799和J795，以及新选育的灌木柳无性系，产量显著高于我国传统编制的柳树和国外的柳树生物质能源林产量[13]。

2.3转化利用工艺与设备研发取得突破

我国对林业生物能源资源转化利用工艺与设备已开展了较为系统的研究，部分研究成果取得重要突破，为加速发展

我国林业能源植物开发的产业化提供了技术支撑。以麻疯树为原料加工生产生物柴油的技术在成都中试成功，并建成一座年产200t的麻疯树柴油混合燃料车间。木质纤维素生产乙醇技术取得重要突破，“麻类等纤维质酶降解生产燃料乙醇技术”已通过农业部鉴定，麻类纤维质总糖转化率达67%，燃料乙醇转化率接近44%。固体成型燃料和气化发电开发利用领域的一些关键技术日趋成熟，国能生物发电公司以林木质为主要原料的生物发电厂已投产运行；清华大学和北京惠众科技公司合作简化与改进了现有的热压缩颗粒成型系统，发明了“冷压缩成型技术”，为林木质生物燃料资源的大规模开发奠定了良好基础。

2.4政策环境良好

我国政府非常重视林业生物质能源资源的开发利用，国家林业局于2005年7月专门成立了林木生物质能源领导小组，加强对林业生物质能源开发工作的领导和协调。2006年1月1日，《中华人民共和国可再生能源法》正式实施，为开发利用生物质能源包括林业生物质能源提供了法制保障。2006年9月，财政部、国家发展改革委、农业部、国家税务总局、国家林业局下发了《关于发展生物能源和生物化工财税扶持政策的实施意见》，鼓励利用秸秆、树枝等农林废弃物，利用薯类、甜高粱等非粮农作物和小桐子、黄连木等木本油料树种为原料加工生产生物能源；鼓励开发利用盐碱地、荒山和荒地等未利用土地建设生物能源原料基地。2007年，国家林业局编制了《全国能源林建设规划》和《林业生物柴油原料林基地“十一五”建设方案》，将规模化培育能源林列入“十一五”林业发展规划，预计“十一五”期间建设能源林示范基地66.7万hm^2，到2020年达到1333万hm^2，可提供约600万t生物柴油，满足1100万kW装机容量发电厂的燃料需求。2009年6月，国务院颁布《促进生物产业加快发展若干政策》，明确提出在全国积极开展以甜高粱、薯类、小桐子、黄连木、光皮树、文冠果以及植物纤维等非粮食作物为原料的液体燃料生产试点[14]~[15]。

3制约我国林业生物能源资源开发利用的障碍

3.1林业生物质原料收集、运输困难

我国大部分地区的林业生产机械化、自动化程度较低。林业生物质原料的采收过程主要依赖人工处理，灌木生长条件恶劣，更加大了收割难度。林业能源树种种类多样，收获季节不一，且中国的林地大部分位于山区，林区的交通条件较差，林业生物质原料收集、运输均较为困难，难以满足以其为原料进行加工转化的工业化生产的集中、规模、持续性的原料供应要求。

3.2能源林发展较为粗放

我国林业生物能源资源培育和产业化开发已进入实质性实施和推进阶段，但总体看来，能源树种选种及栽培缺乏系统管理与规划，能源林发展较为粗放，能源资源产量不高，技术研究不足，能源树种的遗传改良应用较少，能源树种抗逆、广适以及能量生产力等性状的改善和提升空间很大。种苗生产、流通不规范，苗木质量难以得到保障，能源资源产量受到较大影响。

3.3融资渠道单一

目前，我国林业生物质能源资源开发利用项目的投资主要依靠政府拨款和贷款，投资来源和融资渠道过于单一。国际原油价格波动频繁，发展生物质能源产业市场风险较大，影响了国内企业开发利用林业生物质能源资源的积极性。企业作为产业化发展的投资主体参与不足，从而难以形成林业生物质能源资源开发利用发展的持续动力机制。

3.4产业扶持政策不完善

我国林业生物能源资源开发尚处于起步阶段，市场风险较大，社会资金难以主动流入，国家政策支持对林业生物能源资源开发利用至关重要。目前，除农村沼气项目外，国家支持生物质能产业发展的政策措施大部分倾向于大型规模项目的企业。我国每年向4家陈化粮燃料乙醇定点企业发放补贴，而走非粮路线的林业生物能源项目和中小企业则很难拿到国家补助。目前，国家对建设原料林基地已出台了相应的补偿机制，但林业生物质原料产业仍未被纳入“即征即退”的税收政策优惠范围，林业生物质能源产业在成本方面的竞争力仍较弱。

4我国林业生物质能源资源发展建议

4.1重视林业生物质能源资源的规模化培育

我国现有能源林较为分散，给林业生物能源资源的收集运输带来不便，应根据土地资源现状和开发利用情况以及林业能源植物的生长特点，科学规划、统一部署，结合国家林业重点工程，加大能源林的基地化建设，把林业生物质能源资源的规模化培育放在突出位置。规模化培育有利于对林业能源树木进行统一管理，可研究开发移动式生产加工设备，使资源收集处理实现本地化，减少生物质资源的收集、运输损耗。

4.2加强科技支撑和对能源树种培育管理

开发利用林业生物质资源，必须加强科技研发与创新以及对能源树种的培育管理。应重视利用先进的生物技术选育高抗逆、速生、高产的新品种，在能源林示范基地加强栽培工艺与转化利用技术的研究。各地林业行政部门应加强对能源树种的生产及流通管理。能源林培育和后续加工、销售等环节是一个紧密的产业链，投资能源林培育的企业和个人应在国家能源林建设规划和原料林基地项目区范围内以及专业部门的指导下科学种植能源林。必须加快建立国家级的质量监测系统，加强对种苗的技术监督，对质量存在问题的种苗要及时依法处理，防止其继续流通。

4.3加大财税与金融扶持及配套政策机制建设

林业生物质能源资源开发利用是一个新兴领域，国家财政扶持是推进林业生物质能源资源规模化发展的原始力量，必须不断加强政策引导和资金扶持，逐步壮大能源林基地建设。国家发改委已批准中石油等3个以小桐子为原料的生物柴油产业化示范项目享受国家生物能源和生物化工财税扶持政策，应进一步加大扶持力度和扩大扶持范围，使更多优良的能源树种和适用关键技术得到推广。

目前生物能源企业抵御市场风险的能力仍较弱，应尽快研究和制定生物能源产业的弹性补贴办法和优惠政策，增强生物能源企业与相关企业的市场竞争力。国家相关生物能源发展政策法规出台后，应尽快制定和完善相关配套政策和实施办法，加强对各管理机构的组织、沟通和协调，统筹安排、配备人员，保证相关政策的顺利实施。

4.4充分调动企业开发林业生物质能源资源的积极性

林业生物能源资源培育周期长、成本较高，要实现持续发展,除需要依靠国家资金的推动和扶持，还必须动员和吸引企业等社会力量的积极参与。中国石油天然气股份有限公司、中粮集团有限公司、国家电网公司等国有大型企业已先后与国家林业局签署了合作发展林业生物质能源框架协议，共同推进原料林基地建设与生物燃料转化利用相结合的“林油一体化”、“林电一体化”等产业模式，对于推动生物燃料产业发展和促进林业生物能源资源的进一步开发利用具有重要意义。

政府补贴的差异化形成了国有资产的垄断局面，垄断企业间缺乏竞争，技术更新动力不足，极大地制约了生物质能源产业的持续发展，应着力降低产业准入门槛，鼓励民营资本等中小企业进入林业生物质能源领域，尽快在全国形成一种通过市场推动的长效动力机制。

4.5促进林业生物能源资源开发与清洁能源发展机制（CDM）项目相结合

《京都议定书》肯定了林业的造林/再造林的贮“碳”增“汇”作用，开发利用林业生物质能源资源与全球应对气候变化行动关系密切，是当前各国政府和国际社会普遍关注的热点。借鉴国外发展可再生能源的政策机制，研究林木质能源项目与CDM机制相结合的途径对促进我国林业生物质能源资源开发利用具有重要意义。由于CDM机制要求为参与项目实施的发展中国家提供先进技术，将种植能源林与CDM项目结合，建立碳交易，实现森林生态服务价值的市场化，一方面有利于改善投资环境、拓宽融资渠道，吸引国外资金来促进我国林业生物质能源资源开发，同时可促进林木质能源的利用和其转化技术尽快从发达国家推广到发展中国家，不断提高我国林业能源资源转化利用的技术水平。

参考文献：

[1]倪维斗，陈贞，麻林巍，等.关于广义节能的思考[J].中外能源，2009（2）：1-8.

[2]宋东安，裴广庆，王风芹，等.中国燃料乙醇生产用原料的多元化探索[J].农业工程学报，2008，24（3）：302-307.

[3]江泽慧.发挥资源优势强化科技创新大力促进林业生物质能源加快发展[J].生物质化学工程，2006（12）：1-5.

[4]中国可再生能源发展战略研究项目组.中国可再生能源发展战略研究丛书生物质能卷[M].北京：中国电力出版社，2008.

[5]赵江红.中国林业生物质能源开发利用的调查思考[J].林业经济，2009（3）：13-16.

[6]王涛.中国主要生物质燃料油木本能源植物资源概况与展望[J].科技导报，2005（5）：12-14.

[7]中国新能源网[EB/OL].http://www.newenergy.org.cn，2008-7-8.

[8]钱能志.我国林业生物质能源资源与潜力[J].化学工业，2007（7）：1-5.

[9]马书霞，陈砺，王红林.发展新型能源———木薯燃料酒精[J].可再生能源，2005（3）：73-75.

[10]熊和平，孙进昌.木质纤维素生产燃料乙醇是解决能源危机的有效途径[J].中国农业信息，2007（7）：7.

[11]王禹.我国林业生物质能源开发利用战略思考[J].林业勘察设计，2007（2）：41-45.

[12]国际新能源网[EB/OL].http://www.in-en.com/newen-ergy/.2008-1-18.

[13]施士争，潘明建，王保松，等.培育灌木柳生物质能源林的前景[J].江苏林业科技，2006，33（3）：1-5.

[14]邢熙，郑凤田，崔海兴.中国林木生物质能源：现状、障碍及前景[J].林业经济，2009（3）：6-12.

[15]唐红英.我国林业生物质能源发展相关政策概述[J].林业经济，2008（7）：43-45.

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/88094.html