讨论与建议

我国林业生物质材料产业现状与发展趋势

段新芳，叶克林，张宜生
（中国林科院木材工业研究所，北京 100091）

摘要： 介绍生物质与生物质材料的定义与分类，概述我国生物质材料产业发展现状以及存在问题，提出了发展林业生物质材料产业的建议。

关键词： 生物质材料；产业；现状；发展趋势
中图分类号：TS6；TQ43　　文献标识码：B　　文章编号：1001-8654(2011)04-0022-04

Review and Development of Forestry Biomass Materials Industry in China

DUAN Xin-fang, YE Ke-lin, ZHANG Yi-sheng
(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: The authors introduced definitions and classification of biomass as well as biomass materials. The present situation and issues of biomass materials industry in China were summarized. Proposals to develop forestry biomass materials industry were put forward.

Key words: biomass materials; industry; present situation; future trends

随着我国经济和社会的快速发展，能源和资源供给的巨大缺口，已成为我国经济与社会可持续发展的瓶颈。生物质材料替代石油、煤炭、矿产等不可再生资源，已成为世界基础原料领域的重大课题。加快生物质资源利用，发展生物质材料战略性新兴产业，对缓解资源与环境压力意义重大，同时也是发展低碳经济和生物经济的产业基础。

“十一五”以来，特别是“农林生物质工程”被列入2004年国家中长期科技发展规划（2005～2020）和“十一五”国家科技支撑计划重大项目之后，我国生物质材料开发利用开始加速发展。在国家有关政府部门的有力推动下，经过全国产学研各界的共同努力，生物质材料产业取得了很大进展。为推动我国林业生物质材料产业的发展，笔者对林业生物质材料产业现状和存在问题进行了研究，以期为林业生物质材料战略性新兴产业的发展提供参考和指导。

收稿日期：2010-07-29；　修改日期：2011-06-07
基金项目：中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(CAFINT2009C05)；农业标准化重要标准体系专项研究项目。
作者简介：段新芳(1965—)，男，中国林科院木材工业研究所研究员，博士生导师。

1 生物质、生物质材料的定义与分类

1.1 生物质的定义

广义的生物质是指：利用太阳能经光合作用合成的有机物，如木本、草本和藤本植物的茎、叶、花、果实等，或间接利用光合作用产物形成的有机物质，如水产业的虾皮、蟹壳等[1]。

广义的林业生物质主要指：乔木、灌木、竹藤、草等植物，与采伐、间伐和加工利用的木材剩余物、废弃木材和农作物秸秆等。

狭义的生物质概念源自2008年颁布的欧盟可再生能源法令（The New EU Renewable Energy Directive）：主要来源于农业，包括蔬菜、畜牧产业，林业及水产业的可生物降解的产品组分、剩余物和废弃物，以及工业和城市垃圾中的可生物降解的组分[2]。一般不包括人类食用农作物、家养动物，及常规木材生产。

狭义的林业生物质是指：除乔木、竹、藤以外的灌木、草本植物，以及林业剩余物、废弃木材和农作物秸秆等。

1.2 生物质材料的定义与分类

根据生物质的定义，生物质材料亦有广义和狭义

万方数据

之分。广义的生物质材料是以木本、草本、藤本植物及其加工剩余物和废弃物为原料，通过物理、化学和生物学等技术手段，或与其他材料复合，加工制造而成的[3]。包含实木、竹材、藤材以及木质人造板等。

狭义的生物质材料是以灌木、草本植物以及林业剩余物、废弃木材、农作物秸秆等组分为原材料，通过物理、化学和生物学等技术手段，或与其他材料复合加工而成的。如生物质重组材料、生物质复合材料、生物质胶黏剂、生物质基塑料以及利用生物质加工而成的油墨、染料、颜料和油漆等。

我国目前发展态势良好的生物质材料主要有：木塑复合材、生物质基塑料、麦秸板、稻草板、生物质基胶黏剂和生物质基陶瓷等。

林业生物质材料按照其来源可分为：

1）乔木基生物质材料：实木和木质人造板等；

2）灌木基生物质材料：灌木人造板、灌木基复合材料和传统的柳编制品等；

3）竹藤基生物质材料：竹材、藤材、竹藤基复合材料等；

4）秸秆与草本基生物质材料：麦秸刨花板、麦秸纤维板、稻草中密度纤维板、草/木复合中密度纤维板、软质秸秆板、轻质秸秆复合墙体材料、秸秆塑料复合材、甘蔗渣纤维板等非木质人造板，以及椰棕纤维及其材料与制品等。

按照林业生物质材料的组成和生产特点，分为：

1）合成生物质材料，即以化学或生物化学方法将生物质加工成可降解的高分子材料、功能高分子材料、生物质胶黏剂、精细化学品以及新型碳吸附材料等，如灌木刨花板、灌木纤维板、秸秆刨花板、定向麦秸板、蛋白类胶黏剂、淀粉类胶黏剂、木质素胶黏剂、生物质高分子防腐剂、聚乳酸和生物乙烯等。

2）生物质基复合材料，即生物质与生物质、生物质与废旧塑料等合成高分子材料、生物质与水泥和石膏等无机物质制造的复合材料，如木塑复合材料和木基陶瓷复合材料等。

2 生物质材料产业的效益预期分析

我国CO_2排放量居世界第1位，为应对全球气候变化，减少CO_2排放，发展低碳经济，已成为我国经济方式转变的必然选择。我国是世界林产工业大国，人造板、木地板产量，纸和纸板产量与消费量、木家具产量和家具出口均居世界前列，目前我国每年进口木材类产品折合原木达1亿多m^3，进口额高达200多亿美元，对进口木材依存度过高，将影响我国木材安全。

生物质材料产业是以非食用的可再生生物质原料，代替石化原料，生产新材料的新兴产业。发展生物质材料，可替代部分木材，减少森林资源的消耗，保障国家木材安全。我国现有森林面积1.95亿hm^2，森林蓄积量137.21亿m^3，林木生物质资源总量在190亿t以上，林地废物2亿多t。

我国农作物秸秆产量约7亿t/年，其中玉米、高粱、棉花等为2亿t左右，麦秸和稻草约4亿t，豆类及油料作物秸秆约1亿t，其中可供收集利用的约为6亿t。但目前的开发利用率较低，大量的秸秆焚烧，既造成了大气污染，又浪费了资源[4]。

据测算，如果将1亿t农林剩余物用于纤维板、木塑或秸秆基复合材料等生产，其产量可分别达0.64亿m^3和1.7亿t，相当于替代1.25亿m^3和3.0～3.7亿m^3木材，原料价格以200元/t计，增加农民收入200亿元，减少CO_2排放量达4 500万t；根据现有市场价格计算，如果每年生产1.7亿t木材或秸秆基塑料复合材料，其产值可达2万多亿元，可提供3 000万个就业岗位，新增收入3 000亿元。将成为农民致富的新增长点，有助于新农村建设和农村富余劳动力转移[4]。

3 我国生物质材料产业发展现状

3.1 生物质材料产业发展现状

按照狭义的生物质材料分类，目前灌木人造板、木基或生物质基塑料复合材料和农作物秸秆复合材料发展迅速，产业化进展良好；而生物质胶黏剂、生物质基碳质吸附新材料和功能生物质材料等，还处于研究阶段，产业化程度较低。

1）灌木人造板　是指利用灌木原料生产而成的人造板，主要产品为灌木纤维板、中纤板和刨花板等。灌木林主要分布在我国北方和西部省区，面积已达2.92亿亩，柠条、沙柳、沙棘等已成为灌木人造板的重要原材料。

灌木人造板产业已成为内蒙古、宁夏等地区沙产业的重要产业之一。如内蒙古2006年就建立了20多家沙生灌木人造板企业，年产人造板25万t。仅在鄂尔多斯市，以沙柳为原料的人造板企业近10家，年加工能力达17万m^3[5]；宁夏青铜峡市建成年产10万m^3的沙柳/紫穗槐/杨木高密度纤维板生产线，并在银川投资建设年产25万m^3沙生灌木高密度纤维

万方数据

板项目，预计2011年10月投产。

2）木基或生物质基塑料复合材料　木塑复合材料（Wood plastic composite，WPC）或生物质基塑料复合材料，是以木材或竹材的纤维和粉末、苎麻、花生壳、稻壳、农作物秸秆、废弃塑料为主要原料，经特殊工艺处理后，加工而成的复合材料。

分为结构型木塑复合材料和轻质装饰型木塑复合材料2大类，涵盖原木、塑料、塑钢、铝合金及其他类似复合材料的使用领域。在我国，应用范围还包括门窗、保温材料、室外家具、步道、园林建筑和高楼安装的遮光板等。

我国已成为世界第二大木塑复合材料生产国，制造水平与欧美发达国家基本处于同一产业平台。据不完全统计，截至2009年底，全国直接从事WPC研发、生产的企事业单位200多家，从业人员10余万人，年产量达20万t，年产值超过30亿元，并应用于北京奥运场馆和上海世博会等国家重点工程。市场年增长率为30%，预计到2015年，WPC产量将达到250万t[6]。

3）农作物秸秆复合材料　主要包括麦秸刨花板、麦秸定向刨花板、稻草中密度纤维板、麦秸纤维板及草/木复合中密度纤维板、软质秸秆板复合墙体材料、秸秆塑料复合材料等，并在家具制造、建筑装修和包装等领域得到应用[7]。

目前，世界秸秆复合材料的产量240万m^3/年，其中美国约150万m^3/年，加拿大约50万m^3/年，主要为麦秸刨花板。我国秸秆板产量约40万m^3/年，包含稻草中密度纤维板、草/木复合中密度纤维板、秸秆塑料复合材料等[7]。

我国的稻草板产量居于世界前列，德国的秸秆人造板设备制造水平处于领先地位。目前，我国已建成年产1.5万m^3的秸秆板生产线6条，年产5万m^3的生产线4条，秸秆建筑材料生产线10余条，初步形成了农作物秸秆材料产业[8]。2009年，世界第一条定向结构麦秸板（OSSB）生产线在陕西建成。

我国秸秆复合材料生产主要分布在湖北、江苏、黑龙江，山东、四川、上海和安徽[8]。通过自主技术创新以及对国外先进技术的消化吸收，南京林业大学和中国林科院木材工业研究所等进行了“稻/麦秸秆人造板制造技术与产业化”开发，并获2009年国家科技进步二等奖。我国已能自主生产年产1.5万m^3和年产5万m^3的秸秆板成套生产线，正在进行年产8万m^3秸秆板生产线的技术攻关。

我国秸秆人造板制造技术研究，列入“十一五”国家科技支撑计划，中国林科院木材工业研究所与江苏大盛板业有限公司合作，重点开发秸秆处理技术、秸秆纤维二次分离技术、生物质胶黏剂制备技术以及秸秆全生物量利用技术；并研制国产化秸秆建材制造设备及产品，建成一条年产3万m^3的秸秆生产线；同时，研究林业剩余物与回收塑料发泡复合成型、轻质中空绿色型材等成套技术和装备，制造发泡轻质建材产品，并建成年产1万m^3的发泡轻质建材示范厂。通过关键制造技术示范以及相关技术在建筑装饰、轻型板材、装饰角线、门套、整体门等方面的应用，推动高效利用农作物秸秆资源，部分替代石油基材料。

4）生物质胶黏剂与其他生物质材料　据中国胶黏剂工业协会统计，2008、2009年我国胶黏剂的产量分别为583和646万t。甲醛系树脂胶引起的污染问题受到社会的广泛关注，也为生物质胶黏剂的发展提供了契机[7]。

我国生物质胶黏剂的研发，主要集中在单宁、淀粉、木质素，以及大豆蛋白质、油茶饼粕、木材液化产物利用等方面。与合成树脂的性能相比，还有一定差距，在合成工艺、耐水、贮藏性能等方面的关键技术有待突破。同时，需要针对生物质胶黏剂的生产和应用制定新标准，以利于生物质胶黏剂的开发和推广利用。此外，生物质基碳质吸附材料、功能生物质材料研究刚起步。

3.2 林业生物质材料标准化现状

全国林业生物质材料标准化技术委员会（SAC/TC416）自2009年成立以来，主要负责以灌木、椰棕、农作物秸秆、木材废弃物等原料，制造加工的材料，及以生物质原料经化学、生物技术加工制成的材料与产品等领域的标准化工作。按照国民经济行业分类代码（GB/T4757），以林业生物质为原料，生产专用化学产品，包含木材防护化学药品、化学试剂、助剂等三大类。

林业生物质材料标准体系框架，由生物质材料基础和综合、生物质材料保护、生物基胶黏剂与合成高分子材料、重组材料与饰面材料、生物质复合材料、生物质制品等6大类构成，包括基础通用标准、方法标准、产品标准和管理标准。

目前归口管理的国家标准有4项：GB/T 21723-2008《麦（稻）秸秆刨花板》、GB/T 23471-2009《浸渍纸层压秸秆复合地板》、GB/T 23472-2009《浸渍胶膜纸饰面秸秆板》、GB/T 24508-2009《木塑地板》；林业

万方数据

行业标准2项：LY/T 1613-2004《挤压木塑复合板材》、LY/T 1795-2008《椰壳纤维板》，其中LY/T 1613-2004需要修订。

中国林学会生物质材料科学分会于2006年成立，连续召开了三次学术研讨会，进行生物质材料基础知识普及，确立了广义的生物质材料概念，提出我国生物质材料科学九大研究领域[3,9]：

1）生物质材料结构、组分与性能；

2）生物质材料性能、生物学形成与对材料性能的影响；

3）生物质材料保护与理化改良；

4）生物质材料的化学利用资源化；

5）生物质材料生物技术；

6）生物质重组材料设计与制备；

7）生物基复合材料设计与制备；

8）生物质材料先进制造技术；

9）生物质材料标准化研究。

4 我国林业生物质材料产业存在问题与政策建议

4.1 存在问题

1）产业和企业规模小

由于多种原因，生物质材料产业多呈小散乱的状态，缺少大型骨干企业，产业集中度不高。

2）生物质原料收集季节性强，原料存储成本高

农作物秸秆原料生产的季节性强，收集时间短、收集范围大，致使原料存贮成本高；木材废弃物收集点虽多，但收集成本亦高，影响产业发展。

3）生物质材料产品总体成本高，经济效益低

生物质材料加工多使用的异氰酸酯类胶黏剂价格高；加之原料收集、存贮成本高，使产品成本偏高，导致产业经济效益普遍偏低。

4）产业发展缺乏政策支持

2007年，国务院办公厅转发了国家发展改革委《生物产业发展"十一五"规划》，为我国生物产业发展制定了规划，并实施九大专项，但不包括生物质材料产业。缺乏国家政策支持，林业生物质材料产业难以健康持续发展。

5）科技投入不足，产业发展缺乏科技支撑

建立以可再生生物质资源为基础的现代生物质材料科学技术体系，开展共性关键技术、高新应用技术和应用基础等研究，为生物质材料产业发展提供科技支撑。但目前研究投入严重不足，科学技术研究工作滞后于产业发展需求。

6）生物质材料标准化工作起步晚，标准制定缺乏前期科学研究

4.2 政策建议

1）对生物质材料企业收购和储存秸秆、木材废弃物等原料所需要的流动资金进行贴息，对秸秆加工装备进行退税补贴。

2）继续实施资源综合利用增值税即征即退政策，并尽快扩大到废弃木材的回收利用。

3）将生物质材料产业发展纳入国家木材安全战略，制定产业发展规划，为产业发展提供指导。

4）设立生物质材料产业发展关键技术科技专项研究，开展生物质材料结构、组成与性能、生物学形成及其对加工利用的影响、保护与理化改良、化学利用资源化、生物技术、生物质重组材料设计与制备、生物质基复合材料设计与制备、生物质材料先进制造技术、生物质材料标准化等研究，为生物质材料的产业化提供技术支撑。

5）加快开展生物质材料标准化工作，组建生物质材料产业创新技术战略联盟，加强产学研合作。

6）发挥学会和协会作用，加强生物质材料科学技术的普及与推广，促进生物质产业发展。

参考文献：

[1] Kamm B,Gruber P R,Kamm M. 马延和，译. 生物炼制-工业过程与产品(上卷)[M]. 北京：化学工业出版社，2007：295-296.

[2] European Parliament. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC (Text with EEA relevance)[EB/OL]. [2011-06-08]. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do? uri=CELEX:32009L0028:EN:NOT.

[3] 鲍甫成. 发展生物质材料与生物质材料科学[J]. 林产工业，2008,35(4):3-7.

[4] 王硕，苏俊七. 生物质材料产业：腾飞呼唤政策扶持[N]. 人民政协报，(2011-02-10).

[5] 王喜明. 沙生灌木人造板生产技术产业化现状与发展[C]//第二届全国生物质材料科学与技术学术研讨会论文集. 呼和浩特，2008：1-7.

[6] 中投顾问公司. 2010—2015年中国新材料产业投资分析及前景预测报告[R]，2009.

[7] 于文吉，马红霞，王天佑，等. 农作物秸秆人造板发展现状与应用前景[J]. 木材工业，2005，19(4)：5-8.

[8] 许晓东. 农作物秸秆家具生产将占一席之地[N]. 消费日报，(2008-05-21).

[9] 江泽慧. 中国现代林业[M]. 北京：中国林业出版社，2008.

（责任编辑 张一萍、姜 征）

万方数据