

# 秸秆资源化利用与新型环保农村建设研究

赵 军<sup>1,2,4</sup>,高常飞<sup>3</sup>,郎咸明<sup>2</sup>,代秀兰<sup>2</sup>,汪德生<sup>2</sup>

(1. 哈尔滨工业大学 城市水资源与水环境国家重点实验室,黑龙江 哈尔滨 150090;2. 辽宁省环境科学研究院,辽宁 沈阳 110031;3. 辽宁大学 环境学院,辽宁 沈阳 110036;4. 辽宁北方环境保护有限公司,辽宁 沈阳 110031)

**摘要:**秸秆作为一种可再生资源,数量庞大,应用广泛,但我国秸秆资源整体利用率较低。根据我国国情,将秸秆资源化利用水平逐步提高,诸如秸秆建材、秸秆能源、秸秆饲料、秸秆成型等可行性产业的延伸推广,合理开发利用秸秆资源,扩展秸秆资源产业结构,实现农民致富,环境受益,可实现经济效益与环保效益的双赢,为我国社会主义新农村建设提供了一条可持续发展的途径。

**关键词:**秸秆;资源化;新农村;可持续发展

**中图分类号:**F323.2      **文献标识码:**A      **文章编号:**1002-2767(2010)11-0049-04

中国是一个农业大国,农作物秸秆种类繁多,产生量大,年计总量约为 7 亿 t(见表 1)。我国农作物秸秆产区分布广,种类多,主要粮食作物秸秆占秸秆总量的 90%以上,其中玉米、小麦、稻草三种主要农作物秸秆所占比例最多。秸秆资源主要产自山东、河南、江苏、河北、湖南、湖北、浙江、四川等 9 个农业大省。玉米秸秆和小麦秸秆主要分布在黑龙江和吉林等省以及黄河、长江流域<sup>[1]</sup>;稻草类秸秆主要产自长江以南诸多省份。

表 1 2006 年我国主要农作物秸秆产量

作物种类	作物名称	产量 / 万 t	谷草比	秸秆量 / 万 t
粮食	玉米	14620	2.0	29240
	小麦	12435	1.0	12435
	稻谷	21880	1.0	21880
	豆类	2200	1.5	3300
	薯类	3850	1.0	3850
	其它	1960	1.0	1960
经济作物	棉花等			7700
合计				80365

秸秆资源化技术在我国呈现出多元化发展趋势。当前主要资源化形式有秸秆还田、生物制肥、秸秆能源、牲畜饲料、工业原料、食用菌培植等(见

表 2)。国外某些国家秸秆资源化技术研究起步较早,经数十年的研究,已经取得了丰硕的研究成果。然而,我国相当部分的农作物秸秆处于闲置状态,或被弃置田间地头,或焚烧作为生活燃料<sup>[2]</sup>。如何根据中国国情,将秸秆这一可再生资源加以高效利用,使之为农民带来切实福利,减少环境污染,成为中国走可持续发展之路必须面对的问题。

表 2 目前我国秸秆资源的应用情况

用途	用量 / 亿 t	折合标煤 / 亿 t	占总资源量的百分比 / %
生活燃料	2.80	1.20	40
牲畜饲料	1.90		28
工业原料	0.20		2.8
制肥还田和损失	1.00		15
废弃或烧掉	1.00		15

## 1 资源产业化分析

### 1.1 秸秆建材

随着中国经济的快速发展,国家固定资产投资、城市化进程不断加快,住宅及装饰、装修等因素拉动中国人造板等建材需求急速增长。但是由于目前中国实施天然林保护工程,可采伐的木材十分有限,木质原料严重短缺,已经严重影响相关产业的发展。面对森林资源不足与木材等制品市场需求膨胀的严重局面,寻求节木、代木、绿色环保及可再生原料成为发展人造板的首要选择。我国是农业大国,以麦秸、稻草为主体的农作物秸秆丰富,用稻草、麦草为原料所生产的秸秆定向板、

收稿日期:2010-07-20

基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项资助项目(2008ZX07208-005);格平绿色助学行动—辽宁环境科研教育“123 工程”资助项目(CEPF2008-123-2-6)

第一作者简介:赵军(1963-),男,辽宁省锦州市人,博士,教授,高级工程师,从事流域水资源环境保护研究。E-mail: gcf1999@126.com。

中密度纤维板等产品可以替代木质人造板用于建筑装饰、家具制造和包装等,其工业化利用将成为21世纪的新兴产业。从理论上说,我国是一个农业大国,每年种植大量的粮食及经济作物,农作物秸秆资源十分丰富,取之不尽、用之不竭。若按农作物秸秆资源总量来衡量,农作物秸秆人造板工业的原料供应非常充裕<sup>[3]</sup>。

以农作物秸秆为主要原料制成的秸秆板材,与其它板材相比,具有强度高、耐腐蚀等优点,经特殊处理更具有防火性能。秸秆板材在制作过程中,因经过机械液压等处理后,再用高压设备将秸秆与黏胶混合物加压成型,各种密度成品板材抗伸缩,不变形,不开裂。秸秆板材因制作成本低,性能卓越,越来越受到装饰板材及家具制造商的青睐,具有广阔的市场前景。表3为秸秆板材国家检测结果相关数据。

表3 秸秆建材(国家)检测结果

检测项目	测试条件	检测结果
容重	常温常态	1.14 g·cm <sup>-3</sup>
吸水率	常温常态	1.03%
导热系数	常温常态	0.318 W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup>
燃烧等级	——	不燃 A 级
抗返卤性能	——	无水滴、不返潮
握钉力	钉直径 2.47 mm	943.51N
	钉直径 3.45 mm	1549.10N
抗折强度	无处理	常温常态 31.93 MPa
	冻融处理	(-20±2)℃ 21.94 MPa
	冻 4 h, 循环 30 次	
人工老化	1 000 h	15.56 MPa
抗折强度	无处理	常温常态 22.83 MPa
	耐水后	浸水 48 h 19.13 MPa

以复合秸秆木门为例,秸秆建材与常见木门相比,性能及价格优势明显,两种木门生产方法及主要特点比较见表4。

表4 复合秸秆门与市场常见木门生产方法及主要特点对比

名称	工艺特点	成本	产品特点	环保特点
框架门	繁琐	高	轻质、怕火、怕水、易破损、变形、发黑、不耐用	甲醛污染严重
密度板门	简单、但投资较大	高	使用不便、强度不高、易变形档次不高	甲醛污染极其严重
实木复合门	复杂、但投资较大	高昂	坚固、笨重、使用不便、怕火怕水、易变形、发黑、不耐用	易产生甲醛污染
聚合秸秆门	简单、投资小	低廉	坚固、轻质、防火防水、不变形、不发黑、经久耐用	无甲醛污染

## 1.2 秸秆能源

当前秸秆能源转化主要方式是秸秆气化。由于我国秸秆气化技术研究起步较晚,生物质气化技术科技含量偏低,相关研究远落后于某些发达国家。近年,我国加大了秸秆气化技术方面的研究,随着人才储备和技术实力的增强,生物质热分解气化领域研究取得了飞速发展,并初步完善和建成了各种秸秆气化类型的试验示范系统,秸秆气化效率提升至70%,其中具有自主知识产权的气化集中供气技术已处国际领先地位,并已投入商业运营。在我国北方地区,如北京、山东、河北等省份,GMQ型、XFF型、ND型等下吸式气化器在燃气供热和农村集中供生活用燃气领域得到普遍使用。生物质燃气发电机组研发领域我国也取得了突破进展,60~240 kW功率的稻壳气化发电机组已投入运行多达100多套;操作相对简单是这些气化装置的最大特点,但燃气热值普遍不高,一般在5 MJ·m<sup>-3</sup>左右。高中热值煤气化设备是当前我国的研发重点,也已取得实际性进展,例如高达11 MJ·m<sup>-3</sup>以上的煤气热载体循环木屑气化装置已开发成功,单产达到1.0 Nm<sup>3</sup>·kg<sup>-1</sup>左

右;国内许多高校及科研院所在此研发领域都有所建树,并已取得丰硕成果,尤其在煤气净化、焦油裂解、生物质热解特性等方面取得了可喜的成绩。我国秸秆气化技术越趋成熟,未来几十年内,集中供气已成为可能,此技术的工程应用前景十分广阔。

秸秆间接能源转化技术最科学、最合理利用方式是先把秸秆粉碎制成有机饲料,再将牲畜所产粪便投入沼气池生成沼气,沼渣和沼液等副产物更可作为肥料和养殖饵料。此种间接能源转化方式既提高了秸秆利用率,又可从饲料、沼气、肥料3方面实现多方面收益。这项能源转化技术在促进我国农村经济发展的同时,也实现了环保和经济方面的双赢,完全符合我国提倡的新农村建设的发展要求。

## 1.3 秸秆饲料

在我国广大农村地区,将农作物秸秆作为牲畜饲料加以利用,这种牲畜饲养方式较为普遍。但是,这种牲畜饲养方式带来的弊端也较为明显,由于秸秆中纤维素与木质素紧密结合,牲畜在消化秸秆饲料的过程中,只能消化秸秆中纤维素较

高的部分。秸秆氨化等技术的出现,解决了此方面的难题,大大促进了牲畜对秸秆饲料的消化吸收利用效率。据目前已发表的资料可查,秸秆经热喷处理后,消化率可提升到 50%,利用效率可提高 2~3 倍<sup>[4]</sup>。据联合国粮农组织有关专家介绍,由于秸秆微生物处理技术研发难度较大,微生物处理实用技术的应用实例在各国都十分稀少。我国湖南某科研所以稻壳为原料,采用稀酸水解糖化工艺,通过菌株混合培养试验研究,在生产单细胞蛋白技术上取得了成功。由此可见,随着秸秆饲料转化技术的研究进步,秸秆作为牲畜饲养主要饲料的比例必将大大提高,秸秆饲料加工领域更具有广泛的发展前景。

#### 1.4 秸秆还田

农作物收获的同时,直接将秸秆简单粉碎还田或直接还田是当前我国秸秆资源化利用最常规方法。随着科学种田技术的普及应用,过腹还田、过圈还田、沤制还田等间接还田技术在我国农村应用普及率也逐年提高。高效清洁的现代还田技术,如高温造肥、厌氧消化等技术也趋于成熟。新型秸秆还田技术的应用前景十分广阔,随着新技术的逐渐推广,农村农作物秸秆资源化利用水平必将上升至新的发展高度。

#### 1.5 秸秆成型

秸秆成型技术研究在我国起步较早,从 20 世纪 70 年代开始,辽宁能源所、中国农业工程研究院设计院等国内重要科研院所,对秸秆成型设备研制技术进行了联合攻关,生物质致密成型等关键技术一举攻克。随着近年我国炭化技术研究逐渐成熟,生物质成型技术取得了长足的发展。JX7.5、JX11 和 SZJ80A 3 种植物燃料成型机在西北农林科技大学研究成功,并在此基础上,为提高燃料热值,又开发出 TW40 型炭化炉,目前居于国内外领先水平。生物质成型技术走出实验室,其商业化价值便立即显现。随着大中型企业对生物质成型技术的应用推广,秸秆成型高端产品的开发和研制成为当前产业研究的热点,秸秆成型技术科技含量的提升,更加促进了该产业的健康发展。

### 2 秸秆资源化技术优先发展方向

#### 2.1 秸秆环保制品

如当前采用稻麦草为原料制成的快餐盒,其成本低,售价低廉,各项指标均符合环保要求,且原料来源广泛,制作生产过程中能够完全实现无

毒化、无害化,无二次污染,使用过后,降解速度快,更能增加土壤肥力,不增加环境负担,焚烧不会产生有毒有害气体,不会对大气质量构成威胁,受到环保部门欢迎,市场前景广阔。以一条生产线设备为例,设备投资 150 万元,日产产品 3 万个,年创利润 108 万元,一年半便可收回投资成本,取得经济效益的同时,又创造了社会效益。秸秆环保制品的开发,起步低,应用广泛,必将在秸秆资源化产业方面获得突飞猛进的发展。

#### 2.2 秸秆饲料

我国每年秸秆产生数量庞大,加上各种农作物藤、蔓以及可以利用的草木,总体数量远远高于当前我国牧区的牧草总产量。如此巨大的饲料来源,如果一半能够用于牲畜养殖,那么我国肉食品年产量则可增加 5 倍。由于我国近年牧区自然灾害频繁,养殖饲料的安全保障越趋紧张,秸秆饲料的开发和利用对牧区牲畜的养殖提供了一条廉价原料的来源,因此秸秆饲料产业化必将是我国秸秆资源化中的一个发展趋势。

#### 2.3 秸秆生物质发电

随着秸秆气化技术的越趋成熟,采用高效能低能耗的秸秆气化技术建设大中型秸秆发电厂的技术条件已经具备,其经济效益更是不容置疑,对缓解我国电力紧张具有十分重要的意义。

#### 2.4 秸秆堆肥

将农作物秸秆和牲畜粪便混合进行好氧堆肥或采用秸秆生物质堆肥技术制造有机复合肥料,原料成本低廉,对缓解化肥应用造成土壤的板结,改善土壤肥力作用明显,既解决了目前秸秆粗放还田方式带来的弊端,又减少了大量化肥的使用,其市场前景不可估量。

#### 2.5 秸秆资源化技术攻关

研究秸秆资源化课题的国内高校和科研院所众多,加强高校、科研单位的技术联合,拓展秸秆资源化的新途径,提高秸秆的利用价值,实现强强联合,共同寻找适合我国国情的秸秆资源化道路。目前辽宁省环保科研单位进行了有益的尝试,与企业联合开发以秸秆制气产生的沼液为原料,进行牲畜养殖,已经取得了实践成功<sup>[5]</sup>。

### 3 秸秆资源化与新农村建设

近年来,伴随我国农村经济的快速发展,农作物单位面积产量有显著提高。在我国粮食安全保障的同时,粮食生产的副产品秸秆的资源化开发利用也逐渐被广泛的关注。秸秆是具有多种使用

功能的生物质资源,如果能够得以全面开发利用,就会把农业内部的产业链条很好地衔接起来,促进经济的可循环发展。石元春院士对秸秆露天焚烧等农业资源被严重浪费问题十分关注,鲜明指出如果现有生物质资源总量一半得以开发利用,生物质产业可创造每年近万亿元的产值。秸秆资源作为一种重要的可再生资源,在替代不可再生资源使用的同时,更为农村的经济发展和农民的增收开辟出了“第三战场”<sup>[6]</sup>。

社会主义新农村建设,作为我国当前现代化建设的重要任务,是全面落实科学发展观,构建和谐社会的必然要求。把我国广大农村建设为生产发展、生活富裕、乡风文明、村容整洁、管理民主的社会主义新农村,必须加大农村资源的开发利用,走可持续发展道路。以农作物秸秆资源化发展为发展契机,大力推进秸秆资源利用化水平,开拓新的发展思路,实现秸秆资源产业有序发展,对于我国能源保障,环境治理,农民增收,建设资源节约型和环境友好型社会,具有十分重要的意义。

#### 4 结论

秸秆资源化利用水平的提高,对我国能源供

给,实现循环经济的健康发展,改善农村生态环境,吸纳农村富余劳动力,实现经济的又快又好发展有重要意义。秸秆资源多功能使用途径,作为农村新的经济增收模式,是对我国农村经济结构的有益补充,更是一种新的发展思路。秸秆资源的产业化经营,既可扩大农民的就业门路,实现农民增收,充分利用现有农村最广大的资源,又可实现当地经济的快速发展,改善农村生活环境,增加效益,保护环境,改善民生,为建设我国新型环保农村提供有力的保证。

#### 参考文献:

- [1] 席北斗,魏自民,刘鸿亮,等.有机固体废弃物管理与资源化技术[M].北京:国防工业出版社,2006:115-117.
- [2] 任仲杰,顾孟迪.我国农作物秸秆综合利用与循环经济[J].安徽农业科学,2005,33(11):2105-2106.
- [3] 高祥照,马文奇,马常宝,等.中国作物秸秆资源利用现状分析[J].华中农业大学学报,2001,21(3):242-247.
- [4] 董卫民,张少敏,李凤兰,等.秸秆饲料开发利用现状及前景展望[J].草业科学,2002,19(3):53-54.
- [5] 孙明湖,闪红光,南方.农作物秸秆综合作用的战略思考[J].农业环境与发展学报,2002(2):27-28.
- [6] 成占生,马文进.关于目前秸秆利用的研究与探讨[J].经济工作导刊,2001(1):33-34.

## Utilization of Straw and Construction of Research on New Environmental Protection Rural

ZHAO Jun<sup>1,2,4</sup>, GAO Chang-fei<sup>3</sup>, LANG Xian-ming<sup>2</sup>, DAI Xiu-lan<sup>2</sup>, Wang De-sheng<sup>2</sup>

(1. China State Key Laboratory of Urban Water Resource and Environment, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang 150090; 2. Liaoning Key Laboratory of Basin Pollution Control, Liaoning Academy of Environmental Sciences, Shenyang 110031; 3. Environmental College of Liaoning University, Shenyang, Liaoning 110036; 4. Liaoning Beifang Protection Company Limited, Shenyang, Liaoning 110031)

**Abstract:** Straw as a renewable resource, has large quantity and are widely used. But it is low used in China. According to our country, the level of utilization of the straw resource is raised gradually, such as straw building materials, straw energy, straw feed, straw forming and so on. Gradually extending the feasibility of straw resources industry, developing and using straw resources for expanding straw resources industry and realizing the peasants getting rich could obtain both, economic and environmental benefits. It provide a sustainable development way for the construction of new socialist countryside in China.

**Key words:** straw; resource; new rural; sustainable development