

生物质固废资源化 技术手册

鞠美庭 李维尊 韩国林 等 编
夏元东 刘金鹏 于明言



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

生物质固废资源化 技术手册

鞠美庭 李维尊 韩国林 等编
夏元东 刘金鹏 于明言

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书旨在向广大读者介绍生物质固废的产生途径、种类和组成,国内外有关生物质固废资源化的法律、政策和标准以及各种生物质固废资源化技术的研发和应用。全书共分 10 章,分别为生物质固废的来源与分类,与生物质固废资源化相关的法律法规及政策,生物质固废生产燃料技术,生物质固废生产饲料技术,生物质固废生产有机肥技术,生物质固废生产食品原料及药物中间体技术,生物质固废热化学与锅炉技术,生物质固废生产建筑材料技术,生物质固化成型技术以及生物质固废生产环保餐具等内容。此外针对不同的产品,本书亦给出了相应的质量检测与控制标准,以供读者查阅与应用。

图书在版编目(CIP)数据

生物质固废资源化技术手册/鞠美庭等编. —天津:天津大学出版社,2014.3

ISBN 978-7-5618-5002-2

I. ①生… II. ①鞠… III. ①生物能源—固体废物利用—技术手册 IV. ①X705-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第 036912 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647
网 址 publish.tju.edu.cn
印 刷 昌黎太阳红彩色印刷有限责任公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 169mm×239mm
印 张 19
字 数 394 千
版 次 2014 年 3 月第 1 版
印 次 2014 年 3 月第 1 次
定 价 49.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

生物质包括所有动物、植物、微生物以及与之相关的派生或代谢物。生物质固废是人类在利用生物质过程中产生的废弃物,如园林废弃物、农作物秸秆、农产品加工废弃物、林业生产过程中产生的废弃物、畜牧业生产过程中产生的禽畜粪便及相关废弃物等。生物质固废可以变为生物质能源、生物质材料、工业原料、有机肥和饲料等宝贵资源。目前,我国每年产生各种生物质固废近 20 亿 t,其中一半以上被作为废弃物填埋或焚烧,不仅造成了巨大的资源浪费,还对生态环境造成了严重破坏,如直接焚烧会产生大量烟尘引发雾霾,同时产生的苯并芘、二噁英等致癌物质也会严重威胁人民群众的身体健康。所以,推动我国生物质固废的无害化、减量化和资源化工作任务任重道远。

依托南开大学建设的“天津市生物质类固废资源化技术工程中心”先后得到科技部、教育部,天津科委、天津教委、天津农委以及数家企业的项目资金支持,重点开展了生物质固废全分析方法研究、以生物质固废生产有机肥技术研究、秸秆发酵生产饲料技术研究、以生物质固废为原料生产纤维素/5-羟甲基糠醛/乙酰丙酸等技术研究,并与十几家企业共建了产学研合作基地,所完成的技术研发成果通过了天津市科学技术评价中心组织的专家鉴定,以任南琪院士为主任的专家委员会给予的综合评价结论是“该项目达到国际领先水平”。

南开大学天津市生物质类固废资源化技术工程中心之所以编写这本技术手册,一是为了向广大读者介绍生物质固废的产生途径、种类和组成,二是介绍国内外有关生物质固废资源化的法律、政策和标准,三是介绍各种生物质固废资源化技术的研发和应用。

本书由鞠美庭、李维尊主持编写并统稿,韩国林(赤峰市环境科学研究院)、夏元东(赤峰市环境科学研究院)、刘金鹏、于明言(中共天津市委党校)担任副主编。参与编写工作的人员分工如下:第 1 章由于明言、董文静、李维尊、鞠美庭编写,第 2 章由于明言、朱明新、郭树文、李维尊、鞠美庭编写,第 3 章由刘乐、于明言、李维尊、鞠美庭编写,第 4 章由吴文韬、韩国林、李维尊、鞠美庭编写,第 5 章由王雁南、刘益良、李维尊、鞠美庭编写,第 6 章由江洋、韩国林、李维尊、鞠美庭编写,第 7 章由刘金鹏、夏元东、李维尊、鞠美庭编写,第 8 章由刘博群、韩国林、李维尊、鞠美庭编写,第 9 章由侯其东、夏元东、李维尊、鞠美庭编写,第 10 章由江洋、焦世英、李维尊、鞠美庭编写。

本书在编写过程中参考了相关著作、教材、专利等文献资料,引用了许多专家学者发表的研究成果及图表资料,在此向有关作者致以谢忱!对于书中可能存在的不足和疏漏之处,恳请各位专家、学者及读者批评指教。

编 者

2013年12月于南开园

第1章 生物质固废的来源与分类	(1)
1.1 农业生物质固废的来源与分类	(3)
1.1.1 农作物类固废的来源与分类	(3)
1.1.2 禽畜粪便类固废的来源与分类	(7)
1.1.3 林业类固废的来源与分类	(8)
1.2 工业生产过程中产生的生物质固废	(8)
1.3 城市垃圾中的生物质固废	(9)
第2章 与生物质固废资源化相关的法律法规及政策	(11)
2.1 我国的相关法律法规及政策	(11)
2.1.1 我国的相关法律	(12)
2.1.2 我国的相关政策	(41)
2.2 美国的相关法律法规及政策	(48)
2.2.1 美国的相关法律、法规	(48)
2.2.2 美国的相关政策	(49)
2.3 欧盟的相关法律法规及政策	(50)
2.3.1 欧盟的相关法律、法规	(50)
2.3.2 欧盟的相关政策	(51)
2.4 日本的相关法律法规及政策	(51)
2.4.1 日本的相关法律、法规	(51)
2.4.2 日本的相关政策	(52)
第3章 生物质固废生产燃料技术	(53)
3.1 生物质固废生产乙醇技术	(53)
3.1.1 预处理	(54)
3.1.2 发酵工艺	(57)
3.1.3 脱水工艺	(58)
3.1.4 生物质生产燃料乙醇的经济性分析	(59)
3.2 生物质固废生产生物柴油技术	(63)
3.2.1 原料预处理	(64)
3.2.2 酯化反应	(64)
3.2.3 转酯化反应	(64)
3.2.4 蒸馏纯化	(64)

3.2.5	生物柴油调制	(65)
3.2.6	生物柴油生产方法	(65)
3.3	生物质固废生产可燃气体技术	(66)
3.3.1	秸秆燃气化	(66)
3.3.2	秸秆制沼气	(68)
3.4	生物质固废生产压缩成型燃料	(69)
3.4.1	冷压成型	(70)
3.4.2	热压成型	(70)
3.5	相关质量控制标准	(72)
第4章	生物质固废生产饲料技术	(73)
4.1	青贮饲料生产技术	(73)
4.1.1	青贮饲料组成	(73)
4.1.2	青贮工艺流程	(75)
4.2	微贮饲料生产技术	(77)
4.2.1	微贮饲料组成	(77)
4.2.2	微贮工艺流程	(78)
4.3	氨化饲料生产技术	(81)
4.3.1	氨化原料	(81)
4.3.2	氨化工艺流程	(81)
4.4	单细胞蛋白饲料	(83)
4.4.1	单细胞蛋白饲料发酵培养基	(83)
4.4.2	单细胞蛋白菌株	(83)
4.4.3	工艺流程	(84)
4.5	相关质量控制标准	(85)
4.5.1	青贮品质鉴定	(85)
4.5.2	饲料品质鉴定	(87)
4.5.3	氨化饲料品质鉴定	(87)
4.5.4	饲料检测方法及标准	(88)
第5章	生物质固废生产有机肥技术	(93)
5.1	有机肥生产的原理	(93)
5.2	有机肥生产的原料和预处理	(96)
5.2.1	有机肥生产的原料	(96)
5.2.2	有机肥生产添加剂	(99)
5.2.3	有机肥预处理技术	(99)
5.3	有机肥生产的工艺流程和技术	(101)
5.3.1	好氧堆肥工艺	(102)

5.3.2	厌氧堆肥工艺	(105)
5.3.3	有机肥生产臭气控制及处理技术	(107)
5.3.4	有机肥生产中渗滤液控制及处理技术	(110)
5.3.5	有机肥生产中重金属污染控制及处理技术	(111)
5.3.6	有机肥检测及生产装置创新	(113)
5.4	相关质量控制标准	(114)
第6章	生物质固废生产食品原料及药物中间体技术	(119)
6.1	低聚木糖生产工艺	(120)
6.1.1	半纤维素的降解	(121)
6.1.2	低聚木糖混合液的提纯精炼	(122)
6.2	木糖醇生产工艺	(124)
6.2.1	化学合成法制备木糖醇	(124)
6.2.2	生物法生产木糖醇	(125)
6.3	L-阿拉伯糖生产工艺	(128)
6.4	阿魏酸生产工艺	(131)
6.4.1	阿魏酸简介	(131)
6.4.2	阿魏酸生产技术	(131)
6.5	相关质量控制标准	(132)
第7章	生物质固废热化学与锅炉技术	(133)
7.1	生物质热化学转化技术	(134)
7.1.1	生物质燃烧技术	(134)
7.1.2	生物质气化技术	(144)
7.1.3	生物质热裂解技术	(148)
7.2	生物质发电原理和技术	(151)
7.2.1	生物质直燃发电原理	(151)
7.2.2	生物质混合燃烧发电原理	(152)
7.2.3	生物质气化发电原理	(153)
7.2.4	燃烧发电过程概述	(153)
7.2.5	汽轮机发电技术	(155)
7.3	生物质锅炉技术	(157)
7.3.1	锅炉的规范和分类	(157)
7.3.2	锅炉的构成	(158)
7.3.3	锅炉的工艺系统	(158)
7.3.4	锅炉效率	(160)
7.3.5	锅炉的通用部件	(160)
7.4	相关质量控制标准	(162)

第8章 生物质固废生产建筑材料技术	(164)
8.1 利用农业秸秆固废制作新型建材技术	(165)
8.1.1 利用棉秆纤维堆强树脂制作纤维板	(165)
8.1.2 利用棉秆碎料增强树脂制作复合板	(167)
8.1.3 利用麦秸增强水泥制作水泥复合板	(168)
8.2 利用竹木废物制作新型建材技术	(174)
8.2.1 利用废弃木材制作纤维板	(174)
8.2.2 利用废弃木材制作中密度纤维板	(175)
8.2.3 利用废弃木材制作刨花板	(177)
8.2.4 木纤维波形瓦	(178)
8.2.5 利用锯末制作薄锯末板	(179)
8.2.6 废弃木材利用平压法制作水泥刨花板	(180)
8.2.7 废弃木材利用挤压法制作水泥刨花板墙体	(182)
8.2.8 废弃木材制作墙体及芯层	(183)
8.2.9 废弃木材制作轻质混凝土地面	(184)
8.2.10 废弃木材作增强材料制作石膏刨花板	(186)
8.2.11 废弃竹材增强水泥制作水泥刨花板	(187)
8.3 利用棉麻纺织工业废物制作新型建材技术	(189)
8.3.1 棉花废物制作纤维板	(189)
8.3.2 碎麻屑和短麻纤维制作麻屑复合板	(189)
8.3.3 废弃长麻纤维制作麻毡片压制复合板	(191)
8.3.4 废麻纤维生产水泥麻屑板	(192)
8.4 利用造纸工业废物制作新型建材技术	(193)
8.4.1 造纸工业废物制作树脂纤维板	(193)
8.4.2 粗纸板制作层压板工艺	(195)
8.4.3 造纸工业废物制作水泥复合板	(196)
8.5 利用植物果壳制作新型建材技术	(197)
8.5.1 利用稻壳增强树脂制作稻壳板	(197)
8.5.2 花生壳增强氯氧镁水泥制作花生壳板	(199)
8.6 相关质量控制标准	(200)
第9章 生物质固化成型技术概述	(207)
9.1 生物质固化成型技术	(208)
9.1.1 生物质固化成型技术的原理	(208)
9.1.2 影响成型的主要因素	(209)
9.2 成型工艺	(211)
9.2.1 原料准备	(211)

9.2.2 固化成型工艺	(212)
9.3 生物质固化成型设备	(213)
9.3.1 螺旋挤压式成型机	(213)
9.3.2 活塞冲压式成型机	(214)
9.3.3 压辊式成型机	(214)
9.3.4 ETS 成型机	(215)
9.4 燃烧设备	(215)
9.5 成型燃料的性质	(216)
9.5.1 密度	(216)
9.5.2 耐久性	(217)
9.5.3 热值	(217)
9.6 相关质量控制标准	(217)
9.6.1 成型设备标准	(219)
9.6.2 生物质固体成型燃料质量标准	(219)
9.6.3 生物质固体成型燃料检验标准	(219)
9.6.4 燃烧设备标准	(220)
第 10 章 生物质固废生产环保餐具	(221)
10.1 农作物秸秆生产环保餐具技术	(221)
10.1.1 配料	(222)
10.1.2 环保餐具的生产原理与工艺	(223)
10.1.3 一次性可降解餐饮具通用技术条件(GB 18006.1—1999)	(226)
10.2 污泥的利用	(233)
10.2.1 污泥的性质	(233)
10.2.2 利用污泥生产吸附剂	(234)
10.2.3 污泥性质测试方法	(236)
10.2.4 利用污泥生产有机肥	(238)
附录 代表性专利介绍	(247)
参考文献	(270)

第1章

生物质固废的来源与分类

生物质(Biomass)是指能够利用光合作用把 CO_2 和 H_2O 转化为葡萄糖从而实现光能的储存,自身又能将葡萄糖聚合为纤维素、半纤维素、木质素和淀粉等构成植物本身的基础物质的有机化合物,即一切能够利用绿色植物光合作用所形成的有机化合物,包括除化石燃料外的微生物及其排泄与代谢物和植物等。固体废物是指在人类生产和社会生活活动中产生的没有“利用价值”而遗弃的固体或者半固体物质。生物质固废则是人类在利用生物质的过程中生产和消费产生的废弃物,它仍然属于生物质的宏观范畴,但是能量密度、可用性都有显著的降低。生物质固体废弃物是指农业生产过程中的废弃物,主要包括景观植物的园林废弃物;除粮食、果实以外的秸秆、树木等以及农产品加工副产物和废弃物;林业生产过程的废弃物,主要包括木屑、树木、树枝和树叶等;畜牧业生产过程中的禽畜粪便及其废弃物等。

我国固体废物回收利用率低,废物中含有较多的有机质资源,随着固体废物中生物质废物的增加以及世界能源短缺现象的加剧,需要多种技术手段对生物质能源进行回收利用。我国生物质固废的主要特点为量大、分布广、利用率低、开发潜力大以及环境治理迫切度高。

生物质的基本化学组成元素是 C、H、O、N、碱金属元素(Na、K 等)以及部分微量元素。其中 C、H、O、N 等主要元素总含量占体系的 95% 以上,其中 C 的含量约为 50%,O 的含量约为 40%,两种元素合计在 90% 以上。表 1-1 列出了部分农林业生物质的化学元素的百分含量。

表 1-1 部分农林业生物质的化学元素的百分含量

类型	C	H	O	N
杉木	52.8	6.3	40.5	0.1
树脂	50.8	6.06	42.7	0.36
麦秸	49.04	6.16	43.41	1.05
稻草	48.87	5.84	44.38	0.74
稻壳	46.2	6.1	45	2.58

续表

类型	C	H	O	N
甘蔗渣	53.1	6.03	38.7	1.25
玉米芯	48.4	5.5	44.3	0.3
高粱秸	48.63	6.08	44.92	0.36

从生物学角度,可以将生物质分为植物性和非植物性两类。植物性生物质是指植物体以及人类生活生产中利用植物体的过程中产生的废弃物;非植物性生物质是指动物及其排泄物、微生物及其代谢物。

生物质具有多种结构复杂的高分子有机化合物,这些化合物相互连接组成了生物质的主要结构,主要包括木质纤维素(纤维素、半纤维素、木质素)、淀粉、脂类、蛋白质以及水分、灰分等。

其中纤维素和半纤维素属于碳水化合物,而木质素则是由碳水化合物通过一系列生物化学反应转化得到的。基于植物光合作用合成得到的碳水化合物又被称为糖类,主要由碳、氢和氧三种元素构成。

纤维素是葡萄糖分子以 β -1,4-糖苷键结合而构成的聚合物。纤维素通常含有数千个葡萄糖单元,是构成植物细胞壁的主要成分。因此纤维素成为自然界中分布最广、含量最多的一种多糖。这一特点使得纤维素中的碳含量占植物界碳含量的50%以上。

半纤维素是由多种不同类型的单糖聚合后形成的异质多聚体,这些糖包括五碳糖和六碳糖,主要有木糖、阿拉伯糖、甘露糖、鼠李糖和半乳糖等。此外,半纤维素木聚糖在木质纤维素体系中占总量的50%。半纤维素与纤维素微纤维相互连接,由此构成了坚硬的细胞相互连接的网络。

木质素是由四种醇单体(对香豆醇、松柏醇、5-羟基松柏醇、芥子醇)构成的一种高度聚合的复杂酚类聚合物。同时木质素也是构成植物细胞壁的主要成分之一。木质素能够促使细胞相互连接,因此在植物组织中能够提高细胞壁强度,同时具有黏合纤维的作用。由于其具有极强的活性且组成结构与理化性质比较复杂,因此动物难以利用木质素,然而在土壤中经过很长时间的消化后,木质素能够转化成腐殖质。

淀粉是葡萄糖的高聚体,是一种多糖,是植物贮存能量的一种方式,贮存在种子和块茎中,各类植物中的淀粉含量都较高。

蛋白质是生命的物质基础,是一类生物大分子。蛋白质广泛存在于生物体中。蛋白质中的主要结构是肽链。该体系中的肽链是由核酸编码的 α 氨基酸之间通过 α 氨基和 α 羧基形成的肽键互相连接而成的。因此蛋白质是经翻译后加工而生成的具有特定立体结构的、有活性的大分子。

脂类是细胞中单位体积含能量最高的物质,主要的化学元素是C、H、O,部分脂类含有N和P。

由于生物质中均含有一定量的水分和灰分,因此在燃烧过程中水分转化为水蒸气而进入大气;灰分主要是由 P、K、Si、Al、Ca、Fe 等元素的氧化物构成的,由于其不能燃烧,因此残留于体系中。

从来源上讲,生物质固体废弃物包括农业、工业以及一般城市生物质固体废弃物,表 1-2 给出了当前生物质固废的组成及分类。

表 1-2 生物质固废的组成及分类

农业	农作物(农作物籽实收割后剩余的不能被直接利用的茎秆、叶子、米糠、麸皮等废弃物)
	畜禽粪便(畜禽养殖过程中产生的大量的畜禽粪便)
	林业加工(林地间伐、园林修剪过程中产生的废弃枝条、茎叶等)
工业	酿酒(酒糟)
	压榨副产品(甘蔗渣、茶叶渣、果渣等)
	制药(中药渣)
城市	餐厨垃圾
	市政园林垃圾(树枝、树叶、草等)
	生活垃圾(包装纸、报纸等废弃纸张)

1.1 农业生物质固废的来源与分类

1.1.1 农作物类固废的来源与分类

农作物类固废主要包括禾本科作物秸秆和豆科作物秸秆以及农产品加工过程中产生的米糠、麸皮等,此外还有各种蔓藤。其中禾本科作物秸秆主要有玉米秸、小麦秸、稻草等;豆科作物秸秆有黄豆秸、蚕豆秸等。

据统计,2009 年全国农作物秸秆理论资源量为 8.20 亿t(风干,含水量为 15%)。其中玉米秸秆、稻草秸秆、棉秆、麦秆、油料作物秸秆、豆类作物秸秆、薯类作物秸秆等的产量见表 1-3,这与我国农作物种植结构(表 1-4)密切相关。受到收集技术、收集半径、气候、作物类别等因素影响(包括收集途中损失量),我国秸秆资源可收集量约为 6.87 亿t,未利用的资源量为 2.15 亿t。在已利用的秸秆中直接作为饲料使用的量约为 2.11 亿t,占 30.69%,其他利用途径包括秸秆还田、制取肥料、燃料、秸秆造纸等。

表 1-3 各种农作物秸秆理论资源量及所占比例

项目	2009 年	
	产量/万 t	比例/%
理论资源量	82 000	100
玉米秸秆	26 500	32.3
稻草秸秆	20 500	25
麦秸	15 000	18.3
油料作物秸秆(主要为油菜和花生)	3 737	4.6
豆类秸秆	2 726	3.3
棉秆	2 584	3.2
薯类秸秆	2 243	2.7

注:数据来自《全国农作物秸秆资源调查与评价报告》。

表 1-4 2007—2009 年中国主要农作物种植结构

%

项目	2007 年	2008 年	2009 年
粮食作物	68.84	68.34	68.70
谷物	55.89	55.19	55.72
玉米	19.21	19.11	19.66
小麦	15.46	15.11	15.31
稻谷	18.84	18.71	18.68
其他谷物	2.39	2.25	2.08
豆类	7.68	7.75	7.53
大豆	5.70	5.84	5.79
杂豆	1.97	1.91	1.74
薯类	5.27	5.39	5.44
马铃薯	2.89	2.98	3.20
油料作物	7.37	8.21	8.61
花生	2.57	2.72	2.76
油菜籽	3.68	4.22	4.59
其他油料作物	1.01	1.14	1.11
棉花	3.86	3.68	3.12
麻类	0.17	0.14	0.10
糖料	1.17	1.27	1.19
烟叶	0.76	0.85	0.88
蔬菜、瓜果类	12.76	12.88	13.08

续表

项目	2007 年	2008 年	2009 年
其他农作物	4.44	3.86	3.58
农作物总播种面积	100	100	100

注:数据来自《中国统计年鉴 2009》。

表 1-5 给出了我国主要农作物固废的来源、成分及资源化方向。

表 1-5 我国主要农作物固废的来源、成分及资源化方向

	来源	主要成分	资源化方向
玉米秸秆	北方春播玉米区、黄淮海平原夏播玉米区、西南山地玉米区、南方丘陵玉米区、西北灌溉玉米区、青藏高原玉米区	生物化学组分包括总糖、粗脂肪、粗蛋白、粗灰分、Ca、P、中性洗涤纤维 NDF、酸性洗涤纤维 ADF 和木质素。Ca、P 元素主要分布在叶片中,其次在叶鞘中,其中叶片中 Ca、P 的质量分数分别可以达到 1.0% 和 0.1% 左右。总糖含量一般在茎皮、茎节、茎髓中最高,质量分数分别可达到约 10%、18%、15%。粗蛋白存在于叶片中,新收获玉米秸秆中粗蛋白质量分数可以达到 15% 左右	①有机肥 ②饲料 ③生物燃料 ④药物中间体 ⑤发电 ⑥建筑材料 ⑦环保餐具
稻草 秸秆	水稻秸秆	干物质含量可达 90% 以上。水稻秸秆在未经处理的情况下粗蛋白含量一般为 2%~6%,无氮浸出物含量约 40%,纤维素和半纤维素含量分别约为 40% 和 20%,木质素含量约 10%	①有机肥 ②饲料 ③生物燃料 ④药物中间体 ⑤发电 ⑥建筑材料 ⑦环保餐具
	麦秸秆 (麦草)	小麦脱粒后的秸秆。2011 及 2012 年度,我国小麦产量约为 11 500 万 t,以谷草比为 1 计算,约有 11 500 万 t 的麦秸秆产生 小麦秸秆各个部位的干物质含量有很大不同,茎秆干物质含量可达到 40% 左右,叶片、叶鞘中干物质含量为 10%~20%	
棉秆	棉花产业的副产物,其产量在一般情况下可达到 5 000 万 t	棉秆中蛋白质等含量低,而木质素、纤维素等含量较高,棉秆中半纤维素含量接近 20%。按重量比皮占总量的 30%,木质部分占 65%,髓占 4.5%;按体积比皮占总体积的 20.47%,木质部占 63.3%,髓占 15.95%	①有机肥 ②生物燃料 ③药物中间体 ④发电 ⑤建筑材料

续表

	来源	主要成分	资源化方向
油料作物秸秆	油料作物是以榨取油脂为主要用途的一类作物。这类作物主要有大豆、花生、芝麻、向日葵、棉籽、蓖麻、苏子、油用亚麻和大麻等	主要成分为木质纤维素,其中纤维素含量为35%~46%,高于其他秸秆类物质	①有机肥 ②饲料 ③生物燃料 ④药物中间体 ⑤发电 ⑥建筑材料 ⑦环保餐具
马铃薯渣	马铃薯是世界各国的主要作物之一,马铃薯渣是在马铃薯淀粉生产加工过程中产生的一种副产物	主要成分为水、细胞碎片和残余淀粉颗粒。其所含的化学成分多样,包括淀粉、纤维素、半纤维素、果胶、游离氨基酸、寡肽、多肽和灰分等	①有机肥 ②饲料 ③药物中间体 ④建筑材料 ⑤环保餐具
米糠	米糠是稻谷加工的主要副产品,我国的米糠饲料资源总量丰富	米糠由稻谷的果皮、种皮、外胚层、糊粉层、胚及少量胚乳组成。米糠干物质含量一般在80%以上,粗灰分占10%左右,粗蛋白质占10%~15%,粗纤维占10%左右,粗脂肪占15%~20%,无氮浸出物占30%~40%	饲料
苧麻剩余物	我国的苧麻产量占全世界苧麻产量的90%以上,每年出产15万~150万t,通常习惯于利用只占苧麻整个植株5%左右的纤维部分来作为纺织原料,而近95%的苧麻副产物很少利用	纤维素含量高达82%以上,木质素含量低	①有机肥 ②饲料 ③生物燃料 ④发电 ⑤建筑材料 ⑥环保餐具
剑麻屑	剑麻是当今世界用量最大、范围最广的一种硬质纤维。其世界年产量在50万t以上	纤维素含量可达60%,木质素含量约8%	①有机肥 ②饲料 ③生物燃料 ④发电 ⑤建筑材料 ⑥环保餐具
龙须草	年产量约50万kg,在利用过程中废物产生较多	纤维素含量可达44%,木质素含量约12%	①有机肥 ②饲料 ③生物燃料 ④发电 ⑤建筑材料 ⑥环保餐具

续表

	来源	主要成分	资源化方向
棉花废料	棉花屑、短棉绒是主要的棉花废料	棉花屑、棉绒和棉花相同,纤维素含量高,一般在95%以上,蜡质含量也很大,在0.3%~1.0%	①有机肥 ②生物燃料 ③发电 ④建筑材料 ⑤环保餐具

1.1.2 禽畜粪便类固废的来源与分类

随着我国农村经济和畜牧业的发展,禽畜场愈加规模化,数量也增多,粪便废物相应地越来越多。2007年我国畜禽粪便总量为12.47亿t,其中可开发用量大约在8.8亿t,畜禽粪便的主要来源是牛粪、猪粪和鸡粪,分别达到4.64亿t、3.39亿t和0.80亿t。预计到2020年,我国禽畜粪便排放量将达到40亿t,将对环境产生严重的污染。粪便垃圾如果直接排入环境,对环境及动植物和人类健康都有极大的危害。鸡粪中含有丰富的营养成分如氨基酸,蛋白质含量较高(10%~22%),其纯氮、磷(P_2O_5)、钾(K_2O)含量约为1.63%、1.54%、0.085%。猪粪中能被作物利用的营养成分约占70%,水分含量占60%~70%,粗灰分含量占20%左右,同时K、P、Ca、N的含量较高。猪粪中所含氨基酸含量较高的为苯丙氨酸、亮氨酸与赖氨酸。禽畜粪便的有机质含量丰富,同时含有较多的N、P、K及多种微量元素,表1-6列出了几种主要禽畜粪便中的主要可利用成分,表1-7给出了干燥鸡粪各成分含量。

表1-6 禽畜粪便中可利用成分

种类	干物质含量/%	可利用氮/(kg/t)	总磷/(kg/t)	总钾/(kg/t)
肉鸡粪	60	10.0	25.0	18.0
蛋鸡粪	30	5.0	13.0	9.0
牛粪	6	0.9	1.2	3.5
猪粪	6	1.8	3.0	3.0

表1-7 干燥鸡粪各成分含量

%

成分	鸡粪
粗蛋白	21.61
粗脂肪	3.14
粗纤维	14.43
粗灰分	18.66
水分	9.87