农业固体废弃物资源化利用

张　颖　主　编
王晓辉　副主编

化学工业出版社
·北　京·

需要全本请访问 www.ertongbook.com

（京）新登字 039 号

图书在版编目（CIP）数据

农业固体废弃物资源化利用/张颖主编．—北京：化学工业出版社，2005.8
ISBN 7-5025-7561-8

Ⅰ．农… Ⅱ．张… Ⅲ．农业废物：固体废物-废物综合利用 Ⅳ．X71

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2005）第 098092 号

农业固体废弃物资源化利用
张 颖 主 编
王晓辉 副主编
责任编辑：胡全胜 张 彦
文字编辑：宋 薇
责任校对：于志岩
封面设计：潘 虹

*

化学工业出版社出版发行
（北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029）
购书咨询：（010）64982530
（010）64918013
购书传真：（010）64982630
http://www.cip.com.cn

*

新华书店北京发行所经销
北京云浩印刷有限责任公司印装
开本 850mm×1168mm 1/32 印张 9 字数 234 千字
2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-7561-8
定 价：19.00 元

版权所有 违者必究
该书如有缺页、倒页、脱页者，本社发行部负责退换

《农业固体废弃物资源化利用》
编写人员名单

主　编　张　颖

副主编　王晓辉

参　编　陈兆波　鄂　勇　陶虎春　单德鑫

前　言

我国是一个农业大国，农业生产中产生的废弃物种类繁多，数量巨大，但是只有其中的一小部分得到有效利用，农业资源被严重破坏和浪费的情况十分严重。这些废弃物既是宝贵资源，又是严重污染源，若不经妥善处理排入环境，将会造成环境污染、自然生态恶化。充分有效地利用农业废弃物，不仅对合理利用农业生产与生活资源、减少环境污染、改善农村生态环境具有十分重要的意义，而且在世界能源日益枯竭、人均占有量日渐减少的情况下，农业固体废弃物作为一种能源，它的综合利用及其资源化方面的研究也将对人类的生存产生重大影响。因此，农业废弃物的资源化利用问题，就成为当今农业与农村持续发展中的一个重要课题。

近几年来，农业固体废弃物的资源化利用正在进入科学化的新阶段，我国各地的相关人士在农业固体废弃物处理与利用技术的理论研究、专题攻关、产品开发、工程建设和营运管理等方面均取得了显著的成果，合理利用和推广这些成果，必将产生良好的经济效益、生态效益和社会效益。因此，作为这些工作的总结和回顾，本书以固体废弃物资源化利用为主线，在大量收集归纳国内外同类研究及应用资料的基础上，较全面地介绍了有关农业固体废弃物资源化利用的知识，力求能体现出集成性、先进性、系统性、代表性和实用性的特点；在写法上注重学科交叉，力求深入浅出和实用。

全书共分十一章，由东北农业大学张颖副教授主编，上海师范大学王晓辉副教授副主编。主要编写人员有：张颖（第一章，第三章，第十一章部分），王晓辉（第二章，第七章～第十章），哈尔滨工业大学陈兆波博士（第十一章部分），东北农业大学鄂勇教授（第六章），东北农业大学陶虎春讲师（第四章），东北农业大学单德鑫讲师（第五章）。张颖和王晓辉对全书进行了统稿。

此外，东北农业大学在读研究生孟庆娟、杨长福、周军等对本书的编写、校对也做出了贡献。

由于作者水平和经验有限，加之时间仓促，疏漏和错误之处在所难免，恳请同行专家、学者和广大读者提出宝贵的意见。

编者

2005 年 5 月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　　录

第一章　概述 …… 1
一、自然资源与废弃物的资源化 …… 1
二、农业固体废弃物及其资源化的意义 …… 2
三、发达国家农业固体废弃物资源化利用现状与分析 …… 3
四、中国农业固体废弃物资源化利用现状与分析 …… 5
五、中国农业固体废弃物处理与资源化利用政策和
产业化对策 …… 7
六、农业固体废弃物资源化利用的限制性因素 …… 9
七、农业固体废弃物资源化利用的最新发展动向 …… 11
八、农业固体废弃物资源化利用发展前景展望 …… 15
参考文献 …… 17
第二章　农业固体废弃物分类及特征 …… 18
第一节　农业固体废弃物的分类 …… 18
一、农业废弃物的特点 …… 19
二、农业固体废弃物的种类 …… 19
第二节　第一性生产废弃物的特征分析 …… 20
一、第一性生产废弃物的特征及其利用方式 …… 20
二、如何有效开发我国的秸秆资源 …… 20
第三节　第二性生产废弃物的特征分析 …… 21
一、第二性生产废弃物产量及分布 …… 21
二、第二性生产废弃物的利用途径和开发价值 …… 22
第四节　农副产品加工后剩余物的特征分析 …… 22
一、农副产品废弃物的种类 …… 22
二、农副产品废弃物的特征 …… 22
第五节　农村居民生活废弃物的特征分析 …… 23
一、我国农村的生活垃圾数量及其成分特点 …… 23

二、农村生活垃圾处理处置现状及存在问题 …… 24
参考文献 …… 25
第三章 植物纤维性废弃物资源化利用技术 …… 26
第一节 植物纤维性废弃物资源与特点 …… 26
一、植物纤维性废弃物的资源 …… 26
二、植物纤维性废弃物的特点 …… 27
三、植物纤维性废弃物的利用 …… 28
第二节 废物还田技术 …… 29
一、秸秆直接还田 …… 30
二、秸秆间接还田 …… 31
三、秸秆生化腐熟快速还田 …… 33
第三节 饲料化利用技术 …… 36
一、微生物贮存技术 …… 37
二、青贮法 …… 39
三、氨化法 …… 43
四、热喷处理 …… 47
第四节 气化技术 …… 50
一、作为气化原料的优点 …… 51
二、气化设备 …… 51
第五节 固化、炭化技术 …… 55
一、固化技术 …… 56
二、炭化技术 …… 57
第六节 制备生产原料技术 …… 57
一、膨化改性植物纤维技术 …… 58
二、制备阳离子交换树脂吸附重金属离子技术 …… 62
三、制备食用菌培养基技术 …… 62
第七节 制备复合材料技术 …… 64
一、制备人造板技术 …… 64
二、制备植物纤维发泡制品技术 …… 71
三、制备植物纤维餐具的技术 …… 73
四、利用植物纤维性废弃物造纸的技术 …… 74

第八节　制取化学品技术 …… 74
一、低聚木糖 …… 75
二、糠醛 …… 76
三、淀粉 …… 78
四、白炭黑、活性炭和高模数硅酸钾 …… 79
五、膳食纤维 …… 80
六、草酸（乙二酸） …… 81
七、酒精 …… 82
参考文献 …… 83
第四章　畜禽粪便资源化利用技术 …… 85
第一节　畜禽粪便资源和特点 …… 85
一、畜禽粪便资源 …… 85
二、畜禽粪便资源的特点 …… 85
第二节　畜禽粪便污染与防治措施 …… 87
一、畜禽粪便对环境的污染 …… 87
二、畜禽粪便对环境的污染原因 …… 88
三、防治禽畜粪便污染的管理措施 …… 89
四、防治畜禽粪便污染的技术措施 …… 89
第三节　粪便肥料化技术 …… 90
一、概述 …… 91
二、关键因素及指标控制 …… 92
三、堆肥制作方法 …… 94
四、堆肥化设备 …… 96
五、堆肥品质检定的标准 …… 97
六、堆肥的功效 …… 97
七、堆肥施用原则及方法 …… 98
第四节　粪便饲料化技术 …… 99
一、畜禽粪便饲料化的可行性 …… 99
二、畜禽粪便饲料化的方法 …… 100
第五节　粪便燃料化技术 …… 101
一、沼气法 …… 102

二、畜禽粪便褥草的焚烧处理 …… 106
第六节　鸡粪资源化技术 …… 108
一、鸡粪成分 …… 108
二、鸡粪饲料化 …… 109
三、鸡粪肥料化 …… 112
第七节　猪粪资源化技术 …… 113
一、猪粪成分 …… 113
二、“猪乐菌”垫床法积肥 …… 114
三、生态养猪法 …… 115
参考文献 …… 117
第五章　塑料地膜的资源化利用技术 …… 120
第一节　废弃塑料地膜污染特征分析 …… 120
一、白色污染 …… 120
二、白色污染的危害 …… 120
第二节　焚烧回收热能技术 …… 122
一、焚烧废旧塑料地膜的方式 …… 122
二、废旧塑料地膜的能量回收 …… 123
第三节　洗净、粉碎、改型、造粒技术 …… 124
一、预处理 …… 124
二、再生料的成型前处理 …… 125
三、成型 …… 127
第四节　制备氯化聚乙烯技术 …… 127
一、配方 …… 128
二、工艺流程 …… 128
三、操作步骤 …… 128
第五节　还原油化技术 …… 130
一、热解法油化工艺 …… 131
二、催化热解法（一步法）油化工艺 …… 131
三、热解-催化改质法（两步法）油化工艺 …… 131
四、油化工艺存在的问题及其对策 …… 132
第六节　地膜二次、多次利用技术 …… 134

一、“一膜两用”及“一膜多用”的现实意义 …… 135
二、“一膜两用”及“一膜多用”的覆盖方式 …… 136
三、“一膜两用”及“一膜多用”栽培应注意的问题 …… 136
第七节 其他 …… 137
一、用废旧塑料地膜制造控释肥料的包膜材料 …… 137
二、废旧塑料地膜的掩埋处理 …… 138
三、可降解性塑料及其制品的开发应用 …… 139
参考文献 …… 141
第六章 农村生活垃圾与乡镇工业废弃物的资源化利用技术 …… 143
第一节 农村生活垃圾与乡镇工业废弃物的特征 …… 143
一、农村生活垃圾的特征 …… 143
二、乡镇工业废弃物的特征 …… 143
第二节 卫生填埋 …… 144
一、卫生填埋场的技术要求 …… 144
二、新型的卫生填埋场技术 …… 145
三、卫生填埋处理的社会与环境效益 …… 145
第三节 生物处理 …… 146
一、生物处理技术概述 …… 146
二、微生物对有机物的转化 …… 146
三、好氧发酵 …… 147
四、厌氧发酵 …… 148
第四节 垃圾焚烧技术 …… 151
一、机械炉排式焚烧炉 …… 151
二、流化床焚烧炉 …… 151
三、旋转窑焚烧炉 …… 152
四、垃圾焚烧技术 …… 152
五、垃圾的燃料转化技术 …… 154
第五节 生活垃圾卫生填埋场渗滤液处理 …… 155
一、渗滤液的产生来源与特点 …… 155
二、渗滤液水量控制工程 …… 155

三、滤液处理技术 …… 155
第六节　人粪尿处理技术 …… 156
一、堆肥发酵 …… 157
二、沼气发酵 …… 157
三、生态厕所 …… 157
四、粪便处理的卫生要求 …… 158
第七节　粉煤灰的资源化利用 …… 158
一、粉煤灰用于生产建筑材料 …… 159
二、粉煤灰用于农业土壤改良 …… 160
三、粉煤灰的精细利用 …… 161
第八节　煤矸石的资源化利用 …… 163
一、煤矸石替代燃料 …… 164
二、煤矸石生产各种建筑材料 …… 166
三、煤矸石生产化工产品 …… 167
四、煤矸石充填采空区 …… 167
第九节　废橡胶的资源化利用 …… 168
一、橡胶的生产和消费概况 …… 168
二、废橡胶利用的意义 …… 168
三、橡胶资源综合利用方面的生产技术 …… 169
参考文献 …… 171
第七章　沼气发酵及综合利用技术 …… 172
第一节　农村沼气发酵应用与特点 …… 172
一、沼气概述 …… 172
二、沼气发酵工艺 …… 172
第二节　沼气的资源化利用技术 …… 175
一、沼气发酵的能量利用 …… 175
二、沼气气体特性的应用 …… 177
第三节　沼液的资源化利用技术 …… 178
一、概述 …… 178
二、沼液的成分 …… 178
三、沼液的应用 …… 179
需要全本请访问 www.ertongbook.com

第四节　沼渣的资源化利用技术 …… 187
一、沼渣的应用 …… 187
二、沼渣肥料的使用方法 …… 188
第五节　沼气与当代可持续生态农业的发展 …… 188
一、沼气工程 …… 188
二、以沼气为纽带的农村生态庭院经济 …… 190
参考文献 …… 192
第八章　农副产品废弃物的资源化利用技术 …… 194
第一节　农副产品废弃物的营养价值 …… 194
一、农副产品废弃物的概念及营养价值 …… 194
二、如何有效利用农副产品废弃物的营养成分 …… 195
第二节　农副产品废弃物的生物净化 …… 197
一、生物净化的定义及类型 …… 197
二、农副产品废弃物的生物净化 …… 198
第三节　农副产品废弃物的资源利用 …… 199
一、农副产品废弃物资源化的目的和意义 …… 199
二、农副产品废弃物资源化的途径 …… 199
参考文献 …… 203
第九章　微生物在农业固体废弃物资源化中的应用 …… 204
第一节　微生物特性 …… 204
一、微生物的定义 …… 204
二、微生物的主要特点 …… 204
第二节　微生物菌剂在农业固体废弃物资源化中的应用 …… 205
一、微生物菌剂的定义和用途 …… 205
二、有效微生物群 …… 206
三、微生物菌剂在农业固体废弃物治理中的应用 …… 206
四、微生物菌剂的研制 …… 209
第三节　生物工程技术在农业固体废弃物资源化中的应用 …… 211
一、生物工程的定义、技术体系和特点 …… 211
二、环境生物技术 …… 212
三、生物技术在农业固体废弃物治理中的应用 …… 213

参考文献 …… 216
第十章　农业固体废弃物的其他原料化技术 …… 218
第一节　利用农业废弃物制取木糖醇 …… 218
一、木糖醇概述 …… 218
二、木糖醇的制备 …… 218
三、结晶木糖醇质量指标控制 …… 222
第二节　利用农业废弃物制造轻质建筑板材 …… 222
一、利用农业废弃物制造人造板发展历程 …… 222
二、人造板类型 …… 223
三、几种农业废弃物生产的无机胶黏剂粘接人造板 …… 225
第三节　利用农业废弃物生产食用菌 …… 228
一、农业废弃物生产食用菌的原理 …… 229
二、食用菌栽培方法 …… 230
三、农业废弃物栽培食用菌 …… 231
参考文献 …… 233
第十一章　工程实例 …… 234
第一节　北京市农业废弃物和畜禽粪便资源化利用实例 …… 234
一、秸秆类农业废弃物的处理利用 …… 234
二、鸡粪的处理利用 …… 236
三、猪粪的处理利用 …… 237
四、塑料地膜的处理利用 …… 238
第二节　台湾农业废弃物的再生处理与利用实例 …… 241
一、台湾主要农业废弃物资源介绍 …… 241
二、台湾主要农业废弃物处理与利用 …… 242
三、农业废弃物再生处理的社会效益 …… 245
第三节　广东省新兴县农业废弃物资源化利用实例 …… 245
一、广东省新兴县农业废弃物的资源化利用现状 …… 245
二、广东省新兴县农业废弃物的资源化利用模式分析 …… 246
三、广东省新兴县农业废弃物的资源化利用模式效应的比较分析 …… 247
四、广东省新兴县促进农业废弃物资源化利用的对策与

建议 …… 248
第四节　辽宁省西安生态养殖场畜禽废物利用实例 …… 249
一、辽宁省西安生态养殖场概况 …… 249
二、生态养殖场系统结构组成及运行机理 …… 249
第五节　秸秆颗粒饲料加工技术实例 …… 252
一、生产原理及工艺 …… 253
二、主要产品特点及类型 …… 254
三、秸秆颗粒饲料的优势 …… 255
第六节　秸秆气化集中供气系统的应用 …… 256
一、工艺流程 …… 256
二、经济成本分析 …… 256
三、目前秸秆气化工程推广存在的主要问题 …… 257
第七节　稻壳气化发电系统的应用 …… 258
一、工艺概况 …… 259
二、工艺控制 …… 260
三、产生废物的处理 …… 260
四、经济成本分析 …… 261
五、影响生物质气化发电技术应用的主要因素 …… 261
六、中国生物质气化发电技术的发展策略 …… 262
第八节　以沼气为纽带的生态农场典型实例 …… 263
一、杭州浮山养殖场沼气工程 …… 263
二、山东省胜利油田生态农场沼气工程 …… 265
三、河南省南阳酒精厂生产沼气无害肥大型示范工程 …… 267
参考文献 …… 269

第一章　概　　述

一、自然资源与废弃物的资源化

（一）自然资源的资源化

自然资源是指人类可以直接从自然界获得并用于生产和生活的物质，它是自然环境的重要组成部分。自然资源一般是指天然存在的自然物，主要包括土地资源、水资源、气候资源、生物资源和矿产资源等，而不包括人类加工制造的原材料，如各种农产品资源。

自然资源是一个非常广泛的概念，包括很多种形态和性质不同的物质，一般可分为如下三类。

① 不可更新的资源，又称非再生资源。这类资源是经历了漫长的地质年代才得以形成的，储备有限，基本上没有更新能力。在不可更新资源中，有些可借助于循环而被回收，如各种金属和非金属矿物等；有些则是一次消耗性的，如煤、石油等化石燃料。这类资源在开发利用中，只能消耗而无法持续利用，不能“取之不尽，用之不竭”。

② 可更新的资源，又称可再生资源。从理论上讲，可再生资源是可以永续利用的，即用了一次之后可恢复再利用，这类资源主要包括土地资源、水资源和生物资源。可更新自然资源无论是生物还是非生物的，在自然界生物圈内都能持续更新，即它们可在较短的时间内再生产出来或循环再现。例如，家畜、森林等在几年或几十年内就可以生长起来，而人类经过一定时期后即能对其再度利用；河流具有自净功能等。但必须对可更新资源加以人为经营或保护，若使用不当，会损害资源，破坏其更新循环过程，造成资源枯竭。

③ 取之不尽的资源。这类资源供给稳定，数量丰富，几乎不受人类活动影响，一般不因利用而枯竭。如空气、风力、太阳辐射

能、潮汐能和气候等，它们被利用后不会导致在某地区贮藏量减少，也不会导致资源的迅速枯竭。这类资源具有明显的地区性，只有掌握其规律，运用近代科学技术，才能使之更好地为人类造福。

（二）废弃物的资源化

所谓资源化，指的是废物的再循环利用、回收资源和能源。因此，资源化又称为“再生”、“回收利用”等。对于不同的自然资源，应采取不同的保护对策。对可再生资源要积极保护和促进其再生增殖能力，使之持续发展和永续利用；对非再生资源应坚持综合勘察、综合开采、综合利用和经济节约的原则；对原生性的资源则是如何最充分地挖掘潜力，最大限度地加以利用。

二、农业固体废弃物及其资源化的意义

（一）农业废弃物的概念及分类

农业废弃物也称农业垃圾，按其成分，主要包括植物纤维性废弃物（农作物秸秆、谷壳、果壳及甘蔗渣等农产品加工废弃物）和畜禽粪便两大类，是农业生产和再生产链环中资源投入与产出在物质和能量上的差额，是资源利用过程中产生的物质能量流失份额。一般意义上的农业废弃物，主要是指农业生产和农村居民生活中不可避免的一种非产品产出。从资源经济学的角度上看，农业废弃物是某种物质和能量的载体，是一种特殊形态的农业资源。

农业废弃物按其来源不同可分为以下几种类型。

① 第一性生产废弃物，主要是指农田和果园残留物，如作物秸秆、果树枝条、杂草、落叶、果实外壳等。

② 第二性生产废弃物，主要是指畜禽粪便和栏圈垫物等。

③ 农副产品加工后的剩余物。

④ 农村居民生活废弃物，包括人粪尿及生活垃圾。

（二）农业固体废弃物资源化的意义

人类在开发利用自然资源进行社会化大生产的同时，必然产生许多废弃物。以我国为例，我国是一个农业大国，农业生产中的废弃物种类繁多，数量巨大，但仅有 1/5 农业废弃物被利用，农业资源被严重破坏和浪费。此外，种植业和养殖业只注重粮、肉、蛋、

奶等产品的利用，对大量的副产品弃之不顾。据报道，我国每年种植业产生的废弃物（秸秆、蒿草、壳蔓）有 10 亿吨左右、养殖业畜禽粪便 300 万吨左右、林业（锯末刨花）160 万吨左右。这些废弃物既是宝贵资源，又是严重污染源，若不经妥善处理排入环境，将会严重污染环境。如大量的秸秆被简单地烧掉，会严重污染大气环境；畜禽粪便等有机废液不经妥善处理直接排入水体，造成严重的地下水体和地表水系的污染等。如果这一状况进一步恶化，必将会制约农业生产的发展。另一方面，农村乡镇工业迅速发展对商品能源的需求也会日益增加。

因此，如何充分有效地利用农业废弃物，将其加工转化，制成再生能源及其系列产品，不仅对合理利用农业生产与生活资源，减少环境污染，改善农村生态环境具有十分重要的意义，而且在能源日益枯竭的情况下，农业固体废弃物作为一种能源，它的利用也将产生重大的影响。农业固体废弃物的资源化利用正在进入科学化的新阶段，合理利用和推广这些技术，必将产生良好的经济效益、生态效益和社会效益。

三、发达国家农业固体废弃物资源化利用现状与分析

（一）农业废弃物用于处理废水

传统的废水处理系统是利用从原油中分离出的聚合物及粒状活性炭转移废水中的有毒金属等物质。美国北卡罗来纳州 A&T 大学的畅·塞欧先生一直在探索利用农业废弃物提高水质的方法，他认为玉米芯、豆荚一类农副产品下脚料可用于处理废水。

（二）农业废弃物用于清洁油污地面

美国密西西比州佛罗拉的 ERT 公司开发了棉花废弃物的一种全新用途：利用棉籽棉绒吸收、生物降解碳氢化合物，其主要是利用棉籽加工废弃物纤维素中固有的一种细菌。ERT 公司通过创造某种特殊的环境营养细菌，促其繁殖，从而制成一种带生物活性的吸收剂。这种产品外形像精细的木屑，对动植物无毒害，把它施放到受油类污染的地表面、水面或土壤中，它将如同胶囊一样包裹住碳氢化合物或其他有毒物质，然后产品中的细菌破裂出来降解油

需要全本请访问 www.ertongbook.com