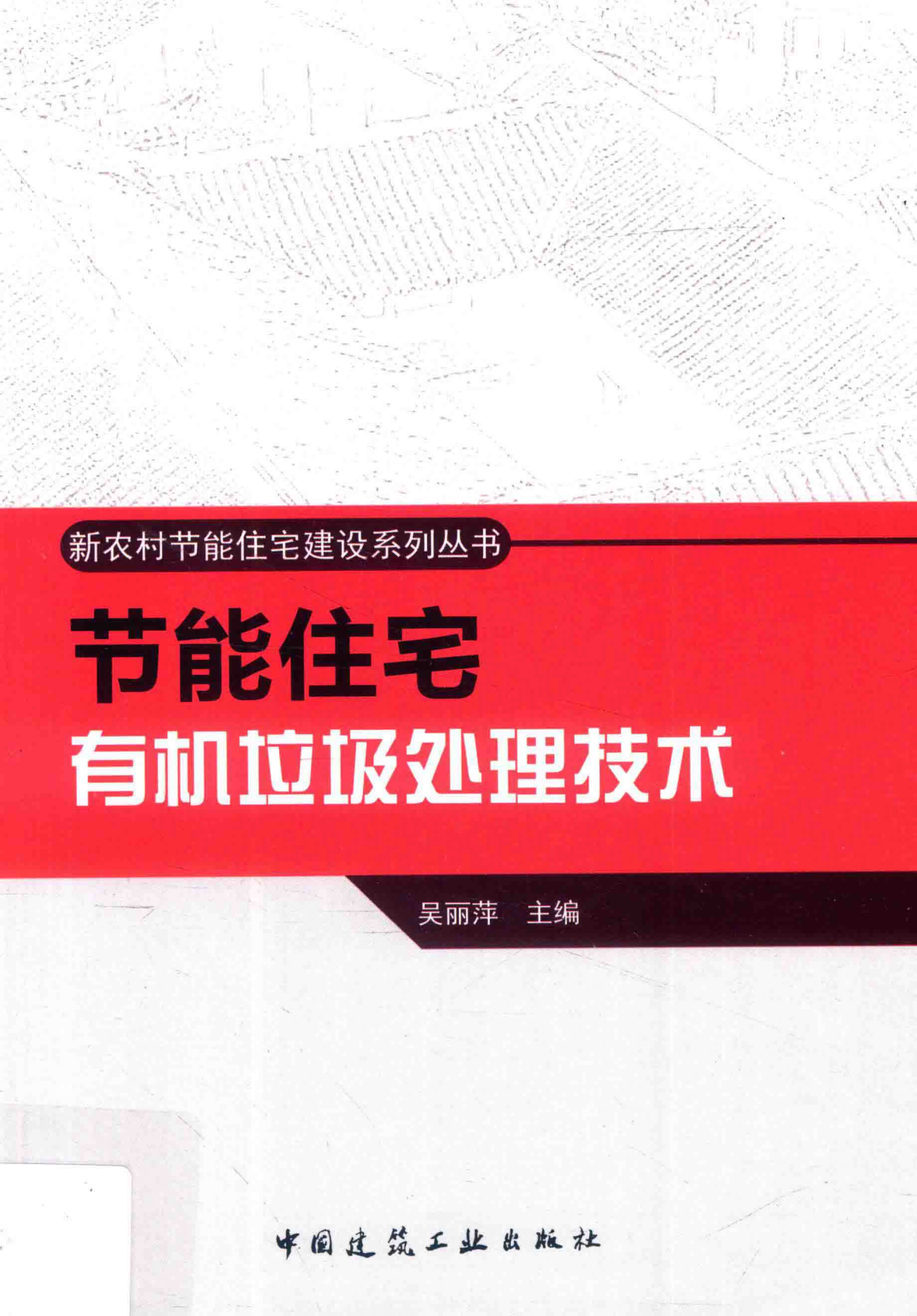




新农村节能住宅建设系列丛书

节能住宅 有机垃圾处理技术

吴丽萍 主编

中国建筑工业出版社

新农村节能住宅建设系列丛书

节能住宅有机垃圾处理技术

吴丽萍 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

节能住宅有机垃圾处理技术/吴丽萍主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 6

(新农村节能住宅建设系列丛书)

ISBN 978-7-112-18150-6

I. ①节… II. ①吴… III. ①农村住宅-有机垃圾-垃圾处理 IV. ①X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 107391 号

本书采用深入浅出、图文并茂的表达方式, 全方位地介绍了村镇住宅的节能技术及在相应规范、标准指导下应如何使用节能技术。全书共分为 7 章, 主要包括: 绪论、农村有机废弃物基础知识、工厂化有机废弃物利用技术、农户型有机废弃物利用技术、有机废弃物综合利用技术展望、有机废弃物利用的节能住宅经济模式、节能住宅多元化产业生态经济模式实例等内容。

本书既可为广大的农民朋友、农村基层领导干部和农村科技人员提供具有实践性和指导意义的技术参考; 也可作为具有初中以上文化程度的新型农民、管理人员的培训教材; 还可供所有参加社会主义新农村建设的单位和个人学习使用。

* * *

责任编辑: 张 晶 吴越恺

责任设计: 董建平

责任校对: 李美娜 张 颖

新农村节能住宅建设系列丛书

节能住宅有机垃圾处理技术

吴丽萍 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京建筑工业出版社印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 14 字数: 231 千字

2017 年 4 月第一版 2017 年 4 月第一次印刷

定价: 36.00 元

ISBN 978-7-112-18150-6

(27398)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《新农村节能住宅建设系列丛书》编委会

主 任：王 喆

副主任：于双民 王建廷

编 委：王 俊 郑向阳 刘 戈 文科军 吴丽萍

张志刚 任绳凤 常 茹 张 戈 李 锁

赵国敏 龙天炜

序

本套丛书是基于“十一五”国家科技支撑计划重大项目研究课题“村镇住宅节能技术标准模式集成示范研究”(2008BAJ08B20)的研究成果编著而成的。丛书主编为课题负责人、天津城建大学副校长王建廷教授。

该课题的研究主要围绕我国新农村节能住宅建设,基于我国村镇的发展现状和开展村镇节能技术的实际需求,以城镇化理论、可持续发展理论、系统理论为指导,针对村镇地域差异大、新建和既有住宅数量多、非商品能源使用比例高、清洁能源用量小、用能结构不合理、住宅室内热舒适度差、缺乏适用技术引导和标准规范等问题,重点开展我国北方农村适用的建筑节能技术、可再生能源利用技术、污水资源化利用技术的研究及其集成研究;重点验证生态气候节能设计技术规程、传统采暖方式节能技术规程;对村镇住宅建筑节能技术进行综合示范。

本套丛书是该课题研究成果的总结,也是新农村节能住宅建设的重要参考资料。丛书共7本,《节能住宅规划技术》由天津市城市规划设计研究院郑向阳正高级规划师、天津城建大学张戈教授任主编;《节能住宅施工技术》由天津城建大学刘戈教授任主编;《节能住宅污水处理技术》由天津城建大学文科军教授任主编;《节能住宅有机垃圾处理技术》由天津城建大学吴丽萍教授任主编;《节能住宅沼气技术》由天津城建大学常茹教授任主编;《节能住宅太阳能技术》由天津城建大学张志刚教授、魏璠副教授任主编;《村镇节能型住宅相关标准及其应用》由天津城建大学任绳凤教授、王昌凤副教授、李宪莉讲师任主编。

丛书的编写得到了科技部农村科技司和中国农村技术开发中心领导的大力支持。王喆巡视员，于双民处长和王俊副处长给予了多方面指导，王喆巡视员亲自担任编委会主任，确保了丛书服务农村的方向性和科学性。课题示范单位蓟县毛家峪李锁书记，天津城建大学的龙天炜教授、赵国敏副教授为本丛书的完成提出了宝贵的意见和建议。

丛书是课题组集体智慧的结晶，编写组总结课题研究成果和示范项目建设经验，从我国农村建设节能型住宅的现实需要出发，注重知识性和实用性的有机结合，以期普及科学技术知识，为我国广大农村节能住宅的建设做出贡献。

丛书主编：王建廷

前 言

节能住宅的基本定位是节能减排，低碳环保。随着我国城镇发展规模的日益扩大，有机废弃物与生活环境之间的矛盾日益激化，尤其住宅区有机废弃物的处理处置不可避免地成为节能住宅高要求的重要环节。伴随经济的发展和农民收入的不断提高，农村消费结构发生了重大变化，相应导致农村生活垃圾总量快速增加。据统计，中国有4万多个村镇，农村区域占国土面积的90%，农村人口7.13亿左右。目前农村人均生活垃圾产生量约0.86kg/d，全国农村年生活垃圾量接近3亿吨，但针对生活垃圾的处理方式粗放，以落后的简易填埋为主。因此，开发高效合理的村镇生活垃圾分类与资源化处理技术，不仅能有效控制农村生活垃圾污染，改善住区环境质量，还可为农业生产提供优质的土壤改良剂和有机肥，增强地力，增加产量，提高村镇人民生活质量。随着生态文明村建设、社会主义新农村建设、农村小康环保行动计划的逐步实施，农村生活垃圾的处理处置与管理将成为今后我国政府的工作重点。

为适应新农村发展的需要，把先进实用的技术推广到农村，为新农村建设提供有力的科技支撑，我们编写了新农村节能住宅系列丛书之《节能住宅有机垃圾处理技术》。本书通过分析农村有机废弃物利用现状与存在问题，针对农村有机废弃物增长速度快、种类多、来源广，但因缺乏规范管理和适用技术引导而造成对水、土、气介质的污染以及资源的浪费等问题，从开展村镇垃圾减量化、资源化、无害化处理处置的实际需求出发，采用深入浅出、图文并茂的表达方式，全面系统地阐述了农村有机废弃物

资源化利用与节能住宅、我国农村有机废弃物综合利用新技术及模式实例以及有机废弃物资源化利用产业化前景与对策。全书共分为7章，主要包括：农村有机废弃物的定义和分类、农村有机废弃物综合利用现状及存在问题、工厂化有机废弃物利用技术、农户型有机废弃物利用技术、有机废弃物综合利用技术、有机废弃物利用的节能住宅经济模式、节能住宅多元化产业生态经济模式实例等内容。

本书第1、2章由吴丽萍、王荫荫编写，第3、4、5章由吴丽萍编写，第6、7章由文科军、吴丽萍编写。

本书既可为广大的农民朋友、农村基层领导干部和农村科技人员提供具有实践性和指导意义的技术参考；也可作为具有初中以上文化程度的新型农民、管理人员的培训教材；还可供所有参加社会主义新农村建设的单位和个人学习使用。

在本书编写过程中，我们参考了大量的书刊杂志及部分网站中的相关资料，并引用其中一些内容，难以一一列举，在此一并向有关书刊和资料的作者表示衷心感谢。

由于编者水平有限，本书中不当或错误之处在所难免，希望广大读者批评指正。

目 录

1 绪论	1
1.1 农村有机废弃物综合利用现状及存在问题	1
1.1.1 农业秸秆	1
1.1.2 畜禽粪便	2
1.1.3 农村生活垃圾	4
1.2 农村有机废弃物的收集	5
1.3 农村有机废弃物综合利用技术	7
1.3.1 农村有机废弃物利用的生态经济理论	7
1.3.2 农村有机废弃物的处理处置原则	9
1.3.3 农村有机废弃物的处理处置方法	10
1.4 农村产业结构与有机废弃物的资源化利用	17
1.4.1 作物秸秆的综合利用技术	18
1.4.2 畜禽粪便的处理利用技术	24
1.4.3 沼气厌氧发酵及其残余物利用技术	25
1.4.4 城镇有机废弃物农用堆肥技术	26
1.5 农村有机废弃物资源化利用政策和产业化对策	26
1.5.1 大力发展农业有机废弃物资源化利用	26
1.5.2 加大研发、推广、使用新技术、新工艺和新产品的科技投入	27
1.5.3 建立健全农村环保管理体系	28
2 农村有机废弃物基础知识	31
2.1 农村有机废弃物的定义和分类	31
2.2 农村有机废弃物的来源(包括产生量)与特点	33

2.3 农村有机废弃物的危害	37
3 工厂化有机废弃物利用技术	41
3.1 有机废弃物生产乙醇	41
3.1.1 有机废弃物的乙醇化知识	41
3.1.2 含糖类废弃物发酵生产乙醇的微生物工艺	42
3.1.3 木质纤维素类废弃物发酵生产乙醇	45
3.1.4 淀粉类废弃物发酵生产乙醇	46
3.2 有机废弃物衍生燃料	49
3.2.1 有机废弃物的成分分析与衍生燃料性能	49
3.2.2 有机废弃物衍生燃料的制备技术	51
3.2.3 有机废弃物衍生燃料的应用途径与发展前景	53
3.3 有机废弃物生产可生物降解塑料	54
3.3.1 聚 β 羟基烷酸 (PHAs) 生物合成基础知识	55
3.3.2 乳酸聚合物的生产工艺、技术与应用	62
3.4 工厂化有机废弃物制备复合材料	81
3.4.1 制备人造板技术	82
3.4.2 制备植物纤维发泡制品技术	83
3.4.3 制备植物纤维餐具的技术	87
3.4.4 利用植物纤维性废弃物造纸的技术	90
3.5 工厂化有机废弃物的其他利用	92
3.5.1 废旧塑料的回收与综合利用	92
3.5.2 高油脂废物制取生物柴油技术	107
4 农户型有机废弃物利用技术	123
4.1 有机废弃物生产微生物蛋白与饲料	123
4.1.1 微生物蛋白与饲料的有机废弃物原料	124
4.1.2 微生物蛋白与饲料的营养成分	127
4.1.3 微生物蛋白与饲料的生产工艺与技术	128
4.2 有机废弃物生产有机肥	136

4.2.1 高效有机肥的营养组成与用途	137
4.2.2 有机废弃物生产高效有机肥的原理	143
4.2.3 有机废弃物生产高效有机肥工艺	145
4.3 有机废弃物产沼气	150
4.3.1 有机废弃物发酵的原理、条件及运行管理	151
4.3.2 沼气的综合利用	164
4.3.3 沼液的综合利用	166
4.3.4 沼渣的综合利用	168
5 有机废弃物综合利用技术展望	171
5.1 有机废弃物综合利用产业化前景	171
5.1.1 秸秆致密成型技术产业化发展潜力分析	171
5.1.2 农村固体废弃物发电发展潜力分析	174
5.1.3 畜禽粪便资源化利用发展潜力分析技术	175
5.2 有机废弃物综合开发利用的建议与对策	176
6 有机废弃物利用的节能住宅经济模式	179
6.1 节能住宅及其生态特征	179
6.1.1 节能住宅的内涵及其特点	179
6.1.2 节能住宅的生态特征	180
6.1.3 建设节能住宅的意义	181
6.2 有机废弃物利用的庭院经济模式	182
6.3 有机废弃物利用的生态效益	183
6.3.1 生态环境效益	183
6.3.2 生态经济效益	184
7 节能住宅多元化产业生态经济模式实例	187
7.1 农林牧复合生态模式	187
7.2 林农渔复合生态农业模式	190
7.3 农牧渔复合生态农业模式	192

7.4 林牧渔复合生态农业模式	197
7.5 以沼气为纽带的复合产业生态模式	198
7.6 以腐生食物链为纽带的多元产业生态模式	199
7.6.1 以食用菌生产为纽带的多元产业生态模式	199
7.6.2 以蚯蚓和蝇蛆为纽带的多元产业生态模式	200
7.6.3 以农副产品加工为纽带的多元产业生态模式	202
参考文献	205

农村有机废弃物数量巨大,这些废弃物露天堆放,围困城市,影响景观,污染环境,威胁健康,被称为“垃圾”,并成为城镇发展中的棘手问题。然而,遍布城乡各地的有机废弃物却是一种特殊形态的可再生资源,在农业上具有巨大的开发潜力。因此,探索有机废弃物的资源化综合利用成为新农村建设中的关键性问题。对它们进行有效的处理和利用,对节约自然资源,防止环境污染,实现生态经济良性循环具有重要意义。本章系统地介绍了农村有机废弃物的资源化综合利用及由此产生的产业化生态化效益。

1.1 农村有机废弃物综合利用现状及存在问题

1.1.1 农业秸秆

农业废弃物是指在农业生产过程中被丢弃的物质,主要包括植物残余类废弃物(以秸秆、稻壳等为主)、农用地膜等。中国种植业正在向省工、高效的方向转变,农作物秸秆的年产生量约7亿t,已经成为世界上农业废弃物产出量最大的国家。目前我国在饲料、还田、造纸、能源和化工等领域对秸秆利用的一些关键性技术难题尚未突破,如秸秆的饲料化利用中消化率低(仅40%左右),氨化技术氮源损失较大等问题。秸秆还田利用涉及秸秆腐烂速度和还田机械等问题,而秸秆造纸利用所引起的污染难题也需根治。总之,秸秆综合利用中经济效益并不显著,使每年秸秆利用数量相当有限。另外,秸秆焚烧现象在我国有些地方仍然存在,秸秆不完全燃烧产生的CO、CO₂等气体污染物,严重污染了农村大气环境,给农村居民身体健康带来较大危害。因此,实现农业废弃物变废为宝,消除环境污染,改善农村生态环境,对中国全面建设小康社会和实现农业的可持续

发展具有重大意义。近些年来,农业废弃物在能源化、饲料化和材料化等方面取得了较显著的成绩。

秸秆作为重要的生物质资源,燃烧热值为标准煤的 50%以上,秸秆作为燃料是一种清洁的能源,其含硫量仅为 0.3%,远远低于煤炭的含硫量(约 1%)。因此,以秸秆为燃料进行发电、供热,不仅可以节约燃煤用量、实现农民增收,还可以改善农村的能源结构,减轻因秸秆随意焚烧造成的环境污染,是一项生态节能型技术。农业废弃物能源化的近期发展项目有:生物质气化供气、生物质气化发电、大型沼气工程、生物质直接燃烧供热;中长期发展项目有生物质高度气化发电项目(BIG/CC)、生物质制氢等优质燃气、生物质热解液化制油等。

植物类农业废弃物中含有大量的蛋白质和纤维类物质,经过适当的技术处理,便可作为饲料应用。主要的技术有:通过微生物处理转化技术,将秸秆、木屑等植物废弃物加工变为微生物蛋白产品;通过发酵技术对青绿秸秆处理制得青贮饲料;通过对秸秆等废物氨化处理,改善原料的适口性、饲喂安全性、保存性和营养价值等。

利用农业废弃物中的高蛋白质和纤维性材料,生产多种生物质材料和生产资料是农业废弃物资源化的又一个拓展领域,有着广阔的前景。如稻壳可作为生产白炭黑、碳化硅陶瓷、氮化硅陶瓷的原料,秸秆、稻壳经炭化后可生产钢铁冶金行业金属液面的新型保温材料;麦草经常压水解、溶剂萃取反应后可制取糠醛;甘蔗渣、玉米渣等可制取膳食纤维;秸秆、棉籽皮、树枝叶等可栽培食用菌等。

另外,通过秸秆直接还田、过腹还田、微生物发酵还田等方式,植物类农业废弃物还可以作为肥料提高土壤肥力,为植物生长创造良好的环境,减少化肥用量,降低农产品的成本,促进了生态农业的良性循环。

1.1.2 畜禽粪便

随着畜牧业的迅速发展,畜禽粪便、畜产品加工下脚料综合利用率低,资源浪费和环境污染等问题也日益显现,不但在一定程度上制约了畜牧业自身的发展,还严重影响广大农民的生活质量。因此,发展畜牧业循环经济,以更少的资源消耗、更低的环境污染追求更大的经济效益是实现畜牧业持续、快速、健康发展的必然选择。

自从 20 世纪 90 年代以来,我国兴建了许多大中型集约化的畜禽养殖场,养殖业规模及产值均发生了巨大的变化,同时畜禽粪便的排放量也急剧增加。有资料显示,2000 年全国畜禽粪便年产生量已达到约 17.3 亿 t,是工业废弃物的 2.7 倍。1997 年广州市畜禽粪便排放量为 473.193 万 t。近年来上海市畜禽粪便的年产生量已突破 1200 万 t,远远超过该市当年工业废渣(663.11 万 t)和生活废弃物(666.44 万 t)的排放量。限于技术局限性与经济可行性,绝大多数畜禽粪未做任何处理直接排出场外。而养殖场在地域分布上多在水源保护区,这样经过多年运行后,这种直接排放已造成地表水、饮用水的严重污染,同时也是大气与地下水的严重污染源。畜禽粪便堆放期间在微生物的作用下,其中有机物质被分解而产生一些诸如硫化氢、氨气、甲硫醇等恶臭气体。空气中这些有害气体含量达到一定浓度时会对人和动物产生有害影响。有研究表明,一个存栏 3 万只的蛋鸡场,每天向空气中排放的氨气达 1.8kg 以上。在氨气浓度为 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 的猪舍内,饲喂小猪 4 周,采食量下降 15.6%,饲料利用率下降 18%。陈素华等进行的调查结果表明,北京市集约化畜禽养殖废水中 BOD_5 含量每年为 30 万 t,为该市工业和生活污水中 BOD_5 含量(10 万 t/a)的 3 倍;仅有不足 3%的粪尿等废弃物在排放前经过无害化处理,绝大部分就近排入水渠汇入河道或渗入地下;一些养殖场距地面 100m 地下水中的氨、氮含量已超出正常值的 2~3 倍。1996 年广州市畜禽粪便废水中的 COD_{Cr} (化学需氧量)占全市废水中 COD_{Cr} 总量的 67%。畜禽养殖业畜禽粪便污染已成为与工业废水、生活污水相并列的三大污染源之一。

为了使粪污处理达到无害化、资源化,促进畜牧业可持续发展,必须研究和开发适合我国国情的畜禽粪便治理与资源化技术,因此畜禽养殖场应采取将畜禽废渣还田、生产沼气、制造有机肥料、制造再生饲料等方法进行综合利用,实现生态养殖。具体做法有:通过大力实施“沼气工程”或通过畜禽粪便的生化处理制成有机肥料,既使大量畜禽粪便得到无害化处理,又能生成新的能源和资源,综合利用于居民生活、农业种植和渔业生产。在畜禽饲养量实行总量控制的基础上,在农村集市实行畜禽统一宰杀区,对排放的污水和养殖后的污水进行净化处理,对毛、皮、内脏等“下脚料”、畜禽粪便实行回收利用,变废为宝,生产再生饲料或颗粒有机肥;也可采取农民以原料换肥料的方法,鼓励农民使用有机

肥等。

1.1.3 农村生活垃圾

农村生活垃圾主要包括厨房剩余物、包装废弃物、一次性用品废弃物、废旧衣服鞋帽等。由于目前农村生活垃圾处理设施建设严重滞后甚至没有处理设施,部分农民环保意识又相对较差,许多难以回收利用的固体废弃物,如旧衣服、一次性塑料制品、废旧电池、灯管、灯泡等随意倒在田头、路旁、水边,许多天然河道、溪流成了天然垃圾桶。农村生活垃圾随意堆放不仅侵占了土地,而且还成为蚊蝇、老鼠和病原体的滋生场所。随着时间的推移,混合垃圾腐烂、发臭以及发酵甚至发生反应,不仅会释放出危害人体健康的气体,而且垃圾的渗滤液还会污染水体和土壤,进而影响农产品的品质。另外,农村自来水普及率偏低,饮用水大多取自浅井,因此,垃圾中的一些有毒物质的渗漏,如重金属,废弃农药瓶内残留农药等,随雨水的冲刷,迁移范围越来越广,最终通过食物链影响人们的身体健康。

针对农村有机废弃物资源化综合利用产生的问题和危害,提出相应治理对策如下:

1. 调整农村产业结构,实行农业清洁生产

农村固体废弃物污染从本质上来说是农业产业结构和布局不合理造成的,因此必须作好各个地区的农业长远发展规划,调整现有农业产业结构。借鉴工业上清洁生产的成功经验和思路,大力发展农业清洁生产,即打破传统的末端治理的模式,开展全过程的污染控制,从源头抓起,在生产每个阶段都注意防止污染物产生,使废物产量最小化,并将每个环节产生的副产品与废物及时回收,综合利用。

2. 加强环保基础设施建设

借助国家对“三农”问题大力扶持的契机,通过多种途径多种渠道利用资金,除将环保投资纳入国内生产总值中的比例的同时,还应积极吸引社会资金,鼓励民间资本参与环境基础设施建设,在农村实施垃圾清运制度,建设垃圾堆放池和生活垃圾处理系统,使生活垃圾在集中堆放的基础上进行处理。大力推广农田秸秆、畜禽粪便制沼气技术和政府投入资金建设秸秆、人畜粪尿堆肥化处理设

施,使农田秸秆、人畜粪尿等有机固体废弃物在得到处理的同时也实现资源回收利用。

3. 提高农村居民环保意识

农村经济整体水平不高,农民科学文化素质偏低,生活垃圾随意丢弃,畜禽粪便未经稳定化直接施入农田,由此加重了农村水体和土壤污染。因此,必须充分利用现有的宣传、教育渠道,运用广播、电视及报纸等农民能经常接触到的大众媒体,大力宣传农村生态环境与资源保护的方针、政策和法规;同时要持之以恒地培养农村中小学生的环保意识,在农村学校开展环境教育活动,有条件的学校还可以考虑将环境教育内容加入到课堂,组织学生对一些热点环境问题进行讨论,提高他们对环境保护的认识。

4. 加强农村乡镇企业环境管理

农村乡镇企业是村民致富的源泉,也是农村固体废物污染的一个重要来源。要控制和防止这一污染,就必须建立一整套乡镇企业的环境管理措施,统一规划、合理布局治理,属于该淘汰的企业,要坚决淘汰;属于保留的乡镇企业要加快企业技术改造和生产技术升级换代,以降低物耗能耗,减少污染物排放,同时实行乡镇企业固体废物集中治理。

5. 完善农村环境保护的法规和法制建设

环境保护是我国的一项基本国策,严格执行环境保护政策和法规,是环境保护工作的中心环节。因此,一方面要建立和完善现有的农村环境保护法律法规,以适应新时期农村固体废物污染防治;另一方面要严格执行环境保护政策和法规,加大农村环境保护执法监督力度,从法律制度上保护农村环境不受污染。

1.2 农村有机废弃物的收集

由于农村有机废弃物占地面积大,严重地污染环境,因此进行有机废弃物的分类收集可以有效地减少固废的处理量和处理设备,降低处理成本,减少土地资源的消耗,具有社会、经济、生态三方面的效益。对农村有机废弃物进行分类收集处理的优点如下:

(1) 减少占地。农村废弃物中有些物质不易降解,使土地受到严重侵蚀。垃