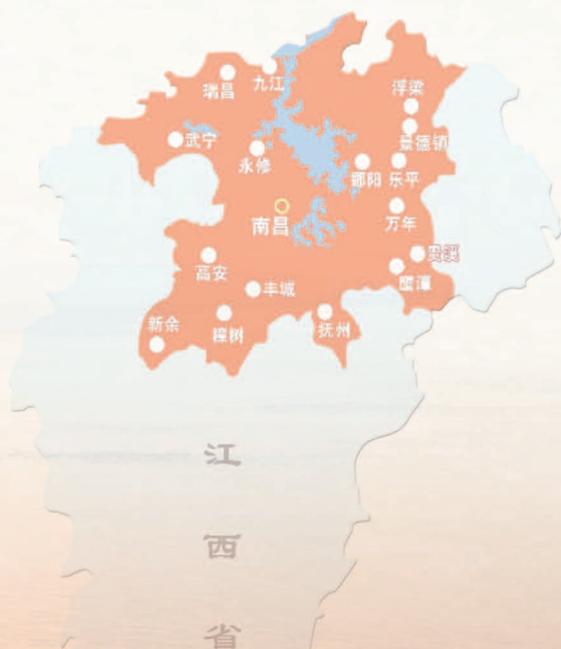


程建峰 ● 著

Studies on the Comprehensive Utilization Approaches  
and Models of Agricultural Residues  
in Poyang Lake Eco-economic Region



# 鄱阳湖

生态经济区

农业废弃物的综合利用

途径与模式研究



江西高校出版社

JIANGXI UNIVERSITIES AND COLLEGES PRESS

*Studies on the Comprehensive Utilization Approaches  
and Models of Agricultural Residues  
in Poyang Lake Eco-economic Region*

# 鄱阳湖生态经济区 农业废弃物的综合利用 途径与模式研究

程建峰 著



江西高校出版社

JIANGXI UNIVERSITIES AND COLLEGES PRESS

## 图书在版编目(CIP)数据

鄱阳湖生态经济区农业废弃物的综合利用途径与模式研究/程建峰著. —南昌: 江西高校出版社, 2013.12

ISBN 978-7-5493-2251-0

I. ①鄱... II. ①程... III. ①鄱阳湖-生态区-农业废物-废物综合利用-研究 IV. ①X710.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013) 第 310116 号

出版发行	江西高校出版社
社址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
邮政编码	330046
总编室电话	(0791) 88504319
销售电话	(0791) 88513417
网址	www.juacp.com
印刷	天津市天办行通数码印刷有限公司
照排	江西太元科技有限公司照排部
经销	各地新华书店
开本	787mm×1092mm 1/16
印张	11
字数	300 千字
版次	2013 年 12 月第 1 版第 1 次印刷
书号	ISBN 978-7-5493-2251-0
定价	36.00 元

赣版权登字-07-2013-647

版权所有 侵权必究

# 序

鄱阳湖——中国最大的淡水湖，位于江西省北部，长江中下游交接处的南岸，江西人民的“母亲湖”，古称彭蠡。《尚书·禹贡》有“彭蠡既猪，阳鸟攸居”之说。鄱阳湖水系流域面积约占江西省流域面积的97%，占长江流域面积的9%，其水系年均径流量约占长江流域年均径流量的16.3%，每年流入长江的水量超过黄河、淮河和海河的总和，是生物多样性非常丰富的世界六大湿地之一，也是中国唯一的世界生命湖泊网成员。

前些年，江西省委省政府根据科学发展观和党的十七大的“遵循市场经济规律，突破行政区划界限，形成若干带动力强、联系紧密的经济圈和经济带；以增强综合承载能力为重点，以特大城市为依托，形成辐射作用大的城市群，培育新的经济增长极，逐步使经济发展由粗放型模式转向集约型模式，倡导生态文明，维护生态安全，确保区域经济增长的可持续性”的要求，提出：“以鄱阳湖为中心，以环鄱阳湖城市群为依托，以促进生态和经济协调发展为主线，以体制创新和科技进步为动力”建立全国生态文明与经济社会发展协调统一、人与自然和谐相处、经济发达的世界级生态经济示范区和中国低碳经济发展先行区，即鄱阳湖生态经济区。2009年12月12日，国务院正式批复了《鄱阳湖生态经济区规划》，并指出：“要把鄱阳湖区生态经济区规划的实施作为应对国际金融危机、贯彻区域发展总体战略、保护鄱阳湖‘一湖清水’的重大举措，促进发展方式根本性转变，推动这一地区科学发展；鄱阳湖生态经济区规划的实施，有利于探索生态与经济协调发展的新路，有利于探索大湖流域综合开发的新模式，有利于构建国家促进中部地区崛起战略实施的新支点，有利于树立中国坚持走可持续发展道路的新形象”。

农业废弃物是指人类在组织农业生产过程中丢弃的有机类物质的总称，具有可再生性、可利用性、可储存性、污染性和太阳能载体等特点，是“放错了地方的一种宝贵资源”。但目前，我国农业废弃物综合利用水平较低，主要局限于焚烧和简单加工，产品附加值较低，污染环境（如雾霾），传播疾病，影响人类健康。鄱阳湖生态经济区农业资源丰富，农业人口较多，是江西省水稻、棉花、水产和水禽的传统主产区。在鄱阳湖生态经济区农业发展规划中，就明确提出把鄱阳湖生态经济区建成全国粮食安全的战略核心区、畜禽水产健康养殖主产区、生态农业示范区、高效经济作物带动区、农民收入快速提升区和乡村改革试验区；将着力推进鄱阳湖生态经济区农业优势产业和农业特色产业的发展；在近期重点实施新增五百万吨

优质稻谷生产能力建设、新增百万吨优质植物油料、新增百万吨水产品健康养殖、新增两百万吨畜禽产品健康养殖和 67 万公顷优质果业发展等五大重点项目。这些农业核心区域和重点项目的建设与发展,必然产生巨量的农业废弃物,如何实现其综合利用,将是摆在鄱阳湖生态经济区可持续发展面前的一个极其严峻而又必须亟待解决的问题。

2011 年,著者在江西省科学技术协会和江西省科学技术厅的共同资助下,开展了历时半年多的实地调查和登门走访;并在参考往年《江西省统计年鉴》和相关文献的基础上,认真梳理获得了第一手资料,仔细归纳可借鉴的经验方法,从鄱阳湖生态经济区农业废弃物的资源潜力、组成、污染物排放、利用规划和推进对策等方面进行了较系统的论述;且以此书内容为基础整理成的“关于大力推进鄱阳湖生态经济区农业废弃物综合利用的建议”的决策咨询报告得到了江西省副省长姚木根同志的批示:“这份报告提出了建立现代农业必须面对和解决的一大新课题,也展示了农村经济发展的一个前景广阔的新领域,请农业厅认真研究,并会同有关部门提出具体实施意见”。因此,此书的出版将为鄱阳湖生态经济区农业废弃物的综合利用提供理论依据、有效途径和最佳模式,有效地推动鄱阳湖生态经济区乃至江西省农业废弃物的综合利用,极大地促进鄱阳湖生态经济区乃至江西省农业废弃物利用相关的政策法规制定与社会化服务体系的健全,实现农业效益的最大化和经济、社会的可持续发展。

国家最高科学技术奖获得者  
中国科学院院士  
中国科学院原副院长



2013 年 10 月

# 前 言

鄱阳湖生态经济区是以江西鄱阳湖为核心,以鄱阳湖城镇圈为依托,以保护生态、发展经济为重要战略构想,把鄱阳湖生态经济区建设成为全国生态文明与经济社会发展协调统一、人与自然和谐相处的生态经济示范区和中国低碳经济发展先行区。国务院于2009年12月12日正式批复《鄱阳湖生态经济区规划》,标志着建设鄱阳湖生态经济区正式上升为国家战略。这也是新中国成立以来,江西省第一个纳入为国家战略的区域性发展规划,是江西发展史上的重大里程碑,对实现江西崛起和新跨越具有重大而深远的意义。

鄱阳湖生态经济区位于江西省北部,包括南昌、景德镇和鹰潭3市及九江、新余、抚州、宜春、上饶和吉安市的部分县(市、区)[共38个县(市、区)]和鄱阳湖全部湖体在内,国土面积约合512.41万公顷(占江西省30.7%),2010年鄱阳湖生态经济区生产总值为5558亿元(占江西省58.9%),人口为2063.8万(占江西省46.3%)。该区域是我国重要的生态功能保护区,是世界自然基金会划定的全球重要生态区,承担着调节气候和降解污染等多种生态功能。鄱阳湖又是长江的重要调蓄湖泊,年均入江水量约占长江径流量的15.6%。鄱阳湖水量、水质的持续稳定,直接关系到鄱阳湖周边乃至长江中下游地区的用水安全。

鄱阳湖生态经济区农业资源丰富,农业人口较多,是江西省水稻、棉花、水产和水禽的传统主产区,具有很好的生态农业发展前景。在鄱阳湖生态经济区农业发展规划中,就明确提出把鄱阳湖生态经济区建成全国粮食安全的战略核心区、畜禽水产健康养殖主产区、生态农业示范区、高效经济作物带动区、农民收入快速提升区和乡村改革试验区。将着力推进鄱阳湖生态经济区水稻、水产、水禽、水果、生猪、油料等六大农业优势产业和棉花、蔬菜、茶叶、牛等农业特色产业的发展;近期重点实施新增五百万吨优质稻谷生产能力建设、新增百万吨优质植物油料、新增百万吨水产品健康养殖、新增两百万吨畜禽产品健康养殖和67万公顷优质果业发展等五大重点项目。这些农业核心区域和重点项目的建设与发展,必然产生巨量的农业废弃物,如何实现其综合利用,将是摆在鄱阳湖生态经济区可持续发展面前的一个极其严峻而又必须解决的问题。

农业废弃物(Agricultural Residue)是指人类在组织农业生产过程中丢弃的有机类物质的总称,按其来源可分为:①第一性生产废弃物,主要是指农田和果园残留物,如作物或果树的秸秆或枝条、杂草、落叶和果实外壳等;②第二性生产废弃物,主要是指畜禽粪便和栏睡垫物等;③农副产品加工后的剩余物;④乡村居民生活废弃物,包括人粪尿及餐厨垃圾。虽然这些物质品种繁多且形态不同,但它们却表现出可再生性、可利用性、可储存性、污染性和太阳能载体等许多共同的特性。农业废弃物不同于工业垃圾,农业废弃物是“放错地方的资源”,若加以处理和利用是一种宝贵的资源。农业废弃物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。从资源经济学的角度看,农业废弃物本身就是某种物质和能量的载体,是一种特殊形态的农业资源,是农业生产和乡村居民生活中不可避免的一种非产品产出,蕴含着丰富的能源和营养物质。农业废弃

物的综合利用是指通过一整套废物综合利用技术,使农业废弃物的循环再生利用成为连接农业生产不同环节的纽带,从而把种植业、养殖业和农产品加工业联成一个有机整体,成为完整而协调的大农业生产系统。但目前,我国农业废弃物综合利用水平较低;且大部分废弃物的利用局限于焚烧和简单加工,产品附加值较低。

根据资源废弃化理论,社会化大生产使人类在开发利用自然资源的同时,必然会产生许多废弃物。农业和其他任何一个物质生产部门一样,是要产生废弃物的。随着农业生产水平和农民生活水平的提高,对原来用作燃料和肥料的农业废弃物的利用越来越少,导致农业废弃物越来越多。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,如农作物秸秆被简单的烧掉,会严重污染大气环境(如雾霾);畜禽粪便的乱堆乱排,会对地表水、地下水、土壤、空气造成严重污染;更是对再生资源的严重浪费。鄱阳湖生态经济区作为全国生态文明与经济社会发展协调统一、人与自然和谐相处的生态经济示范区和中国低碳经济发展先行区,必须解决好农业废弃物的综合利用才能实现预期提出的战略目标。建立好农业废弃物的“能源化、肥料化、饲料化、材料化、基料化和生态化”等的立体综合利用,有利于控制并减少乡村环境污染,改善乡村生态环境,开发乡村新能源,发展绿色农业、生态农业和循环农业,才能实现乡村家居环境清洁化、资源利用高效化和农业生产无害化,有效地提高农业综合生产力,促进良性循环的形成、节能减排和可持续发展,构建和谐社会和推进社会主义新农村建设,产生巨大的经济效益、生态效益和社会效益。

鉴于上述情况,在“鄱阳湖生态经济区”批准建立后,非常有必要开展“鄱阳湖生态经济区农业废弃物的综合利用途径与模式研究”的专项决策咨询,并受到了江西省科学技术协会和科技厅的共同资助。通过这项研究,不仅为“鄱阳湖生态经济区农业废弃物的综合利用”提供理论依据、有效途径和最佳模式,而且能推动整个“江西省农业废弃物的综合利用”,促进农业废弃物利用相关的政策法规制定与社会化服务体系的健全,实现农业效益的最大化和经济、社会的可持续发展。通过一年多的实地调研、资料收集与数据分析,完成了专项咨询研究报告,得到了江西省副省长姚木根同志的重要批示。为了能使广大的相关科技人员和普通大众了解鄱阳湖生态经济区农业废弃物的综合利用现状及发展趋势,著者决定将研究报告出版,以期更好地引导全社会积极参与到鄱阳湖生态经济区农业废弃物的综合利用中去,为鄱阳湖生态经济区的建设尽一份自己应有的责任。

本书著者以亲身的实地调查、江西省统计年鉴和大量相关文献为基本资料,从国内外农业废弃物综合利用的现状、鄱阳湖生态经济区所辖各地的人口、土地、区位、农业生产资源、农产品产量、农业废弃物资源潜力、农业废弃物的组成、农业废弃物污染物的排放、农业废弃物的评价和推进农业废弃物利用的对策等方面进行了论述,将为鄱阳湖生态经济区农业废弃物的管理与利用、污染源解析、气候影响预测及相关政策制定提供一些基础资料和理论依据。但由于撰写时间仓促,著者所掌握的资料及水平有限,书中难免存在疏漏或不妥之处,敬请读者谅解并批评指正。



2013年6月

# CONTENTS

# 目录

第一章 农业废弃物综合利用的现状 .....	1
1.1 何谓农业废弃物 .....	1
1.2 农业废弃物的共性 .....	1
1.3 农业废弃物的资源属性 .....	2
1.4 农业废弃物的主要危害 .....	3
1.5 农业废弃物综合利用的意义 .....	4
1.6 农业废弃物综合利用的途径 .....	8
1.7 农业废弃物综合利用中存在的问题 .....	19
第二章 鄱阳湖生态经济区所辖各地的人口、土地和区位 .....	25
2.1 鄱阳湖生态经济区所辖各地的人口状况 .....	25

2.2	鄱阳湖生态经济区所辖各地的土地状况 .....	31
2.3	鄱阳湖生态经济区所辖各地的对鄱阳湖的生态影响 .....	33
<b>第三章</b>	<b>鄱阳湖生态经济区所辖各地的农业生产资源 .....</b>	<b>36</b>
3.1	植物生产土地面积 .....	36
3.2	作物及粮食作物播种面积 .....	38
3.3	水稻播种面积 .....	40
3.4	棉花和油料作物播种面积 .....	41
3.5	糖料和蔬菜作物播种面积 .....	43
<b>第四章</b>	<b>鄱阳湖生态经济区所辖各地的农产品产量 .....</b>	<b>46</b>
4.1	农业生产总值和主要农产品总量 .....	46
4.2	稻、棉和油的产量 .....	48
4.3	蔬菜、水果和糖料的产量 .....	50
4.4	猪肉和奶类产量 .....	52
4.5	禽蛋和水产品产量 .....	53
<b>第五章</b>	<b>鄱阳湖生态经济区所辖各地农业废弃物资源潜力 .....</b>	<b>57</b>
5.1	理论资源量 .....	57
5.2	可收集资源量 .....	64
5.3	可利用资源量 .....	66
5.4	农业废弃物资源潜力 .....	67
<b>第六章</b>	<b>鄱阳湖生态经济区所辖各地农业废弃物的组成 .....</b>	<b>70</b>
6.1	农业废弃物理论资源总量组成 .....	70
6.2	农业废弃物可收集资源总量组成 .....	72
6.3	鄱阳湖生态经济区所辖各地的农业废弃物可利用资源总量组成 .....	73
6.4	鄱阳湖生态经济区农业废弃物资源总量组成 .....	75
<b>第七章</b>	<b>鄱阳湖生态经济区农业废弃物污染物的排放 .....</b>	<b>77</b>
7.1	种植业废弃物焚烧污染物排放量 .....	77
7.2	人和养殖业废弃物污染物排放量 .....	88

第八章 鄱阳湖生态经济区所辖各地农业废弃物的评价 .....	136
8.1 人均资源占有量 .....	136
8.2 资源密度 .....	138
8.3 资源综合评价 .....	138
8.4 资源收集半径 .....	139
8.5 鄱阳湖生态经济区农业废弃物的利用方式 .....	142
8.6 鄱阳湖生态经济区农业废弃物利用规划 .....	142
8.7 鄱阳湖生态经济区农业废弃物利用的产业布局原则 .....	143
第九章 推进鄱阳湖生态经济区农业废弃物综合利用的对策 .....	145
9.1 加大宣传教育力度,提高全民思想意识.....	147
9.2 统筹规划和合理布局产业,整体推进农业废弃物综合利用.....	147
9.3 健全相关法律法规,加强依法监督管理.....	148
9.4 加大政策扶持力度,形成多元投入的发展机制.....	149
9.5 优化产业发展体系,构建农业废弃物综合利用长效机制.....	150
9.6 加强技术研发、创新和推广,增强科技支撑能力 .....	151
9.7 发挥循环经济的作用,提高农业废弃物综合利用程度.....	152
9.8 加强各级组织领导,完善统筹协调的工作机制.....	152
参考文献 .....	155

# 第一章 农业废弃物综合利用的现状

## 1.1 何谓农业废弃物

农业废弃物泛指人类在农业生产过程中所丢弃的各种有机类物质,按其来源不同可区分为植物性废弃物(主要是指农作物秸秆、果树枝条、杂草、落叶、果实外壳等)、动物性废弃物(主要是指畜禽粪便)、农副产品加工产生的废弃物(指果渣、土豆渣、屠宰污血等)和居民生活废弃物(包括人粪尿及生活垃圾)等(图 1-1)。据统计,我国农业废弃物中占重要地位的是农作物秸秆(每年约 7 亿吨)与畜禽粪便(每年约 26 亿吨),因此,通常农业废弃物主要指农作物秸秆和畜禽粪便。

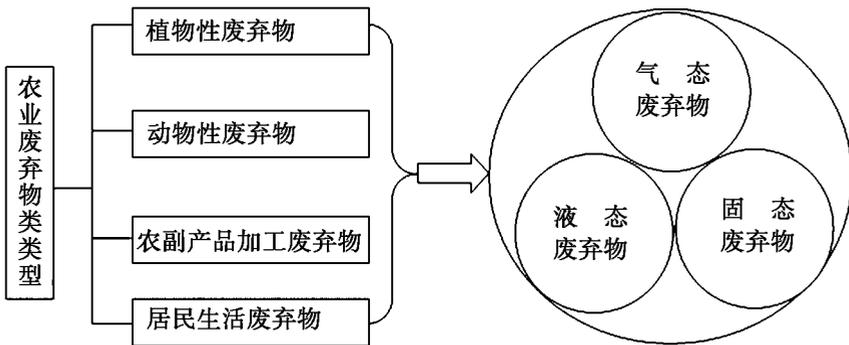


图 1-1 农业废弃物的分类

## 1.2 农业废弃物的共性

虽然农业废弃物品种繁多且形态不同,但它们却有着许多共同的特性,主要表现在以下四个方面。

### 1.2.1 可再生性

农业废弃物来源于农作物和畜禽。农作物和畜禽与所有生物一样都有着自己的生命周期,并根据自己的基因特性繁衍后代。因此,只要种植农作物或饲养家畜、家禽,就会有废弃生物质产生。

### 1.2.2 可利用性

从生物学角度而言,生物质的主要成分是纤维素、半纤维素和木质素。从理论上讲,只要通过一定的方法或技术,即可将这些有机物转化成十分有用的可再生资源。

### 1.2.3 可储存性

无论是固态或是液态农业废弃生物质,基本上都可以收集、储存和运输。

### 1.2.4 污染性

所有的农业废弃物如处置不当均会对自然环境造成污染。主要表现在对大气的污染、对土壤的污染和对水源的污染。

### 1.2.5 太阳能的载体

从农业废弃物所含的基本元素碳、氢、氧、氮、硫及水分、灰分来看,它也是太阳能的载体,农作物秸秆在燃烧时产生的热量、畜禽粪便产生的沼气即是从太阳能转化来的能源。

## 1.3 农业废弃物的资源属性

### 1.3.1 数量大

统计年鉴中对农业废弃物还没有统计数据。但事实上我国是世界上农业废弃物产出量最大的国家,每年大约有 50 多亿吨。根据作物和养殖规模估算,我国每年产生畜禽粪便 26.0 亿吨,农作物秸秆 7 亿吨,蔬菜废弃物 1.0 亿吨,乡镇生活垃圾和人粪便 2.5 亿吨,肉类加工厂和农作物加工厂废弃物 15.0 亿吨,林业废弃物(不包括薪炭林) 0.5 亿吨,其他类的有机废弃物约有 0.5 亿吨。由于受经济效益和技术普及的限制,许多养殖场并未对畜禽废物进行合理处理而直接外排,造成资源浪费和环境污染。数以几十亿吨计的农业废弃物已经成为中国最大的污染源。以 2003 年中国畜禽粪便产生量为例,所产生的 21 亿吨畜禽粪便是中国固体废物产生量的 2.4 倍。畜禽粪便化学耗氧量的排放量已达 9118 万吨,远远超过中国工业废水和生活废水的排放量之和。根据预测,到 2020 年人口将达到 15 亿,按全面实现小康水平需求,依据我国经济发展和农业废弃物产生量的关系,我国的农业废弃物产生量: 秸秆将为 9.5 亿吨~11 亿吨,畜禽粪便为 41 亿吨。

### 1.3.2 分散性

我国地域辽阔,与城市工业生产和城市居民生活的集中性不同,农业生产主要以农户为单元,生产什么、生产多少主要由农民自行决定,因此生产内容千差万别,农业生产及其废物产生较为分散,村落相互之间的距离近的几百米,远的几公里。家庭是农村的基本生产单位和生活单位,因其分布地域广泛,从而导致农业废弃物逆向物流的分布面广、逆向物流服务对象的数量庞大和逆向物流规模普遍较小。同时也造成了许多问题没有准确的数据和记录。如我国每年到底产生多少农业废弃物,这些废弃物的时空分布状况如何,利用状况如何,对环境会造成多大影响,由此也导致了我国农业废弃物资源利用的盲目性,限制了切实可行政策的制定。

### 1.3.3 季节性和周期性

农业生产非常强的季节性决定了农业废弃物逆向物流也具有较强的季节性,表现为在农

产品成熟时,出现短时、较大的农业废弃物;而季节过后,农业废弃物迅速减小;畜禽生长出栏也都有一定的周期;这些导致农业废弃物逆向物流呈现较大的周期性和波动性。

#### 1.3.4 差异性

由于不同地域、自然条件的差异,使得各地农副产品品种多样,生产方式各不相同,即使同一地区、同种农副产品的质量等级也不一样。同时,由于各地区经济和物流发展水平的不同,存在着地区间人文经济等各不相同。这些不同导致农业废弃物逆向物流的巨大差异性和多样性。

#### 1.3.4 农业废弃物的危害

农业废弃物在生产过程中由于可利用品位不高,成分复杂,二次开发成本高、难度大,同时缺乏政策的引导和资金的投入,导致农业废弃物污染呈现出数量大、品质差和危害多的特点。特别在农村基础设施较差的地区,农业废弃物不能得到有效的利用和处理,使得进入环境的废弃物流量大大增加,严重危害人民的生存和发展。

### 1.4 农业废弃物的主要危害

#### 1.4.1 对水体环境的危害

农业废弃物直接或者间接进入水体,在一定条件下对水体产生污染,当排入水体的废弃物总量超过水体的净化能力时,导致河流严重污染,水质恶化。主要问题是引起水体富营养化,并致使公共供水中的硝酸盐含量等指标严重超标。农业废弃物中往往含有一些化学农药、杀虫剂等,使其对水体的危害不亚于工业废水。在畜牧业生产中,清洗、消毒所产生的污水数量大大超过畜禽粪便的排放量,这些污水中含有大量的有机质和消毒剂的化学成分,且可能含有病原微生物和寄生虫。据初步统计,目前我国每年畜禽养殖场排放的粪便和粪水总量超过 17 亿吨,再加上集约化生产的冲洗水,实际排放的污水总量还将远远超过这个数字。经测定,猪场污水中总固体物为 15~47 克/升;牛场污水沉淀物中化学需氧量(COD)为 14~32.8 克/升,生化需氧量(BOD)为 4.2~5.2 克/升,总固体悬浮物 6 克/升。在 1mL 牧场污水中有 83 万个大肠杆菌、69 万个肠球菌。同时,畜禽粪尿淋溶性极强,可以通过地表径流及土壤渗透污染地下水。

#### 1.4.2 对大气的危害

农业废弃物及其分解产物进入空气中,引起空气原有正常组成和形态发生变化,超过空气的自净能力,对人和动物健康产生不良影响和危害。产生危害的有畜禽粪便等直接挥发的的气态物质,也有农业废弃物在分解转化过程中产生的二次污染物,包括有害气体(如硫化氢、氨气、粪臭等)、动植物残体等在厌氧环境条件下分解产生的还原性有害成分及代谢病原微生物的粉尘等。这些物质都影响人畜生理功能,牧场恶臭除直接或间接危害人体健康外,还会引起家畜生产力降低,使牧场周围生态环境恶化。

### 1.4.3 对土壤的危害

废弃物及分解产物携带的污染物质进入土壤,会引起土壤组成和性状发生改变,并破坏其原有基本功能。农业废弃物污染土壤有 2 个特点: 土壤污染是大气污染和水体污染的必然结果; 土壤污染会通过食物和水危害人畜。土壤污染的主要形式: 废弃物中有机物分解产物污染; 病原微生物和寄生虫污染。同时,动物粪便含有丰富的有机及无机营养物质,作为有机肥长期使用,将导致土壤的营养累积,使 N、P、Ca、Zn 等及其他微量元素在土壤中富集而产生危害。

### 1.4.4 对生物的危害

农业废弃物还会引起传染病和寄生虫病的蔓延,传播人畜共患病,直接危害人的健康。特别是在气温较高的季节,由于缺少足够的防护措施,大量废弃物露天存放滋生大量蚊蝇,使环境中病原菌数量大增,从而造成人、畜传染病和寄生虫病的蔓延,给人类和其他生物的生存带来威胁。

## 1.5 农业废弃物综合利用的意义

### 1.5.1 有利于农业资源的利用

目前随着我国农村生活水平的提高,农村居民的生活燃料结构开始发生变化,煤炭、液化气的比重逐年增加,这需要消耗大量的不可再生资源。农业废弃物是一类具有巨大潜力的资源库。通过能源综合利用技术加以开发,可使农业废弃物变成适合农民实用的资源形式,节约不可再生或者可再生但周期较长的稀缺资源。据有关资料,我国产生的农业废弃物,按目前的沼气技术水平能转化成沼气 3111.5 亿立方米,户均达 1275.2 立方米,可解决农村能源短缺。以农作物秸秆为例,将目前的 7 亿吨秸秆转化为电能,按 1 千克秸秆产生电 1 千瓦时计算,就具有产生 7 亿千瓦时电能的潜力;作为燃料,就能替代约 3.5 亿吨标煤的化石能源;作为肥料可提供氮大约 2264.4 万吨、磷 459.1 万吨、钾 2715.7 万吨;作为饲料,可折算约 1.75 亿吨粮食。然而,目前我国农业废弃物的利用率却很低,成为最大的搁置资源和巨大的污染源。若采用合理的综合利用途径,可将其转化为优质的肥料、饲料、燃料、食用菌基料和工业原料等,实现农业资源的充分高效利用。此外,利用秸秆制作板材、纸张和其他诸如饭盒和纸袋之类的一次性用品,不仅可以节约大量的森林资源,其本身在废弃后也容易降解,能更好地减少对环境的污染。

### 1.5.2 有利于农业可持续发展

可持续发展需要可再生资源。农业废弃物是地球上第一大可再生资源,但现代农业以大量化肥代替原有农家有机肥的使用,以人工饲料代替农业废弃物饲料的使用,加之现代农业集约化和规模化发展,打破了传统农业中废弃物的循环利用环节,结果造成了农业废弃物的大量积累,进而产生了较为严重的环境问题和资源浪费问题,这些问题已日益成为当前世界大多数国家共同面临的问题。综合利用农业废弃物已经成为农业生产资源开发和环境保护的新焦点,是实现高产高效农业,控制农业环境污染,改善农村环境,发展循环经济,促进农

村经济发展和帮助农民致富,实现农业可持续发展的重要途径。

### 1.5.3 有利于生态环境的改善

#### 1.5.3.1 消除日益严重的环境污染

过去,我国农民将农业废弃物作为有机肥使用,在促进物质能量循环和培肥地力方面发挥了巨大的作用。但是,随着市场经济的发展,农业废弃物转化为有机肥料面临一系列新的问题和严峻的挑战。一方面废弃物成分发生了很大变化,同时,种植业逐渐转向省工、省力、高效、清洁的栽培方式,传统的有机肥料积、制、存、用技术已不能适应现代农业的发展。因此,农业废弃物不再受欢迎,成为严重污染生态环境的污染源,主要表现在:①臭气、秸秆焚烧、温室气体排放,加剧了空气污染。②重金属和农药、兽药残留污染土壤,增加环境生物的耐药性。③农业“白色污染”严重影响土壤正常功能。④污水横流增加面源污染和水体富营养化。⑤病毒传播,疾病蔓延,尤其是人畜共患病等方面。采用多种途径对农业废弃物进行综合利用,将从根本上解决环境污染问题,有利于农村生态环境改善,实现村容干净、整洁、空气清新和农民生活环境优雅的新局面。

#### 1.5.3.2 保持和提高耕地土壤质量

我国用占世界不足 10%的耕地面积养活占世界 22%的人口,并保持地力不衰,在某种意义上应归功于有机肥料的施用。但是,随着农业生产日益集约化,生产资料投入的增加,农业生产有了飞跃的发展,传统的有机肥料面临被抛弃的境地。同时根据全国化肥试验网肥料长期定位试验和国家土壤肥力与肥料效益监测资料显示,目前,我国农村各地在农业生产中普遍倚重对化肥的大量使用,这种耕作方式的结果是土壤结构的失衡和土壤板结化等问题十分突出,不仅严重削弱了农作物适应异常环境和抵御病虫害侵袭的能力,并影响到农业长期发展的潜能,而化肥、农药的过多使用也破坏了其他生物、特别是一些动物(如青蛙、蛇、鱼虾)的生存环境,使得整个生态链十分脆弱。整个农业生态由此陷入化肥、农药的使用破坏了生态环境,生态环境失衡加剧了对化肥、农药的依赖这样一个恶性循环之中。实现农业废弃物的肥料化利用,生产有机肥料可以补充土壤养分,并提高土壤中微量元素的有效性。增加有机肥的施用比例,一方面可减少或缓解化肥用量,另一方面可有效提高土壤有机质含量,使土壤的容重减少,透水性、透气性和蓄水保墒能力增强,土壤的团粒结构保持疏松状态,有效缓解因过量施用化肥而导致的土壤板结问题。

#### 1.5.3.3 节能减排

目前,温室气体排放所导致的气候环境变化已在世界范围引起广泛关注,2009年的哥本哈根气候大会上,各国就各自的碳排放权进行会商,我国未来的经济发展也同样面临节能减排的压力。赵建宁等估算了中国 1999 年—2008 年主要粮食作物秸秆露天焚烧量和碳排放量,中国主要粮食作物秸秆露天焚烧量平均为  $0.94 \times 10^8$  吨,占粮食作物秸秆总量的 19%;粮食作物秸秆露天焚烧排放的 CO 和 CO<sub>2</sub> 总量平均每年分别为  $9.19 \times 10^6$  吨和  $1.07 \times 10^8$  吨,排放的总碳量平均每年为  $3.32 \times 10^7$  吨。动物粪便甲烷排放是重要的甲烷排放源之一,张仁建等采用 IPCC 方法 2 估算出 1994 年动物粪便中甲烷的排放总量约为  $1.49 \times 10^6$  吨,其中主要排放源是猪的粪便,占排放总量的 75.0% 以上。而农业废弃物的综合利用不仅直接减少碳(包括二氧化碳等气体)的排放量,同时也会因节约了森林资源而间接地减少碳排放量。辽源市生物质电厂每年与电煤相比,减排二氧化碳约 15 万吨,减排二氧化硫约 3000 吨。

#### 1.5.4 有利于国家能源结构的改善

能源短缺和环境危机是制约当今世界经济社会发展的两大主要问题。生物质能以其可再生、资源丰富、生态环境友好而逐渐成为一种重要的新的替代能源。2004 年全球可再生能源利用总量的一半以上为生物质能,占一次能源总量的 9.2%。在当今的中国,在能源已经越来越紧张背景下,更加需要充分地利用有限的资源。从长期来看,改变我国能源结构必须积极发展可再生能源和新能源,而发展生物质能源是世界新能源发展的一个重要方面。充分利用农业废弃物发展可再生能源,有利于提高绿色能源在我国能源中的比重。

我国农村人口占全国总人口的 70%以上,生物质一直是农村的主要能源之一,农村生活用能源仍有 57%依靠薪柴和秸秆。薪柴消费量超过合理采伐量的 15%,导致大面积森林植被破坏,水土流失加剧和生态平衡破坏。农村的生物质能利用大多以直接燃烧为主,不仅热效率低(低于 10%),而且大量烟尘和余灰的排放使人们的居住和生活环境日益恶化,损伤了农民的健康。采用生物质能转化技术可使热效率提高 35%~40%,节约资源,改善农民的居住环境,提高生活水平。秸秆的热值约为 15000 千焦耳/千克,相当于标准煤的 50%,是继煤、石油、天然气之后的第四大能源,生物质固体成型燃料(农作物秸秆粉碎经专用设备压缩炭化成型的新燃料)是可替代煤的清洁燃料。据计算,我国每年废弃的农作物秸秆约有 7 亿吨,折合标准煤为 3.5 亿吨。据河南德润锅炉有限公司测定,生物质固体成型燃料密度 800 千克/立方米~1000 千克/立方米,热值 14630 千卡/千克~16720 千卡/千克,废气排放低于国家标准,运行费用低于燃煤,节能、经济、环保,可用于供热取暖、发电等。秸秆气化制气技术,1 千克秸秆可制气 2.2 立方米。

我国已由石油出口国转变为石油进口国,2000 年净进口量已达到 7000 万吨。生物质可通过各种工艺转化为液体燃料,直接代替汽油、柴油等石油燃料,作为民用燃料或内燃机燃料。而同期我国含农业废弃物在内的生物质资源量达 7 亿吨标准煤,2020 年的生物质资源量至少可达到 15 亿吨标准煤。如果将其中的 50%用于生产液体燃料,即可为我国石油市场提供  $2 \times 10^8$  吨液体燃料。

农林废弃物生物质能可在填补农村电力供应缺口方面做出贡献。1999 年,我国电力生产总量为 12600 亿千瓦时,人均用电不到 1000 千瓦时每人年,只有韩国的 1/5 左右,而人均生活用电更低,只有 110 千瓦时每人年左右,尤其农村电力供应缺口更大。要实现 2020 年国民经济翻两番的目标,保障电力供应是必备条件。因地制宜地利用当地生物质能资源,秸秆、薪柴、谷壳和木屑等,建立分散、独立的离网或并网电站拥有广阔的市场前景。如果用当前农林废弃物产量的 50%作为电站燃料,可发电 4000 亿千瓦时,占目前我国总耗电量的 30%左右。

#### 1.5.5 有利于农业循环经济的运转

农业循环经济就是把循环经济理念应用于农业系统,在农业生产过程和农产品生命周期中减少资源、物质的投入量,减少废弃物的产生排放量,实现农业经济和生态环境效益的“双赢”。农业循环经济的基本原则是减量化(Reduce)、再利用(Reuse)和资源化(Resource)。其中,减量化原则是第一法则,在农业循环经济中,首要的是减少对农业的各种物质和资源的投入量,减少污染产生量,比如减少农药和化肥使用量,减少农业用水,减少单位产量的农业用地,提高农业生产效率等;再利用原则是对源头不能削减的废弃物和污染物,使它们回到经济循环中。在农

业生产中,农业资源与产品领域以初始的形式被多次使用,如畜禽养殖冲洗用水经处理后可用于灌溉农田,既达到了浇水肥田的效果,又避免了污水随意排放、污染水体环境等。资源化原则即将废弃物再次变为资源,资源化属于末端治理方式,是循环经济的最后一个环节,只有当避免产生(减量化)和回收利用(再利用)都不能实现时,才允许将废物进行资源化处置。由于农业生产的特殊性,农业废弃物的产生与农产品的生产过程通常相伴而生,农业废弃物综合利用可缓解资源不足,减少环境污染,拓展农业的外部功能,提高农业的综合效益。

孙永明等根据循环经济的理论提出了农业废弃物资源化的“三环循环理论”,即按循环经济理论,以人为本,由废弃物的生态循环开始,逐级发展到循环农业、循环社会的“三环”循环总体发展战略思路(图 1-2);第一个“环”是从农业本身发展的层面,按照生态循环原理,以农业废弃物的循环利用为切入点连接种植和养殖业,构建循环农业的发展模式;第二个“环”是依据循环经济的原理,构建生产—生活—生态—生命(人)一体化协调发展的“四生一体”农村发展模式;第三“环”为在上述两个循环的基础上,形成具有循环社会特征的社会主义新农村。

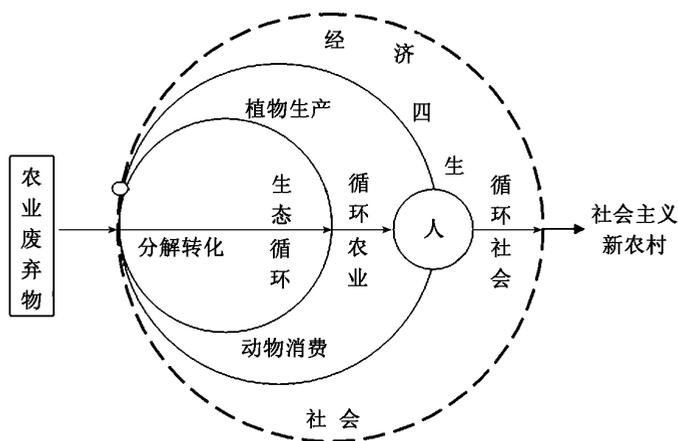


图 1-2 农业废弃物综合利用“三环循环理论”

### 1.5.6 有利于农民收益的增加

在现代农业技术和加工技术条件下,农业废弃物的综合利用是发展农村循环经济的重要物质基础,是发展农村经济和增加农民收入的宝贵资源。加大农业废弃物综合利用力度,是提高农业综合生产能力的重要方面,是扩大农村就业和增加农民收入的重要途径,是改善和提高我国农业资源利用效率的重大举措,是开辟新的农业资源与拓宽农业经营领域的战略选择。农作物秸秆机械化加工处理,作为饲料发展畜牧养殖业,通过牛、羊等反刍动物这个“转换器”形成肉、奶、毛、皮等畜产品;作为新型能源,制气、制生物质固体成型燃料;作为食用菌基料,发展特色养殖;作为肥料,培肥地力,促进农业可持续发展;作为工业原料,发展乡、村企业。总之,农业废弃物综合的利用可饲料化节约粮食、肥料化节约农业生产成本和提高农业产出、燃料化替代标准煤、原料化提高农副产品的价值,将很好地延长了农业生产链条,延伸了农业发展空间,促进了农村产业发展,解决了农村劳动力就业,实现农民增收。

### 1.5.7 有利于节约型社会的建立

节约型社会的构建需要来自社会各个领域的共同努力,农业废弃物综合利用是节约型社