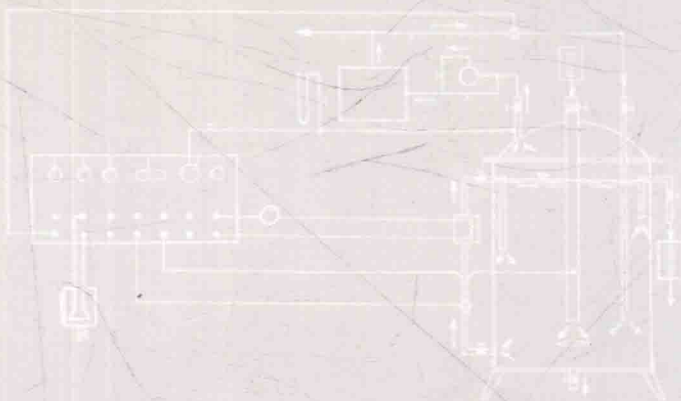


生物质资源

厌氧消化系统工程规划设计与 厌氧消化物综合利用

孙金世 李世峰 白顺果 编著



生物质资源厌氧消化系统工程规划 设计与厌氧消化物综合利用

孙金世 李世峰 白顺果 编著



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生物质资源厌氧消化系统工程规划设计与厌氧消化物
综合利用 / 孙金世, 李世峰, 白顺果编著. —北京:

中国农业出版社, 2016.9

ISBN 978-7-109-21942-7

I. ①生… II. ①孙… ②李… ③白… III. ①生物质
—厌氧消化—工程设计②生物质—厌氧消化—综合利用

IV. ①Q936

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 176334 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

策划编辑 贾 彬

文字编辑 耿增强

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2016 年 9 月第 1 版 2016 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 14

字数: 335 千字

定价: 32.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编 委 会

主 编：孙金世 李世峰 白顺果

副 主 编：来 璐 谭建欣 李世华

参编人员：张 爽 王彩侠 张 静 侯凯涛

方明威 王锋俊 辛冰清 李 桢

孔涵凝 邓媛媛 王鹏飞 陆 琳

牟桂芬

序 言

该书是作者多年教学、科研、工程建设实践经验的总结，也是业内同仁们诸多创意的集成，特别是对近二十几年农村生物质能和生态环境保护方面存在的问题进行了深刻的分析和认真的反思。希望此书能给领导在制定相关政策、法规时提供参考，为技术工程和科研工作者提出新思路，在生物质可再生能源、厌氧消化物综合开发利用方面，脚踏实地打造精品工程，实现生态、社会、经济效益高度和谐和统一，造福民生！

作者提出了建立新型“能、肥、水”共生体系的理念，并提供了可靠的、相关的工艺技术和装备，为全方位多层次、多功能开发利用生物质资源，优化资源配置，研发新能源、新型肥料、保护水资源提供了技术支撑。

我国党和政府历来十分重视能源建设，尤其是生态文明建设，改革开放以来对农村的沼气工程建设更是从政策和资金方面给予大力支持，带动了农业相关产业的大发展。

我国生物质资源十分丰富，开发利用途径多种多样，采取厌氧消化制取可再生沼气清洁能源，并同步利用沼渣液精细加工制取有机无机复合新型商品肥料，水净化循环利用，对于支持节能低碳产业和新能源、可再生能源发展，确保国家能源安全有重要意义，是建设资源节约型和环境友好型社会的重要方面。党的十八大提出，建设生态文明，是关系人民福祉，关乎民族未来的长远大计。面对资源约束趋紧，环境污染严重，生态系统退化的严峻形势，必须树立尊重自然，顺应自然，保护自然的生态文明理念。深刻领会和认真贯彻这一政策是改革新形势下的必然走向，也是编写此书的指导思想和原则。

作者在书中提到的“五环产业互补型生态农业模式和产业链”，建立“生物质资源能、肥、水共生体系”，“多学科和技术领域成果的优势互补和集成”，“捆绑式产、学、研结合”，“三分建、七分管，以管为主”等均是循环经济技术集成新理念体现。

同时要因地制宜，与时俱进，吸收和引进国内外已建成和有效运行的工程样板和技术，作好统筹规划，全面提升技术水平，完善工艺装备，大力加强工程运行管理。作者列举了多年实践和建设的诸多工程案例与同行们商榷，希望

此书能起到抛砖引玉之效，引起业内共鸣，充分讨论，达成共识，并可借此用同仁们众多成功的经验引导和促进我国沼气工程建设有序和健康发展。

作者还十分重视科研工作，书中论述的许多创意和新工艺装备，体现了科学研究是先导，是第一生产力。敢于和勇于创新，开拓新思路，研发新装备、新产品是今后该领域教学、研究和工程单位需要十分重视和抓紧的工作，要真正做到统筹规划，合理设计，精良施工，科学管理，提高效益。投入必要的资金，建立相应的实验室，真正做到有理论依据、有数据分析、有实验模型佐证，才能不断有创新成果，推动精品工程建设。

希望作者的努力能真正起到解民生之艰辛，为建设美丽乡村和城镇，实现富民强国之梦充分发挥积极作用！

宋乃公

2016年7月

目 录

序言

第一章 综述	1
第一节 合理开发利用生物质资源的重要意义	1
一、能源在国民经济中的地位	1
二、合理综合开发利用生物质资源的重要意义	1
三、本书编写的指导思想和原则	2
第二节 生物质资源的开发和利用	3
一、生物质资源开发利用的指导思想和方针	3
二、本书中关于生物质资源开发利用的观点	5
第二章 厌氧消化的原料分类统计及控制条件	10
第一节 厌氧消化原料的分类和相关参数	10
一、厌氧消化原料的分类	10
二、厌氧消化原料的相关参数	10
第二节 生物质资源的统计	13
一、生物质资源的统计	14
二、各类厌氧消化原料的产气量分析和统计	17
第三节 厌氧消化的控制条件	18
一、厌氧消化过程	18
二、内因条件	20
三、外因条件	23
第三章 厌氧消化装置的结构型式及工艺参数	27
第一节 厌氧消化的工艺类型	27
一、按消化温度的不同来划分	27
二、以进料方式的不同来划分	30
三、按消化阶段的不同来划分	31
四、按厌氧消化级差不同来划分	31
五、按消化料液干物质浓度不同来划分	33
第二节 厌氧消化装置的结构型式及工艺参数	34
一、厌氧消化装置的分类	34
二、厌氧消化装置设计的工艺参数	38

第三节 国内外几种典型厌氧消化工艺方案及技术流程简介	39
一、国外几种典型的厌氧消化工艺方案及技术流程	39
二、国内厌氧消化工艺的发展现状与发展趋势	42
第四章 厌氧消化系统工程总体规划与设计	47
第一节 厌氧消化系统工程的总体规划	47
一、厌氧消化系统工程总体规划原则	47
二、厌氧消化系统工程总体规划思路和实例分析	47
第二节 厌氧消化装置系统的设计要求	47
一、厌氧消化装置系统的结构设计	48
二、厌氧消化装置系统的工艺设计	60
第三节 厌氧消化装置设计主要内容	60
一、厌氧消化装置容积设计	60
二、消化物料浓度确定、加水量计算	61
三、消化器增温和保温设计	62
四、泵、管道设计及选型	73
五、搅拌装置设计与选择	79
六、能量平衡及产投比计算	84
第四节 沼气的输送、净化和储存	85
一、沼气的输送	85
二、沼气的净化	88
三、沼气的贮存	95
四、生物质气化、厌氧沼气发酵多能互补系统及混合气贮存	98
第五节 作用在厌氧消化装置上的荷载及组合	102
一、荷载种类	103
二、作用在厌氧消化装置上的荷载的计算	103
第六节 厌氧消化装置的地基承载力计算与基础设计	106
一、地基承载力的确定	106
二、基础设计	110
第七节 预处理池设计计算	116
一、集水池和沉降池规模和结构尺寸确定	116
二、调节池的规模和结构尺寸确定	117
第五章 厌氧消化物综合开发利用	119
第一节 厌氧消化物利用现状概述	119
第二节 厌氧消化物综合利用途径分析	120
一、沼气的综合利用途径	120
二、沼渣和沼液的综合利用途径	121
第三节 沼渣沼液的综合利用技术及工艺	123

一、沼渣沼液综合利用分析	123
二、制取固体、液体有机复合肥的工艺及装置	124
第四节 利用厌氧消化产物制取固体有机肥相关参数确定	133
一、固体有机复合肥生产规模确定	133
二、湿沼渣烘干至安全储藏水分所需能耗计算	133
第五节 厌氧消化工程污水处理	134
一、五步净化系统的运行步骤	134
二、固液分离后沼液五步净化法流程图	136
第六节 厌氧消化物效益分析	137
一、经济效益分析	137
二、环境效益分析	140
三、社会效益分析	140
第六章 小型高效户用厌氧发酵系统及实验室建设	142
第一节 小型高效户用厌氧发酵装置的商品化	142
第二节 小型高效厌氧发酵装置设计和技术提升	142
一、小型高效户用厌氧消化装置设计及技术提升	143
二、联户干湿两步厌氧消化装置设计	148
三、小型高效厌氧发酵运行系统及装置	148
第三节 厌氧消化工程的实验室建设	154
一、厌氧发酵装置的技术提升和完善	154
二、实验室所需的装置和仪表	155
三、实验室的各类试验模型	156
第七章 厌氧消化工程运行管理、维护及安全技术保障	168
一、厌氧消化工程的启动调试	168
二、厌氧消化工程的运行管理及操作维护	169
第八章 沼气工程建设案例分析	178
第一节 河北省固安县礼让店乡宝生肉牛养殖场沼气工程	178
一、地理位置	178
二、处理粪污的规模	178
三、基础数据和技术参数	178
四、主要规划设计内容	178
第二节 内蒙古塞飞亚集团有限责任公司能源环境示范工程项目	183
一、地理位置	183
二、处理粪污的规模	183
三、基础数据及技术参数	183
四、主要规划设计内容	184

第三节 廊坊市欧华林畜产品有限公司种猪繁育场粪污综合处理示范项目	202
一、地理位置	202
二、处理粪污的规模.....	202
三、基础数据和技术参数	202
四、主要规划设计内容	203
参考文献	209
附图表	210

第一章 综 述

第一节 合理开发利用生物质资源的重要意义

一、能源在国民经济中的地位

能源问题举世瞩目，能源是发展工农业生产和提高人们生活水平的重要物质基础，是人类赖以生存的基本物质条件。人类需要能源如同鱼儿需要水一样。在人类历史发展的长河中，任何一个时代的生产和生活都离不开能源，人类原始的穴居生活是如此，现代的物质文明社会对能源的依附性更加强烈，可以说寸步难离。因此，能源是国民经济发展的重要物质基础，它直接关系到经济的发展和人民生活的改善，从这个意义上讲，人类是利用能源创造文明和推动社会繁荣进步的。

古今中外的生产发展实践证明，一个国家工农业生产的发展速度，取决于能源的合理开发和利用程度。人们对能源问题的重要性更加重视。随着生产力的发展，人类对能源的需求将越来越多，要求也越来越高。一般来说，能源消耗量的多少是衡量一定时期，一个国家的经济和技术发展水平的重要标志。现代社会中，科学技术越发达，劳动生产率越高，社会产品越多，人民的生活水平越高，能源的消费量也就越大。总的说来，能源消费量的增加和国民生产总值的增长成正比关系。

人类社会的高速发展有赖于能源的大规模的开发和利用。能源与社会发展的关系之所以如此密切，首先因为它是现代生产的主要动力来源。现代化生产是建立在机械化、电气化、自动化、信息化基础上的高效生产，所有的生产过程几乎都是与能源的消费同时进行的。在现代生产中，能源不仅仅被当作燃料动力来使用，而且还是重要的化工原料和农业物资。无疑，能源也是农业现代化的基础，现代农业的机械化、水利化、化学化、电气化和信息化，也要消耗大量的能源，农业现代化的过程，就是能源消费不断增长的过程。同时，能源又广泛用于生活的各个领域，与人民生活息息相关。现代社会的衣、食、住、行以及文教、娱乐等文明生活，也都离不开能源。

二、合理综合开发利用生物质资源的重要意义

生物质能源来源于生物质。生物质是指有机物中除化石燃料外的所有来源于动植物的能再生的物质。广义上，生物质包括所有的植物、微生物以及以植物、微生物为食物的动物及其生命代谢的排泄物。有代表性的生物质如农作物、农作物废弃物、木材、木材废弃物和动物粪便。例如粮食、秸秆、木材、动物粪便和食品加工下脚料等生物质。狭义上，生物质主要是指农林业生产过程中除粮食、果实以外的秸秆、树木等木质纤维素、农产品加工业下脚料、农林废弃物及畜牧业生产过程中的畜禽粪和废弃物等物质。生物质被认为是生产无污染化工产品和绿色能源的原料。生物质能源是一种可更新的再生能源，它是自然界各种植物通过光合作用，将太阳辐射能转换成化学能的一种自然能源，并贮存在绿色植物体中。因此，

不论作物的秸秆,树木的茎叶,人畜禽的粪便,或者其他工农业生产和人民生活的有机废物,都是直接或间接来源于植物的光合作用,在此意义上,生物质能也和太阳能一样,是取之不尽用之不竭的,是周而复始可再生的。

地球上的生物质资源十分丰富,全球陆地面积约为 1.495 亿 km^2 ,海洋面积约为 3.61 亿 km^2 。在陆地上,沙漠约占 1/3,森林、草地和耕地实际上约为 1.02 亿 km^2 。根据测算,在这 1.02 亿 km^2 土地上,由植物经光合作用而产生的有机碳量平均每平方公里是 158t,即全球每年能产生有机碳可达 161 亿 t 之多。按 1t 有机碳燃烧可放出 4 017 万 kJ 的热量计算,则地球上的植物,每年生产的能量约为目前世界年消耗能量的 2~7 倍,而且海洋中的生物量还未计算在内,这表明利用植物生产生物质能的潜力是巨大的。如此丰富的生物质资源,目前人们还未能充分把握开发利用它们的规律和具备经济合理的技术手段。目前全世界约有 15 亿人口用薪柴和作物秸秆作燃料,有的落后地区还直接燃烧畜粪。这不仅烧掉了大批可做饲料、肥料的自然资源,而且毁坏了大量树木、植被,造成了水土流失,破坏了生态平衡,直接影响了农、林、牧、副、渔业的发展,这种极不合理、极不经济的利用生物质的方式,造成了极坏的恶性循环后果,后患无穷。我们知道,生物质资源具有四种功能,即燃料功能、饲料功能、肥料功能和工业原料功能。从生物质能的合理利用角度看,直接燃烧生物质,只部分地利用了它的热能,而未充分利用它的营养成分和肥料成分。把作物秸秆沤肥或直接还田,虽然可以利用它的肥料成分,但却损失了可利用的热量,两者都不能充分有效地利用生物质资源。如果先将生物质作为人类食物和畜禽的饲料,而后将其排泄物的一部分秸秆等投入厌氧发酵工程,残渣再用作肥料,这样才是一举多得的好办法。

随着社会经济的飞速发展,人类对能源的需求趋势也随之改变。生物质能源因其具有资源丰富、可再生、低污染等优点,使得其在人类生活和社会生活中的价值不断提高。生物质能源与化石能源相比,具有如下优点:一是碳排放少,对环境友好。研究表明,高效合理地利用生物质能,其二氧化碳排放量比化石燃料少 90% 左右。另外,生物质的灰分小,含氮量也都很小,使用过程中几乎没有粉尘、氮氧化物等排放。二是具有可再生性。生物质能直接或间接来源于植物,并通过植物的光合作用实现再生,与太阳能、风能、水能等一样属于可再生能源。与传统的直接燃烧方式相比,现代生物质能源的利用更多地借助热化学、生物化学等手段,通过一系列先进的转换技术,生产出固、液、气等高品质能源来替代化石燃料,为人类生产、生活提供电力、交通燃料、热能、燃气等终端能源产品。

生物质能在世界能源消耗中居第四位,仅次于煤炭、石油、天然气,占世界总能耗的 15%~18%。我国生物质能资源丰富,分布范围广,主要来自农林牧副产业,可分为薪柴、秸秆、粪便、城市生活垃圾、海洋生物以及污水和油污等。我国每年秸秆的年产出货量已达 7.8 亿 t,畜禽粪便的年产出货量约 40 亿 t,农产品加工有机废弃物近 1 亿 t,虽然我国生物质能源原料丰富,但开发利用率仅占 10% 左右。大量的剩余有机废弃物随意弃置不仅造成环境污染,也造成了巨大的资源浪费。加之近年来,由于人口的增加和人类生产活动的规模越来越大,能源不足、粮食短缺、生态环境恶化等灾难问题正在危机着人类的生存和发展。因此,大力加强生物质资源的综合开发和利用具有重大的现实意义。

三、本书编写的指导思想和原则

本书的编写结合我国当前发展的方针政策,党的十八大报告指出,建设生态文明,是关

系人民福祉、关乎民族未来的长远大计。面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势，必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，支持节能低碳产业。依据上述政策导向，大力发展可再生新能源和新型肥料产业，确保国家能源安全，土地安全，粮食食品安全，水质安全等势在必行，不可逆转。着力建立“能、肥、水”共生体系，优化资源配置，研发可再生新能源、新型无公害、绿色肥料，加强水源地保护，推进水循环利用与节约等新工艺技术和装备，树立生态循环经济优势技术集成理念，全力打造“精品工程”，为建设环境友好型、资源节约型社会，提供可靠的、坚实的物质保障和技术支撑，真正和切实解决“三农”问题，解民生之艰辛。

本书编写的指导思想和原则：以沼气工程建设为纽带和契机，将其与新农村（美丽乡村）建设紧密相连，核心思想是将人们通常误认为的生物质、有机物“废弃物”通过高科技手段转化为人类赖以生存的有用资源。即全方位、多层次、多功能地开发利用，变“废”为宝，最大限度地提高项目建设的生态、社会 and 经济效益，使之达到高度的和谐与统一。

第二节 生物质资源的开发和利用

一、生物质资源开发利用的指导思想和方针

从自然生态平衡的观念出发，自然界的物质流动、能量流动、能量循环总是处在动态平衡之中。各类生态植物也是处在周而复始的运动和转换状态。各类植物都有自己特殊的能量收集系统和太阳能储存库，都在时间上和空间上遵循各自的循环规律来进行光合作用，将太阳辐射能转化成化学能储存在植物的机体内，然后经过动物生命活动转化为动物体能。因此说植物生产和动物生产是生态系统（生物生产、能量流动、物质循环和信息传递）全部功能的最基本功能，它们都是太阳能的转换形态（如图 1-1-1，图 1-1-2 所示）。

第一性生产从太阳能转化为化学能，从无机物转化为有机物的转化过程即光合作用过程，可以概括表示为：



即植物每生成 1mol 的碳水化合物就吸收 674kcal* 的太阳能。

近代的农业生产、农副产品加工业的发展，使得这些功能得以延伸和深化。但是人类的生产活动经常会造成上述循环过程的某些环节的相生或相斥。当一些物质或能量过速或过度积累、密集化时，就导致循环过程失调或失去平衡（如规模集约化养殖场的粪便大量过剩、集中积累就是如此），从而造成对环境的危害和对人类自身生存的威胁，由此也就产生了所谓的“废弃物”观念和环境污染问题。

从辩证唯物主义和物质守恒的观点来看：一切物质、物种都是资源，物质是不灭的。它只有形态的变化和形式的不同，而无本质的改变和区别。因此合理地调整人类的生活、生产和社会活动，调节生产过程中的相生和相斥关系，就能够使一个生产过程中的排泄物转化为另一个生产过程的输入物，我们称之为“无废弃物生产过程”或称作“资源化过程”，从环境保护的意义上讲就是实现“零排放”的目标。

* cal (calorie) 为非法定计量单位，1cal_{th}等于 4.184J，1cal_{IT}等于 4.186 J。

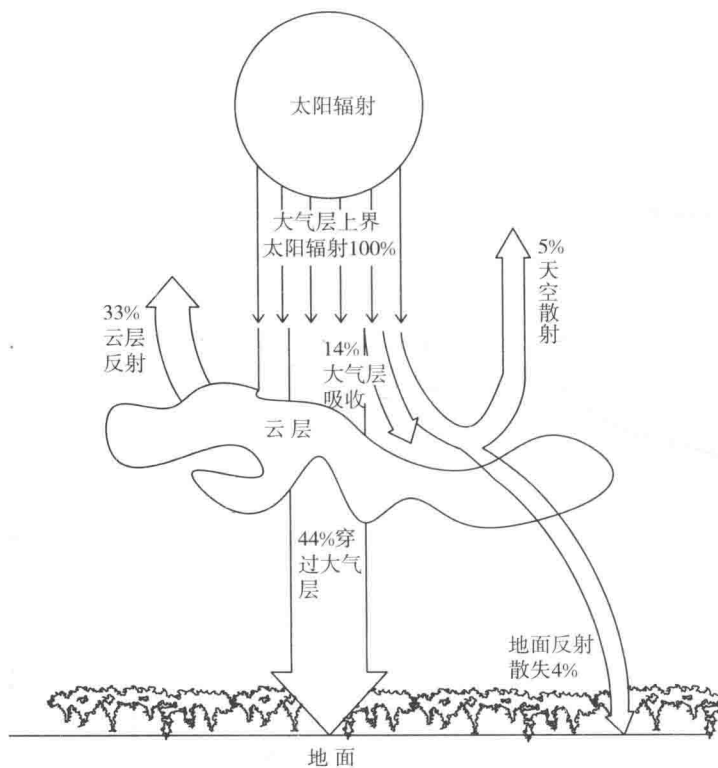


图 1-1-1 到达地面的太阳辐射能

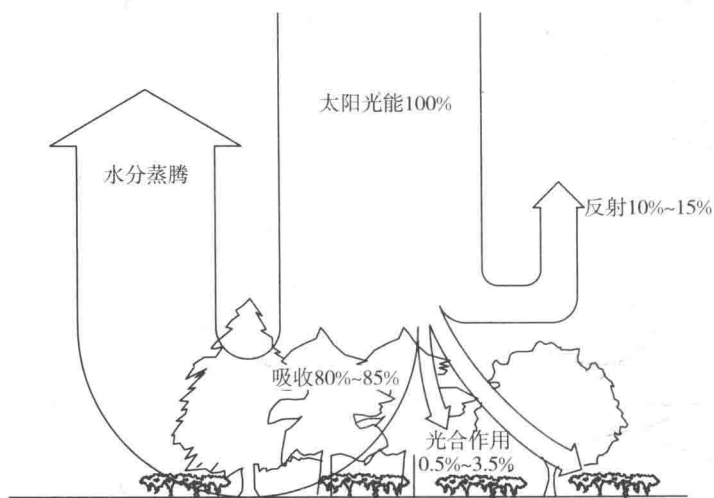


图 1-1-2 太阳辐射在植物群落中的分配

从上述论点出发观察和分析问题，所谓废弃物概念是人们的认识误区，它只是生产动态过程中的一个相对的物质转换形态。我们完全可以采用合理的转化途径，使之成为现代人类赖以生存的有用的物质资源。摒弃“废弃物”观念是现代人类文明的飞跃，即“循环经济”模式（生态经济模式），其内涵、图解为：资源→产品→资源循环再生（包括资源合理利用与增值以及生态环境良性循环）。基于这样的新理念，从本国国情和社会经济发展现状以及

技术条件的实际出发,开发利用生物质资源制取沼气可再生能源,就不应单一地考虑只是利用沼气新能源,为沼气而沼气。而应站在战略高度以新的思维和指导思想制定发展方针:从发展农业生产、提高生产效率的层面上,同时又从保护生态环境,确立可持续发展的农业生产体系,统观全局地制定总体发展规划。

农业可持续发展要依靠良好的农业生态环境为支撑,在促进农业生态良性循环的基础上发展循环经济,并最终达到提高人们日益增长的物质和文化生活水平的需求。

农业生态系统是由地质、水文、气候、土壤、植被等各种自然要素体系与人类从事的以农林牧副渔业为主的社会生产活动所构成的复杂的综合体系。各种因素间相互联系,互相制约进行着物质和能量的交换。在上述诸多因素中,土壤、水源、肥源、能源等资源的综合协调是保障农业可持续发展的重要和必备条件。

在这一正确理论认识基础上,制定生物质资源综合利用的方针:其思路是以发展沼气能源为纽带,兼顾和充分利用沼渣沼液制取有机复合肥,达到能、肥共生,全方位,多层次,多功能地开发利用生物质资源;使之同步产生多种效应和效益,在获得能源的同时,又达到提高土壤肥力(地力),保护和节约水资源的目的。

二、本书中关于生物质资源开发利用的观点

本书以厌氧消化工程作为生物质资源的综合开发利用的手段和方法之一。生物质资源厌氧消化工艺和工程技术应用已近百余年历史。在我国,该技术研发与工程建设自20世纪70年代至今也有40多年的历程。就全球整体发展水平来看,从应用技术层面说应该是成熟的,毋庸置疑,但在我国观念、理念、思维、方法和途径上依然存在不少误区和问题。多年的工程建设经验和教训证明我国是一个推进该工程建设的“大国”,这只是就数量而言,而不是一个“强国”,技术和装备都急待提升。为此,必须认真反思我们走过的历程,从政策角度,更应从技术高度上全方位提升科技含量。从我国国情实际出发,研发先进的工艺和装备,走自己特色的道路。编著此书的初衷,就是想从如下几个方面论述我们的观点、认识和工程实践的经验总结。

1. “大中型沼气工程”的提法在我国已约定俗成,但从科学发展观严格意义上讲,有点片面,也误导了科技界、工程界,“沼气”只是从能源的角度出发考虑问题,而不是生物质资源的全方位开发与利用。

2. 生物质资源的开发利用途径是多样化的,如厌氧消化工艺制取生物质燃气(Biogas,俗称“沼气”),秸秆气化制气,秸秆制取生物柴油、酒精(乙醇)、甲醇,秸秆压块以及直燃,人、畜、禽粪便好氧堆积制肥等。就厌氧消化工艺讲,应该是生成三种产物、产品,即生物质燃气(沼气)、固体产物(沼渣)、液体产物(沼液)。

从资源的整合、节约,多功能、全方位、多层次利用考虑,科学的提法应正名和定义为:“生物质资源厌氧消化工程与厌氧消化物综合利用工程”,以利国际交流和沟通。国内业内依然继续沿用“沼气”“沼渣”“沼液”,未尝不可。今后的工程建设应该提倡“能、肥、水”一体化,它是一项系统工程,多环技术集成,不能再单一为能源而能源,为“沼气而沼气”。为建设“生态友好型、资源节约型”社会,生物质资源的开发与利用决不能再走“以生态环境破坏、资源浪费为代价”之路。

3. 一般意义上讲,一切生物质资源均具有“四种功能”,即食物、饲料功能,燃料功

能,肥料功能和工业原料功能,可简称“四料功能”。正文中,我们将从理论和实践上加以详细论述,作为生物质资源的开发与利用必须充分发挥其“四料”功能,全面调动其“物流与能流”潜力,实现资源有效整合。

4. 本书不是从广义上论述生物质资源的利用,而只是就一切工农业生产的有机排泄物的循环再利用加以阐述,即:使种植业、养殖业、农副产品加工业生产过程的有机排泄物变成下一个生产过程的原料输入,体现循环经济理念,从生态环保角度出发达到“零排放”目标。贯彻上述资源开发利用的新观念、新理念、新思维、新方法、新途径,是符合我国国情之所需,民生和百姓福祉之所求。

(1) 新观念:辩证唯物主义观点认为地球上的一切物质都是“资源”,它只有形态的改变,而无本质的区别。因此,合理地调整生产过程中的相生与相斥关系,就能够使一个生产过程的排泄物转变为另一个生产过程的输入物,我们称之为“无废弃物生产过程”,或者称作“资源化过程”。当前,我国生物质工农业生产之高浓度有机排泄物均可采取科学、合理的转换途径,使之变为人类生存的有用资源。摒弃“废弃物”观念,是现代人类文明生产的一个重大飞跃,即“循环经济”模式(生态经济模式)。观念“新”在视“有机排泄物”为“资源”,应将其合理循环和有效再生利用。

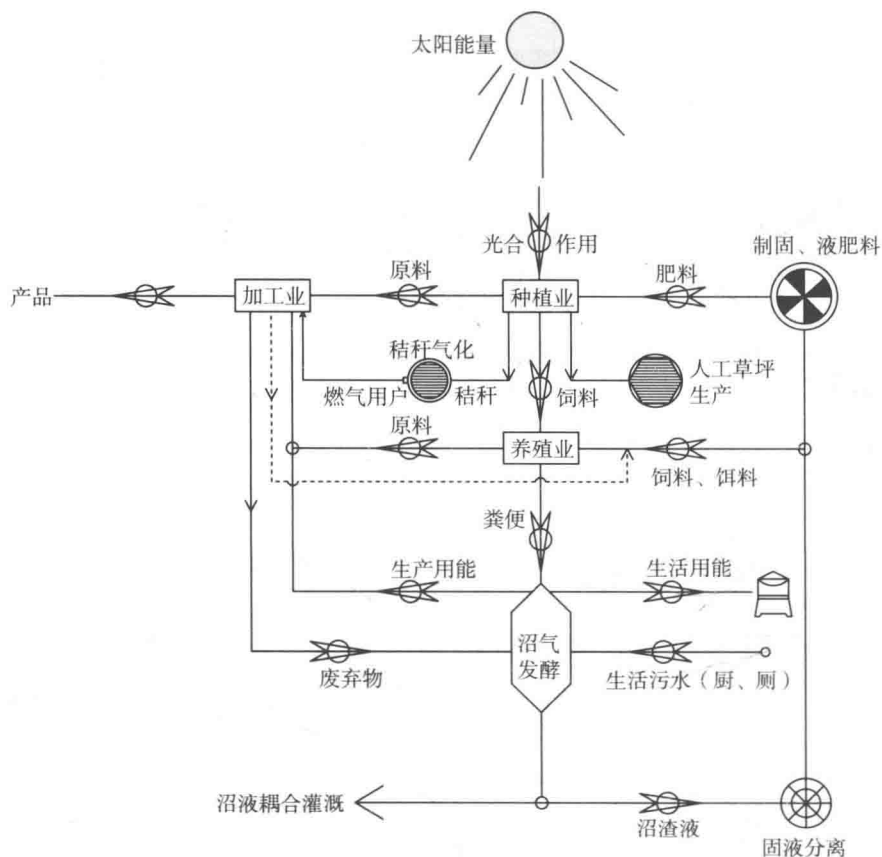
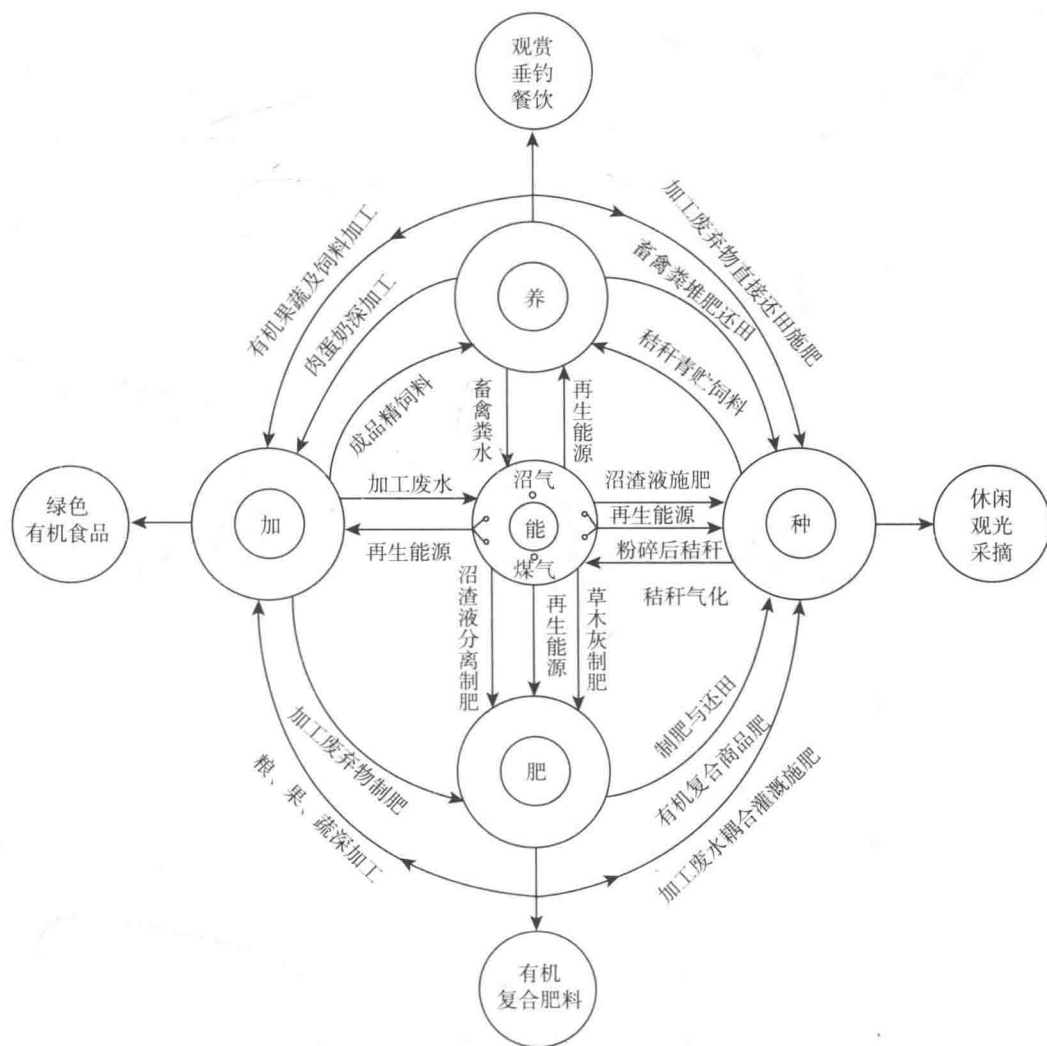


图 1-1-3 互补型生态良性循环模式

(2) 新理念:我国现代农业发展的模式,应遵循市场规律,以商品经济为导向。生物质资源开发利用应强调其多功能性,形成完整的产业链,即形成“种植、养殖、加工、能源、

肥料”五环产业并举和互补型生态良性循环模式。即以种植业为基础，养殖业为龙头，沼气能源开发为纽带，加工和有机肥料生产为驱动力的“循环经济”（或称作生态经济）的模式，确保“高产、高效、优质”农业的发展目标，环保达“零排放”。理念“新”在产业链清晰、完整，达到经济良性循环，效益显著。



五环产业确指：现代设施化种植、规模集约化养殖、深层次精细加工、沼气可再生能源、高效有机复合肥，简称“种、养、加、沼、肥”五环产业。

图 1-1-4 五环产业链无废弃物生产过程、循环经济运行模式图

（3）新思维：以全方位、多功能、多层次、高效率、高效益为出发点，统筹规划和技术整合，优势互补。“新”在思维明晰，确实达到技术与经济的高度和谐与统一。

工、农业生产排泄的有机物质，一般均具有燃料、肥料、饲料、工业原料四种功能，这些有机排泄物均是太阳能量的转换形态——光合作用的产物，即碳水化合物（ $C_6H_{12}O_6$ ）；应该充分调动其“四料”功能，最大限度地发挥其能流与物流潜力。遵循自然界的规律，要促进相生性，制约相斥性，调动其互补性，即资源互补、能量互补、技术互补、资金互补和效益互补，从而实现“功能”与“效益”的高度统一。充分发挥互补效应是技术开发路线优