

The Treatment and Reutilization  
of Wastes in Ecological Agriculture

# 生态农业中 废弃物的处理 与再生利用

第二版

卞有生 主编



化学工业出版社

# 生态农业中废弃物的 处理与再生利用

第 二 版

卞有生 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

生态农业中废弃物的处理与再生利用/卞有生主编.  
2 版. —北京: 化学工业出版社, 2005. 6  
ISBN 7-5025-6924-3

I. 生… II. 卞… III. ①生态农业-农业废物-废物处理②生态农业-农业废物-废物综合利用 IV. X71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 032417 号

---

生态农业中废弃物的处理与再生利用

第二版

卞有生 主编

责任编辑: 叶 露

责任校对: 顾淑云 李 军

封面设计: 于 兵

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)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 18 1/4 字数 486 千字

2005 年 6 月第 2 版 2005 年 6 月北京第 3 次印刷

ISBN 7-5025-6924-3

定 价: 37.00 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

## 本书主编与编写人员

主 编 卞有生

### 编写人员

|     |                 |
|-----|-----------------|
| 卞有生 | 北京市环境保护科学研究院    |
| 宋秀杰 | 北京市环境保护科学研究院    |
| 徐锦铤 | 上海市环境保护局        |
| 邓文剑 | 上海市环境保护宣传教育中心   |
| 舒远才 | 中国科学院成都生物研究所    |
| 阴秀丽 | 中国科学院广州能源研究所    |
| 徐冰燕 | 中国科学院广州能源研究所    |
| 凌 波 | 中国预防医学科学研究院     |
| 熊承永 | 农业部成都沼气科学研究所    |
| 廖先明 | 农业部成都沼气科学研究所    |
| 单正军 | 国家环保总局南京环境科学研究所 |

## 前 言

《生态农业中废弃物的处理与再生利用》第一版 2000 年 5 月出版后得到广大读者的厚爱，曾获 2002 年度农村读者最喜爱的读物荣誉，使作者深感欣慰。

由于近年来科技的迅速发展、理念的不断更新，十分必要对第一版进行修改、补充。应读者的要求和出版社的建议，出此修订版。第二版由第一版的 10 章扩展到 15 章。在风格上，继续保持“理论结合实际，叙述深入浅出，实例典型生动”的特点。在内容上，上篇增加了关于生态农业建设发展规划编制、生态农业系统数学模型、生态农业建设成效及评价方法（第二章、第三章、第五章）的内容；中篇增加了畜禽养殖场污水处理及综合利用技术、乡镇工矿企业废弃物的综合利用（第四章第五节，第八章，第九章第四节、第六节，第十一章）的新内容，其他章节也作了修改、调整和补充；下篇基本保持不变。

第二版新增内容及部分章节的补充、修改、调整，均由卞有生执笔。

在第二版出版之际，作者十分感谢化学工业出版社的领导和全体同志，没有他们的支持和帮助，本书的再版是不可能的。在此，作者也向广大读者和为本书的出版、修订付出辛劳的所有朋友致以崇高的敬意。

作者

2005 年 2 月

## 第一版前言

如何充分、合理地利用自然资源，持续、稳定地发展农业生产，同时又保护和改善农村生态环境，维护农业生态平衡，已成为当前我国农业发展、乡村建设和农村环境保护的重要问题。实践证明，传统农业解决不了这一问题；现代石油农业虽使农业的生物学产量大为提高，但给农业环境带来的问题在某些方面更为严重。而只有生态农业，只有符合生态农业系统要求的乡村建设，才是农业发展和乡村建设、农村环境保护的正确道路。

显然，生态农业和传统农业、石油农业以及其他任何一个物质生产部门一样，是要产生废弃物的，特别是我国是一个农业大国，农业生产中产生的废弃物不仅种类繁多，而且数量巨大。如何充分、有效地处理并利用这些废弃物，对于合理利用农业资源、发展农业生产、改善农村环境具有十分重要的意义。

我们知道，生态农业最大的特点是它的整体性和完整性，其基本任务之一就是促进物质在系统内部的多次重复利用和循环利用，以尽可能减少系统外部物质的投入，提高系统的经济效益。而农业废弃物的综合利用则是重要的途径之一，也是充分合理利用自然资源的有效方式。伴随着生态农业兴起而发展起来的生态农业技术则是一种组合技术，它是各种单项（单元）技术的优化组合和装配，其作用和意义已远不是单纯的为了提高农业的生物学产量，而是涉及资源利用、环境保护等农业中的各种问题，使农业的经济效益、环境效益和社会效益更好地结合起来，因此生态农业技术也是一种资源利用技术、农业环境保护和污染治理技术。

正是从这一角度出发，本书试图通过介绍当前我国农业废弃物产生及综合利用现状，重点介绍如何应用生态农业原理及生态农业技术来处理和利用各种农业废弃物，达到变废为宝、化害为利、提

高效益、改善和保护环境之目的。本书内容包括三个部分，上篇为生态农业概述，主要介绍生态农业的基本原理、生态农业系统的特点、建设原则及当前我国生态农业系统的主要技术类型；中篇着重阐述了生态农业中各种废弃物的处理与综合利用技术；下篇着重介绍农用沼气的制取及综合利用技术。

全书共分 10 章，主要编写人员为：卞有生（第一章～第三章、第四章第三节、第六章第三节），宋秀杰（第四章第一节、第二节，第五章第一节、第二节，第六章第一节、第二节），徐锦铤、邓文剑（第四章第四节），舒远才（第五章第三节），阴秀丽（第五章第四节），凌波（第六章第四节），熊承永（第七章、第九章、第十章），廖先明（第八章）。此外，单正军、徐冰燕等同志也参加了编写。全书由卞有生同志统稿。

本书在编写、出版过程中得到北京市环境保护科学研究院、中国农业科学院成都沼气研究所、中国科学院成都生物研究所、上海市环境保护局、中国科学院广州能源研究所、中国预防医学科学研究所、国家环保总局南京环境科学研究所等单位的大力支持，作者深表感谢。

当本书定稿、即将交付出版之际，我们十分高兴地得知，中央决定实施西部大开发的战略。开发西部、发展西部是全国人民多年的心愿，今天终于变成现实。作为生态农业的研究和建设者，我们更感到由衷的高兴。这不仅是因为西部广大的农业区域的发展需要生态农业的技术和经验，西部农业的发展也必将走生态农业之路，而更是因为我国生态农业的发展正是从西部开始的，这是特别有意义的。我们现在还记忆犹新：我国第一次农业生态经济学术讨论会是在西部重镇宁夏的银川市召开的，正是在这次会议上我国第一次使用了“生态农业”一词；1982 年在西部四川的乐山市中国农业环境保护协会召开有关会议，正式向中央有关部门提出发展生态农业的建议。由此开始了生态农业在我国的蓬勃发展。

20 年来，广大西部地区在生态农业的建设方面取得了很大的成绩，积累了丰富的经验，对推动我国生态农业的发展做出了很大

贡献。时代在前进，科技在发展，生态农业 20 年来不论在实践方面，还是在理论方面均取得长足的进步。作者希望，本书的出版能对广大西部地区生态农业的进一步发展、对农村环境保护有所借鉴、有所促进，共同为我国生态农业的发展和农村经济的腾飞做出新贡献。我想，这也是西部地区广大农民、农业科技工作者所希望的。

最后，作者希望本书的出版能对我国农业废弃物的处理及综合利用起到一定的促进作用，并希望引起有关领导和管理部門对此问题的重视，更好地促进这一工作的开展。由于作者水平和掌握的资料有限，加之时间仓促，错误和不足之处一定存在，恳请读者批评指正。

作 者

2000 年 2 月

# 目 录

## 上篇 生态农业概论

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 第一章 生态农业的基本原理 .....            | 1  |
| 第一节 生态农业的兴起及当前国内外发展状况 .....    | 1  |
| 一、生态农业的兴起 .....                | 1  |
| 二、当前国内外生态农业发展状况 .....          | 5  |
| 第二节 生态农业的基本原理 .....            | 13 |
| 一、生态农业系统 .....                 | 13 |
| 二、生态农业系统的基本特点 .....            | 18 |
| 三、生态农业系统建设的基本原则 .....          | 23 |
| 第三节 分析生态农业系统的方法论 .....         | 25 |
| 第四节 建设良好的生态农业系统 .....          | 28 |
| 一、合理利用自然资源 .....               | 28 |
| 二、改造旧系统,建设新系统 .....            | 29 |
| 三、建立合理的生产结构 .....              | 30 |
| 四、尊重自然规律,保持农业生态平衡 .....        | 32 |
| 第二章 生态农业建设规划的编制 .....          | 37 |
| 第一节 生态经济规划及当前国内外研究发展状况 .....   | 37 |
| 一、什么是生态经济规划 .....              | 37 |
| 二、当前国内外生态经济规划的研究发展现状 .....     | 39 |
| 第二节 生态农业建设规划编制的指导思想和基本原则 ..... | 40 |
| 一、规划编制的理论依据和指导思想 .....         | 40 |
| 二、规划编制应遵循的基本原则 .....           | 41 |
| 第三节 生态农业建设规划编制的程序和方法 .....     | 44 |
| 一、规划编制的程序 .....                | 44 |
| 二、规划编制的方法 .....                | 46 |
| 第四节 生态经济功能区划 .....             | 47 |

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 一、区划原则 .....                        | 48  |
| 二、区划方法 .....                        | 49  |
| 第五节 生态经济规划目标的确定 .....               | 50  |
| 一、总体目标 .....                        | 50  |
| 二、目的指标 .....                        | 51  |
| 第六节 生态农业建设规划的结构框架 .....             | 56  |
| 一、前言 .....                          | 57  |
| 二、现状分析 .....                        | 57  |
| 三、目标任务 .....                        | 59  |
| 四、保障措施 .....                        | 61  |
| 第三章 生态农业系统的数学模型 .....               | 64  |
| 第一节 生态农业系统的数学模型简介 .....             | 64  |
| 一、生态农业系统的数学模型的作用 .....              | 64  |
| 二、生态农业系统数学模型的选择 .....               | 65  |
| 三、生态农业系统数学模型的建立 .....               | 66  |
| 第二节 大型生态农业系统的数学模型示例——胜利油田生态农场 ..... | 68  |
| 一、胜利油田生态农场系统结构 .....                | 68  |
| 二、经济发展规划的约束条件和目标要求 .....            | 70  |
| 三、规划的最优决策方程 .....                   | 73  |
| 四、多方案比较分析 .....                     | 75  |
| 五、数学模型效果 .....                      | 77  |
| 六、经济发展规划主要指标计算 .....                | 77  |
| 第三节 中型生态农业系统的数学模型示例——北京留民营生态村 ..... | 81  |
| 一、系统的结构分析 .....                     | 82  |
| 二、系统的数学模型及计算机模拟研究 .....             | 84  |
| 第四节 小型生态农业系统的数学模型示例——庭院经济 .....     | 96  |
| 一、农户基本情况示例 .....                    | 96  |
| 二、庭院经济的数学模型 .....                   | 97  |
| 第四章 生态农业系统的主要技术类型及实用技术 .....        | 105 |
| 第一节 生态学原理及其在生态农业中的应用 .....          | 105 |
| 一、生态学的基本原理 .....                    | 105 |
| 二、生态学原理在生态农业中的应用 .....              | 108 |
| 第二节 生态农业系统的主要技术类型 .....             | 109 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 一、农林立体结构生态系统类型 .....            | 109 |
| 二、物质能量多层分级利用系统类型 .....          | 111 |
| 三、水陆交换的物质循环生态系统类型 .....         | 112 |
| 四、生物物种共生生态系统类型 .....            | 113 |
| 五、农-渔-禽水生生态系统类型 .....           | 114 |
| 六、污水自净工程系统 .....                | 115 |
| 七、山区综合开发的复合生态系统类型 .....         | 115 |
| 八、湿地生态系统类型 .....                | 116 |
| 九、以庭院经济为主的院落生态系统类型 .....        | 117 |
| 十、多功能的农、副、工联合生态系统类型 .....       | 118 |
| 第三节 生态农业建设中的几种实用技术 .....        | 120 |
| 一、沼气利用技术 .....                  | 121 |
| 二、太阳能利用技术 .....                 | 121 |
| 三、病虫害的生物防治技术 .....              | 123 |
| 四、食用菌栽培技术 .....                 | 128 |
| 五、细绿萍养殖及综合利用技术 .....            | 131 |
| 六、稻田养蟹技术 .....                  | 136 |
| 第五章 生态农业建设成效及评价方法 .....         | 142 |
| 第一节 评价的目的意义 .....               | 142 |
| 第二节 国内外生态经济评价研究发展现状 .....       | 143 |
| 一、国外 .....                      | 143 |
| 二、国内 .....                      | 144 |
| 第三节 生态农业系统生态经济评价的任务、内容与方法 ..... | 146 |
| 一、生态经济评价的主要任务 .....             | 146 |
| 二、生态经济评价的内容 .....               | 147 |
| 三、生态农业系统的评价方法 .....             | 149 |
| 第四节 生态经济评价指标体系确定的原则 .....       | 151 |
| 一、生态经济评价依据的原则 .....             | 151 |
| 二、指标体系确定的原则 .....               | 153 |
| 三、生态经济评价指标体系的构成 .....           | 154 |
| 第五节 生态经济评价指标体系及评价方法的实际应用 .....  | 157 |
| 一、对大中型生态农业系统评价的应用 .....         | 157 |
| 二、对一般生态农业系统评价的应用 .....          | 171 |

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| <b>第六章 生态农业与我国农业现代化</b>                | 178 |
| <b>第一节 我国生态农业建设的特点</b>                 | 178 |
| 一、基本特点和当前存在的问题                         | 178 |
| 二、存在的问题                                | 179 |
| <b>第二节 如何进行生态农业建设</b>                  | 181 |
| 一、试验点的选择                               | 181 |
| 二、研究方案的制定和建设规划的编制                      | 182 |
| 三、关于工作方式                               | 184 |
| <b>第三节 积极开展生态农业的建设研究, 加速实现我国的农业现代化</b> | 184 |
| 一、什么是农业现代化                             | 184 |
| 二、积极开展生态农业的建设与研究, 加速实现我国的农业现代化         | 186 |

## 中篇 生态农业中废弃物的综合利用

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| <b>第七章 畜禽粪便的综合利用</b>         | 189 |
| <b>第一节 畜禽粪便资源</b>            | 189 |
| 一、我国畜禽养殖业的发展、现状及特点           | 189 |
| 二、我国畜禽养殖业的分布                 | 192 |
| 三、我国畜禽粪便资源量                  | 198 |
| 四、畜禽粪便的环境污染                  | 200 |
| <b>第二节 畜禽粪便的资源化利用</b>        | 204 |
| 一、用作肥料                       | 205 |
| 二、用作饲料                       | 206 |
| 三、用作燃料                       | 210 |
| <b>第三节 畜禽粪便的综合利用、多次利用</b>    | 211 |
| 一、西安生态养殖场概况                  | 211 |
| 二、系统结构的设计和确定                 | 213 |
| 三、显著的效益                      | 215 |
| <b>第四节 上海市畜禽粪便的综合治理及利用技术</b> | 217 |
| 一、畜禽废物污染控制管理的指导思想            | 218 |
| 二、畜禽废物控制治理规划方案设想             | 218 |
| 三、畜禽粪便治理实用技术                 | 220 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 四、畜禽粪便的利用技术 .....             | 225 |
| 第五节 北京市规模化畜禽养殖场污染防治对策 .....   | 228 |
| 一、优化养殖业内部结构 .....             | 229 |
| 二、统筹规划、合理布局、控制规模 .....        | 229 |
| 三、采用先进生产工艺,减少粪污排放量 .....      | 233 |
| 四、运用先进工艺技术处理和利用畜禽粪便 .....     | 237 |
| 五、畜禽污水处理要求及排放标准 .....         | 239 |
| 六、养殖业恶臭污染物的控制对策 .....         | 244 |
| 七、发展商品有机肥产业 .....             | 245 |
| 八、制定优惠扶植政策 .....              | 250 |
| 九、健全管理制度,强化监督管理 .....         | 251 |
| 十、严格执法监督,坚决查处各类违法案件 .....     | 253 |
| 十一、关于管理规模的问题 .....            | 253 |
| 第八章 畜禽养殖场污水处理及综合利用技术 .....    | 254 |
| 第一节 规模化畜禽养殖场废物排放对环境的影响 .....  | 254 |
| 一、对地面水的影响 .....               | 254 |
| 二、对地下水的影响 .....               | 255 |
| 三、对土壤的影响 .....                | 256 |
| 四、对农作物的影响 .....               | 256 |
| 五、对大气环境的影响 .....              | 256 |
| 六、饲料带来的环境问题 .....             | 258 |
| 七、传播病菌、直接危害人类健康 .....         | 259 |
| 第二节 规模化畜禽养殖场产生污染的原因 .....     | 259 |
| 一、种植业与养殖业脱节 .....             | 259 |
| 二、缺乏有效的环境管理 .....             | 261 |
| 三、缺乏实用的畜禽粪便处理技术 .....         | 262 |
| 第三节 规模化畜禽养殖场污水处理及综合利用技术 ..... | 263 |
| 一、废水自然生物处理法 .....             | 263 |
| 二、厌氧-好氧联合处理法 .....            | 270 |
| 第四节 畜禽养殖除臭技术 .....            | 275 |
| 一、恶臭的产生及危害 .....              | 275 |
| 二、饲料改进技术 .....                | 277 |
| 三、除臭技术的开发与应用 .....            | 279 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 第五节 规模化畜禽养殖场粪污处理模式及成本效益分析 .....    | 281 |
| 一、规模化畜禽养殖场粪污处理模式 .....             | 282 |
| 二、处理模式成本效益分析 .....                 | 289 |
| 三、粪污处理模式的比较 .....                  | 295 |
| 第九章 农作物秸秆的综合利用 .....               | 299 |
| 第一节 我国农作物秸秆资源量 .....               | 299 |
| 第二节 我国农业秸秆利用现状及存在的问题 .....         | 300 |
| 一、我国秸秆资源利用现状 .....                 | 300 |
| 二、当前我国农业秸秆综合利用中存在的问题 .....         | 308 |
| 第三节 作物秸秆氨化技术 .....                 | 310 |
| 一、什么是作物秸秆的氨化技术 .....               | 310 |
| 二、作物秸秆氨化技术的研究与应用现状 .....           | 312 |
| 三、秸秆氨化技术的原理和方法 .....               | 314 |
| 四、影响秸秆氨化效果的因素 .....                | 319 |
| 五、氨化秸秆饲喂效果和注意事项 .....              | 321 |
| 第四节 作物秸秆的制气及应用技术 .....             | 323 |
| 一、背景 .....                         | 323 |
| 二、气化原理 .....                       | 325 |
| 三、气化反应装置 .....                     | 326 |
| 四、实用技术 .....                       | 331 |
| 第十章 农用塑料、垃圾和锅炉炉渣、粉煤灰及污泥的综合利用 ..... | 351 |
| 第一节 农业塑料 .....                     | 351 |
| 一、我国农业塑料的使用现状 .....                | 351 |
| 二、农业塑料残留农田后的不良影响 .....             | 352 |
| 三、防治残留农膜污染的技术措施 .....              | 357 |
| 四、废地膜的回收及加工利用 .....                | 358 |
| 第二节 生活垃圾的处理利用 .....                | 359 |
| 一、农业生态系统中生活垃圾的来源及产生量 .....         | 359 |
| 二、城镇垃圾的农业利用 .....                  | 361 |
| 三、生活垃圾处理处置的生态工程 .....              | 363 |
| 第三节 锅炉炉渣的综合利用 .....                | 369 |
| 一、锅炉炉渣生产轻型建材的优势 .....              | 369 |
| 二、小型空心砌块的生产工艺 .....                | 371 |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| 三、物料生产控制与制品强度 .....              | 373        |
| 四、产品的技术性能及耐久性 .....              | 376        |
| 五、效益分析 .....                     | 379        |
| 第四节 粉煤灰的综合利用 .....               | 381        |
| 一、粉煤灰的特性及开发利用对策 .....            | 381        |
| 二、粉煤灰综合利用途径 .....                | 382        |
| 第五节 人粪尿的处理利用 .....               | 393        |
| 一、人粪尿资源 .....                    | 393        |
| 二、粪便处理常用方法 .....                 | 394        |
| 三、粪便利用对人体健康的影响 .....             | 396        |
| 四、粪便处理的卫生要求 .....                | 398        |
| 第六节 污泥的农业利用 .....                | 399        |
| 一、污泥对农业的增产作用 .....               | 399        |
| 二、污泥施用带来的环境问题 .....              | 400        |
| <b>第十一章 乡镇工矿企业废弃物的综合利用 .....</b> | <b>404</b> |
| 第一节 食品与发酵工业废弃物的综合利用 .....        | 404        |
| 一、概况与现状 .....                    | 404        |
| 二、综合利用与治理目标 .....                | 406        |
| 三、值得大力开发和推广的项目 .....             | 407        |
| 四、费用评估与说明 .....                  | 407        |
| 第二节 糖蜜酒精废水资源化治理利用技术 .....        | 409        |
| 一、糖蜜酒精废水的特性 .....                | 409        |
| 二、国内糖蜜酒精废水治理技术比较 .....           | 409        |
| 三、糖蜜酒精废水浓缩处理工艺 .....             | 412        |
| 四、废水处理效果 .....                   | 413        |
| 五、浓缩处理效益分析 .....                 | 413        |
| 第三节 屠宰、制革工业固体废弃物的综合利用 .....      | 414        |
| 一、水解饲用蛋白质生成原理 .....              | 415        |
| 二、工艺流程、操作步骤及技术特点 .....           | 415        |
| 三、水解蛋白质的饲用效果 .....               | 418        |
| 第四节 水产贝类废弃壳体制取白灰 .....           | 419        |
| 一、基本原理 .....                     | 420        |
| 二、主要设备及工艺技术 .....                | 420        |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 三、产品性能 .....             | 422 |
| 四、效益与开发前景 .....          | 422 |
| 第五节 废纤维的回收及综合利用 .....    | 423 |
| 一、废纤维的主要来源 .....         | 423 |
| 二、生产工艺及所需设备 .....        | 424 |
| 三、操作步骤 .....             | 424 |
| 四、经济效益 .....             | 425 |
| 第六节 机械加工废油的回收与综合利用 ..... | 426 |
| 一、废油的回收 .....            | 426 |
| 二、废油的综合利用 .....          | 428 |
| 第七节 煤矸石的综合利用 .....       | 429 |
| 一、生产各种建筑材料 .....         | 430 |
| 二、煤矸石作路面路基 .....         | 431 |
| 三、矸石用于密封材料 .....         | 433 |
| 四、建矸石发电厂 .....           | 433 |
| 五、煤矸石在水利工程中的应用 .....     | 434 |
| 六、矸石充填塌陷区或填沟造地 .....     | 434 |
| 第八节 石灰石尾矿、废石等的综合利用 ..... | 437 |
| 一、尾矿回收 .....             | 438 |
| 二、岩石回收 .....             | 438 |
| 三、回收利用矿坑废水 .....         | 440 |

## 下篇 沼气发酵及综合利用技术

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 第十二章 沼气发酵基本知识 .....         | 441 |
| 第一节 沼气及沼气发酵 .....           | 441 |
| 第二节 沼气微生物和沼气发酵的生物化学过程 ..... | 442 |
| 第三节 沼气发酵原料 .....            | 443 |
| 一、沼气发酵原料性质 .....            | 443 |
| 二、原料产气率 .....               | 444 |
| 三、农村沼气发酵原料特点 .....          | 447 |
| 第四节 影响沼气发酵的因素 .....         | 448 |
| 一、温度 .....                  | 448 |
| 二、接种物 .....                 | 449 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 三、进料浓度 .....                 | 449 |
| 四、厌氧环境和氧化还原电位 .....          | 450 |
| 五、料液的 pH 值 .....             | 450 |
| 第五节 描述沼气发酵过程及控制条件的常用参数 ..... | 450 |
| 一、浓度 .....                   | 451 |
| 二、沼气池有机负荷率 .....             | 451 |
| 三、池容产气率 .....                | 451 |
| 四、原料产气率 .....                | 451 |
| 五、水力滞留期 (HRT) .....          | 451 |
| 六、有机物去除率 .....               | 452 |
| 七、参数之间的关系 .....              | 452 |
| 第六节 沼气发酵工艺 .....             | 453 |
| 第七节 农村沼气池运行的几个问题 .....       | 453 |
| 一、发酵方式 .....                 | 453 |
| 二、接种物 .....                  | 455 |
| 三、发酵温度 .....                 | 456 |
| 四、农村沼气池运行和常见发酵问题的排除 .....    | 456 |
| 五、安全用气 .....                 | 458 |
| 第十三章 中国农村家用沼气池的建造 .....      | 459 |
| 第一节 中国农村家用沼气池发展回顾 .....      | 459 |
| 一、光辉的历史 .....                | 459 |
| 二、继往开来, 蓬勃发展 .....           | 463 |
| 三、“三结合”水压式沼气池的基本特点及其发展 ..... | 465 |
| 第二节 中国农村家用沼气池设计要点 .....      | 473 |
| 一、基本结构 .....                 | 473 |
| 二、设计参数的确定 .....              | 474 |
| 三、设计中应注意的几个问题 .....          | 475 |
| 四、几种常用水压间的优缺点 .....          | 477 |
| 五、侧式水压间尺寸的计算 .....           | 478 |
| 六、家庭小沼气池常用结构尺寸 .....         | 480 |
| 七、沼气池建池场地选择 .....            | 481 |
| 第三节 中国农村家用沼气池施工要点 .....      | 482 |
| 一、精心安排施工程序 .....             | 482 |