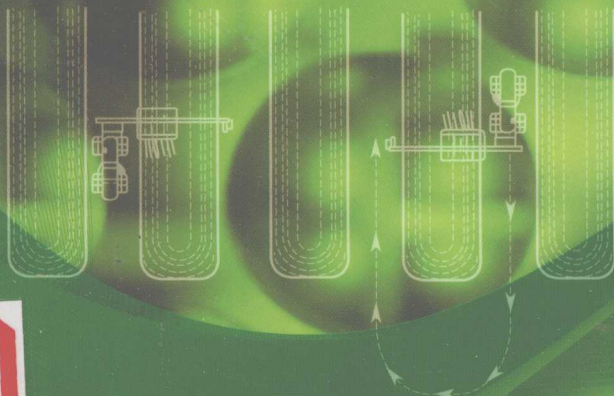
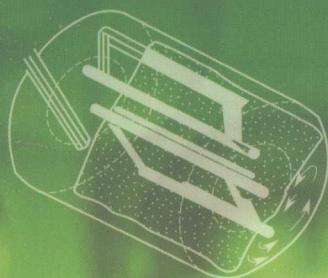
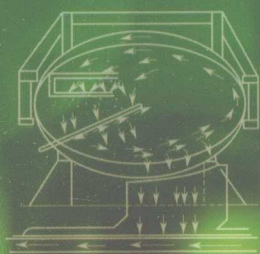


GUTI YOUJI FEIWU FEILIAOHUA LIYONG JISHU

# 固体有机废物肥料化 利用技术

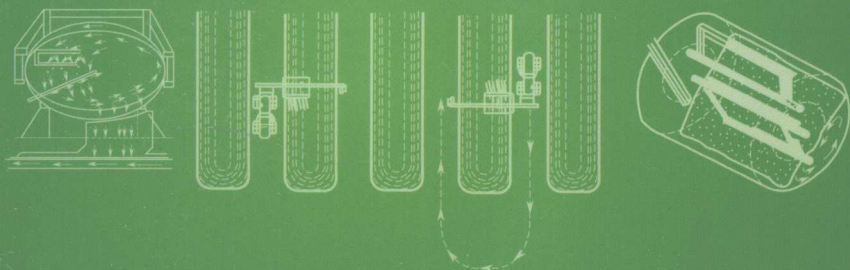
牛俊玲 李彦明 陈清 主编



化学工业出版社

GUTI YOUJI FEIWU FEILIAOHUA LIYONG JISHU

# 固体有机废物肥料化 利用技术



www.cip.com.cn  
读科技图书 上化工社网

销售分类建议: 环境工程 环境科学 农业

ISBN 978-7-122-07209-2



9 787122 072092 >

定价: 38.00元



GUTI YOUJI FEIWU FEILIAOHUA LIYONG JISHU

# 固体有机废物肥料化 利用技术

牛俊玲 李彦明 陈清 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

S141  
N706

本书是在承担农业部 948 项目“固体有机废物高附加值资源化技术引进、创新研究与产业化开发”(2006-G62)和公益性行业计划项目“有机(类)肥料产业化关键技术研究”的基础上完成的。本书首先对固体有机废物的来源、种类、性质和肥料化利用潜力进行了分析,然后对固体有机废物肥料化技术的国内外发展趋势及技术标准进行了介绍;接着从固体有机废物肥料化处理技术基础着手,详细介绍了堆肥化技术、堆肥化工艺设备及复合功能有机肥的研发加工,并结合具体案例介绍了固体有机废物有机肥加工厂的建设,最后对国内外有机肥的质量控制、标准与管理政策进行了讨论。本书是一本具有实用价值和可操作性的技术指导书。

本书可供从事环境科学、环境工程、市政工程等相关专业的科研人员和研究生参考使用,还可以为从事有机肥生产加工、研发和管理等企业技术人员提供技术参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

固体有机废物肥料化利用技术/牛俊玲,李彦明,  
陈清主编. —北京:化学工业出版社,2010.1

ISBN 978-7-122-07209-2

I. 固… II. ①牛… ②李… ③陈… III. 固体废  
物-有机肥料 IV. S141.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 218003 号

---

责任编辑:尤彩霞

装帧设计:王晓宇

责任校对:洪雅姝

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

720mm×1000mm 1/16 印张 13 $\frac{3}{4}$  字数 262 千字 2010 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:38.00 元

版权所有 违者必究

# 《固体有机废物肥料化利用技术》

## 编写人员

---

主编：牛俊玲 李彦明 陈 清

参加编写人员（按姓氏汉语拼音顺序排列）：

陈 清 中国农业大学

贾小红 北京市土肥工作站

贾 伟 中国农业大学

李彦明 中国农业大学

牛俊玲 郑州航空工业管理学院

任智慧 北京市海淀区环境卫生服务中心

王桂琴 中国农业大学

王 选 中国农业大学

苑亚茹 中国农业大学

# 前言

---

农业生产和人们消费产生的固体有机废物已成为威胁我国环境安全的主要污染源, 固体有机废物产生量以年均 1.03% 的速度逐年增加 (2001~2006 年), 2006 年有机废物总量达 14.2 亿吨 (干重), 其中畜禽粪便产生数量最大, 为 7.4 亿吨 (折干, 湿重 26 亿多吨), 占有机废物总量的 52%; 秸秆其次, 为 6.6 亿吨, 占总量的 46%; 其他占 2%。据估算, 2006 年我国有机废物贮量的养分包括 3195 万吨 N、1422 万吨  $P_2O_5$  和 2575 万吨  $K_2O$ , 分别相当于 6945 万吨尿素、14157 万吨过磷酸钙和 4557 万吨氯化钾。在这些有机废物总养分中, 养分还田数量约为 3620 万吨, 还田率为 57%, 其中, 氮、磷和钾的还田率分别为 40%、78% 和 61%。

然而目前我国大量可循环利用于农业的有机废物被大量地浪费掉。据资料显示, 30% 的农作物秸秆被焚烧, 10% 弃置于田边地头, 只有 30% 用作有机肥; 畜禽粪便利用率不高, 特别是大中型养殖场利用率很低, 据在一些大城市郊区的调查, 其利用率一般不到 20%。秸秆就地焚烧或弃置乱堆、规模化养殖后的畜禽粪便和加工业的下脚料等随地弃置, 生活垃圾和污泥未经处理露天堆放或填埋等, 使大量的养分流失于土壤-植物系统之外, 造成了资源的极大浪费, 同时给我国的生态环境带来巨大的压力。目前我国农村的面源污染中, 35%~40% 来源于畜禽粪便, 50% 来源于村镇的生活垃圾与生活污水。科学利用这些废物加工有机肥料, 既可防止其污染环境, 同时又可以为绿色食品生产提供优质肥料, 有助于农业生态良性循环。开发利用各类固体有机废物资源, 需要一定的方法、技术、设备使之无害化、减量化, 最终实现资源化利用。堆肥是各种固体有机废物无害化与资源化的有效处理途径之一, 是集处理和资源循环利用于一体的生物方法, 由于其无害化比较彻底和资源化率比较高, 已受到越来越多的关注。

本书以固体有机废物肥料化利用技术为主线, 总结了编者多年来的实践经验和国内外最新研究成果。全书共分为 9 章, 第 1 章绪论, 主要论述了固体有机废物的概念、来源、分类和特点, 以及对环境的影响, 同时论述了主要的综合利用技术; 第 2 章主要针对我国固体有机废物资源的类型、数量、特征、利用潜力进行了分析; 第 3 章主要介绍了固体有机废物肥料化利用的原料要求和技术类型; 第 4 章主要阐述了固体有机废物堆肥化的概念、原理、工艺流程及影响因素、快速腐解技术、臭味控制技术、腐熟度评价指标和方法; 第 5 章主要介绍了堆肥化

工艺中所使用的原料预处理设备、堆肥发酵工艺与设备；第6章主要介绍了复合功能性有机肥料的种类及国内外发展现状、微生物肥料的研发、有机无机复混肥的设计、生产工艺和主要设备；第7章主要介绍了有机肥料施用技术与效果评价；第8章介绍了有机肥料厂的建设 and 肥料登记；第9章主要介绍了有机肥料的质量控制标准与管理政策。

编写本书的主要人员和分工是：第1章、第6章由李彦明、任智慧和牛俊玲编写；第2章由牛俊玲、苑亚茹编写；第3章由牛俊玲和李彦明编写；第4章和第5章由王桂琴和李彦明编写；第7章由陈清和贾伟编写；第8章由牛俊玲、李彦明和贾小红编写；第9章由苑亚茹和李彦明编写；附录由李彦明和王选编写。全书由牛俊玲统稿，李彦明审定。

由于编者能力有限，书中疏漏之处在所难免，欢迎读者提出批评和改进意见。

**编者**

**2010年1月于北京**

# 目 录

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| <b>第 1 章 绪论</b>                | <b>1</b>  |
| 1.1 固体有机废物及其对环境的影响 .....       | 1         |
| 1.1.1 固体有机废物的概念 .....          | 1         |
| 1.1.2 固体有机废物的来源和分类 .....       | 2         |
| 1.1.3 固体有机废物的特点 .....          | 3         |
| 1.1.4 固体有机废物对环境的影响 .....       | 7         |
| 1.2 固体有机废物的综合利用技术 .....        | 9         |
| 1.2.1 固体有机废物肥料化技术 .....        | 9         |
| 1.2.2 固体有机废物燃料化技术 .....        | 10        |
| 1.2.3 固体有机废物饲料化技术 .....        | 16        |
| 1.2.4 固体有机废物材料化技术 .....        | 17        |
| <b>第 2 章 我国有机废物的资源特征与利用潜力</b>  | <b>20</b> |
| 2.1 固体有机废物的种类与性质 .....         | 20        |
| 2.1.1 植物性残余物 .....             | 20        |
| 2.1.2 畜禽粪便 .....               | 20        |
| 2.1.3 加工业有机废物 .....            | 21        |
| 2.1.4 生活污水 .....               | 23        |
| 2.1.5 生活垃圾 .....               | 23        |
| 2.2 我国固体有机废物肥料化的利用潜力 .....     | 24        |
| 2.2.1 固体有机废物肥料资源化现状 .....      | 24        |
| 2.2.2 固体有机废物肥料资源化的利用潜力分析 ..... | 25        |
| 2.3 固体有机废物肥料化技术现状及意义 .....     | 25        |
| 2.3.1 国内外固体有机废物肥料化技术现状 .....   | 25        |
| 2.3.2 固体有机废物肥料化技术发展趋势 .....    | 32        |
| 2.4 我国的有机废物肥料化技术标准 .....       | 32        |
| <b>第 3 章 固体有机废物肥料化技术基础</b>     | <b>34</b> |
| 3.1 固体有机废物肥料化的原料要求 .....       | 34        |

|            |                      |           |
|------------|----------------------|-----------|
| 3.1.1      | 固体有机废物肥料化对水分含量的要求    | 34        |
| 3.1.2      | 肥料化对物料粒度的要求          | 37        |
| 3.1.3      | 肥料化对物料养分含量的要求        | 38        |
| 3.2        | 固体有机废物肥料化利用方法        | 40        |
| 3.2.1      | 直接利用技术               | 40        |
| 3.2.2      | 间接利用技术               | 43        |
| <b>第4章</b> | <b>固体有机废物的堆肥化技术</b>  | <b>45</b> |
| 4.1        | 固体有机废物堆肥化的概念与原理      | 45        |
| 4.1.1      | 堆肥化的概念及其发展历史         | 45        |
| 4.1.2      | 堆肥化的种类               | 47        |
| 4.1.3      | 堆肥的原理                | 49        |
| 4.2        | 固体有机废物堆肥化的工艺流程及影响因素  | 51        |
| 4.2.1      | 常用堆肥化的工艺流程           | 51        |
| 4.2.2      | 堆肥化过程的影响因素           | 53        |
| 4.3        | 固体有机废物堆肥化的快速腐解技术     | 56        |
| 4.3.1      | 微生物接种剂               | 56        |
| 4.3.2      | 营养调节剂                | 58        |
| 4.3.3      | 特定目的调节剂              | 59        |
| 4.4        | 固体有机废物堆肥化过程的臭味控制技术   | 60        |
| 4.4.1      | 臭气的主要成分与特征           | 60        |
| 4.4.2      | 固体有机废物堆肥化过程的除臭方法     | 61        |
| 4.5        | 固体有机废物堆肥化腐熟度评价       | 65        |
| 4.5.1      | 物理指标                 | 65        |
| 4.5.2      | 化学指标                 | 66        |
| 4.5.3      | 生物指标                 | 70        |
| 4.5.4      | 其他指标                 | 72        |
| <b>第5章</b> | <b>固体有机废物堆肥化工艺设备</b> | <b>74</b> |
| 5.1        | 原料预处理设备              | 74        |
| 5.1.1      | 预处理设备的功能             | 74        |
| 5.1.2      | 原料预处理中分选设备           | 74        |
| 5.1.3      | 原料预处理中破碎设备           | 76        |
| 5.1.4      | 预处理系统中的调节与混合设备       | 82        |
| 5.2        | 固体有机废物堆肥发酵工艺与设备      | 83        |
| 5.2.1      | 好氧堆肥工艺技术             | 83        |
| 5.2.2      | 厌氧堆肥工艺技术             | 95        |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 5.2.3 堆肥工艺设备 .....                | 101        |
| <b>第6章 复合功能有机肥的研发与加工</b> .....    | <b>109</b> |
| 6.1 复合功能有机肥是必然的发展趋势 .....         | 109        |
| 6.1.1 发展专用型复合功能有机肥 .....          | 109        |
| 6.1.2 必须与农化服务相结合 .....            | 110        |
| 6.2 微生物肥料的研究 .....                | 111        |
| 6.2.1 堆肥中微生物原理 .....              | 111        |
| 6.2.2 堆肥微生物接种技术 .....             | 114        |
| 6.3 有机-无机复混肥的设计、生产工艺和主要设备 .....   | 117        |
| 6.3.1 有机-无机复混肥配方设计 .....          | 117        |
| 6.3.2 有机-无机复混肥的生产工艺和主要设备 .....    | 123        |
| <b>第7章 有机肥料施用技术</b> .....         | <b>136</b> |
| 7.1 有机肥料的种类及养分有效性 .....           | 136        |
| 7.1.1 有机肥料资源的种类及特点 .....          | 136        |
| 7.1.2 有机肥料的种类 .....               | 136        |
| 7.1.3 有机肥料的养分含量 .....             | 140        |
| 7.1.4 有机肥料养分的矿质化与腐殖化过程特点 .....    | 141        |
| 7.1.5 有机肥料的养分释放规律 .....           | 143        |
| 7.1.6 有机肥料养分释放的影响因素 .....         | 144        |
| 7.2 有机肥料施用原则与施用技术 .....           | 147        |
| 7.2.1 有机肥料施用原则 .....              | 147        |
| 7.2.2 有机肥料施用方式 .....              | 149        |
| 7.2.3 有机肥料养分的综合管理 .....           | 152        |
| 7.3 果园有机肥料的施用技术 .....             | 159        |
| 7.3.1 果园有机肥料投入品种及所占养分比例 .....     | 159        |
| 7.3.2 果园有机肥料施用原则及数量 .....         | 160        |
| 7.3.3 果园有机肥料施用时期及方法 .....         | 162        |
| 7.4 菜田有机肥料的施用技术 .....             | 164        |
| 7.4.1 蔬菜的需肥特点 .....               | 164        |
| 7.4.2 菜田有机肥料定量施用 .....            | 164        |
| 7.4.3 考虑有机肥供应条件下的氮素化肥的推荐策略 .....  | 165        |
| 7.4.4 考虑有机肥供应条件下的磷、钾肥养分推荐策略 ..... | 167        |
| <b>第8章 有机肥料厂的建设</b> .....         | <b>170</b> |
| 8.1 有机肥料厂的规划设计 .....              | 170        |

|                              |                        |            |
|------------------------------|------------------------|------------|
| 8.1.1                        | 原料调查 .....             | 170        |
| 8.1.2                        | 地理位置的选择 .....          | 170        |
| 8.1.3                        | 生产工艺与设备 .....          | 170        |
| 8.2                          | 有机肥料加工厂化验室的建设 .....    | 171        |
| 8.2.1                        | 有机肥料厂建设化验室的目的和意义 ..... | 171        |
| 8.2.2                        | 常规检验的主要内容 .....        | 172        |
| 8.2.3                        | 实验室的建设 .....           | 172        |
| 8.3                          | 有机肥料加工厂环境的控制 .....     | 174        |
| 8.3.1                        | 恶臭的控制 .....            | 175        |
| 8.3.2                        | 粉尘的控制 .....            | 175        |
| 8.3.3                        | 苍蝇的控制 .....            | 176        |
| 8.4                          | 有机肥料产品的质量控制 .....      | 176        |
| 8.4.1                        | 原料质量控制 .....           | 176        |
| 8.4.2                        | 生产过程质量控制 .....         | 177        |
| 8.4.3                        | 产品质量管理 .....           | 177        |
| 8.5                          | 有机肥料产品的登记管理 .....      | 177        |
| 8.5.1                        | 有机肥料登记证申请者的资格 .....    | 178        |
| 8.5.2                        | 有机肥料登记类型 .....         | 178        |
| 8.5.3                        | 登记要求提供的资料 .....        | 178        |
| 8.6                          | 有机肥料厂建设案例 .....        | 184        |
| 8.6.1                        | 项目厂址选择 .....           | 184        |
| 8.6.2                        | 工艺技术方案与设备选型 .....      | 185        |
| 8.6.3                        | 建设目标与总体布局 .....        | 187        |
| 8.6.4                        | 投资估算 .....             | 187        |
| 8.6.5                        | 效益评价与风险分析 .....        | 191        |
| <b>第9章 国内外有机肥料的质量控制与管理政策</b> |                        | <b>193</b> |
| 9.1                          | 有机肥料相关质量控制与标准 .....    | 193        |
| 9.2                          | 有机肥料资源管理与政策 .....      | 193        |
| 9.2.1                        | 国外有机肥料资源管理政策 .....     | 194        |
| 9.2.2                        | 我国立法现状及启示 .....        | 199        |
| <b>附录</b>                    |                        | <b>202</b> |
| <b>参考文献</b>                  |                        | <b>206</b> |

# 第1章 绪论

## 1.1 固体有机废物及其对环境的影响

### 1.1.1 固体有机废物的概念

关于固体有机废物的概念，目前尚无被广大学者所认同的统一表述，大家根据各自的理解进行表述，定义范围的大小存在巨大偏差。国内外学者比较统一的认识是固体有机废物必须直接或间接来源于植物或动物的生产或活动过程；可以明确，固体有机废物属于固体废物，是其中的一部分，具有废物的所有特点。根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的规定，固体废物是指生产建设、日常生活和其他活动中产生的污染环境的固态、半固态废物质，如矿业废料、建筑垃圾、废纸、废塑料、废玻璃、炉渣、矿渣、废水污泥、人畜粪便、动物尸体、变质食品等。从环境的角度出发，以环境污染防治为目的，固体有机废物就是指在植物和动物生产过程中与人类消费及生活过程中产生的对原生产系统或原所有者无原使用价值的来自太阳能的生物质残余物，包括植物残余物、动物废物、人粪尿、污水污泥、餐厨垃圾等来自植物和动物的废物。

自然界本不存在永久性废弃物，废弃物之所以存在应归因于时间、系统和地域等限制物质能量交换的客观因素。由于人类生存和活动的需要，使部分物质和能量脱离原有系统进到另外一个物质能量循环系统，进而打破了原本平衡的两个物质能量循环系统，结果在被输入物质和能量的系统中产生了所谓的废物。比如，人类和动物所需的物质和能量都来自植物生产，人类和动物为了生存就不断从植物索取物质和能量，同时人类也不断地从动物那里获取物质和能量；随着系统复杂性的不断增加和食物链的不断交叉，同时不同系统间的物质与能量循环受人类活动影响持续增加，因此在人类干涉的过程中不断产生生产性有机废物，同时人类自身也在食物消费的过程中不断产生有机废物。严格地讲，这些所谓的固体有机废物只是针对它的所有者而言，成为其生产过程的废物；在此过程中必然将一些污染物和有害物质排入这些废弃物中，这些有机废物中的有益组分

对于土壤系统和下一次的生产过程而言是生产资源；但蕴含其中的污染物和有害物质必然也成为潜在的威胁，因此，固体有机废物资源化利用必须经过无害化处理才能进入下一个生产系统，避免其造成环境污染风险，否则就成了环境的污染源。

除了从社会效益角度看待固体有机废物“废而不废”意义外，还得考虑实施这些技术的经济效益。就经济效益层面看，最可行的固体有机废物资源化开发利用技术方案至少应当具备以下三个特征：一是产生量具备一定规模，即所谓的大宗废物；二是开发利用企业能够从中获得经济效益，包括弥补废物导致的环境损失效益；三是在回收、加工及利用过程中对人类健康与生态环境不构成新的危害。

1.1.2 固体有机废物的来源和分类

1.1.2.1 固体有机废物的来源

固体有机废物来自人类的生产和生活活动的各个环节，来源广泛，种类极为复杂。表 1-1 列出从各类发生源产生的主要固体有机废物。由于来源不同或原物质成分的差异，对于固体有机废物的成分很难做出精确的描述。一般情况下，往往采用“物理组分质量分数”代表其成分。所谓的“组分”是指固体废物中成分或性质比较接近的一组物质。

表 1-1 从各类发生源产生的固体有机废物

| 发生源         | 产生的主要固体有机废物                |
|-------------|----------------------------|
| 食品加工业       | 肉、谷物、蔬菜、硬壳果、烟草等            |
| 造纸、木材、印刷等工业 | 刨花、锯末、碎木等                  |
| 居民生活        | 食物、垃圾、纸、木、布、庭院植物修剪物、燃料、粪便等 |
| 商业机关        | 纸、木等                       |
| 市政维护、污水处理   | 树叶、死禽畜、锅炉灰渣、污泥等            |
| 农业          | 庄稼秸秆、烂蔬菜、烂水果、果树枝条、糠秕、人畜粪便等 |

城市生活垃圾中，典型的固体有机废物的组分含量如表 1-2 所列。由于人们的生活水平和生活习惯差异，以及季节的变化，在不同地区和季节城市生活垃圾中的有机废物组分也将随之发生变化。

1.1.2.2 固体有机废物的分类

按照来源可将固体有机废物分为种植业废物（如秸秆、杂草、枯枝落叶等）、养殖业废物（如禽畜粪便等）、加工业废物（如麸皮、饼粕、锯末、糖醛渣、酒糟、蔗渣、废木屑等）、居民生活废物（如人粪尿、城乡生活垃圾等）和公益行业废物（污水污泥、沼渣等）五类。也可按产生地所处位置进行分类，分为农林固体有机废物和城市固体有机废物两大类。

表 1-2 城市生物质垃圾中典型固体有机废物的组分的含量 单位: %

| 组 分    |         | 水分    | 挥发分   | 固定碳  | 灰分   |
|--------|---------|-------|-------|------|------|
| 食物     | 脂肪      | 2.0   | 95.3  | 2.5  | 0.2  |
|        | 混合食物废物  | 70.0  | 21.3  | 3.6  | 5.0  |
|        | 水果废物    | 78.7  | 16.6  | 4.0  | 0.7  |
|        | 肉类废物    | 38.8  | 56.4  | 1.8  | 3.1  |
| 纸制品    | 卡片纸板    | 5.2   | 77.5  | 12.3 | 5.0  |
|        | 杂志      | 4.1   | 66.4  | 7.0  | 22.5 |
|        | 白报纸     | 6.0   | 81.1  | 11.5 | 1.3  |
|        | 混合废纸    | 10.2  | 75.9  | 8.4  | 5.4  |
|        | 浸蜡纸板箱   | 3.4   | 90.9  | 4.5  | 1.2  |
| 木材、树枝等 | 花园修剪垃圾  | 60.0  | 30.0  | 9.5  | 0.5  |
|        | 木材      | 50.0  | 42.3  | 7.3  | 0.4  |
|        | 坚硬木材    | 12.0  | 75.1  | 12.4 | 0.5  |
|        | 混合木材    | 20.0  | 67.9  | 11.3 | 0.8  |
| 织物等    | 混合废织物   | 10.0  | 66.0  | 17.5 | 6.5  |
| 其他     | 废草和花卉废物 | 3.2   | 20.5  | 6.3  | 1.0  |
|        | 其他废物    | 15~20 | 30~60 | 5~15 | 9~30 |

(1) 农林固体有机废物 农林牧副渔各项活动中丢弃的固体废物, 主要成分是秸秆、树枝、树叶等; 动物尸体及骨髓, 工厂化畜禽场产生的大量粪便废物。此外还有木材加工废物等。

(2) 城市固体有机废物 城市固体有机废物是指居民生活、商业活动、市政建设与维护、机关办公等过程产生的固体有机废物。据调查, 2006 年我国城市固体废物中有机废物的平均比例已占到 56%, 甚至在一些地区可高达 73%。但是城市固体有机废物的含量随季节、生活习惯和生活水平等的影响显著。

### 1.1.3 固体有机废物的特点

#### 1.1.3.1 数量巨大

据统计, 当今世界每年产生的固体有机废物 120 多亿吨, 我国每年产生的固体有机废物在 42 亿吨以上 (鲜基)。2007 年我国城市清运生活垃圾和粪便 1.77 亿吨; 全球年产垃圾超过 100 亿吨, 其中美国达 30 亿吨, 日本最近 10 年平均每年垃圾抛弃量增加 1 倍, 英国城市垃圾量 15 年增加 1 倍。随着在城郊和农村地区动物养殖规模逐渐扩大, 集约化养殖带来的畜禽粪便污染十分严重, 2000~2006 年期间, 我国畜禽粪便的产生量以年均 3% 的速度逐年递增 (图 1-1), 2006 年我国的畜禽粪便排放总量达到了约 32 亿吨。1991~2006 年期间, 我国秸秆产

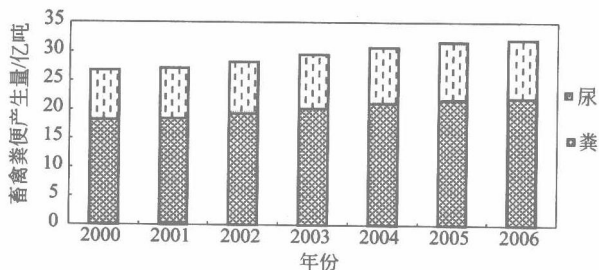


图 1-1 我国畜禽粪便产生量年际变化

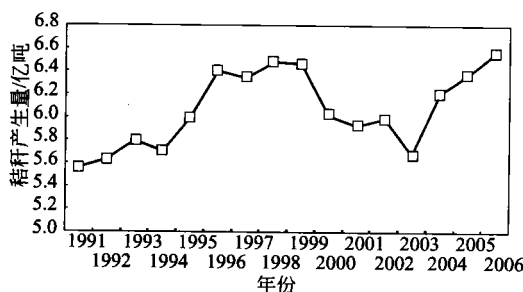


图 1-2 我国秸秆产生量年际变化

生量基本上在 5.5 亿~6.6 亿吨范围内波动 (图 1-2)。

#### 1.1.3.2 增长迅速

随着生产力的发展与生活水平的提高,商品的消费量不断增加、更新速度不断加快,由此导致废物的产生量与排放量随之加速增长。就世界水平看,固体废物的年增长率大体与国民经济增长率相等,大约为 3%。经济发达国家大约为 5%;经济欠发达国家为 1%~2%。国内通常以环卫部门垃圾清运量来反映城市生活垃圾的产生量的变化,城市生活垃圾产生量与清运量主要与城市人口数量、城市规模、城市数量、居民收入、居民消费水平和城市居民燃气化率有关。随着我国城市数量不断增多,规模不断扩大,非农业人口数量和城区面积急剧增长,人民生活水平稳步提高,中国城市生活垃圾产生量也经历了一个急剧增长的阶段。据有关资料显示,2006 年我国城市生活垃圾的产生量达到 16411 万吨。1979~2006 年期间,我国城市生活垃圾清运量以年均 6.8% 的速度逐年递增 (图 1-3),2006 年城市生活垃圾的清运量达到了 14841 万吨,占城市生活垃圾总产量的 90%。改革开放以来,我国城市化进程和城市人口的急剧增长,导致城镇生活污水排放量一直呈持续增长状态,以年均 5% 的速度递增;但城镇生活污水处理率一直较低,2001 年的处理率仅为 18.5%;随着对生活污水处理投资力度的加大,2006 年处理率达到了 43.8 % (图 1-4)。

#### 1.1.3.3 成分复杂

由于固体有机废物的来源非常广泛,如农作物废物 (包括秸秆、废弃的粮

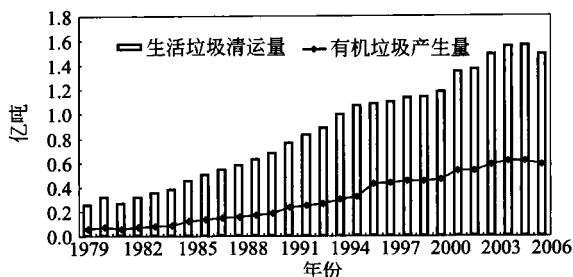


图 1-3 我国城市生活垃圾清运量及有机垃圾量年际变化

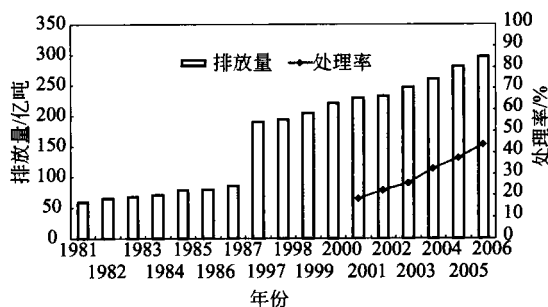


图 1-4 我国城镇生活污水排放量及处理率年际变化

食、蔬菜残余物等)、林业废弃物、城市垃圾中的有机废物、造纸造浆废物、酒精生产厂的废渣、糖渣、动物粪便、食品加工中的废弃物、家庭中有有机垃圾、草类废弃物、污水污泥等。所以受来源、季节、生产方式、生活习惯、存放时间、处理程度等多种因素的影响,固体有机废物的成分不仅复杂,而且多变。在存放堆垛的不同层位、不同区段、不同时段,都存在着组分种类、含量、品质、物相等方面的差别。因此,通常所说的固体有机废物成分,只能是统计性的。

#### 1.1.3.4 各种污染物的终态

在废水、废气及其他环境污染治理过程中都会产生固体有机废物,特别是从污染控制设施排出的固体废物,浓集了许多污染成分,是各种污染物的终态,而人们却往往对这类污染物存在有一定稳定、滞呆的错觉。比如城市垃圾、污水污泥和动物粪便中含有大量的重金属、农药、环境激素类物质以及其他的有毒、有害和难降解物质,直接农业应用将会影响到作物的生长,造成土壤污染,以及污染地表水和地下水,最终影响人类的食品与环境安全。

#### 1.1.3.5 易腐解变质,产生恶臭

固体有机废物中含有各种复杂的组分,通常的含水率都在35%以上,所以极易腐解变质,产生大量的恶臭气体。以城市生活垃圾为例,比如我国城市生活垃圾处置手段以卫生填埋为主,在填埋场的中转、卸车、平铺、压实等操作过程中向周边环境散发大量的恶臭气体。垃圾填埋场产生的恶臭气体不仅严重影响了垃圾填埋场的生活和工作环境,也严重地影响了周边的大气环境及周边居民的身体健

康, 干扰附近居民的正常生活, 夏季高温时, 填埋场周边的居民甚至无法开窗通风。恶臭气体通常不会直接导致人们严重的健康问题, 但会对人们产生心理上的影响, 使人食欲不振、头昏脑胀、恶心、呕吐, 还会使人的精神受到干扰。恶臭气体可直接对呼吸系统、内分泌系统、循环系统及神经系统产生危害, 具有大气污染和有害气体污染的双重性。情况严重时, 臭气还会使公众的自尊心受到伤害, 使人们对垃圾处理设施投资失去信心, 导致市场衰退, 土地失去出租价值, 税收下降, 产值和销售额下降, 所以近年来对城市生活垃圾填埋场的环境投诉日益增多。

#### 1.1.3.6 具有潜在的、长期的危害性

随着现代农牧业的发展, 固体有机废物不断积累着来自化肥、农药、兽药、卫生剂以及由工业三废(废气、废液、废渣)排入生态环境中的有害物质, 成了这些有害物质的一种载体。比如畜禽粪便等有机废弃物中所含的有害元素普遍比化肥中的含量高, 2007 年在北京地区采集了 33 个畜禽粪便样品, 并测定了 Cu、Zn、Cd、Pd、Cr、Hg 6 种元素, 结果显示, 33 个样品中存在重金属含量超标的样品为 23 个, 超标率为 70% (按农用污泥中污染物控制标准 GB 4284—1984)。在山东、河北和北京等地采集了 12 个污水处理厂的污泥, 重金属超标的样品为 5 个, 超标率为 42%。这些大量堆置的固体有机废物, 在自然条件影响下, 其中的一些有害成分会转入大气、水体和土壤中, 参与生态系统的物质循环, 有些污染物质还会在生物机体内存蓄和富集, 最终通过食物链影响到人体健康, 因而具有潜在的、长期的危害性。固体有机废物中有害物质的污染途径见图 1-5。

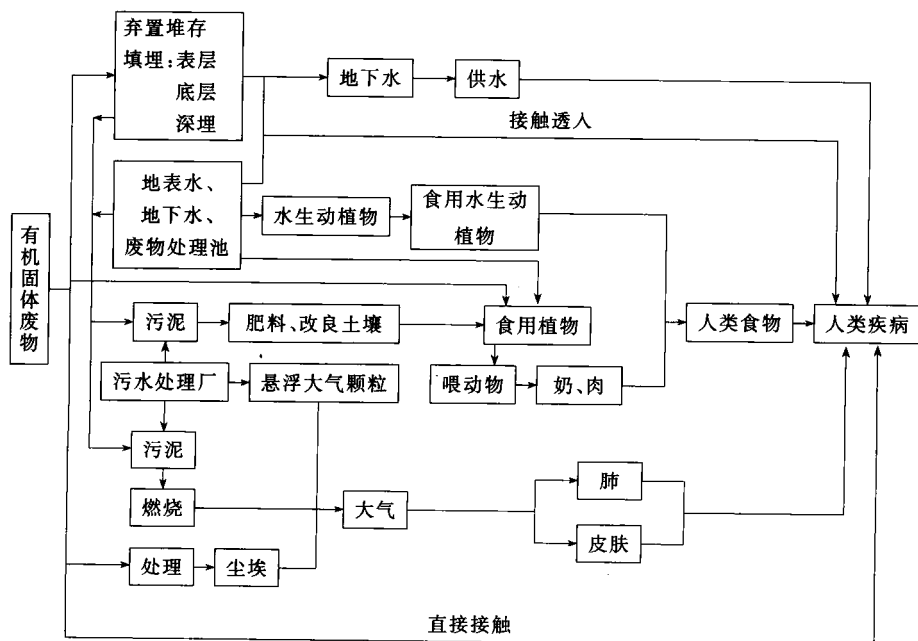


图 1-5 固体有机废物污染途径