国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

“十三五”国家重点出版物
出版规划项目

天津市自然科学学术著作资助项目

废物资源综合利用技术丛书

CANCHU LAJI FEIWU ZIYUAN ZONGHE LIYONG

餐厨垃圾废物资源综合利用

陈冠益 主编　　马文超　钟　磊　副主编

非外借

化学工业出版社

国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

“十三五”国家重点出版物
出版规划项目

天津市自然科学学术著作资助项目

废物资源综合利用技术丛书

CANCHU LAJI FEIWU ZIYUAN ZONGHE LIYONG

餐厨垃圾废物资源综合利用

陈冠益　主编　　马文超　钟　磊　副主编

安徽建筑大学
藏書
图书馆

化学工业出版
·北京·

本书共10章，重点阐述了餐厨垃圾的预处理技术及方法，厌氧发酵技术制备沼气，天然气和燃料电池，制备生物柴油等内容；同时对目前国内外餐厨垃圾的发展趋势进行了详细的介绍，并从中凝练了目前餐厨垃圾资源化利用技术的前沿趋势，对国内外餐厨垃圾处理的新型技术如提取蛋白饲料技术、制备可降解塑料技术等进行了详细阐述，有利于读者把握目前国内外关于餐厨垃圾处理技术研究的科研动态。

本书可供从事餐厨垃圾处理等领域的科研人员、工程技术人员和管理人员参考，也供高等学校资源循环科学与工程、环境科学与环境工程及相关专业师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

餐厨垃圾废物资源综合利用/陈冠益主编. —北京：化学工业出版社，2018.1

（废物资源综合利用技术丛书）

ISBN 978-7-122-30596-1

Ⅰ.①餐… Ⅱ.①陈… Ⅲ.①生活废物-废物综合利用 Ⅳ.①X799.305

中国版本图书馆CIP数据核字（2017）第221218号

责任编辑：刘兴春　卢萌萌　　文字编辑：陈　雨

责任校对：王　静　　装帧设计：王晓宇

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：三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm　1/16　印张16½　字数373千字　　2018年1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：68.00元

版权所有　违者必究

《废物资源综合利用技术丛书》
编　委　会

主　　任：岑可法

副 主 任：刘明华　陈冠益　汪　苹

编委成员（以汉语拼音排序）：

程洁红　冯旭东　高华林　龚林林　郭利杰　黄建辉
蒋自力　金宜英　梁文俊　廖永红　刘　佳　刘以凡
潘　荔　宋　云　王　纯　王志轩　肖　春　杨　帆
杨小聪　张长森　张殿印　张　辉　赵由才　周连碧
周全法　祝怡斌

《餐厨垃圾废物资源综合利用》
编写人员

主　　编：陈冠益

副 主 编：马文超　钟　磊

编写人员：陈冠益　马文超　钟　磊　颜蓓蓓　程占军　刘　刚
王　媛　朱　哲　闵海华　旦　增　杨　伟　李如莹
赵迎新　吕学斌　杜桂月　李　薇　李丽萍

FOREWORD

前言

随着经济发展和人民生活水平的提高以及生活方式的转变，城市餐饮业日益繁荣，餐厨垃圾的产生量也快速增长。统计数据显示，我国餐厨垃圾产量年增长速度达到了15%，到2015年我国餐厨垃圾的总量达到了9500万吨。数量庞大及快速增长的餐厨垃圾如何选择处理技术，形成可靠、经济、有效的餐厨垃圾处理模式并实现可持续发展，是每一个城市所面临的紧迫问题。

餐厨垃圾又被称为泔脚或泔水，具有含水量高、含油量高和有机质含量高的特点，处理不当易造成环境污染，同时其又被称为“放错了的资源”。过去因未引起重视，大部分餐厨垃圾被直接丢弃或者贩运往城郊直接喂猪和制备地沟油，带来了严重的环境污染和食品安全隐患。通过适当的技术处理，餐厨垃圾能实现无害化、减量化消除污染，还能进行资源再生利用，变废为宝。目前我国政府十分重视餐厨垃圾的处理，“十二五”期间国家发改委、住建部开展了一系列的餐厨垃圾资源化利用的城市试点工作，餐厨垃圾的日处理能力达到了3万吨，效果显著。“十三五”规划到2020年我国餐厨垃圾日处理能力要达到7.5万吨/天，任务依然艰巨。学者和技术人员对餐厨垃圾处理技术的研究与应用在不断地推进并取得显著进展，但目前专门针对餐厨垃圾资源化利用技术和原理进行阐述的书籍还非常欠缺，相关工程案例介绍的书籍更是缺乏。

本书系统地阐述了餐厨垃圾的分布和特点、预处理技术、餐厨垃圾资源化综合利用的技术原理和技术现状、工艺路线、关键设备及发展趋势；并详细介绍了餐厨垃圾利用技术相关的工程案例。全书内容系统、全面，既有一定的理论深度，为广大科技工作者提供了理论指导；又包含实际应用和工程案例介绍，为专业技术人员和管理人员提供参考。

本书由陈冠益（西藏大学、天津大学）任主编，马文超和钟磊任副主编；另外，颜蓓蓓、程占军、刘刚（南开大学滨海学院）、王媛、朱哲（天津科技大学）、闵海华（中国市政工程华北设计研究总院有限公司）、杨伟（中新生态城环保公司）、李如莹、赵迎新、吕学斌（西藏大学、天津大学）、旦增（西藏大学）、杜桂月、李薇、李丽萍也参与了编写。中新生态城环保公司、中国市政工程华北设计研究总院有限公司也对本书编写工作给予了大力的支持，在此一并表示感谢。在本书编写过程中参考引用了相关手册、书籍和文献，在此对原作者表示深深的感谢。

由于作者知识水平有限，书中不足和疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编　者

2017年4月于天津大学北洋园

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com

CONTENTS

目 录

第 1 章 绪论

1.1 餐厨垃圾定义 …… 001
1.2 餐厨垃圾产生量的影响因素 …… 001
1.2.1 人口的影响 …… 001
1.2.2 经济发展水平和居民收入的影响 …… 002
1.2.3 食品人均消费支出的影响 …… 002
1.2.4 季节的影响 …… 003
1.2.5 文化、民族习性的影响 …… 003
1.3 餐厨垃圾对环境的影响及利用价值 …… 003
1.3.1 餐厨垃圾对环境的影响 …… 003
1.3.2 餐厨垃圾的利用价值 …… 007
1.4 餐厨垃圾资源化处理现状 …… 008
1.4.1 国外餐厨垃圾处理现状 …… 008
1.4.2 国内餐厨垃圾处理现状 …… 012
参考文献 …… 018

第 2 章 餐厨垃圾资源分布与特征

2.1 概述 …… 019
2.2 餐厨垃圾资源的组成特征 …… 020
2.3 餐厨垃圾资源的总量和分布 …… 024
2.3.1 我国城市餐厨垃圾资源的总量 …… 024
2.3.2 我国城市餐厨垃圾资源的分布特征 …… 032
参考文献 …… 035

第 3 章 餐厨垃圾预处理技术简介

3.1 概述 …… 037
3.2 预分选技术及设备 …… 037
3.2.1 破袋 …… 038
3.2.2 脱水 …… 038
3.2.3 人工分选 …… 038
3.2.4 筛选 …… 039
3.2.5 重介质筛选 …… 041
3.2.6 风力分选 …… 041

3.2.7 跳汰分选 …… 043
3.2.8 电力分选 …… 044
3.2.9 摩擦分选 …… 045
3.2.10 浮选 …… 045
3.2.11 弹性分选 …… 045
3.3 破碎技术及设备 …… 046
3.4 输送技术及设备 …… 049
3.5 制浆技术及设备 …… 051
3.6 混合技术及设备 …… 052
3.7 餐厨垃圾预处理系统设计 …… 053
3.8 餐厨垃圾预处理设备产品 …… 054
参考文献 …… 056

第4章 餐厨垃圾厌氧发酵技术与原理

4.1 概述 …… 058
4.2 厌氧发酵原理 …… 058
4.2.1 厌氧发酵理论 …… 058
4.2.2 厌氧发酵微生物学 …… 060
4.2.3 厌氧发酵的反应过程 …… 063
4.3 餐厨垃圾厌氧发酵工艺及流程 …… 064
4.3.1 餐厨垃圾厌氧处理工艺分类 …… 064
4.3.2 餐厨垃圾厌氧处理工艺技术 …… 067
4.3.3 餐厨垃圾厌氧处理工艺的关键影响因素 …… 072
4.4 餐厨垃圾厌氧发酵工艺设备 …… 075
4.4.1 上流式厌氧污泥床反应器 …… 076
4.4.2 完全混合厌氧消化工艺 …… 077
4.4.3 膨胀颗粒污泥床反应器 …… 078
4.4.4 附属设备 …… 079
4.5 沼气利用国内外现状及发展趋势 …… 079
4.5.1 沼气发电技术 …… 079
4.5.2 沼气生产天然气技术 …… 080
4.5.3 制备燃料电池技术 …… 082
4.5.4 沼气利用技术的发展趋势 …… 083
参考文献 …… 084

第5章 餐厨垃圾回收制备生物柴油技术与原理

5.1 地沟油与生物柴油 …… 086
5.1.1 地沟油的组成 …… 087

5.1.2 地沟油的理化特性 …… 087
5.1.3 生物柴油的特性 …… 087
5.1.4 生物柴油制定标准 …… 088
5.2 生物柴油制备原理 …… 092
5.2.1 酯化法机理 …… 092
5.2.2 酯交换法机理 …… 093
5.2.3 生物柴油制备方法的影响因素 …… 098
5.2.4 酯化、酯交换反应动力学 …… 099
5.3 废弃油脂的预处理工艺及设备 …… 101
5.3.1 残渣脱除 …… 101
5.3.2 胶质脱除 …… 102
5.3.3 有色物质脱除 …… 103
5.3.4 水分脱除 …… 104
5.4 废弃油脂制备生物柴油工艺及设备 …… 105
5.4.1 均相催化法 …… 105
5.4.2 水解催化法 …… 107
5.4.3 气相甲醇催化法 …… 109
5.5 生物柴油技术的发展现状及趋势 …… 111
5.5.1 生物柴油发展现状 …… 111
5.5.2 生物柴油技术发展存在的问题 …… 112
5.5.3 生物柴油发展趋势 …… 113
参考文献 …… 113

第6章 餐厨垃圾水热处理技术与原理

6.1 概述 …… 116
6.2 水热处理技术原理 …… 116
6.2.1 亚临界与超临界水 …… 117
6.2.2 水热技术特点 …… 119
6.2.3 餐厨垃圾水热反应机理 …… 119
6.2.4 水热处理过程及分类 …… 126
6.2.5 水热处理过程的关键影响因素 …… 129
6.3 国内外水热技术的研究现状 …… 133
6.3.1 水热技术的研究背景 …… 133
6.3.2 水热技术的研究进展 …… 134
6.4 餐厨垃圾水热技术工艺设备 …… 136
6.4.1 传统型间歇式高压反应釜 …… 136
6.4.2 微型间歇式高压反应装置 …… 137
6.4.3 连续式高压反应系统 …… 138

6.5 水热技术发展存在的问题及展望 …… 139
参考文献 …… 141

第7章 餐厨垃圾堆肥化处理技术与原理

7.1 概述 …… 146
7.2 堆肥原理 …… 147
7.2.1 好氧堆肥原理 …… 147
7.2.2 厌氧堆肥原理 …… 148
7.2.3 堆肥中的微生物种类和作用 …… 149
7.2.4 影响堆肥过程的因素分析 …… 151
7.3 堆肥技术分类 …… 153
7.4 堆肥腐熟度及其测定 …… 155
7.4.1 表观分析法 …… 155
7.4.2 化学分析法 …… 155
7.4.3 生物活性法 …… 156
7.5 堆肥产品的质量和卫生要求 …… 158
7.5.1 堆肥产品指导方针 …… 158
7.5.2 堆肥无害化指标 …… 159
7.5.3 堆肥技术指标 …… 159
7.5.4 堆肥质量分级 …… 160
7.6 餐厨垃圾堆肥工艺发展现状 …… 160
7.6.1 我国餐厨垃圾堆肥工艺发展现状 …… 160
7.6.2 国外餐厨垃圾堆肥工艺发展现状 …… 162
7.7 餐厨垃圾堆肥工艺设备 …… 163
7.7.1 翻堆式条垛堆肥设备 …… 163
7.7.2 发酵仓式翻堆发酵设备 …… 164
7.7.3 塔、仓式（立式）堆肥设备 …… 165
7.7.4 滚筒式堆肥设备 …… 166
7.7.5 其他辅助设备 …… 167
7.8 餐厨垃圾堆肥存在的问题与展望 …… 167
7.8.1 餐厨垃圾堆肥存在的问题 …… 167
7.8.2 餐厨垃圾堆肥技术的发展前景 …… 169
参考文献 …… 169

第8章 餐厨垃圾综合利用新技术进展

8.1 概述 …… 171
8.2 厌氧制沼气最新进展 …… 171
8.2.1 双相厌氧反应工艺 …… 171

8.2.2 混合厌氧发酵制沼气工艺 …… 172
8.2.3 餐厨垃圾厌氧反应器的新进展 …… 173
8.2.4 沼气制备燃料电池技术 …… 174
8.3 生物发酵制氢技术 …… 175
8.3.1 生物制氢原理 …… 175
8.3.2 餐厨垃圾生物制氢技术发展 …… 176
8.4 餐厨垃圾制备有机肥新技术 …… 178
8.4.1 生物有机肥新技术原理 …… 178
8.4.2 生物有机肥新技术制备存在的问题 …… 181
8.4.3 生物有机肥的发展趋势 …… 183
8.5 餐厨垃圾饲料化技术 …… 184
8.5.1 餐厨垃圾湿热处理制备饲料技术 …… 185
8.5.2 餐厨垃圾高温干化灭菌制备饲料技术 …… 186
8.5.3 餐厨垃圾发酵及低等生物养殖制备蛋白饲料技术 …… 187
8.6 餐厨垃圾制备生物塑料技术 …… 191
8.7 固态发酵生产生物农药技术 …… 192
8.8 高温炭化处理技术 …… 192
8.9 餐厨垃圾制备化工原料技术 …… 193
参考文献 …… 193

第9章 餐厨垃圾综合利用政策与管理

9.1 概述 …… 194
9.2 餐厨垃圾管理研究进展和政策标准 …… 194
9.2.1 国外餐厨垃圾管理研究进展和政策标准 …… 194
9.2.2 国内餐厨垃圾管理研究进展和政策标准 …… 199
9.3 我国餐厨垃圾管理的主要问题和政策建议 …… 200
9.3.1 主要问题 …… 200
9.3.2 政策建议 …… 202
参考文献 …… 203

第10章 餐厨工程技术与案例

10.1 贵阳市餐厨废弃物资源化利用和无害化处理项目 …… 204
10.1.1 项目概况 …… 204
10.1.2 工艺流程 …… 204
10.1.3 环境效益、经济效益 …… 209
10.2 昆明市城市餐厨废弃物处理示范项目 …… 209
10.2.1 项目概况 …… 209
10.2.2 工艺流程 …… 210

10.2.3 环境效益、经济效益 …… 218
10.3 徐州市大彭垃圾处理厂（餐厨） …… 218
10.3.1 项目概况 …… 218
10.3.2 工艺流程及方案 …… 219
10.3.3 环境效益、经济效益 …… 224
10.4 重庆市黑石子餐厨垃圾处理厂扩建工程 …… 225
10.4.1 项目概况 …… 225
10.4.2 工艺流程 …… 225
10.4.3 环境效益、经济效益 …… 230
10.5 中新天津生态城餐厨垃圾多元化资源利用模式探索 …… 230
10.5.1 生态城餐厨垃圾收运概况简介 …… 230
10.5.2 生态城餐厨垃圾多元化资源利用模式探索 …… 230
参考文献 …… 233

附录：我国各地方餐厨垃圾管理办法和条例摘要

索引

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com

第1章

绪论

1.1 餐厨垃圾定义

餐厨垃圾又称泔脚或泔水，是家庭、学校、餐饮业等抛弃的剩饭剩菜及在食物加工、饮食服务等活动中产生的厨余垃圾和废弃食用油脂的统称，是人们在生活消费过程中形成的一种固体废物，也是城市生活垃圾的重要组成部分[1]。餐厨垃圾主要来自家庭日常生活和非家庭日常生活两大类，其中厨余垃圾是指抛弃的食物残渣和食品加工废料，废弃食用油脂是指不可再使用的动植物油和各类油水的混合物。与其他垃圾相比，餐厨垃圾具有含水量、有机物含量、油脂含量及盐分含量高，营养元素丰富等特点，具有良好的回收再利用价值。

1.2 餐厨垃圾产生量的影响因素

餐厨垃圾产生量受多种因素的影响，如地域不同饮食特色也不同，相应餐厨垃圾的产量及成分也不相同。因此，了解和掌握具有代表性城市餐厨垃圾的产量及成分，为后续餐厨垃圾处理技术的研究提供理论支撑十分必要。总体研究表明，餐厨垃圾的产生量主要与城市人口、居民收入和消费水平、季节等因素有关[2]。

1.2.1 人口的影响

研究表明，对餐厨垃圾产生量影响最主要的两个因素为城市人口数量和人口性别比例，城市餐厨垃圾产生量与人口数量呈显著正相关。多年来，我国的城市化进程推进加快，城市数量大幅增加，城市规模不断扩大，城市非农业人口迅速增长。目前，我国城市数量大约800个，小城镇2万余个，城市人口约7.0亿。城市规模、数量和人口的迅速增长导致城市餐厨垃圾量的大幅增加，尤其是在大中城市。我国城市餐厨垃圾产生量的60%集中在100余座人口在100万以上的大中城市，其中北京、上海和广州3个城市的餐厨垃圾产量之和约占全国餐厨垃圾产生总量的10%。此外，城市男女的性别比例及年龄结构也会影响到餐厨垃圾的产生量及组分特征。男性人口比例高的城市，往往餐厨垃圾产生量更

大，主要是因为男性外出就餐的次数往往显著高于女性。总之，城市餐厨垃圾产生量随着城市人口的增加呈直线增长态势。随着我国未来城市发展进程的加快，这一趋势在今后若干年内还将持续下去。可以说，城市人口的增加是影响城市餐厨垃圾产生量的最主要因素。

1.2.2 经济发展水平和居民收入的影响

经济发展水平在一定程度上决定了城市居民的生活水平，而生活水平提高会使人均日产生餐厨垃圾量增加，并使餐厨垃圾中有机物平均含量相应增加。

居民收入是一个城市或地区居民消费水平的直接反映。经济越发达，人均收入越高，则消费水平越高，使人均日产生餐厨垃圾量增加，并使餐厨垃圾中有机物平均含量相应增加。发达地区居民的生活水平较高，产生的餐厨垃圾量也要高于居民生活水平较低的地区。从表 1-1 可以看出，我国的发达地区如北京、上海、广州等地的人均垃圾产生量明显高于其他欠发达地区，表明餐厨垃圾的产生量受城市居民收入的直接影响。

表 1-1 我国主要城市城区餐厨垃圾产生情况

城市	城市居民人口/千人	餐厨垃圾产量/(t/d)	人均日产量/[kg/(人·d)]
北京	11716	2000	0.171
天津	4343	700	0.161
沈阳	4040	600	0.149
宁波	2082	300	0.144
上海	12031	2000	0.166
太原	3360	500	0.149
广州	7727	1310	0.170
兰州	2628	300	0.114
武汉	5725	940	0.164
银川	1993	150	0.075
济南	4336	250	0.058
石家庄	3638	450	0.124
乌鲁木齐	2430	300	0.123
贵阳	3037	250	0.082

1.2.3 食品人均消费支出的影响

食品消费支出包括主食、副食、其他食品、在外饮食和食品加工费支出。食品人均消费支出增长可能是居民在饭店就餐次数增加所致，因此餐厨垃圾产生量也与食品人均消费支出存在一定关系。

有研究通过对 4 座城市餐厨垃圾产生的影响因素分析表明，餐厨垃圾总产生量中贵阳>西宁>青岛>嘉兴；但从人均产生量看，则为西宁>贵阳>嘉兴>青岛。贵阳市辖区人口最多，每天产生的餐厨垃圾总量也最多，西宁市辖区人口数少于青岛，但餐厨垃圾产生量远高于青岛。嘉兴和青岛的经济发展水平较高，但是其餐厨垃圾产生量低于经济发展水平相对落后的西宁和贵阳。这表明餐厨垃圾产生量不只与人口数量、经济发展水平有关，还受食品人均消费支出等因素的影响[3]。

1.2.4 季节的影响

季节对餐厨垃圾人均产生量的影响涉及地理环境、生活习俗等相关因素。对于一个特定城市而言，季节对餐厨垃圾人均产生量的影响主要表现为以下几个方面。

① 季节性时令蔬菜、瓜果上市，使植物性垃圾增加，导致餐厨垃圾人均产生量升高。

② 节假日居民改善生活，也会导致餐厨垃圾人均产生量升高。

③ 如冬季温度较低，人们偏爱吃肉类等热量较高的食物，以抵御寒冷；而在夏天则偏爱较为清淡的饮食，这直接导致了冬、夏季的餐厨垃圾组分和产生量的巨大差异。

④ 季节的变化还会影响到人口的迁徙，由于不同地区的气候不同，往往会在特别的季节吸引大量的游客以及度假的人群，如夏季沿海城市人口数量会激增，在某些旅游城市一到特定的旅游季节，人口数量会暴涨，餐厨垃圾的产生量也随之显著增加，从而给当地政府处理餐厨垃圾造成了一定的压力，例如三亚市。

1.2.5 文化、民族习性的影响

在不同的国家、地区由于文化、民族习性的差异，同样会对餐厨垃圾的产生量和组成产生影响，主要体现在以下几个方面。

① 宗教文化的影响，如佛教信徒只吃素食等，这都会影响到当地餐厨垃圾的产生量和组成特点。

② 饮食文化的影响，如南方人喜米饭、喜欢吃清淡的食物，北方人则喜欢吃面食、饮食口重，喜欢吃肉食，这也导致了北方部分城市餐厨垃圾蛋白质和油脂含量偏高；而在沿海地区的人们吃海鲜比较多，餐厨垃圾中贝壳类等垃圾成分偏多。

③ 民族习性的影响，不同的民族有不同的节日，其庆祝形式也各异，这直接导致了不同民族在不同的时间点，餐厨垃圾产生量不同，组成成分也各异。

总之，餐厨垃圾的产生量受诸多因素的影响，通过对我国北京、上海、青岛等主要城市餐厨垃圾产生量影响因素的研究表明，将各因素对餐厨垃圾产量影响的大小进行量化后，得出对餐厨垃圾产生量影响的大小顺序为：城市人口数量和人口性别比例＞食品人均消费支出＞经济发展水平和居民收入＞季节的影响＞文化、民族习性的影响，但该结果仅限于所调查的城市，不同的影响因素对餐厨垃圾产生量的影响权重往往会因为城市和区域的不同而发生变化。城市的餐厨垃圾管理部门可由此明确餐厨垃圾产生量的重要影响因素，从而因势利导地做好餐厨垃圾的管理和处置工作[4,5]。

1.3 餐厨垃圾对环境的影响及利用价值

1.3.1 餐厨垃圾对环境的影响

1.3.1.1 直接排放的影响

（1）影响城市市容和环境卫生

从感官性状来说，餐厨垃圾表现为油腻、湿淋淋，影响人的视觉和嗅觉的舒适感和生

活卫生，很高的含水率和有机组分，使得其成为微生物存在的“天然乐园”，同时高含水率使得垃圾运输与处理难度增大。另外，餐厨垃圾过度积累会产生大量餐厨废水，直接排放到周围环境中会污染土壤、地表水以及地下水资源；餐厨垃圾长期堆放会发酵变质，产生的恶臭气体会造成不同程度的大气污染，严重影响居民的生活，使城市的市容面貌遭到破坏。

（2）传播疾病

裸露存放的泔水引来并滋生了大量的蚊蝇、鼠虫等，不可避免地成了传播疾病的媒介；而餐厨垃圾由于长时间存放进而腐败变质，也会产生大量的细菌和病毒，极易通过空气、水、土壤等环境媒介传播。

（3）浪费资源

餐厨垃圾与其他垃圾相比具有有机物和油脂含量高等特点，有很高的资源回收利用价值，如果处理得当将是一笔宝贵的财富。但餐厨垃圾产生量非常大，且分散、难以收集和运输，而传统的与其他垃圾一起处理的方法，资源利用率非常低，还会造成环境污染，在增加政府和人民经济负担的同时也造成了严重的资源浪费[6]。

1.3.1.2 处理不当的影响[7]

（1）传统的填埋和焚烧方法污染城市环境

在我国，由于大多城市尚未执行垃圾分类制度，餐厨垃圾主要是和生活垃圾混放后运至城郊进行统一处理，焚烧或填埋，如图 1-1 所示。但是由于餐厨垃圾中水分含量较高，不仅使工人清运垃圾的难度增加，而且劳动强度也增加。生活垃圾填埋过程中混入餐厨垃圾，不仅需要增加填埋场库容，而且会产生大量渗滤液，其中含有的大量高浓度有机污染物会造成土壤和地下水污染，填埋后产生的甲烷气体容易造成火灾隐患，排放到大气中增加温室效应，同时还会增加填埋场工人的工作负荷和难度。如果将其与生活垃圾混合进行焚烧，不仅降低垃圾热值，而且还会因燃烧不充分而产生二噁英、二氧化硫等引起空气污染，该法在国内应用经验较少。另外，餐厨垃圾焚烧和填埋处理会导致大量有机物的浪费，美国、欧盟、韩国和日本等国已经出台多项严禁填埋和焚烧餐厨垃圾的法律法规，我国在该领域的相关管理及政策还待加强，需要严格限制餐厨垃圾的直接填埋和焚烧，避免造成环境污染和资源浪费。

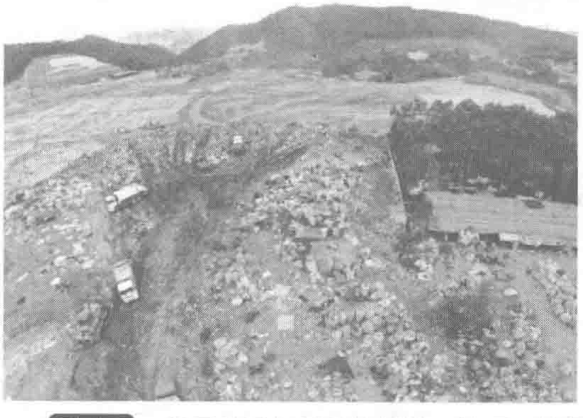

图 1-1 餐厨垃圾与城市垃圾统一处理，填埋和焚烧（图片来源：www.news.cnnb.com.cn）

（2）直接用来养殖危害人群健康

各大城市周边地区都散落分布着不少利用泔水养猪的养殖场（户），少则数十头，多则上千头，这些猪全部流入城市餐桌。据研究分析，由于饭店大量使用洗涤剂、消毒剂和杀虫剂，以及食品霉烂产生毒素等原因，使泔水中含有大量的铅、汞、黄曲霉毒素等有毒有害物质。猪长期食用泔水后，这些物质会在猪的体内逐渐蓄积，并通过食物链进入人体，人体对这些物质没有解毒和排除功能，达到一定程度会损伤人的神经、肝脏、肾脏和免疫系统等。黄曲霉毒素还是一种强致癌物，其危害更是显而易见。此外，泔水中还含有大量的沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、肝炎病毒等致病微生物，这些强致病性微生物可引发多种疾病流行。泔水猪还容易感染人畜共患的各种疾病，如口蹄疫等。泔水油中含有大量的致癌物质，长期食用可导致肠癌、胃癌、肝癌等恶性疾病。据世界卫生组织和联合国粮农组织报告资料显示，由动物传染的人畜共患传染病有 90 多种，其中由猪传染的就有 25 种，这些人畜共患疾病的载体主要是被污染的禽畜产品及其含有病原微生物的排泄物造成的。近年来爆发的猪“五号病”“蓝耳病”等烈性传染病，不仅给国家、养殖户造成很大的经济损失，也给畜牧业的健康发展带来威胁，这些无疑能够给畜牧工作者敲响规范养殖、重视动物防疫工作的警钟。更有甚者，许多养猪户将煮沸“泔水”时熬制出的副产品“红油”卖到不法商贩手里，用作市民“早餐”的佐料，严重威胁到市民的食品安全。如图 1-2 所示为泔水猪。

（3）回收制成地沟油危害人体健康

餐厨垃圾由于其油脂含量很高，被不法商贩用来制备地沟油并冒充“精制食用油”，以谋取暴利，如图 1-3 所示。因其来源和加工过程的不合理性，使其在流入食物链前就已存在对人体极大的危害性。除了餐厨垃圾中的微生物污染之外，其化学污染也是其毒性的重要体现。地沟油中所含化学物质对人体造成的急、慢性伤害，比起简单的微生物和病毒对人体的伤害更加严重。其危害性主要表现在以下几个方面。

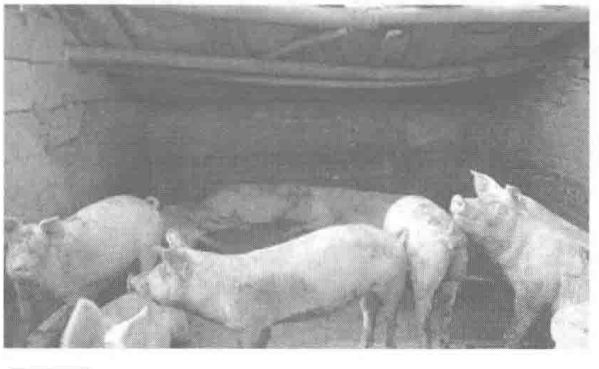

图 1-2　泔水猪（图片来源：www.shm.com.cn）

图 1-3　地沟油被包装成食用油售卖（图片来源：http：//cq.qq.com/a/20120727/000242.htm）

1）酸价和过氧化值超标　由于“地沟油”在加工过程中，动植物残渣和微生物不能被清除，在存放一段时间后，这些动植物残渣和微生物所产生的酶将引起酶解作用使油脂氧化，其生成的产物极易分解为具有挥发性的低分子醛、酮、酸，迅速造成油脂的氧化和

酸败。酸败后的油脂一方面易产生哈喇味，感官性状发生变化，具有强烈的劣变气味。油脂中所含的维生素 A、维生素 D、维生素 E 被氧化，其所含的人体必需脂肪酸如亚油酸、亚麻酸等也遭破坏，食用已经酸败的油脂产品，还能破坏同时摄入的其他食物中的 B 族维生素。因此，长期食用这些变质油脂，可能会因必需脂肪酸缺乏而引起中毒现象及脂溶性维生素和核黄素缺乏现象；另一方面，酸败油脂中所含的大量过氧化脂质进入人体后，极易袭击细胞膜和酶而引起一系列的连锁反应，并产生自由基等对人体有害的物质，破坏人体细胞膜，使血清抗蛋白酶失去活性，损伤基因，导致细胞变异的出现和蓄积，诱发癌症、动脉粥样硬化、细胞衰老等疾病。

2）溶剂残留量超标　由于“地沟油”的原料是由下水道中的油腻漂浮物和餐馆中回收的泔水混合而成的，其中含有烷烃、环烷烃、烯烃和芳香烃等化合物以及许多不知名的化学物质和有机溶剂，成分非常复杂，通过溶剂残留项目检测，可以确定油脂产品中所含化学物质和有机溶剂的含量，但很难分辨其真实的组分，这些化学物质和有机溶剂对人体的中枢神经有较强的刺激和麻痹作用，其中的一些成分（如甲苯等）对白血病有促发作用。

3）重金属污染物含量超标　由于“地沟油”来自于卫生状况十分恶劣的环境，并且在加工、包装及运输过程中交叉污染的情况非常严重，因此“地沟油”中的重金属污染物铅（Pb）、总砷（As）、汞（Hg）、镉（Cd）等远远超过卫生标准中重金属污染物含量的限量要求，其中所包含的重金属污染物并不能通过加热、烹炒等常用方法来减少。长期摄入这些重金属元素，将导致人体中重金属残留过量，引起头痛、头晕、失眠、多梦、乏力、消化不良、消瘦、肝区不适、腹绞痛、贫血等症状，严重的会导致铅中毒、砷中毒、汞中毒、中毒性肝病、中毒性肾病、多发性周围神经病等，甚至可能引发铅毒性脑病。

4）黄曲霉毒素 B_1 超标　黄曲霉毒素是迄今发现的污染农产品毒性最强的一类生物毒素［其毒性是氰化钾的 10 倍、三氧化二砷（砒霜）的 68 倍］，被世界卫生组织（WHO）的癌症研究机构划定为Ⅰ类致癌物。由于玉米、花生、豆类等植物油原料中本身可能带有微量的黄曲霉毒素，在餐馆下水道、泔水等湿热环境下，“地沟油”中所含的黄曲霉毒素 B_1 迅速衍生，导致其含量严重超标。黄曲霉毒素 B_1 的危害性在于对人及动物肝脏组织有破坏作用，长期低剂量摄入黄曲霉毒素可导致胃腺、肾、乳腺、卵巢、小肠等部位的肿瘤，还有可能引发肝癌甚至死亡。

5）苯并芘超标　由于“地沟油”是曾被加热使用过的油脂，在加热和使用过程中肉类本身所含有的脂肪在燃烧不完全的情况下，会产生苯并芘；烧焦的淀粉也能产生这类物质，所以导致其中所含的苯并芘含量远远超出卫生标准的要求。食用苯并芘超标的植物油产品会对人的眼睛、皮肤产生刺激，并具有诱变作用、强致癌作用、畸胎形成作用，长期摄入会引起胃癌、皮肤癌、肺癌等疾病。这类物质在人体内的潜伏期可达 10～15 年，属于 1 级危险毒物。

6）反复高温加热对人体健康的危害　含有“地沟油”的食用植物油属于不合格的食用油产品，在使用过程中反复高温加热，其中所含的有毒有害的化学物质大量析出，不仅破坏食物中的营养物质，更加剧了“地沟油”对人体健康的危害。由于“地沟油”本身含有大量杂质和微生物，经加热后会析出大量磷脂，反复加热使用，会使油色变深，黏度加

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com