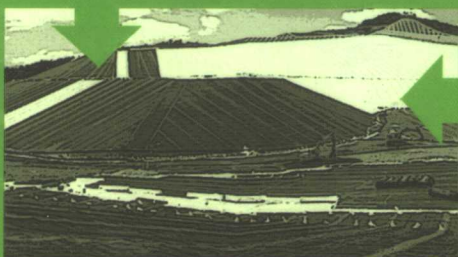


城市生活垃圾管理与处理技术

Municipal Solid Waste Management and Treatment Technology

主编 徐文龙 卢英方 Rudolf Walder 徐海云



中国建筑工业出版社
CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

城市生活垃圾管理 与处理技术

主编：徐文龙 卢英方 Rudolf Walder 徐海云

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市生活垃圾管理与处理技术/徐文龙等主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2006

ISBN 7-112-07869-5

I. 城... II. 徐... III. 城市 - 垃圾处理
IV. X799.305

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 134890 号

城市生活垃圾管理与处理技术

主编: 徐文龙 卢英方 Rudolf Walder 徐海云

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京华艺排版公司制版

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 30 字数: 535 千字

2006 年 2 月第一版 2006 年 2 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 96.00 元

ISBN 7-112-07869-5

(13823)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书是在联合国工业发展组织、瑞士政府与建设部的国际合作项目——中国清洁城市垃圾管理的主要成果基础上编写而成的，系统介绍了发达国家，主要是德国、瑞士等国先进的垃圾管理理念与技术，并结合中国的实际进行了分析。

全书共分8章，包括绪论、中国城市生活垃圾处理状况、可持续城市生活垃圾管理的原则和战略、收集和运输系统、垃圾的回收利用、堆肥和厌氧消化、焚烧技术、垃圾填埋技术等内容。附录为最新的与城市生活垃圾管理和处理技术有关的标准、规范及政策法规。

本书可作为城市生活垃圾管理与处理技术的学习和培训用书，也可供我国从事环境卫生工程建设、管理和运营的相关人员参考。

* * *

责任编辑：石枫华 姚荣华

责任设计：董建平

责任校对：孙爽 刘梅

城市生活垃圾管理与处理技术

编委会主任：徐文龙

编委会副主任：卢英方 Rudolf Walder（联合国工业发展组织专家）

外方编委委员（联合国工业发展组织专家）：

Bernhard Oettli Jean-Claude Gfeller

Konrad Schleiss Walter Ryser

Hubert Wienands Susanne Seitz

Juerg Elsener Werner Maeder

Christian Sieber Edwin Fischer

Frank Bickel

中方编委委员（按姓氏笔画顺序）：

王敬民 王琳琳 卢英方 云松

安小林 余昆朋 李喆 吴立辉

孟宝峰 张进锋 张志伶 张显奎

林昌梅 林泉 杨宏毅 赵树青

徐文龙 徐海云 郭祥信 屈志云

曹丽云 翟力新

主 编：徐文龙 卢英方 Rudolf Walder 徐海云

序 言

从1998年到现在，联合国工业发展组织（UNIDO）和建设部以及城市建设研究院合作开展了两个城市固体废物管理项目。加强城市固体废物领域工作人员的能力是这两个项目最重要的组成部分。许多著名国际专家和国内权威专家一起编制了一套培训手册，并利用所编制的培训手册开展了多次培训，现在培训在各个层次上仍在继续。这套培训手册涵盖了城市固体废物管理的整个体系，讲述了城市固体废物管理的历史、战略决策、垃圾收集以及分类收集、垃圾回收、垃圾处理 and 处置方法，比如堆肥、填埋和焚烧。同时也涉及到了垃圾收费和产业化的问题。

联合国工业发展组织（UNIDO）非常高兴这本书能在城市建设研究院领导的组织下出版。联合国工发组织（UNIDO）希望这本书能够对所有在城市固体废物领域工作的人员有所帮助。在过去几年里，相关部门、环卫研究设计机构在城市固体废物管理方面取得了巨大成就，我希望这些巨大成就将来能够传播到中国各地，使中国成为一个清洁和绿色的国家。这本书的出版应该能够促进这个发展进程。

我愿借此机会感谢项目的国际专家、国内专家、翻译、编辑和所有为这本书贡献了他们的宝贵知识和辛勤汗水的人。希望这本书出版后有许多读者，也希望这本书能够促进更多的人来研究这个复杂和有趣的领域。



Rudolf Walder (鲁道夫·瓦尔德)

首席技术顾问

联合国工业发展组织城市固体废物管理项目

2005年3月5日

城市生活垃圾管理与处理技术

缩略语说明

AD Anaerobic Digestion 厌氧消化

ABS Acrylonitrile Butadiene Styrene 丙烯腈 - 丁二烯 - 苯乙烯聚合物
(塑料)

BimSchV 德国联邦排放法条例

BioAbfV 德国有机垃圾管理条例

BOT Build Operation Transfer 建设、运营、转让，是项目建设融资的一种方式

BGK 德国堆肥质量保证机构

CRT Cathode-Ray Tube 阴极射线管

CSD Commission on Sustainable Development 可持续性发展委员会

CSTR Continuous Stirred Tank Reactor 连续混合反应器

DAKOFA 丹麦堆肥质量保证机构

EGSB Expanded Granular Sludge Bed 厌氧膨胀颗粒污泥床

EU European Union 欧洲联盟，简称欧盟

GCQAO 德国肥料质量保证机构

HDPE High-density Polyethylene 高密度聚乙烯

ISWA 国际固体废物协会

IEA International Energy Agency 国际能源机构

KGVÖ 奥地利堆肥质量保证机构

KIWA 荷兰独立的堆肥质量认证机构

LDPE Low-Density Polyethylene 低密度聚乙烯

LVR Luftreinhalteverordnung LVR 瑞士清洁空气法案

MSW Municipal Solid Waste 城市生活垃圾

MSWM Municipal Solid Waste Management 城市生活垃圾管理

NO_x 氮氧化物

PCDD 氯化二苯二噁英

PCDF 氯化二苯呋喃

PET Polyethylene Terephthalate 聚对苯二甲酸乙二醇酯
PP Polypropylene 聚丙烯
Phenolic 酚醛树脂
PVC Polyvinyl Chloride 聚氯乙烯
RAL 德国堆肥质量标准
RVF 瑞典肥料质量保证机构
SAEFL 瑞士环境、森林与园林管理机构
SBR Sequence Batch Reactor 序批式活性污泥法
SCR Selective Catalytic Reduction 选择催化还原工艺
SNCR Selective Non Catalytic Reduction 选择非催化还原工艺
SO_x 硫氧化物
TCA 英国堆肥处理协会
TA Luft Technische Anleitung Luft 德国大气技术指南
TS Total Solids Content 固含率
UASB Upflow Sludge Anaerobic Blanket 上流厌氧污泥床
UNCED United Nations Conference on Environment and Development
联合国环境与发展大会
VFA Volatile Fatty Acid 挥发性脂肪酸
VLACO 比利时（佛兰得斯地区）肥料质量保证机构
WTO World Trade Organization 世界贸易组织

单位符号说明

g 克
h 小时
kg 千克
km² 平方公里
kW 千瓦
L 升
m 米
m³ 立方米
mg 毫克
min 分钟
MPa 兆帕

MW 兆瓦

Nm^3 在标准状态下（绝对温度为 273K、压力为 $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ ）的
 1m^3

s 秒

t 吨

Å 埃米 (10^{-10}m)

μm 微米 (10^{-6}m)

Preface

From 1998 till today UNIDO is cooperating with the Ministry of Construction and the China Academy of Urban Construction in two projects on municipal solid waste management. To strengthen the capacity of the staff in municipal solid waste management is the most important component of these projects. A large number of renowned international experts together with authoritative national experts have produced a training manual and trainings have been carried out by using these training manuals and still are running for all levels of the public administration. The training manual covers the whole scope of municipal solid waste management from the history to strategies, waste collection and segregated collection with the aspects of the recycling; the treatment and disposal methods such as composting, landfill and incineration. Also the questions of fees and industrialisation are touched.

UNIDO is very happy, that this book has been produced under the leadership of the China Academy of Urban Construction and hopes, that it can give guidance to all those working with planning and operation of municipal solid waste activities. I wish, that the enormous progress made in the past years in municipal solid waste management by many Authorities, Design Institutes and Environmental Sanitation Bureaus will spread to finally cover all of China and result in a clean and green country. This book may support such a development.

I would take this opportunity to thank the international ex-

perts, the national experts, the translators, the editors and all those who contributed their knowledge and work for this book. And I hope it will find a lot of readers to study this complex and interesting field of activity.



Rudolf Walder

Chief Technical Advisor

UNITED NATIONS INDUSTRIAL
DEVELOPMENT ORGANISATION

2005. 3. 5

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 概述和术语定义	(1)
1.1.1 概述	(1)
1.1.2 术语定义	(1)
1.2 垃圾和垃圾管理	(1)
1.2.1 欧洲和中东地区城市生活垃圾管理的历史	(1)
1.2.2 商品的供应和处置	(4)
1.2.3 垃圾类型	(6)
第 2 章 中国城市生活垃圾管理状况	(9)
2.1 历史和变迁	(9)
2.2 中国城市生活垃圾成分和产出量	(10)
2.3 中国城市生活垃圾管理机构 and 法律法规框架	(11)
2.4 我国城市生活垃圾处理技术政策	(14)
2.5 近年来环卫行业已开展的工作和未来动向	(14)
2.6 存在的主要问题	(15)
2.7 我国城市生活垃圾处理技术水平现状分析	(16)
2.7.1 我国垃圾收运体系状况	(16)
2.7.2 填埋处理技术	(17)
2.7.3 堆肥处理技术	(17)
2.7.4 垃圾焚烧处理技术	(18)
第 3 章 可持续城市生活垃圾管理的原则和战略	(19)
3.1 引言	(19)
3.2 可持续性生活垃圾管理战略的制定	(20)
3.2.1 可持续性城市生活垃圾管理战略	(20)
3.2.2 一般性城市生活垃圾管理战略所依据的理论和原则	(21)
3.2.3 城市生活垃圾管理战略制定	(22)

3.2.4	生活垃圾管理规划	(24)
3.3	私有化	(24)
3.3.1	概述	(24)
3.3.2	私有化的各种形式	(24)
3.3.3	私营公司承包	(25)
3.3.4	私有化的领域	(26)
3.4	城市生活垃圾管理的融资	(28)
3.4.1	影响城市生活垃圾管理成本的主要因素	(28)
3.4.2	污染者付费的原则	(28)
3.4.3	收费制度	(29)
3.4.4	立法	(30)
3.5	城市垃圾处理的产业化实践	(30)
3.5.1	概述	(30)
3.5.2	实行产业化的原因	(30)
3.5.3	产业化的市场结构	(31)
3.5.4	项目采取企业化运作所需建立的体系	(32)
第4章	收集和运输系统	(35)
4.1	引言	(35)
4.1.1	概述	(35)
4.1.2	中国城市生活垃圾收集和运输系统的发展情况	(35)
4.2	垃圾收运的目标和垃圾收集费用的影响因素	(36)
4.3	收集原则和方式	(37)
4.3.1	概述	(37)
4.3.2	分类收集	(38)
4.3.3	混合收集	(40)
4.3.4	运输	(47)
4.4	典型数据和计算	(48)
4.4.1	典型数据	(48)
4.4.2	效率的计算	(48)
4.5	垃圾收集的实用技术	(49)
4.5.1	分类收集	(49)
4.5.2	有机垃圾的收集	(50)
4.5.3	混合收集注意事项	(50)
4.6	收集设备	(50)
4.6.1	垃圾袋	(50)

4.6.2	垃圾桶/箱	(51)
4.6.3	人力收集车	(51)
4.6.4	收集装置	(52)
4.6.5	收集车	(52)
4.6.6	集装箱和压缩系统	(54)
4.6.7	装载系统	(55)
4.6.8	附属设备	(55)
4.6.9	收集设备的维护保养	(55)
4.7	转运站	(56)
4.8	运输工具	(57)
4.8.1	概述	(57)
4.8.2	卡车运输	(58)
4.8.3	铁路运输	(58)
4.8.4	船只运输	(58)
4.9	垃圾收集的监控	(58)
4.9.1	概述	(58)
4.9.2	主要内容	(58)
第5章 垃圾的回收利用		(61)
5.1	引言	(61)
5.1.1	回收的目标	(61)
5.1.2	国外的回收情况	(61)
5.1.3	中国的回收情况	(62)
5.2	垃圾的分类和回收	(63)
5.2.1	分类收集规划	(63)
5.2.2	分类	(63)
5.2.3	分拣产品回收	(63)
5.2.4	回收的意义和管理	(64)
5.2.5	特种垃圾的收集和處理	(64)
5.2.6	回收行业与传统生产行业的竞争	(65)
5.3	分类收集的垃圾来源	(66)
5.4	一般概念	(66)
5.4.1	法律框架	(66)
5.4.2	激励手段	(66)
5.4.3	实施	(67)
5.5	城市生活垃圾中主要的可回收成分	(70)

5.5.1	有机垃圾	(70)
5.5.2	纸和纸板	(70)
5.5.3	玻璃	(73)
5.5.4	塑料	(75)
5.5.5	金属	(80)
5.5.6	特种垃圾	(83)
5.6	回收利用过程	(83)
5.6.1	有机垃圾	(83)
5.6.2	纸、纸板	(83)
5.6.3	玻璃	(83)
5.6.4	塑料	(84)
5.6.5	金属	(85)
5.7	回收产品的营销	(85)
5.7.1	堆肥	(85)
5.7.2	用废纸制造再生纸	(86)
5.7.3	玻璃	(86)
5.7.4	塑料	(86)
5.7.5	金属	(87)
5.8	环境影响	(88)
第 6 章	堆肥和厌氧消化	(90)
6.1	引言	(90)
6.1.1	关键术语定义	(90)
6.1.2	有机垃圾处理的目标	(92)
6.1.3	一般性原则	(92)
6.1.4	必要条件	(93)
6.2	欧洲有机垃圾处理技术和市场开发	(93)
6.2.1	概述	(93)
6.2.2	欧盟成员国的垃圾数量和源头分类情况	(93)
6.2.3	欧洲的垃圾政策	(95)
6.2.4	肥料质量与质量保证	(96)
6.2.5	肥料的质量与质量管理	(97)
6.2.6	欧盟质量保证的状况	(98)
6.2.7	控制系统的类型	(99)
6.2.8	质量标准	(99)
6.2.9	欧洲的实际堆肥质量	(102)

6.2.10	肥料质量和市场营销和公共关系	(104)
6.2.11	肥料的使用和市场	(105)
6.2.12	结语	(106)
6.3	中国的情况	(106)
6.3.1	概述	(106)
6.3.2	堆肥处理的现状和趋势	(107)
6.4	堆肥处理原理与过程	(108)
6.4.1	堆肥处理的目标	(108)
6.4.2	堆肥定义	(108)
6.4.3	堆肥处理的适用条件	(108)
6.4.4	堆肥处理的过程	(109)
6.4.5	最终肥料	(112)
6.4.6	垃圾肥料中的重金属	(112)
6.5	有机垃圾厌氧消化技术	(113)
6.5.1	有机垃圾厌氧消化技术进展	(113)
6.5.2	厌氧消化原理	(114)
6.5.3	厌氧反应器组成及分类	(116)
6.5.4	厌氧消化运行影响因素分析	(120)
6.5.5	厌氧消化应用	(124)
6.6	堆肥和厌氧消化新技术	(132)
6.6.1	概述	(132)
6.6.2	垃圾的来源和种类	(134)
6.6.3	各种处理方式	(134)
6.6.4	保证堆肥处理的可持续发展策略	(136)
6.6.5	堆肥处理和厌氧消化的建议	(136)
6.6.6	合适的工艺方法	(137)
6.6.7	最终技术建议	(139)
6.7	肥料的销售和“市场营销”	(139)
6.7.1	市场和市场营销的一般原则	(139)
6.7.2	市场营销与“产品、价格、地点和促销”(4P)四要素的结合	(141)
6.7.3	产品的价值	(142)
6.7.4	肥料市场营销的一般原则	(143)
6.7.5	肥料	(144)
6.7.6	生物气的质量标准	(146)
6.7.7	堆肥和消化残渣的质量标准	(146)

6.7.8	市场分析	(148)
6.7.9	市场营销	(148)
6.7.10	建议	(149)
6.8	堆肥市场营销的成功因素	(150)
6.8.1	目标	(150)
6.8.2	材料和方法	(151)
6.8.3	结果	(151)
6.8.4	讨论	(154)
6.8.5	今后的研究问题和工作重点	(154)
6.8.6	成功的堆肥市场营销的因素	(156)
6.8.7	结论和建议	(156)
第7章	焚烧技术	(158)
7.1	引言	(158)
7.2	焚烧过程	(158)
7.2.1	燃烧过程	(158)
7.2.2	完全燃烧	(159)
7.3	焚烧厂概况	(159)
7.4	焚烧厂的构成	(161)
7.4.1	入口及地磅	(161)
7.4.2	卸料、破碎和垃圾池	(162)
7.4.3	进料	(164)
7.4.4	炉排和燃烧区	(165)
7.4.5	炉渣排出、储存和处理	(171)
7.4.6	锅炉	(172)
7.5	二噁英(TCDD)和呋喃(TCDF)	(174)
7.5.1	去除垃圾中二噁英/呋喃的基本措施	(179)
7.5.2	消除烟气中二噁英/呋喃的辅助措施	(180)
7.6	焚烧厂计算	(181)
7.6.1	物流计算	(181)
7.6.2	热力计算	(186)
7.6.3	垃圾量及热负荷	(186)
7.7	烟气净化	(187)
7.7.1	定义	(187)
7.7.2	烟气净化的历史	(188)
7.7.3	烟气净化设备的技术可行方案	(190)