

建设行业专业技术人员继续教育培训教材



# 城市生活垃圾卫生 填埋处理技术

建设部人事教育司  
建设部科学技术司  
建设部科技发展促进中心

中国建筑工业出版社

建设行业专业技术人员继续教育培训教材

# 城市生活垃圾卫生填埋处理技术

建设部人事教育司  
建设部科学技术司  
建设部科技发展促进中心

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

城市生活垃圾卫生填埋处理技术 / 建设部人事教育司  
建设部科学技术司 建设部科技发展促进中心编.  
北京: 中国建筑工业出版社, 2004

ISBN 7-112-06357-4

I. 城… II. ①建… ②建… ③建… III. 垃圾处理—  
卫生填埋 IV. X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 015314 号

建设行业专业技术人员继续教育培训教材

城市生活垃圾卫生填埋处理技术

建设部人事教育司

建设部科学技术司

建设部科技发展促进中心

\*

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

北京市彩桥印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 6½ 字数: 152 千字

2004 年 4 月第一版 2004 年 4 月第一次印刷

印数: 1—6,000 册 定价: 11.00 元

ISBN 7-112-06357-4

TU·5612 (12371)

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.china-abp.com.cn>

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

城市生活垃圾卫生填埋是国内外处理城市生活垃圾的主要方法。针对我国近几年在垃圾填埋场的建设和运行中出现的新情况,介绍了先进的垃圾卫生填埋技术及垃圾填埋场的运行管理经验;系统论述了垃圾填埋场在选址与规划、防渗技术、渗滤液的收集与处理、填埋气体的收集与利用技术、填埋场封场、填埋作业管理、虫害控制和环境检测技术。本书可供从事垃圾处理、环保、填埋场建设等行业具有初级技术职称以上的工程技术人员和管理人员作为新技术培训的教材,也可供大专院校相关专业师生和设计、科研人员参考。

\* \* \*

责任编辑:俞辉群

责任设计:崔兰萍

责任校对:刘玉英

## 《建设部第二批新技术、新成果、新规范培训教材》编委会

主 任 李秉仁 赖 明

副主任 陈宜明 张庆凤 杨忠诚

委 员 陶建明 何任飞 任 民 毕既华

### 专家委员会

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 郝 力 | 刘 行 | 方天培 | 林海燕 | 陈福广 |
| 徐 伟 | 张承起 | 蔡益燕 | 顾万黎 | 张玉川 |
| 高立新 | 章林伟 | 阎雷光 | 孙庆祥 | 石玉梅 |
| 韩立群 | 金鸿祥 | 赵基达 | 周长安 | 郑念中 |
| 丁绍祥 | 邵卓民 | 聂梅生 | 肖绍雍 | 杭世珺 |
| 宋序彤 | 王真杰 | 徐文龙 | 施 阳 | 徐振渠 |

## 《城市生活垃圾卫生填埋处理技术》编审人员名单

主 编 冯向明 俞覬觐

主 审 徐文龙

### 深圳市下坪固体废弃物填埋场编写组

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 冯向明 | 王克虹 | 黄中林 | 孟 了 | 杨一清 | 张彦敏 |
| 郑 尧 | 吴学龙 | 周胜勇 | 田学根 | 李智勤 | 陈 石 |
| 梁顺文 | 李领明 | 杨治贵 | 孙立明 | 姜建生 | 魏镇辉 |
| 黄凯兴 | 黄 河 | 罗 鹏 |     |     |     |

### 杭州天子岭废弃物处理总场编写组

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 俞覬觐 | 张海华 | 秦振军 | 陈增丰 | 章 莉 | 冯广德 |
| 徐月恩 | 郑学娟 | 胡慧青 | 应 磊 | 张国范 | 张瑞明 |
| 胡利华 | 倪佩兰 | 陈浩伟 | 洪国才 | 朱碧佳 | 倪 娜 |

总策划 张庆凤 何任飞

策 划 任 民 毕既华

责任编辑 俞辉群

## 序

科技成果推广应用是推动科学技术进入国民经济建设主战场的重要环节，也是技术创新的根本目的。专业技术培训是加速科技成果转化为先进生产力的重要途径。为贯彻落实党中央提出的：“我们必须抓住机遇，正确驾驭新科技革命的趋势，全面实施科教兴国的战略方针，大力推动科技进步，加强科技创新，加强科技成果向现实生产力转化，掌握科技发展的主动权，在更高的水平上实现技术跨越的”指示精神，受建设部人事教育司和科学技术司的委托，建设部科技发展促进中心负责组织了第一批新技术、新成果、新规范培训科目教材的编写工作。该项工作得到了有关部门和专家的大力支持，对于引导专业技术人员继续教育工作的开展、推动科技进步、促进建设科技事业的发展起到了很好的作用，受到了各级管理部门的欢迎。2002年我中心又接受了第二批新技术、新成果、新规范培训教材的编写任务。

本次建设部科技发展促进中心在组织编写新技术教材工作时，着重从近几年《建设部科技成果推广项目汇编》中选择出一批先进、成熟、实用，符合国家、行业发展方向，有广阔应用前景的项目，并组织技术依托单位负责编写。该项工作得到很多大专院校、科研院所和生产企业的高度重视，有些成立了专门的教材编写小组。经过一年多的努力，绝大部分已交稿，完成了近300余万字编写任务，即将陆续出版发行。希望这项工作能继续对行业的技术发展和专业人员素质的提高起到积极的促进作用，为新技术的推广做出积极贡献。

在《新技术、新成果、新规范培训科目目录》的编写过程中以及已完成教材的内容审查过程中，得到了业内专家们的大力支持，谨在此表示诚挚的谢意！

建设部科技发展促进中心

《建设部第二批新技术、新成果、新规范培训教材》编委会

2003年9月16日

## 前 言

随着我国社会经济的快速增长、城市化进程的不断加快、人民生活水平的不断提高,城市生活垃圾的数量和种类不断增加,对环境污染日益严重,城市生活垃圾处理已成为城市管理工作的热点、难点问题。城市生活垃圾处理越来越受到各地政府管理部门的重视,卫生填埋作为城市生活垃圾的主要处理方法,由于我国垃圾处理起步较晚,尚缺乏科学规划、设计、施工的成熟经验,以致于在国内多次发生填埋场二次污染事故。

根据建设部《关于编写建设部新技术培训教材的通知》(建发推字[2002]第029号文)的要求,针对我国近几年在城市生活垃圾填埋场建设和运行管理中出现的新情况,结合编者多年从事卫生填埋场建设、管理和科研工作经验,从新编的《城市生活垃圾卫生填埋场技术规范》(CJJ 17—2001)出发,编写了这本教材。教材较系统论述了垃圾卫生填埋场在选址、规划各环节的工作步骤和需注意的工作要点。在卫生填埋场运行管理和作业中采用了最新填埋工艺技术、填埋气体产生规律及综合利用技术、垃圾渗滤液的特性、填埋场堆体稳定技术、封场处理技术以及工程技术经济分析等,提出了一些新的观点和分析方法,弥补了我国在垃圾卫生填埋场建设、运行和管理中的不足。本教材的编写与出版,希望能有助于推动我国城市生活垃圾卫生填埋技术的发展。

本教材由深圳市下坪固体废弃物填埋场和杭州市天子岭废弃物处理总场联合编写,由建设部城市建设研究院徐文龙、郭祥信、云松等同志审核。

本教材的编写、出版过程中还得到了建设部人事教育司等有关部门领导和专家的支持,在此表示衷心感谢。由于时间仓促,错误或不当之处,望读者批评指正。

编 者

2003年8月

# 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| <b>第1章 卫生填埋技术发展概况</b>  | 1  |
| 1.1 国外卫生填埋技术发展概况       | 1  |
| 1.1.1 国外垃圾处理技术的历史与现状   | 1  |
| 1.1.2 国外卫生填埋技术的发展趋势    | 2  |
| 1.2 国内卫生填埋技术发展概况       | 3  |
| 1.2.1 国内卫生填埋技术的历史与现状   | 3  |
| 1.2.2 国内卫生填埋技术的发展趋势    | 4  |
| <b>第2章 卫生填埋技术原理和内容</b> | 7  |
| 2.1 卫生填埋的概念            | 7  |
| 2.2 分类                 | 7  |
| 2.3 基本原理               | 8  |
| 2.3.1 城市垃圾降解机理         | 8  |
| 2.3.2 垃圾降解产物对环境的影响     | 9  |
| 2.4 卫生填埋技术的主要内容        | 9  |
| 2.5 主要工程措施             | 9  |
| <b>第3章 卫生填埋场选址与规划</b>  | 11 |
| 3.1 卫生填埋场的选址           | 11 |
| 3.1.1 选址依据             | 11 |
| 3.1.2 选址原则             | 11 |
| 3.1.3 选址要求             | 11 |
| 3.1.4 选址步骤             | 12 |
| 3.1.5 选址的注意事项          | 13 |
| 3.2 卫生填埋场规划            | 13 |
| 3.2.1 卫生填埋场总图布置        | 13 |
| 3.2.2 填埋场有关问题计算        | 15 |
| 3.2.3 环境影响评价           | 16 |
| <b>第4章 防渗技术</b>        | 17 |
| 4.1 作用                 | 17 |

|              |                      |           |
|--------------|----------------------|-----------|
| 4.2          | 防渗方式                 | 17        |
| 4.3          | 垂直防渗技术               | 18        |
| 4.4          | 水平防渗技术               | 18        |
| 4.4.1        | 场地平整                 | 18        |
| 4.4.2        | 防渗材料的选择              | 19        |
| 4.4.3        | 防渗层结构                | 20        |
| 4.5          | 水平防渗衬层施工             | 21        |
| 4.5.1        | 黏土衬层的施工              | 21        |
| 4.5.2        | HDPE 膜施工             | 22        |
| 4.6          | HDPE 膜施工过程的质量保证和质量控制 | 23        |
| 4.7          | HDPE 膜施工后的保护         | 24        |
| <b>第 5 章</b> | <b>渗滤液的收集和处理</b>     | <b>25</b> |
| 5.1          | 渗滤液组成和特性             | 25        |
| 5.1.1        | 渗滤液组成                | 25        |
| 5.1.2        | 渗滤液水质影响因素            | 26        |
| 5.1.3        | 渗滤液水质特性              | 28        |
| 5.2          | 渗滤液产生和控制             | 28        |
| 5.2.1        | 渗滤液产生量的影响因素          | 28        |
| 5.2.2        | 渗滤液产生量的控制方法          | 29        |
| 5.3          | 渗滤液产生量计算方法           | 30        |
| 5.3.1        | 水量平衡法                | 30        |
| 5.3.2        | 简化的计算模型              | 31        |
| 5.4          | 渗滤液收集                | 31        |
| 5.4.1        | 收集系统的作用              | 31        |
| 5.4.2        | 收集系统的构造              | 31        |
| 5.4.3        | 收集系统的布置              | 32        |
| 5.5          | 渗滤液处理技术              | 32        |
| 5.5.1        | 合并处理法                | 32        |
| 5.5.2        | 单独处理法                | 32        |
| 5.6          | 渗滤液处理技术进展            | 36        |
| <b>第 6 章</b> | <b>填埋气体的收集与利用</b>    | <b>38</b> |
| 6.1          | 填埋气体组成与特性            | 38        |
| 6.1.1        | 填埋场气体组成              | 38        |
| 6.1.2        | 填埋气体特性               | 38        |

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| 6.2 填埋气体产生         | 39        |
| 6.2.1 填埋场产气原理      | 39        |
| 6.2.2 填埋场产气的影响因素   | 40        |
| 6.2.3 填埋场产气量       | 40        |
| 6.2.4 填埋场产气持续时间    | 41        |
| 6.2.5 填埋场产气速率      | 42        |
| 6.3 填埋气体的收集        | 42        |
| 6.3.1 收集系统分类       | 42        |
| 6.3.2 被动收集系统       | 43        |
| 6.3.3 主动收集系统       | 43        |
| 6.3.4 填埋气体收集井      | 44        |
| 6.4 填埋气体处理技术       | 45        |
| 6.5 填埋气体回收利用       | 45        |
| 6.5.1 填埋气体回收利用方式   | 45        |
| 6.5.2 填埋气体回收利用工艺技术 | 46        |
| <b>第7章 填埋场封场</b>   | <b>49</b> |
| 7.1 填埋场封场技术        | 49        |
| 7.1.1 填埋场封场的作用     | 49        |
| 7.1.2 封场系统的结构      | 49        |
| 7.1.3 封场系统设计       | 51        |
| 7.2 填埋场封场后的土地回用    | 52        |
| <b>第8章 填埋作业管理</b>  | <b>54</b> |
| 8.1 垃圾进场管理         | 54        |
| 8.1.1 进场垃圾要求       | 54        |
| 8.1.2 进场垃圾称量       | 54        |
| 8.1.3 进场垃圾检查       | 54        |
| 8.2 填埋作业           | 54        |
| 8.2.1 填埋作业规划       | 54        |
| 8.2.2 填埋作业计划       | 55        |
| 8.2.3 填埋作业技术       | 55        |
| 8.2.4 填埋作业前准备工作    | 57        |
| 8.2.5 填埋作业后的完善工作   | 58        |
| <b>第9章 虫害控制</b>    | <b>59</b> |
| 9.1 苍蝇             | 59        |

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| 9.1.1 填埋场苍蝇的来源 .....        | 59        |
| 9.1.2 苍蝇的习性 .....           | 59        |
| 9.1.3 灭蝇药物的选配 .....         | 60        |
| 9.1.4 几种主要的杀虫剂 .....        | 61        |
| 9.1.5 杀虫剂复配原则 .....         | 66        |
| 9.1.6 灭蝇的器械 .....           | 66        |
| 9.1.7 灭蝇的方法 .....           | 66        |
| 9.1.8 喷药的时间 .....           | 67        |
| 9.2 蟑螂 .....                | 68        |
| 9.2.1 防治原则要求 .....          | 68        |
| 9.2.2 物理杀灭法 .....           | 68        |
| 9.2.3 药物杀灭法 .....           | 69        |
| 9.3 鼠的防治 .....              | 69        |
| 9.3.1 驱鼠 .....              | 69        |
| 9.3.2 捕杀 .....              | 69        |
| 9.3.3 毒饵灭鼠 .....            | 70        |
| 9.4 药液配制、喷洒的注意事项 .....      | 70        |
| <b>第10章 卫生填埋场环境监测</b> ..... | <b>71</b> |
| 10.1 渗滤液监测 .....            | 71        |
| 10.1.1 样品的采集 .....          | 71        |
| 10.1.2 监测项目及测定方法 .....      | 71        |
| 10.2 地表水监测 .....            | 71        |
| 10.2.1 地表水水样的采集 .....       | 72        |
| 10.2.2 地表水监测项目及测定方法 .....   | 72        |
| 10.3 地下水监测 .....            | 73        |
| 10.3.1 地下水水样的采集 .....       | 74        |
| 10.3.2 地下水监测项目及测定方法 .....   | 74        |
| 10.4 气体监测 .....             | 75        |
| 10.4.1 填埋气体监测 .....         | 75        |
| 10.4.2 场区大气监测 .....         | 75        |
| 10.5 蝇类监测 .....             | 76        |
| 10.6 噪声监测 .....             | 76        |
| <b>第11章 卫生填埋场实例</b> .....   | <b>77</b> |
| 11.1 杭州天子岭垃圾填埋场工程 .....     | 77        |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 11.1.1 概况 .....          | 77 |
| 11.1.2 场区环境水文地质条件 .....  | 77 |
| 11.1.3 填埋场工程 .....       | 79 |
| 11.1.4 垃圾渗滤液处理工程 .....   | 82 |
| 11.1.5 填埋气体的收集与利用 .....  | 84 |
| 11.1.6 环境监测 .....        | 85 |
| 11.1.7 填埋作业及管理 .....     | 85 |
| 11.1.8 工程效益 .....        | 87 |
| 11.2 深圳市下坪固体废弃物填埋场 ..... | 87 |
| 参考文献 .....               | 89 |

# 第1章 卫生填埋技术发展概况

## 1.1 国外卫生填埋技术发展概况

### 1.1.1 国外垃圾处理技术的历史与现状

垃圾作为人类社会的产物之一，人类社会发展的历史就是垃圾处理技术发展的历史。早在公元前 3000~1000 年古希腊米诺文明时期，克里特岛的首府康诺索斯就曾把垃圾分层覆土埋入大坑中。圣经中也记载摩西曾给希伯来人制订法律，要求把垃圾“远扔”。原始的垃圾处理方法是找一处空地，将垃圾堆填了事，随意倾倒垃圾、露天简易堆放的情况随处可见。这些传统的无控制的垃圾处理技术很容易污染水源、大气和土壤。

随着人类社会的发展进步，全球的城市化水平不断提高，城市垃圾的数量和种类不断增加，城市垃圾的处理问题开始引起各国政府的重视。尤其是自从发现垃圾露天堆放场造成的环境污染问题越来越严重、污染公害事件不断发生后，人们逐步认识到加强城市垃圾治理的重要性，并开始研究传统的垃圾处理技术，评价其适应性。

目前全球的城市化率已超过 50%，伴随其进程，全球垃圾治理形势十分严峻——其产生量飞速增长，1997 年全球产生垃圾  $4.9 \times 10^{11}$  kg。据美国《生物循环》杂志调查，从 1989~1998 年，美国垃圾产生量增加了  $9 \times 10^{10}$  kg。日本作为发达国家，虽然近年来垃圾产生量有所下降，但在 1989 年前一直以每年 5%~7% 的速度增长。

为了保护人类赖以生存的环境，各国正逐步抛弃和改进传统的垃圾处理方法，研究、开发并推广新的无害化处理技术，并从政策法规上加强管理，世界上大部分国家已先后制订了垃圾治理的有关法规和技术标准。经过多年的努力探索，开发了高温堆肥、卫生填埋、焚烧和回收利用四种主要的垃圾处理方法。由于各国国情不同，因此各国采用的垃圾处理方法也不尽相同。发达国家如德、日、美、法、瑞典等都较早地提出在分类收集的基础上综合处理，实现垃圾减量化、无害化和资源化的目的。

高温堆肥是依靠自然界中广泛存在的细菌、放线菌、真菌等微生物，人为地、可控制地促进可被生物降解的有机物向稳定腐殖质转化的生物化学过程。高温堆肥的产物称为堆肥，通过堆肥化可以将垃圾中的易腐有机物转化为有机肥料，堆肥是废物的一种无害化的稳定形式。

垃圾焚烧是将城市垃圾进行高温热处理，在焚烧炉膛内，垃圾中的可燃成分与空气中的氧气进行剧烈的化学反应，放出热量，转化为高温的燃烧气和量少而且性质稳定的固体残渣。燃烧气可以作为热源回收利用热能，残渣可直接填埋处置，其体积约为原生垃圾的 5%~10%，重量约为原生垃圾的 10%~25%。

卫生填埋是从简易的垃圾堆放和填地处理发展起来的一种垃圾处理技术。现在的卫生填埋与传统的堆填处理有着本质的区别，完全符合现行的环保要求。由于安全可靠、投资

较省、运行费用较低，已广泛运用于许多国家。表 1-1 列出了主要发达国家城市垃圾处理技术的应用情况，可以看出各种处理技术在各国垃圾处理中所占的位置。

主要发达国家城市垃圾处理技术的应用情况

(各种技术处理量所占的百分比)

表 1-1

| 序 号 | 国 家 | 年 份  | 卫生填埋 | 焚 烧 | 回收利用 |
|-----|-----|------|------|-----|------|
| 1   | 英 国 | 1991 | 90   | 9   | ~    |
| 2   | 法 国 | 1991 | 48   | 42  | 10   |
| 3   | 日 本 | 1994 | ~    | 74  | 11   |
| 4   | 美 国 | 1991 | 72   | 17  | 11   |
| 5   | 德 国 | 1993 | 73   | 23  | 4    |
| 6   | 荷 兰 | 1991 | 50   | 40  | 10   |
| 7   | 丹 麦 | 1991 | 34   | 65  | 1    |
| 8   | 瑞 典 | 1995 | 40   | 55  | 5    |
| 9   | 瑞 士 | 1991 | 20   | 77  | ~    |
| 10  | 意大利 | 1991 | 90   | 6   | ~    |
| 11  | 西班牙 | 1991 | 75   | 7   | ~    |
| 12  | 加拿大 | 1989 | 82   | 7   | 11   |

如表 1-1 所示，目前世界上多数国家城市垃圾处理都以卫生填埋法为主。只有日本等少数国家由于土地资源紧缺，没有大量可供卫生填埋使用的土地，因此较少采用卫生填埋法。但卫生填埋作为垃圾处理的最终手段，可以处理不可堆肥物和焚烧处理后剩余的残渣，是必不可少的。

高温堆肥、卫生填埋和焚烧 3 种处理方法各有利弊。在国外，焚烧法运用得较为广泛，发达国家尤其是国土面积较小的国家如日本、丹麦、瑞士等，焚烧已成为主要的处理手段，而国土面积较大的国家如美国、英国、德国等则以卫生填埋为主。

1.1.2 国外卫生填埋技术的发展趋势

20 世纪 30 年代，美国加利福尼亚州首次提出“卫生填埋”的概念，到 20 世纪 80 年代发展为成熟的技术。它与传统的堆填处置主要区别如下：

1. 需经过科学选址；
2. 需建设符合环保要求的工程措施；
3. 需按技术规范填埋作业；
4. 饱和后要进行封场和封场后的维护管理。

由于各国技术水平、经济条件、认识水平等条件的限制，各国城市垃圾填埋处理真正达到卫生填埋技术标准要求的并不是很多。美国、英国等国仍有部分未满足卫生填埋技术标准要求的填埋场在运行，德国也有部分填埋场是简易填埋或低标准的卫生填埋场。部分发展中国家才开始应用卫生填埋技术，经济落后国家仍在采用传统的简易堆填方法。随着人们生活水平的不断提高，对环境质量的要求也越来越高，卫生填埋技术向生态填埋、延长填埋场使用年限的方向发展。

### 1. 生态填埋技术

采用多层高密度聚乙烯膜复合防渗结构，设置防渗结构层渗漏检测设施；控制垃圾体中渗滤液水位低于 0.5m；渗滤液经处理后达到可排入地表水标准甚至处理后再利用达到零排放；主动抽取填埋气体并利用填埋气体发电、供热或作民用和汽车燃料，多余的和尚未利用的填埋气体送专用火炬集中燃烧处理后排放；规范填埋作业，控制很小的填埋作业面，当天作业完毕后即日覆盖，看不到垃圾；中间覆盖面及时植被恢复，场区绿化美化，与周围生态环境协调和谐，对周围环境的影响控制在最低限度，基本上无影响。

### 2. 对原有填埋场的改造、封场和重复利用技术

有的国家对简易填埋场或低标准填埋场按现行更高标准进行改造或封场以符合现在环保的要求，主要在防渗、渗滤液处理、填埋气体利用和处理方面进行改造。有的国家开始研究把老填埋场的陈旧垃圾挖出来，经筛分处理后，剩下渣土、陶瓷送去填埋，这样可腾出大量的填埋容量，成倍延长填埋场的使用年限。

### 3. 加速稳定化技术

少数国家在研究改变垃圾体内氧气含量、生物菌种、水分等条件，促进垃圾降解，加速垃圾稳定化进程。达到减少渗滤液产量，缩短产气时间和封场后维护时间，降低垃圾处理成本的目的。

## 1.2 国内卫生填埋技术发展概况

### 1.2.1 国内卫生填埋技术的历史与现状

我国卫生填埋技术发展得较晚，20 世纪 80 年代初城市垃圾处理主要以高温堆肥和裸露堆填为主，全国无一家正规的卫生填埋场。

20 世纪 80 年代中后期，垃圾的裸露堆放场蚊子、苍蝇大量孳生，臭气熏天，而且垃圾渗滤液不经任何处理，随意排放，严重污染周围环境。这种状况与各城市飞速发展的经济极不协调，不能满足群众对环保的要求，促使各级政府开始规划筹建比较规范的垃圾填埋场。1985 年选址立项、1988 年建设、1991 年运行的杭州市天子岭废弃物处理总场填补了国内无一家正规垃圾卫生填埋场的空白。它是国内首家按建设部卫生填埋技术标准设计建造的大型山谷型垃圾卫生填埋场，具备特殊的水文地质条件，工程采用垂直帷幕灌浆防渗技术，防止污染地下水。该填埋场占地 48 公顷，库容为 600 万  $\text{m}^3$ ，垃圾处理规模为约 1200t/d。

80 年代末开始筹建的填埋场还有广州大田山垃圾填埋场、中山市垃圾填埋场、上海市废弃物老港处置场等。进入 20 世纪 90 年代后，随着国家对环卫工作的重视，全国各大、中城市相继建成了城市垃圾卫生填埋场。各城市垃圾填埋场比 80 年代的裸露堆放场无论从设计、建设还是运行管理方面都有大幅度的改进，这一时期是我国城市垃圾卫生填埋技术一次质的飞跃。20 世纪 90 年代中后期，我国还相继建设了几个具有人工水平防渗层的卫生填埋场。如 1996 年建成的北海市垃圾卫生填埋场、1997 年建成的深圳市下坪固体废物填埋场，这两个填埋场是我国最早采用 HDPE 膜水平防渗的城市垃圾卫生填埋场。自北海、深圳以后，在昆明、海口、保定、北京六里屯、天津、青岛、泉州等城市又相继建成或在建一批采用 HDPE 膜水平防渗的垃圾卫生填埋场，它表明我国的垃圾卫生

填埋技术正逐步与国际接轨。

深圳市下坪固体废弃物填埋场是全国第一座按 20 世纪 90 年代国际通用的卫生填埋技术规范设计的现代化垃圾填埋场，现代化程度在全国同行中名列前茅。该工程投资 3.4 亿元，于 1992 年开工建设，1997 年 10 月一期工程建成投产，日处理规模 1800t，使用年限 30 年以上。其主要特点为：

1. 采用以高密度聚乙烯防渗膜为核心的层状结构作为防渗层，在填埋场的场底和周边形成隔离层，防止渗滤液污染地下水。

2. 采用防雨塑料膜替代黏土进行日覆盖，可节约 1/10 的填埋库容，并显著抑制蚊蝇的孳生，节约运行费用多达每年 53 万元。

我国非常重视城市环境质量问题，把城市垃圾的综合治理工作纳入我国国民经济与社会发展“十五”计划纲要，提出了重要的政策措施。2001 年 3 月，江泽民总书记在中央人口资源环境工作座谈会上再一次把城市垃圾污染治理问题提到全党和全国人民面前，要求全党全国人民增强做好人口资源环境工作的紧迫感和责任感，“努力提高城市污水和垃圾处理水平，切实控制城市污水、大气、噪声、固体废物污染”。朱镕基总理在全国第五次环境保护工作会议的讲话中指出，城市环保要抓好环境基础设施建设和能源结构调整。总之“十五”期间国家明显加大了城市垃圾处理的投资力度，并将垃圾处理作为重点发展的领域之一。重点发展、开发垃圾卫生填埋技术和成套设备，中小城镇生活垃圾焚烧技术和成套设备，以及垃圾收集、分选、预处理技术和装备，形成产品标准化、系列化。上海同济大学与杭州市天子岭废弃物处理总场等单位联合申请国家“863 计划”首次设立的资源与环境技术领域环境污染防治技术主题中“城市生活垃圾生态填埋成套化技术及设备”课题的成功，更表明了政府对垃圾处理技术发展的重视。

### 1.2.2 国内卫生填埋技术的发展趋势

比较国内外的卫生填埋技术，可发现现代化的城市垃圾卫生填埋场具有以下特点，也可看到我国卫生填埋技术与国际先进技术之间的差距：

#### 1. 土地高效利用

所谓土地高效利用，就是在给定的有限的填埋场区内填埋更多的垃圾，其衡量指标是空间利用系数  $E$ ，单位是  $\text{m}^3$ （垃圾）/ $\text{m}^2$ （土地），尽量提高空间利用系数是填埋技术发展的生命线。现代化垃圾卫生填埋场的空间利用系数可达 50~70，目前我国垃圾填埋场的空间利用系数平均约为 20~50。

#### 2. 合理规划，发展规模化填埋技术

小规模填埋场由于产气量小，难于综合利用，另外采用小规模填埋场必然造成污染源分布面广，环境风险很高。我国应重点推广建设跨区域的集中式的垃圾填埋场，卫生填埋场的建设规划应尽早纳入环境卫生专业规划及城市总体规划，最好落实到规划勘测红线，甚至规划红线。

#### 3. 防渗系统安全化

填埋场防渗是保护地下水、地表水和土壤不受污染的关键。各地按地质、地理、水文和人文环境条件的不同，可采用不同的防渗系统，目前国内标准的卫生填埋场均采用进口的高密度聚乙烯膜（HDPE）进行防渗。国内从“八五”期间开始对有机防渗材料进行全面的筛选和研制，今后应进一步开发新型的低成本、高性能的防渗材料，促使有机防渗材

料国产化，这对于降低卫生填埋场的处理成本很有意义。

#### 4. 部分实现资源化

现代化卫生填埋场的功能已不仅仅局限于垃圾最终处置，还可实现部分资源回收。填埋场资源回收有三种方式：一是将填埋场与具有垃圾分类回收功能的设施建在一起，使填埋场具有综合处理的功能；二是实现填埋气体的回收利用（如利用填埋气体发电或将填埋气体制成清洁燃料使用等）。城市垃圾填埋气中甲烷占 45%~70%，它是一种宝贵的清洁能源，具有很高的热值和回收利用价值。美国政府曾作过估算，如果全美 1% 的天然气被垃圾填埋气取代，仅此一项，每年可节约 4~5 亿美元。根据测算，现阶段我国每吨生活垃圾可产填埋气体约 150m<sup>3</sup> 以上，可用于发电的填埋气体量达 50m<sup>3</sup>，效益十分可观。三是填埋场封场后进行土地的生态恢复，再创土地生产力。填埋场封场后，可建设运动场、生态公园、停车场、公墓等场所，尽可能地提高其土地使用价值和景观价值。

#### 5. 全方位环保

卫生填埋场的环保措施包括渗滤液处理、雨污分流、填埋气体控制、除臭、降尘、降噪、蚊虫及鼠鸟危害控制以及园林绿化等。垃圾渗滤液的处理是目前大多数填埋场共同遇到的难题，其成分复杂多变，有毒物质含量高，处理困难。对渗滤液处理工艺、技术的开发研究将是目前和将来城市垃圾处理技术的重要组成部分。

#### 6. 运行管理现代化、市场化

目前卫生填埋场的技术含量已越来越高，对管理人员尤其是专业技术人员提出了更高的要求，需要具有一定素质和科技文化水平的专业化运营管理队伍进行科学化规范管理。现代化的卫生填埋场管理系统包括完善的填埋场运营质量保证系统，计算机信息管理系统及先进的自动化控制技术，人员岗位责任及资格考核制度等组成部分。我国的卫生填埋场运行管理今后将全面走向市场，即从目前行政事业单位运转模式转变为纯企业、公司化运转模式，或者由政府投资建设，通过招投标由专业化公司来运营管理。政府将对专业化公司实行资质考核、等级评定或者运行许可审查。

21 世纪议程提出“到 2010 年，我国所有城市都要建立符合环境要求的生活垃圾填埋场或焚烧厂，使全部生活垃圾都得到处置”。要实现上述目标，尽管卫生填埋场有着永久性占地及污染环境的潜在危险的缺点，但结合我国目前的经济水平，大力推广卫生填埋技术是惟一能够迅速提高我国垃圾无害化处理率的办法。在 2010 年前，我国城市垃圾处理仍以卫生填埋为主，我们亟待提高全国卫生填埋场的整体技术水平。随着广州市兴丰生活垃圾卫生填埋场和杭州市第二垃圾填埋场采用 21 世纪国际先进技术设计建设，并分别于 2002 年底和 2003 年投入使用，标志着我国的城市垃圾卫生填埋技术也将与国际同步。我国的城市垃圾卫生填埋技术也向多元化方向发展，向生态填埋、综合处理方向发展。

##### (1) 生态填埋

深圳市下坪固体废弃物填埋场经过 5 年多的探索与实践，规范作业管理、场区绿化美化、中间覆盖后及时植被恢复，与周围环境协调和谐，基本掌握了生态填埋技术。2001 年，生态填埋成套化技术列入国家“863 计划”，由同济大学牵头组织开展科技攻关工作。主要攻关方向为开发防渗和检漏技术与设备、渗滤液回灌与处理技术、填埋气体回收利用和处理技术与设备、加速垃圾稳定化技术、生态修复技术等。

##### (2) 综合处理技术