

CHENGSHI WUNI DUIFEI LINDI LIYONG
JIQI HUANJING SHENGTAI FENGXIAN PINGJIA



城市污泥堆肥 林地利用及其环境生态风险评价

张立秋 孙德智 封 莉 主编

中国环境出版社

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

城市污泥堆肥林地利用及其 环境生态风险评价

张立秋 孙德智 封 莉 主编

中国环境出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

城市污泥堆肥林地利用及其环境生态风险评价 / 张立秋, 孙德智, 封莉主编. —北京: 中国环境出版社, 2014.12

ISBN 978-7-5111-2141-7

I. ①城… II. ①张…②孙…③封… III. ①城市—污泥利用②林地—堆肥—环境生态评价 IV. ①X703②X826

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 274323 号

出版人 王新程
策划编辑 付江平
责任校对 尹芳
封面设计 宋瑞

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67111484 (管理图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2014 年 11 月第 1 版
印 次 2014 年 11 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 15.75
字 数 374 千字
定 价 48.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

编著委员会

顾 问：吴晓青

组 长：熊跃辉

副组长：刘志全

成 员：禹 军 陈 胜 刘海波

《城市污泥堆肥林地利用及其环境生态风险评价》

编 委 会

主 编：张立秋 孙德智 封 莉

编写人员：冯丽娟 薛 彬 翟羽佳 王 颖 马博强 张 鑫
李萍萍 孙昊婉 孙 雯 孙中恩 周 媛 李 东

序 言

我国作为一个发展中的人口大国，资源环境问题是长期制约经济社会可持续发展的重大问题。党中央、国务院高度重视环境保护工作，提出了建设生态文明、建设资源节约型与环境友好型社会、推进环境保护历史性转变、让江河湖泊休养生息、节能减排是转方式调结构的重要抓手、环境保护是重大民生问题、探索中国环保新道路等一系列新理念新举措。在科学发展观的指导下，“十一五”环境保护工作成效显著，在经济增长超过预期的情况下，主要污染物减排任务超额完成，环境质量持续改善。

随着当前经济的高速增长，资源环境约束进一步强化，环境保护正处于负重爬坡的艰难阶段。治污减排的压力有增无减，环境质量改善的压力不断加大，防范环境风险的压力持续增加，确保核与辐射安全的压力继续加大，应对全球环境问题的压力急剧加大。要破解发展经济与保护环境的难点，解决影响可持续发展和群众健康的突出环境问题，确保环保工作不断上台阶出亮点，必须充分依靠科技创新和科技进步，构建强大坚实的科技支撑体系。

2006年，我国发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》（以下简称《规划纲要》），提出了建设创新型国家战略，科技事业进入了发展的快车道，环保科技也迎来了蓬勃发展的春天。为适应环境保护历史性转变和创新型国家建设的要求，原国家环境保护总局于2006年召开了第一次全国环保科技大会，出台了《关于增强环境科技创新能力的若干意见》，确立了科技兴环保战略，建设了环境科技创新体系、环境标准体系、环境技术管理体系三大工程。五年来，在广大环境科技工作者的努力下，水体污染控制与治理科技重大专项启动实施，科技投入持续增加，科技创新能力显著增强；发布了502项新标准，现行国家标准达1263项，环境标准体系建设实现了跨越式发展；完成了100余项环保技术文件的制（修）订工作，初步建成以重点行业污染防治技术政策、技术

指南和工程技术规范为主要内容的国家环境技术管理体系。环境科技为全面完成“十一五”环保规划的各项任务起到了重要的引领和支撑作用。

为优化中央财政科技投入结构,支持市场机制不能有效配置资源的社会公益研究活动,“十一五”期间国家设立了公益性行业科研专项经费。根据财政部、科技部的总体部署,环保公益性行业科研专项紧密围绕《规划纲要》和《国家环境保护“十一五”科技发展规划》确定的重点领域和优先主题,立足环境管理中的科技需求,积极开展应急性、培育性、基础性科学研究。“十一五”期间,环境保护部组织实施了公益性行业科研专项项目 234 项,涉及大气、水、生态、土壤、固废、核与辐射等领域,共有包括中央级科研院所、高等院校、地方环保科研单位和企业等几百家单位参与,逐步形成了优势互补、团结协作、良性竞争、共同发展的环保科技“统一战线”。目前,专项取得了重要研究成果,提出了一系列控制污染和改善环境质量技术方案,形成一批环境监测预警和监督管理技术体系,研发出一批与生态环境保护、国际履约、核与辐射安全相关的关键技术,提出了一系列环境标准、指南和技术规范建议,为解决我国环境保护和环境管理中急需的成套技术和政策制定提供了重要的科技支撑。

为广泛共享“十一五”期间环保公益性行业科研专项项目研究成果,及时总结项目组织管理经验,环境保护部科技标准司组织出版“十一五”环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书。该丛书汇集了一批专项研究的代表性成果,具有较强的学术性和实用性,可以说是环境领域不可多得的资料文献。丛书的组织出版,在科技管理上也是一次很好的尝试,我们希望通过这一尝试,能够进一步活跃环保科技的学术氛围,促进科技成果的转化与应用,为探索中国环保新道路提供有力的科技支撑。

中华人民共和国环境保护部副部长

吴晓青

2011 年 10 月

前 言

随着我国城市化进程的加快和城市污水处理率的提高,城市污泥的产生量也呈现出快速增长的态势。城市污泥中既含有丰富的有机质、氮、磷、钾等营养元素,也含有重金属、病原微生物、多环芳烃等有毒有害有机物,一旦处置不当,就有可能产生二次环境污染事故。因此,如何妥善处理处置城市污泥,已经成为我国城市化进程中亟待解决的重大环境问题之一。

城市污泥堆肥化处理是实现污泥资源化利用的一条有效途径。与城市污泥堆肥农用相比,将污泥堆肥产品应用于林地具有更大的优势:一是林地面积大,相对环境容量也较大,可以接纳相对较多的城市污泥;二是可以避开食物链,一般不会影响或威胁到人体健康;三是可以提高林地土壤肥力,促进土壤微生物的活动,从而改善土壤结构,促进土壤团粒形成,有助于增加林木产量;四是可以利用林木植物对某些重金属的高富集特性,实现土壤重金属污染的绿色修复。可见,城市污泥堆肥林地利用具有广阔的应用前景。但是,污泥堆肥中仍然含有的重金属、病原微生物、有毒有害有机污染物(如多环芳烃)、氮磷等营养物是否会在土壤中残留积累,或随降雨径流进入地下水和地表水体,进而产生新的环境生态风险呢?为了回答这一问题,课题组于2011年承担了环境保护部公益性行业科研专项“城市污泥堆肥林业利用环境生态风险评估技术体系与控制对策研究(201109041)”,选择在北京鹫峰国家森林公园内的混交林、风景林和园林绿地开展了近三年的现场试验和实验室研究,建立了城市污泥堆肥林地利用环境生态风险监测方法体系,对于污泥堆肥产品中主要风险因子(包括重金属、病原微生物、多环芳烃、氮磷营养物等)在环境介质中的暴露水平、迁移转化规律进行了较为系统的研究,确定了不同环境介质中潜在的污染风险

因子,并从环境影响、生态风险、人体健康三个方面对城市污泥堆肥林地利用的环境生态风险进行了评价,在此基础上,提出了城市污泥堆肥林业利用环境生态风险控制对策。

课题组在上述研究的基础上,将研究成果进行整理编撰此书,希望能为相关研究提供一些参考和依据。本书第1章由张立秋、孙中恩编写;第2章由冯丽娟、薛彬、马博强、孙雯编写;第3章由封莉、冯丽娟、孙雯编写;第4章由张立秋、孙德智、冯丽娟、薛彬、马博强、王颖、张鑫、李萍萍、孙昊婉编写;第5章由翟羽佳、张立秋、封莉编写;第6章由翟羽佳、张立秋、封莉编写。全书由张立秋、孙德智统稿,周媛、李东参加了书稿的资料收集、整理和校对工作。在此,还要特别感谢鹫峰国家森林公园王永先生、苗少波先生在试验进行过程中给予的大力支持。

本书在编写过程中参考了与本领域相关的论著与文献,借鉴了国内外许多专家和学者发表的研究成果,在此向有关作者致以谢忱。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中的错误、疏漏之处在所难免,希望得到专家、学者及广大读者的批评指教。

编 者

2014年10月于北京

目 录

第 1 章 城市污泥处置技术概述 1

 1.1 城市污泥概述 1

 1.2 城市污泥处置与资源化利用技术 6

 参考文献 14

第 2 章 城市污泥堆肥方式与堆肥产品性质 19

 2.1 城市污泥堆肥方式 19

 2.2 城市污泥堆肥产品性质分析 27

 2.3 城市污泥堆肥与其他有机肥的比较 35

 参考文献 37

第 3 章 城市污泥及其堆肥产品林地利用研究概述 40

 3.1 城市污泥及其堆肥产品土地利用研究概述 40

 3.2 城市污泥及其堆肥产品农业利用研究概述 41

 3.3 城市污泥及其堆肥产品林地利用研究概述 42

 参考文献 46

第 4 章 城市污泥堆肥林地利用污染物迁移转化规律 49

 4.1 城市污泥堆肥林地利用环境生态风险监测体系构建 49

 4.2 试验场地建设与研究方案 63

 4.3 氮、磷在环境介质中的迁移转化规律 75

 4.4 重金属在环境介质中的迁移转化规律 105

 4.5 多环芳烃在环境介质中的迁移转化规律 142

 4.6 病原微生物在环境介质中的变化规律 161

 参考文献 178

第 5 章 城市污泥堆肥林地利用环境生态风险评价方法 189

 5.1 环境生态风险概述 189

 5.2 城市污泥堆肥林业利用环境生态风险评价方法 192

 参考文献 211

第 6 章 城市污泥堆肥林业利用环境风险评价及控制对策215

6.1 环境生态风险评价指标的确定215

6.2 城市污泥堆肥林业利用对土壤的环境生态风险评价216

6.3 城市污泥堆肥林业利用对水体的环境生态风险评价235

6.4 城市污泥堆肥林业利用环境生态风险控制对策239

参考文献.....241

第 1 章 城市污泥处置技术概述

1.1 城市污泥概述

1.1.1 我国城市污泥现状

城市污泥是城市污水处理过程中产生的固体或流体状副产物,含水率一般介于 75%~99%之间。在城市污水处理厂,污泥的产生量占污水处理量的 0.3%~0.5% (以含水率为 97%计)。随着我国社会经济的发展和城市人口的快速增长、人民生活水平的不断提高,城市污水的排放量也日渐增加,随之又产生了城市污泥的处理处置问题。城市污泥一旦处置不当,就有可能对环境产生二次污染。

自 2001 年开始,我国城市污水处理厂的建设数量呈现快速增加趋势(图 1-1),截至 2013 年 3 月底,全国设市城市、县累计建成城镇污水处理厂 3 451 座,城市污水处理设施的日处理能力已经达到 $1.45 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。2012 年 4 月,国务院办公厅根据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》和《“十二五”节能减排综合性工作方案》,印发了《“十二五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》,明确要求至 2015 年,全国城市污水处理率要达到 85%,其中直辖市、省会城市和计划单列市城区实现污水全部收集和处理,地级市和县级市的污水处理率要分别达到 85%和 70%,县城污水处理率平均达到 70%,建制镇污水处理率平均达到 30%。在此背景下,我国城市污水的处理量在今后几年势必会有较大的增长。

伴随着我国城市污水处理厂建设数量的增加和城市污水处理率的提高,城市污泥的产生量在近些年也呈现出快速增长的态势。2006 年,我国城市污水处理厂产生的剩余污泥量约为 1 500 万 t (含水率为 80%);至 2010 年,城市污水处理厂剩余污泥的产生量已经增加到 3 000 万 t (含水率为 80%),产生量翻了一倍。城市污泥产生量的快速增加在我国的大城市表现得尤为明显,以北京为例,1998 年北京城市污水处理厂剩余污泥的产生量仅有 25 万 t 左右 (含水率为 80%);到 2012 年,全市每年城市污泥产生量已经达到 132 万 t,折合 3 600 t/d (城区 2 600 t/d,郊区 1 000 t/d),在不到 15 年的时间里,城市污泥的产生量增加了 4 倍多。预计到 2015 年,全市城市污泥产生量将达到 6 580 t/d (年产量为 240 万 t),其中中心城区 3 960 t/d,郊区 2 620 t/d。图 1-2 所示为北京市 1998—2012 年城市污水处理厂剩余污泥产生量的变化情况。

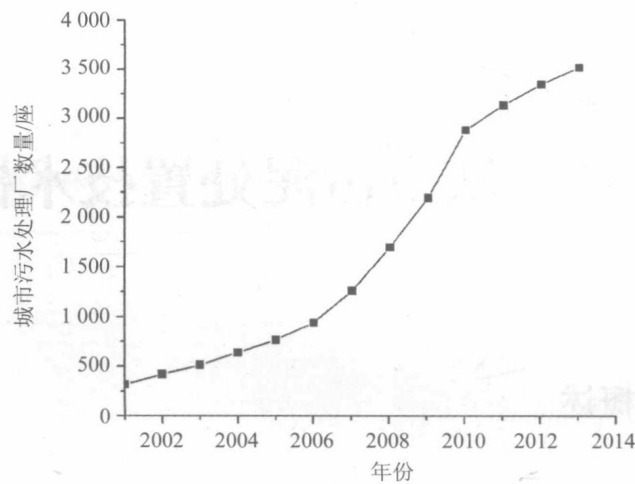


图 1-1 我国城市污水处理厂建设数量随时间变化趋势

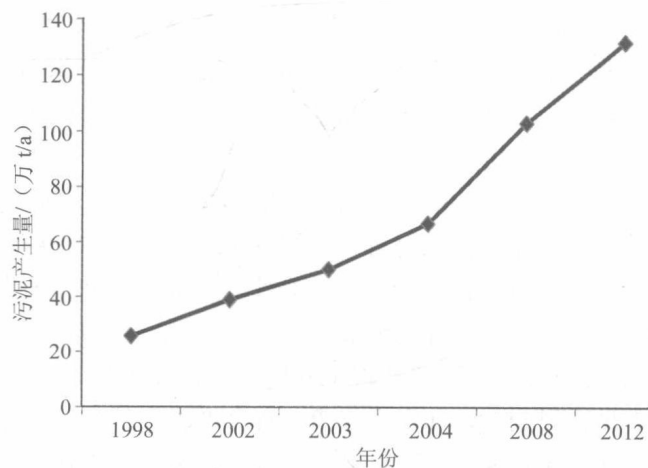


图 1-2 北京城市污泥产生量随时间变化趋势

1.1.2 城市污泥的性质与特点

1. 城市污泥的组成

城市污泥主要由细菌菌体、有机残片、无机颗粒、胶体等组成，是一种以有机成分为主的较为复杂的混合物，其中包含对农业有潜在利用价值的有机质、氮、磷、钾和各种微量营养元素。由于污泥来源于各种污水，所以污泥中不可避免地含有多种有毒有害物质，如重金属、多环芳烃（PAHs）、病原微生物等；同时，污泥中含有较多的易分解或腐化的成分，通常会散发出难闻的气味。

2. 城市污泥的化学特性

1) 城市污泥的基本理化特性

城市污泥的分类及其基本理化性质如表 1-1 所示。

表 1-1 城市污泥分类及其基本理化特性

项目	初沉池污泥	剩余活性污泥	厌氧消化污泥
pH 值	5.0~8.0	6.5~8.0	6.5~7.5
干固体总量/%	3.0~8.0	0.5~1.0	5.0~10.0
挥发性固体总量（以干重计）/%	60~90	60~80	30~60
固体颗粒密度/（g/cm ³ ）	1.3~1.5	1.2~1.4	1.3~1.6
容重/（g/cm ³ ）	1.02~1.03	1.0~1.01	1.03~1.04
碱度（以 CaCO ₃ 计）/（mg/L）	500~1 500	200~500	2 500~3 500

2) 城市污泥的化学构成

城市污泥的来源及其在污水处理厂的处理方法很大程度上决定着它们的化学组成。一般来说，城市污泥中含有较为丰富的氮、磷、钾等营养元素和铁、镁、锌等金属元素（表 1-2）。城市污泥中的有机物主要包含蛋白质、碳水化合物和脂肪，这些有机物主要由长链分子构成（表 1-3）。有机物是植物和微生物生长的主要营养物质，城市污泥中含有的可供生物利用的有机成分包括多糖、脂肪、含氮、硫和磷的有机化合物等，这些物质有利于土壤腐殖质的形成，继而改善土壤颗粒的渗透性、透气性和聚集性。

表 1-2 城市污泥中植物营养元素的存在形式

元素	符号	离子或分子	元素	符号	离子或分子
氮	N	NO ₃ ⁻ 、NH ₄ ⁺	镁	Mg	Mg ²⁺
磷	P	H ₂ PO ₄ ⁻ 、HPO ₄ ²⁻	锰	Mn	Mn ²⁺
钾	K	K ⁺	铜	Cu	Cu ²⁺
硫	S	SO ₄ ²⁻	锌	Zn	Zn ²⁺
钙	Ca	Ca ²⁺	钼	Mo	MoO ₄ ²⁺
铁	Fe	Fe ²⁺ 、Fe ³⁺	硼	B	H ₃ BO ₃ 、H ₃ BO ₃ ⁻ 、B(OH) ₄ ⁺

表 1-3 城市污泥中的有机物组成

有机物种类	初沉池污泥	剩余活性污泥	厌氧消化污泥
有机物含量/%	60~90	60~80	30~50
纤维素含量（占干重）/%	8~13	5~10	8~15
半纤维素含量（占干重）/%	2~4	—	—
木质素含量（占干重）/%	3~7	—	—
油脂和脂肪含量（占干重）/%	6~35	5~12	5~20
蛋白质（占干重）/%	20~30	32~41	15~20
碳氮比	（9.4~10.0）：1	（4.6~5.0）：1	—

城市污泥中除了含有有机质、氮、磷、钾等营养组分外，还含有多种重金属组分（如砷、镉、铬、铜、铅、汞、镍、锌等）。表 1-4 给出了我国部分城市污水处理厂污泥中所含

的重金属组分、含量及我国林用和园林绿化用污泥泥质的相关标准。

表 1-4 我国城市污水处理厂污泥中重金属成分及质量分数 单位: mg/kg

污水处理厂	Zn	Cu	Ni	Hg	As	Cd	Pb	Cr
上海曲阳污水处理厂	3 740	350.0	34.8	1.22	5.68	0.85	9.95	15.77
上海龙华污水处理厂	1 370	101.0	17.3	0.19	1.51	0.19	0.95	1.18
上海曹阳污水处理厂	146.7	146	42.9	6.04	15	5.55	129.0	70
上海天山污水处理厂	1 615	426.0	42.6	7.8	21.9	1.49	116	46.6
上海吴淞污水处理厂	149	226	65.2	1.12	2.32	0.097	7.27	3.74
上海闵行污水处理厂	1 090	119	32.2	2.16	7.1	1.67	76.5	53.4
上海北郊污水处理厂	2 467	158	44.6	9.25	33.4	2.52	108	21.9
广州大坦沙污水处理厂	3 394	1225	693.1	1.96	57.12	2.56	120.0	1550
佛山镇安污水处理厂	19.51	637	—	—	—	9.37	48.0	139
深圳滨河污水处理厂	1 945	1719	—	2.95	—	2.37	210	195
苏州城西污水处理厂	1 739	88.7	10.4	—	—	1.3	61.6	—
西安污水处理厂	2 803	605.8	266	2.37	23.8	1.30	374	1423
太原杨家堡污水处理厂	775.1	149.2	39.1	6.96	19.8	0.95	54.5	42.6
太原北郊污水处理厂	1 525	222.6	32.4	6.43	15.5	0.65	49.8	271.0
太原胶家堡污水处理厂	1 423	3 068	297.1	6.4	23.3	4.30	53.3	1411
太原镇城底污水处理厂	168.6	39.3	27.3	0.68	5.60	—	66.6	43.9
太原古交污水处理厂	251.2	28.4	32.9	0.61	9.18	0.05	42.3	49.1
杭州四堡污水处理厂	4 205	367.1	457.6	1.86	12.95	3.55	135.5	537.2
上海金山石化污水处理厂	8 352	193	53	2.5	7.5	2.4	371	249
北京酒仙桥污水处理厂	64	35.2	—	—	—	—	—	—
北京高碑店污水处理厂	—	—	—	—	—	—	41	—
林用泥质标准	<3 000	<1500	<200	<15	<75	<20	<1 000	<1 000
园林绿化用泥质标准 A 级	<1 500	<500	<100	<3	<30	<3	<300	<500
园林绿化用泥质标准 B 级	<3 000	<1500	<200	<15	<75	<15	<1 000	<1 000

3. 城市污泥的微生物学特性

城市污泥中包含多种微生物群体，这些微生物群体在污泥的处理和实际利用中起到双重作用，既有有益的作用，也有不利的影响。污泥中的微生物可以分为细菌、真菌、放线菌、原生动物、后生动物、寄生虫、病毒等。这些微生物中相当一部分可以导致人和动物的疾病，未经妥善处理的城市污泥施用到农田，部分致病微生物和病毒会在农作物中累积，或污染地表水和地下水。污泥处理的一个主要目的就是要去除其中的致病微生物。表 1-5 给出了土壤和植物中主要的致病微生物的存活时间。

表 1-5 致病微生物在环境中的存活时间

致病体	土壤中		植物体内	
	最大存活时间 (最长)	最大存活时间 (普通)	最大存活时间 (最长)	最大存活时间 (普通)
细菌	1 年	2 个月	6 个月	1 个月
病毒	1 年	3 个月	2 个月	1 个月
原生动细胞囊	10 天	2 天	5 天	2 天
寄生虫卵	7 年	2 年	5 个月	1 个月

1.1.3 城市污泥的潜在环境危害

城市污泥中含有重金属、病原菌和微量的有毒有害有机物(如 PAHs),若不经妥善处理就被弃置或简单填埋,会对生态环境和人类健康构成严重的潜在威胁。随意弃置的城市污泥经过雨水的侵蚀和渗漏作用,极易对地下水和土壤造成二次污染。因此,在日本、美国和西欧等一些经济发达国家,污水和污泥的处理,通常都被作为解决城市水污染问题同等重要又紧密关联的两个系统,污泥处理部分的投资比例占污水处理厂总投资的 50%~70%。

我国城市污水处理起步较晚,早期建设的污水处理厂,由于没有严格的污泥排放监管,普遍将污水和污泥处理单元独立开来,为了追求污水处理率,往往尽可能地简化,甚至忽略污泥处理处置单元。有的污水处理厂为了节省运行费用,将已建成的污泥处理设施长期闲置,甚至将未做任何处理的湿污泥随意外运、简单填埋或堆放,致使“污泥围城”现象在许多城市普遍存在,给当地生态环境带来了极不安全的隐患。截止到 2013 年,我国已建成并投入运营的污水处理厂已有 3 513 座,污水日处理能力已经达到 $1.45 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。随着这些污水处理厂运行效率逐渐提高和新的污水处理厂相继建成,我国城市污泥产量在未来数年内,估计将达到 840 万 t 左右(干重),占我国总固体废弃物的比重超过 3%。由于我国城市污泥处理处置长期未受到足够重视,处理设施建设严重滞后,在各种污泥最终处置方法中,农用约占 44.8%,陆地填埋约占 31%,其他处置约占 10.5%,另有大约 13.7%的城市污泥未经任何处理,就重新回到了自然界中。

城市污泥产生量的快速增加,有可能会带来新一轮的环境问题。如何安全处置和有效利用城市污泥已经成为我国亟待研究和解决的重大环境问题之一。

1989 年,美国环境保护局提出的生物固体农用处置规范中,曾特别提出需要监测的 25 种毒性有机物,并于 1993 年重新予以修订。有毒有机物主要是指在自然界中难以降解的各种有机氯农药或杀虫剂,如艾氏剂/狄氏剂(Aldrin/Dieldrin)、苯并芘(Benzopyrene)、氯丹(Dimethyl nitrosamine)、七氯(Heptachlor)和六氯代苯(Hexachloro butadiene)、多氯联苯(Polychloro biphenyls)等。此类优控污染物在某些污泥中含量相对较高,农用后可能会使作物中的含量比未施肥土壤的培养物高出 10 倍以上,因此有可能给生态环境和人类健康带来长期的危害。

污泥中含有比污水中数量高得多的病原微生物,主要有细菌类、病毒和寄生虫卵等。

常见的细菌有沙门氏菌、志贺氏菌、致病性大肠杆菌、埃希氏杆菌、耶尔森氏菌和梭状芽孢杆菌等；常见的病毒有肝炎类病毒、脊髓灰质炎病毒、柯萨奇病毒、轮状病毒等；常见的寄生虫卵有蛔虫卵、绦虫卵等。因此，污泥必须经过有效处理处置后方可进行资源化利用。

致病微生物可以通过物理加热法（如高温）、化学法和生物法破坏。虽然热处理对寄生虫卵的去除效率相对较低，但足够长的加热时间仍可以将细菌、病毒、原生动物孢囊和寄生虫卵降低到可以检测的水平以下；使用消毒剂（如氯、臭氧和石灰等）化学处理方法同样可以减少细菌、病毒和带菌体的数量，例如高 pH 值可以完全破坏病毒和细菌菌体结构，但对寄生虫卵作用很小或几乎无作用，病毒对 γ 射线和高能电子束辐射处理的抗性最大。致病微生物的去除效果，可由微生物直接检测或监测无致病性的指示性生物来衡量。

此外，城市污泥中一般还含有大量的重金属。当城市污水以生活污水为主时，重金属的含量一般较低；当城市污水中含有较多的工业污水时，重金属含量会有所提高，有些城市污水不能直接用于农业灌溉。

1.2 城市污泥处置与资源化利用技术

城市污泥的最终处置途径有：焚烧、填埋、投海、堆肥、土地利用和综合利用等。目前，污泥处置技术在我国所占的比例如下：土地填埋占 60%~65%，好氧发酵与农业利用占 10%~15%，焚烧占 2%~3%，污泥自然干化与综合利用占 4%~6%，污泥露天堆放后外运占 15%~20%。事实上，土地填埋、露天堆放和外运的污泥在我国绝大部分属于随意处置，真正实现安全处置的比例不超过 20%。

1.2.1 城市污泥填埋处置

根据美国土木工程学会的定义：“垃圾卫生填埋是指一种不产生公害，或对公众健康及安全不产生危害的废弃物处置方法，是将废弃物局限在最小的区域内，每日废弃物倾倒入处理完毕后加覆土壤。”

总体来讲，污泥填埋可分为单独填埋和混合填埋两种类型。单独填埋是指填埋过程中不添加任何改性剂而只填埋污泥的一种填埋过程；混合填埋是指城镇污水处理厂出厂污泥进入垃圾卫生填埋场后，与生活垃圾、泥土等物质一起进行卫生填埋的污泥处置过程。

污泥单独填埋的方式主要是沟填，要求填埋场地具有较厚的土层和较低的地下水位，以保证填埋开挖的深度，并同时保留有足够大的缓冲区。在沟填操作中，土壤只是用于覆盖，而不是用作污泥膨松剂。污泥通常是从车辆中直接倾倒在沟中，现场的设备主要用于沟的挖掘和覆盖，一般不用于拖、堆、分层、护堤或其他与污泥接触的操作。在进行沟填操作时，每天填入污泥后都要进行覆盖，以控制臭气，因此沟填比其他填埋方法更适宜填埋一些不稳定的或稳定性较差的污泥。单独填埋方式对污泥含水率无特别要求，挖掘出来的土壤也足够用作填埋覆盖土，因此沟填基本不需要外运土壤。污泥沟填的深度和长度取决于诸多因素，其中填埋深度要考虑的因素有地下水和基岩的深度、边坡稳定性和设备的限制。沟填的长度一般没有特别的限制，但不可避免地会受到场地边界的限制。一般来说，