

文章编号: 1005-8893(2005)01-0024-04

常州市污水处理厂污泥处置途径探讨*

郭迎庆, 李定龙, 王利平

(江苏工业学院 环境与安全工程系, 江苏 常州 213016)

摘要: 简述了常州市污泥的处置现状及存在的问题。结合当前国内外污泥的处置技术及发展趋势, 在对污泥特性分析的基础上, 针对污泥出路问题, 提出常州市今后污泥的处置方向是: 城市污水处理厂污泥以土地利用为主, 工业源污泥可进行填埋或焚烧处置。

关键词: 污水厂污泥; 污泥特性; 污泥处置; 土地利用; 常州
中图分类号: X 703 **文献标识码:** A

污水厂的污泥是指处理污水所产生的固态、半固态及液态的废弃物, 含有大量的有机物、丰富的氮磷等营养物、重金属以及致病菌和病原菌等, 不加处理的任意排放不仅会对环境造成严重的污染, 同时又是对资源的严重浪费。城市生活垃圾和污泥是我国固体废物处理中最为迫切和棘手的问题^[1]。目前, 常州市日产含水率 80%~85% 的干污泥约 180~200 t。随着污水量的增加和污水处理率的提高, 常州市待处理的污水量及污泥的产生量必将有较大的增长, 如何安全、经济、合理地处置污水处理厂产生的污泥, 使城市污水、污泥的处理处置与污泥资源化相结合, 将直接影响常州经济的可持续发展。

1 常州市污泥处置现状及存在的问题

1.1 污水与污泥的处理与处置现状

常州市目前污水排放量约为 50×10^4 t/d, 工业废水和生活污水的比例约为 1:1。工业废水经各自污水站处理后直接外排, 或接入城市污水管网与生活污水混合后再进入城市污水厂进行集中处理。主要的污泥发生源为城市污水厂及各企业的污水处理站。目前, 常州市污泥处置的方法以填埋和堆肥为主, 主要污泥发生源的污泥发生量及处置情况, 见表 1。

表 1 常州市主要的污水厂污泥发生量及处置情况

Table 1 Sludge discharge and disposal methods of the leading wastewater treatment plants in Changzhou

| Name | Sewage discharge/ $10^4 \text{ t} \cdot \text{d}^{-1}$ | Sludge discharge/ $\text{t} \cdot \text{d}^{-1}$ | Water containing percentage/ % | Disposal methods |
|--|---|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| North city wastewater treatment plant | 15 | 100 | 80~85 | Press and landfill |
| Qishuyan wastewater treatment plant | 5 | 30 | 80~85 | Compost |
| Lihua wastewater treatment plant | 2 | 10 | 80~85 | Press and landfill |
| Qingtian wastewater treatment plant | 3 | 15 | 80~85 | Press and landfill |
| Mahang printing and dyeing wastewater treatment plant | 1.5 | 5.0~6.0 | 80~85 | Landfill and fertilizer producing |
| Wujin wastewater treatment plant | 3.5 | 25 | 80~85 | Press and landfill |

* 收稿日期: 2004-11-01

作者简介: 郭迎庆(1970-), 男, 安徽淮南人, 硕士, 主要从事给水排水专业的教学与科研工作。

1.2 污泥处置中存在的问题

(1) 常州作为一个工业城市, 中小企业众多, 城市污水中混有大量的工业废水, 特别是化工、纺织和印染废水比例较大。经处理后, 废水中的有害物质(如难降解有机物、重金属等)有很大一部分转移到污泥中, 加之污泥中存在一定量的病原菌及寄生虫卵, 都会使污泥农用存在潜在的危险。

(2) 由于人们环境保护意识增强, 污泥的郊区堆放受到当地居民的强烈反对。由于找不到合适的处置方法, 部分企业只能将污泥堆放在厂区, 这给企业的正常生产以及周围居民的生活环境带来了严重的影响。

(3) 常州市地处江南地带, 春、夏季气候湿润, 雨量充沛。露天堆放的污泥受雨水冲刷, 溢流到河流或渗透到地下, 易对水体造成二次污染。

(4) 生活小区污水厂(如清潭、丽华污水厂)的污泥中有害成分较少, 完全可以用于农用或小区绿化。但由于管理上的问题, 小区污水厂的污泥最终仍采用填埋的方法进行处置。这不仅增加了污水厂的运行成本, 同时还造成了资源的浪费。

2 常用的污泥处置方法

因污泥特性不同, 污泥处置的方法也不尽相同, 但一般都先采用浓缩、稳定、调节及脱水等方法尽量使污泥减量化, 以便于后续的处置工作进行^[2]。

2.1 卫生填埋

该方法具有投资少、容量大及见效快等优点, 但由于填埋技术对污泥的土力学性质要求较高, 同时, 随着污泥量日益增多, 大面积选址日趋困难, 特别是在人口稠密的国家及岛屿城市, 近年来污泥填埋的比例有所缩减。

2.2 土地利用

污泥中含有丰富的营养元素及植物生长所必需的微量元素, 其综合肥力介于化肥和普通农家肥之间^[3]。具有能耗低、改良土壤结构、增加土壤生物活性及能够回收利用有机质等优点。但由于污泥中存在一定量的病原体 and 重金属等有害物质, 污泥的土地利用存在着重金属污染及病原菌扩散等风险。

2.3 污泥堆肥

污泥堆肥化技术是将污泥中易于分解的有机物、腐败物, 进行稳定地分解, 并对较难于分解的纤维物、易于摄取的植物等进行降解的方法, 最终将污泥充作农业肥料加以有效利用。它具有高效、防臭、成品质量高的特点, 但污泥堆肥肥份低, 减量化效果不高, 需较大的堆存场地和较高的运输费用。

2.4 海洋倾倒

污泥的弃海处置因处理费用低而曾被英国、日本等国家广泛采用。但由于潜在的危险及不可预见性因素的影响, 加之全球一体化观念日益增强, 污泥的海洋排放已受到强烈的反对。1998年底, 欧共体城市废水处理法令已经禁止其成员国向海洋倾倒污泥^[2]。

2.5 污泥焚烧

污泥焚烧的优点在于其产物为无菌、无臭的无机残渣, 实现了无菌化和减量化, 但基建和运行费用较高。

2.6 其他处置方法

从20世纪80年代开始, 人们就对污泥制作建筑材料的可行性作了研究, 但由于费用高, 加之缺乏长期跟踪监测数据, 人们对产品的安全性产生怀疑, 目前主要用于建筑通道、人行道一类的构筑物。此外, 还有一些运用污泥制造蛋白塑料、提取维生素及制作饲料的成功报道, 但由于诸多因素的限制, 这些方法在目前均无法成为主要的污泥处置方法。

3 污泥特性及处置方法探讨

3.1 污泥中含有的植物营养成份

常州市清潭污水厂3份污泥样本的植物营养物质分析结果, 见表2^[4]。

表2 污泥中C、N、P、K含量表(以干重计) %
Table 2 C, N, P, K contents in the sludge (dry weight) %

| Specimen | I | II | III | Average |
|----------|-------|-------|-------|---------|
| C | 41.68 | 37.75 | 35.89 | 38.44 |
| N | 3.87 | 5.08 | 4.35 | 4.43 |
| P | 1.29 | 1.04 | 0.88 | 1.07 |
| K | 0.51 | 0.46 | 0.53 | 0.50 |

由表 2 可见, 污泥中有机碳含量比较丰富, 是一种很好的有机肥料。它既能供给植物微生物有机养分, 又能改良土壤的理化性质。污泥的 C/N 率在 6.5~9.0 之间, 有利于矿质化作用, 说明污泥在短期内能迅速提高土壤肥力。另外, 常州地处太湖流域, 境内河道众多, 为控制水系的富营养化, 污水脱氮除磷工艺的运用逐渐普及, 污泥中氮、磷的含量较高。据报道, 城北污水厂污泥中氮、磷的平均含量分别达 5.16% 和 0.77%^[5], 这将有利于污泥的土地利用。

3.2 污泥中重金属元素含量

污泥中重金属元素含量主要决定于城市污水中工业废水所占比例与工业性质。清潭污水厂污泥中 Zn、Cu、Pb、Cd 的含量经抽样分析后, 其结果见表 3^[4]。

表 3 污水厂污泥中 Zn、Cu、Pb、Cd 含量 (干重) mg/kg

| Specimen | Zn | Cu | Pb | Cd |
|----------|-----|-------|----|------|
| I | 784 | 106.0 | 48 | 1.79 |
| II | 710 | 114.0 | 67 | 1.46 |

分析结果表明, Cu、Pb、Cd 的含量远没达到国家颁布的最高允许含量, 而 Zn 的含量却大大超过了标准。我国颁布的污泥农用最高允许含量的参考标准为: 酸性土 (pH<6.5) 为 500 mg/kg, 中性或碱性土 (pH≥6.5) 为 1 000 mg/kg^[6]。所以在设计污泥的施用量和施用时间时要特别重视该元素的不良影响。

3.3 污泥中病原微生物的测定结果

污泥作为农用肥料施用, 必然引起人们对污泥中病原微生物的担心。根据卫生部颁发的《医院污水和污泥排放标准》^[7], 对污水、污泥中大肠杆菌菌群数、蛔虫卵的死亡率进行分析, 结果见表 4^[4]。

表 4 污水、污泥中病原微生物含量

Table 4 Pathogeny microorganism contents in the wastewater and sludge

| Item | Influent | Effluent | Sludge |
|------------------------------|----------|----------|--------|
| Coliform bacteria/ (CFU/L) | > 1 600 | > 1 600 | 400 |
| Ascarid spaw n/ (CFU/L) | 0.1 | 0 | 6 |
| Ascarid spaw n death rate/ % | — | — | 51 |

由以上数据可以看出: 污泥中蛔虫卵的数量大大超过污水中的数量且活性高, 蛔虫卵的死亡率没有达到卫生部颁布的大于 95% 的标准, 所以污泥在施用之前必须进行必要处理。如进行厌氧发酵使

其中大部分寄生虫卵和各种肠道传染病病菌被消灭, 也可加入生石灰或氨水杀死绝大部分虫卵, 增加蛔虫卵的死亡率。

3.4 污泥处置途径的选择

选择有效的污泥处置方法, 应兼顾到生态环境效益与处置成本、经济效益之间的均衡。一种有效的、适合本地具体情况的污泥处置方法应该是在环境上卫生、能被公众接受以及经济上有效的方法。就卫生填埋而言, 常州市曾作过测算, 投资一个仅能使用 16 个月的填埋区, 就需 500 多万元投资, 这中间还不包括作业费和运输费。另外, 如对常州市每天 200 t 的污泥进行干化, 据最优方案需投资大约 4 000 万元建一个使用期限为 20 年的干化厂; 另外, 每吨污泥的运行费用需 150 元, 运输费 15 元, 这样每年运行费还需 1 200 多万元。由此可见, 常州市目前的污泥处置方法成本很高, 应加以改进寻求较经济的处置办法。

从生态环境的效益来看, 污泥的土地利用和堆肥处理是较好的选择。但污泥土地利用存在着二次污染的风险, 其中, 重金属成为限制污泥农用的主要因素之一。由于重金属离子超过一定的浓度会在土壤、植物中积累, 引起土壤重金属含量增加, 直接危害植物生长或成为潜在的威胁。土壤中累积过多的重金属, 重金属进入食物链或地下水, 还能造成新的环境问题, 因此应该严格控制作为农田肥料的污泥中的重金属离子的量。对于重金属可能带来的危害, 防治措施主要有: ①源头控制, 防止含有大量重金属的工业废水进入城市排水管网中, 这就要求加强对市内工业企业污水排放的监控, 实现有毒有害工业废水的局部除害处理, 使其排放水达到排入城市排水管网的水质标准要求; ②污泥在施用前应经过堆腐或消化处理, 杀死病原微生物, 增大蛔虫卵等有害病原体的死亡率, 促进有毒重金属离子沉淀, 以减少其毒性; ③选择种植对重金属不敏感的植物, 重金属含量过高的污泥应禁止在农田特别是蔬菜地使用, 这类污泥应选择用于林地和园林绿化; ④选择对植物生长发育最优的污泥使用量, 避免造成土壤中重金属及有害物质的积累。

因此, 只要严格控制各工业企业的排放水中的重金属含量, 加以科学合理施用, 污泥土地利用是安全、生态化的处置方式。

从经济因素和污泥的肥效利用因素分析, 污泥的土地利用也是一种符合常州实际的处置方法, 这

样一方面可减少化肥的施用量, 减少农业成本和农村的面源污染, 同时常州地区的花木种植业发达, 污泥的有效利用可进一步降低生产成本, 促进地区产业的发展, 有效地解决污泥的最终出路。这对以生活污水为主要处理对象的污水厂的剩余污泥处置是适宜的, 也是可行的。

对于进水中含有较高比例的工业废水的工业源污泥, 产生的污泥成分复杂, 毒性强, 土地利用易造成污染, 可以利用填埋或集中焚烧法进行处置。目前常州正试验利用第一热电厂产生蒸汽和发电的大型循环流化床锅炉, 将其改造为污泥焚烧炉, 在原先的锅炉上增加了一套输送设备, 把污泥通过压力泵送到温度高达 900 多度的锅炉内循环燃烧。经测算, 改造设备的总投资才 49 万元, 每吨污泥的运行费用 63 元, 加上运输费每吨污泥的综合处置费才 80 多元, 不到卫生填埋和干化处置费用的一半, 大大节省了基建和运行费用, 同时污泥经焚烧产生的泥灰还变废为宝, 和锅炉里原先的煤灰一起成了制砖的原料。若试验成功, 将为污泥的无害化处置开辟一条新途径。

4 结论与建议

(1) 在今后较长的一段时期内, 常州城市污水处理厂污泥的出路建议以土地利用为主, 工业源污泥可采用卫生填埋或集中焚烧的方法处置。

(2) 应尽量减小城市污水中工业废水的比例, 从而减少城市污泥中的有害成分, 有利于污泥的资源化利用。对于工业企业较密集的地区, 可集中建造工业污水处理厂, 如常州江边化工区化工污水处理厂以及湖塘工业园印染废水处理厂, 使不同性质的污泥得到合理处置。

(3) 积极开展污泥减量化、无害化、稳定化和资源化技术的研究, 以降低污泥处理处置费用, 解决污泥的长期出路问题。建议运用市场规律, 逐步建立符合市场经济运作规律的长效管理机制, 吸引国内外公司积极参与污泥项目的竞标, 推动污泥处理处置技术的发展。

参考文献:

- [1] 李定龙, 王凯全. 固体废物处理与环境中二口恶英污染 [J]. 江苏石油化工学院学报, 2001, 13 (2): 61-64.
- [2] 徐强, 张春敏, 赵丽君. 污泥处理处置技术及装置 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [3] 周立祥, 胡霭堂, 戈乃玢, 等. 城市污泥土地利用研究 [J]. 生态学报, 1999, 19 (2): 185-193.
- [4] 吴新民. 生活污泥的性质和农业利用可行性研究 [J]. 安徽师范大学学报 (自然科学版), 1999, 22 (4): 359-360.
- [5] 张雪英, 周立祥. 江苏地区城市污水处理厂污泥泥质研究 [J]. 农业环境科学学报, 2004, 23 (1): 110-114.
- [6] GB4284-84. 农用污泥污染物控制标准 [S].
- [7] GBJ48-83. 医院污水和污泥排放标准 [S].

On Disposal Ways of Sewage Sludge of Wastewater Treatment Plants in Changzhou

GUO Ying-qing, LI Ding-long, WANG Li-ping

(Department of Environmental and Safety Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213016, China)

Abstract: This paper describes the disposal ways of the sludge in the city of Changzhou and the relevant problems. The present sludge disposal techniques at home and abroad as well as the development trend of these methods are discussed. On the basis of analyzing the characteristics of the sludge, the author proposes the future disposal ways of the sludge in Changzhou soil utilization of sewage sludge and landfill or incineration of industrial sewage sludge.

Key words: sludge of sewage treatment plants; sludge characteristics; sludge disposal; soil utilization; Changzhou