

城市污水厂污泥处理与处置技术的新思路

余 杰, 田宁宁, 王凯军

(北京市环境保护科学研究院, 北京 100037)

摘 要: 分析了目前污泥处理、处置中存在的问题,通过对污泥特性的再认识和对原有技术路线的反思,提出以无害化为主导、在坚持“安全、环保”的原则下实现污泥的资源化是我国今后污泥处理与处置的新思路。在此基础上介绍了污泥焚烧技术,分析了污泥焚烧需解决的问题,指出污泥混合焚烧是其合理的处置途径。

关键词: 城市污水处理厂; 剩余污泥; 污泥焚烧

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2008)06-0011-04

New Thought on Treatment and Disposal of Sludge of Municipal Sewage Treatment Plants

YU Jie, TIAN Ning-ning, WANG Kai-jun

(Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection, Beijing 100037, China)

Abstract: The problems of the sludge treatment and disposal were analyzed. By reunderstanding the sludge characteristics and rethinking the original technical route, it was put forward that the sludge resource reuse realized with innocuity as a leading idea and under principle of safety and environmental protection is a new thought of future sludge treatment and disposal in China. Based on this, the technique about the sludge incineration was introduced, and the problems needing to be solved in the sludge incineration were analyzed. It is pointed out that the mixed sludge incineration is a reasonable sludge disposal way.

Key words: municipal sewage treatment plant; excess sludge; sludge incineration

1 主要问题分析

1.1 污泥农用比例过大

有资料显示,目前我国的污泥农用比例约为 44.8%,是污泥主要的处理、处置方式之一。污泥农用存在一定的隐患和风险^[1],而我国关于污泥农用风险的研究体系尚不健全,对于污泥处置的风险研究主要涉及污泥土地施用对植物的影响、重金属从土壤到植物的迁移和重金属、氮、磷在土壤中的迁移等方面^[2,3],可用数据不充分,这些数据通常是基于短期(1~3年)的试验获得,而长期(10年以上)的田间试验数据较为缺乏,若用短期的试验数据预测长期的影响,其本身就存在一定的风险。此外,污泥

土地施用后对周围相关暴露人群的影响资料和可用数据几乎为零^[4]。中科院南京土壤研究所的一项研究发现,在其试验的土地上连续施用污泥达 10 年后,土壤中镉、锌、铜含量均较高,种植的水稻、蔬菜受到严重污染;且污泥施用量越大,污染情况就越严重。对于施用污泥的农田,虽然土壤有机质明显增加,土壤酸度基本无变化,但土壤中的汞、镉污染严重,可引起小麦、玉米的污染^[1]。

目前,我国还没有出台污泥农用规范,对其风险缺乏研究,污泥农用可能造成的污染问题还未引起足够的重视。多数研究表明,污泥的有害成分进入土壤后一般不会立刻表现出其不利影响,但若长期

大量使用则会出现明显的负面效应。

1.2 污泥填埋引发的环境问题较多

目前城市污水厂污泥填埋造成的问题较多:一是消耗大量的土地资源,不少城市很难找到新的填埋场;二是产生大量的渗滤液,由于污泥含水率较高,加剧了垃圾填埋场渗滤液的污染,大部分混合填埋的垃圾场存在拒收污泥的现象;三是对填埋产生的气体进行资源化利用的填埋场较少,填埋产生的废气不仅污染环境,还存在安全隐患。调查还表明,建设规范的无害化污泥单独填埋场投资较高,1座处理量为1000 t/d的污泥单独填埋场(以20年的使用期计)需投资0.5~2亿元,处理成本(含投资成本)达15~30元/t(未考虑污泥填埋的后续环境管理与处理成本)^[5]。

1.3 污泥综合利用良莠不齐

污泥建材利用是污泥资源化方式的一种,主要包括利用污泥及其焚烧产物制造砖块、水泥、陶粒、玻璃、生化纤维板等。目前,污泥的建材利用已被看作是一种可持续发展的污泥处置方式,在日本以及欧美等国的应用和研究较多^[6]。相对而言,我国在污泥建材利用发展方面较落后,虽然在污泥制砖方面的研究较多,但缺少实际的工程应用。总的来说,污泥建材利用大多还处于研究及尝试阶段,技术成熟和推广应用还需一段很长的时间。

2 思路的调整

2.1 对污泥特性的再认识

我国城市居民食品结构与发达国家不同,居民消费的肉类和奶制品较少,因而污泥所含有机物中淀粉、糖类、纤维素等碳水化合物含量较高(50%),而脂肪和蛋白质含量较低(脂肪为20%,蛋白质为30%)。此外我国居民住宅的卫生设施还不完善,城市公厕所占比例较大,这部分污水大多未进入污水管网,因此城市污水厂污泥的有机物含量较低,若采用厌氧消化则产气量低,若采用堆肥处置则产品质量差。而采用焚烧处置时,相对而言污泥含有一定的热值,在一定含水率下具有自持燃烧能力(不需要添加辅助燃料),干污泥还具有用作能源的可能。

正是污泥的这些特性加剧了我国污泥处理、处置的难度,主要体现在三方面:污泥填埋产生的渗滤液量大,污染物浓度高;污泥脂肪和蛋白质含量低,污泥厌氧消化时分解单位质量有机物的沼气产

量低;污泥有机物含量低,我国城市污水处理厂污泥中的有机质平均含量约为36.63%^[7],资源回收率低,堆肥质量差。多年来,我国十分注重借鉴或引进国外的技术和设备,但实践表明,国外的技术和设备在我国并不完全适用。当务之急就是要进一步认识我国城市污水厂污泥特性及其产生的影响,加强针对性研究和实践,开发适合国情的污泥处理、处置技术和设备。

2.2 对技术路线的反思

多年来,对污泥的技术研究和资金投入着重在两方面:一是在引进国外技术和设备的基础上进行必要的改造和国产化,使之适于我国污泥的处理、处置;二是强化末端污染的治理,使之达到环境标准的要求。在该种思想下出现了两种不同的技术方向,并直接影响到了后续的污泥处置工作成效。

以污泥消化为主导的技术方向。由于污泥消化设施设计和管理上的复杂性及使用的规范和标准跟不上实际的发展需要,同时存在重污水处理、轻污泥处理处置的观念,导致污泥技术的更新滞后,很多污泥消化设施未被有效利用。

以资源化为主导的技术方向。在20世纪中叶我国就开展了多种形式的污泥资源化利用方式(如污泥堆肥、制砖、烧水泥等),但受成本、污泥所含重金属等因素的影响,多数污泥资源化企事业单位不能持续运营。

从以上我国污泥处理处置技术路线来看,借鉴国外经验和加强污染治理是一种尝试和摸索,原则上是正确的。但只引进不消化吸收、不结合实际,一味强调污染的末端治理已经不符合当前国家的要求和实际的情况,需对当前的技术路线进行反思。

2.3 关于污泥资源化利用

污泥的资源性不可否认,也正是由于污泥的资源性特点,世界水环境组织(WEF)于1995年将污泥(sludge)更名为生物固体(biosolid),从而更加明确了污泥应该作为资源利用的观念^[8]。由于在当前体制下实施污泥资源化,涉及不同部门在分配和管理方面的不平衡,尤其是污泥土地利用或填埋会涉及农业、园林、市政、卫生等多个部门的资源、利益和管理权限分配,使问题更加复杂,且实施后的问题也比较多。因此,应以无害化为主导、以资源化为方向来确定我国今后污泥处理处置的思路。实践证明,从无害化着手,从资源化着眼,开展污泥处理和

处置的工作方式是合理且可取的。在污水处理收费尚不到位,污泥处置费用还未落实的情况下,单纯以污泥的资源化利用来极力推动污泥处理和处置工作,并企图通过这种方式来赢利从而推动整体系统的良性发展是不现实的。

3 污泥焚烧的思路

与其他处置方法相比,污泥焚烧可迅速和较大程度地使污泥达到减量化。而污泥土地利用、填埋和建材利用等后续问题较多,且涉及到多个部门的权限管理,往往在监管和污染控制方面存在漏洞,导致问题更加突出。有研究表明,污泥焚烧成本看似是其他工艺的2~4倍,但将其他工艺运行成本的后续费用计算在内(如堆肥后土地利用和填埋的后续监测与管理等其他隐性费用),则污泥焚烧利用余热后折算的费用未必最高^[5]。此外随着污水处理技术的提高,污泥预处理工艺和焚烧技术也在逐步得到改进,并能满足越来越严格的环境要求和充分处理不适于资源化利用的污泥。对于经济发达、土地资源紧张的大城市,使用焚烧法处置污泥应是经济、有效的。

污泥焚烧主要有单独焚烧和混合焚烧两种方式,其中污泥单独焚烧时采用最多的是流化床焚烧炉,混合焚烧可与垃圾、水泥原料及热电厂掺煤混烧等。污泥混合焚烧是一种合理的处置途径,待焚烧的污泥应预先脱水或先干燥。混合焚烧的主要优点在于:

采用费用合理的工艺(如离心机)适度地预脱水即可。

焚烧的余热可用于蒸发污泥水分,由此降低能耗。

蒸汽锅炉、燃烧室及废气净化设备能够同时用于污泥与垃圾、水泥原料等混合焚烧,可降低投资和运行成本。

污泥与垃圾混合焚烧方式执行垃圾焚烧的标准是可行的,污泥与水泥原料混烧不仅具有焚烧法的减容、减量化特征,且燃烧后的残渣还成为水泥熟料的一部分,无需对焚烧灰进行特殊处理(填埋),这将是一种较好的水泥生产途径^[9]。此外利用目前现有的大规模焚烧窑炉,如热电厂焚烧系统进行污泥的焚烧,既利用了原有设施,又解决了污泥处置难的问题。但是目前热电厂烟气执行的是大气污染物排放标准,混烧产生的烟气还执行这个标准则不太

合适。因此,污泥利用水泥窑和热电厂混烧产生的烟气排放标准还有待进一步研究。

4 污泥焚烧需解决的问题

虽然焚烧法与其他方法相比具有突出的优点,但随着焚烧工艺的使用,其存在的问题也日渐突出,而且也是必须解决的问题。污泥焚烧应该控制的主要是大气污染,焚烧所产生的废气中含有二噁英、悬浮的未燃烧或部分燃烧的废物、灰分等少量颗粒物,未完全燃烧产物有CO、H₂、醛、酮和稠环碳氢化合物,以及氮氧化物、硫氧化物等^[10]。

污泥焚烧产生的废气以燃烧型NO_x为主,降低NO_x的方法主要有:在燃烧过程中降低O₂浓度的生成抑制法;将生成的NO_x用还原剂还原减少排出量的排烟脱氮法。在焚烧过程中硫氧化物的控制主要是通过烟气中的SO_x在炉膛内与某些固硫剂(石灰、白云石等)发生反应使之固定在灰渣内。

污泥燃烧时不可避免地会产生烟尘(包括黑烟和飞灰两部分),污泥中的重金属在燃烧过程中常以金属化合物或金属盐的形式被部分混合到烟气中排出,造成空气污染;其余部分则沉积在管道、炉壁的表面,加速设备的腐蚀,影响传热。防止烟尘的方法有:增加氧浓度,使其燃烧完全,常采用通入二次空气的办法;提高炉温,利用辅助燃烧;采用恰当的炉膛尺寸和形状,使焚烧条件合适;对烟气进行洗涤、除尘等处理。二噁英的控制可采取以下措施:改善燃烧条件,有效控制炉温^[10];在烟气净化系统中,设置活性炭喷入装置;在袋式除尘器中,采用聚四氟乙烯覆膜优质滤袋,将二噁英截留下来。

对于污泥焚烧产生的废渣按《危险废物鉴别标准——浸出毒性鉴别》(GB 5085.3—1996)的要求鉴别其毒性,若废渣属于危险废物则按危险废物处理,若不属于危险废物可按一般固体废物处置。污泥焚烧飞灰在重金属含量不超标的情况下可考虑综合利用,如制水泥、造砖等;若含量超标,可采用飞灰再燃装置进行高温熔融等处理方式,使之达标后再进行填埋或采用化学方法将超标的重金属淋滤出来,达标后再利用。

污泥焚烧解决好上述问题后,将对我国有效控制污泥污染起到积极作用。

5 建议

污泥处置应以无害化为主,以资源化为辅。

采用污泥焚烧无害化的方式尤其是采用混合焚烧处置污泥,应该是我国提倡的一种新思路。

积极利用目前现有的大规模焚烧窑炉(如热电厂焚烧系统)和水泥厂焚烧窑炉进行焚烧污泥,既可利用原有设施,又解决了污泥处置难的问题。

将污泥与垃圾、水泥原料及煤掺混焚烧应充分考虑余热的回收和利用。

充分利用现有的废气处理系统,使污泥焚烧产生的废气达标排放。

对于污泥焚烧产生的废渣以及飞灰按相关规定进行鉴别,若废渣属于危险废物则按危险废物处理,若不属于危险废物可按一般固体废物处置或综合利用。

参考文献:

- [1] 董文茂. 污泥农用:引发土壤污染风险 [J]. 环境, 2007, (3): 65 - 67.
- [2] 孟昭福,张增强,薛澄泽,等. 用幼苗法指示污泥和土壤中重金属的植物有效性 [J]. 环境化学, 2001, 20 (2): 129 - 137.
- [3] 王新,陈涛,梁仁禄,等. 污泥土地利用对农作物及土壤的影响研究 [J]. 应用生态学报, 2002, 13 (2): 163 - 166.
- [4] 刘常青,黄游,张江山,等. 污泥土地利用的风险评价探讨 [J]. 环境科学与管理, 2006, 31 (4): 188 - 191.
- [5] 余杰,田宁宁,王凯军. 中国城市污水处理厂污泥处理、处置问题探讨分析 [J]. 环境工程学报, 2007, 1 (1): 82 - 86.
- [6] 李媛. 焚烧工艺在污水厂污泥处理中的应用 [J]. 中国环保产业, 2004, (11): 32 - 33.
- [7] 尹军,谭学军,廖国盘,等. 我国城市污水污泥的特性与处置现状 [J]. 中国给水排水, 2003, 19 (13): 21 - 24.
- [8] 黄国锋,吴启堂,孟庆强,等. 有机固体废弃物在持续农业中的资源化利用 [J]. 土壤与环境, 2001, 10 (3): 246 - 249.
- [9] 朱建平,常钧,芦令超,等. 利用城市垃圾、污泥烧制生态水泥 [J]. 硅酸盐通报, 2003, (2): 57 - 61.
- [10] 张翔,宋丽华,邢莉玲,等. 城市污水处理厂污泥焚烧处理的探讨 [J]. 安徽化工, 2006, (5): 50 - 51.

电话: (010) 88367041

E - mail: jackyujie@163.com

收稿日期: 2007 - 10 - 17