

广东省污泥无害化处置情况及技术政策探讨

林奕明, 方益民, 许冠英

(广东省固体废物和化学品环境管理中心, 广东 广州 510308)

摘要: 介绍了广东省在市政污水处理厂污泥无害化处理处置方面的技术和经济政策,并根据广东省市政污水厂污泥的产生情况,分析了污泥无害化处置的现状。通过对主要的污泥无害化处理处置单位进行调研,得出广东省污泥的主要处置工艺为填埋、好氧堆肥、建材利用、干化焚烧,且它们的平均单位投资成本和平均单位运行成本依次增加。最后,进一步分析了广东省污泥无害化处理处置所存在的问题和面临的考验,并在管理和政策技术上提出了相关的建议,希望能为污泥的无害化处理处置和管理提供参考。

关键词: 污泥; 无害化; 处理处置; 重金属; 管理; 技术政策

中图分类号: X705 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2017)12-0019-05

Current Situation of Harmless Treatment and Disposal of Sewage Sludge and Discussion on Relevant Technical Policies in Guangdong Province

LIN Yi-ming, FANG Yi-min, XU Guan-ying

(Solid Waste and Chemicals Environmental Management Center of Guangdong Province,
Guangzhou 510308, China)

Abstract: The relevant technical policies for the harmless treatment and disposal of sewage sludge of Guangdong Province were elaborated. The current situation of harmless treatment and disposal of sewage sludge were analyzed according to the yield of sewage sludge from the wastewater treatment plants in Guangdong Province. The major units for harmless treatment and disposal of sewage sludge were investigated. The results showed that the sewage sludge disposal methods were landfilling, aerobic composting, utilization of building materials and incineration, and their average investments and running costs also increased in the order of them. The challenges and the problems existing in the current situation of harmless treatment and disposal of sewage sludge were analyzed. Some advices in policy, administration and techniques were presented in order to provide a reference for the further management, treatment and disposal of sewage sludge.

Key words: sewage sludge; harmless; treatment and disposal; heavy metal; management; technical policy

随着我国经济的快速发展和城市化进程的加快,城市生活污水的排放量越来越大,相应的污水处理能力及处理率也在不断提高,但污水处理同时产生的大量剩余活性污泥的最终处置问题却一直未能得到妥善解决^[1~4]。污泥的不规范处置已成为我国土壤和水环境中一个新的环境污染源,部分抵消了

污水处理厂净化环境的功效。

由于不同地区经济技术水平、土地资源、污泥泥质、产生污泥量、相关产业的发展规模与程度等均存在很大的差异,各地区应遵循因地制宜的原则,根据自身特点选择适合本地区的污泥处置方式。广东省城市污水处理厂的数量和污水处理量在全国处于前

列,但如同其他省市一样,污泥处置在一开始也未能得到妥善解决。因此,2009年广东省政府发布《广东省严控废物处理行政许可实施办法》,将污泥列入《广东省严控废物名录》进行管理,之后相关部门又于2010年下发《关于印发〈关于进一步加强我省城镇生活污水处理厂污泥处理处置工作的意见〉的通知》,强化污泥处理处置过程的环境监管,严格落实相关保障措施,大力推进污泥处置设施建设,全省污泥无害化率逐步提高,并朝着进一步能够实现长期稳定化运行的方向迈进。然而,在这个过程中也出现了污泥处理技术种类较多、水平参差不齐和选取存在偏差等问题,导致处置成本加大,甚至造成了严重的二次污染等问题^[5-8],给相关的管理部门在污泥处理技术选择和管理上带来了一定的困难。因此,为全面掌握在实施许可证管理办法下广东省污泥处理处置现状,对其污泥产生和处理处置情况进行了系统调查和研究,并为相关部门提供决策参考和政策措施建议。

1 污泥处理处置政策

为了加强污泥污染的防治工作,2009年环境保护部等三部门联合印发了《城镇污水处理厂污泥处理处置及污染防治技术政策(试行)》(建城[2009]23号),在污泥处理处置方面给出了技术政策性指导意见,明确地方人民政府是污泥处理处置设施规划和建设的责任主体,对污泥从源头产生到最终的处理处置做出了详细的指导^[9]。2010年,国家环境保护部下发了《关于加强城镇污水处理厂污泥污染防治工作的通知》(环办[2010]157号)和《城镇污水处理厂污泥处理处置污染防治最佳可行技术指南(试行)》(HJ—BAT—002),采取了加快污泥处理设施建设等一系列强制措施来保证污泥处理工作快速提高;2011年,国家发改委和住建部也联合下发了《城镇污水处理厂污泥处理处置技术指南》,在污泥处理处置的技术选择、污泥处置方式及相关技术、应急处置与风险管理等方面给出了相应的指导。在污泥处理处置费用方面,《城镇污水处理厂污泥处理处置及污染防治技术政策(试行)》(建城[2009]23号)明确规定污泥的处置费可以通过污水处理费、财政补贴和国家给予财政及税收优惠等方式解决。

在国家相关部门出台相应的技术政策和文件的同时,2009年广东省政府颁发《广东省严控废物处

理行政许可实施办法》,将城镇污水处理厂污泥列为严控废物进行管理,要求从事污泥处理处置活动的企业,必须向省环保厅申领严控废物处理许可证,编号为HY06。2011年,广东省环保厅和住房城乡建设厅联合下发了《关于进一步加强我省城镇生活污水处理厂污泥处置工作的意见》(粤环发[2010]113号),明确污水处理厂应对污水处理过程产生的污泥承担处理处置责任。2011年广东省物价局和环保厅发布《关于我省严控类污泥处理处置价格管理问题的通知》(粤价[2011]125号),对污泥处理处置价格管理进行了指导。从以上的各项技术政策和文件的出台来看,广东省污泥的无害化处置具备较好的政策保障。

2 广东省污泥处理处置许可证的管理情况

根据广东省环保厅2006年下发的《关于印发〈广东省严控废物处理许可证申领程序〉的通知》(粤环[2006]111号)的规定,从事城市污泥无害化处理的企业需具备以下几点:①依法成立的企业法人;②有2名具有两年以上固体废物污染治理经历的环境工程或相关专业中级以上职称的技术人员,且直接从事污泥处理的人员应接受相关专业培训;③污泥处理设施和场所须符合地级以上市固体废物污染防治规划布局,建设项目环境保护管理有关规定及国家、省环境保护标准、技术规范和安全要求;④具有污泥处理的成熟技术和工艺,并通过环评专家的技术论证;⑤有相关的安全的规章制度、污染防治措施和事故应急救援措施。2013年,为了深化行政审批制度改革,充分发挥基层管理部门属地管理和便民高效的作用,广东省环保厅下发了《广东省环境保护厅关于我省严控废物处理许可证审批权下放有关事项的通知》(粤环[2013]140号),将污泥处理许可证审批权下放至各地市环保局,同时要求需参照危险废物管理,建立全省统一的严控废物污泥转移联单制度,污泥产生单位转出污泥时应如实填写转移联单,禁止有许可证单位接收无转移联单的污泥。

从广东省污泥处理处置许可证的许可条件、申领过程和相关的法律法规文件的情况来看,污泥处置单位在获得许可证前后,其对污泥的无害化处理过程都有较好的环境和安全保障措施,污泥处置单位在许可证模式的经营下,能逐步较好地实现对污泥的无害化处置。

3 污泥的产生和处理处置情况

调查显示,2013年广东省运营中的城镇污水处理厂约382座,生活污水设计处理量约为 $2\,001 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,实际处理量约为 $1\,777 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,产生污泥量约 $7\,300 \text{ m}^3/\text{d}$ 。主要污水处理工艺为A/A/O、氧化沟及其改良工艺、CASS等,占全部污水处理工艺的70%以上。可见,广东省城镇污水的处理量和污泥的产生量都非常大,需妥善进行污泥的无害化处理。

经调查,截至2013年广东省持严控废物处理许可证处理污泥的单位约22家,设计处理量约为 $262 \times 10^4 \text{ t/a}$,实际处理的污泥量为 $196 \times 10^4 \text{ t/a}$ 。调研结果表明,广东省污泥的产生主要集中在珠三角地区,其处置的污泥量也最大,污泥处置单位共有16家,污泥处置率约为83.1%;粤西地区污泥处置单位有4家,污泥无害化率约为87%,已基本实现污泥的全部无害化处置;粤北山区污泥处置单位有2家,污泥无害化率约为18.3%,污泥无害化率较低,而粤东地区对本区域污泥未进行无害化处置。因此,粤北山区和粤东地区污泥的处置有待进一步提高;同时,也反映了经济较发达地区的污水处理率高,污泥产生量大,但污泥无害化率也相对较高,说明采用申领许可证的污泥无害化处理管理模式是一种保障污泥无害化处置的备选方案之一。

4 污泥主要处理工艺

2013年广东省城镇污水厂产生污泥的处置方式主要有无害化后填埋、填埋场卫生填埋、好氧堆肥、建材利用与干化焚烧,所占比例分别为14%、15%、45%、16%和10%。除卫生填埋方式以外,采用其他处理方式的处置单位都持有处理污泥的严控废物处理许可证。将污泥无害化填埋处置的持证单位主要采用向污泥中加固化剂后搅拌、混合,经养护后再进行填埋;卫生填埋是将污泥脱水后送入垃圾填埋场进行填埋;好氧堆肥主要是将污泥进行深度脱水,再与秸秆、树叶等配比后转入发酵槽进行好氧堆肥,再经破碎、筛分后进行二次发酵,最后经配料、分装等工艺生产肥料;污泥的建材利用主要是将污泥深度脱水后与粉煤灰或废陶土等无机材料混合后制砖,或利用水泥窑尾气干化污泥后掺入生料进行熟料的煅烧;污泥干化焚烧主要是利用燃煤电厂所产生的尾气干化污泥后再进行焚烧或其他方式的处理。目前,广东省污泥无害化处置的方式主要是好

氧堆肥和填埋,但污泥填埋处置的方式不是目前的理想方式,需发展或深化现有其他工艺以实现污泥无害化和资源化处置;另外,有接近一半的污泥采用堆肥处理,其处置过程中可能出现的风险和堆肥产品的去向需做进一步的监管。

5 工艺的经济分析

表1是部分持证的污泥处置企业的平均单位投资成本和平均单位运营成本,包括了好氧堆肥、制砖、固化填埋、火电厂协同干化处置、水泥窑协同处置等污泥处置工艺的企业。其中,平均单位投资成本(项目总投资/许可日最大处理量)包括工程建设费、设备购置费和土地征用费等;平均运行成本包括原材料购置、燃料动力、运输费和工资及其他。可以得出,即使是使用同一种污泥处置工艺,持证企业实际处置污泥的规模变化也较大,主要集中在污泥的好氧堆肥和建材利用(主要是制砖)。

表1 不同污泥处置工艺的规模及平均单位投资成本和平均单位运行成本

Tab.1 Scale and average unit investing and operating costs for different techniques

项 目	实际处理规模/ ($10^4 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$)	平均单位投资成本/ (万元 $\cdot \text{t}^{-1}$)	平均单位运行成本/ (元 $\cdot \text{t}^{-1}$)
固化填埋	10~25	19	205
土地利用	2.5~25	19	304
建材利用	3~18	24.6	327
干化焚烧	5.5~13.2	33.3	335

企业处置污泥的平均单位投资成本和平均单位运行成本依污泥以无害化填埋、好氧堆肥、建材利用和干化焚烧处置工艺逐个增长。这是因为将污泥无害化填埋的处置费用主要集中在原材料、机械动力、人工等,且实际处置规模大,所以该工艺的运行成本较低。将污泥进行好氧堆肥的平均单位投资成本与污泥固化填埋接近,但其平均单位运行成本较高,这是因为该工艺需要投入更多的动力和人力,且将污泥进行深度脱水时能耗较高,所以其运行成本比填埋高;但该处置工艺最终产品在销路顺畅的情况下将给企业带来较好的收益,这也是导致利用该工艺处置污泥的企业多、规模参差不齐的原因。将污泥进行建材利用的投资成本和运行成本都比固化填埋和好氧堆肥高,这是由于利用污泥进行制砖时必须进行重新的破浆、絮凝、压滤,然后与其他材料进行混合、制模和烧制,在这一过程中需要更多的原材料、人力和动力的投入,但该工艺所得到的产品也能

够给企业带来较高的收益,所以现时采用污泥制砖工艺的企业也在不断增多;另外,利用水泥窑协同处置污泥只有一家,其投资成本约28.7万元/t,高于平均水平,主要是由于污泥的干化前处理和其含氯、硫等物质导致对水泥窑设备要求较高。在目前的处置方法中,将污泥进行干化后焚烧或锅炉掺烧的平均单位投资成本和平均单位运行成本最高,这是因为该工艺对设备的要求较高,动力能耗较大、人力和尾气处理系统的要求较高,同时也是该工艺应用进展缓慢的原因之一。

因此,在考虑对污泥进行无害化处置时,宜采用好氧堆肥、建材利用和干化焚烧工艺。鉴于现时污泥好氧堆肥所出现的一些问题,推荐采用污泥制砖或用间接干化的方式,与垃圾焚烧发电厂、火电厂或水泥窑协同处置的方式处置,不建议使用一次性能源对污泥进行干化。

6 污泥无害化处置存在的问题

① 处置污泥的持证单位在数量、处置能力及接收污泥的区域需完善。现时还有一部分地区产生的污泥未进行无害化处置,需增加污泥处置单位以实现全部无害化处置的目标。同时,污泥处置企业所接收的污泥源也需进行系统规划,存在超量或远距离接收等情况,给管理造成一定的困难。

② 污泥出厂含水率过高,厂内脱水时添加的药剂与部分处置企业重复,导致处理成本增加。污泥出厂的含水率较高(约75%~85%),造成了污泥量多,运费高,且在运输过程容易散落、发臭,影响了污泥的后续处理。另一方面,污水厂污泥从含水率约为98%浓缩到75%~85%之间时需添加混凝药剂,但部分处置企业在接收污泥后又对其进行加水破泥、再加混凝剂后压滤脱水,从而造成双重加药的现象,增加了处置成本。

③ 污泥处置费的配置需进一步适当完善。在污泥进行相应工艺的处理过程中,由于投资、运输、能耗和管理费等方面的费用也在不断增加,因此,污泥的处置费应当纳入地方财政预算管理,如增加水费中污水费内含污泥处置费或地方政府给予补贴解决污泥处置费问题。

④ 污泥的无害化处置工艺存在一定的不足。现时将污泥进行好氧堆肥后制成肥料销售,由于污泥的堆肥工艺、产品中重金属含量以及在土地利用过程中对土壤的影响等而导致产品滞销的情况;污

泥进行固化后填埋也因受限于填埋场地等而面临困难;污泥干化焚烧、建材利用,也在一定程度上受到能耗及尾气处理等方面的制约。因此,需加强对污泥的处理处置技术的研究和探讨。

7 污泥无害化处置的建议

① 完善污泥无害化处置的技术政策体系,加强管理,对污泥的产生、流向和处理处置过程实施更细、更全面的全程监管;另外,需尽快建立污泥处理处置的评估体系,并编制各地区污泥无害化处置规划。

② 在条件允许的情况下对污水厂现有工艺进行改造,从源头降低污泥产生量,同时发展产泥量低的污水处理工艺或污泥消化处理工艺。

③ 适时出台含水率更低的污水处理厂出厂污泥行业标准,可按实际污水处理规模逐步实现在污水处理厂内对污泥进行深度脱水,以降低污泥出厂含水率使其达到污泥无害化处置企业的要求。

④ 进一步评估现有污泥无害化处置企业,规划污泥处置企业接收污泥的区域范围。同时,根据现有污泥处置企业的布局情况,污泥数量和泥质情况、可利用的工业资源情况、综合利用便利条件等情况,增加污泥处置企业,可考虑增加国有控股污泥处置企业的建设。

8 结语

采用严控废物处理许可证的管理方式是保障污泥无害化处置的备选方案之一,同时,也应积极探索其他合理有效的污泥环境安全保障机制。基于许可证管理办法下,可以得出广东省污泥无害化处置主要的工艺为固化填埋、好氧堆肥、建材利用(主要为水泥窑协同处置和制砖)和干化焚烧,且它们的单位投资成本和单位运行成本依次增加。另外,在污泥处置工艺方面也存在一定程度的不足,需进一步加强对污泥无害化处置的管理,从总体上实现污泥的全部无害化处置还面临一定程度的挑战,需在经济、技术和管理上进行进一步的完善。

参考文献:

- [1] Chen H, Yan S H, Ye Z L, et al. Utilization of urban sewage sludge: Chinese perspectives[J]. Environ Sci Pollut Res, 2012, 19(5): 1454-1463.
- [2] Lin Yi-ming, Zhou Shao-qi, Li Fu-zhen, et al. Utilization of municipal sewage sludge as additives for the production

- of eco-cement [J]. J Hazard Mater, 2012, 213: 457 – 465.
- [3] 刘奋武,周立祥. 不同能源物质配合及化学强化对生物沥浸法提高城市污泥脱水性能的效果[J]. 环境科学学报, 2009, 29(5): 974 – 979.
- [4] 马学文,翁焕新,章金骏. 中国城市污泥重金属和养分的区域特性及变化[J]. 中国环境科学, 2011, 31(8): 1306 – 1313.
- [5] 刘敬勇,孙水裕,许燕滨,等. 广州城市污泥中重金属的存在特征及其农用生态风险评价[J]. 环境科学学报, 2009, 29(12): 2545 – 2556.
- [6] 陈同斌,郑国砥,高定,等. 城市污泥堆肥处理及其产业化发展中的几个关键问题[J]. 中国给水排水, 2009, 25(9): 104 – 108.
- [7] 翁焕新,马学文,苏闽华,等. 利用烟气余热干化城市污泥工艺的应用[J]. 中国给水排水, 2008, 24(4): 58 – 61.
- [8] 杨军,郭广慧,陈同斌,等. 中国城市污泥的重金属含量及其变化趋势[J]. 中国给水排水, 2009, 25(13): 122 – 124.
- [9] 林仰旋,方益民. 浅析广东省城镇污水处理厂污泥处理处置现状及相关管理政策[J]. 环境, 2012, (S2): 25 – 26.



作者简介:林奕明(1984 –), 男, 广东揭阳人, 博士, 高级工程师, 主要从事固体废物管理和科研等工作。

E – mail: guangzhoulinyiming@163. com

收稿日期: 2016 – 11 – 02

(上接第18页)

- 2006, 34(9): 1046 – 1062.
- [14] 郝晓地,金铭,胡沅胜. 荷兰未来污水处理新框架——NEWs 及其实践[J]. 中国给水排水, 2014, 30(20): 7 – 15.
- [15] 姚向君. 生物质能资源清洁转化利用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [16] 孙勇,姜永成,王应宽,等. 美国生物质能源资源分布及利用[J]. 世界农业, 2013, (10): 39 – 45.
- [17] 朱芬芬,高冈昌辉,王洪臣,等. 日本污泥处置与资源化利用趋势[J]. 中国给水排水, 2012, 28(11): 102 – 104.
- [18] 久保田文. 下水道污泥可作为生物质进行再利用[J]. 生物技术产业, 2006, (6): 12 – 12.
- [19] 陈子爱,邓良伟,王超,等. 欧洲沼气工程补贴政策概览[J]. 中国沼气, 2013, (6): 29 – 34.
- [20] Poeschl M, Wads S, Owende P. Prospects for expanded utilization of biogas in Germany [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2010, 14(7): 1782 – 1797.
- [21] 陈晓夫,王飞. 荷兰可再生能源技术的考察及其启示[J]. 可再生能源, 2005, (6): 79 – 81.
- [22] 王仲颖,任东明,秦海岩,等. 世界各国可再生能源法

规政策汇编[M]. 北京: 中国经济出版社, 2013.



作者简介:郝晓地(1960 –), 男, 山西柳林人, 教授, 从事市政与环境工程专业教学与科研工作, 主要研究方向为污水生物脱氮除磷技术、污水处理数学模拟技术、可持续环境生物技术。现为国际水协期刊《Water Research》区域主编(Editor)。

E – mail: haoxiaodi@bucea. edu. cn

收稿日期: 2017 – 03 – 27