

城市污水处理厂污泥干化制肥新工艺

陈金朴

(天津市东郊污水处理厂, 天津 300300)

在城市发展进程中,随着环境质量标准的提高、污水处理率和处理程度的提高与深化,污泥产量也随之大大增加,据不完全统计,全国日污水排放量达 133.7 亿吨,污水经过处理后,其体积的 6.5%~1%转化为固态的凝聚体—污泥,如何将这些污泥减量化、无害化,并有效利用,是世界各国共同重视的一个问题。纵观目前国内处置污泥的方法,在我国这样一个农业大国,污泥干化农用制肥应作为主要发展方向。

1 国内外对污泥主要采取的几种处理处置方法

污泥是城市污水处理后的必要副产物,是一种由有机残片、细菌体、无机颗粒、胶体等组成的极其复杂的非均质体,除含有大量水分外,还含有难降解有机物、重金属和盐类以及少量的病原体微生物和寄生虫卵等,大量未经处理的污泥任意排放和堆放对环境造成了新的二次污染。目前,国内外对污泥主要采取以下几种处理处置方法:

① 卫生填埋:将污泥直接运到垃圾填埋厂进行卫生填埋。相对而言,它操作相对简单,处理费用不高,但是侵占地严重,如果防渗技术不够,将导致潜在的土壤污染和地下水污染。目前,一些发达国家已经明令禁止污泥土地填埋,已有的也将逐渐淘汰。这主要是因为填埋并不能最终避免环境污染,而只是延缓了环境污染产生的时间;

② 污泥焚烧:以焚烧为核心的处理方法是最彻底的污泥处理方法,它能使有机物全部碳化,杀死病原体,最大程度地减少污泥体积。污泥焚烧产生的焚烧灰具有吸水性、凝固性,因而可用来改良土壤、筑路等。但是其处理设施一次性投资大,处理费用昂贵,焚烧后会产生二噁英等剧毒物质,在国内,焚烧烟气处理还一直未得到利用;

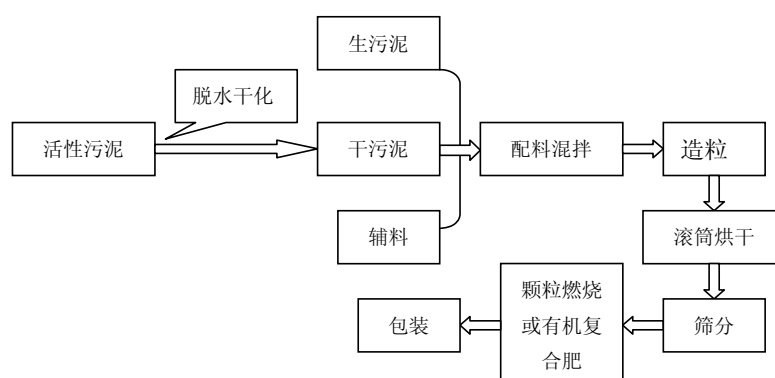
③ 污泥干化和热处理:污泥干化能使污泥显著减容,体积可以减少为原来的 1/6~1/5,产品稳定,无臭,且无病原微生物,干化处理后的污泥产品用途多。由于污泥热干燥技术处理成本较高,管理较复杂,目前,只有在西方发达国家得到大量推广;

④ 污泥农用:城市污水处理厂污泥中重金属及其它有毒成分浓度一般都较低,且含有 N、P 等农作物生长所必需的肥料成分。污泥农用不但投资少、能耗低、运行费用低,其中有机部分可转化成土壤改良剂成分。污泥农用具有良好的环境效益和经济效益,因此被认为是最具发展潜力的一种处置方式,这种污泥利用方式减少了污泥对人类生活的潜在威胁,既处置了污泥,又恢复了生态环境。影响污泥农用推广的主要因素是可能引起重金属后污染(如 Pb、Cd、Cu、Zn 等)和难解有机污染以及 N、P 的流失对地表水和地下水的污染。大量研究表明,这种焦虑是多余的,稍加控制堆肥的质量,一般不会造成重金属污染。

2 污泥干化制肥新工艺的特点

纵观以上各种处理方法,各有利弊,针对国内大部分污水处理厂采用卫生填埋的方式,这种措施是不可取的,这主要是因为修建一个填埋厂投资大、填埋费用高;其次,占用了宝贵的土地资源,随着我国土地、耕地的日益减少,这是非常不利的;其三,污泥中含有大量有害物质,如果不进行

任何处理就进行填埋，将造成填埋区的二次污染；其四，资源不能重生利用，不符合当今人们追求环保和生态平衡的理念，所以城市污水处理厂污泥的根本出路是资源化和能源化。因此，我认为污泥快速干化焚烧及制肥才是解决问题的可行方法，其工艺流程图如下所示。



从流程图上可明显的看出，它有如下创新点：① 无发酵快速制肥技术；② 一次配料混拌，造粒、烘干，筛分制肥技术；③ 螺杆挤压造粒技术。干化后的污泥，如园林需要，可以一部分制成肥料出售，余下的则可全部投入焚烧产热作用，实现彻底的减量化、稳定化、无害化。

从工艺上可明显的看出，它摒弃了传统的污泥经厌氧或好氧发酵工序。传统的污泥好氧发酵由于占地面积大、周期长、易产生臭气、厌氧消化过程中大约只有一半的有机物转化为甲烷气体，产气率，能源回收率低而逐渐的被一些新工艺取代。该工艺直接将生污泥转化为干化污泥，辅料一次混拌配料，再经过特制的螺杆挤压造粒机造粒。肥料的比表面积增大，这样就能保证均匀的烘干效果，烘干效率也大大提高；最后投入烘干机烘干，经过筛分，可立即将污泥快速制成颗粒燃烧（或有机复合肥）。对照以前的一些污泥制肥工艺——第一道烘干工序都是将原污泥直接投入烘干机烘干，往往由于污泥粒度较大且不均匀，导致干燥效率不高，往往是外部已经干了，而内部还没有干透，减量化、无害化也不彻底。

3 污泥热干化的过程及方式

污水处理厂污泥干化焚烧是近年来国内外研究的重要课题。热干化就是将已经脱水的污泥饼（含水率 75%左右）进一步降低含水率，以利于储存和运输，避免因微生物作用而发霉发臭，使污泥处于稳定状态。按加热方式热干化可分为直接加热和间接加热，其中直接加热方式热效率高，干化过程一般通过回转圆筒式干燥机、筛式流化床，也有采用燃气红外辐射器来实现，土壤工艺的干化采用回转圆筒式干燥机，与国内外技术是吻合的。热干化过程相当于对污泥作了 1~2 h 的灭菌处理（干燥温度 $\geq 95^{\circ}\text{C}$ ），完全可以达到杀灭病原菌的卫生要求，干燥后污泥含水率在 10%左右，微生物活性完全受到抑制，避免了产品发霉发臭，其高温灭菌较为彻底，在 20 世纪 90 年代干化技术得到了迅速发展。

4 干燥污泥焚烧燃料费的计算过程

通过焚烧，利用污泥中丰富的生物能将其作为干化污泥的燃烧热源甚为简便。焚烧过程中所有的病菌、病原体均被彻底杀灭，有毒有害有机残余物被氧化分解。当污泥的含水率小于 38%时，理论上不需要辅助燃料，可直接燃烧，在实际运用中，含水率小于 10%的污泥投入焚烧炉中作为燃料已证明是可行的，具体计算过程如下：

燃料费的计算（以处置每吨原污泥计）：处理每吨原污泥蒸发水分（含水率由 80%降为 0）0.8 吨，可得到干污泥（含水率为 0）0.2 吨。

将 0.8 吨水由室温 20℃加热成 100℃的水蒸气需耗费的热能为：

$$\{80 \text{ kCal/kg (显热)} + 619 \text{ kCal/kg (潜热)}\} \times 800 \text{ kg} = 559\,200 \text{ kCal}$$

干污泥（含水率为 0）的燃烧热值按保守考虑为 4000 kCal/kg，将 0.2 吨干污泥焚烧可产热为：

$$4000 \text{ kCal/kg} \times 200 \text{ kg} = 800\,000 \text{ kCal}$$

热效率按 70%考虑，则需补充热量为：

$$559\,200 \text{ kCal} - 800\,000 \text{ kCal} \times 70\% = -800 \text{ kCal}$$

由上可知，干燥污泥无需外补燃料，燃料费为 0。

对于焚烧中可能产生二噁英等污染物，在此方案中设置了二燃室，利用燃气或燃油作为热源，使焚烧炉产生的烟气彻底燃烧，确保驱除二噁英等污染物和臭味。在二燃室中还设有温控自动燃气或燃油燃烧器和二次通风系统，当出口炉温低于 850℃时，燃烧器自动点燃，使燃气在二燃室内保持 850℃以上，并停留 2 秒以上，同时保持一定的空气过量系数，这样就可保证烟气的彻底燃烧，不会产生二噁英等污染问题。这主要是因为只要焚烧温度高于 850℃，焚烧过程就不会产生二噁英。

对于干化后尾气的处理，主要采用国际上通行的机械湿洗涤静电方法，对烟气进行净化，实现烟气达标排放。

5 结论

综上所述，我们认为该工艺吸收了国内外最新技术的长处，并加以改进，具有如下特点：① 快速烘干，不用堆肥发酵，占地面积小、污染少；② 工艺简捷，直接使用焚烧炉的烟气加热污泥，热效率高；③ 在焚烧炉投料前段进行造粒，免去后段造粒的繁杂工序；④ 设有二燃室和烟气净化装置，烟气达标排放。基于以上特点，本方案具有占地面积小、投资小、运行费用低等特点，在肥料用量小的淡季，可制成颗粒燃料用于焚烧炉燃烧，干化污泥。

污泥的处理处置及其无害化作为再生资源有效利用是世界各国共同重视的问题，一种有效的污泥处理处置方法，应兼顾环境生态效益、社会效益和经济效益。从长远观点看，对于我们这样一个农业大国，经济基础较为薄弱，应将污泥制成污泥复合肥料或污泥生物复合肥料，用于农田、植树造林、园林绿化以及开垦荒地、贫瘠地等，作为主要的有效利用途径。污泥农用制肥应采用大规模的机械化生产，使其污泥肥效增加，降低有害物含量。为加大污泥农用量，一方面应加强基础研究，以确定科学的用量，制定污泥农用安全标准，在土壤类型、污泥肥料使用量和使用方法上都应有严格的规定，防止对土壤、地下水、农作物造成污染；另一方面应采取切实可行的管理措施，严格控制污泥农用的质量，采取有效的监控措施，防止有害重金属等的污染，在扩大污泥农用的同时，也要发展研究其它的资源化途径。

参考文献

- [1] 王宝贞, 王琳. 水污染治理新技术. 科学文化出版社, 2004.
- [2] 徐强. 污泥处理处置技术及装置. 化学工业出版社, 2003.
- [3] 高延耀, 顾国维. 水污染控制工程（下册）. 高等教育出版社, 1999.
- [4] 曾科, 卜秋平, 陆少鸣. 污水处理厂设计与运行. 化学工业出版社, 2001.
- [5] 吴天宝. 固体废物处理与处置. 高等教育出版社, 1999.