水世界-中国城镇水网
www.Chinacitywater.org
水业焦点 | 水业手册 | 企业之窗 | 求职招聘 | 学术论坛
行业论文 | 专家咨询 | 会展信息 | 行业分析 | 下载专区

城市污水厂污泥最终处置方式及资源化利用

作者：杨开明

简介： 城市污水厂处理中产生的污泥既是污染物又是一种资源，其最好的出路应是污泥的处理、处置与资源化利用相结合。本文通过污泥的综合利用、填埋、投海等几种主要的污泥处置方式的分析，指出污泥的资源化利用应立足于各地实际，在兼顾环境生态效益、社会效益和经济效益平衡的前提下，选择最佳处置与利用方案。

关键字：污泥综合利用 填埋 投海

Eventual Disposal and Resource Utilization of Sewage Sludge in Municipal Sewage Treatment Plant

YANG Kai-ming1,2

(1.Environmental Science and Engineering College, Southwest Jiaotong University, Chengdu, 610031; 2.School of Energy and Environment, Xihua University, Chengdu, 610039)

Abstract: The Sludge is not only contaminant but also useful resources in Municipal sewage Treatment Plant. It is the best way that combines handling, disposal with utilization of sewage sludge. Through analyzing of several major sewage sludge disposal such as Synthesize utilization, bury, sea dumping and so on, this paper points out that resource utilization of sewage sludge should stand reality, select the best way of disposal and utilization, considering environmental ecological results, social and economic benefits.

Keyword: Sludge in Municipal Sewage Treatment Plant; Synthesize use; bury; sea dumping

城市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，如果不加处理的任意排放和投弃会对环境造成严重的污染。随着污水处理设施的普及、处理率的提高和处理程度的深化，污泥的产生量必将有较大的增长。如何妥善地处置污水厂污泥，并将其作为一种新的资源加

中国城镇水网 www.chinacitywater.org

以有效利用，变废为宝，已成为城市污水厂和相关部门提高技术水平和管理水平的重要因素，也是全球共同关注的课题。

1、污泥最终处置的主要方式

目前，国内外污泥最终处置方式主要有：综合利用、填埋、投海。

（1）综合利用

①农田林地利用

污泥脱水后堆肥农用是目前国内一些污水处理厂正在进行研究和开发的课题，污泥中含有大量植物生长所必需的肥分（N、P、K）、微量元素及土壤改良剂（有机腐殖质）。我国城市污水处理厂的各种污泥所含肥分见表 1，故污泥农田林地利用是最佳的最终处置方法，但污泥中也含有对植物及土壤有危害作用的病菌、寄生虫卵、难降解有机物、重金属离子以及 N、P 的流失对地表水和地下水的污染，甚至可能含有一些致癌物质，目前对重金属污染研究较多。因此，在作农田林地利用前，应进行堆肥处理以杀死病菌及寄生虫卵，同时还应去除这些有害物质。目前普遍的问题是检测手段跟不上要求，处理成本无法和经济效益相平衡，化肥的普遍应用造成销售市场难以开发等，这些使得此种处置方式尚未得到普遍的推广。我国有大量工业废水进入污水处理厂，污水中重金属离子约有 50%以上转移到污泥中，污泥中的重金属离子含量一般都较高，见表 2。

表 1 我国城市污水处理厂污泥肥分表

污泥类别	初沉污泥活性污泥消化污泥
总氮（%）	2～33.3～7.71.6～3.4
磷（以 P2O5 计）%	1～30.78～4.3 0.6～0.8

www.chinacitywater.org 中国城镇水网

钾（以 K2O 计）%	0.1～0.5 0.22～0.44
有机物	50～6060～7025～30

为提高污泥的农用量可以采取一些措施：一是把污泥制成有机—无机复合肥料，适当添加钾肥以补充污泥肥料中钾的不足，这样可以提高肥效降低有害物的含量；二是在经济政策上优惠使用污泥复合肥料的单位或个人，如免费提供试用肥料样品，免费为施用污泥复合肥料的区域或地块作土壤营养状况分析等。

表 2 我国城市污水处理厂污泥中重金属含量（mg/kg）

重金属离子名称	含量范围
Hg（汞）	4.63～138
Cd（镉）	3.6～24.5
Cr（铬）	9.2～540
Pb（铅）	85～2400
As（砷）	12.4～560
Zn（锌）	300～1119
Cu（铜）	55～460

中国城镇水网 www.chinacitywater.org

Ni（镍）	3.6～24.5

②污泥焚烧产物利用

污泥中合有一定量的有机成分，经脱水干燥的污泥可用焚烧处理。在日本，该方法已占污泥处理总量的 60％以上、欧盟也在 10％以上。为防止焚烧过程中产生二噁英等有毒气体，焚烧温度应高于 850℃。污泥焚烧所产生的焚烧灰具有吸水性、凝固性，因而可用于改良土壤、筑路等，也可作为砖瓦和陶瓷等的原料，另外，污泥灰也可以作为混凝土混料的细填料。将污泥转变成一种颗粒状燃料，可以很好燃烧，其热值和褐煤相当，燃烧释放的有害气体远低于焚烧过程，其残余物可用于建筑工业。

污泥焚烧可以从废气中获得剩余能量，用来发电。在脱水污泥中加入引燃剂、催化剂、疏松剂和固硫剂等添加剂制成合成燃料，该合成燃料可用于工业和生活锅炉，燃烧稳定，热工测试和环保测试良好，是污泥有效利用的一种理想途径。

③低温热解制取可燃物

污泥热化学处理因其无害化和减量化彻底，地位已逐渐增强。污泥低温热解是一种发展中的能量回收型污泥热化学处理技术。它通过在催化剂作用下无氧加热干燥污泥至一定温度（<500℃）、由干馏和热分解作用使污泥转化为油、反应水、不凝性气体和炭等可燃产物，最大转化率取决于污泥组成和催化剂的种类，正常产率为 200～300L（油）/t（干泥），其性质与柴油相似。

④建筑材料利用

污泥可用于制砖和制纤维板材。

污泥制砖的方法有两种。一种是用干化污泥直接制砖，另一种是用污泥灰渣制砖。用干化污泥直接制砖时，应对污泥的成分作适当调整，使其成分与制砖粘土的化学成分相当。当污泥与粘土按重量比 1:10 配料时，污泥砖可达普通红砖的强度。利用污泥焚烧灰渣制砖时，灰渣的化学成分与制砖粘土的化学成分是比较接近的，制坯时只需添加适量粘土与硅砂。比较

中国城镇水网 www.chinacitywater.org

适宜的配料重量比为灰渣：粘土：硅砂＝100:50:（15～20）。

污泥制生化纤维板，主要是利用活性污泥中所含粗蛋白（有机物）与球蛋白（酶）能溶解于水及稀酸、稀碱、中性盐的水溶液这一性质，在碱性条件下加热、干燥、加压后，发生蛋白质的变性作用，从而制成活性污泥树脂（又称蛋白胶），使之与漂白、脱脂处理的废纤维压制成板材。其品质优于国家三级硬质纤维板的标准。

(2)填理

污泥填埋有填地与填海造地两种。

污泥消化后经脱水再进行填埋是目前国内许多大型污水处理厂中常采取的方式，经过消化后的污泥有机物含量减少，性能稳定，总体积减少，脱水后作填埋处置是一种比较经济的处理方式。由于消化装置工艺复杂、一次性投资大、运行操作难度大，实际运行经验表明往往难以达到预期的效果。况且脱水污泥含水率大大高于普通生活垃圾卫生填埋场所要求的30％含水率，因此需再经处理才能送生活垃圾填埋场填埋；或者设置专用的污泥填埋场，根据污泥的含水率及力学特性等因素进行专门填埋，但此法有占地较大、选址受阻及存在二次污染隐患等缺点。

污泥填埋的操作要求与垃圾填埋相似。污泥填埋场的渗滤液属高浓度有机污水，必须集中加以处理；污泥填埋场四周应设围栏，并采取相应的防蚊蝇、防鼠措施，未经干燥焚烧处理的污泥，宜小规模分层填埋，生污泥泥层厚度应<0.5m，消化污泥泥层厚度应不大于 3m，泥层上面铺砂土层为 0.5m，彼此交替进行填埋，并设置通气装置，污泥焚烧灰渣填埋时，可不分层填埋。

污泥填海造地，应遵守下列要求：①必须设护堤，渗水也必须集中进行处理，以防污泥和污水污染海水；②污泥或灰渣中的重金属含量应符合填海造地标准。

(3)投海

沿海地区，尤其是有大江、大河入海口附近，可考虑把生污泥、消化污泥、脱水泥饼或

中国城镇水网 www.chinacitywater.org

焚烧灰渣投海。投海污泥最好是经过消化处理的污泥。投海方式可用管道输送或船运，其中管道输送较为经济。在污泥投海工程实施前，必须搞好投海区的选择（离海岸 10km 以外，水深 25m 左右），以保证海水的稀释与自净作用。

总之，综合利用将是今后污泥处置的主要方式。填理由于占地多，潜在生物可利用率低，渗滤液可污染地下水，后续处理管理费用高等问题，应用受到限制。海洋投弃将逐渐被禁止。随着科技的发展，污泥的有效利用的方式和有效利用率将会进一步增加。

2 、污泥利用方案的选择

(1)污泥利用的潜在风险

污泥利用需满足严格的环境卫生标准，不能造成新的环境危害。污泥利用的环境问题是重金属和氮对土壤、作物、水体的影响以及病原物污染，所以具有潜在风险。污泥的热能利用无疑是风险最小的，而土地利用则需严格管理，只有重金属含量低于农用污泥标准才可用于农作物，而且污泥肥的施用也需严格定量以控制重金属的积累和减少氮、磷淋失对水体的污染。至于病原物污染，热干化的安全性较佳，因其高温灭菌作用很彻底，产品可完全抑制微生物的活性；碱性稳定化基本上也能达到安全标准；堆肥则不足以保证安全性，因病原物仍有少量存活且产品的高含水率（一般为 30%～40%）可使病原物复活，故采用堆肥方案时需加强对堆肥质量、场所和施用场地的管理。

(2)利用方案的比较

①农田林地利用

用污泥对农田、林地、草坪施肥或进行土壤改良以及用于市政绿化、育苗等，不仅可改善土壤的理化性质，增加土壤肥力，促进树木、花卉及草坪等的生长，而且可避免污泥中的重金属、有毒有机物因食物链的生物富集效应对人畜产生的危害，除此之外土壤的自净能力还可使污泥进一步无害化。因此土地利用是一种积极的、生产性的污泥处置方法。污泥利用前需堆肥化处理，堆肥化若采用静态条垛工艺，成本最低，但其生产周期长、占用土地多且

中国城镇水网 www.chinacitywater.org

对周围环境的影响比较严重；若采用发酵仓，其设备投资和运行费用将增加，而且若要制成复合肥还需烘干造粒设备，这样其成本优势就大大削弱了。

②污泥焚烧产物利用

污泥焚烧效果好，焚烧产物既可用作新的产品原料，又可回收热能。国外已有较成熟经验和工艺，可以直接借鉴使用。但总体来说焚烧的成本最高（是其他工艺的 2～4 倍）。今后应从降低成本，减少二次污染角度着手，生产新设备。

③低温热解制取可燃物

污泥低温热解效果亦好，污泥可通过干馏提取油、气等，不但可做燃料也可用于制造四氯化碳等化工产品，具有工业化利用前景，且能量回收率高，经济性优于焚烧处理，是大有前途的处理方法。在热解机理和动力学研究方面，还有很多工作需进一步探讨。在工艺和设备的改进方面有待新的突破。

④建筑材料利用

建筑材料利用，不仅可以减少污泥填埋所占用的土地，减少自然资源消耗，而且可以使资源得到循环利用，变废为宝。

(3)其他因素

污泥处理设施的选址是方案选择的决定因素之一。一般而言，污泥宜就近处理以节省运输费用和减少湿污泥运输对沿途造成的污染。由于污泥处理过程中可能会带来臭味、有毒有害气体及病原体等环境问题，所以选址会对方案选择产生决定性影响。

3、结语

污泥经过减容、稳定和无害化处理后，可以作为资源加以综合利用。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。面对各地区千差万别的污泥

中国城镇水网 www.chinacitywater.org

利用经验，应立足于本地区的实际情况，在兼顾环境生态效益、社会效益和经济效益平衡的前提下，审慎地、全面地论证各种方案实施的可行性，从中选出最佳方案。目前的利用方向是土地利用和热能利用。从长远看，对于我们这样一个农业大国，应将污泥制成污泥复合肥料或污泥生物复合肥料，将农田林地利用作为主要的有效利用途径。同时，也要发展研究其它的资源化途径，如直接或间接作为燃料、热分解制油等。污泥焚烧作为最彻底的处理方式，在国外，特别是西欧和日本已得到了广泛的应用，欧洲将来有 30%的污泥土地利用、70%热能利用。在国内，由于其一次性投资和处理成本大、焚烧烟气需进一步处理等问题而一直未得到应用。随着国内大型城市污水处理厂建设的进一步加快，污泥处置已成为突出的问题。

参考文献：

[1]陈鸣.城市污水处理厂污泥最终处置方式的探讨.中国给水排水.2000,16(8):23－24

[2]汪恂.略述城市污水厂污泥热化学处理技术.武汉工业大学学报.1999,21(6)

[3]张清敏，陈卫平，胡国臣，孙红文，朱坦.污泥有效利用研究进展.农业环境保护.2000,19(1):58－61

[4]杨小文，杜英豪.污泥处理与资源化利用方案选择.中国给水排水.2002,18(4):31－33

[5]丁文川，郝以琼，汤子华.重庆市城市污水厂污泥的处理与处置.重庆环境科学.第 22 卷第 2 期

[6]邓晓林，王国华，任鹤云.上海城市污水厂的污泥处置途径探讨.中国给水排水.2000,16(5):19－22

[7]杨国清，刘康怀.固体废物处理工程.科学出版社.2000

杨开明，讲师，在职博士研究生，长期从事给水排水及环境工程等领域的教学、科研及工程设计工作。Tel：028－81270291

中国城镇水网 www.chinacitywater.org

水世界-中国城镇水网
www.Chinacitywater.org
水业焦点 | 水业手册 | 企业之窗 | 求职招聘 | 学术论坛
行业论文 | 专家咨询 | 会展信息 | 行业分析 | 下载专区

中国城镇水网
www.chinacitywater.org