

污泥处理与资源化利用方案选择 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/474/2021\\_2022\\_\\_E6\\_B1\\_A1\\_E6\\_B3\\_A5\\_E5\\_A4\\_84\\_E7\\_c67\\_474786.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/474/2021_2022__E6_B1_A1_E6_B3_A5_E5_A4_84_E7_c67_474786.htm) 文章摘要：污水处理产生的大量污泥的任意堆放和投弃对环境造成了新的污染，如何妥善处置这些污泥已成为全球共同关注的课题，当今的共识是将污泥视为一种资源加以有效利用，在治理污染的同时变废为宝 [ 1 ~ 3 ]。1、污泥处理方法随着海洋投弃被禁止，污泥弃置的比例正逐渐减少，同时土地填埋也受到越来越严格的限制，因为填埋需占用大量土地、耗费可观的填埋费用且不能根治污染。在今后数年里美国的大部分污泥填埋场将关闭，欧盟也将规定填埋..... 1、污泥处理方法随着海洋投弃被禁止，污泥弃置的比例正逐渐减少，同时土地填埋也受到越来越严格的限制，因为填埋需占用大量土地、耗费可观的填埋费用且不能根治污染。在今后数年里美国的大部分污泥填埋场将关闭，欧盟也将规定填埋必须和焚烧相结合，只有焚烧灰才可以被填埋。人们已认识到污泥处理的优先顺序是减容、利用、废弃 [ 1 ]，污泥减量化、稳定化、无害化处理作为资源回用已经成为主流。污泥利用可分为土地利用和热能利用，具体方法包括堆肥、碱性稳定化、热干化、焚烧等。1.1 堆肥堆肥是利用污泥中的微生物进行发酵的过程。在污泥中加入一定比例的膨松剂和调理剂（如秸秆、稻草、木屑或生活垃圾等），利用微生物群落在潮湿环境下对多种有机物进行氧化分解并转化为类腐殖质。研究表明，经过堆肥的污泥质地疏松，阳离子交换量（CEC）显著增加、容重减小、可被植物利用的营养成分增加、病原菌和寄生虫卵几

乎全被杀灭 [ 4 ]。目前采用的方法有静态和动态堆肥两种。有些地方仍沿用传统的条形静态通风垛，一些发达国家则多采用现代工业化的发酵仓工艺，如日本至20世纪90年代末已建了35座污泥堆肥厂，其中最大的堆肥厂在北海道的札幌市，其发酵仓和生产线很具规模且机械化自动化程度高 [ 2 ]。国内的唐山、常州等地也采用发酵仓处理污泥。

### 1.2 碱性稳定化

碱性稳定化是在污泥中加入石灰或水泥窑灰等碱性物质，使污泥 $\text{pH} > 12$ 并保持一段时间，利用强碱性和石灰放出的大量热能杀灭病原体、降低恶臭和钝化重金属，处理后污泥可直接施用于农田。碱性稳定化的两个主要处理方法是N-ViroSoil和Agri-Soil方法。前者是在碱性稳定后通过机械翻堆或其他方法使污泥快速干燥，后者则是在混合碱性物料后进行堆肥。美国爱森技术公司开发了成套N-Viro设备并在美国、澳大利亚等地使用，其自动化程度高，处理湿污泥量可达 $50 \sim 240\text{t/d}$ 。

### 1.3 热干化

热干化是利用热能将污泥烘干。干化后的污泥呈颗粒或粉末状，体积仅为原来的 $1/5 \sim 1/4$ ，而且由于含水率在10%以下微生物活性完全受到抑制而避免了产品发霉发臭，利于储藏和运输。热干化过程的高温灭菌作用很彻底，产品可完全达到卫生指标并使污泥性能全面改善，产品可作替代能源也可土地利用。20世纪90年代热干化技术得到迅速发展，2000年世界干污泥产量已是1990年的10倍 [ 5 ]。目前在设备市场技术领先的有奥地利的Andritz公司、比利时的Seghers公司和美国的Bio-Gro等，其设备可蒸发水量为 $0.5 \sim 10\text{t/h}$ （相当于处理含水率为20%的湿污泥 $15 \sim 300\text{t/d}$ ），而且设备自动化程度高、安全性能好。热干化按加热方式可分为直接加热和间接加热，其中有代表性的是欧洲最大的

直接加热污泥干化厂--英国的Bransands (可蒸发水量为 $7 \times 5000\text{kg/h}$ ) 以及世界最大的间接加热干化厂--西班牙的巴塞罗那 (可蒸发水量为 $4 \times 5000\text{kg/h}$ )。国内的大连、秦皇岛和徐州等地也开展了污泥热干化生产的研究,都采用直接加热方式。

1.4 焚烧 通过焚烧可利用污泥中丰富的生物能来发电并使污泥达到最大程度的减容。焚烧过程中所有的病菌、病原体均被彻底杀灭、有毒有害的有机残余物被氧化分解。焚烧灰可用作生产水泥的原料,使重金属被固定在混凝土中而避免其重新进入环境,不足之处在于焚烧过程中会产生二英等空气污染物。目前应用最广的焚烧设备是流化床焚烧炉,当污泥的含水率达到38%以上时就可不需要辅助燃料直接燃烧 [6], 污泥焚烧在日本和欧美较为普遍,日本有61%的污泥采用焚烧处理。另外目前正在发展一种新的热能利用技术--低温热解,即在 $400 \sim 500$ 、常压和缺氧条件下,借助污泥中所含的硅酸铝和重金属(尤其是铜)的催化作用将污泥中的脂类和蛋白质转变成碳氢化合物,最终产物为油、碳、非冷凝气体和反应水。热解前的污泥干燥就可利用这些低级燃料(碳、气和水)的燃烧来提供能量,实现能量循环;热解生成的油(质量上类似于中号燃料油)还可用来发电。第一座工业规模的污泥炼油厂在澳大利亚珀斯,处理干污泥量可达 $25\text{t/d}$  [6]。

2、污泥利用方案的选择 面对众多的污泥利用方案, Bridle等提出用生命周期评价法即从"环境卫生安全、资源回收、资源投入产出比和收益影响比"四个方面评估污泥利用方案的可持续性 [7]。因各地区的发展状况有差别,所得出的结论也不同,所以应根据本地实际情况选择适合的污泥利用方案。

2.1 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 [ 8、9 ]，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。

## 2.2 利用方法的比较

污泥土地利用可回收植物生长所需养分并且改善土壤的物理性质（降低容重、提高渗透性和保湿性），其收益是显著的，但前提是污泥必须安全。焚烧既可回收热能又可通过干馏提取油、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，因此当污泥不能农用或者污泥量大于农用需求量时，焚烧也是一种选择。欧洲将来有30%的污泥土地利用、70%热能利用。而在所有方案中，无疑热干化最具灵活性，对可农用的污泥进行热干化处理后可形成高质量的颗粒肥，易撒播且适宜包装上市销售，对不可农用的污泥无论直接焚烧或者干馏制油都需先热干化处理，因此，热干化适用于所有污泥，其产品用途也最广泛。

## 2.3 其他因素

运行成本及经济承受能力是方案选择的重要因素之一。总体来说焚烧的成本最高（是其他工艺的2~4倍 [ 2 ] ），而其他方案的综合成本差异不显著。堆肥化若采用静态条垛工艺则成本最低，但其生产周期长

、占用土地多且对周围环境的影响比较严重；若采用发酵仓则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。因此，考察污泥利用的成本时应在统一产品质量标准和环境影响标准的基础上，从设备投资、运行费用、地价、人力价格等多方面进行综合评估。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。如果污水处理厂远离城区并有闲置土地，则堆肥不失为一种合理选择。在生产用地紧张的情况下，热干化显得较有优势，它不仅占地面积很小，而且可以满足严格的环保标准（其尾气经严格除尘除臭后才排放，厂房内的气体也进行除臭处理），即使在德国、瑞士等地也有污泥热干化厂建在市区或旅游区内的情形。各地区的实际情况决定了污泥产品的使用目的和要求不同，从而也导致了污泥处理利用方法的迥异。例如欧洲仅有1%的污泥用于堆肥，美国也只有4%~5%，但在澳大利亚堆肥却很受欢迎（尤其是碱性稳定后堆肥[8]），如悉尼水处理集团污泥的25%用于堆肥、54%用于碱性稳定化[10]，原因是澳大利亚许多土壤呈酸性。在美国东海岸污泥热干化处理发展迅速，这是因为那里的污泥无法直接就近农用，必须将其制成易于储存和运输的颗粒肥上市销售或运往西部佛罗里达州的柑橘农场[11]。可见污泥处理后的性状和用途会制约污泥利用方案的选择，所以应先作详尽的市场调查，根据污泥利用的市场及容量确定了污泥的最终出路之后才能选出最佳的污泥处理方案

。 3、 结论 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。 目前的利用方向是土地利用和热能利用。 面对各地区千差万别的污泥利用经验， 应立足于本地区的实际情况， 在兼顾环境生态、 社会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。 参考文献： [ 1 ] Peter Matthews , Pelican Portfolio , Monsal.污泥利用条例的制定 [ A ]。 有机废弃物管理与利用国际学术研讨会论文集 [ C ]。 南京， 2000. [ 2 ] 赵丽君， 张大群， 陈宝柱。 污泥处理与处置技术的进展 [ J ]。 中国给水排水， 2001， 17 ( 6 ) : 23-25. [ 3 ] 宋序彤。 中国城市供水排水发展特征及对策 [ J ]。 中国给水排水， 2000， 16 ( 1 ) : 21-25. [ 4 ] 薛澄泽。 污泥制作堆肥及复合肥料的研究 [ J ]。 农业环境保护， 1997， 16 ( 1 ) : 11-15. [ 5 ] Oliver Pollet , Bart Adams.Safety in industry sludge drying plants-theory and best practice [ A ]。 Proceedings 5 theuropean biosolids and organic reciduals conference [ C ]。 Wakefield , 2000. [ 6 ] Trevor Bridle.污泥的热处理技术 [ A ]。 有机废弃物管理与利用国际学术研讨会论文集 [ C ]。 南京， 2000. [ 7 ] Trevor Bridle , Stefan Skrypski-Mantele.Assessment of sludge reuse options : A life-cycle approach [ A ]。 Proceedings IAWQ/AWWA sludge management conference [ C ]。 Aust ralia , 1999. [ 8 ] Ho G E , Sidhu J , Gibbs R A.污水生物固体的堆肥： 病原物再生的潜力 [ A ]。 有机废弃物管理与利用国际学术研讨会论文集 [ C ]。 南京， 2000. [ 9 ] 周立详。 城市污泥农牧地利用中病原物污染及其控制 [ A ]。 有机废弃物管理与利用国际学术研讨会论文集 [ C ]。 南京， 2000. [ 10 ] Osborne G J

, Michalk D L , Unkovich I T.污泥在农业生产系统中的应用 [ A ]。有机废弃物管理与利用国际学术研讨会论文集 [ C ]。南京 , 2000. [ 11 ] Shimp Gary F , Rowan James M , Carr J Scott.Continued emergence of heat drying : a technology 0update [ A ]。Proceedings 14 th annual WEF residuals and biosolids management conference [ C ]。USA , 2000. 100Test 下载频道开通 , 各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com)