

城镇水环境治理中废弃污泥固化利用技术研究

黄 跃

中国水利水电第十二工程局有限公司 浙江 杭州 310000

摘 要：我国城市污水处理厂的主要污泥具有高氮、高养分、高含水量、分层有序、组成复杂等特点，对生态环境构成严重威胁，处理不当会对环境产生二次污染。通过对城市工业用地的污泥进行固化试验，结果表明，该污泥的含水量高，不能满足城市二级工业用地基础填土的要求，经固化、脱水处理，可以达到园林绿化种植土标准，有效实现污泥的高效处理。基于此，本文主要围绕城镇水环境治理中废弃污泥固化利用技术展开细致研究，并提出了相应的完善措施，以供参考。

关键词：水环境治理；污泥；固化利用；资源化

引言：在新时代背景下，国家正着力推进生态文明建设。虽然水污染环境治理已经成为城市生态环境的一项重大举措，但废弃污水处理厂及污泥污染问题在城市水生态治理上却始终是一项很重要的课题。因此，怎样正确的处置污水，以避免污泥对水体、土地产生危害已成为了人们当前关注的焦点。通过调查研究与论证，城市垃圾污泥处理厂中大多有大量的污泥，严重污染了生态环境。而这些污泥如果处理不当，它会对水体、土地等造成很大的危害。对此，需要采取相应的治理方法，以实现合理、有效治理水环境目的。

1 污泥处置常见问题

而除了部分自由水体、间隙污水、絮凝剂等废水以外，污水中还存在大量细菌和植物的结合水。污水的上述特点，是造成污泥直接堆放所造成的有害渗滤液的最主要原因，而直接进行垃圾填埋则会对周围土地造成严重破坏。由于污水处理厂污泥含水量多、重量大、处置麻烦，因此通常的处置方式都是把污泥直接运到填埋场内进行深度处置，其过程相对简便，成本低，见效快，但无法实现“减量化、无害化、资源化”的目的，同时也会对环境 and 土壤产生危害。此外，有机残片、无机颗粒、细菌菌体等物料所构成的淤渣，其含水量高、体积大、有机物含量高。实际应用表明，单纯采用沉淀法难以实现固液分离。

污泥的无害化与再利用仍有很多问题，例如污泥上浮、污泥膨胀、污泥老化、污泥回流等。如何根据实际情况，正确处理好这些问题，直接影响到污泥处理的进

度和质量。而在秋季，由于季节变化对污泥的处理也有很大的影响，尤其是在北方地区，因为气温过低，对污泥的处置造成较大的困难。一般来说，为了要控制污泥年龄，并研究污泥的生物适应性，以及适时地提高污水的生物浓度，就需要调整污水的生物脱泥水平。

2 污泥科学处置思路

在实际操作中，污水处理厂的污泥处理可分成两个阶段：一是完成垃圾填埋场的挖掘和转移，其主要目标是对污泥进行简单的脱水，待污泥含水率低于60%后再转移到新的污泥固化地点；二是对污泥进行固化处理，主要以脱水和固化为主，将污泥按照一定比例添加固化剂进行无害化处理，经测试符合环保标准后，可用于园林绿化等，最后实现污泥资源化利用。

3 城镇水环境治理中废弃污泥固化利用技术研究

通过对不同工艺方案的综合对比，发现固化工艺成本低，固化利用效果明显。在固化、搅拌实验的基础上，对所添加的固化剂进行了研究，并将固化剂添加到新的搅拌固化场污泥中，进行混合。经过此项处理技术，使污泥的含水率由85.5%降低到60%以下，并经污泥组成测试符合标准后，运出用于园林绿化。此外，污泥的处置分为稳定与无害化两大类。通过对污泥进行稳定化，使其能够降解有机物，生成稳定的产品。污泥的无害化处理，是通过热处理工艺处理污泥中的重金属和有害物质，从而达到资源化的目的。

3.1 污泥固化

3.1.1 污泥固化试验

污泥固化试验，主要指通过在污水中添加不同配比的固化剂并进行试验，以达到最佳的固化剂比例，从而在污泥固化处置现场实现最大规模的污泥固化搅拌处置和回填。而根据国家有关要求，在通过混合固化的方式对污泥

通讯作者：黄跃，出生年月：1991.02.25，民族：汉，性别：男，籍贯：重庆城口，单位：中国水利水电第十二工程局有限公司，职称：工程师，学历：本科，邮编：310000，研究方向：水环境治理方向。

进行处置,并完成污泥混填后,其含水率与pH须满足规定:淤渣含水率为60%,pH为5.5到8.5。在实践中,应根据场地污泥状况,选择合适的位置对该地方做夯实、防渗处理,然后浇筑砖墙,并做好防渗密封,从而实现固化的目的。此外,采用机械装置将淤渣输送到试验室,将混合好的固化剂均匀地撒在污泥上,反复搅拌,直到完全溶解,再放置一段时间,对所处理的污泥进行性能参数的测量,从而得出最佳的固化剂比例和用量。

3.1.2 污泥固化处理

污泥由密闭的环保运输车从工地运送到搅拌固化场地,然后倒入污泥搅拌槽中,按照预热试验确定的固化剂比例和用量,将固化物料加入其中,并重复搅拌混合固化剂,使之充分反应1天左右。在充分反应后,将淤渣运到固结区进行养护,养护周期为2~5天。对已固化的污泥进行测试,并将其及时运出进行资源化。污泥的资源化利用是污水处理过程中的一个重要环节,它对环境的持续发展起着至关重要的作用。固化法是一次耗费较少、效益好的污水处理技术试验。某城市污水处理厂的污泥经测试后,其含水率过高,无法达到城市二级工业用地的标准回填土,但通过掺强剂的混合、硬化、污泥脱水等,可以满足城市园林绿化种植的土壤要求,从而有效完成了城市污水的减量、无害、资源化处理。

3.2 稳定化处理

有氧消化法具有污泥总量小、运行简单、不会产生恶臭的特点,但需要专门的辅助设备,且处理过程中的能源消耗较大。碱化稳定性是指在污泥中加入生石灰(CaO)、镁盐(Mg^{2+})、粉煤灰等碱物质,通过产生碱作用和化学反应热量,对污泥进行消毒、固化。该技术不能直接对污泥中的有机物进行分解,但其主要作用是通过改变微生物的载体环境,以及通过产生高温等手段将其杀死,并且使其硬化。碱法稳定技术简单、安全、可靠、投资少、能源消耗小,但其占用空间较大,可用作紧急或紧急处置。好氧堆肥是指在一定的氧环境下,在一定的通风条件下,使污泥中的好氧微生物通过自身产生的酶来吸收和氧化还原有机物。该工艺不受自然环境、气候的影响,在室内、户外都能实现机械化作业,简单、可靠,而且工艺简单、投资少、适应性好^[1]。

3.2.1 石灰稳定

石灰稳定法是一种简便、高效的处理工艺,由于不能对污泥中的有机物进行直接分解,从而使后续的热处理工艺能最大限度地保持其热值。与镁盐、粉煤灰等碱化稳定工艺相比,其最大优点在于其释放热量更高,具有更好的杀灭效果。石灰稳定法是对污泥进行浓缩、

脱水的一种方法,即:加压溶气气浮和带式压滤机。该工艺首先将淤渣中的空隙水和空隙水除去,然后进行浓缩、脱水,使其体积达到原来的十分之一,从而有利于石灰的稳定性。采用加压溶气气浮浓缩装置,将更多的气体压缩到水中,并沉淀出大量的微小气泡,这些微小的气泡会粘附在污泥的表面,当这些微小的气泡上升时,就会产生固液分离的作用,达到浓缩的目的。

3.2.2 好氧堆肥

按混合料的不同,可以将其分为静态和动态两种,其中动态发酵能得到更好的消化,并能加速稳定化过程^[2]。按照不同的微生物生长环境,可以将其分成好氧和厌氧两类,与厌氧堆肥相比,好氧堆肥投资少、臭味少、操作简单、安全。在实践中,采用条垛型动态好氧堆肥,可以充分利用场地的有利条件和有利的施工环境。将脱水饼与松散媒质混合,按条垛法将其置于多孔床上,使其比表面、孔隙比大。采用强制对流循环和自然扩散的方法,从内到外形成由内到外的空气供应体系,定期机械翻动,确保堆肥完全发酵。在此过程中,筛分后的微粒可以再利用,作为膨胀剂,使其具有多孔性。对于就地混合料,应使其在大气中快速蒸发,断面为自然堆积的三角形,纵向排列为平行的条垛,并在条垛间和两端留出一定的空间。之后,在堆垛底部的沟槽中设置了一条空气管道,与强制通风装置形成了一个三维的、有秩序的对流场。此外,好氧堆肥需要进行两次堆肥,可将其分成三个阶段,一次发酵周期为10~12天,其中包括初始和高温。对难解性物料进行二次堆肥,其发酵周期为16~20天,为腐烂期。完成的堆肥应存放于干燥、通风的污泥处理场,并设置遮阳篷,并进行防水、防潮处理,并按照生产周期的先后次序应用于园林绿化工程的栽植土壤。

3.3 无害化处理

由于污泥在经过自然干燥或机械脱水后,其含水量和体积不能满足资源利用的要求。因此,需要进一步的热处理工艺,如干化、焚烧、热解等。所谓的干化,就是将脱水的泥饼通过燃烧器的高温加热干燥,再通过物理和化学的作用,将污泥中的毛细水、吸附水、内部水、有机物、病原体等进行彻底的无害化处理^[3]。所谓的污泥焚烧,就是利用污泥中的有机物的易燃性,或者加入燃料,经过高温的燃烧,将有机物、病菌、虫卵等杀死,并在一定程度上将重金属元素固定在炉渣中。污泥热解气化是指在低浓度的封闭条件下,将干化污泥与高温烟气接触,使之发生干馏,有机物和其它不可溶解的物质分解为其他物质,这些重金属元素经过浓缩和碳化而凝固为无机盐。无害化处理的操作流程较为简单,也

很安全。而且，它的处理效果比较成熟，它的特点是可以将多个阶段分成三个部分，上部是干燥阶段，可以将污泥干燥；中间部分是燃烧部分，燃烧部分用于燃烧；下部作为冷却部分，用于冷却灰渣，预热空气。

3.4 污泥处置

污泥的处置是最后一步，其可用于土地堆肥、农业产品、建筑材料、土地填埋场等。目前，我国污泥建筑材料的发展趋势主要有：将燃烧后的产品制成砖块、陶粒、玻璃、水泥、生物纤维板等^[4]。污泥制砖工艺可分为干法污泥制砖和污泥焚烧法，两种工艺过程大体上是一样的，前者增加了一道焚烧工序，通过对泥沙中的有机成分和挥发性成分的彻底清除，对成型砖体的干燥、吸热起到了很好的抑制作用，确保了砖块的品质。在污泥处置过程中，使用的生活垃圾灰渣和砖的原材料为二氧化硅、氧化铝，而其它组分则比较接近。由于炉渣中二氧化硅的含量较低，为了改善其机械性能，需要在生产过程中加入一定比例的粘土和硅砂。此外，由于灰渣中的重金属含量较一般的粘土要高，因此要确保烧结灰的品质，就需要对其进行成分分析和试配试验。通过材料颗粒分析、配比及力学性能测试，通过对燃烧灰的计算和曲线的比较分析，确定最适宜的配比。之后，将焚烧灰按粒径要求粉碎筛分后，掺入粘土与水，混合搅拌均匀，制坯成型焙烧，并确保所有的性能指标均能达到相关的质量要求。

3.4.1 原材料要求：粉体颗粒直径不宜超过30微米，有机物和水分的总量不能超过10%，对粉体颗粒大小的控制有利于混合和烧结，如果含有大量的有机质和含水量，在烧结时会发生裂缝和收缩。

3.4.2 制坯：采用细灰注模、冲压成型工艺。质量控制的关键指标为：铸件密度、铸件内部的真空度，应以铸件密度大于1.6克/平方厘米、模具内部真空度为26kpa为宜。

3.4.3 烧结：使用滚道炉进行烧结，其焙烧温度为1080~1100℃，以避免砖体表面的熔化。

污泥焚烧灰成品砖性能指标分析：

(1) 砖的吸水性与饱和度：在较低的吸水性、含水量下，砖的耐用性、抗冲蚀性能均较好。通过使用吹风

干燥箱、蒸煮箱等方法，对成品砖进行了吸水性、饱和度测试。结果表明：焚烧灰工艺生产的砖坯要优于干化学制品，在严格控制颗粒尺寸、比例的前提下，其各项性能指标均达到了陶制砖的水平。

(2) 泛霜和石灰爆裂：用鼓风机进行泛霜测试，样品表面仅有细微的霜状，为轻度的霜状；用蒸煮箱对石灰进行了爆破实验，发现没有超过3mm的爆破面积，符合一级产品的要求。

(3) 砖的强度指标：经抗压强度测试，按不同比例可生产出不同等级的砖块，最高可达35Mpa，可达30级。根据污泥燃烧灰渣生产工艺资料。结果表明：泥沙中的有机质和水分含量愈高，干燥速率愈快， P_2O_5 含量愈高，愈柔软。灰渣的抗压强度与灰渣中的钙、铁的含量有关。在特定的条件下，铁提高了砖块的强度，而钙则使其强度降低。结果表明，在1020℃、灰分含量 $\geq 10\%$ 的情况下，砖体的抗压强度达到了最佳值，达到了建筑材料的有关指标^[5]。

结论：综上所述，国家目前正从整体上加大对水环境的综合整治力度，坚决杜绝并摒弃对生态环境不利的发展模式，以促进我国经济环境的绿色发展。从实际来看，污水处理厂污泥处置在水环境治理中不能产生二次环境污染，必须不断地进行污泥处置，以降低经济和环境成本，促进污泥处理的资源化，以达到环境可持续发展的目的。

参考文献

- [1]熊松, 乔典福. 城镇水环境治理中废弃污泥固化利用技术研究[J]. 人民黄河, 2021, 43(S2): 109-110.
- [2]陈翀恺, 史之豪. 关于城镇水环境工程污泥处理处置技术的探讨[J]. 2022.037387.
- [3]蔡磊. 关于城镇水环境工程污泥处理处置技术的探讨[J]. 珠江水运, 2022(12): 3-5.
- [4]杨敬杰. 污泥基生物炭去除水中戊唑醇、利谷隆的研究[J]. 烟台大学, 2022.
- [5]裴轩瑗, 任宏宇, 任南琪, 刘冰峰. 污泥生物炭处理水环境新兴污染物研究进展[J]. 给水排水, 2021, 57(S2): 545-552.