

# 生活污泥在园林绿化中的应用探索

刘华锋<sup>1</sup>, 赵洪涛<sup>1</sup>, 李冠涛<sup>1</sup>, 赵润尚<sup>2</sup>

<sup>1</sup>河南省平顶山市园林绿化中心, 河南 平顶山

<sup>2</sup>河南省平顶山市园林绿化工程有限公司, 河南 平顶山

收稿日期: 2025年2月24日; 录用日期: 2025年3月19日; 发布日期: 2025年3月26日

---

## 摘要

城市中每天都要产生大量的生活污泥, 一方面政府处理这些污泥需要很大的投入, 现阶段基本上是进行填埋或焚烧, 处理不好还容易造成二次污染。另一方面市政园林绿化施工中种植土严重短缺, 或者是土质不达标, 需要花费资金去购买种植好土。如何能有效解决二者之间的矛盾、使其有机结合变废为宝, 是我们探索之目的。

## 关键词

污泥, 园林绿化, 应用探索

---

# Exploration of the Application of Domestic Sludge in Landscape Greening

Huafeng Liu<sup>1</sup>, Hongtao Zhao<sup>1</sup>, Guantao Li<sup>1</sup>, Runshang Zhao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Landscape Greening Center of Pingdingshan City, Pingdingshan Henan

<sup>2</sup>Pingdingshan Landscape Greening Engineering Co., Ltd., Pingdingshan Henan

Received: Feb. 24<sup>th</sup>, 2025; accepted: Mar. 19<sup>th</sup>, 2025; published: Mar. 26<sup>th</sup>, 2025

---

## Abstract

A large amount of domestic sludge is generated in cities every day. On the one hand, the government needs to invest heavily to handle this sludge, which is currently mainly disposed of through land-filling or incineration. Improper handling can easily lead to secondary pollution. On the other hand, there is a severe shortage of planting soil in municipal landscape greening construction, or the soil quality does not meet standards, necessitating the expenditure of funds to purchase good planting soil. How to effectively resolve the contradiction between the two and organically combine them to turn waste into treasure is the purpose of our exploration.

## Keywords

**Sludge, Landscape Greening, Application Exploration**

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

### 1.1. 研究背景

随着城市化进程的加速，城市人口不断增长，生活污水的产生量也日益庞大，由此带来的生活污泥处理问题愈发严峻。目前，政府在生活污泥处理上投入巨大，主要处理方式为填埋或焚烧，但这些传统处理方法不仅成本高昂，还容易引发二次污染，对生态环境造成潜在威胁[1]。与此同时，市政园林绿化建设蓬勃发展，对优质种植土的需求持续攀升。然而，现实中种植土资源严重短缺，部分现有土壤土质也难以达到绿化标准，这使得购买种植好土成为许多园林绿化的必要选择，进一步增加了绿化成本。

在此背景下，如何将生活污泥的处理与园林绿化对种植土的需求有机结合，实现生活污泥的资源化利用，变废为宝，成为亟待解决的问题。将生活污泥应用于园林绿化领域，不仅有望缓解污泥处理压力，减少环境污染，还能降低园林绿化成本，促进资源的循环利用，具有显著的环境效益、经济效益和社会效益。

### 1.2. 国内外研究现状

国外在生活污泥处理及园林应用方面起步较早，已形成了较为成熟的技术体系和应用标准。例如，美国、欧盟等国家和地区通过严格的污泥处理标准和监测体系[2]，确保生活污泥在园林应用中的安全性和有效性。他们在污泥的稳定化处理、重金属去除以及应用效果评估等方面进行了大量深入研究，积累了丰富的实践经验。

国内对生活污泥在园林绿化中的应用研究开始较晚。但近年来众多学者已开展了广泛且深入的探索，马三贵等人在其研究中，详细探讨了污水处理厂污泥应用于园林绿化的可行性，从污泥的成分分析入手，阐述了其含有的营养物质对植物生长的潜在促进作用[3]。姜璐在研究中，针对污泥堆肥处理技术展开深入研究，详细介绍了污泥堆肥的工艺流程、影响因素及优化措施[4]。杨涛则探讨了污泥在景观植物种植中的具体应用效果，包括对植物生长指标、土壤环境等方面的影响[5]。丘锦荣等研究者在其文章中详细阐述了城市污水处理厂脱水污泥在园林绿化特定场景草坪生产中的应用过程和结果[6]。专家学者的研究成果证明了生活污泥用于园林绿化的可行性，但在处理技术的优化、应用标准的完善以及公众认知的提升等方面仍存在不足。

### 1.3. 研究目的与内容

本研究旨在深入探究生活污泥在园林绿化中安全、高效应用的方法与技术，为生活污泥的资源化利用提供科学依据和实践指导。具体研究内容包括：全面分析生活污泥的特性与成分，筛选和优化适合园林绿化的生活污泥处理应用技术，评估其在园林绿化应用中的风险并制定相应的控制措施，通过实验分

析，总结应用经验与存在问题。

## 2. 生活污泥的来源与成分分析

### 2.1. 生活污泥的来源

以平顶山市为例，生活污泥的主要来源是人们在日常生产生活中产生大量的污水，通过我市厦鹰水务第一污水处理厂、第二污水处理厂、第三污水处理厂和海湾水务进行处理后的产物。

市污泥处置项目于2013年11月正式开工建设，2014年12月21日正式建成投入运行。概算总投资7403.97万元，日处理污泥220吨，其中市政污泥200吨(含水率按80%)，环卫粪便20吨(含水率按90%)。

项目采用艾尔旺公司“AAe高浓度中温厌氧消化+热电联产+AAe阳光棚干化”技术，自投运以来，该项目一直都保持平稳、达标运行，污泥实现无害化处理，并减量60%，每年能实现碳减排约4万吨。

### 2.2. 污泥中各项指标含量与绿化土壤标准的对比

**Table 1.** Comparison of the content of various indicators in sludge with the standards of greening soil  
**表 1.** 污泥中各项指标含量与绿化土壤标准的对比

检测点位	阳光干化棚	执行标准
采样时间	2022.10.09 08:57	《城镇污水处理厂污泥处置园林绿化用泥质》 (GB/T23486-2009)
样品编号	GFC22100901-1	
样品状态	深棕色、块状	
含水率(%)	31.6	<40%
有机物(%)	42.82	≥25%
pH 值(无量纲)	7.4	5.5~7.8
总氮(mg/kg)	$3.02 \times 10^3$	
矿物油(mg/g)	2	<3000 mg/kg
总大肠杆菌群(CFU/g)	$3.5 \times 10^7$	/
总钾(mg/kg)	$3.94 \times 10^3$	/
总镉(mg/kg)	未检出	<20 mg/kg
总铅(mg/kg)	19.66	<1000 mg/kg
总锌(mg/kg)	710.41	<4000 mg/kg
总铜(mg/kg)	181.22	<1500 mg/kg
总镍(mg/kg)	13.96	<200 mg/kg
总汞(mg/kg)	2.80	<15 mg/kg
总砷(mg/kg)	10.76	<75 mg/kg
总铬(mg/kg)	78.34	<1000 mg/kg
硼(mg/kg)	54.72	<150 mg/kg
总磷(mg/kg)	$2.18 \times 10^4$	/
苯并[a]芘(μg/kg)	24	<3 mg/kg

由表1可知,经处理的污泥样品,其氮、磷、钾含量、pH值及含水率等指标,均符合《城镇污水处理厂污泥处置园林绿化用泥质》(GB/T 23486-2009)的标准要求[7]。但是,根据实际观察,样品呈现干散状态,没有正常园土的团粒结构,土壤孔隙度及其物理性质欠佳且有轻微异味。

### 3. 污泥在园林绿化中的应用探索

#### 3.1. 作为园林绿化用土

通过污泥处理厂检测报告中的各项指标与绿化土壤标准的对比,理论上处理过的生活污泥是可以替代种植土用于植物栽植的,在实际应用中具体呈现出何种表现以及需要注意哪些方面,可通过黑麦草种子的发芽率实验予以观察和分析。实验目的:将污水处理厂处理后的生活污泥,通过几种不同的配比与普通的园土、草炭土混合,制成不同的播种基质,进行黑麦草种子发芽试验,掌握处理后的生活污泥的土壤特性及有效的污泥改良方法,以达到园林种植土的标准要求,满足园林绿化栽种植需。

实验时间:2018年12月26日——2019年1月4日。

实验地点:平顶山市园林科学研究所试验田。

实验材料与仪器用具:

植物材料:黑麦草种子。

仪器用具:播种苗盘、处理过的生活污泥、园土、草炭、FeSO<sub>4</sub>、量杯、铁铲、喷壶、水盆、种子发芽箱、人工气候箱等。

方法与步骤

试验设置6个处理,每个处理设置两个重复。

处理1,纯污泥;

处理2,污泥:园土=2:1;

处理3,污泥:园土=4:1;

处理4,污泥:草炭=1:1;

处理5,污泥用0.1% FeSO<sub>4</sub>溶液浸泡;

处理6,纯园土。

采用点播法进行播种,每个处理播189粒种子,播后放于水盆中浸泡,待土壤浸湿后,将苗盘提出放于种子发芽箱或人工气候箱中培养,保持温度20℃、湿度60%左右。具体步骤如下:

a. 播种基质准备

将污水处理厂处理后的生活污泥、园土、草炭分别打碎成细小颗粒,按不同处理方式进行配比调适,制成不同的播种基质,装于苗盘中,刮平待播种。

挑选粒大、饱满的种子进行播种,采用点播法,播后覆土3~5mm。

用浸盆法将苗盘下部放入较大的水盆中,使土面略高于盆内水面,待土壤浸湿后,将苗盘提出,过多的水分浸出后,放入种子发芽箱和人工气候箱中培养,保持温度20℃、湿度60%左右。

b. 播后管理:应注意维持基质湿润,干燥时仍然用浸盆法给水,幼苗出土后逐渐降低温度,并及时移出种子发芽箱和人工气候箱,放于室内常温下培养,促进幼苗根系发育。

C. 实验结果及分析

整个实验过程中,每天有专人负责观察,记录。观察发现:处理2、处理3、处理6播种三天后开始陆续发芽,第五天时除处理4以外,各个处理大部分种子都萌发出土,第八天各处理种苗基本出齐,只有处理4至第九天才有极少数种子萌发。具体观测结果如表2所示:

**Table 2.** Observation of seed germination tests with different substrates**表 2. 不同基质种子发芽试验观测表**

处理	项目	播种数(个)	出芽数(个)	发芽率(%)	平均苗高(cm)
	处理 1	189	165	87.3	1.5
	处理 2	189	167	88.4	4
	处理 3	189	143	75.7	1
	处理 4	189	3	1.6	
	处理 5	189	152	80.4	3
	处理 6	189	143	75.7	4

从发芽率上看，处理 2 > 处理 1 > 处理 5 > 处理 3 = 处理 6 > 处理 4，其中处理 2 发芽率最高，处理 4 最低。处理 1、处理 2、处理 5 基质中污泥占的比例比较大，发芽率相差不大，均达 80% 以上，这可能和污泥孔隙度小，保水保肥能力强有关；处理 4 发芽率低可能与草炭的 PH 值有关；

从发芽时间来看，处理 2、处理 3、处理 6 发芽较快，在上述环境条件下，3~5 天即可发芽。分析认为，这三种基质都含有园土，孔隙度比较好，有利于种子吸水膨胀和呼吸，从而促进种子萌发。这说明适当用园土掺和，可以有效地调理污泥的孔隙度、改善其物理性质，利于植物的生长发育。

以纯园土为基质时，种子发芽率虽不低，但低于含有污泥成分的基质。这可能是由于园土孔隙度较大，水分蒸发较快所致。

从种苗的长势来看，含园土比例大的基质种苗长得相对较快，苗虽高却没有含污泥成分的基质种苗健壮，这可能与含园土的基质出苗早，而污泥中含有 N、P、K 及植物生长必须的微量元素有关。

从上述实验结果看出，利用处理过的污泥替代园林种植土是可行的，实际应用中应掺和一部分园土。按照污泥：园土 = 2:1 的配比使用效果最好。

### 3.2. 加工复合肥料

生活污泥在园林绿化中的应用除了经过优化处理用做种植土外，还有另一种资源化途径即生活污泥和园林修剪废弃物混合发酵制肥。

#### 3.2.1. 颗粒状复合肥

污泥和园林养护过程中产生的乔灌木修剪废弃物、草坪修剪废弃物、枯枝落叶等废弃物的处理，是当前城市管理的两大难点，数量巨大，影响周围环境卫生。2019 年，我们通过查阅资料、结合混合堆肥实验、肥力检测分析等，发现污泥和园林废弃物混合堆肥，可以互相弥补二者的不足：污水处理厂出来的污泥，含水量大、C/N 小。园林废弃物中，木质纤维含量高，C/N 大，不易发酵分解，二者混合后，正好可以调节 C/N 比，促进发酵分解，缩短堆肥时间。二者混合发酵的产物中，N、P、K 及有机物的含量都比较高，完全可以作为有机肥使用。可以对二者混合发酵的产物进行深加工，通过原料粉碎 - 发酵 - 再粉碎 - 筛分 - 造粒 - 烘干 - 包装等工艺流程，将原料粉碎发酵后加工成颗粒状或小柱状，方便存放、运输、销售和使用。

颗粒肥运输携带方便，易于操作，施用于园林绿化土壤，不但可以提高土壤肥力，而且能够改善土壤团粒结构，涵养水分，对园林绿化的可持续发展及生态修复具有重要意义。

#### 3.2.2. 液态肥

近年来有资料显示，从污水处理工艺的前端，采用离子分离技术添加土壤改良剂来替代化学絮凝，

污水处理后可以直接作为液态肥灌装使用。

#### 4. 结论和建议

- 1) 从黑麦草种子发芽实验结果可以看出：利用处理过的污泥可以替代园林种植土，降低种植成本，但是应掺和一部分园土，污泥：园土 = 2:1 的配比效果较好。另外作为种植土使用时还需考虑不同植物种类对土壤的特殊需求，以及种植区域的环境条件，如土壤质地、气候特点等，确保应用的科学性和有效性。
- 2) 利用污泥制作的复合肥料施用于园林绿化土壤，不但可以提高土壤肥力，而且能够改善土壤团粒结构，涵养水分，对园林绿化的可持续发展及生态修复具有重要意义。
- 3) 利用污泥和园林修剪废弃物加工而成的复合肥、液态肥，针对不同观赏植物的特性，经过对微量元素的控制以及 pH 值调节，优化肥料配方，作为不同观赏植物的专用肥料使用，从而节省园林管养费用。
- 4) 鉴于生活污泥中含有多种重金属并有异味，在实际应用中，不管是替代种植土使用，还是作为肥料使用，都只能用于观赏植物并远离水源，同时应避免用于农作物和经济作物的生产。建议对使用生活污泥的园林绿化区域进行定期土壤和植物检测，监测重金属含量变化，及时发现潜在风险并采取相应的修复措施。

#### 参考文献

- [1] Vilakazi, S., Onyari, E., Nkwonta, O., et al. (2023) Reuse of Domestic Sewage Sludge to Achieve a Zero Waste Strategy & Improve Concrete Strength & Durability—A Review. *South African Journal of Chemical Engineering*, **43**, 122-127. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2022.10.012>
- [2] Houdkova, L., Boráň, J. and Elsässer, T. (2009) Sewage Sludge Treatment in the European Union. Sludge: Types, Treatment Processes and Disposal. 125-160. <https://www.eea.europa.eu/publications/GH-10-97-106-EN-C/file>
- [3] 马三贵. 污水处理厂污泥在园林绿化中的应用[J]. 环境与发展, 2020, 32(10): 60-61.
- [4] 姜璐. 青岛市区污水处理厂污泥堆肥处理技术方案研究——以娄山河污泥堆肥项目为例[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 青岛理工大学. <https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFD202001&filename=1019198323.nh>
- [5] 杨涛. 污水处理厂污泥在景观植物种植中的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 华东理工大学. <https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFD201402&filename=1014256035.nh>
- [6] 丘锦荣, 刘雯, 郭晓方, 等. 利用城市污水厂脱水污泥直接生产草坪的研究[J]. 中国给水排水, 2009, 25(13): 52-54, 57.
- [7] 住房城乡建设部. GB/T 23486-2009 城镇污水处理厂污泥处置 园林绿化用泥质[S]. 2009. <https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=71F772D7F562D3A7E05397BE0A0AB82A>