

基于某非正规垃圾土集中式筛分处置与经济效益分析

单源源

上海城投上境生态修复科技有限公司，上海

收稿日期：2024年11月28日；录用日期：2024年12月30日；发布日期：2025年1月13日

摘要

以华东地区某非正规垃圾土项目为例，探讨垃圾土集中式综合处置利用技术和成本效益。依托集中式垃圾土处置点，进行垃圾土精细化筛分。生活垃圾制成燃料棒，建筑垃圾、腐殖土、金属等均利用处置，项目综合经济成本约为400元/m³，以期为后续项目施工提供工程经验。

关键词

垃圾土，集中处置，精细化筛分，经济成本

Based on the Centralized Screening and Disposal of a Certain Informal Garbage Soil and Economic Benefit Analysis

Yuanyuan Shan

Shanghai Chengtou Environmental Ecological Remendation Technology Co., Ltd., Shanghai

Received: Nov. 28th, 2024; accepted: Dec. 30th, 2024; published: Jan. 13th, 2025

Abstract

Taking an informal garbage soil project in East China as an example, this paper explores the centralized comprehensive disposal and utilization technology and cost-effectiveness of garbage soil. Relying on centralized garbage and soil disposal points, fine screening of garbage and soil is carried out. The production of fuel rods from household waste, as well as the utilization and disposal of construction waste, humus soil, metals, etc., results in a comprehensive economic cost of about 400 rmb/m³ for the project, with the aim of providing engineering experience for subsequent project construction.

Keywords

Garbage Soil, Centralized Disposal, Fine Screening, Economic Cost

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

随着城市的快速发展,生活垃圾和建筑垃圾的产生量显著增加。由于消纳场所规划布局不够且处理能力不足,导致许多垃圾被非法倾倒入空地、河道、地下空间等非正规场所中。不仅对大气、地下水和土壤造成严重污染[1],同时也对居民健康造成严重威胁[2]。截至 2017 年全国非正规垃圾堆放点排查整治信息系统登记记录的就有 2.7×10^4 个主要分布在城乡接合部、环境敏感区,非常巨大污染特别严重[3]。因此,加强非正规垃圾土整治工作迫在眉睫。面对这样的现状,各地纷纷出台举措来应对。《上海市 2024 年生活垃圾分类工作实施方案》提到,将强化生态环境问题整治,包括非正规垃圾堆放点的整治,确保露天生活垃圾堆点等问题及时发现、及时清除,消除存量、遏制增量。

非正规垃圾堆放点的整治工艺在技术进步和政策引导下,正逐步向更加环保和资源化的方向发展,其中综合利用因其多方面的优势而成为主流工艺[4]。本文以华东地区某非正规垃圾堆放点为例,探讨垃圾土筛分综合利用技术和经济分析,以期类似工程项目提供宝贵的参考和借鉴。

2. 项目概况

2.1. 项目背景

华东某市非正规垃圾堆放点处于待开挖次干河道内。开挖按规划河口宽度 70 m 实施,开挖长度约 180 m,垃圾土处置方量为 45000 m^3 。垃圾土主要为建筑垃圾和生活垃圾,建筑垃圾以碎石、碎砖、煤渣等为主,生活垃圾主要以塑料木板、铁丝、塑料、碎布等为主。

2.2. 项目工艺介绍

项目以“整体开挖-筛分,外运合规处置”方式开展整治工作。共分为三步,一是垃圾土的清挖运输至分拣场地,二是垃圾土的分拣和筛分,三是垃圾土的外运和处置。在垃圾土的处理流程中,预处理和滚轴风选筛分是两个至关重要的环节,直接影响筛分的质量。高含水率的垃圾土容易导致物料之间的粘结和筛孔堵塞,从而降低筛分的效率。因此,在预处理阶段有效降低垃圾土的含水率是非常关键的,这有助于提高后续筛分过程的流畅性和效率;滚轴风选筛分环节能够将垃圾土初步分离成轻质和重质物料,实现初步筛分,为后续的精细化处理奠定基础。不仅提高了资源回收的效率,也降低了后续处理的复杂性和成本。具体施工流程如下图 1 所示。

1) 垃圾土清挖运输

使用挖掘机等机械设备对垃圾土进行开挖,随后将开挖出的垃圾土装入密闭运输车,避免运输过程中遗洒、扬尘和异味。垃圾土被运输至垃圾分拣场地进行暂存,便于后续对垃圾土进行分拣处理。

2) 垃圾土分拣和筛分

① 摊铺晾晒

采用挖掘机等机械设备将垃圾土堆放至约 3 m 高度,并保持一定的倾斜角度,以便增加垃圾土的表

面积，使其接收到更多的光照，从而加速水分的蒸发和有机物的分解。

② 筛分分选

人工对大块杂物及大块金属、玻璃瓶等可回收物，塑料袋等轻物质中裹着的建筑垃圾进行分拣，并进一步采用 ALLU 斗等机械进行石块、建筑垃圾等大于 60 mm 粒径颗粒筛分，确保垃圾土的粒度一致性，而且为后续的施工环节提供了均匀的物料，提高施工的效率和质量。

③ 给料

利用挖掘机将垃圾土铲起并送入给料机。垃圾土通过皮带输送系统被平稳地输送至均料机。在均料机内，垃圾土被均匀地分散和铺开，以实现物料的均匀分布。确保垃圾土在后续处理环节中一致性和连续性，保障整个处理流程的效率和可靠性。

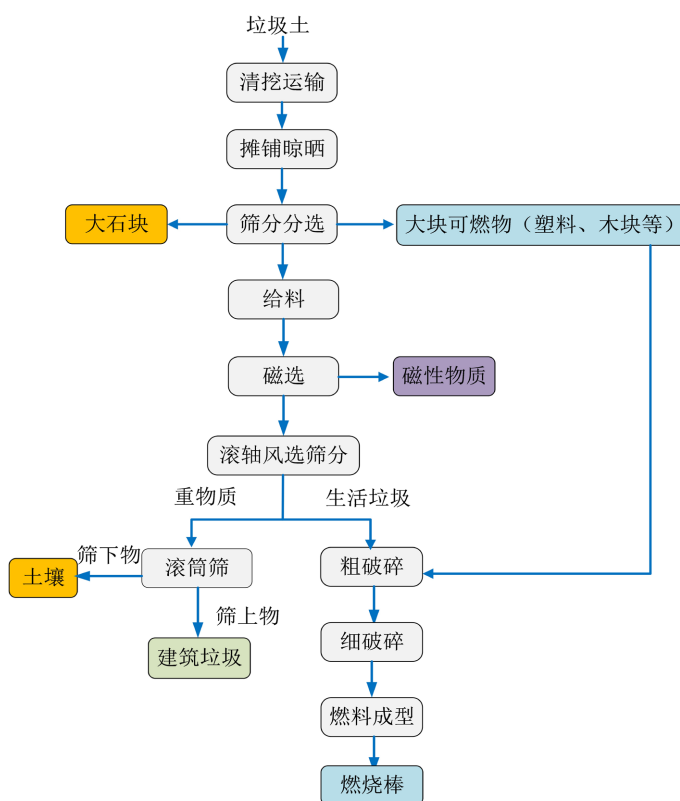


Figure 1. Project implementation process flow chart

图 1. 项目实施工艺流程图

④ 磁选

当垃圾土经过磁选设备时，其中的磁性材料会受到磁场的吸引被牢牢吸附在分选带上的表面。随着分选带的移动，这些磁性物质被运送至接料槽中，实现与其他非磁性垃圾的分离。这一过程提高金属废物回收的效率，也确保后续处理流程的安全性。

⑤ 滚轴风选筛分

根据垃圾土的密度、粒度等物理特性，以空气为分选介质进行精确分选。垃圾土落入滚轴风选筛分一体机中部区域，在风力气流作用下小块轻物质向上从一体机上端落入小块轻物质接料堆；在一体机设备倾斜、重力作用下，筛上大块轻物质及筛下混合物从一体机下端出来，继续在风力作用下，大块轻物质进入运输皮带机，运至大块轻物质接料堆，筛下物通过皮带运输机进入后续施工环节。此环节是垃圾

土筛分的重要环节，提高垃圾土的筛分效率，实现有效的资源回收。

⑥ 滚筒筛分

在滚筒筛离心力及跳汰的作用下，筛面上的物料进行翻转与转动，筛下物土壤经滚筒外侧的筛网分离出来，由皮带输送机送至车间外的暂存区；筛上物建筑垃圾(含小颗粒可燃垃圾)经滚筒末端排出，经皮带输送机运至风选机中。在风选机风力和重力的双重作用下，小颗粒可燃垃圾在风选机上端落入运输皮带机运至小颗粒可燃垃圾接料堆，建筑垃圾从下端排出，经皮带输送机送至车间外的暂存区。二次精细筛分，提高了物料分离的精确度，确保了筛后物的纯度和质量。

⑦ 生活垃圾破碎、成型

生活垃圾经粗破碎后，粒径小于 150 mm 进入到后续细破碎系统进一步破碎，细破碎后的垃圾粒径小于 40 mm，随后均料机均匀摊铺运送至成型机压制成燃料棒。此环节提高燃料棒质量，实现资源有效利用，便于储存和运输。

3. 筛后物资源化利用分析

3.1. 生活垃圾

生活垃圾破碎挤压成型制成的燃料棒，其具备热值高、燃烧稳定、二次污染低等特点，可以单独作为主要原料燃烧，也可以根据锅炉工艺的要求与煤、燃油等混合燃烧，被应用于干燥工程、水泥制造、供热工程和发电工程等多个领域。

3.2. 建筑垃圾

筛下物大块石块、水泥块等破碎后生产粗细骨料，用于生产相应强度等级的混凝土、砂浆等建材制品。粗细骨料添加固化类材料后，用于公路路面基层。

3.3. 腐殖土

筛分出的土壤委托第三方检测单位进行采样检测，检测满足《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018)第一类用地筛选值后外运处置。同时满足《绿化种植土壤》(CJ/T 340-2016)的要求，作为绿化用土。

3.4. 磁性物

磁选系统分离出废铁等，外售给废品收购站或炼钢厂。

4. 经济成本分析

垃圾土处置费用主要包含清挖与运输成本、筛分成本、处置成本和二次污染防治费用。清挖运输成本主要涉及垃圾土从河道开挖、运输至分拣场所、分拣场所运输至处置场所的费用，这部分成本受到开挖方式、运输距离、处置方式等因素的影响；筛分成本主要涉及将垃圾土中的不同成分进行分离的成本，这部分成本受到垃圾土成分、筛分设备等因素的影响；处置成本为筛分和分拣后的垃圾土运输到最终处置场所的费用，同样受到运输距离、筛分物成分等因素的影响；二次污染防治费用主要包含渗滤液处理、异味控制等。本项目中，清挖外运成本占 31%，筛分成本占 40%，处置成本占 27%，二次污染防治费用占 2%。由于垃圾土特性对筛分要求高，筛分效果直接影响后续处置成本，筛分成本成为项目成本控制的关键因素。

缪周伟统计非正规垃圾填埋场处置成本为 233 至 533 元/m³ [5]；刘超然等实施华东某非正规垃圾填埋整治项目，其单位处置成本 555.6 元/m³，略高于一般垃圾处置项目(420 元/m³) [6]。本项目综合处置成

本约 400 元/m³，较市面常规处置成本低，其主要原因为：一是依托垃圾土集中处置点进行分拣和筛分，避免了场地建设方面的资金投入，同时节约了二次污染防治费用；二是筛分后生活垃圾挤压成型燃料棒进行二次利用，通过资源化的处理，让原本需要花费成本去处置的垃圾变成了有价值的物品，降低了处置费用，额外增加了经济收益；三是实施周期短，节约人材机投入，减少了长期的资源占用和成本支出。

5. 存在问题及展望

按时按质量完成项目实施，识别出了一些关键问题，这些问题对于未来的垃圾土处置项目具有重要的参考价值：

① 含水率是影响垃圾筛分关键因素[7]，分拣点通过自然晾晒降低垃圾土含水率，受气候环境影响较大，在雨季效果不佳。添加石灰等吸水材料，与水相互作用从而减少水分；采用烘干机或热风炉，可快速降低垃圾土的含水率。添加吸水材料和采用烘干机械可快速提高垃圾土周转速率，但其需增加额外成本，需要综合考虑成本效益，以确保筛分过程的效率和经济性。

② 筛后物资源化利用不足，可探讨多种利用途径，如腐殖土制砖。通过高温烧结可以有效控制腐殖土中的含盐量和有机物，降低重金属的浸出，此外制砖可以减少对传统建材的需求，降低成本。

③ 开挖、晾晒、筛分等环节增加气味抑制剂喷洒次数，避免造成二次污染。

气味抑制剂与异味分子发生化学反应，或者通过微生物的分解作用，将产生臭味的物质转化为无味或气味较淡的物质。在开挖、晾晒、筛分这些易产生异味散发的环节增加喷洒次数，能够及时、充分地异味分子接触，从而有效地抑制气味的产生和扩散。

6. 结论

过往的项目中，通常采用传统滚筒筛分工艺，并在施工现场开展临建工作，筛后物进行简单地外运处置，未能充分挖掘其潜在价值。而本项目采用异地集中处置的创新模式，对筛后物加以二次利用，使其能够创造经济效益，彰显出诸多独特优势。

① 采用“整体开挖-筛分，外运合规处置”的方式，融合环保与资源合理利用的理念，进行整体规划，完成项目整治处置工作；

② 集中式垃圾土分拣点进行规模化筛分，减少场地临时设施建设成本和二次污染防治处理成本，缩短处置周期，减少环境隐患，提高资源回收率；

③ 采用多级筛分系统进行精细化分选。有效提高筛分效率，减少筛分过程中的堵塞现象，实现对生活垃圾、腐殖土、建筑垃圾、金属等成分的有效分离，促进资源化利用；

④ 筛分后生活垃圾挤压成型燃料棒进行二次利用，实现环境效益和经济效益双赢，是推动绿色低碳循环经济的关键实践。

基金项目

废弃垃圾填埋场污染整治集成技术研究(B1HJ-XF-0001-2002)。

参考文献

- [1] 陈安, 陈晶睿, 崔晶. 中国 31 个直辖市和省会(首府)城市“垃圾围城”风险与对策研究——基于 DIIS 方法的实证研究[J]. 中国科学院院刊, 2019, 34(7): 797-806.
- [2] 代先锋, 袁玥. 非正规垃圾填埋场污染治理技术及二次污染防治探讨[J]. 节能与环保, 2024(9): 31-37.
- [3] 张俊文, 苏兴国, 李湛江, 黄亚玲, 李瑾. 某高龄期大型垃圾填埋场矿化垃圾理化特性与资源化利用研究[J]. 环境卫生工程, 2023, 31(1): 81-86.

- [4] 黄梅玲, 程玲, 邝度良. 非正规生活垃圾填埋场腐殖土重金属含量特征[J]. 绿色科技, 2023, 25(12): 164-168.
- [5] 缪周伟. 土壤污染防治背景下的非正规垃圾填埋场治理——市场、技术发展趋势及典型案例分析[J]. 环境卫生工程, 2019, 27(2): 36-40+44.
- [6] 刘超然, 江文琛, 张海静, 王磊, 黄晟. 华东地区非正规垃圾填埋场开挖筛分治理工程案例分析[J]. 环境卫生工程, 2024, 32(1): 14-20.
- [7] 单源源. 含水率对垃圾土筛分效率的影响分析及工艺研究[J]. 环境卫生工程, 2024, 32(5): 112-115.