

# Effect of Dry Sludge Incorporation and Inclination Angle on Drying Performance of Sludge at Room Temperature

Liang Zhou

Shenzhen Guangdong Kunlun Environmental Protection Industrial Co., Ltd., Shenzhen Guangdong  
Email: 411599986@qq.com

Received: June 5<sup>th</sup>, 2019; accepted: June 20<sup>th</sup>, 2019; published: June 27<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

This project explored the influence of dry sludge incorporation and the inclination angle of sludge drying disc on sludge drying performance, and provided practical data experience for later engineering applications.

## Keywords

Sludge, Room Temperature Drying, Dry Sludge Incorporation

---

# 干污泥掺入量和倾斜角度对污泥常温干化性能的影响

周 亮

深圳市粤昆仑环保实业有限公司, 广东 深圳  
Email: 411599986@qq.com

收稿日期: 2019年6月5日; 录用日期: 2019年6月20日; 发布日期: 2019年6月27日

---

## 摘 要

本项目探索了干污泥掺入量和污泥干化盘的倾斜角度对污泥干化性能的影响, 为之后的工程化应用提供实践数据经验。

## 关键词

污泥, 常温干化, 干污泥掺入量

Copyright © 2019 by author and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

## 1. 引言

近年来, 随着国民经济的快速发展和城镇现代化水平不断上升, 我国废水排放总量逐年增加, 污水的处理量也在不断增加, 而污泥作为污水处理厂污水处理过程的副产物也迅速增加。预计到 2020 年, 城市污泥的年产量大约会达到 6000 万吨[1]。

污泥, 是指污水处理厂在污水处理过程中产生的含水率不同的半固态或固态物质[2]。污泥是污水处理后的产物, 污泥含水率高, 未经处理的污泥含水率高达 95%, 这给污泥运输与储存带来了极大困难[2] [3]。一般经脱水处理后的污泥含水率在 75%~80%。污泥成分复杂, 含大量寄生虫、细菌、病原体、致病微生物、重金属以及有毒有害的有机物如多氯联苯、二噁英、放射性物质[4] [5] [6]。若不妥善处理, 会对环境、生态系统以及人类造成很大影响。城市的土地资源愈发紧张, 传统处置法——污泥填埋愈发难以满足日益增长的污泥量的处置要求。另外, 污泥中含有大量丰富的营养成分, 经过适当处理, 可以做有机肥料; 且污泥中含有其他有价成分, 经过适当处理, 可以做成燃料、建筑材料等[7]; 在污泥得到有效资源化利用前, 需把污泥的含水率降低, 因此污泥干化成了一道必不可少且起决定性的工序。此外, 污泥经干化后不仅能够减少质量且缩小体积, 使污泥便于运输和储存, 使污泥处于相对稳定状态。

污泥干化可以分为自然干燥法和热干燥法, 自然干燥法由于占地面积大、反应时间长、处理效率低, 未被广泛采用; 热干燥法是一种利用空气、烟气、水蒸气或者工业余热使污泥深度脱水的技术, 传统污泥加热干燥往往采用转鼓式、转盘式、流化床等进行干燥, 干燥介质为空气、燃气、蒸汽或热油, 干燥温度设置较高(100℃以上), 导致能耗高及产生 H<sub>2</sub>S、含有机物尾气等二次污染[8]。而 100℃以内的为低温污泥干化, 可以有效降低污泥干化产生的二次污染、降低能耗等。因此, 近年来, 污泥低温干化技术成为研究的热点之一, 与其他处理技术相比, 具有能耗相对较低、对干化设备材料要求低; 安全性能高, 爆炸的可能性低; 尾气处理容易等优点[9]。因此, 本文根据低温干化技术的原理, 自制试验装置, 对城市的机械脱水污泥进行干化处理, 探索干污泥掺入量和污泥干化盘倾斜角度对污泥干化的影响, 并为之后的工程化应用提供理论和实际的指导。

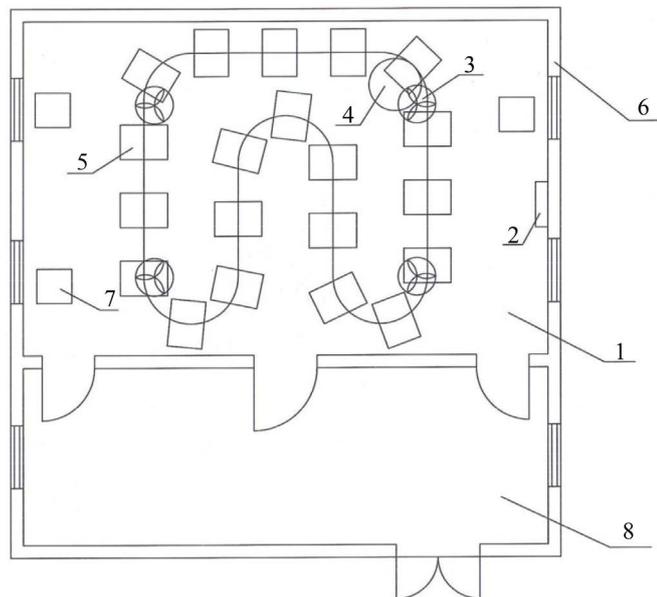
## 2. 材料与方法

### 2.1. 试验材料

以深圳市某污水处理厂机械脱水后的新鲜污泥(含水率约为 75%~80%)为处理对象, 污泥样品不长时间储存, 及时开展实验。

### 2.2. 试验装置

本试验装置采用保温密闭材料, 包括准备室和干化室, 干燥室由污泥干化盘、风扇、除湿机、驱动装置、空调等组成, 如图 1 所示, 整个装置的尺寸约为 10 m × 10 m × 3.5 m。



1-干化室；2-空调；3-风扇；4-驱动装置；5-污泥干化盘；6-保温墙；7-除湿机；8-准备室。

**Figure 1.** Schematic diagram of the experimental device  
**图 1.** 实验装置示意图

### 2.3. 实验方法及数据处理

首先测定新鲜污泥的含水率；取新鲜污泥于自制的污泥干化装置内的干化盘上平铺，进行低温干化，使其污泥的含水率降至 38%，将此作为待掺入的干污泥。之后利用自制的污泥干化装置设备进行试验，每个实验称取相同的新鲜污泥，分别加入不同比例的干污泥(0%、5%、10%、15%；定义干污泥掺入比为投加干污泥质量与初始湿污泥的质量比)，混合搅拌均匀然后平铺于污泥干化盘上进行试验，每隔 3 h 取测 4 个污泥干化盘内的污泥测定污泥的平均含水率并记录。

在相同的干污泥掺入比例下，污泥干化盘倾斜角(16°、28°、37°和 45°)进行试验，每隔 3 h 取测 4 个污泥干化盘内的污泥测定污泥的平均含水率并记录。

污泥含水率( $P$ )，是指污泥中的水分质量与污泥总的质量之比，即：

$$P = m_{\text{水}} / m \quad (1)$$

式(1)中： $P$  为污泥含水率，%； $m_{\text{水}}$  为污泥中水分质量，g； $m$  为污泥总的质量，g。

## 3. 结果和分析

### 3.1. 干污泥掺入量对污泥干化的影响

图 2 为不同的干污泥掺入量下污泥含水率随时间变化的曲线关系图，从图可以看出，干污泥掺入量对污泥干化性能有显著的影响；在其他条件相同的条件下，干污泥掺入量越多，相同时间内，干污泥掺入量越多的污泥含水率越低；污泥含水率降至 40% 以下，干污泥掺入量为 0%、5%、10%、15% 对应的时间分别约 20 h、19 h、16 h、14 h；因为添加干污泥混合后，其污泥的含水率降低，干污泥掺入越多，混合后的污泥含水率越低，另一方面干污泥的加入打破了污泥内部原有的胶体结构，改变了污泥的内部结构，增加了污泥间的空隙，促使更多的水分转变成易于除去的间隙水，使污泥含水率下降较快，同时由于干污泥的含水率相对原污泥的低，其对污泥中的水分有吸附作用，能够将本来吸附在原

污泥中固体颗粒表面的水分吸附到自身颗粒周围，实际上是从原污泥固体颗粒的表面结合水变成了干污泥固体颗粒的表面吸附水，使混合后的污泥中水分重新分布，而且水分与干污泥固体颗粒之间的结合并不紧密，结合能比较小，比原来更易于除去，因而相同的时间内，干污泥掺入量越多的所需的时间越短 [10]。

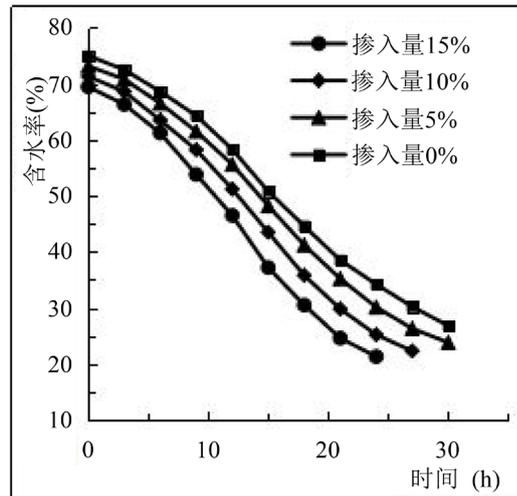


Figure 2. The effect of dry sludge incorporation on sludge drying  
图 2. 干污泥掺入量对污泥干化的影响

### 3.2. 倾斜角度对污泥干化的影响

图 3 为不同的污泥干化盘倾斜角度下污泥含水率随时间变化的曲线关系图，从图可以看出，各不同倾斜角度对污泥干化情况的影响随时间的曲线变化规律基本一致，倾斜角度越陡有利于污泥的干化，但相同时间内，不同的倾斜角度下污泥含水率相差不显著，可能因为在整个密闭的干化室内，空气流通状态相对均匀的状态，倾斜角度越陡有些许促进空气与污泥的接触，从而促进污泥的干化，但效果不太显著。

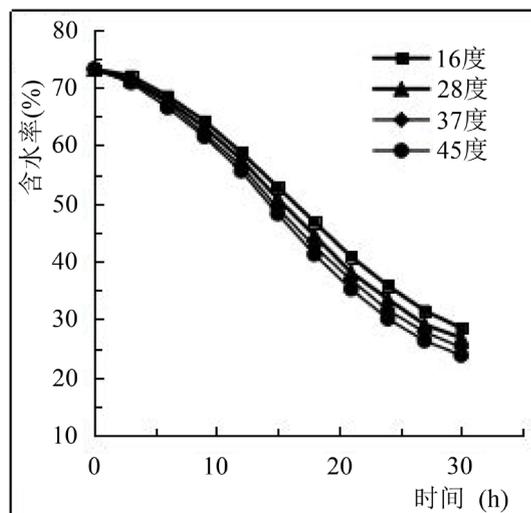


Figure 3. The effect of tilt angle on sludge drying  
图 3. 倾斜角度对污泥干化的影响

## 4. 结论

- 1) 干污泥掺入量对污泥干化性能有显著的影响。相同时间内,干污泥掺入量越多的污泥含水率越低。
- 2) 污泥含水率降至40%以下,干污泥掺入量为0%、5%、10%、15%对应的时间分别约20 h、19 h、16 h、14 h。
- 3) 污泥干化盘倾斜角度越陡越有利于污泥的干化,但相同时间内,不同的倾斜角度下污泥含水率相差不显著。

## 基金项目

本论文属于技术攻关课题“重 20160333 常温高效市政污泥干化关键技术研发”(JSGG20160331140748142)中的部分研究内容。

## 致谢

对课题资助者和所有帮助我的人表示诚挚的感谢。

衷心感谢课题组夏观强等的帮助。从论文的选题、研究思路和创新目标的确定,以及论文的开题、具体的工作和撰写、修改等方面都离不开你们的帮忙。

同时感谢饶远强在实验工作中的支持和帮助。

## 参考文献

- [1] 刘文来. 城市污泥处理工艺研究进展[J]. 资源节约与环保, 2017(3): 147-148.
- [2] 吴青荣. 污泥低温干燥特性与参数优化[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 南昌航空大学, 2017.
- [3] 姜瑞勋. 污泥低温薄层干燥及污染物析出特性研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2008.
- [4] 郑龙. 污泥干燥的实验研究及动力学分析[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2016.
- [5] 王洪臣. 污泥处理处置设施的规划建设与管理[J]. 中国给水排, 2010, 26(14): 1-6.
- [6] 陈同斌, 黄启飞. 中国城市污泥的重金属含量及其变化趋势[J]. 环境科学学报, 2003, 23(5): 561-568.
- [7] 柯杰, 胡惠秩, 卢进登, 朱书景. 污泥处理新技术研究现状及其发展趋势[J]. 环境科学与管理, 2019, 44(4): 92-95.
- [8] 张绪坤, 刘胜平, 吴青荣, 等. 污泥低温干燥动力学特性及干燥参数优化[J]. 农业工业学报, 2017, 33(17): 216-221.
- [9] 曾庆洋, 伍健东, 周兴求, 等. 污泥厚度和风速对污泥常温干燥的影响及干燥模型分析[J]. 科学技术与工程, 2017, 17(12): 55-60.
- [10] 曾庆洋. 污泥常温干燥特性及能耗分析[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2017.

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2164-5485，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[aep@hanspub.org](mailto:aep@hanspub.org)