

# 昆明市污水处理厂污泥的土地利用可行性研究

何洁<sup>1</sup>, 张旭<sup>1</sup>, 肖丹<sup>1</sup>, 白涛<sup>1</sup>, 郑国砥<sup>2</sup>, 陈同斌<sup>2</sup>

(1 昆明市城市排水监测站, 云南昆明 650034 2 中国科学院地理科学与资源研究所环境修复中心, 北京 100101)

**摘要:** 对昆明市 6 座污水处理厂的有机质及养分含量进行调查分析, 并将调研结果与全国污水处理厂污泥的平均值以及农家肥进行比较。结果表明, 昆明市污水处理厂的污泥有机质含量为 50.1% ~ 57.2%、氮含量为 2.10% ~ 2.93%、磷含量为 1.53% ~ 2.77%、钾含量为 0.53% ~ 1.02%。整体上看, 昆明市城市污水处理厂污泥的有机质和氮、磷含量较高, 污泥土地利用的潜力较大, 是一种值得合理利用的有机肥源。但限于污泥中重金属含量的影响, 调查的 6 座污水处理厂中, 第一、二和五污水处理厂的污泥可进行土地利用, 但利用前需进行无害化处理; 第三、四、六污水处理厂的污泥中重金属含量超标严重, 不可进行土地利用, 尤其是第三污水处理厂的污泥不仅不能进行土地利用, 也不能干化后作为垃圾填埋场的覆盖土。

**关键词:** 城市污泥; 土地利用; 有机质; 养分; 重金属

**中图分类号:** X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2010)17-0103-03

## Feasibility of Land Application of Sewage Sludge from Kunming Wastewater Treatment Plants

HE Jie<sup>1</sup>, ZHANG Xu<sup>1</sup>, XIAO Dan<sup>1</sup>, BAI Tao<sup>1</sup>, ZHENG Guodí<sup>2</sup>, CHEN Tongbin<sup>2</sup>

(1 Kunming Drainage Monitoring Station, Kunming 650034 China; 2 Center for Environmental Remediation, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

**Abstract** The organic matter and nutrients in sewage sludge from six wastewater treatment plants in Kunming City were investigated, and a comparison of the investigation results with the average values in sewage sludge from domestic WWTPs and farmyard manure was made. The results show that the organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium in sewage sludge from the six wastewater treatment plants are 50.1% to 57.2%, 2.10% to 2.93%, 1.53% to 2.77% and 0.53% to 1.02% respectively. As a whole, the organic matter, nitrogen and phosphorus in sewage sludge from these plants are richer, the potential of sludge land application is higher, and it is an organic manure source that merits a reasonable application. However, due to the influence of heavy metals in the sludge, only the sludge from the first, second and fifth WWTPs can be used on land, but it needs safe treatment before application. The sludge from the third, fourth and sixth WWTPs can not be used on land for the concentrations of heavy metals which seriously exceed the standard, especially the sludge from the third WWTP can not even be disposed

基金项目: 昆明市科技计划重点项目 (07S010002)

as the cover material for landfill site after drying

**Key words** sewage sludge land application organic matter nutrient heavy metal

昆明市城市污水的来源主要为工业废水和生活污水。昆明市区现有 6 座污水处理厂, 处理能力为  $55.5 \times 10^4$  t/d, 年产生污泥量约为  $11 \times 10^4$  t。由于污水处理厂建设初期没有很好地考虑污泥的处理与处置问题, 未经恰当处理与处置的污泥进入环境后直接给水体和大气带来了二次污染, 不但降低了污水处理系统的有效处理能力, 而且对生态环境和人类活动构成了严重威胁。

污泥泥质状况是选择污泥合理处置方式的一个重要依据, 而污泥中的营养元素、有机质及重金属的含量则是评价污泥泥质是否适宜土地利用的重要指标<sup>[1,2]</sup>。笔者对昆明市 6 座污水处理厂的污泥泥质进行了较为全面的调查和分析, 可为昆明市乃至云南省城市污泥的处理与处置提供科学依据。

## 1 材料与 方法

### 1.1 污泥样品的采集

脱水污泥取自昆明市第一、二、三、四、五、六污水处理厂, 采集地点在各个污泥脱水机房。一年中每季度取样 1 次, 每次污泥取样约为 1 kg, 采回的污泥样品进行风干磨碎, 过 100 目尼龙筛, 贮存备用。

### 1.2 检测项目及方法

污泥检测项目为 pH、总氮、总磷(以  $P_2O_5$  计)、总钾(以  $K_2O$  计)、有机质, 以及重金属镉、铬、砷、汞、镍、铅、铜、锌等。污泥化学成分的常规分析参照《土壤农化分析》方法进行<sup>[3]</sup>; 污泥中的重金属元素采用火焰原子吸收法和原子荧光光度法进行检测。

## 2 结果与 分析

### 2.1 污泥的养分特性

昆明市城市污水厂污泥的养分特性见表 1。

表 1 昆明市城市污水处理厂污泥的特性

Tab 1 Characters of sludge from wastewater treatment plant

项 目	pH	总氮含量 %	总磷含量 %	总钾含量 %	有机质含量 %
第一污水厂	7.06	2.43	2.01	0.78	57.2
第二污水厂	6.62	2.63	2.77	0.92	56.2
第三污水厂	6.63	2.93	1.76	0.58	56.7
第四污水厂	6.49	2.80	2.37	0.53	57.2
第五污水厂	7.03	2.10	1.53	1.02	50.1
第六污水厂	7.08	2.20	1.59	0.57	52.0

昆明市 6 座污水处理厂的脱水污泥均呈中性,

pH 值为 6.49~7.08, 虽然不同厂的处理工艺不同, 但污泥的总氮含量却相差较小, 为 2.10%~2.93%, 这与郭广惠等人<sup>[4]</sup>的研究结果相符。由文献 [4] 还知, 猪粪、牛粪、鸡粪的总氮含量分别为 2.09%、1.67%、2.34%, 可见污泥的总氮含量略高于猪粪和牛粪。

污泥的总磷含量为 1.53%~2.77%, 和其他城市污水厂污泥的总磷含量大致相当, 但远远大于普通农家肥的(猪粪、牛粪、鸡粪<sup>[4]</sup>的总磷含量分别为 0.896%、0.430%、0.929%)。

在大多数的污水厂污泥中, 钾含量都偏低。昆明市污水厂污泥中的钾含量为 0.53%~1.02%, 略低于猪粪(1.12%)、牛粪(0.95%)和鸡粪(1.61%)的。昆明市污水厂污泥的有机质含量为 50.1%~57.2%, 也略低于猪粪(71.3%)、牛粪(63.4%)、鸡粪(52.0%)的。

由上述分析可知, 昆明市 6 座污水厂污泥的 pH 和氮、磷、钾及有机质含量均达到《城镇污水处理厂污泥处置 土地改良用泥质》(CJ/T 291—2008)、《城镇污水处理厂污泥处置 园林绿化用泥质》(CJ 248—2007)和《城镇污水处理厂污泥处置 农用泥质》(CJ/T 309—2009)的要求。

### 2.2 污水厂污泥的重金属含量

表 2 是昆明市 6 座污水厂污泥的重金属含量。

表 2 昆明市污水处理厂污泥的重金属含量

Tab 2 Concentrations of heavy metals in sewage sludge from wastewater treatment plant  $mg \cdot kg^{-1}$

项 目	镉	铜	铅	锌	镍	铬	砷	汞
第一污水厂	9.20	173.0	54.8	660.0	29.9	55.0	29.4	1.41
第二污水厂	8.46	154.8	92.1	1100.0	25.3	235	34.6	2.70
第三污水厂	352.5	708.3	225.0	5377.5	54.8	46.2	255.7	3.12
第四污水厂	19.5	178.5	105.2	3127.5	25.1	560.0	33.1	3.47
第五污水厂	12.7	174.3	158.5	545.8	27.7	55.1	26.8	2.30
第六污水厂	21.8	290.0	116.4	741.5	59.6	64.3	19.5	2.67

由表 2 可知, 第三污水处理厂的污泥中, 镉、锌、砷的含量远超出土地利用相关标准中的重金属限值, 即使作为垃圾填埋场的覆盖土也难以达到要求 [《城镇污水处理厂污泥处置 混合填埋泥质》(CJ/T 249—2007)]。第四污水处理厂的污泥中镉含量虽然没有超标, 但接近标准限值, 需要谨慎施用, 且其

锌含量也较高,只能用在碱性土壤上,且只能在园林绿化或土地改良上使用,不能农用。第六污水处理厂的污泥中镉含量超标,不能直接土地利用;但由于超标不多,可通过添加其他有机物料或采用其他技术手段去除污泥中的重金属后,用在园林绿化或土地改良上。第一、二和五污水厂的污泥中重金属含量均符合园林绿化用泥质(CJ 248—2007)、土地改良用泥质(CJ/T 291—2008)和农用泥质(CJ/T 309—2009)的要求,且重金属含量均远低于限值。

从昆明市6座污水处理厂的污泥营养特性看,污泥的养分含量和pH均符合园林绿化用泥质(CJ 248—2007)、土地改良用泥质(CJ/T 291—2008)和农用泥质(CJ/T 309—2009)要求;但从污泥重金属含量看,第三、四和六污水处理厂的脱水污泥不宜进行土地利用,第一、二和五污水处理厂的污泥可进行土地利用。只要将污泥进行无害化处理,在病原菌、腐熟度和有机污染物含量达标的情况下,第一、二和五污水处理厂的污泥都可进行土地利用。

### 3 结论

昆明市城市污水处理厂污泥中的有机质和氮、磷养分含量较高且pH适中,污泥土地利用潜力较大,是一种值得合理利用的有机肥源。考虑到污泥中病原菌等其他有害因素的影响,需对昆明市第一、

二和五污水处理厂的污泥进行无害化处理后再利用;第四污水处理厂的污泥中锌、镉含量较高,只能用在碱性土壤上,且只能用于园林绿化或土地改良,不能农用;第三和第六污水处理厂的污泥因为重金属含量过高不可进行土地利用,尤其是第三污水处理厂的污泥重金属超标严重,不仅不能进行土地利用,也不能干化后作为垃圾填埋场的覆盖土。

### 参考文献:

- [1] 郑国砥,陈同斌,高定,等.对《农用污泥中污染物控制标准》中几个问题的商榷[J].中国给水排水,2009,25(9):97-100
- [2] 陈同斌,杭世珺,徐云,等.对《城镇污水处理厂污泥处置 农用泥质》的思考[J].中国给水排水,2009,25(9):101-104
- [3] 鲍士旦.土壤农化分析(第3版)[M].北京:中国农业出版社,1999
- [4] 郭广惠,杨军,陈同斌,等.中国城市污泥的有机质和养分含量及其变化趋势[J].中国给水排水,2009,25(13):120-121

电话:(010)64888050

E-mail zhenggd@gsnr.ac.cn

收稿日期:2010-04-15

(上接第102页)

### 3 结论

温度对脱硫的影响显著,沼气氧化铁干法脱硫的运行温度为8~30℃时效果明显。当脱硫塔内温度为25~40℃时,控制好其他运行参数,脱硫效率一般在90%以上,满足沼气风机和沼气锅炉的要求。脱硫剂连续再生时,对氧气的吸收率为50%~70%。脱硫剂的硫容可达到30%以上。

### 参考文献:

- [1] 霍保根,田凤军.常温氧化铁脱硫剂在沼气脱硫中的

应用[J].中国沼气,2006,24(1):55

- [2] 纪容昕.国内干法脱硫剂工业应用现状[J].化学工业与工程技术,2002,23(1):29-33
- [3] 孔渝华,王先厚,李仕禄,等.新型精脱硫剂及脱硫新技术[J].天然气化工,2002,27(1):33-36
- [4] 程继光,上官炬,李春虎.常温精脱硫剂的研究进展[J].山西化工,2004,24(2):14-16

电话:13802000167

E-mail liobaocheng2002@163.com

收稿日期:2010-03-15