

溶气气浮法浓缩剩余活性污泥

姚毅 赵俊英 高廷耀

(同济大学)

摘要 本文根据上海两座污水厂的剩余活性污泥的连续流气浮浓缩试验结果, 分析讨论了污泥性质、气固比、固体负荷、气浮池高度、混凝剂及刮泥等因素, 对气浮浓缩效果的影响。并对气浮浓缩和重力浓缩, 进行了简单的技术经济比较。

一、前言

城市污水厂所产生的剩余污泥的处置, 已成为一个难题。可以预计, 随着污水处理的普及, 这个问题将越来越带有普遍性。

污水厂剩余污泥, 包括初沉泥和二沉泥。其中, 初沉泥可以通过重力沉降浓缩到6~8% (含固率), 甚至高达10~12%^[1]。而二沉污泥则很难通过重力浓缩达到较高浓度。实际生产上, 一般含固率, 很少超过2%。用气浮法浓缩剩余活性污泥 (二沉泥), 据国外经验, 其含固率可达4~5%; 高的, 可达8~9%^[2]。气浮浓缩还有澄清效果好, 处理装置体积小、占地少, 污泥不腐化, 不受污泥膨胀影响等优点, 因而近年来得到越来越广泛的应用。

二、设备与方法

(一) 气浮浓缩试验

气浮浓缩设备及流程见图1。

气浮池为直径为0.3m、高2.5m的有机玻璃园柱形。顶层有刮泥装置, 可连续刮泥。污泥、溶气水采用套管混合。助浮剂 (混凝剂) 聚丙烯酰胺配成水溶液从进泥管道加入。溶气系统采用内循环射流加压溶气设备^[3]。采用截止阀减压释放微气泡。污泥从污水厂取回后, 存放于

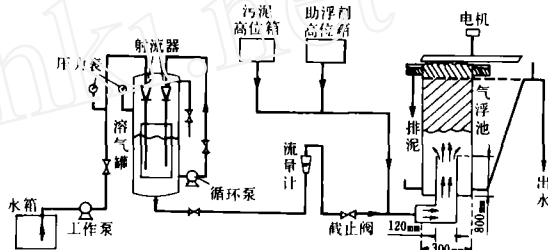


图1 气浮浓缩工艺流程

贮泥池中, 用泵送至高位箱。溶气水量经流量计读出, 污泥流量从总出水量加上浮泥排出量, 减去溶气水量求得。气固比从测定单位时间溶解的空气量和溶气水量以及进泥量计算。含固率均采用烘干称重法测定。

(二) 重力浓缩

进行重力浓缩的目的是为了与气浮浓缩进行技术经济比较。浓缩池为直径0.3m、高3.0m的有机玻璃园柱形。测试分析方法同前述。

三、试验结果

试验从1986年4月~11月在同济大学环境工程系进行。实验用的污泥, 分别取自上海东区污水处理厂 (简称东厂) 和彭浦新村污水处理厂 (简称彭浦厂)。东厂采用鼓风曝气, 污泥浓

注: 上海市城市排水管理处的乐加林、陆君两同志参加本项研究工作

度为3g/l左右。由于供氧不足，污泥呈黑色，有臭味，SVI值在300ml/g左右，多是粉状、片状颗粒。彭浦厂采用表面曝气，不设初沉池。其污泥呈灰褐色，浓度在3~8g/l，SVI 值在70—100ml/g左右，沉降絮凝性能较好。

(一)气浮试验

设溶气水流量为 Q_w ，进泥量为 Q_s ，排浮泥量为 Q_F ，原污泥中脱出的水量为 Q'_s ，单位均为 m^3/d ；原泥浓度为 $C_i(kg/m^3)$ ，溶气水释放空气量为 $G_M(kg空气/m^3溶气水)$ ，则有以下等式：

$$Q_s = (Q'_s + Q_w) + Q_F - Q_w \quad (1)$$

式中， $Q'_s + Q_w$ 为总出水量。

$$\text{气固比 } A_s = \frac{Q_w \cdot G_M}{Q_s \cdot C_i} \quad (2)$$

$$\text{固体负荷 } L_B = \frac{Q_s \cdot C_i}{A} (kg/m^2 \cdot d) \quad (3)$$

$$\text{水力负荷 } L_w = \frac{Q_s + Q_w}{A} (m^3/m^2 \cdot d) \quad (4)$$

式中， A 为气浮池截面积。本试验中 $A = 0.0707m^2$ 。

图2~图6给出了试验结果。其中 C_F 为浮泥浓度(含固率)， C_E 为出水浓度。图中除有注明外，均未加助浮剂。

(二)重力浓缩试验

表 1 重力浓缩试验结果 (mg/l)

项 编 号	原污泥 浓度 (C_i)	水 力 负 荷 (L_w)	固 体 负 荷 (L_B)	浓缩污 泥浓度 C_G	出 水 浓 度 C_E
1	6.40	8.94	57.2	2.11	0.48
2	5.50	9.10	50.0	2.42	1.10
3	9.60	8.79	84.4	2.04	0.20
4	3.60	5.60	20.2	1.96	0.54
5	3.33	11.64	38.4	1.07	0.23
6	2.63	9.86	25.9	2.08	0.26

表 1 给出了重力浓缩试验结果。其中 C_G 为浓缩污泥浓度。

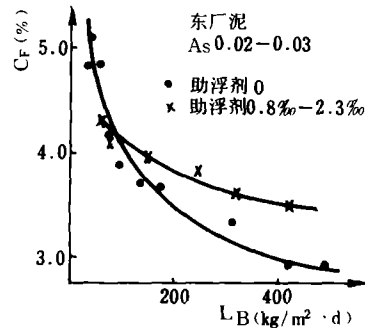


图 2 浮泥浓度与固体负荷

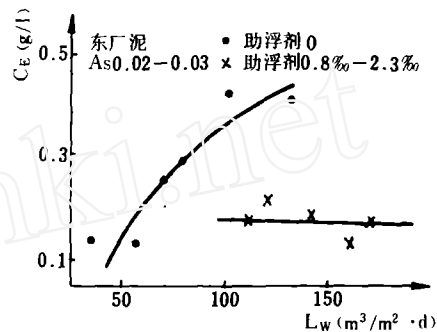


图 3 出水浓度与水力负荷

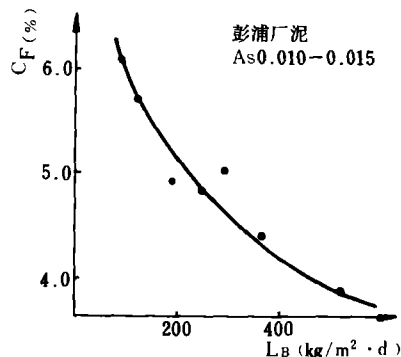


图 4 浮泥浓度与固体负荷

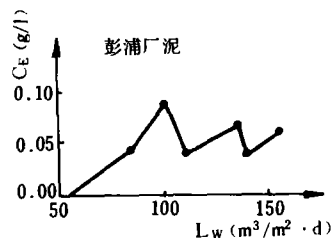


图 5 出水浓度与水力负荷

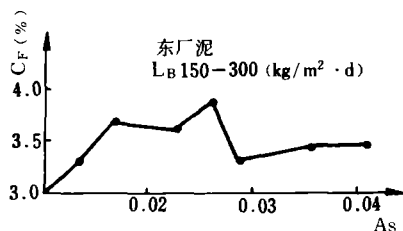


图 6 气固比与浮泥浓度

四、讨 论

(一)两种污泥的气浮效果比较

从图2~图5可以看出,东厂污泥在同样固体负荷下,获得的浮泥浓度比彭浦厂低。而且在不加助浮剂运行时,出水SS也较大,且随水力负荷增加有增大趋势。

实验发现,东厂污泥在固体负荷较大($200\text{kg}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)时,出水中有大量污泥带出,达 $1\text{g}/\text{l}$ 以上。当加入助浮剂后,出水有明显改善。当加入剂量为 $0.6\%\sim 2.0\%$ (g纯试剂/g干固体)时,出水稳定在 $0.2\text{g}/\text{l}$ 左右。

实验还发现,东厂污泥与气泡接合不牢固。遇水力搅动时,气泡并聚脱出,聚集池顶部,泥层松动。严重时,颗粒从泥层落下,随出水带出。加入助浮剂有加强颗粒与气泡粘附能力,稳定泥层的作用。彭浦厂污泥不需加混凝剂运行,可很稳定,顶层气泡很少。试验中未曾发现泥层松脱现象。

产生上述差异的原因是,东厂污泥由于处理过程中供氧不足,生物活性差,絮凝性差,因而与气泡接合不牢固,污泥中的细小颗粒不易粘上气泡,从而由出水带出。据此分析可知,污泥的性质,对气浮浓缩效果,有很大影响。对彭浦厂类型的正常剩余活性污泥,不需添加助浮剂,可得到很好的气浮浓缩效果(见图4、5)。而对东厂类型的较差的污泥,加入助浮剂能使气浮浓缩效果得到改善。

(二)气固比的影响

在一定范围内,气固比对浓缩影响不甚明显(图6)。由试验得知,对以上两厂污泥,当气固比分别低于 0.015 和 0.010 时,部份污泥颗粒

不能浮上。然而,当气固比过高时,多余的气泡,并聚向上运动,对泥层有一定的搅动^[4]。特别是对于东厂污泥,当气固比大于 0.040 时,顶层聚集有较多的气泡。

(三)泥层高度

泥层由水面上、下两部构成。水面上部对浮泥的浓缩起决定作用。根据资料^[4]介绍,水面以上浮泥高度与泥层总高度有一定关系。据实际运行的测定,水面以上浮泥高度在 $10\sim 20\text{cm}$ 左右。有文献^[5]认为,泥层总高度应控制在 60cm 以内。过高,会影响顶层泥中水的脱出。试验中观察到,东厂污泥在泥层总高度达 50cm 以上时,极易松脱。初步分析认为,可能与浮泥由下向上运动时间过长有关。彭浦厂污泥在泥层总高度达 1.5m 时,运行仍很正常,泥层稳定。但此时水面以上浮泥段高度没有明显增加。

刮泥间隔时间及刮泥量,决定于固体负荷。稳定运行时,单位时间刮出的浮泥量与进入池内的原污泥量应相等(均指干固体)。在进行不同间隙的刮泥实验中,得到的结果,无明显差异。作为控制刮泥间隔的极限,每次刮泥时,必须保证刮去水面以上的浮泥。由于表面泥层浓度最高,运行中可以根据整个泥层高度变化来调节刮泥量。刮泥适当时,泥层总高度可维持无大变化。

(四)气浮池高度

试验中观察到,彭浦厂浮泥积至套管口时,仍运行正常。泥水界面清晰可见,没有浮泥从出水带出。也就是说,池中无反应段,气浮池只起泥水分离、浮泥浓缩的作用。由此可见,在通常情况下,污泥和溶气水可以通过适当方式得到较好的混合反应。气浮浓缩中,池面积(或固体负荷)是最主要的控制因素,池高度影响不大。

(五)气浮浓缩与重力浓缩比较

以东厂污泥对重力浓缩和气浮浓缩进行简单的技术经济比较。

1. 从表1可看出,重力浓缩在固体负荷为 $20\sim 50\text{kg}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 时,浓缩污泥含固率为 2.0% 左

右,且停留时间长(约10小时),污泥发臭,有可能影响污泥的脱水性能。加入聚丙烯酰胺达2.0‰时,效果也明显改善。

2. 由图2可知,气浮浓缩在固体负荷为 $80\text{kg}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 时,浮泥含固率可达4.0%左右。即使在固体负荷达 $200\text{kg}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 时,浮泥含固率也可达3.5%左右,如果浮泥刮下后停放一段时间,还会继续浓缩。当停放时间达10小时以上时,含固率可达7~8%。据国外经验,浮泥含固率一般宜控制在4.0%左右。浓度太高时,收集和输送都有许多困难。气浮浓缩,还能去除污泥中可能存在的油脂,使出水较好。

3. 从处理费用分析,如仅以能耗计,处理每立方米浓度为 $5\text{g}/\text{l}$ 的污泥,重力浓缩费用为0.004元,气浮浓缩费用为0.065元。考虑浓缩后的后续处理,以浓缩污泥运输排放(当然还可以是脱水、消化等)为例,以运输1立方米污泥费用3元计,1立方米 $5\text{g}/\text{l}$ 的污泥经重力浓缩处理后,体积为0.25立方米,经气浮浓缩处理后体积为0.125立方米。则处理1立方米污泥可节省运输费0.375元。扣除处理费用后,为0.31元。如考虑加助浮剂,以常州产聚丙烯酰胺2800元/吨(纯度4%)计,当加入剂量为1.0‰时,试剂费为0.35元/米³。可见试剂费将占整

个处理费用的85%左右。为此,应尽量避免加助浮剂,或寻求价格低廉的助浮剂。

五、结 语

(一)应用气浮法浓缩剩余活性污泥,浮泥浓度高,出水SS低,但能耗高。综合考虑到污泥的后续处理,气浮法仍有显著的经济性。

(二)污泥的性质对气浮浓缩有很大影响。一般情况下,沉降、压缩性能较好,活性好的污泥,其气浮浓缩性能也较好,且浓缩工艺中不必加助浮剂。对同一种污泥而言,固体负荷是影响浮泥浓度的主要因素。

参 考 文 献

- (1) M.J.D White et. al, Wat. Pollut. Control PP86-97 (1977)
- (2) William J. Katz, Journal WPCF, 39(6), 946~957 (1967).
- (3) 赵俊英, 环境污染与防治, (2), 2~4(1985)
- (4) J.R. Bratby et. al, Wat. Pollut. Control, 79 421~432 (1978).
- (5) O. Langenegger, Wat. Pollut. Control, 85 ~79.(1978)

(收稿日期:1987年11月6日)

To Thicken Surplus Activated Sludge by Using Dissolved Air Flotation

Yao Yi, Zhao Junying, Gao Tingyao

(Department of Environmental Engineering, Tong Ji University)

Abstract

The thickening performance of surplus activated sludges from two waste plants was studied in a pilot-scale continuous flow DAF unit. On the basis of test results, various factors, such as sludge property, air to solid ratio, solid loading, polymer dosage, float height, scraping and their effects on flotation thickening performance were discussed. A simple comparison between gravity thickening and flotation thickening was also made in terms of thickening performance and operational cost.