

# 新型高压板框式脱水机对污泥脱水的中试研究

马维超<sup>1,2</sup>, 沈伟<sup>3</sup>, 余庚星<sup>2</sup>, 王东阳<sup>2</sup>, 刘惠玲<sup>1</sup>, 马军<sup>1</sup>,  
何志茹<sup>2</sup>, 柏珊珊<sup>2</sup>

(1. 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090; 2. 哈尔滨工业大学  
城市水资源开发利用 <北方> 国家工程研究中心, 黑龙江 哈尔滨 150090; 3. 中核新  
能源投资有限公司, 北京 100037)

**摘要:** 在中试条件下考察了新型高压板框式脱水机对污泥的脱水性能。结果表明: 在污泥初始含水率为 98.7% 的条件下, 与普通板框式污泥脱水机相比, 经二次高压脱水后的泥饼含水率能够降低 5% 以上; 当聚合氯化铝 (PAC) 和阳离子聚丙烯酰胺 (PAM) 的投配率分别为 (3.5% ~ 4%) 和 0.09% 时, 泥饼含水率能够达到 60% ~ 65%, 与单独投加 PAC 相比, 泥饼含水率可下降 5% ~ 7%, 同时可节约 15% ~ 20% 的药剂成本。

**关键词:** 污泥; 高压板框式脱水机; 絮凝; 含水率

**中图分类号:** X705 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2014)11-0120-03

## Pilot-scale Research on Sludge Dewatering by Novel High Pressure Plate and Frame Dehydrator

MA Wei-chao<sup>1,2</sup>, SHEN Wei<sup>3</sup>, YU Geng-xing<sup>2</sup>, WANG Dong-yang<sup>2</sup>,  
LIU Hui-ling<sup>1</sup>, MA Jun<sup>1</sup>, HE Zhi-ru<sup>2</sup>, BAI Shan-shan<sup>2</sup>

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 2. National Engineering Research Center of Urban Water Resources, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 3. ZOC New Energy Investment Co. Ltd., Beijing 100037, China)

**Abstract:** The sludge dewatering performance of novel high pressure plate and frame dehydrator was investigated. The results showed that for the sludge with moisture content of 98.7%, the moisture content of sludge cake after the secondary high pressure dehydration could be reduced by at least 5%, compared with the sludge cake without secondary high pressure dehydration. Under the condition of PAC and PAM dosing rates of 3.5% to 4% and 0.09% respectively, the moisture content of sludge cake with the secondary high pressure dehydration could range from 60% to 65% and declined by 5% to 7% with chemical cost savings of 15% to 20% compared with adding PAC alone.

**Key words:** sludge; high pressure plate and frame dehydrator; coagulation; moisture content

板框式压滤机在欧美污泥脱水项目中应用较多, 其结构较简单、操作方便、运行稳定、过滤面积选择范围灵活、单位过滤面积占地较少、过滤推动力大、所得滤饼含水率低、对物料的适应性强。为了提

高板框式压滤机对污泥的脱水效果, 需要在原有依靠进泥压力脱水的基础上加装高压二次脱水系统以及弹性滤板, 为此笔者采用新型高压板框式污泥脱水机进行了污泥脱水中试研究。

## 1 试验部分

### 1.1 供试污泥特性

试验用污泥为文昌污水处理厂的消化回流污泥,其平均含水率为98.7%、MLSS为17 965 mg/L、MLVSS为11 846 mg/L、挥发性固体含量为56.7%、碱度为5 632 mg/L、pH值为7.2~7.5、温度为24℃。该污泥含水率较高、有机物含量多、纤维成分少,单一机械脱水难度较大。

### 1.2 试验装置

污泥脱水中试系统采用由城市水资源开发利用(北方)国家工程研究中心自主研发的高压板框式污泥脱水机(如图1所示),其由中型板框式污泥脱水机、液压压缩机、调理剂的配制投加系统、污泥搅拌装置、二次气压加压装置和电动控制系统组成。该高压板框式污泥脱水机的干泥处理能力为26~32 kg/h,污泥搅拌装置的转速为30 r/min。

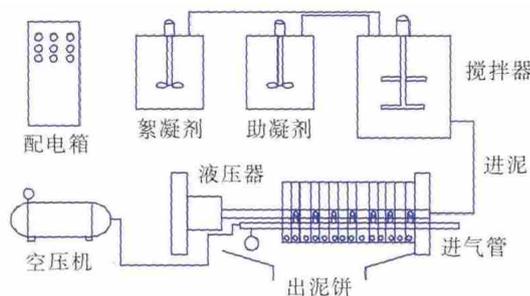


图1 新型高压板框式污泥脱水机中试系统

Fig. 1 Pilot-scale experiment setup of novel high pressure plate and frame sludge dehydrator

工作原理:将带有滤液通路的滤板平行交替排列,每组滤板中间夹有滤布,用液压把滤板压紧,使滤板与滤板之间的间隙构成一个压滤室,将滤布作为滤面。将调理好的污泥经污泥泵从进料口打入每一个滤室,由于污泥泵的压力,水通过滤板从滤液出口排出,泥饼堆积在板框内的滤布上,此时空压机开启,使得连接空压机的弹性滤板发生形变,进一步加压促进污泥脱水,待滤板松开后泥饼就很容易剥落下来。反复进行以上工序,污泥被间歇式加压脱水。

### 1.3 试验方法

污泥脱水中试在文昌污水处理厂的脱水车间进行,利用潜污泵将新鲜污泥从储泥池抽至中试装置的储泥罐中进行污泥脱水,运泥周期为2次/d。

#### 1.3.1 调理剂筛选试验

将500 mL的污泥装入1 L的烧杯中,分别投加

$\text{FeCl}_3$ 、 $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{CaCl}_2$ 、聚合氯化铝(PAC)、聚合氯化铁(PFS)、阳离子聚丙烯酰胺(PAM),搅拌1~5 min后观察污泥聚合速度、絮体大小,并测定絮体的沉降速度以及上清液的浊度。结果显示,投加聚合氯化铝和阳离子聚丙烯酰胺时,能够迅速生成稳定絮体,絮凝效果较好。

#### 1.3.2 污泥脱水试验

在污泥脱水试验中,通过测定污泥处理量、泥饼含水率等,考察新型高压板框式污泥脱水机在不同絮凝剂组合和投配率、进泥时间、气压保压时间等条件下的处理效果,以寻求最佳工况。

## 2 结果与讨论

### 2.1 高压保压时间对污泥脱水效果的影响

高压板框式污泥脱水机是由空气压缩机提供高压空气(5 MPa),使弹性滤板发生形变,对板框间的已压缩污泥进行二次加压脱水,进一步降低污泥的含水率。在污泥初始含水率为98.7%、PAC投配率为4%、PAM投配率为0.09%的条件下,考察不同高压保压时间对污泥脱水效果的影响。结果表明,当高压空气的保压时间从3 min延长至12 min时,泥饼的含水率由69%降到64%;而当保压时间由12 min继续延长至21 min时,泥饼的含水率仅由64%降到63%。在保压初期,滤板的弹性形变对污泥有一定的强化脱水能力,泥饼脱水速度较快;至保压后期,泥饼含水率的降低趋势逐渐平缓,只有进一步促进滤板的弹性形变,才能够加强污泥的脱水效果。

### 2.2 进泥时间对污泥脱水效果的影响

高压板框式污泥脱水机的进泥系统主要依靠污泥泵的提升压力将污泥输入至压缩室,通过污泥泵的压力进行脱水,因此进泥量的变化在一定程度上也可反映出板框内压力的变化,压力增大则污泥脱水效率降低。

当污泥初始含水率为98.7%、高压保压时间为12 min时,不同絮凝剂投加情况下进泥时间对污泥处理量的影响见图2。可以看出,在进泥过程中,未经过药剂调理的污泥进泥时间非常短,20 min时就已经达到最高,只能进泥200 L左右,这是由于污泥没有经过药剂调理,其泥水分离效果不好。而经过PAC调理后的污泥初期处理速度明显快于后期,前期的污泥在板框间逐渐形成泥饼,对后续的污泥脱水产生一定的阻力,板框内的压力有所升高,进泥效率也随之下降。而经过PAC和PAM调理后,污

泥处理速度有明显的提高, PAM 的加入使得污泥形成更大、更加稳定的絮状结构, 能够更加容易与水分分离, 使得高压板框污泥脱水机的处理效果有所升高; 当进泥时间达到将近 1 h 时, 进泥量趋于平稳, 后续时间污泥的处理效率明显下降, 相对运行成本则相应增加。

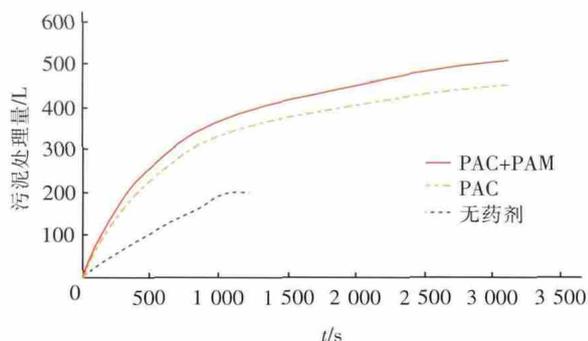


图2 不同絮凝剂投加情况下进泥时间对污泥处理量的影响  
Fig. 2 Effect of sludge feeding time on sludge treatment amount when adding different coagulants

### 2.3 絮凝剂的投加对污泥脱水效果的影响

在污泥初始含水率为 98.7% 的条件下, 考察 PAC 和 PAM 的投配率对污泥脱水效果的影响。结果表明, 随着 PAC 投配率由 3% 增加到 5%, 泥饼含水率也由 80% 降低到 69%。污泥中存在着大量的胞外聚合物 (EPS), 它同时具有一定的生物絮凝作用, 增加 PAC 投配率使得 PAC 与 EPS 的接触机会增多, 可对已凝聚的次生粗大颗粒进行吸附架桥, 形成较大的污泥絮体, 从而明显提高污泥的脱水效果<sup>[1, 2]</sup>。

当 PAM 与 PAC 配合使用时, 可使泥饼含水率进一步下降, 降幅为 5% ~ 7%。当 PAC 的投配率为 4% 时, 加入 0.09% 的 PAM, 可使泥饼含水率由 70% 降到 64%。PAM 利用其长分子链结构, 在由 PAC 聚合形成的污泥颗粒间架桥形成一种稳定、多孔且粒径更大的污泥颗粒结构, 这种结构可以让水分子通过, 能够将污泥颗粒稳定在既定的位置, 增大了污泥颗粒粒径, 从而提高了污泥的脱水性能。在较高的 PAC 投配率条件下, 当 PAM 投配率由 0.09% 提高到 0.18% 时, 泥饼含水率的降幅并不大, 这可能是由污泥本身的特性所致, 污泥脱水后的含水率达到 60% ~ 65% 之间已经是最佳状态。

采用普通板框式污泥脱水机时, 泥饼含水率能够达到 70% ~ 75%<sup>[3]</sup>; 而采用高压板框式污泥脱水机, 经过絮凝剂调理、二次高压脱水后, 泥饼含水率能够达到 65% 以下。在基本相同的泥饼含水率条件下, 单独 PAC 的投配率为 5%, 而 PAC 与 PAM 组合的投配率分别为 (3.5% ~ 4%) 和 0.09%, 在药剂成本上可以节约 15% ~ 20%。

### 3 结论

采用新型高压板框式污泥脱水机, 经过高压空气的二次脱水后, 可使污泥的脱水率至少提高 5% 以上, 另外, PAC 与 PAM 的组合投加也能够显著提高污泥的脱水效果。在试验条件下, 新型高压板框式污泥脱水机的最佳工况如下: 进泥时间为 1 h、高压保压时间为 12 min、PAC 和 PAM 的投配率分别为 (3.5% ~ 4%) 和 0.09%, 此时脱水后的泥饼含水率能够控制在 60% ~ 65% 之间。

### 参考文献:

- [1] 周健, 龙腾锐, 苗利利, 等. 胞外聚合物 EPS 对活性污泥沉降性能的影响研究 [J]. 环境科学学报, 2004, 24 (4): 613 - 618.
- [2] Wilén B M, Jin B, Lant P. The influence of key chemical constituents in activated sludge on surface and flocculating properties [J]. Water Res, 2003, 37 (9): 2127 - 2139.
- [3] 周轶峰, 范德顺. 一种新型污泥脱水设备—滚压式污泥脱水机 [J]. 过滤与分离, 2005, 15 (2): 42 - 44.



作者简介: 马维超 (1981 - ), 男, 黑龙江哈尔滨人, 博士研究生, 研究方向为污水深度处理。

E-mail: supermc@126.com

收稿日期: 2013 - 12 - 19