

试验研究

高效生物絮凝剂在城市污水处理厂污泥调质处理中的应用

何强斌¹, 张小松², 于海洋³

(1.浙江省东阳市横店污水处理厂, 浙江 金华 322118; 2.衢州臻和环境科技有限公司, 浙江 衢州 324000; 3.南京恒邦生物环保有限公司, 江苏 南京 210000)

摘要:污泥是污水处理过程中的必然产物, 伴随着污泥产生量越来越大, 污泥对人类生存环境和经济发展的影响日益突出。如何对污泥进行合理有效的处理和处置, 降低其对环境的影响, 实现资源化利用, 是污泥处置的一个重要课题。为满足《城镇污水处理厂污泥处置混合填埋泥质》(CJ/249-2007) 中对填埋污泥含水率的基本要求, 东阳市横店污水处理厂采用隔膜式板框压滤机作为核心污泥脱水设备, 采用新型生物絮凝剂作为调理药剂, 可将出泥含水率控制在 60% 以下。本文重点介绍采用恒邦生物多糖聚合物为污泥高效脱水剂的污泥调质技术, 并与两种传统调质技术进行比较。

关键词:污泥处理; 含水率; 高效生物絮凝剂

中图分类号: X701

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2016)04-0031-04

EFFICIENT BIOLOGICAL FLOCCULANTS USED IN URBAN SEWAGE TREATMENT PLANT SLUDGE DISPOSAL RESEARCH

HE Qiang-bin¹, ZHANG Xiao-song², YU Hai-yang³

(1. Hengdian Dongyang Sewage Treatment Plant, Jinhua 322118, China; 2. Quzhou Perfect Environment Technology Co., Ltd, Quzhou 324000, China; 3. Nanjing Hengbang Biological Environmental Protection Co., Ltd, Nanjing 210000, China)

Abstract: Sludge is the inevitable result of the sewage treatment process, with the development of sludge quantity, human survival environment and the impact of economic development is increasingly prominent. Sludge treatment and disposal, how to reasonable and effective to reduce impact on the environment, recycling is a important subject. In order to satisfy the sludge in the process of urban mixed sewage treatment plant sludge disposal landfill the basic requirement of moisture content (CJ / 249-249), Hengdian Dongyang sewage treatment plant using the diaphragm plate and frame filter press, which is the core of the depth of the sludge dewatering equipment, using the new biological flocculating agent as regulators, sludge moisture content control under 60%. This article focuses on the use of biological polysaccharide polymer efficient sludge dewatering of sludge treatment technology, and comparing with two traditional processing technology.

Key words: Sludge treatment; The moisture content; Efficient biological flocculating agent

城镇污水处理厂污泥产量约为污水处理量的 0.5%~1.0% (按含水率 98% 计), 污泥预处理后直接填埋作为近阶段污泥处置的一种过渡方式, 目前我国仍然十分普遍。污泥填埋需满足《城镇污水处理厂污泥处置混合填埋泥质》(CJ/249-2007) 中对填埋污泥含水率的基本要求: 污泥含水率不大于 60%。目前常见的带式压滤机、离心脱水机等一般只能保证出泥含水率在 80% 左右, 隔膜式高压板框压滤机具有出泥含固率高, 可靠性强等优点, 配合化学调理技术, 能将脱水污泥含水率保持在 60% 以下。

污泥深度脱水是指通过对含水率较高的污泥进行化学调质处理后, 在高压压榨作用下, 使污泥含水率降至 60% 以下, 不仅在数量上减少 50% 以上, 更重要的是使污泥后续处置途径更为广泛。污泥的调质处理是污泥深度脱水的关键环节和核心技术, 直接决定污泥深度脱水项目的成败。目前普遍做法是在污泥中添加脱水剂、絮凝剂或混凝剂的方法, 改变污泥中水分子 (主要是间隙水和毛细水) 存在方式和结构。传统的污泥调质药剂一般为 PAC+PAM+生石灰和铁盐+生石灰。

随着污泥处理处置领域技术进步和污泥调质技术上不断推陈出新, 高压压滤脱水技术及装备得到了快速发展。南京恒邦生物环保有限公司生产的恒邦生物多糖聚合物是一种新型的高效生物污泥脱水剂, 在东阳市横店污水处理厂进行了生产性实验并且成功应用。

1 传统污泥调质药剂调理原理

1.1 PAC+PAM+生石灰调质脱泥原理

由于污泥胶质颗粒多数带负电荷, 加入 PAC 后, PAC 在水中形成各种形态的水合络合物可以吸附带负电荷的胶体粒子, 通过压缩双电层, 电荷中和、羟基间的桥连等作用, 使胶体脱稳; 而 PAM 高分子絮凝剂有较好的吸附架桥功能, 使已脱稳的凝聚颗粒迅速形成大的絮体, 实现固液分离。

这种调理方式充分发挥了 PAC 和 PAM 各自的主要功能, 因此污泥脱水效果较好, 但后续处理环节无法克服添加生石灰带来的弊端, 而且 PAM 是非离子型高分子有机物, 有一定的粘性, 容易堵塞滤布。

1.2 铁盐+生石灰调质脱泥原理

通过添加铁盐, 水合后形成正电荷, 以中和污

泥颗粒的负电荷, 使之絮凝, 同时铁盐与污泥中的二价碳酸盐形成氢氧化物, 作为絮凝剂。氧化钙一般配合铁盐使用, 主要目的是调节 PH 值、除臭和消毒, 此外还可增强颗粒结构, 提供孔隙, 减少其压缩性。

添加铁盐和生石灰将会造成污泥增量, 可估算为每增加 1 公斤药剂, 增加 2 公斤脱水污泥, 并形成低焚烧热值。石灰有结垢问题, 容易堵塞滤布, 铁盐为酸性则会对设备产生较大腐蚀。

2 新型高效生物污泥脱水剂

新型高效生物脱水剂是以蔗糖为原料, 利用生物酶法合成, 并经过多级分离提纯得到的高分子聚合物, 不含微生物, 是一种纯物质。通过往非离子型生物絮凝剂的长链上连接一种或多种活性带电基团, 使其具有电荷性质, 从而可发挥电荷相互作用。东阳市横店污水处理厂由恒邦生物技术人员对厂区污泥深度脱水处理工艺选型进行指导, 采用两种新型高效生物脱水药剂 (阳离子生物絮凝剂- 型和阴离子生物絮凝剂- 型) 在现场进行试验分析, 寻找合适的污泥调质处理药剂。

阳离子生物絮凝剂- 型产品 (简称“阳离子”) 以 1 000 万左右分子量的非离子型生物絮凝剂为原料, 以阳离子醚化剂为阳离子单体, 设定醚化剂用量、氢氧化钠与醚化剂比例、反应温度以及反应时间等条件进行醚化反应, 反应结束后经过冷却、纯化、灌装、消毒等工艺, 最终形成成品药剂。成品浓度常规为 25% 左右, 分子量 800~1 000 万, 动力粘度 6 000~8 000 mPa·S(25℃), pH 5~6, 阳离子度 50% 以上, 表现呈浅棕色至棕色粘稠状。

阴离子生物絮凝剂- 型产品 (简称“阴离子”) 同高效污泥脱水剂- 型的生产机理类似, 阴离子生物絮凝剂- 型是以 2 000 万左右分子量的非离子型生物絮凝剂为原料, 通过控制酯化剂的加量、反应 pH、反应时间、反应温度, 进而控制取代度, 得到的酯化反应产物, 再经过纯化、干燥、包装, 形成成品。成品为白色粉末状, 分子量 2 000 万以上, 水解度 65% 左右。

2.1 两种新型高效生物污泥脱水剂作用机理

阳离子生物絮凝剂- 型作用机理: 高效污泥脱水剂- 型作为一种阳离子型生物絮凝剂, 带有正电荷性质, 可以和污泥中带负电荷的颗粒发生吸附、架桥作用, 使得污泥稳定体系中的微粒脱

稳,进而絮凝形成大颗粒,完成泥水初步分离。

阴离子生物絮凝剂-型作用机理:阴离子生物絮凝剂-型携带高密度的负电荷,可和带正电荷的颗粒发挥中和、架桥和卷扫作用,进而形成絮体达到泥水分离效果。

2.2 新型高效生物污泥脱水剂调理污泥过程

横店污水处理厂的污泥主要呈负电性,污泥颗粒之间同性电荷相互排斥,形成稳定的胶体状,自然沉降基本不发生泥水分离。污泥调理过程中,通过添加阳离子生物絮凝剂-型产品,破坏原泥体系的稳定性,使得污泥颗粒得以分散开。阳离子生物絮凝剂-型作为一种生物高分子产品,具有复杂的空间分子结构,污泥经过阳离子生物絮凝剂-型产品调理后,失去负电性,分子链上的带电基团和污泥颗粒结合,基团与基团之间相互作用,形成庞大的交联结构,使污泥系统脱稳并产生一定的絮团结构。

在此基础上再添加阴离子生物絮凝剂-型产品,其分子链上的负电荷和先已形成的(污泥—阳离子生物絮凝剂-型)絮体结构上的正电荷结合,由于阴离子生物絮凝剂-型同样具有复杂的空间分子结构,由此交联产生更大的(污泥—高效污泥脱水剂-型—阴离子生物絮凝剂-型)絮团结构,该絮团大而密实,污泥中的游离水和大部分间隙水快速和絮团分离,且絮团经机械搅拌不易破碎,经过螺杆泵的剪切之后,仍然能以絮团的形式进入板框机,在板框机的高压下,进一步挤压出大絮团中的残留水分,使泥饼含水率稳定在55%左右。

3 新型高效生物絮凝剂实验数据

3.1 现场小试实验数据和现象(先加阳离子再加阴离子):见表1。

小试总结:结合小试数据,综合考虑各方面因素,阳离子和阴离子药剂量比例在1:2左右效果较好,而且比较经济,根据以上实验数据确定上机试验方案。

3.2 上机试验

3.2.1 高压隔膜板框压滤机主要技术参数

过滤面积 250 m²,脱水前污泥含水率 94%,单台污泥处理量 15 m³,进料压力 0.9 MPa,压榨压力 1.3 MPa,要求泥饼含水率 ≤ 60%。

3.2.2 上机试验流程

表1 现场小试验数据和现象

编号	泥样 (ml)	2‰阳离子 (ml)	2‰阴离子 (ml)	实验现象
1	50	0.5	0.5	无絮凝
2	50	0.5	1.0	絮凝颗粒细小
3	50	0.5	1.5	絮凝颗粒细小
4	50	0.5	2.0	絮凝颗粒细小
5	50	0.5	2.5	絮凝颗粒细小
6	50	0.5	3.0	絮团大,松,碎
7	50	0.5	3.5	絮凝团稍大,散
8	50	0.5	4.0	絮凝团大,结实,飘絮物多
9	50	0.5	4.5	絮凝团大,结实,飘絮物多
10	50	0.5	5.0	絮凝团大,易碎
11	50	0.5	5.5	絮凝团大,易碎
12	50	0.5	6.0	絮凝团大,易碎
13	50	1.0	4.0	絮凝颗粒细小,碎
14	50	1.0	4.5	絮凝团大,结实
15	50	1.0	5.0	絮团大,结实,上清液干净
16	50	1.0	5.5	絮团大,结实,上清液干净
17	50	1.0	6.0	絮团大,结实,上清液干净
18	50	1.5	4.0	絮凝团碎,细小颗粒多
19	50	1.5	4.5	絮凝团较散
20	50	1.5	5.0	絮凝团大,结实
21	50	1.5	5.5	絮凝团大,结实
22	50	1.5	6.0	絮团大,结实,比上面稍差
23	50	2.0	3.0	絮团大,结实
24	50	2.0	4.0	絮团大,结实,上清液干净
25	50	2.0	4.5	絮团大,结实,上清液干净
26	50	2.0	5.0	絮团大,结实,上清液干净
27	50	2.0	5.5	絮团大,结实,上清液干净
28	50	2.0	6.0	絮团大,结实,上清液干净
29	50	2.0	6.5	絮团大,结实,上清液干净
30	50	2.0	7.0	絮团大,结实,上清液干净
31	500	20	40	絮团大,结实,上清液干净

开启搅拌机 → 往调泥池中打入污泥并加水稀释到含固率 6% 左右 → 加入阳离子脱水剂 → 搅拌 5 分钟 → 加入阴离子絮凝剂 → 搅拌 5 分钟 → 关闭搅拌机 → 开启板框压滤机开始进料、压榨,压榨结束后开板卸泥并取样,每次抽样检测含水率取样都在第 51~52 块板之间(具有一定的代表性)。

3.2.3 上机试验数据一览表(先加阳离子再加阴离子):见表2。

3.2.4 上机试验总结

上机实验效果与小试相同,阳离子和阴离子的比例为 1:2 时,脱泥效果较好,而且药剂使用很经济,泥饼的厚度(平均 2.9 cm)与铁盐+石灰调质出泥泥饼厚度(3.5 cm)比较小 0.6 cm,采用新型高效生物絮凝剂脱水效果较传统药剂好。

表 2 上机试验数据

日期	2%阳离子 m ³	2%阴离子 m ³	阳离子/阴离子	污泥处理量 m ³	泥饼平均厚度 cm	含水率%
8.25	0.82	2.9	1:3.5	12.6	2.7	57.61
8.26	0.648	2.16	1:3.3	13.5	2.6	62.15
8.27	0.864	2.583	1:3.0	14.4	2.5	60.31
8.28	0.828	1.584	1:1.9	14.2	2.4	58.99
8.29	0.828	1.242	1:1.5	14.3	2.5	57.75
8.30	0.792	1.584	1:2.0	14.2	2.7	53.34
8.31	0.792	1.584	1:2.0	14.3	2.8	51.98
9.1	0.792	1.584	1:2.0	14.3	2.9	52.11
9.2	0.792	1.584	1:2.0	14.3	2.9	51.22
9.3	0.792	1.584	1:2.0	14.3	2.9	52.13



压榨出的泥饼

4 新型高效生物絮凝剂与传统污泥调质药剂各项指标比较(表 3)

表 3 各项指标比较

对比项目	调质药剂 铁盐+生石灰	PAC+PAM+生石灰	新型高效生物絮凝剂
处理 15m ³ 污泥用药量 (含水率 4%)	180kg 铁盐+225kg 石灰	45kgPAC+1kgPAM+45kg 石灰	6.36kg 阳离子(液)+3.15kg 阴离子(固)
未处理前绝干量(t)	0.9	0.9	0.9
处理后绝干量(t)	1.22	1.045	0.91
绝干量增量(t)	0.32	0.145	0.01
消耗药剂成本元/t(绝干)	305	328	289
产泥量(55%含水率)(t)	2.71	2.32	2.02
年污泥处理费用(万元)	36.23	38.97	34.33
年污泥处置费用(万元)	71.28	60.72	52.80
年总费用(万元)	107.51	99.69	87.13

污泥以每天污泥处理量 60m³ 为计,污泥处置费(包括运输和填埋费)以 200 元/T 为计,一年工作日以 330 天为计

优势	由于生石灰的加入,具有较好杀菌效果;除臭效果好;处理后的污泥较稳定。	由于生石灰的加入,具有较好杀菌效果;除臭效果好;处理后的污泥较稳定	原传统调质药剂相比,固废总量上明显减少;压榨液呈中性,清澈透明利于下一步处理;不结垢,不堵塞管道,不粘不堵滤布;无腐蚀性,不产生大颗粒物,延长设备使用寿命;不产生刺激性气味。
缺点	由于石灰的加入,相当于增加污泥总量;压榨液出水和泥饼都呈强碱性;处理过程中泥饼易板结,频繁堵塞管道和滤布;产生强碱刺鼻气味,工作环境差;药剂腐蚀性强,对设备影响大。	由于 PAM 的加入使得石灰加入量减少,污泥增加量也相应的减少;压榨液出水和泥饼依然呈碱性;但 PAM 容易堵塞滤布,随着使用时间的推移进料量逐渐减小。	没有杀菌功能。

5 结论

近年来,在国家节能减排和积极的财政政策下,各城镇污水处理设施完善,城镇污水环境治理取得了显著效果,但污水处理过程中产生的大量污泥并没有得到有效处理处置,成为了环境安全和公众健康的威胁。而新型污泥脱水剂替代传统污泥调质药剂优势明显,新型高效生物絮凝剂是以蔗糖为原料,采用酶法技术合成,无毒、无害、可生物降解,不仅絮凝效果好,而且使用过程中不会产生二次污染,脱水后的污泥含水率稳定在 60% 以下,可以广泛应用于城镇污泥深度脱水的污泥调质环节。从资源循环方面考虑石灰石是我们一种重要的不可再生资源,而煅烧石灰石生产石灰又需要消耗大量的能源,蔗糖为可再生资源。生物絮凝剂的大规模推广应用更有助于实现循环经济。

参考文献

- [1] 胡享魁. 水污染控制工程. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2003
- [2] 黄铭荣等主编,《水污染治理工程》,高等教育出版社,2001。
- [3] 城镇污水处理厂污泥处理处置技术指南(试行),住建部 发改委 2011