

[11] 陈文瑞, 中国沙漠, 1(1), 40(1981).

[13] 张志明等, 土壤通报, 17(7), 28(1986).

[12] 张志明等, 土壤通报, 17(7), 42(1986).

(收稿日期: 1990 年 5 月 15 日)

新型絮凝剂 SFC 在污泥脱水中应用的研究

夏晓明

侯文华

肖 锦

(湘潭大学)

(哈尔滨工业大学)

(华南理工大学)

摘要 向污水处理厂的剩余污泥中投加相对于干污泥重量 0.5% 的 SFC, 在 0.4bar 的真空度下过滤, 污泥的含水率由 99.5% 降至 75%, 污泥的体积降至原来的 1/50, 燃烧热值增大 70 倍, 污泥比阻减少一倍多, 而且泥饼的剥离性能好, 滤液澄清度高。

关键词 絮凝剂; 污泥脱水; 絮凝脱水; 比阻。

废水处理中的污泥可分为无机污泥和有机污泥。无机污泥主要含无机物, 其特点是比重大, 易于沉淀、压密和脱水, 含水率低, 稳定不腐化, 所以易于处理。而有机污泥主要含有机物, 一般是生化处理过程中的剩余污泥。其特点是污泥颗粒小, 呈絮凝状态; 比重小, 持水能力强, 不易下沉、压密, 含水率高; 稳定性差, 容易腐败产生恶臭, 严重污染环境。因此, 对它必须进行处理或处置。但是, 据统计, 剩余污泥的处理费用约占整个生化法处理费用的 50% 或更高^[1]。因此, 如何改善污泥的脱水性能, 提高其燃烧热值, 是污泥处理中的一大关键性问题。

本文报道的絮凝脱水剂 SFC 其脱水性能可以与日本产的 DG-II 型污泥脱水剂相媲美。加入它可使污泥的含水率由 99.5% 降至 75%, 热值提高 70 倍。

一、实验材料与方法

1. 实验材料

(1) 自制天然高分子阳离子改性絮凝剂 SFC;

(2) 阳离子聚丙烯酰胺 (PAM-C), 广州南中塑料厂生产;

(3) DG-II 型阳离子污泥脱水剂, 日本产。

试样: 珠江啤酒厂污水处理站剩余活性污泥, 原始浓度 0.5%, pH = 6.8。

DBJ-621 型六联搅拌机;

真空泵, 污泥脱水装置 (自行设计加工, 见图 1);

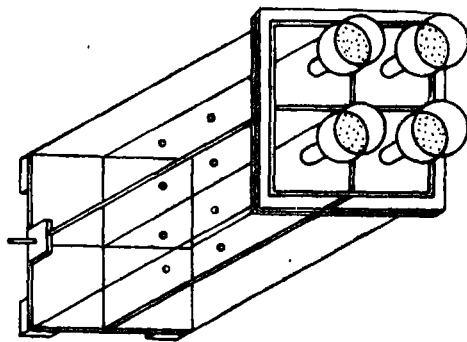


图 1 污泥脱水装置

快速红外称重仪;

721 型分光光度计, 剩余浊度仪。

2. 实验方法

(1) 絮凝除浊实验: 往 500ppm 的高岭土溶液中加入不同量絮凝剂, 搅拌 (快搅 2min, 慢搅 5min), 静置 30min, 然后用剩

余浊度仪测定其相对剩余浊度,用 721 分光光度计测定处理液的透光率。

(2) 粘度测定: 将 SFC 稀释成 0.5% 的溶液,用乌氏粘度计测定其相对粘度。

3. 污泥脱水实验

往 4 个烧杯中分别加入 100ml 污泥,编号 1#—4#, 在 1#—3# 中加入对应的三种脱水剂,4# 中不加脱水剂作对比,搅拌 5min,同时倒入污泥脱水装置的四个漏斗中。接通真空泵,在相同条件下比较各漏斗所滤体积及滤液透光率,最后考察污泥滤饼的剥离性能和含水率。

二、实验结果与讨论

1 SFC 絮凝剂的基本性能

SFC 是由以市场直接购得的 F_{691} 粉经改性制得的 (F_{691} 粉是与淀粉相类似具有活泼醇羟基的天然高分子物质,内含多聚糖、纤维素、木质素等,小于 60 目)。它的外观为灰色胶状物;在 30℃,浓度 0.5% 时,对水的相对粘度为 2.6—2.9; pH 值为 8.0 左右;比重 1.406; N/C 值在 0.25—0.30 之间;在红外谱图上,它与 F_{691} 相比,具有脂肪醚类和季胺盐等特有吸收谱带。

2. SFC 的絮凝除浊性能

絮凝除浊是絮凝剂的一项基本性质。为了检验 SFC 的絮凝除浊性能,将它和日本产的 DG-II 型阳离子絮凝剂及国产的聚丙烯酰胺阳离子型絮凝剂的絮凝效果加以比较,结果如图 2。

图 2 表明, SFC 的絮凝除浊效果优于 DG-II 和 PAM-C。这是因为 SFC 除了具有较大的电荷密度外,还与其本身的分子结构有关。多聚糖等天然高分子具有较好的链型分子结构,在水溶液中能自由地刚性伸展。即 SFC 的电荷中和和吸附架桥两种作用都很强。

3. 过滤滤液体积

一定时间下的过滤液体积是比较污泥脱

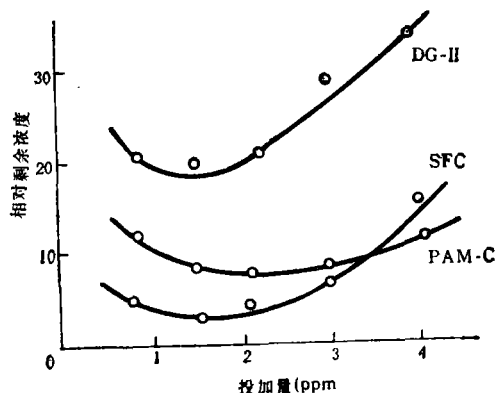


图2 SFC 等絮凝剂投加量与剩余浊度的关系
pH 7.0, 高岭土 500ppm, 常温。

水效果的最直观指标,滤液多,说明脱水剂的脱水效果好。图 3 是三种药剂作用后滤液体积与时间的关系。药剂投加量占干污泥 0.5%,真空度 0.4bar。

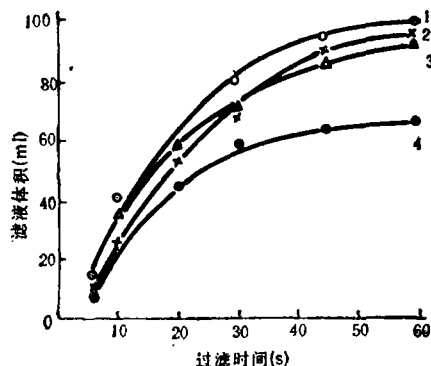


图3 过滤体积-时间关系曲线
1. SFC 2. DG-II 3. PAM-C 4. 空白样

从图 3 可以看出, SFC 有比较满意的脱水效果,曲线比较陡,说明加脱水剂后游离水较多。

4. 滤液透光率

滤液的透光率说明脱水剂对污泥中的微细颗粒和胶体的去除性能。一种好的脱水剂,不但要求其脱水性能好,泥饼易剥离,而且滤液必须澄清度高。在波长 660nm 下用 721 分光光度计测定滤液的透光率,结果如表 1。

由表 1 可知,改性阳离子絮凝剂 SFC 作为脱水剂滤液澄清度比较高,这是因为它不

表 1 滤液的透光率

试样号	透光率(%) (波长 660nm)
1# (SFC)	96
2# (PAM-C)	88
3# (DG-II)	94
4# (空白样)	7

仅具有较高的正电荷密度,而且还具有大的分子量的缘故。

表 2 各泥饼的含水率

试样号	1# (SFC)	2# (PAM-C)	3# (DG-II)	4# (空白样)
含水率(%)	75	84	72	92

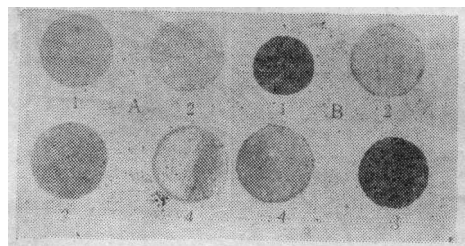


图 4 泥饼的剥离性

A: 正面照,刚从漏斗中取出。1、3 密实,2 还有部分水分,4 有大量水分。B: 剥离后泥饼的反面照。1、3 能很好地从滤纸上剥离下来,边缘自然卷曲,2、4 不能剥离。

图 4 反映了泥饼的剥离性能。

絮凝剂 SFC 作为污泥脱水剂,所得泥饼有很好的剥离性和较低的含水率,可以与进口的 DG-II 型污泥脱水剂相媲美。

6. 污泥脱水前后的热值比较

污泥的含水率直接影响到污泥处理的成本和难易。含水率高会增加运输费用和燃料费用。污泥加脱水剂 SFC 后,含水率由 99.5% 降至 75%,由下述公式可分别求得脱水前后污泥的体积比^[2]和热值比。

$$V = V_0 \frac{100 - P_0}{100 - P} \quad (1)$$

式中 V_0 表示湿污泥含水率为 P_0 时的体积。

5. 泥饼的含水率和剥离性

泥饼的含水率关系到泥饼进一步处理的成本和难易。一般来讲,含水率与泥饼的剥离性是相关联的,含水率低,污泥密实,成型容易,剥离性能好;含水率高,泥饼体积大,结构疏松,不易剥离。

在实验操作中,真空过滤各试样到真空度破坏为止。考察泥饼的剥离性和含水率,结果如表 2 和图 4。实验条件如前述,药剂投加量占干污泥的 0.5%,真空度 0.4bar。

V 表示湿污泥含水率为 P 时的体积。

$$P_0 = 99.5, P = 75$$

由 (1) 式得,

$$\begin{aligned} \frac{V}{V_0} &= \frac{100 - P_0}{100 - P} = \frac{100 - 99.5}{100 - 75} \\ &= \frac{1}{50} \end{aligned}$$

可见脱水后污泥的体积仅为原来的 1/50。

污泥的热值可由下述经验公式求得:

$$B = 289.7S_1^{1.085} \quad (2)$$

式中, B 表示发热量 (kJ/kg), S 表示污泥中挥发性物质百分含量 (%),

$$S_1 = 100\% - 99.5\% = 0.5\%,$$

$$S_2 = 100\% - 75\% = 25\%.$$

由 (2) 式得,

$$\begin{aligned} B_1 &= 289.7S_1^{1.085} = 289.7 \times (0.5)^{1.085} \\ &\approx 136.5 (\text{kJ/kg}) \end{aligned}$$

$$B_2 = 289.7S_2^{1.085} \approx 9522.4 (\text{kJ/kg})$$

$$B_2/B_1 = 9522.4/136.5 \approx 70$$

由此可见,污泥经投加 SFC 脱水后,其体积可降至原来的 1/50,燃烧热值提高 70 倍。这样可以大大节省污泥占地、运输费用以及燃烧处理费用。

7. 药剂投加量对过滤的影响

药剂投加量对污泥的脱水性能有较大的影响。投加量太少,不足以改善污泥的脱水性能;投加量过多,对有机高分子脱水剂来说,由于分子量大,絮凝作用好,形成的团絮结构疏松,其中团絮裹着的水难于脱稳,脱水效果反而下降。另一方面,投加量过多,污泥粘度增加,会加强与滤布的粘连,影响泥饼的剥离性能。图 5 是药剂投加量与自然过滤 5min 所得滤液体积的关系曲线。

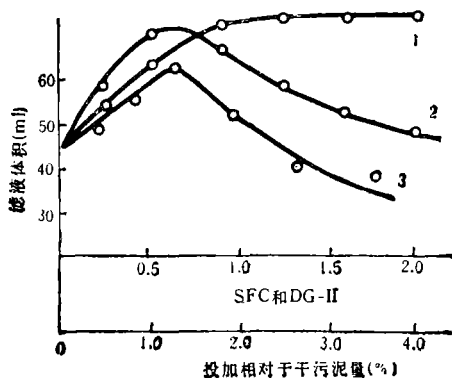


图 5 药剂投加量与自然过滤滤液体积的关系
1. DG-II 2. SFC 3. PAM-C

从图 5 可以看出,每种药剂都有一个最佳投加量。SFC 的最佳投加量在 0.5%—0.8% 之间, DG-II 为 1.0% 左右, PAM-C 为 1.25% 左右。

8. 絮凝剂 SFC 投加前后污泥比阻的比较

污泥比阻 γ 与各物理量之间的关系可用下式描述。

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\Delta P A^2}{\gamma \mu \omega^0 V + R_m \mu A}$$

忽略滤布的阻力,上式可简化为:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\Delta P A^2}{\gamma \mu \omega^0 V}$$

当 $t = 0$ 时, $V = 0$,

积分上式得,

$$\frac{t}{V} = \frac{\gamma \mu \omega^0 V}{2 \Delta P A^2} \quad (3)$$

式中, t : 过滤时间; V : 滤液体积; A : 过滤面积; μ : 过滤液粘度; ω^0 : 单位过滤液体积被截留的固体量; ΔP : 压力降; γ : 污泥比阻。

设未投加 SFC 的污泥比阻为 γ_1 , 滤液体积为 V_1 , 投加 SFC 的污泥比阻为 γ_2 , 滤液体积为 V_2 , 则由 (3) 式得,

$$\frac{t/V_1}{t/V_2} = \frac{\gamma_1 \mu \omega^0 V_1}{2 \Delta P A^2} / \frac{\gamma_2 \mu \omega^0 V_2}{2 \Delta P A^2}$$

$$\frac{\gamma_2}{\gamma_1} = \frac{V_1^2}{V_2^2}$$

由图 3 可知,当过滤时间 t 为 30s、60s 时,滤液的体积 V_1 、 V_2 分别为: 57.5ml、81.0ml, 67.0ml、98.0ml。

所以,当 $t = 30s$ 时,

$$\frac{\gamma_2}{\gamma_1} = \frac{V_1^2}{V_2^2} = \left(\frac{57.5}{81.0} \right)^2 = 0.5$$

$t = 60s$ 时,

$$\frac{\gamma_2}{\gamma_1} = \frac{V_1^2}{V_2^2} = \left(\frac{67.0}{98.0} \right)^2 = 0.47$$

可见,投加 SFC 后,污泥的比阻可降低 1 倍多,大大改善了过滤性能。

9. 絮凝剂 SFC 的保存性能

室温放置,在不同的时间测定 SFC 的相对粘度,结果如图 6。

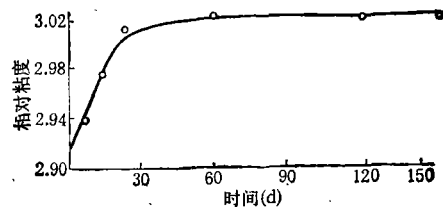


图 6 SFC 的保存性能

图 6 结果表明,放置 6 个月没有发生降解。在保存初期,产物粘度有所增加,这是放置后继续发生聚合反应的缘故。

10. SFC 的成本

絮凝剂 SFC 是由来源广泛、价格低廉、无

(下转第 89 页)

材所致的内、外本底照射^[1] ($H_{B外} = 0.43 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$, $H_{B内} = 0.25 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$)。混合建材所致剂量与本底相当。煤灰砖致内、外附加辐射剂量均较大,超过附加剂量限值^[1] ($2 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$)。其余建材所致的附加剂量不大。

5. 调查检测了本地区 10 个县、市 90% 以上的建材生产企业的成品,木板除外,因木板的放射性通常很低。由上述结果,可认为柳州地区目前使用的建材,除煤灰砖和个别水泥、粘土砖外,其放射性都较低,符合国家标准,用以建造住宅对居民所致的剂量近于甚至低于本底水平,是安全的。然而,对掺煤灰的建材,如粘土砖、水泥等,应选用放射性低的燃煤,并限制其掺入量,以保证建材成品的比活度低于限值。煤灰砖所致的附加剂量较大,超过限值 0.65 倍,不宜用于建造住宅和公共生活用房,对其生产和使用应加强管理。

三、小 结

1. 柳州地区常用建材的放射性比活度,以煤灰砖最高,超过限值,其中主要是 ^{226}Ra 比活度过高。石灰石和以其为主料的建材的比活度最低。除煤灰砖和个别粘土砖、水泥外, m_{Ra} 和 m 的平均

值在 0.07—0.50 和 0.05—0.60 之间, EC_{Ra} 值在 16.2—205.0 $\text{Bq} \cdot \text{Kg}^{-1}$ 之间,其比活度符合国家标准。

2. 建材致居民的内、外照射附加剂量以煤灰砖最高,超过限值,不宜用于建造住宅和公共生活用房。石灰石和以其为主料的建材所致的剂量低于本底。其他建材所致剂量则等于或略高于本底水平,未造成明显的附加照射。

致谢 建材放射性核素比活度由广西区卫生防疫站放射卫生科检测;本站欧杰、陈汉德、江耀安同志参加部分外照射测定,在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 王其亮等,中华放射医学与防护杂志,5(增刊),74 (1985).
- [2] 中华人民共和国国家标准,建筑材料放射卫生防护标准,GB6566-86.
- [3] 孙性善等,中华放射医学与防护杂志,6(5),289 (1986).
- [4] 潘郁燕,中华放射医学与防护杂志,6(6),413 (1986).

(收稿日期: 1990 年 4 月 24 日)

(上接第27页)

毒的天然高分子 F_{691} 粉接上活性基团而制成的。从本质上讲,它的原料是极其便宜的,接枝聚合也简单,活性基团便宜易得,催化剂又是采用 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{2+}$,可见接上活性基团这一步也是便宜的。另外,它的投加量很少,仅为 PAM-C、DG-II 型的一半左右。所以,使用 SFC 在经济上是可行的。

三、结 论

1. 阳离子絮凝剂 SFC 具有分子量大、正电荷密度高等特点。作为高岭土溶液的澄清剂,它具有用量少,形成的团絮大,沉降速度快,剩余浊度低等长处。因此,它可作为水处理的澄清剂与无机污泥的脱水剂。

2. 投加相对于干污泥 0.5% 的 SFC,在 0.4bar 的真空度下过滤,污泥的含水率由 99.5% 降至 75%。污泥体积降至原来的 1/

50,燃烧热值增大 70 倍,比阻下降 1 倍多,而且泥饼的剥离性能好,滤液澄清度高。脱水性能优于国产的阳离子型聚丙烯酰胺絮凝剂 (PAM-C)、可与日本产 DG-II 型污泥脱水剂相媲美。可见是一种很好的且值得推广的污泥脱水剂。

3. SFC 的保存性能好,使用时稀释容易。

4. SFC 本身是一种天然高分子物质,污泥进行焚烧处理时,它不会引起残灰量的增大。

参 考 文 献

- [1] 顾夏声等,水处理工程,第 242 页,清华大学出版社,北京,1985 年.
- [2] 哈尔滨建筑工程学院编,排水工程(下),第 147 页,中国建筑工业出版社,北京,1981 年.

(收稿日期: 1990 年 1 月 10 日)

Correlations between TTC-Dehydrogenase Activity and Other Active Parameters during Aerobic Digestion of Excess Activated Sludge.

Zhou Chun-sheng, Han Xiang-kai (Jinlin Institute of Architecture and Civil Engineering): *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(1), 1991, pp.2—7

The results obtained shows that TTC-dehydrogenase activity (DHA) correlates significantly with oxygen uptake rate (OUR), activated bacteria number (most probable number, MPN) and suspended solid (MLSS), of which the correlative coefficients are 0.952($n=22$), 0.889($n=19$) and 0.778($n=19$) respectively. In addition there also exist significant correlations among OUR, MPN and MLSS each other. However, correlation between TTC-DHA and MLSS is more significant than that between OUR and MLSS, and the detection sensitivity of TTC-DHA was higher than that of OUR. Therefore TTC-DHA would be an efficient parameter in the experiments or in operational control. It can also be used to estimate non-degradable MLSS concentration during aerobic digestion of excess activated sludge.

Key Words: TTC-dehydrogenase activity, excess sludge, aerobic digestion, correlation, parameter.

Characteristics of Dephosphorization of Several Industrial Wastes Containing Calcium in the Fixed Bed. Xie Wei-min, Zhang Zhao (School of Environmental Engineering, Tongji University, Shanghai): *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(1), pp. 7—11

As calcium compounds had been used as efficient dephosphorus agents, the blast furnace slag(A), converter slag(3) and the wastes(C) from bone char production were used in the fixed beds for dephosphorizing. the results indicated that the waste A had some effect of phosphate removal under the proper conditions including calcium concentration and pH, the waste C was satisfactory when calcium was filled up enough to the solution. The waste B produced a lot of calcium ions with the expansion of its organization caused by the hydrolyzations process of single CaO. Considering the dissolution and adsorption of calcium ions in waste B and waste C respectively, the combination of these two wastes is expected to be a kind of efficient and inexpensive dephosphorus agent.

Key Words: calcium dephosphorus agent, fixed bed, blast furnace slag, wastes.

Experimental Investigation of Complex Mountain Wave Structure and Its Influence on Plume Diffusion in the Wind Tunnel. Zhang Mao-shuan, Zhang Zhiyong, Ni Tong-gi (China Institute for Radiation): *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(1), 1991, pp. 12—18

The similar parameters of neutral simulation were used as criteria in the experiments, the mountain wave structures were measured by four methods, and the effects of wind velocity, wind direction and terrain on the wave structure were given. According to the probed results, the wave structure were further investigated and the wave area was divided in details. And u^* was not a constant in approach flow of complex terrain. The changes of diffusion parameters and the distribution of declining angles of plume axis in the wave area were also discussed. The results showed that the concentration field in the wave was described by the revised Gauss model that seemed feasible enough. Experimental results obtained from wind tunnel conformed approximately with that from the field.

Key Words: mountain wave structure, plume diffusion, wind tunnel.

Soil Microorganisms and Enzyme Activity in the Formation of Sand Dunes. Chen Zhu-chun (Lanzhou Institute of Desert Research, Academia Sinica, Lanzhou): *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(1), 1991, pp. 19—24

The research shows that in the sand dunes which were fixed with artificial vegetation and had formed a thick and tenacious crust, the soil microbe population was in large amounts, and enzyme activity was strong. In the shifting sand dunes, however, there exists a small quantity of soil microorganisms. Although the soil microbe population and enzyme activities in the fixed sand dunes and the fixing ones, were different, their tendencies of growth upward or downward, were basically similar because of similar physicochemical properties in the identical layers of soil. Nevertheless, the results sharply contrasted with those in the shifting sand dunes.

Key Words: crust of sand dune, artificial vegetation, microorganism, enzyme activity.

Application of A New Flocculent SFC in Sludge Dewatering. Xia Xiao-ming (Xiantan University, Hunan Province); Hou Wen-hua, Zhou Ding (Harbin Institute of Technology); Xiao Jin (South China University of Technology): *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(1), 1991, pp. 24—27

0.5% SFC with respect to the weight of dried sludge was added to excess sludge taken from a sewage plant. After filtering at a vacuum of 0.4 bar, the water ratio of the sludge was decreased from 99.5% to 75%; its volume reduced to 1/50; its colosific value increased to 70 times of the original value; its specific resistance reduced to 1/2 or less with a better stripping property; and, the clarity of filtrate was high.

Key Words: flocculent, sludge dewatering.

A Research on Smell-Detection of Stenchy