



关于改性硅藻精土处理城市生活污水的探讨

吴济华, 文筑秀

(中国市政工程西南设计研究总院有限公司, 成都 610081)

摘要 在审查某公司设计的一项工程初步设计时, 查询了相关工程实例与阅读一些文献、资料, 整理后对硅藻精土处理城镇小型生活污水的适应性进行论述。

关键词 硅藻精土 生活污水 机理

1 硅藻精土的特性

硅藻土在我国的贮藏量位居世界第二,但其纯度普遍较低,大多数硅藻土的 SiO_2 含量仅在 50% 左右,已勘明的七十余个硅藻土矿,以吉林、浙江和云南为主。硅藻土为一种古代单细胞低等植物硅藻的遗体,经初步成岩作用后形成的一种多孔性的生物硅质岩。其主要化学成分是无定性的 SiO_2 ,并含有少量的 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 和有机质等。硅藻土壳体具有大量的、有序排列的多微孔结构,使它具有以下优良的性能:比重小、空隙率高、比表面积大($3.1 \sim 60\text{m}^2/\text{g}$)、吸附性强、耐磨、耐酸、热导性低、隔热阻燃、保温隔音等。尤其是硅藻土吸附性强,能吸附等于自身质量 1.5—4 倍的水和 1.1—1.5 倍的油分;硅藻土的表面及孔内表面分布有大量的硅羟基,这些硅羟基在水溶液中离解出 H^+ ,从而使硅藻土颗粒表面具有负电性,吸附正电荷能力强。鉴于硅藻土具有上述特性,它在饮食、建材、化工、

橡胶、石化、医药、冶金、涂料、机械、能源、油漆、水处理等行业的加工工艺中被广泛采用。

我国硅藻土的纯度低,利用时须先将硅藻原土进行提纯处理,使其 SiO_2 含量大于 90%。为了改善硅藻土处理污水的效果和范围,需对硅藻原土进行提纯、活化、扩容和改性等处理。提纯后的硅藻土具有大小、外形尺度、表面理化性能等整体一致均匀的微粒和比较干净的表面。常用的提纯方法有酸浸法、擦洗法、焙烧法、干法重力层析分离法、热浮选矿法和综合提纯法等。例如,彭书传先生利用等量的酸活化、热活化及未经活化的硅藻土制成的复合净水剂处理印染废水的对比实验表明,酸活化和热活化均可提高硅藻土的处理能力。经提纯的硅藻精土中掺入一定比例的其他物质,可制成适合不同性质和种类污水的改性硅藻精土,既提高了硅藻精土的污水处理效果,又扩大了其应用范围。又如云南王庆中先生利用纯物理湿法选矿工艺将

低品质的硅藻原土提纯得到硅藻含量为 90% ~ 98% 的硅藻精土,再根据不同的污水类型和水质特征,向已提纯的硅藻精土中加入不同数量的絮凝剂(硫酸铝、氯化铝、聚丙烯酰胺或三氯化铁等常见的无机或有机絮凝剂),获得具有高效吸附、混凝能力的改性硅藻精土污水处理剂。

2 硅藻精土处理城镇生活污水的机理

城镇生活污水处理可归分为物化处理、生化处理两大类,硅藻精土处理城镇生活污水属于物化处理类。硅藻精土的巨大比表面、强大吸附性以及表面电性,在城镇生活污水处理过程中,不但能去除颗粒态和胶体态的污染物质,而且还能有效地去除色度、溶解态磷和金属离子等。特别对于含工业废水比例较高的城镇生活污水,其色度、金属离子较高,利用改性硅藻精土表面带负电特性,能有效地吸附去除色度和金属离子。

城市生活污水中的胶体颗粒大多是带负电的,用普通的硅藻土作为污水处理剂,只能起到压缩胶体的双电层作用,难以使胶体颗粒脱稳。所以对已提纯的硅藻精土还需要进行各种方式的改性,使其对生活污水中带负电的胶体颗粒达到脱稳目的。如采用铝、铁等带正电荷的离子对其进行表面改性,或加入其他的絮凝剂复合制成改性硅藻精土处理剂,使其达到:一方面,可作为形成絮体的骨架,改善絮体的结构,使形成的絮体密实、沉降性能好;另一方面,硅藻土的巨大比表面积和表面吸附性,使脱稳胶体被吸附在硅藻土上,能快速形成密度较大的、稳定性好的絮体,甚至当絮体被外力撞击破碎后,还可发生再凝聚,这种“再凝聚”特性是其他常用污水絮凝剂所无法替代的。

3 硅藻精土处理城镇生活污水的主要特点

改性硅藻精土用于低浓度城市污水处理,早在 20 世纪 80 年代初,国内、国外均有报道。这是一项单元技术,在一定的条件下能去除污水中的污染物。

硅藻精土处理单元对污水中 SS、COD_{Cr}、BOD₅ 和重金属离子等有较好的去除效果。根据上海市曲阳污水厂的中试:进水水质为:COD_{Cr} 为 200 ~ 450mg/L、BOD₅ 为 130 ~ 250mg/L、氨氮为 25 ~ 40mg/L、SS 为 150 ~ 300mg/L;采用的停留时间为:硅藻土处理单元为 1.5h,后续生物处理单元为 2h;采用的污水处理剂为大理庆中环境工程有限公司提供的改性硅藻精土。中试运行结果表明:硅藻精土处理单元对于污水中 COD_{Cr}、BOD₅、SS、TP、NH₃-N 的去除率分别为 70%左右、70%左右、> 90%、>92%、30% 左右。再经后续的生物处理后出水的 COD_{Cr} 在 45mg/L 以下,氨氮的硝化率也达到 60% 左右。硅藻精土处理单元的出水中各项污染物的浓度已较低,达到了国家《污水综合排放标准》(GB8978-1996)二级排放标准,所以对于出水要求不高的地区和采用深海排放系统的沿海城市,该出水可直接排放。对于出水要求较高的地区,需增加二级生物处理装置,考虑到一级出水中有机质浓度已较低,二级生物处理系统可采用生物膜法或氧化塘法等,以进一步降低水中的有机质浓度和去除氨氮。

改性硅藻精土处理城镇生活污水具有下列特点:

(1) 硅藻精土具有优良的生物相容性,巨大的比表面和表面负电性可为微生物提供良好的、稳定的生存环境,并具有延长有机物与其接触时间。

所以,处理单元的耐冲击负荷能力强,处理效果稳定,不易受到温度、水质、水量变化等影响,适宜含有较多有毒物质或冲击负荷较大的城镇污水的处理。

(2) 硅藻精土处理工艺所需设备少、占地面积小、工艺流程简单、操作管理方便,而且该工艺的建设工期较短。

(3) 硅藻精土具有除磷、脱色、去重金属离子明显优势,特别适用于含色、磷、重金属高的城镇污水处理。

(4) 硅藻精土处理工艺产生的污泥的脱水性能,比一般的生物污泥和别的化学污泥的要好,可用离心法或板框压滤机将其脱水至含水率为58%~60%左右的泥饼。

4 硅藻精土在城镇污水处理工程应用中的发展过程

本世纪初以来,有关环保公司和地方政府兴建了一些采用硅藻精土处理城镇生活污水的工程,分析历时约十五年来建设的工程,硅藻精土在城镇污水处理工程应用中大致历经三个阶段:单硅藻精土物化处理、硅藻精土物化处理+生化处理、生化处理+硅藻精土物化深度处理。

(1) 单纯硅藻精土物化处理阶段所建的典型工程实例:

2001年内蒙古兴建的规模1.0万 m^3/d :进水水质浓度较低时,处理后 BOD_5 、 COD_{Cr} 达标,而 NH_3-N 、TP未能达标。

2002年实施的广东清远污水处理厂设计规模2.0万 m^3/d :处理出厂水 NH_3-N 、TP不达标。

2003年投产的江苏海门污水处理厂,设计规模1.0万 m^3/d :水质浓度 COD_{Cr} 在200mg/L以下时,

能达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准。

随着《城镇污水厂污染物排放标准》GB18918-2002的发布,对污水厂处理出水的排放要求更严格,单纯的硅藻精土物化处理不可能达标排放。

(2) 硅藻精土物化处理+生化处理阶段的典型工程实例

有关科研工作者进行了硅藻精土污水处理技术和污水生化处理技术组合工艺的比较试验:

a) 硅藻精土污水处理技术+接触氧化法污水处理技术

江苏张家港金港镇 $Q=5000m^3/d$,采用此组合处理工艺,试验结果表明: BOD_5 、 COD_{Cr} 去除较为理想; NH_3-N 、TN去除效果不理想;污泥量较大;投资并不省。

b) 硅藻精土污水处理技术+BAF污水处理技术

温州市2.0万 m^3/d 污水处理厂采用此工艺,试验结果表明: BOD_5 、 COD_{Cr} 去除很理想;去 NH_3-N 效果较为理想,TN去除效果较差;污泥量较大;投资较高。

c) 硅藻精土污水处理技术+其它完善的污水生化处理技术,即使出水水质可以较为理想,但投资成本较高。

以上工程均将硅藻精土污水处理技术放在组合工艺之前,处理后出水水质虽然基本上达到《城镇污水厂污染物排放标准》GB18918-2002一级B标,但总体工艺仍不理想。

(3) 生化处理+硅藻精土物化深度处理组合

阶段工程实例

于是有学者研究将硅藻精水处理技术放在组合工艺之后,作为深度处理构筑物,这样可同时发挥各处理技术的自身优势,即能真正的体现出组合工艺的“高效低耗”特点。近几年,南京嘉庆已成功实施了六个城镇污水处理项目;2004年底投运的张家港乐余镇($Q=3000\text{m}^3/\text{d}$)采用A/O接触氧化+硅藻精土处理池工程;另外,2006年投运的河南永城市第一污水处理厂($Q=1.0\text{万}\text{m}^3/\text{d}$)采用生物浮动床(MBBR)+硅藻精土强化工艺。运行表明:均能稳定地达到《城镇污水厂污染物排放标准》GB18918-2002一级B标。

以上都证明生化处理技术在先,硅藻精土处理技术在后组合工艺的正确性。

最近,我们审查了《甘孜州道孚县城市生活污水处理工程初步设计》,该工程设计就采用生化处理+硅藻精土物化深度处理组合模式。该工程设计规模近期规模(2015年): $2000\text{m}^3/\text{d}$,远期(2030年)总规模达到 $4000\text{m}^3/\text{d}$;设计进水水质为: $\text{BOD}_5 \leq 130\text{mg/L}$ 、 $\text{COD}_\text{Cr} \leq 270\text{mg/L}$ 、 $\text{SS} \leq 180\text{mg/L}$ 、 $\text{TN} \leq 35\text{mg/L}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N} \leq 25\text{mg/L}$ 、 $\text{TP} \leq 3.5\text{mg/L}$;设计出水水质执行国家GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》的一级B标准。推荐采用预处理+A/O生化池(厌氧/好氧)+硅藻精土水处理池+紫外线消毒为主的污水处理工艺。工程概算投资3230.52万元,其中第一部分工程费用2933.10万元(含配套污水管网DN400-DN600,总长9.8km)。

近期的研究表明:硅藻精土处理城镇生活污水,除与硅藻土的提纯、改性有关外,还受硅藻精土用于污水处理的工艺设备的影响。例如,在澄

清池中增设必要的设施或方法,使悬浮污泥层保持缺氧状态,可有效抑制气体的产生,保证池内形成一个稳定的悬浮污泥层。污泥悬浮层有筛滤作用,可截留絮体颗粒;悬浮层中没达到饱和状态的硅藻精土,还可进一步吸附未絮凝的胶体和水中的溶解态污染物,使药剂的潜能得到最大限度的发挥,从而节省药剂的用量。当投药量不足或进水水质、水量有突变时,澄清池内的悬浮层可以帮助吸附、截留水中的污染物,起到一定的缓冲作用,从而提高系统处理效果的稳定性。

5 影响硅藻精土处理城镇生活污水推广应用的分析

硅藻精土用于城镇生活污水处理还处于探索阶段,在工程实践上可借鉴的、成功的工程实例仍较少,从而使其在推广应用上受到一定的限制。分析其存在的主要问题有:

(1)按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002一级A标要求,污水处理除了去除有机物外,还要求脱氮除磷。而现有的硅藻精土处理污水的工程实例运行表明:具有较好的除磷效果,但脱氮效果较差。所以,应研发更好的城镇污水处理组合工艺,使其具有脱氮除磷效果均较好的处理功能。

(2)在理论上,硅藻精土处理污水的完整机理还不够清晰,从而影响其操作运行条件的进一步提高和控制。特别是在硅藻精土的改性上,其研究的成果还远不能满足根据不同的污水水质特征采用不同的改性硅藻精土的要求。

(3)硅藻精土是一种利用价值较高的矿物质,而目前在实际工程中,往往都随脱水污泥一起处

置,所以增加了污水的综合处理成本。考虑到硅藻精土的各项理化性质,及其在其它领域里的广泛应用。当利用硅藻精土处理城镇生活污水时,应对硅藻精土回收利用,而目前尚无技术上完全可行、经济上又合理的回收技术。虽然有文献报导采用纯物理湿式选矿法和风选法两种工艺可从污水处理厂的剩余污泥中回收硅藻精土,尚无实践案例,故仍需进一步强化硅藻精土回收再利用技术的研发。

(4) 硅藻精土处理城市生活污水工艺,污水处理产泥量将增加。因为一般处理城市生活污水的硅藻精土投加量约 50mg/L,相当一般生活污水中 SS 值的五分之一左右。故相应地要增加污泥处置费用约 15~20%(虽然含硅藻精土的剩余污泥脱水处理可达含水率 60%,降低脱水污泥的运输费用等)。

6 结束语

任何一项污水处理单元技术都有它一定的优势,同样硅藻精土在城镇污水处理工程建设中起到一定的作用,但技术组合是关键。整合的工艺必须在技术原理上说得清楚,各项参数要有理论依据,也就是按照《室外排水设计规范》GB50014-2006(2014年版)第 1.0.7 条“排水工程设

计应在不断总结科研和生产实践经验的基础上,积极采用经过鉴定的、行之有效的新技术、新工艺、新材料、新设备。”的原则。建议相关公司、部门在推荐新型硅藻精土组合工艺处理城镇生活污水时,必须先经环保专家鉴定确认为行之有效、经济合理的新技术后,方能应用于生产工程。

参考文献

- 1 郑水林,王庆中.改性硅藻精土在污泥处理中的应用[J].非金属矿,2000,23(4):36-37.
- 2 蒋小红,曹达文,周恭明等.硅藻土处理城市污水技术[J].重庆环境科学,2003,25(11):73-76.
- 3 于乾,包亚芳.硅藻土在污水处理中的应用[J].云南环境科学,2003,22(1):56-59.
- 4 原培胜等.硅藻精土技术处理生活污水[J].环境科学与管理,2006,31(18):120-122.
- 5 刘辉,吴晓翔,施汉昌.硅藻精土技术在中小城镇污水处理中的应用[J].中国给水排水,2008,24(4):9-12.
- 6 郭智倩,韩相奎,姜延亮等.硅藻土在污水处理方面的应用现状[J].吉林建筑工程学院学报,2009,26(1):21-24.

△作者通讯处:610081 成都市星辉中路11号



污泥处理新技术落户江苏常熟并开始运营

8月28日,国家重点环境保护实用技术——微生物蛋白质提取方式的污泥处理及资源化利用技术正式落户江苏常熟。

面广量大的生活污水一直是困扰城市管理的大问题,据统计,2014年底全国已建成污水处理厂3717座,年处理污水480.6亿立方米,年产生污泥3800万吨,近50%的污泥未得到妥善处置利用。而污泥如得不到有效的处理利用,污水中70%的污染物将又回到环境中,造成严重的二次污染及资源浪费。

天津市裕川环境科技有限公司自主研发的国际领先的“微生物蛋白提取方式的污泥处理及资源化利用技术”体系,将通过世界领先的热水解技术高效、安全地处理生活污水,并资源化利用开发出优质的蛋白液及土壤调理产品,这项技术在2012年被列入国家重点环境保护实用技术目录。本项目将彻底解决城市化过程中出现的污泥处理处置问题,打通城乡间有机物质循环,实现生态可持续发展。

(摘自 www.c-water.com.cn, 2015-09-01)