

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2018 年 7 月 5 日 (05.07.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/120342 A1

(51) 国际专利分类号:
C02F 11/14 (2006.01) *C02F 101/30* (2006.01)
C02F 11/06 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/071691

(22) 国际申请日: 2017 年 1 月 19 日 (19.01.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201611244154.0 2016 年 12 月 29 日 (29.12.2016) CN

(71) 申请人: 华中科技大学(HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。

(72) 发明人: 杨家宽(YANG, Jiakuan); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 虞文波(YU, Wenbo); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 陶爽奕(TAO, Shuangyi); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 梁莎(LIANG, Sha); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 时亚飞(SHI, Yafei); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 胡敬平(HU, Jingping); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 侯慧杰(HOU, Huijie); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 关若楠(GUAN, Ruonan); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 吕阳(LV, Yang); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 李宏森(LI, Hongsen); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路 1037 号,

(54) Title: DOSAGE OPTIMIZATION METHOD OF CHEMICAL CONDITIONER FOR DEEPLY DEWATERING SLUDGE

(54) 发明名称: 一种用于污泥深度脱水的化学调理剂投加量优化方法

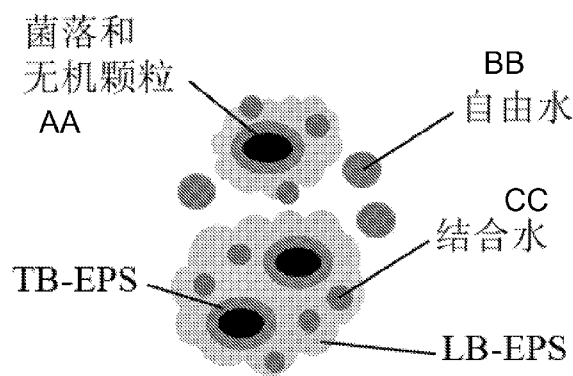


图 1

AA Bacterial colony and inorganic particles
BB Free water
CC Bound water

(57) Abstract: A dosage optimization method of chemical conditioners for deeply dewatering sludge in a municipal wastewater treatment plant. The method comprises the following steps: (1) with respect to a specific sludge, performing optimization to the dosages of chemical conditioners added into the specific sludge to obtain the optimal dosage proportion of the chemical conditioners corresponding to per unit mass organic matter; (2) calculating, according to the optimal dosage proportion obtained in step (1), the optimal dosages of chemical conditioners applicable for the other sludge to be treated; and (3) adding, according to the optimal dosages of chemical conditioners obtained in step (2), chemical conditioners into the sludge to be treated for sludge conditioning treatment, and then performing mechanical dewatering treatment, so as to obtain a deeply dewatered sludge having a moisture content of 60% or less. The method can effectively solve the problem that types and moisture content range of sludge to which the chemical conditioner dosage control method is applicable are narrow by improving the reference basis of the dosages of key chemical conditioners.

Hubei 430074 (CN)。喻江维(YU, Jiangwei); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路1037号, Hubei 430074 (CN)。胡少刚(HU, Shaogang); 中国湖北省武汉市洪山珞喻路1037号, Hubei 430074 (CN)。

(74) 代理人: 华中科技大学专利中心 (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PATENT AGENCY CENTER); 中国湖北省武汉洪山区珞喻路1037号华中科技大学东一楼340室, Hubei 430074 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种用于城市污水处理厂污泥深度脱水的化学调理剂投加量优化方法, 包括以下步骤: (1)针对某一特定污泥, 对添加到该特定污泥中的化学调理剂进行投加量的优化, 从而得出单位质量有机物对应的化学调理剂最优投加比例; (2)根据步骤(1)得出的最优投加比例, 对其他待处理污泥适用的化学调理剂最优投加量进行计算; (3)按步骤(2)计算得出的化学调理剂最优投加量, 向待处理污泥中添加化学调理剂进行污泥调理处理, 然后再进行机械脱水处理, 从而得到含水率低于60%的深度脱水污泥。通过对关键化学调理剂投加量的参考基准进行改进, 能够有效解决污泥化学调理剂投加量控制方法适用的污泥种类及污泥含水率范围窄的问题。

一种用于污泥深度脱水的化学调理剂投加量优化方法

【技术领域】

本发明属于城市污水处理厂污泥处理技术领域，更具体地，涉及一种用于污泥深度脱水的化学调理剂投加量优化方法，该优化方法是对破坏污泥有机絮体结构的化学调理剂的投加量进行优化和控制，从而对污泥进行深度脱水（即，经脱水后的污泥其含水率低于 60%），可适用于对市政污泥的处理与处置，适用于前端污泥深度脱水减量化的处理。

【背景技术】

所谓市政污泥，即在城市污水厂活性污泥法处理中，产生的初沉污泥，剩余污泥的总称。主要有各种病原体和微生物、耗氧污染物、植物纤维、重金属、一般有机物质以及酸、碱、盐无机污染物等。市政污泥因含有较高的有机质，污泥絮体中含有大量亲水性强的胞外聚合物（简称 EPS）造成结合水含量高，使泥、水分离困难。根据 2013 年统计数据，目前我国城市污水处理厂的污泥大约 83% 未得到有效处置，污泥含水率高，体积巨大，有机物含量变化大，污泥深度脱水困难是污泥处理与处置的瓶颈。目前城市污水处理厂普遍采用高分子絮凝剂（如 PAM）调理，再通过高速离心机或带式压滤机脱水，仅能得到含水率 80% 左右的泥饼，难以达到《城镇污水处理厂污泥处置混合填埋用泥质》（GB/T 23485-2009）标准中用于混合填埋的指标要求（污泥含水率 $\leq 60\%$ ）。因此，需要对污泥进行深度脱水（污泥含水率降至 60% 以下），使脱水泥饼达到后续处理与处置的要求。

市政污泥中水的存在方式一般包括 70% 自由水，30% 结合水（包括毛细水、颗粒内部水和吸附水）。限制污泥脱水效率提高的影响因素很多，其中污泥 EPS 所形成的大量亲水性污泥絮体结构（包含大量结合水）是污泥脱水困难的重要原因。EPS 是污泥有机物的主要组成部分，通过选择吸

收、官能团电离等作用可以吸附、吸收水分，表现出的高度亲水作用对污泥脱水不利。同时，污泥有机质含量高也是制约污泥脱水程度的重要因素。由于有机物在机械力高压的作用下容易压缩变形，在过滤的后期会堵塞滤饼的孔隙，即阻塞了水的过滤通道，导致目前脱水效率较低。一般的物理调理很难解决空隙水和毛细水的脱除问题，且有运行成本高，设备投资大等缺点。要达到深度脱水，必须破坏污泥高度亲水基团的带电絮体基质，且改善絮体的压缩性能，使污泥絮体网络中所含的结合水最大程度释放出来才能有效通过机械压滤的方式进行脱除。化学药剂调理是目前污泥深度脱水较为经济实用的调理的方法。

目前污泥化学调理剂投加量控制大多数是以干基污泥（mg/g DS，或% DS）（例如中国专利 CN 104649533 A 中自由产生物、硫化物和工业副产物石膏的药剂投加量分别为污泥干基重量的 1~10%、1~10%和 10~40%的药剂投加方法和美国专利 US4587022 A 中脱水干燥剂投加量至少为污泥干基的 10%）。另一种污泥化学调理剂投加量常用控制方法是以污泥体积（体积百分数%，或者 mg/L）（例如中国专利 CN 105800909 A 中浓缩药剂 A、浓缩药剂 B 和浓缩药剂 C 的药剂投加量都为污泥总量的 1.0~10.0%（体积百分数）的药剂投加方法和美国专利 US6368511 B1 中 Fe^{2+} 、 H_2O_2 的投加量分别为污泥总量的 1.125~6%、1.5~8%（体积百分数））为计量单位进行确定的。上述的常用的基于 DS 的化学调理剂投加方法（mg/g DS，或% DS）和基于污泥体积（mg/L）对于只涉及到污泥中自由水去除的常规的污泥处理工艺具有一定的适用性，比如：污泥沉降工艺、浓缩工艺、污泥离心脱水、带式压滤工艺等等。但是对于涉及到与 EPS 有机大分子紧密结合的结合水去除的深度脱水工艺适用性很差。

根据监测数据，污泥有机物含量与污泥来源，季节，降雨量等因素密切相关且差异较大。同一污水厂的污泥在不同季节，其有机物含量的变化范围达到 20%~50%，不同污水厂因进水水质和工艺的不同，其产生的污泥

有机物含量也差异巨大。现有专利技术以及文献中推荐的基于干基污泥（mg/g DS）及基于污泥体积（mg/L）的药剂投加方法对于高有机物含量的污泥深度脱水效果较差，而对于易脱水、有机物含量较低的污泥，所投加的药剂过多，造成了药剂的浪费。其中污泥中影响脱水性能重要的因素 EPS 含量是污泥有机物含量的重要组成部分，由于污泥中有机物含量对结合水影响非常显著，通常的污泥化学调理剂投加量的控制方法无法适应不同有机物含量的污泥泥质变化。基于污泥干基含量和污泥体积计算的药剂投加方法得到的优化配方，药剂投加量不随污泥有机物含量变化而变化，从而造成了传统的药剂投加方法对不同有机物含量污泥的适应性较差。特别是对于某一给定的污泥深度脱水泥饼含水率的目标，比如 60 wt%，常用的基于 DS 的化学调理剂投加方法（mg/g DS，或% DS），对于较高有机物含量的污泥，容易出现达不到设计的泥饼含水率目标；对于较低有机物含量的污泥，容易出现药剂投加过量。否则，需要对每一种泥质的污泥，都需要展开正交设计实验等优化方法，开展配方优化实验，这样将花费大量的人工费、材料费。

Jialin Liang 等人在 2015 年发现了污泥结合水含量与污泥有机物有显著的线性关系， $R^2=0.9701$ （如图 2 所示），其成果发表在杂志 *Water Research* 84 (2015), 243~254。在污泥深度脱水过程中，如何改变污泥中结合水的存在状态，如何破坏污泥中 EPS 的污泥絮体亲水性结构，以及如何解决污泥化学调理剂对不同泥质适应性的问题，是进一步提高污泥脱水程度的突破口。因此，目前亟需一种药剂投加方法所优化的药剂投加配方能达到适应不同有机物含量的剩余污泥，保证其经调理后脱水性能既能够达到预定深度脱水目标（脱水污泥含水率低于 60%），同时不会造成化学调理剂过量投加造成药剂的浪费及成本增加。

【发明内容】

针对现有技术的以上缺陷或改进需求，本发明的目的在于提供一种用于污泥深度脱水的化学调理剂投加量优化方法，其中通过对关键化学调理剂投加量的参考基准进行改进，与现有技术相比能够有效解决污泥化学调理剂投加量控制方法适用的污泥种类及污泥含水率范围窄的问题，本发明能有效地适应不同泥质的污泥，对不同特性污泥深度脱水工程实践有很好的指导作用。

为实现上述目的，按照本发明，提供了一种用于污泥深度脱水的化学调理剂投加量优化方法，其特征在于，包括以下步骤：

(1) 通过表面响应法或正交试验法，针对某一特定污泥以该特定污泥的有机物含量为参考，对添加到该特定污泥中的化学调理剂进行投加量的优化，得到使得该特定污泥综合脱水效果最佳时的化学调理剂最优投加量，从而得出单位质量有机物对应的化学调理剂最优投加比例；

(2) 根据所述步骤(1)得出的所述单位质量有机物对应的化学调理剂最优投加比例，对其他待处理污泥适用的化学调理剂最优投加量进行计算，使得针对该待处理污泥的单位质量有机物对应的化学调理剂投加比例与所述步骤(1)得出的所述单位质量有机物对应的化学调理剂最优投加比例两者保持一致；

(3) 按所述步骤(2)计算得出的所述待处理污泥适用的化学调理剂最优投加量，向所述待处理污泥中添加化学调理剂进行污泥调理处理，然后再进行机械脱水处理，从而得到含水率低于 60% 的深度脱水处理后的污泥。

作为本发明的进一步优选，所述化学调理剂为氧化试剂-骨架构建体组成的复合调理剂；该化学调理剂中的氧化试剂包括 Fenton 试剂、过硫酸盐调理剂、高锰酸盐、以及零价铁调理剂中的至少一种；该化学调理剂中的骨架构建体包括石灰、粉煤灰、硅藻土、磷石膏、以及水泥中的至少一种。

作为本发明的进一步优选，所述步骤(1)中，所述特定污泥的有机物

含量为 20~70%。

通过本发明所构思的以上技术方案，与现有技术相比，由于是基于待处理污泥中的有机物含量对化学调理剂投加量进行优化，该优化方法能有效地适应不同泥质的污泥，对不同特性污泥深度脱水工程实践均具有很好的指导作用。

由于污水处理厂的进水水质波动，污水处理工艺不同，季节气候变化等差异，导致污泥的泥质差异很大。通常污泥化学调理剂投加量控制方法有基于污泥体积（体积百分数%，或者 mg/L）的化学调理剂投加方法，但是由于污泥含水率波动大，导致调理效果无法控制；还有基于干基污泥（mg/g DS，或% DS）的化学调理剂投加方法，但是由于污泥中的有机物含量波动大，导致调理效果无法控制。本发明污泥深度脱水方法采用基于污泥有机物含量（如 mg/g 有机物，即控制单位质量有机物对应的化学调理剂投加比例）的药剂投加方法能有效地适应不同泥质的污泥，对不同特性污泥深度脱水工程实践有很好的指导作用。本方法步骤简单，针对污泥有机物含量确定化学调理剂投加量具有很强的泥质适应能力，可以提高调理剂利用率，节约成本，适合大规模推广。

本发明的难点在于需要不同有机物含量的污泥作为研究对象，开展该方面的实验研究，尽管目前有研究者发现污泥有机物含量对污泥脱水效果影响较大，但是仍没有提出具体的解决办法及应对手段。本发明则是基于干基污泥的优化药剂投加量对不同有机物含量的污泥脱水结果中，脱水泥饼含水率差别很大，难以满足药剂调理及深度脱水效果稳定性的要求，提出使用了基于污泥有机物含量为优化参考对象，优化污泥调理剂投加量，并针对不同污泥的不同批次的调理剂优化及脱水实验，得出了一个适应性好的污泥调理及深度脱水的药剂投加量优化和控制方法。

本发明是根据影响污泥调理的关键因子：有机物含量，提出了用于污泥深度脱水的基于污泥单位质量有机物的污泥调理剂投加量（mg/g 有机

物) 优化方法及控制新方法, 突破了基于污泥体积 (mg/L, 或者体积百分数%)、干基污泥 (mg/g DS, 或% DS) 调理剂投加量的传统调理方法。本方法使用的污泥深度脱水化学调理剂为氧化试剂-骨架构建体组成的复合调理剂。其中氧化试剂包括 Fenton 试剂、过硫酸盐调理剂、高锰酸盐、零价铁调理剂等中的一种或者联合使用, 其原理是通过产生强氧化基团或者自由基等氧化基团对污泥絮体进行破坏释放结合水的试剂组合; 骨架构建体包括石灰、粉煤灰、硅藻土、磷石膏、水泥等无机物为主要成分的试剂。本方法使污泥化学调理剂投加量与污泥中有机物含量相匹配, 能大幅度提高药剂的利用效率, 对不同泥质污泥有良好适应性, 能很好地应用于不同来源的污泥深度脱水与减量化工程实践中。

本发明的污泥深度脱水药剂的优化方法及投加控制方法采用基于污泥有机物含量计算得到污泥化学调理剂的投加量。该化学调理剂投加优化方法得到的优化配方对不同有机物含量的污泥具有较好的普适性。另外, 相对于传统的基于污泥干基 (mg/g DS, 或% DS) 和基于污泥体积 (体积百分数%, 或 mg/L) 的药剂投加方法, 基于污泥有机物含量的药剂投加量优化方法更加简便。不需要对每一种不同泥质的污泥开展正交设计实验等配方优化实验, 这样将节省大量的人工费、材料费。该方法为污泥深度脱水实践工程奠定了基础。

本发明中用于污泥深度脱水的化学调理剂投加量优化方法是采用化学调理剂调理后进行污泥深度脱水, 通过基于污泥有机物含量对破坏污泥有机絮体结构的污泥深度脱水的化学调理剂的投加量进行优化, 具有以下两个效果:

(1) 适应了不同有机物含量的污泥。克服了传统的基于污泥干基 (mg/g DS, 或% DS) 和基于污泥体积 (体积百分数%, 或者 mg/L) 只对某一种特定污泥具有良好调理效果的局限性。

(2) 使用氧化试剂-骨架构建体复合调理剂既可以作为破胞试剂能使不

同泥质的污泥的脱水滤液 pH 保持在 6~7 之间, 避免管道和设备腐蚀的同时, 滤液还能直接回流至污水厂生物池或者作为碳源强化污水脱氮除磷过程, 避免二次污染; 同时骨架构建体可以改善泥饼的可压缩性, 保持过滤水的流动的通道, 提高脱水效率。另外, 该污泥深度脱水的化学调理剂投加量优化方法, 程序简单, 大大提高了药剂利用率, 减少了大量的药剂投加量优化工作, 可实现污泥的深度脱水的有效处理。

【附图说明】

图 1 是污泥中水分结合形式示意图;

图 2 是污泥中有机物含量 (VSS/TSS) 与结合水含量的关系。

【具体实施方式】

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白, 以下结合实施例, 对本发明进行进一步详细说明。应当理解, 此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明, 并不用于限定本发明。此外, 下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

本发明实施例提供了一种能针对污泥化学调理剂中的基于污泥有机物含量来进行污泥深度脱水化学调理剂的优化方法和控制方法。该方法所优化出的化学调理剂投加量与污泥有机物含量相匹配, 化学调理剂能充分破坏污泥絮体 EPS 结构, 释放结合水, 降低有机质的可压缩性, 对不同可挥发分含量污泥有良好的适应性。该污泥深度脱水破胞试剂投加量优化方法和投加控制方法包括如下步骤:

S1: 通过表面响应面法, 正交试验法等优化方法对某一种有机物含量适中的特定污泥, 按药剂投加量以(mg/g 有机物质量)为单位, 即单位质量有机物的药剂投加量进行化学调理剂投加量优化, 得到某一种污泥的化学调理剂投加优化配方;

S2: 根据步骤 S1 得到的优化配方对不同有机物含量的污泥通过基于污

泥有机物含量进行计算，得到适用于该有机物含量污泥的化学调理剂的优化配方；

S3:使用该基于有机物含量的化学调理剂的优化配方进行投加量控制，并进行污泥调理和机械脱水处理，得到含水率低于 60%的深度脱水污泥。

具体地，上述步骤 S1 中，污泥可以是取自于不同时间，不同地点，不同性质的市政污泥。为了使得步骤 S1 中的所优化的结果更具有代表性，优先选择污泥有机物含量为 40%左右的市政污泥作为药剂投加量优化实验对象。

该步骤 S1 中，深度脱水化学调理剂为氧化试剂-骨架构建体组成的复合调理剂。其中氧化试剂包括 Fenton 试剂、过硫酸盐调理剂、高锰酸盐、零价铁调理剂等中的一种或者联合使用；骨架构建体包括石灰、粉煤灰、硅藻土、磷石膏、水泥等无机物为主要成分的试剂。

本发明实施例采用氧化试剂-骨架构建体复合调理剂，通过基于污泥有机物含量的药剂投加量优化过程，达到了以下两个效果：

(1)适应了不同有机物含量的污泥。克服了传统的基于污泥干基(mg/g DS，或% DS)和基于污泥体积(体积百分数%，或者 mg/L)只对某一种特定污泥具有良好调理效果的局限性。

(2)使用氧化试剂-骨架构建体复合调理剂既可以作为破胞试剂能使不同泥质的污泥的脱水滤液 pH 保持在 6~7 之间，避免管道和设备腐蚀的同时，滤液还能直接回流至污水厂生物池或者作为碳源强化污水脱氮除磷过程，避免二次污染；同时骨架构建体可以改善泥饼的可压缩性，保持过滤水的流动的通道，提高脱水效率。另外，该污泥深度脱水的化学调理剂投加量优化方法，程序简单，大大提高了药剂利用率，减少了大量的药剂投加量优化工作，可实现污泥的深度脱水的有效处理。

现以氧化试剂-骨架构建体复合调理剂作为污泥深度脱水的化学调理剂，基于污泥有机物含量的药剂投加量的优化过程和控制方法为实例，对

本发明进行进一步详细说明。

实施例 1:

本实施例是基于污泥有机物含量的药剂投加量控制方法与传统基于污泥 DS 干基的药剂投加方法效果对比；步骤如下：

S1：选择一个有机物含量适中的市政污泥为对象，武汉市市政污泥有机物含量波动范围约为 20%-60%，本实例选择其中有机物含量 44%的市政污泥为代表。通过响应面法对氧化试剂-骨架构建体复合调理剂对于该特定有机物含量的污泥进行以(mg/g 有机物质量)为药剂投加单位的复合药剂三个组分投加量优化（其中属于氧化试剂的包括 2 种组分，属于骨架构建体的包括 1 种组分），得到对于该种污泥的破胞药剂投加优化配方：破胞试剂 A1、破胞试剂 B1 和骨架试剂 C1 投加量分别为 106.91、86.16、110.00（mg/g 有机物）；

S2：根据步骤 S1 得到的优化配方对不同有机物含量的污泥基于污泥有机物含量进行药剂投加量进行计算，得适用于该有机物含量污泥的污泥深度脱水的复合调理剂的优化配方；

本实例在四个不同污水厂取了不同有机物含量的污泥进行验证试验。这四个污水厂的污泥有机物含量分别为：25.6%，41.20%，49.67%，59.83%。

根据基于污泥有机物质量计算的药剂投加量如下表表 1 所示：

表 1

来源	有机物 含量(%)	污泥干 基量 (kg)	污泥中有 机物质量 (kg)	基于有机物计算药剂投加量		
				破胞试剂 A1	试剂 B1	骨架试剂 C1
				(g)	(g)	(g)
污水厂 1	25.60	0.7	0.18	19.24	15.51	20
污水厂 2	41.20	0.7	0.29	31.00	24.99	32
污水厂 3	49.67	0.7	0.35	37.42	30.16	38
污水厂 4	59.83	0.7	0.42	44.90	36.19	46

同时为了与基于污泥干基(mg/g DS)的药剂投加量控制方法进行比较,基于污泥干基的优化配方采用步骤 S1 所优化的结果进行投加。基于污泥干基含量计算的药剂投加量如下表表 2 所示:

表 2

来源	有机物 含量(%)	污泥干 基量 (kg)	污泥中有 机物质量 (kg)	基于 DS 计算药剂投加量		
				破胞试剂 A1 (g)	试剂 B1 (g)	骨架试剂 C1 (g)
污水厂 1	25.60	0.7	0.18	32.93	26.54	34
污水厂 2	41.20	0.7	0.29	32.93	26.54	34
污水厂 3	49.67	0.7	0.35	32.93	26.54	34
污水厂 4	59.83	0.7	0.42	32.93	26.54	34

S3: 污泥脱水处理: 将步骤 S2 中计算得到的两种药剂投加量分别进行污泥调理后, 进行机械脱水处理(过滤压力 0.8 MPa, 隔膜压榨压力 1.2 MPa)。

经测试, 调理后的污泥经板框脱水后, 两种药剂投加方法所得到的泥饼含水率如下表表 3 所示:

表 3

来源	有机物 含量 (%)	脱水泥饼含水率(%)	
		基于污泥有机物 含量方法	基于污泥干基 (DS) 方法
污水厂 1	25.60%	44.27	45.23
污水厂 2	41.20%	51.80	52.54
污水厂 3	49.67%	56.31	58.22
污水厂 4	59.83%	59.71	63.02

从上述结果可以明显看出氧化试剂-骨架构建体复合调理剂在本发明方法优化后能很好地适应不同有机物含量的污泥。对于高有机物含量的污泥能明显提高污泥脱水效果; 对于低有机物含量的污泥, 在大幅减少药剂投加的情况下, 保证了与传统投加量相当的脱水效果。

实施例 2:

本实施例是基于污泥有机物的药剂投加量控制方法得到的优化配方对不同有机物含量污泥的适应性验证;步骤如下:

S1: 通过响应面法对氧化试剂-骨架构建体复合调理剂对于污泥有机物含量为 42.8%的污泥进行复合调理剂投加量优化,得到对于该种污泥的基于污泥单位质量有机物的复合调理剂投加优化配方:破胞试剂 A2 的投加量为 271 (mg/g 有机物质量)、破胞试剂 B2 的投加量为 49 (mg/g 有机物质量),骨架构建体 C2 的投加量为 935 (mg/g 有机物质量);

S2: 同理,通过响应面法对有机物含量为 49.8%的污泥进行复合调理剂投加量优化,得到对于该种污泥的基于污泥单位质量有机物的复合调理剂投加优化配方:破胞试剂 A2 的投加量为 269 (mg/g 有机物质量)、破胞试剂 B2 的投加量为 49 (mg/g 有机物质量),骨架构建体 C2 的投加量为 872 (mg/g 有机物质量);

从上述结果可以明显看出,与传统的基于污泥干基 (mg/ g DS) 和基于污泥体积 (体积百分数%, 或者 mg/L) 的优化方法对不同污泥的药剂投加量最优结果差异较大的情况相比,无论污泥有机物含量高低,氧化试剂-骨架构建体复合调理剂在本发明方法优化后得到的基于污泥单位质量有机物的最优投加量非常接近,说明本发明方法能很好地适应不同有机物含量的污泥。

实施例 3:

本实施例是对不同污泥深度脱水复合调理剂的基于污泥单位质量有机物的药剂投加量控制方法进行验证;步骤如下:

S1: 选择一个有机物含量适中的市政污泥为对象,本实例选择其中 53.73 %的市政污泥为代表。通过响应面法对氧化试剂-骨架构建体复合调理剂对于污泥有机物含量为 53.73 %的污泥进行以(mg/g 有机物质量)为药剂投加单位的复合调理剂投加量优化,得到对于该种污泥深度脱水的复合调

理剂中 3 种组分投加量优化配方结果：破胞试剂 A3、试剂 B3 和骨架试剂 C3 投加量分别为 100.15 (mg/g 有机物质量)、123.00 (mg/g 有机物质量)、650.00 (mg/g 有机物质量)；

S2：根据步骤 S1 得到的优化配方对不同有机物含量的污泥基于污泥单位质量有机物进行药剂投加量进行计算，得适用于该有机物含量污泥的污泥深度脱水复合调理剂的优化配方；

在不同污水厂取不同有机物含量的污泥进行验证试验。这个污水厂的污泥有机物含量为：46.14 %。

根据基于污泥有机物含量计算的药剂投加量如下表表 4 所示：

表 4

来源	有机物含量 (%)	污泥干 基量 (kg)	污泥中有 机物质量 (kg)	基于有机物含量计算药剂投加量		
				破胞试剂 A3 (g)	试剂 B3 (g)	骨架试剂 C3 (g)
污水厂 a	46.14	0.4	0.18	18.027	22.14	117

同时为了与基于干基污泥 (mg/g DS) 的药剂投加方法进行比较，基于干基污泥的优化配方采用步骤 S1 所优化的结果进行投加。基于干基污泥含量计算的药剂投加量如下表表 5 所示：

表 5

来源	有机物含量 (%)	污泥干 基量 (kg)	污泥中有 机物质量 (kg)	基于 DS 计算药剂投加量		
				破胞试剂 A3 (g)	试剂 B3 (g)	骨架试剂 C3 (g)
污水厂 a	46.14	0.4	0.18	21.524	26.435	139.70

S3：污泥脱水处理：将步骤 S2 中计算得到的两种药剂投加量分别进行污泥调理后，进行机械脱水处理（过滤压力 0.8 MPa，隔膜压榨压力 1.2 MPa）。

经测试，调理后的污泥经板框脱水后，两种药剂投加量控制方法得到的泥饼含水率如下表表 6 所示：

表 6

来源	有机物 含量 (%)	深度脱水泥饼含水率 (%)	
		基于污泥有机物含量方法	基于污泥干基 (DS) 方法
污水厂 a	46.14%	52.53	53.41.

从上述结果可以明显看出氧化试剂-骨架构建体复合调理剂在本发明方法优化后能很好地适应不同有机物含量的污泥。对于同样质量的原始污泥，对于高有机物含量的污泥能明显提高污泥脱水效果；对于低有机物含量的污泥，在大幅减少药剂投加的情况下，保证了与传统投加量相当的脱水效果。

在实际工程中，针对破坏污泥有机絮体结构的深度脱水调理剂的优化只需对某一代表性的污泥进行优化实验后便可根据不同污泥可挥发分含量计算出适应于不同污泥的药剂最优投加量。大大节省了优化实验的次数与成本，操作简便且效果良好，为污泥深度脱水实践工程奠定了基础。

本发明中表面响应法、正交试验法的优化方法均可直接参考相关现有技术，例如 Tony 等人发表在 *Chemosphere* 2008, 72, (4), 673-677 文献上的相关内容等。

本发明中用于污泥深度脱水的化学调理剂投加量优化方法，化学调理剂最优投加量的计算是基于该待处理污泥有机物含量的，有机物含量的测定可按照国家环境保护标准 HJ 761-2015 中固体废物有机质测定标准方法测得。

本领域的技术人员容易理解，以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同

替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求

1、一种用于污泥深度脱水的化学调理剂投加量优化方法，其特征在于，包括以下步骤：

(1) 通过表面响应法或正交试验法，针对某一特定污泥以该特定污泥的有机物含量为参考，对添加到该特定污泥中的化学调理剂进行投加量的优化，得到使得该特定污泥综合脱水效果最佳时的化学调理剂最优投加量，从而得出单位质量有机物对应的化学调理剂最优投加比例；

(2) 根据所述步骤(1)得出的所述单位质量有机物对应的化学调理剂最优投加比例，对其他待处理污泥适用的化学调理剂最优投加量进行计算，使得针对该待处理污泥的单位质量有机物对应的化学调理剂投加比例与所述步骤(1)得出的所述单位质量有机物对应的化学调理剂最优投加比例两者保持一致；

(3) 按所述步骤(2)计算得出的所述待处理污泥适用的化学调理剂最优投加量，向所述待处理污泥中添加化学调理剂进行污泥调理处理，然后再进行机械脱水处理，从而得到含水率低于 60%的深度脱水处理后的污泥。

2、如权利要求1所述用于污泥深度脱水的化学调理剂投加量优化方法，其特征在于，所述化学调理剂为氧化试剂-骨架构建体组成的复合调理剂；该化学调理剂中的氧化试剂包括 Fenton 试剂、过硫酸盐调理剂、高锰酸盐、以及零价铁调理剂中的至少一种；优选的，该化学调理剂中的骨架构建体包括石灰、粉煤灰、硅藻土、磷石膏、以及水泥中的至少一种。

3、如权利要求1所述用于污泥深度脱水的化学调理剂投加量优化方法，其特征在于，所述步骤(1)中，所述特定污泥的有机物含量为 20~70%。

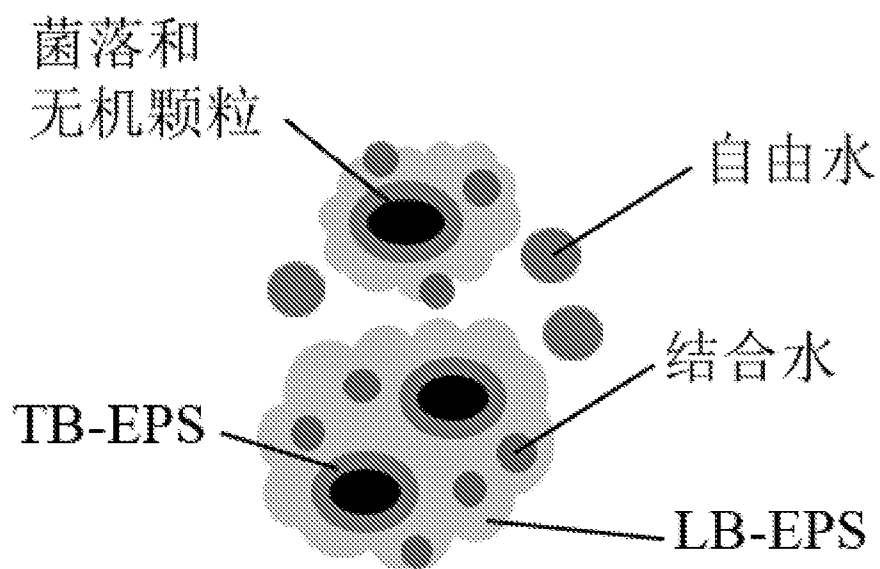


图 1

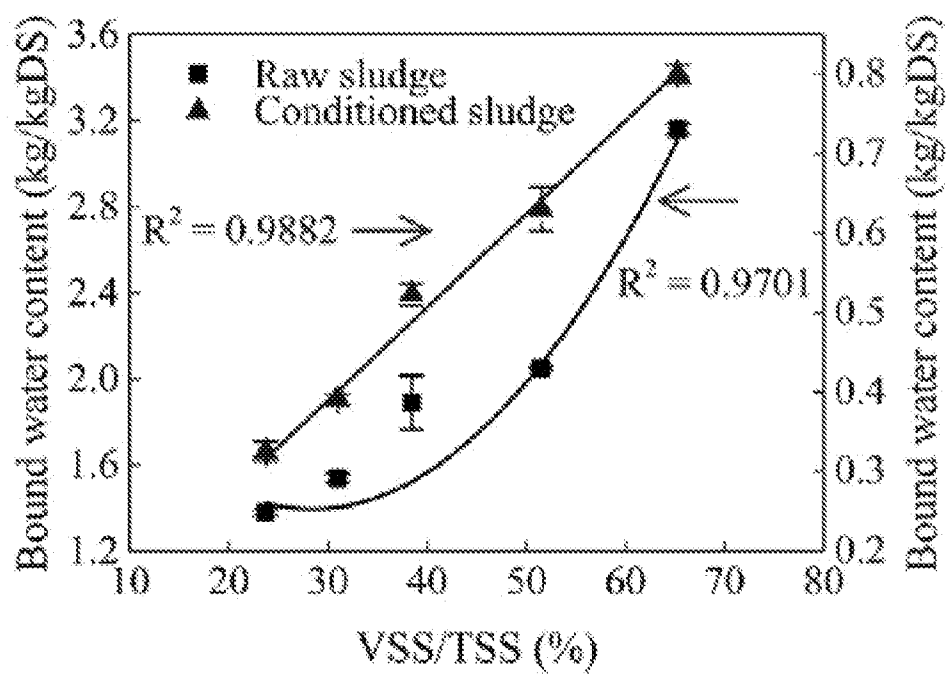


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/071691

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F 11/14 (2006.01) i; C02F 11/06 (2006.01) i; C02F 101/30 (2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C02F 11/-, C02F 1/-, C02F 3/-, C02F 101/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

DWPI, SIPOABS, CNABS, CNTXT, GOOGLE SCHOLAR: 华中科技大学, 杨家宽, 虞文波, 陶爽奕, 梁莎, 时亚飞, 胡敬平, 侯慧杰, 关若楠, 吕阳, 李宏森, 喻江维, 胡少刚, 污泥, 脱水, 有机物, 有机质, vss, sludge, mud, mire, dewater???, unwater???, dehumid???, dehydrat???, organic

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 103626378 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY), 12 March 2014 (12.03.2014), description, paragraphs 0004-0008	1, 3
Y	CN 103626378 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY), 12 March 2014 (12.03.2014), description, paragraphs 0004-0008	2
Y	张昊等, "Fenton 试剂与骨架构建体复合调理剂对污泥脱水性能的影响", 环境科学学报, 33(10), 31 October 2013 (31.10.2013), ISSN: 0253-2468, pages 2742-2749, (ZHANG, Hao et al., "Effects of Composite Conditioner Comprising Fenton's Reagent and Skeleton Builders on Sewage Dewatering Performance", Acta Scientiae Circumstantiae)	2
Y	CN 105478450 A (ZHEJIANG RONGSHENG PAPER INDUSTRY HOLDING CO., LTD.), 13 April 2016 (13.04.2016), claim 1	2
Y	CN 102408178 A (SHANGHAI MUNICIPAL ENGINEERING DESIGN INSTITUTE), 11 April 2012 (11.04.2012), description, paragraphs 0008-0014	2
A	JP 7-313997 A (MITSUI SAITETSUKU K.K.), 05 December 1995 (05.12.1995), the abstract	1-3
A	CN 104724897 A (GUANGDONG YUEKE ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY CO., LTD.), 24 June 2015 (24.06.2015), claims 1-9	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 20 June 2017	Date of mailing of the international search report 10 July 2017
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer TIAN, Gang Telephone No. (86-10) 62414146

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/071691

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104788001 A (ANHUI TONGYUAN ENVIRONMENTAL ENERGY CONSERVATION CO., LTD.), 22 July 2015 (22.07.2015), claims 1-5	1-3

International application No.
PCT/CN2017/071691

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/071691

A. 主题的分类 C02F 11/14(2006.01)i; C02F 11/06(2006.01)i; C02F 101/30(2006.01)n 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) C02F11/-, C02F1/-, C02F3/-, C02F101/30 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) DWPI, SIPOABS, CNABS, CNTXT, GOOGLE SCHOLAR; 华中科技大学, 杨家宽, 虞文波, 陶爽奕, 梁莎, 时亚飞, 胡敬平, 侯慧杰, 关若楠, 吕阳, 李宏森, 喻江维, 胡少刚, 污泥, 脱水, 有机物, 有机质, vss, sludge, mud, mire, dewater???, unwater???, dehumid???, dehydrat???, organic		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 103626378 A (中国矿业大学) 2014年 3月 12日 (2014 - 03 - 12) 说明书第0004-0008段	1, 3
Y	CN 103626378 A (中国矿业大学) 2014年 3月 12日 (2014 - 03 - 12) 说明书第0004-0008段	2
Y	张昊等. "Fenton试剂与骨架构建体复合调理剂对污泥脱水性能的影响" 环境科学学报, 第33卷, 第10期, 2013年 10月 31日 (2013 - 10 - 31), ISSN: 0253-2468, 第2742-2749页	2
Y	CN 105478450 A (浙江荣晟环保纸业股份有限公司) 2016年 4月 13日 (2016 - 04 - 13) 权利要求1	2
Y	CN 102408178 A (上海市市政工程设计研究总院) 2012年 4月 11日 (2012 - 04 - 11) 说明书第0008-0014段	2
A	JP 特开平7-313997 A (MITSUI SAITETSUKU K.K.) 1995年 12月 5日 (1995 - 12 - 05) 说明书摘要	1-3
A	CN 104724897 A (广东粤科环保科技有限公司) 2015年 6月 24日 (2015 - 06 - 24) 权利要求1-9	1-3
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: "A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 "E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 "L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) "O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 "P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 "T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 "X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 "Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 "&" 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2017年 6月 20日		2017年 7月 10日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		田刚 电话号码 (86-10)62414146

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 104788001 A (安徽省通源环境节能有限公司) 2015年 7月 22日 (2015 - 07 - 22) 权利要求1-5	1-3

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/071691

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	103626378	A	2014年 3月 12日	无	
CN	105478450	A	2016年 4月 13日	无	
CN	102408178	A	2012年 4月 11日	无	
JP	特开平7-313997	A	1995年 12月 5日	JP 3458453 B2	2003年 10月 20日
CN	104724897	A	2015年 6月 24日	无	
CN	104788001	A	2015年 7月 22日	无	