



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101731736 A

(43) 申请公布日 2010.06.16

(21) 申请号 201010029028.X

C02F 11/12 (2006.01)

(22) 申请日 2010.01.19

C02F 1/52 (2006.01)

(71) 申请人 武汉科技学院

地址 430073 湖北省武汉市洪山区纺织路 1 号

(72) 发明人 王云祥 余进 吴四和 孙家寿
熊星

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102

代理人 王守仁

(51) Int. Cl.

A24B 3/14 (2006.01)

A24B 15/18 (2006.01)

C02F 9/14 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 7 页

(54) 发明名称

造纸法烟草薄片废水固-液富集分离方法

(57) 摘要

本发明涉及造纸法烟草薄片废水固-液富集分离方法,该方法是将废水中烟碱等成份富集于固相予以分离,单级分离 COD 去除率可达到 70-80%,处理水再行生化“强制好氧法”或“厌氧-好氧法”处理回用或排放,而污泥固体可以再利用;其包括格栅拦渣、混凝富集反应、沉降、对上层清澈水进行后续处理和污泥固体浓缩等步骤。本发明的优点是:制备的 Ca-Mg 系复合凝聚剂容易制备,可针对废水波动进行分质配方;分离所获污泥固体富含烟碱等成份可行后续提取,作为生物源农药杀虫剂的有效成份,提取后的干泥粉可全部用作粉剂农药杀虫剂的载负剂;无需使用特殊处理设施和设备,同时能够减小生化设施的投资和运行费用。

1. 一种造纸法烟草薄片废水固-液富集分离方法,其特征是将废水中烟碱等成份富集于固相予以分离,单级分离 COD 去除率可达到 70-80%,使后续负荷降低,处理水再行生化“强制好氧法”或“厌氧-好氧法”处理回用或排放,而污泥固体可以再利用。其步骤包括:

(1) 格栅拦渣:采用 40-60 目不锈钢网拦截废水中的粗渣和粗纤维杂物,同时保留绝大部分粉状固形物不至流失;

(2) 混凝富集反应:按废水质量 0.5-0.8%投加制备的 Ca-Mg 系复合凝聚剂粉体,搅拌混凝分相,进行混凝富集反应的作用时间为 5-10 分钟,混凝水溢流进入沉降池;

(3) 沉降:在沉降池中,使混凝水连续式动态沉降时间为 20-30 分钟,间歇式静态沉降时间为 10-15 分钟,获得水深比 4:1 的上层清澈水和下层密实污泥;

(4) 上层清澈水进行后续处理后,回用或达标排放;

(5) 污泥固体浓缩:采用通用分离设备对下层密实污泥进行连续式或间歇式浓缩,得到含水率为 80-60%的湿泥,该湿泥经晾干后得到占废水质量 0.8-1.2%全干泥粉,该泥粉用于后续提取烟碱和提取后的固体再利用。

2. 如权利要求 1 所述的富集分离方法,其特征在于制备的 Ca-Mg 系复合凝聚剂是一种稳定的粉体或粒状体,该凝聚剂按化学式 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} : \text{Mg}(\text{OH})_2 : \text{Ca}(\text{OH})_2 = (0.8-1.2) : (1.5-2.5) : (8-12)$ 的摩尔比进行计量配料,混合,研磨粉化,过 200 目标准筛,以过筛后的粉体作为造纸法烟草薄片废水的凝聚剂。

3. 如权利要求 2 所述的凝聚剂制备方法,其特征是在配料过程中,以按化学式 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} : \text{Mg}(\text{OH})_2 : \text{Ca}(\text{OH})_2 = 1 : 2 : 10$ 的摩尔比配料制备的凝聚剂作为 A 级薄片废水的凝聚剂。

4. 如权利要求 2 所述的凝聚剂制备方法,其特征是在配料过程中,以按化学式 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} : \text{Mg}(\text{OH})_2 : \text{Ca}(\text{OH})_2 = 1 : 1 : 10$ 的摩尔比配料制备的凝聚剂作为 B 级薄片废水的凝聚剂。

5. 如权利要求 2 所述的凝聚剂制备方法,其特征是在配料过程中,以按化学式 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} : \text{Mg}(\text{OH})_2 : \text{Ca}(\text{OH})_2 = 1 : 1.5 : 10$ 的摩尔比配料制备的凝聚剂作为综合废水的凝聚剂。

6. 权利要求 1 至 5 中任一权利要求所述分离方法的用途,其特征在于:该方法在高浓度造纸法烟草薄片废水物化处理中特殊效果,所述废水的浓度为 $\text{COD} = 10000-12000\text{mg/L}$ 。

7. 权利要求 1 至 6 中任一权利要求所述分离方法的用途,其特征在于:该方法分离的干泥粉富集了烟碱成份,具有后续有效提取烟碱的价值,用于提取烟碱。

8. 如权利要求 7 所述的用途,其特征在于:烟碱是生物源农药杀虫剂的重要活性成份,提取烟碱后的干泥粉还残留着烟碱活性成份,该干泥粉用于载附化学农药活性成份,作为制备粉状农药杀虫剂的载附剂。

造纸法烟草薄片废水固-液富集分离方法

技术领域

[0001] 本发明属于高浓度工业废水处理及其污泥固体再利用技术领域,特别是涉及一种造纸法烟草薄片废水的固-液富集分离方法。

背景技术

[0002] 采用造纸法生产烟草薄片,再度切丝后添加在烟卷中,使卷烟生产中的烟末、烟梗等废弃物得以充分利用,在国外已经被广泛采纳,我国许多地方也形成了规模化生产。采用造纸法生产烟草薄片所产生的烟草薄片废水,其 COD 可达 10000-12000mg/L,并含有大量悬浮物,其悬浮物主要为烟叶细微粉末、短细纤维素粉末、细微木质素和细微烟梗碎末等。目前该废水处理方法是将废弃物全部予以物化生化消解和污泥填埋或沤肥,其处理工艺流程较长,一般经过多级过滤,物化气浮,厌氧生化,好氧生化,后级物化等处理过程。虽然尚能达标排放,但各级工序之间的衔接要求颇高,运营管理繁杂,处理费用也较高。更为重要的是,在该废水处理过程中不可避免地产生了大量污泥,而其利用价值不高,只能白白废弃,对环境造成二次污染,同时又带来了固体废弃物的转运和填埋费用。因此,迫切需要有一个综合利用技术予以彻底解决。

[0003] 在造纸法生产烟草薄片生产过程中,为了符合食品级要求,一般采用汽提和乙醇浸提萃取工艺。这只能将一部分烟碱和其它有效成份转移出来,用于后续卷烟调配和添加。但是,还有一部分有效成份仍然保留在烟叶粉末、烟梗碎末以及调配后的尾液之中,只能随综合废水进行排放。然而,烟碱是生物源农药杀虫剂的有效成份,具有较广杀虫谱、不产生生物抗性、没有残毒等优点,为将来生物源杀虫剂的发展方向。如何在废水处理和综合利用时将上述有效成份高度富集于废水的固相中,经固-液分离后使废水的处理负荷大为减轻,处理工艺缩短,运行费用降低,同时,富集后的污泥固体再用于烟碱的化学提取,由于提取后的固体泥粉本身残留着游离烟碱等杀虫成份,作为粉状杀虫剂的载负剂使用等等问题,是该领域的一道技术难题。目前,从该废水出发,先行固-液富集分离,再从干泥中提取烟碱,最后将剩余干泥粉作为杀虫剂载负剂的技术路线、工程方案和工艺方法,国内外未见报导。本发明要解决整体技术路线的第一段:废水固-液富集分离方法。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是:提供一种工程实施简便的、运行费用合理的、固体污泥可以后续利用的、专用于造纸法烟草薄片废水的固-液富集分离方法。

[0005] 本发明解决其技术问题采用以下技术方案:

[0006] 本发明提供的造纸法烟草薄片废水固-液富集分离方法,该方法是:将所述废水中的烟碱等组份富集于固相予以分离,分离出的上层清澈水再行生化“强制好氧法”或“厌氧-好氧法”处理后回用或排放,而污泥固体可以再利用。其固-液富集分离方法的步骤包括:

[0007] (1) 格栅拦渣:原水 COD 通常为 10000-12000mg/L 左右,首先采用 40-60 目不锈钢

网拦截废水中影响后续运行的粗渣和粗纤维等杂物,同时保留绝大部分粉状固形物不至流失。

[0008] (2) 混凝富集反应:按废水质量 0.5-0.8%投加制备的 Ca-Mg 系复合混凝剂粉体,在搅拌下混凝分相,富集反应的作用时间为 5-10 分钟,混凝水溢流进入沉降池。

[0009] 制备的 Ca-Mg 系复合混凝剂是一种稳定的凝聚剂粉体,可由市售 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等原料制成。

[0010] (3) 沉降:在沉降池中,使混凝水连续式动态沉降时间为 20-25 分钟,间歇式静态沉降时间为 10-15 分钟,获得水深比 4 : 1 的上层清澈水和下层密实污泥。

[0011] (4) 上层清澈水经处理后 COD 去除率在 70-80%,剩余 COD 为 3500-2500mg/L,滗水进入后续生化法处理,推荐采用所谓“强制好氧”法,处理至达标排放或回用。

[0012] (5) 浓缩:采用通用分离设备对下层密实污泥进行连续式或间歇式浓缩,得到含水率 60-80%的湿泥,该湿泥经晾干后得到占废水质量的 0.8-1.2%全干泥粉,该泥粉用于后续提取和再利用。

[0013] 所述 A 级薄片废水是指生产品级较高的卷烟薄片所产生的废水,其 COD 较高,所含固形物较多。所述 B 级薄片废水是指生产通用品级卷烟薄片所产生的废水,其 COD 较稍低,所含固形物较少。所述综合薄片废水是指 A、B 两级薄片较频繁交叉或交替生产时所产生的废水,其水质指标介于二者之间。

[0014] 本发明无需特殊分离设施和设备,可以用采通用型固-液分离或污泥浓缩设施和设备,构筑物采纳钢砼结构,分离设备与水接触面采纳不锈钢材质。污泥浓缩时,适用于自然沉降分离、气浮式分离、卧螺离心分离、蝶片式离心分离、板框式压滤、带式压滤、滤袋过滤等通用分离设施和设备。

[0015] 所述通用分离设施和设备是指:混凝池、沉降池、气浮设备、卧螺式离心分离机、蝶片式离心分离机、板框式压滤机、带式压滤机、滤袋过滤机等通用分离设施和设备。

[0016] 本发明提供的上述造纸法烟草薄片废水固-液富集分离方法,其在高浓度造纸法烟草薄片废水的物化处理中的应用,所述废水的浓度为 $\text{COD} = 10000-12000\text{mg/L}$ 左右或更高。

[0017] 本发明制备的干泥粉富集了烟碱成份,具有后续有效提取烟碱的价值,用于提取烟碱。烟碱是生物源农药杀虫剂的重要活性成份,提取烟碱后的干泥粉还残留着烟碱活性成份,该干泥粉用于载附化学农药活性成份,作为制备粉状农药杀虫剂的载附剂。

[0018] 所述杀虫剂是指生物源农药杀虫剂和化学农药杀虫剂。

[0019] 本发明与现有技术相比具有以下主要优点:

[0020] 其一,在废水混凝分相与富集反应时,采用了针对性强、分相迅速、固-液分配比大、固相富集度高,以及投加量与富集度具有良好线性依存关系的 Ca-Mg 系复合凝聚剂,该凝聚剂制备原料易得,操作简单,可以针对废水波动进行分质配方与制备。如果为了消除投加时的粉尘污染,保护劳动环境,还可将其制备成一种无尘易崩解的粒状体使用。

[0021] 其二,单级分离后 COD 去除率可达 70-80%,出水 COD 从 10000-12000mg/L 下降到 3500-2500mg/L,这是 Fe 系、Al 系、Fe-Al 复合系凝聚剂不能达到的。

[0022] 其三,常规物化污泥的利用价值不高。采用本法可获得高富集度固相污泥,该污泥富含烟碱等有效成份,后续利用具有较大经济价值,为污泥处理找到了出路。

[0023] 其四,容易实施:无需使用特殊处理设施和设备,使设备选型常规化。同时能够大幅度降低后续生化处理负荷,使生化设施的投资减小和运行费用降低。

具体实施方式

[0024] 本发明提供的造纸法烟草薄片废水的固-液富集分离方法,其过程包括下述五步:

[0025] 1、格栅拦渣:原水 COD 通常为 10000-12000mg/L 左右,首先采用 40-60 目左右的不锈钢网拦截弃去废水中的粗渣和粗纤维等杂物,以保留绝大部分粉状固形物不至流失;

[0026] 2、混凝富集:按废水质量 0.5-0.8% 投加混凝剂粉体,在连续搅拌下混凝分相,富集反应的作用时间不小于 5-10 分钟,混凝水溢流进入沉降池;

[0027] 3、沉降:采用规范设计的各型沉降池,使连续式动态沉降时间不小于 20-25 分钟,间歇式静态沉降时间不小于 10-15 分钟,获得水深比 4:1 的上层清澈水和下层密实污泥;

[0028] 4、上层清澈水 COD 去除率在 70-80%,剩余 COD 为 3500-2500mg/L,滗水进入后续生化法处理,推荐采用所谓“强制好氧”法,处理至达标排放;

[0029] 5、下层污泥采用通用分离设备进行连续式或间歇式浓缩,根据设备类型可浓缩至含水率 60-80% 的湿泥,晾干获得全干泥粉占废水 0.8-1.2%,用于后续提取和再利用。

[0030] 本发明提供的 Ca-Mg 系混合凝聚剂,其制备方法如下:

[0031] (1) 按各物质摩尔比分别称取市售 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,初步混合;

[0032] (2) 将混合物移入研磨机中研磨粉化 1-2hr,使粉体混合均匀细腻;

[0033] (3) 将粉体用 200 目标准筛筛分,过筛粉体包装后于常温干燥条件下保存,备用。

[0034] 下面结合实施例和数据表格对本发明作进一步说明,但不限定本发明。

[0035] 实施例 1:

[0036] 对湖北新业烟草薄片开发有限公司造纸法烟草薄片综合废水进行固-液富集分离,废水由武汉格林环保设施运营有限公司提供,为 A 级薄片生产废水。分别采用 Fe 系中的 PFS、Al 系中的 PAC、Al-Fe 复合系中的 PAFS、硅藻土、膨润土、活性炭等凝聚剂或吸附剂,与本发明制备的 Ca-Mg 系复合凝聚剂进行平行对比固-液富集分离处理,评价分离效果。

[0037] 制备的 Ca-Mg 系复合凝聚剂是一种稳定的混合凝聚剂粉体,可由市售 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 原料制成。该粉体可以先按化学式 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} : \text{Mg}(\text{OH})_2 : \text{Ca}(\text{OH})_2 = (0.8-1.1) : (1.5-2.5) : (8-12)$ 的摩尔比进行计量配料,所述摩尔比优选值为 1:2:10;然后经混合,研磨粉化,过 200 目标准筛,以过筛后的粉体作为 A 级薄片废水的凝聚剂。

[0038] 固-液富集分离操作平行条件为:各处理水量 1000ml,各物料按同等投加量投加,混合相反应体系以 NaOH 调整 $\text{pH} = 11.5$ 进行混凝富集反应,而本发明制备的用剂自含碱剂,无需外加剂调整。上述反应完成后,使用中速定性滤纸进行真空抽滤分离。之后,获得的固相泥饼干燥后进行烟碱提取,并测定干泥量以及可提取物量等指标,抽滤出的液相废水比对颜色和测定 COD 等指标。上述投加物料,如以凝聚作用原理为主导的用剂给予 10min 反应时间,如为吸附作用原理为主导的用剂给予 60min 反应时间,操作均在室温条件下进行。

[0039] 评价:由表 1 数据测定情况,表明了本发明制备的 Ca-Mg 系复合凝聚剂对该废水独特的固-液富集分离效果。同时发现,对该废水进行混凝富集反应,如果固-液分配率达不

到某一数量时,分离将十分困难,滤纸表面粘连了大量胶状物,使继续分离难以进行。

[0040] 按该实施例进行计算,该薄片厂年排放废水 370000m^3 ,采用本法分离获得的干泥量为:

[0041] $370000\text{m}^3 \times 1.22\% = 4514\text{t}$ 。再对干泥进行化学提取,可以获得烟碱类提取物为:

[0042] $4514\text{t} \times 1000\text{kg} \times 1.64\% = 74000\text{kg}$ 。目前烟碱的市场价格为 350-550 元/kg,提取回收烟碱的理论极低值为: $74000\text{kg} \times 350\text{元/kg} = 2590\text{万元}$ 。同时,在产生一定经济价值的前提下,也为生物源杀虫剂的发展提供了变废为宝的原材料。

[0043] 实施例 2:

[0044] 所用处理的废水取自与实施例 1 同一厂家,为 B 级薄片生产废水,分别对比了 Fe、Ca、Mg、Al、Zn 等金属的可溶性盐类,与本发明制备的 Ca-Mg 系复合凝聚剂的固-液富集分离效果。本实施例 2 的投加量以其它用剂服从本发明制备的 Ca-Mg 系复合凝聚剂的用量,其余实施条件和所测定的技术指标与实施例 1 完全相同,具体为:

[0045] 所述 Ca-Mg 系混合凝聚剂是一种稳定的混合凝聚剂粉体,可由市售 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 原料制成。该粉体可以先按化学式 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} : \text{Mg}(\text{OH})_2 : \text{Ca}(\text{OH})_2 = (0.8-1.1) : (0.8-1.1) : (8-12)$ 的摩尔比进行计量配料,所述摩尔比优选值为 1 : 1 : 10;然后经混合,研磨粉化,过 200 目标标准筛,以过筛后的粉体作为 B 级薄片废水的凝聚剂。

[0046] 处理水量 1000ml,混合相反应体系以 NaOH 调整 $\text{pH} = 11.5$,混凝富集反应 10min,反应完成后使用中速定性滤纸进行真空抽滤分离,获得的固相泥饼干燥后进行烟碱提取,并测定干泥量以及可提取物量等指标,抽滤出的液相废水比对颜色和测定 COD 等指标。

[0047] 评价:表 2 数据表明,使用金属可溶性盐类进行固-液富集分离,虽然采用了碱性较强的反应条件,COD 也具有可观的去除率,但固-液分离困难,固相富集的烟碱没有可提取价值,而本发明制备的 Ca-Mg 系复合凝聚剂则具有较好的效果。

[0048] 实施例 3:

[0049] 所用废水仍然取自与实施例 1 同一厂家,为薄片生产的综合废水(即综合薄片废水),分别对比了若干固体吸附剂,诸如高岭土、陶土、活性白土、4A 沸石、苦土粉、氢氧化镁、氢氧化铝等,与本发明制备的 Ca-Mg 系复合凝聚剂的固-液富集分离效果。本实施例 3 的投加量按吸附原理投加,使本发明制备的 Ca-Mg 系复合凝聚剂服从于固体吸附剂的较高用量和较长的吸附反应时间,其余实施条件和所测定的技术指标与实施例 1 完全相同。

[0050] 所述 Ca-Mg 系混合凝聚剂是一种稳定的混合凝聚剂粉体,可由市售 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 原料制成。该粉体可以先按化学式 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} : \text{MgO} : \text{Ca}(\text{OH})_2 = (0.8-1.1) : (1.2-1.7) : (8-12)$ 的摩尔比进行计量配料,所述摩尔比优选值为 1 : 1.5 : 10;然后经混合,研磨粉化,过 200 目标标准筛,以过筛后的粉体作为综合薄片废水的凝聚剂。

[0051] 处理水量 1000ml,混合相反应体系以 NaOH 调整 $\text{pH} = 11.5$,混凝富集反应 60min。需特别说明的是,本发明制备的用剂自含碱剂,无需外加剂调整。待上述反应完成后,使用中速定性滤纸进行真空抽滤分离,获得的固相泥饼干燥后进行烟碱提取,并测定干泥量以及可提取物量等指标,抽滤出的液相废水比对颜色和测定 COD 等指标。

[0052] 评价:表 3 数据表明,废水虽然在 $\text{pH} = 11.5$ 的条件下烟碱及其衍生物和伴生物被

游离出来了,但常用固体吸附剂并不能将其有效地吸附转移到固相,所以固-液分离过程不能顺利进行。而制备的 Ca-Mg 系混合凝聚剂因为平行地采用了极大的投加量和较充分的作用时间,所以获得极高的富集效果。

[0053] 从上述实施例 1-3 可以说明,废水在 $\text{pH} = 11.5$ 的条件下烟碱及其衍生物和伴生物可被游离出来,如果采用普通市售的凝聚剂、吸附剂,以及通常的凝聚剂-吸附剂组合,并不能将烟碱及其衍生物和伴生物有效地富集转移到固相,所以固-液富集分离效果不佳。而本发明制备的 Ca-Mg 系复合凝聚剂具有极好的针对性,可以获得较高的固-液富集分离效果。

[0054] 附表

[0055] 表 1 制备的 Ca-Mg 系复合凝聚剂与其它用剂固-液富集分离效果比较

[0056]

序号	用剂名称	用剂投加量 %	液相废水出水分离情况			固相污泥富集情况		可分离情况描述
			出水颜色	出水 COD mg/L	COD 去除率 %	干泥获得量 %	泥中可提取物占干泥的 %	
0	A 级薄片原水	/	棕黑色	10499.0	/	/	/	/
1	直接抽滤	/	棕黑色	9256.4	11.8	未成功	未成功	极难滤,抽滤中止
2	铁系 PFS	0.8	深红棕色	6645.2	36.7	1.24	0.04	滤速极慢,难抽滤
3	铝系 PAC	0.8	深红棕色	7202.3	31.4	未成功	未成功	极难滤,抽滤中止
4	铁铝复合系 PAFS	0.8	深红棕色	7076.3	32.6	1.20	0.03	滤速极慢,难抽滤
5	硅藻土	0.8	棕黑色	7401.8	29.5	未成功	未成功	极难滤,抽滤中止
6	膨润土	0.8	棕黑色	8336.2	20.6	未成功	未成功	极难滤,抽滤中止
7	活性炭	0.8	深红棕色	4609.1	56.1	1.03	0.16	滤速慢,耗较时长
8	制备的 Ca-Mg 系	0.8	浅黄色	2603.8	75.2	1.22	1.64	滤速极快

[0057] 表 2 制备的 Ca-Mg 系复合凝聚剂与一些金属可溶性盐类效果比较

[0058]

序号	用剂名称	用剂投加量 %	液相废水出水分离情况			固相污泥富集情况		可分离情况描述
			出水颜色	出水 COD mg/L	COD 去除率 %	干泥获得量 %	干泥中可提取物占干泥 %	
0	B 级薄片原水	/	棕黑色	9256.0	/	/	/	/
1	直接抽滤	/	棕黑色	8311.9	10.2	未成功	未成功	因抽滤被迫中止
2	FeSO ₄ ·7H ₂ O	0.6	深酱绿色	5155.6	44.3	未成功	未成功	因抽滤被迫中止
3	FeCl ₃ ·6H ₂ O	0.6	深酱色	4304.0	53.5	0.82	微量	滤速极慢, 难抽滤
4	AlCl ₃ ·6H ₂ O	0.6	深酱色	4368.8	52.8	0.89	微量	滤速极慢, 难抽滤
5	CaCl ₂	0.6	棕黑色	4859.4	47.5	未成功	未成功	因抽滤被迫中止
6	MgCl ₂ ·6H ₂ O	0.6	棕黑色	5035.3	45.6	未成功	未成功	因抽滤被迫中止
7	Zn SO ₄ ·7H ₂ O	0.6	棕黑色	5340.7	42.3	未成功	未成功	因抽滤被迫中止
8	CaSO ₄ ·2H ₂ O	0.6	棕黑色	6942.0	25.0	未成功	未成功	因抽滤被迫中止
9	制备的 Ca-Mg 系	0.6	浅黄色	2610.2	71.8	0.85	1.02	滤速较快

[0059] 表 3 制备的 Ca-Mg 系复合凝聚剂与常用固体吸附剂效果比较

[0060]

序号	用剂名称	用剂投加量 %	液相废水出水分离情况			固相污泥富集情况		可分离情况描述
			出水颜色	出水 COD mg/L	COD 去除率 %	干泥获得量 %	干泥中可提取物占干泥 %	
0	综合薄片原水	/	棕黑色	10741.0	/	/	/	/
1	直接抽滤	/	棕黑色	9065.4	15.6	/	/	/
2	高岭土	1.0	棕黑色	7207.2	32.9	/	/	/
3	陶土	1.0	深酱色	7260.9	32.4	/	/	/
4	活性白土	1.0	棕黑色	8012.8	25.4	/	/	/
5	4A 沸石	1.0	棕黑色	7379.1	31.3	/	/	/
6	苦土粉	1.0	棕黑色	7593.9	29.3	/	/	/
7	氢氧化镁(AR)	1.0	棕黑色	7883.9	26.6	/	/	/
8	氢氧化铝(AR)	1.0	棕黑色	8442.4	21.4	/	/	/
9	制备的 Ca-Mg 系	1.0	浅黄色	2234.1	79.2	1.46	1.31	滤速极快