



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109603749 B

(45) 授权公告日 2021.06.29

(21) 申请号 201811599794.2

C02F 1/28 (2006.01)

(22) 申请日 2018.12.26

B01J 20/30 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

C02F 101/30 (2006.01)

申请公布号 CN 109603749 A

审查员 秦晨晨

(43) 申请公布日 2019.04.12

(73) 专利权人 嘉应学院

地址 514000 广东省梅州市梅江区梅松路
160号

(72) 发明人 彭娜 王开峰 成卓鸿 刘映婷

郭远凯 王赢利 王春英 黄晓霞

(74) 专利代理机构 广州海心联合专利代理事务

所(普通合伙) 44295

代理人 罗振国

(51) Int. Cl.

B01J 20/20 (2006.01)

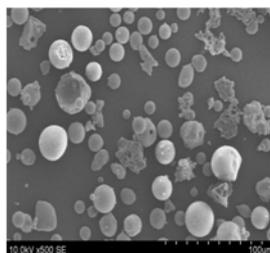
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

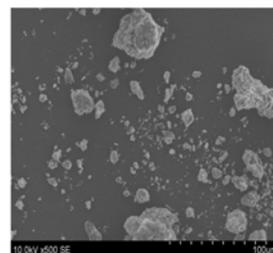
一种改性稻草秸秆生物炭的制备方法及其
应用

(57) 摘要

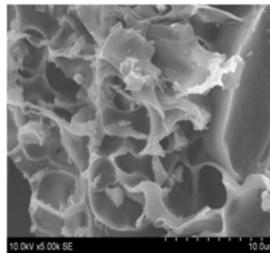
本发明公开了一种改性稻草秸秆生物炭的
制备方法及其应用,属于生物环保技术领域,包
括下述步骤:1) 原材料的准备:收集发电厂粉煤
灰和农田稻草秸秆并分别烘干,稻草秸秆粉碎;
2) 将步骤1) 所得的粉煤灰,与氢氧化钠混合后焙
烧,即得碱熔粉煤灰;3) 将步骤2) 得到的碱熔粉
煤灰,加入到步骤1) 得到的稻草秸秆中,再加入
去离子水,摇匀、振荡、烘干、粉碎,得到稻草秸
秆与碱熔粉煤灰混合物;4) 将步骤3) 得到的稻草
秸秆与碱熔粉煤灰混合物,热解、粉碎,即得改
性稻草秸秆生物炭;本发明的制备原料为工农业
废弃物,廉价易得,制备方法简单,制作成本低廉,
其对污染物的去除率高,吸附量大,对环境无二次
污染,有助于环境污染的管控和治理。



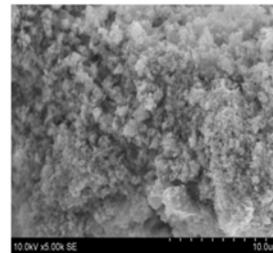
(a) 粉煤灰



(b) 碱熔粉煤灰



(c) 稻草秸秆生物炭



(d) 改性稻草秸秆生物炭

1. 一种改性稻草秸秆生物炭的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

1) 原材料的准备:收集粉煤灰和稻草秸秆,粉煤灰烘干;稻草秸秆烘干、粉碎;

2) 碱熔粉煤灰的制备:将步骤1)所得的粉煤灰与氢氧化钠按质量比为1:1~1.5混合均匀后,在600~700℃的温度环境下焙烧0.5~2h,焙烧产物粉碎至粒径小于1.00mm,得经过碱熔融处理后的粉煤灰,即碱熔粉煤灰;

3) 稻草秸秆与碱熔粉煤灰的混合:将步骤2)得到的碱熔粉煤灰加入到步骤1)得到的稻草秸秆中,再加入一定体积的去离子水,依序经过摇匀、振荡、烘干和粉碎,得到稻草秸秆与碱熔粉煤灰混合物;所述的稻草秸秆与碱熔粉煤灰的混合比例为质量比1:0.1~0.5;所述碱熔粉煤灰和稻草秸秆混合物与去离子水的质量体积比为1:10g/ml;所述振荡时间为2~6h;所述烘干温度为70~90℃;所述粉碎后粒径小于1.00mm;

4) 改性稻草秸秆生物炭的制备:将步骤3)得到的稻草秸秆与碱熔粉煤灰混合物依序经过热解和粉碎,即得改性稻草秸秆生物炭;所述热解具体为:以10℃/min的升温速率由室温升温至650~750℃,保温热解1~2h,热解完成后自然冷却;所述粉碎后粒径小于1.00mm。

2. 根据权利要求1所述的一种改性稻草秸秆生物炭的制备方法,其特征在于:步骤1)中所述的粉煤灰为燃煤电厂粉煤灰,粒径小于0.045mm,在100~110℃环境下烘干;

所述稻草秸秆为农田稻草秸秆,在70~90℃环境下烘干,粉碎后粒径小于1.00mm。

3. 根据权利要求1所述的一种改性稻草秸秆生物炭的制备方法,其特征在于:步骤2)所述氢氧化钠为分析纯化学试剂。

4. 如权利要求1所述的改性稻草秸秆生物炭的制备方法制备的生物炭用于污水中除去水体中亚甲基蓝和阳离子红的应用。

5. 根据权利要求4所述的改性稻草秸秆生物炭的制备方法制备的生物炭 用于污水中除去水体中亚甲基蓝和阳离子红的应用,其特征在于,所制得的改性稻草秸秆生物炭在 $7 \leq \text{pH} \leq 13$ 范围内处理亚甲基蓝废水,在 $1 \leq \text{pH} \leq 13$ 范围内处理阳离子红废水。

6. 根据权利要求4或5所述的改性稻草秸秆生物炭的制备方法制备的生物炭 用于污水中除去水体中亚甲基蓝和阳离子红的应用,其特征在于,所制得的改性稻草秸秆生物炭对亚甲基蓝和阳离子红的吸附平衡时间为2~24h,对亚甲基蓝的吸附平衡时间为4~24h。

一种改性稻草秸秆生物炭的制备方法及其应用

技术领域

[0001] 本发明涉及一种改性生物炭的制备方法,更具体地说,尤其涉及一种改性稻草秸秆生物炭的制备方法。本发明同时涉及该改性生物炭的应用。

背景技术

[0002] 印染废水的排放量很大,据欧洲统计,织物和排放废水的重量比是1:150~1:200,我国约为1:200~1:400。我国纺织工业废水为全国工业废水排放量的第六位,其中80%属印染废水。印染废水的处理方法很多,主要有吸附、氧化、膜分离、絮凝、生物降解等。吸附法以其能够选择性地富集某些化合物的特性在废水处理领域有着特殊的地位。活性炭是目前最有效的吸附剂之一,但由于它再生比较困难,处理成本较高,应用面窄。因此寻找一种经济有效的吸附剂成为了当前技术发展的关键。

[0003] 据联合国环境规划署报道,世界上种植的农作物每年可提供各类秸秆约20亿t,我国农作物秸秆年产量为7亿t左右,列世界之首,折合标准煤量3.53亿t,占全世界秸秆总量的30%左右。我国每年农作物秸秆资源量约占生物质资源量的近一半。农作物秸秆是一种宝贵的可再生资源,但是长期以来由于受消费观念和生活方式的影响,我国农村秸秆资源完全处于高消耗、高污染、低产出的状况,相当多的一部分农作物秸秆被弃置或者进行焚烧,没有得到合理开发利用。据调查,目前我国秸秆利用率约为33%,其中大部分未加处理,经过技术处理后利用的仅约占2.6%。因此,综合利用农作物秸秆资源对于节约资源、保护环境、增加农民收入、促进农业的可持续发展都具有重要的现实意义。秸秆炭化技术已为我国秸秆综合利用难题的解决,提供了一条环境友好、科技含量高,且极具市场化前景的好办法。

[0004] 生物炭作为一种新型的环保修复材料,具有比表面积大、孔隙度高、富含表面官能团和较强的离子交换能力,在去除水中污染物有较强的应用潜力。然而传统生物炭吸附效率低下,并且生物炭密度轻、颗粒小,吸附后固液分离难,容易造成二次污染,而且也不利于生物炭的再生和重复利用。研究表明,一般复合材料对污染物的吸附效果优于单一材料。因此,目前已经有部分学者关注生物炭与其他材料的组合使用,利用物理、化学方法将生物炭与其他材料组合制备成具有新性能、新结构的材料,其综合性能优于原组成材料,可满足各种不同的要求。生物炭复合材料的制备通常是在生物质原材料中添加其他材料(磁性材料、纳米材料、无机盐等),再通过高温热解制备成复合材料。生物炭制备成复合材料之后比表面积和孔径增大,表面官能团增加对污染物的去除能力显著提高,且吸附后易于固液分离。但这些复合材料往往价格昂贵,颗粒太小容易团聚,并具有一定的毒性,会降低环境微生物的种类和数量,这些缺点限制了这些复合材料的推广应用。目前,生物炭及其复合材料主要被用于吸附环境中无机污染物(如重金属、氟等)和有机污染物(如染料、石油烃、农药、抗生素等),研究其吸附效果及作用机理。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种改性稻草秸秆生物炭的制备方法及其应用。本发明的制备原料为工农业废弃物,廉价易得,制备方法简单,制作成本低廉,其对污染物的去除率高,吸附量大,对环境无二次污染,有助于对环境污染进行管控和治理。

[0006] 本发明的技术方案是这样实现的:一种改性稻草秸秆生物炭的制备方法,包括如下步骤:

[0007] 1) 原材料的准备:收集粉煤灰和稻草秸秆,粉煤灰烘干;稻草秸秆烘干、粉碎;

[0008] 2) 碱熔粉煤灰的制备:将步骤1)所得的粉煤灰与氢氧化钠混合后焙烧,即得碱熔粉煤灰;

[0009] 3) 稻草秸秆与碱熔粉煤灰的混合:将步骤2)得到的碱熔粉煤灰加入到步骤1)得到的稻草秸秆中,再加入一定体积的去离子水,依序经过摇匀、振荡、烘干和粉碎,得到稻草秸秆与碱熔粉煤灰混合物;

[0010] 4) 改性稻草秸秆生物炭的制备:将步骤3)得到的稻草秸秆与碱熔粉煤灰混合物依序经过热解和粉碎,即得改性稻草秸秆生物炭。

[0011] 上述的一种改性稻草秸秆生物炭的制备方法,步骤1)中所述的粉煤灰为燃煤电厂粉煤灰,粒径小于0.045mm,在100~110℃环境下烘干;

[0012] 所述稻草秸秆为农田稻草秸秆,在70~90℃环境下烘干,粉碎后粒径小于1.00mm。

[0013] 上述的一种改性稻草秸秆生物炭的制备方法,步骤2)具体为:将步骤1)所得的粉煤灰与氢氧化钠按质量比为1:1~1.5混合均匀后,在600~700℃的温度环境下焙烧0.5~2h,焙烧产物粉碎至粒径小于1.00mm,得经过碱熔融处理后的粉煤灰,即碱熔粉煤灰。

[0014] 上述的一种改性稻草秸秆生物炭的制备方法,步骤2)所述氢氧化钠为分析纯化学试剂。

[0015] 上述的一种改性稻草秸秆生物炭的制备方法,步骤3)中所述的稻草秸秆与碱熔粉煤灰的混合比例为质量比1:0.1~0.5;所述碱熔粉煤灰和稻草秸秆混合物与去离子水的质量体积比为1:10g/ml;所述振荡时间为2~6h;所述烘干温度为70~90℃;所述粉碎后粒径小于1.00mm。

[0016] 上述的一种改性稻草秸秆生物炭的制备方法,步骤4)中所述热解具体为:以10℃/min的升温速率由室温升温至650~750℃,保温热解1~2h,热解完成后自然冷却;所述粉碎后粒径小于1.00mm。

[0017] 本发明的如权利要求1所述的改性稻草秸秆生物炭用于污水中除去水体中亚甲基蓝和阳离子红的应用。

[0018] 上述的改性稻草秸秆生物炭用于污水中除去水体中亚甲基蓝和阳离子红的应用中,所制得的改性稻草秸秆生物炭能够在 $7 \leq \text{pH} \leq 13$ 范围内处理亚甲基蓝废水,在 $1 \leq \text{pH} \leq 13$ 范围内处理阳离子红废水。

[0019] 上述的改性稻草秸秆生物炭用于污水中除去水体中亚甲基蓝和阳离子红的应用中,所制得的改性稻草秸秆生物炭对亚甲基蓝和阳离子红的吸附平衡时间为2~24h,对亚甲基蓝的吸附平衡时间优选为4~24h。

[0020] 本发明采用上述方法后,与现有技术相比,具有如下优点和效果:

[0021] 1) 本发明采用的粉煤灰含有大量多孔玻璃体,呈多孔性蜂窝状组织,比表面积较

大,同时其表面还具有大量Si—O—Si键、Al—O—Al键等活性基团,吸附活性较高。但粉煤灰在形成过程中,由于部分气体逸出而具有开放性孔穴,表面呈蜂窝状;部分气体未逸出被裹在颗粒内形成封闭性孔穴,内部也呈蜂窝状。前者由于孔穴暴露在表面,具有吸附性能;后者的吸附性能则很小,需用物理或化学方法打开封闭的孔穴,以提高其孔隙率及比表面积。碱熔处理不但能打开孔穴,还能通过碱的作用使之生成大量新的微细小孔,增加比表面积和孔隙率,处理废水的效果也将大幅提高。

[0022] 2) 本发明对包括稻草秸秆这一农业废弃物进行资源化利用制备吸附材料生物炭,并通过碱熔粉煤灰改性提高其吸附效率,得到改性稻草秸秆生物炭高效吸附剂。

[0023] 3) 本发明采用价廉易得的工农业废弃物为原料,可以在一定程度上控制工农业固体废物污染,减轻了工农业废弃物的处理压力,实现工农业废弃物的高值化利用,变废为宝,有望商品化生产。

[0024] 4) 本发明制得的改性稻草秸秆生物炭,对于印染废水中普遍存在的去亚甲基蓝和阳离子红具有显著的吸附效力,提高了处理效率,有利于水污染治理,具有较好的应用前景。

附图说明

[0025] 图1为粉煤灰、碱熔粉煤灰、生物炭和本发明改性稻草秸秆生物炭的SEM图,其中图1(a)为粉煤灰的SEM图,图1(b)碱熔粉煤灰的SEM图,图1(c)为稻草秸秆生物炭的SEM图,图1(d)改性稻草秸秆生物炭的SEM图。

[0026] 图2为稻草秸秆生物炭和本发明改性稻草秸秆生物炭的傅里叶表征图。

[0027] 图3为稻草秸秆生物炭和本发明改性稻草秸秆生物炭的EDS能谱图。

[0028] 图4为本发明实施例4中改性稻草秸秆生物炭对亚甲基蓝和阳离子红吸附平衡实验结果图。

[0029] 图5为本发明实施例5中改性稻草秸秆生物炭对亚甲基蓝和阳离子红吸附动力学实验结果图。

[0030] 图6为本发明实施例6中改性稻草秸秆生物炭在不同溶液初始pH值下对亚甲基蓝和阳离子红吸附实验结果图。

具体实施方式

[0031] 下面结合具体实施例对本发明作进一步的详细说明,但并不构成对本发明的任何限制。

[0032] 本发明的一种改性稻草秸秆生物炭的制备方法,包括如下步骤:

[0033] 1) 原材料的准备:收集粒径小于0.045mm的燃煤电厂粉煤灰和农田稻草秸秆,粉煤灰在100~110℃环境下烘干;稻草秸秆在70~90℃环境下烘干,然后粉碎至粒径小于1.00mm。

[0034] 其中,燃煤电厂粉煤灰的化学成分见表1,

[0035] 表1粉煤灰的化学成分(质量分数)单位:%

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	其它
[0036]	56.74	24.59	6.55	4.87	1.87	5.38

[0037] 2) 碱熔粉煤灰的制备:将步骤1)所得的粉煤灰与氢氧化钠按质量比为1:1~1.5,混合均匀后,在600~700℃的温度环境下焙烧0.5~2h,焙烧产物粉碎至粒径小于1.00mm,得经过碱熔融处理后的粉煤灰,即碱熔粉煤灰。所述氢氧化钠为分析纯化学试剂。

[0038] 3) 稻草秸秆与碱熔粉煤灰的混合:将步骤2)得到的碱熔粉煤灰加入到步骤1)得到的稻草秸秆中,稻草秸秆与碱熔粉煤灰的混合比例为质量比1:0.1~0.5,再加入去离子水,碱熔粉煤灰和稻草秸秆混合物与去离子水的质量体积比为1:10g/ml,然后摇匀,振荡2~6h后,在70~90℃环境下烘干,再粉碎至粒径小于1.00mm,得到稻草秸秆与碱熔粉煤灰混合物;

[0039] 4) 改性稻草秸秆生物炭的制备:将步骤3)得到的稻草秸秆与碱熔粉煤灰混合物放于刚玉坩埚中,盖紧坩埚盖子,放入马弗炉中,以10℃/min的升温速率由室温升温至650~750℃,保温热解1~2h,热解完成后在马弗炉内自然冷却,再取出样品,粉碎至粒径小于1.00mm,即得改性稻草秸秆生物炭。

[0040] 650~750℃稻草秸秆生物炭的比表面积为76.25-84.69m²/g,改性后的生物炭比表面积大幅增加,提高至311.6-352.4m²/g,直径小于为1nm微孔明显增多。由图1(a)和(b)对比粉煤灰和碱熔粉煤灰,可以看出氢氧化钠不但打开了粉煤灰封闭的孔穴,还使之生成了大量新的微细小孔,增加比表面积和孔隙率。由图1(c)和(d)对比生物炭改性前后,可以看出通过本发明方法能够使稻草秸秆生物炭表面变得更粗糙,增加了微孔数量和体积,并在生物炭表面很好地形成一层碱熔粉煤灰“绒状”覆膜,增加了比表面积,从而可增强其吸附性能。由图2可知,通过本发明方法明显增强了波长范围位于1100~450cm⁻¹区间中Si—O—Si键、Al—O—Al键等活性基团的吸光度,同时由图3(a)和(b)可知,本发明方法明显增加了改性稻草秸秆生物炭表面碱熔粉煤灰所含主要元素O、Si和Al的含量,可以判定改性后的生物炭表面上已经成功负载上碱熔粉煤灰,通过上述方法可以达到改性的效果。

[0041] 实施例1

[0042] 将在发电厂收集的粉煤灰,在105℃下烘干,烘干后的粉煤灰与氢氧化钠以质量比为1:1.2混合均匀,装入刚玉坩埚中,用马弗炉在650℃下焙烧1h后,在炉膛内冷却后取出,粉碎后粒径小于1.00mm,即得碱熔粉煤灰。将农田稻草秸秆在80℃环境下烘干,稻草秸秆粉碎后粒径小于1.00mm。将烘干粉碎后的稻草秸秆与碱熔粉煤灰以质量比为10:3,即碱熔粉煤灰的加入质量为稻草秸秆质量的30%混合均匀,再在混合物内加入去离子水,混合物与去离子水的质量体积比为1:10g/ml,振荡2h,在80℃环境下烘干,粉碎至粒径小于1.00mm。

[0043] 将烘干后的稻草秸秆与碱熔粉煤灰的混合物,放于刚玉坩埚中,盖紧坩埚盖子,放入马弗炉中,以10℃/min升温速率将热解温度分别升至650℃,保温热解1.5h,热解完成后在马弗炉内自然冷却,再取出样品,粉碎至粒径小于1.00mm,即得改性稻草秸秆生物炭。

[0044] 应用效果:通过上述制备得到的改性稻草秸秆生物炭,投加到含有10mg/L亚甲基蓝或阳离子红的水溶液中,pH在6~8范围内,投加浓度为0.25g/L,置于恒温摇床上,于25±1℃温度范围内以150r/min振荡2h。结果显示改性稻草秸秆生物炭可以有效地吸附水体中亚甲基蓝和阳离子红。所制备的改性稻草秸秆生物炭对亚甲基蓝的吸附量为22.7mg/g,吸

附量较相同条件下制备的纯稻草秸秆生物炭提高了5倍多;对阳离子红的吸附量为27.8mg/g,吸附量较相同条件下制备的纯稻草秸秆生物炭提高约65%。

[0045] 实施例2

[0046] 将在发电厂收集的粉煤灰,在100℃下烘干,烘干后的粉煤灰与氢氧化钠以质量比为1:1混合均匀,装入刚玉坩埚中,用马弗炉在600℃下焙烧2h后,在炉膛内冷却后取出,粉碎后粒径小于1.00mm,即得碱熔粉煤灰。将农田稻草秸秆在70℃环境下烘干,稻草秸秆粉碎后粒径小于1.00mm。将烘干粉碎后的稻草秸秆与碱熔粉煤灰以质量比为10:1,即碱熔粉煤灰的加入质量为稻草秸秆质量的10%混合均匀,再在混合物内加入一定量的去离子水,混合物与去离子水的质量体积比为1:10g/ml,振荡4h,然后在70℃环境下烘干,粉碎至粒径小于1.00mm。

[0047] 将烘干后的稻草秸秆与碱熔粉煤灰的混合物,放于刚玉坩埚中,盖紧坩埚盖子,放入马弗炉中,以10℃/min升温速率将热解温度升至700℃,在此温度下热解1h,热解完成后在马弗炉内自然冷却,再取出样品,粉碎至粒径小于1.00mm,即得改性稻草秸秆生物炭。

[0048] 应用效果:通过上述制备得到的改性稻草秸秆生物炭,投加到含有10mg/L亚甲基蓝或阳离子红的水溶液中,pH在6~8范围内,投加浓度为0.25g/L,置于恒温摇床上,于25±1℃温度范围内以150r/min振荡4h。结果显示改性稻草秸秆生物炭可以有效地吸附水体中亚甲基蓝和阳离子红。所制备的改性稻草秸秆生物炭对亚甲基蓝的吸附量分别为21.5mg/g;对阳离子红的吸附量为25.1mg/g。

[0049] 实施例3

[0050] 将在发电厂收集的粉煤灰,在110℃下烘干,烘干后的粉煤灰与氢氧化钠以质量比为1:1.5混合均匀,装入刚玉坩埚中,用马弗炉在700℃下焙烧0.5h后,在炉膛内冷却后取出,粉碎后粒径小于1.00mm,即得碱熔粉煤灰。将农田稻草秸秆在90℃环境下烘干,稻草秸秆粉碎后粒径小于1.00mm。将烘干粉碎后的稻草秸秆与碱熔粉煤灰以质量和10:5混合均匀,即碱熔粉煤灰的加入质量分别为稻草秸秆质量的50%,再在混合物内加入去离子水,混合物与去离子水的质量体积比为1:10g/ml,振荡24h,在90℃环境下烘干,粉碎至粒径小于1.00mm。

[0051] 将烘干后的稻草秸秆与碱熔粉煤灰的混合物,放于刚玉坩埚中,盖紧坩埚盖子,放入马弗炉中,以10℃/min升温速率将热解温度分别升至750℃,在此温度下分别热解2h,热解完成后在马弗炉内自然冷却,再取出样品,粉碎至粒径小于1.00mm,即得改性稻草秸秆生物炭。

[0052] 应用效果:通过上述制备得到的改性稻草秸秆生物炭,投加到含有10mg/L亚甲基蓝或阳离子红的水溶液中,pH在6~8范围内,投加浓度为0.25g/L,置于恒温摇床上,于25±1℃温度范围内以150r/min振荡6h。结果显示改性稻草秸秆生物炭可以有效地吸附水体中亚甲基蓝和阳离子红。所制备的改性稻草秸秆生物炭对亚甲基蓝的吸附量为24.3mg/g;对阳离子红的吸附量为30.8mg/g。

[0053] 实施例4

[0054] 将在发电厂收集的粉煤灰,在105℃下烘干,烘干后的粉煤灰与氢氧化钠以质量比为1:1.2混合均匀,装入刚玉坩埚中,用马弗炉在650℃下焙烧1h后,在炉膛内冷却后取出,粉碎后粒径小于1.00mm,即得碱熔粉煤灰。将农田稻草秸秆在80℃环境下烘干,稻草秸秆粉

碎后粒径小于1.00mm。将烘干粉碎后的稻草秸秆与碱熔粉煤灰以质量比为10:1混合均匀,即碱熔粉煤灰的加入质量为稻草秸秆质量的10%,再在混合物内加入一定量的去离子水,混合物与去离子水的质量体积比为1:10g/ml,振荡2h,在80℃环境下烘干,粉碎至粒径小于1.00mm。

[0055] 将烘干后的稻草秸秆与碱熔粉煤灰的混合物,放于刚玉坩埚中,盖紧坩埚盖子,放入马弗炉中,以10℃/min升温速率将热解温度升至700℃,在此温度下热解2h,热解完成后在马弗炉内自然冷却,再取出样品,粉碎至粒径小于1.00mm,即得改性稻草秸秆生物炭。

[0056] 应用效果:通过上述制备得到的改性稻草秸秆生物炭,投加到分别含有5、10、15、20、30、40、60、80mg/L亚甲基蓝或阳离子红的水溶液中,pH在6~8范围内,投加浓度为0.25g/L,置于恒温摇床上,于25±1℃温度范围内以150r/min振荡3h。实验结果如图4所示,由图4表明改性稻草秸秆生物炭可以有效地吸附水体中亚甲基蓝和阳离子红。在700℃下热解2h,碱熔粉煤灰的加入质量为稻草秸秆质量的10%条件下,制备的改性稻草秸秆生物炭对亚甲基蓝的最大吸附量可达到40.8mg/g;对阳离子红的最大吸附量可达到63.1mg/g。

[0057] 实施例5

[0058] 通过本发明实施例4中制备得到的改性稻草秸秆生物炭,投加到含有10mg/L亚甲基蓝或阳离子红的水溶液中,pH在6~8范围内,投加浓度为0.25g/L,置于恒温摇床上,于25±1℃温度范围内以150r/min振荡10min、30min、1、2、4、8、16、24h。实验结果如图5所示,由图5表明改性稻草秸秆生物炭可以有效地吸附水体中亚甲基蓝和阳离子红。在700℃下热解2h,碱熔粉煤灰的加入质量为稻草秸秆质量的10%条件下,制备的改性稻草秸秆生物炭对亚甲基蓝的最大吸附量可达到34.9mg/g;对阳离子红的最大吸附量可达到36.7mg/g。

[0059] 实施例6

[0060] 通过本发明实施例4中制备得到的改性稻草秸秆生物炭,投加到含有10mg/L亚甲基蓝或阳离子红的水溶液中,该水溶液的初始pH值分别调节为1、3、5、7、9、11、13,投加浓度为0.25g/L,置于恒温摇床上,于25±1℃温度范围内以150r/min振荡2h。实验结果如图6所示,由图6表明改性稻草秸秆生物炭可以有效地吸附水体中亚甲基蓝和阳离子红。在700℃下热解2h,碱熔粉煤灰的加入质量为稻草秸秆质量的10%条件下,制备的改性稻草秸秆生物炭在溶液初始pH值>5时,有较好的吸附效果,对亚甲基蓝的最大吸附量(pH=13)可达到32.2mg/g;对阳离子红的最大吸附量(pH=11)可达到38.7mg/g。

[0061] 以上所举实施例为本发明的较佳实施方式,仅用来方便说明本发明,并非对本发明作任何形式上的限制,任何所属技术领域中具有通常知识者,若在不脱离本发明所提技术特征的范围,利用本发明所揭示技术内容所作出局部更动或修饰的等效实施例,并且未脱离本发明的技术特征内容,均仍属于本发明技术特征的范围。

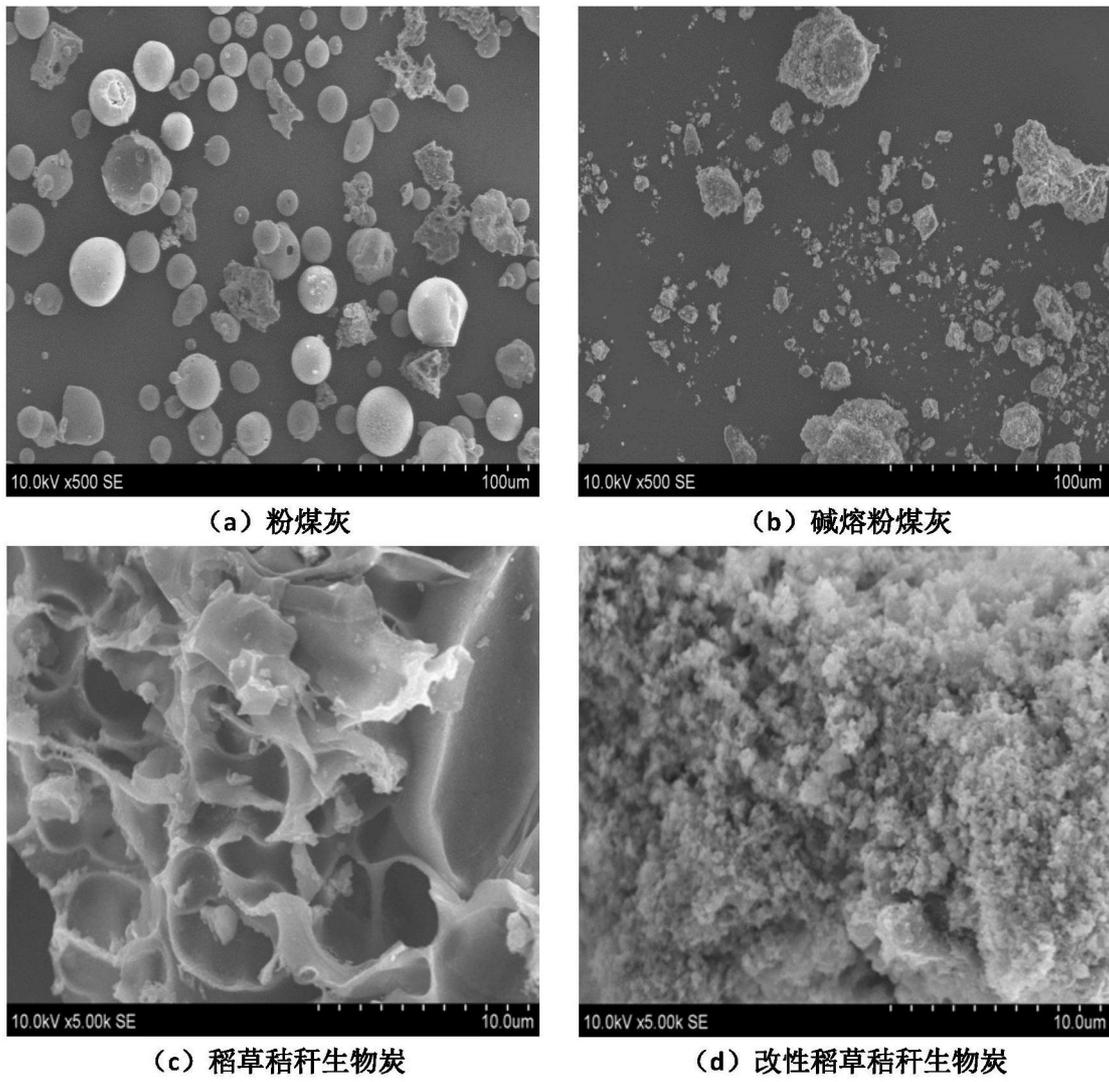


图1

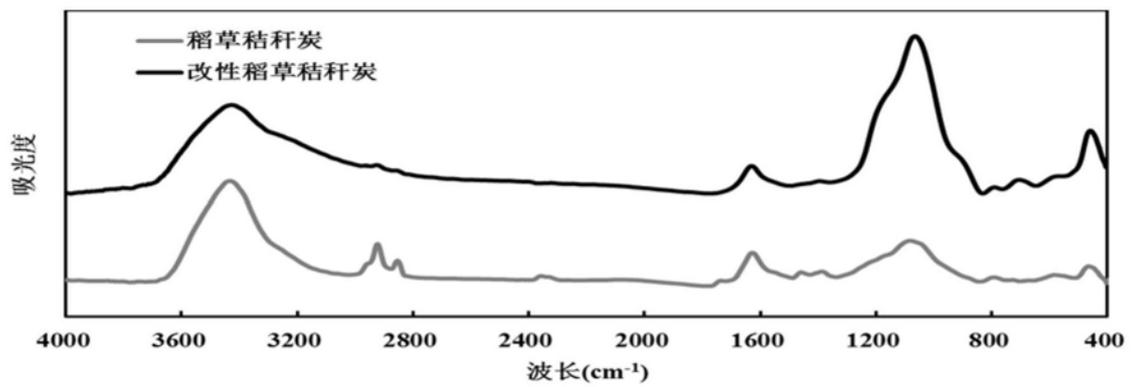
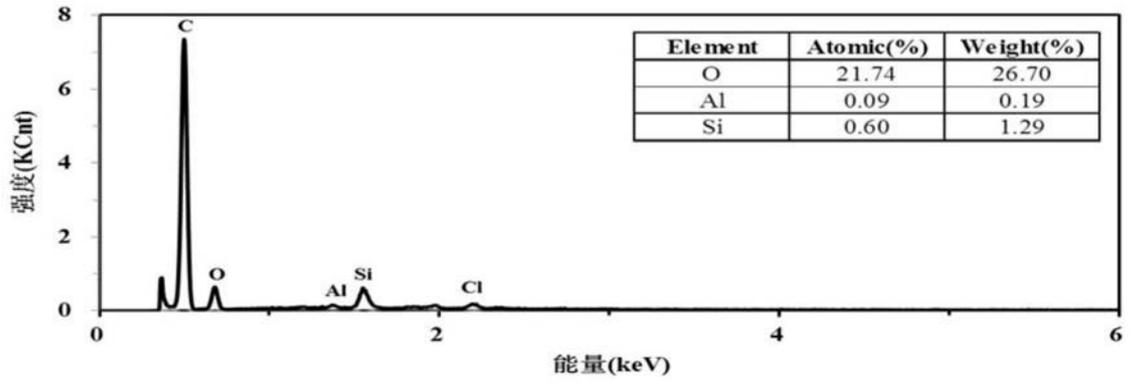
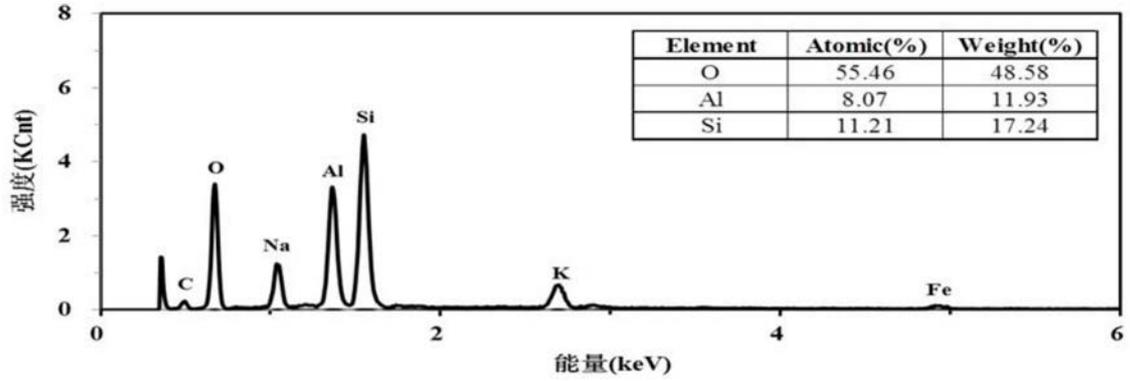


图2



(a) 稻草秸秆生物炭



(b) 改性稻草秸秆生物炭

图3

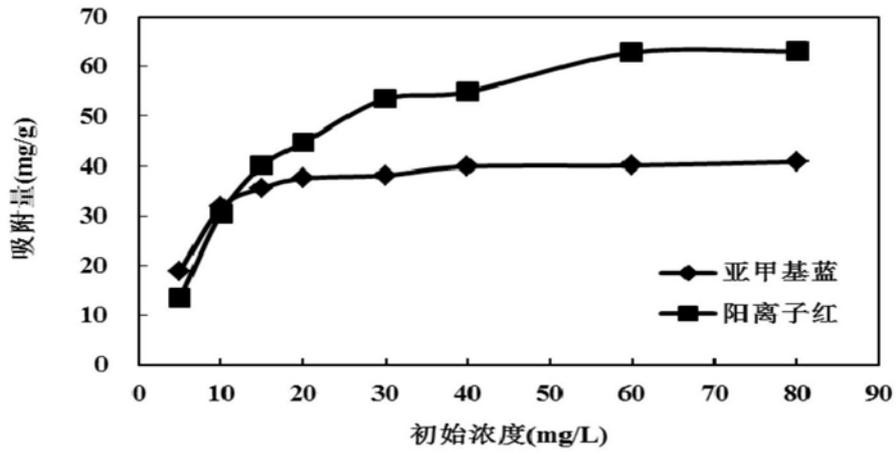


图4

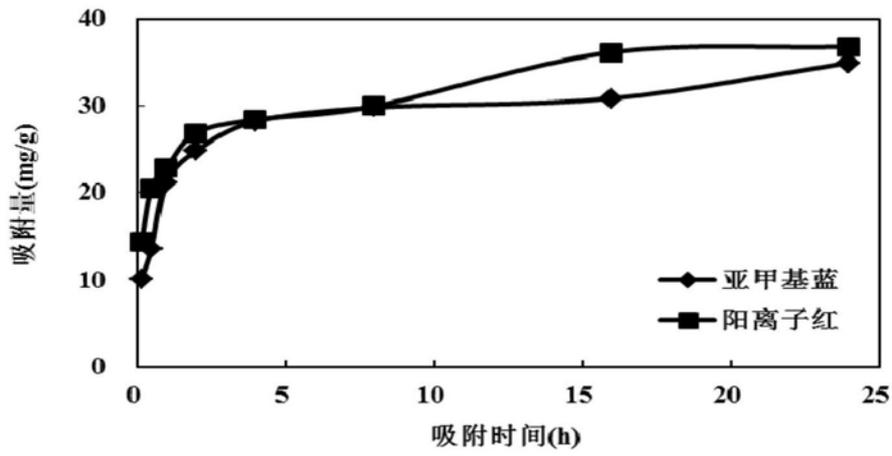


图5

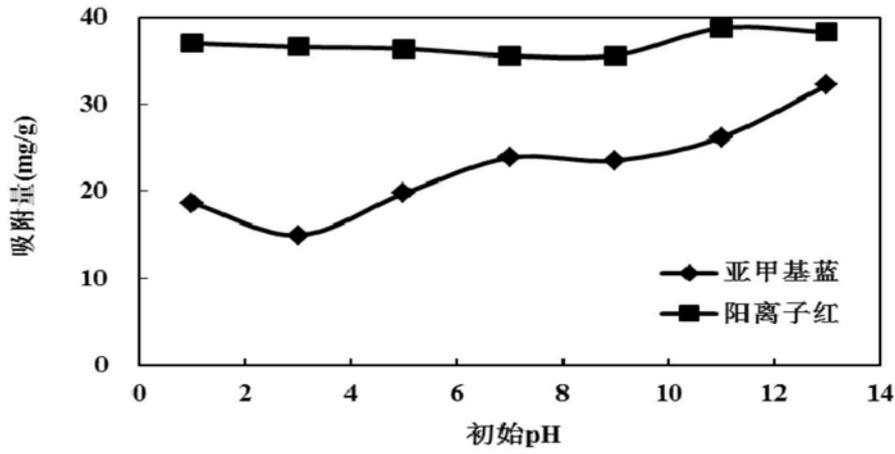


图6