



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109081342 B

(45) 授权公告日 2020.10.02

(21) 申请号 201810874492.5

H01G 11/86 (2013.01)

(22) 申请日 2018.08.03

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109081342 A

CN 106698418 A, 2017.05.24

CN 106430186 A, 2017.02.22

CN 1252685 A, 2000.05.10

(43) 申请公布日 2018.12.25

CN 107651686 A, 2018.02.02

(73) 专利权人 成都城电电力工程设计有限公司
地址 610041 四川省成都市高新区高新大道创业路2号

CN 101993070 A, 2011.03.30

JP 2012211026 A, 2012.11.01

US 9346678 B1, 2016.05.24

(72) 发明人 鲁慧琳 罗琛 李松涛 蔡刚林
鲁群 黄霞 骆彦凌

Muhammad Shoaib et al. "Optimization and characterization of sliced activated carbon prepared from date palm tree fronds by physical activation".《BIOMASS AND BIOENERGY》.2015,第73卷第124-134页.

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理有限公司 51214
代理人 余小飞 詹永斌

Yasamin Majedi et al. Treatment of Dye-Loaded Wastewater with Activated Carbon from Date Palm Leaf Wastes.《World Sustainability Forum 2014 - Conference Proceedings Paper》.2014,第1-12页.

(51) Int. Cl.

C01B 32/336 (2017.01)

C01B 32/342 (2017.01)

C01B 32/324 (2017.01)

H01G 11/34 (2013.01)

H01G 11/44 (2013.01)

H01G 11/24 (2013.01)

审查员 王智华

权利要求书1页 说明书6页 附图3页

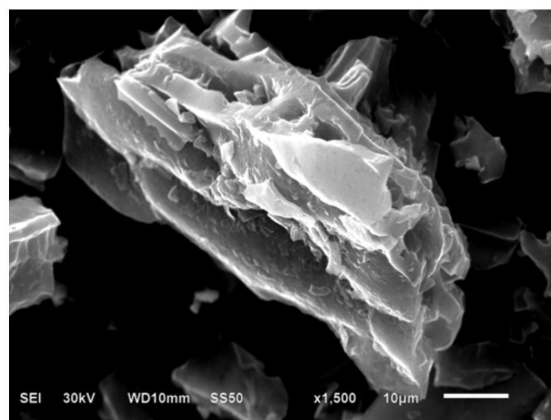
(54) 发明名称

一种海枣叶生物质多孔活性炭及其制备方法和应用

料,比电容高,循环稳定性优异,在电力变电站和电动汽车蓄电池、水净化等领域均具有良好的应用前景。

(57) 摘要

本发明提供一种海枣叶生物质多孔活性炭,属于植物资源化利用及电容器技术领域。所述活性炭是以海枣叶为原料,经除尘及干燥后进行碳化处理,然后将碳化后的海枣叶与活化剂混合并在惰性气氛下进行高温活化处理,最后经酸处理,洗涤,过滤,干燥的方法制备得到。本发明还提供所述活性炭的制备方法及应用。本发明以来源丰富、易于存活且生长周期短的海枣叶为原料,生产工艺简单易行、易于工业化,且能带来良好经济效益,有利于生物资源充分利用。本发明制备得到的海枣叶多孔活性炭比表面积大,孔隙发达,孔径分布均匀,将其作为电容器的电极材



1. 一种海枣叶生物质多孔活性炭的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 预处理:将新摘取海枣叶用去离子水和酒精交替洗涤多次,除去灰尘,然后置于鼓风干燥箱内,在60~80℃下干燥24~36h,把干燥后的海枣叶裁剪成0.01~1cm²大小的碎片后粉碎或研磨成粉末,即获得干燥的海枣叶粉末原料;

2) 碳化处理:将步骤1)制备得到的海枣叶粉末原料置于高温管式炉中,在惰性气体保护下以1~10℃/min的升温速率升温至预烧温度300~500℃,预烧1~3h后,再以1~10℃/min的升温速率升温至煅烧温度600~800℃,保温煅烧1~5h后随炉冷却至室温,即得海枣叶碳化产物;

3) 高温活化:将海枣叶碳化产物与活化剂混合,在惰性气体氛围下进行高温活化处理,最后经酸性溶液处理,洗涤、过滤、干燥即得海枣叶生物质多孔活性炭;

所述活化剂为碳酸钾、碳酸钠、氢氧化钾、氢氧化钠、氢氧化钙、氯化锌、磷酸中的一种或两种以上的混合物,且所述活化剂与海枣叶碳化产物的质量比为1~6:1;

所述高温活化处理的温度为900~1000℃,时间为0.5~3h,升温速率1~5℃/min;所述干燥温度为90~110℃,时间为6~12h;

所述酸性溶液为盐酸或硝酸,浓度为0.5~3mol/L。

2. 一种海枣叶生物质多孔活性炭,其特征在于,采用上述权利要求1所述的制备方法制备得到。

3. 如权利要求2所述一种海枣叶生物质多孔活性炭的应用,其特征在于,所述活性炭在吸附、分离、催化剂载体、锂硫电池或电化学能源中的应用。

一种海枣叶生物质多孔活性炭及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明属于植物资源化利用及电容器技术领域,具体为一种海枣叶生物质多孔活性炭及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 21世纪以来,伴随着人口急剧增长和社会经济快速发展,传统石油能源资源日渐短缺及其带来的环境污染问题使人类可持续发展面临着重大的考验。为了满足社会消费需求和环保要求,越来越多的研究者开始致力于探索成本低廉、原料丰富、循环寿命长且安全环保的新型绿色能源。超级电容器因其具有功率密度高、循环寿命长、充放电迅速、绿色环保等优点,被广泛应用于电动汽车、无轨电车、柔性器材、航空航天等诸多领域。因此,对于开发比容量高、价格低廉的超级电容器电极材料已是刻不容缓。

[0003] 近年来,尽管新的超级电容器电极材料层出不穷,但活性炭由于具有高比表面积、发达孔隙结构、良好稳定性和导电性、价格低廉等优点,而成为超级电容器电极材料的首选或基底材料。目前,全世界活性炭的年需求量大约在500万吨以上,国内年需求量在100万吨以上,且具有高比表面积的碳材料市场售价达50-100美元每千克。其中,利用纯天然生物质材料制备的多孔活性炭材料具有广阔应用前景。生物质多孔炭的原料来源丰富,成本低廉,完全符合绿色环保和资源可持续发展的要求,且生物质炭制备流程简单可控,具有可规模化生产的特点。我国生产的商用活性炭主要原料为煤炭、木材等,虽然技术相对成熟,但性能有待提高,且长期使用煤炭、木材不利于环境保护,成本难以下降。

发明内容

[0004] 本发明的目的之一在于提供一种以海枣叶为原料制备的海枣叶生物质多孔活性炭;目的之二在于提供所述海枣叶生物质多孔活性炭的制备方法,目的之三在于提供所述海枣叶生物质多孔活性炭的应用。

[0005] 本发明目的通过以下技术方案来实现:

[0006] 一种海枣叶生物质多孔活性炭,所述活性炭是以海枣叶为原料,经除尘及干燥后进行碳化处理,然后将碳化后的海枣叶与活化剂混合并在惰性气氛下进行高温活化处理,最后经酸处理,洗涤,过滤,干燥的方法制备得到。

[0007] 一种海枣叶生物质多孔活性炭的制备方法,包括以下步骤:

[0008] 1) 预处理:将海枣叶洗涤除尘,经干燥,粉碎,即得海枣叶粉末原料;

[0009] 2) 碳化处理:将海枣叶粉末原料在惰性气体氛围下升温至预烧温度,预烧后再升温至煅烧温度,保温煅烧后冷却至室温,即得海枣叶碳化产物;

[0010] 3) 高温活化:将海枣叶碳化产物与活化剂混合,在惰性气体氛围下进行高温活化处理,最后经酸性溶液处理,洗涤、过滤、干燥即得海枣叶生物质多孔活性炭。

[0011] 作为本发明所述一种海枣叶生物质多孔活性炭的制备方法的一个具体实施例,步骤1)中,所述海枣叶洗涤除尘采用去离子水和酒精交替洗涤;所述干燥温度为60~80℃,时

间为24~36h;所述粉碎为裁剪成碎片后粉碎或研磨成粉末。

[0012] 作为本发明所述一种海枣叶生物质多孔活性炭的制备方法的一个具体实施例,步骤2)中,所述预烧温度为300~500℃,时间为1~3h;所述煅烧的温度为600~800℃,时间为1~5h。

[0013] 作为本发明所述一种海枣叶生物质多孔活性炭的制备方法的一个具体实施例,步骤2)中,所述升温至预烧温度的升温速率为1~10℃/min,所述升温至煅烧温度的升温速率为1~10℃/min。

[0014] 作为本发明所述一种海枣叶生物质多孔活性炭的制备方法的一个具体实施例,步骤3)中,所述活化剂为碳酸钾、碳酸钠、氢氧化钾、氢氧化钠、氢氧化钙、氯化锌、磷酸中的一种或两种以上的混合物,且所述活化剂与海枣叶碳化产物的质量比为1~6:1。

[0015] 作为本发明所述一种海枣叶生物质多孔活性炭的制备方法的一个具体实施例,步骤3)中,所述高温活化处理的温度为900~1000℃,时间为0.5~3h,升温速率1~5℃/min;所述干燥温度为90~110℃,时间为6~12h。

[0016] 作为本发明所述一种海枣叶生物质多孔活性炭的制备方法的一个具体实施例,步骤3)中,所述酸性溶液为盐酸或硝酸,浓度为0.5~3mol/L。

[0017] 一种海枣叶生物质多孔活性炭的应用,所述活性炭在电容器中的应用。

[0018] 作为本发明所述一种海枣叶生物质多孔活性炭的应用的一个具体实施例,所述活性炭用作电容器或超级电容器的电极材料。

[0019] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0020] 1、本发明采用了来源丰富、易于存活且生长周期短的海枣叶为原料,生产工艺简单易行、易于工业化生产,且能带来良好经济效益,有利于生物资源充分利用和社会可持续发展。

[0021] 2、本发明制备的海枣叶多孔活性炭比表面积大,孔隙发达,孔径分布均匀,将其作为电极材料,比电容高,循环稳定性优异,在电容器、催化剂载体、水净化、锂硫电池等储能领域均具有良好的应用前景。

附图说明

[0022] 图1为实施例2海枣叶生物质多孔活性炭的扫描电镜(SEM)图。

[0023] 图2为实施例2海枣叶生物质多孔活性炭的氮气吸脱附曲线图。

[0024] 图3为实施例2海枣叶生物质多孔活性炭的孔径分布曲线图。

[0025] 图4为实施例2海枣叶生物质多孔活性炭电极在5mV/s扫速下的循环伏安曲线(CV)图。

[0026] 图5为实施例2海枣叶生物质多孔活性炭电极在1A/g电流密度下的恒流充放电曲线(GCD)图。

[0027] 图6为实施例2海枣叶生物质多孔活性炭组装的超级电容器在1A/g电流密度下的循环寿命曲线图。

具体实施方式

[0028] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,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。

[0029] 下面结合具体原理及制备步骤对本发明一种海枣叶生物质多孔活性炭及其制备方法和应用进行详细说明。

[0030] 本发明提供一种海枣叶生物质多孔活性炭,所述活性炭是以海枣叶为原料,经除尘及干燥后进行碳化处理,然后将碳化后的海枣叶与活化剂混合并在惰性气氛下进行高温活化处理,最后经酸处理,洗涤,过滤,干燥的方法制备得到。

[0031] 本发明以海枣叶为原料,经碳化及高温活化制备得到的海枣叶生物质多孔活性炭。海枣(枣椰树):枣椰树中文名称罗比亲王海枣,别名海枣,棕榈科,原产地印度、中南半岛,是木质化的草本植物。海枣是干热地区重要果树作物之一,且有大面积栽培。除果实供食用外,其花序汁液可制糖,叶可造纸,树干作建筑材料与水槽,树形美观,常作观赏植物。海枣是一种极易生存且生长快速的草本植物。目前海枣叶资源的研究和开发仍处于起步阶段,因此,研究制备海枣叶生物质多孔碳材料具有十分重要的意义。

[0032] 本发明还提供一种海枣叶生物质多孔活性炭的制备方法,包括:

[0033] 步骤1) 预处理

[0034] 将海枣叶洗涤除尘,经干燥,粉碎,即得海枣叶粉末原料。

[0035] 具体地,将新摘取海枣叶用去离子水和酒精交替洗涤多次,除去灰尘等残留物,然后置于鼓风干燥箱内,在60~80℃下干燥24~36h,把干燥后的海枣叶裁剪成碎片后粉碎或研磨成粉末,即获得干燥的海枣叶粉末原料。

[0036] 将新摘取海枣叶用去离子水和酒精交替洗涤多次除去表面灰尘等其他杂质,然后置于鼓风干燥箱内,在60~80℃下干燥24~36h尽可能将碳源中水分去除,留下有机物质以供煅烧处理,干燥成枯黄色即可,然后将海枣叶裁剪成0.01~1cm²大小的碎片或将研磨成粉末,可大大增加质量密度,减少需要装载的体积容量,便于煅烧。

[0037] 步骤2) 碳化处理

[0038] 将海枣叶粉末原料在惰性气体氛围下升温至预烧温度,预烧后再升温至煅烧温度,保温煅烧后冷却至室温,即得海枣叶碳化产物。

[0039] 具体地,将步骤1)制备得到的海枣叶粉末原料置于高温管式炉中,在惰性气体保护下以1~10℃/min的升温速率升温至预烧温度300~500℃,预烧1~3h后,再以1~10℃/min的升温速率升温至煅烧温度600~800℃,保温煅烧1~5h后随炉冷却至室温,即得海枣叶碳化产物。

[0040] 将预处理的海枣叶进行碳化处理,可得到初步的炭材料,以备进行第三步的活化处理。碳化中的惰性气体为氮气、氩气或氦气等惰性气体,充当保护作用,防止碳与其他活性气体如氧气进行反应生成小分子气体。首先将碳源以一定升温速率进行预烧处理,以便让碳源中不稳定的物质完全分解并形成多孔结构,同时能保持原有的轮廓和结构不被破坏,有利于结构的稳定和比表面积的增加。预烧一段时间后,继续升温,残留不稳定物质会继续分解,在较高温度下保温煅烧一段时间,促进碳材料石墨化,可提高碳材料稳定性与导电性。

[0041] 步骤3) 高温活化

[0042] 将海枣叶碳化产物与活化剂混合,在惰性气体氛围下进行高温活化处理,最后经

酸性溶液处理,洗涤、过滤、干燥即得海枣叶生物质多孔活性炭。

[0043] 具体地,将海枣叶碳化产物与活化剂混合,在惰性气体保护下以升温速率 $1\sim 5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的升温速率升温至 $900\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 进行高温活化处理 $0.5\sim 3\text{h}$;所得产物经酸性溶液处理、过滤,最后经去离子水洗涤至中性、过滤,置于干燥箱中在 $90\sim 110^{\circ}\text{C}$ 温度下干燥 $6\sim 12\text{h}$ 即得海枣叶生物质多孔活性炭。

[0044] 高温碳化处理是使活化剂与步骤2)碳化处理得到的碳进行反应生成大量的微孔,而原有的微孔在活化剂活化作用下则可能被扩展变成介孔,能大大增加比表面积,增加孔隙结构。惰性气体则是保护碳不被氧气或其他活性气体反应生成小分子气体带走。惰性气体主要有氮气、氩气、氦气等类型,高温活化后用酸性溶液处理产物,洗涤,过滤等操作是将残留的活化剂及活化剂与碳反应生成的其他产物去除掉,同时除掉的物质的位置又会成孔,可进一步增大其比表面积。最终得到较为纯净的生物质活性多孔炭材料。

[0045] 所述活化剂为碳酸钾、碳酸钠、氢氧化钾、氢氧化钠、氢氧化钙、氯化锌、磷酸中的一种或两种以上的混合物,且所述活化剂与海枣叶碳化产物的质量比为 $1\sim 6:1$ 。活化剂具有制孔和扩孔的作用,活化剂一般为氢氧化物,碳酸盐、强酸等物质,优选的质量比能得到良好的孔径分布、适宜的孔容和非常高的比表面积。

[0046] 所述酸性溶液的浓度为 $0.5\sim 3\text{mol/L}$ 。所述酸性溶液优选为盐酸(HCl)或硝酸(HNO_3),去除掉活化剂及生物质活化炭内残留的离子。

[0047] 本发明采用简单生产工艺,即将海枣叶用碳化-高温活化两步法得到高活性生物质多孔炭,并将其用作超级电容器电极材料获得了优异的电化学性能。这不仅扩大了海枣叶的应用领域,大大降低超级电容器生产成本,而且可进行大规模商业化生产。

[0048] 一种海枣叶生物质多孔活性炭的应用,所述活性炭在电容器中的应用。进一步,所述活性炭用作电容器或超级电容器的电极材料。

[0049] 本发明制备得到的生物质活性多孔炭由于发达孔隙结构,高比表面积等优点,可以作为电容器或超级电容器的电极材料应用于电容器或超级电容器中。同时在吸附、分离、催化剂载体、锂硫或其他电化学能源方向等相关领域也存在巨大应用前景。

[0050] 下面结合具体实施例对本发明一种海枣叶生物质多孔活性炭及其制备方法和应用进行进一步解释说明。

[0051] 下述实施例中的实验方法,如无特别说明,均为常规方法。

[0052] 以下实例中海枣叶生物质多孔活性炭的微观结构表征通过扫描电镜,氮气吸脱附测试表征。

[0053] 电极的制备:以所制备的海枣叶生物质多孔活性炭为活性材料,乙炔黑为导电剂,聚偏氟乙烯(PVDF)为粘结剂按质量比为 $8:1:1$ 混合,然后加入适量N-甲基吡咯烷酮(NMP)溶剂调制均匀浆料,将其均匀涂覆在泡沫镍网上。所制极片真空干燥 12h 后在 16MPa 压力下保持 60s 进行压片,之后称量,然后放入真空干燥箱中备用。活性炭材料的负载量为 $5\sim 6\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

[0054] 以下实例中生物质活性炭作为超级电容器的电极材料进行电化学测试方法如下:

[0055] 单电极的电化学性能测试用VersaSTAT3型电化学工作站在三电极体系下进行,其中以 Hg/Hg_0 为参比电极,以泡沫镍为辅助电极,以所制备电极为工作电极,以 6mol/L 的KOH溶液为电解液,其测试电压范围为 $-1\sim 0\text{V}$;电容器(双电极体系)的测试电压则为 $0\sim 1\text{V}$ 。

[0056] 实施例1

[0057] 将新摘取海枣叶用去离子水和酒精交替洗涤多次,除去灰尘等残留物,然后置于鼓风干燥箱内,在80℃下干燥36h,把干燥后的海枣叶裁剪成碎片后研磨成粉末状。取10g海枣叶粉末,置于高温管式炉中,在氮气保护下以10℃/min升温至400℃,恒温碳化2h,然后以3℃/min升温至600℃,恒温碳化1h,室温下取出碳化物,得到未活化海枣叶焦炭。将海枣叶焦炭与活化剂氢氧化钠按质量比1:5研磨混合均匀,然后将混合物置于管式炉中,在氮气保护下以1℃/min的升温速率升温至900℃,活化2h,冷却后取出材料后加入1mol/L HCl搅拌3h去除活化剂,过滤,然后用去离子水洗涤至中性,过滤,最后将产物置于鼓风干燥箱中,在100℃恒温干燥12h,得到海枣叶生物质多孔活性炭。

[0058] 实施例2

[0059] 将新摘取海枣叶用去离子水和酒精交替洗涤多次,除去灰尘等残留物,然后置于鼓风干燥箱内,在80℃下干燥30h,把干燥后的海枣叶裁剪成碎片后研磨成粉末状。取10g海枣叶粉末,置于高温管式炉中,在氮气保护下以5℃/min升温至400℃,恒温碳化1h,然后以5℃/min升温至600℃,恒温碳化2h,室温下取出碳化物,得到未活化海枣叶焦炭。将海枣叶焦炭与活化剂氢氧化钾按质量比1:5研磨混合均匀,然后将混合物置于管式炉中,在氮气保护下以5℃/min的升温速率升温至900℃,活化1h,冷却后取出材料后加入2mol/L HCl搅拌3h去除活化剂,过滤,然后用去离子水洗涤至中性,过滤,最后将产物置于鼓风干燥箱中,在100℃恒温干燥12h,得到海枣叶生物质多孔活性炭。

[0060] 图1是本实施例制备的生物质多孔活性炭的SEM图。从图1可看出,本实施例制备的海枣叶生物质多孔活性炭呈管状且表面粗糙多孔。

[0061] 图2与图3分别是本实施例制备的生物质多孔活性炭的氮气吸脱附曲线图和孔径分布曲线图,图2和图3在温度为77K下测得。从图2可以看出生物质多孔活性炭的氮气吸脱附曲线结合了第I类与第IV类吸附等温曲线的特征,说明材料主要由微孔和介孔组成,且其比表面积高达3010m²/g,平均孔径为2.77nm。

[0062] 图4为本实施例制备的生物质多孔活性炭电极在5mV/s扫速下的CV曲线图,图4为本实施例制备的生物质多孔活性炭电极在1A/g电流密度下的恒流充放电曲线(GCD)图。其中,图4和图5均是在三电极体系下。从图4可以看出CV曲线呈类矩形,表明电极材料具有良好双电层电容行为。由图5可以看出GCD曲线呈对称三角形,在1A/g电流密度下比电容高达290F/g。

[0063] 选取两个活性炭质量负载相同的由本实施例生物质多孔活性炭制备的极片按极片-隔膜-极片-垫片顺序组装成超级电容器进行循环寿命测试。图6为本实施例海枣叶生物质多孔活性炭组装的超级电容器在1A/g电流密度下的循环寿命曲线图,从图6可以看出,经10000次循环后,容量保持率为几乎为100%,表明材料具有优异的循环稳定性。

[0064] 实施例3

[0065] 将新摘取海枣叶用去离子水和酒精交替洗涤多次,除去灰尘等残留物,然后置于鼓风干燥箱内,在80℃下干燥30h,把干燥后的海枣叶裁剪成碎片后研磨成粉末状。取10g海枣叶粉末,置于高温管式炉中,在氮气保护下以8℃/min升温至500℃,恒温碳化1h,然后以5℃/min升温至800℃,恒温碳化2h,室温下取出碳化物,得到未活化海枣叶焦炭。将海枣叶焦炭与活化剂氢氧化钙按质量比1:3研磨混合均匀,然后将混合物置于管式炉中,在氮气保护

下以2℃/min的升温速率升温至1000℃,活化3h,冷却后取出材料后加入0.5mol/LHCl搅拌3h去除活化剂,过滤,然后用去离子水洗涤至中性,过滤,最后将产物置于鼓风干燥箱中,在100℃恒温干燥10h,得到海枣叶生物质多孔活性炭。

[0066] 实施例4

[0067] 将新摘取海枣叶用去离子水和酒精交替洗涤多次,除去灰尘等残留物,然后置于鼓风干燥箱内,在80℃下干燥30h,把干燥后的海枣叶裁剪成碎片后研磨成粉末状。取10g海枣叶粉末,置于高温管式炉中,在氮气保护下以10℃/min升温至400℃,恒温碳化1h,然后以6℃/min升温至700℃,恒温碳化2h,室温下取出碳化物,得到未活化海枣叶焦炭。将海枣叶焦炭与活化剂氢氧化钾、碳酸钠按质量比1:3:1研磨混合均匀,然后将混合物置于管式炉中,在氮气保护下以5℃/min的升温速率升温至1000℃,活化1h,冷却后取出材料后加入1.5mol/LHCl搅拌3h去除活化剂,过滤,然后用去离子水洗涤至中性,过滤,最后将产物置于鼓风干燥箱中,在100℃恒温干燥12h,得到海枣叶生物质多孔活性炭。

[0068] 实施例5

[0069] 将新摘取海枣叶用去离子水和酒精交替洗涤多次,除去灰尘等残留物,然后置于鼓风干燥箱内,在80℃下干燥30h,把干燥后的海枣叶裁剪成碎片后研磨成粉末状。取10g海枣叶粉末,置于高温管式炉中,在氮气保护下以10℃/min升温至400℃,恒温碳化1h,然后以5℃/min升温至600℃,恒温碳化2h,室温下取出碳化物,得到未活化海枣叶焦炭。将海枣叶焦炭与活化剂氢氧化钾、氢氧化钙、碳酸钾按质量比1:3:1:1研磨混合均匀,然后将混合物置于管式炉中,在氮气保护下以3℃/min的升温速率升温至900℃,活化2h,冷却后取出材料后加入2.5mol/LHCl搅拌3h去除活化剂,过滤,然后用去离子水洗涤至中性,过滤,最后将产物置于鼓风干燥箱中,在100℃恒温干燥12h,得到海枣叶生物质多孔活性炭。

[0070] 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。

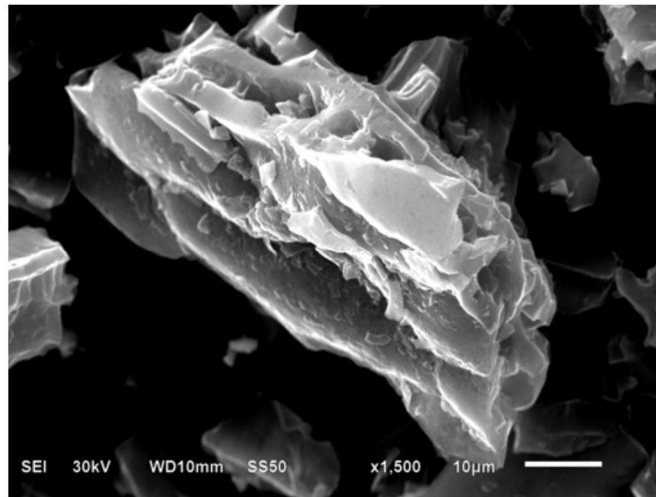


图1

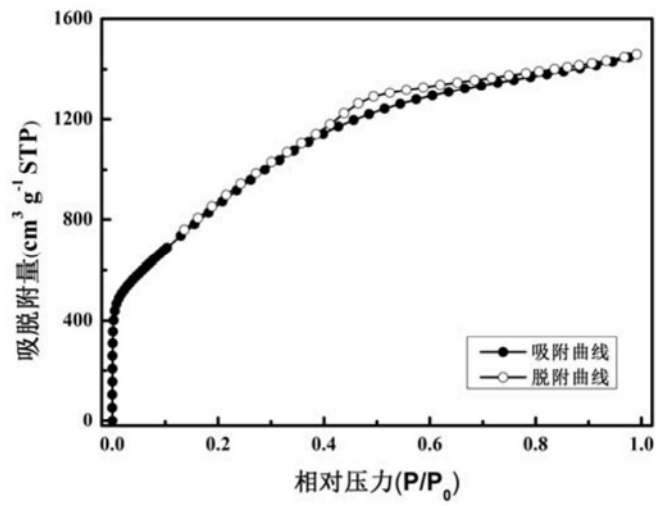


图2

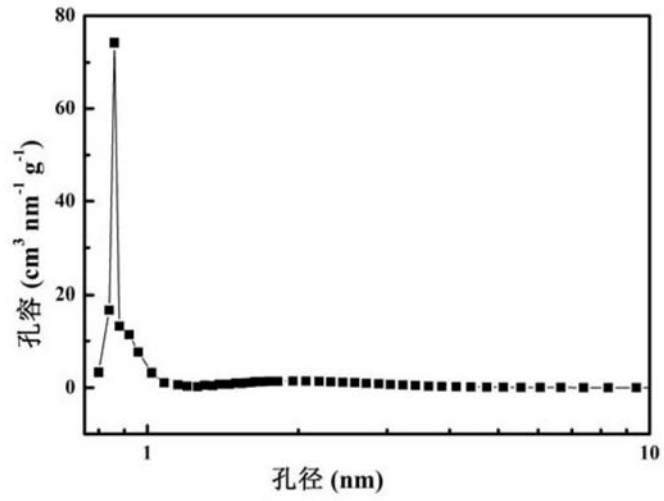


图3

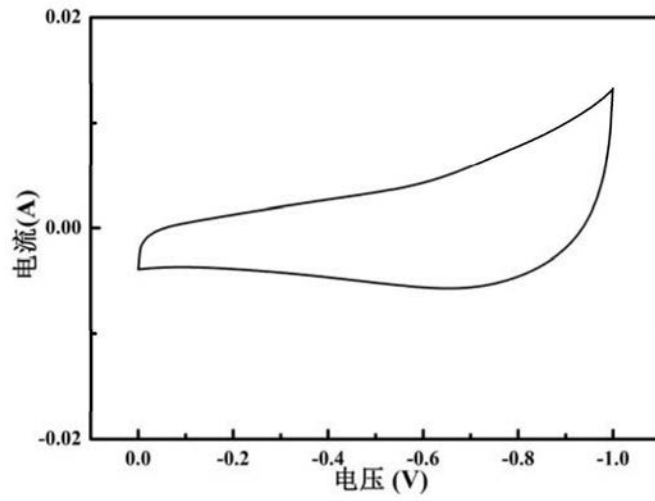


图4

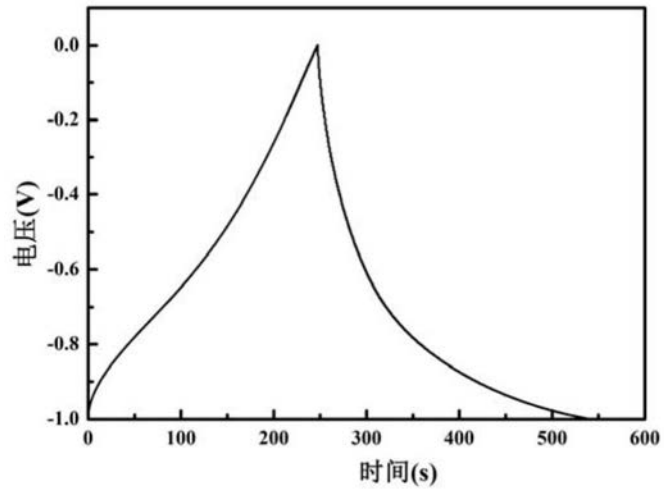


图5

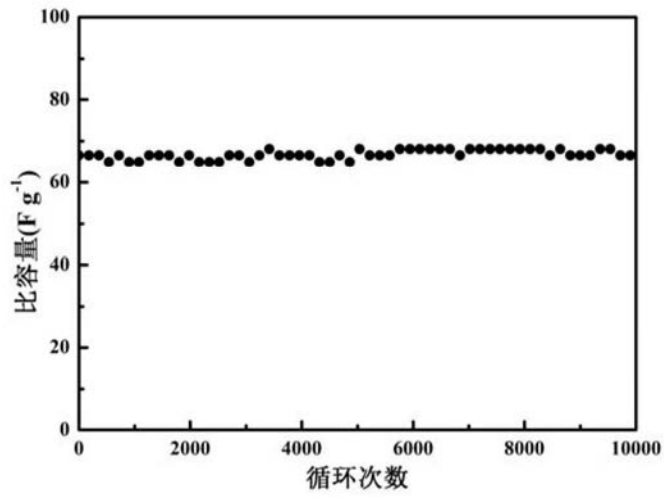


图6