

(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
2023 年 2 月 2 日 (02.02.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/004993 A1

(51) 国际专利分类号:

C02F 1/28 (2006.01) *E03F 5/10* (2006.01)
C02F 9/02 (2006.01) *E03F 1/00* (2006.01)
C05F 3/06 (2006.01) *B01J 20/20* (2006.01)
E03B 3/02 (2006.01) *B01J 20/30* (2006.01)
E03B 1/04 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/121991

(22) 国际申请日: 2021 年 9 月 30 日 (30.09.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202110863183.X 2021 年 7 月 29 日 (29.07.2021) CN

(71) 申请人: 浙江大学(ZHEJIANG UNIVERSITY) [CN/
CN]; 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路
866 号, Zhejiang 310013 (CN)。

(72) 发明人: 王树荣(WANG, Shurong); 中国浙江省
杭州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310013
(CN)。 潘煜(PAN, Yu); 中国浙江省杭州市西

湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310013 (CN)。 王
家乐(WANG, Jiale); 中国浙江省杭州市西湖
区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310013 (CN)。 邢
博(XING, Bo); 中国浙江省杭州市西湖区余
杭塘路 866 号, Zhejiang 310013 (CN)。 朱玲君
(ZHU, Lingjun); 中国浙江省杭州市西湖区余
杭塘路 866 号, Zhejiang 310013 (CN)。 李允超
(LI, Yunchao); 中国浙江省杭州市西湖区余
杭塘路 866 号, Zhejiang 310013 (CN)。

(74) 代理人: 杭州中利知识产权代理
事务所(普通合伙)(HANGZHOU
ZHONGLI INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY
OFFICE (GENERAL PARTNERSHIP)); 中国浙江
省杭州市拱墅区远洋国际中心 1 号楼 510
室-2, Zhejiang 310015 (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, IT,

(54) Title: URINE CASCADE PROCESSING SYSTEM BASED ON AGRICULTURE AND FOREST WASTE-SOURCED ACTI-
VATED CARBON

(54) 发明名称: 一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统

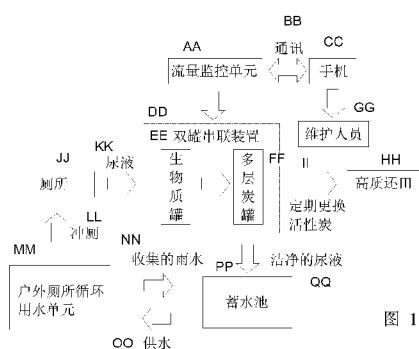


图 1

AA Flow monitoring unit
BB Communication
CC Mobile phone
DD Double-tank series device
EE Biomass tank
FF Multi-layer carbon tank
GG Maintenance personnel
HH High-quality return to field
II Periodic replacement of activated carbon
JJ Toilet
KK Urine
LL Flushing
MM Outdoor toilet cyclic water utilization unit
NN Collected rainwater
OO Water supply
PP Water storage reservoir
QQ Clean urine

(57) Abstract: A urine cascade processing system based on agriculture and forest waste-sourced activated carbon, comprising a double-tank series device and a water storage reservoir. An inlet of the double-tank series device is connected to a urine discharge port of a toilet, and an outlet of the double-tank series device is connected to the water storage reservoir. The double-tank series device comprises a biomass tank and a multi-layer carbon tank which are sequentially provided in a urine processing direction. A biomass is stored in the biomass tank and is used for primary adsorption for urine, and a plurality of layers of activated carbon are provided in the multi-layer carbon tank and are used for secondary adsorption for the urine. The urine adsorbed and purified by the double-tank series device is collected in the water storage reservoir. The raw material of the activated carbon is from the biomass, in the biomass tank, that is soaked with urine. The system comprehensively utilizes agricultural and forest biomass and activated carbon obtained by the pyrolysis of biomass that has adsorbed urine to process urine, and can implement recycling in combination with collected rainwater, thereby achieving the purpose of self-supplying water. Upon saturated adsorption, the activated carbon is taken out as a biochar-based slow-release fertilizer.

JO, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统, 包括双罐串联装置和蓄水池, 所述双罐串联装置的入口连接厕所的尿液排出口, 所述双罐串联装置的出口连接蓄水池, 所述双罐串联装置包括沿尿液处理方向依次设置的生物质罐和多层炭罐, 所述生物质罐中存放有生物质, 用于对尿液进行一次吸附, 所述多层炭罐内设有若干层活性炭, 用于对尿液进行二次吸附, 经双罐串联装置吸附净化后的尿液收集到蓄水池中, 所述活性炭的原料取自生物质罐中经尿液浸泡过的生物质。该系统综合利用农林生物质以及吸附尿液后生物质热解得到的活性炭处理尿液, 并可结合收集到的雨水进行循环利用, 达到自给水的目的, 活性炭吸附饱和后取出作为生物炭基缓释肥。

一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统

【技术领域】

本发明涉及环境卫生设备的技术领域，特别是一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统。

【背景技术】

我国农林废弃物资源丰富，每年产生约 9 亿吨农业废弃物和 3 亿吨林业废弃物。每年产生的 7 亿吨秸秆中含氮 300 多万吨，含磷 70 多万吨，含钾近 700 万吨，相当于全国目前化肥施用量的 1/4，是农业生产中重要的有机肥源。但是秸秆等农林废弃物长期以来得不到有效利用，而往往采取就地焚烧的简单处理方式，造成了严重的环境污染。

厕所不仅是人们在日常生活中不可或缺的基础设施，而且也是体现社会进步程度和人类文明发展的一个关键标志。我国农村每年产生尿液约 4 亿吨，若任其随意排放，则会严重污染生活用水和地下水。虽然尿液占废水总量不到 1%，但生活污水中 80%左右的氮负荷及 50%左右的磷负荷均来自尿液。而将尿液集中收集作为肥料利用将会带来明显的经济效益，并强化对贫瘠土地的改良，有助于生态环境的保护。

由于存在各种卫生隐患，因此不鼓励直接以尿液作为肥料，需进一步探索养分回收方法。生物炭因其环境（碳负过程）和经济价值得到越来越多的研究，其高比表面积和丰富的官能团是用作吸附剂的一大优势。吸附饱和后的活性炭可用在农田中，起到调节土壤、营养缓释的作用。因此，利用来源广泛的农林废弃物，设计出一种可综合利用收集雨水的户外厕所尿液处理系统，满足自给

水需求的同时得到成本低廉的生物质缓释肥是十分有前景的。

【发明内容】

本发明的目的就是解决现有技术中的问题，提出一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，该系统综合利用农林生物质以及吸附尿液后生物质热解得到的活性炭处理尿液，并可结合收集到的雨水进行循环利用，达到自给水的目的，活性炭吸附饱和后取出作为生物炭基缓释肥。

为实现上述目的，本发明提出了一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，包括双罐串联装置和蓄水池，所述双罐串联装置的入口连接厕所的尿液排出口，所述双罐串联装置的出口连接蓄水池，所述双罐串联装置包括沿尿液处理方向依次设置的生物质罐和多层炭罐，所述生物质罐中存放有生物质，用于对尿液进行一次吸附，所述多层炭罐内设有若干层活性炭，用于对尿液进行二次吸附，经双罐串联装置吸附净化后的尿液收集到蓄水池中，所述活性炭的原料取自生物质罐中经尿液浸泡过的生物质。

作为优选，所述活性炭为原料与活化剂经机械混合后置于氮气氛围下，在热解温度为 650-850℃下停留 1h 获得。

作为优选，所述原料与活化剂在热解后还包括酸洗、水洗及干燥的后处理。

作为优选，所述活化剂为氢氧化钾、碳酸钾或碳酸氢钾，原料：活化剂质量比为 5：1-10：1。

作为优选，所述生物质采用农林废弃物，所述活性炭原料取自所述生物质罐中浸泡过尿液 4-8h 后的农林废弃物，所述生物质和活性炭均通过滤袋盛装后分别存放在生物质罐、多层炭罐中。

作为优选，所述生物质罐一侧的上方设有第一进口管，所述第一进口管与厕所的尿液排出口相连，所述生物质罐另一侧的上方设置有第一流出管，所述

第一流出管与多层炭罐相连，所述第一进口管、第一流出管均沿尿液流动方向倾斜向下设置，且所述第一进口管与生物质罐的连接位置高于所述第一流出管与生物质罐的连接位置。

作为优选，所述多层炭罐的内部自上至下依次设有若干层可拆卸炭盒盛装活性炭，所述多层炭罐的下部连接第二流出管，所述第二流出管接入蓄水池。

作为优选，还包括流量监控单元，所述流量监控单元与双罐串联装置进口端相连，用于监控双罐串联装置所处理尿液的流量，当累计水流量达到设定值时发出警报消息。

作为优选，所述流量监控单元包括电源，以及与电源电性连接的单片机、霍尔水流量计、WIFI 模块，所述单片机与霍尔水流量计、WIFI 模块电性连接，所述单片机通过 WIFI 模块与手机的远程通讯，所述霍尔水流量计用于实时监测双罐串联装置所处理尿液的流量，当累计水流量达到设定值时，所述单片机接收信号并通过 WIFI 模块向手机发送消息。

作为优选，所述蓄水池的出口通过压水驱动装置连接到厕所的马桶冲水口。

作为优选，还包括户外厕所循环用水单元，所述户外厕所循环用水单元包括雨水收集单元和压水驱动装置，所述蓄水池用于储存雨水收集单元所收集的雨水、以及经双罐串联装置处理净化后的尿液，所述蓄水池与压水驱动装置的入口相连，用于提供冲厕的水源，所述压水驱动装置的出口连接厕所的马桶冲水口。

作为优选，所述压水驱动装置包括支撑框架、折叠水桶、海绵、踏板，所述折叠水桶安装于支撑框架内，所述折叠水桶的进水管连接蓄水池，出水管连接马桶，所述折叠水桶内部填充海绵，上方具有踏板，所述踏板通过若干个导向滑轮安装在支撑框架上，所述踏板受压下移时，驱动折叠水桶压缩，使内部

存水排出。

作为优选，所述雨水收集单元包括户外厕所本体的屋顶、排水管，所述屋顶呈倾斜向下设置，所述屋顶上均布有若干个凹槽，所述屋顶的低位端设有集水槽，若干个凹槽的低位端均接入集水槽，所述集水槽的出口连接排水管的进口，所述排水管的出口连接蓄水池。

作为优选，所述多层炭罐包括左壳体、右壳体、固定杆和炭盒，所述左壳体与所述右壳体中的一个或两者可转动地安装在固定杆上，两者组合后形成一个完整的筒状结构，且在两者的开合处安装有密封圈和若干个锁扣，密封圈可以保证两者组合后的密封性，设置锁扣用于对两者组合后进行锁定，所述左壳体与右壳体内均设有若干自上至下依次间隔布置的隔板，上下方相邻的两个隔板之间形成用于安装炭盒的容腔，所述炭盒内存放有活性炭，除最下面一层炭盒外其余炭盒底部均密布小孔。

本发明的有益效果：

1、系统中的活性炭在净化尿液后一段时间后取出，可作为一种富氮的生物炭基缓释肥料实现高质还田。生物炭基缓释肥氮钾含量高，无重金属元素产生二次污染。相较于化学肥料，营养缓释效果显著，可助力构建农林废弃物零碳排放模式，将极大推动乡村振兴建设。

2、系统兼具雨水收集和尿液净化循环利用功能，满足户外厕所用水需求。高效自给，无需建设复杂的自来水管网和排水管网，保证了户外厕所设置的灵活性。

3、生物质罐和多层炭罐以简洁方便为原则，炭盒拆装灵活，可最大程度减少人力成本，提升了户外厕所运行管理的经济性。

4、系统中的压水驱动装置以人体重力为动力源实现零能耗冲厕，无需水泵

等耗能设备，可有效节约能源，保证了户外厕所建设的独立性。

本发明的特征及优点将通过实施例结合附图进行详细说明。

【附图说明】

图 1 是本发明一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统的框图；

图 2 是秸秆炭吸附时间曲线；

图 3 是秸秆炭尿素肥料淋溶对比曲线；

图 4 是普通尿素组与秸秆炭组培育种子的生长情况的对比图；

图 5 是普通尿素组与秸秆炭组样品对比测量图。

【具体实施方式】

参阅图 1，本发明是一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，包括双罐串联装置和蓄水池，所述双罐串联装置的入口连接厕所的尿液排出口，所述双罐串联装置的出口连接蓄水池，所述双罐串联装置包括沿尿液处理方向依次设置的生物质罐和多层炭罐，所述生物质罐中存放有生物质，用于对尿液进行一次吸附，所述多层炭罐内设有若干层活性炭，用于对尿液进行二次吸附，经双罐串联装置吸附净化后的尿液收集到蓄水池中，所述活性炭的原料取自生物质罐中经尿液浸泡过的生物质。

本发明利用生物质罐对尿液进行一次轻度吸附，且用于轻度吸附尿液的木屑秸秆屑等在双罐串联装置上游的覆盖及辅助压水冲厕操作能有效达到除臭效果。

生物质直接热解得到的生物炭孔隙结构不发达，官能团欠缺，难以实现尿素的高效吸附。经活化、氮掺杂后，生物炭具有较为发达孔结构以及丰富的含氮官能团，可对尿素进行高效的吸附。本发明采用含有尿素的木屑秸秆屑等热解得到的生物炭因实现了氮的自掺杂，丰富了孔道结构和比表面积，安置在双

罐串联装置下游能二次强化吸附尿液中的尿素。

氮掺杂生物炭对尿素的吸附过程可由由外到内的几个连续的步骤进行描述：第一步为液膜扩散过程：尿素分子通过溶液扩散到生物炭颗粒的表面；之后是颗粒扩散过程：尿素分子在生物炭的大孔、介孔、微孔的结构中进一步扩散；最后是吸附固定的过程，尿素分子在氮掺杂生物炭的吸附位点上固定，从而完成吸附。吸附过程主要的驱动力包括：微孔填充作用、氢键作用、静电吸引作用以及路易斯酸碱作用。微孔填充是指当生物炭的微孔孔径是尿素分子大小的 1-2 倍时，该类微孔会对尿素分子产生较强的吸引力，同时孔径大小越接近尿素分子大小，作用力越强。氢键作用可发生在生物炭上的氧、氮原子与尿素分子中氨基的氢原子之间，也可发生在生物炭上的羟基、羧基上的氢原子与尿素分子上的氧原子之间。静电吸引作用则发生在尿素分子或生物炭上官能团发生电离而产生的互相吸引的阴阳离子之间，有利于吸附过程的发生。

进一步地，所述活性炭的制备方法为：原料与活化剂经机械混合后置于氮气氛下，在热解温度为 650-850℃下停留 1h。热解温度过低不利于形成微孔和高比表面积活性炭，热解温度过高可导致活性炭微孔变形、坍塌和堵塞，从而导致吸附能力下降。所述活性炭制备时所需的活化剂为氢氧化钾、碳酸钾或碳酸氢钾，原料：活化剂质量比为 5：1-10：1。活化剂的加入可提高产率，制备微孔及中孔数量较多的活性炭。

活性炭制备时，在热解后还包括酸洗、水洗及干燥的后处理步骤；酸洗步骤具体为：热解后得到的活性炭用 $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸浸泡洗涤。水洗步骤具体为：过滤后，用去离子水洗涤活性炭，利用 PH 试纸检测滤液酸碱性，直到滤液呈中性。最后在 110℃烘箱中干燥过夜。

进一步地，所述生物质采用农林废弃物，包括秸秆、竹屑和木屑等，所述

活性炭原料取自所述生物质罐中浸泡过尿液 4-8h 后的农林废弃物，所述生物质和活性炭均通过滤袋盛装后分别存放在生物质罐、多层炭罐中。

进一步地，所述生物质罐一侧的上方设有第一进口管，所述第一进口管与厕所的尿液排出口相连。所述生物质罐另一侧的上方设置有第一流出管，所述第一流出管与多层炭罐相连，所述第一进口管、第一流出管均沿尿液流动方向倾斜向下设置，且所述第一进口管与生物质罐的连接位置高于所述第一流出管与生物质罐的连接位置。

进一步地，所述多层炭罐的内部自上至下依次设有若干层可拆卸的活性炭，所述多层炭罐的下方连接第二流出管，所述第二流出管接入蓄水池。在本实施例中，所述多层炭罐为左右可开合的结构，具体地，包括左壳体、右壳体、固定杆和炭盒，所述左壳体与所述右壳体中的一个或两者可转动地安装在固定杆上，两者组合后形成一完整的筒状结构，且在两者的开合处安装有密封圈和若干个锁扣，所述左壳体与右壳体内均设有若干个自上至下依次间隔布置的隔板，上下方相邻的两个隔板之间形成用于安装炭盒的容腔，所述炭盒内存放有活性炭，除最下面一层炭盒外其余炭盒底部均密布小孔。左壳体或右壳体内增设用于固定炭盒的卡扣，避免打开罐体时炭盒从隔板中轻易滑出，当需要更换内部的活性炭时，先打开锁扣，然后展开左壳体、右壳体中的一个或两者，打开卡扣后取下炭盒更换内部的活性炭，拆装方便，易于更换活性炭。

进一步地，还包括流量监控单元，所述流量监控单元与双罐串联装置的进口端相连，用于监控双罐串联装置所处理尿液的流量，当累计水流量达到设定值时发出警报消息。具体地，在本实施例中，所述流量监控单元包括电源，以及与电源电性连接的单片机、霍尔水流量计、WIFI 模块，所述单片机采用 MSP430F5529 芯片，所述 WIFI 模块采用 ESP8266-01，所述电源为该装置提供

5V 的供电电压，所述单片机与霍尔水流量计、WIFI 模块电性连接，所述单片机通过 WIFI 模块与手机的远程通讯，所述霍尔水流量计用于实时监测双罐串联装置所处理尿液的流量，当累计水流量达到设定值时，所述单片机接收信号并通过 WIFI 模块向手机发送消息，告知维护人员需要更换生物质罐和多层炭罐内的生物质、活性炭。

进一步地，所述蓄水池的出口通过压水驱动装置连接到厕所的马桶冲水口。

进一步地，还包括户外厕所循环用水单元，所述户外厕所循环用水单元包括雨水收集单元和压水驱动装置，所述雨水收集单元用于收集户外厕所屋顶的雨水，所述蓄水池用于储存雨水收集单元所收集的雨水、以及经双罐串联装置处理净化后的尿液，所述蓄水池与压水驱动装置的入口相连，用于提供冲厕的水源，所述压水驱动装置的出口连接厕所的马桶冲水口。其中，整体尿液处理系统呈高低位布置，依靠尿液自身重力和压水驱动装置实现水循环。各装置离地面高度由高到低分别为：马桶、双罐串联装置、蓄水池、压水驱动装置。

具体地，在本实施例中，所述压水驱动装置包括支撑框架、折叠水桶、海绵、踏板，所述折叠水桶安装于支撑框架内，所述折叠水桶的进水管连接蓄水池，出水管连接马桶，所述折叠水桶内部填充海绵，上方具有踏板，所述踏板通过若干个导向滑轮安装在支撑框架上，所述踏板受压下移时，驱动折叠水桶压缩，使内部存水排出。

具体地，在本实施例中，所述雨水收集单元包括户外厕所本体的屋顶、排水管，所述屋顶呈倾斜向下设置，所述屋顶上均布有若干个凹槽，所述屋顶的低位端设有集水槽，若干个凹槽的低位端均接入集水槽，所述集水槽的出口连接排水管的进口，所述排水管的出口连接蓄水池。

本发明性能检测：

(1)将收集来的农林生物质废弃物玉米秸秆浸泡于 2%尿素溶液中 4h。

(2)将浸泡尿素溶液 4h 后的玉米秸秆与碳酸氢钾以 10: 1.8 的质量比机械混合, 送入管式炉中以 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的升温速率升至 800°C , 停留 1h。将热解后得到的秸秆炭先后用 1mol/L 的盐酸和去离子水洗涤, 送入烘箱干燥。其余样品在制备过程中改变秸秆在尿素溶液中的浸泡时间、热解温度以及秸秆与碳酸氢钾质量比, 实验操作均按照以上方法执行。

(3)将得到的秸秆炭浸泡于 2%尿素溶液中, 设置吸附时间分别为 2h、4h、7h、14h、16h。使用岛津 UV2600 紫外可见分光光度计得到吸附后各溶液中的尿素浓度, 得到尿素浓度时间曲线, 如图 2 所示, 秸秆炭吸附时间实验结果如表 1 所示。

表 1 秸秆炭吸附时间实验结果

炭吸附样品	WL420.0 (420nm 波长 光吸收率)	尿素浓度 (g/L)	单位吸附量 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)
16h	0.130	15.190	91.3
14h	0.145	17.155	85.2
7h	0.150	17.690	74.5
4h	0.155	18.430	59.7
2h	0.159	18.955	49.2
0h	0.178	21.415	

由实验可得: 单位质量秸秆炭的尿素吸附量随吸附时间的增大而增大, 且吸附 16h 后秸秆炭单位吸附量可达 $91.3\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

(4)在塑料柱中由下到上依次铺 2g 石英砂、0.18g 吸附尿素 16h 后的秸秆炭、0.8g 石英砂。以 $100\mu\text{L}/\text{min}$ 流速进行淋溶实验。分别取出 0.5ml 淋溶 10min、23min、36min、49min、62min、75min 后的溶液, 测定尿素浓度。另以等质量普通尿素肥料(生产商为安徽晋能化工股份有限公司, 氮含量 $\geq 46.4\%$)进行相同的实验操作, 得到秸秆炭与尿素肥料的淋溶对比曲线, 如图 3 所示, 秸秆炭

淋溶实验结果如表 2 所示。

表 2 秸秆炭淋溶实验结果

收集时间 /min	活性炭样品释放 尿素浓度（g/L）	尿素肥料释放 尿素浓度（g/L）
0-10	19.299	96.495
10-23	2.149	10.745
23-36	0.035	0.175
36-49	0.000	0.000
49-62	0.000	0.000
62-75	0.000	0.000

由实验可知，同普通尿素肥料相比，活性炭样品具有一定的缓释效果。

(5) 为验证所得活性炭缓释肥与普通尿素肥料的肥效，选用小叶高产王豇豆种子以 55℃温水浸种激发，搅拌 15min 后，采用纸床法育种（将种子平铺在铺有滤纸的培养皿中，加入 5ml 去离子水），并放入 30℃烘箱中 30h。挑选出发芽后的生长情况大致相同的若干种子，分为尿素组和秸秆炭组。将等质量的普通尿素肥料、浸泡 22h 后的秸秆炭与 2ml 水混合后加入培养皿中，继续在 30℃烘箱中培育。培育 1d 后，将秸秆炭组豇豆苗用去离子水洗去表面的炭，记录并对比分析实验结果，如图 4、图 5 所示，普通尿素组与秸秆炭组培育效果对比分析如表 3 所示。

表 3 普通尿素组与秸秆炭组培育效果对比分析

组别 观察指标	普通尿素组					秸秆炭组				
	根长/cm	真叶长/cm	烂根情况	总结		根长/cm	真叶长/cm	烂根情况	总结	
根长/cm	42	31	19	32	35	30	44	32	41	43
真叶长/cm	8	6	9	5	7	16	12	11	10	13
烂根情况	均有程度不同的烂根					无				
总结	根、真叶平均长度分别为 31.8cm、7cm，均有烂根现象发生。					根、真叶平均长度分别为 38cm、12.6cm，根部生长良好。				

实验发现：秸秆炭组豇豆芽发育情况更好，在培育相同时间后尿素组水分明显蒸干，证明了所得生物炭基肥料的保水保肥作用。烂根现象的发生有可能是因为开始施加普通尿素肥料时尿素浓度大，造成烧苗，这也反向证明了生物炭基肥料的营养缓释效果。

上述实施例是对本发明的说明，不是对本发明的限定，任何对本发明简单变换后的方案均属于本发明的保护范围。

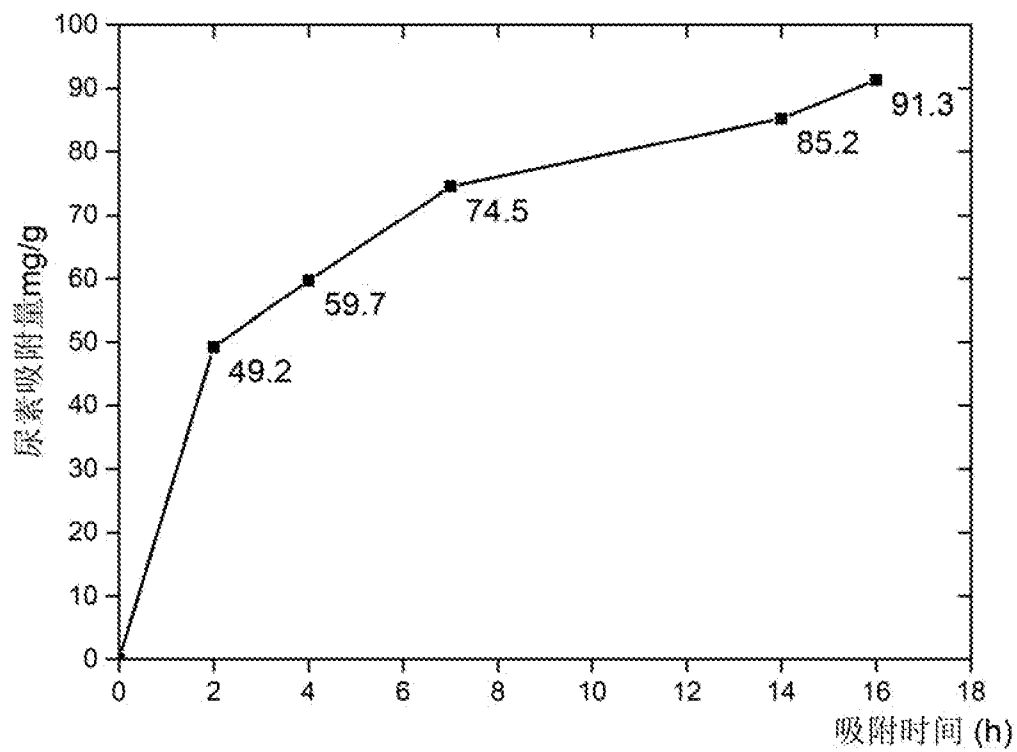
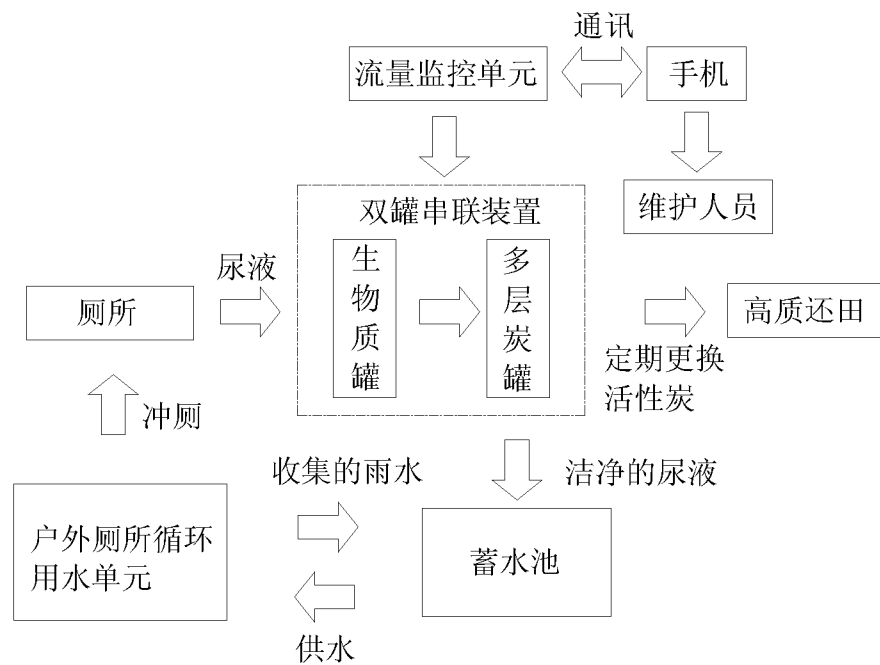
权 利 要 求 书

1. 一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，其特征在于：包括双罐串联装置和蓄水池，所述双罐串联装置的出口连接蓄水池，所述双罐串联装置包括沿尿液处理方向依次设置的生物质罐和多层炭罐，所述生物质罐中存放有生物质，用于对尿液进行一次吸附，所述多层炭罐内设有若干层活性炭，用于对尿液进行二次吸附，经双罐串联装置吸附净化后的尿液收集到蓄水池中，所述活性炭的原料取自生物质罐中经尿液浸泡过的生物质。
2. 如权利要求 1 所述的一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，其特征在于：所述活性炭为原料与活化剂经机械混合后置于氮气氛围下，在热解温度为 650-850℃下停留 1h 获得。
3. 如权利要求 2 所述的一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，其特征在于：所述原料与活化剂在热解后还包括酸洗、水洗及干燥的后处理。
4. 如权利要求 2 所述的一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，其特征在于：所述活化剂为氢氧化钾、碳酸钾或碳酸氢钾，原料：活化剂质量比为 5：1-10：1。
5. 如权利要求 4 所述的一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，其特征在于：所述生物质采用农林废弃物，所述活性炭原料取自所述生物质罐中浸泡过尿液 4-8h 后的农林废弃物，所述生物质和活性炭均通过滤袋盛装后分别存放在生物质罐、多层炭罐中。
6. 如权利要求 1 所述的一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，其特征在于：所述生物质罐一侧的上方设有第一进口管，所述第一进口管与厕所的尿液排出口相连，所述生物质罐另一侧的上方设置有第一流出管，所述第一流出管与多层炭罐相连，所述第一进口管、第一流出管均沿尿液流动方向倾斜向下设置，且所述第一进口管与生物质罐的连接位置高于所述第一流出管与生物质罐的连接位置。

7. 如权利要求 1 所述的一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，其特征在于：所述多层炭罐的内部自上至下依次设有若干层可拆卸炭盒盛装活性炭，所述多层炭罐的下部连接第二流出管，所述第二流出管接入蓄水池。
8. 如权利要求 1 至 7 中任意一项所述的一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，其特征在于：还包括流量监控单元，所述流量监控单元与双罐串联装置进口端相连，用于监控双罐串联装置所处理尿液的流量，当累计水流量达到设定值时发出警报消息。
9. 如权利要求 8 所述的一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，其特征在于：所述流量监控单元包括电源，以及与电源电性连接的单片机、霍尔水流量计、WIFI 模块，所述单片机与霍尔水流量计、WIFI 模块电性连接，所述单片机通过 WIFI 模块与手机的远程通讯，所述霍尔水流量计用于实时监测双罐串联装置所处理尿液的流量，当累计水流量达到设定值时，所述单片机接收信号并通过 WIFI 模块向手机发送消息。
10. 如权利要求 1 所述的一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，其特征在于：所述蓄水池的出口通过压水驱动装置连接到厕所的马桶冲水口。
11. 如权利要求 1 所述的一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，其特征在于：还包括户外厕所循环用水单元，所述户外厕所循环用水单元包括雨水收集单元和压水驱动装置，所述蓄水池用于储存雨水收集单元所收集的雨水、以及经双罐串联装置处理净化后的尿液，所述蓄水池与压水驱动装置的入口相连，用于提供冲厕的水源，所述压水驱动装置的出口连接厕所的马桶冲水口。
12. 如权利要求 11 所述的一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，其特征在于：所述压水驱动装置包括支撑框架、折叠水桶、海绵、踏板，所述折叠水桶安装于支撑框架内，所述折叠水桶的进水管连接蓄水池，出水管连

接马桶，所述折叠水桶内部填充海绵，上方具有踏板，所述踏板通过若干个导向滑轮安装在支撑框架上，所述踏板受压下移时，驱动折叠水桶压缩，使内部存水排出。

- 13.如权利要求 11 所述的一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，其特征在于：所述雨水收集单元包括户外厕所本体的屋顶、排水管，所述屋顶呈倾斜向下设置，所述屋顶上均布有若干个凹槽，所述屋顶的低位端设有集水槽，若干个凹槽的低位端均接入集水槽，所述集水槽的出口连接排水管的进口，所述排水管的出口连接蓄水池。
- 14.如权利要求 1 所述的一种基于农林废弃物源活性炭的尿液级联处理系统，其特征在于：所述多层炭罐包括左壳体、右壳体、固定杆和炭盒，所述左壳体与所述右壳体中的一个或两者可转动地安装在固定杆上，两者组合后形成一完整的筒状结构，且在两者的开合处安装有密封圈和若干个锁扣，所述左壳体与右壳体内均设有若干个自上至下依次间隔布置的隔板，上下方相邻的两个隔板之间形成用于安装炭盒的容腔，所述炭盒内存放有活性炭，除最下面一层炭盒外其余炭盒底部均密布小孔。



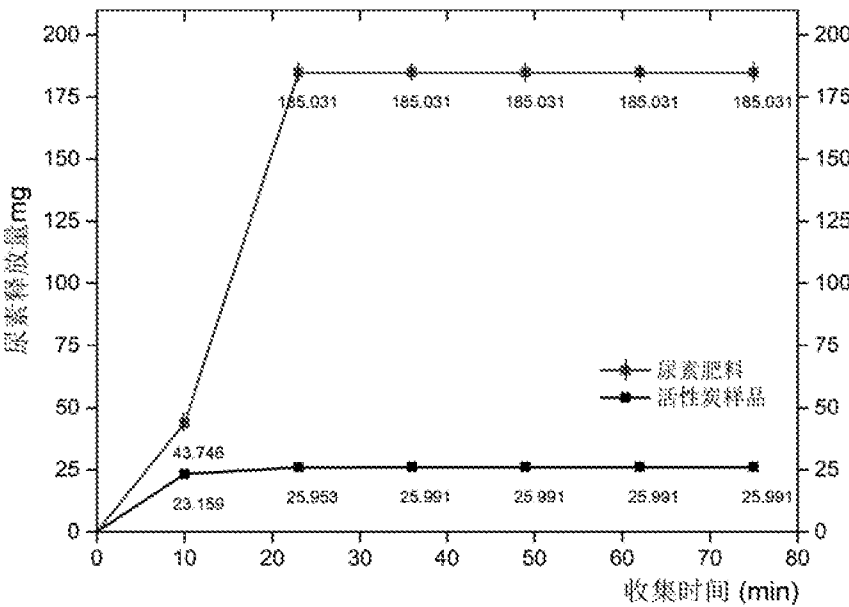


图 3

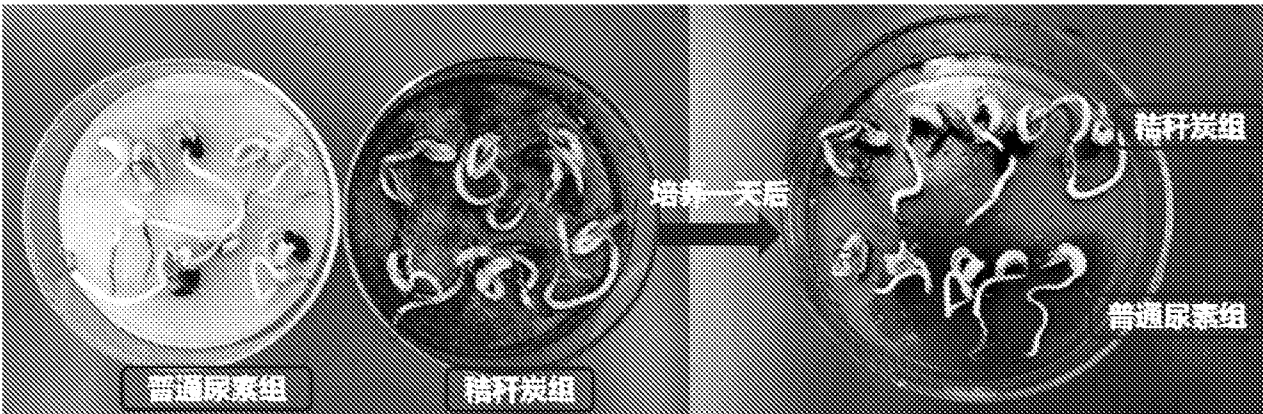


图 4

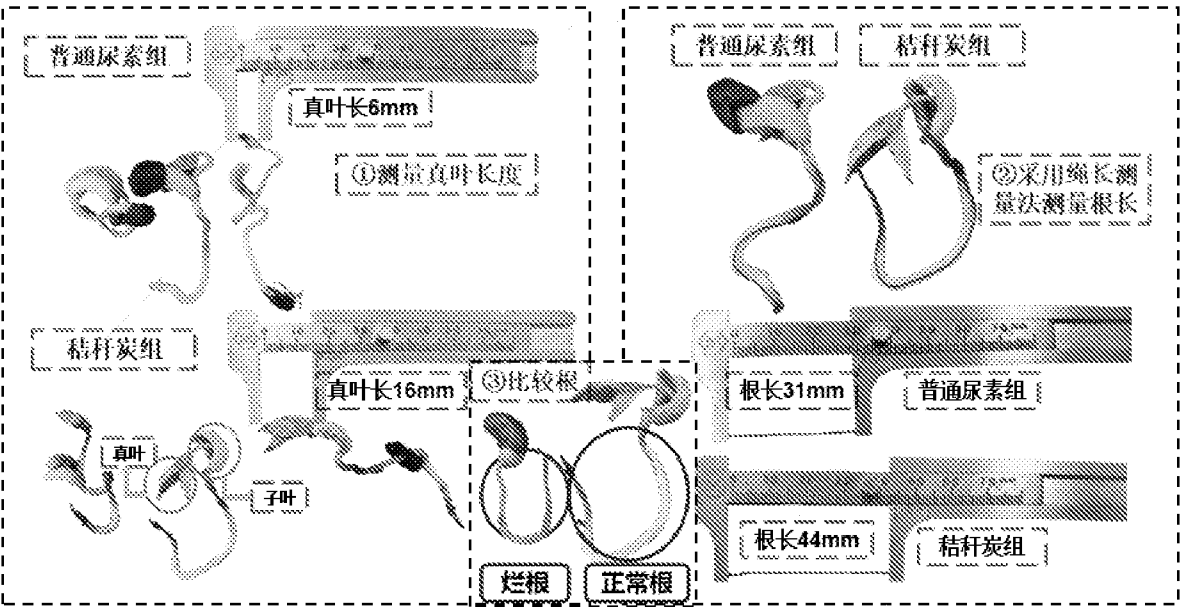


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/121991

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C02F 1/28(2006.01)i; C02F 9/02(2006.01)i; C05F 3/06(2006.01)i; E03B 3/02(2006.01)i; E03B 1/04(2006.01)i; E03F 5/10(2006.01)i; E03F 1/00(2006.01)i; B01J 20/20(2006.01)i; B01J 20/30(2006.01)i 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; C05F; E03B; E03F; B01J 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; EPTXT; USTXT; WOTXT; CNABS; KRTXT; JPTXT; CNTXT; 中国期刊网全文数据库, CJFD; 读秀, DUXIU; 浙江大学, 生物质, 秸秆, 改性, 掺杂, 肥, 生物炭, 吸附, 农林废弃物, 活性炭, 生物质碳, 尿素, 生物碳, 炭, 生物质炭, 尿液, 氮, biomass, absorb+, absorp+, activ+, carbon, urine																							
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 110015792 A (BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY) 16 July 2019 (2019-07-16) description, paragraph 0034, and figures 1-2</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 112551525 A (YU ZHIQIU) 26 March 2021 (2021-03-26) description, paragraphs 0051-0090</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111848292 A (SHANGHAI UNIVERSITY) 30 October 2020 (2020-10-30) description, specific embodiments</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103865552 A (INSTITUTE OF AGRICULTURAL RESOURCE AND ENVIRONMENT, GUANGDONG ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES) 18 June 2014 (2014-06-18) description, specific embodiments</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108128836 A (SUZHOU SMART AGRICULTURAL RES INSTITUTE) 08 June 2018 (2018-06-08) description, specific embodiments</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109160570 A (TIANJIN UNIVERSITY) 08 January 2019 (2019-01-08) description, specific embodiments</td> <td>1-14</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	CN 110015792 A (BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY) 16 July 2019 (2019-07-16) description, paragraph 0034, and figures 1-2	1-14	Y	CN 112551525 A (YU ZHIQIU) 26 March 2021 (2021-03-26) description, paragraphs 0051-0090	1-14	A	CN 111848292 A (SHANGHAI UNIVERSITY) 30 October 2020 (2020-10-30) description, specific embodiments	1-14	A	CN 103865552 A (INSTITUTE OF AGRICULTURAL RESOURCE AND ENVIRONMENT, GUANGDONG ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES) 18 June 2014 (2014-06-18) description, specific embodiments	1-14	A	CN 108128836 A (SUZHOU SMART AGRICULTURAL RES INSTITUTE) 08 June 2018 (2018-06-08) description, specific embodiments	1-14	A	CN 109160570 A (TIANJIN UNIVERSITY) 08 January 2019 (2019-01-08) description, specific embodiments	1-14
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																					
Y	CN 110015792 A (BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY) 16 July 2019 (2019-07-16) description, paragraph 0034, and figures 1-2	1-14																					
Y	CN 112551525 A (YU ZHIQIU) 26 March 2021 (2021-03-26) description, paragraphs 0051-0090	1-14																					
A	CN 111848292 A (SHANGHAI UNIVERSITY) 30 October 2020 (2020-10-30) description, specific embodiments	1-14																					
A	CN 103865552 A (INSTITUTE OF AGRICULTURAL RESOURCE AND ENVIRONMENT, GUANGDONG ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES) 18 June 2014 (2014-06-18) description, specific embodiments	1-14																					
A	CN 108128836 A (SUZHOU SMART AGRICULTURAL RES INSTITUTE) 08 June 2018 (2018-06-08) description, specific embodiments	1-14																					
A	CN 109160570 A (TIANJIN UNIVERSITY) 08 January 2019 (2019-01-08) description, specific embodiments	1-14																					
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.																							
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “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) “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 “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 “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 “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 “&” document member of the same patent family																							
Date of the actual completion of the international search 01 March 2022		Date of mailing of the international search report 28 March 2022																					
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer Telephone No.																					

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/121991

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005305314 A (CHIYODA ENG. K.K.) 04 November 2005 (2005-11-04) entire document	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/121991

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	110015792	A	16 July 2019	None	
CN	112551525	A	26 March 2021	None	
CN	111848292	A	30 October 2020	None	
CN	103865552	A	18 June 2014	CN 103865552	B 14 October 2015
CN	108128836	A	08 June 2018	None	
CN	109160570	A	08 January 2019	None	
JP	2005305314	A	04 November 2005	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/121991

A. 主题的分类 C02F 1/28(2006.01)i; C02F 9/02(2006.01)i; C05F 3/06(2006.01)i; E03B 3/02(2006.01)i; E03B 1/04(2006.01)i; E03F 5/10(2006.01)i; E03F 1/00(2006.01)i; B01J 20/20(2006.01)i; B01J 20/30(2006.01)i 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) C02F; C05F; E03B; E03F; B01J 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; EPTXT; USTXT; WOTXT; CNABS; KRTXT; JPTXT; CNTXT; 中国期刊网全文数据库; 读秀: 浙江大学, 生物质, 秸秆, 改性, 掺杂, 肥, 生物炭, 吸附, 农林废弃物, 活性炭, 生物质碳, 尿素, 生物碳, 炭, 生物质炭, 尿液, 氮, biomass, absorb+, absorp+, activ+, carbon, urine																										
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 110015792 A (北京交通大学) 2019年7月16日 (2019 - 07 - 16) 说明书第0034段, 附图1-2</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 112551525 A (余智秋) 2021年3月26日 (2021 - 03 - 26) 说明书第0051-0090段</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111848292 A (上海大学) 2020年10月30日 (2020 - 10 - 30) 说明书具体实施方式</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103865552 A (广东省农业科学院农业资源与环境研究所) 2014年6月18日 (2014 - 06 - 18) 说明书具体实施方式</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108128836 A (宿州智慧农业研究院) 2018年6月8日 (2018 - 06 - 08) 说明书具体实施方式</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109160570 A (天津大学) 2019年1月8日 (2019 - 01 - 08) 说明书具体实施方式</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2005305314 A (CHIYODA ENG. K.K.) 2005年11月4日 (2005 - 11 - 04) 全文</td> <td>1-14</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 110015792 A (北京交通大学) 2019年7月16日 (2019 - 07 - 16) 说明书第0034段, 附图1-2	1-14	Y	CN 112551525 A (余智秋) 2021年3月26日 (2021 - 03 - 26) 说明书第0051-0090段	1-14	A	CN 111848292 A (上海大学) 2020年10月30日 (2020 - 10 - 30) 说明书具体实施方式	1-14	A	CN 103865552 A (广东省农业科学院农业资源与环境研究所) 2014年6月18日 (2014 - 06 - 18) 说明书具体实施方式	1-14	A	CN 108128836 A (宿州智慧农业研究院) 2018年6月8日 (2018 - 06 - 08) 说明书具体实施方式	1-14	A	CN 109160570 A (天津大学) 2019年1月8日 (2019 - 01 - 08) 说明书具体实施方式	1-14	A	JP 2005305314 A (CHIYODA ENG. K.K.) 2005年11月4日 (2005 - 11 - 04) 全文	1-14
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
Y	CN 110015792 A (北京交通大学) 2019年7月16日 (2019 - 07 - 16) 说明书第0034段, 附图1-2	1-14																								
Y	CN 112551525 A (余智秋) 2021年3月26日 (2021 - 03 - 26) 说明书第0051-0090段	1-14																								
A	CN 111848292 A (上海大学) 2020年10月30日 (2020 - 10 - 30) 说明书具体实施方式	1-14																								
A	CN 103865552 A (广东省农业科学院农业资源与环境研究所) 2014年6月18日 (2014 - 06 - 18) 说明书具体实施方式	1-14																								
A	CN 108128836 A (宿州智慧农业研究院) 2018年6月8日 (2018 - 06 - 08) 说明书具体实施方式	1-14																								
A	CN 109160570 A (天津大学) 2019年1月8日 (2019 - 01 - 08) 说明书具体实施方式	1-14																								
A	JP 2005305314 A (CHIYODA ENG. K.K.) 2005年11月4日 (2005 - 11 - 04) 全文	1-14																								
☐ 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 2022年3月1日		国际检索报告邮寄日期 2022年3月28日																								
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(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		受权官员 邹卫兵 电话号码 86-(10)-53962777																								

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/121991

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	110015792	A	2019年7月16日	无	
CN	112551525	A	2021年3月26日	无	
CN	111848292	A	2020年10月30日	无	
CN	103865552	A	2014年6月18日	CN 103865552	B 2015年10月14日
CN	108128836	A	2018年6月8日	无	
CN	109160570	A	2019年1月8日	无	
JP	2005305314	A	2005年11月4日	无	