(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114907967 A
(43)申请公布日 2022.08.16

(21)申请号 202210547454.5

(22)申请日 2022.05.18

(71)申请人 北京四良科技有限公司
地址 100012 北京市朝阳区紫月路18号院2号楼302室

(72)发明人 刘墨 张恒 张长春 于家伊

(74)专利代理机构 北京双收知识产权代理有限公司 11241
专利代理师 解政文

(51)Int.Cl.
C12M 1/40(2006.01)
C12M 1/00(2006.01)
C12M 1/02(2006.01)
C12M 1/04(2006.01)
C12M 1/24(2006.01)
C12M 1/38(2006.01)
C12M 1/36(2006.01)
C12M 1/34(2006.01)
C12M 1/12(2006.01)

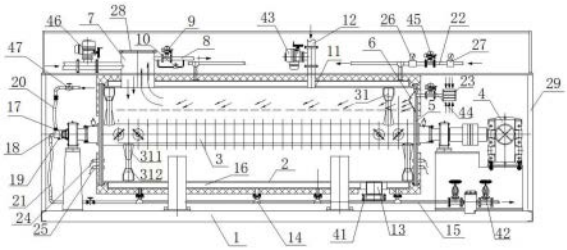
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

餐桌剩余食物资源化处理一体设备、处理方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种餐桌剩余食物资源化处理一体设备、处理方法及系统，涉及餐厨剩余食物处理技术领域，包括设备底座，设备底座上固定设置有酶解筒体，酶解筒体内贯穿设有旋转搅拌轴，旋转搅拌轴的两端伸出并通过轴承座与设备底座固定连接，设备底座上设置有旋转驱动装置，旋转驱动装置配合连接在旋转搅拌轴的第一端部，用于驱动旋转搅拌轴旋转以搅拌酶解筒体内的物料。本发明结构紧凑、功能全面，能够同时将灭菌杀毒、降温、酶解和干燥多个功能集为一体，在同一台设备上顺序完成，具有处理时间短、节能降耗的作用，提高了餐厨剩余食物的处理效率。



CN 114907967 A

1.餐桌剩余食物资源化处理一体设备，通过PLC控制系统进行程序控制，其特征在于，包括设备底座(1)，所述设备底座(1)上固定设置有酶解筒体(2)，所述酶解筒体(2)内贯穿设有旋转搅拌轴(3)，所述旋转搅拌轴(3)的两端伸出并通过轴承座与所述设备底座(1)固定连接，所述设备底座(1)上设置有旋转驱动装置(4)，所述旋转驱动装置(4)配合连接在所述旋转搅拌轴(3)的第一端部，用于驱动所述旋转搅拌轴(3)旋转以搅拌酶解筒体(2)内的物料；其中，

所述酶解筒体(2)两端设有密封端盖(5)，所述密封端盖(5)的内壁设有酶解曝气装置(6)；所述酶解筒体(2)的顶部一侧设有入料通道(7)，用于与料仓管道连接；所述入料通道(7)一侧通过抽真空排气管(8)与抽真空设备连接，所述抽真空排气管(8)上分别设有抽真空排气阀(9)和慢速泄压阀(10)，所述慢速泄压阀(10)跨接在所述抽真空排气阀(9)两侧；所述酶解筒体(2)的顶部另一侧设有酶解加料口(11)，用于通过加料管道(12)外接加料设备，所述酶解筒体的顶部还均匀排布若干个第一进气口，用于通过蒸汽管道(22)向筒体内输入高温蒸汽；所述酶解筒体(2)的底部一侧设有出料通道(13)，用于与下一工序管道连接；所述酶解筒体(2)的底部还设有若干第一排水口(14)，所述若干第一排水口(14)与排水装置(15)连接，用于排出筒体内产生的冷凝水；所述酶解筒体(2)的主体外壁设有加热夹套(16)，所述加热夹套(16)内设有通入导热物料的空腔，用于对所述酶解筒体(2)内的物料进行加热；

所述旋转搅拌轴(3)的主体部位为中空管状结构，其第二端部设有第二进气口(17)和第二排水口(18)，且在所述第二进气口(17)和第二排水口(18)外套设有旋转接头(19)，所述旋转接头(19)上设有用于与所述第二进气口(17)和第二排水口(18)配套连接的接口，两个所述接口上对应连接有进气软管(20)和排水软管(21)，所述进气软管(20)与所述蒸汽管道(22)连接，用于向所述旋转搅拌轴(3)的内部输入高温蒸汽；所述排水软管(21)与所述排水装置(15)连接，用于排出旋转搅拌轴(3)内产生的冷凝水。

2.根据权利要求1所述的餐桌剩余食物资源化处理一体设备，其特征在于，所述旋转搅拌轴(3)的主体部位均匀排布有若干组搅拌桨叶(31)，且相邻两组搅拌桨叶(31)在与主体部位连接时相互错位30°角，每组内包括四个环绕设置在所述主轴上的搅拌桨叶(31)，且两两搅拌桨叶(31)之间在空间上呈垂直排布。

3.根据权利要求2所述的餐桌剩余食物资源化处理一体设备，其特征在于，所述搅拌桨叶(31)包括耙杆(311)和耙叶(312)，所述耙杆(311)与所述旋转搅拌轴(3)的主体部位固定连接，所述耙叶(312)连接在所述耙杆(311)的端部。

4.根据权利要求1所述的餐桌剩余食物资源化处理一体设备，其特征在于，所述酶解曝气装置(6)包括外罩(61)和曝气管(62)，所述外罩(61)固定设置在所述密封端盖(5)内壁上，所述外罩(61)包括相互密封连接的上罩盖(611)和下罩盖(612)，二者之间形成气流空腔，且所述下罩盖(612)与所述密封端盖(5)内壁之间在竖直方向上呈45°角；所述下罩盖(612)的面板上设有若干呈扇形分布的曝气孔(613)；所述曝气管(613)密封穿出所述密封端盖(5)以外接供气设备，用于向所述酶解筒体(2)内通入空气。

5.根据权利要求4所述的餐桌剩余食物资源化处理一体设备，其特征在于，所述曝气管(62)上连接有进气消音器(23)。

6.根据权利要求1所述的餐桌剩余食物资源化处理一体设备，其特征在于，所述密封端

盖(5)上连接有物料温度检测装置(24)和物料含水率检测装置(25);所述蒸汽管道(22)上连接有蒸汽压力检测装置(26)和蒸汽流量检测装置(27)。

7.根据权利要求1所述的餐桌剩余食物资源化处理一体设备,其特征在于,所述加热夹套(16)外套设有保温壁,所述设备底座(1)两侧均设有高温防护板(29)。

8.根据权利要求1所述的餐桌剩余食物资源化处理一体设备,其特征在于,所述入料通道(7)顶部设有检修入口(28)。

9.餐桌剩余食物资源化处理系统,其特征在于,包括权利要求1-8中任意一项所述的餐桌剩余食物资源化处理一体化设备。

10.餐桌剩余食物资源化处理方法,采用权利要求1-8中任一项所述的餐桌剩余食物资源化处理一体设备进行处理,其特征在于,包括以下步骤:

装料:向酶解筒体装入餐桌剩余食物固渣;

高温加热搅拌:启动旋转搅拌轴对物料进行旋转搅拌,同时,向加热夹套和旋转搅拌轴通入高温蒸汽,以对物料进行高温加热,当按照所述餐桌剩余食物固渣资源化处理一体化设备的热效率估算的物料加热到所需温度时所需的蒸汽量T与实际加热通入的蒸汽总量R之间的差值小于阈值β,即T-R≤β时,蒸汽供应量逐渐减小,当物料加热温度达到灭菌杀毒设定温度时,停止通入高温蒸汽;同时,排水装置间歇式排出旋转搅拌轴和酶解筒体内的冷凝水;所述通入加热夹套和旋转搅拌轴中的高温蒸汽总量R满足以下公式:

$R=k_1V_{i1}u_1t_1+(1-k_1)V_{i2}u_1t_2$;

其中,K_1加热夹套的作用率,为常数;V_{i1}加热夹套的蒸汽用量;V_{i2}旋转搅拌轴蒸汽用量;u_1为餐桌剩余食物固渣重量;t_1,t_2为损失常数。

保温保压灭菌:控制酶解筒体内的温度保持100—120℃之间,设定灭菌时间在30—40min,对物料进行灭菌处理;

泄压:控制慢速泄压阀泄压设定时间后,启动抽真空排气阀对酶解筒体快速泄压;

抽真空降温:启动抽真空设备对物料进行快速抽真空降温,控制酶解筒体内的温度保持在60—70℃;

物料酶解:通过曝气孔向酶解筒体通入空气至达到大气压力,按比例向物料中添入酶解菌剂和酶解调整辅料,通过动态控制酶解曝气装置的进气量和抽真空排气管的排气量,以控制酶解过程中单位时间内所需的氧气耗量OUR和产生热量Q,所述酶解所需的氧气耗量OUR满足如下公式:$OUR=V(C_{OUT}-C_{in})$,其中,V为总进气量,C_{in}曝气装置氧气浓度,C_{out}为排风管氧气浓度,产生热量Q满足公式:$Q=(-460kj)/mol\times OUR$;其中,-460kj/mol为单位菌剂耗氧氧产生的热量。

物料干燥:停止通入空气,将酶解筒体进行抽真空处理,并向酶解筒体和加热夹套内再次通入高温蒸汽,按照设定的固渣含水率值,对物料进行加热干燥,当物料的含水率接近设定值时停止通入高温蒸汽;

出料:启动慢速泄压阀泄压设定时间后,启动抽真空排气阀快速泄压,待筒体内压强达到大气压力,打开出料通道卸料,进入后续工序。

餐桌剩余食物资源化处理一体设备、处理方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及餐桌剩余食物处理技术领域，尤其涉及一种餐桌剩余食物资源化处理一体设备、处理方法及系统。

背景技术

[0002] 我国每年从餐馆、食堂等处产生上亿吨的餐桌剩余食物，这些物质具有显著的危害和资源两重性，危害性在于其易变质、腐烂、发臭，同时还含有大量病毒和人畜共患传染病的病原微生物，如果采取的处理工艺不当将容易产生二次危害。其资源性是这种物质中含有80％—95％的有机物，主要包括糖类、蛋白质、脂肪、木质纤维素、淀粉等，其中糖类和蛋白质含量占干物质的60％以上，其蛋白和能量水平介于玉米和豆粕之间，是一种高能、高蛋白的优质饲料原材料，另外还含有氮、磷、钾、钙及各种微量元素，从营养成分上讲具有很大的资源利用空间。但是，由于我国目前受到餐桌剩余食物处理工艺及装备的限制，大多采用的是对这些餐桌剩余食物进行填埋、焚烧、厌氧消化以及进行堆肥生成土壤调节剂的处理方式。传统的填埋方式需要占用大面积的土地，且容易造成土壤不可恢复。焚烧和厌氧消化对环境污染严重。国外如欧洲一些国家、美国及日本等国通常将餐桌剩余食物收集后经处理变成饲料添加剂或饲料原料成为畜禽和水产品行业的饲料原料，这种饲料化处理方式对节约粮食意义重大，农业农村部相关部门目前正在部分地区开展餐桌剩余食物饲料化试点，因而目前国内也有部分地区正在试用。但由于该方式需要涉及到对物料进行灭菌、降温、菌剂添加、酶解、干燥等多个工艺流程的处理，现有的设备均无法实现一体化进行，因而，为合理解决餐桌剩余食物资源化及产品安全问题，制备符合我国《饲料卫生标准GB13078》的非反刍动物的饲料原料，符合农业农村部畜牧兽医局关于餐桌剩余食物饲料化定向使用试点要求中关于产品质量控制技术指标基本要求，实现餐桌剩余食物的资源化处理，现亟需设计一种能够对餐桌剩余食物进行集灭菌、酶解、干燥等多个工艺处理流程于一体的低能耗设备。

发明内容

[0003] 为了克服现有技术存在的上述问题，本发明提供了一种餐桌剩余食物资源化处理一体设备、处理方法及系统。

[0004] 本发明的目的之一是提供了一种餐桌剩余食物资源化处理一体设备，通过PLC控制系统进行程序控制，包括设备底座，所述设备底座上固定设置有酶解筒体，所述酶解筒体内贯穿设有旋转搅拌轴，所述旋转搅拌轴的两端伸出并通过轴承座与所述设备底座固定连接，所述设备底座上设置有旋转驱动装置，所述旋转驱动装置配合连接在所述旋转搅拌轴的第一端部，用于驱动所述旋转搅拌轴旋转以搅拌酶解筒体内的物料；其中，所述酶解筒体两端设有密封端盖，所述密封端盖的内壁设有酶解曝气装置；所述酶解筒体的顶部一侧设有入料通道，用于与料仓管道连接；所述入料通道一侧通过抽真空排气管与抽真空设备连接，所述真空排气管上分别设有抽真空排气阀和慢速泄压阀，所述慢速泄压阀跨接在所述

抽真空排气阀两侧;所述酶解筒体的顶部另一侧设有酶解加料口,用于通过加料管道外接加料设备,所述酶解筒体的顶部还均匀排布若干个第一进气口,用于通过蒸汽管道向筒体内输入高温蒸汽;所述酶解筒体的底部一侧设有出料通道,用于与下一工序管道连接;底部还设有若干第一排水口,所述若干第一排水口与排水装置连接,用于排出筒体内产生的冷凝水;所述酶解筒体的主体外壁设有加热夹套,所述加热夹套内设有通入导热物料的空腔,用于对所述酶解筒体内的物料进行加热;所述旋转搅拌轴的主体部位为中空管状结构,其第二端部设有第二进气口和第二排水口,且在所述第二进气口和第二排水口外套设有旋转接头,所述旋转接头上设有用于与所述第二进气管和第二排水口配套连接的接口,两个所述接口上对应连接有进气软管和排水软管,所述进气软管与所述蒸汽管道连接,用于通过蒸汽管道向所述旋转搅拌轴的内部输入高温蒸汽;所述排水软管与所述排水装置连接,用于排出旋转搅拌轴内产生的冷凝水。

[0005] 作为优化方案,所述旋转搅拌轴的主体部位均匀排布有若干组搅拌桨叶,且相邻两组搅拌桨叶在与主体部位连接时相互错位30°角,每组内包括四个环绕设置在所述主轴上的搅拌桨叶,且两两搅拌桨叶之间在空间上呈垂直排布。

[0006] 作为优化方案,所述搅拌桨叶包括耙杆和耙叶,所述耙杆与所述旋转搅拌轴的主体部位固定连接,所述耙叶连接在所述耙杆的端部。

[0007] 作为优化方案,所述酶解曝气装置包括外罩和曝气管,所述外罩固定设置在所述密封端盖内壁上,所述外罩包括相互密封连接的上罩盖和下罩盖,二者之间形成气流空腔,且所述下罩盖与所述密封端盖内壁之间在竖直方向上呈45°角;所述下罩盖的面板上设有若干呈扇形分布的曝气孔;所述曝气管密封穿出所述密封端盖以外接供气设备,用于向所述酶解筒体内通入空气。

[0008] 作为优化方案,所述曝气管上连接有进气消音器。

[0009] 作为优化方案,所述密封端盖上连接有物料温度检测装置和物料含水率检测装置;所述蒸汽管道上连接有蒸汽压力检测装置和蒸汽流量检测装置。

[0010] 作为优化方案,所述加热夹套外套设有保温壁,所述设备底座两侧均设有高温防护板。

[0011] 作为优化方案,所述入料通道顶部设有检修入口。

[0012] 另外,本发明还提供了一种餐桌剩余食物资源化处理系统,包括本发明提供的餐桌剩余食物资源化处理一体设备。

[0013] 本发明的另一个目的是提供了一种餐桌剩余食物资源化处理方法,包括以下步骤:

[0014] 装料:向酶解筒体装入餐桌剩余食物固渣;

[0015] 高温加热搅拌:启动旋转搅拌轴对物料进行旋转搅拌,同时,向加热夹套和旋转搅拌轴通入高温蒸汽,以对物料进行高温加热,当按照所述餐桌剩余食物资源化处理一体设备的热效率估算的物料加热到所需温度时所需的蒸汽量T与实际加热通入的蒸汽总量R之间的差值小于阈值β,即T-R≤β时,蒸汽供应量逐渐减小,当物料加热温度达到灭菌杀毒设定温度时,停止通入高温蒸汽;同时,排水装置间歇式排出旋转搅拌轴和酶解筒体内的冷凝水;所述通入加热夹套和旋转搅拌轴中的高温蒸汽总量R满足以下公式:

[0016] $R=k_1V_{i1}u_1t_1+(1-k_1)V_{i2}u_1t_2$;

[0017] 其中，K_1加热夹套的作用率，为常数；V_{i1}加热夹套的蒸汽用量；V_{i2}旋转搅拌轴蒸汽用量；u1为餐桌剩余食物固渣重量；t1，t2为损失常数。

[0018] 保温保压灭菌：控制酶解筒体内的温度保持100—120℃之间，设定灭菌时间在30—40min，对物料进行灭菌处理；

[0019] 泄压：控制慢速泄压阀泄压设定时间后，启动抽真空排气阀对酶解筒体快速泄压；

[0020] 抽真空降温：启动抽真空设备对固渣进行快速抽真空降温，控制酶解筒体内的温度保持在60—70℃；

[0021] 物料酶解：通过曝气孔向酶解筒体通入空气至达到大气压力，按比例向物料中添入酶解菌剂和酶解调整辅料，通过动态控制酶解曝气装置的进气量和抽真空排气管的排气量，以控制酶解过程中单位时间内所需的氧气耗量OUR和产生热量Q，所述酶解所需的氧气耗量OUR满足如下公式：$OUR=V(C_{OUT}-C_{in})$，单位mol/s，其中，V为总进气量，C_{in}曝气装置氧气浓度，C_{out}为排风管氧气浓度，产生热量Q满足公式：$Q=(-460kj)/mol\times OUR$；其中，-460kj/mol为单位菌剂耗氧产生的热量。

[0022] 物料干燥：停止通入空气，将酶解筒体进行抽真空处理，并向酶解筒体和加热夹套内再次通入高温蒸汽，按照设定的物料含水率值，对物料进行加热干燥，当物料的含水率接近设定值时停止通入高温蒸汽；

[0023] 出料：启动慢速泄压阀泄压设定时间后，启动抽真空排气阀快速泄压，待筒体内压强达到大气压力，打开出料通道卸料，进入后续工序。

[0024] 与现有技术相比，本发明的优点在于：

[0025] 本发明提供的餐桌剩余食物资源化处理一体设备结构紧凑、功能全面，能够同时将灭菌杀毒、降温、酶解和干燥多个功能集为一体，在同一台设备上顺序完成，具有处理时间短、节能降耗的作用，提高了餐桌剩余食物的处理效率。

[0026] 本发明餐桌剩余食物资源化处理系统，能够实时地、有效地、自动地控制所述餐桌剩余食物资源化处理一体设备的运行，实现能源的高效利用，降低能耗，实现各阶段供氧量的精准控制，提高处理餐桌剩余食物的效率和效果。

附图说明

[0027] 图1为本发明的餐桌剩余食物资源化处理一体设备的整体结构示意图；

[0028] 图2为本发明的餐桌剩余食物资源化处理一体设备的酶解曝气装置的结构示意图；

[0029] 图3为本发明的餐桌剩余食物资源化处理方法的实施方式流程示意图；

[0030] 其中，

[0031] 1-设备底座、2-酶解筒体、3-旋转搅拌轴、4-旋转驱动装置、5-密封端盖、6-酶解曝气装置、7-入料通道、8-抽真空排气管、9-抽真空排气阀、10-慢速泄压阀、11-酶解加料口、12-加料管道、13-出料通道、14-第一排水口、15-排水装置、16-加热夹套、17-第二进气口、18-第二排水口、19-旋转接头、20-进气软管、21-排水软管、22-蒸汽管道、23-进气消音器、24-物料温度检测装置、25-物料含水率检测装置、26-蒸汽压力检测装置、27-蒸汽流量检测装置、28-检修入口、29-高温防护板、

[0032] 31-搅拌桨叶、311-耙杆、312-耙叶、

[0033] 41-出料电动阀、42-自动排水疏水阀、43-加料调节阀、44-进气控制阀、45-蒸汽控制阀、46-进料控制阀、47-主轴蒸汽阀门、

[0034] 61-外罩、62-曝气管、611-上罩盖、612-下罩盖、613-曝气孔。

具体实施方式

[0035] 以下，为了便于本领域技术人员理解本发明技术方案，现参照附图来做进一步说明。应该理解，这些描述只是示例性的，而并非要限制本发明的范围。

[0036] 在下面的详细描述中，为便于解释，阐述了许多具体的细节以提供对本发明实施例的全面理解。然而，明显地，一个或多个实施例在没有这些具体细节的情况下也可以被实施。此外，在以下说明中，省略了对公知结构和技术的描述，以避免不必要地混淆本发明的概念。

[0037] 请参阅图1为本发明的餐桌剩余食物资源化处理一体设备的整体结构示意图，本设备整体可通过PLC控制系统和若干控制阀进行程序控制，全部工作流程均为实现自动控制，相关参数如加热温度、物料含水率、工作时间等均能通过PLC控制器进行数字化显示和存储，能够实现餐桌剩余食物的自动装料、快速加热升温、保温保压灭菌、自动泄压、抽真空降温、酶解菌剂自动添加、固渣酶解、自动干燥到自动出料的资源化处理工艺全流程。

[0038] 如图1所示，本发明的餐桌剩余食物资源化处理一体设备包括设备底座1，设备底座1上固定设置有酶解筒体2，酶解筒体2为卧式圆筒状结构，酶解筒体2内贯穿设有旋转搅拌轴3，用于搅拌酶解筒体2内的物料，防止物料与筒体内壁粘连。旋转搅拌轴3的两端伸出酶解筒体2并通过轴承座与设备底座1固定连接，设备底座1上设置有旋转驱动装置4，旋转驱动装置4配合连接在旋转搅拌轴3的第一端部，用于驱动旋转搅拌轴3旋转以搅拌酶解筒体2内的物料。

[0039] 在酶解筒体2的两端设有密封端盖5，密封端盖5的内壁设有酶解曝气装置6，酶解曝气装置6用于向筒体内通入新鲜空气，从而为物料的酶解提供良好环境。

[0040] 酶解筒体2的顶部一侧设有入料通道7，入料通道7处设有入料管道，并连接有进料电动阀46，与料仓管道连接，用于自动控制物料的进料。入料通道7一侧通过抽真空排气管8与抽真空设备连接，抽真空排气管8上分别设有抽真空排气阀9和慢速泄压阀10，慢速泄压阀10跨接在抽真空排气阀9两侧，二者并联从而可以较好的调节在泄压时的速度。在一些实施例中，入料通道7顶部设有检修入口28。酶解筒体2的顶部另一侧设有酶解加料口11，用于通过加料管道12外接加料设备向酶解筒体2内添加酶解菌剂和酶解调整辅料，酶解筒体2的顶部还均匀排布若干个第一进气口，用于通过蒸汽管道22向筒体内输入高温蒸汽，为高温加热提供能量.酶解筒体2的底部一侧设有出料通道13，出料通道13可与下一道工序连接，用于将加工完成的物料传输到下一工序管道。酶解筒体2的底部还设有若干第一排水口14，若干第一排水口14与排水装置15连接，用于排出筒体内产生的冷凝水。本实施例中排水装置15包括排水管以及连接在排水管端部的自动排水疏水阀42，自动排水疏水阀42可以自动控制冷凝水排出而阻断热的蒸汽通过。在酶解筒体2的主体外壁设有加热夹套16，加热夹套16内设有通入导热物料的空腔，用于对酶解筒体2内的物料进行加热，本实施例中加热夹套16内可以通入饱和的高温蒸汽，用于对酶解筒体2内的物料进行加热。本实施例以通入饱和的高温蒸汽为例进行说明，当然加热夹套16内也可以通入导热油，这里不做赘述。

[0041] 在具体实施过程中，由于酶解筒体2外层夹套承受正压，而酶解筒体2的内筒在工作过程中需要承受正、负压交变载荷，因此酶解筒体2设计时需要充分考虑其耐压、刚性和强度方面的需要。另外，由于送入酶解筒体2内的物料具有一定的腐蚀性，因而，酶解筒体2的内筒采用S30408不锈钢制造。同时，为了减小物料粘连的可能，制造时酶解筒体2内表面需要进行抛光处理。

[0042] 本实施例中，旋转搅拌轴3的主体部位为中空管状结构，因而旋转搅拌轴3的主体部位可以通入饱和的高温蒸汽，实现在搅拌的同时对物料进行快速加热，提高了加热的效率。在旋转搅拌轴3的第二端部即图1的左侧设有第二进气口17和第二排水口18，且在第二进气口17和第二排水口18外套设有旋转接头19，旋转接头19上设有用于与第二进气口17和第二排水口18配套连接的接口，旋转接头19的旋转端可与旋转搅拌轴3同时旋转，外体则保持固定不转，在旋转接头19上的两个接口上则分别对应连接有进气软管20和排水软管21，进气软管20与蒸汽管道22连接，进气软管20上设有主轴蒸汽阀门47，用于向旋转搅拌轴3的内部输入高温蒸汽。排水软管21与排水装置15连接，用于排出旋转搅拌轴3内产生的冷凝水。

[0043] 请继续参考图1，在本实施例中，旋转搅拌轴3的主体部位均匀排布有若干组搅拌桨叶31，且相邻两组搅拌桨叶31在与主体部位连接时相互错位30°角，每组内包括四个环绕设置在主轴上的搅拌桨叶31，且两两搅拌桨叶31之间在空间上呈垂直排布，在旋转搅拌轴3上均匀排布相互错位的在旋转时搅拌桨叶31组，在旋转时，能够更全面、更均匀的对物料进行搅拌，达到物料的充分混合。

[0044] 另外，在本实施例中，搅拌桨叶31整体结构如船桨的形式，包括耙杆311和耙叶312，耙杆311与旋转搅拌轴3的主体部位固定连接，耙叶312连接在耙杆311的端部。

[0045] 请参阅图2，为本发明的餐桌剩余食物资源化处理一体设备的酶解曝气装置的结构示意图，酶解曝气装置6包括外罩61和曝气管62，外罩61固定设置在密封端盖5内壁上，外罩61包括相互密封连接的上罩盖611和下罩盖612，二者之间形成气流空腔，且下罩盖612与密封端盖5内壁之间在竖直方向上呈45°角。下罩盖612的面板上设有若干呈扇形分布的曝气孔613，曝气管613密封穿出密封端盖5以外接供气设备，用于向酶解筒体2内通入空气。本实施例中，曝气孔613采用扇形布风将空气散射分布，同时，曝气孔613的角度在竖直方向上整体与物料形成45度角，从而在确保曝气孔613能够向下吹气的同时，还能使气流最大化的覆盖物料表面，从而减少臭气排放。本装置采用微好氧酶解，消耗的空气量很小，因此产生的废气量也很少，降低了除去臭气的能耗。

[0046] 在具体实施过程中，可以曝气管62上连接有进气消音器23，从而可以减少曝气过程中产生的噪音干扰。

[0047] 另外，本实施例中，密封端盖5上连接有物料温度检测装置24和物料含水率检测装置25，物料温度检测装置24和物料含水率检测装置25分别与PLC控制器电性连接，用来分别检测筒体内物料温度和物料的含水率，从而为PLC的有效控制提供数据支撑。同样的，在蒸汽管道22上连接有蒸汽压力检测装置26和蒸汽流量检测装置27，用来监控酶解筒体2和旋转搅拌轴3内的蒸汽压力值和蒸汽量，实现资源的数字化监控。

[0048] 本实施例中，加热夹套外套设有保温壁。保温壁用于将加热夹套16和酶解筒体2以及相关装置进行保温，包括蒸汽管道22等。

[0049] 另外，为防止因意外、设备故障造成高温气体泄漏对人体造成伤害，设备底座1两侧均设有高温防护板29。

[0050] 综上所述，本发明提供的餐桌剩余食物资源化处理一体设备结构紧凑、功能全面，能够同时将灭菌杀毒、降温、酶解和干燥多个功能集为一体，在同一台设备上顺序完成，具有处理时间短、节能降耗的作用，提高了餐桌剩余食物的处理效率。该设备处理效率高，一次性能够处理8—10吨餐桌剩余食物的固渣，处理时间11小时左右，每天处理16—20吨，与传统的每天只能处理10吨的设备相比，生产效率提高了一倍。本发明提供的装置具有快速升温灭菌、杀毒的功能，设备具有全封闭密封和半密封两种工作模式，可根据处理工艺的不同阶段自动选择和控制。在灭菌杀毒过程中，选择全封闭密封模式，采用饱和高温蒸汽或导热油进行加热，设备筒体内部产生正压，水的沸点升高，从而使得物料温度能够快速升高至要求的温度100℃以上，缩短了加热时间，提高了生产效率。

[0051] 本设备能快速抽真空设备进行降温，提高了降温的效率，且能充分利用余热。由于灭菌杀毒温度一般在100-120℃之间，而酶解温度一般要求60-70℃，低温酶解时温度更低，因此，灭菌后需要进行快速降温。传统工作方式是灭菌后进行通风冷却或者把物料导入到其他装置内进行降温冷却，这两种方式所需的时间都很长，按照一次处理10吨物料计算，最少需要5-8小时才能完成，同时，白白浪费了大量的热能。按照温降40度计算，10吨物料损失的热能是1.68×106KJ，相当于把4吨水从0度加热到100度的热量。而且这些热量还要由专用设备进行换热。另外，传统的处理方式还伴随有大量的臭气产生，需要降温的时间越短，臭气量越大。为了避免上述不利因素，本设备采用抽真空方式进行降温。抽真空降温的优势在于，降温速度快。在高温区时，筒体压力为正，采用自然排气，达到大气压力时开始抽真空，由于抽真空能够降低水的沸点，物料中的水分快速蒸发而吸收大量的热，使得物料温度迅速降低。同时，可以利用降温的热量将物料中的水分带走，部分降低了物料含水率，减小了后期干燥过程中对热能的需求，节约能源用量。最后，抽真空降温时抽出的全部是从物料中蒸发出的水蒸汽，在经过冷凝装置后排出的气体量远远小于通风降温方式的排气量，因而本装置臭气排放小，减轻了除臭系统的压力和电能消耗。

[0052] 另外，本设备具有厌氧酶解和好氧酶解两种功能，可以根据不同物料酶解的工艺需要进行选择。使用时，将所有密封装置关闭后即可进行厌氧酶解。在酶解过程中打开排气阀和进气阀，在酶解过程中通过进气控制阀44通入新鲜空气，经抽真空排气阀9排出低氧量的气体即可实现好氧酶解.

[0053] 本设备能够根据不同物料酶解时需要的氧量来调节进气系统的进风量，因此，能够适应多种物质的酶解需要，餐桌剩余食物固渣酶解时采用的是微好氧酶解模式，由于氧气的充分利用，进气量大大减少也使得臭气排放减少，臭气排放量为180m^3/h比传统设备2000-3000m3/h减少了近10倍，所以进风处无需设置空气加热装置，与其他好氧酶解设备相比，无需安装换热器，更减少了热能的需求，更减少了不必要的热能浪费。

[0054] 本设备采用抽真空对物料进行干燥，如前面所述，抽真空后减低了水的沸点，使得物料中的水在低温下蒸发为水蒸气后排出。当真空度在-0.08MPa时水的沸点为60.1℃，真空度为-0.06MPa时水的沸点为76℃，为了加快干燥速度，减小物料在高温区停留的时间，在干燥时筒体内的真空压力可达-0.097MPa，所以与传统的干燥方式相比，明显缩短了干燥时间，提高了设备的生产效率。同时，由于采用了低温干燥的方式，使得产品营养流失少、色泽

更好。

[0055] 上述示例餐桌剩余食物资源化处理一体设备可以作为一个独立的部件加装到现有的餐桌剩余食物资源化处理系统中，或者将此部件与其他餐桌剩余食物处理部件集成到一起构成新的餐桌剩余食物资源化处理系统，即包括上述餐桌剩余食物资源化处理一体设备的餐桌剩余食物资源化处理系统，以更好地实现本发明的目的。本发明餐桌剩余食物资源化处理系统，可采用西门子PLC可编程控制器系统、触摸屏、变频器、远程通信网关、独立开发的控制及工艺软件等组成，可以满足处理物料的特征参数输入、工艺程序存储、操作调用要求。该控制系统控制设备的上料、升温灭菌、降温、微氧酶解、真空干燥、除尘、降温、出料等工序组成，整个处理过程无需人为干预，完全实现无人值守，能够实时地、有效地、自动地控制所述餐桌剩余食物资源化处理一体设备的运行，实现能源的高效利用，降低能耗，实现各阶段供氧量的精准控制，提高处理餐桌剩余食物的效率和效果。

[0056] 如上所述，本发明还提供了一种基于上述餐桌剩余食物资源化处理一体装置进行实施的餐桌剩余食物资源化处理方法，如图3所示，为本发明的餐桌剩余食物资源化处理方法的实施方式的流程示意图，其整体处理过程包括如下几个步骤：装料、高温加热搅拌、保温保压灭菌、泄压、物料酶解、物料干燥和出料。具体实施的过程中，采用如下方式，以餐桌剩余食物为例：

[0057] 装料：启动序号进料控制阀46使其全角度打开，物料快速进入到酶解筒体2内部，此时装置中的系统控制阀均处于关闭状态，当装满酶解筒体后进料控制阀46自动关闭。

[0058] 高温加热搅拌：旋转驱动装置4自动启动，旋转搅拌轴3开始旋转对物料进行搅拌，旋转速度可由变频调速器进行调节和控制。延时启动蒸汽控制阀45，饱和高温蒸汽进入到加热夹套16和旋转搅拌轴3内，酶解筒体2和旋转搅拌轴3连续对物料进行高温加热。当按照所述餐桌剩余食物资源化处理一体设备的热效率估算的物料加热到所需温度时所需的蒸汽量T与实际加热通入的蒸汽总量R之间的差值小于阈值β，即T-R≤β时，蒸汽供应量逐渐减小，当物料加热温度达到灭菌杀毒设定温度时，停止通入高温蒸汽；具体实施时，通入加热夹套和旋转搅拌轴中的高温蒸汽总量R满足以下公式：

[0059] $R=k_1V_{i1}u_1t_1+(1-k_1)V_{i2}u_1t_2$；

[0060] 其中，K_1加热夹套的作用率，为常数；V_{i1}加热夹套的蒸汽用量；V_{i2}旋转搅拌轴蒸汽用量；u_1为餐桌剩余食物固渣重量；t_1，t_2为损失常数。通过工艺控制，最大程度的保证蒸汽的量利用效率。

[0061] 与此同时，排水软管21和第一排水口14自动将蒸汽冷凝水通过排水装置15排出，具体实施时，自动排水疏水阀42将冷凝水间歇式排放至回水管道中，实现资源的可持续利用。在这一过程中，物料温度检测装置24和物料含水率检测装置25将温度电信号和含水率电信号传送至PLC控制器并以数字形式进行实时显示。

[0062] 保温保压灭菌：当物料温度检测装置24检测到物料加热温度至灭菌杀毒要求的温度，本实施例中，通过对蒸汽的控制来控制物料温度，物料灭菌温度控制在100-120℃，同时，开始保温、保压对物料进行灭菌杀毒，将时间设定范围为30—40分钟。

[0063] 泄压：在满足设定的灭菌时间后，设备开始对酶解筒体2进行泄压，首先启动慢速泄压阀10进行泄压，主要是防止酶解筒体2内物料激烈沸腾，在慢速泄压预定时间后，抽真空排气阀19进行快速泄压，并控制泄压时间，本实施方式采用先慢后快的泄压方式，能够进

一步的确保物料不沸腾和外溢。

[0064] 抽真空降温:启动抽真空设备对物料进行快速抽真空降温,并控制酶解筒体内的温度保持在60—70℃,抽真空过程中是利用了酶解筒体2内的热量对物料中水分进行蒸发,从而降低物料的含水率,此过程为余热再利用,降低了设备热能的消耗。

[0065] 物料酶解:当物料温度检测装置24显示温度达到设定的酶解温度时,抽真空设备自动停止,进气控制阀44慢速阶段式开启,使得筒体内压力与大气压力一至时再全程打开,开启加料调节阀43向酶解筒体2内根据物料总量按比例加入酶解菌剂和酶解调整辅料,酶解过程中物料温度检测装置24始终检测酶解筒体2内的物料温度,当温度低于设定温度时自动开启蒸汽控制阀45;否则蒸汽控制阀45始终处于关闭状态,这种工作方式能够更好节省热能。同时,在酶解过程中,进气控制阀44打开持续通过曝气孔613向酶解筒体2内补充新鲜空气。

[0066] 具体实施时,通过动态控制酶解曝气装置的进气量和抽真空排气管的排气量,以控制酶解过程中单位时间内所需的氧气耗量OUR和产生热量Q,所述酶解所需的氧气耗量OUR满足如下公式:$OUR=V(C_{OUT}-C_{in})$,其中,V为总进气量,C_{in}为曝气装置氧气浓度,C_{out}为排风管氧气浓度,酶解过程中,当C_{out}与C_{in}的差值小于设定值α时,表示需加大搅拌强度,使更多的微生物接触氧气。产生热量Q满足公式:$Q=(-460kj)/mol\times OUR$;其中,-460kj/mol为单位菌剂耗氧产生的热量,通过合理利用微生物在酶解过程中会产生热量Q,确保设备中酶解过程中所需的恒定温度。

[0067] 物料干燥:关闭序号进气控制阀44停止通入空气,启动抽真空设备对酶解筒体2内再次抽真空,启动蒸汽控制阀45,使饱和高温蒸汽再次进入加热夹套16和旋转搅拌轴3内,对物料进行再次加热从而达到干燥效果,在干燥过程中,物料含水率检测装置25实时检测含水率的变化,具体实施时,当物料含水率检测装置25检测到含水率达到15-16%时,蒸汽控制阀45关闭,此时,利于加热夹套16内蒸汽余热继续加热,从而节省热能,当物料含水率达到设定的数值时,如12.5%,抽真空设备停止。

[0068] 出料:再次启动慢速泄压阀10泄压设定时间后,启动抽真空排气阀9快速泄压,待筒体内压强达到大气压力,启动出料电动阀41,出料通道卸料,物料输出到饲料后处理工序,至此,完成餐桌剩余食物资源化处理工艺流程。

[0069] 以上所述的实施例仅仅是对本发明的优选实施方式进行描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案作出的各种变形和改进,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

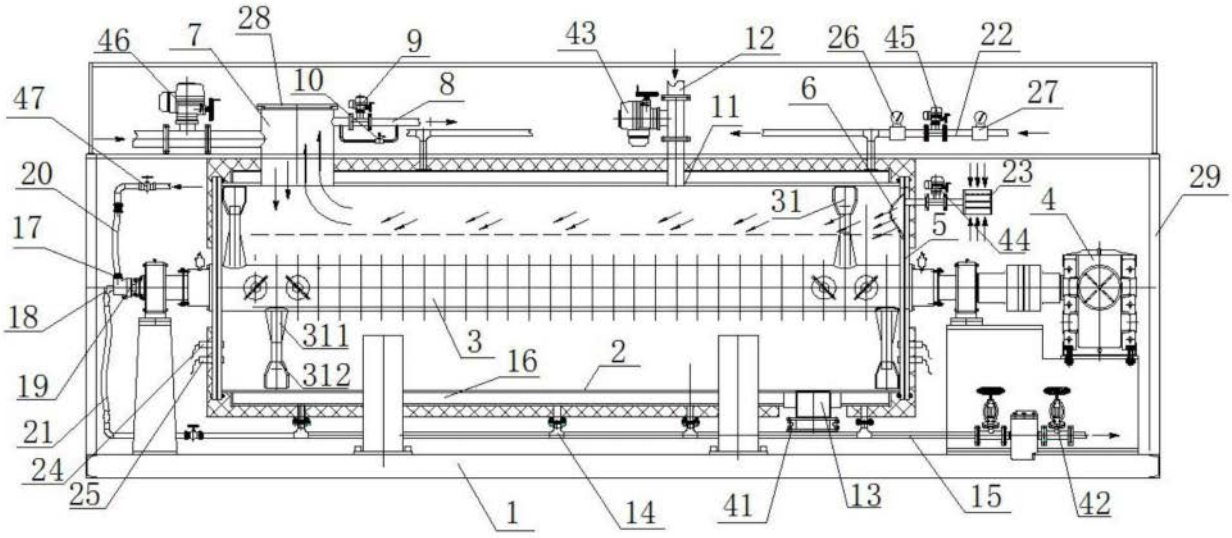

46
7
28
9
43
12
26
45
22
47
10
8
11
6
27
20
23
29
31
4
17
5
44
18
311
3
16
2
19
312
21
24
25
1
14
41
13
15
42

图1

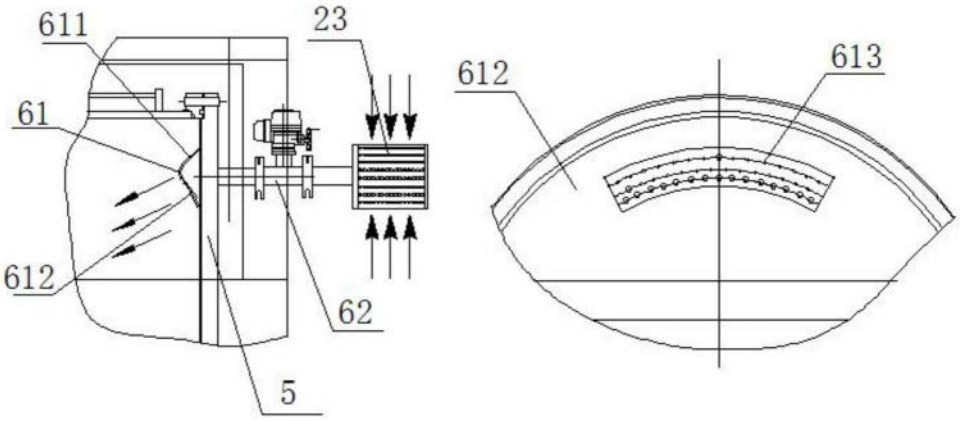

611
23
61
612
62
5
612
613

图2

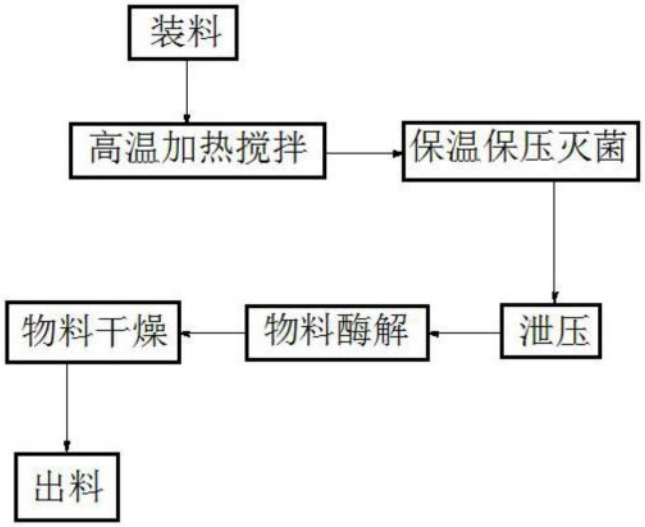


图3