(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111100781 B
(45)授权公告日 2025.01.03

(21)申请号 201910727870.1

(22)申请日 2019.08.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111100781 A

(43)申请公布日 2020.05.05

(73)专利权人 上海天一高德机电实业有限公司
地址 201619 上海市松江区洞泾镇洞凯路328号

(72)发明人 曹康 张熹 唐向荣 张衍华

(74)专利代理机构 上海领匠知识产权代理有限公司 31404
专利代理师 李华

(51)Int.Cl.
C12M 1/00(2006.01)
C12M 1/34(2006.01)
C12M 1/16(2006.01)
C12M 1/08(2006.01)
C12M 1/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 210765303 U,2020.06.16

审查员 梁波

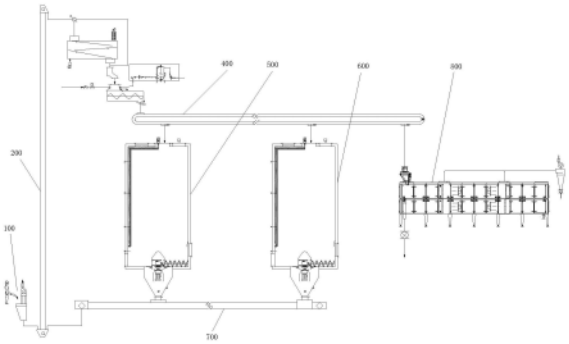
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

固体发酵系统

(57)摘要

本发明公开一种固体发酵系统,包括进料装置、第一输送机构、蒸汽混合设备、菌液接菌设备、管链输送机、物料储存罐、第二输送机构、烘干设备;原料从进料装置投入,进入第一输送机构,通过第一输送机构被传送至蒸汽混合设备,蒸汽混合后的原料通过管链输送机进入物料储存罐内进行高温灭菌,灭菌后的原料依次通过第二输送机构、第一输送机构被传送至菌液接菌设备进行接菌,接菌后的原料通过管链输送机进入物料储存罐进行发酵,发酵完毕的料进入烘干设备进行烘干。本发明适合菜粕、豆粕、棉粕等固体原料的大批量发酵,且该系统具有厌氧发酵和好氧发酵的功能,设备的利用率高,降低了生产成本,提高了生产效率和经济效益,操作简单。



CN 111100781 B

1.固体发酵系统,其特征在于,包括:

进料装置,方便原料投入;

第一输送机构,用于输送原料,所述进料装置的出口端与第一输送机构连通;

蒸汽混合设备,与第一输送机构连通,用以将原料与高温蒸汽混合,包括一壳体,所述壳体上设置有原料进口、原料出口和蒸汽入口,原料进口与第一输送机构连通,所述蒸汽入口与外部蒸汽提供设备连通;所述蒸汽混合设备的原料出口与管链输送机连通;

菌液接菌设备,与第一输送机构连通,所述菌液接菌设备包括一壳体,所述壳体上设置有原料进口、原料出口和菌液入口,所述菌液入口与外部菌液提供设备连通;所述菌液接菌设备的原料出口与管链输送机连通;

管链输送机,用以传送原料;

物料储存罐,在管链输送机上设置有带有控制阀的第一出口,物料储存罐与管链输送机的第一出口连通,物料储存罐包括罐体,所述罐体包括罐体入口和罐体出口,罐体侧壁上设置有用以检测内部温度的温度传感器;

第二输送机构,与物料储存罐的出口连接,并与第一输送机构连接,用于将料输送至第一输送机构;

烘干设备,在管链输送机上设置有带有控制阀的第二出口,烘干设备的入口与管链输送机的第二出口连通;

还包括一补风箱,包括一壳体,所述壳体上设置有原料进口、原料出口和风口,原料进口与第一输送机构连通,所述风口与外部鼓风机连通;所述补风箱的原料出口与管链输送机连通;

所述物料储存罐的罐体侧壁上包覆有加热装置。

2.根据权利要求1所述的固体发酵系统,其特征在于,所述蒸汽混合设备、菌液接菌设备和补风箱共用同一壳体,所述壳体的上部设置有原料进口、蒸汽入口、菌液入口和风口,所述壳体的底部设置有原料出口。

3.根据权利要求2所述的固体发酵系统,其特征在于,所述壳体的下部设置有带有螺旋叶片的转动轴。

4.根据权利要求2所述的固体发酵系统,其特征在于,在所述壳体的原料进口连接有一流量秤。

5.根据权利要求1所述的固体发酵系统,其特征在于,第一输送机构通过两条管路分别与蒸汽混合设备、菌液接菌设备连通,且在所述第一输送机构与蒸汽混合设备连通的管路上,设置有冷却机。

6.根据权利要求5所述的固体发酵系统,其特征在于,所述冷却机包括箱体,箱体的顶部设置有入口,底部设置有出口,所述箱体内设置有若干组振动床,每组振动床首尾相连,振动床包括倾斜设置的振动槽,以及带动振动槽振动的振动电机,所述箱体的底部设置有风机,箱体的上部设置有脉冲除尘器。

7.根据权利要求1所述的固体发酵系统,其特征在于,所述第一输送机构为物料提升机,包括提升机架,在提升机架上设置有具有数个输送料斗的输送带,在提升机架的下部固定有上料筒,提升机架的上部设置有下料筒;进料装置与所述上料筒连通,第二输送机构的出料端与所述上料筒连通。

8.根据权利要求1所述的固体发酵系统,其特征在于,所述物料储存罐的顶部和侧部分别设置有紫外线灯管。

9.根据权利要求1所述的固体发酵系统,其特征在于,所述物料储存罐的罐体出口位置设置有破拱出料机构。

10.根据权利要求9所述的固体发酵系统,其特征在于,所述破拱出料机构包括:在罐体底板的中间位置设置有大孔,在所述大孔内设置有通过固定支架与罐体底板连接的旋转底座,且旋转底座与大孔之间有下料间隙;一驱动电机与所述旋转底座传动连接,带动旋转底座转动;所述旋转底座上设置有带动原料流向所述下料间隙的螺旋叶片机构,所述旋转底座上还设置有随着旋转底座同步转动的挡板机构,在罐体底板的下方设置有带气动阀门的锥形出料筒。

11.根据权利要求1所述的固体发酵系统,其特征在于,还包括发酵罐,所述发酵罐包括罐体,所述罐体包括发酵罐入口和发酵罐出口,在管链输送机上设置有带有控制阀的第三出口,发酵罐入口与管链输送机的第三出口连通,发酵罐出口与第二输送机构对应。

12.根据权利要求11所述的固体发酵系统,其特征在于,发酵罐的上部设置有带有阀门的风口,所述风口与引风机连通。

13.根据权利要求11所述的固体发酵系统,其特征在于,所述发酵罐的罐体出口位置设置有破拱出料机构。

14.根据权利要求1所述的固体发酵系统,其特征在于,所述进料装置包括进料斗和设置有进料斗上方的除尘器。

15.根据权利要求1所述的固体发酵系统,其特征在于,所述第二输送机构为刮板机。

固体发酵系统

技术领域

[0001] 本发明涉及固体发酵生产行业,特别涉及一种固体发酵系统,适合菜粕、豆粕、棉粕等固体原料的大批量(十几吨到二百五十吨)发酵,且该系统具有大批量固体原料厌氧发酵和好氧发酵的功能。

背景技术

[0002] 固体发酵是指微生物在具有一定温度和湿度的固体表面进行生产和繁殖。在传统发酵领域中固体发酵技术有着悠久的历史,原因在于其简单易行、投资省的特点。比如在制作菌肥发酵饲料、细菌农药以及一些传统的食品如饮料酒、酱油醋等方面都被广泛采用。特别是,近年来饲料工业优质蛋白质资源紧缺,提升传统蛋白质资源品质已逐步成为重点。目前已取得研究进展的如薯渣固体发酵生产菌体蛋白饲料;大豆粕、菜籽饼、棉籽粕固体发酵脱毒作饲料;秸杆固体发酵生产蛋白饲料等均有良好的发展前景。

[0003] 现有的“坑堆发酵”式的固态发酵,发酵过程不易控制、堆高有限、稳定性差。

[0004] 已有的饲料固体发酵设备结构简单,处理能力小(不超过几吨),且仅具有厌氧发酵或者好氧发酵中的一个功能,不能同时满足厌氧发酵和好氧发酵的需求,不同类型的固体生物发酵无法通用。

发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明的目的在于提供一种固体发酵系统,适合大批量原料发酵,且该系统具有厌氧发酵和好氧发酵的功能,需要厌氧发酵的原料和需要好氧发酵的原料能够通用。

[0006] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0007] 本发明提供一种固体发酵系统,其特征在于,包括:

[0008] 进料装置,方便原料投入;

[0009] 第一输送机构,用于输送原料,所述进料装置的出口端与第一输送机构连通;

[0010] 蒸汽混合设备,与第一输送机构连通,用以将原料与高温蒸汽混合,包括一壳体,所述壳体上设置有原料进口、原料出口和蒸汽入口,原料进口与第一输送机构连通,所述蒸汽入口与外部蒸汽提供设备连通;所述蒸汽混合设备的原料出口与管链输送机连通;

[0011] 菌液接菌设备,与第一输送机构连通,所述菌液接菌设备包括一壳体,所述壳体上设置有原料进口、原料出口和菌液入口,所述菌液入口与外部菌液提供设备连通;所述菌液接菌设备的原料出口与管链输送机连通;

[0012] 管链输送机,用以传送原料;

[0013] 物料储存罐,在管链输送机上设置有带有控制阀的第一出口,物料储存罐与管链输送机的第一出口连通,物料储存罐包括罐体,所述罐体包括罐体入口和罐体出口,罐体侧壁上设置有用以检测内部温度的温度传感器;

[0014] 第二输送机构,与物料储存罐的出口连接,并与第一输送机构连接,用于将料输送

至第一输送机构；

[0015] 烘干设备，在管链输送机上设置有带有控制阀的第二出口，烘干设备的入口与管链输送机的第二出口连通。

[0016] 在本发明的优选方案中，还包括一补风箱，包括一壳体，所述壳体上设置有原料进口、原料出口和风口，原料进口与第一输送机构连通，所述风口与外部鼓风机连通；所述补风箱的原料出口与管链输送机连通。

[0017] 在本发明的优选方案中，蒸汽混合设备、菌液接菌设备和补风箱共用同一壳体，所述壳体的上部设置有原料进口、蒸汽入口、菌液入口和风口，所述壳体的底部设置有原料出口。进一步，所述壳体的下部设置有带有螺旋叶片的转动轴。进一步，在所述壳体的原料进口连接有一流量秤。

[0018] 在本发明的优选方案中，第一输送机构通过两条管路分别与蒸汽混合设备、菌液接菌设备连通，且在所述第一输送机构与蒸汽混合设备连通的管路上，设置有冷却机。进一步，所述冷却机包括箱体，箱体的顶部设置有入口，底部设置有出口，所述箱体内设置有若干组振动床，每组振动床首尾相连，振动床包括倾斜设置的振动槽，以及带动振动槽振动的振动电机，所述箱体的底部设置有风机，箱体的上部设置有脉冲除尘器。

[0019] 在本发明的优选方案中，所述第一输送机构为物料提升机，包括提升机架，在提升机架上设置有具有数个输送料斗的输送带，在提升机架的下部固定有上料筒，提升机架的上部设置有下料筒；进料装置与所述上料筒连通，第二输送机构的出料端与所述上料筒连通。

[0020] 在本发明的优选方案中，所述物料储存罐的罐体侧壁上包覆有加热装置。所述物料储存罐的顶部和侧部分别设置有紫外线灯管。

[0021] 在本发明的优选方案中，所述物料储存罐的罐体出口位置设置有破拱出料机构。进一步，所述破拱出料机构包括：在罐体底板的中间位置设置有大孔，在所述大孔内设置有通过固定支架与罐体底板连接的旋转底座，且旋转底座与大孔之间有下料间隙；一驱动电机与所述旋转底座传动连接，带动旋转底座转动；所述旋转底座上设置有带动原料流向所述下料间隙的螺旋叶片机构，所述旋转底座上还设置有随着旋转底座同步转动的挡板机构，在罐体底板的下方设置有带气动阀门的锥形出料筒。

[0022] 在本发明的优选方案中，所述进料装置包括进料斗和设置有进料斗上方的除尘器。

[0023] 在本发明的优选方案中，还包括发酵罐，所述发酵罐包括罐体，所述罐体包括发酵罐入口和发酵罐出口，在管链输送机上设置有带有控制阀的第三出口，发酵罐入口与管链输送机的第三出口连通，发酵罐出口与第二输送机构对应。进一步，发酵罐的上部设置有带有阀门的风口，所述风口与引风机连通，降温冷却的作用。

[0024] 在本发明的优选方案中，所述第二输送机构为刮板机。

[0025] 原料从进料装置投入，并通过除尘器除尘后，进入第一输送机构，通过第一输送机构被传送至蒸汽混合设备，原料在蒸汽混合设备内与高温蒸汽混合后，通过管链输送机进入物料储存罐内进行高温灭菌，灭菌后的原料依次通过第二输送机构、第一输送机构被传送至冷却机，经过冷却机冷却后，进入菌液接菌设备进行接菌，接菌后的原料通过管链输送机进入物料储存罐或者发酵罐进行发酵，如果是厌氧发酵，则该罐内的原料就停顿在罐内

进行发酵,直至原料发酵完毕;如果是好氧发酵,则在该罐内的原料发酵预先设定的时间后,通过第二输送机构、第一输送机构被传送至补风箱,原料在补风箱内与空气充分接触,补充氧气,原料从补风箱出来后,通过管链输送机再次进入物料储存罐或者发酵罐进行发酵,由此循环直至原料发酵完毕;发酵完毕的料依次通过第二输送机构、第一输送机构、管链输送机进入烘干设备进行烘干,直至达到合格的水份后进入粉碎打包流程。

[0026] 本发明适合菜粕、豆粕、棉粕等固体原料的大批量(十几吨到二百五十吨)的发酵,且该系统具有大批量固体原料厌氧发酵和好氧发酵的功能。设备的利用率高,降低了生产成本,提高了生产效率和经济效益,操作简单。

[0027] 本发明的特点可参阅本案图式及以下较好实施方式的详细说明而获得清楚地了解。

附图说明

[0028] 图1为实施例1的示意图。

[0029] 图2为实施例1的进料装置的示意图。

[0030] 图3为图1中的局部放大示意图。

[0031] 图4为实施例1的管链输送机的示意图。

[0032] 图5为实施例1的物料储存罐的示意图。

具体实施方式

[0033] 为了使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,下面结合具体实施例进一步阐述本发明。

[0034] 实施例1

[0035] 参见图1,一种固体发酵系统,主要包括进料装置100、第一输送机构200、蒸汽混合设备、菌液接菌设备、补风箱、管链输送机400、物料储存罐500、发酵罐600、第二输送机构700、烘干设备800等。

[0036] 参见图2,进料装置100包括进料斗110和设置有进料斗上方的除尘器 120,在加料过程中,先对原料进行初级除尘。

[0037] 第一输送机构,用于输送原料,在本实施例中,第一输送机构选用物料提升机(图中未标示),其包括提升机架,在提升机架上设置有具有数个输送料斗的输送带,在提升机架的下部固定有上料筒,提升机架的上部设置有下料筒;进料斗的出口端设置在上料筒的上方,方便原料从进料斗进入第一输送机构,物料提升机为常规结构,在此不再详述。

[0038] 蒸汽混合设备,与第一输送机构连通,用以将原料与高温蒸汽混合;菌液接菌设备,与第一输送机构连通,用以对原料进行接菌;补风箱,与第一输送机构连通,用于对好氧发酵过程中的原料进行氧气补充。

[0039] 参见图3,在本实施例中,蒸汽混合设备、菌液接菌设备和补风箱共用同一壳体300,壳体的上部设置有原料进口311、蒸汽入口312、菌液入口313 和风口314,壳体的底部设置有原料出口315。原料进口311与第一输送机构连通,在壳体的原料进口连接有一流量秤320。蒸汽入口312与带有调节阀 316的外部蒸汽提供设备连通,蒸汽通过蒸汽入口312进行壳体内;菌液入口 313与外部菌液提供设备连通,菌液入口313位置设置有阀门,菌液通

过菌液入口313进行壳体内;风口314与外部鼓风机连通,风口314位置设置有阀门,外部空气通过风口314进入壳体内。蒸汽入口与菌液入口位置均设置有喷头,以加强蒸汽混合和接菌效果。

[0040] 原料从原料进口311进入壳体300后,当需要蒸汽混合时,外部蒸汽提供设备提供的蒸汽经蒸汽入口312进入壳体内,完成蒸汽混合;当需要接菌时,外部菌液提供设备提供的菌液经菌液入口313进入壳体内,完成接菌混合;当需要进行好氧发酵时,外部鼓风机经过风口314向壳体内补充新鲜空气。

[0041] 为了方便原料从原料出口315流出,在壳体的下部设置有带有螺旋叶片 330的转动轴,该转动轴与驱动电机传动连接,驱动电机启动,带动转动轴上的螺旋叶片330转动,带动原料沿着螺旋叶片的方向向原料出口方向流动。

[0042] 壳体下部设置有温度传感器,壳体底部的原料出口315设置有气动阀门 340,壳体底部的原料出口315与管链输送机400连通。

[0043] 第一输送机构通过主管路210和旁通管路220与该壳体连接,主管路和旁通管路的交界处设置有三通阀230。在主管路上设置有冷却机240。冷却机包括箱体,箱体的顶部设置有入口241,底部设置有出口242,箱体内设置有若干组振动床243,每组振动床首尾相连,振动床包括倾斜设置的振动槽,以及带动振动槽振动的振动电机,箱体的底部设置有风机244,箱体的上部设置有脉冲除尘器245,风机244和脉冲除尘器245,起到进一步除尘的作用。

[0044] 参见图4,管链输送机400,用以传送原料(如菜粕、棉粕、豆粕等),选用市场上普通管链输送机即可;包括一个入口440和三个出口,入口与上述的壳体底部的原料出口连接。三个出口分别为第一出口410、第二出口420、第三出口430,每个出口均设置有气动阀门。

[0045] 参见图5,物料储存罐500,用于高温灭菌。物料储存罐包括罐体,所述罐体包括罐体入口511和罐体出口512,罐体入口与管链输送机的第一出口 410连通,罐体侧壁上设置有用以检测内部温度的温度传感器520;物料储存罐的顶部和侧部分别设置有紫外线灯管530,起到杀菌的作用。当蒸汽混合后的原料经过管链输送机进入物料储存罐后,在该物料储存罐内进行预定时间的灭菌。罐体出口与第二输送机构对应。罐体外壁上设置有保温层。

[0046] 当然,还可以在物料储存罐的罐体侧壁上包覆加热装置,进一步方便高温灭菌的进行。

[0047] 罐体的顶部开有带有控制阀的风口560,风口560与引风机(图中未标示) 连通;当原料进入罐体内,打开风口的阀门,启动引风机,原料因重力往下掉落,空气在引风机的作用下向上流动,向上流动的空气对原料起到降温冷却的作用。

[0048] 罐体下部设置有清洁用人孔550,以便于对罐体内部进行清理。

[0049] 由于原料容易固化沉淀,在罐体出口位置设置有破拱出料机构。在本实施例中,破拱出料机构包括:在罐体底板的中间位置设置有大孔,在大孔内设置有通过固定支架与罐体底板连接的旋转底座541,且旋转底座与大孔之间有下料间隙542;在罐体底板的下方设置有带气动阀门的锥形出料筒545。下料间隙542位于锥形出料筒545的内侧。一驱动电机546与旋转底座541传动连接,带动旋转底座转动;旋转底座上设置有带动原料流向下料间隙的螺旋叶片机构543,螺旋叶片机构包括螺旋叶片和驱动螺旋叶片转动的驱动件;旋转底座上还设置有随着旋转底座同步转动的挡板机构544,挡板机构544包括侧板和顶板,顶板

与侧板的上沿连接,且在侧板上设置有螺旋叶片伸出孔 547。通过挡板机构544防止物料进入螺旋叶片机构的驱动件。在驱动电机546 外设置有外罩548。通过外罩548防止原料进入驱动电机546内。采用破拱出料机构,能保证在出料过程中,料面基本平整,出料均匀,物料先进先出。

[0050] 发酵罐600,便于原来在其内部进行发酵,其形状与物料储存罐类似,包括罐体,罐体包括发酵罐入口和发酵罐出口,发酵罐入口与管链输送机的第三出口连通,发酵罐出口与第二输送机构对应。在发酵罐的上部设置有带有阀门的风口,风口与引风机连通。当原料进入发酵罐内,打开风口的阀门,启动引风机,原料因重力往下掉落,空气在引风机的作用下向上流动,向上流动的空气对原料起到降温冷却的作用。为了便于出料,发酵罐的出口也设置有破拱出料机构(与物料储存罐的破拱出料机构结构相同)。

[0051] 第二输送机构700,用于将物料储存罐或发酵罐内的料输送至第一输送机构;在本实施例中,第二输送机构为刮板机。刮板的高度位置与物料储存罐的罐体出口位置对应,刮板机的前端(下料端)位置与物料提升机(第一输送机构)的上料筒位置对应。

[0052] 烘干设备,其的入口与管链输送机的第二出口连通,用于将发酵后的料进行烘干,直至达到合格的水份后进入粉碎打包流程。

[0053] 本实施例的工作流程是:

[0054] 原料从进料斗110投入,并通过除尘器120除尘后,依次通过物料提升机 200、旁通管路220被传送至蒸汽混合设备、菌液接菌设备和补风箱三合一的壳体300内,打开外部蒸汽提供设备的阀门,外部蒸汽提供设备提供的蒸汽经蒸汽入口312进入壳体内,与原料进行蒸汽混合;蒸汽混合后的原料,通过管链输送机400进入物料储存罐500内进行高温灭菌,控制系统控制灭菌的时间和温度;灭菌后的原料依次通过刮板机700、物料提升机200、主管路210被传送至冷却机240,加快原料的冷却速度,原料经过冷却机冷却后,进入三合一的壳体300内,打开外部菌液提供设备的阀门,菌液通过菌液入口313进行壳体300内;接菌后的原料通过管链输送机400进入发酵罐600进行发酵,如果是厌氧发酵,则该罐内的原料就停顿在罐内进行发酵,直至原料发酵完毕;如果是好氧发酵,则在该罐内的原料发酵预先设定的时间后,依次通过刮板机 700、物料提升机200、旁通管路220被传送至三合一的壳体300内,打开鼓风机,原料与空气充分接触,补充氧气,结束后,原料通过管链输送机再次进入发酵罐600进行发酵,由此循环直至原料发酵完毕;发酵完毕后的料依次通过刮板机、物料提升机、旁通管路、三合一的壳体、管链输送机进入烘干设备进行烘干,直至达到合格的水份后进入粉碎打包流程。

[0055] 本发明适合菜粕、豆粕、棉粕等固体原料的大批量(十几吨到二百五十吨)的发酵,且该系统具有大批量固体原料厌氧发酵和好氧发酵的功能。设备的利用率高,降低了生产成本,提高了生产效率和经济效益,操作简单。

[0056] 实施例2

[0057] 与实施例1的区别在于:减少了发酵罐,采用物料储存罐来进行高温灭菌和发酵。

[0058] 本实施例的工作流程是:

[0059] 原料从进料斗投入,并通过除尘器除尘后,依次通过物料提升机、旁通管路被传送至蒸汽混合设备、菌液接菌设备和补风箱三合一的壳体内,打开外部蒸汽提供设备的阀门,外部蒸汽提供设备提供的蒸汽经蒸汽入口进入壳体内,与原料进行蒸汽混合;蒸汽混合后

的原料，通过管链输送机进入物料储存罐内进行高温灭菌；灭菌后的原料依次通过刮板机、物料提升机、主管路被传送至冷却机，加快原料的冷却速度，原料经过冷却机冷却后，进入三合一的壳体内，打开外部菌液提供设备的阀门，菌液通过菌液入口进行壳体内；接菌后的原料通过管链输送机进入物料储存罐进行发酵，如果是厌氧发酵，则该罐内的原料就停顿在罐内进行发酵，直至原料发酵完毕；如果是好氧发酵，则在该罐内的原料发酵预先设定的时间后，依次通过刮板机、物料提升机、旁通管路被传送至三合一的壳体内，打开鼓风机，原料与空气充分接触，补充氧气，结束后，原料通过管链输送机再次进入物料储存罐进行发酵，由此循环直至原料发酵完毕；发酵完毕后的料依次通过刮板机、物料提升机、旁通管路、三合一的壳体、管链输送机进入烘干设备进行烘干，直至达到合格的水份后进入粉碎打包流程。

[0060] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解，本发明不受上述实施例的限制，上述实施例和说明书中描述的只是本发明的原理，在不脱离本发明精神和范围的前提下本发明还会有各种变化和改进，这些变化和改进都落入要求保护的本发明的范围内。本发明要求的保护范围由所附的权利要求书及其等同物界定。

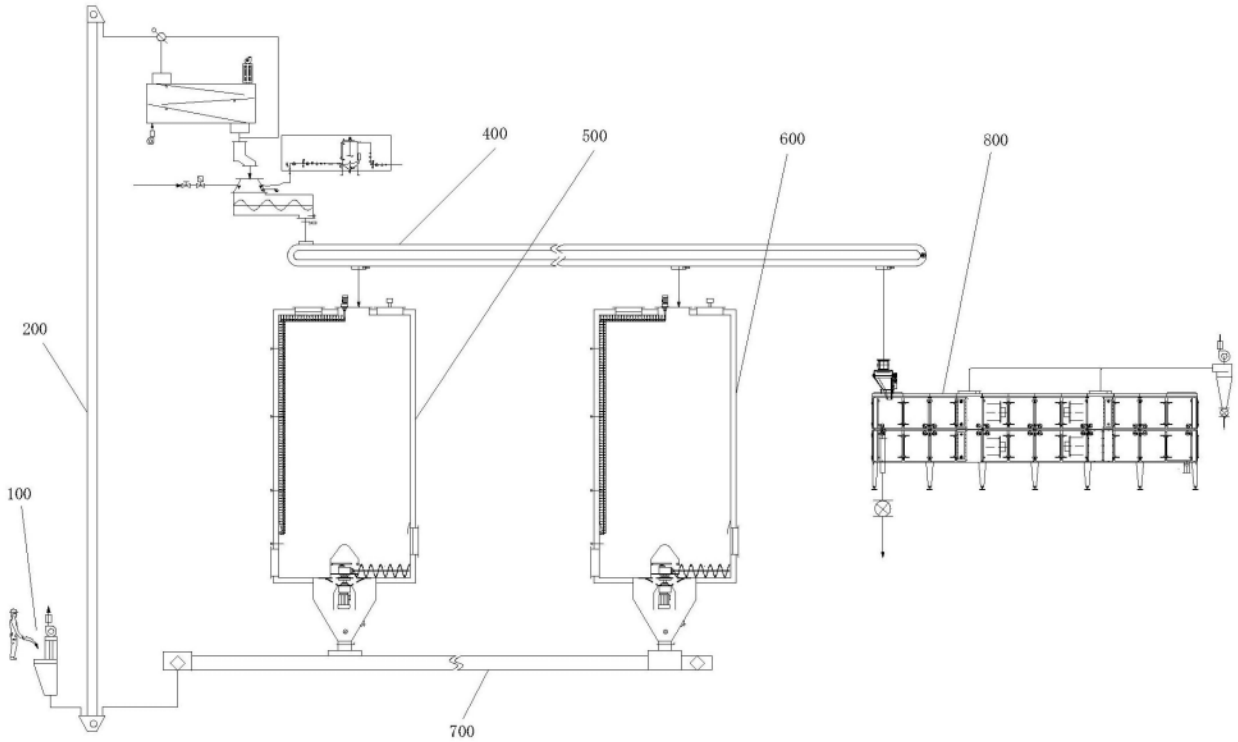


图1

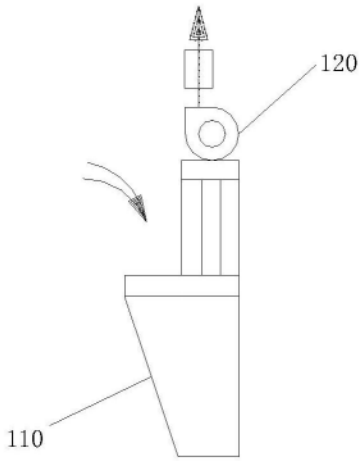


图2

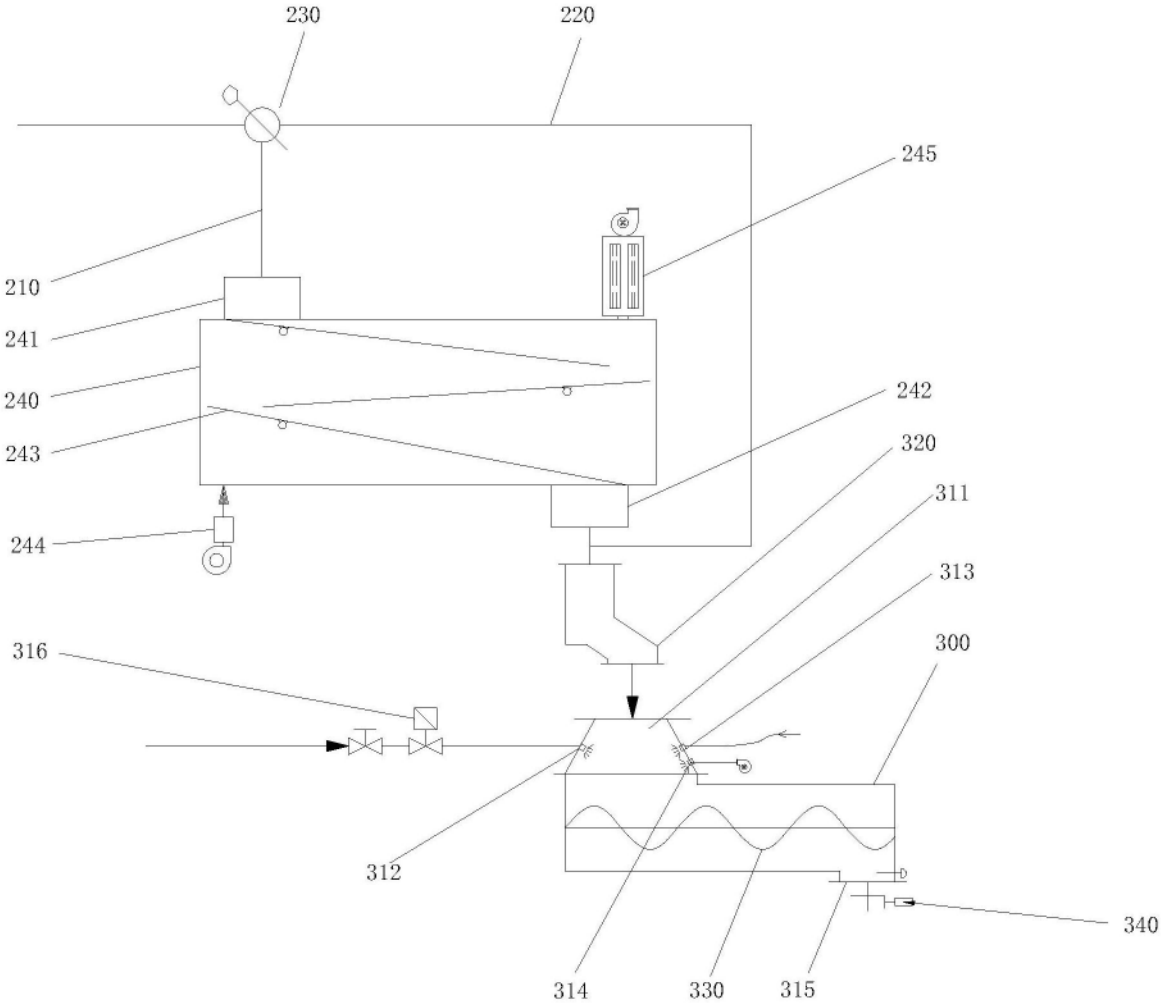

230
220
245
210
241
240
243
242
320
311
313
244
316
300
312
340
314
330
315

图3

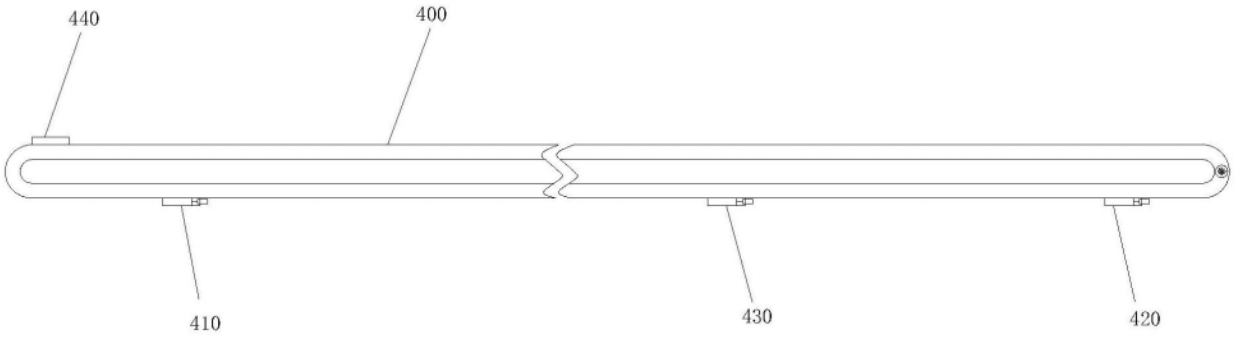

440
400
410
430
420

图4

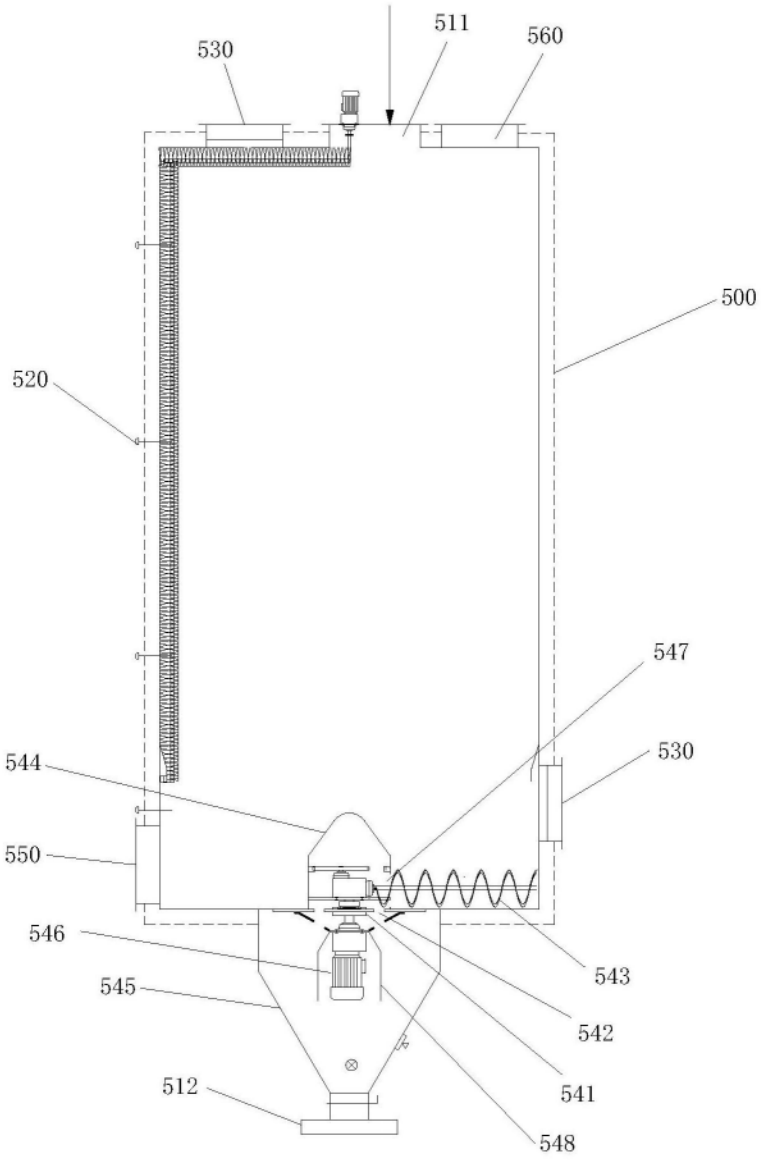


图5