

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C12M 1/113 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820124288.3

[45] 授权公告日 2009 年 10 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 201330255Y

[22] 申请日 2008.12.10

[21] 申请号 200820124288.3

[73] 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市 100084-82 信箱

[72] 发明人 李十中 李天成

[74] 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司
代理人 张文宝

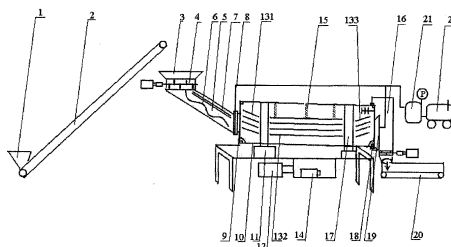
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 实用新型名称

实现固体发酵罐连续进出料与料-液混合的系统

[57] 摘要

本实用新型涉及一种实现固体发酵罐连续进出料与料-液混合的系统，属于生物质能源和资源转化技术领域。在固体发酵装置中采用进料斜管和推料绞轮，能够实现在发酵罐筒体回转过程实现连续进料；采用斜管喷淋，筒体回转和抄板作用，能够实现料-液最大限度混合，改善传质与强化固态发酵；采用气压伸缩杆与环形快开门控制连续出料和密封出料仓与密闭隧道皮带输送，能够保证初料和有效降低乙醇挥发损失。可以实现在发酵罐筒体回转过程中实现大批量连续进料和连续出料，适于工业化大规模运转；物料可以达到最大限度均匀接触；固态发酵时间短，乙醇回收率高。



1. 实现固体发酵罐连续进出料与料-液混合的系统，其特征在于，输送皮带（2）的一端与上料斗（1）相连，另一端与进料仓（3）相连；进料仓（3）通过星形耙料器（4）与进料斜管（5）相连；进料斜管（5）内底部安装螺旋状推料绞轮（6），上部设置双排菌液喷淋器（7）；进料斜管（5）经推料绞轮（6）和固定进料端盖（9）的进料口进入回转筒体（10）内部，其中，固定进料端盖（9）上设置升降式进料挡板（8）；

回转筒体（10）内部沿轴向布置进料抄板（131）、混合抄板（132）和出料抄板（133）；回转筒体（10）的内壁悬挂自清洗链条（15）；回转筒体（10）的筒体外壁设置大齿轮（17）和与大齿轮（17）啮合的拖轮和轮带装置（11）；

回转筒体（10）的出料端通过固定出料端盖（18）与出料仓（16）相连，其中，固定出料端盖（18）上设置环形气压推力门（19）；出料仓（16）的出口与密闭遂道输送皮带（20）连接。

2. 根据权利要求1所述的实现固体发酵罐连续进出料与料-液混合的系统，其特征在于，所述拖轮和轮带装置（11）与控制系统（12）和防爆变频调速电机（14）连接。

3. 根据权利要求1所述的实现固体发酵罐连续进出料与料-液混合的系统，其特征在于，所述升降式进料挡板（8）和环形气压推力门（19）分别与空压机（21）连接，空压机（21）还与缓冲罐（22）串联。

4. 根据权利要求1所述的实现固体发酵罐连续进出料与料-液混合的系统，其特征在于，所述固定进料端盖（9）与回转筒体（10）之间、回转筒体（10）与固定出料端盖（18）之间均通过动静密封连接。

5. 根据权利要求1所述的实现固体发酵罐连续进出料与料-液混合的系统，

其特征在于，所述进料抄板（131）与水平面呈 15~40°，并在回转筒体（10）内壁上均匀分布。

6. 根据权利要求 1 所述的实现固体发酵罐连续进出料与料-液混合的系统，其特征在于，所述混合抄板（132）在回转筒体（10）的轴线方向呈抛物线分布。

7. 根据权利要求 1 所述的实现固体发酵罐连续进出料与料-液混合的系统，其特征在于，所述出料抄板（133）截面为“L”形，与水平面呈 15~40°，并在回转筒体（10）内壁上均匀分布。

8. 根据权利要求 1 所述的实现固体发酵罐连续进出料与料-液混合的系统，其特征在于，所述环形气压推力门（19）呈扇形环状，分左、下、右三块；环形气压推力门（19）的上部固定，且向内焊接有料耙，中心部分为正方形固定件，通过动静密封与回转筒体（10）连接。

实现固体发酵罐连续进出料与料-液混合的系统

技术领域

本实用新型涉及一种实现固体发酵罐连续进出料与料-液混合的系统，属于生物质能源和资源转化技术领域。

背景技术

现阶段，化石能源危机和环境污染治理已成为制约经济、社会可持续发展的关键共性问题，积极发展可再生能源和实现清洁生产已成为全球范围内各个国家和地区的必然选择，包括中国在内的世界各国都致力于可再生能源开发，以加速本国能源结构调整步伐。

燃料乙醇作为目前世界公认的能够大规模替代传统化石燃料的唯一可再生清洁能源，已受到广泛关注和高度重视。通过现代生物技术将秸秆类非粮原料，如甜高粱、甘蔗、木薯、甘薯和菊芋等，实现能源与资源转化已展现出诱人前景，其中固态发酵路线凸显技术优势，尤其体现在降低能耗和环境污染方面。

固态发酵技术源远流长，与古代白酒酿造休戚相关。传统的固态发酵属于典型的“窖池式”手工作坊工艺，间歇生产、技术含量低、“局部温度和局部浓度过高问题”难以人为控制，劳动强度大，无法实现机械化生产和自动控制，曾一度被后来据上的液态发酵技术所掩盖。然而，液态发酵技术在几十年的运转过程中，能耗高且废水污染严重，暴露出难以克服的瓶颈问题。因此，固态发酵技术重新受到国内外研究机构的青睐。现代固态发酵技术从理论和实践上能够有效克服局部温升和局部产物累积的问题，能耗低和污染小的优势也充分体现，有望成为新时代的主流技术。

当前生物液体燃料生产过程中液态发酵路线存在原料预处理能耗高、发酵周

期长、环境污染严重和传统固态发酵路线沿用传统酿酒工艺发酵效率低、劳动强度大、难以实现机械化和自动控制与无法适应现代大规模商业化运作等缺陷。本实用新型在前述发明《一种基于甜高粱茎秆固体发酵制备乙醇的方法及系统》(CN101220378)和发明《一种基于甜高粱秆固体发酵料分离乙醇的方法及系统》(CN101085995)的基础上,针对回转式固态发酵罐进出料系统,提出一种固态发酵罐回转过程中实现连续进出料和料-液最大限度混合的系统。

发明内容

本实用新型针对当前生物液体燃料生产过程中液态发酵路线存在原料预处理能耗高、发酵周期长、环境污染严重和传统固态发酵路线沿用传统酿酒工艺发酵效率低、劳动强度大、难以实现机械化和自动控制与无法适应现代大规模商业化运作等缺陷,提出一种实现固体发酵罐连续进出料与料-液混合的系统,其特征在于,输送皮带2的一端与上料斗1相连,另一端与进料仓3相连;进料仓3通过星形耙料器4与进料斜管5相连;进料斜管5内底部安装螺旋状推料绞轮6,上部设置双排菌液喷淋器7;进料斜管5经推料绞轮6和固定进料端盖9的进料口进入回转筒体10内部,其中,固定进料端盖9上设置升降式进料挡板8;回转筒体10内部沿轴向布置进料抄板131、混合抄板132和出料抄板133;回转筒体10的内壁悬挂自清洗链条15;回转筒体10的筒体外壁设置大齿轮17和与大齿轮17啮合的拖轮和轮带装置11;回转筒体10的出料端通过固定出料端盖18与出料仓16相连,其中,固定出料端盖18上设置环形气压推力门19;出料仓16的出口与密闭隧道输送皮带20连接。

所述拖轮和轮带装置11与控制系统12和防爆变频调速电机14连接。

所述升降式进料挡板8和环形气压推力门19分别与空压机21连接,空压机21还与缓冲罐22串联。

所述固定进料端盖 9 与回转筒体 10 之间、回转筒体 10 与固定出料端盖 18 之间均通过动静密封连接。

所述进料抄板 13-1 与水平面呈 $15\sim 40^\circ$ ，并在回转筒体 10 内壁上均匀分布。

所述混合抄板 13-2 在回转筒体 10 的轴线方向呈抛物线分布。

所述出料抄板 13-3 截面为“L”形，与水平面呈 $15\sim 40^\circ$ ，并在回转筒体 10 内壁上均匀分布。

所述环形气压推力门 19 呈扇形环状，分左、下、右三块；环形气压推力门 19 的上部固定，且向内焊接有料耙，中心部分为正方形固定件，通过动静密封与回转筒体 10 连接。

本实用新型具有以下优点：

- (1) 可以实现在发酵罐筒体回转过程中实现大批量连续进料；
- (2) 借助在进料斜管中粉碎料输送过程进行初级混合和发酵罐回转过程二级混合，物料可以达到最大限度均匀接触；
- (3) 实现在筒体回转过程中连续出料，适于工业化大规模运转；
- (4) 借助罐体倾角、筒体回转、自清洗链条和不同类型抄板协同作用，强化热质传递和促进固态发酵速率，缩短固态发酵时间，提高乙醇回收率。

附图说明

图 1 为本实用新型所述装置的结构示意图；

图 2 (a) 为进料抄板截面分布示意图；

图 2 (b) 为进料抄板、混合抄板、出料抄板在回转筒体轴线方向分布示意图；

图 2 (c) 为出料抄板截面分布示意图；

图 3 (a) 为升降式进料挡板结构示意图；

图 3 (b) 为环形气压推力门结构示意图。

图中标号:

1-上料斗; 2-输送皮带; 3-进料仓; 4-星形耙料器; 5-进料斜管;
6-推料绞轮; 7-菌液喷淋器; 8-升降式进料挡板; 9-固定进料端盖;
10-回转筒体; 11-拖轮和轮带装置; 12-控制系统; 131-进料抄板;
132-混合抄板; 133-出料抄板; 14-防爆变频调速电机; 15-自清洗链条;
16-出料仓; 17-大齿圈; 18-固定出料端盖; 19-环形气压推力门;
20-密闭隧道输送皮带; 21-空压机; 22-缓冲罐。

具体实施方式

本实用新型提供了一种实现固体发酵罐连续进出料与料-液混合的系统, 下面结合附图说明及具体实施方式对本实用新型做进一步说明。

图1为本实用新型所述装置的结构示意图。输送皮带2的一端与上料斗1相连, 另一端与进料仓3相连; 进料仓3通过星形耙料器4与进料斜管5相连; 进料斜管5内底部安装螺旋状推料绞轮6, 上部设置双排菌液喷淋器7; 进料斜管5经推料绞轮6和固定进料端盖9的进料口进入回转筒体10内部, 其中, 固定进料端盖9与回转筒体10之间通过动静密封连接, 固定进料端盖9上设置升降式进料挡板8; 回转筒体10内部沿轴向布置进料抄板131、混合抄板132和出料抄板133, 其中, 进料抄板131与水平面呈 $15\sim 40^\circ$, 并在回转筒体10内壁上均匀分布, 混合抄板13-2在回转筒体10的轴线方向呈抛物线分布, 出料抄板133截面为“L”形, 与水平面呈 $15\sim 40^\circ$, 并在回转筒体10内壁上均匀分布; 回转筒体10的内壁悬挂自清洗链条15; 回转筒体10的筒体外壁设置大齿轮17和与大齿轮17啮合的拖轮和轮带装置11, 拖轮和轮带装置11与控制系统12和防爆变频调速电机14连接, 控制系统12控制防爆变频调速电机14的转速来带动拖轮和轮带装置11的运动, 并通过与拖轮和轮带装置11啮合的大齿轮17来驱动回转

筒体 10 回转；回转筒体 10 的出料端通过固定出料端盖 18 与出料仓 16 相连，其中，回转筒体 10 与固定出料端盖 18 之间均通过动静密封连接，固定出料端盖 18 上设置环形气压推力门 19，环形气压推力门 19 呈扇形环状，分左、下、右三块上部固定且向内焊接有料耙强化出料，中心部分为正方形固定件，通过动静密封与回转筒体 10 连接，不随回转筒体 10 回转，能够在筒体回转过程实现自动连续出料；出料仓 16 的出口与密闭隧道输送皮带 20 连接。升降式进料挡板 8 和环形气压推力门 19 分别与空压机 21 连接，空压机 21 还与缓冲罐 22 串联，空压机 21 产生无菌压缩空气，经缓冲罐 22 为升降式进料挡板 8 和环形气压推力门 19 提供动力。

所述装置使用时，将秸秆类物质经剥叶粉碎而获得的直径小于 5mm，长度小于 100mm 的粉碎料通过上料斗 1 由皮带输送机 2 输送到进料仓 3，经星形耙料器 4 送入进料斜管 5，借助推料绞轮 6 输送进入处于回转过程的固态发酵罐；在进料斜管 5 内，来自种子罐的菌液经双排喷淋管 7 与粉碎料初级混合；粉碎料借助罐体倾角、筒体 10 回转、自清洗链条 15 和不同类型抄板 13 升举作用实现物料均布和料-液最大限度混合；在厌氧环境下实现高效快速固态发酵；发酵结束后，发酵料通过出料抄板推动和固定料耙的搅动，通过固定出料端盖 18 上的环状气压推力环状门 19 和出料仓 16 送到密闭隧道输送皮带中，进而转入后续气提单元；固态发酵罐筒体 10 通过控制控制系统 12 与变频防爆电机 14 并带动拖轮机构 11 的转动，拖轮机构 11 进行回转运动，从而带动罐体内的物料不断的向出料口方向运动，实现同步转动中带动物料充分混合；来自空压机 21 和缓冲罐 22 的无菌空气为升降式进料挡板 8 和环状气压出料门 19 提供动力。

实施例 1

含水量 70%，锤度为 15°（实际茎秆总糖含量为 9-10%，还原糖 4-5%）的甜高粱粉碎料，通过选育培养的 TS-Sc-1 菌种直接进行固态发酵，接种量为 10

% (V/V)，发酵时间 40hr，搅拌转速控制在 1-20rpm。蒸馏后得到乙醇，乙醇收率为 4.23g/100g 高粱秆，转化率为乙醇理论收率的 87.16%；残留总糖含量为 0.37%，还原糖含量为 0.20%。

实施例 2

以 1 吨含水量 68%，锤度为 18°（实际茎秆总糖含量为 13%，还原糖 6%）的甜高粱秆粉碎料为原料，借助选育培养的 TS-1 菌种进行固态发酵中试，实现在筒体回转过程中连续进出料和料-液最大限度混合，接种量为 10% (V/V)，发酵时间 36hr，搅拌转速控制在 1-20rpm。蒸馏后得到乙醇 60.5 公斤，乙醇收率为 6.05Kg/ 100Kg 高粱秆，转化率为乙醇理论收率的 90.36%；残留总糖含量为 0.751%，还原糖含量为 0.375%。

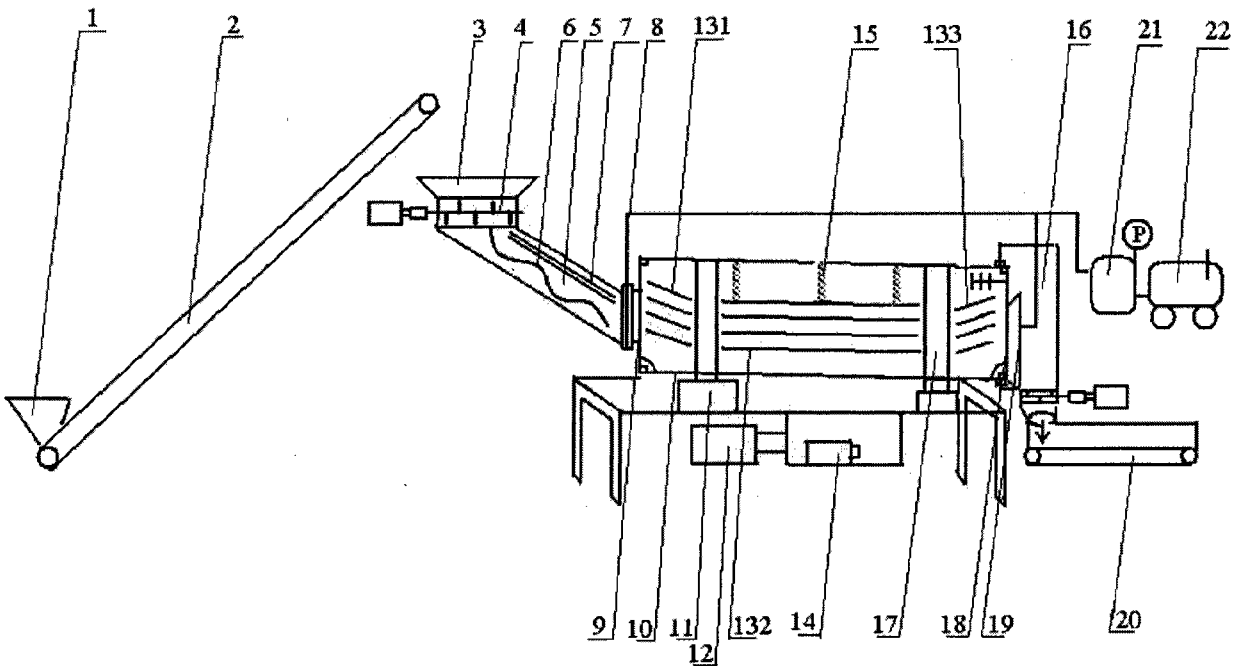


图 1

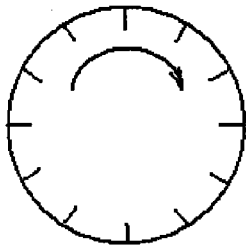


图 2 (a)

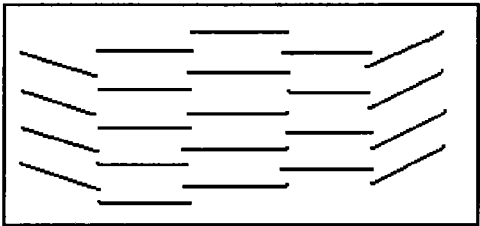


图 2 (b)

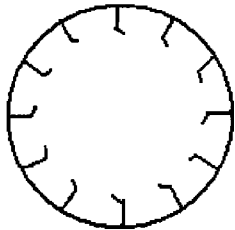


图 2 (c)

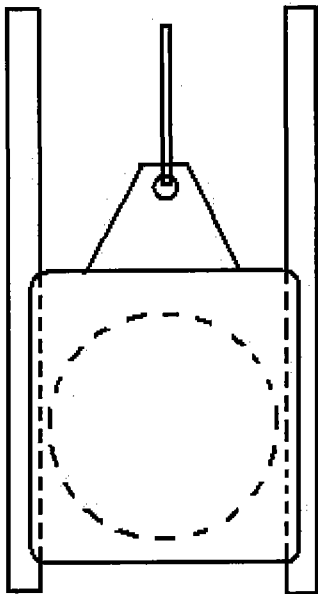


图 3 (a)

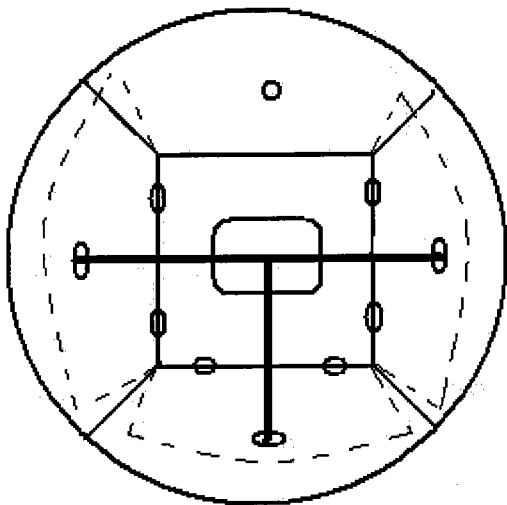


图 3 (b)