



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103734877 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 23

(21) 申请号 201310732391. 1

(22) 申请日 2013. 12. 26

(71) 申请人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市学府路 301 号

(72) 发明人 陈钧 刘忠德 董英 孙立群

(74) 专利代理机构 江苏纵联律师事务所 32253

代理人 戴勇

(51) Int. Cl.

A23N 5/00 (2006. 01)

C11B 1/04 (2006. 01)

B07B 9/00 (2006. 01)

B07B 1/28 (2006. 01)

B07B 1/46 (2006. 01)

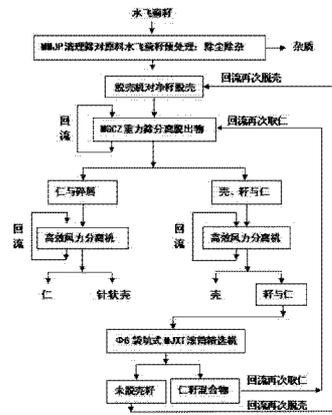
权利要求书4页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

一种水飞蓟籽脱壳及壳仁分离方法

(57) 摘要

本发明公开了一种水飞蓟籽脱壳及壳仁分离方法,首先对水飞蓟籽脱杂处理,去除了杂质后的水飞蓟籽送入脱壳机,经过多次短程离心抛击,在籽粒内逐步积累损伤裂纹,实现低粉碎率脱壳。脱壳后的脱出物经过重力筛分离为含有粉碎物的仁、壳与籽及少量仁的混合物两部分。这两部分混合物分别由高效风力分离机分离为壳、仁、籽与仁混合物三部分。分离出的壳及仁分别供制药及其它应用,分离出的籽与仁混合物经由袋坑式滚筒精选机分离为籽、含有少量小粒径籽的仁两部分,分离出的籽回流到脱壳机再次脱壳处理,分离出的含有少量小粒径籽的仁回流到重力筛再次取仁,从而实现水飞蓟籽的脱壳及壳与仁的完全分离回收。



1. 一种水飞蓟籽脱壳方法,其特征在于包括以下步骤:

步骤一,原料水飞蓟籽的预处理

市场收购的水飞蓟籽通常含有几个百分点的尘土;采用常规振动式双层清理筛,筛除原料水飞蓟籽中的尘土及茎秆杂质;上层筛(2)采用4-6目筛,下层筛(3)采用12-16目筛;原料水飞蓟籽喂入清理筛进料口(1)后经过振动筛分,上层筛(2)拦截下大的茎秆等杂质,经清理筛大杂出料口(6)排出;净籽落在下层筛(3)的上面,经清理筛净籽出料口(5)输出并进入下一步脱壳处理;下层筛(3)的下面是灰层小杂,经清理筛小杂出料口(4)排出;

步骤二,对水飞蓟净籽进行脱壳处理,通过微小裂纹的逐步积累实现水飞蓟籽在相对较低转速下离心抛击脱壳,提高脱壳率而降低粉碎率,具体的过程如下:

采用多次短程离心抛击、在水飞蓟籽粒内逐渐积累损伤裂纹从而在较低转速下脱壳减少粉碎率的脱壳原理;脱壳装置的主要工作部件是同轴心的内外两个锥台,固定外锥台(9)的内表面与内锥台(11)的侧表面拨齿B(12-2)之间的距离约相当于2-3个水飞蓟籽的长度尺寸,构成脱壳腔(10);

转动内锥台的顶部分布有拨齿A(12-1),侧表面分布有拨齿B(12-2),拨齿A(12-1)将水飞蓟籽加速离心抛出使之飞越脱壳腔(10)的间隙,与外锥台(9)的内表面相撞击;外锥台(9)内表面承受飞越而来的水飞蓟籽的撞击,经过碰撞使得水飞蓟籽的部分动能转化为破壳能量,从而使水飞蓟籽体内产生裂纹,并将水飞蓟籽弹回到内锥台(11)的侧表面,被弹回的水飞蓟籽被内锥台侧表面的拨齿B(12-2)所接纳,并被拨齿B(12-2)再次离心加速而抛出,从而与外锥台(9)的内表面再次相撞击,如此反复,积累微裂纹,实现对水飞蓟籽的脱壳;

水飞蓟籽由脱壳机喂料口(8)喂入,经脱壳后由脱壳机出料口(7)排出脱出物,脱壳机电机(13)的转速由变频器控制。

2. 根据权利要求1所述的一种水飞蓟籽脱壳方法得到的水飞蓟籽壳仁分离方法,其特征在于包括以下步骤:

步骤一,用重力筛分离所述脱出物

对脱壳机的脱出物,采用重力筛进行粗分离;所述脱壳后的脱出物中,含有各种尺寸大小的物料成分:尚未被脱壳的水飞蓟籽、片状壳、碎片状壳、碎屑状壳、完整仁、碎片状仁、碎屑状仁;所述重力筛包含有相互固定连接的进料槽(14)及立体式筛箱(16),筛箱(16)由多层表面具有凸台的筛面(16-1)构成,以提高设备的处理能力;且所述筛面(16-1)相对于水平面的x及y方向呈现双向倾斜;筛箱(16)的底部固定有前后两排每排两个相同的铰支座(21-1),筛箱(16)通过该铰支座(21-1)支撑在平行四连杆机构上,所述平行四连杆机构由两个摇臂(21-2)、下撑杆(21-3)及筛箱(16)构成,筛箱(16)相当于该平行四连杆机构的连杆;所述平行四连杆机构的下撑杆(21-3)的一端与固定在底座上的铰支轴(21-4)相铰接,另一端与筛箱抬臂(22-3)上端的铰支轴相铰接,通过电机及传动机构驱动,该筛箱可以绕铰支轴(21-4)及筛箱抬臂(22-3)上的铰支轴做平面摇动;所述筛箱抬臂(22-3)的下端铰支在偏心轴(22-2)上,通过手柄(22-1)调节偏心轴(22-2)的角度,即可以调节所述平行四连杆机构的下撑杆(21-3)与水平方向的夹角,从而调节筛面(16-1)与X方向之间的夹角;筛箱(16)的摇动频率可以通过变频器控制电机的转速而实现;筛箱(16)的左、后、右三面由薄钢板围成,正面由透明材料构成视窗;正面视窗与筛面(16-1)的外缘之

间留有上下贯通的出料通道 (16-2), 所述出料通道 (16-2) 被上分隔拦板 (15-3) 及下分隔拦板 (17-2) 分割成三个互不联通的、但是各自上下贯通的分隔通道, 并分别与上出料口 (20)、中出料口 (19) 及下出料口 (18) 相连通; 上分隔拦板 (15-3) 的下端铰连有上出料口搭板 (15-2) 及中出料口左搭板 (15-4), 上出料口搭板 (15-2) 可滑动地搭接在上出料口 (20) 的右上缘, 中出料口左搭板 (15-4) 可滑动地搭接在中出料口 (19) 的左上缘; 同样下分隔拦板 (17-2) 的下端铰连有中出料口右搭板 (17-3) 及下出料口搭板 (17-4), 分别可滑动地搭接在中出料口 (19) 的右上缘及下出料口 (18) 的左上缘; 上分隔拦板 (15-3) 在出料通道中的位置由上螺杆手柄 (15-1) 调节, 下分隔拦板 (17-2) 在出料通道中的位置由下螺杆手柄 (17-1) 调节;

脱出物被送入重力筛的进料槽 (14), 调节手柄 (22-1) 在 12° - 18° 的范围内设置重力筛面 (16) 与 X 轴的夹角, 并通过变频器调节电机转速, 使得重力筛面 (16-1) 振动频率为 160-205Hz, 脱出物物料由进料槽 (14) 进入重力筛面 (16-1) 的最高点, 之后, 随着筛面的振动、物料一边沿着 X 轴方向向下方流淌, 一边沿着 Y 轴方向向出料侧流淌, 在所述复合运动过程中筛面上的各物料成分逐渐被分离, 即: 筛面 (16-1) 的靠近出口侧的上部 I 区是仁及碎屑, 下部 III 区是壳与籽及少量完整仁, 筛面的中部 II 区是混合物, 水飞薊仁在筛面上的分布自筛面上端至筛面下端逐渐减少; 进而根据物料在重力筛面 (16-1) 上呈现出的逐渐被分离的状态, 通过上螺杆手柄 (15-1) 及下螺杆手柄 (17-1) 调节分割物料出口的上分隔拦板 (15-3) 及下分隔拦板 (17-2) 的位置, 使得筛面 (16-1) 上部的仁及碎屑经由上分隔拦板 (15-3) 所分隔出的上出料口 (20) 输出, 含有完整仁的壳与籽混合物经由下分隔拦板 (17-2) 所分隔出的下出料口 (18) 输出, 中出料口 (19) 的收集物是一些尚未得到彻底分离的混合物, 被喂入重力筛进料槽 (14), 进行回流处理, 由此实现脱出物的初步分离;

所述仁及碎屑混合物及含有完整仁的壳与籽混合物分别进入下一步工序处理;

步骤二, 高效风力分离所述仁及碎屑混合物

利用高效风力分离机进行分离处理; 所述仁及碎屑混合物被送入电磁振动送料器 (25) 的料槽, 经电磁振动送料器 (25) 的均匀化送料作用, 形成瀑布状均匀料帘进入高效风选机的进料斗 (24); 所述高效风力分离机采用吸式排风及吹式进风双风系工作, 通过变频器在 1000-1300rpm 范围内设定三相交流吸式排风机转速, 然后通过另一台变频器在 500-750rpm 范围内调节设定三相交流吹式进风机的转速; 通过所述调节, 使得高效风选机的进料斗 (24) 底部的进料缝隙中既无明显的空气流吸入, 也无明显的空气流串出, 表示此时高效风力分离机内的静风压大体等同于大气压, 即可在高效风力分离机的出料口 A(32-1) 和出料口 B(32-2) 分别获得仁、出料口 C(32-3) 获得碎仁与壳屑的混合物、出料口 D(32-4) 和出料口 E(32-5) 获得壳屑三种物料; 分离得到的仁及壳屑即可分别作为产品装袋离开生产线; 所述碎仁与壳屑的混合物经下溜管 (33) 回流到提升机 (35) 的进料口 (34), 再次提升经上溜管 (36) 送入电磁振动送料器 (25) 的料槽, 进行回流处理;

步骤三, 风力分离所述含有完整仁的壳与籽混合物

将所述含有完整仁的壳与籽混合物送入电磁振动送料器 (25) 的料槽, 经均匀化送料作用, 形成瀑布状均匀料帘进入高效风选机的进料斗 (24), 与前述步骤二相同, 通过变频器在 1100-1400rpm 范围内设定三相交流吸式排风机转速, 然后通过另一台变频器在 550-800rpm 范围内调节设定三相交流吹式进风机的转速; 即可在高效风力分离机出料口

A(32-1) 获得籽与完整仁混合物、出料口 B(32-2) 获得仁、出料口 C(32-3) 获得仁与壳的混合物、出料口 D(32-4) 和出料口 E(32-5) 获得壳四种物料；所述仁及壳即可作为产品分别装袋，离开生产线；所述仁与壳的混合物回流到提升机(35)的进料口(34)，再次提升送入电磁振动送料器(25)的料槽，进行回流处理；所述籽与完整仁的混合物进入步骤四处理；

步骤四，袋坑式滚筒分离机分离籽与完整仁的混合物

所述水飞蓟籽与完整仁的空气动力学特性极为接近，但是脱壳后的仁与未脱壳的籽粒在外形尺寸上有一定的区别，一般地说，仁的长度比籽的长度短 2-3mm，从而可采用基于长度尺寸差异的袋坑式滚筒分离机分离该籽与仁混合物，具体为：

与水平方向 2-4° 倾斜的主轴(41)支撑在两个轴承(46)上，滚筒(39)的一端与主轴(41)固连并随同主轴同步旋转，另一端由滚轮(45)支撑，滚筒(39)的内表面分布有一定规格大小的球型凹坑(38)，根据水飞蓟仁与籽在长度方向上的尺寸差别，选择 $\Phi 5-\Phi 6$ 的袋坑滚筒；将待分离的籽与仁混合物喂入袋坑式精选机进料口(44)，由于仁(37)的尺寸小可以落入袋坑(38)中，并在离心力的作用下被旋转的滚筒带到接近最高点位置才从袋坑中落下，进入专门收集仁的 V 型集料槽(40)中，在与轴(41)同步旋转的绞龙(42)的推动下，流向 V 型集料槽(40)的出口端，经水飞蓟仁出料口(47)被收集，少量外形尺寸较小的未被脱壳的水飞蓟籽也混杂在所收集到的水飞蓟仁中，分离得到的含有少量小粒籽的水飞蓟仁被回流送到重力分离筛的进料槽(14)进行异机回流再次筛分；未被脱壳的水飞蓟籽(43)因其尺寸较大，不能进入袋坑(38)，因此随着倾斜滚筒(39)的旋转流向低端，由籽粒出料口(48)输出并被收集，然后被回流送入水飞蓟籽脱壳机的进料口(8)，进行异机回流再次脱壳处理。

3. 根据权利要求 2 所述的一种水飞蓟籽脱壳方法得到的水飞蓟籽壳仁分离方法，其特征在于：所述高效风力分离机包括由风选室(26)、进料斗(24)、电磁振动送料器(25)、吹式进风装置(23)、吸式排风装置(28)、捕尘 V 型槽(27)、出料装置(32)、布风装置(29)所构成的主机和提升机(35)；

吹式进风装置(23)安装在风选室(26)的进风端，由多台轴流风机、园渐方变换接头及空气流均压整流箱构成；由多个方渐园变换接头及多台轴流风机构成吸式排风装置(28)，安装在风选室(26)的排风端；由吹式进风装置(23)及吸式排风装置(28)构成的双风系，在风选室(26)内形成所需要的大流量准直均匀空气流场；在风选室的出风端，安装有多排捕尘 V 型槽(27)，前后相邻的两排 V 形槽为错位布置，即后一排的 V 形槽凹口(30)正对着前一排两个相邻 V 形槽条之间的缝隙(31)，用以有效阻断粉尘逸出机外；V 形槽(27)的上端与风选室(26)顶部平齐，下端伸入出料口 E(32-5)内；风选室(26)内设置有布风装置(29)，用以引导空气流动方向。

4. 根据权利要求 2 所述的一种水飞蓟籽脱壳方法得到的水飞蓟籽壳仁分离方法，其特征在于所述步骤二，步骤三和步骤四的先后顺序可以根据原料水飞蓟籽的状态及对分离的要求而作适当变更；经步骤一脱壳后的脱出物也可以采用下述步骤实现壳仁分离：

过程一，高效风力分选

脱出物送入高效风力分离机的电磁振动送料器(25)，经过与前述权利要求 2 步骤二相同的过程，可以将脱出物分离为由出料口 A(32-1)排出的籽仁混合物、由出料口 B(32-2)排出的仁、由出料口 C(32-3)排出的仁壳混合物、由出料口 D(32-4)和出料口 E(32-5)排出的

壳和碎屑的混合物共四种物料；所述仁以及壳和碎屑的混合物即可作为产品装袋离开生产线；所述仁壳混合物由提升机（34）提升后送入电磁振动送料器（25），进行回流处理；所述籽仁混合物进入下一步工序即过程二；

过程二，袋坑式滚筒分离

将所述过程一中得到的籽仁混合物送入袋坑式滚筒分离机（53）的进料口（44），经过与所述权利要求 2 步骤四相同的过程，可以将籽仁混合物分离为尚未被脱壳的水飞蓟籽及含有少量小粒径籽的籽仁混合物；所述尚未被脱壳的水飞蓟籽回流至脱壳机（50）的喂料口（8），进行异机回流再次脱壳处理，含有少量小粒径籽的籽仁混合物进入下一步工序即过程三；

过程三，重力筛分离

将所述过程二中获得的含有少量小粒径籽的籽仁混合物送入重力筛（51）的进料槽（14），经过与所述权利要求 2 步骤一相同的过程，将所述籽仁混合物分离为：从上出料口（20）出料的水飞蓟仁；从中出料口（19）出料的水飞蓟仁籽混合物，该混合物被送入重力筛的进料槽，进行回流处理；从下出料口（18）出料的小粒径水飞蓟籽，被回流送入脱壳机（50）的喂料口（8），进行再次脱壳处理。

一种水飞蓟籽脱壳及壳仁分离方法

[0001]

技术领域

[0002] 本发明属于农产品加工技术领域,具体涉及油料作物种籽制油预处理技术领域,尤其是油料作物种籽脱壳及壳仁分离技术领域。

背景技术

[0003] 水飞蓟 (*Silybum maruianum* L. Gaertn.), 菊科水飞蓟属, 双子叶草本植物。水飞蓟籽在植物学上属瘦果类, 果皮 (俗称壳) 中含重要药用物质水飞蓟素和水飞蓟宾, 果仁中不含有水飞蓟素和水飞蓟宾 [1], 粗脂肪含量约 40%, 蛋白质含量约 50% [2]。水飞蓟籽的高效全利用要求水飞蓟籽脱壳及壳与仁的分别回收与利用 [3-4]。

[0004] 对于水飞蓟籽的脱壳及壳仁分离工艺, 产业化应用的要求是: 脱壳所造成的粉碎物少, 因为粉碎物中的壳屑与仁屑分离困难, 不利于后续利用, 同时, 粉碎物在后续的分选工序中会对车间造成粉尘排放; 脱壳时仁中的油脂不得渗出, 尤其是壳尽可能少的粘附油脂, 从而避免对从壳中提取药用物质的后续处理造成干扰; 壳与仁相互分离完全, 实现各自分别回收利用。

[0005] 水飞蓟籽外形瘦小扁长, 沿着它的双子叶接合面方位呈披针形, 披针形的左右侧具有棱线, 披针形的前后两个侧面各具有一个片状壳, 两个片状壳通过棱线而结合。水飞蓟籽长 6-8.5mm, 宽 2.5-4mm, 厚 1.5-2.5mm, 线性尺寸约相当于葵花籽的 1/3。表皮光滑灰褐色, 千粒重约 20g。水飞蓟壳对仁包裹紧密, 壳与仁之间的间隙较小。长轴两端壳厚约 0.3-0.5mm, 腰部壳厚约 0.2-0.3mm。

[0006] 申请人采用 TA-XT2i 物性分析仪, 对水飞蓟籽长度、宽度及厚度方向的压力-形变关系进行了测定, 数据统计处理结果表明水飞蓟籽长、宽、厚三个方向的出现首裂纹时的压力值为 43.23 ± 13.17 , 29.18 ± 11.51 及 81.82 ± 13.27 [N] ($n > 30$), 而线性尺寸约是其三倍的葵花籽的长与宽方向出现首裂纹时的压力值仅约为 50 及 45 [N] [5], 可见水飞蓟籽小而结实, 上述压力值的标准差很大, 提示籽粒的结实程度在不同的籽粒之间差异很大, 这可能是由于水飞蓟籽的成熟度不一, 大小也不一所致, 以致水飞蓟籽脱壳困难。

[0007] 采用差速快慢双辊挤压搓揉法能将水飞蓟壳从籽上挤压搓揉剥离下来, 但是由于水飞蓟籽含油量高, 采用差速快慢双辊挤压搓揉法剥壳极易使籽中油脂渗出并黏附在辊子及撕碎的壳上, 且仁也被搓揉碾碎; 采用具有一定间隙的动、定齿盘搓揉法脱壳时粉碎率很高; 采用离心抛击法进行水飞蓟籽脱壳, 由于不存在挤压搓揉过程, 脱壳在撞击瞬间完成, 脱壳时仁中的油脂无渗出, 脱壳质量相对较好。由于水飞蓟籽小而结实, 且籽粒大小不一, 籽粒之间的结实程度差异很大, 采用离心抛击法对水飞蓟籽脱壳时, 采用主轴转速较低时小的抛击能量有利于较弱籽粒的脱壳且粉碎率较小, 但是不能完成较结实籽粒的脱壳; 相反, 采用主轴转速较高时大的抛击能量, 脱壳率较高, 但是粉碎率也高; 针对这种情况, 申请人曾公开一种离心抛击法水飞蓟籽脱壳装置 (已授权专利, 申请号 201010154670.0), 使得

水飞蓟籽在通过脱壳腔时被多次抛出、飞越短程距离后与外挡筒撞击、并被外挡筒弹回而再次抛击,如此反复,以期采用较小能量在水飞蓟籽粒内逐步积累损伤裂纹而实现在相对较低转速下脱壳。与常规离心抛击法脱壳技术相比,本技术在达到同等脱壳率时粉碎率相对较低。除此而外,未检索到公开报道的水飞蓟籽脱壳技术文献,有些脱壳机厂家直接采用离心抛击式葵花籽脱壳机用于水飞蓟籽的试脱壳,存在的问题见上述。

[0008] 水飞蓟籽的壳仁比约 1:1。水飞蓟籽经过离心抛击式脱壳机单次脱壳后,在设置的比较合理的条件下,约 40-45% 的水飞蓟籽被脱壳,其中粉碎率约 4%,另有 55-60% 的水飞蓟籽需要通过循环工艺再次脱壳。如果提高脱壳机转速从而将单次脱壳率调整得过高的话,则粉碎率将很大。被脱壳的水飞蓟籽中,约 60% 的水飞蓟籽沿着侧面的棱线被剥开,形成较完整的片状壳;约 30-35% 的壳被拦腰折断,成为碎片状壳;约 5-10% 的壳成为碎屑状壳(行业上称为针壳)。同样,被脱壳的水飞蓟仁中,也含有大体同等含量的片状仁、碎片状仁及碎屑状仁。水飞蓟壳是提取药用物质水飞蓟素及水飞蓟宾的原料,因此需要尽可能回收利用。从脱出物中分离回收约占 60% 的片状水飞蓟壳不困难,但是分离回收约占 40% 的碎片状及碎屑状水飞蓟壳不是一件容易的事,这是因为碎片状及碎屑状水飞蓟壳的空气动力学特性与碎仁及碎屑仁十分接近,同时二者在振动式分离筛面上的、和分离相关的力学特性也十分接近,因此二者很难分开。也正因为如此,到目前为止未见专业用于水飞蓟籽脱壳后的壳仁分离技术的报道。有些专业脱壳机厂家直接将葵花籽脱壳后的壳仁分离技术试用于水飞蓟籽的壳仁分离,所面临的困难是很难分离回收约占 40% 的碎片状及碎屑状水飞蓟壳与仁。需要指出的是,葵花籽脱壳所形成的壳与仁的空气动力学特性差异明显,因此,现有技术分离葵花籽脱壳后的壳与仁是很成功的。

[0009] 参考文献

[1] 袁丹,张国峰,王瑞杰. 水飞蓟果实、果皮及其提取物质量评价法的研究 [J]. 沈阳药科大学学报. 2003. 3, 20 (2):119-122

[2] 陈毓荃,王春梅,张文. 水飞蓟综合利用基础研究- II 果实油脂和蛋白质 [J]. 西北农业学报 1998, 7(1): 79~81

[3] 张春晓,陈钧. 从水飞蓟壳及水飞蓟粕中提取水飞蓟素及水飞蓟宾的比较研究,中成药,2013. 11

[4] 史劲松,孙达峰,顾龚平,徐德峰. 水飞蓟素提取工艺的改进和探讨 [J]. 中国野生植物资源,2006, 25(6):52-54

[5] R. K. Gupta, S. K. Das. Fracture resistance of sunflower seed and kernel to compressive loading [J], Journal of Food Engineering, 2000, 46:1-8.

发明内容

[0010] 本专利提供一种水飞蓟籽脱壳及壳仁分离技术,它采用循环式脱壳,并组合采用重力筛、高效风力分离机及袋坑式精选机进行壳仁分离,可以实现完全脱壳及壳仁高效分离回收。

[0011] 为了解决以上技术问题,本发明采用的具体技术方案如下:

一种水飞蓟籽脱壳方法,其特征在于包括以下步骤:

步骤一,原料水飞蓟籽的预处理

市场收购的水飞蓟籽通常含有几个百分点的尘土；采用常规振动式双层清理筛，筛除原料水飞蓟籽中的尘土及茎秆杂质；上层筛(2)采用4-6目筛，下层筛(3)采用12-16目筛；原料水飞蓟籽喂入清理筛进料口(1)后经过振动筛分，上层筛(2)拦截下大的茎秆等杂质，经清理筛大杂出料口(6)排出；净籽落在下层筛(3)的上面，经清理筛净籽出料口(5)输出并进入下一步脱壳处理；下层筛(3)的下面是灰层小杂，经清理筛小杂出料口(4)排出；

步骤二，对水飞蓟净籽进行脱壳处理，通过微小裂纹的逐步积累实现水飞蓟籽在相对较低转速下离心抛击脱壳，提高脱壳率而降低粉碎率，具体的过程如下：

采用多次短程离心抛击、在水飞蓟籽粒内逐渐积累损伤裂纹从而在较低转速下脱壳减少粉碎率的脱壳原理；脱壳装置的主要工作部件是同轴心的内外两个锥台，固定外锥台(9)的内表面与内锥台(11)的侧表面拨齿B(12-2)之间的距离约相当于2-3个水飞蓟籽的长度尺寸，构成脱壳腔(10)；

转动内锥台的顶部分布有拨齿A(12-1)，侧表面分布有拨齿B(12-2)，拨齿A(12-1)将水飞蓟籽加速离心抛出使之飞越脱壳腔(10)的间隙，与外锥台(9)的内表面相撞击；外锥台(9)内表面承受飞越而来的水飞蓟籽的撞击，经过碰撞使得水飞蓟籽的部分动能转化为破壳能量，从而使水飞蓟籽体内产生裂纹，并将水飞蓟籽弹回到内锥台(11)的侧表面，被弹回的水飞蓟籽被内锥台侧表面的拨齿B(12-2)所接纳，并被拨齿B(12-2)再次离心加速而抛出，从而与外锥台(9)的内表面再次相撞击，如此反复，积累微裂纹，实现对水飞蓟籽的脱壳；

水飞蓟籽由脱壳机喂料口(8)喂入，经脱壳后由脱壳机出料口(7)排出脱出物，脱壳机电机(13)的转速由变频器控制。

[0012] 根据所述的一种水飞蓟籽脱壳方法得到的水飞蓟籽壳仁分离方法，其特征在于包括以下步骤：

步骤一，用重力筛分离所述脱出物

对脱壳机的脱出物，采用重力筛进行粗分离；所述脱壳后的脱出物中，含有各种尺寸大小的物料成分：尚未被脱壳的水飞蓟籽、片状壳、碎片状壳、碎屑状壳、完整仁、碎片状仁、碎屑状仁；所述重力筛包含有相互固定连接的进料槽(14)及立体式筛箱(16)，筛箱(16)由多层表面具有凸台的筛面(16-1)构成，以提高设备的处理能力；且所述筛面(16-1)相对于水平面的x及y方向呈现双向倾斜；筛箱(16)的底部固定有前后两排每排两个相同的铰支座(21-1)，筛箱(16)通过该铰支座(21-1)支撑在平行四连杆机构上，所述平行四连杆机构由两个摇臂(21-2)、下撑杆(21-3)及筛箱(16)构成，筛箱(16)相当于该平行四连杆机构的连杆；所述平行四连杆机构的下撑杆(21-3)的一端与固定在底座上的铰支轴(21-4)相铰接，另一端与筛箱抬臂(22-3)上端的铰支轴相铰接，通过电机及传动机构驱动，该筛箱可以绕铰支轴(21-4)及筛箱抬臂(22-3)上的铰支轴做平面摇动；所述筛箱抬臂(22-3)的下端铰支在偏心轴(22-2)上，通过手柄(22-1)调节偏心轴(22-2)的角度，即可以调节所述平行四连杆机构的下撑杆(21-3)与水平方向的夹角，从而调节筛面(16-1)与X方向之间的夹角；筛箱(16)的摇动频率可以通过变频器控制电机的转速而实现；筛箱(16)的左、后、右三面由薄钢板围成，正面由透明材料构成视窗；正面视窗与筛面(16-1)的外缘之间留有上下贯通的出料通道(16-2)，所述出料通道(16-2)被上分隔拦板(15-3)及下分隔拦板(17-2)分割成三个互不联通的、但是各自上下贯通的分隔通道，并分别与上出料口

(20)、中出料口(19)及下出料口(18)相连通;上分隔拦板(15-3)的下端铰连有上出料口搭板(15-2)及中出料口左搭板(15-4),上出料口搭板(15-2)可滑动地搭接在上出料口(20)的右上缘,中出料口左搭板(15-4)可滑动地搭接在中出料口(19)的左上缘;同样下分隔拦板(17-2)的下端铰连有中出料口右搭板(17-3)及下出料口搭板(17-4),分别可滑动地搭接在中出料口(19)的右上缘及下出料口(18)的左上缘;上分隔拦板(15-3)在出料通道中的位置由上螺杆手柄(15-1)调节,下分隔拦板(17-2)在出料通道中的位置由下螺杆手柄(17-1)调节;

脱出物被送入重力筛的进料槽(14),调节手柄(22-1)在 12° - 18° 的范围内设置重力筛面(16)与X轴的夹角,并通过变频器调节电机转速,使得重力筛面(16-1)振动频率为160-205Hz,脱出物物料由进料槽(14)进入重力筛面(16-1)的最高点,之后,随着筛面的振动、物料一边沿着X轴方向向下方流淌,一边沿着Y轴方向向出料侧流淌,在所述复合运动过程中筛面上的各物料成分逐渐被分离,即:筛面(16-1)的靠近出口侧的上部I区是仁及碎屑,下部III区是壳与籽及少量完整仁,筛面的中部II区是混合物,水飞薊仁在筛面上的分布自筛面上端至筛面下端逐渐减少;进而根据物料在重力筛面(16-1)上呈现出的逐渐被分离的状态,通过上螺杆手柄(15-1)及下螺杆手柄(17-1)调节分割物料出口的上分隔拦板(15-3)及下分隔拦板(17-2)的位置,使得筛面(16-1)上部的仁及碎屑经由上分隔拦板(15-3)所分隔出的上出料口(20)输出,含有完整仁的壳与籽混合物经由下分隔拦板(17-2)所分隔出的下出料口(18)输出,中出料口(19)的收集物是一些尚未得到彻底分离的混合物,被喂入重力筛进料槽(14),进行回流处理,由此实现脱出物的初步分离;

所述仁及碎屑混合物及含有完整仁的壳与籽混合物分别进入下一步工序处理;

步骤二,高效风力分离所述仁及碎屑混合物

利用高效风力分离机进行分离处理;所述仁及碎屑混合物被送入电磁振动送料器(25)的料槽,经电磁振动送料器(25)的均匀化送料作用,形成瀑布状均匀料帘进入高效风选机的进料斗(24);所述高效风力分离机采用吸式排风及吹式进风双风系工作,通过变频器在1000-1300rpm范围内设定三相交流吸式排风机转速,然后通过另一台变频器在500-750rpm范围内调节设定三相交流吹式进风机的转速;通过所述调节,使得高效风选机的进料斗(24)底部的进料缝隙中既无明显的空气流吸入,也无明显的空气流串出,表示此时高效风力分离机内的静风压大体等同于大气压,即可在高效风力分离机的出料口A(32-1)和出料口B(32-2)分别获得仁、出料口C(32-3)获得碎仁与壳屑的混合物、出料口D(32-4)和出料口E(32-5)获得壳屑三种物料;分离得到的仁及壳屑即可分别作为产品装袋离开生产线;所述碎仁与壳屑的混合物经下溜管(33)回流到提升机(35)的进料口(34),再次提升经上溜管(36)送入电磁振动送料器(25)的料槽,进行回流处理;

步骤三,风力分离所述含有完整仁的壳与籽混合物

将所述含有完整仁的壳与籽混合物送入电磁振动送料器(25)的料槽,经均匀化送料作用,形成瀑布状均匀料帘进入高效风选机的进料斗(24),与前述步骤二相同,通过变频器在1100-1400rpm范围内设定三相交流吸式排风机转速,然后通过另一台变频器在550-800rpm范围内调节设定三相交流吹式进风机的转速;即可在高效风力分离机出料口A(32-1)获得籽与完整仁混合物、出料口B(32-2)获得仁、出料口C(32-3)获得仁与壳的混合物、出料口D(32-4)和出料口E(32-5)获得壳四种物料;所述仁及壳即可作为产品分别装

袋,离开生产线;所述仁与壳的混合物回流到提升机(35)的进料口(34),再次提升送入电磁振动送料器(25)的料槽,进行回流处理;所述籽与完整仁的混合物进入步骤四处理;

步骤四,袋坑式滚筒分离机分离籽与完整仁的混合物

所述水飞蓟籽与完整仁的空气动力学特性极为接近,但是脱壳后的仁与未脱壳的籽粒在外形尺寸上有一定的区别,一般地说,仁的长度比籽的长度短2-3mm,从而可采用基于长度尺寸差异的袋坑式滚筒分离机分离该籽与仁混合物,具体为:

与水平方向2-4°倾斜的主轴(41)支撑在两个轴承(46)上,滚筒(39)的一端与主轴(41)固连并随同主轴同步旋转,另一端由滚轮(45)支撑,滚筒(39)的内表面分布有一定规格大小的球型凹坑(38),根据水飞蓟仁与籽在长度方向上的尺寸差别,选择Φ5-Φ6的袋坑滚筒;将待分离的籽与仁混合物喂入袋坑式精选机进料口(44),由于仁(37)的尺寸小可以落入袋坑(38)中,并在离心力的作用下被旋转的滚筒带到接近最高点位置才从袋坑中落下,进入专门收集仁的V型集料槽(40)中,在与轴(41)同步旋转的绞龙(42)的推动下,流向V型集料槽(40)的出口端,经水飞蓟仁出料口(47)被收集,少量外形尺寸较小的未被脱壳的水飞蓟籽也混杂在所收集到的水飞蓟仁中,分离得到的含有少量小粒籽的水飞蓟仁被回流送到重力分离筛的进料槽(14)进行异机回流再次筛分;未被脱壳的水飞蓟籽(43)因其尺寸较大,不能进入袋坑(38),因此随着倾斜滚筒(39)的旋转流向低端,由籽粒出料口(48)输出并被收集,然后被回流送入水飞蓟籽脱壳机的进料口(8),进行异机回流再次脱壳处理。

[0013] 所述高效风力分离机包括由风选室(26)、进料斗(24)、电磁振动送料器(25)、吹式进风装置(23)、吸式排风装置(28)、捕尘V型槽(27)、出料装置(32)、布风装置(29)所构成的主机和提升机(35);

吹式进风装置(23)安装在风选室(26)的进风端,由多台轴流风机、园渐方变换接头及空气流均压整流箱构成;由多个方渐园变换接头及多台轴流风机构成吸式排风装置(28),安装在风选室(26)的排风端;由吹式进风装置(23)及吸式排风装置(28)构成的双风系,在风选室(26)内形成所需要的大流量准直均匀空气流场;在风选室的出风端,安装有多排捕尘V型槽(27),前后相邻的两排V形槽为错位布置,即后一排的V形槽凹口(30)正对着前一排两个相邻V形槽条之间的缝隙(31),用以有效阻断粉尘逸出机外;V形槽(27)的上端与风选室(26)顶部平齐,下端伸入出料口E(32-5)内;风选室(26)内设置有布风装置(29),用以引导空气流动方向。

[0014] 所述步骤二,步骤三和步骤四的先后顺序可以根据原料水飞蓟籽的状态及对分离的要求而作适当变更;经步骤一脱壳后的脱出物也可以采用下述步骤实现壳仁分离:

过程一,高效风力分选

脱出物送入高效风力分离机的电磁振动送料器(25),经过与前述权利要求2步骤二相同的过程,可以将脱出物分离为由出料口A(32-1)排出的籽仁混合物、由出料口B(32-2)排出的仁、由出料口C(32-3)排出的仁壳混合物、由出料口D(32-4)和出料口E(32-5)排出的壳和碎屑的混合物共四种物料;所述仁以及壳和碎屑的混合物即可作为产品装袋离开生产线;所述仁壳混合物由提升机(34)提升后送入电磁振动送料器(25),进行回流处理;所述籽仁混合物进入下一步工序即过程二;

过程二,袋坑式滚筒分离

将所述过程一中得到的籽仁混合物送入袋坑式滚筒分离机 (53) 的进料口 (44), 经过与所述权利要求 2 步骤四相同的过程, 可以将籽仁混合物分离为尚未被脱壳的水飞蓟籽及含有少量小粒径籽的籽仁混合物; 所述尚未被脱壳的水飞蓟籽回流至脱壳机 (50) 的喂料口 (8), 进行异机回流再次脱壳处理, 含有少量小粒径籽的籽仁混合物进入下一步工序即过程三;

过程三, 重力筛分离

将所述过程二中获得的含有少量小粒径籽的籽仁混合物送入重力筛 (51) 的进料槽 (14), 经过与所述权利要求 2 步骤一相同的过程, 将所述籽仁混合物分离为: 从上出料口 (20) 出料的水飞蓟仁; 从中出料口 (19) 出料的水飞蓟籽混合物, 该混合物被送入重力筛的进料槽, 进行回流处理; 从下出料口 (18) 出料的小粒径水飞蓟籽, 被回流送入脱壳机 (50) 的喂料口 (8), 进行再次脱壳处理。

[0015] 本发明具有有益效果。本发明为解决水飞蓟籽脱壳及壳仁分离这一技术难题提供了技术途径。基本实现了水飞蓟籽脱壳后的壳与仁的 100% 分离与回收, 为实现水飞蓟壳与水飞蓟仁资源的各自利用提供了基本的技术保障;

本技术中脱壳环节采用了短程多次抛击、在水飞蓟籽粒内逐步积累损伤裂纹而实现相对较低转速下脱壳的原理, 因此粉碎率较低;

通常的壳仁分离工艺中都采用离心风机进行风力分选, 分离效果差, 噪音大, 功耗大。本技术中采用轴流风机, 因此噪音小功耗小, 同时本技术中所采用的高效风力分离机将碎屑及粉尘基本都收集在机内, 机外排放极少, 不造成环境污染。尤其重要的是, 本技术对进入风选室 26 的多股独立风束进行了混合、均压、准直、去旋处理, 可以实现空气动力学特性差异很小的混合物成分的高效分离。

附图说明

[0016] 图 1 是双层振动式清理筛除去水飞蓟籽原料中大尺寸杂质及灰尘的工作原理图;

图 2 是短程多次抛击式水飞蓟籽脱壳机的原理结构图; 局部放大图显示了水飞蓟籽在脱壳腔内被抛击和弹回的简化模式过程;

图 3 是由双向倾斜多层筛面构成的振动式重力筛原理结构图;

图 4 是高效风力分离机原理结构图;

图 5 是基于长度尺寸差异进行分离的袋坑式滚筒分离机工作流程及原理图; 放大截面图显示了基于长度尺寸差异的水飞蓟籽与仁的分离原理;

图 6 是水飞蓟籽脱壳及壳仁分离实施例 1 的工艺流程框图图;

图 7 是水飞蓟籽脱壳及壳仁分离实施例 1 的生产线流程图;

图 8 是水飞蓟籽脱壳及壳仁分离实施例 2 的工艺流程框图图;

图中: 1 清理筛进料口, 2 上层筛, 3 下层筛, 4 清理筛小杂出料口, 5 清理筛净籽出料口, 6 清理筛大杂出料口, 7 脱壳机出料口, 8 脱壳机喂料口, 9 固定外锥台, 10 脱壳腔, 11 内锥台, 12-1 拨齿 A, 12-2 拨齿 B, 13 脱壳机电机, 14 进料槽, 15-1 上螺杆手柄, 15-2 上出料口搭板, 15-3 上分隔拦板, 15-4 中出料口左搭板, 16 筛箱, 16-1 筛面, 16-2 出料通道, 17-1 下螺杆手柄, 17-2 下分隔拦板, 17-3 中出料口右搭板, 17-4 下出料口搭板, 18 下出料口, 19 中出料口, 20 上出料口, 21-1 铰支座, 21-2 摇臂, 21-3 下撑杆, 21-4 铰支轴, 22-1 调节手柄,

22-2 偏心轴, 22-3 筛箱抬臂, 23 吹式进风装置、24 进料斗、25 电磁振动送料器, 26 风选室, 27 捕尘 V 型槽, 28 吸式排风装置, 29 布风装置, 30 V 形槽凹口, 31 相邻 V 形槽条之间的缝隙, 32-1 出料口 A, 32-2 出料口 B, 32-3 出料口 C, 32-4 出料口 D, 32-5 出料口 E, 33 下溜管, 34 提升机进料口, 35 提升机, 36 上溜管, 37 水飞蓟仁, 38 凹坑, 39 滚筒, 40V 型集料槽, 41 主轴, 42 绞龙, 43 水飞蓟籽, 44 精选机进料口, 45 滚轮, 46 轴承, 47 仁出料口, 48 籽粒出料口, 49 清理筛, 50 脱壳机, 51 重力筛, 52 高效风力分离机, 53 袋坑式滚筒分离机。

[0017]

具体实施方式

[0018] 下面结合附图和具体实施例对本发明的技术方案做进一步详细说明。

[0019] 实施例 1

图 6 是水飞蓟籽脱壳及壳仁分离技术实施例 1 的工艺流程框图, 图 7 是该工艺生产流程图。如图 7 所示, 本发明的生产线主体设备包括如图 1 所示清理筛 49 壹台、如图 2 所示脱壳机 50 壹台、如图 3 所示重力筛 51 壹台、如图 4 所示高效风力分离机 52A 和高效风力分离机 52B, 以及如图 5 所示袋坑式滚筒分离机 53 壹台; 其中图 1 所示清理筛 49 采用标准设备 MMJP 型分级精选筛, 图 3 所示重力筛 51 采用标准设备 MGCZ 型重力谷糙分离机, 图 5 所示袋坑式滚筒分离机 53 采用标准设备 $\Phi 6$ 袋坑式 MJXT 型滚筒精选机。图 2 所示脱壳机 50 采用申请人已授权专利技术 (申请号 201010154670.0); 高效风力分离机 52A 和高效风力分离机 52B 均采用申请人的已申请专利技术“一种风力分选分离机”, 申请日为 2013 年 12 月 20 日, 申请号为 201310704643X。

[0020] 下面按照图 6 及图 7 所示工艺顺序, 结合其它附图, 具体说明实施例 1 的水飞蓟籽脱壳及壳仁分离工艺过程。

[0021] 原料水飞蓟籽由图 1 所示清理筛进料口 1 进入清理筛 49, 除杂后的净籽由清理筛净籽出料口 5 输出。所述净籽进入图 2 所示脱壳机的进料口 8, 通过变频器调节脱壳机电机的转速, 使得水飞蓟籽被抛出时的圆周速度 30m/s, 并通过循环喂入, 实现累计脱壳率 100%, 累计粉碎率 <10% 的脱壳效果。

[0022] 脱出物送入图 3 所示重力筛 51 的进料槽 14, 调节重力筛面 16-1 的倾斜角度为 15° , 调节筛箱 16 的摇动频率为 172Hz, 即可将脱出物分离为: 从上出料口 20 输出的含有碎屑的仁及从下出料口 18 输出的含有少量仁的壳籽仁混合物, 这两种分离物分别进入下游处理工序, 从中出料口 19 输出的仁籽壳混合物, 它回流到本重力筛的进料槽 14 再次分离。

[0023] 图 3 所示重力筛的上出料口 20 输出的含有碎屑的仁进入下游的如图 4 所示的高效风力分离机 52A 的电磁振动送料器 25, 经其均匀化送料作用, 形成瀑布状均匀料帘, 通过进料斗 24 进入风选室 26。本实施例中风选室 26 的吹式进风端及吸式排风端所采用的都是直径 $\Phi 500\text{mm}$ 的 380V 三相交流轴流风机, 每台功率 0.215kW。吹式进风端的三台轴流风机并联向风选室 26 供风, 先后经过风束截面形状变换、均压、准直、去旋过程, 三台进风轴流风机吹出的三股独立的风束被整合成一股较均匀的准直空气流, 由进风端流向出风端。在风选室的出风端, 安装有多排捕尘 V 型槽 27, 相邻的前后两排 V 形槽条为错位布置。风选室 26 内设置有布风装置 29, 以引导空气流动方向。调节使进风风机的供电频率为 18Hz,

排风风机的供电频率为 35Hz,即可于高效风力分离机的出料口 A32-1 及出料口 B32-2 处获得水飞蓟仁、于出料口 C32-3 处获得碎仁与壳屑的混合物、于出料口 D32-4 及出料口 E32-5 处获得水飞蓟壳屑。其中,仁及壳屑即可分别作为产品装袋,供后续应用。碎仁与壳屑的混合物经下溜管 33 回流到提升机 35 的进料口 34,再次提升经上溜管 36 送入电磁振动送料器 25 进行回流处理。本工序分离所得的仁中,含壳量小于 0.2%,小粒径水飞蓟籽的含量约 0.5-2%,它取决于原料水飞蓟籽的成熟状态及籽粒大小的均一性,当水飞蓟籽的成熟度及籽粒大小较均一时,含籽率约 0.5%;分离所得的壳屑中,粉碎仁的含量小于 0.5%。

[0024] 同样,从图 3 所示重力筛 51 下出料口 18 输出的壳籽仁混合物进入如图 4 所示的另一台高效风力分离机 52B 进行分离。所述的高效风力分离机 52B 的结构及配置同高效风力分离机 52A。调节使进风风机的供电频率为 21Hz,排风风机的供电频率为 42Hz,即可在出料口 B32-2 处获得仁、于出料口 C32-3 处获得仁壳混合物、于出料口 D32-4 及出料口 E32-5 处获得壳。其中,仁及壳即可分别作为产品而装袋下线。仁壳混合物再次提升送入图 4 所示高效风力分离机 52 的电磁振动送料器 25,进行回流处理。本工序分离所得的仁中,含壳量小于 0.2%;分离所得的壳中,含仁量小于 0.5%。于出料口 A32-1 处获得籽与仁的混合物,进入下游袋坑式滚筒分离工序。

[0025] 上述籽与仁混合物,进入图 5 所示 $\Phi 6\text{mm}$ 袋坑式滚筒分离机 53 的进料口,分离出未被脱壳的水飞蓟籽,经由籽粒出料口 48 回流送到图 2 所示脱壳机的喂料口 8 再次脱壳;同样,分离获得的含有少量籽的水飞蓟仁籽混合物,经由仁出料口 47 回流送到图 3 所示重力筛的进料槽 14,进行再次取仁处理。

[0026] 根据生产能力的需要设计或选型相关设备,该生产线的生产能力可达 2-8 吨 /8 小时。

[0027] 实施例 2

图 8 是水飞蓟籽脱壳及壳仁分离技术实施例 2 的工艺流程框图,在与其相应的生产线中,与实施例 1 不同的是,如图 4 所示的高效风力分离机只需采用一台即可,下文按照采用高效风力分离机 52A 进行叙述;同时,在本生产线中,如图 5 所示的袋坑式滚筒精选机 53 选型采用标准设备 $\Phi 5.5$ 袋坑式 MJXT 型滚筒精选机;其余标准设备选型同实施例 1;如图 2 所示的脱壳机 50 及如图 4 所示的高效风力分离机 52A 采用实施例 1 所述专利技术。与实施例 1 的工艺相比,实施例 2 对各工序的顺序做了调整。下面按照图 8 所示工艺顺序,重点叙述与实施例 1 不同的地方。

[0028] 图 2 所示的脱壳机 50 的脱出物直接送入如图 4 所示的高效风力分离机 52A 进行分离,所述的高效风力分离机 52A 的结构及配置同实施例 1 所述。调节使进风风机的供电频率为 20Hz,排风风机的供电频率为 40Hz,即可在出料口 B 32-2 处获得仁、于出料口 C 32-3 处获得仁壳混合物、于出料口 D 32-4 及出料口 E 32-5 处获得壳。其中,仁及壳分别作为产品装袋,供后续应用。仁壳混合物再次提升送入电磁振动送料器 25 的料槽,进行回处理。分离所得的仁中,含壳量小于 0.5%,小粒径水飞蓟籽的含量约 0.5-2%,它取决于原料水飞蓟籽的成熟状态及其籽粒大小的均一性,当水飞蓟籽的成熟度及籽粒大小较均一时,含籽率约 0.5%;分离所得的壳中,含仁量小于 1.5%。于出料口 A 32-1 处所获得的籽与仁的混合物,进入下游袋坑式滚筒分离工序。

[0029] 上述籽与仁混合物,进入如图 5 所示的 $\Phi 5.5\text{mm}$ 袋坑式滚筒精选机 53 的进料口

44,分离出未被脱壳的水飞蓟籽,经由籽粒出料口 48 回流送到图 2 所示脱壳机 50 的喂料口 8 再次脱壳;同样,分离获得的含有少量水飞蓟籽的仁籽混合物,经由仁出料口 47 送入图 3 所示重力筛 51 的进料槽 14,

调节重力筛面 16-1 的倾斜角度为 14° ,筛箱 16 的摇动频率为 170Hz,即可将所述仁籽混合物分离;从上出料口 20 输出仁,作为产品装袋下线;从下出料口 18 输出含有少量仁的籽仁混合物,它回流送到图 2 所示脱壳机喂料口 8,再次脱壳处理;从中出料口 19 输出仁籽混合物,它回流到本重力筛 51 的进料槽 14,进行回流再次分离。

[0030] 根据生产能力的需要设计或选型相关设备,本发明的生产线的生产能力可达 2-8 吨 /8 小时。

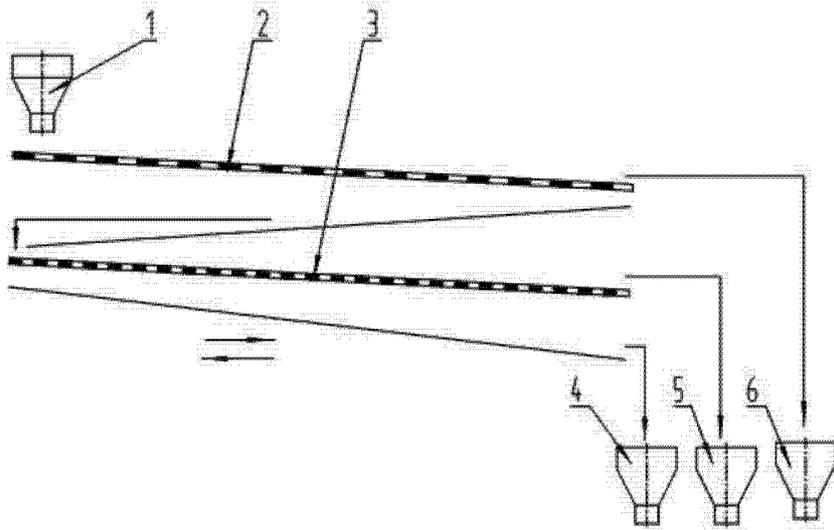


图 1

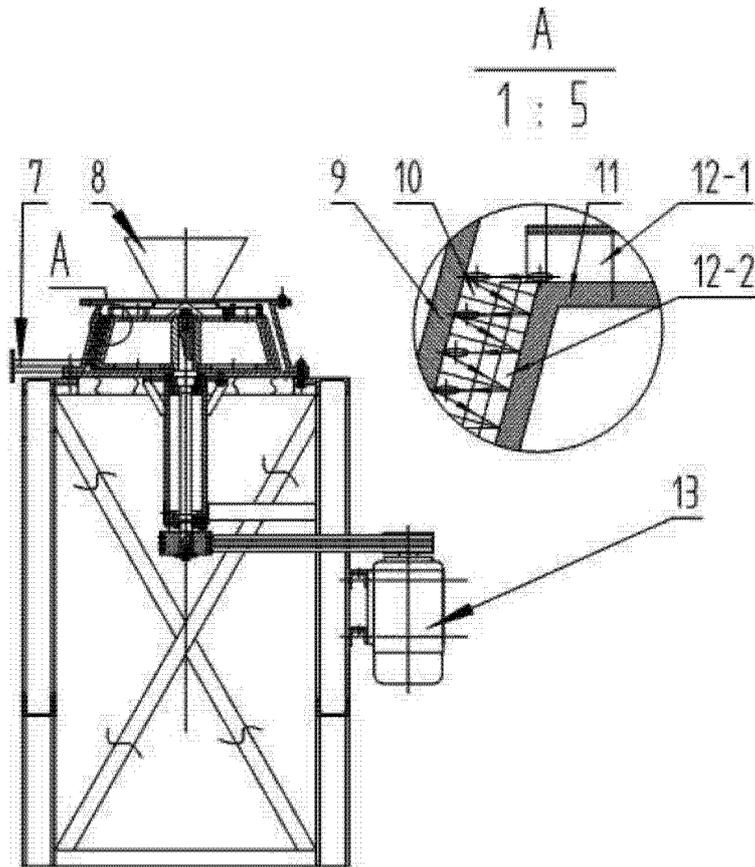


图 2

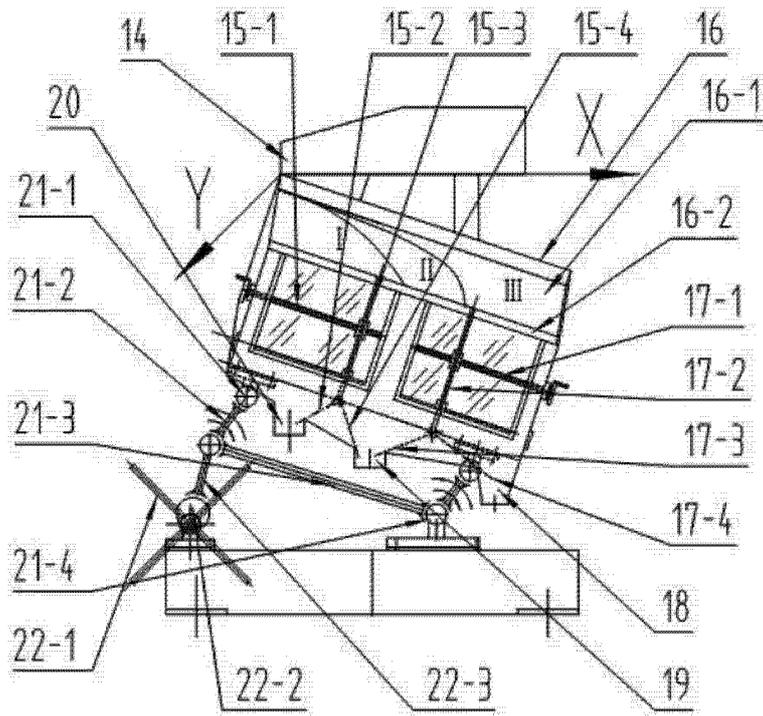


图 3

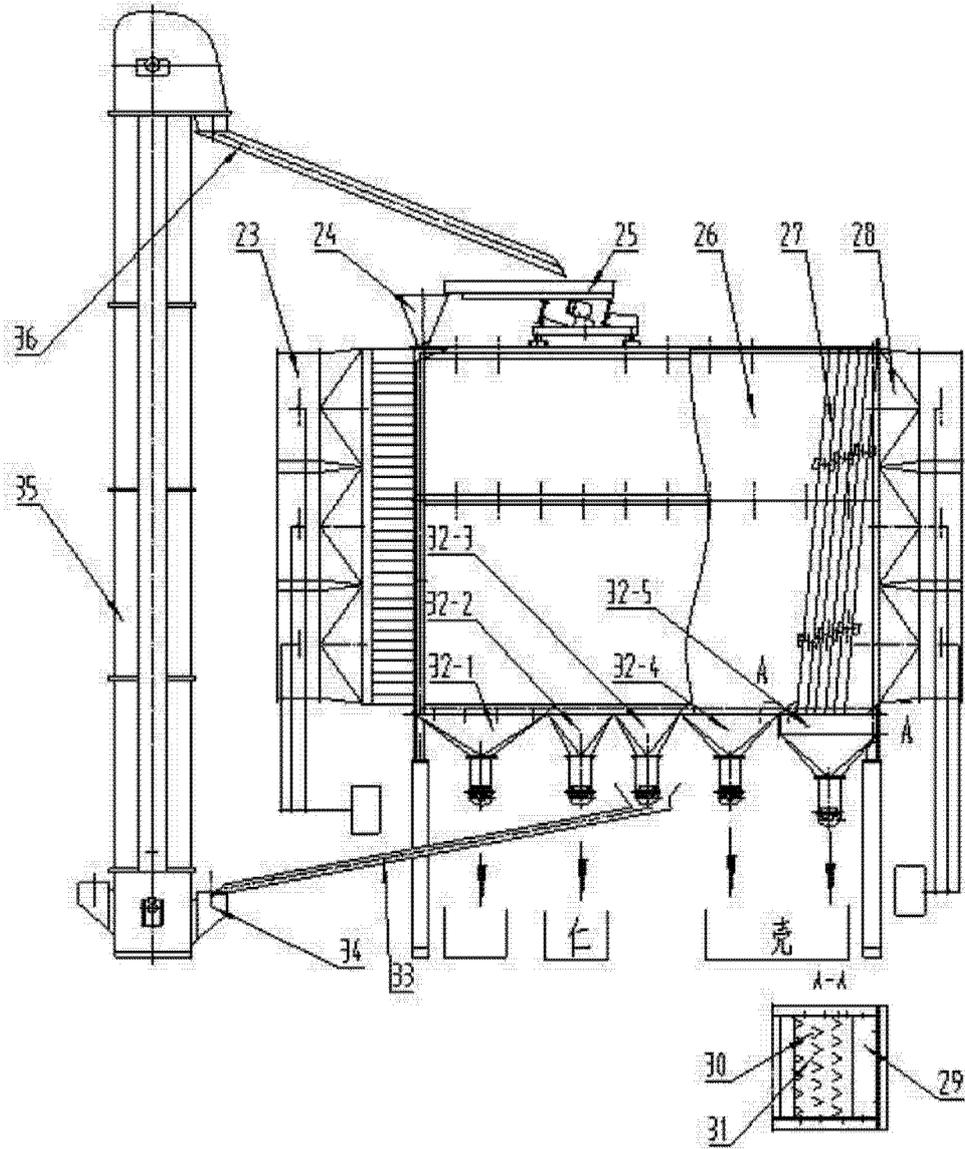


图 4

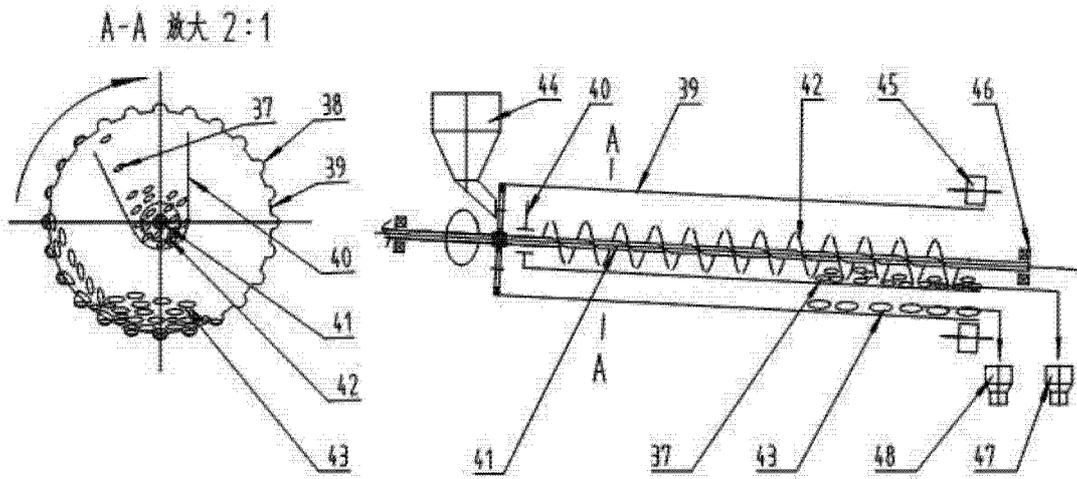


图 5

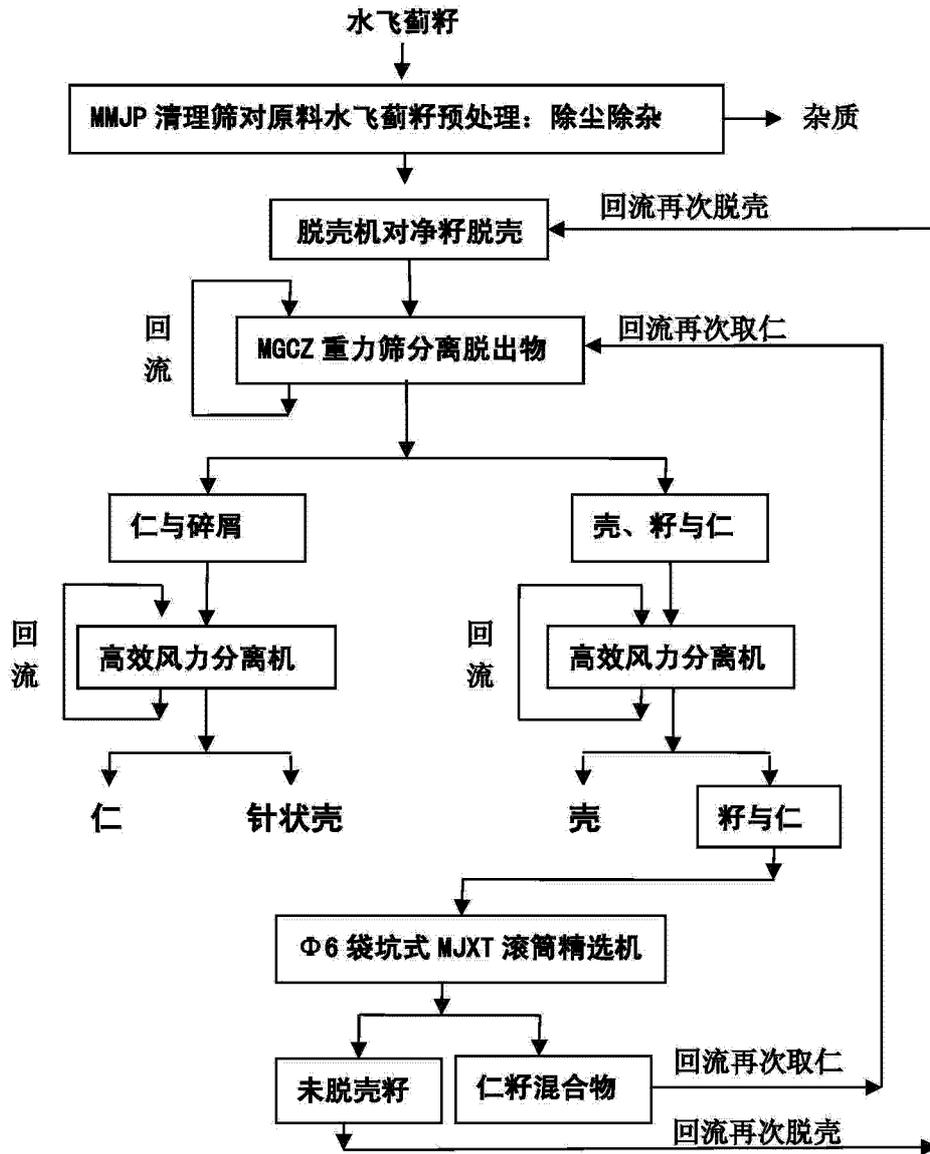


图 6

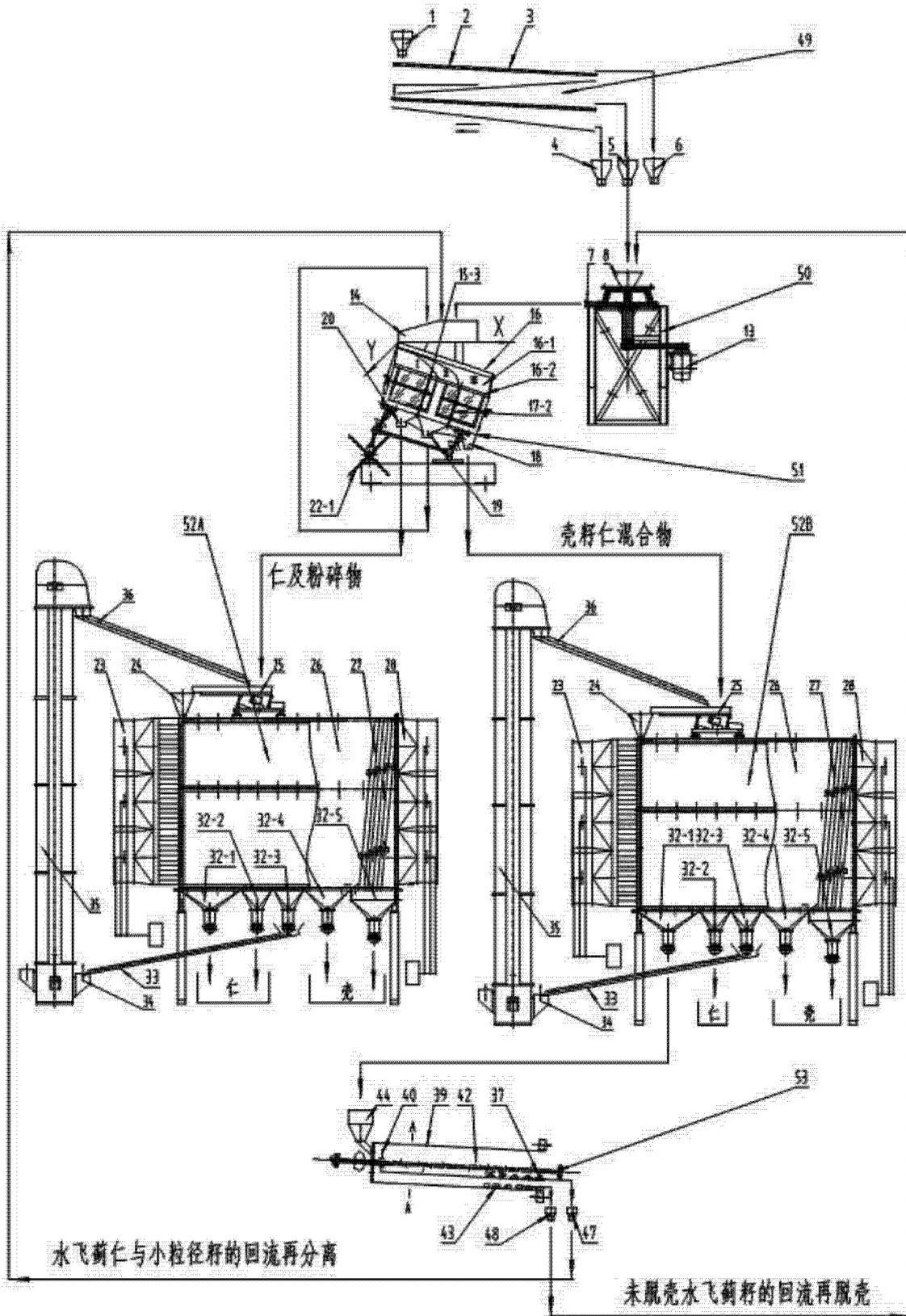


图 7

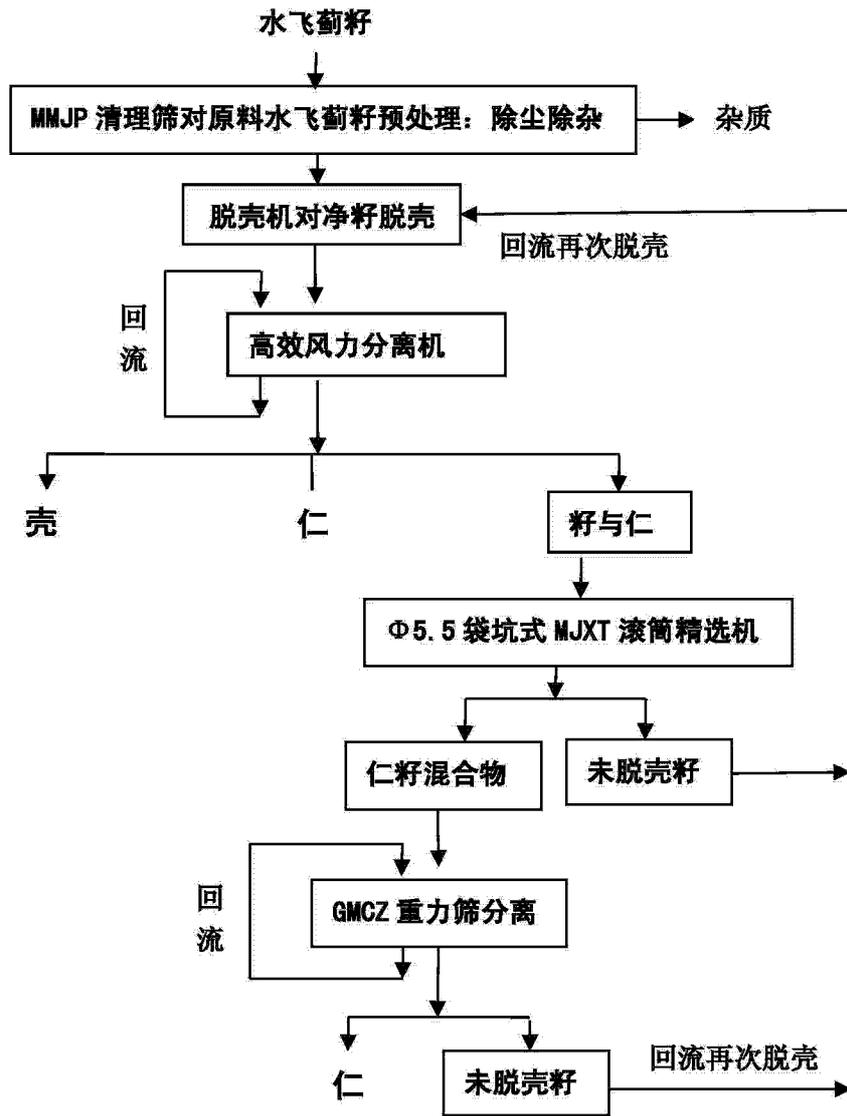


图 8