(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105289985 A
(43)申请公布日 2016.02.03

(21)申请号 201510819633.X

(22)申请日 2015.11.20

(71)申请人 中国矿业大学
地址 221008 江苏省徐州市大学路1号中国矿业大学科研院

(72)发明人 赵跃民 张博 段晨龙 骆振福 周恩会 杨旭亮 宋树磊

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所（普通合伙） 32249
代理人 周中民

(51)Int.Cl.
B07B 9/00(2006.01)

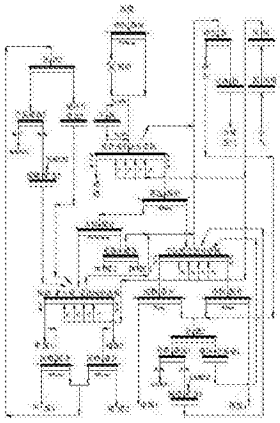
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

一种煤炭全粒级干法分选洁净工艺及系统

(57)摘要

本发明公开了一种煤炭全粒级干法分选洁净工艺及系统，该工艺将待选原煤经筛分、破碎、干燥后进入复合式干法分选机得到粗精煤与尾煤，粗精煤依次经分级筛筛分得到三个粒级产品，分别进入干法重介质分选机、振动重介质流化床分选机和干式电选机／干式磁选机分选出精煤与中煤，产品带出的加重质经脱介筛脱除后一部分进入磁选机去除非磁性物后得到磁性物精矿回流进入分选机，另一部分加重质直接循环使用；该系统包括原煤准备与干燥部分、分选部分、介质净化循环与密度控制部分。本发明可实现粗、中、细不同粒度煤炭的同时高效分选，解决目前干法选煤领域选别产品少、精煤质量差、介质利用率低、粉尘无度排放等问题。



CN 105289985 A

1. 一种煤炭全粒级干法分选洁净工艺，其特征在于，包括以下步骤：

a) 原煤准备与干燥：矿井或储煤场来煤首先通过孔径为100mm的分级筛分级，筛上+100mm原煤经破碎机破碎至-100mm后与筛下-100mm原煤混合，然后对外在水分M_f高于8%的原煤进行预先干燥处理，原煤外在水分M_f降至8%以下之后进入后续步骤；

b) 分选原煤：-100mm入料原煤进入复合式干法分选机进行分选形成尾煤和粗精煤，将粗精煤通过孔径为6mm的分级筛分级，筛上+6mm物料进入干法重介质分选机分选形成轻产物与重产物，轻产物与重产物分别经脱介筛脱介，脱除加重质，得到精煤和中煤，筛下-6mm物料通过3mm、1mm或0.5mm的分级筛分级，筛上+3mm、+1mm或+0.5mm物料进入振动重介质流化床分选机再选形成精煤和中煤，精煤和中煤分别经脱介筛脱介，脱除加重质，筛下-3mm、-1mm或-0.5mm物料进入干式电选机或干式磁选机精选，得到精煤和中煤；

c) 介质净化循环与密度控制：将脱介筛脱除的加重质一部分送入磁选机去除其中的非磁性物后得到磁性物精矿，另一部分加重质送入干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机循环使用，实现对干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机内部流化床层高度和密度的控制。

2. 根据权利要求1所述的一种煤炭全粒级干法分选洁净工艺，其特征在于：通过供风设备对复合式干法分选机、干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机提供空气动力。

3. 根据权利要求1所述的一种煤炭全粒级干法分选洁净工艺，其特征在于：通过除尘设备收集复合式干法分选机、干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机产生的粉尘，然后送回介质净化循环系统循环利用。

4. 一种煤炭全粒级干法分选洁净系统，其特征在于：包括原煤准备与干燥部分、分选部分、介质净化循环与密度控制部分；

所述原煤准备与干燥部分包括一号分级筛(1)、破碎机(2)、一号煤缓冲仓(3)、一号给煤机(4)、干燥器(5)、二号煤缓冲仓(6)和二号给煤机(7)；

所述分选部分包括复合式干法分选机(10)、二号分级筛(11)、三号煤缓冲仓(12)、三号给煤机(13)、干法重介质分选机(14)、三号分级筛(26)、四号煤缓冲仓(27)、四号给煤机(28)、五号煤缓冲仓(29)、五号给煤机(30)、振动重介质流化床分选机(31)、干式电选机(43)和干式磁选机(44)；

所述介质净化循环与密度控制部分包括第一介质净化循环系统和第二介质净化循环系统，第一介质净化循环系统包括一号脱介筛(15)、二号脱介筛(16)、一号分流器(17)、一号循环介质仓(18)、一号介质给料机(19)、一号介质磁选机(20)、二号循环介质仓(21)、二号介质给料机(22)、一号精矿介质仓(23)、三号介质给料机(24)和一号压力传感器(25)，第二介质净化循环系统包括二号压力传感器(32)、三号脱介筛(33)、四号脱介筛(34)、二号分流器(35)、三号循环介质仓(39)、四号介质给料机(37)、二号介质磁选机(38)、四号循环介质仓(36)、五号介质给料机(40)、二号精矿介质仓(41)和六号介质给料机(42)；

一号分级筛(1)的筛上出料口与破碎机(2)的入料口相连，一号分级筛(1)的筛下出料口和破碎机(2)的出料口均与一号煤缓冲仓(3)的入料口相连，一号煤缓冲仓(3)的出料口与一号给煤机(4)的入料口相连，一号给煤机(4)的出料口分别与干燥器(5)和复合式干法分选机(10)的入料口相连，干燥器(5)的出料口与二号煤缓冲仓(6)的入料口相连，二号煤缓冲仓(6)的出料口与二号给煤机(7)的入料口相连，二号给煤机(7)的出料口

与复合式干法分选机 (10) 的入料口相连 ;

复合式干法分选机 (10) 的出料口与二号分级筛 (11) 的入料口相连,二号分级筛 (11) 的筛上出料口与三号煤缓冲仓 (12) 的入料口相连,二号分级筛 (11) 的筛下出料口与三号分级筛 (26) 的入料口相连,三号分级筛 (26) 的筛下出料口与四号煤缓冲仓 (27) 的入料口相连,三号分级筛 (26) 的筛上出料口与五号煤缓冲仓 (29) 的入料口相连 ;

三号煤缓冲仓 (12) 的出料口与三号给煤机 (13) 的入料口相连,三号给煤机 (13) 的出料口与干法重介质分选机 (14) 的入料口相连,干法重介质分选机 (14) 的轻产物出料口与一号脱介筛 (15) 的入料口相连,干法重介质分选机 (14) 的重产物出料口与二号脱介筛 (16) 的入料口相连,一号脱介筛 (15) 和二号脱介筛 (16) 的筛下出料口均与一号分流器 (17) 的入料口相连,一号分流器 (17) 的出料口分别与二号循环介质仓 (21) 和一号循环介质仓 (18) 的入料口相连,二号循环介质仓 (21) 的出料口与二号介质给料机 (22) 的入料口相连,一号循环介质仓 (18) 的出料口与一号介质给料机 (19) 入料口相连,一号介质给料机 (19) 出料口与一号介质磁选机 (20) 的入料口相连,一号介质磁选机 (20) 的磁性物出料口与一号精矿介质仓 (23) 的入料口相连,一号精矿介质仓 (23) 的出料口与三号介质给料机 (24) 的入料口相连,二号介质给料机 (22) 和三号介质给料机 (24) 的出料口均与干法重介质分选机 (14) 的介质添加口相连 ;

四号煤缓冲仓 (27) 的出料口与四号给煤机 (28) 的入料口相连,四号给煤机 (28) 的出料口与干式电选机 (43) 或干式磁选机 (44) 的入料口相连 ;

五号煤缓冲仓 (29) 的出料口与五号给煤机 (30) 的入料口相连,五号给煤机 (30) 的出料口与振动重介质流化床分选机 (31) 的入料口相连,振动重介质流化床分选机 (31) 的重产物出料口与三号脱介筛 (33) 的入料口相连,振动重介质流化床分选机 (31) 的轻产物出料口与四号脱介筛 (34) 的入料口相连,三号脱介筛 (33) 和四号脱介筛 (34) 的筛下出料口均与二号分流器 (35) 的入料口相连,二号分流器 (35) 的出料口分别与三号循环介质仓 (39) 和四号循环介质仓 (36) 的入料口相连,三号循环介质仓 (39) 的出料口与五号介质给料机 (40) 的入料口相连,四号循环介质仓 (36) 的出料口与四号介质给料机 (37) 的入料口相连,四号介质给料机 (37) 的出料口与二号介质磁选机 (38) 的入料口相连,二号介质磁选机 (38) 的磁性物出料口与二号精矿介质仓 (41) 的入料口相连,二号精矿介质仓 (41) 的出料口与六号介质给料机 (42) 的入料口相连,五号介质给料机 (40) 和六号介质给料机 (42) 的出料口均与振动重介质流化床分选机 (31) 的介质添加口相连。

5. 根据权利要求 4 所述的一种煤炭全粒级干法分选洁净系统,其特征在于 :所述分选洁净系统还包括供风除尘部分,所述供风除尘部分包括二号除尘器 (45)、二号引风机 (46)、阀门 (47)、风包 (48) 和鼓风机 (49) ;

二号引风机 (46) 与二号除尘器 (45) 的出风口相连,二号除尘器 (45) 的入口分别与复合式干法分选机 (10)、干法重介质分选机 (14) 和振动重介质流化床分选机 (31) 的粉尘排放口相连,二号除尘器 (45) 的粉尘排放口与一号分流器 (17) 的入料口相连,鼓风机 (49) 通过风包 (48) 连接阀门 (47),阀门 (47) 分别连接干法重介质分选机 (14) 和振动重介质流化床分选机 (31) 的通风口。

6. 根据权利要求 5 所述的一种煤炭全粒级干法分选洁净系统,其特征在于 :所述供风除尘部分还包括一号除尘器 (8) 和一号引风机 (9) ;

一号引风机 (9) 与一号除尘器 (8) 的出风口相连，一号除尘器 (8) 的入口与干燥器 (5) 的出风口相连，一号除尘器 (8) 的粉尘排放口与四号煤缓冲仓 (27) 的入料口相连。

7. 根据权利要求 4 所述的一种煤炭全粒级干法分选洁净系统，其特征在于：所述干法重介质分选机 (14) 内部设有一号压力传感器 (25)，所述振动重介质流化床分选机 (31) 内部设有二号压力传感器 (32)。

8. 根据权利要求 4 所述的一种煤炭全粒级干法分选洁净系统，其特征在于：所述干燥器 (5) 为振动混流干燥器。

9. 根据权利要求 4 所述的一种煤炭全粒级干法分选洁净系统，其特征在于：所述干式电选机 (43) 为摩擦电选机、介电分选机或高梯度电选机，所述干式磁选机 (44) 为恒定磁场磁选机、旋转磁场磁选机、交变磁场磁选机或脉动磁场磁选机。

10. 根据权利要求 4 所述的一种煤炭全粒级干法分选洁净系统，其特征在于：所述一号分级筛 (1) 的筛孔孔径为 100mm，所述二号分级筛 (11) 的筛孔孔径为 6mm，所述三号分级筛 (26) 的筛孔孔径为 3mm、1mm 或 0.5mm。

一种煤炭全粒级干法分选洁净工艺及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及煤炭干法分选领域，具体地，涉及一种煤炭干法分选工艺及系统，尤其涉及一种基于干法选煤设备的煤炭全粒级入选的分选洁净工艺及系统。

背景技术

[0002] 煤炭是我国主要能源，在一次能源的生产和消费结构中达到60％以上，对我国经济的高速发展具有重要支撑作用。目前，我国大部分原煤不经过洁净分选加工直接燃烧，造成十分严重的环境污染和资源浪费。选煤是煤炭洁净利用技术的基础，也是实现节能减排的关键技术之一。长期以来，煤炭湿法分选理论及方法一直是主导选煤技术发展的基础，但我国煤炭可采储量的2/3以上分布在西北等干旱缺水地区，难以采用传统的耗水量大的湿法分选方法，制约了煤炭的分选洁净利用，开展高效干法选煤关键技术的研究十分迫切。

[0003] 目前，国内干法选煤设备功能单一，分选效果有限，主要是针对全粒级原煤粗选或针对某一特定粒级入料具有一定分选效果。传统的风力干法选煤方法（如风力跳汰、风力摇床等）以空气作为分选介质，分选效率低，适用性差；依靠振动外力与自生介质的分选设备主要用于排矸，分选精度差；以磁铁矿粉作为加重质的重介质选煤设备可以灵活调节分选密度，分选精度高，但难以对细粒煤（-6mm）进行有效分选；依靠磁场、电场、振动场等外力场的选煤设备可以实现细粒煤的有效分选，但处理量低，产品附加值小。另外，由于各干法选煤设备自身的局限性，导致在基于该设备设计的分选工艺下，存在选别产品少、精煤质量差、介质利用率低、粉尘无度排放等问题，使得煤炭资源干选提质程度与高效利用受限。因此，必须加强对煤炭的深层次干法分选加工，完善分选工艺，优化设备功能组合，以实现煤炭高效干法分选与洁净利用。

发明内容

[0004] 发明目的：本发明的目的是提供一种功能全面、易操作、运行稳定、环保高效的干法选煤工艺及系统，以解决现有干法选煤技术中煤炭无法全粒级高效分选的问题。

[0005] 为了实现上述目的，本发明采用了如下的技术方案：一种煤炭全粒级干法分选洁净工艺，包括以下步骤：

[0006] a）原煤准备与干燥：矿井或储煤场来煤首先通过孔径为100mm的分级筛分级，筛上+100mm原煤经破碎机破碎至-100mm后与筛下-100mm原煤混合，然后对外在水分M_f高于8％的原煤进行预先干燥处理，原煤外在水分M_f降至8％以下之后进入后续步骤；

[0007] b）分选原煤：-100mm入料原煤进入复合式干法分选机进行分选形成尾煤和粗精煤，将粗精煤通过孔径为6mm的分级筛分级，筛上+6mm物料进入干法重介质分选机分选形成轻产物与重产物，轻产物与重产物分别经脱介筛脱介，脱除加重质，得到精煤和中煤，筛下-6mm物料通过3mm、1mm或0.5mm的分级筛分级，筛上+3mm、+1mm或+0.5mm物料进入振动重介质流化床分选机再选形成精煤和中煤，精煤和中煤分别经脱介筛脱介，脱除加重质，筛下-3mm、-1mm或-0.5mm物料进入干式电选机或干式磁选机精选，得到精煤和中煤；

[0008] c) 介质净化循环与密度控制：将脱介筛脱除的加重质一部分送入磁选机去除其中的非磁性物后得到磁性物精矿，另一部分加重质送入干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机循环使用，实现对干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机内部流化床层高度和密度的控制。

[0009] 进一步的，通过供风设备对复合式干法分选机、干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机提供空气动力。

[0010] 进一步的，通过除尘设备收集复合式干法分选机、干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机产生的粉尘，然后送回介质净化循环系统循环利用。

[0011] 一种煤炭全粒级干法分选洁净系统，包括原煤准备与干燥部分、分选部分、介质净化循环与密度控制部分；

[0012] 所述原煤准备与干燥部分包括一号分级筛、破碎机、一号煤缓冲仓、一号给煤机、干燥器、二号煤缓冲仓和二号给煤机；

[0013] 所述分选部分包括复合式干法分选机、二号分级筛、三号煤缓冲仓、三号给煤机、干法重介质分选机、三号分级筛、四号煤缓冲仓、四号给煤机、五号煤缓冲仓、五号给煤机、振动重介质流化床分选机、干式电选机和干式磁选机；

[0014] 所述介质净化循环与密度控制部分包括第一介质净化循环系统和第二介质净化循环系统，第一介质净化循环系统包括一号脱介筛、二号脱介筛、一号分流器、一号循环介质仓、一号介质给料机、一号介质磁选机、二号循环介质仓、二号介质给料机、一号精矿介质仓、三号介质给料机和一号压力传感器，第二介质净化循环系统包括二号压力传感器、三号脱介筛、四号脱介筛、二号分流器、三号循环介质仓、四号介质给料机、二号介质磁选机、四号循环介质仓、五号介质给料机、二号精矿介质仓和六号介质给料机；

[0015] 一号分级筛的筛上出料口与破碎机的入料口相连，一号分级筛的筛下出料口和破碎机的出料口均与一号煤缓冲仓的入料口相连，一号煤缓冲仓的出料口与一号给煤机的入料口相连，一号给煤机的出料口分别与干燥器和复合式干法分选机的入料口相连，干燥器的出料口与二号煤缓冲仓的入料口相连，二号煤缓冲仓的出料口与二号给煤机的入料口相连，二号给煤机的出料口与复合式干法分选机的入料口相连；

[0016] 复合式干法分选机的出料口与二号分级筛的入料口相连，二号分级筛的筛上出料口与三号煤缓冲仓的入料口相连，二号分级筛的筛下出料口与三号分级筛的入料口相连，三号分级筛的筛下出料口与四号煤缓冲仓的入料口相连，三号分级筛的筛上出料口与五号煤缓冲仓的入料口相连；

[0017] 三号煤缓冲仓的出料口与三号给煤机的入料口相连，三号给煤机的出料口与干法重介质分选机的入料口相连，干法重介质分选机的轻产物出料口与一号脱介筛的入料口相连，干法重介质分选机的重产物出料口与二号脱介筛的入料口相连，一号脱介筛和二号脱介筛的筛下出料口均与一号分流器的入料口相连，一号分流器的出料口分别与二号循环介质仓和一号循环介质仓的入料口相连，二号循环介质仓的出料口与二号介质给料机的入料口相连，一号循环介质仓的出料口与一号介质给料机入料口相连，一号介质给料机出料口与一号介质磁选机的入料口相连，一号介质磁选机的磁性物出料口与一号精矿介质仓的入料口相连，一号精矿介质仓的出料口与三号介质给料机的入料口相连，二号介质给料机和三号介质给料机的出料口均与干法重介质分选机的介质添加口相连；

[0018] 四号煤缓冲仓的出料口与四号给煤机的入料口相连，四号给煤机的出料口与干式电选机或干式磁选机的入料口相连；

[0019] 五号煤缓冲仓的出料口与五号给煤机的入料口相连，五号给煤机的出料口与振动重介质流化床分选机的入料口相连，振动重介质流化床分选机的重产物出料口与三号脱介筛的入料口相连，振动重介质流化床分选机的轻产物出料口与四号脱介筛的入料口相连，三号脱介筛和四号脱介筛的筛下出料口均与二号分流器的入料口相连，二号分流器的出料口分别与三号循环介质仓和四号循环介质仓的入料口相连，三号循环介质仓的出料口与五号介质给料机的入料口相连，四号循环介质仓的出料口与四号介质给料机的入料口相连，四号介质给料机的出料口与二号介质磁选机的入料口相连，二号介质磁选机的磁性物出料口与二号精矿介质仓的入料口相连，二号精矿介质仓的出料口与六号介质给料机的入料口相连，五号介质给料机和六号介质给料机的出料口均与振动重介质流化床分选机的介质添加口相连。

[0020] 进一步的，所述分选洁净系统还包括供风除尘部分，所述供风除尘部分包括二号除尘器、二号引风机、阀门、风包和鼓风机；

[0021] 二号引风机与二号除尘器的出风口相连，二号除尘器的入口分别与复合式干法分选机、干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机的粉尘排放口相连，二号除尘器的粉尘排放口与一号分流器的入料口相连，鼓风机通过风包连接阀门，阀门分别连接干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机的通风口。

[0022] 进一步的，所述供风除尘部分还包括一号除尘器和一号引风机；

[0023] 一号引风机与一号除尘器的出风口相连，一号除尘器的入口与干燥器的出风口相连，一号除尘器的粉尘排放口与四号煤缓冲仓的入料口相连。

[0024] 进一步的，所述干法重介质分选机内部设有一号压力传感器，所述振动重介质流化床分选机内部设有二号压力传感器。

[0025] 进一步的，所述干燥器为振动混流干燥器。

[0026] 进一步的，所述干式电选机为摩擦电选机、介电分选机或高梯度电选机，所述干式磁选机为恒定磁场磁选机、旋转磁场磁选机、交变磁场磁选机或脉动磁场磁选机。

[0027] 进一步的，所述一号分级筛的筛孔孔径为100mm，所述二号分级筛的筛孔孔径为6mm，所述三号分级筛的筛孔孔径为3mm、1mm或0.5mm。

[0028] 本发明的有益结果如下：

[0029] (1)结合现有的干法选煤设备与技术条件，创造性地提出全粒级干法分选洁净系统与工艺，克服各干法选煤设备自身的局限性，可以实现粗、中、细不同粒度煤炭的同时高效分选，解决目前干法选煤领域选别产品少、精煤质量差、介质利用率低、粉尘无度排放等问题，为促进干法选煤设备的推广与应用奠定基础。

[0030] (2)全粒级干法分选洁净系统及工艺可根据用户需求生产不同质量的精煤产品，既能够为制备活性炭、碳素材料等煤基高附加值产品提供优质的超低灰煤，而且也可以在准备车间、电厂、煤炭集散地进行预选除杂，克服了干旱缺水、高寒地区的煤炭高效洁净利用的世界性难题，对世界其它缺水国家的煤炭分选也具有重要意义。

[0031] (3)与传统的湿法选煤技术相比，本发明将干燥设备、干法选煤设备与相关辅助设备集成化、模块化、系统化，具有不用水，无污染，操作维护简单，投资和运行成本低等特点，

经济、社会和环境效益显著。

附图说明

[0032] 图 1 是本发明方法的工艺流程图；

[0033] 图 2 是本发明设备的结构示意图。

[0034] 图中：1- 一号分级筛；2- 破碎机；3- 一号煤缓冲仓；4- 一号给煤机；5- 干燥器；6- 二号煤缓冲仓；7- 二号给煤机；8- 一号除尘器；9- 一号引风机；10- 复合式干法分选机；11- 二号分级筛；12- 三号煤缓冲仓；13- 三号给煤机；14- 干法重介质分选机；15- 一号脱介筛；16- 二号脱介筛；17- 一号分流器；18- 一号循环介质仓；19- 一号介质给料机；20- 一号介质磁选机；21- 二号循环介质仓；22- 二号介质给料机；23- 一号精矿介质仓；24- 三号介质给料机；25- 一号压力传感器；26- 三号分级筛；27- 四号煤缓冲仓；28- 四号给煤机；29- 五号煤缓冲仓；30- 五号给煤机；31- 振动重介质流化床分选机；32- 二号压力传感器；33- 三号脱介筛；34- 四号脱介筛；35- 二号分流器；36- 四号循环介质仓；37- 四号介质给料机；38- 二号介质磁选机；39- 三号循环介质仓；40- 五号介质给料机；41- 二号精矿介质仓；42- 六号介质给料机；43- 干式电选机；44- 干式磁选机；45- 二号除尘器；46- 二号引风机；47- 阀门；48- 风包；49- 鼓风机。

具体实施方式：

[0035] 下面结合附图对本发明做更进一步的解释。

[0036] 如图 1 所示，本发明的一种煤炭全粒级干法分选洁净工艺包括以下步骤：

[0037] a) 原煤准备与干燥：矿井或储煤场来煤首先通过孔径为 100mm 的分级筛分级，筛上 +100mm 原煤经破碎机破碎至 -100mm 后与筛下 -100mm 原煤混合，然后对外在水分 M_f 高于 8％的原煤进行预先干燥处理，原煤外在水分 M_f 降至 8％以下之后进入后续步骤；

[0038] b) 分选原煤：-100mm 入料原煤进入复合式干法分选机进行分选形成尾煤和粗精煤，将粗精煤通过孔径为 6mm 的分级筛分级，筛上 +6mm 物料进入干法重介质分选机分选形成轻产物与重产物，轻产物与重产物分别经脱介筛脱介，脱除加重质，得到精煤和中煤，筛下 -6mm 物料通过 3mm、1mm 或 0.5mm 的分级筛分级，筛上 +3mm、+1mm 或 +0.5mm 物料进入振动重介质流化床分选机再选形成精煤和中煤，精煤和中煤分别经脱介筛脱介，脱除加重质，筛下 -3mm、-1mm 或 -0.5mm 物料进入干式电选机或干式磁选机精选，得到精煤和中煤；

[0039] c) 介质净化循环与密度控制：将脱介筛脱除的加重质一部分送入磁选机去除其中的非磁性物后得到磁性物精矿，另一部分加重质送入干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机循环使用，实现对干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机内部流化床层高度和密度的控制。

[0040] 在分选原煤过程中，通过通过供风设备对复合式干法分选机、干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机提供空气动力，通过除尘设备收集复合式干法分选机、干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机产生的粉尘，然后送回介质净化循环系统循环利用。

[0041] 如图 2 所示，本发明的一种煤炭全粒级干法分选洁净系统包括原煤准备与干燥部分、分选部分、介质净化循环与密度控制部分以及供风除尘部分。

[0042] 所述原煤准备与干燥部分包括一号分级筛 1、破碎机 2、一号煤缓冲仓 3、一号给煤机 4、干燥器 5、二号煤缓冲仓 6 和二号给煤机 7。其中，一号分级筛 1 的筛孔孔径为 100mm。

[0043] 所述分选部分包括复合式干法分选机 10、二号分级筛 11、三号煤缓冲仓 12、三号给煤机 13、干法重介质分选机 14、三号分级筛 26、四号煤缓冲仓 27、四号给煤机 28、五号煤缓冲仓 29、五号给煤机 30、振动重介质流化床分选机 31、干式电选机 43 和干式磁选机 44。其中，二号分级筛 11 的筛孔孔径为 6mm，三号分级筛 26 的筛孔孔径为 3mm、1mm 或 0.5mm，干法重介质分选机 14 内部设有一号压力传感器 25，振动重介质流化床分选机 31 内部设有二号压力传感器 32，所述干式电选机 43 为摩擦电选机、介电分选机或高梯度电选机，所述干式磁选机 44 为恒定磁场磁选机、旋转磁场磁选机、交变磁场磁选机或脉动磁场磁选机。

[0044] 所述介质净化循环与密度控制部分包括第一介质净化循环系统和第二介质净化循环系统，第一介质净化循环系统包括一号脱介筛 15、二号脱介筛 16、一号分流器 17、一号循环介质仓 18、一号介质给料机 19、一号介质磁选机 20、二号循环介质仓 21、二号介质给料机 22、一号精矿介质仓 23、三号介质给料机 24 和一号压力传感器 25，第二介质净化循环系统包括二号压力传感器 32、三号脱介筛 33、四号脱介筛 34、二号分流器 35、三号循环介质仓 39、四号介质给料机 37、二号介质磁选机 38、四号循环介质仓 36、五号介质给料机 40、二号精矿介质仓 41 和六号介质给料机 42。

[0045] 所述供风除尘部分包括一号除尘器 8、一号引风机 9、二号除尘器 45、二号引风机 46、阀门 47、风包 48 和鼓风机 49。

[0046] 一号分级筛 1 的筛上出料口与破碎机 2 的入料口相连，一号分级筛 1 的筛下出料口和破碎机 2 的出料口均与一号煤缓冲仓 3 的入料口相连，一号煤缓冲仓 3 的出料口与一号给煤机 4 的入料口相连，一号给煤机 4 的出料口分别与干燥器 5 和复合式干法分选机 10 的入料口相连，干燥器 5 的出料口与二号煤缓冲仓 6 的入料口相连，二号煤缓冲仓 6 的出料口与二号给煤机 7 的入料口相连，二号给煤机 7 的出料口与复合式干法分选机 10 的入料口相连。

[0047] 复合式干法分选机 10 的轻产物出料口与二号分级筛 11 的入料口相连，二号分级筛 11 的筛上出料口与三号煤缓冲仓 12 的入料口相连，二号分级筛 11 的筛下出料口与三号分级筛 26 的入料口相连，三号分级筛 26 的筛下出料口与四号煤缓冲仓 27 的入料口相连，三号分级筛 26 的筛上出料口与五号煤缓冲仓 29 的入料口相连。

[0048] 三号煤缓冲仓 12 的出料口与三号给煤机 13 的入料口相连，三号给煤机 13 的出料口与干法重介质分选机 14 的入料口相连，干法重介质分选机 14 的轻产物出料口与一号脱介筛 15 的入料口相连，干法重介质分选机 14 的重产物出料口与二号脱介筛 16 的入料口相连，一号脱介筛 15 和二号脱介筛 16 的筛下出料口均与一号分流器 17 的入料口相连，一号分流器 17 的出料口分别与二号循环介质仓 21 和一号循环介质仓 18 的入料口相连，二号循环介质仓 21 的出料口与二号介质给料机 22 的入料口相连，一号循环介质仓 18 的出料口与一号介质给料机 19 入料口相连，一号介质给料机 19 出料口与一号介质磁选机 20 的入料口相连，一号介质磁选机 20 的磁性物出料口与一号精矿介质仓 23 的入料口相连，一号精矿介质仓 23 的出料口与三号介质给料机 24 的入料口相连，二号介质给料机 22 和三号介质给料机 24 的出料口均与干法重介质分选机 14 的介质添加口相连。

[0049] 四号煤缓冲仓 27 的出料口与四号给煤机 28 的入料口相连，四号给煤机 28 的出料

口与干式电选机 43 或干式磁选机 44 的入料口相连。

[0050] 五号煤缓冲仓 29 的出料口与五号给煤机 30 的入料口相连，五号给煤机 30 的出料口与振动重介质流化床分选机 31 的入料口相连，振动重介质流化床分选机 31 的重产物出料口与三号脱介筛 33 的入料口相连，振动重介质流化床分选机 31 的轻产物出料口与四号脱介筛 34 的入料口相连，三号脱介筛 33 和四号脱介筛 34 的筛下出料口均与二号分流器 35 的入料口相连，二号分流器 35 的出料口分别与三号循环介质仓 39 和四号循环介质仓 36 的入料口相连，三号循环介质仓 39 的出料口与五号介质给料机 40 的入料口相连，四号循环介质仓 36 的出料口与四号介质给料机 37 的入料口相连，四号介质给料机 37 的出料口与二号介质磁选机 38 的入料口相连，二号介质磁选机 38 的磁性物出料口与二号精矿介质仓 41 的入料口相连，二号精矿介质仓 41 的出料口与六号介质给料机 42 的入料口相连，五号介质给料机 40 和六号介质给料机 42 的出料口均与振动重介质流化床分选机 31 的介质添加口相连。

[0051] 一号引风机 9 与一号除尘器 8 的出风口相连，一号除尘器 8 的入口与干燥器 5 的出风口相连，一号除尘器 8 的粉尘排放口与四号煤缓冲仓 27 的入料口相连，二号引风机 46 与二号除尘器 45 的出风口相连，二号除尘器 45 的入口分别与复合式干法分选机 10、干法重介质分选机 14 和振动重介质流化床分选机 31 的粉尘排放口相连，二号除尘器 45 的粉尘排放口与一号分流器 17 的入料口相连，鼓风机 49 通过风包 48 连接阀门 47，阀门 47 分别连接干法重介质分选机 14 和振动重介质流化床分选机 31 的通风口。

[0052] 本发明设备的工作过程如下：

[0053] 矿井或储煤场来煤首先给入孔径为 100mm 的一号分级筛 1，经初步筛分后，筛上物即 +100mm 原煤经破碎机 2 破碎至 -100mm，与筛下原煤混合后给入到一号煤缓冲仓 3 备选。干法选煤设备要求入料外在水分 M_f 低于 8%，因此如果原煤外在水分过高，通过一号给煤机 4 均匀给入干燥器 5 中对其进行预先干燥处理，水分降至 8% 以下之后送入二号煤缓冲仓 6，通过二号给煤机 7 给入分选设备。如果原煤外在水分 M_f 低于 8%，可直接通过一号给煤机 4 进入后续分选流程。

[0054] -100mm 入料原煤进入复合式干法分选机 10 进行分选，外加振动与风力迫使物料作螺旋翻转运动并松散，同时在重力（位能）分层作用、自生介质浮力效应以及离析作用的综合作用下完成分选，排出尾煤，剩余物料成为粗精煤，进入再选流程。首先给入到 6mm 孔径的二号分级筛 11 进行分级，+6mm 的筛上物进入三号煤缓冲仓 12 备选，-6mm 的筛下物给入到三号分级筛 26 进行再次分级，筛下物给入到四号煤缓冲仓 27 备选，筛上物进入五号煤缓冲仓 29 备选。由于细粒煤的粒度差异与密度差异在分选表征上不太明显，因此分选难度较大，需要进一步分级入选。振动重介质流化床分选机 31 限定分选粒度为 0.5 ～ 6mm，处理量较大；干式电选机 43 与干式磁选机 44 均可有效分选 0 ～ 6mm 细粒煤，但处理量较小。为提高分选效率，优化各分选设备的入料分配，根据二号分级筛 11 筛下物 (-6mm) 的粒度组成与各粒度灰分分布来确定三号分级筛 26 的分级粒度，其筛孔尺寸可以根据实际工艺需要选择 3mm、1mm 或 0.5mm。

[0055] 三号煤缓冲仓 12 中的 6 ～ 100mm 粗精煤通过三号给煤机 13 均匀给入干法重介质分选机 14。细粒固体加重质在经均匀布风后的上升气流的作用下，形成具有似流体特性的气 - 固两相流，入选物料在气 - 固两相流床层中受到流化床层整体密度的浮力作用，从而按

照床层密度分层，小于床层密度的物料上浮成为轻产物（浮物），大于床层密度的物料下沉成为重产物（沉物），分层后的轻重产物分别通过排料机构排出，完成分选过程。在分选过程中，通过一号压力传感器 25 实时监测干法重介质分选机 14 中分选床层的密度与高度，并及时反馈并调节介质净化循环系统 1 的操作参数，确保分选机内床层密度与高度符合分选要求。重产物和轻产物分别给入到分级粒度为 2mm 的一号脱介筛 15 和二号脱介筛 16，脱除分选产品自分选机中带出的介质与细粒煤粉 -2mm 后得到一号中煤和一号精煤。脱介筛筛下物进入介质净化循环系统 1 中的介质循环与密度控制流程。

[0056] 四号煤缓冲仓 27 中的细粒粗精煤 (-3mm/-1mm/-0.5mm) 通过四号给煤机 28 均匀给入干式电选机 43 或干式磁选机 44 进行分选得到三号精煤和三号中煤。干式电选机 43（摩擦电选机、介电分选机或高梯度电选机）利用煤中不同成分电性质不同而进行物质分离，可有效分选 0 ～ 6mm 细粒煤。干式磁选机 44（恒定磁场磁选机、旋转磁场磁选机、交变磁场磁选机或脉动磁场磁选机）是在不均匀磁场中利用煤中不同组分的磁性差异实现物质分离。

[0057] 五号煤缓冲仓 29 中的 3 ～ 6mm、1 ～ 6mm 或 0.5 ～ 6mm 粗精煤通过五号给煤机 30 均匀给入到振动重介质流化床分选机 31 中进行分选。在振动流化床分选机中，外加振动与上升气流协同作用加强了床层活性与颗粒密度离析作用，促使物料快速、有效分离，振动能量有效抑制了大量气泡的产生，改善了加重质床层流化质量，消除了因介质宏观返混造成的产品污染，避免入选物料遇到气泡而产生短路。粗精煤在外加振动、介质颗粒的作用下分选得到二号中煤和二号精煤，二号中煤和二号精煤分别通过三号脱介筛 33 和四号脱介筛 34 去除介质，脱除的介质进入介质净化循环系统 2。同时，振动重介质流化床分选机工作过程中，通过二号压力传感器 32 实时监测分选机中分选床层的密度与高度，为实时调控床层参数提供依据。

[0058] 介质净化循环系统 1 的工艺流程为：一号脱介筛 15 和二号脱介筛 16 脱除的加重质混合后通过一号分流器 17 重新分流，一部分作为合格介质给入到二号循环介质仓 21 备用。另一部分脱介筛脱除的加重质进入一号循环介质仓 18 后通过一号介质给料机 19 均匀给入一号介质磁选机 20，去除其中的非磁性物（煤粉、黏土）后得到磁性物精矿（磁铁矿粉），给入到一号精矿介质仓 23，以备干法重介质分选机 14 使用。当系统运行时间过长，介质损耗过大时，需要向一号精矿介质仓 23 中补加磁性物以避免分选机中床层密度过度波动。循环介质分流量、磁精矿与循环介质的给料量根据一号压力传感器 25 反馈的干法重介质分选机 14 内流化床层的高度和密度进行调节，实现对流化床层高度和密度的控制。

[0059] 介质净化循环系统 2 的工艺流程为：三号脱介筛 33 和四号脱介筛 34 脱除的加重质混合后通过二号分流器 35 重新分流，一部分作为合格介质给入到三号循环介质仓 39 备用。另一部分加重质进入四号循环介质仓 36 后通过四号介质给料机 37 均匀给入二号介质磁选机 38，去除其中的非磁性物（煤粉、黏土）后得到磁性物精矿（磁铁矿粉），给入到二号精矿介质仓 41，以备振动重介质流化床分选机 31 使用。当系统运行时间过长，介质损耗过大时，需要向二号精矿介质仓 41 中补加磁性物以避免分选机中床层密度过度波动。循环介质分流量、磁精矿与循环介质的给料量根据二号压力传感器 32 反馈的振动重介质流化床分选机 31 内流化床层的高度和密度进行调节，实现对流化床层高度和密度的控制。

[0060] 在干燥作业中产生的粉尘与烟气通过一号除尘器 8 和一号引风机 9 收集并将其中

的粉尘颗粒与空气分离后给入到四号煤缓冲仓 27，以便通过干式电选机 43 或干式磁选机 44 回收精煤。

[0061] 阀门 47、风包 48 和鼓风机 49 为复合式干法分选机、干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机提供空气动力；除尘是满足环保要求的必备条件，分选系统在复合式干法分选机、干法重介质分选机和振动重介质流化床分选机工作过程中产生的粉尘主要源于细粒煤粉和加重质，通过二号除尘器 45、二号引风机 46 等对其收集并进行工业分析，如果有用成分较多可以送回介质净化循环与密度控制部分循环利用。

[0062] 分选系统得到的产品主要有一号精煤、二号精煤、三号精煤、一号中煤、二号中煤、三号中煤和尾煤共 7 种，可根据各产品质量与用户需求灵活搭配销售与应用。

[0063] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

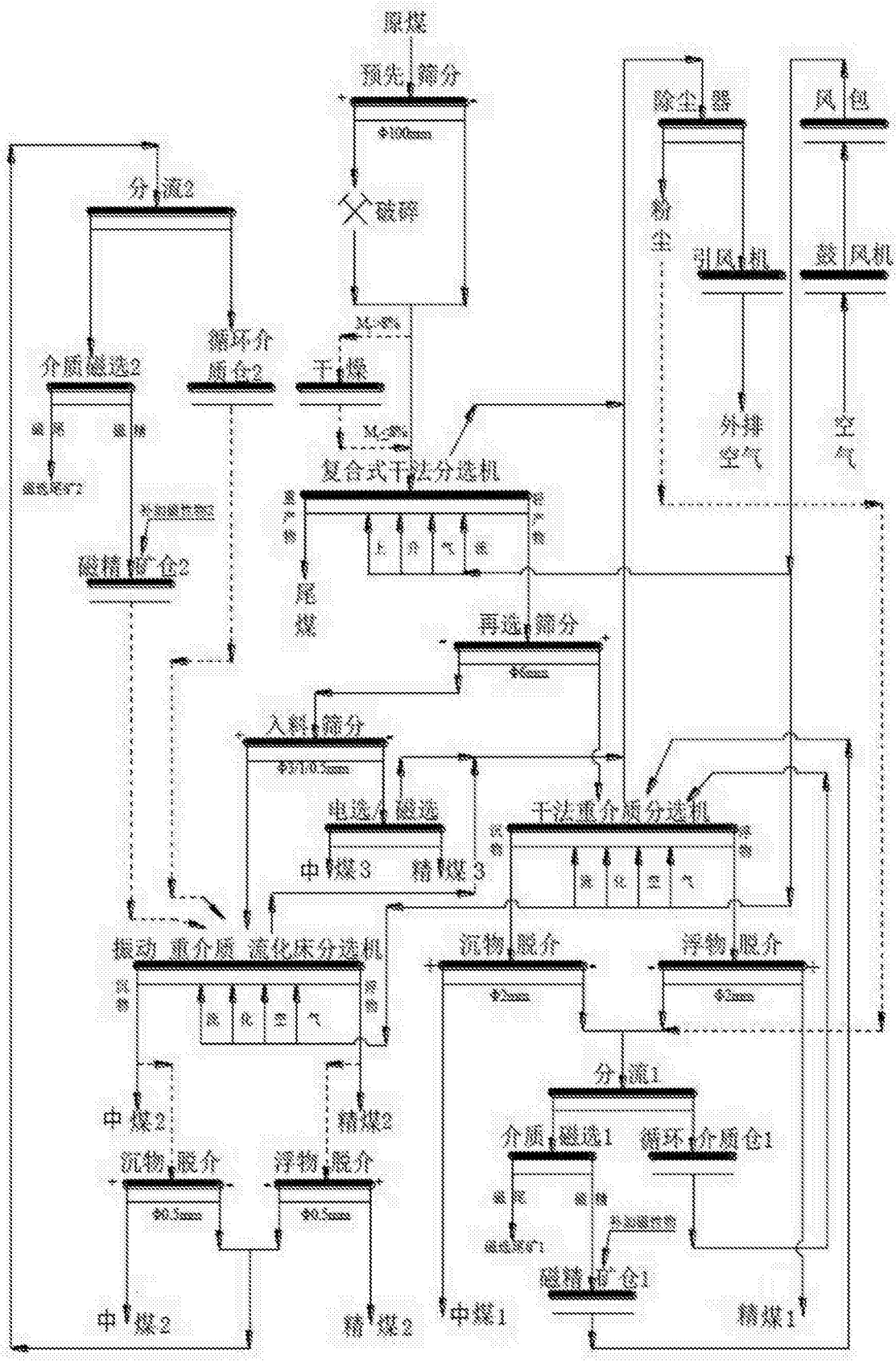

原煤
预先筛分
除尘器
风包
分流2
破碎
粉尘
引风机
鼓风机
介质磁选2
循环介质仓2
干燥
外排空气
空气
复合式干法分选机
尾煤
精煤矿仓2
再选筛分
入料筛分
电选/磁选
干法重介质分选机
中煤3
精煤3
振动重介质流化床分选机
沉物脱介
浮物脱介
分流1
中煤2
精煤2
介质磁选1
循环介质仓1
精煤矿仓1
中煤1
精煤1

图 1

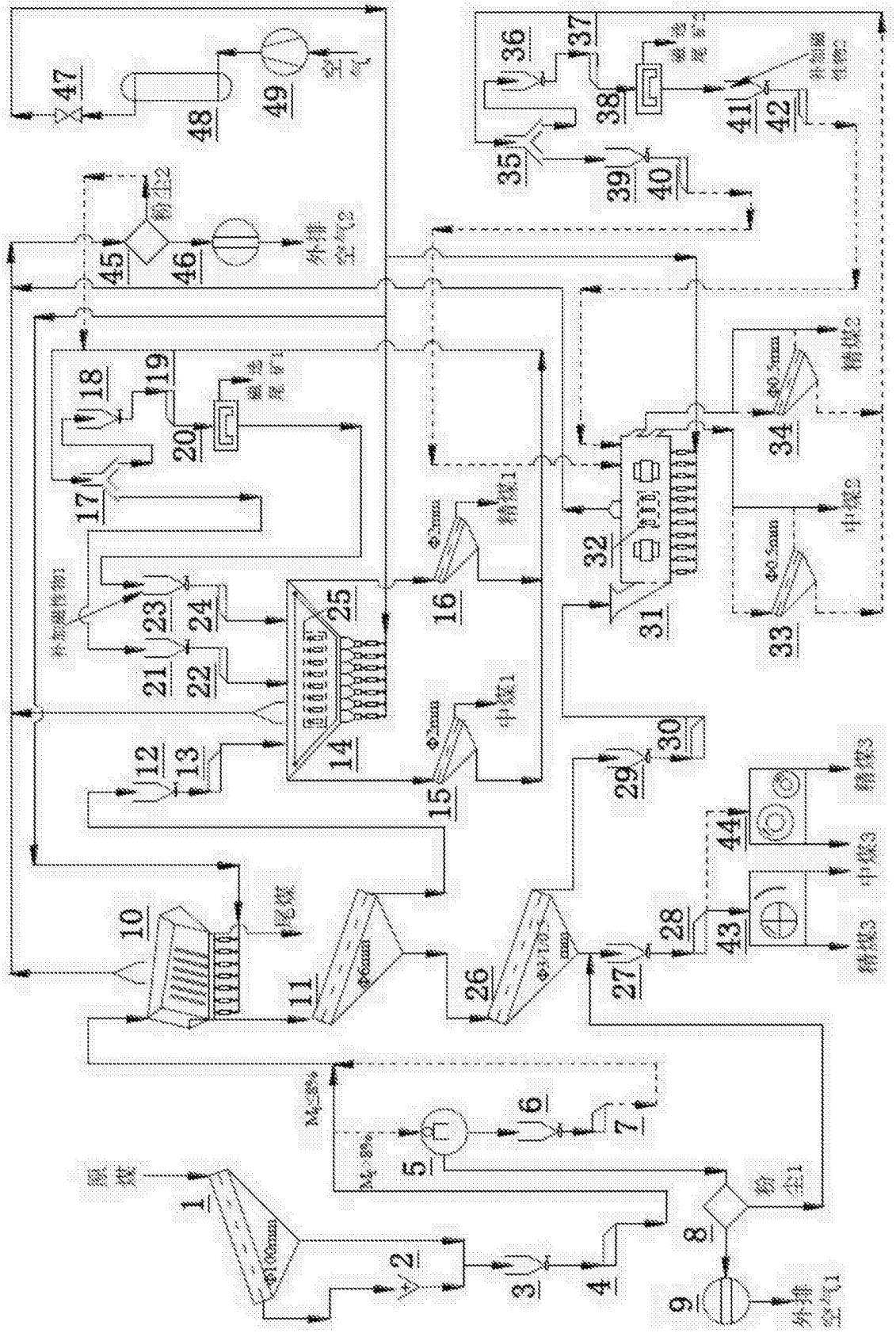


图 2