



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104139983 B

(45)授权公告日 2017.02.15

(21)申请号 201410347080.8

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.07.21

B65G 53/30(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B65G 53/40(2006.01)

申请公布号 CN 104139983 A

B65G 53/52(2006.01)

(43)申请公布日 2014.11.12

(56)对比文件

CN 203998114 U,2014.12.10,

(73)专利权人 浙江大学

审查员 李丽

地址 310027 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 陆胜勇 严建华 李晓东 池涌

李文娟 蒋旭光 王飞 黄群星

马增益 金余其 薄拯 倪明江

岑可法

(74)专利代理机构 杭州中成专利事务所有限公司

33212

代理人 周世骏

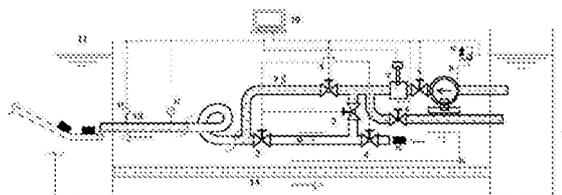
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

## (54)发明名称

一种固液全分离的固体管道输送装置及其输送方法

## (57)摘要

本发明属于管道运输领域,旨在提供一种固液全分离的固体管道输送装置及其输送方法。本发明包括贮水装置、主输送管道、注入管道装置、涡街流量计、排气阀、球阀、调节阀、离心泵和控制装置,所述贮水装置包括第一贮水装置、第二贮水装置和料仓水封箱,所述调节阀包括第一调节阀和第二调节阀,所述球阀包括第一球阀、第二球阀、第三球阀和第四球阀。本发明的有益效果是:本发明通过单独的入料口端,避开离心泵实现固体物料的装载,无论何种形状固体,都可通过入料口端进入主输送管道,随载流体高速输送,本管道系统基本全部实现水充和水封,管道中很少有空气,长期处于湿保养状态,管道系统使用寿命大大提高。



1. 一种固液全分离的固体管道输送装置,包括贮水装置,其特征在于,还包括主输送管道、注入管道装置、涡街流量计、排气阀、球阀、调节阀、离心泵和控制装置,所述贮水装置包括第一贮水装置、第二贮水装置和料仓水封箱,所述调节阀包括第一调节阀和第二调节阀,所述球阀包括第一球阀、第二球阀、第三球阀和第四球阀,所述注入管道装置包括第一辅助管道、第二辅助管道和料仓,所述控制装置内安装有电动阀门配电箱、离心泵配电箱和终端计算机,所述电动阀门配电箱和离心泵配电箱分别与终端计算机电连接;

所述主输送管道出口端连接到出口分离装置,所述出口分离装置安装在第一贮水装置上端,所述主输送管道的折管处与第一辅助管道相连通,所述第一辅助管道贯穿第一球阀并通过其管道上设有的折管处与第二辅助管道相连通,且在第一辅助管道上安装有排气阀;所述第二辅助管道贯穿通过第二调节阀连接到第二贮水装置,所述主输送管道贯穿通过第三球阀与料仓相连通,所述料仓折管处贯穿通过第二球阀与第一辅助管道相连接后依次通过涡街流量计、第一调节阀和离心泵连接到第二贮水装置,所述第一贮水装置通过回流管与第二贮水装置相连通;所述料仓贯穿通过第四球阀连接到料仓水封箱进行水封,且在料仓与料仓水封箱之间设有入料口;

所述注入管道装置的辅助管道入口端、料仓的入料口均设有水泵,所述水泵与注入管道装置之间通过软管连接;且在水泵与注入管道装置之间的入口管道端加装滤网;

所述主输送管道上连接有若干个电子压力表,所述离心泵连接有变频器,所述球阀、涡街流量计、调节阀、变频器和电子压力表分别与控制装置内设置的终端计算机电连接,用于实时显示涡街流量计上的流量值、电子压力表的压力值以及离心泵的电流和功率数值,控制球阀和离心泵的开关,调节调节阀的开度和变频器的频率;

所述球阀的阀门内径与主输送管道内径、辅助管道内径、料仓内径的大小均相同。

2. 根据权利要求1中所述的固液全分离的固体管道输送装置,其特征在于,所述涡街流量计、排气阀、球阀、调节阀和离心泵分别通过法兰固定连接在各自对应管道上。

3. 根据权利要求1中所述的固液全分离的固体管道输送装置,其特征在于,所述出口分离装置包括皮带运输装置和过滤筛网,所述过滤筛网安装在皮带运输装置与第一贮水装置之间。

4. 根据权利要求1中所述的固液全分离的固体管道输送装置,其特征在于,所述贮水装置为不锈钢水箱。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的固液全分离的固体管道输送装置,其特征在于,所述主输送管道、第一辅助管道和第二辅助管道均设有的弯管处都满足下列关系式:

$$R_{\min} = L^2 / [8 \times (D-d)] - d/2$$

其中,R为弯管曲率半径、 $R_{\min}$ 为弯管允许最小曲率半径、D为管道内径、L为圆柱固体长度、d为圆柱固体直径,其单位均为mm。

6. 根据权利要求1~4中任一项所述的固液全分离的固体管道输送装置,其特征在于,所述主输送管道、料仓和第一辅助管道均设有的折管处都满足下列关系式:

$$\alpha_{\max} = 2 \sin^{-1} \left[ \frac{2 \times (1-i)}{i \times j} \right]$$

其中, $\alpha$ 为折管偏折角、 $\alpha_{\max}$ 为折管允许最大偏折角,其单位均为度;i为圆柱固体直径d和管道内径D的比值;j为圆柱固体长度L和圆柱固体直径d的比值。

7.一种根据权利要求1中所述固液全分离的固体管道输送装置的输送方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤(1):在水泵与注入管道装置之间的入口管道端加装滤网,开启第一调节阀和第二调节阀,关闭第一球阀,运行水泵5分钟,对离心泵进行预热并防止水中漂浮杂质进入离心泵,并根据涡街流量计对第一调节阀预设流量;

步骤(2):开启第一球阀,关闭第二调节阀,同时关闭第二球阀和第三球阀,隔离料仓,使整个主输送管道中充满水并通过手动控制排气阀进行排气;

步骤(3):排气结束后,打开第四球阀,若干固体物料通过主输送管道进入到料仓后,关闭第四球阀;

步骤(4):开启第二球阀和第三球阀,并同时关闭第一球阀,切换料仓到主输送管道,使固体物料在水流作用下推送入主输送管道进行输送,待所有固体物料出仓后,关闭第二球阀和第三球阀,打开第一球阀,切换第一辅助管道连接到主输送管道,隔离料仓;

循环步骤(3)和步骤(4),操作完成后进行下一次固体物料输送。

## 一种固液全分离的固体管道输送装置及其输送方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于管道运输领域,特别涉及一种固液全分离的固体管道输送装置及其输送方法。

### 背景技术

[0002] 随着经济规模不断扩大、工业产业化快速推进,我国对资源的需求量与日俱增,供需矛盾不断扩大。长期以来,铁路运输、公路运输、水路运输和航空运输作为传统的交通运输方式已经不能满足飞速发展的社会需求,特别是中国自然资源分布的不均衡、区域社会经济发展的不平衡更加重了我国交通运输的负担,同时传统的交通运输带来的环境污染、交通拥堵等问题都是大城市迫切需要解决的问题。为此,管道运输方式应运而生,成为我国第五大运输方式。传统的四种运输方式在当今社会运输业中仍处于主流,而管道运输是对现代运输体系的一种补充和完善。与传统的运输方式相比,管道运输作为新兴的运输方式,具有能够长时间运行、对环境污染较小、受地形条件限制小、运行线路占地少、不受天气影响等特点。而固体物料的管道输送方法作为管道输送的一个重要分支,近年来得到了广泛应用,主要用于输送一些散料。随着工业的快速发展,利用以液体为载体的管道运输固体物料的运输方式也越来越受到重视。虽然该运输方法在很大程度上缓解了地面交通运输压力,但在实际运行过程中传统的固体物料管道运输方法容易出现散料在管道中沉降或板结、输送动力消耗大、对动力装置要求较高、脱水工序复杂等问题。为此本发明提出一种固液全分离的新型固体管道输送方法用于完善和改进传统固体管道运输方法。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是,克服现有技术中的不足,提供一种固液全分离的固体管道输送装置及其输送方法。

[0004] 为解决技术问题,本发明的解决方案是:

[0005] 提供一种固液全分离的固体管道输送装置,包括贮水装置、主输送管道、注入管道装置、涡街流量计、排气阀、球阀、调节阀、离心泵和控制装置,所述贮水装置包括第一贮水装置、第二贮水装置和料仓水封箱,所述调节阀包括第一调节阀和第二调节阀,所述球阀包括第一球阀、第二球阀、第三球阀和第四球阀,所述注入管道装置包括第一辅助管道、第二辅助管道和料仓,所述控制装置内安装有电动阀门配电箱、离心泵配电箱和终端计算机,所述电动阀门配电箱和离心泵配电箱分别与终端计算机电连接。

[0006] 所述主输送管道出口端连接到出口分离装置,所述出口分离装置安装在第一贮水装置上端,所述主输送管道的折管处与第一辅助管道相连通,所述第一辅助管道贯穿第一球阀并通过其管道上设有的折管处与第二辅助管道相连通,且在第一辅助管道上安装有排气阀;所述第二辅助管道贯穿通过第二调节阀连接到第二贮水装置,所述主输送管道贯穿通过第三球阀与料仓相连通,所述料仓折管处贯穿通过第二球阀与第一辅助管道相连接后依次通过涡街流量计、第一调节阀和离心泵连接到第二贮水装置,所述第一贮水装置通过

回流管与第二贮水装置相连通；所述料仓贯穿通过第四球阀，连接到料仓水封箱进行水封，且在料仓与料仓水封箱之间设有入料口。

[0007] 所述注入管道装置的辅助管道入口端、料仓的入料口均设有水泵，所述水泵与注入管道装置之间通过软管连接；且在水泵与注入管道装置之间的入口管道端加装滤网。

[0008] 所述主输送管道上连接有若干个电子压力表，所述离心泵连接有变频器，所述球阀、涡街流量计、调节阀、变频器和电子压力表分别与控制装置内设置的终端计算机电连接，用于实时显示涡街流量计上的流量值、电子压力表的压力值以及离心泵的电流和功率数值，远程控制球阀和离心泵的开关、调节调节阀的开度和变频器的频率。

[0009] 本发明中，所述电动阀门配电箱和离心泵配电箱为现有技术设备，如电动阀门配电箱使用浙江中亚科技有限公司的电动阀门动力控制柜系列1控6配电控制箱；离心泵配电箱使用上海宁飞电气集团的水泵电动机自耦控制柜。所述终端计算机为现有技术设备，对就地仪表设备进行监测和远程控制。

[0010] 本发明中，所述涡街流量计、排气阀、球阀、调节阀和离心泵分别通过法兰固定连接在各自对应管道上。

[0011] 本发明中，所述球阀为快速反应电动球阀，该快速反应电动球阀的阀门内径与主输送管道内径、辅助管道内径、料仓内径的大小均相同。

[0012] 所述快速反应电动球阀为现有技术，采用浮动型球阀阀座配合台湾UM等快速电动执行机构，具有快速切断和开启管道连接的作用，开关时间可控制在1s以内。

[0013] 本发明中，所述出口分离装置包括皮带运输装置和过滤筛网，所述过滤筛网安装在皮带运输装置与第一贮水装置之间。

[0014] 本发明中，所述4个快速反应电动球阀相互之间设有控制逻辑关系，所述控制逻辑关系通过控制装置终端计算机控制程序内锁定：第二球阀和第三球阀具有同开同关逻辑关系；第一球阀与第二球阀、第三球阀具有反向开关逻辑关系。

[0015] 本发明中，所述主输送管道、第一辅助管道和第二辅助管道均设有的弯管处满足下列关系式：

$$[0016] \quad R_{\min} = L^2 / [8 \times (D - d)] - d / 2$$

[0017] 其中，R为弯管曲率半径、 $R_{\min}$ 为弯管允许最小曲率半径、D为管道内径、L为圆柱固体长度、d为圆柱固体直径，其单位均为mm。

[0018] 本发明中，所述主输送管道上设有的折管处、料仓的折管处和第一辅助管道的折管处均满足下列关系式：

$$[0019] \quad \alpha_{\max} = 2 \sin^{-1} \left\{ \frac{2 \times (1 - i)}{j} \right\}$$

[0020] 其中， $\alpha$ 为折管偏折角、 $\alpha_{\max}$ 为折管允许最大偏折角，其单位均为度( $^{\circ}$ )；i为圆柱固体直径d和管道内径D的比值；j为圆柱固体长度L和圆柱固体直径d的比值。

[0021] 本发明中，所述贮水装置为不锈钢水箱。

[0022] 本发明中，所述圆柱固体为圆柱形固体物料或圆柱形囊式密封箱，所述圆柱形固体物料为圆柱形防水煤柱物料或其它材料圆柱状固体物料；所述圆柱形囊式密封箱为具有运输功能的圆柱形密封装箱，该装箱使用3mm厚碳钢材料，柱底一侧设置端盖，端盖使用垫圈螺杆密封；所述其它材料圆柱状固体物料中材料具有不溶性，该固体物料在水中结构

稳定且有机械强度。

[0023] 本发明中,还提供一种固液全分离的固体管道输送装置的输送方法,包括如下步骤:

[0024] 步骤(1):在水泵与注入管道装置之间的入口管道端加装滤网,开启第一调节阀和第二调节阀,关闭第一球阀,运行水泵5分钟,对离心泵进行预热并防止水中漂浮杂质进入离心泵,并根据涡街流量计对第一调节阀预设流量;

[0025] 步骤(2):开启第一球阀,关闭第二调节阀,同时关闭第二球阀和第三球阀,隔离料仓,使整个主输送管道中充满水并通过手动控制排气阀进行排气;

[0026] 步骤(3):排气结束后,打开第四球阀,若干固体物料通过主输送管道进入到料仓后,关闭第四球阀;

[0027] 步骤(4):开启第二球阀和第三球阀,并同时关闭第一球阀,切换料仓到主输送管道,使固体物料在水流作用下推送入主输送管道进行输送,待所有固体物料出仓后,关闭第二球阀和第三球阀,打开第一球阀,切换第一辅助管道连接到主输送管道,隔离料仓;

[0028] 循环步骤(3)和步骤(4),操作完成后进行下一次固体物料输送。

[0029] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0030] 1)本发明通过单独的入料口端,避开离心泵实现固体物料的装载,无论何种形状固体,都可通过入料口端进入主输送管道,随载流体高速输送。本发明固体物料目前针对圆柱状固体。

[0031] 2)本发明目前针对直径为 $0.9 \times D$ ,长度为 $1.125 \times D$ 的压缩防水煤柱进行运输尺寸设计( $D$ 为主输送管道内径),固体物料输送速度明显大于流体速度,输送效率提高,输送时固体物料不与管道内壁发生摩擦,不会因为固体物料增加额外阻损。

[0032] 3)本管道系统基本全部实现水充和水封,管道中很少有空气,长期处于湿保养状态,管道系统使用寿命大大提高。

[0033] 4)本装置适用于短距离(最短距离可至数十米)和长距离(最长1000公里)。

## 附图说明

[0034] 图1为本发明中一种固液全分离的固体管道输送装置的示意图;

[0035] 图2为本发明中的管道弯管处结构示意图;

[0036] 图3为本发明中的管道折管处结构示意图;

[0037] 附图标记:1、第一球阀,2、第二球阀,3、第三球阀,4、第四球阀,5、第一调节阀,6、第二调节阀,7、涡街流量计,8、离心泵,9、排气阀,10、料仓水封箱,11、第一贮水装置,12、第二贮水装置,13、主输送管道,14、回流管,15、入料口,16、料仓,17、电子压力表,18、变频器,19、控制装置。

## 具体实施方式

[0038] 以下的实施例可以使本专业技术领域的技术人员更全面的了解本发明,但不以任何方式限制本发明。

[0039] 如图1所示,提供一种固液全分离的固体管道输送装置的具体实施例,包括贮水装置(10、11、12)、主输送管道13、注入管道装置、涡街流量计7、排气阀9、球阀(1、2、3、4)、调节

阀(5、6)和离心泵8,所述贮水装置包括第一贮水装置11、第二贮水装置12和料仓水封箱10,所述调节阀(5、6)包括第一调节阀5和第二调节阀6,所述球阀(1、2、3、4)包括第一球阀1、第二球阀2、第三球阀3和第四球阀4,所述注入管道装置包括第一辅助管道、第二辅助管道和料仓16,所述控制装置19分为配电间和主控间,并通过金属隔离门进行隔离,所述配电间安装有电动阀门配电箱和离心泵配电箱,所述主控间安装有终端计算机,所述电动阀门配电箱和离心泵配电箱分别与主控间安装的终端计算机电连接。

[0040] 所述主输送管道13出口端连接到出口分离装置,所述出口分离装置安装在第一贮水装置11上端,所述主输送管道13的折管处与第一辅助管道相通,所述第一辅助管道贯穿第一球阀1并通过其管道上设置的折管处与第二辅助管道相通,且在第一辅助管道上安装有排气阀9;所述第二辅助管道贯穿通过第二调节阀6连接到第二贮水装置12,所述主输送管道13贯穿通过第三球阀3与料仓16相通,所述料仓16折管处贯穿通过第二球阀2与第一辅助管道相连接后依次通过涡街流量计7、第一调节阀5和离心泵8连接到第二贮水装置12,所述第一贮水装置11通过回流管14与第二贮水装置12相通;所述料仓16贯穿通过第四球阀4,连接到料仓水封箱10进行水封,且在料仓16与料仓水封箱10之间设有入料口15。

[0041] 所述注入管道装置的辅助管道入口端、料仓16的入料口15均设有水泵,所述水泵与注入管道装置之间通过软管连接;且在水泵与注入管道装置之间的入口管道端加装滤网。

[0042] 所述主输送管道13上连接有两个电子压力表17,所述离心泵8连接有变频器18,所述球阀(1、2、3、4)、涡街流量计7、调节阀(5、6)、变频器18和电子压力表17分别与控制装置19内设置的终端计算机电连接,用于实时显示涡街流量计7上的流量值、电子压力表17的压力值以及离心泵8的电流和功率数值,远程控制球阀(1、2、3、4)和离心泵8的开关、调节调节阀(5、6)的开度、离心泵8上连接的变频器18的频率。

[0043] 其中,所述配电间含设备1个电动阀门配电箱和1个离心泵配电箱,配电间连接主控间终端计算机和远程就地执行设备。所述配电间设备采用现有技术设备,如电动阀门配电箱使用浙江中亚科技有限公司的电动阀门动力控制柜系列1控6配电控制箱;离心泵配电箱使用上海宁飞电气集团的水泵电动机自耦控制柜。所述主控间安装有两台终端计算机,为现有技术设备,对就地仪表设备进行监测和远程控制。

[0044] 所述涡街流量计7、排气阀9、球阀(1、2、3、4)、调节阀(5、6)和离心泵8分别通过法兰固定连接在各自对应管道上。

[0045] 所述球阀(1、2、3、4)为快速反应电动球阀,该快速反应电动球阀的阀门内径与主输送管道13内径、辅助管道内径、料仓16内径的大小均相同。所述快速反应电动球阀为现有技术,采用浮动型球阀阀座配合台湾UM等快速电动执行机构,具有快速切断和开启管道连接的作用,开关时间可控制在1s以内。

[0046] 所述出口分离装置包括皮带运输装置和过滤筛网,所述过滤筛网安装在皮带运输装置与第一贮水装置11之间。

[0047] 所述4个快速反应电动球阀相互之间设有控制逻辑关系,所述控制逻辑关系通过控制装置终端计算机控制程序内锁定:第二球阀2和第三球阀3通过快速反应联动控制,具有同开同关逻辑关系;第一球阀1与第二球阀2、第三球阀3具有反向开关逻辑关系。

[0048] 如图2所示,所述主输送管道13、第一辅助管道和第二辅助管道均设有的弯管处满足下列关系式:

$$[0049] \quad R_{\min} = L^2 / [8 \times (D-d)] - d/2$$

[0050] 其中,R为弯管曲率半径、 $R_{\min}$ 为弯管允许最小曲率半径、D为管道内径、L为圆柱固体长度、d为圆柱固体直径,其单位均为mm。

[0051] 如图3所示,所述主输送管道13上设有的折管处、料仓16的折管处和第一辅助管道的折管处均满足下列关系式:

$$[0052] \quad \alpha_{\max} = 2 \sin^{-1} \left[ \frac{2 \times (1-i)}{i \times j} \right]$$

[0053] 其中, $\alpha$ 为折管偏折角、 $\alpha_{\max}$ 为折管允许最大偏折角,其单位均为度( $^{\circ}$ );i为圆柱固体直径d和管道内径D的比值;j为圆柱固体长度L和圆柱固体直径d的比值。

[0054] 所述贮水装置(10、11、12)为不锈钢水箱。

[0055] 所述圆柱固体为圆柱形固体物料或圆柱形囊式密封箱,所述圆柱形固体物料为圆柱形防水煤柱物料或其它材料圆柱状固体物料;所述圆柱形囊式密封箱为具有运输功能的圆柱形密封装箱,装箱使用3mm厚碳钢材料,柱底一侧设置端盖,端盖使用垫圈螺杆密封;

[0056] 所述其它材料圆柱状固体物料中材料具有不溶性,固体物料在水中结构稳定且有机械强度。

[0057] 本实施例中还提供一种基于所述固液全分离的固体管道输送装置的输送方法,包括如下步骤:

[0058] 步骤(1):在水泵与注入管道装置之间的入口管道端加装滤网,开启第一调节阀5和第二调节阀6,关闭第一球阀1,运行水泵5分钟,对离心泵8进行预热并防止水中漂浮杂质进入离心泵8,并根据涡街流量计7对第一调节阀5预设流量;

[0059] 步骤(2):开启第一球阀1,关闭第二调节阀6,同时关闭第二球阀2和第三球阀3,隔离料仓16,使整个主输送管道13中充满水并通过手动控制排气阀9进行排气;

[0060] 步骤(3):排气结束后,打开第四球阀4,若干圆柱形固体物料以整齐队列队形的排列方式通过主输送管道13进入到料仓16后,关闭第四球阀4;

[0061] 步骤(4):开启第二球阀2和第三球阀3,并同时关闭第一球阀1,切换料仓16到主输送管道13,使圆柱形固体物料在水流作用下推送入主输送管道13进行输送,待所有圆柱形固体物料出仓后,关闭第二球阀2和第三球阀3,打开第一球阀1,切换第一辅助管道连接到主输送管道13,隔离料仓16;

[0062] 循环步骤(3)和步骤(4),操作完成后进行下一次圆柱形固体物料输送。

[0063] 在本实例中,选择离心泵8作为动力来源,控制主输送管道13水流速度,保证水流速度在1.5m/s-3.5m/s之间,在离心泵8的入口管道端和主输送管道13出口分别放置第二贮水装置12、第一贮水装置11,并用回流管14连接,实现第一贮水装置11和第二贮水装置12内水的循环利用。注入管道装置构造包括料仓16、第一辅助管道和第二辅助管道。其中,料仓16一端与水泵连接,一端与主输送管道13连接,长度为5m,两端分别放置第四球阀4和第三球阀3,用于控制注入管道装置的开闭。主输送管道13根据需要铺设了平直管线、上下坡管线和弯管,总长达50m。主体管道入口放置涡街流量计7,用于测量水的体积流量,同时放置压力传感器,记录运行过程中压力变化。实例中各个部件均采用法兰连接。为了减小水泵的

振动对主体管道的影响,水泵与注入装置采用软管连接。

[0064] 工作时,先在水泵的入口管道端加装滤网,开启调节第一调节阀5和第二调节阀6,关闭第一球阀1,运行水泵5分钟,对离心泵8进行预热并防止水中大块漂浮杂质进入离心泵8,并根据涡街流量计7调节第一调节阀5预设好流量。开启第一球阀1,关闭第二调节阀6,关闭第二球阀2和第三球阀3,隔离料仓16,使整个主输送管道13中充满水并通过手动控制排气阀9进行排气。排气结束后,打开第四球阀4,2-5个圆柱形防水煤柱物料以间距3-5cm整齐队列队形的排列方式,通过入料口15进入到料仓16后,关闭第四球阀4。开启第二球阀2和第三球阀3,并同时关闭第一球阀1,切换料仓16到主输送管道13,使固体物料在水流作用下推送入主输送管道13进行输送。通过调整离心泵8的功率或者改变离心泵8后第一调节阀5和第二调节阀6的开度调节水的流量,保证水流速度能够使煤柱在管道内悬浮。待所有煤柱出仓后,即可关闭第二球阀2和第三球阀3,打开第一球阀1,切换辅助管道到主输送管道13,隔离料仓16。然后依次循环料仓16加载和切换进行煤柱的加载和运输。

[0065] 最后,还需要注意的是,以上列举的仅是本发明的具体实施例。本发明不限于以上实施例,还可以有很多变形。本领域的普通技术人员能从本发明公开的内容直接导出或联想到的所有变形,均应认为是本发明的保护范围。

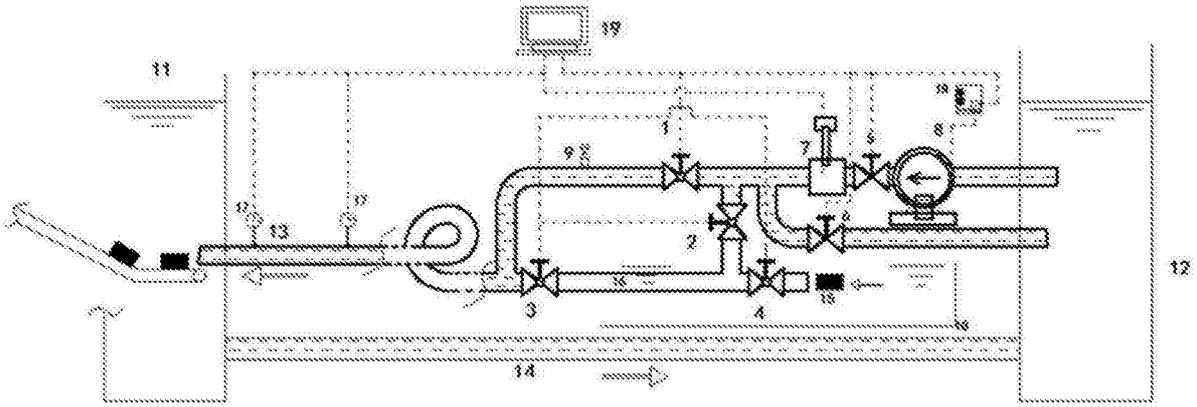


图1

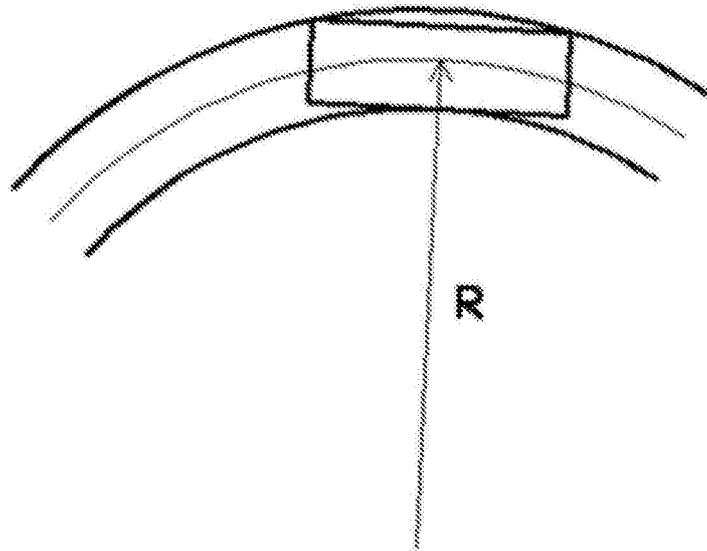


图2

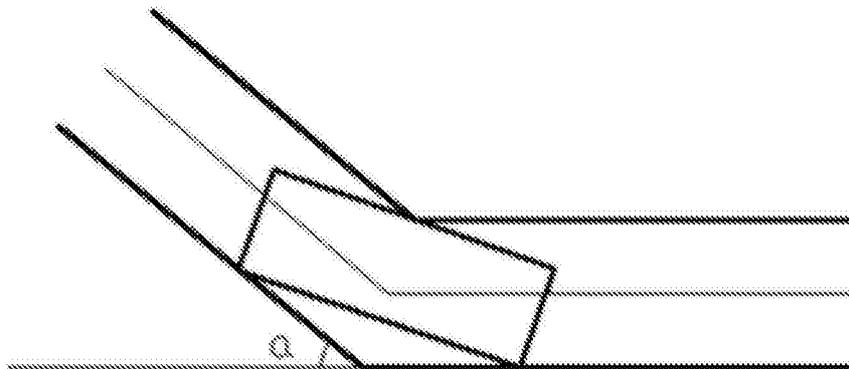


图3