

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910067730.2

[51] Int. Cl.

F23J 1/00 (2006.01)

F23J 3/00 (2006.01)

F24H 7/02 (2006.01)

[43] 公开日 2009 年 7 月 8 日

[11] 公开号 CN 101476733A

[22] 申请日 2009.1.19

[21] 申请号 200910067730.2

[71] 申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路 92 号

[72] 发明人 曾周末 张 于 宋建河 艾民连
靳世久

[74] 专利代理机构 天津才智专利商标代理有限公司

代理人 王 颢

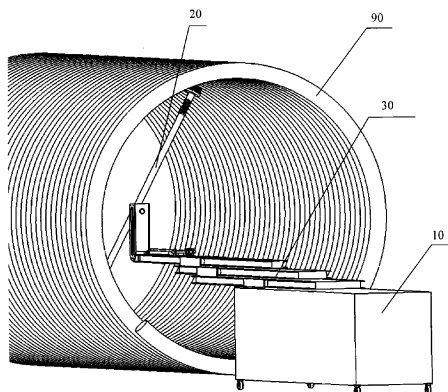
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 6 页

[54] 发明名称

热媒炉用机械式清灰装置

[57] 摘要

本发明公开了一种热媒炉用机械式清灰装置，包括：机座、由机座支撑的可前后伸缩的伸缩臂、安装于伸缩臂前端的减速电机以及安装在减速电机输出轴上的用于除去热媒炉内壁上的灰垢的清灰除垢刷，工作时，所述的清灰除垢刷与热媒炉炉壁的内表面接触并沿炉壁的内周面作旋转运动。本发明的热媒炉用机械式清灰装置能够对热媒炉炉壁内的结焦以及导热管外表面上形成的尘垢进行清扫，可以大大减轻清灰的劳动强度、减少清灰工作对工人的身体损害，且比工人清灰的效率，能解决应用广泛的热媒炉的定期清扫问题，实现清扫的自动化，另外还可以减少对环境造成的污染。



1. 一种热媒炉用机械式清灰装置，其特征在于：包括机座、由机座支撑的可前后伸缩的伸缩臂、安装于伸缩臂前端的减速电机以及安装在减速电机输出轴上的用于除去热媒炉内壁上的灰垢的清灰除垢刷，工作时，所述的清灰除垢刷与热媒炉炉壁的内表面接触并沿炉壁的内周面作旋转运动。

2. 根据权利要求1所述的热媒炉用机械式清灰装置，其特征在于：所述的伸缩臂由多级宽度不同的导轨自下而上叠放而成，在每级导轨的两侧沿整个长度对称设置有横截面为“[”形、开口向外的导槽，在最上一级导轨以下的每级导轨的两侧壁内侧及机座的两侧分别对称设置有一对支撑板，在每块支撑板上各安装有一组水平滚轮和一组竖直滚轮，每组水平滚轮分别与上一级导轨的导槽的垂直面滚动接触，每组竖直滚轮分别与上一级导轨的导槽的上下表面滚动接触，所述的各级导轨在驱动系统的驱动下在前后方向同时伸出或缩回，所述的伸缩臂伸出的最大长度大于等于热媒炉炉口至炉底的长度。

3. 根据权利要求2所述的热媒炉用机械式清灰装置，其特征在于：所述的伸缩臂伸出的最大长度大于等于热媒炉炉口至炉底的长度。

4. 根据权利要求3所述的热媒炉用机械式清灰装置，其特征在于：所述的伸缩臂由三级导轨叠放而成，每级导轨两侧的滚轮对称设置，每组有2个滚轮。

5. 根据权利要求4所述的热媒炉用机械式清灰装置，其特征在于：所述的驱动系统包括：分别焊接在第一、二导轨的两个导槽之间前滑轮轴、后滑轮轴、前拉杆和后拉杆，前、后滑轮轴的两端分别垂直焊接在两侧的导槽上，用于固定前滑轮和后滑轮，同一导轨上的前、后滑轮不在同一条平行于导槽的直线上，在第三导轨的两个导槽之间分别焊接有前拉杆和后拉杆，各导轨上的前拉杆的设置高度高于后拉杆的设置高度，前后、拉杆分别连接一条钢丝绳，在机座上焊接有同样的前滑轮轴和后滑轮轴，在所述的机座的前滑轮轴上还固定有从动链轮，在机座上的后滑轮轴上还固定有主动链轮，主、从动链轮通过传动链条连接，机座上的后滑轮轴还与驱动电机的输出轴连接，在主、从动链轮之间设置有张紧轮。

6. 根据权利要求5所述的热媒炉用机械式清灰装置，其特征在于：在所述的伸缩臂上设置有前行程开关和后行程开关以及警示伸出或收回的极限位置的报警器。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的热媒炉用机械式清灰装置，其特征在于：所述的清灰除垢刷包括刷杆和设置在刷杆两端的刷头，刷头上设置有铜刷毛，在刷头的柄与刷杆的连接处设置有控制清灰除垢刷与热媒炉的导热管间的接触力度的弹簧，在刷杆的中间设置有与刷杆垂直的轴，所述的清灰除垢刷通过所述的轴连接在减速电机的输出

轴上，工作时，所述的轴位于所述的热媒炉盘管的中心。

8. 根据权利要求7所述的热媒炉用机械式清灰装置，其特征在于：所述的减速电机安装在具有一定长度的电机架上，电机架的一端与伸缩臂的前端通过电机架轴连接，减速电机安装在电机架的另一端，减速电机的输出轴从电机架的下面垂直向下伸出，工作时，所述的电机架能够在旋转机构的作用下围绕电机架轴从水平位置旋转至垂直位置。

9. 根据权利要求8所述的热媒炉用机械式清灰装置，其特征在于：所述的旋转机构包括主动圆锥齿轮、与主动圆锥齿轮啮合的从动圆锥齿轮、安装在主动圆锥齿轮上的摇柄、与从动齿轮的轴连接的丝杠和连接丝杠另一端的连杆，连杆的另一端连接在电机架上靠近电机架轴处，所述的主动圆锥齿轮和从动圆锥齿轮固定在最上一级导轨上。

10. 根据权利要求9所述的热媒炉用机械式清灰装置，其特征在于：所述的减速电机与电机架轴之间的距离可以调整。

11. 根据权利要求8~10中任一项所述的热媒炉用机械式清灰装置，其特征在于：所述的清灰除垢刷的刷杆的长度可以调整。

12. 根据权利要求11所述的热媒炉用机械式清灰装置，其特征在于：所述的机座由角钢和工字钢焊接而成，在机座的底部安装有脚轮。

热媒炉用机械式清灰装置

技术领域

本发明涉及一种清灰除垢装置，特别是涉及一种应用于原油输送过程中的热媒炉用机械式清灰装置。

背景技术

密布在全国各地的原油管道中，为解决高凝点、高含钠原油输送的困难，需要给原油以动能和热能，为此，热媒炉被普遍应用于原油输送过程中。目前主要采用的加热流程是通过以油(气)为燃料，导热油为热载体，燃料通过燃烧器在炉膛内燃烧产生热量，热量通过导热管以对流和辐射形式传热给导热油，导热油在循环泵的驱动下通过热媒炉出口带走热量，在换热器内与原油进行热交换后，回到循环泵，如此周而复始以导热油为热载体实现热量的连续传递。在加热过程中，由于不完全燃烧造成的炉膛内的结焦使加热炉内导热管外表面形成一层尘垢，这种尘垢有时厚达1~3mm，严重影响了加热过程的换热效率。目前主要靠工人进入炉膛内部手工清垢和吹灰除尘来完成热媒炉的清灰，使定期清灰成为了一项艰巨的工作。在清灰过程中，炉膛内粉尘飞扬，工作条件非常恶劣，同时，为了保证清灰效果，伴随的吹灰也会使粉尘腾出炉外，使整个站场乌烟瘴气。手工清灰不仅严重危害清垢工人的身体健康，也给站场造成了严重的环境污染。

发明内容

为了解决现有人工进入炉膛内部手工清垢和吹灰除尘所造成的危害工人身体健康、污染环境等不良后果，本发明提出了一种能够从热媒炉外伸入热媒炉炉膛内进行清灰除垢的热媒炉用机械式清灰装置。

本发明提供的解决方案为：一种热媒炉用机械式清灰装置，包括机座、由机座支撑的可前后伸缩的伸缩臂、安装于伸缩臂前端的减速电机以及安装在减速电机输出轴上的用于除去热媒炉内壁上的灰垢的清灰除垢刷，工作时，所述的清灰除垢刷与热媒炉炉壁的内表面接触并沿炉壁的内周面作旋转运动。

所述的伸缩臂由多级宽度不同的导轨自下而上叠放而成，在每级导轨的两侧沿整个长

度对称设置有横截面为“[”形、开口向外的导槽，在最上一级导轨以下的每级导轨的两侧壁内侧及机座的两侧分别对称设置有一对支撑板，在每块支撑板上各安装有一组水平滚轮和一组竖直滚轮，每组水平滚轮分别与上一级导轨的导槽的垂直面滚动接触，每组竖直滚轮分别与上一级导轨的导槽的上下表面滚动接触，所述的各级导轨在驱动系统的驱动下在前后方向同时伸出或缩回，所述的伸缩臂伸出的最大长度大于等于热媒炉炉口至炉底的长度。

优选的为，所述的伸缩臂由三级导轨叠放而成，每级导轨两侧的滚轮对称设置，每组有2个滚轮。

所述的驱动系统包括分别焊接在第一、二导轨的两个导槽之间前滑轮轴、后滑轮轴、前拉杆和后拉杆，前、后滑轮轴的两端分别垂直焊接在两侧的导槽上，用于固定前滑轮和后滑轮，同一导轨上的前、后滑轮不在同一条平行于导槽的直线上，在第三导轨的两个导槽之间分别焊接有前拉杆和后拉杆，各导轨上的前拉杆的设置高度高于后拉杆的设置高度，前后、拉杆分别连接一条钢丝绳，在机座上焊接有同样的前滑轮轴和后滑轮轴，在所述的机座的前滑轮轴上还固定有从动链轮，在机座上的后滑轮轴上还固定有主动链轮，主、从动链轮通过传动链条连接，机座上的后滑轮轴还与驱动电机的输出轴连接，在主、从动链轮之间设置有张紧轮。

另外，在所述的伸缩臂上设置有行程开关和后行程开关以及警示伸出或收回的极限位置的报警器。

所述的清灰除垢刷包括刷杆和设置在刷杆两端的刷头，刷头上设置有铜刷毛，在刷头的柄与刷杆的连接处设置有控制清灰除垢刷与热媒炉的导热管间的接触力度的弹簧，在刷杆的中间设置有与刷杆垂直的轴，所述的清灰除垢刷通过所述的轴连接在减速电机的输出轴上，工作时，所述的轴位于所述的热媒炉盘管的中心。

所述的减速电机安装在具有一定长度的电机架上，电机架的一端与伸缩臂的前端通过电机架轴连接，减速电机安装在电机架的另一端，减速电机的输出轴从电机架的下面垂直向下伸出，工作时，所述的电机架能够在旋转机构的作用下围绕电机架轴从水平位置旋转至垂直位置。

所述的旋转机构包括主动圆锥齿轮、与主动圆锥齿轮啮合的从动圆锥齿轮、安装在主动圆锥齿轮上的摇柄、与从动齿轮的轴连接的丝杠和连接丝杠另一端的连杆，连杆的另一端连接在电机架上靠近电机架轴处，所述的主动圆锥齿轮和从动圆锥齿轮固定在最上一级导轨上。

所述的减速电机与电机架轴之间的距离可以调整。

所述的清灰除垢刷的刷杆的长度可以调整。

所述的机座由角钢和工字钢焊接而成，在机座的底部安装有脚轮。

本发明的热媒炉用机械式清灰装置能够对热媒炉炉壁内的结焦以及导热管外表面上形成的尘垢进行清扫，可以大大减轻清灰的劳动强度、减少清灰工作对工人的身体损害，且比工人清灰的效率 high，能解决应用广泛的热媒炉的定期清扫问题，实现清扫的自动化。另外，还可以减少对环境的污染。

附图说明

- 图 1a、图 1b 是本发明的热媒炉用机械式清灰装置在工作中的状态示意图；
- 图 2 是本发明的热媒炉用机械式清灰装置的整体结构图；
- 图 3a、3b 是清灰装置伸缩臂系统的安装示意图；
- 图 4 是清灰装置伸缩臂系统中臂与臂间的限位关系图；
- 图 5a 是显示清灰装置的“拉一动三”伸缩臂未伸出时钢丝绳连接状态的示意图；
- 图 5b 是显示清灰装置“拉一动三”伸缩臂伸出时钢丝绳连接状态的示意图；
- 图 5c 是本发明中伸缩臂驱动系统的导轨的结构示意图；
- 图 5d 是显示前、后滑轮轴及前、后拉杆在上的设置位置的示意图；
- 图 6 是图 2 中清灰装置的清灰除垢刷的结构图；
- 图 7 是图 2 的清灰装置中清灰除垢电机 90 度旋转机构的结构图；
- 图 8 是本发明的清灰装置的电路图。

具体实施方式

下面结合附图对本发明的热媒炉用机械式清灰装置的结构进行详细说明。

参见图 1a、1b，图中所示为正在清扫热媒炉内壁的本发明的清灰装置。其中 10 为清灰装置本体，90 为热媒炉内壁的螺旋盘管，螺旋盘管 90 用无缝碳素钢管焊接制成，整个炉体呈卧式圆筒体。图示清灰装置本体 10 放置于热媒炉炉口 80 外侧正对炉口处，伸缩臂系统 30 携带清灰除垢刷 20 从热媒炉炉口 80 伸入炉内进行清灰工作，在伸入炉底与收回的过程中，清灰除垢刷 20 通过旋转与炉壁进行摩擦而将灰垢从炉壁上清除，同时在热媒炉口设置有吸尘机构，在炉口形成一个局部负压空间，能及时清除浮尘，并通过无污染灰尘回收装置对灰垢进行回收处理，完成整个清灰除垢工作。

参见图 2, 本发明的热媒炉用机械式清灰装置包括: 各部分机械结构的载体——机座 11, 安放于机座上的伸缩臂 30, 伸缩臂 30 由多级宽度不同的导轨自下而上叠放而成, 在本实施例中, 伸缩臂 30 包括 3 级导轨, 即: 设置在机座 30 上的第一导轨 31、安放于第一导轨 31 上的第二导轨 32 和安放于第二导轨 32 上的第三导轨 33, 在第三导轨 33 上设置有电机 90 度旋转机构 40, 在第三导轨端部安装有清灰除垢电机 50 和由清灰除垢电机 50 驱动旋转的清灰除垢刷 20。另外, 为了便于移动清灰装置, 在机座 11 的底部, 例如底部的四个角上安装有脚轮 60。在热媒炉用机械式清灰装置的机座 11 内设置有驱动伸缩臂系统 30 伸出或收回的“拉一动三”驱动系统, 其具体结构和工作原理将在下面进行详细说明。

机座 11 是其它机械系统的载体, 稳固的机座是清灰装置稳定工作的保证, 整个机座 11 以由角钢与工字钢焊接而成的钢结构为骨架, 并在骨架外包裹钢板以保证整体的美观。

下面参照图 3a、3b 对上述的伸缩臂 30 的具体结构进行说明。安放于机座 11 上的伸缩臂 30 由三级宽度不同的导轨, 即第一导轨 31、第二导轨 32 和第三导轨 33 叠放组合而成, 第一导轨 31 安放于机座 11 上。参见图 3a (图中只显示出 2 级导轨), 每级导轨包括: 长方形的底板 38、沿底板 38 的整个长度对称设置在底板左右两侧的导槽 36 和设置在底板前后两端的挡板 39。所述的导槽 36 的横截面为 “[” 形且开口向外。参见图 3b, 在第一、二导轨的两侧壁内侧及机座 11 的两侧分别对称设置有一对支撑板 37, 在每块支撑板 37 上各安装有一组水平滚轮 34 一组竖直滚轮 35, 在本实施例中, 每组包括 2 个滚轮, 水平滚轮 34 与上一级导轨的导槽 36 的垂直面滚动接触, 竖直滚轮 35 与上一级导轨的导槽 36 的上下表面滚动接触。各级导轨在驱动系统的驱动下在前后方向同时伸出或缩回。为了保证伸缩臂 30 能伸至炉底, 伸缩臂 30 伸出的最大长度应大于等于热媒炉炉口 80 至炉底的长度。优选的为每级导轨两侧的滚轮对称设置。

为了使伸缩臂的移动方向仅限定在伸入炉内的 y 方向, 必须限定六个自由度中的五个, 只留下 y 方向移动这个自由度。参见图 4, 每级导轨由二组 (共四个) 水平滚轮 34 限定了 x 方向移动、绕 z 轴转动这两个自由度, 两组 (共四个) 竖直滚轮 35 限定了 z 方向移动、绕 x 轴转动和绕 y 轴转动三个自由度, 这就使第二导轨 32 与第三导轨 33 之间的相对运动只能有 y 轴方向移动这一个自由度。第一导轨 31 与第二导轨 32、机座 11 与第一导轨 31 间的限位关系原理相同。这样各级导轨就通过水平滚轮 34 和竖直滚轮 35 限定了竖直与水平方向的位置。

下面参照图 5a~图 5d 对驱动伸缩臂 30 伸出或收回的“拉一动三”驱动系统的结构和原理进行说明。所谓的“拉一动三”驱动是指通过拉动一根钢丝绳, 实现三个导轨的同时运动 (同时伸出或收回)。如图 5c 所示, 在第一、二导轨的两个导槽 36 之间分别焊接有前

滑轮轴 77、后滑轮轴 78、前拉杆 79 和后拉杆 72，前、后滑轮轴的两端分别垂直焊接在两侧的导槽 36 上，用于固定前滑轮 75 和后滑轮 76。同一导轨上的前、后滑轮不在同一条平行于导槽的直线上，前拉杆 79 的设置高度高于后拉杆 72 的设置高度。在第三导轨的两个导槽 36 之间分别焊接有前拉杆 79 和后拉杆 72。各导轨的前后拉杆 79、72 分别连接一条钢丝绳 92。在机座 11 上同样焊接有前滑轮轴 77 和后滑轮轴 78，但是与导轨上的滑轮轴不同的是，在机座 11 的前滑轮轴 77 上还固定有从动链轮 73、在后滑轮轴 78 上还固定有主动链轮 71，主、从动链轮 71、73 通过传动链条 91 连接，另外后滑轮轴 78 还与驱动电机的输出轴连接（图中未示），图中 74 为链传动中必备的张紧轮。钢丝绳 92 的缠绕方式如图 5a 所示，即：绕卷在机座 11 的前滑轮 75 上的钢丝绳 92 与第一导轨 31 上的后拉杆 72 固定连接；绕卷在机座 11 的后滑轮 76 上的钢丝绳 92 与第一导轨 31 上的前拉杆 79 固定连接；一端固定在机座 11 前端的钢丝绳 92 从外侧绕过第一导轨 31 上的前滑轮 75 后与第二导轨 32 上的后拉杆 72 固定连接；一端固定在机座 11 后端的钢丝绳 92 从外侧绕过第一导轨 31 上的后滑轮 76 后与第二导轨 32 上的前拉杆 79 固定连接。同理，连接在第一导轨 31 的前拉杆 79 上的钢丝绳 92 从外侧绕过第二导轨 32 上的前滑轮 75 后与第三导轨 33 上的后拉杆 72 固定连接；连接在第一导轨 31 的后拉杆 72 上的钢丝绳 92 从外侧绕过第二导轨 32 上的后滑轮 76 后与第三导轨 33 上的前拉杆 72 固定连接。伸缩臂 30 的伸出过程为：主电机（图中未示）驱动主动链轮 71 逆时针旋转，通过传动链条 91 驱动从动链轮 73 逆时针旋转，使与从动链轮 73 同轴的前滑轮 75 逆时针旋转，前滑轮 75 绕卷钢丝绳 92，钢丝绳 92 拉动第一导轨 31 上的后拉杆 72，使第一导轨 31 伸出，由于第一导轨 31 向前伸出，第一导轨 31 上的前滑轮 75 绕卷一端固定于机座 11 上的钢丝绳 92，钢丝绳 92 拉动第二导轨 32 向前伸出，同理第二导轨 32 上的前滑轮 75 绕卷一端固定于第一导轨 31 的前拉杆 79 上的钢丝绳 92，钢丝绳拉动第三导轨 33 向前伸出。伸缩臂 30 的收回过程为：主电机（图中未示）驱动主动链轮 71 顺时针旋转，使与主动链轮 71 同轴的后滑轮 76 顺时针旋转，后滑轮 76 绕卷钢丝绳 92，钢丝绳 92 拉动第一导轨 31 收回，由于第一导轨 31 向后收回，第一导轨 31 上的后滑轮 76 绕卷一端固定于机座 11 上的钢丝绳 92，钢丝绳 92 拉动第二导轨 32 上的前拉杆 79，使之向后收回，同理第二导轨 32 上的后滑轮 76 绕卷一端固定于第一导轨 31 的前拉杆 79 上的钢丝绳 92，钢丝绳 92 拉动第三导轨 33 上的前拉杆 79，使之向后收回。通过“拉一动三”驱动系统，实现了伸缩臂 30 的伸出与收回。

另外，在伸缩臂 30 中设置有前行程开关和后行程开关（图中未示），并设有相应的报警器（图中未示），来提醒操作人员伸缩臂伸出或收回的极限位置，以确保清灰装置的安全使用。

清灰除垢刷 20 的具体结构如图 6 所示, 包括刷杆 21 和位于刷杆 21 两端的刷头 23, 刷头 23 的柄与刷杆 21 的连接处设置有弹簧 22 来控制与导热管间的接触力度并起到缓冲作用, 刷头上固定有铜刷毛 24, 铜刷毛 24 也有一定的缓冲作用并能保护导热管不被擦伤。这样设计的清灰除垢刷能确保将热媒炉内壁盘管上的尘垢彻底清扫下来, 整个清灰除垢刷通过轴 25 连接在清灰除垢电机 50 上的输出轴 51 上, 清灰除垢电机 50 带动清灰除垢刷 20 的轴 25 不断旋转, 从而将炉壁上的尘垢清除。通过这种结构能保证清灰除垢刷能时刻与炉壁上的盘管紧密接触, 起到彻底清污的理想效果。另外, 为了能够清除不同直径的热媒炉内的灰垢, 可以将清灰除垢刷 20 的刷杆 21 设计成长度可调型, 由于这属于现有技术, 这里不再进行详细说明。

另外如图 7 所示, 现有的热媒炉一般将炉口设置在热媒炉内壁盘管圆周圆心偏下的位置, 例如偏下 400mm 处, 且炉口直径较小, 一般为 500mm。为了解决这一问题, 在第三导轨 33 上设置了电机 90 度旋转机构 40。旋转机构 40 包括主动圆锥齿轮 41、从动圆锥齿轮 42、丝杠 43、连杆 44、电机架 45、电机架轴 47 和摇柄 46。主从动圆锥齿轮 41、42 和电机架轴 47 固定于第三导轨 33 上, 通过转动摇柄 46 驱动主动圆锥齿轮 41, 主动圆锥齿轮 41 带动从动圆锥齿轮 42, 进而带动丝杠 43 旋转, 使旋转运动变为连杆 44 的轴向移动, 连杆 44 与电机架 45 构成平面连杆机构, 连杆 44 的前后移动可带动电机架 45 绕电机架轴 47 转动, 电机架 45 上安装清灰除垢电机 50, 通过这样的设计就可以通过旋转摇柄 46, 使清灰除垢电机 50 的输出轴 51 的方向做 90 度旋转。在清灰除垢刷通过热媒炉口进入热媒炉内的过程中, 刷柄轴线与伸缩臂伸入炉内方向平行, 便于较长的清灰除垢刷进入炉内, 如图 1b 所示, 待清灰除垢刷完全进入炉内后, 通过摇动摇柄, 使固定于电机架上的清灰除垢电机连同清灰除垢刷竖起, 通过事先调整好竖起后电机输出轴与伸缩臂间的距离 (400mm), 可使竖起后的减速电机输出轴正好位于媒炉内壁盘管圆周圆心上; 清灰工作完毕后, 清灰除垢刷收回的过程原理相同, 为进入炉内的逆过程。

参见图 9, 为整体清灰装置的电器连接图, 其中驱动电机驱动伸缩臂 30 的伸出与收回, 驱动电机采用交流电动机, 可通过开关切换转动方向, 实现伸缩臂 30 的伸出与收回; 图中的变压器为 24V 变压器; 图中的清灰除垢电机为无级调速电机, 优选采用直流电动机, 其启动转矩较大, 通过开关来切换转动方向并通过调速电位器改变转速, 实现清灰除垢刷 20 的驱动。

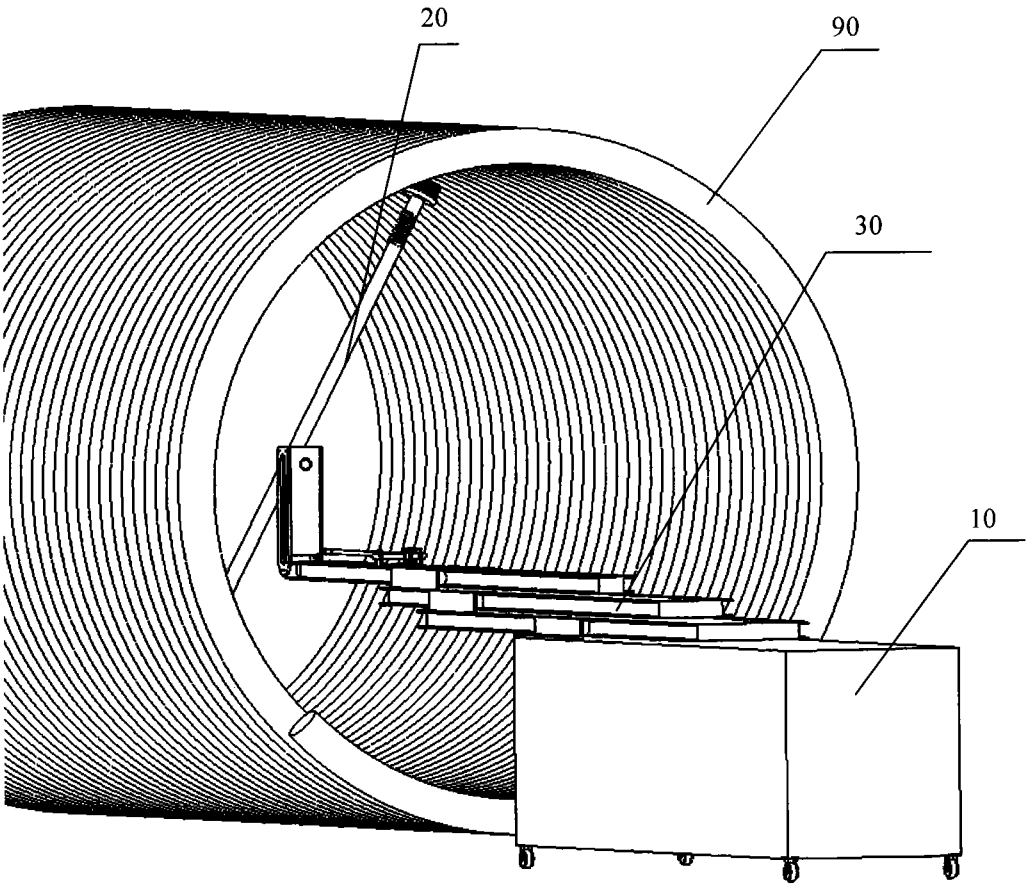


图 1a

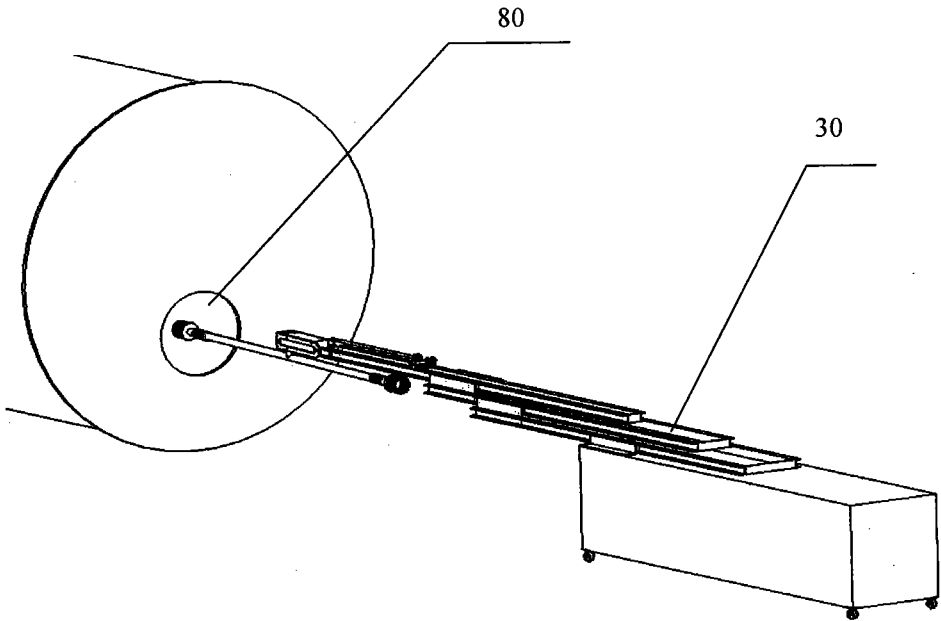


图 1b

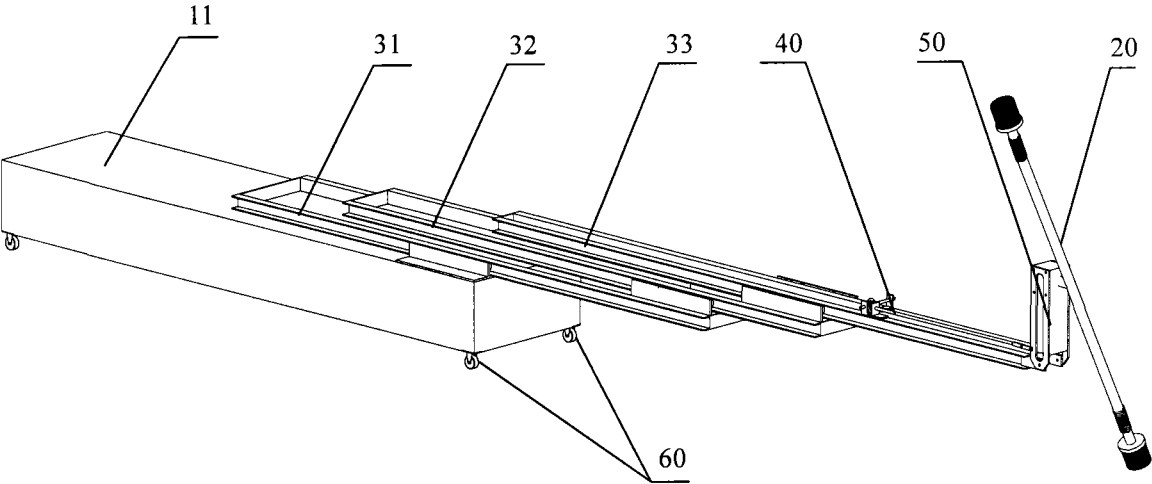


图 2

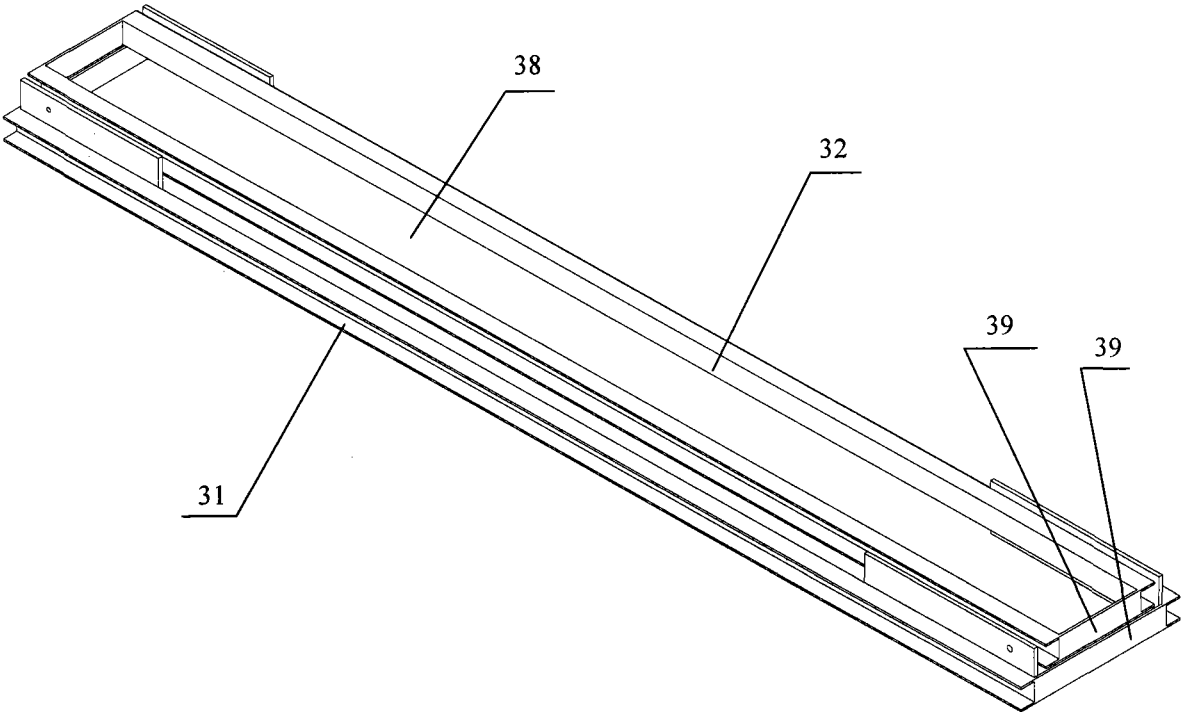


图 3a

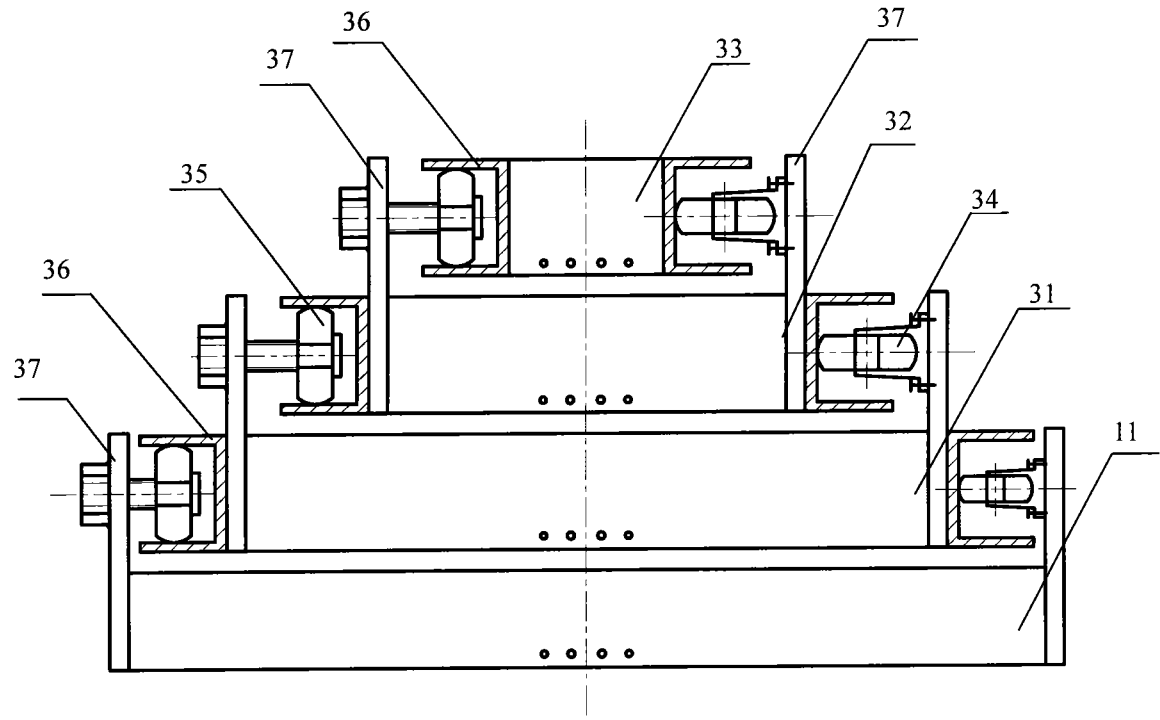


图 3b

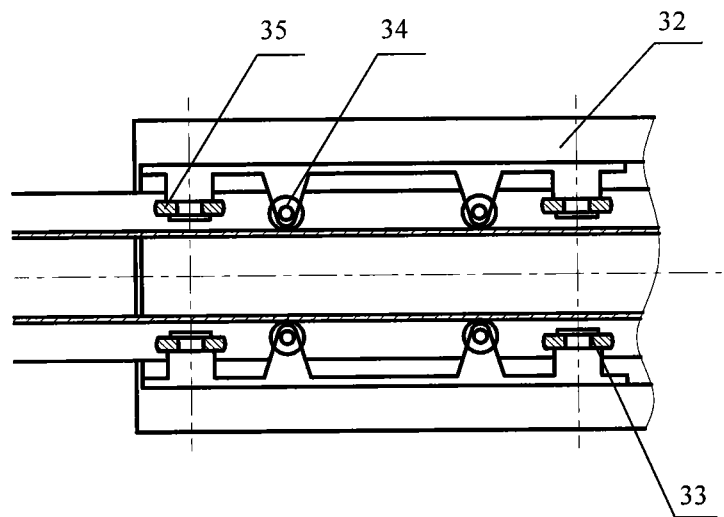


图 4

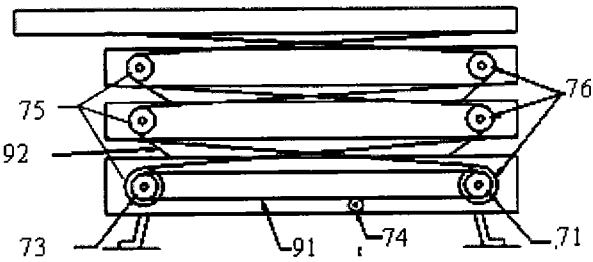


图 5a

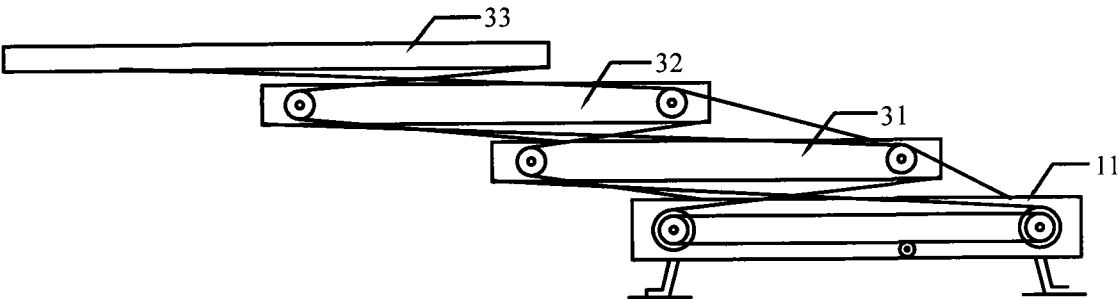


图 5b

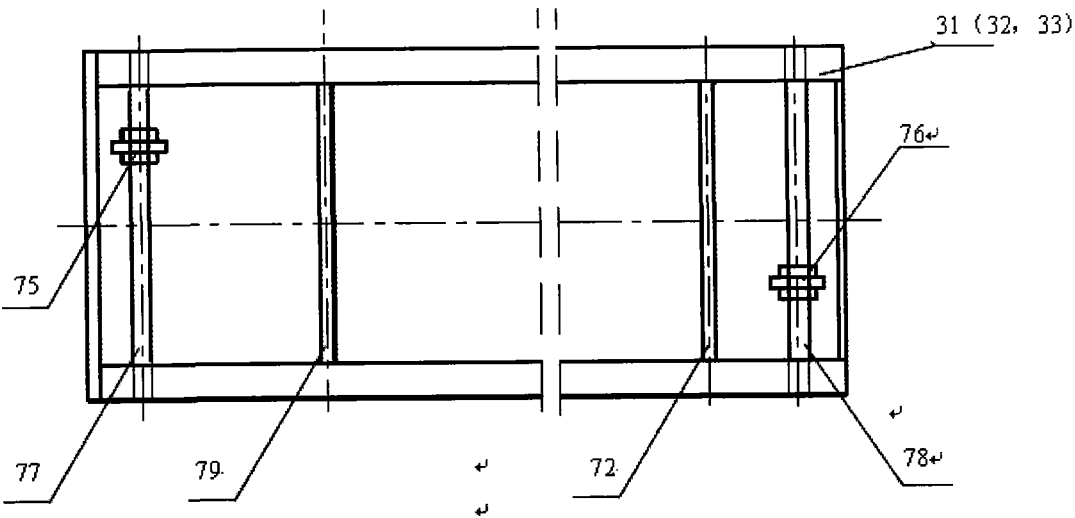


图 5c

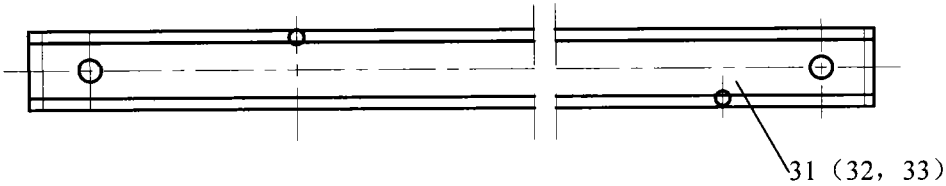


图 5d

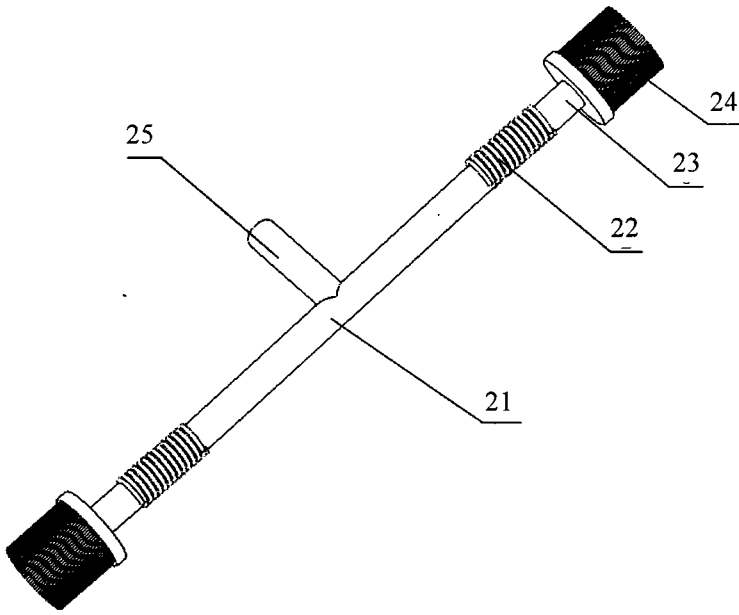


图 6

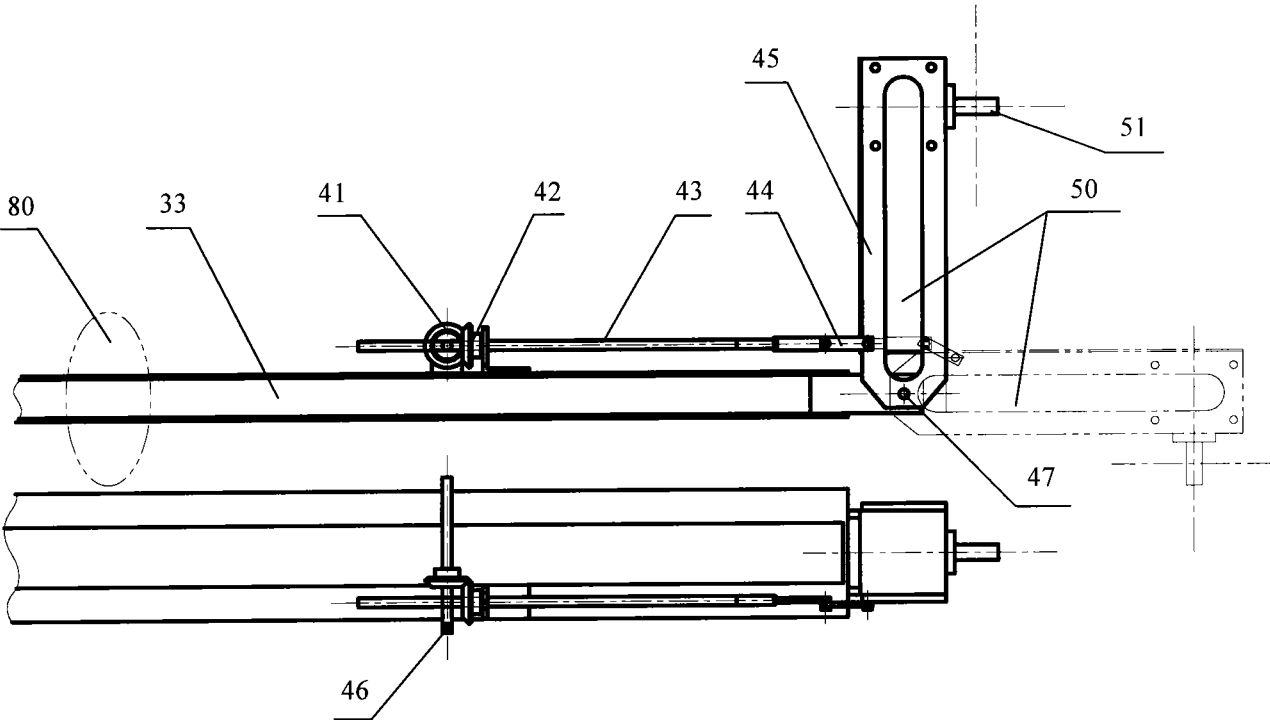


图 7

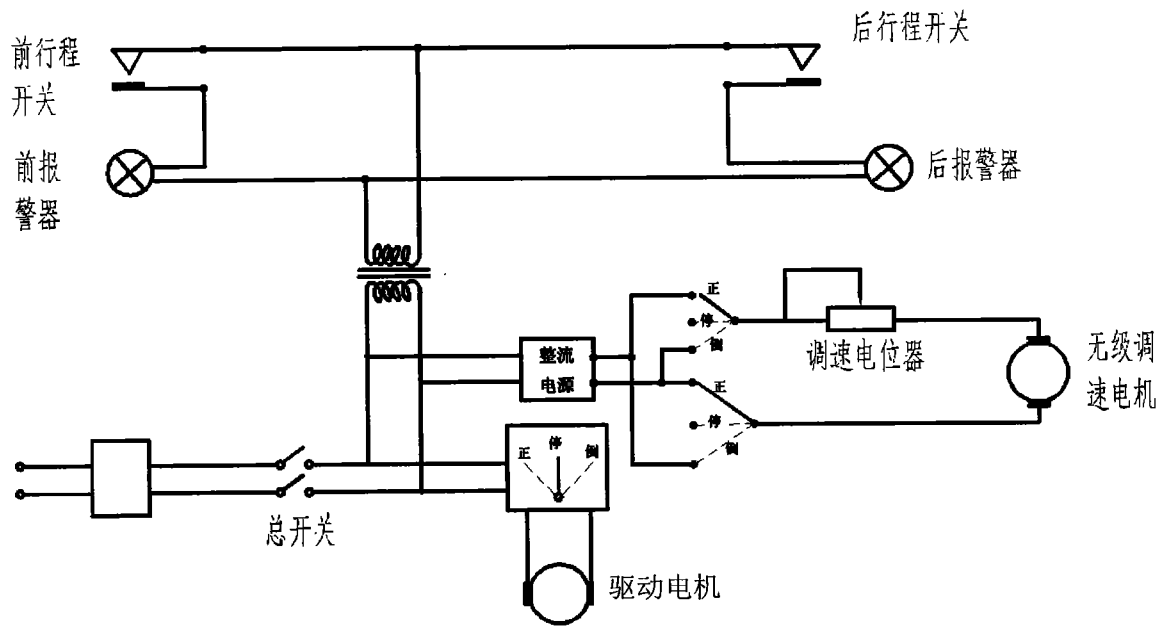


图 8