



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 219159020 U

(45) 授权公告日 2023. 06. 09

(21) 申请号 202320112068.3

E21F 1/00 (2006.01)

(22) 申请日 2023.01.18

E21F 17/18 (2006.01)

E21F 1/08 (2006.01)

(73) 专利权人 中铁十五局集团有限公司

地址 200070 上海市静安区共和新路666号

专利权人 中铁十五局集团第二工程有限公司

(72) 发明人 赵璐 黄昌富 张素菊 姚铁军

王利军 李圣荣 张文华 杨建国

李少华 岳粹洲 张帆舸

(74) 专利代理机构 上海申蒙商标专利代理有限公司

公司 31214

专利代理师 黄明凯

(51) Int.Cl.

E21F 5/04 (2006.01)

E21F 5/00 (2006.01)

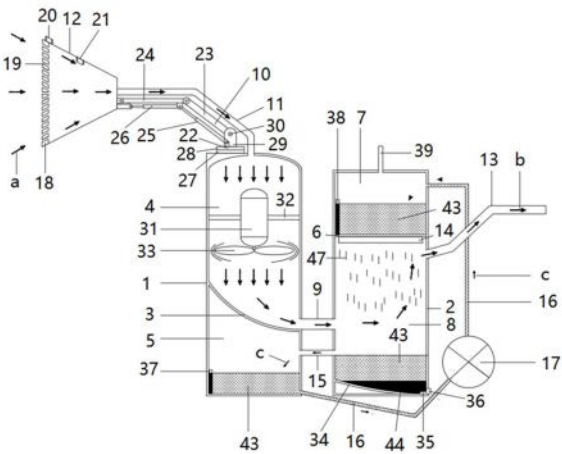
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种长大隧道用智能化臂式除尘装置及负压通风系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种长大隧道用智能化臂式除尘装置及负压通风系统,智能化臂式除尘装置包括第一集成箱和第二集成箱,第一集成箱被弧形隔板分隔成顶部的风机室与底部的集水箱,第二集成箱被承压隔板分隔成顶部的补给水箱与底部的空气净化室;风机室内安装有风机装置,风机室底部通过引风管同空气净化室连接,风机室顶部通过液压机械臂和吸尘管同吸尘头连接,空气净化室侧面顶部连接有出风管,空气净化室顶部安装有雾化喷头,空气净化室通过溢水管同集水箱连接,集水箱侧面底部通过输水管同补给水箱侧面顶部连接且输水管上布置有水泵。本实用新型的优点是:不仅大大改善了隧道内工作环境,保证了施工人员的健康,还保护了隧道外自然环境。



1. 一种长大隧道用智能化臂式除尘装置,其特征在于:包括第一集成箱和第二集成箱,所述第一集成箱被弧形隔板分隔成顶部的风机室与底部的集水箱,所述第二集成箱被承压隔板分隔成顶部的补给水箱与底部的空气净化室;所述风机室内安装有风机装置,所述风机室底部通过引风管同所述空气净化室连接,所述风机室顶部通过液压机械臂和吸尘管同吸尘头连接,所述空气净化室侧面顶部连接有出风管,所述空气净化室顶部安装有雾化喷头,所述空气净化室通过溢水管同所述集水箱连接,所述集水箱侧面底部通过输水管同所述补给水箱侧面顶部连接且所述输水管上布置有水泵。

2. 如权利要求1所述的一种长大隧道用智能化臂式除尘装置,其特征在于:所述吸尘头为空心圆台形结构,所述吸尘头的大径端面上设置有吸尘罩,所述吸尘头的小径端面同所述吸尘管连接,所述吸尘罩上布置有若干蜂窝状的吸气孔,所述吸尘头的外壁和内壁上分别设置有第一粉尘传感器和第二粉尘传感器;其中,所述吸尘罩表面中心的吸气孔为垂直通孔,其余所述吸气孔为围绕所述吸尘罩表面中心设置并具有一定倾斜角度的斜孔,所述斜孔的倾斜方向朝向所述吸尘头的中轴线。

3. 如权利要求1所述的一种长大隧道用智能化臂式除尘装置,其特征在于:所述液压机械臂包括旋转圆盘座、第一节机械臂、第二节机械臂、第一液压缸和第二液压缸,所述旋转圆盘座由固定在所述第一集成箱顶部的圆盘座底板和转动连接于所述圆盘座底板的圆盘座顶板组成,所述圆盘座顶板上安装有铰支座且所述铰支座通过圆柱铰链同第一节机械臂铰接,所述第二节机械臂两端分别同第一节机械臂和所述吸尘头铰接,所述第一液压缸两端分别同所述圆盘座顶板和所述第二节机械臂连接,所述第二液压缸两端分别同所述第二节机械臂和所述吸尘头连接。

4. 如权利要求1所述的一种长大隧道用智能化臂式除尘装置,其特征在于:所述风机装置包括风机电机和固定架,所述风机电机通过所述固定架同所述风机室内壁连接,所述风机电机底部连接有风机叶片且所述风机叶片朝向所述弧形隔板。

5. 如权利要求2所述的一种长大隧道用智能化臂式除尘装置,其特征在于:所述空气净化室底部设置有弧形底板且所述弧形底板上安装有压力传感器,所述空气净化室侧面底部开设有排污孔。

6. 如权利要求5所述的一种长大隧道用智能化臂式除尘装置,其特征在于:所述集水箱内设有第一水位传感器;所述补给水箱内设有第二水位传感器,所述补给水箱顶部连接有补给水管。

7. 如权利要求6所述的一种长大隧道用智能化臂式除尘装置,其特征在于:所述第一粉尘传感器、所述第二粉尘传感器、所述第一水位传感器、所述第二水位传感器和所述压力传感器均分别同信号处理器连接,以形成传感器电路。

8. 一种包括权利要求1-7任一所述的长大隧道用智能化臂式除尘装置的负压通风系统,其特征在于:包括等间距布置于隧道内一侧或两侧的若干所述智能化臂式除尘装置,所述智能化臂式除尘装置的出风管并联连接于排风管的进风口。

## 一种长大隧道用智能化臂式除尘装置及负压通风系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及长大隧道除尘通风的技术领域,尤其是一种长大隧道用智能化臂式除尘装置及负压通风系统。

### 背景技术

[0002] 由于我国国土辽阔,地形和地质条件极为复杂,交通路线经常会穿越大片山区,而隧道是一种穿越山区最有利的的基础建筑设施。在进行隧道施工时,通常采用钻爆法进行隧道开挖,隧道内会产生大量粉尘和有害气体。因此,为给隧道作业人员提供安全、良好的作业环境,隧道内不仅需要通风和降尘,还要防止粉尘和有害气体溢出隧道,对隧道外的空气造成污染。

[0003] 对于长大隧道的独头掘进,一般使用送风机向隧道内施工作业面输送新鲜空气,隧道掌子面粉尘和有害气体自然向外溢出。但单个风机的送风距离一般为1.5 km ~ 2 km,当隧道长度大于3 km时,由于输送损失,单个风机已无法满足隧道通风的需求。现有技术一般只采用除尘设备对爆破后隧道施工作业面进行除尘处理,并未阻隔隧道内有害气体和粉尘溢出,造成环境污染,也降低了通风除尘效率。因此,在大长隧道施工建设中,合理的通风系统、理想的通风效果是给隧道作业人员提供足够的新鲜空气、创造良好的作业环境、进行安全施工和防止粉尘和有害气体污染环境的重要保障。

[0004] 现有技术中为了解决长大隧道的除尘或通风问题,提出了一些解决方案。例如公开号为CN113738429 A的《一种隧道长距离接力的通风降尘系统及方法》主要是在通过三个风幕装置将施工作业面后方隧道依次分割成除尘风室和接力风室,接力风室的空气为接力风装置提供足够的新鲜空气,向施工作业面送风;并通过除尘风室的风幕装置使施工作业面处的粉尘和有害气体存留在除尘风室中,以进行除尘降污处理。公开号为CN114075992 A的《长大隧道接力通风系统》和公开号为CN114856672 A的《一种长大隧道串联风机隧道施工通风方法及风房结构》主要是将洞内污风处理后与洞外新风混合为掌子面施工处供给新风,实现长隧道短通风。以上方法在一定程度上解决了长隧道通风问题,但是 (1) 隧道的不同区域分布的粉尘量不同,现有除尘设备不能根据不同区域粉尘浓度自动调节除尘设备和除尘区域,智能化程度较低,能耗较大;(2) 除尘和通风均需要单独的设备,成本较大;(3) 不能有效利用隧道外自然气压,为长大隧道通风。以上问题均不满足节能减排要求。

### 实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的是根据上述现有技术的不足,提供了一种长大隧道用智能化臂式除尘装置及负压通风系统,通过隧道不同区域粉尘浓度智能设定吸尘臂扫描路径,吸纳隧道内粉尘和有害气体,并经过水洗沉淀,由通风管道将水洗过洁净空气排出隧道;沿隧道边墙通风管道依次间隔并联布设智能化臂式除尘装置,吸尘过程中隧道内外产生压差,外部洁净空气压入隧洞内,形成循环气流,保证了隧道内施工人员的身心健康,满足节能减排要求。

[0006] 本实用新型目的实现由以下技术方案完成：

[0007] 一种长大隧道用智能化臂式除尘装置，其特征在于：包括第一集成箱和第二集成箱，所述第一集成箱被弧形隔板分隔成顶部的风机室与底部的集水箱，所述第二集成箱被承压隔板分隔成顶部的补给水箱与底部的空气净化室；所述风机室内安装有风机装置，所述风机室底部通过引风管同所述空气净化室连接，所述风机室顶部通过液压机械臂和吸尘管同吸尘头连接，所述空气净化室侧面顶部连接有出风管，所述空气净化室顶部安装有雾化喷头，所述空气净化室通过溢水管同所述集水箱连接，所述集水箱侧面底部通过输水管同所述补给水箱侧面顶部连接且所述输水管上布置有水泵；所述弧形隔板能更高效地将粉尘和有害气体输送至所述空气净化室；通过所述引风管将所述风机室内携带粉尘和有害气体输送至所述空气净化室；所述液压机械臂可灵活调节所述吸尘头的位置和角度；通过所述吸尘管将粉尘和有害气体输送至所述风机室；所述雾化喷头将洁净水雾化后喷出形成水幕，对携带粉尘和有害气体的空气进行喷淋降尘，并通过所述出风管将洁净空气输送至排风管；所述水泵可将所述集水箱内洁净水泵送至所述补给水箱；所述补给水箱作为所述雾化喷头喷淋空气的洁净水来源。

[0008] 所述吸尘头为空心圆台形结构，所述吸尘头的大径端面上设置有吸尘罩，所述吸尘头的小径端面同所述吸尘管连接，所述吸尘罩上布置有若干蜂窝状的吸气孔，所述吸尘头的外壁和内壁上分别设置有第一粉尘传感器和第二粉尘传感器；其中，所述吸尘罩表面中心的吸气孔为垂直通孔，其余所述吸气孔为围绕所述吸尘罩表面中心设置并具有一定倾斜角度的斜孔，所述斜孔的倾斜方向朝向所述吸尘头的中轴线；所述吸尘头采用空心圆台形不锈钢材料；所述吸尘罩上的斜孔有利于增加吸尘范围，提高工作效率。

[0009] 所述液压机械臂包括旋转圆盘座、第一节机械臂、第二节机械臂、第一液压缸和第二液压缸，所述旋转圆盘座由固定在所述第一集成箱顶部的圆盘座底板和转动连接于所述圆盘座底板的圆盘座顶板组成，所述圆盘座顶板上安装有铰支座且所述铰支座通过圆柱铰链同所述第一节机械臂铰接，所述第二节机械臂两端分别同所述第一节机械臂和所述吸尘头铰接，所述第一液压缸两端分别同所述圆盘座顶板和所述第二节机械臂连接，所述第二液压缸两端分别同所述第二节机械臂和所述吸尘头连接；所述旋转圆盘座可为所述液压机械臂提供支撑。

[0010] 所述风机装置包括风机电机和固定架，所述风机电机通过所述固定架同所述风机室内壁连接，所述风机电机底部连接有风机叶片且所述风机叶片朝向所述弧形隔板；当所述风机叶片高速旋转时，所述风机电机的吸气端和排气端分别形成负压和正压。

[0011] 所述空气净化室底部设置有弧形底板且所述弧形底板上安装有压力传感器，所述空气净化室侧面底部开设有排污孔；经过喷淋，粉尘沉淀于所述空气净化室的弧形底板上，可通过所述排污孔排出；所述弧形底板有利于沉渣从所述空气净化室中排出；沉淀后的洁净水通过所述溢水管流入所述集水箱。

[0012] 所述集水箱内设有第一水位传感器；所述补给水箱内设有第二水位传感器，所述补给水箱顶部连接有补给水管；当所述集水箱和所述补给水箱内洁净水均不足时，所述补给水管可为所述补给水箱提供洁净水，同时水循环也可使所述集水箱内洁净水得到补给。

[0013] 所述第一粉尘传感器、所述第二粉尘传感器、所述第一水位传感器、所述第二水位传感器和所述压力传感器均分别同信号处理器连接，以形成传感器电路；所述第一粉尘传

感器用于检测隧道内粉尘浓度,根据所述第一粉尘传感器的检测结果,所述信号处理器配置所述液压机械臂的扫描路径;所述第二粉尘传感器用于检测所述吸尘头内部粉尘浓度,根据所述第二粉尘传感器的检测结果,所述信号处理器对所述风机电机进行调速或启动、关闭;所述第一水位传感器用于测量所述集水箱的水位,根据所述集水箱的水位变化情况,所述信号处理器控制所述水泵的启动、关闭;所述第二水位传感器用于测量所述补给水箱的水位,根据所述补给水箱的水位变化情况,所述信号处理器控制所述补给水管的启动、关闭;所述压力传感器用于测量所述弧形底板上沉渣的压力,根据所述压力传感器的变化情况,所述信号处理器判断所述沉渣的堆积厚度,确定是否进行清渣处理。

[0014] 一种包括所述的长大隧道用智能化臂式除尘装置的负压通风系统,其特征在于:包括等间距布置于隧道内一侧或两侧的若干所述智能化臂式除尘装置,所述智能化臂式除尘装置的出风管并联连接于排风管的进风口;在吸尘过程中,在所述智能化臂式除尘装置周围区域会形成负压区,与所述隧道外形成气压差,将所述隧道外新鲜空气压入所述隧道内,所述隧道内外形成气流循环,实现所述隧道的负压通风效果。

[0015] 本实用新型的优点是:

[0016] (1) 可根据隧道内粉尘和有害气体分布,吸尘装置可自主设计液压机械臂的吸尘路径,智能高效除尘;

[0017] (2) 除尘装置使隧道内产生大量负压区域,有效利用隧道外的自然气压将新鲜空气送入隧道,使隧洞内外形成气流循环,减少能耗;

[0018] (3) 将隧道直接当作通风管道,不再单独设置通风设备和通风管道,可有效降低成本;

[0019] (4) 隧道内空气经过喷淋,将净化后空气排放到隧道外,同时,将粉尘和有害气体颗粒得以沉淀集中处理,不仅大大改善了隧道内工作环境,保证了施工人员的健康,还保护了隧道外自然环境。

## 附图说明

[0020] 图1为本实用新型智能化臂式除尘装置示意图;

[0021] 图2为本实用新型传感器电路示意图;

[0022] 图3为本实用新型负压通风系统原理示意图;

[0023] 如图1-3所示,图中标记分别表示为:第一集成箱1、第二集成箱2、弧形隔板3、风机室4、集水箱5、承压隔板6、补给水箱7、空气净化室8、引风管9、液压机械臂10、吸尘管11、吸尘头12、出风管13、雾化喷头14、溢水管15、输水管16、水泵17、吸尘罩18、吸气孔19、第一粉尘传感器20、第二粉尘传感器21、转圆盘座22、第一节机械臂23、第二节机械臂24、第一液压缸25、第二液压缸26、圆盘座底板27、圆盘座顶板28、铰支座29、圆柱铰链30、风机电机31、固定架32、风机叶片33、弧形底板34、压力传感器35、排污孔36、第一水位传感器37、第二水位传感器38、补给水管39、信号处理器40、智能化臂式除尘装置41、排风管42、洁净水43、沉渣44、隧道45、围岩46、水幕47、吸气风流a、出风风流b、溢水水流c、进洞风流d、负压区e。

## 具体实施方式

[0024] 以下结合附图通过实施例对本实用新型特征及其它相关特征作进一步详细说明,

以便于同行业技术人员的理解:

[0025] 实施例:如图1-3所示,本实施例涉及一种长大隧道用智能化臂式除尘装置,智能化臂式除尘装置41包括第一集成箱1和第二集成箱2,第一集成箱1被弧形隔板3分隔成顶部的风机室4与底部的集水箱5,第二集成箱2被承压隔板6分隔成顶部的补给水箱7与底部的空气净化室8。风机室4内安装有风机装置,风机室4底部通过引风管9同空气净化室8连接,风机室4顶部通过液压机械臂10和吸尘管11同吸尘头12连接,通过吸尘头12和吸尘管11可将粉尘和有害气体输送至风机室4,并且弧形隔板3能更高效地将粉尘和有害气体输送至空气净化室8内。空气净化室8顶部安装有雾化喷头14,空气净化室8侧面顶部连接有出风管13,雾化喷头14将补给水箱7内的洁净水43雾化后喷出形成水幕47,对携带粉尘和有害气体的空气进行喷淋降尘,并通过出风管13将洁净空气输送至排风管42。空气净化室8通过溢水管15同集水箱5连接,集水箱5侧面底部通过输水管16同补给水箱7侧面顶部连接,并且输水管16上布置有水泵17,空气净化室8内洁净水43经溢水管15进入集水箱5,通过水泵17可将集水箱5内的洁净水43泵送至补给水箱7内,补给水箱7内的洁净水43作为雾化喷头14喷淋空气的洁净水43来源。

[0026] 如图1-3所示,吸尘头12为空心圆台形结构,本实施例中,吸尘头12采用不锈钢材料,吸尘头12的大径端面上设置有吸尘罩18,吸尘头12的小径端面同吸尘管11连接,吸尘罩18上布置有若干蜂窝状的吸气孔19,吸尘头12的外壁和内壁上分别设置有第一粉尘传感器20和第二粉尘传感器21。其中,吸尘罩18表面中心的吸气孔19为垂直通孔,其余吸气孔19为围绕吸尘罩18表面中心设置并具有一定倾斜角度的斜孔,斜孔的倾斜方向朝向吸尘头12的中轴线,吸尘罩18上的斜孔有利于增加吸尘范围,提高工作效率。第一粉尘传感器20用于检测隧道45外粉尘浓度,第二粉尘传感器21用于检测隧道45内粉尘浓度。

[0027] 如图1-3所示,液压机械臂10包括旋转圆盘座22、第一节机械臂23、第二节机械臂24、第一液压缸25和第二液压缸26,旋转圆盘座22由固定在第一集成箱1顶部的圆盘座底板27和转动连接于圆盘座底板27的圆盘座顶板28组成,圆盘座顶板28上安装有铰支座29且铰支座29通过圆柱铰链20同第一节机械臂23铰接,第二节机械臂24两端分别同第一节机械臂23和吸尘头12铰接,第一液压缸25两端分别同圆盘座顶板28和第二节机械臂24连接,第二液压缸26两端分别同第二节机械臂24和吸尘头12连接。通过驱动第一液压缸25和第二液压缸26,使得液压机械臂10可灵活调节吸尘头12的位置和角度。

[0028] 如图1-3所示,风机装置包括风机电机31和固定架32,风机电机31通过固定架32同风机室4内壁连接,风机电机31底部连接有风机叶片33且风机叶片33朝向弧形隔板3。当风机叶片33高速旋转时,风机电机31的吸气端和排气端分别形成负压和正压,以使吸尘头12外的粉尘和有害气体流进风机室4并从风机室4进入空气净化室8。

[0029] 如图1-3所示,空气净化室8底部设置有弧形底板34且弧形底板34上安装有压力传感器35,空气净化室8侧面底部开设有排污孔36。经过喷淋,粉尘沉淀于空气净化室8的弧形底板34上,形成有沉渣44,可通过排污孔36排出,沉淀后的洁净水43通过溢水管15流入集水箱5。弧形底板34有利于沉渣44从空气净化室8中排出。压力传感器35用于测量弧形底板34上沉渣44的压力。

[0030] 如图1-3所示,集水箱5内设有第一水位传感器37,用于测量集水箱5的水位。补给水箱7内设有第二水位传感器38,用于测量补给水箱7的水位。补给水箱7顶部连接有补给水

管39,当集水箱5和补给水箱7内洁净水43均不足时,补给水管39可为补给水箱7提供洁净水,同时水循环也可使集水箱5内洁净水43得到补给。

[0031] 如图1-3所示,第一粉尘传感器20、第二粉尘传感器21、第一水位传感器37、第二水位传感器38和压力传感器35均分别同信号处理器40连接,以形成传感器电路。第一粉尘传感器20用于检测隧道45外粉尘浓度,根据第一粉尘传感器20的检测结果,信号处理器40配置液压机械臂10的扫描路径;第二粉尘传感器21用于检测隧道45内粉尘浓度,根据第二粉尘传感器21的检测结果,信号处理器40对风机电机31进行调速或启动、关闭;第一水位传感器37用于测量集水箱5的水位,根据集水箱5的水位变化情况,信号处理器40控制水泵17的启动、关闭;第二水位传感器38用于测量补给水箱7的水位,根据补给水箱7的水位变化情况,信号处理器40控制补给水管39的启动、关闭;压力传感器35用于测量弧形底板34上沉渣44的压力,根据压力传感器35的变化情况,信号处理器40判断沉渣44的堆积厚度,确定是否进行清渣处理。

[0032] 本实施例中,吸尘头12外的吸气风流a经吸气孔19进入吸尘头12内,并依次经过吸尘管11、风机室4、引风管9进入空气净化室8,吸气风流a在空气净化室8内被净化后形成出风风流b,出风风流b从出风管13流出。空气净化室8内的溢水水流c经溢水管15进入集水箱5,集水箱5内的溢水水流c在水泵17的作用下经输水管16输送到补给水箱7内。

[0033] 如图1-3所示,一种包括智能化臂式除尘装置41的负压通风系统,包括等间距布置于隧道45内一侧的若干智能化臂式除尘装置41,隧道45设于围岩46中,智能化臂式除尘装置41的出风管13并联连接于排风管42的进风口。在吸尘过程中,吸气风流a进入智能化臂式除尘装置41内被净化并形成出风风流b,出风风流b从排风管42内排出,使得在智能化臂式除尘装置41周围区域形成负压区e,与隧道45外形成气压差,将隧道45外新鲜空气压入隧道45内,即形成进洞风流d,隧道45内外形成气流循环,实现隧道45的负压通风效果。

[0034] 本实施例的有益技术效果为:可根据隧道内粉尘和有害气体分布,吸尘装置可自主设计液压机械臂的吸尘路径,智能高效除尘;除尘装置使隧道内产生大量负压区域,有效利用隧道外的自然气压将新鲜空气送入隧道,使隧洞内外形成气流循环,减少能耗;将隧道直接当作通风管道,不再单独设置通风设备和通风管道,可有效降低成本;隧道内空气经过喷淋,将净化后空气排放到隧道外,同时,将粉尘和有害气体颗粒得以沉淀集中处理,不仅大大改善了隧道内工作环境,保证了施工人员的健康,还保护了隧道外自然环境。

[0035] 虽然以上实施例已经参照附图对本实用新型目的的构思和实施例做了详细说明,但本领域普通技术人员可以认识到,在没有脱离权利要求限定范围的前提条件下,仍然可以对本实用新型作出各种改进和变换,故在此不一一赘述。

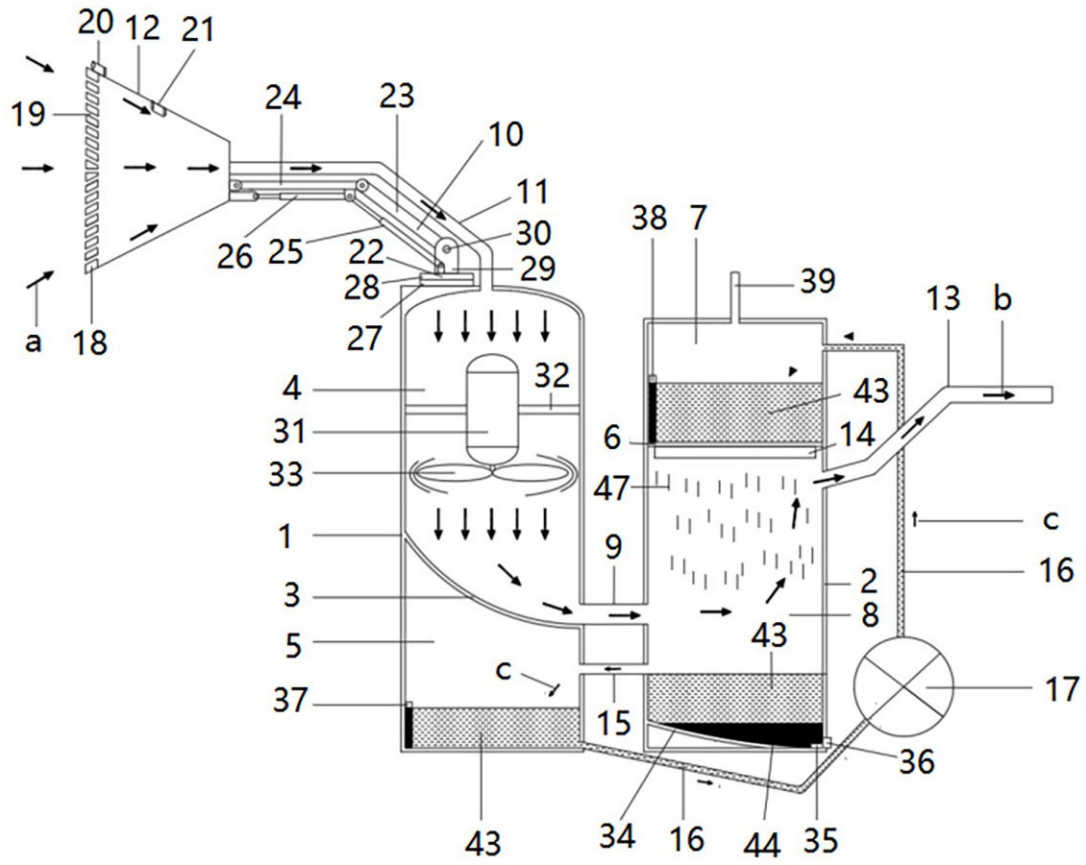


图1

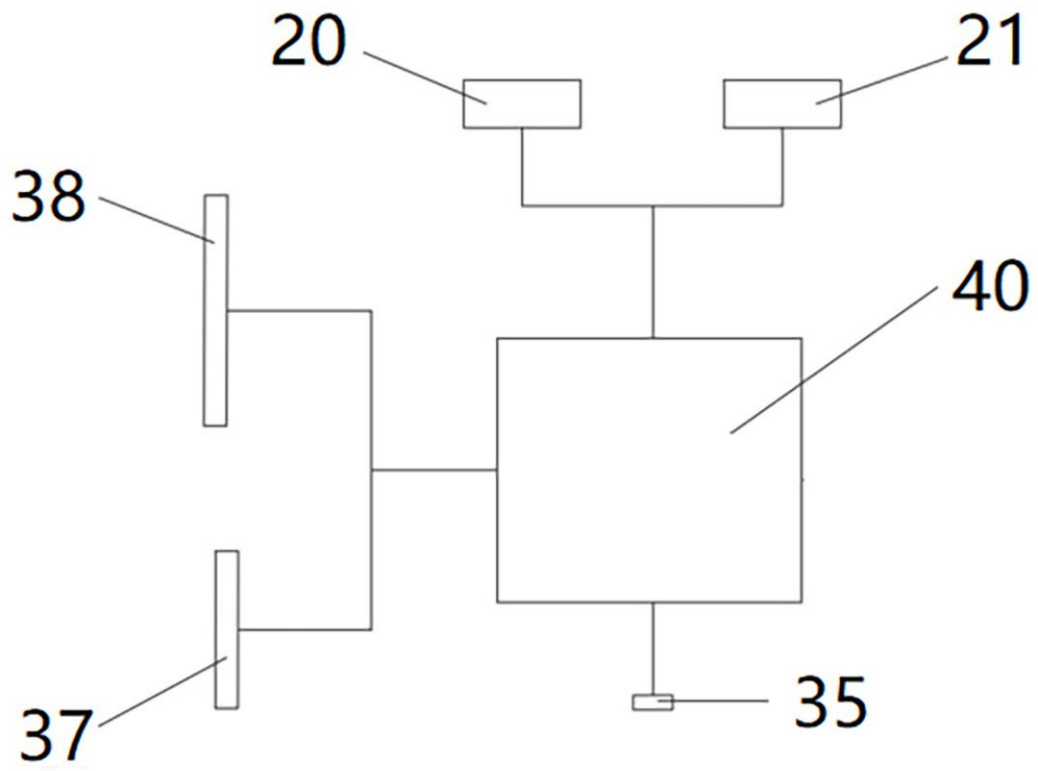


图2

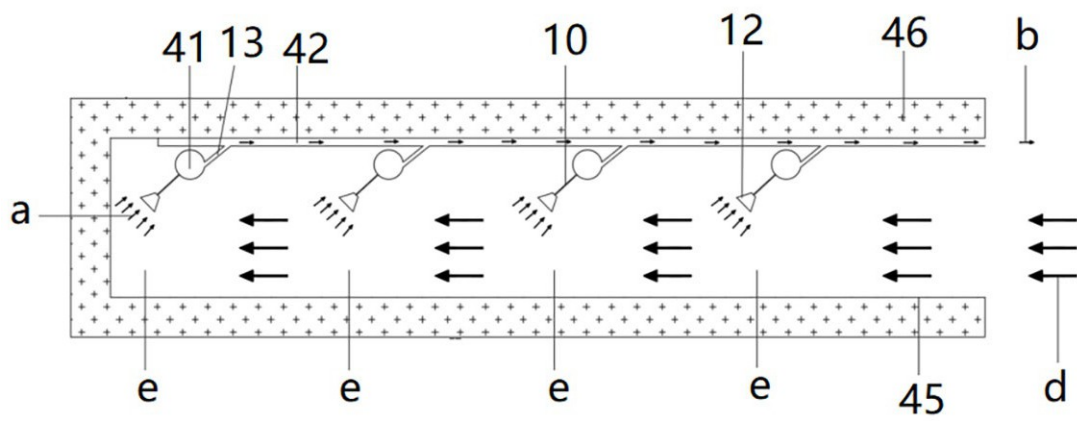


图3