



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115199380 A

(43) 申请公布日 2022.10.18

(21) 申请号 202210519082.5

F01N 13/00 (2010.01)

(22) 申请日 2022.05.12

F01N 13/08 (2010.01)

(66) 本国优先权数据

202210304740.9 2022.03.22 CN

(71) 申请人 南京工业大学

地址 211816 江苏省南京市浦口区浦珠南路30号

(72) 发明人 梅丹华 孙闵杰 张鹏 刘诗筠  
方志

(74) 专利代理机构 南京源古知识产权代理事务  
所(普通合伙) 32300

专利代理师 马晓辉

(51) Int. Cl.

F01N 3/08 (2006.01)

F01N 9/00 (2006.01)

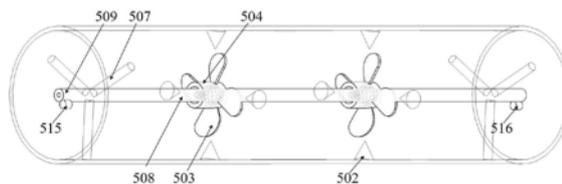
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种尾气处理装置和尾气处理方法

(57) 摘要

本发明提供了尾气处理装置和尾气处理方法,包括和汽车尾气管道尺寸相同的不锈钢管,固定轴里有接线通道,高压放电单元的扇叶均匀的固定在转轴外侧,转轴通过滚珠以及转轴的内侧限位挡板和圆环直口槽使高压电极在固定轴上旋转,通过内侧限位挡板和圆环直口槽使得滚珠保持滚动不脱落,电刷安装在固定轴的侧面圆孔中,通过使用限位直槽口将高压电极的位置固定,正对扇叶旋转的圆周面,不锈钢管内侧设有多个均匀分布的锥形电极,扇叶顶部和锥形电极尖端不接触且间距一致。本发明的尾气处理装置和尾气处理方法采用等离子放电技术降解尾气,该装置可以根据汽车尾气排放的流量适当改变高压模块的数量,使汽车尾气得到多次处理,提高尾气的净化效果。



1. 一种汽车尾气处理装置,其特征在于:包括与汽车尾气管道尺寸相同的不锈钢管(501),所述不锈钢管(501)的轴心上设有固定轴(508),所述中心轴(508)两端通过固定在不锈钢管(501)两端的固定架(507)固定,所述固定轴(508)为中空,里面设置有接线通道(509),所述不锈钢管(501)至少设置一个高压放电单元,所述高压放电单元包括多片扇叶(503),所述扇叶(503)均匀的固定在转轴(504)外侧,所述转轴(504)是柱状圆环,所述转轴(504)内侧设有圆环直口槽(541),所述圆环直口槽(541)中填充有多颗滚珠(506),所述转轴(504)通过滚珠(506)以及转轴(504)的内侧限位挡板(542)和圆环直口槽(541)使高压电极在固定轴(508)上旋转,通过内侧限位挡板(542)和圆环直口槽(541)使得滚珠保持滚动不脱落,电刷(505)安装在固定轴(508)的侧面圆孔中,一端和转轴(504)的内侧的圆环直槽口(541)接触,另外一侧在固定轴(508)的内部空心处,通过使用限位直槽口(543)将高压电极的位置固定,不发生前后的移动,正对扇叶(503)旋转的圆周面,不锈钢管(501)内侧设有多个均匀分布的锥形电极(502),所述扇叶(503)顶部和所述锥形电极(502)尖端不接触且间隙距离一致。

2. 如权利要求1所述的汽车尾气处理装置,其特征在于:所述电刷(505)包括刷体(551)、刷盒(552)、弹簧(553)以及一组接线单元,所述接线单元包括接线柱(554)、接线环(555)、绝缘橡胶(556)、导线(557)和外六角螺母(558),所述电刷(505)通过弹簧(553)的弹性与转轴(504)的内壁接触,接线柱(554)通过接线环(555)和导线(557)连接外部直流高压电源,外六角螺母(558)将接线环(555)固定在接线柱(554)上。

3. 如权利要求1或2所述的汽车尾气处理装置,其特征在于:还包括等离子体激励电源,所述等离子体激励电源包括高压电源(511)、高压导线(512)和电源地线(514),所述高压电源(511)的高压导线(512)通过首端气体传感器单元(515)和尾气管开的孔与所述电刷(505)中引出的导线(557)连接,所述电源地线(514)与尾气管的外壳连接并通向大地,所述导线(557)固定在接线通道(509)中。

4. 如权利要求1或2所述的汽车尾气处理装置,其特征在于:所述扇叶(503)和所述锥形电极(502)都为四个,所述滚珠(506)的材质为聚四氟乙烯,所述固定轴(508)的材质是陶瓷。

5. 如权利要求1或2所述的汽车尾气处理装置,其特征在于:所述不锈钢管(501)一端设有首端气体传感器单元(515),另一端设有尾端气体传感器单元(516),所述首端气体传感器单元(515)和尾端气体传感器单元(516)相同,包括CO传感器、NO<sub>x</sub>传感器、CH<sub>4</sub>传感器、苯传感器和甲醛传感器,所述端气体传感器单元(515)和尾端气体传感器连接控制模块。

6. 一种利用如权利要求1-5任一权利要求所述的汽车尾气处理装置的尾气处理方法,包括以下步骤:步骤一:首端气体传感器单元(515)监测是否有尾气流过,如果没有,关闭汽车尾气处理装置的电源,如果有,进入步骤二;步骤二:保持第一段高压放电单元开启,尾端气体传感器单元(516)检测尾气中污染物含量是否达标,如果达标回到步骤一,如果未达标,进入下一步;步骤三:增加高压放电单元输入功率,检测尾气中污染物含量是否达标,如果达标,按照功率运行,然后回到步骤一,如果未达标,进入下一步;步骤四:判断等离子体激励电源输出功率是否小于设定值,如果小于,回到步骤三,如果大于,进入下一步;步骤五:开启第二段高压放电单元,然后检测尾气中污染物含量是否达标,如果达标,按照该功率运行,并回到步骤一,如果不达标,回到步骤四;直到尾气中污染物含量达标。

## 一种尾气处理装置和尾气处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种尾气处理装置和尾气处理方法。

### 背景技术

[0002] 温室气体的过量排放导致温室效应不断增强,对全球气候产生不良影响,二氧化碳作为温室气体中最主要的部分,减少其排放量被视为解决气候问题最主要的途径,尤其在对环境影响较大的汽车行业。

[0003] 汽车运行产生的尾气中含有大量的碳氧化合物、碳氢化合物、氮氧化合物以及固体悬浮颗粒,如果不对汽车尾气进行处理,会对人们的生活环境造成极大的影响。目前汽车为汽车处理分为改进发动机燃烧法和尾气后催化转化法两种方法。由于技术限制,改进发动机燃烧方法成本高,效果差,所以普遍采用尾气后催化转化的方法。尾气后催化转化方法包括:物理吸附法、催化转化法、等离子体转化法。其中物理吸附法,对汽车尾气中的颗粒固体可以达到很好的净化效果,但是无法净化汽车尾气中的有害分子,如 $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 以及 $\text{NO}_x$ 等。同时物理吸附法中的活性炭需要频繁的更换,提高了尾气处理的成本。催化转化法虽然可以净化汽车中的有害分子,但是对尾气的处理往往存在处理的不彻底或者生成新的有害分子的问题,造成了二次污染。低温等离子体法利用等离子体中的大量高能电子、激发态原子、自由基等活性粒子,这些活性粒子与汽车尾气中的有害分子发生一系列物理化学反应,将尾气中的有害气体分子裂解重组转化成新的无害气体分子。

[0004] 如专利CN215444212U和CN215256400U中所述的汽车尾气处理设备及方法,其通过装置内部的活性炭层或过滤盒吸附汽车尾气中的颗粒物,虽然实现了汽车尾气中颗粒物的吸附,但装置设备复杂,活性炭和过滤盒子也需要定期的更换,未从根本上净化汽车尾气中的 $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 以及 $\text{NO}_x$ ,仍需后续的处理措施。

[0005] 如专利CN104791052A和CN205445734U中所述的一种双介质阻挡放电的汽车尾气净化反应器,其利用等离子体对汽车尾气中 $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 以及 $\text{NO}_x$ 的解离作用,实现对汽车尾气的净化。但仅在等离子体作用下,反应选择性很低,尾气解离的过程会产生较多副产物,不能做到深度降解。同时对其中的颗粒物也需要进一步的处理。

[0006] 如专利CN101219338B中所述的汽车尾气净化装置,高频电源产生多路高压脉冲信号实现多弧放电等离子体,增大等离子处理面积提高处理的效果。该设备需要先进的电源技术和电子器件的控制实现多路高频脉冲,装置的制作成本高同时工作耗能大。需要对现有的电源技术进行进一步的改进和发展。

[0007] 如专利CN102230410A中所述的一种介质阻挡放电和光催化剂 $\text{TiO}_2$ 协同作用的汽车尾气净化装置,其利用低温等离子体和紫外光催化的协同作用处理汽车尾气。但目前常用的光催化剂,如该专利中的二氧化钛光催化剂,虽然对尾气净化有较好的降解效果,但是对汽车尾气中的 $\text{NO}_x$ 的解离效果有限。

## 发明内容

[0008] 1.所要解决的技术问题:

如何将汽车尾气中的有害气体分子裂解重组转化成新的无害气体分子。

[0009] 2.技术方案:

为了解决以上问题,本发明提供了一种汽车尾气处理装置,包括和汽车尾气管道尺寸一致的不锈钢管,所述不锈钢管的轴心上设有固定轴,所述固定轴两端通过固定在不锈钢管两端的固定架固定,所述固定轴为中空,里面设置有接线通道,所述不锈钢管至少设置一个高压放电单元,所述高压放电单元包括多片扇叶,所述扇叶均匀的固定在转轴外侧,所述转轴是柱状圆环,所述转轴内侧设有圆环直口槽,所述圆环直口槽中填充有多颗滚珠,所述转轴通过滚珠以及转轴的内侧限位挡板和圆环直口槽使高压电极在固定轴上旋转,通过内侧限位挡板和圆环直口槽使得滚珠保持滚动不脱落,电刷安装在固定轴的侧面圆孔中,一端和转轴的内侧的圆环直槽口接触,另外一侧在固定轴的内部空心处,通过使用限位直槽口将高压电极的位置固定,不发生前后的移动,正对扇叶旋转的圆周面,不锈钢管内侧设有多个均匀分布的锥形电极,所述扇叶顶部和所述锥形电极尖端不接触且间隙一致。

[0010] 所述电刷包括刷体、刷盒、弹簧以及一组接线单元,所述接线单元包括接线柱、接线环、绝缘橡胶、导线和外六角螺母,所述电刷通过弹簧的弹性与转轴的内壁接触,接线柱通过接线环和导线连接外部直流高压电源,外六角螺母将接线环固定在接线柱上。

[0011] 还包括等离子体激励电源,所述等离子体激励电源包括高压电源、高压导线和电源地线,所述高压电源的高压导线通过不锈钢管和尾气管开的孔与所述电刷中引出的导线连接,所述电源地线与尾气管的外壳连接并通向大地。所述导线固定在接线通道中。

[0012] 所述的等离子体激励电源通过逆控一体机和太阳能电池模板连接。

[0013] 所述扇叶和所述锥形电极都为四个,所述滚珠的材质为聚四氟乙烯,所述固定轴的材质是陶瓷。

[0014] 所述不锈钢管一端设有首端气体传感器单元,另一端设有尾端气体传感器单元,所述首端气体传感器单元和尾端气体传感器单元相同,包括CO传感器、NO<sub>x</sub>传感器、CH<sub>4</sub>传感器、苯传感器和甲醛传感器,所述端气体传感器单元和尾端气体传感器连接控制模块。

[0015] 本发明还提供了利用所述汽车尾气处理装置尾气处理方法,包括以下步骤:步骤一:首端气体传感器单元监测是否有尾气流过,如果没有,关闭汽车尾气处理装置的电源,如果有,进入步骤二;步骤二:保持第一段高压放电单元开启,尾端气体传感器单元检测尾气中污染物含量是否达标,如果达标回到步骤一,如果未达标,进入下一步;步骤三:增加高压放电单元输入功率,检测尾气中污染物含量是否达标,如果达标,按照功率运行,然后回到步骤一,如果未达标,进入下一步;步骤四:判断等离子体激励电源输出功率是否小于设定值,如果小于,回到步骤三,如果大于,进入下一步;步骤五:开启第二段高压放电单元,然后检测尾气中污染物含量是否达标,如果达标,按照该功率运行,并回到步骤一,如果不达标,回到步骤四;直到尾气中污染物含量达标。

[0016] 3.有益效果:

本发明具有以下优点:1).本系统中的尾气处理设备采用等离子放电技术降解尾气,无需添加过滤层,降低了使用成本。2).该装置利用的是一种非平衡电弧放电等离子体,其通过CO、NO<sub>x</sub>的振动激发态解离,是其净化尾气的最有效的途径,提高了尾气处理的能量

效率；3). 等离子尾气处理设备无催化剂添加, 无需定期更换设备, 减小了成本。4). 该装置可以根据不同汽车尾气排放的流量适当改变高压模块的数量, 使汽车尾气得到多次处理, 提高尾气的净化效果。

### 附图说明

- [0017] 图1是汽车尾气处理设备高压放电单元结构示意图。
- [0018] 图2是用于尾气处理的等离子体装置整体结构示意图。
- [0019] 图3是扇形高压电极结构示意图。
- [0020] 图4是高压单元内部结构示意图。
- [0021] 图5是电刷组成器件结构示意图。
- [0022] 图6是尾气处理设备与供电电源接线结构示意图。
- [0023] 图7是汽车尾气管道内部气体流动示意图。
- [0024] 图8是二段高压单元并联接线示意图。
- [0025] 图9是尾气处理设备工作流程示意图。
- [0026] 附图标记说明：501. 不锈钢管；502. 锥形电极；503. 扇叶；504. 转轴；505. 电刷；506. 滚珠；507. 固定架；508. 固定轴；509. 接线通道；541. 圆环直口槽；542. 限位挡板；543. 限位直槽口；511. 高压电源；512. 高压导线；514. 电源地线；515. 首端气体传感器单元；516. 尾端气体传感器单元；517. 第一段高压放电单元；518. 第二段高压放电单元；551. 刷体；552. 刷盒；553. 弹簧；554. 接线柱；555. 接线环；556. 绝缘橡胶；557. 导线；558. 外六角螺母。

### 具体实施方式

- [0027] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细说明。
- [0028] 在一个实施例中, 如图1和图2所示, 根据市面常见的汽车尾气管道材料和大小, 将其设置为内径50-70 mm厚度为2-5 mm的不锈钢管501。
- [0029] 如图2所示, 所述不锈钢管501的轴心上设有固定轴508, 所述中心轴508两端通过固定在不锈钢管501两端的固定架507固定, 所述固定轴508为中空, 里面设置有接线通道509, 所述不锈钢管501至少设置一个高压放电单元。
- [0030] 在一个实施例中, 高压放电单元是一个扇形旋转电极, 旋转电极由四片扇叶503和一个转轴504构成。转轴是一个外径15-20 mm, 内径12-15 mm的柱状圆环, 正对扇叶503旋转的圆周面, 不锈钢管501内侧设有多个均匀分布的锥形电极502, 改变扇叶的长度使得扇叶顶部和锥形电极尖端的距离为1-3 mm。
- [0031] 如图3和图4所示, 所述高压放电单元还包括滚珠506、限位挡板542以及转轴504内侧的圆环直口槽541组成。八颗滚珠的直径为2 mm, 材质为聚四氟乙烯球体填充在深度为1 mm的圆环直口槽541中, 所述转轴504通过滚珠606以及转轴504的内侧限位挡板542和圆环直口槽541使高压电极在固定轴508上旋转, 通过内侧限位挡板(542)和圆环直口槽(541)使得滚珠保持滚动不脱落。
- [0032] 电刷505安装在固定轴508的侧面圆孔中, 一端和转轴504的内侧的圆环直槽口541接触, 另外一侧在固定轴508的内部空心处, 通过使用限位直槽口543将高压电极的位置固

定,不发生前后的移动。

[0033] 如图5所示,电刷505包括刷体551、刷盒552、弹簧553以及一组接线单元,所述接线单元包括接线柱554、接线环555、绝缘橡胶556、导线557外六角螺母558。装置中的电刷505安装在固定轴508的外侧,通过弹簧553的弹性与转轴504的内壁接触,同时选择弹性较小的弹簧减少对高压电极旋转过程中的摩擦阻力。接线柱554通过接线环555和导线557连接外部直流高压电源,外六角螺母558将接线环555固定在接线柱554上。电刷505的作用是将内部旋转的高压电极和固定在接线通道509中的高压导线进行分离,使高压导线不受内部旋转电极运动的影响。内部采用了电刷结构,使旋转电极和高压线路分离的同时保证良好的接触效果。

[0034] 在一个实施例中,如图8所示,本发明设置有两个高压放电单元,在使用时可以根据需要增减高压单元。等离子体激励电源在得到首端气体传感器单元515和尾端气体传感器单元516的反馈信号后决定等离子体激励电源的开启和输出功率的大小。而且各高压放电单元之间单独控制,提高了能量利用效率。

[0035] 在一个实施例中,首端气体传感器单元515、尾端气体传感器单元516分别固定在固定轴508的两端,前端的气体传感器单元515用于检测是否有汽车尾气的产生,尾部的气体传感器516用于检测尾气是否达到国家排放的标准。气体传感器的外部框架为陶瓷材质。

[0036] 所述首端气体传感器单元515和尾端气体传感器单元516相同,包括CO传感器、NO<sub>x</sub>传感器、CH<sub>4</sub>传感器、苯传感器和甲醛传感器,所述端气体传感器单元515和尾端气体传感器连接控制模块。使用多个气体传感器实时检测汽车尾气,改变等离子体激励电源的输出功率,保证汽车尾气在最小的能量损耗下达到排放标准,提高了能量效率。

[0037] 如图6所示,等离子体激励电源,所述等离子体激励电源包括高压电源511、高压导线512和电源地线514,所述高压电源511的高压导线512通过前端的气体传感器515和尾气管开的孔与所述电刷505中引出的导线557连接,所述电源地线514与尾气管的外壳连接并通向大地。所述导线557固定在接线通道509中。

[0038] 如图7所示,其中箭头代表汽车尾气的流动方向。在汽车尾气处理设备高压电极使用的类似风扇的结构,在汽车正常运转时,向外排放的汽车尾气驱动扇形电极旋转。高压扇形电极503和锥形电极502中间出现电位差。当两电极之间电位差高于间隙的击穿电压时,电弧在两电极的间隙最小处击穿。扇形电极在尾气的驱动作用下开始旋转,并拖动电弧拉长,直到电弧熄灭并在下一个与锥形电极502最小间隙处重新点燃。本发明采用汽车自身尾气的排放推动高压电极的旋转,避免了额外使用电机,减少了能量的消耗,降低了成本,缩小了装置尺寸。

[0039] 在整个工作的过程中,根据锥形电极502的个数,等离子体放电区域同时保持四根电弧的点燃-拉长-熄灭-点燃的循环。在高压电极的旋转扰动管道内部的气流,使尾气在管道内部产生涡流,增加等离子体汽车尾气的处理时间。这种驱动方式增加放电面积,提高等离子体活性物质与汽车尾气的接触碰撞概率,促进降解效果。而且依靠电极的旋转延长等离子体区域,增大等离子体处理的面积,提高了处理效果。

[0040] 本发明还提供了利用汽车尾气处理装置尾气处理的方法,如图9所示,本发明通过尾气管道首尾两端的氮氧传感器检测尾气中主要污染物的含量,以此决定尾气处理中放电单元的开启和输入功率。房车启动后,等离子体激励电源和首端气体传感器单元515和尾端

气体传感器单元516开启,当尾气处理设备头部的首端气体传感器单元515检测到汽车尾气后第一段高压放电单元517立即保持开启,当设备尾部的尾端气体传感器单元516检测到的尾气不符合国家排放标准后依次等量增加等离子体激励电源的功率提高尾气处理的效果,在某一功率下达到排放标准后则按照该功率驱动;若达到等离子体激励电源的额定功率后无法达到国家排放的标准后打开第二段高压放电单元518的开关,同样依次等量增加等离子体激励电源的功率大小,根据设备尾部的尾端气体传感器单元516决定等离子体激励电源的功率大小。

[0041] 在实际使用中可以按照需要选择尾气处理单元的数量,实现多段式汽车尾气处理,提高尾气处理的效果和能量效率。

[0042] 本发明中的尾气处理装置不仅适用于汽车,在所有的燃油发动机的尾气处理中同样适用。

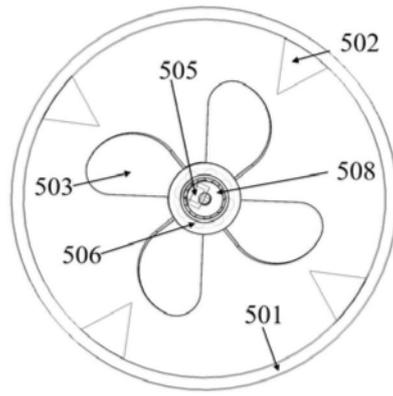


图1

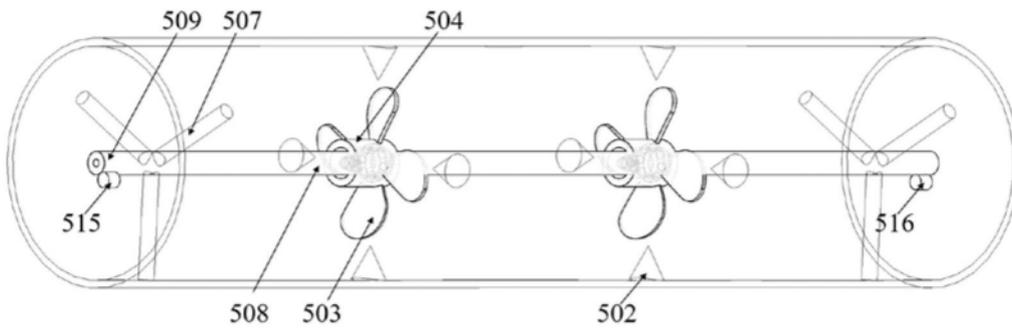


图2

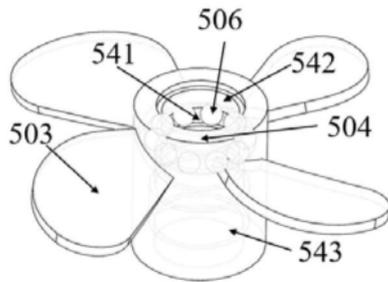


图3

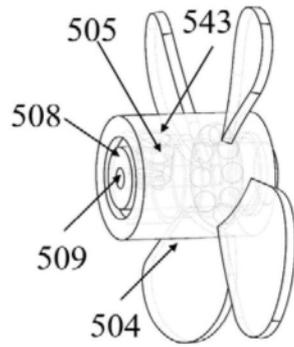


图4

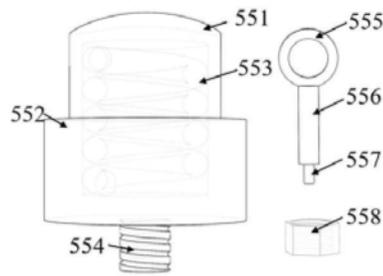


图5

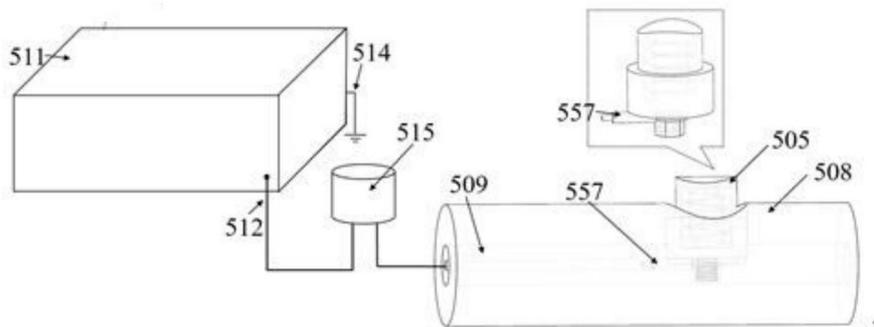


图6

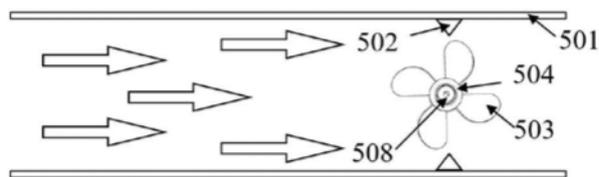


图7

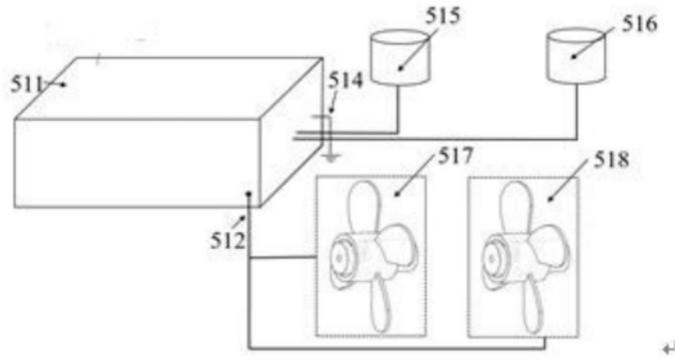


图8

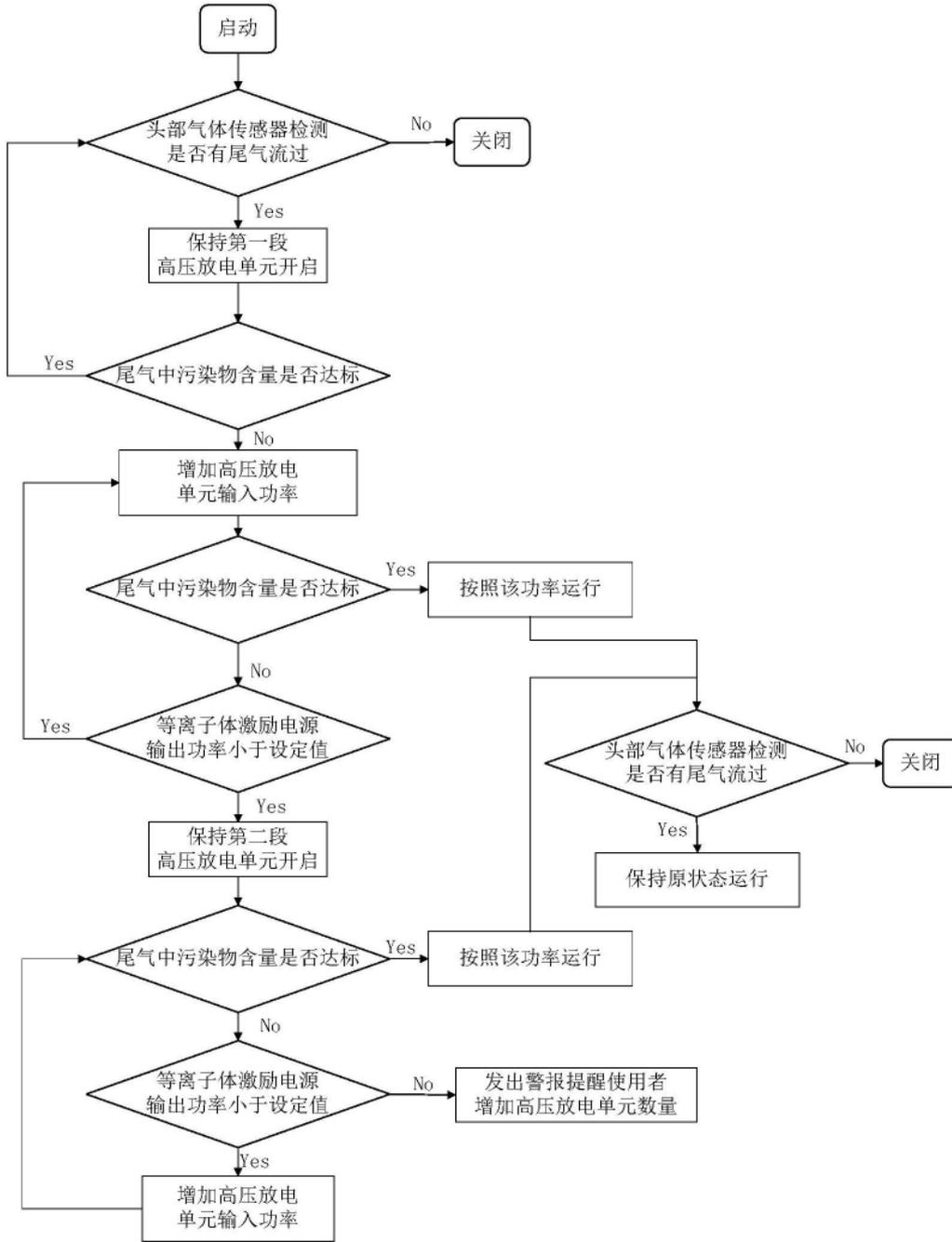


图9