



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110318892 A

(43)申请公布日 2019.10.11

(21)申请号 201910559356.1

(22)申请日 2019.06.26

(71)申请人 哈尔滨工程大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南通大街145号哈尔滨工程大学科技处知识产权办公室

(72)发明人 杨立平 朱月樱 宋恩哲 姚崇 董全 孙军

(51)Int.Cl.

F02D 19/06(2006.01)

F02D 19/08(2006.01)

F02M 53/06(2006.01)

F02M 69/04(2006.01)

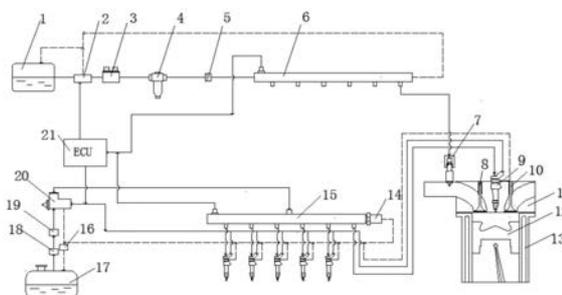
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种乙醇熏蒸/柴油双燃料发动机多模式燃烧组织方法

(57)摘要

本发明的目的在于提供一种乙醇熏蒸/柴油双燃料发动机多模式燃烧组织方法,采用进气道喷射乙醇和缸内直喷柴油实现燃料供给,通过采用不同的柴油喷射控制策略实现不同燃烧模式,进而使双燃料发动机在整个运行范围内实现高效率 and 低排放运行。在乙醇喷射过程中,乙醇喷射阀采用电阻加热的方式使乙醇快速蒸发,乙醇燃料与空气充分混合后进入气缸。发动机控制系统针对发动机不同运行工况,通过控制乙醇和柴油喷射参数以及EGR率,实现燃烧模式的灵活切换,即低负荷下采用柴油扩散燃烧为主的燃烧模式、中高负荷下以乙醇预混燃烧为主的燃烧模式和大负荷下复合燃烧的燃烧模式,以实现乙醇/柴油双燃料发动机高效清洁燃烧,提高发动机效率和降低排放。



1. 一种乙醇熏蒸/柴油双燃料发动机多模式燃烧组织方法,其特征是:双燃料发动机包括气缸、气缸盖、活塞、高压共轨器、乙醇燃料油轨,气缸、气缸盖以及活塞形成燃烧室,气缸盖里设置进气道、排气道、喷油器,喷油器连接高压共轨,进气道连接进气管,进气管里设置乙醇喷射阀,乙醇喷射阀连接乙醇燃料油轨,排气道连接排气管;

(1) 在起动车速工况时,发动机采用柴油模式,乙醇喷射器不工作;

(2) 在低负荷工况时,发动机采用以柴油燃料扩散燃烧为主、少量乙醇预混燃烧为辅的燃烧模式:乙醇喷射阀在进气阶段向进气道喷射乙醇,喷油器在上止点之前开始喷射柴油,引燃乙醇空气混合气;

(3) 在中高负荷工况时,发动机采用以乙醇预混燃烧为主的燃烧模式:乙醇蒸汽在进气道内初步混合后进入气缸,由柴油引燃,在缸内燃烧;喷油器在进气阀关闭至压缩上止点前向缸内进行至少两次柴油喷射,形成乙醇、柴油和空气的均匀预混合气,以柴油作为高活性燃料,在压缩过程中提供反应活性成分,实现双燃料发动机高效清洁燃烧;

(4) 在大负荷功率下,发动机采用复合燃烧模式,包括乙醇均质燃烧和柴油的预混与扩散燃烧模式:喷油器在进气阀关闭至压缩上止点前向缸内进行至少两次柴油喷射,前期大提前角喷射的柴油与由进气道进入缸内的乙醇-空气混合气进行混合,均匀混合气提供反应活性,实现缸内乙醇和柴油的预混燃烧;后期喷射的柴油在缸内进行扩散燃烧,为发动机带来后续动力。

2. 根据权利要求1所述的一种乙醇熏蒸/柴油双燃料发动机多模式燃烧组织方法,其特征是:乙醇喷射阀中部设置厚膜电阻,厚膜电阻包裹在喷射阀乙醇流经通道外侧,乙醇喷射过程中,厚膜电阻通电,厚膜电阻对流过乙醇喷射阀的乙醇进行对流加热,乙醇被加热后喷入进气道,与空气进行混合。

3. 根据权利要求1或2所述的一种乙醇熏蒸/柴油双燃料发动机多模式燃烧组织方法,其特征是:所述进气管包括进气总管和进气歧管,进气总管连接进气歧管,进气歧管与其对应的气缸的进气道相连;乙醇在喷射时包括单点喷射模式和多点喷射模式,当采用单点喷射模式时,乙醇喷射阀设置进气总管里,当采用多点喷射模式时,各进气歧管里均设置乙醇喷射阀。

## 一种乙醇熏蒸/柴油双燃料发动机多模式燃烧组织方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种发动机燃烧方法,具体地说是双燃料发动机燃烧方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,内燃机行业在推动社会经济迅速发展和人类社会进步的同时,也加剧了能源危机和环境污染问题,寻找合适的替代能源是内燃机的主要发展方向之一。基于生物材料制备的乙醇,是具有碳中性的可再生能源,来源广泛。但是,乙醇活性低、汽化潜热大,难以压缩着火。因此,常采用乙醇-柴油双燃料方式应用于压燃式发动机中。

[0003] 其中,乙醇熏蒸/柴油双燃料发动机由于具有高效率、高指示功率、低排放和低噪声等优点,成为国内外学者研究的一个热点。该发动机是将乙醇直接喷射到发动机进气管中,实现乙醇和柴油喷射的独立,使得乙醇熏蒸/柴油双燃料发动机的运行比采用乙醇柴油混合方案更为灵活,即发动机很容易从双燃料运行切换到纯柴油运行,避免了冷起动困难情况的出现。但是,熏蒸乙醇的引入不仅改变了原柴油机预混和扩散燃烧阶段所释放能量的比例关系和化学反应速率,而且过高乙醇替代还会引起中小负荷下发动机的燃烧不稳定以及大负荷下乙醇和空气预混气的自燃和爆震燃烧,低负荷部分燃烧和高负荷下燃烧模式的频繁转换导致较大的燃烧循环变动,使发动机经济性和排放性恶化,从而限制了双燃料发动机的燃烧边界。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供可实现双燃料发动机缸内燃料高效清洁燃烧、提高机工作稳定性、满足燃料经济性和排放法规要求的一种乙醇熏蒸/柴油双燃料发动机多模式燃烧组织方法。

[0005] 本发明的目的是这样实现的:

[0006] 本发明一种乙醇熏蒸/柴油双燃料发动机多模式燃烧组织方法,其特征是:双燃料发动机包括气缸、气缸盖、活塞、高压共轨器、乙醇燃料油轨,气缸、气缸盖以及活塞形成燃烧室,气缸盖里设置进气道、排气道、喷油器,喷油器连接高压共轨,进气道连接进气管,进气管里设置乙醇喷射阀,乙醇喷射阀连接乙醇燃料油轨,排气道连接排气管;

[0007] (1) 在起动怠速工况时,发动机采用柴油模式,乙醇喷射器不工作;

[0008] (2) 在低负荷工况时,发动机采用以柴油燃料扩散燃烧为主、少量乙醇预混燃烧为辅的燃烧模式:乙醇喷射阀在进气阶段向进气道喷射乙醇,喷油器在上止点之前开始喷射柴油,引燃乙醇空气混合气;

[0009] (3) 在中高负荷工况时,发动机采用以乙醇预混燃烧为主的燃烧模式:乙醇蒸汽在进气道内初步混合后进入气缸,由柴油引燃,在缸内燃烧;喷油器在进气阀关闭至压缩上止点前向缸内进行至少两次柴油喷射,形成乙醇、柴油和空气的均匀预混合气,以柴油作为高活性燃料,在压缩过程中提供反应活性成分,实现双燃料发动机高效清洁燃烧;

[0010] (4) 在大负荷功率下,发动机采用复合燃烧模式,包括乙醇均质燃烧和柴油的预混

与扩散燃烧模式:喷油器在进气阀关闭至压缩上止点前向缸内进行至少两次柴油喷射,前期大提前角喷射的柴油与由进气道进入缸内的乙醇-空气混合气进行混合,均匀混合气提供反应活性,实现缸内乙醇和柴油的预混燃烧;后期喷射的柴油在缸内进行扩散燃烧,为发动机带来后续动力。

[0011] 本发明还可以包括:

[0012] 1、乙醇喷射阀中部设置厚膜电阻,厚膜电阻包裹在喷射阀乙醇流经通道外侧,乙醇喷射过程中,厚膜电阻通电,厚膜电阻对流过乙醇喷射阀的乙醇进行对流加热,乙醇被加热后喷入进气道,与空气进行混合。

[0013] 2、所述进气管包括进气总管和进气歧管,进气总管连接进气歧管,进气歧管与其对应的气缸的进气道相连;乙醇在喷射时包括单点喷射模式和多点喷射模式,当采用单点喷射模式时,乙醇喷射阀设置进气总管里,当采用多点喷射模式时,各进气歧管里均设置乙醇喷射阀。

[0014] 本发明的优势在于:本发明针对发动机在不同负荷下的需求,提供了不同的燃料燃烧模式,扩展了乙醇/柴油双燃料发动机的低温燃烧极限,解决了发动机负荷适应性问题,且运用特殊的乙醇喷射装置,利用电阻加热的方式解决了乙醇添加导致的冷影响问题,进一步提高了发动机工作稳定性。

## 附图说明

[0015] 图1为乙醇/柴油双燃料发动机燃烧控制系统总体结构示意图;

[0016] 图2为乙醇/柴油双燃料发动机EGR系统结构示意图;

[0017] 图3为不同燃烧模式分布示意图;

[0018] 图4为乙醇喷射阀结构示意图;

[0019] 图5a为乙醇单点喷射结构示意图,图5b为乙醇多点喷射结构示意图。

## 具体实施方式

[0020] 下面结合附图举例对本发明做更详细地描述:

[0021] 结合图1-5b,如图1所示,为本发明中乙醇/柴油双燃料发动机燃烧控制系统总体结构示意图,图中包括乙醇油箱1、乙醇燃料泵2、调压装置3、过滤器4、乙醇消耗仪5、乙醇燃料油轨6、乙醇喷射阀7、进气阀8、喷油器9、排气阀10、气缸盖11、缩口 $\omega$ 形燃烧室12、气缸13、柴油油箱17、油耗仪18、滤清器19、共轨高压油泵20、高压共轨器15、压力限制阀14和ECU21。所述的乙醇喷射阀7安装在进气歧管上,在发动机进气阶段喷射乙醇,乙醇在喷射过程中由加热电阻进行加热而促进蒸发,在进气道内与空气初步混合后进入发动机气缸。所述的喷油器9安装在燃烧室中央,即缸盖的排气门和进气门的中间,且其中心轴线与气缸中心线重合,燃烧室采用轴对称气缸中心布置的方式,确保燃油喷雾在燃烧室内均匀分布。所述的喷油器9在进气阶段和压缩阶段向缸内多次喷射高活性柴油,引燃乙醇空气混合气,为发动机提供动力。本发明中发动机采用的是外部EGR系统(如图2所示),包括EGR冷却器25、EGR系统管路24、EGR控制阀26、涡轮增压器23、节气门29和空气流量计28。通过EGR系统将涡轮前的排气引入所述的EGR冷却器25中,再经EGR系统管路24进入进气歧管中。所述的EGR控制阀26安装在EGR系统管路24中,可以根据发动机工况,对再循环到发动机的废气量进行准

确的控制。发动机采用可变截面涡轮增压器23,可以扩大废气再循环有效工作范围,使EGR系统发挥更大的作用。

[0022] 本发明实现乙醇和柴油喷射的独立,使得乙醇熏蒸/柴油双燃料发动机的运行比采用乙醇柴油混合燃料的方案更为灵活,避免了冷起动困难问题的出现。所述的控制系统根据发动机的运行工况,控制乙醇和柴油的喷射参数,灵活得切换燃料的燃烧模式,如图3所示:

[0023] (1) 在起动怠速工况时,发动机采用柴油模式,乙醇喷射器不工作,喷油器在较大的喷油提前角范围内开始喷射,保证足够的油气混合时间。

[0024] (2) 在低负荷工况时,发动机采用以柴油燃料扩散燃烧为主,少量乙醇预混燃烧为辅的燃烧模式。所述的乙醇喷射阀在进气阶段向进气道喷射乙醇,利用电阻加热的方式消除乙醇添加导致的冷影响,所述的喷油器在靠近上止点附近开始喷射柴油,引燃乙醇空气混合气,并为发动机带来主要的动力;

[0025] (3) 在中高负荷工况时,发动机采用以乙醇预混燃烧为主的燃烧模式。所述的乙醇蒸汽在进气道内初步混合后进入气缸,由少量的柴油引燃,在缸内快速燃烧。所述的喷油器在进气阀关闭至压缩上止点前向缸内进行多次柴油喷射,大提前角柴油喷射可为不易挥发的柴油提供更长的混合时间,形成乙醇、柴油和空气的均匀预混合气,以柴油作为高活性燃料,在压缩过程中提供反应活性成分,改善混合气的着火性能,降低燃烧循环变动,实现双燃料发动机高效清洁燃烧。

[0026] (4) 在大负荷功率下,发动机采用复合燃烧模式,包括乙醇均质燃烧和柴油的预混与扩散燃烧模式。所述的喷油器在进气阀关闭至压缩上止点前向缸内进行多次柴油喷射,前期大提前角喷射的柴油与由进气道进入缸内的乙醇-空气混合气进行混合,为均匀混合气提供反应活性,实现缸内乙醇和柴油的预混燃烧。后期喷射的柴油在缸内进行扩散燃烧,为发动机带来后续动力。复合燃烧模式可以有效避免乙醇熏蒸/柴油双燃料发动机在大负荷下乙醇和空气均匀预混合气的自燃和爆震燃烧问题,以及多循环之间燃烧模式频繁转换引起的大尺寸长周期燃烧循环变动问题的出现,在保证发动机动力的条件下,实现燃料高效清洁燃烧。

[0027] 如图4所示,为本发明乙醇喷射阀结构示意图。所述的乙醇喷射阀中部30设计有厚膜电阻,电阻包裹在喷射阀乙醇流经通道外侧。在发动机工作过程中,喷射阀厚膜电阻通电,加热电阻对流过喷射阀的燃料进行对流加热,乙醇被加热后喷入进气歧管,与空气进行混合。所述的控制系统通过控制流经喷射阀的电流来控制加热温度。

[0028] 乙醇供给系统包括乙醇油箱、乙醇燃料泵、调压装置、过滤器、乙醇燃料油轨和乙醇喷射阀;所述的柴油供给系统包括柴油油箱、油耗仪、滤清器、共轨高压油泵、高压共轨器和喷油器。

[0029] 如图5所示,为本发明乙醇喷射模式结构示意图,其中包括节气门29、乙醇燃料油轨6、乙醇喷射阀7、气缸11。本发明中乙醇喷射模式可采用单点喷射模式(如图5(a)所示)和多点喷射模式(如图5(b)所示)。单点喷射模式时,乙醇喷射阀安装在进气道总管上,多点喷射模式时,乙醇喷射阀安装在进气道歧管上,且喷射阀的数量与气缸数相对应。

[0030] 综上所述,本发明所述的燃烧组织方法适用于乙醇/柴油双燃料发动机各种工况。在发动机运行过程中,传感器检测发动机进气道内空气的温度和压力,冷却液温度,转速,

节气门开度,燃料供给管路内燃料的温度和压力,同时结合上止点信号、点火提前角等信息,输入到ECU 21中,再由ECU 21产生控制信号,控制信号分别控制乙醇和柴油的喷射正时和喷射持续期以及EGR率,转换燃料燃烧模式,解决了发动机负荷适应性问题,提高了发动机工作稳定性,并降低了排放。

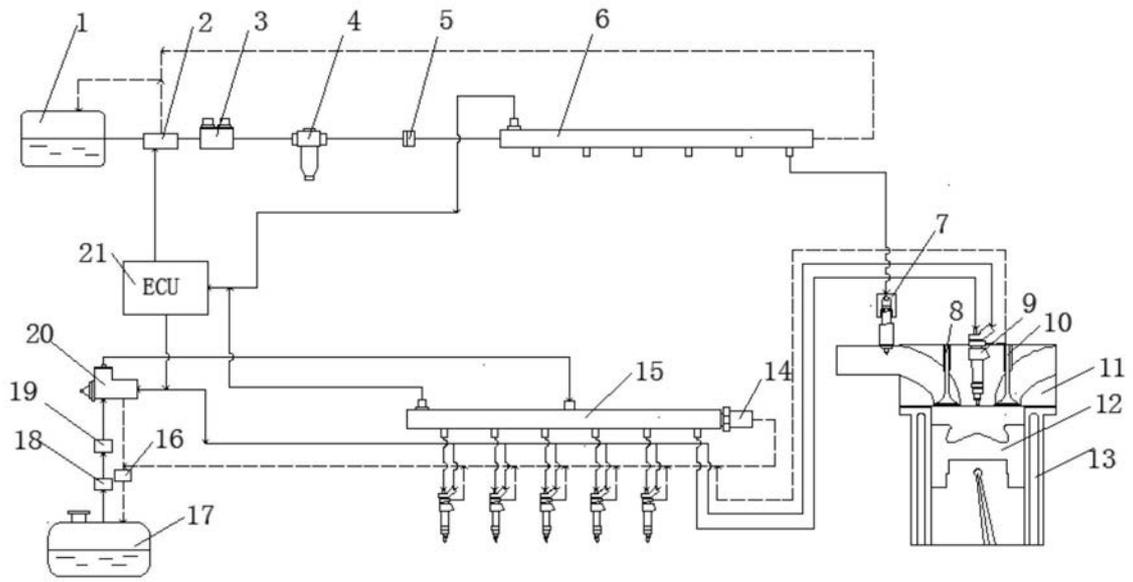


图1

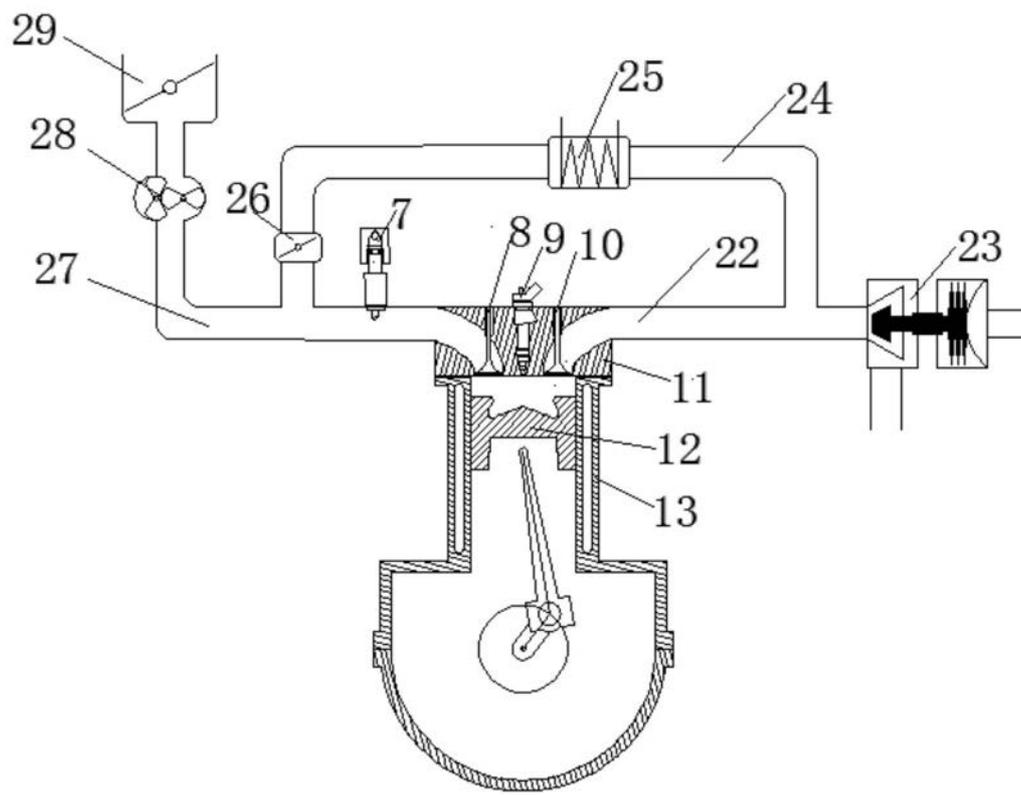


图2

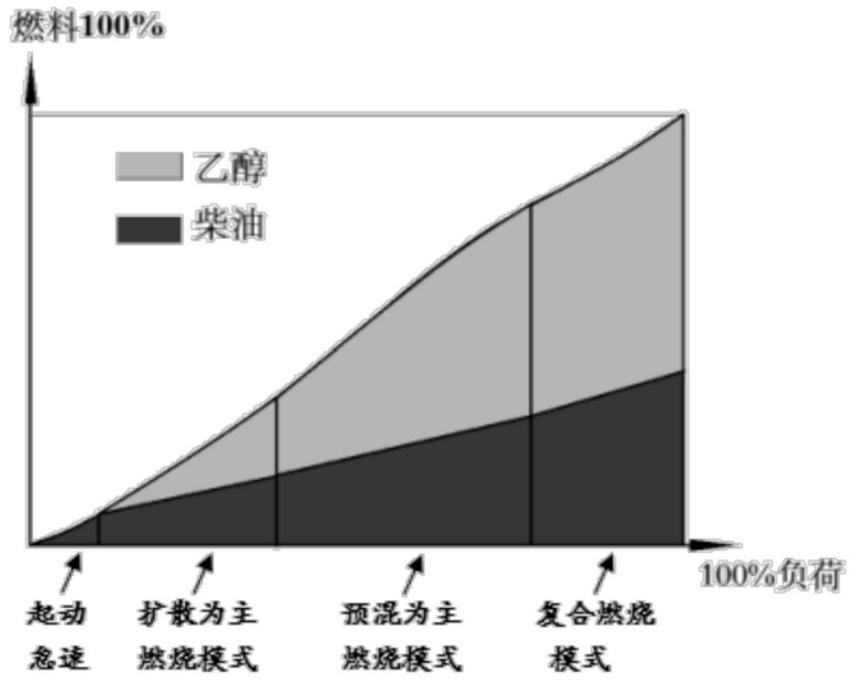


图3

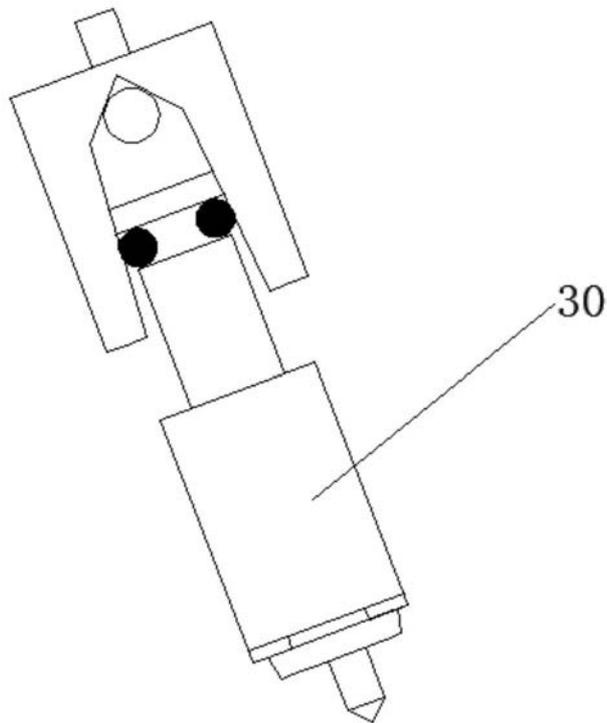


图4

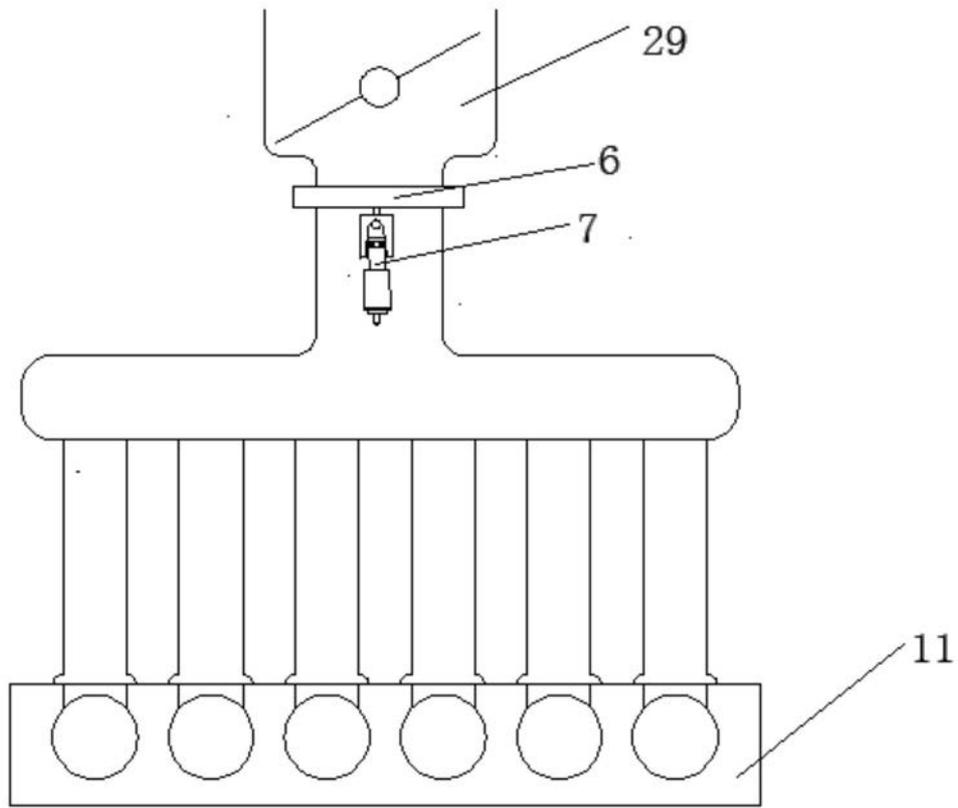


图5a

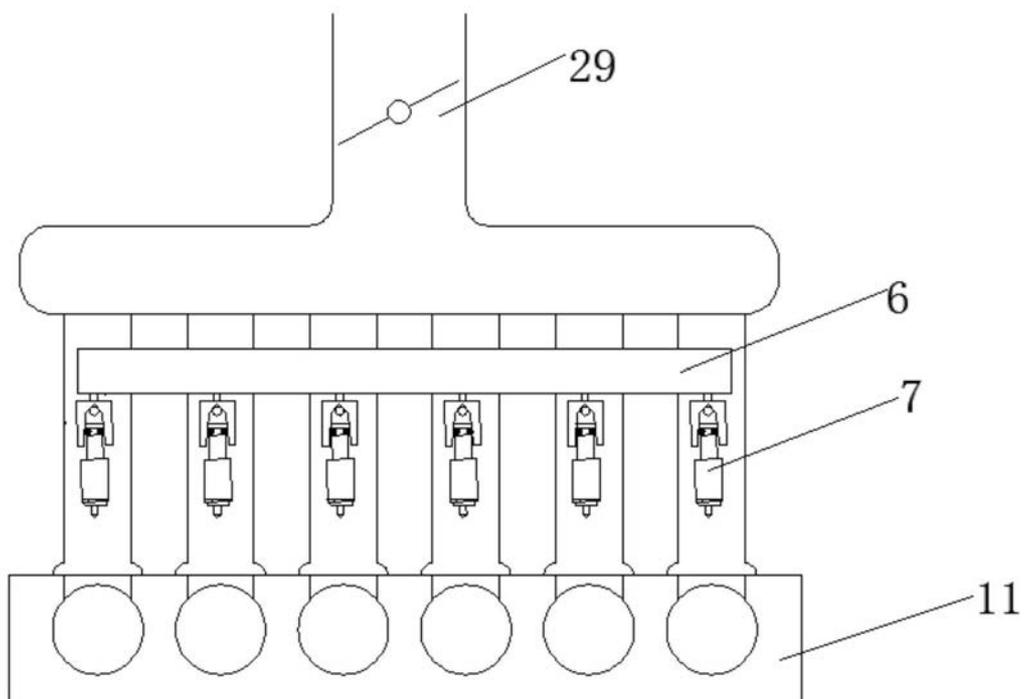


图5b