(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106837496 B
(45)授权公告日 2019.07.16

(21)申请号 201710062818.X

(22)申请日 2017.01.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106837496 A

(43)申请公布日 2017.06.13

(73)专利权人 中国第一汽车股份有限公司
地址 214063 江苏省无锡市滨湖区钱荣路15号

(72)发明人 施华传 顾欣 龚笑舞 胡川 周奇 马二林

(74)专利代理机构 无锡市大为专利商标事务所（普通合伙）32104
代理人 曹祖良 刘海

(51)Int.Cl.
F01N 9/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 104061051 A,2014.09.24,
CN 1734067 A,2006.02.15,
CN 101458108 A,2009.06.17,
JP 昭60-85214 A,1985.05.14,
CN 103975150 A,2014.08.06,
CN 101598058 A,2009.12.09,

审查员 陈启林

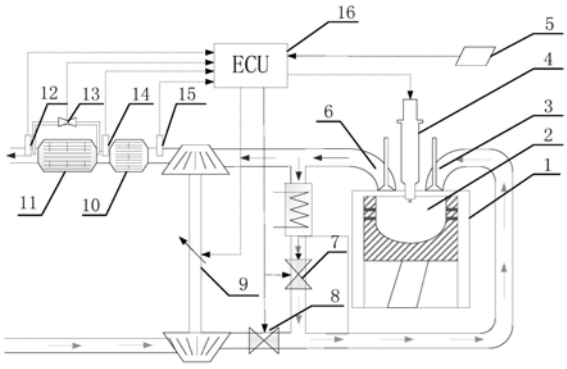
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54)发明名称

发动机微粒净化再生控制系统

(57)摘要

本发明涉及一种发动机微粒净化再生控制系统，能够对微粒过滤器的炭黑负荷进行精确估计与监测，以确定合适的再生时机。本发明使用平均噪声能量强度来判断压差传感器信号是否可靠，压差传感器信号可靠时，采用微粒过滤器压差信号来推算炭黑的负荷量；压差信号不可靠时，采用模型来确定炭黑负荷量的增加值，并累积计算。压差噪声能量用来对压差低通滤波带宽实时调整，增加滤波后压差信号精度。滤波后的压差信号与排气温度及排气量构建炭黑模型，获得微粒过滤器负载总量。本发明还考虑了灰分变化对炭黑负荷量的影响，将灰分引起的压差变化换算为引起同等压差变化时等效炭黑负荷量，且去除灰分等效炭黑负荷量，以获得精确与可靠的炭黑负荷量。



CN 106837496 B

1.一种发动机微粒净化再生控制系统,其特征是:包括能够获得微粒过滤器(11)压差信号的压差传感器(13)以及设置于微粒过滤器(11)和氧化催化器(10)上下游的温度传感器;

所述压差传感器(13)的输出端连接压差信号获取模块(203),压差信号获取模块(203)的输出端分别连接高通滤波器(204)和压差低通滤波模块(210),高通滤波器(204)的输出端连接噪声能量平均值计算模块(214),噪声能量平均值计算模块(214)计算得到平均噪声能量强度;所述噪声能量平均值计算模块(214)的输出端分别连接低通滤波带宽获取模块(208)和压差可靠性判定模块(209),低通滤波带宽获取模块(208)的另一输入端连接炭黑模型计算模块(215),炭黑模型计算模块(215)包括炭黑模型负荷增量值获取模块(201)和炭黑负荷量到压差的转换模块(202),炭黑模型负荷增量值获取模块(201)用于获得模型估计得到的炭黑负荷增量,炭黑模型负荷增量值获取模块(201)的输出端连接炭黑负荷量到压差的转换模块(202),炭黑负荷量到压差的转换模块(202)用于得到模型计算压差变化量;所述低通滤波带宽获取模块(208)使用平均噪声能量强度和模型计算压差变化量,得到低通滤波带宽宽度;所述低通滤波带宽获取模块(208)的输出端连接压差低通滤波模块(210),压差低通滤波模块(210)使用低通滤波带宽与未经滤波的压差信号对压差进行低通滤波,获得滤波后的压差信号,压差低通滤波模块(210)的输出端连接压差到炭黑负载量的转换模块(213),压差到炭黑负载量的转换模块(213)的另一输入端连接灰分等效炭黑负荷信号,压差到炭黑负载量的转换模块(213)的输出端输出压差法计算获得的炭黑负载;

所述压差可靠性判定模块(209)的输出端连接压差到炭黑负载量的转换模块(213)以及输出炭黑模型计算使能信号至炭黑模型负荷增量值获取模块(201);当压差可靠性判定模块(209)的压差可靠性判断通过后,压差到炭黑负载量的转换模块(213)使用滤波后的压差信号与灰分等效炭黑负荷求取根据压差法计算获得的炭黑负载量,以此作为主动再生的判断依据;当压差可靠性判定模块(209)的压差可靠性判断不通过时,采用炭黑模型计算模块(215)确定炭黑模型负荷增量值、并累加获得炭黑模型计算负荷。

2.如权利要求1所述的发动机微粒净化再生控制系统,其特征是:所述灰分等效炭黑负荷信号由灰分等效炭黑负荷协调输出模块(212)的输出端输出,灰分等效炭黑负荷协调输出模块(212)的输入端连接压差法计算灰分等效炭黑负荷模块(211)。

3.如权利要求1所述的发动机微粒净化再生控制系统,其特征是:所述平均噪声能量强度的公式为:$ISE_{\mathrm{mod}}=\frac{0.1}{T_{fw}}\int_{t-T_{fw}}^{t}(e(\tau))^{2}d\tau=S_{noise}$,其中,$S_{noise}$为平均噪声能量强度,此噪声能量强度基于一定时间$T_{fw}$的累加值并求取平均获得,e(τ)表示压差信号经过高通滤波器后所获得的高频噪声信号。

4.如权利要求1所述的发动机微粒净化再生控制系统,其特征是:所述低通滤波带宽获取模块(208)中使用平均噪声能量强度与模型计算压差变化值,通过查低通滤波带宽二维表格来求取低通滤波带宽宽度。

5.如权利要求1所述的发动机微粒净化再生控制系统,其特征是:所述压差信号获取模块(203)获取的未经滤波的压差信号由压差到炭黑负载量的转换模块(213)进行压差到炭黑负载量的转换,获得未经滤波的炭黑负载量,然后再结合炭黑模型负荷增量值获取模块

(201)使用模型估计得到的炭黑负荷增量,查二维表格来求取低通滤波带宽宽度。

6.如权利要求1所述的发动机微粒净化再生控制系统,其特征是:所述压差可靠性判定模块(209)的判定依据包括:压差信号的噪声能量强度小于阈值、排气负荷量大于阈值、车速大于阈值、发动机转速大于阈值并且无故障标志置位。

7.如权利要求1所述的发动机微粒净化再生控制系统,其特征是:所述压差法计算获得的炭黑负载由以下步骤获得:首先,获取发动机进气流量和滤波后的压差信号;然后由发动机进气流量和滤波后的压差信号共同映射二维炭黑负载基本量表格获得炭黑负载基本量;由微粒过滤器内部温度与滤波后的压差信号共同映射二维表可得到温度修正系数;温度修正系数与炭黑负载基本量相乘并经过优化低通滤波后,获得未去除灰分影响的微粒过滤器负荷,减去灰分等效炭黑负荷量后,得到根据压差法计算的炭黑负载量。

8.如权利要求2所述的发动机微粒净化再生控制系统,其特征是:所述灰分等效炭黑负荷量的求取中,在非再生阶段或压差不可靠阶段,灰分模型估算累积的灰分负荷增量,灰分模型估算的修正值,采用的是根据压差法求取的最新的等效炭黑负荷量;经修正值修正的灰分负荷增量乘以灰分到炭黑的压差等效转换系数,得到产生相同压差所需的等效炭黑负荷量;将上述灰分模型估算得到的等效炭黑负荷量经修正值进行修正,得到灰分等效炭黑负荷量。

9.如权利要求1所述的发动机微粒净化再生控制系统,其特征是:所述灰分等效炭黑负荷量的求取中,当再生结束且压差可靠时,压差法计算得到的炭黑负载量即是未去除灰分影响的微粒过滤器负荷。

发动机微粒净化再生控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种发动机微粒净化再生控制系统，属于发动机后处理DPF系统控制技术领域。

背景技术

[0002] 我国引入的更严格的排放法规(包括对成本，油耗和污染物的限制)正成为发动机市场变革的驱动力。考虑到更低的微粒排放，发动机需要先进的后处理技术与之相适应(例如在近几年里由于后处理技术的运用NO_x和PM的含量被大大降低了)。现有发动机在排气系统中都配备了尾气微粒过滤装置，目的即是减少排入大气的微粒物质含量。

[0003] 为了提高废气微粒过滤装置的寿命，当微粒捕集装置累积了一定的炭黑后，需要进行尾气燃烧处理以主动再生捕集装置，发动机控制模块会控制发动机并提升废气微粒过滤器的温度值预定水准来完成其再生。

[0004] 由于过载的微粒物质的过滤器再生时会产生高温并劣化过滤器陶瓷，使得过滤器寿命降低；并且过度频繁的再生会导致发动机润滑油稀释，从而致使发动机部件磨损加剧并出现故障。因此，需要使用可靠的微粒净化再生控制系统来对微粒过滤器的炭黑负荷进行监测，以确定合适的再生时机。

[0005] 日产公司公开的专利CN1734067A提供了一种确定微粒过滤器炭黑以控制再生时机的方法，当压差传感器可靠时，采用微粒过滤器压差信号来推算炭黑的负荷量；当压差信号不可靠时，采用负荷与转速来确定炭黑负荷量的增加值，并进行累积计算。而压差信号可靠与否的判断，则采用预定车速阈值来实现(车速大于阈值认为可靠；车速小于阈值认为不可靠)。

[0006] 福特公司公开的专利CN101598058提供了一种确定炭黑的再生控制方法，其基本思路与日产公司相同，而不同点在于压差信号可靠与否的确定，福特公司认为，在稳态情况下，压差信号是真实可靠的，而在瞬态情况下，由于其排气系统中不稳定的流体力学特性以及传感器的高时间常数(High Time Constants)的作用，会导致压差信号测量值的不精确性；当排气流量较小时，压差传感器工作在检测范围的极限上使得压差信号精度劣化。因此，在发动机稳态工作时，采用压差估算获得的炭黑量作为微粒滤清器负荷输出；当发动机在瞬态或是排气流量较小工作时，以压差法确定的可靠炭黑计算值作为初始累积量，并使用炭黑模型基于负荷与转速来确定烟度增量，并对最终输出结果进行工况/环境修正。

[0007] 美国万国引擎知识产权有限公司的专利申请CN101936207B还提供了另一种确定压差可靠性的方法，其定义了阻力灵敏度的概念来评估压差信号的可靠性，阻力灵敏度定义为基于前一时间与当前时间流过微粒过滤器排气的压力变化值。当灵敏度下降至低于预定阈值时，说明压差信号可靠性差，确定炭黑的方法将从基于压差检测转换为基于模型的炭黑累积估算法检测。

[0008] 现代起亚公司的专利申请CN101458108提供一种测量微粒过滤器有效容积的方法，微粒过滤器中的微粒有两种，一种是炭黑(soot)，另一种是灰分(ash)，其中由于灰分无

法被主动再生，因此在车辆运行过程中，微粒过滤器的有效容积是不断变小的，所以在确定柴油微粒过滤器的负荷之前，要先确定有效容积并去除灰分导致的有效容积变小对炭黑负荷量的影响。专利公开的测量微粒过滤器有效容积的方法是，通过监测再生后由灰分引起的压差变化情况与排气流量来计算灰分系数的变化情况，并通过使用灰分系数的变化量的累积来计算微粒过滤器的有效容积。

[0009] 日产公司、福特公司以及美国万国引擎知识产权有限公司公布的专利中，提出的微粒过滤器负荷检测与确定方法，其大致流程是相同的，即在压差传感器可靠时，采用微粒过滤器压差信号来推算炭黑的负荷量；在压差信号不可靠时，采用基于负荷与转速的炭黑模型来确定炭黑负荷量的增加值，并进行累积计算，因此此方法具有普适性。三个公司提出的专利的不同点在于压差信号可靠与否的判断条件，日产公司认为车速低于预定阈值的时候压差不可靠，而福特公司则认为发动机在瞬态工作或是排气量较小时压差信号不可靠。美国万国引擎知识产权甚至定义了阻力灵敏度的概念来评估压差信号的可靠性，以解决压差信号可靠性的判断问题。

[0010] 三个公司的解决方案中公开的压差信号可靠性检测方法均有不足之处。首先，日产公司提供的检测压差可靠性的方法中，仅使用了车速阈值来判定压差信号是否可靠，此方法的原理是，当车速较低时，排气流量较小，这导致了压差传感器工作在检测范围的极限上使得压差信号精度劣化。此方法的缺陷是，首先，其仅避免了在传感器处于测量极限时导致的压差信号不可靠问题，不能避免由于排气系统不稳定导致的压差信号不可靠；其次，每台发动机具有特异性，仅使用车速阈值作为判定压差信号可靠性参数太过简略，况且发动机运行劣化后，其车速阈值将会发生畸变，原标定参数可能不适用。因此，使用此方法判断压差可靠性的精确度较差。万国引擎知识产权有限公司定义的阻力灵敏度来检测压差可靠性的方法，较日产公司更胜一筹，虽然此方法仅能检测排气流量较小导致的压差信号不可靠，但是由于阻力灵敏度是由前一时间与当前时间流过微粒过滤器排气的压力变化值实时计算得到的，因此，此方法精确度高且即使发动机长期运行产生劣化，此方法也能同步自适应。但此方法的缺陷是，不能检测由于排气系统不稳定导致的压差信号不可靠问题。福特公司提出的专利，既考虑了在传感器处于测量极限时导致的压差信号不可靠问题，又考虑了由于排气系统不稳定导致的压差信号不可靠问题，但是此方法也有不足之处，其判断排气流量较小与排气流量不稳定的方法，是使用负荷与转速等标定量进行阈值标定，当实际值小于标定阈值时，则认为发动机处于瞬态或低速，并禁止压差法计算炭黑负荷，此方法也没有考虑每台发动机具有的特异性与发动机长时间运行后的劣化问题，其判断压差不可靠的精度与同步自适应性不足。

[0011] 现代起亚公司公布的专利认为，在进行炭黑计算的同时，需要去除灰分引起的微粒过滤器有效容积减少的影响，只有在去除了灰分影响后获得了炭黑估算量，才是微粒过滤器的真实负荷。这对微粒过滤器炭黑负荷的确定起到了重要的补充作用。但是，此方法的不足之处在于，首先，灰分引起的有效容积变化是一个体积量，而在计算最终炭黑估算量时，灰分引起的有效容积变化要转换为，由灰分引起的压差转换为同等负荷的炭黑的数量(千克)；其次，监测灰分引起的有效容积的变化仅发生在主动再生后，因此，此方法的计算输出不是连续值，不能实时更新灰分引起的压差变化情况。

发明内容

[0012] 本发明的目的是克服现有技术中存在的不足，提供一种发动机微粒净化再生控制系统，主要解决了微粒过滤器炭黑(soot)负荷量的可靠检测与有效确定的问题，以获得微粒过滤器合适主动再生的时机。

[0013] 按照本发明提供的技术方案，所述发动机微粒净化再生控制系统，其特征是：包括能够获得微粒过滤器压差信号的压差传感器以及设置于微粒过滤器和氧化催化器上下游的温度传感器；

[0014] 所述压差传感器的输出端连接压差信号获取模块，压差信号获取模块的输出端分别连接高通滤波器和压差低通滤波模块，高通滤波器的输出端连接噪声能量平均值计算模块，噪声能量平均值计算模块计算得到平均噪声能量强度；所述噪声能量平均值计算模块的输出端分别连接低通滤波带宽获取模块和压差可靠性判定模块，低通滤波带宽获取模块的另一输入端连接炭黑模型计算模块，炭黑模型计算模块包括炭黑模型负荷增量值获取模块和炭黑负荷量到压差的转换模块，炭黑模型负荷增量值获取模块用于获得模型估计得到的炭黑负荷增量，炭黑模型负荷增量值获取模块的输出端连接炭黑负荷量到压差的转换模块，炭黑负荷量到压差的转换模块用于得到模型计算压差变化量；所述低通滤波带宽获取模块使用平均噪声能量强度和模型计算压差变化量，得到低通滤波带宽宽度；所述低通滤波带宽获取模块的输出端连接压差低通滤波模块，压差低通滤波模块使用低通滤波带宽与未经滤波的压差信号对压差进行低通滤波，获得滤波后的压差信号，压差低通滤波模块的输出端连接压差到炭黑负载量的转换模块，压差到炭黑负载量的转换模块的另一输入端连接灰分等效炭黑负荷信号，压差到炭黑负载量的转换模块的输出端输出压差法计算获得的炭黑负载；

[0015] 所述压差可靠性判定模块的输出端连接压差到炭黑负载量的转换模块以及输出炭黑模型计算使能信号至炭黑模型负荷增量值获取模块；当压差可靠性判定模块的压差可靠性判断通过后，压差到炭黑负载量的转换模块使用滤波后的压差信号与灰分等效炭黑负荷求取根据压差法计算获得的炭黑负载量，以此作为主动再生的判断依据；当压差可靠性判定模块压差可靠性判断不通过时，采用炭黑模型计算模块确定炭黑模型负荷增量值、并累加获得炭黑模型计算负荷。

[0016] 进一步的，所述灰分等效炭黑负荷信号由灰分等效炭黑负荷协调输出模块的输出端输出，灰分等效炭黑负荷协调输出模块的输入端连接压差法计算灰分等效炭黑负荷模块。

[0017] 进一步的，所述平均噪声能量强度的公式为：$ISE_{\mathrm{mod}}=\frac{0.1}{T_{fw}}\int_{t-T_{fw}}^{t}(e(\tau)^{2}d\tau=S_{noise}$，其中，$S_{noise}$为平均噪声能够强度，此噪声能够强度基于一定时间$T_{fw}$的累加值并求取平均获得。

[0018] 进一步的，所述低通滤波带宽获取模块中使用平均噪声能量强度与模型计算压差变化值，通过查低通滤波带宽二维表格来求取低通滤波带宽宽度。

[0019] 进一步的，所述压差信号获取模块获取的未经滤波的压差信号由压差到炭黑负载量的转换模块进行压差到炭黑负载量的转换，获得未经滤波的炭黑负载量，然后再结合炭

黑模型负荷增量值获取模块使用模型估计得到的炭黑负荷增量，查二维表格来求取低通滤波带宽宽度。

[0020] 进一步的，所述压差可靠性判定模块的判定依据包括：压差信号的噪声能量强度小于阈值、排气负荷量大于阈值、车速大于阈值、发动机转速大于阈值并且无故障标志置位。

[0021] 进一步的，所述压差法计算获得的炭黑负载由以下步骤获得：首先，获取发动机进气流量和滤波后的压差信号；然后由发动机进气流量和滤波后的压差信号共同映射二维炭黑负载基本量表格获得炭黑负载基本量；由微粒过滤器内部温度与滤波后的压差信号共同映射二维表可得到温度修正系数；温度修正系数与炭黑负载基本量相乘并经过优化低通滤波后，获得未去除灰分影响的微粒过滤器负荷，减去灰分等效炭黑负荷量后，得到根据压差法计算的炭黑负载量。

[0022] 进一步的，所述灰分等效炭黑负荷量的求取中，在非再生阶段或压差不可靠阶段，灰分模型估算累积的灰分负荷增量，灰分模型估算的修正值，采用的是根据压差法求取的最新的等效炭黑负荷量；经修正值修正的灰分负荷增量乘以灰分到炭黑的压差等效转换系数，得到产生相同压差所需的等效炭黑负荷量；将上述灰分模型估算得到的等效炭黑负荷量经修正值进行修正，得到灰分等效炭黑负荷量。

[0023] 进一步的，所述灰分等效炭黑负荷量的求取中，当再生结束且压差可靠时，压差法计算得到的炭黑负载量即是灰分等效炭黑负荷。

[0024] 本发明所述发动机微粒净化再生控制系统，可精确对微粒过滤器的炭黑负荷进行监测，有效克服压差传感器可靠性不足问题以及灰分影响导致炭黑负荷计算不准确问题，精确提供确定微粒过滤器再生时机的炭黑负荷量，避免再生时产生高温并延长过滤器寿命；避免过渡频繁的再生导致的发动机润滑油稀释，进而导致的发动机部件磨损加剧并出现故障的问题。

[0025] 本发明能够对微粒过滤器的炭黑负荷进行精确估计与监测，以确定合适的再生时机。此方法在压差传感器信号可靠时，采用微粒过滤器压差信号来推算炭黑的负荷量，即压差法；在压差信号不可靠时，采用基于负荷与转速的炭黑模型来确定炭黑负荷量的增加值，并进行累积计算，即累积法。其确定压差是否可靠的方法是，通过高通滤波方法并使用误差积分(ISE)准则来获取压差信号的噪声能量强度，当压差噪声能量强度过大时认为压差信号不可靠。而估算获得的压差噪声能量还可用来对压差低通滤波带宽进行实时调整，(当噪声能量大时，缩小滤波带宽；当噪声能量小时，放宽滤波带宽)以增加滤波后压差信号精度。根据压差法的要求，经过滤波后获得的压差信号与排气温度以及排气量一起来构建炭黑模型，计算并获得微粒过滤器负载总量。最后，本发明还考虑了灰分变化对炭黑负荷量的影响，并公布了一种把灰分引起的压差变化换算为引起同等压差变化时等效的炭黑负荷量的方法，并在计算炭黑负荷量时，去除微粒过滤器负载总量中的灰分等效炭黑负荷量，以获得精确与可靠的炭黑负荷量。

附图说明

[0026] 图1为装备有颗粒补集系统的柴油机后处理布置图。

[0027] 图2为获取炭黑负载量的逻辑功能模块总图。

[0028] 图3为压差可靠性判定的逻辑功能框图。

[0029] 图4为压差到炭黑负载量转换的逻辑功能框图。

[0030] 图5为灰分等效炭黑负荷协调输出的逻辑功能框图。

[0031] 图6为再生完成且压差信号可靠时使用压差法对灰分等效炭黑负荷进行求取的逻辑功能框图。

[0032] 图中标号:柴油机1、燃烧室2、进气歧管3、喷油器4、油门踏板5、废气歧管6、EGR阀7、节流阀8、可变截面增压器9、氧化催化器10、微粒过滤器11、第一温度传感器12、压差传感器13、第二温度传感器14、第三温度传感器15、电子控制器16。

具体实施方式

[0033] 下面结合具体附图对本发明作进一步说明。

[0034] 如图1所示,为装备有颗粒补集系统的柴油机后处理布置图,柴油机1在进气系统中配置有节流阀8、可变截面增压器9和带冷却的废气再循环系统,带冷却的废气再循环系统中设置EGR阀7,在尾气后处理系统中配置有氧化催化器10和微粒过滤器11;电子控制器16在采集了油门踏板5的位置信息之后,根据驾驶员请求计算每缸引入燃烧室2的空气量和喷射的油量。新鲜空气通过可变截面增压器9增压,在节流阀8后与流经EGR阀7的部分废气混合,通过进气歧管3引入燃烧室。喷油器4接收电子控制器16的信号,在合适的正时将期望的油量喷入燃烧室2。燃烧完成之后,废气由废气歧管6,经过可变截面增压器9后,在氧化催化器10和微粒过滤器11的净化作用下,使得尾气中的有害气体成分满足法规的要求,最终排向大气。

[0035] 排放控制系统包括催化器系统和微粒过滤器11,可选择性的使用多个种类的催化器(例如基于尿素的选择性催化还原SCR催化剂、氧化催化器DOC和/或NO_x吸附剂等)或者可将这些催化剂与微粒过滤器相结合。使用本领域技术人员已知的任意结构(例如碳氢喷嘴或直喷类型发动机中的后喷)来向排气后处理装置传输还原剂(如碳氢化合物)。所述催化器系统可包括氧化催化器(DOC),用于迅速转化发动机中的碳氢化合物(HC)、一氧化碳(CO)和一氧化氮(NO),氧化催化剂包括贵金属催化剂,优选的为含有铂的贵金属催化剂。氧化催化剂还可用于在排气系统中提供热量,当额外的燃油(HC)在氧化催化器(DOC)中氧化放热,可产生满足微粒过滤器11的再生要求的热量。额外的燃油供应可通过诸如在发动机的做功冲程和排气冲程进行缸内喷射来实现,或使用诸如延迟喷射定时,增加废气再循环EGR和进气节流,或增加排气中HC浓度的所有可选方法来完成;或直接使用碳氢(HC)喷嘴来实现还原剂的投放。

[0036] 所述微粒过滤器11,在本实施方式中为柴油微粒过滤器DPF,可联结至催化器系统下游并用于捕获车辆驱动循环中产生的微粒物质(如炭黑)。DPF可由多种材料制造,包括堇青石、碳化硅和其他高温氧化物陶瓷。一旦炭黑累积量达到预定水准,可开始主动再生。通过将微粒过滤器加热到一定温度来实现再生。在该温度下(400-600℃)可以以比炭黑形成更快的速度燃烧炭黑颗粒,在本实施方式中,DPF可以是含有贵金属(例如铂)涂层的微粒过滤器,这可以降低炭黑的燃烧温度并将碳氢化合物氧化成二氧化碳与水。

[0037] 此外,在所述微粒过滤器11的下游设置第一温度传感器12,在氧化催化器10和微粒过滤器11之间设置第二温度传感器14,在氧化催化器10的上游设置第三温度传感器15,

或可使用排气温度模型基于工况估计微粒过滤器11温度或排气温度。同时可通过压差传感器13获得微粒过滤器11的压差信号。或者，在微粒过滤器11的上下游安装两个压力传感器也可以检测压差。微粒过滤器11的压力降可受排气体积流量与DPF炭黑负载的影响，如果需要的话，还可以包括但不限于诸如温度、燃料类型等其他因素的影响。

[0038] 本发明所述微粒净化再生控制系统可确定合适的微粒过滤器主动再生时机，完成对微粒过滤器的炭黑负荷可靠监测的工作。当压差传感器可靠时，可根据压差信号等输入量，使用压差法来获取准确的炭黑负载量。当压差传感器不可靠时，则采用炭黑模型来确定炭黑负荷量的增加值，并进行累积计算。

[0039] 如图2所示，为获取炭黑负载量的逻辑功能模块总图，包括压差信号获取模块203，压差信号获取模块203从压差传感器获得未经滤波的压差信号；所述压差信号获取模块203的输出端分别连接高通滤波器204和压差低通滤波模块210，高通滤波器204对压差信号进行高通滤波以获得高频噪声；所述高通滤波器204的输出端连接噪声能量平均值计算模块214，噪声能量平均值计算模块214用于计算得到平均噪声能量强度；所述噪声能量平均值计算模块214的输出端分别连接低通滤波带宽获取模块208和压差可靠性判定模块209，低通滤波带宽获取模块208的另一输入端连接炭黑模型计算模块215，炭黑模型计算模块215包括炭黑模型负荷增量值获取模块201和炭黑负荷量到压差的转换模块202，炭黑模型负荷增量值获取模块201用于获得模型估计得到的炭黑负荷增量，炭黑模型负荷增量值获取模块201的输出端连接炭黑负荷量到压差的转换模块202，炭黑负荷量到压差的转换模块202用于得到模型计算压差变化量；所述低通滤波带宽获取模块208使用平均噪声能量强度和模型计算压差变化量，查二维表格得到低通滤波带宽宽度；所述低通滤波带宽获取模块208的输出端连接压差低通滤波模块210，压差低通滤波模块210使用低通滤波带宽与未经滤波的压差信号对压差进行低通滤波，获得滤波后的压差信号，压差低通滤波模块210的输出端连接压差到炭黑负载量的转换模块213，压差到炭黑负载量的转换模块213的另一输入端连接灰分等效炭黑负荷信号，压差到炭黑负载量的转换模块213的输出端输出压差法计算获得到炭黑负载；所述灰分等效炭黑负荷信号由灰分等效炭黑负荷协调输出模块212的输出端输出，灰分等效炭黑负荷协调输出模块212的输入端连接压差法计算灰分等效炭黑负荷模块211。所述压差可靠性判定模块209的输出端连接压差到炭黑负载量的转换模块213以及输出炭黑模型计算使能信号至炭黑模型负荷增量值获取模块201。当压差可靠性判定模块209的压差可靠性判断通过后，压差到炭黑负载量的转换模块213使用滤波后的压差信号与灰分等效炭黑负荷求取根据压差法计算获得的炭黑负载量，以此作为主动再生的判断依据；当压差可靠性判定模块209压差可靠性判断不通过时，说明压差信号不可靠，只能使用炭黑模型计算炭黑负载，使用炭黑模型计算模块215估计得到炭黑模型负荷增量值、并累加获得炭黑模型计算负荷(图2中虚线输出)。

[0040] 再生控制过程中，首先从压差传感器获得未经滤波的压差信号，在高通滤波器204中对其进行高通滤波以获得其高频噪声，由于发动机压差真实信号与噪声信号的频带相差较大，因此可以在实验室环境中获取其真实信号的频带范围，以确认高通滤波器带宽。噪声能量平均值计算模块214包括$|u^2|$运算器205、累加器206和单位时间平均噪声能量计算器207，通过$|u^2|$运算器205、累加器206和单位时间平均噪声能量计算器207，使用改进后的ISE准则，来计算压差信号单位时间内的平均高频噪声能量值。计算公式如下所示：

[0041] $ISE_{\mathrm{mod}}=\frac{0.1}{T_{fw}}\int_{t-T_{fw}}^{t}(e(\tau)^{2}d\tau=S_{noise}$其中，$S_{noise}$即代表了平均噪声强度，此噪声强度基于一定时间$T_{fw}$(可标定)的累加值并求取平均获得，代表了单位时间内的噪声能量强度。经噪声能量平均值计算模块214计算得到的平均噪声能量强度，有两个作用，第一是输入到压差可靠性判定模块209，以判断压差信号是否噪声能量过大，使得压差法计算不可靠；第二，是作为输入之一，在低通滤波带宽获取模块208中求取自适应的低通滤波带宽，以便获得一个既不失真，噪声干扰又少的压差信号。低通滤波带宽获取模块208中的另一个输入是炭黑模型计算模块215计算得到的模型计算压差变化量，其可由炭黑模型负荷增量值获取模块201和炭黑负荷量到压差的转换模块202求取，其中在炭黑模型负荷增量值获取模块201中获得使用模型估计得到的炭黑负荷增量，并经过炭黑负荷量到压差的转换模块202完成炭黑负荷到压差的转换(此步骤是压差到炭黑负载量的转换模块213的反函数)，最终得到模型计算压差变化量。低通滤波带宽获取模块208中使用平均噪声能量强度与模型计算压差变化值，查二维表格来求取低通滤波带宽宽度，使得在不破坏压差信号变化趋势的前提下(由模型计算压差变化值作为真实压差信号的参考)，尽可能的滤除高频噪声(由高平均声能量强度作为噪声强度的参考)。低通滤波带宽二维表格可在实验室中标定完成，其标定准则为：当噪声能量大或炭黑负荷增加量小时，滤波带宽缩小，当噪声能量小或炭黑负荷增加量大时，滤波带宽放宽。也可首先将未经滤波的压差信号由压差到炭黑负载量的转换模块213进行压差到炭黑负载量的转换，获得未经滤波的炭黑负载量，然后再结合炭黑模型负荷增量值获取模块201使用模型估计得到的炭黑负荷增量，查二维表格来求取低通滤波带宽宽度。此两种方法均可达到同样的目的。在炭黑模型负荷增量值获取模块210中，使用低通滤波带宽与未经滤波的压差信号对压差进行低通滤波，可获得滤波后的压差信号，当压差可靠性判定模块209压差可靠性判断通过后，可使用滤波后的压差信号与灰分等效炭黑负荷用压差到炭黑负载量的转换模块213求取根据压差法计算获得的炭黑负载量，以此作为主动再生的判断依据。当压差可靠性判定模块209压差可靠性判断不通过时，说明压差信号不可靠，只能使用炭黑模型计算炭黑负载，流程转入炭黑模型负荷增量值获取模块201，使用模型估计得到炭黑负荷增量并累加获得炭黑模型计算的负载(虚线输出)。

[0042] 如图3所示，为压差可靠性判定模块209的逻辑功能框图。根据以下几个步骤判定：S304压差信号的噪声能量强度小于阈值、S303排气负荷量大于阈值、S302车速大于阈值、S301发动机转速大于阈值并且S305无故障标志置位，则步骤S306采用与逻辑，才能激活压差法计算炭黑负载使能标志。

[0043] 如图4所示，为压差到炭黑负载量的转换模块213的逻辑功能框图。首先，经步骤S401获取发动机进气流量，经步骤S404获得的滤波后的压差信号；然后经步骤S402，由发动机进气流量和滤波后的压差信号共同映射二维炭黑负载基本量表格获得炭黑负载基本量；步骤S405获得DPF内部温度，经步骤S407由DPF内部温度与滤波后的压差信号共同映射二维表可得到温度修正系数，温度修正系数与炭黑负载基本量相乘并经过步骤S403进行优化低通滤波后，可获得未去除灰分影响的微粒过滤器负荷，减去步骤S406获得的灰分等效炭黑负荷后，可得到根据压差法计算的炭黑负载量。

[0044] 如图5所示，为灰分等效炭黑负荷协调输出模块212的逻辑功能框图。非再生状态

下，可采用灰分模型估算累积的灰分负荷增量，并乘以灰分到炭黑的压差等效转换系数获取最终的等效的炭黑负荷量。具体包括以下步骤：

[0045] S501：获取燃油消耗量；

[0046] S502：获取燃油消耗阈值C_{Ash}；此阈值的确认公式如下所示：

[0047] $$C_{Ash}=\frac{0.1}{Z_{Oil/Fuel}\times Z_{Ash/Oil}\times \eta_{st}},$$

[0048] 其中，C_{Ash}为根据灰分产生原理在实验室中确定的增加一定的灰分累积量所消耗的燃油量；$Z_{Oil/Fuel}$为消耗燃油量将导致的机油消耗的效率，此消耗效率根据工况的不同小幅改变；$Z_{Ash/Oil}$为燃烧机油量将导致的灰分产生的效率，此产生效率根据机油品牌的不同变化；η_{st}为微粒过滤器捕获灰分的效率，此捕集效率根据微粒过滤器老化程度以及EGR率等参数小幅改变。由公式可知，灰分主要产生于机油的燃烧中，而产生一定量灰分所消耗的燃油消耗可由以上三个效率决定。当发动机配置确定后，C_{Ash}随之确定；

[0049] S503：使用燃油消耗累加器累加燃油消耗量，当燃油消耗量累加值大于C_{Ash}燃油消耗阈值时，说明产生了一定量的灰分，因此在S504中使用灰分累加器对灰分进行累加，获得灰分基本值(当更换或清洗DPF时，需要对灰分基本值进行清除)；

[0050] 然后经步骤S505：根据转速、负荷、排气温度、微粒过滤器老化程度，机油品牌以及EGR率等参数求取灰分估计修正系数来对灰分基本值进行修正，获得最终的灰分累加值；

[0051] 最终的灰分累加值经过灰分到炭黑的压差等效转换系数的转换，获得产生相同压差所需的等效炭黑负荷量；

[0052] 最后经步骤S506：将上述灰分模型估算得到的等效炭黑负荷量经修正值进行修正，得到灰分等效炭黑负荷量；所述修正值采用的是步骤S507获取的当再生结束且压差信号可靠时压差法计算的最新等效的炭黑负荷量，以此保证模型计算修正值的精确性。

[0053] 灰分到炭黑的压差等效转换系数由以下原理推论获得：根据达西定律(Darcys Law)，微粒过滤器压差可表示为如下公式：

[0054] $$\Delta P=\frac{\mu*v*w}{k}=\frac{\mu*(Q_{exh}/A)*w}{k}=\frac{\mu*Q_{exh}*w}{4kD_h x}=a*\mu*Q_{exh},$$

[0055] 其中，μ表示粘度系数，Q_{exh}为排气量，k表示壁透射率，w表示壁厚，D_h表示流动直径，x表示DPF通道的有效长度，A表示微粒过滤器有效截面积；其中可由公式$A=4D_h x$表示；a表示的是过滤器系数，可由公式$a=\frac{w}{4kD_h x}$获得。

[0056] 当微粒过滤器中拥有灰分和炭黑时，此两种物质均会对过滤器压差产生影响，因此过滤器内的压降可由三部分组成：$\Delta P=\Delta P_{炭黑}+\Delta P_{灰分}+\Delta P_0$，其中$\Delta P_0$是指当微粒过滤器为清洁时产生的固定压降，$\Delta P_{炭黑}$为由炭黑引起的DPF压降，而$\Delta P_{灰分}$为由灰分引起的DPF压降。由于灰分与炭黑的性质差异，导致了壁透射率等参数不同，最终使得其过滤器系数不同，因此，过滤器内的压降最终可表示为$\Delta P=(a_{炭黑}+a_{灰分})*\mu*Q_{exh}+\Delta P_0$，从此公式可以推导获得灰分到炭黑的压差等效转换系数为$a_{炭黑}/a_{灰分}$，灰分到炭黑的压差等效转换系数是一个常数，当发动机配置确定后，可通过实验室标定获得。使用灰分到炭黑的压差等效转换系数，可方便地把灰分负载转换为等效炭黑负载；最终在计算炭黑负载时，可使用此等效值来

去除灰分对微粒过滤器压差的影响。

[0057] 如图6所示，为再生完成且压差信号可靠时使用压差法对灰分等效炭黑负荷进行求取的逻辑功能框图。当满足S604压差信号的噪声能量强度小于阈值、S603排气流量大于阈值、S602车速大于阈值并且S605无故障标志置位时，说明压差传感器工作可靠，此时，如果是S601再生完成状态，那么在微粒过滤器中存在的只有灰分，ECU根据压差信号经步骤S606采用压差法计算得到的炭黑负载量即是灰分等效炭黑负荷。相对于模型计算灰分等效炭黑负荷来说，使用压差传感器测量得到的炭黑负荷量较为精准，因此，经步骤S607采用累加器求取再生结束后一段时间内的平均灰分等效炭黑负荷量，以作为步骤S506(再生完成对灰分累加器修正模块)的输入，对模型计算灰分等效炭黑负荷量进行修正，保证模型计算的精确性。

[0058] 本发明所述的微粒净化再生控制系统在压差传感器信号可靠时，采用微粒过滤器压差信号来推算炭黑的负荷量，即压差法；在压差信号不可靠时，采用基于负荷与转速的炭黑模型来确定炭黑负荷量的增加值，并进行累积计算，即累积法。

[0059] 确定压差是否可靠的方法是，通过高通滤波并使用误差积分(ISE)准则来计算获取压差信号的噪声能量强度，当压差噪声能量强度过大时认为压差信号不可靠。此方法的工作原理是，当排气系统中流体力学特性不稳定或是排气流量较小时，其压差信号中的噪声干扰信号相对于真实压差信号的强度必然增强，通过检测压差信号中噪声信号的能量强度，可以实时且准确的判断出压差信号可靠与否，与传统方法相比，此方法的使用，可满足压差可靠性检测的精确性要求与自适应性要求。

[0060] 即使在压差可靠时，计算得到的噪声能量，也可用于压差信号低通滤波中，例如，根据压差信号噪声与基于负荷与转速的炭黑模型确定的炭黑负荷量增加值，可以映射二维表并获取压差信号低通滤波带宽，其映射的总体原则是，当噪声能量大时，滤波带宽缩小，噪声能量小时，滤波带宽放宽；当炭黑模型累积量增加值大时滤波带宽放宽，炭黑模型累积量增加值小时滤波带宽缩小。

[0061] 根据压差法的要求，经过滤波后获得的压差信号将与排气温度以及排气量一起来构建炭黑模型，计算并获得微粒过滤器负载总量。最后，本发明还考虑了灰分变化对炭黑负荷量的影响，并公布了一种把灰分引起的压差变化换算为引起同等压差变化时等效的炭黑负荷量的方法，并在计算炭黑负荷量时，去除微粒过滤器负载总量中的灰分等效炭黑负荷量，以获得精确与可靠的炭黑负荷量。

[0062] 此灰分等效炭黑负荷方法的实现方式为：1)当再生结束后，且满足压差传感器可靠测量的条件时(可靠测量条件包括但不限于车速高于一定阈值或排气流量大于一定阈值或压差传感器噪声能量强度小于一定阈值)，记录一段时间内压差的均值，以此作为灰分引起的微粒过滤器压差变化量；记录根据灰分引起压差求取的炭黑负荷量输出的均值，作为灰分引起压差换算为引起相同压差时等效的炭黑负荷量。2)其它工况下，采用灰分模型估算累积的灰分负荷增量，并乘以灰分到炭黑的压差等效转换系数获取最终的等效的炭黑负荷量。灰分模型估算的修正值，采用的是再生结束后，且压差信号可靠时求取的等效的炭黑负荷量，以此保证模型计算修正值的精确性。灰分模型估算的灰分累加基本值，则可使用油耗累积量来获得，并根据转速、负荷、排气温度、微粒过滤器老化程度，机油品牌以及EGR率等参数求取修正系数来对基本值进行修正，最终获得灰分增加终值。

[0063] 本发明基于实时监测的噪声强度，其工作原理是，当排气系统中流体力学特性不稳定或是排气流量较小时，其压差信号中的噪声干扰信号相对于真实压差信号的强度必然增强，通过检测并计算压差信号中噪声信号的能量强度，可以实时且准确的判断出压差信号可靠与否，此方法的使用，满足了压差可靠性检测的精确性要求与自适应性要求。即使在压差可靠时，计算得到的噪声能量，也可用于压差信号低通滤波中，例如，根据压差信号噪声与基于负荷与转速的炭黑模型确定的炭黑负荷量增加值，可以映射二维表并获取压差信号低通滤波带宽，其映射的总体原则是，当噪声能量大时，滤波带宽缩小，噪声能量小时，滤波带宽放宽；当炭黑模型累积量增加值大时滤波带宽放宽，炭黑模型累积量增加值小时滤波带宽缩小。

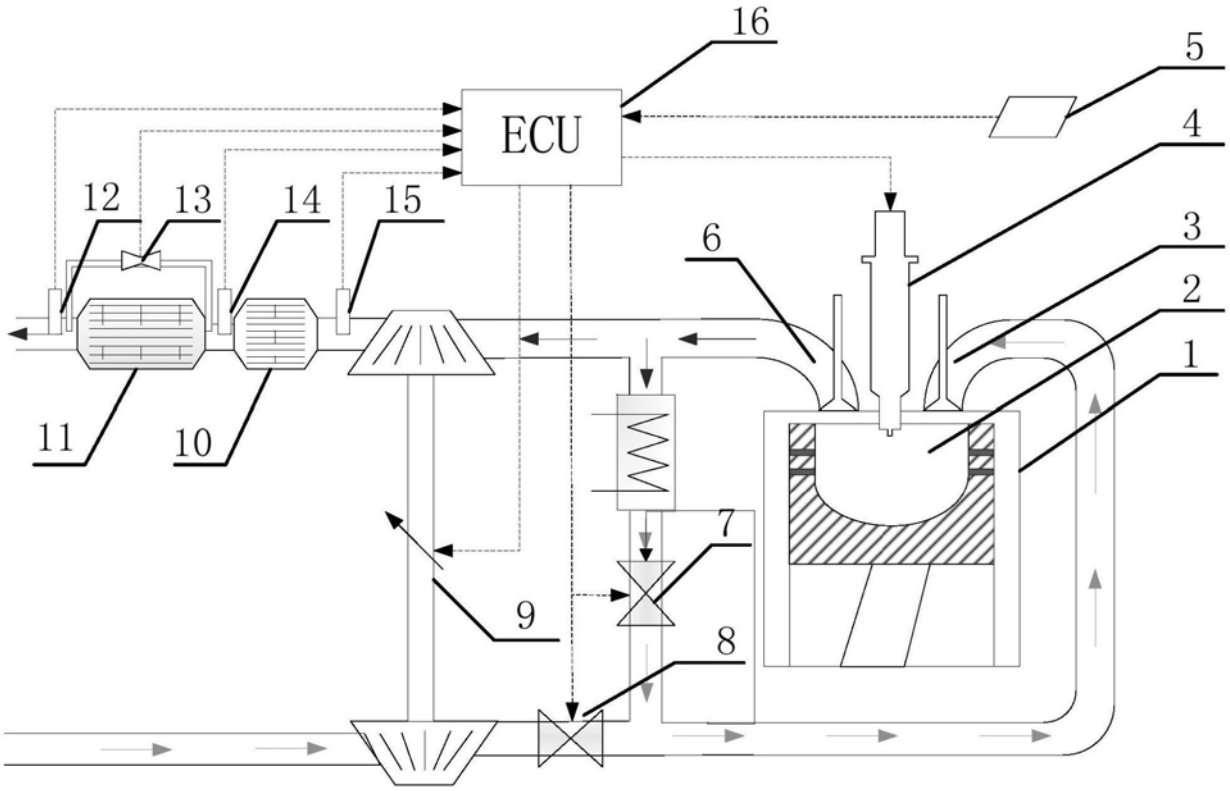

ECU
16
5
4
3
2
1
12
13
14
15
6
11
10
7
9
8

图1

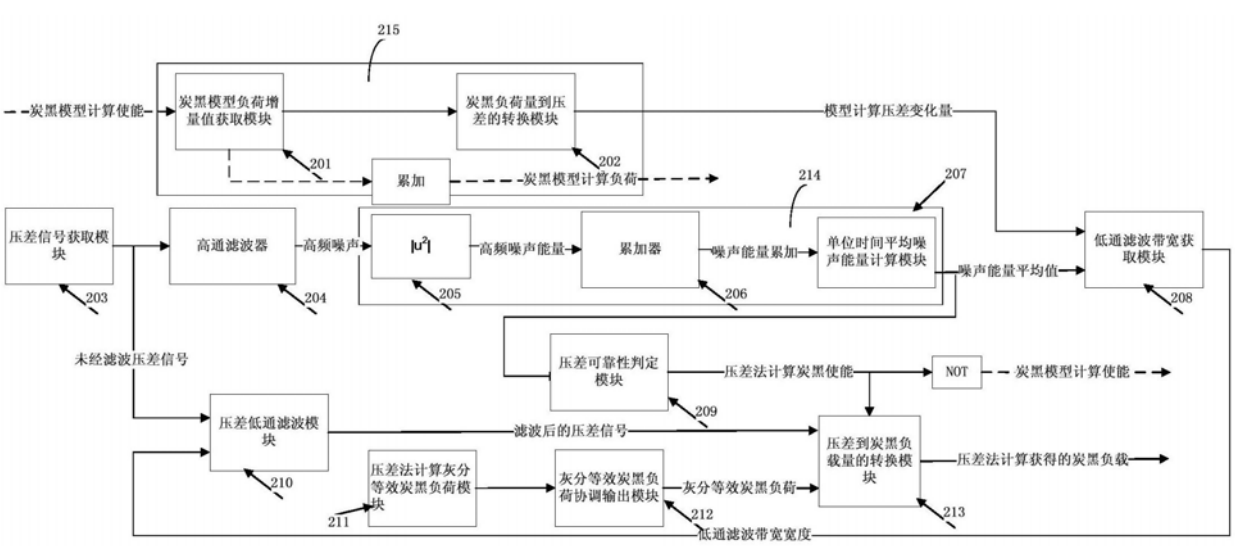

215
炭黑模型计算使能
炭黑模型负荷增量值获取模块
炭黑负荷量到压差的转换模块
模型计算压差变化量
201
累加
202
炭黑模型计算负荷
214
207
压差信号获取模块
高通滤波器
高频噪声
$|u^2|$
高频噪声能量
累加器
噪声能量累加
单位时间平均噪声能量计算模块
噪声能量平均值
低通滤波带宽获取模块
203
204
205
206
208
未经滤波压差信号
压差可靠性判定模块
压差法计算炭黑使能
NOT
炭黑模型计算使能
209
压差低通滤波模块
滤波后的压差信号
压差到炭黑负载量的转换模块
压差法计算获得的炭黑负载
210
压差法计算灰分等效炭黑负荷模块
灰分等效炭黑负荷协调输出模块
灰分等效炭黑负荷
211
212
213
低通滤波带宽宽度

图2

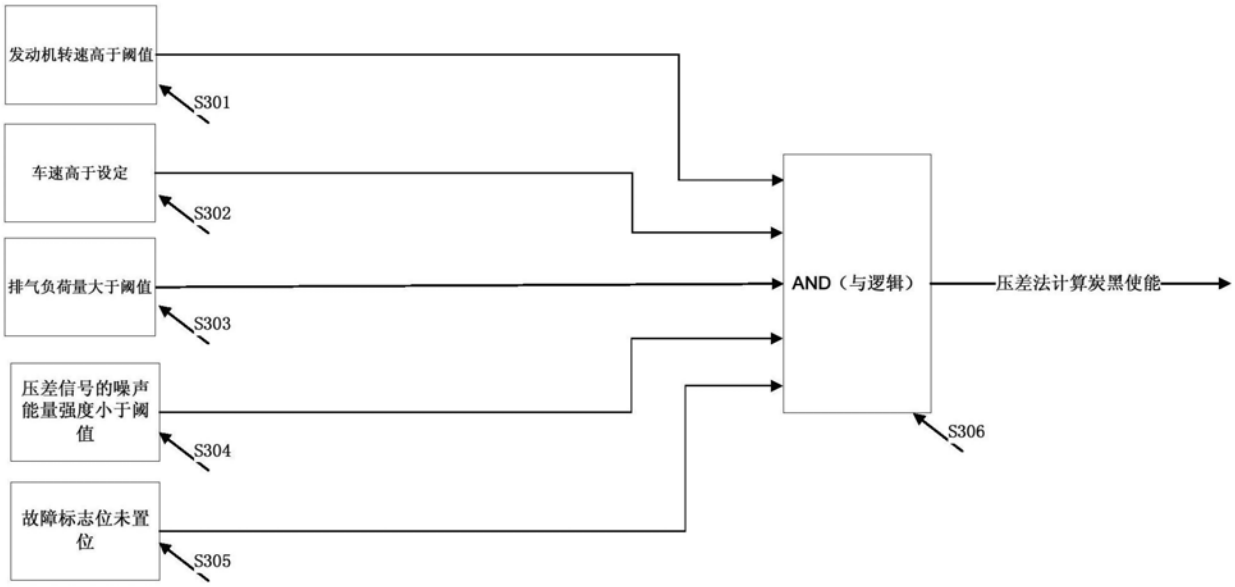

发动机转速高于阈值
S301
车速高于设定
S302
排气负荷量大于阈值
S303
压差信号的噪声能量强度小于阈值
S304
故障标志位未置位
S305
AND（与逻辑）
S306
压差法计算炭黑使能

图3

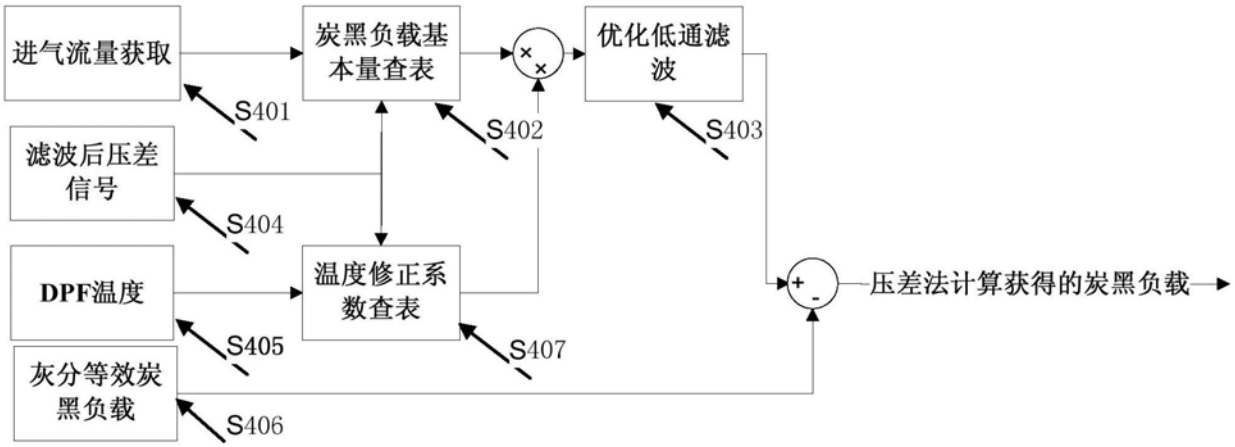

进气流量获取
S401
炭黑负载基本量查表
S402
优化低通滤波
S403
滤波后压差信号
S404
DPF温度
S405
温度修正系数查表
S407
灰分等效炭黑负载
S406
压差法计算获得的炭黑负载

图4

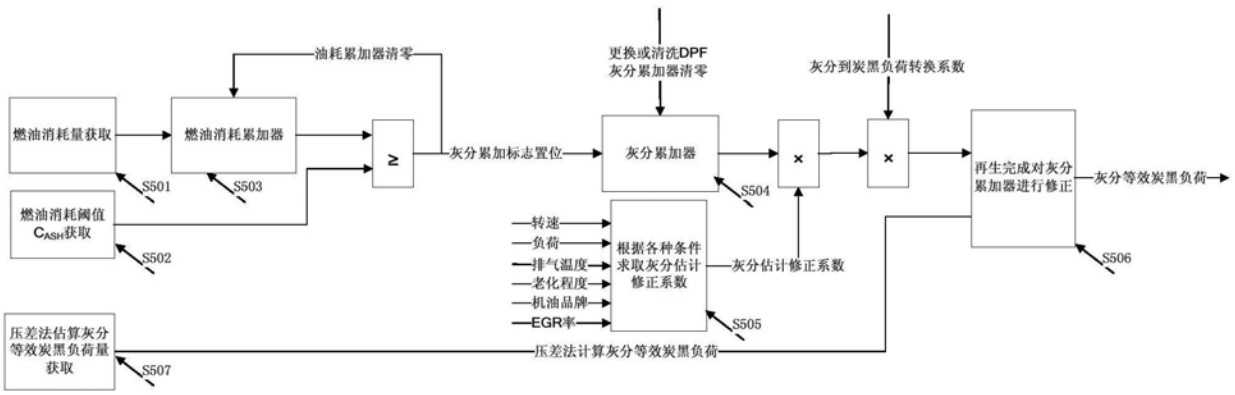

油耗累加器清零
更换或清洗DPF灰分累加器清零
灰分到炭黑负荷转换系数
燃油消耗量获取
S501
燃油消耗累加器
S503
≥
灰分累加标志置位
灰分累加器
S504
燃油消耗阈值 C_{ASH}获取
S502
转速
负荷
排气温度
老化程度
机油品牌
EGR率
根据各种条件求取灰分估计修正系数
S505
灰分估计修正系数
再生完成对灰分累加器进行修正
S506
灰分等效炭黑负荷
压差法估算灰分等效炭黑负荷量获取
S507
压差法计算灰分等效炭黑负荷

图5

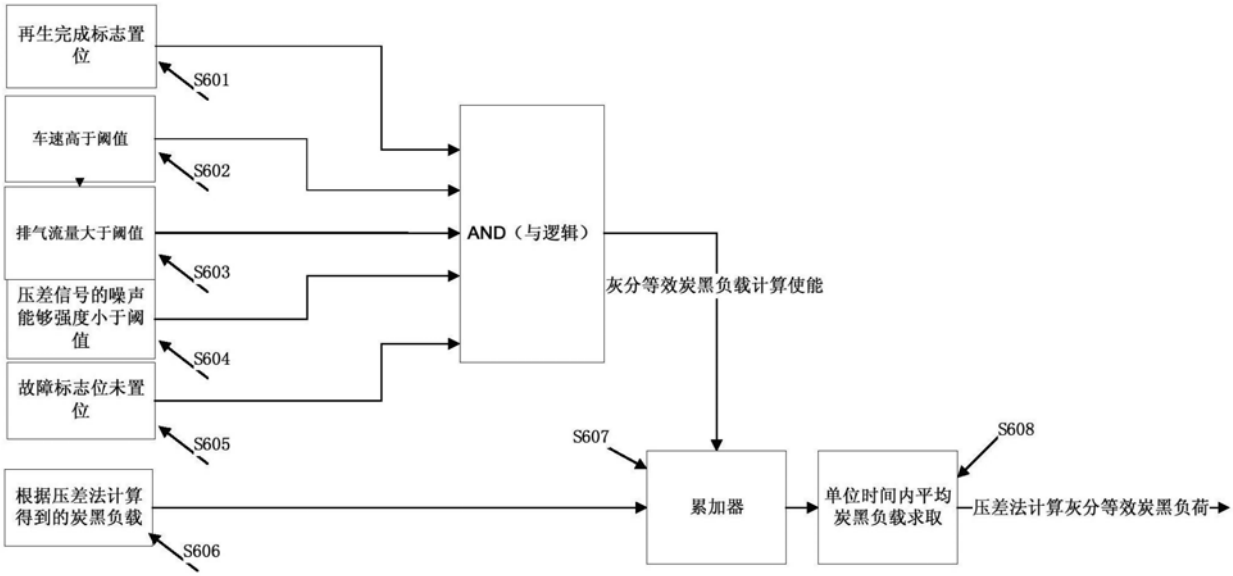

再生完成标志置位
S601
车速高于阈值
S602
排气流量大于阈值
S603
压差信号的噪声能够强度小于阈值
S604
故障标志位未置位
S605
根据压差法计算得到的炭黑负载
S606
AND（与逻辑）
灰分等效炭黑负载计算使能
S607
累加器
S608
单位时间内平均炭黑负载求取
压差法计算灰分等效炭黑负荷

图6