



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103850852 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 11

(21) 申请号 201210508728. 6

(22) 申请日 2012. 12. 03

(71) 申请人 上海汽车集团股份有限公司

地址 201203 上海市张江高科技园区松涛路
563 号 1 号楼 509 室

(72) 发明人 范钱旺 尹琪 李元平

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公
司 72001

代理人 方世栋 王忠忠

(51) Int. Cl.

F02P 5/145(2006. 01)

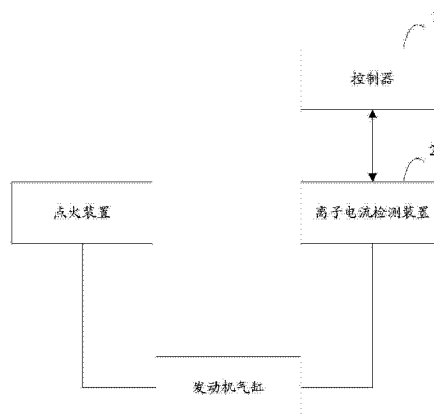
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

用于检测发动机早燃的系统及方法

(57) 摘要

本发明提出了用于检测发动机早燃的系统及方法,所述方法包括下列步骤:检测发动机气缸内的离子电流信号;计算和标定早燃离子电流判断阈值,并计算离子电流积分信号,以及基于所述离子电流积分信号判断当前燃烧循环是否发生早燃,以便能够基于判断结果调整和优化下一燃烧循环的工作参数。本发明所公开的用于检测发动机早燃的系统及方法成本较低并可实际应用于车辆中。



1. 一种用于检测发动机早燃的系统,所述用于检测发动机早燃的系统包括:

离子电流检测装置,所述离子电流检测装置检测发动机气缸内的离子电流信号,并将检测到的离子电流信号传送到控制器;

控制器,所述控制器基于所述离子电流信号计算其积分信号值,并基于该积分信号值判断当前燃烧循环是否发生早燃,以便能够基于判断结果调整和优化下一燃烧循环的工作参数。

2. 根据权利要求1所述的用于检测发动机早燃的系统,其特征在于,所述控制器以如下方式判断当前燃烧循环是否发生早燃:基于所述离子电流信号计算离子电流积分值;将计算所得的离子电流积分值与标定预设的早燃阈值相比较;如果所述离子电流积分值大于所述早燃阈值,则判断结果为“发生早燃”,而如果所述离子电流积分值小于等于所述早燃阈值,则判断结果为“正常燃烧”。

3. 根据权利要求2所述的用于检测发动机早燃的系统,其特征在于,所述早燃阈值由如下公式确定: $U_{\text{Pre-ignition}} = (1 + \kappa) \Delta S \times K$,

其中, $U_{\text{Pre-ignition}}$ 是早燃阈值、 κ 是修正系数、 ΔS 是点火蓄能信号积分面积、 K 是比例系数。

4. 根据权利要求3所述的用于检测发动机早燃的系统,其特征在于,通过试验标定的方式获得并设定所述早燃阈值,并且其值被限定在0~5V或0~10V的范围内。

5. 根据权利要求4所述的用于检测发动机早燃的系统,其特征在于,所述控制器以如下公式计算所述离子电流积分值:

$$U = K \cdot \int_{\theta_1}^{\theta_2} U_i d\theta$$

其中, U 是离子电流积分值、 U_i 是第*i*度曲轴转角下的离子电流信号、 θ_1 是积分始点,其为点火时刻前若干曲轴转角的某一时刻、 θ_2 是积分终点,其为点火时刻对应的曲轴转角、 K 是比例系数。

6. 根据权利要求5所述的用于检测发动机早燃的系统,其特征在于,所述离子电流积分区间被选择在点火时刻为积分终点之前20~40° CA的范围内。

7. 根据权利要求6所述的用于检测发动机早燃的系统,其特征在于,所述离子电流检测装置进一步用于对获取的原始离子电流信号执行滤波、整形、反相和限幅操作,并将经处理的离子电流信号传送到所述控制器。

8. 一种用于检测发动机早燃的方法,所述用于检测发动机早燃的方法包括下列步骤:

(A1) 离子电流检测装置检测发动机气缸内的离子电流信号,并将检测到的离子电流信号传送到控制器;

(A2) 所述控制器基于所述离子电流信号判断当前燃烧循环是否发生早燃,以便能够基于判断结果调整和优化下一燃烧循环的工作参数。

用于检测发动机早燃的系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及检测系统及方法,更具体地,涉及用于检测发动机早燃的系统及方法。

背景技术

[0002] 众所周知,直喷汽油机与进气道喷射汽油机主要的不同之处在于燃油喷射的位置不同。这种燃油喷射位置的不同导致了燃烧、排放以及响应特性等的变化。相对于传统的进气道燃油喷射汽油机(PFI)而言,缸内直喷汽油机(GDI)具有显著的优越性。随着环境污染与能源匮乏等因素所迫,小型化、增压以及直喷技术是节能减排发动机的主要发展方向之一。然而,根据已有研究结果可知,属于非正常燃烧的早燃(Pre-ignition)现象是抑制小型化增压直喷汽油发展的主要瓶颈之一。早燃现象主要有如下特征:早燃发生于点火之前;初期燃烧速度缓慢;燃烧速度陡然增大,导致超级爆震;随机发生;早燃发生位置不确定性,由于上述特征,其会导致如下危害:损坏发动机。

[0003] 由此,为了解决和避免发动机中发生的早燃现象,首先需要准确地检测与确定早燃的发生。现有的检测早燃现象的主要手段是采用缸内压力传感器或者光学摄影技术。然而,上述两种手段存在如下问题:成本较高,因而仅能应用在实验研究中。

[0004] 因此,存在如下需求:提供成本较低并可实际应用于车辆中的用于检测发动机早燃的系统及方法。

发明内容

[0005] 为了解决上述现有技术方案所存在的问题,本发明提出了成本较低并可实际应用于车辆中的用于检测发动机早燃的系统及方法。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0007] 一种用于检测发动机早燃的系统,所述用于检测发动机早燃的系统包括:

[0008] 离子电流检测装置,所述离子电流检测装置检测发动机气缸内的离子电流信号,并将检测到的离子电流信号传送到控制器;

[0009] 控制器,所述控制器基于所述离子电流信号判断当前燃烧循环是否发生早燃,以便能够基于判断结果调整和优化下一燃烧循环的工作参数。

[0010] 在上面所公开的方案中,优选地,所述控制器以如下方式判断当前燃烧循环是否发生早燃:基于所述离子电流信号计算离子电流积分值;将计算出的离子电流积分值与预设的早燃阈值相比较;如果所述离子电流积分值大于所述早燃阈值,则判断结果为“发生早燃”,而如果所述离子电流积分值小于等于所述早燃阈值,则判断结果为“正常燃烧”。

[0011] 在上面所公开的方案中,优选地,所述早燃阈值由如下公式确定: $U_{\text{Pre-ignition}} = (1 + \kappa) \Delta S \times K$,

[0012] 其中, $U_{\text{Pre-ignition}}$ 是早燃阈值、 κ 是修正系数、 ΔS 是点火蓄能信号积分面积、 K 是比例系数。

[0013] 在上面所公开的方案中,优选地,通过试验标定的方式获得并设定所述早燃阈值,

并且其值被限定在 0-5V 或 0~10V 的范围内。

[0014] 在上面所公开的方案中,优选地,所述控制器以如下公式计算所述离子电流积分值:

$$[0015] \quad U = K \cdot \int_{\theta_1}^{\theta_2} U_i d\theta$$

[0016] 其中,U 是离子电流积分值、 U_i 是第 i 度曲轴转角下的离子电流信号、 θ_1 是积分始点,其为点火时刻前若干曲轴转角的某一时刻、 θ_2 是积分终点,其为点火时刻对应的曲轴转角、K 是比例系数。

[0017] 在上面所公开的方案中,优选地,所述离子电流积分区间被选择在点火时刻为积分终点之前 20-40° CA 的范围内。

[0018] 在上面所公开的方案中,优选地,所述离子电流检测装置进一步用于对获取的原始离子电流信号执行滤波、整形、反相和限幅操作,并将经处理的离子电流信号传送到所述控制器。

[0019] 本发明的目的也可以通过以下技术方案实现:

[0020] 一种用于检测发动机早燃的方法,所述用于检测发动机早燃的方法包括下列步骤:

[0021] (A1) 离子电流检测装置检测发动机气缸内的离子电流信号,并将检测到的离子电流信号传送到控制器;

[0022] (A2) 所述控制器基于所述离子电流信号判断当前燃烧循环是否发生早燃,以便能够基于判断结果调整和优化下一燃烧循环的工作参数。

[0023] 本发明所公开的用于检测发动机早燃的系统及方法具有以下优点:(1) 成本较低;(2) 可实际应用于车辆中以降低发动机损坏的可能性。

附图说明

[0024] 结合附图,本发明的技术特征以及优点将会被本领域技术人员更好地理解,其中:

[0025] 图 1 是根据本发明的实施例的用于检测发动机早燃的系统的示意性结构图;

[0026] 图 2 是根据本发明的实施例的离子电流检测装置的示意性电路图;

[0027] 图 3 是根据本发明的实施例的用于检测发动机早燃的方法的流程图。

具体实施方式

[0028] 图 1 是根据本发明的实施例的用于检测发动机早燃的系统的示意性结构图。如图 1 所示,本发明所公开的用于检测发动机早燃的系统包括离子电流检测装置 2 和控制器 1 (例如 ECU)。其中,所述离子电流检测装置 2 检测发动机气缸内的离子电流信号,并将检测到的离子电流信号传送到控制器 1,所述控制器 1 基于所述离子电流信号判断当前燃烧循环是否发生早燃,以便能够基于判断结果调整和优化下一燃烧循环的工作参数。

[0029] 优选地,在本发明所公开的用于检测发动机早燃的系统中,所述控制器 1 以如下方式判断当前燃烧循环是否发生早燃:基于所述离子电流信号计算离子电流积分值;将计算出的离子电流积分值与预设的早燃阈值相比较;如果所述离子电流积分值大于所述早燃

阈值,则判断结果为“发生早燃”,而如果所述离子电流积分值小于等于所述早燃阈值,则判断结果为“正常燃烧”。

[0030] 优选地,在本发明所公开的用于检测发动机早燃的系统中,所述早燃阈值由如下公式确定: $U_{\text{Pre-ignition}} = (1 + \kappa) \Delta S \times K$,其中, $U_{\text{Pre-ignition}}$ 是早燃阈值、 κ 是修正系数(优选地,其取值范围为0~1)、 ΔS 是点火蓄能信号积分面积; K 为比例系数。

[0031] 优选地,在本发明所公开的用于检测发动机早燃的系统中,通过试验标定的方式获得并设定所述早燃阈值(考虑火花塞特性及其他发动机工作边界条件的波动等影响因素),并且其值被限定在0~5V或0~10V的范围内。

[0032] 优选地,在本发明所公开的用于检测发动机早燃的系统中,所述控制器2以如下公式计算所述离子电流积分值:

$$[0033] \quad U = K \cdot \int_{\theta_1}^{\theta_2} U_i d\theta$$

[0034] 其中, U 是离子电流积分值、 U_i 是第*i*度曲轴转角下的离子电流信号、 θ_1 是积分始点,其为点火时刻前若干曲轴转角的某一时刻、 θ_2 是积分终点,其为点火时刻对应的曲轴转角、 K 是比例系数(用于使离子电流积分值被限定在0~5V或0~10V的范围内)。

[0035] 优选地,在本发明所公开的用于检测发动机早燃的系统中,所述离子电流积分区间被选择在点火时刻为积分终点之前20~40°CA的范围内。

[0036] 图2是根据本发明的实施例的离子电流检测装置的示意性电路图。如图2所示,示例性地,本发明所公开的用于检测发动机早燃的系统中的离子电流检测装置包括电容、瞬态抑制二极管、检测电阻、电压跟随器以及火花塞。其中,所述瞬态抑制二极管的正极连接到点火线圈,负极连接到所述检测电阻和所述电压跟随器,并且与电容并联连接。所述离子电流检测装置的基本工作原理如下:在火花塞点火放电阶段,放电电流给所述电容充电,充电电压由所述瞬态抑制二极管限制;火花塞放电结束后,所述电容即储存能量而成为偏置电源,如果气缸内发生燃烧,则气缸内自由离子在偏置电压(储能电容)作用下发生定向移动,并在点火线圈次级侧、所述火花塞和检测电阻等形成的电路(即回路)中产生电流;通过测量检测电阻两侧的电压即可确定离子电流信号。通常,气缸内燃油混合气未燃烧时,离子电流信号为零,则其积分值也应该为零,而如果气缸内发生燃烧时,则离子电流积分值不再为零,由此可以采用离子电流积分值作为判断早燃的反馈信号。

[0037] 优选地,在本发明所公开的用于检测发动机早燃的系统中,所述离子电流检测装置2进一步用于对获取的原始离子电流信号执行滤波、整形、反相和限幅操作,并将经处理的离子电流信号传送到所述控制器1。

[0038] 由上可见,本发明所公开的用于检测发动机早燃的系统具有如下优点:(1)成本较低;(2)可实际应用于车辆中以降低发动机损坏的可能性。

[0039] 图3是根据本发明的实施例的用于检测发动机早燃的方法的流程图。如图3所示,本发明所公开的用于检测发动机早燃的方法包括下列步骤:(A1)离子电流检测装置检测发动机气缸内的离子电流信号,并将检测到的离子电流信号传送到控制器(例如ECU);(A2)所述控制器基于所述离子电流信号判断当前燃烧循环是否发生早燃,以便能够基于判断结果调整和优化下一燃烧循环的工作参数。

[0040] 优选地,在本发明所公开的用于检测发动机早燃的方法中,所述步骤(A2)进一步

包括：所述控制器以如下方式判断当前燃烧循环是否发生早燃：基于所述离子电流信号计算离子电流积分值；将计算出的离子电流积分值与预设的早燃阈值相比较；如果所述离子电流积分值大于所述早燃阈值，则判断结果为“发生早燃”，而如果所述离子电流积分值小于等于所述早燃阈值，则判断结果为“正常燃烧”。

[0041] 优选地，在本发明所公开的用于检测发动机早燃的方法中，所述早燃阈值由如下公式确定： $U_{\text{Pre-ignition}} = (1 + \kappa) \Delta S \times K$ ，其中， $U_{\text{Pre-ignition}}$ 是早燃阈值、 κ 是修正系数（优选地，其取值范围为 0~1）、 ΔS 是点火蓄能信号积分面积； K 为比例系数。

[0042] 优选地，在本发明所公开的用于检测发动机早燃的方法中，所述步骤（A2）进一步包括：通过试验标定的方式获得并设定所述早燃阈值（考虑火花塞特性及其他发动机工作边界条件的波动等影响因素），并且其值被限定在 0~5V 或 0~10V 的范围内。

[0043] 优选地，在本发明所公开的用于检测发动机早燃的方法中，所述步骤（A2）进一步包括：所述控制器以如下公式计算所述离子电流积分值：

$$[0044] \quad U = K \cdot \int_{\theta_1}^{\theta_2} U_i d\theta$$

[0045] 其中， U 是离子电流积分值、 U_i 是第 i 度曲轴转角下的离子电流信号、 θ_1 是积分始点，其为点火时刻前若干曲轴转角的某一时刻、 θ_2 是积分终点，其为点火时刻对应的曲轴转角、 K 是比例系数（用于使离子电流积分值被限定在 0~5V 或 0~10V 的范围内）。

[0046] 优选地，在本发明所公开的用于检测发动机早燃的方法中，所述离子电流积分区间被选择在点火时刻为积分终点之前 20~40° CA 的范围内。

[0047] 示例性地，在本发明所公开的用于检测发动机早燃的方法中，所述离子电流检测装置包括电容、瞬态抑制二极管、检测电阻、电压跟随器以及火花塞。其中，所述瞬态抑制二极管的正极连接到点火线圈，负极连接到所述检测电阻和所述电压跟随器，并且与电容并联连接。所述离子电流检测装置的基本工作原理如下：在火花塞点火放电阶段，放电电流给所述电容充电，充电电压由所述瞬态抑制二极管限制；火花塞放电结束后，所述电容即储存能量而成为偏置电源，如果气缸内发生燃烧，则气缸内自由离子在偏置电压（储能电容）作用下发生定向移动，并在点火线圈次级侧、所述火花塞和检测电阻等形成的电路（即回路）中产生电流；通过测量检测电阻两侧的电压即可确定离子电流信号。通常，气缸内燃油混合气未燃烧时，离子电流信号为零，则其积分值也应该为零，而如果气缸内发生燃烧时，则离子电流积分值不再为零，由此可以采用离子电流积分值作为判断早燃的反馈信号。

[0048] 优选地，在本发明所公开的用于检测发动机早燃的方法中，所述步骤（A1）进一步包括：所述离子电流检测装置对获取的原始离子电流信号执行滤波、整形、反相和限幅操作，并将经处理的离子电流信号传送到所述控制器。

[0049] 由上可见，本发明所公开的用于检测发动机早燃的方法具有如下优点：（1）成本较低；（2）可实际应用于车辆中以降低发动机损坏的可能性。

[0050] 尽管本发明是通过上述的优选实施方式进行的描述，但是其实现形式并不局限于上述的实施方式。应该认识到：在不脱离本发明主旨和范围的情况下，本领域技术人员可以对本发明做出不同的变化和修改。

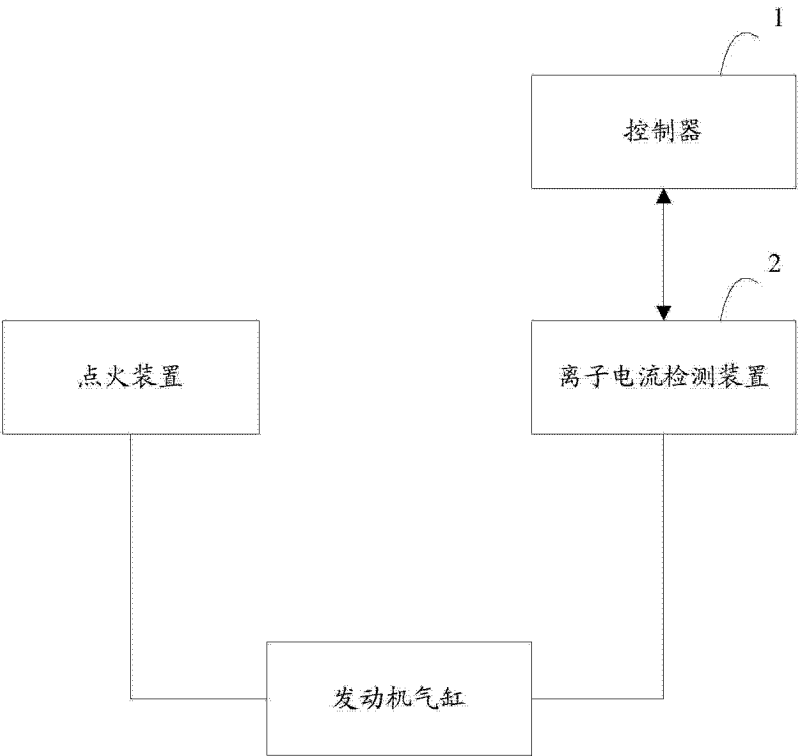


图 1

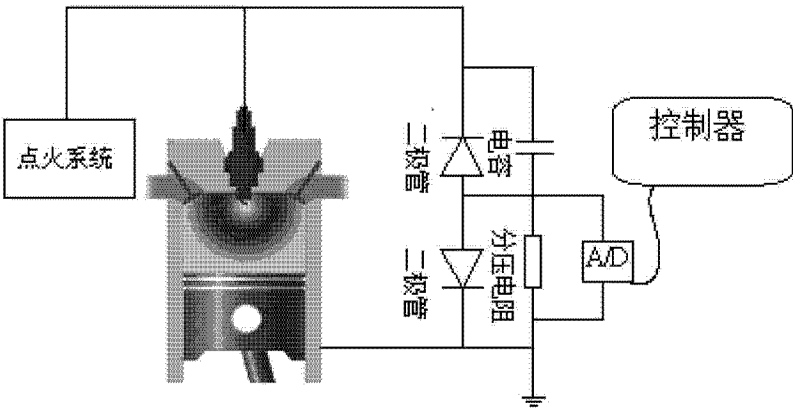


图 2

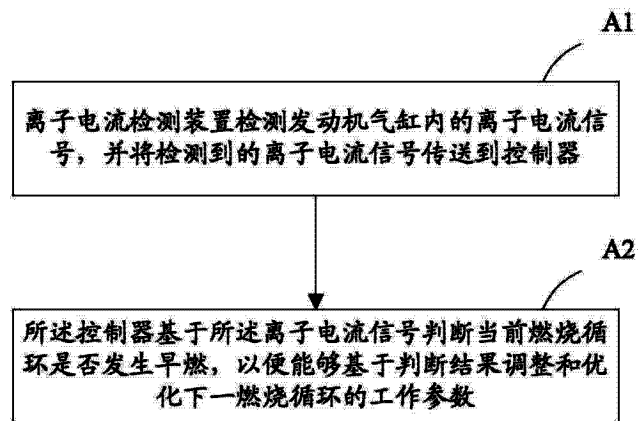


图 3