



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102230426 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 02

(21) 申请号 201110128141. 8

F01N 11/00(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 05. 18

(71) 申请人 联合汽车电子有限公司

地址 201206 上海市浦东新区榕桥路 555 号

(72) 发明人 张光辉 谢悦孝 程钦 方芳

戴正兴 刘朝永 赵晖 张顺海

王志伟 刘曦东

(74) 专利代理机构 上海浦一知识产权代理有限公司 31211

代理人 丁纪铁

(51) Int. Cl.

F02D 41/30(2006. 01)

F02D 41/22(2006. 01)

F02D 41/14(2006. 01)

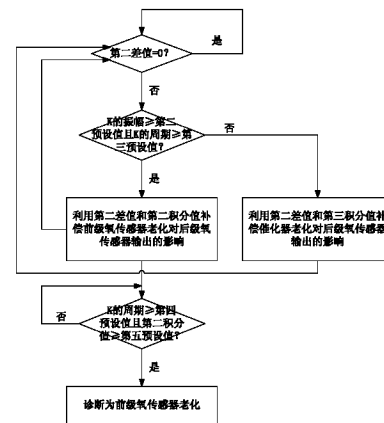
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

氧传感器的故障诊断及补偿方法

(57) 摘要

本发明公开了一种氧传感器的故障诊断和补偿方法,该方法计算第二差值时充分考虑到催化剂老化对后氧信号的影响,设置了催化剂老化修正值。该方法对第二差值进行积分时,划分为两个不同的积分时间段。在第一个积分时间段对第二差值积分得到第二积分值,在第二个积分时间段对第二差值积分得到第三积分值,分别用于补偿前级氧传感器老化和催化剂老化对后氧信号的影响。该方法还引入了第三差值,利用第三差值和第二积分值综合判断前级氧传感器是否发生老化故障。本发明可以保证前级氧传感器的老化诊断更为准确可靠。并且本发明所述方法可以根据引发结果失真的不同因素对后氧信号进行更精确的补偿。



1. 一种氧传感器的故障诊断和补偿方法,其特征是,包括如下步骤:

第 1 步,实时计算第二差值并判断第二差值是否为零;

如果是则重复第 1 步;

如果否则进入第 2 步;

所述第二差值=后氧信号的实际输出值-(后氧信号的期望输出值+催化器老化修正值);

所述后氧信号的期望输出值是通过可燃混合气的浓度和催化器的转换效率计算得到的后级氧传感器应该输出的数值;

所述催化器老化修正值是这样取得的:在前级氧传感器和后级氧传感器始终保持在正常状态的测试环境中,单独考虑催化器老化对后氧信号输出的影响,随着催化器的老化,实时计算催化器老化修正值=后氧信号的实际输出值-后氧信号的期望输出值,并建立催化器老化修正值与后氧信号的期望输出值的振幅之间的对应关系;在应用环境中,根据当前后氧信号的期望输出值的振幅从所述对应关系中得到当前的催化器老化修正值;

第 2 步,判断 ECU 向喷油器发出的控制信号即闭环控制因子的振幅是否大于第二预设值、且该闭环控制因子的周期是否大于第三预设值;

如果两项均为是则进入第 3 步;

如果有至少一项为否则进入第 4 步;

所述第二预设值,第三预设值是这样取得的:在催化器和后级氧传感器始终保持在正常状态的测试环境中,单独模拟前级氧传感器老化,即人为增大前氧信号的周期,并实时监控车辆的尾气排放;随着前氧信号的周期增大,闭环控制因子的周期和振幅也随之增大;当尾气排放刚刚超过标准时,此时对应的闭环控制因子的振幅就作为第二预设值,此时对应的闭环控制因子的周期就作为第三预设值;

第 3 步,将第二差值通过积分器得到第二积分值,将第二差值和第二积分值反馈给 ECU, ECU 通过调整喷油器的喷油量来改变发动机中可燃混合气的浓度,最终使后氧信号的实际输出值朝着减小第二差值的绝对值的方向改变;然后回到第 1 步且进入第 5 步;

第 4 步,将第二差值通过积分器得到第三积分值,将第二差值和第三积分值反馈给 ECU, ECU 通过调整喷油器的喷油量来改变发动机中可燃混合气的浓度,最终使后氧信号的实际输出值朝着减小第二差值的绝对值的方向改变;然后回到第 1 步;

第 5 步,实时计算第三差值并判断第三差值是否 \geq 第四预设值、且第二积分值是否 \geq 第五预设值;

如果两项均为是则诊断为前级氧传感器发生老化故障;

如果有至少一项为否则重复该第 5 步;

所述第三差值=闭环控制因子的当前周期-闭环控制因子在正常状态下的周期;

所述第四预设值是这样取得的:在测试环境下实时计算第三差值并监控车辆的尾气排放;随着第三差值人为地不断增大,当尾气排放刚刚超过标准时,此时对应的第三差值就作为第四预设值;

所述第五预设值是这样取得的:在测试环境下人为增大闭环控制因子的周期并实时计算第二积分值并监控车辆的尾气排放;当尾气排放刚刚超过标准时,此时对应的第二积分值就作为第五预设值。

2. 根据权利要求 1 所述的氧传感器的故障诊断和补偿方法,其特征是,所述方法第 3 步中,当第二差值为负值时,ECU 调整闭环控制因子让喷油器多喷一些油,多喷的油量由第二积分值所决定;使得发动机中可燃混合气的浓度变浓,最终使后氧信号的实际输出值变大;

当第二差值为正值时,ECU 调整闭环控制因子让喷油器少喷一些油,少喷的油量由第二积分值所决定;使得发动机中可燃混合气的浓度变淡,最终使后氧信号的实际输出值变小。

3. 根据权利要求 1 所述的氧传感器的故障诊断和补偿方法,其特征是,所述方法第 4 步中,当第二差值为负值时,ECU 调整闭环控制因子让喷油器多喷一些油,多喷的油量由第三积分值所决定;使得发动机中可燃混合气的浓度变浓,最终使后氧信号的实际输出值变大;

当第二差值为正值时,ECU 调整闭环控制因子让喷油器少喷一些油,少喷的油量由第三积分值所决定;使得发动机中可燃混合气的浓度变淡,最终使后氧信号的实际输出值变小。

氧传感器的故障诊断及补偿方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种汽车发动机的电子燃油喷射 (EFI, electronic fuel injection) 系统。

背景技术

[0002] 汽车发动机的 EFI 系统一般由 ECU (电控单元, electronic control unit)、喷油管路和传感器组三大部分组成。该系统以 ECU 为控制中心, 利用安装在发动机不同部位上的各种传感器, 测得发动机的各种运行参数 (温度、可燃混合气浓度、空气流量和压力、曲轴转速等), 按照在 ECU 中预存的控制程序, 精确地控制喷油器的喷油量, 使发动机在各种工况下都能获得最佳空燃比的可燃混合气 (combustible mixture, explosive mixture)。

[0003] 发动机中的可燃混合气浓度常以空燃比 (air-fuel ratio) α 或过量空气系数 (excess air ratio) λ 来表示。空燃比 α 是指可燃混合气中所含空气质量与燃油质量的比值。1kg 汽油完全燃烧时所需的最低的空气量约为 14.7kg, 因此汽油的理论空燃比为 14.7。过量空气系数 λ 是指燃烧 1 千克燃料所实际供给的空气质量与完全燃烧 1 千克燃料所需的理论空气质量的比值。空燃比 α 与过量空气系数 λ 可以相互换算得到, 例如可燃混合气的 $\lambda = 1$ 时, 对应于其空燃比 α 为理论空燃比。

[0004] 请参阅图 1, 这是 EFI 系统的简化示意图, 其中。ECU10、喷油器 30 和前级氧传感器 91 这三者构成了燃油喷射的闭环控制。前级氧传感器 91 向 ECU10 发出电信号 (称为前氧信号) U_s 报告排气中的氧含量, 该指标可反映出发动机 20 中可燃混合气的浓度是浓或是淡。ECU10 据此向喷油器 30 发出闭环控制因子 K 对喷油时间 (喷油量) 进行修正, 向理论空燃比的方向调整发动机 20 中的可燃混合气浓度。这种燃油喷射的闭环控制能确保汽车发动机始终在较理想的工况下运行, 从而具有较好的动力性能并省油。

[0005] 图 1 所示的 EFI 系统中, 前级氧传感器 91、催化器 92 和后级氧传感器 93 按照发动机排气方向前后布置在发动机排气管道上。前级氧传感器 91 向 ECU10 发出前氧信号 U_s 报告未净化尾气中的氧含量, 该指标可反映出发动机 20 中可燃混合气的浓度是浓或是淡。催化器 92 是安装在汽车排气管中的净化装置。以三元催化器为例, 它是利用催化剂的作用将汽车尾气中的一氧化碳 (CO)、碳氢化合物 (HC) 和氮氧化物 (NO_x , x 为自然数) 等的有害气体通过氧化-还原反应转变为无害的二氧化碳 (CO_2)、水和氮气 (N_2)。后级氧传感器 93 向 ECU10 发出电信号 (称为后氧信号) U_x 报告净化后尾气中的氧含量。

[0006] 所有的氧传感器输出的电信号都会在过量空气系数 $\lambda = 1$ 的附近产生高、低电平的跳变, 因此前氧信号 U_s 可反映出发动机 20 中可燃混合气的浓度是浓或是淡。请参阅图 2, 前氧信号 U_s 是以空气过量系数 $\lambda = 1$ 为中心上下震荡的波形曲线, 正常运行的三元催化器因其储氧能力而使后氧信号 U_x 与前氧信号 U_s 具有明显差别, 后氧信号 U_x 是振幅非常小的平缓曲线。而随着三元催化器的储氧能力丧失, 后氧信号 U_x' 的波形就会非常接近前氧信号 U_s , 只不过相位略滞后。此时, ECU 就认为三元催化器发生故障。因此位于催化器前后的两个氧传感器可用来诊断催化器是否发生故障。

[0007] 催化器的转化效率与过量空气系数 λ 有关。请参阅图 3, 催化器对不同有害气体的转化效率是随着过量空气系数 λ 的变化而变化的。当过量空气系数 λ 在 0.986 ~ 1.005 的范围内时, 催化器对三种有害气体综合而言的转化效率最高, 通常把三元催化器的这一特性称为“窗口效应”, 而将过量空气系数 $\lambda = 0.986 \sim 1.005$ 范围内称为三元催化器的最佳转化窗口。

[0008] 现有的氧传感器的故障诊断及补偿方法如图 5 所示, 包括如下步骤:

[0009] 第 1 步, 实时计算第一差值并判断第一差值是否为零。如果是则重复第 1 步。如果不是则进入第 2 步。所述第一差值 = 后氧信号的实际输出值 - 后氧信号的期望输出值。

[0010] 如图 1 所示, 后氧信号的实际输出值就是后级氧传感器 93 实时测量的后氧信号 U_x 的数值。

[0011] 后氧信号的期望输出值则是通过可燃混合气的浓度 (由空燃比 α 或过量空气系数 λ 表示, ECU10 已知) 和催化器 92 的转换效率 (正常状态下催化器 92 对各种有害气体的转换效率, ECU10 已知) 计算得到的后级氧传感器 93 应该输出的数值。

[0012] 本发明文件中的正常状态都是指未发生老化、且无故障的状态。

[0013] 所述第一差值在不同时刻可能为正值、零或负值。

[0014] 第 2 步, 实时计算第一积分值并判断第一积分值是否 \geq 第一预设值。如果是则诊断为前级氧传感器发生故障并进入第 3 步。如果不是直接进入第 3 步。

[0015] 所述第一积分值由第一差值通过积分器 (例如为线性积分器) 计算得到。由于该积分器的输入 (即第一差值) 时正时负, 因此其输出 (即第一积分值) 时大时小、时正时负。

[0016] 所述第一预设值是这样取得的: 在测试环境下人为增大闭环控制因子 K 的周期并实时计算第一积分值并监控车辆的尾气排放。随着闭环控制因子 K 的周期的增加, 第一积分值也随之增大。当尾气排放首次超过标准 (例如行业标准、国家标准、国际标准) 时, 此时的第一积分值就作为第一预设值。

[0017] 第 3 步, 将第一差值和第一积分值反馈给 ECU, ECU 通过调整喷油器的喷油量来改变发动机中可燃混合气的浓度, 最终使后氧信号的实际输出值朝着减小第一差值的绝对值的方向改变。

[0018] 例如, 当第一差值为负值时, ECU 调整闭环控制因子 K 让喷油器多喷一些油, 多喷的油量由第一积分值所决定。使得发动机中可燃混合气的浓度变浓, 最终使后氧信号的实际输出值变大。

[0019] 又如, 当第一差值为正值时, ECU 调整闭环控制因子 K 让喷油器少喷一些油, 少喷的油量由第一积分值所决定。使得发动机中可燃混合气的浓度变淡, 最终使后氧信号的实际输出值变小。

[0020] 上述方法存在如下缺点:

[0021] 其一, 对前级氧传感器发生故障的诊断不准确。该方法对前级氧传感器的故障诊断是基于后氧信号的准确与否, 而导致后氧信号不准确的因素有三个——前级氧传感器老化、催化器老化、后级氧传感器老化。该方法无法区分不同器件的老化, 因而统一报出前级氧传感器发生故障。

[0022] 其二, 当催化器发生老化时, 其对有害气体的转化效率会发生变化。而在计算后氧信号的期望输出值时, 采用的始终是其正常状态的转化效率, 因而造成诊断和补偿不准确。

发明内容

[0023] 本发明所要解决的技术问题是提供一种汽车发动机排气系统中氧传感器的故障诊断和补偿方法。与现有方法相比,该方法可以准确地诊断出前级氧传感器的老化故障并予以补偿,从而使输出的后氧信号更为准确。

[0024] 为解决上述技术问题,本发明氧传感器的故障诊断和补偿方法包括如下步骤:

[0025] 第 1 步,实时计算第二差值并判断第二差值是否为零;

[0026] 如果是则重复第 1 步;

[0027] 如果否则进入第 2 步;

[0028] 所述第二差值=后氧信号的实际输出值-(后氧信号的期望输出值+催化器老化修正值);

[0029] 所述后氧信号的期望输出值则是通过可燃混合气的浓度和催化器的转换效率得到的后级氧传感器应该输出的数值;

[0030] 所述催化器老化修正值是这样取得的:在前级氧传感器和后级氧传感器始终保持在正常状态的测试环境中,单独考虑催化器老化对后氧信号输出的影响,随着催化器的老化,实时计算催化器老化修正值=后氧信号的实际输出值-后氧信号的期望输出值,并建立催化器老化修正值与后氧信号的期望输出值的振幅之间的对应关系;在应用环境中,根据当前后氧信号的期望输出值的振幅从所述对应关系中得到当前的催化器老化修正值;

[0031] 第 2 步,判断 ECU 向喷油器发出的控制信号即闭环控制因子的振幅是否大于第二预设值、且该闭环控制因子的周期是否大于第三预设值;

[0032] 如果两项均为是则进入第 3 步;

[0033] 如果有至少一项为否则进入第 4 步;

[0034] 所述第二预设值和第三预设值是这样取得的:在催化器和后级氧传感器始终保持在正常状态的测试环境中,人为模拟前级氧传感器老化,即人为增大前氧信号的周期,并实时监控车辆的尾气排放;随着前氧信号的周期增大,闭环控制因子的周期和振幅也随之增大;当尾气排放刚刚超过标准时,此时对应的闭环控制因子的振幅作为第二预设值,此时对应的闭环控制因子的周期就作为第三预设值;

[0035] 第 3 步,将第二差值通过积分器得到第二积分值,将第二差值和第二积分值反馈给 ECU, ECU 通过调整喷油器的喷油量来改变发动机中可燃混合气的浓度,最终使后氧信号的实际输出值朝着减小第二差值的绝对值的方向改变;然后回到第 1 步且进入第 5 步;

[0036] 第 4 步,将第二差值通过积分器得到第三积分值,将第二差值和第三积分值反馈给 ECU, ECU 通过调整喷油器的喷油量来改变发动机中可燃混合气的浓度,最终使后氧信号的实际输出值朝着减小第二差值的绝对值的方向改变;然后回到第 1 步;

[0037] 第 5 步,实时计算第三差值并判断第三差值是否 \geq 第四预设值、且第二积分值是否 \geq 第五预设值;

[0038] 如果两项均为是则诊断为前级氧传感器发生老化故障;

[0039] 如果有至少一项为否则重复该第 5 步;

[0040] 所述第三差值=闭环控制因子的当前周期-闭环控制因子在正常状态下的周期;

[0041] 所述第四预设值是这样取得的:在测试环境下实时计算第三差值并监控车辆的尾

气排放；随着测试时间增加，当尾气排放刚刚超过标准时，此时对应的第三差值就作为第四预设值；

[0042] 所述第五预设值是这样取得的：在测试环境下人为增大闭环控制因子的周期并实时计算第二积分值并监控车辆的尾气排放；当尾气排放刚刚超过标准时，此时对应的第二积分值就作为第五预设值。

[0043] 如图 1 所示，前级氧传感器 91 的老化会直接引起前氧信号 U_s 的振幅和周期增大，进而影响闭环控制因子 K 的振幅和周期均增大。由于催化器 92 位于前级氧传感器 91 之后，因此催化器 92 的老化并不会引起前氧信号 U_s 发生变化，也就不会影响闭环控制因子 K 的周期和振幅发生变化。因此，本发明通过判断闭环控制因子 K 的振幅和周期来区分前级氧传感器 91 的老化故障和催化器 92 的老化故障，从而可以准确地诊断出前级氧传感器 91 的老化故障并予以补偿。

附图说明

[0044] 图 1 是汽车发动机 EFI 系统的简单示意图；

[0045] 图 2 是图 1 所示系统中前氧信号 U_s 和后氧信号 U_x 的示意图；

[0046] 图 3 是催化器的转换效率曲线图；

[0047] 图 4 是图 1 所示系统中前氧信号 U_s 和闭环控制因子 K 的示意图；

[0048] 图 5 是现有的氧传感器的故障诊断及补偿方法的流程图；

[0049] 图 6 是本发明氧传感器的故障诊断及补偿方法的流程图。

[0050] 图中附图标记说明：

[0051] 10 为 ECU；20 为发动机；30 为喷油器；91 为前级氧传感器；92 为催化器；93 为后级氧传感器。

具体实施方式

[0052] 请参阅图 1，本发明应用于汽车发动机的 EFI 系统中，按发动机排气方向在排气管道中先后设有前级氧传感器 91、催化器 92 和后级氧传感器 93。前级氧传感器 91 向 ECU10 报告前氧信号 U_s ，后级氧传感器 93 向 ECU10 报告后氧信号 U_x ，催化器 92 没有向 ECU10 的反馈信号。

[0053] 请参阅图 6，本发明氧传感器的故障诊断和补偿方法包括如下步骤：

[0054] 第 1 步，实时计算第二差值并判断第二差值是否为零。如果是则重复第 1 步。如果不是则进入第 2 步。所述第二差值 = 后氧信号的实际输出值 - (后氧信号的期望输出值 + 催化器老化修正值)。第二差值在不同时刻可能为正值、零或负值。

[0055] 如图 1 所示，所述后氧信号的实际输出值就是后级氧传感器 93 实时测量的后氧信号 U_x 的数值。

[0056] 所述后氧信号的期望输出值则是通过可燃混合气的浓度（由空燃比 α 或过量空气系数 λ 表示，ECU10 已知）和催化器 92 在正常状态下对各种有害气体的转换效率（ECU10 已知）计算得到的后级氧传感器 93 应该输出的数值。

[0057] 所述催化器老化修正值是这样取得的：在前级氧传感器和后级氧传感器始终保持在正常状态的测试环境中，单独考虑催化器老化对后氧信号输出的影响。随着催化器不断

老化,实时计算催化器老化修正值=后氧信号的实际输出值-后氧信号的期望输出值,并建立催化器老化修正值与后氧信号的期望输出值的振幅之间的对应关系,例如为一种函数关系,又如形成一张类似对数表之类的数学表格。在应用环境中,根据当前后氧信号的期望输出值的振幅从所述对应关系中得到当前的催化器老化修正值。

[0058] 第2步,判断 ECU 向喷油器发出的控制信号即闭环控制因子 K 的振幅是否大于第二预设值、且该闭环控制因子 K 的周期是否大于第三预设值。如果两项均为是则进入第3步。如果有至少一项为否则进入第4步。

[0059] 所述第二预设值和第三预设值是这样取得的:在催化器和后级氧传感器始终保持正常状态的测试环境中,人为模拟前级氧传感器老化,即人为增大前氧信号 U_s 的周期,并实时监控车辆的尾气排放。随着前氧信号 U_s 的周期增大,闭环控制因子 K 的周期和振幅也会随之增大。当尾气排放刚刚超过标准时,此时对应的闭环控制因子 K 的振幅作为第二预设值,此时对应的闭环控制因子 K 的周期就作为第三预设值,应用于相同配置的车辆上。

[0060] 第3步,将第二差值通过积分器得到第二积分值,将第二差值和第二积分值反馈给 ECU, ECU 通过调整喷油器的喷油量来改变发动机中可燃混合气的浓度,最终使后氧信号的实际输出值朝着减小第二差值的绝对值的方向改变。这是对前级氧传感器的老化的补偿。然后回到第1步且进入第5步。所述第二积分器例如为线性积分器。

[0061] 例如,当第二差值为负值时, ECU 调整闭环控制因子 K 让喷油器多喷一些油,多喷的油量由第二积分值所决定。使得发动机中可燃混合气的浓度变浓,最终使后氧信号的实际输出值变大。

[0062] 又如,当第二差值为正值时, ECU 调整闭环控制因子 K 让喷油器少喷一些油,少喷的油量由第二积分值所决定。使得发动机中可燃混合气的浓度变淡,最终使后氧信号的实际输出值变小。

[0063] 第4步,将第二差值通过积分器得到第三积分值,将第二差值和第三积分值反馈给 ECU, ECU 通过调整喷油器的喷油量来改变发动机中可燃混合气的浓度,最终使后氧信号的实际输出值朝着减小第二差值的绝对值的方向改变。这是对催化器的老化的补偿。然后回到第1步。所述第二积分器例如为线性积分器。

[0064] 例如,当第二差值为负值时, ECU 调整闭环控制因子 K 让喷油器多喷一些油,多喷的油量由第三积分值所决定。使得发动机中可燃混合气的浓度变浓,最终使后氧信号的实际输出值变大。

[0065] 又如,当第二差值为正值时, ECU 调整闭环控制因子 K 让喷油器少喷一些油,少喷的油量由第三积分值所决定。使得发动机中可燃混合气的浓度变淡,最终使后氧信号的实际输出值变小。

[0066] 第5步,实时计算第三差值并判断第三差值是否 \geq 第四预设值、且第二积分值是否 \geq 第五预设值。如果两个均为是则诊断为前级氧传感器发生老化故障。如果有至少一个为否则重复该第5步。所述第三差值=闭环控制因子的当前周期-闭环控制因子在正常状态下的周期。

[0067] 所述第四预设值是这样取得的:在测试环境下实时计算第三差值并监控车辆的尾气排放。随着测试时间增加,当尾气排放刚刚超过标准时,此时对应的第三差值就作为第四预设值,应用于相同配置的车辆上。

[0068] 所述第五预设值是这样取得的：在测试环境下人为增大闭环控制因子 K 的周期并实时计算第二积分值并监控车辆的尾气排放。此时不对闭环控制因子 K 的振幅进行控制。随着闭环控制因子 K 的周期的增大，第二积分值也随之增大。当尾气排放刚刚超过标准时，此时对应的第二积分值就作为第五预设值，应用于相同配置的车辆上。

[0069] 请参阅图 4，其中的实线表示前级氧传感器 91 处于正常状态，虚线表示前级氧传感器 91 发生老化故障。前级氧传感器 91 老化前后，前氧信号 U_s 的周期变大，振幅基本保持不变。前级氧传感器 91 老化前后，闭环控制因子 K 的周期由 T_1 变大为 T_2 ，振幅由 A_1 变大为 A_2 。所述第三差值 = $T_2 - T_1$ 。

[0070] 与现有的氧传感器的故障诊断和补偿方法相比，本发明所述方法具有三方面改进：

[0071] 其一，本发明计算第二差值时充分考虑到催化器老化对后氧信号的影响，设置了催化器老化修正值。而现有方法计算第一差值时未曾考虑到催化器老化因素。

[0072] 其二，本发明对第二差值进行积分时，划分为两个不同的积分时间段（可能为两个连续的积分时间段，或者多个离散的积分时间片分属两个积分时间段）。在第一个积分时间段对第二差值积分得到第二积分值，在第二个积分时间段对第二差值积分得到第三积分值。而现有方法对第一差值进行积分时未划分不同的积分时间段，相当于第一积分值 = 第二积分值 + 第三积分值。这样做的好处是第二积分值专用于补偿前级氧传感器老化对后氧信号的影响，第三积分值专用于补偿催化器老化对后氧信号的影响，使得补偿更为精确。

[0073] 其三，本发明引入了第三差值，利用第三差值和第二积分值综合判断前级氧传感器是否发生老化故障。而现有方法仅利用第一积分值单独判断前级氧传感器是否发生老化故障。因而本发明可以保证前级氧传感器的老化诊断更为准确可靠。

[0074] 综上所述，本发明氧传感器的故障诊断及补偿方法可以准确地诊断出前级氧传感器老化故障，而不会将催化器或后级氧传感器的老化故障误诊断为前级氧传感器的老化故障。并且本发明所述方法可以根据引发结果失真的不同因素（是前级氧传感器老化故障，还是催化器老化故障）对后氧信号进行更精确的补偿。

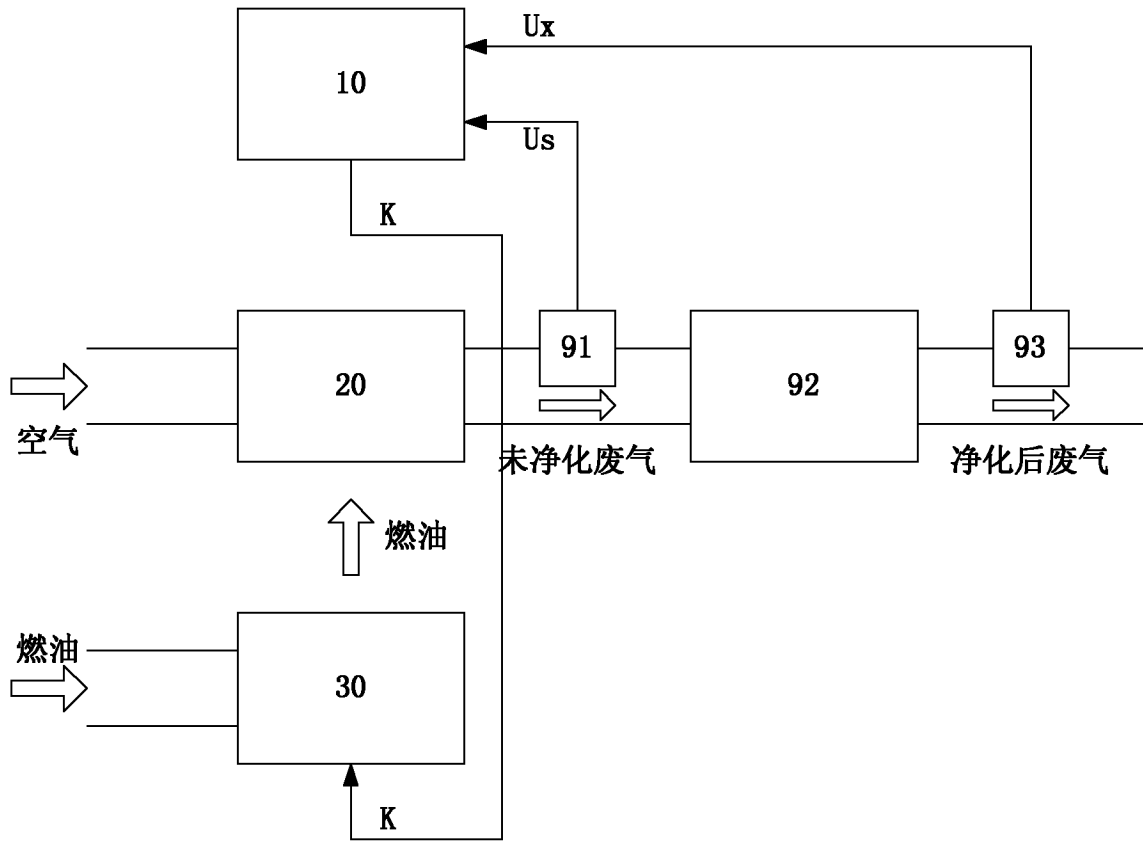


图 1

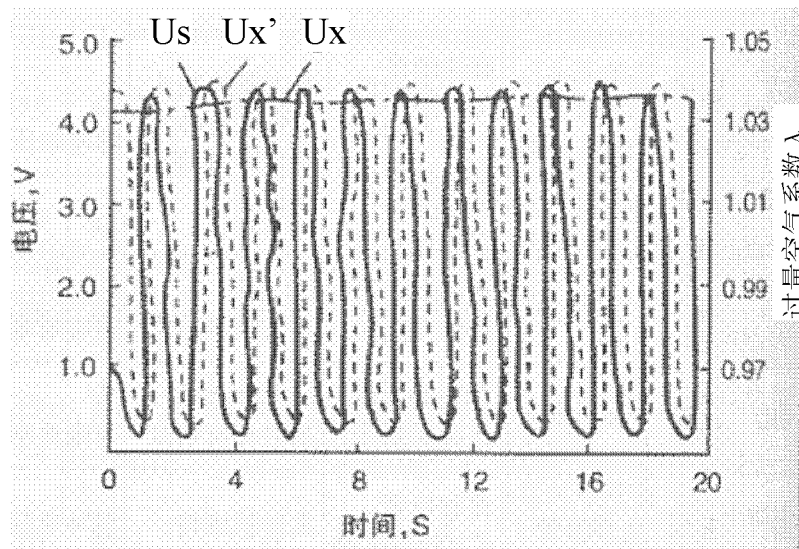


图 2

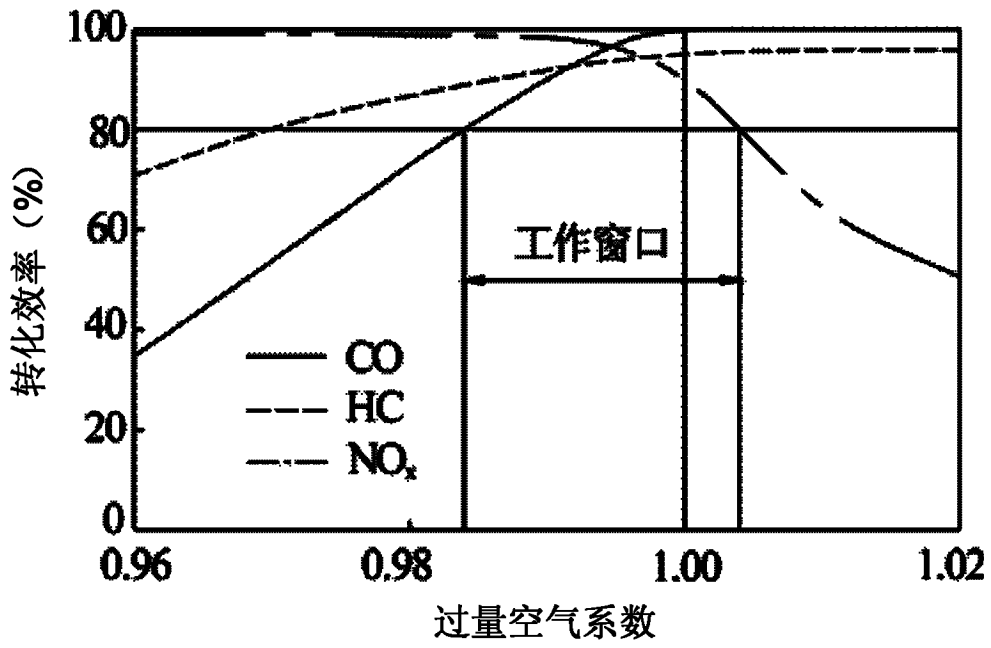


图 3

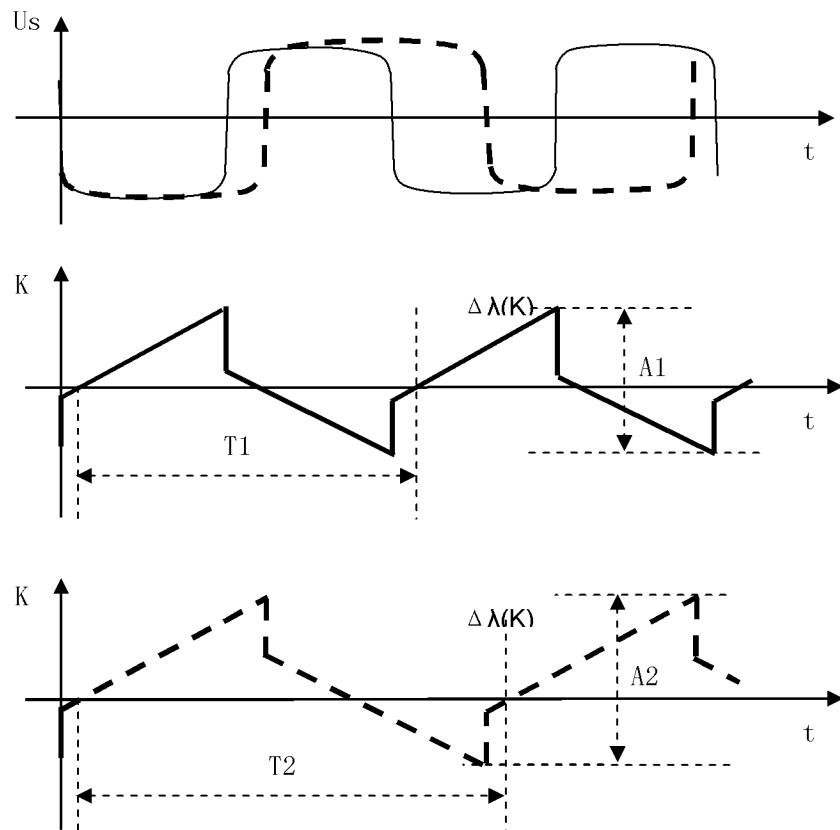


图 4

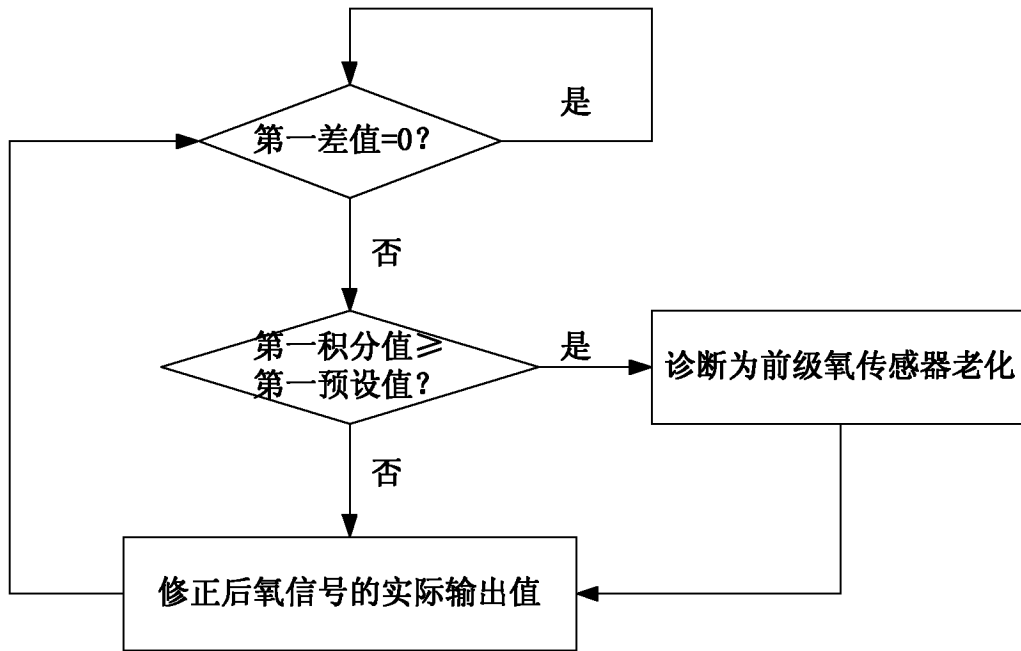


图 5

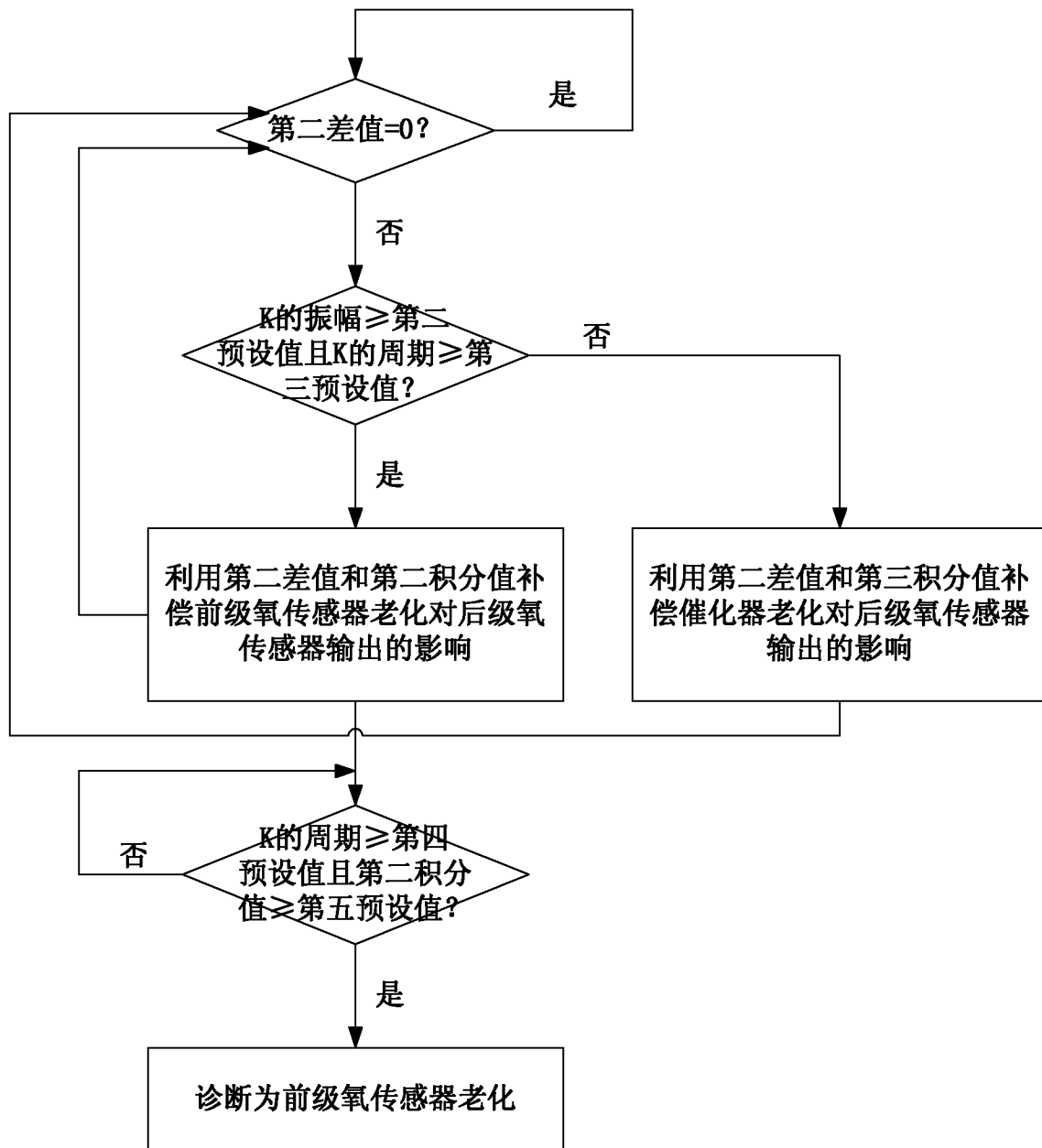


图 6