



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105229284 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 06

(21) 申请号 201380076831. 0

(22) 申请日 2013. 05. 24

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2015. 11. 23

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/042753 2013. 05. 24

(87) PCT国际申请的公布数据
W02014/189528 EN 2014. 11. 27

(71) 申请人 万国引擎知识产权有限责任公司
地址 美国伊利诺斯州

(72) 发明人 A·C·莱克 N·辛格
P·N·凡卡特斯

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100
代理人 余颖 陶家蓉

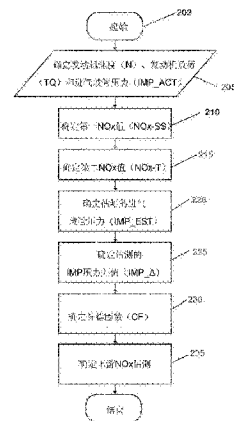
(51) Int. Cl.
F02D 41/00(2006. 01)

权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称
发动机 NO_x 模型

(57) 摘要

提供了一种估测由内燃机产生的废气的 NO_x 含量的方法。该方法包括确定对应于第一发动机运转条件期间发动机排出的 NO_x 水平的第一 NO_x 估测值。该方法包括确定对应于第二发动机运转条件期间发动机排出的 NO_x 水平的第二 NO_x 估测值。该方法还包括基于进气歧管压力确定补偿因数并且将该补充因数应用于第一和第二 NO_x 估测值以获得最终的 NO_x 估测值。



1. 一种估测由内燃机产生的废气的 NO_x 含量的方法, 所述方法包括:
确定对应于发动机在第一发动机运转条件期间排出的 NO_x 水平的第一 NO_x 估测值;
确定对应于发动机在第二发动机运转条件期间排出的 NO_x 水平的第二 NO_x 估测值;
基于进气歧管压力确定补偿因数;
对第一和第二 NO_x 估测值应用所述补偿因数以获得最终 NO_x 估测值。
2. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 确定所述第一和第二 NO_x 估测值, 各自是至少发动机速度和扭矩的函数。
3. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 所述第一发动机运转条件对应于基本稳态发动机运转, 此时发动机在基本恒定的速度下运转。
4. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 所述第二发动机运转条件对应于发动机功率增加时的瞬间运转。
5. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述确定补偿因数的步骤还包括:
确定估测进气歧管压力, 该估测压力是发动机速度和扭矩的函数;
感测实测进气歧管压力; 和
补偿因数, 该补偿因数是实测进气歧管压力和估测进气歧管压力的函数。
6. 如权利要求 5 所述的方法, 其特征在于, 所述补偿因数是实测进气歧管压力和估测进气歧管压力之间差值的函数。
7. 如权利要求 5 所述的方法, 其特征在于, 所述补偿因数也是以下一种或多种的函数:
废气歧管压力、空气质量流、涡轮增压器增压、废气流, 及其组合。
8. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 通过访问查找表来确定所述第一和第二 NO_x 估测值。
9. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述补偿因数的数值范围为 0 至 1, 并且其中按照以下公式确定最终的 NO_x 估测值因数:
$$\text{NO}_x_OUT_EST = (CF \cdot \text{NO}_x_T) + ((1-CF) \cdot \text{NO}_x_SS)$$
其中 CF 是补偿因数, NO_x_SS 是第一 NO_x 估测值且 NO_x_T 是第二 NO_x 估测值。
10. 一种估测由内燃机产生的废气的 NO_x 含量的方法, 所述方法包括:
确定稳态 NO_x 估测值, 该值是至少发动机速度和扭矩的函数, 所述稳态 NO_x 对应于所述发动机在基本稳态运转期间排出的 NO_x 水平, 此时发动机速度和功率基本恒定;
确定瞬间 NO_x 估测值, 该值是至少发动机速度和扭矩的函数, 所述瞬间 NO_x 估测值对应于所述发动机功率增加时运转瞬间排出的 NO_x 水平;
基于进气歧管压力确定补偿因数;
对所述稳态和瞬间 NO_x 估测值应用所述补偿因数以获得最终的 NO_x 估测值, 其中随着进气歧管压力降低, 所述补偿因数通过加权使最终的 NO_x 估测值向第一 NO_x 估测值靠拢。
11. 如权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 所述确定补偿因数的步骤还包括:
确定估测进气歧管压力, 该估测压力是至少发动机速度和扭矩的函数;
感测实测进气歧管压力; 和
确定补偿因数, 所述补偿因数是实测气歧管压力和估测进气歧管压力之间差值的函数。
12. 如权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 所述补偿因数也是以下一种或多种的函

数：废气歧管压力、空气质量流、涡轮增压器增压、废气流，及其组合。

13. 如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述补偿因数的数值范围为 0 至 1，并且按照以下公式确定最终的 NO_x 估测值：

$$\text{NO}_{x_OUT_EST} = (\text{CF} \cdot \text{NO}_{x_T}) + ((1-\text{CF}) \cdot \text{NO}_{x_SS})$$

其中 CF 是补偿因数， NO_{x_T} 是瞬间 NO_x 估测值，且 NO_{x_SS} 是稳态 NO_x 估测值。

14. 一种估测由内燃机产生的废气的 NO_x 含量的方法，所述方法包括：

确定稳态 NO_x 估测值 (NO_{x_SS})，该值是至少发动机速度和扭矩的函数，所述稳态 NO_x 对应于所述发动机在基本稳态运转期间排出的 NO_x 水平，此时发动机速度和功率基本恒定；

确定瞬间 NO_x 估测值 (NO_{x_T})，该值是至少发动机速度和扭矩的函数，所述瞬间 NO_x 估测值对应于所述发动机功率增加时运转瞬间排出的 NO_x 水平；

确定估测进气歧管压力，该估测压力是至少发动机速度和扭矩的函数；

感测实测进气歧管压力；

确定补偿因数 (CF)，该补偿因数是实测进气歧管压力和估测进气歧管压力之间差值的函数，其中所述补偿因数的数值范围为 0 至 1，并且随着所述实测进气歧管压力和估测进气歧管压力之间的差值增加而增加；

按照以下公式确定最终的 NO_x 估测值 $\text{NO}_{x_OUT_EST}$ ：

$$\text{NO}_{x_OUT_EST} = (\text{CF} \cdot \text{NO}_{x_T}) + ((1-\text{CF}) \cdot \text{NO}_{x_SS})。$$

发动机 NO_x模型

[0001] 背景

[0002] 选择性催化还原 (SCR) 常用于从内部发动机产生的废气中去除 NO_x (即氮的氧化物), 如柴油或其它稀薄燃烧 (汽油) 发动机。在这种系统中, 通过向废气中注入还原剂, 然后使其进入能够实现 NO_x 高效转化的 SCR 催化剂, 来从废气中连续去除 NO_x。

[0003] 氨通常用作 SCR 系统中的还原剂。通过控制注射气态氨、水性氨或间接的溶于水的尿素来向废气中导入氨。位于废气流中的 SCR 催化剂导致废气中存在的 NO_x 与 NO_x 还原剂 (例如氨) 之间的反应, 以将 NO_x 转化成氮气和水的。

[0004] SCR 系统的适当操作包括精确控制向废气流中注入的氨 (或其它还原剂) 的量 (即, 给予水平)。注入太多的还原剂导致废气中的氨逸出, 而注入太少的还原剂导致 NO_x 的不理想转化。因此, SCR 系统通常采用 NO_x 传感器以确定合适的还原剂给予水平。例如, NO_x 传感器可位于发动机和 SCR 催化剂之间的废气流中, 用于检测正从发动机中排出的 NO_x 水平。这通常被称为发动机排出 NO_x 传感器或上游 NO_x 传感器。电子控制单元 (ECU) 可使用来自发动机排出 NO_x 传感器的输出 (和 / 或其它传感参数) 以确定应注入废气流中的还原剂的量。

[0005] 商业上购得的 NO_x 传感器是昂贵的并且具有其它操作缺陷。例如, NO_x 传感器的精度受到环境和 / 或操作条件的影响, 如露点、系统电压、氧气浓度等。就此而言, 一些 NO_x 传感器仅在当废气在阈值温度 (其可以是 125-130°C 级) 以上时运行良好。结果, 这类传感器不适于确定某些发动机运转条件 (如低怠速或发动机预热) 下的给予水平。因此, 需要提供确定发动机废气中 NO_x 水平的替代性方法。

发明内容

[0006] 本文所述的技术的方面和实施方式涉及用于控制发动机运转的一种或多种系统和方法。按照本发明的至少一个方面, 提供了估测由内燃机产生的废气的 NO_x 含量的至少一种方法。控制单元可使用估测的 NO_x 水平来控制例如 SCR 系统的运行。该方法包括确定对应于发动机在第一发动机运转条件期间排出的 NO_x 水平的第一 NO_x 估测值。该方法包括确定对应于发动机在第二发动机运转条件期间排出的 NO_x 水平的第二 NO_x 估测值。该方法还包括基于进气歧管压力确定补偿因数并且将该补偿因数应用于第一和第二 NO_x 估测值以获得最终的 NO_x 估测值。

[0007] 按照本发明技术的某些方面, 第一和第二 NO_x 估测值各自是至少发动机速度和扭矩的函数。在至少一个实施方式中, 第一发动机运转条件对应于基本稳态的发动机运转, 其中发动机以基本恒定的速度运转, 而第二发动机运转条件对应于发动机功率增加时的瞬间运转。

[0008] 按照本发明的某些方面, 确定补偿因数的步骤还包括确定进气歧管压力, 其是发动机速度和扭矩的函数, 感测实测进气歧管压力, 和确定补偿因数, 其是实测和估测进气歧管压力的函数的步骤。在至少一个实施方式中, 补偿因数确定是实测和估测进气歧管压力之间差值的函数。在一些实施方式中, 补偿因数范围为 0 至 1 并且随着实测和估测进气歧

管压力之间差值增加而增加。

[0009] 按照本发明的其它方面,补偿因数也是以下中一个或多个的函数:废气歧管压力、质量气流、涡轮增压器增压、废气流。在一些实施方式中,按照以下公式确定发动机排出的 NO_x 的估测水平($\text{NO}_{x_EST_OUT}$):

$$[0010] \quad \text{NO}_{x_OUT_EST} = (\text{CF} \cdot \text{NO}_{x_T}) + ((1-\text{CF}) \cdot \text{NO}_{x_SS})$$

[0011] 其中 CF 是补偿因数, NO_{x_SS} 是第一 NO_x 估测值且 NO_{x_T} 是第二 NO_x 估测值。

[0012] 按照本发明技术的至少一个方面,提供了估测由内燃机产生的废气的 NO_x 含量的至少一种方法。该方法包括确定稳态 NO_x 估测值,其是至少发动机速度和扭矩的函数。稳态 NO_x 对应于发动机在基本稳态运转期间排出的 NO_x 水平,其中发动机速度和功率基本恒定。该方法还包括确定瞬间 NO_x 估测值,其是至少发动机速度和扭矩的函数。瞬间 NO_x 估测值对应于发动机功率增加时运转瞬间排出的 NO_x 水平。该方法还包括基于进气歧管压力来确定补偿因数并且将该补偿因数应用于稳态和瞬间 NO_x 估测值以获得最终的 NO_x 估测值。在一些实施方式中,随着进气歧管压力的增加,补偿因数通过甲醛使最终 NO_x 估测值向瞬间 NO_x 估测值靠拢。

[0013] 按照本发明的至少一个实施方式的另一个方面,一种估测由内燃机产生的废气的 NO_x 含量的方法包括:确定稳态 NO_x 估测值 (NO_{x_SS}),其是至少发动机速度和扭矩的函数。稳态 NO_x 对应于发动机在基本稳态运转期间排出的 NO_x 水平,此时发动机速度和功率基本恒定。该方法还包括确定瞬间 NO_x 估测值 (NO_{x_T}),其是至少发动机速度和扭矩的函数。瞬间 NO_x 估测值对应于发动机功率增加时运转瞬间排出的 NO_x 水平。该方法还包括确定估测的进气歧管压力,其是至少发动机速度和扭矩的函数。该方法还包括感测实测进气歧管压力并确定补偿因数 (CF),其是实测和估测进气歧管压力之间差值的函数。按照本发明技术的至少一个方面,补偿因数具有范围为 0-1 的值并且随着实测和估测进气歧管压力之间差值增加而增加。该方法还包括按照以下公式确定最终 NO_x 估测值 ($\text{NO}_{x_OUT_EST}$): $\text{NO}_{x_OUT_EST} = (\text{CF} \cdot \text{NO}_{x_T}) + ((1-\text{CF}) \cdot \text{NO}_{x_SS})$ 。

[0014] 附图简要说明

[0015] 图 1 是具有废气 SCR 系统的内燃机的示意图。

[0016] 图 2 是一种确定发动机废气中 NO_x 水平的示例性方法的流程图。

[0017] 图 3 是确定发动机废气中 NO_x 水平的示例性控制逻辑图。

[0018] 发明详述

[0019] 下文将参考附图更完整地描述本发明技术的实施方式的各种实施例,附图中显示了这类实施方式的实施例。贯穿其中,类似的附图标记指代类似的元件。然而,本文所述技术的其它实施方式可以是许多不同的形式并且不仅限于本文所示的实施方式。相反,这些实施方式是本发明技术的示例性代表。基于本发明的权利具有权利要求书所示的完整范围。

[0020] 图 1 显示了内燃机 10 和用于还原来自发动机废气的 NO_x 的 SCR 系统 12 的示例性示意图。例如,可使用发动机来驱动运输工具,如长途运输车辆(未显示)。发动机 10 可以是例如压缩点火发动机,如柴油发动机。一般而言,SCR 系统 12 包括催化剂 20、还原剂供给 22、还原剂喷射器 24、电子控制单元 26 和一个或多个参数传感器。

[0021] ECU 26 控制还原剂(如氨)通过还原剂喷射器 24 从还原剂供给 22 到废气系统

28 的递送。还原剂供给 22 可包括用于储存固体形式的氨的罐（未显示）。在大多数系统中，将采用多个罐来提供再填充之间更大的运输距离。一般在罐周围使用加热夹套（未显示）以使固体氨达到升华温度。一旦转化成气体，将氨导入还原喷射器 24。还原喷射器 24 位于催化剂 20 上游的废气系统 28 中。在氨注射到废气系统 28 中时，其与废气混合，然后该混合物流动通过催化剂 20。催化剂 20 导致废气中存在的 NO_x 与 NO_x 还原剂（例如，氨）之间的反应以将 NO_x 还原 / 转化成氮气和氨，其然后排出尾管 30 并进入环境中。虽然已经在关于固体氨的内容中描述了 SCR 系统 12，应理解 SCR 系统可替代性地使用还原剂例如纯无水氨、水性氨或尿素。

[0022] ECU 26 基于多个运转参数控制 SCR 系统 12 的运转，包括还原剂喷射器 24 的运转。在示例性实施方式中，运转参数包括进气歧管压力 (IMP)、发动机速度 (M)（即，转速）、发动机负荷或扭矩 (TQ) 和发动机废气中的 NO_x 水平（发动机排出 NO_x ）。可通过放置以感测发动机歧管中的压力并产生反应性输出信号的压力传感器 52 来确定进气歧管压力 (IMP)。可使用传感器 54 来确定发动机速度 (N) 以检测发动机的转速，例如，机轴 rpm。例如，发动机负荷 (TQ) 可基于由传感器 58 测量的加速踏板的位置或燃料设置。如更详细的描述，基于发动机速度 (N)、负荷 (TQ) 和进气歧管压力 (IMP) 来估测发动机废气中的 NO_x （发动机排出 NO_x ）水平。

[0023] 除了控制氨的给予或计量以外，ECU 26 也可储存信息，如正被递送的氨的量、提供氨的罐、罐中可递送氨的起始体积，和其它这类数据，其可与确定各罐中可递送氨的量相关。可在周期性或连续基础上监测信息。当 ECU 26 确定可递送氨的量低于预定水平时，可激活与控制器 26 电子连接的状态指示器（未显示）。

[0024] 图 2 是按照本发明的某些方面确定发动机废气中 NO_x 水平的示例性方法 200。方法 200 从步骤 202 开始。然后将控制传向步骤 205，其中示例性的方法通过读取来自传感器 52、54、58 的输出确定发动机速度 (N)、发动机负荷 (TQ) 和实测进气歧管压力 (IMP_ACT)。

[0025] 然后，控制被传递至步骤 210，其中方法 200 确定第一 NO_x 值或估测值 (NO_{x_SS})，其是发动机速度 (N) 和发动机负荷 (TQ) 的函数。第一 NO_x 估测值 (NO_{x_SS}) 对应于发动机在第一发动机运转条件（和给定的速度 (N) 和负荷 (TQ) 的组合）下排出的 NO_x 。在一些实施方式中，第一运转条件对应于发动机的基本“稳态”运转，即在恒定或缓慢变化的发动机速度下。在一些实施方式中，该方法 200 通过访问查找表 (look-up table) 或图来确定第一 NO_x 估测值 (NO_{x_SS})，所述查找表或图提供发动机在第一运转条件（例如，稳态运转）期间在给定发动机速度 (N) 和负荷 (TQ) 下产生的 NO_x 水平。例如，该查找表可通过如下方式凭经验构建，使发动机在第一运转条件中运转，并在不同发动机速度和负荷组合下测量（即，采用 NO_x 传感器测量）实测 NO_x 水平。

[0026] 然后，控制被传递至步骤 215，其中该方法确定第二 NO_x 值或估测值 (NO_{x_T})，其是发动机速度 (N) 和发动机负荷 (TQ) 的函数。第二 NO_x 估测值 (NO_{x_T}) 对应于发动机在第二运转条件（并处于给定的速度 (N) 和负荷 (TQ) 的组合）下排出的 NO_x 。在一些实施方式中，第二运转条件对应于“瞬间”运转，其中发动机功率增加（例如车辆加速期间）。在一些实施方式中，该方法 200 通过访问查找表或图来确定第二 NO_x 估测值 (NO_{x_T})，所述查找表或图提供发动机在第二运转条件（例如，瞬间运转）期间在给定发动机速度 (N) 和负荷 (TQ) 下产生的 NO_x 水平。

[0027] 接着,在步骤 220 中,方法 200 确定估测的进气歧管压力 (IMP_EST),其是至少发动机速度 (N) 和扭矩 (TQ) 的函数。在示例性实施方式中,当发动机处于第一运转条件 (并处于给定的发动机速度 (N) 和负荷 (TQ) 的组合) 下时,估测的进气歧管压力 (IMP_EST) 对应于发动机的进气歧管压力。在一些实施方式中,该方法通过访问查找表或图来确定估测的进气歧管压力 (IMP_EST),所述查找表或图提供在第一运转条件 (例如,稳态运转) 期间在给定发动机速度 (N) 和负荷 (TQ) 下进气歧管压力 (IMP) 的估测值。例如,该查找表可通过如下方式凭经验构建:使发动机在第一模式下运转,并在不同发动机速度和负荷的组合下测量 (即,采用传感器测量) 实测进气歧管压力。

[0028] 然后,控制被传递至步骤 225,其中方法 200 确定估测的进气歧管压力 (IMP_EST) 和实测进气歧管压力 (IMP_ACT) 之间的压力差 (IMP_Δ)。然后,控制被传递至步骤 230,其中该方法基于估测的和实测进气歧管压力之间的压力差 (IMP_Δ) 来确定补偿因数 (CF)。按照一些实施方式,补偿因数的范围从 0 (当压力差处于第一阈值时) 到 1 (当压力差处于第二阈值时)。

[0029] 然后,控制被传递至步骤 235,其中方法 200 确定正从发动机排出的估测的 NO_x 水平 (NO_x_OUT_EST)。在一些实施方式中,发动机排出的 NO_x 被确定是补偿因数及第一和第二 NO_x 估测值的函数。按照本发明技术的至少一些实施方式,可按照以下公式确定估测的发动机排出 NO_x (NO_x_OUT_EST)。

$$[0030] \quad \text{NO}_{x_OUT_EST} = (\text{CF} \cdot \text{NO}_{x_T}) + ((1-\text{CF}) \cdot \text{NO}_{x_SS})$$

[0031] 估测的发动机 NO_x (NO_x_OUT_EST) 可被 ECU 用于控制 SCR 系统,包括控制还原剂的值以控制还原剂向废气系统 28 的给予。

[0032] 图 3 是按照本发明的某些方面确定发动机废气中 NO_x 水平的示例性控制逻辑图 300。控制逻辑包括第一方框 305,其确定第一 NO_x 值 (或估测值) (NO_x_SS),其是至少发动机速度 (N) 和发动机负荷 (TQ) 的函数。第一逻辑方框 305 输出的第一 NO_x 估测值 (NO_x_SS) 对应于发动机在第一发动机运转条件 (并处于给定的速度 (N) 和负荷 (TQ) 的组合) 下排出的 NO_x。在一些实施方式中,第一运转条件对应于发动机的基本“稳态”运转,即在恒定或缓慢变化的发动机速度下。在至少一些实施方式中,该控制逻辑 300 通过访问查找表或图来确定第一 NO_x 估测值 (NO_x_SS),所述查找表或图提供发动机在第一运转条件 (例如,稳态运转) 期间在给定发动机速度 (N) 和负荷 (TQ) 下产生的 NO_x 水平。例如,该查找表可通过如下方式凭经验构建:使发动机在第一运转条件中运转,并在不同发动机速度和负荷组合下测量 (即,采用 NO_x 传感器测量) 实测 NO_x 水平。

[0033] 控制逻辑 300 还包括第二逻辑方框 310,其确定第二 NO_x 值 (或估测值) (NO_x_T),其是至少发动机速度 (N) 和发动机负荷 (TQ) 的函数。第二逻辑方框 310 排出的第二 NO_x 估测值 (NO_x_T) 对应于发动机在第二运转条件 (并处于给定的速度 (N) 和负荷 (TQ) 的组合) 期间排出的 NO_x。在至少一些实施方式中,第二运转条件对应于“瞬间”运转,其中发动机功率增加 (例如车辆加速期间)。在一些实施方式中,该控制逻辑 300 通过访问查找表或图来确定第二 NO_x 估测值 (NO_x_T),所述查找表或图提供发动机在第二运转条件 (例如,瞬间运转) 期间在给定发动机速度 (N) 和负荷 (TQ) 下产生的 NO_x 水平。该查找表可通过如下方式凭经验构建:使发动机在第二条件下运转,并测量 (即,采用传感器测量) 不同速度和负荷组合下发动机排出的实测 NO_x 水平。

[0034] 控制逻辑 300 也包括第三逻辑方框 315,其确定估测的进气歧管压力 (IMP_EST), 其是至少发动机速度 (N) 和扭矩 (TQ) 的函数。在至少一个实施方式中,当发动机处于第一运转条件 (并处于给定的发动机速度 (N) 和负荷 (TQ) 组合) 下时,估测的进气歧管压力 (IMP_EST) 对应于发动机的进气歧管压力。按照一些实施方式,估测的进气歧管压力 (IMP_EST) 对应于当发动机处于稳态运转 (并处于给定的发动机速度 (N) 和负荷 (TQ) 组合) 下时发动机的进气歧管压力。在一些实施方式中,该控制逻辑通过访问查找表或图来确定估测的进气歧管压力 (IMP_EST),所述查找表或图提供在第一运转条件 (例如,稳态运转) 期间在给定发动机速度 (N) 和负荷 (TQ) 下进气歧管压力 (IMP) 的估测值。例如,该查找表可通过如下方式凭经验构建:使发动机在第一运转条件 (例如,稳态运转) 下运转,并用例如传感器在不同发动机速度和负荷组合下测量实测进气歧管压力。

[0035] 控制逻辑包括用于计算估测的进气歧管压力 (IMP_EST) 和实测进气歧管压力 (IMP_ACT) 之间的压力差 (IMP_Δ) 的逻辑 320。第四逻辑方框 325 确定补偿因数 (CF),其是估测的和实测进气歧管压力之间的压力差 (IMP_Δ) 的函数。按照一些实施方式,补偿因数 (CF) 的范围从 0 (当压力差处于第一阈值时) 到 1 (当压力差处于第二阈值时)。

[0036] 控制逻辑还包括用于估测正从发动机排出的 NO_x水平 (NO_x_OUT_EST),其是补偿因数 (CF)、第一 NO_x估测值 (NO_x_SS) 和第二 NO_x估测值 (NO_x_T) 的函数。按照本发明技术的至少一些实施方式,可按照以下公式确定估测的发动机排出 NO_x (NO_x_OUT_EST)。

$$[0037] \quad \text{NO}_{x_OUT_EST} = (\text{CF} \cdot \text{NO}_{x_T}) + ((1-\text{CF}) \cdot \text{NO}_{x_SS})$$

[0038] 虽然,本发明已经描述为具有示例性实施方式,该申请旨在覆盖使用本文所示一般原理的任意变体、用途或适应性。可想到本领域技术人员可设计各种修饰和等价形式而不偏离以下权利要求中所示的本发明的精神和范围。此外,该申请旨在覆盖这种本领域内的已知或常规实践范围内的与本发明的偏离。虽然,本发明已经描述为具有示例性实施方式,该申请旨在覆盖使用本文所示一般原理的任意变体、用途或适应性。可想到本领域技术人员可设计各种修饰和等价形式而不偏离以下权利要求中所示的本发明的精神和范围。此外,该申请旨在覆盖这种本领域内的已知或常规实践范围内的与本发明的偏离。

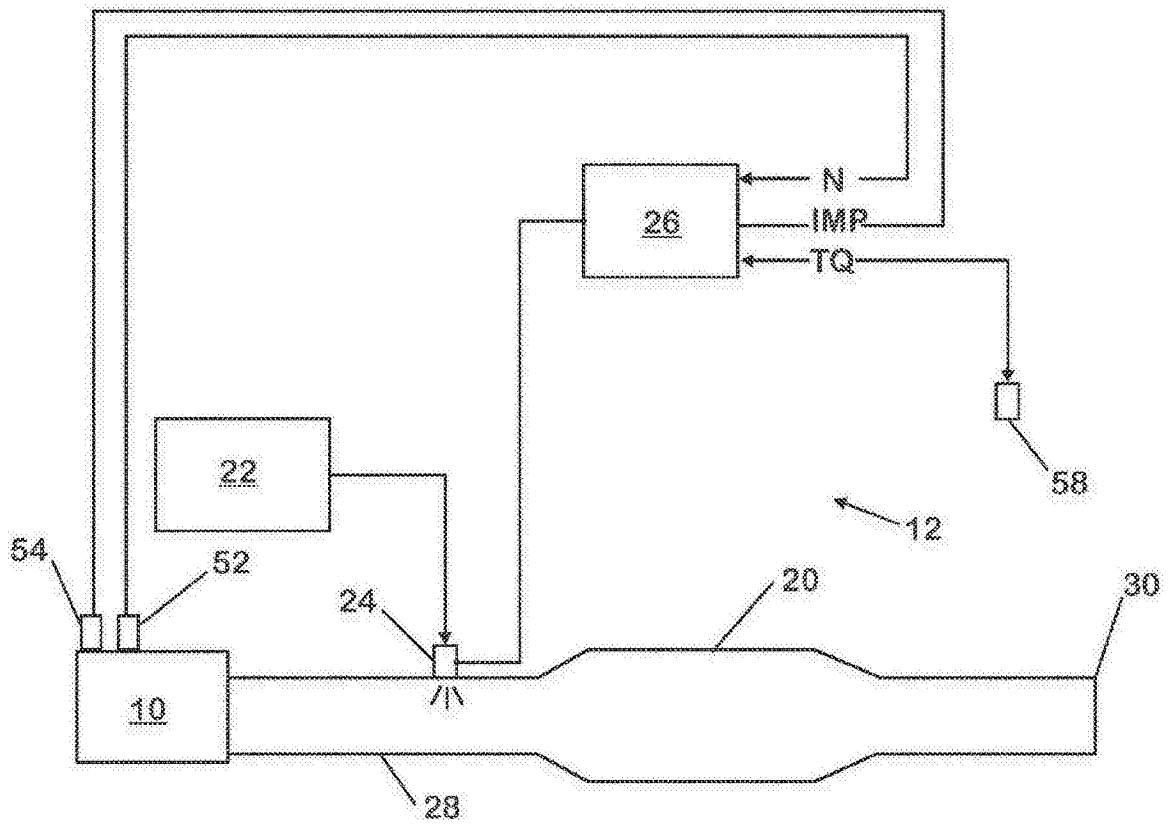


图 1

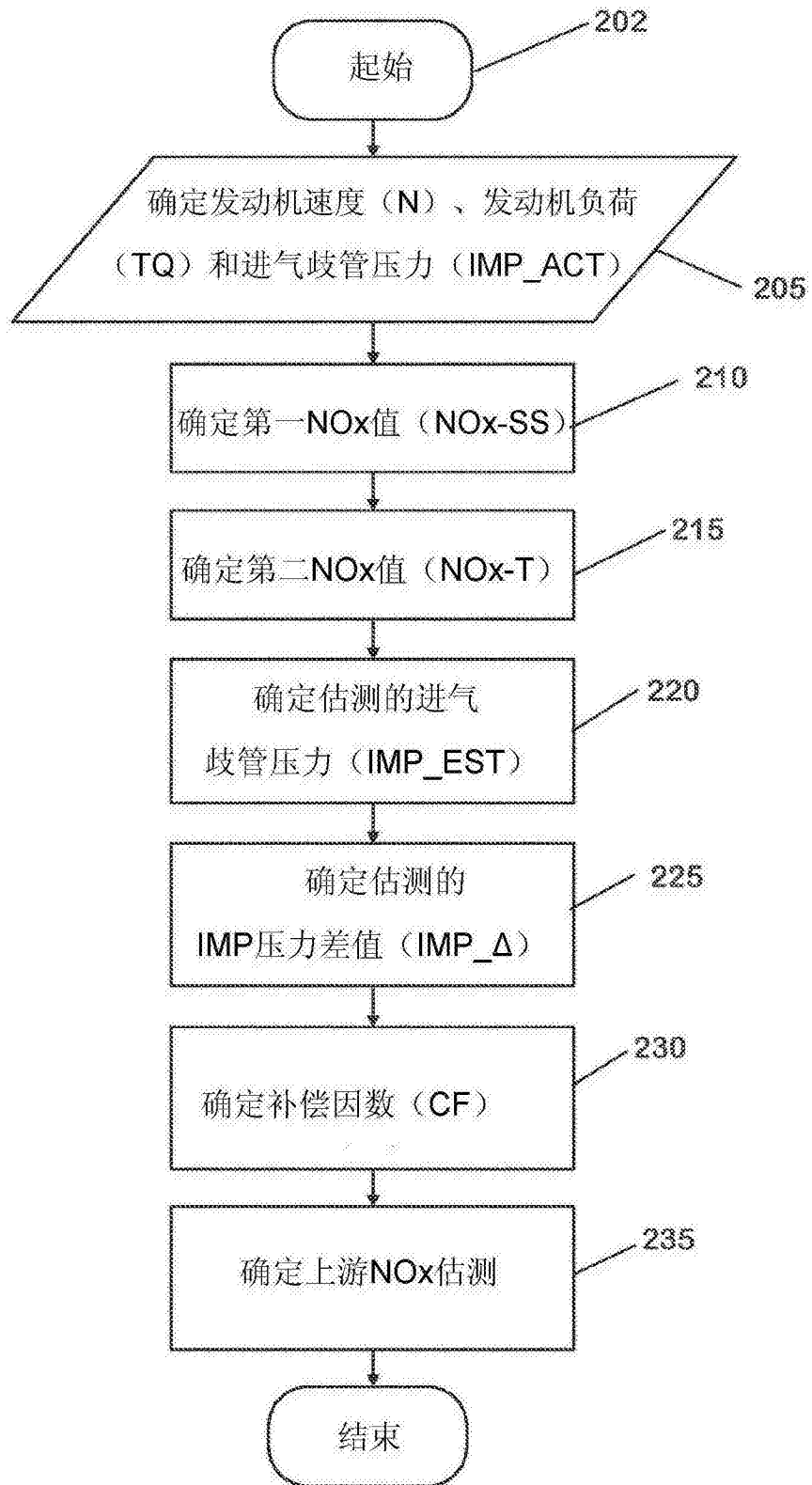


图 2

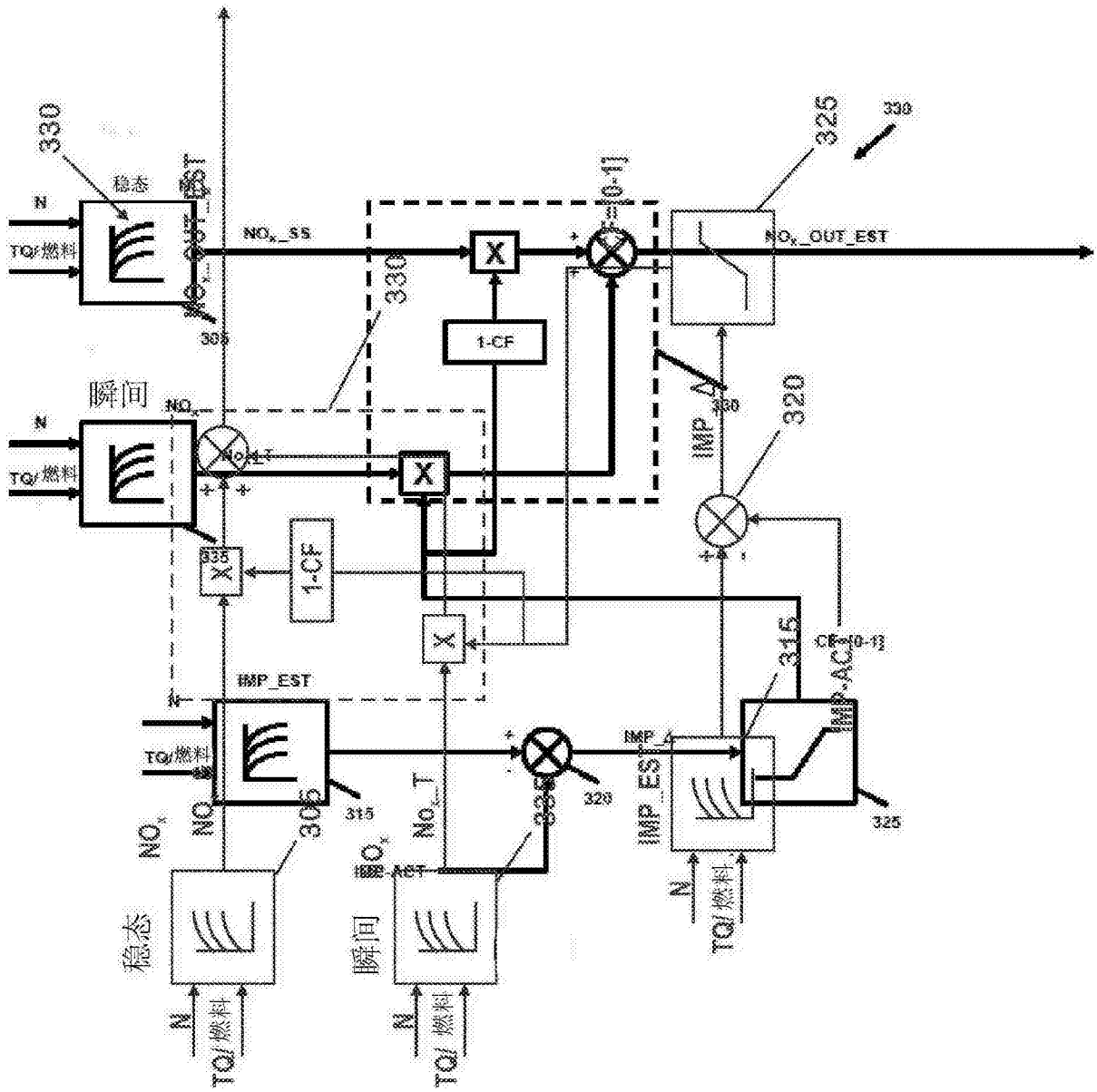


图 3