

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02D 41/12 (2006.01)

F02D 41/02 (2006.01)

F01N 3/10 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02804458.4

[45] 授权公告日 2007 年 4 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 1308583C

[22] 申请日 2002.2.1 [21] 申请号 02804458.4

[30] 优先权

[32] 2001. 2. 28 [33] DE [31] 10110500.2

[86] 国际申请 PCT/EP2002/001075 2002. 2. 1

[87] 国际公布 WO2002/077430 德 2002. 10. 3

[85] 进入国家阶段日期 2003. 8. 1

[73] 专利权人 大众汽车股份公司

地址 德国沃尔夫斯堡

[72] 发明人 埃克哈德·波特 米歇尔·齐尔默

[56] 参考文献

EP0890724A2 1999. 1. 13

US5505671A 1996. 4. 9

US5570575A 1996. 11. 5

US5902210A 1999. 5. 11

US5784880A 1998. 7. 28

审查员 岑 艳

[74] 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理有限公司

代理人 方 挺 张耀山

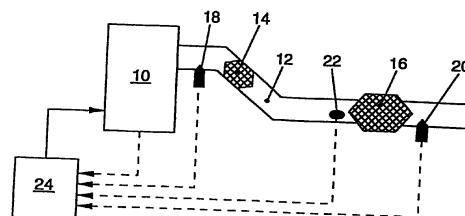
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 4 页

[54] 发明名称

催化剂系统的温度控制方法

[57] 摘要

本发明涉及一种用于控制安装在车辆内燃机(10)的排气管(12)内的催化剂系统(14, 16)温度的方法, 所述系统包括至少一个主催化剂(16), 尤其是 NO<sub>x</sub>-存储催化剂, 和可选的一个或多个预催化剂(14)。它是这样设定的, 即, 在司机所需的理想行驶力矩小于汽车的超限力矩时(超限阶段  $\tau_s$ )的一个工作点, 以小于或等于 1.1 的空气-燃料比( $\lambda$ )提供给内燃机来抑制超限中断给油。



1. 一种控制安装在汽车内燃机(10)排气管(12)内的催化剂系统(14, 16)温度的方法, 该系统由至少一个主催化剂(16)和可选的一个或多个预催化剂(14)组成, 在司机所需的理想行驶力矩小于汽车的超限力矩时的超限阶段( $\tau_s$ )的一个工作点, 以小于或等于1.1的空气-燃料比( $\lambda$ )提供给内燃机来抑制超限中断给油, 其特征在于, 至少采取下述措施中的一项来应对抑制超限中断给油的超限阶段( $\tau_s$ ):

- 根据所测定的或计算的废气和/或催化剂系统(14, 16)的温度(T), 设定在超限阶段( $\tau_s$ )施加的空气-燃料比( $\lambda$ ); 和

- 通过延迟点火时间点, 至少部分补偿因抑制超限中断给油而在超限阶段( $\tau_s$ )产生的有效力矩。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于: NO<sub>x</sub>-存储催化剂被用做主催化剂(16)。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于: 在超限阶段( $\tau_s$ )对内燃机(10)提供小于或等于1.05的空气-燃料比( $\lambda$ )。

4. 根据权利要求3所述的方法, 其特征在于: 在超限阶段( $\tau_s$ )对内燃机(10)提供小于或等于1.02的空气-燃料比( $\lambda$ )。

5. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于: 在超限阶段( $\tau_s$ )对内燃机(10)提供0.95-1.00的空气-燃料比( $\lambda$ )。

6. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于: 若废气和/或催化剂系统(14, 16)的温度(T)没有超过设定的极限温度, 就不必抑制超限中断给油。

7. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于: 在内燃机(10)驱动汽车

前进时的非超限阶段，预催化剂(14)前的废气最大允许温度被设定为920至1040℃，而空气-燃料比( $\lambda$ )是根据所述预催化剂(14)前的所述温度设定值来调节的。

8. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于：所述预催化剂(14)前的废气最大允许温度被设定为950至1000℃。

9. 根据权利要求2所述的方法，其特征在于：在内燃机(10)驱动汽车前进时，NO<sub>x</sub>-存储催化剂(16)前的废气最大允许温度被设定为830至920℃，而空气-燃料比( $\lambda$ )是根据所述NO<sub>x</sub>-存储催化剂(16)前的所述温度设定值来调节的。

10. 根据权利要求9所述的方法，其特征在于：所述NO<sub>x</sub>-存储催化剂(16)前的废气最大允许温度被设定为850至880℃。

11. 根据权利要求7或9所述的方法，其特征在于：在超限阶段( $\tau_s$ )，以根据已设定的废气和/或催化剂系统(14, 16)的最大允许温度调节的空气-燃料比( $\lambda$ )提供给内燃机(10)。

## 催化剂系统的温度控制方法

### 技术领域

本发明涉及一种控制催化剂系统温度的方法。

### 背景技术

在对贫油状态运行的内燃机的废气进行后处理时，通常需要让废气通过一个安装在排气管中的催化剂系统，特别是NO<sub>x</sub>-催化剂系统。这个催化剂系统至少应包括一个NO<sub>x</sub>-存储催化剂，此外至少还要串联一个或多个预催化剂。在这样的情况下，内燃机就会在大、小空气-燃料比的区间内间歇式地运转，其中，在 $\lambda > 1$ 的贫油操作区间里废气的氮氧化物(NO<sub>x</sub>)会被存积到NO<sub>x</sub>存储催化剂内，而在 $\lambda < 1$ 的富油操作区间里，废气的氮氧化物(NO<sub>x</sub>)则会被释放和降低(NO<sub>x</sub>回收)。其他的有害成分，如：一氧化碳(CO)和未燃烧的氮化合物(HC)则可以通常的方式在预催化剂和/或NO<sub>x</sub>存储催化剂的催化三效部分中转化。

与单纯的三效催化剂系统相比，NO<sub>x</sub>-催化剂系统对温度的反应比较敏感。这样在逆NO<sub>x</sub>-存储催化剂而上的残留废气温度已超过800℃时会 对催化剂产生不可逆转的损坏，以至于催化剂的活性在超过车辆使用寿命时会明显地减弱。这既关系到强弱驱动区间的NO<sub>x</sub>存储或再生，也关系到在进行化学计量加载时HC-、CO-和NO<sub>x</sub>的转化性能。为避免超过临界温度值，需要采取措施冷却废气，以降低废气温度。另一已知的降低废气温度的办法是使燃料空气混合物的 $\lambda < 1$ 。

NO<sub>x</sub>催化剂系统温度负荷方面的一个重要问题是在正常行驶时会出现不可避免的超限(overrun)现象，比如在汽车减速或下坡、驾驶员给定的行车力矩比车辆的瞬时超限力矩小时就会出现这种情况，这时。在超限阶段通常会中断给油，并且内燃机无燃烧驱动(超限中断给油)。此时高浓度的氧气会分别进入废气和催化剂系统中。催化剂系统在超限阶段开始时，尤其是在高负荷或全负荷驱动后都会含有很高的HC-物质。由于HC与氧气发生了放热转化反应，就会出现局部温度峰值，它会导致

催化的贵金属涂层发生强氧化和/或烧结，并可能永久性地破坏催化活性。在超限之前，汽车驱动行驶期间催化剂系统达到的温度越高，这个问题就越严重，也就是说：在高负荷或满负荷的汽车驱动之后特别会出现这种情况。在进行发动机台架实验时表现出超限中断给油的潜在危害性。用高负荷和高废气温度交替进行熄火超限实验，这样的负荷循环所导致的NO<sub>x</sub>-存储催化剂系统的去活化现象要比不干预超限阶段情况下的相应的负荷循环更严重。

为了减低在超限时对催化剂加载大量氧气产生的破坏作用，通常要在高负荷和满负荷点火驱动时进行一种特殊的强化混合气浓缩处理。这样就可以使催化器的原始温度值在超限阶段开始时保持很低，因氧气加载产生的附加载荷就不会达到催化剂的极限载荷。这种为补偿超限中断给油的副作用而进行的高负荷驱动状态下的混合气浓缩强化处理会明显增加燃料消耗。为保持低油耗，另一个通用的办法就是根据废气和/或催化剂温度来调节混合气的浓度。这样在短时高负荷加速和比较低的非临界催化剂温度时调节的混合气浓度要比在同样工作点时废气或催化剂温度已经达到临界值的情况下要低。

## 发明内容

本发明的任务是提供一种控制催化剂系统温度的方法，它可以在超限阶段，尤其是在内燃机高负荷或满负荷运转之后有效地避免出现有损害作用的温度峰值。此外，这种方法应能保持尽可能低的燃料消耗，不危害行驶的舒适性和安全性，还能简便地集成到发动机操纵模块中。

该任务可通过本发明的方法来解决。根据本发明，提供了一种控制安装在汽车内燃机排气管内的催化剂系统温度的方法，该系统由至少一个主催化剂和可选的一个或多个预催化剂组成，在司机所需的理想行驶力矩小于汽车的超限力矩时的超限阶段的一个工作点，以小于或等于1.1的空气-燃料比提供给内燃机来抑制超限中断给油，其特征在于，至少采取下述措施中的一项来应对抑制超限中断给油的超限阶段：

- 根据所测定的或计算的废气和/或催化剂系统的温度，设定在超限阶段施加的空气-燃料比；和

- 通过延迟点火时间点, 至少部分补偿因抑制超限中断给油而在超限阶段 ( $\tau_s$ ) 产生的有效力矩。

根据本发明, 这样设定, 即, 在司机所需的理想行驶力矩小于汽车的超限力矩时 (超限阶段) 的某一工作点, 可以小于或等于1.1的空气-燃料比提供给内燃机, 抑制超限中断给油。在  $\lambda \leq 1.00$  时加载的效果尤其好。

如果在驱动条件下, 例如在刹车或下坡时出现了超限, 按照常规的方法是实施超限中断给油, 根据本发明, 可通过加载空气-燃料的混合气来点火驱动内燃机的方法来抑制这种情况。采用这种方式, 可在仅仅少量的多级消耗中克服已熄火的超限中断给油抑制催化系统的高氧气加载及因此造成的超限时的有害温度峰值。催化器的寿命可因此得到显著的提高。这种方法因NO<sub>x</sub>-存储催化剂对温度特别敏感, 所以对NO<sub>x</sub>催化剂系统会特别有利。

在点火超限阶段对内燃机提供的空气-燃料比根据本方法的第一方案应小于或等于1.05, 尤其小于或等于1.02, 优选设定在  $\lambda = 0.95$  至1.00的范围内。在经过特别完善的实施后, 点火超限阶段的空气-燃料比可根据测定和计算的废气和/或NO<sub>x</sub>-催化剂系统的温度来设定。如果在开始出现超限, 至少是催化剂系统的某一部分已经比较接近催化剂特有的临界温度时, 才可为超限阶段设定一个较低的空气-燃料比值, 就是要强化混合气浓缩, 目的是尽可能地强降温。反之, 若废气和/或催化剂系统的温度比较低, 空气-燃料比值可以设定近似为1。此外还可规定, 在这种情况下可以不抑制超限中断给油。换言之, 如果废气和/或NO<sub>x</sub>-催化剂系统的温度没有超过可设定的较低温度峰值, 也可以进行超限中断给油。这时通常的做法是根据具体的催化剂特性, 尤其是催化剂涂层和/或催化剂载体的情况为预催化剂和主催化剂及NO<sub>x</sub>-存储催化剂设定不同的极限温度。

在出现超限时通过抑制超限中断给油来避免温度峰值出现, 就可以参照现有技术把内燃机 (汽车前行) 点火高负荷和/或全负荷驱动时的废气和/或催化剂系统温度调高到最大允许值, 并得到一个可据此进行调节的较低的最大混合气浓缩。这里要理解汽车前行的概念就是处于驱动状

态，在这种状态下内燃机完成了有效的工作，而没有处在超限阶段。与现有技术相比，提高了大约30-150 K，尤其是50-100K的最大废气温度和/或催化剂温度被证明特别适合于NO<sub>x</sub>-催化剂系统。它相当于把因保持温度设定值而进行混合气浓缩调节的空气-燃料比值在点火驱动时提高到了 $\lambda = 0.036 - 0.18$ ，尤其为0.06-0.12。可根据具体情况规定内燃机驱动汽车前行时逆预催化剂而上的废气最大允许温度设定值为920-1040°C，优选为950- 1000°C。而在汽车前行时逆NO<sub>x</sub>-存储催化剂而上的废气最大允许温度相应地规定为830-920°C，尤其为850 - 880°C。由于提高了汽车前行时的最大允许温度，因点火超限造成过多的燃料消耗就可得到补偿，甚至可以得到超量补偿。尽管总的温度水平是比较高的，但由于在超限时抑制了温度峰值，催化剂系统的温度就不会达到临界温区。

本方法前面提到的这项方案还可以得到进一步的完善。即，在点火超限阶段用一个根据预定的废气和/或NO<sub>x</sub>-催化剂系统的最大允许温度来调定的空气-燃料比给内燃机加载混合气。采取这样的措施获得的相对较低的空气-燃料比值，在超限阶段通常会在0.7- 0.95，尤其是0.8 - 0.9，虽然可参照前面提到的本方法的方案（尽管它一点都不会减少降低燃料消耗的好处），但由于在超限时只有微量的氧气残存，这有利于催化剂系统的寿命。由于在负载和超限时调节的空气-燃料比值几乎一样，从而实际上完全排除了温度峰值的出现。

可能会因此产生一个问题，即，由于超限阶段的点火始终会产生某个有效力矩，结果是超限阶段中司机所期望的减速总是比预期的小。这个问题可通过对本方法的进一步完善得到解决，其方法是在超限时产生的有效力矩可通过点火时间点‘延迟’，降低发动机效率来部分补偿。因为在延迟点火的同时会提高废气的温度，因此这项措施只能在有限的范围内用于有目的地避免产生有效力矩。

在坡道地段特别不希望出现有效力矩，这会因延长制动距离而损害有效的行车安全。此外高废气温度的有害效应会特别明显。因为坡道地段常常有大油门爬坡地段。此时发动机转数和废气温度都会达到最高。因此后来的一个特别优选的方法就规定，超限中断给油的抑制，和/或超

限阶段的空气-燃料比, 和/或超限阶段的废气和/或催化剂系统的最大允许温度设定值都可根据实际的车速和/或实际的汽车加速度与在平地上按照实际发动机力矩预测的额定车速和/或额定的汽车加速度的偏差来控制。如前所述, 先通过真实的瞬时实际车速与根据由内燃机标定的平地行驶力矩算出的额定车速进行比较, 了解坡道或者说下坡的情况。然后再看是否可以采取本发明所述的抑制超限中断给油的措施。如果可以, 再确定以哪种空气-燃料比来给超限阶段的内燃机点火。这样就可以根据已知的坡度情况全部或部分地遏制有效力矩的产生。

特别要规定取消对超限中断给油的抑制, 也就是说, 通过车速和/或汽车的加速度与额定车速和/或汽车加速度的偏差测定的坡道情况超过了可设定的极限值, 就可以采取超限中断给油措施。用这种方式即使是很陡的坡道也可避免刹车距离过长。相反, 如果实际的车速或/和汽车加速度低于地面上的额定车速和/或汽车加速度, 则判断为一段上坡区间, 就允许抑制超限中断给油。

此外还可规定, 超限阶段的空气-燃料比, 和/或废气和/或催化剂系统的最大允许温度设定值都可根据已知的坡道情况作改变。在这样的情况下, 在达到可设定的极限值进行超限中断给油之前, 尤其是空气-燃料比和/或最大的温度设定值都会随着坡度的增加逐级地或连续地先提升到 $\lambda = 1.00$ , 也就是说 $\lambda$ 至少被无限提升了。

对了解坡道情况所必需的实际车速及汽车加速度可以通常的方式计算出来, 比如可根据马达转数和已挂挡位, 和/或根据车轮转速传感器测出的车轮转速和动态的车轮半径等方法。同样可以想到对速度把握有偏差的方法。地面上的理论额定车速以及汽车加速度主要是根据由内燃机标定的和发动机配气机构测定的力矩获知。另外还可以考虑采用可近似反映发动机力矩的其他发动机配气机构数值。比如: 加速踏板位置、喷发的燃料量、空气质量测量信号以及废气空气-燃料比信号。然后发动机力矩或可选的其它参数将利用存储的特性参量与汽车平地行驶时的发动机转数的改变相关联。其他一些必要的参数如汽车重量、空气阻力系数或滚动阻力系数等都可以作为常数或所测知的实际车速和/或车辆加速度的函数同样预置到发动机操纵仪中。查知地面上的额定车速或



汽车加速度在自动变速驾驶时可根据换档时的操作从它的基本关系中得知而不必对之作进一步的说明。

本发明的其他一些优选设计将在后文中给出。

## 附图说明

下面参照附图对本发明的实施例作出详细说明。其中：

图1是串联了排气管的内燃机结构的示意图；

图2是现有技术中在超限时采取超限中断给油措施时催化剂温度的空气-燃料比及车速的时间曲线；

图3是按照本发明的第一设计根据图2绘制的数值时间曲线；

图4是按照本发明的第二设计根据图2绘制的数值时间曲线；

图5是按照本发明的第三设计根据图2绘制的数值时间曲线；

图6是在超限和汽车前行期间按照本发明的第四设计绘制的空气-燃料比及一个点火角的坡度曲线；

图7是按照本发明的第五设计根据图6绘制的坡度数值曲线。

## 具体实施方式

图1为串联了排气管12的内燃机10的示意图。为了清除来自内燃机10的废气，排气管12包括一种靠近发动机的小体积预催化剂14，典型地为三效催化剂，以及一种与其串联的大体积NO<sub>x</sub>-存储催化剂16。该NO<sub>x</sub>-存储催化剂16间歇性地导入浓和淡的废气气氛，其中，在贫油的弱驱动状态下会出现氮氧化物NO<sub>x</sub>的填充；而在富油的强驱动状态下会出现NO<sub>x</sub>的再生和转化。调节强弱循环及空气-燃料比值一般是通过沿着内燃机10安置的空气-燃料比传感器18及另外一个沿着NO<sub>x</sub>-存储催化剂16安装的气体传感器20完成的。这个气体传感器20同样可以是一个空气-燃料比传感器或优选为NO<sub>x</sub>-传感器。温度传感器22会测出NO<sub>x</sub>-存储催化剂16前的废气温度。由传感器18、20、22所提供的信号及内燃机10不同的运转温度都会找到一个进入发动机操纵仪24的入口，它可通过储存的算法和通用特性曲线对内燃机10的运转进行控制。

图2通过不同的特征参数来阐明现有技术中启动超限中断给油时对催化剂有损害作用的温度负荷。线段100显示了一个车速 $v$ 的变化。速度 $v$ 先是处在一个恒定的高线上，然后在减速状态下持续走低，这可能是因为在收油，为的是最终保持一个恒定的低线。在减速时，汽车处在超限阶段 $\tau_s$ ，此时所要求的行车理想扭矩要比车辆引起的瞬时超限扭矩小。线段102表示的是空气-燃料比 $\lambda$ 的时间曲线。在开始高负荷运转时会产生 $\lambda < 1$ 的较强混合气浓缩。而在超限阶段 $\tau_s$ 中，发动机不做功，车速 $v$ 只是靠超限扭矩保持，燃料供给中断导致了超限中断给油。正因为如此空气-燃料比 $\lambda$ 才假定了一个几乎是无限的正值。由于在超限中断给油时废气的氧浓度很高，因此要先强化在催化剂14、16中还有很高含量的HC化合物的转化反应。线段104表示的是在NO<sub>x</sub>-存储催化剂16的反应区内涂层（洗涤漆）中的局部温度的曲线。它在此表明了，在高负荷驱动时的最初恒定的催化剂温度 $T$ 之后，出现强化温度峰值，以开始熄火超限阶段 $\tau_s$ 。从超限中断给油前的起始温度来看，它此时可能达到了一个临界温区（阴影线区）。在这个区域内催化剂16可能受到不可逆转的损害。

为了有效地避免在超限时出现温度峰值，根据本发明，在特定的前提条件下，在超限阶段 $\tau_s$ 期间点火启动内燃机10以抑制超限中断给油。这个原理在图3中已通过图2（线段100）中所示相同的车速 $v$ 的断面图作了最简单的阐述。根据这一阐述，在超限阶段 $\tau_s$ 期间，一恒定的空气-燃料比值，优选为 $\lambda = 0.95$ 和 $\lambda = 1.00$ 之间的空气-燃料比值是可以作调节的（线段102'）。因此，在超限阶段 $\tau_s$ 期间内燃机10采用化学计量的空气-燃料比或小富余量的燃料来启动，以便在燃烧过程中继续消耗现有的氧气。因此正如从104'线段中看到的，在超限阶段 $\tau_s$ 中出现温度峰值的现象几乎可以完全被抑制住。为便于对比，在图3中又按照图2再现了在超限中断给油时的温度曲线。在图3中缺少已显现的温度峰值可以明显地延长催化剂系统的寿命，保证在超过寿命后仍有足够的催化活性。当然，同图2中允许超限中断给油的情况相比，在超限阶段 $\tau_s$ 点火会造成燃料消耗一定量的增加。因此，为了降低燃料消耗就要有目的地规定：要根据实测或计算的NO<sub>x</sub>-催化剂系统14、16或废气的实际温度来抑制超

限中断给油。只有在开始超限阶段 $\tau_s$ 的实际温度已经比较高,尤其达到 $700^{\circ}\text{C}$ ,优选 $750^{\circ}\text{C}$ 时,才允许抑制超限中断给油。此外,还可以确定超限阶段 $\tau_s$ 的空气-燃料比设定值与现有温度之间的比例关系。

图4显示了在速度区段100仍相同时图3所示原理的进一步改型。在高负荷驱动(非超限驱动)期间调高废气和/或催化剂系统的最大允许温度设定值,与先前的示例相比,大约30–150K,尤其是在50–100K时,会额外抑制超限阶段的超限中断给油。若以通常许可的 $\text{NO}_x$ -存储催化剂前的废气温度约 $800^{\circ}\text{C}$ 为基点算,相当于预催化剂14前的废气温度为920–1040 $^{\circ}\text{C}$ ,尤其是950–1000 $^{\circ}\text{C}$ 。把许可的催化剂温度调高会导致整个温度水平(线段104')比图3所示的方案要高。由于继续抑制了在超限阶段 $\tau_s$ 时出现温度峰值,所以仍达不到示意图中阴影线的临界温区。因此与先前介绍过的几个方案相比,催化剂系统没有明显增加温度负荷。这个方案的优点是,由于温度标准的关系可以调高空气-燃料比值(线段102'),以此来补偿甚或过补偿因点火启动而造成的过多的燃料消耗。

图5是对图4所示实施方式的进一步改型,它显示的是空气-燃料比和温度曲线(102'''和104'''),此时空气-燃料比值可不固定,而是可在超限阶段 $\tau_s$ 中允许有一个可根据废气和/或 $\text{NO}_x$ -催化剂系统14、16的最大温度设定值来调节的空气-燃料比值。这个措施通常会导致在超限阶段 $\tau_s$ 期间的空气-燃料比值在0.7和0.95之间,尤其是0.8至0.9。在超限阶段 $\tau_s$ 状态下造成的混合气浓缩的强化反应虽然会造成图4所示实施例中节省的燃料有部分损失,但它却因低负荷和超限时几乎一样的空气-燃料比值,至少是完全排除了温度峰值的出现而利于催化剂的寿命。

其它两种实施例则要考虑在坡道路段会因为点火超限产生的有效扭矩问题。为此这样规定,先测定所计算的额定平地车速( $v_{\text{额定}}$ )和/或汽车加速度与实际的车速( $v_{\text{实际}}$ )和/或汽车加速度的偏差 $\Delta v$ 以此了解坡道情况。在图6中线段106表示的是超限阶段 $\tau_s$ 中的空气-燃料比曲线,它可根据测定的速度偏差 $\Delta v$ 调节。只要所测定的坡度小于可设定的临界坡度 $\Delta v_k$ ,就可以空气-燃料比 $<1$ 来点火启动内燃机10,抑制出现超限中断给油。同时在某一恒定的点火时间点,在达到上止点OT(线段110)之前的曲轴转角 $KWW$ 时以空气-燃料比 $\lambda$ 进行点火。若坡道比 $\Delta v_k$ 大,就允许

超限中断给油，导致超限阶段空气-燃料比值向无限大方向变化。因有效力矩引起的减速路段延长和因此造成的损坏或司机的驾驶失常都可得以避免。是否允许超限中断给油和/或临界坡度 $\Delta v_k$ 的设定要根据实际的废气温度或催化剂温度来控制。线段108表示的是在没有超限状况时，点火行进时坡道路况下的空气-燃料比曲线。在此规定，在坡度大于临界坡度 $\Delta v_k$ 时，可以降低最大允许废气和/或催化剂温度。因需要冷却，结果是空气-燃料比值降低。从温度方面看，车辆行进中的空气-燃料比值降低会带来好处。若出现超限阶段 $\tau_s$ 状况，因氧气加载造成的温度峰值还未达到临界温区，在坡度高于 $\Delta v_k$ 时就可以毫无问题地进行超限中断给油。

根据图7中所示的本方法的另一实施方式，空气-燃料比 $\lambda$ 在点火超限阶段会随着坡度的增加先提高到空气-燃料比=1（线段106'）。同时点火时间点可按照线段110推迟到上止点OT之后的一个曲轴转角KWW，为的是缩小燃烧角度及可能出现的有效扭矩。在超过了设定的临界坡度 $\Delta v_k$ 时，还可以允许超限中断给油。反之，若汽车处于发动机的负荷之下（不超限），最大允许废气和/或催化剂温度随着坡度的增加会持续地降低。因此要按照线段108'调低的空气-燃料比值曲线。在图6和图7中所示的方法在没有显著影响的油耗影响下会明显提高催化剂的寿命。所有的过程也可根据需求调谐到催化剂状态，尤其是催化剂温度或所存在的预损害问题上。在这样的情况下，在图7中所示的方法可在行驶性能方面达到最佳调谐。

前述的工艺方案也可应用到三效基础的催化剂系统上。预催化剂的采用同样也不是绝对需要的。

### 附图标记一览表

10	内燃机
12	排气管
14	预催化剂
16	主催化剂/NOx-存储催化剂
18	空气-燃料比传感器

---

20	NO <sub>x</sub> -传感器
22	温度传感器
24	发动机控制仪
100	车速的时间曲线
102	空气-燃料比值的时间曲线
104	温度时间曲线 ( 催化剂温度 )
106	超限阶段不同坡道的空气-燃料比曲线
108	车辆前行时不同坡道的空气-燃料比曲线
110	点火时间点的不同坡道曲线
KWW	曲轴转角
$\lambda$	空气-燃料比
OT	上止点
t	时间
T	催化剂温度
$\tau_s$	超限阶段
v	车速
V <sub>实际</sub>	实际车速
V <sub>额定</sub>	在平面上的理论车速 ( 额定车速 )
$\Delta v$	偏差/坡道
$\Delta v_k$	临界坡道

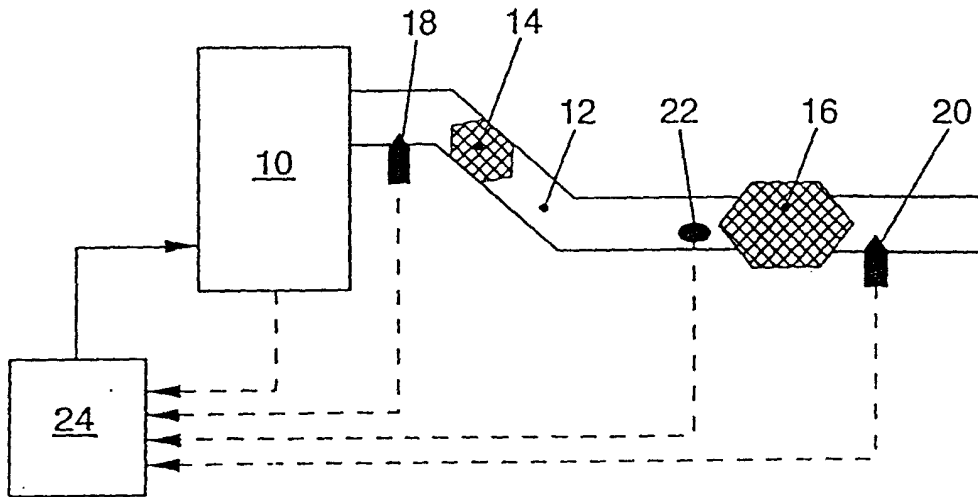


图 1

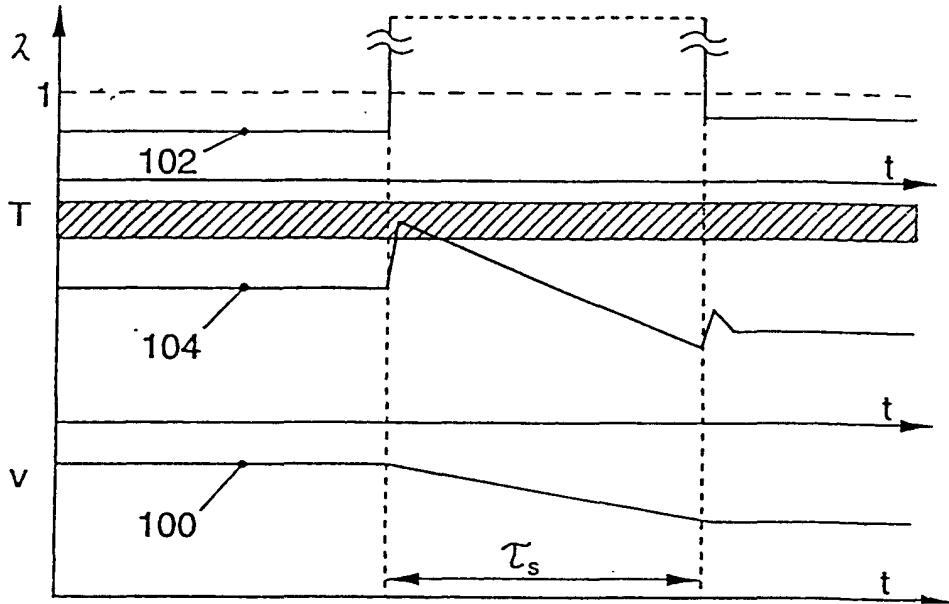


图 2

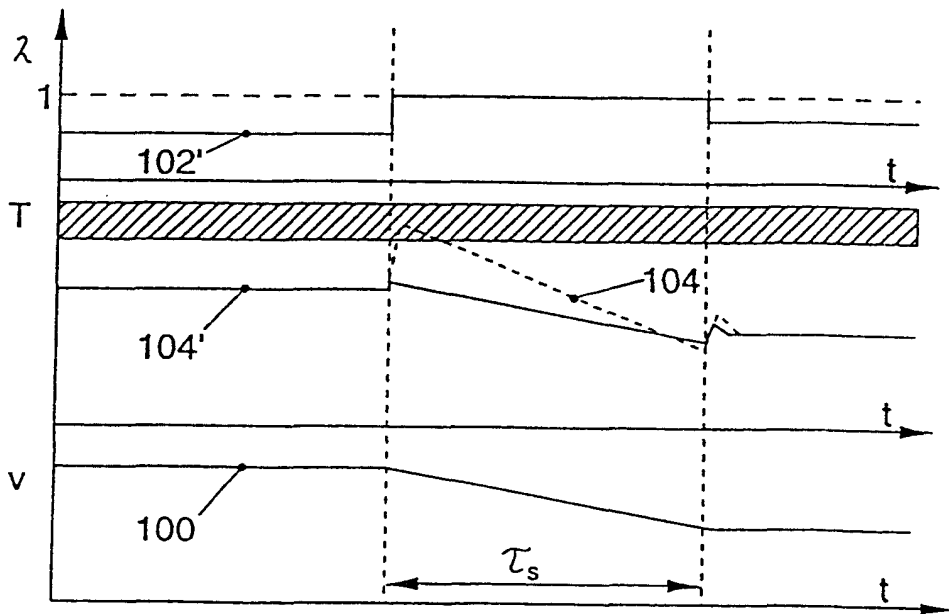


图 3

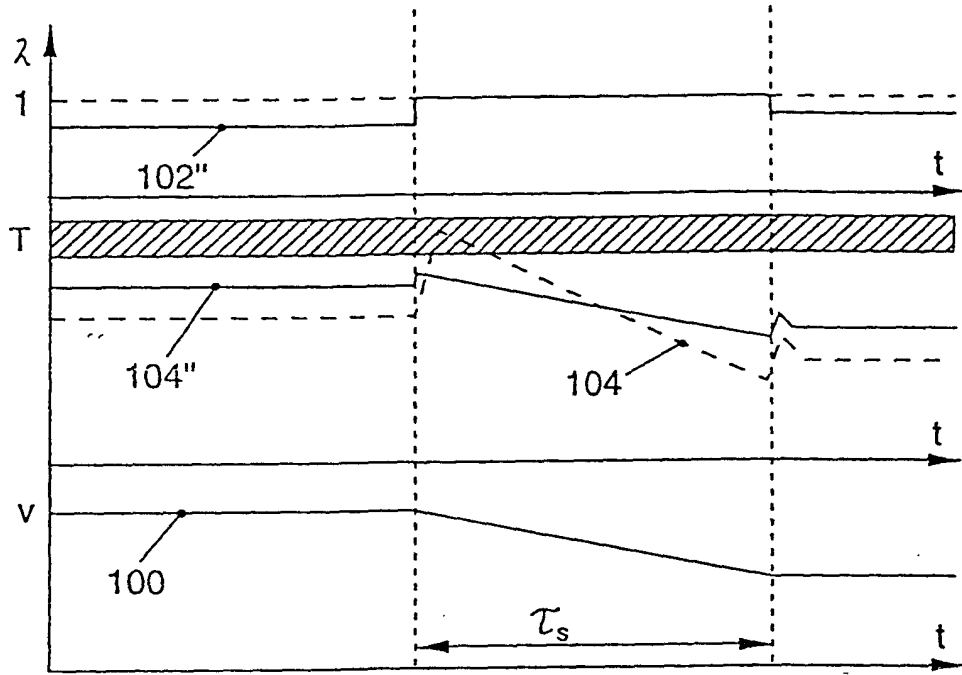


图 4

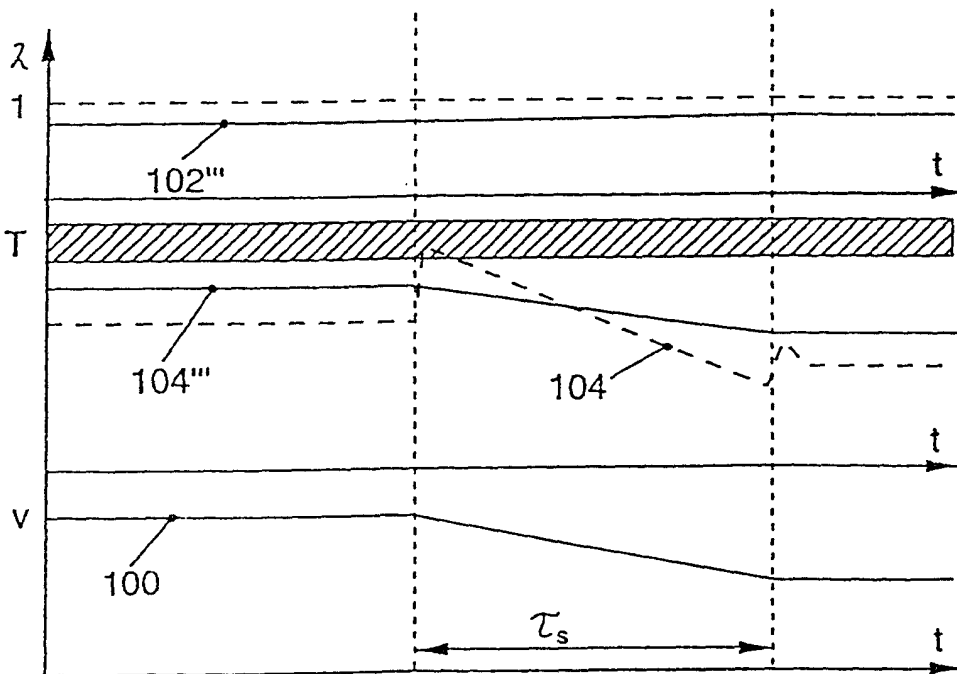


图 5



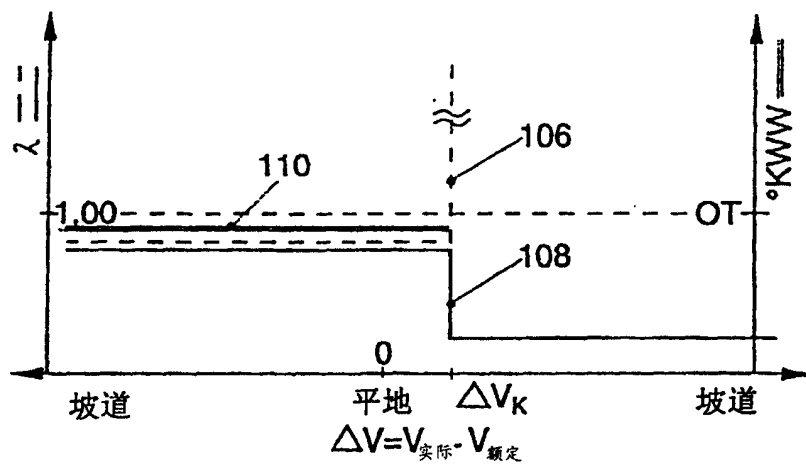


图 6

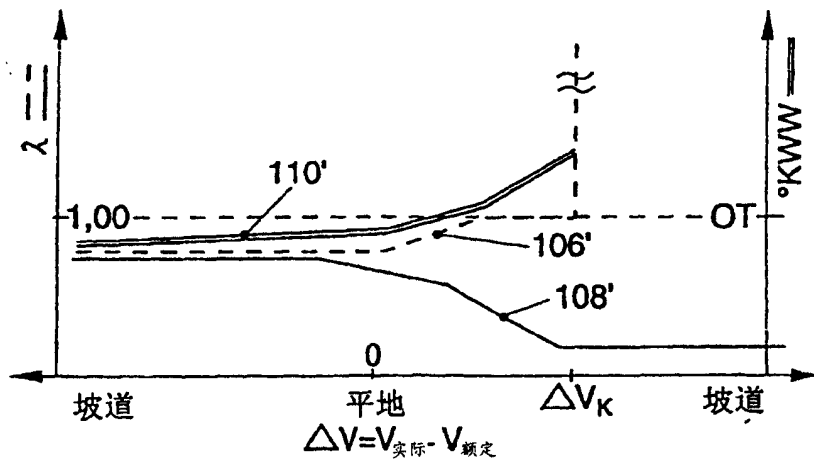


图 7