(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 101737223 B
(45)授权公告日 2013.07.03

(21)申请号 200910209372.4
(22)申请日 2009.11.04
(30)优先权数据
12/266,091 2008.11.06 US
(73)专利权人 福特环球技术公司
地址 美国密歇根州
(72)发明人 R·D·皮尔西弗 G·苏尔尼拉 N·特拉斯克
(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
代理人 赵蓉民
(51)Int.Cl.
F02P 5/152(2006.01)
F02D 29/02(2006.01)
(56)对比文件
US 4268910 A,1981.05.19,
US 5884605 A,1999.03.23, 全文.
US 7021281 B2,2006.04.04, 全文.
CN 1442608 A,2003.09.17, 全文.
CN 101191451 A,2008.06.04, 全文.
JP 特开2007-146785 A,2007.06.14, 全文.
审查员 范海琳

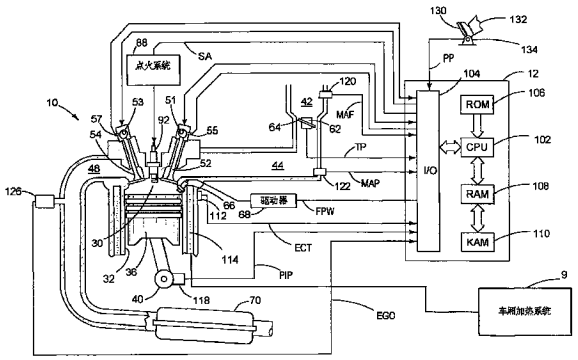
权利要求书2页 说明书11页 附图7页

(54)发明名称

控制车辆发动机的方法及系统

(57)摘要

本发明提供一种用于控制具有多个汽缸的车辆发动机的方法。该方法包含:在发动机怠速期间,将至少一个汽缸的火花正时提前至峰值扭矩正时之前,并且将至少一个汽缸的火花正时延迟至峰值扭矩正时之后;及将火花正时从所述提前的正时朝向所述峰值扭矩正时延迟并且响应减小的发动机转速将火花正时从所述延迟的正时朝向所述峰值扭矩正时提前以维持怠速。通过利用由用于为发动机冷却剂和/或润滑剂增加热量的提前火花正时产生的扭矩储备,可能改善怠速控制。



CN 101737223 B

1. 一种用于控制车辆发动机的方法，所述方法包含：

冷起动发动机；

在第一怠速控制模式期间，当催化剂温度低于第一预定阈值时，设置火花正时至从峰值扭矩正时延迟的第一标称值，并且关于所述第一标称值调节火花正时同时维持火花正时从所述峰值扭矩正时延迟，所述调节包括响应发动机怠速减小从所述第一标称值提前火花正时；及

在第二怠速控制模式期间，当催化剂温度高于所述第一预定阈值并且发动机冷却剂温度低于第二预定阈值时，设置所述火花正时至从所述峰值扭矩正时提前的第二标称值，并且关于所述第二标称值调节火花正时同时维持火花正时从所述峰值扭矩正时提前，所述调节包括响应发动机怠速减小从所述第二标称值延迟火花正时。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，催化剂温度低于所述第一预定阈值包括在达到催化剂起燃温度之前。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在所述第一怠速控制模式期间的所述调节包括响应发动机怠速的增加进一步地从所述第一标称值延迟火花正时和在所述第二怠速控制模式期间的所述调节包括响应发动机怠速的增加进一步地从所述第二标称值提前火花正时，所述第二怠速控制模式在车辆的气候控制系统的运转期间运转，其中所述气候控制系统请求车厢加热运转。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述火花正时为至少一个汽缸的火花正时或火花正时为所述发动机的所有汽缸的火花正时。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，响应于发动机转速关于所述第一标称值或所述第二标称值的所述火花正时调节在少于所述发动机的所有汽缸内执行。

6. 如权利要求 1 所述的方法，进一步包含从所述第一怠速控制模式转换至所述第二怠速控制模式，所述转换包括将火花正时从所述第一标称值调节至一提前值，所述提前值具有基本上与用所述第一标称值产生的扭矩输出相同的扭矩输出，并且随后将火花正时逐步调节至所述第二标称值同时对应地调节发动机节气门。

7. 如权利要求 1 所述的方法，进一步包含响应发动机爆震从所述第二怠速控制模式转换至第三模式，所述第三模式包括以从峰值扭矩正时延迟的火花正时运转。

8. 一种用于具有多个汽缸的发动机的车辆的系统，所述系统包含：

配置用于接收来自连接至所述发动机的多个传感器的信息并且控制发动机怠速的控制系统，所述发动机怠速控制包括：第一怠速控制模式，其中火花正时设置为自峰值扭矩正时延迟的第一标称值并且响应于发动机转速关于所述第一标称值进行调节同时维持火花正时从所述峰值扭矩正时延迟，所述调节包括从所述第一标称值提前火花正时以增加发动机扭矩；第二怠速控制模式，其中火花正时设置为自所述峰值扭矩正时提前的第二标称值并且响应于发动机转速关于所述第二标称值进行调节同时维持火花正时从所述峰值扭矩正时提前，所述调节包括从所述第二标称值延迟火花正时以增加发动机扭矩，所述控制系统基于催化剂温度和发动机爆震选择所述第一怠速控制模式和第二怠速控制模式中至少一个。

9. 如权利要求 8 所述的系统，其特征在于，所述控制系统进一步配置用于响应发动机冷却剂温度选择所述第一怠速控制模式和第二怠速控制模式中至少一个，所述发动机怠速

控制进一步包括第三怠速控制模式，其中火花正时设置为从所述峰值扭矩正时延迟的第三标称值，所述第三标称值比所述第一标称值较少地延迟和所述控制系统进一步配置用于响应发动机冷却剂温度选择所述第一怠速控制模式、第二怠速控制模式和第三怠速控制模式中至少一个，并且所述控制系统在车辆的气候控制系统的运转期间运转所述第二怠速控制模式，其中所述气候控制系统请求车厢加热运转。

控制车辆发动机的方法及系统

【技术领域】

[0001] 本发明涉及用于在冷起动之后控制车辆发动机的方法及系统。

【背景技术】

[0002] 车辆的发动机能够在静止或其它相关的车辆状况期间运转在怠速状态。在冷起动发动机怠速状态期间，多种系统可利用发动机废热以加速发动机暖机，从而能够改善排放性能、发动机效率等。作为一个示例，可调节废排气热以更快速地增加催化剂温度，从而减少排放。同样，发动机冷却系统和 / 或润滑系统中的废热可被引导至驾驶舱用于驾驶舱加热或引导至润滑系统，从而减小润滑剂的粘性从而减少摩擦。例如，在开始起动期间火花正时可从峰值扭矩正时 (MBT) 延迟以首先加热排气催化剂，并且随后一旦催化剂被加热，火花正时可提前至 MBT 之前以更快速地加热发动机冷却剂和 / 或润滑剂从而提供增加的发动机效率。

[0003] 美国专利 6,334,431 中描述了一种在冷起动状况期间控制发动机运转的方法，其描述了当发动机处于冷起动状况下并且在催化剂起燃之后利用在 MBT 之前的火花正时以加热发动机冷却剂的方法。该提前值基于发动机冷却剂温度、进气温度、发动机转速和歧管绝对压力。具体地，在发动机转速在 2000-2500RPM 之间时，火花正时提前随着发动机转速增加而减小，反之亦然。此外，在低于 2000RPM 时，火花正时与发动机转速无关。

[0004] 本发明的发明人已经认识到上面措施带来的一些问题。作为一个例子，在怠速状况下当经由在 MBT 之前的正时加热发动机冷却剂时，怠速控制会劣化。特别地，如果响应转速降低进一步从相对于 MBT 的提前正时提前火花正时，会增加发动机失速 (stall) 的可能。换句话说，随着火花正时进一步提前到 MBT 之前，发动机扭矩降低。如果在发动机减速或当进入怠速状况时发动机扭矩下降太快，发动机会失速。

【发明内容】

[0005] 本发明提供了控制具有多汽缸的车辆发动机的方法和系统。

[0006] 根据本发明一方面，提供了控制具有多汽缸的车辆发动机的方法，该方法包含 ：在发动机怠速期间，将至少一个汽缸的火花正时提前至峰值扭矩正时之前，并且响应减小的发动机转速从所述提前正时朝向所述峰值扭矩正时延迟火花正时以维持怠速。

[0007] 根据本发明另一方面，提供一种用于控制车辆发动机的方法，所述方法包含冷起动发动机 ；在第一怠速控制模式期间，当催化剂温度低于第一预定阈值时，设置火花正时至从峰值扭矩正时延迟的第一标称值，并且关于所述第一标称正时调节火花正时同时维持火花正时从所述峰值扭矩正时延迟，所述调节包括响应发动机怠速减小从所述第一标称正时提前火花正时 ；及在第二怠速控制模式期间，当催化剂温度高于所述第一预定阈值并且发动机冷却剂温度低于第二预定阈值时，设置所述火花正时至从所述峰值扭矩正时延迟的第二标称值，并且关于所述第二标称正时调节火花正时同时维持火花正时从所述峰值扭矩正时提前，所述调节包括响应发动机怠速减小从所述第二标称正时延迟火花正时。

[0008] 根据本发明再一方面，提供一种用于控制具有多个汽缸的车辆发动机的方法，包含：在发动机怠速期间，将至少一个汽缸的火花正时提前至峰值扭矩正时之前，并且将至少一个汽缸的火花正时延迟至峰值扭矩正时之后；及将火花正时从所述提前的正时朝向所述峰值扭矩正时延迟并且响应减小的发动机转速将火花正时从所述延迟的正时朝向所述峰值扭矩正时提前以维持怠速。

[0009] 通过利用由用于为发动机冷却剂和/或润滑剂增加热量的提前火花正时产生的扭矩储备，在这些状况下可能改善怠速控制。例如，通过响应发动机转速下降延迟火花正时（同时维持相对于 MBT 提前），能够提供发动机扭矩的快速增加，仅对输送至发动机冷却剂和/或润滑剂的热量有较小和可能的临时影响。同样，能够实现改善的怠速发动机转速控制并减少失速同时进行暖机。例如，上面的方法能够通过选择将发动机废热分别引导至排气或发动机冷却剂来提供快速作用的扭矩储备。在这个示例中，能够实现废热输送的方向性选择而不影响扭矩的水平并且同时维持扭矩储备。

[0010] 根据本发明又一方面，提供一种用于具有多个汽缸的发动机的车辆的系统，所述系统包含：配置用于接收来自连接至所述发动机的多个传感器的信息并且控制发动机怠速的控制系统，所述发动机怠速控制包括：第一怠速控制模式，其中火花正时设置为自峰值扭矩延迟的第一标称值并且响应于发动机转速关于所述第一标称正时进行调节同时维持火花正时从所述峰值扭矩正时延迟，所述调节包括从所述第一标称正时提前火花正时以增加发动机扭矩；第二怠速控制模式，其中火花正时设置为自所述峰值扭矩正时提前的第二标称值并且响应于发动机转速关于所述第二标称正时进行调节同时维持火花正时从所述峰值扭矩正时提前，所述调节包括从所述第二标称正时延迟火花正时以增加发动机扭矩，所述控制系统基于催化剂温度和发动机爆震选择所述第一和第二模式中至少一个。

[0011] 应理解上面的概述提供用于以简化的形式引入将在详细描述中进一步描述的选择的概念。不意味着确认所保护的本发明主题的关键的或实质的特征，本发明的范围将由本申请的权利要求唯一地界定。此外，所保护的主题不限于克服上文或本公开的任何部分中所述的任何缺点的实施方式。

【附图说明】

[0012] 图 1 显示了带有凸轮驱动系统的直喷式发动机的示例。

[0013] 图 2A 和 2B 显示了根据发动机负荷的函数的爆震抑制区域的移动。

[0014] 图 3 为选择怠速控制模式的流程图。

[0015] 图 4 为用于控制在不同怠速控制模式之间转换的流程图。

[0016] 图 5-6 为多种怠速控制模式的发动机怠速控制流程图。

[0017] 图 7 为说明依照一个示例实施例在不同状况下的示例运转的流程图。

【具体实施方式】

[0018] 图 1 为显示多缸发动机 10 的一个汽缸的示意图，其可包括于车辆的推进系统中。发动机 10 可至少部分由包括控制器 12 的控制系统和由车辆操作者 132 经过输入装置 130 的输入控制。在这个例子中，输入装置 130 包括加速踏板和用于成比例地产生踏板位置信号 PP 的踏板位置传感器 134。发动机 10 的燃烧室或汽缸 30 可包括带有定位于其内的活塞

36 的燃烧室壁 32。活塞 36 可连接至曲轴 40 以便使活塞的往复运动转换成曲轴的旋转运动。曲轴 40 可经由中间传动系统连接至车辆的至少一个驱动轮。而且，起动马达可经由飞轮连接至曲轴 40 以开启发动机 10 的起动运转。

[0019] 燃烧室 30 可经由进气道 42 从进气歧管 44 接收进气并且可经由排气歧管 48 排出燃烧气体。进气歧管 44 和排气歧管 48 可经由各自的进气门 52 和排气门 54 选择性地与燃烧室 30 连通。在一些实施例中，燃烧室 30 可包括两个或更多的进气门和 / 或两个或更多的排气门。

[0020] 在这个例子中，可经由各自的凸轮驱动系统 51 和 53 通过凸轮驱动控制进气门 52 和排气门 54。凸轮驱动系统 51 和 53 均可包括一个或更多的凸轮并且可利用可由控制器 12 运转以改变阀运转的一个或多个凸轮廓线变换 (CPS)、可变凸轮正时 (VCT)、可变气门正时 (VVT) 和 / 或可变气门升程 (VVL) 系统。进气门 52 和排气门 54 的位置可分别由位置传感器 55 和 57 确定。在一个替代实施例中，进气门 52 和 / 或排气门可由电动阀驱动。例如，汽缸 30 可替代地包括经由电动阀驱动控制的进气门和由包括 CPS 和 / 或 VCT 系统的凸轮驱动控制的排气门。

[0021] 燃料喷射器 66 显示为直接连接至燃烧室 30 用于将燃料与经由电子驱动器 68 从控制器 12 接收的 FPW 信号的脉冲宽度成比例地直接喷射其内。燃料喷射器 66 将燃料以称为燃料直接喷射的方式提供至燃烧室 30。燃料喷射器可安装在例如燃烧室的侧面或者燃烧室顶部。燃料可通过包括燃料箱、燃料泵和燃料轨的燃料系统（未显示）输送至燃料喷射器 66。在一些实施例中，燃烧室 30 可替代地或附加地包括以将燃料以称为进气道喷射的方式喷射燃料至燃烧室 30 上游的的进气道燃料喷射器设置在进气道 42 内。

[0022] 进气道 42 可包括具有节流板 64 的节气门 62。在这个具体例子中，控制器 12 经由提供信号至包括在节气门的电动马达或电动驱动器改变节流板 64 的位置（一种通常称之为电子节气门控制 (ETC) 的配置）。以这种方法，可运转节气门 62 以改变提供至燃烧室 30 内和其他发动机汽缸内的进气。通过节气门位置信号 TP 可将节流板 64 的位置提供至控制器 12。进气道 42 可包括质量空气流量传感器 120 和歧管空气压力传感器 122 用于提供各自的 MAF 和 MAP 信号至控制器 12。

[0023] 在选定运转模式下，点火系统 88 可响应来自控制器 12 的火花提前信号 SA 经由火花塞 92 将点火火花提供至燃烧室 30。尽管显示了火花点火部件，在一些实施例中，无论有无点火火花，燃烧室 30 或发动机 10 的一个或多个其他燃烧室可以压缩点火模式运转。

[0024] 排气传感器 126 显示为连接至排放控制装置 70 上游的排气道 48。传感器 126 可为用于提供排气空燃比指示的任何适合的传感器，例如线性氧传感器或 UEGO（通用或宽域排气氧传感器）、双态氧传感器或 EGO（排气氧传感器）、HEGO（加热型 EGO）、氮氧化物 (NOx)、碳氢化合物 (HC) 或一氧化碳 (CO) 传感器。排气系统可包括起燃催化剂和底部催化剂，以及排气歧管、上游和 / 或下游空燃比传感器。在一个示例中，转化器 70 能够包括多个催化剂砖。在其它示例中，可使用多个排放控制装置，每一个带有多个催化剂砖。在一个示例中，转化器 70 可为三元催化剂。

[0025] 图 1 中控制器（或控制系统）12 显示为微型计算机，包括微处理器单元 102、输入 / 输出端口 104、用于可执行的程序和校准值的电子存储介质（在本具体例子中显示为只读存储器芯片 106）、随机存取存储器 108、保活存储器 110 和数据总线。控制器 12 可从连接

至发动机 10 的传感器接收多种信号，除了之前论述的那些信号，还包括：引入质量空气流量 (MAF) 测量值、来自连接至冷却套筒 114 的温度传感器 112 的发动机冷却剂温度 (ECT)、来自连接至曲轴 40 霍尔效应传感器 118（或其他类型）的脉冲点火感测信号 (PIP)、来自节气门位置传感器的节气门位置 TP 和来自传感器 122 的绝对歧管压力信号 MAP。存储介质只读存储器 106 可被编程有表示可由处理器 102 执行用于执行下面描述的方法以及可以预期的但没有具体列出的其它变量的指令的计算机可读数据。发动机冷却套筒 114 连接至驾驶室加热系统 9。

[0026] 如上所述，图 1 仅显示了多缸发动机中一个汽缸，并且每个汽缸可类似地包括其自有组进气门 / 排气门、燃料喷射器、火花塞等。

[0027] 现参考图 2A 和 2B，这些图表说明分别在低发动机负荷和高发动机负荷下示例爆震抑制。每个图表总体上显示了对于汽缸内给定的燃料和空气量，火花正时是如何影响成比例的发动机输出扭矩（发动机扭矩对峰值发动机扭矩）的。具体的，其显示了示例峰值扭矩正时 (MBT)，左侧为相对于 MBT 的延迟正时，MBT 右侧为相对于 MBT 的提前正时。此外，图表说明了一定范围的峰值扭矩正时 (MinBT 至 MaxBT)。

[0028] 如所说明的，发动机爆震可随着发动机负荷增加可较大程度地抑制可用的火花正时，特别是相对于 MBT 之前的提前正时。例如，图 2A 仅显示了在大约 10 度的 MBT 之前的提前正时之前的火花正时的爆震抑制，而图 2B 甚至显示了从 MBT 延迟 10 度处的爆震抑制。

[0029] 图 2A 至 2B 说明了至少在一些情况下，在轻负荷期间爆震抑制可在 MBT 之前的提前正时开始运转。轻负荷可包含大部分怠速运转，至少在初始催化剂暖机运转之后，并且从而可以提前至 MBT 之前的火花正时运转。同样，在本文描述的多个示例中，这样的运转可用于增加发动机冷却剂和 / 或发动机润滑剂的热量以改善性能。

[0030] 现参考图 3-6，多个流程图描述怠速控制的示例运转。具体地，在怠速状况期间，调节发动机以维持最低的发动机转速，即使操作者未要求发动机输出。例如，发动机控制系统可调节发动机气流和 / 或火花正时以维持怠速运转并且补偿例如转向系统的驱动、温度控制空调 (A/C) 压缩机的启动等的干扰。在发动机怠速控制中，该控制系统可保持扭矩储备，其中可能经由火花正时快速地增加发动机输出以维持发动机怠速并且调节补偿例如上述的那些干扰。

[0031] 用于在火花点火发动机的怠速状况期间维持足够的扭矩储备的一种模式包括标称地运转在相对于 MBT 正时延迟的火花正时。这种方法也能够与冷起动状况配合，其中提供延迟的火花正时用于增加提供至排放控制装置（例如催化剂 70）的排气热量以改善其起燃性能。在这个示例中，可响应发动机转速反馈调节火花正时以使得发动机扭矩快速增加或减小以维持精确的怠速控制，同时也实质上维持增加的排气热量至催化剂。具体地，可相对于标称的火花正时提前火花正时以使得能够快速增加发动机扭矩。

[0032] 然而，例如一旦催化剂已经达到起燃温度，可使用第二模式，其中发动机标称地运转在相对于 MBT 的提前正时以增加排出至发动机冷却剂和 / 或润滑剂的热量，并且相较于相对于 MBT 的延迟的火花正时在燃烧室热量损失更快的减小。这样，也可响应发动机转速反馈调节火花正时以使得发动机扭矩快速增加或减小以维持精确的怠速控制，同时以燃料零消耗的提供额外的热量至车厢。然而，当运转在该模式时，火花正时可相对于标称火花正时延迟以达到发动机转速的快速增加。例如，如果存在降低发动机转速的扭矩干扰，可延迟

火花正时以增加发动机扭矩并且抵消降低的转速，从而减小失速的可能性。

[0033] 通过提前运转峰值扭矩正时，维持了用于怠速控制的足够的扭矩储备同时也增加车厢加热性能。

[0034] 在输送足够的热量至发动机冷却剂和 / 或润滑剂之后（例如一旦达到所需发动机冷却剂温度），发动机可运转在第三怠速模式。在这个第三模式下，可相对于峰值扭矩正时延迟火花正时以便维持足够的扭矩储备，但相较于第一模式从 MBT 总体火花延迟较少。例如，相对于峰值扭矩正时延迟的大小可充分少于第一模式以便实现更高的效率的发动机（即扭矩输出相对于最大扭矩输出）。

[0035] 在怠速控制期间，上述模式之间的转换包括在转换期间维持发动机扭矩；此后，可通过同时调节选择用于调节的汽缸的火花正时和总体气流（例如经由节气门 62 的调节）逐渐地实现与每个模式相关的所需的火花正时（例如通过所需催化剂温度、所需发动机冷却剂温度、以充分的扭矩储备维持发动机冷却剂温度等确定）。

[0036] 此外，取决于工况，以相对于 MBT 提前的或延迟的火花正时运转的汽缸的数目可调节为发动机汽缸中的一个、一些或全部。例如，在第一和第三模式期间，可以标称的延迟的火花正时运转发动机的所有汽缸，响应怠速控制偏离调节所有汽缸的正时。然而，在第二模式期间，仅一些发动机汽缸可以标称的提前的火花正时运转（并且响应怠速控制偏离调节），剩余的汽缸以处于 MBT 的火花正时运转（并且不响应怠速调节）。

[0037] 图 3 示出了怠速控制模式的确定。如果在 310 处确定发动机 10 处于冷起动状况下（即发动机冷却剂温度大约等于环境温度）并且 312 处发动机处于怠速，程序前进至 314，在该处催化剂温度与可与催化剂起燃温度相关的指定阈值 T_{CAT} 相比较。例如可基于车速低于阈值和 / 或基于车辆操作者释放踏板 72 来识别车辆怠速状况。

[0038] 如果催化剂的温度低于 T_{CAT}，在 316 处选择怠速模式 1。模式 1 可以从峰值扭矩正时延迟的标称的火花正时运转以充分增加排气温度和更快速地加热排放组件。作为一个选择，在催化剂加热期间（例如在模式 1 下），可减少至发动机冷却剂的热气流以便将额外的热量引导至催化剂。

[0039] 此外，在模式 1，可将火花正时调节为大约标称正时以将怠速控制至所需的怠速。例如，可相对于标称正时提前火花正时（同时仍然从峰值扭矩正时延迟）以增加发动机输出扭矩并且从而抵消怠速下降或者抵消置于发动机上的外部负荷。如另一个示例，可相对于标称正时进一步地延迟火花正时（同时仍然从峰值扭矩正时延迟）以减小发动机输出扭矩并且从而抵消怠速增加或者抵消从发动机上移除的外部负荷。另外，节气门调节可与火花正时延迟和调节协作以将火花正时维持在平均标称正时的左右，同时也维持所需怠速的平均值。图 5 中描述了模式 1 的其它细节。

[0040] 如果催化剂温度至少等于 T_{CAT}，其确定额外的燃烧热量是否将被转移至发动机冷却剂和 / 或发动机润滑剂（例如，经由提前峰值扭矩正时之后的火花正时）。在一个示例中，在 320 处程序确定环境温度是否低于确定的阈值 T_{TH} 或者乘客或自动温度控制系统要求的车辆车厢加热，并且也确定发动机冷却剂温度是否低于指定阈值 T_C。

[0041] 如果这样，程序继续至 322 以确定发动机是否处于较低的发动机怠速负荷区域。例如，程序可确定发动机负荷（例如基于歧管压力、发动机扭矩等所确定）是否低于阈值。此外，该阈值可基于发动机爆震极限，这样在轻负荷状况下火花正时也响应于爆震探测。另

外，可限制在峰值扭矩正时之前的火花正时提前的大小以减小出现的爆震抑制。在替代的示例中，程序可探测爆震阈值。

[0042] 如果对 322 处的回答为是，在 324 处程序将怠速控制模式设置为怠速模式 2，进一步在图 6 中描述，其中火花正时将相对于峰值扭矩正时提前。具体的，在一个示例中，模式 2 可包括以从峰值扭矩正时提前的标称火花正时充分运转以增加排出至发动机冷却剂和 / 或润滑油热量以更快速地减小发动机磨损，提供车厢加热，减小排气热流等。此外，在模式 2 中，将火花正时调节为大约标称正时以将怠速控制至所需的怠速。例如，可相对于标称正时延迟火花正时（同时仍然从峰值扭矩正时提前）以增加发动机输出扭矩并且从而抵消怠速下降或者抵消置于发动机上的外部负荷。如另一个示例，可相对于标称正时进一步地提前火花正时（同时仍然从峰值扭矩正时提前）以增加发动机输出扭矩并且从而抵消怠速增加或者抵消从发动机上移除的外部负荷。另外，节气门调节可与火花正时延迟和调节协作以将火花正时维持在平均标称正时的左右，同时也维持所需怠速的平均值。

[0043] 如果 322 处的发动机负荷大于预定阈值，或者对 320 处的回答为否，在 326 处程序将怠速控制设置为怠速模式 3。在一个示例中，甚至当发动机的热量增加可为有利的（例如增加车厢加热），如果这种运转可导致发动机爆震或劣化的怠速控制（由于爆震限制导致不足的扭矩储备），程序选择模式 3 以维持足够的怠速控制。这样，可考虑并减小爆震抑制。此外，当发动机加热完成时，程序也可选择模式 3 以提供更多燃料效率以及减少的排气或发动机加热。

[0044] 如果 312 处发动机未处于怠速，则在 318 处确定并执行标称火花延迟。

[0045] 这样，程序能够在多种怠速模式之间选择以在多种状况下提供改善的性能。

[0046] 上述示例模式也可具有多种可替代实施方式。在一个示例中，发动机的所有汽缸可大约在由多种模式设置的标称正时运转。例如，在模式 2 中，每个汽缸可大约在相同的标称的提前火花正时运转，根据控制程序，例如下面所述的 PID 控制器，响应当前所需发动机转速和实际发动机转速调节每个汽缸火花正时。然而，在模式 2 的其它运转示例中，一些汽缸可具有第一标称火花提前，并且其它汽缸可具有比第一标称火花提前更多（即更加提前）的第二标称火花提前。在这种情况下，可响应所需速度和实际速度之间的差别仅对于带有第二标称火花提前的汽缸的调节火花正时，这样带有第一标称火花提前的汽缸可独立于怠速控制反馈。可替代地，甚至在汽缸具有不同标称火花提前的情况下，可响应怠速控制反馈调节所有的汽缸。在一个具体示例中，第二标称火花提前可设置为充分提前的火花正时这样燃烧扭矩充分减小以使得相当多的热量能够从那些汽缸输送至发动机冷却剂和 / 或润滑系统。因此，在其它示例中，一些汽缸可具有不同标称的提前火花正时以调整发动机扭矩，一些汽缸可相对于该标称火花正时进一步提前从而减小发动机扭矩，并且其它汽缸可相对于该标称火花正时延迟从而增加发动机扭矩（同时所有汽缸仍然相对于 MBT 提前）。

[0047] 同样，类似的修改可用于模式 1 和 / 或模式 3 中。例如，对于模式 1 或 3 中的火花正时调节，所有汽缸可经历相同的标称火花正时延迟。可替代地，可相对于峰值扭矩正时延迟所有汽缸，但是所有汽缸不具有相同火花正时。同样，能够独立地提前或延迟每个或一些的汽缸的火花正时以维持怠速。在一个示例中，所有汽缸可具有相同的标称延迟火花正时并且每个汽缸的火花正时能够被延迟或提前以调整发动机扭矩。例如，可类似地延迟或提前所有汽缸（即具有相同大小的改变）。在其它示例中，一些汽缸可具有不同的标称延迟火

花正时以调整发动机扭矩，一些汽缸可相对于该标称火花正时进一步延迟从而减小发动机扭矩，并且其它汽缸可相对于该标称火花正时提前从而增加发动机扭矩（同时所有汽缸仍然相对于 MBT 提前）。

[0048] 在可替代的实施例中，从冷起动开始，一部分（例如一半）汽缸可相对于 MBT 延迟并且另外部分（例如一半）汽缸可相对于 MBT 提前或过度提前以同时增加排气热量和发动机冷却剂温度以提供更快速的热量至车厢同时仍然增加催化剂温度。在这个例子中，例如为了维持怠速发动机转速，标称的延迟的汽缸可进一步延迟以减小发动机扭矩并且提前以增加发动机扭矩。此外，标称的提前汽缸可进一步延迟（同时保持相对于 MBT 提前）以增加发动机扭矩并且可提前以减小发动机扭矩。在这个一半汽缸相对于 MBT 延迟并且一半汽缸相对于 MBT 提前的例子中，为了例如响应怠速时发动机转速的下降保持怠速发动机转速，标称的延迟的汽缸可提前（同时保持相对于 MBT 延迟）以增加发动机转速并且标称的提前发动机可延迟（同时保持相对于 MBT 提前）以增加发动机转速。另外，可在转换期间在本文所述的多种模式（例如第一、第二和 / 或第三模式）之间以一些汽缸提前并且一些延迟地运转发动机。

[0049] 此外，可选择少于所有汽缸用于火花正时调节以调整发动机扭矩，同时其它汽缸可不调整发动机扭矩。在一个示例中，一半汽缸可具有在 MBT 处的火花正时并且一半汽缸可为标称地延迟。因此，怠速发动机转速响应汽缸能够提前以增加发动机扭矩或延迟以减小发动机扭矩（同时保持相对于 MBT 延迟）。

[0050] 应该明白的是如果需要可仍然使用进一步怠速控制模式。在程序选择不同于当前运转模式的模式的情况下，发动机可在怠速控制模式之间转换。图 4 示出了用于多种怠速模式控制间转换的示例控制，一旦已经识别模式转换。

[0051] 具体的，在 410 处，程序确定相关于图 3 所述的所需模式。随后，在 412 处，程序基于运转参数，包括由当前火花正时产生的发动机扭矩，确定标称的火花正时提前或延迟。例如，如果发动机处于模式 1（相对于 MBT 延迟的火花正时）并且产生扭矩 TQ 并且所需模式为模式 2，相对于 MBT 产生 TQ 的提前火花正时被确定为新的标称火花正时以使得发动机扭矩输出在火花正时从延迟正时转换为提前正时时基本上维持为常量。

[0052] 接下来，在 413 处基于例如催化剂起燃或阈值所需时间或、T_C，发动机转速、发动机负荷、发动机温度等确定汽缸在新模式下接收标称火花正时提前或延迟。如上所述，可以不同的相对火花正时运转多个汽缸。

[0053] 在 414 处在确定的汽缸中设置标称的火花正时，并且在 416 处执行转换至新模式。如上所述，在单个发动机循环中可将汽缸从例如相对于峰值扭矩正时的延迟正时转换至相对于峰值扭矩正时的提前正时。然而，通过将火花正时选择在如与之前延迟正时产生相同扭矩的水平下，可实现平滑地转换。随后，如果所需的标称的火花提前不同于产生常量或所需扭矩的提前，程序可进一步逐渐地调节火花正时至所需的标称值同时调节节气门以抵消任何扭矩干扰。

[0054] 例如，参考图 7 描述了多个示例模式转换和节气门调节。

[0055] 现参考图 5，其示出了用于怠速模式 1 和 3 的示例控制。首先，如果模式 1 确定为所需的模式，在 510 处基于催化剂温度确定标称火花延迟。例如，如果在 412 处基于所需扭矩的标称火花延迟大于基于从 510 处的催化温度的标称火花延迟，则火花正时调节可包括

相对于在412处选择的正时的提前以获得510处的标称火花正时。如果在512处确定标称火花正时提供足够的扭矩储备，随后在514处程序确定将经历火花正时调节的汽缸。在一个示例中，一个汽缸可在另一个汽缸经历火花正时调节之前经历火花正时调节以平滑扭矩输出中的转换。此外，在一个示例中，经由节气门开启与气流的减少一起逐渐地实现标称的火花提前，这样不会发生发动机扭矩的突然变化。参考图7进一步拱描述这种运转的一个示例。

[0056] 回到图5，当实现标称火花正时时，在522处确定所需的怠速发动机转速 N_O 和实际的怠速发动机转速 N_E 并且基于这些值确定火花正时调节。在一个示例中，所需的怠速可在大约500-1300RPM的范围。此外，在一个示例中，比例的积分控制器可响应所需怠速和实际发动机转速之间的差调节火花正时。此外，节气门调节也可调整以进一步控制怠速，同时也将火花正时维持在平均所需标称值。此外，当更少的汽缸具有调节以维持所需怠速的火花正时时，可根据经历调节的汽缸的数目以选择的更高的增益调节火花正时调节的反馈增益。然而，也可使用多种其它的控制结构。

[0057] 在一个用于怠速模式1和3的示例控制程序中，火花正时相对于MBT标称地延迟；因此，如果在532处确定实际发动机转速大于所需发动机转速（例如负荷从发动机移除可发生的情况），则在534处确定进一步相对于峰值扭矩正时延迟的火花正时调节。可替代地，如果在532处确定发动机转速低于所需转速（例如动力转向作用时可发生的情况），则在536处确定相对于标称火花正时的火花正时提前。

[0058] 在524处，确定响应于转速差的汽缸。汽缸的选择可基于例如火花正时调节的大小、发动机负荷、汽缸压力等。一个或多个汽缸可经历火花正时调节，例如上述关于怠速控制模式的多种不同实施。在一个示例中，在所有汽缸的火花正时标称地延迟，每个汽缸的正时被调节为确定以维持所需的怠速。最后，在526处在选择的汽缸中执行火花正时修正并且经由节气门开启调节气流改变以维持怠速同时也维持所需的标称火花正时。这样，能够提供所需催化热量或足够的扭矩储备，同时也精确地将怠速控制至所需值。

[0059] 如果在512处基于催化剂温度的标称火花延迟没有提供足够的扭矩储备，则在530处基于所需扭矩储备确定进一步从峰值扭矩正时延迟的新标称火花延迟并且随后程序继续至514处。

[0060] 如果确定模式3为所需模式，在528处基于所需扭矩储备确定标称火花延迟并且该程序继续至514处。

[0061] 现参考图6，其说明了用于怠速模式2的示例控制，其中可要求或正在进行车厢加热。在610处基于发动机冷却剂温度确定标称火花提前。例如，如果在412处基于所需扭矩输出的标称火花提前大于基于610处的发动机冷却剂温度的标称火花提前，则火花正时调节可包括相对于在412处选择的正时延迟以实现610处的标称火花正时（连同这里所述的相应节气门调节）。

[0062] 如果标称火花正时没有提供足够的扭矩储备，在634处基于所需扭矩储备确定新标称火花提前。如果在610处确定的标称火花提前提供了如在611处确定的足够的扭矩储备，则程序随后在612处确定将要经历火花正时调节的汽缸以及在614处的节气门开启调节。例如，将选择的汽缸的火花正时调节至标称延迟和调节节气门开启．再次，如这里所提到的，可使用怠速控制模式的多种实施。在当前示例中，逐渐地达到标称火花延迟，并且经

由节气门开启减小气流，这样不会发生发动机扭矩上的突然改变。例如，一个汽缸可在另一个汽缸经历火花正时调节之前经历火花正时调节以平滑扭矩输出中的转换。

[0063] 此外，在一些汽缸中，可显著地过度提前设置火花提前，这样实质上没有正扭矩由这些汽缸产生，并且通过其它汽缸（具有在 MBT、从 MBT 延迟或从 MBT 提前的正时）维持发动机输出和转速。在其它示例中，可交替地过度提前所有汽缸这样仍然将正扭矩提供至车辆同时地增加发动机冷却剂温度。在又一个示例中，一些汽缸可过度提前同时其它汽缸可提前但不这样过度提前，这样经由该提前但不过度提前的汽缸将正扭矩提供至发动机，同时增加发动机冷却剂温度。此外，在另一个一些汽缸具有 MBT 之前的标称的提前并且一些汽缸具有自 MBT 的标称延迟示例中，也能够以两组汽缸实现怠速控制，其中响应发动机转速下降该提前的汽缸延迟火花正时，并且延迟的汽缸提前火花正时。此外，在这个示例中，提前的汽缸可过度提前以便当怠速处于所需值时，它们实质上不产生扭矩，但是当它们响应转速下降朝向 MBT 延迟时，它们产生程度大的正扭矩以将发动机返回至其所需怠速。在一些汽缸相对于 MBT 提前并且一些汽缸相对于 MBT 延迟的示例中，可选择用于这种运转的标称值以平衡在提前汽缸和延迟汽缸之间的汽缸扭矩。最后，可使用上述模式的多种组合。例如，至少一些汽缸的过度提前正时结合运转在标称火花延迟的一些汽缸以及 MBT 附近的一些汽缸，延迟汽缸朝向 MBT 的提前和过度提前汽缸向 MBT 的延迟均可用于在怠速状况期间响应转速下降增加扭矩。

[0064] 通过提前或过度提前火花正时，如果探测到最大汽缸压力和 / 或发动机爆震可暂停火花正时提前。因此，在一个示例中，程序可返回至标称火花提前，或以标称延迟正时运转，例如如模式 3。

[0065] 当实现标称的火花正时时，在 620 处确定所需的怠速发动机转速 N_0 和实际的怠速发动机转速 N_E 并且基于这些值确定火花正时调节。在一个示例中，成比例的积分控制器可响应所需怠速和实际发动机转速之间的差调节火花正时。此外，节气门调节也可调整以进一步控制怠速，同时也将火花正时维持在平均所需标称值。另外，当更多的汽缸具有调节以维持所需怠速的火花正时时，可根据经历调节的汽缸的数目以选择的更低的增益（少的调节）调节火花正时调节的反馈增益。然而，也可使用多种其它的控制结构。

[0066] 在一个用于怠速模式 2 的示例控制程序中，火花正时相对于 MBT 标称地延迟；因此，如果如 628 处所确定的实际发动机转速大于所需发动机转速（如在负荷从发动机移除负荷的情况下会发生），则在 630 处确定进一步相对于标称正时提前的对火花正时的调节。可替代地，如果在 628 处确定发动机转速低于所需转速（例如如在动力转向接合的情况下会发生），则在 632 处确定相对于标称火花正时的火花正时延迟。因此，在模式 2 中的发动机扭矩增加和减小的控制与模式 1 和 3 方向上相反。

[0067] 在 621 处，确定响应转速差确定的汽缸。汽缸的选择可基于例如火花正时调节的大小、发动机负荷、汽缸压力等。一个或多个汽缸可经历火花正时调节，例如如图 5 中所述。在一个示例中，所有汽缸的火花正时均标称地提前，每个汽缸的正时均如所确定地进行调节以维持所需的怠速。最后，在 622 处在选择的汽缸中执行火花正时修正并经由节气门开启调节气流改变以维持怠速同时也维持所需的标称火花正时。这样，能够提供所需催化热量或足够的扭矩储备，同时也精确地将怠速控制至所需值。

[0068] 接下来，在 623 处确定汽缸压力是否超过一些阈值或是否存在爆震，例如通过加

速计、离子传感器或汽缸内的燃烧压力传感器。如果回答是，在624处经由节气门开启调节限制火花提前并减小发动机气流以维持发动机转速。可替代地，可将模式从模式2切换至模式1或3（或一些未描述的其它模式），其中可相对于MBT延迟火花正时。

[0069] 在本应用中，需要扭矩平衡，并且因此通过将所有汽缸设置为具有基本上类似的标称火花正时或具有设置在产生峰值扭矩（例如在图2A和图2B中的MinBT和MaxBT）的两个点火设置中的一个处的火花正时来实现扭矩平衡。

[0070] 图7中描述了在怠速运转期间的预测示例。具有共同时间基础的五个时间图说明了根据发动机转速、发动机冷却剂温度和催化剂温度等参数的函数的火花正时和节气门开启调节。

[0071] 在t1处执行冷起动，发动机起动转动并且火花正时保持在MBT直至发动机高速转动并且满足怠速状况。在模式1，火花正时相对于MBT标称地延迟直至在t3处满足催化剂起燃温度T_{CAT}。此后，切换至模式2以便火花正时相对于标称火花正时标称地提前ΔT_S以维持相同的发动机扭矩输出。在t2和t4处对系统的干扰可例如由通过动力转向的使用导致，并且取决于如图5和图6分别所述的模式通过相对于标称火花正时延迟或提前火花正时控制。在协调调节节气门开启和取决于模式延迟或提前火花正时的干扰之后，随后火花正时返回至标称的火花正时（例如t2'和t4'）。当达到所需发动机冷却剂温度时，切换至模式3发生，这样火花正时相对于MBT延迟至不需要等于模式1的一个标称值以便较少过剩的发动机热量能够被输送至排气道并且可实现改善的燃料消耗。车辆可保持在模式3同时处于怠速控制。然而，在一些示例中，甚至在发动机或车辆运转较长一段时间之后，如果车辆在比较冷的环境温度下怠速延长的一段时间，可要求增加车厢加热，特别是在具有多个加热区域的大车厢内。在这样的示例中，该系统可运转在模式2以提供所需的车厢加热。

[0072] 注意的是在图7中，当在t3处切换至模式2时，在切换模式时确定的标称火花提前大约等于由ECT温度确定的标称火花提前。在这种情况下，与在t5处的模式转换相反，不使用对标称值的进一步调节。

[0073] 注意的是本发明包括的示例控制和估值程序可与多种发动机和/或车辆系统配置一同使用。本发明描述的具体程序可代表任意数量处理策略（例如事件驱动、中断驱动、多任务、多线程等）中的一个或多个。同样，可以以所说明的顺序执行、并行执行所说明的各种行为或功能，或在一些情况下有所省略。同样地，处理的顺序也并非实现此处所描述的实施例的特征和优点所必需的，而只是为了说明和描述的方便。可根据使用的具体策略，可重复执行一个或多个说明的步骤或功能。此外，所述的步骤用图形表示了编程入发动机控制系统中的计算机可读存储介质的代码。

[0074] 应该明白的是此处公开的配置与程序实际上为示例性，且这些具体实施例不应认定为是限制性，因为可能存在多种变形。例如，上述技术可应用于V-6、I-4、I-6、V-12、对置4缸、和其他发动机类型。本发明的主题包括多种系统与配置以及其它特征、功能和/或此处公开的性质的所有新颖和非显而易见的组合与子组合。

[0075] 本申请的权利要求具体地指出某些被认为是新颖的和非显而易见的组合和次组合。这些权利要求可引用“一个”元素或“第一”元素或其等同物。这些权利要求应该理解为包括一个或多个这种元素的结合，既不要求也不排除两个或多个这种元素。所公开的特征、功能、元件和/或特性的其他组合和次组合可通过修改现有权利要求或通过在这个或

关联申请中提出新的权利要求得到主张。这些权利要求，无论与原始权利要求范围相比更宽、更窄、相同或不相同，也被认为包括在本发明主题内。

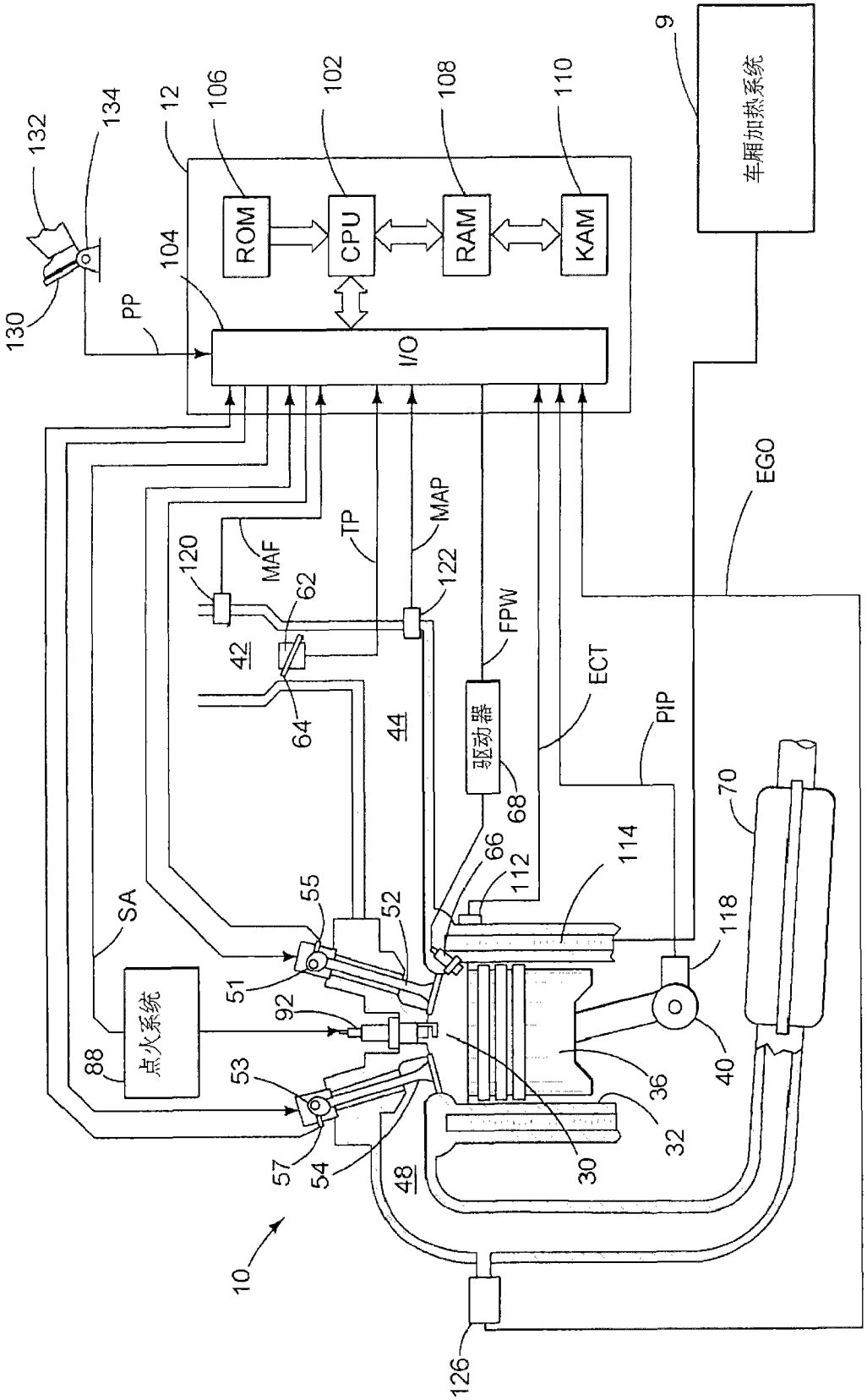

9
车厢加热系统
132
134
12
106
102
108
110
ROM
CPU
RAM
KAM
104
130
PP
I/O
EGO
MAF
TP
MAP
120
122
62
42
64
44
FPW
ECT
PIP
驱动器
68
66
112
114
70
118
SA
55
52
51
92
88
点火系统
53
57
54
48
30
32
36
40
10
126

图 1

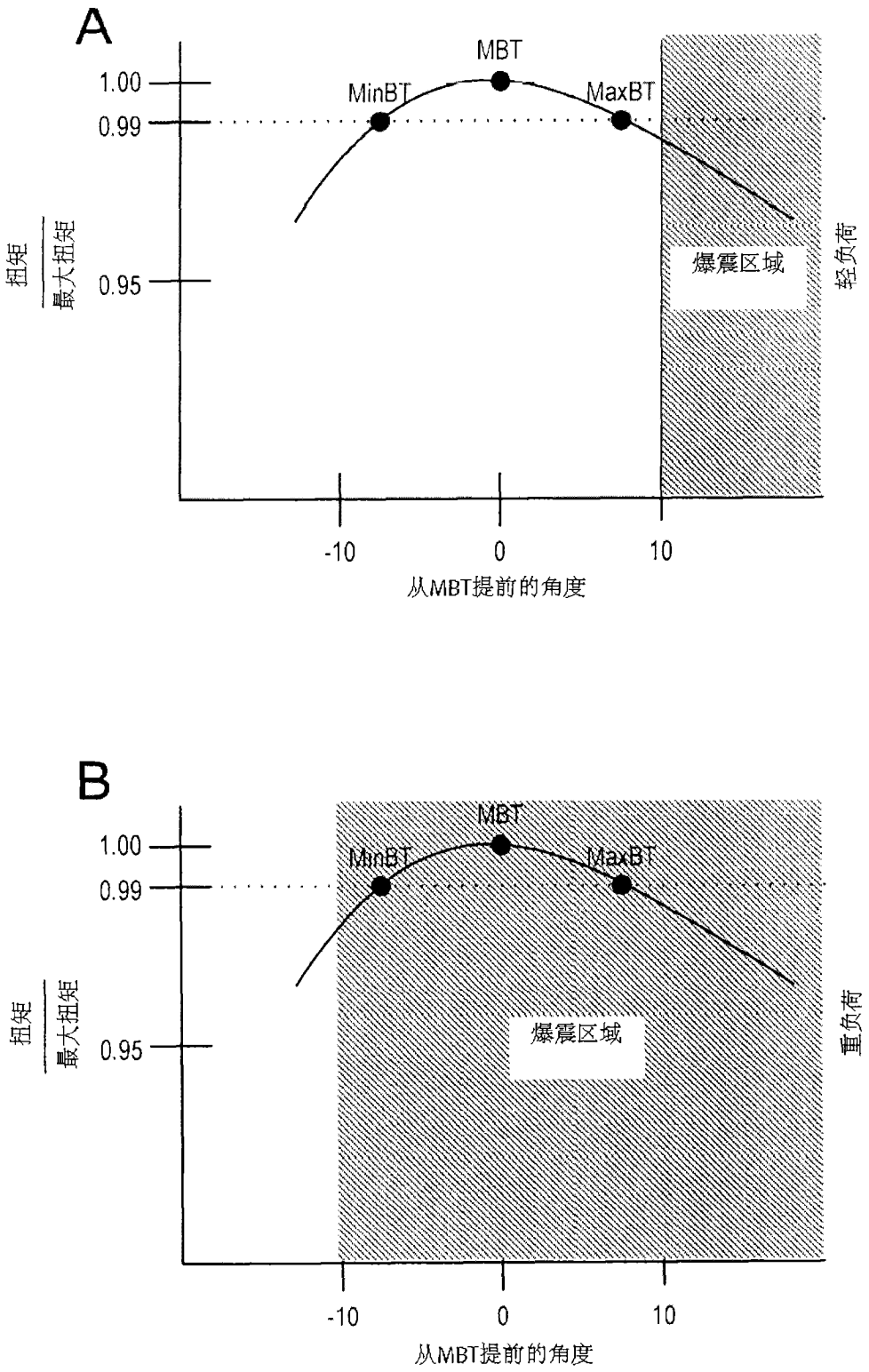

A
MBT
MinBT
MaxBT
1.00
0.99
0.95
扭矩
最大扭矩
爆震区域
轻负荷
-10
0
10
从MBT提前的角度
B
MBT
MinBT
MaxBT
1.00
0.99
0.95
扭矩
最大扭矩
爆震区域
重负荷
-10
0
10
从MBT提前的角度

图 2

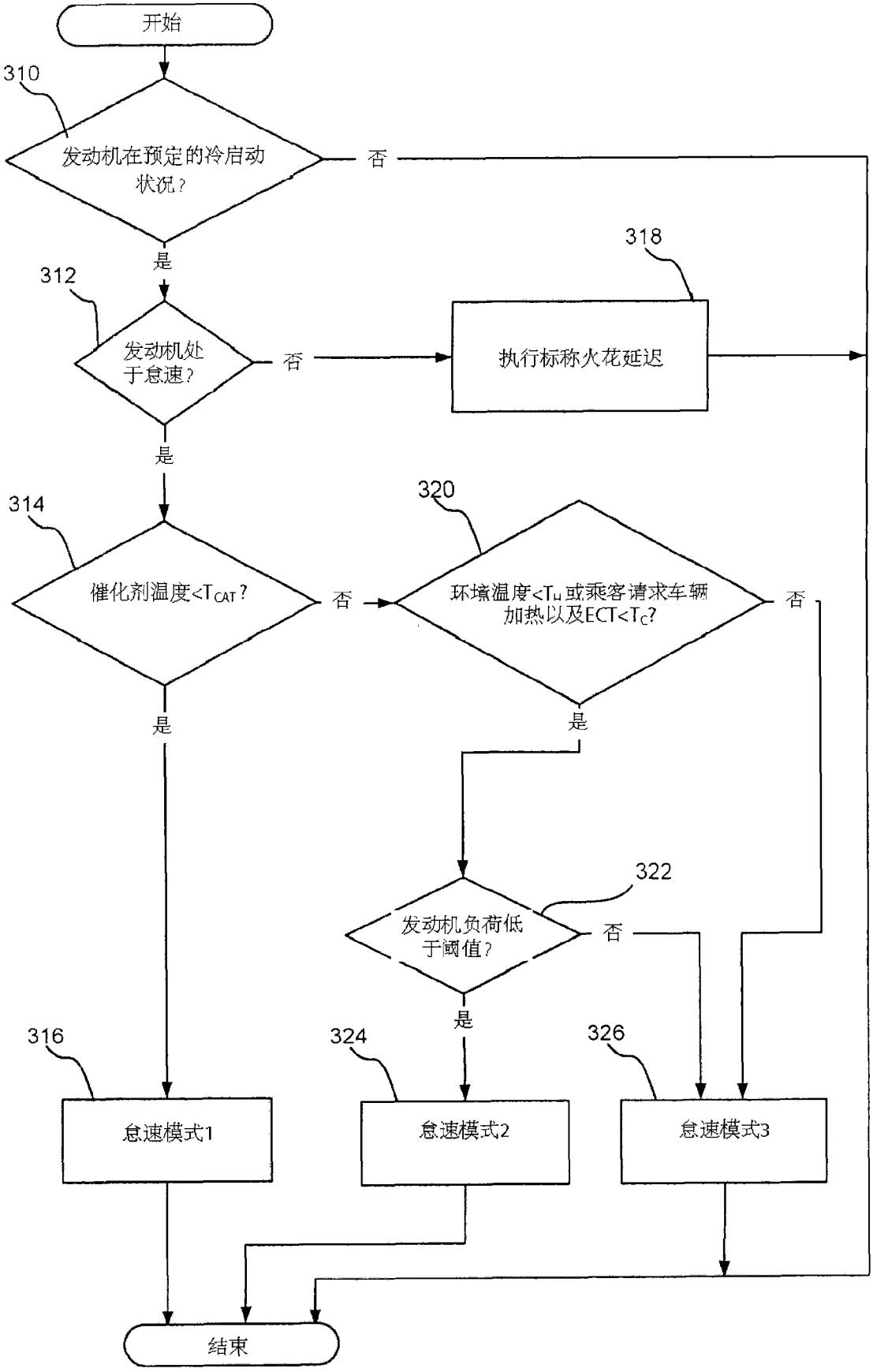

开始
310
发动机在预定的冷启动状况?
否
是
312
发动机处于怠速?
否
318
执行标称火花延迟
是
314
催化剂温度<T_{CAT}?
否
320
环境温度<T_U或乘客请求车辆加热以及ECT<T_C?
否
是
是
322
发动机负荷低于阈值?
否
是
316
怠速模式1
324
怠速模式2
326
怠速模式3
结束

图 3

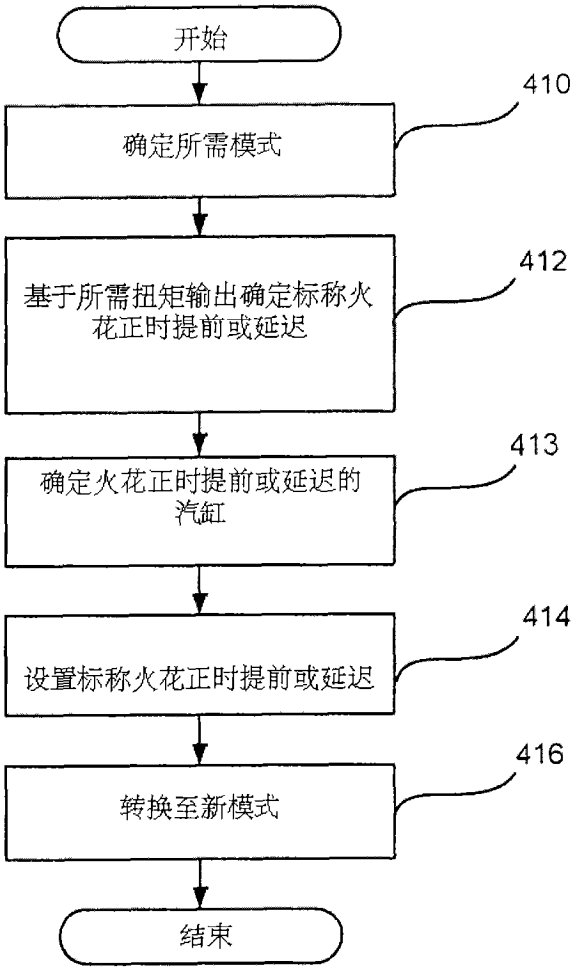

开始
410
确定所需模式
412
基于所需扭矩输出确定标称火花正时提前或延迟
413
确定火花正时提前或延迟的汽缸
414
设置标称火花正时提前或延迟
416
转换至新模式
结束

图 4

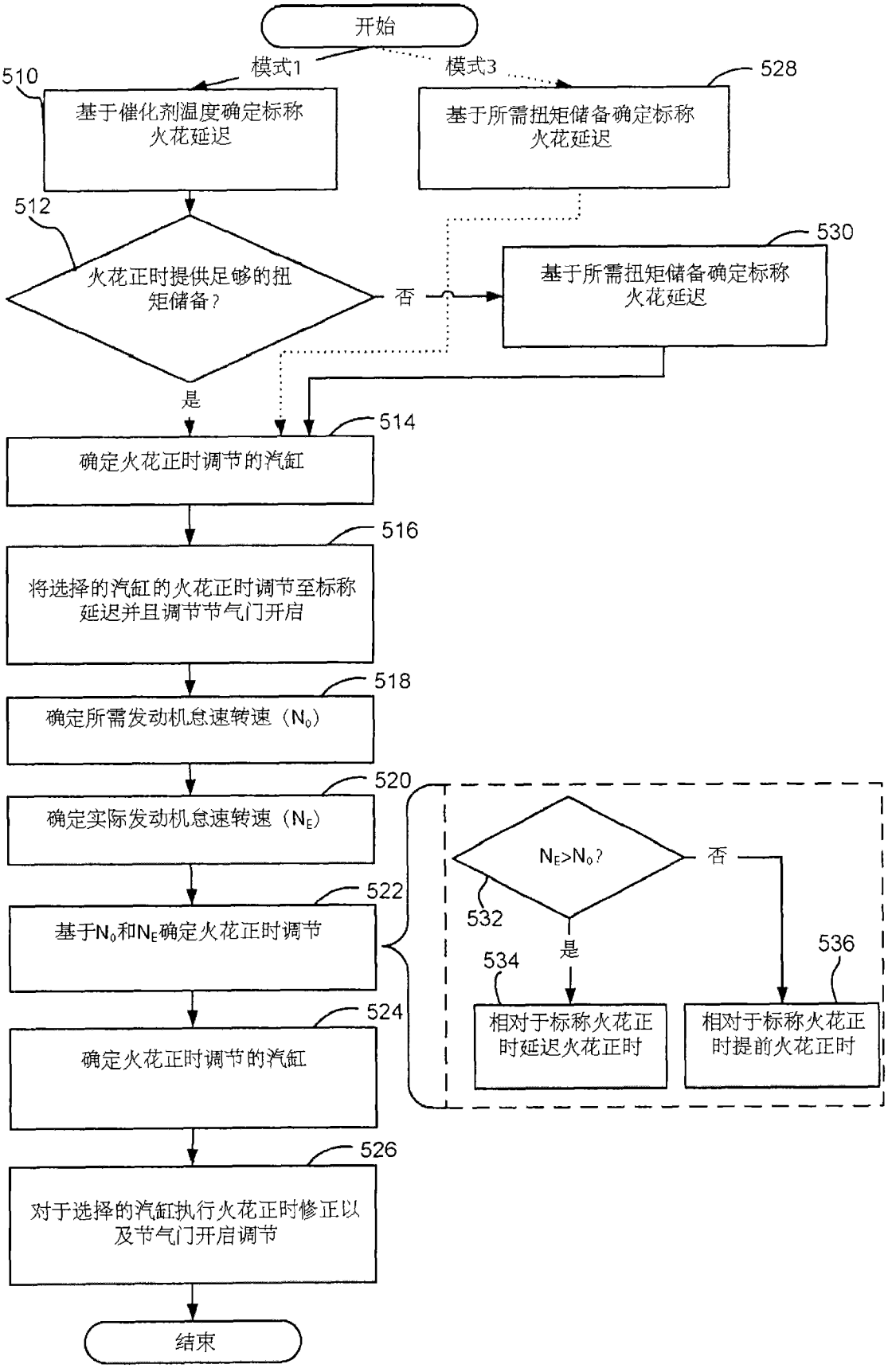

开始
模式1
模式3
510
基于催化剂温度确定标称火花延迟
528
基于所需扭矩储备确定标称火花延迟
512
火花正时提供足够的扭矩储备？
否
530
基于所需扭矩储备确定标称火花延迟
是
514
确定火花正时调节的汽缸
516
将选择的汽缸的火花正时调节至标称延迟并且调节节气门开启
518
确定所需发动机怠速转速（N_0）
520
确定实际发动机怠速转速（N_E）
522
基于N_0和N_E确定火花正时调节
$N_E>N_0$?
否
532
是
534
536
相对于标称火花正时延迟火花正时
相对于标称火花正时提前火花正时
524
确定火花正时调节的汽缸
526
对于选择的汽缸执行火花正时修正以及节气门开启调节
结束

图 5

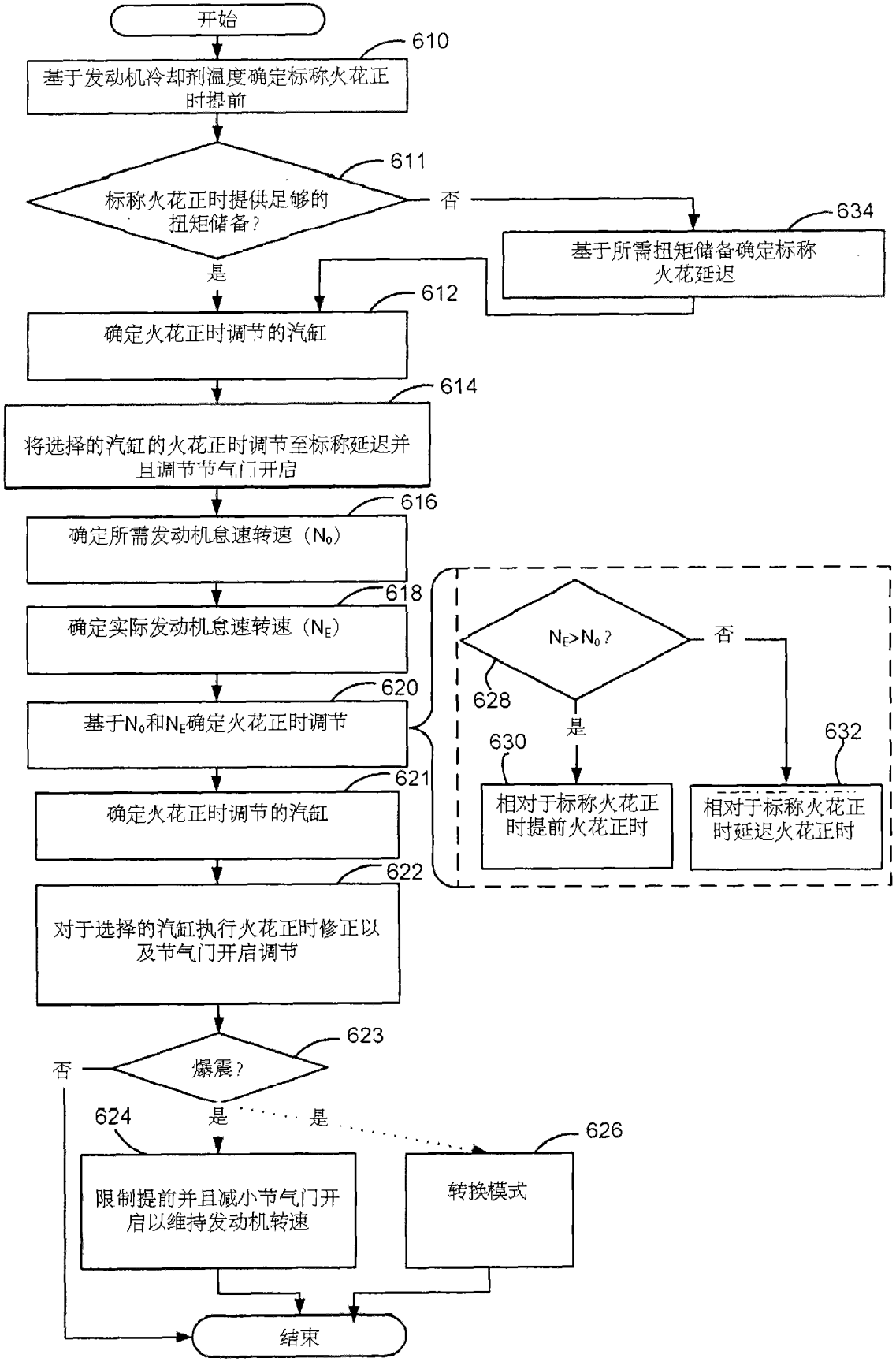

开始
610
基于发动机冷却剂温度确定标称火花正时提前
611
标称火花正时提供足够的扭矩储备？
否
634
基于所需扭矩储备确定标称火花延迟
是
612
确定火花正时调节的汽缸
614
将选择的汽缸的火花正时调节至标称延迟并且调节节气门开启
616
确定所需发动机怠速转速（N_0）
618
确定实际发动机怠速转速（N_E）
620
基于N_0和N_E确定火花正时调节
$N_E>N_0$？
否
628
是
630
632
相对于标称火花正时提前火花正时
相对于标称火花正时延迟火花正时
621
确定火花正时调节的汽缸
622
对于选择的汽缸执行火花正时修正以及节气门开启调节
623
爆震？
否
是
是
624
626
限制提前并且减小节气门开启以维持发动机转速
转换模式
结束

图 6

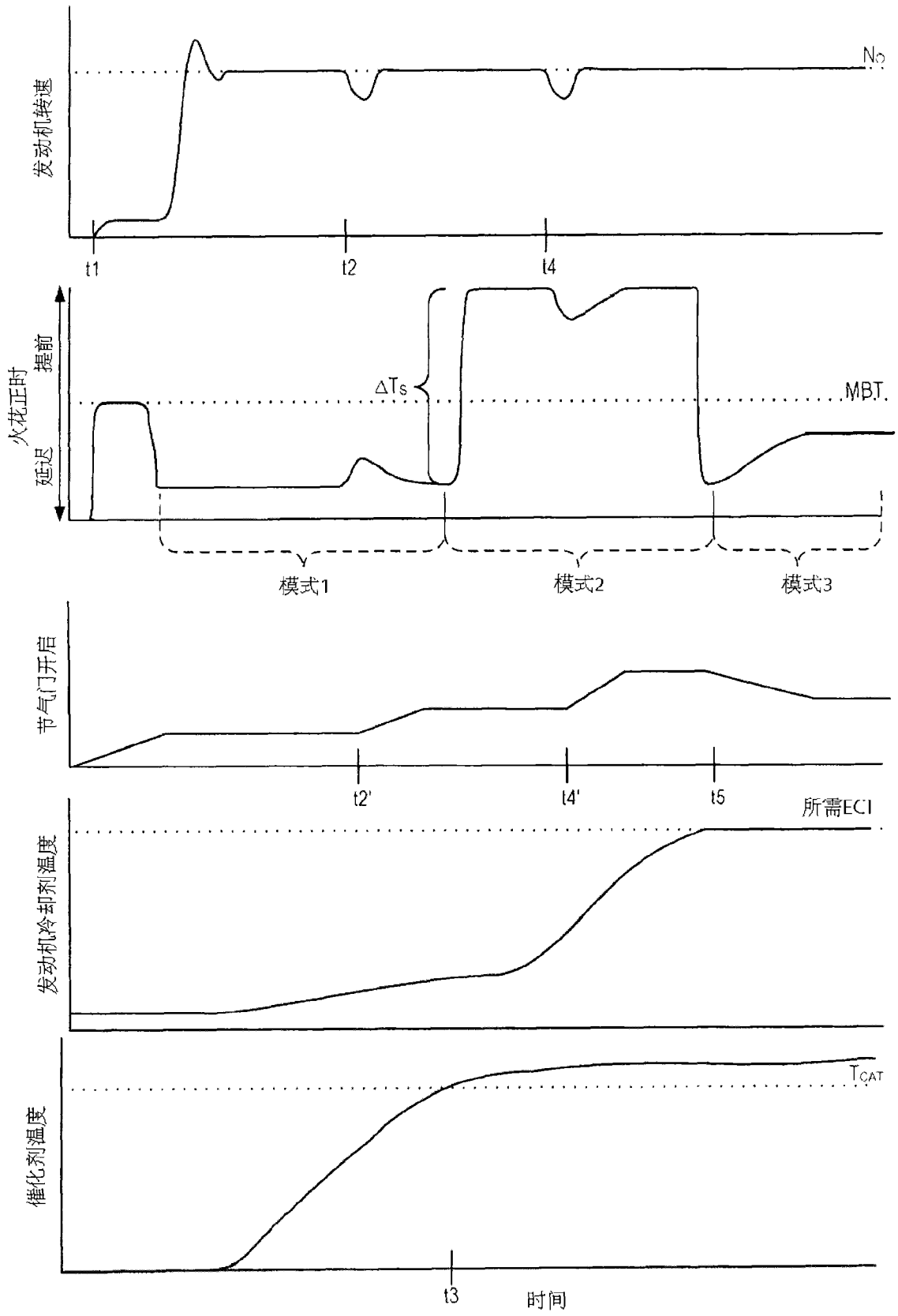

发动机转速
N_0
t1
t2
t4
火花正时
提前
延迟
ΔT_S
MBT
模式1
模式2
模式3
节气门开启
t2'
t4'
t5
发动机冷却剂温度
所需ECT
催化剂温度
T_{CAT}
t3
时间

图 7