

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101498247 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 30

(21) 申请号 200910002638. 8

JP 特开 2006-077670 A, 2006. 03. 23,

(22) 申请日 2009. 01. 09

US 5988141 A, 1999. 11. 23,

(30) 优先权数据

US 7000589 B2, 2006. 02. 21,

61/019945 2008. 01. 09 US

US 4971011 A, 1990. 11. 20,

12/327088 2008. 12. 03 US

审查员 石科峰

(73) 专利权人 通用汽车环球科技运作公司

地址 美国密执安州

(72) 发明人 C·E·怀特尼 N·金 T·R·舒普

W·颜 M·利夫什茨 K·波赫纳

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

72001

代理人 原绍辉 刘华联

(51) Int. Cl.

F02D 13/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1782352 A, 2006. 06. 07,

US 6966287 B1, 2005. 11. 22,

US 6006724 A, 1999. 12. 28,

US 6401026 B2, 2002. 06. 04,

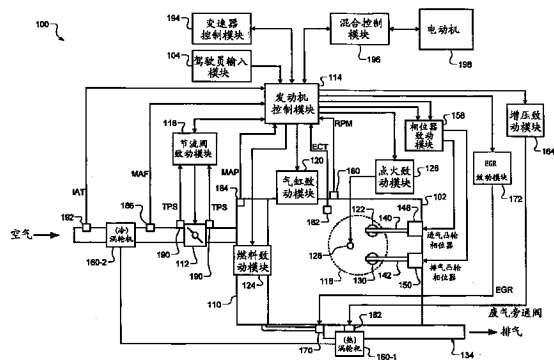
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 4 页

(54) 发明名称

基于转矩系统中的转速控制

(57) 摘要

本发明涉及基于转矩系统中的转速控制,其中发动机控制系统包括功率模块、空气流量模块、转矩估算模块和空气控制模块。功率模块根据所需的发动机转速确定基于功率的转矩。空气流量模块根据基于功率的转矩确定空气流量的值。转矩估算模块根据空气流量的值估算所需的转矩。空气控制模块根据所需的转矩有选择地确定节流阀面积。根据节流阀面积致动节流阀。



1. 发动机控制系统,其包括:  
功率模块,其根据所需的发动机转速确定基于功率的转矩;  
空气流量模块,其根据基于功率的转矩确定空气流量的值;  
转矩估算模块,其根据空气流量的值估算所需的转矩;  
空气控制模块,其根据所需的转矩有选择地确定节流阀面积,其中根据节流阀面积致动节流阀。
2. 根据权利要求1所述的发动机控制系统,其中当驾驶员加速器输入小于预定值持续预定时间段时,空气控制模块根据所需的转矩确定节流阀面积。
3. 根据权利要求1所述的发动机控制系统,其中功率模块根据第一转矩确定基于功率的转矩,其中利用转矩模型和所需的发动机转速确定第一转矩。
4. 根据权利要求3所述的发动机控制系统,其中功率模块进一步根据第二和第三转矩确定基于功率的转矩,其中第二转矩基于所需的发动机转速和实际的发动机转速的差值,并且其中第三转矩基于所需的发动机转速下的变速器负载。
5. 根据权利要求4所述的发动机控制系统,其中功率模块根据第一、第二和第三转矩的和确定基于功率的转矩。
6. 根据权利要求5所述的发动机控制系统,其中功率模块根据第四转矩和第一、第二以及第三转矩的和确定基于功率的转矩,其中第四转矩基于转矩储备。
7. 根据权利要求1所述的发动机控制系统,其中空气流量模块还根据所需的发动机转速确定空气流量的值,转矩估算模块还根据当前的发动机转速和转矩模型估算所需的转矩,以及空气控制模块还根据当前的发动机转速确定节流阀面积。
8. 根据权利要求7所述的发动机控制系统,还包括:  
第一转化模块,其根据基于功率的转矩、第一负载转矩和第一摩擦损失转矩的和产生第一基础转矩,其中第一摩擦损失转矩基于所需的发动机转速;和  
转矩倒数模块,其根据转矩倒数模型和所需的发动机转速确定相应于第一基础转矩的空气值,其中空气流量模块根据空气值确定空气流量的值。
9. 根据权利要求8所述的发动机控制系统,还包括:  
第二转化模块,其根据所需的转矩和补偿转矩的差值产生请求的转矩,其中补偿转矩基于第二负载转矩和第二摩擦损失转矩,并且其中第二摩擦损失转矩基于当前发动机转速;和  
产生裁定转矩的裁定模块,其中裁定的转矩有选择地基于请求的转矩,并且其中空气控制模块根据裁定的转矩确定节流阀面积。
10. 根据权利要求1所述的发动机控制系统,其中空气控制模块根据转矩倒数模型确定相应于所需的转矩的所需的空气值,并且根据所需的空气值确定节流阀面积。
11. 控制发动机的方法,包括:  
根据所需的发动机转速确定基于功率的转矩;  
根据基于功率的转矩确定空气流量的值;  
根据空气流量的值估算所需的转矩;  
根据所需的转矩选择性地确定节流阀面积;  
和

根据节流阀面积致动节流阀。

12. 根据权利要求 11 所述的方法,还包括:当驾驶员加速器输入小于预设值持续预定时间段时,根据所需的转矩确定节流阀面积。

13. 根据权利要求 11 所述的方法,还包括:  
利用转矩模型和所需的发动机转速确定第一转矩;和  
根据第一转矩确定基于功率的转矩。

14. 根据权利要求 13 所述的方法,还包括:  
根据所需的发动机转速和实际的发动机转速之间的差值确定第二转矩;  
根据所需的发动机转速下的变速器负载确定第三转矩;和  
根据第一、第二和第三转矩确定基于功率的转矩。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,还包括根据第一、第二和第三转矩的和确定基于功率的转矩。

16. 根据权利要求 15 的方法,还包括:  
根据转矩贮备确定第四转矩;和  
根据第一、第二、第三和第四转矩的和确定基于功率的转矩。

17. 根据权利要求 11 所述的方法,还包括:  
进一步根据所需的发动机转速确定空气流量的值;  
进一步根据当前发动机转速估算所需的转矩;  
和  
进一步根据当前的发动机转速确定节流阀面积。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,还包括:  
根据所需的发动机转速确定第一摩擦损失转矩;  
根据基于功率的转矩、第一摩擦损失转矩和第一负载转矩的和产生第一基础转矩;  
根据转矩倒数模型和所需的发动机转速确定相应于第一基础转矩的空气值;  
根据空气值确定空气流量值。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,还包括:  
根据当前发动机转速确定第二摩擦损失转矩;  
根据第二负载转矩和第二摩擦损失转矩确定补偿转矩;  
根据所需的转矩和补偿转矩的差值产生请求的转矩;  
产生裁定的转矩,其中裁定的转矩选择性地基于请求的转矩;和  
根据裁定的转矩确定节流阀面积。

20. 根据权利要求 11 所述的方法,还包括:  
根据转矩倒数模型确定相应于所需的转矩的所需的空气值;和  
根据所需的空气值确定节流阀面积。

## 基于转矩系统中的转速控制

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请要求于 2008 年 1 月 9 日提交的申请号为 61/019,945 的美国临时申请的权益。上述申请的全部公开内容结合于此作为参考。

### 技术领域

[0003] 本申请涉及发动机转速控制,并具体涉及到基于转矩系统的发动机转速控制。

### 背景技术

[0004] 本文所提供的背景技术描述的目的在于从总体上介绍本发明的背景。当前提及的发明人的工作——以在此背景技术部分中所描述的为限——以及在提交时否则可能不构成现有技术的该描述的各方面,既不明示地也不默示地被承认为是针对本发明的现有技术。

[0005] 内燃机在气缸内燃烧空气和燃料的混合物来驱动活塞,活塞产生驱动转矩。进入汽油发动机的空气流量通过节流阀调节。更具体的,节流阀调节节流面积,节流面积可以增加或减少进入发动机的空气流量。当节流面积增加时,进入发动机的空气流量增加。燃料控制系统调节注入燃料的速率,以将所需的空气/燃料的混合物提供到气缸。增加提供到气缸的空气和燃料的量,会增大发动机的转矩输出。

[0006] 已经开发了发动机控制系统来控制发动机转矩输出以便获得所需转矩。然而,传统的发动机控制系统不能如所需那样精确控制发动机转矩输出。此外,传统的发动机控制系统不能提供所需的对控制信号的快速响应,或者不能在多种影响发动机转矩输出的装置之间协调发动机转矩控制。

### 发明内容

[0007] 发动机控制系统包括功率模块,空气流量模块,转矩估算模块和空气控制模块。功率模块根据所需的发动机转速确定基于功率的转矩。空气流量模块根据基于功率的转矩确定空气流量的值。转矩估算模块根据空气流量的值估算所需的转矩。空气控制模块根据所需的转矩有选择地确定节流面积。根据节流面积来驱动节流阀。

[0008] 方法包括:根据所需的发动机转速确定基于功率的转矩;根据基于功率的转矩确定空气流量的值;根据空气流量的值估算所需的转矩;根据所需的转矩有选择地确定节流面积;以及根据节流面积驱动节流阀。

[0009] 从下文提供的详细描述中,本公开应用的更广泛领域将变得显而易见。应该理解详细的描述和具体例子仅意在解释的目的,而并非意旨限制本公开的范围。

### 附图说明

[0010] 从详细的描述和附图中,可以更全面地理解本公开,其中:

[0011] 图 1 是根据本公开原理的示例性发动机系统的功能性框图;

[0012] 图 2 是根据本公开原理的示例性发动机控制系统的功能性方框图;

[0013] 图 3 是根据本公开原理的 RPM 控制模块和预计转矩控制模块的示例性实施的功能性方框图 ;和

[0014] 图 4 是描述根据本公开原理的由发动机控制模块执行的示例性步骤的流程图。

### 具体实施方式

[0015] 下列描述本质上仅仅是示例性的,并且决不意图限制本发明、其应用或用途。为了清楚起见,附图中将使用相同的附图标记表示相似的元件。本文所用的措词“ A、B 和 C 中的至少一个”应当解释成意味着使用非排他逻辑“ 或”的逻辑(A 或 B 或 C)。应当理解,方法内的步骤可以以不同顺序执行,只要不改变本公开的原理。

[0016] 本文所用的术语“ 模块”是指专用集成电路(ASIC)、电子电路、执行一种或多种软件或固件程序的处理器(共享的、专用的或成组的)和存储器、组合逻辑电路、和 / 或其它的提供所述功能的适当部件。

[0017] 功率是控制发动机维持所需转速的普通范畴。在所需的转速下操作发动机可能需要一定量的功率,它等于转矩和所需的转速的乘积。假定发动机的负载不发生改变,因此需要相同量的功率,那么转速的减小会导致转矩增加以保持相同的功率。相似地,如果发动机转速增加,那么会产生较小的转矩以保持相同的功率。

[0018] 图 1,2 示出了一种发动机系统,其中在转矩领域执行发动机控制。因此可以确定基于功率的转矩数值以将发动机控制为所需的转速。基于功率的转矩值可以是制动转矩值。制动转矩(还已知为飞轮转矩)可定义为在飞轮处可获得的为车辆变速器提供动力的转矩。

[0019] 制动转矩可以从基础转矩(还已知为未修正转矩)估算,基础转矩可以用测力计测量。当用测力计测量时,发动机可以是未修正的,-也就是,没有附件负载,如空调、交流发电机 / 发电机,或者动力转向装置。此外,当发动机很热(高于临界温度)(这会减少用于摩擦的转扭损失量)时,可以测量基础转矩。

[0020] 气缸转矩可以定义为由气缸产生的转矩量。因此基础转矩可等于气缸转矩减去发动机摩擦力,同时减去发动机的热损失和泵气损失。泵气损失可包括在将气体泵入和泵出发动机气缸所吸收的转矩。

[0021] 制动转矩可以从基础转矩减去冷摩擦力和附件负载进行估算。与发动机是热的情況时相比,冷摩擦力值是当发动机是冷的(低于临界温度)情况时额外的转矩损失。

[0022] 如图 3 所示,基于功率的转矩(其可通过计算来获得所需转速)可以从制动转矩转化到基础转矩。那么就可以确定在所需转速下产生该基础转矩的所需空气流量。根据所需的空气流量和当前发动机转速,可以确定所需的转矩。通过这种方式,基于功率的转矩(如由所需转矩所表达的那样)在基于转矩系统的转矩领域就可以被裁定,如图 1,2 所示。

[0023] 然后将该所需转矩同其他转矩请求(例如来自发动机超速保护或者变速器控制)进行裁定以便确定裁定的转矩。然后裁定的转矩基于当前发动机转速转化为控制的空气流量。然后可以控制发动机以产生控制的空气流量。

[0024] 返回参照图 1,示出了示例的发动机系统 100 的功能方框图。发动机系统 100 包括发动机 102,发动机 102 根据驾驶员输入模块 104 燃烧空气 / 燃料混合物以产生用于车辆的驱动转矩。空气通过节流阀 112 被吸入进气歧管 110。仅仅示例性地,节流阀 112 可包括具

有可旋转叶片的蝶形阀。发动机控制模块 (ECM) 114 控制节流阀致动模块 116, 节流阀致动模块 116 调节节流阀 112 的开度, 以控制被吸入进气歧管 110 的空气量。

[0025] 来自进气歧管 110 的空气被吸入发动机 102 的气缸内。而发动机 102 可包括多个气缸, 仅仅为了描述的目的, 示出了单个的代表性的气缸 118。仅示例性地, 发动机 102 可包括 2、3、4、5、6、8、10 和 / 或 12 个气缸。ECM 114 可指示气缸致动模块 120 以有选择地使某些气缸停缸, 这可以在一定的发动机操作条件下提高燃料经济性。

[0026] 来自进气歧管 110 的空气通过进气门 122 被吸入到气缸 118 中。ECM 114 控制燃料致动模块 124, 燃料致动模块 124 调节燃料喷射以达到所需的空气 / 燃料比。燃料可以中央位置或者多个位置处被喷射到进气歧管 110 内, 例如靠近每个气缸的进气门的位置。在图 1 中未示出的多种实施方式中, 燃料可以被直接喷射到气缸内或者喷射到与气缸相连的混合室中。燃料致动模块 124 可以中断向被停缸的气缸喷射燃料。

[0027] 喷射的燃料与空气混合, 并在气缸 118 中产生空气 / 燃料混合物。气缸 118 中的活塞 (未显示) 压缩空气 / 燃料混合物。根据来自 ECM 114 的信号, 点火致动模块 126 激发气缸 118 中的点火塞 128, 点火塞 128 可以点燃空气 / 燃料混合物。点火正时可相对于活塞在其最高位置时 (称为上止点 (TDC)) 的时间进行规定。

[0028] 空气 / 燃料的混合物的燃烧驱动活塞向下, 由此驱动旋转曲轴 (未示出)。之后活塞再次开始向上运动, 并且通过排气阀 130 排出燃烧的副产品。燃烧副产品通过排气系统 134 从车辆排出。

[0029] 点火致动模块 126 可通过正时信号控制, 正时信号指示应该在 TDC 之前或之后多远处提供点火。因此可以使点火致动模块 126 的操作与曲轴旋转同步。在不同的实施方式中, 点火致动模块 126 可以中断对被停缸的气缸提供点火。

[0030] 进气门 122 可以通过进气凸轮轴 140 控制, 而排气门 130 可以通过排气凸轮轴 142 控制。在不同的实施方式中, 多个进气凸轮轴可控制每个气缸的多个进气门, 和 / 或可以控制多组气缸的进气门。相似地, 多个排气凸轮轴可以控制每个气缸的多个排气门, 和 / 或可以控制多组气缸的排气门。气缸致动模块 120 可以通过使进气门 122 和 / 或排气门 130 的开口功能停止而使气缸 118 停缸。

[0031] 进气门 122 打开的时间可以通过进气凸轮相位器 148 相对于活塞上止点 (TDC) 而改变。排气门 130 打开的时间可以通过排气凸轮相位器 150 相对于活塞 TDC 而改变。根据来自 ECM 114 的信号, 相位器致动模块 158 控制进气凸轮相位器 148 和排气凸轮相位器 150。在实施时, 可变的气门升程也可由相位器致动模块 158 进行控制。

[0032] 发动机系统 100 可包括向进气歧管 110 提供加压空气的增压装置。例如, 图 1 示出涡轮增压器 160, 它包括热涡轮机 160-1, 热涡轮机 160-1 由热的排出气体流过排气系统 134 提供能量。涡轮增压器 160 还包括冷空气压缩机 160-2, 它由涡轮机 160-1 驱动, 冷空气压缩机 160-2 压缩导入节流阀 112 内的空气。在不同的实施方式中, 由曲轴驱动的增压器可以压缩来自节流阀 112 的空气, 然后输送压缩的空气至进气歧管 110。

[0033] 废气旁通阀 162 可允许排出气体绕过涡轮增压器 160, 由此减少涡轮增压器 160 的增压 (进气的压缩量)。ECM 114 通过增压致动模块 164 控制涡轮增压器 160。增压致动模块 164 可通过控制废气旁通阀 162 的位置来调整涡轮增压器 160 的增压。在不同的实施方式中, 可以通过增压致动模块 164 控制多个涡轮增压器。涡轮增压器 160 可以具有可变的

几何形状,这可由增压致动模块 164 控制。

[0034] 中冷器(未示出)可能消散一些压缩空气充入的热量,这些热量由于空气被压缩而产生。由于空气靠近排气系统 134,所以压缩空气充入还可以具有吸收的热量。虽然为了描述目的而分开地示出,但是涡轮增压机 160-1 和压缩机 160-2 通常相互连接,从而将进气接近热的排气。

[0035] 发动机系统 100 可包括废气再循环(EGR)阀 170,其选择性地将排气再导回进气歧管 110。EGR 阀 170 可定位于涡轮增压器 160 的上游。EGR 阀 170 可由 EGR 致动模块 172 控制。

[0036] 发动机系统 100 可利用每分钟转数(RPM)传感器以每分钟转数(RPM)的形式测量曲轴的转速。发动机冷却剂的温度可利用发动机冷却剂温度(ECT)传感器 182 测量。ECT 传感器 182 可定位于发动机 102 的内部,或者位于冷却剂循环的其它位置,如散热器(未示出)。

[0037] 进气歧管 110 内的压力可以由进气歧管绝对压力(MAP)传感器 184 测量。在不同的实施方式中,也可以测量发动机的真空度,其是大气压力和进气歧管 110 内的压力之间的差。进入进气歧管 110 的空气流量速率可以使用空气流量(MAF)传感器 186 测量。在不同的实施方式中,MAF 传感器 186 可定位于还包括节流阀 112 的外罩内。

[0038] 节流阀致动模块 116 可利用一个或多个节流阀位置传感器(TPS)190 监测节流阀 112 的位置。被吸入发动机 102 内的空气环境温度可以利用进气温度(IAT)传感器 192 来测量。ECM 114 可以利用来自各传感器的信号以做出用于发动机系统 100 的控制决策。

[0039] ECM 114 可以与变速器控制模块 194 通信,以调整变速器(未示出)中的换档齿轮。例如,ECM 114 在换档期间可以减小发动机的转矩。ECM 114 可以与混合控制模块 196 通信,以调节发动机 102 和电动机 198 的操作。

[0040] 电动机 198 还可以起到发电机的作用,并也可以用来产生电能以供机动车辆的电子系统使用和/或存储在电池中。在不同的实施方式中,ECM 114、变速器控制模块 194 以及混合控制模块 196 的多种功能可以集成到一个或多个模块中。

[0041] 每一个改变发动机参数的系统可以称为接收致动值的致动器。例如,节流阀致动模块 116 可以认为是致动器,节流阀开口面积可以认为是致动值。在图 1 的例子中,节流阀致动模块 116 通过调整节流阀 112 的叶片的角度来获得节流阀的开口面积。

[0042] 相似地,点火致动模块 126 可以认为是致动器,而相应的致动值是相对于气缸 TDC 的点火提前量。其它的致动器可包括增压致动模块 164、EGR 致动模块 172、相位器致动模块 158、燃料致动模块 124 以及气缸致动模块 120。对于这些致动器,致动值可分别对应于增高压力、EGR 阀开口面积、进气和排气的凸轮相位器的角度、加燃料速率和起动的气缸数量。ECM 114 可以控制致动值以便从发动机 102 产生所需转矩。

[0043] 现在参考图 2,示出示例性的发动机控制系统的功能方框图。ECM 114 的示例性实施例包括轴转矩裁定模块 204。轴转矩裁定模块 204 在来自驾驶员输入模块 104 的驾驶员输入和其它的轴转矩请求之间进行裁定。例如,驾驶员输入可以依据加速器踏板的位置。驾驶员输入也可以依据巡航控制,其可以是改变机动车辆速度以维持预定跟车距离的自适应巡航控制系统。

[0044] 转矩请求可包括目标转矩数值以及坡道请求,例如下降至发动机停车的最小转矩

的坡道转矩请求或者从发动机停车的最小转矩上升的坡道转矩请求。轴转矩请求可以包括在车轮滑动期间由牵引力控制系统请求的转矩减少。轴转矩请求还可以包括转矩增加请求,以抵消负的车轮滑动,其中由于轴转矩为负,所以机动车辆的轮胎相对于路面滑动。

[0045] 轴转矩请求还可以包括制动管理请求和车辆超速转矩请求。制动管理请求可以减小发动机转矩以保证发动机转矩输出不超过用于在车辆停止时的控制车辆的制动器的能力。车辆超速转矩请求可以减小发动机转矩输出以防止车辆超过预定速度。轴转矩请求还可以由车身稳定性控制系统进行。轴转矩请求还可以包括发动机停车请求,例如可以在检测到严重故障时,产生发动机停车请求。

[0046] 轴转矩裁定模块 204 输出预计转矩和基于接收到的各转矩请求之间的裁定结果的即时转矩。预计转矩是 ECM 114 准备使发动机 102 产生的转矩量,并且通常可以基于驾驶员的转矩请求。即时转矩是当前所需的转矩量,它可以比预计转矩小。

[0047] 即时转矩可以小于预计转矩以提供转矩储备,如下面更详细描述,或者用于满足暂时转矩减少。仅示例性地,当车辆速度接近超速阈值时和 / 或当牵引控制系统检测到车轮滑动时,可以请求暂时转矩减少。

[0048] 即时转矩可以通过改变响应快速的发动机致动器而获得。而较慢的发动机致动器可以用来准备预计转矩。例如,在汽油发动机中,点火提前可以被快速调整,而空气流量和凸轴相位器位置由于机械延迟时间而响应较慢。而且,空气流量的改变在进气歧管中经历空气传输延迟。此外,空气流量的改变并不表示为转矩变化,直到空气被吸入气缸、压缩和燃烧为止。

[0049] 通过设定较慢的发动机致动器以产生预计转矩同时设定较快的发动机致动器以产生小于预计转矩的即时转矩来产生转矩储备。例如,节流阀 112 可以打开,由此增加了空气流量并准备产生预设转矩。同时,点火提前可以被减少(或者说,点火正时可被延迟),以将实际的发动机转矩输出减小至即时转矩。

[0050] 预计转矩和即时转矩的差可以称为转矩储备。当存在转矩储备时,发动机转矩通过改变较快的致动器可以快速从即时转矩增加到预计转矩。因此可以达到预计转矩而不需要等待由调整较慢的致动器而产生的转矩改变。

[0051] 轴转矩裁定模块 204 可以输出预计转矩和即时转矩至推进转矩裁定模块 206。在不同的实施方式中,轴转矩裁定模块 204 还可以输出预计转矩和即时转矩到混合优化模块 208。混合优化模块 208 确定应该由发动机 102 产生转矩量以及应该由电动机 198 产生的转矩量。混合优化模块 208 然后输出修正的预计和即时转矩值至推进转矩裁定模块 206。在不同的实施方式中,混合优化模块 208 可以在混合控制模块 196 中实施。

[0052] 由推进转矩裁定模块 206 接收到的预计和即时转矩从轴转矩领域(车轮处的转矩)转化为推进转矩领域(曲轴处的转矩)。这种转变可以发生在优化模块 208 之前、之后、作为优化模块 208 的一部分或代替混合优化模块 208。

[0053] 推进转矩裁定模块 206 在各推进转矩请求(包括转化的预计转矩和即时转矩)之间进行裁定。推进转矩裁定模块 206 可以产生裁定的预计转矩和裁定的即时转矩。裁定的转矩可以通过从接收的转矩中选择得胜的转矩产生。可选地或者附加地,裁定的转矩可以通过根据接收到的请求中的另一个或多个请求而修正接收到的请求中的一个请求而产生。

[0054] 其他的推进转矩请求可能包括发动机超速保护的转矩减少、阻止失速的转矩增加



和由变速器控制模块 194 请求以调节换挡的转矩减少。推进转矩请求还可以由离合器燃料切断产生,当驾驶员在手动变速器车辆中压下离合器踏板时,其可以减小发动机转矩输出。

[0055] 推进转矩请求还可以包括发动机停车请求,当检测到严重故障时,可以启动发动机停车请求。仅示例性地,严重故障可能包括检测到车辆失窃、起动机卡塞、电子节流阀控制问题以及意外的转矩增加。仅示例性地,发动机停车请求总是会赢得裁定,因此被输出为裁定的请求,或者可以完全绕过裁定,仅关闭发动机。推进转矩裁定模块 206 可以仍然接受这些停车请求,以使得例如合适的的数据可以被反馈到其他的转矩请求者。例如,可以通知所有的其他转矩请求者它们已输掉裁定。

[0056] RPM 控制模块 210 还可以输出预计和即时转矩请求至推进转矩裁定模块 206。当 ECM 114 处于 RPM 模式时,来自 RPM 控制模块 210 的转矩请求在裁定中获胜。当驾驶员从加速踏板移开他们的脚时,例如当车辆怠速或者从高速惯性行进时,可以选用 RPM 模式。可选地或者附加地,当轴转矩裁定模块 204 请求的预计转矩小于校准的转矩值时,可以选择 RPM 模式。

[0057] RPM 控制模块 210 从 RPM 轨线模块 212 接收所需的 RPM,并控制预计和即时转矩请求以减小所需的 RPM 和实际的 RPM 的差异。仅示例性地,RPM 轨线模块 212 可以输出用于车辆惯性滑行的线性减少的所需的 RPM,直到达到怠速的 RPM。RPM 轨线模块 212 然后继续输出怠速的 RPM 作为所需的 RPM。

[0058] 贮备 / 负载模块 220 接受来自推进转矩裁定模块 206 的裁定的预计和即时转矩请求。不同的发动机操作条件可以影响发动机转矩的输出。响应于这些条件,贮备 / 负载模块 220 可以通过增加预计转矩请求来产生转矩贮备。

[0059] 仅示例性地,催化剂起燃过程或冷启动排放物减少过程可以直接改变发动机的点火提前。贮备 / 负载模块 220 因此会增加预计转矩请求以抵消点火提前对于发动机转矩输出的影响。在另一个例子中,例如通过诊断的侵入当量比测试和 / 或者新发动机清洗,发动机的空气 / 燃料比和 / 或空气流量可以被直接改变。在这些过程中,可以进行相应的预计转矩请求来抵消发动机转矩的输出的变化。

[0060] 贮备 / 负载模块 220 还会在未来负载的预期下产生贮备,例如空调压缩机接合器的接合或者向转向油泵操作提供动力的情况下。当驾驶员第一次需要空调时,会产生用于空调 (A/C) 接合器接合的贮备。之后,当 A/C 接合时,贮备 / 负载模块 220 可以将 A/C 接合器期望的负载增加添加到即时转矩请求。

[0061] 致动模块 224 接收来自贮备 / 负载模块 220 的预计和即时转矩请求。致动模块 224 确定如何达到预计和即时转矩请求。致动模块 224 可以是特定的发动机类型的,具有用于汽油发动机和柴油发动机的不同控制模式。在不同的实施方式中,致动模块 224 可以限定致动模块 224 之前的与发动机无关的各模块和与发动机有关的模块之间的界线。

[0062] 例如,在汽油发动机中,致动模块 224 可以改变节流阀 112 的开度,这允许广泛范围的转矩控制。但是,节流阀 112 的打开和关闭导致较慢的转矩变化。停缸的气缸也提供较大范围的转矩控制,但是同样可能是缓慢的而且会额外地包括操纵性能和排放问题。改变点火提前相对快速,但是不能提供同样大范围的转矩控制。此外,点火时可能的转矩控制量 (也就是点火容量) 随着每一气缸的空气变化而变化。

[0063] 在不同的实施方式中,致动模块 224 根据预计转矩请求可以产生空气转矩请求。

空气转矩请求可以等于预计转矩请求,致使设定空气流量,从而可以通过对其他的致动器的改变而获得预计转矩请求。

[0064] 空气控制模块 228 可以根据空气转矩请求确定用于慢致动器的所需致动值。例如,空气控制模块 228 可以控制所需进气歧管绝对压力 (MAP)、所需的节流阀面积和 / 或所需的每气缸空气量 (APC)。所需的 MAP 可以用来确定所需的增压,以及所需的 APC 可以用来确定所需的凸轮相位器的位置。在不同的实施例中,空气控制模块 228 还可以确定 EGR 阀 170 的开度量。

[0065] 在汽油机系统中,致动模块 224 还可以产生点火转矩请求、气缸停缸转矩请求和燃料量转矩请求。点火转矩请求可以被点火控制模块 232 使用,以确定距离校准的点火提前多少延迟点火 (减小发动机转矩输出)。

[0066] 气缸停缸转矩请求可以被气缸控制模块 236 用来确定使多少气缸停缸。气缸控制模块 236 可以指示气缸致动模块 120 使发动机 102 的一个或多个气缸停缸。在不同的实施方式中,一个预定的气缸组可以被共同地停缸。气缸控制模块 236 还可以指示燃料控制模块 240 停止为停缸的气缸提供燃料,以及可以提示点火控制模块 232 停止为停缸的气缸提供点火。

[0067] 在不同的实施方式中,气缸致动模块 120 可以包括液压系统,液压系统选择地将进气门和 / 或排气门从用于一个或者多个气缸的相应的凸轮轴断开以使这些气缸停缸。仅示例性地,气缸致动模块 120 将用于一半气缸的气门作为一组液压地连接或断开。在不同的实施方式中,可以仅通过中断向这些气缸提供燃料来使气缸停缸,而不需要停止打开和关闭进气门和排气门。在这些实施方式中,气缸致动模块 120 可以被省略。

[0068] 燃料量转矩请求可以由燃料控制模块 240 用来改变提供给每个气缸的燃料的量。仅示例性地,燃料控制模块 240 可以确定一燃料量,该燃料量在与当前的每气缸空气量结合时会产生化学计量的燃烧。燃料控制模块 240 可以指示燃料致动模块 124 以为每一个启动的气缸喷射该燃料量。在正常的发动机操作中,燃料控制模块 240 会尽力保持化学计量的空气 / 燃料比。

[0069] 燃料控制模块 240 可以增加燃料量超过化学计量值,以增加发动机转矩输出,并可以减少燃料量以减少发动机转矩输出。在不同的实施方式中,燃料控制模块 240 可以接收不同于化学计量的所需的空气 / 燃料比。然后燃料控制模块 240 可以确定用于每一个气缸的达到所需的空气 / 燃料比的燃料量。在柴油机系统中,燃料量是用于控制发动机转矩输出的主要致动器。

[0070] 致动模块 224 在获得即时转矩请求时采用的方法,可以由模式设定来确定。模式设定例如可以通过推进转矩裁定模块 206 提供给致动模块 224,并且可以选择包括停用模式、愉悦模式 (pleasible mode)、最大范围模式和自动致动模式。

[0071] 在关闭模式下,致动模块 224 可忽略即时转矩请求并试图获得预计转矩请求。因此致动模块 224 可以设定点火转矩请求、气缸停缸转矩请求和燃料量转矩请求至预计转矩请求,这使得当前发动机空气流量条件的转矩输出最大化。可选的,致动模块 224 可以将这些请求设定至预定数值 (例如超出范围的高值),以不能发生由于延迟点火、气缸停缸或者降低空气 / 燃料比导致的转矩减小。

[0072] 在愉悦模式下,致动模块 224 可以只通过调整点火提前来尝试获得即时转矩请

求。因此致动模块 224 可以输出作为空气转矩请求的预计转矩请求和作为点火转矩请求的即时转矩请求。点火控制模块 232 将尽可能延迟点火,以试图获得点火转矩请求。如果所需的转矩减小大于点火贮备容量(由点火延迟可达到的转矩减少量),那么就不会获得转矩减小。

[0073] 在最大范围模式下,致动模块 224 可输出作为空气转矩请求的预计转矩请求以及作为点火转矩请求的即时转矩请求。此外,致动模块 224 可以产生气缸停缸转矩请求,气缸停缸请求足够低,以便使得点火控制模块 232 能获得即时转矩请求。换言之,当仅仅减少点火提前不能获得即进转矩请求时,致动模块 224 可以减小气缸停缸转矩请求(因此使气缸停缸)。

[0074] 在自动致动模式下,致动模块 224 可以根据即时转矩请求减小空气转矩请求。例如,仅在必要的情况下可以减小空气转矩请求,以允许点火控制模块 232 通过调整点火提前来获得即时转矩请求。因此,在自动致动模式下,可以获得即时转矩请求,同时允许发动机 102 尽可能快地返回到预计转矩请求。换言之,通过尽可能多地减小快速响应的点火提前,相对响应慢的节流阀修正的使用被最小化。

[0075] 转矩估算模块 244 可以估算发动机 102 的转矩输出。该估算的转矩被空气控制模块 228 用来实施发动机空气流量的参数的闭环控制,诸如进气歧管绝对压力(MAP)、节流阀面积和相位器位置。仅示例性地,转矩关系可以定义为:

[0076] (1)  $T = f(APC, S, I, E, AF, OT, \#)$

[0077] 其中,转矩(T)是每气缸空气(APC)、点火提前(S)、进气凸轮相位器位置(I)、排气凸轮相位器位置(E)、空气/燃料比(AF)、油温(OT)和启动的气缸数(#)的函数。额外的变量也可在考虑之内,例如废气再循环阀(EGR)的打开程度。

[0078] 这种关系可以用方程模型化,和/或被存储为查询表。转矩估算模块 244 可以基于测量的 MAF 和当前 RPM 确定 APC,由此允许根据实际的空气流量进行闭环空气控制。使用的进气和排气凸轮相位器位置通常基于实际的位置,因为相位器可以向所需的位置移动。此外,可以利用校准的点火提前值。该估算的转矩可以称作空气转矩,-也就是估算在当前的空气流量下可以产生多少转矩,而不用考虑实际的发动机转矩输出,其根据点火提前变化。

[0079] 空气控制模块 228 产生所需的进气歧管绝对压力(MAP)信号,其被输出至增压进度模块 248。增压进度模块 248 使用所需的 MAP 信号以控制增压致动模块 164。然后增压致动模块 164 控制一个或多个涡轮增压器和/或增压器。

[0080] 空气控制模块 228 可以产生所需的面积信号,其被输出到节流阀致动模块 116。然后节流阀致动模块 116 调节节流阀 112 以产生所需的节流阀面积。空气控制模块 228 可以利用估算的转矩和/或 MAF 信号以实行闭环控制。例如,根据比较估算的转矩和空气转矩请求可以控制所需的面积信号。

[0081] 空气控制模块 228 还可以产生所需的每气缸空气(APC)信号,该信号被输出至相位器进度模块 252。根据所需的 APC 信号和 RPM 信号,使用相位器致动模块 158,相位器进度模块 252 可以控制进气和/或排气凸轮相位器 148 和 150 的位置。

[0082] 返回参考点火控制模块 232,可以在不同的发动机操作条件下校准点火提前值。仅示例性地,转矩关系可以被倒置以求得所需的点火提前。对于给定的转矩请求( $T_{des}$ ),所需的点火提前( $S_{des}$ )可以依据下式确定:

[0083] (2)  $S_{des} = T^{-1}(T_{des}, APC, I, E, AF, OT, \#)$ .

[0084] 这个关系可以具体化表示为方程和 / 或查询表。如由燃料控制模块 240 显示的一样, 空气 / 燃料 (AF) 比可以是实际的比率。

[0085] 当点火提前被设定为校准的点火提前时, 得到的转矩可以尽可能地接近平均最优转矩 (MBT)。MBT 指最大转矩, 其是在使用辛烷值大于预定阈值的燃料时, 随着点火提前的增加而对于给定的空气流量而产生的。最大转矩发生时的点火提前可以称为 MBT 点火。由于例如燃料质量 (例如使用了低辛烷值的燃料时) 和环境因素, 校准的点火提前可能不同于 MBT 点火。因此校准的点火提前时的转矩会小于 MBT。

[0086] 现在参考图 3, 展示了 RPM 控制模块 210 和空气控制模块 228 的示例性实施例的功能性方框图。RPM 控制模块 210 接收来自 RPM 轨线模块 212 的所需 RPM 信号。所需的 RPM 信号也可以由零踏板转矩模块 302、变速器负载模块 304、贮备转矩模块 306、比例 - 积分 (PI) 模块 308 和 RPM 稳定模块 312。当驾驶员对加速器踏板施加小于预定压力的压力时, 零踏板转矩模块 302 确定发动机应产生的转矩。

[0087] 变速器负载模块 304 确定变速器加到发动机上的负载。例如, 这可以根据发动机的转速和车辆车轮的转速。贮备转矩模块 306 确定发动机就具有的贮备转矩量, 其可用于例如动力转向辅助和空调压缩机打开等事件。

[0088] 根据所需的 RPM 和实际的 RPM 的差值, PI 模块 308 产生一个比例项和一个积分项。在不同的实施方式中, 比例项可以等于比例常数乘以所述差值。在不同的实施方式中, 积分项可以是积分常数乘以相对于差值时间的整数。PI 模块 308 的输出可以是比例项和积分项的和。

[0089] RPM 转矩模块 314 接收来自零踏板转矩模块 302、变速器负载模块 304、贮备转矩模块 306 以及 PI 模块 308 的输出。RPM 转矩模块 314 确定所需的基于功率的转矩, 其能使发动机在所需的 RPM 下运行。在不同的实施方式中, RPM 转矩模块 314 将接收到的值求和。在不同的实施方式中, 贮备转矩模块 306 可以被忽略, 并且其功能可以被贮备 / 负载模块 220 取代。

[0090] RPM 转矩模块 314 将所需的基于功率的转矩输出到制动到基础的转化模块 320。仅示例性地, 制动到基础的转化模块 320 可以将基于冷摩擦力和附件负载的补偿转矩增加至所需的基于功率的转矩。补偿转矩的冷摩擦力部分可以基于发动机温度, 发动机温度可以由发动机冷却剂温度估算, 并且当发动机温度达到预定水平时, 补偿转矩的冷摩擦力部分可以减小为零。

[0091] 制动到基础的转化模块 320 可根据来自 RPM 稳定模块 312 的稳定的 RPM 来实施制动到基础的转化。在不同的实施方式中, RPM 稳定模块 312 可以通过在所需的 RPM 应用低通过过滤器来产生稳定的 RPM。稳定的 RPM 还可以被输出至每气缸空气 (APC) 倒数模块 322 和空气流量 (MAF) 计算模块 324。

[0092] APC 倒数模块 322 使用转矩倒数模型以确定必须的 APC, 从而产生从制动到基础的转化模块 320 接收的基础转矩请求。转矩倒数模型还利用稳定的 RPM 和从第一过滤器模块 326 接收的过滤的点火提前。第一过滤器模块 326 接收点火提前值, 点火提前值被校准用于当前发动机的操作条件, 并且将过滤器 (如低通过过滤器) 应用到点火提前值。

[0093] 转矩倒数模型可以表示为:

[0094] (3)  $APC_{des} = T^{-1}(T_{des}, S, I, E, AF, OT, \#)$

[0095] 由 APC 倒数模块 322 确定的 APC 的值被输出至 MAF 计算模块 324。MAF 计算模块 324 通过利用下式将 APC 转化为 MAF：

$$[0096] \quad (4) \quad MAF_{des} = \frac{APC_{des} \cdot RPM \cdot \#}{60 \frac{s}{min} \cdot 2 \frac{rev}{firing}}$$

[0097] 其中, # 是当前被供给燃料的气缸的数量, 以及 RPM 是来自 RPM 稳定模块 312 的稳定的所需 RPM。

[0098] 由 MAF 计算模块 324 计算的 MAF 值是对应于基于功率的转矩的所需的空气流量。所需的空气流量被 APC 计算模块 328 转化回 APC 值, 此时使用的是发动机当前的 RPM。得到的 APC 值被 APC 转矩估算模块 330 用来估算随 APC 值产生的发动机转矩。APC 转矩估算模块 330 根据当前的 RPM 和经第二个过滤器模块 332 过滤的校准的点火值来估算该转矩。

[0099] 如果估算的转矩是基础转矩, 那么估算的转矩可以通过基础到制动的转化模块 334 基于当前的 RPM 转化为制动转矩。来自基础到制动的转化模块 334 的输出是从 RPM 控制模块 210 到推进转矩裁定模块 206 的转矩请求。

[0100] 如上所述, 推进转矩裁定模块 206 在来自 RPM 控制模块 210 的转矩请求和其他的推进转矩请求之间进行裁定。裁定的结果由贮备 / 负载模块 220 和致动模块 224 来发挥作用。致动模块 224 输出空气转矩请求至空气控制模块 228。

[0101] 空气控制模块 228 包括制动到基础的转化模块 350, 制动到基础的转化模块 350 将空气转矩请求转化为基础转矩, 这可以基于当前的 RPM 进行。基础转矩被输出至 APC 倒数模块 352, APC 倒数模块 352 将确定允许发动机产生接收到的基础转矩的 APC 值。APC 值通过 MAF 计算模块 354 根据当前的 RPM 转化为 MAF。

[0102] 可压缩流量模块 356 根据 MAF 值确定节流阀面积。可压缩流量模块 356 可以应用下式：

$$[0103] \quad (5) \quad Area_{des} = \frac{MAF_{des} \cdot \sqrt{R_{gas} \cdot T}}{P_{baro} \cdot \Phi(P_r)}, \text{ 其中, } P_r = \frac{MAP_{des}}{P_{baro}}$$

[0104] 其中,  $R_{gas}$  是理想气体常数,  $T$  是进气温度,  $MAP_{des}$  是所需的进气歧管绝对压力 (MAP), 以及  $P_{baro}$  是大气压力。  $P_{baro}$  可直接利用诸如 IAT 传感器 192 的传感器测量, 或可通过其他测量的或者估算的参数计算。在不同的实施方式中,  $MAP_{des}$  可以用当前的 MAP 代替。

[0105]  $\Phi$  函数可以说明由于节流阀 112 两侧的压力差导致的空气流量的变化。  $\Phi$  函数可以具体表示如下：

$$[0106] \quad (6) \quad \Phi(P_r) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1} \left(1 - P_r^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right)} & \text{if } P_r > P_{critical} \\ \sqrt{\gamma \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}}} & \text{if } P_r \leq P_{critical} \end{cases}, \text{ 其中}$$

[0107] (7) 对于空气  $P_{critical} = \left( \frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = 0.528$

[0108] 其中,  $\gamma$  是特定的热常数, 对于空气其值大约在 1.3 和 1.4 之间。  $P_{critical}$  定义为压力比, 在该压力比下, 空气流过节流阀 112 的速度等于声速, 这称为阻流或者临界流。可压缩流量模块 356 输出所需面积到节流阀致动模块 116, 节流阀致动模块 116 控制节流阀 112 以提供所需的打开面积。

[0109] 现在参考图 4, 流程图示出了在 RPM 模式下执行的控制节流阀面积的示例性步骤。在不同的实施方式中, 当由驾驶员请求的转矩小于预定值持续可校准的时间量时, 就可以进入 RPM 模式。换言之, 当驾驶员应用于踏板的压力小于特定压力持续可校准时间量时, 就可以选择 RPM 模式。此外, 当发动发动时, 也可以选择 RPM 模式。

[0110] 控制在步骤 402 开始, 在步骤 402, 确定所需的 RPM。之后, 控制在步骤 404 继续。从步骤 404 到步骤 412, 所需的 RPM 可以用来执行计算。在步骤 404 中, 零踏板转矩、变速器负载、贮备转矩和 RPM 误差修正因子被确定。控制在步骤 406 中继续, 其中根据步骤 404 计算的值的和, 确定所需的基于功率的转矩。

[0111] 控制在步骤 408 继续, 其中所需的基于功率的转矩从制动转矩被转化为基础转矩。控制在步骤 410 中继续, 其中 APC 值利用转矩倒数模型从基础转矩被确定。控制在步骤 412 中继续, 其中 APC 值被转化为 MAF 值。

[0112] 控制在步骤 414 中继续, 其中 MAF 的值被转化回 APC 值。但是, 在步骤 414 到步骤 428 中, 计算可基于发动机当前的 RPM。因为所需的 RPM 和当前的 RPM 可以不同, 所以步骤 412 和步骤 414 可以不简单地相互抵偿。

[0113] 控制在步骤 416 继续, 其中确定在步骤 414 中计算的 APC 产生的转矩。控制在步骤 418 中继续, 其中转矩从基础转矩被转化为制动转矩请求。控制在步骤 420 中继续, 其中包括在步骤 418 中计算的转矩请求在内的各转矩请求被裁定。在 RPM 模式下, 在步骤 418 计算的转矩请求可以被选为裁定的转矩, 而其他的转矩请求被忽略。

[0114] 控制在步骤 422 中继续, 其中裁定的转矩从制动转矩被转化为基础转矩。控制在步骤 424 中继续, 其中利用转矩倒数模型和当前发动机的转速, 确定允许基础转矩产生的 APC 值。控制在步骤 426 中继续, 其中 APC 值被转化为 MAF 的值。控制在步骤 428 中继续, 其中根据 MAF 的值和 APC 的值, 确定所需的节流阀面积。控制在步骤 430 中继续, 其中控制调节节流阀 112 以达到节流阀面积。控制之后返回到步骤 402。

[0115] 现在本领域的技术人员可根据前面的描述意识到可在各种形式下实施本发明的广泛教导。因此, 虽然本申请包括具体实例, 但是本申请的真正范围不应该受到这样的限制, 因为对于有技能实践者而言在研究附图、说明以及下面的权利要求后其他修改是很明显的。

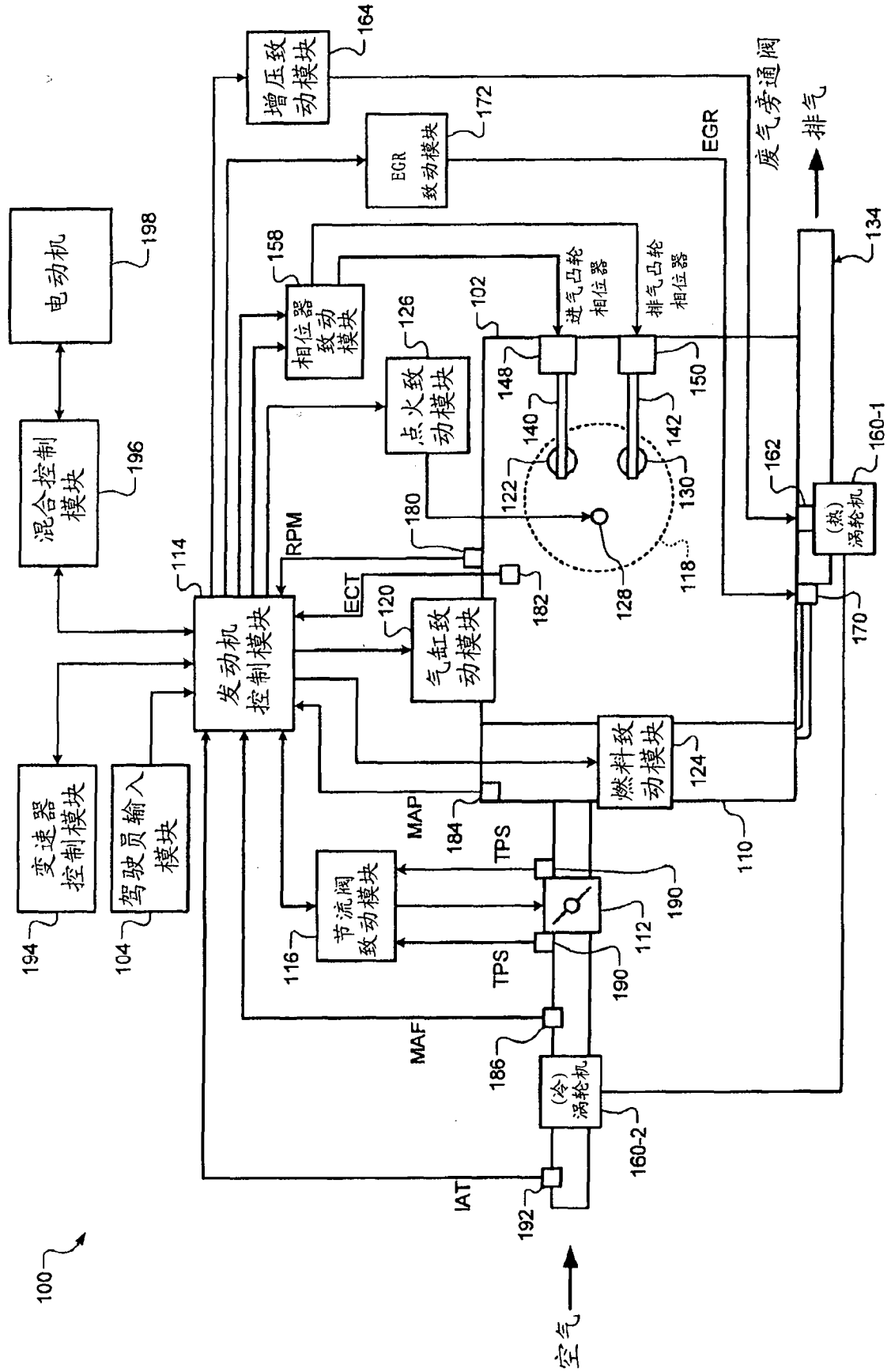


图 1

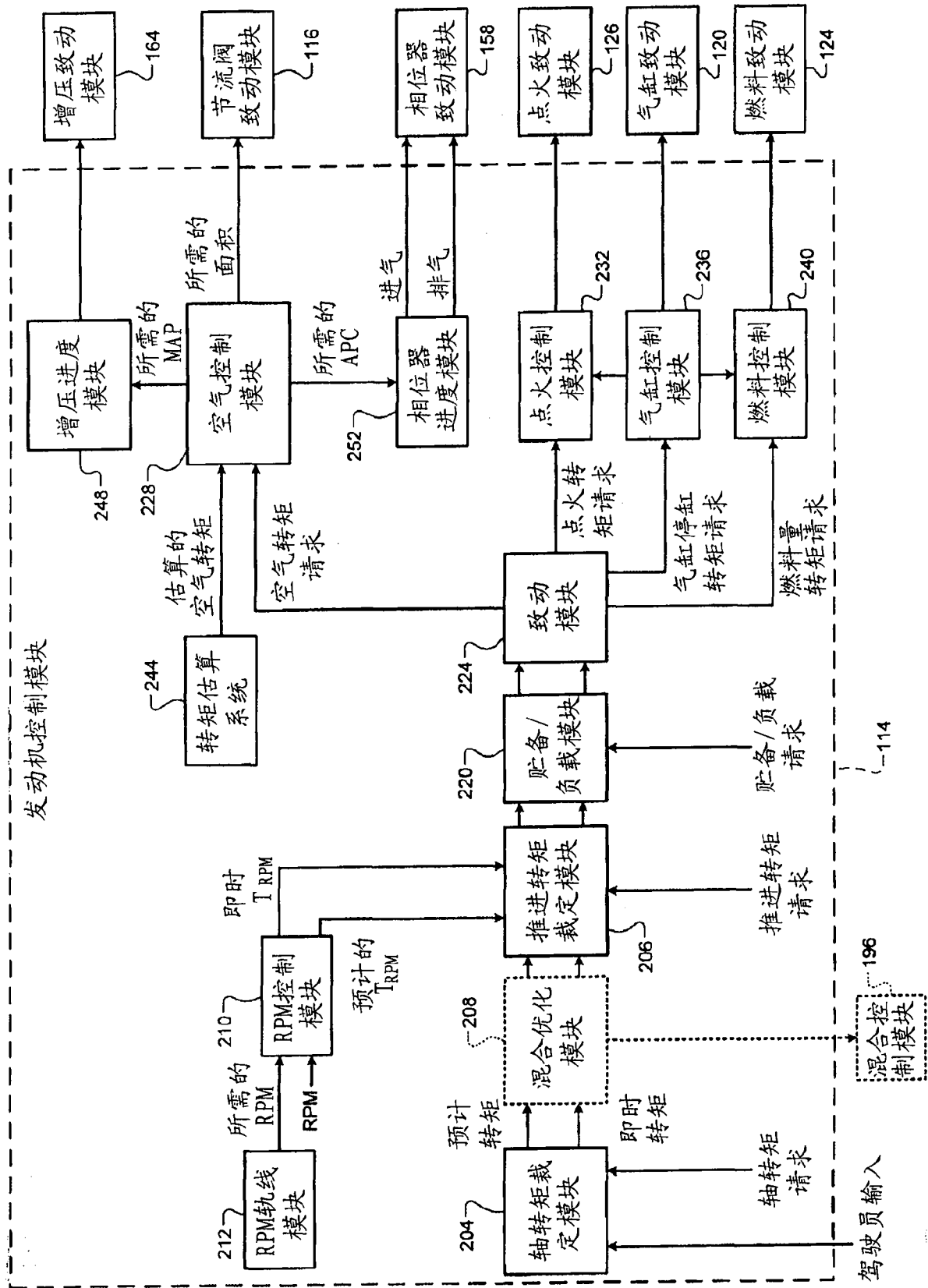


图 2



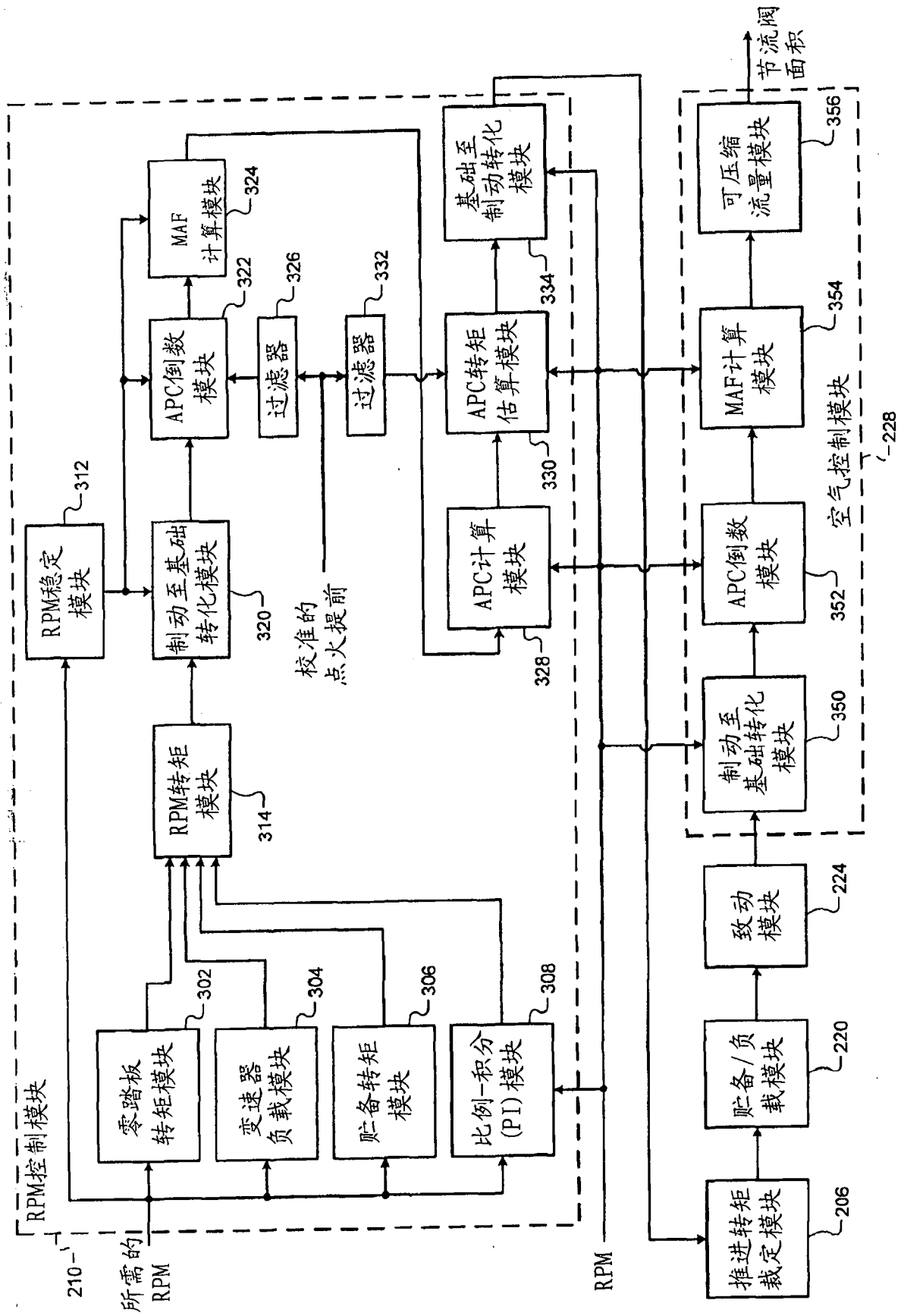


图 3

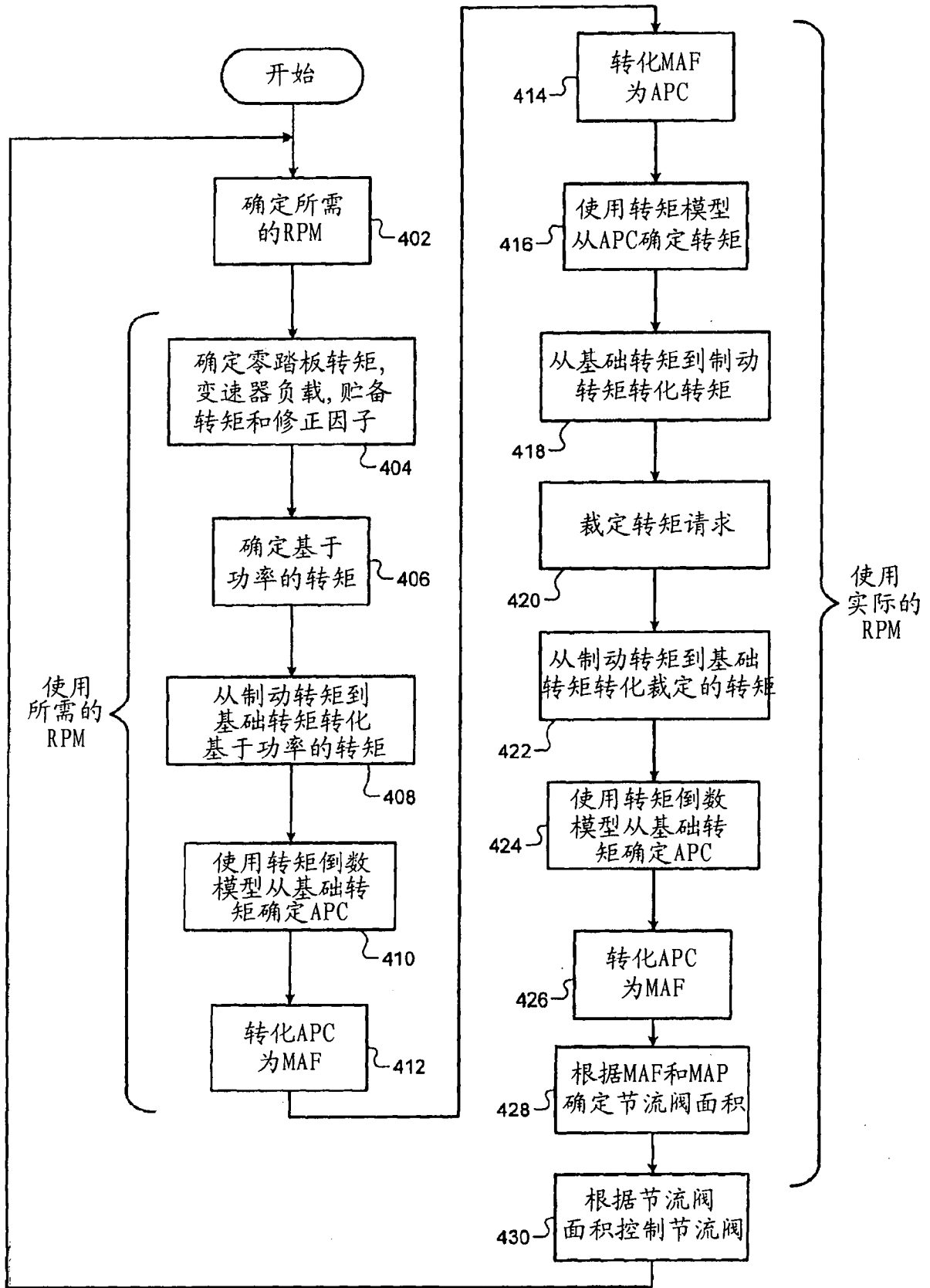


图 4