



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101450665 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 16

(21) 申请号 200810179847. 5

B60W 30/14 (2006. 01)

(22) 申请日 2008. 12. 04

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

11/950, 756 2007. 12. 05 US

CN 1993258 A, 2007. 07. 04,

CN 1841918 A, 2006. 10. 04,

WO 2006080570 A1, 2006. 08. 03,

US 2003205422 A1, 2003. 11. 06,

(73) 专利权人 福特环球技术公司

地址 美国密执安迪尔伯恩

审查员 张志华

(72) 发明人 伊哈勃·S·索里曼

迪帕克·阿斯瓦尼

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

B60W 20/00 (2006. 01)

B60W 10/06 (2006. 01)

B60W 10/10 (2012. 01)

B60W 10/24 (2006. 01)

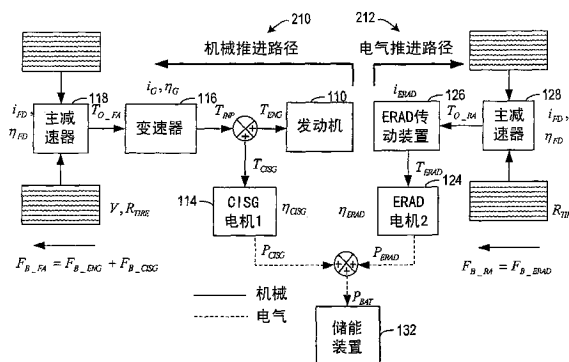
权利要求书2页 说明书13页 附图8页

(54) 发明名称

车辆的混合动力推进系统

(57) 摘要

本发明涉及用于混合动力电动车辆速度控制操作的扭矩控制。一种车辆的混合动力推进系统。该系统包括：传递扭矩到至少一个第一驱动轮的变速器装置、连接到变速器装置的输入的第一电能转化装置、传递扭矩到至少一个第二驱动轮的第二电能转化装置、及控制系统，在将车辆的速度保持在期望的速度的车辆速度控制操作中，响应于导致车辆速度超过期望的速度且非由车辆驾驶员输入引起的加速，所述控制系统改变所述第一电能转化装置和第二电能转化装置的至少一个的扭矩输出，以向所述至少一个第一驱动轮和至少一个第二驱动轮的至少一个提供使车辆减速到期望的速度的制动扭矩，所述第一电能转化装置和第二电能转化装置的一个是基于工况选择的。



1. 一种车辆的混合动力推进系统,包括:

传递扭矩到至少一个第一驱动轮的变速器装置;

连接到变速器装置的输入的第一电能转化装置;

传递扭矩到至少一个第二驱动轮的第二电能转化装置;

控制系统,在将车辆速度保持在期望的速度的车辆巡航控制操作中,所述控制系统配置用于确定路面坡度且响应于导致车辆速度超过期望的速度且由于所述路面坡度引起的加速,所述控制系统改变所述第一电能转化装置和第二电能转化装置的至少一个的扭矩输出,以向所述至少一个第一驱动轮和至少一个第二驱动轮中的至少一个提供使所述车辆减速到期望的速度的制动扭矩,所述第一电能转化装置和第二电能转化装置中的一个是基于工况选择的。

2. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述工况包括至少一个第二驱动轮的滑移,所述控制系统配置为基于所述至少一个第二驱动轮的滑移改变所述第一电能转化装置的扭矩输出,以在至少一个第一驱动轮上提供使所述车辆减速到期望的速度的至少部分制动扭矩。

3. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述工况包括所述至少一个第一驱动轮的滑移,所述控制系统配置为基于所述至少一个第一驱动轮的滑移改变所述第二电能转化装置的扭矩输出,以在至少一个第二驱动轮上提供使所述车辆减速到期望的速度的至少部分制动扭矩。

4. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述工况包括所述第一电能转化装置和第二电能转化装置的至少一个的制动扭矩输出极限,所述控制系统配置为基于操作制动扭矩输出极限,加速速率大于减速速率则改变所述第一电能转化装置和第二电能转化装置两者的扭矩输出,以提供使所述车辆减速到期望的速度的制动扭矩。

5. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,还包括:

与所述第一电能转化装置和第二电能转化装置电气连接的储能装置;所述工况包括所述储能装置的充电状态,且响应于所述储能装置的充电状态超过阈值极限,所述控制系统配置为调节所述第二电能转化装置以提供使所述车辆减速到期望的速度的制动扭矩,使所述变速器装置与所述第一电能转化装置分离,及调节所述第一电能转化装置提供正扭矩输出以便所述第一电能转化装置和第二电能转化装置的操作之间的充电平衡基本上是中性的。

6. 如权利要求 5 所述的系统,其特征在于,还包括:

向变速器装置的输入提供扭矩的内燃发动机,所述变速器装置为多级固定传动比变速器装置,响应于所述储能装置的所述充电状态超过所述阈值极限,以及车辆速度超过所述第一电能转化装置和第二电能转化装置的至少一个的操作速度极限和温度超过所述第一电能转化装置和第二电能转化装置的至少一个的操作温度极限这两种情况中的至少一个,所述控制系统配置为调节所述内燃发动机提供使所述车辆减速到期望的速度的发动机压缩制动扭矩的至少部分。

7. 如权利要求 6 所述的系统,其特征在于,所述控制系统配置为基于所述储能装置的充电状态调节所述多级固定传动比变速器的状态以调节传递到至少一个第一驱动轮的制动扭矩的量。

8. 如权利要求 6 所述的系统,其特征在于,所述混合动力推进系统为全轮驱动配置,所述内燃发动机和所述第一电能转化装置向至少一个前驱动轮提供扭矩,所述第二电能转化装置向至少一个后驱动轮提供扭矩。

9. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述车辆巡航控制操作包括保持车辆速度基本上为零,响应于车辆驾驶员指令的制动力小于将车辆速度保持在零的制动力的量,所述控制系统配置为改变所述第一电能转化装置和第二电能转化装置的至少一个的扭矩输出以向所述至少一个第一驱动轮和至少一个第二驱动轮中的至少一个提供使车辆速度保持在零的制动扭矩。

10. 如权利要求 9 所述的系统,其特征在于,所述控制系统配置为改变所述第一电能转化装置和第二电能转化装置的至少一个的扭矩输出以向至少一个第一驱动轮和至少一个第二驱动轮中的至少一个提供制动扭矩,以将车辆速度保持在零直到发生车辆驾驶员指令的车辆加速。

车辆的混合动力推进系统

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆的混合动力推进系统,具体地涉及用于混合动力电动车辆速度控制操作的扭矩控制。

背景技术

[0002] 车辆可以配置有使用至少两个不同的扭矩源以推进车辆的混合动力推进系统。在一个非限制的示例中,车辆的混合动力推进系统可以配置为混合动力电动车辆(HEV),其中可以选择性地操作一个或多个电机和内燃发动机以提供请求的推进力。类似地,在车辆减速时,可以选择性地操作电机和发动机提供车辆传动系制动以回收车辆的动能。具体地,在所称的再生制动中,电机可以用来吸收扭矩,该扭矩可以转化成存储在电池中的电能。以此方式,可以增加车辆效率。

[0003] 此外,通过基于操作(operational)车辆速度范围选择性地提供加速和减速,利用闭环反馈控制来保持车辆的设定速度或速度廓线,可以增加车辆的操作效率。在一个方法中,通过车辆的摩擦制动器和/或发动机压缩制动可以提供选择性的减速以保持车辆沿着斜坡或负坡度行进的速度。

[0004] 然而,本发明的发明人认识到上述方法的缺点。具体地,在车辆下坡时,连续使用摩擦制动器来保持期望的速度会造成摩擦制动器损耗,导致使用寿命减少。此外,为使用发动机压缩制动,当进行变速器降挡,在转换固定传动比变速器的状态时,由于发动机压缩制动扭矩的突然变化,可以导致传动系扰动。此外,在车辆速度控制中由于闭环反馈控制,会频繁转换变速器的状态,这可以称为换挡频繁(shiftbusyness),会导致车辆驾驶性能降低。

发明内容

[0005] 在本文描述的至少一个途径中,通过车辆的混合动力推进系统可以解决上述问题的至少一些,该混合动力推进系统包括:传递扭矩到至少一个第一驱动轮的变速器装置、连接到内燃发动机和变速器装置的输入的第一电能转化装置、传递扭矩到至少一个第二驱动轮的第二电能转化装置、及控制系统,在将车辆的速度保持在期望的速度的车辆速度控制操作中,响应于导致车辆速度超过期望的速度且非由车辆驾驶员输入引起的加速,控制系统改变第一电能转化装置和第二电能转化装置的至少一个的扭矩输出,以向第一驱动轮的至少一个和第二驱动轮的至少一个提供制动扭矩以将车辆减速到期望的速度,所述第一电能转化装置和第二电能转化装置的一个是基于工况选择的。

[0006] 在车辆速度控制操作中,通过选择性地改变混合动力车辆的电能转化装置的制动扭矩以将车辆减速到期望的速度,传动系制动可以传递到车轮,而没有变速器降挡,或甚至延迟降挡,且不使用摩擦制动器。以此方式,可以最大化能量回收,最小化发动机制动,还可以减少传动系扰动,从而改进车辆驾驶性能,并延长摩擦制动器的寿命。此外,通过利用电能转化装置的再生制动能力,可以增加储能装置的充电状态。

[0007] 在上述混合动力推进系统的一个实施例中,所述工况包括所述第一电能转化装置和第二电能转化装置的至少一个的制动扭矩输出极限,所述控制系统配置为基于操作制动扭矩输出极限,加速速率大于减速速率则改变所述第一电能转化装置和第二电能转化装置两者的扭矩输出,以提供使所述车辆减速到期望的速度的制动扭矩。

[0008] 在另一个途径中,提供一种车辆的混合动力推进系统。该混合动力推进系统包括传递扭矩到至少一个第一驱动轮的变速器装置;连接到变速器装置的输入的第一电能转化装置;传递扭矩到至少一个第二驱动轮的第二电能转化装置;及控制系统,响应于导致车辆速度超过期望的速度且非由车辆驾驶员输入引起的加速,在速度控制操作中,控制系统配置为提供制动扭矩输出以使车辆减速来保持期望的速度,控制系统配置为执行第一模式,在第一模式中,第一电能转化装置提供制动扭矩,第二电能转化装置不提供制动扭矩,控制系统配置为执行第二模式,在第二模式中,第二电能转化装置提供制动扭矩,第一电能转化装置不提供制动扭矩,及控制系统配置为执行第三模式,在第三模式中,第一电能转化装置和第二电能转化装置两者都提供制动扭矩,及控制系统配置为基于第一电能转化装置和第二电能转化装置的至少一个的工况,选择三个模式中的一个以提供制动扭矩输出以使车辆减速来保持期望的速度。

[0009] 在又一个途径中,提供控制车辆的混合动力推进系统的方法。该混合动力推进系统包括通过变速器装置交换扭矩的第一电能转化装置、与第一组驱动轮交换扭矩的变速器装置,该混合动力推进系统具有与第二组驱动轮交换扭矩的第二电能转化装置。该方法包括在车辆停止工况的车辆操作中,响应于车辆驾驶员指令的制动力小于保持车辆处于停止的制动力,接收请求的制动扭矩以保持车辆处于停止;及通过改变在第一电能转化装置和第一组驱动轮之间交换的制动扭矩的水平和改变在第二电能转化装置和第二组驱动轮之间交换的制动扭矩的水平这两个操作中的至少一个以满足请求的制动扭矩。

附图说明

[0010] 图 1 示出示例混合动力车辆推进系统;

[0011] 图 2 示出图 1 的推进系统的能量流图;

[0012] 图 3 是描述示例混合动力推进系统的各种构件可以达到的最大制动力的示图;

[0013] 图 4A 至图 4F 示出示例混合动力推进系统的示例操作模式和相应的操作模式的能量流图;

[0014] 图 5 示出对应于在车辆速度控制操作中控制扭矩输出以保持期望的车辆速度的控制例程的流程图;

[0015] 图 6 示出对应于在车辆速度控制操作中选择操作模式以控制输出扭矩的控制例程的流程图;

[0016] 图 7 示出对应于确定混合动力推进系统的电能转化装置的可用性以在车辆速度控制操作中提供制动扭矩的控制例程的流程图。

具体实施方式

[0017] 图 1 示出车辆的示例混合动力推进系统 100。在该具体的示例中,混合动力推进系统 100 配置为混合动力电动车辆 (HEV),可以结合前轮驱动 (FWD) 车辆平台操作该混合动力

电动车辆。然而,本文描述的方法可以应用于其他的车辆平台,包括后轮驱动、四轮驱动、或全轮驱动系统。混合动力推进系统 100 包括具有内燃发动机 (ICE) 110、第一电能转化装置 114、向前轮 120 提供扭矩的变速器 116、及向后轮 130 提供扭矩的第二电能转化装置 124。

[0018] 第一及第二电能转化装置可以替代地称为马达和 / 或发电机。应理解电能转化装置可以是电能转化为动能和 / 或将动能转化为电能的任何合适的装置。

[0019] 发动机 110 可以包括燃烧燃料的一个或多个燃烧室或汽缸 112。在一个非限制的示例中,发动机 110 可以在所称的阿特金森 (Atkinson) 循环中操作。发动机在阿特金森循环中操作以实现比类似尺寸的奥拓 (Otto) 循环发动机更高的燃料效率,从而例如可以在车辆的加速中操作电动马达以辅助发动机提供请求的传动系扭矩。然而,在其他的示例中,发动机 110 可以在奥拓循环或其他任何合适的燃烧循环中操作。应理解在不同的操作模式中,发动机可以在一些或所有汽缸中停止燃料的燃烧。以此方式,可以增加燃料效率。在一些实施例中,发动机 110 可以是柴油发动机,例如直列式五汽缸柴油发动机。

[0020] 第一马达 114 可以连接到发动机 110 的输出轴。在一些实施例中,第一马达可以通过齿轮构造与发动机操作连接。在一个非限制的示例中,第一马达 114 可以配置为所称的曲轴集成式起动机 / 发电机 (crankshaft integrated starter/generator, CISG) 系统。在混合动力推进系统的起动中, CISG 可以提供扭矩来转动发动机以有助于发动机的起动。在一些工况下, CISG 可以供应扭矩输出以补充或替代发动机扭矩。此外,在一种工况下, CISG 可以供应可转化为电能的负扭矩输出。

[0021] 发动机 110 和 / 或第一马达 114 可以传递扭矩到变速器 116 的输入。变速器 116 可以通过前轴 (或主减速器) 118 向前轮 120 传递扭矩。变速器 116 可以包括两个或多个可选择的传动比,以用来改变在变速器输入 (即发动机 / CISG) 和变速器输出 (即主减速器 / 前轮) 之间交换的转速比和 / 或扭矩比。在一个非限制的示例中,变速器 116 可以包括六个可选择的挡位,然而,可以使用具有更多或更少的挡位的其他变速器。变速器 116 可以配置为无级变速器 (CVT)。此外,变速器 116 可以配置为双离合式 (即动力换挡) 变速器或自动换挡手动变速器或任何不带变矩器 (converter-less) 的自动变速器,所有这些变速器都不使用变矩器。在替代的实施例中,变速器 116 可以包括具有叶轮和涡轮的变矩器。通过改变变矩器的状态可以接合或分离变速器以改变叶轮和涡轮之间的扭矩传递。

[0022] 应理解第一马达 114 可以配置在包括任何合适的传动装置的马达系统中以能够独立于发动机 110 选择性地操作第一马达 114。例如,离合器可以用来在 CISG 系统和发动机之间提供操作上的分离以减少来自发动机的摩擦扭矩损耗,同时 CISG 系统用来产生电能。

[0023] 继续参考图 1,第二电能转化装置 124 可以通过齿轮构造 (或主减速器) 126 与后轴或驱动轴 128 和后轮 130 连接。在一些实施例中,第二电能转化装置 (或马达) 124 可以配置为所称的电动后轴装置 (electric rear axle device, ERAD) 系统。ERAD 系统可以包括能够使第二马达向后轮提供扭矩输出的任何合适的传动装置。例如,齿轮构造 126 可以包括具有齿轮架 (C)、太阳轮 (S)、及环齿轮 (R) 的行星齿轮组。通过改变行星齿轮组的状态,可以改变在第二马达 124 和后轴 128 之间交换的扭矩量。以此方式,第二马达 124 可以选择性地驱动轴 128 和后轮 130 供应或吸收扭矩。在替代的实施例中,第二马达 124 可以直接连接到主减速器 126。

[0024] 可以操作 CISG 系统 114 和 ERAD 系统 124 以分别与驱动轴 118 和 128 交换扭矩。例如,响应于从储能装置 132 接收的电,可以操作 CISG 系统 114 以向驱动轴 118 供应扭矩。类似地,响应于从储能装置 132 接收的电,可以操作 ERAD 系统 124 向驱动轴 128 供应扭矩。以此方式,可以操作 CISG 和 / 或 ERAD 以辅助发动机推进车辆或不操作发动机而推进车辆。

[0025] 此外,可以选择性地操作 CISG 系统 114 和 / 或 ERAD 系统 124 分别从驱动轴 118 和 128 吸收扭矩,从而能量可以存储在储能装置 132 中或可以在 CISG 系统 114 和 ERAD 系统 124 之间交换。例如,ERAD 产生的电可以供应到 CISG 来旋转发动机 110 以作为消耗能量的手段。此外,在一个示例中,可以调节发动机的气门正时来增加泵气损失 (pumping losses) 来改变和影响储能装置的能量消耗率。在另一个示例中,CISG 经齿轮构造连接到发动机输出轴,可以调节齿轮构造的减速比以改变能量消耗率。在能量消耗操作中,在一些工况下,CISG/ 发动机与变速器分离以便没有扭矩传递到车轮。储能系统 132 可以包括一个或多个电池、电容器、或其他合适的储能装置。应理解前轮 120 和后轮 130 的每个可以包括一个或多个摩擦制动器 134 以提供用于车辆减速的补充制动。

[0026] 控制系统 122 可以通信连接到混合动力推进系统 100 的各种构件的一些或所有。例如,控制系统 122 可以从发动机 110 接收工况信息,如发动机转速、CISG 系统 114、包括当前选择的挡位的变速器 116、变速器涡轮和驱动轴转速、变矩器状态、ERAD 124、包括充电状态 (SOC) 和充电率的储能装置 132、包括车辆速度的车轮 120 和 130、及摩擦制动器的位置的信息。

[0027] 在一些实施例中,控制系统可以通过用户输入装置接收车辆驾驶员输入。例如,控制系统可以经踏板 140 从车辆驾驶员接收通过踏板位置或压力传感器 142 检测到的车辆制动请求 138。此外,控制系统可以从用户接收车辆和 / 或发动机制动请求,如经换挡选择器 (shift selector) 接收的低范围选择。在一些实施例中,控制系统通过倾斜计或其他合适的装置确认路面的倾斜角或坡度。具体地,传感器 136 可以与控制系统 122 通信,且可以提供各种车辆工况的测量值。例如,传感器 136 可以是检测车辆的一个或多个车轮的转速的速度传感器。此外,混合动力推进系统可以包括监测车辆的每个车轮的转速的传感器。在一些实施例中,传感器可以是提供车轮的加速指示或可以用来检测坡度,更具体地包括检测路面的加速计。在一个示例中,可以使用传感器 136 与其他合适的传感器来确定车辆的减速工况。此外,可以使用传感器 136 与其他合适的传感器来确定其他车辆工况。

[0028] 此外,控制系统 122 可以发送控制信号到发动机 110 以控制燃料输送量和正时、点火正时、气门正时、节气门位置、及其他的发动机操作参数,发送控制信号到 CISG 114 以控制与变速器 116 和 / 或发动机 110 交换的扭矩量,发送控制信号到变速器 116 以改变挡位选择和控制变矩器或一个或多个离合器的状态,发送控制信号到 ERAD 124 以控制与驱动轴 128 交换的扭矩量,发送控制信号到储能装置 132 以控制向 ERAD 和 CISG 系统接收或供应的能量的量,及发送控制信号到摩擦制动器以改变在车轮 120 和 130 上施加的制动力的量,如本文详细描述。本领域技术人员应理解根据本发明经机电执行器、电液执行器或其他合适的装置可以调节各种传动系构件的操作参数。

[0029] 控制系统 122 可以包括一个或多个微计算机,包括微处理器单元、输入 / 输出端口、如配置为只读存储器芯片、随机存取存储器、和 / 或保活存储器的用于可执行程序 and 校

准值的电子存储媒体、及数据总线。因此,应理解控制系统 122 可以执行本文描述的各种控制例程以控制混合动力推进系统 100 的操作。在一个示例中,在制动操作中为实现最优化的负传动系扭矩控制,控制系统可以配置为增加和 / 或最大化能量回收,而在储能装置的储能能力和能量交换极限之内,通过利用电机的再生制动能力减少和 / 或最小化发动机制动。

[0030] 在一些实施例中,控制系统 122 可以包括多个控制模块,每个控制模块可以控制车辆的子系统。例如,控制系统 122 可以包括控制发动机操作的发动机控制模块 (ECM),控制变速器操作的变速器控制模块 (TCM),控制电能转化和存储装置的控制操作的集成系统控制器 (ISC)。

[0031] 图 2 示出对应于图 1 的混合动力推进系统的示例能量流图;能量流图包括机械推进路径 210 和电气推进路径 212。机械推进路径 210 可以向前轴 (或主减速器) 118 和前轮 120 提供车辆推进。具体地,发动机 110 和 / 或 CISG 114 可以产生扭矩输出,该扭矩输出可以通过变速器 116 传递向前轮 120 提供扭矩以推进车辆 (或推进系统) 100。此外,在减速工况中,可以操作发动机 110 和 / 或 CISG 114 以产生负扭矩,该负扭矩通过变速器 116 传递到前轮 120 以提供发动机制动能力以减速车辆 100。在一个示例中,在减速工况中,控制系统操作 CISG 有利地通过机械推进路径提供额外的制动扭矩以在 CISG 的操作极限 (limits) 之内使负扭矩输出最大化,从而产生可以存储在储能装置中的电能来增加储能装置的充电状态,这可以称为再生制动。

[0032] 应理解在一些工况下,可以仅操作 CISG 以提供制动扭矩来减速车辆。在一些情况下,在减速工况中可以停用发动机的一个或多个汽缸。以此方式,可以改进发动机的燃料经济性。此外,在一些工况下可以在发动机的一个或多个汽缸中停止燃料和火花,和 / 或可以调节发动机的气门正时。以此方式,可以增加泵气损失,从而可以有利地增加机械推进路径的发动机制动能力。

[0033] 通过向后轴 (或主减速器) 128 和后轮 130 直接提供扭矩,电气推进路径 212 可以提供车辆推进。具体地,ERAD 124 可以产生通过 ERAD 传动装置 126 和后轴 128 传递到后轮 130 以推进车辆 100 的扭矩输出。此外,在减速工况中,可以操作 ERAD 124 产生负扭矩,该负扭矩通过 ERAD 传动装置 126 传递到后轮 130 以提供制动能力以减速车辆 100。通过控制 ERAD 124 以向后轮 130 提供负制动扭矩,可以产生能够存储在储能装置中的电能以便可以增加储能装置的充电状态。

[0034] 在一些工况下,可以协作地操作 CISG 和 ERAD 以分别向前轮和后轮提供制动扭矩,而不操作发动机,以使储能装置的再生最大化。此外,在一些工况下,可以协作地操作发动机和 ERAD 以分别向前轮和后轮提供制动扭矩。应理解可以控制变速器和 / 或 ERAD 传动装置以满足请求的制动扭矩要求。在下文参考图 4 至图 7 详述提供制动扭矩以减速车辆的控制策略。

[0035] 在车辆操作中,控制系统可以通过机械推进路径 210 和 / 或电气推进路径 212 控制扭矩输出以使用不同的操作模式操作车辆 100。例如,控制系统可以用所称的电动驱动来操作车辆,在电动驱动中仅控制 ERAD 以提供驱动 / 发电能力 (即分别为正扭矩输出和负扭矩输出)。

[0036] 在另一个示例中,控制系统可在所称的串联混合动力驱动中操作车辆,在串联混

合动力驱动中发动机可以燃烧空气和燃料,可以操作 CISG 以提供发电能力(例如负扭矩,如用于增加储能装置的充电状态),取决于工况可以操作 ERAD 以提供驱动/发电能力。

[0037] 在又一个示例中,控制系统可在所称的发动机驱动中操作车辆,在发动机驱动中发动机燃烧燃料和火花,变速器传递扭矩(即接合或滑动),CISG 和 ERAD 两者都关闭。该操作模式类似于不包括电能转化装置的非混合动力车辆的操作。

[0038] 在又一个示例中,控制系统可在所称的并联混合动力驱动中操作车辆,在并联混合动力驱动中发动机燃烧空气和燃料,且 CISG 和/或 ERAD 可操作。在一些工况下,在并联混合动力驱动中,可以关闭 CISG,ERAD 可以提供驱动/发电能力。在一些工况下,在并联混合动力驱动中,CISG 可以提供驱动能力,且 ERAD 可以关闭。在一些工况下,在并联混合动力驱动中,CISG 和 ERAD 可以提供驱动能力。在一些工况下,在并联混合动力驱动中,CISG 可以提供发电能力,ERAD 可以提供驱动/发电能力或可以关闭。

[0039] 在又一个示例中,控制系统可在所称的发动机起动模式中操作车辆,在发动机起动模式中 CISG 可以提供驱动能力以起动发动机。具体地,CISG 可以向发动机提供扭矩以有助于发动机起动转动。

[0040] 在又一个示例中,控制系统可在所称的发动机停止模式中操作车辆,在发动机停止模式中发动机起动转动可以关闭。

[0041] 应理解上述发动机操作模式是示例性的,且在操作中可以利用其他操作模式控制车辆。在一个示例中,车辆控制策略可以包括在车辆速度控制操作中执行以提供平滑的制动能力来保持期望的速度的不同操作模式。可以实施该控制策略以考虑加速,该加速不包括通过如加速器踏板的车辆驾驶员输入装置由车辆驾驶员指令的加速。该控制策略可以选择操作模式,并考虑车辆稳定性,同时最大化能量回收。该控制策略可以在特定负传动系扭矩(或制动力)请求下协调利用发动机、电机、及多级固定传动比变速器装置或无级变速器装置的动力传动系控制。具体地,可以协调变速器和/或发动机的状态与混合动力推进系统的再生制动能力,作为在电池的充电状态(SOC)和能量交换极限之内使车辆减速的超过其他车辆的能力的增强手段。通过协调和控制动力传动系,可以实现请求的传动系制动力,同时在减速工况中最大化能量回收以保持期望的车辆速度。

[0042] 在一个示例中,在机动车辆速度控制操作中,例如在可以称为斜坡缓降控制(hilldecent control)的在下坡的巡航控制或车辆速度控制中可以发生减速工况。具体地,斜坡缓降速度控制或传动系制动速度控制可以包括保持期望的车辆速度的选择性的传动系制动。在一个示例中,传动系制动速度控制可以保持期望的车辆速度,且响应于没有驾驶员输入(例如踏板位置变化)的车辆加速,可以应用传动系制动以使车辆减速到期望的车辆速度。协调电机、发动机、及变速器的操作以提供保持期望的车辆速度的传动系制动的策略如参考图 5 至图 7 进一步详述。

[0043] 在另一个示例中,减速工况可以包括将车辆的速度降到较低的车辆速度或完全使车辆停止的请求。该请求可以例如由闭合的制动器踏板情况(驾驶员要求)、滑行(coast down)、或其他制动产生。在又一个示例中,减速工况可以包括当车辆位于斜坡上时在斜坡/斜面上或当车辆停止在水平地面上时防止车辆移动的传动系制动力的请求。在这种减速工况中,可以施加传动系制动力以将车辆保持在相同位置。在一个示例中,传动系制动速度控制可以通过监测制动器踏板位置和倾斜计位置将车辆保持在零速度,如将车辆停止在斜面

/ 斜坡上或停止在平坦表面上,及响应于制动器踏板位置变化,可以施加传动系制动力将车辆保持在适当位置。传动系制动力可以基于倾斜的程度以及其他合适的因素。协调电机、发动机、及变速器的操作以提供保持车辆位置的传动系制动的策略如参考图 5 至图 7 详述。

[0044] 应理解驾驶员通过使用制动系统或传动系(例如低范围选择的最大发动机制动或手动挡位请求)可以直接发出车辆制动请求。此外,可以通过独特的车辆模式或功能,如斜坡缓降控制或适应性巡航控制,自动地控制和发出这些请求。在上述减速工况中的任何一个中,可以控制传动系以提供期望的制动力来最大化能量回收,且延长摩擦制动器的寿命。

[0045] 因此,控制系统可以从图 4A 至图 4F 中详细示出的多个示例操作模式中选择操作模式以实现制动扭矩请求,同时最大化能量回收。在一个示例中,控制系统可以响应于存储值选择操作模式。控制系统还可以使用适应性学习以基于先前的传动系制动或降挡响应来选择合适的操作模式。

[0046] 注意 CISG 和 ERAD 提供的制动力的水平可以由其相应的极限限制。另外,储能装置的储能能力(例如电池充电状态(SOC))和/或能量交换率极限还可以进一步限制 CISG 和 ERAD 提供的制动力的水平。在一个示例中,如图 3 的图示所述,CISG 和 ERAD 两者的传动系制动能力可以随着车辆速度增加而降低。此外,CISG 和发动机的制动能力还可以作为特定车辆速度下的变速器状态的函数改变,因为发动机转速可以响应于变速器换挡而增加或降低。

[0047] 图 3 提供了描述随着车辆速度和混合动力推进系统 100 的变速器状态改变的 ERAD、CISG 及发动机的制动极限的示图。具体地,ERAD 提供的最大制动力随着车辆速度改变的示例如在 410 所示。基于选择的具体的变速器挡位,CISG 提供的最大制动力的范围如在 420-430 所示。例如,当选择变速器的第一挡位时,CISG 可以提供的最大制动力如在 420 所示。当选择变速器的第二、第三、第四、第五、及第六挡中的一个时,CISG 提供最大制动力的示例如分别在 422、424、426、428、及 430 所示。如图 3 的示图所述,CISG 提供的制动力的最大值随着车辆速度增加而降低,且在低挡位比在高挡位大。

[0048] 图 3 还示出由发动机提供的制动力 440-450 随着车辆速度变化的范围。例如,当选择变速器的第一挡时,发动机可以提供最大制动力如在 440 所示。当选择变速器的第二、第三、第四、第五、及第六挡中的一个时发动机可以提供最大制动力的示例如分别在 442、444、446、448、及 450 所示。如图 3 的示图所述,发动机提供的制动力的量可以随着车辆速度增加而增加,且在低挡位大于在高挡位。注意除了在特定车辆速度下的摩擦元件能量极限外,选择的变速器状态(例如变速器挡位和/或变矩器状态)可以考虑到发动机转速限制(例如滞后和/或超速)。因此,CISG 和发动机提供传动系制动的能力还可以由允许的最大和/或最小发动机转速限制。

[0049] 图 3 还描述了对于道路坡度改变和车辆速度改变时的道路负荷。例如,0%坡度如在 460 所示,-5%坡度如在 462 所示,-10%坡度如在 464 所示,-15%坡度如在 466 所示,-20%坡度如在 468 所示,-25%坡度如在 470 所示。注意本文描述的负坡度涉及车辆沿着倾斜表面向下行驶。

[0050] 因此,图 3 示出混合动力推进系统 100 的发动机、CISG、及 ERAD 的示例极限随着车辆速度和变速器状态变化。注意这些极限仅作为示例提供,且随着控制系统使用的具体的

传动系构造和传动系执行器改变。如图 3 所示, 在一些工况下, 若超过传动系构件中的任何一个的最大制动力, 可以操作发动机、CISG、及 ERAD 中的两个或多个以提供请求的传动系制动力。注意也可以使用摩擦制动器以减少传动系制动从而避免各种传动系构件的极限。因此, 可以使用发动机、CISG、及 ERAD 的具体的组合以平滑的方式提供满足期望的制动力的制动扭矩。具体地, 由于电能转化装置的快速的扭矩输出响应, 在减速工况下电能转化装置可以改变制动扭矩以考虑变速器状态或发动机操作中的变化以提供满足期望的制动要求的制动扭矩。以此方式, 可以平滑地执行发动机制动和车辆滑行, 同时减少换挡频繁。

[0051] 扭矩源的组合在下文中由不同的操作模式 1 至 6 确定, 如参考图 4 详述。具体地, 在车辆制动中可以特别地利用这些操作模式提供更平滑的车轮制动扭矩以改进车辆的驾驶性能, 同时最大化能量回收。使用这些操作模式时, 可以要求或不要求摩擦制动器的操作以提供请求的制动扭矩。以此方式, 当选择具体的操作模式时可以考虑发动机、CISG、及 ERAD 的每个提供的传动系制动力的量的极限, 以便以有效率的方式实现请求的传动系制动力。

[0052] 图 4A 至图 4F 示出在车辆减速中向车轮提供制动扭矩可以执行的六个不同的操作模式。不同的操作模式可以考虑工况以及车辆推进系统构件的操作极限。在减速工况中选择操作模式以提供制动扭矩来实现请求的传动系制动力的策略在下文中如参考图 6 详述。

[0053] 图 4A 示出执行第一操作模式的示例混合动力推进系统的能量流路的示意图, 该第一操作模式可以在减速工况中执行以实现请求的传动系制动力。第一操作模式包括使用 ERAD 以实现请求的传动系制动力。在第一操作模式中, ERAD 可以吸收扭矩且将制动力转化成可以存储在储能装置中的电能, 如粗实线和方向箭头所示。在第一模式中, 可以将变速器分离以使其进入空挡状态以便前轮不受发动机和 / 或 CISG 的输出的影响。在减速工况下第一操作模式可以有利地以直接的方式提供制动扭矩, 因为制动扭矩可以独立于发动机和 / 或变速器的状态供应到车轮。此外, 当 CISG 不可用或不能够提供满足期望的制动力的制动扭矩时, 可以使用第一操作模式。

[0054] 图 4B 示出执行第二操作模式的示例混合动力推进系统的能量流路的示意图, 该第二操作模式可以在减速工况下执行以实现请求的传动系制动力。第二操作模式包括使用 ERAD 以在电池充电状态较高时的工况下实现请求的传动系制动力。具体地, ERAD 可以吸收扭矩, 且将制动力转化成可以存储在储能装置中的电能, CISG 可以产生扭矩输出以使用储能装置的能量, 以便电池充电状态不增加。此外, 变速器可以处于空挡状态或与 CISG 分离, 以便 CISG 的扭矩输出不会传递到车轮。在一些情况下, 发动机不燃烧燃料和空气, 且 CISG 的扭矩输出可以传递到发动机以转动发动机。以此方式, 在减速工况下回收的额外能量可以通过转动发动机消耗。取决于制动扭矩请求和 CISG 及 ERAD 的操作极限, 可以有利地调节 CISG 和 ERAD 的操作效率以产生充电中性状态 (charge neutral state), 以便在减速工况下电池的充电状态不增加。

[0055] 在一些实施例中, 可以调节 CISG 和 / 或 ERAD 的传动装置改变输出效率以产生充电中性状态, 同时满足请求的传动系制动力。在一个示例中, 在延伸的斜坡缓降中可以选择第二模式以最少地使用或不使用摩擦制动器来提供制动力, 在缓降的第一部分由于再生制动可以给电池充电。通过如上所述协作操作 CISG 和 ERAD, 可以延长提供传动系制动的时期而不使用摩擦制动器。以此方式, 可以延长摩擦制动器的寿命。

[0056] 图 4C 示出执行第三操作模式的示例混合动力推进系统的能量流路的示意图,该第三操作模式可以在减速工况下执行以实现请求的传动系制动力。第三操作模式包括使用 CISG 和 ERAD 两者以及发动机压缩制动以在减速工况下实现请求的制动力。在第三操作模式中,CISG 和 ERAD 两者可以吸收扭矩且可以将制动力转化成由储能装置存储的电能,如粗实线和方向箭头所示。因为 CISG 和 ERAD 两者都将制动力转化成由储能装置存储的能量,在六个操作模式中第三操作模式可以提供最大的储能装置再生能力。因此,可以有利地执行第三操作模式以改进储能装置的能量回收。此外,因为在第三操作中使用两个电能转化装置提供制动力,在六个操作模式中第三操作模式可以提供大量的制动力。应理解在第三操作模式中,通过使变速器换挡,发动机可以选择性地提供发动机压缩制动以基于期望的制动力补充 CISG 和 ERAD 两者的制动扭矩输出。此外,在一个示例中,若在后轮存在牵引力损耗,为保持车辆稳定性可以增加 CISG 的制动扭矩输出和发动机压缩制动,同时减少 ERAD 制动扭矩输出。

[0057] 图 4D 示出执行第四操作模式的示例混合动力推进系统的能量流路的示意图,该第四操作模式可以在减速工况下执行以实现请求的传动系制动力。在第四模式中,发动机可以提供发动机压缩制动以实现请求的传动系制动力。具体地,可以接合变速器且发动机可以通过变速器向前轮提供制动扭矩以实现请求的传动系制动力。在一些情况下,可以调节变速器状态以增加传递到车轮的扭矩的量。例如,变速器可以降挡到产生高传动比的低挡位以向车轮传递扭矩。此外,在请求的传动系制动力超过发动机的制动扭矩能力时,可以使用摩擦制动器以提供补充的制动力。当由于操作极限和 / 或车辆稳定性工况 CISG 和 ERAD 不可用时可以使用第四操作模式。电能转化装置对于产生实现请求的传动系制动力的制动扭矩的可用性如图 7 中进一步详述。

[0058] 图 4E 示出执行第五操作模式的示例混合动力推进系统的能量流路的示意图,该第五操作模式可以在减速工况下执行以实现请求的传动系制动力。第五操作模式可以包括使用 CISG 以实现请求的传动系制动力。在第五操作模式中,CISG 可以吸收扭矩且将制动力转化成存储在储能装置中的电能,如粗实线和方向箭头所示。当 ERAD 不可用来提供制动扭矩输出使车辆减速时可以选择第五模式。在一个示例中,由于速度、温度、或车辆稳定性极限 ERAD 不可用。应理解在第五操作模式中,通过使变速器换挡,发动机可以选择性地提供发动机压缩制动以基于期望的制动力补充 CISG 的制动扭矩输出。

[0059] 图 4F 示出执行第六操作模式的示例混合动力推进系统的能量流路的示意图,该第六操作模式可以在减速工况下执行以实现请求的传动系制动力。第六操作模式可以包括使用发动机和 ERAD 以实现请求的传动系制动力。在第六操作模式中,ERAD 可以吸收扭矩且将制动力转化成存储在储能装置中的电能,如粗实线和方向箭头所示。当 CISG 不可用来提供制动扭矩输出使车辆减速时可以选择第六操作模式。在一个示例中,由于速度、温度、或车辆稳定性极限 CISG 不可用。此外,当传动系制动力大于 ERAD 的操作扭矩输出极限时可以选择第六模式,因此可以使用发动机压缩制动以补充 ERAD 提供的制动扭矩来满足期望的传动系制动力。

[0060] 图 5 是描述在车辆速度控制操作中控制混合动力推进系统 100 的传动系制动的示例控制策略的流程图。具体地,可以利用该控制策略以平滑的方式向车辆车轮提供制动扭矩,从而使车辆减速或保持车辆当前的速度 (或位置), 同时考虑到车辆稳定性和电能情

况。在 510, 控制策略评估车辆的工况, 包括当前、过去、和 / 或将来的工况。如本文所述, 工况可以包括但不限于下列中的一个或多个: 储能装置的能量水平或充电状态 (SOC)、与储能装置的能量交换率、在传动系及 ERAD 和 / 或 CISG 之间交换的扭矩的量、如制动器踏板的车辆驾驶员输入装置的位置、如空气温度和压力的环境工况、路面的倾斜角或坡度、包括选择的挡位和 / 或变矩器状态的变速器状态、变速器涡轮和输出转速、发动机转速、车辆速度、ERAD 和 CISG 温度, 以及发动机、CISG、ERAD、变速器、及储能装置的其他操作状态。

[0061] 在 512, 控制例程可以包括确定是否执行车辆速度控制。车辆速度控制操作可以包括传动系扭矩源的闭环控制以满足期望的车辆速度, 而没有通过如制动器或加速器踏板的输入装置进行的主动的车辆驾驶员输入。在一个具体的示例中, 当车辆下坡行驶, 如下坡缓降时可以进行车辆速度控制, 且可以执行选择性的传动系制动以保持期望的车辆速度, 最少地使用或不使用摩擦制动器。若确定执行车辆速度控制, 控制例程进行到 514。否则, 控制例程再次移到 512, 并进行用于车辆速度控制操作的轮询 (poll)。

[0062] 在 514, 控制例程可以包括检测车辆加速, 更具体地为检测非由驾驶员指令的无意的车辆加速。在一个示例中, 基于促使车辆速度增加的倾斜的路面坡度可以发生非指令的车辆加速。若确定车辆加速, 且车辆速度大于期望的车辆速度时, 控制例程移到 516。否则, 控制例程再次移到 514, 并进行用于无意的车辆加速的轮询。

[0063] 在 516, 控制例程可以包括确定使车辆减速到期望的车辆速度的制动力。该制动力可以基于各种工况, 例如车辆速度、路面坡度、车辆重量等。在一些实施例中, 制动力可以通过存储在控制系统的存储器中的查找表确定。此外, 在一些实施例中, 通过使用基于在相同工况下的先前的车辆减速事件的适应性学习可以确定制动力。

[0064] 接下来在 518, 控制例程可以包括基于评估的工况和确定的制动力选择操作模式以使车辆减速到期望的速度。对于特定请求的制动力或请求的负传动系扭矩, 控制例程可以应用基于规则的状态机方案 (scheme) 以增加和 / 最大化能量回收, 同时实现请求的传动系制动力。参考图 4A 至图 4F, 从如上所述的六个操作模式中选择操作模式。基于请求的传动系制动力的量、储能装置的当前的 SOC 情况和 / 或能量交换极限、及传动系构件的其他极限, 选择操作模式。参考图 6 在下文进一步详述操作模式选择策略。在一个示例中, 控制系统可以响应于存储值选择操作模式。控制系统还可以使用适应性学习以基于先前的传动系制动响应来选择合适的制动模式。

[0065] 接下来, 在 520, 可以执行在 518 选择的操作模式以提供在车辆车轮上的制动扭矩来使车辆减速到期望的车辆速度。以此方式, 可以协调一个或多个制动扭矩源以使车辆速度控制中的传动系制动廓线平滑, 同时增加能量回收并考虑传动系构件的各种极限。

[0066] 应理解上述控制例程可以应用到期望的车辆速度基本上为零的速度控制操作中。在一个示例中, 车辆可以定位停止在斜面 / 斜坡上, 提供传动系制动力以防止在车辆驾驶员的脚松开制动器踏板时车辆滑动 (rolling)。在该示例中, 可以预测或预期车辆加速, 因此车辆加速的确定可以基于制动器踏板的位置。因此, 可以选择和执行制动模式以提供将车辆保持在停止的位置的制动力。此外, 响应于如通过加速器踏板的车辆驾驶员指令的加速, 可以调节传动系以提供正扭矩输出。

[0067] 图 6 示出对应于在车辆速度控制操作中选择合适的操作模式以提供使车辆减速到期望的车辆速度的传动系制动扭矩的示例控制例程的流程图。示例控制例程可以基于储

能装置的当前的 SOC 情况和 / 或能量交换极限、及传动系构件的其他极限或工况,考虑请求的传动系制动力的量以及电能转化装置的可用性。在 610,控制例程可以包括确定储能装置的充电状态是否大于阈值极限。在一个示例中,阈值极限可以是最大的充电状态。换言之,因为储能装置基本上充满电能,没有更多的电能可以传递到储能装置。因此,若没有两个装置之间的充电平衡 (charge balance),则不使用第一电能转化装置和 / 或第二电能转化装置执行再生制动。若 SOC 大于阈值极限,控制例程移到 612。否则,若 SOC 小于阈值极限,可以执行再生制动,控制例程移到 618。应理解储能装置的充电的阈值极限可以包括其他的充电水平。例如,阈值极限可以是储能装置的充电能力的百分之八十或另一个合适的百分比。

[0068] 在 612,控制例程可以包括确定 ERAD 和 CISG 的可用性 (或能力) 以基于 ERAD、CISG、及车辆的工况提供 (正或负的) 扭矩输出。尽管储能装置的 SOC 足够高,但是可以协作使用可用的 ERAD 和 CISG 以产生制动扭矩输出,同时相对于储能装置产生基本上中性充电 (neutral charge)。具体地,ERAD 可以吸收扭矩或产生使车辆减速的制动扭矩,这进而可以产生电能,CISG 可以与变速器输入分离,且可以与 ERAD 相同的效率或另一效率产生转动发动机的正扭矩,从而达到基本上充电中性状态。因此,若确定 ERAD 和 CISG 可用,控制例程移到 614,可以选择第二操作模式 (图 4B 所示) 以产生使车辆减速到期望的速度的制动扭矩。否则确定 ERAD 和 CISG 不可用,且控制例程移到 616,可以选择第四操作模式 (图 4D 所示) 以产生使车辆减速到期望的速度的制动力。在第四操作模式中,内燃发动机可以提供使车辆减速的发动机压缩制动扭矩,且电能转化装置基本上不产生制动扭矩。具体地,可以调节变速器的状态以增加或减少用来使车辆减速的发动机压缩制动的量。参考图 7 进一步详述电能转化装置的可用性。

[0069] 在 618,储能装置的 SOC 可以小于阈值极限,且控制例程可以确定 ERAD 是否可用用来提供使车辆减速到期望的速度的传动系制动扭矩。若例程确定 ERAD 可用,控制例程移到 620。否则,ERAD 不可用,控制例程移到 630。参考图 7 详述电机的可用性。

[0070] 在 620,控制例程可以确定使车辆减速到期望的速度的制动扭矩是否小于 ERAD 的操作 (operational) 制动扭矩输出极限。操作制动扭矩输出极限可以基于各种工况,如车辆速度、温度、及关于图 5 的评估工况的上述其他工况。若制动扭矩小于 ERAD 的操作扭矩输出极限,控制例程移到 622,且可以选择第一操作模式 (图 4A 所示)。第一操作模式可以调节 ERAD 的扭矩输出以产生使车辆减速到期望的速度的制动扭矩。在第一操作模式中,ERAD 可以独立于 CISG 和发动机操作,且发动机可以基本上不输出制动扭矩。若确定使车辆减速到期望的速度的制动扭矩大于 ERAD 的操作制动扭矩输出极限,控制例程移到 624。

[0071] 在 624,控制例程可以确定 CISG 是否可用用来提供制动扭矩。若 CISG 可用用来提供制动扭矩,控制例程移到 626 且可以选择第三操作模式。在第三操作模式中,ERAD 和 CISG 可以产生使车辆减速到期望的速度的制动扭矩。在请求的制动扭矩大于 ERAD 和 CISG 结合的操作制动扭矩输出极限的情况中,可以调节发动机以提供发动机压缩制动。此外,在第三操作模式中,变速器可以与 CISG 接合以便 CISG 和 / 或发动机产生的扭矩可以传递到驱动轮。若确定 CISG 不可用来提供制动扭矩,控制例程移到 628 且可以选择第六操作模式。在第六操作模式中,ERAD 产生制动扭矩和发动机产生发动机压缩制动协作使车辆减速到期望的速度。在第六操作模式中,可以接合变速器以便发动机压缩制动扭矩可以传递到驱动轮中。

[0072] 现返回到 618,确定储能装置的 SOC 在阈值极限之下,且电能转化装置可以执行再生制动以使车辆减速到期望的速度。若确定 ERAD 不可用来产生使车辆减速到期望的速度的制动扭矩,控制例程移到 630。在 630,控制例程可以确定是否 CISG 可用来产生使车辆减速到期望的速度的制动扭矩。若确定 CISG 可用来产生制动扭矩,控制例程移到 632,且可以选择第五操作模式。在第五操作模式中,CISG 可以产生使车辆减速到期望的速度的制动扭矩。若使车辆减速的制动扭矩大于 CISG 的操作制动扭矩输出极限,发动机可以产生发动机压缩制动扭矩以和 CISG 协作使车辆减速到期望的速度。在第六操作模式中可以接合变速器,且 CISG 和 / 或发动机产生的制动扭矩可以传递到驱动轮。若确定 CISG 不可用来产生制动扭矩,控制例程移到 634。

[0073] 在 634,可以选择第四操作模式。如上所述在第四操作模式中,发动机可以产生使车辆减速到期望的速度的发动机压缩制动。在第四操作模式中,可以接合变速器以向驱动轮传递制动扭矩。基于储能装置的 SOC 和相应的电能转化装置的可用性和能力选择操作模式以提供使车辆减速到期望的速度的制动扭矩,可以控制混合动力推进系统以在车辆的速度控制操作中以有效率的方式提供传动系制动来满足请求的制动力,同时最大化储能装置的 SOC。以此方式,可以用平滑的方式提供制动,同时减少使用摩擦制动器。此外,通过使用电能转化装置提供制动扭矩,可以不必频繁地转换变速器的状态,因为在车辆的速度控制操作中可以不必频繁地使用发动机压缩制动从而改进驾驶性能。

[0074] 图 7 示出对应于评估混合动力推进系统的电能转化装置的可用性以在车辆速度控制操作中产生使车辆减速到期望的速度的制动扭矩的示例控制例程的流程图。示例控制例程可以考虑车辆速度、发动机转速、电能转化装置的操作温度、车辆稳定性情况、和 / 或能量交换极限、及传动系构件的其他极限。在 710,控制例程首先评估车辆的工况,包括当前、过去、和 / 或将来的工况。如上所述,工况可以包括但不限于下列的一个或多个:储能装置的能量水平或充电状态 (SOC)、与储能装置的能量交换率、在传动系及 ERAD 和 / 或 CISG 之间交换的扭矩的量、如制动器踏板的车辆驾驶员输入装置的位置、如空气温度和压力的环境工况、路面的倾斜角或坡度、包括选择的挡位和 / 或变矩器状态的变速器状态、变速器涡轮和输出转速、发动机转速、车辆速度,以及发动机、CISG、ERAD、变速器、及储能装置的其他操作状态。

[0075] 在 712,控制例程可以确定车辆速度是否大于 CISG 的操作速度极限。在一些工况下,发动机转速可以指示 CISG 的操作速度极限。若控制例程确定车辆 (或发动机) 速度大于 CISG 的操作速度极限,在 720 控制例程确定 CISG 不能完全用来提供使车辆减速的制动扭矩。否则,控制例程移到 714。

[0076] 在 714,控制例程可以确定 CISG 的温度是否大于 CISG 的操作温度极限。若确定 CISG 的温度大于 CISG 的操作温度极限,在 720 控制例程确定 CISG 不能完全用来提供使车辆减速的制动扭矩。否则,控制例程移到 716。

[0077] 在 716,控制例程可以确定是否在 CISG 可以向其提供制动扭矩的驱动轮发生牵引力控制事件。在图 1 所示的配置中,CISG 向其提供制动扭矩的驱动轮为前轮。在一个示例中,牵引力控制事件可以包括驱动轮的滑移。若确定在 CISG 向其提供制动扭矩的驱动轮处发生牵引力事件,在 720 控制例程确定 CISG 不能完全用来提供使车辆减速的扭矩。否则,若确定在 CISG 向其提供制动扭矩的驱动轮处未发生牵引力控制事件,控制例程移到 718,

且确定 CISC 可用来和 / 或能够产生使车辆减速的制动扭矩。

[0078] 在 722, 控制例程可以确定车辆速度是否大于 ERAD 的操作速度极限。若控制例程确定车辆速度大于 ERAD 的操作速度极限, 在 730 控制例程确定 ERAD 不能完全用来提供使车辆减速的制动扭矩。否则, 控制例程移到 724。

[0079] 在 724, 控制例程可以确定 ERAD 的温度是否大于 ERAD 的操作温度极限。若控制例程确定 ERAD 的温度大于 ERAD 的操作温度极限, 在 730 控制例程确定 ERAD 不能完全用来提供使车辆减速的制动扭矩。否则, 控制例程移到 726。

[0080] 在 726, 控制例程确定是否在 ERAD 向其提供制动扭矩的驱动轮发生牵引力控制事件。在如图 1 所示的配置中, ERAD 可以向其提供制动扭矩的驱动轮是后轮。在一个示例中, 牵引力控制事件可以包括驱动轮的滑移。若确定在 ERAD 向其提供制动扭矩的驱动轮处发生牵引力控制事件, 在 730 控制例程确定 ERAD 不能完全用来提供使车辆减速的制动扭矩。否则, 若确定在 ERAD 向其提供制动扭矩的驱动轮处未发生牵引力控制事件, 控制例程移到 728, 且可以确定 ERAD 可用来和 / 或能够产生使车辆减速的制动扭矩。

[0081] 注意, 若确定 CISC 和 / 或 ERAD 不能完全用来提供使车辆减速的制动扭矩, 则 CISC 和 / 或 ERAD 可以提供一些或不提供使车辆减速的制动扭矩。此外, CISC 和 / 或 ERAD 产生的制动扭矩可以传递到一个或多个驱动轮, 且可以基于牵引力控制事件的发生将制动扭矩传递到具体的驱动轮。通过确定电能转化装置的可用性或能力, 可以选择合适的操作模式来以平滑的方式提供传动系制动扭矩。以此方式, 可以在车辆工况的范围内以最大化储能装置的 SOC 和延长摩擦制动器的寿命的方式执行车辆制动。

[0082] 应注意本文中包括的示例控制和估值例程可用于各种发动机和 / 或车辆系统配置。本文所述的具体例程可以表示任何数量的处理策略中的一种或多种, 如事件驱动、中断驱动、多任务、多线程等。因此, 所示的各种步骤、操作或功能可以按所示的顺序执行、并行执行, 或在一些情况下略去。类似地, 处理的顺序不是实现本文中所述的示例实施例的特征和优点所必需的, 而是为便于演示和说明而提供。取决于所使用的具体策略, 可以重复执行所示步骤或功能中的一个或多个。此外, 所述步骤可以在图形上表示编程到车辆控制系统中的计算机可读存储介质中的代码。

[0083] 应理解, 在本文中公开的配置和例程本质上是示例性的, 且这些具体实施例不应被视为具有限制意义, 因为大量的变体是可能的。例如, 上述技术可以应用于 V-6、I-4、I-6、V-12、对置 4、及其他的发动机类型。本公开的主题包括在本文中公开的各种系统和配置, 及其他特征、功能, 和 / 或属性的所有新颖和非显而易见的组合及子组合。

[0084] 本申请的权利要求特别指出视为新颖和非显而易见的特定组合及子组合。这些权利要求可能引用“一个”元素或“第一”元素或其等价。这样的权利要求应被理解为包括对一个或一个以上这样的元素的结合, 而不是要求或排除两个或两个以上这样的元素。所公开的特征、功能、元素和 / 或属性的其他组合及子组合可以通过本申请权利要求的修改或通过在本申请或相关申请中提出新的权利要求来请求保护。这样的权利要求, 无论是在范围上比原始权利要求更宽、更窄、等价或不同, 都应被视为包括在本申请的主题之内。

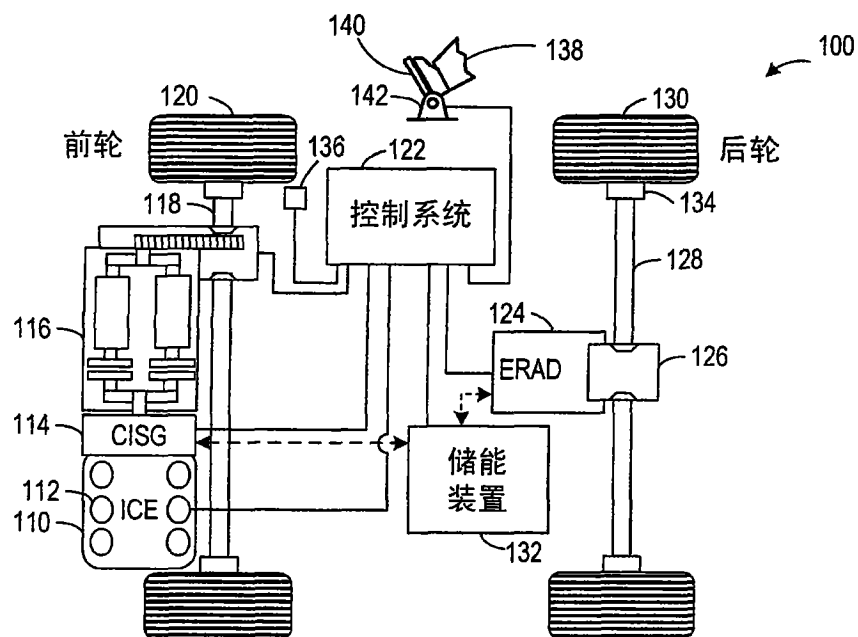


图 1

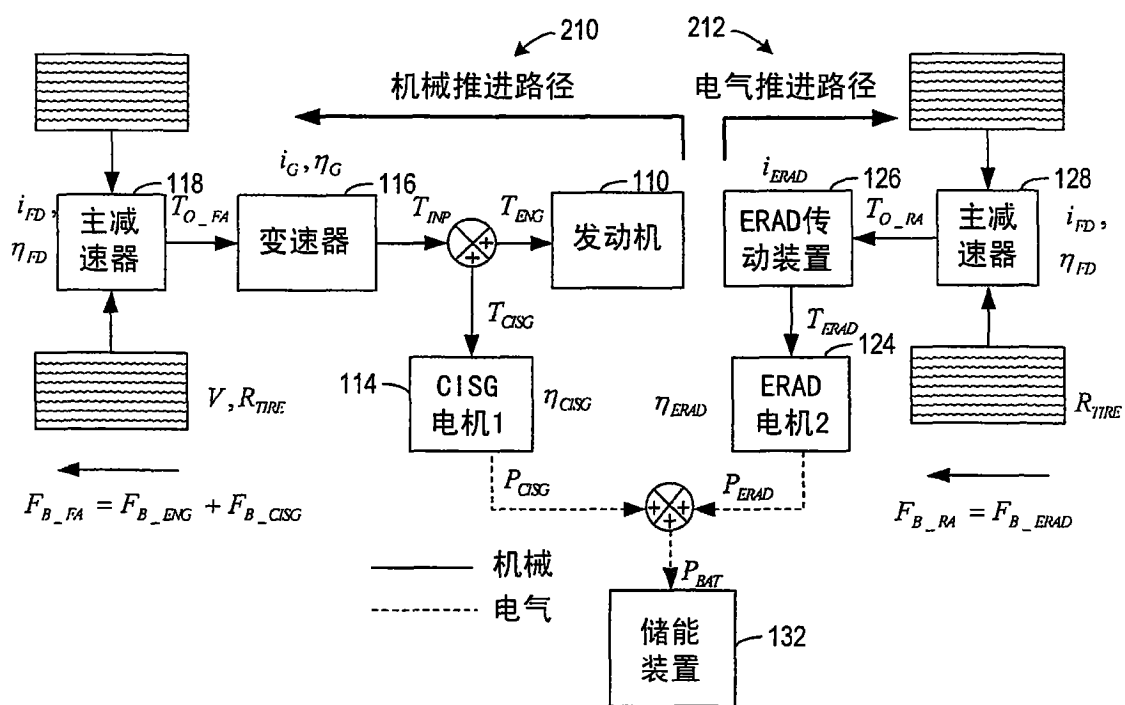


图 2

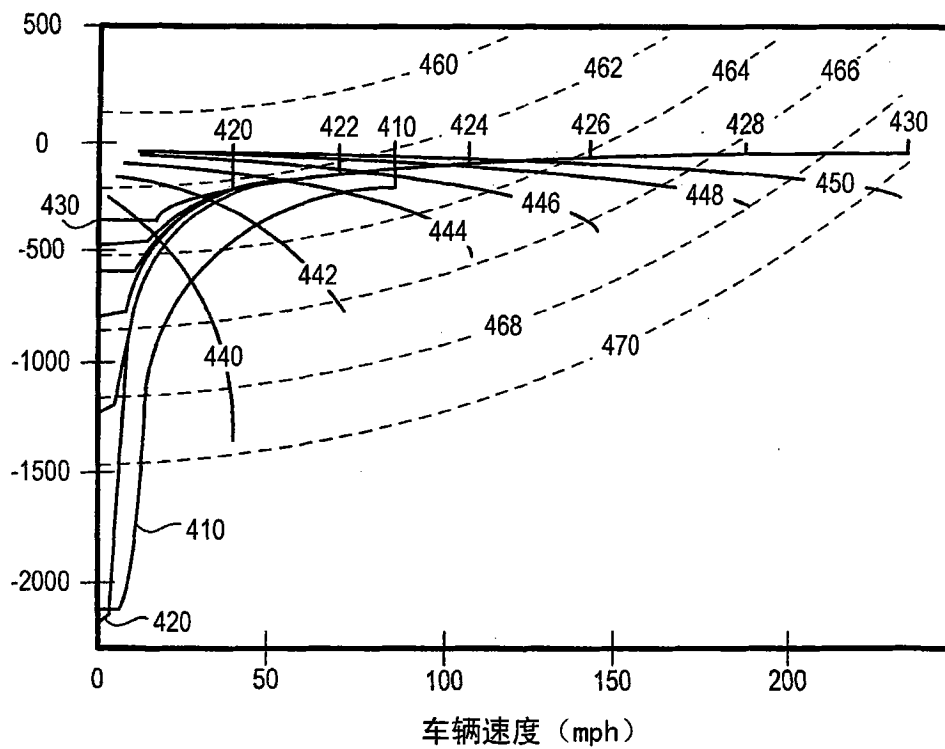


图 3

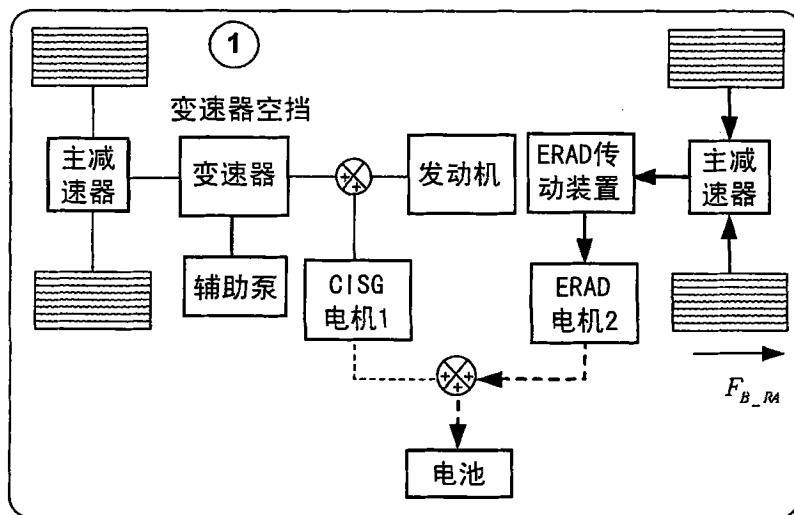


图 4A

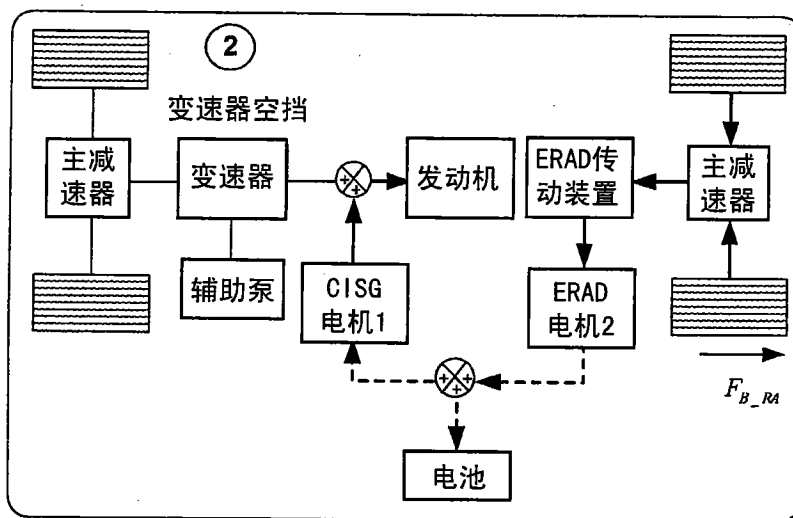


图 4B

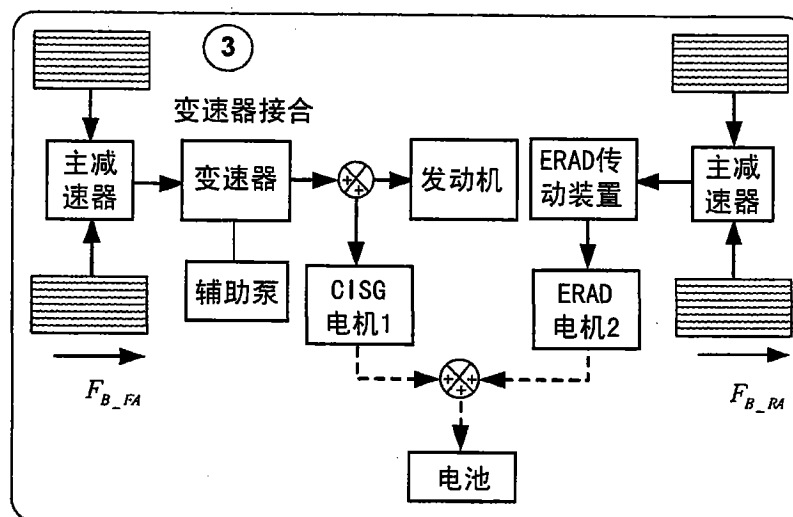


图 4C

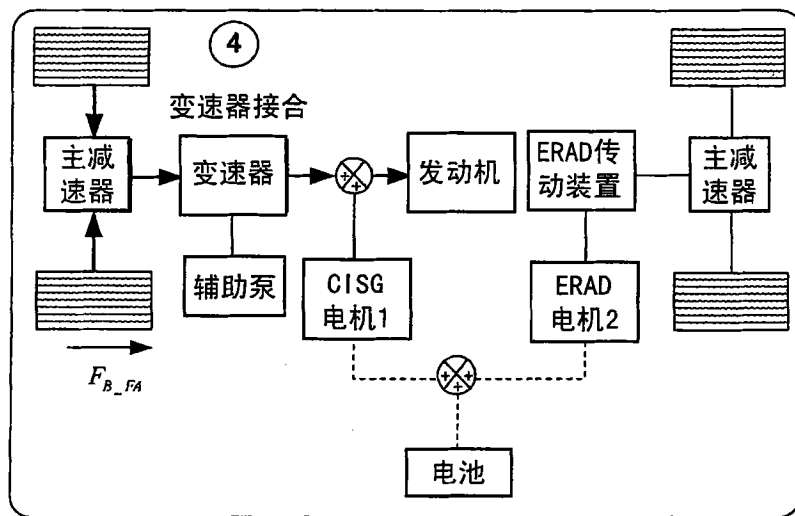


图 4D

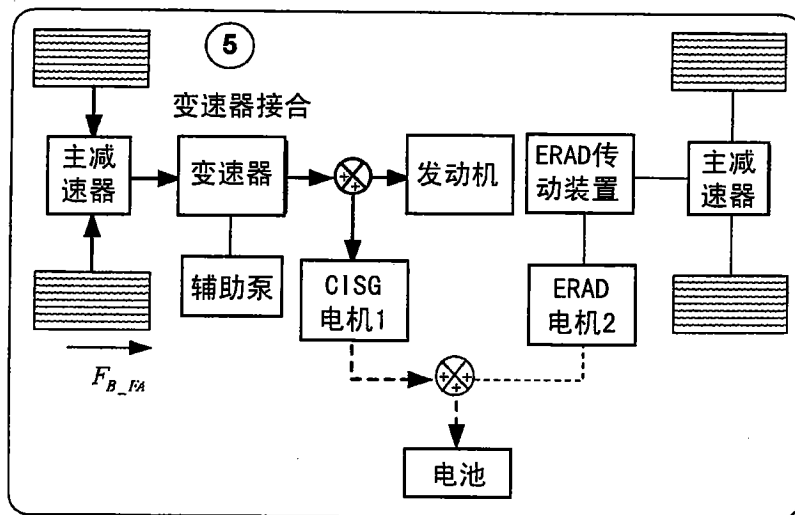


图 4E

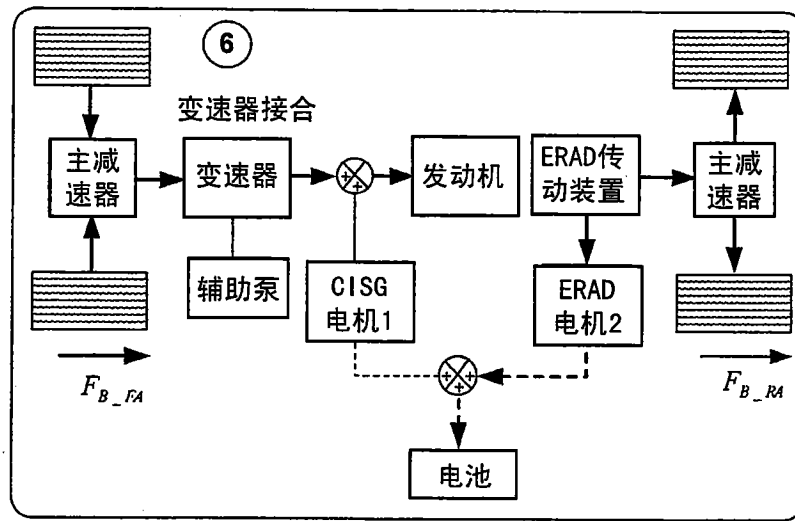


图 4F

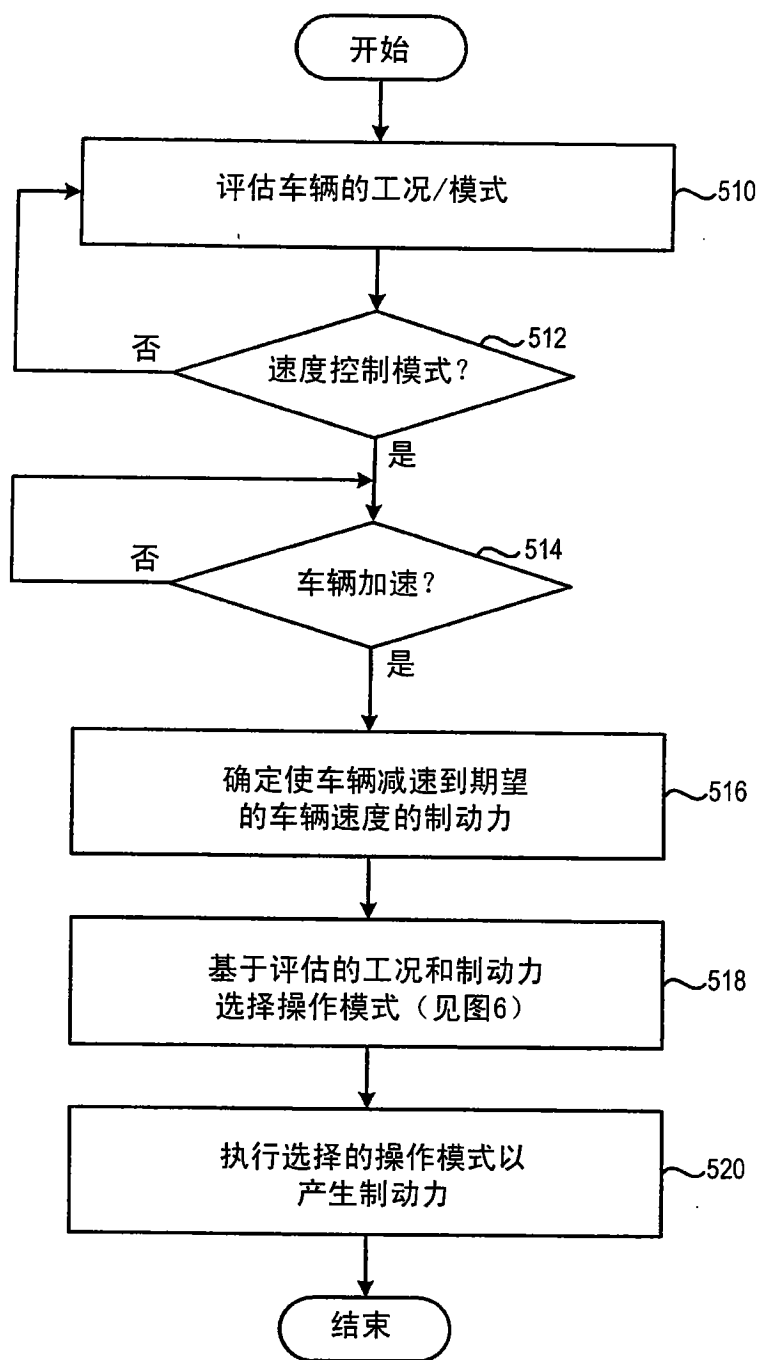


图 5

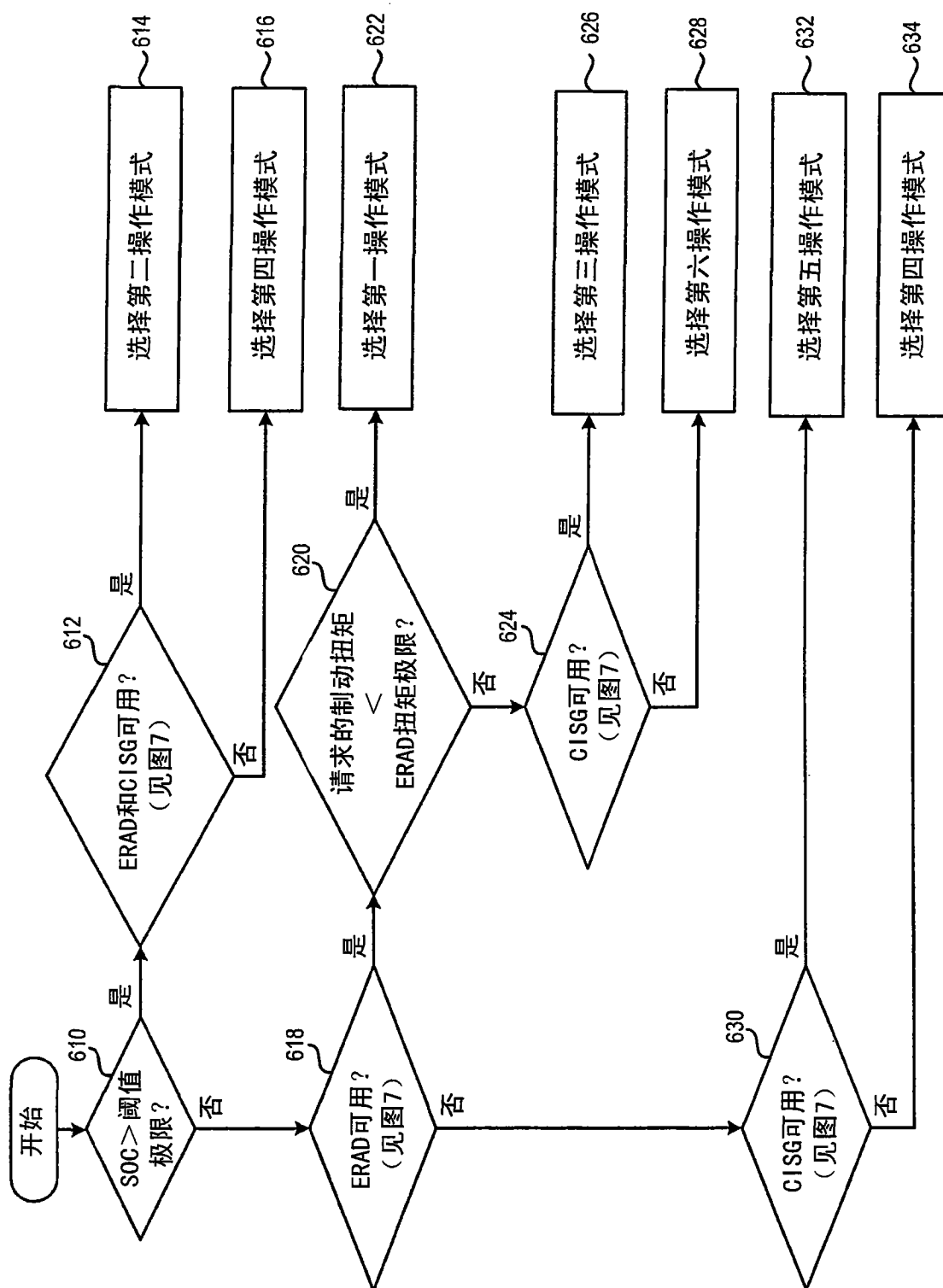


图6

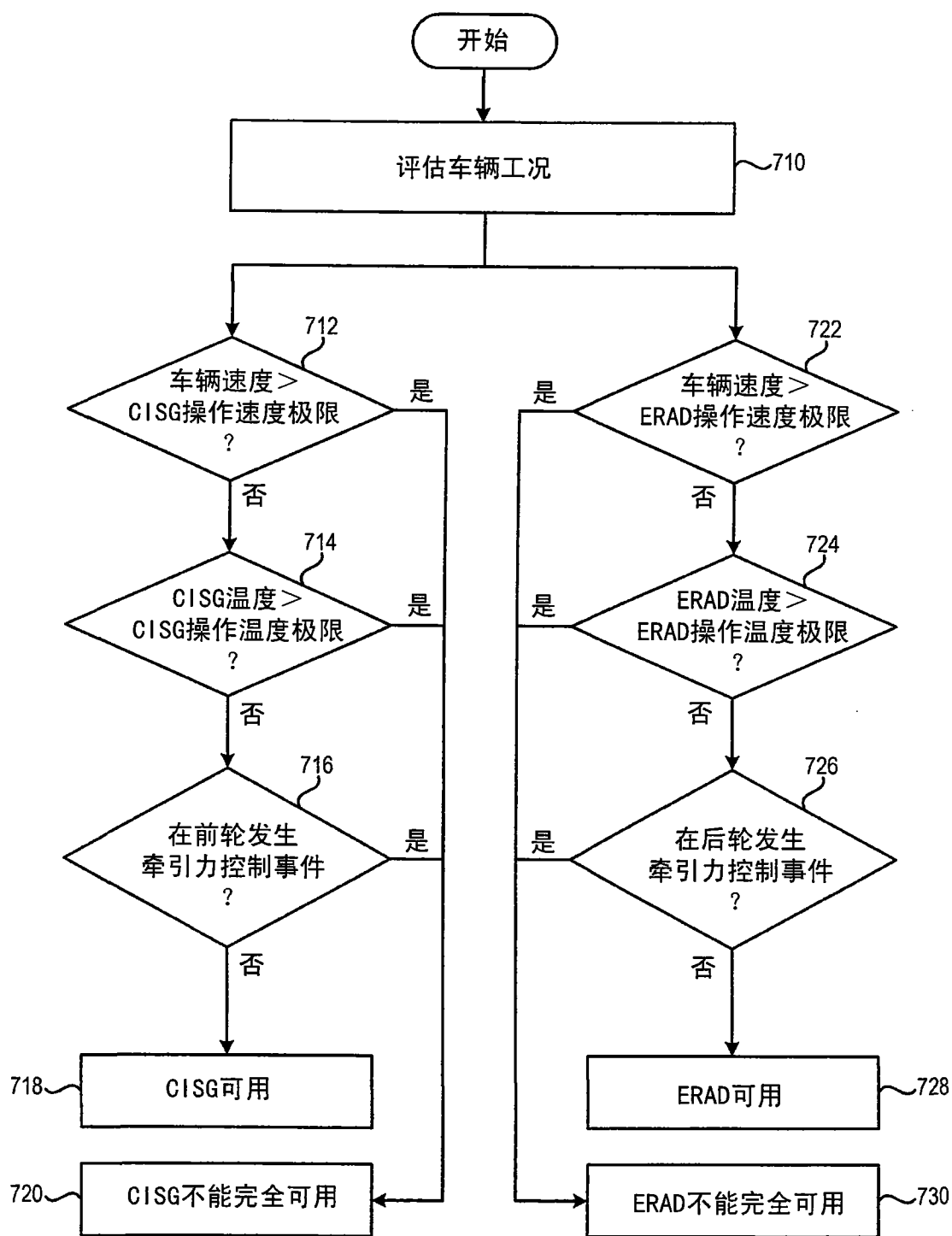


图 7