

混合动力车辆的控制方法和整车控制器

5 相关申请的交叉引用

本公开基于申请号为 202110228793.2, 申请日为 2021 年 3 月 02 日的中国专利申请提出, 并要求该中国专利申请的优先权, 该中国专利申请的全部内容在此引入本公开作为参考。

10 技术领域

本公开涉及车辆技术领域, 尤其涉及一种混合动力车辆的控制方法和整车控制器。

背景技术

随着混合动力汽车的发展, 用户对混合动力汽车的经济性要求越来越高。由于目前  
15 的混合动力系统架构及其策略使得整车能耗无法达到最优, 因而无法满足用户对混合动力汽车经济性的要求, 无法满足用户使用预期。

例如, 在传统的纯增程式混合动力汽车中, 由于其系统架构只能通过发动机驱动发电机发电再提供给驱动电机驱动, 因此即便在发动机直驱高效的中高速工况, 也必须通过发电机进行能量转化, 会存在很大的损耗, 导致能耗在中高速工况无法达到最优, 进  
20 而导致汽车的经济性较低。

公开内容

本公开旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。为此, 本公开的第一个目的在于提出一种混合动力车辆的控制方法, 能够使得混合动力车辆根据行车参数  
25 在等效油耗最低的工作模式工作, 能耗小, 从而有效提高混合动力车辆的经济性, 满足用户使用预期。

本公开的第二个目的在于提出一种计算机可读存储介质。

本公开的第三个目的在于提出一种整车控制器。

为达到上述目的, 本公开第一方面实施例提出一种混合动力车辆的控制方法, 混合动力车辆包括发动机、驱动电机、发电机和动力电池, 发动机用以选择性的输出动力至  
30 轮端, 驱动电机用以输出动力至轮端, 发电机与发动机相连, 以在发动机的带动下进行

发电，动力电池用以给驱动电机供电，以及根据发电机或者驱动电机输出的交流电进行充电，且动力电池的容量大于等于第一预设容量，控制方法包括：获取混合动力车辆的行车参数；根据行车参数对发动机、驱动电机和发电机进行控制，以通过对动力电池进行充放电控制，使发动机工作在经济区；通过比较混合动力车辆处于串联模式、并联模式以及 EV 模式下的等效油耗，以选择等效油耗最低的工作模式作为混合动力车辆的当前工作模式。

根据本公开实施例的混合动力车辆的控制方法，获取混合动力车辆的行车参数，根据行车参数对发动机、驱动电机和发电机进行控制，以通过对动力电池进行充放电控制，使发动机处于工作状态时一直工作在经济区，并通过比较混合动力车辆处于串联模式、并联模式以及 EV 模式下的等效油耗，以选择等效油耗最低的工作模式作为混合动力车辆的当前工作模式，使得混合动力车辆的根据行车参数在等效油耗最低的工作模式工作，能耗小，从而有效提高混合动力车辆的经济性，满足用户使用预期。

为达到上述目的，本公开第二方面实施例提出一种计算机可读存储介质，其上存储有混合动力车辆的控制程序，该混合动力车辆的控制程序被处理器执行时实现前述的混合动力车辆的控制方法。

根据本公开实施例的计算机可读存储介质，通过前述的混合动力车辆的控制方法，能够使得混合动力车辆根据行车参数在等效油耗最低的工作模式工作，能耗小，从而有效提高混合动力车辆的经济性，满足用户使用预期。

为达到上述目的，本公开第三方面实施例提出一种整车控制器，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的混合动力车辆的控制程序，处理器执行混合动力车辆的控制程序时，实现前述的混合动力车辆的控制方法。

根据本公开实施例的整车控制器，通过前述的混合动力车辆的控制方法，能够使得混合动力车辆的根据行车参数在等效油耗最低的工作模式工作，能耗小，从而有效提高混合动力车辆的经济性，满足用户使用预期。

本公开附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本公开的实践了解到。

附图说明

图 1a 为根据本公开第一个实施例的混合动力系统的结构示意图；  
图 1b 为根据本公开第二个实施例的混合动力系统的结构示意图；  
图 2 为根据本公开一个实施例的发动机最佳经济点的示意图；

- 图 3 为根据本公开一个实施例的亏电工况下不同驱动方式的占比图；  
图 4 为根据本公开一个实施例的串联模式时发动机的经济线示意图；  
图 5 为根据本公开一个实施例的并联模式时发动机的经济线示意图；  
图 6a-图 6b 为根据本公开一个实施例的混合动力系统的控制流程图；  
5 图 7 为根据本公开一个实施例的混合动力系统的控制策略示意图；  
图 8a-图 8b 为根据本公开一个实施例的驱动电机的效率示意图；  
图 9 为根据本公开一个实施例的发动机效率及工作点示意图；  
图 10 为根据本公开第三个实施例的混合动力系统的结构示意图；  
图 11 为根据本公开一个实施例的混合动力车辆的示意图；  
10 图 12 为根据本公开一个实施例的混合动力车辆的控制方法的流程图；  
图 13 为根据本公开一个实施例的整车控制器的示意图。

附图标记：

- 混合动力车辆 1000，混合动力系统 100，发动机 10，驱动电机 20，发电机 30，动  
15 力电池 40，控制器 50，双电控模块 60，第一逆变器 61，第二逆变器 62，DC/DC63，变  
速器 70，主减速器 80，离合器 C1，整车控制器 2000，存储器 2100，处理器 2200。

具体实施方式

下面详细描述本公开的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相  
同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附  
20 图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本公开，而不能理解为对本公开的限制。

下面参考附图描述本公开实施例提出的混合动力系统 100、混合动力车辆 1000 及其  
控制方法、整车控制器 2000 及计算机可读存储介质。

图 1a 为根据本公开一个实施例的混合动力系统 100 的结构示意图。参考图 1a 所示，  
该混合动力系统 100 可包括：发动机 10、驱动电机 20、发电机 30、动力电池 40 和控制  
25 器 50。

其中，发动机 10 用以选择性的输出动力至轮端。驱动电机 20 用以输出动力至轮端。  
发电机 30 与发动机 10 相连，以在发动机 10 的带动下进行发电。动力电池 40 用以给驱  
动电机 20 供电，以及根据发电机 30 或者驱动电机 20 输出的交流电进行充电，且动力  
电池 40 的容量大于等于第一预设容量。控制器 50 被配置为获取混合动力车辆 1000 的  
30 行车参数，并根据行车参数对发动机 10、驱动电机 20 和发电机 30 进行控制，以通过对  
动力电池 40 进行充放电控制，使发动机 10 工作在经济区，并通过比较混合动力车辆 1000

处于串联模式、并联模式以及 EV 模式下的等效油耗，以选择等效油耗最低的工作模式作为混合动力车辆 1000 的当前工作模式。

具体来说，发动机 10 可为阿特金森循环发动机 10，发动机 10 与轮端之间设置有离合器 C1，控制器 50 通过控制离合器 C1 的分离和结合来控制发动机 10 与轮端的连接和断开，以使发动机 10 能够选择性的输出动力至轮端，这样可以实现发动机 10 直驱，即由发动机 10 直接输出动力至轮端。例如，当控制器 50 控制离合器 C1 分离时，发动机 10 与轮端断开，发动机 10 不会直接输出动力至轮端，而当控制器 50 控制离合器 C1 结合时，发动机 10 与轮端连接，发动机 10 直接输出动力至轮端，实现发动机 10 直驱。该架构相较于传统的纯增程式混合动力汽车，具有发动机 10 直驱路径，这样能够避免由于传统的纯增程式混合动力汽车缺少发动机 10 直驱路径，即使发动机 10 非常高效（发动机 10 的转速和扭矩均高效），也只能通过发电机 30 发电再提供给驱动电机 20 驱动导致的能量转换损耗，以及动力电池 40 会频繁工作在充放电状态进一步导致能量转换损耗，有效提高了整车经济性。

驱动电机 20 可为扁线电机，扁线电机的定子绕组采用矩形线圈，提升了定子槽的槽满率，并减小了电机体积，使电机的功率密度得到大幅度提升，驱动电机 20 与轮端通过齿轮直连，控制器 50 通过控制驱动电机 20 工作以输出动力至轮端。根据本公开的一些实施，驱动电机 20 与发电机 30 平行布置，相较于其它设置方式，如驱动电机 20 与发电机 30 同轴布置，本实施例的平行布置方式对电机设计要求小，从而使得大功率发电机 30 更容易布置，且成本低。

发电机 30 可为扁线电机，发电机 30 连接在离合器 C1 与发动机 10 之间，且发电机 30 与发动机 10 通过齿轮直连，控制器 50 通过控制发动机 10 工作可带动发电机 30 进行发电，所发出的电可由控制器 50 进行控制以实现动力电池 40 充电或者给驱动电机 20 供电。

根据本公开的一些实施，参考图 1a 所示，混合动力系统 100 还可包括变速器 70 和主减速器 80。参考图 1b 所示，变速器 70 可进一步包括齿轮 Z1、Z2、Z3 和 Z4，其中齿轮 Z1 的中心轴与离合器 C1 的一端相连，齿轮 Z1 与齿轮 Z2 啮合，齿轮 Z2 与齿轮 Z3 啮合，齿轮 Z3 的中心轴与驱动电机 20 相连，齿轮 Z2 的中心轴与齿轮 Z4 的中心轴相连，齿轮 Z4 与主减速器 80 的主减齿轮啮合。当然，变速器 70 还可以采用其它结构，具体这里不做限制。

动力电池 40 可为刀片电池，动力电池 40 与驱动电机 20 和发电机 30 分别电连接，在控制器 50 的控制下，可使动力电池 40 给驱动电机 20 供电，或者根据发电机 30 或者

驱动电机 20 输出的交流电进行充电，也就是说，动力电池 40 可由发电机 30 或者驱动电机 20 进行充电。并且，动力电池 40 的容量大于等于第一预设容量，例如第一预设容量为 5kWh~25kWh，由于动力电池 40 具有较大的容量，因此通过动力电池 40 的充放电，使动力电池 40 具有较好的缓冲作用，能够对发动机 10 的工作效率进行调节，使得发动机 10 处于工作状态时能够一直工作在经济区，否则发动机 10 的工作效率低，则使其处于不工作状态，其中，发动机 10 工作在经济区指的是发动机 10 一直工作在高效率状态，本实施例中，发动机 10 工作在 38%热效率以上的状态，并且大容量动力电池 40 使该混合动力系统 100 可以实现长时间 EV 模式行驶，发动机 10 工作的时间更短，降低了燃油消耗。

10 控制器 50 与发动机 10、驱动电机 20、发电机 30、动力电池 40 和离合器 C1 分别连接，控制器 50 能够将控制信号发送给发动机 10、驱动电机 20、发电机 30、动力电池 40 和离合器 C1 以实现控制。控制器 50 获取混合动力车辆 1000 的行车参数，根据本公开的一些实施，行车参数包括轮端需求扭矩、动力电池 40 的 SOC 和混合动力车辆 1000 的车速中的至少一个，其中轮端需求扭矩也即整车需求扭矩。控制器 50 根据行车参数  
15 对发动机 10、驱动电机 20 和发电机 30 进行控制，以通过对动力电池 40 进行充放电控制，使得发动机 10 工作在经济区，并通过比较混合动力车辆 1000 处于串联模式、并联模式以及 EV 模式下的等效油耗，以选择等效油耗最低的工作模式作为混合动力车辆 1000 的当前工作模式。需要说明的是，在进行等效油耗比较时，是基于发动机 10 工作在经济区时的比较，例如，发动机 10 工作在 25kW 的经济区，但是结合行车参数如轮端  
20 需求扭矩等，可能并联模式的油耗比串联模式的油耗低，也比 EV 模式的油耗低，此时控制混合动力车辆 1000 以并联模式运行，而如果 EV 模式的油耗比并联模式油耗低，也比串联模式的油耗低，则控制混合动力车辆 1000 以 EV 模式运行。另外需要说明的是，等效油耗是指发动机 10 自身消耗的油和动力电池 40 消耗的电等效的油之和，其中可根据经验值将动力电池 40 消耗的电量转换为油以获得动力电池 40 消耗的电等效的油，且  
25 在动力电池 40 充电时，动力电池 40 消耗的电等效的油为负值，在动力电池 40 放电时，动力电池 40 消耗的电等效的油为正值。

也就是说，控制器 50 可对混合动力车辆 1000 的行车参数，如轮端需求扭矩、动力电池 40 的 SOC 和混合动力车辆 1000 的车速，以及混合动力车辆 1000 在不同工作模式下的等效油耗进行综合判断，在满足动力需求及 NVH（Noise、Vibration、Harshness，  
30 噪声、振动与声振粗糙度）等的情况下，使得混合动力车辆 1000 处于等效油耗最低的工作模式，从而使得混合动力车辆 1000 在全工况下的等效油耗最低，使得混合动力车

辆 1000 具有较高的经济性。其中，串联模式是指发动机 10 与轮端之间的动力输出切断（即离合器 C1 处于分离状态）、且发动机 10 带动发电机 30 发电并提供给驱动电机 20，在一些情况下，发动机 10 还将多余的能量通过发电机 30 给动力电池 40 充电；并联模式是指发动机 10 与轮端之间进行动力耦合（即离合器 C1 处于结合状态），在一些情况下，发动机 10 还将多余的能量通过驱动电机 20 给动力电池 40 充电；EV 模式是指发动机 10 和发电机 30 均不工作、且动力电池 40 给驱动电机 20 供电。并且，在混合动力车辆 1000 以串联模式、并联模式或者 EV 模式进行工作时，通过对动力电池 40 进行充放电控制来使发动机 10 工作时一直工作在经济区，并且在进行等效油耗比较时，也是基于发动机 10 处于经济区时的比较，这样可以使得发动机 10 在全工况范围内一直工作在经济区，并使得混合动力车辆 1000 的等效油耗最低，有效提高混合动力车辆 1000 的经济性。本实施例通过大容量动力电池 40、发动机 10、驱动电机 20 及发电机 30 的综合控制及配合，保证混合动力车辆 1000 工作在节能模式。

在本公开的一些实施例中，混合动力车辆 1000 处于串联模式时，发动机 10 通过发电机 30 给动力电池 40 充电；混合动力车辆 1000 处于并联模式时，发动机 10 通过驱动电机 20 给动力电池 40 充电。本实施例中，串联模式和并联模式发动机 10 通过不同的电机对动力电池 40 进行充电，可实现损耗优化和整车能耗的降低。

在本公开的一些实施例中，发动机 10 工作在经济区时，控制器 50 还被配置为在动力电池 40 的 SOC 大于等于第一预设值时，控制发动机 10 工作在最优经济线；或者，动力电池 40 的 SOC 小于第一预设值且发动机 10 的输出功率大于等于轮端需求功率时，控制发动机 10 工作在最优经济线；第一预设值的大小与第一预设容量的大小呈反相关关系。

具体来说，在发动机 10 工作在经济区时，如果动力电池 40 的 SOC 大于等于第一预设值，或者动力电池 40 的 SOC 小于第一预设值且发动机 10 的输出功率大于等于轮端需求功率时，控制器 50 则控制发动机 10 工作在最优经济线。

也就是说，当动力电池 40 能够释放一定电量，或者动力电池 40 电量低，但是此时的轮端需求功率较小时，可使混合动力车辆 1000 工作在最优经济线。需要说明的是，发动机 10 在经济区内具有至少一条经济线，且这些经济线中具有一条最优经济线，该最优经济线对应的发动机 10 的油耗最低，通过控制发动机 10 工作在最优经济线可使混合动力车辆 1000 的油耗达到最低。另外需要说明的是，第一预设值的大小与第一预设容量的大小呈反相关关系，在实际应用中，可根据第一预设容量通过查表获得第一预设值，并且不同的模式下的第一预设值可以不同，例如，串联模式下的第一预设值可以为

17%，并联模式下的第一预设值可以为 25%。本实施例中，动力电池 40 的容量大于等于第一预设容量，动力电池 40 为大容量电池，可以将第一预设值设置的很低，即使动力电池 40 的 SOC 较低，发动机 10 也可以工作在最优经济线，动力电池 40 的容量大于等于第一预设容量的设置使混合动力车辆 1000 的发动机 10 可以更多时间工作在最优经济线。

在本公开的一些实施例中，当混合动力车辆 1000 处于并联模式时，控制器 50 被进一步配置为确定轮端需求扭矩；在轮端需求扭矩小于发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩时，控制发动机 10 工作在经济线，以响应轮端需求扭矩，并控制发动机 10 带动驱动电机 20 进行发电，以将发动机 10 输出的多余能量通过驱动电机 20 给动力电池 40 充电；在轮端需求扭矩大于发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩时，控制发动机 10 工作在经济线，并控制动力电池 40 给驱动电机 20 供电，动力电池 40 和发动机 10 共同响应轮端需求扭矩。

需要说明的是，该方式为混合动力车辆 1000 的并联模式，在并联模式下，可通过大容量的动力电池 40 进行补充扭矩或吸收多余的扭矩，即动力电池 40 起到缓冲作用，从而使得发动机 10 能够长期工作在高效率的经济区，使得混合动力车辆 1000 在并联模式下的等效油耗最低，进而使得混合动力车辆 1000 具有较高的经济性。

具体来说，控制器 50 可控制离合器 C1 结合，以使发动机 10 与轮端之间进行动力耦合，并控制发动机 10 工作以使混合动力车辆 1000 进入并联模式。在并联模式下，控制器 50 获取轮端需求扭矩，并将其与发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩进行比较。

如果轮端需求扭矩小于等于发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩，则控制发动机 10 工作在经济线，以满足动力需求；同时，控制器 50 控制发动机 10 带动驱动电机 20 进行发电且发电机 30 空转，以将发动机 10 输出的多余能量通过驱动电机 20 给动力电池 40 充电，此时混合动力车辆 1000 进入并联模式中的并联发电模式。也就是说，并联模式包括并联发电模式，且并联发电时通过驱动电机 20 发电，由于驱动电机 20 的功率更大，补电更快，并且发电机 30 空转的损耗小于驱动电机 20 空转的损耗，节能效果更好，因此在该模式下采用驱动电机 20 发电，从而可进一步提高整车经济性，并且发动机 10 输出的多余能量给动力电池 40 充电，动力电池 40 的电量随之增加，让车辆可以更多的工作在 EV 模式，经济性更好。

如果轮端需求扭矩大于发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩，则控制发动机 10 工作在经济线，同时控制动力电池 40 给驱动电机 20 供电，此时动力电池 40 和发动机 10 共同提供轮端需求扭矩，以满足动力需求，混合动力车辆 1000 进入并联模式中的并联

助力模式。

由此，在混合动力车辆 1000 处于并联模式时，通过动力电池 40 进行缓冲，使得发动机 10 的工作区域在效率曲线图上的经济区（即经济线上），保证发动机 10 始终工作在经济区，从而使得混合动力车辆 1000 具有较高的经济性。且在本实施例中，动力电池 40 的容量大于等于第一预设容量，动力电池 40 较大，能够在发动机 10 工作时起到缓冲作用，进行补充扭矩或吸收多余的扭矩。

在本公开的另一些实施例中，当混合动力车辆 1000 处于串联模式时，控制器 50 被进一步配置为根据轮端需求扭矩和车速确定轮端需求功率；控制发动机 10 工作在经济线，以便根据发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩驱动发电机 30 进行发电并通过驱动电机 20 输出动力到轮端；在发电机 30 的发电功率大于轮端需求功率时，将多余功率通过发电机 30 给动力电池 40 充电；在发电机 30 的发电功率小于轮端需求功率时，控制动力电池 40 给驱动电机 20 供电，发动机 10 和动力电池 40 共同响应轮端需求功率。

需要说明的是，该方式为混合动力车辆 1000 的串联模式，在串联模式下，可通过大容量的动力电池 40 进行补充功率或吸收多余的功率，即动力电池 40 起到缓冲作用，从而使得发动机 10 能够长期工作在高效率的经济区，从而使得混合动力车辆 1000 具有较高的经济性。

具体来说，控制器 50 可控制离合器 C1 分离以使发动机 10 与轮端之间的动力输出切断、且发动机 10 带动发电机 30 进行发电，并通过驱动电机 20 输出动力至轮端，以使混合动力车辆 1000 进入串联模式。在串联模式下，控制器 50 控制发动机 10 工作在经济线，并获取轮端需求扭矩和混合动力车辆 1000 的车速，以及根据轮端需求扭矩和混合动力车辆 1000 的车速获取轮端需求功率（具体可采用现有技术实现，这里不做限制），并将其与发电机 30 的发电功率进行比较。其中，发电机 30 的发电功率是在发动机 10 工作在经济线时所输出的扭矩驱动发电机 30 进行发电输出的功率。如果发电机 30 的发电功率大于轮端需求功率，则将多余功率通过发电机 30 给动力电池 40 充电；如果发电机 30 的发电功率小于等于轮端需求功率，则控制动力电池 40 给驱动电机 20 供电，此时发动机 10 和动力电池 40 共同提供轮端需求功率，保证动力需求。

需要说明的是，在串联模式下是对功率进行比较，这样可以避免在采用扭矩比较时由于发电与驱动功率不可能完全高效的跟随导致控制出现偏差。

由此，在混合动力车辆 1000 处于串联模式时，通过动力电池 40 进行缓冲，使得发动机 10 的工作区域在效率曲线图上的经济区（即经济线上），保证发动机 10 始终工作在经济区，从而使得混合动力车辆 1000 具有较高的经济性。且在本实施例中，动力电池

池 40 的容量大于第一预设容量，动力电池 40 较大，能够在发动机 10 工作时起到缓冲作用，进行补充功率或吸收多余的功率。

在本公开的又一些实施例中，控制器 50 被进一步配置为在混合动力车辆 1000 的车速大于等于预设车速阈值时，根据动力电池 40 的 SOC 和混合动力车辆 1000 的车速确定混合动力车辆 1000 进入并联模式的第一轮端扭矩阈值和退出并联模式的第二轮端扭矩阈值，并在轮端需求扭矩大于等于第一轮端扭矩阈值且小于等于第二轮端扭矩阈值时，控制混合动力车辆 1000 进入并联模式；如果轮端需求扭矩大于发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩，则控制发动机 10 工作在经济线，并控制动力电池 40 给驱动电机 20 供电，发动机 10 和动力电池 40 共同响应轮端需求扭矩；如果轮端需求扭矩小于发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩，则控制发动机 10 工作在经济线，以响应轮端需求扭矩，并控制发动机 10 带动驱动电机 20 进行发电，以将发动机 10 输出的多余能量通过驱动电机 20 给动力电池 40 充电；如果轮端需求扭矩等于发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩，则控制发动机 10 工作在经济线，以独自响应轮端需求扭矩，其中，第一轮端扭矩阈值小于第二轮端扭矩阈值。

也就是说，可根据混合动力车辆 1000 的轮端需求扭矩、动力电池 40 的 SOC 和混合动力车辆 1000 的车速确定混合动力车辆 1000 的工作模式，以保证混合动力车辆 1000 工作在等效油耗最低的模式，实现节能的目的。

具体来说，在混合动力车辆 1000 行驶过程中，控制器 50 获取混合动力车辆 1000 的车速，并将其与预设车速阈值（如 65km/h）进行比较。当混合动力车辆 1000 的车速大于等于预设车速阈值时，控制器 50 可先根据动力电池 40 的 SOC 和混合动力车辆 1000 的车速，通过查表方式确定混合动力车辆 1000 进入并联模式的第一轮端扭矩阈值 T1 和退出并联模式的第二轮端扭矩阈值 T2。而后，控制器 50 获取混合动力车辆 1000 的轮端需求扭矩，并将其与第一轮端扭矩阈值 T1 和第二轮端扭矩阈值 T2 进行比较。当轮端需求扭矩大于等于第一轮端扭矩阈值 T1 且小于等于第二轮端扭矩阈值 T2 时，控制器 50 控制离合器 C1 结合以使发动机 10 与轮端之间进行动力耦合，以使混合动力车辆 1000 进入并联模式。

在混合动力车辆 1000 进入并联模式后，如果轮端需求扭矩大于发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩，控制器 50 则控制发动机 10 工作在经济线，并控制动力电池 40 给驱动电机 20 供电，发动机 10 和动力电池 40 共同提供轮端需求扭矩，此时混合动力车辆 1000 进入并联模式中的并联助力模式；如果轮端需求扭矩小于发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩，控制器 50 则控制发动机 10 工作在经济线，以提供轮端需求扭矩，并

控制发动机 10 带动驱动电机 20 进行发电，以将发动机 10 输出的多余能量通过驱动电机 20 给动力电池 40 充电，此时混合动力车辆 1000 进入并联模式中的并联发电模式；如果轮端需求扭矩等于发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩，控制器 50 则控制发动机 10 工作在经济线，以独自提供轮端需求扭矩，此时混合动力车辆 1000 进入并联模式中的并联直驱模式。

由此，通过根据混合动力车辆 1000 的轮端需求扭矩、动力电池 40 的 SOC 和混合动力车辆 1000 的车速控制混合动力车辆 1000 进入并联模式，并在并联模式中采用不同的方式，使得发动机 10 一直工作在经济区，从而实现节能的目的，保证混合动力车辆 1000 具有较高的经济性。同时，混合动力车辆 1000 能够工作在并联直驱模式，而传统的纯增程式混合动力汽车，由于其缺少发动机 10 直驱路径，导致在发动机 10 直驱高效的中高速工况，也只能先通过发电后再提供给驱动电机 20 驱动，必须通过发电机 30 进行能量转化，导致能量转换时的损耗，且动力电池 40 会频繁的工作在充放电状态，进一步导致能量转换时的损耗，而本公开中的混合动力车辆 1000 能够工作在并联直驱模式，因而能够有效避免上述能耗，进而提高了混合动力车辆 1000 的经济性。可以理解的是，本实施例中，在当前轮端需求扭矩、当前 SOC 及当前车速下，混合动力车辆 1000 工作在并联模式相对串联模式和 EV 模式，更节能。

根据本公开的一些实施，第一轮端扭矩阈值 T1 和第二轮端扭矩阈值 T2 的大小与动力电池 40 的 SOC 大小呈正相关关系。也就是说，第一轮端扭矩阈值 T1 和第二轮端扭矩阈值 T2 是随着动力电池 40 的 SOC 的变化而变化，以在保证节能的同时，可以实现动力电池 40 的保电，并在动力电池 40 的 SOC 较低时，尽可能使发动机 10 工作，在动力电池 40 的 SOC 较高时，尽可能的使车辆工作在 EV 模式，保证节能的同时，整车的 NVH 效果好。在实际应用中，可根据动力电池 40 的 SOC 通过查表方式获得第一轮端扭矩阈值 T1 和第二轮端扭矩阈值 T2，如表 1 所示：

表 1

| 动力电池 40 的 SOC             | 第一轮端扭矩阈值 | 第二轮端扭矩阈值 |
|---------------------------|----------|----------|
| $SOC < SOC1$              | T11      | T21      |
| $SOC1 \leq SOC \leq SOC2$ | T12      | T22      |
| $SOC2 < SOC$              | T13      | T23      |

其中，SOC1 和 SOC2 为预设的值且  $SOC1 < SOC2$ ； $T11 < T12 < T13$ ， $T21 < T22 < T23$ 。

根据本公开的一些实施，混合动力车辆 1000 以并联模式进行工作时，发动机 10 介入工作的车速与动力电池 40 的 SOC 大小呈反相关关系。也就是说，在并联模式下，发动机 10 介入工作的车速是随着动力电池 40 的 SOC 的变化而变化，以尽可能减少处于并

联模式的时长，尽可能让动力电池 40 放电给驱动电机 20 供电，即尽量用电为主，也即尽可能工作在 EV 模式。在实际应用中，可根据动力电池 40 的 SOC 通过查表方式获得发动机 10 介入工作的车速 V，如表 2 所示：

表 2

| 动力电池 40 的 SOC             | 发动机 10 介入工作的车速 V |
|---------------------------|------------------|
| $SOC < SOC1$              | V1               |
| $SOC1 \leq SOC \leq SOC2$ | V2               |
| $SOC2 < SOC$              | V3               |

5        其中，SOC1 和 SOC2 为预设的值且  $SOC1 < SOC2$ ， $V3 < V2 < V1$ 。

在本公开的一些实施例中，控制器 50 还被配置为在轮端需求扭矩小于第一轮端扭矩阈值 T1 时，控制发动机 10 停止工作，并控制动力电池 40 给驱动电机 20 供电，通过动力电池 40 响应轮端需求扭矩。

需要说明的是，该方式为混合动力车辆 1000 的 EV 模式即纯电动模式，当混合动力  
10    车辆 1000 以 EV 模式运行时，无需发动机 10 参与工作，此时燃油消耗率为零，混合动力车辆 1000 的效率可达 90%以上，具有较高的经济性。具体来说，在轮端需求扭矩小于第一轮端扭矩阈值 T1 时，控制器 50 控制离合器 C1 分离以使发动机 10 与轮端之间的动力输出切断，并控制发动机 10 和发电机 30 停止工作，以及控制动力电池 40 给驱动电机 20 供电，通过驱动电机 20 提供轮端需求扭矩，此时混合动力车辆 1000 进入 EV 模式  
15    即纯电动模式。可以理解的是，本实施例中，在当前轮端需求扭矩、当前 SOC 及当前车速下，混合动力车辆 1000 工作在 EV 模式更节能，因此车辆的工作模式从并联模式切换到 EV 模式。

由此，通过根据混合动力车辆 1000 的轮端需求扭矩、动力电池 40 的 SOC 和混合动力车辆 1000 的车速控制混合动力车辆 1000 进入 EV 模式，由于 EV 模式下具有较高的效率，  
20    因而能够实现节能的目的，保证混合动力车辆 1000 具有较高的经济性。

在本公开的一些实施例中，控制器 50 还被配置为在轮端需求扭矩大于第二轮端扭矩阈值 T2 时，控制混合动力车辆 1000 进入串联模式；根据轮端需求扭矩和车速确定轮端需求功率；控制发动机 10 以预设功率工作在最佳经济点，以便根据发动机 10 工作在最佳经济点时的预设功率驱动发电机 30 进行发电并通过驱动电机 20 输出动力到轮端；在  
25    发电机 30 的发电功率大于轮端需求功率时，将多余功率通过发电机 30 给动力电池 40 充电；在发电机 30 的发电功率小于轮端需求功率时，控制发动机 10 的输出功率增加，且使发动机 10 工作在发动机 10 经济线上以响应轮端需求功率。

具体来说，在轮端需求扭矩大于第二轮端扭矩阈值 T2 时，控制器 50 控制离合器 C1

分离以使发动机 10 与轮端之间的动力输出切断、且发动机 10 带动发电机 30 进行发电，并通过驱动电机 20 输出动力至轮端，以使混合动力车辆 1000 进入串联模式。在串联模式下，控制器 50 控制发动机 10 以预设功率（如 25kW）工作在最佳经济点，同时获取轮端需求扭矩和车速，并根据轮端需求扭矩和车速确定轮端需求功率，以及将其与发电机 30 的发电功率进行比较。如果发电机 30 的发电功率大于轮端需求功率，控制器 50 则将多余功率通过发电机 30 给动力电池 40 充电；如果发电机 30 的发电功率小于轮端需求功率，控制器 50 则控制发动机 10 的输出功率增加，且使发动机 10 工作在发动机 10 经济线上以提供轮端需求功率。

由此，通过根据混合动力车辆 1000 的轮端需求扭矩、动力电池 40 的 SOC 和混合动力车辆 1000 的车速控制混合动力车辆 1000 进入串联模式，并在串联模式中采用不同的方式，使得发动机 10 一直工作在经济区，从而实现节能的目的，保证混合动力车辆 1000 具有较高的经济性。可以理解的是，本实施例中，在当前轮端需求扭矩、当前 SOC 及当前车速下，混合动力车辆 1000 工作在串联模式更节能，因此车辆的工作模式从并联模式切换到串联模式，发动机 10 一直工作在经济线上，具体是由并联模式的经济线切换到串联模式的经济线。

根据本公开的一些实施例，控制器 50 还被配置为：在发电机 30 的发电功率小于轮端需求功率时，确认当前动力电池 40 的 SOC 是否小于第二预设值（如 10%、15%等），若是则控制发动机 10 的输出功率继续增加，以控制发动机 10 的输出功率响应轮端需求功率的同时，还通过发电机 30 给动力电池 40 充电。

也就是说，在发电机 30 的发电功率小于轮端需求功率且当前动力电池 40 的 SOC 小于第二预设值时，也就是动力电池 40 的 SOC 极低的情况下，发动机 10 会在满足驱动需求的前提下加大输出功率，即发动机 10 的工作点在经济线上向输出扭矩增加的方向移动，将一部分能量传递给动力电池 40，以给动力电池 40 充电，实现发动机 10 在节能模式下驱动的同时实现对动力电池 40 的补电。

需要说明的是，由于发动机 10 工作在最佳经济点的热效率最高，如图 2 所示，当发动机 10 的输出功率为 25kW 时，对应的热效率为 43.04%，因此在发动机 10 启动后，当轮端需求功率小于发电机 30 的发电功率时，发动机 10 会以最佳经济点对应的功率驱动发电机 30 发电后通过驱动电机 20 驱动后，多余的能量进入动力电池 40。而如果轮端需求功率大于发电机 30 的发电功率，发动机 10 则会以超过最佳经济点对应的功率跟随轮端需求功率在发动机 10 的高效率经济线进行驱动，即使发动机 10 工作在发动机 10 经济线上，但会多输出一些功率。根据本公开的一些实施例，如果轮端需求功率大于发电

机 30 的发电功率且动力电池 40 的 SOC 低到一定值时，发动机 10 会继续增加功率，以满足动力需求，同时使得一部分能量进入动力电池 40 给动力电池 40 充电，也就是说，此时发动机 10 会在满足驱动需求的前提下加大输出功率，以将一部分能量提供给动力电池 40，而当动力电池 40 的 SOC 升高到一定值时，控制器 50 将控制发动机 10 停机，并进入 EV 模式。通过这种方式，可以使得混合动力车辆 1000 在亏电工况下的纯电动行驶占比达到 81%，如图 3 所示，从而保证混合动力车辆 1000 具有较高的经济性，其中，比较典型的亏电工况为城市亏电工况，其不仅包含频繁的车辆启停、跟车拥堵，而且车速大多为 NVH 限制较为严格的中低车速。

在本公开的一些实施例中，控制器 50 还被配置为在混合动力车辆 1000 的车速小于预设车速阈值时，根据动力电池 40 的 SOC 和车速确定混合动力车辆 1000 进入串联模式的第三轮端扭矩阈值 T3，并在轮端需求扭矩大于等于第三轮端扭矩阈值 T3 时，控制混合动力车辆 1000 进入串联模式；根据轮端需求扭矩和车速确定轮端需求功率；控制发动机 10 以预设功率工作在最佳经济点，以便根据发动机 10 工作在最佳经济点时的预设功率驱动发电机 30 进行发电并通过驱动电机 20 输出动力到轮端；在发电机 30 的发电功率大于轮端需求功率时，将多余功率通过发电机 30 给动力电池 40 充电；在发电机 30 的发电功率小于轮端需求功率时，控制发动机 10 的输出功率增加，且使发动机 10 工作在发动机 10 经济线上以响应轮端需求功率。

根据本公开的一些实施例，控制器 50 还被配置为在轮端需求扭矩小于第三轮端扭矩阈值时，控制发动机 10 停止工作，并控制动力电池 40 给驱动电机 20 供电，通过动力电池 40 响应轮端需求扭矩。可以理解的是，本实施例中，在当前轮端需求扭矩、当前 SOC 及当前车速下，混合动力车辆 1000 工作在 EV 模式更节能，因此车辆的工作模式由串联模式切换为 EV 模式。

也就是说，在混合动力车辆 1000 的车速较小如小于 65km/h 时，可根据动力电池 40 的 SOC 和车速控制混合动力车辆 1000 进入串联模式或 EV 模式，即在较低速度时，由于硬件的限制，无法进入并联模式，此时仅比较串联模式和 EV 模式的等效能耗即可，减少系统运算量，降低对控制器 50 处理速度的要求，处理速度更快，减少高速率处理芯片的应用，节约成本。

具体来说，在混合动力车辆 1000 的车速小于预设车速阈值（如 65km/h）时，可根据动力电池 40 的 SOC 和车速，通过查表方式，确定混合动力车辆 1000 进入串联模式的第三轮端扭矩阈值 T3，并将其与轮端需求扭矩进行比较。

当轮端需求扭矩大于等于第三轮端扭矩阈值 T3 时，控制器 50 控制混合动力车辆

1000 进入串联模式。在串联模式下，控制器 50 控制发动机 10 以预设功率（如 25kW）工作在最佳经济点，同时获取轮端需求扭矩和车速，并根据轮端需求扭矩和车速确定轮端需求功率，以及将其与发电机 30 的发电功率进行比较。如果发电机 30 的发电功率大于轮端需求功率，控制器 50 则将多余功率通过发电机 30 给动力电池 40 充电；如果发电

5 电机 30 的发电功率小于轮端需求功率，控制器 50 则控制发动机 10 的输出功率增加，且使发动机 10 工作在发动机 10 经济线上以提供轮端需求功率，根据本公开的一些实施例，在发电机 30 的发电功率小于轮端需求功率且当前动力电池 40 的 SOC 小于第二预设值时，发动机 10 会在满足驱动需求的前提下加大输出功率，并将一部分能量传递给动力电池 40，以给动力电池 40 补电。

10 当轮端需求扭矩小于第三轮端扭矩阈值 T3 时，控制器 50 控制发动机 10 停止工作，并控制动力电池 40 给驱动电机 20 供电，通过动力电池 40 提供轮端需求扭矩，此时混合动力车辆 1000 进入 EV 模式。

由此，通过根据混合动力车辆 1000 的轮端需求扭矩、动力电池 40 的 SOC 和混合动力车辆 1000 的车速控制混合动力车辆 1000 进入串联模式，并在串联模式中采用不同的

15 方式，使得发动机 10 一直工作在经济区，从而实现节能的目的，保证混合动力车辆 1000 具有较高的经济性。根据本公开的一些实施，第三轮端扭矩阈值 T3 的大小与动力电池 40 的 SOC 大小呈正相关关系。也就是说，第三轮端扭矩阈值 T3 是随着动力电池 40 的 SOC 的变化而变化，以尽可能减少处于串联模式的时长，尽可能让动力电池 40 放电给驱动电机 20 供电，即尽量用电为主，也即尽量以 EV 模式为主。在实际应用中，可根据动

20 力电池 40 的 SOC 通过查表方式获得第三轮端扭矩阈值 T3，如表 3 所示：

表 3

| 动力电池 40 的 SOC             | 第三轮端扭矩阈值 |
|---------------------------|----------|
| $SOC < SOC1$              | T31      |
| $SOC1 \leq SOC \leq SOC2$ | T32      |
| $SOC2 < SOC$              | T33      |

其中，SOC1 和 SOC2 为预设的值且  $SOC1 < SOC2$ ， $T31 < T32 < T33$ 。

在本公开的一些实施例中，参考图 4 所示，控制器 50 还被配置为在混合动力车辆 1000 以串联模式进行工作时，如果动力电池 40 的 SOC 处于第一预设区间，则控制发动

25 机 10 工作在第一经济线；如果动力电池 40 的 SOC 处于第二预设区间，则控制发动机 10 工作在第二经济线，其中，第二预设区间的上限小于等于第一预设区间的下限，第一经济线为串联模式的最优经济线，在相同转速下，发动机 10 工作在第二经济线的输出扭矩大于等于发动机 10 工作在第一经济线的输出扭矩，在本实施例中，第二经济线可以

与发动机 10 的外特性线基本重合，也可以设置在第一经济线与发动机 10 的外特性线之间。其中，第一预设区间可以为动力电池 40 的 SOC 大于等于 17%，第二预设区间可以为动力电池 40 的 SOC 小于 17%。

在本公开的一些实施例中，参考图 5 所示，控制器 50 还被配置为在混合动力车辆 1000 以并联模式进行工作时，如果动力电池 40 的 SOC 处于第三预设区间，则控制发动机 10 工作在第三经济线；如果动力电池 40 的 SOC 处于第四预设区间，则控制发动机 10 工作在第四经济线；如果动力电池 40 的 SOC 处于第五预设区间，则控制发动机 10 工作在第五经济线，其中，第五预设区间的上限小于等于第四预设区间的下限，第四预设区间的上限小于等于第三预设区间的下限，第三经济线为并联模式的最优经济线，第五经济线与发动机 10 的外特性线基本重合，第四经济线位于第五经济线和第三经济线之间。其中，第三预设区间可以为动力电池 40 的 SOC 大于等于 25%，第四预设区间可以为动力电池 40 的 SOC 大于 15%且小于 25%，第五预设区间可以为动力电池 40 的 SOC 小于等于 15%，也就是说，发动机 10 的最优工作方式是始终工作在经济线上，而不是工作在经济线之间的经济区域，本公开的经济区可以是位于经济区的串联模式的两条经济线或者并联模式的三条经济线，如前述，当然也不限于此，这里仅作为示例性说明。换句话说，发动机 10 工作的经济线是可以移动的，这样可以使得混合动力车辆 1000 在动力电池 40 的 SOC 较低时，通过调整发动机 10 工作的经济线，提高发动机 10 的参与驱动的比例和输出扭矩，实现对动力电池 40 的保电，并且发动机 10 在并联模式和串联模式下的经济线是不同的，实现混合动力车辆 1000 综合油耗低。

综上，根据本公开实施例的混合动力车辆 1000，设置有串联模式和并联模式，可以实现发动机 10 在低速和中高速工况的整个范围内的高效工作，在中高速工况可根据行车参数确认发动机 10 以并联模式还是串联模式进行工作，在低速工况可根据行车参数确认发动机 10 进入串联模式的时机，因此，发动机 10 工作在最优经济线的概率增加，且发动机 10 一直工作在经济区，实现节能。

在本公开的一些实施例中，控制器 50 还被配置为确定动力电池 40 的 SOC；在动力电池 40 的 SOC 小于第三预设值时，根据动力电池 40 的 SOC、车速和轮端需求扭矩控制混合动力车辆 1000 工作在串联模式或者并联模式，且发动机 10 在经济区工作。也就是说，在动力电池 40 的 SOC 小于第三预设值（如 25%）时，根据动力电池 40 的 SOC、车速和轮端需求扭矩控制混合动力车辆 1000 进入串联模式或者并联模式，并在混合动力车辆 1000 以串联模式或者并联模式进行工作时，控制发动机 10 在经济区工作，避免混合动力车辆 1000 在 EV 模式工作时，达到亏电工况时掉电太快，实现对动力电池 40 的

保电。

作为一个具体示例，控制器 50 可被配置为按照图 6a-图 6b 所示控制逻辑对混合动力车辆 1000 进行控制，具体可包括以下步骤：

步骤 S101，是否手动选择进入 EV 或者 HEV 模式（混合动力模式）。如果是，则执行步骤 S102，否则按照当前模式继续运行。

步骤 S102，是否选择了 EV 模式。如果是，则执行步骤 S103，否则执行步骤 S105。

步骤 S103，进入 EV 模式工作。

步骤 S104，当前动力电池 40 的 SOC 是否处于亏电工况。如果是，则执行步骤 S105，否则返回步骤 S103。

10 步骤 S105，进入 HEV 模式工作。

步骤 S106，判断车速  $\geq 65\text{km/h}$  是否满足。如果是，则执行步骤 S107，否则执行步骤 S123。

步骤 S107，根据动力电池 40 的 SOC 和车速查表得进入并联模式的第一轮端扭矩阈值 T1 和退出并联模式的第二轮端扭矩阈值 T2。

15 步骤 S108，判断轮端需求扭矩 T 小于 T1 是否满足。如果是，则执行步骤 S109，否则执行步骤 S110。

步骤 S109，进入 EV 模式工作。

步骤 S110，判断轮端需求扭矩 T 大于 T2 是否满足。如果是，则执行步骤 S111，否则执行步骤 S119。

20 步骤 S111，进入串联模式工作。

步骤 S112，发动机 10 工作在固定输出功率，以保持高效率。

步骤 S113，判断发电机 30 功率大于轮端需求功率是否满足。如果是，则执行步骤 S114，否则执行步骤 S115。

步骤 S114，控制发电机 30 将多余功率给动力电池 40 充电。

25 步骤 S115，发动机 10 输出功率增加，根据轮端需求功率输出，发动机 10 工作在经济线。

步骤 S116，动力电池 40 的 SOC 是否极低（如动力电池 40 的 SOC 低于第二预设值）。如果是，则执行步骤 S118，否则执行步骤 S117。

步骤 S117，根据轮端需求功率发电。

30 步骤 S118，发动机 10 输出功率继续增加，但仍然在经济线上工作。

步骤 S119，进入并联模式工作。

步骤 S120, 判断轮端需求扭矩  $T$  大于发动机 10 经济线的输出扭矩是否满足。如果是, 则执行步骤 S121, 否则执行步骤 S122。

步骤 S121, 并联助力, 发动机 10 始终工作在经济线上, 不足的能量由动力电池 40 驱动驱动电机 20 进行助力。

5 步骤 S122, 并联发电, 发动机 10 始终工作在经济线上, 多余的能量通过驱动电机 20 给动力电池 40 充电。

步骤 S123, 根据动力电池 40 的 SOC 和车速, 查表得进入串联模式的第三轮端扭矩阈值  $T_3$ 。

10 步骤 S124, 判断轮端需求扭矩  $T$  小于  $T_3$  是否满足。如果是, 则执行步骤 S125, 否则执行步骤 S126。

步骤 S125, 进入 EV 模式工作。

步骤 S126, 进入串联模式工作。

根据本公开的一些实施例, 图 7 为相应的控制策略示意图。从图 7 可以看出, 当动力电池 40 的 SOC 较高 (如  $SOC \geq 70\%$ ) 时, 整车更多的以纯电行驶为主, 即 EV 模式工作区域占比高于串联模式工作区域, 并在中高速时, 以发动机 10 直驱为主, 发动机 10 工作在最优经济线上, 同时通过驱动电机 20 来助力满足轮端需求, 即进入并联助力模式, 而只有在大功率需求时, 才会进入串联发电模式来满足轮端需求。

20 如图 7 中的图 a、b 及 c 所示, 随着动力电池 40 的 SOC 降低, EV 模式工作区域减少, 串联模式工作区域增加, 并且中高速行驶进入发动机 10 直驱后, 驱动电机 20 的助力扭矩减小, 以减缓动力电池 40 的 SOC 的下降速度, 实现对动力电池 40 的保电。并联模式时, 发动机 10 介入工作的速度相对动力电池 40 的 SOC 较高时, 介入的速度更小, 更靠近预设车速阈值。

25 当动力电池 40 的 SOC 极低 (如  $SOC \leq 18\%$ ) 时, 为了增加整车的动力电池 40 的保电性, 不再进行纯电行驶, 并且低速进行串联驱动, 且串联模式下发动机 10 会驱动发电机 30 多发一部分电补充到动力电池 40 中, 高速的发动机 10 直驱区域减少, 同时发动机 10 进入直驱后, 会多发一部分电补充到动力电池 40 中。

30 由此, 通过识别动力电池 40 的 SOC, 并在其不断下降的过程中, 使得整车的保电性能优先级不断提高, EV 模式工作区域不断减少。串联驱动时, 根据不同的动力电池 40 的 SOC 分为串联功率跟随 (动力电池 40 的 SOC 较低时) 和串联恒功率 (动力电池 40 的 SOC 较高时), 其中, 串联功率跟随时, 发动机 10 的工作点会按照发动机 10 的经济线工作, 并且动力电池 40 的 SOC 极低时, 发动机 10 输出的功率用于响应轮端需求功率的

同时会给动力电池 40 充电;串联恒功率时,发动机 10 会工作在高效的经济点(如 25kW),仅由发动机 10 驱动无法满足时,动力电池 40 输出一部分能量,由动力电池 40 和发动机 10 共同驱动驱动电机 20。可以理解的是,25KW 是本实施例示意的经济点。

举例来说,在高 SOC、高车速时,轮端需求较小,此时主要采用并联模式,即发动机 10 直驱为主,采用该方式的经济性能好,能耗低,例如通过测试单独用 EV 模式的电等效油耗为发动机 10 工作在经济区的油耗的约 1.5 倍;同时,NVH 性能好,例如,车速在 100km/h 时,该并联模式下发动机 10 的转速在 2500rpm 左右,而选择串联发电模式下发动机 10 的转速大于 3000rpm;同时保电性能好,例如该模式下动力电池 40 不对外放电,动力电池 40 的 SOC 基本不下降,而选择 EV 模式会使动力电池 40 对外放电,动力电池 40 的 SOC 掉电快。同时动力电池 40 的容量大,放电功率多,纯电行驶里程长,长时间处于纯电行驶使得整车 NVH 性能好;发动机 10 和驱动电机 20 工作在高效率区间,使得整车能耗低。

在动力电池 40 的 SOC 平衡点附近或者低车速或者城市拥堵工况跟车等,此时主要采用 EV 模式,采用该方式的经济性能好,例如低速工况下驱动电机 20 的效率,而选择串联发电模式无法避免发动机 10 工作在低效区,此时发动机 10 的发电效率低;同时 EV 模式时 NVH 性能好,例如该模式下没有发动机 10 启动噪声,静谧性好,而选择串联模式发动机 10 转速在 1400rpm-1600rpm 感受稍差。

在低 SOC、轮端需求扭矩较大(如大油门加速或驾驶员需求大),此时主要采用串联模式,采用该方式的动力性能好,例如在动力电池 40 放电能力不足的情况下,发动机 10 具有强劲的发电功率,可以满足驾驶员加速超车需求;同时保电性能好,例如该模式下在动力电池 40 放电能力不足的情况下,发动机 10 可以根据驾驶员的需求发电,而选择并联助力模式由于发动机 10 与轮端直连,发动机 10 工作在经济区无法满足驱动需求,动力电池 40 需要补充较大的功率,保电性能变差。

由此,在整车行驶过程中,在中低速行驶时,混合动力车辆 1000 以 EV 模式和串联模式为主,而在高速行驶时,混合动力车辆 1000 以发动机 10 直驱为主;并且在串联模式时,发动机 10 工作在经济线上,以保证燃油经济性,在动力电池 40 处于极低 SOC 状态时,发动机 10 工作在第二经济线上,以提高保电性;并且在发动机 10 直驱时,在高 SOC 时,发动机 10 工作在经济线上,且随着 SOC 的降低,发动机 10 工作的经济线逐渐向外特性线方向转移,以提高保电性。从而使得混合动力车辆 1000 的能耗、动力性以及 NVH 能够更好的满足用户需求。

需要说明的是,本公开的控制核心是:以电驱动为主,驱动电机 20 的高效工作区域

几乎覆盖整个转速和扭矩区域，如图 8a-图 8b 所示，并以发动机 10 直驱为辅，且使发动机 10 始终工作在最佳经济线上，如图 9 所示，从而可提高整车的燃油经济性。通过测试，驱动电机 20 在效率超过 90%的区域占比超过了 90.7%，电机驱动长时间处于高效区，发动机 10 工作时 70%的时间处于 38%以上的高效率区间，由于动力电池 40 的容量  
5 不低于 5kWh，非满电情况下也可以保证 EV 行驶工况占比同时可以让发动机 10 维持在高效率区间工作，当发动机 10 工作在经济区时，输出的功率大于整车需求时可以通过电池对多余能量的吸收，让车辆可以更多的工作在电驱动模式。

在本公开的一些实施例中，参考图 1a 和图 10 所示，前述的混合动力系统 100 还包括双电控模块 60，双电控模块 60 分别与驱动电机 20 和发电机 30 相连，双电控模块 60  
10 根据发电机 30 输出的交流电给驱动电机 20 供电；动力电池 40 与双电控模块 60 相连，动力电池 40 通过双电控模块 60 给驱动电机 20 供电，或者通过双电控模块 60 根据发电机 30 或者驱动电机 20 输出的交流电进行充电，发电机 30 的最大工作功率大于等于第一预设功率，发动机 10 的最大工作功率大于等于第二预设功率，其中，第二预设功率大于等于第一预设功率，且第二预设功率与第一预设功率的差值小于第二预设功率的  
15 5%-10%。

根据本公开的一些实施，动力电池 40 的容量大于等于第一预设容量，例如第一预设容量为 5kWh~25kWh。第一预设功率可设置为 70 kW，第二预设功率可设置为 81kW。

需要说明的是，在本公开中，动力电池 40 的容量大，从而使得混合动力车辆 1000 的整车有 80%的工作时间是工作在 EV 模式，并且动力电池 40 的容量大，从而能够通过  
20 充放电平衡发动机 10 的工作，使得发动机 10 处于工作状态时能够一直工作在高效率驱动或发电（具体参考前述）。同时，发电机 30 较大，相应的发电功率较大，从而可以快速补电，使得动力电池 40 的 SOC 从 20%提升到 25%时间约 5 分钟，即原地发电时约 1 个 SOC 需要 1 分钟。同时，发电机 30 和发动机 10 之间的最大工作功率相差不大，从而使得发电机 30 能充分利用发动机 10 的有效功率，避免能源浪费。通过上述方式设置，  
25 发动机 10 是能量源，发电机 30 是能量流动的管道，电池是蓄水池，源头、管道、池子没有能量流动的瓶颈，即发动机 10、发电机 30、电池的参数进行配合，实现能量的高效和合理利用。

在本公开的一些实施例中，参考图 10 所示，双电控模块 60 包括第一逆变器 61、第二逆变器 62 和 DC/DC63，第一逆变器 61 的交流端连接到驱动电机 20，第一逆变器 61  
30 的直流端分别与第二逆变器 62 的直流端和 DC/DC63 的第一直流端相连，第二逆变器 62 的交流端连接到发电机 30，DC/DC63 的第二直流端连接到动力电池 40。

根据本公开的一些实施，DC/DC63 的最大工作功率大于第三预设功率，其中，第三预设功率大于第二预设功率，例如第三预设功率可设置为 90 kW。由此，能够充分发挥动力电池 40 的能力，使得动力电池 40 的最大功率能够输出到驱动电机 20。

根据本公开的一些实施，第三预设功率与第二预设功率的差值小于第三预设功率的 5%-10%。这样无论动力电池 40 的 SOC 多少，发动机 10 发电的功率使驱动电机 20 大部分时间处在高效区间，因为第三预设功率与驱动电机 20 的最大工作功率接近，有效避免了大马拉小车，造成功率浪费。

下面结合图 10 说明混合动力车辆 1000 处于不同工作模式时双电控模块 60 的工作状态。在本公开的一些实施例中，参考图 10 所示，发动机 10 与轮端之间的动力输出切断、且带动发电机 30 进行发电时，混合动力系统 100 进入串联模式，其中，发电机 30 输出的交流电通过第二逆变器 62 转换为直流电，并通过第一逆变器 61 将直流电转换为交流电供给驱动电机 20，以便驱动电机 20 进行驱动工作；或者发电机 30 输出的交流电通过第二逆变器 62 转换为直流电，并通过第一逆变器 61 将直流电转换为交流电供给驱动电机 20，同时动力电池 40 输出的直流电通过 DC/DC63 转换后通过第一逆变器 61 将直流电转换为交流电供给驱动电机 20，以便驱动电机 20 进行驱动工作；或者发电机 30 输出的交流电通过第二逆变器 62 转换为直流电，并通过第一逆变器 61 将直流电转换为交流电供给驱动电机 20，以便驱动电机 20 进行驱动工作，同时 DC/DC63 将直流电转换后给动力电池 40 充电。

在本公开的一些实施例中，发动机 10 与发电机 30 不工作，以及动力电池 40 给驱动电机 20 供电时，混合动力系统 100 进入 EV 模式，其中，动力电池 40 输出的直流电通过 DC/DC63 后，通过第一逆变器 61 将直流电转换为交流电供给驱动电机 20，以便驱动电机 20 进行驱动工作。

在本公开的一些实施例中，发动机 10 与轮端之间进行动力耦合、且发电机 30 空转，以及发动机 10 带动驱动电机 20 进行发电时，混合动力系统 100 进入并联发电模式，驱动电机 20 输出的交流电通过第一逆变器 61 转换为直流电，并通过 DC/DC63 将直流电转换后以给动力电池 40 充电。

由此，在并联发电时可以通过驱动电机 20 发电，因为驱动电机 20 功率更大，补电更快，并且发电机 30 空转的损耗小于驱动电机 20 空转到的损耗，节能。

在本公开的一些实施例中，发动机 10 与轮端之间进行动力耦合、且发电机 30 空转，以及动力电池 40 给驱动电机 20 供电时，混合动力系统 100 进入并联助力模式，其中，动力电池 40 输出的直流电通过 DC/DC63 转换后通过第一逆变器 61 将直流电转换为交流

电供给驱动电机 20，以便驱动电机 20 进行驱动工作，同时发动机 10 输出动力至轮端，以便参与驱动工作。

根据本公开实施例的混合动力系统 100，能够使得混合动力车辆 1000 以电驱动为主、油驱动为辅，并且综合考虑了当前车速、实际需求扭矩、动力电池 40 的 SOC、发动机 10 和驱动电机 20 的高效区间，优先以高效模式驱动，同时结合整车的动力性能和保电性能进行模式切换，使得混合动力车辆 1000 的能耗、动力性以及 NVH 更好的满足用户需求。

图 11 为根据本公开一个实施例的混合动力车辆 1000 的结构示意图，参考图 11 所示，该混合动力车辆 1000 包括前述的混合动力系统 100。

10 根据本公开实施例的混合动力车辆 1000，通过前述的混合动力系统 100，能够使得混合动力车辆 1000 根据行车参数在等效油耗最低的工作模式工作，能耗小，从而有效提高混合动力车辆 1000 的经济性，满足用户使用预期。

图 12 为根据本公开一个实施例的混合动力车辆 1000 的控制方法的流程图。其中，如图 1a 所示，混合动力车辆 1000 包括发动机 10、驱动电机 20、发电机 30 和动力电池 40，发动机 10 用以选择性的输出动力至轮端，驱动电机 20 用以输出动力至轮端，发电  
15 机 30 与发动机 10 相连，以在发动机 10 的带动下进行发电，动力电池 40 用以给驱动电机 20 供电，以及根据发电机 30 或者驱动电机 20 输出的交流电进行充电，且动力电池 40 的容量大于等于第一预设容量。

参考图 12 所示，混合动力车辆 1000 的控制方法包括：步骤 S201，获取混合动力车  
20 辆 1000 的行车参数。

步骤 S202，根据行车参数对发动机 10、驱动电机 20 和发电机 30 进行控制，通过对动力电池 40 进行充放电控制，使发动机 10 工作在经济区。

步骤 S203，通过比较混合动力车辆 1000 处于串联模式、并联模式以及 EV 模式下的等效油耗，以选择等效油耗最低的工作模式作为混合动力车辆 1000 的当前工作模式。

25 在本公开的一些实施例中，在发动机 10 工作在经济区时，其中，如果动力电池 40 的 SOC 大于等于第一预设值，则控制发动机 10 工作在最优经济线；或者如果动力电池 40 的 SOC 小于第一预设值时且发动机 10 的输出功率大于等于轮端需求功率，则控制发动机 10 工作在最优经济线；第一预设值的大小与第一预设容量的大小呈反相关关系。

在本公开的一些实施例中，混合动力车辆 1000 处于串联模式时，发动机 10 通过发  
30 电机 30 给动力电池 40 充电；混合动力车辆 1000 处于并联模式时，发动机 10 通过驱动电机 20 给动力电池 40 充电。

在本公开的一些实施例中，行车参数包括轮端需求扭矩、动力电池 40 的 SOC 和混合动力车辆 1000 的车速中的至少一个。

在本公开的一些实施例中，当混合动力车辆 1000 处于并联模式时，根据行车参数对发动机 10、驱动电机 20 和发电机 30 进行控制，包括：确定轮端需求扭矩；在轮端需求  
5 扭矩小于发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩时，控制发动机 10 工作在经济线，以响应轮端需求扭矩，并控制发动机 10 带动驱动电机 20 进行发电，以将发动机 10 输出的多余能量通过驱动电机 20 给动力电池 40 充电；在轮端需求扭矩大于发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩时，控制发动机 10 工作在经济线，并控制动力电池 40 给驱动电机 20 供电，动力电池 40 和发动机 10 共同响应轮端需求扭矩。

10 在本公开的一些实施例中，当混合动力车辆 1000 处于串联模式时，根据行车参数对发动机 10、驱动电机 20 和发电机 30 进行控制，包括：根据轮端需求扭矩和车速确定轮端需求功率；控制发动机 10 工作在经济线，以便根据发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩驱动发电机 30 进行发电并通过驱动电机 20 输出动力到轮端；在发电机 30 的发电功率大于轮端需求功率时，将多余功率通过发电机 30 给动力电池 40 充电；在发电机 30  
15 的发电功率小于轮端需求功率时，控制动力电池 40 给驱动电机 20 供电，发动机 10 和动力电池 40 共同响应轮端需求功率。

在本公开的一些实施例中，根据行车参数对发动机 10、驱动电机 20 和发电机 30 进行控制，包括：在混合动力车辆 1000 的车速大于等于预设车速阈值时，根据动力电池 40 的 SOC 和混合动力车辆 1000 的车速确定混合动力车辆 1000 进入并联模式的第一轮端  
20 扭矩阈值和退出并联模式的第二轮端扭矩阈值，并在轮端需求扭矩大于等于第一轮端扭矩阈值且小于等于第二轮端扭矩阈值时，控制混合动力车辆 1000 进入并联模式；如果轮端需求扭矩大于发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩，则控制发动机 10 工作在经济线，并控制动力电池 40 给驱动电机 20 供电，发动机 10 和动力电池 40 共同响应轮端需求扭矩；如果轮端需求扭矩小于发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩，则控制发动机  
25 10 工作在经济线，以响应轮端需求扭矩，并控制发动机 10 带动驱动电机 20 进行发电，以将发动机 10 输出的多余能量通过驱动电机 20 给动力电池 40 充电；如果轮端需求扭矩等于发动机 10 工作在经济线时的输出扭矩，则控制发动机 10 工作在经济线，以独自响应轮端需求扭矩。

在本公开的一些实施例中，根据行车参数对发动机 10、驱动电机 20 和发电机 30 进行控制，还包括：在轮端需求扭矩小于第一轮端扭矩阈值时，控制发动机 10 停止工作，  
30 并控制动力电池 40 给驱动电机 20 供电，通过动力电池 40 响应轮端需求扭矩。

在本公开的一些实施例中，根据行车参数对发动机 10、驱动电机 20 和发电机 30 进行控制，还包括：在轮端需求扭矩大于第二轮端扭矩阈值时，控制混合动力车辆 1000 进入串联模式；根据轮端需求扭矩和车速确定轮端需求功率；控制发动机 10 以预设功率工作在最佳经济点，以便根据发动机 10 工作在最佳经济点时的预设功率驱动发电机 30 进行发电并通过驱动电机 20 输出动力到轮端；在发电机 30 的发电功率大于轮端需求功率时，将多余功率通过发电机 30 给动力电池 40 充电；在发电机 30 的发电功率小于轮端需求功率时，控制发动机 10 的输出功率增加，且使发动机 10 工作在发动机 10 经济线上以响应轮端需求功率。

在本公开的一些实施例中，根据行车参数对发动机 10、驱动电机 20 和发电机 30 进行控制，还包括：在混合动力车辆 1000 的车速小于预设车速阈值时，根据动力电池 40 的 SOC 和车速确定混合动力车辆 1000 进入串联模式的第三轮端扭矩阈值，并在轮端需求扭矩大于等于第三轮端扭矩阈值时，控制混合动力车辆 1000 进入串联模式；根据轮端需求扭矩和车速确定轮端需求功率；控制发动机 10 以预设功率工作在最佳经济点，以便根据发动机 10 工作在最佳经济点时的预设功率驱动发电机 30 进行发电并通过驱动电机 20 输出动力到轮端；在发电机 30 的发电功率大于轮端需求功率时，将多余功率通过发电机 30 给动力电池 40 充电；在发电机 30 的发电功率小于轮端需求功率时，控制发动机 10 的输出功率增加，且使发动机 10 工作在发动机 10 经济线上以响应轮端需求功率。

在本公开的一些实施例中，根据行车参数对发动机 10、驱动电机 20 和发电机 30 进行控制，还包括：在发电机 30 的发电功率小于轮端需求功率时，确认当前动力电池 40 的 SOC 是否小于第二预设值，若是则控制发动机 10 的输出功率继续增加，以控制发动机 10 的输出功率响应轮端需求功率的同时，还通过发电机 30 给动力电池 40 充电。

在本公开的一些实施例中，根据行车参数对发动机 10、驱动电机 20 和发电机 30 进行控制，还包括：在轮端需求扭矩小于第三轮端扭矩阈值时，控制发动机 10 停止工作，并控制动力电池 40 给驱动电机 20 供电，通过动力电池 40 响应轮端需求扭矩。

在本公开的一些实施例中，在混合动力车辆 1000 以串联模式进行工作时，如果动力电池 40 的 SOC 处于第一预设区间，则控制发动机 10 工作在第一经济线；如果动力电池 40 的 SOC 处于第二预设区间，则控制发动机 10 工作在第二经济线，其中，第二预设区间的上限小于等于第一预设区间的下限，在相同转速下，发动机 10 工作在第二经济线的输出扭矩大于等于发动机 10 工作在第一经济线的输出扭矩。

在本公开的一些实施例中，在混合动力车辆 1000 以并联模式进行工作时，如果动力

电池 40 的 SOC 处于第三预设区间，则控制发动机 10 工作在第三经济线；如果动力电池 40 的 SOC 处于第四预设区间，则控制发动机 10 工作在第四经济线；如果动力电池 40 的 SOC 处于第五预设区间，则控制发动机 10 工作在第五经济线，其中，第五预设区间的上限小于等于第四预设区间的下限，第四预设区间的上限小于等于第三预设区间的下限，第三经济线为并联模式的最优经济线，第五经济线与发动机 10 的外特性线基本重合，第四经济线位于第五经济线和第三经济线之间。

在本公开的一些实施例中，混合动力车辆 1000 工作在 EV 模式时，如果动力电池 40 的 SOC 小于第三预设值，则根据动力电池 40 的 SOC、车速和轮端需求扭矩控制混合动力车辆 1000 工作在串联模式或者并联模式，且发动机 10 在经济区工作。

需要说明的是，关于本公开中的混合动力车辆 1000 的控制方法的描述，请参考本公开中关于的混合动力系统 100 的描述，具体这里不再赘述。

根据本公开实施例的混合动力车辆 1000 的控制方法，获取混合动力车辆 1000 的行车参数，根据行车参数对发动机 10、驱动电机 20 和发电机 30 进行控制，以通过对动力电池 40 进行充放电控制，使发动机 10 工作在经济区，并通过比较混合动力车辆 1000 处于串联模式、并联模式以及 EV 模式下的等效油耗，以选择等效油耗最低的工作模式作为混合动力车辆 1000 的当前工作模式，使得混合动力车辆 1000 根据行车参数在等效油耗最低的工作模式工作，能耗小，从而有效提高混合动力车辆 1000 的经济性，满足用户使用预期。

在一些实施例中，还提供一种计算机可读存储介质，其上存储有混合动力车辆 1000 的控制程序，该混合动力车辆 1000 的控制程序被处理器 2200 执行时实现前述的混合动力车辆 1000 的控制方法。

根据本公开实施例的计算机可读存储介质，通过前述的混合动力车辆 1000 的控制方法，能够使得混合动力车辆 1000 根据行车参数在等效油耗最低的工作模式工作，能耗小，从而有效提高混合动力车辆 1000 的经济性，满足用户使用预期。

图 13 为根据本公开一个实施例的整车控制器 2000 的结构示意图，参考图 13 所示，该整车控制器 2000 包括存储器 2100、处理器 2200 及存储在存储器 2100 上并可在处理器 2200 上运行的混合动力车辆 1000 的控制程序，处理器 2200 执行混合动力车辆 1000 的控制程序时，实现前述混合动力车辆 1000 的控制方法。

根据本公开实施例的整车控制器 2000，通过前述的混合动力车辆 1000 的控制方法，能够使得混合动力车辆 1000 根据行车参数在等效油耗最低的工作模式工作，能耗小，从而有效提高混合动力车辆 1000 的经济性，满足用户使用预期。

需要说明的是，在流程图中表示或在此以其他方式描述的逻辑或步骤、或者逻辑和步骤，例如，可以被认为是用于实现逻辑功能的可执行指令的定序列表，可以具体实现在任何计算机可读介质中，以供指令执行系统、装置或设备（如基于计算机的系统、包括处理器 2200 的系统或其他可以从指令执行系统、装置或设备取指令并执行指令的系统）使用，或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用。就本说明书而言，“计算机可读介质”可以是任何可以包含、存储、通信、传播或传输程序以供指令执行系统、装置或设备或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用的装置。计算机可读介质的更具体的示例（非穷尽性列表）包括以下：具有一个或多个布线的电连接部（电子装置），便携式计算机盘盒（磁装置），随机存取存储器 2100（RAM），只读存储器 2100（ROM），可擦除可编程只读存储器 2100（EPROM 或闪速存储器 2100），光纤装置，以及便携式光盘只读存储器 2100（CDROM）。另外，计算机可读介质甚至可以是可在其上打印所述程序的纸或其他合适的介质，因为可以例如通过对纸或其他介质进行光学扫描，接着进行编辑、解译或必要时以其他合适方式进行处理来以电子方式获得所述程序，然后将其存储在计算机存储器 2100 中。

应当理解，本公开的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。在上述实施方式中，多个步骤或方法可以用存储在存储器 2100 中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。例如，如果用硬件来实现，和在另一实施方式中一样，可用本领域公知的下列技术中的任一项或他们的组合来实现：具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离散逻辑电路，具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路，可编程门阵列（PGA），现场可编程门阵列（FPGA）等。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本公开的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本公开的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。

在本公开中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一

体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系，除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本公开中的具体含义。

- 5 尽管上面已经示出和描述了本公开的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本公开的限制，本领域的普通技术人员在本公开的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

## 权 利 要 求 书

1. 一种混合动力车辆的控制方法,其中,所述混合动力车辆包括发动机、驱动电机、发电机和动力电池,所述发动机用以选择性的输出动力至轮端,所述驱动电机用以输出动力至所述轮端,所述发电机与所述发动机相连,以在所述发动机的带动下进行发电,所述动力电池用以给所述驱动电机供电,以及根据所述发电机或者所述驱动电机输出的交流电进行充电,且所述动力电池的容量大于等于第一预设容量,所述控制方法包括:
- 获取混合动力车辆的行车参数;
- 根据所述行车参数对所述发动机、所述驱动电机和所述发电机进行控制,以通过对所述动力电池进行充放电控制,使所述发动机工作在经济区;
- 通过比较所述混合动力车辆处于串联模式、并联模式以及 EV 模式下的等效油耗,以选择等效油耗最低的工作模式作为所述混合动力车辆的当前工作模式。
2. 根据权利要求 1 所述的混合动力车辆的控制方法,其中,在所述发动机工作在经济区时,其中,
- 如果所述动力电池的 SOC 大于等于第一预设值,则控制所述发动机工作在最优经济线;或者,如果所述动力电池的 SOC 小于第一预设值时且所述发动机的输出功率大于等于轮端需求功率,则控制所述发动机工作在最优经济线;
- 所述第一预设值的大小与所述第一预设容量的大小呈反相关关系。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的混合动力车辆的控制方法,其中,所述混合动力车辆处于串联模式时,所述发动机通过所述发电机给所述动力电池充电;所述混合动力车辆处于并联模式时,所述发动机通过所述驱动电机给所述动力电池充电。
4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的混合动力车辆的控制方法,其中,所述行车参数包括轮端需求扭矩、所述动力电池的 SOC 和所述混合动力车辆的车速中的至少一个。
5. 根据权利要求 4 所述的混合动力车辆的控制方法,其中,当所述混合动力车辆处于并联模式时,根据所述行车参数对所述发动机、所述驱动电机和所述发电机进行控制,包括:
- 确定所述轮端需求扭矩;
- 在所述轮端需求扭矩小于所述发动机工作在经济线时的输出扭矩时,控制所述发动机工作在经济线,以响应所述轮端需求扭矩,并控制所述发动机带动所述驱动电机进行发电,以将所述发动机输出的多余能量通过所述驱动电机给所述动力电池充电;
- 在所述轮端需求扭矩大于所述发动机工作在经济线时的输出扭矩时,控制所述发动

机工作在经济线，并控制所述动力电池给所述驱动电机供电，所述动力电池和所述发动机共同响应所述轮端需求扭矩。

6. 根据权利要求4所述的混合动力车辆的控制方法，其中，当所述混合动力车辆处于串联模式时，根据所述行车参数对所述发动机、所述驱动电机和所述发电机进行控制，  
5 包括：

根据所述轮端需求扭矩和所述车速确定轮端需求功率；

控制所述发动机工作在经济线，以便根据所述发动机工作在经济线时的输出扭矩驱动发电机进行发电并通过驱动电机输出动力到所述轮端；

- 在所述发电机的发电功率大于轮端需求功率时，将多余功率通过所述发电机给所述  
10 动力电池充电；

在所述发电机的发电功率小于轮端需求功率时，控制所述动力电池给所述驱动电机供电，所述发动机和所述动力电池共同响应所述轮端需求功率。

7. 根据权利要求4所述的混合动力车辆的控制方法，其中，根据所述行车参数对所述发动机、所述驱动电机和所述发电机进行控制，包括：

- 15 在所述混合动力车辆的车速大于等于预设车速阈值时，根据所述动力电池的SOC和所述混合动力车辆的车速确定所述混合动力车辆进入并联模式的第一轮端扭矩阈值和退出并联模式的第二轮端扭矩阈值，并在所述轮端需求扭矩大于等于所述第一轮端扭矩阈值且小于等于所述第二轮端扭矩阈值时，控制所述混合动力车辆进入并联模式；

- 如果所述轮端需求扭矩大于所述发动机工作在经济线时的输出扭矩，则控制所述发  
20 动机工作在经济线，并控制所述动力电池给所述驱动电机供电，所述发动机和所述动力电池共同响应所述轮端需求扭矩；

如果所述轮端需求扭矩小于所述发动机工作在经济线时的输出扭矩，则控制所述发动机工作在经济线，以响应所述轮端需求扭矩，并控制所述发动机带动所述驱动电机进行发电，以将所述发动机输出的多余能量通过所述驱动电机给所述动力电池充电；

- 25 如果所述轮端需求扭矩等于所述发动机工作在经济线时的输出扭矩，则控制所述发动机工作在经济线，以独自响应所述轮端需求扭矩。

8. 根据权利要求7所述的混合动力车辆的控制方法，其中，所述第一轮端扭矩阈值和所述第二轮端扭矩阈值的大小与所述动力电池的SOC大小呈正相关关系。

9. 根据权利要求7所述的混合动力车辆的控制方法，其中，所述混合动力车辆以并  
30 联模式进行工作时，所述发动机介入工作的车速与所述动力电池的SOC大小呈反相关关系。

10. 根据权利要求 7 所述的混合动力车辆的控制方法, 其中, 根据所述行车参数对所述发动机、所述驱动电机和所述发电机进行控制, 还包括:

在所述轮端需求扭矩小于所述第一轮端扭矩阈值时, 控制所述发动机停止工作, 并控制所述动力电池给所述驱动电机供电, 通过所述动力电池响应所述轮端需求扭矩。

5 11. 根据权利要求 7 所述的混合动力车辆的控制方法, 其中, 根据所述行车参数对所述发动机、所述驱动电机和所述发电机进行控制, 还包括:

在所述轮端需求扭矩大于所述第二轮端扭矩阈值时, 控制所述混合动力车辆进入串联模式;

根据所述轮端需求扭矩和所述车速确定轮端需求功率;

10 控制所述发动机以预设功率工作在最佳经济点, 以便根据所述发动机工作在最佳经济点时的预设功率驱动发电机进行发电并通过驱动电机输出动力到所述轮端;

在所述发电机的发电功率大于轮端需求功率时, 将多余功率通过所述发电机给所述动力电池充电;

15 在所述发电机的发电功率小于轮端需求功率时, 控制发动机的输出功率增加, 且使所述发动机工作在发动机经济线上以响应轮端需求功率。

12. 根据权利要求 7 所述的混合动力车辆的控制方法, 其中, 根据所述行车参数对所述发动机、所述驱动电机和所述发电机进行控制, 还包括:

20 在所述混合动力车辆的车速小于预设车速阈值时, 根据所述动力电池的 SOC 和所述车速确定所述混合动力车辆进入串联模式的第三轮端扭矩阈值, 并在所述轮端需求扭矩大于等于所述第三轮端扭矩阈值时, 控制所述混合动力车辆进入串联模式;

根据所述轮端需求扭矩和所述车速确定轮端需求功率;

控制所述发动机以预设功率工作在最佳经济点, 以便根据所述发动机工作在最佳经济点时的预设功率驱动发电机进行发电并通过驱动电机输出动力到所述轮端;

25 在所述发电机的发电功率大于轮端需求功率时, 将多余功率通过所述发电机给所述动力电池充电;

在所述发电机的发电功率小于轮端需求功率时, 控制发动机的输出功率增加, 且使所述发动机工作在发动机经济线上以响应轮端需求功率。

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的混合动力车辆的控制方法, 其中, 根据所述行车参数对所述发动机、所述驱动电机和所述发电机进行控制, 还包括:

30 在所述发电机的发电功率小于所述轮端需求功率时, 确认当前动力电池的 SOC 是否小于第二预设值, 若是则控制所述发动机的输出功率继续增加, 以控制所述发动机的输

出功率响应轮端需求功率的同时，还通过所述发电机给所述动力电池充电。

14. 根据权利要求 12 所述的混合动力车辆的控制方法，其中，根据所述行车参数对所述发动机、所述驱动电机和所述发电机进行控制，还包括：

5 在所述轮端需求扭矩小于所述第三轮端扭矩阈值时，控制所述发动机停止工作，并控制所述动力电池给所述驱动电机供电，通过所述动力电池响应所述轮端需求扭矩。

15. 根据权利要求 12 或 14 所述的混合动力车辆的控制方法，其中，所述第三轮端扭矩阈值的大小与所述动力电池的 SOC 大小呈正相关关系。

16. 根据权利要求 4 所述的混合动力车辆的控制方法，其中，在所述混合动力车辆以串联模式进行工作时，

10 如果所述动力电池的 SOC 处于第一预设区间，则控制所述发动机工作在第一经济线；

如果所述动力电池的 SOC 处于第二预设区间，则控制所述发动机工作在第二经济线，其中，所述第二预设区间的上限小于等于所述第一预设区间的下限，所述第一经济线为串联模式的最优经济线，在相同转速下，所述发动机工作在所述第二经济线的输出扭矩大于等于所述发动机工作在所述第一经济线的输出扭矩。

15 17. 根据权利要求 4 所述的混合动力车辆的控制方法，其中，在所述混合动力车辆以并联模式进行工作时，

如果所述动力电池的 SOC 处于第三预设区间，则控制所述发动机工作在第三经济线；

如果所述动力电池的 SOC 处于第四预设区间，则控制所述发动机工作在第四经济线；

20 如果所述动力电池的 SOC 处于第五预设区间，则控制所述发动机工作在第五经济线，其中，所述第五预设区间的上限小于等于所述第四预设区间的下限，所述第四预设区间的上限小于等于所述第三预设区间的下限，所述第三经济线为并联模式的最优经济线，所述第五经济线与所述发动机的外特性线基本重合，所述第四经济线位于所述第五经济线和第三经济线之间。

25 18. 根据权利要求 4 所述的混合动力车辆的控制方法，其中，所述混合动力车辆工作在 EV 模式时，

如果所述动力电池的 SOC 小于第三预设值，则根据所述动力电池的 SOC、所述车速和所述轮端需求扭矩控制所述混合动力车辆工作在串联模式或者并联模式，且所述发动机在经济区工作。

30 19. 一种计算机可读存储介质，其中，其上存储有混合动力车辆的控制程序，该混合动力车辆的控制程序被处理器执行时实现如权利要求 1-18 中任一项所述的混合动力车辆的控制方法。

20. 一种整车控制器，其中，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的混合动力车辆的控制程序，所述处理器执行所述混合动力车辆的控制程序时，实现如权利要求 1-18 中任一项所述的混合动力车辆的控制方法。