

1. 混合动力系统-II

1.1 描述

1). 概述

在“混合动力协同驱动”理念的指导下，混合动力系统使用丰田混合动力系统-II (THS-II)。该系统对3AZ-FXE发动机和P311混合动力传动桥（混合动力车辆传动桥总成）内的高转速、大功率马达发电机（MG1和MG2）执行最佳协同控制。P311混合动力传动桥（混合动力车辆传动桥总成）提供了良好的传动性能。此外，其采用了由大功率 HV 蓄电池（公称电压为直流244.8V）和可将系统工作电压升至最高电压（直流650V）的增压转换器组成的变压系统。

2). 行驶性能

丰田混合动力系统-II (THS-II) 采用了由可将工作电压升至最高电压（直流650V）的增压转换器组成的变压系统。可在高压下驱动马达发电机1 (MG1) 和马达发电机2 (MG2)，并以较小电流将与供电相关的电气损失降至最低。因此，可以使MG1和MG2高转速、大功率工作。通过高转速、大功率MG2和高效 3AZ-FXE 发动机的协同作用，达到高水平的驱动力。

3). 燃油经济性

- A). 该系统通过优化MG2的内部结构，获得高水平的再生能力，从而实现高水平的燃油经济性。
- B). 丰田混合动力系统-II (THS-II) 在车辆怠速运转时停止发动机，并在发动机工作效率不良的情况下尽量停止发动机，让车辆仅使用MG2来操作。在发动机工作效率良好的情况下，发动机在发电的同时，使用MG1驱动车辆。因此，该系统以高效的方式影响驱动能量的输入-输出控制，以实现高水平的燃油经济性。

1.2 混合动力系统-II的特征

1). 概述

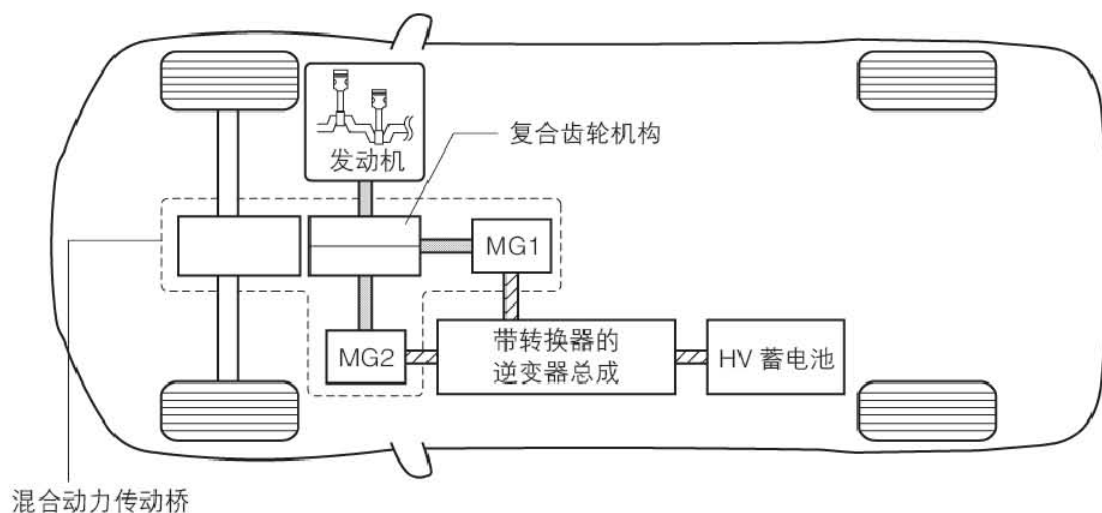
丰田混合动力系统-II (THS-II) 具有以下典型特征：

- A). 采用了由可将系统工作电压升至最高电压（直流650V）的增压转换器和可将直流电转换为交流电的逆变器组成的变压系统，为MG1和MG2提供系统电压。
- B). 马达减速行星齿轮机构的目的是降低马达转速，用来使高转速、大功率的MG2最适合混合动力传动桥内的动力分配行星齿轮机构。

THS-II主要由以下零部件组成:

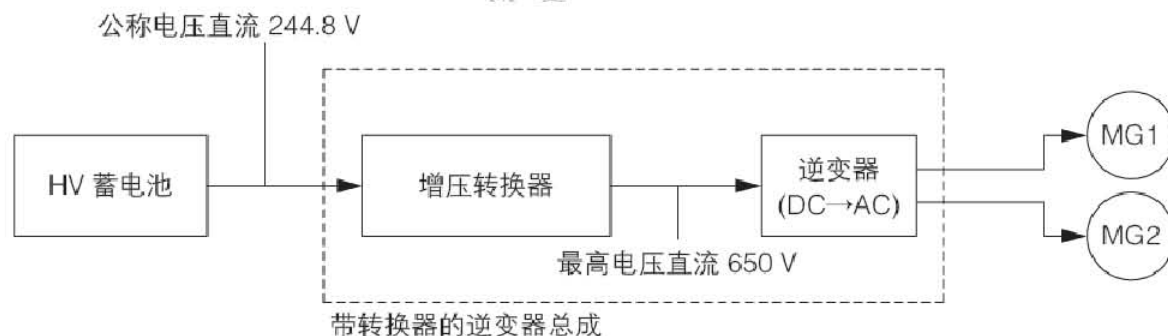
▨ : 电力路径

■ : 机械动力路径



2). 变压系统

在丰田混合动力系统-II (THS-II) 中, 带转换器的逆变器总成内使用增压转换器。增压转换器将系统工作电压升至最高电压 (直流650V) 且逆变器将直流电转换为交流电, 以在高压下驱动MG1和MG2, 并以较小电流将与供电相关的电气损失降至最低。因此, 可以使MG1和MG2高转速、大功率工作。



3). 无离合器系统

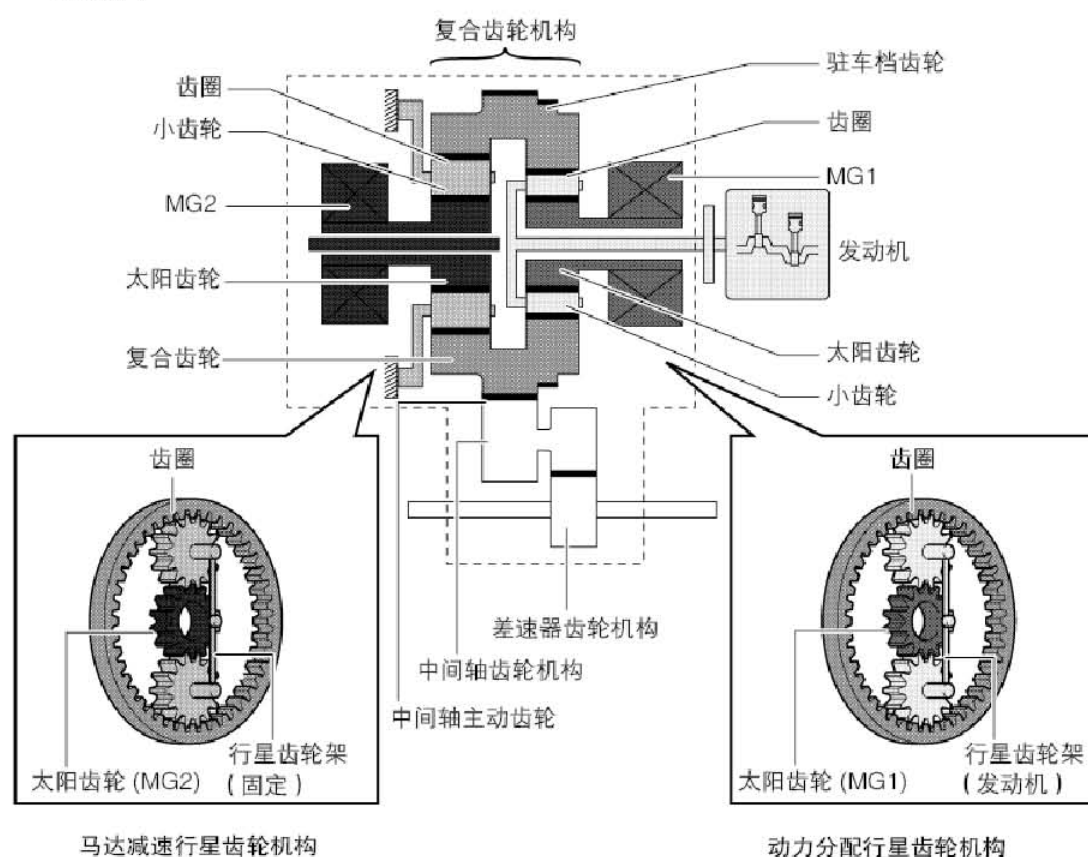
无离合器系统通过齿轮将前轮和MG2机械相连。换挡杆位置传感器输出N位置信号, 将逆变器 (控制MG1和MG2) 内所有功率晶体管关闭, 以在空档位置切断原动力。从而MG1和MG2操作切断, 车轮处的原动力变为零。

4). P311混合动力传动桥 (混合动力车辆传动桥总成)

A). 根据车辆驾驶条件, 丰田混合动力系统-II (THS-II) 通过优化方式结合发动机和MG2的原动力来驱动车辆。在该系统中, 发动机动力是基础。P311混合动力传动桥 (混合动力车辆传动桥总成) 内的动力分配行星齿轮机构将发动机动力分成二路: 一路用来驱动车轮, 另一路用来驱动MG1, 因此, MG1可作为发电机使用。

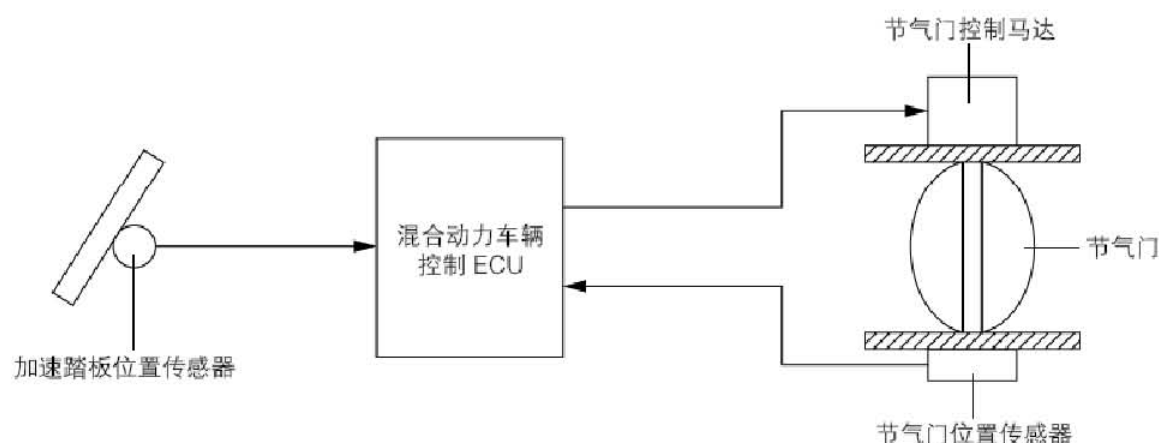
- B). P311混合动力传动桥（混合动力车辆传动桥总成）主要由MG1、MG2、复合齿轮机构（由马达减速行星齿轮机构和动力分配行星齿轮机构组成）、中间轴齿轮机构以及差速器齿轮机构组成。
- C). 发动机、MG1和MG2由复合齿轮机构机械地连接在一起。
- D). 复合齿轮机构由马达减速行星齿轮机构和动力分配行星齿轮机构组成。马达减速行星齿轮机构降低MG2的转速，动力分配行星齿轮机构将发动机的原动力分成二路：一路用来驱动车轮，另一路用来驱动MG1，因此，MG1可作为发电机使用。
- E). 在马达减速行星齿轮机构中，太阳齿轮与MG2的输出轴耦合在一起，且行星齿轮架固定。此外，复合齿轮机构使用由2个行星齿圈、1个中间轴主动齿轮和1个驻车档齿轮集成在一起的复合齿轮。

系统图



5). 无连杆节气门控制

采用智能电子节气门控制系统(ETCS-i)。该系统为无连杆系统，不使用加速踏板拉索。而是使用加速踏板位置传感器和节气门位置传感器来检测加速踏板位置和节气门位置。混合动力车辆控制ECU根据加速踏板位置传感器提供的信号、车辆驾驶条件和蓄电池的充电状态(SOC)计算目标发动机转速和所需发动机原动力。根据这些计算结果，混合动力车辆控制ECU优化控制节气门。



6). 再生制动功能

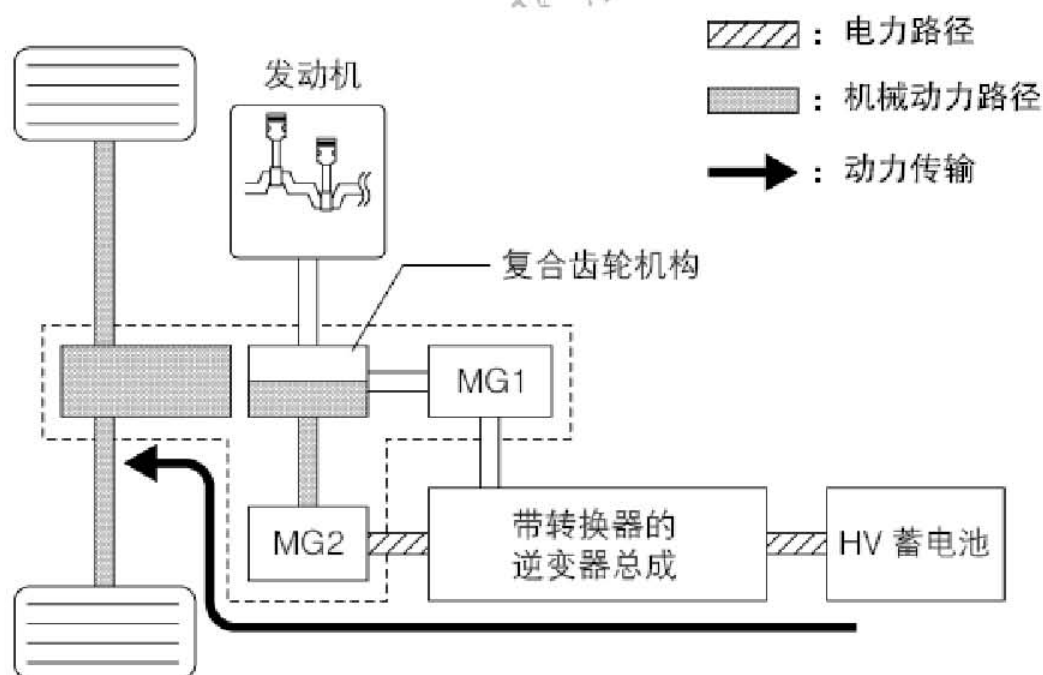
车辆减速或制动时，再生制动功能使MG2作为发电机运行，将电能存储到HV蓄电池内。

7). 基本操作

概述:根据驾驶条件，丰田混合动力系统-II (THS-II) 结合发动机、MG1和MG2产生原动力。不同类型结合的典型例子说明如下。

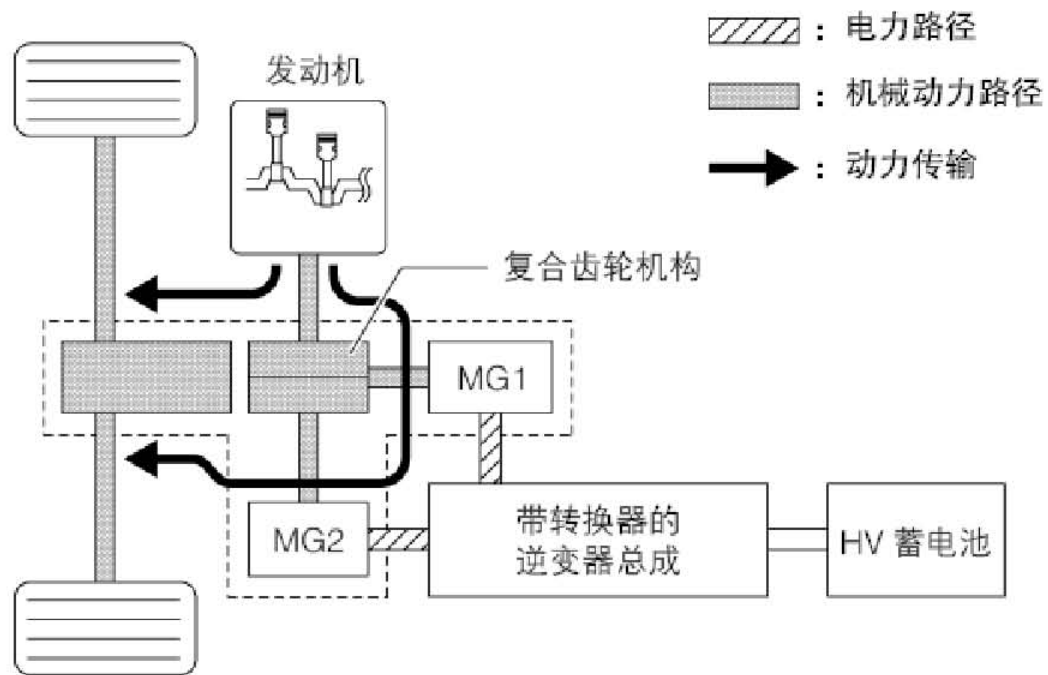
起动（用MG2驱动）

从HV蓄电池至MG2的电力提供驱动前轮的动力。



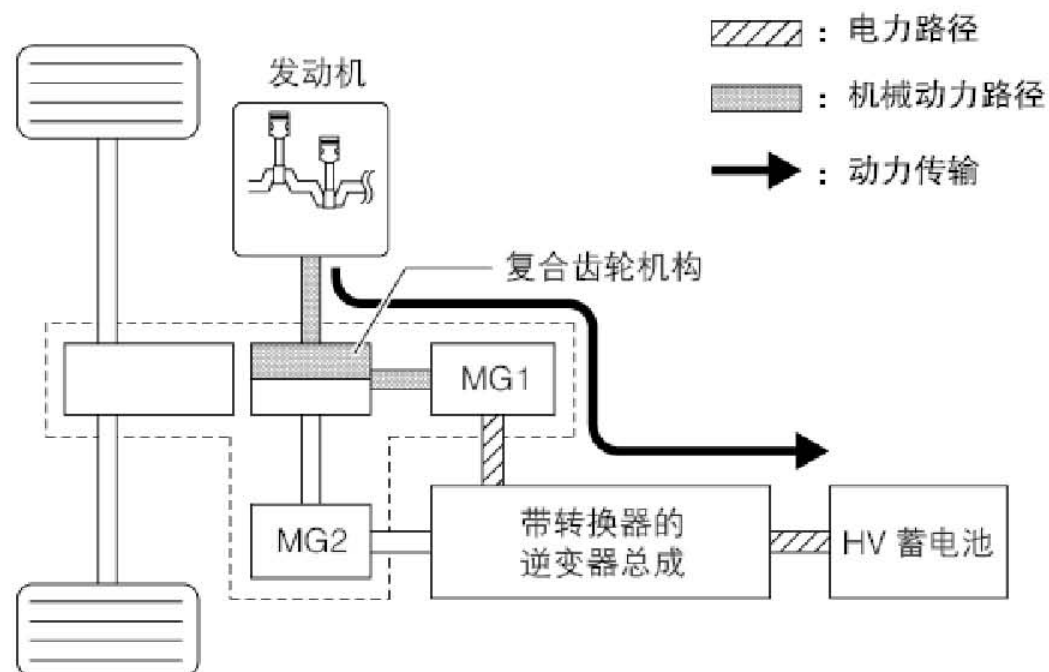
用发动机加速期间

发动机通过行星齿轮驱动前轮时，还通过行星齿轮驱动MG1，以产生电力并向MG2供电。



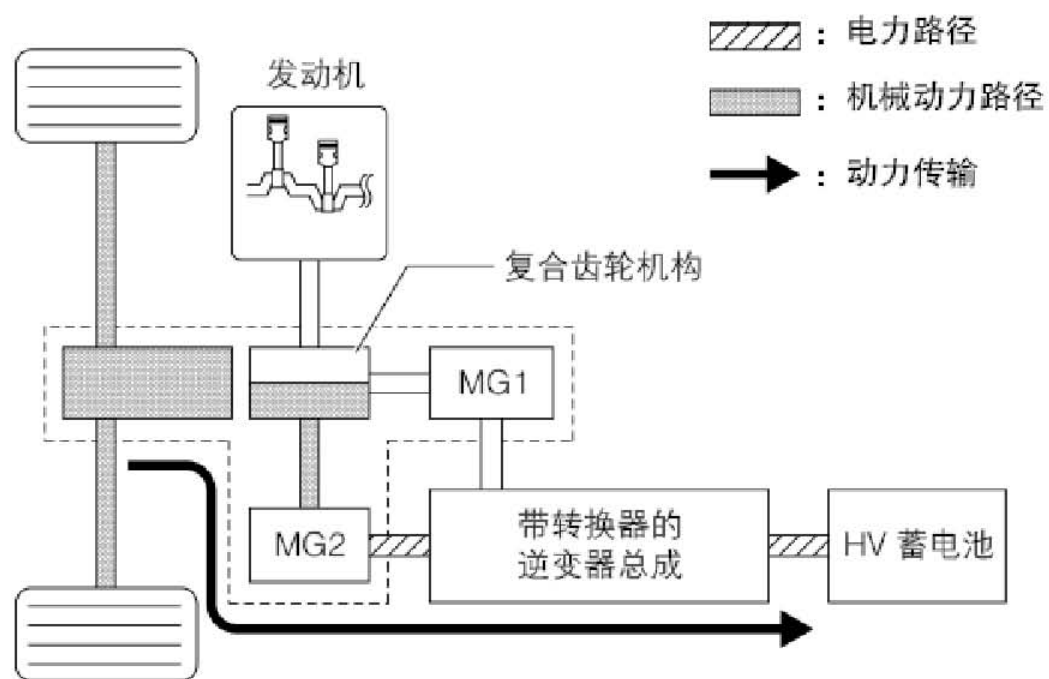
对HV蓄电池充电

发动机通过行星齿轮驱动MG1旋转，以对HV蓄电池充电。

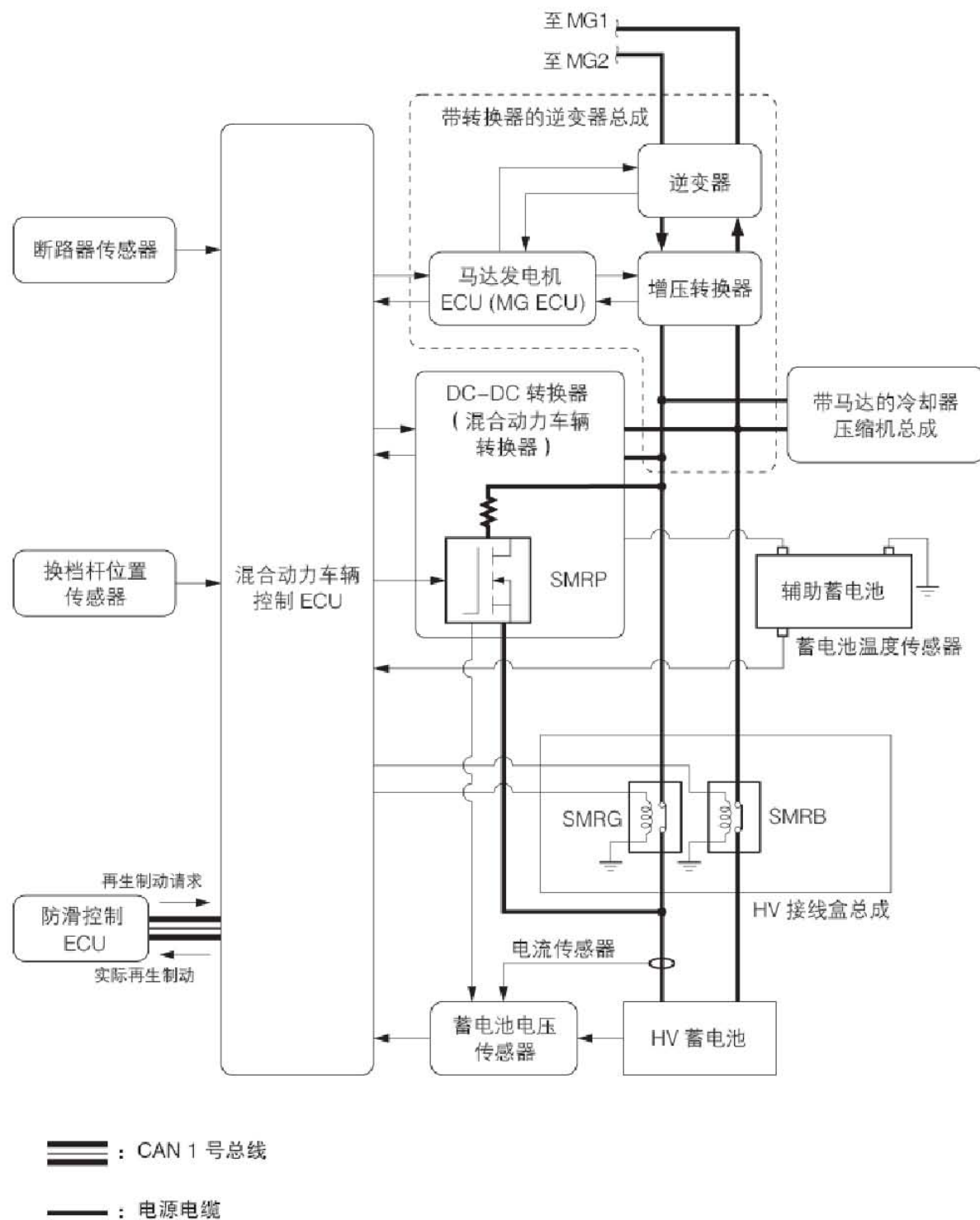


减速驾驶期间

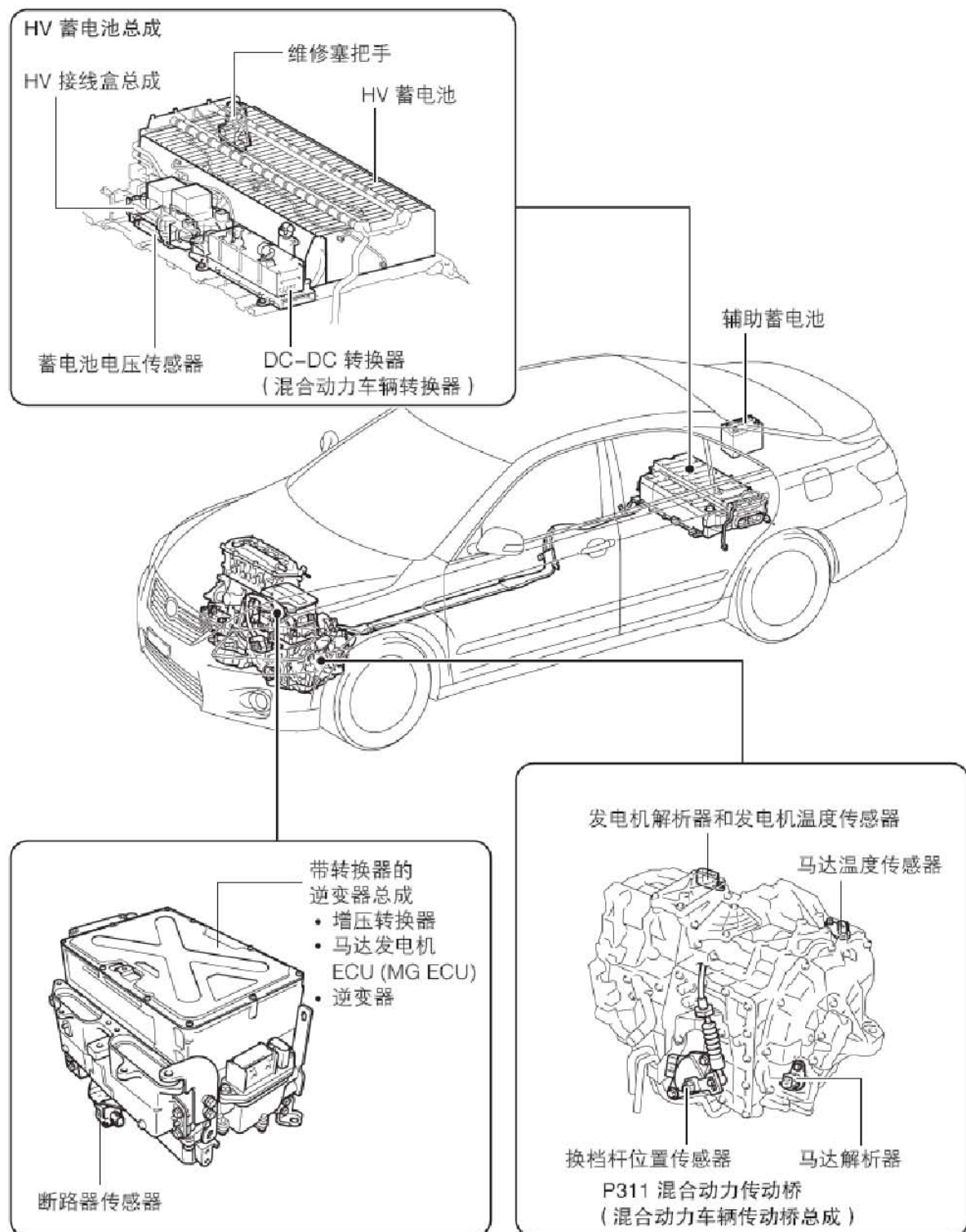
车辆减速时，前轮的动能被回收并转换为电能，通过MG2对HV蓄电池再充电。

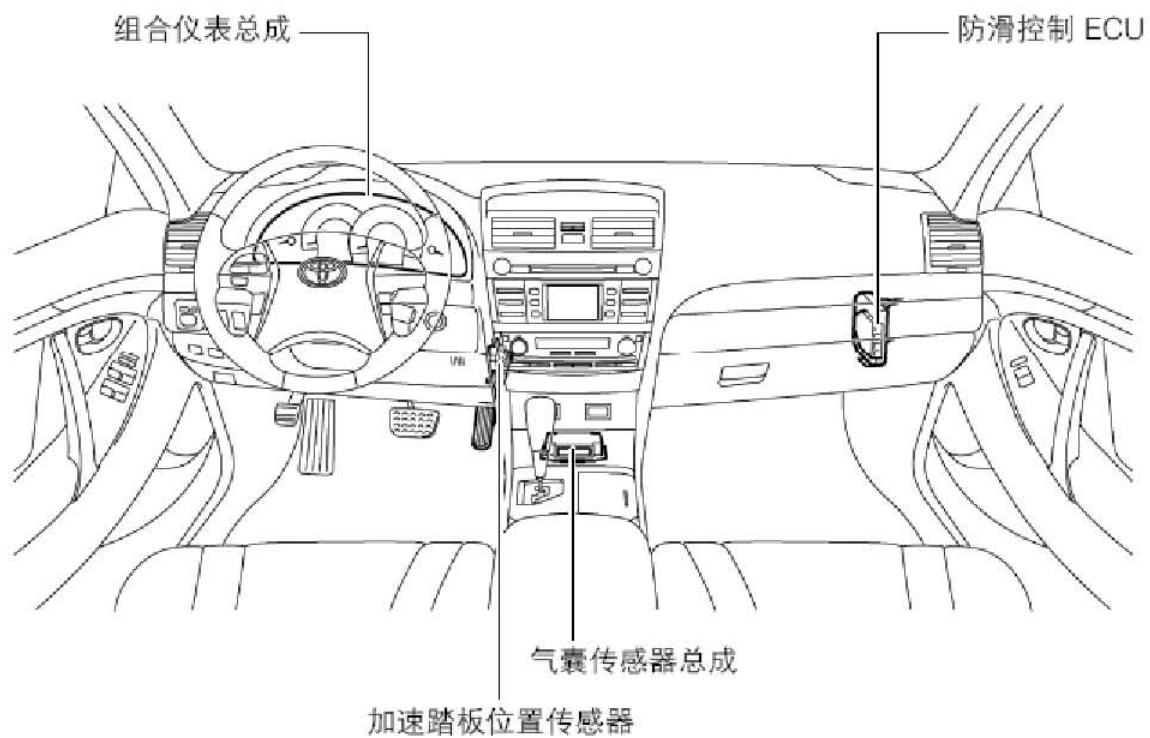


1.2.1 系统图



1.2.2主要零部件的布局





1.2.3主要零部件的功能

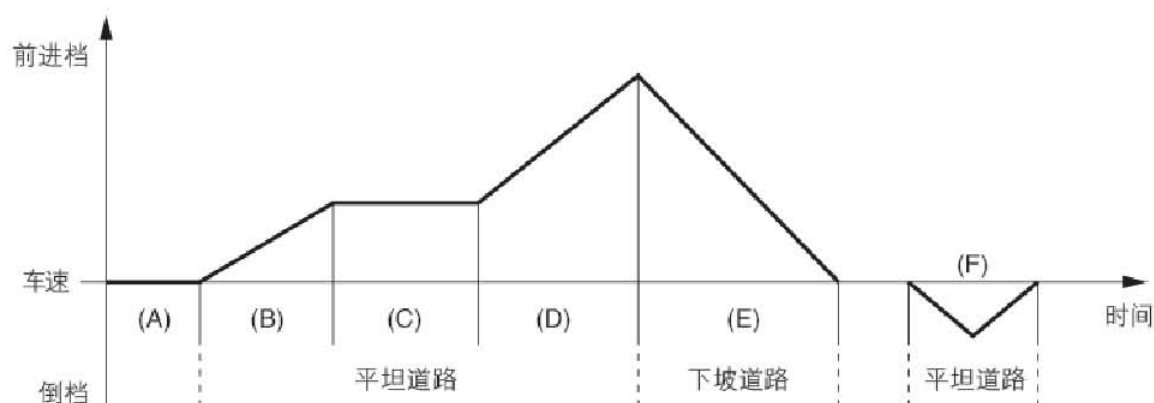
项目		概要
P311 混合动力传动桥 (混合动力车辆传动桥总成)	MG1	- 由发动机驱动并产生高压电, 以运行 MG2 和 / 或对 HV 蓄电池充电。而且, 它还可作为起动机来起动发动机。 - MG1 运行从而使动力分配行星齿轮机构的传动比与车辆驾驶条件最优匹配。
	MG2	- 由来自 MG1 和 / 或 HV 蓄电池的电力驱动, 产生前轮原动力。 - 制动过程中, 或未踩下加速踏板时, 它将产生电力对 HV 蓄电池再充电 (再生制动)。
	复合齿轮机构	动力分配行星齿轮
		马达减速行星齿轮
	解析器	
	温度传感器	
HV 蓄电池总成	HV 蓄电池	
	DC-DC 转换器 (混合动力车辆转换器)	
	蓄电池电压传感器	
	维修塞把手	
带转换器的逆变器总成		该设备将高压直流电 (来自 HV 蓄电池) 转换为交流电 (用于 MG1 和 MG2), 反之亦然 (将交流电转换为直流电)。
		增压转换器
		马达发电机 ECU (MG ECU)

项目	概要
混合动力车辆控制ECU	执行丰田混合动力系统-II (THS-II) 的综合控制。这包括发动机、电子控制无级变速器和HV蓄电池。 - 接收来自各传感器及ECU（蓄电池电压传感器、防滑控制ECU和动力转向ECU）的信息，并基于该信息，计算出所需扭矩及输出功率。混合动力车辆控制ECU将计算结果发送到带转换器的逆变器总成和防滑控制ECU。 - 根据目标发动机转速和所需发动机原动力控制智能电子节气门控制系统（ETC-Si）。 - 监视HV蓄电池的充电状态(SOC)。 - 控制HV蓄电池的冷却风扇和DC-DC转换器的冷却风扇。 - 控制DC-DC转换器。
防滑控制 ECU	- 制动过程中，计算控制所需的再生制动力并将其传输至混合动力车辆控制ECU。 - TRC或VSC工作过程中，计算控制所需的原动力并将其传输至混合动力车辆控制ECU。
加速踏板位置传感器	将加速踏板位置转换为电信号，并将其输出到混合动力车辆控制ECU。
换档杆位置传感器	将换档杆位置转换为电信号，并将其输出到混合动力车辆控制ECU。
系统主继电器（SMR）	通过使用来自混合动力车辆控制ECU的信号，连接和断开HV蓄电池与带转换器的逆变器总成之间的高压电源电路。
互锁开关（用于逆变器盖和维修塞把手）	确认逆变器盖和维修塞把手都已经安装。
断路器传感器	碰撞时检测施加到车辆上的冲击，并向混合动力车辆控制ECU传输信号。一旦接收到该信号，混合动力车辆控制ECU操作系统主继电器（SMR）以切断电源。
辅助蓄电池	通过DC-DC转换器（混合动力车辆转换器）由HV蓄电池充电。向音响系统、空调系统（除电动逆变器压缩机外）和ECU供电。

1.3系统工作情况

1). 概述

- A). 混合动力系统使用发动机和MG2提供的原动力，并主要将MG1作为发电机使用。该系统根据不同的驾驶条件优化组合这些动力。
- B). 混合动力车辆控制ECU持续监视HV蓄电池充电状态(SOC)、HV蓄电池温度、冷却液温度和电气负载状态。如果READY指示灯点亮且换档杆置于P、R、D或B位置时任一监视项目无法满足要求，或者在车辆倒档行驶时，混合动力车辆控制ECU要求起动发动机以驱动MG1，对HV蓄电池充电。
- C). 根据下表列出的驾驶条件，混合动力系统优化组合发动机、MG1和MG2操作以驱动车辆。

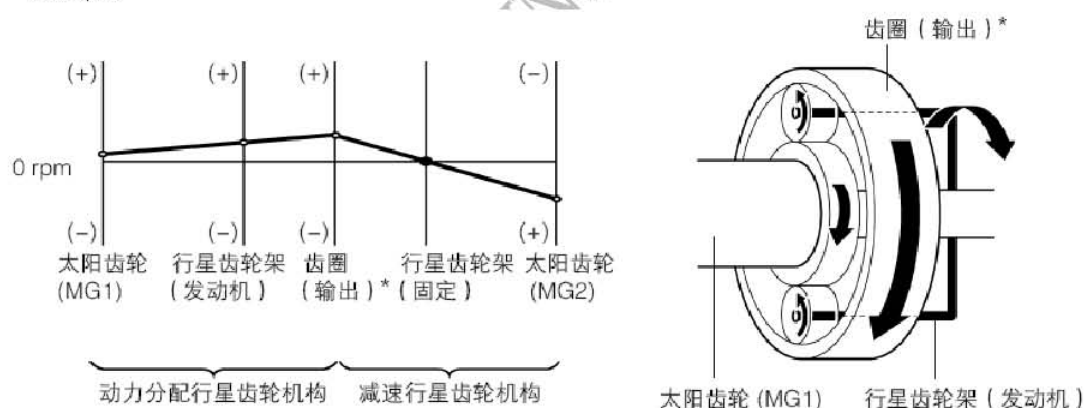


(a): READYON状态 (b): 起步 (c): 定速巡航 (d): 节气门全开加速期间
(e): 减速期间 (f): 倒档行驶

2). 如何阅读列线图

- 下面的列线图对行星齿轮的旋转方向、转速和扭矩平衡作出了直观表示。
- 在列线图中，直线用于表示行星齿轮中的3个齿轮的旋转方向、转速之间的关系。转速由距0 rpm 点的距离表示。由于行星齿轮的结构，3个齿轮的转速之间的关系总是表示为一条直线。
- 以下所示的各车辆驾驶条件下的传动机构的工作情况图和列线图仅为示例。所示的示例为‘快照’，正常的系统工作是条件和适应这些条件的系统反应不断变化的融合。

列线图



*: MG2通过马达减速行星齿轮机构作用于齿圈。

- 对于混合动力系统，马达发电机根据不同情况具有不同的作用。理解旋转方向和扭矩之间的关系有助于理解马达发电机的作用。
- 下表表明了正扭矩或负扭矩和正向旋转或反向旋转进行不同组合时驱动和发电的关系。

旋转方向	扭矩状态	零部件作用
正向 (+) 旋转	正扭矩	驱动
	负扭矩	发电
反向 (-) 旋转	正扭矩	发电
	负扭矩	驱动

- 对于混合动力系统，马达发电机根据不同情况具有不同的作用。理解旋转方向和扭矩之间的关系有助于理解马达发电机的作用。

G). 下表表明了正扭矩或负扭矩和正向旋转或反向旋转进行不同组合时驱动和发电的关系。

项目	正扭矩	负扭矩
正向 (+) 旋转	驱动	发电
反向 (-) 旋转	发电	驱动

H). 例如, 如果马达发电机沿正向(+)旋转, 并施加负扭矩, 则其将发电(产生电能)。

I). 另外, 如果马达发电机沿反向(-)旋转, 并施加负扭矩, 则其将被作为驱动源(消耗电能)。

3). 条件A: READY ON状态

概述

A). 即使驾驶员将电源开关置于ON(READY)位置, 发动机有时也不会起动。

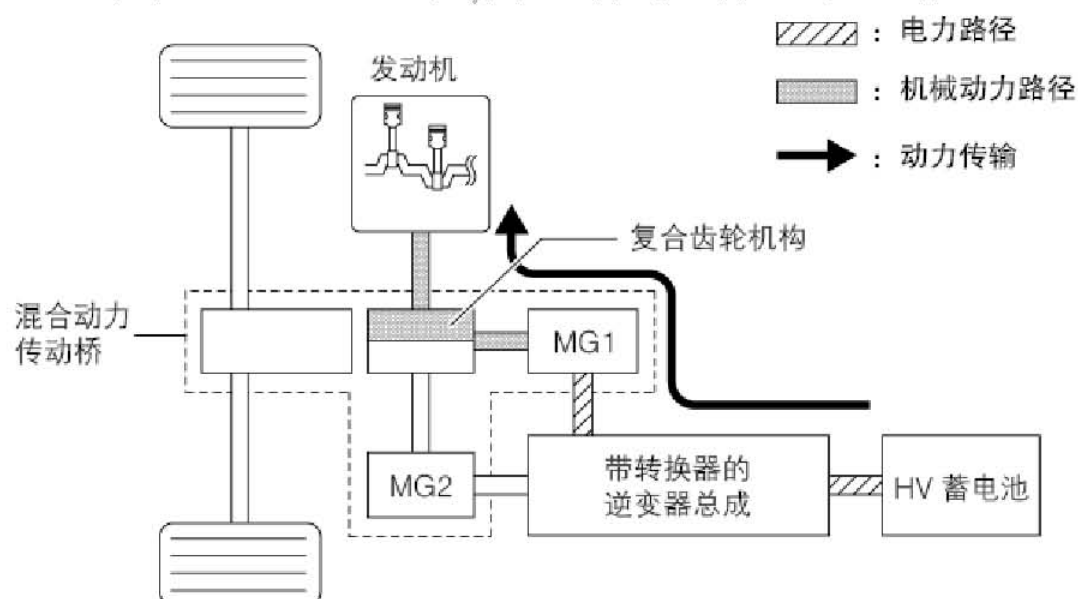
如果发生此情况, 则发动机、MG1和MG2保持停止。仅在需要起动发动机的状态下(如发动机冷却液温度、SOC、蓄电池温度和电气负载等), 发动机才起动。

B). 行驶后, 如果驾驶员停止车辆并将换档杆移至P位置, 则混合动力车辆控制ECU将继续运行发动机。发动机将继续运行, 直到SOC、发动机冷却液温度、蓄电池温度和/或电气负载状态达到规定值。

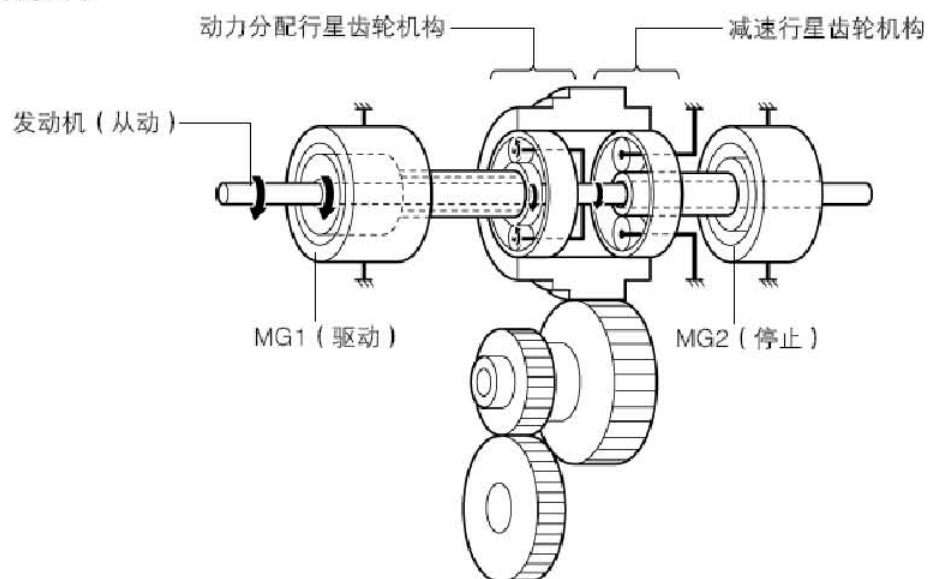
发动机起动

A). 如果READY指示灯点亮且换档杆置于P位置时, 由混合动力车辆控制ECU监视的任一项目指示需要起动发动机, 则混合动力车辆控制ECU将激活MG1以起动发动机。

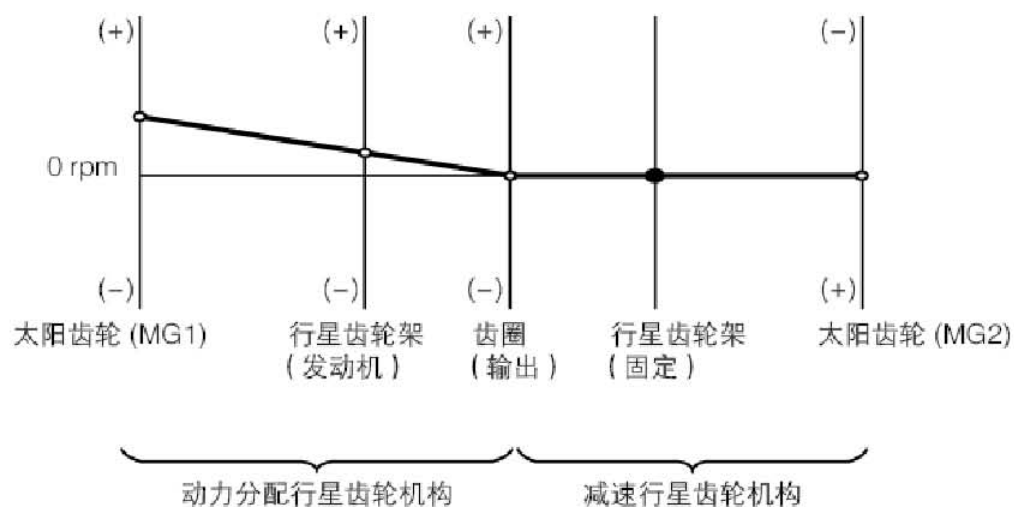
B). 发动机起动时, 为防止MG1太阳齿轮的反作用力旋转齿圈和驱动驱动轮, 将施加电流至MG2以防止其旋转。该功能被称为“反作用控制”。



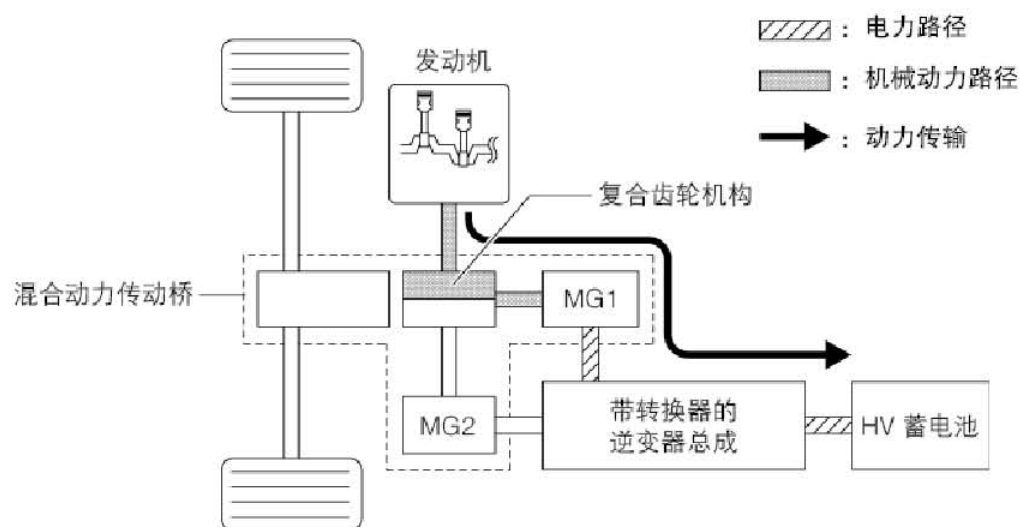
传动机构



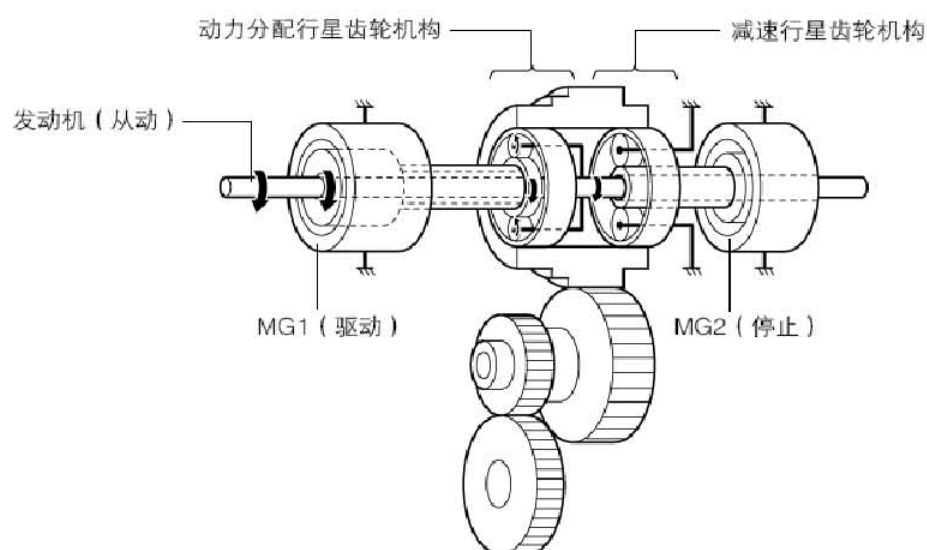
列线图



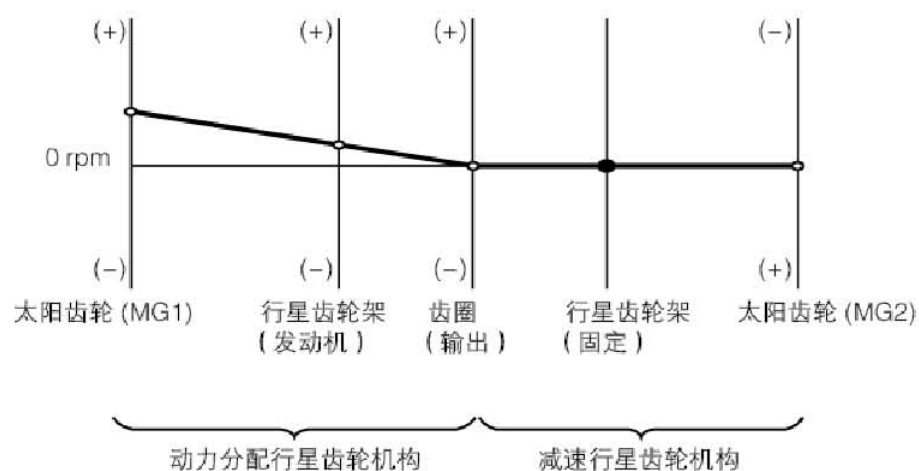
C). 在下一状态下, 运转的发动机使MG1作为发电机运行, 并开始对HV蓄电池充电。



传动机构

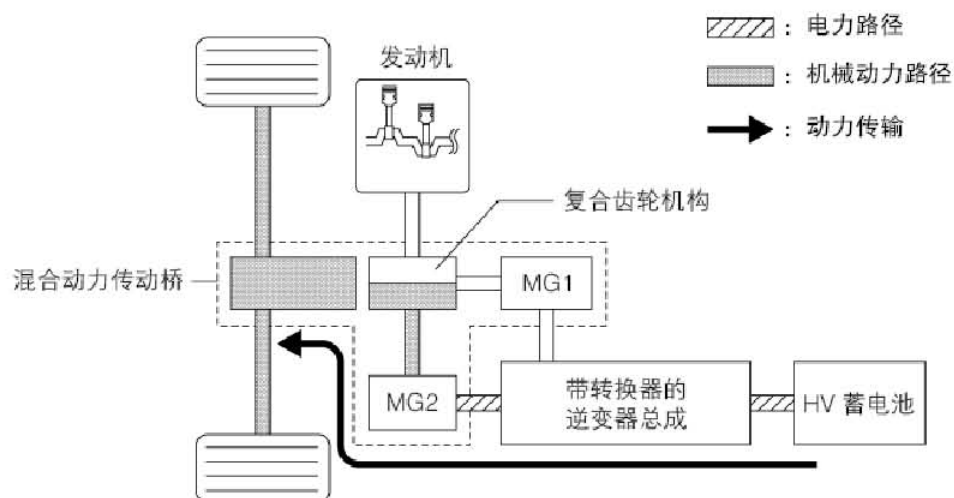


列线图



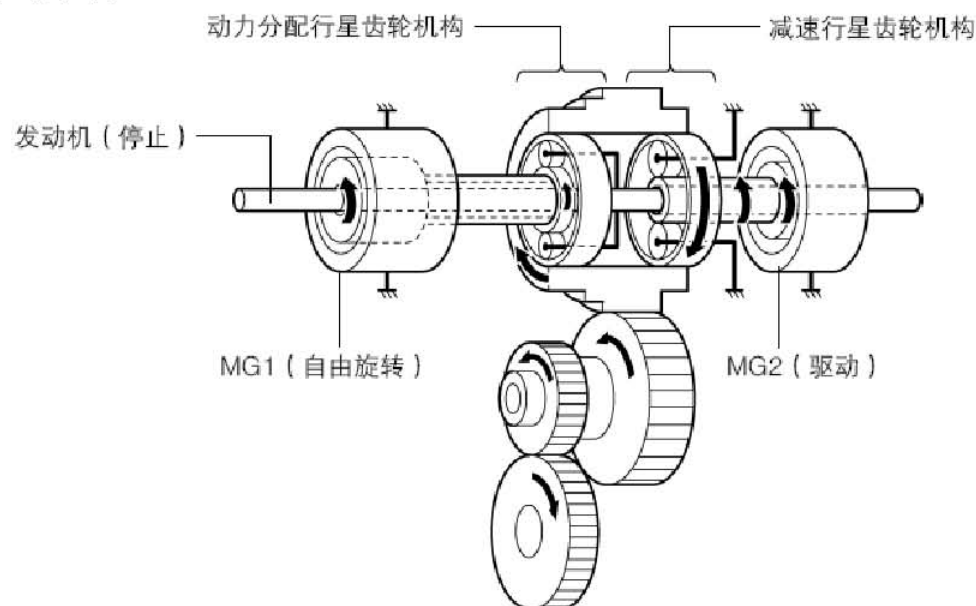
4). 条件B: 起步

A). 车辆起步时, 由MG2为车辆提供动力。仅以MG2行驶时, 如果所需驱动扭矩增加, 则激活MG1以起动发动机。

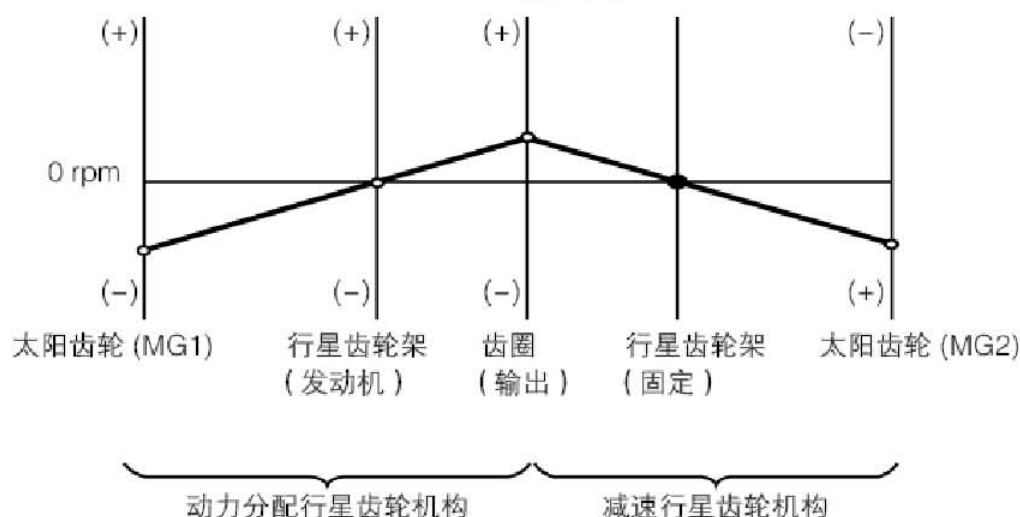


B). 车辆在正常情况下起步时使用MG2的原动力行驶。在此情况下行驶时，由于发动机停止，行星齿轮架（发动机）的转速为0 rpm。此外，由于MG1未产生任何扭矩，因此没有扭矩作用于太阳齿轮（MG1）。然而，太阳齿轮沿(-)方向自由旋转以平衡旋转的齿圈。

传动机构

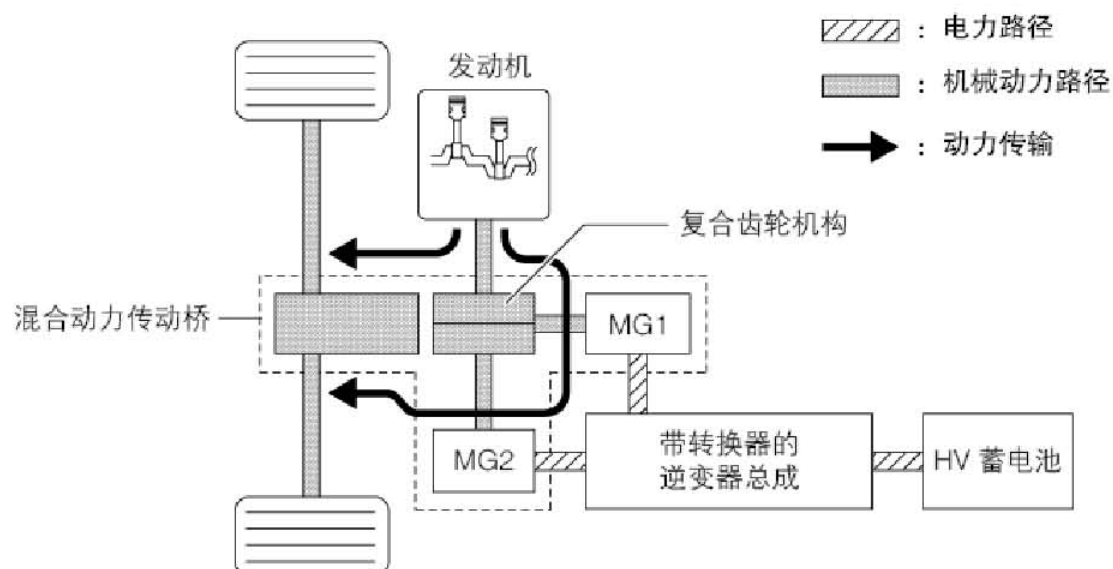


列线图



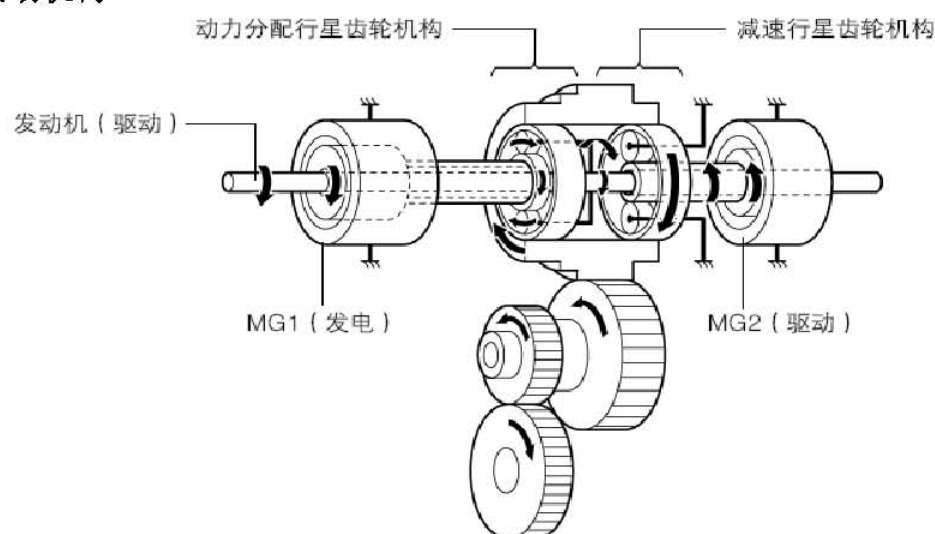
5). 件C: 定速巡航

A). 车辆在低负载和定速巡航状态下行驶时，动力分配行星齿轮机构传输发动机原动力。一部分原动力将直接输出，其余部分将用于通过MG1发电。通过使用逆变器的电力路径，将该电力传输至MG2，并作为MG2的原动力输出。如果HV蓄电池的SOC水平低，则发动机驱动MG1对其充电。

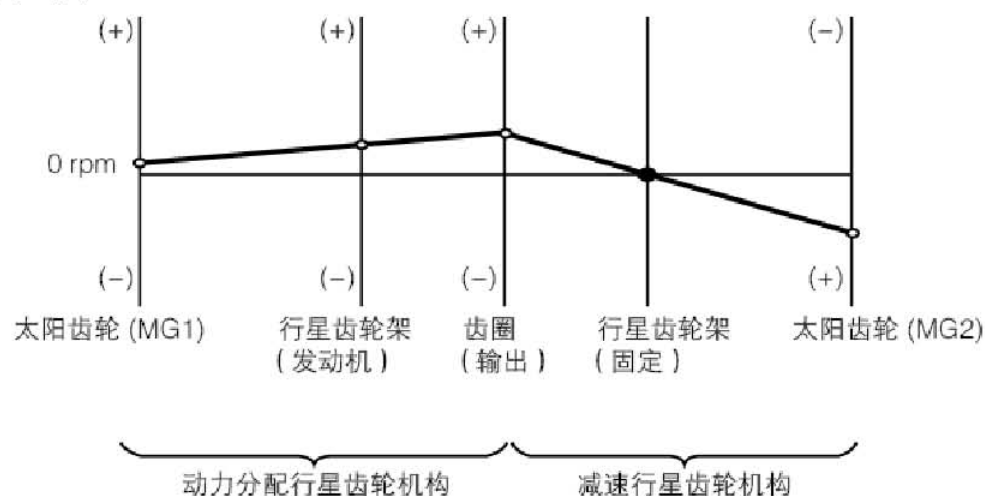


B). 来自发动机的扭矩沿(+)方向作用在行星齿轮架(发动机)上, 使太阳齿轮(MG1)以负扭矩作出反应。MG1通过利用作用于太阳齿轮(MG1)上的负扭矩来发电。

传动机构

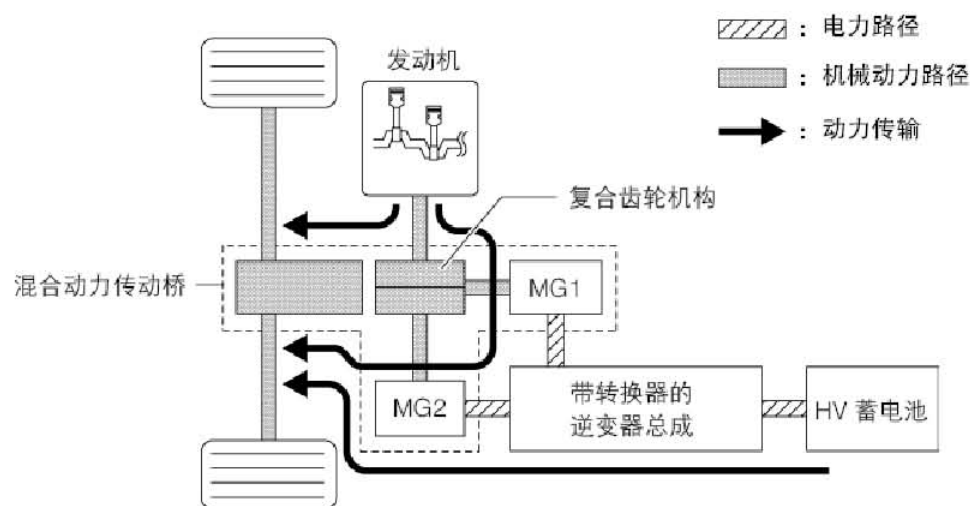


列线图



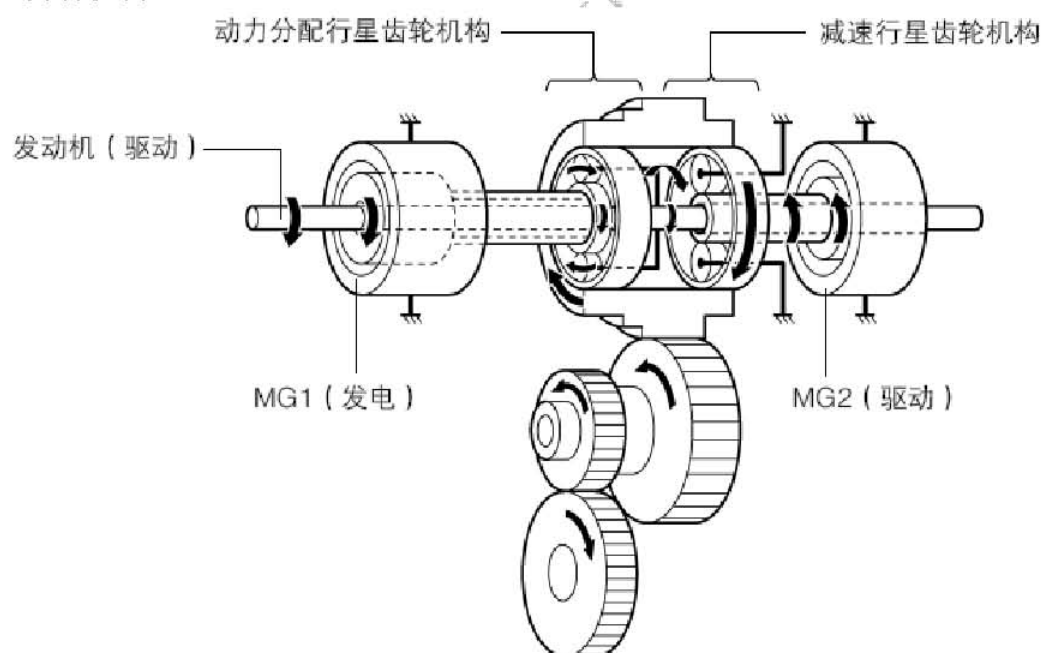
6). 条件D: 节气门全开加速期间

A). 车辆行驶状态从低负载巡航变为节气门全开加速时, 系统用来自HV蓄电池的电力为MG2补充原动力。

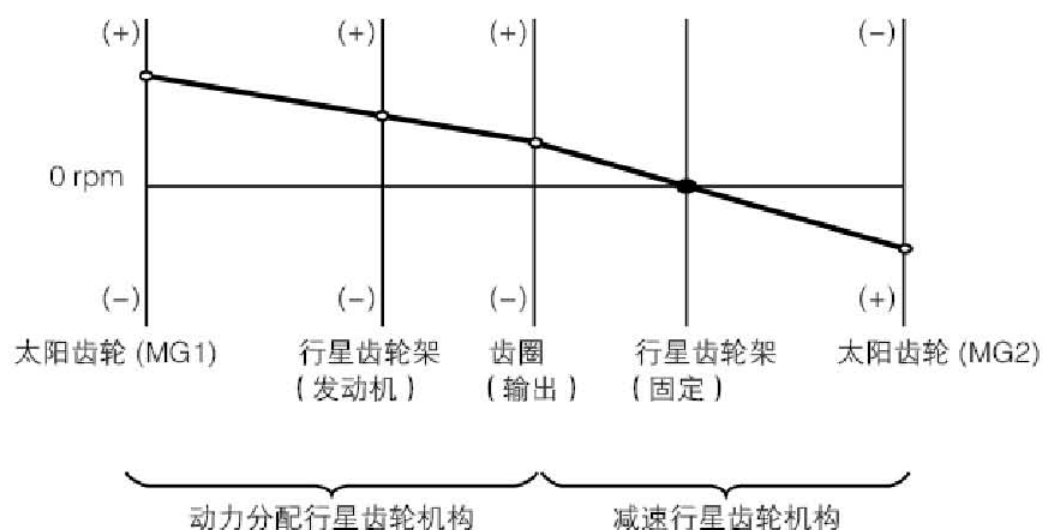


B). 为提高发动机转速而需要更多发动机动力时, 相关齿轮的转速改变如下。来自发动机的扭矩沿(+)方向作用在行星齿轮架(发动机)上, 使太阳齿轮(MG1)以负扭矩作出反应。MG1通过利用作用于太阳齿轮(MG1)上的负扭矩来发电。

传动机构

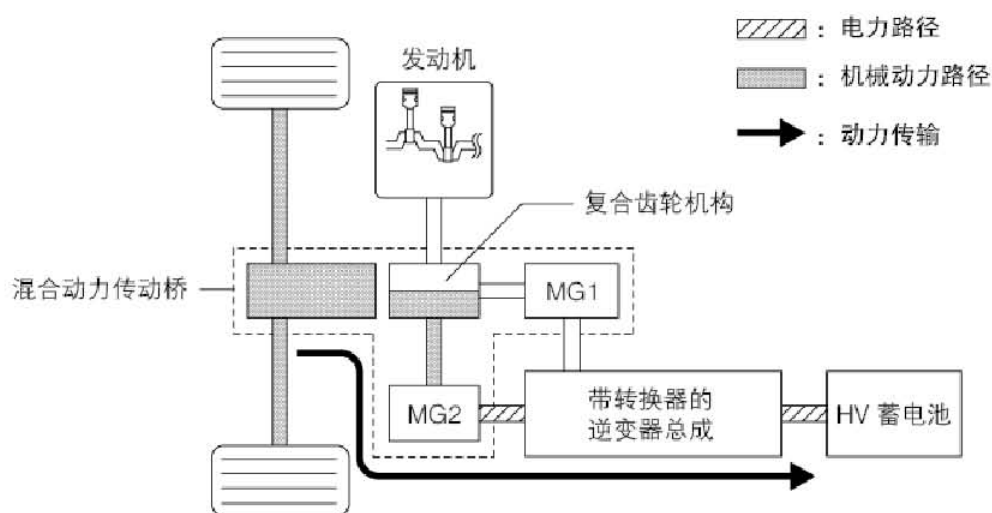


列线图



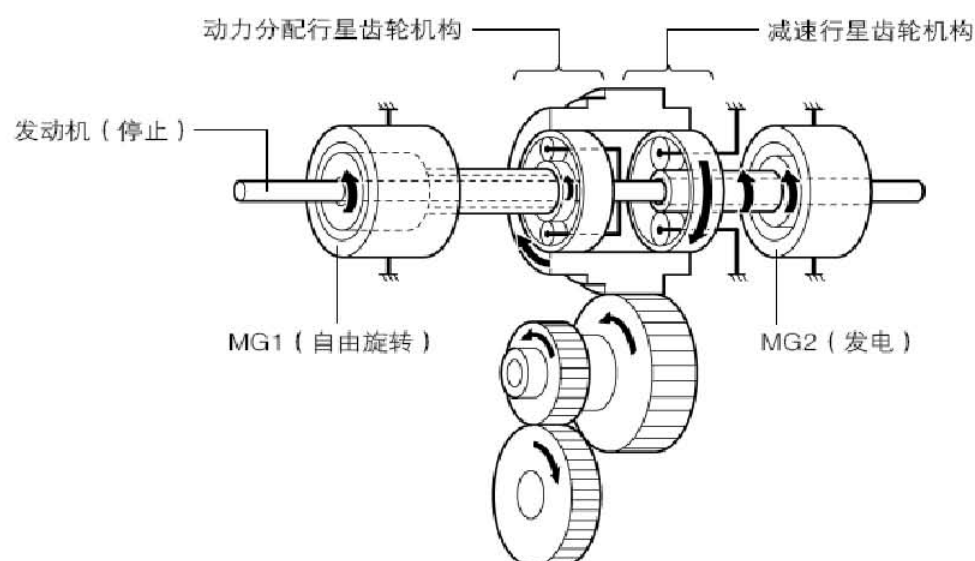
7). 条件E: 减速期间

- A). 车辆在换档杆置于D位置的状态下减速时，发动机停止且原动力变为零。此时，车轮驱动MG2，使MG2作为发电机运行并对HV蓄电池充电。如果车辆在较高车速时减速，则发动机将不停止且保持预定转速，以保护行星齿轮。

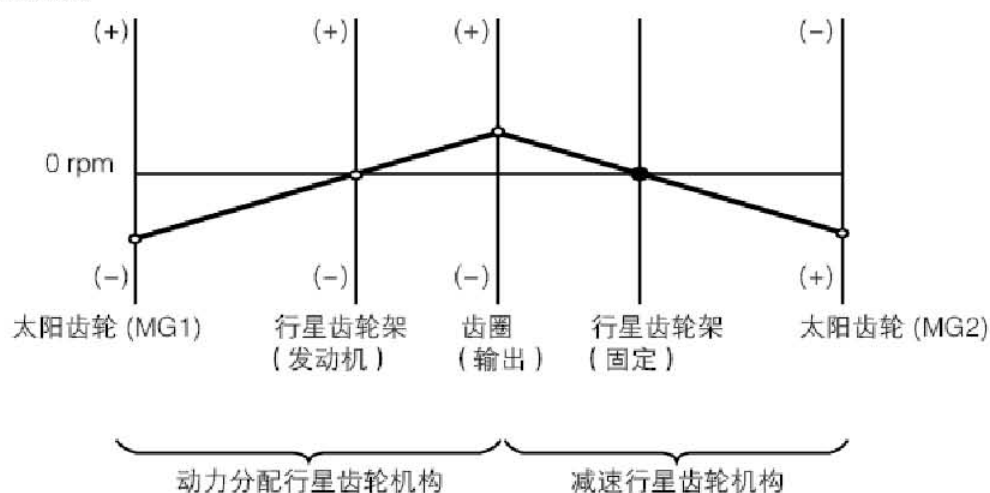


- B). 减速期间，齿圈由车轮带动旋转。在此情况下，由于发动机停止，行星齿轮架（发动机）的转速为0rpm。此外，由于MG1未产生任何扭矩，因此没有扭矩作用于太阳齿轮(MG1)。然而，太阳齿轮(MG1)沿(-)方向自由旋转以平衡旋转的齿圈。

传动机构

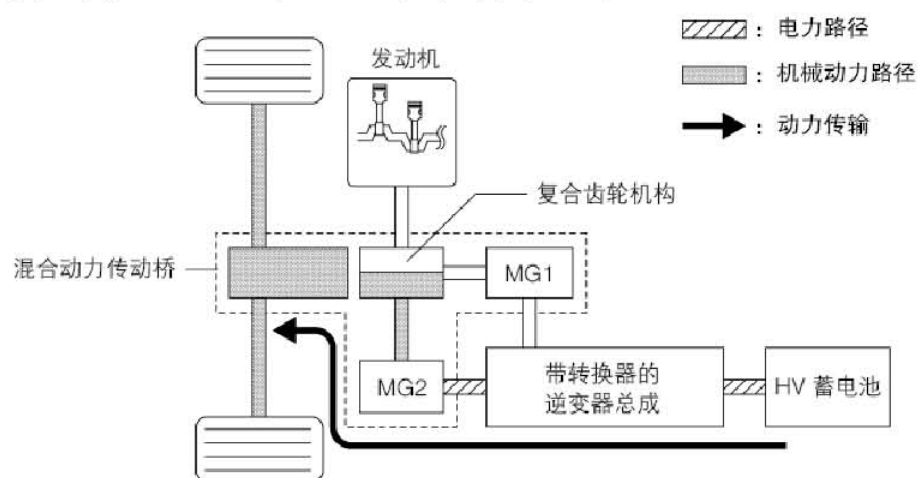


列线图



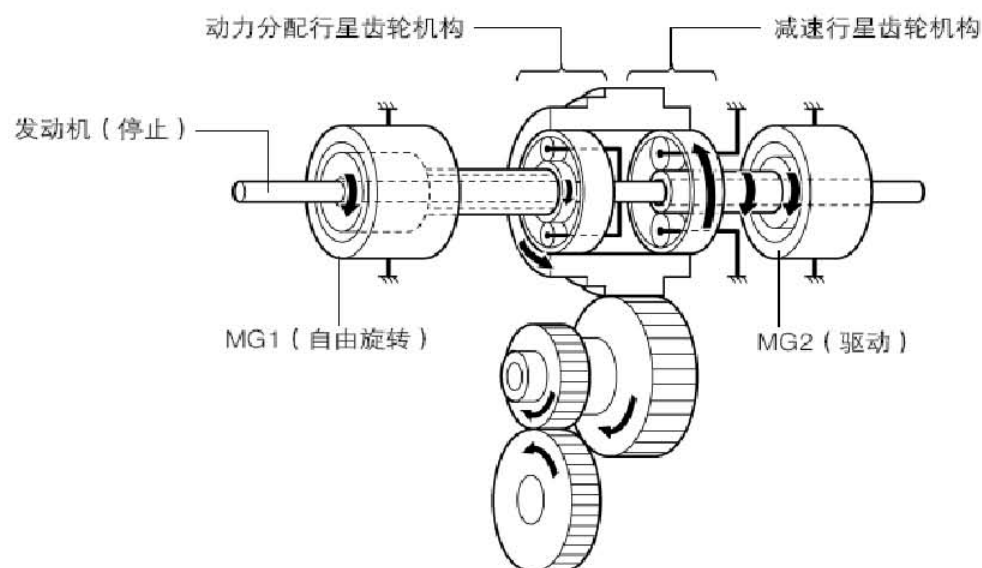
8). 条件F: 倒档行驶

A). 车辆倒档行驶时, 由MG2提供所需动力。此时, MG2沿相反方向旋转, 发动机保持停止, 而MG1则沿正常方向旋转但不发电。



B). 行星齿轮的状态与“起步”中描述的相反。由于发动机停止，行星齿轮架（发动机）的转速为0rpm，但太阳齿轮 (MG1) 沿 (+) 方向自由旋转以平衡齿圈的旋转。

传动机构



列线图

