

三种插电式混合动力系统原理及优劣分析

来源：车云网 发布时间：2013-11-27 作者：maomaobear

分享到：

[新浪微博](#) [腾讯微博](#) [豆瓣网](#) [开心网](#) [搜狐微博](#) [网易微博](#)

随着特斯拉 Model S 带来的电动车热潮，各个厂商都开了窍，纷纷拿出一些很有意思的产品。这些产品不局限于电动车，插电混合动力也热闹了一把。

保时捷 918 在纽博格林跑进 7 分钟，傲视各路超跑；宝马 i3、i8 发布价格，带来未来概念；比亚迪秦在北京密云布下战场，挑战各路英雄。相比前两年沃兰达的默默无闻，似乎插电混合动力的春天来了，那么应该如何看待插电混合动力汽车？市面上的插电混合动力车都一样吗？未来又将开向何方呢？

所谓插电式混合动力

插电式混合动力汽车（Plug-in Hybrid Vehicle，简称 PHV），简单说就是介于电动车与燃油车两者之间的一种车。他既有传统汽车的发动机、变速箱、传动系统、油路、油箱，也有电动车的电池、电机、控制电路。而且电池容量比较大，有充电接口。

与雷克萨斯 RX450h 这种非插电的混合动力汽车相比，插电混合动力汽车电池容量更大，可以支持行驶的里程更长。如果每次都是短途行驶，有较好的充电条件，插电混合动力汽车电池可以不用加油，当做纯电动车使用，具有电动车的优点。

与特斯拉 Model S 这种纯电动车相比，插电混合动力汽车电池容量要小很多，但是带有传统燃油车的发动机，变速箱，传动系统，油路、油箱。在无法充电的时候，只要有加油站就可以一直行驶下去，行驶里程不受充电条件的制约，又具有燃油车的优势。

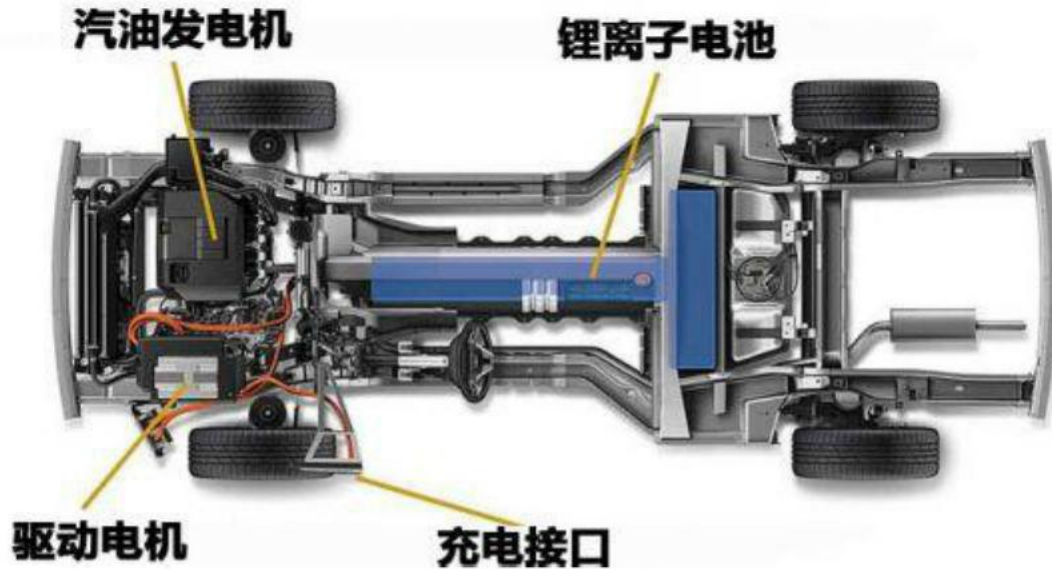
但是，因为一辆车内要集成电动车、燃油车两套完整的动力系统，插电混合动力汽车的成本较高，结构复杂。重量也比较大，相对于单纯的燃油车和电动车又有劣势。不过，在充电站大面积普及，充电时间大幅提高之前，插电混合动力汽车作为燃油车与电动车之间的过渡产品将长期存在下去。

插电混合动力汽车的分类

虽然都叫插电混合动力汽车，但实际上根据结构不同，插电混合动力是可以分成几类，各个厂商也都根据自己对插电混合动力的理解制造不同类型的插电混合动力汽车。简单分一下，可以分成下面几类：

一、增程型插电混合动力

这一类插电混合动力，严格来说仍然是电动车。车内只有一套电力驱动系统，包括电机、控制电路、电池。增程型插电混合动力车的电动机直接驱动车轮，发动机则用于驱动发电机给电池进行充电。因为发动机并不直接驱动车轮，因此也不需要变速箱。这相当于在普通的电动车上装载了一台汽油/柴油发电机。



增程式插电混合动力结构

这种模式的优点很明显：

具有电动车的安静、起步扭矩大的优点，可以当纯电动车使用，在充电方便的条件下只充电、不加油，使用成本较低；

相比其他插电混合动力模式，增程型插电混合动力可以不用变速箱，成本略有降低。由于带有发动机发电，只要有加油站就可以一直跑下去，在不方便充电的地方不会被迫拖车，解决基础设施不足的问题；

因为发动机不直接驱动车轮，发动机转速和车轮转速、汽车速度没有直接关系，通过控制系统优化，可以让发动机一直工作在最佳转速，即使在充电不便时，市内堵车路况下油耗也比较低，发动机噪音也可以控制的非常小。

当然，这种模式也有缺点：

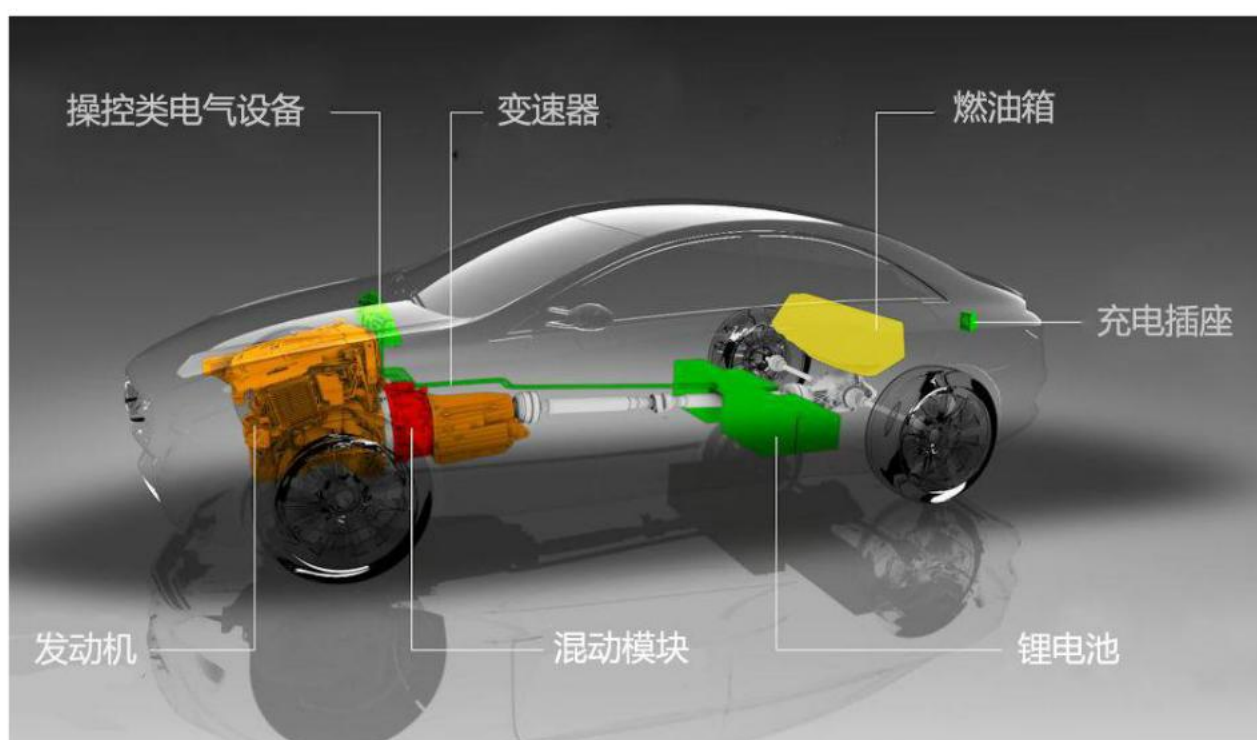
由于发动机和发电机并不直接驱动车轮，造成了这部分功率的浪费，而发动机和发电机带来的重量并不减少。譬如：一辆增程式插电混合动力汽车发动机功率 50KW，发电机功率 50KW，电动机功率 100KW，整车携带了总功率 200KW 发动机和电机，但是能驱动车轮的功率只有 100KW。

在高速路况下，油耗反而偏高。这是因为高速路况下，如果发动机直接驱动车轮，可以一直工作在最佳工作模式，而增程式插电混合动力多了一个转换过程，转换本身要消耗能量，造成油耗反而偏高。

这一类的代表车型有宝马 i3（可选装增程模块），雪佛兰沃蓝达（有隐藏的直接驱动模式），Fisker 卡玛和奥迪 A1 e-tron。

二、并联式插电混合动力汽车

这一类插电混合动力车内有两套驱动系统，大多是在传统燃油车的基础上增加电动机、电池、电控而成，电动机与发动机共同驱动车轮。车内只有一台电机，驱动车轮的时候充当电动机，不驱动车轮给电池充电的时候充当发电机。



并联式插电混合动力结构

并联式插电混合动力的优势在于：

电动机、发动机共同驱动车轮，没有功率浪费的问题，譬如电动机 50KW，发动机 100KW，只要传动系统能承受，整车功率就是 150KW；

在纯电模式下，同样有电动车安静、使用成本低的优点。而在混合动力模式下，有非常好的起步扭矩，加速性能出色；

因为只是在变速箱上（分变速箱输入端和输出端两种增加方法）增加了一台电动机，在传统燃油车基础上改动较小，成本也比较低。

这种模式的缺点是：

在混合动力模式下，发动机不能保证一直在最佳转速下工作，油耗比较高。只有在堵车时因为可以自带发动机启停功能油耗才会低；

因为只有一台电机，不能同时发电和驱动车轮，所以发动机与电动机共同驱动车轮的工况不能持久。持续加速时，电池的能量会很快耗尽，转成发动机单独驱动模式。

这一类的代表车型包括：奔驰 S500 插电版、比亚迪秦。

三、混联式插电混合动力

与并联式插电混合动力一样，这种模式也有两套驱动系统，但不同的是，混联式有两个电机。一个电动机仅用于直接驱动车轮，还有一个电机具有双重角色：当需要极限性能的时候，充当电动机直接驱动车轮，整车功率就是发动机、两个电机的功率之和；当电力不足的时候，就充当发电机，给电池充电。

因此，混联式同时具有增程式和并联式的优点：在纯电模式下具有电动车安静、使用成本低的优点；在增程模式下，没有“里程焦虑”，而且发动机可以一直控制在最佳转速，油耗低，噪音小，振动小；在并联模式下，两台电机，一台发动机可以一起工作，三者功率加起来具有非常好的起步和加速性能，是一种比较完美的组合。

说缺点的话，就是两台电机、发动机、变速箱一个都不能少，配套的控制电路、电池、传动系统、油路也不能少，总体成本要高于其他类型的插电混合动力，车的总重量也会大一些。而因为要控制两个电机和一台发动机，还有不同的工作模式，控制系统也要相对复杂，这也会提高成本。

混联式插电混合动力，其实往下细分还可以再分两类。

一类是前置，代表车型是丰田全系插电和比亚迪 F3DM。

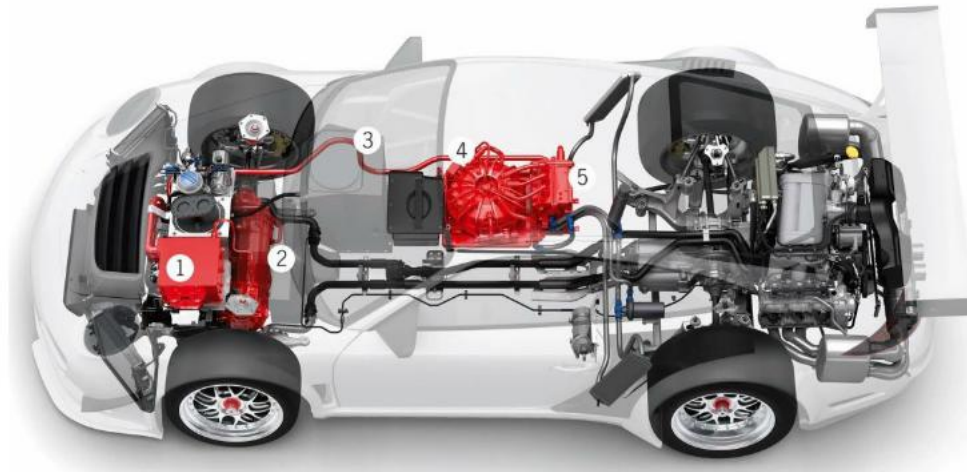


丰田普锐斯插电版

这类车的两台电机和一台发动机都在汽车前部，通过动力分配，离合器，控制不同的工作状态。丰田采用的是 ECVT 行星齿轮做动力分配，很好的兼顾了性能与节能。

比亚迪 F3DM 采用了简单的共轴离合模式，没有变速箱，通过离合器控制不同工作状态，也可以达到不同状态切换的目的，但是共轴模式决定了比亚迪 F3DM 的发动机转速与车辆行驶速度直接相关，并联模式下，发动机噪音比较大，只是一种当时技术条件下的过渡，很快就被比亚迪自己淘汰。

混联式插电混合动力还有一种模式是前后置，简单说，就是把兼职的电机与发动机放到一起，另外的纯电动机单独放置。这种模式的代表是保时捷 918，宝马 i8，规划中的比亚迪唐也是这种模式。



保时捷 918 Spyder

这种模式的优点除了混联式插电混合动力都有的几个优点以外，还有一个好处是可以在前轮驱动，后轮驱动，四轮驱动三种模式下切换。

追求极限性能的时候，四轮驱动，可以有极限的加速性能。高速行驶时，车辆重心后移，后轮驱动可以有更高的效率，达到省电（省油）的目的。在低速行驶时，前轮驱动有更高的效率，就可以切换前轮驱动。

这种模式的纯电动机甚至可以是两个，分别驱动左右车轮，达到左右扭矩分配的目的，在过弯道时可以有更出色的性能。

保时捷 918 能在纽柏林跑进 7 分钟，傲视各路超跑，靠的就是这种前后置混联式插电混合动力带来的高性能。

插电混合动力的未来

通过上面的分析，我们可以看出，插电混合动力汽车在加速性，降噪，使用成本上都有很多优点。但影响其普及的原因主要在于成本。

以比亚迪秦为例，本来原型车速锐只要 7-8 万，只加了一个电机，加上动力电池，增加各种配套。价格就要到 20 万左右，其中仅仅是 13 度动力电池，就要 4 万左右成本。整车成本则要增加 10 万左右，再加上各种税费利润，20 万的价格就出来了。这还是成本控制能力最强，劳动力最廉价的中国企业。而国外劳动力更贵，研发成本摊上，插电混合动力汽车的价格比原型车贵几十万也就理所当然了。

其实，长期来看，动力电池、电机、电控的价格一直是在下降的。电控产品符合摩尔定律，下降的速度比较快。而电机和动力电池受到材料的限制，下降的速度比较慢，动力电池大约每年降价 5% 左右。未来，随着动力电池，电机，电控价格进一步下降，插电混合动力汽车会越来越接近传统燃油车。当两者价格差距不大的时候，插电混合动力汽车的优势就会显现出来。

这一过程会自上而下的进行。首先是保时捷 918 这样的超跑，然后是奔驰 S，宝马 i8 这样的高档豪车，然后是中级车，最后到普及车型。当插电混合动力汽车在多个领域淘汰纯燃油车之后，就会带动充电设施的普及，也会带动电池技术的进一步发展，而充电基础设施和电池问题解决以后插电混合动力汽车历史使命就完成了，人类将迎来电动车时代。