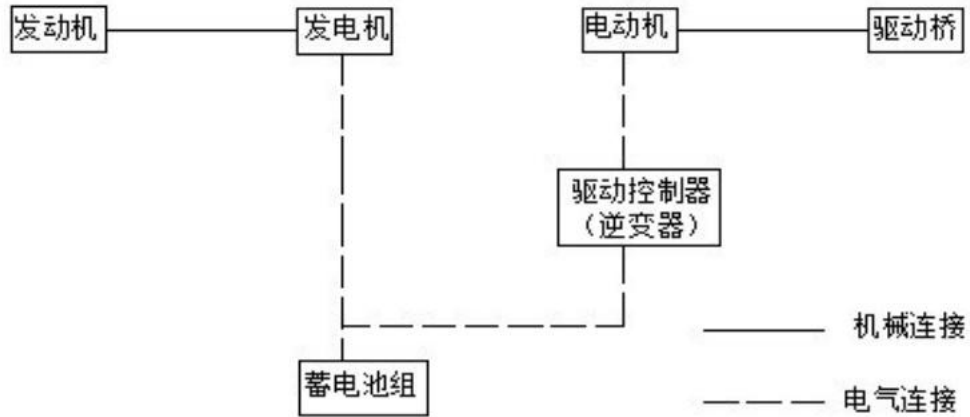


混联式混合动力系统的技术优势

一、混合动力系统分类：

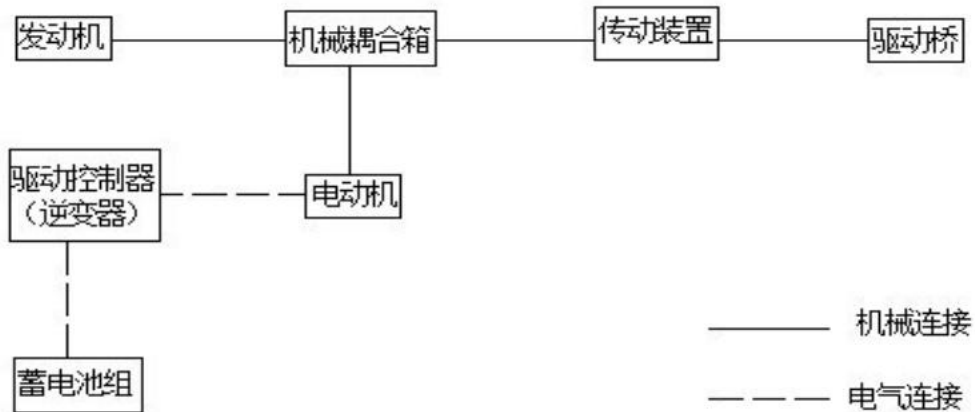
1. 混动系统主要分“串联，并联，混联”三种：

(1) 串联式混合动力系统：



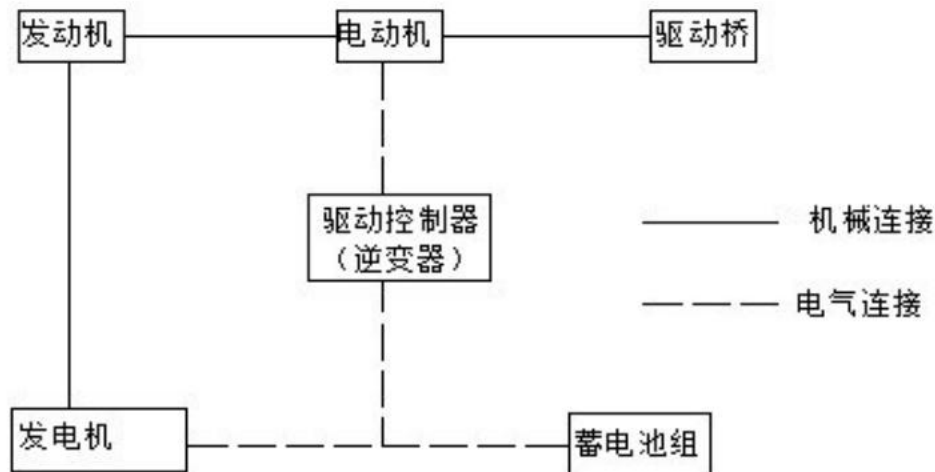
串联式混合动力系统一般由内燃机直接带动发电机发电，产生的电能通过控制单元传到电池，再由电池传输给电机转化为动能，最后通过变速机构来驱动汽车；

(2) 并联式混合动力系统：



并联式混合动力系统：并联式混合动力系统有两套驱动系统：传统的内燃机系统和电机驱系统。两个系统既可以同时协调工作，也可以各自单独工作驱动汽车。这种系统适用于多种不同的行驶工况，尤其适用于复杂的路况；

(3) 混联式混合动力系统：



混联式混合动力系统:混联式混合动力系统的特点在于内燃机系统和电机驱动系统各有一套机械变速机构,两套机构或通过齿轮系,或采用行星轮式结构结合在一起,从而综合调节内燃机与电动机之间的转速关系。

二、混联式混合动力系统优势:

起步和低速段采用纯电动和串联模式,充分利用串联式的优点,可以充分利用车辆对电能输出要求低的时间段,比如等红绿灯、堵车等发动机怠速时段高效率补充储能器电能,发动机在满足相关条件情况下也可以熄火;在经济时速段采用发动机直接驱动模式,没有电能转换损失和传动损失,发动机工作在最佳工作区,效率高;在急加速、爬坡等特殊工况下,采用混合驱动模式,在保证动力性的同时兼顾系统效率。

相比串联式混合动力只能依靠电机驱动车辆行驶,混联式可以通过优化控制策略,使发动机和驱动电机辅助车辆驱动,充分发挥驱动电机低速时大扭矩输出和高速时发动机高效率低油耗工作,动力性佳

相比并联式混合动力两套驱动系统,混联式混合动力系统结构更优化;可以更加灵活地根据工况来调节内燃机的功率输出和电机的运转。

混联式混合动力系统控制策略更灵活,可以实现发动机怠速启停,大大消除城市路况中发动机怠速的排放、噪音及油耗。

混联式混合动力可以高效回收减速和制动时的能量,减少传统制动元器件的损耗。节油率比串并联混合动力系统高。

三、福工具有怠速熄火功能的混联式混合动力:

(1) 当车速低于 22Km/h 时,此时车辆的主离合器与主电动机分离,整车控制器判断储

能元件电量是否充足以及其它影响因素，当条件满足怠速熄火逻辑时候，关闭内燃机，达到消除怠速油耗、减少排放和降低噪声；当储能元件电量不够时候以及影响发动机熄火因素存在，发动机处于发电状态，转速提高，带动辅助发电机给储能元件充电，补充能量，超级电容器为驱动电机供电，提供车辆的动力；

(2) 当车速超过 22Km/h 时，整车控制器控制发电机不充电，同时控制车辆的主离合器与驱动电动机结合，由发动机与驱动电机联合驱动客车行驶；

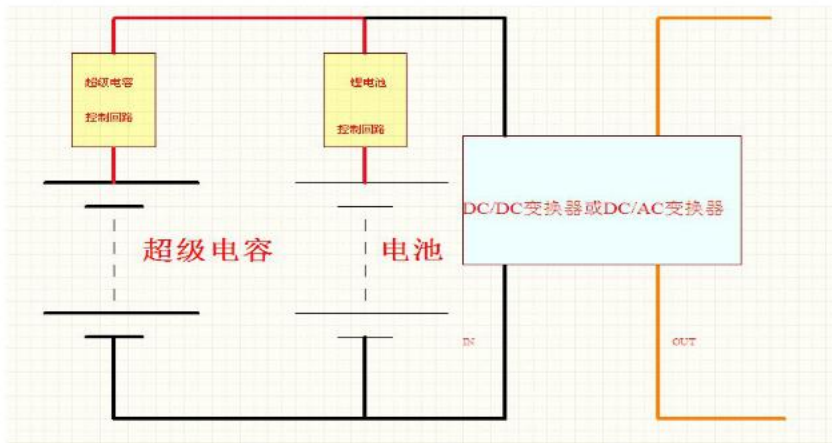
(3) 当车速达到 40Km/h 发动机进入高效运行区间，驱动电机停止输出，完全由发动机驱动车辆行驶；此时储能元件能量不足时，驱动电机也可做为发电机给储能元件进行充电；

(3) 当超负荷或加速时，超级电容提供能量给驱动电机为整车驱动提供额外的功率，辅助发动机驱动车辆行驶，客车加速和爬坡的辅助能源来自超级电容组；

(4) 当客车减速时，驱动电机回收制动能量给超级电容，由于超级电容能大电流充放电，在短时间内能够回收大量能量，所以能量的回收率很高。同时车辆的主离合器与驱动电机断开，发动机熄火，当超级电容还需充电，整车控制器就控制发动机怠速提升带动发电机充电。

四、超级电容与电池组合模式：

这种组合方式在纯电动和混合动力上都有所应用。将超级电容和电池结合使用，可以通过各自的控制电路来实现两者的充电、放电介入时刻。



这种结构结合了超级电容和电池各自的优点，改善了车辆的性能，但是系统结构、控制方式则更为复杂。

福工动力基于多年研发应用经验，综合国内多个城市公交运营路况的适应性研究，对于道路较平坦的路，主推典型的纯超级电容混联式HEV系统；而针对路况复杂的公交线路，如坡度较大、坡道较长、红绿灯频繁、高峰期坡道拥堵严重等情况，因地制宜，在国内率先推出

超级电容为主、动力电池为辅的无外充电混联式HEV系统，并在杭州、昆明、厦门、唐山、海口等城市的特定线路批量推广。

这种模式下，以超级电容为主储能，利用超级电容使用寿命长、安全可靠、充放电快速、充放电效率高的点，在系统工作的大多数时间，仅使用超级电容，有效保证混合动力系统充放电效率。利用锂电池储存的特点，在特殊工况下短时间协助驱动整车，满足行驶要求。锂电池作为备用储能元件，用量少、质量小、使用时间短、降低风险并大幅度提高使用年限。锂电池不参与制动能量回收而是利用异步发电机补电，解决回收电量大电流冲击问题，提高锂电池使用寿命。

此外，此方案基于福工特有的纯超级电容储能模式进行优化升级，匹配小容量的动力锂电池组，在无需要加外接充电设施的情况下即可保障正常营运，实现特定城市工况最佳的道路适应性，又无需额外增加配套充电设施投入，可为客户最大化地节约采购和使用成本。

与其他储能方式相比，超级电容为主、动力电池的储能模式继承了超级电容作为核心储能元件的所有优势，又避免了锂电池充电时间、频繁工作带来的负面影响，同时还解决了复杂城市公交路况的适应性问题，延长了储能系统整体的使用寿命。在现阶段是实用效率好的储能模式应用方案。

五、各项技术的节能贡献率：

节能方法	实际节油率贡献	采取措施
制动能量高效率回收	15%	大扭矩电机+超级电容
怠速停机	13%	智能启停
改善发动机工作区间	8%	纯电起步，混合行驶
减小发动机功率	3.7%	降至 155kW
电动助力转向	2%	随负载助力
合计	41.7%	

六、各个部件优势：

福工动力插电式系统包括整车控制器、驱动电机控制器、驱动电机、发电机、超级电容、锂电池组、气泵总成、转向助力电机、充电接口以及附属的按钮、开关等部件：

1、整车控制器：

混合动力控制器是车辆核心部件，具有控制车辆正常行驶、控制发动机怠速熄火、驱动力矩控制、制动能量的优化控制、整车的能量管理、CAN 网络的维护和管理、故障的诊断和处理、车辆状态监视。

2、驱动电机控制器：

控制驱动电机有序高效运行，采用大功率智能模块、优良的冷却散热系统、可靠的电源控制系统、转矩矢量控制系统优化组成；控制器具有过电流、过电压、过热及欠电压、误操作的保护功能，能有效确保人员和设备的安全。

3、驱动电机：

三相交流异步电机是整车的核心驱动单元和能量回收单元，主要用于整车驱动和发电，加速时处于驱动，减速时处于发电状态；

电机轴的材料使用的是 42CrMo，加强扭力，增大电机花键轴，抗弯扭力从 3332N.m 提高到 7592N.m。

4、助力转向系统：

- (1) 高性能的车用电机及液压泵，可连续提供液压动力，保证车辆转向系统更高的可靠性；
- (2) 电机控制器可通过压力负载反馈，实时调节液路流量与压力，节能效果更佳；
- (3) 通过电机控制器的逆变性，把直流电转换成交流电，适用更宽的直流电压范围；
- (4) 电机与液压泵之间适用弹性连接结构，有效缓解电机加减速过程中的冲击感，延长使用寿命；
- (5) 电机端盖轴承端自带注油孔，定期注油保养，电机的使用寿命更长。