

浅析增程式电动汽车控制

宋波

四川南骏汽车集团有限公司技术中心 四川 资阳 641300

【摘要】因动力电池技术瓶颈以及充电设施布局不完善等因素的制约,纯电动汽车存在续驶里程短,充电速率低,电量不足时无法及时充电的缺点,满足不了驾驶员出行需求。在这种情况下,增程式电动汽车优势凸显,既能解决纯电动汽车的里程焦虑,又一定程度上提高了发动机的燃油经济性。它是传统内燃机汽车向无里程忧虑的纯电动汽车过渡的理想车型,具备产业化前景,是目前国内外汽车领域研究的热点。

【关键字】增程式电动汽车; 增程器; 控制策略; 燃油经济性

1 增程式电动汽车基本构成及工作原理

广义上讲,增程式电动汽车属于纯电动汽车的一种,在《汽车产业投资管理规定(征求意见稿)》中明确将增程式电动汽车划归纯电动车投资项目。从结构上看,增程式电动汽车是在纯电动汽车基础上增加增程器而来。其主要构成有动力电池、驱动系统、增程器和整车控制器4大系统以及高、低压辅件,如图1所示。

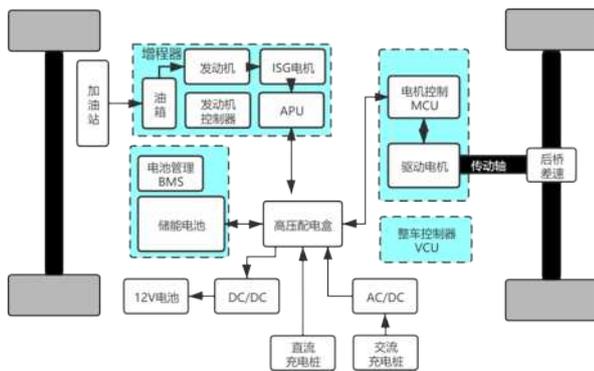


图1 增程式电动汽车构成(直驱系统)

增程式电动汽车主要能源依然是动力电池,增程器作为辅助能源驱动车辆行驶,增程式电动车的行驶工作模式可分为三种。

1) 纯电工作模式。当续航里程需求短,并且动力电池有充足的电量时,车辆驱动动力系统的能源全部来自于动力电池,如图2所示。这种工况下,增程器没有参与工作,车辆作为纯电动汽车使用,具备“零排放、零油耗、低噪音”的优点。

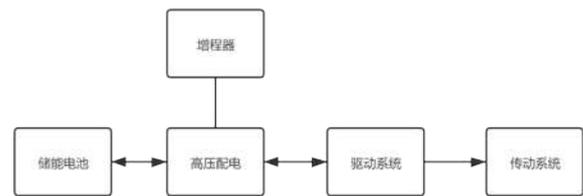


图2 纯电工作模式

2) 混合工作模式。当纯电续航里程无法达到用户需求时,增程器按照既定的控制策略工作,由发动机带动ISG电机发电,输入给高压配电箱,该电源可以直接参与电机驱动,当产生的电能有多余时,多余得电能给动力电池充电,如图3所示。增程器工作时,发动机在最佳燃油经济区运行,油耗和排放相对传统燃油车更低。

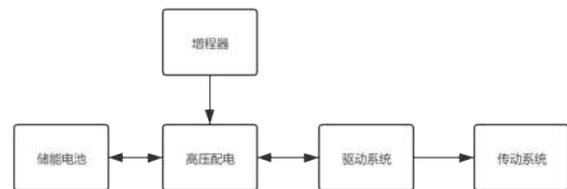


图3 混合工作模式

3) 增程器独立工作模式。当动力电池电量低于设定值下限时,无法继续提供电能输出,驱动系统限功率行驶。此时,由增程器直接给驱动系统供电,但由于增程器最大功率限制,只能保证车辆低于增程器最大发电功率行驶,过程中多余的电能依然可以给动力电池充电,如图4所示。

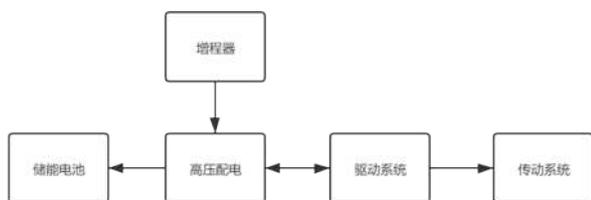


图4 独立工作模式

因增程式电动车具备纯完整的纯电动车配置，其停车充电方式同纯电动车完全一致，可以通过公共充电桩或者家用充电桩对动力电池进行充电。

2 增程式电动车控制策略研究

本文研究的增程式电动汽车整车控制是基于 J1939 的 CAN 总线分层式网络控制，如图 5，各控制器之间的信息交互通过 CAN 网络传输。首先整车控制器检测到驾驶员钥匙请求，BMS、MCU 等控制系统准备就绪（自检无故障）后，完成低压、高压上电，车辆进入准备状态。根据油门、制动以及档位信号等输入获取驾驶员意图，以实现车辆的前进、倒车、制动等。车辆运行状态下，根据动力电池 SOC 值、需求驱动功率大小、车载附件工作状态等信息，评估是否需要增程器介入工作，并且计算增程器需要输出的功率，以何种方式输出，反推发动机转速、扭矩等控制要求。

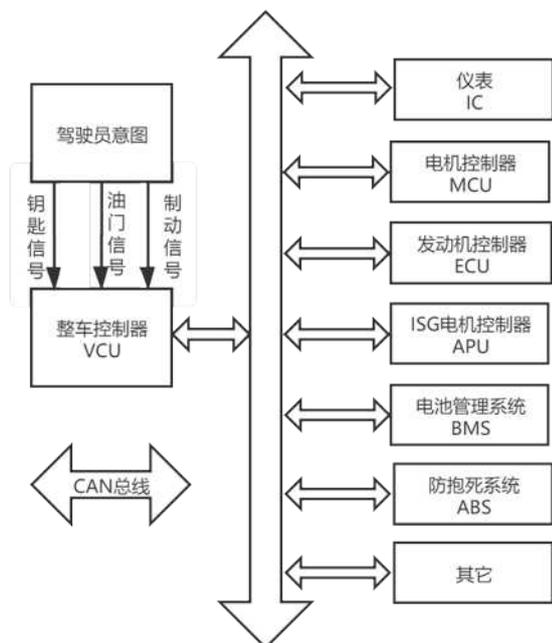


图5 增程式电动车控制架构

增程式电动车的控制的核心是能量管理，为提升车辆能耗经济性，降低发动机有害气体的排放，减少增程器将发动机机械能转换为电能时的能量损失，要尽可能使用纯电，减少增程器的使用。但为解决用户的续航里

程焦虑，又不得不使用增程器，因此，既能降低能耗，降低排放，又能提升续航里程的控制策略又是能量管理的关键。

现目前行业内增程式电动车能量管理策略大致可分为以下几类：恒功率控制、功率跟随控制、自适应控制、神经网络控制和模糊逻辑控制，本文重点阐述前面两种控制策略。

2.1 恒功率控制

恒功率控制又称单点控制或开关控制，发动机在预设的工作点，输出恒定的功率，该功率不会随车辆工作状态的变化而变化。恒功率点的选取要考虑到发动机的燃油经济性。在这种策略下，增程器的工作条件主要取决于动力电池 SOC 值，当 SOC 大于设定值时，增程器关闭；当 SOC 低于设定值时，增程器开启，如图 6 所示。如果车辆驱动功率小于增程器的输出功率，多余的功率将为动力电池充电。

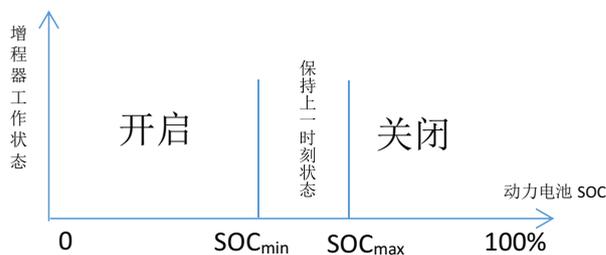


图6 恒功率控制

该策略逻辑简单，发动机稳定在最佳燃油经济性区域，燃油经济性高，但增程器工作时会频繁地给动力电池充电，并且充电电流波动大，这样会使得动力电池使用寿命迅速衰减。

2.2 功率跟随控制

功率跟随控制分为多点功率跟随和曲线功率跟随。

多点功率跟随是指根据发动机 map 曲线选取多个功率输出点，各功率点对应的发动机燃油经济性均处于较优的范围。不同的驱动功率需求对应不同增程器功率输出，但增程器开启、关闭条件任取决于动力电池 SOC 值。 P_{req} 表示需求功率， P_{ApuOut} 表示增程器输出功率， P_{Set1} 、 P_{Set2} 、 P_{Set3} 、...、 P_{SetN} 分别表示预设的多个功率输出点，那么多点跟随控制可分为以下几种工况：

- 1) $P_{req} < P_{Set1}$, $P_{ApuOut}=P_{Set1}$;
- 2) $P_{req} > P_{Set1}$ && $P_{req} < P_{Set2}$, $P_{ApuOut}=P_{Set2}$;
- 3) $P_{req} > P_{Set2}$ && $P_{req} < P_{Set3}$, $P_{ApuOut}=P_{Set3}$;
- 4) ...
- 5) $P_{req} > P_{SetN}$, $P_{ApuOut}=P_{SetN}$ 。

曲线功率跟随是以最佳燃油经济性的发动机 map 曲线为跟踪曲线,在发动机的燃油经济区内,增程器输出功率随需求功率动态变化。这种控制策略下,发动机增程器输出的功率大多直接用于驱动系统转换为机械能,用于动力电池充电的很少,避免能量的多级转换,提高了整车使用经济性。

3 结束语

总而言之,增程式电动汽车是一种能够在复杂工况且不必为动力电池电量不足而担忧的电动汽车,它在纯电动工作模式具有纯电动汽车零排放、零污染等优点,又兼具混合动力汽车续航里程长、动力性强的优点。

大力发展增程式电动汽车符合我国新能源汽车产业发展的要求。随着城市交通拥挤问题愈发凸显,传统内燃机汽车油耗和燃油经济性技术发展遇到瓶颈,大气污

染问题亟待缓解。因此,发展新能源汽车,并着重向增程式电动汽车转变,对减小我国与其他汽车技术水平较高国家之间的距离,提升自主创新能力,推动新能源汽车市场发展均具有重要的意义。

【参考文献】

- [1] 李博超,谢金法,张正奇等.增程式电动车神经模糊推理系统能量管理策略研究[J].现代制造工程,2018(8):63-68.
- [2] 王赛男,宋珂,章桐.增程式电动车能量管理策略分析[J].机电一体化,2018,024(006):23-29.
- [3] 段俊法,张宇.增程式电动车用发动机控制参数优化[J].河南科技,2018,000(020):111-113.
- [4] 张民安,储江伟.采用恒功率控制策略的增程式汽车动力系统匹配[J].重庆理工大学学报:自然科学,2019,000(003):73-79.
- [5] 刘龙,黄菊花,曹铭.增程式电动环卫车发动机双工作点的控制策略[J].南昌大学学报(工科版),2016,38(01):63-68.