

从电量保持模式试验能量流平衡角度 分析汽车常见的几种混动架构

赵 宏

中机寰宇(山东)车辆认证检测有限公司 山东德州 253000

摘 要: 随着人们对环保日益重视与可持续发展的持续推进, 如何降低汽车排放, 实现节能与减排, 成为各个企业优先考虑的目标。传统燃油车在降低油耗的技术发展进入瓶颈的前提下, 混合动力汽车发展迅猛, 凭借着低油耗、低排放的优势, 被广泛关注, 并迅速的占领着市场。混合动力技术在降低油耗, 实现节能排放方面发挥着重要的作用。伴随着混合动力汽车越来越多的进入市场, 新产品层出不穷, 关于新产品认证, 型式检验, 越来越多的混合动力汽车也涌入实验室开展检测任务。本文通过实验室检验这些车辆, 总结出混合动力汽车能量流的几种构成, 针对常见的几种混合动力汽车能量流形式进行分析探讨。

关键词: 混合动力汽车; 能量流; 混合动力技术

引言

作为响应国家“碳达峰、碳中和”战略目标的重要方式, 汽车行业秉持着这种理念, 推进更加节能减排的混动汽车投入市场。伴随着汽车行业竞争加剧, 近年来, 越来越多的混合动力汽车面世, 技术不断地革新, 逐渐形成几种特有的混动能量流布置形式。

在新车型投入到市场之前, 需要在实验室进行关于排放与能量消耗量的检验, 准许合格后, 方可获准发布。依据 GB 18352.6-2016《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)》、GB/T 19753-2021《轻型混合动力电动汽车能量消耗量试验方法》开展混合动力汽车污染物排放、续航里程、CO₂、燃油消耗量、能量消耗量的检验任务。在这个过程中, 本人总结出几种混动汽车能量流布置形式, 用来方便开展相应的检测任务^[1]。

1 明确汽车能量流的意义

1.1 电量保持模式

在检测混合动力汽车时, 不同企业的车辆需要制定统一的试验规范, 才能检测出符合要求的排放、能耗、续航里程等参数, 只有规范的前提, 才能保障准确的数据。依据 GB 18352.6-2016《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)》附录 R 的规定, 检测过程需要包含: 电量消耗模式(charge-depleting operating condition, CD) 和电量保持模式(charge-sustaining operating condition, CS), 这两种试验

模式都对平衡的有要求, 本文只选择电量保持模式试验, 从电量平衡角度, 拆解混动架构中的能量流走向。

1.2 平衡的定义

按照下列公式, 当相对电能变化量 REEC 小于 0.04 时, 可判定为车辆电量平衡。

$$REEC = \frac{|\Delta E_{REESS}|}{E_{cycle} \times \frac{1}{3600}}$$

式中:

REEC- 试验循环的相对电能变化量;

E_{cycle} - 循环能量需求, 单位为瓦秒(W·s), 此为理论计算值;

ΔE_{REESS} - 试验循环所有 REESS 的电能变化量, 单位为瓦时(W·h)。

其中, ΔE_{REESS} 即为车辆能量流的一种表征, 按照下列公式计算:

$$\Delta E_{REESS} = \frac{1}{3600} \times \int_{t_0}^{t_{end}} U(t)_{REESS} \times I(t) dt$$

式中:

t_0 - 试验循环的开始时刻, 单位为秒(s);

t_{end} - 试验循环的结束时刻, 单位为秒(s);

$U(t)_{REESS}$ - 试验循环的时间范围内, REESS 在 t 时刻的电压值, 单位为伏特(V);

$I(t)$ - 试验循环的时间范围内, REESS 在 t 时刻的电流值单位为安培(A)。

根据以上公式可知,混动能量流需要对每个影响平衡的部分,都需要实时的进行监测,如果能量流有遗漏,根据上列公式计算的结果,将导致车辆能量不平衡,影响对车辆的认证工作,因此从电量保持模式试验能量流平衡角度分析常见混动架构尤为重要。

2. 混动架构分析

2.1 混动能量流的构成

混合动力汽车,能量流主要有两部分构成:一种是高压部分,主要提供能量参与汽车行驶功能;二是低压部分,用于维持车载用电器部分工作。混合动力汽车大部分只有一个低压部分,因此这部分在下面的分析中并不体现,下文将只针对两驱混合动力汽车能量流的高压部分进行分解分析。

2.2 插电式混合动力架构能量流

2.2.1 MCU 与 DCDC 共用分析

在混合动力汽车中,电机部分通常被称为 MCU,由高压部分驱动。高压部分的另一功能是将高压转成可供车内用电器工作、给小电池部分充电的低压,因这部分能量来源于高压直流,故被简称为 DCDC,它也是高压能量的一部分。图 1 是 MCU、DCDC 共用一组输出电流,经多合一分流后,供给两部分的示意图。

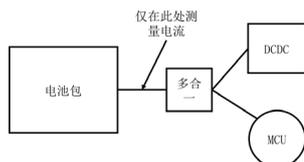


图 1 MCU、DCDC 共用一组电流

这种布置形式,在进行高压能量流测定,可以只测电池包与多合一之间的电流,根据 1.2 中的公式计算平衡。

2.2.2 MCU 与 DCDC 不共用分析

MCU、DCDC 分别从电池包引出两组电流供给两部分,如图 2 所示。

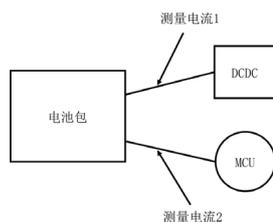


图 2 MCU、DCDC 不共用电流

这种布置形式,在进行高压能量流测定,需要按照图示测量两组电流,根据 1.2 中的公式计算平衡。

2.3 增程式混合动力架构能量流

2.3.1 增程器直供电池方式分析

按照图 3 布置形式可知,增程器直接给电池供电,电池再引出输出电流给 MCU 与 DCDC

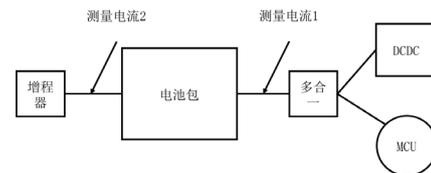


图 3 增程器直供电模式

这种方式需要按照图 3 方式测量电流,根据 1.2 中的公式计算平衡。

2.3.2 增程器通过多合一供电方式分析

图 4 是增程器通过多合一方式,间接给电池供电,这种方式只需要根据图示测量有直接关系的电流即可,按照 1.2 中的公式计算平衡。

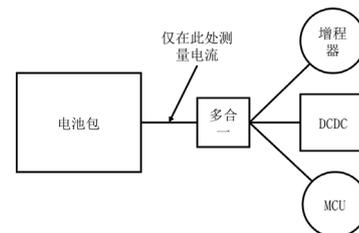


图 4 增程器间接供电方式

3 结语

本研究基于电量保持模式的试验方法,旨在精准测量混合动力汽车在平衡状态下的能量流。该测量方法能有效揭示串并联、功率分流等四种常见混动架构的工作特性,彰显其技术多样性。研究成果将为建立规范的混动汽车测试标准提供核心分析依据,以期助力产业健康发展^[2]。

参考文献:

- [1] 向羽,刘永豪,张蕾.混合动力系统架构分析与优化[J].汽车文摘,2024,(10):33-42.DOI:10.19822/j.cnki.1671-6329.20240012.
- [2] 邓腾.几种常见自主品牌混动技术动力架构浅析[J].时代汽车,2025,(05):31-33.