

插电式混合动力电动汽车热管理试验工况探索

张德水,周炯明

(上汽大众汽车有限公司 技术中心,上海 201805)

摘要: 由于插电式混合动力电动汽车比传统汽车散热系统更复杂,发动机舱结构紧凑,热管理需求高。设计 1 个更加适合的试验工况,覆盖大多数用户的使用情况,在控制开发成本的前提下,满足插电式混合动力电动汽车热管理的需求,这对汽车业的发展具有重要的现实意义。

关键词: 混合动力汽车;热管理;试验工况

中图分类号:U467.1; U469.72 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2019)05-0212-03

PHEV Thermal Management Test Condition Exploration

ZHANG Deshui, ZHOU Jiongming

(Technical Engineering Center, SAIC Volkswagen Co., Ltd., Shanghai 201805, China)

Abstract: The more complex cooling system exists in PHEV, The structure of the engine compartment is more compact, so PHEV meets the higher thermal management requirement than the traditional gasoline car. The design is more suitable for the test condition, thus covering most customer situation and meeting PHEV thermal management requirement on the promise of controlling development costs. It is of important practical significance to the development of the automobile industry.

Keywords: PHEV; thermal management; test condition

0 引言

近年来,为了应对能源危机和环境污染问题,电动汽车受到了大家的一致认可,并得到了大力发展。就目前来看,纯电动汽车由于充电时间长、续航里程短、配套设施不完善等问题,更多的汽车研发企业将混合动力电动汽车作为一个技术突破点,使其成为企业开发的热点。

混合动力汽车是指车辆驱动系统由两种或两种以上动力系统联合组成^[1-2],现在主流的混合动力电动汽车包括插电式混合动力(PHEV)和燃料电池混合动力。受制于燃料电池成本较高,技术不成熟等问题,PHEV 成为当前新能源车型上技术最成熟,应用最普遍的车型。PHEV 由发动机和车载电池组共同提供动力系统,并且电池组可以利用电力网进行补充充电,具有较长的纯电动续航里程,必要时仍然可以工作在混合动力模式下,具有良好的燃油经济性^[3]。PHEV 比传统汽车多了一路电池组驱动系统,所以 PHEV 在发动机舱内零件布局和散热系统设计上就有了很大的变化,PHEV 整车热管理相对于传统汽车就有了新的变化与挑战。如何合理地设计工况来验证 PHEV 热管理是否满足客户需求,成为了各个企业研发 PHEV 的关键。

1 PHEV 整车热管理系统概述

传统汽车热管理系统通常由发动机冷却循环系统组成,而 PHEV 多出了高压电池组和相关高压元器件,所以

冷却系统更为复杂^[4],发动机舱内零部件更为紧凑,热管理的需求更高。

由于各个关键发热部件的工作温度范围不同,需要为每一个温度范围的发热部件设计一路冷却循环系统。以图 1 所示这款 PHEV 车型为例,其冷却系统由 3 路循环系统组成,包括发动机冷却回路、电机冷却回路和高压电池冷却回路。由于发动机工作温度较高,为防止发动机周围零件温度过高,需要对发动机进行冷却,该冷却回路正常

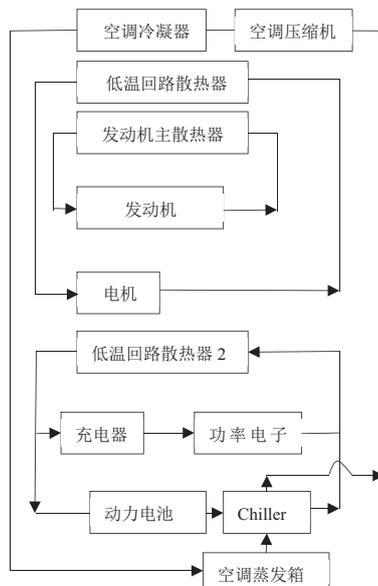


图 1 某款 PHEV 冷却系统原理图

作者简介:张德水(1988—),男,安徽淮南人,工程师,主要从事整车热管理相关工作。

工作时,冷却液温度一般在 100℃ 以上。高压电池适宜工作温度在 60℃ 以下,为满足该温度范围,通常需要将高压电池冷却系统与空调系统相结合,以实现热交换,同时充电装置和交直流转换装置工作时也需要散热,可以将其并为一回路冷却循环。电机以及相关附件工作温度一般在 90℃ 以下,也需要单独一路冷却循环满足散热需求。

2 PHEV 热管理工况确定

PHEV 热管理的工作目标是:PHEV 在正常驾驶时,保证所有零部件工作在短时极限温度之下,同时满足材料温度生命周期需求;保证空调系统工作稳定,尤其是在高压电池冷却系统启动后,驾驶室内温度调节需满足客户需求;合理地控制电动水泵和散热风扇的工作状况,降低能耗,选择合适的散热器等,降低成本。

为此,设计出合理的工况,使产品车经过试验的验证后,既达到开发目标,又能满足大多数客户的使用需求,同时控制住成本。

首先,设计出一个符合大多数用户使用情况的路况曲线,该路况包括低速、中速、高速、爬坡等多种工况,前期是一段中低速带坡度的行驶,用于模拟用户城市内驾驶,后期是一段中高速行驶,用于模拟用户在高速公路、郊区道路上行驶,停车后进行一段时间的交流充电。该工况可以模拟出大多数用户的使用情况,再根据车辆开发时定义的生命周期行驶里程,乘以一定的系数,得到生命周期内车辆零部件各个温度范围出现的时长。同时通过研究用户驾驶模式,结合实际情况,得出大多数用户都是先使用纯电模式进行驾驶,电量消耗大部分之后,才进入混动模式或充电模式继续驾驶的。故而对驾驶模式进行了设定:试验的前半部分开启纯电模式,后半部分开启混动模式。开启的时间不同,发动机启动工作的时长不同,进而影响到零部件温度范围也不同,零部件温度生命周期曲线就不同。

如对某 PHEV 车型进行该工况试验,行驶 20 min 后启动混动模式和行驶 30 min 后启动混动模式,测量得到排气管某处排气温度曲线如图 2 所示,同时可以测量出受排气温度影响较大的某一零部件的温度曲线。

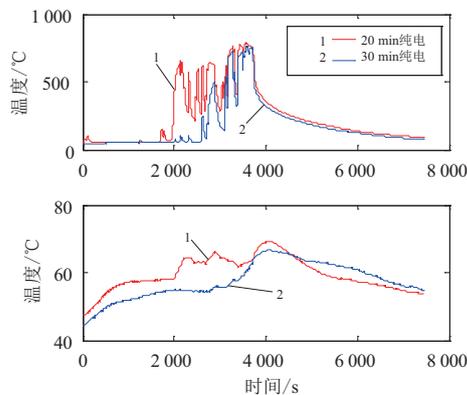


图 2 排气管和某一零部件温度试验曲线

通过计算可以得出 2 个不同的温度生命周期曲线如图 3 所示。开启得越早,零件温度越高,但是不符合大多

数客户的使用情况,也使得热管理标准变高,对控制成本不利,需合理确定混动模式开启时间。

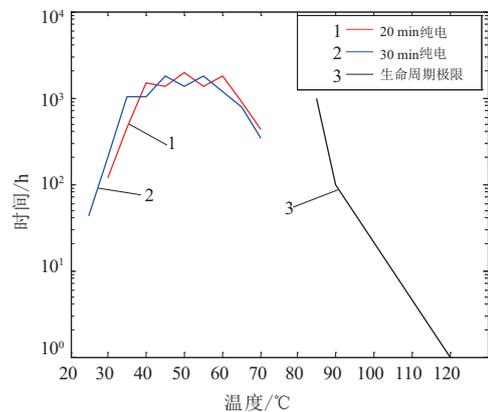


图 3 零件温度生命周期曲线

上述工况可以满足大多数用户使用情况,也可以模拟出生命周期曲线,但是在实际使用中,还是有一些极端情况无法覆盖。为此,又设计了 2 个特殊工况,用来验证较为极端的情况。

一个是城市堵车工况,在该工况下,PHEV 需要频繁启停,此时高压电池频繁充、放电,而且发动机处于可能工作也可能不工作的阶段,此时发动机工作情况不恶劣,冷却系统温度不高,但是散热较差,发动机舱内零部件温度较高,而且电池温度如果没有很好地散热,温度也会急剧升高。在某一 PHEV 不开启冷却系统的情况下,进行该试验工况,高压电池温度在试验过程中迅速升温,超过了高压电池安全工作区间,如图 4 所示。故而该工况对考核 PHEV 高压电池热管理具有很好的指导意义。

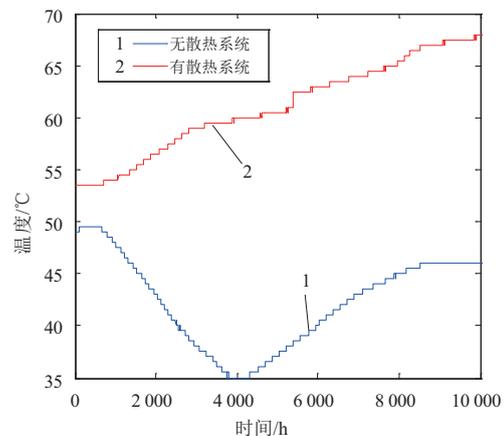


图 4 高压电池温度

另一个是高压电池电量较低时的高温上、下坡工况,上坡时发动机为满足驾驶工况的需要,需要全程启动,热负荷较高;下坡时,高压电池电量较低需要大电流充电,该工况上坡时对发动机散热系统要求较高,下坡时对电池散热系统要求较高,

后两个工况在用户行驶生命周期中,出现的次数并不多,所占的权重也不大。但是如果试验的过程中,冷却液出现温度过高,空调无法正常工作,或者超过零部件工作

极限温度,则说明热管理方案也是不合格的。

通过对3种工况的综合考核,得出1个适合我国开发车型的PHEV驾驶工况,并应用到实际中去。

3 结语

PHEV经过3种工况的试验验证,基本可以满足用户的使用需求。企业可以根据实际情况,对产品车热管理性能进行优化,做到合理地利用资源,既能满足整车热管理的需要又能做到控制成本,对企业提高产品竞争力具有现实意义。

随着电池续航里程的增加,纯电动车将会得到更大的应用,届时需要对纯电动车的热管理工况重新定义,使纯电动车经过新工况的验证后既满足热管理的需求,也满足

广大客户的使用需求,这将是下一步研究的重点。

参考文献:

[1] 于秀敏,曹珊,李君,等.混合动力汽车控制策略的研究现状及其发展趋势[J].机械工程学报,2006(11):10-16.

[2] 吴瑞竹,肖继学,宋春华,等.混合动力汽车发展综述[J].中国测试,2012,38(6):26-29.

[3] 王震坡,逢春,刘鹏.电动汽车原理与应用技术[M].北京:机械工业出版社,2016.

[4] 卢山,卢桂萍,李馨.基于V模式开发插电式混合动力汽车整车热管理控制策略研究[J].计算机测量与控制,2018,26(4):88-91.

收稿日期:2018-07-02

(上接第199页)

两者分别下降2.34%和4.23%。NEDC工况的续航里程由优化前的402.67km提高到411.97km,60km/h等速工况的续航里程由优化前的524.32km提高到545.93km,两者的续航里程分别提高2.31%和4.12%。

4 结语

根据整车性能指标对动力系统中的驱动电机和动力电池进行匹配设计,并对主减速器的传动比进行初步设计。借助AVLcruise搭建的整车模型,对整车的性能仿真,仿真结果满足设计要求。

基于Pointer优化算法对主减速器的传动比优化分析,优化后的最高车速比优化前提高,车速40km/h时的爬坡度与0~100km/h的加速时间比优化前下降,而且各项动力性能指标均满足设计要求;优化后NEDC工况和60km/h等速工况的百公里电耗都得到改善,两种工况的续航里程得到提高。通过对主减速比的优化,达到了节能减排的目的,同时为电动汽车主减速比的设计研究探讨了一种可行的方法。

参考文献:

[1] 陈友鹏,徐眷.纯电动汽车应用现状及发展前景分析[J].南

方农机,2018,49(9):9-11.

[2] 罗艳托,汤湘华.全球电动汽车发展现状及未来趋势[J].国际石油经济,2018,26(7):58-64.

[3] 姬芬竹,高峰,吴志新.电动汽车传动系参数设计及动力仿真[J].北京航空航天大学学报,2006,32(1):108-111.

[4] 尹安东,赵韩.混合动力客车动力系统综合参数正交优化与应用[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2010,33(3):341-345.

[5] 涂雪飞.纯电动汽车动力系统参数匹配及仿真研究[D].重庆:重庆大学,2016.

[6] 余志生.汽车理论[M].北京:机械工业出版社,2009.

[7] 牛秦玉,李珍惜,王智超,等.电动汽车动力传动系统参数匹配与优化[J].2019,43(2):129-136.

[8] Wootak L, Daeho C, Myoung S. Modeling and simulation of vehicle electric power system[J]. Journal of Power Sources, 2002, 109(1):58-66.

[9] 李明远.纯电动汽车驱动电机选择方法及仿真研究[J].潍坊学院学报,2014,14(2):25-28.

[10] 张奇,符晓玲,李珂,等.纯电动汽车动力系统匹配优化与再生制动策略[J].系统仿真学报,2016,28(3):600-609.

[11] 濮良贵,陈国定,吴立言.机械设计[M].北京:高等教育出版社,2013.

收稿日期:2019-07-09

(上接第195页)

参考文献:

[1] 王鑫.电气设备的在线监测与故障诊断[D].济南:山东大学,2005.

[2] 王璐,王鹏.电气设备在线监测与状态检修技术[J].现代电力,2002(5):40-45.

[3] 任玉亭.振动监测技术在风力发电机组的应用[J].内蒙古电力技术,2010,28(2):8-12.

[4] 潘继.结构作动器/传感器的优化配置及其主动控制研究[D].上海:上海交通大学,2008.

[5] 臧朝平,马双超.利用测试模态数据识别结构有限元模型误差源的一种新方法[J].新型工业化,2013,3(8):1-9.

[6] 马双超,臧朝平,兰海波.某航空发动机机匣的动力学模型修正[J].航空动力学报,2013,28(4):878-884.

[7] 刘渊,臧朝平,刘忠华.搜索算法对有效独立法优化振动模态测量位置的影响[J].航空动力学报,2012,27(2):312-316.

[8] 邱志斌,阮江军,黄道春,等.高压隔离开关机械故障分析及诊断技术综述[J].高压电器,2015,51(8):171-179.

[9] 张珺,杜彦巍,刘辉,等.单柱单臂垂直伸缩式隔离开关改造分析[J].河北电力技术,2012,31(5):49-50.

[10] 高飞,李金忠,张书琦.新型变压器有载分接开关综述[J].电工电气,2013(10):1-5.

收稿日期:2018-06-22