

一、专业实践训练整体情况

实践单位名称	合众新能源汽车有限公司	
实践单位地点	浙江省嘉兴市桐乡市同胜路 232 号	
实践岗位名称	性能开发主任工程师	
专业实践训练时间	集中进行	2021 年 08 月 01 日开始 至 2022 年 05 月 01 日结束
		专业实践训练累计 273 天（单位考核前），其中项目研究天数 150 天（单位考核前）
<p>（1）基本概况（含实践单位简介、实习实践内容等）</p> <p>自 2021 年 8 月至 2022 年 5 月，在合众新能源汽车有限公司开展了《增程式电动汽车动力经济性研究》实践活动。合众汽车拥有哪吒汽车品牌，在售车型包括小型 SUV 哪吒 V 与紧凑型 SUV 哪吒 U 两款纯电动车型。正在开发的车型中，哪吒 S 具有纯电版本和增程版本。本实践基于哪吒 S 增程式电动汽车动力经济性开发过程，完成其动力系统的动力经济性仿真、试验、以及数据分析。仿真工作使用 Simulink 开发工作模块，试验工作依据 GB/T19753 等试验标准，同时设计实际道路续驶里程试验，并开展对应的数据分析。</p>		
<p>（2）项目研究概述（含项目名称、项目来源、项目经费、主要研究目标和技术难点等）</p> <p>本实践项目为增程式电动汽车动力经济性研究，项目来源于合众新能源汽车有限公司增程式电动汽车车型哪吒 S 的动力经济性性能开发工作。哪吒 S 车型同时开发增程式版本和纯电式版本，在仿真和试验结果的对比上更具代表性。完成了电动汽车仿真模型构建，并在增加增程器模型和变更能量控制器模型的情况下实现模型共用。在国家标准测试方法的基础上，进行了数据分析的优化，并探索了高温、低温、常温环境下的增程式电动汽车实际道路动力经济性的测试与分析方法。结合用户最关心的续驶里程与补能成本，给出量化方案，提高车型定制化研发能力。</p>		

(3) 项目开展情况（含项目研究内容、研究方案及技术路线，研究团队分工、本人承担任务及完成情况，存在问题与改进建议等，不少于 500 字。）

本实践研究增程式电动汽车动力经济性，组建的 PAT(Process action Teams)小组包括：各相关专业接口，主要为空气阻力仿真实接口、整车总布置接口、动力底盘接口、驱动电机接口、增程器接口、动力电池接口等；上游工作组接口，包括性能集成工作组接口、产品定义工作组接口、项目管理工作组接口；下游试验验证工作组接口，包括整车标准工况试验小组，三高（高温、高寒、高原）试验小组，法规公告工作小组等。PAT 小组成员有 20 余人，本人在该工作小组中主要工作任务有：1、承担承接车型开发四级目标的仿真分析工作，各相关专业部门的数据收集工作，四级目标是市场研究与产品定义相关部门根据市场调研与企业产品战略制定的车型开发目标；2、完成试验验证方法的设计、试验数据的分析工作，车辆在仿真设计之后陆续生产机械原型车、工装样件车、小批量试生产车，对不同阶段设计相应的试验任务，结合实际道路试验与试验室的试验，改进与优化整车在动力经济性的性能表现；3、法规公告的风险评估与技术支持工作，性能开发的验收依据是通过项目管理的最终性能验收试验，同时通过工业信息化的产品公告试验，取得全套公告试验合格报告后，方可进入大批量生产推向市场的阶段。在仿真、试验、性能验收三个阶段都可能会遇到一些性能指标不满足初始企业产品定义部门确定的性能目标，需要开展优化或者让步接收工作。当前企业在该方向的技术瓶颈是，信息孤岛相对严重，一个零部件的技术变更有时候在性能验收前才能确认；人员流动频繁，小组之间需要动态磨合，各成员来自不同企业，开发的创新技术较难沉淀为企业的长期技术优势。

二、专业实践训练收获

(一) 围绕考核评价指标体系，举例说明以下收获（不少于 800 字）

为促进新能源汽车产业发展，发挥市场主体的作用，支持社会资本和具有技术创新能力的企业参与纯电动乘用车科研生产，发展和改革委员会与工业和信息化部联合制定了《新建纯电动乘用车企业管理规定》，将增程式电动汽车包含在此规定之中。电动汽车作为国家能源安全战略的一部分，混合动力汽车是传统燃油车向纯电动汽车过渡的重要方案之一，增程式电动汽车是混合动力汽车的一种类型，研究增程式电动汽车有利于贯彻国家能源安全战略，推动节能减排。

为了研究增程式电动汽车的应用价值，开展了增程式电动汽车的动力经济性仿真、试验、分析等研究工作。增程式电动汽车动力经济性的核心指标包括： $0\sim 100\text{km/h}$ 加速时间，百公里能量消耗量，续驶里程。当前，主流的纯电动汽车的续驶里程已达到 $400\text{km}\sim 700\text{km}$ 的范围，但部分用户偶尔出行 1000km 以上，有时需要面对冬季寒冷天气和高速工况下的续航衰减问题。动力锂离子电池在低温环境下，放电性能下降，且低温环境下车电池加热与车内采暖均需要消耗大量能源，导致电动汽车在低温环境下的续驶里程下降严重，甚至有提出“电动汽车卖不出山海关”的论断。随着应用场景的细化，增程式电动汽车将弥补纯电动汽车部分缺点，成为部分北方用户和长途出行频繁的用户的首选方案。

本成果主要解决了增程式电动汽车的建模问题；增程式电动汽车各类工况下的试验问题；增程式电动汽车的节能评价数据分析问题。首先，构建了增程式电动汽车的整车动力经济性仿真模型，基于 Simulink 独立开发了驾驶员模块、工况模块、控制策略模块、增程器模块、动力电池模块、驱动电机模块、减速器与差速器传动系统模块、制动能量回收系统、整车道路阻力模块等，完成增程式电动汽车的动力经济性仿真。其中，动力性仿真主要有百公里加速时间、最大爬坡度、最高车速等指标；经济性仿真主要有续驶里程，百公里能量消耗量，百公里油耗等指标。其次，依托合众汽车哪吒 S 车型增程版本的项目资源，开展了增程式电动汽车实际道路续驶里程试验，包括在黑龙江省黑河市的冬季试验，浙江省嘉兴市的常温状态下市区工况试验，以及在环境试验室中的标准 WLTC 工况试验。计划与今年 8 月份在新疆吐鲁番开展夏季试验。最后，综合仿真与试验的分析，获得增程式电动汽车的动力经济性评价结果。在试验数据分析中，提出了增程器等效动力电池的模型，并将电量保持段的试验结果进行等效发电效率处理，达成初步经济性评测结论。

仿真与试验结果表明，在急加速工况中仿真测得，增程式电动汽车比纯电版车型 $0\sim 100\text{km/h}$ 的加速时间少 0.06s 。驱动电机性能发挥至极限，主要是动力电池与增程器系统与纯电动汽车动力电池系统的重量差异导致的加速性能差异。哪吒 S 增程版车型配置 38kWh 功率型动力电池， 45L 油箱，发电效率约为 2.7kWh/L ；纯电版车型配置 90kWh 能量密度型动力电池。标准工况下增程式电动汽车续航为 1200km ，纯电版车型续航为 700km ；但在零下 10°C 工况中，增程式电动汽车续航能力保持在 1100km 左

右，而纯电版本车型续航约为 360km。从补能成本上估算，以油价 8 元/L，快充电价 1.5 元/kWh 估算，常温状态下增程版本补能成本为 0.35 元/km，纯电版本补能成本为 0.13 元/km；低温状态下，两者补能成本均约为 0.37 元/km。为续航要求更敏感的用户提供了量化选择方案。

在实践哪吒 S 增程式电动汽车的动力经济性开发过程中，构建各底层功能模块，做到仿真模型自主可控。在完成国家标准要求的 WLTC 工况测试的基础上，还开展了实际道路续驶里程的试验方法探索，总结出若干有效数据分析工具，有利于项目的系统问题的定位与能量流的分析。为企业增程式电动汽车项目提供了技术支持，改进了部分国家标准中电量保持段测试与电量消耗段的测试结果等效性，改进了试验数据分析方法。

（二）取得成效

通过实践训练，提升了以解决工程问题为目的的科研实践能力。抓住用户最关心的续驶里程与补能成本指标，开展深入的建模仿真、试验分析工作。

通过实践训练，提升了工程问题提出与科研方法总结归纳的能力，体现为论文撰写能力。例如，为了区分不同用户出行特征，完成了论文《基于最大信息熵理论的 UF 系数研究》，为增程式电动汽车的用户定位提供了潜在用户群体分析。

通过实践训练，提升了科技创新点提出与创新点保护表达的能力，体现为专利权利要求书的撰写能力。例如，在研究新的试验方法过程中，需要使用新的测试分析工具，完成了专利《电动汽车的续驶里程和能耗试验方法及装置》，将科研工作沉淀为可量化、有价值的专利保护点。

通过实践训练，提升了科研工作交流的能力，体现为相关论文、书籍检索能力，学术交流会议互动能力。学会了在各类文件检索网站的使用，参加了一系列纯电动汽车与增程式电动汽车动力经济性相关标准的制定与修订工作会议，例如，参与了《GB/T 19752-2021 混合动力电动汽车 动力性能 试验方法》与《GB/T 19753-2021 轻型混合动力电动汽车能量消耗量试验方法》等国家标准的修订工作。

通过实践训练，提升了建模与仿真的技能。通过增程式电动汽车项目动力经济性开发工作的实习实践，了解了汽车动力系统建模的思路和工具，深入学习了 Simulink 的底层原理，构建增程式电动汽车仿真模型。其中，增程器的模型构建、整车能量管理策略的模型构建，是建模工作中的关键任务。与各供应商的充分技术交流后，自主开发的增程器模型更能与整车模型相匹配。在建模工作中，形成了系统化的科研思维，养成了系统分析与模块分析的思维习惯。

通过实践训练，提升了创新试验设计的技能。行业内增程式电动汽车的动力经济性试验主要参考国家标准，但企业在实际开发过程中，还应当考虑具体用户，分别设计了在冬季低温环境、夏季高温环境与春秋季节常温环境下的实际道路节能测评试验。设计试验的过程中掌握了尽量考虑与用户实际使用条件相匹配的环境条件，并充分使用整车自带传感器，确认各传感器采集数据的可靠性，确保科研过程的严谨性，科研结论的可重复性。



通过实践训练，提升了数据处理与数据分析的技能。试验室试验项目中，使用标准计量测试设备开展国标试验项目，并同时采集设备数据与车辆自带传感器数据，两者进行对比校核，确认车辆自带传感器数据是可靠的。实际道路试验项目中，使用 CAN (Control Area Network) 信号采集工具对车辆能量流相关信号进行采集分析，获得续驶里程与补能成本等量化分析结果。

3. 在校期间主要研究成果【含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等】

成果名称	类别[含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等]	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	学校排名/总参与单位数
基于最大信息熵理论的 UF 系数研究	论文	2022-02-21	中国汽车	1/5	1/2
环境温度对车辆道路阻力影响研究	论文	2021-11-25	汽车科技	1/4	2/2
基于等效面积的车辆加速时间影响因素分析	论文	2021-10-20	汽车电器	1/5	2/2
《纯电动汽车 REESS 的电压电流采集方法研究》-2020 年度桐乡市优秀社科研究成果优秀奖	获奖	2021-12-01	桐乡市优秀社会科学届研究会	1/1	无
《环境风速对电动汽车能耗的影响研究》-2021 年度上海市汽车工程学会入围论文	获奖	2021-11-01	上海市汽车工程学会	1/4	无
《基于大数据技术的减速器速比优化	获奖	2021-11-01	中共桐乡市	3/4	无

技术研究》-2021年度桐乡市第十二届优秀科研论文评选二等奖			委组织部等		
《电动汽车能量消耗率与续驶里程试验数据处理研究》-2021年度桐乡市第十二届优秀科研论文评选三等奖	获奖	2021-11-01	中共桐乡市委组织部等	2/4	无
本人承诺					
<p>在专业实践训练及考核报告撰写过程中，如实提供材料，严守学术道德、遵循学术规范。</p> <p>签字：  2022年6月1日</p>					

三、考核评价

<p>校外合作 导师(或现 场导师) 评价</p>	<p>重点对研究生项目研究开展情况、职业素养、行业知识掌握、环境和岗位适应能力、工程实践能力、团队协作能力, 以及通过技术创新、成果转化、解决工程实际问题等取得的经济和社会效益等方面的评价:</p> <p>莫春忠在参与合汽新能源汽车公司的哪吨S增程电动车的设计, 开发, 测试过程中, 体现了良好的职业素养, 扎实的专业知识, 与团队成员合作愉快, 分工明确, 认真完成动力经济性的仿真建模及测试工作, 解决了若干实际问题, 为该车型的顺利试制和量产贡献较大。</p> <p>校外合作导师(或现场导师)签字:  2022/6/3 年 月 日</p>
<p>校内导师 评价</p>	<p>重点对研究生科学素质、基础及专业知识掌握、技术应用创新能力、取得的研究成果、项目研究与学位论文撰写的相关程度等方面的评价:</p> <p>莫春忠同学学习主动认真, 一年来参与科研实践能力与科研表达能力均有较大提升, 希望今后继续努力争取更大进步。</p> <p></p> <p>校内导师签字: 2022年6月6日</p>

<p>实践单位 过程考核 意见</p>	<p>实际实践开始时间：2022年 5月 1日 实际实践结束时间：2022年 5月 1日 专业实践训练累计天数：275 其中项目研究天数：150 实践单位过程考核结果：<input checked="" type="checkbox"/>优秀 <input type="checkbox"/>良好 <input type="checkbox"/>合格 <input type="checkbox"/>不合格 审核签字并盖公章： 2022年 6月 6日</p>
<p>最终考核 结果审核 备案</p>	<p>考核总成绩（由现场答辩考核成绩 90%+单位过程考核成绩 10%组成）： 是否重修：<input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否 教学管理部（或相关分院）审核签字（公章）： 年 月 日</p>

四、相关支撑材料

在校期间主要研究成果【含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等】证明材料原件扫描件，具体提交要求如下：

1. 产品与样机扫描件包含企业证明材料（含产品与样机功能及创新性介绍、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。

2. 授权专利扫描件包含专利证书授权页；未授权专利扫描件包含专利受理书扫描件和专利请求书扫描件。

3. 著作扫描件包含封面、封底和版权页。

4. 软件著作权扫描件包含著作权证书和登记申请表。

5. 论文扫描件包含封面、封底、目录和论文全文（含收录证明）。

6. 标准扫描件包含封面、版权页、发布公告、前言和目次。

7. 获奖扫描件包含显示单位和个人排名的获奖证书。

8. 成果转化扫描件包含企业证明材料（含成果技术说明、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。