

一、专业实践训练整体情况

实践单位名称	恒大恒驰新能源汽车研究院（上海）有限公司	
实践单位地点	上海市松江区茸康路 135 号 2 幢一层 F 区	
实践岗位名称	VCU 策略开发高级工程师	
专业实践训练时间	集中进行	2021 年 11 月 01 日开始 至 2022 年 05 月 01 日结束
		专业实践训练累计 181 天（单位考核前），其中项目研究天数 181 天（单位考核前）
<p>(1) 基本情况（含实践单位简介、实习实践内容等）</p> <p>恒大恒驰新能源研究院（上海）有限公司隶属于恒大新能源汽车。恒大新能源汽车是世界 500 强恒大集团龙头产业，恒大新能源汽车全球研究总院，实施全球一体化研发模式，在中国、瑞典、德国、英国、荷兰、奥地利、意大利、日本、韩国等国协同研发。</p> <p>实习实践主要内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握纯电动汽车整车控制器硬件的基本构成，并能结合实际开发的车型项目对整车控制 VCU 的硬件进行选型设计； 2. 重点深入学习掌握整车控制器 VCU 的软件策略开发流程，VCU 软件策略开发的需求来源及输入，VCU 应用层软件策略开发及其开发工具，VCU 软件集成及其工具，VCU 软件 HIL 及实车测试方法等。 		
<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>项目名称：纯电动汽车整车控制器 VCU 软件开发；</p> <p>项目来源：恒大恒驰新能源汽车某款全新在研纯电动整车车型的项目研发，整车控制器 VCU 软件的自研开发；</p> <p>项目经费：恒大汽车整车项目研发，无专项项目经费；</p> <p>主要研究目标：掌握纯电动汽车整车控制器硬件的基本构成，并能结合实际开发的车型项目对整车控制 VCU 的硬件进行选型设计；研究掌握整车控制器 VCU 的软件开发流程，VCU 软件策略开发的需求来源及输入，掌握 VCU 应用层软件策略开发及其开发工具，掌握 VCU 软件集成方法及其工具，掌握 VCU 软件 HIL 及实车测试方法。</p>		

技术难点：纯电动汽车整车控制器承载着实车基础的驾驶功能实现，并与整车的电驱系统/动力电池系统/充电系统/低压电源系统/底盘系统/座舱系统/辅助驾驶系统等众多系统均存在功能逻辑交互，如何在 VCU 软件开发前期就系统全面的厘清 VCU 软件开发的系统需求输入，是 VCU 开发的一大难点。

(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。）

方案及技术路线：

该款车型项目的整车控制器 VCU 开发方案：结合整车项目开发需求，将整车控制器开发分为几个主要部分，1) 整车控制器 VCU 硬件开发，整车控制器的硬件尺寸/外观结构/控制器外围电气接口/主芯片及其内存大小/算力要求/EMC 要求/型式试验要求等，均由恒大汽车方定义，整车控制器的硬件生产/供货由恒大汽车选定供应商；2) 整车控制器 VCU 的系统功能需求开发，该部分开发内容作为 VCU 软件模型开发的上游需求开发输入，由系统需求开发小组成员承接；3) 整车控制器 VCU 软件策略开发，其中 VCU 底层和中间层软件，由恒大指定 VCU 硬件开发商配套开发，VCU 应用层软件策略和模型开发内容由软件开发小组承接；4) VCU 软件集成，由软件集成小组成员负责；5) 整车控制器测试，主要包含 MIL 测试/HIL 测试以及实车测试等，该部分开发内容由测试小组成员承担，其中实车测试又包含实车功能测试和标定测试。整车控制器开发的技术路线：

1) VCU 硬件总体由供应商开发，恒大汽车结合具体车型需求，进行相应的选型设计；
2) 整车控制器 VCU 软件策略开发的技术方案路线，总体严格遵循 V 字型模型的完全自主和正向的开发流程要求，保证整车控制的需求输入-软件开发-测试能够形成闭环，并能够针对实际发现的问题追溯具体各开发环节的缺陷和不足；整车控制器 VCU 的开发技术方案路线，是一个通过不断的反复测试/优化迭代开发的方式，最终实现满足整车车型项目各个节点交付要求的过程。

团队分工

- 1) 整车控制器 VCU 开发总工程师 1 人；
- 2) 整车控制器 VCU 开发交付经理 1 人；
- 3) 整车控制器 VCU 硬件开发 1 人；
- 4) 整车控制器 VCU 系统需求开发 5 人；
- 5) 整车控制器 VCU 软件策略开发 8 人；
- 6) 整车控制器 VCU 软件集成 1 人；
- 7) 整车控制器 VCU 测试 5 人；

本人承担任务及完成情况

主要承担任务为：VCU 软件开发；当前已完成

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）

一、知识掌握：

1、纯电动整车控制器 VCU 的硬件构成：

1) 主要包含外壳连接器/内部 PCB 线路板组件/导热胶/密封胶/金属底壳等；总重量约 500g；防水等级 IP6K9K (ISO 20653-2013)；工作电压范围 9-16V；

2) VCU 主芯片处理器 CPU 采用英飞凌的 TC297，主频不小于 120MHz，RAM 容量不小于 120Kb，Flash 容量不小于 4Mb，EEPROM 容量不小于 32Kb；应用层软件保存在 Flash 中；配置程序调试接口，用于 VCU 软件编程和刷写/下载；

3) VCU 控制器硬件 PCB 内主要包含电源模块/数字信号输入/模拟信号输入/数字信号输出/模拟信号输出/PWM 信号输入/PWM 信号输出/高边控制输入/高边控制输出/底边控制输入/底边控制输出/3 路 CAN (500kbps) /3 路 LIN/控制器供电输入/传感器供电内部输出/2 路硬线唤醒/温度传感器输入等；

2、纯电动汽车整车控制器 VCU 所包含的系统功能：

VCU 是整车控制的核心，通过 CAN/LIN 总线或者硬线，实现对电池系统、电驱系统、热管理系统等的管理，具体包括整车高压上下电、档位控制、加速踏板开度解析、制动踏板的控制，根据实时的动力电池电量，计算出需要输出的扭矩控制、能量回收、整车能量管理、DCDC 控制、充电管理、驾驶模式管理、自适应巡航/定速巡航/车辆限速控制、故障诊断及后处理、续航里程的计算、局域网内网络管理、功能安全、信息安全等；

3、纯电动汽车整车控制器 VCU 应用层软件开发

VCU 应用层软件逻辑策略的输入来自于上游 VCU 系统功能的定义，此外还包括 CAN/LIN 信号矩阵的输入，VCU 所控制的对象件，如加速踏板、风扇、水泵、阀门、碰撞传感器的电气特性输入等。

VCU 软件主要分为底层软件和应用层软件。对于底层软件来说，通常由 VCU 控制器硬件供应商匹配开发，且基本基于 AUTOSAR，主要分为几个抽象层：服务层，ECU 抽象层，微控制器抽象层和复杂驱动。这样做的目的：一方面实现底层软件的解耦，模块化，可重用等特点，另一方面通过复杂驱动来实现特殊化的需求，保持一定的灵活性，以此来满足一套代码可适用多个项目，加快研发进程，降低研发成本。根据底层软件功能，合理地拆分到不同抽象层，这样每个抽象层都有不同的功能模块。以通讯功能为例，比如 CAN 通讯，CAN 驱动在微控制器抽象层，配置 CAN 通讯相关的寄存器（传输速率相关，CAN 数据帧的 ID，长度，数据等）；CAN 交互在 ECU 抽象层，与上层的功能模块交互，如把 CAN 报文信息传输给上层的 UDS，或 XCP，或 CAN 相关的模块；COM 层在服务层，进一步处理传输数据和传输特性。对于应用层软件来说，设计采用 Matlab/Simulink 搭建被控对象的策略模型，并利用 Targetlink 工具自动生成代码，这样能够降低手写代码的风险和工作量。策略平台功能拓展性良好，能够快速

实现车辆功能拓展及提升。应用层软件架构主要基于被控对象来考虑，除了最基本的输入和输出，还需要控制被控对象的执行器，比如电机，如何去控制电机需要考虑各种因素，制定清晰的逻辑关系或控制算法。所以从方法论上来说，应用层软件架构的基本框架：输入-->设定控制目标-->执行器控制-->输出-->RTE，精髓在设定控制目标和执行器控制，这两块既需要考虑实际应用工况，还需要考虑零部件本身的特性。

二、能力提升

专业实践阶段，对整车控制器的系统功能需求开发/硬件选型设计均有一定了解；但针对完整的 VCU 控制器开发，仍需要进一步加强 VCU 应用层软件模型的搭建/仿真测试、VCU 软件集成、HIL 测试模型搭建及在环测试等相关专业能力。

三、素质养成

遵循 V 模型开发流程，是整车控制器 VCU 开发，也是整车所有 ECU 开发的关键；这对个人在今后的开发工作实践有着很大启发。

汽车、电子控制系统、硬件和软件开发间存在着千丝万缕的相互联系，使得我们必须要有个综合完整的开发过程。这个过程包含开发的各个步骤，从用户需求分析到最终的电子系统的验收测试。控制器开发的核心流程包括一系列不同的开发步骤。这个步骤我们称之为 V 字形开发流程。V 模型也叫做 Verification 和 Validation 模型。V 模型的特点是流程严格有序，一个阶段必须在上一阶段完成后才能进行，并且每个开发阶段都对应一个测试阶段，一环扣一环，这样能有效保证软件质量。

(二) 取得成效

1、通过技术创新、成果转化、解决企业工程实际问题等取得的经济和社会效益

专业实践期间，完成了恒大汽车某款纯电动汽车整车控制器 VCU 的硬件选型，包含控制器电气接口的定义，电气原理图的绘制，明确了控制器硬件型式试验要求，EMC 要求，并顺利搭载至整车项目各阶段装车；

专业实践期间，完成了该款整车控制器 VCU 与整车其他控制器 ECU 软件功能交互所需 CAN 和 LIN 通讯信号矩阵的定义；

专业实践期间，完成了该款整车控制器 VCU 故障诊断及其后处理方案的制定，包括整车故障等级分类/诊断故障代码的定义；

专业实践期间，完成了该款整车控制器 VCU 软件功能需求的制定，包括整车上下电的功能逻辑定义，交流充电和直流充电的功能逻辑定义，挡位控制的功能逻辑定义，三电热管理的功能逻辑定义，整车能量管理的逻辑定义，驾驶模式控制的功能逻辑定义，能量回收控制的功能逻辑定义，单踏板功能的逻辑定义，扭矩管理及驱动行驶的功能逻辑定义，自适应巡航/定速巡航/车辆限速功能的控制逻辑定义等，并形成相关的功能需求设计规范，以便后续项目车型予以继承使用；

专业实践期间，参与并完善恒大汽车整车功能需求设计流程及工具的开发使用，采用 ALM 需求管理系统，将 L0-L1-L2-L3 各级别的功能需求予以线上管理，以科学高效的形式开发，并实现了软件功能需求的可追溯化，便于下游 VCU 软件策略的开发使用；

专业实践期间，同时完成了该整车控制器相关 VCU 软件功能的测试用例编制，以便 HIL 台架/动力台架/实车予以测试，并对测试问题予以整改。

2、与学位论文撰写的相关程度

专业实践期间，系统完整的了解了整车控制器 VCU 的软硬件开发流程，对整车控制器 VCU 所包含的各项软件功能有了深入的理解，对 VCU 应用层软件模型的开发 /Matlab&Simulink的使用进一步得到加强，同时对MIL/HIL仿真测试有了进一步理解。通过专业实践，提前明确了整车能量管理所需优化控制的各相关被控对象/系统，如电驱系统/电池系统/高压附件系统（PTC/压缩机）/DCDC/车载充电机的各项参数和特性，同时也明确了整车能量管理所需优化的具体着力点，如扭矩传递路径的优化/电驱及高压附件效率的优化/热管理方案的优化/低压能量的优化/充放电效率的优化/能量回收效率的最大化及其整车其他相关参数的优化。

基于上述基础知识的积累和企业实际工程化的应用，对本人学位论文初定的整车能量管理策略优化题目，有着巨大的帮助，将有助于对整车能量管理的优化算法提出进一步的创新研究。

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】

本人承诺

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。

签字：刘策 2022年6月9日

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>该生在公司承担了VCU软件开发与模型搭建相关的工作，积累了模型搭建能力与新能源控制算法设计能力，取得了一定的项目成果，可为后续学位研究奠定扎实的基础，在公司总体表现优秀，能够胜任实践过程中的工作安排。</p> <p>校外合作导师（或现场导师）签字：张剑锋 2022年 6月 9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>该生专业实践选题与后续研究方向契合，通过该课题积累了新能源控制算法与模型搭建能力，为后续学位攻读与学位论文的撰写奠定基础，总体表现优秀。</p> <p>校内导师签字：陈剑 2022年 6月 9日</p>

<p>实践单位 过程考核 意见</p>	<p>实际实践开始时间 2021 年 11 月 1 日 (实际实践结束时间 2022 年 5 月 1 日)</p> <p>专业实践训练累计天数: 181 其中项目研究天数: 181</p> <p>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</p> <p>审核签字并盖公章: 张剑锋 2022 年 6 月 9 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):</p> <p>是否重修: <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否</p> <p>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）。

