

同行专家业内评价意见书编号: 20250858277

附件1

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院） 同行专家业内评价意见书

姓名: 黄开洋

学号: 22260073

申报工程师职称专业类别（领域）: 能源动力

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2025年05月28日

填表说明

一、本报告中相关的技术或数据如涉及知识产权保护、军工项目保密等内容，请作脱密处理。

二、请用宋体小四字号撰写本报告，可另行附页或增加页数，A4纸双面打印。

三、表中所涉及的签名都必须用蓝、黑色墨水笔，亲笔签名或签字章，不可以打印代替。

四、同行专家业内评价意见书编号由工程师学院填写，编号规则为：年份4位+申报工程师职称专业类别(领域)4位+流水号3位，共11位。

一、个人申报

(一) 基本情况【围绕《浙江工程师学院(浙江大学工程师学院)工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

1. 对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况(不少于200字)

通过课程学习和专业实践，我系统掌握了汽车电子控制、整车动力学建模及强化学习算法等核心知识。通过参与增程式电动汽车动力域控算法的开发与测试，我深入理解了动力域控架构及能量管理策略的设计原理，并完成了从算法开发、模型训练到控制器部署的完整流程，涵盖HIL测试环境搭建、CAN通信实现、Simulink模型构建与嵌入式部署等关键环节。实践过程中，我将强化学习与传统动力系统建模相结合，熟练运用ONNX与Simulink实现跨平台部署，显著提升了理论知识的应用能力与系统集成能力。

2. 工程实践的经历(不少于200字)

我的工程实践在杭州宁好新能源科技有限公司进行，该公司主要从事新能源智能座舱开发及微型新能源汽车整车开发等业务。

在实践期间，我参与了“增程式电动汽车智能动力域控算法研究及控制器开发”项目，主要负责能量管理算法的开发工作(动力域控应用层)。具体工作内容包括增程式电动汽车智能动力域控算法架构设计与智能能量管理策略研究。

我依托企业现有的NI固件平台，完成了HIL(硬件在环)测试环境的搭建，并基于DDPG强化学习算法以及某款量产增程式电动汽车，构建了强化学习能量管理算法的开发与验证环境。针对增程式混动系统的能量管理目标，我设计了强化学习的状态空间与奖励函数，并通过算法结构改进与参数优化，取得了良好的训练效果。

此外，我成功通过ONNX中间件实现了PyTorch模型向Simulink平台的部署，并结合前向仿真平台对算法进行了测试验证。在HIL测试平台搭建过程中，我参与了CAN通信的实际操作，学习并编写了CANDb文件，实现了控制器与工控机之间的有效通信。应用层软件使用Simulink开发，并完成了在控制器上的部署，包括代码的编译、生成C代码并集成至VCU的S32DS集成开发环境，以及烧录至目标控制器。该项目不仅让我深入理解了动力域控算法的工程实现过程，也显著提升了我在算法开发、系统集成与问题解决方面的能力。

3. 在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例(不少于1000字)

在杭州宁好新能源科技有限公司担任研发测试工程师期间，我深度参与了“增程式电动汽车智能动力域控算法研究及控制器开发”项目。该项目聚焦于融合人工智能技术与汽车电子控制系统，旨在开发具备实车应用潜力的智能控制算法与软硬件平台，推动增程式混合动力汽车的能效提升。在此项目中，我主要负责能量管理策略的强化学习算法设计、模型部署、仿真验证及部分控制器级别的开发工作，完整经历了从算法理论研究到工程实现的全过程，成功解决了一个复杂工程问题。

一、工程背景与问题识别

项目初期，我们尝试在Python平台上构建基于深度强化学习的能量管理算法训练环境。得益于其灵活的建模能力和开源社区的支持，Python环境下的算法训练效率较高，且易于调参优化。在离线训练阶段，该算法的结果优于传统控制策略，表明理论上具有良好的节能潜力。但当我们尝试将训练好的算法部署至更接近实车控制流程的Simulink前向仿真平台中时，却发现仿真结果出现明显的油耗恶化，甚至在某些情况下表现不如经典的A-ECMS(Adaptive Equivalent Consumption Minimization Strategy)策略。更严重的是，控制策略产生了大量的增程器启停行为和不安定的输出功率，这与增程器的实际动态响应特性相矛盾，并可能对发动机寿命及驾驶舒适性造成负面影响。

。经过详细的数据对比分析、查阅文献及与资深工程师的深入交流，我逐渐明确了问题的根本原因：现有强化学习算法在训练中未能充分考虑增程器的动态特性。现实中，发动机从启动到稳定输出通常需要数秒的过渡时间，在此期间的瞬态油耗远高于稳态工况。然而，大多数仿真平台使用的仍是基于BSFC查表的稳态模型，忽略了这一动态过程。导致训练过程中“最优”的策略在部署时出现了频繁启停、油耗劣化等不良表现。因此，需从算法设计与仿真平台构建两个维度对现有方案进行系统性改进。

二、解决方案的构建与实施

针对上述复杂工程问题，我综合运用了车辆动力学、深度强化学习、控制工程、编程与建模技术，构建了一套端到端的解决方案。

1. 强化学习算法的优化设计

我首先对算法的核心设计进行了针对性的改进，重点体现在状态空间建模、奖励函数设计（Reward Shaping）以及网络结构调整三方面：

（1）状态空间扩展：原始状态未能体现增程器启停历史及其当前状态。我增加了表示增程器当前输出功率、冷却状态、历史启停标志等维度，使智能体能够“记住”并权衡启停的代价。

（2）奖励函数重构：在原有以SOC（电池荷电状态）轨迹和燃油消耗为主要目标的基础上，我引入了多个惩罚项，包括增程器启停次数、功率变化率等，以抑制频繁波动行为。

（3）策略稳定性优化：通过引入延迟更新思想与噪声正则化，提升策略网络的稳定性和收敛性，避免过度拟合导致的控制不稳定。

2. 动态响应仿真模型的构建与验证

考虑到算法训练与部署环境差异是性能瓶颈的根本，我在Simulink中构建了更贴近实际控制流程的增程器响应模型：

（1）仿真环境升级：设计包含启停延迟、功率爬升曲线的模块化子系统，对增程器的动态特性进行建模，即使不能完全模拟瞬态喷油，也能反映实际工作时的滞后与能耗变化。

（2）仿真实验设计：我设计了多个工况下的仿真实验（包括WLTC和自定义工况），对比分析不同控制策略下的油耗、启停次数与能量平衡情况。结果显示，经优化后的强化学习策略在减少启停次数、降低油耗方面均优于传统A-ECMS策略。

3. 控制器部署与模型转换流程建设

为了打通从算法原型到实车控制器部署的完整链路，我建立了神经网络模型跨平台部署流程：

（1）模型转换流程：使用ONNX（Open Neural Network Exchange）将Pytorch训练好的策略网络导出为中间格式，在MATLAB中进行解析与重构，转换为Simulink兼容的DAG（Directed Acyclic Graph）格式。

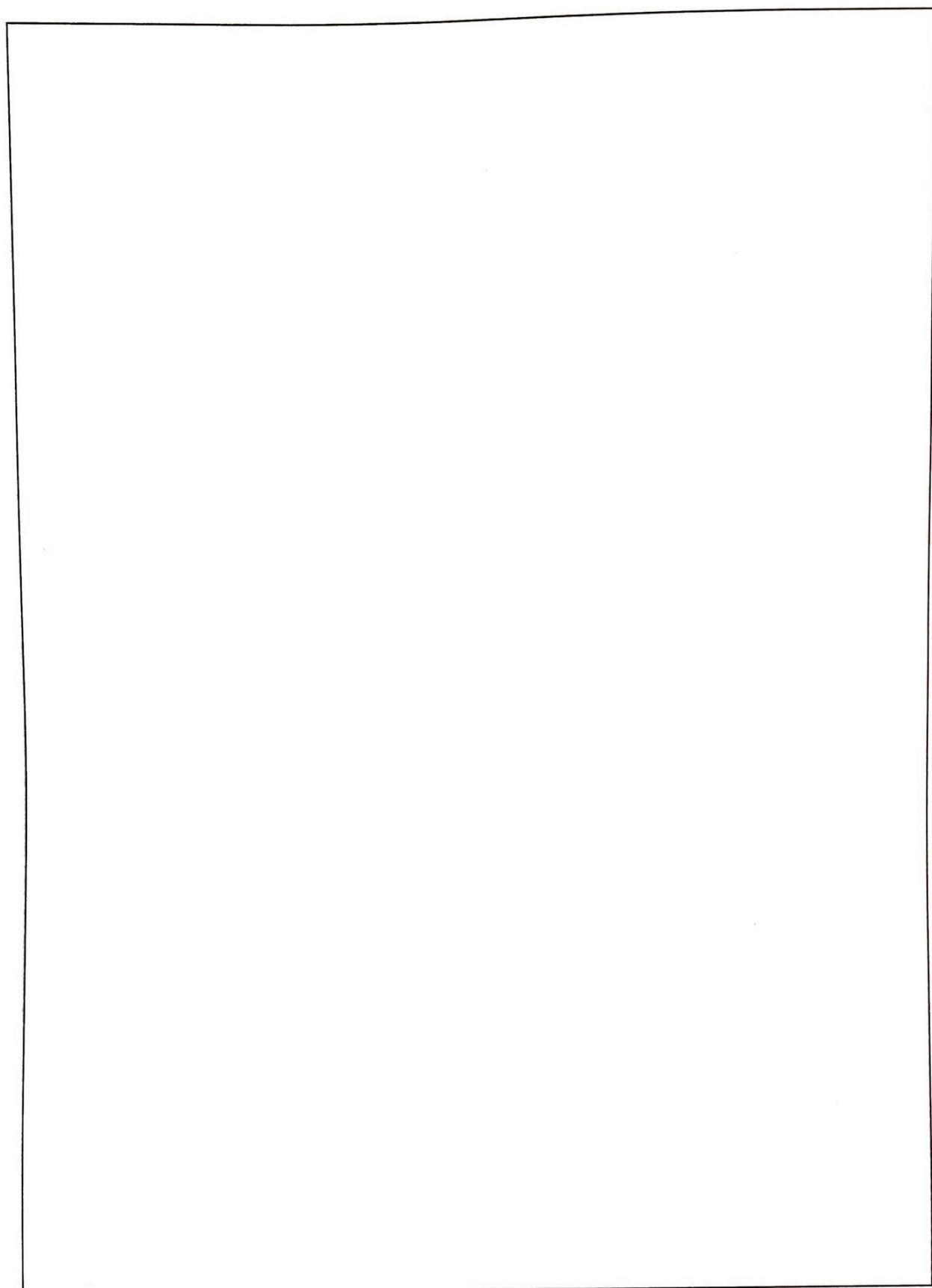
（2）神经网络工具箱部署：借助Simulink神经网络工具箱，我成功将策略网络嵌入控制器模型中，实现了在Simulink环境下的实时仿真控制。

（3）代码生成与HIL测试：利用Simulink代码生成功能（Embedded Coder），生成目标控制器（MPC5744P）可执行的嵌入式C代码，完成在NI硬件平台上的HIL测试，并通过CAN接口对外部信号进行实时采集和响应验证。

三、项目成效与工程价值

通过上述多方面的优化和工程化手段，我构建的强化学习能量管理算法在Simulink前向仿真平台中表现出色：

- （1）与传统A-ECMS策略相比，平均油耗降低了2.74%-1.17%（取决于工况），在企业评价体系中已具备潜在的应用价值；
- （2）增程器启停频率减少超过40%，提高了控制系统的可靠性与乘坐舒适性；
- （3）成功搭建从训练到控制器代码生成的自动化流程，降低了后续算法迭代的工程成本。



(二) 取得的业绩(代表作) 【限填3项, 须提交证明原件(包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等) 供核实, 并提供复印件一份】

1. 公开成果代表作 【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

成果名称	成果类别 [含论文、授权专利(含发明专利申请)、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	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	备注

2. 其他代表作 【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 85 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间： 1 年(要求1年及以上) 考核成绩： 80 分
本人承诺	
个人声明：本人上述所填资料均为真实有效，如有虚假，愿承担一切责任，特此声明！ 申报人签名： 黄开洋	

浙江大学研究生院
攻读硕士学位研究生成绩表

学号: 22260073		姓名: 黄开洋		性别: 男		学院: 工程师学院		专业: 能源动力		学制: 2.5年	
毕业时最低应获: 26.0学分				已获得: 28.0学分				入学年月: 2022-09		毕业年月:	
学位证书号:				毕业证书号:				授予学位:			
学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质	学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质
2022-2023学年秋季学期	新时代中国特色社会主义思想理论与实践		2.0	92	公共学位课	2022-2023学年冬季学期	产业技术发展前沿		1.5	86	专业学位课
2022-2023学年秋季学期	工程技术创新前沿		1.5	92	专业学位课	2022-2023学年春季学期	自然辩证法概论		1.0	73	公共学位课
2022-2023学年秋季学期	数值计算方法		2.0	90	专业选修课	2022-2023学年春季学期	工程伦理		2.0	83	公共学位课
2022-2023学年冬季学期	车辆控制理论与技术		3.0	83	专业学位课	2022-2023学年夏季学期	研究生英语基础技能		1.0	免修	公共学位课
2022-2023学年秋冬学期	研究生论文写作指导		1.0	81	专业学位课	2022-2023学年春夏学期	优化算法		3.0	94	专业选修课
2022-2023学年秋冬学期	高阶工程认知实践		3.0	88	专业学位课	2022-2023学年夏季学期	研究生英语		2.0	免修	公共学位课
2022-2023学年冬季学期	车辆信息传感与通信技术		3.0	88	专业学位课		硕士生读书报告		2.0	通过	

说明: 1. 研究生课程按三种方法计分: 百分制, 两级制 (通过、不通过), 五级制 (优、良、中、及格、不及格)。
2. 备注中 “*” 表示重修课程。

学院成绩校核章:

成绩校核人: 张梦依

打印日期: 2025-06-03

