

同行专家业内评价意见书编号： 20250854412

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： _____ 黄旭

学号： _____ 22260374

申报工程师职称专业类别（领域）： _____ 电子信息

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2025年03月20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)

本人具有控制算法、软件编程以及嵌入式工程开发等多方面的基础知识和专业技术知识。

在控制算法方面：

1、我熟悉线性MPC的基础原理以及相关算法设计，如约束/无约束MPC设计、带观测器MPC设计、软约束的引入等。了解非线性MPC的基础原理，了解如何将非线性MPC问题转化为SQP问题进行求解；

2、熟悉卡尔曼滤波和扩展卡尔曼滤波的基本原理，并有代码的工程实践经验；

3、能够熟练使用LQR、PID(积分分离、串级等PID算法)进行控制器设计，了解模糊控制等其他经典控制算法。如使用LQR控制倒立摆、车辆横向控制，使用串级PID进行四轴无人机飞控，以及PID用于各种被控对象。

在编程能力方面：

1、我掌握C++的基本语法，了解STL库的使用，熟练使用CMake配置大型c++工程，了解OSQP、Eigen等机器人开发常用C++库，了解百度apollo的基本架构；

2、熟悉Linux的基础操作命令，熟悉ROS，了解docker的基本使用方法；

3、能使用matlab/Simulink对被控系统以及控制算法进行仿真和建模，了解如何使用Desktop Realtime进行实时控制，了解如何使用simscape进行物理仿真建模；

4、熟练使用C语言进行嵌入式开发，具有多个嵌入式单片机开发及项目经验，熟悉ADC、CAN、USART、SPI、IIC等各类外设的基本原理及使用，主要使用STM32系列芯片，同时也有MSP430、TM4C、C51等其他厂商单片机的开发经验，了解FreeRTOS操作系统，了解modbus、CANopen等通信协议。曾完成麦克纳姆轮四轮底盘控制器软硬件设计、燃料电池控制器软硬件设计、线控底盘软硬件设计等多个嵌入式软件工程；

5、能够熟练使用git进行大型工程版本管理以及团队协作开发。

在工程能力方面：

我具有多年二/四层嵌入式PCB硬件开发经验，如电路设计、芯片选型、PCB打样等，曾完成线控底盘VCU硬件设计、燃料电池FCU硬件设计等，能够熟练使用各类电力电子仪器设备如示波器、万用表、焊台等进行电路测试与debug。

2. 工程实践的经历(不少于200字)

1、硕士研究课题为用于轻小型车辆的1KW风冷燃料电池动力系统设计，该课题取得的成果包括：一种阴极开放式PEMFC混合能源系统及控制方法(发明专利授权)、阴极开放式PEMFC燃料电池控制器软件(软件著作权)、Thermal Management of Open-cathode PEMFC based on NMPC and EKF(2024年中国自动化大会，EI会议)；

2、在2023.10-2023.12之间作为队长参加中国智能网联汽车算法挑战赛：规控题：跟随目标车辆行驶，最后得分为本赛题的第二名，获得2023中国智能网联汽车算法挑战赛应用奖；

3、完成了一个线控底盘嵌入式软硬件开发项目，取得的成果为基于CAN总线的多模式驾驶底盘VCU软件(软件著作权)。

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）

我的研究课题为用于轻小型车辆的1KW风冷燃料电池动力系统，需要我综合使用嵌入式开发、控制理论、燃料电池等多种理论进行综合设计。

嵌入式开发的相关知识主要用于设计燃料电池系统的软硬件部分。主要内容可以概括为将燃料电池系统、储能装置和拓扑电路等部件组合为一个混合能源动力系统，其中燃料电池系统由气源、减压阀、进气阀、电堆、排气阀、控制器和传感器等多个部件组成，储能装置为锂电池，拓扑电路由二极管、DC/DC变换器以及开关电路等组成。其中，拓扑电路是在双DC/DC变换器拓扑的基础上进行了改进，相较于双DC/DC拓扑，设计成本更低，动力输出不受DC/DC变换器限制，既可以配置能量管理策略，又可以按照器件特性，以被动的方式进行耦合。在嵌入式控制器中实现了对各个执行机构的控制以及传感器信号的采集，并在嵌入式控制器中开发嵌入式软件，设计合理的系统运行流程，使燃料电池系统安全稳定的运行。

同时，为了优化该系统的性能，需要对燃料电池的热管理方法进行研究，这部分需要综合运用控制理论和燃料电池的相关知识。燃料电池的热管理方法主要包括温度观测器和热管理控制器两方面内容的研究，温度观测器的目的是提高对温度的测量精度，热管理控制器的目的是解决传统控制方法无法处理燃料电池强非线性问题。而观测器和控制器的实现都需要对燃料电池进行系统建模。所以首先使用Matlab/Simulink对燃料电池进行了电化学和热模型建模，并使用实验数据对模型进行了验证。然后，将燃料电池模型简化为状态空间方程，作为观测器和控制器的数学模型。在模型中，将等效电容电压和电堆温度作为状态量，散热风扇占空比作为控制量，电堆电流作为扰动量。基于该数学模型，使用扩展卡尔曼滤波(EKF)算法，利用电堆输出电压实现对电堆温度的观测，使用这种方法可以在没有测温电阻的情况下，实现电堆一维方向的温度观测。进一步的，为了处理燃料电池的强非线性，使用非线性模型预测控制算法(NMPC)实现热管理控制器，控制器所使用的状态量即为温度观测器的观测值。所设计的NMPC热管理控制器在负载电流变化剧烈的场合，相较于传统的PID算法，温度跟踪误差的平均值误差(MAE)和均方根误差(RMSE)分别降低了56.2%和65.4%。该课题取得的成果包括：一种阴极开放式PEMFC混合能源系统及控制方法（发明专利授权）、阴极开放式PEMFC燃料电池控制器软件（软件著作权）、Thermal Management of Open-cathode PEMFC based on NMPC and EKF (2024年中国自动化会议, EI会议)。

此外，我还参加了2023年中国智能网联汽车算法挑战赛，在该次比赛中，我综合应用控制理论的知识以及C++/ROS编程解决跟随目标车辆行驶的问题。比赛中，需要调节自车的方向盘转角、油门开度、刹车力度控制自车跟随目标车辆通过一段赛道。在跟随的过程中，要保证自车的各项运动数据在规定的范围内。由于需要在变量约束的条件下求解对应的控制量，所以我考虑使用二次型调节器(LQR)和模型预测控制(MPC)去实现。依据比赛需要，我将车辆的控制划分为横向控制和纵向控制。其中，使用LQR设计横向控制器，用以求解方向盘转角的控制律；使用MPC设计纵向控制器。在横向控制中，基于车辆跟踪误差模型使用LQR算法实现了车道保持控制，针对不同的弯道曲率使用不同的权重，以保证车道保持的性能稳定，同时增加车辆前视曲率作为前馈量，提高车辆在弯道部分的跟踪能力；在纵向控制中：使用带软约束线性MPC算法进行前车跟随控制，在约束条件中，将控制增量的约束通过公式变换等效到控制量的约束矩阵中，同时增加备用的LQR纵向控制器，在MPC无解的情况下，切换到LQR进行纵向控制，保证系统稳定，使用osqp作为求解器进行MPC算法求解。最后得分为本赛题的第二名，获得2023中国智能网联汽车算法挑战赛应用奖；

此外，还完成了一个线控底盘嵌入式软硬件开发项目，主要内容为：为基于CAN总线的线控底盘设计VCU硬件，其中线控底盘包含线控转向、I-Boost刹车、电机驱动等。基于FreeRTOS开发了嵌入式软件，该VCU可以实现遥控、手动、线控三种底盘控制方式，可以采集底盘的各类功率信息，用于车辆能量管理。取得的成果为：基于CAN总线的多模式驾驶底盘VCU软件（软件著作权）。

(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
Thermal Management of Open-cathode PEMFC based on NMPC and EKF	会议论文	2024年09月20日	Chinese Automation Congress	1/4	
一种阴极开放式PEMFC混合能源系统及控制方法	授权发明专利	2024年06月14日	专利号: ZL 2024 1 0400410.9	2/4	导师一作, 学生二作
阴极开放式PEMFC混合能源系统嵌入式控制软件	计算机软件著作权	2024年06月11日	登记号: 2024SR0786889	1/4	

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： 83 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： 85 分
本人承诺	
<p>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！</p> <p style="text-align: right;">申报人签名：<u>黄旭</u></p>	

浙江大学研究生院 攻读硕士学位研究生成绩单

学号: 22260374	姓名: 黄旭	性别: 男	学院: 工程师学院	专业: 控制工程	学制: 2.5年						
毕业时最低应获: 25.0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	智能无人系统及应用实践		2.0	90	专业选修课	2022-2023学年秋冬学期	高阶工程认知实践		3.0	71	专业学位课
2022-2023学年秋季学期	工程伦理		2.0	86	专业学位课	2022-2023学年冬季学期	产业技术发展前沿		1.5	95	专业学位课
2022-2023学年秋季学期	研究生英语基础技能		1.0	免修	公共学位课	2022-2023学年冬季学期	机器视觉及其应用		2.0	80	专业学位课
2022-2023学年秋季学期	研究生英语能力提升		1.0	免修	跨专业课	2022-2023学年春季学期	优化理论基础		2.0	82	专业选修课
2022-2023学年秋季学期	工程技术创新前沿		1.5	90	专业学位课	2022-2023学年春季学期	新时代中国特色社会主义思想理论与实践		2.0	65	专业学位课
2022-2023学年秋季学期	研究生英语		2.0	免修	专业学位课	2022-2023学年春季学期	自然辩证法概论		1.0	87	公共学位课
2022-2023学年秋季学期	创新设计方法		2.0	通过	专业选修课	2022-2023学年春季学期	研究生论文写作指导		1.0	88	专业选修课
2022-2023学年秋季学期	工程数值分析		2.0	90	专业选修课		硕士生读书报告		2.0	通过	

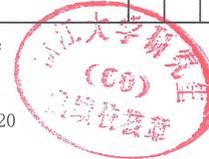
说明: 1. 研究生课程按三种方法计分: 百分制, 两级制 (通过、不通过), 五级制 (优、良、中、及格、不及格)。

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: 2025-03-20



Thermal Management of Open-Cathode PEMFC Based on NMPC and EKF

Publisher: IEEE

[Cite This](#)Xu Huang; Hongye Su; Bin Cao; Yang Zhu [All Authors](#)

3

Full

Text Views



Abstract

Document Sections

I. Introduction

II. Model of Open-Cathode PEMFC

III. Controller Design

IV. Simulation

V. Conclusion

Authors

Figures

References

Keywords

Metrics

Abstract:

The purpose of this study is to design a thermal management algorithm for open-cathode proton exchange membrane fuel cell (PEMFC). A nonlinear model predictive control (NMPC) method is proposed for controlling the duty cycles of cooling fans. The electrochemical and thermal models of the open-cathode PEMFC are initially constructed. A further nonlinear control model is then developed based on the simplified fuel cell model. The system state variables are subsequently observed using the extended Kalman filter (EKF) method which are used as state inputs of NMPC. Finally, the fuel cell model, NMPC and EKF are constructed based on SIMULINK, and three simulations are conducted to assess the control effect. These simulations involved tracking constant temperature under constant current, tracking constant temperature under dynamic current, and tracking dynamic temperature under constant current, respectively. The results demonstrated that the control effect is superior to that of the PID algorithm in terms of tracking accuracy, response speed and robustness.

Published in: [2024 China Automation Congress \(CAC\)](#)**Date of Conference:** 01-03 November 2024**DOI:** [10.1109/CAC63892.2024.10865461](#)**Date Added to IEEE Xplore:** 13 February 2025**Publisher:** IEEE**► ISBN Information:****Conference Location:** Qingdao, China**▼ ISSN Information:****▼ Funding Agency:**

SECTION I. Introduction

Proton exchange membrane fuel cells (PEMFC) have recently been vigorously developed in the field of new energy due to their advantages of high energy utilization efficiency, low operating temperature and fast startup. PEMFCs are typically used in two configurations: closed-cathode and open-cathode. The open-cathode PEMFC eliminates the need for complex cooling, humidification, pressure control and other external equipment, obtains oxygen directly from the

证书号第7105150号



专利公告信息

发明专利证书

发明名称：一种阴极开放式PEMFC混合能源系统及控制方法

专利权人：浙江大学

地址：310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

发明人：朱阳;黄旭;苏宏业;曹宾

专利号：ZL 2024 1 0400410.9

授权公告号：CN 117996111 B

专利申请日：2024年04月03日

授权公告日：2024年06月14日

申请日时申请人：浙江大学

申请日时发明人：朱阳;黄旭;苏宏业;曹宾

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，并予以公告。
专利权自授权公告之日起生效。专利权有效性及专利权人变更等法律信息以专利登记簿记载为准。

局长
申长雨

申长雨



中华人民共和国国家版权局 计算机软件著作权登记证书

证书号： 软著登字第13190762号

软件名称： 阴极开放式PEMFC混合能源系统嵌入式控制软件
[简称：OCFC_FCU]
V1.0

著作权人： 浙江大学

软件开发： 黄旭 朱阳 苏宏业 曹侯

权利取得方式： 原始取得

权利范围： 全部权利

登记号： 2024SR0786889

根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。



2024年06月11日