

2025 年黑龙江工程师学院 工程师职称资格申报书

高 校: 哈尔滨工程大学
所在学院: 智能科学与工程学院
专业类别: 电子信息

黑龙江工程师学院制

2025 年 5 月

填 写 说 明

一、本表仅为黑龙江工程师学院工程师职称资格申报使用，须如实填写；

二、申报书中填写内容原则上不得涉密，如存在涉密技术或数据，须做脱密处理，所在单位须严格审核；

三、申报书涉及签名均须用蓝、黑色墨水笔，亲笔签名；

四、申报书中用宋体小四号字撰写，可另附页或增加页数，A4 纸双面打印。

黑龙江工程师学院工程师职称资格申报书

申报人基本信息			
姓 名	范佳琦	联系电话	19953675849
出生年月	2000. 07	政治面貌	中共党员
身份证号	370786200007241519	学 号	S322047095
高 校	哈尔滨工程大学	所在学院	智能科学与工程学院
所属专项	龙江专项	专业类别	电子信息
联合培养信息			
联合培养（入企实践） 单位名称	中国电子科技集团公司第四十九研究所		
入企实践时间	2023 年 09 月至 2024 年 09 月（共 12 月）		
校内导师	黄曼磊	职务/职称	教授
企业导师	程振乾	职务/职称	高级工程师
项目名称	极限电流型氧传感器压力补偿		
项目来源	☐ 校企联合攻关项目 ☐ 企业揭榜挂帅项目 ☐ 企业自研项目 ☒ 企业导师自研项目 ☐ 其他_____		

课程学习情况					
课程学习平均成绩		按课程学分核算的平均成绩： 85.4 分			
业绩代表成果（至少选填一项）					
校企合作项目	名称	合同金额	排名	是否通过验收 /校企双导师认可	
重点重大项目	名称	合同金额	排名	应用成果	
				简述经济/社会效益； 具有一定创新或实用的科学建议（100字之内）	
科技成果设计、应用与转化	名称	类型 (产品或样机设计、科技成果应用转化推广和解决行(企)业技术难题等)		应用成果	
				简述取得的经济效益和社会效益（100字之内）	
理论创新	名称	类别 (包括论文、专利、软件著作权、著作、标准、规范等)	发表时间/ 专利授权时间	刊物名称/ 专利授权号	排名
	极限电流型氧传感器测量系统与压力补偿	论文	2025.5	传感器与微系统	1
获奖	名称	级别 (包括国家级、省部级)	类别 (包括科学技术类、工程类、涉及(勘察)类、工程咨询类等)	获奖时间	排名

工程实践总结

一、问题来源与研究现状

(简要说明专业实践研究课题的问题来源与研究意义、国内外研究现状及行业应用现状,字数 500 字左右)

极限电流型氧传感器基于氧化锆泵氧原理工作,具有体积小、响应快等优势,广泛应用于航空航天、汽车尾气监测、工业控制等领域。在非标准大气压(如高压或低压)环境下,气体扩散过程的变化会导致极限电流偏离真实值,造成显著测量误差,此时极限电流型氧传感器输出值与真实氧气浓度呈现显著非线性偏差。现有研究多聚焦于标准大气压下的性能优化,对极端压力环境下的误差补偿机制研究不足,导致传感器在航天、高原监测等关键场景的可靠性受限,需要系统性解决方案。

目前,国内外对氧传感器的研究多集中于标准大气压下的性能优化,如材料改进、结构设计等,而对压力补偿的针对性研究较少。现有文献表明,在极端压力条件下(如低于 50kPa 或高于 150kPa),传感器的非线性误差会显著增加,传统线性补偿方法难以满足需求。近年来,机器学习方法(如 BP 神经网络、支持向量机等)被引入传感器误差补偿领域,通过数据驱动建模解决非线性问题。例如,国外学者尝试利用深度学习优化传感器输出,而国内研究则聚焦于多参数融合补偿算法。然而,针对极限电流型氧传感器的压力补偿模型仍缺乏系统性研究,尤其在动态压力环境下的实时补偿技术尚不成熟。

二、解决的关键问题(字数 300 字左右)

非线性压力误差建模:通过实验验证氧传感器在低氧环境下,15-285kPa 压力范围内的非线性误差特性,构建氧气浓度、气体压力与极限电流的多变量数学模型。

氧传感器测量系统设计:开发下位机硬件,包括 STM32 主控芯片进行下位机控制;设计多级信号调理电路,采用 OPA 系列精密运放实现 1-160 倍可调放大,结合 STM32 内置 ADC 完成高精度数据采集;通过 I²C 协议驱动 DAC 芯片,实现恒功率控制,消除环境温度对传感器加热电极的影响等。开发上位机软件,使用 QT 进行 UI 界面设计;进行数据的实时动态处理与显示;与下位机进行多线程 TCP 通信,进行上位机、下位机数据双向传输等。测量系统的上下位机共同实现氧传感器信号的高精度采集、实时压力补偿处理与数据存储。

智能补偿算法优化:基于支持向量机(SVM)、BP 神经网络、极限学习机(ELM)进行对比分析,优选支持向量机预测模型实现压力补偿,突破传统线性补偿方法的局限性。

三、策略分析及工作量描述

(主要包括理论的比较、分析及技术路线描述、说明具体的工作量与复杂度, 字数 800 字左右)

在极限电流型氧传感器的压力补偿研究中, 通过理论对比与技术路线优化, 构建了一套完整的解决方案。首先, 针对压力补偿的核心需求, 系统性地分析了线性补偿、机器学习模型 (BP 神经网络、极限学习机与支持向量机) 的适用性。线性补偿方法虽实现简单, 但其基于固定比例或阈值的假设难以适应传感器在极端压力下的非线性响应特性, 其在低压环境中的误差高达 15% 以上。相比之下, 机器学习方法通过数据驱动建模能够捕捉复杂非线性关系, 但 BP 神经网络存在训练速度慢、易陷入局部最优的问题, 而极限学习机虽计算效率高, 但对噪声敏感且泛化能力不足。而支持向量机 (SVM) 凭借其结构风险最小化原理和小样本学习能力在压力补偿研究的预测方面具有显著优势, 在均方误差 ($MSE < 0.02$)、决定系数 ($R^2 > 0.98$) 等指标上表现最优, 被选定为压力补偿的核心算法。

技术路线的围绕“高精度硬件采集-动态数据通信-智能补偿模型”三个方面展开。硬件方面, 针对传感器输出的微弱电流信号 (μA 级), 设计了多级调理电路: 采用 OPA 系列精密运放实现 1-160 倍动态增益调节, 结合 STM32 内置 12 位 ADC 完成信号数字化, 并通过数据选择器自动切换放大倍数以避免饱和。为消除环境温度对传感器加热电极的影响, 基于 I²C 协议驱动 DAC 芯片, 构建恒功率控制加热电路, 使加热电极功率稳定在 $\pm 0.1W$ 范围内。通信层面, 利用 ESP-01S 模块搭建无线传输网络, 采用 TCP 协议确保上下位机数据的高可靠性传输, 并通过 QT 多线程技术实现上位机对多台下位机的并行监控。软件层面, 完成 SVM 模型的训练与验证, 并将其移植至上位机实时补偿部分; 同时, 结合 MySQL 数据库实现历史数据的高效存储与查询。

项目实施过程中, 工作量主要集中在软硬件系统集成与算法优化两大方向。硬件开发方面, 电路原理图设计与 PCB 布局耗时约 40 天, 涉及 STM32 最小系统、信号调理电路、通信接口等多个模块的协同调试。软件开发方面, 下位机固件编写 (包括 ADC 采样、DAC 控制、通信协议) 耗时约 10 天, 上位机 UI 界面与多线程通信模块的开发因需兼顾实时性与用户友好性, 耗费约 20 天。算法研究方面, 数据采集与预处理 (涵盖 3 只传感器、17 个压力点、3 种氧浓度) 耗时 7 天, 模型训练与对比分析 (BP、支持向量机、极限学习机) 投入 7 天, 最终支持向量机 SVM 的参数调优 (核函数选择、惩罚因子 C 与核参数 γ 优化) 额外消耗 3 天。

四、实践成果

(主要围绕效率、质量和成本等方面，突出成果成效、突出经济社会效益、突出对行业发展的发挥作用等方面简要阐述，字数 200 字左右)

本项目通过构建高精度氧传感器测量系统，显著提升了复杂压力环境下的检测效率与质量。系统采用支持向量机(SVM)压力补偿模型，将极端压力下的平均绝对百分比误差(MAPE)降至 1%以内，较传统方法提升了精度；结合多线程通信与动态增益调节技术，实现多台下位机数据并行采集与实时处理，缩短了响应时间，效率提升显著。硬件设计中选用 STM32 单片机和低成本 ESP-01S 模块，在保障性能的同时降低了系统成本，具备良好的经济性。

研究成果在航空航天舱压监测、高原环境氧气检测等领域具有直接应用价值，可减少因传感器失准引发的安全隐患，助力新能源汽车尾气控制优化，推动工业锅炉燃烧效率提升。项目填补了氧传感器在极端压力环境下的技术空白，为行业提供了高可靠、低成本的解决方案，促进传感器技术向复杂工况延伸，对提升高精度气体监测装备水平具有积极意义。

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：范佳琦
日期：2025.5.12

校内导师意见

同意

导师签字: 黄爱磊
日期: 2025.5.12

企业导师意见

同意

导师签字: 程振乾
日期: 2025.5.12

校企评价结果

(由学生就读高校的学籍所在学院以及参与专业实践的企业,联合对申报学生专业实践成绩、业绩代表成果进行评价认定)

学生专业实践考核成绩: 95 分

☒优秀 ☐良好 ☐一般 ☐及格 ☐不及格

学生满足的业绩代表成果情况:

☒研究生课程学习平均成绩 80 分及以上
☐校企合作项目 ☐重点重大项目 ☐科技成果设计、应用与转化
☒理论创新 ☐获奖

所在学院公章: 智能科学与工程学院
副院长(签字): 刘志林

学生入企期间开展的专业实践情况:

☒学生实践信息属实 ☒学生实践内容符合校企实践计划要求
☒学生取得的业绩代表成果与专业实践内容相关

实践部门公章: 基础事业部
负责人(签字): 程振乾

>

专业评议组组长评议意见	
(专业评议组组长汇总本组组员评审情况, 形成对该学生的评议意见, 并在评审委员会会议中进行口头汇报)	
评议结果:	
☐ 推荐	☐ 需答辩 ☐ 不推荐
组长签字: 日 期:	
黑龙江工程师学院意见	
单位公章: 日 期:	
黑龙江省人力资源和社会保障厅意见	
单位公章: 日 期:	

佐证材料清单

姓名	范佳琦	所在高校	哈尔滨工程大学
所属专项	龙江专项	专业类别	电子信息
材 料 目 录			
序号	材料名称 (按照审批表填写顺序装订)		份数 (份)
1	课程成绩单(含课程学习情况证明)		1
2	校企合作项目材料		
3	重点重大项目		
4	科技成果设计、应用与转化		
5	理论创新		1
6	省级及以上获奖		

注：相应申报材料按照顺序统一装订，此清单粘贴在档案袋上。

申报人签字： 范佳琦 提交时间： 2025.5.12



学 号:	S322047095	姓 名:	范佳琦
性 别:	男	入学年月:	2022年9月
专 业:	电子信息		
学位/层次:	硕士	学习形式:	全日制

序号	开课学年/学期	课程编号	课程名称	课程类别	学分	学时	成绩	备注
1	2022秋季	201910410001	线性系统理论	专业必修课	3.0	48	84	
2	2022秋季	202010420001	论文写作指导	专业必修课	1.0	16	良好	
3	2022秋季	202010423102	新型传感技术及应用	跨学科选修课	2.0	32	82	
4	2022秋季	202032013001	中国特色社会主义理论与实践研究	公共必修课	2.0	36	83	
5	2022秋季	201910410002	随机过程	专业必修课	3.0	52	81	
6	2022秋季	202032013003	第一外国语(英语)	公共必修课	3.0	60	92	
7	2022秋季	202010412701	电子信息领域船海装备专题	选修课	2.0	32	85	
8	2022秋季	202032020004	矩阵论	公共必修课	2.0	32	79	
9	2022秋季	202010412201	电子信息领域学科前沿	专业必修课	1.0	16	87	
10	2022秋季	202010412206	先进传感器制造工艺与试验技术	专业必修课	2.0	32	81	
11	2023春季	202032013019	专利实务	选修课	1.0	16	88	
12	2023春季	202032013002	自然辩证法概论	公共必修课	1.0	18	90	
13	2023春季	202010413212	机器学习理论	跨学科选修课	2.0	32	94	
14	2023春季	202032012001	工程伦理	公共必修课	1.0	18	85	
15	2023春季	202032013020	科研信息获取与利用	选修课	1.0	16	92	
16	2023秋季	202010420593	文献综述与开题报告	文献综述与开题报告	2.0	0	合格	
17	2023秋季	202010420591	学术活动	学术活动	1.0	0	合格	
18	2024春季	202010412599	专业实践	专业实践	6.0	0	优秀	
19	2024秋季	202010420594	中期检查	中期检查	1.0	0	合格	

总学分: 37.0

成绩审查签字(盖章):

校审查意见:

校长印:



百分制和五分制对应关系: 优秀=90-100; 良好=80-89; 中等=70-79; 及格=60-69; 不及格=0-59



课程学习情况

哈尔滨工程大学

专业课程信息

类课程 案例课程 学

智能科学与技术学院

2025 年 5 月 13 日

CS 扫描全能王
3亿人都在用的扫描App

《传感器与微系统》期刊增刊文章目录

哈尔滨工程大学:

贵单位智能科学与工程学院牵头与我单位《传感器与微系统》联合开展增刊发表工作, 以下 19 篇论文为已确定的合作增刊内文章。

序号	题目	作者
1	手持 SLAM 的安卓端 APP 系统优化设计和实现	王大伟, 倪家远, 张敬修
2	基于 PLCnext 的水下目标抓取机器人设计	张 衍, 王显峰, 李浩男, 薛垚家, 王 梁
3	基于 YOLOv5 和 GAF 的磁性运动目标识别技术研究	管凤旭, 黄金宝, 王辉, 赖海涛
4	基于波浪能发电的海洋浮标的供能控制系统设计	程鹏, 郭雯飞, 张洪恩, 张洪泉, 穆胡罗夫·尼古拉·伊万诺维奇
5	基于互补滤波的舰船升沉测量方法	李心愿, 李绪友, 刘柏青, 杨雅静
6	基于几何双折射的一字型保偏光纤研究分析	杨雅静, 李绪友, 刘柏青, 李心愿
7	基于非奇异终端滑模的液压型 ROV 运动控制研究	李亚昆, 咸婉婷, 韩云涛, 孙杰
8	基于全局补偿的 IMU 阵列姿态融合方法	杨在柱, 管练武, 李玺, 杨明, 从晓丹
9	基于深度学习的惯性器件误差建模	毛奔, 全宗杰, 刘欢, 刘玺, 张洪泉
10	一种新型小孔型极限电流氧传感器的设计	王琦, 何东旭, 文吉延, 穆胡罗夫, 加森科娃, 张洪泉
11	集成式光纤快中子探测器的设计	全宗杰, 何东旭, 刘玺, 穆胡罗夫, 加森科娃, 张洪泉
12	基于图像增强和 3DGS 的水下三维重建	田鑫雨, 徐博, 陈广, 马雪飞, 肖爽
13	基于多信号下的双体船减摇控制交互系统设计	于喆, 刘志林, 吕晓龙, 刘朝轩
14	氧化锆氧传感器的算法补偿	王一国, 孙略升, 程振乾, 黄曼磊
15	极限电流型氧传感器测量系统与压力补偿	范佳琦, 文吉延, 程振乾, 黄曼磊
16	基于改进 YOLOv8 的人机交互手势识别算法研究	赵相丰, 付宇航, 夏露, 李芃, 张洪泉
17	基于辅助约束条件的水下自适应组合导航算法	王可欣, 张庆, 李梦杰, 戴卓
18	基于改进 Mahony 滤波算法的 AHRS 步态分析	阚兴禹, 张庆, 咸婉婷
19	基于干扰观测器的立方体机器人超螺旋滑模姿态控制	单国柱, 张洪泉, 邢会明, 王辉

以上文章。



极限电流型氧传感器测量系统与压力补偿

范佳琦¹, 文吉延², 程振乾², 黄曼磊¹

(1.哈尔滨工程大学 智能科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001;

2.中国电子科技集团公司第四十九研究所, 黑龙江 哈尔滨 150028)

摘要: 本文围绕极限电流型氧传感器测量系统展开, 重点阐述压力补偿方法。介绍测量系统构成, 包括传感器、下位机和上位机。详细说明氧传感器工作原理基于氧化锆泵氧原理产生极限电流。针对压力对测量结果的影响, 采用多种回归预测模型进行压力补偿研究, 包括 BP 神经网络、极限学习机和支持向量机。通过对比模型评价指标, 最终选择支持向量机回归预测模型, 显著提高了传感器的测试精度, 有效补偿压力因素导致的误差。

关键词: 氧传感器; 压力补偿; 回归预测

中图分类号: TP212

文献标识码: A

文章编号:

Measurement System and Pressure Compensation of Extreme Current Oxygen Sensor

FAN Jiaqi¹, WEN Jiyan², CHENG Zhenqian², HUANG Manlei¹

(1.College of Intelligent Systems Science and Engineering, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China;

2.The 49th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Harbin 150028, China)

Abstract: This article focuses on the measurement system of extreme current oxygen sensors, with a particular emphasis on pressure compensation methods. Introduce the composition of the measurement system, including sensors, lower computer, and upper computer. Detailed explanation of the working principle of oxygen sensors is based on the principle of zirconia pumping oxygen to generate maximum current. Regarding the impact of pressure on measurement results, multiple regression prediction models were used for pressure compensation research, including BP neural network, extreme learning machine, and support vector machine. By comparing the evaluation indicators of the models, the support vector machine regression prediction model was ultimately selected, which significantly improved the accuracy of sensor testing and effectively compensated for errors caused by pressure factors.

Keywords: Oxygen Sensor; Pressure Compensation; Regression prediction