

附件 2

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	仝宗杰	联系电话	13509725918
出生年月	2000. 07	政治面貌	团员
身份证号	140223200007042813	学 号	S322047028
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 9 月至 2024 年 9 月（共 12 月）		
校内导师	张洪泉	职务/职称	研究员
企业导师	刘玺	职务/职称	高工
项目名称	中子探测器的设计与实现		
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 ☒ 其他与企业合作的横向课题		

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：81 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
	集成式光纤快中子探测器的设计	论文	2025(已录用)	传感器与微系统	1
	基于深度学习的惯性误差建模	论文	2025(已录用)	传感器与微系统	2
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					

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)

专业实践研究课题的问题来源与研究意义:中子探测器的设计与实现,该项目是学校与中电科 49 所合作的横向课题,其目标是研发新型中子探测技术,以此提升辐射监测的准确性和效率。该项目涵盖了探测器的设计、材料的精细选择以及信号处理等多个关键环节,对于增强核安全监测能力有着极为重要的战略意义。

国内外在中子探测技术方面的研究现状呈现出不同的特点与进展。国外于中子探测技术的研究起步较早且成果丰硕,在气体探测器、半导体探测器以及闪烁体探测器等诸多类型上都有着深厚的技术积累。其中, ^3He 探测器曾因性能优势得到广泛应用,但受限于 ^3He 资源的稀缺性,科研人员积极寻求替代方案,硼基探测器、新型闪烁体探测器以及光纤中子探测技术等由此成为研究热点。国内在中子探测技术领域研究虽起步稍晚,但近年来发展势头迅猛,特别是在闪烁体探测器方面取得了显著成果,不断缩小与国际先进水平的差距。

从中子探测器的行业应用现状来看,其在多个关键领域发挥着不可或缺的作用。在石油勘探领域,核测井技术作为获取地层信息的关键手段,中子探测器能够精准探测地层含氢量等关键信息。然而,不可忽视的是,现有的中子探测器在应对复杂环境的适应性、灵敏度以及稳定性等方面仍存在不足之处,限制了其性能的进一步提升和应用范围的拓展。光纤中子探测技术作为新兴的发展方向,凭借其独特的优势,如抗电磁干扰能力强、体积小巧、可灵活布设等,有望突破传统探测器的局限,实现更高效、更灵活的中子探测,以满足不同领域日益增长的多样化需求,为核能及相关产业的安全、高效发展提供有力支撑。

二、解决的关键问题(字数 300 字左右)

针对油气资源深层及复杂地层勘探中传统中子测井技术存在的放射性安全风险、探测器可靠性不足和测量精度低等问题,提出了一种基于微纳闪烁体和光纤传导信号的中子探测器方案。该方案通过优化探测器敏感单元结构、采用锥形光纤探头设计以及分离光电转换器件与光纤探头,显著提高了探测器在复杂环境下的灵敏度和稳定性。同时,研究中成功制备了高性能的钨酸镉(CdWO_4)纳米闪烁体,并将其应用于探测器中,进一步提升了探测器的性能。此外,通过融合蒙特卡罗仿真与随机森林算法,构建了孔隙度预测模型,实现了对井下孔隙度的精准预测。该研究有效解决了传统中子测井技术在深层油气勘探中的局限性,为提高油气资源勘探效率与精度提供了新的技术支持。

三、策略分析及工作量描述

(主要包括理论比较、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)

理论比较与分析: 在本研究中, 对中子测井物理机制及探测器工作原理进行了深入分析。研究了中子与物质相互作用机制, 包括中子的分类、反应截面、慢化与扩散机理, 并对比了传统中子探测器与新型闪烁体光纤中子探测器的原理, 明确了新型探测器的优势。传统中子探测器通常使用 ^3He 气体探测器, 但 ^3He 资源稀缺且成本高昂, 同时传统探测器在高温、高压、强电磁干扰的井下环境中可靠性不足。相比之下, 新型闪烁体光纤中子探测器采用微纳闪烁体与塑料光纤传导信号, 具有小尺寸、轻重量、抗干扰能力强等优点, 更适合复杂的井下环境。

本研究技术路线如下:

1. 对中子测井物理机制和探测器原理进行深入分析, 了解中子与物质相互作用规律。
2. 根据理论分析结果设计探测器敏感单元, 优化光纤探头几何结构和中子慢化结构, 选择合适闪烁体材料并制作光纤敏感探头。
3. 搭建实验测试平台, 使用标准 ^3He 探测器对光纤中子探测器进行中子通量标定, 全面测试其性能。
4. 针对井下环境对探测器响应的影响, 融合蒙特卡罗仿真与随机森林算法构建孔隙度预测模型, 实现井下孔隙度的精准预测。

工作量与复杂度分析:

工作量方面, 理论研究阶段需广泛查阅国内外相关文献, 深入理解中子测井技术的发展现状与趋势, 对中子与物质相互作用的复杂物理过程进行详细推导与分析, 为探测器设计提供理论支撑, 花费大量时间精力。探测器设计与制作阶段, 经反复仿真分析与优化确定最佳结构参数, 涉及复杂几何建模与仿真计算, 同时闪烁体材料的制备与性能测试需精细操作与严格控制实验条件, 工作量庞大且容不得丝毫差错。实验测试阶段, 要搭建稳定可靠的测试平台, 对探测器多项性能指标进行全面系统的测试, 需进行大量实验操作与数据采集工作, 且为保证数据准确性与可靠性, 实验需多次重复。构建孔隙度预测模型时, 运用蒙特卡罗模拟生成海量数据, 并结合随机森林算法进行复杂的数据处理与模型训练, 涉及多物理场耦合问题的求解, 算法调试与模型优化过程繁琐。

复杂度方面, 中子测井物理机制涉及多种微观粒子相互作用, 其数学描述与理论分析难度高。探测器设计需综合光学、核物理、材料科学等多学科知识, 各部件的设计参数相互影响, 优化过程复杂。实验测试过程中, 精确控制实验条件、准确测量微弱信号以及有效排除干扰因素, 对实验技术与设备要求极高, 数据处理与分析也面临诸多挑战。模型构建方面, 蒙特卡罗仿真与随机森林算法的结合涉及复杂计算过程与大量数据运算, 多物理场耦合问题增加了模型的非线性与不确定性, 对模型的准确性与可靠性验证带来较大困难。

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)

本研究针对油气测井领域对本质安全型中子探测器的需求，提出并验证了一种基于微纳闪烁体和光纤传导信号的中子探测器方案，取得了显著的实践成果。通过创新的结构设计和材料选择，有效提升了探测器在复杂环境下的稳定性和可靠性。探测器灵敏度达 0.164-0.194 cps/n，在不同能量、角度和温度条件下性能优异，经多次环境循环测试性能依旧稳定，展现出强大的环境适应性。构建的孔隙度预测模型，决定系数为 0.9956，均方根误差为 0.57061，预测精准可靠。该探测器方案不仅满足深层油气藏勘探需求，还推动核测井技术向智能化、清洁化发展，为油气资源勘探、核工业监测以及环境安全领域带来了新的技术突破，具有广阔的应用前景和显著的经济社会效益，对行业发展起到了有力的推动作用。

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：何宗杰
日期：2025.5.12

校内导师意见

导师签字: 张进泉

日期: 2025 年 5 月 10 日

企业导师意见

导师签字: 刘军

日期: 2025 年 5 月 10 日

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: 27 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:

副院长(签字):

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:

负责人(签字):

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:

附件 3

佐证材料清单

姓名	全宗杰	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		0
3	重点重大项目		0
4	科技成果设计、应用与转化		0
5	理论创新		2
6	省级及以上获奖		0

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。

人申报人签字：全宗杰

提交时间：2025.5.12

课程学习情况证明

学籍所在学院（公章）：

2015年5月13日

专业课程信息 (前沿理论课程、实践类课程、案例课程、学科交叉课程中至少必修1门)					
课程类型	课程名称	课程性质 (必修/选修)	学分	成绩	是否 校企共建
前沿理论 课程	电子信息领域学科前沿	必修	1	83	否
实践类 课程	先进传感器制造工艺与试验 技术	必修	2	93	是
案例课程	信号检测与估计	选修	2	77	否
	新型传感技术及应用	选修	2	76	否
学科交叉 课程	电子信息领域船海装备专题	必修	2	75	否
能力素养类课程信息 (工程伦理、研究方法类、标准与知识产权类必修，工程管理类、职业素养类选修)					
课程名称		课程性质 (必修/选修)	学分	成绩	
工程伦理		必修	1	88	
科研信息获取与利用		选修	1	86	
研究生课程学习平均成绩					
按课程学分核算的平均成绩：81分			专业排名/专业总人数：80/172		



哈尔滨工程大学
HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY

哈尔滨工程大学研究生成绩证明

学号:	S322047028	姓名:	全宗杰
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	201910410002	随机过程	专业必修课	3.0	52	81	
2	2022秋季	202010412201	电子信息领域学科前沿	专业必修课	1.0	16	83	
3	2022秋季	202010412701	电子信息领域船舶装备专题	选修课	2.0	32	75	
4	2022秋季	202032013003	第一外国语(英语)	公共必修课	3.0	60	79	
5	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	93	
6	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	88	
7	2022秋季	202032020004	矩阵论	公共必修课	2.0	32	79	
8	2022秋季	201910410026	信号检测与估计	跨学科选修课	2.0	32	77	
9	2022秋季	202010423102	新型传感技术及应用	跨学科选修课	2.0	32	76	
10	2022秋季	202010420001	论文写作指导	专业必修课	1.0	16	良好	
11	2023春季	202032012001	工程伦理	公共必修课	1.0	18	88	
12	2023春季	202032013002	自然辩证法概论	公共必修课	1.0	18	83	
13	2023春季	202032013020	科研信息获取与利用	选修课	1.0	16	86	
14	2023春季	202012513003	现代光学设计及仪器	专业必修课	3.0	64	92	
15	2023春季	202032020015	职业与创业胜任力	选修课	1.0	11	优秀	
16	2023秋季	202010420591	学术活动	学术活动	1.0	0	合格	
17	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	
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:



《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。



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*

(哈尔滨工程大学 智能科学与工程学院, 哈尔滨 150001)

摘要: 针对传统中子探测器在强辐射干扰井下环境中稳定性不足的问题, 本研究提出了一种集成聚乙烯慢化材料的光纤快中子探测器。通过结构创新, 实现了中子慢化球与光纤探头的一体化集成, 并采用光电转换器件与探头物理分离的结构设计, 有效规避了电子器件因辐射损伤导致的性能退化风险。基于Geant4的中子慢化仿真模拟, 系统对比了聚乙烯、石墨和水等材料的慢化性能, 确定聚乙烯为最优慢化材料, 其最优厚度为5 cm。在此基础上完成探测器的制作后, 搭建了完整的实验验证系统, 实验结果表明, 在D-T中子源束流能量范围10 V至 10^6 V内, 该光纤中子探测器的中子计数与标准 ^3He 探测器的计数趋势高度一致, 相对计数比偏差小于6%。此外, 探测器输出的光子数与中子数呈强线性关系, 决定系数 R^2 达到0.999, 进一步验证了该光纤中子探测器的准确性和可靠性。
关键词: 中子探测器; 集成; 慢化仿真; 线性

Design of an Integrated Fiber-Optic Fast Neutron Detector

Zongjie Tong, Dongxu He, Xi Liu, Muhu Luofu, Jiasen Kewa, Hongquan Zhang*

(College of Intelligent Science and Engineering, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

Abstract: To address the stability limitations of conventional neutron detectors in harsh radiation environments such as underground mine conditions, this study proposes an integrated fiber-optic fast neutron detector incorporating polyethylene moderating material. Through structural innovation, the integration of neutron moderation spheres with fiber-optic probes was achieved, complemented by a physical separation design between photoelectric conversion components and detection probes, effectively mitigating performance degradation risks caused by radiation damage to electronic devices. Systematic Geant4-based simulations comparing moderation performance of polyethylene, graphite, and water established polyethylene as the optimal moderating material with an ideal thickness of 5 cm. Following prototype fabrication, comprehensive experimental validation demonstrated excellent consistency between the fiber-optic detector's neutron counts and those from a standard ^3He detector across the D-T neutron source energy spectrum (10 V to 10^6 V), with relative count ratio deviation below 6%. A strong linear correlation (determination coefficient $R^2 = 0.999$) between photon output and neutron flux further confirmed the detector's measurement accuracy and operational reliability.

Key words: Neutron detector ;Integration ;Moderation simulation; Linearity

0 引言

石油作为全球能源结构中的基石, 一直是推动现代社会发展和工业化进程的关键力量。我国石油资源的储量丰富, 但浅层石油资源的开发已接近极限, 为了进一步提升勘探与开发的效率, 深井钻井技术正不断演进与完善。在这一过程中, 中子测井技术发挥着至关重要的作用, 它能够精确地测量地层中的含氢量, 从而迅速识别出潜在的石油蕴藏区域^[1-2]。

中子测井技术依托于中子与物质间的相互作用来对中子剂量进行监测。目前, 传统的中子探测器技术已日臻成熟, 并在核辐射探测领域展现出卓越的性能。例如, NaI(Tl)中子探测器采用无机闪烁晶体 NaI(Tl)和光电倍增管组合, 荧光直接转换为电流脉冲, 通过电线传输进行计数或能谱分析^[3]。这种高效且成熟

的系统特别适合于低辐射能量和低剂量率的环境。但是, 这些探测器的光电处理模块通常与闪烁体紧密结合, 这可能导致其电子组件在高电离辐射的环境中遭受干扰甚至损坏。

为了解决中子探测器在复杂的井下环境中工作受限的问题, 人们对光纤中子探测器进行了深入研究。吴冲等人使用波移光纤来读取 $^6\text{LiF/ZnS(Ag)}$ 闪烁体中子探测器的信号, 巧妙的将闪烁体设计成光纤的纤芯部分, 这样不仅能够实现辐射发光, 还能为闪烁光子提供一条定向的光波导路径。通过这种方式, 光子被有效地传输至系统的后端, 以便进行光电转换和检测^[4]。当前, 光纤中子探测器领域的研究呈现显著增长, 且相关技术正逐步迈向成熟。然而, 通过对光纤探头的封装设计以优化探测器的探测效率方向的研究较少。特别是在快中子

基于深度学习的惯性器件误差建模

毛 奔¹ 全宗杰¹ 刘 欢¹ 刘 玺² 张洪泉¹

(¹哈尔滨工程大学智能科学与工程学院, 150001)

(²中国电子科技集团第四十九研究所, 150001)

摘 要 本文分别探讨了基于传统多位置标定技术和基于深度学习的惯性器件误差建模方法。关于传统标定方法, 分别设计了角位置法和十二位置法对陀螺仪和加速度计进行标定, 建立了误差模型。关于深度学习, 采用了长短时记忆 (LSTM) 和门控循环单元 (GRU) 这两种循环神经网络变体, 并分别研究了对应的网络结构设计及参数训练优化方法, 解算陀螺仪和加速度计误差参数。针对同一组测试数据, 对比分析三种误差建模的补偿效果。实验结果表明, 相对于传统标定方法建立的误差模型, LSTM 和 GRU 神经网络模型在惯性器件误差补偿中表现出更优的效果, 评价指标均方根误差 RMSE 显著下降。

关键词 惯性器件; 误差建模; 深度学习; 标定测试

Deep learning-based error modeling of inertial devices

Mao ben¹ Tong zongjie¹ Liu huan¹ Zhang hong-quan¹

(¹ Harbin Engineering University, College of Intelligent Systems Science and Engineering)

(² The 49th Research Institute of China Electronics Technology Group)

Abstract This paper explores the error modeling methods based on traditional multi-position calibration techniques and inertial devices based on deep learning. About the traditional calibration method, the angular position method and the twelve position method are designed to calibrate the gyroscope and the accelerometer respectively, and then the error model is established. For deep learning, two recurrent neural network variants, long and short memory (LSTM) and gated cycle unit (GRU), are adopted, and the corresponding network structure design and parameter training optimization methods, and the error parameters of gyroscope and accelerometer are studied respectively. For the same set of test data, the compensation effect of the three error modeling is compared and analyzed. Experimental results show that compared with the error model established by conventional calibration methods, the LSTM and GRU neural network models show better effects in the error compensation of inertial devices, and the root mean square error RMSE of the evaluation index is significantly reduced.

Key words: Inertial devices; Error modeling; Deep learning; Calibration test

惯性传感器, 主要是陀螺仪和加速度计的精度已经成为了制约惯导系统性能的重要因素。鉴于此, 深入研究惯性器件的误差建模技术, 从而实现误差补偿并提高器件精度是至关重要的。关于惯性器件误差建模技术的研究, 世界各国的科研人员都在积极探索, 取得了许

多研究成果。器件误差总体上分为系统误差和随机误差两部分。其中, 随机误差的特性是其不可预测性, 随机误差来源多样, 包括器件的制造工艺以及外部环境等, 由于这种不确定性, 要构建一个稳定可靠的模型来对随机误差进行建模颇具挑战^[1]。针对随机误差建模, Minha P 和 Yang G 等研究者利用自回归滑动平均 (ARMA) 模型来分析 MEMS 惯性器件的误差来源, 并通过分析 MEMS 惯性传感器的输出成功估算出其自相

收稿日期:

录用日期:

Manuscript received ; accepted