

同行专家业内评价意见书编号: 20240854225

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: \_\_\_\_\_ 郑凯乐

学号: \_\_\_\_\_ 22160263

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

2024年03月26日

## 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

在专业实践期间，增强了自己对电子信息学科的基本理论知识，通过该专业实践中对于系统的开发，熟练掌握了硬件电路设计的知识、嵌入式开发以及实验验证的能力，提高了自己在工程项目中的实际操作能力、问题解决能力，更加深入的了解到在运用场景下的系统整体开发，能够根据实际使用性能和所学技术合理的调整蓝牙传输距离、功耗大小、电池容量、输入噪声等重要指标。构建的脑电采集设备具有广泛的应用场景和实用性。

### 2. 工程实践的经历

本工程实践主要针对侵入式脑机接口开发了一款可侵入的32通道脑电采集和处理系统，与国内外科研成果和相关产品相比，本系统可配合 ECoG 电极植入脑内也支持无创采集，实现32通道、1kHz 采样率的脑电信号采集，对于对应的 3217场景运用，可以更可靠安全。对于实际应用中遇到的各类侵入式脑电采集系统问题，本系统也做了相对应的评估和设计。针对侵入式脑电系统的大小问题，本模块硬件电路加电池整体尺寸为直径 23mm 的圆，厚度不超过 7mm，与全球最新的脑机接口产品 Neuralink所发布的新产品尺寸紧紧对标；针对系统输入噪声问题，本模块选用脑电采集芯片 RHD2132，是一款专用的低功耗生物电势信号采集芯片，其输入噪声很低，只有2.4uVrms，对幅度为几十到几百 uV的脑电信号影响不大。芯片内部包括一个低噪声放大器阵列，可以将微弱的生物电信号放大192倍。芯片具备多路复用的16位ADC，其可以达到的最小分辨率为 $V=0.097\mu\text{V}$ ，并且放大器集成了带宽可调的模拟带通滤波器，可以在信号采集时进行自定义范围的可靠硬件滤波，去除高频信号干扰，非常适合用来测 ECoG、EEG、EMG等生物电信号；针对无线传输问题，系统无线传输采用的蓝牙 Soc为 STM32WB55，该芯片基于蓝牙 5.2 协议，传输速率最大可达到 2Mbps，为 32 通道、1kHz 采样率采集所得的大数据量脑电信号无线低功耗、不丢包传输提供了可靠保证；针对电磁干扰问题，本模块硬件电路所有芯片、元件进行无磁筛选，将原先含有铁磁性金属物质的元器件全部替换为无磁性的元器件，采集电路和电池通过无磁封装，因此植入脑内模块具有较好的磁兼容性，可以在3T-MRI核磁共振环境下正常工作，日常使用不会被电磁干扰而致使系统失效。因此对于系统使用中会遇到的问题，都做了相对应的设计，能够将项目进展快速推进，便于企业将系统配合脑电极进行后续的生物实验等，展开更多有意义的研究。

### 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

在实际的工程设计过程中，面对并解决了许多的问题，以达到设计目标。本系统是一款针对侵入式脑机接口设计的无线脑电采集和处理系统，其关键技术和需要解决的问题在于：

(1)、高集成度磁兼容：为了减少侵入式设备对使用者的损伤/提高便携式设备的便携性，系统的尺寸应尽可能小，以减少对脑部的影响。设备在日常使用中应具备一定的抗干扰能力，能够抵御外部磁场的干扰，且兼容核磁共振等医疗设备。当前研究现状中针对于磁兼容的产品大多基于非侵入式，其体积较大，通过设备的去磁设计和后端算法来实现磁兼容。本系统通过小尺寸电路去磁化设计和针对梯度伪影的算法，能够实现进入腔体的磁兼容设备，在尺寸 $\phi 23 \times 7\text{mm}$ 的尺寸下实现32通道、1kHz采样率的脑电信号采集，并通过上位机实时显示和预处理。采集设备支持钛合金材料封装的植入式脑电采集/尼龙材料封装的便携式脑电采集，该模块设备通过磁兼容设计和梯度伪迹去除算法开发，实现在3T的核磁环境中正常使用，并通过算法还原干净的心电信号。(2)、低功耗可靠传输：设备应确保大数据量脑电数据的不丢失无线传输，并在此基础上实现超低功耗以降低发热，延长使用时间，减少电池容量

，提高设备的便携性。当前研究现状中针对磁兼容的采集设备通常都采用有线光纤或Wi-Fi传输，或不够便携、或功耗大。本系统通过巧妙的电路设计和开发，通过低功耗蓝牙进行无线传输，可以实现1m距离内的不丢帧传输和20mW的最低功耗，能够实现小尺寸的低功耗可靠传输的磁兼容脑电采集设备。本设备将最终以 23mm 直径的集成电路上实现数据采集，不受强磁干扰，具有多模态的运动与震动信息来提升运动伪迹识别及去除的准确度。在系统测试中，学会了脑电实验设计和电路的各项抗干扰测试，能够更加接近系统使用场景，从而将学术成果落地为产品经验，将理论知识落地到实际工作中。该项技术为大脑信号的可靠检测和解读提供了坚实的基础，因此可以在未来战争中多项、复杂的作战场景发挥重要作用，例如战士的生命状态监测、无声交流、意念控制、战场信息快速感知等等。通过此项专业实践，能够对标国外先进的脑机接口系统，进行了侵入式磁兼容脑电系统的设计、研发和测试，提高了对于脑机接口系统设计的理论知识掌握和具体内容实践操作能力，能够根据系统要求进行元器件选型和性能评估，全面合理地进行系统设计，提高了硬件设计和嵌入式开发能力。该系统可以通过后期算法的开发以及无线充电的设计，展开为一个完整的侵入式脑电产品，配合不同的脑电极进行脑电信号采集。

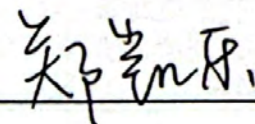
**(二) 取得的业绩(代表作)【限填3项, 须提交证明原件(包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等)供核实, 并提供复印件一份】**

**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
基于生物阻抗的电刺激脉冲波形实时调控方法及装置	发明专利申请	2022年03月21日	申请号: 202210276091.6	2/5	


**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】**

作为主要成员参加了北京机械设备研究所的脑机接口研究项目, 开发了一款针对侵入式脑机接口的无线脑电采集和处理系统, 项目经费100万。

<b>(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况</b>	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 84 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： 1.1 年(要求1年及以上) 考核成绩： 85 分(要求80分及以上)
<b>本人承诺</b>	
<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： </p>	

22160263

## 二、日常表现考核评价及申报材料审核公示结果

日常表现 考核评价	<p>非定向生由德育导师考核评价、定向生由所在工作单位考核评价：</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>优秀    <input type="checkbox"/>良好    <input type="checkbox"/>合格    <input type="checkbox"/>不合格</p> <p>德育导师/定向生所在工作单位分管领导签字（公章）：  2024年3月27日</p>
申报材料 审核公示	<p>根据评审条件，工程师学院已对申报人员进行材料审核（学位课程成绩、专业实践训练时间及考核、学位论文、代表作等情况），并将符合要求的申报材料在学院网站公示不少于5个工作日，具体公示结果如下：</p> <p><input type="checkbox"/>通过    <input type="checkbox"/>不通过（具体原因： _____）</p> <p>工程师学院教学管理办公室审核签字（公章）： _____ 年 月 日</p>

## 浙江工业大学研究生院

## 攻读硕士学位研究生成绩单

学号: 22160263	姓名: 郑凯乐	性别: 女	学院: 工程师学院	专业: 电子信息	学制: 2.5年						
毕业时最低应获: 24.0学分		已获得: 24.0学分		入学年月: 2021-09	毕业年月: 2024-03						
学位证书号: 1033532024602221			毕业证书号: 103351202402600447								
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
2021-2022学年秋冬季学期	中国特色社会主义理论与实践研究		2.0	91	公共学位课	2021-2022学年夏季学期	自然辩证法概论		1.0	89	公共学位课
2021-2022学年秋冬季学期	工程伦理		2.0	91	公共学位课	2021-2022学年夏季学期	物联网信息安全技术与应用基础		2.0	93	专业学位课
2021-2022学年秋冬季学期	研究生论文写作指导		1.0	95	专业学位课	2021-2022学年夏季学期	大数据与人工智能工程应用		2.0	90	专业学位课
2021-2022学年秋冬季学期	电子与信息工程技术管理		2.0	92	专业学位课	2021-2022学年夏季学期	移动互联网智能设备应用设计与实践		3.0	78	专业学位课
2021-2022学年秋冬季学期	物联网操作系统与边缘计算		2.0	85	专业选修课	2021-2022学年夏季学期	研究生英语		2.0	82	公共学位课
2021-2022学年春季学期	数学建模		2.0	83	专业选修课	2022-2023学年春季学期	研究生英语基础技能		1.0	72	公共学位课
2021-2022学年春季学期	电子与通信工程领域前沿讲座		2.0	83	专业选修课						

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: 2024-04-02

# 发明专利请求书

代理机构内部编号22155F0414

此框内容由国家知识产权局填写

⑦ 发明名称	基于生物阻抗的电刺激脉冲波形实时调控方法及装置			① 申请号	(发明)		
				②分案提交日			
				③申请日			
⑧ 发明人	发明人 1	董树荣	<input type="checkbox"/> 不公布姓名	④费减审批			
	发明人 2	郑凯乐	<input type="checkbox"/> 不公布姓名	⑤向外申请审批			
	发明人 3	金浩	<input type="checkbox"/> 不公布姓名	⑥挂号号码			
⑨第一发明人国籍 中国				居民身份证件号码 652301197309130856			
⑩ 申 请 人	申 请 人 (1)	姓名或名称: 浙江大学		用户代码	申请人类型 大专院校		
		居民身份证件号码或统一社会信用代码/组织机构代码 12100000470095016Q				电子邮箱	
		<input checked="" type="checkbox"/> 请求费减且已完成费减资格备案					
		国籍或注册国家(地区) 中国					
		省、自治区、直辖市 浙江省					
		市县 杭州市					
		城区(乡)、街道、门牌号西湖区余杭塘路 866 号					
		经常居所地或营业所所在地 中国		邮政编码310058		电话	
		申 请 人 (2)	姓名或名称:		用户代码	申请人类型	
	居民身份证件号码或统一社会信用代码/组织机构代码						
	<input type="checkbox"/> 请求费减且已完成费减资格备案						
	国籍或注册国家(地区)						
	省、自治区、直辖市						
	市县						
	城区(乡)、街道、门牌号						
	经常居所地或营业所所在地		邮政编码		电话		
	申 请 人 (3)		姓名或名称:		用户代码	申请人类型	
		居民身份证件号码或统一社会信用代码/组织机构代码					
<input type="checkbox"/> 请求费减且已完成费减资格备案							
国籍或注册国家(地区)							
省、自治区、直辖市							
市县							
城区(乡)、街道、门牌号							
经常居所地或营业所所在地		邮政编码		电话			





密级： 公开

合同登记编号：

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



# 委托开发合同

项目名称： 磁兼容脑信号集成模块

甲方（委托方）： 北京机械设备研究所

乙方（受托方）： 浙江大学

签订地点： 北京（市） 海淀（区）

签订日期： 2021年11月1日



项目名称：磁兼容脑信号集成模块

委托单位：北京机械设备研究所

合同金额：100 万

本人排名：郑凯乐，项目研究排名 1/5

项目简介：

1. 主要研究内容：开发一款磁兼容脑信号集成模块，能够配合 ECoG 电极进行侵入式脑电采集，实现 32 通道、1kHz 采样率以上的脑电采集和上位机实时显示，并且能够进行脑电信号的预处理，该系统能够在 3T 核磁环境中正常工作并且通过相关的数据处理，还原核磁环境下采集到的脑电信号。
2. 取得的经济社会效益：实现了该磁兼容脑信号集成模块的开发，能够配合非侵入式电极/侵入式电极进行生理电信号的采集，设备能够进入 3T 核磁环境腔体进行使用。预计应用于委托单位的飞行员头盔系统，具有较好的工程应用意义。
3. 本人承担的主要工作：主要进行了磁兼容脑信号集成模块的去磁化电路设计、电路板焊接、电路嵌入式开发，上位机联合测试，以及模块的性能调试、针对梯度伪影的算法、实验及数据处理，在尺寸  $\phi 23 \times 7\text{mm}$  的尺寸下实现 32 通道、1kHz 采样率的脑电信号采集，并通过上位机实时显示和预处理。

项目负责人签字：

盖章：

