

密级：非密

项目合同编号：

科研合作协议

甲方： 中国电子科技集团公司第十四研究所

注册地址： 江苏省南京市国睿路 8 号

联系地址： 江苏省南京市国睿路 8 号

项目联系人： 尹奎英

联系电话： 18795847576

乙方： 南京医科大学

注册地址： 南京市江宁区龙眠大道 101 号

联系地址： 南京市江宁区龙眠大道 101 号

项目联系人： 高俊英

联系电话： 13515101120



依据《中华人民共和国民法典》、《国家自然科学基金条例》、《国家自然科学基金资助项目资金管理办法》等法律、法规及其他相关规定，甲乙双方本着平等自愿、互相信任、明确分工、密切合作的原则，在真实、充分表达各自意愿的基础上，经友好协商，就国家自然科学基金专项项目《Sv DC 生物物理场时空融合的脑电信号解析新算法及其应用》（项目批准号 32541014）（以下可简称：“项目”或“研究开发项目”）合作研究达成如下协议，并由甲乙双方共同恪守。

第一条 项目基本要求

1、研究目标

本项目致力于运用时空融合技术，深度剖析 Sv DC 场在脑电信号中的动态演变规律，探究其与高级认知功能、意识状态以及睡眠等生理进程的相关性，构建基于 Sv DC 场的高精度度脑电解码模型，并结合各类模式动物探索 Sv DC 场的形成机制，为脑疾病的精准诊疗提供全新策略。

研究目标包括：

- 1) 解析 Sv DC 场时空演变规律：明确 Sv DC 场在不同生理状态（清醒、睡眠、癫痫发作）下的动态特性；
- 2) 构建时空融合解析模型：整合多模态神经影像数据，构建 Sv DC 场的高精度生物物理模型；
- 3) 开发脑电解码算法：设计三种及以上可验证的 Sv DC 场解析算法，实现对大脑生理状态的高精度解码；

4) 探索 Sv DC 场的形成机制：通过应用跨物种模式动物结合基因编辑的基因敲除以及组学分析技术深入探究 Sv DC 场在分子、细胞及神经环路层面的形成基础，从多维度揭示 Sv DC 场的形成根源。

5) 验证临床应用价值：借助健康人群与脑疾病患者（癫痫、抑郁）的脑电大数据，验证模型在疾病诊断与干预中的有效性。

2、技术内容

本项目 Sv DC 场的发现为深入理解脑功能的组织与调控模式提供了全新的视角，同时也为探究脑功能障碍性疾病的发病机制及开发新型治疗手段开辟了新的研究方向。本项目旨在将 Sv DC 场与多模态数据相结合，研发时空融合解析模型与高精度解码算法，以期为脑功能疾病（例如癫痫、睡眠障碍、意识障碍、抑郁等）的精准诊疗提供创新性策略。总体研究思路包括：结合 Sv DC 场与高精度解码算法优化传统数学模型驱动的学习方法、基于深度学习的端到端解码方法及“基础模型/大模型”研究新的模型与算法。

3、技术方法和路线

基于研究确定的发作间期癫痫灶定位诊断的新指标，以及癫痫发作的预测依据，确定刺激电极植入部位，设计基于 Sv DC 场实时监测的闭环调控系统，建立基于发作预测触发的按需刺激模式。

基于 Sv DC 场在不同状态下的特征，以及不同任务激活状态的特征分析，建立基于 Sv DC 场的神经调控对神经功能恢复效果的评估系统，与脑异常放电程度、癫痫发作严重程度、心率、血压调节变化、情绪反应、认知功能等临床症状建立稳定联系，客观评估临床症状的

动态变化，为形成新的闭环调控体系提供证据支持。该方法适用于癫痫、抑郁障碍、意识障碍等脑功能障碍疾病。

应用无创调控方法（例如超声、直流电刺激、光刺激等）以及颅内电刺激，对癫痫患者的致痫灶进行干预性刺激，借助 Sv DC 场的动态反应，评估不同无创调控方法对致痫灶的治疗作用；应用上述无创刺激对相应功能皮层进行刺激，评估其对脑功能的调控作用，从 Sv DC 场的变化机制深入探讨神经调控的作用机制。

第二条 本合同甲乙双方在研究开发项目中，分工承担如下工作：

甲方研究计划：

2026 年：

（1）开展 Sv DC 场在高级认知功能（工作记忆、情绪识别）、癫痫发作、睡眠不同时期、基础意识状态（清醒、麻醉-清醒过渡）状态下的多中心数据采集与预处理。

（2）初步构建基于时空注意力机制与图神经网络的 Sv DC 场解码算法框架，开展离线仿真测试。

（3）组织国内脑电信号解析与计算神经经济学学术研讨会

2027 年：

（1）开发并优化基于物理约束的深度学习解码模型（Physics-informed ST-Net），开展跨被试泛化验证。

（2）推进多模态融合模型（OBSUM）构建，集成 fMRI、Calcium Imaging 等数据，进行时空分辨率提升测试。

(3) 开展国际合作交流,邀请 1 - 2 名国际知名计算神经科学或脑机接口专家来访并进行学术研讨。

2028 年:

(1) 验证 Sv DC 场在抑郁评估、意识障碍判别及癫痫灶定位中的临床应用效能。

(2) 开发实时 Sv DC 场解码系统原型,并与神经调控设备进行闭环集成测试。

(3) 组织最终阶段学术交流暨项目推进会,邀请临床医学、算法及产业界代表参与,研讨成果转化路径;派遣团队成员赴国际合作单位开展短期研究访问。

乙方研究计划:

2026 年:

(1) 完成星形胶质细胞缝隙连接蛋白 Cx-43、kir4.1、水通道蛋白 4 (aquaporin 4, AQP4) 或 IP3R2 基因敲除小鼠的饲养及基因型鉴定,筛选阳性敲除小鼠。

(2) 开展颅内脑电结合活体双光子钙成像确定 Sv DC 场与星形胶质细胞网络钙波的相关性的实验,完成数据采集与初步分析。开展四种基因敲除小鼠及对照组小鼠的 Sv DC 场检测实验。

(3) 完成实验数据的整理与统计分析,撰写研究报告,整理实验图片、数据表格等成果资料,撰写论文并投稿。

2027 年:

(1) 构建 4 - 氨基吡啶诱导的大鼠颞叶癫痫模型,开展多模态

电信号采集实验，完成模型组与对照组不同发作阶段的场电位、ECoG 及 Sv DC 场信号采集。

(2) 完成星形胶质细胞特异性光敏感蛋白转基因大鼠的癫痫模型构建及鉴定。开展光遗传学调控实验，针对微癫痫发作位点周边星形胶质细胞进行特异性激活/抑制，同步记录 Sv DC 场、ECoG 信号及行为学数据，完成不同刺激条件下的实验数据采集。

(3) 完成实验数据的整理与统计分析，撰写研究报告，整理实验图片、数据表格等成果资料。

2028 年：

(1) 利用冷冻电镜开展超微结构观察，采集星形胶质细胞及缝隙连接的高分辨率图像，完成图像初步整理。完成激光切割获取的星形胶质细胞网络样本的转录组测序文库构建，提交样本至高通量测序平台完成测序。

(2) 完成深度数据分析：建立缝隙连接超微结构与 Sv DC 场参数的关联模型；筛选钾电流相关差异表达基因，完成 GO/KEGG 富集分析，构建分子调控网络；验证关键基因的表达水平。

(3) 整理实验数据、图像（超微结构图像、基因表达图谱等），撰写论文并投稿。

第三条 为确保本合同的全面履行，甲乙双方确定，采取以下方式对项目研究开发工作进行组织管理和协调：

由甲方主持和推进项目研究开发工作，合同期限内，乙方按“项目计划书”任务节点要求完成相关工作内容，若存在进度落后情况，

乙方应于 10 日内与甲方书面报告原因及补救措施。若连续 3 次或累计 5 次进展落后于任务节点要求，甲方有权与乙方解除本合同，要求乙方承担违约责任、支付违约金人民币¥500000 元（人民币伍拾万圆整）并赔偿由此给甲方造成的全部损失；无论发生何种形式的违约，乙方的违约金不应超过实际拨款经费。

第四条 甲乙双方确定，各自为本合同项目的研究开发工作提供以下技术资料和条件：

甲方：本项目中主要负责 Sv DC 场等脑电以及脑神经影像数据的分析，开发脑电解码新算法和构建 Sv DC 场的高精度生物物理模型，并结合乙方技术报告完成项目结题报告提交基金委。

乙方：在本项目中主要负责动物实验，解析 Sv DC 场的微观生物物理学基础，探索 Sv DC 场的形成机制，完成技术报告并提交甲方。

本合同履行完毕后，上述技术资料由甲方建档统一保存。

第五条 甲乙双方确定，按如下方式提供或支付本合同项目的研究开发经费：

1、直接经费：乙方享有项目财政拨付直接经费的 30%，即¥2100000 元（人民币贰佰壹拾万圆整）。

2、间接经费：乙方享有项目财政拨付间接经费的 30%。

3、经费拨付：甲方根据国家拨款进度，在国拨经费到达甲方账户 30 个工作日内，按当次国家拨款额度和双方约定比例安排付款。乙方应按照甲方要求提供拨付经费依据。

4、甲乙双方应根据《国家自然科学基金资助项目资金管理办法》

的要求，严格按照规定的要求开支经费。

第六条 甲乙双方应保证其所提供技术不侵犯任何第三人的合法权益。如发生第三人指控合作另一方因实施该项技术而侵权的，提供技术方应当承担全部法律责任。

第七条 甲方可以向乙方提出变更合同权利与义务的请求，乙方应当在 60 日内予以答复；逾期未予答复的，视为同意。

第八条 未经其他甲方同意，乙方不得将本合同项目部分或全部研究开发工作转让给第三人承担。

第九条 在本合同履行过程中，因作为研究开发标的的技术已经由他人公开(包括以专利权方式公开)，知晓的合作一方应在 15 日内通知另外一方解除合同。逾期未通知并致使另一方产生损失的，另外一方有权要求予以赔偿。

第十条 甲乙双方确定因履行本合同应遵守的保密义务如下：

本项目为非密级项目，本合同文本为非密级文本。

合同双方对本合同相关内容负有保密义务，未经双方书面同意，任何一方不得向第三方透露合同信息，但甲方为本合同之目的所必须者除外。

双方约定，不论本合同是否变更、解除、终止，本条款均有效。

第十一条 乙方确定按以下方式交付项目研究开发成果：

1、 成果交付的形式及数量

1) 高影响力期刊或会议论文，数量 5 篇；

2) 申请相关技术专利，数量 2 项；

3) 研究技术报告，数量 1 篇。

2、成果交付的时间及地点

2028 年 12 月交付于中国电科第十四研究所。

第十二条 甲乙双方确定，甲方按以下标准及方法对本合同最终完成的研究开发工作成果进行验收：

按“项目计划书”中的年度研究计划节点和交付物验收。

第十三条 甲乙双方确定，因履行本合同所产生、并由甲乙双方分别独立完成的项目阶段性技术成果及其相关知识产权权利归独立完成方所有，合作研究开发所产生的技术成果及其相关知识产权权利归甲乙双方共同所有。具体分配如下：

1、申报科研成果署名：合作享有成果的完成单位排序为：按实际贡献大小排序，完成人排序按实际贡献大小排序方式进行。

2、论文发表：甲、乙双方需征得另一方同意的情况下，可以单独将本方完成部分的研究成果以论文形式单独发表；联合发表论文时，完成单位排序为：按实际贡献大小排序，论文作者排序将按实际贡献大小排序方式进行。

3、专利申请：甲、乙双方需征得另一方同意的情况下，可以单独将本方完成部分的研究成果申请专利；联合申请专利时，申请单位排序为：按实际贡献大小排序，发明人排序将按实际贡献大小排序方式进行。

4、甲乙双方根据在合作期间所获取的成果，包括论文、专著、专利以及鉴定、成果申报等均须注明国家自然科学基金计划资助及项

目编号。

第十四条 甲乙双方确定，因履行本合同所产生、并由甲乙双方合作研究开发所产生的技术成果及其相关知识产权权利归甲乙双方共同所有；甲乙双方需征得对方同意的情况下实施转化该成果及相应的知识产权。

产生的经济收益分配按以下方式确定：

在成果转让或实施转化前，由甲乙双方另行协商确定。

第十五条 甲乙双方分别独立完成并与履行本合同有关的阶段性技术成果的研究开发人员，享有在有关此阶段性技术成果文件上写明技术成果完成者的权利和取得有关荣誉证书、奖励的权利。

甲乙双方应以协商方式确定最终研究成果的完成人员名单。此完成人员享有在有关最终技术成果文件上写明技术成果完成者的权利和取得有关荣誉证书、奖励的权利。

双方研究开发人员应得奖励由双方按法律规定自行发放。

第十六条 除本合同另有约定外，甲乙双方确定：任何一方违反本合同约定义务，造成另一方研究开发工作停滞、延误或失败的，应承担违约责任并赔偿由此给守约方造成的全部损失。

第十七条 甲乙双方确定，甲方有权利用本合同项目研究开发所完成的技术成果，进行后续改进。由此产生的具有实质性或创造性技术进步特征的新的技术成果，归甲方所有。

第十八条 为有效履行本合同，甲乙双方确定，在本合同有效期内，甲方指定尹奎英（联系方式：18795847576）为甲方项目联系人，

乙方指定高俊英（联系方式：13515101120）为乙方项目联系人。项目联系人承担以下责任：

一方变更项目联系人的，应当及时并以书面形式通知另一方。未及时通知并影响本合同履行或造成损失的，应承担相应的责任。

第十九条 甲乙双方确定，出现下列情形，致使本合同的履行成为不必要或不可能的，双方应及时通知另一方以将损失控制在最小范围并共同协商变更或者解除本合同：

- 1、因发生不可抗力或技术风险；
- 2、作为项目研究开发标的的技术已经由他人公开（包括以专利权方式公开）；

甲方不就上述情形下的合同解除向乙方承担任何责任。因上述情形下的合同解除给甲乙双方造成的损失，由甲乙双方各自承担。

第二十条 甲乙双方承诺本专项研究涉及以人体的临床研究部分，将遵守伦理审查制度；涉及人类遗传资源采集、收集、等相关行为的，将遵照《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》相关规定执行。涉及动物实验的，将遵守国家实验动物管理的法律、法规、技术标准及有关规定执行。

第二十一条 甲乙双方因执行本合同所发生的或与本合同有关的一切争议，应协商、调解解决。协商、调解不成的，合同任一方有权向甲方所在地有管辖权的人民法院提起诉讼。

诉讼期间，甲乙双方继续享有各自在本合同项下的其它权利并应继续履行其在本合同下的相应义务。

第二十二条 与履行本合同有关的下列技术文件，经甲乙双方确认后，为本合同的组成部分：

1、 国家自然科学基金资助项目计划书（编号：32541014）

本合同约定的内容与各附件的约定有冲突的，以本合同为准。

第二十三条 甲乙双方约定本合同其他相关事项为：

合同未尽事宜，双方应本着互惠互利、友好协商的原则另行协商约定。

第二十四条 本合同壹式陆份，合作各方各执叁份，具有同等法律效力。

第二十五条 本合同自双方法定代表人或授权代表签字，并加盖各方单位公章或合同专用章之日起生效。

第二十六条 双方一致认可以上各条款都是经过双方在友好协商、充分注意并理解了各条款（尤其是关于各方权利、义务与责任的条款）的含义与法律效力的基础上达成的合意，并非由一方提供的格式条款。各方承诺对本合同中各条款的含义和法律效力、各方的权利、义务与责任均有明白无误的理解，在订立本合同时不存在重大误解、显失公平、受欺诈、胁迫或处于危难的情况。各方一致认可，本合同中各条款的标题仅为便于阅读而设，并不对其下具体条款含义的理解构成任何限制。

（以下无正文）



【本页为技术开发(合作)合同签署页，无正文。】

甲方（公章）：中国电子科技集团公司第十四研究所

法定代表人或授权代表（签章）：

项目负责人：尹奎英



[Handwritten signature of Yin Kuiying]

乙方（公章）：南京医科大学

法定代表人或授权代表（签章）：

项目负责人：高俊英



[Handwritten signature of Hu Zhizhi in blue ink]

签署地点：

签署时间：2026年3月24日