

1、项目名称

基于改进神经群模型的癫痫病灶定位及控制方法研究

2、提名者及提名意见

提名者：滨州学院

提名意见：我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料，确认上述材料全部真实有效，相关内容符合滨州市自然科学奖的提名要求。

该项目将信号处理、人工智能等领域的方法与神经生理学领域的研究成果相结合，揭示了何种生理学变化会引发癫痫的问题。所提出的痫性指数、同步族强度等指标可以有效地指示癫痫发作程度，并用于癫痫自动控制。所提出的癫痫病灶识别方法也可以有效地识别癫痫病灶，为进一步的治疗提供保障。

该项目共发表论文 8 篇，其中 SCI 检索 3 篇，EI 检索 2 篇，CSCD 收录 4 篇，具有较高的学术价值，同时该项目的成果如果应用于临床，可以在较大程度上解决癫痫等神经疾病医疗条件不足的问题，具有一定的经济和社会价值。

3、项目简介

该项目所属科学技术领域为工程技术。

癫痫是仅次于中风的第二大神经疾病，其特点是反复、突然地发作。癫痫的发作会引起脑功能临时的缺失。如果不进行及时地控制，会出现对脑部永久性和广泛性的伤害。因而世界各国都投入了大量的人力物力研究癫痫的发病机理、控制、治疗以及痫性发作的预测等等，以期更好地控制、治疗和预防癫痫发作，从而提高人们的生活质量。本研究在对神经群模型进行改进的基础上，围绕癫痫发作期和发作间歇期的生理学特征分析，癫痫兴奋性、同步性的控制方案等内容展开了以下研究：

1) 提出了多神经群模型，可以更加准确地建模产生脑电信号的神经群；提出了根据脑电信号确定神经群模型参数的方法，可以保证输出波形与实测脑电信号足够匹配的前提下使多神经群模型中的神经群数最小；

2) 在多神经群模型的基础上，对癫痫发作期和发作间歇期的生理学特征进行了分析。研究发现发作期的神经群数明显少于发作间歇期，平均神经群数由发作间歇期的 6.6717 下降为发作期的 1.3399；而主要神经群的强度则较发作间歇期有大幅提升。这也证明发作过程中，会有神经群融合过程出现；

3) 提出了痫性指数来描述癫痫发作程度，进而提出了根据痫性指数调节神经群兴奋-抑制平衡的两种方法；

4) 提出了同步族的概念, 并给出了同步族强度和参与率的计算方法。在此基础上, 提出了不进行癫痫病灶识别, 而是针对癫痫发作所波及的同步族进行统一控制的癫痫同步性控制方案;

5) 提出了一种新的非线性互依赖性测度来指示神经群之间耦合的方向信息, 该测度可以用来识别致病区, 进而提出了在识别致病区的基础上有针对性的对致病区进行控制的方法。

本研究共发表论文 8 篇, 其中 SCI 一区检索 2 篇, 二区检索 1 篇, EI 检索 2 篇, CSCD 核心期刊 4 篇, 有力地推进了癫痫发作自动分析、检测技术的发展, 为研制具有自主知识产权且经济适用的癫痫发作预警系统打下了理论基础, 从而使患者或医生能够及时地发现癫痫发作前的先兆症状并及时定位病灶, 采取必要的预防保护措施, 或通过一系列的医疗手段及时地对患者进行控制和治疗。多导联 EEG 数据可达性分析为癫痫发作自动控制提供了理论支持, 为开发具有我国自主知识产权的植入式闭环癫痫刺激器打下了技术基础。

4、客观评价

在本项目的山东省自然科学基金资助项目结题报告中, 专家意见如下:

项目主要工作完善、进度合理、结题报告规范、结题成果充沛(第一作者发表 SCI 一区论文 1 篇、EI 检索论文 1 篇、其他收录论文 2 篇; 以该项目为基础争取到非负责人国家级项目 1 项)、已按时完成结题。

本项目发表论文 6 篇, 其中 SCI 一区检索 1 篇, EI 检索 1 篇, CSCD 核心期刊 3 篇。项目中所提出的模式识别、智能控制理论应用于本地冬枣病虫害防治领域, 申请立项国家星火科技计划项目一项。

所有专家的评价等级(对项目完成质量、学术水平的总体评价)一致为优秀。

5、代表性论文专著目录

1) **Zhen Ma**, Neurophysiological Analysis of the Genesis Mechanism of EEG During the Interictal and Ictal Periods Using a Multiple Neural Masses Model, International Journal of Neural Systems, 2018, 28(1): 1750027. (SCI 一区, IF: 6.4)

2) **Zhen Ma**, Weidong Zhou, Shujuan Geng, Qi Yuan, ; Synchronization regulation in a model of coupled neural masses, Biological Cybernetics, 2013, 107(2): 131-140. (SCI 一区, IF: 1.933)

3) **Zhen Ma et al.**, Epileptogenic Zone Localization and Seizure Control

in Coupled Neural Mass Models, 2015, 109(6): 671-683. (SCI 二区, IF: 1.611)

4) **马震**. 基于非线性互依赖性的癫痫致痫区识别方法研究[J]. 中国生物医学工程学报, 2018, 037(003):327-334. (CSCD 核心期刊)

5) **马震**. 基于神经群模型的致痫兴奋性控制研究[J]. 生物医学工程学杂志, 2016, 33(02):61-65. (EI 检索, CSCD 核心期刊)

6) **马震**. 个数可变脉冲线性预测编码研究[J]. 应用声学, 2017, 36(1):48-53. (CSCD 核心期刊)

7) **马震**, 吴殿红. 定点脉冲线性预测编码方法研究[J]. 应用声学, 2016, 35(02):137-143. (CSCD 核心期刊)

8) **Zhen Ma**, Weidong Zhou, Qi Yuan, 等. Simulation of ictal EEG with a neuronal population model[C]// International Symposium on Bioelectronics & Bioinformatics. IEEE, 2011. (EI 检索)

6、主要完成人情况

马震, 副教授, 滨州学院, 对本项目技术创造性贡献:

项目的组织者和实施者。负责项目总体方案制定与实施, 完成神经群模型的改进, 提出了同步族、非线性互依赖性、痫性指数等指标, 研究了癫痫发作的控制方案; 发表论文 8 篇, 其中 SCI 检索 3 篇、EI 检索 2 篇、CSCD 核心期刊 4 篇。

7、完成人合作关系说明

独立完成。