**项目名称：切向结构永磁同步电机及双凸极永磁电机新技术研究**

一、项目简介：高效以及超高效电机是近年的研究热点。未来在新能源汽车、轨道交通等领域具有较大的优势。以新能源汽车驱动电机为例，永磁电机占比高达76%，据估计，2023年永磁电机的市场规模或将突破1350亿元。由于功率密度高、过载能力强、易于弱磁扩速等优点，内置式永磁同步电机（Interior permanent magnet synchronous machine, IPMSM）和双凸极永磁电机（Doubly salient permanent magnet machine, DSPM）得到了各国学者的青睐。本项目围绕IPMSM和DSPM的新技术开展了研究，并取得了如下初步进展：

1、系统研究了IPMSM的转子设计

极对数的优化：首次提出了“聚磁”的两种定义：（1）用气隙磁密Bδ与稀土永磁体的内磁感应强度BM之比来表示聚磁作用的程度，若Bδ/BM>1，则有“聚磁作用”，否则无“聚磁作用”；（2）用气隙磁密Bδ与稀土永磁体的剩磁感应强度Br之比来表示聚磁作用的程度，若Bδ/Br>1，则有“聚磁作用”，否则无“聚磁作用”，由此，开展极对数的优化设计。

磁钢厚度优化：提出了磁钢厚度的约束条件；研究了（气隙长度恒定时）极对数变化时，磁钢厚度与气隙磁密、每极磁通的关系，探讨了磁钢厚度对电机的过载能力、铁耗等性能的影响；讨论了在漏磁不变时，磁钢厚度与气隙长度、非导磁衬套厚度的关系。

辅助磁极的位置对比：对比了辅助磁极存在与否，转轴侧永磁体漏磁与等效气隙的关系，讨论了极对数不同时，辅助磁极的位置对气隙磁密的影响。

非导磁衬套厚度的优化：讨论了漏磁恒定时，气隙长度和非导磁性衬套厚度的关系；探讨了气隙长度、漏磁通恒定时，极对数与非导磁衬套厚度的关系；揭示了气隙磁密、漏磁恒定时，气隙长度、磁钢厚度、非导磁衬套之间的关系。

综合优化：提出了在多磁源情况下各磁钢对气隙磁通贡献的概念；探讨了引入辅助磁极后非导磁衬套存在与否对电机性能的影响。

2、完善了DSPM的运行理论体系

对双凸极永磁电机的运行规律、电流特征、传感技术及常见故障等问题，进行了分析及实验验证。探讨了电流尾巴的危害及其改善措施、位置传感器延时特性对电机运行的影响及其改进方法、故障机理及其特征分析。

3、两种混合励磁电机的研究

在IPMSM的基础上，引入电励磁，提出了“切向永磁+径向电励磁”的混合励磁电机方案，其典型特征是无轴向磁路；研究了混合励磁电机气隙磁场及其谐波抑制问题；提出了“励磁机+主电机”的结构，避免了采用轴向磁路为混合励磁电机实现无刷励磁的传统方案。

探讨了双凸极永磁电机与混合励磁技术结合的可行性，分析了混合励磁双凸极电机换向模态、电流尾巴和转矩构成。

本成果研究的IPMSM、DSPM电机具有效率高，结构简单等特点，已分别在无锡天宝电机有限公司、浙江钜丰冲压科技有限公司等单位得到应用和推广。近三年经济效益见附件:经济效益\_无锡天宝电机有限公司\_浙江钜丰冲压科技有限公司。

本成果在国内外期刊和国际会议上发表论文24篇，被他引169次（被引218次），授权国家发明专利7项，实用新型专利4项。培养本科生和研究生50余名；本成果的应用推广取得了良好的经济、社会和环保效益，推动了高效、节能电机产品的发展，及其新型电机行业的人才培养和科技进步。

二、知识产权情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 国 别 | 知识产权类别 | 授权号 | 名 称 | 法律状态 |
| 中国 | 发明专利 | ZL200910052400.6 | Halbach阵列并列转子混合励磁无刷同步电机 | 未缴年费专利权终止  |
| 中国 | 发明专利 | ZL201410335182.8 | 磁分路式混合磁极型同步电机 | 专利权维持 |
| 中国 | 发明专利 | ZL200510038147.0 | 混合励磁双凸极永磁同步电机 | 未缴年费专利权终止 |
| 中国 | 发明专利 | ZL200510038148.5 | 低转矩脉动双凸极电机 | 未缴年费专利权终止 |
| 中国 | 发明专利 | ZL201510459876.7 | 一种电动汽车用集成直直变换器的电机驱动器 | 专利权维持 |
| 中国 | 发明专利 | ZL201410270719.7 | 一种电机转子位置角度获得方法 | 专利权维持 |
| 中国 | 发明专利 | ZL201110285181.3 | 一种融合稳压与谐波注入双重功能的变压整流器 | 专利权维持 |
| 中国 | 实用新型专利 | ZL201020652579.7 | 一种外转子磁通切换双凸极电机 | 未缴年费专利权终止  |
| 中国 | 实用新型专利 | ZL201020652601.8 | 具有聚磁效应的外转子磁场增强型磁通切换双凸极电机 | 未缴年费专利权终止  |
| 中国 | 实用新型专利 | ZL201020652578.2 | 永磁外转子双凸极电机 | 未缴年费专利权终止  |
| 中国 | 实用新型专利 | ZL201120255319.0 | 低风阻磁通切换电机 | 未缴年费专利权终止  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

1. 发表论文著作情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文著作 | 通讯作者 | 被 SCI、EI收录 | 引用次数 | 他引次数 |
| 1 | 切向结构永磁同步电机极对数的选择 | 赵朝会 | 是 | 15 | 9 |
| 2 | 切向结构永磁同步电机中磁钢厚度对性能的影响 | 赵朝会 | 是 | 7 | 7 |
| 3 | 切向结构永磁同步电机辅助磁极的优化 | 赵朝会 | 是 | 17 | 9 |
| 4 | 切向结构永磁同步电机的非导磁衬套研究 | 赵朝会 | 是 | 8 | 8 |
| 5 | 切向结构永磁同步电机的结构优化 | 赵朝会 | 否 | 6 | 6 |
| 6 | 永磁同步电机气隙磁密影响因素的分析 | 赵朝会 | 否 | 43 | 37 |
| 7 | 径向和切向结构永磁同步发电机的比较研究 | 赵朝会 | 否 | 27 | 23 |
| 8 | Halbach列旋转电机气隙磁密波形特性 | 赵朝会 | 否 | 8 | 6 |
| 9 | 新型无铁心永磁直驱风力发电机 | 赵朝会 | 否 | 4 | 3 |
| 10 | 绕组反电势大小对双凸极永磁电动机运行的影响 | 秦海鸿 | 是 | 3 | 3 |
| 11 | 单斩电流滞环控制的双凸极永磁电机三相桥式功率变换器中的电流尾巴 | 秦海鸿 | 是 | 12 | 5 |
| 12 | 双凸极永磁电机中五种PWM控制方式下的电流拖尾现象 | 秦海鸿 | 是 | 7 | 5 |
| 13 | 永磁双凸极电机中常见故障的机理研究 | 秦海鸿 | 是 | 17 | 15 |
| 14 | 双凸极永磁电机的控制模式 | 秦海鸿 | 否 | 5 | 5 |
| 15 | 双凸极永磁电机两种斩波控制方式的比较 | 秦海鸿 | 否 | 10 | 6 |
| 16 | 双凸极电机非理想的霍尔位置信号对电机运行的影响 | 秦海鸿 | 否 | 4 | 4 |
| 17 | 双凸极永磁电动机霍尔位置调整方法 | 秦海鸿 | 是 | 7 | 4 |
| 18 | 双凸极永磁电机数字控制驱动系统的分析与实现 | 秦海鸿 | 是 | 5 | 2 |
| 19 | 永磁双凸极电动机区间等效电感特性及对电机的影响 | 秦海鸿 | 否 | 0 | 0 |
| 20 | A novel tangential radial hybrid excitation synchronous variable frequency aircraft generator | 宁银行 | 是 | 2 | 2 |
| 21 | 混合励磁双凸极电机模态分析方法 | 秦海鸿 | 是 | 4 | 3 |
| 22 | 双凸极电机非导通相电流尾巴的研究 | 秦海鸿 | 是 | 3 | 3 |
| 23 | 双凸极电动机换向模态分析及实验验证 | 秦海鸿 | 否 | 2 | 2 |
| 24 | 双凸极无刷直流电动机机械特性研究 | 秦海鸿 | 否 | 2 | 2 |
| 25 |  |  |  |  |  |

1. 主要完成人

赵朝会 秦海鸿 宁银行

1. 主要完成单位

上海电机学院 南京航空航天大学

**高效硅太阳电池的光电管理关键技术**

一、项目简介

本项目属于硅太阳电池领域，重点围绕硅太阳电池中陷光结构、微纳电极结构大面积加工、光吸收增强、光电耦合机制等科学和工艺问题，开展研究开发工作，主要创新点有：

 （1）利用金属辅助化学刻蚀及碱修饰方法在大面积156×156mm多晶硅上，研制出硅纳米孔陷光结构，实现该结构太阳电池开路电压UOC达到0.6291V，短路电流ISC达到8.667A，填充因子FF为79.2%，电池效率EFF为17.75%，比市场上常规酸制绒多晶硅太阳电池的开路电压UOC高0.0044V，短路电流ISC高0.06A，电池效率增加了0.32%。，并将此项技术应用于江苏福克斯新能源科技有限公司的太阳电池的生产，新增产值2.6亿多元人民币。

 （2）利用低压气相输运设备在大面积太阳电池用玻璃上，制备出有序阵列的一维ZnO纳米线材料，并能对其化学计量比和表面形貌精细调控，减少氧空位浓度，提出将其应用到α-Si:H/uc-Si:H薄膜双结太阳电池前电极，将背电极进行改进设计，优化后的纳米电极结构提高了光利用率、降低了光生载流子的复合，与市场上硅基薄膜太阳电池相比较，光电转换效率从10.27%提升至12.76%。

 （3）将电化学自组装和纳米压印技术相结合，开发出一系列微纳图形化的窗口层封装薄膜和柔性衬底（金属和聚合物）。具有微纳结构的窗口层薄膜用于柔性薄膜电池组件窗口层的封装，可在宽光谱和入射角范围内显著降低光伏组件表面的反射，组件日均发电量提高5%以上，并示范应用于薄膜组件。图案化柔性衬底用于非晶硅薄膜电池，通过激发表面等离激元和波导等模式，提高长波长光程；同时微纳结构衬底可有效缓解电池器件中各功能薄膜层之间的热应力和机械应力，提高电池的良率和服役稳定性。两种技术叠加使电池转换效率相对平衬底电池提高40%以上，并将此项技术应用到江苏南通强生光电科技有限公司硅薄膜太阳电池生产中，近三年，企业累计销售额达9000多万元人民币，增强了企业核心竞争力，取得了明显的经济和社会效益。

 本项目所形成科技成果在江苏福克斯新能源科技有限公司等企业获得广泛应用，累计经济效益3亿多元，在国内外SCI检索期刊上发表论文26篇，被SCI检索论文他引316次，授权发明专利5项。本成果的应用推广还取得了良好的社会和环保效益，并且依托本项目的实施，培养了现场工程技术人员37名、硕士/博士研究生29名，有力地推动了我国光伏产业的人才培养和科技进步。

二、知识产权情况

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 国别 | 知识产权类别 | 授 权 号 | 名称 | 核心专利 | 本年度3月31日时的有效状态 |
| 1 | 中国  | 授权发明专利  | ZL201010553994.1  | 定向凝固多晶硅太阳电池的两次热处理方法  | 是  | 有效专利  |
| 2 | 中国  | 授权发明专利  | ZL201210223961.X  | 基于图形化金属衬底的薄膜太阳电池及其制作方法  | 是  | 有效专利  |
| 3 | 中国  | 授权发明专利  | ZL201510995619.5  | 一种减反射自清洁薄膜及其制备方法  | 是  | 有效专利  |
| 4 | 中国  | 授权发明专利  | ZL201210324504.X  | 太阳能发电储电集成器件  | 否  | 有效专利  |
| 5 | 中国  | 授权发明专利  | ZL200810039712.9  | 氧化锌基太阳能电池及其制备方法  | 否  | 有效专利  |

三、发表论文著作情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文、著作 | 他引次数 | SCIEI收录 | 通讯作者 |
| 1 | X X Lin, X Hua, Z G Huang and W Z Shen, Realization of high performance silicon nanowire based solar cells with large size【J】,Nanotechnology, 2013,24:235402  | 27  | 是  | W Z Shen(沈文忠)  |
| 2 | X X Lin, Y Zeng, S H Zhong, Z G Huang, H Q Qian, J Ling,J B Zhu and W Z Shen, Realization of improved efficiency on nanostructured multicrystalline silicon solar cells for mass production【J】,Nanotechnology,2015, 26:125401  | 5  | 是  | W Z Shen（沈文忠）  |
| 3 | Dongliang Yu, Min Yin, Linfeng Lu, Hanzhong Zhang, Xiaoyuan Chen, Xufei Zhu,Jianfei Che, and Dongdong Li, High-Performance and Omnidirectional Thin-Film Amorphous Silicon Solar Cell Modules Achieved by 3D Geometry Design【J】,Adv. Mater. 2015, 27:6747–6752  | 3  | 是  | Dongdong Li（李东栋）  |
| 4 | Ruichao Guo, Hongtao Huang, Paichun Chang, Linfeng Lu,Xiaoyuan Chen, Xiaofei Yang, Zhiyong Fan, Benpeng Zhu,Dongdong Li, Coupled optical and electrical modeling of thin-film amorphous silicon solar cells based on nanodent plasmonic substrates【J】,Nano Energy,2014,8:141–149  | 5  | 是  | Dongdong Li（李东栋）  |
| 5 | X.H. Wang, R.B. Li, D.H. Fan, Control growth of catalyst-free high-quality ZnO nanowire arrays on transparent quartz glass substrate by chemical vapor deposition【J】,Applied Surface Science, 2011,257:2960–2964  | 36  | 是  | X.H. Wang（王相虎）  |
| 6 | Siu-Fung Leung, Kwong-Hoi Tsui, Qingfeng Lin, Hongtao Huang, Linfeng Lu, Jia-Min Shieh, Chang-Hong Shen, Chin-Hung Hsu, Qianpeng Zhang, Dongdong Li and Zhiyong Fan, Large scale, flexible and three-dimensional quasi-ordered aluminum nanospikes for thin film photovoltaics with omnidirectional light trapping and optimized electrical design【J】,Energy Environ. Sci., 2014, 7:3611–3616  | 7  | 是  | Dongdong Li（李东栋）  |
| 7 | Qunfang Gui, Zhen Xu, Haifeng Zhang, Chuanwei Cheng, Xufei Zhu, Min Yin, Ye Song, Linfeng Lu, Xiaoyuan Chen,and Dongdong Li, Enhanced Photoelectrochemical Water Splitting Performance of Anodic TiO 2 Nanotube Arrays by Surface Passivation【J】,ACS Appl. Mater. Interfaces, 2014, 6:17053？17058  | 31  | 是  | Dongdong Li（李东栋）  |
| 8 | Qingfeng Lin, Siu-Fung Leung, Linfeng Lu, Xiaoyuan Chen, Zhuo Chen, Haoning Tang, Wenjun Su,Dongdong Li and Zhiyong Fan, Inverted Nanocone-Based Thin Film Photovoltaics with Omnidirectionally Enhanced Performance【J】,ACS Nano, 2014,8(6) : 6484–6490  | 14  | 是  | Dongdong Li（李东栋）  |
| 9 | Huapeng Xiao, Jun Wang, Hongtao Huang, Linfeng Lu,Qingfeng Lin, Zhiyong Fan, Xiaoyuan Chen, Chaehwan Jeong, Xufei Zhu, Dongdong Li, Performance optimization of flexible a-Si:H solar cells with nanotextured plasmonic substrate by tuning the thickness of oxide spacer layer【J】,Nano Energy,2015,11:78–87  | 4  | 是  | Dongdong Li（李东栋）  |
| 10 | X.H. Wang, L.Q. Huang, L.J. Niu, R.B. Li, D.H. Fan, F.B. Zhang, Z.W. Chen, X. Wang, Q.X. Guo, The impacts of growth temperature on morphologies, compositions and optical properties of Mg-doped ZnO nanomaterials by chemical vapor deposition【J】,Journal of Alloys and Compounds, 2015, 622: 440–445  | 9  | 是  | X.H. Wang（王相虎）  |
| 11 | Qingfeng Lin, Linfeng Lu, Mohammad Mahdi Tavakoli, Chi Zhang, Ga Ching Lui,Zhuo Chen, Xiaoyuan Chen, Lei Tang, Daquan Zhang, Yuanjing Lin, Paichun Chang,Dongdong Li, Zhiyong Fan, High performance thin film solar cells on plastic substrates with nanostructure-enhanced flexibility【J】,Nano Energy,2016, 22:539–547  | 1  | 是  | Dongdong Li（李东栋）  |
| 12 | Hongtao Huang,Linfeng Lu, Jun Wang, Jie Yang, Siu-Fung Leung, Yongqian Wang, Di Chen, Xiaoyuan Chen, Guozhen Shen, Dongdong Li and Zhiyong Fan, Performance enhancement of thin-film amorphous silicon solar cells with low cost nanodent plasmonic substrates【J】,Energy Environ. Sci., 2013, 6:2965–2971  | 26  | 是  | Dongdong Li（李东栋）  |
| 13 | Siu-Fung Leung, Qianpeng Zhang, Fei Xiu, Dongliang Yu, Johnny C. Ho, Dongdong Li,and Zhiyong Fan, Light Management with Nanostructures for Optoelectronic Devices【J】,J. Phys. Chem. Lett. 2014, 5:1479？1495  | 29  | 是  | Dongdong Li(李东栋)  |
| 14 | Dongliang Yu, Hongtao Huang, Linfeng Lu, Jianfei Che,Xiaoyuan Chen, Xufei Zhu, Ye Song and Dongdong Li, Templated deposition of multiscale periodic metallic nanodot arrays with sub-10nm gaps on rigid and flexible substrates【J】,Nanotechnology, 2014, 25:465303  | 1  | 是  | Dongdong Li(李东栋)  |
| 15 | X. H. Wang, R. B. Li and D. H. Fan，Study on synthesis and optical properties of Al-doped ZnO hierarchical nanostructures【J】,AIP ADVANCES,2011, 1: 012107  | 11  | 是  | X. H. Wang(王相虎)  |
| 16 | X. H. Wang, R. B. Li, and H. X. Zhu, Fabrication and Characterization of Li-Doped p-Type ZnO Nanorods on Quartz Substrates【J】,Nanoscience and Nanotechnology Letters,2013,5:1108–1111  | 2  | 是  | X. H. Wang(王相虎)  |

四、主要完成人

王相虎，沈文忠，李东栋，张静，李荣斌，尚海龙，袁正，殷敏，林星星，王晓成

五、主要完成单位

上海电机学院、上海交通大学、中国科学院上海高等研究院、江苏福克斯新能源科技有限公司

**术中神经监测产品核心技术研发及应用**

一、项目简介

术中神经监测技术已成为临床手术中检测神经功能的完整性，减少神经损伤，提高手术治疗成功率的一个不可缺少的重要组成部分。当前，我国所使用的术中监测设备主要靠引进国外产品，术中监测技术上的空白，严重制约了我国术中神经监测产品的高效、高质量批量化生产，限制了术中神经监测技术的临床推广应用，已成为建成医疗强国的重要瓶颈。

本团队依托上海电机学院“无创空间”协同创新中心，发挥产学研合作优势进行联合攻关，**自主研制了低压恒流、高压恒流和高压恒压电刺激器、电生理信号放大器、多模块同步监测系统，设计了符合我国临床手术操作的专用电极等配件，**成功应用于术中神经监测产品的制造，开发了**国内首款完全自主知识产权的术中神经监护仪——电生理参数监测仪XP- 1E，**打破了国外的技术垄断，填补了国内术中神经监护技术发展的空白，并临床应用到神经系统的术中监测、术后康复等领域，在**神经系统远程康复过程中实现了远程监测评估，**获得良好的经济效益和社会效益。获发明授权专利2项，实用新型8项，软件著作权3项，制定标准1项。

**1.研制了低压恒流、高压恒流和高压恒压电刺激器和电生理放大器。**发明了基于肌电反馈刺激的恒流刺激电路等技术，突破了输出电流、电压的精确控制技术，研制的低压恒流、高压恒流和高压恒压电刺激器，控制误差≤±10%，实现抗干扰-精准化刺激控制。突破了电生理信号放大技术，研制的电生理放大器实现信号45-1600倍放大，共模抑制比≥110dB，打破国外技术垄断，填补国内技术空白。

**2.自主研制了多模块术中神经监测系统和国内术中监测专用电极等配件。**针对不同神经监测的临床需求，自主研发了模块化、分层的软件架构模型，设计了多种神经同步监测分析系统软件：X系列神经监护中央机视频监护系统软件等，实现多种神经信号的同步收集、实时分析，并针对国内临床手术操作的步骤和规范，设计不同种类神经监测的专用软件界面、术中监测专用电极和各种配件，解决了多个神经监测项目同步监测的技术难题。

**3.突破了远程神经监测-康复一体化技术。**以自主研发的电生理参数监护仪为家庭客户端，实现对病人各项生理参数长期连续地检测。发明了脑电采集传输系统和认知功能障碍脑电识别系统等数据传输和实时分析技术，实现视频、音频等高清数据的远距离传输和异常信号的识别。结合远程仪器采集数据、视频等直观数据观察和医患在线沟通，实现远程神经监测、康复的一体化。

**4.制定了神经监测产品临床应用标准。**制定了1项企业术中神经监测产品临床应用标准，联合上海三甲医院如华山医院、第六人民医院等，开展产品的临床疗效评估和规范化应用研究，推动了我国术中神经监测标准化、规范化应用的开展。

**鉴定意见、查新报告、临床证明和其他用户的证明表明：其主要技术指标达到国内领先水平，填补该领域多项国内空白。**通过产学研合作联合开展术中神经监测产品核心技术研发及应用，成效显著。企业三年新增产值9608万元，已成为上海诺诚电气有限公司最核心的系列产品。

二、知识产权情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 国 别 | 知识产权类别 | 授权号 | 名 称 | 核心专利 | 2018年3月31日时的有效状态 |
| 中国 | 专利 | ZL201210114706.1 | 基于肌电反馈刺激的恒流刺激电路 | 发明专利 | 有效 |
| 中国 | 专利 | ZL201310482460.8 | 脑电检测信号同步电路、方法和脑电检测系统 | 发明专利 | 有效 |
| 中国 | 专利 | ZL201220165829.3 | 具有动态调节功能的神经肌肉康复仪 | 实用新型 | 有效 |
| 中国 | 专利 | ZL201220165831.0 | 蓝牙技术的多参数肌力显示器 | 实用新型 | 有效 |
| 中国 | 专利 | ZL201220165832.5 | 便携式肌力评定仪 | 实用新型 | 有效 |
| 中国 | 专利 | ZL201220166900.X | 基于肌电反馈的神经肌肉康复仪 | 实用新型 | 有效 |
| 中国 | 专利 | ZL201420201557.7 | 脑电采集传送系统 | 实用新型 | 有效 |
| 中国 | 专利 | ZL201420043873.6 | 实时反馈智能型电刺激装置 | 实用新型 | 有效 |
| 中国 | 专利 | ZL201420393977.X | 生命体征多参数监测仪 | 实用新型 | 有效 |
| 中国 | 专利 | ZL201520642906.3 | 认知功能障碍脑电识别系统 | 实用新型 | 有效 |

三、发表论文著作情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文著作 | 通讯作者 | 被 SCI、EI 收录 | 引用次数 |
| 1 | 集成学习在脑机接口分类算法中的研究 | 李晓欧 |  | 8 |
| 2 | 基于小波预处理和贝叶斯分类器的P300识别算法 | 李晓欧 |  | 6 |
| 3 | A P300-based BCI Classification Algorithm using Median Filtering and Bayesian Feature Extraction | 李晓欧 |  |  |
| 4 | Identifying Patients with Post-stroke Mild Cognitive Impairment by Pattern Recognition of Working Memory Load-related ERP | 李晓欧 | SCI | 3 |
| 5 | Classification of EEG Signals using Multiple Kernel Learning Support Vector Machine | 李晓欧 | SCI | 17 |
| 6 | Monitoring the Depth of Anaesthesia using Detrended Fluctuation Analysis | 李晓欧 | EI |  |
| 7 | 基于多核学习方法的前瞻性记忆脑电识别 | 李晓欧 |  |  |
| 8 | 基于脑电信号的麻醉特征参数分析 | 李晓欧 |  | 2 |
| 9 | A Brain Controlled Wheelchair based on Common Spatial Pattern | 李晓欧 | EI |  |
| 10 | 多功能移动床椅感性设计研究与实践 | 周志勇 |  |  |
| 11 | 层次分析法在五金工具感性设计中的应用研究 | 周志勇 |  |  |
| 12 | 基于主题设计思维的工具感性设计研究与实践 | 周志勇 |  |  |
| 13 | 以用户为中心的B2C电子商务网站界面设计研究 | 周志勇 |  |  |
| 14 | 浅谈感性工学及其研究办法 | 周志勇 |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

四、主要完成人

周志勇 李晓欧 李龙 张科 张群峰 杨晓扬

五、主要完成单位

上海电机学院 上海诺诚电气有限公司 上海健康医学院 上海谱康电子科技有限公司