

科学技术进步奖公示内容

一、 项目名称：面向5G 技术的电磁屏蔽复合薄膜构筑关键技术及功能化应用研究

二、 提名者及提名意见（包含提名等级）：

提名者：陕西省教育厅

提名意见：该成果选题准确，研究起点高，理论上创新，具有重要的学术价值和理论意义，对学科建设和经济社会发展有重要的指导作用。经过多年的攻关研究，通过纳米填料的功能化及其聚合物复合材料的结构调控，获得了具有良好导电、电磁屏蔽及吸波、气体阻隔及力学性能的功能性包装材料，并对其相关理论进行了完善和发展，取得多项技术及理论突破。结合客观评价等材料，认为整体达到国际先进水平。该项目推荐材料齐全、规范，经完成单位公示，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术奖推荐条件

提名该项目为陕西省科学技术进步奖 三 等奖。

三、 项目简介：

本项目属轻工技术领域，并涉及化学、材料学、力学及加工控制工程等相关学科。功能性复合包装材料涉及到机械、环境、化学、光学、电学及材料学等诸多领域，有着显著的多学科交叉特点，诸多理论及机理尚待完善。本项目在4项国家自然科学基金、4项陕西省自然科学基金及1项博士后基金的资助下，历经近9年的理论研究和艰苦攻关，通过纳米填料的功能化及其聚合物复合材料的结构调控，获得了具有良好导电、电磁屏蔽及吸波、气体阻隔及力学性能的功能性包装材料，并对其相关理论进行了完善和发展，取得多项技术及理论突破。

四、 客观评价：

（1）课题结题结论

根据国家自然科学基金委员会 2016 年、2019 年、2020 年和 2021 年结题审查结果通知：按有关规定已审核完毕，准予结题。

根据陕西省科技厅 2018 年、2019 年和 2023 年结题审查结果通知：根据结题项目评价指标和有关规定，经审查，符合结题要求，同意结题。

（2）2023 年发表于 ACS Applied Materials & Interfaces 及 Chemical Engineering Journal、2022 年发表于 Journal of Colloid and Interface Science 以及 2018 年发表于 Journal of Materials Chemistry C 上的 6 篇论文被评为 ESI（高被引用）论文，论文被国内外重要学术期刊多次引用。

（3）国内外学术奖励

研究成果获陕西高等学校科学技术奖二等奖；

五、 应用情况：

应用开发前景和效益预测：随着电子产品和通讯系统不断小型化、密集化及大功率化发展，电磁波干扰(electromagnetic interference，简称 EMI)问题日益严重，它不但影响周围电子仪器的正常工作，还对人及其它生物产生辐射。因此，开展电磁屏蔽研究对环境保护、人体健康、通信系统安全等均具有重要的意义。本项目技术在多家相关企业进行了生产及应用，创造了良好的社会效益。

六、 主要知识产权和标准规范等目录：（限 10 条，所列专利证书颁发日期、标准规范发布日期、论文发表日期应在 2024 年 12 月 31 日之前。填写论文专著时请注意按原文中英文填写）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	论文	Synergistic effect of graphene nanosheets and carbonyl iron-nickel alloy hybrid filler on electromagnetic interference shielding and thermal conductivity of cyanate ester composites	中国	DOI 10.1039/c7tc05213h	2018 年 2 月 14 日	Journal of Materials Chemistry C	西 安 理 工 大学	Ren Fang, Song Danping, Li Zhen, Jia Lichuan, Zhao Yuchen, Yan Dingxiang, Ren Penggang
2	论文	Methylene blue adsorption derived thermal insulating N, S-co-doped TiC/carbon hybrid aerogel for high-efficient absorption-dominant electromagnetic interference shielding	中国	DOI 10.1016/j.cej.2022.138667	2023 年 1 月 1 日	Chemical Engineering Journal	西 安 理 工 大学	Guo Zhengzheng, Ren Penggang, Wang Jin, Hou Xin, Tang Jiahui, Liu Zongbin, Chen Zhengyan, Jin, Yanling, Ren Fang.
3	论文	Magnetic coupling N self-doped porous carbon derived from biomass with broad absorption bandwidth and high efficiency microwave absorption	中国	DOI 10.1016/j.jcis.2021.11.165	2022 年 3 月 15 日	Journal of Colloid and Interface Science	西 安 理 工 大学	Guo Zhengzheng, Ren Penggang, Zhang Fudong, Duan Hongji, Chen Zhengyan, Jin Yanling, Ren Fang, Li Zhongming.
4	论文	Synergistic effect of 2D TiC and 1D CNT towards absorption-dominant high-performance electromagnetic interference shielding in 3D macroporous carbon aerogel	中国	DOI 10.1016/j.carbon.2022.06.022	2022 年 9 月 1 日	Carbon	西 安 理 工 大学	Zong Ze, Ren Penggang, Guo Zhengzheng, Wang Jin, Hu Jie, Chen Zhengyan, Jin, Yanling, Wang Fangfang, Ren Fang.
5	论文	Three-dimensional macroporous hybrid carbon aerogel with heterogeneous structure derived from MXene/cellulose aerogel for absorption-dominant	中国	DOI 10.1016/j.jcis.2022.03.136	2022 年 8 月 1 日	Journal of Colloid and Interface Science	西 安 理 工 大学	Zong Ze, Ren Penggang, Guo Zhengzheng, Wang Jin, Chen Zhengyan, Jin, Yanling, Ren

		electromagnetic interference shielding and excellent thermal insulation performance						Fang.
6	论文	Self-powered and multi-mode flexible sensing film with patterned conductive network for wireless monitoring in healthcare	中国	DOI 10.1016/j.nanoen.2022.107327	2022 年 6 月 1 日	Nano Energy	西 安 理 工 大学	Zhu Guanjun, Ren Penggang, Yjunjun, Hu Jie, Dai Zhong, Chen Hongtao, Li Yanhao, Li Zhongming.
7	论文	Ultra-low gas permeable cellulose nanofiber nanocomposite films filled with highly oriented graphene oxide nanosheets induced by shear field	中国	DOI 10.1016/j.carbpol.2019.01.040	2019 年 4 月 1 日	Carbohydrate Polymers	西 安 理 工 大学	Ren Fang, Tan Wenzhen, Duan Qian, Jin Yanling, Pei Lu, Ren Penggang, Yan Dingxiang.
8	论文	Large-scale preparation of segregated PLA/carbon nanotube composite with high efficient electromagnetic interference shielding and favourable mechanical properties	中国	DOI 10.1016/j.compositesb.2018.09.030	2018 年 12 月 15 日	Composites Part B-Engineering	西 安 理 工 大学	Ren Fang, Li Zhen, Xu Ling, Sun Zhenfeng, Ren Penggang, Yan Dingxiang, Li Zhongming
9	专利	四硫化二钴合镍/MXene/PVDF 层状复合材料的制备方法	中国	ZL 2021 11592486.9	2023 年 11 月 03 日		西 安 理 工 大学	任芳；卢震霞；吴桐；张家乐
10	专利	一种石墨烯纳米片/纤维素气凝胶复合材料的制备方法	中国	ZL 2020 11010794.1	2022 年 07 月 22 日		西 安 理 工 大学	任芳；卢震霞；郭铮铮；任鹏刚

七、 主要完成人情况：

排 名	姓 名	技术职称	行政职务	工作单位	完成单位	主要贡献
1	任芳	副教授	包装工程 系副主任	西 安 理 工 大学	西 安 理 工 大学	项目总负责。对科技成果均有创造性和贡献，主持成果相关的国家级、省级等项目 8 项。
2	任鹏刚	教授（博导）	无	西 安 理 工 大学	西 安 理 工 大学	项目主要完成人，主要参与组织协调项目实施，总体研究方案制定，对研究成果有重要贡献。主要负责建立了复合材料微结构和性能的关系。
3	郭铮铮	讲师	无	西 安 理 工 大学	西 安 理 工 大学	项目主要完成人，参与了所有试验工作，对研究成果有重要贡献，主要负责复合材料结构设计及电磁屏蔽机理研究。
4	靳彦岭	讲师	无	西 安 理 工 大学	西 安 理 工 大学	项目主要完成人，主要负责调控填料的分布及改善电极材料的充放电性能和倍率性能。
6	孙振锋	讲师	包装工程 系副主任	西 安 理 工 大学	西 安 理 工 大学	项目主要完成人，主要负责非均质复合泡沫材料的制备与研究。
5	陈争艳	讲师	无	西 安 理 工 大学	西 安 理 工 大学	项目主要完成人，主要负责调控填料的分布形态以提高材料的力学性能。
7	裴璐	讲师	学科秘书	西 安 理 工 大学	西 安 理 工 大学	项目主要完成人，主要负责混杂导电及电磁填料混合填充制备复合材料。

八、 主要完成单位及创新推广贡献：

排 名	完成单位	创新推广贡献
1	西安理工大学	本项目研究主要依托西安理工大学印刷包装工程省级重点实验室、现代分析测试。此外，西安理工大学在本学科领域拥有丰富的中文与外文数据库可以检索国内外学位论文数据以及 SCI 的全部数据，帮助获取国内外学术研究资源，保证项目处于学科前沿。探明填料间的搭接类型及其构筑机制，建立了填料搭接结构对导电聚合物复合材料（CPC）电磁参数的影响规律，实现了 CPC 电磁参数的有效调控。此外，通过建立 CPC 电磁参数（ σ 、 μ 及 ϵ ）与电磁屏蔽效能间的关系，探明 CPC 中电磁功能粒子对电磁波的协同作用机制。实现了超高电磁屏蔽复合包装材料的制备。

九、 完成人合作关系说明：（合作方式包括专著合著、论文合著、共同立项、共同知识产权、共同获奖、共同参与制定标准规范、产业合作等。）

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	论文	任芳/1，任鹏刚/2	2017-01-01	2018-12-31	Synergistic effect of graphene nanosheets and carbonyl iron-nickel alloy hybrid filler on electromagnetic interference shielding and thermal conductivity of cyanate ester composites	
2	论文	任芳/1，任鹏刚/2，郭铮铮/3，靳彦岭/4，陈争艳/6	2020-01-01	2023-12-31	Methylene blue adsorption derived thermal insulating N, S-co-doped TiC/carbon hybrid aerogel for high-efficient absorption-dominant electromagnetic interference shielding	
3	论文	任芳/1，任鹏刚/2，郭铮铮/3，靳彦岭/4，陈争艳/6	2021-01-01	2023-12-31	Magnetic coupling N self-doped porous carbon derived from biomass with broad absorption bandwidth and high efficiency microwave absorption	
4	论文	任芳/1，任鹏刚/2，郭铮铮/3，靳彦岭/4，陈争艳/6	2020-01-01	2022-12-31	Synergistic effect of 2D TiC and 1D CNT towards absorption-dominant high-performance electromagnetic interference shielding in 3D macroporous carbon aerogel	
5	论文	任芳/1，任鹏刚/2，郭铮铮/3，靳彦岭/4，陈争艳/6	2021-01-01	2022-12-31	Three-dimensional macroporous hybrid carbon aerogel with heterogeneous structure derived from MXene/cellulose aerogel for absorption-dominant electromagnetic interference shielding and excellent thermal insulation performance	
6	论文	任鹏刚/2	2020-01-01	2019-12-31	Self-powered and multi-mode flexible sensing film with patterned conductive network for wireless monitoring in healthcare	
7	论文	任芳/1，任鹏刚/2，靳彦岭	2018-01-01	2019-12-31	Ultra-low gas permeable cellulose nanofiber nanocomposite films filled with highly oriented	

		/4，裴璐/7			graphene oxide nanosheets induced by shear field	
8	论文	任芳/1，任鹏刚/2，孙振锋/5	2022-01-01	2023-12-31	Large-scale preparation of segregated PLA/carbon nanotube composite with high efficient electromagnetic interference shielding and favourable mechanical properties	
9	专利	任芳/1	2020-01-01	2022-12-31	四硫化二钴合镍/MXene/PVDF 层状复合材料的制备方法	
10	专利	任芳/1，任鹏刚/2，郭铮铮/3	2020-01-01	2022-12-31	一种石墨烯纳米片/纤维素气凝胶复合材料的制备方法	
10	国家自然科学基金	任鹏刚/2，孙振锋/5	2016-01-01	2020-12-31	聚乳酸/聚己二酸丁二醇酯-对苯二甲酸双连续相共混物薄膜的 SiO _x 憎水界面生成与阻水研究	
11	国家自然科学基金	任芳/1，任鹏刚/2	2018-01-01	2021-12-31	隔离导电复合材料泡沫的非均质结构调控及电磁屏蔽机理研究	
12	陕西省科技计划	任芳/1，任鹏刚/2，裴璐/7	2018-01-01	2019-12-31	轻质电磁屏蔽复合材料的非均质结构调控及屏蔽机理	
13	四川大学国家重点实验室开放课题	任芳/1，任鹏刚/2	2017-01-01	2018-12-31	导电复合材料泡沫的非均质调控及电磁屏蔽机理研究	
14	西北工大国家重点实验室开放课题	任芳/1，任鹏刚/2，郭铮铮/3，	2018-06-01	2020-05-31	轻质泡沫复合材料的结构调控及屏蔽机理研究	
15	陕西省科技计划	任芳/1，孙振锋/5	2018-01-01	2019-12-31	面向柔性电子器件制备的微滴喷印成形方法关键技术研究	

注意：专家提名项目还应公示提名专家的姓名、工作单位、职称和学科专业。