



新材料

科技成果汇编



CONTENTS

目录

- 02/ 轻质低功耗电加热技术及其防除冰应用
- 03/ 气凝胶纤维的连续化制备与应用技术
- 04/ 气凝胶/相变材料热阻隔薄膜
- 05/ 石墨烯电热膜
- 06/ 高质量薄层石墨烯粉体、浆料规模制备与产品
- 07/ 石墨烯基高分子聚合物电磁屏蔽材料
- 08/ 石墨烯基环氧锌粉重防腐涂料添加剂
- 09/ 纳米涂层及绿色再制造技术
- 10/ 透明电磁屏蔽
- 10/ 透明电加热膜
- 11/ 透明显示电路
- 12/ 印刷QLED显示用的交连型空穴传输材料与墨水
- 12/ 可揉搓、可水洗、可拉伸的导电发光面料
- 13/ 特种高分子PEKK复合材料的制备、成型及应用
- 14/ 喷墨金属3D打印

成果(项目)名称

轻质低功耗电加热技术及其防除冰应用

技术领域

新材料

目标应用领域
(或行业)

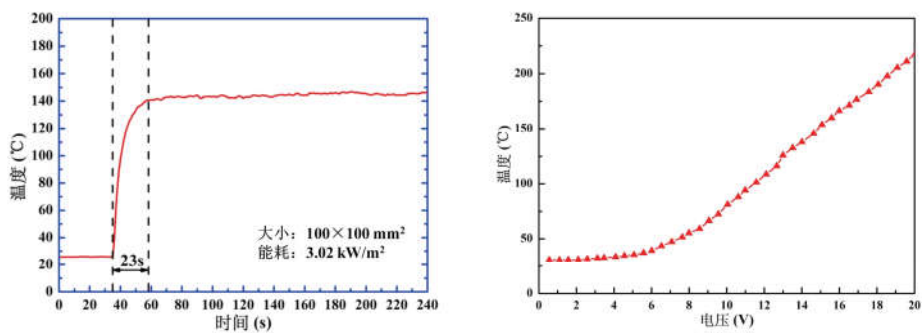
飞行器防除冰，建筑和装备防除霜，电力线缆防除冰，飞行器热补偿、复合材料低成本固化等。

成果(项目)简介

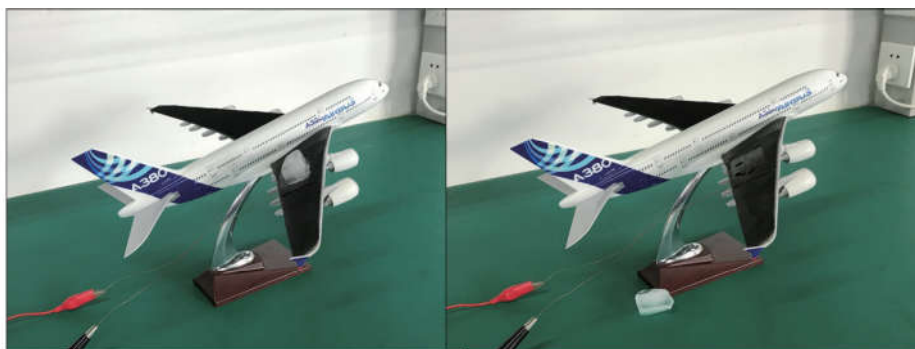
针对飞机和其他装备在防/除冰方面的需求，开发了导电纳米碳多孔薄膜材料，通过微纳结构调控实现了薄膜电导率的可控调节，并将该薄膜材料与复合材料一体成型，实现复合材料结构/电热防除冰一体化技术。与现有金属电加热材料相比，纳米碳薄膜电加热材料重量更轻、能耗更低，与复合材料集成度更高，耐候、耐腐蚀性更好。该技术亦可以应用于航天器低功耗、快速热补偿等。

成果(项目)创新性/主要优势/知识产权布局

在导电纳米碳薄膜制备及其电热防除冰应用方面具有自主知识产权。



左: 纳米碳薄膜电加热曲线; 右: 纳米碳薄膜温度随电压变化曲线



机翼模型表面通电70s后10g冰滑落

成果(项目)名称

气凝胶纤维的连续化制备与应用技术

技术领域

新材料

目标应用领域
(或行业)

隔热保温, 相变储能, 复合材料

成果(项目)简介

气凝胶纤维具有低密度和高孔隙率, 以及尺寸限制增强的边界散射和声子缺陷散射, 使其具有优异的隔热性能, 常温下热导率为 $0.037\text{W/m}\cdot\text{K}$, 低于商业应用的中空纤维毡, 与其他气凝胶隔热材料(如纤维素气凝胶、氧化硅气凝胶涂料)相当。在低温下其隔热性能更加优异, 并可在 $-196\sim 300^\circ\text{C}$ 的环境下长时间发挥隔热保温性能, 为极端环境下的隔热保温提供了一种新的选择。此外, 该气凝胶纤维还具有优异的化学稳定性, 可进行染色、疏水化、化学镀等多种改性且不损伤气凝胶主体骨架结构, 分别获得彩色、具有防水、自清洁功能, 及导电性的功能化气凝胶纤维。可通过填充相变材料制备成空调纤维, 其热焓值可达 162J/g , 远超现有商用Outlast空调纤维的热焓值。



气凝胶纤维照片

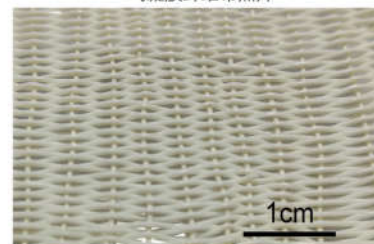
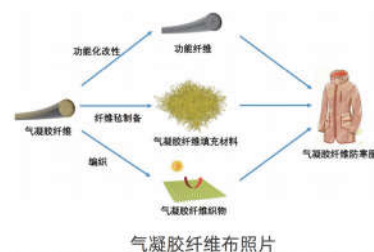
成果(项目)创新性/主要优势/知识产权布局

1. 申请中国发明专利一项: 聚酰胺气凝胶纤维、其制备方法及应用 (专利申请号: 2018104435782);

2. 相关成果以“Nanofibrous Kevlar Aerogel Threads for Thermal Insulation in Harsh Environments”为题, 发表于国际一流期刊《ACS Nano》(DOI: 10.1021/acsnano.9b01094)上。

美国Chemical & Engineering News (简称 C&EN), 以“Kevlar, the tough material used in body armor and sporting gear, now comes in aerogel form”为题, 对该研究成果进行了报道, 网址如下:

<https://cen.acs.org/materials/polymers/Kevlar-tough-material-used-body/97/i19>



染色气凝胶纤维照片



气凝胶纤维应用方向

成果(项目)名称

气凝胶/相变材料热阻隔薄膜

技术领域

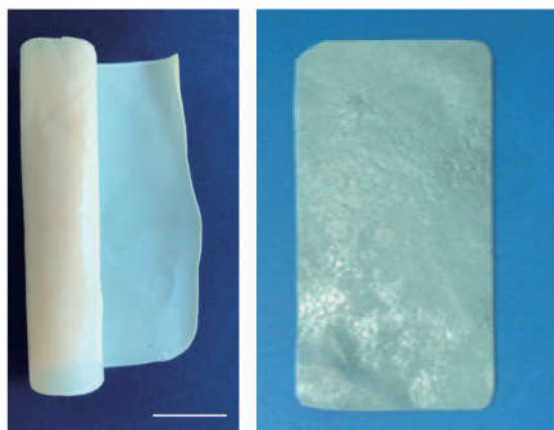
新材料

目标应用领域
(或行业)

电子隔热材料； 电池隔膜材料

成果(项目)简介

现有的热阻隔技术大多有耗能持续、应用范围窄、反应慢等不足。本项目研制出了一种可以适应不断变化的温度，且不需要额外耗能的热阻隔材料。首先制备了具有优异隔热性能的纳米纤维气凝胶薄膜，将这种薄膜用相变材料聚乙二醇（PEG）浸泡并进行防水处理，就得到一种轻薄、坚固的热阻隔材料。在模拟太阳光照下，覆盖目标物的相变复合薄膜储存热量，抑制温度升高，当夜晚来临，相变复合薄膜又能缓慢地释放热量，以匹配周围环境。



气凝胶薄膜

气凝胶相变复合薄膜

成果(项目)创新性/主要优势/知识产权布局

1. 相关研究成果以已发表于国际一流期刊《ACS Nano》(ACS Nano 2019,13, 2236–2245)。

2. 美国化学会新闻周刊News Service Weekly PressPac、美国化学会旗下新闻周刊C&EN、美国光学学会会刊Optics & Photonics News分别以“Now you see heat, now you don't”, “Packable Kevlar cloak provides infrared stealth across changing temperatures”, “A flexible way to hide the heat” 为题进行了报道。

3. 申请中国发明专利1项。



对高温目标热阻隔

成果(项目)名称

石墨烯电热膜

技术领域

新材料

目标应用领域
(或行业)

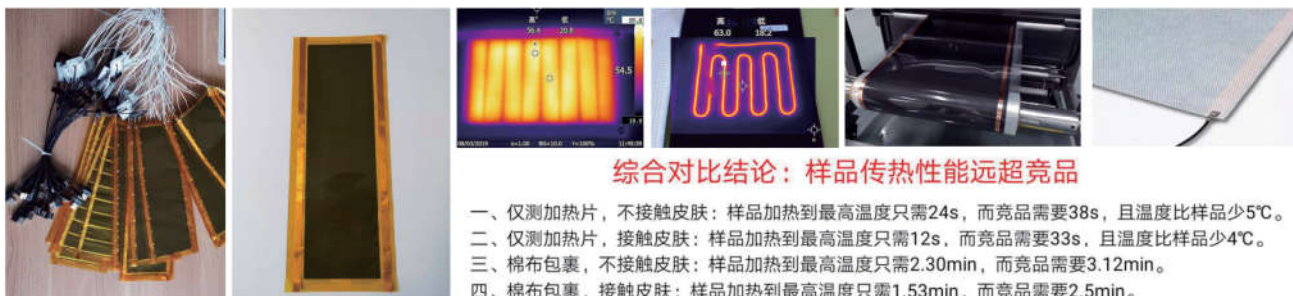
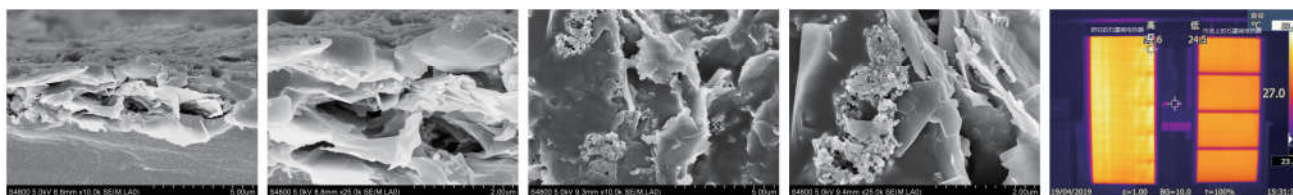
1.石墨烯导热膜, 智能健康家居、农业蔬菜大棚、石油管道、满足清洁取暖需求; 汽车居家取暖的升级换代需求如地毯、电暖气; 2.石墨烯电热服, 可应用于铁道、电力、演员等户外保暖需求的工作人员, 可进行行业服装定制开发。年老体弱、冬春季节怕冷人士的保暖需求。商务及爱美人士的冬季“风度+保暖”需求等。3.石墨烯发热理疗护具, 可用于中老年人及重体力劳动者、武术运动员等的保健理疗需求及慢病康复; 女性生理保健需求; 久坐及办公室亚健康人群理疗需求等。4.石墨烯透明发热膜, 可应用于石墨烯优异的导电性能和超高的透光性能使其可应用于透明电极、太阳能电池电极、液晶显示等领域。

成果(项目)简介

石墨烯电热膜由第一绝缘保护层、石墨烯加热层和第二绝缘保护层组成, 其中石墨烯电热膜内还有蓄热缓释层, 能够实现石墨烯电热膜在使用过程中匀速逐步升温以及在断电后缓慢降温, 同时还能够确保电热膜各处温度较均匀。避免了现有技术中加热降温过快导致的座椅温度迅速升高以及降温过快而引起的人体不舒适的情况。现将研究的石墨烯电热膜已应用于石墨烯发热膜, 石墨烯发热理疗器具、汽车座椅和汽车内部等取暖装置中。

成果(项目)创新性/主要优势/知识产权布局

本研究的石墨烯电热膜是由水性石墨烯油墨制成, 材料环保无污染。本研究的石墨烯电热膜应用范围广泛, 大面积的远红外效果, 升温迅速, 阻燃薄膜封装更安全可以解决目前发热膜急速升温和发热膜温度不均匀的问题。同时本研究的石墨烯电热膜与市场上的石墨烯相比, 在加热相同温度所需要的时间短, 加热速度快, 热量散发均匀。此外, 本研究的石墨烯电热膜的外观也不同于常规电热膜, 本研究的石墨烯电热膜中的金属电极上设置有镂空图案, 让导电浆料从镂空图案中注入从而使金属电极与石墨烯涂层之间很好的固定, 保证了石墨烯电热膜在多次弯折之后金属电极依然固定完好且具有良好的导电导热性能。



成果(项目)名称

高质量薄层石墨烯粉体、浆料规模制备与产品

技术领域

新材料

目标应用领域
(或行业)

锂离子电池、防腐涂料、纺织行业、电子产品导热散热

成果(项目)简介

本项目的重点是高质量石墨烯粉体的中试化生产线搭建及放大制备工艺，整个技术路线及工艺流程包括以下几个部分：

(1) 高质量薄层石墨烯及复合体系的放大制备工艺摸索与优化，

(2) 高质量薄层石墨烯的中试生产线的设计、加工、搭建和调制，其中生产流程包括：自动进料插层、液相化学解理、自动清洗和干燥流程。

(3) 石墨烯产品包括粉末和浆料的研制和应用的开发，石墨烯市场推广。产品可用于锂离子电池和超级电容器等储能材料；导电、导热、力学增强、防腐等复合体系添加剂。

成果(项目)创新性/主要优势/知识产权布局

1. 本项目采用的气液相混合解理放大制备技术，不同于传统的氧化还原技术和高温微波解理插层技术，整个制备过程中，几乎没有氧化、低缺陷，使石墨最大程度的保持了层间结构的完整性；并且由于解理作用缓慢，使获得的石墨烯层数较薄。

2. 本团队在石墨烯制备及涂层技术等相关领域已申请国家发明专利30多项，其中授权10余项，发表了SCI期刊论文数篇。



高质量薄层石墨烯水性、油性分散浆料

成果(项目)名称

石墨烯基高分子聚合物电磁屏蔽材料

技术领域

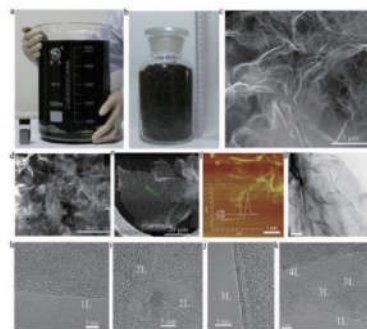
新材料

目标应用领域
(或行业)

电磁兼容及防护领域

成果(项目)简介

本项目成功制备了一系列石墨烯水性及油性浆料，通过填充及搭桥技术弥补了石墨烯层间电学接触弱的缺陷，进而通过与高分子聚合物复合提升材料的力学、柔韧等性能，获得了一系列具有优异电磁屏蔽效能和力学强度的石墨烯基高分子聚合物电磁屏蔽涂料。该电磁屏蔽涂料具有保质期长，使用便捷，可涂覆于各种外观和应用场景等优势。且最终涂层具有柔性、轻质、耐腐蚀、耐氧化、屏蔽效能高且以吸收屏蔽为主等优势。



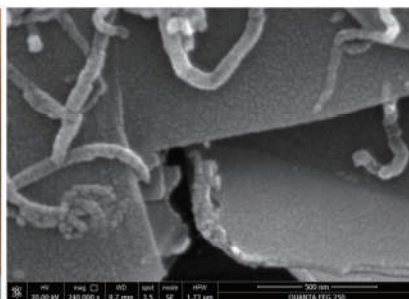
高质量薄层石墨烯浆料的照片及其SEM、AFM、TEM表征图

成果(项目)创新性/主要优势/知识产权布局

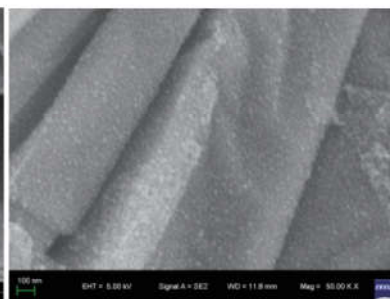
1. 本项目制备的石墨烯基高分子聚合物电磁屏蔽涂层在 $50\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ 克重时的电磁屏蔽效能 $\geq 40\text{dB}$ ，且具有耐腐蚀，耐氧化等优异特性。
2. 本成果具有施工便捷、应用场景广和电磁屏蔽性能高的优势。
3. 本团队在石墨烯制备及涂层技术等相关领域已申请国家发明专利30多项，其中授权10余项，发表了SCI期刊论文数篇。



水性石墨烯基高分子聚合物浆料涂覆于镀铜导电布



石墨烯和碳纳米管搭桥的SEM图



石墨烯和纳米铁材料复合填充的SEM图

成果(项目)名称

石墨烯基环氧锌粉重防腐涂料添加剂

技术领域

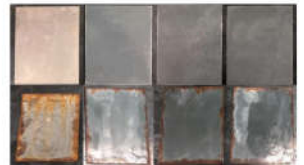
新材料

目标应用领域
(或行业)

金属腐蚀防护领域，钢结构防腐，工程机械、轨道交通、桥梁船舶、风电涂料等

成果(项目)简介

本项目通过使用纳米石墨烯，微纳功能材料，和先进高分子树脂技术，开发出一系列用于腐蚀防护的功能性涂层体系：包括石墨烯锌底漆，高固含或无溶剂环氧厚浆涂料，高固含耐候防污面漆，抗静电耐化学腐蚀的内衬涂料。具有低VOC，长效防腐，耐高温，疏水自洁，用于钢结构防腐和石油储罐管道的耐热防腐防护。这些产品经过从实验室性能到现场涂装工艺应用的测试，已在桥梁钢结构，工程机械防护和火电厂维修取得应用。

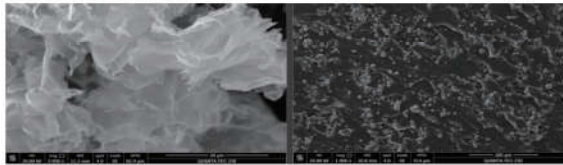


EP、EP-40% Zn、EP-40% Zn/0.5% G、EP-40% Zn/1% G
涂层初始及耐盐雾1500 h后的外观光学照片

成果(项目)创新性/主要优势/知识产权布局

该项目的创新和优势：不仅提供环保方案包括高固含，无溶剂和水性的钢结构防腐蚀技术，而且赋予功能耐候表面，耐温隔热，经济的材料成本和良好的施工性能。是可直接产业化的系列产品；（a）石墨烯锌底漆，拥有高固含和水性两种技术，具有国内外最高的防腐性能，超过钢结构防腐25年的抗盐雾的性能；而且节约锌资源降低成本（b）疏水自洁的氟碳和有机硅表面涂料，无粉化，优异的保色性，桥梁，风电和混凝土防护的高性能面漆。（c）无溶剂双组分聚酰胺环氧防腐涂料，防腐耐磨，耐化学品的溢漏和飞溅，底面一道成型大大的降低施工成本。（d）水性耐温隔热防腐一体化涂层，提供耐温到300°C，代替具有健康风险的玻璃岩棉落后的保温方式，解决行业的难点CUI-保温层下的腐蚀问题。

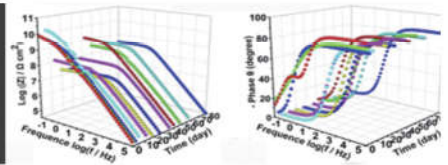
团队核心人员来自国际企业，具有前沿的产业化技术，开发具有独立知识产权的技术，是在工业和海洋涂料防护应用市场公认的先进应用技术



高质量薄层石墨烯粉体及石墨烯基环氧锌粉重防腐涂料
截面SEM图



石墨烯基环氧锌粉重防腐涂料涂覆于Q235钢



石墨烯基环氧锌粉重防腐涂料的Bode图



疏水自洁耐候表面



石墨烯锌-超长防腐耐>3500小时盐雾



轨交钢结构腐蚀防护



储罐隔热保温防护



海洋石油平台涂层方案

成果(项目)名称

纳米涂层及绿色再制造技术

技术领域

新材料

目标应用领域
(或行业)

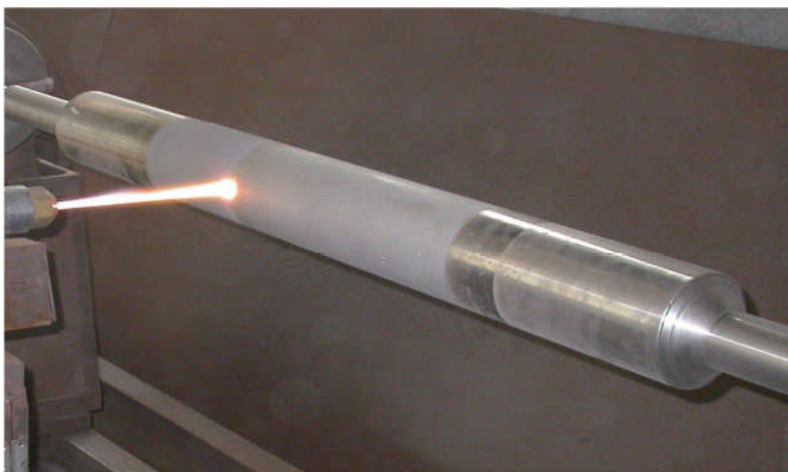
钢铁冶金、机械制造、石油化工、汽车工业。

成果(项目)简介

纳米涂层技术旨在为钢铁冶金、机械制造、石油化工、汽车工业等行业提供耐高温、耐腐蚀、耐磨损的涂层解决方案及高性能防护材料。纳米涂层技术是再制造产业的关键核心技术，拥有常规涂层技术所不具备的优良性能。通过对零部件表面进行纳米涂层改性，可以显著提高产品质量与性能，极大延长使用寿命；可以对失效部件、损坏产品进行高质量的修复，达到“整旧如新、整旧胜新”的效果。

成果(项目)创新性/主要优势/知识产权布局

本项目拥有完全自主核心技术，获得发明专利30多项。项目团队核心人员全部来自海外归国学者，掌握的技术先进、成熟，可以直接进行产业化服务于本地企业。基于此技术开发的多种产品已经成功用于（国内知名石油化工机械、钢铁冶炼、水泥建材和整车制造等企业的产品或生产设备上）中石化、中海油、包钢、马钢、奇瑞、海马、海螺等公司，其性能和效果得到市场的广泛认可。项目获得上海市科技进步奖、安徽省科技进步奖，获得“中国创新创业大赛”新材料行业全国第一名。



钢铁生产线炉辊、轧辊、导卫导轮等产品，成功应用在多家大型钢铁集团的生产线上，寿命提高3倍以上



发动机汽缸内壁涂层技术：在缸孔内壁直接喷涂一层纳米级的耐磨涂层，可替代原先的缸套或进行汽缸的再制造修复，摩擦损失降低50%，降低油耗3-5%，大幅提高发动机使用寿命及减少排放。

成果(项目)名称

透明电磁屏蔽

技术领域

新材料

目标应用领域
(或行业)

电磁防护

成果(项目)简介

金属网格柔性透明电磁防护，透过率可达85%以上，方阻低于 $0.1\Omega/\square$ ，10kHz-20GHz电磁屏蔽能效超过40dB;80%透过率下电磁屏蔽能效超过50dB。

优势在于高透过全频段高屏蔽能效，柔性大面积。

成果(项目)创新性/主要优势/知识产权布局

金属网格透明电磁屏蔽膜已与多家应用单位建立了合作。技术达到行业领先水平。

国家级重点人才计划强力创新团队，与产业链深度合作紧密，在行业富有影响力，与欧菲光、华为、OPPO、维信电子、昇印光电等行业优势企业建立合作。

成果(项目)名称

透明电加热膜

技术领域

新材料

目标应用领域
(或行业)

汽车/飞机玻璃除冰防雾；眼镜（防护镜）防雾，门窗加热变色；地宫博物馆展品橱窗防潮除湿。

成果(项目)简介

该技术基于自主知识产权的金属网格柔性透明导电膜，透过率可达90%以上，方阻低于 $0.1\Omega/\square$ ，加热金属网格线宽仅 $3\mu\text{m}$ 。

优势在于高透过不影响视线；大面积加热非常均匀，温控偏差小于 0.1 度；除冰防雾效率远高于热电阻丝（整面加热，热传递效率更高）；直流加热，驱动电压低，为ITO类样品驱动电压的十分之一，用于眼镜上小电池即可驱动。成本低，稳定性高（10000次加热无衰减），柔性可绕折；大面积低成本。

成果(项目)创新性/主要优势/知识产权布局

金属网格透明导电膜技术已经与南昌欧菲光合作，实现了原创纳米银网格透明导电膜触摸屏技术大规模量产，触屏广泛用于联想、DELL、HP等知名品牌显示器上。该技术荣获2014中国专利金奖，2014年全球印刷电子最佳制造技术进步奖。同时我们承担了国家战略纳米先导专项子课题“透明导电膜”的项目。加热除冰已用于欧洲企业直升机，800mmx-1200mm,已通过验证并供样。防护眼镜防雾已受霍尼韦尔关注与合作要求；汽车除冰已受行业关注。

国家级重点人才计划强力创新团队，与产业链深度合作紧密，在行业富有影响力，与欧菲光、华为、OPPO、维信电子、昇印光电等行业优势企业建立合作。拥有多项中国发明专利。

成果(项目)名称

透明显示电路

技术领域

新材料

目标应用领域
(或行业)

汽车/橱窗显示用透明micro-LED电路；大尺寸顶发射AMOLED阳极共电极；透明天线

成果(项目)简介

该技术基于自主知识产权的金属网格柔性透明导电膜，透过率可达90%以上，方阻低于 $0.1\Omega/\square$ ，把电路变得透明实现透明显示。

优势在于高透过低电阻；可大面积；可转移；能解决大面积OLED顶发射因透明阴极电阻大的压降问题导致的亮度不均问题。解决透明micro-LED导线挡光问题提高光透过率，大大提升产品用户体验。

成果(项目)创新性/主要优势/知识产权布局

金属网格透明导电膜技术已经与南昌欧菲光合作，实现了原创纳米银网格透明导电膜触摸屏技术大规模量产，触屏广泛用于联想、DELL、HP等知名品牌显示器上。该技术荣获2014中国专利金奖，2014年全球印刷电子最佳制造技术进步奖。同时我们承担了国家战略纳米先导专项子课题“透明导电膜”的项目。

透明micro-LED已与维信诺建立合作意向；正在筹划国家重点研发计划micro-LED显示的研发平台建设；AMOLED顶发射共电极已收到京东方、华星光电应用技术需求；透明5G天线已与华为合作多年。

国家级重点人才计划强力创新团队，与产业链深度合作紧密，在行业富有影响力，与欧菲光、华为、OPPO、维信电子、昇印光电等行业优势企业建立合作。

拥有多项中国发明专利。



成果(项目)名称

印刷QLED显示用的交连型空穴传输材料与墨水

技术领域

新材料

目标应用领域
(或行业)

新型柔性大尺寸显示, 量子点印刷显示

成果(项目)简介

印刷QLED显示用的新型交连型的HTL小分子材料与墨水, 具有高迁移率、深的HOMO能级及低的交连温度的优势, 填补了行业高性能量子点显示HTL材料的行业空白。解决了印刷量子点器件层间互溶、电子空穴注入不平衡、空穴注入到量子点能垒高、界面不稳定等难题, 全面提高了量子点显示三基色器件的效率与寿命并降低驱动电压。最终实现高效率, 长寿命的喷墨打印量子点器件。最终为量子点显示面板生产企业提供性能优异的关键材料与墨水产品。

成果(项目)创新性/主要优势/知识产权布局

1、技术为行业领先, 打印QLED效率为最高纪录, 已获行业龙头企业TCL旗下聚华平台横向项目支持, 已有评测报告, 成果获行业认可; 2、成果已获张家港市领军项目支持; 3、国家级重点人才计划强力创新团队, 与产业链深度合作紧密, 在行业富有影响力, 承担参与印刷显示相关课题国家级项目6项, 包括参与京东方、TCL牵头的印刷显示产业化示范项目, 包括与出光兴产、星烁、纳晶等行业优势企业建立合作。4、已布局了发明专利多项。

成果(项目)名称

可揉搓、可水洗、可拉伸的导电\发光面料

技术领域

新材料

目标应用领域
(或行业)

功能化服装领域(矿工制服、环卫制服、户外骑行服)智能家居领域, 智能穿戴领域, 智能化箱包领域(图形化发光logo), 智能化包装领域

成果(项目)简介

普通面料表面实现图形化电致发光。核心研发技术: (1) 开发了具有柔弹特性的导电浆料; (2) 实现了具有耐揉搓特性的透明导电膜; (3) 解决了底电极、发光层、顶电极三层之间紧密贴合及封装问题。产品核心优势: (1) 耐揉搓、可水洗满足智能服装要求; (2) 图形化发光满足个性化定制; (3) 印刷工艺, 满足大面积制备

成果(项目)创新性/主要优势/知识产权布局

技术指标目前在国际上领先的, 本项目获得中科院战略先导A类及国家自然科学基金项目资助。项目研发团队人员稳定, 学术背景交叉, 经验丰富。目前获得多家功能性服装生产厂家的广泛关注, 相关对接已经在进行中。本项目以申请发明专利4项。具有很好的产业化前景。

成果(项目)名称

特种高分子PEKK复合材料的制备、成型及应用

技术领域

新材料

目标应用领域
(或行业)

医用植入材料、精密零部件、航空航天等


成果(项目)简介

团队基于目前国内外金属材料在骨科医疗器械中遇到的瓶颈和严重的医疗事故等问题，设计、研发、生产新一代非金属骨科专利生物材料。新材料的基本特点是：(a) 具有与自然骨质匹配的力学性能；(b) 有与自然骨质匹配的生物相容性；(c) 具有与自然骨质匹配的生物活性。除了具有以上作为生物材料的优秀品质之外，新的专利材料的所有物理力学性能都已经超越的目前所有高性能工程高分子材料：高杨氏模量、硬度、耐高温、耐酸耐碱、高耐磨性能。此外新材料具有优异的可加工性能，可以同时用于增材和减材等各种加工工艺。因此，新的专利材料除了医学领域的应用之外，将作为具有优越机械和力学性能的新一代工程材料为航空航天、深海等领域所用。


成果(项目)创新性/主要优势/知识产权布局

该项目拥有一项PCT国际专利及多项国家发明专利，技术国际领先。

原材料的生产




高端制造加部件



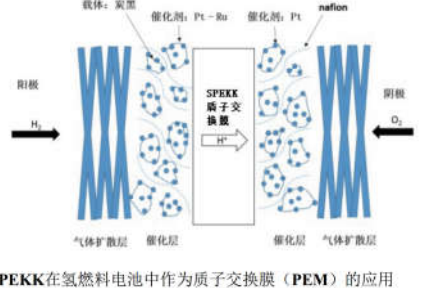
- 优异的机械性能
- 良好的可加工性
- 优异的尺寸稳定性

纳米仿生骨材料



良好的生物相容性

SPEKK质子交换膜



SPEKK在氢燃料电池中作为质子交换膜 (PEM) 的应用

成果(项目)名称

喷墨金属3D打印

技术领域	新材料
-------------	-----

目标应用领域 (或行业)	金属零部件高速低成本、批量化、轻量化、定制化制造
-------------------------	--------------------------

成果(项目)简介

本项目为高速低成本小批量喷墨金属3D打印的关键技术，有望降低工业界小批量（5000-10000件）零部件制造成本，并突破批量零部件制造的设计限制。适用于一系列新的金属零配件生产应用领域，有望融入汽车工业、手机等消费电子、医疗领域和定制工具等小型金属零部件制造环节，为这些产业的轻量化、个性化制造，提供批量化低成本的绿色智能制造能力。

成果(项目)创新性/主要优势/知识产权布局

通过喷墨3D打印装备、粘结剂墨水、打印工艺和烧结工艺的系统性研究开发，实现不锈钢打印件的致密度99.12%，超过惠普和Digital Metal等公司，达到国际先进水平；抗拉强度实测达到540Mpa，达到了中国工程学会高强度钢的标准，接近超高强度钢指标；金属打印件最小细节尺寸达到200um，可实现高精度复杂金属零部件的设计制作。

