



濟南大學

濟南大學材料科學與工程學院

# 學院簡介與科研成果匯編

“弘毅、博學、求真、至善”的校訓，

“勤奮、嚴謹、團結、創新”的校風，

“艱苦奮鬥、凝心聚力、追求卓越”的濟大精神

中國 濟南

## 目 录

1. 济南大学简介.....	1
2. 材料科学与工程学院简介.....	2
2.1 学科水平.....	3
2.2 学科方向.....	4
2.3 学科队伍.....	5
2.4 人才培养.....	6
2.5 学科平台.....	7
2.5.1 科研平台.....	7
2.5.2 成果孵化转化平台.....	8
2.6 科研现状.....	9
2.7 社会服务.....	10
2.8 国际交流.....	11
3. 材料学院科研成果汇编.....	12
3.1 先进建筑材料绿色与智能制造.....	14
3.2 新型功能材料与器件.....	32
3.3 绿色能源与环境材料.....	44
3.4 先进陶瓷与金属复合材料.....	53
3.5 功能高分子复合材料.....	66

敬颂山东建材学院  
建校五十周年

科教兴国  
凭依教育

宋健

一九九八年七月

# 1. 济南大学简介



济南大学始建于1948年，是山东省人民政府和教育部共建的综合性大学、山东省重点建设大学、山东省高水平大学“冲一流”建设高校，具有学士、硕士、博士学位授予权。学校现设26个学院，建有3个博士后科研流动站、5个一级学科博士学位授权点、24个一级学科硕士学位授权点、22个硕士专业学位培养类别。全日制在校本科生、研究生、国际学生38000余人，为国家建设和经济社会发展培养了大批优秀人才，近35万名校友遍布海内外。校园占地243万平方米，校舍建筑面积104万余平方米，固定资产总值30.8亿元，教学科研仪器设备总值6亿元。

学校现有专任教师2182人，其中教授357人，副教授799人，具有博士学位的1231人。现有全职院士2人，双聘院士6人。学校建有山东省高峰学科1个、省优势特色学科3个、省一流建设学科5个、省重点学科14个，6个学科进入ESI全球排名前1%。建有包括省部共建协同创新中心、教育部工程研究中心、国家“高等学校学科创新引智计划”（“111计划”）等在内的省部级以上研究平台58个。

近年来，学校共承担国家科技支撑计划、国家“973计划”、“863计划”、国家重点研发计划、国家自然科学基金、国家社会科学基金等国家级科研课题702项，省部级项目1502项。获得国家技术发明奖，国家科学技术进步奖在内的国家和省部级以上科研奖励285项。获得国家发明专利3337项。

学校的中长期发展目标是建设创新性、国际化、有特色的世界高水平大学。

## 2. 材料科学与工程学院简介

材料科学与工程学院是济南大学办学历史最长的学院之一，始建于1948年的山东建筑材料工业学院。设有材料科学与工程一级学科硕士学位点、博士学位点和博士后科研流动站，并具有材料工程领域工程硕士学位授予权。材料学科是山东省重点建设学科，2016年入选山东省首批一流学科，2020年入选山东省首批高峰学科，在教育部全国第四轮学科评估中排名省属高校第一位，材料学科ESI排名前2.98‰。（省属高校第一位）。建有国家特色专业和国家一流专业，列入国家卓越工程师计划，通过工程教育认证。

学院由中科院院士薛其坤担任名誉院长，并设有山东省泰山学者岗位。学院现有教工162人，其中教授36人，副教授48人，高级实验师8人，在站博士后25人。教师队伍中拥有国家特聘专家、泰山学者攀登计划/泰山学者、享受国务院特殊津贴专家、省级教学名师和有突出贡献的中青年专家及科技拔尖人才，形成了一支以中青年教师为骨干力量的高水平师资队伍，并聘请了国内外50余名专家学者担任客座教授。

学院建有教育部先进建筑材料工程研究中心、国家外国专家局·教育部先进水泥基材料学科创新引智基地、山东省先进建筑材料绿色制造与应用协同创新中心、山东省水泥工程技术研究中心、山东省特种结构与功能复合材料工程技术研究中心、山东省管道气力输送工程技术研究中心、山东省能源转换与存储关键材料工程实验室等十几个部省级科研平台。



## 2.1 学科水平

材料科学与工程学科1998年获得工学硕士学位授予权，2005年获批材料科学与工程一级学科硕士学位和材料工程领域工程硕士专业学位授予权，2013年获批材料科学与工程一级学科博士点，2014年获准设立博士后科研流动站。经过多年的建设和发展，本学科已成为山东省“十二五”特色重点学科，其中先进建筑材料和新型功能材料为本学科的鲜明特色，复合材料特色专业排名全国第五，在纳米、能源、电子材料领域也有鲜明特色。2017年本学科入选山东省“双一流”建设计划。

拥有12000平方米的山东省实验教学示范中心，拥有一批先进的材料制备与加工设备，设备资产总值近亿元。



## 2.2 学科方向

在学科结构设置上突出重点并注重学科交叉，坚持先进建筑材料的鲜明特色，坚持材料科学与材料工程并重，努力打造一流学科建设的高地。在保持建筑材料传统优势的同时，新型功能材料也得到较大发展，形成了5个稳定的研究方向：先进建筑材料绿色与智能制造、新型功能材料与器件、绿色能源与环境材料、先进陶瓷与金属复合材料、功能高分子复合材料。

围绕相关学科方向，近三年来承担国家973计划、863计划、国家重大科技专项、国家自然科学基金等科研项目一百余项，纵向科研经费近6000万元，获国家技术发明二等奖2项、省部级科技奖励19项。



## 2.3 学科队伍

学院现有教工162人，其中教授36人，副教授48人，高级实验师8人。聘外籍教授两人，其中1人为美中印俄希五国工程院院士；国家级人才3人、泰山学者攀登计划1人、泰山学者等省级人才5人、国务院特贴4人、国家及省突出贡献专家7人，科睿唯安高被引科学家2人，博士生导师29人。

近五年，学科导师均承担有科研项目，29位导师共计承担国家973计划、863计划、国家重大科技专项、国家自然科学基金等科研项目128项，人均经费510万元；共发表SCI收录高水平论文1000余篇，授权国家专利400余项。学科导师荣获多项科技奖励，其中程新教授主持的“水泥基压电复合监测材料与器件成套制备技术及在混凝土工程应用”项目获得2016年度国家技术发明二等奖。



## 2.4 人才培养

完善的育人机制有助于创新能力培养，增强工程实践能力。研究生选题结合基础研究，理论成果突出，研究生近三年在德国应用化学、先进材料等顶级期刊发表30多篇研究论文，研究生均专利文章成果数与985高校同类学科相近，有50%研究生的课题直接来自横向项目。近几年本科生升学率50%左右。

本科生培养规模全国名列前茅，就业率93%以上。获“挑战杯”全国大学生科技作品竞赛一等奖在内的一批省部级奖项。近5年，研究生发表SCI论文821篇，获得省优秀博士、硕士论文7篇，山东省研究生科技创新成果奖9项，在校研究生受邀参加国际学术交流会议发言26人次。依托完整的本硕博人才培养体系，2016年以来获得省优秀博士硕士论文7篇，研究生科技创新成果奖9项，省优秀毕业生9人，“山东省大智之星齐鲁学子”奖1人。

学位点或覆盖专业名称		在校生数 (含 2020 届毕业生)
博士	材料科学与工程	56 (含留学生 14 人)
学硕	材料科学与工程	116 人 (含留学生 1 人)
专硕	材料工程	166
本科	材料类专业	3385

为我国材料学科，特别是建筑材料领域培养3万余名人才，成为我国建筑材料行业发展重要人才支撑。以中国水泥协会会长孔祥忠、中材水泥董事长隋玉民、合肥工业大学党委书记余其俊等为代表的众多优秀毕业生已成为各个行业的领军人才，支撑了材料学科特别是建材行业的发展，为学科赢得了很高的社会声誉。



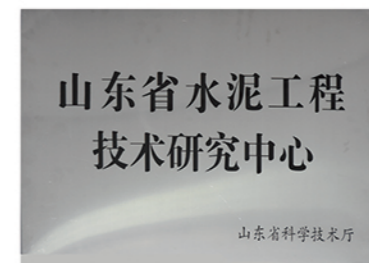
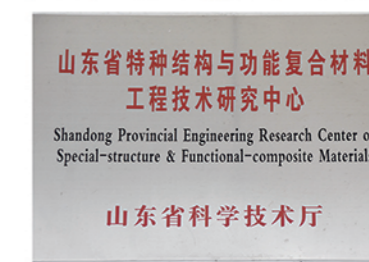
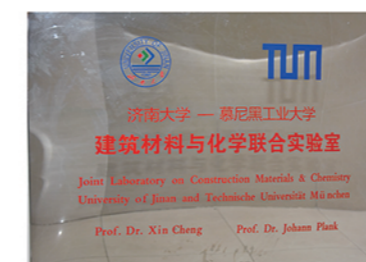
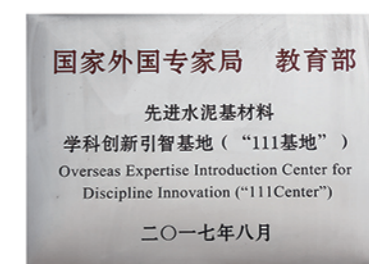
## 2.5 学科平台

### 2.5.1 科研平台

拥有国家“先进建筑材料绿色和智能制造及应用”省部共建协同创新中心、先进建筑材料教育部工程研究中心等16个国家和省级教学科研平台，涵盖了材料制造的全过程，建材特色鲜明，平台管理体制机制完善，为人员流动提供了便利。除了国家及省部级平台，学科还与地方政府及企业建立了很多其他教学研究机构，为产学研一体化奠定基础。

材料科学与工程学院部分学科平台列表：

- 先进建筑材料绿色和智能制造及应用省部共建协同创新中心
- 先进建筑材料教育部工程研究中心
- 国家外国专家局、教育部“先进水泥基材料学科创新引智基地”（111计划）
- 山东省建筑材料制备与测试技术重点实验室
- 山东省先进建筑材料绿色制造与应用协同创新中心
- 济南大学-利兹大学“先进建筑材料创新型人才国际化培养”基地
- 济南大学-慕尼黑工业大学“建筑材料与化学”联合实验室



## 2.5 学科平台

### 2.5.2 成果孵化转化平台

拥有济南市新材料产业园（天桥）、济南大学莘县产业技术研究院等省、市和企业技术孵化与中试平台15个，为科研成果推广提供了广阔平台。

部分成果孵化平台列表：

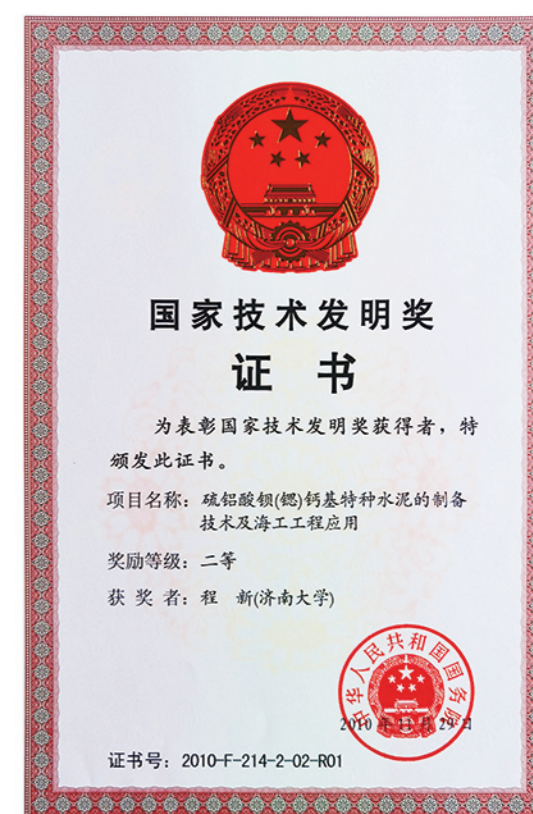
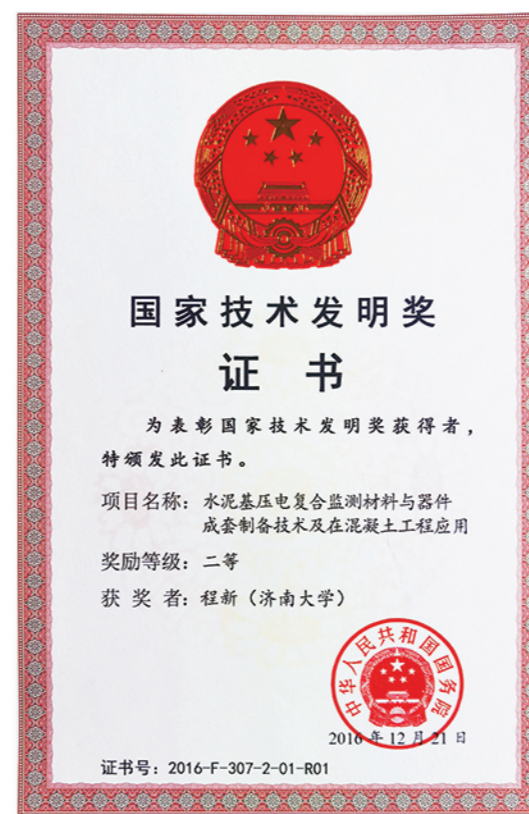
- 济南市新材料产业园（天桥）
- 济南大学莘县产业技术研究院
- 山东省无机功能材料与智能制造创新创业共同体
- 山东绿色建筑材料产业技术研究所
- 山东省生物诊断分析产业创新创业共同体
- 博科大学科技园
- 济南大学（沂源）北辰生态建材产学研基地
- 济南大学平邑产业技术研究院
- 济南大学-章丘丰源气力输送研究所
- 济南大学-三八石墨新材料研究中心
- 济南大学-宏达新材料研究中心
- 济南大学-和光新材料研究中心
- 中泰-济大（寿光）技术研究院
- 济南大学-青岛伟力新材料工程技术研究院
- 济南大学-港创新材料工程技术研究院



## 2.6 科研现状

积极开展科学研究，在先进建筑材料绿色与智能制造、新型功能材料与器件、绿色能源与环境材料、先进陶瓷与金属复合材料、功能高分子复合材料等研究方向上成果显著。

2016年以来获国家技术发明奖二等奖1项、山东省科技进步一等奖1项、二等奖1项；山东省自然科学二等奖1项。近五年承担国家级重大、重点项目20余项、国家自然科学基金、山东省重点研发计划等科研项目300多项，科研经费总额近亿元，获省部级以上科技奖励10余项，获国家授权专利400余项，在国内外学术刊物上发表高水平论文1000余篇。



## 2.7 社会服务

学院积极推进成果转化，服务社会和行业企业，近年来专利或技术成果实现转化50余项，合同总金额三千余万元，创造了良好的经济和社会效益。

为加速科技成果转化，建立了很多产学研合作平台及转化基地(详见: 2.5.2成果孵化转化平台)，出台了一系列奖励激励措施，拓展合作渠道，取得了重大突破，例如水泥基压电器件团队将13个专利打包作价2000万元成立了科技公司，在玻璃智能制造方向已成立山东萃纳智能新材料有限公司，在光电功能材料领域与山东省齐鲁细胞治疗工程技术有限公司等成立生物诊疗技术与装备协同创新中心，有力促进了地方科技与经济的发展。



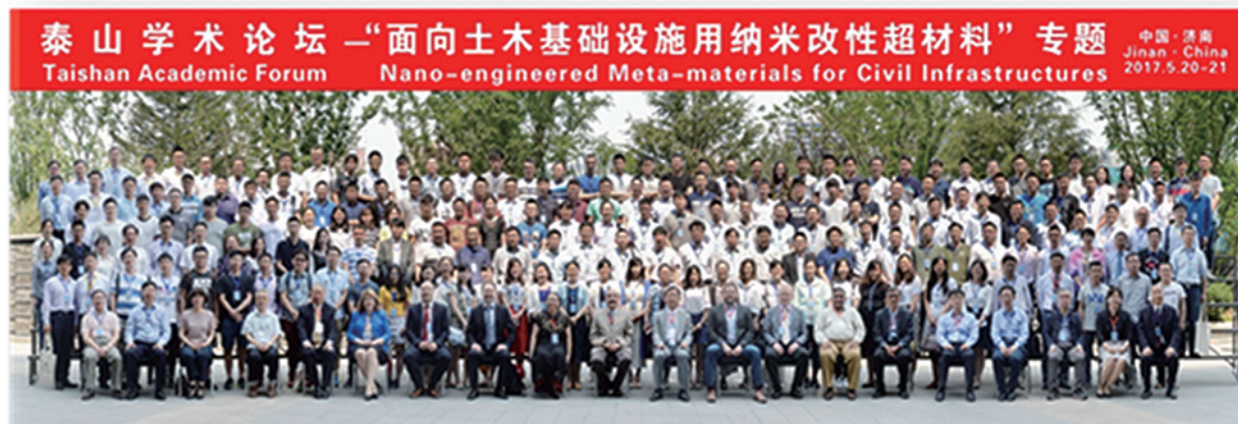
## 2.8 国际交流

学院以“紧盯国际前沿、积极拓展交流、立足自身特色、努力扩大影响”为跨越发展的重要抓手，与20多个国家和地区建有科研合作、学生培养关系。获批国家教育部-外专局111计划，与美国、德国、印度等8国专家合作建设“先进水泥基材料学科创新引智基地”。另获批山东省外专双百计划、“泉城高端人才计划”等一批国际人才合作、科研合作平台计划。

与慕尼黑工业大学成立建筑材料与化学国际联合实验室，与波兰克拉克夫理工大学和澳大利亚科廷大学等的相关团队建立了长期的合作关系。获批国家自然科学基金委员会与金砖国家科技和创新框架计划合作研究项目，欧盟地平线项目等。

获批建设国家留学基金委创新型人才国际化培养基地，与美国威斯康辛州立大学、伊利诺伊大学香槟分校、荷兰爱因霍芬理工大学、英国利兹大学等建立本科生、研究生联合培养基地。

积极倡导、举办行业国际会议，近年来举办国际会议6次，有力促进行业国内外交流。





### 3. 材料学院科研成果汇编

#### 方向一：先进建筑材料绿色与智能制造

1. 修补防护用硫铝酸盐水泥技术
2. 纳米混凝土技术
3. 混凝土表面纳米增强防腐技术
4. 混凝土外观质量纳米提升技术
5. 混凝土纳米复合抗裂增强技术
6. 新型纳米增强有机-无机复合薄喷材料
7. 低回弹无氯低碱速凝剂
8. 水泥基自流平砂浆
9. 混凝土无机纳米增强剂/修复剂
10. 纳米改性聚合物水泥基防护材料
11. 绿化生态混凝土制备技术
12. 泡沫混凝土及其应用技术
13. 超高性能水泥基复合材料(UHPCC)
14. 粉体物料的超细研磨技术
15. 双复合高炉风口
16. 高性能路面混凝土路面薄层修补料技术
17. 赤泥基铁铝酸盐水泥技术

#### 方向二：新型功能材料与器件

1. 水泥基压电复合监测材料与器件成套制备技术
2. 智慧农膜
3. 化工分离
4. 有机智能材料
5. 智能玻璃
6. 高温压电陶瓷制备技术
7. 压电薄膜技术
8. 复杂环境使用的高性能涂层
9. 镍基复合镀层的节能电镀
10. 压电水声换能器
11. 柔性压电驱动器

#### 方向三：绿色能源与环境材料

1. 新一代有机无机杂化高效钙钛矿太阳能电池
2. 新一代高效全无机钙钛矿太阳能电池
3. 高性能热电材料与器件
4. 水/土壤环境中污染物检测传感薄膜
5. 有机固体废弃物资源化利用
6. 高抗湿性和高选择性核壳型复合气体传感器
7. 低介电、高强度多孔氮化硅陶瓷
8. 低铁含量软磁非晶/纳米晶带材和粉末

#### 方向四：先进陶瓷与金属复合材料

1. 高性能耐磨氧化铝陶瓷的制备技术
2. 高性能耐磨ZTA陶瓷的制备技术
3. 耐磨氧化铝陶瓷球的制备技术
4. 氧化铝陶瓷坩埚制备技术
5. 氧化锆陶瓷坩埚制备技术
6. 全颗粒陶瓷过滤器
7. 高性能锌基合金制备技术
8. 急速热压制备高致密度耐热铜基电触头复合材料
9. 高性能铝合金熔体复合处理技术
10. 新型高耐腐蚀性热浸镀Zn-Al-Mg合金材料
11. 弥散强化高强耐磨铜基复合材料
12. 轻质/高强高韧纳米相强化铝基复合材料研发及产业化
13. 高强/高塑/高导/高耐热石墨烯增强铝基复合电力材料研发及产业化
14. 铝、锌基中间合金变质剂制备技术及合金变质处理技术

#### 方向五：功能高分子复合材料

1. 硅基疏水乳液及其自疏水水泥与混凝土制备与应用技术
2. 耐磨高抗冲击超细橡胶粉混凝土的制备与应用技术
3. 纳米增强抗裂型高效聚羧酸系列减水剂
4. 材料模型化与仿真技术应用
5. 连续纤维增强热塑预浸料及其复合材料制备
6. 全氟阳离子交换树脂及阴离子交换膜
7. 纤维复合材料界面剂

## 方向一：先进建筑材料绿色与智能制造

1. 修补防护用硫铝酸盐水泥技术
2. 纳米混凝土技术
3. 混凝土表面纳米增强防腐技术
4. 混凝土外观质量纳米提升技术
5. 混凝土纳米复合抗裂增强技术
6. 新型纳米增强有机-无机复合薄喷材料
7. 低回弹无氯低碱速凝剂
8. 水泥基自流平砂浆
9. 混凝土无机纳米增强剂/修复剂
10. 纳米改性聚合物水泥基防护材料
11. 绿化生态混凝土制备技术
12. 泡沫混凝土及其应用技术
13. 超高性能水泥基复合材料(UHPCC)
14. 粉体物料的超细研磨技术
15. 双复合高炉风口

## 1. 修补防护用硫铝酸盐水泥技术

针对海洋工程混凝土结构服役环境严酷复杂，传统水泥混凝土本征耐蚀性不足，提升混凝土结构服役寿命，采用在硫铝酸盐水泥体系中引入高粘结强度矿物硅酸三钙，制备适用于海洋工程用的修补防护用材料，有效提升了混凝土结构的服役寿命。系统研究了硫铝酸盐水泥体系中矿物共存、水泥熟料的生产和应用技术，并在严酷海洋服役环境下进行了应用，工程应用效果良好。

关键技术指标对比

类别	28d 粘结强度/ MPa	氯离子扩散系数 ( $10^{-12}m^2/s$ )	抗硫酸盐侵蚀 系数
普通硫铝水泥	2.6	3.3	1.23
修补防护用硫铝水泥	3.2	4.4	1.02

本技术是十三五国家重点研发计划、国家自然科学基金等项目研究成果，获国内外授权发明专利18项，发表行业顶级期刊论文30余篇。成果在深圳、宁宝、青岛等海洋等复杂严酷环境推广应用。



浙江宁波海洋防浪扭工字体

深圳湾滨海工程施工现场

联系人：程新 / 卢晓磊

联系方式：15053103865

## 2. 纳米混凝土技术

纳米混凝土技术是针对具有高强/高性能/超高性能/高耐久等性能要求的工程开发的新型混凝土技术，可显著提升混凝土性能。

### 关键指标:

□28天抗压强度：普通混凝土58.6MPa，纳米混凝土80.8MPa，增幅37.9%

□氯离子扩散系数：普通混凝土 $140 \times 10^{-14} \text{m}^2/\text{s}$ ，纳米混凝土 $32 \times 10^{-14} \text{m}^2/\text{s}$ ，增幅77.1%

□水蒸气扩散系数：普通混凝土 $2.9 \times 10^{-6} (\text{g}/\text{h} \cdot \text{m}^2)$ ，纳米混凝土 $0.9 \times 10^{-6} (\text{g}/\text{h} \cdot \text{m}^2)$ ，增幅68.9%

本技术是国家“863计划”研发成果，获中国建筑材料联合会理论成果一等奖、山东省科学技术进步二等奖。建成混凝土用微纳粉生产线，在山东、云南、浙江等地推广应用。

**主要优势和适用场景：**显著提高混凝土结构力学和耐久性。适用于高强、高性能及高耐久性要求的工程，如海洋、地下、高寒等复杂严酷环境。



纳米改性混凝土在深圳冠泽金融中心工程应用

纳米改性混凝土在云南泸沽湖机场应用

联系人：侯鹏坤

联系电话：15106939419

## 3. 混凝土表面纳米增强防腐技术

- 开发混凝土集体水化/微结构纳米调控技术，克服多孔易腐蚀难题
- 创立混凝土表面纳米防护技术，实现混凝土原位强化防腐
- 设计纳米改性聚合物水泥基涂层体系，构筑梯度式高致密/自疏水聚合物-水泥互穿结构和纳米爱心那个自分层涂层体系



√ 获建材联合会建材科技一等奖，山东省科技进步二等奖，发表SCI论文50余篇

√ 获863项目，山东省重大创新工程项目，金砖国家科技合作项目及横向项目10余项

√ 在云南泸沽湖机场，杭州地铁，深圳前海冠泽金融中心等重要工程应用

性能指标	国内外现有最高标准	本项目水平	评价依据
氯离子扩散性	$100 \times 10^{-14} \text{m}^2/\text{s}$	$32 \times 10^{-14} \text{m}^2/\text{s}$ (增幅 68%)	GB/50476: 混凝土结构耐久性设计规范
抗冻性 (抗冻指数)	80%	90.9% (增幅 80%)	GB/50476: 混凝土结构耐久性设计规范
综合耐久性	100-120年	增幅 39.2%	科技部高技术中心鉴定报告

本技术是国家“863计划”研发成果，获中国建筑材料联合会理论成果一等奖、山东省科学技术进步二等奖。在山东、云南、浙江等地推广应用。

**主要优势和适用领域：**本技术适用于各类混凝土结构表面增强、防腐，施工工艺与现有表面处理工艺一致。兼具现有混凝土表面防腐效能同时，提高混凝土表面强度3-5MPa。

联系人：侯鹏坤

联系电话：15106939419

## 4. 混凝土外观质量纳米提升技术

本技术利用纳米技术提升混凝土外观质量，解决混凝土表面抗污、多孔、色差等难题。



普通混凝土外观

纳米混凝土 1 外观

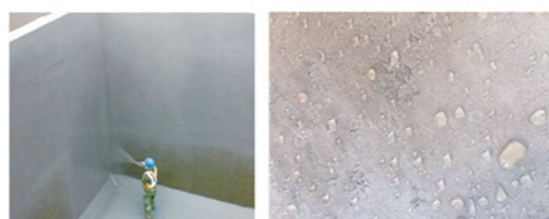
纳米混凝土 2 外观

性能	空白组	表面纳米增强组	恒通增幅
5 小时吸水率	4.5%	2.6%	44.4%
28 天强度	36MPa	42MPa	16.7%

本技术是国家“863计划”研发成果，获中国建筑材料联合会理论成果一等奖、山东省科学技术进步二等奖。

### 应用领域：

- 混凝土表面防水抗渗工程
- 混凝土表面防腐工程
- 混凝土表面增强工程
- 混凝土表观光洁度提升工程



联系人：侯鹏坤

联系电话：15106939419

## 5. 混凝土纳米复合抗裂增强技术

### 性能指标：

- 减裂抗裂性能：混凝土早期收缩降低20%以上，裂纹数量和裂纹尺寸明显减少，混凝土抗裂性能显著改善；
- 力学性能：混凝土抗压和抗折强度提高10~20%以上。
- 工作性：混凝土离析、泌水现象明显改善，塌落度经时损失减小15~20%以上，混凝土工作性明显提高。

### 应用领域：

- 高性能及普通商品混凝土；
- 大体积及异形混凝土结构；
- 混凝土构件及制品；
- 特种混凝土。

**主要优势：**混凝土纳米复合抗裂增强技术是采用多组分协同纳米材料经科学复配后用于混凝土性能提升，复配工艺简便易行。结合混凝土组成配方的优化调控，可实现混凝土力学性能和工作性的大幅提高以及混凝土开裂现象的明显改善，总用量一般为1~5%（胶凝材料占比），具体用量根据工程实际要求确定，每立方米混凝土综合成本可降低5~15元。

联系人：芦令超

联系电话：13505414342

## 6. 新型纳米增强有机-无机复合薄喷材料

### 性能指标:

#### 抗拉强度

薄喷材料抗拉强度达到2~6MPa, 约为普通喷射砂浆及喷射混凝土的3~8倍。

#### 粘结强度

薄喷材料与岩石基体粘结强度达到1~3.5MPa (直接法), 约为普通喷射砂浆及喷射混凝土的1.5~4倍。

#### 延展性与工作性

薄喷材料延展性 $\geq 10\%$ ; 流变性可控, 回弹率低于10%。

### 应用领域:

取代喷射砂浆与混凝土、金属网等支护材料;

用于隧道与巷道防风化、防锈蚀、防渗漏材料使用;

### 主要优势:

喷层薄, 用量少, 易施工; 结构致密, 封闭性与抗渗性好; 延展性好, 抗拉强度高, 粘结性能好; 薄喷材料与焊接钢网样具有相似的屈服变形行为, 其限制顶板变形和抑制断裂的作用优于焊接钢网。岩层需移动50mm以上网才会起承载作用并拉伸, 而薄喷可以在岩层出现位移瞬间起到承载作用。

联系人: 芦令超

联系电话: 13505414342

## 7. 低回弹无氯低碱速凝剂

### 性能指标:

凝结时间: 初凝时间 $\leq 2\text{min}$ , 终凝时间 $\leq 6\text{min}$ 。

力学性能: 1d抗压强度 $\geq 8\text{MPa}$ , 28d抗压强度比 $\geq 95\%$ 。

回弹率: 喷射砂浆与混凝土回弹率 $\leq 25\%$ 。

### 应用领域:

喷射型高性能砂浆及混凝土、止水堵漏型速凝早强混凝土。

铁路、公路、水工导流洞等隧道初次衬砌喷射砂浆及混凝土。

冶金与煤矿巷道、军工与人防等地下工程的薄壁结构喷射砂浆与混凝土。

修补、加固与基坑支护。

### 主要优势:

喷射砂浆与混凝土凝结时间短、粘聚性好, 早期强度与粘结强度高, 强度稳定性好; 喷射效果好, 喷射回弹率低于25%; 用于混凝土中具有微膨胀效应, 降低混凝土收缩开裂, 大幅提高防水抗渗性能与防腐抗蚀性能, 比普通速凝剂抗蚀系数提高50%以上。

联系人: 芦令超

联系电话: 13505414342

## 8. 水泥基自流平砂浆

### 性能指标:

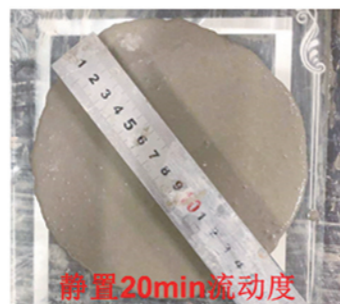
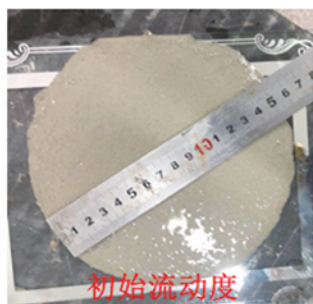
- 初始流动度 $\geq 140\text{mm}$ ，静置20min后流动度 $\geq 140\text{mm}$ ;
- 1天抗折强度 $\geq 2.5\text{MPa}$ ，1天抗压强度 $\geq 9.0\text{MPa}$ 。
- 体积稳定性好，抗裂性能优异。

### 应用领域:

民用及商用建筑地面找平。

### 主要优势:

水泥基自流平砂浆流动性好、强度高、塑性好、施工简便、稳定性佳、风格质朴简约，适用于混凝土地面的精找平，且与当前常见的所有饰面材料兼容，广泛应用于民间和商业建筑



联系人：芦令超

联系电话：13505414342

## 9. 混凝土无机纳米增强剂/修复剂

### 性能指标:

- 混凝土增强

内掺用于混凝土增强，混凝土抗压强度提高15%以上，抗折强度提高10%以上；孔隙率降低30%以上，抗渗等级达到P12以上，抗冻性与抗氯离子能力显著提高。

- 混凝土表面修复

外涂用于混凝土表面微裂纹修复，纳米颗粒可以渗入混凝土表面0.2mm以下微裂纹中，并与水泥水化产物发生二次水化反应生成C-S-H凝胶，修复混凝土表面微裂纹，显著提高混凝土表面质量。

### 应用领域:

- 高性能及普通商品混凝土；
- 大体积及异形混凝土结构；
- 混凝土构件及制品；
- 特种混凝土。

### 主要优势:

混凝土无机纳米增强剂/修复剂不易团聚，稳定性较好；流动性好，可以满足内掺与外涂的需求；内掺可有效填充20nm以上的毛细孔，提高混凝土的力学强度、密实度和耐久性；外涂可有效修复表面裂缝，显著提高混凝土表面质量。混凝土无机纳米增强剂/修复剂生产工艺简单，使用方便，价格低廉，可有效降低混凝土中水泥用量，每立方混凝土综合成本可降低5~10元。

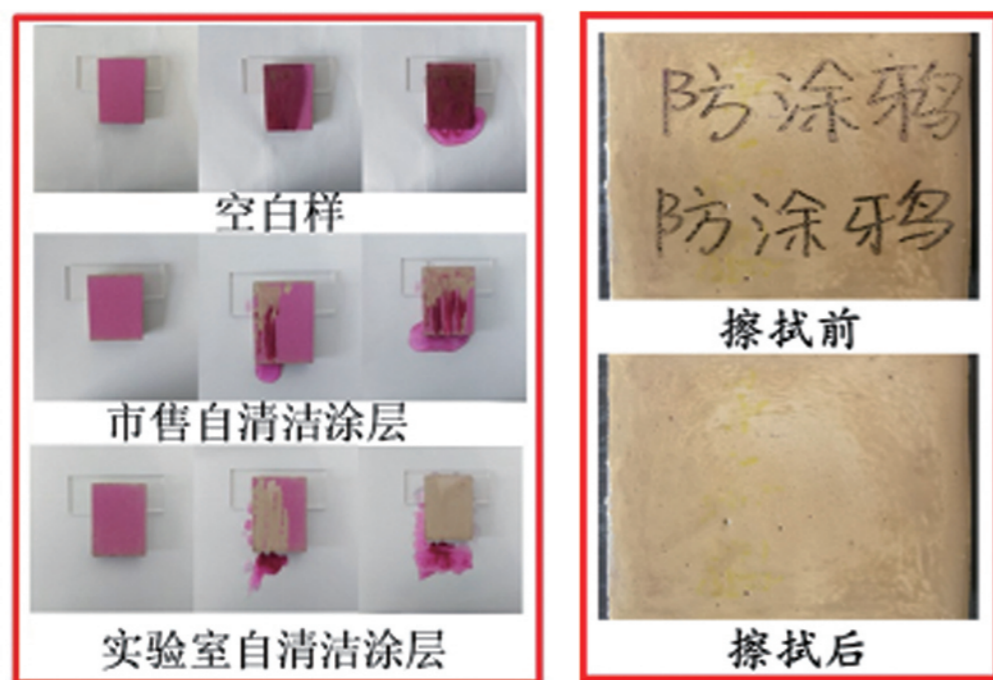
联系人：芦令超

联系电话：13505414342

## 10. 纳米改性聚合物水泥基防护材料

混凝土及其相关制品是疏松多孔的结构材料，水盐等侵蚀介质的渗透、扩散和迁移造成其结构和性能的劣化不可避免。混凝土表面涂层防护具有更加经济且高效的显著优势。课题组基于聚合物水泥基涂层良好的力学性能、修补防护性能和综合性价比，针对市面相关产品普遍存在的防腐抗渗性能差、耐久耐候性不足以及功能属性单一等问题，利用纳米技术、有机-无机复合技术等开发了诸如纳米改性高性能防护涂层（高界面粘结性、高抗渗、高耐久耐候）、疏水型自清洁涂层、防涂鸦涂层等产品，并系统开发了相关产品的工程化制备、施工和应用技术。

本技术是国家自然科学基金、山东省自然科学基金、中国博士后基金等项目研究成果，获国内外授权发明专利10余项，发表高水平期刊论文30余篇，获**中国建筑材料联合会理论成果一等奖、山东省科学技术进步二等奖**。成果可应用于外墙防护层、地下室、高速公路（大坝或水渠）等排水系统、桥梁立柱、预制构件表面等各种混凝土表面。



联系人：赵丕琪

联系电话：13127133982

## 11. 绿化生态混凝土制备技术

绿化生态混凝土具有良好的性能，可以用于以下领域：

- 河流、湖泊、水利枢纽等水利工程堤坝的生态护坡；
- 高速公路、铁路路基的固土及边坡绿化；
- 矿山、渣土山及废渣山的固土及复绿；

绿化生态混凝土是由粗集料表面包覆一层水泥浆体相互粘结而成的形如“米花糖”似多孔结构并种植植物的特种功能建筑材料，其内部存在大量连续孔隙且碱度适中。本技术所设计与制备的混凝土的主要特点：

- 碱度低，工艺简单；
- 基于卡剖来模型调整集料级配，混凝土孔隙率高，强度高；
- 采用裹浆法搅拌工艺，将具有特定组成的水泥浆体包裹在集料表面，集料间以点、面接触粘结，裹浆均匀且无沉浆，保证了混凝土具有大量的连通孔隙；
- 采用特定组分和复合技术，使混凝土具有良好的保水保肥性及肥效缓释特性，延长了植物生长周期；
- 成本低，依据植生混凝土用途不同，其性能、造价也不同，一般在200~300元/米<sup>3</sup>。

**性能指标：**

28天抗压强度：8~15 MPa；连通孔隙率：25~35 %；透水系数为：29.4~36.2 mm/s；等效孔径：5.0~6.5 mm；碱度：9.0~10.2；30天绿化成坪。



种植3天

种植20天绿化生态混凝土

联系人：官晨琛

联系电话：15253169098

## 12. 泡沫混凝土及其应用技术

### 性能指标:

使用水泥、石英砂、粉煤灰以及中空微球制备了各干密度等级的泡沫混凝土, 抗压强度介于0.5-10.87MPa, 导热系数介于0.0575-0.33174W/(m·K); 其中所制备的超轻质保温泡沫混凝土的干密度260kg/m<sup>3</sup>, 抗压强度为0.75MPa, 导热系数为0.0575W/(m·K), 在满足高强度的同时具有优异的保温隔热性能。

### 应用领域:

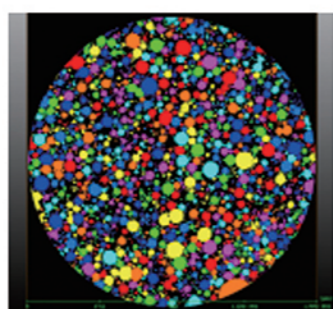
建筑保温; 制备的泡沫混凝土干密度区间跨度大, 不仅能够应用于外墙保温板、夹芯构件等保温隔热领域, 同时在管线回填、补偿地基、路桥建设、声屏障等工程领域具有广泛的应用前景。

### 主要优势:

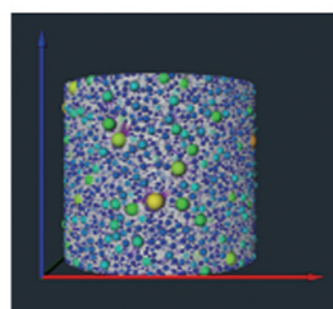
通过掺入孔隙添加剂可以有效增加超轻质泡沫混凝土内部微米级小孔, 增加泡沫混凝土的封闭孔隙占比, 有效降低泡沫混凝土的导热系数, 从而提升其保温性能。



泡沫混凝土板



孔结构三维重构



微观孔结构

联系人: 张秀芝

联系方式: 13864078946

## 13. 超高性能水泥基复合材料(UHPCC)

### 性能指标:

抗压强度大于150MPa以上, 抗折强度大于20MPa以上, 弹性模量大于40GPa。

### 应用领域:

大跨桥梁、高层建筑、海洋工程以及军事防护工程等特殊建筑结构。

### 主要优势:

制备UHPCC需采用低水胶比以及高掺量的减水剂, 既提高了混凝土的工作性能, 又降低了硬化混凝土的内部缺陷。缺陷的减少一方面提高了强度, 另一方面提高了密实度, 使外部有害介质很难通过孔隙进入到混凝土的内部, 从而极大地提高了混凝土的耐久性能。此外, 钢纤维、玻璃纤维、PVA纤维等可以缓解受到荷载时试件出现应力集中的现象, 起到阻止裂缝生长和桥接裂纹的作用, 改善混凝土基体脆性大的缺点。



联系人: 张秀芝

联系方式: 13864078946



## 14. 超细复合矿物掺合料制备与高性能混凝土应用技术

超细复合矿物掺合料（超细粉）比表面积 > 700m<sup>2</sup>/kg，具有更高的火山灰活性与微级配效应，经济效益显著：（1）替代水泥量为20%~40%；（2）改善混凝土工作性（避免离析、泌水等不良现象），抑制坍落度经时损失，提高新拌混凝土的施工性能与泵送性能；（3）提高28d抗压强度15%以上，降低水化放热，避免温度裂缝产生，提升耐久性；（4）主要应用于高强高性能混凝土、混凝土轨枕、地下管廊、大体积混凝土、免蒸压预制构件和特种工程等重要工程等。

### 性能指标：

品种	比表面积 (m <sup>2</sup> /kg)	中位径 (μm)	物理性能优于	
			GB/T18736-2017	GB/T18046-2017
I级超细粉	> 800	≤8	I级磨细矿渣	S105级矿渣粉
II级超细粉	750~800	≤10	II级磨细矿渣	S95级矿渣粉

**工程应用：**已推广应用200余万立方米高性能混凝土工程中



联系人：李琴飞

联系电话：18769796566

## 15. 双复合高炉风口

为彻底消除水冷高炉风口存在的问题，对水冷高炉风口进行了两大革命，即冷却介质和制作材质，由此产生四大颠覆，即冷却介质、冷却工艺、制作材质和风口结构，从而使该单元设备，除满足了节能和低碳排放政策要求外，也彻底消除了水冷风口存在的安全隐患。

### 性能指标：

以1080立方米高炉为例：

节能

回收热量相当于标准煤的量约为4.5千吨标准煤/(年·座)；节省电量约为350万度电/(年·座)；

环保

少排放二氧化碳的量约为1.17万吨/(座·年)，二氧化硫的量约为108吨/(座·年)，氮氧化物的量约为31吨/(座·年)；

多出铁

多出铁的量约为9000吨/(座·年)。

**应用领域：**本设备应用于钢铁冶金高炉。

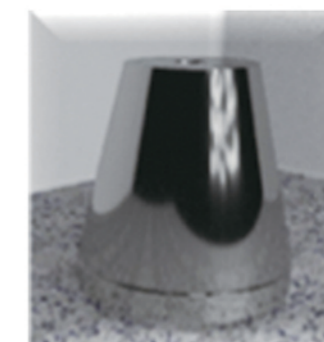
### 主要优势：

节能：回收热量和消除电耗；

少排放：少排放二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物，以及粉尘；

多出铁：回收热量直接被用于冶铁，增加铁产量。

彻底消除了水冷风口存在的风口熔蚀及烧穿等严重安全隐患。



联系人：沈远胜

联系电话：18254177323

## 16. 高性能路面混凝土路面薄层修补料技术

高性能路面混凝土修补料以新三元体系水泥为胶凝组分，辅以纤维控制其收缩，缓凝剂、减水剂、消泡剂调控其工作性能，聚合物胶粉以及微量无机组分协同改善其粘结性能和防水抗渗性能。与市面同类产品相比，该产品凝结硬化更快，早期强度更高，2h即可承重服役；流动性更好，可实现自流平，施工更加简单；抗压抗折强度高，拉伸粘结强度更高，不易脱落；防水抗渗及抗冻性能更优异，可用于混凝土路面快速病害（蜂窝、麻面、骨料裸露）快速修补。

高性能路面混凝土路面薄层修补料性能

初始流动度 /mm	2h 抗压强度 /MPa	7d 抗压强度 /MPa	7d 抗折强度 /MPa	14d 拉伸粘 结强度/MPa	28d 抗渗压 力/MPa	干缩率/%
≥260	≥35	≥80	≥10	≥2.0	≥4.0	≤0.05

研究成果在东方希望包头铝业有限责任公司、西安西电光电电缆有限责任公司厂房混凝土地面及室外混凝土路面修补中应用，修补厚度为3-8mm。



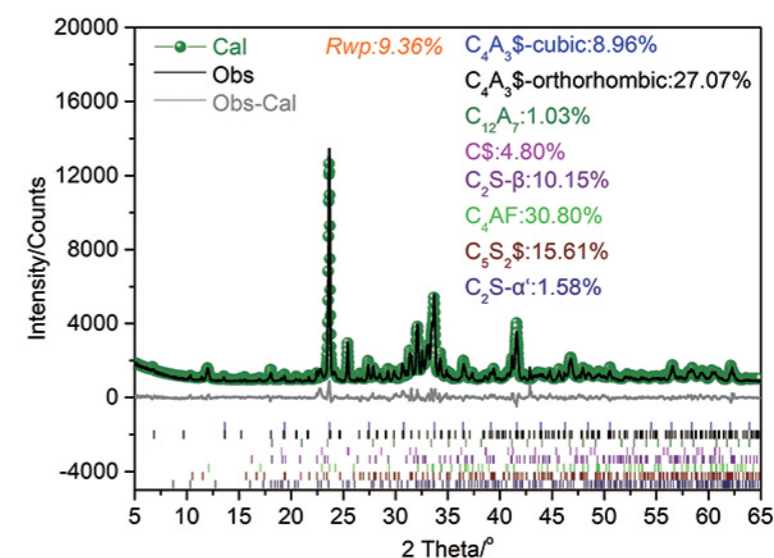
联系人：黄永波

联系电话：18264128630

## 17. 赤泥基铁铝酸盐水泥技术

赤泥基铁铝酸盐水泥熟料以硫铁铝酸钙、铁铝酸钙、硫硅酸钙、贝利特为主要矿物组成，煅烧温度为1100-1200℃，水泥熟料中的硫硅酸钙矿物对碱金属有良好的固化作用，可有效抑制预热器、分解炉结皮以及回转窑结圈。水泥熟料与矿渣以及脱硫石膏粉磨制备得到水泥，实现对碱金属的固化，有效避免泛碱。相比于硫铝酸盐水泥，铁铝酸盐水泥中铁酸钙含量显著升高，水泥耐磨性提高，氯离子扩散传输系数降低，可用于道路混凝土制备以及海工建筑。

水泥熟料矿物组成：20-35%硫铁铝酸钙、30-45%铁铝酸钙、20-40%硫硅酸钙、10-15%贝利特；每吨水泥熟料消耗0.4-0.6吨赤泥，实现其高效资源化利用；28d抗压强度≥45.0MPa；赤泥基铁铝酸盐水泥混凝土氯离子扩散传输系数（RCM法） $\leq 1.1 \times 10^{-12}$  (m<sup>2</sup>/s)，水泥砂浆磨损量 $\leq 3.2$  kg/m<sup>2</sup>。



该研究已获得授权专利（CN 105502978 B），研究成果已在山东山铝环境新材料有限公司推广应用。

联系人：黄永波

联系电话：18264128630

## 方向二：新型功能材料与器件

1. 水泥基压电复合监测材料与器件成套制备技术
2. 智慧农膜
3. 化工分离
4. 有机智能材料
5. 智能玻璃
6. 高温压电陶瓷制备技术
7. 压电薄膜技术
8. 复杂环境使用的高性能涂层
9. 镍基复合镀层的节能电镀
10. 压电水声换能器
11. 柔性压电驱动器

## 1. 水泥基压电复合监测材料与器件成套制备技术

针对混凝土工程健康监测的技术瓶颈，发明了0-3、2-2、1-3型等系列水泥基压电复合材料，攻克了现有监测材料与混凝土相容性差的难题；以此为元件制备了水泥基压力、应变、超声及声发射等系列传感器，并构建了在线监测系统，为混凝土工程在役安全评估和预测提供了新手段和新技术。核心技术已在多家公司推广，并成功应用于一批国家重要工程的健康监测，经济和社会效益显著。其成果获2016年**国家技术发明二等奖**。



国家技术发明二等奖

**优势：**（1）与混凝土相容性好；（2）低频传感性能好，响应速度快；（3）耐久性好，强度高；（4）制备工艺简单，造价低；（5）集传感和驱动一体，非常适合于监测混凝土的损伤、变形和静、动态应力状况等情况。

**应用领域：**桥梁、隧道、大坝、建筑、护坡等土木工程。



压电复合材料及传感器



实际工程应用

联系人：黄世峰

联系电话：13065004886

## 2. 智慧农膜

### 简介

智慧农膜是在农膜中掺入高效纳米转光剂，可以将太阳光中的紫外光和黄绿光转化为对植物生长有利的蓝光和红橙光，实现对太阳光光质和光强的精准调控，促进植物对自然光能的高效利用，增强光合作用，改善作物品质，实现增产增收。

### 主要优势

通过大棚种植试验，证实我们研究的智慧农膜有几个显著优势：

- 冬天可提高棚温2-5°C（冬暖式大棚，可减少人为供热）；
- 促进农作物提早上市5-8天；
- 果形好，畸形果率下降；
- 病虫害大大降低，减少农药使用；
- 果实糖度增加，口感好。

### 成果应用

- 团队具有自主知识产权的智慧农膜通过实验棚种植，实验数据良好，已获得棚户一致好评，目前已经放大生产；
- 团队与济钢集团鲁新新材合作的高效纳米转光剂项目也已经开始中试生产。

### 社会和经济效益

□ 社会效益：力争在山东省内建成5-10万座智慧大棚，改善蔬菜瓜果质量、产量同时，增加经济效益，每个标准大棚年增益20%以上；推动山东及全国农膜企业从低档向高档产品的转型升级，力争高端农膜市场从2%提高到10-20%。同时，智慧农膜可促进光合作用，促进CO<sub>2</sub>吸收，为国家双碳战略做贡献。

□ 经济效益：开发新型高效纳米转光剂，预计年产100吨，产值达亿元；开发具有精准调光功能的智慧农膜，预计年产1-2万吨，产值达到2-6亿元，后期可推广至全国，市场规模可达上百亿。



联系人：蒋绪川

联系电话：13615411000

## 3. 化工分离

# Chemical Separation | 化工分离

### 简介：

化工分离工程是研究过程工业中物质分离与纯化的工程技术学科，本团队重点研究萃取及其多重分离耦合技术，用以实现贵金属、稀土的选择性萃取与分离，制备高纯度单一贵金属、稀土元素。同时，通过工艺优化及过程分离强化技术，实现重金属的分离，用于工业废水处理。

### 成果应用：

- ①自主研发新型金属离子萃取剂和新型分离工艺，可实现微量以及痕量高价值金属的分离与回收，部分成果已应用于核工业放射性元素提取及工业废水处理与金属回收；
- ②研发新型分离技术制备高纯纳米氧化铝粉体，已实现中试生产。
- ③开发出系列功能性吸附剂，已实现酸性工业废水的重金属高效回收。
- ④工业废水处理方案个性化定制，系统解决化工废水处理难题，已有多项定制工艺成功实现化工废水的达标排放。



联系人：蒋绪川

联系电话：13615411000

## 4. 有机智能材料

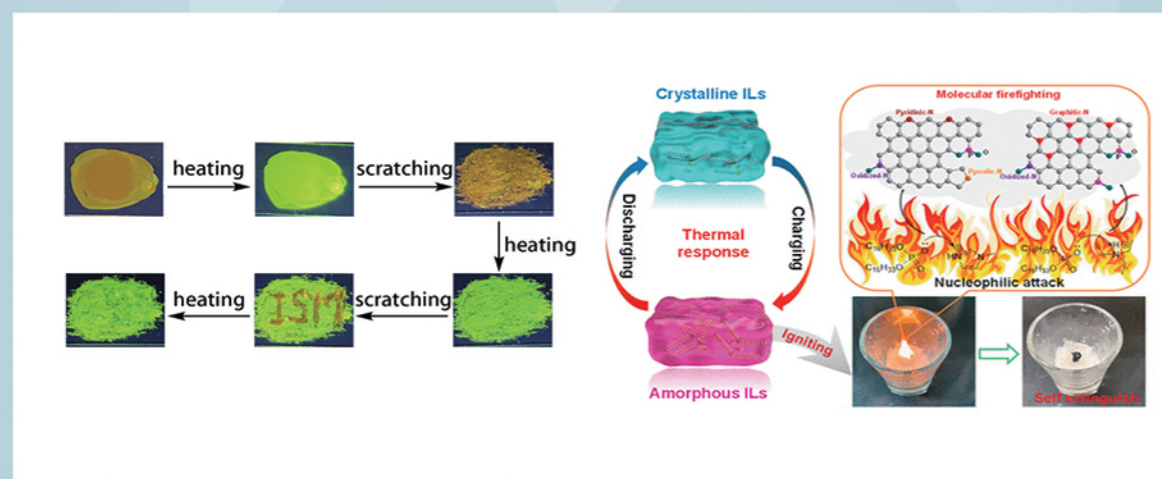
# Organic Smart Materials 有机智能材料

### 简介:

有机智能材料，是一类对光、电、磁、热、酸（碱）、蒸气等外界物理化学刺激具有可逆响应的有机小分子或有机聚合物材料，在传感、防伪、显示等领域具有潜在或实际应用。该方向主要进行基础及应用基础研究，设计合成具有发光、导电、抗菌、传感、阻燃等性能的有机功能分子和聚合物体系，探究相关的构效关系及规律，为在相关领域的实际应用提供理论和技术保障。

### 成果应用:

- ①合成了新型的含碳硼烷以及含氟有机小分子发光化合物，研究了该类取代基对发光性能的调控、在力致发光变色、热致发光变色等性能以及在防伪、温度传感等领域的潜在应用；
- ②合成了发光兼导电的有机杂化小分子，在发光有机二极管领域有应用潜力；
- ③开发出系列功能性聚合物抗菌材料及阻燃材料，并在各自领域展示了较好的应用潜力。



联系人：蒋绪川

联系电话：13615411000

## 5. 智能玻璃

# INTELLIGENT GLASS 智能玻璃

### 简介:

智能玻璃，即把具有智能控温功能的纳米复合材料涂覆到玻璃表面所制得的多功能玻璃，可广泛应用于建筑领域及汽车制造领域。基于纳米复合涂料对紫外光（损害身体、破坏家具）及近红外光（辐射热量）在不同外界环境下的调控机制，实现对不同时段太阳光的可控调节。在保证高可见光透过的同时，起到“冬暖夏凉”的室内温度调控作用，提高室内舒适度，减少空调使用，对节约能源、环境保护具有重要意义。

### 优势:

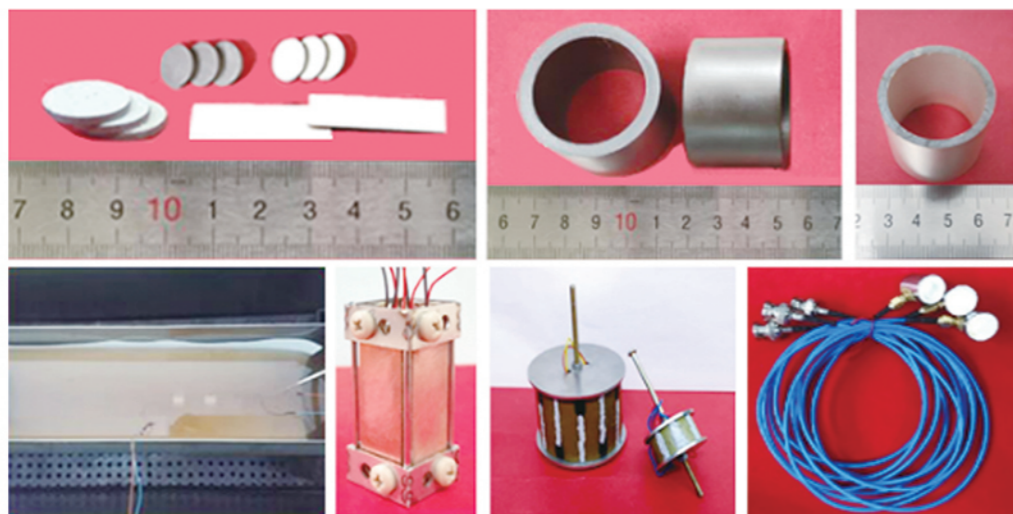
- ①纳米隔热材料通过固相法制备，简单易得，制备成本低，无废气、废液排放；
- ②复合隔热涂料涂膜工艺成熟，力学、光学性能优异，易于大规模生产；
- ③智能玻璃的紫外光屏蔽能力在85%以上，隔热效率超75%，具有较高的可见光透过率。
- ④相比传统ITO玻璃及Low-e玻璃，智能玻璃具有更先进的光学结构设计，更优异的太阳光调节能力以及更低的造价，具有更广阔的市场前景。



联系人：蒋绪川

联系电话：13615411000

## 6. 高温压电陶瓷制备技术



高温压电陶瓷和高温压电传感器

### 性能指标:

类别	$T_c(^{\circ}\text{C})$	$d_{33}(\text{pC/N})$	$\epsilon_r$	$\tan\delta$	$Q_m$	200°C功率损失
高温压电陶瓷	425	358	1635	0.85%	115	64%
参比 PZT-5G	380	420	2000	2%	85	80%
性能增幅	12%	-15%	-18%	58%	35%	~20%

### 应用领域:

- 油气勘探
- 地质勘探
- 高温环境损伤监测

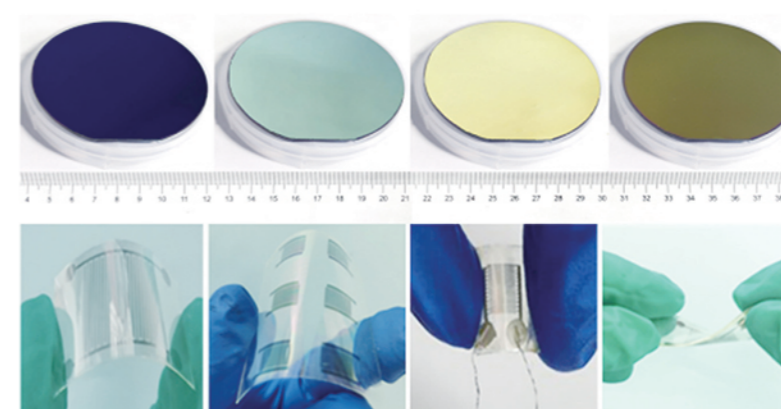
### 主要优势:

市面上商用压电传感器受传统PZT陶瓷居里温度低的局限，长时间稳定工作温度在170°C以下，无法满足高温极端环境200°C以上的应用要求。本技术采用适用于规模化生产的固相反应技术，系统开发高温压电陶瓷的组分设计和批量化制备工艺，有效提高居里温度的同时确保陶瓷的压电和介电性能，参比商用PZT-5G陶瓷，在200°C工作温度下显著提高器件的高温稳定性。

联系人：杨长红

联系电话：13605314786

## 7. 压电薄膜技术



### 性能指标:

几种膜材料关键技术指标

材料种类	成膜温度(°C)	组分均匀性	厚度均匀性	$T_c(^{\circ}\text{C})$	$d_{33}(\text{pC/N})$	$\epsilon_r$	$\tan\delta$	疲劳性
PMNPT	550	<5%	<3%	>100	>350	3000	8%	$10^8$
BFO	500	<5%	<3%	>500	>300	100	6%	$10^8$
KNN	600	<5%	<3%	>200	>50	500	8%	$10^8$

### 应用领域:

- 压电微电子机械系统器件
- 柔性压电能量收集器
- 柔性压电传感器

### 主要优势:

采用低成本、易于调控复杂成分的溶胶凝胶技术，通过低温生长高质量新型膜材料，设计组成和调控结构，有效提高压电膜的组分均匀性、厚度均匀性及性能稳定性。系统开发压电膜材料制备关键工艺，以及压电、铁电、介电等性能提升关键技术，在4英寸单晶硅、玻璃、云母等不同基底上均可生长高质量PMNPT、BFO、KNN等压电膜材料。

联系人：杨长红

联系电话：13605314786

## 8. 复杂环境使用的高性能涂层



### 性能指标:

- 主要材质: 金属材料;
- 涂层厚度: 5 $\mu$ m-1000 $\mu$ m;
- 相对密度:  $\geq 95\%$ ;
- 与金属基体的结合强度:  $\geq 500$ MPa;
- 维氏硬度:  $\geq 800$ HV;
- 摩擦磨损实验(干磨): 摩擦系数 $< 0.3$ ; 磨损量(稳定状态)  $< 1 \times 10^{-4}$  mm<sup>2</sup>;
- 高温抗氧化性能: 涂层氧化增重和氧化速率远低于钢和镍合金基材; 氧化膜无开裂和起皱;
- 电化学腐蚀性能: 在3.5%NaCl溶液中腐蚀电位和钝化区宽度远高于和宽于304L不锈钢;
- 工作温度: -196 $^{\circ}$ C~800 $^{\circ}$ C。

### 应用领域:

超低温环境下使用的高强度/硬度/耐磨性金属材质的涂层;  
高温和腐蚀环境下使用的高强度/硬度/耐磨性金属材质的涂层。

### 主要优势:

涂层工作面多样性(同时制备单一水平工作面和复杂多工作面); 超低温、高温和腐蚀等复杂工作环境使用。

联系人: 王艳

联系电话: 13287725726

## 9. 镍基复合镀层的节能电镀

### 性能指标:

镍基复合镀层可在同等抗腐蚀能力下, 降低传统纯镍镀层厚度40%以上, 减少镍的用量和电镀能耗, 有效节约成本。

### 应用领域: 装饰性电镀, 防腐蚀电镀



### 主要优势:

#### 1. 更耐蚀

纯镍镀层的防腐蚀功能主要是通过镀层的厚度得以保证, 而本复合镀层是依靠第二相细化镍晶粒, 实现更优的防腐效果, 展现出更好的耐蚀性。

#### 2. 更节能

在典型瓦特镀液中加入第二相和还原剂来通过化学还原促进电化学还原过程, 在保证镍基复合镀层耐蚀性的基础上, 可达到节约能耗的效果。

联系人: 杨树华

联系电话: 18353132878

## 10. 压电水声换能器

水声换能器是水声设备与介质进行信息交流的前端能量转换系统，换能器的使命就是将系统待发送的信号不失真和高效地按指定方向发射出去，或高灵敏度地接收介质中的声信号并不失真地转换成电信号，可以形象地比喻为水声设备的“耳目”。

### 优势：

□ 压电复合材料

声阻抗低、厚度模单一、机电耦合系数高、Q值低、易于做成各种形状；

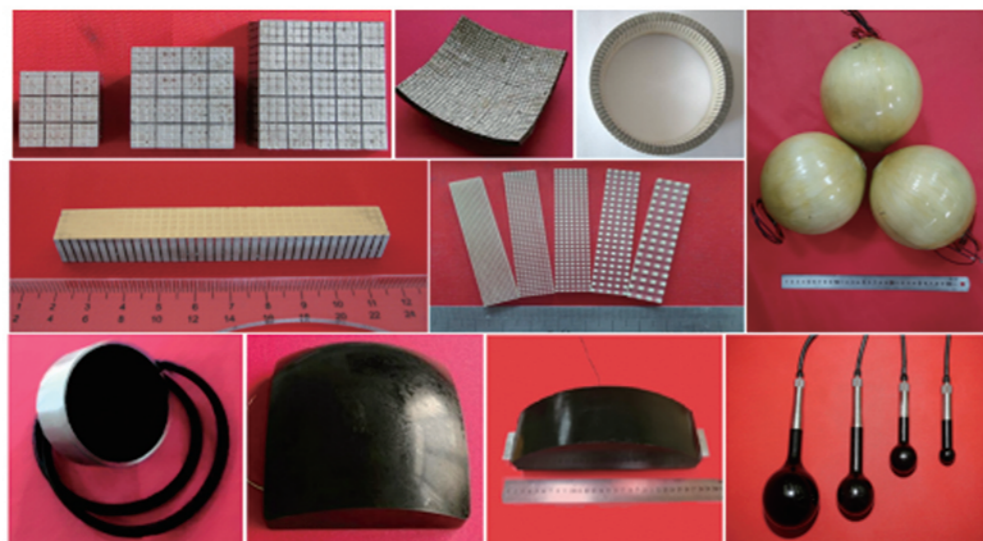
□ 基于压电复合材料的水声换能器

灵敏度高、带宽宽、阻抗易匹配、可实现三维空间的宽波束发射。

### 应用领域：

鱼群探测、矿产探测、海底地形测绘等民用领域；

反潜、水下通讯、水下定位等军用领域。



各类压电复合材料及水声换能器

联系人：黄世峰

联系电话：13065004886

## 11. 柔性压电驱动器

柔性压电驱动器是一种可以将电能与机械能相互转换的功能器件，具有驱动力大、机电响应快、与动态系统在宽频范围相互作用的优势，可以黏贴于各类型结构表面或嵌入结构中，在外加电压作用下弯曲或扭曲结构以产生或抵消振动，无外加电压时则可作为传感器感知变形、噪声和振动，是应用最为广泛的智能材料之一。

### 性能指标：

□ d33压电系数：~ 450 pC/N

□ 应变率：0.7 ~ 0.9 ppm/V

□ 最大工作电压：1500 V

□ 工作频率：0 Hz ~ 500 kHz

□ 拉伸模量：~ 30 GPa

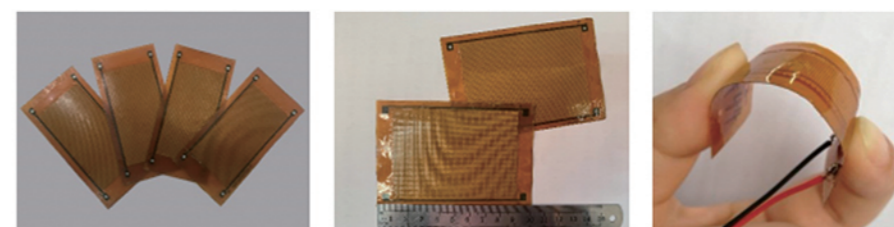
□ 有效工作面积：60 mm × 80 mm

### 优势：

厚度薄、重量轻、柔韧性好、机电效应的方向性强、驱动力和变形量大、控制系统简单。

### 应用领域：

驱动变形、柔性和刚性结构的振动抑制、结构健康监测、能量收集等。



联系人：黄世峰

联系电话：1306500488

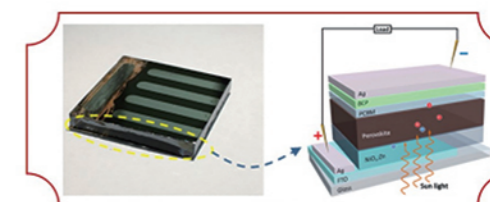


## 方向三：新型能源与环境材料

1. 新一代有机无机杂化高效钙钛矿太阳能电池
2. 新一代高效全无机钙钛矿太阳能电池
3. 高性能热电材料与器件
4. 水/土壤环境中污染物检测传感薄膜
5. 有机固体废弃物资源化利用
6. 高抗湿性和高选择性核壳型复合气体传感器
7. 低介电、高强度多孔氮化硅陶瓷
8. 低铁含量软磁非晶/纳米晶带材和粉末

## 1. 新一代有机无机杂化高效钙钛矿太阳能电池

钙钛矿材料由于其优异的性质，近年来在太阳能电池领域取得惊人的进展，目前其光电转换已高于商用的CIGS太阳能电池，并接近于商用的硅基太阳能电池。



小面积钙钛矿太阳能电池器件及结构示意图

### 性能指标：

□ 不透明电池光电转换效率 (PCE) :

小面积器件 (0.083 cm<sup>2</sup>) PCE: 19.8%、大面积器件 (1 cm<sup>2</sup>) PCE: 18.9%;

□ 金属基半透明电池性能:

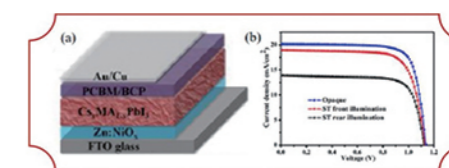
Au/Cu双金属层薄膜透明电极:

透光度: 66%、薄膜方阻: 27 Ω/sq;

光电转换效率 (PCE) :

从FTO面光照PCE: 16%、从透明金属面光照PCE: 12.2%;

电池平均透光率: 31%。

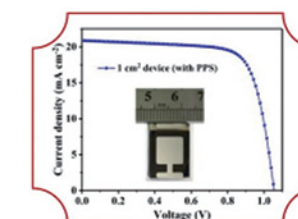


金属基半透明电池结构及效率图

### 应用领域：

□ 取代市面上已有的硅基太阳能电池，应用于室外光伏发电；

□ 半透明太阳能电池可应用于建筑集成光伏、汽车、串联设备和可穿戴电子设备。



不透明大面积器件及效率图

### 主要优势：

□ 材料性质：钙钛矿材料具有吸收系数高、迁移率高、光学带隙可调、载流子扩散长度长、激子束缚能低等优势，该优势使其适合应用于制备太阳能电池。

□ 制备工艺简单：采用溶液法制备工艺，可在常温下制备，柔性好、可实现大面积制备。

□ 成本低：制备钙钛矿薄膜无需高温即可制备，无需严苛的环境以及昂贵的制备设备、吸光层只需几百纳米厚度即可。

联系人：曹丙强

联系电话：15053125919

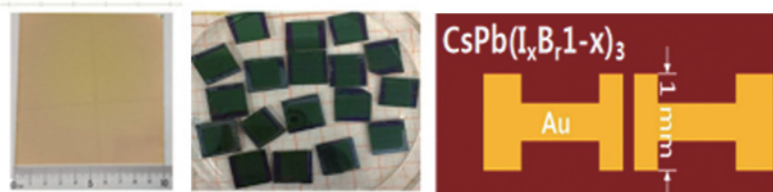
## 2. 新一代高效全无机钙钛矿太阳能电池

全无机钙钛矿太阳能电池作为下一代极具竞争力的光伏技术，由于取代了易挥发的有机阳离子，热稳定性、光稳定性都有很大改善，目前已实现了较高光电转换效率，有望成为继有机-无机杂化的钙钛矿材料后，更加利于工业生产的太阳能电池。

### 性能指标:

- 吸光层材料: 带隙可调无机 $\text{CsPb}(\text{I}_x\text{Br}_{1-x})_3$ 基薄膜
- 电池的光电转化效率: 11.2%
- 环境稳定性: 一个月内效率可维持其初始效率的85%左右

### 应用领域:



大面积制备与硅电池结合外延生长单晶薄膜应用于横向电池

### 主要优势:

- 制造成本低  
目前硅基太阳能电池占领了市场的绝大部分。众所周知，硅晶成本昂贵，同样功率下（如100W）下，钙钛矿太阳能电池的成本约为硅晶的1/17至1/20。
- 稳定性高  
全无机钙钛矿材料拥有良好的热稳定性，在高温条件下仍能维持原有的组分和晶体结构，从而可以有效地避免有机基团的降解，提高器件的性能和稳定。
- 综合性能优异  
钙钛矿太阳能电池不仅拥有第一代太阳能电池高转化效率特点，还具有第三代太阳能电池薄膜柔性化特点。其封装前的厚度仅有数微米，远薄于非晶硅和GICS等传统薄膜太阳能电池。

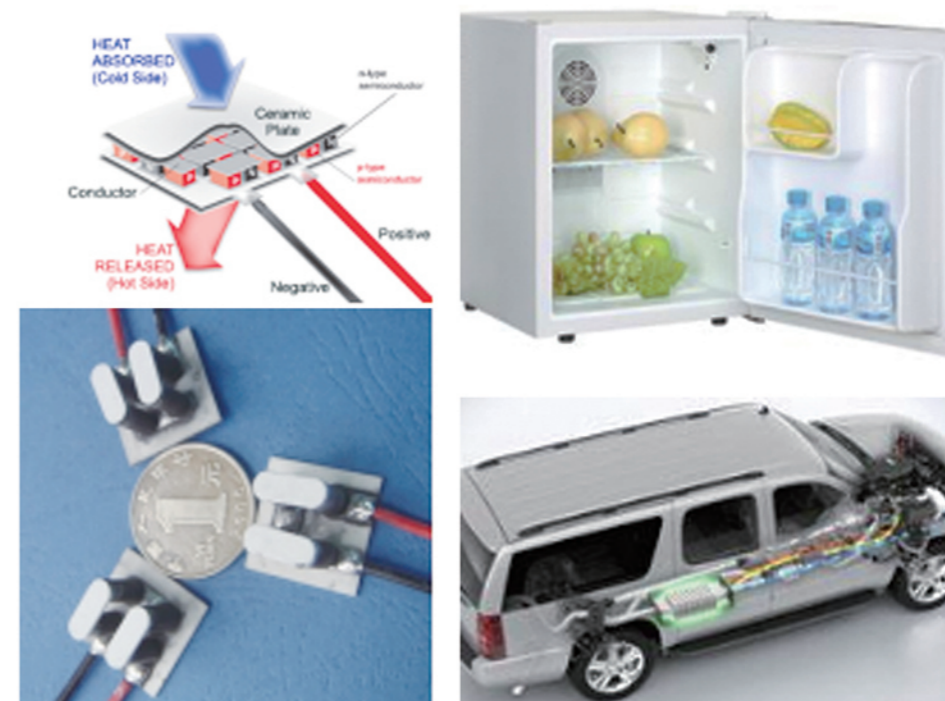
联系人: 曹丙强

联系电话: 15053125919

## 3. 高性能热电材料与器件

热电材料可实现热能与电能的相互转换，热电器件可以广泛的应用于余热回收利用、热电半导体制冷等领域。项目制备的方钴矿基热电材料热电优值可达到 $1.6@800\text{K}$ ，器件高温使用温度可达 $500^\circ\text{C}$ ，转换效率可达到9%。

### 性能指标:



### 应用领域:

热电半导体器件无污染、无噪声、无传动部件、可靠性高，可广泛应用于半导体制冷、温差发电、余热（废气废热）回收利用等领域。

联系人: 赵德刚

联系电话: 15253162898

#### 4. 水/土壤环境中污染物检测传感薄膜

针对被化学药品、有害垃圾等污染的水和土壤中污染物进行定性、定量检测，进而有针对性的进行治理。传感薄膜实现了分析物快捷、便携式检测。

##### 性能指标:

- 检测限: 微摩尔/纳摩尔量级
- pH适用范围: 4.0-10.0
- 检测手段: 颜色变化、吸收、荧光
- 颜色变化: 肉眼可见
- 检测分析物: 阳离子、阴离子、活性氮等分析物

##### 应用领域:

被污染的水或土壤环境中污染物种类和浓度的检测。

##### 主要优势:

借助常规的紫外灯、吸收和荧光光谱仪等进行检测，检测信号容易实现，检测灵敏度高，分析检测污染物浓度可达微摩尔量级，某些情况下可达到纳摩尔量级。



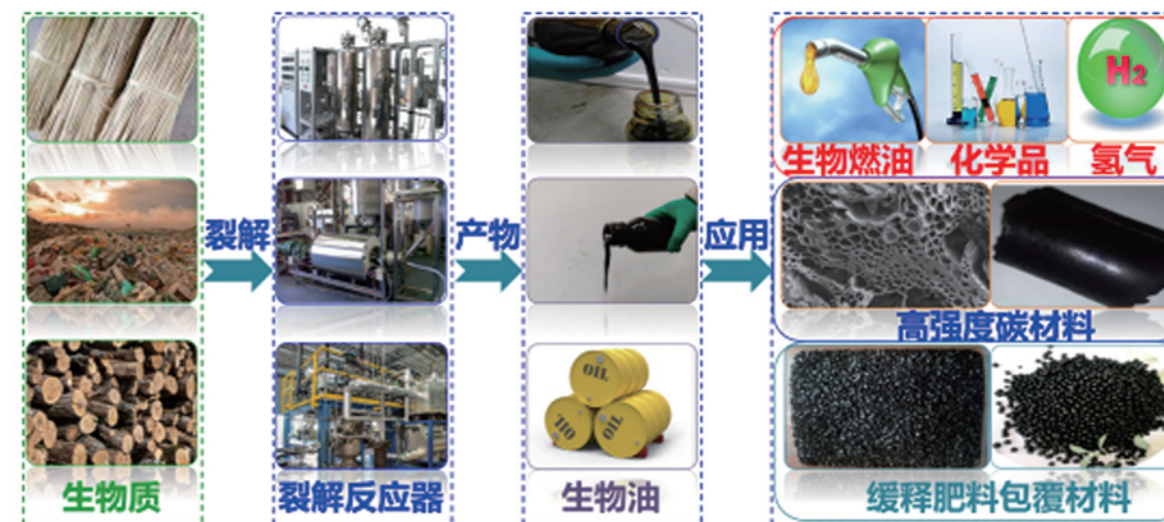
检测肼的颜色变化

联系人: 曹笃霞

联系方式: 13969161696

#### 5. 有机固体废弃物资源化利用

##### 技术主要内容:



研究团队主要从事秸秆等有机固体废弃物转化制备功能碳材料、碳基缓释肥料、液体燃料、精细化学品等。开发了一条碳基缓释肥料制备的新的技术路线。利用生物油可与生物碳和许多有机化合物聚合的特性来实现肥料中营养成分与生物碳和生物油的化学键合，增强其对肥料中营养成分的缓释、缓控作用。另外，开发了秸秆基生物油改性沥青技术来实现石墨电极制备过程中沥青聚合温度的降低，沥青聚合时间的缩短和电极成品中杂元素含量的减小，从而降低石墨电极生产成本，提高产品品质。

联系人: 胡勋

联系电话: 18265410128

## 6. 高抗湿性和高选择性核壳型复合气体传感器

### 性能指标:

制备的核壳型复合结构金属氧化物半导体气体传感器对NO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>气体的主要技术指标如下:

- 工作温度: 可低至160°C;
- 灵敏度: 在工作温度为300°C时, 对2×10<sup>-6</sup>体积分数的NO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>气体, 复合气体传感器的灵敏度可达到6; 对5×10<sup>-6</sup>体积分数的NO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>气体灵敏度可达到12; 对100×10<sup>-6</sup>体积分数的NO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>气体灵敏度可达到95。
- 选择性: 对5×10<sup>-6</sup>体积分数的NO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>等气体的选择性>12;
- 抗湿性: 湿度高达90%时, 对50×10<sup>-6</sup>体积分数的NH<sub>3</sub>的响应仍可达到22左右;
- 响应时间: 小于10 s;
- 恢复时间: 小于60 s;
- 重复性和长期稳定性: 均显著优于目前市售国产同类NO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>气敏传感器。

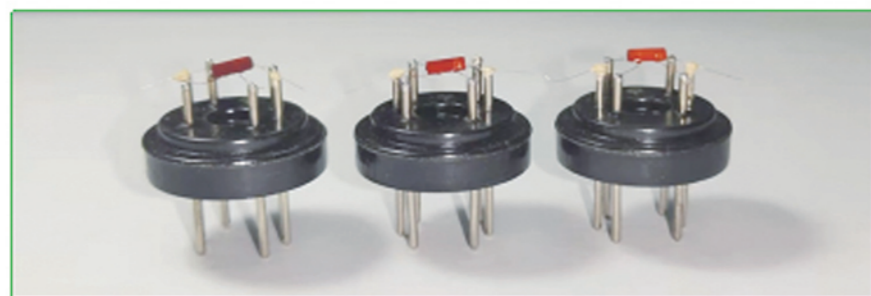
### 应用领域:

对各种有毒有害气体、易燃易爆气体(如NO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>及CO等), 以及有机可挥发性气体(VOCs, 如甲醛、苯、甲苯、三乙胺等)的痕量检测

### 气体传感器主要优势:

较传统的金属氧化物半导体气体传感器, 具有更好的抗湿性和选择性。

可根据需要调整气敏材料成分及其结构, 从而对某种气体做出专一响应。



联系人: 徐红燕

联系方式: 13905316164

## 7. 低介电、高强度多孔氮化硅陶瓷

### 性能指标:

从pH值、球磨时间、Isobam含量、固含量等方面分析了各因素对氮化硅浆料及陶瓷性能的影响, 最终确定固含量40 vol.%, Isobam含量0.1 wt.%, 浆料pH12, 球磨4 h为最佳条件(SN40)。获得了孔隙排布均匀; 密度偏差约为1.4%; 内部结构由高长径比的柱状β-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>晶粒搭接而成的多孔氮化硅陶瓷。部分样品的综合性能对比如下:

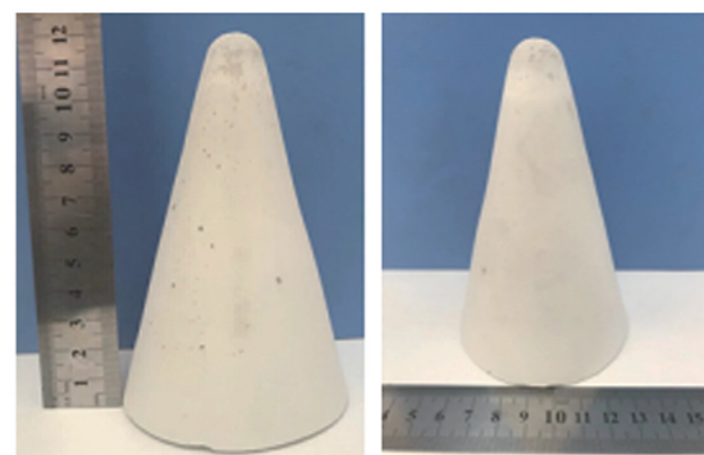


表1 不同固含量下多孔氮化硅陶瓷样品的综合性能

### 应用领域:

多孔氮化硅陶瓷作为透波材料主要被应用于天线罩、天线窗等高温透波部件, 以减小天线罩等介质对天线系统接收和反射电磁波信号的影响来保证信号的正常传输。

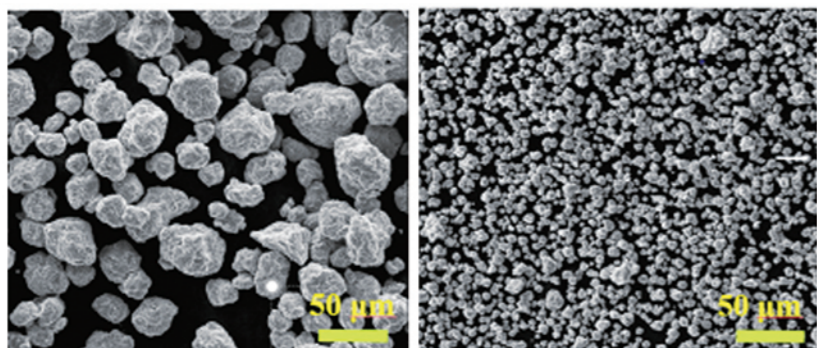
### 主要优势:

采用Isobam凝胶注模成型与其它成型方法相比不仅能制备孔隙均匀、密度差异小、形状复杂的大尺寸部件, 而且具有有机物含量低, 无毒、环境友好, 降低工艺难度、易于大规模生产等优点。

联系人: 李庆刚

联系电话: 18865906633

## 8. 低铁含量软磁非晶/纳米晶带材和粉末



### 性能指标:

- 主要材质: 金属材料;
- 带材厚度: 15 $\mu\text{m}$ ~30 $\mu\text{m}$ ;
- 粉末粒度: 200 nm~100 $\mu\text{m}$ ;
- 饱和磁感应强度:  $\geq 1.5$  T;
- 矫顽力:  $\leq 0.25$  Oe;
- 居里温度:  $\sim 500$   $^{\circ}\text{C}$
- 工作温度:  $-100$   $^{\circ}\text{C}$ ~ $400$   $^{\circ}\text{C}$

### 应用领域:

- 电力电子设备和高速电机的磁芯;
- 软磁复合材料的金属基体磁粉。

### 主要优势:

粒度可调; 优异耐蚀性; 工作温度范围宽。

联系人: 王艳

联系电话: 13287725726

## 方向四: 先进陶瓷与金属复合材料

1. 高性能耐磨氧化铝陶瓷的制备技术
2. 高性能耐磨ZTA陶瓷的制备技术
3. 耐磨氧化铝陶瓷球的制备技术
4. 氧化铝陶瓷坩埚制备技术
5. 氧化锆陶瓷坩埚制备技术
6. 全颗粒陶瓷过滤器
7. 高性能锌基合金制备技术
8. 急速热压制备高致密度耐热铜基电触头复合材料
9. 高性能铝合金熔体复合处理技术
10. 新型高耐腐蚀性热浸镀Zn-Al-Mg合金材料
11. 弥散强化高强耐磨铜基复合材料
12. 轻质/高强高韧纳米相强化铝基复合材料研发及产业化
13. 高强/高塑/高导/高耐热石墨烯增强铝基复合电力材料研发及产业化
14. 铝、锌基中间合金变质剂制备技术及合金变质处理技术

## 1. 高性能耐磨氧化铝陶瓷的制备技术

氧化铝含量85 - 99.9%的系列氧化铝陶瓷都可以实现高性能化。工艺流程：原料超细研磨 - 喷雾造粒 - 干压（+等静压）成型 - 低温慢速烧成温度（1320 - 1550°C）

举例1：99氧化铝陶瓷的主要性能指标：抗折强度400MPa，断裂韧性K1c 4-5MPam<sup>1/2</sup>，体积密度3.90-3.92g/cm<sup>3</sup>；

举例2：95氧化铝陶瓷的主要性能指标：抗折强度320MPa，断裂韧性K1c 3-4MPam<sup>1/2</sup>，体积密度3.80-3.85g/cm<sup>3</sup>；

举例3：92氧化铝陶瓷的主要性能指标：抗折强度280MPa，断裂韧性K1c 2.5-3MPam<sup>1/2</sup>，体积密度3.75-3.80g/cm<sup>3</sup>；

举例4：99.9氧化铝陶瓷的主要性能指标：抗折强度400MPa，断裂韧性K1c 3-4MPam<sup>1/2</sup>，体积密度3.92-3.94g/cm<sup>3</sup>；

## 2. 高性能耐磨ZTA陶瓷的制备技术

ZTA陶瓷就是氧化锆增韧氧化铝陶瓷，氧化锆含量可依据需要进行调整。

工艺流程：原料超细研磨 - 喷雾造粒 - 干压（+等静压）成型 - 低温慢速烧成温度（1480 - 1550°C）

举例1：5%氧化锆+95%氧化铝体系的ZTA陶瓷的主要性能指标：抗折强度500MPa，断裂韧性K1c 4-6MPam<sup>1/2</sup>，体积密度3.96-4.00g/cm<sup>3</sup>；

举例2：20%氧化锆+80%氧化铝ZTA陶瓷的主要性能指标：抗折强度600MPa，断裂韧性K1c 5-6MPam<sup>1/2</sup>，体积密度4.180-4.20g/cm<sup>3</sup>；

联系人：侯宪钦

联系电话：13705403795

## 3. 耐磨氧化铝陶瓷球的制备技术

氧化铝含量85 - 99.9%的系列氧化铝陶瓷球都可以实现超低磨耗。工艺流程：原料超细研磨 - 喷雾干燥 - 滚制（+等静压）成球 - 干燥 - 低温慢速烧成温度（1320 - 1360°C）

举例1：99氧化铝陶瓷球（直径1毫米以下）的主要性能指标：磨耗0.05%，体积密度3.86-3.90g/cm<sup>3</sup>；

举例2：99氧化铝陶瓷球（直径1毫米以上）的主要性能指标：磨耗0.02%，体积密度3.86-3.90g/cm<sup>3</sup>；

举例3：99.9氧化铝陶瓷球（直径1毫米以下）的主要性能指标：磨耗0.06%，体积密度3.90-3.93g/cm<sup>3</sup>；

举例4：99.9氧化铝陶瓷球（直径1毫米以上）的主要性能指标：磨耗0.04%，体积密度3.90-3.93g/cm<sup>3</sup>；



陶瓷耐磨衬板产品

耐磨陶瓷球类产品

联系人：侯宪钦

联系电话：13705403795

#### 4. 氧化铝陶瓷坩埚制备技术

99氧化铝陶瓷坩埚主要工艺流程：原料研磨 - 烘干 - 和蜡浆 - 热压注成型 - 排蜡 - 高温烧成 (1750°C)

主要性能指标：体积密度3.94g/cm<sup>3</sup>；使用温度可以到1720°C，能够抵抗多种酸碱盐类的侵蚀。

#### 5. 氧化锆陶瓷坩埚制备技术

氧化锆陶瓷坩埚主要工艺流程：原料研磨 - 烘干 - 和蜡浆 - 热压注成型 - 排蜡 - 高温烧成 (1750°C)

主要性能指标：体积密度 5.90 - 6.15g/cm<sup>3</sup>；使用温度可以到2200°C，抗酸碱侵蚀能力比较强，尤其是能够抵抗多种金属溶液的侵蚀。



陶瓷坩埚c焊盘

联系人：侯宪钦

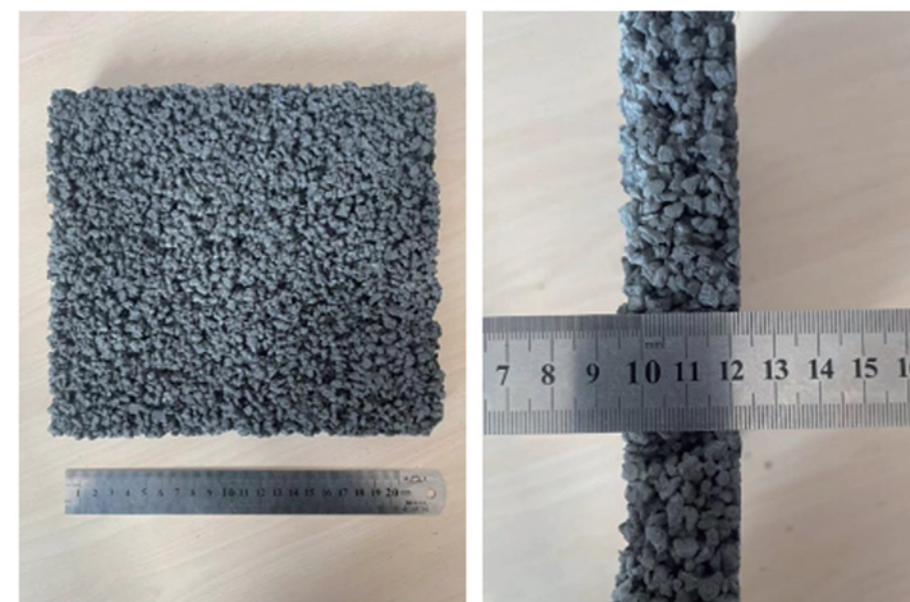
联系电话：13705403795

#### 6. 全颗粒陶瓷过滤器

**性能指标：**孔隙率50%；比重3.0；工作温度≥1000°C；抗折强度MPa (750°C) ≥3.0；孔径：350--1600μm；使用时间≥两个月。

**应用领域：**催化贵金属回收、流化床燃烧、煅烧、有机废物气化发电、建材、化工和各种工业窑、炉等工业过程的高温烟气净化，冶炼、材料生产和玻璃制造以及过滤熔融金属液中的杂质。

**主要优势：**不需要添加有机造孔剂、分散剂、增塑剂等，绿色环保；气孔分布均匀；原材料成本价格低，生产效益高；可采用马弗炉进行无压低温烧结，制备工艺简单；可制备各种复杂形状也可直接作为机器的主要部件；耐腐蚀性能好，使用寿命长。

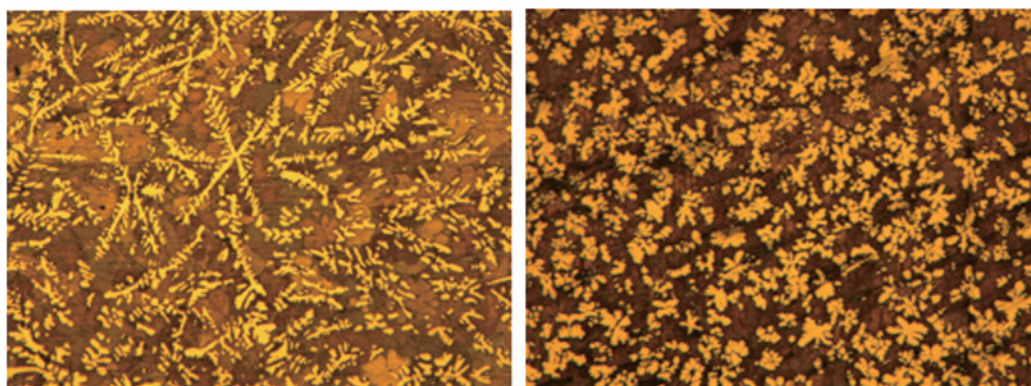


联系人：李庆刚

联系方式：18865906633

## 7. 高性能锌基合金制备技术

**性能指标：**以锌-铝二元合金为基体，通过合金化、变质处理技术，获得具有高的抗拉强度（350—480MPa）、高的耐腐蚀性、良好的铸造工艺性能（特别是流动性）的一系列铸态锌基合金。具体示例说明：普通二元Zn-4%Al和Zn-8%Al合金的铸态抗拉强度分别为180MPa和211MPa，本技术可将其可分别提高至367MPa和426MPa。同时通过改善微观组织结构（下图），能够大大提高合金的铸造流动性、进而减少合金的铸造缺陷，提高铸造生产成品率。



Zn-4%Al基合金的原始显微组织

Zn-4%Al合金经本技术处理后的显微组织

### 应用领域：

1. 该系列锌基合金可采用铸造、锻造、焊接、3D打印技术制造成各种机械、五金产品；
2. 直接用于钢铁的镀涂材料；
3. 用作高成本铜合金的低成本替代材料。

### 主要优势：

1. 生产成本低、生产条件要求低；
2. 技术有保障：历经十年时间，从凝固原理、微观组织、力学性能等方面对合金进行了系统全面研究，生产工艺和合金性能可控。

联系人：王振卿

联系电话：15688837792

## 8. 急速热压制备高致密度耐热铜基电触头复合材料

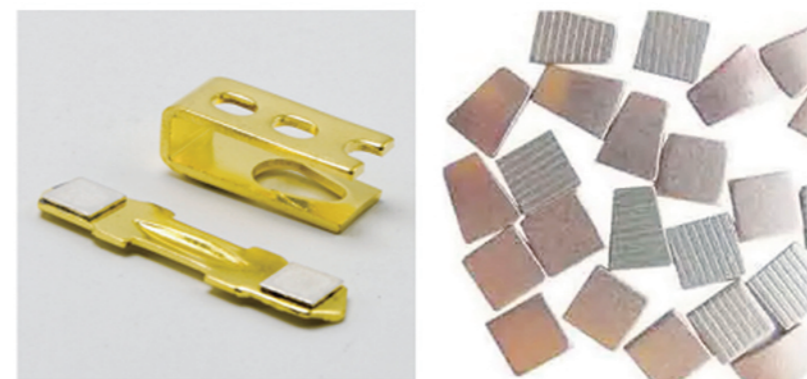
项目通过成分设计、粉体表面处理、相界面调控并结合急速热压烧结技术制备了高电导率、热导率且热稳定性和抗熔焊能力较强的铜基电触头复合材料，可有效替代弱电用银基电触头材料，广泛用于中低压电器等领域。

### 性能指标：

常温电导率：55%IACS；致密度：≥98.5%；

常温热导率：≥252W/mK；硬度：≥60HB

抗电弧烧损和熔焊能力良好



### 应用领域：

电接触材料是影响开关电器通断能力和可靠性的关键所在，可广泛应用到如配电器、继电器、控制电器、仪器仪表、开关电器等各类电器

### 主要优势：

可有效替代弱电用银基电触头材料，解决了中低压电器用电触头材料表面易氧化、抗熔焊和抗电弧侵蚀性能差的问题；采用急速热压技术，生产效率高，在大幅降低电触头材料的生产成本的同时提高了生产效率。

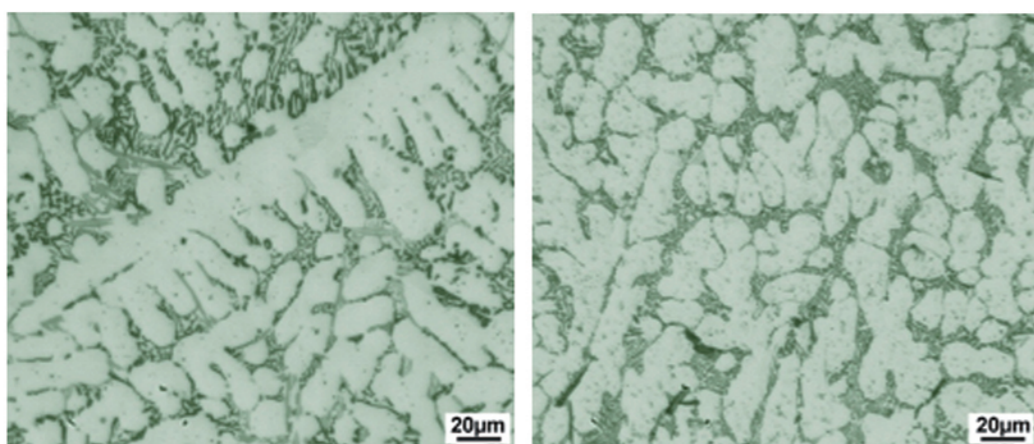
联系人：赵德刚

联系电话：15253162898



## 9. 高性能铝合金熔体复合处理技术

铝合金由于具有较高的比强度和比刚度而被广泛的应用于航空航天、轨道交通、汽车等领域，尤其是Al-Si合金由于具有良好的铸造性能是汽车轻量化领域的首选铸造铝合金材料。项目基于熔体微观结构变化，采用热速处理及特种中间合金细化变质处理相结合的熔体复合处理技术可以有效改善Al-Si、Al-Cu、Al-Mg-Si等合金微观组织结构，显著改善合金的强度和塑形，提高其力学性能。



某Al-Si合金的原始显微组织

经熔体复合技术处理后的显微组织

### 应用领域:

主要应用于航空航天、轨道交通、汽车等领域，如应用于汽车变速箱、涡轮增压器、制动卡钳、发动机缸盖、燃油箱的弯管、航空机泵等铸造铝合金零部件等。

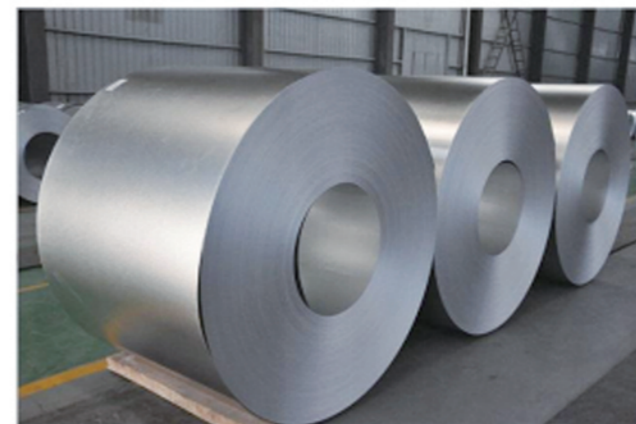
### 主要优势:

铝合金的变质处理目前强化形式较为单一，合金力学性能的改善有限。运用热速处理、变质细化复合处理并结合短流程热处理一体化对铝合金微观组织进行改善，不仅可大幅改善铝合金力学性能，还能够增强节能减排效果，降低企业生产成本，对节能降耗减排具有重要的实际意义。

联系人：赵德刚

联系电话：15253162898

## 10. 新型高耐腐蚀性热浸镀Zn-Al-Mg合金材料



### 性能指标:

本成果是在目前已知的耐腐蚀性最优的热浸镀用Zn-11Al-3Mg合金的基础上，通过微合金化法添加其它合金元素，优化熔炼工艺后得到了耐腐蚀性优良的新型锌铝镁合金镀层材料，已获得了国家发明专利授权(ZL201811157769.9)，具有创新性、先进性和独占性。

### 应用领域:

本成果应用前景广阔，可广泛应用于家用电器、建筑业、汽车业、交通护栏和光伏电站等领域，尤其是应用于海洋光伏电站的支架，由于海水对钢材具有强烈的腐蚀性，而使用不锈钢材料成本高昂，因此具有高耐腐蚀性涂层的钢板材料是海洋光伏电站支架建设的首选。

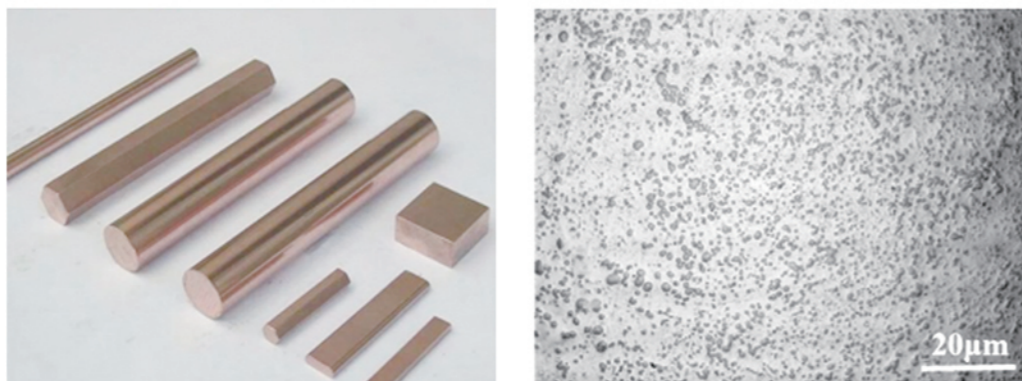
### 主要优势:

本成果可在原有生产热浸镀锌或者热浸镀铝锌硅钢板的生产线上，通过适当调整工艺参数，从而实现工业化生产（注：目前处于实验室小试阶段）

联系人：周国荣

联系电话：18663789378

## 11. 弥散强化高强耐磨铜基复合材料



### 性能指标:

开发弥散强化型Cu-Fe/Co系合金，提高富Cu相基体的承载能力、改善合金耐磨性，在兼具高塑性条件下，硬度提高10%–35%，耐磨性增强20%–30%。

### 应用领域:

广泛应用于制备大型集成电路、电器工程开关以及电气化铁路列车架空导线等，且在电子工业、汽车和航空领域具有良好的应用前景。

### 主要优势:

实现磷化物、硼化物、氮化物等增强相在铜基体中的可控合成、均匀弥散分布，实现调控构建系列高强耐磨型铜基复合材料，该合金具有优异的耐磨性、高硬度，且具备突出的耐蚀性和软磁性能。

联系人：左敏

联系电话：13906408651

## 12. 轻质、高强高韧纳米相强化铝基复合材料研发及产业化

### 性能指标:

抗拉强度提升10%-50%，屈服强度提升15-30%，保持高塑性，兼具高冲击韧性、抗疲劳性能。已实现单炉吨级以上铸造、复杂形状制备、连续生产的高端铝基复合材料铸锭和型材。

### 应用领域:

应用于航空航天、轨道交通、新能源汽车、高端体育用品、水下兵器等轻量化减重领域。

### 主要优势:

实现石墨烯等纳米相在铝合金中的有效添加、界面结合良好、分散均匀、组织致密、单炉生产2-30吨，可生产最大直径800mm\*6000mm的大尺寸、多系列纳米相强化铝基复合材料坯料，具有成本低、生产效率高、材料性能稳定性好等优点，已在汽车领域实现示范应用。



联系人：冷金凤

联系方式：13954197005

### 13. 高强、高塑、高导、高耐热稳定性石墨烯增强铝基复合材料电力材料研发及产业化

#### 1、挤压型材性能指标

材料体系	抗拉强度 MPa	屈服强度 MPa	延伸率 %	电导率 %IACS	热导率 W/m.K
1060	85	45	20-24	60-61	210-230
G/1060	160-190 ↑	100-150 ↑	20-22	60-61	210-230

#### 2、拉拔线材性能指标

材料体系	抗拉强度 MPa	屈服强度 MPa	延伸率 %	电导率 %IACS	热导率 W/m.K
1060	150-170	90-100	1.5%	60-61	180-210
G/1060	190-220 ↑	120-130 ↑	3%-4%	60-61	180-210

#### 应用领域:

应用于特高压输变电电力金具、耐热高强电缆和导线、开关母线及电磁屏蔽器件等。

#### 主要优势:

以 5G 通信、人工智能为新经济增长点的“新基建”将为中国带来可观的能源建设需求，大容量、远距离的特高压输电技术在“西电东送”能源战略中将发挥关键性作用，为“碳达峰、碳中和”国家战略提供灵活的清洁能源消纳调配。本项材料开发针对特高压输电对高性能材料的迫切需求，可进行吨级规模化生产高强高导铝基复合材料铸锭、型材、板材以及连铸连挤导线。本项目材料已在特高压输变电线路（500kv邹儒线）实现应用。



联系人：冷金凤

联系电话：13954197005

### 14. 铝、锌基中间合金变质剂制备技术及合金变质处理技术

#### 性能指标:

一些变质用铝或锌基中间合金存在制备或合成困难的问题，本技术能够低成本、稳定、可控地制备和生产如下中间合金：Al-Ti-B-C、Al-Ta、Al-Ti-B-N、Zn-Zr、Zn-Ti、Zn-Al-Ta、Zn-Al-Ti-C、Zn-Al-Ti-B中间合金，等。其中Ti、Zr、Ta元素含量稳定控制在1-12wt.%之内，B、C、N元素含量稳定控制在0.1-2wt.%之内。

对于铝合金中的铝晶粒、铝-铜合金中的初生和共晶CuAl<sub>2</sub>相、锌合金中锌晶粒、锌-铜合金中的CuZn<sub>5</sub>相，本技术能够用多种方法实现高效变质处理，达到改变上述物相的形貌和大幅度减小其尺寸、从而提高合金铸造工艺、表面性能和力学性能的目的。

#### 应用领域:

铝基或锌基中间合金主要应用于铸造等生产中添加到铝、锌或其它合金中进行变质处理或调整合金成分。

变质处理技术用于铸造或生产铝或锌合金时实现对合金组织结构的改善，进而改善铸造工艺性能、提高力学性能和铸造成品率。

#### 主要优势:

中间合金制备技术和变质处理技术在十年间从凝固原理、微观组织、力学性能等方面进行了系统全面研究，生产或处理工艺可控。已获二十余项国家发明专利。

联系人：王振卿

联系电话：15688837792

## 方向五：功能高分子复合材料

1. 连续纤维增强热塑预浸料及其复合材料制备
2. 全氟阳离子交换树脂及阴离子交换膜
3. 纤维复合材料界面剂
4. 材料模型化与仿真技术应用
5. 硅基疏水乳液及其自疏水水泥与混凝土制备与应用技术
6. 耐磨高抗冲击超细橡胶粉混凝土的制备与应用技术
7. 纳米增强抗裂型高效聚羧酸系列减水剂

### 1. 硅基疏水乳液及其自疏水水泥与混凝土制备与应用技术

水泥与混凝土制品本质的疏松多孔特征和水化产物的介稳特性，使得诸如本体致密化等传统技术途径难以长效抑制水盐传输，耐久性提升存在瓶颈。基于“荷叶效应”的自疏水水泥基材料是行之有效的技术手段，但目前存在的主要问题是疏水效果差、稳定性低，特别是本体强度受损严重（力学性能普遍降低50%左右）。本技术自主研发了与水泥基材料硬化相匹配的疏水乳液，在不显著降低力学性能的基础上，实现自疏水水泥基材料的制备，防腐抗渗与服役性能显著提升。

类别	28d 抗压强度	240h 吸水率	电化学腐蚀
普通砂浆	43.6MPa	10.16%	-241.2mV
市售疏水剂组	26.99MPa	6.72%	-120.6mV
实验室疏水组	40.1MPa	4.3%	-81mV
性能增幅	基本持平	57.68%	66.42%

本技术是国家自然科学基金，山东省自然科学基金等项目研究成果，获国内外授权发明专利近10项，发表高水平期刊论文20余篇，获山东省科学技术进步二等奖。成果特别适于海洋、高盐碱、干湿循环等严酷复杂工程服役环境中。

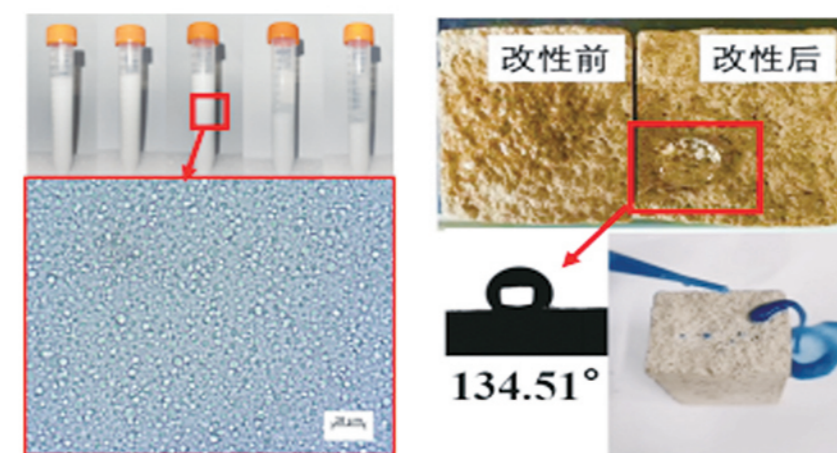


图1 疏水乳液稳定性与分散性

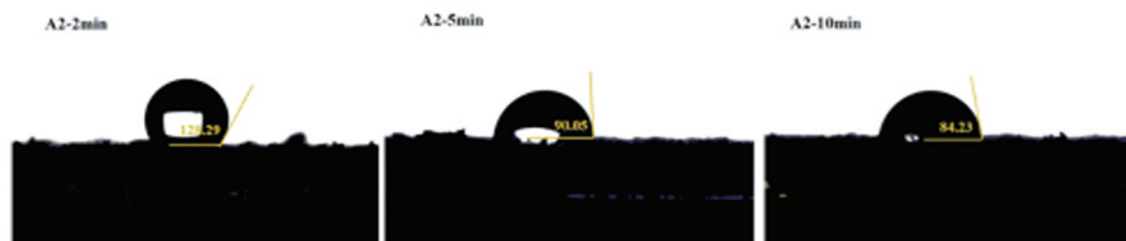
图2 自疏水砂浆图

联系人：赵丕琪

联系电话：13127133982

## 2. 耐磨高抗冲击超细橡胶粉混凝土的制备与应用技术

橡胶粉在水泥混凝土中可以改善干缩、耐磨性、抗冲击性、抗渗性、抗冻性等耐久性能，但橡胶粉对力学性能的弱化作用很大，其与水泥基材料的界面粘接作用问题成为橡胶粉大规模工程应用的主要瓶颈。



本技术基于功能水磨法超微细胶粉的比表面积大、表面粗糙（微纳裂缝及孔洞）、分散性好等特点，易与水泥基胶凝材料形成网络交联结构，进而提升与水泥界面粘接作用，其工作原理是功能水磨法能够增加了超细橡胶粉非共价相互作用（静电相互作用、 $\pi$ 共轭效应、范德华力及亲疏水效应），兼容水泥基胶凝材料水化过程，使水磨法超细橡胶粉具有高活化性能，主要应用于高强混凝土、混凝土轨枕、地下管廊、大体积混凝土等重要工程。



沈阳沈康连接线A2和A4标段

联系人：李琴飞

联系电话：18769796566

## 3. 纳米增强抗裂型高效聚羧酸系列减水剂

### 性能指标：

- 减裂抗裂性能：混凝土早期收缩降低 20%以上，裂纹数量和裂纹尺寸明显减少，混凝土抗裂性能显著改善；
- 力学性能：混凝土抗压和抗折强度提高 10~20%以上；
- 工作性、适应性与经济性：聚羧酸减水剂减水率进一步提升混凝土离析、泌水现象明显改善，塌落度经时损失减小15~20%以上，混凝土工作性明显提高；聚羧酸减水剂适应性明显提高，由原材料波动对水泥混凝土造成的不利影响显著降低；每立方混凝土经济效益提高10~20元。

### 应用领域：

- 高性能及普通商品混凝土；
- 大体积及异形混凝土结构；
- 混凝土构件及制品；
- 特种混凝土。

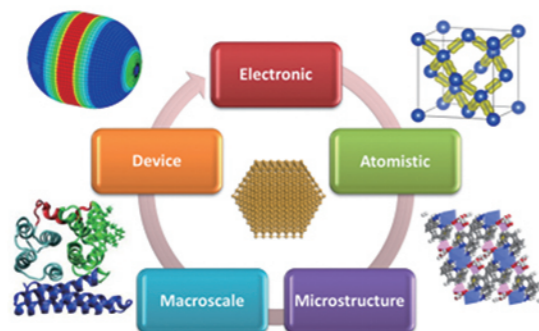
### 主要优势：

混凝土纳米增强抗裂型高效聚羧酸系列减水剂抗裂增效技术体系与制备技术成套工艺，在进一步提高聚羧酸减水剂减水效能的基础上，不仅能够显著降低混凝土早期收缩、改善混凝土早期开裂，还可以有效提高混凝土工作性、力学性能和耐久性以及降低混凝土综合成本，每立方混凝土经济效益可提高10~20元，具有巨大的社会和经济效益。

联系人：芦令超

联系电话：13505414342

#### 4. 材料模型化与仿真技术应用



将材料模型化与仿真技术应用于新材料的设计与开发，通过第一性原理、分子动力学、蒙特卡洛、有限元分析等方法，从微观到宏观多尺度深刻理解材料各类现象与特征，并对材料的结构和物性进行理论预测，建立面向工业的理论模型，从而实现新材料搜索、配方升级、工艺调整、生产线优化。

##### 应用领域：

计算机虚拟环境下对材料进行多层次研究，涉及前沿新材料、新能源材料、电子材料、新型无机非金属、特种合金等各类材料的力学、电学、光学、磁学、热力学等各种性质的模拟和预测，应用于新材料、新能源、电子信息、材料防腐、绿色建材等产业领域。



##### 主要优势：

有效减少在材料优化和新工艺设计方面所必须进行的大量试验，研发更具方向性、前瞻性，有助于原始性创新，极大促进新产品的优化和开发。

联系人：车全德

联系电话：18769759669

#### 5. 连续纤维增强热塑预浸料及其复合材料制备

##### 产品特点：

与传统的热固性复合材料相比，热塑性复合材料具有：

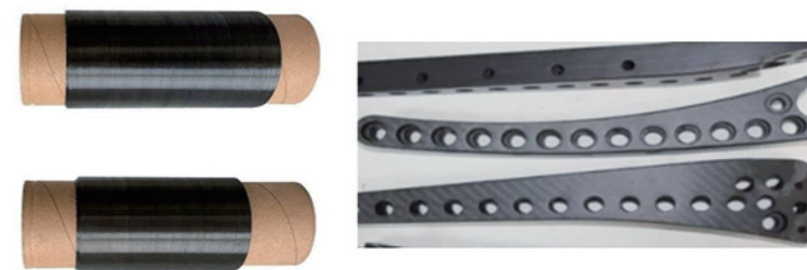
- 韧性好、疲劳强度高、冲击损伤容限高。
- 热塑性预浸料可长期在室温下存储，而环氧树脂等热固性预浸料存储条件苛刻。
- 热成型工艺性好、成型周期短、生产效率高，可以采用原位自动铺放、热模压、真空吸附等工艺成型。
- 边角料或废料可再熔融成型或回收利用。
- 产品设计自由度大，可制成复杂形状，成型适应性广。

##### 应用领域：

连续纤维增强热塑性树脂基复合材料作为先进复合材料，广泛应用于航空航天、军事、医药、海洋开发等领域，能有效地减轻结构件质量，增加有效载荷，承受苛刻的使用环境。

##### 生产条件及市场预测：

本项目可依据相关领域技术需求进行产品设计及定制。生产规模可根据市场需求灵活调整，投资：100~500 万元。预测各行业对该项目制备的热塑复合材料的需求将会持续增长，应用范围广泛，具有广阔的市场前景。



联系人：葛曷一

联系方式：13210516315

## 6. 全氟阳离子交换树脂及阴离子交换膜



全氟阳离子交换树脂全氟阴离子交换膜，其主链结构均为超稳定性全氟骨架-(CF<sub>2</sub>C(F)F<sub>2</sub>)<sub>m</sub>-(CF<sub>2</sub>CF)<sub>n</sub>-，侧链结构中含有阴离子交换功能的阳离子基团。

**性能指标：**树脂具有较高的阳离子交换容量（1.0~3.5 mmol/g）；阴离子交换膜在10℃~80℃范围内具有较高的离子电导率（60~300mS/cm）；分子量≥30万；热降解温度≥200℃，6M的KOH溶液中具有超长寿命，可在80℃下稳定运行100天以上，F离子释放速率 < 5×10<sup>-7</sup>μg/g·h。

**应用领域：**阳离子树脂和阴离子交换膜可制备碱性的聚合膜电极，应用于聚合物膜燃料电池及碱性电解水制氢领域，

**主要优势：**聚合物主链为超稳定性全氟骨架结构，在碱性条件下不会发生性能降解，所得离子具有较高的离子电导率及使用寿命，可满足电解水及燃料电池性能需求。

联系人：刘训道

联系电话：19953123022

## 7. 纤维复合材料界面剂

### 性能指标：

针对不同的纤维材料与基体材料，开发了多种纤维/树脂复合材料界面剂，改善纤维复合材料界面与性能。

### 应用领域：

由界面处理剂制备的改性纤维增强复合材料，广泛应用于航天航空、军事、医药、海洋开发等领域，能有效地提高纤维和基体树脂间的浸润性、界面粘结强度，进而直接提高复合材料的综合性能。

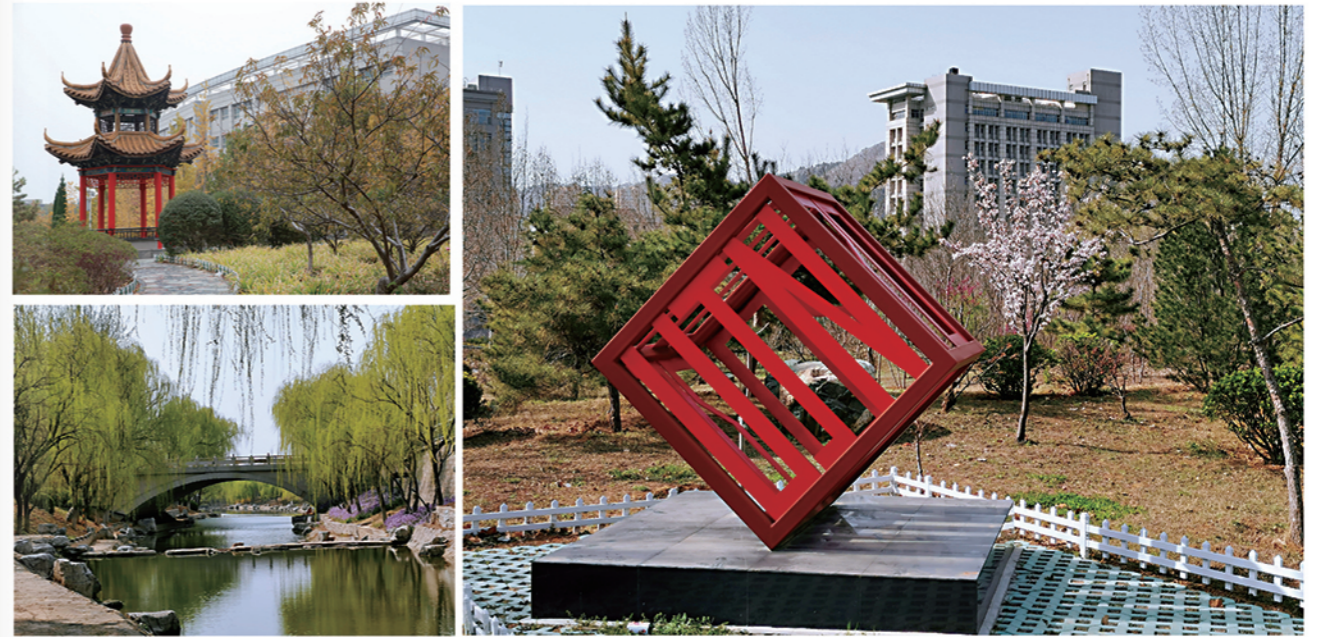


### 生产条件及市场预测：

本项目可依据相关领域技术需求进行产品设计及定制。生产规模可根据市场需求灵活调整，投资：50~100 万元。预测各行业对该项目制备的改性纤维的需求将会持续增长，应用范围广泛，具有广阔的市场前景。

联系人：葛昌一

联系电话：13210516315



一个目标：争创国家一流学科

两个瞄准：国家战略发展，社会重大需求

三个面向：面向国家、面向社会、面向地方

夯实基础，彰显特色，交叉融合，创新突破