



交通大學

上海交通大學
科技成果匯編
2020



上海交通大學
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

目录

一、材料与制造

| | |
|-----------------------|----|
| 高韧耐蚀镁合金..... | 1 |
| 高温镁合金..... | 2 |
| 阻燃镁合金..... | 3 |
| 镁合金锻造技术..... | 4 |
| 高韧性压铸铝合金..... | 5 |
| 喷射成型高性能铝合金..... | 6 |
| 超高纯铝及氧化铝..... | 7 |
| 精密铸造成型技术..... | 8 |
| 铝熔体电磁净化技术与装备..... | 9 |
| 轻合金高致密度压力铸造技术..... | 10 |
| 等温锻造技术..... | 11 |
| 高强钢热冲压技术..... | 12 |
| 异种材料搅拌摩擦焊技术..... | 13 |
| 超低温焊接材料及工艺技术..... | 14 |
| 高功率激光焊接造..... | 15 |
| 激光表面改性修复技术..... | 16 |
| 机器人智能化焊接技术..... | 17 |
| 先进板料柔性渐进成型技术..... | 18 |
| 精密数控旋压技术..... | 19 |
| 智能热处理技术..... | 20 |
| 水-空交替控时淬火冷却工艺及装备..... | 21 |
| 装备零部件喷丸强化技术..... | 22 |
| 原位自生铝基复合材料..... | 23 |
| 原位自生钛基复合材料..... | 24 |
| 高能纳米储氢镁基复合材料..... | 25 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 非对称多孔陶瓷结构与性能研究..... | 26 |
| 磁致功能材料..... | 27 |
| 高温热防护涂层..... | 28 |
| 纳米氢化镁燃料电池系统..... | 29 |
| 二、能源化工 | |
| 电力行业燃煤锅炉技术升级改造..... | 30 |
| 高效率钙钛矿太阳能电池模块..... | 31 |
| 4,4'-二氨基苯磺酰苯胺合成..... | 32 |
| 二烷基二硫代磷酸锌（ZDDP）系列抗氧抗腐添加剂..... | 33 |
| 系列染料中间体产品之一——均三甲苯胺..... | 34 |
| 周位酸产品..... | 35 |
| 聚乙烯脘（PVAD）类高分子絮凝剂..... | 36 |
| 连续流微反应器技术..... | 37 |
| 制氢和副产二氧化碳的水煤浆电解工艺..... | 38 |
| 二次铝灰提取工业用氧化铝的高值资源化工工艺..... | 39 |
| CO ₂ 资源化利用合成DMF技术..... | 40 |
| LNG加气站用新型BOG再液化装置及系统..... | 41 |
| 新型净化-液化一体式LNG液化冷箱..... | 42 |
| 新一代硅烷法电子级晶体硅生产技术..... | 43 |
| 一步法直接制烯烃新技术..... | 44 |
| 功能化改性PVDF锂离子电池新型粘结剂..... | 45 |
| 仿生表面纳米涂覆提高PVDF微孔膜亲水性..... | 46 |
| 硫磺法利用煤基沥青制活性炭技术..... | 47 |
| 染料中间体产业化项目-还原物..... | 48 |
| 挥发性有机物（VOCs）减排技术..... | 49 |
| 化工厂含氢尾气中氢气的回收利用技术..... | 50 |
| 烯烃环氧化反应的绿色电化学合成..... | 51 |
| 三、医药与生物医学工程 | |
| 超高分辨显微成像平台..... | 52 |

| | |
|-------------------------------|----|
| 腹腔镜手术机器人系统..... | 53 |
| 术中前哨淋巴结精准定位及免活检一体化肿瘤转移诊断技术... | 54 |
| 抑制上皮间质转化的抗肿瘤转移小分子药物..... | 55 |
| 高分辨率激光散斑血流成像仪..... | 56 |
| 高稳定量子点荧光粉的研发..... | 57 |
| 帕金森病冻结步态的可穿戴智能检测与助行设备..... | 58 |
| 可降解医用金属生物材料..... | 59 |
| 光动力抗菌抗病毒材料的研发和产业化..... | 60 |

四、农林畜牧

| | |
|-----------------------------|----|
| 助力马铃薯主食化技术..... | 61 |
| 鲜食玉米病虫害一体化系统生物防控技术..... | 62 |
| 藏红花生态高效种植模建立..... | 63 |
| 黄瓜分子育种与推广应用..... | 64 |
| 种养耦合及其废弃物循环利用关键技术转化应用..... | 65 |
| 绿植直喷营养液..... | 66 |
| 以大宗农产品为主要原料的预制调理食品加工技术转化... | 67 |
| 优良瘦肉型猪种质创制技术及其应用..... | 68 |
| 噬菌体抗菌制剂在防控奶牛乳腺炎中的应用..... | 69 |
| 牛粪资源化处理和循环利用技术研究..... | 70 |
| 肉制品研究基础和成果..... | 71 |

五、生态环保

| | |
|--------------------------|----|
| 粉煤灰等固体废弃物的塑料填料/母料技术..... | 72 |
| 固废资源的深加工与道路工程应用..... | 73 |
| 电镀废水深度处理技术..... | 74 |
| 高COD高盐废水处理技术..... | 75 |
| 工业冶炼含硫化氢烟气处理技术..... | 76 |
| 光催化技术处理有机废水技术..... | 77 |
| 超净排放氨法烟气脱硫技术..... | 78 |



高韧耐蚀镁合金

➤ 技术背景：

通过稀土与锌交互作用促进非基面滑移，提高合金塑形；通过减少析出相与基体的电位差，提高合金耐蚀性，开发了高韧耐蚀JDM1镁稀土合金。

➤ 技术水平：

- JDM1镁稀土合金具有综合力学性能(强度与韧性)、铸造工艺性能和接近铝合金的耐腐蚀性能。
- 该技术获2010年上海市技术发明一等奖， 授权专利2项。

| 力学性能 | σ_b (MPa) | $\sigma_{0.2}$ (MPa) | δ (%) | a_k (J) | σ_{-1} (MPa) |
|-----------|---------------------|-------------------------|-----------------|--------------|------------------------|
| JDM1 25°C | 320 | 160 | 10 | 22 | 105 |
| 200°C | 220 | 100 | 20 | / | / |
| A356 25°C | 280 | 160 | 8 | 16 | 95 |
| AZ91 25°C | 260 | 150 | 5 | 10 | 80-85 |
| 200°C | 102 | 50 | 18 | / | / |

➤ 应用领域：

- 航空、航天轻质构件
- 汽车车架、轮毂等轻质构件
- 汽车发动机缸盖/缸体



轻质壳体



汽车轮毂



发动机缸盖/缸体

高温镁合金

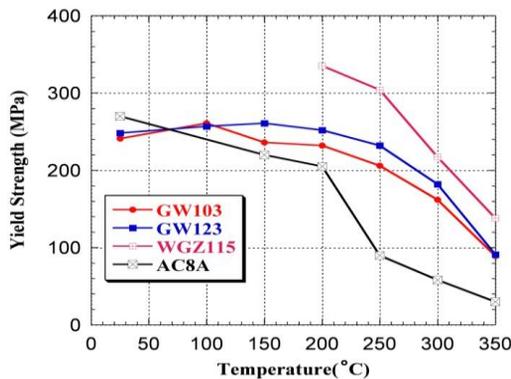


➤ 技术背景：

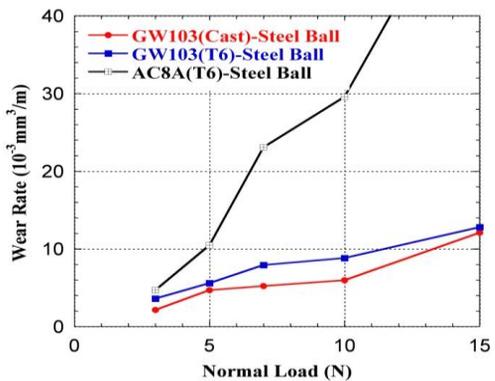
针对镁合金耐热性低的问题，在JDM2基础上，利用高热稳定性的“LPSO+析出相”核心单元+晶界弥散相的复合强化，发明了高温强度、疲劳强度、抗蠕变、耐磨性优良的JDM3合金。

➤ 技术水平：

- 工作温度首次达到300 °C以上 ($>0.5T_m$)，抗拉强度保持300MPa；综合性能超过AC8A铝合金。
- 获发明专利3项，获2007年上海市技术发明一等奖。



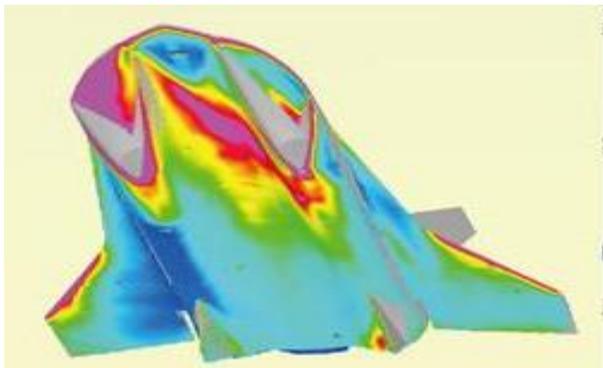
屈服强度



干磨损率

➤ 应用领域：

- 航空、航天关键装备



轻质复杂薄壁类三角翼



发动机主减主机匣



阻燃镁合金

➤ 技术背景：

通过添加稀土与钙等表面活性元素，改变表面氧化层的生长动力学和化学组成，在镁合金表面形成复合致密氧化膜结构，提高熔体燃点。发明的JDZM镁合金，实现了镁合金无保护熔炼与生产。

➤ 技术水平：

- 创新的镁合金燃点测试、氧化热力学和动力学计算、氧化膜结构分析等方法以及建立的阻燃镁合金氧化模型被国内外学者在随后的研究中广泛借鉴，单篇论文引用次数超过100次；
- 实现镁合金熔炼、加工无需保护，阻燃温度达935℃；
- 研究成果获2003年国家科技进步二等奖。

➤ 应用领域：

- 3C产品构件
- 汽车方向盘骨架
- 汽车变速箱等轻质压铸件



3C产品外壳

汽车变速箱壳体

汽车副车架

镁合金锻造技术



➤ 技术背景：

采用自主研发的高强度变形镁合金JDM2和半连续铸造、半模等温锻造、形变热处理等技术。开发了大型镁合金锻件，尺寸达长2300mm×宽300mm×厚160mm。

➤ 技术水平：

本体取样力学性能达到抗拉强度400MPa、屈服强度320MPa、延伸率8%。相关锻件技术已应用于某型发射装置，已经完成地面试验和多次空中飞行试验。

| 技术指标 | |
|----------|--------|
| • 抗拉强度 | 400MPa |
| • 屈服强度 | 320MPa |
| • 延伸率 | 8% |
| • 替代应用减重 | 25% |

➤ 应用领域：



汽车零部件镁合金锻件



航空零部件镁合金锻件



高韧性压铸铝合金

➤ 技术背景：

针对传统压铸铝合金塑性普遍较低的问题，通过消除合金中针状脆性铁相、优化合金成分和细化组织形态，结合压铸工艺的快速凝固特点，开发出了在具有高强高韧性的JDA1和JDA2铝合金。

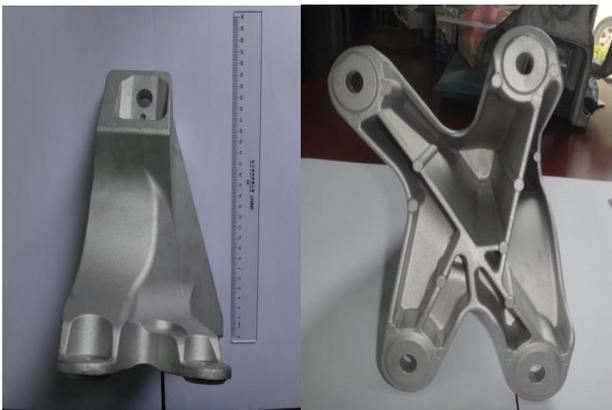
➤ 技术水平：

- 无需进行热处理强化（压铸态），即可达到国际上SF-36合金T6态性能。
- 具有优秀的压铸工艺性能。获得专利2项。

| 合金 | AlSi9Cu3 (F) | ADC12 (F) | Silafont36 (T6) | JDA1 | JDA2 |
|-------------|-----------------|--------------|--------------------|---------|---------|
| 强度 (MPa) | 260-285 | 245-280 | 250-290 | 280-340 | 280-330 |
| 屈服 (MPa) | 150-165 | 120-150 | 120-150 | 160-180 | 180-210 |
| 塑性(%) | 2-3 | 2-3 | 5-9 | 6-8 | 10-15 |

➤ 应用领域：

- 汽车底盘或车身结构件
- 机械装备构件



Cadillac CT6 发动机安装支架（JDA1）



电梯梯级

喷射成型高性能铝合金



➤ 技术背景：

喷射成形是先进的凝固技术，与半连续铸造技术相比，优点是化学成分无宏观偏析、晶粒度等微观组织精细1个数量级，团队研制了高合金化、大规格凝固坯材，以7055为代表的高强度铝合金料产品在国内率先实现工程化，成功应用在“天宫二号”压气机系列部件上，填补了国内技术空白。

➤ 技术水平：

- 制定我国首部喷射成型领域的行业标准和国家标准。
- 获得国家发明专利20余项。

| 高强韧7055铝合金 | 高刚度铝合金 | 耐热铝合金 | 轻质高强铝合金 | 低热膨胀硅铝合金 |
|--------------------|---|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| 强度720MPa 伸长率10% | 强度 560MPa 模量 95GPa 热膨胀系数< 20ppm/K | 350℃强度200MPa 室温模量85GPa | 抗拉强度550MPa 密度2.55g/cm ³ | 热膨胀系数7ppm/K 导热系数>100W/mK |

➤ 应用领域：

- 航空、航天高温耐磨高强构件 • C919机翼长桁、直升机轮毂



喷射成形铝合金



天宫二号 30余件构件应用



超高纯铝及氧化铝

➤ 技术背景：

国内首套精铝和高纯铝定向凝固偏析法高效提纯技术与装备，成功应用于4N5精铝的低成本大规模工业化生产，制备出了国内第一块5N5和第一块6N的超高纯铝锭，可为半导体用高纯铝合金电子靶材以及高性能铝合金制备提供原材料，亦可通过直接水解法制备高纯氧化铝。

➤ 技术水平：

- 该技术在能耗、提纯效率及环境友好性方面均超过国外同类技术，实现了从4N精铝到6N超高纯铝的规模化生产，杂质元素平均提纯效率超过75%。
- 获上海技术发明一等奖，获得国家发明专利 16 项；实用新型专利5项和国家软件著作权登记 1 项。

➤ 应用领域：

- 航空航天特种铝材
- 集成电路溅射靶材
- 蓝宝石、显示屏
- 机械、特种陶瓷



高纯铝靶材



高纯氧化铝



蓝宝石显示屏

精密铸造成型技术



➤ 技术背景：

自主研发的熔模精密铸造技术，通过微观缺陷形成与控制、全流程容差设计与尺寸精度控制，解决了大型铸件的疏松、变形、尺寸超差三大难题，形成了大型复杂薄壁铸件精密铸造成套技术体系，并已成功应用于军用和民用航空发动机。

➤ 技术水平：

- 已制造出目前国内尺寸最大、壁厚最薄、结构复杂的高温合金、不锈钢等精密铸件，技术成熟度8级，成功实现工业化转移。
- 获发明专利10项。

| | 发动机后机匣 | 外径 (mm) | 高度 (mm) | 壁厚 (mm) | 疏松 等级 | 尺寸 精度 |
|----------|-----------|------------|------------|------------|----------|----------|
| 上海 交大 | 涡扇20 | 1138 | 220 | 1.8 | 4级 | CT6 |
| | 商发CJ1000 | 1360 | 224 | 2.4 | 1级 | CT6 |
| 国外 | Trent 800 | 1930 | / | 1.5 | 1级 | CT6 |
| | CFM56 | 1024 | 209 | / | 1级 | CT6 |
| | PW4000 | 1360 | 310 | / | 1级 | CT6 |

➤ 应用领域：

- 航空发动机后机匣精密铸造
- 航天飞行器部件精密铸造



CJ-1000发动机



后机匣



铝熔体电磁净化技术与装备

➤ 技术背景：

高性能工业铝材生产中必需的关键熔体净化技术，可去除普通过滤方法难以除净的 $<10\mu\text{m}$ 微细夹杂，显著提高材料的加工性能与表面质量，并改善其塑性、抗疲劳等力学性能。

➤ 技术水平：

- 采用国际铝工业界公认的PoDFA检测装置，分析表明经过电磁净化后夹杂物含量可降低到 $0.02\text{ mm}^2/\text{kg}$ ，达到国际先进水平。
- 获得7项中国发明专利和1项美国专利。获得国家技术发明二等奖、上海市技术发明一等奖和中国有色工业科学技术二等奖各1项。

➤ 应用领域：

- 铝合金架空导线
- OA用高精密挤压铝管
- 高精度铝板带箔
- 高强航空铝合金中厚板



大跨越用铝导线



铝熔体电磁净化系统



OA用高精密铝管



大飞机用铝合金板锭

轻合金高致密度压力铸造技术



➤ 技术背景：

通过在压铸过程中抽除模具型腔内的气体而消除压铸件内的气孔和溶解气体，降低铸件气孔率、硬度提高、微观组织细小，全面提高压铸件力学性能和表面质量。针对汽车行业开发了新型高性能压铸镁/铝合金材料、高真空压铸成形技术及挤压铸造装备。

➤ 技术水平：

- 可在1.5s内实现模具型腔压力达到5kPa的超高真空水平，气孔率与传统压铸相比可降低一倍以上，可实现大型薄壁压铸件热处理。

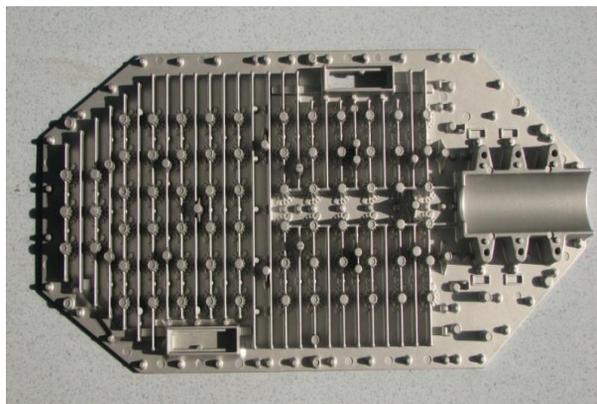
| 挤压铸造装备工艺特点 | 压铸材料类型 |
|---|-------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• 曲轴合模、立式倾斜压射，生产效率高• 工艺参数可实时控制，操控性好• 高真空度压铸模具 | 铝合金及其复合材料、 镁合金及其复合材料 |

➤ 应用领域：

- 汽车零部件压铸
- 通讯装备散热部件压铸



新型活塞挤压铸造机



压铸镁合金部件



等温锻造技术

➤ 技术背景：

将模具和要变形的合金坯料加热到同一最佳温度，进行恒温锻造的过程，用于锻件近终成形。可降低金属流变抗力，提高金属材料的塑性，锻件尺寸精度高，材料利用率高，形状复杂锻件一次成形。锻件屈服强度高、低周疲劳及抗应力腐蚀能力提高。

➤ 技术水平：

- 可针对钛合金、钛基复合材料等不同材料制定等温锻造处理工艺。实验室拥有6000吨等温锻造压机，具备小批量锻件生产供货能力。
- 获发明专利8项。

| 等温锻造工艺类型 | 可处理材料类型 |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| 等温精密模锻、 等温超塑性模锻、 粉末合金等温锻造 | 钛合金及其复合材料、 铝合金及其复合材料 镁合金、高温合金等 |

➤ 应用领域：

- 汽轮机、航空航天装备零部件等温锻造



6000吨等温锻造压机



高温合金压气机盘锻造

高强钢热冲压技术



➤ 技术背景：

将钢板（初始强度为500~600MPa）加热至奥氏体化状态，快速转移到模具中高速冲压成形，保压淬火一段时间，以获得具有超高强钢零件的成形方式。可提高提高部件强度、焊接性、表面硬度、抗凹性、耐腐蚀性，降低冲压机吨位。

➤ 技术水平：

- 提出硬化模型实现了高强度钢冲压回弹的精确预测，提出了板料冲压工艺稳健优化算法、韧性断裂参数确定方法和内高压成形精确数值仿真方法，开发处热冲压控制软件已得到工业应用。
- 获发明专利10余项。

| 技术优势 | 产品特点 |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• 提高部件强度、焊接性、表面硬度、抗凹性、耐腐蚀性，• 降低冲压机吨位 | <ul style="list-style-type: none">• 结构轻量化• 高安全可靠• 长寿命周期 |

➤ 应用领域：

- 汽车零部件热冲压成形
- 航空、航天高强结构件冲压成形



热冲压装备



QPT高强钢热冲压部件



异种材料搅拌摩擦焊技术

➤ 技术背景：

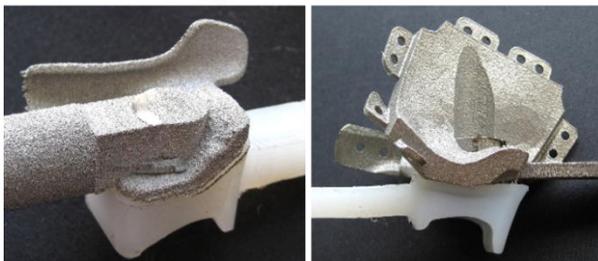
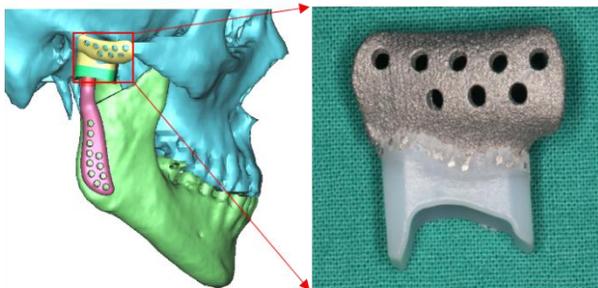
利用搅拌摩擦焊焊接温度低、焊件变形小等特点，自主研发待焊材料表面、对接面几何形貌、焊接热力条件等影响接头性能关键因素的调控手段及方法，形成异质异形件间搅拌摩擦焊接技术，不仅可应用于异种金属异形件间的连接，也适用于金属与高分子间的高性能连接。

➤ 技术水平：

- 面向生物医用的TC4钛合金/超高分子量聚乙烯间接头，强度达到国际标准两倍以上；
- 异质异形薄壁铝/铜管间，实现高接头强度 (~8000N)、耐高内压 (~12MPa) ；
- 实现铝/镁接头高强度 (75%强度系数)、高塑性 (~6%) ；
- 四项专利，两项国家自然科学基金项目资助。

➤ 应用领域：

- 生物医用假体

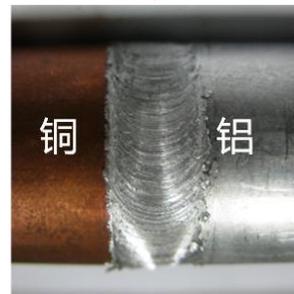


颞下颌关节假体（不同骨骼轮廓）

- 空调散热管



焊后



铝/铜管连接

超低温焊接材料及工艺技术



➤ 技术背景：

针对LNG船液货围护系统及陆基储罐用超低温（-163℃）金属材料连接，采用FCAW、交流方波SAW和激光焊接方法，解决了低温材料及低温异种材料焊接的关键技术，建立了金属材料、焊接接头超低温环境力学性能测试和评估平台。

➤ 技术水平：

- 解决了超低温金属材料的高效焊接难题，完成了焊接接头在超低温环境中强度、韧性等性能的测试和评估。
- 获发明专利3项。

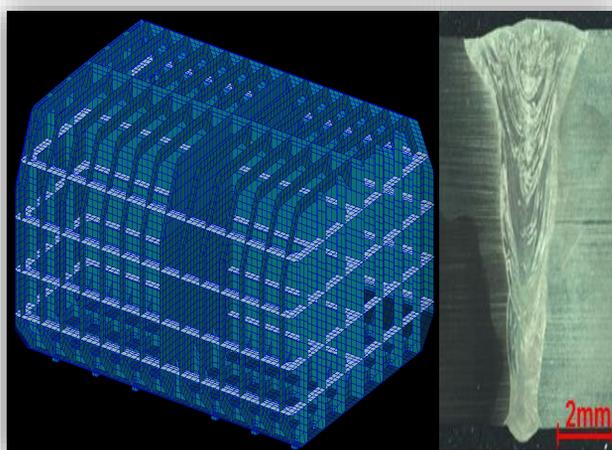
| 焊接工艺 | 测试温度 | 低温韧性 |
|-----------|-------|------------|
| 高效弧焊、激光焊接 | -193℃ | 比标准要求提高50% |

➤ 应用领域：

- 新型LNG液货围护系统焊接、陆基储罐超低温材料焊接



液化天然气LNG船



大型LNG船储箱超低温焊接



高功率激光焊接制造

➤ 技术背景：

研究了激光与各种材料的相互作用机制，可实现高温、高强、高性能结构材料、功能材料、复合材料、陶瓷材料、生物材料的激光焊接与连接。拓展了高功率激光加工的工程化应用领域，激光在大型构件焊接，特别是造船和大型运载装备制造技术上的应用。

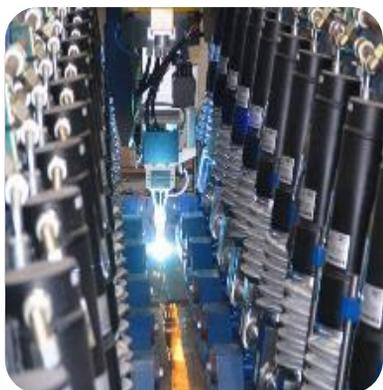
➤ 技术水平：

- 开发了核电、超超临界火电、舰船、海工等重大装备的中厚板激光单道焊接技术、厚板激光多层道焊接技术以及设备系统。
- 获发明专利19项。

| 类别 | 中厚板 (激光单道焊接) | 厚板 (激光多层道焊接) | 最大焊接厚度 |
|---------|-----------------|-----------------|--------|
| 厚度 (mm) | 8-15 | 15-30 | 80-100 |

➤ 应用领域：

- 船用大厚板激光焊接
- 海工装备厚板激光焊接
- 核电大型装备构件激光焊接
- 火电中厚板激光焊接



15 kW CO₂ 激光焊接系统



核电大型装备激光焊接

激光表面改性修复技术



➤ 技术背景：

采用激光表面强化、激光熔覆、激光表面合金化、等离子喷涂+激光表面重熔等技术制备出优于基体材料性能的覆层。建立了三维模型重构、扫描路径规划、温度累积控制等方法。已在叶片、轧辊、泵阀、曲轴、模具等示范应用，极大地提高耐高温、防腐蚀、耐磨损、抗疲劳、防辐射等性能。

➤ 技术水平：

- 荣获2016年机械工业部技术发明一等奖。获发明专利15项。

| 工艺类别 | 性能优化 | 应用领域 |
|------------------|-------------------------|-------------------|
| 激光熔覆、等离子喷涂、表面合金化 | 耐高温、防腐蚀、耐磨损、抗疲劳、防辐射、长寿命 | 轧辊、模具、叶片、泵阀、曲轴、轴承 |

➤ 应用领域：

- 轧辊表面耐磨损强化、修复
- 模具表面抗疲劳强化、修复
- 汽轮机叶片耐高温化、修复
- 曲轴、轴承耐磨化处理



模具激光表面处理



轧辊激光表面处理



机器人智能化焊接技术

➤ 技术背景：

针对示教再现型焊接机器人的技术应用瓶颈难题，研制局部环境自主智能焊接机器人LAIWR系统，实现机器人在局部空间作业的环境识别、初始焊位导引、焊缝跟踪、熔透控制及焊接质量智能控制等关键技术系统集成。

➤ 技术水平：

- 实现基于视觉传感的机器人全位置移动控制、焊接环境识别、轨迹纠偏和自主焊接等关键技术系统集成。
- 已申请国家发明专利11项、已获授权6项、软件著作权3项。

➤ 应用领域：

- 焊接智能制造系统
- 实时焊缝跟踪视觉传感系统
- 特种环境智能机器人系统
- 机器人智能化焊接技术
- 轮足组合越障全位置自主焊接机器人



先进板料柔性渐进成型技术



➤ 技术背景：

依靠逐次单点变形累积产生整体的变形，不需要专用模具即成形出预定形貌构件。针对小批量多品种构件，可大幅降低成本提高加工效率。开发了板料数控柔性渐进成形装备和加载轨迹生成软件，研制了铝、镁、钛合金板的典型钣金样件。

➤ 技术水平：

- 开发了轻质高强金属板型材料渐进成形工艺，已形成航空航天小批量难成形部件制造能力及专用装备开发能力。
- 获发明专利10余项。

| 加工材料 | 特点、优势 |
|--------------------|--------------------------|
| 铝合金、镁合金、钛合金及其复合材料等 | 无需模具、制造周期短、精度高、重复性好、成本低等 |

➤ 应用领域：

- 航空、航天小批量难成形部件• 轻质高强金属板料柔性成形



柔性渐进成型装备



铝合金柔性渐进成型构件



精密数控旋压技术

➤ 技术背景:

自主研发数控旋压机：重载高精度数字油缸，重复定位精度 $\leq 1.5\mu\text{m}$ ；多轴多通道一体化控制技术。

自主开发数控旋压技术：渐进成形或温成形塑性差、形状复杂金属产品。

➤ 技术水平:

已研发各类旋压零件100余种，材质包括不锈钢、铝合金、铜合金、镁合金、钛合金和钢铁等，制品最长达12米（管旋）、口径最大达1.5米（板旋）、壁厚达12毫米钢板、厚度达40毫米铝板。

➤ 应用领域:



卧式单轮旋压机



卧式强力双轮旋压机



立式强力双轮旋压机



轮辋抗拉强度 $> 280\text{MPa}$

改装车轮毂



抗拉强度 $> 450\text{MPa}$

弹体舱段



复杂形状

超高压屏蔽罩



同轴度 < 0.5

不锈钢端盖



➤ 技术背景：

智能热处理技术以计算机数值模拟为核心，通过预测工艺过程中温度场、组织场和应力场的演变，实现热处理工艺与装备的设计与优化、热处理工艺过程的智能控制，进而精确调控热处理构件的微观组织和力学性能，在核电、火电、工程机械等高端装备领域获得工程应用。

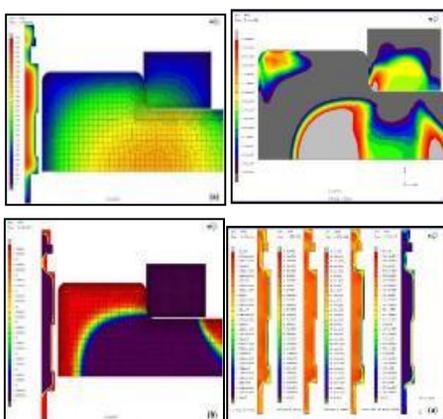
➤ 技术水平：

- 世界首台套AP1000核电大型锻件一次热处理成功，达到国际先进水平；成功设计1000MW超超临界高中压转子热处理工艺，打破国外垄断。
- 获国家科技进步奖二等奖1项，教育部技术发明一等奖1项。
- 开发相关软件4套，授权发明专利20余项。

➤ 应用领域：



超超临界高压转子锻件淬火
Quenching of large forging for ultra-supercritical high pressure rotor



温度-相变-应力模拟
Multi-field coupled simulation of temperature, phase transformation and stress



一体化顶盖锻件淬火
Quenching of integrated top cover forging



水-空交替控时淬火冷却工艺及装备

➤ 技术背景：

水-空交替控时淬火冷却工艺（ATQ）工艺是采用水和空气为介质，利用水的冷却能力强和空气冷却能力弱的特点，通过水与空气的多次强弱交替冷却和精确控制时间，实现合金钢件在避免开裂的前提下达到预期的冷却目标。

➤ 技术水平：

- 开发了资源节约、环境友好的ATQ工艺及装备，已在国内多家大型企业得到应用。
- 获教育部技术发明一等奖，冶金科技进步一等奖，中国机械工业科学技术奖二等奖，中国专利优秀奖。获发明专利30余项。

| ATQ工艺特点 | 处理材料类型 | 处理部件类型 |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 数值模拟获取工艺 • 冷却时间精确控制 • 可实现多次交替 | <ul style="list-style-type: none"> • 中碳/低碳合金钢 • 塑料磨具钢 • 马氏体型不锈钢 • 高铬耐磨铸铁 | <ul style="list-style-type: none"> • 锻钢件 • 轧钢件 • 铸钢件 |

➤ 应用领域：

- 风电、船舶等重型装备关键部件淬火工艺与装备开发



风电轴ATQ工艺与设备



船用曲轴ATQ工艺与设备

装备零部件喷丸强化技术



➤ 技术背景：

喷丸强化处理就是将高速弹丸流喷射到零件表面，使零件表层发生塑性变形，形成一定厚度强化层（残余压应力层），极大提高零件抗疲劳强度，延长使用寿命。

➤ 技术水平：

- 利用计算机数值模拟技术，分析零部件的喷丸残余压应力场及其分布特征，预测合适的喷丸工艺参数。可结合生产状况，制订相应喷丸工艺技术规范及喷丸产品质保要点。
- 获发明专利20余项。

| 工艺类型 | 零部件类型 |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 强化喷丸、精整喷丸、抛光喷丸、预应力喷丸、温度喷丸、变温喷丸、复合喷丸 | 汽轮机转子、叶片、核电管道、弹簧、汽车曲轴、机车齿轮、轴承、轧辊、模具等 |

➤ 应用领域：

- 能源装备、航空航天、船舶、汽车等零部件喷丸强化



喷丸强化示意



汽轮机喷丸强化



原位自生铝基复合材料

➤ 技术背景：

发明了熔体控制自生铝基复合材料制备与成型技术，在铝熔体中加入组成陶瓷的基本元素，合成陶瓷颗粒。控制生长与分散颗粒，净化熔体与调控组织，铸造成形技术与装备。在国际上率先实现了规模化工程应用。

➤ 技术水平：

获教育部技术发明一等奖，获国家发明专利43项。

| 铸造构件 | 抗拉强度MPa | 弹性模量GPa | 断裂伸长% | 阻尼 $Q^{-1}/10^{-3}$ |
|----------|---------|---------|-------|---------------------|
| 原位自生铝基复材 | 410-420 | 85-90 | 3-5 | 15-23 |
| 铝合金A356 | 280-310 | 68-72 | 2-3 | 1.2-2.4 |

| 锻造构件 | 抗拉强度MPa | 弹性模量GPa | 断裂伸长% | 密度 ρ / gcm^{-3} |
|----------|---------|---------|-------|-----------------------------|
| 原位自生铝基复材 | 805 | 86 | 8 | 2.96 |
| 铝合金7055 | 669 | 71 | 11 | 2.86 |
| 钛合金TC4 | 895 | 109 | 12 | 4.44 |

➤ 应用领域：

- 航空发动机冷端叶片应用
- 汽车活塞应用
- 直升机桨毂夹板
- 天宫二号、风云四号等航天产品

通过整车台架试验



燃烧温度：300℃ → 330℃
 油耗降低：4.7%
 排放降低：欧IV → 欧V

汽车活塞



航空发动机压气机导流叶片

原位自生钛基复合材料



➤ 技术背景：

在钛基熔体中原位反应合成非连续增强体，合理调控增强体形貌、尺寸和分布等，大幅度提升了材料的高温力学性能，在450-700℃ 温度区间材料能保持高比强度、高比刚度等优异性能，是超高速宇航飞行器和下一代航空发动机等装备高温部件候选材料之一。

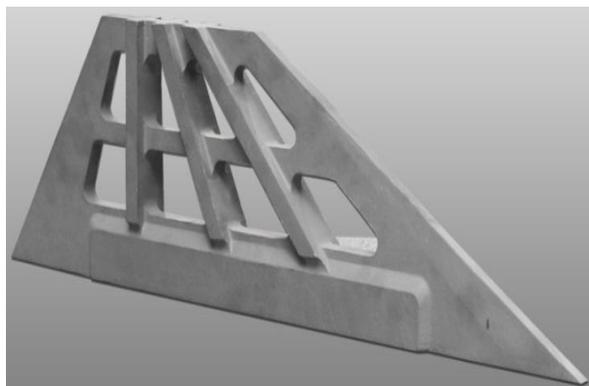
➤ 技术水平：

研制出目前国内外尺寸最大的原位自生钛基复合材料（Φ580mm、重1.5吨）和不同规格棒材，授权专利20项，获国家自然科学基金二等奖。

| | 密度 g/cm ³ | 弹性模量 GPa | 抗拉强度MPa 600℃ | 持久强度 (600℃,100h) |
|----------|-------------------------|-------------|-----------------|---------------------|
| 钛基复合材料 | 4.5 | 120 | 850 | 400 |
| 国际IMI834 | 4.5 | 110 | 635 | 320 |

➤ 应用领域：

- 航空、航天高温耐磨高强构件 • 汽轮机高温部件
- 航空发动机压气机盘等部件



耐高温飞翼



耐高温叶轮



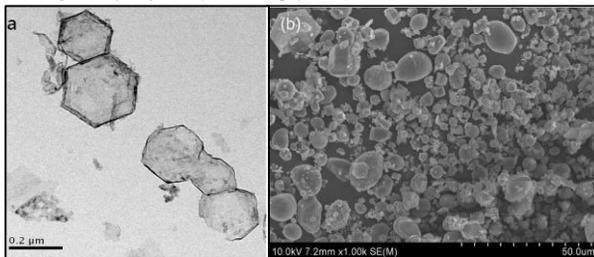
高能纳米储氢镁基复合材料

➤ 技术背景：

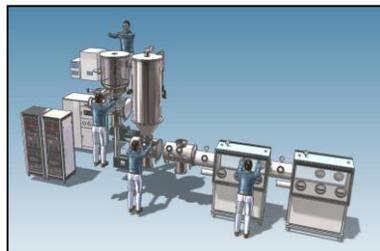
氢化镁 (MgH_2) 是一种高容量的金属储氢材料，储氢量可达 7.6wt%，具有安全、无毒、环保且存储和运输方便等优点。项目团队开发了含微量稀土元素的具有特殊核壳结构的微纳米镁基储氢材料，具有优良的吸放氢性能，抗氧化性好等优点。

➤ 技术水平：

- 已掌握了先进的氢化镁批量制备技术，满足安全可靠、产量高、纯度好、能耗低等生产要求，达到年产6吨氢化镁的水平，氢化镁的纯度达到95%以上。
- 获得国家发明专利6项。



粉体微观形貌



在建6吨中试生产线

➤ 应用领域：

- 燃料电池氢源
- 高能推进剂
- 医疗保健



氢化镁燃料电池系统



高能推进剂

非对称多孔陶瓷结构与性能研究



➤ 技术背景：

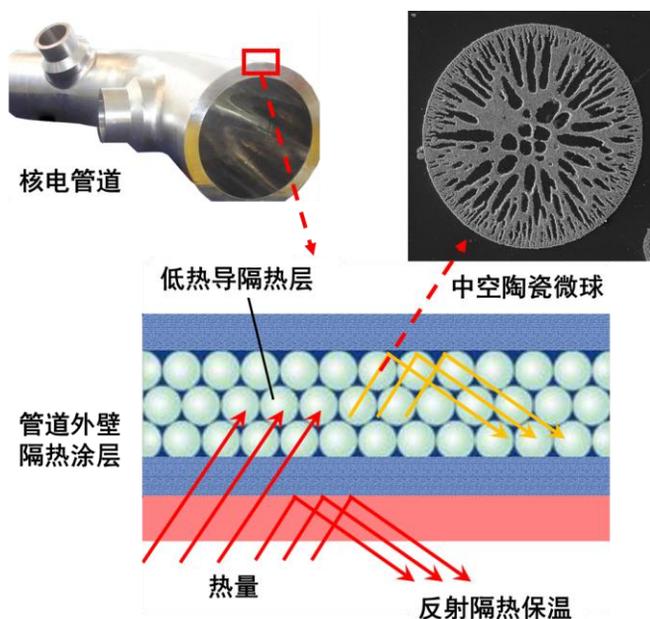
利用微流控技术辅助非溶剂致相转化的方法，制备具有非对称结构的多孔陶瓷材料，包括中空纤维陶瓷膜，中空纤维陶瓷/碳复合膜和中空陶瓷微球等。

➤ 技术水平：

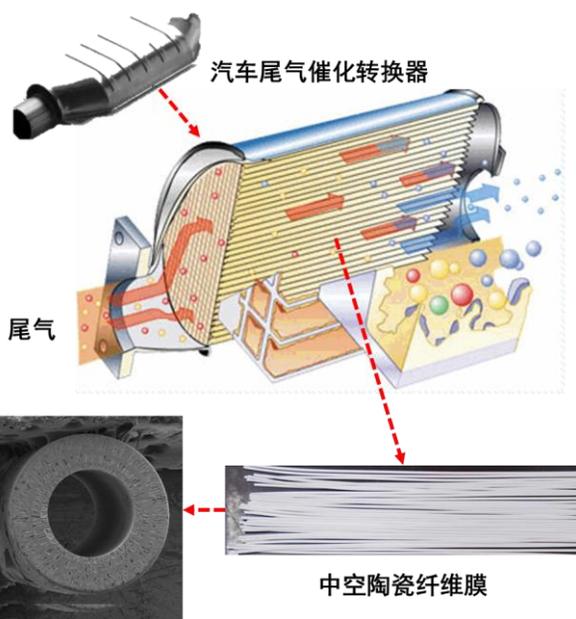
- 申请国家发明专利8项，其中4项已获授权

➤ 应用领域：

- 热障涂层
- 高浓度液体分离
- 核电管道隔热绝热涂层
- 汽车尾气处理
- 建筑物外墙保温涂料
- 辐射性废水及污水处理



中空陶瓷微球在核电管道涂层中的应用



中空陶瓷纤维膜在汽车尾气处理中的应用



磁致功能材料

➤ 技术背景：

多功能凝固技术与装备用于磁致功能材料的开发，静磁场凝固技术成功应用于高性能巨磁致伸缩材料Tb-Dy-Fe的低成本制备；熔体处理及深过冷定向凝固技术成功用于大块形状记忆合金FeGa的制备；受控凝固技术用于磁致冷材料NiMnIn/NiMnGa的制备。

➤ 技术水平：

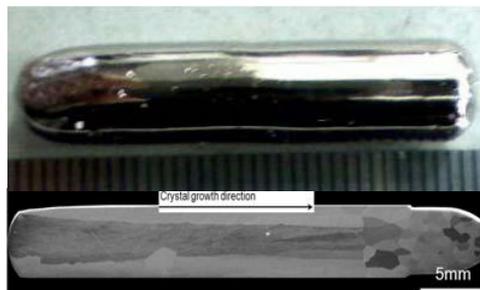
- 该技术在能耗、生产效率及环境友好性方面均超过国外同类技术，实现了Tb-Dy-Fe磁致伸缩性能达到1700ppm；获得了直径8mm、长度7cm的大块FeGa形状记忆合金。
- 获得国家发明专利 10项。

➤ 应用领域：

- 航空航天
- 汽车、医疗
- 高精密传感器
- 固体制冷



高精密传感器



FeGa形状记忆合金



磁制冷材料

高温热防护涂层



➤ 技术背景：

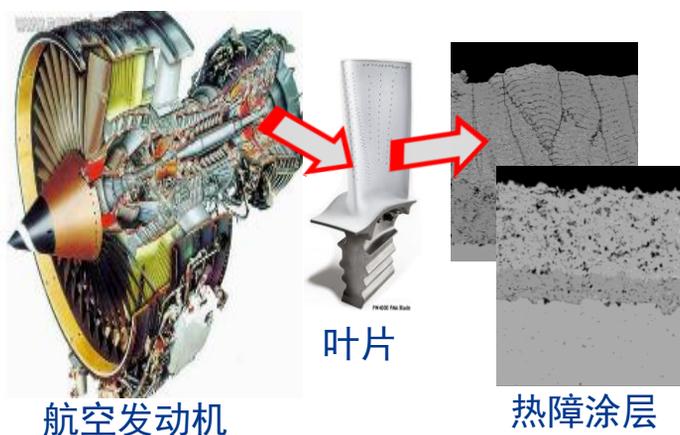
采用等离子喷涂等工艺将陶瓷沉积在耐高温金属或超合金的表面形成热障涂层，对于基底材料起到隔热作用，降低基底温度，使得用其制成的器件(如发动机叶片)能在高温下安全运行。

➤ 技术水平：

- 与劳斯莱斯（Rolls-Royce）公司合作开发新型涂层材料可使热导率降低40%，使发动机工作温度可至1700℃，使航空发动机安全服役2万小时以上；
- 开发的防腐涂层使发动机叶片寿命提高10倍，目前已工业生产。
- 开发出超厚热障涂层技术（1.5mm），降温超过400℃，技术应用于Alstom公司产品。

➤ 应用领域：

- 航空发动机、燃气轮机用陶瓷涂层的制备；
- 核燃料用陶瓷涂层的研发以及热障涂层的表征。



航空发动机

叶片

热障涂层

航空发动机高温叶片热障涂层



燃气轮机叶片热障涂层



纳米氢化镁燃料电池系统

➤ 技术背景：

氢化镁燃料电池系统的原理是通过氢化镁水解来制取氢气，实际的放氢量可达氢化镁的15.2wt%。该氢源的能量密度达2500Wh/kg。本中心目前已经掌握了先进的氢化镁批量制备技术以及氢化镁水解技术，可通过氢气产生速度来控制燃料电池的输出功率。

➤ 技术水平：

- 已掌握了先进的氢化镁批量制备技术以及氢化镁水解技术，可通过氢气产生速度来控制燃料电池的输出功率。
- 获得国家发明专利6项。

| 名称 | 特点 |
|-----------|---|
| 氢化镁燃料电池系统 | 比传统电池减重50% 总体能量密度为400-700Wh/kg，是锂电池的3-5倍 |

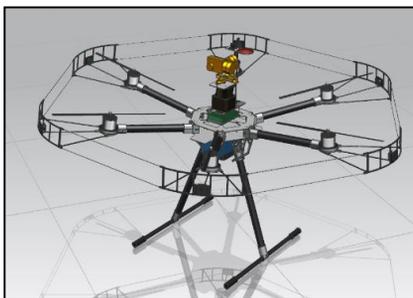
➤ 应用领域：

- 燃料电池
- 无人机



无人机用1kW氢化镁燃料电池系统

电压24-36V，能量密度>450 Wh/kg



氢化镁燃料电池旋翼无人机

起飞重量10kg，负载2kg，续航>2小时



氢化镁燃料电池固定翼无人机

起飞重量5kg，负载1kg，续航>6小时

电力行业燃煤锅炉技术升级改造



➤ 技术背景：

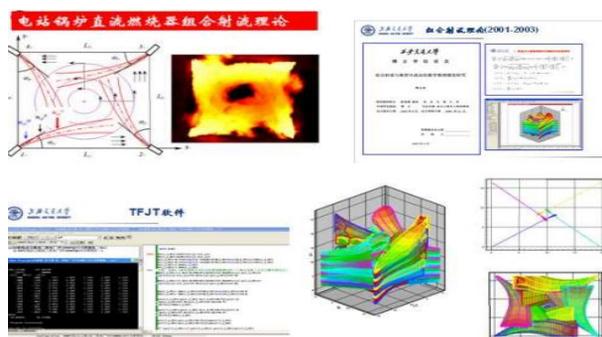
尽管经过几十年的发展，煤粉燃烧技术已经相对比较成熟，但是由于煤质的不稳定、高温燃烧的严苛环境、锅炉容量不断增大、燃烧面对许多新课题（低氮、低负荷稳燃、抗炉膛结焦、抗炉膛高温腐蚀、抗炉膛出口烟温偏差引起高过、高再超温及爆管）等，对于燃烧高效、安全、低排放的要求不断提高，因此，新技术的研发和应用永无止境。自主研发的直流燃烧器组合射流理论与软件，通过循环流化床燃烧、锅炉受热面改造技术。

➤ 技术水平：

技术研究突破了无烟煤、贫煤、褐煤等劣质煤种燃烧不稳定、易结焦、高温腐蚀等技术难题，提高了锅炉的燃烧性能，确保了电力生产安全、经济和环保运行。

➤ 应用领域：

该技术在电力行业中的电厂锅炉改造上得到了广泛的应用，已经从理论分析、实验研究进入了工程改造的产业化、市场化发展阶段，为各大电厂带来了显著的经济效益。在电厂锅炉燃烧排放方面，该技术可以显著降低NO_x的排放，避免对大自然及周围生活环境的影响。



切圆锅炉组合射流理论
、TFJT软件及其对
600MW锅炉分析



高效率钙钛矿太阳能电池模块

➤ 技术背景:

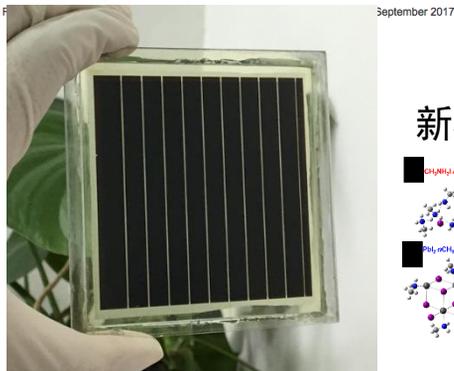
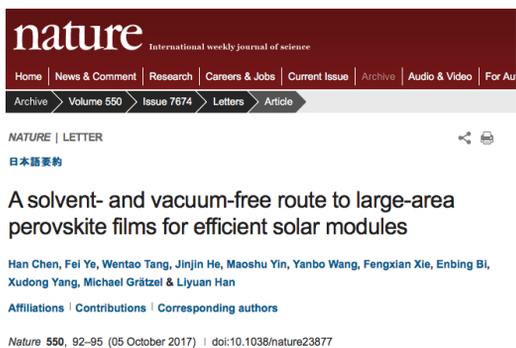
实验室钙钛矿太阳能电池光电能量转换效率已经快速增长到22.1%，超过了多晶硅太阳能电池的效率水平，而发电成本却只有硅电池的1/3。因此，钙钛矿太阳能电池被评价为光伏研究领域极具竞争力、最有希望实现低成本发电的光伏技术。

➤ 技术水平:

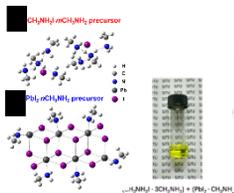
- 自主设计开发了新型钙钛矿材料
- 开发了新型的制备大面积均匀钙钛矿薄膜的方法
- 创造了世界首个大面积钙钛矿电池模块认证效率

➤ 应用领域:

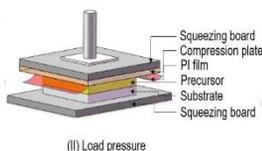
- 太阳能发电站
- 光伏建筑一体化
- Si-钙钛矿叠层电池



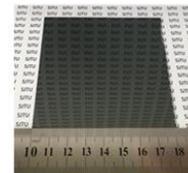
新材料



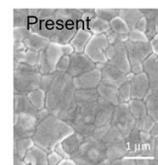
新制膜方法



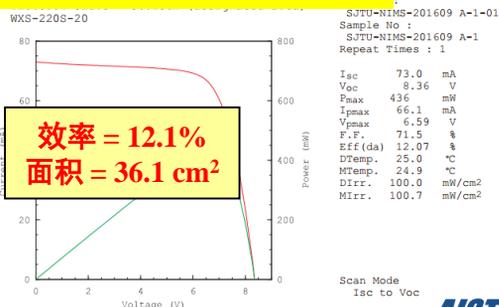
大面积均匀



大晶粒



首次国际公认机构认证的模块效率



收录于国际权威《太阳能电池效率表 Ver.49》

4,4'-二氨基苯磺酰苯胺合成



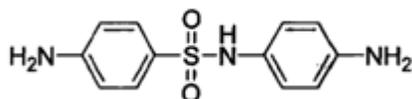
➤ 技术背景：

4,4'-二氨基苯磺酰苯胺已广泛来用替代联苯胺类化合物，市场需求较大，是合成酸性黑210、酸性黑234、酸性黑242、部分活性染料和直接染料的中间体

主要原材

二苯二胺、氯磺酸、液碱

结构式：



➤ 技术水平：

污染物分析:每吨产品产废水约5吨，COD在5000ppm左右

| 原料成本（万元/吨） | 综合成本（万元/吨） | 市场价（万元/吨） |
|------------|------------|-----------|
| 1.5-2 | 2.5-3 | ~8 |

➤ 应用领域：

设计规模50吨/年，年净利润在300万元左右。主体设备及投资预算约70万元。



二烷基二硫代磷酸锌（ZDDP）系列抗氧 抗腐添加剂

➤ 技术背景：

二烷基二硫代磷酸锌（ZDDP）是一种兼有抗氧、抗磨、减磨、极压以及抗腐蚀等优异性能的有灰型多效润滑油添加剂，它具有T202、203、204、205四种产品因其性能优良、成本低廉，自20世纪40年代以来一直是内燃机油等油品中不可缺少的添加组分，并在齿轮油、液压油等工业用油中也得到了广泛的应用。随着市场经济不断发展，市场对润滑油的需求量越来越大，以至于对各种润滑油添加剂的需求量也越来越大；而国内现有厂家这四种类型的产品的产量还远达不到国内外的需求。

➤ 技术水平：

- 1) 工艺条件温和、工艺操作稳定。
- 2) 生产周期短、设备利用率高。
- 3) 批产量大、总生产成本低。
- 4) 产生的三废量相对少。
- 5) 工艺线路在国内处于先进水平。

本成果已获得1项发明专利

➤ 应用领域：

该项目资金投入相对较少，附加值较高，生产性较为灵活，且产生的废水废气较少，因此投资风险较小，潜在盈利空间较大。

- 1) 拥有整套的生产工艺包。
- 2) 具备放量到5000吨的年生产能力。
- 3) 产品销售可推荐下游产品用户。
- 4) 预计投资3000万元，投资回报期2年。



润滑油添加剂

系列染料中间体产品之一----均三甲苯胺

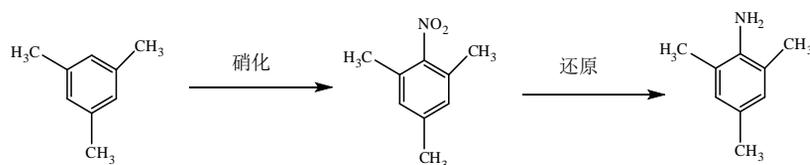


➤ 技术背景：

均三甲苯胺是合成染料、农药等常用的中间体之一，是普拉艳蓝RAW（国内称酸性蓝80）、酸性蓝260、酸性紫48、酸性蓝129和129:1、活性艳蓝K-3R（又称活性蓝74）、溶剂蓝104、麦田除草剂的主要原料。

➤ 技术水平：

工艺路线：



| 原料成本 (万元/吨) | 综合成本（万元/ 吨） | 市场价格 (万元/吨) |
|----------------|----------------|----------------|
| ~3 | ~3.5-4 | 12-13 |

➤ 应用领域：

主体设备及投资预算在56万元，生产规模50吨/年，年净利润在400万元左右。



染料

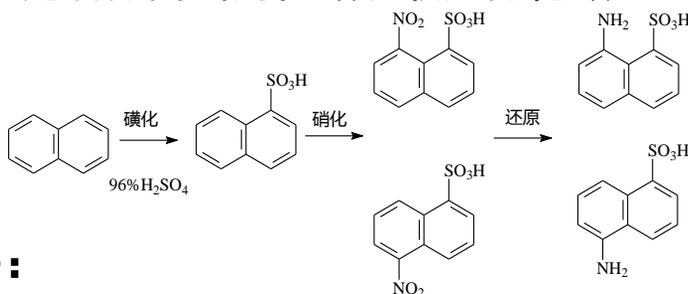


周位酸产品

➤ 技术背景：

周位酸，学名1-萘胺-8-磺酸，是较重要的萘系染料中间体，同时也用于合成其他重要中间体，如苯基周位酸，甲苯基周位酸，芝加哥酸等等，市场大。但其合成工艺污染严重，导致市场紧缺，价格一直居高。

萘被磺化和硝化，硝化产物用铁粉和盐酸被还原得到1-萘胺-8-磺酸（周位酸）和1-萘胺-5-磺酸（劳伦酸）混合液，混合还原液通过酸析先后分离出周位酸和联产劳伦酸。



➤ 技术水平：

污染物分析:每吨产品产废水约5吨，COD在5000ppm左右。

➤ 应用领域：

按年产200吨规模设计，主体设备投资预算在70万元，年净利润在800~1000万元之间。

| 原料成本（万元/吨） | 综合成本（万元/吨） | 市场价格（万元/吨） |
|------------|------------|------------|
| 1-1.5 | ~2 | 6-7 |

聚乙烯脘（PVAD）类高分子絮凝剂



➤ 技术背景：

聚脘絮凝剂明显优于目前常用阳离子型聚丙烯酰胺絮凝剂。其可用于处理其他阳离子聚合物不易处理的有机污水和污泥。带式压滤机使用聚脘能改善滤带剥离性、提高过滤速度，降低含水率。

目前聚脘絮凝剂限于单体、聚合和改性工艺等方面问题，国内没有实现工业化生产。技术团队通过攻关，已掌握从单体、到聚合一整套工艺路线，反应路线原料相对便宜，原子利用率较高。目前正在准备中试放大。自制聚脘絮凝剂的絮凝脱水性与日本商品化产品性能相当。

➤ 技术水平：

(1) 超高阳离子密度，可生成结构紧凑、疏水性高的坚固絮凝固体，尤其适用于机械压滤系统。

(2) 水溶液粘度低，与污泥反应性能优越。

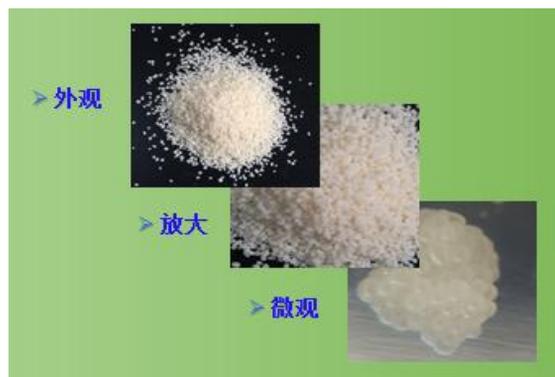
(3) 脱水性能优异，特别适用于有机物含量高的淤泥。脱水率65%~75%，淤泥减量较常用絮凝剂减少>20%。

(4) 颗粒剂，无粉尘烟雾，溶解速度快（<30min），操作性能好。

(5) 可使用通用设备，无需替换。

➤ 应用领域：

国内预估污泥生成量为40亿吨，主要处理药剂为阳离子聚丙烯酰胺。目前国内没有PVAD开发报道，鉴于其优异性能，且具有很高性价比，完全有希望取代目前阳离子聚丙烯酰胺。利润率初步评估为50%~80%。



聚脘絮凝剂外观形貌



连续流微反应器技术

➤ 技术背景：

连续流微反应技术近年来发展迅速，在化工、制药及材料领域带来了革命性冲击。美国化学会评选的2017年化学研究八类重大科技进展，其中就包括“Flow Chemistry”。连续流微反应技术在国际制药工业中的应用也日趋成熟与广泛，

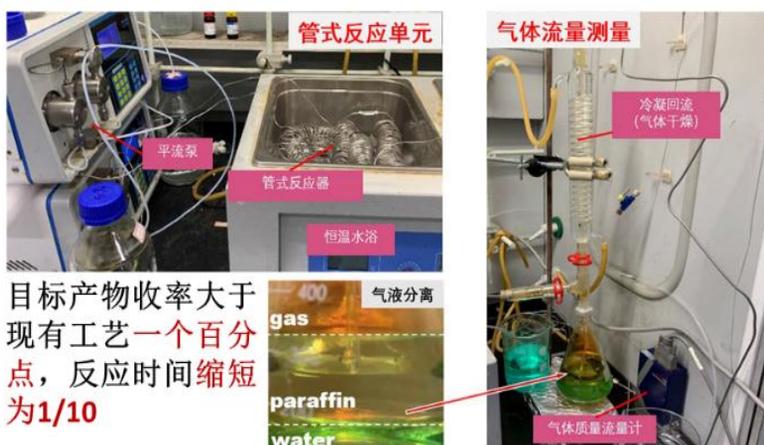
➤ 技术水平：

连续流反应器技术在精细化学品中的应用。

- 1) 芳烃的硝化 ($X > 90\%$, $t < 10\text{ s}$; 传统反应器 $t > 10\text{ h}$)
- 2) 双氧水直接氧化环己烯制备己二酸 (高温高压, $Y > 66\%$, $t < 20\text{ min}$; 传反 $t > 20\text{ h}$)
- 3) 光催化有氧氧化硫醇制备二硫化物 ($Y > 90\%$, $t < 2\text{ min}$; 传反 $t > 2\text{ h}$)
- 4) 芳烃、杂环烃的光催化三氟甲烷化 ($Y > 90\%$, $t < 20\text{ min}$; 传反 $t > 10\text{ h}$)
- 5) 钯催化有氧氧化邻二甲苯制备3,3',4,4'-四甲基联苯 (高温高压, $Y > 60\%$, $t = 40\text{ min}$; 传反 $t > 10\text{ h}$)
- 6) 聚丙烯酰胺的合成 ($X > 90\%$, $t < 10\text{ min}$; $PDI < 3$, $M_n = 3\text{万}$)

➤ 应用领域：

强放热快速反应（聚合、磺化、氧化、离子液体合成等）；
精细化学品合成；
催化剂合成研究。



微反应器技术

制氢和副产二氧化碳的水煤浆电解工艺

➤ 技术背景：

电解煤制氢,是用有催化特性的惰性电极恒压电解水煤浆,在阴极得到氢气,在阳极得到二氧化碳。以煤制氢的技术可以解决煤炭清洁利用和氢能利用两大课题,具有广阔的应用领域。技术团队于2013年首次提出两步法煤间接电解制氢技术,其技术特征就是将整个水煤浆电解过程分解成水热反应和电解制氢两个阶段。在新工艺研究的基础上,提出了一种可用于商业化生产的装置和工艺流程。

➤ 技术水平：

专有的两步法工艺,室温下电解器的产氢电流密度可达到 $>60\text{mA}/\text{cm}^2$,而同样条件下,传统的一步法工艺(只有电解池)的电流密度 $<10\text{mA}/\text{cm}^2$ 。

在 25°C 时,理论分解电压为 0.21V ,远低于传统电解水制氢的分解电压 1.23V ;在理论上生成 1m^3 氢气的电能消耗,煤浆电解是 $0.49\text{KW hr}/\text{m}^3$,仅是水电解电耗的 $1/6$ 。室温下电解器的产氢电流密度可达到 $>60\text{mA}/\text{cm}^2$,是目前工业碱性水电解电流密度的2倍以上,而槽电压仅为其 $1/2$ 。应用于低成本制氢新工艺商业化生产。

➤ 应用领域：

电解水煤浆制氢在能源消耗与产氢效率上都更优于电解水过程,并且在电解过程中可以同时达到对矿石能源净化的目的,是一种十分值得推广与发展的产氢新技术。





二次铝灰提取工业用氧化铝的高值资源化工艺

➤ 技术背景：

铝灰是铝工业在熔融工序、电解、再生过程中的必然产物，随着国民经济的高速发展，铝制品的需求量快速增长，铝灰的产生量也成比例增长。二次铝灰是炒灰法的最终产物，保守估计全国每年产生量在350万吨以上。历年积累更不计其数。当前，二次铝灰还无法利用，基本上随处废弃或简单填埋，严重污染区域水资源。尤其电解铝灰还高含一些危险元素，其中含氟高达3~5%。

➤ 技术水平：

在生产规模上，从二次铝灰制取商用氧化铝，其质量达到冶金级氧化铝的国家标准（YS/T 803-2012中的1级标准，纯度大于99.0%。同时生产副产品盐铵和H₂、CH₄能源物质，实现热能上的自给率40%以上。

生产成本约为传统工业的1/2~2/3。固定资产投资在2500元/吨以下，生产成本在1000元/吨以下。1.5年之内收回全部成本，之后赢利率在60%以上。

本成果已获得1项发明专利。

➤ 应用领域：

本项目可为铝业行业废渣的污染控制与资源化提供技术支撑，提升我国铝灰行业清洁生产水平和循环经济能力。

CO₂资源化利用合成DMF技术



➤ 技术背景：

作为新一代产业化技术发展的方向，以CO₂和H₂为主要原料合成DMF的路线自上世纪70年代就受到重视和研究。由于该技术路线的原料CO₂和H₂价格和来源相比CO更加低廉和丰富，提供了减少CO₂排放、延长相关产业链和提高竞争力的选项，因此这一技术推广具有重要意义。

➤ 技术水平：

团队成功开发了CO₂高效催化体系，实现了温和条件下CO₂氢化合成DMF等甲酰胺类化合物的方法，并取得了相应自主知识产权，实际生产过程的催化剂操作浓度可低至200 ppm，最高可达2000 ppm，催化剂吨产品消耗低于0.62克，反应压力介于2至4 MPa，原料二甲胺单程转化率约为60%，DMF产品选择性不低于99.97%，产品质量不低于99.5%；这一工艺实现的喷射耦合鼓泡的反应器系统节能高效，能源转化效率53.8%、碳资源利用率99.3%、单位产品综合能耗0.3064tce/t、单位产品废气排放6.67Nm³/t；

➤ 应用领域：

- 已在山东完成了“CO₂资源化利用合成DMF成套技术、工艺和装备”项目的立项、研发及实施。
- 具有2项发明专利，具备工业放大产业化条件。



千吨级中试装置



LNG加气站用新型BOG再液化装置及系统

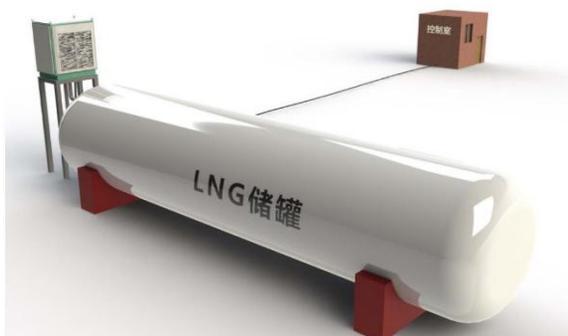
➤ 技术背景：

针对中小型液化天然气（LNG）储运设备在生产、储运过程中损耗大量的蒸发气体（BOG），研制开发了一套适用于LNG加气站和LNG运输槽车的新型热声制冷蒸发气体再液化装置，并完成了实验室和加气站现场测试运行。再液化装置以热声制冷机为冷源，将BOG气体再液化为LNG并存储在焊接绝热气瓶中，LNG通过重力高差（或者低温泵）经过低温绝热管道流进加气站的LNG储罐内，从而实现了BOG再液化回收利用。

➤ 技术水平：

采用新型热声制冷的蒸发气体再液化装置，系统由制冷机、驱动器、控制器、低温冷凝腔和冷却器组成，全套装置除控制器外全部集成在一个矩形机箱内，便于安装、防水、防晒与防爆。系统具有结构紧凑、流程简单、便于安装，可移动拆卸等优点，适用于陆上和船舶上中小型LNG生产、储运装置，具有良好的经济社会效益和应用价值。

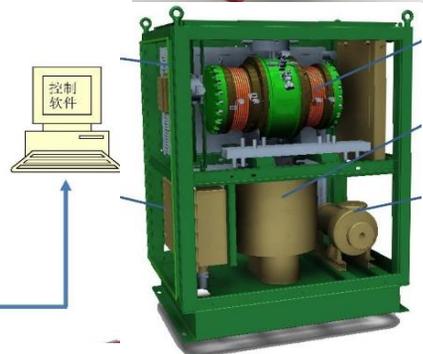
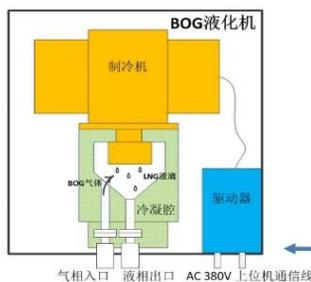
每天可液化回收100-200公斤LNG；电机（压缩机）：380V，10kW；制冷量：1200W@120K，600W@80K；重量：250 kg；外形尺寸：长宽高（1m*0.7m*1.2m）；冷却方式：风冷或者水冷；防爆等级IV级（本质安全）。



结构原理

➤ 应用领域：

应用于LNG加气站、LNG槽车、小型LNG储罐等场景。



新型净化-液化一体式LNG液化冷箱



➤ 技术背景：

现有广泛使用的天然气液化冷箱，技术设备是铝制板翅式换热器，二氧化碳等杂质在工作降温过程中容易在这类换热器和管道阀门处发生冻堵，造成天然气净化流程复杂，设备投资大；另外，传统冷箱是立式，高度高，运输安装不方便。本发明核心技术是基于钎焊板式换热器组的天然气液化工艺流程设计、参数优化及多台板式换热器的串并联布置，创新性的设计并研制开发出了一种尺寸更加紧凑，二氧化碳容忍度更高，天然气净化设备投资更低的天然气净化-液化一体式卧式冷箱，已经研制出了工程样机并经过实验室低温测试。

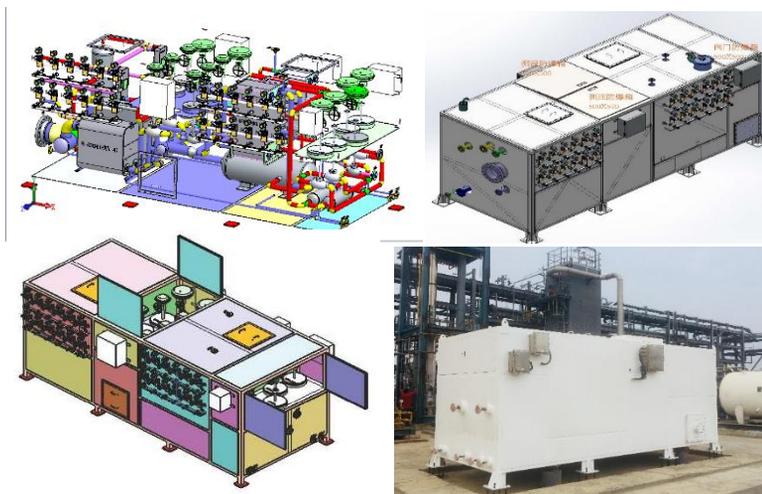
➤ 技术水平：

采用多台钎焊板式换热器；具有更加紧凑的尺寸（卧式）；更高的CO₂容忍度（提高二个数量级）；更低的净化设备投资（不需要二氧化碳吸收塔和再生塔）。具有良好的经济社会效益和应用价值。

天然气处理量1-5万标方/天（LNG产量5-25吨/天）；原料气CO₂含量小于等于10000ppm（1%含量）；操作压力：2-5MPa；外形尺寸为20英尺集装箱（长宽高：6m*2.4m*2.4m）。

➤ 应用领域：

应用于天然气、沼气、油田伴生气液化回收、节能环保装备。





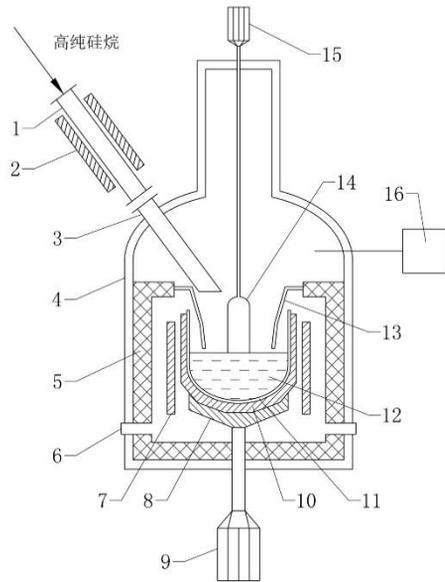
新一代硅烷法电子级晶体硅生产技术

➤ 技术背景：

本项目旨在开发新一代硅烷法电子级晶体硅生产工艺，摒弃传统的先制造硅棒或颗粒硅再熔融铸锭的路线，采用“一锅法”直接由含硅气体（ SiH_4 ）制造电子级单晶硅棒，因此具有投资成本低、过程能耗低、生产效率高、产品纯度高等优点。

➤ 技术水平：

- (1) 管壁沉积率 $\leq 10\%$ ；
 - (2) 硅粉逃逸率 $\leq 7\%$ ；
 - (3) 硅棒品质达到国标电子一级标准及以上。
- 已获得2项发明专利。



➤ 应用领域：

- 本项目开发电子级晶体硅生产新技术不仅市场广阔，而且意义重大。项目取得成功后，将大大简化晶体硅生产工艺，实现降本增效，相比常规工艺路线优势明显。
- 可与相关单位联合开发。

一步法直接制烯烃新技术



➤ 技术背景：

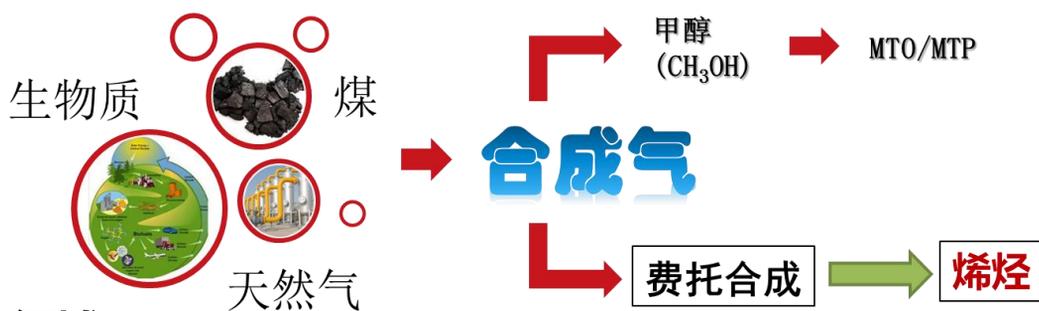
本项目旨在开发由合成气一步法直接制烯烃新技术，简称FTO。既不经过甲醇合成，也不经过变换，相比现有MTO或MTP技术，可期望具有更好的竞争力。技术是基于FTS煤制油路线的改良，通过催化剂改性、反应器和工艺条件优化，使总烯烃收率达到70%以上。

➤ 技术水平：

(1) 总烯烃收率 $\geq 70\%$ ；

(2) CO转化率 $\geq 90\%$ 。

已获得2项发明专利。



➤ 应用领域：

合成气直接制烯烃是煤化工领域产品路线最短且产品附加值最高的路线，也是当今化工研究的热点领域。上海交通大学技术团队近期创新提出了新的催化体系，反应器和工艺路线，具有较好的工业化应用领域。

可与相关单位联合开发。



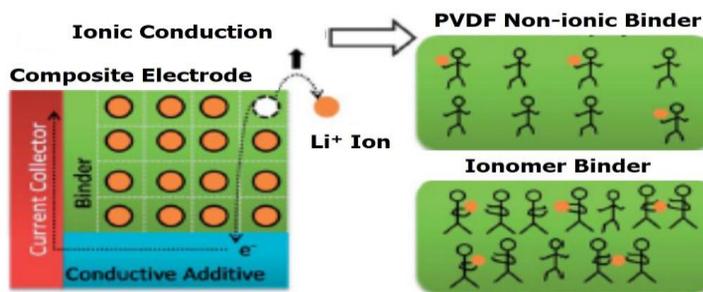
功能化改性PVDF锂离子电池新型粘结剂

➤ 技术背景：

针对目前的商用化锂离子电池粘结剂多采用聚偏氟乙烯（PVDF）为非离子导体聚合物，不具有离子导电性，从而制约了其在动力型电池中的应用这一问题。目前常通过辐照射线、等离子体等技术对PVDF进行处理，但这类技术存在很多实际应用的局限性。我们开发出一种改性PVDF的新合成工艺，在水溶液中可通过一步法将磺酸基团接枝到PVDF聚合物上，反应简单、磺化度可控，反应后处理方便经济，常规设备即可实现。

➤ 技术水平：

新型改性PVDF聚合物不仅具有良好的粘结性，同时具有较高的锂离子传递性能，从而可大幅度提高锂离子电池在大功率下的性能。如采用改性PVDF粘结剂的锂离子电池，在4C下的放电比容量是使用传统PVDF粘结剂的电池4倍以上。



➤ 应用前景：

由于改性PVDF聚合物成为离子导体聚合物，可在开发锂电池用聚合物电解质、锂电池用功能性隔膜、液流电池用隔膜、亲水性分离膜等领域得到广泛应用。该项技术具备中试条件。

仿生表面纳米涂覆提高PVDF微孔膜亲水性

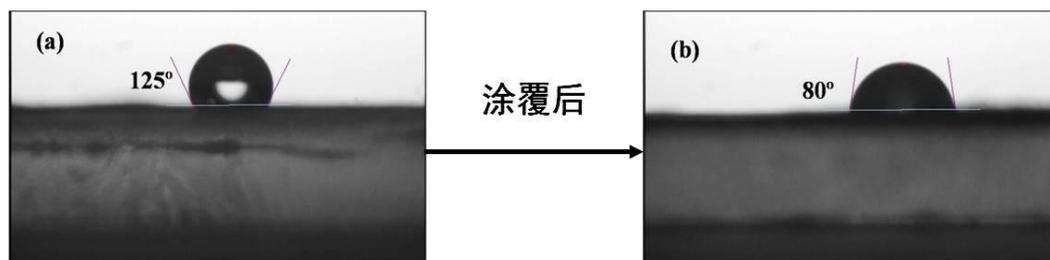


➤ 技术背景：

作为解决水资源、能源等重大需求的新技术，膜技术以其绿色、高效、低碳等特点成为化工领域的前沿。然而，膜污染一直是制约其应用效率的共性问题。目前，现有抗污染策略主要基于“污染抵御”单一防御机制，膜通量衰减问题严重；且抗污染膜制备主要以表面接枝法为主，存在可控性差、易堵孔、膜孔改性难，通用性低等缺点。

➤ 技术水平：

通过仿生粘合方法，在常温、常压、水相和近中性pH环境下，涂覆一层亲水、超薄、强稳定的改性层，在不改变原有滤膜结构的基础上提高膜表面的亲水性和抗污染性能。这项技术先后获得天津市自然科学一等奖（2015）和中国化工学会科学技术奖“基础研究成果奖”一等奖（2019）。



➤ 应用前景：

仿生表面纳米涂覆技术不仅可用于PVDF微孔膜的改性，同时还可在不同材质的膜表面进行涂覆，包括聚合物、无机物和金属等，以实现其表面改性。该项技术具备中试条件。



硫磺法利用煤基沥青制活性炭技术

➤ 技术背景：

煤基活性炭作为以煤为原料生产的高附加值、高技术含量的煤炭深加工产品，由于其具有丰富的孔隙结构、良好的化学稳定性及卓越的吸附性能，广泛应用于国防、医药、环保、日常生活等领域，市场前景广阔。

➤ 生产工艺：

- 原料：沥青、硫磺
- 生产流程：利用硫磺蒸汽处理沥青，硫磺空气冷却，回收再利用。
- 优点：原料便宜、易得、沥青产率高；设备简单，能耗低，三废少。

| | 原料 | 处理条件 | 产率 | 排放 | 成本 |
|------|--------|--------------------------------|----------|------------|--------------|
| 现有技术 | 烟煤和褐煤等 | KOH, ZnCl ₂ , 等强酸强碱 | 20-30wt% | 高盐、含酸废水 | >4000元/吨 |
| 本技术 | 煤基沥青 | 硫磺 | >90wt% | 无排放、硫磺回收套用 | 1200-1500/元吨 |

➤ 产业应用：

- 建设年产5万吨的一套装置，年毛利润可达1亿元。
- 实验室研究已完成，寻求感兴趣的合作单位联合中试放大生产。



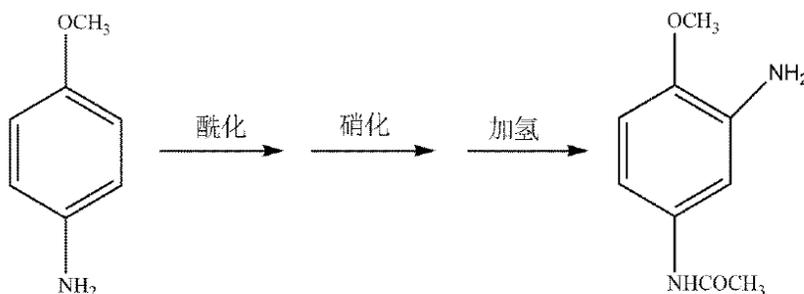


➤ 技术背景：

还原物（2-氨基-4-乙酰氨基苯甲醚）是多种分散染料的重要中间体，需求量巨大，是分散染料最主要的中间体之一。60%的分散染料的生产及复配都要涉及到还原物。而分散染料是所有染料类别中产量最大的品种，2016年我国分散染料产量约为44.54万吨，占我国染料总产量的48%。因此，还原物对分散染料价格走向起着决定性的作用，并且目前没有可替代的产品。

➤ 生产工艺：

以对氨基苯甲醚中间体为原料，经酰化、硝化和还原而得。



➤ 产业应用：

- 按年产2500吨设计，年净利润可达1.5亿元左右。目前，国内还原物年需求量有约2.5万吨的缺口，因此还原物市场前景可观。
- 按年产2500吨设计，主体设备投资在4000万左右，总投资约7000万，该技术拥有全套工艺包，寻求感兴趣的投资方。



挥发性有机物（VOCs）减排技术

➤ 技术背景：

挥发性有机物(VOCs)是指沸点在50~260℃、常温下饱和蒸汽压超过70Pa(室温下)的有机化合物。它的组成极其复杂,常见的有烃类、醛类、苯类、氯代烃类、萘、二异氰酸酯类等。挥发性有机物气体的排放越来越受到世界各地的普遍重视。

➤ 技术水平：

- 由于VOCs种类繁多,来源复杂,因此采用一厂一方案,针对不同的工况采用针对性的解决方案;
- 采用撬装结构,减少现场施工,装置全自动运行,节能环保。



VOC回收装置
(处理量20000立方米/小时)

➤ 应用领域：

- 在石油化工及涂料厂已成功运行10余套装置。
- 技术团队拥有特有专利技术,采用吸附-冷凝或吸附浓缩-焚烧技术,将无组织排放的VOCs降低到符合国家标准水平。



➤ 技术背景：

开发了变压吸附（PSA）和变压吸附-膜耦合分离等技术，用于回收含氢尾气中的氢气，提升富氢气体价值。

➤ 技术水平：

- 工艺成熟可靠，消耗低，有专门吸附剂开发生产厂家，回收效率高；
- 适合不同氢含量的含氢尾气的回收；
- 三废污染少。

➤ 应用领域：

- 案例1：某石化公司化工化肥系统有多股富氢气体，氢气含量70-95v%。采用PSA技术，脱除其中的CO₂、CO等杂质后，提高氢纯度，作为炼油加氢装置用氢；降低了电解水生产负荷。
- 案例2：回收某石化公司系统有多股含氢的驰放气。降低高成本的天然气制氢装置负荷，增加公司效益。解决炼油厂氢气不足，减少炼油制氢的成本；项目建成后，经济和社会效益明显。
- 案例3：某焦化厂副产含氢和甲烷的尾气，开发的专利技术工艺回收甲烷，同时浓缩氢气与CO₂反应生成更多甲烷。



PSA氢气回收中试装置



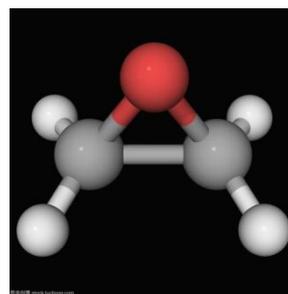
烯烃环氧化反应的绿色电化学合成

➤ 技术背景：

环氧乙烷是精细化工行业具有非常高的经济附加值的一类化合物，其工业生成通常采用氯醇法和共氧化法。我国每年生产的超过 100 万吨环氧乙烷中 90%以上采用氯醇法，生产过程中产生大量的含氯废水对环境造成严重污染。由于日益严格的环保要求，开发环境友好的制备环氧化合物的催化氧化法已经成为我国的重大需求。

➤ 技术水平：

技术团队研发出烯烃的电催化环氧化技术合成环氧化合物，该技术具有缩短电极间的距离，并减少电解液用量；同时高的电极比表面积可以促进传质，从而在温和的条件下反应，并有效缩短反应时间。



环氧乙烷

➤ 应用领域：

- 烯烃的流动电催化环氧化技术不仅可以实现环氧化物的绿色高效合成，同时可以有效利用廉价的风能、太阳能等绿色能源，具有重要的节能环保意义。
- 该技术已完成实验室小试，可与企业合作，针对企业设备情况进行适应性应用。

超高分辨显微成像平台



➤ 技术背景：

光学显微镜自从16世纪末被荷兰眼镜商亚斯·詹森发明之后，在科研、工程等领域大显身手。但是由于光学原理的制约，光学显微镜的分辨率只停留在微米级。对于我们目前的纳米时代，传统的光学显微镜已经大大落后于时代的需求。

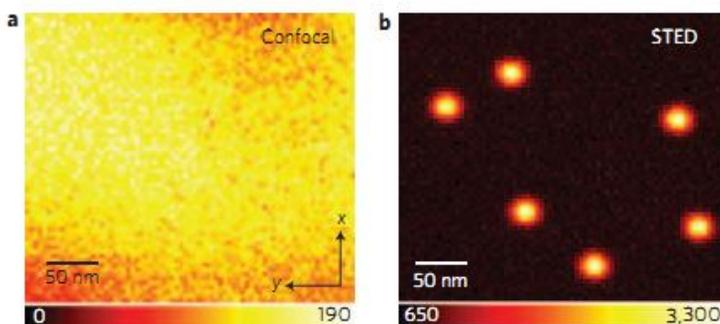
超高分辨纳米成像科技在2006年度被《Science》杂志评选为科学界十大突破之一。2008年，《Nature》杂志将超高分辨率显微技术评为年度技术。2014年被授予诺贝尔化学奖。本项目采用的关键技术是通过使用两束激光的精密调制突破传统显微镜分辨率极限（微米级），从而进入纳米世界的光学成像。

➤ 技术水平：

申请人曾在该技术的发明者诺贝尔奖获得者Hell教授研究室从事研究工作，之后独立开发一套多功能超高分辨成像仪器，使成本可降低一半，此技术现已成熟，可实现商品化。成像分辨率达到30纳米。

➤ 产业化基础：

显微镜设备市场的增长亦来自于全球纳米技术研究的增加，会随着纳米技术在材料科学、半导体和生命科学等领域的广泛应用而大力增长，2019年整个显微镜市场规模达62亿美元，其中超高分辨率显微镜超过30%。



图a 普通显微镜效果；
图b超分辨成像效果。



腹腔镜手术机器人系统

➤ 技术背景：

腹腔镜手术机器人主要有两个部分组成（1）主控端：机器人遥控操作控制台，（2）从动端：病患侧机器人手术执行系统。医生操作主控端中两台力交互输入设备，在立体三维视觉的引导下，对从动端病患侧手术执行系统内的三只手术执行手臂和抑制视觉引导臂实施遥控操作，实现手术视野调整，已实现组织剥离、电切、电凝、缝合等一系列腔内精准操作，完成多种适应症的手术治疗。

➤ 技术水平：

本项目采用对偶连续体机构设计高负载的可形变手术执行臂和视觉引导臂，动作更灵活、安全性更高，具有完整的自主知识产权、掌握了全链条关键技术，有望突破腹腔镜手术机器人市场上达芬奇手术机器人的垄断，为广大群众提供优质的高端医疗服务。

➤ 产业化基础：

已完成公司筹建和研发团队建设，现有来自国内外一线公司的主管级核心工程师30余人。



术中前哨淋巴结精准定位及免活检 一体化肿瘤转移诊断技术



➤ 技术背景：

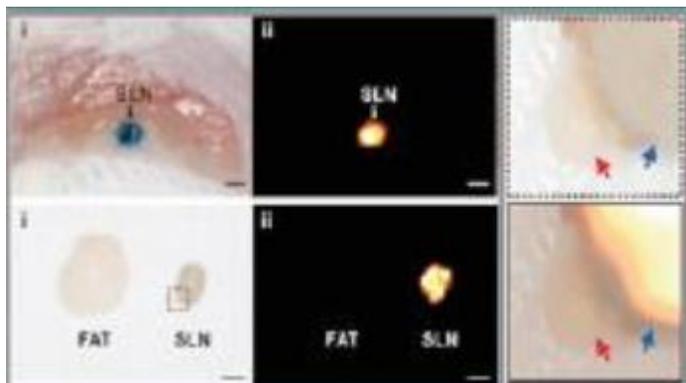
该项目主要应用于肿瘤术中前哨淋巴结定位和原位确认是否发生肿瘤细胞转移。应用场景是术中将纳米增强显影剂注射于实体肿瘤周围，纳米显影剂会扩散到肿瘤周围的前哨淋巴结，再借助便携式手持拉曼设备探测淋巴结，含有纳米显影剂的前哨淋巴结会在拉曼设备探测时发出信号，以精准定位前哨淋巴结，同时实现对该前哨淋巴结是否发生肿瘤细胞的转移进行判断，从而为下一步手术方案（例如是否要进行淋巴结清扫术）进行指导。

➤ 技术水平：

- 精准定位前哨淋巴结，具有高灵敏度、高精度、假阴性率更低、安全性更好、价格更低、操作便携等特点。
- 原位确认前哨淋巴结是否发生了肿瘤细胞的转移，该项技术目前是国际首例，可以免去前哨淋巴结送病理活检的过程，节省大量手术时间和医疗资源。

➤ 产业化基础：

该技术相关成果获得多项国家专利，该技术已经获得国家食品药品监督管理局认定，明确为创新型肿瘤术中诊断三类医疗器械。





抑制上皮间质转化的抗肿瘤转移小分子药物

➤ 技术背景：

肿瘤在中国和欧美都是致死率位居第二的重大公共健康问题，而80%的肿瘤患者死于转移。而目前抗肿瘤转移药物严重缺乏，抗肿瘤药物的临床需求极大。而肿瘤细胞从原位肿瘤中脱落，穿透基底膜发生侵袭，经由血管，淋巴管道或者体腔等途径，到达远端其他部位在此生长形成继发转移灶。上皮间质转化在整个肿瘤转移过程当中是首先发生的关键步骤。我们利用前期创建的一种能反应上皮间质转化的双化学发光报告系统筛选小分子抑制剂，找到抑制肿瘤细胞浸润迁移和转移的活性化合物并优化先导化合物，以实现遏止肿瘤转移，治疗肿瘤的临床应用价值。

➤ 技术水平：

- 独具特色的肿瘤转移小分子药物高通量筛选体系；
- 上皮间质转化的双化学发光/双荧光报告系统用于实时反映肿瘤细胞的上皮间质状态。

➤ 产业化基础：

本项目研究团队在相关领域具有10余年的研究积累，构建了抗肿瘤转移靶向药物的高通量筛选体系。拥有10万个级小分子化合物库和世界领先的机器人筛选平台和新药研发技术平台。研发团队由经验丰富的肿瘤学专家和药物化学组成，已拥有多个抗肿瘤转移先导化合物专利。



高分辨率激光散斑血流成像仪



➤ 技术背景：

激光散斑成像利用激光的相干性原理，通过采集血细胞散射激光后形成的散斑图像、分散散斑的统计特性来估计血流速度分布，从而对血流和血管进行成像。本项目基于自主知识产权的激光散斑成像技术，开发并产业化高分辨率激光散斑血流成像仪，实现无创、非接触式的全场实时血流成像。高分辨率激光散斑血流成像仪操作便捷、运行稳定，数据采集分析功能强大，为临床医护人员及科研工作者提供精确诊断依据，能够满足复杂多变的临床和科研应用需求。

➤ 技术水平：

- 无创非接触成像，无需注射造影剂、无任何副作用。
- 全场实时血流成像。
- 操作便捷，适合各种临床和科研应用场景。

➤ 产业化基础：

本项目研发团队经过10余年的技术沉淀，在激光散斑成像理论，特别是高时空分辨率实时血管、血流成像技术上具有丰富的经验和储备。基于该技术，团队与2017年年初完成实验室样机的研发。已与2018年10月完成工程样机，准备申报二类医疗器械注册证。





高稳定量子点荧光粉的研发

➤ 技术背景：

显示技术是信息化产业的重要组成部分，显示屏作为视频、图片信息的最佳呈现方式，应用到智能手机，商场巨型屏幕等各个领域。而显示产品的制造和更新又离不开显示荧光材料。传统的稀土和有机荧光材料都存在一定的不足。

量子点荧光材料的优异特性和显示及照明行业对发光材料的更高要求，决定了其巨大的市场发展空间。本项目以开发、合成出真正可以实用化的超稳定量子点荧光材料，降低发光材料使用成本，为下游显示及照明设备生产企业提供优质价廉的基本材料。

➤ 技术水平：

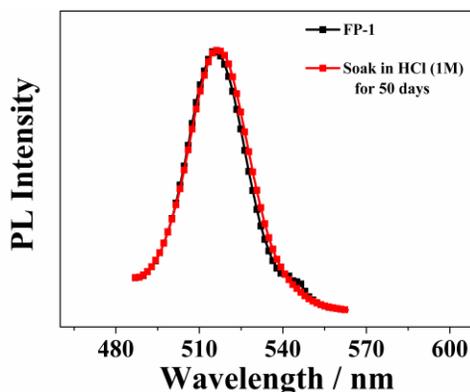
- 荧光效率可超过80%，半峰宽约为30nm。
- 本成果已申请一项发明专利。

➤ 产业需求及工程应用：

本项目开发的新型量子点荧光粉材料，具有多种优势。一旦实现产业化生产应用，将会带来产业升级，相关显示及照明产品的更新换代。由此带动形成新的产业链和经济增长点，具有极大的社会效益。



量子点小规模生产



量子点在盐酸浸泡后的稳定性



➤ 技术背景：

本项目将研制具备自主知识产权的智能监测帕金森患者冻结步态的可穿戴医疗设备，实现在移动终端上跟踪监测冻结步态发生状况，包括发生次数、持续时间及跌倒次数的实时跟踪监测，为冻结步态的临床评估与诊断创造新途径。在开发智能监测技术的基础上，研制了具有自动探测冻结步态发生，即时开启激光引导提示的可穿戴激光助行设备，有效改善患者症状，达到康复训练效果。

➤ 技术水平：

- 领先的步态生物力学分析方法；
- 人工智能的病理步态识别技术；
- 可穿戴智能监测和视觉引导。

➤ 产业化基础：

帕金森是一种严重影响中老年的神经系统变性疾病，冻结步态是帕金森的常见运动障碍症状，其临床表现是患者在行走中的突然出现瞬间步行中断，因此冻结步态成为帕金森患者跌倒的主要危险因素。本项目集成了无限传感、病理步态人工智能识别、移动终端软件开发等多项技术，已完成原理验证和实验样机开发。





可降解医用金属生物材料

➤ 技术背景:

全降解医用金属（镁、锌）合金材料，被誉为“革命性的金属生物材料”，制作骨组织修复植入器械，可免除二次手术取出；制作心血管支架，血管功能性重构完成后降解消失，避免异物长期存在对血管壁的刺激、损伤和炎症反应，降低再狭窄率。

➤ 技术水平:

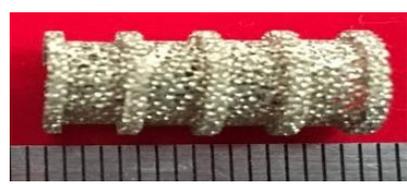
运用材料计算与实验相结合的先进研究手段，对可降解医用金属（镁、锌）中合金元素对材料的生物相容性、力学、降解行为的影响作系统研究，研发出了具有国际先进水平的降解可控的专利医用镁合金材料和抗老化的可降解专利医用锌合金材料及其植入器械，实现了临床验证。

➤ 产业需求及工程应用:

1) 镁合金骨钉骨板系统

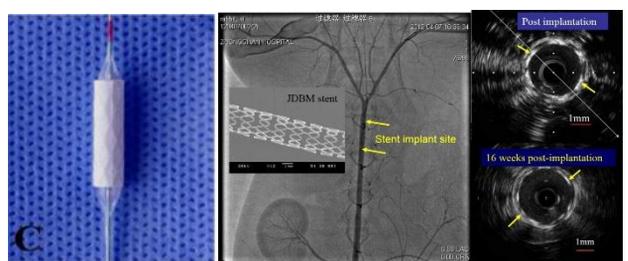


2) 镁合金骨组织工程支架



生物可降解镁基骨植入物

3) 可降解镁合金血管支架系统集成技术 目标：临床支撑血管4-5个月的病症



4) 可降解锌合金血管支架系统集成技术 目标：临床支撑血管6-12个月的病症



生物可降解金属心血管支架



➤ 技术背景：

由于全球范围内抗生素的滥用以及病毒的泛滥,给临床治疗感染性疾病成了很大的困扰,光动力抗菌抗病毒疗法是目前最具前景的新疗法之一,它主要是基于光、光敏剂和氧气三种因素协同作用下对细菌和病毒造成氧化损伤。

➤ 技术水平：

光动力抗菌抗病毒由于操作简便,疗效好并且不易使微生物产生耐药性,在抗菌抗病毒方面具有很大的优势。传统的银以及有机分子光动力材料存在自身毒性大,价格高,不适于大规模应用等缺点。我们开发了毒性小,易大规模生产,价格低的氮化碳的光动力材料。将材料喷涂与墙面或器械上,利用太阳光就可以实现灭菌灭病毒的效果。本成果已申请一项发明专利。

➤ 产业化基础：

目前国内抗菌材料90%以上份额仍被东亚合成、陶氏杜邦等日、美企业占据。根据ResearchAndMarkets.com的一份《2019-2024年抗菌织物市场预估报告》数据显示,得益于庞大的抗菌织物市场预计将从2019年的95亿美元增长到123亿美元,复合年均增长率达到5.4%。



助力马铃薯主食化技术

➤ 技术背景：

2015年，国家开始逐步实施马铃薯主食化国家战略，北京、上海等10多个大中型城市被列入率先推进城市。将马铃薯加工成适合国人消费习惯的馒头、面条、米粉等主食产品，看似简单，实则由于马铃薯和小麦的特性不同，会遇到许多技术障碍。上海交大积极应对战略需求，支撑上海市马铃薯主食化战略的实施和技术研发。

➤ 技术水平：

- 利用生物发酵技术对马铃薯原料进行改性，改善加工性能，提高在主食化产品中的应用；
- 应用现代加工调控技术，改善制品抗老化性能，提升风味品质；
- 建立马铃薯小麦混粉特性评价技术，指导主食化产品配方粉开发；
- 建立新型快速检测马铃薯添加量的方法，助推主食化市场有效监管。

➤ 应用成效：

近两年，相关产品和技術受到20多家媒体的报道和关注，普遍获得好评。相关工作得到农业农村部、上海市农委和社会各界的充分肯定。通过上海市科委马铃薯主食化宣传项目，团队制作了马铃薯相关科普宣传片，并在腾讯、交大多媒体、其他新闻媒体等渠道持续报道，进一步向社会公众宣传马铃薯主食化国家战略和交大团队的科技工作。



鲜食玉米病虫害一体化系统 生物防控技术



➤ 技术背景：

在国家玉米产业技术体系、上海鲜食玉米产业技术体系的支持下，技术团队在鲜食玉米上集成验证了植物源杀虫杀菌剂和微生物菌剂的一体化应用，系统解决玉米的病虫害问题，实现“零”化学合成农药的使用，生产出无农残、安全、直接食用的甜玉米，确保了有机鲜食玉米的生产，保障了消费者的食用安全。

➤ 技术水平：

- 通过拌肥施入木霉菌颗粒剂、绿僵菌颗粒剂，竞争抑制或寄生杀死土传病害病原菌和地下害虫，降低病原菌和虫口基数；
- 育苗前用木霉菌-芽孢杆菌种衣剂进行裸种包衣，种子萌发后侵染和定殖于玉米根系，既能抑制种传病原菌，又能系统诱导玉米植株产生抗性，降低根腐病、茎基腐病、青枯病的发生机率，并能诱抗叶部、穗部病害和蛀干害虫；
- 通过叶面喷施天然除虫菊素、苦参碱、小檗碱、蛇床子素和苏云金杆菌等生物源药剂预防中后期叶部、穗部虫害，实现病虫害全程、一体化生物防控。

➤ 应用成效：

该技术是针对玉米常发性病虫害，集成植物源药剂、活体微生物开发的低成本病虫害生物防控技术，利用木霉菌包衣新技术诱导鲜食玉米系统防御病原菌和虫害的为害，节约大量劳动力成本，不引入任何化学农药和生物化学合成农药，可以保障有机、绿色鲜食玉米的生产，实现高品质栽培，经济效益尤其是食用安全明显高于普通栽培。



藏红花生态高效种植模式建立

➤ 技术背景：

藏红花别名番红花、西红花，具有极高的药用、观赏价值，素有“植物软黄金”之称。我国藏红花种植面积约3万亩，主要分布在浙江、上海、江苏、安徽等地，年产花丝20吨左右，约占市场总需求量的20%，每亩收益3万元以上。目前市场上高端产品主要依赖进口，所以在国内发展藏红花潜力较大。

藏红花属于球根花卉类植物，喜欢干燥疏松的沙壤土，我国南方雨水多，土壤板结，病害严重，所以质量与产量连年下降。内蒙古的气候土壤条件与藏红花主产区地中海地区较为接近，干旱的气候条件与沙壤土正好匹配藏红花的生长条件，农业生产成本也比经济发达的长三角地区低，有条件大面积发展藏红花生产。

在内蒙古地区实施作物（牧草）-藏红花生态高效种植模式是生态兼效益型的粮（草）经结合模式，其利用了不同植物轮作模式调节农田生态系统，改善土壤肥力，地克服连作障碍、减轻病害发生，减少农药使用，提高了社会生态效益。

➤ 产业化基础：

多年来研究团队从事名贵药用植物生物技术研究。在藏红花大田种植物，室内培花营养液配方，花周期调控等方面，积累了丰富的经验，目前与多家企业合作，并取得了成功。特别是山西、河南等北方地区的成功经验可以为内蒙古地区种植藏红花提供理论依据与技术支持。



黄瓜分子育种与推广应用



➤ 技术背景：

在国家和上海市科技项目的资助下，蔡润教授团队历时近20年的努力，收集鉴定了800多份黄瓜种质，开展了分子标记遗传图谱构建、主要农艺性状QTL分析、基因定位与克隆，并将研发出的黄瓜分子标记成功应用于育种，培育出10余个黄瓜新品种。

➤ 技术水平：

构建了6张黄瓜分子标记遗传图谱，并不断更新，一直是国内外黄瓜最有代表性的分子标记遗传图谱。共检测了18个性状，包括花、果实、侧枝、抗病性等相关性状的130QTL。对黄瓜的性型、果瘤、抗白粉病、表皮毛等4个性状进行了精细定位，并首次图位克隆了这些基因的功能。

围绕着相关技术的研发和应用，获得教育部科技发明一等奖1项，上海市科技进步二、三等奖各1项。

➤ 产业化基础：

相关研究获得授权发明专利15项。培育出自主知识产权的欧洲温室型“申绿”黄瓜新品种6个，华南型“申杂”新品种4个，在全国16个省市大面积种植推广，年亩产量1.5万公斤以上，亩均产值3万元左右。由于蔡教授培育的黄瓜品种具有以下优势，受到生产者和消费者一致好评。

1. 全雌花且每花必果，产量高；
2. 可定制长度和性状（如是否带刺）；
3. 口感好，无籽。



申杂1号

申杂3号

申绿03

申绿06



种养耦合及其废弃物循环利用关键技术转化应用

➤ 技术背景：

为从源头上扭转生态环境恶化的趋势，国家大力推进生态文明，提出以优化产业结构为切点，转变经济增长方式。2018年8月28日中共内蒙古自治区委员会、自治区人民政府印发《内蒙古自治区乡村振兴战略规划（2018—2022年）》，明确提出要推进农牧业经济结构调整优化，粮经饲统筹、农牧林结合、种养加一体化发展呈现新局面。但当前该区农牧业发展滞后的状况尚未根本改变，尤其是控肥、控药和推进废弃物资源化利用等生态修复、绿色发展方面的问题依旧突出。以“绿水青山就是金山银山”作为产业结构调整理念，做优草原畜牧业，做强农区畜牧业，就必须大力推进种养结合、藏粮于地的转变。

➤ 技术水平：

研制出可移动式农业废弃物清洁化收集发酵装备（ZL201320115160.1）；拥有大量自主知识产权的秸秆降解和有机垃圾降解微生物菌株（ZL201210246276.9、ZL201310439733.0）；并掌握成熟发酵工艺保障堆肥产品品质。

➤ 产业化基础：

利用内蒙古某公司自有的植物研究中心和大数据中心两大平台，建立农业作物废弃物和畜禽养殖粪污处理的组合循环利用技术平台，创办内蒙古生态文明建设教育实践示范基地。相关研究成果获得了2018年上海市科技进步一等奖，已在上海多家企业得到了应用。该技术可在全自治区推广应用。

绿植直喷营养液



➤ 技术背景：

现代人生活节奏快、压力大，在办公室和家里养些绿色植物和花卉不仅可以美化环境、净化空气，还可以有效缓解压力、休养身心。但由于不清楚养护程序或“耗”不起时间，许多上班族和家庭也为养不好心仪的花卉而苦恼。针对这一问题，上海交通大学植物健康与天然产物实验室的代光辉教授研发出了绿植直喷营养液，并根据不同种类的绿植所需营养元素的不同，开发出了系列产品。该系列产品不需要稀释可直接喷施，具有省时省工、无毒无味、专花专用和针对性营养的特点，是“懒人”养花、“外行”养花的不二选择。

➤ 技术水平：

该系列产品通过植物根叶双重吸收来促进植物根叶生长，使植物获得全面充足的营养，从而提高植物的抗逆能力，使植物茁壮生长；在对比试验中，使用该产品的植物在株高、叶片和开花数量以及果实重量等方面都明显优于对照物；同时研发团队还解决了该产品常见的沉淀问题，使产品具备长期保存、不沉淀、不堵喷嘴等优点，更加经济高效。相关技术已申请国家发明专利1项。

➤ 产业化基础：

目前该产品正在长三角地区推广，将为生活节奏快的都市人节省时间，使他们能够更容易地栽培绿植，净化空气，美化环境；也为城市更美好贡献力量。





以大宗农产品为主要原料的预制调理 食品加工技术转化

➤ 技术背景：

重点开展植物性和动物性预制调理食品技术转化工作，可以突破预制调理食品的绿色加工技术、特征营养保持技术、质构重组技术、与产品品质安全控制技术，提升农产品加工企业预制调理食品关键技术水平，创制新型预制调理食品，提高企业自主创新能力。通过研发设计、精深加工具有地区特色的预制调理食品为切入点，创建要素高度聚集、生产方式绿色、经济效益显著、辐射带动有力的现代农牧业产业园，并为内蒙地区食品工业现代化快速平稳发展提供人才和技术支撑。

➤ 技术水平：

- (1) 预制调理食品营养保持关键技术；
- (2) 预制调理食品质构调整关键技术；
- (3) 预制调理食品安全控制关键技术。

这些关键技术的转化为研发设计内蒙地区特色农畜产品为原料的预制调理食品奠定了基础。

➤ 产业化基础：

内蒙地区玉米、牛羊肉、牛奶等特色大宗农畜产品产量高、品质优良，但精深加工程度有待提升，并亟需向研发设计、加工增值等产业链中高端延伸。

随着经济的快速发展，食品消费已经从生存化向营养化、健康化和安全化方向转变。预制调理食品凭借其方便快捷、营养健康的特点，被越来越多的消费者接受，许多中国传统食品进入大规模标准化、工业化生产阶段。然而，内蒙地区预制调理食品产业发展存在着产品单一、营养不均衡、耗能高、标准化生产水平低等重大科学技术问题，严重制约着当地特色大宗农产品加工产业的发展。

优良瘦肉型猪种质创制技术及其应用



➤ 技术背景：

优良瘦肉型猪种质创制技术由上海交通大学潘玉春教授团队联合上海祥欣畜禽有限公司、上海市动物疫病预防控制中心共同研发。该技术以杜洛克、长白、大白三大瘦肉型猪主导品种作为对象，围绕常规育种、分子育种、人工授精三大体系中的难点进行技术创新，相关技术在上海市内外多个企业推广应用。

➤ 技术水平：

- 应用基于“生产性能测定+BLUP”的常规育种体系，对繁殖、肉质、仔猪断奶应激敏感性状检测ADD1、IGF2等重要基因，用于选种、选配。
- 应用网络育种平台，开展常规育种与分子育种。华东种猪遗传评估中心网络平台已应用到上海、江苏、河南、福建、山东等地猪场的遗传评估当中。
- 建立了覆盖上海、辐射周边的优良种猪共享与人工授精体系。

➤ 产业化基础：

目前，上海市2家、外省市5家基地企业成为国家级核心育种场（全国96家）、1家上海市种公猪站成为国家级种公猪站（全国2个），一个“两头在内（种猪繁育、肉猪消费）、一头在外（肉猪养殖）”的供沪生猪繁育生产技术体系已经初具雏形。近三年来，上海一家参与单位累计新增产值2.6亿元多、新增利润1.015亿元，其他8家技术应用企业新增产值29.73亿元、新增利润5.91亿元。



噬菌体抗菌制剂在防控奶牛乳腺炎中的应用

➤ 技术背景：

奶牛乳腺炎为奶牛养殖行业的一个顽疾，即使在欧美养殖发达国家，也有很高的发病率。上海奶牛养殖行业规模化、标准化水平较高，但奶牛乳腺炎时有发生。临床中奶牛乳腺炎最为有效快捷的治疗方法是抗生素，而耐药菌的出现使抗生素面临巨大挑战。另一方面，抗生素残留问题又是一个关乎消费者健康的重要问题。因此有效防控奶牛乳腺炎、减少抗生素的使用，为消费者提供更加绿色、健康、无抗生素残留的生鲜乳品，是奶牛养殖业的终极目标。

➤ 技术水平：

裂解性噬菌体可特定裂解细菌，特异性强，裂解效率高，而且无残留、无副作用，可开发为新型环保的抗菌制剂。目前在人类耐药性疾病的治疗、食品加工与保鲜、水产养殖等方面均有很多成功案例的报道。据此，严亚贤教授团队在前期研究的基础上，通过确定上海奶牛养殖场的病原特征，筛选出特异、高效、安全的噬菌体，开发出针对主要流行菌株的噬菌体抗菌制剂，用于养殖场日常环境消毒和奶牛乳腺炎治疗取得良好的效果。

➤ 产业化基础：

通过科研项目合作开发和在金山建立专家工作站等途径，研发团队确定了金山区不同养殖场的奶牛乳腺炎的病原流行特征，有针对性筛选特异、高效、安全的裂解性噬菌体，制备噬菌体抗菌制剂，并进行实地指导奶牛乳腺炎的防控工作，为养殖场提高了经济效益，同时也提高了生鲜乳品的品质，其社会意义巨大。



➤ 技术背景：

沼气池是畜禽粪污综合利用较成熟的方法。但其基建投资大、密封性差等，未能大面积推广。且沼渣直接还田易烧苗。蚯蚓堆肥是低成本的生态环境友好型技术。蚯蚓可利用自身的酶系统加速有机废弃物分解，并形成富含大量腐植酸、有益微生物菌、多种氨基酸和微量元素的高品质有机肥。其工艺简单、能耗低，蚓粪和蚓体可循环利用，增加经济效益，非常具有推广和应用价值。

➤ 技术水平：

依照生态学原理，构建新型沼气池，利用蚯蚓的生物学特性，研究低温条件下牛粪的循环利用，并连接种养殖业，形成一套完整的生态循环农业技术体系，对于提高畜禽粪污综合利用率，降低产业化成本，促进内蒙古农牧业的发展具有重要意义。

➤ 产业化基础：

已与内蒙多地建立了良好的合作关系。技术团队多年来针对农田面源污染和农业废弃物资源化利用进行研究，明确了蚯蚓堆肥农业废弃物的影响参数和沼渣、沼液还田对农作物生长的影响，均取得了具有自主知识产权的成果。同时软体新型沼气池的建设和蚯蚓堆肥牛粪的前期研究已在内蒙古开展。



肉制品研究基础和成果

➤ 技术背景：

对于肉类制品相关研究对象包括水产品（河鲀鱼、传统淡水鱼、虎纹鲑等）、畜禽类产品（鸡、鸭、牛等）和加工类肉制品（干腌火腿、盐水鸭、白切鸡等），团队从气味、滋味两方面研究了肉制品中的重要风味物质，开发多功能风味肉制品；结合人工感官和智能感官技术定性定量评价肉制品的风味品质，在分子水平和宏观角度剖析风味物质的感知机制；开发了快速检测手段，为肉制品品质和质量安全提供保障。

➤ 技术水平：

- 风味特性研究及开发：团队分离提取河豚等呈鲜组分，通过感官实验确定重要呈鲜物质，以分子模拟解释鲜味物质呈鲜机制。团队成员开发利用副产物，发明鱼干、调味料、鱼肉面条等产品，提高其商业价值。
- 品质评价、感官评价、人工智能评价、质量安全快速无损检测等多方位评价检测手段支撑。

➤ 产业化基础：

近五年团队成员承担国家肉品质量安全控制工程技术研究中心开放课题、国家基金委优秀青年基金/面上项目/青年项目、农业农村部农产品质量安全风险评估等多项国家级和省部级项目。在肉制品领域，获得授权专利4项。

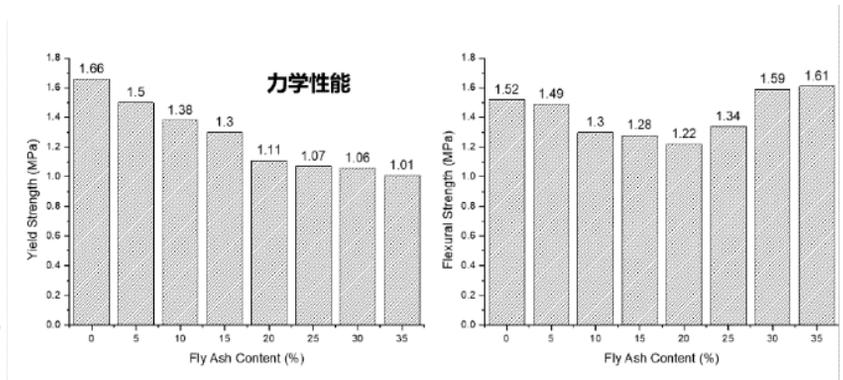
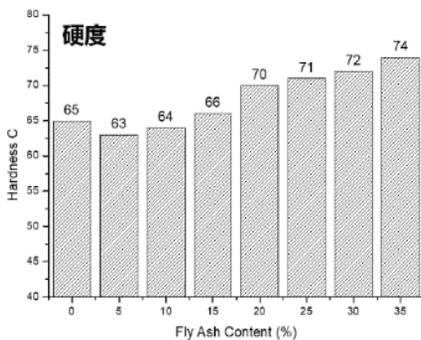


➤ 技术背景：

粉煤灰是火力发电厂的主要固体废弃物，并且其产量逐年增大，对其处理不当，将严重污染环境，给人们的生活、动植物的生长等造成严重的危害。相较于传统的利用粉煤灰制作建筑材料，利用粉煤灰颗粒尺寸小的特性，替代纳米碳酸钙、水滑石等作为高分子填料更具有市场价值。

➤ 技术水平：

上海交通大学纳米复合材料团队在固废资源化利用，环境可再生材料、无机功能材料、功能性无机纳米粒子-高分子复合材料的可控制备和改性方面做了大量的工作。针对粉煤灰复合材料密度大的缺点，发展了粉煤灰填充发泡等技术，在降低密度的同时保证了复合材料的机械性能，提高了材料的阻燃性能。



➤ 产业化基础：

- 该技术已完成实验室试验，可与企业合作，针对企业设备情况进行适应性开发应用。



固废资源的深加工与道路工程应用

➤ 技术背景：

煤化工固废资源包括煤液化残渣、蜡渣、气化灰渣和电石渣等。目前国内研究存在的应用价值不高、低温性能不佳、应用范围窄、规模小和应用不稳定等现象。利用煤液化残渣、蜡渣、电石渣和废橡塑材料可应用于橡胶改性沥青，可增值2000元/吨，并创新解决了道路中应用的问题，从而有效解决现有方法处理量小、价值不高的问题。

➤ 技术水平：

- 利用合成TPE和弹性膏材料来替代SBS和沥青。技术团队已开发出关键装备，已在全国各地开展中试研究。

- 上海交大先进道路建筑材料研究团队与交通部公路院及各省公路设计院保持密切合作关系，可快速推广材料应用。该方向研究成果已获授权20项专利，前期成果曾获国家技术发明二等奖。

➤ 应用领域：

- 应用于工业固废资源无害化处理。



已在全国推广应用
4000余公里



➤ 技术背景：

对电镀污泥的铁氧体化处理分为干法和湿法，技术团队提出的湿法和干法相结合的处理工艺可以在低 Fe^{2+} 投入（污泥： $\text{FeSO}_4=1:2$ ）的情况下使处理后所得到的综合利用产品（磁性探伤粉、铁黑颜料）的性能得到较大改善。相关成果获得了国家“八五”科技攻关重大科技成果，并在国家“八五”科技攻关环境保护项目中获得优秀成果，同时还获得中国科学院科技进步一等奖。

➤ 技术水平：

铁氧体固定重金属：

通过共沉积、焙烧的方法，重金属离子取代铁氧体晶格中 Fe 的位置，形成金属掺杂型复合铁氧体，重金属离子几乎都进入铁氧体晶格内而被固化。

铁氧体方法优点：

1. 重金属浸出率符合美国EPA浸出标准及国标（GB5085.3-2007）；
2. 形成的掺杂铁氧体具有强烈磁性，可作为永磁体或吸波材料；
3. 也可以作为一般固废填埋。

➤ 应用领域：

- 应用于处理含 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Ni^{2+} 的等的电镀废水。



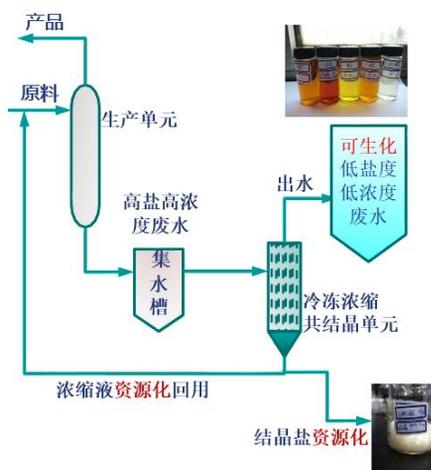
高COD高盐废水处理技术

➤ 技术背景：

针对工业废水中高COD高盐度难降解有机废水，可使用冷冻浓缩共结晶技术来处理。以废水中的水-盐体系、有机物-盐体系的多元相平衡，改变料液的物化性质，创造污染物结晶条件，使污染物低温条件下结晶析出，实现废水处理及资源化利用。

➤ 技术水平：

- 低温水处理过程；
- 针对高盐/高浓度难生物降解废水；
- 纯物理化学过程，基本不添加化学物质。



| 工艺 | 冷冻浓缩共结晶 | 多效蒸发/薄膜蒸发 |
|-------|---------|-----------|
| 运行条件 | 低温 | 高温 |
| 设备腐蚀 | 小 | 大 |
| 泄漏概率 | 小 | 大 |
| VOC排放 | 小 | 大 |
| 爆炸概率 | 极低 | 中 |
| 能耗 | 较低 | 很高 |
| 产物 | 回收 | 释放 |

➤ 应用领域：

- 应用于工业中高盐高浓度有机废水的处理。

工业冶炼含硫化氢烟气处理技术



➤ 技术背景：

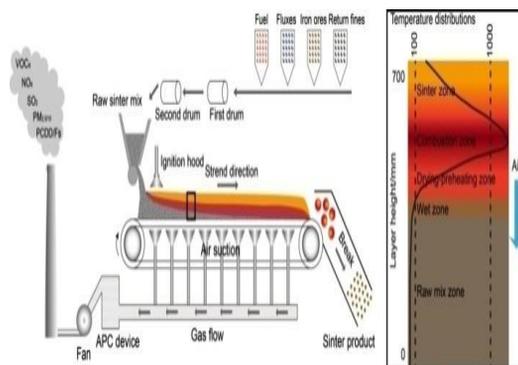
COREX熔融还原法是一种非焦炼铁技术，但该工艺过程中不可避免的会产生 H_2S 气体，会对设备和管道产生腐蚀。进一步地， H_2S 还会被氧化生成 SO_x ，从而被释放到大气中产生酸雨。团队开发了一种新型的脱硫剂（JTS-01）和碱性吸附剂（JZC-80）用于去除COREX工艺过程中产生的 H_2S 。

➤ 技术水平：

JTS-01脱硫剂主要为金属氧化物负载活性炭，通过超声辅助沉积，其饱和硫容和穿透硫容可以分别提升30%和28%。整体脱硫过程将选择性吸附和催化氧化相结合。采用JZC-80吸附剂还可以有效的去除COREX烟气中其它污染物，包括HCl、HF、HCN等，从而维持工艺压降。同时该工艺也成功应用于宝钢COREX工艺每小时180000立方米烟气，实现了低浓度 H_2S 快速脱除。

➤ 应用领域：

应用于烧结烟气VOCs、NO、 SO_2 协同处理、有色金属冶炼烟气脱硝脱硫处理。





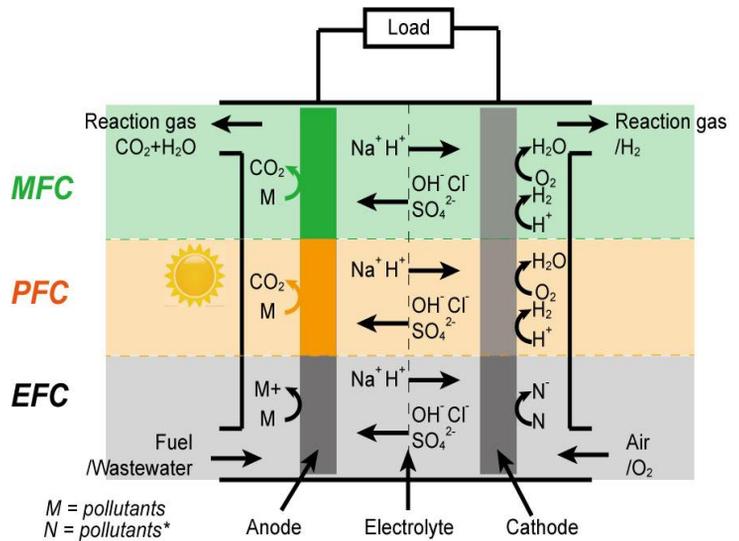
光催化技术处理有机废水技术

➤ 技术背景：

针对光能利用率低的瓶颈问题，团队研制了光电催化转盘反应器，将TiO₂负载于转盘上，通过转盘的转动形成液膜，加强传质的同时入射光只需要透过薄薄的一层液膜就可以直接照射到催化剂表面，减少了溶液对入射光的吸收，提高了光能利用率。同时通过外加偏压，有效促进光生电子与空穴的分离，提高了光量子效率。制备了TiO₂负载的具有尖劈/尖锥光捕获结构的光阳极，与平面转盘相比，尖劈转盘对高浓度RhB具有更明显的降解效果和更大的单位面积去除量。

➤ 技术水平：

团队构建了光催化燃料电池和敏化光催化燃料电池体系，使光生电子在肖特基势垒的作用下通过外电路自发转移到阴极，在光催化降解有机污染物的同时产生电能和氢能。利用多种实际印染废水作为研究对象，均可以得到较高的COD去除效率和稳定的产电产氢性能。



光催化氧化技术

➤ 应用领域：

- 应用于工业废水COD深度处理。

超净排放氨法烟气脱硫技术



➤ 技术背景：

氨法烟气脱硫技术是世界上商业化应用的脱硫方法之一。该工艺既可高效脱硫又可以部分脱除烟气中的氮氧化物，副产物为硫酸铵，实现资源回收利用，是控制酸雨和二氧化硫污染最为有效和环保的湿法烟气脱硫技术。

➤ 技术水平：

超净I号：浓缩+吸收

- 适合于特低硫烟气 $\text{SO}_2 < 1200 \text{mg/Nm}^3$
- 超净II号：浓缩+吸收+超净水洗
- 适合于 $\text{SO}_2 < 3000 \text{mg/Nm}^3$ 烟气
- 超净III号：三循环+凝结除尘：
- 浓缩+吸收+超净水洗+凝结除尘适合于 $\text{SO}_2 < 5000 \text{mg/Nm}^3$ 烟气
- 超净IV号：三循环+凝结除尘+湿电除尘：
- 浓缩+一吸收+二吸收+凝结除尘+湿电除尘
- 适合于 $\text{SO}_2 > 5000 \text{mg/Nm}^3$ 烟气

➤ 应用领域：

- 应用于烟气氨法脱硫装置升级改造，及新型脱硫装置。



某单位新旧装置改造排烟效果对比