



中国科学院大连化学物理研究所  
DALIAN INSTITUTE OF CHEMICAL PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

# DICP

## 科技成果汇编

### 2025

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL  
ACHIEVEMENTS





# 环保减排

## 科技成果汇编





# 目录



## 1

### 环保减排

1.1 高精度H <sub>2</sub> S在线检测仪 .....	001
1.2 燃料电池用氢品质在线分析仪 .....	002
1.3 无机氯在线监测仪.....	003
1.4 微型一氧化氮化学发光传感器 .....	005
1.5 低能耗高效膜气浮技术.....	007
1.6 基于低压曝气膜的微气泡低成本制备技术 .....	009
1.7 二氧化碳低温加氢制甲醇新技术 .....	010
1.8 燃烧烟气多污染协同高效减排技术 .....	012
1.9 石墨烯导热膜制备技术.....	014
1.10 液态阳光:二氧化碳加氢制甲醇 .....	016
1.11 生物降解聚酯单体——柠草酸催化氧化合成 .....	018
1.12 轻汽油硫醚化模块催化剂.....	019
1.13 天然气清洁燃烧技术和燃烧器产品 .....	021
1.14 焚烧烟气中二噁英类的布袋脱除增效技术 .....	022
1.15 焚烧烟气二噁英类生成的高效抑制与减排技术.....	023
1.16 分子筛膜渗透汽化(蒸汽渗透)脱水技术 .....	024
1.17 焚烧烟气二恶英连续采样仪.....	025
1.18 PM10大气采样仪 .....	026
1.19 贻贝中有机氯农药和多氯联苯标准物质GBW10069.....	027
1.20 叶绿素传感器 .....	029
1.21 高灵敏表面离子化检测器(SID) .....	031
1.22 大气样VOC在线采样-富集-热脱附-色谱进样联用装置.....	033
1.23 生物质催化转化制乙二醇.....	035
1.24 催化湿式氧化处理高浓度有机废水技术 .....	037
1.25 焦炉烟气低温SCR法脱硝技术 .....	039
1.26 催化湿式过氧化氢氧化技术处理工业废水 .....	041



# 目录



## 1

### 环保减排

1.27 工业焚烧烟气二噁英前驱物在线监测质谱仪 .....	042
1.28 高精度在线测NH <sub>3</sub> 仪 .....	044
1.29 VOCs催化脱除技术 .....	046
1.30 臭氧催化氧化处理工业废水 .....	047
1.31 超低污染物排放燃气燃烧器及燃烧技术 .....	049



## 高精度H<sub>2</sub>S在线检测仪

负责人：黄卫      联络人：花磊  
电话：15566800870      Email:lhua@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

硫化氢(H<sub>2</sub>S)自然条件下常常存在于原油、天然气、火山气体和温泉之中，也可以在细菌于缺氧状态下分解有机物产生。H<sub>2</sub>S是具有典型臭味的强腐蚀性有毒有害气体，因此成为环保、资源等部门重点监测的物质之一。离子迁移谱技术(IMS)在大气压下均匀电场中( $E/N \leq 2\text{Td}$ )依据样品离子迁移率( $K_0$ )差别，实现对目标物质的分离和检测的技术，具有灵敏度高、分析速度快(响应时间 $< 1\text{s}$ )等特点。

基于臭氧氧化增强与时间分辨动态稀释(TRDD)的思路，研制了高精度H<sub>2</sub>S分析仪。技术特点包括：(1)通过在漂气路中并入臭氧氧化装置，实现产物单一化定量；(2)通过与TRDD相结合，克服了H<sub>2</sub>O对H<sub>2</sub>S的干扰，成功在线检测高湿环境中H<sub>2</sub>S；(3)TRDD-IMS具有稳定性好、灵敏度高、分析速度快等特点，连续3天的线性响应曲线RSD $< 2.5\%$ 、检出限(LOD)可达2.5 ppb、单次检测周期为90s。

高精度H<sub>2</sub>S在线检测仪结构简单，体积质量较小，可用于大气环境、高纯气体、燃料电池用H<sub>2</sub>中H<sub>2</sub>S的高精度在线监测，可为环境污染监控和氢气质量管理提供可靠技术支撑，助力美丽中国建设和国家“双碳”目标的实现。

### 合作方式

技术转让

### 投资规模

100万~500万(不含)



## 燃料电池用氢品质在线分析仪

负责人：黄卫      联络人：花磊  
电话：15566800870      Email:lhua@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

随着国家“碳中和”、“碳达峰”战略目标的实施，氢能特别是氢燃料电池技术受到社会各界的极大重视和大力推动。我国 90% 以上的  $H_2$  来自于化石燃料和工业副产品，其中包含  $N_2$ 、 $O_2$ 、Ar 等永久气体杂质直接影响电池的输出功率， $H_2S$ 、 $NH_3$ 、HCl 等高毒害杂质与电池电极的催化剂反应，严重影响电池的使用寿命。因此，氢燃料电池对  $H_2$  的品质要求极高，对永久性气体限制已达 2 ppm，对关键影响杂质已低至 0.004 ppm (GB/T 37244-2018)。当前对  $H_2$  中杂质的检测沿用了国际标准的分析方法 (ISO 14687: 2019)，不仅使用近十台不同原理的仪器检测  $H_2$  中杂质组分，仪器购置和运行成本较高，而且大多数仪器设备需要进口。氢能源的发展不可避免受到国外仪器设备限制的影响，危害氢产业链安全。

燃料电池用氢品质在线分析仪集成了试剂分子辅助光电离子迁移谱 (DANP-IMS) 和光电离飞行时间质谱 (PI-TOFMS) 技术。技术优势包括：(1) 在线快速分析，无需复杂的前处理过程；(2) 检测物质包括  $N_2$ 、 $O_2$ 、Ar 等多种永久气体组分和  $H_2S$ 、 $NH_3$ 、HCl 等高毒害物质；(3) 检测灵敏度高，对永久性气体的检测限可达 1 ppm，对高毒害杂质的检测限可达 0.001 ppm；(4) 分析速度快，在线分析周期 < 5 min。

《加氢站通用要求 GB/T 43674-2024》推荐设置在线检测装置以保障  $H_2$  的品质。燃料电池用  $H_2$  多组分杂质在线分析仪可用于  $H_2$  的生产、净化、加注等场合，在线监测  $H_2$  中的多组分杂质，用于指导  $H_2$  的生产工艺和品控。

### 合作方式

技术转让

### 投资规模

100 万 ~ 500 万 (不含)



## 无机氯在线监测仪

负责人：黄卫      联络人：花磊  
电话：15566800870      Email:lhua@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

化工相关产业排放的氯污染物对人体健康具有巨大威胁，其中以  $\text{Cl}_2$  和  $\text{HCl}$  为代表的污染物因具有毒害性大、源排放量多而备受关注。当前以离子色谱为代表的分析方法，不仅前处理复杂、分析时间较长，而且难以实现  $\text{Cl}_2$  和  $\text{HCl}$  分别检测。离子迁移谱技术 (IMS) 在大气压下均匀电场中 ( $E/N \leq 2\text{Td}$ ) 依据样品离子迁移率 ( $K_0$ ) 差别，实现对目标物质的分离和检测的技术，具有灵敏度高、分析速度快 (响应时间  $< 1\text{s}$ ) 等特点。相较于离子色谱，IMS 直接用于气体的分析，无需将样品转移至液相检测，避免了复杂的前处理过程。

基于半导体冷冻分离以及试剂分子辅助光电离离子迁移谱 (DANP-IMS) 技术，研发了无机氯在线监测仪。技术特点包括：(1) 在无冷冻前处理的条件下，可快速实现总氯的在线监测，分析时间  $< 1\text{s}$ ；(2) 通过半导体冷冻，可实现  $\text{Cl}_2$  和  $\text{HCl}$  的分离解析，从而实现  $\text{Cl}_2$  和  $\text{HCl}$  的分别测量；(3) 仪器灵敏度较高，检测限分别可达  $2.0\text{ ppb}$ 。

无机氯在线监测仪具有成本低，灵敏度高，检测速度快，易于集成化和小型化，适合实时在线分析和现场监测等优点，可用于重点行业大气如化工厂总氯的原位现场监测、车载走航监测，还可应用于  $\text{Cl}_2$  与  $\text{HCl}$  工艺生产过程中  $\text{Cl}_2$  与  $\text{HCl}$  泄漏预警和环保监测等。

### 合作方式

技术转让

### 投资规模

100 万 ~ 500 万 (不含)

## 微型一氧化氮化学发光传感器

负责人：仓怀文      联络人：花磊  
电话：15566800870      Email:lhua@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

一氧化氮(NO)是涉及大气污染化学、生命化学过程的重要小分子。NO浓度是哮喘等心血管疾病的重要诊断指标,NO也是造成大气污染重要的氮氧化物之一,实现ppb-ppm级NO快速准确检测,对空气质量监测和呼吸疾病前期预防和初筛具有十分重要的意义。化学发光法检测氮氧化物浓度国际公认的“金标准”,也是国家环保总局及美国环保署(USA EPA)推荐的方法。NO与 $O_3$ 反应生成激发态的 $NO_2^*$ ,当 $NO_2^*$ 跃迁回基态时放出光子。光子强度与NO浓度成正比,通过光电强度获得NO浓度。检测NOx(NO、 $NO_2$ )的总浓度,先采用金属还原法将待测气样中的 $NO_2$ 预先转化为NO进行测量。

自主研发的微型一氧化氮传感器基于化学发光检测原理,可以实现NO原位在线测量。尤其对环境工业排放中NO浓度检测可实现移动式,较宽的动态检测范围的检测。技术创新点包括:(1)采用高灵敏光电探测器件、低噪声高增益信号放大器、高效信号处理系统实现微弱光的检测。(2)设计高反射率的反应腔和高浓度臭氧发生器,实现高灵敏检测。(3)利用高性能催化剂能实现臭氧尾气的高效处理。

整个传感器由反应腔、光电探测器件、信号处理和放大器、臭氧发生器和臭氧降解器等组成,具有高灵敏、宽量程、低功耗和低成本等特点。微型化学发光检测一氧化氮传感器是目前世界上已知最小的化学发光NO检测器,尺寸:70×35×30mm,重量100g,功耗3W,精度 $15\pm 10$ ppb,量程15-1000ppb,响应时间6s。该传感器可广泛应用于工业排放、汽车尾气等富含氮氧化合物的环境气体检测,也可以用于非医疗机构的NO检测,如:呼出气检测。

### 合作方式

技术转让



## 投资规模

100万~500万(不含)

## 低能耗高效膜气浮技术

负责人：于海军      联络人：于海军  
电话：0411-84379329      Email: yuhj@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：工业化实验

### 项目简介及应用领域

气浮是向水中注入大量微细气泡，微细气泡黏附含油污水中的悬浮物和油滴颗粒，形成表观密度更小的“气泡-颗粒”复合体，达到水质净化和矿物浮选的目的。作为一种预处理技术，气浮的效果对于终端产水水质影响显著，气浮已广泛应用于生活污水、工业污水、油田采出水和海水淡化预处理等领域，气浮机的销量达数百亿元 / 年。微气泡的制备方法是决定气浮经济性的决定性因素，目前主流的气浮是利用高压溶解、低压释放的方式制造微气泡，该方法制备的微气泡粒径小，产水水质好，但在使用过程中存在气液比低(气液比 $<1:12$ )、溶气压力(0.3-0.6MPa)和能耗高，对进水水质要求高、操作复杂和不易维护、在使用过程中释放器容易堵塞等问题，处理电耗超过 0.2 元 / 吨，导致气浮的应用成本过高。

针对以上问题，大连化物所研制了基于低压曝气膜的微气泡高效制备技术，气液比可达 1:6-1:2，气泡产生所需的压力仅为 0.05MPa，微气泡粒径为 10-100 $\mu\text{m}$ ，满足气浮的使用要求，且处理电耗大幅下降，仅为 0.03-0.05 元 / 吨。此外，膜气浮技术还有以下优势：

(1) 膜组件耐污染程度高，可采用原料水直接进行气浮，尤其适合于高盐和高 COD 的水处理过程；

(2) 气泡量不受水温的限制，尤其适合于温度较高的油田采出水体系，微气泡发生装置操作压力低，不属于压力容器，无需进行年检；

(3) 在气浮过程中膜孔被气体占据，污染物不接触膜孔，可长期稳定操作；

(4) 微气泡发生装置结构简单，可直接用于现有气浮池，便于对现有设备进行改造；

(5) 节能效果明显，按 1 万吨 / 天处理量计算，每年可节省电费和药剂费用可达 100-150 万元以上。

已完成现场中试实验，设备运行稳定，产水效果好。

### 投资与收益

该技术具有结构简单、操作稳定、便于与现有气浮装置进行适配，即可用于新建气浮设备，也可用于原有气浮装置升级改造，可大幅降低气浮过程法能耗，仅从节能的角度出发，可在 3 个月的



时间收回低压曝气膜组件成本。

## 合作方式

合作形式另议

## 投资规模

20万~100万(不含)



## 基于低压曝气膜的微气泡低成本制备技术

负责人：于海军      联络人：于海军  
电话：0411-84379329      Email: yuhj@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：中试放大

### 项目简介及应用领域

气液传质现象广泛存在于污水好氧曝气、气液反应、微生物发酵供氧、CO<sub>2</sub>捕集、水产养殖、农业增产等多个领域，应用非常广泛。现有的曝气装置为曝气管或曝气盘，产生气泡粒径大(3-5mm)，传质速率慢、气体利用率低，导致曝气量大，运行能耗高，设备体积庞大，严重制约相关行业的健康发展。以污水好氧曝气为例，其能耗占全国总电耗的0.5-1%，但该过程中氧气利用率仅为10-15%，造成巨大的能源浪费。与传统曝气技术相比，微气泡(粒径1-1000μm)的气液接触面积大、接触时间长、传质速率高，气体利用率可达到90%以上，在降低曝气量和实现节能降耗方面有巨大的应用潜力。但现有的微气泡制备技术(高压溶气、文丘里管和溶气泵)能耗过高，气液比低，严重制约微气泡的规模化应用。

针对以上问题，大连化物所研制了基于低压曝气膜的微气泡高效制备技术，将微气泡的制备能耗降低10-30倍，气液比可达1:6-1:2，微气泡粒径为10-100μm，同时保持微气泡自身较高的气液传质速率和气体利用率，曝气能耗可降低50-80%。以污水处理好氧曝气为例，采用低压曝气膜后，氧气利用率超过80%，吨水曝气能耗降低50%，从0.2度/吨降低到0.1度/吨以下，全国的污水总量已超过700亿吨/年，节能潜力巨大。在合成生物学供氧过程中，本技术可以将气体利用率提高10倍，大幅降低曝气能耗，保证充足供氧，菌体生长速度加快，底物利用率和产率都大幅提高。本项目研发的微气泡制备设备结构简单、便于维护，无微孔释放器、在使用过程中不易发生堵塞，适用于具有高浊度、高污染的水体，可长期稳定运行。已完成标准化膜组件、微气泡发生装置研制和实验室验证，部分工艺已进入现场中试阶段，现有结果均证明本项目具有非常好的经济性。

### 投资与收益

该技术是气液传质的普适性技术，涉及到环保、化工、合成生物学、农业和医疗健康等国民经济的基础领域，产业规模大，应用范围广。本技术将有力推动相关行业的发展，提高经济效益，大幅降低能耗，仅从节能的角度出发，可在3个月-1年的时间收回设备投资。



## 合作方式

合作形式另议

## 投资规模

20万~100万(不含)



## 二氧化碳低温加氢制甲醇新技术

负责人：邓德会      联络人：胡景庭  
电话：0411-82463870      Email:jthu@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：中试放大

### 项目简介及应用领域

利用风能、太阳能等可再生能源产生的绿电驱动电解水制氢，将氢气与温室气体二氧化碳(CO<sub>2</sub>)催化转化合成甲醇，对解决能源短缺、减少温室气体排放、实现“双碳”目标具有重要意义。然而，当前CO<sub>2</sub>加氢制甲醇技术面临催化剂活性低、选择性差、反应温度高等问题，亟需在催化材料和工艺技术上实现新突破。针对上述挑战，研究团队首创二维硫化钼催化剂，实现了低温(< 200 °C)、高效、长寿命的CO<sub>2</sub>加氢制甲醇，为实现低能耗、高效率的CO<sub>2</sub>转化利用开辟了新途径。研究团队已完成实验室小试、模试，正开展二维硫化钼催化剂规模化放大生产与CO<sub>2</sub>低温加氢制甲醇工业中试。该技术的低温反应条件可大幅降低能耗和设备成本，并且能够更好地解决可再生能源制绿氢的波动性问题，进一步提升了CO<sub>2</sub>加氢制甲醇的商业化潜力，在碳中和、可再生能源利用、绿色化工和清洁燃料等领域具有广阔的应用前景，有望成为未来可持续发展的重要支柱技术之一。

### 投资与收益

依托CO<sub>2</sub>低温加氢制甲醇新技术，可建造不同规模的CO<sub>2</sub>资源化利用装置，与煤化工、钢铁、水泥等高碳排放行业耦合应用。同时，该技术耦合电解水制氢，可解决氢气大规模储存、运输的难题，为氢能的安全高效利用提供了新途径。此技术不仅可作为能源存储媒介，实现能源的灵活调配，还能实现碳资源循环利用，大幅减少碳排放，具有广阔的应用前景和推广价值。

预期收益：形成完整的低能耗CO<sub>2</sub>资源化利用产业集群，拉动投资预计超150亿元，投资回报收益率约为18%-25%。

合作方式：技术不进行转让，但可通过专利许可、技术合作或作价入股等方式进行合作，共同推动CO<sub>2</sub>低温加氢制甲醇技术的产业化应用与规模化发展。

### 合作方式

合作形式另议



## 投资规模

大于 1 亿



## 燃烧烟气多污染协同高效减排技术

负责人：张海军      联络人：张海军  
电话：411-84379972      Email: hjzhang@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：工业化实验

### 项目简介及应用领域

该成果为焚烧烟气治理新工艺，适用于城市生活垃圾、医疗废物、工业固体废物和其它危险废物等焚烧过程的污染减排控制。该成果将研发的粉末状复配型环保耗材通过气力输送装备注入 850-1050 °C 高温烟气，在烟气全降温阶段与气相中二氧化硫和氯化氢等酸性气体发生反应，可实现高效脱除酸性气体，脱二氧化硫和氯化氢效率比半干法脱硫系统高 1.5 倍；在高温段的氯化氢脱除，可对二噁英在 450-150 °C 温度段的二次催化生成起到釜底抽薪作用。同时，研发的粉末状复配型环保耗材可淬灭高温烟气的氯自由基和其它有机自由基，抑制挥发性有机污染物和二噁英前驱物的生成。此外，研发的粉末状复配型环保耗材中包含脱硝催化剂，可辅助原有烟气脱硝设施脱除氮氧化物。

### 投资与收益

本技术不仅可实现多污染物的同时超低排放；而且可减少固废焚烧设施的烟气治理耗材总使用量，降低烟气治理成本 10% 以上，具有较好经济效益。使用的气力输送装备占地小，易于安装。

### 合作方式

合作形式另议

### 投资规模

20 万 ~ 100 万 ( 不含 )



## 石墨烯导热膜制备技术

负责人：吴忠帅 联络人：周锋

电话：13942879205 Email:zhoufeng1107@dicp.ac.cn

学科领域：环保减排 项目阶段：实验室开发

### 项目简介及应用领域

随着技术的发展和进步，电子产品逐步向集成化、高功率、多功能方向发展。芯片由于大量产热形成局部热点，直接影响设备的可靠性和寿命，引起电子器件失效，甚至造成整个装备瘫痪。因此，开发先进的扩热材料对大功率电子产品的发展至关重要，是解决大功率电子设备芯片高可靠性板卡散热的关键技术。石墨烯是目前已知面内导热性能最好的材料，其热导率是铜的10倍以上，并兼具密度低、力学性能优异、柔性和稳定性高等优点，是研制高性能扩热材料的首选。通过自下而上的方式组装超厚型石墨烯膜，是突破现有散热材料厚度瓶颈的可行方向，并成为热管理领域的研究热点和行业共识。

现阶段石墨烯膜的工业化制备绝大多数是采用氧化石墨烯为原料，首先通过 Hummers 法得到氧化石墨烯分散液，然后通过自然干燥、真空抽滤或涂布等方法得到自支撑的氧化石墨烯薄膜，并通过化学还原、热处理等方法得到还原氧化石墨烯薄膜，最后通过高温石墨化提高结晶度，得到高导热石墨烯薄膜。影响该方法制备得到石墨烯膜热导率最重要的因素是组装成膜的石墨烯片的热导率。由于氧化石墨烯分散液的制备通常在强酸条件下进行，破坏石墨烯的平面结构，同时引入了环氧官能团，造成声子散射增加。氧化石墨烯膜需要经过 1000°C 热处理以除去环氧、羟基、羰基等环氧官能团，然后再经过 2800°C 的高温对它进行石墨化，然后进行分级致密化，才能做成高柔韧性、高密度的导热膜。可以发现使用氧化石墨烯制备石墨烯导热膜步骤繁琐、工艺路线长、工艺控制点多，在热处理过程中还要保持其完整性，如力学性能、高致密程度、平整性等，这对石墨烯薄膜的制备工艺提出了更高的要求，这必然导致高的能耗和设备的复杂性。

除了通过还原氧化石墨烯薄膜，石墨烯膜还可通过石墨烯分散液的方法制备。由石墨烯分散液制备石墨烯薄膜的最大优势在于保留了石墨烯的平面结构，使得薄膜具有比较高的本征热导率。电化学剥离的石墨烯（特别是阴极剥离的石墨烯）可以在不经过高温热处理的情况下保留完整的平面晶格结构，且剥离过程不存在强机械力，所得石墨烯片层尺寸大，制备石墨烯膜的过程技术上可套用工业级成熟的辊压成膜技术，在石墨烯导热膜制备领域具有极大的应用前景。另外，其具有较完整的平面晶格结构有望避免高耗能且对设备要求高的碳化或高温石墨化过程，实现节能减排，更易于实现低成本、规模化、标准化，因而以电化学剥离石墨烯为原料进行石墨烯散热膜的制备研究，具有良好的工业应用前景。



## 投资与收益

建成一条年产能为 1000 平方米的石墨烯散热膜生产示范线；  
年产 2 万平方米的石墨烯膜工艺包；  
石墨烯膜厚度 100~300  $\mu\text{m}$  可调，面内热导率  $\geq 1000 \text{ W/mK}$ ，垂直热导率  $\geq 5 \text{ W/mK}$ ；  
预计投资需求：400~500 万元

## 合作方式

合作开发

## 投资规模

100 万 ~ 500 万(不含)



## 液态阳光：二氧化碳加氢制甲醇

负责人：李灿

联络人：王集杰

电话：15304111951

Email:jjwang@dicp.ac.cn

学科领域：环保减排

项目阶段：工业化实验

### 项目简介及应用领域

液态阳光技术，是利用太阳能、风能等可再生能源产生的电力电解水制氢，再将二氧化碳与氢气转化为甲醇。该技术不仅可解决二氧化碳排放问题，还可将再生能源转化为液体燃料，提供了可再生能源储存和运输新途径，为我国实现碳中和目标提供一条全新的技术路线。

中国科学院大连化物所李灿团队攻克了液态阳光中电解水制氢和二氧化碳加氢制甲醇两项关键技术。突破现有电解水制氢规模小(约 50-200 标方氢 / 小时)的限制，实现在单套电解槽上大于 1000 标方氢 / 小时规模化产氢，同时将单位制氢能耗由约 4.7-6.0 度 / 方氢降低至 4.3 度 / 方氢以内，是全球规模化碱性电解水制氢最高效率。研发了高稳定性、高选择性二氧化碳加氢制甲醇固溶体催化剂，使催化剂稳定性由现有研究的几百小时提升至 5000 小时，并将甲醇选择性由 60%-70% 提高到 98% 以上。在此基础上，大连化物所牵头示范了全球首套千吨级液态阳光示范项目，该项目包含 10 MW 光伏发电， $2 \times 1000 \text{ Nm}^3/\text{h}$  电解水制氢，1500 吨 / 年二氧化碳加氢合成甲醇三个单元，每年可消纳 1800 万度可再生能源电，同时减排二氧化碳 2000 吨。该项目于 2020 年 10 月通过了中国石化联合会的科技成果鉴定，结论为：该项目集成创新了液态太阳燃料合成全流程工艺，具有完全自主知识产权，整体技术处于国际领先。

液态阳光技术先后受到发改委、科技部、能源局、国务院发展研究中心等国家相关部门高度重视，各部委分别进行专题调研和座谈，也引起了国电投集团、中煤集团等企业的高度重视，目前，正在与国电投集团和中煤集团合作推进十万吨级以上的液态阳光甲醇合成项目落地。液态阳光技术具有广阔的应用前景，我国当前甲醇表观消费量达到了 9000 万吨 / 年，但主要通过煤制甲醇过程，该过程排放大量二氧化碳，若采用液态阳光技术，可带动风光发电约 3.5 亿 kW 左右，减排二氧化碳 4.5 亿吨，产值将在 3000 亿以上。液态阳光技术还是解决水泥、钢铁等刚性二氧化碳排放行业碳减排的重要技术路径。应用侧，甲醇除了做化工原料，还可作为低碳船运燃料，中国船级社、地中海航运、马士基航运等公司合作研究甲醇作为大型货轮动力的可行性。这些新生领域将使液态阳光技术应用空间至少翻一番。



## 合作方式

技术许可

## 投资规模

1000 万 ~ 5000 万(不含)



## 生物降解聚酯单体——柠苳酸催化氧化合成

负责人：郑明远      联络人：郑明远  
电话：0411-84379738      Email:myzheng@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：实验室开发

### 项目简介及应用领域

塑料大量使用造成的白色污染问题已经受到全世界的高度关注，大力发展生物可降解材料是解决这一挑战的终极有效途径。

柠苳酸(2-羟基-2-甲基丁二酸)是一种含有两个端羧基的二元短链(碳五)羧酸，可以作为新型聚酯单体用于合成生物可降解塑料，减少白色污染，或者用于柠康酸酐等高值化学品或药物合成，具有重要的应用价值。目前已有报道的合成方法是以葡萄糖为原料的生物发酵法，难以大规模生产和利用。

本研究团队以廉价生物质平台化合物乙酰丙酸(来自于秸秆等)为原料，首创了一步法催化氧化法制柠苳酸的技术新路线。在催化剂作用下，反应原料被氧气高选择性氧化为柠苳酸，单程收率超过80%。

研究成果具有如下显著优点：

1)原料可再生。反应采用来自于秸秆转化而来的廉价平台化合物乙酰丙酸为原料，不与人争粮，具有真正的可再生属性，并且能够解决农业秸秆利用的难题。

2)反应条件绿色友好，便于工业放大。反应在水溶液中进行，利用清洁的空气中的氧气为氧化剂，过程环境友好，并且一步法催化转化的工艺简单，便于工业放大。

3)生产成本低。反应温度低于100摄氏度，反应能耗低；采用廉价的空气作为氧化剂，无需昂贵的纯氧制备系统。

4)产品价值高。

本项技术成果为秸秆转化利用制备新型生物降解聚酯单体提供了新方案，具有巨大的发展潜力。

### 投资与收益

通过合作研发，可使该技术由实验室向中试阶段快速推进，在2-3年内实现应用，为企业创造价值。



## 合作方式

合作开发

## 投资规模

100 万 ~ 500 万(不含)



## 轻汽油硫醚化模块催化剂

负责人：郑明远      联络人：郑明远  
电话：0411-84379738      Email:myzheng@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

绿水青山就是金山银山。随着我国在 2018 年 6 月发布国VI清洁汽油标准，“低硫、控烯、保辛烷值”的清洁汽油生产新技术成为炼油行业大势所趋。催化蒸馏技术用于轻汽油硫醚化脱硫，具有操作条件温和，反应效率高，节约企业节约投资等优点。中科院大连化物所与凯瑞环保科技公司合作，开发了具有自主知识产权的硫醚化催化剂和催化蒸馏元件(模块)，并于 2018 年在广西石化公司进行了轻汽油硫醚化中试(500 吨 / 年规模)。连续运行试验表明，催化剂选择性较高，轻汽油中硫醇含量由 60ppm 降低到 3ppm 以下，产品质量稳定，并且模块催化剂机械强度较高，达到工业装置技术要求。2019 年 5 月该研究成果通过了中国石油和化学工业联合会组织的技术评审，评审专家委员会认为，该项目具备产业化可行性，符合国家产业政策，建议加快产业化进程。

### 投资与收益

该轻汽油硫醚化模块催化剂产品可用于轻汽油催化蒸馏硫醚化脱硫装置，具有催化高活性和高选择性的优点，并且相对于进口产品具有明显的价格优势，可替代此类装置上的国外催化剂，实现催化剂国产化。

### 合作方式

技术服务

### 投资规模

1000 万 ~ 5000 万 ( 不含 )



## 天然气清洁燃烧技术和燃烧器产品

负责人：李为臻      联络人：李为臻  
电话：0411-84379738      Email:weizhenli@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

近年来，雾霾成为中国环境问题的主要关切，天然气作为清洁燃料将逐步替代煤炭作为主要能源。然而，由于燃烧技术水平总体较低，实际应用的各类民用、商用和工业用燃气用具，如燃气灶、燃气热水器、燃气采暖热水炉和燃气锅炉仍普遍存在产生高浓度有毒有害的一氧化碳和氮氧化物问题，危害健康和环境。从燃气锅炉开始，国家逐步收紧烟气中 NO<sub>x</sub> 排放限值，在全国逐步开展燃气锅炉低氮化工程。目前，燃气锅炉低氮化面临多重问题：

- 1) 小型锅炉全预混表面燃烧降氮技术和产品国外垄断，价额昂贵，普适性差；
- 2) 国内主流分级燃烧加烟气再循环技术用于中小型锅炉存在出力下降，能耗增加等弊端；
- 3) 大吨位锅炉缺乏满足直排要求的降氮技术。

本团队开发了一种新型蓝柔燃烧技术，创造性的改变燃烧机燃烧头结构，成功实现气体高效混合和稳定清洁燃烧一体化集成化。使用该燃烧头，燃气锅炉 NO<sub>x</sub> 排放远低于 30mg/m<sup>3</sup> 的现行最高标准，并优于国外相关技术；由于其火焰长度远远短于常规火焰，现有各吨位锅炉燃烧机均可直接进行改造更换；与国产风机、阀组、控制系统等装配成功实现整机完全国产化，具有完全自主知识产权，成本远低于国外同功能垄断产品。

自 2017 年实施打赢蓝天保卫战三年行动计划以来，京津冀“2+26”城市等重点区域投入巨资，严格执行煤改气和燃气锅炉低氮化措施，大气环境质量已显著改善。目前全国各地都在收严 NO<sub>x</sub> 排放标准，2010-2019 年近十年新增燃煤和燃气工业锅炉共约 424 万蒸吨，低氮改造市场高达万亿。

蓝柔燃烧技术也可用于燃气灶、燃气热水器、燃气采暖热水炉等民用和商用燃气用具，除具有超低 NO<sub>x</sub> 排放性能外，还可使燃烧烟气中 CO 的含量降低到 10ppm 以下，达到无害化标准，而市场同类产品 CO 浓度在 100ppm 以上，存在严重的中毒风险。

目前已经获得国家型式试验认证的产品有燃气锅炉燃烧机、燃气热水器，可直接生产销售。燃气灶和燃气采暖热水炉研发也几近完成。

### 投资与收益



该技术是天然气清洁燃烧的普适技术，涉及所有燃气用具行业，市场量大面广。本项目产品生产属性为机电设备生产，应用属性是节能环保减排设备。投资主要用于生产线建设和商业费用，投资少，见效快，收益高。

## 合作方式

合作形式另议

## 投资规模

5000万~1亿(不含)



## 焚烧烟气中二噁英类的布袋脱除增效技术

负责人：张海军      联络人：张海军  
电话：411-84379972      Email: hjzhang@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：工业化实验

### 项目简介及应用领域

在城市生活垃圾和固体危险废弃物焚烧烟气净化系统中，烟气的温度范围通常为130-230°C。在此温度条件下，烟气中绝大部分二噁英富集在颗粒相当中，尤其是高毒性的四至八氯取代二噁英。布袋除尘器的滤袋仅能高效滤除粒径大于2 $\mu$ m的颗粒物，粒径小于2 $\mu$ m的颗粒物易于穿透滤袋。在除尘过程中，滤袋内表面会形成飞灰滤饼，为防止滤袋压差增大，会定期间隔振打抖落滤饼，此时可能会导致细小颗粒物爆发式透过滤袋，造成细颗粒物吸附态二噁英的涌出，使烟囱烟气中二噁英浓度升高。因此，提高布袋除尘器对烟气中细颗粒物的捕集效率，可大幅降低二噁英的排放。本实验室研发出高分子团聚促进剂，将此高分子团聚促进剂溶解在水溶液，喷入到脱酸反应塔或水喷雾急冷降温装置中，可促使烟气中细小颗粒物团聚形成较大颗粒，从而使其可被布袋除尘器高效捕获，进而可显著减少二噁英的大气排放。工业试验结果表明，该技术不会增大布袋除尘器的压差，可使二噁英的大气排放浓度降低30-50%，同时使烟尘排放浓度降低20-50%。该技术适用于城市生活垃圾、医疗废弃物和其它固体危险废弃物的焚烧设施。

### 合作方式

技术服务

### 投资规模

20万~100万(不含)



## 焚烧烟气二噁英类生成的高效抑制与减排技术

负责人：张海军      联络人：张海军  
电话：411-84379972      Email: hjzhang@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：工业生产

### 项目简介及应用领域

焚烧处理是我国城市生活垃圾和固体危险废弃物处置的主要方式。在焚烧处置过程中会生成高毒性的二噁英类物质。为控制二噁英类物质的排放，我国的大型现代化垃圾焚烧发电设施普遍采用了“3T+E”技术（控制焚烧温度、搅拌混合程度、气体停留时间、及过剩空气率）、烟气急冷技术和活性炭+布袋除尘器技术，尽管如此，一些大型垃圾焚烧设施的二噁英类物质排放水平仍然难以达到现行《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB18485-2014）规定的限值（0.1 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>）。在东部个别发达地区，城市生活垃圾焚烧设施的二噁英的大气排放限值已降低到0.05 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>。本实验室通过深入研究焚烧烟气中二噁英类生成机理，锁定了影响二噁英类生成的关键因素，在此基础上研发出高效的二噁英生成阻滞剂，不仅可有效抑制二噁英的生成，同时也可抑制多氯联苯、多氯萘、氯代多环芳烃等其它高毒性卤代芳烃类化合物的生成。该抑制剂可以溶解在水溶液中，通过选择性非催化还原（SNCR）系统、水喷雾急冷降温系统或碱液脱酸系统喷入300-1000°C的焚烧烟气中；同时也可以粉体制剂形式喷入500-1000°C的焚烧烟气中。工业应用结果表明，使该二噁英生成阻滞剂，可以使二噁英的生成量和大气排放浓度水平下降40-85%。该技术适用于城市生活垃圾、医疗废弃物和其它固体危险废弃物的焚烧设施。

### 投资与收益

采用本实验室研发的焚烧烟气二噁英类生成的高效抑制与减排技术，可以充分保障焚烧设施二噁英的达标排放，确保焚烧设施的正常运行。以每日焚烧500吨的城市生活垃圾焚烧设施为例，每天只需使用二噁英生成阻滞剂0.2-1吨。

### 合作方式

技术服务

### 投资规模

20万~100万（不含）



## 分子筛膜渗透汽化（蒸汽渗透）脱水技术

负责人：杨维慎      联络人：胡子益  
电话：13940964905      Email: yangws@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

分子筛膜渗透汽化（蒸汽渗透）脱水技术是一种新型的膜分离技术，被誉为 21 世纪最有前途的分离技术。它是基于分子筛分和吸附选择进行分离的，具有一次分离度高、操作简单、无污染、低能耗的特点。分子筛膜作为一种新型的无机分离膜，可以在苛刻的条件（较高温度和有机溶剂）下使用，且具有高通量、高稳定性等优点，因此其在渗透汽化，特别是蒸汽渗透领域，具有良好的应用前景，分子筛膜脱水技术已成为目前国内外有机溶剂脱水方面的首选分离技术。

中科院大连化学物理研究所是国内最早开展分子筛膜渗透汽化（蒸汽渗透）脱水技术研究的单位，也是最早实现分子筛膜脱水技术工业化的单位，已经完成了包括乙醇、异丙醇、丙酮、碳酸酯、乙酸乙酯、NMP、DMSO 等多种溶剂脱水项目数十项，涉及的领域有煤化工、精细化工、生物制药、电子半导体等行业。

我所的杨维慎研究员带领的分子筛膜研究团队获得了 2015 年国家自然科学二等奖，这也是国内分子筛膜领域获得的国家最高奖。我所还组织编写了国家行业标准《管式 A 型（NaA）分子筛透水膜》HG/T5504-2019，对分子筛膜技术水准进行了约束，有效提高了行业准入门槛，树立了行业领导者的形象。

### 投资与收益

本技术不仅可实现多污染物的同时超低排放；而且可减少固废焚烧设施的烟气治理耗材总使用量，降低烟气治理成本 10% 以上，具有较好经济效益。使用的气力输送装备占地小，易于安装。

### 合作方式

技术服务

### 投资规模

100 万 ~ 500 万（不含）



## 焚烧烟气二恶英连续采样仪

负责人：倪余文      联络人：倪余文  
电话：0411-84379562      Email: yuwenni@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

焚烧烟气二恶英连续采样仪主要应用于垃圾焚烧、钢铁冶炼、矿石烧结、水泥窑等排放源的二恶英连续采样监测。该设备具有 1-4 周连续采样的能力，可以按照要求设置不间断连续采样、随机时段采样、设计时段采样等采样模式，设计有自动排水模式，工作期间不需人工干预。采样流量 15-30L/min，跟踪采样精度  $\pm 2.0\%$ ，流量稳定性  $\pm 2.0\%$ ，适用烟道气温度范围 100-400°C，工作温度测量范围： $-15 \sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

### 投资与收益

该设备主要面向焚烧源排放企业、环境监测部门，国内市场需求预期在 400-800 套。该设备预期投资规模在 500-1000 万元，设备生产成本 10 万元左右，预期销售价格 40 万元以上。

### 合作方式

合作形式另议

### 投资规模

500 万 ~ 1000 万 ( 不含 )



## PM10大气采样仪

负责人：倪余文      联络人：倪余文  
电话：0411-84379562      Email: yuwenni@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

PM10 大气采样仪，主要面向大气半挥发性有机污染物的大流量样品采集，该采样器设计了总悬浮颗粒物切割（TSP）和气溶胶采样（PUF），可采集总悬浮颗粒物和 PM10。采样流量范围：100 ~ 1000L/min；流量稳定性： $\leq \pm 2.0\%$ ；温度测量范围： $-15 \sim 50 \text{ }^\circ\text{C}$ ；计前压力：70 ~ 100 Kpa。

### 投资与收益

该设备成本预计在 7000-10000 元，市场销售价格 40000-60000 万元。项目总投资预计 100-200 万元。面向环境监测部门、第三方监测实验室等，具有广阔的市场应用前景。

### 合作方式

技术转让

### 投资规模

1000 万 ~5000 万 (不含)



## 贻贝中有机氯农药和多氯联苯标准物质GBW10069

负责人：卢宪波      联络人：卢宪波  
电话：0411-84379972      Email: xianbolu@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

本产品为贻贝中有机氯农药和多氯联苯标准物质，为 120 目的粉末状贻贝组织，以每瓶 10g 分装在棕色玻璃瓶中，避光、密封包装。该标准物质给出了贻贝中 16 种多氯联苯 (PCBs) 和 18 种有机氯农药 (OCPs) 的标准值，采用具有绝对测量性质的同位素稀释色质联用法定值，不确定度在 10% 左右。标准物质的最小取样量 2.0 g。该标准物质在食品安全控制、质量监测、环境监测等领域用于确认和评价分析方法、监控测量过程质量、考核人员操作水平等。

### 投资与收益

本产品有售，欢迎用户或者销售代理商来电咨询。

### 合作方式

合作形式另议

### 投资规模

20 万 ~ 100 万 ( 不含 )



## 叶绿素传感器

负责人：关亚风，耿旭辉      联络人：关亚风，耿旭辉  
电话：0411-84379590      Email: guanyafeng@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

水中叶绿素浓度是水体富养化的重要指标之一，对叶绿素浓度的实时在线监测非常重要，国内现在现场使用的基本是进口的传感器，价格昂贵。同时，高价的进口传感器在稳定性和使用寿命两方面并不令人满意。大连化学物理研究所研制开发出性能指标高于进口产品的自主知识产权传感器，它不仅能够扣除太阳光中与叶绿素荧光相同的本底光，还能扣除太阳光激发的叶绿素荧光，测量叶绿素准确度优于进口产品。该传感器稳定可靠，测定精密度和国标法相近，明显高于美国 YSI 同类产品，完全能够满足水体样品分析的要求。该传感器已交付国家海洋环境监测中心出海实测，并应用于太湖栈桥监测点连续实时监测叶绿素浓度。

#### 【主要技术指标】

检测模式：双窗口检测

参数：叶绿素 a, 水体温度

温度精度：±0.15°C

叶绿素 a 检测精度：0.05 µg/L

叶绿素 a 检测范围：0.05~100 µg/L；1~500 µg/L

精密度：RSD<5%

采样间隔：10 min

操作模式：SD 卡存储，RS232 传输

#### 【技术特点】

传感器以蓝色发光二极管激发水中叶绿素发出荧光，双光纤收集荧光，用光电倍增管检测荧光，同时测量本底荧光值，扣除本底值后得到水体中叶绿素浓度。传感器配有热敏电阻实时检测水温，用于叶绿素 a 浓度的校正。同时，采用机械刷定期自动清除光纤表面附近的藻类干扰物，适用于连续监测。

### 投资与收益



适用于环境领域河流、湖泊、海洋等水体中叶绿素 a 的连续、实时检测。水体富营养化日益严重，叶绿素 a 浓度在线监测越来越重要；该传感器的性能优于进口产品；技术路线清晰明确，易于产业化推广。市场容量大，具有广阔的推广应用前景。

## 合作方式

合作形式另议

## 投资规模

20 万 ~ 100 万(不含)



## 高灵敏表面离子化检测器 (SID)

负责人: 关亚风      联络人: 关亚风  
电话: 0411-84379590      Email: guanyafeng@dicp.ac.cn  
学科领域: 环保减排      项目阶段: 成熟产品

### 项目简介及应用领域

SID 检测器是一种对有机胺类化合物具有高选择性和高灵敏度的检测器。它基于表面(热)离子化原理设计, 利用有机胺类化合物在金属表面加热电离的特点对其进行检测。检测器适用于任何型号的气相色谱仪, 可作为气相色谱专用型检测器。具有体积小、灵敏度高、选择性高的优点; 可用于有机胺类和胍类化合物的检测; 既可以与毛细管和填充柱气相色谱等系统联用, 也可以作为传感器单独使用。

#### 【主要技术指标】

最小检出量: 10-15 g/s(叔胺)  
选择性: 5-7 个数量级(对烃类、酮类)  
使用温度: 250-300°C  
适用载气: 惰性气体, 空气(用作传感器)

#### 【技术特点】

该检测器只对有机胺类化合物响应高, 而对烃类、含氧、含氮、含硫、含卤素以及芳烃类有机物响应值极低, 响应比值达  $10^5 \sim 7$ 。SID 对水的响应值仅有胺的  $10^{-9}$ , 因此可以直接分析水中有机胺。

### 投资与收益

适用于各种油品、食品和环境样品中胺类物质的检测, 还可用于药物代谢、化工分析等领域中有机胺类和胍类化合物的测定, 还适合公共安全领域的神经毒剂现场监测。市场容量大, 具有广阔的推广应用前景。

### 合作方式

技术转让



## 投资规模

小于 20 万(不含)



## 大气样VOC在线采样-富集-热脱附-色谱进样联用装置

负责人：关亚风      联络人：关亚风  
电话：0411-84379590      Email: guanyafeng@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

该联用装置由采样 - 脱水 - 富集柱 - 热脱附加热器、抽气装置和流路控制部分构成。装置以制冷压缩机为冷源，对大气样品中的组分进行低温吸附；再经过一次热脱附直接进入气相色谱仪进行分离分析，无需二级冷冻聚焦装置，实现了冷阱浓缩 / 热脱附装置与气相色谱仪的直接联用。相比于传统的以液氮和半导体制冷为冷源的热脱附仪，研制的联用装置的富集温度仅需要  $-10^{\circ}\text{C}$ ，结构简单、功耗小、成本低。对大气中挥发性有机物具有 500~1000 倍的富集倍数。

#### 【主要技术指标】

采样量：100~500 mL  
抽气流量：15 mL/min  
热脱附温度：不大于  $300^{\circ}\text{C}$   
升温速率： $150^{\circ}\text{C}/\text{min}$   
色谱进样模式：阀进样  
检出限：15 ~ 60 ppb (V/V), C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> 烃, FID 检测  
冷却时间：不大于 5 min  
总功耗：150 W  
整机重量：15 kg (不包括色谱部分)

#### 【技术特点】

采用多级混合吸附剂填充制备采样吸附管，能够在  $-10^{\circ}\text{C}$  低温下对 C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> 烃类化合物实现高倍数富集。与传统的液氮和半导体制冷系统相比，功率消耗小、制冷效率高，成功解决了 C<sub>2</sub> 烃类的低温富集难题。装置可与任何通用型气相色谱仪或色谱 - 质谱仪直接联用，无需二级冷阱或者二次聚焦。

#### 【专利状态】

授权专利 2 项

### 投资与收益



用于环境、化工等领域中气体样品的野外、实时、在线测试,也可用于实验室样品分析,具有广阔的推广应用前景。

## 合作方式

技术转让

## 投资规模

小于 20 万(不含)



## 生物质催化转化制乙二醇

负责人：郑明远，张涛      联络人：郑明远  
电话：0411-84379738      Email:myzheng@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：中试放大

### 项目简介及应用领域

乙二醇、丙二醇是重要的大宗能源化学品，主要用于 PET 等聚酯合成(涤纶纤维、饮料瓶)和化学中间体等。2020 年全世界乙二醇的消费量大约为 3000 万吨，市场需求量十分巨大。我国乙二醇的消费量占世界总量的一半以上。目前乙二醇主要由石油乙烯或煤化工技术生产，而化石资源的不可再生性和二氧化碳排放问题为经济可持续性发展带来严重挑战。利用可再生的生物质资源制备乙二醇等大宗化学品日益受到国际产业界的高度关注。

生物质催化制乙二醇技术 (DLEG) 是以纤维素或秸秆糖等生物质为原料，在水相条件下经过一步法催化加氢高收率获得乙二醇或 1,2- 丙二醇产品。该技术为中国科学院大连化学物理研究所的国际首创科研成果，具有自主知识产权，已经申请国内外专利 60 余件并获得中国、美国、加拿大、巴西、日本、韩国、欧洲多个国家获得授权。大连化物所的 DLEG 技术在这个世界上处于领先地位，适用于多种生物质碳水化合物原料，且主产物可在乙二醇、1,2- 丙二醇之间调变。技术的基本特征如下：

(1) 采用连续式反应工艺，以葡萄糖、木糖等秸秆糖为原料催化转化，可获得接近 80% 的乙二醇和丙二醇收率。

(2) 通过催化剂调变，或者以菊芋等果糖基生物质为原料，可以获得 1,2- 丙二醇主产物，二醇总收率 ~70%。

(3) 以农林业秸秆为原料，经预处理后得到纤维素，进一步在 240°C 水热加氢条件下进行催化转化，可获得 >50% 的乙二醇收率。

对比于传统的石油化工及煤化工制乙二醇的技术路线，DLEG 技术可减少温室气体排放，降低化石能源依赖，对治理环境污染、缓解资源紧张发挥积极作用，符合国家经济可持续发展和降低二氧化碳排放的战略目标，具有重要的社会价值和广阔的发展前景。

### 投资与收益

乙二醇、丙二醇的市场规模巨大，产品价值较高，市场价格一般在 7500-10000 元 / 吨。生物质基产品在国际市场更是受到用户青睐，享有高于石油基二元醇价格 20% 以上的超额定价空间。秸



秆等农业废弃物资源广泛，价格低廉，利用其生产乙二醇，符合节能减排和可持续发展要求，并且具有很好投资回报和广阔的发展前景。大连化物所将在千吨级生物质乙二醇中试成果基础上，面向世界范围内的广大用户提供生物质乙二醇年产能规模为十万吨级的 DLEG 技术工艺包。

## 合作方式

技术许可

## 投资规模

1000 万 ~5000 万 ( 不含 )



## 催化湿式氧化处理高浓度有机废水技术

负责人：孙承林      联络人：孙承林  
电话：0411-84379133      Email: clsun@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

催化湿式氧化(Catalytic Wet Air Oxidation, 简称 CWAO)技术是在一定的温度、压力和催化剂的作用下,经空气氧化,使污水中的有机物及胺类分别氧化分解成  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  及  $\text{N}_2$  等无害物质。CWAO 技术具有净化效率高,流程简单,占地面积小等特点,有广泛的工业应用前景。CWAO 技术适用于治理焦化、染料、农药、印染、石化、皮革等工业中含高化学需氧量(COD)或含生化法不能降解的化合物(如氨氮、多环芳烃、致癌物质 BAP 等)的各种工业有机废水。我国国内 CWAO 尚处于正在进行产业化阶段,目前国内仅有少数几套催化湿式氧化设备,并且多为日本大阪煤气公司的技术,因此该公司的技术使用费及催化剂价格等很高,极大限制了该项技术在国内的推广应用。

大连化物所拥有从事环境治理技术研究的专业队伍,在油田含油污水处理及资源化利用、化工行业废水处理方面已有 20 多个项目成功实施。先后承担了“863”、“973”等国家攻关项目,主持过国家“十五”863 重大项目—“湿式氧化催化剂和反应器的研制与开发”课题以及“十一五”863 重点项目—“高浓度难降解有机废水处理新技术开发”中“强化催化氧化集成技术与装备”课题,技术实力雄厚。我所在二十世纪八十年代末即开展催化湿式氧化处理高浓度有机废水技术的研究,至今已建立起了九套小试连续反应装置以及四套工业化装置(深圳市危险废物处理站有限公司(24 t/d)、万华化学集团股份有限公司(48 t/d)、天津北方食品有限公司(80 t/d)和北京天罡助剂有限责任公司(72 t/d)),制备出拥有自主知识产权的贵金属—稀土金属双组分催化剂(专利号:2012105631542),其各项指标达到国际水平,所研制成功的车载型催化湿式氧化处理废水装置(最大处理量为 0.5 t/d),已顺利地通过了由国家经贸委组织的技术鉴定,获准进行工业化应用批量生产,并且其已被列入国家“十五”期间环保重点攻关项目的新产品。1992 年,贵金属—稀土双组分催化剂通过中科院沈阳分院鉴定。2002 年,车载型催化湿式氧化处理废水装置获得“中国机械工业协会”科技进步二等奖。2015 年,高浓有机废水催化湿式氧化处理技术获得山东省科技进步二等奖。该技术整体达到国际先进水平,节能减排示范作用显著,具备推广条件。近年来,催化湿式氧化技术几套工业化装置的稳定运行,将提供大量的基础运行数据,有利于进一步优化改进,确保技术的稳定性、安全性,增加了技术可靠性,增强了企业的信心,减轻了技术推广的阻力,将大幅推动该技术在国内外废水处理领域的推广和应用。目前,我所可提供处理废水为 24~200 吨/天规模催化湿式氧化成套技术。



## 合作方式

合作形式另议

## 投资规模

500万~1000万(不含)



## 焦炉烟气低温SCR法脱硝技术

负责人：程昊      联络人：程昊  
电话：0411-84379332      Email: chh@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

针对焦炉烟气特点，开发了整体涂层式低温高效脱硝催化剂用于焦炉烟气脱硝。本催化剂为一种涂层式蜂窝陶瓷状宽温 SCR 脱硝催化剂，具有低温活性好、处理能力大、抗毒能力强等特点。根据不同的烟气条件，如温度、灰含量、压力、组成等特点，有针对性对孔节距、活性组成、催化剂排布方式等进行优化设计，能够满足多种应用场合，如焦化烟气、玻璃窑炉烟气、陶瓷窑炉烟气以及硝酸尾气等脱硝要求。

该催化剂具有以下突出特点：

1. 低温脱硝活性高，200~250°C之间可达到 90% 以上脱硝率；
2. 温度窗口宽，在 180~450°C之间起作用；
3. 对催化剂进行工程设计使得催化剂具有良好的低温抗硫中毒能力，230°C时可在  $\text{SO}_2$  为 300  $\text{mg}/\text{m}^3$  的烟气中长时间工作；
4. 脱除精度高，可保证出口尾气中  $\text{NO}_x$  浓度小于 20 $\text{mg}/\text{m}^3$ ；
5. 操作空速大，处理能力强，反应空速在 10000~20000 $\text{hr}^{-1}$ ，是传统催化剂的 4~5 倍。可大大缩小反应器体积，减少占地面积，特别适用于空间紧张，对占地面积有严格要求的焦炉改造项目。

2015 年中国科学院大连化学物理研究所与江苏爱尔沃特环保设备工程有限公司、江苏沂州煤焦化有限公司三方联合，采用该技术为江苏沂州煤焦化有限公司 3# 焦炉进行烟气脱硝治理，建设了脱硝工业示范装置。该装置于 2015 年 11 月 17 日开车成功后，一直稳定运行，反应器出口氮氧化物浓度小于 100 $\text{mg}/\text{m}^3$ ，满足焦化行业最严格的排放标准。在 3# 焦炉脱硝装置成功运行的基础上，江苏沂州煤焦化有限公司继续采用我所技术为其剩余 3 座焦炉进行脱硝改造。我所根据第一套示范装置的运行数据，对催化剂及反应器进行了优化设计，在保证催化剂脱硝性能的前提下，系统阻力降大大降低，为企业节约了运行费用，目前已有八套采用我所技术的焦炉烟气脱硝装置投产，每年可减少氮氧化物排放量近 2 万吨。

### 投资与收益



我国目前焦炉约有两千余座,焦炉烟气排烟温度较低,约为 230~280℃,传统火电厂用脱硝催化剂不能满足要求,市场对高效低温脱硝催化剂需求旺盛。

## 合作方式

技术许可

## 投资规模

1000 万 ~ 5000 万 ( 不含 )

## 催化湿式过氧化氢氧化技术处理工业废水

负责人：孙承林      联络人：孙承林  
电话：0411-84379133      Email: clsun@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

催化湿式过氧化氢氧化技术 (Catalytic Wet Peroxide Oxidation, 简称 CWPO), 是高级氧化技术的一种, 是指采用过氧化氢做氧化剂, 在反应过程中催化过氧化氢分解为氧化性更强的羟基自由基 ( $\cdot\text{OH}$ ), 进而将有机污染物氧化为小分子有机物甚至直接矿化为  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{CO}_2$  的技术。CWPO 技术在常温常压下即可反应, 并且具有操作简单、经济环保等特点, 因此在难生物降解的中低浓度有机废水处理领域受到了广泛的关注。

大连化物所从 2005 年就开始了 CWPO 技术的研究工作。在 CWPO 技术中, 非均相催化剂将活性组分负载于载体上, 具有活性组分不易流失, 催化剂易从水中分离、可循环使用的优势, 并大大减少了对反应设备的腐蚀和副反应的发生。大连化物所针对不同性质的工业废水已研发多种高效催化剂, 且具备 100 吨 / 年的催化剂生产能力。CWPO 技术目前已在垃圾渗滤液、煤化工废水及印染废水等多行业废水处理领域中有着重要应用, 该技术既可用于废水生化前的预处理, 又可用于废水的深度处理。2011 年, 大连化物所成功完成了 CWPO 技术处理辽宁宏丰印染废水的中试放大实验, 印染废水经 CWPO 处理后, COD 去除率接近 80%, 色度去除率约 90%, 处理成本在 2.3 元 / 吨。2015 年, 大连广泰源环保科技有限公司采购大连化物所研发生产的 CWPO 催化剂 60 吨, 用于处理垃圾渗滤液废水, 处理后可达标排放。大连化物所将 CWPO 技术与广泰源环保科技有限公司的 MVR 技术进行集成。该组合处理工艺包括预处理系统 - 蒸发洗气系统 - 催化湿式过氧化氢氧化系统。蒸发洗气系统处理后出水温度在 60-100 度之间, 出水 COD 值为 80-200 mg/L, 催化湿式过氧化氢氧化处理后废水 COD 值低于 50 mg/L。2016 年, 大连化物所与中钢集团鞍山热能研究院有限公司合作, 成功完成了 CWPO 技术处理煤化工废水的中试研究。2017 年, 中钢集团鞍山热能研究院有限公司采购大连化物所研发生产的 CWPO 催化剂 100 吨, 用于煤化工废水处理的工业化放大。该项目进展顺利, 近期将开车投入使用。

### 投资与收益



目前可提供各类工业废水处理工艺包、小试中试装置、催化剂产品等，中试装置 30~40 万元 / 套、催化剂价格在 2~4 万元 / 吨不等。

## 合作方式

合作形式另议

## 投资规模

20 万 ~ 100 万 ( 不含 )



## 工业焚烧烟气二噁英前驱物在线监测质谱仪

负责人：任美慧      联络人：花磊  
电话：15566800870      Email:lhua@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

垃圾焚烧产生的二噁英作为 I 类致癌物，具有强毒性和环境持久性，其直接在线监测存在浓度低、挥发性差、异构体复杂等技术瓶颈。针对该难题，自主研发在线质谱监测系统，通过“前驱物关联分析 + 智能预测模型”的技术路径，实现二噁英排放浓度的精准预测预警。

核心技术优势：

(1) 采用高灵敏高分辨光电离飞行时间质谱技术，结合交替吹扫 - 检测 - 校准流程，实现脂肪类 / 芳香类化合物等前驱物的高灵敏检测，分辨率达 5000，检测限低至 2 pptv；

(2) 建立可靠的前驱物与二噁英的多元线性回归模型，将检测周期从 1-2 周缩短至 20 分钟；

(3) 创新小型化设计，无需样品前处理，支持全时段无人值守监测，环境适应性强。

该技术在某大型垃圾焚烧厂运行四年，成功实现对脂肪类 / 芳香类等 60 余种特征前驱物的实时追踪。相较传统离线检测，大幅度降低检测和减排控制成本，且具备污染物超标即时报警功能，为环境监管提供分钟级响应能力。核心设备拥有完全自主知识产权，可拓展应用于工业烟气、环空气长期监测、应急事故快速检测等场景，形成覆盖挥发性有机物、持久性污染物、痕量毒气的立体监测网络。

### 合作方式

技术转让

### 投资规模

500 万 ~ 1000 万 ( 不含 )



## 高精度在线测NH<sub>3</sub>仪

负责人：黄卫      联络人：花磊  
电话：15566800870      Email:lhua@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

NH<sub>3</sub> 是大气环境中含量最多的碱性气体，能与 NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub> 等酸性气体反应生成铵盐，为二次气溶胶的形成提供凝结核，加剧灰霾天气的生成。通过干湿沉降，大气中的 NH<sub>3</sub> 进入水、土环境，引起水域的富营养化和土壤酸碱性的改变。同时，NH<sub>3</sub> 也是一种常见的恶臭气体。在线监测大气环境及源排 NH<sub>3</sub> 的浓度水平，对国家环境监管、大气污染预警预报等具有重要意义。但因 NH<sub>3</sub> 的来源广泛、极性较大、吸附性强，其准确测量难度极大。离子迁移谱技术(IMS)在大气压下均匀电场中( $E/N \leq 2Td$ )依据样品离子迁移率( $K_0$ )差别，实现对目标物质的分离和检测的技术，具有灵敏度高、分析速度快(响应时间 $< 1s$ )等特点。高精度在线测 NH<sub>3</sub> 仪基于试剂分子辅助光电离离子迁移谱技术(DAPI-IMS)，实现了 NH<sub>3</sub> 的高选择性检测。技术特点包括：

- (1) 非放射性电离源，安全性好、通用性较强、人为限制较少，适合大范围推广；
- (2) 在线快速监测，实时测量样品浓度，响应时间 $< 1s$ ；
- (3) 灵敏度高，检出限 (LOD) 可达 0.15 ppb。

高精度在线测 NH<sub>3</sub> 仪具有灵敏度高、检测快速、结构简单、操作方便等特点，可用于重点行业大气污染源排 NH<sub>3</sub> 的高精度在线监测、工业上 NH<sub>3</sub> 的泄漏预警、SCR 脱硝现场 NH<sub>3</sub> 逃逸监测以及高纯气体中痕量 NH<sub>3</sub> 杂质的检测等，对于早期雾霾天气预警、空气质量评估、工业生产安全及高纯气体品质控制具有重要的意义，市场应用前景广阔。

高精度在线测 NH<sub>3</sub> 仪具有灵敏度高、检测快速、结构简单、操作方便等特点，可用于重点行业大气污染源排 NH<sub>3</sub> 的高精度在线监测、工业上 NH<sub>3</sub> 的泄漏预警、SCR 脱硝现场 NH<sub>3</sub> 逃逸监测以及高纯气体中痕量 NH<sub>3</sub> 杂质的检测等，对于早期雾霾天气预警、空气质量评估、工业生产安全及高纯气体品质控制具有重要的意义，市场应用前景广阔。

### 合作方式

技术转让



## 投资规模

100 万 ~ 500 万 ( 不含 )

## VOCs催化脱除技术

负责人：王胜 联络人：王胜

电话：0411-84379332 Email:wangsheng@dicp.ac.cn

学科领域：环保减排 项目阶段：工业化实验

### 项目简介及应用领域

挥发性有机物为能参加大气光化学反应的有机化合物，VOCs 排放涉及到化工、喷涂、印刷、制药、塑料和橡胶加工等众多行业，其成分复杂，大体包括三苯类(芳香烃、多环芳香烃等)、含氧类 VOCs(醇类、酮类、酚类、醛类和酯类等)、烃类(如烷烃、烯烃)、含杂原子 VOCs(如卤代烃等)以及低碳烷烃类(如乙烷、丙烷等)。鉴于 VOCs 对环境和对人体健康的危害，其排放控制引起了各国政府的高度重视。美国、欧盟、日本等相继出台了一系列 VOCs 排放标准及减排计划。我国为了应对日益严重的环境污染问题，我国从 2010 年 5 月到 2015 年 6 月，5 年间，出台了 12 项法规政策以确保 VOCs 得到有效控制。在国家环保十三五规划纲要中，明确提出对 VOCs 排放进行总量控制，并试点征收 VOCs 排污费。VOCs 的排放控制技术主要可分为物理回收和化学降解两大类技术，其中催化燃烧法以及催化燃烧和吸附浓缩、低温分离等的耦合技术，其本质是在催化剂的作用下 VOCs 发生完全氧化反应，具有适用处理废气浓度范围广、能够彻底将 VOCs 转化为  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ，无二次污染问题，并且可处理易燃易爆气体，是 VOCs 净化的最有效方法。

大连化物所在科技部重点研发项目、自然科学基金项目等资助下，针对典型的四类 VOCs 气源特点，进行了燃烧催化剂及工艺技术的开发。开发出针对含氧类 VOCs、芳香类、低碳烷烃类以及含杂原子类等系列 VOCs 净化催化剂，催化剂能够满足对苯二甲酸、丙烯酸、丙烯腈、顺酐等生产过程产生的 VOCs 尾气的催化净化。同时，还开发出蓄热催化净化工艺(RCO)、吸附-浓缩-催化净化等 VOCs 净化工艺，可以满足不同的 VOCs 气源和工况特点。目前，相关技术已成功完成了对苯二甲酸尾气催化净化技术工业侧线试验。目前，已经申请相关发明专利 24 件，授权 7 件。目前已许可八套工业装置，实现年减排 2.4 万吨 / 年 VOCs。

### 投资与收益

大连化物所开发的 VOCs 净化催化剂具有高的催化活性和稳定性，催化剂性能完全能够和国外进口催化剂相媲美，催化剂成本低于同类产品。



## 合作方式

合作形式另议

## 投资规模

100万 ~ 500万 (不含)



## 臭氧催化氧化处理工业废水

负责人：孙承林      联络人：孙承林  
电话：0411-84379133      Email: clsun@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：成熟产品

### 项目简介及应用领域

催化臭氧氧化技术（Catalytic Wet Ozonation Oxidation, 简称 CWOO）是利用臭氧在催化剂的作用下产生氧化能力极强的羟基自由基和单原子氧等活性粒子的性质处理难降解废水。该技术可以有效氧化难生物降解的多种有机和无机污染物，如芳香类化合物，氰化物、硫化物、杀虫剂、除草剂等，同时具有脱色、除臭、杀菌的作用。催化臭氧氧化技术对废水酸碱度及盐度无特殊要求，适用于多种高盐低浓度有机废水。

CWOO 技术在常温低压温和条件下进行，目前主要作为其他废水处理单元（如混凝沉淀、生化氧化、活性炭吸附等）的预处理或深度处理技术，适用于高盐低浓度有机废水，结合 Fenton、CWPO、铁碳内电解等技术提高出水可生化性，适用于处理 COD 属中低浓度的生活污水及工业废水。

本组自主研发并生产的多种催化剂为满足不同类别工业废水的处理提供更多可选性，适于不同酸碱度废水、对盐度条件不苛刻。

### 投资与收益

目前可提供技术方案设计及催化剂产品销售，催化剂价格在 2 万 ~ 4 万元 / 吨不等。

### 合作方式

合作形式另议

### 投资规模

20 万 ~ 100 万 ( 不含 )



## 超低污染物排放燃气燃烧器及燃烧技术

负责人：李为臻      联络人：李为臻  
电话：0411-84379738      Email:weizhenli@dicp.ac.cn  
学科领域：环保减排      项目阶段：中试放大

### 项目简介及应用领域

随着国家环保法规日益严格和煤改气政策陆续落地，各种燃气(天然气，液化气等)将成为主要燃料。传统火焰燃烧器燃烧尾气中仍含有较高浓度的有毒有害气体，如一氧化碳，氮氧化物以及未充分燃烧的燃料，市售低氮燃烧锅炉尾气一般仍高于国家排放标准。燃气的完全洁净燃烧需要开发革命性的燃烧技术和燃烧器。我方开发了一种催化无焰燃烧器和相应的燃烧技术，目前单燃烧器可在 30kW 热功率工况下达到上述污染物的近零( $< 5$  ppm)排放，远低于国家排放限值。该燃烧器结构简单，体积小，可实现多燃烧器并联以满足不同的功率要求。本技术已申请国家发明专利并已获得国家实用新型专利授权(专利号 ZL201620323227.4)。本项目拟合作开发热功率为千瓦到兆瓦级的超低污染物排放燃烧器，并应用于家用燃气供热设备以及供热站和发电厂用大型燃气锅炉。项目成功后，开发的颠覆性新型燃气燃烧器具有以下优点：

1. 尾气中有毒有害物质(如 CO, NO<sub>x</sub> 和 HC)的浓度可  $< 5$  ppm, 远低于国家排放限值, 尾气可直接排放, 大型锅炉无需额外脱硝设备;
2. 燃料燃烧完全, 热效率高。

### 投资与收益

煤改气政策的实施, 使得燃气锅炉和家用供热设备市场缺口巨大, 而且随国家环保标准提高, 现有燃气锅炉都面临升级换代压力, 超低污染物排放燃气燃烧器顺应国家政策和市场需求, 具有广阔的市场前景。该设备制造成本可与市售产品相当, 采用独有新技术, 溢价空间大, 投资回报率大。

### 合作方式

合作开发



## 投资规模

100万 ~ 500万 (不含)