

北京大学重点科技成果推广项目

能源与环保技术

高比能电池研发	5
秸秆-燃料乙醇生产技术	10
处理废液废水过滤器及过滤陶瓷管的开发	11
高温陶瓷过滤材料的研究及其处理高温烟气过滤除尘技术	13
无焰燃烧冷凝锅炉	15
炼钢用氧枪及氧燃喷枪节能技术	16
城市生活垃圾填埋场渗滤液处理新技术	17
超细颗粒物减排新技术	26
新型高效复合脱硫脱硝技术	27
微生物-植物耦合水体污染治理技术	29
湿地保护与修复技术	30
微藻提取培养技术	31
纤维太阳能电池	32
新型燃料电池聚合物质子交换膜	36
煤矸石生产高性能氮氧化物耐火材料技术	39
新粉煤灰与矿渣制备高性能矿渣纤维技术	41
新型高效复合脱硫、脱硝材料与技术	43
煤炭发电过程余热高效回收技术	45
提高热效率降低氮氧化物排放的无焰燃烧技术	48

纳米材料的大规模组装及能源应用	50
工业印染废水矿物法脱色新技术	53
固定化微生物污水处理技术	56
高效微生物采油技术	60
高效污染治理微生物制剂与应用技术	62
无污染废糖蜜高效酒精发酵技术	64
厨房垃圾资源化利用技术	66
农村有机废物资源化综合利用	68
生活排水多介质生态湿地处理技术	70
处理污染河水的河道旁路沟渠式生物接触氧化法	72
超级固体生物发酵塔	78
污泥干化处理新工艺	81
污泥微波处理器	84
高灵敏宽程现场分析测试盒	86
提高凝析油气田产量的气润湿反转技术	91
中低温地热资源综合利用技术	93
油气田产量预测软件	95
运用超临界 CO ₂ 构筑的高效太阳能发电/供冷/供热技术	98
运用超临界 CO ₂ 构筑的高效太阳能热水器技术	101
运用超临界 CO ₂ 构筑的高效太阳能干燥技术	102
运用超临界 CO ₂ 构筑的高效太阳能供暖技术	103
CO ₂ 热泵区域供暖/制冷技术	104
超低温制冷 CO ₂ 热泵技术	106

中低温废热高效利用发电/供暖技术.....	108
废热燃料化技术.....	110
天然气热冷电高效三联供技术.....	112
使用可再生式能源（太阳能，风能等）或者清洁能源	
（天然气等）的海水淡化/污水处理技术.....	114
清洁电解水制氢技术	116
小型风力发电技术.....	118
自然循环高效脱氮工艺——GNC.....	120
垃圾渗滤组合处理技术——GLC.....	122
高效生物滤池工艺——GBAF.....	124
高效生态处理系列技术——GEWP	126
新型环保发动机压电喷油器的关键技术.....	128
汽车车体噪声与振动信号处理和控制.....	135
便携式光伏电源的开发应用	142
以反方向旋转的立轴风机.....	148
CCS 项目技术支持、咨询与服务	153
——中国首个 CCS 项目-神华 10 万吨/年	153
全钒液流电池离子交换膜.....	157
过氧酰基硝酸酯(PANS)在线监测仪	159
GC-FID/MS 快速在线监测仪	162
大气气态污染物与气溶胶连续收集与在线分析仪.....	165
光电催化技术.....	168
生化铁—碱溶液气体脱硫技术	171
乙二醇或聚乙二醇脱出气体中 SO^x 的方法	175

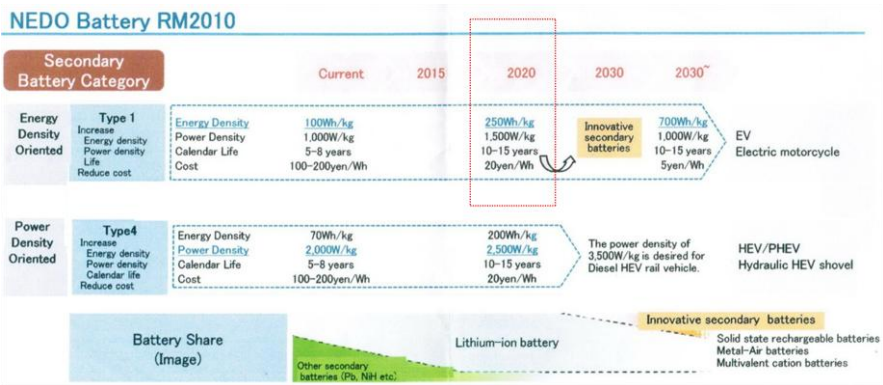
脱硫脱硝工艺方法	179
基于固相碳源的反硝化脱氮技术	182
ANAMMOX 微生物快速培养及其高效污水生物脱氮技术	186
ANAMMOX 微生物快速培养技术服务	189
新型动力锂离子二次电池.....	190
高效大面积染料敏化太阳能电池集成组装	194
新型双面透光透明柔性可弯折染料敏化太阳能电池.....	198
柔性可编织纤维太阳能电池	200
高效海水淡化技术	204
煤化工污水处理及再循环利用项目	211
微生物采油技术.....	213
微藻生物油脂技术.....	216
新能源水电解制氢系统	219
油氢混合型智能加氢内燃机系统	222
异养硝化-好氧反硝化除磷功能微生物与一步法碳氮磷去除工艺.....	227

高比能电池研发

一、项目背景

大力发展电动汽车，是新能源产业的重点。在寻找新能源的过程中，锂离子动力电池作为新一代的节能环保能源越来越受到重视。然而，到目前为止，动力型锂离子电池的能量密度为 70~100Wh/kg 左右，功率密度为 800~1500W/kg，使用寿命为 6—8 年，制约电动汽车商业化普及。

从电动汽车应用的要求看，锂离子动力电池在产品设计、一致性、安全与可靠性、成本、应用研究、尤其是能量密度等方面还需进行大量的研发。开展高比能电动汽车用锂离子动力电池及其配套材料产业技术的研究，致力于形成车用配套动力电池产品系列，对于推动我国电动车产业的发展具有重要的战略意义。



二、研究内容

本课题联合国内相关材料研究与产业化的优势力量，以“十五”以来在车用锂离子动力电池方面形成的技术为基础，结合先进的电池制造技术，瞄准电动汽车的研究和产业发展的要求，以形成富锂化合物为正极、硅/碳复合物为负极的高能量密度锂离子动力电池成套产业技术体系和产品系列为目标，围绕生产技术、产品设计和质量控制等问题，突破电池一致性、安全与可靠性、成本和电动汽车上的应用等关键技术，主

要研究内容包括：

1. 锂离子动力电池正极材料的产业技术：采用湿化学结合高温固相反应法制备高性能富锂化合物，研究包覆层的设计及 Li^+ 吸收剂的选择，考察其对不可逆容量以及对电极材料稳定性的影响， Li^+ 吸收剂与富锂材料协同作用脱嵌 Li^+ 行为机理，合成过程工艺参数的优化、反应过程控制，形成自主知识产权的制备技术。
2. 锂离子动力电池负极材料的产业技术：采用低温还原技术制备硅/碳复合材料，研究氧化亚锰的颗粒大小及内嵌形貌的要控制备，优化合成过程工艺参数；形成自主知识产权负极材料产业化技术。
3. 以富锂化合物为正极，氧化亚锰/碳复合材料为负极的锂离子动力电池产业技术：采用自动化生产装备和先进的工艺流程，突破关键工艺技术，形成锂离子动力电池成套生产工艺技术；优化制造过程中各工艺参数，提高电池的性能和寿命，降低成本；研究工艺过程控制，形成工艺控制与技术规范、产品设计和质量-标准；产品性能一致性研究，
4. 锂离子动力电池模块、系统评价与试验研究：采用 ARC（加速量热分析法）分析评价影响电池及材料的安全性化学因素；重点研究标准模块和系统的安全评价方法，提出系统安全检测标准；完善单体电池使用寿命的预测方法，研究电池模块、系统的性能评价与寿命预测方法。
5. 复合多孔电极材料结构性能演变规律：采用同步辐射 X 射线纳米 CT，原位观察电池工作状态下电极材料结构性能演变过程，研究变温状态下多孔电极结构性能关系，揭示多孔电极老化机理，得到多孔电极三维结构的参数，如孔隙率、曲折因子和孔径尺寸等；分析微纳尺度多孔电极结构参数对电池性能的影响，系统研究多孔电极的动力学性质、循环性、安全性、储锂容量、效率等，指导高功率

锂动力电池多孔电极的设计。

课题预期目标是完善以富锂化合物为正极，硅/碳复合材料为负极的锂离子动力电池的制备，形成能量密度大于 240wh/kg,寿命大于 800 次的新型锂离子动力电池。

三、国内外研究现状

近年来，国内新型锂离子动力电池研发主要集中在以下几个方面：高容量锰基固熔体、镍基层状材料制备及应用；硅基、锡基合金负极制备及应用；电池设计及安全新技术。

高容量锰基固熔体：采用高容量锰基固熔体，电池能量密度有望较目前商品化的钴酸锂、锰酸锂及磷酸铁锂大幅度提高。问题：循环寿命-倍率性能-电压滞后-振实密度低。

高容量镍基层状材料：掺杂钴铝的镍基层状材料，具有较高的比容量（约 180mAh/g）及良好的循环稳定性。问题：工业化制备困难。

合金化负极：采用硅、锡等合金化材料，负极材料的比容量有望较目前商品化的炭负极成倍提高。问题：体积变化→粉化→容量快速衰减。

四、技术优势

1.本项目研究和专利分析

本课题以形成高比能锂离子动力电池产品为主要目标，以前期研究工作与技术成果为基础，研究团队在本课题研究技术方面已申请了大量的专利。在锂离子动力电池制备、安全性及电极材料方面，具有 30 余项专利，其中授权发明专利 20 项。

从专利申请和授权情况上看，目前围绕锂离子动力电池研究技术国内外已有较多的专利。由于新型高比能锂离子动力电池尚处于研发阶段，在正、负极新结构与新工艺、电池设计与安全性新工艺、新型材料方面专利并不多见，具有很大的发展空间。

根据上述计算曲线获得实现目标比能量值时,电池对正负极比容量的最低要求目标比能量大于 250wh/kg, (假设电压为 3.6 伏, 比容量单位 mAh/g)

2. 技术优势

通过控制合成,成功地研制出表面具有开放结构的锰基固熔体纳米片, 6C 倍率下可逆容量达到 197mAh/g, 为控制合成高容量正极材料提供了新思路。首次不可逆容量损失仅为 48mAh/g; 0.2C 时, 循环 20 次后容量高达 250mAh/g; 在 2C 时, 可逆容量高达 210mAh/g, 为高容量正极材料的开发及工程化制备提供了坚实的基础。

高容量硅基负极: 硅碳复合材料首次比容量为 652mAh/g, 循环 40 周容量保持率为 93%。为高容量硅基负极的开发及工程化技术提供了坚实基础。

锡基合金负极: 锡锑钴合金负极首次充放电效率为 80%, 循环 300 周容量为 560mAh/g, 为高容量锡基负极的开发奠定了基础。

五、技术指标

所开发目标及电池主要技术指标:

以电动汽车技术中长期发展需求为导向, 探索新型电极材料的制备与应用, 发展高比能锂离子动力电池设计的新原理和新方法, 突破关键材料及电池的制备技术。

容量规格 (Ah)	20
功率密度 (W/kg)	≥800
能量密度 (Wh/kg)	≥250
使用温度范围 (℃)	-25~60
荷电保持能力 (常温下搁置 28 天)	≥90%

安全性	通过行标或规范要求
电池循环寿命	≥800 次

六、合作方式

联合开发，技术转让。

秸秆-燃料乙醇生产技术

植物纤维素是地球上最丰富、最廉价而又可再生的资源，我国每年仅作物秸秆的纤维素产量就高达 2 亿吨，植物纤维素的利用一直是国际国内的热点和前沿研究课题。北京大学工学院利用基因工程技术，培育出具有高发酵能力，高活性而且抗污染能力强的发酵酵母，以农业废弃秸秆为原料，采用浓硫酸糖化的方法获得较高的糖回收率，生产第二代生物燃料乙醇，纤维素乙醇可作为石油液体燃料的替代品，并且减低二氧化碳的排放，是可再生的清洁能源。

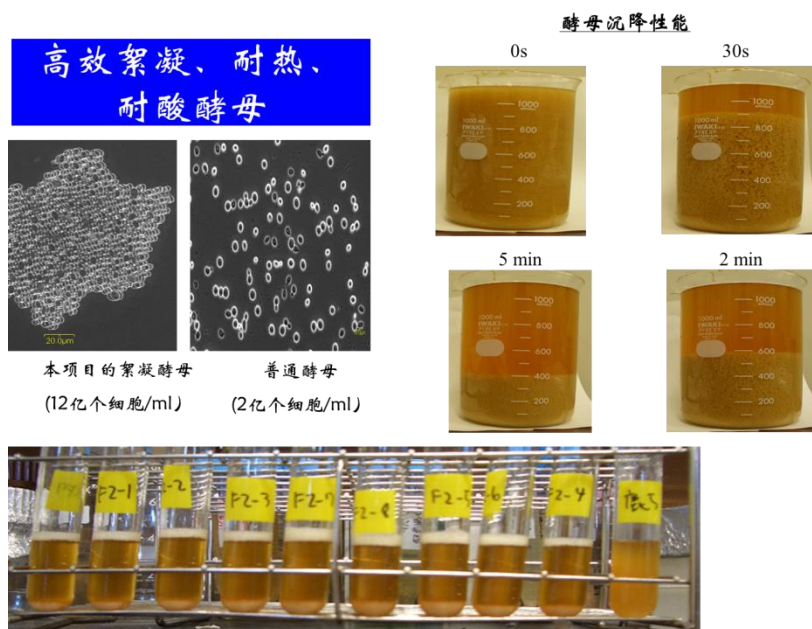


图 实验室采样试剂

该项目在日本 NEDO 基金支持下完成了中试，转化率超过 20%，吨酒精成本约 2800 元，目前正进行产业化示范应用。

处理废液废水过滤器及过滤陶瓷管的开发

一、项目简介

北京大学工学院与江西高新企业合作研究，开发了系列陶瓷膜制品技术以及生产陶瓷过滤装备。陶瓷膜过滤元件及过滤器产品可广泛用于石油化工、化肥、脱硫、轻工、食品、酿造、冶金、电子、生物制药等行业，固液分离、气固分离、废水处理等应用领域。主要产品有系列多孔陶瓷管、陶瓷膜超滤设备、高温陶瓷除尘器、催化剂回收陶瓷过滤器、油水分离器、放空过滤器、给回水过滤器、错流过滤器、各种溶液和废水过滤装置等。另外，还制备各种高性能、高温陶瓷复合膜过滤管、陶瓷错流过滤膜元件和工业陶瓷化工填料产品。

处理废液废水过滤器及过滤陶瓷管已成功应用在锅炉烟尘废水处理上，达到了循环利用、不磨损管道、水泵叶轮、烟囱排放气体中不含黑色灰尘颗粒的目标。特别是近期与天津钢铁集团公司合作，成功应用于处理炼钢连铸冷却水，将在钢铁冶金生产过程有广泛的市场。

二、微孔陶瓷管及过滤器工作原理

陶瓷膜过滤管由内撑体和外分离膜部分，二次烧结工艺而成。内支撑体微孔较大，外分离膜微孔较小，在使用中因外分离膜拦截较小颗粒，而进入孔道的部分颗粒又因内支撑微孔较大不易堵塞。避免了陶瓷过滤管在使用中因布朗运动，扩散、碰撞颗粒进入陶瓷过滤管内部深层，无法反吹洗再生的情况。

陶瓷膜过滤管的内支撑体孔径 $64\mu\text{m}$ ，外膜孔径 $0.1\mu\text{m}$ ，显气孔率 62.03%，破坏负荷 120N。

由上部圆柱形壳体和下部圆锥形组成，内部分原水区（待处理废水）和净化区（经膜管处理后的清水）。工作时，废水在压力作用下由过滤器下部进水管进入原水区，经过微孔陶瓷膜过滤管挂膜处理后由膜管内孔

进入净化区，清水从过滤器上部的出水口排出。当工作一段时间后，需要对膜管进行反冲洗，提高其过滤效果，促使其再生。这时，压缩空气从过滤器上部的反冲口进入，由电磁阀口向陶瓷膜管内壁进行喷吹清洗，附在陶瓷膜管外壁的处理物在喷吹的过程中掉入过滤器的锥形体并经下部排渣口排出过滤器。这样周期性工作，陶瓷膜管即达到清洗净化再持续工作。整个工作过程的电控采用先进的 PLC 可编程序控制器。

三、产品与照片



高温陶瓷过滤材料的研究及其处理高温烟气过滤除尘技术

一、项目简介

北京大学工学院合作研发了系列陶瓷膜制品技术以及生产陶瓷过滤装备。陶瓷膜过滤元件及过滤器产品可广泛用于石油化工、冶金、脱硫、化肥、轻工、电子、生物制药等行业固液分离、气固分离、废水处理等应用领域。主要产品有系列多孔陶瓷管、陶瓷膜超滤设备、高温陶瓷除尘器、催化剂回收陶瓷过滤器、油水分离器、放空过滤器和废水过滤装置等。另外，还制备各种高性能、高温陶瓷复合膜过滤管、陶瓷错流过滤膜元件和工业陶瓷化工填料产品。

目前，正在合作开发高温陶瓷过滤材料及处理高温烟气和煤气过滤除尘的技术及装置。高温烟气过滤除尘器是以碳化硅和堇青石等制备成陶瓷复合管为过滤核心材料的一种自动控制过滤、清洗的高性能除尘装置。主要是由高温陶瓷过滤系统、高温高压风机系统、高压脉冲反吹系统、在线自控系统和检测系统组成。

二、高温陶瓷管除尘过滤器工作原理

增压风机后的高温含尘烟气，进入高温陶瓷过滤器内，由高温除尘过滤管元件内腔，在元件内轴向汇入气体室净化，然后洁净的高温烟气从出气管道排除。高温含尘烟气中的粉尘颗粒在高温陶瓷过滤管元件的外侧表面形成了一定厚度的灰饼，随着灰尘厚度的堆积，就需要对高温陶瓷过滤元件进行反吹清洗，实现分组在线反吹陶瓷过滤元件。

高温高压飞灰过滤器可在煤气化上，供全套的设计基础及核心的过滤元件。合成气中的飞灰是在过滤器进行脱除。用半连续排放系统将飞灰从槽中脱除出去。经过滤器后的清洁气含灰分为 $2\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，过滤器上

过滤器是煤气化系统中易发生堵塞的位置，在过滤器进口安装了机械安全阀系统。过滤器上还安装差压测量仪，在发生堵塞前差压测量仪会使气化炉停车。这种在第一位置处的跳车可以保护过滤器管板（操作压力 0.03MPa、跳车压力 0.05MPa、设计压力 0.07MPa）。含灰分小于 20 mg/Nm³ 的清洁合成气进入湿洗系统或直接进入燃气轮机。



无焰燃烧冷凝锅炉

无焰燃烧是近二十年国际燃烧领域发展的一种最新的燃烧方式，它的另一个名称叫“温和低氧稀释”（MILD）燃烧。该燃烧是低氧、低温（900～1200℃）条件下的容积燃烧，具有无焰透亮、热流分布均匀、燃烧噪音小及温度波动小等特点。相比传统的局部高温有焰燃烧，该低温燃烧要求小得多的炉膛空间，故平均炉温提高、辐射传热大大增强，热利用效率显著提高；非常重要的一点，它的污染物（NO_x和CO等）排放几乎为零！

无焰燃烧冷凝锅炉采用北京大学-阿德莱德大学联合开发的世界领先的全预混 MILD 燃烧技术，使气体燃料与空气在燃烧发生前百分之百地充分混合，减少完全燃烧需要的过剩空气，降低了空气的需求量，并提高了排放烟气的露点，使烟气更早进入冷凝阶段。

传统锅炉中，排烟温度一般在 160～250℃，使得燃料燃烧时产生的水(如 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$)在烟气中处于过热状态的水蒸气，随烟气从烟囱中流失。传统燃气锅炉热效率最高只能达到 91%。而无焰燃烧冷凝锅炉把排烟温度降低到 60℃左右，充分回收了烟气中的显热和水蒸气的凝结潜热，热效率可达 106%。同时在能量回收过程中，由于上述无焰燃烧降低了有害气体特别是氮氧化物（< 10 ppm）的排放，大大减少了环境污染。



图：功率为 50kW 的天然气有焰（左）和无焰（右）炉内燃烧

炼钢用氧枪及氧燃喷枪节能技术

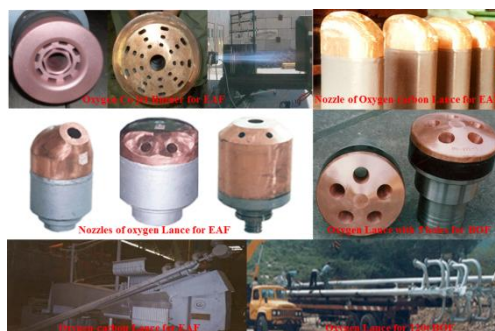
氧枪是转炉炼钢过程不可缺少的关键设备，直接影响炼钢的技术经济指标。电弧炉炼钢采用氧碳枪向炉内喷吹氧气和碳粉，提高生产率、降低电耗和生产成本。聚合射流氧燃喷枪技术用于炼钢，可以促进我国炼钢技术的发展。

北京大学建立了我国最先进的专门从事氧枪喷头射流特性的测试装置，为我国炼钢氧枪及氧燃枪的设计和加工生产奠定了理论指导的基础，并开发了多种实用技术。

(1)用于电弧炉炼钢的氧碳枪复合喷头已获得国家发明专利(专利号: ZL02104089.3)，碳氧枪技术在电弧炉炼钢过程中的应用获得 2005 年青海省科技进步二等奖，并带来巨大的经济效益。

(2)转炉新型高效氧枪系统节能技术每年直接经济效益超过亿元，获得 2006 年天津市科技进步二等奖；转炉高效供氧与底吹耦合集成技术的研究与应用获得 2010 年天津市科技进步奖；获得 2 项 (ZL200510087212.9 和 ZL200610165219.2) 国家发明专利。

(3)与天钢合作成功开发了电弧炉聚合燃烧装置系统节能技术，完全取代了从意大利进口的聚合式氧燃喷枪装置。



城市生活垃圾填埋场渗滤液处理新技术

一、技术背景

目前，我国历年城市生活垃圾堆存量已超过 66 亿吨，侵占 35 亿多平方米的土地，660 个建制城市中约有 2/3 被垃圾包围(图 1)。城市生活垃圾已严重危害生态环境、人们生活与健康。住房和城乡建设部、环境保护部、科技部联合制定的《城市生活垃圾处理及污染防治技术政策》指出，卫生填埋是我国现阶段城市生活垃圾的主要处理方法。卫生填埋具有技术成熟、投资和运行费用低、处理垃圾量大、适用于所有类型垃圾等优点，但其在填埋阶段以及填埋场封场后监管期间产生的垃圾渗滤液却是一个相当棘手的问题。

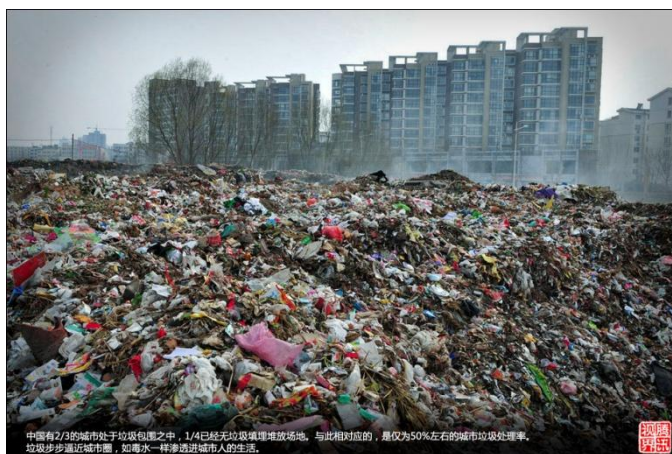


图 1 垃圾包围城市

垃圾渗滤液是指垃圾在堆放和填埋过程中由于压实、发酵等物理、化学以及生物作用，同时在降水和地下水渗流作用下产生的一种高浓度污水(图 2)。垃圾渗滤液中有机物繁杂（含致癌致畸物质）、氨氮浓度高、重金属种类多、水质变化大、后期可生化

性差，其处理作为一项技术难题在国内外一直没有得到很好的解决。垃圾渗滤液危害性大，如处理不当，会恶化空气、污染土壤、危害地表水或地下水。国务院 2011 年 4 月《关于进一步加强城市生活垃圾处理工作的意见》明确要求：填埋设施运营单位要防止废液渗漏；加快国家级和区域性生活垃圾处理技术研究中心建设，加强基础性研究，重点突破渗滤液处理等关键性技术。



图 2 垃圾渗滤液收集池

二、主要技术内容

垃圾渗滤液的处理目标即降低有机污染物、氨氮和重金属浓度，并尽量简化工艺，减少成本，能够实现处理液达标排放或回用。根据中华人民共和国国家污水综合排放标准(GB 8978-1996)，垃圾渗滤液处理的三级排放标准为化学需氧量（COD）浓度 ≤ 1000 mg/L；二级排放标准为 COD 浓度 ≤ 300 mg/L， $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度 ≤ 50 mg/L；一级排放标准为 COD 浓度 ≤ 100 mg/L， $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度 ≤ 15 mg/L。同时，对各种重金属浓度也有相应规定。

垃圾渗滤液难于处理的原因包括：渗滤液水质变化大、含有生物难降解有机物、重金属和氨氮浓度高。我们采用矿物法与生

物法组合处理渗滤液，其工艺步骤主要包括：先采用生物法的膜生物反应器(Membrane Bioreactor，简称 MBR)技术去除大量有机污染物和氨氮，再采用矿物法处理生物难降解有机物、重金属以及剩余氨氮。矿物法与生物法组合处理垃圾渗滤液新技术，可以使垃圾渗滤液处理出水可以达到国家一级排放标准。

三、技术创新性

生物法的优势在于生物可以快速繁殖，将有机物和氨氮作为养分得以降解或去除，能够低成本地处理大量污染物。矿物法的优势体现在能够直接处理生物难降解有机物、重金属与氨氮污染物，而且受水质水量变化影响小，抗冲击性好，处理效果稳定。生物法与矿物法协同治理环境污染，充分发挥有机界与无机界所共同拥有的自然界天然自净化作用，正是在污染治理与环境修复领域开发绿色环保技术的体现。

在垃圾渗滤液处理工程中，MBR 技术可以高效处理生物可降解有机物与氨氮，矿物法能够有效处理生物难降解有机物、重金属与氨氮。将生物法 MBR 技术与矿物法处理技术进行组合，可以充分发挥有机界生物法和无机界矿物法的综合优势功能，为垃圾渗滤液的无害化处理提供科学依据与技术支撑。目前已自主设计、组装、调试、运行一整套的中试工程实验设备，垃圾渗滤液处理出水能够达到国家一级排放标准。

四、知识产权

获得国家发明专利，拥有自主知识产权。

五、国内外相关技术现状与趋势

垃圾渗滤液是一种污染性很强的高浓度有机废水，其处理是世界上公认的难题。我国垃圾卫生填埋发展较晚，20 世纪 80 年代初，生活垃圾处理主要以高温堆肥及在城郊裸露堆置为主，全国无一家正规垃圾填埋场。20 世纪 80 年代中后期开始规划筹建比较规范的垃圾填埋场。因此，渗滤液处理厂的建设亦起步较晚，从时间上看垃圾渗滤液处理经历了两个阶段。第一阶段从 90 年代初期开始，处理工艺主要参照城市污水处理方法，第二阶段从 90 年代后期开始，主要采用生化处理与物化处理相结合的处理方法。自 2000 年以后，为满足排放标准要求，膜处理开始用于渗滤液处理。

目前，国内外垃圾渗滤液的处理方案有：与城市污水合并处理(场外处理)，土地处理(场外和场内处理均可)，循环喷洒处理即回灌处理(场内处理)，以及建立独立的场内完全处理。合并处理、土地处理与回灌处理比较经济、简单，但大部分城市受各种客观因素的限制，只能建立独立的场内完全处理系统处理垃圾渗滤液，场内完全处理技术主要有：物化处理技术、生物处理技术、矿化垃圾处理技术以及上述技术的各种组合形式等，具体如表 1。

表1 垃圾渗滤液的处理技术

处理技术	典型代表	
物化法	吸附法、混凝法、氨吹脱法、蒸发法、离子交换、电渗析、电解等	
	化学氧化法	Fenton法、光化学氧化、电化学氧化、臭氧氧化法、超临界氧化法等
	膜分离法	微滤、超滤、纳滤、反渗透等

生物法	好氧生物处理	活性污泥法、曝气氧化塘、生物膜法等
	厌氧生物处理	普通厌氧消化、两相厌氧消化、厌氧生物滤池、厌氧折流板反应器、上流式污泥床反应器、厌氧复合床等
	厌氧好氧生物相结合	间歇式活性污泥法(SBR)、A(缺氧活性污泥)/B(A/O淹没式生物膜)、厌氧池—SBR法、厌氧—好氧生物流化床、上流式污泥层滤池-固定化微生物曝气生物滤池、膜生物反应器(MBR)等
矿化垃圾法	塔式矿化垃圾反应床、 改性矿化垃圾反应床 等	

生物法处理垃圾渗滤液是最常用的方法，国内主要垃圾填埋场渗滤液处理多采用生物技术，包括好氧生物处理、厌氧生物处理和厌氧好氧相结合的处理方式。但生物法无法处理难生物降解有机物与高浓度重金属，所以单一采用生物法，很难使垃圾渗滤液处理出水达标排放。

物理化学方法耐冲击负荷，对生物法难以处理的重金属离子和难降解的有机物有较好的去除效果，但在处理成本上必须降低，处理工艺上需进一步优化。因此，物化法多用于渗滤液的预处理与深度处理。

最近几年，矿化垃圾生物反应床技术处理垃圾渗滤液不断成熟，并在一些实际工程中得到了应用。但矿化垃圾法处理渗滤液工艺在应用中尚存在如下问题：处理能力相对较低，导致系统占地面积较大；床层配水有堵塞或短流现象；总氮的去除率较低， $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量较高；出水水质有待于深度处理等。

总之，渗滤液处理作为水处理技术研究的一个独立分支，与常规的废水处理方法有相通之处，但也有其特殊之处。由于渗滤液水质复杂多变，采用单一的处理方法一般不能满足其处理要求，需要通过不同方法进行优化组合与灵活应用，才能实现有效的处

理。此外，由于渗滤液的污染负荷很高，处理难度较大，不仅要考虑处理工艺的有效性和稳定性，还须考虑其处理工艺的经济合理性。

六、市场状况

1. 市场需求与结构

当今时代，人类所产生的垃圾量每年约有 31 亿吨，超过历史上任何时期。城市生活垃圾污染大气环境、威胁地面水和地下水水质、侵占农田、危害土壤、滋生虫害、传染疾病以及影响城市容貌等，已被公认为城市公害之一。目前，国内外垃圾处理的主要方式有以下三种：卫生填埋、焚烧、堆肥。美国，填埋占 85%，焚烧占 10%。日本国土不大，填埋占 26.9%，焚烧占 61%。西欧国家主要以填埋为主，并多为有控制的填埋。我国 85% 以上的城市生活垃圾采用填埋处理。卫生填埋处理垃圾有很多优势，但垃圾在填埋阶段以及填埋场封场后监管期间产生的垃圾渗滤液，危害性大，需要进行处理才能安全排放。以北京市为例，2010 年，北京市 90% 的生活垃圾采用填埋处理，运行的大型垃圾卫生填埋场有 13 座（图 3），都面临垃圾渗滤液处理这一环境问题。北京市生活垃圾填埋场中渗滤液引起地下水有机物污染状况令人担忧，垃圾渗滤液的处理已经成为制约垃圾卫生填埋发展的瓶颈问题之一。

从北京市垃圾渗滤液的处理困境，到全国 660 个建制城市约 2/3 被垃圾包围的现状，再到国务院 2011 年 4 月制定的《关于进一步加强城市生活垃圾处理工作的意见》，可以发现，开发经济高效的垃圾渗滤液控制和治理技术迫在眉睫，优越的垃圾渗滤液处理技术将供不应求。



图3 2010年北京市13座大型垃圾卫生填埋场分布

2. 竞争状况

目前，国内外垃圾渗滤液现行的处理方法有物理法、化学法、生物法、矿化垃圾法以及各种方法的组合形式等。物理法的典型代表为反渗透法(RO)，化学法的典型代表为 Fenton 高级氧化法，生物法的典型代表为间歇式活性污泥法(SBR)，以及矿化垃圾法的典型代表为矿化垃圾生物反应床技术。组合形式主要包括：生物法+反渗透，生物法+Fenton 高级氧化法，矿化垃圾法+反渗透等。

表 2 以处理 COD 浓度在 3000~9500 mg/L 之间、NH₃-N 浓度在 1000~4000 mg/L 之间、重金属含量高的垃圾渗滤液为标准，将各类型处理技术进行比较，包括矿物法与生物法组合的本技术。

表 2 垃圾渗滤液处理技术综合比较

技术 项目		反渗 透 (RO)	Fenton 高级 氧化	间歇 式活 性污 泥法 (SBR)	矿化 垃圾 生物 反应 床	生物 法 + RO	生物法 +Fenton 法	矿化 垃圾 法+ RO	生物 法 + 矿物 法
技术效果									
技 术	出水标准	一级	一级	三级 或不	三级 或不	一级	一级	一级	一级

效果				达标	达标				
	生物难降解有机物处理能力	强	中	弱	弱	强	中	强	强
	重金属处理能力	强	中	弱	弱	强	中	强	强
	抗冲击能力	差	差	中	中	差	差	差	优
	国外技术依赖度	高	低	低	低	高	低	高	低
环境效益	环境友好性	中	差	好	好	中	差	中	好
	资源化程度	低	低	低	中	低	低	中	高
	浓缩液产生量	多	无	少	少	中	无	中	无
	污泥产生量	少	中	中	中	少	中	少	多
经济效益	药剂消耗	中	高	低	低	中	高	中	低
	器材消耗	高	中	低	低	高	中	高	低
	电力能耗	高	低	低	中	高	低	高	低
	投资要求	高	中	中	中	高	中	高	中

通过比较可见，矿物法与生物法组合处理垃圾渗滤液新技术，可以有效处理生物难降解有机物与重金属，处理出水可以达到国家一级标准，抗冲击能力优越，对国外技术依赖度低；处理工艺的环境相容性好，不产生浓缩液，污泥经浓缩压滤后形成滤饼可以资源化利用；原料来源广泛，能耗与器材消耗低，投资要求适度，综合效益明显优于现行的垃圾渗滤液处理技术。

七、产业化方案

和国内有实力的环保企业合作，共同开发。

1. 目标

合作建立产业化基地和公司。

2. 投资估算

总投资 1000 万元。

超细颗粒物减排新技术

燃煤烟尘是超细可吸入颗粒物 PM2.5(粒径在 $2.5\mu\text{m}$ 及以下颗粒物, 亦称可入肺颗粒物)的最主要来源。监测结果表明, 可吸入颗粒物是目前我国城市大气环境的首要污染物, 其中 PM2.5 的污染问题尤为严重。燃烧产生的 PM2.5 通常富集各种有害重金属元素, 对生态环境和人体健康的危害极大, 日益引起世界各国的高度重视。我国也将其治理提到了一个前所未有的高度, “十二五”期间将开展设立 PM2.5 排放标准限值的可行性研究。

工学院在深入研究 PM2.5 的团聚和聚集到较大颗粒物上的各种流体力学影响因素的基础上, 开发出新的空气动力学聚并技术, 使流体射流与固体结构相结合, 产生大、中、小多尺度漩涡并存的产涡装置, 它们能使不同尺度的颗粒随烟气气流做不同轨迹的运动, 从而使大颗粒能频繁地“穿越”微细颗粒的密集区, 成为后者的“吸铁石”, 帮助提高除尘装置(特别是静电除尘器)的除尘效率。

目前项目已在工业中得到应用, 可减少 PM2.5 约 50%~70% 的排放。



图 超细
颗粒物
减排工
作现场

新型高效复合脱硫脱硝技术

煤炭燃烧是中国大气污染物排放的主要来源。煤燃烧会产生颗粒物、二氧化硫 (SO_2)、氮氧化物(NO_x)、氯化氢(HCl)、氟化氢(HF)、碳氢化合物等污染物的排放。我国燃煤二氧化硫的排放量占二氧化硫总排放量的85%以上, 由 SO_2 等酸性气体所导致的酸雨对自然环境造成了极大的危害。对氮氧化物 (NO_x) 的排放控制, 我国尚未取得实质性的进展, 从而导致 NO_x 排放逐年增加。

国内外对燃煤过程硫污染治理做了大量的工作, 开发出了许多治理的方法, 但是现有方法都存在着明显的缺点, 主要包括: 投资大、运行费用高, 或者废弃脱硫剂无回收价值, 废弃脱硫剂的堆放存储占有大部分的面积, 同时容易造成二次污染等等。北京大学研发的活性半焦-纳米粒子复合脱硫剂, 充分利用纳米粒子的高比表面积和催化功能实现了 SO_2 的高效脱除, 同时, 对脱硫后催化剂的再生工艺实现了技术突破, 再生后催化剂的脱硫性能基本保持不变, 并成功获得了纯度较高的二氧化硫, 实现了脱硫——硫资源化一体化的工艺。该工艺拥有投资成本少(石灰-石膏法的 50%)、不需运行成本(所得到的硫产品价值足以弥补制备复合脱硫剂的成本)等优点。

对于燃烧产生的 NO_x 污染的控制技术主要包括燃烧前控制(燃煤脱氮和低 NO_x 燃烧新工艺)和生成后的烟气脱硝, 但前者技术不成熟、脱硝效率不高, 因此后者仍是 NO_x 污染控制的主要技术。目前, 脱硝的主要工艺为选择性催化还原法(SCR), 但由于其的催化温度要求高(300°C 以上), 必须在脱硫前脱硝, 催化剂因在高温、高粉尘的环境下工作, 导致安装复杂、寿命短。我们研究的活性半焦/纳米粒子复合低温 SCR 催化剂, 在 $100\sim 120^\circ\text{C}$ 即能产生非常优秀的脱硝效果, 可在脱硫后(温

度较低) 进行脱硝, 不但节约能源, 而且由于脱硫后烟气得到过滤, 粉尘少, 催化剂寿命显著延长。

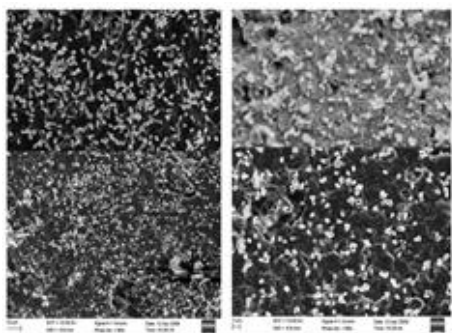


图 1 催化分解效果

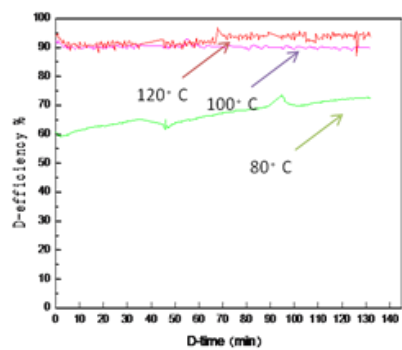


图 2 不同温度下的脱硝效果

微生物-植物耦合水体污染治理技术

通过对特定高效植物与微生物的筛选，人工构建高效的“水生植物—微生物群落”有机污染物去除体系，应用于湖岸与水深较浅的水体，以



强化对外源与内源污染的治理和环境修复，全面治理水体中有机物和磷污染、保护水资源，是公认的生态修复优先技术。而且，针对不同生态环境污染，从现场环境中筛选和构建具有高效污染修复的水

生植物-微生物群落体系，更具有针对性强、适应性强、效率高、低成本和对原有生态环境没有威胁等优点。

工学院通过长期系统研究，已经完成难降解有机磷化合物微生物—植物耦合净化体系理论模型构建，建立了对有机磷农药和难降解有机物具有高效分解能力的微生物菌群（同时可以作为微生物菌剂应用在水环境以外的如土壤环境的修复中）筛选、培育方法，开发了从相应污染环境筛选具有有机物吸收或降解功能的水生植物的技术，具备先进的构建高效的“水生植物-微生物群落”有机污染物去除体系的实际工程技术能力。

现已针对代表性的水库和湖泊筛选出 3 种农药和多环芳烃有机物修复的微生物体系，以及具有潜在应用价值的 4 种水生植物。

湿地保护与修复技术

湿地被喻为“地球之肾”，是地球三大生态系统之一，湿地保护和资源可持续利用直接关系着人类的生存和发展，但目前我国湿地退化与破坏形势极其严峻，已经到了危害国家可持续发展的地步。对湿地保护与修复相关的理论技术、政策法规、规划管理等进行系统的研究和开发已刻不容缓。由于湿地综合了土壤、植物、微生物、水体、化学物质等多种复杂成分和过程，对湿地的认知、保护和利用涉及物理、化学、生态学、地球生物学、水力学、环境科学与工程、经济学、法学、教育学等多学科原理和方法，需要多学科的综合交叉和系统协调。

北京大学是全国学科门类最齐全的大学，在国家林业局的批准下，成立了“国家湿地保护与修复技术中心”，中心依托北京大学工学院，联合北京大学相关院系，广泛联系国内外一流的产学研科技资源，逐步形成系统研究湿地保护、修复和可持续利用的跨部门、跨学科、跨区域综合统一的科学技术研究发展平台，在湿地保护、修复重建与可持续利用相关的科学理论、工程技术等领域取得多项重大科技成果，并应用到北京大学绿色校园、汉江流域修复、汾河治理等实际工程中，取得了较好的经济社会效益。



微藻提取培养技术

微藻是一种光合作用效率极高的微生物。微藻能高效利用太阳能和捕获温室气体二氧化碳。同时具有油脂含量高、生长周期短、产量高等优点，被认为是一种最有前途的生物柴油可再生资源。此外，微藻还含有人类所必需的蛋白质和高活性蛋白质（如藻蓝蛋白、藻糖蛋白）、藻多糖、Omega-3多不饱和脂肪酸、类胡萝卜素（包括虾青素）以及其它多种生物活性物质。开发和利用微藻将是解决人类能源和食品资源以及研发新药物的重要途径之一。

工学院在藻种选育和基因构建方面进行了深入研究，在天然环境如泥土、树林、石墙、淡水与海水等处进行不同藻种采取，并通过藻种选育或基因工程构建，以及油脂合成的代谢调控等方法策略提高微藻细胞油脂含量。同时，提出了利用独特异养方式规模化高密度培养微藻以生产生物能源和其它高附加值产物的技术路线，微藻可在密闭的生物反应器内及可控的条件下生长、合成所需产物，并适合大规模工业化生产。目前这类生物反应器最大可以做到600吨，培养周期依藻的种类不同而存在差异，最快的36小时就是一个培养周期。



图 1 微藻培养池



图 2 生物封闭式反应器

纤维太阳能电池

一、项目概况

太阳能是储存量最大，可利用时间最长，最没有地域差别的无成本清洁能源。太阳能电池在工作时除了阳光之外不需要其它任何原料，因此运行成本低，而且环保。此外，无论高空、陆地还是海洋都可安装；使用极其方便，一直是能源技术，特别是清洁能源技术的重要组成部分之一。

太阳能电池主要可以分为 1)无机太阳能电池；2)有机太阳能电池；3)复合型太阳能电池。传统的 Si 电池等无机太阳能电池由于成本较高以及容易损坏等缺点，尽管它的效率较高，但是难以大规模普及。有机太阳能电池效率一直没有突破，而且其耐环境高温及暴晒性能差。相对于其它类型的太阳能电池，作为复合型太阳能电池的一种，染料敏化太阳能电池具有成本低廉、工艺简单、效率相对较高、利于柔性化等诸多优点，近二十年来国内外发展都十分迅速。图 1 是目前国外正在研制中的染料敏化太阳能电池模块实例。

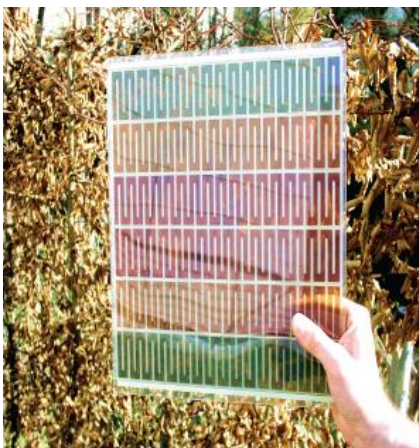


图 1 染料敏化太阳能电池模块例

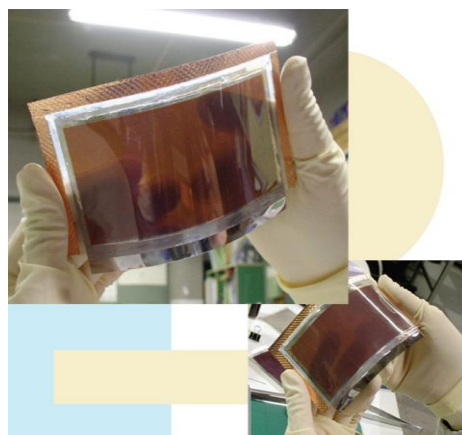


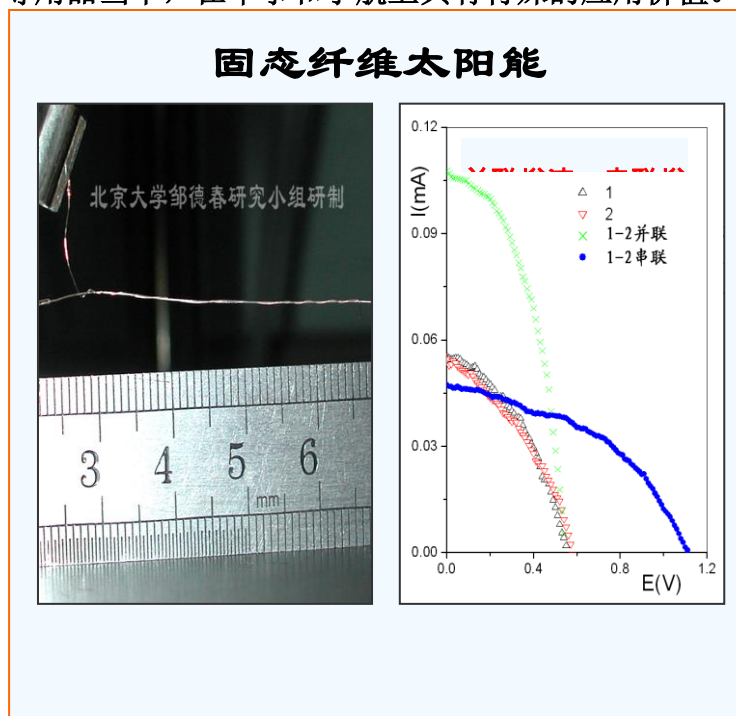
图 2 柔性染料敏化太阳能电池例

传统的太阳能电池都是硬质的平板，电池一旦制造出来，外形都被固定。电池，尤其是面积较大的电池模块，它在运输、安装、使用时都很不方便。如果能将电池做成柔软的形态，即电池制造完成以后，其外形还可以根据使用者的要求进行适当改变，无疑将带来极大方便。图 2 是制作在塑料薄膜基底上的染料敏化太阳能电池的实例。柔性电池具有很好的变形和抗震能力，可以更加容易地集成到个人服饰，帐篷，车辆外蓬等交通工具外壳，包裹等等场合。而电池柔性化的关键就是获得柔性工作电极。由于太阳能电池对透光性的要求，目前的柔性电极的研究主要集中在透明高分子与透明无机导电氧化物的复合基底(PET/ITO)上，但是这类基底热稳定性差，容易机械疲劳，并且成本很难降低，研发前景也相对有限。

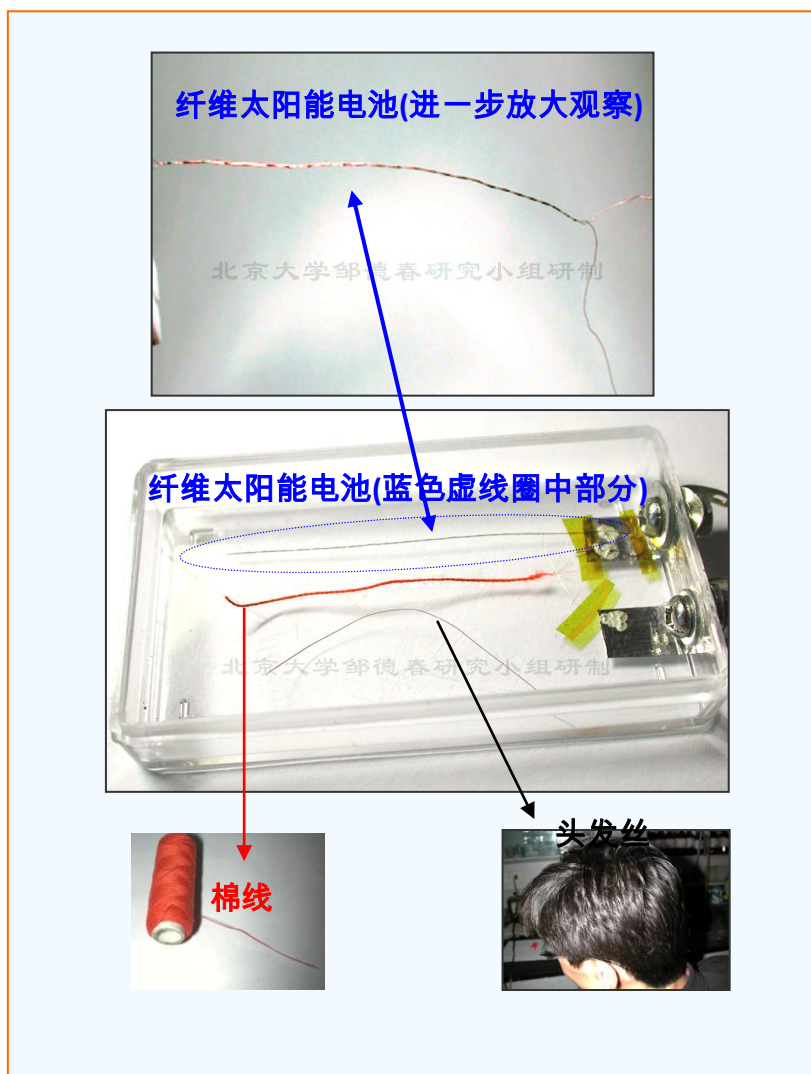
北京大学化学学院的研究小组充分发挥纳米结构的特点，开发出了具有自主知识产权的新型柔性染料敏化太阳能电池技术。成功地将网状结构引入到太阳能电池电极结构的设计中，利用普通的廉价导电材料，如不锈钢丝网等，制备了具有良好透光性的网状柔性工作电极，并首次组装了完全无需透明导电无机氧化物的染料敏化太阳能电池，获得了良好的初期性能。研究证明，网状结构的概念可以使太阳能电池电极材料彻底摆脱透光性的限制，极大的拓宽材料的选择范围。该类工作电极不仅具有良好的热稳定性和机械强度，而且制造成本大幅度降低，加工工艺也非常简单。相对于传统的高分子基底，网状柔性工作电极的柔性更加优良，作为初期的研究结果，液态电池的开路电压已经达到 700mV，短路电流 4.5mA，转换效率超过 1.5%。目前正在往进一步高效率化方向努力。相关内容拥有自主专利保护（已获得国内专利授权）。

微型化是当前电子设备发展的大趋势，但是随之而来，留给供电系统的空间越来越有限，形状也越来越不规整。这为将来太阳能电池尤其是柔性太阳能电池的发展提出了更高的要求。为了解决这一问题，作为电池柔性化的进一步拓展，邹德春教授所领导的研究小组在网状电极的

基础上，进一步向更高维度上的柔性做出了尝试。该研究小组利用自主研发的纤维电池加工系统，采用普通导电纤维制备了一种新型的太阳能电池——**纤维状太阳能电池**。通过纤维基底的选择，电池的直径可以小于 0.1 毫米，甚至几十微米。现在**固态纤维太阳能电池的最高效率也已经达到了 2%（加反射镜后）**。由于所用原料中同样避免了透明导电氧化物，该类电池的成本同样非常低廉。利用这类电池，通过简单的串并联连接可以轻松的实现特殊的电流/电压输出。而且，由于结构上的对称性，该类电池对入射光的角度依赖性相对平面电池大大降低。这为光探头等方面的延伸应用带来了许多优势，在作战环境的自动化监测等场合，都有相当的应用价值。尤其值得一提的是，由于这类电池真正实现了纤维的形态，这为以后实现电池与棉、麻等纤维混纺织布提供了可能，可以彻底解决电池形态对电池应用的限制，使电池完全相融的结合到帐篷、服饰、包裹等用品当中，在军事和宇航上具有特殊的应用价值。



纤维太阳能电池与棉线以及头发丝的外观尺寸对比



新型燃料电池聚合物质子交换膜

一、项目背景

燃料电池(Fuel Cell)是一种将化学能不经过热而直接转化为电能的装置。它利用氢气、天然气、煤气以及甲醇等非石油类燃料与纯氧或空气分别在电池的两极发生氧化-还原反应,连续不断地对环境提供直流电。燃料电池被认为是继火力、水力和核能发电之后有希望大量提供电力的第四种发电技术。

燃料电池有多种,各种燃料电池之间的差别在于使用的电解质不同。质子交换膜燃料电池(Proton Exchange Membrane Fuel Cell,即 PEMFC)以质子交换膜为电解质,其特点是无噪音,零污染;无腐蚀,寿命长。由于其比功率大,能量效率高,工作温度低,启动速度快,特别适于用作动力电池。

PEMFC 技术是目前世界上最成熟的一种能将氢气与空气中的氧气化合成洁净水并释放出电能的技术。然而 PEMFC 燃料电池要在性能及价格方面达到与内燃机汽车有竞争力的水平还有大量的工作要做,特别是价格方面,20 世纪 80 年代时燃料电池每千瓦功率的价格为 1500~2000 美元,本世纪初达到 500~600 美元,也就是说一辆功率为 50kw 的汽车,仅燃料电池的价格仍需 25000~30000 美元,为了降低价格,世界各国正在大力研究新材料(如新的质子交换膜,新的催化材料及技术等)、新结构、新工艺和新技术。

二、应用前景

PEMFC 作为新一代能源技术应用十分广泛,凡是需要能源、动力的地方都可以应用 PEMFC。PEMFC 可用作汽车和摩托车等交通工具动力系统,

可用作可移动小型供电系统，可用作电子设备的不间断电源，可用作分散型电站，可用作军事、医疗、娱乐场所等的应急电源等，各种各样的 PEMFC 产品将渗透到社会各行各业乃至普通家庭，其广阔的应用前景可与计算机技术比美。

由于 PEMFC 应用前景广阔，市场潜力巨大，对产业结构升级、环境保护及经济的可持续发展均有重要意义。鉴于其重要性，燃料电池已经被美国列为使美国保持经济繁荣和国家安全而必须发展的 27 项关键技术之一，并被美国、加拿大等发达国家认定为 21 世纪首选的清洁能源系统。在我国，对 PEMFC 技术也非常重视，被列为面向产业化的国家“十五”“863”重大科技攻关专项。可以说研究开发 PEMFC 技术，我们与发达国家的差距并不是很大。

三、研究开发现状

PEMFC 主体由膜电极(membrane electrode assembly)、集流板和冷却板等组成。膜电极是 PEMFC 的核心部分。目前主要的膜材料为美国 Du Pont 公司的 Nafion 膜、美国 Dow 化学公司的 Dow 膜、日本 Asahi 公司的 Aciplex 膜及日本 Asahi Glass 公司的 Flemion 膜等；催化剂为负载 Pt(阴极)和负载 Pt-Ru(阳极)；集流板为 Ti 板、涂层金属板或石墨板。在 PEMFC 技术中，关键是膜电极的制作和电池水/热平衡控制技术。前者决定着电池的性能，后者则关系到电池能否稳定运行。前已述及 PEMFC 组件的价格十分昂贵，以膜电极中的质子交换膜和催化剂 Pt 为甚，这一直是限制 PEMFC 投入使用的主要原因。目前降低 PEMFC 组件成本的研究方兴未艾，其中以膜电极的研究报道最多。开发新的高性能膜材料，降低 Pt 含量，扩大 Pt 催化表面积，提高催化性能，高效利用质子交换膜，优化电极反应条件是摆在研究者面前的重要课题，此外在甲醇直接燃料电池中，目前的膜还存在严重的缺陷(甲醇渗透)，有必要开发新的质子

交换膜。

当前，开发价格低廉，性能优良的膜材料是各国关注的焦点，特别是在日本目前有不少科研机构正在进行膜材料的开发研究。

四、产品开发计划

我们采用电离辐射技术开发了一系列以含氟聚合物膜为基材的质子交换膜。研究表明新膜的成本约为 Nafion 膜的 7%~10%，质子交换能力优于 Nafion 膜，而且在醇水混合体系中极少溶胀，可望用于直接甲醇燃料电池。可见这种新的制备方法对燃料电池成本的降低及膜性能的改进是一大福音。希望与有关科研院所及企业合作进行产品的开发。

五、经济及社会效益分析

据调研，目前 Nafion 膜的市场价格为 600~800 美元 / 平方米，在实验室我们制作的膜成本约为 60 美元 / 平方米，由此可见该膜的成功开发具有巨大的经济效益。

目前，燃料电池聚物质子交换膜主要依赖进口，而且价格昂贵，极大地限制了它的应用。新膜的成功开发可使燃料电池产品成本大幅度降低，从而加快它的民用化进程，产生巨大的经济效益和社会效益。

六、合作方式

联合开发。

煤矸石生产高性能氮氧化物耐火材料技术

一、项目概述

煤矸石的主要矿物是粘土矿，主要成分是二氧化硅、三氧化二铝以及残存的碳。而煤矸石所含的二氧化硅、三氧化二铝以及残碳又是碳热还原-氮化工艺合成复合氮氧化铝硅（一种新型高性能耐火材料）的主要原料。利用煤矸石合成高性能的氮氧化物耐火材料，既可以充分利用煤矸石废弃资源与能源，还可以解决耐火材料原料紧张的局面，并提供高性能的新型耐火材料产品，同时缓解因耐火材料开采、生产以及煤矸石污染等带来的一系列环境与社会问题。



煤矸石制成的高性能氮氧化物耐火材料

二、应用范围

利用电厂或大型矿业企业产生的煤矸石生产高性能氮氧化物复合耐火材料产品，可以应用于高炉及有色金属冶炼。

三、技术优势

北京大学工学院与山西新型炉业集团公司、北京科技大学联合研发的利用煤矸石生产高性能氮氧化物复合耐火材料产品，经过近 5 年的联

合攻关，年处理 5 万吨煤矸石的工业示范生产线于 2009 年 10 月 19 日在山西太原点火。经过几年工艺、设备等的联合攻关，利用煤矸石为原料生产的氮氧化物耐火材料产品的性能已经全面达到了以金属铝粉和金属硅粉为原料的产品水平。该项目不仅是拥有 6 项国家发明专利的具有自主知识产权的煤炭副产物环保新技术，其工业示范还是该领域在世界范围内的首次技术突破。

研究还发现，氮氧化物耐火材料具有极其优异的抗侵蚀和抗热震性能，利用煤矸石合成的氮氧化物耐火材料不仅可以直接用于高炉以及有色金属冶炼用耐火材料，而且在铁沟耐火材料、铁水包耐火材料、连铸中间包耐火材料以及连铸水口功能耐火材料中适量加入所合成的氮氧化物耐火材料，可以不同程度提高各类耐火材料的使用寿命。

因此，该类耐火材料的工业生产与推广应用，不仅实现了煤矸石的高附加值利用，而且可以提高多种传统耐火材料的质量，提高该类耐火材料的市场竞争力，促进耐火材料工业和耐火材料产品的更新换代。

四、技术水平

国际领先水平。

五、所需设备及投资估算

总投资 7000 万元。

六、合作方式

合作建立产业化基地和公司。

新粉煤灰与矿渣制备高性能矿渣纤维技术

一、项目概述

2008 年我国燃煤电厂以及供热燃煤锅炉所产生的粉煤灰（渣）量近 4 亿吨，占全国工业固体废弃物约 40%。随着煤电的增长，每年新增粉煤灰贮藏量约 0.5 亿吨，至 2008 年粉煤灰历年贮藏量超过 12 亿吨，不仅消耗大量的冲灰用水，而且占用大量的土地。目前所利用的部分粉煤灰基本上局限于低附加值的填路和建材等。今后如果大幅度开发低阶劣质煤的利用，则粉煤灰排放可能大幅度攀升，预计到 2020 年，我国粉煤灰年排量将达 5 亿吨左右，且大部分在远离大城市的矿区，能否拓展粉煤灰的使用领域、提高单位利用价值，已成为影响我国煤炭、电力工业可持续发展的重要制约因素。因此开发粉煤灰、煤渣高技术、大规模的高附加值的产品不仅可以解决制约煤电发展瓶颈，还可有效缓解粉煤灰堆存占用土地及粉尘对西部、华北等干燥地区区域环境的影响。

二、应用范围

燃煤企业固体废物处理，新型环保建材生产。

三、技术优势

北京大学工学院首次研究了利用粉煤灰（渣）与高炉渣制备矿渣纤维的工艺技术，取得了较好的研究成果。已经申报了相关的发明专利，且获得了科技部和国家发改委的联合资助。在实验室内系统研究各种粉煤灰与炉渣混合后熔渣组成对熔渣黏度与表面张力的影响规律及黏度控制方法；研究了混合熔渣温度与熔渣黏度与表面张力的关系与控制方法；研究了不同熔渣黏度与表面张力时适宜的熔渣纤维化工艺与纤维质量；研究了添加剂种类与加入量对熔渣纤维化工艺与纤维质量的改善作用。

不仅在实验室内获得了优质纤维，而且进行了 200 公斤级的放大试验。

四、技术水平

国际先进水平。

五、项目所处阶段

实验室开发阶段。

六、市场状况及市场预测

根据粉煤灰、煤渣的组织与物性特点，开发硅酸铝纤维产品是一条可行的高附加值利用途径，粉煤灰纤维化技术不仅可以成分利用煤灰、煤渣中的各种成分，而且可以利用煤渣的热能，从而降低生产成本！利用煤灰、煤渣生产的纤维可以制备保温隔热材料以及建筑保温材料，不仅可以大规模生产，从而解决粉煤灰、渣的规模化利用问题，而且大幅度提高我国建筑节能水平，从而为我国节能降耗和改善环境做出贡献。

七、所需设备及投资估算

总投资 1000 万元。

八、合作方式

合作建立产业化基地和公司。

新型高效复合脱硫、脱硝材料与技术

一、项目概述

燃煤过程二氧化硫排放是大气中二氧化硫的主要来源，国内外对燃煤过程硫污染治理做了大量的工作，开发出了许多治理的方法，但是，已经可以工业化或者中试过的主要方法都存在着明显的缺点，主要包括：投资大、运行费用高，或者废弃脱硫剂无回收价值，废弃脱硫剂的堆放存储占有大部分的面积，同时容易造成二次污染等等。目前，我国烟气脱硫主要采用石灰 / 石膏法，虽然脱硫效率高、技术成熟，但是存在着大量无法解决的问题：不仅在制备 CaO 时需要排出大量的 CO_2 ，而且其脱硫产品——石膏，几乎无回收经济价值，堆放存储的废弃脱硫石膏占有大量的土地，释放出有毒物质，造成二次污染，而且浪费大量的硫资源。

二、应用范围

燃煤企业脱硫、脱硝。

三、技术优势

北京大学工学院利用纳米表面修饰活性半焦的方法，制备了性能优异的新型烟气脱硫剂。分别申报了新型活性半焦生产方法以及新型纳米复合脱硫、脱硝剂的生产与脱硫工艺的发明专利。所开发的吸附-再生型的新型脱硫剂及其脱硫工艺，具有脱硫效果好、工艺流程短、投资与生产成本低、脱硫剂可循环使用、脱硫副产品可充分回收等优点，而且，通过优化的工艺，可实现同时脱硫与脱硝。具有很好的应用前景与实际推广价值。

四、技术水平

国际先进水平。

五、项目所处阶段

实验室开发阶段。

六、市场状况及市场预测

本技术可应用于现有燃煤工业锅炉的煤改气工程，为更加节能、更具环保的燃气工业锅炉提供了新的实现途径，具有显著的经济效益、社会效益和环境效益。

七、所需设备及投资估算

总投资 3000 万元。

八、合作方式

合作建立产业化基地和公司。

煤炭发电过程余热高效回收技术

一、项目概述

煤炭电力系统烟气、灰渣都含有大量的显热，如何利用该类废热（余热）具有重要的意义。北京大学在此领域进行了系统的研究，所研发的废热利用技术主要分为两种。一是中低温的废热，一般 500°C 以下，特别是 200°C 以下的废热难用于发电。发电技术的热力学循环中利用的流体工质，对环境不造成污染。有效实现发电的效率在 $6\%\sim 30\%$ 之间。除发电外，还可以向用户供暖以及热水等。新研发的技术，可以用 60°C 水平的低温发电以及供能。特点是：利用自然流体工质的特殊流动及传热特点，在特定温度范围内有效吸收废热，并用于发电；离开发电机组后的自然性、功能性流体的温度还较高，可以进一步为用户供热水和供暖等。



全国每年接近 2 亿吨高炉渣 1500 度高炉渣余热几乎浪费

二、应用范围

在电厂、焦化厂等处有效利用 300℃ 以上废热，二氧化碳减排。

三、技术优势

北京大学工学院系统研究了工业余热综合回收技术，利用无污染超临界流体介质，产用新型热电联产技术，研究开发具有自主知识产权的余热综合利用技术、工艺以及相关的设备，此外，利用 300℃ 以上的各种废热，可将二甲醚等转化为燃烧值更高的氢能源。除有效将废热转化成燃烧值更高的清洁燃料外，还能消耗二氧化碳。设计的反应器使一些燃料，如二甲醚等与一些物质反应，生成具有更高热值的清洁燃料。可以在电厂、焦化厂等处有效利用 300℃ 以上废热，为二氧化碳减排做出贡献。

四、技术水平

国际先进水平。

五、项目所处阶段

实验室开发阶段，需要进一步研发可以形成产品。

六、市场状况及市场预测

根据我国能源消费的结果，此类高效废热利用技术市场潜力巨大。不仅可以应用于煤炭工业，而且在其它能源、资源工业以及民用场所都具有很大的应用潜力和市场。

七、所需设备及投资估算

总投资 200 万元。

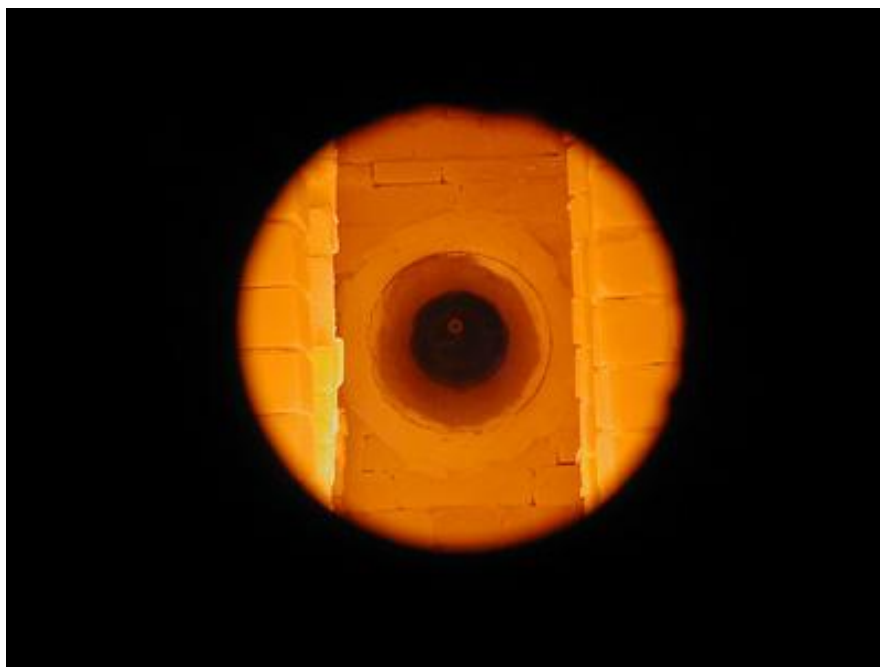
八、合作方式

合作建立产业化基地和公司。

提高热效率降低氮氧化物排放的无焰燃烧技术

一、项目概述

最近十余年国际燃烧领域发展了一种新型的燃烧方式：无焰燃烧。这种燃烧可以发生在低氧（2%~15%）和低温（900~1200℃）的条件下，具有炉膛整体燃烧的特征和热流分布均匀、燃烧噪音小及温度波动小等特点。相比局部高温的有焰燃烧，这种燃烧的污染物 NO_x 和 CO 等的生成显著降低（大约可降低 70%以上），辐射传热增加及热利用效率大幅度提高（有时超过 50%）。另外，无焰燃烧对使用低热值（劣质）燃料有明显的优势。由于集节能、减排、环保于一身，无焰燃烧技术被国际燃烧界誉为 21 世纪最有发展前途的燃烧技术。



无焰燃烧

二、应用范围

改进工业锅炉的燃烧方式。

三、技术优势

北京大学能源与资源工程系对无焰燃烧已进行过多年的基础和应用研究。利用无焰燃烧方式实现了高效低污染物排放的新炉膛设计。北京大学研究发现：无焰燃烧的发生并不需要满足现有相关技术所要求的“空气高温预热以及与燃料分开喷入”等条件，而燃料-空气射流喷入炉膛的初始高动量才是无焰燃烧能否实现的关键、是设计这种炉膛和改造现有炉膛的重要控制因素。另外，北京大学也实验过使用固体燃料（包括煤粉和锯木粉）的燃烧，并发现使用与燃气同样的炉膛及燃烧器系统也能实现固体燃料的无焰燃烧。

四、技术水平

国际先进水平。

五、市场状况及市场预测

本技术可应用于现有燃煤工业锅炉的煤改气工程，为更加节能、更具环保的燃气工业锅炉提供了新的实现途径，已在天津滨海新区有示范线。具有显著的经济效益、社会效益和环境效益。

六、所需设备及投资估算

总投资 1000 万元。

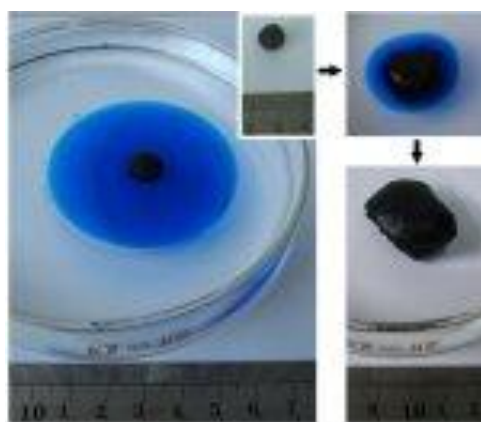
七、合作方式

合作建立产业化基地和公司。

纳米材料的大规模组装及能源应用

一、项目概述

纳米材料具有很高的比表面积、多样的表面改性方法、优异的力学和光电性能，在环境领域（如催化、过滤）具有广阔的应用前景。实际的应用则要求材料具备可控的显微及宏观结构，能够大批量低成本生产，并且易于操作和回收等特性。曹安源教授和清华大学机械工程系吴德海教授领导的研究小组进行合作，开发了一种新型的“碳纳米管海绵”材料。这种材料的密度只有水的 1%，孔隙率达到 99%以上，在电子显微镜下观测是由无数碳纳米管互相搭接形成的一个三维空间网络结构。初步的研究结果表明，碳纳米管海绵可以快速吸收并储存相当于自身重量 80 到 180 倍的各种有机溶剂和油类（汽油、柴油、润滑油、植物油等）。与之相比，普通的有机聚合物海绵、自然界的多孔纤维物质、活性炭等常用材料吸附油类的重量比只有 40 或者更低。



纳米海绵

二、应用范围

水面油污清除、油田溢油处理、水源净化等。

三、技术特性和技术优势

1. 碳纳米管海绵具有很好的力学性能，可以被反复地压缩、压实之后仍然能够恢复原来的形状。这种超弹性起源于碳纳米管的独特石墨层片管状结构，以及它们在三维空间中的立体搭接。当环境中的油污被吸入到海绵体内，可以像拧出毛巾里的水一样被直接挤压出来再利用，碳纳米管海绵也能被反复循环使用而不会解体。

2. 在高温下合成的碳纳米管及其宏观体结构具有超疏水、亲油的表面特性。因此碳纳米管海绵不需要经过复杂的化学改性处理就可以直接投入使用，在油水混合的情况下可以强烈地吸收油性分子而不吸收任何水分。这种很高的选择性是其它各种材料所不具备的。

3. 体积大的块状的碳纳米管海绵能够被压实成任意形状（如球形、片状）的小颗粒，一经吸收液体马上膨胀回原来的多孔结构。这些海绵颗粒可以随意地抛洒在水面或海面，在漂浮的过程中吸收并除去水表面的污染物。使用、运输和储存都很便利。同时，碳纳米管在恶性环境或海水中的稳定性极高，在空气中可抗几百度的高温。

四、技术水平

国际领先水平。

五、项目所处阶段

实验室开发阶段。

六、所需设备及投资估算

总投资 200 万元。

七、合作方式

合作建立产业化基地和公司。

工业印染废水矿物法脱色新技术

一、项目概述

当今，全球合成染料年产量约为 100 万吨，其中我国约占 20%。染料生产投入的原料大部分是芳烃化合物和杂环化合物，因而使生产过程中所排放的废水绝大多数是以苯、萘、蒽、醌等芳香团作为母体的有机物，带有显色集团，颜色很深，色度达 500~500000，有很强的污染感。如果直接排放，将会对水源造成严重污染，因此研究染料废水的处理对保护生态环境和人类健康有很重要的意义。目前，工业上常用的染料废水处理有絮凝沉淀法、电解法、氧化法、吸附法和生物降解法等。但是，这些方法普遍具有成本高、时效短且有二次污染等缺点。

本项目技术是一种成本低、应用范围广泛、无二次污染的印染废水的脱色方法，利用无机高活性纳米矿物的强氧化性在酸性介质中快速高效的分解染料达到脱色的效果。

二、应用范围

本技术适用于各种工棉、麻、化学纤维及其混纺产品为主的印染厂排出的能够被氧化脱色的废水。

三、技术优势

本技术适用于多种染料脱色，例如活性艳红，活性艳蓝，活性黑，活性黄等多种染料，脱色率可达 90%以上。该技术反应效率高，时间短，1~2 小时即可完成脱色过程，并且高活性矿物材料可以重复使用，工艺流程简便，可操作性强，效果好，成本低，便于推广和使用。

四、技术水平

本技术属于拥有自主知识产权新型环保技术，本项目已申请专利，

已授权。

五、项目所处阶段

本项目技术已完成全部实验室小试实验工作，拟开展中试实验研究。实验室小试试验已对反应条件和影响因素开展了系统的研究，获得了实验室的最佳反应条件，探讨了矿物法染料脱色技术应用的机理，为进一步开展中试试验研究奠定了基础。

六、市场状况及市场预测

绿色环保已经成为印染行业发展的大趋势。在这样的形势驱使下，我国政府重拳出击，加大整治力度，印染企业方面也积极响应，共同解决印染废水的污染问题。本技术处理印染废水具有特效性强、方法新颖、工艺简单、成本低廉等优势，符合国家经济发展政策，经济效益明显，环境效益包括社会效益可观，能够成为我国印染厂水体污染治理工程中被自觉应用的新技术，具有十分可观的应用前景。

七、所需设备和投资估算

本技术所需反应设备简单，主要包括耐酸碱的搅拌反应罐、耐酸碱的泥浆泵、曝气沉淀池等，整个反应过程时间短，脱色效率高。所有材料或设备可外购或委托加工。不需要特别的场地。投资估算 100 万元。

八、受让方接产条件

由受让方出资准备材料和支付加工费，组织生产反应设备和提供环保治理场地，试运行。受让方的技术支持队伍需具备一定的机械加工技能、环保工程能力和计算机文字图案处理技术。

九、效益分析

主要预期经济效益解决印染废水脱色治理难题，推广该高效低廉的

新技术。技术成果如获得实际应用，可大大降低国内印染企业用于废水治理的成本，推动印染企业开展环境治理活动的积极性，极大的确保城市饮用水安全。本项目是利用高活性矿物材料氧化染料脱色，该项目在国内尚属空白，本项技术的发明和推广必在占领国内染料脱色处理行业的大部分份额，推动我国染料废水处理行业迅速发展，促进我国环保行业的蓬勃发展。本项目是以治理染料废水为目标，防治了水体污染，对生态环境的改善有着良好的促进作用，极大程度的保障了人民群众得生命健康安全，具有良好的社会效益。

十、合作方式

技术转让，技术合作。

固定化微生物污水处理技术

一、基本原理

固定化微生物技术利用物理或化学方法将游离微生物活性限定于一定的空间区域，并使其保持活性、反复利用的方法。其原理是采用大孔网状载体上的化学键将生物分子固定化，使其生物负载量 20-60g/L，大大提高了反应速度；微生物可按有机物降解的次序分级排列，有利于增殖速度缓慢的微生物的生长，可降低毒性物质对生物的影响，能高效处理高浓度、难降解、高毒性有机废水和高氨氮废水，特别是传统生物法不可降解的有机污染物。

二、关键技术

- 1、高效微生物：可降解一系列对于天然细菌有毒性的难降解化合物，并复合了杂环物质降解酶等酶制剂；
- 2、生物活性高分子载体：比表面大，生物量大，细菌结合牢固；
- 3、高效生物滤池：固定化微生物+曝气生物滤池。

三、应用范围

本技术可广泛应用于高浓度、难降解、高毒性有机废水和高氨氮废水处理领域，如化工、食品、皮革、造纸、炼油、采油、制药、火炸药、高氨氮废水、垃圾渗滤液、煤化工、农药和生活污水的治理，也可用于生活污水处理和江河湖泊的修复，具有广泛的应用前景。

典型规模：工业污水 20000 吨/天以下，生活污水 100000 吨/天以下。

四、工艺流程

预处理+高效生物滤池+后处理。

五、技术水平

本技术属自主研发，先后受到科技部、水利部、国防科工委、北京市农委、北京市教委等有关部门的支持，作为科技攻关项目相关的废水处理的主要技术之一，如国防基础科研、十一五科技支撑项目等重大项目 1000 多万元科研经费的支持。主要成果通过了 6 项省部级鉴定，鉴定结论：固定化微生物处理废水技术在处理高浓度有机废水方面国际先进，在处理高浓度氨氮废水方面国际领先。其主要成果“固定化微生物处理高氨氮废水的研究”获得 **2007 年高等学校科技进步一等奖**；发明专利“一种制备聚氨脂基生物固定化载体的工艺”获得了 **北京市 2008 年首届发明专利奖二等奖**，2009 年“高效微生物及其固定化技术在废水处理中的应用”获得了全球人居环境绿色技术奖。

以本技术为基础，根据废水处理的特点，结合其他工艺进行累积性创新，共申报外围国内发明专利近十项，目前正在申报美国、日本和欧洲专利。

六、投资与效益分析

1、投资情况

(1) 总投资

固定化微生物技术为污水处理核心技术，投资可大可小。核心技术涉及的产品均可委托加工，故不需要专门的设备和基建投资，投资 200 万元以上即可启动。

对于污水处理的工程投资，固定化微生物技术基本与现有的活性污泥法相比，基建投资可节省 60%~80%，设备投资基本持平或增加 10%~

30%。

(2) 运行费用

固定化微生物技术基本与现有的活性污泥法相比，运行可节省 10%~20%。

(3) 主体设备寿命

设计 10 年。

(4) 投资回收年限

对于固定化微生物技术的持有者或许可使用者，投资回收年限为 1 年。

对于市政污水处理利用利用固定化微生物作为主题技术的 BOT 投资者，如运行年限为 20 年，其投资回收年限 3~5 年。

2、经济效益分析

固定化微生物技术在处理高浓度有机污水、高氨氮污水以及有毒有害有机污水具有显著的特点，与现有技术相比，综合投资可节省 10%~30%，将低于运行费用 10%~20%；对一些工业污水，可实现污水的零排放，节省排污费。

3、环境效益分析

利用固定化微生物技术处理污水，COD 的消减量增加 15%以上，氨氮的消减量增加 30%以上，节约能源 30%以上，同时可将生活污水等处理到景观水或更高标准回用要求，可节约大量的水资源。由于能够处理一些传统方法不能处理的有毒有害的工业污水，可大量消减一些持久性有机物对生态的破坏，保护人民群众身体健康。

七、应用实例

本技术已在国内建成的废水处理项目 50 多座，获得了广大用户的认可，用户普遍认为，采用本技术对有毒有害有机物和氨氮的处理效果好，运行稳定，处理成本低，易于管理，没有二次污染。

1、辽宁庆阳特化工有限公司 6000 吨/天 TNT 废水处理工程，设计进水指标：pH：2，COD：300mg/L，硝基化合物：100mg/L，设计出水指标：pH：6~9，COD：50mg/L，硝基化合物：1mg/L。采用工艺：微电解+固定化微生物，工程投资 5500 万元，运行费用：2~3 元/吨水（受进水 pH 的影响较大），该工程于 2007 年 2 月竣工投入运行，出水指标平均值：COD：48mg/L，硝基化合物：0.85mg/L。

2、山西潞安环能 5000 吨/天焦化废水处理工程，设计进水指标：pH：8~9，NH₃-N：400mg/L，COD：5000mg/L，酚：700mg/L，SS：100mg/L，石油类：100 mg/L，氰化物：8.3mg/L。设计出水指标：pH：8~9，NH₃-N：15mg/L，COD：500mg/L，酚：0.5mg/L，SS：70mg/L，石油类：10mg/L，氰化物：0.5mg/L。采用工艺：隔油+气浮+固定化微生物，工程投资 5000 万元，运行费用：4 元/吨水，该工程于 2007 年 4 月竣工投入运行，出水指标平均值：COD：90mg/L，氨氮：5mg/L。出水全部回用于熄焦，实现了焦化厂废水零排放。

3、天津石化 1200 吨/天碱渣废水处理工程，设计进水指标：pH：8~9，NH₃-N：100mg/L，COD：3000mg/L，酚：200mg/L，

SS：100mg/L，石油类：100 mg/L，硫化物：8.3mg/L。设计出水指标：pH：8~9，NH₃-N：15mg/L，COD：500mg/L，酚：0.5mg/L，SS：70mg/L，石油类：10mg/L，硫化物：0.5mg/L。采用工艺：隔油+微电解+气浮+固定化微生物，工程投资 2500 万元，运行费用：3 元/吨水，该工程于 2006 年 4 月竣工投入运行，出水指标平均值：COD：120mg/L，氨氮：10mg/L。

高效微生物采油技术

一、项目概述

微生物采油技术主要利用油藏中微生物功能，提高原油流动性能来强化对石油的开采。微生物采油技术成功与否的关键之一是通过工程技术手段促进油藏中微生物的功能，并长期高效地保持其活性。为此，向油藏中投加高效微生物制剂、以增加油藏中功能微生物的数量，或者向油藏增加特定功能微生物的营养物质或者激活剂、以定向激活油藏中“本源”采油功能微生物的活性并增加其数量，是保证微生物采油技术高效成功的关键。本技术包括高效微生物采油菌剂，油藏本源采油微生物激活剂以及油藏本源采油微生物激活技术。

二、应用范围

本技术可以应用在我国所有石油开采企业。

三、技术优势和技术水平

本技术中的微生物菌剂由分离自油藏的本源微生物构建而成，与本源微生物群落具有很好的相容性，菌剂的使用不会对石油开采环境的微生物生态造成大的冲击；利用废弃农作物生物质作为油藏微生物激活剂的出发原料，可以达到废物有效利用，降低开采成本的目的；以高效微生物采油菌剂和油藏本源采油微生物激活剂为基础开发的油藏采油微生物激活技术，技术含量高，国内尚无相似技术，具有开采效率高，无环境二次污染，成本低的优点，适宜大规模推广应用。

四、项目所处阶段

在室内物理模拟，小规模矿场试验中都得到了较好的验证，表现

出了良好的效果。

五、市场状况及市场预测

我国目前石油来源的 50% 以上依赖进口，而本土石油的开采率只有 40% 左右，因此提高本土石油开采率是保障我国石油稳定供给的重要措施。在此背景下，本技术将具有广阔的市场应用前景，为各石油开采企业创造可观的经济效益。

六、合作方式和费用

双方共同进行现场技术验证，企业提供所有现场验证费用；后续工业化合作方式再行协商。

高效污染治理微生物制剂与应用技术

一、项目概述

长期以来，难降解工业废水包括：染料废水、焦化废水、化工废水、造纸废水、印染废水等，其生物处理效果一直无法稳定可靠，一个关键的制约因素就是无法构筑高效稳定的微生物群落。本项目利用自行发明的独特技术手段和措施，从各种污染环境大量获取了微生物菌种，构建了高效微生物菌种资源库。并开发一系列的工业废水微生物制剂，包括：

- 1) 焦化废水处理微生物制剂，
- 2) 染料废水处理微生物制剂，
- 3) 印染废水处理微生物制剂，
- 4) 化工废水处理微生物制剂（包括，环氧氯丙烷等高含盐废水治理微生物制剂，丙烯腈废水治理生物制剂等），
- 5) 石油废水处理微生物制剂，
- 6) 硫酸盐还原微生物等有害微生物的抑菌剂。

二、应用范围

各相关企业排放的废水处理。

三、技术优势和技术水平

本技术中所构建微生物菌剂中的组成微生物均分离自各相关废水污染环境或废水处理过程，所构建的菌剂可以单独使用也可以有效地和各处理过程本源微生物群落相互协作，有效地促进污染物的降解；各微生物菌剂在使用过程中可以长时间保持稳定的群落结构，保证废水处理高效稳定。

四、项目所处阶段

实验室小规模试验已取得良好结果，部分菌剂已完成中试和现场试验，验证了这些难降解工业废水处理微生物制剂的优势及效果。

五、市场状况及市场预测

焦化、印染、化工、石油等工业的废水处理一直是我国环境治理的重点和难点，每年都孕育着 100~200 亿元人民币的市场。由于它们所含的污染物多具有难降解、有毒等特点，一般的生物处理技术难以达到治理目标。本技术开发的一系列高效菌剂对各类废水中各种典型的难降解污染物有高效降解作用，一般的生物处理过程配合高效菌剂的使用，将能实现各种废水的达标处理，具有巨大的市场前景。

六、合作方式和费用

双方共同进行现场技术验证，企业提供所有现场验证费用；后续工业化合作方式再行协商。

无污染废糖蜜高效酒精发酵技术

一、项目概述

制糖工业的废糖蜜一直用来发酵生产乙醇。但是由于目前多采用浓硫酸酸化预处理工艺，蒸馏废液含有高浓度的硫酸根，后续处理困难，带来了严重的环境污染。针对废糖蜜酒精发酵存在的问题，开发了无硫酸酸化处理的高效发酵技术。利用糖蜜生产厂家现有生产条件和现有生产设备，通过采用可控制杂菌污染的发酵液输送技术，利用具有高效快速发酵能力的耐热酵母的絮凝性以及酵母回流技术提高单位发酵体积的酵母浓度，同时通过提高发酵槽酵母活性，抑制杂菌污染，实现废糖蜜的无硫酸酸化高效连续发酵生产。通过两级机械搅拌罐发酵，发酵液酒精浓度可达 80g/L 以上，发酵率 90%以上，酒精生产能力超过 6g/L/h。

二、应用范围

该工艺可以应用在目前所有以糖蜜为原料的乙醇生产企业，排放出的蒸馏废液可以采用生物处理方法进行处理，实现糖蜜酒精的无污染生产。

三、技术特点

本技术是以构建的高性能絮凝性乙醇发酵酵母为基础，以我国糖蜜生产存在的问题和目前的设备状况为背景，开发出的高效无污染糖蜜酒精发酵技术，技术含量高，处于领先水平。

四、项目所处阶段

实验室试验取得很好结果。

五、市场状况及市场预测

作为汽油的替代燃料，燃料乙醇的高效无污染生产技术开发是生物能源开发利用的重要组成部分。废糖蜜的乙醇发酵在我国已有很长的历史，但是在很大程度上是以牺牲环境为代价的。本技术为废糖蜜的无污染高效乙醇发酵提供了可能，将会使糖蜜乙醇生产企业彻底摆脱污染治理的困扰，具有很好的市场前景。

六、合作方式和费用

双方共同进行中试技术验证，企业提供所有中试所需设备和费用；后续工业化合作方式再行协商。

厨房垃圾资源化利用技术

一、项目概述

厨房垃圾是城市固体有机垃圾的重要组成部分，由于饮食和文化习惯，我国食堂和饭店的泔水量极大，造成了很大的资源浪费以及严重的城市环境问题。本技术通过乙醇-甲烷二级发酵，将厨房垃圾中生物质转化成液体燃料乙醇和气体燃料甲烷，在垃圾得到有效处理的同时回收其中的能量，实现厨房垃圾的高效资源化利用。资源化技术包括厨房垃圾的保鲜技术、预处理糖化技术、利用高效酵母的乙醇发酵技术和乙醇发酵残渣的高效甲烷发酵技术，乙醇生产能力可以达到 18 g/l/h, 甲烷发酵中有机物降解率可以达到 90%以上。

二、应用范围

本技术可以应用在人口密集的大中小城市，实现有机垃圾的资源化利用，有效地减轻城市垃圾处理负荷和环境污染。

三、技术特点

本技术以分离的乳酸菌和构建的高性能乙醇发酵酵母菌株为基础，对厨房垃圾的资源化进行了从应用基础到应用的研究开发，形成了一整套高效且实际可行的实用化技术，在厨房垃圾的保鲜，乙醇发酵及甲烷发酵技术方面具有领先水平。

四、项目所处阶段

实验室试验取得很好结果。

五、市场状况及市场预测

生物质能开发利用是我国新能源开发的重要组成部分。而包括城市垃圾在内的废弃生物质的资源化利用将不仅解决环境污染问题而且可以获得能源供给。本技术的应用将在一定程度上缓解我国城市环境污染，为各地方政府节约有机垃圾处理费用，同时获得液体和气体燃料，补充能源供给。

六、合作方式和费用

希望和地方政府及相关企业进行三方合作，进行中试技术验证，地方政府协调厨房垃圾的收集工作，企业提供中试所有设备和费用；后续工业化合作方式再行协商。

农村有机废物资源化综合利用

一、项目概述

农村面源污染已经成为目前我国水体污染的重要污染源。而农村有机生活垃圾和家禽家畜以及人类的粪尿是农村环境污染和周围水体污染的重要组成部分。本技术通过高效的甲烷发酵系统对这些有机废物同时进行处理，生产气体燃料甲烷的同时，获得环保型农业有机肥料，减少化学肥料的施用，改善农村整体环境，减轻水体污染。本技术包括混合废弃物的高温前处理技术，高效甲烷发酵技术和发酵液的肥料化技术。

二、应用范围

本技术可以应用在集落化程度比较高的农村乡镇，建立资源循环型新型农村体系。

三、技术优势和技术水平

本技术能够同时处理农村排放的主要有机废弃物，通过各种有机物废弃物的有效混合，使混合物达到较好的营养配比，更适合甲烷化处理；利用在不同温度进行的二级发酵技术，提高有机物降解率，使甲烷转化更彻底高效；肥料化过程简单，甲烷发酵液无需进行特殊处理即可作为有机肥料使用。

四、项目所处阶段

实验室试验取得很好结果。

五、市场状况及市场预测

建设社会主义新农村是我国农村的发展方向，而彻底解决农村环境

污染问题建立资源循环利用体系是其中的关键建设内容。另一方面，只有从源头对面源污染物进行控制和治理才能根本解决我国流域环境恶化、进行环境修复的目的。本技术的推广应用将为从根本上解决目前的农村环境以及流域面源污染问题提供可能，并提供大量的有机肥料、推动我国生态农业的发展，具有很好的应用前景。我国 3 大湖泊污染治理和环境保护就孕育着 3000~5000 亿人民币的市场，该技术的推广应用将具有巨大的市场前景。

六、合作方式和费用

希望和地方政府及相关企业进行三方合作，进行中试技术验证，地方政府协调各类废弃物的收集工作，企业提供中试所有设备和费用；后续工业化合作方式再行协商。

生活排水多介质生态湿地处理技术

一、项目概况

通过生物反应器中厌氧氨化菌、产酸菌和产甲烷菌的联合作用下，初步降解有机物；利用间歇曝气和多孔载体特有的微环境，实现同步硝化反硝化；设计多介质快速渗滤床，高效吸附截留悬浮物；构建多介质人工湿地，通过微生物、基质和植物的协同作用，实现生活污水的深度处理。生物反应器、多介质快速渗滤和多介质人工湿地三者功能分异，优势互补，在微动力和无泥水回流的情况下，稳定实现生活排水的深度处理及资源化。

二、技术关键

间歇曝气立体网状多孔载体浮动床微环境构建，高效脱氮微生物菌剂，多介质功能滤料，多介质快速渗滤床原位再生和多介质人工湿地嵌套填充方法为本技术的关键。

三、工艺流程

将污水泵入生物反应器的厌氧污泥床，经三相分离器分离后，再导入多孔载体浮动床，氨氮和有机物在此被大量去除后，通过配水管将污水引入多介质快速渗滤床，并在依次流经多介质渗滤槽的散水滤网、多介质功能滤料层、水洗钢渣层和砾石层的过程中吸附截留悬浮物，然后，经沉淀配水槽将污水配送至多介质人工湿地床，并在依次流经水洗钢渣层、砾石层、灰渣层和粗沙层的过程中实现深度脱氮、除磷和降解有机物。

四、应用领域

城市小区污水、办公楼污水、别墅污水、小城镇生活污水、养殖业废水和农村生活污水的深度脱氮除磷和资源化处理。

五、项目所处阶段

本项目为国家“十一五”科技支撑项目和“中小企业创新基金”项目联合资助自主研发。已在水利部顺义灌溉排水示范基地和江苏省张家港市农村生活排水处理工程中得到应用。

六、应用前景

目前,全国农村每年产生 800 多亿 m^3 生活污水,这部分污水中的 96% 尚未得到收集和有效处理。到 2010 年,全国建制镇将达到 2.5~3 万个,全国村镇自来水普及率达到 65%,污水总量将达到 1050 亿 m^3 ,以及城市小区、办公楼和别墅区等对微动力深度处理技术的市场需求,加之全自控运行、微动力间歇曝气、建设和运行费用低、污泥产量少、无需泥水回流、三层防堵设计和填料原位再生等技术优势,其推广前景十分广阔。

七、应用案例

水利部顺义灌溉排水示范基地工程规模为 $48\text{m}^3/\text{d}$,2008 年 10 月建成试运行;江苏省张家港市朱家宕村工程规模为 $20\text{m}^3/\text{d}$,2008 年 11 月建成试运行。水质指标稳定达到《城市污水处理厂污染物排放标准》一级 A 及一级 B 标准。

处理污染河水的河道旁路沟渠式生物接触氧化法

一、项目概述

本项目所用技术包括两项：1) 分段进水的生物接触氧化工艺 (Step-feeding Biological Contact Oxidation Process, SBCOP)；2) 附加回流的生物接触氧化工艺 (Inter-recycling Biological Contact Oxidation Process, IBCOP)。

SBCOP 在多级分段进水的情况下，将传统的生物接触氧化法与 A/O 工艺相结合，形成短时缺氧与好氧交替的流程。曝气段使用组合填料，非曝气段使用弹性立体填料，通过调整各段进水流量比率、气水比、水力停留时间等参数，有效去除 COD 及脱氮除磷，处理出水进入水生植物塘，再净化后排放至原河道下游。IBCOP 在传统生物接触氧化法基础上，借鉴 A/O 工艺的特点，曝气段使用组合填料，非曝气段使用弹性立体填料，通过调整水力停留时间、气水比、回流率等参数，有效去除 COD 及脱氮除磷，处理出水进入水生植物塘进行进一步的处理后再排放至原河道下游。

两项技术均可作为旁路处理系统，因地制宜地建设于河岸带，能适应来水和气候条件的大幅度波动，耐冲击负荷；处理水量大，处理出水水质稳定；不产生大量有机淤泥。该系统工程投资省，运行成本低，适用于分流处理受生活污水污染的河流。

二、应用范围

两项单元技术适用于受有机污染较为严重河流的旁路分流处理，能有效消除河水的黑臭现象，且不产生大量的有机淤泥，对有机碳和氮、磷都有较好的去除效果。

三、技术特点和技术指标

根据两项技术在滇池流域处理典型重污染河流的示范工程运行效果,可以说 SBCOP 和 IBCOP 技术是很适合流域为合流制排水系统中纳污河道的水质强化净化的两项单元技术。两项技术处理出水水质稳定,处理水量大;工程投资少,运行成本低;此外,能够充分利用河道周围的闲置土地,把污水处理的主体工艺融合于河岸带环境之中,实现河道污水经济有效的净化处理。

以 SBCOP 对滇池流域大清河开展的中试试验和示范工程表明:该系统在适宜的工况条件下(水力停留时间 2~5.4h,气水比 2:1~3:1,分段进水比 1:1:1~4:3:2),对污染物的去除率可达到:COD 45%,TN 15%,TP 15%,NH₃-N 45%;吨水投资约 400 元,处理成本 0.11 元/m³。

以 IBCOP 对滇池流域大清河开展的中试试验和示范工程表明:该系统在适宜的工况条件下(水力停留时间 2~5.4h,气水比 2:1~3:1,回流比 75%~200%),对污染物的去除率可达到:COD 50%,TN 20%,TP 20%,NH₃-N 50%;吨水投资约 400 元,处理成本 0.12 元/m³。

四、技术水平

实施两项技术的国家 863 重大专项课题已于 2008 年 8 月通过科技部组织的验收。SBCOP 技术已申报国家发明专利,目前已公开。

五、项目所处阶段

本项目的两项单元技术已在滇池流域进行推广的阶段,有望在“十一五”国家水体污染控制与治理重大专项“滇池流域水污染治理及湖泊富营养化综合控制技术与示范”中进行技术完善与应用。

六、市场状况及市场预测

目前我国许多河流受有机污染较为严重，主要污染指标为氨氮、五日生化需氧量、高锰酸盐指数和石油类，一些城市河流甚至完全沦为纳污河，丧失了自净能力。

综观国内外此类污染河流治理的试验研究与工程实践，工艺技术主要是采用一些处理效果稳定、经济性能好的污水处理法。从空间分布来看，可分为：将河水引出河道水系，引入附近的污水处理厂进行处理的异地处理法；在河道内建设处理系统，沿程进行河水净化的原位处理法；在河岸带上建设处理系统，将河水分流其中进行处理的旁路处理法。从处理工艺来看，传统的河道污水旁路处理系统包括自然生态型的土地处理系统（特别是人工湿地处理系统）和氧化塘，以及人工强化型的生物膜法、生物滤池等。由于河道污水存在流量和水质随季节变化较大的特点，已有的处理方法普遍存在处理效果差，运行费用高，抗冲击能力低、不能同步实现脱氮除磷等不足。

选择生物接触氧化法作为河道污水的主体旁路处理技术，并采用多段进水、内回流的方式运行，形成分段进水的生物接触氧化工艺和附加回流的生物接触氧化工艺，在处理效率、抗冲击性、脱氮除磷等方面比传统的河水旁路处理法有明显改善。因此，本项目技术在国内有较宽的市场需求。

七、应用实例

1. 示范工程概况

两项单元技术的示范工程选择在示范区内大清河以西农田排水沟、鱼塘内及其塘基等场地，开展大清河河道污水的旁路调节和处理，目的是在工程化规模的研究平台基础上发现问题、积累经验、提升并完善专有技术，为国内湖泊外污染源有效控制、河道水污染治理提供技术与工程示范。

主体工程由2条生物接触氧化沟渠构成，每条沟渠处理规模为1000 m³/d，

总处理规模为 2000 m³/d。

2. 工艺流程：

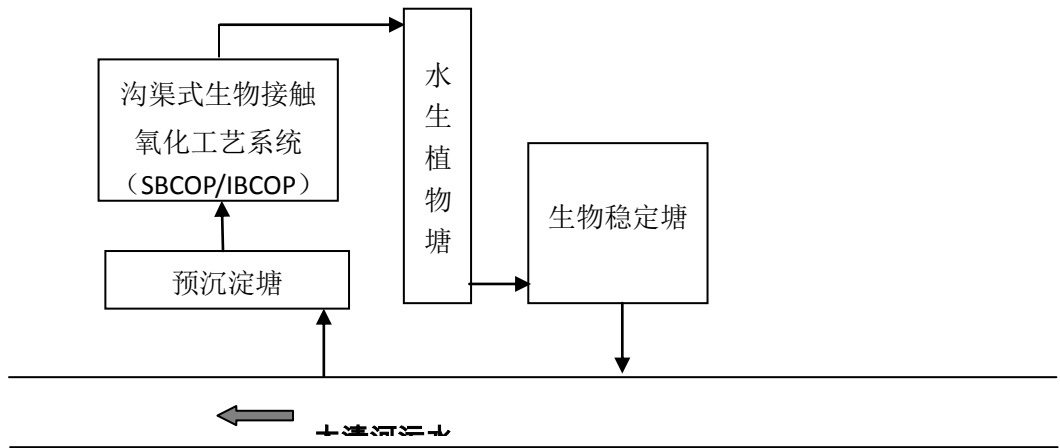


图 1 沟渠式生物接触氧化系统工艺流程图



图 2 沟渠式生物接触氧化工艺的示范工程（2007 年 8 月）

沟渠式生物接触氧化工艺示范工程的工艺流程及基本平面布置如图 1 所示。现场情况如图 2 所示，照片中前两条沟渠分别为 SBCOP 沟渠和

IBCOP 沟渠。

由原水泵站分流输水至用鱼塘改造的预沉区,通过计量堰分流配水,以平均流量 $42 \text{ m}^3/\text{h}$ ($1000 \text{ m}^3/\text{d}$) 进入每条生物接触氧化沟渠,处理后出水进入以鱼塘改造的具有沉淀与植物吸收功能的水生植物塘,再外排至相邻的生物稳定塘出水区域。部分出水可不定期地分流进入大清河边的农排沟渠。

3. 实际运行情况和效果

雨季

SBCOP 和 IBCOP 的示范工程于 2007 年 5 月基本建成,6 月开始通水,在夏雨季期间连续运行了 1 个多月。

6、7 月份属夏季、雨季,大清河示范区河道内以生活污水为主,示范工程的基本情况是:流量约 $42 \text{ m}^3/\text{h}$,进水溶解氧浓度为 $0.1\sim 3.0 \text{ mg/L}$,温度为 $20\sim 25^\circ\text{C}$,pH 保持在 $6.8\sim 7.7$ 。

示范工程保持了较高的处理率。从水生植物塘监测的情况看,两技术 COD 平均去除率为 59.5%,TN 平均去除率为 40.5% (其中氨氮去除率达到 74.8%),TP 平均去除率为 34.4%。

旱季

SBCOP 和 IBCOP 的示范工程在旱季于 2007 年 11 月 2 日开始运行,运行至 2008 年 4 月 16 日,共计运行六个月。进水在滇池湖水、滇池湖水和生活污水混合水和生活污水三种状况间变换。示范工程的基本情况是:流量约 $42 \text{ m}^3/\text{h}$,进水溶解氧浓度为 $0\sim 14.9 \text{ mg/L}$,温度为 $13\sim 23^\circ\text{C}$,pH 保持在 $6.9\sim 8.8$ 。SBCOP 沟渠运行了三种工艺参数,IBCOP 沟渠运行了五种工艺参数。

现场情况复杂多变，依然取得了一定的研究成果。从出水水质监测看，SBCOP 的 COD 平均去除率为 35.1%，TN 平均去除率为 12.6%（其中氨氮去除率达到 49%），TP 平均去除率为 13.6%；IBCOP 的 COD 平均去除率为 49.4%，TN 平均去除率为 10%（其中氨氮去除率达到 43.7%），TP 平均去除率为 17.4%。

超级固体生物发酵塔

一、项目概述

一种用于污水处理厂污泥、有机垃圾、禽畜粪便等有机废弃物无害化、资源化的大容量固体生物发酵塔，其结构简单巧妙，发酵效率高，能耗低，容量大，占地面积小，操作容易，维修方便，不会造成二次污染。

二、应用范围

本技术可应用于城市生活污水处理厂剩余污泥、有机垃圾、禽畜粪便及农业有机废弃物等有机固体的无害化、资源化处理，通过生物发酵，可以变废为宝生产有机肥。

三、原理简介

本发酵塔为密闭容器，发酵塔分为两层或两层以上的发酵室，发酵室下部设发酵池，发酵池上面设有搅龙翻抛机，搅龙翻抛机上设有布料管道，发酵池底部设有漏斗，每个发酵室设有带观察窗的检修门、进气口及排气口，发酵塔顶层设有投料口，发酵塔底层设有出料口，塔外设有热气输送管、加热器、尾气收集管及尾气处理器。

四、技术优势

(1)超大容量，发酵塔的主体为水泥钢筋混凝土结构，承重能力强，每层可托 2~3 米厚的发酵物料，一座塔总容量可高达 4200 m³，日处理 600m³。

(2)使用寿命期长，发酵塔的主体为水泥钢筋混凝土结构，布料装置内壁使用不锈钢或玻璃钢制造，都是耐腐蚀，与发酵物料接触的机械

部件唯有搅龙翻抛机的搅龙，搅龙腐蚀后更换容易，维修简单。不工作时，可将搅龙升起不与发酵物料接触。

（3）搅拌、翻抛、粉碎、充气一体化的搅龙翻抛机，使发酵物料得到充分、均匀的供氧，提高发酵效果，缩短发酵周期。

（4）发酵塔为密闭容器，塔壁使用保温材料建造，发酵物料 2~3 米厚，发酵塔内的热能损耗低，而且方便对尾气收集并集除臭处理，实现处理车间不滋生蝇蚊、无臭味外泄。

（5）发酵塔结构设计巧妙，物料由上而下移动，动力消耗较低，实现节能高效，大幅降低生产成本。

五、技术水平

国内先进水平。

六、市场状况及市场预测

从 1980 年以来，我国土地大量施用无机肥，导致土壤板结、农产品质量下降和生态环境受到破坏，这些问题在近几年表现得越来越严重。有机肥的使用已成为我国农业可持续发展的唯一出路。去年底，国务院副总理温家宝专门批示，要求加大有机肥料的推广力度。据有关研究资料表明，2003 年全国有机肥销售总量为 7000 万吨（实物量），其中广东省为 128 万吨；而 2003 年全国禽畜粪便产量为 25 亿吨，秸秆 5 亿吨。一边是有机肥市场缺口很大，一边是资源浪费并产生环境污染。主要是缺少成熟高效低能耗的有机物高温发酵制备有机肥的技术与设备。

目前全国城市污水处理厂污泥产量约 140 万吨，未来可预测的污泥产生量至少在 1000 万吨以上，近年南方各地由于垃圾填埋场拒收、土地

紧张、周围扰民等原因，污泥的处理处置已成为十分迫切的问题。可见，禽畜粪便和污泥这类优质有机资源的循环利用已成为国家和地方环保产业的重大需求。

本技术可快速高效地将有污染的有机废弃物经无害化处理变为有机肥，在实现环境保护的同时又能产生很好的经济效益，是与生态农业、生态城市及环境保护紧密相关的行业，目前正处于成长阶段，有着非常广阔的发展前景。

七、效益分析

一个年产有机肥 10 万吨的大容量固体生物发酵塔，总投资约 1500~2000 万元，处理成本约 80~120 元/吨，原料成本约 100~300 元/吨，销售价格约 500~600 元/吨，年产利润约 1000~1500 万元，投资回收期约 1~2 年。

八、项目开发情况

可以进入中试阶段。

九、项目计划进度及所需经费

约需 1 年，经费约需 600 万元。

十、合作方式

联合开发，技术转让。技术转让费 500 万元。

污泥干化处理新工艺

一、项目概述

本项目是一种针对污泥干化处理过程中的不同阶段的不同特性，提供一套将微波技术、好氧发酵技术及热泵干燥技术优化组合集成的、低成本的污泥干化处理的新工艺。

二、应用范围

本技术适用于我国城市污水处理厂的脱水污泥，或富营养化的江、河、湖泊、沟渠等的脱水底泥的干化处置、资源化利用。其污泥产品用途广阔，可直接用做绿化营养土，或用作有机复合肥、建材等的原料，或用做垃圾焚烧厂燃料，或用作锅炉燃料等。

三、原理简介

本技术的主要原理是首先利用微波技术对含水率为 75~85%的污泥进行破壁处理，使最难除去的污泥内部结合水，即微生物细胞内水，变为容易除去；然后采用机械脱水装置进行深度脱水使污泥的含水率降至 60%~70%；接着采用好氧发酵技术通过好氧微生物对污泥中有机组分的分解产生热量，在污泥中水份的蒸发过程产生湿热气；回收湿热气作为热源，采用热泵干燥技术对发酵熟化的污泥作进一步的干燥。

四、技术优势

- (1) 在污泥处理过程中，针对不同阶段的不同特性采用不同的处理技术，提高处理效率，降低能耗；
- (2) 采用微波技术使污泥微生物细胞水在低温状态下产生沸腾

从而破坏细胞壁，将最难除去的结合水变为容易除去的外部水，进而可通过机械脱水装置将污泥的含水率降至 60%~70%，大大降低污泥脱水成本（普通干燥成本为 200~300 元/T 水，而机械脱水成本为 2~3 元/T 水）；

（3）对污泥进行微波处理还可彻底地灭杀细菌、病原体、寄生虫和植物种子，实现污泥的无害化；

（4）污泥破壁处理可提高污泥的发酵效率，缩短发酵周期，产品质地疏松容易降解可提高污泥的土地利用率；

（5）采用热泵干燥技术，将污泥发酵所产生的多余热量作为能源回收利用，并且在运行中能回收湿热空气的显热和潜热，能量得到充分而合理利用，节省能耗，降低干燥成本（普通干燥技术每度电能脱水 1~2kg，而本发明的热泵干燥技术每度电能脱水 4~8kg）；

（6）将污泥先造粒，再进行热泵干燥处理，可提高物料的通风透气性有利于热气体与污泥直接接触，从而提高干燥效率；

（7）本技术的污泥产品含水率为 10%~30%，粒径为 1mm~10mm，呈颗粒状，用途广阔，可直接用做生物有机肥，或用作有机复合肥、建材等的原料，或用做垃圾焚烧厂燃料，或用作锅炉燃料等。

五、技术水平

国际先进水平。

六、市场状况及市场预测

目前全国城市污水处理厂污泥产量约 140 万吨，未来可预测的污泥产生量至少在 1000 万吨以上。近年南方各地由于垃圾填埋场拒收、土地紧张和扰民等原因，污泥的处理处置已成为十分迫切的问题。因此，污

泥这类优质有机资源的循环利用已成为国家和地方环保产业的重大需求，本技术的市场前景广阔。

七、效益分析

日处理 100 吨的污泥干化厂，总投资约 1000~1500 万元，处理成本约 120~200 元/吨，销售价格约 300~500 元/吨，政府支付污泥处理费 100~200 元/吨，年产利润约 330~500 万元，投资回报期约 3~5 年。

八、项目开发情况

可以进入中试阶段。

九、项目计划进度及所需经费

约需 1 年，经费约需 500 万元。

十、合作方式

联合开发，技术转让。技术转让费 500 万元。

污泥微波处理器

一、项目概述

污泥微波处理器是一种通过对污泥进行连续破壁和灭菌杀毒处理，可实现污泥的无害化和减量化的设备，具有节能、快速且安全环保的特点。

二、应用范围

本技术适用于我国城市污水处理厂的脱水污泥，或富营养化的江、河、湖泊、沟渠等的脱水底泥的无害化和减量化处理。

三、技术优势

(1)对含水率 $\leq 80\%$ 的脱水污泥进行微波处理，只需要加热到 70~80℃ 污泥中水分就产生沸腾，达到破壁目的，不但节能、快速，而且更环保；

(2)可连续处理，工业化生产程度高，而且安全稳定。

四、技术水平

国际先进水平。

五、市场状况及市场预测

目前全国城市污水处理厂污泥产量约 140 万吨，未来可预测的污泥产生量至少在 1000 万吨以上，近年南方各地由于垃圾填埋场拒收、土地紧张和扰民等原因，污泥的处理处置已成为十分迫切的问题，可见，污泥这类优质有机资源的循环利用已成为国家和地方环保产业的重大需求，本技术的市场前景广阔。

六、效益分析

日处理 10 吨的污泥微波处理器，生产成本 30~35 万元，处理成本约 15~25 元/吨。市场预测，日处理 10 吨的污泥微波处理器每台销售价格可达 50~60 万元。

七、项目开发情况

可以进入中试阶段。

八、项目计划进度及所需经费

约需 1 年，经费约需 200 万元。

九、合作方式

联合开发，技术转让。技术转让费 300 万元。

高灵敏宽程现场分析测试盒

一、项目概述

本项目是研发一种快速定量测试各种水体、食品中系列微量物质的现场测试技术产品，由试剂、取样管、比色卡等组成，不需要任何配套设备及能源，免维修。其基本原理是利用特殊的特异性试剂与痕量物质发生特征性选择反应后，发生特征颜色变化，且会随物质的浓度的微小差异而呈现显著色差，将样本与标准色比较即可获得物质的准确含量。

本项目的系列产品，可在 2~10 分钟内准确检测 pH 值、氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐、溶解氧、硫化氢、余氯、总硬度、钙硬度、磷酸盐、盐度、二氧化氯、臭氧、甲醛、镍、锰、铜、铬、铁等在样本中的含量，最低检出限可达到约 0.01ppm，准确度与滴定分析、分光光度分析、电化学分析等方法相当，且产品体积小，重量轻，不需要能源、操作简便，使用成本不足目前通行办法的 1/10~1/100, 是一个非常实用的“移动实验室”。

本项目的主要内容：针对不同检测项目，合成或筛选最敏感的显色试剂、稳定剂、掩蔽剂等抗干扰力强的多种反应灵敏的特异性试剂；摸索试剂与痕量物质反应后颜色的变化规律，建立颜色-物质浓度标准色卡；开发在实际应用中快速、简便、成本低的新方法，满足实时实地检测的需要。

二、应用范围

本项目产品可满足水产养殖业、工业水处理业、污水及民用水处理等行业的实时实地水质测试分析需要，对相关行业的业务运作提供适时的指导；替代进口产品，降低相关行业的检测成本；同时将在保护环境等方面产生积极的影响。

三、技术优势

本项目主要创新点之一是针对需要检测的对象开发了拥有自主知识产权的抗干扰力强的多种反应灵敏的特异性试剂；二是摸索出了试剂与痕量物质反应后颜色的变化规律，并建立了颜色-物质浓度标准色卡。

1. 简便、快速、低成本，具有非常强的适用性。

常规的水质检测采用滴定分析、分光光度分析、电化学分析等方法，需专门的分析设备、仪器，操作人员需经过专门的技能培训才能完成水质检测的任务。本系列产品通过建立标准色标和配制相关的检测液，简化了检测步骤，使用人员只需按照使用说明操作，对照色标即可得到水样中该项目的检测结果；一般一个项目耗时仅 2~10 分钟，分析费用低；所有试剂及附件均内置，体积小，重量轻，携带方便。

2. 现场检测的能力强。

与现有的仪器方法相比，它不是专业的分析仪器，不需要能源，不存在设备维护保养问题，它只是基于高灵敏、高选择性显色并利用目测与比色卡对照的分析盒技术，利于广大用户用作现场的适时检测；与试纸形式的检测技术相比，它对环境的适应性更强，不会出现因为环境水的影响而使没使用的试纸全部报废的类似现象。更重要的是，它的可测定对象种类更多，且由于配备了长光程的比色管(5cm，轴向比色)，其显色体积较试纸检测技术大上千倍，因而灵敏度较试纸检测技术高千倍以上，达到了常规分光光度检测的水平。

3. 检测浓度范围宽。

比较我国国家第Ⅰ类至第Ⅴ类水质标准的污染物控制指标，本项目的检测浓度范围几乎涵盖了第Ⅰ类至第Ⅴ类水质标准的控制浓度范围，因而适用于各类水质的现场监测。举例来说，第Ⅰ类至第Ⅴ类水质标准中溶解氧的控制浓度是饱和率 90%、6mg/L、5mg/L、3mg/L 和 2mg/L，而本项目技术检测溶解氧的浓度范围是 1.0~10.0mg /L；磷酸盐的控制浓

度是 0.02 mg/L、0.1mg/L、0.1mg/L、0.2mg/L 和 0.2mg/L，而本项目技术检测磷酸盐的浓度范围是 0.05~1.0mg/L；总铁离子的控制浓度是 0.3mg/L 以下、0.3mg/L、0.5mg/L、0.5mg/L 和 1.02mg/L，而本项目技术检测总铁离子的浓度范围是 0.1~3.0mg/L；

4. 可靠性非常高，不需要维修。

产品在常规条件下正确保管及使用不会出现异常状况，且由于成本低廉，即使出现异常可以通过以旧换新的方式解决，规避了一般仪器生产企业都必须建立大量的维修站的困境，极大地降低了创业障碍。

产品的技术指标如下：

表 1 技术指标

测定项目	测定范围	最低检出限	测定次数
pH	6.5~9.5	6.5	190
氨氮（以氮计）	0.2~1.5 mg/L	0.2 mg/L	40
亚硝酸盐(以氮计)	0.005~0.30mg/L	0.005mg/L	100
硫化氢（硫化物）	0.05~0.30mg/L	0.05mg/L	80
余氯	0.025~1.00mg/L	0.025 mg/L	60
溶解氧	1.0~10.0mg/L	1.0mg/L	90
二氧化氯	0.05~2.0mg/L	0.05mg/L	50
臭氧	0.025~1.5mg/L	0.025mg/L	50
	1.0~6.0 mg/L	1.0 mg/L	50
磷酸盐	0.05~1.0mg/L	0.25mg/L	40
镍离子	0.05~2.0mg/L	0.25mg/L	50
锰(II)离子	0.1~4.0mg/L	0.1mg/L	30
铜离子	0.05~2.0mg/L	0.05mg/L	50
铬(VI)离子	0.01~1.0mg/L	0.01mg/L	50
总铁离子	0.1~3.0mg/L	0.1mg/L	50
总硬度	适用于水硬度的所有浓度范围		
钙硬度	适用于所有水质含钙浓度范围		

四、技术水平

经科技查新证明，国内尚无单位研制出与本项目产品相同或类似的产品。因为具有较高的经济效益和良好的社会效益，本项目得到国家科技部科技创新基金的立项资助，目前正在组织项目验收和技术鉴定。

五、项目所处阶段

本项目产品已经投产，达到年产及销售 20 万盒的规模，销售额 400 多万元，其中部分产品出口。

六、市场状况及市场预测

本项目是一种完成不同于目前复杂检测方法的新技术，在我国刚刚起步，但在欧美发达国家该类产品已经广为应用，全球年销售额 4~5 亿美元。但由于本项目的开发是基于对物质化学性状的充分了解，并要求有非常强的化学、色谱技术，因此研发及生产基本集中在德国默克（Merck）、DUPLA、TETRA 等大公司，其中 Merck 年销售收入超过 2 亿美元，DUPLA 及 TETRA 年销售收入约 1 亿美元左右。本公司的产品采用独特的原理，开发了拥有自主知识产权的试剂，建立了标准色谱，产品精度好于这些国外公司（其产品精度多为 0.1ppm），且成本低廉。目前我们已经开发成功 pH 值、氨氮、溶解氧测试盒等 10 多个品种，在 2004 年 9 月试销上市，并已获荷兰出口订单，显示了较强的竞争能力。

本项目产品的推广市场是环境分析、水产养殖、食品加工、污水及废水排放与处理、农业、工业用水、印染与漂洗、化工与轻工、建材与装饰、电镀表面处理、锅炉水、冷却水、饮用水与自来水加工、清洗消毒、卫生防疫、游泳池等领域。为环境保护、资源安全及工农业生产创造了有利条件，同时将创造出较好的社会与经济效益。

七、所需设备及投资估算

表 2 生产设备情况

设备描述	需要的数量	来源	金额
超声波	3	国产	5 万
纯水制备系统	1	国产	15 万
配料系统	1	国产	15 万
离心过滤设备	2	国产	12 万
研磨粉碎设备	2	国产	5 万
容器及分类沉淀设备	17	国产	6 万
小型精细反应釜	2	国产	10 万
电子分析天平	2	进口	5 万
自动灌装机	2	国产	5 万
其他	—	国产	2 万

本项目所需的公用工程只需水、电，所有设备总功率为 150 KW，无需蒸汽锅炉等设施。

本项目投资包括厂房（车间、实验室改装费）、仪器设备、实验材料费、科研业务费、试生产材料费等在内，投资总额约 300 万元。

八、受让方接产条件

150M² 的生产储运场所、50M² 的检验检测场所，具备水、电供应条件。

九、效益分析

本项目达产后可实现年产 20 万盒的生产规模，年净利润近 150 万元。经财务测算全自主投资情况下，项目静态投资回收期约 2 年 6 个月。

提高凝析油气田产量的气润湿反转技术

一、项目概述

凝析油气田开发的主要难题是：当油藏压力降到露点压力以下时，凝析气反转凝析在井底附近形成大量的液体，由于渗透率低而造成液锁现象，从而使产气量急剧下降，严重时甚至使生产井变成死井。国际上先后采用过大型酸化压裂、注入二氧化碳或其他气体等方法。但是，实践证明效果都很差。近来，北京大学工学院提出了通过改变井底附近岩石的润湿性及压裂支撑剂的润湿性（从液相润湿变成中等润湿或者气润湿）来提高产量及改善压裂效果的新方法。该方法的主要思路是在前置液中加入一定浓度的化学剂，注入前置液后关井一至两天时间，将井底岩石的润湿性由水湿或油湿变成中等润湿或者气润湿。然后再进行压裂。为提高压裂后液体的返排率，对支撑剂应进行一定的化学处理，将支撑剂的表面特性向有利于液体的返排的方向转化、同时提高支撑剂的强度及抗高温性能。

采用这一新方法，一方面由于改变了岩石的润湿性，反转凝析的液体以及压入的前置液便可以很容易地产出，而不至于挡住气体的流动；另一方面，由于大幅度提高了压裂后液体的返排率，气体的相对渗透率增加，从而显著提高气井的产能。

二、应用范围

气润湿反转方法能够改变岩石的润湿性，提高了压裂后液体的返排率，增加气体的相对渗透率，显著提高凝析油气田产量。

降低低渗透油田注气开发中的注气压力、提高采油速度和最终采收

率。

三、技术优势和技术水平

气润湿反转方法技术思路独特，能够低成本高效地提高凝析油气田产量。润湿性反转技术还能够降低低渗透油田注气开发中的注气压力、提高采油速度和最终采收率。比起国际上采用过的大型酸化压裂、注入二氧化碳或其他气体等方法，效果都要好，达到了国际先进水平。

四、项目所处阶段

技术成熟。

五、市场状况及市场预测

目前世界原油天然气供应日益紧缺，油气价格飙升不止。急需新技术提高低渗透油田和凝析气田的产能，该技术能低成本高效地提高低渗透油田或凝析气田的产能，产生巨大的经济效益，市场前景良好。

六、所需设备及投资估算

润湿反转剂合成设备、运输设备、井口注入设备；

投资估算 3000 万。

七、合作方式

技术服务。

中低温地热资源综合利用技术

一、项目概述

1. 中低温地热资源综合利用技术包括：
2. 中低温地热资源评价技术；
3. 利用低温地热资源供暖制冷的可持续地热开采技术；
4. 中低温 1—3 兆瓦发电适用技术；
5. 新型高效热泵技术；
6. 高效地热系统模拟软件与技术。

二、应用范围

中低温地热资源的可持续地热开采技术，包括供暖、制冷、发电等。

三、技术优势

1. 本技术拥有较高的应用水平和运行效率，特别是对中低温地热的能量利用率较高。
2. 本技术工艺先进，机械系统采用国际最新理念开发设计。
3. 本项技术拥有一套高效的数值模型软件，该软件可以用于地热能源的开发、管理、和系统优化。

四、技术水平

本技术拥有较高的运行效率和应用水平，尤其是对中低温地热自资

源的综合利用，在世界上处于领先水准。

五、项目所处阶段

技术成熟。

六、市场状况及市场预测和效益分析

目前我国地热资源利用规模较小，市场很大。投资利润率在 20%～30%。

七、所需设备及投资估算：

钻井设备、管道、热泵及配套设备、发电机组及配套设备。

投资估算 5000 万。

八、合作方式

技术服务。

油气田产量预测软件

一、项目概述

注水开发油田产量、采收率的预测一直是一大难题，尤其是低渗透、裂缝性油田的产量预测。目前常用的油藏数值模拟方法存在很大的不确定性，预测成了一种计算机游戏，以至于经常需要进行十分昂贵的油藏数值模拟。而传统的产量递减分析方法仍然是基于一些经验公式，不具备完善的理论基础，也不具有普适性。而且在注水开发前或早期根本无法知道油田产量遵循哪种经验型的递减方式。本项目所指水驱采收率预测新方法是大量的试验及理论研究成果开发出来的，可以对注水开发油田的单井、区块或全油田进行产量、采收率的预测。该方法主要采用两种方式进行产量预测。

一种方式是油田注水投产以前进行水驱动态的预测。所需数据为岩石、流体的基本物性参数(孔隙度、渗透率、流体粘度等)及特殊物性参数(相对渗透率、毛管压力等)。但是，如果采用新的实验方法，也可以不需要进行传统的相对渗透率和毛管压力曲线测量，而只需测量特定油藏的总流动能力。从而可以大大节约开发前期的实验测量成本，并且大幅度降低开发方案的准备及设计时间，进一步提高开发设计的效率。

另外一种方式是在油田注水开发一定时间以后进行产量预测。所需输入参数为产油量历史数据。在进行产量、采收率预测的同时，还可以推算出油藏岩石与流体的流动参数，如相对渗透率、毛管压力，或总流动能力等参数。

油气田产量预测软件基于VB6.0和EXCEL环境，并结合一些windows外部控件，使得程序运行高效、界面美观，并具有良好的用户友好性。系统结构图如下：

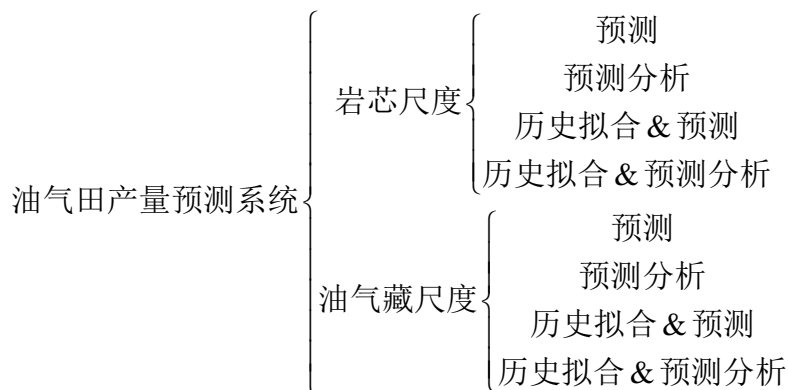


图 1 油气田产量预测软件系统结构图

二、应用范围

本软件基于不同的尺度和数据来源，实现了产量预测，并可以选择不同的润湿相和非润湿相。具体包括以下八个功能模块：

（1）**岩芯尺度下的产量预测模块**：根据岩芯参数，预测岩芯所属区块的产量、生产速度、采收率等；

（2）**岩芯尺度下的产量预测分析模块**：分析不同参数条件（比如初始含水饱和度的不同）下同一岩芯的产量预测结果，方便用户寻找规律，得出结论；

（3）**岩芯尺度下的产量历史拟合和预测模块**：根据岩芯参数和实验数据，拟合实验数据并预测岩芯所属区块的产量、生产速度、采收率等；

（4）**岩芯尺度下的产量历史拟合和预测分析模块**：分析不同参数条件（比如初始含水饱和度的不同）下同一岩芯的产量历史拟合和预测结果，方便用户寻找规律，得出结论；

（5）**油气藏尺度下的产量预测模块**：根据油气藏参数，预测油气藏的产量、生产速度、采收率等；

（6）**油气藏尺度下的产量预测分析模块**：分析不同参数条件（比如初

始含水饱和度的不同) 下同一油气藏的产量预测结果, 方便用户寻找规律, 得出结论;

(7) **油气藏尺度下的产量历史拟合和预测模块**: 根据油气藏参数和现场生产数据, 拟合实验数据并预测油气藏尺度所属区块的产量、生产速度、采收率等;

(8) **油气藏尺度下的产量历史拟合和预测分析模块**: 分析不同参数条件 (比如初始含水饱和度的不同) 下同一油气藏的产量历史拟合和预测结果, 方便用户寻找规律, 得出结论。

三、技术优势和技术水平

功能上能预测两种尺度 (岩芯尺度和油气藏尺度) 下的产量, 并提供分析模块, 所有图表可编辑、打印、保存, 并能自动生成产量预测分析报告, 为用户节省时间、提高效率。

本软件提供中、英文版本。具有界面美观、用户友好、出错兼容、可扩展性强等特点, 系统架构符合石油工业界规范, 在国际上处于领先水平。

四、项目所处阶段

技术成熟。

五、效益分析和投资估算

该软件在油气田开发领域应用广泛, 能高效地预测分析油气藏的产量, 经济效益显著。投资估算 600 万。

六、合作方式

技术服务。

运用超临界 CO₂ 构筑的高效太阳能发电/供冷/供热技术

一、项目概述

该技术使用超临界 CO₂ 作为流体工质，可以高效率地利用太阳能实现发电、制冷和供热/热水等。

二、原理简介

图 1 为运用超临界 CO₂ 构筑的太阳能发电/供冷/供热技术示意图。该技术利用超临界 CO₂ 作为流体工质，CO₂ 在集热器中可以被加热成为高温超临界状态，高压的超临界 CO₂ 进入到涡轮机中，产生清洁的电力。在涡轮机的出口处，CO₂ 可以作为冷冻机的热源，提供制冷空调功能，还可以进一步被水冷却，为用户提供热水，同时 CO₂ 被冷却成为液态，经过泵送，返回至集热器。从而完成了一个热力学循环，由此周而复始，就可以从太阳能这种可再生式能源中源源不断地得到电力、制冷空调和热水等，满足不同用户的需求。

该系统使用 CO₂ 作为能源转换的工质，CO₂ 被公认为是最环保、最清洁的天然性工质流体。CO₂ 工质不同于传统的能源转换和空调系统中的所使用的含氟、含氯等工质，其地球温暖化指数和臭氧层破坏指数都远远低于目前常用的流体工质。由于目前环境污染、臭氧层破坏以及地球温暖化的日益严重化，欧洲等发达国家已经制定出了淘汰氟氯类在用流体的详细时间表，所以逐步淘汰氟氯工质、采用 CO₂ 等天然性工质已成为大势所趋。同时由于 CO₂ 特殊的物性等原因，将 CO₂ 应用在太阳能转换中，可以提高能源转换的效率。同时由于超临界流体在某些情况下拥有超强的传热性能，所以该系列技术整体的效率较高。

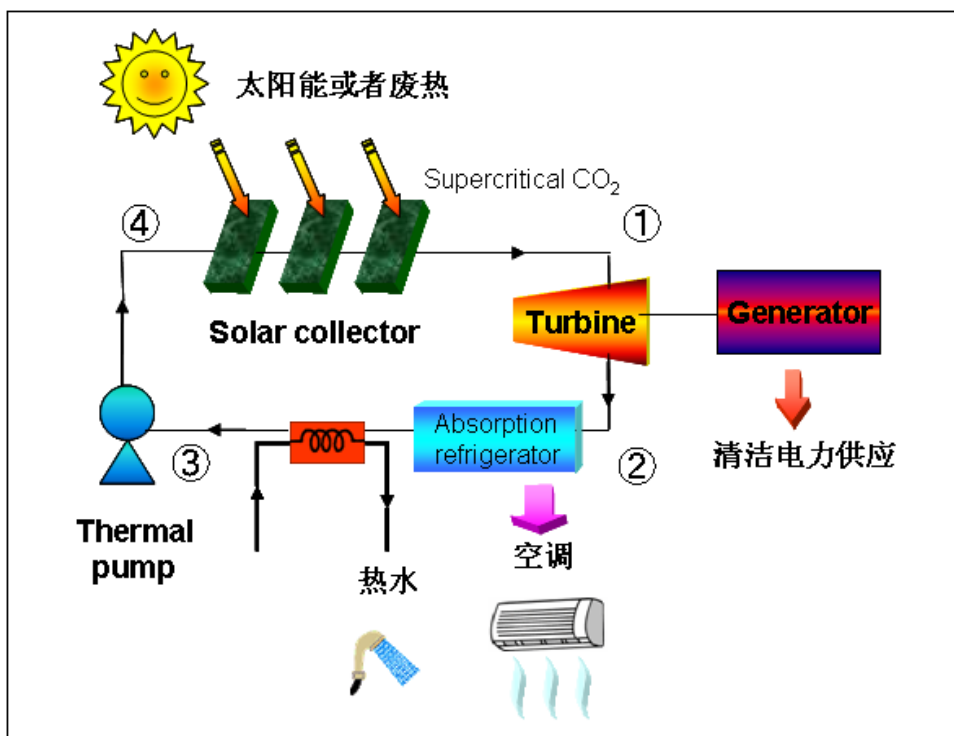


图 1 使用超临界 CO₂ 实现中低温太阳能发电、制冷、热水系统示意图

三、应用范围

可以作为分布式的能源供应系统，为居民小区、宾馆、饭店、学校以及商业建筑等处提供电力，提供冷暖空调以及热水等。

四、技术优势

该技术的发电效率可以达到 9.0%，基本上与市场上的太阳能电池发电效率相当。但该技术除了发电以外，还可以提供空调以及热水等，总效率达到 70%。该技术的一大特点是除了平时可以用来为用户提供电力以及热水等之外，在紧急的情况下，如电网电力中断、灾害以及其他的突发性事件等，仍然可以为用户提供电力、空调以及热水等。

五、技术水平

国际先进水平。

六、市场状况及市场预测

由于该技术完全地使用免费的能源——太阳能（或者废热），清洁环保；而且与传统的太阳能产品与技术不同，该技术除了能提供电力，还可以同时提供热水以及空调。所以预测一旦投入市场，市场的潜力十分巨大。

七、效益分析

若以使用的太阳能集热器面积为 100 平方米计算，系统一天工作 8 小时，则一年可以清洁电力约 16644 度，总供能（电+供热/供冷）约 122640 千瓦小时。若推广销售一万套，则每年可以节省（若按照原油当量来换算）原油约 15 万吨；每年可以减少温室气体 CO₂ 排放约 39 万吨。可以创造出巨大的经济与社会效益。

八、项目开发情况

已完成了对小型样机的连续三年的实验测试，效果良好。可以进入中试。

九、项目计划进度及所需经费

约需 1-2 年，经费约需 200 万元。

十、合作方式

联合开发，技术转让。技术转让费 500 万元。

运用超临界 CO₂ 构筑的高效太阳能热水器技术

一、项目概述

该技术使用超临界 CO₂ 作为流体工质，可以高效率地利用太阳能为用户提供热水。

二、应用范围

可以作为家庭用或者业务用，为各家各户、宾馆、饭店、学校以及商业建筑等处提供 40℃~80℃ 热水。

三、技术优势和技术水平

该技术研发的水热器效率可以达到 85%以上，也就是说入射的太阳能辐射的能量中有 85%以上可以用来加热热水，比目前市场上可得到的太阳能热水器的效率高很多。属国际先进水平。

三、效益分析及市场预测

由于该技术完全地使用免费的能源——太阳能（或者废热），非常的清洁环保；该技术比传统的太阳能热水器的效率要高 2 倍。所以预测一旦投入市场，市场的潜力巨大，可以创造出巨大的经济与社会效益。

四、项目开发情况

已完成了对小型样机的连续一年的实验测试，效果良好。可以进入中试。

五、合作方式

联合开发，技术转让。技术转让费 400 万元。

运用超临界 CO₂ 构筑的高效太阳能干燥技术

一、项目概述

该技术使用超临界 CO₂ 作为流体工质，可以高效率地利用太阳能来为用户设计提供各种干燥。

二、应用范围

可以为各类储藏仓库提供干燥功能，如储藏粮食、服装等，也可实现对其他物品的干燥。

三、技术优势

可以根据用户对不同干燥温度需求的不同，提供从 30℃～70℃ 的干燥。

四、技术水平

国际先进水平。

五、市场状况及市场预测

由于该技术完全利用太阳能（或者废热）来实现干燥，耗能小，节约了能源且非常的清洁环保；同时该系统使用二氧化碳这种天然性的流体作为工质，不会对环境造成破坏，所以预测其市场的潜力巨大。

六、合作方式

联合开发，约需 1—2 年，经费约为 200 万元。技术转让、技术转让费 300 万元。

运用超临界 CO₂ 构筑的高效太阳能供暖技术

一、项目概述

该技术使用超临界 CO₂ 作为流体工质，可以高效率地利用太阳能来为用户设计提供各种供暖。

二、应用范围

可以为家庭，也可以为各种业务用提供供暖。

三、技术水平

国际先进水平。

四、市场状况及市场预测

由于该技术完全利用太阳能（或者废热）来实现供暖，耗能小，节约了能源且非常的清洁环保；同时该系统使用二氧化碳这种天然性的流体作为工质，不会对环境造成破坏，所以预测其市场的潜力巨大。

五、项目开发情况

在研阶段。

六、项目计划进度及所需经费

约需 1—2 年，经费约为 200 万元。

七、合作方式

联合开发，技术转让。技术转让费：300 万元。

CO₂ 地热泵区域供暖/制冷技术

一、项目概述

该技术使用超临界 CO₂ 作为流体工质，可以高效率地利用地热（地源热或者地热水）等各种环境能源（如大气、江河湖泊等），来为用户设计提供各种加热以及制冷服务。

二、应用范围

可以为居民小区，学校，宾馆，各类商业建筑或者大到一个区域地区等提供各类加热/制冷或者冷暖空调等。

三、技术优势

可以为用户提供不同温度水平的制冷及制热服务，满足用户需求。另一方面该技术使用 CO₂ 作为流体工质，有别于目前所使用的其他流体工质的热泵技术，CO₂ 这种天然性的流体非常环保，不会对环境造成危害。同时利用热泵技术为用户提供冷暖，高效节能。

四、技术水平

国际先进水平。

五、项目开发情况

在研九段

六、市场状况及市场预测

热泵技术代表一种非常节能的先进技术，CO₂地热热泵技术进一步地代表着环保节能的先进技术，所以预测其市场的潜力巨大。

七、项目计划开发进度及所需经费

约需 1-2 年，经费约为 200 万元。

八、合作方式

联合开发，技术转让。**技术转让费：**300 万元。

超低温制冷 CO₂ 热泵技术

一、项目概述

该技术使用超临界 CO₂ 作为流体工质构筑热泵系统，可以为用户设计提供-60℃~-80℃的制冷低温。

二、应用范围

可以用于民用空调；在生物工程领域中用于中长期快速冷冻生物细胞；在渔业中用于长期冷冻、储存与运输各类鱼产品等等。

三、技术优势

利用液态 CO₂ 膨胀后穿越 CO₂ 三重点，可以为用户提供各种温度水平不同的冷以及热能量，满足用户需求。另一方面该技术使用 CO₂ 作为流体工质，有别于目前所使用的其他流体工质的热泵技术，CO₂ 非常的环保，不会对环境造成危害。同时利用热泵技术为用户提供冷暖，高效节能。

四、技术水平

国际先进水平。

五、项目所处阶段

在研阶段。

六、市场状况及市场预测

热泵技术代表一种非常节能的先进技术，CO₂热泵技术进一步地代表着环保节能的先进技术，其市场潜力巨大。

七、项目计划进度及所需经费

约需 1—2 年，经费约为 200 万元。

八、合作方式

联合开发，技术转让。**技术转让费：**300 万元

中低温废热高效利用发电/供暖技术

一、项目概述及原理介绍

利用自然流体工质的特殊流动及传热特点，在特定的温度范围内可以有效地吸收废热，并有效地发电；离开发电机组后的这类自然性功能性流体的温度还较高，可以进一步为用户提供热水及实现供暖等。

该技术可以有效利用 200℃ 以下的中低温废热，进行发电以及供暖等。

二、应用范围

可以利用工业、民生等处产生的各种中低温废热发电以及供暖等，满足不同用户的需求。

三、技术优势

一般来说，200℃ 以下的废热难于利用来发电。本发电技术的热力学循环中利用 CO₂ 或者氨等天然性流体工质，非常环保，对环境不会造成污染。同时可以有效地实现发电，发电效率在 4%~15% 之间，除了发电之外，还可以向用户供暖以及热水等。

四、技术水平

国际先进水平。

五、项目所处阶段

在研阶段。

六、市场状况及市场预测

工业/民生中存在许多废热，特别是存在大量的中低温废热，而这部分废热基本上没有得到有效合理的利用。该技术代表着一种先进环保的废热发电/供暖技术，可以为企业，为地区，为城市创造良好的社会效益，预测其市场的潜力巨大。

七、合作方式

联合开发，技术转让。**技术转让费：**500 万元

废热燃料化技术

一、项目概述

该技术可以有效利用 300℃ 以上的各种废热，将二甲醚等转化为燃烧值更高的氢能这一清洁能源，这一技术除了能够有效地将废热转化成燃烧值更高的清洁燃料外，还消耗了二氧化碳温室气体，为减轻地球温暖化做贡献。

二、原理简介

在可得到的废热温度范围内，设计反应器使得燃料（如二甲醚等）与一些物质反应，从而生成具有更高热值的清洁燃料。反应过程中消耗了废热，故称之为废热燃料化。

三、应用范围

可以应用在各种工业部门，如钢铁冶金、石化、煤炭等，也可以用于各类电厂，可以有效利用各种 300℃ 以上废热，消耗二氧化碳，同时为用户提供氢能这一清洁能源。

四、技术优势

该技术清洁环保，可以获取氢能高燃烧值的清洁能源，同时消耗二氧化碳，为二氧化碳减排做出贡献。

五、技术水平

国际先进水平。

六、项目所处阶段

在研阶段。

七、市场状况及市场预测

该技术代表着一种先进环保的废热燃料化技术。可以有效地利用各类工业企业等处产生的各种 300℃以上的废热，利用了废热，意味着节能，同时有利于环境，减小热岛效应等，为地区、城市创造良好的社会效益。

八、项目计划进度及所需经费

约需 1-2 年，经费约为 400 万元。

九、合作方式

联合开发，技术转让。**技术转让费：**300 万元

天然气热冷电高效三联供技术

一、项目概述

天然气与石油和煤炭等相比是一种清洁型能源。该技术可以有效利用天然气以及生物燃料等清洁能源同时进行发电、供冷以及供热等，可以提供冷暖空调等。

二、原理简介

天然气在燃机中燃烧，高温燃气驱动轮机发电，在轮机出口处为高温，可以进行二次发电；或者设置锅炉得到热水。进一步还可以设置利用热吸收式制冷设备，从而得到冷能，实现制冷空调等。

三、应用范围

该技术可以作为分布式清洁能源供应系统，应用于居民小区、商业大厦、宾馆、学校以及饭店等处，为这些地方提供电力以及空调，热水/供暖等。该系统不受集中电网的影响，可以随时随地地为各类用户提供稳定的电力、冷气、热水等。

四、技术优势

该技术利用柴油发动机发电，发电效率可以达到约 45%，还可以制冷和提供热水等，总效率可以达到 75%以上。同时排放的污染物与同类发电设备要少得多，清洁环保。

五、技术水平

国际先进水平。

六、项目所处阶段

在研阶段。

七、市场状况及市场预测

该技术作为一种分布式清洁能源供应系统方便地用在居民小区等处，为用户提供电力和制冷空调以及热水等，排放的污染物少，清洁环保高效。预测其市场的潜力巨大。

八、项目计划进度及所需经费

约需 1-2 年，经费约为 800 万元。

九、合作方式

联合开发，技术转让。**技术转让费：**600 万元。

使用可再生式能源（太阳能，风能等）或者清洁能源（天然气等）的海水淡化/污水处理技术

一、项目概述

该技术可以利用取之不完、用之不尽的太阳能、风能等，也可以利用天然气等清洁能源，进行海水淡化和污水处理。本技术分为两个系列，一个是利用可再生式能源首先获得电力，然后利用电力实现海水淡化和实现污水处理；另一技术系列是利用可再生式能源得到热量，利用热量来高效实现海水淡化和污水处理。与传统的海水淡化及污水处理技术不同，该技术无需任何电力消耗，整个过程清洁、环保、节能。

二、应用范围

该技术可以方便地用在海岛，沙漠，沿海地区以及城市等处，进行海水淡化或者污水处理，获取高品质的淡水为各类用户，如工业，民用以及部队等提供淡水以及生活用水。

三、技术优势

该技术利用可再生式能源得到电力，然后用这种清洁电力进行海水淡化等；也可以用太阳能热等在低温下膜蒸馏获取高品质的饮用水；还可以用天然气等蒸馏海水以达到淡化海水的目的。该系列技术清洁环保节能。

四、技术水平

国际先进水平。

五、项目所处阶段

在研阶段。

六、市场状况及市场预测

该技术清洁环保节能，无需任何电力输入，即可实现海水淡化、污水处理这一高耗能的过程，其市场潜力巨大。

七、项目计划进度及所需经费

约需 1-2 年，经费约为 500 万元。

八、合作方式

联合开发，技术转让。**技术转让费：**400 万元。

清洁电解水制氢技术

一、项目概述

该技术可以利用太阳能电池或者光电转换组件，也可以利用风力发电等获得电力，然后用这种清洁电力直接电解水，获取氢能这一高燃烧值的清洁能源，同时可以获取氧气，为用户所需。与传统的电解水不同，该技术无需任何电力消耗，整个过程清洁环保节能。

二、应用范围

该技术可以方便地用在需要治理的江河湖泊中，得到的氢能可以输入燃料电池中再发电，氢能源也可用于其他诸多用途；获取的氧气可以留在污水中清洁污水。该技术也可进行大规模制氢或者制氧等。

三、技术优势

该技术利用可再生式能源得到电力，然后用这种清洁电力进行制氢或者制氧等。这个过程无需电力输入，即可获得氢能这一高燃烧值的清洁能源，同时可以获取氧气，进行治理污水等。整个过程清洁环保节能。

四、技术水平

国际先进水平。

五、项目所处阶段

在研阶段。

六、所需设备及投资估算

高效率太阳能电池，风力发电机，电解器，收集器，管路以及控制设备等。预计投资规模在 300 万元左右。

七、项目计划进度及所需经费

约需 1-2 年，经费约为 400 万元。

八、合作方式

联合开发，技术转让。**技术转让费：**300 万元

小型风力发电技术

一、项目概述

该项目研发可以用于城市等处美观大方的风力发电技术，该技术中的叶片等组件特殊设计，可以实现即便是在低风速，微小风力的情况下，也可以有效获取各类用户所需的电力。可以为城市的各类用户提供所需的电力资源。

二、技术优势

该技术可以实现即使在低风速以及微小风力的情况下，也可以获取所需的电力。涡轮发电机组位于地面处，较传统的风力机组安全，且维修方便。

三、技术水平

国际先进水平。

四、项目所处阶段

在研阶段，进行了初步的理论分析测算，效果良好。

五、市场状况及市场预测

该系统美观大方，系统安全可靠，在小风速下也可良好发电，特别适合城市等地使用，预测其市场的潜力巨大。

六、项目计划进度及所需经费

约需 1—2 年，经费约为 400 万元。

七、合作方式

联合开发，技术转让。技术转让费：300 万元。

自然循环高效脱氮工艺——GNC

一、项目简介

自然循环高效脱氮新工艺运用基因工程技术，对自然微生物进行强化与变异，产生可适应各种水质的硝化菌和反硝化菌群，并将高效微生物群固定在专用载体上，使其生物负载量达到传统工艺的 3~10 倍。本工艺能高效处理高浓度氨氮废水，特别是对于传统生物无法处理的碳源缺乏的高氨氮废水的处理水平居世界领先地位。

二、应用范围

适于所有有机、无机废水（氨氮）的处理，尤其适于难降解有机、石化、焦化等高难度废水处理，并可用于城市污水处理及中水回用。出水水质可达《污水综合排放标准》一级标准。

三、技术特点

主要工艺参数：最大 NH_4^+-N 容积负荷 $4.4\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ ；

可处理传统生物法无法处理的无机高氨氮废水，对 $1000\text{mg}/\text{L}$ 左右的 NH_4^+-N 废水的处理在世界上处于领先水平；

整个工艺可除臭，属绿色环保工艺；

可将工厂废弃物转化为硝化和反硝化所需的碳源，由此可大幅降低氨氮的处理成本，并实现废气、废水及固体废弃物自然循环及无害化处理；

硝化反硝化同时进行，可消除过高氨氮及游离氨对硝化菌的抑制，克服了传统厌氧+好氧工艺的缺陷，可节约碱度 30%；

基建投资可减少 30%，运行成本可降低 30%~50%；

运行管理方便、设备可停可转，不影响处理效果；

可对老旧城市废水厂进行改造，确保出水氮、磷达到一级标准，增加处理量。

四、技术所处阶段

工程示范及应用。

五、合作方式

技术服务。

垃圾渗滤液组合处理技术——GLC

一、项目简介

垃圾渗滤液组合处理技术是“物化+生物+生态处理”的新工艺，由预曝调节池、沉淀池、高效生物滤池、综合生态池等组成。出水达到国家一级排放标准，也可实现垃圾处理厂污水零排放。

本技术集建设投资少、运行费用低、治污效果好且无臭味、占地小、环境优美等诸多优势为一体，具有国际领先水平，已在多个工程取得佳绩。

二、技术特点和优势

本组合技术处理垃圾渗滤液的出水可以达到国家一级排放标准；氨氮可达到地表水Ⅲ类水体标准；

与引进的国外技术相比，具有明显优势：

建设投资少——节省投资 70%；

运行费用低——运行费用可节省 60%~80%；

占地小，操作简单，维护方便，处理过程无臭味；

对区域水污染环境的江河湖泊水体修复具有显著优势；

预曝调节池的功能集吹脱、化学氧化、生物氧化、物化吸附及生物吸附为一体，可大幅降低污水中的 COD、氨氮和色度；

高效生物滤池的剩余污泥仅为传统生物法的 5%；

综合生态处理集过滤、吸附、生物氧化、植物吸收及光合作用为一体，实现污水净化与环境美化的有机结合。

三、应用范围及前景

填埋垃圾场的渗滤液的无害化处理。

四、合作方式

技术服务。

示范工程：

深圳龙岗中心城垃圾处理厂渗滤液处理工程

位于深圳龙岗中心城垃圾焚烧发电厂一直面临电絮凝处理工程出水氨氮超标和附件居民投诉的困扰，之前引进的国外电絮凝技术处理垃圾渗滤液，处理效果很不理想。2003 年，为解决这一难题，龙岗区政府决定运用我所具有自主知识产权的“固定化微生物垃圾渗滤液处理组合工艺”解决电絮凝后的垃圾渗滤液氨氮浓度高的难题。

目前竣工后的龙岗工程已顺利通过深圳龙岗区环保局组织的专家组的验收。经检测：进水口 COD 平均值 1000~2000mg/L，出水口 COD 平均值 75mg/L；进水口氨氮平均值 800mg/L，出水口平均氨氮<1mg/L，其他各项指标也达到了设计标准。

完善后的工程出水水质清洁无味、呈微黄色。通过长达五个月的出水种花、养鱼实验，进一步证明了出水水质稳定、无生物毒性、生态功能完善，可以直接作为环境用水使用。

项目（mg/L）	COD	BOD	NH3-N	SS
进水	1110	210	882	107
出水	46.6	4.62	0.167	7

高效生物滤池工艺——GBAF

一、项目简介

高效生物滤池工艺是固定化高效微生物与曝气生物滤池（BAF）有机结合发展而成的一种新型污水处理工艺。应用先进的固定化技术，有效提高生物负载量。在 GBAF 高效生物滤池中设计，通过对 PH 值、溶解氧、碳氮比、容积负荷、混合液回流比的合理控制，实现了对高效处理高难度工业废水，特别是目前传统生物法认为不可降解的污染物的降解处理，且不需要反冲洗。

二、技术特点及优势

主要工艺参数：最大 BOD_5 容积负荷可达 $26\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ ，最大 NH_4^+-N 容积负荷可达 $3.6\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ ；

可处理目前传统生物法不能降解的高浓度有机废水,和高氨氮废水；
出水水质好，处理出水经灭菌可回用，可去除重金属离子，去除污水处理中散发的臭味，驱除池蝇；

内部填装网状大孔载体，生物负载量高，处理效率高，其池容量是普通曝气池容量的 20%~50%，同时采用酶制剂和高效微生物菌群的固定化技术，防止了微生物和酶的流失。不需要反冲洗，并因固定化微生物材料的过滤作用，省去二沉池，因此基建投资可减少 30%，运行成本可降低 30%~50%；

运行管理方便、设备可停可转，不影响处理效果。整个设备停止运转半年无须专人管理，恢复曝气一周后，处理效果即恢复正常；

可对老旧污水厂进行改造，提高出水水质，增加处理量；

使用简单，成本低廉。

三、项目所处阶段

工程示范及应用

四、合作方式

技术服务。

高效生态处理系列技术——GEWP

一、项目简介

高效生态处理系列技术是通过一定的填料上种植特定的湿地植物，接种高效微生物植物组成复合生态系统，本系统发挥出物理、化学和生物的重重协调作用，通过过滤、吸附、共沉、离子交换、植物吸收和微生物分解实现对废水的高效净化，同时通过营养物质和水分的生物地球化学循环，促进植物生长并使其增长，实现废水的资源化与无害化。

二、技术特点及优势

出水水质稳定，对重金属、病原菌、有机物和氮磷等营养物质去处能力强，基建和运行费用低，维护管理方便，耐冲击负荷强，不阻塞，与高效生物滤池耦合集成，可最大限度减少占地面积。

三、应用范围及效果

人工湿地、毛管浸润、快速渗滤等废水生态处理系统独特的作用机制、经济性和环境友好性使其在饮用水源和景观用水保护、非点源污水治理、绿色集雨、河流湖泊水环境生态修复、生活小区污水处理、生态园区活水公园构建、城郊小城镇污水处理、养殖废水和特殊工业废水深度处理方面具有突出的优越性。

活水公园水质净化、河湖治理水体修复、饮用水源和景观用水保护、绿色集雨等因进水水质不同可达到地面水水质 II 至 IV 类标准；非点源污水治理、生活小区污水和小城镇污水处理可以达到污水综合排放一级标准；当生态处理作为生物处理系统的耦合技术深度处理养殖废水、垃

圾渗滤液和特种工业废水时，也能够实现一级达标排放，并可以确保系统的长期安全稳定运行。

四、项目所处阶段

工程示范及应用

新型环保发动机压电喷油器的关键技术

一、项目背景

进入 21 世纪以来，人们对出行要求的提高、进口汽车关税的降低以及国产汽车工业的日益繁荣使得中国逐渐走向汽车家庭化时代，北京市的家庭拥有汽车数量更是每年高速递增，据不权威统计，北京市目前拥有汽车的家庭已经达到 1/3 以上，每天的上下班时间，大量的汽车同时出现于各条马路，不仅带来了严重的交通阻塞，而且大量汽车尾气的排放，给北京市的空气质量 and 人们的健康带来了极大的危害。从全球的角度来说，大量以温室气体 CO_2 为主的汽车尾气的排放，加速了全球变暖的进程。为抑制此进程，1997 年 12 月，149 个国家和地区的代表在日本京都召开《联合国气候变化框架公约》缔约方会议，会议通过了旨在限制发达国家温室气体排放量以抑制全球变暖的《京都议定书》。《议定书》规定，到 2010 年，所有发达国家排放的二氧化碳等 6 种温室气体的数量，要比 1990 年减少 5.2%，尽管中国作为发展中国家不承担 CO_2 减排的义务，但随着经济高速发展带来的严重污染，中国正承受越来越大的国际压力，中国目前已经走进“后京都协议时代”，减少 CO_2 等温室气体的排放正成为我国经济增长所必须面对的问题。而对汽车行业来说，低排放、大功率的环保型发动机是解决这一问题的关键。

由此，具备上述两大优点的直接驱动式压电喷油器成为当前世界各大汽车发动机公司研究的热点，这种新型喷油器的最大特点在于，通过采用以压电致动器直接驱动针阀的原理，使喷油器的响应速度大大提高，通过直接驱动，针阀的移动速度从原来（电磁阀）的约 1m/s 左右提高到了 2.5~3.0m/s。由于能够高速开闭阀门，因此可迅速起喷、瞬间停喷，这样，在相同时间内便可喷射更多的燃料，有助于提高发动机的功率。这种新型喷油器的基本构造非常简单（见图 1），只需将由多个压电元件层叠而成的压电致动器的运动，经由利用活塞面积的不同来扩大冲程的动作放大器传递给进油针阀即可。而且，由于喷油量可以精确控制，有助于燃料燃烧充分，可以显著降低有害气体的排放。

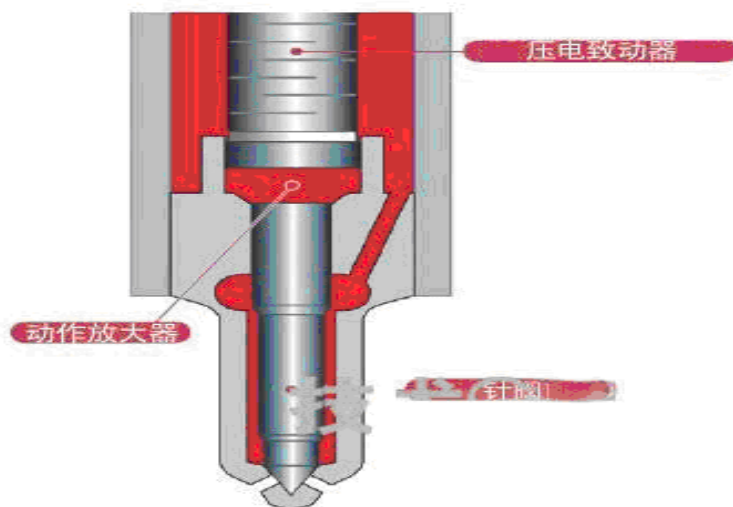


图 1 基本构造图

二、主要内容

压电喷油器的核心部件是由压电陶瓷制成的多层致动器，压电陶瓷在电压作用下可以非常精确、迅速地伸缩，驱动喷油针阀张开闭合，从而实现快速、精确的喷油控制。用于压电喷油器的压电致动器必须工作在高电场下以实现较大的位移输出，而在高电场下，压电致动器的位移-电压关系呈现明显的非线性，同时预应力、温度、加载频率等因素都会影响位移的输出；另一方面，压电致动器在高周循环电压作用下会出现较明显的疲劳效应，输出位移将有所减小。同时由于压电材料具有介电损耗，快速的驱动将产生相当的热量，使得致动器的温度显著上升，从而影响位移控制的精确。因此，要实现压电喷油器精确的喷油量控制，关键要系统地研究压电致动器在真实工作环境下的位移响应，建立致动器电致位移的准确模型，并在产热、疲劳测试的基础上确定其使用寿命并对疲劳和产热效应进行精确补偿。

我们可以完成国产和进口两种压电致动器在一系列温度、预应力、电压、频率、波形下电致位移响应的实验数据（表格和图），压电致动器的致动疲劳曲线，产热曲线，国产和进口两类压电致动器最优的工作参数范围。

三、主要创新点

本项目的内容属于多学科交叉领域，其中涉及了材料学、力学、机械学、热学、电学等学科，从基础研究的角度看，本项目的开展将促进上述学科之间有机的结合；从应用的角度看，本项目的结果可直接应用于环保发动机压电喷油器的研发设计，为我国发动机行业的技术进步增砖添瓦。同时，本项目的开展将国产的压电致动器与进口致动器进行直接的性能测试对比，有利于促进国产压电致动器行业的技术革新。

四、已有研究基础

项目负责人在加拿大工作期间，作为主要成员参与了加拿大自然科学基金与工程基金（NSERC）项目，该项目由不列颠哥伦比亚大学(UBC)与温哥华当地的发动机研发公司(Westport Power Inc.)合作，测试用于新一代环保型发动机压电喷油器的压电致动器的力—热—电耦合的致动性能以及可靠性，该环保型发动机将用于某国际知名汽车公司即将推出的最新款高档轿车。另外，在加拿大测试的压电致动器均是国外产品，而我国要发展研制压电喷油器，必须以使用国产的压电致动器为主，系统地测试国外和国内压电致动器在模拟真实喷油器工作环境下（温度 $-30^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$ ，压力几十至上百 MPa，控制电压 $\sim 2\text{kV/mm}$ ）的致动性能以及疲劳和产热性能。

五、知识产权

自主知识产权。

六、国内外相关技术现状与趋势

我国迄今还没有这方面的研发工作。主要有以下几个主要原因：（一）我国还是发展中国家，《京都议定书》中约定可以不承担 CO_2 减排的义务，国家在汽车节能减排方面的法律规定尚不严格，企业缺乏研发的动力；

(二) 压电喷油器的研发需要较高的技术门槛，要求测试人员在压电材料测试领域具备丰富的经验，研发周期长，投入大，尤其是其可靠性研究，至少需要几年的时间，这些都在一定程度上打击了企业研发的积极性。然而正如前面所提到的，我国现在已经处于“后京都协议时代”，节能减排将是我国各行各业的长期指导思想，环保型发动机必将是未来汽车发动机的发展趋势，作为它的核心技术之一的压电喷油器技术，我们必须加快其研究步伐，争取早日推出我们自主研发的环保型发动机。

2003 年 5 月德国 Bosch 公司推出的第三代轿车用压电直接控制式喷油器共轨喷油系统能降低柴油机排气有害物高达 20%，此外还能提高功率 5%，或降低燃油耗 3%，或降低噪声 3dB(A)，这使得直驱式压电喷油器有望成为下一代环保型发动机的关键技术。目前，国外各大知名汽车公司均已经掌握了基于压电直驱式喷油器的新型柴油发动机技术。2005 年，几乎是同时，奥迪、梅塞德斯-奔驰和标致公司与合作伙伴福特公司一起在市场上推出了配备 V6 增压柴油机（6 缸 3.2L 排量，压电直喷技术）的轿车。他们以大功率、低油耗和更好的车辆行驶性能向汽油发动机发起了冲击，迫使它们让出高档轿车的一部分市场。2008 年，奔驰公司在巴黎车展上推出了搭载全新四缸 2.2L 涡轮增压柴油发动机的奔驰 C 级轿车 C250CDI，这款发动机由美国德尔福(DELPHI)公司研制开发，使用最新的直驱式压电喷油器，使奔驰 C250CDI 的百公里等速油耗仅为 5.2 升，二氧化碳排放量为 138g/km，最大扭矩达到同级别车型中最高的 500N.m，可与排量 3.2L 的 V 型 6 缸发动机相媲美。虽然不只是压电喷油器的功劳，但压电直喷技术是推动环保型柴油发动机向高档轿车市场进军的关键。最近，国外的一些发动机公司已经开始了基于压电喷油器技术的环保型氢气发动机的研制。

	<p>德尔福高速伺服电磁阀喷油器</p> <p>较小的移动质量 (1)</p> <p>较短的液压管路 (2)</p> <p>平衡阀概念 (3)</p> <p>较低的弹簧加载 (4)</p> <p>12V 高速电磁线圈 (5)</p>
	<p>德尔福直接驱动式压电喷油器</p> <p>直接压电控制 (1)</p> <p>动作放大 (2)</p> <p>喷油器内部蓄压器 (3)</p> <p>无燃油回流 (4)</p> <p>无导致压力降低的孔 (5)</p>

使用直接驱动压电喷油器技术的柴油机燃油喷射系统

德尔福公司推出新一代柴油喷油器——德尔福直接驱动式共轨系统。此项新产品的推出历经德尔福为期五年的研发，同时与其整车生产客户紧密协作，帮助他们达到将来严格的排放要求。新系统现在已经投产，并将首先于今年年末在欧产轿车上投入使用。

德尔福直接驱动式共轨系统已获专利权，与现有的燃油喷射技术采用电-液回路来驱动有所不同，喷油器针阀是由压电晶体驱动器直接驱动的。这使得喷油器将燃油喷射到燃烧室的速度更快，且喷雾动量和精确性都得到提高。针阀的开启关闭速度极其快速，且与喷油压力无关。燃烧控制得以改进使得排放显著降低，发动机在整个工作范围内的扭矩和功率明显提升，燃油经济性及发动机整体性能得到改善。

当前的喷油器技术：

目前，喷油器技术划分为“电磁式”或“压电式”两种。在这两种形式中，通过驱动器（“电磁式”或“压电式”）来驱动控制阀，以此控制液压管路，最终驱动喷油器针阀。这一过程被称作“伺服驱动”。

伺服驱动系列进一步细分为两类，根据施加在阀两端的压力：一种称之为“平衡式”，而另一种则为“非平衡式”。

因此，目前市场上的喷油器的种类包括：

伺服电磁非平衡阀（率先投入市场的共轨类型）；

高速伺服电磁平衡阀（德尔福产品）

伺服压电非平衡阀（目前唯一的一种在产的压电喷油器）；

（投产的产品中尚无伺服压电平衡阀设计）。

七、市场状况

1. 市场需求与结构

柴油发动机所面临的一项挑战是要尽可能地减少氮氧化物（NO_x）的排放。到 2014 年欧洲实行 Euro6 标准时，与当前的 Euro4 标准相比，对于 NO_x 的排放限值将会减少到目前的三分之一，而对于颗粒物质的排放限值减少到五分之一。在北美地区，所面临的挑战更为严峻，因为 TierII bin5 中 NO_x 的排放标准已经明确，与现行的 Euro4 的 250mg/km 和 Euro6 的 80mg/km 标准相比，该标准仅等同于 43mg/km（尽管这些数据并不可以直接对比，因为欧洲和美国规定的试验循环是不同的）。

另一项挑战是来自当今欧洲、日本和美国关于减少二氧化碳排放以缓解全球变暖现象的讨论。有关二氧化碳排放限值的讨论现如今还未结束，并且已经提上议事日程（欧盟已经起草了在 2012 年达到 120g/km 排放量这一极具挑战性的目标），但是顾客在选购汽车时，已经逐渐开始将燃油经济性和二氧化碳的排放量考虑在内。

欧洲可以说是柴油车的天堂，在德国柴油轿车占了 39%。柴油轿车已有了近 70 年的历史，而最近 10 年可以说柴油发动机有了突飞猛进的发展。在 1997 年，博世与奔驰公司联合开发了共轨柴油喷射系统 (Common Rail System)。今天在欧洲，众多品牌的轿车都配有共轨柴油发动机，如标致公司就有 HDI 共轨柴油发动机，菲亚特公司的 JTD 发动机，而德尔福则开发了 Multec DCR 柴油共轨系统。所以，该技术的市场前景非常巨大，并符合国家的大政方针！

2. 竞争状况

我国迄今还没有这方面的研发工作。由于受柴油供应量不足，柴油质量达不到要求等因素的制约，我国乘用车柴油化的市场占有率极低，

不到 1%。近来，源于市场对更节油、更环保现代柴油技术的需求，以及中国对 CO₂ 减排承诺，柴油乘用车在中国日益受到青睐。专家预计，未来 5 年我国乘用车柴油化率将达 20%。

在 2010 年北京国际车展上，许多自主品牌的汽车制造厂商，如奇瑞、华泰、吉利、吉奥、江淮、江铃等，都展出了应用博世 CRS2-14 经济型共轨系统的十几款乘用车型，其中多数为 SUV、MPV。

这也就是目前该技术的市场格局使然，我们所开发的技术，将在一定车工年度上和世界巨头有所竞争。

八、产业化方案

和国内知名的柴油机厂家合作，共同开发。

1. 目标

合作建立产业化基地和公司。

2. 投资估算

总投资 1000 万元。

汽车车体噪声与振动信号处理和控制

一、项目背景

近年来我国汽车市场快速增长，但卡车保有率仍仅为英美发达国家的 1/3 到 1/5，市场存在巨大上升空间，应尽早开展关键技术研究提高产品市场竞争力。噪声振动(NVH)是车辆研发中的主要问题，关系到国标认证和用户舒适度，还和结构安全、整车寿命和控制系统操纵性密切相关。我们发现很多国内的汽车公司迫切需要 NVH 相关测试设计工具和方法，为此有必要首先针对现有车型逆向工程设计，建立初步的振动和噪声实验平台，并重点开发计算机辅助分析设计(CAE)手段。

二、 主要技术内容

噪音与平稳控制是车辆舒适性、安全性的重要指标，涉及到流体力学、计算机辅助工程等大量前沿理论与技术，是一个学术与应用紧密结合的核心课题。

课题组在噪声、振动理论、测量和控制各方面有丰富经验。负责人曾参加空客公司新一代飞行器机体噪声设计，为本田 F1 赛车队（现梅塞德斯-奔驰车队）从事过相关车辆设计。其他主要参与人有噪声计算、试验系统等方面经验。课题组拥有噪声、振动方面专用测试试验器材和 40 核高性能集群计算机。拟解决的关键问题包括：针对现有车型有针对性建设实验和 CAE 环境，从而逆向工程分析并优化现有设计；培养工程设计人才。

三、主要创新点

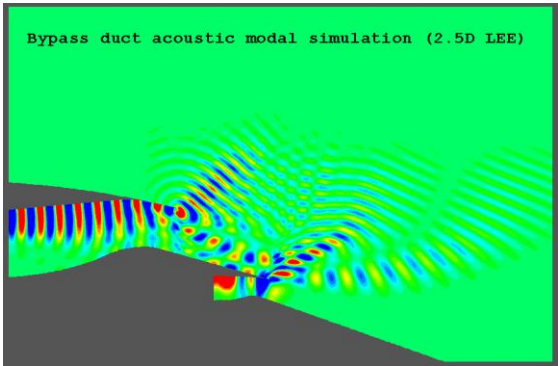
主要创新在于将国外先进技术、设计思想和方法和国内工程项目和实际需求结合，尤其是利用 CAE 分析低频的结构震动声学耦合和底盘悬挂匹配设计的多刚体动力学，此外还将利用气动噪声中的最新方法分析进排气系统噪声和控制方案。

四、技术成熟性和可靠性

研究人员曾任通用电气公司(GE)研究院实时控制实验室研发工程师、英国南安普敦大学航空航天系博士后研究员、英国南安普敦大学航空航天系/空客噪声技术中心讲师。其最重要的研究成果包括：

研究目前集中在飞行器噪声和振动的测量、建模和控制，拥有 40 核并行计算系统、128 通道同步高速数据采集系统、各类实时控制系统等，曾为空中客车公司、本田 F1 车队（现梅塞德斯-奔驰车队）等公司完成多个噪声与振动研究项目。

计算模拟:发动机涡扇噪声传播和安装效应模拟



实时测量和控制:F1 赛车模型风洞实验无线数据测量、在系统硬件仿真 (hardware-in-the-loop)。



阵列测量：拥有多通道加速度测量、模态分析和振动建模能力。自主设计的北大阵列（PKUArray）在传统风洞实验中得到成功运用。

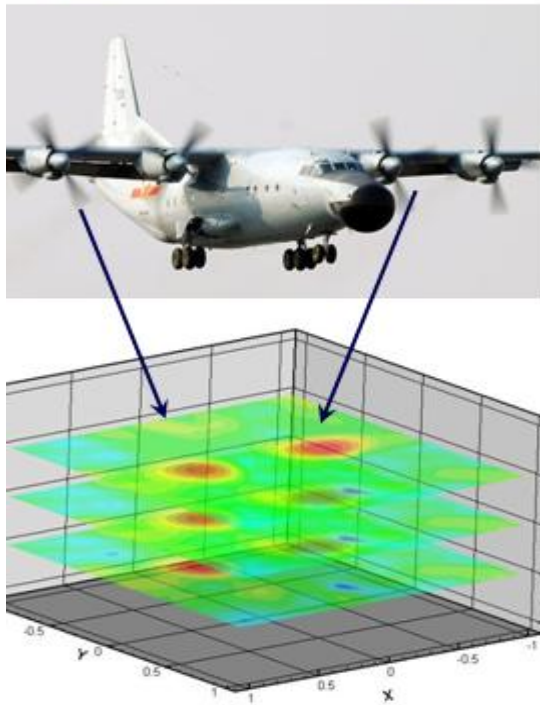
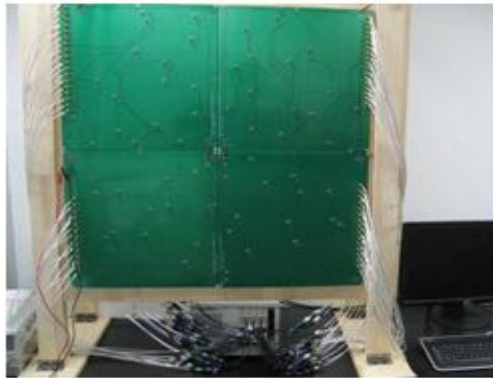
五、知识产权

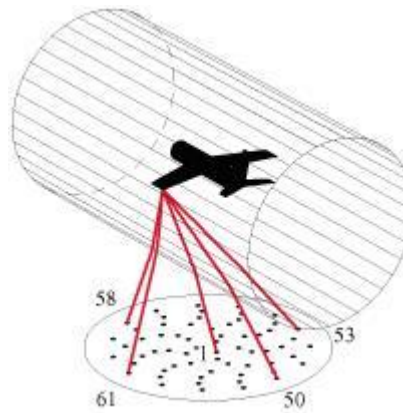
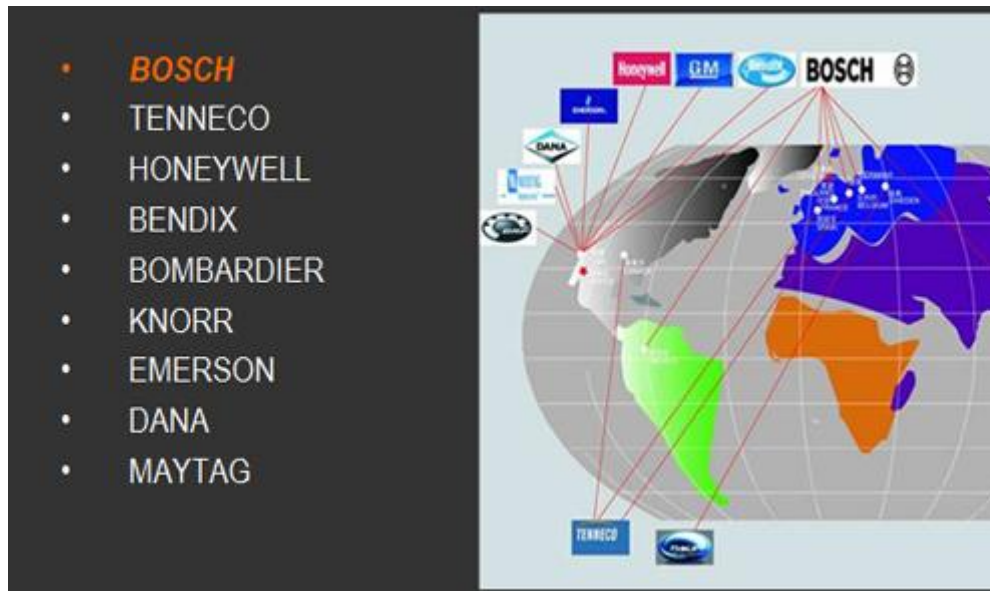
自主知识产权。

六、国内外相关技术现状与趋势

噪声振动(NVH)是车辆研发中的主要问题,关系到国标认证和用户舒适度,还和结构安全、整车寿命和控制系统操纵性密切相关。在欧美汽车强国, NVH 一般占全车设计费的 20%, 该种技术作为重要的核心机密不对外转让。国际上的汽车巨头和零部件厂商均有较大范围的布局,但是在国内基本没有这种高水平的测试服务技术。

下图是波音公司测试的示意图。圆圈内的黑点代表麦克风。红线代表声波从声源 $s(t)$ 到麦克风的传递路径。由于声源和各个麦克风间的距离不相等, 每个麦克风接收到的声波有不同的时延 t_i (在频率域称作相位差), 数学上可以大致描述成 $x_i(t) = s(t-t_i) + N_i(t)$, 这里 $x_i(t)$ 和 $N_i(t)$ 分别代表第 i 个麦克风接收到的信号和均值为零的干扰。





波音公司测试示意图



韩国 SM Instruments 公司的螺旋形麦克风阵列



保时捷 911 的后轮和地面磨擦产生的噪声探测



瑞典 Sound View 公司的工程师用两列平行的
麦克风阵分析运行中的磁悬浮列车产生的噪声

七、市场状况

目前世界上各种与 NVH 相关的分析服务市场大约有数十亿美元/年，并在以 10% 的增长率逐年增加。除了被广泛用来分析运行中汽车、磁悬浮、飞机产生的噪声，近年来也被用到家电和其他的行业。近年来我国汽车市场快速增长，市场存在巨大上升空间，应尽早开展关键技术研究提高产品市场竞争力。

八、产业化方案

1. 目标

合作建立服务性公司，要求是具备汽车行业服务能力的厂家。本项目可开发的产品包括：首先针对现有车型逆向工程设计，建立初步的振动和噪声实验平台，并重点开发计算机辅助分析设计(CAE)手段；利用 CAE 环境和实验数据采用逆向工程手段分析现有车型设计；研究动力总成悬置和底盘悬挂匹配技术和优化。进而为整车企业服务，预计服务金额在 1000 万人民币/年的基础上增加。

2. 投资估算

服务所需的精密机加工，传感电路制备、传感器组装、性能测试设备，相关的服务人员队伍组成。

投资估算：200 万。

便携式光伏电源的开发应用

一、项目背景

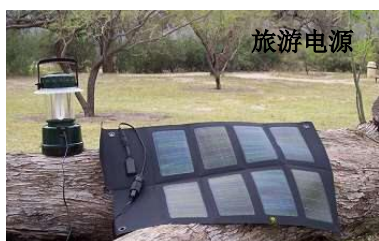
太阳能是最理想的新能源，它是各种再生能源中最重要的基本能源，太阳能存在许多优点：太阳能随处可得，数量巨大，无需运输；取之不尽，用之不竭的可再生性；既清洁又安全无污染，也不会影响生态环境。太阳能光伏发电可以将太阳光直接转化为电能。自从 1954 年，光伏发电技术飞速发展，仅仅经过 50 多年的时间，已成为空间卫星的基本电源和地面无电、少电地区及特殊领域的重要电源。而光伏发电在空间作为电源以及在地面系统方面的应用，得到了很好的发展，在一些特殊领域的应用还需要进一步的研究。

二、主要技术内容

由于使用地点不同、性质不同、设备不同等原因，可有以下几种用途，分别设计系列产品（见示例图片）。

1. 军用救生艇、飞艇或野外帐篷用柔性太阳能组件，要求满足救生艇上医疗设备和马达、蓄电池的电性能的匹配，而且对封装材料也有更加严格的检测标准，以适应水上和海上潮湿、酸碱环境，达到更长的使用寿命和使用的安全标准，实现合格的质量目标。

2. 野外用可折叠太阳能组件，我们这一系列的产品主要针对不同的野外设备，设计研究更加人性化的产品，在使用细节上能够与设备更好的匹配，在使用产品时达到和设备的完美结合，减少携带的负担，供电的柔性太阳能组件在能够提供足够电量的情况下，越小巧越方便，越利于行动。



3.根据要求设计柔性太阳能电池，我们的产品，可以随着需求不同进行设计，不拘泥于几种固定的规格。

北大工学院太阳能中心已经开发出针对民用/军用的以柔性太阳能电池为基础的便携式电源，可在野外或偏远无电地区为各种小型用电设备（如手机）充电。

三、主要创新点

本次项目研究的方向是，利用柔性太阳能电池组件开发便携式电源，使其适用于用电设备，达到太阳能电池与用电设备的匹配。同时在产品的设计上使电源携带更加方便，不增加雷达反射与红外辐射，并使电源在可能遇到的各种极端情况下仍能正常工作。

四、技术成熟性和可靠性

技术成熟，产品是现有生产技术的综合与集成，已经有了实际使用的案例。本项目的薄膜电池生产技术，是 CIGS（CIS 中掺入 Ga）化合物薄膜太阳能电池。

学术界和产业界普遍认为太阳能电池的发展已经进入了第三代。第一代为单晶硅太阳能电池，第二代为多晶硅、非晶硅等太阳能电池，第三代太阳能电池就是 CIGS（CIS 中掺入 Ga）等化合物薄膜太阳能电池及薄膜 Si 系太阳能电池。

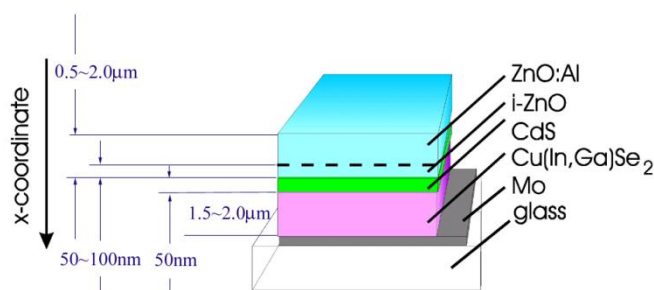
CuInSe_2 多晶薄膜太阳能电池的研究起始于 20 世纪 80 年代初。经过近 20 年的研究，近期已有了突破性的进展。目前，电池在效率、稳定性和大面积生产技术方面都有可喜的进展，小面积电池(CuInGaSe)的效率已超过了 18.8%，大面积的电池效率达到了 13%。国外许多大公司和国家实验室，如西门子公司 (Siemens Solar)，美国国家可再生能源实验室 (National Renewable Energy Laboratory)，已开始大规模地实施制造薄膜太阳能电池的计划，2005 年德国投入 5500 万欧元，正在建造生产能力达 10MW 的 CIS 生产线。

五、知识产权

自主知识产权。

六、国内外相关技术现状与趋势

铜铟硒 (CIS) 太阳能电池是多元化合物半导体薄膜电池，它是在玻璃或是其它廉价衬底上依次沉积多层薄膜而构成的光伏器件，其结构如图所示。在玻璃衬底到最顶层依次是：金属 Mo 背电极/ CIS 吸收层/ CdS 过渡层/本征 $\text{ZnO}(\text{i-ZnO})$ 层/ ZnO:Al 窗口层，最后可以选择在表面依次镀上减反射层(AR Coating)来增加光的入射，再镀上金属栅极用于引出电流。



CIS 电池的特点

低成本：CIS 电池采用了廉价的 Na-Lime 玻璃做衬底，采用溅射技术为制备的主要技术，这样 Cu, In, Ga, Al, Zn 的耗损量很少，对大规模工业生产而言，如能保持比较高的电池的效率，电池的价格以每瓦计算会比相应的单晶硅和多晶硅电池的价格低得多。

高效率：禁带宽度 (1.1eV) 适于太阳光的光电转换；容易形成固溶体以控制禁带宽度的特点，目前实验室样片效率达到 18.8%。

可大规模生产：近二十年的研究表明，CIS 电池的界面是化学稳定的；

亚稳态缺陷对载流子有正面的影响；而 Cu 漂移是可逆的，它的漂移缓解了材料中的化学势产生的缺陷梯度，这种适应性使其有很好的抗辐照和抗污染能力，从而具备大规模生产的优势。

	晶体硅(c-Si) 光伏	硅(a-Si)薄膜	铜 铟 镓 硒 (CIGS) 薄膜	塑料基板 (Polymer)
转换效率	16-20%	5-6.5% (S) 8-10% (T)	10-15%	<5%
每瓦成本	\$2.5-3.3	\$2-2.5	\$1.1	\$?
寿命 (年)	20-30	15-20	20-30	Short (<5)
能源回收(年)	2.5-7	3	1—1.5	NA
每瓦设备投资	2-3	2-3	1.5	NA
一体化	NO	YES	YES	YES
可柔性化	NO	NO	YES	YES
毛利润	原材料:90% 电池片:20% 电池板:10-15%	<20%	>50%	NA
全球产能	>3G	<200MW	<200MW	NA

七、市场状况

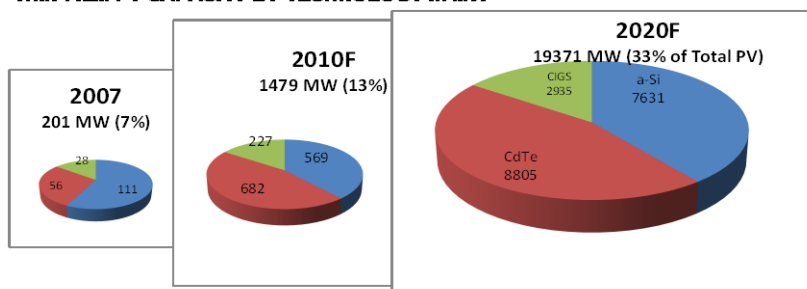
1. 市场需求与结构

一种产品的诞生，必须要适应市场需求，能够在市场中广泛应用，否则这种产品必然消失在萌芽中。

目前光伏市场占有率：晶体硅 (c-Si) 光伏占主导地位，目前市场占有率超过 90%。但低成本薄膜光伏正在快速兴起，对晶体硅市场形成挑战。预期到 2020 薄膜光伏市场占有率会从现在<10%年增长到 30%，达到 1.5 万兆瓦的规模。

薄膜化合物市场成长会最迅速。其超低的制造成本（晶体硅的 1/3 或薄膜硅的 1/2）及适中的转换效率（10%~15%），会率先领导光伏发电率达到与煤电成本等同的水平。其市场占有率期待占整个光伏市场 15% 以上，在 2015 达到 3000 兆瓦，在 2020 年超过 1 万兆瓦。见下图。

THIN FILM PV CAPACITY BY TECHNOLOGY in MW



中国化合物光伏前景：中国具有开发薄膜化合物市场得天独厚的矿产资源条件，铟、碲、硒藏量丰富，提纯技术成熟。特别是具有地球上最独特碲的矿产资源，可以支持上亿兆瓦光伏产业。充分利用这一资源，不仅会大幅度降低光伏发电成本，加速中国光伏的利用，还将产生上千亿的产值。

化合物光伏市场进入时机：虽然光伏市场长期看好，但受全球金融海啸经济危机的影响，近期会下调。高成本、低利润的生产厂家会被淘汰出局，光伏市场将会重新洗牌，为新竞争者提供进场的时机。利用这一下调期，新竞争者可以开发低成本、高效率、能量产的薄膜化合物光伏技术，为下一波上涨商机做好准备。

2. 竞争状况

在国内，内蒙古大学、南开大学、云南师范大学、中国科学院长春应用化学研究所等单位先后在 80 年代中期开展了 CuInSe_2 多晶薄膜太阳能电池的研究。1986 年长春应用化学研究所用喷涂法制备了 CIS 薄膜，1990 年内蒙古大学采用双源法，研制了 $\text{CdS} / \text{CuInSe}_2$ 薄膜太阳能电池，面积为 $0.9\text{cm} \times 0.9\text{cm}$ ，效率为 8.5%，南开大学采用蒸发硒化法制作 CuInSe_2 薄膜太阳能电池，面积为 1cm^2 的太阳能电池效率为 7.28%， $5\text{cm} \times 5\text{cm}$ 电池的平均效率达到了 6.67%。比较而言，我国的技术还处于实验室阶段，而且水平较低，投入很少。在国内的专利检索上，目前还没有与 CIS 相关的报道。而在文献报道方面，至今还没有用溅射及 CBD 制备 CIS 电池方面的报道。

我们的生产技术，目前是该种电池转化效率的世界纪录保持者，同时有工厂支持后续的生产工作，处于国内的领先水平。

八、产业化方案

1. 目标

成立合资公司，制备柔性的 $300 \times 300\text{mm}^2$ 的 CIS 太阳能电池、效率达到 8% 以上，掌握关键技术与工艺，在此基础上提出大规模生产线的

工艺流程及设备配置。进而大批量的生产。

2. 投资估算

1000~1500 万元。

以反方向旋转的立轴风机

一、项目背景

风电是可再生、无污染、能量大、前景广的能源，大力发展清洁能源是世界各国的战略选择。风电技术装备是风电产业的重要组成部分，也是风电产业发展的基础和保障，世界各国纷纷采取激励措施推动本国风电技术装备行业发展，并培养了一流的风电装备制造企业，同时，风电技术进步和风电装备制造企业的成长又进一步促进了风电产业的发展。目前，我国风电技术装备行业已经取得较大成绩，但距国外发达国家还有一定差距。

2010年后，中国将成为世界上最大的风电市场和风能设备制造中心。中国正逢发风电的大好时机。按“十一五”规划，到2010年，我国风电装机容量达到500万千瓦，2015年将达到1000万千瓦，2020年将达到3000万千瓦。中国风电市场将越来越大，成为世界最大的风电市场指日可待。

在中国组建立轴机风电技术公司，引进美国浮海风电公司现有技术，在河北“低空急流区”建造样机两台，每台0.5兆瓦，示范立轴机的经济效益，能把度电成本降到人民币23分/度，如果建造大规模的反方向旋转的立轴风机，大量生产，进一步降低度电成本到人民币16分/度，远低于迎风风机的度电成本！同时每瓦发电用地，不到迎风风机的1/8。

二、主要创新点

FloWind-19300 千瓦立轴式风电机、是当代每千瓦造价最低的、度电成本最低的风电机。最近，美国加州理工学院教授 Dabiri，用6台立轴风电机做现场测试证实，反方向旋转的立轴风电机，可大大减低尾流的影响，可以排得很密。

每平方米“反方向旋转的立轴风机”的发电功率可达21瓦/平米(用了两台反方向旋转的立轴机，每台0.5兆瓦（直径30米）： $21 \text{ 瓦/平米} = \text{发电容量系数} \times \text{风电机兆瓦/占风电场面积} = 34\% \times 1\text{MW} / (4.5 \times 30 \times 4 \times 30)$)

三、技术的成熟和可靠性

相关技术发明人在美国创立了六家技术公司，其中三家在美国NASDAQ全国市场上市。

曹妃甸 450 兆瓦浅海立轴风机项目，被选为《中美绿色合作伙伴》项目之一。

相关技术发明人在美国领导 FloWind Corporation，与 Sandia 国家研究所合作，发展并产业化两代的立轴机：17 米 100 千瓦及 19 米 300 千瓦立轴机。并在加州安装及运转了 500 多台立轴机，共 90 兆瓦。

四、知识产权

自主知识产权。

五、国内外相关技术现状与趋势

当前，发达国家都把发展风能、太阳能等可再生能源作为抢占未来产业制高点的重要手段，列入国家战略，优先发展。到 2012 年，全球风电装机容量将达到 2.4 亿千瓦，年发电 5000 亿千瓦时，约占全球电力供应的 3%。以德国、美国为主的欧洲和北美地区仍将是世界风电产业的发展中心，主要从事风电设备制造的大企业，将在技术工艺和产业体系上酝酿着新的重大变革，以提高核心技术竞争力，研制具有独特核心技术、高效可靠的新一代 3~5 兆瓦以上的变桨变速恒频风电机组来引领世界风电设备制造业的发展潮流，如巨型海上专用风机等。

近年来，我国风电产业发展形势喜人。1986 年，我国山东荣成建成了第一个风电场，安装了 3 台 55kW 风电机组。自此之后，全国各地陆续建设了一批风电场。进入 21 世纪之后，我国风电装机容量持续高增长。截至 2007 年底，我国共建成 158 个风电场，累计装机容量为 6030MW，超额完成了原定 5000MW 装机容量的计划目标。2008 年底风电装机容量达到 12500MW，提前两年实现了 2010 年风电装机 10000MW 的目标，跃居亚洲第一，世界第四。一年新增 6500MW，成为世界上风电装机增速最快的国家之一，2009 年底，全国共建设 423 个风电场，总容量达 2268 万千瓦，约占全国发电装机的 2.6%。按照国家风电发展规划，2020 年，我国风电装机容量有望达到 1.5 亿千瓦。

截至 2009 年底，我国风电累计发电量约为 516 亿千瓦时，按照发电标煤煤耗每千瓦时 350 克计算，可节约标煤 1806 万吨，减少二氧化碳排放 5562 万吨，减少二氧化硫排放 28 万吨。2020 年有望达到一亿千瓦。

在风电技术装备方面，大连华锐 3MW 海上风电机组近期顺利安装，这是目前我国最大单机容量风电机组。此外，通过一系列国家支持计划、科技攻关和技术引进，我国基本掌握了兆瓦级风电机组制造技术，国产设备市场占有率达到了 69%，初步形成了生产叶片、齿轮箱、发电机和

控制系统等主要部件的产业链。

尽管我国风电产业发展成绩显著，但也面临诸多问题。我国风力发电起步于 20 世纪 80 年代初，主要是满足广大牧民生活用电的要求，研制离网型小型风力发电机，单机容量为几十瓦至几百瓦，例如：太原汾西机器厂制造的 FD2-150，叶轮直径 2 米，轮毂高度 5.5 米，切入风速 3 米/秒，额定风速 7 米/秒，额定功率 150 瓦。并网型风力发电机采取技术引进、消化吸收的技术路线，先后引进了丹麦 55 千瓦（1986 年）和 120 千瓦失速型风力发电机，在此后的十几年里，并网型风电机组以及相关技术进展缓慢，大多数风电企业的设备及关键技术受制于国外，风电系统人才培养几乎空白。

同时，单机容量和风电场规模大幅增大之后，在研发、设计、制造、规划、并网和电网管理等方面都存在较高难度的技术瓶颈，在目前高速发展（装机容量）的情况之下，急需冷静分析存在的问题，尽力避免出现宏观上、规模化和方向性的失误。

六、市场状况

1. 市场需求与结构

目前，我国风电设备制造业刚刚兴起，产业链发展并不是很完善，风电整机制造受关键零部件瓶颈制约较为严重。兆瓦级以下的风力发电机组主要零部件已经实现了国产化，并且可以批量供应。但兆瓦级以上风机的核心配件仍然存在较大缺口，本土厂商生产的部件质量上还不够可靠。此外，钢铁、铜线、碳纤维等原材料价格的上涨也使得风电机组成本下降趋缓。

伴随国家政策支持，我国的风电产业快速发展，已成为国际、国内风电投资最为活跃的場所。国际上，丹麦的 VESTAS、西班牙的 GAMESA、美国的 GE、德国的 NORDEXTT 和印度的 SUZION 等国际风电行业巨头，竞相进军中国市场，纷纷在天津、呼和浩特、沈阳和西安等城市投资建厂或与我国本土企业合作。国内的上海、天津、沈阳等重要经济中心城市，以国家调整能源结构为契机，通过政策引导、财力支持等措施，大力发展风电设备制造产业，积极引进国内外先进风力发电设备制造企业，做大做强风电产业。我国主要从事装备制造上海电气、东方汽轮机和中船重工等大企业，也把发展的触角伸向风电设备制造产业领域。如中船重工以重庆船舶为核心，在重庆、西安、武汉三地大举发展，从事生产风塔、减速器、发电机等风力发电设备零部件，目前已形成了规模大、链条完整的产业体系。

由此可见，我国风电设备制造产业还处于初步发展阶段，市场发展前景广阔，国内相互竞争发展的趋势还将在今后几年进一步扩大或深入。

我们要把握机遇，大力培育，引导发展壮大。

2. 竞争状况

1) 风电整机制造内部竞争程度较低

由于存在着市场的供不应求，我国的风电设备市场偏向于卖方市场。因此，目前我国的风电整机制造内部的竞争程度较低，主要体现在于四股力量之间。

(1) 行业的先行者凭着对该行业发展的敏锐触觉，很早就意识到风电设备制造领域中的机会，抢先介入这个市场，完成了最初的技术积累，形成完整的供应链，在客户中初步树立自己的品牌，具备先发优势。

(2) 传统设备制造商看到风电设备市场中的机会和在企业转型的压力下，强势介入风电整机制造业。这些企业大多经济和技术实力雄厚、具有长期的工业基础和丰富经验，从一开始就瞄准国际主流的 MW 级先进机组，具有很强的追赶实力；而且，长期稳定的国内风电设备市场将为这些新进入者提供了较为充足的追赶时间。

(3) 风力发电企业向上游产业链延伸。在投资风电项目中，风力发电企业注意到风机制造中的巨大机会，也纷纷通过向上游延伸介入风机制造业。这些风机企业具有先天的贴近市场优势，先拥有市场，然后才组织制造。

(4) 外国风机制造商看到中国风力发电巨大的市场后，受制于风机设备国产化率的规定，纷纷在国内独资或合资建厂。国外制造商携先进的技术、管理和雄厚资金实力，将在国内风机制造市场占据重要位置，成为本土风机制造企业的最具威胁的对手。

2) 潜在进入者的威胁力一般

目前，国内三大发电设备制造商已进入风电设备行业，国外主要风机制造商也已在国内设厂，我国该行业已经基本没有较大威胁的潜在进入者。但是，由于我国风电行业快速发展、风机制造业高速增长，仍有相当多的其他企业垂涎于该行业良好的发展前景，想进入风电设备制造业。由于风机制造具有较高的技术壁垒，并有一定的政策壁垒（在特许权招标中要求具有消化吸收引进技术能力）。因此，潜在进入者并不会对我国风电设备制造业构成较大的威胁。

3) 替代品的威胁力较弱

近年来，风电的成本呈现持续下降态势，每千瓦时风电成本由 20 世纪 80 年代的 20 美分下降到现如今的 4 美分左右。随着技术的进步和风机制造中规模效应的发挥，风力发电成本仍具有很大的下降空间。预计到 2010 年，风力发电成本还可以下降 30%，已经接近常规能源成本。

根据我国能源发展战略，我国未来将逐步优化电力装机结构，大力发展可再生能源发电，逐步缩小火电等化石能源发电在我国电力装机结构中的比例。但是，太阳能和生物质发电在我国刚刚起步，要在短时间内实现大规模商业化应用则会存在较大的技术瓶颈和过高成本的难题。

因此，短期内风力发电将是最具商业化条件的替代能源，风电设备制造业面对的替代品威胁力较弱。

4) 下游需求影响较大

目前，国内风电场的投资主体以国有大型电力集团为主，较为多元化，许多投资商的可持续发展能力不高。由于风电机组占风电项目总投资的 70%，因此风电场投资商对风机价格应该说非常敏感。

为了大规模商业化开发风电，国家发改委从 2003 年起推行风电特许权项目，每年一期，通过招标选择投资商和开发商。在风电特许权招标中，投标商的实际投标价格是从自身的发展策略制订的。但一些投标商为了抢占风电场资源，以亏损的价格中标，导致风电上网电价过低，整个项目亏损，进而导致风电场运营商不具有持续发展能力，最终将损害上游的风电设备制造业。

七、产业化方案

1. 目标

成立合资公司，制备整机，掌握关键技术与工艺，在此基础上提出大规模生产线的工艺流程及设备配置，进而大批量的生产。

2. 投资估算

1~1.5 亿元。

CCS 项目技术支持、咨询与服务

——中国首个 CCS 项目-神华 10 万吨/年

一、项目背景

作为经济增长最快的发展中国家之一，中国正面临经济发展和温室气体减排的双重压力。正因为中国是以煤为主要一次能源的国家，发展煤的低碳能源技术，将对实现我国温室气体减排计划具有重要的现实意义。 CO_2 的地质封存技术被认为是未来大规模实现 CO_2 减排的重要潜在手段，在《国家中长期科学和技术发展规划纲要》中，已将“主要行业二氧化碳、甲烷等温室气体的排放控制与处置利用技术”列为重点领域的优先主题，在《中国温室气体白皮书》中，已将“研究二氧化碳捕获与封存技术（CCS）”列为中国减缓气候变化的政策与行动之一。根据神华集团的战略部署，计划以煤制油厂为依托，以鄂尔多斯盆地作为封存目标区，探索在煤制油化工领域实施CCS的可行性。在完成可研的基础上，建立实施万吨级 CO_2 地质封存示范项目。项目的目标是：通过万吨级 CO_2 地质封存示范项目，掌握具有全流程特点、针对中国典型地质条件下的封存理论和关键技术，提升中国CCS技术的研发水平，为将来实施大规模CCS项目奠定基础。

二、主要技术内容

1. 储层评价和地质建模

对二氧化碳储层的评价拟采用资料综合分析及三维储层建模的方式进行。将根据三维地震的解释成果对层位、断层、岩石类型等进行分析；根据附近井的测井和取芯数据对连井剖面、岩性、岩相、岩石物性、渗透率、油气水界面、属性空间连续性半变谱等进行分析。在此基础上建立包括目标层和盖层的三维地质模型，对地下构造，岩石和流体属性进行综合描述。该地质模型可以用来比较精确地计算孔隙体积，结合压力系统分析和流体压缩性测试，能够对封存量进行科学的估算。由于

数据的稀缺性和不确定性，三维建模和储层评价的过程是随机的，最终的分析结果将给出储层评价参数如封存量的估计范围和分布概率。

2. 数值模拟及方案优化

在现有工作的基础上开发一个综合考虑溶解、扩散、滞后现象、表面吸附和地球化学反应等因素的二氧化碳埋存模拟程序，并结合地质勘查、评价阶段建立的三维地质模型，考虑模型的不确定性，进行多次模拟，确定最优井位和井眼轨迹，优化注入速率和注入压力等。

钻井后，根据新资料以及新的地面勘查数据，对地质模型进行校正，并重新进行数值模拟，对拟钻井的井位进行优化设计，提出测井、试井、取芯、取样及测试工作要求。同时对两口注入井的完井段和注入速率进行优化计算。

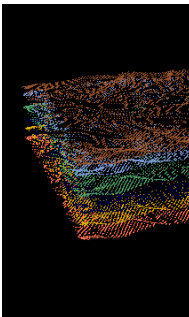
3. 封存能力与安全性评估

在监测方面，采用以三维地震为主，结合常规监测技术、遥感监测技术和示踪剂监测技术，多种方法配合使用并互相验证。将全程参与跟踪CO₂注入、监测等工作。

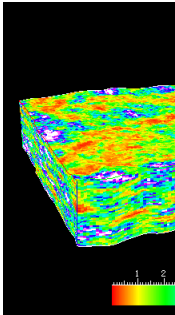
根据注入过程的实测数据进行历史拟合，并对数值模型进行校正。结合现场经验，分析二氧化碳注入后的扩散运移特征，进一步评估目标区的封存能力和安全性。

三、主要创新点

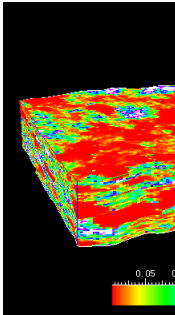
1. 基于地震及测井解释成果的三维地质建模



层面散点

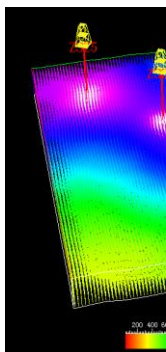


孔隙度模型

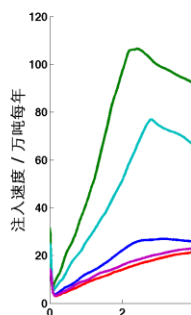


渗透率模型

2. 动态模拟结果



注入10年后压
力分布



井注入速率



注入10年后CO₂
分布

四、技术成熟性和可靠性

在完成可研的基础上，建立实施万吨级 CO₂ 地质封存示范项目；同时寻求长期战略合作伙伴，为神华 10 万吨级示范项目提供技术支持。

五、知识产权

自主知识产权

六、国内外相关技术现状与趋势

CCS 在世界范围内所取得的成果还只是万里长征的第一步。根据国际能源机构的估计，到 2050 年，CCS 要想对缓解气候变化产生显著影响，至少需要有 6000 个项目。每个项目每年在地下存储 100 万吨 CO₂，而目前全世界只有三个如此规模的项目。可以说，如果 CCS 在未来 20 年不能进化为主流技术，情况将不容乐观。目前 CCS 技术无法迅速得到推广的主要原因是其高昂的成本，其推广过程还存在诸多不确定因素，同时它对环境的影响也不容忽视。

七、市场状况

1. 市场需求与结构

中国对于 CCS 技术的了解和关注程度非常高。同时，作为以煤为主要能源的国家，面对国内火电装机的比例达到了四分之三的事实，中国不仅密切关注 CCS 等前沿脱碳技术的发展，同时，更加务实地采取了一条以 IGCC(整体煤气化联合循环发电系统)为主导的“绿色煤电”路线图。中国以燃煤为主的发电结构在未来长时间内不会改变。预计到 2020 年，煤电仍将占中国发电结构的 60%左右，未来中国控制燃煤发电污染物排放的任务将更加艰巨。因此为了使煤电得到可持续发展，中国有必要探索煤电二氧化碳的减排技术和开发煤基氢能技术，这是中国电力工业重要任务之一。

2. 竞争状况

北大作为国家重要的研究和智囊机构，校内有国际关系、能源、气候环境等多方面的专家学者，我们通力合作可以提供最好的建议和方案；在对于国家政策解读层面的优势，也将使得我们的工作有更好的前瞻性！

八、产业化方案

1. 目标

合作完成新项目的规划和实施，要求合作方有 CO₂ 排放企业紧密关联关系，并可以自主实施项目建设。

2. 投资估算

视项目的规模协商。

全钒液流电池离子交换膜

一、项目概况

能源和环境是本世纪所关注的最重要的两个主题。随着经济的快速发展，必然引起石油、煤炭等自然资源枯竭、环境污染及温室效应的加重。《国家中长期科技发展规划纲要》和《国家“十一五”发展规划》都将新能源开发、节能技术及清洁能源技术列为重点课题。美国、日本、欧盟也都制定了详细的储能发展规划，推动储能技术的研究和发展。高效储能技术将为解决电力供应链（燃料、发电、输电、配电和用电）现有问题、实现电网智能化提供全新的途径。采用大规模高效储能技术，可有效缓解用电供需矛盾、提高电网的安全和稳定性、改善供电质量，并能积极促进可再生能源的利用和发展。

全钒液流电池（VRFB）是一种优良的储能系统，由澳大利亚新南威尔士大学Skylas-Kazacos于1985年提出。与其他蓄电池比较，它具有电池容量可调、储存寿命长、深度放电、价格便宜、环境友好等诸多优点。因此，有关VRFB的研究越来越引起人们的重视。据报道，目前全世界有几十个全钒液流电池储能系统已得到初步商业化尝试，主要用于电力和电信部门，包括负载调峰，UPS 电源以及风能，太阳能发电过程储能。在国内，VRFB的研究始于1995 年，北京大学、中国地质大学、北京工业大学、中南大学、北京科技大学等进行了一系列电化学机理及其材料方面的研究；中国工程物理研究院电子工程研究所、中科院大连化学物理所、中南大学和清华大学等进行了工程方面的研究。2006年3月，大连化学物理研究所10 kW试验电堆开发成功，并通过国家科技部验收，标志着我国的VRFB系统取得了阶段性成果。全钒液流电池有望成为解决我国能源、资源与环境问题的重大技术之一，已经被国家发展和改革委员会列入《可再生能源产业发展指导目录》。然而，目前这些商用性电堆能量效率（约为80%~85%）、寿命等还受离子交换膜和电极等电池关键材料的制约，都有待进一步提高。

离子交换膜是液流电池的关键部件，为了获得较高的能量效率和较长的使用寿命，离子交换膜应该具有如下性能：首先，较低的钒离子渗透率，以有效降低交叉污染，提高电流效率；第二，较高的电导率，减少电池内阻造成的能量损失；第三，较好的抗氧化性，以提高离子交换膜的使用寿命；最后，离子交换膜应易于制备，价格低廉，以降低电池成本。由于出色的稳定性和导电性，美国杜邦公司的 Nafion 系列膜在国内外的钒液流电池系统中应用较多，但是其较高的钒离子渗透率和昂贵的价格限制了其大规模的使用。因此，通过在廉价的膜上接枝不同的功

能性单体来制备离子交换膜是个有效的方法。

二、工作基础

“十一五”期间，在国家自然科学基金、留学回国基金及北大科技开发基金等资助下针对液流电池对质子交换膜性能的要求进行了膜材料的设计及合成研究，取得了一系列有意义的研究成果，申请了美国专利及中国专利各 1 项，在 *Journal of Membrane Science*, *Journal of Power Source* 等电池及膜材料权威刊物上发表学术论文数 10 篇，其中两性离子交换膜的研究成果得到了 *Journal of Membrane Science* 主编 Andrew L. Zydney 的高度评价，认为我们在这一领域作出了重要的贡献。2009 年“钒液流电池离子交换膜辐射合成的论文”获“中国核学会 2009 年学术年会（千人大会）优秀论文”一等奖。为进一步开展辐射制备液流电池离子交换膜产业化奠定了基础。

三、发展目标

通过实验室和中试研究、研发一种具有高性能、低成本和耐化学稳定性等各项性能指标满足液流电池要求的新型离子交换膜。为开发、生产具有我国自主知识产权的液流电池离子交换膜奠定基础。

四、研发规划及经费需求

（一）主要研究内容

1) 聚偏二氟乙烯 (PVDF) 等聚合物粉体的辐射接枝工艺及性能表征；
2) 接枝聚合物粉体的成膜工艺及参数确定；3) 接枝膜的磺化、质子化工艺研究与性能测试；4) PVDF 基新型离子交换膜的液流电池性能测试。

（二）研究经费

920 万（包括科研业务费 300 万，实验材料及中试费 210 万，仪器设备费 330 万，管理费与劳务费 80 万等）。

五、合作方式

联合开发。

过氧酰基硝酸酯(PANs)在线监测仪

一、设计原理

过氧酰基硝酸酯(PANs)在线监测仪是北京大学在高技术研究发展计划(863 计划)资助下自主研发的仪器。

在线测量 PANs (PAN、PPN)的 GC-ECD 系统主要由气体样本自动进样系统、PANs 分析系统 (GC-ECD), 以及 PANs 系列物质在线标定系统三部分构成。以采样泵为动力, 自动进样系统通过控制程序可使三通电磁阀选择通过空气样本或标准品。之后, 气体样本进入分析系统 (GC-ECD) 进行分离与测定。采用毛细管熔融石英色谱柱, 内径 0.53mm, 内涂 1- μ m 交联三氟丙基硅氧烷固定液 (J&W Inc. DB-210)。ECD 输出电信号由数据捕集程序记录/输出, 得到检测结果。

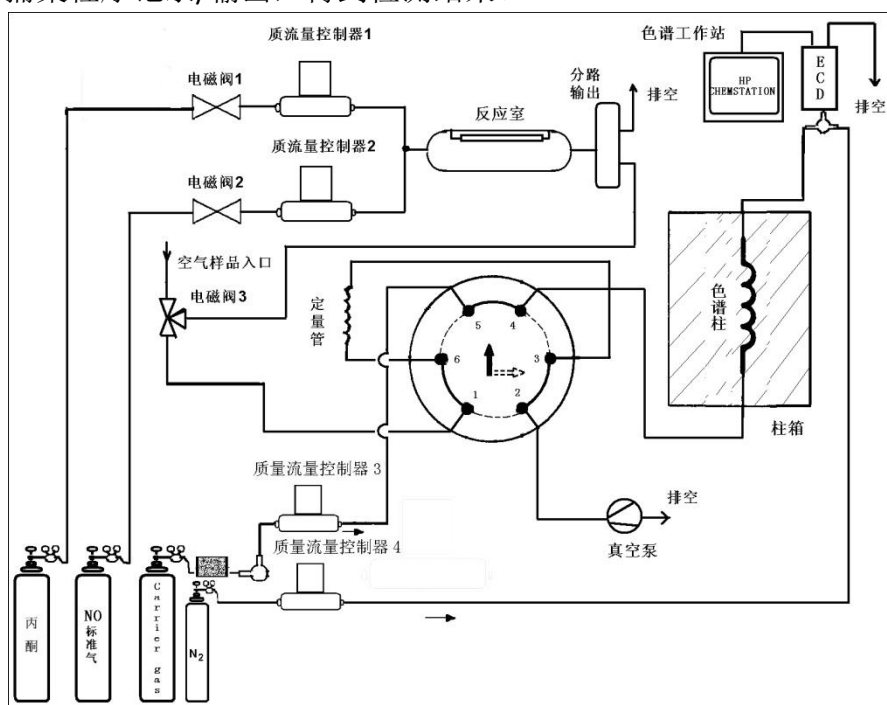


图 1 仪器原理示意图

在线标定系统由两个不同流量范围的质量流量控制器, 将丙酮气与一定浓度的 NO 标准气混合, 通过改变质量流量器的流量, 配制出不同浓度的多点校正混合气, 通入反应室, 经过紫外灯光源, 在紫外光的照射下, NO 和丙酮发生气相反应生成 PAN 标气。标定中使丙酮过量, 采用 NO 浓度计算 PAN 标气的浓度, NO 的转化率为 93% \pm 5%。在光源中生成的 PAN 标气通过电磁阀进入采样气路。通入分析系统进行工作曲线校

正。PPN 标气的制备在实验室完成，合成 PPN 液体溶液，标定时采用挥发源生成 PPN 标气，采用 NO_y 仪器进行定量测定。



图 2 设备实物图



图 3 设备主要部件

二、主要性能指标

目标物种：PAN，PPN，MPAN。

保留时间：(1.087±0.002) min，(2.036±0.008) min，(3.436±0.047) min (2%~4%)。

检测限：5 pptv (PAN)，10 pptv (PPN)，15 pptv (MPAN)。

线性系数：0.872~0.993 (北京奥运观测期间试运行)。

三、项目所处阶段

已完成在线 PAN 和 PPN 一体化测量仪器设备样机 2 套，并在珠三角地区选择固定观测点，安装调试 PANs 在线分析系统，连续观测大气中 PAN、PPN 的浓度变化，同步观测大气中的气态污染物（如：O₃、NO、NO₂、NO_y、VOCs 等）的浓度变化，通过数据比对和模型计算，验证样机的工作性能。利用所测得 PAN、PPN 数据结合其他气态污染物相关数据，分析大气中局地光化学污染的形成因素，揭示区域光化学污染的特

征及污染气团的输送机制。
申报国家发明专利 1-2 项。

四、应用实例

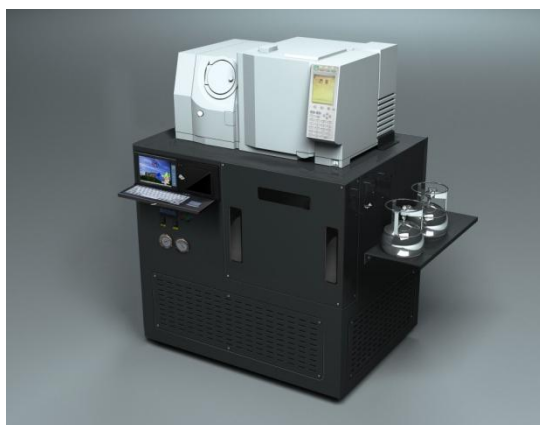
1. 2007 年 6—8 月(1 个月)2 套设备，奥运空气质量保障项目。
2. 2008 年 6—9 月（2 个月）2 套设备，奥运空气质量保障项目。
3. 2008 年 10 月（1.5 个月）2 套设备，珠三角观测实验（国家 863 项目“重点城市群大气复合污染综合防治技术与集成示范”）。
4. 2010 年 4—6 月（2 个月）1 套设备，世博空气质量保障项目。
5. 2010 年 11 月（1.5 个月）2 套设备，珠三角亚运观测实验（国家 863 项目“重点城市群大气复合污染综合防治技术与集成示范”）。

GC-FID/MS 快速在线监测仪

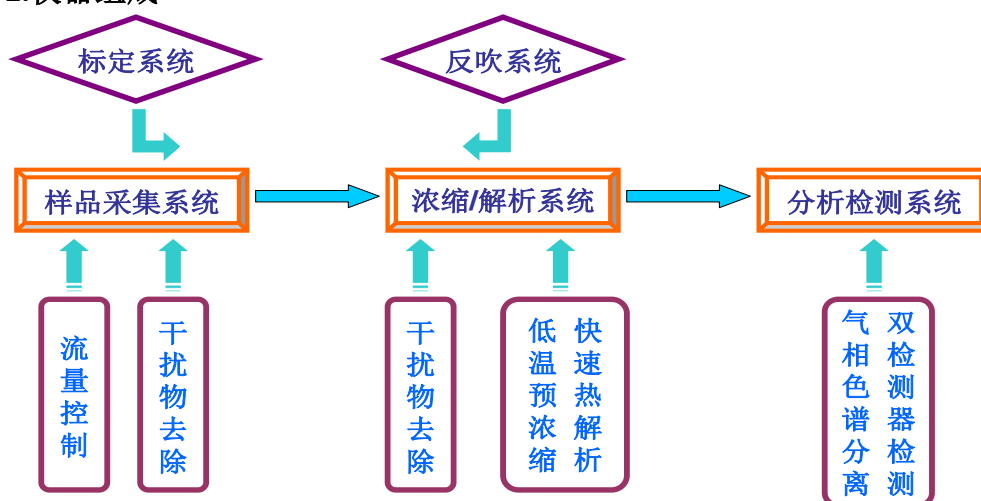
一、仪器介绍

1. 仪器工作原理

GC-FID/MS 快速在线监测仪是测定大气中 VOC 和 OVOC 的一体化系统。环境大气通过采样系统进入浓缩系统，在低温条件下，挥发性有机化合物在空毛细管柱中被冷冻捕集，然后快速加热解析，进入分析系统，经色谱柱分离后被 FID 和 MS 检测器检测。



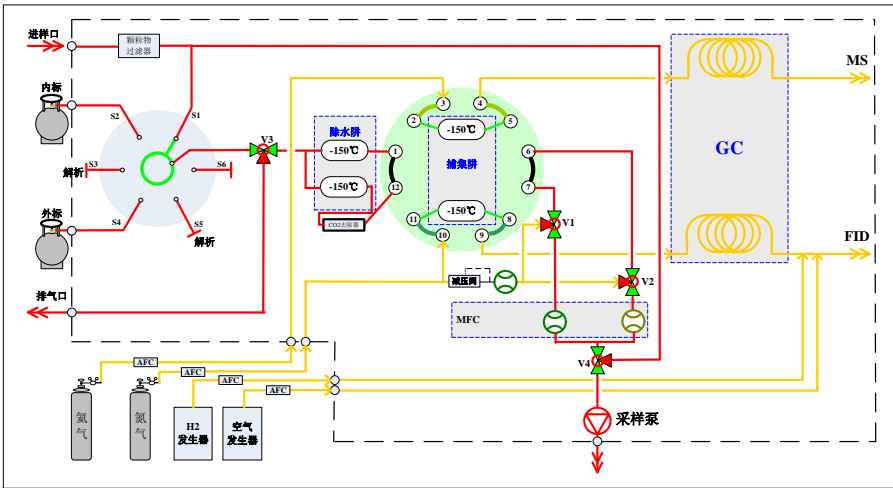
2. 仪器组成



3. 主要检测指标

目标化合物	检测限(ppbv)
-------	-----------

56 种光化学前体物 (烷烃、烯烃、芳香烃、乙炔)	< 0.05
20 种卤代烃	< 0.1
20 种含氧有机物	< 0.1
时间分辨率: 1h	



二、仪器性能特点

样品采集系统：双气路采集样品，同时去除大气中臭氧等干扰物。自动加入内标，实现对仪器运行状态的跟踪。

预浓缩系统：采用-160℃超低温的电制冷技术进行样品的冷冻捕集。使用内径 0.32mm、长 30cm 的空石英毛细柱作为捕集阱，有效地解决了强极性化合物的吸附、化学干扰等问题。热解析系统由电源、控制芯片和加热炉丝组成。控制芯片可在 1~2 秒内达到除水、解析样品等过程所需要的温度，保证干扰物去除及快速热解析。

分析系统：PLOT 和 DB624 双色谱分离柱，分别用于低碳和高碳化合物 OVOCs 的分离，FID 和 MS 信号同步接收，一次完成 C2-C12 的分析。

反吹系统：利用电磁阀自动控制技术在分析结束后对样品采集-富集系统进行通载气加热反吹，消除复杂组分快速在线分析过程中的“记忆”效应。

在线标定系统：通过三通电磁阀和时间序列控制器，定时向分析系统引入混合标气，每日进行 1~2 次日校准。

三、应用前景

GC—FID / MS 快速在线监测仪是 863“大气复合污染关键气态污染物的快速在线监测技术”课题中自行开发的设备之一。通过珠三角地区现场观测实验，将开展与其它有机物测量的比对实验，并验证仪器的性能。该仪器将提升我国大气 VOCs 监测水平，并可能成为空气质量监测站、超级站的关键设备。

大气气态污染物与气溶胶连续收集与在线分析仪

一、仪器介绍

本项目介绍了一种自主研发的大气气态污染物与气溶胶连续收集与在线分析仪器，可以实时在线监测大气中无机成分和总有机碳，避免了传统膜采样方法中挥发与半挥发组分的损失，准确度高。

可测物种：SO₂、HONO、SO₄²⁻、NO₃⁻、HNO₃、NH₃、NH₄⁺、WSOC 等。并可进行无机阴离子成分分析、总有机碳分析、气态氨与颗粒态铵盐分析的实时分析。

时间分辨率：30 分钟。

二、仪器组成与特点

1. 气体收集装置

- 旋转式湿式扩散管
- 25μmol/L 碳酸钠溶液吸收
- 有效吸收气态污染物
- 国家知识产权局发明专利

2. 气溶胶收集装置

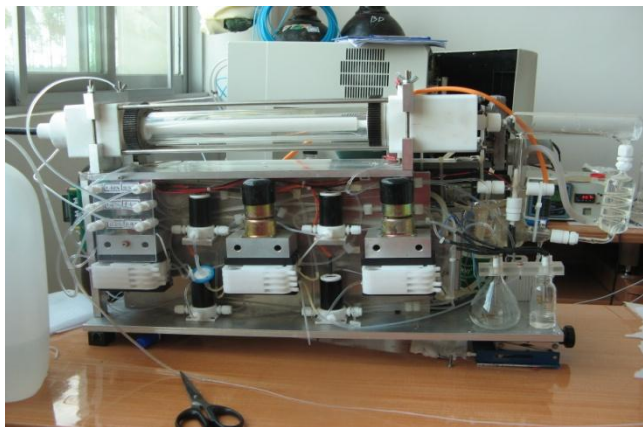
- 电加热棒将纯水转为蒸汽
- 气溶胶吸湿长大
- 在蛇形冷却器中被冷凝
- 撞击式捕集
- 国家知识产权局发明专利

3. 流量控制

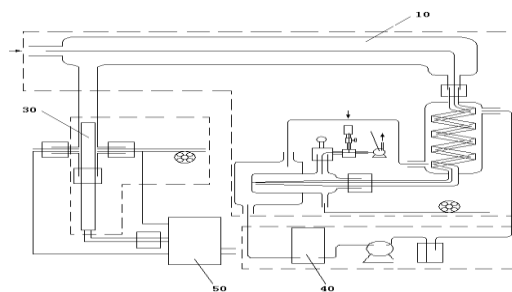
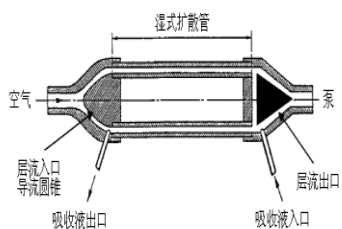
气溶胶撞击收集器通过三通接口连接真空表、流量调节阀、气体过滤器和采样泵控制流量在 16.7L/min 。

三、测试效果

比对结果证明：本装置对气体和气溶胶均有较好的收集。与经典膜采样方法比对：硫酸盐与硝酸盐的相关系数分别在 0.9 以上；商品化测定二氧化硫与 HONO 的仪器比对，趋势一致，相关性良好。



装置实物图



装置示意图

四、应用实例

1. 2006 年 6—8 月(1.5 个月)3 套设备, 珠三角观测实验(国家 973 项目“区域大气复合污染的立体观测及污染过程”)。
2. 2007 年 7 月(1 个月)1 套设备, 山东马庄观测实验(国家 973 项目“中国酸雨沉降机制、输送态势及调控原理”)。
3. 2007 年 6—8 月(1 个月)2 套设备, 奥运空气质量保障项目。
4. 2007 年 12 月(1 个月)2 套设备, 乌鲁木齐市空气质量研究。
5. 2008 年 5—6 月(1 个月)2 套设备, 乌鲁木齐市空气质量研究。
6. 2008 年 6—9 月(2 个月)2 套设备, 奥运空气质量保障项目。
7. 2008 年 10 月(1.5 个月)3 套设备, 珠三角观测实验(国家 863 项

目“重点城市群大气复合污染综合防治技术与集成示范”)。

8. 2009 年 8—9 月 (1 个月) 1 套设备, 福建武夷山观测实验 (国家 973 项目“中国酸雨沉降机制、输送态势及调控原理”)。
9. 2010 年 4—6 月 (2 个月) 1 套设备, 世博空气质量保障项目。
10. 2010 年 11 月 (1.5 个月) 2 套设备, 珠三角亚运观测实验 (国家 863 项目“重点城市群大气复合污染综合防治技术与集成示范”)。

光电催化技术

一、项目概述

纳米光催化技术在处理空气和水体中的有机和无机污染物方面有价廉、无毒、高效、环境友好等显著优点，有着传统处理方法不可比拟的优势。纳米光电催化技术可以在一定程度上解决催化剂的固定化和催化效率的提高这两个在实际应用中面临的难题。本项目基于纳米光电催化发展廉价、高效的空气和污水中污染物的净化技术。

1. 平面型器件光电催化去除气相和液相污染物

目前光电催化技术只能应用在液相，我们发明了一种平面型全固态光电催化器件，可进行气相污染物的光电催化去除，拓展了光电催化技术的实际应用。平面型器件具有如下独特的优点：（1）器件为全固态结构，不需要电解质，不需要对电极，可以实现气相污染物的光电催化去除；（2）可通过监测平面型器件的光电流，探讨反应物和催化剂之间的光致电荷转移过程；（3）可以实现任意多个器件的并联，有望实现液相中光电催化技术的规模化集成应用，具有简单、经济、易行的优点。

2. 二极管整流的交流电作为光电催化反应的电压驱动模式

目前光电催化技术都使用直流电作用电压驱动，体系中需要额外的直流电源。我们采用二极管对交流电进行整流，得到全波或半波脉冲直流电，以此作为电源驱动光电催化反应，这样不仅简化了反应体系，而且获得了比传统直流电更加优异的光电催化性能。这是一种节能环保的电驱动方式，不需要将墙壁的交流电转换成直流电，并且操作简单，为发展光电催化技术提供了一个可行的新思路。

3. TiO_2 纳米管高效光电催化还原六价铬

目前采用 TiO_2 薄膜进行光电催化还原重金属离子的研究很少，并且效率也较低。我们利用光电催化技术，采用 TiO_2 纳米管和大面积 Ti 网光阴极，高效彻底地将六价铬还原为无毒的三价铬。该方法具有光电催化协同效果好、催化剂重复利用效果好的特点。

二、应用范围

1. 平面型器件整合了光催化剂和一定构型的导电基底，可进行气、固、液相污染物的光电催化反应和去除，并可通过多器件并联进行规模集成应用。
2. 二极管整流的交流电可作为驱动光电催化反应的高效、经济的电压方式，进行污染物的光电催化去除。
3. TiO_2 纳米管薄膜结合大面积的 Ti 网，可高效光电催化处理含铬废水。

三、技术优势

1. 平面型器件不需要对电极、不需要电解质，易于大规模集成使用。
2. 二极管整流的交流电可以直接利用墙壁交流电，不需要任何电压转换装置，且降解污染物效果优异。
3. TiO_2 纳米管薄膜制备简单，稳定性好，催化性能高；光电催化去除含铬废水效果好。

四、技术水平

1. 我们发明的平面型器件是目前唯一一种能够实现气、固、液相污染物的光电催化手段，处于国际领先地位。已获得国家发明专利：平面型光催化器件及其制备方法，专利号：ZL200610112508.6。
2. 我们所提出的脉冲直流电是一种高效、节能、简单的光电催化反应的电压驱动方式，处于国际领先地位。已获得国家发明专利：一种光电催化装置，专利号：ZL200910236862.3。
3. 我们利用 TiO_2 纳米管薄膜结合大面积的Ti网，光电催化还原六价铬的效果比光催化提高了7倍多，研究结果为国际领先水平。已获得国家发明专利：一种光电催化装置以及利用该装置还原重金属离子的方法，专利号：CN 201010256763.4。

五、开发计划进度

1. 将上述平面型器件进行模块加工应用在水相污染物的去除上；需要半年时间。

2. 将上述平面型器件和脉冲直流电驱动方式结合，使用整流的交流电驱动平面型器件进行气相污染物的光电催化净化，有望获得更为优异的去除效果。需要 1 年时间。
3. 将上述平米型器件与 TiO_2 纳米管薄膜大面积的 Ti 网结合，进行六价铬光电催化还原的规模集成应用。需要 1 年时间。

六、所需费用

紫外同时脱硫脱硝机理研究需要费用约 10 万元。

中试规模试验研究需要费用约 10 万元。

推广应用研究需要费用约 15 万元。

七、合作方式

技术开发与转让项目。

生化铁 - 碱溶液气体脱硫技术

一、项目概述

随着工业生产的飞速发展，排放到大气中的废气日益增加，这些废气中含有硫化物、有机硫、二氧化碳等有害物质，在许多地区造成了严重的大气污染，不仅威胁着生态环境和人类健康，也给工业生产带来了许多问题。因此，寻求一种有效的对废气和工业原料气进行脱硫的新方法，成为目前这一领域的当务之急。

迄今为止，许多脱硫脱碳的方法如 HiPure 法，Benfield 法，G-V 法和 ADA 法等，已应用于气体的纯化，但往往效率不高，并且对设备有严重的腐蚀。最近，一种含有 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的醋酸和氨的缓冲溶液已应用于半水煤气的脱硫脱氧，并且具有较高的脱硫效率和较低的腐蚀性，但该溶液会产生离子效应和盐效应，溶液不太稳定。为了改善这一状况，我们尝试用一种含有某种新合成的含铁化合物的碱性溶液（简称为“DDS 溶液”）在加压下脱硫脱碳。

本项目用一种或多种铁化合物与一种或多种酚类物质混合溶解在碱性溶液中进行气体脱硫实验。实验过的铁化合物有氧化（亚）铁、羧酸类铁、黄血盐、赤血盐、EDTA 铁或螯合铁等一百多种铁化合物；实验过的酚类物质有苯酚类、单宁类和茶多酚类等多种多酚类物质；实验过的碱性物质有钠盐、钾盐等，并将这些研究成果总结成了“铁—碱溶液催化法气体脱碳脱硫脱氧方法”。但实验表明，在碱性溶液中加入一种或多种铁化合物（主要是络合铁），会产生较多氢氧化（亚）铁沉淀，当气体中硫化物含量较高时还会产生大量的硫化（亚）铁沉淀，引起溶液不稳定、脱硫效率下降和沉淀物堵塔等现象。曾对该技术进行了多次工业化实验，但结果都不理想。因此，“铁—碱溶液”脱硫方法有较大的局限性。为进一步保证“铁—碱溶液”的稳定性和活性，尝试在脱硫液中增加了一些菌类物质。依靠生化反应机理分解溶液中的铁盐沉淀，使铁离子重新返回溶液中，保证了铁在碱性溶液中的稳定性，实现了生物技术与传统技术的有效结合。

生产研发设备：

1. 全套模拟脱硫实验生产装置；
2. 培养细菌恒温培养箱及摇床，电子显微镜；
3. 数据分析检测设备：气、液相色谱，分光光度计，基本实验室分析仪器等。

二、项目应用范围

本项目主要利用溶解有一种或多种铁化合物与一种或多种酚类物质的碱性溶液脱除气体中的硫化氢，到达后续工段的净化要求或者排放标准，主要用于石化、化肥、焦化、钢铁、陶瓷、电力等行业。

三、技术优势

“铁—碱溶液”在实际的工业运用中已经体现其超高的脱硫效果，引进生化技术后，成功克服铁盐沉淀的缺点。结合现在的运行可以具备以下优势：

1. 脱硫精度高

传统的湿法脱硫催化剂，在一定程度上，出口一般只能控制在 $15\text{mg}/\text{m}^3$ 以上，而“生化铁—碱溶液”法可以达到 100% 的脱硫精度，特别是在加压脱硫系统，由于合成氨、甲醇等工艺技术要求气体中 H_2S 要尽可能低，所以改技术的市场推广，基本解决客户的要求，同时在客户的工艺设计中减少一套干法脱硫工艺，大大降低投资和运行费用。

2. 在同等装置和生产符合条件下，需要的溶液循环量小

由于“生化铁—碱溶液”法脱硫的自身特点，根据时间证明，溶液循环量比其它传统反方法要减少 30%~50%，在很大程度上减少工业电耗，减少设备投资，增加企业的经济效益。

3. 系统稳定、维护方便

由于“铁系”催化剂在系统中生成的硫颗粒较细，所以不存在堵塔现象，最大限度增加企业的开工率、减少停车时间、降低企业人员的劳动强度。

根据实际运行数据的总体测评，本方法具有以上优点，综合经济效益显著。

四、技术水平

本项目的技术已获得国家发明专利（专利号为 ZL99100596.1 和 ZL02130605.2），荣获中国国际专利技术与产品交易会金奖，江西省技术发明一等奖，江西省优秀新产品一等奖。

五、开发计划进度

1. 筛选最稳定铁络合物作为催化剂主体，最大限度降低催化剂在工业运用中的日常消耗。
2. 选择合适的催化剂配体，使其在溶液中在一定条件下，可以部分合成催化剂，进一步起到降低消耗目的。
3. 根据湿法脱硫的实际情况及工艺特点，筛选合适的生物细菌，使其添加在催化剂中，在一定程度下可以保证自身的生物活性，在溶液中可以大量繁殖，在成熟体时具有瓦解铁盐沉淀、携氧、转化副产物等功能。
4. 保证选择的各药品和细菌具有一个稳定的组成，达到高效脱硫的目的。
5. 经过大量实验、形成一个切实的溶液配方，可以保证在不同系统中保证脱硫效果的高效稳定，真正做到经济效益和社会效益的双赢。

目前已分阶段完成筛选出稳定催化剂主体，合适的催化剂配体，使其最大限度满足工业化应用的要求；筛选出耐热耐碱耗氧细菌，使其具有降解硫酸钠、硫代硫酸钠和沉淀的铁盐，并使铁离子返回脱硫液中，以便稳定脱硫液的溶液组成和铁离子浓度等性能；由于气体中硫化物含量较高时产生的大量的硫化（亚）铁沉淀和硫酸钠、硫代硫酸钠等副盐，会破坏溶液体系，而影响生产的稳定。下一阶段主要工作：

通过在小型实验装置上连续运行，确定催化剂最佳配比，确定溶液最佳组成；

选择 DDS 技术客户进行工业试验，验证脱硫效果，同时解决在工业化应用中出现的问题。

六、市场状况及市场预测

国内合成氨及甲醇的市场很大，年生产能力达 5000 万吨以上，按吨

氨醇脱硫催化剂消耗 5 元计算，年脱硫催化剂市场 25000 万元以上。同时给用户带来的直接经济效益和间接经济效益较大。并减少用户的设备安全隐患。

七、投资估算，效益分析

企业不需要改造设备，更改脱硫溶液配方即可。以生产能力 200kt/a，进口硫化氢含量 $1.5\text{g}/\text{m}^3$ 合成氨企业为例，更改溶液投资约为 20 万元，年运行费用 50 万元，即能节约脱硫工段 30%~50% 的电耗，节约电费 9~15 万元，年副产 1000 吨硫磺，可获经济效益 30 万元，由于脱硫精度高对后工序产生的经济效益更为明显。

八、所需费用

本项目进一步研发改进实施经费预算分为：设备投资费、分析仪器费、研发药品费、人员费用及其它杂费等。其中设备投资在 100 万元左右，涉及药品选型在 60 万元以上，人员费用 70 万元，总经费 240 万元左右。

九、合作方式

技术开发或技术转让。

乙二醇或聚乙二醇脱除气体中 SO_x 的方法

一、项目概述

本项目是利用乙二醇（EG）或聚乙二醇（PEG）- H_2O 二元混合物体系脱除烟道气、含 SO_x 的废气和/或工业原料气中的 SO_x ，即脱除烟道气、含 SO_x 的废气和/或工业原料气中的 SO_x （ $x=2$ 和/或 3）。

乙二醇（EG）或聚乙二醇（PEG）具有良好的润滑性，热稳定性，低毒性，难挥发性，易溶于水和多数极性溶剂。一方面其分子所带的羟基基团和其本身复杂的空间结构，使得其与 SO_2 很容易形成弱结合物，便于提高对 SO_2 的吸收能力，同时 PEG 复杂的空间机构也具有对 SO_2 结合的能力；另一方面这种结合相对较弱，适当改变条件后该弱结合物很容易分解释放出 SO_2 ，提高了溶液的解吸性能，使得溶液较容易再生，再生后的有机溶剂可循环使用，解释放出的 SO_2 可以制成液态二氧化硫或进一步还原成硫磺等高附加值的产品，起到了真正变废为宝的作用。这样既保证了烟气脱硫的环保性，又保证了烟气脱硫的经济性。由于乙二醇或聚乙二醇粘度较大，对吸收不利，通过在体系中加入一定量的水形成 EG 或 PEG- H_2O 二元混合物体系后脱硫效果仍然较理想。

二、项目应用范围

本项目是利用聚乙二醇（PEG）- H_2O 二元混合物体系脱除烟道气、含 SO_x 的废气和/或工业原料气中的 SO_x （ $x=2$ 和/或 3）。主要应用于火电、钢铁、有色、石化、水泥、化工等行业。

三、技术优势和技术指标

1. 技术优势

在以往的一些脱硫方式中，吸收体系的再生与 SO_2 的回收利用一直是一个具有挑战性的课题。传统的钙法和碱液脱硫技术，虽然广泛用于烟道气脱硫，但吸收液很难再生，吸收的 SO_2 与碳酸钙、氧化钙或碱反应生成硫酸钙或其它硫酸盐等价值低廉和难以再利用的副产物，而且还

会造成二次染。氨脱硫技术虽然能够将 SO_2 变废为宝，以硫酸铵化肥的形式重新利用，但其成本较高，硫酸铵的价值也较低，同时大量的氨气会随烟道气排入大气中产生二次污染现象。这些传统的烟道气脱硫技术的共同缺点是投资达、运行成本高、副产品价值低，非常容易造成设备或管道堵塞和产生二次污染等现象。

采用乙二醇或聚乙二醇体系吸收 SO_2 可有效克服传统脱硫方法的体系不易再生，易造成堵塞和二次污染等缺点。由于乙二醇或聚乙二醇与 SO_2 形成弱结合物，一方面该作用可有效促进体系对 SO_2 的吸收，使得其对 SO_x 的吸收能力与同条件下的碱液基本相当；另一方面由于 PEG 分子与 SO_x 分子形成的结合较弱，从而使其通过较为简单的方式即可得到解吸，如通过加热，搅拌，超声等方式即可再生，再生后的溶液循环使用；再生释放出的 SO_2 可以做成液态二氧化硫或进一步还原成硫磺等高附加值产品，起到真正变废为宝的作用，所以不仅没有二次污染，而且可以为企业创造一定的经济效益。

2. 技术指标

- (1) 脱除率达到 99%以上；
- (2) 投资是传统技术的 70~50%；
- (3) 运行成本与传统技术相比可降低约 30%；
- (4) 是真正变废为宝的技术，其副产品是液态 SO_2 或硫磺等附加值高的化工原料。

四、技术水平

已获得国家发明专利（专利号为 ZL200710110446.x 和 ZL200910009058.1），申报了国际专利，已进入国家阶段。

五、项目开发计划进度

1. 总体目标

实现成果转化，进入工业化应用

2. 实施年限

四年

3. 年度计划安排与阶段目标

第一年：第一阶段采用气液平衡的方法初步确定聚乙二醇体系对 SO_2 的吸收性能研究以及气液平衡基础数据的采集(已经完成,但还需要复核)。第二阶段在体系中加入水和添加剂作为未来吸收的基础体系,采用气液平衡的方式进一步确定最佳的体系组成(已经完成,但还需要复核)。

第二年：第三阶段对选择好的吸收体系进行模拟烟气吸收的气液平衡研究,即依照烟气的组成在气相中加入二氧化碳,氧气等进一步确定其脱硫性能(已经完成,但还需要复核)。第四阶段对确定好的脱硫吸收体系进行小试,进一步确定脱硫的工艺(已经完成,但还需要复核)。第五阶段对体系进行工业中试(已经完成),开始为工业化试验做准备(正在准备)。

第三年：第六阶段进行设计、制作和安装工业化试验装置(正在设计)。

第四年：第七阶段进行工业化试验、确定工业化标准流程和设备。

六、市场状况及市场预测

由于工业的迅猛发展,含硫燃料的消耗日益增多,烟气及其它废气的排放量也随之增加。含硫废气的排放造成了严重的环境污染,如酸雨的形成,建筑物的酸化腐蚀,及协同作用引起癌症、呼吸道疾病及皮肤病等,直接危害人类健康。随着环境意识的增强,烟气及其它废气的脱硫问题越来越受到人们的重视。世界各国的科技工作者对烟气及其它废气的脱硫进行了较多的研究,也积累了较多的研究资料。但是,至今为止,还没有不会产生二次污染,并有效地回收宝贵硫资源的成熟的和经济的烟气脱硫技术出现。

在现有的脱硫方法中,吸收体系的再生与 SO_2 的回收利用一直是湿法脱硫技术发展的方向。碱性溶液液吸收,虽然对 SO_2 的吸收量较大,吸收充分,但吸收液再生困难, SO_2 与碱生成难以再利用的产物,增加了脱硫成本,还会造成二次污染。氨法虽然能够将 SO_2 变废为宝,以化肥的形式重新利用,但成本较高。胺体系虽然能够将 SO_2 解吸而重新利用,但该类物质一般都具有一定的毒性,不适合大规模工业应用。

根据国家发改委的信息,预计在未来十年内,约有3亿千瓦装机的烟

气脱硫装置投运和建设。按照每千瓦350元的造价计算，未来几年电厂脱硫市场规模也要超过1000亿元，成为世界上最大的脱硫市场。这仅仅是电力行业的市场，还有钢铁、有色、化工、建材等行业50万台工业锅炉、18万台工业窑炉的二氧化硫还不计在其中。烟气脱硫市场是客观存在的拥有千亿元以上的大市场，但现有的技术并不能满足市场的需求。一方面国家强制要求脱硫，另一方面市场上又缺少相适应的企业能接受的技术，形成了尖锐的矛盾。而我们开发的具有自主知识产权的新型烟气脱硫方法恰好能解决当前的市场矛盾，按保守地估计，占有5%的市场份额，也将会有50亿元的市场。

七、投资估算， 效益分析

以 300MW 机组脱硫装置为例。

投资估算：总投资 4000 万元；运行费用：1200 万元/年。

1. 经济效益分析

(1) 年减少排污费（按年运行 6500 小时计）780 万元

(2) 年产生副产物纯度 99%的液态 SO_2 12000 吨，可获经济效益 1980 万元。两项合计年获经济效益 2760 万元。

2. 环境效益分析

该装置投运后，年减排 SO_2 12175.08 吨，减排 SO_3 134.41 吨，合计减排硫氧化物 12309.49 吨。该装置还具有除尘作用，每年减少粉尘排放 651.06 吨。

八、所需费用

现在正在进行 100MW 火电机组的脱硫工业化试验装置的设计和制作，完成该装置的制作、安装和试验运行还需费用约为 2000 万元。

九、合作方式

合作开发或技术转让。

脱硫脱硝工艺方法

一、项目概述

我国近年来 SO_2 和 NO_x 排放量增加形势严峻，加强 SO_2 和 NO_x 污染物的排放控制非常重要。根据“十二五”规划提出 SO_2 和 NO_x 降低 8% 和 10% 约束性指标以及更加严格的《火电厂大气污染物排放标准》

(GB13223-2011)，今后烟气的控制趋势将是同时高效脱硫脱硝。本项目是应对目前高效脱硫脱硝的要求下开发的一种烟气同时脱硫脱硝工艺方法，主要利用高能紫外线处理烟气中的污染气体 SO_2 和 NO_x ，将其转化为可回收利用的产物。紫外线是一类非常重要的污染物治理手段，它能够直接光解污染物或产生活性物种用以去除污染物质。目前，紫外线在环境污染物治理中的研究越来越多，也取得了较好的处理效果，但是将紫外线应用于烟气治理的技术较少，本技术利用紫外光解产生活性物种的特点，首次将其应用于治理烟气中的 SO_2 和 NO_x (NO 和 NO_2) 污染，取得了很好的处理效果。

二、应用范围

本成果可以将燃煤烟气中的污染物质 SO_2 和 NO_x 同时去除，并将它们转化为可以回收利用的硫酸或硝酸产物。

本成果可以用于燃煤电厂和钢厂等锅炉的烟气净化，非常适合新建大型锅炉烟气同时脱硫脱硝，也适合已建锅炉的改造。对已安装脱硫装置的锅炉（如石灰石石膏法等）也可改造达到同时去除 SO_2 、 NO 和 NO_2 的效果。

三、技术优势

技术特点：本技术的方法及设备能够实现烟气中 SO_2 、 NO 和 NO_2 的同时去除，且处理效率高，设备投资和运行成本低，操作简单，占地面积小，不产生水污染等二次污染，能回收利用产物，对汞也有去除效果。

技术指标：SO₂ 和 NO_x 同时去除效率能达到 90%以上。

四、技术水平

本技术首次采用高能紫外线直接处理烟气污染物质，不需辅助手段即可达到同时脱硫脱硝的目的。本技术方法简单，效率高，同时还可以产生可回收利用的产物，具有非常广的应用前景。

本技术正在申请国家专利： 一种烟气同时脱硫脱硝方法

申请号：201210369470.6

五、开发计划进度

1. 实验室低流量模拟烟气的同时脱硫脱硝实验基本完成，已初步分析处理效果和各种影响因素。但仍需对紫外同时脱硫脱硝机理进行进一步研究。需要半年时间。
2. 在掌握机理的前提下，进行条件优化，提高处理效率。并设计中试试验装置，进行中试规模试验，处理实际燃煤烟气。检验实际烟气和模拟烟气的处理差异。需要一年时间。
3. 总结试验结果，评价试验可行性和费效情况。进一步推广至实际烟气治理中。需要一年时间。

六、市场状况及市场预测

目前 SO₂ 和 NO_x 排放第一大来源的电厂烟气脱硫装置安装水平较高，达到 90%左右，但是电厂脱硝装置只有 20%左右。电厂烟气同时脱硫脱硝仍有很大市场需求。除了电厂外，其他排放量较大的行业，如钢厂等，并没有大量安装烟气治理装置。因此，经济简便的烟气处理技术具有非常好的市场前景。

以目前实验室小型试验效果研究计算，处理 15L 含 800ppmSO₂ 和 350ppmNO 的模拟烟气，需要消耗电能 17W*0.5h=8.5*10⁻³kW.h。按一般规模电厂排放烟气量

七、所需费用

5 中的（1）项研究需要费用约 5 万元。

5 中的（2）项研究需要费用约 10 万元。

5 中的（3）项研究需要费用约 15 万元。

八、合作方式

技术开发与转让项目。

基于固相碳源的反硝化生物脱氮技术

一、项目背景

低有机污染水的氮素污染问题是我国完成点源控污之后未来环境污染的突出问题。“十一五”期间我国环境治理规划纲要把水污染的防治作为国民经济和社会发展事业的重中之重，列入各级政府的主要考核内容；“十二五”期间国家战略层面已经明确了污染总量控制从 COD 控制到对营养盐的控制，提出了氨氮总量控制的国家战略，特别是对敏感性大流域、湖泊、重点城市对 TN 排放提出了新要求，为了进一步遏制湖泊、河流水环境的富营养化问题，要求达到地表水环境质量标准Ⅳ类。随着严格实施截污控源、强化污水处理厂的运行管理，将出现以低有机污染、较高氮素为排放特征的水污染问题。如污水处理厂达一级 A 标准的出水作为水环境的生态补水，来源于城市雨季地表径流/种植农业面源的汇流等。这类低污染水如果不经进一步处理，直接汇流入湖泊、水库、河流，导致以硝酸盐氮为主的总氮超标将成为我国地表水环境污染的主要问题。目前，我国地表水、地下水环境的氮素（氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮）污染十分严重。

硝酸盐氮的去除一直是水污染控制的一个瓶颈问题。固相反硝化是有效防治水环境硝酸盐氮污染的前沿技术，是一种新型的异养反硝化工艺。它利用水不溶性固体物质进行低有机污染水的反硝化脱氮，与传统的异养反硝化不同的是，将固体碳源有机物作为微生物的附着载体，同时又可以在微生物酶的作用下进行生物降解，为反硝化作用提供碳源。能有效避免常规反硝化工艺中碳源投加量的不易调控、系统的稳定运行和维护比较困难等弊端，并且对溶解氧具有较强的适应性。

针对低有机污染、较高营养盐 TN、TP 为主要污染指标的水质特征，基于固相反硝化生物脱氮原理，开发系列固体碳源强化反硝化生物脱氮的功能，并通过多介质材料优化组合强化固磷的作用，突破低有机污染水的强化脱氮除磷的技术瓶颈，开发以固相碳源反硝化生物脱氮除磷技术为核心的水处理技术工艺及其工程化应用。研究成果具有重要的理论

意义与实际应用价值,是对传统反硝化工艺的进一步提高与创新,开辟我国水处理领域的新途径,具有广阔的应用前景。

二、技术内容与参数

1. 固体碳源的研发情况

已开发出系列复合有机高分子材料新型固体碳源,多达 40 余种,有颗粒态固体碳源以及无纺布仿真水草型固体碳源两大类型。



图 1 部分固相碳源照片

2. 基于固体碳源的低污染水固相反硝化脱氮生物填充床反应器研究

通过序批实验对所开发的多系列固相碳源进行脱氮性能评价,筛选出适宜的固体碳源。在此基础上开展适宜固体碳源针对低有机污染水、较高 TN 等水质特征的生物填充床固相反硝化生物脱氮的工艺参数研究——以固体碳源 A 为例。

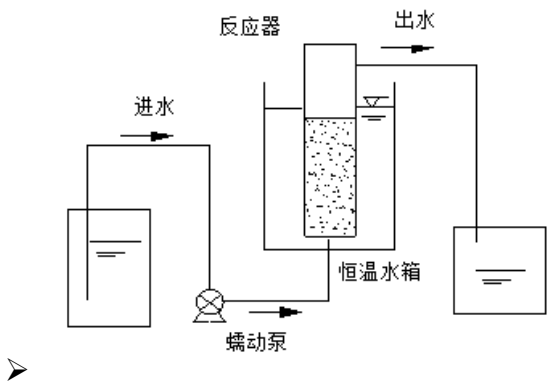


图 2 固相碳源填充床动态模拟试验装置示意图

当进水硝酸盐氮浓度为 15 mg/L, HRT 为 0.5 h 时,填充床出水硝酸盐氮浓度小于 1 mg/L,无亚硝酸盐氮和氨氮积累,平均硝酸盐氮去除率为 93.71 %,平均反硝化速率为 28.48 mg-N/(L·h)。

技术创新点：固相碳源的研发成果，为城市污水处理厂达到一级 A 标的排水（ $TN \leq 15 \text{mg/L}$ ）的深度脱氮技术的工程应用——TN 达到地表水Ⅳ类目标（ $TN \leq 2 \text{mg/L}$ ）提供了理论依据。开发的颗粒状固相碳源及其成套技术可以直接应用于污水处理厂的深度脱氮技术单元；也是地下水硝酸盐氮的脱去作为地下水水源饮用水的安全保障技术。

3. 基于固体碳源反硝化生物脱氮的生态工程技术

针对生活污水、低污染水的水质特征，开发了一系列新型固相碳源强化固相反硝化生物脱氮的功能，并通过多介质材料优化组合强化脱氮除磷的作用，突破了强化脱氮除磷技术，开发基于固相碳源的反硝化生物脱氮除磷技术为核心的生态型水处理组合工艺，并对低污染水处理实现了工程化应用。



图 3 微曝气 BAF+MSL 系统等生态工程组合系统景观效果与现场实际照片

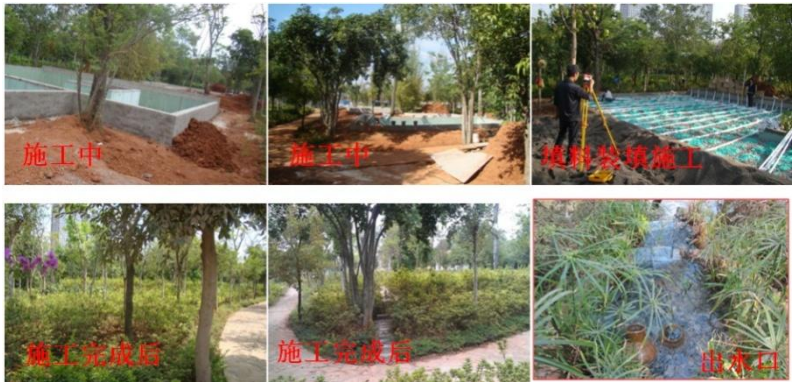


图 4 基于固相碳源微曝气 BAF+MSL 系统等生态工程现场实施过程与效果情况

技术经济参数：

投资：约为 $600 \sim 1000 \text{ 元/m}^3$ ；

运行费（元/ m^3 ）：低污染水 $< 0.10 \text{ 元/m}^3$ ；

主要指标平均净化效率：COD>35%； TN>85%； TP>50%

本研究成果针对截污控源后城市型入湖河流低有机污染高氮素的水质特征，开发了系列新型固相碳源并首次应用于 MSL 系统强化固相反硝化生物脱氮的功能，并通过多介质材料优化组合强化脱氮除磷的作用，突破了低污染水的强化脱氮除磷技术，开发基于固相碳源的反硝化生物脱氮除磷技术为核心的改良型 MSL 系统生态型景观化的河道易位强化脱氮除磷的技术工艺。工程化应用结果表明，针对污水处理厂一级 A 标准的排水特征的低污染水，该组合工艺出水能基本接近地表水环境质量标准Ⅳ类。

三、应用范围

作为固相碳源反硝化生物脱氮技术的突破，是我国未来国家氮素控制战略的重要技术支撑，其潜在的应用领域是非常广泛的。该技术可以拓展应用的领域有：

- （1）敏感大流域湖泊入湖河流、农业面源、城市面源低 C/N 比污染水质特征的氮素控制；
- （2）污水处理厂出水等的深度脱氮处理；
- （3）城市景观水环境的水质保障工程-富营养化问题——城市河流、城市湖泊以及高档住宅小区水景观等。
- （4）受氮素污染地下水源作为饮用水的脱氮技术

四、合作方式

技术服务。

ANAMMOX 微生物快速培养及其

高效污水生物脱氮技术

一、项目概述

氮素污染日益加剧，排放标准日趋严格；而高浓度氨氮废水的生化处理有高需氧量、高生物量等需求，更是氮素污染控制的瓶颈问题。采用传统硝化反硝化生物脱氮工艺处理普遍存在占地大、能耗高、外加大量有机碳源以及脱氮效率低等不足。以 ANAMMOX（厌氧氨氧化）为基础的新型生物脱氮技术针对高氨氮废水，并具有占地少、不需要添加有机碳源进行反硝化、耗能低、效能高和剩余污泥产量少等优势，被国内外评价为可持续的生物脱氮技术。然而，ANAMMOX 微生物极低的生长速率（倍增速率 10~13 天）是其工业化的主要障碍。本项目通过应用物理能场及活性小分子化合物调控等方式实现 ANAMMOX 微生物快速培养；以及专性膜生物反应器运行半硝化 ANAMMOX 工艺实现高效污水生物脱氮。

二、应用范围

ANAMMOX 新型生物脱氮技术是水处理领域的重要突破，可应用于如焦化废水、垃圾渗滤液、消化污泥脱水液、化肥厂废水、制革厂废水和养殖场废水等含高浓度氨氮工业废水的处理领域，还可用于市政污水的高效生物脱氮处理。本项目 ANAMMOX 微生物快速培养及其高效污水生物脱氮技术是 ANAMMOX 工业化进程中重要技术，可应用于所有涉及脱氮的工业及生活废水处理领域。

三、技术优势

1. 通过应用物理能场及活性小分子化合物调控等方式实现 ANAMMOX 微生物快速培养，比传统模式节省 1/3~1/4 的启动培养时间。

2. 专性膜生物反应器运行半硝化 ANAMMOX 工艺处理实际废水，提高反应器内微生物浓度的同时大力减缓膜污染，同时出水水质也大大提高。
3. 专性膜生物反应器运行半硝化 ANAMMOX，和传统生物脱氮技术相比，可节省 25%氧气，40%碳源，费用是传统硝化反硝化生物脱氮技术的 1/3~1/5。

四、技术水平

自从十年前 ANAMMOX 现象被发现以来，在全球范围内引起了 ANAMMOX 的研发热潮，在欧洲越来越多的中试和生产规模的 ANAMMOX 反应器相继建成，但国内的应用还处于起步阶段，其中菌种的来源和培养是目前所面临的重要问题。本项目应用物理能场，特别是活性小分子化合物调控等方式实现 ANAMMOX 微生物快速培养；以及专性膜生物反应器运行半硝化 ANAMMOX 实现高效污水生物脱氮技术，在国内外还鲜见报道。本技术国内领先，国际前沿。

五、开发计划进度

1. 第一阶段（2012-）：深化通过物理能场及活性小分子化合物调控方式实现 ANAMMOX 微生物快速培养，通过对分子标记物、环境基因组学、环境蛋白质组学等方面深入研究识别生物作用机制。大量培养 ANAMMOX 微生物。
2. 第二阶段（2013-）：采用专性膜生物反应器运行半硝化 ANAMMOX 工艺，优化多种生物耦合工艺，进一步提高性能指标，提升 ANAMMOX 新型技术应用于高氨氮废水处理的平台。
3. 第三阶段（2014-）：注重将创新成果和工程需求的密切结合，依托北京大学环境工程学科产学研发展模式，开展中试和实际工程化应用，实现 ANAMMOX 新一代高效生物脱氮技术的工程应用。

六、市场状况及市场预测

2011 年我国进入十二五发展时期，具有明显时代特征的十二五规划着重提出了水体中氮素污染的情况，对生物脱氮行业的高速优先发展具有重要作用。新型生物脱氮核心技术的研发动向、工艺设备、技术应用对于提高在中国生物脱氮市场的竞争优势尤为重要。十二五规划所带来的生物脱氮技术新的发展机遇，使得本项目有着非常广阔的市场前景和发展空间。

七、投资估算，效益分析

ANAMMOX 微生物快速培养及其高效污水生物脱氮技术是一项投资回报率很高的技术。对于生产性的半硝化 ANAMMOX 工艺来说，经过经济核算，处理 1 kg N 需要消耗 0.75 欧元，远低于传统工艺的 2~5 欧元，显示出诱人的工程应用价值。通过物理能场及活性小分子化合物调控方式实现 ANAMMOX 微生物快速培养，1 kg N 需要多投资 0.01 欧元，但实现微生物 1/3 培养期的缩短，节省大量的时间运行成本。

八、合作方式

技术开发或技术转让。

ANAMMOX 微生物快速培养技术服务

一、项目概述

相较于传统硝化反硝化生物脱氮技术，厌氧氨氧化（ANAMMOX）是新一代废水生物脱氮技术，其高效、节能且环境友好。尽管在欧洲越来越多的中试和生产规模的 ANAMMOX 反应器相继建成，国内的研究还刚刚起步。ANAMMOX 细菌生长速率慢所导致的工艺启动时间长、试验周期漫长是其研究和应用的主要瓶颈。本项目通过应用物理能场特别是活性小分子化合物调控等方式实现 ANAMMOX 微生物快速培养。

二、应用范围

ANAMMOX 技术的实验室小试、中试及工程化放大过程中 ANAMMOX 微生物培养；含氮的生活污水及工业废水的水处理工程化应用。

三、技术优势

1. 通过外加物理能场增强 ANAMMOX 新陈代谢活性，比传统模式节省 1/3 的启动培养时间。
2. 通过活性小分子化合物调控 ANAMMOX，实现微生物的快速培养，比传统模式节省 1/3~1/4 的启动培养时间。

四、技术水平

本项目应用物理能场，特别是活性小分子化合物调控等方式实现 ANAMMOX 微生物快速培养国内领先，国际前沿。

五、技术服务与咨询费

面谈。

新型动力锂离子二次电池

一、项目概述

目前全球性石化资源日益短缺，大气污染也越发严重，汽车作为当前主流的交通工具，首当其冲地面临着能源、环境两大难题，发展电动汽车已经成为今后国内外新兴产业的趋势。动力电池作为电动汽车之关键技术部件，人们对其高体积/质量能量密度、安全和低成本的需求也愈来愈强烈。

由日本的索尼公司首先商品化的小型锂离子电池作为民用已有约二十年的历史，但作为电动汽车储能电池的产业化及安全使用是从北京开始的。在08年北京奥运会期间，装载了北京大学其鲁教授及其团队研发的锰酸锂正极材料动力锂电池的50辆奥运纯电动公交车在奥运核心区成功实现了“零排放、零污染、零事故”的安全运行。截至目前，这50多辆纯电动公交车在北京已累计安全运行近一千万公里，没有出现因电池导致的安全型事故。这是国际上首次大规模成功使用装载动力锂电池的纯电动公交车，对国内外电动汽车产业发展起到了里程碑式的推动作用。2010年，其鲁教授及其团队研发的该电池系统又服务于上海世博会和广州亚运会纯电动公交车，产品在高温、高湿、高频率使用的情况下，运营状况仍然良好。

在过去的二十年中，其鲁教授及其团队致力于研发包括以下的动力锂离子二次电池及关键材料，并在应用方面取得了重要进展。

二、产品种类

- 3.6V 级锰钴镍酸锂材料；
- 4V 级尖晶石锰酸锂材料；
- 5V 级尖晶石锰镍酸锂材料；
- 高容量钛酸锂材料；
- 各种功能电解液；

高功率动力电池；
高能量动力电池。

三、应用范围

各种高能量电池和高功率电池；
纯电动城市公交车、小轿车；
混合动力公交车、家用轿车、商务车；
城市观光车、观光游艇，潜水船艇；
电动自行车、电动工具、电动叉车、UPS；
卫星、无人驾驶飞机、太空飞船；
风能、太阳能等新能源的储能；
电网调峰用储能。

四、技术优势

4V 级尖晶石锰酸锂材料 (LiMn_2O_4) 具有稳定的尖晶石型结构，理论容量为 148mAh/g，实际容量约为 120mAh/g，平均放电电压约 3.8V。由于地球锰资源丰富及该材料的热稳定性良好， LiMn_2O_4 是目前最有前景的动力电池材料之一。因为尖晶石结构的合成条件比较严格，人们过去用传统方法很难合成出结构完整、没有杂质、电化学性能稳定的尖晶石 LiMn_2O_4 。经过多年的研究，我们开发出了独特的合成方法，所得到完整的尖晶石结构材料可以非常稳定的进行充放电达数千次。

与一些其他电池正极材料相比较，尖晶石锰酸锂正极材料的能量密度要高出约 30%。在电池制造中，体积/质量能量密度是电动汽车的关键指标之一，能量密度越大，汽车所需要搭载电池的重量就越轻、体积就更小。此外，由于 LiMn_2O_4 材料的导电导热性能良好，电池的倍率性能优越，可以满足更多大功率需求的混合动力车和纯电动车；由于导热性好，电池充放电过程中的发热量小，电池的安全性能也很好。

基于 LiMn_2O_4 材料及电池技术，我们还研发了一种具有高达 4.7V 放电电压的 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 材料。这种高电压材料的实际充放电容量可达 140mAhg⁻¹ 以上，在循环 300 次后容量保持率在 93% 以上。相比其它材

料， $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 高电压电池具有以下几方面的优势：1）较高的单体电池电压减少了电池组所需单体电池的数量，从而简化电池系统管理，也减轻电池的重量和体积。以一组工作电压为 400V 的动力电池组为例，同样以碳质材料为负极，如采用 LiFePO_4 电池则需要约 135 块单体电池，采用 LiMn_2O_4 则需约 110 块单体电池，而若采用 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 则仅需不到 100 块单体电池就可实现。2）在采用相同数量单体电池的时候可以获得更高的电压。在较高的电池电压下可以用较小的电流驱动电机运行，从而有效控制热效应，对保证电池的寿命有着保护作用。3）单体电池的高电压可以提高电池的能量密度和输出功率，如 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 正极材料具有高达 630Wh/kg 的储能密度，这对于提高整个电池的储能密度具有关键作用。

近年来， $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 负极材料由于其优越的充放电稳定得到了人们的重视。我们合成的 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 负极材料不仅密度大，而且充放电性能也极其稳定。 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 的工作电压为 1.5V 左右，作为正极材料可以与锂金属负极搭配作为长寿命高容量电池。 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ 和 4.7V 高电压正极材料 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 搭配使用时，其电池电压则可以达到 3.2V 左右，电池的能量密度相比较其它电池提高 30%~50%。

在动力锂离子电池中，安全性能始终是最受关注的问题，而涉及安全问题的最重要部分是电解液。我们开发出了多种电化学性能优良、安全性能高的电解液，可以满足电池在低温情况下、高温情况下、高电压情况等各种条件下的应用。此外，我们还在聚合物固态电解液和离子液体方面做出了大量工作。

我们的电池技术与产品主要涉及组装工艺、包装工艺、电池制造和电池管理系统几方面。首先，我们的电池根据使用用途确定制作技术。如电池采用叠片或卷绕工艺时电池的性能会有所不同。相比卷绕工艺而言，在一定条件下叠片技术一方面可以大大降低内阻，另一方面在电池的长期充放电过程当中，极片内部各处受力均匀，不会产生变形而引起其他问题。此外，我们在国内外于大容量电池中率先采用了设计独特的铝塑膜包装工艺，相比金属外壳包装而言，该类电池的安全性能得到了大幅度提高。还有，因为以锰为中心的电池正极材料在正常充放电最为

频繁的区间（SOC 为 30%~80%）内，电池的电压变化和充放电深度之间具有良好的线性关系，便于电池的充放电管理和平衡调节，对增加整体电池模块的使用寿命有着重要意义，对电池管理系统（BMS）保证电池的安全性和稳定性方面有着非常重要的作用。

五、技术水平

上述技术和产业化成果近年来获得过多次北京市科技进步一等奖、教育部科学技术进步一等奖、以及国家科技进步二等奖等。

六、合作方式

合作开发或技术转让。

高效大面积染料敏化太阳能电池集成组装

一、项目概述

作为未来重要的可再生能源之一，目前主流的太阳能电池技术面临发电成本和“绿色”生产制造方式两方面的重大挑战。染料敏化电池(DSSC)具有能耗低、污染小，对环境友好的优点，使得 DSSC 技术表现出强大的商业应用价值和潜在的竞争力。本项目成果将为 DSSC 技术的实用和产业化奠定基础。

相比硅电池，DSSC 采用了新的材料和结构，使得其制造工艺简单环保，且成本大大下降（仅为硅电池的十分之一）。目前小面积 DSSC 已实现约 12%的最高转换效率，但大面积电池的单元转换效率存在效率显著降低和性能不稳定的问题。解决大面积电池的效率降低和性能不稳定的问题是 DSSC 技术商业化的前提，商业化的 DSSC 技术将能带来显著的经济效益。

二、染料敏化电池的应用范围

根据电池单元不同类型，染料敏化电池的应用范围主要包括以下三个方面：

半透明式大面积 DSSC 应用：建筑整合式光伏系统(BIPV) 和汽车电子系统；

大面积薄膜 DSSC 应用：柔性，随身折叠式充电电源；

大面积薄膜 DSSC 模块化应用：建筑整合式、远程电力供应。

三、技术优势

1. 基于商用的染料和电解质，采用优化电池结构和封装技术，通过使用自主设计研发的封装设备，制备了的 $40 \times 40 \text{mm}^2$ 大面积染料敏化电池（DSSC）样品，其具体的性能指标如下：

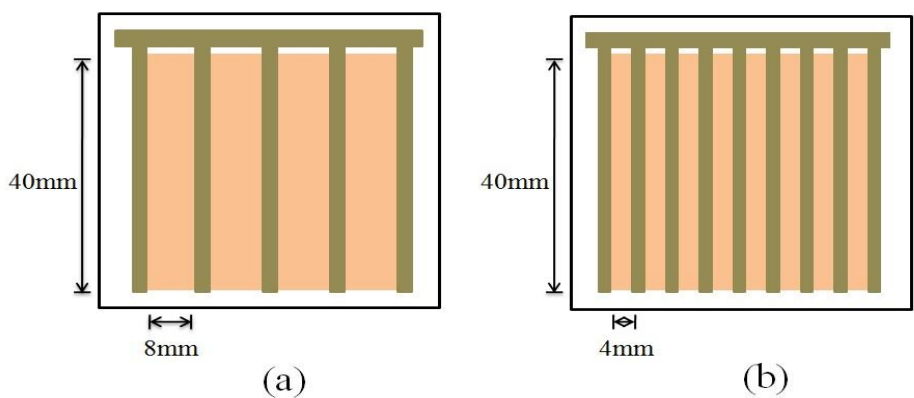


图 1 $40 \times 40 \text{mm}^2$ 大面积 DSSC 结构示意图

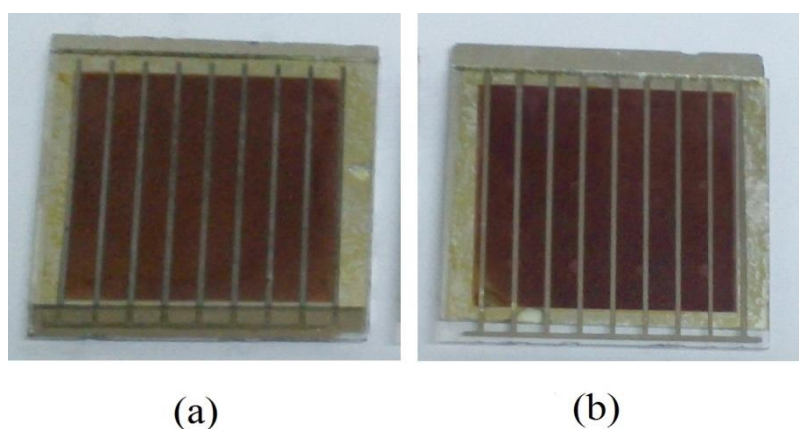


图 2 封装制备的 $40 \times 40 \text{mm}^2$ 大面积 DSSC 样品实物照片，其转换效率达 7.7%

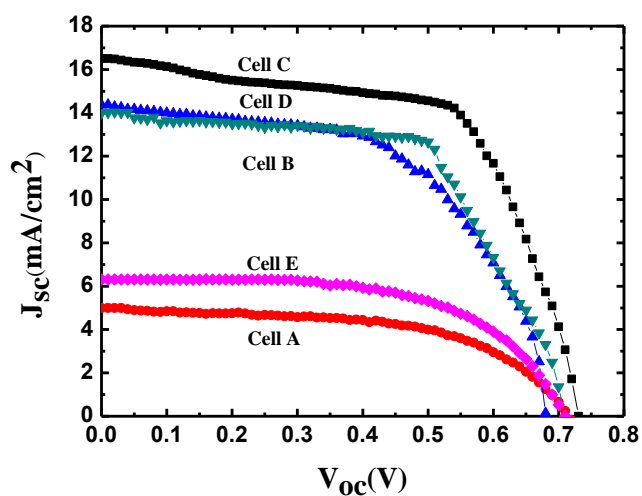


图 3 采用不同结构封装制备的 $40 \times 40 \text{mm}^2$ 大面积 DSSC 样品实际测量的 J_{sc} - V_{oc} 曲线，其中样品 C 的转换效率达 7.7%

表 1 采用不同结构封装制备的 $40\times 40\text{mm}^2$ 大面积 DSSC 样品的测量结果汇总

Type of Cell	Film thickness (um)	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF	$\eta(\%)$
Cell A	2.4	5.0	0.71	0.57	2.02
Cell B	7.2	14.3	0.68	0.57	5.54
Cell C	12	16.5	0.73	0.64	7.71
Cell D	16.8	14.0	0.71	0.63	6.26
Cell E	21.6	6.3	0.71	0.60	2.68

2. 基于改进的封装技术和优化的电极结构技术需求，自主设计研发的大面积 DSSC 半自动封装设备系统。利用该设备系统，可批量制备出性能稳定的大面积 DSSC 样品。



图 4 自主研发的大面积 DSSC 半自动化封装系统设备

四、技术水平

北京大学在高效大面积 DSSC 关键核心技术与工艺设备研发方面已取得突破性进展：

- 1. 通过优化改进 DSSC 单元结构，设计开发先进的封装集成技术，成功解决了大面积 DSSC 光电转换效率降低和性能不稳定的技术难题，在大面积 DSSC 样品中实现了稳定、可重复、转换效率 7.7%的性能指标，转换效率接近小面积 DSSC 的值，并拥有稳定、可重复的单元模块性能。
- 2. 自主研发了可实现大面积 DSSC 集成制造的半自动化封装系统设备，

为大面积 DSSC 的产业化应用奠定基础。

五、开发计划

1. 计划背景与目标

本项目基于北京大学在高效大面积 DSSC 关键核心技术与工艺设备研发方面的研究基础和积累，可与国内先进太阳能电池与制造设备企业合作，建立具有国际先进水平的研发中心。

2. 计划完成的技术指标

在 3 年内完成高效大面积 DSSC 规模化生产技术与关键配套技术的研发与转化，形成转换效率高于 8%、面积大于 $1 \times 1 \text{ m}^2$ 染料敏化太阳能电池及其配套设备的初步生产能力。

六、项目投资与效益

1. 项目所需投入

- 大面积电池制造所需材料的改进，结构优化
- 大面积电池制造所需的仪器设计，制造
- 可用于批量生产的大面积 DSSC 电池封装设备的设计制造
- 大面积电池的效率测试设备
- 大面积电池的可靠性测试设备

总计预计 1000 万元

2. 预计可产生经济效益 5000 万

七、合作形式

技术开发或技术转让。

新型双面透光透明柔性可弯折

染料敏化太阳能电池

一、项目概述

传统染料敏化太阳能电池由于对 ITO 的依赖使其成本较高，可弯折性能较差。柔性染料敏化太阳能电池由于其低成本，质量较轻，便于大规模生产成为目前研究的一大热门领域。对太阳能电池的薄膜化与柔性化是提高其易用性和拓展其应用范围的有效途径。但是目前基于金属丝的太阳能电池由于封装困难，无法充分利用太阳光，柔性实现上的困难等而面临诸多挑战。

二、适用范围

最近，北京大学物理学院俞大鹏教授研究团队等巧妙利用生长在金属丝上排列有序的 ZnO 纳米线阵列，发明了一种新型双面透光，ITO free，柔性染料敏化太阳能电池。该电池利用沉积高密度整齐排列的 ZnO 纳米线阵列的不锈钢丝作为光阳极，金属铂丝作为对电极，平行封装在 PET 塑料薄膜内这样一种简单易行的办法即可实现（见下图）。研究表明，器件的光电转化性能在弯折角度超过 100 度时仍能维持较高水平。由于此结构具备良好的空间对称性，从正反两面引入照射光均可得到几乎相同的光电转化效率，从而大大提高了对太阳光的利用效率。对光阳极不锈钢丝表面的钝化处理有效避免了电池内部原电池反应的发生，有效提高了电池的时间稳定性和使用寿命。此外，该工作还系统研究了染料沉积时间对器件光伏性能的影响，为今后国际上同领域研究工作起到了有意义的指导作用。

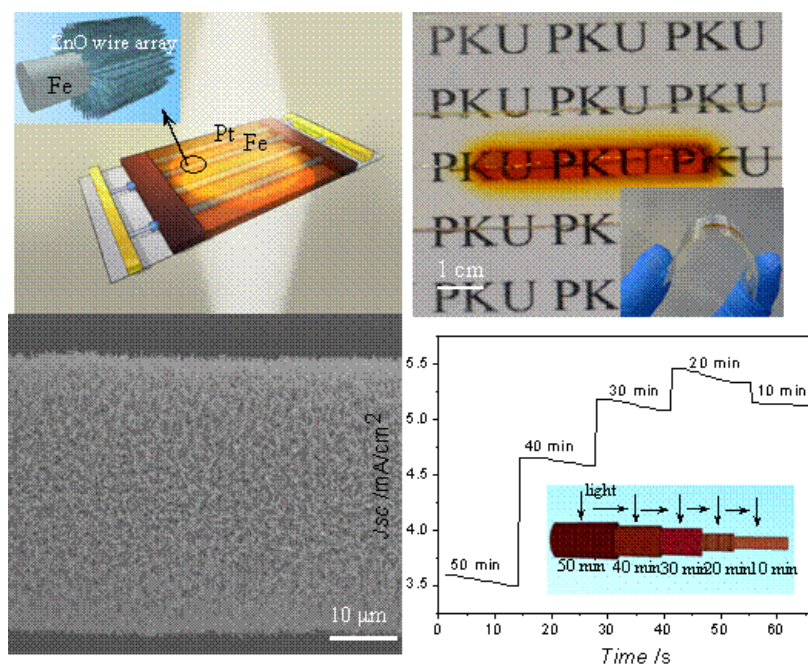


图 基于金属丝/ZnO 纳米线阵列的双面透光，透明柔性染料敏化太阳能电池

该结构的染料敏化太阳能电池制作方法非常简单，易于推广，已在金、银、铜、钨等多种金属丝上制成器件。金属丝排列的构思可以利用纺织技术使用卷对卷工艺进行大规模生产，器件双面透光、厚度超薄、可弯折性好，从而用法灵活，应用前景十分广阔。研究结果于 2012 年 4 月 12 日发表在 *Advanced Functional Materials* (IF= 8.49) (Wei Wang, Qing Zhao,* Heng Li, Hongwei Wu, Dechun Zou, Dapeng Yu*, Transparent, Double-Sided, ITO-Free, Flexible Dye-Sensitized Solar Cells Based on Metal Wire/ZnO Nanowire Arrays) <http://dx.doi.org/10.1002/adfm.201200168>。

该研究工作得到了国家自然科学基金委、科技部 973 计划，以及人工微结构与介观物理国家重点实验室自主科研项目等的大力资助。

柔性可编织纤维太阳能电池

一、项目概述

光伏技术是发展高效清洁能源的重要途径，也是目前将太阳能转换为电能最有效的方法。为了克服传统平板太阳能电池在应用形态，电极成本等方面的诸多难题，邹德春教授研究团队于 2008 年在国际上率先提出并实现了无需透明电极的柔性可编织纤维太阳能电池（*Adv. Mater.* 2008, 20, 592.; *Appl. Phys. Lett.* 2008, 92, 113510.），引起了广泛的研究兴趣。近几年来，研究团队在提高纤维电池的光电转换效率、大尺寸化与模块化、纤维电极材料的开发、低成本的纤维电池以及其它类型纤维电子器件等方面开展了系统深入的研究工作，取得了系列突破性研究进展，保持了团队在该领域的国际领先地位。

经过在器件设计与制备方面的不断探索，研究团队成功制备出了长度高达 9.5cm、效率（5.41%）最高的纤维太阳能电池（*Phys. Chem. Chem. Phys.* 2011, 13, 10076.），相关成果被该杂志以“Solar power textiles”进行了 highlight，同时被能源与环境科学领域的顶级学术期刊 *Energy & Environmental Science* 进行了转载报道。随后不到半年的时间里，该研究团队又将纤维太阳能电池的最高光电转换效率提高至 7%。

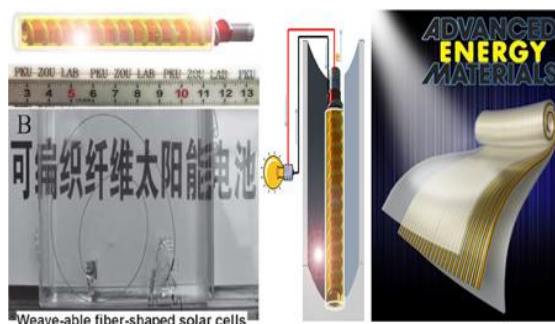


图 1 纤维太阳能电池模块

在国家中长期科学和技术发展规划纲要中提出，发展光伏能源符合国家战略需求，因为当今硅太阳能电池面临如下“困局”：无核心知识产权；投资规模巨大；环境污染严重。本项目同时解决了平板电池面临的其它问题：应对特殊应用问题；透明电极材料问题；采光局限性问题。

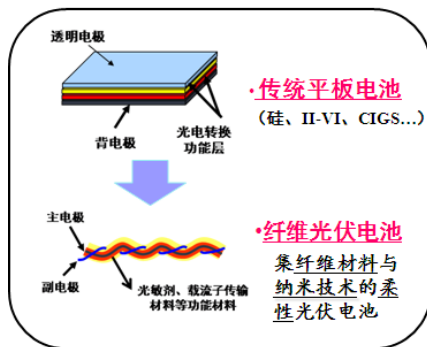


图 2 传统平板电池与纤维光伏电池比较

二、应用范围

光伏衣服、背包、帐篷等民用领域；光伏建筑一体化；国防与航空等特殊关键应用。

三、技术优势

集纳米技术和光伏技术为一体的高新技术，具有原创性，拥有自主知识产权，其研究备受国际关注，在中短期内就具有重要应用价值；

全新的电池形态，可编织成任意形状的应用产品，军民领域都具有潜在需求，研究及生产成本都不高，符合目前国家能源技术创新大战略；

彻底摆脱了对透明电极材料的依赖，原材料成本低，可三维采光和高效聚光；制备过程和使用过程都绿色环保，设备投资门槛低；

无透明电极，大大降低成本；柔性化，易于编织模块；无入射光角度依赖；光利用模式多种多样；重量轻，易便携；形态多样化。

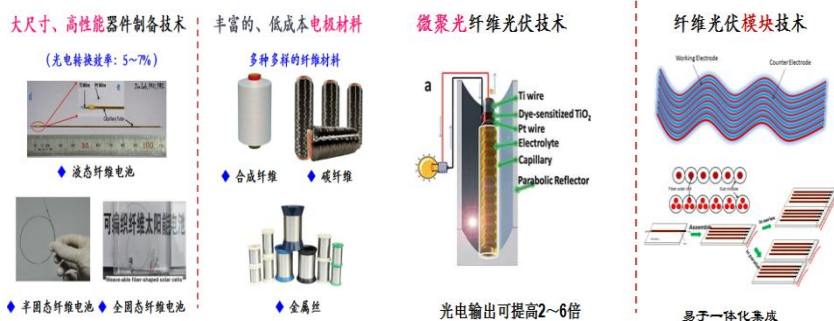


图 3 纤维电池的技术优势

四、技术水平

近 4 年发表与纤维电池直接相关的高水平 SCI 论文约 20 篇，影响因子 IF>9 的 3 篇；被引次数>100 次。研究工作不仅具有国际开创性，且始终处于国际领先地位。核心知识产权：

- ZL 200610114454.7 （国内）；
- ZL200610089645.2 （国内）；
- PCT/CN2007002796 （国际：欧、美、日）；
- PCT/CN2007002797 （国际）；
- PCT/CN2011/077555 （国际）；
- 201010241512.9 （国内）；
- 201110033264.3 （国内）。

奖励情况：

- 2010 年中国工业博览会三等奖；
- 第七届国际发明展览会金奖。

五、研发进展

纤维太阳能电池的一维线状结构赋予了其优于传统平板电池高效、全方位的光子采集能力。研究团队通过实验和理论研究，展示了纤维电池独特的三维采光特性。例如，采用曲面反射聚光模式，在通常的光照条件下纤维电池的输出功率可提高 2~6 倍。纤维太阳能电池易于集成实现聚光电池模块（Energy. Environ. Sci. 2011, 4, 3379.）或柔性双面太阳能电池模块（Adv. Energy Mater. 2012, 2, 37.），充分显示了该技术在低成本、高效率的光伏技术领域潜在的应用价值。

同时，针对纤维太阳能电池的工作机理，该研究团队还设计开发了一系列高性能材料，包括低挥发性透明电解质（J. Mater. Chem. 2011, 21, 14815.），碳纤维（J. Mater. Chem. 2011, 21, 13776.）、聚合物纤维（J. Power. Sources. 2012, 215,164.）、碳素墨水（J. Mater. Chem. 2012, 22, 9639.）等电极材料；基于一维有序纳米结构的光阳极材料（与化学学院吴凯教授合作 Nanoscale. Res. Lett. 2011, 6, 94.; Nanoscale 2012, 4, 1248.）

以及基于全碳电极的纤维太阳能电池(Phys. Chem. Chem. Phys., 2012, 14, 125.)等重要研究成果。

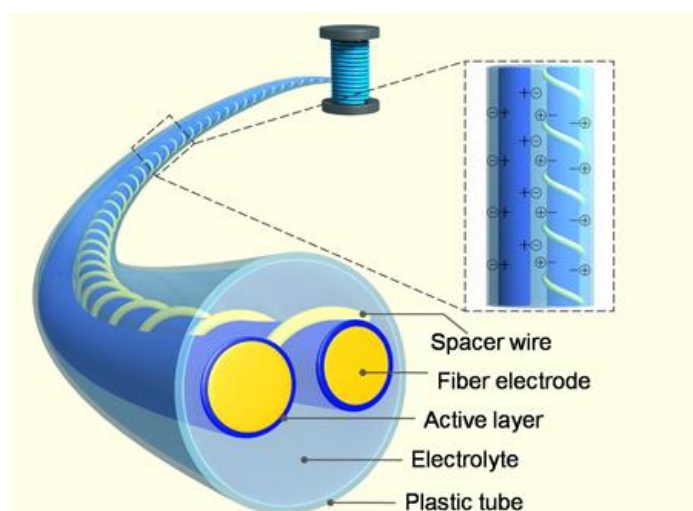


图 4 柔性纤维超级电容器模型图

研究团队进一步将纤维光伏技术向纤维储能器件拓展，设计出了一种由三根纤维构成的新型柔性纤维超级电容器。采用普通钢笔墨水作为活性材料，获得了非常可观的储能效果。这种独特的一维超级电容器有望应用到智能织物中，为柔性传感器、便携电子设备等供能，对进一步发展自驱动纤维/可编织能源系统具有重要意义。相关成果在《先进材料》(Adv. Mater. doi:10.1002/adma.201202930)在线发表后，迅速受到了广泛的国际关注。著名科技网站 New Scientists 以“Pen ink proves surprise key to powerful supercapacitor”为题撰文进行报道，美国物理学家组织网站 Phys.Org 也撰文“Researchers find ordinary pen ink useful for building a supercapacitor”进行了专门报道。此外，Gizmodo、Physics Today 等众多知名网站也对相关成果进行了转载报道。

六、合作方式

合作开发或技术转让。

高效海水淡化技术

一、项目概述

世界性水资源的缺乏，包括中国近十几年的以城市化和工业化为标记的高速发展已造成国内北方和沿海地区淡水供应的严重短缺；目前之世界净水市场的规模大约为 USD \$7000 亿/年，并以每年约 10% 的速度增长。中国的增长速度更快；现有的湖泊、池塘和河流已受到化工排泄物的严重污染，正威胁到许多中国居民的健康；海水淡化是一项成熟的具有广泛产业前景的技术；继续改进和研发尖端技术(如高效、节能，太阳能海水淡化，膜技术等)是今后发展的趋势。

二、技术优势

高效节能的设计，使海水淡化的电力消耗低于 1.8kwh/吨。。如果是盐碱水淡化，能耗则更低。

- 最新改进的基于直接压力转换的能量回收技术；
- 最新最先进的膜技术以达到低污垢和低能耗；
- 海水淡化中低温余热利用，进一步降低海水淡化的成本。

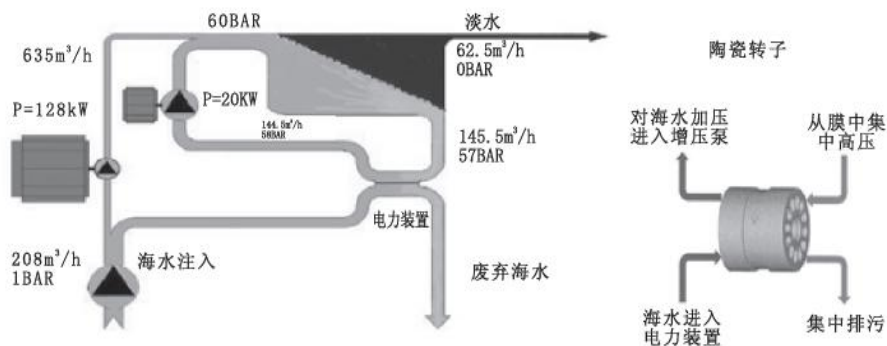










图1 工艺流程

三、应用实例

<p>1 . 海水淡化系统</p> <p>——每模块 500 加仑至 318000 加仑</p> <p>——能量效率高，小于 1.8 千瓦时/立方米</p>	
<p>2 . 咸水淡化系统</p> <p>——每模块 1000 加仑至 400000 加仑</p> <p>——能量回收系统可用于高咸水</p>	
<p>3 . 高速灌装系统</p> <p>——每小时 3000 至 42000 瓶</p> <p>——卫生，全封闭模型</p>	
<p>4 . 集装箱反渗透系统</p> <p>旋转深孔，咸水或海水成为高纯度的水</p>	

<p>4.1 外部集装箱咸水系统第二个视图</p> <p>40 标准的集装箱，外部涂料耐的住气候考验</p>	
<p>4.2 内部视图</p> <p>干净的位置系统，延长膜的寿命</p>	
<p>4.3 内部视图</p> <p>内置照明和空调</p> <p>通道门</p>	
<p>4.4 控制面板视图</p> <p>先进的颜色触摸屏控制提供了在线故障解答和维修指导</p> <p>指示数字值和水纯度米</p>	
<p>4.5 仪器面板视图</p> <p>各种流量计，压力表来监测集装箱系统的操作参数</p>	

<p>5 . 应急净水和水囊系统</p> <p>- 上门，准时，需求</p> <p>在一个移动系统里生产纯净水和水袋</p>	
<p>5.1 操作视图</p> <p>操作开始前袋灌机滑动</p>	
<p>5.2 关闭视图</p> <p>水净化系统，水泵，柴油发电机，袋灌装机都安装在容器内，准备运行。</p>	
<p>5.3 水囊形成填充密封装置</p> <p>——每小时可达 1800 袋</p>	
<p>5.4 即可饮用的纯净水囊</p> <p>0.5 升到 1 升</p> <p>每包装机每分钟生产高达 30 水袋</p>	

5.5 应急响应装袋部件

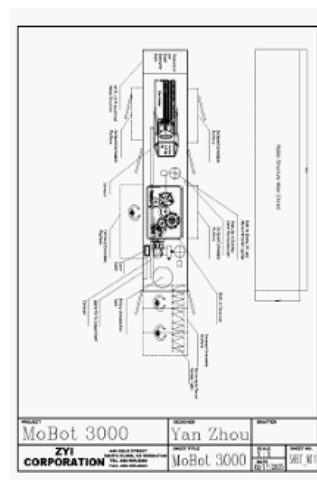
世界上第一套将水，过滤，紫外线+臭氧发生器消毒，丙烷结合在一起的部件，都在一个 16 英尺的拖车里。可以由任何一个持有 C 驾照的人开车带走。






5.6 3000 瓶/小时

——集装箱，移动水装瓶厂

- 内置吹塑可以在船上生产水瓶
- 扩展工作面积
- 内置臭氧和紫外线消毒系统
- 立即启动进站
- 卡车，火车，船或飞机都能运送
- 世界上最独特的设计



<p>6. 远洋船舶安装海水淡化设备</p> <p>- 服务偏远岛屿或提供紧急水</p>	
<p>6.1 电凝固</p> <p>模块化设计</p> <p>批处理或连续流动废水处理</p> <p>能处理大范围的污水</p> <p>低或无化学处理污水</p> <p>比传统的化学处理减少污泥的产生</p> <p>治疗改善地下水整治和浸出液</p> <p>破坏在碳氢化合物污染的地下水抽中产生的油或水乳剂</p> <p>零排放应用</p> <p>低维修</p>	
<p>6.2 蒸汽压缩蒸馏</p> <p>可移动，不锈钢外壳设计</p> <p>每天 500~100000 加仑</p> <p>纯净水生产</p> <p>废水处理</p> <p>化学/酸回收</p> <p>同时从黑/灰水中生产液体肥料和高纯度的水</p>	

高效率能源	
自动化过程	
现有的耐腐蚀不锈钢	
零排放应用	
低维修	
有价格竞争力	

煤化工污水处理及再循环利用项目

一、项目概述

煤化工是以煤为原料，经化学加工转化成气体、液体和固体，并进一步加工成一系列化工产品的工业过程。传统煤化工，泛指煤的气化、液化、焦化及焦油化工、电石乙炔化工等。新一代煤化工，以煤气化为龙头，以碳一化学为基础，合成各种燃料油和化工产品的煤炭洁净利用技术。

我国是世界上产能最大的新型煤化工国家，煤化工行业主要消耗的资源是煤炭和水，煤化工行业受环境保护条件的制约。其工艺的末端治理、废水资源化问题必须解决，而相关废水工艺技术的使用是煤化工产业走上循环经济道路必要保障手段，使该产业与生态环境实现共赢。

本项目运用综合污水浓缩及回用技术；电凝固技术，低电耗反渗透脱盐技术；浸泡式超模技术；特殊离子交换技术；蒸汽压缩晶体化设备。

综合污水浓缩及回用技术



电凝固技术



低电耗反渗透脱盐技术



浸泡式超膜技术



特殊离子交换技术



蒸汽压缩晶体化设备

二、应用范围

此系列产品可运用到其他工业，电厂，及油田的污水减排或零排放项目，具有可观的市场前景和技术重要性。

三、技术优势和水平

此中试项目会引进及运用美国煤工业内运用成功的各种先进技术，为弥补国内同类技术空白跨出重要的第一步。具有丰富经验的美国专业技术团队已根据北大环境学院所提供的某煤化工污水技术资料完成了初步的技术可行性分析并认可此项目为极其可行项目。

在此项目内我们会运用世界领先和独特的油水分离，离子交换，膜技术，及节能蒸馏结晶设备和技术（也为脱盐技术）。此工序的可用水回收率超过 95%。技术先进性居同行之主领地位。

四、市场状况及市场预测

我国贫油、少气、多煤的能源结构决定了现阶段煤仍然是我国的主要能源形式，煤化工工业可从煤中提取多种产品，这大大提高了煤的综合利用价值，而相关废水工艺技术的使用是煤化工产业走上循环经济道路必要保障手段，使该产业与生态环境实现共赢。

五、投资估算

处理成本约¥8~9 元/吨。市场价格可达¥10.5 元/吨。初步计算基于美国成本，所以在国内运转，成本可能会进一步降低。此中试项目所需资金为¥300~¥400 万元。中试周期为 3~6 个月。

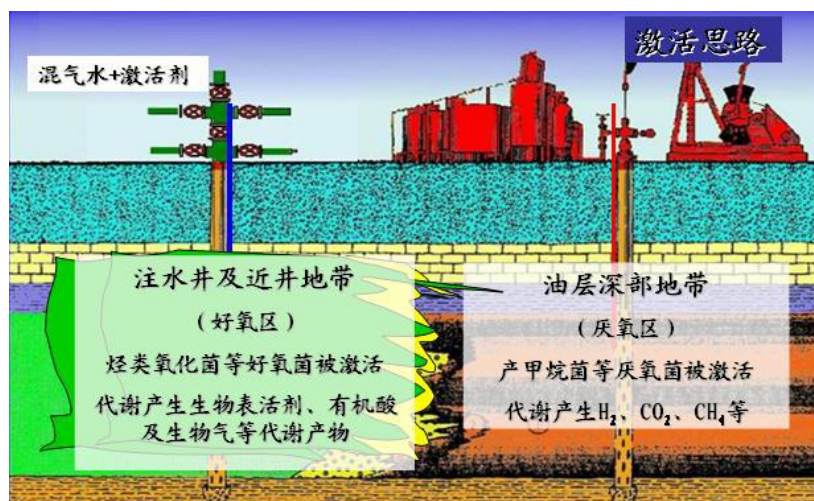
六、合作方式

合作开发或技术转让。

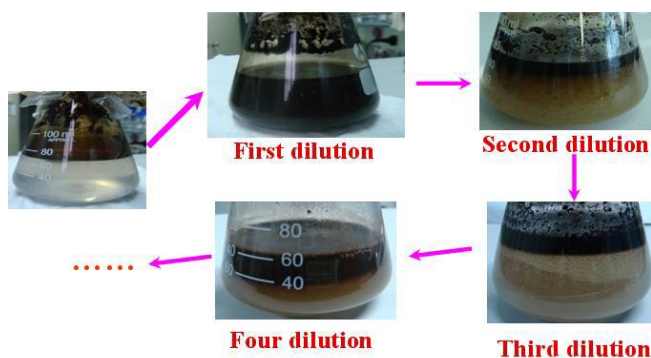
微生物采油技术

一、项目概述

微生物采油（MEOR）是指将地面分离培养的微生物菌液和营养液注入油层，或单纯注入营养液激活有层内微生物，使其在有层内生长繁殖，产生有利于提高采收率的代谢产物或直接作用于原油改善原油物性，以提高油田采收率的采油方法。

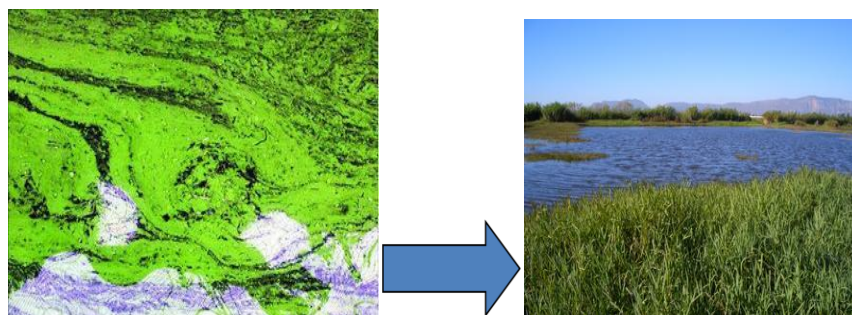


微生物也可以将有机污染物作为所需的“粮食”而进行降解和利用，从而对污染物质进行治理；在各种环境中微生物无法单独存在，而是形成微生物群落。废水生物处理实际上是对微生物的定向激活和调控，发挥功能微生物的作用、抑制“有害”微生物的限制。



二、应用范围

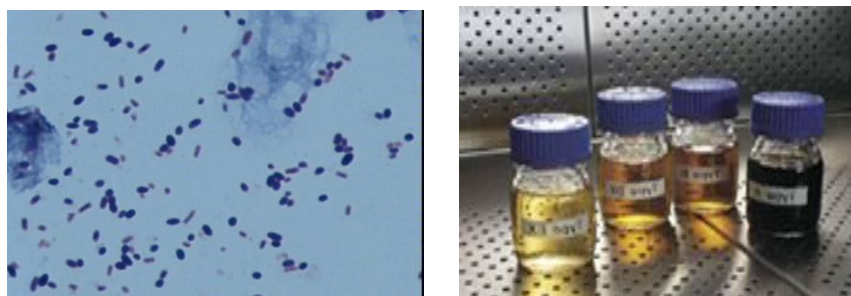
可以作为城市环境工程建设、污染综合治理的有效技术支撑；微生物采油技术可以在各个大型油田开采区使用。



应用案例：已开始了对滇池流域的综合治理工作；采油技术在大岗、大庆等油田实验测试，效果良好。

三、技术优势

北京大学拥有全国唯一对各种环境微生物群落进行系统分析和调控的研发平台；北京大学拥有全国最大的污染治理微生物菌种资源库。



四、技术水平

国际先进水平。

五、项目所处阶段

已开始了对滇池流域的综合治理工作；采油技术在大岗、大庆等油田实验测试，效果良好。

六、市场状况及市场预测

由于该技术综合地使用多种技术处理污染问题，流域综合治理的效率要高很多。在目前的环境下微生物采油技术，市场的潜力更为巨大。

七、所需费用

所需设备经费约 500 万元。

八、合作方式

合作建立联合实验室/合作建立产业化公司。

微藻生物油脂技术

一、项目概述

太阳光是地球上最充足的清洁能源。光合作用是唯一能捕捉太阳能的生物途径，因此是实现利用太阳能与大幅减排 CO_2 进行清洁能源生产的有效途径。微藻遍布于地球海洋、河流和湖泊等淡水和海洋水体中以及各种土壤（包括酷暑和寒冷的荒芜环境）里，甚至人迹罕至的南北极等极端环境中。每年由微藻光合作用固定的二氧化碳占全球二氧化碳固定量的 40% 以上。

二、技术背景

2010 年我国原油进口比例已达 53.8%；依赖于石化资源的大宗化工原料短缺与价格高涨，已经成为制约我国工业经济发展的关键因素。预计到 2020 年，我国对进口石油的依赖度将增加到 60%，2030 年甚至达到 80%。国际能源机构 2011 年 5 月 30 日宣布，2010 年全球 CO_2 排放量达到 306 亿吨，创历史新高。2007 年，我国 CO_2 排放总量占全球 CO_2 排放量的 24%，居全球首位。2009 年 12 月在哥本哈根会议上中国承诺到 2020 年单位 GDP 的 CO_2 排放比 2005 年下降 40%~45%。

三、微藻产油技术的优势

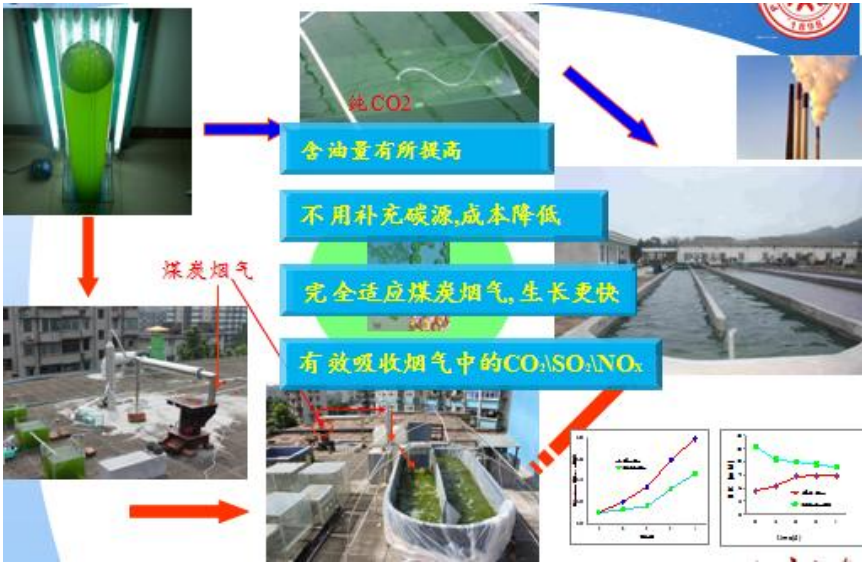
微藻被广泛认为可能成为解决世界能源危机和温室气体减排的最佳答案；光合作用效率是高等植物的 100 倍以上；富含优质油脂(高达 77%)；吸收利用温室气体。微藻可以旺盛地消耗高浓度的 CO_2 、 SO_2 、 NO_x ；系微生物,生长速度快及可操作性强；不占用耕地。可利用盐碱地、荒漠、滩涂建立培养系统，并可利用盐碱水、海水和废水，缓解或避免生物质能源生产对耕地、粮食和水资源的竞争。

四、近年来研究趋势

全世界新成立了数百家公司开展微藻生物柴油及其 CO_2 减排技术的

研发。美国、澳洲、日本、欧洲、印度和南非等国家和地区的政府或企业，都在投入大量资金和人力资源。壳牌石油公司、美国第二大石油公司 Chevron、荷兰 AlgaeLink 公司等上百家企业和美国能源部等机构先后启动了针对微藻能源和 CO₂ 减排技术的项目；我国中石化、中石油、中海油和新奥集团等大型企业均开始启动有关的研发项目；国家 973、863、众多省部委及地方的科技计划项目也将微藻生物柴油研发和微藻减排技术列为重要发展方向。

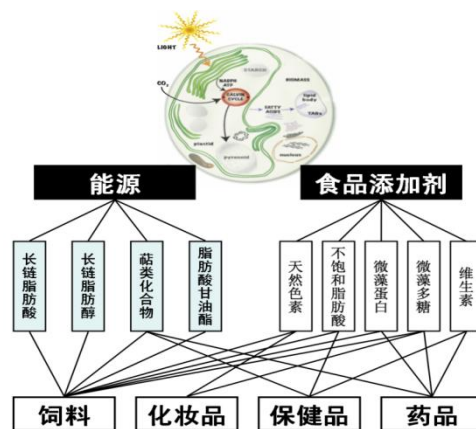
五、微藻产油技术路线(室外小试与中试)



六、本技术共性关键问题

面临着生产成本高的产业化技术瓶颈；培养和采收成本是影响技术成本的关键因素；藻种特性及建立适宜的培养和采收措施是整个技术的核心。

七、微藻高附加值产品



八、合作方式

合作开发或技术转让。

新能源水电解制氢系统

一、项目概况

针对当前能源利用和环境保护问题，本项目对利用清洁能源生产氢气的水电解制氢的工业方法进行了深入研究并取得了显著的创新成果。该技术可以利用新能源发电进行水电解，并利用世界首创的独特设计使水电解制氢装置脱离变压系统的束缚，直接利用波动的直流电流进行电解，而且系统功率可以根据实际生产需要进行智能化调节，进而完全解决传统水电解技术无法适应不稳定电流并高度依赖外部电源系统的问题，从而极大的改善新能源制氢的效率和成本结构，使得经济性过低这一氢能生产的瓶颈得以解决，同时也为风电，太阳能等新能源调峰存储提供了更加经济的选择。

此项技术目前已在美国申请专利。通过对比现有市场技术，本项目技术可将氢气生产成本降低 30%以上，并仍有很大可提升空间。因此，该技术得到了美国国家可再生能源实验室的高度认可，并已与我司确立关于此项技术的合作关系。2011 年 8 月，实验室方面完成了对“VERDE-160S”新能源专用型水电解制氢系统的正式测试，借此进一步发掘该技术的适应性，及提升产出效率。实验室方面还专门发布了一份该设备的测试和分析报告，发表在美国能源部的公开数据库中。

二、技术优势

基于此技术的前瞻性，国家实验室的相关负责人多次向美国能源部及相关政府部门撰写推荐信推荐该技术。因此近年来本项目成为美国能源部重点关注的新能源企业，而风电制氢技术将成为美国能源部下阶段重点关注商业化对象。美国国家可再生能源实验室认为，本项目独特的生产技术方向将全面改变氢能生产的行业模式。与此同时，针对近期关于风力发电厂必须配备能量存储设备的新政策，本项目设备将为发电企业提供风电存贮介质的最佳选择。

从环保角度来讲，此技术由于完全运用清洁新能源进行生产，完全

无污染物释放，因此可以确保经济增长与环境保护的双赢。由于清洁能源，尤其是风力发电具有强烈不稳定性，以及资源分布偏远的特点，约 28% 的中国现有风电发电容量，约 6GW，无法被有效利用，直接经济损失数以亿计。另一方面，世界上 95% 以上的氢气生产高度依赖化石能源，仅中国每年就消耗煤炭近三千万吨用于制氢，直接产生碳排放上亿吨。这些问题，都可以通过运用我们的技术加以解决，同时取得巨大的经济和社会收益。

三、市场状况及市场预测

该技术可开发目前无法被有效利用的清洁能源，提高新能源的利用效率，并且提供偏远地区利用氢能发展地方经济的机会，例如开设“零碳排放”氮肥厂，氢气生产和加工利用企业等等。世界上大部分风电储量位于远离电力需求的偏远地区，而建设长距离电网耗资巨大，很难实现经济性，因此该技术将会适用于越来越多偏远地区的离网或弱网电场。而就地利用这些免费巨大新能源，创造商业价值的运作却处于萌芽状态。根据目前中国、美国等风力发电大国的每年风力发电总量的增长，“浪费”的风能正随着每年 30%~50% 的速度猛增。

Angstrom 公司拥有制氢研究和氢能产业经验的团队主要由拥有丰富能源和科技行业从业经验的李海明先生，以及在制氢技术领域潜心研究了 10 年以上的张海峰博士领导，有 30 多年氢能产业经验的前美国国家可再生能源实验室氢能主任 Robert Remick 博士作为技术顾问。在短短 2 年多时间，团队就完成了从市场需求分析，技术方向探索，具体产品研发，完成技术突破和专利申请等事宜。在美国多个国家级实验室建立广泛联系的同时，与国家可再生能源实验室的合作有了深入的进展。目前团队仍在快速成长，并且吸纳有 30 年市场拓展经验，财务管理经验的运营人才和具有 30 年以上设备生产技术经验的资深工程师加入，为该技术大规模产业化做下坚实基础

四、开发进度

1. 传统的水电解制氢设备：

(1) 其核心的电解槽只能适应稳定的有限电压范围内的电流，无法针对较大范围内波动的新能源发电电源进行适应性工作；

(2) 需要外部变压系统；

(3) 无法主动调节设备的产能来适应电源特点；

(4) 制氢效率低，能耗大，成本高；

2. 首创的新型水电解制氢设备：

(1) 可以利用新能源发电进行水电解，直接利用不稳定的直流电流进行电解；

(2) 利用自身的独特设计，水电解制氢装置完全脱离变压系统；

(3) 系统功率可以根据实际生产需要进行智能化调节，进而完全解决传统水电解技术无法适应不稳定电流并高度依赖外部电源系统的问题；

(4) 改善新能源制氢的效率和成本结构，使得经济性过低这一氢能生产的瓶颈得以解决；

(5) 为风电调峰存储提供了更加经济的选择。

五、应用范围

1. 风力发电机

2. 太阳能电池组

3. 电解水制氢发生装置（Angstrom 专利）

4. 氢气存储装置（压缩氢气，氢化合物等方式备选）

5. 氢气 PEM 燃料电池组/氢气内燃机

6. 中央控制系统

7. 变压装置和电网输出（如离网系统则没有此项）。

六、合作方式

技术合作或技术转让。

油氢混合型智能加氢内燃机系统

一、项目概述

本创新发明是在不牺牲动力性能和节省燃油的情况下帮助交通运输工具（内燃机）减少燃料“汽油或柴油”废气物排放，增加 20%~30% 汽车（机车）行驶里程，同时也适用于船舶和分散式发电机组的效率提升，减少内燃机 90% 以上的废气排放、延长甚至两倍于发动机的使用寿命和减少碳排放而带来的环保效益，这个系统的燃料源是水，此关键技术是运用氢气提高“汽油或柴油内燃机”燃烧效率系统称为“油氢混合型智能加氢内燃机系统”该系统能满足节能减排的市场需求，而其系统由水转换为氢气和氧气，然后直接传送到发动机提高“汽油或柴油内燃机”燃烧效率。其系统的电源来自汽车，卡车或巴士的自身携带电源无需额外提供电源和充气装置。

二、应用范围

交通运输内燃机设备、海运内燃机设备、分散式发电机组。

氢气已应用于交通运输和工业：

1. 交通运输：乘用车；轻型卡车；巴士、商用卡车；重型拖车；建筑和农业内燃机设备；水上船舶（货轮、游艇、小型船只）等。
2. 供电事业：分散式发电机组等。

三、技术优势

1. 技术特点：

这些氢燃料模组能降低乘用车、轻型、重型商用拖车、建筑和工农业用等内燃机10%~30%的油耗量，这取决于发动机的机构类型。

在研究和实验室应用各类型企业应用，我们的氢油混合型智能加氢内燃机系统技术被证明是最具成本效益和技术可靠的。这氢油混合型智能加氢内燃机系统证明可靠后顺利通过广泛的测试，透过第三方(美国加州的排放管制)的演示结果是我们的技术可以降低高达70%的废气排放、减低油耗、增强马力、延长甚至两倍发动机的使用寿命，降低维护和保

养成本，此外，我们设计开发的氢油混合型智能加氢内燃机系统系列产品今后可以升级所有类型的汽油、柴油、液化石油气和电混的内燃机发动机而不需要额外的电源或涡轮增压系统。

加州的排放管制	柴油减少百分数	汽油减少百分数
氮氧化物 (NO _x)	高达 60%	(加州标准 0.93) 高达 89%
一氧化碳 (CO)	高达 100%	(加州标准 12.4) 高达 100%
二氧化碳 (CO ₂)	高达 100%	(加州标准 473) 高达 100%
碳氢化合物 (CH)	高达 100%	(加州标准 0.63) 高达 100%
微粒 (PM)	高达 95%	高达 95%
不透明度烟雾 (废气)	高达 70%	高达 70%

2. 节省能源的解决方案：

- (1) 能感受到更强劲的马力和更大扭矩)
- (2) 正确的调试可以减少 10%~30% 的油耗
- (3) 充分燃烧燃料没有形成颗粒沉积而延长发动机的寿命。
- (4) 无需加气站的基础设施填充氢气和氧气的需要

3. 环境保护解决方案：

- (1) 降低了大约 9 成以上的柴油或汽油车辆的废气排放
- (2) 100% 环保没有任何额外的能量需求
- (3) 安全性高，无高压罐安装漏气引起爆炸问题

四、技术水平

这是一个清洁的、可再生的、安全可靠的、较低成本的、可被广泛应用的新能源项目—氢能源系统，本项目已经掌握的技术处于产品产业化阶段的前期准备工作中。

实际上该油氢混合型智能加氢内燃机系统已完成市场测试，适用于大部分美国、欧洲和日本的柴油/汽油轿车和卡车的内燃机引擎，且已有小批量的生产能力。可靠性测试依照设计规格已经通过了 5 年（4 万 5 千小时）的持续运转测试。此关键技术是运用氢气提高“汽油或柴油内燃机”燃烧效率。其系统是由水转换成氢气和氧气，然后直接传送到内燃机内提高“汽油或柴油”的燃烧效率。由于其氢气和氧气在内燃机内完全的燃烧可以减少甚至不产生一氧化碳(CO)、二氧化碳 (CO₂)、碳氢化合物 (HC)、微粒 (PM)，由于充分燃烧汽缸内不会残留微粒子可以减低

活塞磨擦而延长甚至两倍于发动机的使用寿命和减少碳排放而带来环保效益。

到目前为止，还没有一家公司作出一个良好的商业产品。由于还没有一个像我们这样的认识总技术相结合的超过 100%的效率。如生产过程中的程序，材料的选择，载波和功率的比值组合。

我们是一个破获法拉第理论产氢的 100%，2.34 瓦小时/升，在 2010 年已测试验证了将效率提高到 114%（2.04 瓦小时/升）。我们的目标是下一个更高的目标效率 150%（1.56 瓦小时/升）。

$$((2.34w/(1.56w/100%))= 150\%$$

这意味着我们的系统能生产更多的氢气和氧气，于供给“汽油或柴油内燃机”的运行而提高燃烧效率，使该系统更紧凑的尺寸和较低的材料成本和总重量。

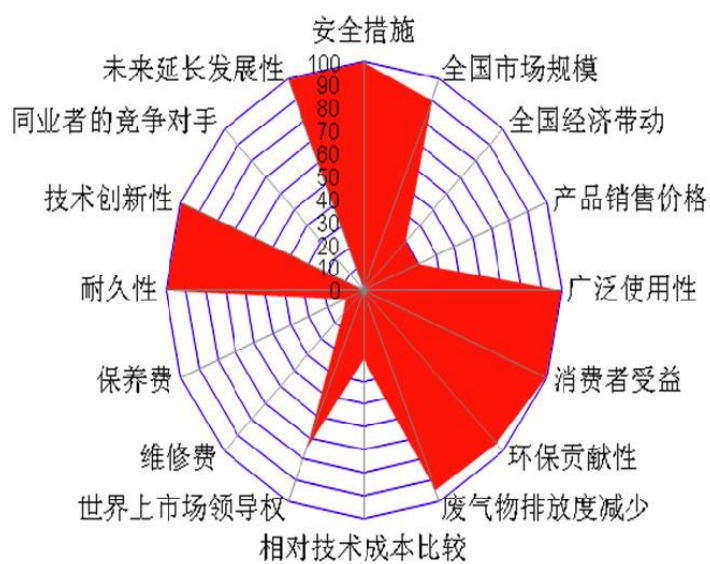
五、市场前景

根据中机院机电市场研究所的数据：2010 年，中国内燃机总量以内燃机为动力的机械保有量约为 2 亿(台、辆)14 亿千瓦。这项创新技术“油氢混合型智能加氢内燃机系统”应用于卡车系统估计一台为 55000 元，而乘用车系统一台为 9450 元，卡车系统和乘用车系统各为 1 亿 (台、辆)，其总国内市场预测价值是 6.45 千亿元人民币。估计于 2015 年(10 亿千瓦)，农业、建筑和矿产资源及其他内燃机估计有大约 1.0~1.5 亿(台、辆)。另一个数据在 2008 年世界范围内估计有 6 亿(台、辆)内燃机在道路上运行。除了交通运输和分散式发电机组应用外，也可以扩展到工农业领域，如塑料工厂、化肥厂、金属工厂、玻璃工厂、半导体、食品加工行业，氢燃料电池也被广泛使用。这个未来的工业产品系统称为“工业用即时智能供氢系统”。

根据美国知名度的 Freedonia 集团的©2010 版权所有 2010 年 2 月世界氢能产业研究书 # 2605，预测在 2013 年世界对于工业氢能的市场规模是 49.9 亿美元。而其中我国买进的量占 30% (16.6 亿美元)。实际上该混合型智能加氢内燃机系统已完成市场测试，适用于大部分美国、欧洲和日本的柴油/汽油轿车和卡车的内燃机引擎，且已有小批量的生产能力。

六、市场定位

- 1. 世界上市场领导权：**本节能环保系统，给国内整车市场和装备制造业市场带来商机和快速的产品升级，及迅猛提升其它高端整机产品的技术和制造能力，引领全球的低能耗氢能源市场。
- 2. 从全国到全世界的市场规模：**大巴士、商用卡车或,建筑和农业内燃机设备。
- 3. 技术创新性：**未来延长发展性；本技术成果是唯一独创性无需额外的能源，无需充电，安装高压氢气罐或液化氢气在车辆上；此技术成果以本公司的适当调配可使用于全部内燃发动机及质子交换膜(PEM)燃料电池。
- 4. 安全措施：**因无需安装高压氢气罐或液化氢气在车辆上的要求,没有气体泄漏引起爆炸的问题忧虑。
- 5. 京都议定书国内可能面临的挑战：**温室气体，排放量管制可能的贸易制裁；国外约束耗能产业和产品难有竞争力来自供应链压力—中下游厂商接国外订单ISO14062温室气体管制可能的贸易制裁。
- 6. 企业和社会的利益：**国内运输成本下降利润空间增加；延长近于两倍发动机的使用寿命；国内汽车行业，未来在行业上的主动权；中国汽车企业在优势核心竞争力上与跨国车企相抗衡。
- 7. 消费者和民间获得的利益：**温室气体，排放量下降，清洁的空气环境；交通运输价格稳定；健康生活。
- 8. 产品销售价格 / 相对技术成本比较：**根据丰田计划在2015年上市，氢燃料电池乘用车的在销售价格\$ 13万美元；而本公司的乘用车系统才\$1500美元。
- 9. 保养费：**燃料效率的周期性维护保养（4万公里程更换过滤器）。
- 10. 耐久性：**可靠性测试依照设计规格已经通过了5年（4万5千小时）的持续运转测试。



七、合作方式

技术合作或技术转让。

异养硝化-好氧反硝化除磷功能微生物

与一步法碳氮磷去除工艺

一、项目概述

生物脱氮除磷是目前废水处理中应用最为广泛的技术。按照传统生物脱氮除磷原理，由于参与硝化、反硝化、释磷和吸磷过程微生物作用机制以及所需环境的差异，导致了氨氮与总氮去除的矛盾、脱氮与除磷的矛盾以及反应条件难以协调矛盾，造成了污水处理厂工艺冗长、运行费用高、脱氮除磷稳定达标困难。

针对传统脱氮除磷工艺改善存在的瓶颈问题，北京大学环境科学与工程学院创造性地发现并培养了特殊的、能够适应多种极端环境条件的异养硝化-好氧反硝化除磷菌株，即 PCN 系列微生物。其共同特点是，能够在单一好氧环境下独立完成除碳、硝化、反硝化和除磷过程。通过这一革命性突破，实现了 C、N、P 的同步高效去除，从根本上解决了除磷脱氮工艺优化及污水处理厂升级改造的关键难题，形成了便捷高效、节地、节能、节资、环境友好的 NICH 工艺。

二、应用范围

PCN 微生物能够适应多种污水处理中遇到的极端环境，其在不同环境条件下的特点如下：

- **常温 PCN 微生物：**在温度为 20~40℃、好氧条件下实现 C、N、P 同步去除
- **低温 PCN 微生物：**在温度为 8~20℃、好氧条件下实现 C、N、P 的同步去除
- **变氧 PCN 微生物：**在 0~8 mg/L 的溶解氧范围内实现 C、N、P 的同步去除
- **高盐 PCN 微生物：**在盐度为 0~10%的好氧条件下实现 C、N、P 的同步去除

- **降解含氮杂环化合物的 PCN 微生物:** 在好氧条件下实现喹啉、吡啶、吡啶等毒性有机物降解和除磷的目标。

充分利用 PCN 系列微生物的优势, 结合污水处理工艺和活性污泥特点进行污泥结构改善和功能优化, 开发了能够在单级曝气池内实现 C、N、P 一步式去除的新型工艺, 即 NICH 工艺。NICH 工艺能够在不增加土地面积和追加工程投资的情况下, 实现常规条件、高耗能系统、低温条件以及高盐条件下节能、节地、节资的城镇污水处理厂的升级改造目标。

三、技术优势

1. C、N、P 同步去除: 与传统“自养硝化、缺氧反硝化、厌氧释磷、好氧吸磷”过程不同, PCN 微生物的最大特点是能够在单一的好氧环境下同步完成除碳、脱氮和除磷, 不需要好氧硝化和缺氧反硝化交替的环境, 也不需要厌氧释磷和好氧吸磷交替的环境, 通过实现除碳、脱氮和除磷的统一以及厌氧好氧条件的统一, 大大简化了传统工艺的反应条件和工程应用难度。

2. 与活性污泥协同能力强: PCN 微生物进入活性污泥系统后, 能够与活性污泥很好地融合, 在混合体系中长久保持其活性, 并通过与活性污泥的协同作用显著加强系统的脱氮除磷功能。

3. 脱氮除磷效率高: 相比传统的脱氮除磷菌株, PCN 微生物的脱氮除磷效率可提高一倍, 将其应用于污水处理时能够有效缩短系统水力停留时间, 从而节约占地面积, 减少工程投资和运行费用。

4. 温室气体排放少: PCN 系列微生物脱氮除磷过程中温室效应气体 N_2O 的排放量较少, 应用过程中可减少水处理过程的温室气体产生量。

四、技术水平

该技术在国内外同领域处于领先地位, 已申请国内外发明专利 20 余项, 发表了多篇高水平的国际杂志论文, 其创新性和新颖性得到了国内外同行的一致认可。该技术还进行了多次技术论证会, 专家一致认为该技术突破了传统城镇污水处理工艺中 C、N、P 不能同时去除的瓶颈问题, 是一项原创性很强且应用前景广阔的重要成果。

五、应用与市场前景

相比传统工艺，NICH 工艺的突出特点是工艺流程大大简化、占地面积减少、耐受各种极端环境、去除效率高、系统稳定性好。现已应用于河南、广东、辽宁和内蒙古等地污水厂升级改造工程，单个最大处理规模达 10 万吨/日，其运行稳定性和处理效果得到了用户的一致认可。针对我国大范围的污染性水资源短缺和城镇用地紧张的现状，综合考虑节能和减排、投资与运行、节地与环境的要求，基于 PCN 微生物技术和 NICH 工艺的城镇污水处理厂升级改造技术，能够在不增加土地面积和追加工程投资的情况下，实现城镇污水处理厂的升级改造目标，具有广阔的应用前景。我国现有 2000 多个城镇污水处理厂、每日近 1 亿吨污水亟待进行脱氮除磷升级改造。因此，NICH 工艺的全面推广可望获得巨大的环境效益、社会效益和经济效益。

六、合作方式

技术合作或技术转让。