

清华大学科技成果重点推广项目

【公共安全领域】

数字预案系统.....	1
突发公共安全事件应急平台.....	1
移动指挥通信方舱.....	2
移动应急监测方舱.....	3
煤矿瓦斯突出动态预测和综合利用技术.....	4
无线应急图像传输系统.....	5

【能源环境领域】

利用燃煤烟气脱硫废弃物改良碱化土壤.....	7
燃煤脱硫镁渣用于治理沙漠的研究与应用.....	8
化工生态工业规划系列项目.....	10
水质有机污染预警仪.....	13
系列内循环厌氧反应器.....	14
大型屋面雨水排水系统.....	15
再生水回用于景观水体水质保障技术.....	16
静音微电耗空气净化器.....	17
含油污水的纳米 TiO ₂ 光催化降解净化处理研究.....	18
纳米光催化饮用水净化器.....	19
纳米光催化杀菌生活用品.....	20
纳米光催化汽车用空气净化器.....	20
纳米光催化家用空气净化器.....	21
液柱喷射烟气脱硫技术.....	23
污水污泥的资源化利用.....	24
电袋一体化除尘技术.....	26
先进的过滤技术——纤维转盘滤池.....	29
太阳能半导体空调系统.....	30
卧式循环流化床焚烧技术.....	31
中温干法烟气脱硫技术.....	33
太阳能路灯.....	34
综合利用可再生能源的跨临界二氧化碳循环空调及热泵热水系统.....	36
循环流化床生物质秸秆气化技术.....	37
循环流化床生物质气化发电技术.....	38
流体机械高效安全运行研究.....	40
环保节水型冷却塔.....	42

电站锅炉运行优化控制系统.....	44
中央空调用末端净化系统.....	46
催化燃烧一氧化碳 (CO) 净化器.....	47
利用微藻细胞工程技术生产生物柴油.....	47
甲醇燃料电池——21 世纪绿色发电装置.....	49
电力系统安全可靠评估系列软件.....	51
“价廉物美”农村公路的铺筑技术.....	55
挥发性有机物 (VOCs) 及恶臭气体的生物净化.....	56
二甲醚清洁燃料的研究与开发.....	57
太阳能扬水与照明综合应用系统.....	58
风能、太阳能发电系统大规模电能储存和高效转化技术——全钒液流电池装置.....	60
燃料电池城市客车研发示范与产业化.....	63

【信息领域】

先进能量管理系统——AEMS.....	65
TH-ID 多模生物特征 (人脸笔迹签字虹膜) 身份识别认证系统.....	69
基于数据挖掘的短期负荷预测系统——SailingLFP.....	71
无线信号机控制系统.....	74
短波段通信信号识别和盲接收.....	76
LDPC 编译码器专用芯片开发.....	76
视频交通事件检测系统.....	77
基于高分辨率摄像机的新型交通违章检测系统.....	79
混合交通特性分析、仿真及干预措施研究平台.....	81
混合交通流交通模型.....	83
基于视频传感器网络的交通监测系统.....	83
智能公共交通系统优化理论与模型.....	85
物流系统中的动态车辆路径模型.....	87
城市交通信号系统综合控制管理平台.....	88
基于 IPv6 的智能交通监控管理系统.....	91
新一代智能交通控制器.....	92
第三代移动通信系统无线接口测试设备.....	94
32 位嵌入式微处理器 THUMP.....	96
政府信息架构 (GIA) 及若干关键技术研究.....	97
软硬件混合的多媒体处理器芯片设计.....	98
地面传输数字电视 (DMB-T) 接收机顶盒.....	99
基于开放源的海量数字资源管理系统 (DRMS).....	99
JoMobile 移动多媒体传输系统.....	102
轮胎压力监控系统 (TPMS).....	103

车载视频安全驾驶辅助系统.....	104
汽车驾驶安全辅助系统.....	105
UTI 标准机卡分离解决方案.....	106
数字电视安全平台 DRM 版权保护.....	107
DMB-TH 地面传输数字电视模块.....	107
DMB-TH 车载数字电视终端.....	108
构件化的综合业务协同办公系统.....	108
智能交通工程信息监理机制.....	109
数字电视接收机系统及方案设计.....	109
基于 Eclipse 和 Lotus Expeditor 的 XSL/XML 数据表示引擎以及可视化开发工具.....	110
基于地面传输数字电视的动态交通信息发布系统.....	111
智能语音处理系列成果.....	112
电力线通信.....	114
自然语言理解技术.....	117
自动语音识别技术.....	118
声纹识别技术.....	120
无线楼宇自动化技术.....	121

【先进制造领域】

堆石混凝土施工技术.....	123
新型交流矩阵式变换器.....	125
大电机定子槽楔松动检测仪.....	129
纱线疵点的光电检测技术.....	130
自我娱乐型机械电子系列组件的开发及产业化.....	132
旋风分离/除尘器减阻节能(增产)技术.....	133
高精度伺服控制系统.....	136
永磁电机失磁在线监测系统.....	136
大气压微波等离子体源.....	137
电子式互感器校验仪.....	138
110/220kV 电子式电流互感器.....	139
10kV 电子式电压互感器.....	140
基于冷却曲线模式识别的液态金属热分析技术.....	141
导电聚合物电解电容器.....	143
手机摄像头聚焦系统用微型螺旋压电驱动器.....	144
新型的电子式高压测量系统.....	145
高效多用途磁化除垢器.....	146
高效混合励磁发电机.....	147
环保型汽车防撞雷达.....	148

混合动力电动汽车整车控制系统自主开发技术.....	149
高性能风机现代设计方法及其应用.....	150
具有定位参数不变的新型车用独立悬架.....	152
新型皮带秤——激光秤.....	154
电子废料再资源化工艺及装备研究.....	155

【新材料领域】

高效天然抑藻剂制备技术.....	157
膜分散微结构反应器制备纳米氧化锆颗粒.....	158
纳米光催化净化涂料.....	159
油分散性纳米 MoS_2 修复性润滑添加剂.....	160
混凝土地面用低缩水泥基自流平砂浆.....	161
泡沫铝板材大批量生产技术.....	164
高硼铁基合金新型耐磨材料.....	166
高硅耐磨铸钢技术.....	167
纳米活性碳酸钙的制备技术的工业开发.....	169
食品与农副产品超细加工技术.....	170

【医药卫生领域】

辅酶 Q10 纳米技术美容保健系列产品.....	171
紫杉醇（多烯紫杉醇）纳米脂质注射液.....	173
面向偏瘫患者的神经康复机器人技术及其产业化.....	174
纤维蛋白止血贴.....	177
面向透皮给药的微型实心、空心硅针阵列.....	178

数字预案系统

1 成果简介

应急预案，又称应急计划，是针对可能的突发公共事件，为保证迅速、有序、有效地开展应急与救援行动、降低人员伤亡和经济损失而预先制定的有关计划或方案。它是在辨识和评估潜在的重大危险、事件类型、发生的可能性及发生过程、事件后果及影响严重程度的基础上，对应急机构与职责、人员、技术、装备、设施（备）、物资、救援行动及其指挥与协调等方面预先做出的具体安排，它明确了在突发公共事件发生之前、发生过程中以及刚刚结束之后，谁负责做什么，何时做，以及相应的策略和资源准备等。

而数字预案系统可实现预案、法律法规、预警、预案响应等多项功能。各级应急部门的相关人员可以随时通过系统查询到所需的文本预案，法律法规等信息。方便学习掌握预案的相关知识。同时，应急指挥人员通过此系统的数字预案，在预案响应时能够快速做出应急处置方案，并打印输出方案，为应急救援人员提供相应指导依据。

2 应用说明

清华大学的科研人员在借鉴国外先进经验的基础上，结合国内的实际情况，研发出了数字预案系统，此系统有如下功能：

- (1) 文本预案：查找便利，显示直观，易学易用。
- (2) 数字预案：节点要素高度结构化。现场分析一目了然，职责和任务清晰明了。
- (3) 预案响应：依据数字预案自动形成响应方案。
- (4) 预警：预警指标明确，预警级别的确定相对准确。

3 效益分析

实现应急动态数字预案系统的产品化、套装化，应用于对有动态处置级预案使用需求的消防、公安、政府、机构和企业。

4 合作方式

商谈。

突发公共安全事件应急平台

1 成果简介

应急平台是软硬件结合的突发公共事件应急技术系统。在突发公共事件发生时，能迅速获取现场信息和数据，结合各种基础数据，科学分析突发公共事件的发展趋势，评估危险级别，快速调出数字预案，综合专家救援意见，协助制定现场作战方案。在平时，它能分析潜在风险，模拟灾害发生场景进行预案演练，通过信息门户教育公众，提供生动的灾害避难与救援信息。同时，不同地区、不同部门应急平台按照国家规范互联互通，实现了数据和信息的共享，促进了应急联动和沟通协调，为各级政府的高效应急提供强大支持。

2 应用说明

应急平台由基础支撑系统和综合应用系统两大部分组成，即硬件支撑和核心应用。支撑系统包括：通信系统、计算机网络系统、图像接入系统、视频会议系统、移动应急平台、安全支撑系统和容灾备份系统等；应用系统包括：综合业务管理系统、风险隐患监测防控系统、预测预警系统、智能方案系统（即数字预案系统）、指挥调度系统、应急资源管理和保障系统、应急评估系统、模拟演练系统和数据库系统。

按照核心功能划分，应急平台也可以看作由三个部分组成，分别是信息获取系统、应急智能系统和决策指挥系统。具备以下主要功能：

- (1) 日常公共安全数据信息的汇集与报送；
- (2) 数字化应急预案的管理与完善；
- (3) 隐患分析和风险评估；
- (4) 特别重大或者重大突发公共事件的接报与现场信息的实时获取与分析；
- (5) 灾害事故的发展预测和影响分析；
- (6) 预警分级与信息发布；
- (7) 应急方案的优化确定与启动；
- (8) 动态的应急决策指挥和资源、力量调度；
- (9) 事故过程的再现与分析；
- (10) 应急行动的总体功效评估和应急能力评价等。

3 效益分析

实现突发公共事件应急平台的产品化，应用于各省级、地市级、区县级、企业、专项部门等应急平台的建设。

4 合作方式

商谈。

移动指挥通信方舱

1 成果简介

移动指挥通信方舱是用于突发公共安全事件应急指挥和军事指挥的大型作战指挥系统。可和汽车、火车、飞机、船舶等多种交通工具配套使用，满足突发公共安全事件快速响应、移动指挥决策、现场应急处置等需求，是国际领先的大型现场综合指挥调度处置系统。

2 应用说明

移动指挥通信方舱可在突发公共事件过程中实现现场的应急通信、网络、视频会商等功能，具体功能如下：

- (1) 现场应急通信功能：通过数据和语音通信方式，保证移动应急平台和指挥中心、现场各部门人员等之间图像、数据、语音的通信。

(2) 现场网络功能：通过多种手段实现现场各部门连接及接入移动应急平台，以保证移动应急平台可作为现场应急救援最高的指挥场所，对现场其他应急指挥车或平台进行指挥调度、现场音视频和数据等采集信息实时接收以及超视距的现场信息采集、现场办公需求。

(3) 语音互联互通指挥调度功能：实现多个不同部门使用不同频段、不同制式的通信设备在同时运作和之间的互联互通，有效保障现场指挥人员对现场各部门人员的指挥调度和现场各部门人员的互相通信与协作。

(4) 视频会商功能：移动应急平台通过卫星链路、有线链路等多种方式实现和指挥中心、各部门应急平台之间的视频会议。

(5) 环境信息监测监控功能：移动应急平台接合低空飞艇智能扫描定位监测系统、移动应急通信与数据集成系统、现场环境参数采集传输系统、应急现场定向空投信息采集系统实现现场图像、地理信息、危险源信息以及环境参数等多种信息采集监测监控。

(6) 事件分析研判功能：通过本地模块调用，对事态发展和后果进行模拟预测和分析，对事件影响范围、影响方式、持续事件和危害程度等进行综合研判，并参考预案进行预警分级，供指挥决策时参考。

(7) 移动 GIS 功能：动态定位追踪移动应急车辆、单兵、救援力量、物资调度等动态变化情况，并可查询、量算、路径规划等功能，实现定位点周边情况查询分析、路径优化、距离及坡度量算。

(8) 电子沙盘功能：实现综合可视化、空间分析、查询检索、快速标注，为现场指挥决策人员进行意图表达供便捷手段，使现场应急指挥更加直观、便捷。

(9) 现场办公功能：提供现场会商、打印、复印、扫描、传真等功能，满足现场应急办公需求。

3 效益分析

实现移动指挥通信方舱的产品化，应用于各省级、地市级、区县级、企业、专项部门等移动应急平台的建设。

4 合作方式

商谈。

移动应急监测方舱

1 成果简介

移动应急监测方舱用于现场图像、语音、环境参数、气体浓度等多种信息采集、监测的大型应急监测系统，可与汽车、火车、飞机、船舶等多种交通工具配套使用，满足突发公共安全事件快速响应、现场信息采集监测、通信中继等需求。

2 应用说明

移动应急监测方舱具有国际领先的大型现场信息采集系统,其装载低空飞艇智能扫描监测系统、移动应急通信与数据集成系统、环境参数采集传输系统、自动导航动力飞艇图像监测系统、应急现场定向空投信息采集系统等提供多种对现场信息的采集方式。目前,移动应急监测方舱在世界上还处于研发阶段,清华大学研发的移动应急监测方舱属国际领先水平。

3 效益分析

实现移动指挥通信方舱的产品化,应用于各省级、地市级、区县级、企业、专项部门等移动应急平台的建设。

4 合作方式

商谈。

煤矿瓦斯突出动态预测和综合利用技术

1 成果简介

防止煤矿瓦斯爆炸的关键技术包括:瓦斯抽放技术、矿井通风技术、煤与瓦斯突出防治技术、安全监测监控技术、煤矿火灾防治技术、煤矿粉尘防治技术等。从矿井抽放出来的瓦斯气体和通风出来的乏风气体含有不同成分的甲烷,它是一种可以充分利用的能源,但如果排放到大气中则是巨大的环境污染源。

煤与瓦斯突出的非接触式预测方法是通过对瓦斯或煤体本身的信号的实时监测而进行的连续动态预测技术。因此,非接触式连续预测是目前瓦斯突出预测的主要研究方向。针对掘进工作面煤与瓦斯突出非接触动态预测预报的需要,分别研究基于动态瓦斯涌出规律和基于光线传感器的工作面突出危险性连续监测技术与装备。

通过分析瓦斯涌出动态变化规律与突出危险性的关系、实时监测瓦斯动态涌出特征波形、提取与突出危险性相关的特征指标,建立煤巷掘进炮后 30 分钟的吨煤瓦斯动态涌出量指标、瓦斯涌出变异系数指标、炮后瓦斯涌出最大速率指标等连续预测指标,然后研究确定这几种指标与炮掘工作面突出危险性的关系及指标临界值,最后应用目前国际上较为先进的基于人工智能的预测诊断技术来综合判断工作面所处地点的安全状况以及前方的潜在危险性,实现工作面瓦斯动态涌出预测,并开发出瓦斯的智能报警系统。

2 应用说明

我国是煤炭大国,具有丰富的瓦斯资源。然而由于种种原因,我国瓦斯的开发和利用规模普遍偏小。2004 年全国国有高瓦斯突出矿井平均煤层气的开发率仅 10%左右。我国高瓦斯矿井多,目前全国共有高瓦斯矿井、煤与瓦斯突出矿井 9000 多处,占矿井总数的 30%左右。其中国有重点煤矿 258 处,占重点煤矿矿井总数的 46%。瓦斯开发利用率低是造成瓦斯煤矿灾害事故居高不下的重要原因。

国家安全生产监督管理总局提出的瓦斯治理原则是“先抽后采、监测监控、以风定产”,

但目前我国煤矿的瓦斯利用率不高，经济效益不高，造成了煤矿对抽放设备和通风设备的投入不足，因此加强瓦斯的综合利用，是保证安全生产和提高煤矿经济效益的最重要的途径。

瓦斯的利用主要分为两大类，采矿过程中抽放的矿井煤层气（CMM）的利用和矿井通风系统中乏风（VAM）的利用。

（1）CMM 的综合利用

CMM 作为民用燃料的经济性评价。根据煤矿的地理位置和瓦斯的抽放产量，来评价管道运输、加压汽车运输等经济性。

利用 CMM 发电的主要设备有燃气内燃机（gas engine）、燃气轮机（gas turbine）、燃煤锅炉煤层气混合燃烧和蒸汽轮机，联合循环、热电联产。我国目前的发电设备大多不能解决煤层气浓度变化引起的工作稳定性问题，而且没有大功率的瓦斯发电设备，因此引进国外先进技术，开发大功率的瓦斯发电设备，并且提高瓦斯发电的工作稳定性，就成为瓦斯发电研究中的重要问题。目前我们与日本三菱公司已展开合作，计划建立一个煤层气的示范电站，并可能通过技术转让的形式，提高国内同类设备的生产和设计技术。

（2）VAM 的综合利用

目前我国煤矿的矿井乏风排放量巨大，不仅污染环境，还浪费能源。如果能够充分利用矿井乏风，就可使安全生产走上良性循环轨道，极大地提高煤矿管理者改善矿井通风的意愿。VAM 的主要利用有热逆流反应器、催化热逆流反应器、锅炉辅助燃烧系统、稀薄气体燃烧的燃气轮机等多种方式，目前此方面国内还没有开展研究和利用，本项目计划首先进行利用乏风作为锅炉辅助进风系统的工程可行性研究，然后与国外公司开展技术合作，研究稀薄气体燃烧的燃气轮机技术，提高 VAM 的综合利用程度。

3 合作方式

商谈。

无线应急图像传输系统

1 成果简介

本系统采用 TDS-OFDM 技术，全数字调制解调方法，在 8MHz 或 2.67MHz 模拟带宽内，可传输 5.5Mb/s 或 1.6Mb/s 的数据，频谱利用率高。在城市复杂无线环境中，抗多径和干扰能力强，可高速移动，灵敏度高，覆盖范围大，接通率高。车载发射机的覆盖半径为 10~20km，单兵背负式发射机覆盖半径 1~3km，城市环境不受建筑物阻挡的影响。支持多基站自动判选切换，发射机可在多基站网络中漫游，网络可覆盖城市的每个角落。视频编码采用 MPEG-II 或 H.264，图象质量高，画面清晰流畅，断点少。

2 应用说明

公安移动视频传输，城市应急指挥，战场信息传输，电视台移动采访直播。

3 效益分析

资金投入：200 万元

每年销售收入：500 万元

每年净利润：100 万元

4 合作方式

系统集成销售，技术转让。

利用燃煤烟气脱硫废弃物改良碱化土壤

1 成果简介

近三十年来,由于我国经济的高速发展,环境和资源(包括土地和能源资源)的形势非常严峻。一方面,要解决以燃煤为主要来源的 SO_2 的排放污染,即对燃煤装置加装烟气脱硫设备。截至2006年底,我国燃煤电站安装脱硫设备的机组容量达1.5亿千瓦,如全部投入运行,每年将产生的脱硫废弃物的数量将超过2000万吨;目前,当3.6亿千瓦的燃煤电站全部安装脱硫设备并投入运行时,每年的脱硫废弃物的数量将达6000万吨以上。另一方面,据第二次全国土壤普查资料统计(1996年):分布于我国北方干旱和半干旱地区我国盐碱土面积约为3500万公顷,其中碱土面积870万公顷。由于气候等多方面的原因,这一数字还在不断增加。这些土壤不仅不能使作物很好生长,有的还对作物有毒害作用,更有甚者,有的碱化土地寸草不生,长年荒芜,极大地影响了我国的农业生产和生态环境。

2 应用说明

从1995年开始,清华大学与其他单位合作,在国际上率先利用国内外普遍采用的石灰石——石膏法对燃煤装置的烟气进行脱硫后的废弃物,对我国大面积基本不长任何作物的碱化土壤进行改良,利用脱硫废弃物中的钙离子代换碱化土壤胶体上的钠离子,使钠离子从土壤胶体进入土壤溶液,并随灌溉水进入地下水或排水渠排走。根据碱化土壤的碱化度、pH值,以及燃煤烟气脱硫废弃物中石膏、重金属等的含量,计算出单位面积碱化土壤所需的脱硫废弃物的量,再针对选定种植的作物、改良土地所在地区的自然条件,确定脱硫废弃物施用的技术及工艺。碱化土壤经改良后,其作物的种植和田间管理与当地的良田一样。本项技术已经获得中国国家发明专利授权,并同时申请了美国国家发明专利。国际上未见同类技术发明或应用的报道。土壤改良取得了极其显著的效果:当年施用,当年见效;土壤的碱化程度愈重,效果愈加明显,第2、3年后可达当地良田水平;施用脱硫废弃物后,土壤的理化性质得到明显改善:土壤pH值降低了1~2;改变了土壤水溶性盐分离子组成;降低了土壤碱化度,从改良前的30%以上降低到了改良后的10%以下;土壤硬度得到明显降低,渗透性提高了3~8倍。由于土壤地下水等原因,有些地方需要每隔10年左右向土壤中再施一些脱硫废弃物,以确保改良效果。测试结果证明,经过燃煤烟气脱硫废弃物的改良,土壤、作物的秸秆和果实中的重金属及其他微量、痕量元素的含量都低于它们原来的本底值,也低于国家标准允许的含量。而在此之前人们还没有找到经济实用、行之有效的改良碱化土壤的办法。

示范规模从最初的40亩到20000亩(2007年)土地,种植的作物分别是玉米、苜蓿、水稻、向日葵和枸杞,田间道路两侧种植杨树。施用脱硫废弃物后,所种植的作物能够正常出苗并生长,杨树全部成活。经脱硫废弃物改良后的各种作物出苗率和产量明显高于未施脱硫废弃物的对照区。

3 效益分析

本技术可解决每年数以千万吨计的含少量煤灰的脱硫废弃物的处置问题,这将会大大促进燃煤烟气脱硫技术的推广应用,从而在更大的范围、更高的层次上解决我国的环境问题。

改造我国大面积的碱化土壤,改善土壤的理化性质,从而彻底改变目前大量的碱化土壤不能种植农作物的问题,促进中国农业的发展。

对于地处偏远、改良后不宜种植粮食作物的碱化土地,可以种植能源作物,解决生物柴油、乙醇等的原料来源。

改良后的碱化土地及其上种植绿色植物,可以固定空气中的 CO_2 , 减少温室效应。据初步估算,不考虑改良后的土壤和粮食作物的作用,仅以 50%改良后的碱化土壤种植速生林木等能源作物,每年可固定我国向大气排放 CO_2 的 4%左右。无论从经济或技术方面考虑,这是目前任何 CO_2 处理方法无法相比的。

4 合作方式

商谈。

燃煤脱硫镁渣用于治理沙漠的研究与应用

1 成果简介

燃煤烟气中的二氧化硫是国家环保部门重点监控的排放指标,烟气脱硫技术的发展和在我国发展较快。燃煤烟气脱除 SO_2 的工艺之一是利用 MgO 吸收 SO_2 , 即 $\text{MgO} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{MgSO}_4$ 。在清除烟气中的 SO_2 后,会产生大量的废渣,其主要成分是 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 这些废渣每年要占用大面积的堆放场地。所以,烟气脱硫工程能否持续运行,其关键问题是能否找到废弃物再利用的途径。如果不加以妥善处置,会对环境造成二次污染,因此,应用脱硫镁渣进行沙漠治理,是一个除弊兴利的环保循环经济课题。

2 应用说明

我国有大面积无法利用的沙漠,这种土壤被人们认为是极其难以改良利用的。主要原因是沙漠地区常年干旱缺雨,即使偶尔降雨也会很快蒸发。要使沙漠变绿洲,就必须使沙漠储存足够的可供植物吸收的水分。

课题组野外考察发现,草原成分的植物基本上是依赖于当年的降水返青与生长,而荒漠成分的植物却并不依赖于当年的降水。但水是植物的生命线,没有水是不能生存的。不靠降水,那么必然有一个另外的特殊的水源。从荒漠土壤剖面结构上看,在 50~100cm 之间,会出现一个连续、带状的白色的盐霜带。这是一个易溶性盐分的聚积层。上面的 50cm 是盐分的淋溶层,也是非盐化层。研究发现多年生的草本植物根系,主要分布在淋溶层内,且不分叉、无细根;而进入盐分聚积层以后,侧根和细根则大量展布开来。草原植物一般是不抗盐的,其渗透压和吸水力不能从高浓度土壤溶液中吸收水分,只能在表层 20cm 内等待当年的降水;沙漠植物是盐生植物,具有很高的渗透压和吸水力,只要不是很高浓度的液态水,就

可吸收，同时它还需要从盐分聚积层内大量吸取盐分，提高其细胞的渗透压，进而提高结合水含量、减少植物蒸腾、并增加植物抗热性。吸湿性盐分的数量，常随含盐量的增加而增加。在土壤盐分中，有一些盐类的吸湿性很强，如 CaCl_2 、 MgCl_2 、 MgSO_4 等，尤以 MgSO_4 为最。吸湿性盐类即使在空气相对湿度较低的情况下，亦能吸收气态水并转变为液态水，然后把自己溶解其中。这些吸湿性盐类，还能够从不饱和的大气中，吸收水分使气态水变为液态水，并把自身完全溶解；即使在溶解之后形成溶液，仍可继续吸收气态水，继续增加液态水。所以，沙漠土壤含盐层中的吸湿盐类，既是沙漠植物不依赖自然降水的水源，又是取之不尽、用之不竭的空中水分源泉。由此可见，吸湿性盐类就是沙漠植物的生命线，有了吸湿性盐类的存在，才有这个特殊的水源。盐分聚积层，既能满足沙漠植物对盐分的需要，又能满足对水分的需要。它给了沙漠植物最重要的生命物质，因此说它是沙漠植物的生命线。

而燃煤烟气脱硫镁渣（包括天然硫酸镁）的主要成分是 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ，就是一种极强的吸湿性盐类，可以保障沙漠超旱生植物的生存，亦可完全用于改良沙漠土壤。同时也为电厂等燃煤脱硫企业找到烟气脱硫副产物的出路，最终使我国治理 SO_2 排放工作长期坚持下去，走上可持续发展道路。

3 应用范围

该项技术适用于我国相关省市沙漠化土壤的治理。

4 效益分析

这种燃煤脱硫镁渣用于治理沙漠的方法已经在内蒙的沙漠地区进行了应用

2007 年在极度干旱的内蒙乌海，选择了 1hm^2 的种植面积，种植的作物为霸王、红砂、骆驼刺、珍珠。从当年的生长状况看，树木成活率达 80%，并且表现出生命力较强，生长速度快，对其后适应性强的特点。

2008 年在内蒙阿拉善地区（年降水量低于 50mm）种植了 200 亩梭梭树，从当年的生长状况看，树木成活率达 90%，树木长势良好。



阿拉善地区种植的梭梭树（2008）

5 合作方式

商谈。

化工生态工业规划系列项目

1 成果简介

(1) 中国鲁北生态工业模式研究

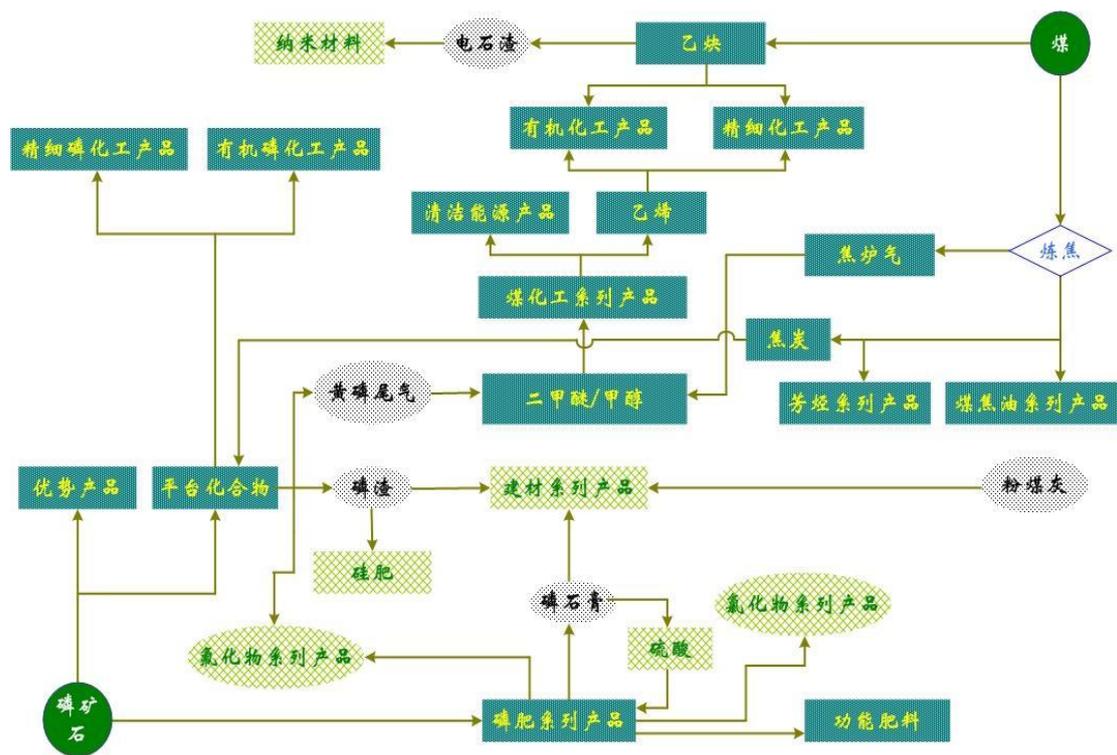
本研究中心运用工业生态学、系统工程、化学工程的理论和方法，从元素代谢与物质循环、工业共生、柔性、演变进化、能量集成、水集成、关键链结技术、与自然生态协调、信息系统九个方面，对鲁北生态工业系统的三条生态产业链进行了定量的分析与比较，得到了平均路径长度、原子利用率、共生效益、柔性指数、生态生产力等一系列生态系统特性指标，建立了一套系统的生态工业分析方法和指标。在上述分析的基础上，我们总结了鲁北生态工业系统的特点，认为在系统内所有物质和能量实现了合理利用，具有密切的产业链共生耦合关系，形成了一个结构紧密的、所有资源共享共管的联合企业型生态工业模式。



鲁北生态工业系统

(2) 贵阳磷化工生态工业园区规划

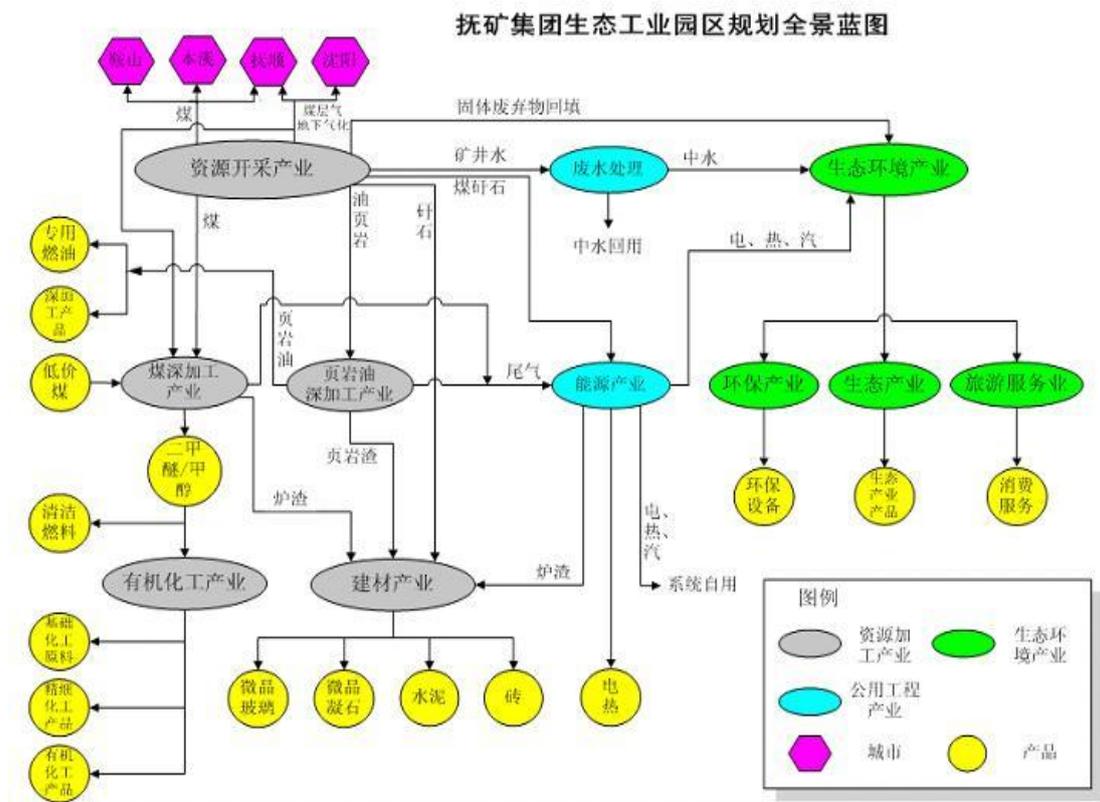
贵阳磷化工生态工业园区以群落化、组团化、专业化为特点，充分发挥三县市现有的产业基础，重新整合磷、煤两大资源，形成各具特色的三大产业群落，通过有计划、分阶段的项目实施，增加产品种类、扩大生产规模、开发高附加值产品，增强群落实力。园区则从整体上通过系统集成和宏观引导等手段，在产品、企业、群落和园区多个层次上优化配置资源，提高资源、能源使用效率；通过加强企业间、产业间和区域之间的联系，推进产业链的纵向扩展和产业间的横向耦合共生，以及废弃资源的循环利用，实现磷、煤化工产业升级、产品结构调整，完成资源型产业生态化转型。



贵阳磷化工生态工业园区

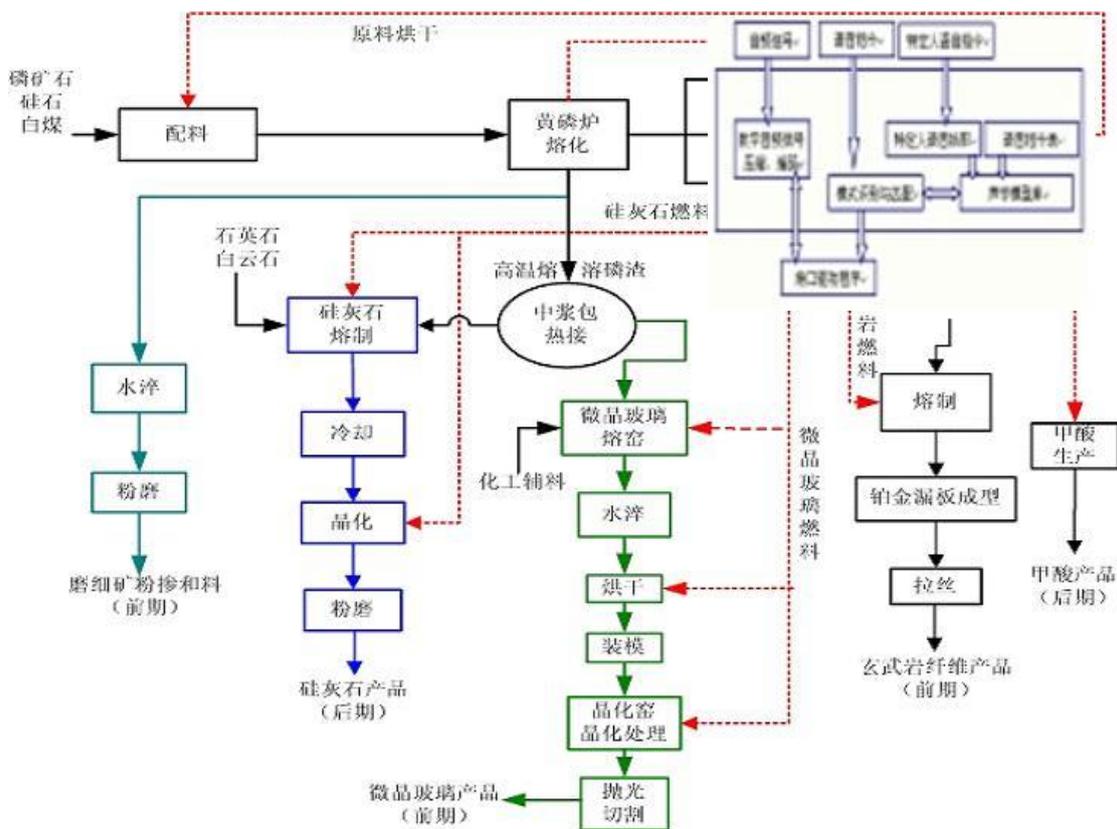
(3) 抚顺矿业集团生态工业园区规划

在充分分析抚矿集团现状，找到制约集团发展关键问题的基础上，我们为抚顺矿业集团设计了如下多元化发展模式：建设生态工业园区，依靠资金激活和技术注入，依托现有产业基础，首先发展资源的综合利用和深加工体系，完成工业结构转型；同时进行环境治理和生态恢复，发展生态农业、休闲观光和工业旅游等项目，形成有一定经济效益的生态环境产业；最终实现产业转型，建立生态产业。这样既解决产业接续和下岗失业问题，又成功借鉴鲁尔经验，形成具有鲜明特色的生态化工业转型模式。



(4) 贵阳国华天成磷业有限公司循环经济试点方案

贵阳国华天成磷业有限公司建设循环型企业试点是贵阳市循环经济建设首批试点单位之一，是企业层面按照循环经济理念推进工业循环体系建设的示范企业。试点方案依据生态工业、化学工程、系统科学的基本原理，按照生态效率原则、绿色先进原则、系统协调和渐进演化等原则，对国华天成磷业有限公司的电炉法黄磷生产过程提出了熔融态黄磷渣热态直接熔制技术，评价了直接利用黄磷生产中排放的熔融磷渣、磷渣高温余热和黄磷尾气组合的六种可行方案，并对所提出的多产品共生方案中的产品进行了市场和工艺分析，最后分析了该方案的经济、环境和社会效益，提出了方案实施计划。贵阳国华天成磷业有限公司建设循环型企业试点方案对矿产资源型企业建设循环经济有指导意义，是第一个全面论述磷化工企业建设循环经济的方案。



贵阳国华天成循环经济产业链

2 合作方式

商谈。

水质有机污染预警仪

1 成果简介

荧光技术是近 20 年来兴起的新型分析方法，灵敏度高、适用范围广。而随着激光、微处理机、电子学、光导纤维和纳米材料等新技术的引入，则大大推动了荧光法的相关理论和应用的发展。荧光光谱与水样唯一对应，故被称为“水质荧光指纹”。废水的荧光指纹与未受污染的水体的荧光指纹有着显著差异，可以用以判断水体是否被污染，进而为污染事故快速诊断提供依据。荧光光谱技术还具有测量简单、时间短、重现性好、取样量少、自动化程度高等优点，测量不需要药剂，不会产生二次污染，特别适合在线实时监测。可单独使用或与其他在线监测仪器配合使用。

清华大学开发的水质有机污染预警仪实现了自动取样、过滤、恒温（ $25 \pm 0.01^\circ\text{C}$ ）测量和自动报警。仪器依靠硬件设置和软件设计实现了对光源的实时监控，消除了光源的瞬时抖动及光源衰减对测量的影响，使测量结果更稳定、精确。软件设计人性化，能以实时波形图方式动态显示测量结果；超过污染阈值时，自动报警；所有监测数据自动保存，数据保存格

式为 excel 表格, 以便于后续处理; 当仪器光源老化时, 自动提示更换; 温控精度达到 $\pm 0.3\%$, 可以消除环境温度变化对测量结果的负面影响。仪器的主要性能如下: 样机信噪比 >108 , 生活污水的 COD 分辨率为 0.1 mg/L , 响应时间仅 100 ms , 功率 135 W , 稳定性好, 测量偏差 $\leq \pm 1.0\%$, 光源寿命 1000h 。在测试波长下, 样机测量结果与商业化的荧光分光光度计的结果无明显差异。

科技查新结果表明, 未发现使用类似荧光信号作为污染指示的专利, 更未见相关装置的报道。已申请专利。

2 应用说明

本仪器可用于水体监控断面、企业排污口、游泳池以及浴场等污染敏感位置的有机污染在线实时监测和预警。在水体有机物的测量中, 信号强度与 TOC 线性正相关, 相关系数达到 0.83 ; 在污水厂进水有机物的监测中, 信号强度与 COD 线性正相关, 相关系数达到 0.92 ; 在污水厂出水有机物的监测中, 信号强度与 COD 线性正相关, 相关系数达到 0.87 。连续监测时, 样机运行稳定, 样机灵敏, 能快速响应各种水质变化。由于具有自动报警功能, 仪器也可以起到一个简单的水质预警站的作用。

3 效益分析

我们目前的水体控制断面大多还采用每月人工取样的方式进行水质监测, 还有很大的空间推广。本仪器成本不足 13000 元/台, 远低于在线监测设备动辄数十万的价格。而本仪器运行稳定、灵敏, 目前尚无相同原理的同类仪器。与普通的有机物在线监测仪相比, 它拥有预警功能, 与普通的预警系统相比, 它价格低廉。其特点是仪器成本低、维护省、快速、无二次污染。24 小时连续使用, 运行费每月仍不足 200 元, 具有明显的经济和技术优势。

4 合作方式

转让或者联合推广。

系列内循环厌氧反应器

1 成果简介

内循环厌氧反应器是在 UASB 反应器基础上发展起来的高效反应器, 它依靠沼气在升流管和回流管间产生的密度差在反应器内部形成流体循环。内循环加强了废水中有机物和颗粒污泥间的传质, 使得处理同类废水时, 该反应器的有机负荷达到 UASB 反应器的 $2\sim 4$ 倍。根据各种水质特征的废水以及污泥厌氧消化的特征, 对内循环厌氧反应器进行改进, 开发出系列内循环反应器, 以适应不同任务。该反应器的关键技术在于反应器构造和运行技术。我们长期围绕内循环反应器的流态和高效稳定运行的关键问题, 如颗粒化, 水力剪切力对颗粒污泥的影响等进行了系统研究, 掌握了运行要点。采用我们的反应器还可显著提高沼气产量和甲烷含量。拥有 3 项发明专利, 2 项实用新型专利。

2 应用说明

内循环厌氧反应器适合处理低、中、高浓度有机废水和污泥。它占地小、容积小、运行

费低，特别适合我国经济还不发达、土地少的情况。目前，还以内循环厌氧反应器为核心开发出了一体化装置。

经过模块化后，内循环反应器可以产品化，以保证生产的专业化和安装调试的高效，同时也保证了环保企业的利润。我们的反应器已经在低成本快速启动等方面有了一定突破，稳定性也得到明显提高，推广前景好。

内循环厌氧反应器可以作为核心生物反应器和其他处理技术联合起来组成完整的处理工艺。由于内循环厌氧反应器效率是 UASB 反应器的 2~4 倍，处理污泥时，水力停留时间降至 10 天以内，因此可以显著降低造价。我们以废水和污泥处理流程为例做介绍：

废水：调节→沉淀→内循环厌氧反应器→好氧处理

案例：医院污水全封闭处理工艺（发明专利）

污泥：预处理→内循环厌氧反应器→脱水→干化

案例：一种水源热泵与污泥厌氧消化集成方法及系统（正在申请专利）开发的系列

在江苏某污水厂进行的是内循环厌氧反应器污泥高温消化，实现了水力停留时间为 12 天时，平均 VSS 的去除率达到 59%，每立方米污泥产气率 17.6 m^3 ，明显优于国内每立方米污泥产气率 $4\sim 14 \text{ m}^3$ 的水平。该系统采用了 5 项专利技术。

3 效益分析

在传统领域，本反应器可用于废水和污泥的厌氧处理；也可以作为有机废水和废物的能源（甲烷）回收或者有机酸制取的关键发酵设备。该反应器的有机负荷达到 UASB 反应器的 2~4 倍，因此容积仅为 UASB 反应器的 $1/2\sim 1/4$ ，成本低，而且回收甲烷的能力较高。内循环厌氧是塔式反应器，适合产品化。高效厌氧技术是能耗低，还能回收能源或者资源，是环境技术中最主要的节能减排技术之一，具有很大的应用前景。

4 合作方式

技术转让。

大型屋面雨水排水系统

1 成果简介

屋面雨水排水系统对于大型工业厂房、体育馆、展览馆、候机楼等跨度大，结构复杂的屋面来说是非常重要的安全设施系统。其功能是依靠水流自身的重力或水流在管道内流动时产生的负压抽吸力将降雨产生的屋面积水安全、快速的排放到市政雨水管道内，避免发生雨水通过天窗翻入建筑物内以及地面冒水等现象。与现有的屋面排水系统相比，“大型屋面雨水排水系统”结合我国的实际情况，采用了更先进的设计原理、理论和方法，因此具有优异的排水能力、自清洁能力、经济性和可靠性。

建国初期，我国的屋面雨水排水系统主要参考前苏联的设计方法，工程建设中完全采用重力式屋面雨水排水系统，导致 20 世纪 50 年代屋面雨水在全国范围内引发了很多问题，造成重大损失。20 世纪 60 年代初期开始，由清华大学和机械工业部设计研究总院等单位合作，

研究组研究屋面雨水排水系统的设计及计算，采用了掺气水流等更合理的理论，经过两个阶段的研究，研究成果于 1988 年编入《建筑给水排水设计规范》GBJ 15-88，经过 20 年的实践验证，取得了非常满意的应用效果。近年来，研究组在应用经验的基础上，进一步深入分析，完善了原有的研究成果，得到了更具应用价值的屋面雨水排水系统设计计算方法及“大屋面雨水排水系统”。本成果获得 1996 年教育部科技成果三等奖。这是我国自主开发的、具有里程碑意义的大型屋面雨水排水系统。

目前，我国处于社会主义建设的新时期，工业、运输、娱乐、体育、民用等事业的发展极大的促进了大型建筑的建设，安全可靠的屋面雨水排水系统具有广阔的市场前景和价值。

2 应用说明

“大型屋面雨水排水系统”由清华大学等单位结合国内具体情况经过长年试验研究、验证获得，属于自主开发产品。主要由以下部分组成：“大型屋面雨水排水系统”设计程序、雨水排水系统（包括雨水斗、连接管、悬吊梁、立管、固定件、排气装置）、施工要求和规定等。

应用时主要通过设计程序确定出专门雨水斗的位置、个数、悬吊梁的高度等关键参数，然后由建筑单位进行施工。施工过程要满足相应的要求和规定。

3 效益分析

针对屋面雨水排水量 72 升/小时，屋面雨水天沟长度 60 米，且排水管材为焊接钢管的初始条件，分别采用现有屋面排水系统和“大型屋面雨水排水系统”进行排除，结果显示“大型屋面雨水排水系统”建设材料消耗最少，建设成本比现有屋面雨水排水系统节省 30% 以上。

4 合作方式

设计和应用。

再生水回用于景观水体水质保障技术

1 成果简介

我国是水资源紧缺的国家，目前再生水日益成为城镇发展的第二水源。建设生态城市或者宜居城市，必须有适当的水面，调节小环境，美化城市。目前在我国的许多城市，再生水都用来作为城市或社区景观水体的补水。再生水是经过一定深度处理的城市或生活污水，这使得再生水污染物本底值相对较高。另外景观水体的稀释自净能力较天然景观水体差，当使用再生水使得景观水体在春、夏、秋季节极易发生水华（严重富营养化的表现）；缓慢的水流是水华发生的必要条件，公园以及住宅区内的人工水景、河道多属于非连续流动水体，流速缓慢，有的甚至是静止水体，为藻类的生长提供了稳定的水环境。国际上对于浅水湖泊的研究经验表明，浅水湖泊比深水湖泊更易发生水华问题，这与浅水湖泊的富营养化发生机制有关。人工景观水体属于浅水水体，水深一般在 1~2m，因此易发生水华。一旦出现水华将

导致藻类以及其他水生生物异常繁殖，水体透明度和溶解氧产生变化，造成水质恶化，伴随恶臭等的发生，使水生生态系统和水体功能受到阻碍和破坏，极大地破坏景观水体的使用功能。

再生水回用于景观水体水质保障技术包括再生水深度处理技术和景观水体水质保障技术两部分，各包含相关的技术设备。根据使用对象的情况可以联合使用（如补水不是再生水时），和单独使用（如可以仅使用水质保障技术）。当外源污染物可以控制时，该技术可确保景观水体水质满足美学使用要求，水体不黑不臭。

2 应用说明

再生水回用于景观水体水质保障技术由清华大学等单位结合国内具体情况经过长年试验研究、应用研究所取得的成果，属于自主开发系统产品。该成果获 2005 年北京水务科学技术三等奖。该技术硬件设备主要由以下部分组成：高效再生水净化系统、景观水体水质监控系统、景观水体水质维护系统。系统运行管理方便，高效低耗。

应用时主要通过对水体特征分析和流态模拟后，进行相关设计，确定经济合理参数，然后确定适用的硬件系统。

3 效益分析

采用再生水作为景观水体补水，比使用天然水源资源费大大降低，同时使用该系统，也可减少再生水的补水量（再生水的补水量降低 30%）。

4 合作方式

设计和应用。

静音微电耗空气净化器

1 成果简介

随着科技的进步和人类文明的发展，人类赖以生存的大气质量却在下降，尤其是室内空气污染还在日益加剧。为了净化被污染的空气，人们研制了各种空气净化器。室内空气净化器主要分为除尘式空气净化器、除菌式空气净化器和除有害气体式空气净化器三种类型，也有上述功能组合的空气净化器。但目前所有空气净化器，一般都采用风机或加热等作为动力使空气流动达到空气净化目的，因而噪音大、电耗多，还要定期更换滤材、吸附材料或催化剂，既麻烦、又增加运行成本。

为了克服现有技术的缺陷，清华大学发明了一种静音微电耗空气净化器，该空气净化器不需要风机、加热等驱动就可以使空气流动；净化器本身又不需要过滤材料、吸附材料或催化剂，因而噪音极小、功率极低、运行费用极省。

静音微电耗空气净化器已获得国家专利，专利号：ZL200820108077.

2 应用说明

静音微电耗空气净化器采用极不均匀电场的高压电晕放电产生等离子体使荷电灰尘在

电场力的作用下向收尘极运动，并带动空气作定向运动，从而使空气流动，形成电风。荷电灰尘到达收尘电极后就附着在收尘电极上，空气则继续流动。电晕极和收尘极均可方便取出，发现收尘极和电晕极积灰后，取出擦净再装入即可重新使用。

实验证明，静音微电耗空气净化器可以有效除尘；由于细菌和病毒多数附着在灰尘上，而且电晕放电能产生紫外光和氧化性很强的活性粒子，因而能降解挥发性有机物和灭菌消毒，还能产生负氧离子，有助于清新空气。

静音微电耗空气净化器无运行噪声，且功率只有 2W。

3 应用范围

室内，会议室等生活空间

4 效益分析

单台成本小于 200 元，售价 500 元，成本收回视现有机加工设备，厂房的拥有度。应用前景十分广阔。

5 合作方式

技术转让或合作生产。

含油污水的纳米 TiO_2 光催化降解净化处理研究

1 成果简介

在石油开采和生产中，不可避免地要产生大量含油污水。对这些含油污水、特别是海上石油开采中的含油污水的高效净化处理，对水资源保护和环境保护具有重要意义。目前我国在原油开采中，采用斜板除油器、加气浮选器和核桃壳过滤器的老三段脱水方法来进行稠油油田生产水处理。现有的老三段生产水处理方式存在停留时间较长、设备体积大、对破乳剂的依赖很大等问题，探索开发新型高效含油污水处理方法很有必要。

2 应用说明

纳米 TiO_2 颗粒是性能优异的光催化剂材料，当将其悬浮于水溶液中时，在紫外光的照射下，它能快速降解水溶液中多种有机物。但悬浮于水溶液中的纳米 TiO_2 颗粒很难回收，因此，在工业应用时会成本较高。清华大学成功开发制备出以纳米磁性粒子为内芯、外层包覆 TiO_2 层的纳米 TiO_2 复合磁性光催化剂。这种新型纳米磁性复合 TiO_2 光催化剂粒子的尺寸只有几十个纳米，具有很好的光催化降解性能，能降解多种有机物。同时因其磁性粒子具有软磁性能，能在外加磁场的作用下便于回收和重复使用。

最近，在中国海洋石油总公司的支持下，中海油海洋石油研究中心和清华大学合作开展了含原油污水的纳米 TiO_2 光催化降解净化处理研究，并以取得显著进展。

应用于工业、企业含油污水的处理。

3 合作方式

商谈。

纳米光催化饮用水净化器

1 成果介绍

供水水质关系到广大居民的身体健康和产品质量。目前我国自来水的质量还比较差，其中细菌总数平均合格率为 97.87%，大肠杆菌为 77.95%。许多楼房供水系统一般采用水泵加水箱或储水池组成小区的供水系统，其细菌指标大大高于水厂出水指标。此外，目前在自来水中已鉴定出 2000 多种有机物，其中有的是致癌或可疑致癌的物质。这些有机毒性物质主要来自于：（1）水源中的残留农药污染；（2）水中的有机腐植物质；（3）自来水加氯消毒产生的有机氯代物等。为了保证正常和高质量的生活，解决生活用水中的细菌问题和有机物的净化问题成为了高质量供水的关键问题。

利用纳米技术发展起来的光催化技术不仅可以把几乎所有的有机物进行彻底降解，并且还具有很强和广普的杀菌性能。在楼房供水系统中采用光催化技术，不仅可以在不用氯的情况下对储水进行杀菌净化，抑制细菌的繁殖并且还可以把自来水中的各种有毒有机污染物进行净化，提高饮用水的质量和口感。这种技术适合应用于小区的供水以及家用供水系统。

清华大学在光催化技术上进行了多年的研究；利用在材料制备，催化剂制备以及环境分析方面的优势，在光催化技术的研究上取得了突破性的进展。目前，已经申请国家发明专利 10 项。在新型光催化剂的研究以及室内空气净化器应用研究上具有创新成果和先进技术。

2 技术指标

- （1） 催化剂的耐水压，耐水压必须超过 0.8Mpa；
- （2） 典型有机物（氯仿）的净化率达到 20%；
- （3） 细菌杀灭率 90% 以上。

3 应用说明

由于光催化反应净化系统仅需要紫外光源和光催化剂，因此其结构相当简单，很容易在供水系统的储水装置或流动装置上实现。通过点亮紫外灯，辐照到光催化剂上就可以起到杀菌和有机毒物的净化作用。一般把紫外灯密封在石英管中，对于 5m^3 的储水装置，使用 30W 的紫外光源就可以了。而催化剂一般采用网状的柔性催化剂，可以提高光线利用效率和满足不同条件的安装。

4 效益分析

目前，已有成熟的技术和工艺。对于家用净化系统，一套成本 500 元左右，可以卖到 1000~1500 元左右。对于小区供水，可以和小区的供水加压系统结合，提高整个小区的供水质量。

5 合作方式

成果转让。

纳米光催化杀菌生活用品

1 成果介绍

在我们的日常生活用品涉及到每个人的生活卫生。有时，在生活环境中容易产生异味以及微生物的繁殖。对这些生活用品可以进行抗菌处理，这样就可以杀灭生活用品上的细菌，病毒等，保证有一个卫生的环境。同时，在这些生活用品中通过光催化剂还可以消除异味。

目前，对于日常生活用品一般添加杀菌剂，以达到抗菌的目的。常用的材料有有机胺类抗菌剂，纳米 Ag 等抗菌材料。有机胺类抗菌剂虽然效果较好，但存在不耐洗以及副作用等问题。纳米银主要存在与纯棉产品结合不好以及存在变色等问题。

在布基和纸基上低温沉积高活性的光催化剂，利用自然光以及荧光灯的光线，就可以产生光催化作用，杀灭生活用品上的细菌和病毒。此外，还可以对环境空气中的有害气体产生净化作用。此外由于光催化作用，该类材料还具有自清洁的作用；由于采用了低温处理技术，使得光催化剂具有更好的活性和结合能力，并不会影响其本底材料的老化。此外，通过稀土和微量纳米银与光催化剂的复合，具有暗态杀菌性能。

清华大学在光催化技术上进行了多年的研究；利用在材料制备，催化剂制备以及环境分析方面的优势，在光催化技术的研究上取得了突破性的进展。目前，已经申请国家发明专利 10 项。在新型光催化剂的研究以及室内空气净化器应用研究上具有创新成果和先进技术。

2 技术指标

抑菌率达到 95% 以上。

3 应用说明

通过低温制备技术，可以在布基以及纸基材料中结合纳米光催化剂，形成具有光催化活性的纳米膜，使得布基或纸基具有在自然光照下的抗菌净化性能。可应用于内衣、床上用品、毛巾、袜子、窗帘、墙纸等产品。如毛巾，通过制备纳米光催化剂，使得毛巾在自然光的辐照下，产生光催化活性，杀灭和抑制细菌的生长，达到洁净的目的。

4 效益分析

该技术主要针对各种产品，进行一系列物理化学处理，工艺技术高，但生产过程和传统工艺相容，容易实现。通过该技术处理，产品将增加新的功能，适合潮流发展以及功能化的需求，可以提高产品的档次和价格，具有较高的利润空间。

5 合作方式

成果转让。

纳米光催化汽车用空气净化器

1 成果简介

随着人们生活水平的提高，对汽车的要求也越来越高。汽车发展的总体趋势是密封性能

增加,大量使用装饰材料进行汽车的再装饰。由此带来的后果是汽车中会产生和积累大量有害的有机气体,很长时间难以清除。目前,很多汽车不适症以及晕车等症状大部分与车内空气污染有关。此外,在汽车这个载体中,经常会运载不同的人,其细菌和病毒的交叉感染也是一个严重的问题。而目前车内空气净化还没有提到日程,大部分方法是通过开窗或加香水来解决。开窗虽然可以暂时改善空气质量,但会产生诸如能耗增加,温度不能保证以及不方便等问题。此外,车内吸烟也是需要解决的问题,由于车内空间小,很容易产生严重污染。随着对生活质量要求的提高,车内空气净化具有重要的发展前景。

近年,随着纳米技术的发展,光催化技术为室内空气的净化展现了诱人的应用前景。由于光催化技术不仅可以完全净化空气中的有机污染物,同时还具有很强的广普杀菌性能,并具有效率高、成本低、对环境和人体无害的特点,在小环境的净化上显示出重要的应用前景。

清华大学在光催化技术上进行了多年的研究;利用在材料制备,催化剂制备以及环境分析方面的优势,在光催化技术的研究上取得了突破性的进展。目前,已经申请国家发明专利10项。在新型光催化剂的研究以及室内空气净化器应用研究上具有创新成果和先进技术。

2 技术指标

- (1) 空气中细菌杀灭率达到90%;
- (2) 甲醛净化率达到90%。

3 应用说明

对于车用空气净化器:主要由过滤除尘系统,光催化杀菌净化系统,风机系统和电控系统构成。使用金属和布基丝网膜光催化剂,利用UVA和UVB紫外光源(8W),可水洗;空气处理量:0.5~1m³/min,适合1~2m²的车内空间净化;时间10min,采用24V的汽车电源。对于较大型的车可以适当增加风机功率和紫外灯功率,保证净化速度。功能:过滤灰尘,杀灭车内空气中的细菌和病毒,净化车内甲醛,甲苯以及汽油味等有毒气体和异味,从而净化车内环境。

4 效益分析

由于结构简单,不需要其他化学药剂,具有装置成本低和使用安全的特点。此外,仅需要8W的电源,同样具有省能的功效。适合于各种不同的车内环境使用。目前,已有成熟的技术和工艺。该技术发展的整机成本在200元左右,市场接受价格在500~800元之间,具有较高的利润空间。由于是新技术,需要较强的市场开拓能力。

5 合作方式

成果转让。

纳米光催化家用空气净化器

1 成果简介

随着工业化以及城市化的发展,环境污染变得越来越严重。尤其是小环境的污染,几乎

涉及到日常生活的方方面面。室内空气污染目前对生活质量影响最大和最直接的，对于城市生活来说，80~90%的时间是在室内渡过的，而室内污染一般是室外污染的 5~20 倍。尤其是随着住房节能和密封性能的提高以及大量装修材料的使用，室内空气污染变得更加严重。最近，国家为此建立了《民用建筑工程室内环境污染控制规范》的国家标准。该《规范》严格规定了民用建筑室内污染物的种类和限量，放射性氡、甲醛、氨、苯和挥发性有机物被列入污染物名单。

室内污染主要分三类：粉尘污染，化学污染以及生物污染。粉尘主要来自大气中的气溶胶和灰尘等，可以通过过滤膜的方式进行净化。化学污染主要来自家居装修，家具，电器以及生活用品等，主要是有害有机气体，目前没有有效的方法，一般采用活性炭吸附净化，但活性炭寿命很短。生物污染主要是细菌、病毒等，目前主要通过有机消毒液以及紫外线辐照净化，效率低并有较大的副作用。对室内空气的化学污染和生物污染的净化处理还没有建立起有效的方法，基本是采用开窗通气，以及利用吸附加香等净化方式进行处理。开窗通气是一种比较简单的方法，但存在着能量消耗大以及受场所限制等局限性。利用吸附方式的净化，效率低，容易饱和以及不能杀灭细菌等缺点，不能长期使用。利用负氧离子等技术会产生臭氧，对人体有害，此外其净化活性也较低。利用加香技术，并不能清除污染物，只是通过香味掩盖其真实的污染情况。以上技术目前还难以根本性地解决室内空气污染的问题。

近年，随着纳米技术的发展，光催化技术为室内空气的净化展现了诱人的应用前景。由于光催化技术不仅可以完全净化空气中的有机污染物，同时还具有很强的广普杀菌性能，并具有效率高、成本低、对环境和人体无害的特点，在小环境的净化上显示出重要的应用前景。

清华大学在光催化技术上进行了多年的研究；利用在材料制备，催化剂制备以及环境分析方面的优势，在光催化技术的研究上取得了突破性的进展。目前，已经申请国家发明专利 10 项。在新型光催化剂的研究以及室内空气净化器应用研究上具有创新成果和先进技术。

2 技术指标

- (1) 空气中细菌杀灭率达到 90%；
- (2) 甲醛净化率达到 90%。

3 应用说明

对于家用空气净化器：主要由过滤除尘系统，光催化杀菌净化系统，风机系统和电控系统构成。使用金属和布基丝网膜光催化剂，利用 UVA 和 UVB 紫外光源（8W×2）。可水洗；空气处理量：2~6m³/min，适合 30m² 房间净化，时间 20min。功能：过滤灰尘，杀灭空气和房间中的细菌和病毒，净化房间中的甲醛，甲苯以及胺等有毒气体以及异味，净化室内环境。

4 效益分析

由于结构简单，不需要其他化学药剂，具有装置成本低的特点和使用安全的特点。此外，仅需要 30W 的电源，同样具有省能的功效。适合于各种不同的室内环境使用。目前，

已有成熟的技术和工艺。该技术发展的整机成本在 400~500 元左右，市场接受价格在 1000~1500 元之间，具有较高的利润空间。由于是新技术，需要较强的市场开拓能力。

5 合作方式

成果转让。

液柱喷射烟气脱硫技术

1 成果简介

液柱喷射烟气脱硫技术是国际上先进的、具有自主知识产权的脱硫技术，具有如下特点：

(1) 气液传质交换充分，脱硫效率高

在脱硫反应区域，液柱向上喷射，同时散开回落，在整个反应区域布满了脱硫循环浆液，脱硫剂浆液呈滴状或膜状，浆液与浆液之间不断碰撞，产生新的表面，同时液柱是根据烟气在脱硫反应塔内的流场而布置的，烟气与浆液能够充分接触，从而保证高的脱硫效率。

(2) 脱硫反应塔内不产生结垢和堵塞

由于采用的是液柱喷射烟气脱硫的方法，脱硫反应区域内是空塔，这样在脱硫反应塔内避免了结垢或堵塞。同时，由于喷嘴的特殊设计，使得喷嘴处比喷雾塔和喷淋塔产生堵塞和结垢的可能性要小得多。

(3) 脱硫后烟气的高效除雾

虽然采用液柱塔比采用喷淋塔或喷雾塔烟气中携带的含水量要少，但是烟气在脱硫过程中，由于和脱硫剂浆液充分接触，从而使得烟气中携带有一定的浆滴。在液柱烟气脱硫除尘技术中采用两级高效除雾器对烟气进行除雾，则可使烟气经过脱硫后排放时几乎不含液滴，防止了后面的引风机、烟囱或气气换热器产生积水或结垢。

(4) 脱硫产物为石膏，不产生二次污染

脱硫反应区域脱硫剂吸收 SO_2 的过程中，首先形成的是 SO_3^{2-} 或者 HSO_3^- ，若不加以充分氧化，则脱硫产物形成为 $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ ，容易分解而造成二次污染。在循环氧化区域， SO_3^{2-} 或者 HSO_3^- 经过充分氧化后，形成最终稳定的脱硫产物 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，这样就不会产生二次污染。

(5) 脱硫剂利用率高

脱硫剂浆液的循环利用和工艺参数的优化选择，使得脱硫剂的利用率较高，从而降低运行成本。

2 技术指标

(1) 主要工艺指标

脱硫效率：85~96%

(2) 工艺设计参数

脱硫反应循环液气比：18L/Nm³

除雾器冲洗水：L/min m³

第一级：上部：20 下部：60

第二级：上部：20 下部：40

浓缩部排浆浓度：40%（wt）

Ca/S 摩尔比：1.05

新鲜石灰浆液浓度：30%（wt）

3 应用说明

在国内现有的大型燃煤电站烟气脱硫技术中，大部分都采用的是国外的技术专利，需要昂贵的技术转让费及专利费。而采用了液柱喷射的方法进行脱硫，避免了脱硫反应塔内尤其是喷嘴部位的结垢和堵塞问题，同时由于大量循环浆液和水膜的存在，能使整个系统的除尘效率大大提高。该系统属于国内首创，汇集了脱硫除尘优化设计、高效气液交换等高新技术，其能效比、产品可靠性、自动化程度都达到了国际先进水平，具有良好的经济效益和社会效益。

4 效益分析

根据不完全统计，2002~2011 年国内脱硫市场的工程投资总额将达到 1200 亿人民币，而 2012~2020 年工程投资总额为 600 亿元人民币，另外还有技术服务和备品备件，预计 2010 年前，烟气脱硫的市场容量有 2000 多亿元。因此目前与将来，国内的脱硫市场都将十分广阔。

5 合作方式

商谈。

污水污泥的资源化利用

1 成果简介

低温热解技术是污泥资源化利用的一种经济、技术成熟和环境友好的技术。

低温热解污泥的工艺流程如图 1 所示，经过干燥后的污水污泥(含水量最大可达 40%)，在回转窑内发生热解，产生的热解气通过陶瓷过滤器除尘后，进入高温裂解器，热解气在其中进一步分解净化后，经过急冷塔温度降低到常温，可以直接输送到用气用户，如直接送到船用燃气发电机组进行发电，或者到其他的用气用户。回转热解窑的热量可直接来源于热解气。

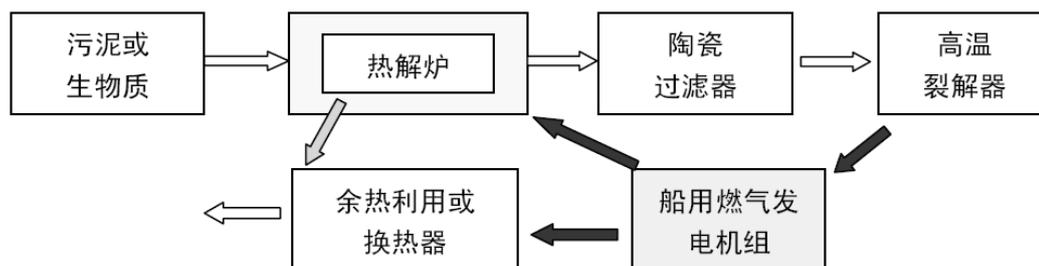


图 1 低温热解污水污泥的工艺流程

2 应用说明

(1) 低温热解的温度低于 500℃，而在高温裂解器中，虽然温度高达 1000℃，但是热解气相对于燃烧的空气量要少得多，因此，低温热解所需要的加热能量较燃烧法处理污泥的少，尤其对于低热值的污泥，具有较大的经济性。

(2) 低温热解的温度在低温区，污泥中所含的重金属不会发生蒸发凝并，而是停留在污泥的热解残渣中，对于工业污泥的处理，便于减量化处理残渣，降低成本。相对于燃烧法处理，在高温燃烧过程中，污泥中的重金属发生蒸发凝并，富集在可吸入颗粒物(PM10)中，而现有的除尘设备对这部分颗粒的脱除效率较低，一旦进入大气中，将长时间停留在大气中，严重危害人类的健康。

(3) 在高温裂解器出口，高温裂解器通过急冷塔，温度从 1000℃降低到常温，有效遏制了二恶英的形成。可以有效解决燃烧法处理污泥过程无法避开 400℃的形成区间和能量回收间的矛盾问题，实现经济性和环境友好的有机结合。

(4) 低温热解工艺产生的热解气，是类似于天然气的干净气体，大大扩展了产品的应用范围和经济性。

(5) 污泥可与其他高热值的可再生能源，如生物质、高热值的垃圾等混合进入低温热解回转窑中，产生更多的热解气从而提供整体的运营效益。污泥处理工艺中，主要的耗能在于污泥的干燥过程，污泥的干燥需要在 80℃惰性气氛中进行。在燃煤电厂中，湿法脱硫塔出口的烟气温度正好满足污泥干燥温度，同时烟气中的氧含量一般在 5~8%左右，满足惰性气氛的要求，因此，污泥的资源化再利用可以和燃煤电厂有机结合，可以有效的实现资源的再利用。

3 效益分析

(1) 单一污泥热解

对于 400000~450000t/d 的废水处理能力的水处理厂，大概产生 90%含水率的污泥 893t/h，可以设计 2×72t/d（即 2×3t/h）含水 10%的脱水干燥污泥的热解炉，污泥的热值为 5760kJ/kg（38%含水率），热解气直接通过船用燃气发电机组发电，则两条低温污泥热解生产线的经济核算如下：

废物总有效热量：9600 kW

废物净发电量：2730 kW（3000~270kw 厂用电）（发电效率 28%）

单位吨废物发电量：455 kWh/吨污泥（38%水分）

年发电总量：19100000kWh

(2) 与生物质混合热解

采用 40%生物质和 60%废水污泥(含水率 75%)混合，可以直接无需干燥脱水进入热解炉进行处理。

混合废物：2×3t/h→140t/d → 42000 t/a

年处理量： 生物质 16800 t/a； 75%废水污泥 25200t/h

废物总有效热量： 9600 kW

废物净发电量： 2730 kW（3000~270kw 厂用电）（发电效率 28%）

年发电总量： 1910 万 kWh， 约 1300 万元收入

单位吨废物发电量： 455 kwh/吨混合废物

单位吨混合废物产生焦炭： 40 kg

年产生焦炭总量： 672 吨（2000 元/吨， 约 100 万元收入）

5 合作方式

商谈。

电袋一体化除尘技术

1 成果简介

火力发电厂是大气中颗粒物的重要排放源。我国是煤炭生产和消费大国，目前煤炭占我国一次能源的 75% 左右。燃煤发电在我国电力结构中占绝对主导地位，中国每年火力发电的煤炭耗量已超过 10 亿吨，电厂烟尘排放量约 4000000t/a，占全国工业烟尘排放量的 35%，其中，微细粒子(小于 10 μ m) 排放量超过 3000000t/a。大量燃煤烟尘的排放造成了严重的环境污染。在可预见的未来几十年内，煤炭仍将是我国主要的一次能源。这决定了在我国的电力工业中，燃煤火力发电将长期占主导地位。这种长期依赖燃煤发电的能源结构已造成了严重的环境污染，燃煤电厂产生的污染物主要有颗粒物、SO_x 和 NO_x 有机物和痕量元素等，其中颗粒物的潜在危害已引起了国际社会的广泛重视。

目前，我国燃煤电厂中烟尘净化设备 90%左右采用静电除尘器（ESP）。它的主要优点是能耗低，除尘效率较高，运行、管理及维护经验丰富。但它难以满足新的《火电厂污染物排放标准》（GB13223-2003）粉尘排放浓度（50mg/Nm³）的要求。静电除尘器存在以下局限：首先，静电除尘器对超细颗粒(如 PM2.5)捕集能力有限。这主要是因为超细粒子难以荷电，电极振打产生二次扬尘更容易使已捕集的微细粒子逸出；其次，静电除尘器的除尘效率受诸多因素(如烟温、烟气流速、飞灰特性、含硫量等)影响，波动较大。我国煤种差异较大，同一台机组由于某些因素的影响也可能变换煤种，这对静电除尘器的稳定、高效运行造成了很大的影响。第三，国家加强对二氧化硫排放的控制，烟气中二氧化硫的浓度减少使得烟尘中比电阻升高，造成静电除尘器的反电晕增强，除尘效率降低。第四，其一次性投入较大，占地面积大，运行费用较高。

袋式过滤器也称为过滤式除尘器，是一种干式高效除尘器，它利用有机纤维或无机纤维编织物制作的袋式过滤元件，将含空气中固体颗粒物滤出的除尘设备，用于捕集非粘结性、非纤维性的工业粉尘。它的优点是除尘效率高且稳定，对于 2 μ m 以上的粉尘，其效率可达 99.9% 以上，且造价相对较低、管理简单、维修方便。但是其压力损失大，本体阻力

800~1500Pa, 占地面积大, 在国内大型机组的应用依赖进口技术。另外如何尽可能减少清灰次数和大颗粒粉尘对滤袋表面的琢磨成为延长滤袋使用寿命的关键。

静电与布袋紧密混合除尘器是基于静电除尘和布袋除尘两种成熟的除尘理论而提出的一种新型的除尘技术, 它结合了静电除尘器和布袋除尘器的优点。有研究表明, 不带电的粉尘沉积在滤袋表面为密实平整结构, 而预荷电的粉尘或在电场中的粉尘沉积在滤袋表面呈现松散的凹凸不平结构, 这种松散结构有利于降低气流的通过阻力。因此, 若能在静电场的有效收尘区域内同时实现烟气过滤, 将使收尘效率递增且有利于减小布袋除尘器压降。正是基于这种考虑, 静电与布袋紧密混合袋除尘器将静电除尘和布袋在同一除尘室混合布置。这种布置带来的直接好处是: 在烟气到达滤料表面之前, 静电除尘器已脱除其中大部分颗粒, 大大降低了滤料过滤的灰负荷, 而且这种布置克服了传统静电除尘中大量细颗粒逃逸的问题, 同时解决了传统布袋过滤清灰时二次扬尘和反复收集的问题, 除尘效率高(排放浓度可以低于 $1\text{mg}/\text{m}^3$), 既能满足新的环保标准, 又能增加运行可靠性, 降低用户除尘成本。

2 技术指标

电袋一体化除尘技术结合了静电除尘和布袋除尘器的特点, 与单一的除尘设备相比, 具有除尘效率高, 除尘效率不受粉尘性影响, 能满足于不同工况条件下的运行要求, 高效稳定, 运行阻力低, 滤筒粉尘负荷量少, 粉尘粒径小对滤筒冲刷小, 滤筒使用寿命长, 维护量小等技术特点, 大大提高了传统除尘器的性能。在收尘和清灰过程中实现合理的灰负荷分配和耦合作用, 能够在较高的过滤风速下实现极低的排放水平, 并且其开孔结构能够对滤袋起很好的保护作用。

对于电除尘器、布袋除尘器和电袋复合式除尘器之间的区别, 打了一个形象的比喻: 就像捕鱼, 电除尘器是利用大网眼的渔网把比较大的鱼捞出来, 可是水里还剩下很多漏网的小鱼; 布袋除尘器就像是用网眼特别小的渔网捕鱼, 尽管不论大小都能够捞的干干净净, 可是一网下来, 不论大小的渔网负担比较重, 很容易把渔网撑破; 而电袋复合式除尘器用电场先把大颗粒粉尘收集起来, 余下的细小粉尘由布袋除尘器收集, 电除尘收集粉尘总量的 80~90%, 再由布袋除尘器收集剩下 10~20% 的粉尘, 相当于先用大网眼的渔网把大鱼捞出来, 然后用小网眼的渔网把漏网之鱼一网打尽。

静电与布袋紧密混合除尘器是一种新的颗粒控制技术。它的目标是尽可能实现高的颗粒物(尤其是细颗粒)排放控制水平, 而且同时具备高可靠性、较小的尺寸和经济的成本。由于其结构紧凑, 除尘效率显著, 占地空间小, 费用与运行成本明显降低。因次, 无论对于新建规模化除尘, 还是对现有除尘设备的改造, 都具有极强的实用性和竞争力。

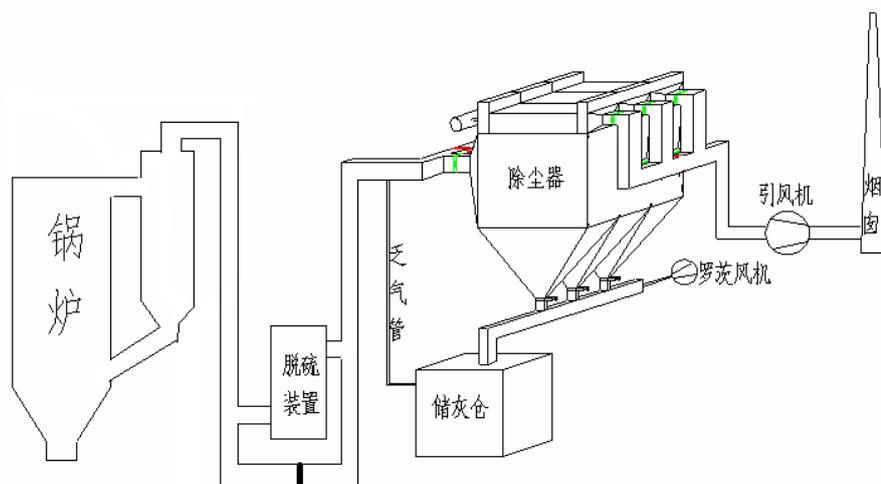
3 应用说明

为了提高袋式过滤器过滤效率而不使压降相应增加的努力使静电增强袋式过滤器(亦称电袋一体化除尘装置)得以开发。进入滤袋中的粉尘颗粒预荷电或在滤袋周围外加电场则更能提高对微细粉尘的过滤效率, 同时还降低了袋式过滤器的阻力, 减少清灰次数, 延长了滤

袋的使用寿命。这种结构所带来另一种可以选择的好处是：若保持除尘系统过滤室压降趋于常规运行的袋式过滤器的水平，则其过滤风速可以大大的提高，这样除尘室的空间和组件可以减少许多，从而节约占地空间和建造成本。

因此，在 973 课题“可吸入颗粒物的形成和控制”的基础研究中，对电袋一体化技术从机理到工程示范进行了综合性的研究，获得了该项技术的一系列成果。

2005 年在太原市政府的支持下确定与山西美锦能源集团有限公司合作建立工程示范基地，基地建设完成 20t/h CFB 锅炉发电系统，该系统包含着工程中心最新的燃煤烟气处理技术——干法烟气脱硫技术和电袋复合除尘技术。设计烟尘排放浓度最低可达 $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，同时能够有效降低可吸入颗粒物(PM_{10})的排放。



20 t/h 的 CFB 锅炉的烟气净化系统

4 效益分析

2003 年 12 月国家颁布了新的《火电厂大气污染物排放标准》，对新建项目提出了更高的排放要求，预计到 2010 年我国将以年均 10% 新增装机容量增长的速度新建电厂。据不完全统计，目前全国电力行业有 15.73 万 MW 容量机组的燃煤锅炉除尘器尚未达标排放，需要进行改造，这意味着需要生产 786 台(套)用于 200MW 机组的除尘器，这些机组的改造将在近年内完成，加上冶金、建材等行业的发展都需要配套大量新型高效的除尘器。过去钢铁、水泥、铝工业是除尘器的三大老用户，现在电力行业、采暖热电联产和垃圾焚烧成为三大新增长点，这些行业都需要高效的除尘设备。这种电袋一体化除尘器不仅适用于排放标准更加严格的新建项目，而且特别适用于老旧电除尘器的提效改造。考虑到未来更为严格的排放标准，这种设备将具有更为广泛的市场需求。这项新技术的面世可以很好地解决目前除尘设备存在的一些问题，为实现国家新的排放标准提供了有效的技术支撑和保障。

这种电袋复合式除尘器对于高比电阻粉尘、低硫煤粉尘和脱硫后的烟气粉尘处理效果更具技术优势和经济优势。而且延长了滤袋寿命，降低了维修费用，电袋复合式除尘器实际运行显示，它比常规袋收尘器节省滤袋，而且占地小，运行效率稳定。按达到同样排放标准计

算，它的投资和运行综合费用可低于单独采用袋收尘器和电除尘器。对这种产品未来的市场前景给予了充分肯定。

5 合作方式

商谈。

先进的过滤技术——纤维转盘滤池

1 成果简介

城市污水经过二级处理之后，还会含有相当数量的污染物质，这些水如果排放至湖泊、水库等缓流水体会导致水体的富营养化；排放至具有较高经济价值的水体，如养鱼水体，会使其遭到破坏；这种处理水更不适于回用。如欲消除上述影响，就必须对这种处理水进行深度处理，过滤是深度处理中最普遍采用的技术之一。

目前在我国城市污水处理中所采用的过滤工艺不多，且大多具有占地面积大、附属设备多、运行费用高、施工难度大等问题。我们在吸收、完善及创新的基础上，改变传统过滤理念，经过多年的研究提出了“纤维转盘滤池”的处理工艺技术。该工艺基建投资省、运行成本极低、出水水质好、经实践检验是一种先进的过滤技术。

该工艺具有以下特点：

(1) 滤布的通量更大。滤布采用新型纳米纤维材料，杂质不易黏附，同时具有疏油的特性，从而使滤布清洗更干净彻底，滤布的衰减量很小，因此增大了滤布的通量。

(2) 处理效果好。过滤时绒毛平铺，增加过滤深度，孔径达到微米级，可截留粒径为几微米(μm)的微小颗粒，因此出水水质及出水稳定性都优于粒料滤池及筛网过滤。

(3) 设计新颖，耐冲击负荷。滤盘垂直设计，过滤原理是错流过滤，更耐高悬浮物浓度和大颗粒悬浮物的冲击。

(4) 连续运行。单台纤维转盘滤池清洗时可连续过滤。而单台砂滤池反冲洗时不能连续过滤。

(5) 反冲洗效率高，耗水量低。反冲洗耗水量约是砂滤池的 1/2。

(6) 运行全自动化控制。过滤、反抽吸清洗等全由程序控制，并设有多重保护，日常不需专人操作管理。

(7) 水头损失小。滤池内一般为 0.3m，而砂滤池的水头损失一般为 2m。

(8) 运行费用低。运行费用小于 0.005 元/吨水。

(9) 装机功率低，设备简单紧凑，附属设备少，闲置率低。纤维转盘滤池的装机功率约是砂滤池的 1/10~1/15，用于已建污水处理厂出水的升级改造无需变压器扩容。

(10) 占地面积小，过滤效率高。过滤转盘垂直设计，两侧都参与过滤，使很小的占地面积就可有很大的过滤面积。

(11) 系统功能恢复快。滤前处理系统的事故对滤池的影响较小，并且恢复较快。出

现事故污染只是滤盘外侧，而对滤盘内侧没有影响，并且滤池内的污泥可以通过排泥管迅速清除。

(12) 设计和施工周期短。纤维转盘滤池整体模块化，设计和施工方便并快捷；而且扩建容易。而砂滤池有大量的设计工作和工程量，施工周期长。

该工艺适用于污水的深度处理，特别适用于新建或已建的出水需达到国家一级 A 标准的污水处理厂；中水回用；以及将地表水进一步净化后供给钢厂、电厂冷却水的补充水。

2 技术指标

以处理规模 5 万吨/天的城市污水处理厂为例，采用纤维转盘滤池处理技术，出水达到一级 A 标准后的主要技术经济指标为：

项 目	城市污水处理厂	说 明
处理规模（吨/天）	50000	
吨水运行成本（元）	0.0013	人工、电费
吨水占地（m ² ）	0.002	

3 应用说明

工程应用实例与处理效果

无锡某污水处理厂处理规模为 20 万吨/天，其中 10 万吨/天采用“纤维转盘滤池”过滤工艺，设计进水 SS≤20mg/L，设计出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002 中的一级 A 排放标准：SS≤10mg/L。该构筑物占地 266m²，总装机功率为 36KW。

经过一星期的安装与调试，该工艺于 2008 年 7 月 20 日开始正常运行，运行效果良好，平均出水 SS 均小于 5mg/L。

目前，该技术于国内多个地区得到应用，处理效果非常理想，运行成本极低，大大减轻了污水厂的负担。

4 合作方式

商谈。

太阳能半导体空调系统

1 成果简介

现有的空调器，已经市场化的基本都是采用压缩机的常规空调器，存在使用成本高、好能大、产生温室气体等多种问题。而其他太阳能空调系统不仅结构复杂而且制冷空间小。

本系统与现有技术相比，具有结构简单、紧凑，易于扩展且制冷制热效果好，节能等优点。

制冷情况下，在室外温度 36℃左右条件下，室内温度可以稳定在 27℃左右，制冷系数为 0.4 左右，大大高于目前其他半导体制冷 0.2 的制冷系数；

制热情况下，在室外温度 0℃ 左右条件下，室内温度可以稳定在 20℃ 左右，供热系数为 0.6 左右。

如果改变制冷/制热空间大小，可以通过增加半导体制冷/制热模块的数量或者增加半导体制冷/制热里面半导体制冷/制热单元的数目来调节系统的制冷量和制热量。是一种调节灵活、结构合理、设计巧妙、有效地综合利用热电堆制冷和制热功能的空调系统，有效的克服了目前现有技术种太阳能半导体制冷装置制冷量少，制冷率低，结构相对复杂以及实用性比较差的缺陷，是一种可以市场化的太阳能半导体空调系统。



2 效益分析

每台太阳能半导体空调系统成本约 5 万元。

3 合作方式

商谈。

卧式循环流化床焚烧技术

1 成果简介

全国在用工业锅炉 50 多万台，使用分散，平均容量小，且效率普遍低下（运行效率平均仅为 60~65%），造成了能源的极大浪费。

卧式循环流化床燃煤技术是清华大学研发的新型循环流化床燃烧技术，获得了发明专利授权（ZL 2005 1 0126362.6）。该技术将传统意义上的立式循环流化床锅炉的一级循环，改为两级及两级以上的循环，增加了循环级数，从而可以卧式布置，使得该技术在兼具循环流化床锅炉的优点同时，能把锅炉高度降低而不影响整个锅炉的性能，从而使循环流化床可以成功地实现小型化。由于小型化后，燃烧设备结构比较紧凑，占有空间减少，对锅炉岛部分的成本及辅助设置，如厂房、钢架等的成本均有大幅度降低，有利于循环流化床的进一步推广，有望解决目前工业锅炉所面临的污染问题。

与现有技术相比，本技术具有以下优点及突出性效果：①本技术采用水平卧式布置，可大大降低锅炉的高度，节省锅炉钢耗，可有效地降低锅炉成本。同时由于锅炉高度降低后，锅炉厂房的建造成本可大幅度降低。且高低降低后，减少钢架的费用，锅炉的稳定性好，可

使锅炉及厂房结构更加紧凑。②本技术涉及的燃烧设备中，物料形成两级循环，燃料可以增加与物料的接触时间，达到充分汇合，可提高燃烧效率。由本发明发展而来的三级及以上的多级循环流化床锅炉也可构成本发明的实施例。③本技术由于改变了传统立式的以及循环流化床形式，其所涉及的燃烧设备兼有循环流化床所有的优点，是一种多燃料，适应性广的高效清洁燃烧技术，且燃烧效率高，能炉内脱硫、脱硝，具有低 NO_x 和 SO_x 排放等优点。

2 应用说明

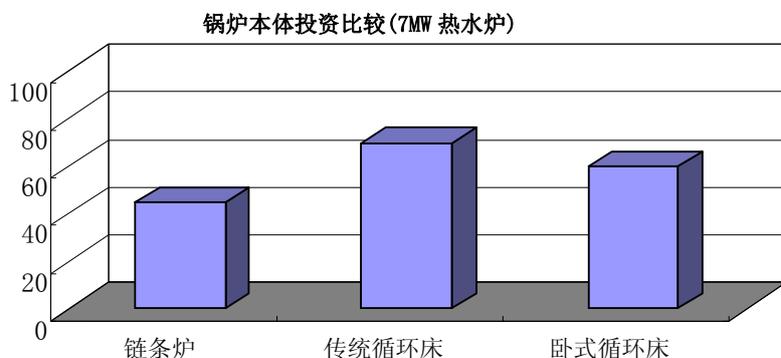
该技术已经实现了产业化，形成了 4~35 吨/小时系列产品（热水炉、蒸汽炉），并在内蒙古呼和浩特有多台产品应用，获得了用户的认可。云南、江西、福建等地的项目也正在进行中。

3 应用范围

该技术用于供暖、供热以及纺织、化工等多个行业的工业锅炉，给用户供蒸汽、热水、热风或有机热载体。广泛适应各种燃料，从常规的烟煤到各种劣质煤（高硫煤、煤矸石、褐煤等），还可用各种农林废弃物、工业垃圾等作为燃料。

4 效益分析

卧式循环流化床锅炉系统配备了变频式鼓/引风机、布袋除尘器，而且可以通过炉内添加石灰（石）进行脱硫，不需额外配置脱硫设备，因此锅炉本体投资约为同等容量的链条锅炉的 1.2~1.4 倍，传统循环流化床锅炉的 80~90%；总投资约为同等容量的链条锅炉的 0.9~1.2 倍，传统立式循环流化床锅炉的 80%~90%；运行成本为链条锅炉的 80~90%。



锅炉系统总投资比较 (7MW 热水炉)

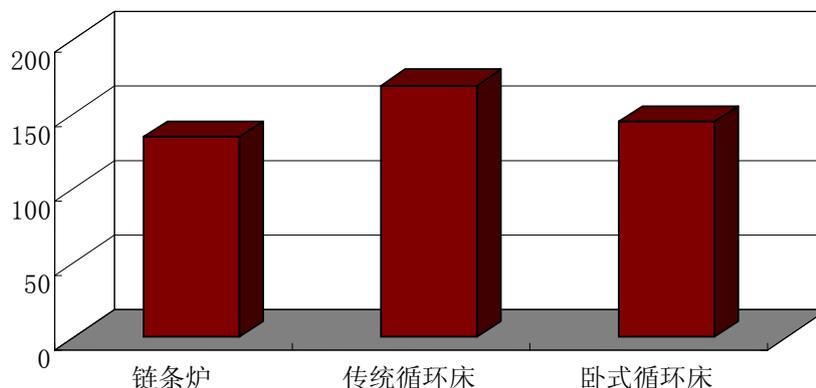


表 1 锅炉运行成本比较

序号	项目名称	卧式循环流化床	链条炉
1	锅炉效率	82.8% (实测值)	65%
2	煤的发热量	5000	5000
3	耗煤量(kg/h)	1460	1855
4	内蒙供暖(h)	180×24×0.75=3240 (考虑天气暖和和非满负荷供暖)	
5	采暖季耗煤量	4717 吨	6010 吨
6	耗煤量差值	6010-4717=1293 吨	
7	节煤率	$1293 \div 6010 \times 100\% = 21.5\%$	
8	运行费用节省 (万元)	$1293 \times 350 \text{ 元/吨} = 45 \text{ 万元}$	

5 合作方式

商谈。项目建设与技术支持。

中温干法烟气脱硫技术

1 成果简介

综合治理 SO_2 的污染问题具有十分重要的意义。本着实现脱硫过程低投资、低费用、低水耗和较高脱硫效率(三低一高)的目的,本文研究了基于高效钙基脱硫剂的中温烟气脱硫过程,在此基础上提出和实现了中温循环流化床烟气脱硫工艺,并且探讨了优化该工艺的方案和技术过程。

2 应用说明

这项技术包含高效新型脱硫吸收剂制备技术和以循环流化床为核心反应器的链式反应脱硫工艺等两部分。其基本原理是在 $300\sim 800^\circ\text{C}$ 的温度条件下,将用高效吸收剂与含有 SO_2 的燃煤烟气在反应器中进行流态化混合和反应,从而将气态 SO_2 转化为固态硫酸钙排出。与常规脱硫技术不同,在整个反应过程都在干态下进行,无须采取任何喷水或增湿活化措施,

不仅效率高，大大节约了水资源消耗，也无须采取任何设备防腐等措施，降低了投资和运行费用。这项技术耗水量仅为普遍应用的湿法烟气脱硫技术的 4%，费用为其 1/3 到 1/2，是一项完全适合于我国国情的具有原创性的先进燃煤污染控制技术。当 Ca/S 摩尔比为 1.2~1.3 时，脱硫效率可达 95% 以上。

3 应用范围

该项技术适用于工厂企业燃煤锅炉及工业炉窑的烟气脱硫

4 合作方式

商谈。

太阳能路灯

1 成果简介

太阳能路灯是基于太阳能光伏电池板、蓄电池、灯具和控制器的系统集成，以控制器为核心。其中控制器是以数字式单片机芯片为主控芯片的智能型控制器，它集太阳能最大功率点跟踪、能量管理、蓄电池三段充电模式控制、蓄电池充电控制器和逆变器、电子镇流器于一体的小型装置。逆变部分可根据负载容量对电源的要求选配。

目前，太阳能路灯已成系列，包括节能灯控制器、LED 灯控制器、高压钠灯（路灯）控制器。

单片机智能卡使用廉价高性能单片机，集成了多通道 A/D、PWM 控制、数字量的 I/O 接口和 Flash 内存，极大地提高了控制器性能。该智能卡在下述三种系列灯控器上可以实现硬件的通用。

专利：（1）基于单级逆变器的太阳能高压钠灯控制系统，申请号 200510086918.3；

（2）具有节能、调光功能的路灯智能控制器，申请号 200720155295.5



新型功率型 LED 路灯的实际效果图



应用于清华大学奥运体育馆的路灯

2 应用说明

（一）太阳能高压钠灯控制器

(1) 充电部分，可以实现蓄电池三段式智能充电，最大限度保护蓄电池。同时可按太阳能光伏电池最大功率点方式、CVT、直充三种可选方式充电，提高太阳能电池板的利用效率。

(2) 高频逆变方式点灯的逆变器。

(3) 与逆变器结合的一体化电子镇流和启辉控制。

(4) 单片机智能卡式的程序控制，具有光控点灯、照明定时和能量消耗管理、蓄电池保护功能，可以实现路灯的恒功率控制，也可以实现路灯的变频调光控制。面板带编码开关，可实现不同逻辑、程序功能，方便运行。

(5) 高性能电子启辉器，实现了非高空（灯头）式的安装，便于维护和更换。

(6) 微型开关电源技术。

(7) 实现了低成本、高性能。

(二) 太阳能节能灯控制器

(1) 充电部分，可以实现蓄电池三段式智能充电，最大限度保护蓄电池。同时可按太阳能光伏电池最大功率点方式、CVT、直充三种可选方式充电，提高太阳能电池板的利用效率。

(2) 市电电压等级的节能灯。

(3) 小型化变流器技术，恒电压控制。

(4) 单片机智能卡式的程序控制，具有光控点灯、照明定时和能量消耗管理、蓄电池保护功能。面板带编码开关，可实现不同逻辑、程序功能，方便运行。

(5) 实现了低成本、高性能。

(三) 太阳能 LED 灯控制器

(1) 充电部分，可以实现蓄电池三段式智能充电，最大限度保护蓄电池。同时可按太阳能光伏电池最大功率点方式、CVT、直充三种可选方式充电，提高太阳能电池板的利用效率。

(2) 调压输出功能，小型化变流器技术，恒电压控制。

(3) 单片机智能卡式的程序控制，具有光控点灯、照明定时和能量消耗管理、蓄电池保护功能。面板带编码开关，可实现不同逻辑、程序功能，方便运行。

(4) 实现了低成本、高性能。

3 效益分析

(1) 厂家投资 50~80 万元，以产品销售或承揽国家光明工程和乡村道路照明工程形式，约一年收回成本。

(2) 适合太阳能光热厂家，拓展太阳能产品的覆盖面。

4 合作方式

商谈。

综合利用可再生能源的跨临界二氧化碳循环空调及热泵热水系统

1 成果简介

能源和环境问题日益严峻，必须寻求更合理有效的利用和节约能源、保护自然环境的方法，以实现可持续发展。发展节能减排与资源综合利用技术，对于缓解能源与资源约束具有重要意义。城市人口密集，居民冬季取暖、生活用热水、洗浴中心等都需要消耗大量能源；而目前供暖大部分都采用煤或天然气等一次能源，能源利用率比较低；另外，主流热水器大都利用高品位的电能和燃气等直接加热获得仅 40~50℃ 的沐浴用热水，存在着较大的能源浪费。随着环境问题的日益严峻和能源结构的调整，经济、清洁地解决居民采冷、取暖、热水使用是保护环境、推进节约型社会建设所必须解决的问题。

二氧化碳作为一种天然物质，对环境没有不可预见的负作用，是理想的绿色制冷剂；土壤源热泵是一种节能且对环境无害的绿色供暖空调技术；太阳能是地球上一切能量的主要来源，也是一种无污染、无穷无尽的自然能源。本项成果的目标是综合利用太阳能、地源，发展出经济、节能、高效的跨临界二氧化碳空调及热泵热水系统，能够为普通用户、居民小区、楼宇、洗浴中心等场所提供供冷、供暖和热水服务。

2 性能指标

跨临界二氧化碳空调及热泵热水系统能够用于室内供暖、室内供冷、供热水；冬季向室内供暖时热泵系数 3.1，夏季向室内供冷时制冷系数 2.1；系统有多种工作模式，能够合理的利用太阳能、土壤能等可再生能源。

3 应用说明

本项成果将根据城市特点对跨临界二氧化碳系统进行参数优化匹配，研究提高系统性能系数；综合利用当地的太阳能、土壤源等可再生能源，针对城市普通用户、居民小区、楼宇、洗浴中心等场所，研制出经济、节能、高效的跨临界二氧化碳空调及热泵热水系统，提供供冷、供暖和热水服务。

4 效益分析

该项成果一方面能够开发使用可再生能源，节约能源、提高能源利用率、减少温室气体的排放，提高空气质量；另一方面，能够实现二氧化碳的资源化利用，因而具有重大的经济效益和社会效益。

5 合作方式

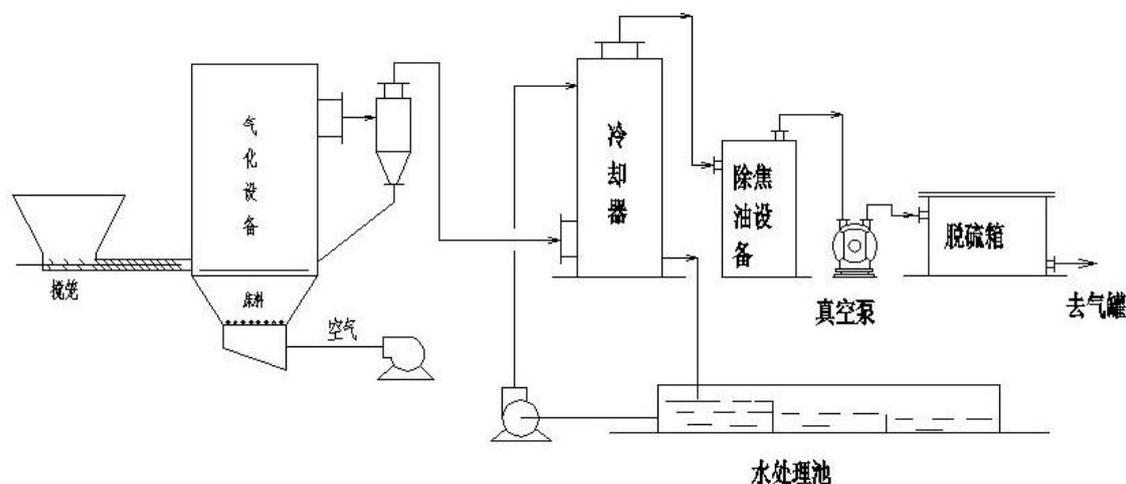
商谈。

循环流化床生物质秸秆气化技术

1 成果简介

循环流化床生物质秸秆气化技术是利用农作物的秸秆、谷物加工后的皮壳、树木枝条、柴草等生物质为原料，经发生炉缺氧燃烧而生产可燃性气体。由于其原料资源广泛，可再生，成本低，既节能又环保。被誉为是不见炊烟起，能闻饭菜香的绿色环保能源。随着社会主义新农村建设步伐的加快，生物质秸秆气化技术的开发与应用已成为广大农村改善生活和环境的必然趋势，是助推新农村建设的富民工程。

生物质秸秆气化工艺系统由秸秆热解气化装置和燃气净化系统组成，见下图。



(1) 气化装置

生物质热解气化装置采用循环流化床气化炉，空气从底部布风板吹入，将布风板上的砂子热载体吹至悬浮状态（流化态），生物质在热载体体内同空气进行气化反应，反应温度一般控制在 800°C 左右。在气化气出口处，设有旋风分离器，使产出气中含有的大量固体颗粒分离出来。分离后，通过料脚，使这些固体颗粒返回流化床，再重新进行气化反应，这样提高了碳的转化率。生成的气化气从旋风分离器上部出口排出进入净化系统中。

(2) 净化系统

在净化系统中，燃气经过水洗塔降温，并进一步除尘后，进入电捕焦油器和脱硫塔，最后进入气柜备用。

(3) 污水处理

冷却水经沉淀池澄清循环使用，煤气站用水不外排。当沉淀池焦油浓度加大时，部分水送入焚烧炉燃烧。

2 技术指标

气化燃气质量可以达到：

产气量： $200 \text{ Nm}^3/\text{h}$

含焦油： $<10 \text{ mg}/\text{Nm}^3$

含尘： $<10 \text{ mg}/\text{Nm}^3$

含硫化氢： $<20 \text{ mg}/\text{Nm}^3$

3 应用说明

生物质秸秆燃气工程主要是将农作物秸秆、柴草、谷壳、锯末等可燃烧的生物质填入制气炉内后，瞬间便产生足量的优质燃气供燃烧使用。这种由生物质转化的气体燃烧时，几乎不排放烟雾和粉尘，连续投料连续产气，既保证炊事用气，又解决了农村环境整洁。其主要技术特点是：

(1) 经济适用。生物质秸秆燃气工程，充分利用了广大农村现有的燃烧物，实现了“一人烧火，全村做饭”，经济适用性比其他燃气方式无法比拟的。因秸秆气化后热能利用率可由 30% 提高到 70% 以上，农民生活用能成本大大降低。

(2) 使用方便。秸秆燃气工程从发生炉机组到用户，一律走地下管道，通过计量表后，开栓即用，不受时间、用量等限制。

(3) 原料易得。凡柴草、秸秆、谷壳、玉米芯、锯末、刨花、树木枝条等可燃农林植物均可做原料。在农村真是取之不尽用之不竭。

(4) 节能环保。秸秆燃气工程由于气化率高，基本没有烟雾排放，所以空气无污染，生态得保护；

(5) 焦油含量低。热解温度较高（800℃），所产燃气焦油含量低；

(6) 开机操作方便。停炉压火，第二次开机即可使用。

4 合作方式

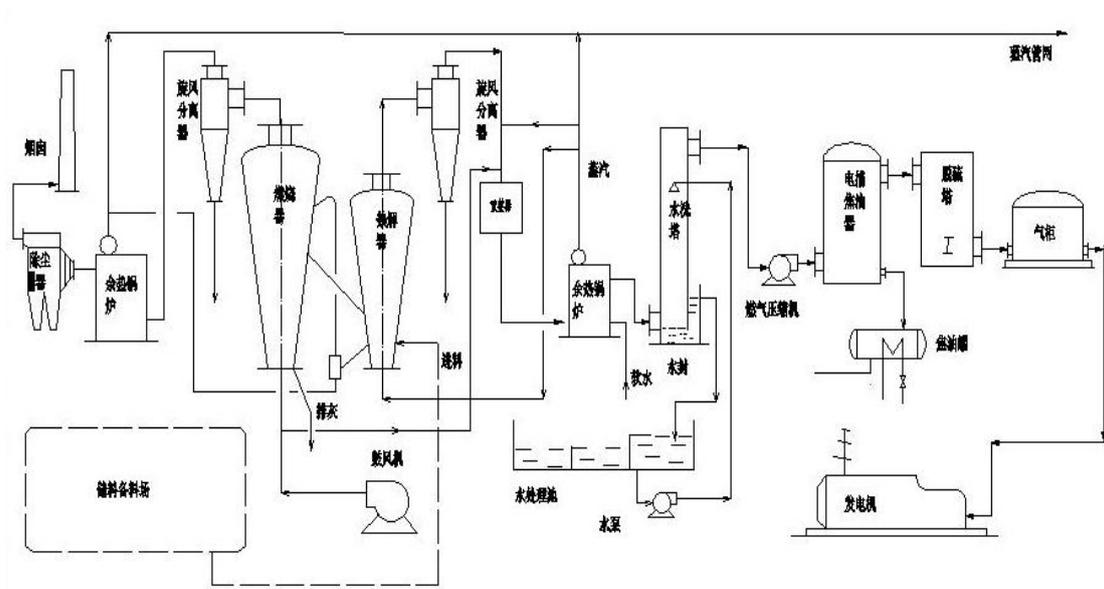
商谈。

循环流化床生物质气化发电技术

1 成果简介

循环流化床生物质气化发电技术利用生物质本身的能量，将其转化为可驱动发电机的能量形式，再按照通用的发电技术发电，然后直接提供给用户或并入电网提供电能。由于生物质可以循环利用，从长期来看，减少了 CO₂ 的排放；而且其平均含硫量约只有煤炭的十分之一，减少了 SO₂ 污染。

循环流化床热解气化发电工艺系统由秸秆热解装置、燃气净化系统、余热回收系统和烟气净化系统组成，见下图。



(1) 循环流化床热解装置

循环流化床秸秆热解装置包括燃烧器和热解器。秸秆从热解器进料，秸秆被高温热载体加热，释放出燃气并生成固体的焦炭；放热后的循环热载体与秸秆热解生成的焦炭由热解器的底部流出，经提升管送入燃烧室。燃烧器为一带有旋风分离器的流化床，焦炭在燃烧器中燃烧放热，并使热载体升温。载体经非机械控制阀再次进入热解室，为秸秆热解提供热量。循环热载体按照上述流程周而复始地流动，以维持物料平衡和供热平衡。物料平衡由非机械控制阀和提升管的操作控制得到保证，使得系统正常运行；热量平衡由秸秆热解后所剩余的焦炭燃烧放热保证，必要时可在燃烧室加入少量的秸秆作为辅助燃料，以保证热载体的温度。燃气经两级旋风分离器将固体颗粒分离，经余热回收系统进入燃气净化系统。

(2) 净化系统

在净化系统中，燃气经过水洗塔降温，并进一步除尘后，进入电捕焦油器和脱硫塔，最后进入气柜备用。单台装置可供 2.0MW 的内燃发电机组发电，或供 15000 户（每户按 3~4 人口计）生活用气。

(3) 污水处理

冷却水经沉淀池澄清循环使用，煤气站用水不外排。当沉淀池焦油浓度加大时，部分水送入焚烧炉燃烧。

(4) 烟气排放

余热锅炉侧的烟气采用袋式除尘器除尘，所排烟气含尘量小于 50mg/Nm³。

2 技术指标

循环流化床气化燃气可以达到：

产气量：1500 Nm³/h

热值：>12MJ/Nm³

含尘：<10mg/ Nm³

含焦油：<10mg/ Nm³

含硫化氢：<20mg/Nm³

机组秸秆消耗 2.5t/h，发电 2.0MW，副产饱和蒸汽 2t/h (145℃)。

3 应用说明

本系统产气量 1500 Nm³/h 发电 2MW，可以为农村城镇提供电能，也可以作为乡镇企业的自备电厂，另外，气化燃气热值大于 12 MJ/Nm³ 属于中热值燃气，可以直接作为工业和居民使用燃料。

4 效益分析

经济效益有两个方面，一是气化设备用户的效益，二是设备生产商的效益。根据国家鼓励政策，秸秆发电每 kWh 上网电价上浮 0.25 元。该装置满负荷运行后，每年发电量为 1.44×10⁷kWh，每年除正常电价收入外，可以多收入 270 万元。设备生产商可从产品的销售中得到较好的利润。

5 合作方式

商谈。

流体机械高效安全运行研究

1 成果简介

本课题主要围绕国家重大水利水电工程建设，探索流体机械前沿学科方向。研究成果：发展了水轮机和水泵机组全流道流动分析理论与多目标流道优化设计理论，发展了流动诱导的关键部件刚强度和动力特性分析方法，提出并总结了水电站机组运行区划分理论方法与工程应用方法。结合电站工作需要，开发了电站图档管理软件、机组虚拟仿真装配软件。研究成果应用于多个电站和泵站，取得很大社会效益，获得了水利部大禹水利科学技术奖等奖励。近 5 年来，总结研究成果发表论文 92 篇，其中可 SCI 检索 7 篇，EI 检索 45 篇。

2 技术指标

(1) 发展了水轮机和水泵全流道流动分析理论与多目标流道优化设计理论，不断地在水电站和泵站机组工程实践中总结提高。在多个泵站和电站的转轮及流道优化设计中，采用先进的设计理念，设计出了功率、效率及空化性能优良的转轮和流道。深入研究了水轮机水泵全流道内不定常流与空化流等计算模型与数值方法对计算结果的影响，通过混流式、轴流式、离心式、贯流式等多种类型机组流动特性计算与实测结果比较，极大地提高了压力脉动特性和空化流动分析精度。

(2) 发展了水轮机水泵关键部件刚强度和动力特性分析方法，丰富提高了流动诱导的机组故障诊断理论技术水平。深入研究了不定常流动下的流场与部件结构动力场无缝衔接技术，总结发现了水轮机转轮等关键部件在水力动载荷作用下的动应力和疲劳裂纹特点。

(3) 拥有大量精品优质测量设备，能进行机组效率试验、振动试验、摆度试验、压力脉动试验、噪声试验、动应力试验等项目的专业测量。

(4) 通过理论计算和现场实测综合研究了不同工况下的机组运行状态，在水轮机行业

完整提出并实践了考虑振动、空化和动应力等特性的安全运行区、过渡运行区和禁止运行区的划分理论和方法。

3 应用说明

(1) 针对混流式水轮机的压力脉动做了大量的研究工作，计算分析了三峡右岸、小浪底、万家寨等电站机组，分析了尾水管内涡带引起的桨叶正背面压力脉动情况，得出尾水管内涡带的频率与桨叶正背面压力脉动的频率之和等于转动频率，为转轮动应力特性理论计算和实测结果分析打下基础。

(2) 2005~2007 年，主持完成了国家 863 项目“新型潮汐发电模型机组优化设计与研制试验”，对双向潮汐发电机组成功进行了水力设计、模型试验、真机试验、三维非定常的流动计算，对正反方向水轮机、水泵和泄水六种工况及过渡过程中的流动特性进行了深入研究，积累了潮汐机组过渡过程中非定常流动的仿真分析与实测的经验。模型试验测得水轮机模型机组最高效率为：正向水轮机为 86.3%，反向水轮机为 80%，经 IEC 标准相似换算后水轮机真机最高水力效率为：正向水轮机为 89.4%，反向水轮机为 84%。研发的潮汐发电机组已成功应用于江夏潮汐试验电站，经过试运行，各项指标全部达到设计标准，这一成果为加速我国清洁能源发展走出了重要一步，研究项目获得了国电公司科技进步一等奖。

(3) 2004 年某电站在机组投产不久后就出现机组机架严重超标的问题，导致轴瓦烧毁等严重事故，通过现场实测和理论计算的方法，确定了机组振动的振源，发现上机架与机组的超速转频形成了共振，通过对多个改造方案进行理论计算，确定了方便施工且省时的改造方案，改造后的实测结果表明，机架水平振动值减小了 90%以上，施工时间的缩短和改造的成功为电站创造了可观的经济效益和社会效益，研究项目获得了华电公司科技进步二等奖。

(4) 针对某大型轴流式电站桨叶操作机构活塞杆的多次疲劳断裂问题，通过多工况不稳定的水力计算和活塞杆动应力计算，确定了其断裂原因为机组长期运行在偏工况区，而该区活塞杆的动应力非常大，并且不同结构形式的活塞杆其动应力也有很大差别，使长期困扰电站正常运行的故障得以清晰的分析。

(5) 针对万家寨水电站和小浪底水电站大型混流式机组与水口电站大型轴流转桨式机组的运行区划分原则及划分处理方法进行了深入研究。研究表明，水电站机组运行性能有共性更有个性，既需分析影响或反映机组运行性能的各个参数的分布云图，更需分析确认影响每台机组安全运行的最关键因素的分布云图，这样运行区既可反映机组综合运行性能，又将使得机组避开直接影响安全运行的危险区域。确保电站运行调度中有依可据，既可提高运行安全性，又可提高综合运行效率。

(6) 结合电站实际技术数据管理和技术人员培训的需求，开发了图档管理软件和机组虚拟仿真装配软件，受到了万家寨、水口、新安江等电站的一致好评。

4 效益分析

本研究成果经过了万家寨、小浪底、水口、周宁等多个电站的实际应用，取得了巨大的经济效益和社会效益。采用本研究成果后，机组在安全区运行的时间大大增加，而会造成机组严重破坏的运行时间大大减少，从而有效缩短了小修和大修时间，可延长大修间隔期，减少事故次数。机组运行安全性增加后，减少了运行成本投入和维修人员的工作量；机组运行安全性增加后，还会使噪音振动减少，极大地改善了工作环境，由此带来巨大的社会效益。经过万家寨、小浪底和水口等水电站的统计，在应用本研究成果后，电站每年可直接获益8000万元以上。

5 合作方式

商谈。

环保节水型冷却塔

1 成果简介

为解决工业及民用湿式冷却塔水损失量大、对周边环境有水雾污染以及寒冷冬季发生冰冻等问题，研制了环保节水型冷却塔。该节水型冷却塔可适用于炼油、化工、化肥、电力、冶金、纺织等行业循环水的冷却处理，以及机场、办公楼宇等建筑物中央空调系统的散热等。

环保节水型冷却塔，是从冷却塔整体的节水节能考虑，通过引入空气预冷器对循环水进行非蒸发降温，实现了减少填料层处水分蒸发降温负荷，干段与湿段的降温负荷经过优化分配，并且与风机运行特性曲线相耦合匹配的一种节水型冷却塔。

该节水环保技术成熟，已经在中国石油吉林分公司聚乙烯厂等工程成功运行，并经过西安热工研究院检测，实际运行及检测结果表明：节水效果显著，环保性能良好，已具备广泛推广应用条件。

本技术不仅直接用于建新塔，还可以方便地用于现役老塔的改造，如中国石油集团公司吉林分公司聚乙烯厂，就是在老塔现有上部空间加装空气冷却器，而其他结构及配置等未改动而实现了老塔变新塔的技术改造。

该技术已经通过河南省科技厅鉴定，并被推荐评审为“2009年国家重点环境保护实用技术”。

2 应用说明

环保节水型冷却塔，是具有自主知识产权的环保节水新技术，该技术已成功应用于实际工程。该技术的优势主要在于：

(1) 由于引入的空气冷却器承担了部分冷却负荷，减少填料段的蒸发冷却负荷，减少蒸发水损失以及相应的排污水损失，从而节水，特别是在北京及以北地区具有显著的经济效益；

(2) 塔出口处空气的含湿量和露点温度较常规湿式冷却塔大大降低，故可有效减少或

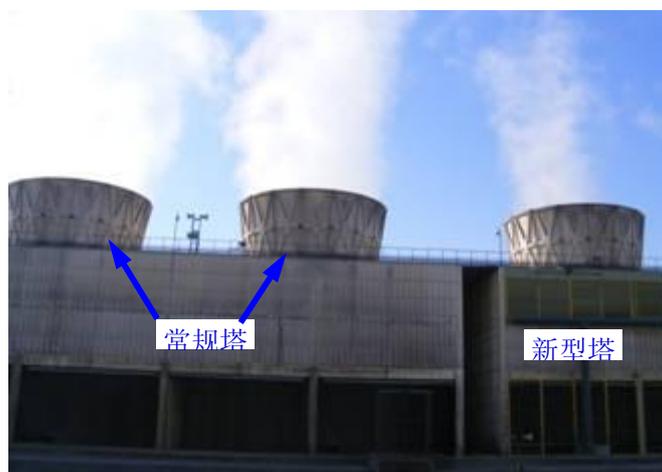
消除塔出口水雾，减少其周边设施和设备的腐蚀，可有效延长设施和设备的使用寿命，同时水雾的减少，周边气候得以改善，有益于环保；

(3) 0~90°可调式自动百叶窗，可根据季节气温变化调整开度，结合调控喷水阀门可消除严冬的冻堵及结冰等难题，延长冷却塔的使用寿命，节约冷却塔的维修费，同时消除了安全隐患，改善了工作环境；

(4) 减少了污水排放量，节省相应的污水处理费或排污费。



鄂尔多斯工程新型塔及常规塔运行外观



吉化工程新型塔及常规塔运行外观

已使用的工程：

中国石油集团公司吉林分公司乙烯厂

鄂尔多斯集团公司联合化工厂

内蒙古伊东干馏煤综合利用项目

3 效益分析

针对我国北方部分地区全年气候变化情况，对环保节水型二代冷却塔进行了综合经济性的计算分析，结果表明：在北京地区的气候条件下，对于需要将 60000 m³/h 的循环水从 42℃ 降至 32℃ 的工程，采用 15 台 4000m³/h 新型塔可在保证全年满足降温要求的前提下，与常

规湿塔相比, 每年可节水 $3.8 \times 106 \text{m}^3$, 第一年就可收回多支付的设备投资, 而且可净节省资金约 1000 余万元, 从第二年起每年可净节省资金约 1700 余万元; 在北京以北地区则有更好的节水效果和经济效益。该技术已成功应用于实际工程, 结果表明: 呈现良好的防结冰、降雾、节水效果, 具有良好的综合经济性及环保效益。

4 合作方式

商谈。

电站锅炉运行优化控制系统

1 成果简介

随着市场竞争的不断加剧, 热电厂要求不断降低生产成本以提高其产品竞争能力, 还要求降低污染排放。锅炉的污染排放主要是烟气中的 SO_2 和 NO_x , 其中 SO_2 的排放量主要由燃料的性质决定, 无法进行调整和控制, 而 NO_x 的排放量却可以通过运行调整和设备改造进行优化调整。因此降低锅炉运行成本, 主要在于提高锅炉运行效率, 降低烟气 NO_x 排放。

提高锅炉运行效率, 降低 NO_x 排放, 传统的做法是进行锅炉设备的改造, 如进行锅炉受热面的改造, 燃烧器的改造, 但这种方式存在下列缺陷:

- (1) 投资大;
- (2) 要求锅炉长期停炉施工;
- (3) 由于对锅炉进行较大的改动, 因此可能会对锅炉的安全运行产生影响。

因此对锅炉设备进行改造具有较大的风险, 要求较大的投资。近年来, 随着在线检测仪表的发展和运用, 自动控制理论和应用, 人工智能技术的发展和运用, 以及锅炉自动控制的改造、可控性的提高, 清华大学自行研发了采用软件技术进行锅炉优化运行的控制技术, 实践证明, 这种采用软件优化运行的技术具有成本低、效果快、适应性强的特点。

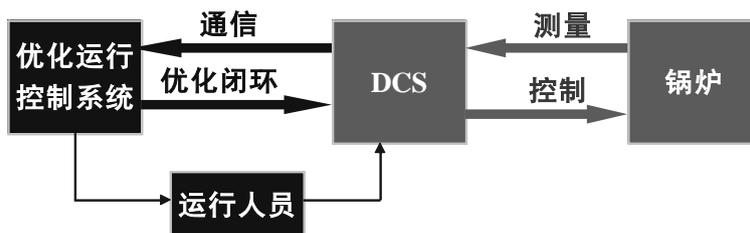
根据锅炉运行经验可以知道, 锅炉运行性能, 即锅炉运行效率和 NO_x 排放, 受到诸多因素的影响, 包括负荷、煤质、煤粉细度、一次风量、二次风量、磨煤机出口温度, 给粉机偏置、烟气含氧量等。对于固定的锅炉、固定的煤种, 在某一负荷下, 目前锅炉运行在线可调的仅是一次风量、二次风量、磨煤机出口温度、给粉机偏置、烟气含氧量等, 这些量都是 DCS 里的控制回路设定值, 或者是运行人员手工操作值, 这些量决定了锅炉运行性能。

但由于下列原因, 目前我国电站锅炉普遍存在运行效率低、 NO_x 排放偏高的缺点:

- (1) 锅炉热力优化试验时间间隔较长;
- (2) 锅炉经常进行设备改造而导致锅炉状态偏离热力试验的状况;
- (3) 有些锅炉燃烧的煤种不稳定;
- (4) 由于运行中的积灰、结渣、漏风等问题而使设备状况偏离试验工况;
- (5) 燃烧系统运行并没有按热力试验结果运行, 具有很大的随意性。

鉴于上述原因, 目前我国的电站锅炉普遍存在较大的优化空间和节能潜力, 清华大学通

经过多年的研究开发了具有自主知识产权的运行优化控制系统。



锅炉运行优化控制系统工作原理图

该系统由稳态优化和动态优化两个主要功能模块。稳态优化包括神经网络模型和遗传算法两个关键技术，通过现场正交性能试验的数据建立神经网络模型，把实时采集的现场参数、优化操作量的约束条件和用户定义的优化目标带入神经网络模型，运用基于最优保留的遗传算法得到最优操作量设定值，再传给 DCS 完成执行机构的自动调整。稳态优化的实现是要经历一个过渡过程，过渡不好对燃烧的经济性和稳定性都会造成负面影响，为此我们就在系统中添加了动态优化部分。动态燃烧优化是指把稳态优化得到的性能参数作为设定值，运用预测控制器实现的闭环优化控制。此外，我们的燃烧优化系统还能实现多目标的优化，用户可以选择三种优化方式，分别是：指定 NO_x 排放上限的锅炉效率最高，指定锅炉效率下限的 NO_x 排放最少，运行成本最低。

2 技术指标

通过锅炉运行优化控制系统，能够实现锅炉运行性能的闭环优化控制，并达到下列技术指标：

- (1) 锅炉运行效率提高 0.5% 以上；
- (2) 锅炉烟气 NO_x 排放至少降低 10%。

3 应用说明

随着市场竞争的加剧，热电企业迫切要求降低其生产成本，以提高其核心竞争能力，对于锅炉而言，降低生产成本要求提高运行效率，降低 NO_x 排放。我国绝大部分热电企业都是燃煤机组，都有锅炉运行优化控制的需求，只是是否有合适的成熟的技术。

目前我国热电企业普遍进行了 DCS 控制改造，设备的可控性得到大大的提高，DCS 作为优化控制系统的控制执行层，为锅炉的优化运行控制提供了良好的物质基础。该系统已在国内多个电厂得到了成功应用，某 35 万“W”型火焰燃煤锅炉的应用验收报告显示该系统平均提高锅炉效率 0.69%，某 30 万前后墙对冲燃煤锅炉的应用验收报告显示该系统平均提高锅炉效率 0.49%。

4 效益分析

一台 10 万火电机组，如果锅炉运行效率提高 2%，则蒸汽原煤耗约降低 2% 左右，目前热电厂蒸汽原煤耗平均 150kg/t，则生产 1 吨蒸汽可降低 3kg 原煤，以每年 400t/h 负荷运行 4500 小时计算，原煤作 230 元/吨计算，初步估计可以节省人民币 124.2 万元人民币。

5 合作方式

商谈。

中央空调用末端净化系统

1 成果简介

随着经济技术的发展，在民用建筑中，中央空调的使用也越来越多，广泛应用于宾馆、商场、办公楼、医院、制药车间等方面。最近，国家已经要求制药（包括兽药）企业的成品车间以及中间体生产车间的环境达到 GMP 标准。这些均需要对输入的空气（灰尘、细菌以及有害气体）进行净化。而在目前的中央空调末端送风系统中，主要采用过滤的方式来净化灰尘，对细菌和有害气体特别是甲醛，甲苯等还没有建立有效的方法。

近年来，随着纳米技术的发展，光催化技术领域为室内空气的净化的应用前景十分广阔。由于光催化技术不仅可以完全净化空气中的有机污染物，同时还具有很强的广谱杀菌性能，并具有效率高成本低对环境和人体无害的特点，在小环境的净化上显示出重要的应用前景。

清华大学在光催化技术上进行了多年的研究，利用在材料制备、催化剂制备以及环境分析方面的优势，在光催化技术的研究上取得了突破性的进展。目前，已经申请国家发明专利 10 项。在新型光催化剂的研究以及室内空气净化器应用研究上具有创新成果和先进技术。

2 技术指标

- (1) 空气中细菌杀灭率达到 99%；
- (2) 甲醛净化率达到 80%。

3 应用说明

对于中央空调净化系统：主要由过滤除尘系统，光催化杀菌净化系统，和电控系统构成。由于光催化反应净化系统仅需要紫外光源和光催化剂，因此其结构相当简单，很容易和中央空调的末端送风系统结合起来。使用金属和布基丝网膜光催化剂，利用 UVA 和 UVB 紫外光源（30~40W）。可水洗；空气处理量： $5\text{m}^3\sim 10\text{m}^3/\text{min}$ ，适合 $20\sim 30\text{m}^2$ 的空间净化，时间 10min。采用 220V 交流电源。功能：过滤灰尘，杀灭空间内空气中的细菌和病毒，净化空间内的甲醛、甲苯以及汽油味等有毒气体以及异味。可应用于楼寓净化、无菌病房、无菌车间、无菌养殖基地等需要无菌空气的场合。

工作流程：

进风→过滤→光催化剂 1→紫外光源→光催化剂 2→紫外光源→光催化剂 3→出风

4 效益分析

目前，已有成熟的技术和工艺。该技术发展的整机成本在 400 元左右，市场接受价格在 800~1200 元之间，具有较高的利润空间。由于是新技术，需要较强的市场开拓能力。

5 合作方式

成果转让。

催化燃烧一氧化碳（CO）净化器

1 成果简介

在北方农村和小城镇，目前冬季供暖主要采用煤的直接燃烧进行热量的提供。该种供热方式的特点是设备简单，价格便宜以及燃料价格便宜，适合普通家庭生活使用，其存在的缺陷是：

- （1）安全没有保障，由于煤的不完全燃烧会产生大量的一氧化碳（CO），使得 CO 中毒事件年年都有发生；
- （2）有大量的有害性有机物产生，污染空气环境；
- （3）燃烧效率低，能源利用率还有待提高。

清华大学科研人员利用催化燃烧的原理，在稀薄空气的条件下，通过催化氧化作用促进燃烧过程中产生的各种有机物在催化剂床层上进行催化燃烧，使得这些有机物完全燃烧，从而解决 CO 的中毒问题和不完全燃烧有机物的空气污染问题，同时也可以提高煤的利用效率。

2 技术指标

我们研究开发的催化燃烧催化剂主要是基于稀土复合氧化物的新型催化剂，特点是催化效率高，使用温度低，价格便宜并可以固载化在金属载体和多孔陶瓷载体上，可以与燃烧器配合集成使用。

- （1）一氧化碳（CO）的净化率达到 90% 以上；
- （2）可挥发性有机物（VOC）的净化率达到 80% 以上；

3 应用说明

对于家庭供暖系统，一般直接采用煤球燃烧炉，在其烟气部分具有很高的温度（300 度），催化净化器可以直接安装在炉子的燃烧器上面。利用尾气的热量保持催化净化器的温度，使得未完全燃烧产物在催化净化层产生低温燃烧，彻底净化其有害气体。

4 效益分析

由于结构简单，不需要其他化学药剂，具有装置成本低和使用安全的特点。目前，已有成熟的技术和工艺。该技术发展的催化燃烧器成本在 20 元左右，市场接受价格在 40~50 元之间，具有较高的利润空间。由于是新技术，需要较强的市场开拓能力。

5 合作方式

成果转让。

利用微藻细胞工程技术生产生物柴油

1 成果简介

生物柴油即脂肪酸甲酯，是一种可生物降解、无毒的可再生能源。由于石油资源的枯竭以及环保法规的加强，世界各国正积极开展对生物柴油的研制和生产。自 1988 年以来，欧

洲许多国家已开始将生物柴油作为传统柴油的替代品加以利用,但由于原材料成本较高,使得生物柴油的价格高于传统柴油。因此选取合适的、低成本的植物油脂作为原料生产生物柴油是其发展的总趋势。

藻类具有光合作用效率高、环境适应能力强、生长周期短、生物产量高的特点,因此藻类是制备生物柴油燃料的良好材料。异养生长不仅可以提高生长效率,还有利于藻细胞内某些代谢产物如脂类等的积累,获得高脂肪含量的微藻,从而可降低生物质生产和油脂生产的成本。然而目前有关生物柴油制备的研究基本上都集中于蔬菜油如大豆油、葵花子油以及油菜籽、木本植物油脂等方面,未见异养微藻油脂制备生物柴油的报导。

生产生物柴油最常用的方法是酯交换法,即在植物油中加入一定量的甲醇,加热至一定的温度,在催化剂(酸,碱或酶)作用下,反应生成脂肪酸甲酯,并分离出副产品甘油的过程。将这种酯交换反应技术与异养转化细胞工程技术整合,我们提出利用细胞工程技术获得大量异养藻油,再利用这些异养藻油制备出高质量生物柴油,该方法已经获得成功。研究结果表明,利用异养藻油脂通过酸催化的酯交换反应可获得与传统柴油相当的生物柴油,其应用价值更高。

本项目的技术路线及理论成果已经经过国际权威杂志组织专家审查,并于2006年发表在该领域权威杂志 *Bioresource Technology* 上,且该项目成果的应用技术部分已经申请和获得国家3项发明专利。

2 技术指标

利用细胞培养技术(异养发酵技术)控制有机与无机碳、氮源的供给,获得叶绿素消失、细胞变黄的异养小球藻。异养小球藻细胞中油脂类化合物大大增加,蛋白质含量下降。与未经转化的自养藻相比,异养藻细胞的粗脂肪含量提高了4倍以上。完成一个批次的细胞工程周期为7天左右。

利用独创的淀粉酶解和两步法半无菌培养技术,以淀粉为原料发酵生产富营养油脂,完成实验室规模的全部工艺,与常规制备技术比较,成本下降5~8倍,油脂含量达99%以上。

本发明成果属于生物工程与能源领域的一种利用微藻油脂制备生物柴油的方法。在微藻油脂中加入一定量的甲醇,加热至一定的温度,在酸催化剂作用下,反应生成生物柴油。微藻生物柴油的密度为 0.864kg l^{-1} 、粘度 5.2×10^{-4} (40 °C)、热值高达 41 MJ kg^{-1} ,这些特征与传统柴油相当。

3 应用说明

利用细胞工程的方法进行小球藻异养转化和培养来制备高油脂细胞并生产生物柴油是一项技术含量高,就极具市场价值的项目。但由于小球藻的异养转化和培养需要消耗大量的有机碳源,而其中实验证明最好的有机碳源是葡萄糖。成本问题因此凸现出来,在扩大生产规模中降低成本,尤其是降低有机碳源的成本,是实现该技术商品化的关键。而本项目通过长期实验研究,已集成了与控制成本相关的核心技术,从而为最终通过生物工程技术生产生

物柴油提供了科学可行依据，具有良好的应用前景。

4 效益分析

经理论分析，该项技术同时具备良好的经济效益和社会效益。该技术既已完成了实验室内的中试，当前迫切需要开展中试生产研究，解决降低生产成本和扩大生产规模的问题。一旦中试结束，即可获得规模化生产的投入与产出数据，使经济效益分析具体化。

5 合作方式

该技术已经申请专利，技术所有权归清华大学。为尽快实现该技术的商业价值，目前需要与合作方共同进行中试生产研究，最终核定中试规模上的生产工艺、成本核算及最终效益分析。由我方提供关键技术、研究人员，由合作方提供研究、中试资金与条件，双方共同完成中试规模的研究，研究成果双方共享。在有关利益分配问题经协商达成一致的基础上，合作方享有优先生产权或对该技术的专有使用权。

甲醇燃料电池——21 世纪绿色发电装置

1 成果简介

甲醇燃料电池是将燃料甲醇通过电化学反应直接转化为电能的发电装置，具有体积小、重量轻、系统结构简单、燃料来源丰富、价格低廉、储存携带方便、安全性高等优点，在便携式电子设备（如手机，笔记本电脑，摄像机等）或电动车的移动电源、军事上的单兵携带电源以及家庭、办公用、医疗、突发事件抢险场所的备用电源等方面具有巨大的市场需求。无论从燃料供应、技术进展还是市场需求等方面考虑，都被业内人士认为是最有可能在短期内实现大规模商业化的一类燃料电池系统。

清华大学通过多年的研究积累以及在国家 863 计划的支持下，对甲醇燃料电池所用的关键材料展开了多项攻关。研制出了具有自主知识产权的高阻醇性甲醇燃料电池专用质子交换膜和高活性的电催化剂，其性能可与进口材料相抗衡。通过对系统集成关键技术的研究，组装了多种规格的甲醇燃料电池发电系统。该系统设计合理，运行稳定、可靠，具有自主知识产权，技术路线和关键技术达到国际先进水平，并于 2005 年 12 月 1 日顺利通过国家 863 项目验收。

2 技术指标

与传统的二次电池相比，甲醇燃料电池具有很高的容量，它的容量是锂离子电池的数倍，电池充加燃料方便，可在很短的时间内完成，从而避免了二次电池充电时间长、电池记忆效应、循环寿命短等带来的使用不便等缺点，很可能在几年后成为新的经济增长点。

甲醇燃料电池作为移动电源与传统电池的比较

	甲醇燃料电池	传统电池
特 点	绿色发电装置，工作温度低、无噪声、隐蔽性好	储电装置，不能发电

安 全 性	安全，没有爆炸性	有爆炸可能
环 保 性	产物为水，电池用毕回收容易，几乎无污染	废弃电池对环境污染严重
待机时间	长	短
使用时间	长，是锂离子电池的 5 倍，并可在短时间内补充燃料继续使用	短
应用范围	手机、笔记本电脑、摄像机等小型电源；电动车用电源；家庭、办公室、医院、突发事故场所等应急电源。	手机、笔记本电脑、摄像机等小型电源
特殊用途	电力供应不到的野外（军用或民用）	
备 注	使电子元件产生革命性的轰动	

清华大学在国家 863 计划的成果基础上，已成功开发出多种规格（5W，30W，50W，150W，300W 等）的甲醇燃料电池样机，产品设计参数如下。

工作环境温度(°C)	-20~40
工作环境湿度	30%~95%
额定输出电压(V)	12~220（可调）
额定输出功率(W)	5~300
寿命(H)	> 3000

3 应用说明

主要应用于：

消费类电子产品；

十到百瓦级便携移动电源：不间断电源，军事用途等；

电动自行车或摩托车。



甲醇燃料电池用于 DVD 播放机



甲醇燃料电池用于照明

4 效益分析

随着电子工业的发展，人们生活水平的提高，各类便携式电子产品将不断涌现，对电池的需求也不断增加。过去十年，由于处理器速度不断提高，耗电量已随之增加 100 倍之多，

而锂离子电池的能量密度仅提高了3倍多，不能满足CPU速度、DRAM容量的要求，现有电池技术发展明显落后。随着运算速度和功能的提高，笔记本或者PDA在追求高性能计算通讯和彩色多媒体的同时，其高电能消耗已成为难以翻越的障碍，而甲醇燃料电池可以很轻松地解决这一难题。

从我国的能源组成上看，石油短缺，煤和天然气相对丰富，而煤和天然气是合成甲醇的主用原料。此外，我国每年还有大量的煤层气和焦炉煤气白白排空而浪费，这些废弃物都可转化为易于运输储存的甲醇燃料。以甲醇作为石油燃料的替代品之一，已经受到国家及地方相关政府部门和企业的重视。作为甲醇的最佳利用装置，百瓦级以上（300W~500W）的甲醇燃料电池现在完全可以满足电动自行车、摩托车的要求，而千瓦级以上（>1KW）的未来用户端主要有电动汽车、家庭、社区及偏远地区的分布式供电装置、热电联供系统。随着百瓦、千瓦级以上甲醇燃料电池的推广应用，将大大改善我国的能源供给结构，为我国经济的持续稳定增长奠定坚实的能源基础。

相对传统一次或二次电池，一方面甲醇燃料电池污染小的多；另一方面，将煤或煤层气、焦炉煤气等转化为甲醇燃料，可大大减少硫化物、氮化物及粉尘颗粒等的排放量，环保效益十分显著。

由于燃料电池是一项融合化学、化工、机械、电子、新材料等多学科的高新技术产品，其产业化将带动形成一支新型产业链，对产业结构升级、拉动就业具有积极意义。

综上所述，甲醇燃料电池的推广应用具有巨大的经济、环境和社会效益，随着国家和社会对其重要性的认识日益深入，其大规模产业化将很快到来。

5 合作方式

商谈。

电力系统安全可靠评估系列软件

1 大电力系统可靠性评估软件包(BESRE-TH)

1.1 成果简介

大电力系统可靠性评估软件包（Bulk Electricity System Reliability Evaluation -- Tsinghua, BESRE-TH）是清华大学开发的用于评估复杂电网的可靠性的分析软件，主要功能模块包括：

- 发输电合成系统可靠性评估软件
- 发输电合成系统元件可靠性灵敏度分析软件
- 发电系统可靠性评估软件
- 可靠性和经济性协调分析

该软件采用面向对象方法，在 Visual C++6.0 下开发，基于可靠性数据库，适用于大规模中高压电力系统的可靠性、经济性评估，为系统规划和运行人员提供定量的科学依据。

1.2 软件特点

(1) 系统可靠性评估软件

发输电合成系统可靠性评估软件的主要目标是评估合成系统向供电点供应电力和电量的能力。由于考虑到所有的单重、多重故障，可以提高计算结果的精度；采用查找双重故障加速表评估多重故障可以大幅度地提高评估的速度，节省了计算时间。本软件计算的可靠性指标包括：电力系统供电中断指数、电力系统能量切除指数、电力系统平均负荷切除值、负荷点平均切负荷次数、负荷点平均负荷切除值、负荷点平均能量切除值、负荷点平均切负荷持续时间等七个。

(2) 系统可靠性灵敏度分析软件

发输电合成系统可靠性灵敏度分析软件的主要目标是获得改善系统可靠性指标的措施。软件以大电力系统评估软件评估结果为基础，分析单一元件（发电机、线路、变压器、电抗器、电容器等）的可靠性参数（故障率和修复率）对系统可靠性指标的影响程度，从而获得系统元件可靠性灵敏度指标，对提高系统可靠性指标提出改进措施。

(3) 发电系统可靠性评估软件

发电系统可靠性评估软件的主要目标是确定电力系统为保证充足的电力供应所需的发电容量。软件故障用递推算法建立概率表，加快计算速度；用等风险度法处理计划检修；负荷模型分别采用两级日负荷模型和小时日负荷模型。主要功能为建立故障概率表、计算可靠性指标，包括 LOLP、EENS、F&D 和 SM 等，提出计划检修的排定建议。

(4) 可靠性和经济性的协调分析

可靠性和经济性协调分析的目标是在寻求可靠性合理的前提下经济性最优的规划、运行方案。运用产电比方法，通过年最小费用分析对多种方案进行优化排序，提供用户进行规划、运行决策的基础信息。

1.3 技术指标

(1) 采用面向对象的软件设计方法，用 Visual C++6.0 语言编制，结构清晰，可移植性强；

(2) 适用于 WindowsNT/98/2000/XP/2003 系列操作系统，人机界面友好，输入输出便捷；

(3) 可靠性数据库后台建立用 Microsoft Access97/2000，前台界面用 Visual C++6.0 实现，可扩充性和可维护性强。

基本使用环境要求：

计算机硬件配置：Pentium 200MMX 及以上 CPU，64M 及以上内存的各种微机。推荐运行配电系统可靠性评估软件采用 Pentium III 350 及以上 CPU、128M 及以上内存。

软件环境：计算机需配备中文 Windows98/2000/XP/2003 操作系统以支持汉字环境，还需配有 Access97/2000/XP/2003 数据库软件。

1.4 应用说明

本软件已应用于东北与华北联网可行性研究，田湾核电站外电网可靠性评估、秦山核电站（一期）外电网可靠性评估等实际工程项目中，软件的可用性得到了较好的证明。

通过软件的计算分析，可获得对目标电网的可靠性水平的综合评价指标，并通过灵敏度分析对网络的薄弱环节进行辨识，从而对电网整改、运行提出建议措施。

本软件的推广应用前景良好，各个大区电网以及全国联网均可采用本软件进行综合方案优化分析。

2 地区电网可靠性评估（DSRE-TH）软件

2.1 成果简介

配电系统可靠性评估软件（Distribution System Reliability Evaluation—Tsinghua, DSRE-TH）采用面向对象方法，在 Visual C++6.0 下开发，基于可靠性数据库，适用于大规模配电系统可靠性、经济性评估，并可对系统运行状态进行分析，为系统规划和运行人员提供定量的科学依据。目前的最新版本是 2.0。

软件功能：

该软件既可以对辐射状配电系统进行可靠性评估，还可以对环网等复杂的配电系统进行可靠性评估。可靠性评估以故障影响分析法为基础，考虑了故障后的潮流及电压约束；潮流分析采用快速分解法；经济分析采用成本/效益分析法。在有关技术规范指导下，运用可靠性数学方法对配电网可靠性进行定量计算，具体包括如下功能：

大规模配电系统可靠性评价。它可以计算出配网负荷点的各种可靠性指标和全系统的可靠性指标：

- 负荷点 i 的平均故障率（次/年）
- 负荷点 i 的平均停运持续时间（小时/次）
- 负荷点 i 的年平均停运时间（小时/年）
- 负荷点 i 由于系统故障引起的评价断开负荷 L （MW）
- 负荷点 i 由于系统故障引起的平均电量不足 E （kWh）
- 系统平均停电频率指标 SAIFI（次/用户·年）
- 用户平均停电频率指标 CAIFI（次/停电用户·年）
- 系统平均停电持续时间指标 SAIDI（小时/用户·年）
- 用户平均停电持续时间指标 CAIDI（小时/停电用户·年）
- 平均供电可用率指标 ASAI
- 平均供电不可用率指标 ASUI
- 电力不足指标 ENS（MW）
- 平均电力不足指标 AENS（MW/用户）
- 平均用户削减指标 ACCI（MW/停电用户）

- 配电系统潮流分析和稳态故障计算
- 配电系统电压水平和功率损耗计算
- 配电系统可靠性经济分析
- 配电系统可靠性数据库

该软件适用于各种类型的地区电网以及大中型企业的区域电网的可靠性评估和分析。在对现有配电网的可靠性进行定量评估的基础上,分析研究配电网的薄弱环节和可用的补救手段,为提高配电网可靠性提供综合解决方案。

2.2 技术指标

(1) 采用面向对象的软件设计方法,用 Visual C++6.0 语言编制,结构清晰,可移植性强;

(2) 适用于 WindowsNT/98/2000/XP/2003 系列操作系统,人机界面友好,输入输出便捷;

(3) 可靠性数据库后台建立用 Microsoft Access97/2000,前台界面用 Visual C++6.0 实现,可扩充性和可维护性强。

基本使用环境要求:

计算机硬件配置: Pentium 200MMX 及以上 CPU, 64M 及以上内存的各种微机。推荐运行配电系统可靠性评估软件采用 Pentium III 350 及以上 CPU、128M 及以上内存。

软件环境: 计算机需配备中文 Windows98/2000/XP/2003 操作系统以支持汉字环境,还需配有 Access97/2000/XP/2003 数据库软件。

2.3 应用说明

本软件已应用于天津城南配电网、燕山石化地区电网等配电网的可靠性分析研究,获得了良好的效果。

以燕山石化地区电网可靠性研究为例,北京燕山石油化工有限公司是隶属于中国石化集团公司的特大型石油化工联合企业,其区域供电网是由两个 220kV 变电站及其 110kV、35kV、10kV 和 6kV 变电站(所)及相应的架空输电线和电缆组成。化工企业的连续生产特点对电网的可靠性,尤其是供电连续性指标提出非常高的要求。电网的安全稳定持续运行,是整个生产顺利进行的基本保障。本项目的目标是通过一系列的可靠性定量计算分析,了解燕山石化电网的可靠性水平现状,为下一步的电网改造工作提供指导性建议。研究表明,经过多年运行后,运行可靠性水平已经大大低于最初的设计标准,电网可靠性迫切需要提高。而且,通过定量的比较分析,从变电站主接线、配电网和架空线防雷三个方面提出了具体的改进措施建议。

2.4 效益分析

本软件的推广应用前景良好。各个地区电网以及各类大中型企业电网的改造分析中均可采用本软件进行综合方案优化分析。对企业而言,电网可靠性的提高会直接带来成本的降低,

经济效益巨大，市场前景看好。

3 电气主接线可靠性评估（SSRE-TH）软件

3.1 成果简介

发电厂及变电所电气主接线可靠性评估软件(SSRE-TH, Station and Substation Reliability Evaluation, Tsinghua University)是由清华大学开发的基于 PC 机和 Windows 系列操作平台的软件，用于水电站/变电所电气主接线可靠性的评估。目前的最新版本是 3.0。

该软件能够对水电站的各种电气主接线方案进行可靠性及经济性评估；同时，通过计算条件的改变，也能够对变电站的电气主接线进行可靠性及经济性评估。在有关技术规范指导下，运用可靠性数学方法对电气主接线可靠性进行定量计算，具体包括两项功能：（1）计算得到电气主接线在各种运行、检修和元件故障组合状态下的停电容量、频次、时间及停电损失等指标；（2）进行电气主接线方案的技术经济综合评价，为主接线方案决策提供辅助信息。

3.2 技术指标

用该软件评估主接线的可靠性，可以得到如下判据的负荷点、电源点可靠性指标和系统可靠性指标。

- 任一回（进、出）线路发生故障停运
- 任二回（进、出）线路发生故障停运
- 用户输入指定的任意组合的高阶故障停运
- 全厂发生故障

可靠性指标涵盖了连续性、充裕度、安全性三方面的指标，包括各种状态下的故障概率、故障频率、故障平均停电时间、期望故障受阻电力、期望故障受阻电能。

3.3 应用说明

该软件适用于 110KV 及以上大中型电厂/变电所电气主接线设计中的方案比较，局部接线比较和主设备的选型比较。也可用于已经投运的电厂/变电所的可靠性定量评估，为运行调度，计划检修安排等提供辅助决策信息。

本软件的用户反馈该软件为设计研究人员的主接线设计工作提供了良好的辅助决策工具。

3.4 合作方式

商谈。

“价廉物美”农村公路的铺筑技术

1 成果简介

据了解，国家在“十一五”期间要新改建农村公路 120 万公里，以基本实现全国所有具备条件的乡镇、建制村通公路，95%的乡镇和 80%的建制村通沥青（水泥）路。本课题研究成果适用于农村铺筑水泥路，尤其适合拥有或邻近粉煤灰、天然火山灰以及冶金矿渣资源的

地区铺筑水泥路,可获得农村公路建设材料费用及造价低廉、使用寿命长久的经济效益与社会效益。

本课题研究成果及其应用技术,是在借鉴了英国、美国、加拿大、澳大利亚等国的先进工程案例的基础上,经过多年来大量试验研究和国内一些工程应用积累的基础上逐渐发展形成的。

在承担“九五”科技攻关重点项目“重点工程混凝土安全性研究”的子专题《掺粉煤灰高性能混凝土综合研究与应用》工作中,我们用不同品种粉煤灰为原材料,以水泥 $150\text{kg}/\text{m}^3$ 、粉煤灰 $200\text{kg}/\text{m}^3$ 为胶凝材料,配制出工作度满足路面施工要求的混凝土,其 3 天抗压强度为 30MPa ; 28 天抗压强度为 50MPa ; 1 年龄期强度高达 80MPa 。以这种混凝土铺筑的重载道面(北京一混凝土公司近 3000m^2 的厂内地坪)经过几年运行期证明其使用性能与耐久性良好。

在公路工程建设领域,我们提供技术咨询服务,自 1994 年以来于广东深-汕等 5 条高速公路建设总长超过 120km 路段的路面混凝土中掺用粉煤灰 20~48%,取得明显提高路面板摊铺的质量(提高路面宏观平整度、明显减少开裂)、减小进口设备损耗并降低水泥用量等技术与经济综合效益;同时还曾为江苏盐城、河南三门峡等省市提供了技术服务,通过试验利用当地廉价的粉煤灰配制并修筑大掺量粉煤灰混凝土路面试验段,以获得良好技术与经济综合效益。

2 技术指标

在原材料和生产、施工条件满足基本要求的前提下,可以大掺量使用粉煤灰渣,配制出满足水泥路建设抗折强度要求的混凝土,还可配制出 7~28 天抗折强度 $\geq 6\text{MPa}$ 的混凝土(强度发展速率与施工季节气温相关),用于铺筑农村公路、市政建设等。采用该技术配制的混凝土后期强度非常高(1 年龄期抗压强度 $\geq 80\text{MPa}$),适用于耐冲磨性能要求高、造价要求低廉的混凝土工程。

3 应用说明

要求用于混凝土的粉煤灰来源质量比较稳定,但对级别没有限制;混凝土生产和施工工艺和设备,例如拌和需采用强制式,搅拌效果良好的搅拌机;混凝土浇注后需要及时以适宜的方式养护等。

本项目技术效益因工程要求和条件而异;经济效益与当地各种原材料比价密切相关。

4 合作方式

提供技术咨询、技术服务等。

挥发性有机物(VOCs)及恶臭气体的生物净化

1 成果简介

该技术的主要原理是利用固定化微生物处理含有苯、甲苯、氯苯、低级脂肪烃、醇、醛、酮等挥发性有机物的有机废气以及含有硫化氢、氨、硫醇、硫醚等的恶臭气体,处理工艺的

核心为生物过滤塔。附着固定在过滤塔填料上的微生物在适宜的环境条件下，利用废气中的有机物作为碳源和能源，维持其生命活动，并将有机物分解为水和二氧化碳，使有机废气得以净化。

清华大学在高效降解微生物的获取、扩大培养；高效生物填料的开发；生物过滤塔内微环境的控制；处理工艺、操作条件和运行管理等方面做了大量的研究开发工作。其技术成果已多次在喷涂、污水处理等行业进行了工程应用，并取得了良好的应用效果和效益。

2 应用说明

该技术适用于涂料与喷漆、有机原料及合成材料、农药、染料、石油化工、炼焦、制药、鞋厂、印刷厂、造纸厂、加油站、养殖厂、污水处理厂、堆肥厂等的废气与恶臭气体的处理，还适用于建材市场、家具城、批发城等大型公共场所的室内 VOCs 处理。该技术在欧洲、日本、美国等发达国家已得到应用。

可处理的挥发性有机物主要包括脂肪烃（低级脂肪烃(汽油)、氯乙烷、氯甲烷）、芳香烃（苯、甲苯、二甲苯、氯苯）、含氧有机物（醇、醚、酮、醛）、含氮有机物（胺）、含硫有机物（硫醇、硫醚）等；可处理的还原性无机化合物主要包括氨、硫化氢等。

3 效益分析

该技术投资、运行费用低，适用于大、中、小规模的各类中、低浓度有机废气和恶臭气体的处理，具有广阔的应用前景和显著的经济效益。

与吸收法、吸附法、燃烧法等传统工艺相比，该技术具有工艺流程短、设备简单、运行费用低、无二次污染等优点，尤其在处理低浓度、成分复杂的有机气体时，具有其他方法不可比拟的优势。在处理低浓度的有机气体和臭气时，生物法的一次性投资是燃烧法的 1/3、吸附法的 1/8~1/5、化学吸收法 1/3 左右；运行费用是燃烧法的 1/20、吸附法的 1/10、化学吸收法的 1/15。

4 合作方式

可以承担各类有机废气和恶臭气体生物处理的技术开发、可行性研究、生物处理工艺的设计、工程施工和运行调试咨询等，欢迎洽谈技术合作、联合进行技术推广。

二甲醚清洁燃料的研究与开发

1 成果简介

二甲醚作为一种重要的清洁能源和环保产品，已引起人们的广泛关注。由于它具有高于普通柴油的十六烷值（约为 55），可直接压燃，并且燃烧过程可实现低 NO_x 、无硫和无烟排放，因此是柴油的理想替代燃料。国内外大量实验研究表明，二甲醚液化后可直接用作汽车燃料，其燃烧效果优于甲醇燃料，除具有甲醇燃料所具有的优点外，还克服了其低温起动性能和加速性能差的缺点。据美国阿莫科石油公司报道，二甲醚燃料具有高效率 and 洁净燃料低污染的优点，可实现无烟燃烧，并可降低噪音，所排放尾气无需催化转化处理就能满足美

国加利福尼亚有关汽车超低排放尾气的标准(ULEV, 是世界上最严格的尾气排放标准之一)。另外, 经济研究表明, 常规技术二甲醚的生产成本略高于柴油, 但其成本和污染都低于丙烷和压缩天然气等低污染替代燃料。类似的研究国内西安交大和国外日本、瑞典等国的研究单位也有不少报道。如能加快开发研究高效低耗的先进二甲醚生产技术和扩大其生产规模, 还可通过提高规模效益和技术进步而进一步降低生产成本, 以提高二甲醚清洁燃料相对于传统燃料的竞争力。因此可以预计, 二甲醚作为汽车燃料有非常好的发展前景。

二甲醚合成可在浆态床反应器内通过甲醇合成和脱水催化剂的共同作用, 使由合成气合成甲醇和甲醇脱水生成二甲醚同时进行。采用浆态床反应器, 通过反应与传热的耦合, 可以利用液相溶剂热容大的优点, 使合成反应过程很容易实现恒温操作。利用液相作为移热介质, 避免了气相法中大量合成气的循环压缩, 降低了能耗, 使得合成气可以达到较高的单程转化率。因可使用小得多的换热面积, 实现液相与反应体系的换热, 一方面使得反应器制造简单, 另一方面可方便地利用反应热来产生中压蒸汽, 能量利用效率高。

另外, 实验还证明, 浆态床二甲醚合成反应过程可有效的利用富碳原料气。富碳气来源广泛, 可以是各种工业煤气化系统合成气, 并且还可以是来自焦化厂的焦炉尾气或炼铁还原炉出口尾气, 因此操作弹性大, 使得浆态法合成二甲醚易于与其他产业相结合, 经济效益可观, 不但可以充分利用能源, 还可减少环境污染。

2 技术指标

清华大学与钢铁研究总院联合提出了“冶金——能源化工联合生产工艺”。该工艺使用非炼焦煤的熔融还原炼铁, 生产高质量的铁水用于后续炼钢, 并且副产大量富碳合成气。而富碳合成气可直接合成清洁能源产品二甲醚。经过初步工艺概算, 联合工艺耗煤 100 万吨, 能产铁 100 万吨, 二甲醚 41 万吨 (相当于 33 万吨柴油), 发电 6.6 亿度。由此带来可观的经济效益和社会效益, 能源利用率提高近 1 倍, 产品能耗下降 60%, 吨钢成本下降 50%, SO_2 排放量降低 99%, 明显改善传统炼铁工业对环境的污染。

3 应用说明

在已有实验室小试研究成果的基础上, 与企业合作现已启动二甲醚生产规模为 3000 吨/年的工业中试研究。中试研究的目的是为下一步建设工业示范装置提供经济和技术的基础设计数据, 进一步完善浆态床一步法二甲醚合成技术。在工业中试成功的基础上, 将在国内选择合适的企业厂家实施建设万吨级工业示范装置。

4 合作方式

商谈。

太阳能扬水与照明综合应用系统

1 成果简介

本科研成果研制出了一种新颖高效太阳能扬水与照明综合应用系统。它利用光电电池把

太阳能转化为直流电源,再用电力电子逆变器和控制技术将直流转变成所需的交流电压和电流,以此驱动电动机,旋转的电动机带动深井水泵,将水扬上来并可储存于水塔中,用于灌溉和人畜饮用。同时,通过直流变换器向蓄电池充放电,储存电能为照明及其他用电所用。该系统具有以下特点:

- (1) 将扬水系统与照明系统有机地结合起来使太阳能得以最大应用;
- (2) 采用最大功率点跟踪控制,使得整个系统始终工作在功率输出最大的状态,从而比原先的恒压控制更有效地利用了太阳能,提高了整个系统的效率;
- (3) 用以数字信号处理器(DSP)为基础的控制系统使之具有更高的运算速度和更加强大的扩展功能;
- (4) 研制出高效变频调速异步电机来驱动潜水泵,这种电机较传统的异步电机更加适合于逆变器供电下的变频调速,具有更大的功率密度和更高的效率。

2 应用说明

采用太阳能扬水与照明综合应用系统既缓解了一次能源危机,又能大大改善生态环境。特别在我国西部地区,采用太阳能光电水泵,把丰富的太阳能和地下水资源利用起来,解决西部缺水、缺电和沙化问题,建设绿色大西北,具有非常广阔的推广应用前景。另外,该系统中的光电阵列、电力变换和电气传动部分还可直接用于阳光电站、太阳能住宅、风力发电及其他绿色工程应用之中。1999年清华大学校园和新疆石河子分别建立了两个示范工程,目前正利用该系统在新疆和田沙漠地区建设“太阳能绿洲生态系统”示范工程。



图1 清华大学内太阳能发电综合应用系统



图2 新疆皮山太阳能沙漠生态系统揭幕



图3 新疆皮山三号太阳能发电站



图4 新疆皮山五号太阳能发电站

3 合作方式

商谈。

风能、太阳能发电系统大规模电能储存和高效转化技术——

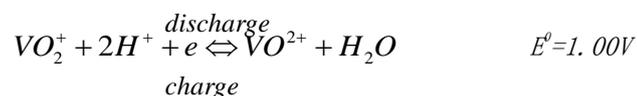
全钒液流电池装置

1 成果简介

全钒氧化还原液流电池（Vanadium Redox Battery, VRB）是一种新型电能储存和高效转化装置，具有规模大、寿命长、成本低、效率高、无毒无害环境友好等特点，适合于在风能、太阳能发电系统作为大规模电能储存和高效转化设备使用。

全钒氧化还原液流电池通过不同价态的钒离子相互转化实现电能的储存与释放，是众多化学电源中唯一使用同种元素组成的电池系统，从原理上避免了正负半电池间不同种类活性物质相互渗透产生的交叉污染。全钒氧化还原液流电池原理如图 1 所示，将一定数量单电池串联成电池组，可以输出额定功率的电流和电压。

正极反应



负极反应

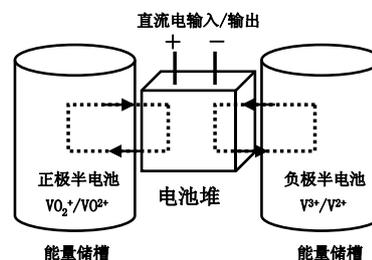
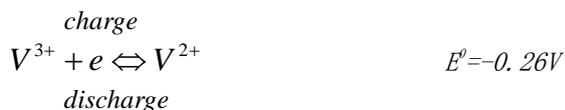


图 1 VRB 系统示意图

全钒液流电池的技术特点为：

规模大：该系统通过改变储槽中电解液容量，能够满足大规模电能储存和高效转化需求；通过调整电池堆中正负半电池的对数和电极面积，满足额定放电功率。

寿命长：电池正负极反应均在液相中完成，充放电过程仅仅改变溶液中钒离子状态，没有外界离子参与电化学反应，理论上可以进行无限次任意程度的充放电循环，极大延长电池的使用寿命。与之相比，现在普遍使用的铅酸蓄电池充电过程中，溶液中的铅离子转化为固态氧化铅沉积在电极表面，放电过程中固态氧化铅电极重新溶解进入液相，充放电过程伴随极板物质的液相/固相转化。为了保证固态氧化铅电极晶型的稳定性，电池充放电程度需要严格控制；电极结构的变化导致电化学性能逐渐劣化，原理上决定了有限的充放电循环和电池寿命。国际上建成的 VRB 实验电堆，经过 13000 次循环充放电，验证系统的稳定性和技术可靠性，其寿命远高于铅酸电池系统。

成本低：在电池关键材料制备研究方面，立足国产化、规模化和低成本化原则，所开发的 VRB 系统成本远远低于燃料电池等化学电源，适合于数百千瓦至数兆瓦容量规模的场合使用。

效率高：由于正负半电池电解液中的活性物质分别储存在不同的储槽中，完全避免电解

液保存过程的自放电消耗，经过优化的电池系统充放电效率高达 75%。

该系统可作为风能、太阳能发电过程电能储存装置；电网的“移峰填谷”装置和大型通讯系统不间断电源，为发展可再生能源提供技术支持。该技术将促进能源高科技发展，为我国能源安全稳定供给提供保障，是欧美、日本等国近年出现的新能源领域前沿技术。

电池系统的安全性主要在于：全钒液流电池在室温附近运行，对材料腐蚀性较弱；充电、放电的电化学反应过程平稳进行，容易实现大规模集中控制。电堆中无运动部件，容易实现安全稳定运行，可靠性高，低噪声、环境友好。

液流电池的缺点主要在于：为了避免钒电解质从溶液中结晶析出，通常使用的总钒离子浓度低于 2M，导致比能量只有 25~35Wh/kg，储槽较大。

专利情况：

实用新型：氧化还原液流电池储能装置用的电池堆锁紧机构，申请号：200520132615.6；

发明专利：一种氧化还原液流电池储能装置的电堆结构，申请号：200510115775.4。

2 技术指标

储能容量：400kWh

输出功率：10kW

最大功率：15kW

能量效率：70%

使用寿命：大于 5 年

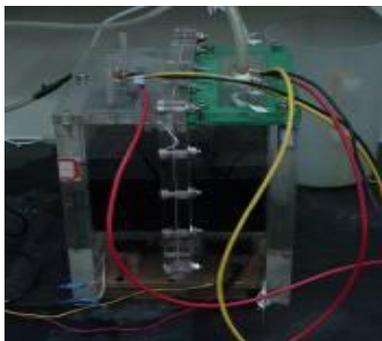


图 1、2 全钒液流电池和自动充放电监控系统



图 3 极板面积 300×500 的液流电池实验电堆

图 4 液流电池系统综合测试平台

2 应用说明

全钒液流电池可应用于：太阳能发电过程储能系统、风能发电过程电能储存与电力调节、电网系统的“消峰填谷”，节能降耗、改善电网安全性和可靠性、大型通讯系统的应急电源等领域。

实例一：日本北海道风力发电系统

开发商：住友电工 (Sumitomo Electric Industries, Ltd.(SEI))

储能容量：1020kwh

输出功率：170kw

最大功率：275kw

投运时间：2001 年 3 月

实例二：澳洲 King island 风力发电系统，开发商：Pinnacle VRB Ltd,

储能容量：800 kwh

输出功率：200 kw

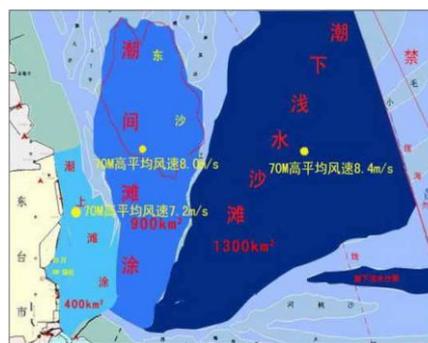
最大功率：400 kw

电解液体积：55,000 升

投运时间：2003 年 11 月



美国犹他州的液流电池储能系统



江苏沿海滩涂风能资源分布图

3 效益分析

增加发电量：\$51,200/年

减少风力透平维护：\$91,500/年

提高发电效率：\$83,200/年

减少系统维护费用：\$23,000/年

总收益：\$248,900/年；VRB 系统资金回收期：3.5 年

全钒液流电池和现有铅酸蓄电池储能系统技术经济比较

项目	全钒液流电池	铅酸蓄电池
能量密度[wh/L]		

理论值	30~47	70
实际值	16~33	12~18
功率密度[w/kg]	166	370
工作温度(°C)	0~40	-5~40
充放电速率比	1: 1	5: 1
放电深度(DoD)[%]	75	25~30%
充放电循环次数 放电到 75%	>13,000	1500
效率[%]	78~80	45
环境负荷	使用金属钒, 无毒	使用重金属铅, 有毒
维护费用[\$/kwh]	0.001	0.02
设备成本[\$/kwh]	300~650	500~1550

4 合作方式

商谈。

燃料电池城市客车研发示范与产业化

1 成果简介

在国家“十五”863《电动汽车》重大专项中，清华大学牵头承担了“燃料电池城市客车”重大项目，同时分别配合一汽、东风、长安三家汽车公司的混合动力轿车项目，承担了其中的核心关键技术——混合动力控制系统课题。经过几年的努力，取得了如下重要进展：

在创新平台方面，建立了具有国际先进水平的新能源电动汽车研发平台与基础设施；组成 100 多人的研发团队，几年来还培养出了 100 多名研究生，20 多名博士后；积累了一系列专有技术，其中包括 50 多项专利，50 多项标准规范，一部专著，一批高水平论文。这些成果奠定了清华节能与新能源汽车工程中心可持续发展的基础。

在核心技术方面，大胆采用与国际同领域权威单位不同的技术路线，开发出了独具特色的能量混合型和功率混合型两种燃料电池混合动力系统，现已成为国际上主流系统构型。在混合动力控制方面，创造了以“清华 ECU”为标志的整套知识产权和系列化核心技术。

在整车集成方面，已研制出“清能 1 号、2 号、3 号、4 号、5 号”共五辆燃料电池城市客车，其主要性能指标（燃料经济性）大大优于国际主流车型。目前，已经经过了 25000 公里的道路考核试验。通过北京国际氢能论坛、上海国际清洁汽车比赛等国际展示活动，已得到国际同行的广泛认可与高度评价。认为国际燃料电池大客车市场最终会被中国占领。

在示范考核方面，发起了面向奥运的北京国际新能源汽车示范工程，完成了北京氢能示范园的规划、设计和审批工作。正在开展一系列示范项目，除 863 氢能与燃料电池客车示范项目外，还包括与英国 BP 合建中国第一座综合加氢示范站，联合国和全球环境基金会北京

燃料电池大客车示范项目，中美面向奥运的氢能示范项目等国际合作项目。示范园位于永丰高科技园区，占地 20 亩，目前正在进行第一期工程建设，2007 年全部建成，其建设规模是目前世界上最大的新能源汽车示范园之一。

在产业化方面，以燃料电池混合动力城市客车技术平台为基础，结合清华在科技部“九五”攻关和“十五”清洁汽车行动计划中所取得的柴油机电控和天然气发动机方面的成果，正在开发以燃料电池混合动力为龙头，包括柴油混合动力、天然气混合动力、氢内燃机混合动力在内的系列化新能源电动城市客车产品技术，通过系列化实现规模化，从而带动高端产品——燃料电池混合动力城市客车的商业化。目前，产业化体系正在逐步完善。

2 应用说明

(1) 完善创新平台

探索国家重点实验室、工程中心、高科技公司三者相互结合和促进的机制与体制，力争成为国家工程中心和国家级检测基地。

(2) 深化技术研究

重点包括氢电安全技术、电磁兼容技术、能量管理技术、整车轻量化技术等，尤其是经过“十五”期间的准备与预研，“十一五”将开展燃料电池发动机系统集成技术攻关。

(3) 优化整车性能

提高燃料电池混合动力城市客车耐久性、可靠性，降低成本。在性能方面，达到与国外主导车型全方位竞争的水平。在性价比方面，达到大大超过国外车型的水平，并在“十一五”末期，率先在全世界实现燃料电池城市客车的商业化。

(4) 开展示范工程

建设完成面向奥运的北京氢能加氢站和示范园，研制生产适合奥运要求的示范车辆，组织运营奥运示范车队，进行相关研究和科普教育，根据示范考核结果制定氢能基础设施和新能源车辆标准法规，在此基础上将示范园技术扩散和推广。

(5) 健全产业体系

形成以新能源汽车动力系统为核心业务的集团公司。2006 年将推出油-电混合动力系统和大客车产品；2008 年将推出气-电混合动力系统和大客车产品；2010 年将推出电-电混合动力系统和大客车产品。“十一五”末期，产值将力争达到三亿元以上，并争取在国外上市。

3 合作方式

商谈。

先进能量管理系统——AEMS

1 成果简介

随着计算机科学和电力系统运行需求的快速发展,电力调度自动化系统技术也在迅速换代。我国各级电网调度所已普遍采用了 EMS 技术。我国电力系统规模和容量的高速扩展使综合国力提升,民生标准的提高对电能的依赖程度日益加大。国家和国民要求各电力公司有电力安全供应的保障体系和节能降耗的有力措施,这就对 EMS 系统的功能和性能提出了更高的要求,要求建立更先进的 EMS,即 AEMS (Advanced Energy Management Systems)。

从功能上看,AEMS 比原有的 EMS 系统主要在如下方面有质的提高:AEMS 可以实现安全运行与经济运行两大根本需求的“多目标寻优”的真正意义上的自动化调度。AEMS 系统拥有能够处理大规模、复杂、非线性系统的多目标优化以及离散操作指令与连续状态相结合的巨维混成系统的能力。其典型特征是:能够处理性质上属高维、非线性;结构上多层;运行方式具有时间离散操作指令和连续动态过程相耦合的特点;时间尺度上涵盖快速过程、慢速过程和稳态过程。

2 应用说明

清华大学将先进的控制理论和电力系统工程实际相结合,系统地提出了构造面向大电网的 AEMS 的理论与方法,进而建立了 AEMS 的分层分布式结构模型,提出了实现多重目标趋优化的设计方法,并将理论成果用于上海电网 AEMS 的构建,在电力系统调度史上首次实现了全系统的自动闭环控制。

◆ AEMS 主要特点:

和传统的时间基的控制方式不同,AEMS 具有事件驱动的特征。事件驱动的属性。其主要特点有:

第一个特点是数字化的表示,它是整个系统运行的基础。数字化的表示主要包括两个方面:一是电力系统模型的数字化表示,包括了电力系统的物理状况(即静态特性)和运行状态(即动态量测);另一方面则是基于事件的控制流程的数字化表示,这包括了事件、控制命令和操作指令本身数字化表示和控制过程的数字化表示。

第二个特点是数据的全局共享,它是智能决策得以实现的基础。为了实现数据的全局共享,需要建立 AEMS 与外部系统实现数据共享的平台。同时,针对 AEMS 各个模块间的数据共享,在系统内部也需要建立相应的数据共享机制,即遵照 IEC61970 标准,采用标准的信息模型和数据访问接口。

第三个特点是全局性智能决策,这里的全局性一方面指决策依据全局性化的数字模型来制定,另一方面则要求决策包含对于全局控制手段的综合利用。智能性体现在它能部分的替代原来需要调度员执行的工作,它的实现依赖于新的分析和控制理论在电力系统中的应用。

第四个特点就是基于混成控制的调控机制,它以事件的产生作为智能决策触发的条件,

以事件的消除作为控制的目标，它以一个简单的机制涵盖了复杂系统的全方位趋优的需求，一方面简化了问题的复杂程度，同时也保证了用其他方法所难以达到的全方位趋优的效果。

第五个特点是强大的可视化功能，AEMS 通过将电力系统实时状态以可视化的方式展现给调度运行人员，进而可利用调度人员的丰富运行经验和专业知识对 AEMS 给出相应的建议，从而提高电网的运行水平。

◆ AEMS 主要功能：

AEMS 事件分析与处理系统是 AEMS 的核心部分。考虑电力系统运行的要求，AEMS 事件分析处理系统从功能上划分主要有 HAVC、HAGC、HALFOC 和 HASC 四个子系统，即所谓“4A”系统，分别对应自动电压控制、自动发电控制、自动低频振荡控制和自动安全稳定控制四个主要的高级功能，如图 1 所示。

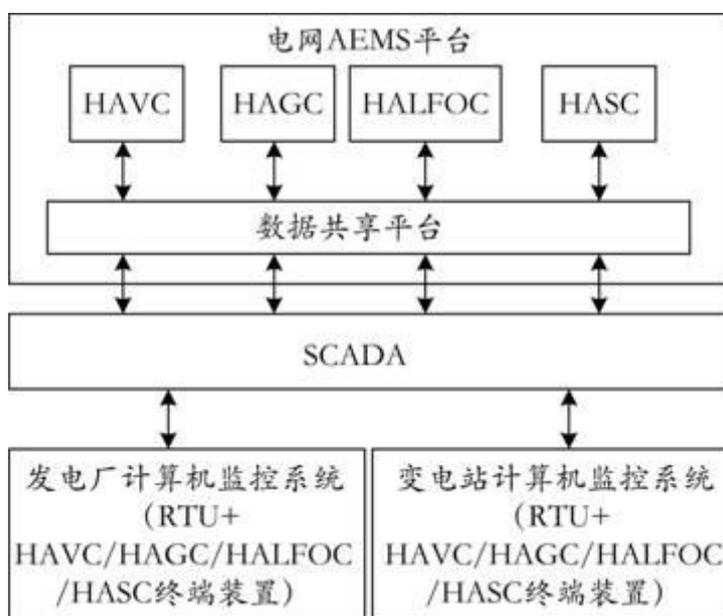


图 1 AEMS 功能模块组成框架

◆ AEMS 可视化简介：

强大的可视化功能是 AEMS 区别于传统 EMS 的重要特点之一。和普通 EMS 人机界面上可视化的概念不同，AEMS 的可视化是基于对系统整体信息、数据进行分析和计算的基础上，将电力系统的总体信息和运行趋势采用图形化的方式表达出来，以供调度运行人员参考。通过这种方式，调度人员可对运行情况有着直观的了解，有利于调度人员对系统运行点与各种运行限制之间关系的把握。进一步，调度人员可利用自己多年的运行经验和专家知识对 AEMS 的运行设置进行修正，使之能更好的满足电力系统多目标优化运行的需要。

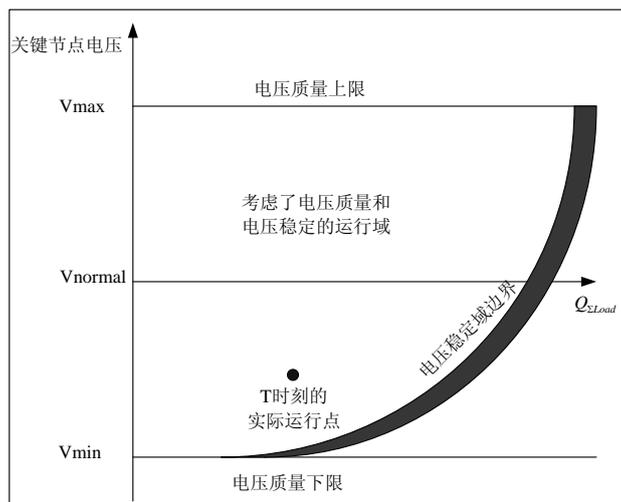


图 2 关键节点空间的电压稳定域可视化示意图

◆ AEMS 软硬件体系结构

AEMS 的硬件结构如图 3 所示。AEMS 的服务器包括两台数据服务器和两台 Web/应用服务器。两台数据服务器及两台 Web/应用服务器均互为热备用。所有服务器操作系统均采用 Solaris 8，数据库服务器采用 Oracle 9i。

AEMS 需要同时进入现有 EMS 网络和 SCADA 网络，并保持一定的独立性。为此，AEMS 启用了两个三层交换机，通过它们分别连接到 EMS 网络和 SCADA 网络。Web/应用服务器、数据服务器都采用双网卡设计，分别与上述两个交换机相联接。这样就可以实现 AEMS 分区网络与 EMS 网络、SCADA 网络之间的相互访问。

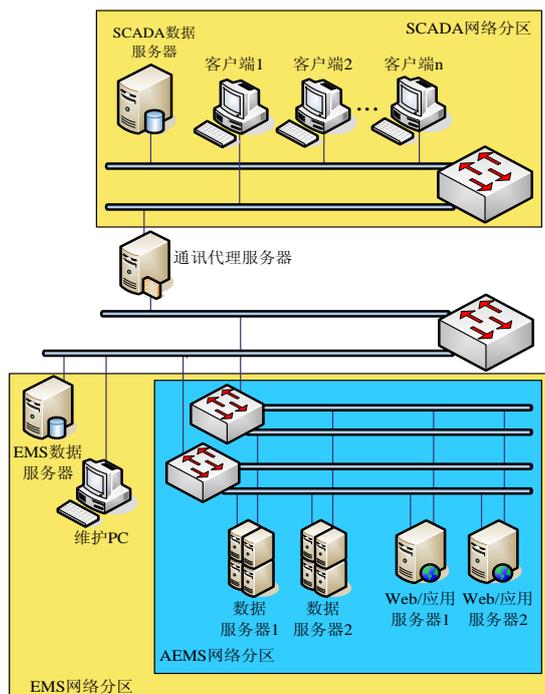


图 3 AEMS 硬件架构

图 4 是上海 AEMS 与外部系统交互图。由图可见,AEMS 不仅需要与 EMS 系统、SCADA 交互;也需要与运行计划系统交互。必要时,还可通过内嵌的前置机子系统,直接与控制对象进行交互。

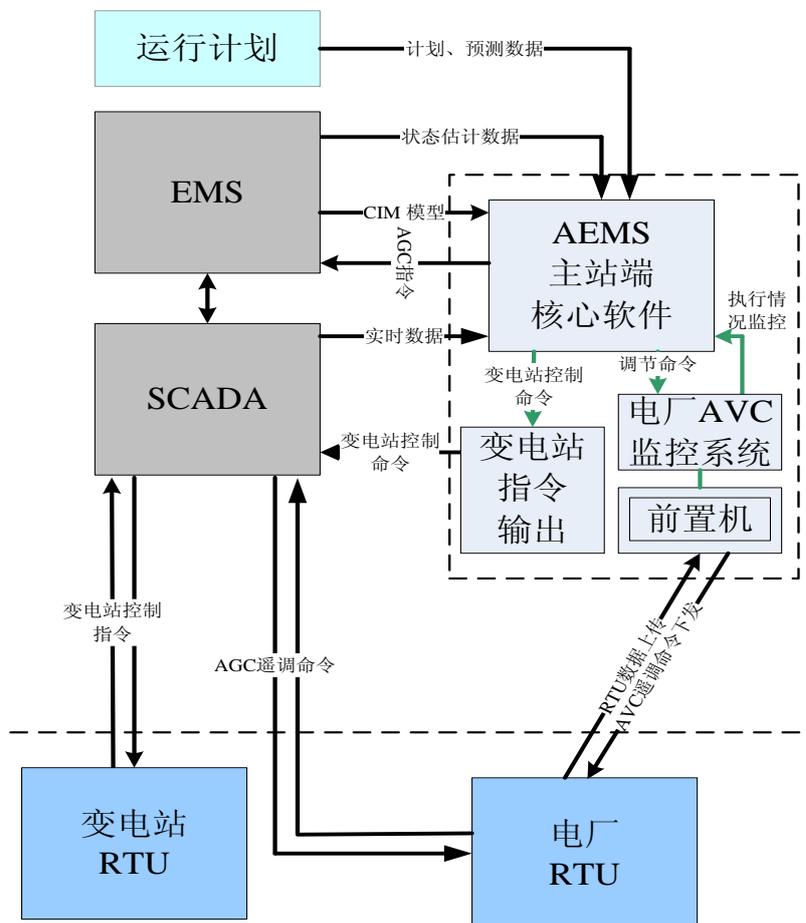


图 4 AEMS 与外部系统接口图

由图可知, AEMS 需要导入的外部数据主要包括:

- (1) 从 SCADA 导入的量测数据。每 3~4 秒一次。
- (2) 状态估计数据。指对 SCADA 系统采集的量测数据(生数据)进行处理后的“熟数据”。若原有 EMS 状态估计效果较差,也可以考虑采用 AEMS 内嵌的状态估计子系统。其数据更新周期根据 AEMS 计算设定来决定,一般为每五分钟一次。

(3) CIM 模型。从 EMS 系统导入,包括了系统元件、连接关系等结构性数据。相比较量测数据,这些数据较为稳定,不易发生变化。当系统元件或连接关系等结构性数据发生变化后, AEMS 采用人工或自动方式更新 CIM 模型。

(4) 计划、预测数据。从运行计划数据库导入。这些数据一般由调通中心的计划部门产生,主要包括:日负荷预测结果、机组出力计划、电厂电压计划、检修计划等。

(5) 控制设备状态数据与执行结果等。直接从控制设备处采集,采样周期一般为 3~4 秒。

综上，AEMS 需要的输入数据可总结为下表。

表 1 AEMS 的输入数据

数据类型	数据来源	采样周期	主要内容	方式
量测数据	SCADA	3~4 秒	各测点实际量测数据	自动
状态估计数据	EMS	根据需要,一般为 5~8 分钟	各测点的估计数据	自动
CIM 模型	EMS	变化后	系统元件或连接关系等结构性数据	自动或手动
计划预测数据	运行计划部门	一般一天一次	日负荷预测计划、日机组出力计划、电压计划等	自动或手动
控制设备状态数据	控制对象侧 RTU 采集装置	3~4 秒	需要的遥信、遥测等信息	自动

目前，AEMS 已经在我国的上海电网得到了很好的应用，二期工程正在紧张有序的开展当中。

3 应用范围

该项技术适用于网、省、区各等级的调度部门，可和现有 EMS 系统配套使用，也可脱离现有 EMS 系统而独立使用。

4 效益分析

以上海电网为例，项目投资 500~1000 万元，按投运后降低网损 0.01 个百分点计算，每年可节约购电费用 $0.3 \text{ 元/kwh} \times 1074 \text{ 亿 kwh} \times 0.01\% = 322.2 \text{ 万元}$ ，投资后两年即可收回全部投资。

5 合作方式

商谈。（技术转让，投、融资）或（技术许可或转让）

TH-ID 多模生物特征（人脸笔迹签字虹膜）身份识别认证系统

1 成果简介

基于生物特征身份识别认证对于反恐斗争和国家安全具有极其重要的作用，成为当今各国竞相发展的研究领域。清华大学选择了具有特色的四种生物特征进行身份认证研究，并成功研制了 TH-ID 多模生物特征（人脸笔迹签字虹膜）身份识别认证系统。该系统包括人脸、笔迹、联机手写签字、虹膜等四个身份识别认证子系统，以及基于统一数据库的利用多种生物特征的多模生物特征融合的身份识别认证系统。在人脸和笔迹等生物特征身份识别认证及其融合上取得了重大突破，整体上达到国际领先水平（鉴定结论）。

TH-FaceID 人脸识别认证子系统，具有抗姿态、光照、表情变化的高性能全自动人脸识别认证方法，首创基于风险敏感 AdaBoost 算法的实时人脸检测和眼睛定位方法，以及基于视觉统计模型的高鉴别人脸识别算法等。实现了在复杂背景下的图像和视频人脸自动检测、

识别和认证，百万大数据库的人脸查询，以及全自动主动识别监控系统（集成人脸检测、跟踪和识别）等。在国际高水平人脸认证竞赛 FAT2004 中，以全部测试指标均获第一而获得“全面性能最优成就奖”。在国家 863 人脸识别认证等评测中，各项指标均获第一。

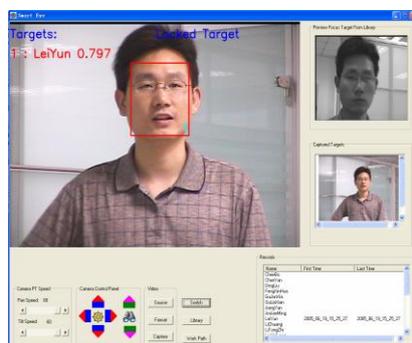


图 1 主动人脸身份识别认证系统实现复杂背景下的人脸检测、跟踪及自动对焦

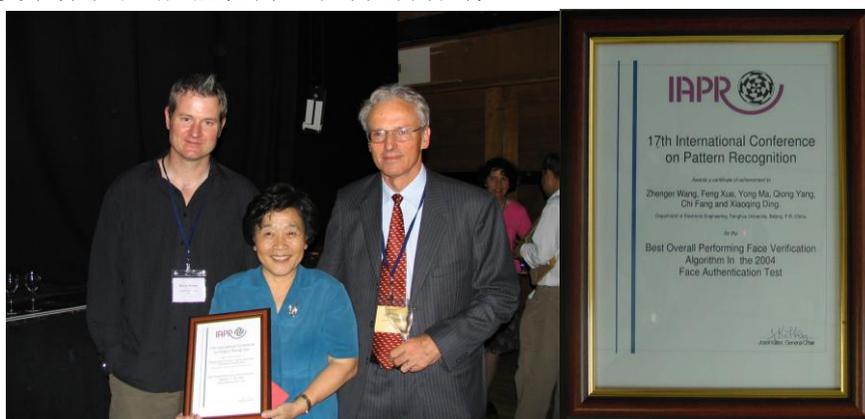


图 2 国际领先水平的 TH-FaceID 人脸识别与验证算法

在国际高水平 FAT2004 评测中以全部第一名获“全面性能最优成就奖”。

TH-WriterID 计算机笔迹鉴别系统，具有独创的基于单个字符的统计笔迹鉴别框架、笔迹鉴别的多个字符的融合方法等。对于样本数大于 4 个的正常书写笔迹，身份鉴别正确率可达 96%；对 4 个字检材集成的身份鉴别正确率可达 99% 以上。

2 应用说明

TH-ID 多模生物特征（人脸笔迹签字虹膜）身份识别认证系统已取得重大成功应用。人脸认证系统已在深圳罗湖口岸（世界最大口岸）和珠海拱北口岸正式投入使用近两年，已验放旅客数千万人次；大规模的人脸数据库查询系统已在公安刑侦中成功应用；人脸识别技术已授权 OMRON、Nokia 等多家公司使用；全自动的笔迹检索系统已应用于国家重要安全项目，公安部物证鉴定中心也成功地用于实际笔迹案例的鉴别，并向全国推广。



图3 TH-FaceID 人脸验证系统

以 97% 高通过率成功地应用于深圳罗湖口岸的首次旅客自助通关系统

3 合作方式

技术授权，产品销售。

基于数据挖掘的短期负荷预测系统——SailingLFP

1 成果简介

随着社会的不断发展进步，电力工业已经成为现代社会的一个重要的支柱产业。作为电力工业的核心部分，电力系统的作用就是尽可能经济的对各类用户提供可靠且质量良好的电能，以满足用户的要求。电能供应的质量高低、可靠与否对国民经济能否稳定持续发展具有重要的意义。

电能具有不能大量储存的特点决定了电能的生产、输送、分配、消费必须同时进行，这就要求在正常运行情况下电力系统的可用发电容量能够满足系统负荷需求。因此，对未来一段时间内电网负荷的预测就成为电网调度部门和规划设计部门所必须进行的工作之一。负荷预测的精度直接影响到电网的安全、经济和稳定运行；在电力市场环境下，负荷预测更关系到市场的平衡与电价的稳定，对发电企业、电网公司的经济利益具有重要影响。同时，负荷预测的精度已经称为考核调度部门工作水平的指标之一。

2 应用说明

清华大学推出了基于 WebService 的一体化短期负荷预测解决方案（SailingLfp）。该方案利用数据挖掘技术对各种非负荷因素（气象、节假日等）对负荷影响进行了分析，提出了一种基于数据挖掘的短期负荷预测算法，该算法具有预测精度高、计算速度快、便于升级等特点；并在此基础上实现了一整套基于 WebService 架构的短期负荷预测解决方案——SailingLfp。

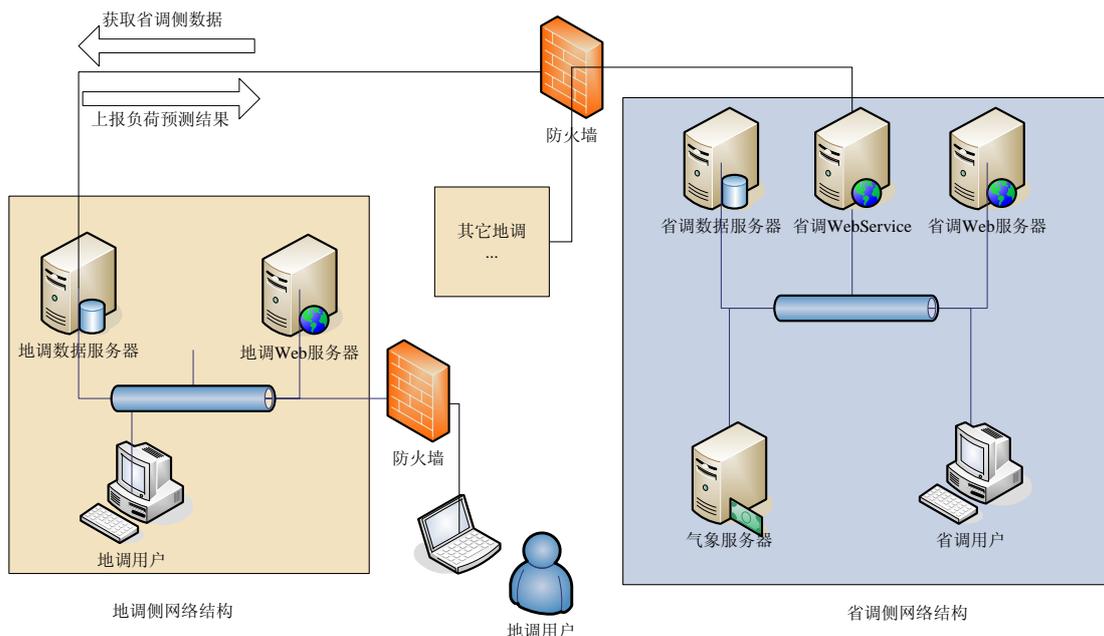


图 1 基于 Webservice 的 SailingLfp 网络结构图

◆ SailingLfp 主要功能:

- 负荷预测: 采用新的短期负荷预测算法对负荷进行预测;
- 负荷分析: 利用3D图形化接口对历史负荷数据进行分析查询;
- 地区考核: 对所属各个区局的预测结果进行考核, 报表生成;
- 气象信息: 对历史气象信息和预测气象信息进行查询、比较;
- 假日设定: 根据实际情况对节假日进行设定;
- 用户管理: 对短期负荷预测系统的用户进行管理, 设置权限、功能等。

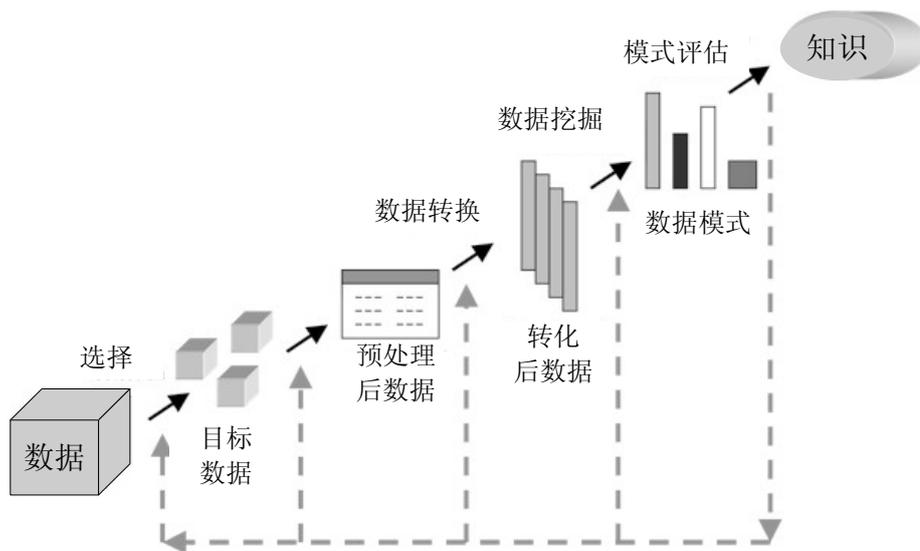


图 2 利用数据挖掘技术分析数据

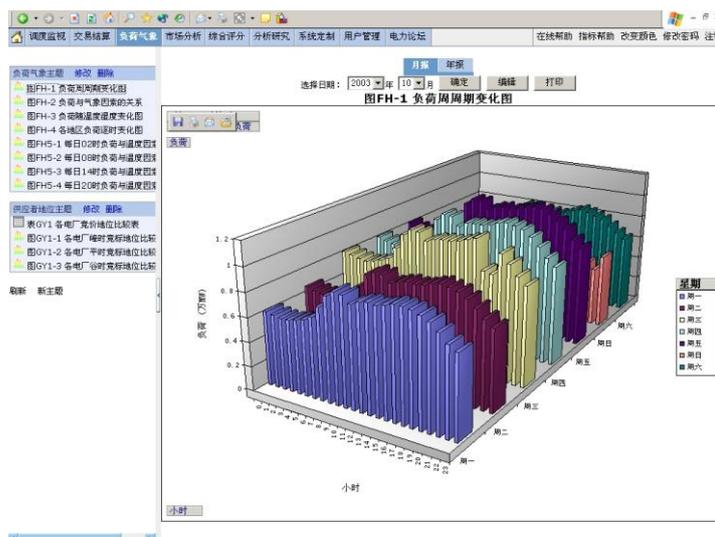


图 3 3D 历史数据分析功能（演示）

◆ SailingLfp 特点

- 预测精度高
- 利用数据挖掘技术，有效考虑气象因素
- 知识库采用文件格式存放，便于升级和维护
- 识别坏数据方法准确、可靠
- 节假日、特殊日经特殊处理，精度大幅提高
- 数据传输通过WebService进行，不受防火墙约束
- 2D、3D图形接口，便于人工修改，体现负荷预测人员专家知识



图 4 基于 Web 的负荷预测界面（演示）

◆ SailingLfp 实例

- 先后应用于内蒙、河南、湖北、上海等多家省级电网
- 广泛应用于各级供电部门
- 在上海电网的应用（2003年度），获华东四省一市负荷预测第一名。
- 获上海电网公司科技进步奖二等奖

3 应用范围

该方案适用于从区调、省调（市调）到网调不同调度部门的具体要求，可以方便的完成气象、历史负荷数据读取、历史数据分析、多级调度部门负荷预测、下级调度部门负荷预测结果上报、考核、报表生成等功能。

4 效益分析

SailingLFP 的投运必将大大提高短期负荷预测的精度，这对调度测计算日发电计划极为有利。可有效减少不必要的旋转费用，降低购电成本，达到节能减排的目的。同时短期负荷预测精度的提高对于提高调度部门的考核指标也具有至关重要的作用。

5 合作方式

商谈。（技术转让，投、融资）或（技术许可或转让）

无线信号机控制系统

1 成果简介

无线信号控制系统改变了传统交通信号灯的信号控制方式，以无线通讯代替有线线路，使得信号机对交通灯的控制实现无线化。在安装及检修信号灯时，不需要开凿路面，埋设线路，降低了信号灯的安裝难度和安裝成本。通过设计完善的通讯及控制协议，系统具备自动侦测断路及故障的功能，在报警的同时还可以自动启用备用控制方案，大大加强了交通信号控制的稳健性和安全性。

控制系统由 1 台主控机和若干台从控机构成。主控机接收交通信号机的控制信号，向从控机发送无线控制指令；每个从控机接收主控机的无线控制指令，对某一特定方向的信号灯进行控制，形成控制系统。由于采用无线连接，系统维护方便，在增加和减少控制相位时，仅需修改控制参数即可，而不必再进行路面施工埋设线路。系统的结构示意图如图 2 所示：

系统的无线通信作用距离可以达到 200 米，且几乎适用于所有类型的公路路口，并可以应用于铁路、机场等场所，具有广阔的应用前景。

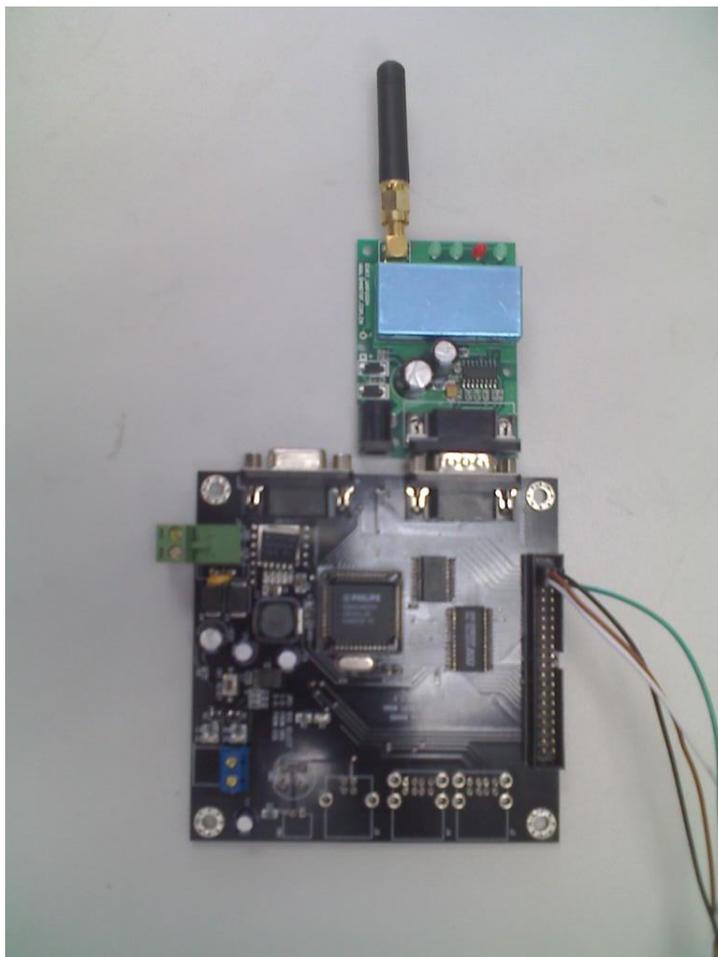


图 1 无线信号控制系统

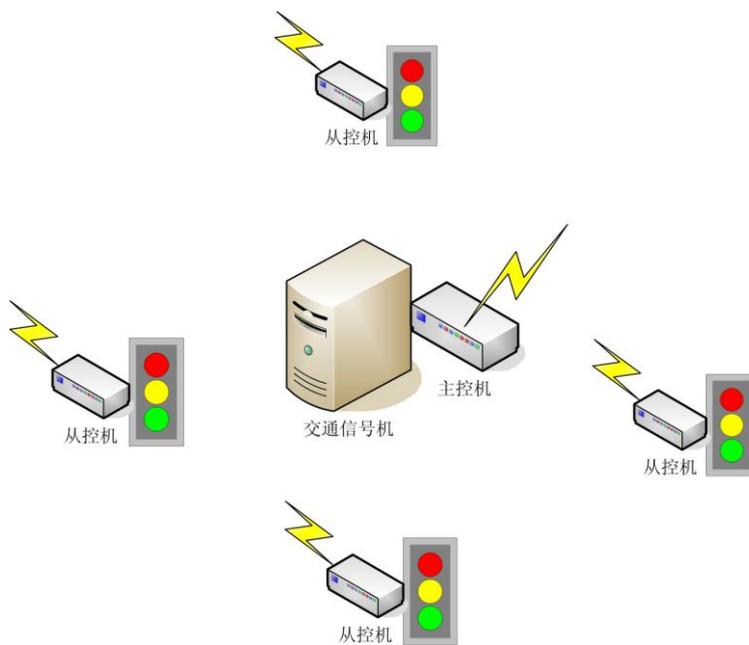


图 2 无线信号控制系统结构示意图

2 合作方式

商谈。

短波段通信信号识别和盲接收

1 成果简介

电子和通信技术的飞速发展带来通信业务快速增长，空间频谱分布越来越密集，通信信号样式日益丰富且越来越复杂，这对无线电信号分析和监测技术不断提出新的挑战。传统的基于人工侦听的方式虽然对模拟调制和 FSK 信号等具有很高的识别能力，但效率很低且对日益增长的数字通信业务不具备处理能力。通信信号自动识别和盲接收技术基于现代信号处理技术，通过高速计算机（或 DSP 等运算器件）对截获的空间采样信号直接处理，通过参数估计和特征提取实现信号调制类型识别，并根据需要以全数字方式实现信息解调。当前，通信信号自动识别和盲接收是实现无线电监测和通信侦察的主要手段，该系统可完全基于软件无线电平台构建，系统核心能力体现为软件形式的参数估计、调制识别和盲解调算法，表现为非常灵活的形式，可紧跟形势的不断变化和通信技术的新发展。

2 应用说明

本成果主要针对信道条件非常恶劣，情况极为复杂的短波段，实现通信信号识别、参数估计和盲解调，主要技术指标如下：

- (1) 频谱范围：3~30M（地波和天波传播方式）；
- (2) 主要信号样式：AM 广播、SSB（单边带调制语音）、CW、FSK（进制 2、4、8）、串行单音 PSK（进制 2、4、8）、并行多音 DPSK（主要有 8 音、12 音、16 音和 39 音等），以及各种混合调制和干扰等；
- (3) 数字信号码率：50~2.4k 波特；
- (4) 总体识别概率：信噪比>10dB 时，正确率>95%；
- (5) 成果方式：离线分析系统（软件），或在线识别和分析系统（软件+硬件）。

3 应用范围

该项技术主要应用于短波段无线电频谱监督、通信侦察和软件无线电，经过进一步开发也可推广到超短波和微波段。

4 合作方式

商谈（技术许可或转让）。

LDPC 编译码器专用芯片开发

1 成果简介

低密度奇偶校验码（Low Density Parity Check Code，简称 LDPC 码）是一种采用超稀疏矩阵作为校验矩阵的分组纠错码，具有性能逼近 Shannon 限、译码复杂度较低、结构灵活等特点，相对于其他信道编码技术具有明显的优势，已广泛应用于航天通信、光纤通信、卫星数字视频、音频广播和磁介质高密度存储等领域。LDPC 码已经成为第四代通信系统(4G)

强有力的竞争者，而基于 LDPC 码的编码方案已经被下一代卫星数字视频广播标准 DVB-S2 采纳。

清华大学对 LDPC 编译码器理论及算法的研究已有八年的历史，获得多项国家发明专利。并在 LDPC 码设计、应用方面取得了多项丰硕的成果，同时对 LDPC 编译码器的应用市场有充分的了解，和国内外众多客户建立了良好的信任关系。

2 应用说明

目前，国际、国内应用的 LDPC 码主要是基于 FPGA（可编程逻辑器件）实现。由于 FPGA 的价格因素，使得 LDPC 码的推广应用还仅限于一些高端应用领域，在众多的移动通信、卫星数字视频广播及通信系统中个人终端设备中还无法应用。具有高可靠性和高性价比的 LDPC 编译码器专用芯片目前市场还是空白，基于技术及市场的需求，LDPC 编译码器专用芯片一旦开发成功，其市场前景将极为广阔。

3 效益分析

LDPC 编译码专用芯片设计针对军用、民用、航天三个不同的应用领域，开发出三个层次的专用芯片，即宇航、军品和商用等级，满足不同的应用领域需求。相信在资金投入充裕的前提条件下，将能够在半年内设计出系列专用的高性能 LDPC 编译码器芯片，并迅速占领国内市场并有望进军国际市场，从而为投资者带来丰厚的回报。该专用芯片具有体积小、可靠性高、价格低、耗电少、应用面广等特点，其研究开发也是一门综合技术，包括同步技术、多路复接技术、校验比特生成技术、ASIC 设计技术等。今后知识产权很大一部分就体现在芯片上。可以说，开发具有自主知识产权的 LDPC 编译码专用芯片是实现高性能无线信道编码技术广泛应用与产业化的基础，具有很高的技术入门门槛，别人要抄袭模仿是很困难的。

4 合作方式

合作企业通过投资入股，成立联合技术研发公司，实现 LDPC 编译码专用芯片产品的开发和应用型技术产品的生产。

视频交通事件检测系统

1 成果简介

视频交通事件检测系统在实时交通流视频图像分析的基础上，检测多种交通事件，并进行报警和数据记录。能检测的交通事件包括：

- 逆行：机动车在车道上与正常交通流的方向相反行驶
- 自由流停车：快速路上高速行驶的车辆违章停车或低速行驶等行为
- 拥堵：大部分的车辆速度过低时，形成局部的阻塞，车流低于最低限速
- 排队超限：在指定的两点间，道路上车辆排队将两点间的道路基本占满
- 遗撒：单件物体从机动车洒落或面状物体洒落

- 行人闯入：行人进入高速公路、城市快速路或其他封闭的机动车专用道

本系统由视频采集装置—摄像头、图像采集卡、视频处理装置—主机以及硬盘录像机组成。通过路口摄像头得到实时路口的视频数据，经过一个视频多用复用器分两路，一路送往IDS检测主机，进行事件检测，一路送往硬盘录像机，对视频数据进行备份纪录。

本系统对交通事件报警敏感度高，基本上很少漏报事件；对于恶劣交通环境有很强的适应能力，在遇到恶劣天气时，误报较少。

本系统可应用于各路口和路段特别是封闭路段的交通事件检测，实时地提供道路部分交通流信息，为交通控制、管理及研究提供可靠的依据。

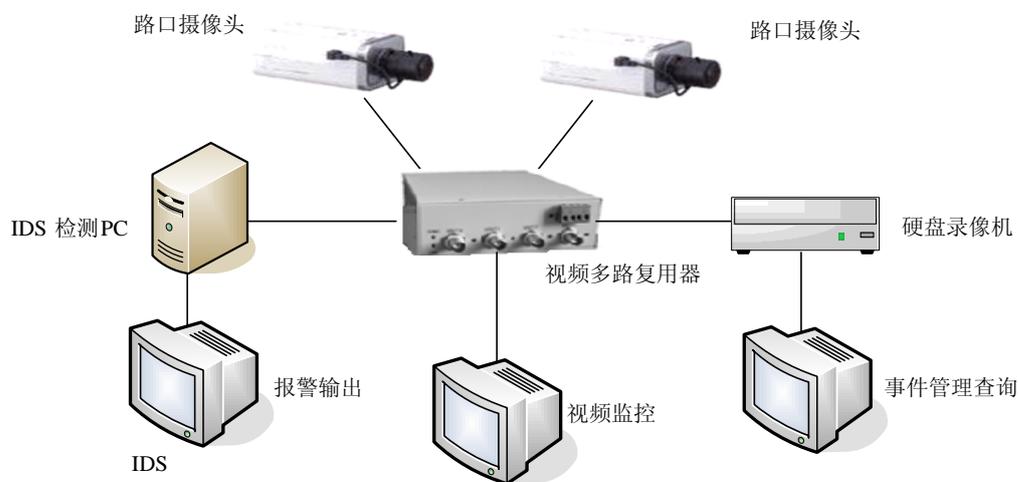


图 1 交通事件检测系统硬件结构

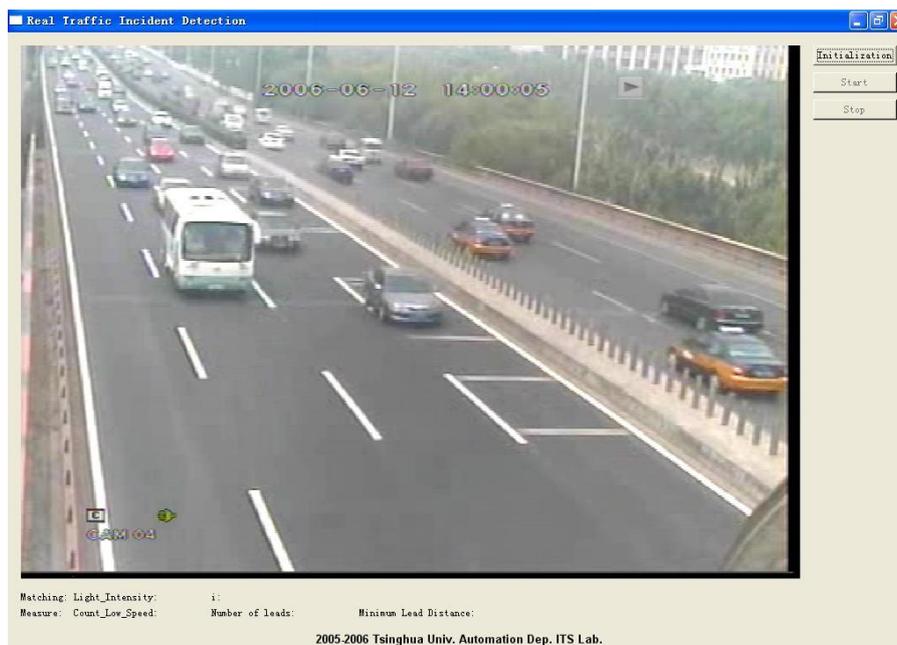


图 2 运行界面



图 3 实验结果

2 合作方式

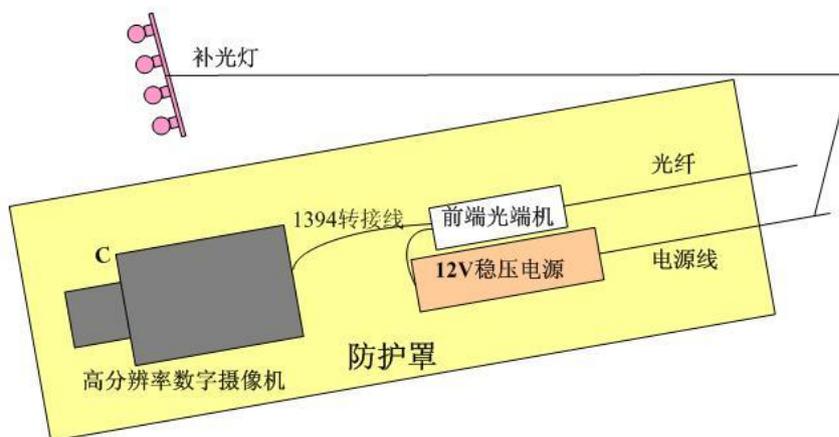
商谈。

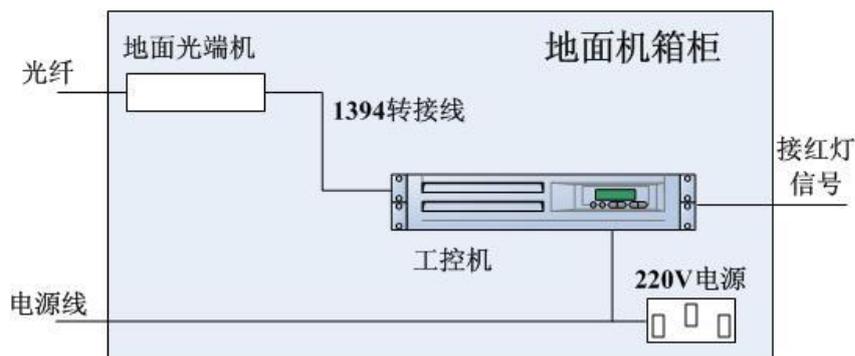
基于高分辨率摄像机的新型交通违章检测系统

1 成果简介

基于高灵敏度和高分辨率数字摄像机的新型交通违章检测系统是一种方法创新、技术先进的违章检测系统。该系统仅使用一只高分辨率数字摄像机就可以对同方向的双车道车辆进行监控，图像不仅清晰（可以进行牌照识别），还可覆盖信号灯和车道全景，信息丰富，记录翔实。

系统结构如下图所示：





该系统具有以下功能和特点：

(1) 记录违章过程，提供有力的执法依据：系统拍摄场景同时覆盖了路口车辆和信号灯，通过对车辆行驶过程的拍摄获得可以清晰辨识牌照的车辆违章前后的全景图像，同时图像中清楚地显示信号灯的状态，信息详尽完整，为处罚提供严谨的执法依据；

(2) 高灵敏度、高分辨率摄像机成本降低：与同类产品相比，本系统采用自行设计的高灵敏度、高分辨率摄像机，提高违章拍摄的灵敏度和精度，一台摄像机可以替代传统的2-3台模拟相机，大大方便了安装和使用，降低了系统成本；

(3) 软件检测技术先进，功能丰富：系统可以手动设置检测区域，并集成了先进的车牌定位和车牌OCR算法，实现对车辆信息的精确识别；

(4) 记录翔实：系统记录完整的车辆违章过程图片序列，连同详细的违章场景信息和车辆牌照号都进行存储和管理。

系统适用于车道数小于4车道的大城市次干道以及中小城市的车道交通检测。目前本系统已经申请了国家专利，并在多个路口使用，效果良好。





2 合作方式

商谈。

混合交通特性分析、仿真及干预措施研究平台

1 成果简介

混合交通特性分析、仿真及干预措施研究平台为一套基于交通流视频数据提取、处理、建模、仿真和对比分析的软件产品，利用该软件可以完成关于混合交通流研究的相关内容，包括交通流视频分析和数据提取，混合交通状态下信号灯控制道路交叉口交通参与者行为模

式仿真和分析，以及机非混行路段交通参与者行为模式仿真和分析。

基本功能：

(1) 交通流视频分析和数据提取：实现对各种格式的交通流视频数据进行读取，可检测并保存流量和机动车车型相关数据，通过对图中参数进行标定可检测并保存速度和路段密度的相关数据，如图 1 所示；



图 1 北京某路口混合交通流特性分析

(2) 混合交通状态下信号灯控制道路交叉口交通参与者行为模式仿真和分析：完成信号灯控制道路交叉口机动车有无干扰情况下启动车头时距模拟的动态演示，以及所建立相关仿真模型与现实交通数据的静态对比分析，如图 2 所示；

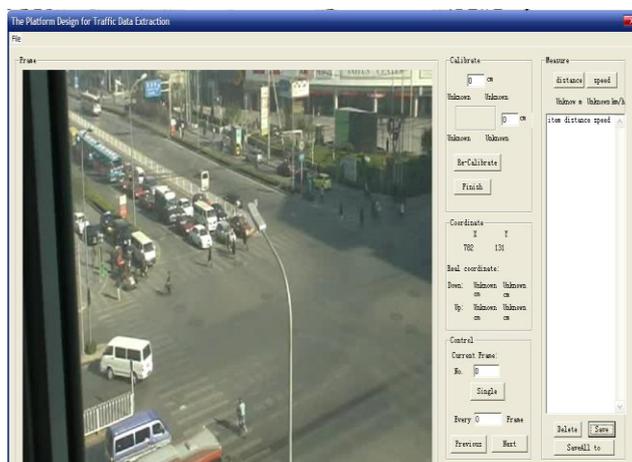


图 2 交通流视频分析和数据提取系统

(3) 机非混行路段交通参与者行为模式仿真和分析：完成机动车道和非机动车道未设置机非隔离带情况下，非机动车干扰机动车流的模拟动态演示，以及所建相关仿真模型与现实交通数据的静态对比分析。

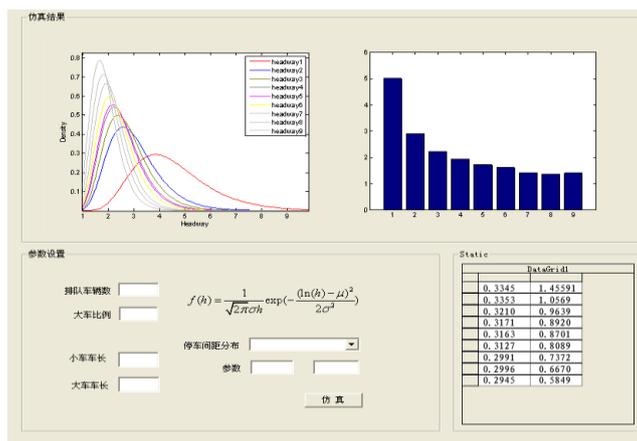


图 3 混合交通状态下信号灯控制道路交叉口交通参与者行为模式仿真和分析

该产品主要应用于我国比较严重的机非混行状况的干预措施，其用户主要包括各级政府部门、交通管理部门和各大交通研究机构等。

2 合作方式

商谈。

混合交通流交通模型

1 成果简介

混合交通流交通模型和实证研究，是针对我国在城市道路交叉口和未设置机非隔离带的路段中所存在的比较严重的机非混行现象进行深入分析和研究。

研究核心内容包括：基于混合交通状态下道路交叉口信号灯控制策略优化模型，即通过对现实混合交通状态下信号灯控制道路交叉口交通参与者的行为特性进行分析，对现有信号灯初始化配时方案进行优化；道路交叉口机动车流启动车头时距仿真模型和结果验证，即在对现实混合交通状态下信号灯控制道路交叉口机动车流启动车头时距的分析基础之上，建立更加符合实际情况的混合交通流仿真模型并对结果加以验证；北京市机动车限行前后交通状态对比分析和效率研究，即通过深入对比分析限行前后早晚高峰北京市主要道路机动车流量、密度和速度的变化趋势，研究限行措施的效率及其合理化实施方案。

研究成果可以直接应用在交通信号控制系统之中，并为改善我国的交通现状提供理论支持和相关数据指导。

2 合作方式

商谈。

基于视频传感器网络的交通监测系统

1 成果简介

基于视频传感器网络的交通监测系统是一种有别于传统 CCTV 的分布式交通流监测系

统。它将原始数据挖掘功能分散到各检测节点，只有有效信息在网络中交换流通，并传至交管中心为上层应用和管理提供数据支持。这样的分布式系统将极大地分散交管中心的负荷和系统风险，提高传输网络的效率。同时，它也是传统视频监控系统的有益补充。系统结构如下图所示：

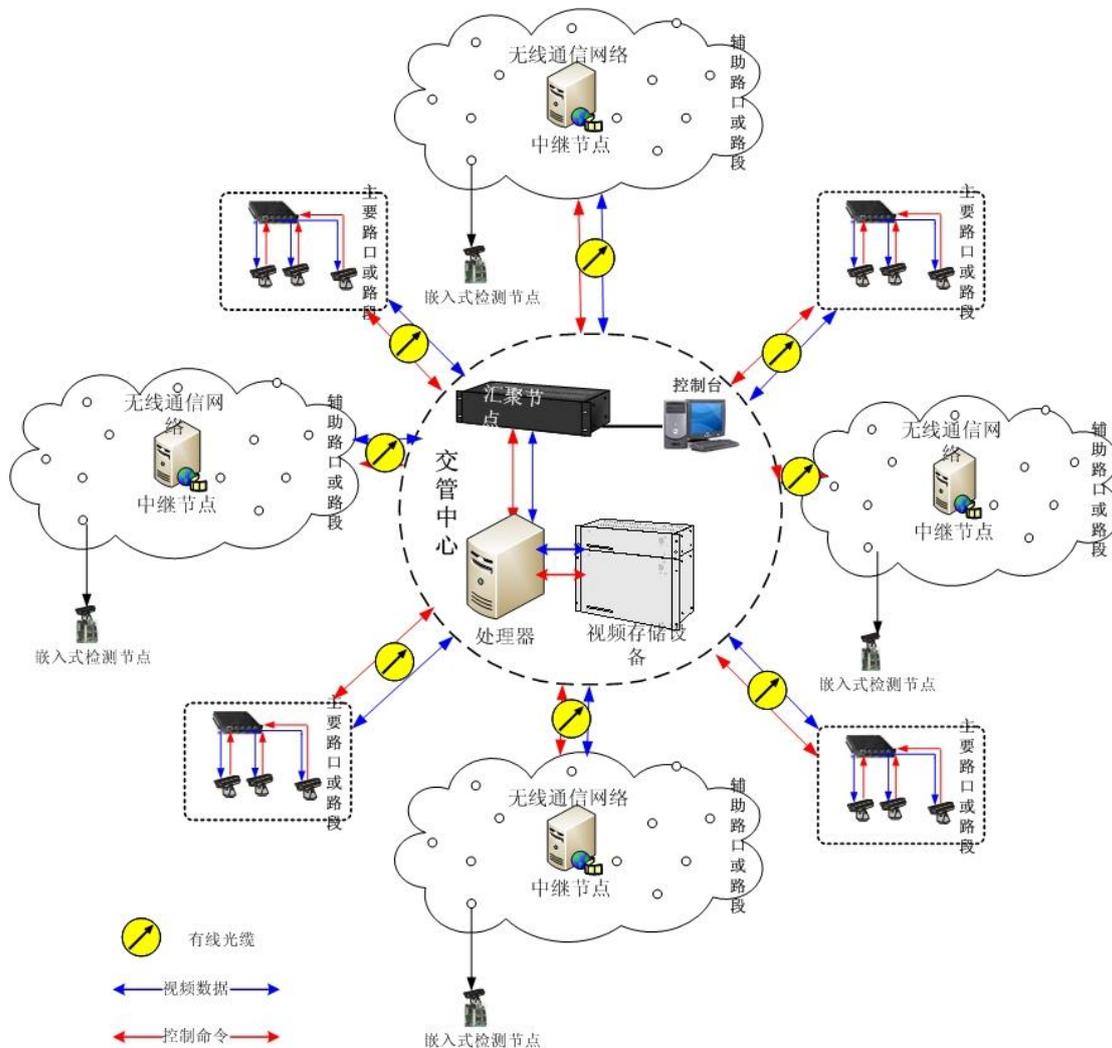


图 1 基于视频传感器网络的交通流检测系统结构框架

基于上述视频传感器网络的交通流检测系统所要解决的主要核心问题包括：

- (1) 基于 ARM9 的前端节点研制；
- (2) 节点布设优化算法；
- (3) 基于视频的交通流检测算法；
- (4) 基于视频的交通事件检测算法。

为实现基于视频传感器网络的交通流检测系统的优越特性，前端节点硬件设计必须在功能完善的前提下兼顾效率和造价方面的考虑。该节点由微处理器、射频传输模块、视频传感器模块以及其他必要的集成模块构成。其中必要的集成模块又包括电源管理单元、I/O 扩展接口、存储单元、内部 A/D 转换器以及外部 UART 单元（通用异步收发模块）等。节点硬

件结构逻辑结构示意图及实物图如下：

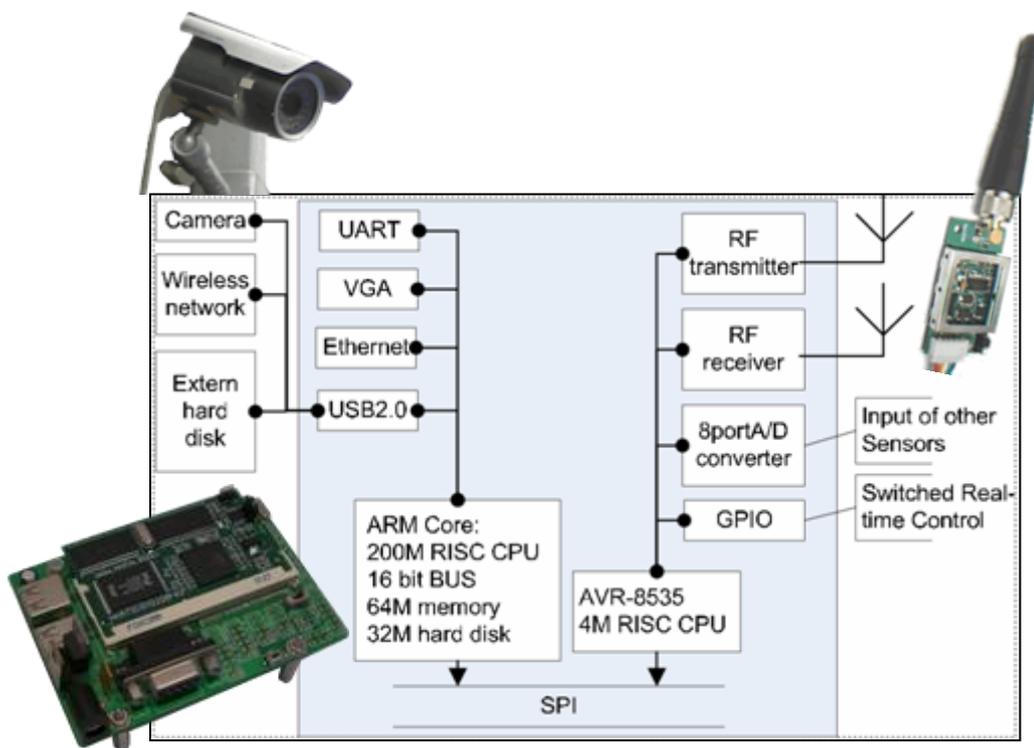


图 2 视频传感器网络前端节电设备逻辑结构示意图及实物图

系统适用于大城市次干道和支路以及中小型城市的交通监测，推广应用前景广阔。

2 合作方式

商谈。

智能公共交通系统优化理论与模型

1 成果简介

所谓智能公共交通系统，就是在公交网络分配、公交调度等关键基础理论研究的前提下，利用系统工程的理论和方法，将现代通信、信息、电子、控制、计算机、网络、GPS、GIS 等高新科技集成应用于公共交通系统，并通过建立公共交通智能化调度系统、公共交通信息服务系统、公交电子收费系统等，实现公共交通调度、运营、管理的信息化、现代化和智能化，为出行者提供更加安全、舒适、便捷的公共交通服务，从而吸引公交出行，缓解城市交通拥挤，有效解决城市交通问题，创造更大的社会和经济效益。本项目开发完成了智能公共交通系统优化系列理论和实用性方法。

公共交通系统优化是智能公共交通系统建设的前提和基础条件。公共交通网络优化和发车间隔优化是其最为重要的组成部分。本项目提出了一种基于最大化零换乘次数的公交网络优化方法，并用蚂蚁算法进行了求解。对于发车间隔优化，本项目提出了基于改进遗传算法

的公交车发车间隔优化算法。两种算法在长春市公交路网和香港地铁网中得到实际应用。项目成果经归纳总结，公开发表了学术论文 10 余篇，其中 SCI、EI 收录论文 6 篇。

项目成果已经应用于长春市的公交路网中，对于我国建设智能公共交通优化调度系统具有理论指导意义，应用前景广阔。

表 1 基于蚂蚁算法的公交网络优化结果（长春市前 20 条线路）

线路号	车站数	线路长度	不换乘人数	线路号	车站数	线路长度	不换乘人数
1	16	14.84	26983	11	11	15.20	14016
2	14	14.36	23214	12	12	12.00	13326
3	14	11.20	22945	13	12	11.20	12429
4	15	14.16	19116	14	11	10.78	12401
5	11	10.56	18150	15	14	10.56	11882
6	16	10.40	18050	16	12	11.52	10130
7	15	10.88	15971	17	8	10.08	9812
8	11	10.56	15410	18	12	12.04	9265
9	11	10.24	15281	19	12	11.06	9104
10	11	10.20	14276	20	11	10.16	7964

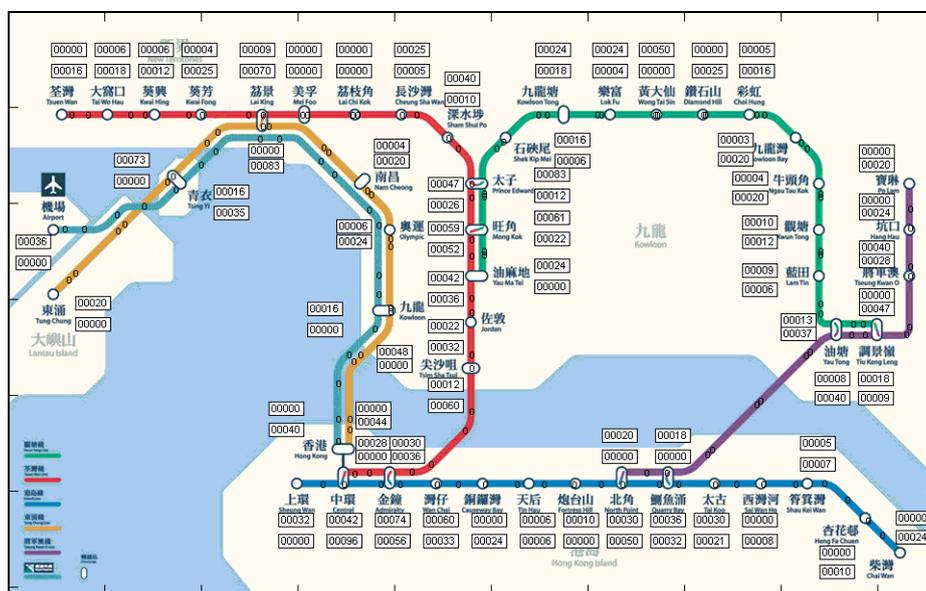


图 1 基于改进遗传算法的公交发车间隔优化（香港）可视化界面

2 合作方式

商谈。

物流系统中的动态车辆路径模型

1 成果简介

在国际上，物流被认为是“第三利润源泉”。物流产业的发展程度是衡量一个国家现代化程度和综合国力的重要标志之一。配送通过减少流通环节，合理配置流通渠道，降低社会库存，加速社会资金周转，从而提高社会效益。随着物流系统的集约化、一体化的发展，常将配送的各环节综合起来，核心部分为配送车辆的集货、货物配装及其送货过程。进行配送系统优化，主要就是配送车辆的优化调度，包括集货路线优化、货物配装及送货路线优化，以及集货、货物配装和送货一体化优化。在实际配送中，优化配送车辆路径之前客户的需求信息往往没有完全确定，这种车辆路径问题（VRP）称为动态车辆路径优化问题（DVRP）。本项目提出了类黄蜂智能策略（Wasp-like Agent Strategy, WAS）来处理实时需求策略和基于蚂蚁算法的车辆路径优化算法。

在 DVRP 问题中，实时需求最终会插入车辆的配送路径中。本项目采用 WAS 把实时需求分配给各个车辆，车辆如果响应实时需求的话，就可以通知系统进行此车辆路径的重新优化。对路径的局部优化可以提高响应实时需求的速度，通过仿真，我们可以认为 WAS 处理实时需求优于传统的简单批量处理策略。

对于 VRP 问题而言，蚂蚁构造路径的过程如下：位于每个客户处的蚂蚁从仓库出发按照转移概率逐个地访问客户，同时按照客户的订货量和本身的容量调整当前的剩余容量，当剩余容量小于任何剩余客户的订货量的时候蚂蚁回到车场，然后蚂蚁回到原来出发的位置继续逐个的访问客户，直到所有的客户均被访问，蚂蚁所经过的路线便是 VRP 问题的一个可行解。

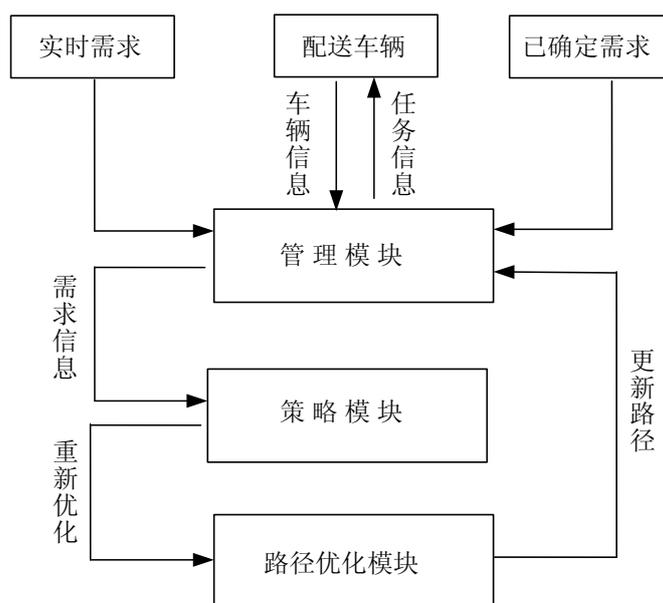


图 1 动态车辆路径问题仿真系统结构框图

成果已经在郑州中原物流园规划项目中得到实际应用，算法对于物流企业编制物流配送

系统软件具有理论指导意义。此外, DVRP 问题的求解方法还可应用于维修问题、信件问题、Dial-a-ride 问题、出租车调度问题、紧急车辆路径优化问题等。

2 合作方式

商谈。

城市交通信号系统综合控制管理平台

1 成果简介

城市交通信号管理与控制平台的建设, 以北京作为示范城市, 利用北京市交通信号 GIS 地图为基础, 参考 NTCIP 的标准, 最大限度地实现对现有信号控制子系统、本次新建信号控制子系统、以及未来建设信号控制子系统的整合, 实现对不同交通信号控制子系统的集中监控。本系统开发不仅仅能够对原有各子系统实现良好、安全的集成, 也为将来新建系统的扩展和融合打下了良好的基础。

城市交通信号管理平台主要实现了下述五项功能:

(1) 监视功能模块

从监控范围而言, 实现了对于路口、路线、区域以及全局的监控, 从监控内容而言, 实现了对交通流状态、控制模式状况以及故障状况的监视;

(2) 控制功能模块

实现了对于交叉口的相位锁定和配时方案的上传下发, 实现了对于快速路出入口控制以及车道灯控制;

(3) 管理功能模块

实现了对于路网的管理、设备的管理、配置的管理、档案的管理以及故障管理、申报管理;

(4) 统计与决策支持功能模块

实现了按照交通管理部门需求的报表定制、流量分析预测、交通仿真以及决策支持几部分功能;

(5) 系统维护功能模块

实现了系统公告、用户管理、日志管理等功能。

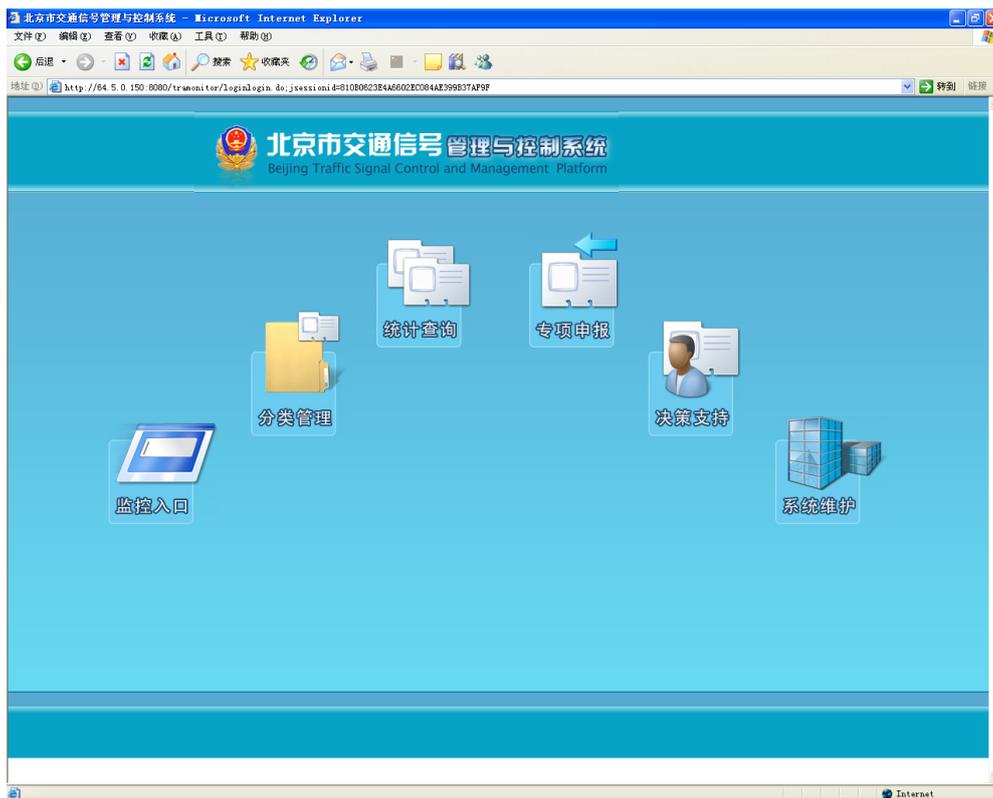


图 1 系统功能分类页面

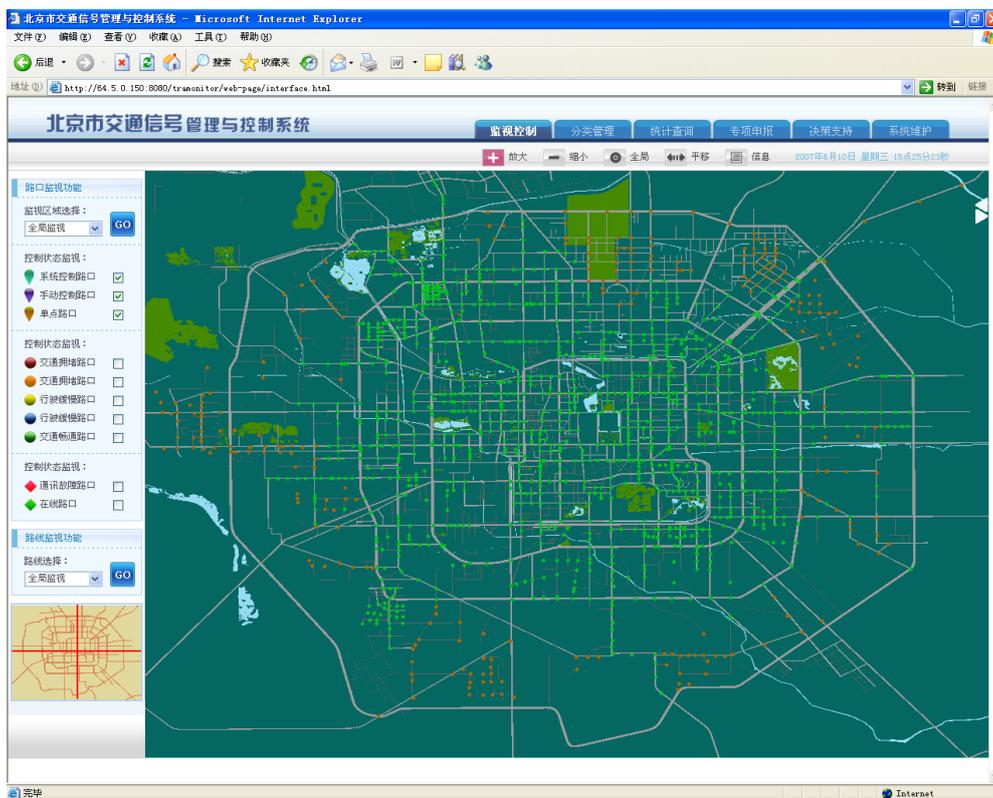


图 2 全局监控页面

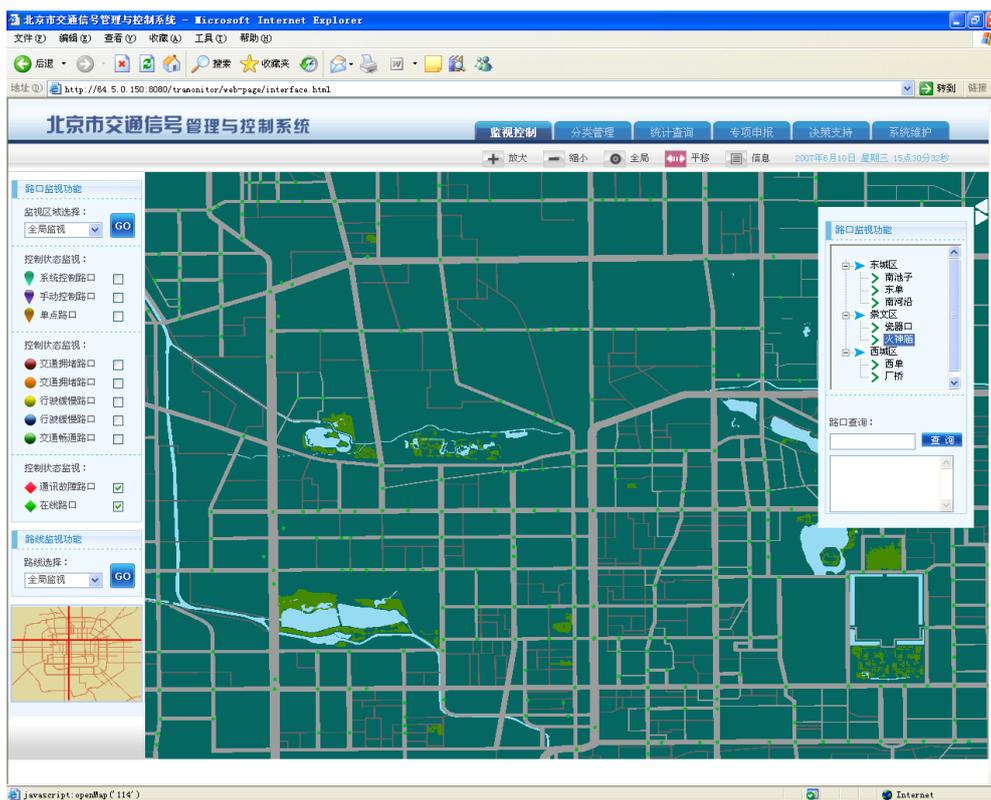


图3 局部监视页面

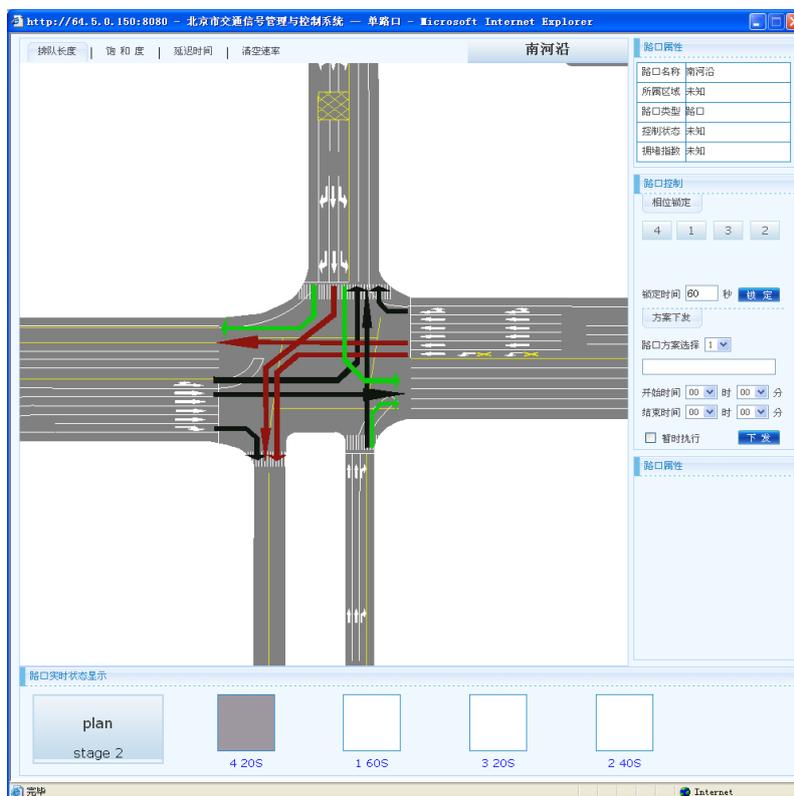


图4 单路口监视页面

2 合作方式

商谈。

基于 IPv6 的智能交通监控管理系统

1 成果简介

该系统基于 IPv6 互联网技术，在城市道路交通日益紧张，又不能大规模重建的现实情况下，利用多源异构交通信息融合技术、数据采集技术、电视摄像技术、远程通讯技术、优化调度技术和智能控制技术等先进手段，对城市的主要道路实施全方位的系统管理和优化控制，有效缓解道路交通拥堵状况，达到低投入、高产出，高效、快捷、安全、环保的绿色交通要求。

本项目研究成果除经应用转化带来巨大的经济收益外，还有着其他重要的作用：项目制订的标准、应用框架，可以起到规范市场、产品的作用；作为项目成果的模式、算法等专利技术的实现都将是自主知识产权的软件，一方面知识产权本身就是产品，另一方面这些软件可以以构件或中间件形式提供给软件企业进行二次开发，形成软件产品。

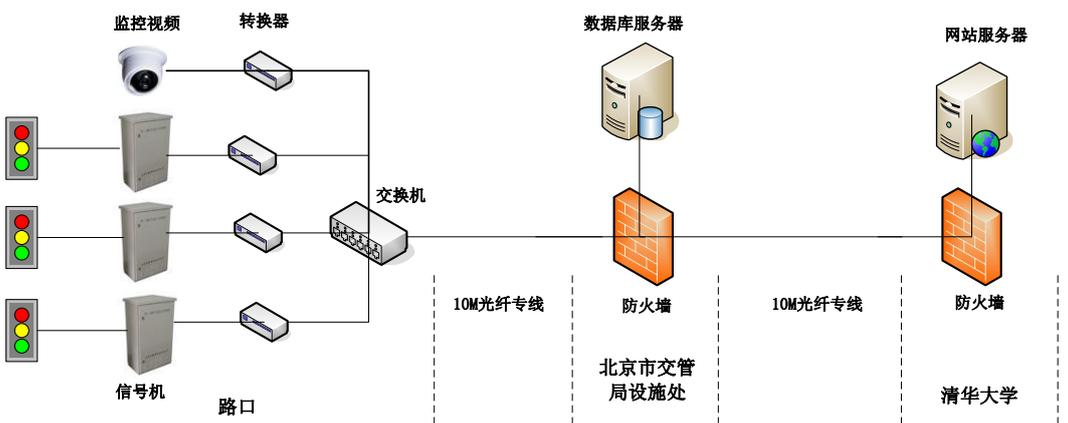


图 1 系统拓扑结构示意图

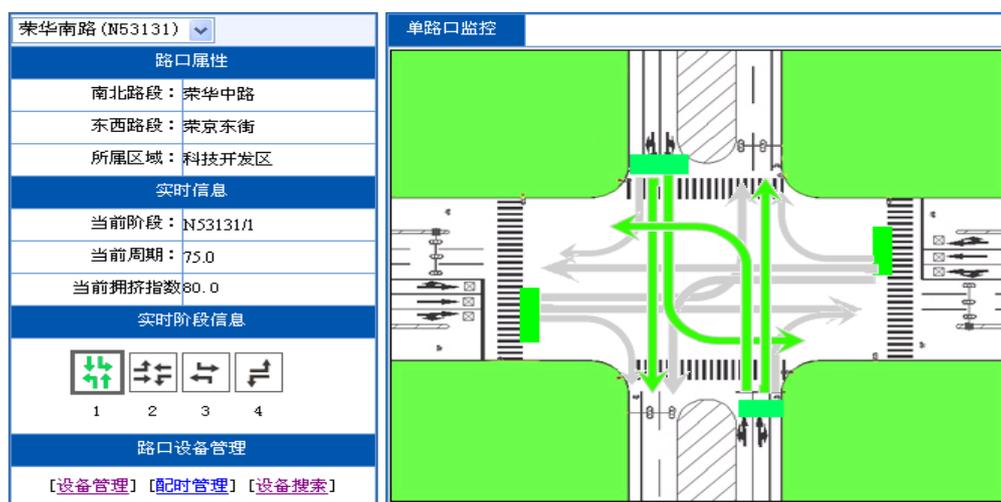


图 2 单路口监控页面图



图3 视频监控页面图

2 合作方式

商谈。

新一代智能交通控制器

1 成果简介

由清华大学研制的新一代智能交通控制器，是针对现有控制系统存在的不足，立足于顺应交通信号控制系统的国际发展趋势，在充分结合我国大中城市道路交通的实际情况基础上，开发出的适应我国混合交通特点的新一代智能化交通控制系统的硬件支持系统，着重解决体现交通控制先进性、适应性的多模式化、智能化、分布式、通用化和模块化问题。

(1) 多模式化

在硬件层上适应交通流的区域变化，优化目标上更具针对性，在控制战略模式上，适应一般交通量、繁重交通量、饱和交通量和过饱和交通量的多种控制方式；

(2) 智能化

把智能交通控制理论和技术（遗传算法、模糊控制和专家知识）融合到交通信号控制机和优化技术中，使交通信号控制器具有较强的实时控制、协调能力，适应智能交通系统发展的要求；

(3) 分布式

交通控制策略、结构和功能上都实现分布式控制，立足于“瘦中心”、“胖信号机”，使交通控制系统的实时性、适应性和可靠性得到明显的增强；

(4) 模块化和通用化

路口控制软件、交通信号控制机硬件都追求模块化和通用化，系统内部及与外部的通信（中心与中心、中心与外场、外场与外场之间）都实现通用、规范化。



图 1 信号机外形图

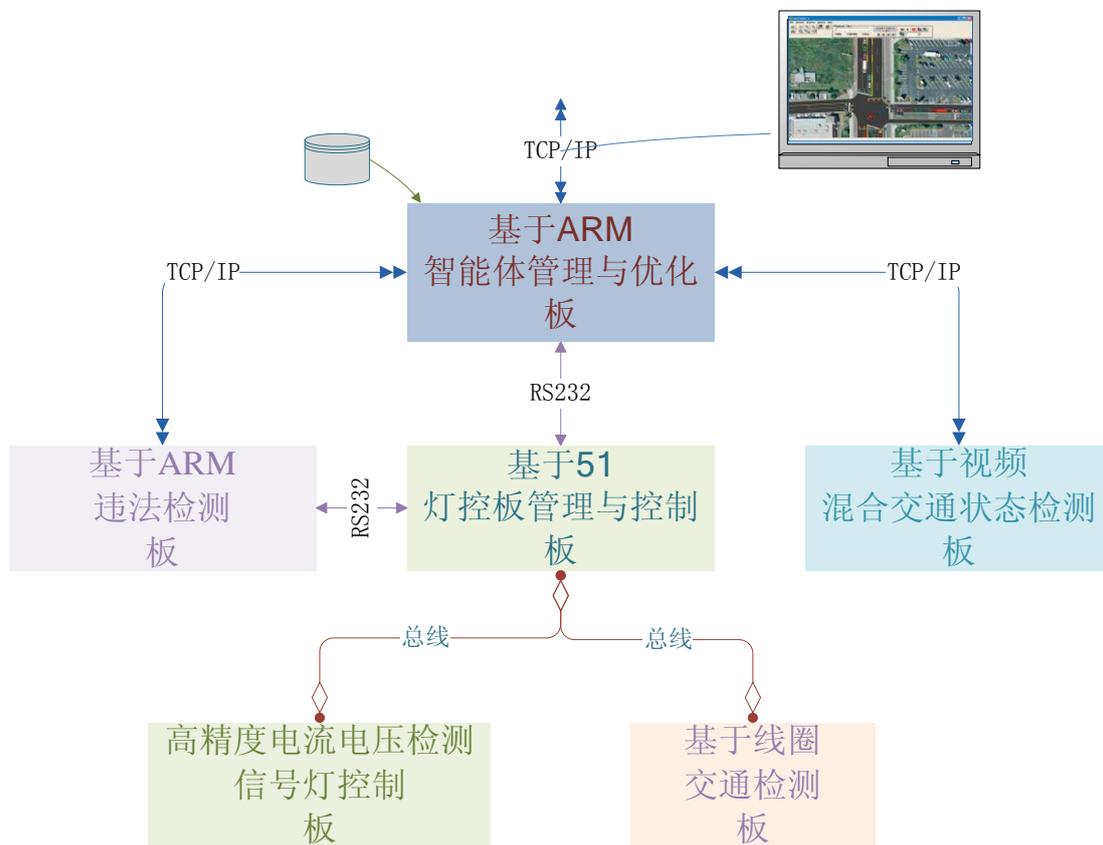


图 2 信号机硬件结构图

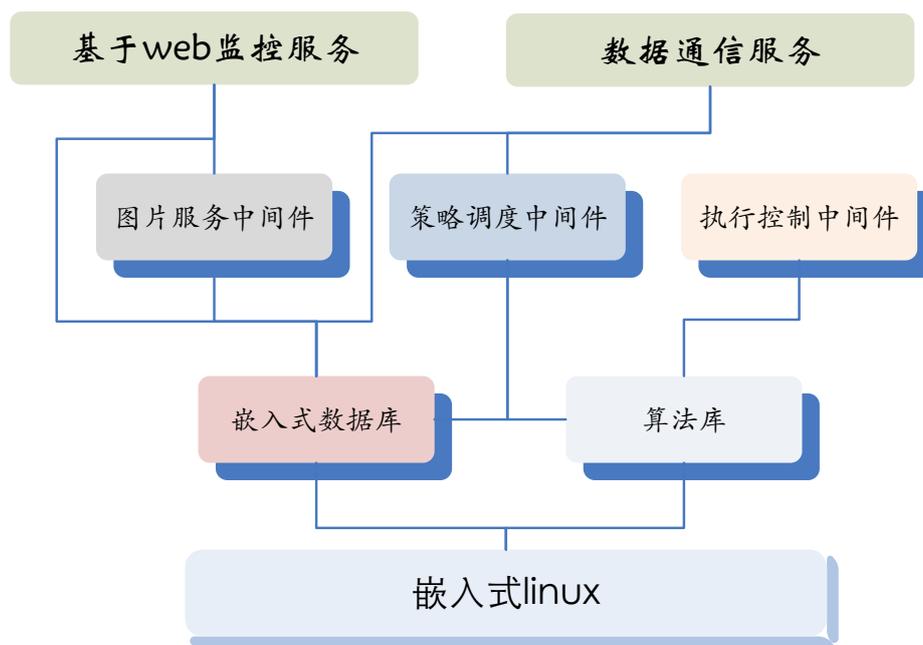


图3 信号机系统框架图

2 合作方式

商谈。

第三代移动通信系统无线接口测试设备

1 成果简介

该成果跟踪国内外先进移动通信技术，面向第三代移动通信业务广阔的市场，在国家“863”计划“中国第三代（C3G）移动通信技术研究”取得的技术成果上，以中国3G商用网络的建立和维护为主要目标，结合中国3G网络发展的具体特点，在不同市场需求阶段生成适合的产品，最终形成一个完整的、可覆盖整合3G主流技术体制的终端测试平台，推动中国3G商用网络的普及和发展，面向国内外通信运营商提供具有中国自主知识产权的测试设备。

该项目成果以统一的硬件平台为基础，通过软件下载，可以对各种3G技术标准信号进行测量与分析；通过采用先进的信号处理算法，可以同时接收下行链路和上行链路信号，并且通过对二、三层协议解析，分析通话质量；通过与GPS接收机的连接，可以在经度和纬度位置信息基础上给出测量数据；通过电池提供电源，具有测试功能完备、携带方便、操作简单等特点，同时开放式的结构设计，可持续开发与升级，应用方式灵活，是面向第三代移动通信网络的大规模建设、维护和优化的高质量现场测试分析工具。

2 技术指标

已经完成的3G无线网络分析仪主要技术指标将符合3GPP Release'99 4.0.0（2002年3月）版本。

外型:

大小 (mm) 290(W) x 190(H) x 70(D)

重量 < 2Kg

电源:

电池: Ni-H, 7.2V-6.0Ah

工作时间 > 5 小时 (电池供电模式)

外部 AC 适配器 (对于 AC 电源供电和充电模式)

AC 输入: 90~264 V

测量模式:

指定的基站模式; 没有指定的基站模式

频率:

UL: 1920 – 1980MHz / DL: 2110 – 2170MHz

接收信道:

P-CPICH, S-CPICH, SCH;

P-CCPCH, S-CCPCH, PICH, AICH

测量项目:

RSCP, Ec/No

SIR, BLER, BER

功率测量:

范围: -33 ~ -125dBm

分辨力: 0.1 dB

单位: dBm, dBuV

精度: 2dB for RSCP

采样间隔: 10 ms (for individual channel)

信道数: 最大 512 个信道, 或用户指定信道

同步捕获时间: 每个信道最大 1s

搜索方式:

CPICH mode

SCH mode (only for non-specified base station mode)

显示项:

全部信道

延时功率谱:

不同的瑞克接收分支情况

功率随时间的变化

SCH 的延时功率谱

STTD 模式:

BCCH / PCCH / CCCH 信息

3 应用说明

第三代移动通信系统无线接口测试设备是一种面向第三代移动通信的无线测试终端产品,核心技术是面向第三代移动通信的信号处理与测量。3G 无线网络分析仪主要用来在无线通信网络进行建网和进行网络优化时,使工程技术人员更好地完成网络规划、维护和优化任务。它能够完成从基站到终端之间空中接口上无线传输特性的测量,信号特征的提取与分析。为整个无线通信网络的规划和优化提供可靠的分析依据和测试基础。

4 效益分析

资金投入: 2000 万元

每年销售收入: 4000 万元

每年净利润: 750 万元

5 合作方式

资金投入,市场推广。

32 位嵌入式微处理器 THUMP

1 成果简介

目前嵌入式系统渐成市场主流,与桌面市场被 INTEL 长期垄断态势不同,由于嵌入式 CPU 面向的是一定领域的应用,垄断局面很难形成。目前制造业、消费类、仪器仪表、军工等均展示了广阔的嵌入式数字化产品市场,这为发展我国自主微处理器提供了机遇。清华大学设计的 THUMP 处理器正是面向这一市场的开发的高性能低功耗的嵌入式 CPU。THUMP 芯片可以应用在数码相机、DVD、HDTV(高清电视)等数字消费类产品,以及打印机、扫描仪等办公自动化产品上。与国内其他院校开发的 CPU 相比较,THUMP 是一个与 MIPS 处理器指令级兼容的嵌入式 CPU。因为 MIPS 是一种主流的嵌入式处理器架构,被广泛应用于便携式计算系统、便携式通讯设备、便携式电话、数字消费产品、办公自动化设备、工业控制等片上系统的嵌入式应用。因此,可以借助于 MIPS 庞大的市场优势,产生较好的经济效益。

在一个优良、成熟、经过时间考验的指令集基础上添加我国应用所需要的指令和功能单元,能最大限度地利用前人数以千亿元计的软件投资。这也是使中国近期在高性能微处理器、片上系统设计技术及其应用方面尽快赶超世界先进水平的极佳途径,便于中国芯片及其应用产品尽快走向世界,扩大高科技产品出口。同时,这种做法也符合国际上芯片开发行业的普遍规律。

THUMP 处理器的流水线结构先进,典型频率为 400Mhz,最高可达 500Mhz,采用 TSMC

1P6M 0.18 μ m 工艺。而国际上与其处于同一级别的相同工艺下的 MIPS CPU 的主频一般为 200~240Mhz, 即便是采用 0.13 μ m 工艺的其频率也不超过 300Mhz。

同时, THUMP 的功耗为 1.17mW/Mhz, 在同一工艺水平下也具有相当的竞争力。

此外, 在设计过程中采用了先进的软硬件协同设计方法, 形成了一套完整的设计流程, 并成功地将其转化为系统芯片的设计及验证方法, 这就有利于进一步开发基于该处理器的片上系统(System on Chip)。而后者正是嵌入式应用领域的主流技术。到目前为止, 已经申请专利 6 项, 申请软件注册 5 项。

2 应用说明

应用 THUMP 微处理器实现了一种网络流量分配器, 该流量分配器的特点为:

- (1) 可对服务器之间的通信量进行负载平衡;
- (2) 易于安装, 无需额外的服务器硬件、软件;
- (3) 采用软硬件结合的方式, 易于升级;
- (4) 基于嵌入式微处理器的设计, 功耗小, 投资少;
- (5) 可支持本地 FLASH 存储, 无需硬盘并开发了智能网关与网络计算机。

目前, 正在开发基于该处理器的数字电视机卡分离方案的系统芯片, 并与清华大学的其他单位合作, 争取使之成为国家的数字电视标准之一。机卡分离方案的主要目的就是将数字电视/机顶盒的部分功能分离到可热插拔的 CAM 卡中, 在前者的配置较为固定的情况下, CAM 卡内的软硬件可以不断发展, 提供更多更强的功能, 包括多媒体、游戏、网络应用等。这样用户只需要更换或增加较为廉价的 CAM 卡来为其昂贵的数字电视/机顶盒增加功能; 同时生产厂家也能尽量降低其生产成本。

3 合作方式

商谈。

政府信息架构 (GIA) 及若干关键技术研究

1 成果简介

北京作为全国的政治中心和枢纽, 其电子政务建设将是一个投资大、历时长、涉及面广的系统工程, 同时, 北京作为国际化大都市其电子政务建设的艰巨性和复杂性决定了北京电子政务建设必须要有科学、系统、全面的分析、规划和实施。该项目充分发挥清华大学在公共管理、经济管理、信息技术等多学科综合和交叉研究的基础和优势, 通过深入调研和分析电子政府先进国家和城市的顶层设计和总体规划方面的理论、方法和技术, 将国际水平的出色研究成果与北京市电子政务的实践经验紧密结合, 主要完成以下目标: 提出适合北京市电子政务建设和发展的政府信息架构 (GIA, Government Information Architecture) 包括它的科学理论方法、技术支撑体系、分层参考模型和相关的标准和规范等。

在政府信息架构 (GIA) 的基础上, 我们针对 GIA 架构中的理论、方法和若干关键技

术展开深入的研究,通过这些关键技术的研究为北京市电子政务的建设和实施奠定科学的试验依据和技术支持。

针对 GIA 中若干关键技术的研究主要包括:

(1) 研究并提出政府业务流程再造、重组、优化研究的方法和技术;研究并建立政府绩效评估体系与电子政务绩效模型;分析和探讨宏观经济模型和政务数据仓库的相关技术;

(2) 研究并提出适合中国电子政务建设的政务网格构建目标、策略和规划;研究并提出先进可行的协同 workflow 引擎和管理机制;

(3) 提出海量电子政务信息资源高效开发和利用的方法,研究并提出政府信息资源目录分类、交换、服务、管理制度体系和方法技术;

(4) 研究面向电子政务系统的构件模型、构件库和组装平台技术;建立电子政务构件库有利于提高电子政务系统中功能构件的软件复用,提高政务系统的开发效率,降低开发成本。

2 应用说明

电子政务构件库系统将以构件技术为基础,结合电子政务的具体需求,建立电子政务构件库的管理和组装平台,以提高电子政务系统的生产效率。本项目的主要研究内容包括:建立适合电子政务系统的构件模型;建立具有开放性和可扩展性的电子政务构件库;建立基于构件的电子政务系统的组装平台;建立一个具体的基于构件开发的电子政务示范系统。

3 合作方式

商谈。

软硬件混合的多媒体处理器芯片设计

1 成果简介

目前,多媒体视频领域存在多个编码标准,包括 mpeg1/mpeg2/mpeg4/h.264,以及我们国家拥有自主知识产权的 AVS 标准。mpeg4 标准之中又包括 xvid、divx 等,而 h.264 可能也将存在多种编码标准。其中新的编码标准,如 h.264、VC-1 等,由于其需要较高的处理能力,仅仅依靠嵌入式 CPU 或 DSP 的多媒体解决方案是无法获得满意的性能指标的,因此必须采用专用集成电路(ASIC)方法来实现硬件加速功能。

但这种 ASIC 设计方法——即通过硬件实现直接提供了某种(些)编码格式的支持——缺乏灵活性:一旦有种新的编码标准推出,就需要重新设计开发芯片。面对众多的媒体编码标准,这种方式增加了设计以及应用成本。而就目前市场发展来看,多种视频编解码技术将长期共存,迫使芯片业界必须迅速攻克灵活性、兼容性等难题。

为解决这一问题,清华大学设计了一种软硬件混合的多媒体处理器解决方案,支持 mpeg1/mpeg2/mpeg4/h.264/AVS 视频标准以及相关的音频编码标准。其核心是设计一种多媒

体处理芯片，该芯片对于通用的多媒体编码中的计算密集型的数据处理，如运动补偿算法（Motion Compensation）、反离散余弦变化（iDCT）、色彩空间转换等，采用 ASIC 实现。在此硬件平台之上，设计一套与具体标准无关的多媒体处理通用软件开发接口，实现软硬件混合的媒体处理。这样就能够增加媒体处理的灵活性——可以通过修改软件来支持新的编码标准或者新的应用。

2 应用说明

该多媒体处理芯片可以作为应用系统主 CPU 的协处理器使用，也可以与 CPU 中心自主设计实现的 MIPS 兼容嵌入式处理器 THUMP107 相集成，提供完整的系统芯片(SOC)方案。同时也可以通过高速接口与现场可编程逻辑器件(FPGA)相连，进行灵活的功能重构——即针对某种特定的编码标准，可以进行 FPGA 重构以加速对此标准特有的算法的处理。预计该处理器可以应用于多媒体手机、多媒体 PDA、个人媒体播放器（PMP）、数字电视等应用领域。

3 合作方式

商谈。

地面传输数字电视（DMB-T）接收机顶盒

1 成果简介

本成果能够接收基于清华大学提出的地面传输数字电视传输标准（DMB-T）的数字电视节目。提供的解决方案采用了北京海尔集成电路公司推出的爱国者数字电视解码芯片，具有系统方案成本低，支持移动接收的特点。提供软件平台，容易开发上层应用与用户界面。操作系统中心具有数字机顶盒的技术开发能力，可以根据市场需求进一步开发针对行业应用、增值应用的系统解决方案。

2 应用说明

地面传输数字电视的国家标准公布在即，数字电视的大规模普及推广势在必行。目前，DMB-T 的系统已经在全国许多城市投入试运营，性能超过了国外的同类系统。

目前全国有超过 4 亿台的彩电用户，再加上地面传输数字电视支持移动接收，在汽车里也可以观看高质量的电视节目，地面传输数字电视将开创巨大的应用市场。

3 合作方式

基于本成果的应用开发与产业化推广等相关条件，根据具体项目需求商谈。

基于开放源的海量数字资源管理系统（DRMS）

1 成果简介

海量数字资源管理系统 DRMS（Digital Resource Management System）是国家重大基础研究“973”项目“网络环境下海量信息组织与处理的理论与方法研究”的课题（No.

G1999032704):《海量信息的组织、管理、实现机制及其在数字图书馆中的应用研究》和国家自然科学基金重大国际合作项目(No.60221120146):《中华文化数字图书馆全球化的关键理论、方法和技术研究》的重要研究成果。

该系统将满足目前数字资源分布、动态、海量、异构的需要,为构建面向 Internet 的、基于国际标准的、具有中国特色和自主知识产权的海量数字内容管理的应用(如:数字图书馆、电子政务应用)提供一个开放通用的软件支撑平台。该系统的主要特点为:

- ◆ 基于 SOA 和 OSS 提出了一个支持海量数字资源服务和管理的多层体系结构框架,该框架满足数字资源分布、动态、海量、异构的特点,为数字图书馆和电子政务等应用提供了面向 Internet 的、基于国际标准的基础软件支撑平台。

- ◆ 提出了基于 DOA 的数据对象描述框架,将面向对象技术和抽象数据类型描述结合,建立了虚拟馆藏管理和实现机制。

- ◆ 基于 THVDM 模型的视频管理技术,提供了对底层特性信息、高层语义信息及元数据的综合表示、管理及查询。

- ◆ 基于信息过滤技术建立的个性化服务模块,在基于内容和协作过滤方面提出了创新性的算法和模型,提高了个性化服务的精度和效率。

- ◆ 提出了支持在线磁带库的多级存储管理方法和以用户等待概率为基础的新的调度算法,提高了三级存储的整体性能和访问效率。

- ◆ 研究了面向海量数字资源管理的存储区域网(SAN)的性能分析与仿真建模方法,提出的 SANMO2 分析模型和 MMQ 仿真方法有创新。

- ◆ 基于 METS 和 MDA 设计了基于元数据定义的 XML 模式动态生成 XML 文档的解析程序和著录界面的方案。

该项目已经申请 1 项发明专利和 2 项软件著作权,教育部组织专家鉴定认为,DRMS 是具有我国自主知识产权的面向数字图书馆和电子政务数字资源管理的通用软件支撑平台,系统总体设计和关键实现技术达到了国际先进水平。

2 应用说明

DRMS 的应用范围很广,许多需要管理海量数字资源的领域,比如数字图书馆、数字博物馆、数字档案馆、电子政务以及企业内容管理等领域,都可以使用 DRMS 来管理数字资源。

(1) 清华大学图书馆

DRMS 系统的应用为清华大学图书馆节约了许多建设成本和维护成本,而且给将来更大规模和范围的数字图书馆建设工程提供了宝贵的经验和参照模型。

根据清华大学图书馆的实践估计,采用 DRMS 系统在该馆的“985”一期数字图书馆项目建设和“211”工程建设中,与同类型的项目相比,约节省建设资金和维护成本 200 万元;在“985”二期建设中国科技史数字图书馆系统平台的过程中,为该馆节省 100 万元左右的

建设资金。总共节支 300 万元。

(2) 北京国图数字技术有限公司

该公司采用 DRMS 系统应用到多个数字图书馆的方案设计和建设项目中，产生了较大的经济效益，获得了广大用户的好评和肯定。1)在多个数字图书馆的总体设计方案中产值，计算公式 5 个×30 万元=150 万元，利税：75 万；2)销售系统的产值，计算公式：5 套×80 万元（每套）=400 万；利税：80 万。

(3) 中国科学技术信息研究所

中国科学技术信息研究所与清华大学合作应用推广 DRMS 系统，该系统及其二次开发接口可以扩展数字图书馆应用需求，而不必对每种学科资源重新构建系统，大大提高了集成新资源的效率，给日益增加的数字资源建设提供了便利。通过采用 DRMS，约节省建设资金和维护成本 100 万元。

(4) 北京威视数据系统有限公司

该公司应用 DRMS 进行总体方案设计和数字图书馆系统的二次开发，已经在多个数字图书馆的方案设计和建设项目中，产生了较大的社会和经济效益。1.在多个数字图书馆的总体设计方案中产值，计算公式 10 个×30 万元=300 万元，利税：150 万元；2.销售系统的产值，计算公式：10 套×80 万元（每套）=800 万元；利税：160 万元。

(5) 青岛市图书馆

DRMS 系统在青岛市图书馆的成功应用，为该单位提供了一种管理海量数字资源的一种途径，而且给将来更大规模和范围的数字图书馆建设工程提供了宝贵的经验。在经济效益方面，采用 DRMS，与以前使用的系统相比，节约建设成本和维护成本 150 万元。

3 效益分析

采用 DRMS 应用到多个数字图书馆的方案设计和建设项目中，已经产生了较大的社会和经济效益，获得了广大用户的好评和肯定。主要产生的社会效益体现在以下方面：

- ◆ 在数字资源管理和服务中，提供了一个面向多学科、多领域的开放源数字资源管理和服务平台，满足了海量分布式数字化资源集成管理和服务的需要；
- ◆ 解决了体系结构、数据模型、视频管理、数字对象和虚拟馆藏、网络存储和三级存储、个性化服务等一些核心技术问题，推动了该领域的科技进步；
- ◆ 为我国信息化建设中数字资源的开发、利用、管理和服务提供重要的解决途径；
- ◆ 对教育、文化、政府等数字资源的传播、保存和利用具有重要的社会意义。

4 合作方式

技术推广和合作开发相结合。

JoMobile 移动多媒体传输系统

1 成果简介

JoMobile 移动多媒体传输系统，俗称“动中通”，适应各种工作环境，在车载、机载、舰载和背负条件下均可正常工作。我校研制的 JoMobile 移动多媒体传输系统，其技术特点为：

(1) 绕射能力强，采用 340MHz 频段，具有更强的绕射能力，可在非视距环境下工作。适应突发事件下应急通信的各种复杂环境要求。

(2) 覆盖范围广，在典型的城市环境下单个中心站的覆盖范围可达到 15~20km。

(3) 抗干扰能力强，采用 CDMA 系统的全数字调制解调方式，扩频增益达到 8dB；采用前向纠错编译码，再获得编码增益 2dB (BER=10⁻⁵)，使载噪比低于 -10dB 时仍然可以正常工作，具有更强的抗干扰能力；接收端采用非相干解调技术，系统具有更强的鲁棒性；

(4) 抗衰落能力强，采用了 CDMA 系统的 RAKE 接收技术，具有更强的多径分集作用，特别适合城市快速移动的工作环境；采用空间分集、时间分集等多种先进的分集技术，极大增强系统的抗衰落能力。上述先进技术的采用保证了产品在复杂的工作环境下具有优势接收灵敏度，接收电平 -100dBm 时仍能保证误码率 < 10⁻⁵，误帧率 < 1%。

(5) 传输数据率高，灵活可调：双向带宽 1Mbps，满足多媒体传输要求；采用 ARQ 差错控制机制，链路自适应调节，大大增强无线链路传输质量；传输数据率灵活分配，可实现上下行全双工、半双工等多种数据传输方式，满足不同用户的需求。

(6) 优异的移动性能：通过全面的系统总体设计和多项先进技术的实施，设计移动速度可达 10000km/h；目前实际环境下的路测速度 240km/h，特别适应在机载、车载、舰载等高速移动环境下的工作要求，满足不同用户的工作需求。

(7) 完善的整体解决方案：提供从个人背负式到车载远端站到中心站端到端的整体集成解决方案，实现移动环境下远距离、大范围内的视频、音频、数据等多媒体信息的高速、实时、同步传输；

(8) 接口多样、灵活：提供调试、业务等多种数据接口和本地状态监控，使用灵活方便。对外提供几个以太网标准接口 (10/100BASE-T 自适应)，可以方便和图像编解码器和语音编解码器连接，另外还可以提供宽带数据业务接口。也可以根据用户要求提供视频和语音信号接口，连接多种视频源，更方便用户使用；

(9) 保密性、稳定性及可靠性强：产品采用了无线宽带扩频加密技术，实现全数字信号处理；同时使用了超大容量 FPGA 设计，提供了系统的集成度；这些都保证了系统保密性、稳定性及可靠性强。

(10) 采用 12V 电源供电，满足车载电平的要求。

(11) 充分考虑了设备的电磁兼容性、抗震性、温度、湿度等适合野外工作环境的产品特征。

(12) 设备安装简单、方便，周期短、难度小。

2 应用说明

该系统在 110 公安指挥系统、部队野外作战、119 消防救灾、银行运钞车跟踪、112 交通处理及舰载指挥、机载传输等领域有着广泛的应用前景。

目前 JoMobile 移动多媒体传输系统已在多个项目得到了应用，并且效果良好。现给出其中一个应用实例以做参考：

北京军区驻山西某部，以 JoMobilePP 1000 移动多媒体传输系统和部队其他军用电台共同组建了一套完善的军用指挥通信平台，为部队的野外训练、军事演习和后勤保障提供了准确、实时的第一手战场资料，加强了部队上下级的指挥协调，提高了部队的快速反应能力。在不久前举行的军事演习中，JoMobilePP 1000 移动多媒体传输系统经受了实战化的考验，将战场上各个战斗单元的图像、声音和数据多媒体信息实时传送到作战指挥中心，为部队首长的及时决策、命令下达发挥了重要作用。

3 合作方式

商谈。

轮胎压力监控系统(TPMS)

1 成果简介

在汽车的高速行驶过程中，轮胎故障是所有驾驶者最为担心和最难预防的，也是突发性交通事故发生的重要原因。据公安部统计，在中国高速公路上发生的交通事故有 70% 是由于爆胎引起的，而在美国这一比例则高达 80%。怎样防止爆胎已成为安全驾驶的一个重要课题。据国家橡胶轮胎质量监督中心的专家分析，保持标准的车胎气压行驶和及时发现车胎漏气是防止爆胎的关键。而轮胎压力监视系统 TPMS(Tire Pressure Monitoring System)将是理想的解决工具。

清华大学非常重视汽车电子的发展，信息学院整合电子系、计算机系、自动化系以及微电子所的科研力量，于 2005 年 4 月成立了汽车电子实验室。轮胎压力监视系统是汽车电子实验室重点支持的项目。项目组提出了一种直接式 TPMS，该系统通过植入轮胎内部的集成压力传感器来实时采集汽车轮胎的压力，与压力传感器集成在一起的数据处理电路对采集到的数据进行处理，转变为适合无线传输的格式，然后通过无线的方式发送出去。安装在驾驶台上的接收器接收到数据后，进行一定的处理，将轮胎的实时信息通过 LCD 显示器显示出来，供司乘人员查看。当该系统监控到轮胎压力出现异常情况时，系统会发出警报，提醒司乘人员注意，避免交通事故的发生。该项目的关键技术包括压力及温度传感器技术、无线传输及接受技术、计算机及控制技术。目前项目组已经基本掌握了上述关键技术，正在进行相关技术的产业化研究与开发。

2 应用说明

为了保证汽车高速行驶的安全性,2001年7月,美国运输部 DOT 和美国国家高速公路安全管理局 NHTSA 出台了有关轮胎压力监视系统的法规,规定从 2003 年 11 月到 2006 年 10 月 31 日期间美国新出厂的轻型汽车将逐步引入 TPMS。因此今后几年将会出现一个巨大的 TPMS 硬件市场。鉴于如此大的市场潜力,许多公司加紧推出 TPMS 解决方案,但是国内多数汽车厂家目前还没有进行这方面的研究。另一方面,随着中国经济的持续发展,汽车越来越多地进入普通家庭,形成了一个庞大的汽车市场。因此汽车轮胎压力监视系统的产业化具有非常广阔的市场前景。

3 合作方式

商谈。

车载视频安全驾驶辅助系统

1 成果简介

如何为驾驶员提供一个有效实用的安全驾驶辅助系统,是车辆安全驾驶的一个重要课题。DAS(Driver Assistance System)车载安全驾驶辅助系统将是最有效的解决工具。目前,车载安全驾驶辅助系统在国外已经开展了广泛的研究,部分成果已投入实际应用。如日本在货运车辆上安装了驾驶员疲劳状况监测装置,使在凌晨发生的交通事故率明显下降。另外,在日本和欧洲的货运车辆中,戴姆勒-克莱斯勒公司从 2000 年前就为他们的货车安装了视频技术的车道识别系统,并成功的销售了 7000 辆采用这种 LDW(Lane Departure Warning)车道识别系统的货车。而日本的本田公司在他们的 Inspire、Accord、Legend 车型中配备了 LDW 车道识别系统。尼桑公司开发的车载监控系统包括一个放置于后视镜上的摄像头和一台分析车辆位置和速度的嵌入式计算机,作为汽车选配,售价大约 5000 美元。清华大学非常重视汽车电子的发展,信息学院整合电子系、计算机系、自动化系以及微电子所的科研力量,于 2005 年 4 月成立了汽车电子实验室。车载视频安全驾驶辅助系统是汽车电子实验室重点支持的项目。项目组提出了一种组合式车载视频 DAS。该系统由前向摄像机和驾驶员摄像机组合构成。通过前向摄像机,可以检测车辆对车道线的偏离,也可以检测车辆前方的行人,自车辆与前方车辆的间距等,当视频传感器检测出异常状况时,如偏离车道线,突然出现行人,以及与前方车辆距离过于接近等情况时,及时发出声音提醒驾驶员采取措施。同时,安装在驾驶室另一台摄像机则用于司机驾驶状态的监测,当由于长途旅行,舟车劳顿,司机疲惫不堪,呈现瞌睡现象或注意力分散时,或酒后驾驶神志不清时,系统立即发出声音及时唤回司机的注意力,避免交通事故的发生。

该项目的关键技术包括车载视频障碍物检测技术、车载视频车道线识别技术、人脸检测技术以及表情状态识别技术等。目前项目组已经基本掌握了上述关键技术,正在进行相关技术的产业化研究与开发。

2 应用说明

基于视频的车载安全驾驶辅助系统由于概念清晰，技术先进，费用较低，且不需要对原有车辆内部结构进行改动等诸多优点，具有很好的应用前景。汽车工业专家表示，随着光学仪器和嵌入式计算机制造成本的下降，在未来几年内，智能轿车将担负起“监视”司机、监控路况的重要职责。据预测，包括各种手段在内的车载驾驶安全辅助系统到 2010 年时的市场销售收入可望超过十亿欧元。因此，Bosch, Delphi, Hella, Siemens VDO 和 Valeo 等知名大公司都在加紧这方面的研制。但是国内多数汽车厂家目前还没有深入开展这方面的研究。随着中国经济的持续发展，汽车越来越多地进入家庭，形成了一个庞大的汽车消费市场。因此，车载视频驾驶安全辅助系统的产业化将具有非常广阔的市场前景。

3 合作方式

商谈。

汽车驾驶安全辅助系统

1 成果简介

交通安全一直是我国政府和人民关注的焦点问题，持续不断的交通事故给社会造成了重大人员伤亡和经济损失。而汽车驾驶智能安全辅助系统是解决这一严重问题的有效措施。它是利用信息技术、传感技术和控制技术现代技术，将外界信息（如行驶车速、障碍物距离等）实时反馈给驾驶人员，提高和扩展驾驶人员的感知能力，同时具有综合利用路况和车况信息，自动判断车辆当前行驶状况安全程度的功能，在紧急情况下能够自动采取措施控制汽车主动避开危险，保证车辆安全行驶或最大限度地减少事故的伤害程度。

本项目实现了多种驾驶安全辅助功能，主要包括：汽车前撞报警系统、汽车主动避撞系统、自适应巡航控制系统、车道偏离报警系统、换道安全辅助系统、车道保持辅助系统、驾驶员视觉增强系统、车辆安全状态监控预警系统等。

针对汽车驾驶安全辅助系统，项目组开展了将近十年的研究，突破了一系列关键技术，授权和申请了二十余项发明专利，并研发了基本实用化的工程样机。

2 应用说明

本项目所研发的多项安全辅助系统已经在几种车型上安装试用，如捷达、奔腾、奇瑞等乘用车以及天龙、远威等商用车。研究成果还参加了在北京举办的第十四届世界智能交通大会，得到了与会领导、专家的肯定。

驾驶安全辅助系统既可应用于车辆的前装市场，也可应用于各种在用车。系统结构紧凑，安装方便，操作简单，安全辅助效果好。

3 效益分析

汽车驾驶安全辅助系统可以显著提高车辆的行驶安全性能，是下一代汽车新的技术和经济增长点，发达国家已经开始批量安装应用。对于我国，汽车工业快速发展，车辆保有量迅

速增加，人们对交通安全的需求极为迫切，汽车生产企业也需要提升其行业竞争力，运输企业更需提高运输效率。汽车驾驶安全辅助系统的开发及应用必将带来新的行业变革，既可以创造巨大的经济效益，又可以产生显著社会效益。

4 合作方式

成果转让或技术合作。

UTI 标准机卡分离解决方案

1 成果简介

清华大学研制出了 UTI 主机接口 T-USB 芯片，是世界上第一颗专门为数字电视应用设计的 USB2.0 接口芯片，其优异的品质与性能，以及应用开发的灵活、方便特性得到了业界的高度认同，成为机顶盒、数字电视一体机扩展时接口的首选方案。以 UTI 技术引领数字电视扩展时代，推出了多功能的 UTI 扩展卡产品系列，包括面向 CA 等数字电视基本应用的 UTI 卡系列，解决了不同地区采用不同 CA、EPG、数据广播、中间件、增值应用所带来的机顶盒差异性问题的，解决了数字电视一体机、机顶盒等进入水平市场大规模销售瓶颈问题。UTI Tuner 卡系列，涵盖了有线、卫星和地面的数字电视全系列的产品，有效地解决了数字电视一体机无法根据不同信号源确定相应的内置数字电视调谐器的难题，使得一体机可以通过 UTI 接口随时更换不同的调谐器。这一创新方案得到了电视厂家和用户的广泛支持。同时，UTI Tuner 卡，通过 USB 接口打开了 PC 与数字电视的通路，因而也受到了 PC 厂商和用户的热烈欢迎。

2 应用说明

UTI 卡是 UTI 数字电视机卡分离方案的核心模块。UTI 卡由 UTI SOC、UTI 接口、智能卡接口、CAS 智能卡等组成。UTI 卡不仅是一个 CA 条件接收模块，而且也是基于数字电视的通用应用扩展平台。通过 UTI 卡可以实现包括电子节目指南、中间件、数据广播等数字电视增值业务的机卡分离。UTI 卡支持未来的增值业务扩展，例如：互联网应用、流媒体、PVR 等。同过 UTI 卡也可以实现丰富的 PC 应用软件、游戏软件，向数字电视的转移。UTI 卡的内在 DRM 功能也可以帮助软件和内容开发，建立良性的版权收益形态。

3 效益分析

资金投入：3000 万元

每年销售收入：13781600 万元

每年净利润：836825 万元

4 合作方式

资金投入，市场推广。

数字电视安全平台 DRM 版权保护

1 成果简介

- 防非法用户——用户鉴权（UCA）技术
- UTI 支持多种 CAS 系统
- 防非法节目——节目鉴权（UPA）技术
- 前端密码水印植入节目和运营商标识
- 接收机 UTI 接口检测节目标识的合法性
- 接收机 UTI 接口对节目的条件开关
- 防非法设备—设备鉴权（UDA）技术
- 数字电视接收机对 UTI 卡和相关外设的合法性鉴权

2 应用说明

主要应用在广播电视、互联网、手提电话、IPTV 等领域。

3 效益分析

资金投入：1000 万元

每年销售收入：2000 万元

每年净利润：1000 万元

4 合作方式

资金投入，市场推广。

DMB-TH 地面传输数字电视模块

1 成果简介

主要功能：

数字电视地面传输的接收模块，支持地面传输数字电视国家标准。

将数字电视的电路封装在一个模块中，降低电视机、机顶盒厂商的数字电视产品开发成本，缩短开发周期。

视频输出支持 CVBS、S-Video，以及 Y/Cr/Cb。

有视频信号的数字输出（ITU-656），可以连接液晶显示屏。

提供串口信号，支持通过 RS-232C 串口升级软件。

有红外遥控器、前面板控制接口，软件提供操作简便的人机界面。

有智能卡接口（ISO-7816），可支持 CA（永新同方、算通、数码视讯等）。

2 技术特点

数字电视的模块化复合式器件，只要少量的外部器件就可以实现数字电视机顶盒、数模一体化电视机、液晶数字电视机。信源解码采用海尔集成电路设计有限公司的“爱国者 2

号”解码芯片，具有低成本，高性价比的优势。

3 合作方式

商谈。

DMB-TH 车载数字电视终端

1 成果简介

液晶显示屏一体化的数字电视移动接收终端，主要定位于车载。产品的基本型是移动电视机，可以集成收音机、DVD、车载导航、游戏等功能，形成系列产品。液晶显示屏以 6.5、7 英寸为主，吸顶式可以有更大的显示屏。

主要功能：

数字电视地面传输的车载用接收终端，支持地面传输数字电视国家标准。

7”宽屏 TFT 液晶显示屏。

线缆接口：天线输入、电源、外部 AV 输入、AV 输出、耳机。

操作按键：电源开关、选台+、选台-、音量+、音量-、菜单、退出。

红外遥控器。

立体声音频信号用 FM 播出，可通过车载 FM 立体声收音机播放电视伴音。

内置串口，支持升级软件。

2 技术特点

液晶一体化的数字电视终端。信源解码采用海尔集成电路设计有限公司的“爱国者 2 号”解码芯片，具有低成本，高性价比的优势。

3 合作方式

商谈。

构件化的综合业务协同办公系统

1 成果简介

该系统以服务政府和企业为宗旨，以业务管理生命周期为目标，采用基于构件技术和面向服务架构，以图形可视化管理为特色，通过菜单和拖拽等简单操作方式，使用户快速实现对业务从其建立、使用、维护、注销的全程管理，方便搭建起各类业务系统，如：协同办公、人事、财务、资产、CRM、电子商务等管理业务系统。本系统包括的主要基础构件有：组织结构管理、岗位角色与权限管理、业务表单管理、工作流引擎、资源关系管理、手机业务接入等，基础应用构件主要有：邮件、短消息、日程管理、文档管理、知识库管理、会议管理、车辆管理等。

2 应用说明

电子政务：党政机关、信访、工商、税务、质监、物价、劳动人事、卫生防疫、民政、

计生、消防、环保、公安、检察、监察、纪检、政法、反贪局、新闻媒体等政府和行业管理部门；

电子商务：银行、证券、医院、电信、电力、交通、自来水和其他各类企业单位的内部办公；

应用案例：

《中国邮政总局邮政快递业务系统》

《赤峰市政府协同办公系统》

3 合作方式

商谈。

智能交通工程信息监理机制

1 成果简介

清华大学在交通规划领域处于国内领先地位，承担了综合城市交通规划、城市交通管理规划等多种项目。多年来从事智能交通领域工程的监理工作，培养了一批智能交通领域专业技术人才，同时也积累丰富的项目管理经验。

清华大学与新疆某公司在乌鲁木齐城市交通改善及区域交通信号控制系统项目、武汉城市交通项目 ATC 系统建设工程项目的合作上探索项目管理新模式。双方通过强强联合，整合了清华大学行业专家的学术研究成果和公司在交通工程、信息工程领域丰富的监理经验，在技术方案、人员配置以及专业测试手段等方面获得智能交通领域的专家和建设单位的一致肯定。

校企在项目中严格遵照相关国际、国家标准，使用 FIDIC 合同条件进行项目全程管理，利用专业的测试技术和测试工具，结合以往工程项目管理经验，为建设单位提供全过程的咨询、监理与测试服务，促进了工程建设项目管理的规范化和标准化，更好地发挥了投资效益。

2 应用说明

城市交通管理规划。

3 合作方式

商谈。

数字电视接收机系统及方案设计

1 成果简介

经过 8 年多技术积累，清华大学在数字电视接收机开发及产业化方面形成了一系列研发成果，包括：符合地面和有线数字电视标准的高清机顶盒、高清机顶盒产品样机硬件、软件系统，高清晰度数字电视一体机设计方案，数字电视中间件及应用软件平台，交互数字电视系统及软件等。

2 应用说明

在本成果基础上,生产企业可以迅速掌握数字电视机顶盒和接收机技术,具备产品开发和生产能力,应用成果包括全部软件、硬件设计文件及相关文档等。

3 效益分析

资金投入: 100 万元

每年销售收入: >1000 万元

每年净利润: >200 万元

4 合作方式

商谈。

基于 Eclipse 和 Lotus Expeditor 的 XSL/XML 数据表示引擎以及可视化开发工具

1 成果简介

随着 XML 技术在信息系统中的推广,XML 文件作为结构化数据的存储媒体,并使用 XSLT 来定义针对 XML 源数据的查询条件和排版信息。通过 XSL 转换处理可以得到同时提供所需内容信息和样式信息的 XSL-FO 文件,即针对内容信息提供统一的布局表示视图。针对源数据文档实现数据可视化处理过程的应用软件称为数据表示引擎(DataRendering Engine),以下简称“引擎”。XSLMaker 就是基于 XML/XSL 技术实现的一个数据表示引擎软件,它完成了将 XSL-FO 文件向最终用户可以理解和浏览的形式转换的操作。为了使数据表示过程能够同时适用于不同类型浏览设备的要求,特别是满足种类繁多的移动计算设备的要求,输出格式的可扩展性成为该系统设计所需考虑的首要因素,系统必须能够适应不同计算平台的要求,针对同一个源数据提供不同的输出表现形式。该引擎的设计过程中提出了基于区域树(Area Tree)的对象模型,在系统内部提供一种独立于平台和输出格式的页面布局表现形式,后根据不同的需要通过文本、图形、图像等基本单元的组合形成最终的输出结果。同时 XSLMaker 中可视化的编辑工具将帮助用户在一种具有图形化用户界面的软件中,利用可视化的设计方式设计基于 XSL 规范的样式表文件,并可以利用该软件完成相关文件的自动转换和结果文件的自动生成功能。

2 应用说明

XSLMaker 的基本功能

- 可扩展性

XSL 数据表示引擎的可扩展性表现在开发人员仅需要通过实现相应的绘制接口就可以实现 XML 文件向其他文件转换的转换器。

- 高效性

XSL 数据表示引擎在算法设计上充分考虑了对内存的使用以及对异常的处理，因此文件生成的质量和效率都大大超过了同类产品，尤其体现在 XML 向 PDF 文件的转换操作中。

- 国际化支持

XSL 数据表示引擎支持的语言为：中文、英文、日文。

- 强大的图片的处理功能

XSL 可以处理的图像类型为 JPG、JPEG、GIF、BMP、TIF、TIFF、PNG 等等。

XSLMaker 的技术优势

- 对 barcode 的支持。

为了满足某些文档对条形码的需要，XSL 数据表示引擎在 XSL-FO 规范的基础上增加了对包括 CODE39、CODE128、PDF417 在内的近 20 种不同国际标准条码生成功能的支持。

- 对中文排版的特殊支持。

XSL 数据表示引擎在原有 XSL-FO 规范的基础上进行了扩展，满足了中文排版（尤其是公文）的特殊要求。

- 对中文编码的支持。

XSL 数据表示引擎实现了对中文 GB18030 的完全的支持。

- 对中文特殊字体的支持。

XSL 数据表示引擎实现了对华文细黑、华文仿宋、华文中宋、方正仿宋-GB18030、方正书宋、方正黑体-GB18030、方正小标宋、方正楷体-18030 等的特殊中文字体的支持。

XSLMaker 的应用范围

- 政府公文传输排版系统，政府公文集中打印系统；
- 政府企业报表生成系统；
- 保险行销系统，市场调查分析用户报告生成系统，PDF 自动发稿系统，周刊杂志的页排版，技术手册的制作。

3 合作方式

- 作为一套独立的系统使用；
- 根据客户要求进行特殊功能定制；
- 提供 SDK 供客户进行二次开发；
- 根据客户要求实现客户现有系统集成（双方技术人员合作）。

基于地面传输数字电视的动态交通信息发布系统

1 成果简介

本成果实现了一种利用地面/移动数字电视无线网络发布实时交通路况信息的服务平台，并与车载导航终端结合实现动态导航的技术与服务系统。

2 主要功能

交通信息接入与发布服务器：主要包括数据接口；维护和交通信息提供者之间的 TCP/IP 链接，将来自不同交通信息提供者的交通信息转换为统一的格式后存储到数据库中；**交通信息管理：**将实时传入的交通信息分类管理；**信息转换：**以一定的策略实现交通信息的调度发送，将交通信息转换成符合 TPEG 编码规范的数据流；**码流转换：**将 TPEG 数据流转换成数字电视的 TS 码流。

动态导航终端：具有地面数字电视接收功能的导航终端随时接收交通路况信息，与导航电子地图、导航软件联动，可以及时知道前方交通拥堵路段，自动选择畅通道路实现动态的交通导航。

3 主要特点

该技术方案不单独占用无线频谱，不用建设新的无线覆盖网络，可在大地域范围实现面向出行者、车辆驾驶员的实时交通信息发布，有助于对出行车辆实施动态的交通诱导，缓解大城市日益严重的交通拥挤、阻塞状况，从而提高出行效率，降低能源消耗，减少城市污染。

在此信息服务平台的基础上，可以提供面向出行者的商业服务信息、导航终端的地图数据更新等增值服务。

4 合作方式

商谈。

智能语音处理系列成果

1 成果简介

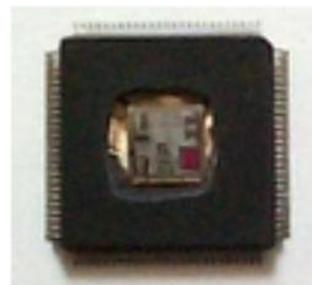
清华大学是国内最早专门从事语音技术研究单位之一。目前拥有多项核心技术包括：大词汇量连续语音识别、语音关键词检测、语种识别、说话人识别、中低速语音压缩编码、语音增强、交互式语言学习、回声消除、麦克风阵列处理、固定音频检索，以及语音专用芯片系统（System on Chip, SoC）设计和片上嵌入式识别算法等。这些研究成果是在 863 计划、自然科学基金、信息产业部、国际合作等项目支持下取得的。实验室现有 1 名教授与 3 名副教授，20 余名博士、硕士研究生，从事智能语音处理技术与语音芯片方面的研究与开发工作。

2 应用说明

成果一：系列语音芯片

基于 8 位微控制器（MCU）核语音芯片，能识别约 20 条特定人、非特定人语音命令，识别率为 95%，具有语音提示与语音回放功能。

基于 16 位微控制器（MCU）核+矢量处理器专用语音芯片，能识别约 200 条特定人、非特定人语音命令，识别率为



98%，具有语音提示与语音回放功能。

基于 16 位数字信号处理器 (DSP) 核语音芯片，能够识别约 600 条非特定人语音命令，识别率为 98%。三种芯片都开始批量生产，主要用于智能语音交互玩具、语音拨号和长时录音电话、MP3 语音点歌、语言学习机等。科技日报介绍了有关成果。

成果二：电话语音说话人识别

在漏报率为 6.3% 情况下，40 秒电话语音说话人开集识别辨认率达到 96.8%，获得了部级 3 等奖。电话语音语种识别：针对汉语、英语、俄语及其他语种四种情况下，开集语种识别率为 90% 以上。固定音频检测：快速高性能固定音频检测，检测正确率大于 97%。基于单麦克风和双麦克风语音增强和回声消除系统。有关成果在国家的一些部分得到应用。



成果三：北京自然博物馆的智能熊猫口语对话系统小朋友可以通过口语对话了解熊猫的各种习性。与清华大学出版社合作研发了交互式英语学习系统，对英语语音发音进行客观评价和发音错误定位。成果通过教育部鉴定，并在全国高校英语口语教学中得到应用。

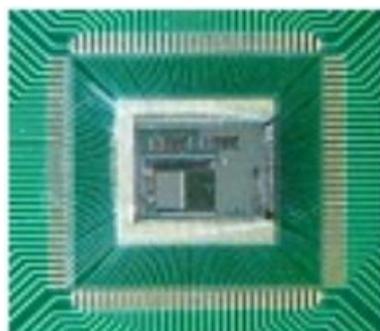


成果四：多麦克风阵列信号处理技术

实现说话人定位和噪声消除。基于 8 位 MCU 核的双麦克风输入语音芯片，具有听音辨位功能，分辨率小于 15 度。语音增强功能，可以远距离进行人机交互。



成果五：基于 DSP 或 ARM9 的说话人识别专用芯片
即声纹识别专用芯片，可以作为声纹锁应用。办公室环境下，说话人识别率大于 99%，说话人确认等错率小于 1%。结合个人语音确认信息，说话人确认等错率小于 0.1%。



成果六：新闻和电话语音关键词检测技术

广播语音关键词检测等错率小于 15%，电话语音关键词检测等错率约为 25%。基于内容的语音检索系统，可以实现互联网上跨语音文件检索和信息挖掘。

成果七：智能语音玩具交互系统

用于多种语音玩具中，包括福娃中的语音交互系统。基于手机和 PDA 平台上名字拨号系统和语音命令控制系统，1000 个命令词识别率为 97%。人性化服务机器人系统，可以实现说话人定位、说话人身份确认、无语法的人机对话。基于内容的语音检索系统，可以实现互联网上跨语音文件检索和信息挖掘。



获得 3 项国家发明专利，部级三等奖 1 项。语音芯片获得中国华录集团投资并产业化生产。

3 合作方式

商谈。

电力线通信

1 成果简介

电力线通信（power line communication），简称 PLC，是指利用电力线提供通信业务的技术、设备和服务，传输数据和语音信号的一种通信方式。在电力线进行低速数据传输的技术（称为电力载波通信），早在 10~20 年前就有，主要用于电力系统控制，远程抄表等。近年来随着调制解调和 ASIC 技术的发展，PLC 传输速率和距离不断提高，已具备了传输数据、语音、视频等高速多媒体信息的能力。因此，基于 PLC 的宽带应用成为近年来国内外研究的热点。目前，基于 PLC 宽带的的应用主要有两个方面。一个是基于低压电力线的高速室内联网，即家庭或办公网络。另一个是基于中压和低压电力线的宽带接入网。由于宽带 PLC 在家庭网络和接入网领域的广阔应用前景，国际上都在加紧这一领域的研究。

目前，PLC 技术企业基本上是在两大发展方向上研发电力线通信的解决方案，即户内（InPremise）组网方案和户外（Access）接入方案。户内组网方案是低压（LV-PLC）解决方案，即在建筑物（楼宇或住宅）内，通过户内低压电力线路和电源插座作为传输介质和节点，组建内部局限网（LAN），该方案解决宽带通信的最后 100 米问题（LastYard）；户外接入方案是从中压（MV-PLC）到低压（LV-PLC）的解决方案，即从变电站到下属的各个变压器，通过中压输电线建立宽带传输骨干网络，从变压器低压端到所覆盖建筑物的低压入户线作为传输支线，最终接入户内计算机，该方案解决宽带通信的主干和最后 1000 米问题。

户内组网方案以美国的 Intellon 公司为代表，户外接入方案以西班牙的 DS2 公司为代表。两家公司研发思路的差异，分别体现了美国和欧洲在 PLC 技术上的不同发展方向，但两家公司的 PLC 核心技术都采用正交频分复用（OFDM）调制技术，因而能够走在其他 PLC 公司的前面，其核心技术分别成为美国和欧洲 PLC 领域事实上的标准。

根据上述两大发展方向，现有的 PLC 技术可以划分为 3 类：

- (1) 针对家庭网络市场的技术;
- (2) 针对宽带接入市场的技术;
- (3) 两者兼顾的技术。

在城市,重新安装通信线路非常麻烦,施工费用高。采用中压宽带数据传输,可以快速有效的为小区或办公楼提供宽带接入。当前,电力部门的光纤已经可以铺设到各个变电站,但变电站与附近的开闭站之间缺乏通讯信道,而开闭站向商业楼宇和居民小区直接送电,线路可以直接到达住宅小区或写字楼。因此,如何利用开闭站和变电站之间中压线路进行高速通信成为解决配网自动化以及实现宽带网络接入的一个关键点。中压 PLC 技术的成熟,使其成为解决这一问题的良好途径。同时它还可以用额外的带宽为网络运营商提供网络接入线路,使之成为电力线通信应用的一个额外盈利。

近年来,随着人们居住以及办公环境的改善和信息化的普及,人们对智能家庭 (smart home) 的要求越来越高。智能家庭不仅需要大量智能化的家居设备,还需要有遍布家庭各处的网络设施,实现家用电脑、电器之间的通信和自动控制,以及与外部 Internet 的互通,称为家庭网络 (home network)。目前,家庭网络连接还没有一个统一、成熟的技术标准。人们尝试采用各种介质:5 类线、电话线、电力线、有线电视同轴电缆和无线局域网构建家庭网络。由于电力线和电源插座遍布家庭每个角落,通过电力线构建家庭网络无需重新布线,经济实惠,使用方便,因此,PLC 成为最受关注的家庭网络技术之一。

2 技术指标

使用频带 2~30MHz, 频谱管理: OFDM 1024 (采样 64Mhz, 1024-iFFT, 31.25kHz 载波; 28MHz/21.25kHz=896); Multiband-OFDM (256-iFFT, 4MHzx7=28MH, 896/7=128)。最大速率可达 224Mbps, 是目前国际同类产品中最高的。

软件 AGC 动态自适应: 共 10it, 相差 2bit 折算 10db; 在 DSP 以前每个子频段动态恢复调整。以抵消 PLC 信道的频率选择性衰落。

频率同步: 加导频, 2 个载波, 携带已知信息, BPSK 调制用于相位估计; extrapolation 用于计算其他载波以及相位校正;

频率切槽: 可关闭任意一个载波。该技术可以使 PLC 通信设备避开信道上的某些强干扰点, 同时也符合全球所偶电磁兼容及功率辐射的有关标准。

调制方式: BPSK、QPSK、16QAM、32QAM、64QAM、256QAM, 8 个子载波一组, 采用相同的调制方式, 共 112 组在 2-30MHz 频带中。最大速率可达 224Mbps

信噪比估计: MAC 层选择调制方式, 物理层估计每个载波的信噪比; 本地接收解调后, 进行再调制, 并与接收到的调制信号比较汉明(Hamming)距离, 得到信噪比估计。

FEC: 包长 224byte, 32bit 的整数倍, RS 编码增加 16byte, 共 240byte, 再加一个空 8bit, 共 241 字的 8bit; 将其送入卷积编码, 得到 241 个 16bit 的字, 抽取后得到 241 个 12bit 的字。

中压宽带功率放大器: 高功率、高线性度, 高带宽。并设计多种功率等级的产品。

链路层协议：

PLC MAC 协议：设计具有自主知识产权的 MAC 协议。可以支持中压电力线的多分枝拓扑结构组网，可以支持中继，链路层节点可以设置为主站节点、中继节点、小站节点（从节点），有利于各种形式的组网；该协议采用时分和申请结合的方式，有效解决链路层传输距离与多节点有效利用率问题；采用权重资源分配，支持 QoS，目前此项技术处于国际先进水平。

PLC CAC：

信元接入：采用支持 QoS 的宽带多媒体业务的有线接入方法，该方法已获得发明专利。

业务接入：到达业务处理与到达业务前处理衔接的网络业务处理方法，该方法已获得发明专利。

PLC 链路层业务调度：采用控制业务接入时间间隔降低业务到达突发度的方法，该方法已获得发明专利。

PLC PLCP：帧格式处理，FEC，robust；帧定界，字节数和时隙；动态调制和导频，频率切槽；收集信噪比和误码率

802.1D 协议：透明桥转发，第二层桥接；生成树 STP，防止自环。

802.1P 协议：优先级控制，3bit，QoS。

802.1Q 协议：VLAN、GVRP。

网络层协议：

可支持 IPv4 和 IPv6。

支持 QoS 和网络安全。

应用层协议：SNMP、Telnet、FTP、DHCP 等。

PPPoE：PAP/CHAP 用来做用户认证；IPCP 配置 IP 地址，子网掩码，DNS 以及默认网关。

3 应用说明

清华大学科研人员采用目前国际先进技术，结合我国电力线使用环境的特点，开发出了新一代电力线宽带网络系统。该系统涵盖物理层、数据链路层、网络层以及应用层。其中关键技术包括物理层调制解调、信道编码、信道估计算法、多址协议、调度算法、以及接纳控制算法等。本系统调制解调采用 MC-OFDM 技术、带宽 28MHz 线路速率 224Mbps 为国际领先水平。数据链路层和网络层采用支持 QoS 的自主知识产权协议和关键算法，并已获得国家专利。相关专利如下：

- 宽带多媒体业务的有线接入方法
- 非透明桥式卫星信道接入方法
- 一种通过统计和控制节点状态选择路由的方法
- 基于路径延时概率分布的选路方法

- 基于延时概率分布函数的网络状态更新方法
- 到达业务处理与到达业务前处理衔接的网络业务处理方法
- 控制业务接入时间间隔降低业务到达突发度的方法

本系统为宽带综合业务网络，可应用于多种传输介质，如中压电力线网络、低压电力线网络，有线电视网络等等。根据不同的应用类型，可实现中压宽带传输接入网和配网自动化网络；低压宽带接入网；数字视频监控网；矿井通信网络；智能家居与职能楼宇网络等等。

4 效益分析

本系统的优势在于不用重新布线建网，可以快速实现业务运营，产生增值效益。另外，电力线宽带网络采用自组网模式，组网灵活。因此，网络建设可以分期进行，可以根据用户发展情况逐步扩展。本系统为宽带综合业务网络，可应用于多种传输介质，如中压电力线网络、低压电力线网络，有线电视网络等等。根据不同的应用类型，可实现中压宽带传输接入网和配网自动化网络；低压宽带接入网；数字视频监控网；矿井通信网络；智能家居与职能楼宇网络等等，可根据用户的需求进行综合应用。

5 合作方式

商谈

自然语言理解技术

1 成果简介

在自动语音识别技术让计算机能“听写”人类的语言时，自然语言理解(Natural Language Understanding 简称“NLU”)技术则让计算机能够“理解”人类的语言。

自然语言理解技术在两个方面有比较显著的应用：

- 基于文本的对话，系统的输入和输出都是文本而不是语音。可以用在诸如 Internet 等上面进行智能查询、信息获取等。
- 基于语音的对话，系统的输入和输出都是自然语音。可以用在诸如电话、手机、无线通讯等没有键盘可以输入文本的地方，进行智能查询、信息获取等。

2 应用说明

(1) 口语对话系统

语音技术中心采用最先进的自然语言理解技术、对话管理技术和系统集成技术，开发了口语对话系统开发包。这个开发包具备集成、可视化、面向领域等重要技术特点，是目前世界上第一个，也是唯一的实用汉语口语对话系统开发包。

与其他中文自然语言理解系统不同，该系统支持的是灵活随意的口语对话，并能根据对语义的真正理解，采用先进的自然语言生成技术，产生自然的应答语句。一个口语对话系统包括的主要部分有：语义分析器、对话管理器、应答生成器等。该系统对技术人员要求不高，利用该开发工具，可以大大缩短开发周期，快速有效地开发出实用的口语对话系统。

国内大部分技术开发商和 SP 都能轻松应用此开发工具开发自己的智能服务系统，有关的修改、补充和维护工作也很方便，一般通过修改配置文件就可以达到对系统进行升级的目的。

(2) 智能互动信息服务系统

智能信息互动服务是当前网络搜索和信息服务的热点。语音技术中心在原有口语对话系统软件开发包的基础上，针对智能信息互动服务的应用需求，进一步开发口语对话系统精简版。使用该软件，SP 只需提供基本的查询例句，即可轻松地在短信/WAP/Internet 上实现智能信息发布和智能信息查询平台，用户可彻底抛开厚重的手册和复杂的编码，享受前所未有的、自然互动的信息服务，如旅游交通、餐饮娱乐、金融证券、智力竞猜、公共服务等等。本工具可以帮助用户完成快速、准确的信息查询。

3 合作方式

商谈。

自动语音识别技术

1 成果简介

自动语音识别(Automatic Speech Recognition 简称"ASR")技术的目标是让计算机能够“听写”出不同人所说出连续语音，也就是俗称的“语音听写机”，是实现“声音”到“文字”转换的技术。

自动语音识别通常有以下几种分类方法：

- (1) 按系统用户情况分：特定人和非特定人识别系统；
- (2) 按系统词汇量分：小词汇量、中词汇量和大词汇量系统；
- (3) 按语音输入方式分：孤立词、连接词、连续语音系统等；
- (4) 按输入语音发音方式分：朗读式、口语（自然发音）式；
- (5) 按输入语音方言背景情况分：普通话、方言背景普通话、方言语音识别系统；
- (6) 按输入语音情感状态分：中性语音、情感语音识别系统。

语音识别技术适用于家用电器和电子设备，如电视、计算机、汽车、音响、冷气等的声控遥控器，电话、手机或 PDA 上的声控人名拨号、数字录音机的声控语音检索标签、儿童玩具的声控等；也可用于个人、呼叫中心，以及电信局应用的信息查询与服务等领域。

2 应用说明

(1) 带语音信箱的接线员

“关键词检出器”技术是一种自动语音识别(ASR)技术。它应用于一些具有特定要求的场合，由于速度、高检出率或其他特定的要求，人们并不需要系统识别出整个句子，更不需要理解整个句子，而只关注那些包含特定词（称为“关键词”）的句子。比如，对一些特殊人名、地名和词语进行电话监听，又比如通过人名进行自动分机接驳服务等。

带语音信箱的接线员是利用关键词检出器的 API 开发出来的一个具体应用，是国内领

先的智能自动语音识别总机系统，可实现 24 小时无人值守的电话自动转接，并具备语音信箱功能。用户在使用时，只要说出要找的对象，系统就会方便、准确、实时地检出自然语音中的人名或部门名称，并迅速转接至所指定的分机或者其他联系电话，极大地方便了用户，大大降低了总机系统的服务成本，提高了使用效率。

(2) 口语学习系统

口语学习系统的原理是基于语音音素及其他参数的提取与分割，将使用者的语音音素系列与标准模型的语音音素序列进行自动比对，并将比对结果通过视图形象而直观地给出，从而对学习者的语音给出恰当的评价(比如对每个音素给出一个得分等)，以帮助其改进和提高口语发音，使其接近或达到语音的标准水平。由于利用可视化的朗读评分等人机交互的方式，而且通过视觉、听觉等综合手段，反复提示和帮助用户接近标准发音，因而能显著提高口语学习者的学习兴趣。

口语学习系统可广泛应用于多种电脑设备和网络环境：

- 可集成到语言学习软件和 VCD 中；
- 可与复读机、MP3 配套使用，用户可直接对着麦克风朗读，也可把录音与标准模型对照，提供了更方便和全面的口语训练方案；
- 支持网络远程服务，系统可实时处理众多用户通过网络传来的语音，用户可随时上网选择自己所需的内容进行个性化的学习和训练；
- 用户可通过电话或者网络，接入口语学习测试系统，在系统的引导下，测试用户的日常对话整体能力、正确性和流畅性，非常适合教育机构、商业企业、政府部门方便、可靠、客观地考核各类人才的口语能力和会话水平，应用于优秀人才聘用、工作能力考察、设定入学和毕业标准、评估教学成效等领域。

(3) 声控拨号器

声控拨号器(Voice Dialer)是基于 Pocket PC 的汉语声控拨号器。声控拨号器应用了与说话人无关(即非特定人)的语音识别技术，用户无需在线训练，也无需预先录制声控标签，就能通过语音方便、快捷拨号，好学易用。

声控拨号器的姓名列表，由 Pocket PC 联系人姓名(部分或全部)构成。此姓名列表用户可以自主修改，包括添加自定义姓名的读音，如用昵称来代替姓名原来的读音；允许对联系人姓名中的多音字进行读音选择。同时，声控拨号器对用户读音的识别结果，提供了多个候选让用户选择，在噪音情况下有效提高了识别成功率。

声控拨号器具有如下特点：

- 非特定人，无需训练；
- 识别率高，识别速度快；
- 与联系人信息保持同步；
- 支持汉字/拼音形式的联系人姓名；

- 联系人姓名读音可定制;
- 可浏览拨号器的姓名列表;
- 模型小, 参数可定制。

3 合作方式

商谈。

声纹识别技术

1 成果简介

声纹识别(Voiceprint Recognition 简称"VPR"), 也称说话人识别, 就是根据人的声音特征, 识别出某段语音是谁说的。严格地讲, 声纹识别有两方面, 说话人辨认和说话人确认。前者要判断出某段语音是若干人中的哪一个所说的; 后者则确认某段语音是否是指定的某个人所说的。

声纹识别技术的应用范围很广泛, 说话人辨认领域有: 刑侦破案、罪犯跟踪、国防监听、个性化应用等等; 说话人确认领域有: 证券交易、银行交易、公安取证、个人电脑声控锁、汽车声控锁、身份证、信用卡的认证等。

2 应用说明

(1) 声纹加密锁

声纹加密锁(Voice Key)是国内首创的 USB 接口的新型电脑安全产品, 是对电脑系统进行加密、保护的数据安全系统。它符合国家安全标准, 对文件的加密、解密操作及其简便。应用了声纹识别技术, 声纹加密锁插入电脑 USB 接口后, 用户只需对着话筒口述命令, 即能马上验明用户身份, 让合法用户顺利进入而拒绝非法用户的使用, 从而免去了用户记忆一大串密码的烦恼, 不怕密码泄漏, 还能非常可靠地防止因为声纹加密锁被盗而失密。

声纹加密锁提供多重安全保护, 极其方便而可靠地保护你的个人隐私、信息安全, 防止非法用户进入、使用和窃取电脑系统:

- (1) 使用携带方便, 即插即用;
- (2) 高精度, 声纹识别达到使用水平;
- (3) 无需记忆, 声纹就是密码, 免除记忆密码的烦恼, 也无需担心被别人破解或者偷窃密码;
- (4) 双重保障, 声纹加密锁和说出的声纹同时正确才可以存取数据, 即使硬盘丢失数据也不会失窃;
- (5) 高安全性, 可防止录音冒用。

(2) 公安技侦/刑侦领域的声纹身份辨认系统

文本无关的声纹身份辨认系统, 能通过电话侦听采集的语音进行自动的身份辨认, 对于各种电话勒索、绑架、追逃、话人身攻击等案件, 帮助对嫌疑人进行查证或监控嫌疑人的电

话等，提供高性能价格比的应用方案，为公安技侦和刑侦部门节省大量的警力，并大大提高监听效率和破案成功率。

采用声纹识别中“文本无关的说话人辨认”技术，通过报警台呼叫中心系统采集到的报警语音进行自动的身份辨认，应用合法，技术可靠，识别率高，判别速度快，兼容性好，安装、使用和维护都简单易学，整体方案性能价格比高，能大大提高公安报警台的运作效率，节省报警台的人力和通讯资源，也能提升公安第一线的警力合理调配，提高群众满意度。

（3）反恐和国防安全中的声纹辨认系统

声纹辨认技术可以察觉电话交谈过程中是否有关键说话人出现，继而对交谈的内容进行跟踪(战场环境监听)；在通过电话发出军事指令时，可以对发出命令的人的身份进行确认(敌我指战员鉴别)。

对于各种电话恐吓，各种恐怖分子的声音，声纹身份鉴别系统可以在一段录音中查找出恐怖分子嫌疑人。在美国调查 911 事件、阿富汗战争，以及伊拉克战争中，就多次使用声纹身份鉴别系统。

声纹身份鉴别系统安装在战斗机上，可以准确识别出敌方飞行员身份，使飞行员作出正确的应对策略。在国外，尤其是美国，早已将声纹信息管理系统应用到军事、情报、国家安全等重要部门。

3 合作方式

商谈。

无线楼宇自动化技术

1 成果简介

无线楼宇自动化系统将无线网络技术引入到公共建筑或者专业基础设施的物业管理维护中，它最大的优点就在于无线通信技术的高灵活性，快速的部署，低成本的系统安装。另一方面，这意味着现有的楼宇管理应用需要用不可靠的无线媒体实现。系统同时也需要考虑严格的安全规则和个人隐私保护。

（1）本无线楼宇自动化系统不但考虑了现有的楼宇自动化应用，如视频监控，而且也研究了新的楼宇监控需求，如室内人员无线定位。

（2）楼宇自动化系统正面临快速的技术革新。在楼宇自动化系统中引入无线技术的原因包括以下几点：

（3）安装部署有线网络耗时费力，提高了有线楼宇自动化系统的部署成本。而无线网络可以更迅速、更低的成本的安装。

在一些老式建筑和古建筑中，安装有线楼宇自动化系统将会损毁建筑本身，而无线网络则可以完全避免这种情况，达到保护原有建筑的目的。

无线网络具有灵活、可随意改变的特点。根据实际的需要，无线网络可以随时调整，以

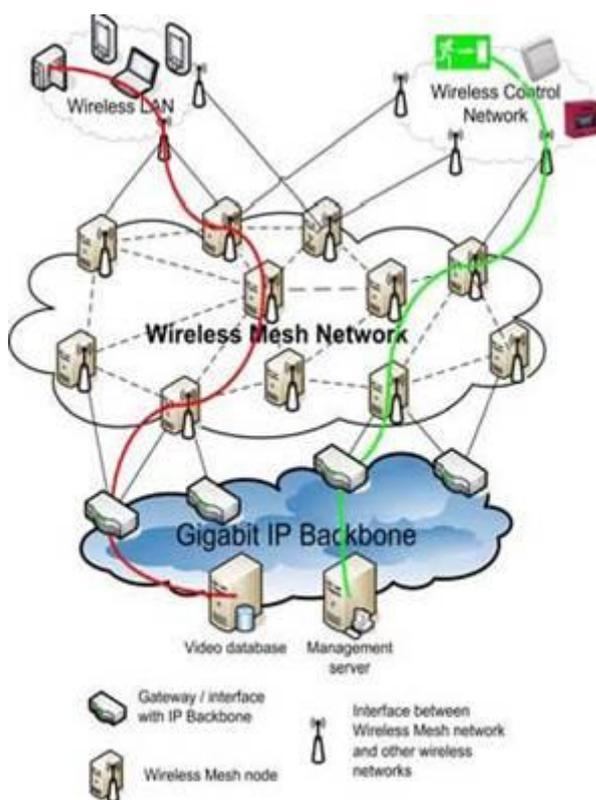
达到楼宇自动化管理的目的。

本无线楼宇自动化系统中包含以下几种设备构成：

- (1) 通风、空调、暖气传感器组成的传感器网络；
- (2) 无线接入点，用于提供无线网络连接，组成一个无线网格网络；
- (3) 用于视频监测的智能摄像头，可以跟踪运动的物体；
- (4) 监控整个楼宇状况的中央控制室，包括一系列的视频监视器；

其他的设备还包括：大楼保安的手持设备、电子控制的门锁等。

无线楼宇自动化系统的网络拓扑结构如左图所示。这个系统中包括几种不同的网络：



(1) 传感器网络，由各种感测气温，火灾等传感器组成；

(2) 无线局域网 WLAN，由 PDA，笔记本等无线移动设备组成；

(3) 无线网格网络，由无线路由器组成，这些无线路由器的无线发射范围需要覆盖整栋大楼；

(4) 中心监控室中的服务器，包括视频服务器和管理服务器。

在无线楼宇自动化系统中研究的内容包括以下几点：

(1) 视频摄像头探测物体或者人员的移动；

(2) 视频数据的高效传输处理，并保证传输的安全性；

(3) 不同网络中的安全机制。

2 合作方式

商谈。

堆石混凝土施工技术

1 成果简介

堆石混凝土施工技术是指将大粒径的块石直接堆放入仓,然后从堆石体的表面浇筑无需任何振捣的专用自密实混凝土,并利用专用自密实混凝土高流动性、高穿透性的特点,依靠自重完全填充堆石的空隙,形成完整、密实、水化热低、满足强度要求的大体积混凝土。堆石混凝土技术施工工艺简单,综合单价低,水化温升小,易于现场质量控制,施工效率高,工期短。在水利、电力、公路、铁路、市政、港口、能源等领域的大体积混凝土工程中具有广阔的发展前景。2008年4月,由水利部国际合作与科技司组织了成果鉴定:“堆石混凝土技术具有完全的自主知识产权,属于原创性的新技术,堆石混凝土技术的成功应用必将有力推动我国中小型水利工程及其他大体积混凝土施工技术的发展,堆石混凝土技术具有良好的应用前景。”

堆石混凝土施工技术作为一种全新的大体积混凝土施工技术,利用了大量的块石作为建筑材料,并且充分发挥了我们研发的低水化热专用自密实混凝土性能优势,除强度、弹模等基本力学性能与普通大体积混凝土相近以外,还具有以下特点和性能优势。

(1) 低水泥用量与低水化热

常规的C15~C25混凝土一般需要200~350kg左右的水泥,而C15~C25堆石混凝土只需要70~100kg左右的水泥;其单方水泥用量与碾压混凝土相当,与常规混凝土相比减少了70%左右。其原因在于堆石混凝土使用了大量的块石(约55%)作为主要建筑材料,只需要使用45%的专用自密实混凝土进行空隙的充填,配合我们独有的低水泥自密实混凝土配合比设计方法保证了低水泥用量的实现。工程实测的大体积混凝土实际水化温升在10℃左右,在大体积混凝土施工过程中可以减少,甚至取消温控措施。

(2) 高密实度与高强度保证率

通过独有的外加剂和配合比设计方法,我们能够使用国内各地区不同的原材料配制出低成本、超强穿透填充能力、高粘结力的专用自密实混凝土,保证堆石混凝土的充填密实,提高混凝土和块石表面的粘结力,最终形成完整密实,有高强度保证率的堆石混凝土。实际工程应用的检测数据表明,堆石混凝土的实际密度大于普通混凝土,具有很好的强度性能和抗渗性能。

(3) 显著提高工效,缩短工期

堆石混凝土施工所使用的机械设备均为常规设备,减少了混凝土的生产和浇筑量,免除了混凝土浇注的振捣工序,减少和消除了温控措施和层面处理措施,施工工艺简单。实际工程应用表明,堆石混凝土技术可以采用机械化施工,最大限度地降低了工人技术水平和质量管理水平对工程质量的影响,在提高了施工质量的基础上,明显缩短了工期。

(4) 显著降低施工成本

实际工程应用实例表明，堆石混凝土技术通过大量块石的使用、低水泥用量、工艺的简化、工效的提高，使其施工成本与其他大体积混凝土施工技术相比有显著降低。

(5) 良好的体积稳定性

堆石混凝土具有大块石稳定堆积构成的骨架，因而具有优良的体积稳定性，体积收缩小，具有较强的抗裂能力。

(6) 层间抗剪能力强，简化凿毛工序

堆石混凝土施工工艺保证施工层面会有大量的块石棱角裸露，增加了层间混凝土的结合面，通过混凝土与块石棱角的咬合可提高堆石混凝土层间的抗剪能力，可以免除或者简化层间结合面的凿毛工序。

(7) 技术先进，适应面广

堆石混凝土技术已经在北京、河南、四川、贵州、新疆、江西、山西等省区的实际工程中开始应用，所用的堆石既有块石，也有卵石；自密实混凝土的粗、细骨料既有人工碎石和人工砂，也有天然卵石和天然砂；所有工程都使用当地的水泥和粉煤灰。这些应用成果表明，堆石混凝土技术以及我们开发的低水化热低成本自密实混凝土配合比设计方法和专用外加剂，能够适应国内各地不同的原材料，具有广泛的适应性。

2 技术指标

所用的专用自密实混凝土以其特有的配合比和设计方法，在具有优良流动性能的同时，不离析、不泌水、有充足的粘结性能。在传统的坍落度试验中，专用自密实混凝土能达到 250 毫米以上的坍落度，600 毫米以上的扩展度。堆石混凝土中专用自密实混凝土一般少于 45%。工程实际监测的水化热温升仅 10℃左右。堆石混凝土的综合成本比相同标号的普通混凝土大幅降低，降幅可达 15~30%。

3 应用说明

目前堆石混凝土技术已开始得到工程界的认同，在众多工程开始推广应用，例如，已完成的项目，包括：

(1) 河南宝泉抽水蓄能电站工程

宝泉抽水蓄能电站是装机 120 万千瓦的大型抽水蓄能电站，通过现场试验和工程应用考验，在上库副坝及上库基坑回填等多个部位先后推广采用堆石混凝土技术，目前已成功使用近 5 万立方米。

(2) 四川金沙江向家坝水电站沉井填芯工程

向家坝工程是长江干流的特大水电站工程，向家坝工程的 10 个沉井为国内最大的沉井群，最大回填高度达 57.4 米，是向家坝工程的关键项目。经过现场试验和工程应用考验，最终全部采用堆石混凝土回填，共约 7 万立方米。单个沉井回填工期由原素混凝土回填方案的 20~30 天缩短到 5~7 天。

(3) 北京军区某部蓄水池工程

为堆石混凝土重力坝工程，坝高 14 米，全部采用堆石混凝土建设，约 2000 立方米。已完建投入运行，成本远低于普通混凝土。

另外，还有一些项目正在进行，包括：

(4) 山西临汾清峪水库重力坝：最大坝高 38.3 米。堆石混凝土方案已通过审查，目前已开工建设，2009 年春开始堆石混凝土浇筑，总方量约 4~6 万立方米。

(5) 贵州龙里石龙沟水库双曲拱坝：最大坝高 44.9 米。堆石混凝土方案已通过审查，目前已开工建设，预计 2008 年底开始堆石混凝土浇筑，总方量约 2~3 万立方米。

(6) 大同恒山水库双曲拱坝加固工程：最大坝高 69 米。采用堆石混凝土加固，初步设计已通过审查，预计 2008 年 11 月进行施工招标，2009 年 4 月开始堆石混凝土浇筑。

还有部分项目正在进行可行性研究，如：

(7) 四川沙坪二级水电站基坑回填：已受华东水电勘测设计研究院委托，开展可行性研究。总方量约 11 万立方米。

4 合作方式

提供技术服务和开展合作研究。

新型交流矩阵式变换器

1 成果简介

交流变频调速技术已在工业和民用电产品得到了广泛的应用。但是传统的交—直—交型变频器普遍存在输入功率因数低，能量不易回馈，直流电解电容影响寿命等问题。

而相对于传统的交—直—交变频器，矩阵变换器不需要中间储能环节，是一种新颖的直接交—交变换装置。通过调制算法对其主回路中的双向开关进行合理控制，可以同时实现对其输入交流电流和输出线电压的调制，以获得和输入交流电压同频且相位可控的输入电流和负载所需的电流波形。

矩阵变换器的主回路是由功率开关器件构成的双向开关所组成的开关网络。在任意时刻，其任一输出相都可通过某个双向开关连接至某一输入相，实现能量的自由流通。因此，矩阵变换器是“全硅化”设计的一个典型范例。矩阵式变换器的电路形式主要包括直接型和间接型两类，如图 1、2 所示。

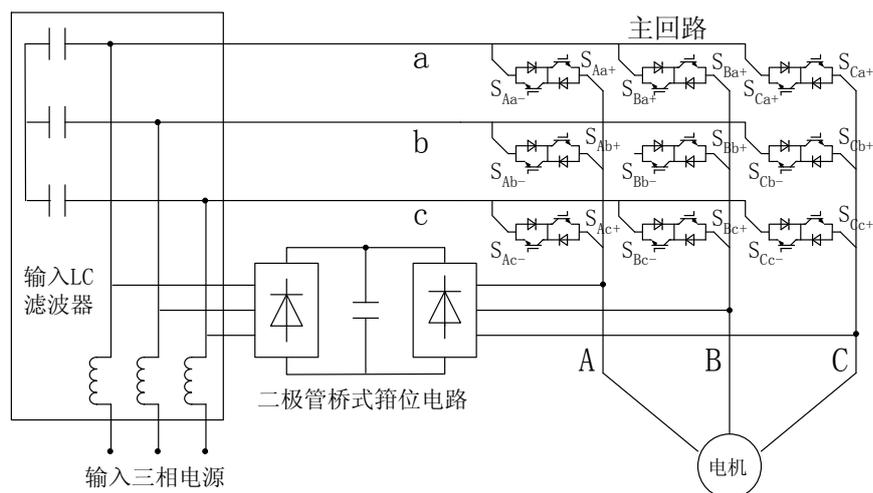


图1 直接型矩阵式变换器

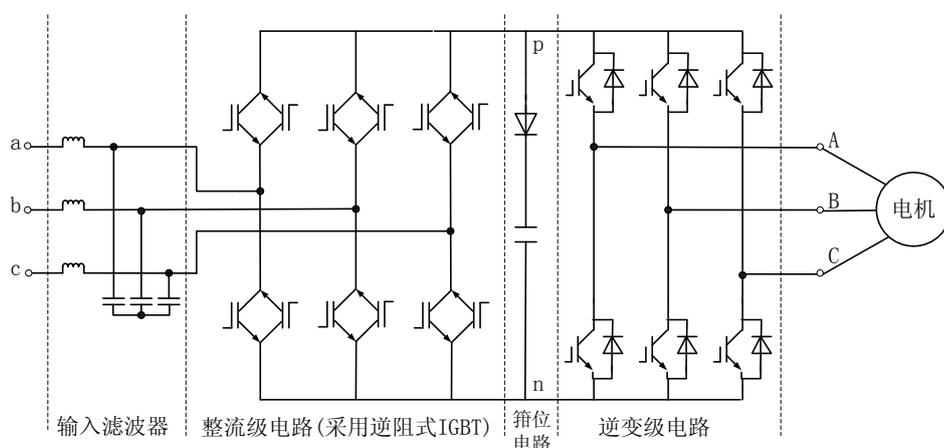


图2 间接型矩阵式变换器

直接型矩阵式变换器和间接型矩阵式变换器的基本原理和功能是相同的，但是由于间接型矩阵式变换器含有一个中间环节，其控制更为方便，且效率更高。

清华大学自2001年开始，对矩阵式变换器技术及其应用进行了深入的研究和开发，先后研制了多台采用新型电力半导体器件(RB-IGBT)的直接型和间接型矩阵式变换器样机(如图3所示)，其测试结果如图4所示。同时，课题组开发并掌握了具有自主知识产权的多项矩阵式变换器核心技术，包括：

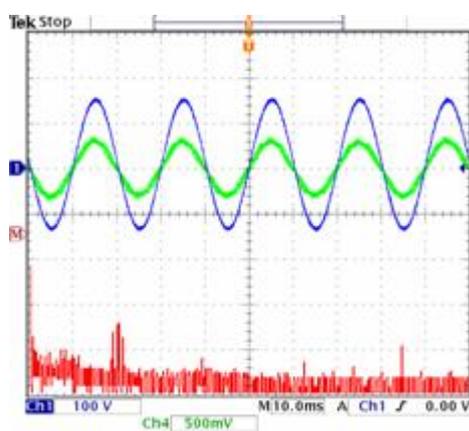
- (1) 采用新型电力半导体器件(RB-IGBT)的驱动和保护技术
- (2) RB-IGBT双向开关的两步换流技术
- (3) 矩阵式变换器—异步电机自抗扰调速系统的组合控制技术
- (4) 矩阵式变换器—异步电机调速系统在电网非正常工况下的控制策略

此外，课题组还发表了相关高水平学术论文40余篇，出版专著一部《矩阵式变换器技术及其应用》(2007年9月，机械工业出版社)，获得发明专利授权3项：

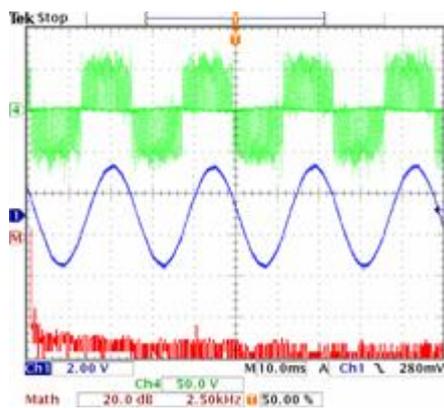
- (1) 矩阵式变换器在电网电压非正常时的补偿控制方法(ZL200410056905.7)
- (2) 逆阻式绝缘栅双极型晶体管的驱动保护电路(ZL200410068841.2)
- (3) 支持容错运行的矩阵式变换器故障保护方法及电路(ZL200510086750.6)



图3 10kW 间接型矩阵式变换器样机



a. 电网侧电压、电流波形及频谱



b. 输出侧电压、电流波形及频谱

图4 矩阵式变换器样机测试结果

2 应用说明

大力推广变频调速节能技术是我国建设资源节约型社会,实现可持续发展的重要措施之一。在“十一五”期间,我国将实现电机系统运行效率提高2个百分点,形成年节电能力达200亿千瓦时的目标。我国电动机总装机容量约5.8亿千瓦,占全国总耗电量的60~70%。

其中,交流电动机占 90%左右。专家分析,目前各类电机的运行效率加权平均比国外低 3~5%,风机和泵的效率要比发达国家低 2~3%,整体在用的电机驱动系统运行效率比国外低近 20%。如果按电动机总容量的 10%进行调速改造,按年平均运行 4000 小时、节电率 20~25%计算,年节电潜力为 320~400 亿千瓦时。加上为改善工艺流程而进行调速改造的电动机可带来的节电潜力,总节电潜力约为 500 亿千瓦时,相当于 10000 兆瓦装机容量的火力发电厂的年发电量。由此可见,电机系统节能是目前中国节能市场上最具商业潜力的领域。中国是能耗大国,在 5.8 亿千瓦的电动机总容量中,只有不到 2000 万千瓦的电动机是带变频控制的,变频控制电机市场占有率不足 4%。中国的变频器市场在过去 10 年内保持着 26.8%的高速增长,我国变频器的市场潜力为 1200~1800 亿元,其中大约 3~5%的应用场合(主要是需要能量回馈或对功率因数要求较高的场合)适宜采用矩阵式变换器来代替传统变频器。

清华大学的科研人员在借鉴国外先进经验的基础上,结合国内变频器产业的实际情况,研制了采用 RB-IGBT 的新型交流矩阵式变换器,具有以下特点:

- (1) 网侧电流正弦且功率因数高(接近 1),减小了变频器对电网的谐波污染;
- (2) 可实现能量双向流通,即可将负载的电能回馈至电网,有利于节能;
- (3) 省去了直流环节的大电解电容,体积小,重量轻,功率密度高,工作寿命长;
- (4) 自身功率损耗小(比相同容量的传统变频器低 30%),能量转换效率高,可达 96%。

与相同容量的传统交-直-交电变换器相比,由于省去了中间储能环节,其启动过程时间大大缩短,使用寿命大大延长,且更能忍受高温、粉尘等恶劣运行环境。

3 应用范围

该项技术适用于通用交流变频调速系统、车辆牵引系统、风力发电系统、航空飞行器系统等工业和民用领域,特别是在电梯驱动系统等需要电能回馈的场合,矩阵式变换器的节能效果非常明显。

4 效益分析

根据过去 10 年国内变频调速领域的情况进行估算,我国变频器市场潜力约为 1500 亿元。依据矩阵式变换器的应用场合分析,其市场规模应占全部变频器市场的 3~5%,即 45~75 亿元左右。

对于已有变频器生产和销售经验的企业来讲,无需大规模技术改造。而对于用户来讲,采用矩阵式变换器的节电效果将非常明显。以 1 台 55kW 驱动电梯系统的矩阵式变换器为例,其价格约为 5 万元(是相同容量传统变频器的 2 倍),按节电率 20%(电能回馈电网)计算,用户仅需 1 年半即可通过节约的电费收回最初多支出的投资。因此,矩阵式变换器的市场潜力巨大,利润较为丰厚,是企业投资的良好选择。

5 合作方式

本项技术适合已有一定技术和市场基础的变频器生产厂家。合作方式可具体商谈(技术许可或转让)。

大电机定子槽楔松动检测仪

1 成果简介

大电机在运行中，特别是在突然短路时，定子线圈的电流与定子槽内横向磁场的作用使得槽部线棒承受相当大的电磁力，定子槽楔长期在机械应力作用下会发生松动现象，在长期运行过程中，由于铁心的颤动、主绝缘材料轻微的热胀冷缩、定子的机械振动，转子转动时的冷却风，而且受槽楔的材料、工艺及安装质量等多种因素的影响造成槽楔严重松动、部分脱落。为确保大电机安全运行，槽楔松动检测是大电机常规检修的一项重要内容。

目前，国内外对于大电机定子槽楔松动的检测广泛采用听声法，即由人工敲击槽楔，然后通过人耳听取声音来判定。听声法操作简单灵活，容易实现。但由于该方法依靠人力敲击槽楔，敲击力度无法从客观上进行控制；同时，它以检测人员听到的声音或手指感觉到的振动作为评判依据，这就与检测人员的技术熟练程度以及检测人员的生理状态有很大的关系，而且周围的测试环境也会影响检测人员测试的准确性，因此，人工检测法很大程度上取决于检测人员的经验，检测人员的状态以及检测人员所处的环境，并且该方法不能定量表示槽楔的松紧程度，无法保留客观永久的历史记录。

对于使用波纹板的槽部固定结构，采用人工测量法。该方法通过槽楔上事先打好的测量孔量取槽楔下波纹板的波峰与波谷之间的高度差，也即通过波纹板的形变量来估计槽楔的松动程度。考虑到槽楔的机械强度要求以及人力资源的限制，发电机内部只有部分槽楔带有测量孔。也就是说，槽楔松动的人工检测法只能针对有孔的槽楔进行，而不是发电机内部所有的槽楔。因此，人工测量法无法对大型发电机内槽楔松动的状态进行整体检测，而且检测结果也受人为主观因素影响较大，检测过程也费时费力。

随着传感器技术、数字信号处理技术和计算机技术的发展，客观、准确并且方便的大电机槽楔松动无损检测方法成为可能。本实验室基于弹性薄板理论建立槽楔振动物理模型，研究不同固定结构下槽楔松动过程中的振动特性，利用槽楔松动前后自身振动的位移和声波频率特性变化来综合判定槽楔是否松动，基于此研发了一套便携性定子槽楔松动检测仪。

该大电机定子槽楔松动检测仪通过激振槽楔使其振动，能够自动检测槽楔的松动程度并给予提示，同时检测数据也可保存。它具有操作简单、反应迅速、判断结果准确等特点，大大节省了槽楔检修的时间，提高检修结果的准确性，保存下来的数据可以作历史数据分析，从而可以长期研究槽楔松动发展的特点，这给大电机主绝缘无损评估提供了一个可行的途径，这对于大电机的稳定可靠运行，具有极大的经济效益和社会效益。

2 应用说明

本仪器检测条件为大电机抽出转子后，通过将槽楔松动检测系统的探测头部分装设在发电机膛内，控制探测头产生设定的激振力敲击发电机定子槽楔，通过对检测的反馈信号进行综合判断而得出该块槽楔的松动程度。最后通过得到的全部数据建立基于整部发电机槽楔紧固情况的“指纹数据库系统”和“槽楔紧固性预测系统”，通过对槽楔紧固情况进行整体分

析，预测在未来运行槽楔紧固性随运行的变化规律，从而可以针对性的处理容易发生松动部位的槽楔。

3 应用说明

本检测仪适用于线棒式大电机定子槽楔松动程度的检测领域，检测适用范围为定子槽楔宽度大于 22mm 小于 32mm 的汽轮发电机，涵盖了目前国内哈尔滨电机厂、东方电气集团公司、北京重型电机厂等国内主要汽轮机制造厂家生产的容量在 200~650MW 范围内的产品。

4 效益分析

一台大电机一般有定子槽 60 槽左右，每槽安装 40~42 块槽楔，若采用人工检测法每分钟可检测 1~2 块，这样槽楔检测工作需要将近 20 小时才能完成；检测仪每分钟可检测 5~6 块槽楔，所有槽楔检测大概需 6 小时，因此使用槽楔检测仪比传统人工法可以节约 14 小时，同时对检测仪保存的历史数据分析可以减少槽楔检修的次数。槽楔检测仪将给电厂带来巨大的经济效益。

5 合作方式

商谈。（技术转让，投、融资）或（技术许可或转让）

纱线疵点的光电检测技术

1 成果简介

在棉纺行业中，异性纤维和沾色污染问题的危害已经人所共知，在进入纱线纺织机之前，必须尽可能地去掉纱线中可能混杂的异性、异色纤维。目前所采取的手段包括：

- （1）在棉花收获过程中使用机器采摘，在仓储运输和轧花过程中不与异纤等外界物质接触，从源头堵住异纤和沾色污染的渠道；
- （2）纺纱厂在纺纱前，采用机器或人工对原棉进行分检；
- （3）在络筒工序中，采用异性纤维分检装置，清除有粗结、细结、异性纤维、沾色纤维等纱线疵点的部分。

上述手段中，第 3 种所采用的装置称为电子清纱器。电子清纱器是控制纱线质量中有害疵点重要手段，是纺纱企业产品最后一道质量控制工序和设备，同时也是织造企业原料最先到一道质量控制工序和设备。

纱线疵点的检测器，是带有电子清纱功能的自动络筒机最重要的部件。纱线疵点检测器除了完成纱疵清除的功能外，还有很重要的一点就是控制自动络筒机的运转。因此，自动络筒机电子清纱器必须比普通络筒机电子清纱器具有更高的可靠性，其工作性能直接关系到纱线质量控制和自动络筒机的生产效率。

电子清纱器市场占有率和技术水平最高的首推乌斯特公司。该公司的 QUANTUM2 型电子清纱器，不仅可以清除异色异质纤维，还可以清除白色异质纤维，同时具有条干毛羽检

测和纱疵分级等功能。此外，瑞士洛菲兄弟有限公司的电子清纱器在我国也占有很大的市场份额。与这些国外公司的产品相比，我国在电子清纱器方面的技术水平，尤其是产品水平尚存在很大差距。国内的纺纱厂大部分采用的还是国外公司的产品。由于缺少国内产品的竞争，价格非常昂贵。

2 应用说明

纱线的缺陷可分为三类：颜色异纤缺陷，质量缺陷，毛羽缺陷。颜色异纤缺陷主要指在纱线中夹杂了不同颜色的纤维，使得纱线颜色出现疵点。质量缺陷主要分为短细段、长粗段与短粗结。

电子清纱器中，对纱线疵点的检测方法主要分为电容式检测法和光电式检测法。其中，电容式检测法是过去常用的方法，目前市场上较为成熟的产品大多使用该方法检测；光电式检测法则是近年来兴起的一种新的测试方法。

由于光电检测技术对纱线的颜色敏感，因此，可检测沾色污染的纱线疵点，是光电检测方法的一个重要优点。此外，通过合理设计光路及信号处理系统，这种检测技术同样可检测粗结、细结、毛羽等纱线疵点。

当安装在自动络筒机中进行检测时，由于纱线本身处于高速运动状态，且纱线本身不是理想的直线，毛羽的存在导致纱线检测时，传感器的输出信号的信噪比很低。下图为本实验室采集到的纱线检测信号。国外文献资料中，采用国外公司的传感器所采集到的信号，基本上与此类似。



上图中，除尖峰处为人工制造的纱线疵点外，有些纱线疵点所对应的信号混杂在大量的噪声背景中，因此，除传感器的探头设计外，对检测信号采取合理的处理算法，提取出纱线疵点所对应的特征信号，成为本技术的关键之一。我国类似产品的质量与国外产品相比，最大的差距也在于此。

由于自动络筒机中纱线运行速度非常快，现代信号处理技术中的很多算法，由于计算速度问题，很难直接用于这种信号的检测与处理。

本实验室经过长期研究，在光电检测系统的设计及实现技术中，引入国际上先进的软/硬件协同设计理念，将传感器设计、信号获取、信号处理结合在一起，进行协同设计，目前已经初步找到了一套行之有效的方法，可快速有效地实现纱线疵点的检测。

3 合作方式

与企业合作，在目前已有技术基础上，进行产品的研究开发。企业负责资金投入、产品开发及市场推广，本实验室负责关键技术的研究，配合企业的产品研发及市场推广工作。

自我娱乐型机械电子系列组件的开发及产业化

1 成果简介

DIY 是英文 “Do It Yourself” 的缩写，中文的意思是 “自己动手做”。DIY 起源于欧美，已有 50 年以上历史。在欧美国家，由于工人薪资非常高，所以一般居家的修缮或家具、布置，能自己动手做就尽量不找工人，以节省工资费用。

严格来说，DIY 在我国并不是很新奇的事情。现在 60 岁左右的、从事过电子技术方面工作的人，很多都有过自己组装收音机甚至电视机的经历。这实际上就是一种 DIY。与现代形式的 DIY 不同的是，这部分人群进行 DIY，大部分是出于学习电子电路知识、提高自己技术能力的目的，且可以节省金钱。

现代形式的 DIY 人群，更多的是追求一种个性化的体验。人们最为熟悉的最典型的 DIY 人群，应该是音响发烧友。他们通过一种几近 “疯狂” 的方式，自己动手制作、布置房间内的音响设备，以追求一种个性化的音响感受。近年来出现的电脑发烧友也属于这一类型。发烧友所追求的不是省钱，而是一种个性化的体验，所享受的是 DIY 过程中的快乐。

与此流行趋势相对应的现状是：我国尚没有相应产品的供应商。这是与国外现状完全相反的。在国外，存在大量的 DIY 产品生产服务的公司，这类公司不仅生产、销售 DIY 组件，而且通常有一系列相配合的资讯，如：材料、工具等，另外，产品所附的说明书非常详尽，自己动手做的过程不会有任何困难，而 DIY 产品的配件在超市就可轻易购得，因此，DIY 产品就像是一般商品一样，随处可买得到。

综合国内外相关信息来看，大部分 DIY 产品都属于机械电子领域。原因也很简单：这类产品对专业知识的要求不高，一般有中学文化水平的人群就可以进行 DIY。并且，这类 DIY 产品的复杂度覆盖面很大。简单的 DIY 产品用 1 个三极管加几个电容电阻就可以实现，复杂的 DIY 产品则可以涉及到非常专业化的知识。

本项目的实施目的在于，以满足人们对个性化休闲娱乐需求为目的，从简单的家庭应用类机械电子 DIY 产品起步，边销售、边开发，形成适合我国消费人群特点的 DIY 产品系列。

本项目通过技术积累，已经有了比较好的启动基础。包括基本的 DIY 系统平台以及 20 余种 DIY 产品的实现方案。

2 效益分析

DIY 产品的消费人群覆盖面非常广，从幼儿园的幼儿，到赋闲在家的退休人员，都是潜在的消费对象。总体来看，DIY 产品的用户大致可分为如下几类：

(1) 中小学学生

对于高中以下的孩子来说，DIY 产品更像是一种玩具。产品本身不仅可以传播知识，还需要体现出玩具的特点。能够培养孩子的科学兴趣，把孩子从电子游戏中解脱出来，是很多家长的希望。因为考试成绩在升学时的重要性，在很长一段时间内还是其他因素无法替代的。但随着素质教育理念的推广，DIY 的经验及能力，会成为升学过程中的重要砝码。

(2) 接受职业教育的学生

这类消费群体包括在校的大学生、研究生以及技能培训学校的大、中专以及职业高中的学生。目前，动手能力差、创新能力弱，几乎是中国学生的普遍特征。教学过程中缺乏足够的实践教学环节，是导致这种现象的根本原因。现在，越来越多的人开始注意到这方面的问题，学校也在不断加大实践教学的投入。满足实践教学的需要本身，就为 DIY 产品提供了一个巨大的市场。对于学生来说，利用在课堂上掌握的知识，DIY 自己的产品，与老师监督下的实验相比，更有灵活性，可有效激发学生的自主学习能力。而且，通过 DIY，可有效提高实际操作技能，在未来的求职过程中，无疑会占据很大的主动。

(3) 有稳定收入的成人

这类消费群体的范围最广，既包括那些有固定工作的上班一族，也包括那些赋闲在家的离、退休人员。其共同特点为：有稳定的经济收入，可承受比较大的消费支出。对于有孩子的家长来说，制作 DIY 产品，不仅可以实现自我娱乐，而且可通过与孩子一起 DIY，实现亲子教育。对于个人爱好休闲的人群来说，一般要求制作出的产品有个性、有技术含量。通过 DIY，不仅可以休闲，而且可实现自我技能的提升，是很多上班一族的需求。尤其是我国长期以来的书本教育，导致很多人的实际操作技能无法满足工作要求。通过 DIY，可以在业余时间、以娱乐的方式充实自己，不仅是一种很好的休闲，而且在 DIY 过程中，可能发现一些新的思路、新的产品，为个人发展提供新的空间。很多赋闲在家的离、退休人员，DIY 不仅可以丰富他们的生活，而且可能会给他们带来新的机会。

由于消费群体的特殊性，产品的技术含量比较高，这类产品的利润率会比一般的机电产品高很多，至少在 20% 以上。相当一部分产品的销售价格可达到产品硬件成本的 5 倍以上。

3 合作方式

企业与项目提供方合作，共同就本项目产品的研制、开发、生产、销售。

预计本项目的启动资金 200 万元以上，3 年内总投入 500 万元以上。1 年内形成销售，5 年内达到 5000 万元以上的年产值。

旋风分离/除尘器减阻节能(增产)技术

1 成果简介

旋风分离器，又称旋风除尘器(包括多管除尘器)，由于结构简单、造价低廉、占地面积小、适合各种材料制作、基本免维护、能使用于高温高压等特殊环境而广泛用于电力、机械、建材、冶金、轻工、石油、化工、热能及环保等行业的物料分离(回收)或除尘净化。但是，理论与实验研究已经证明，旋风除尘器所消耗的能量中大部分并未作用于气固分离，属纯消耗性能量。在保证除尘效率前提下，降低旋风除尘器的阻力，不仅可减少能量(电力)消耗，还能增大设备处理风量、提高生产能力。因此，关于旋风除尘器减阻方面的研究一直为众多研究者所重视，提出了多种减阻方案，如进出口导流叶片、芯管减旋器、圆柱形固体芯子、

翅片减阻芯及减阻杆等等。综合除尘效率、减阻效果、实施费用、寿命等因素，减阻杆减阻节能专利技术是一项非常实用的先进技术。目前实际工业用户已多年稳定运行，效果喜人。对除尘器制造厂家可应用该技术生产出颇具竞争能力的换代产品，对除尘器用户可节省初投资（新建项目）和长期运行电力费用、提高生产能力、降耗增产。

该技术用于配套循环流化床锅炉烟气脱硫工程，可省掉增压风机或可选用小型号增压风机而降低初投资和长期运行费用。

2 技术指标

在旋风除尘器（或多管除尘器旋风子）内的合适位置安装一根或多根合适断面形状的减阻杆，利用其尾迹旋涡对除尘器内三维、强旋、高湍、返转流场的调制作用，使动能消耗、湍能耗散、内摩擦阻力、逆压梯度降低，从而在保证（包括提高）除尘效率的同时，大幅度降低除尘器的阻力而明显减少电力消耗或增大处理能力。

具体技术指标为：

- （1） 保证原除尘效率（包括提高除尘效率）及处理流量，降低除尘器阻力大于 30%。
- （2） 在原动力配备不变的情况下，提高除尘效率 $\geq 2\%$ ；对单级除尘系统，增加系统处理流量 $\geq 30\%$ 、对多级除尘系统，增加系统处理流量 $\geq 10\%$ 。

应用于特殊场合，需提供本体材料种类、对新部件有无防腐要求、有无耐温要求等。

3 效益分析

生产方面：

（1） 初步统计我国每年旋风除尘器（包括多管除尘器）需求量为 10 万多台，仅按生产其中 1%，利润可达 500 万元。

（2） 当减阻后不减小设备尺寸（对多管除尘器而言不减少旋风子个数）时可使用户动力配备减小，降低用户电力消耗，增强产品竞争能力。

（3） 当减阻后依然采用原动力配备，可由于减小设备尺寸（减少旋风子个数）降低生产成本 10% 左右。

用户方面：

（1） 新建项目由于可选用小型号风机节省初投资和长期运行费用，以 10 万 m^3/h 尾气系统配套除尘器考虑，每台节省功率 30 千瓦以上，年节电达 25 万度。

（2） 若对老系统改造，即使换下的大风机完全报废，新风机的投资也仅需一年左右即可节电回收。

（3） 对由于系统阻力过大，拟购置更大型号风机（或更换更大功率电机）的用户，花费远低于新风机（新电机）造价的改造费用，即可使系统正常运行且节省电耗。

（4） 对由于受限于系统阻力而难以挖掘生产潜力的用户，除尘器实施减阻技术且各方面协调后，可使产量增加约 8%。

（5） 针对目前电力行业循环流化床锅炉烟气系统增设脱硫塔后必须添置增压风机的情况，对其炉内或炉外分离器实施减阻技术改造后，可省掉增压风机或可选用低转速（小功

率)增压风机而节省初投资和长期运行费用。

4 应用说明

减阻杆的工业应用效果与理论模拟计算的预期效果基本相同,多年实际应用已证明减阻杆是一项非常实用的减阻节能增产技术。下面分别把减阻杆应用于扩大生产能力(硫铁矿制酸)、保证生产连续运行(冶金制酸)、配套工业锅炉除尘器、配套采暖锅炉除尘器、替换贵重设备等五种典型情况介绍如下:

(1) 山西平定磷肥厂硫酸生产线旋风除尘器采用本减阻技术,仅投入经费 4000 元,在电除雾设备 85 根除雾管堵塞 5 根的情况下,系统依然在更高负荷下运行,平均产量增加 7.5% (年增产约 5000 吨硫酸,年净增产值 150 多万元)。系统从 1998 年 10 月稳定运行至今。

(2) 内蒙古临河新海有色金属冶炼有限公司 3 万吨冶金制酸装置,由于系统阻力高、旋风除尘器除尘效果差,导致旋风除尘器后设备、管路经常堵塞,严重制约了生产的正常运行。采用本减阻技术改造后,旋风除尘器阻力明显降低,效率明显提高,未曾出现后续设备、管路堵塞的问题,保证了开车作业率。另外,还因减少材料浪费、减少维修工作量等节省了一笔可观的资金投入。改造工程收到了非常理想的效果。

(3) 河北怀安果脯厂脱水菜生产分厂新建锅炉房除尘系统采用了本旋风除尘器减阻技术,对原配旋风除尘器加装减阻杆,投入 1000 元(包括施工队施工等全部费用),由于改为选用小型号引风机节省投资 600 元,年节电平均 20000 多度。系统从 1990 年 12 月稳定运行至今,节电约 19 多万度,折合人民币约 10 万元。

(4) 河北建工学院采暖锅炉房除尘系统采用本减阻技术对旋风除尘器进行改造,减阻材料及施工费共计 800 元。市环境检测报告显示:改造前除尘器阻力 1371Pa,除尘效率 92.4%;改造后除尘器阻力 1027Pa,除尘效率 92.6%。减阻幅度为 25.1%,平均年耗电从原来的 68000 度降至 58400 度,节电幅度达 14.1%。除尘系统从 1994 年 11 月稳定运行至 2000 年更换为脱硫除尘器,六个冬季共节电近 6 万度,折合人民币约 3 万多元。

(5) 内蒙古临河化肥工业集团总公司硫酸厂在硫酸生产线电除尘器不能正常工作、欲将其更换为高效旋风除尘器但又担心系统阻力过大需更换引风机投入太高的情况下,引进减阻杆减阻技术将其第一级旋风除尘器进行减阻改造、由我们设计一高效旋风除尘器并实施减阻技术替代原电除尘器。制造、施工、安装、保温等全部投入 5.2 万元,从而成功利用高效旋风除尘器替代了不能正常工作的造价为 69 万元的电除尘器。除尘部分阻力从原来的 2500Pa 减至 1800Pa,降低了 28%;开车率从原来的 97% 升到 99.4%,提高了 2.5%;产量增加了 3%,吨酸制造成本明显降低。系统从 1999 年 6 月稳定运行至今。

6 合作方式

商谈。

高精度伺服控制系统

1 成果简介

伺服系统通过功率驱动装置将给定指令变成期望的运动机构，广泛应用于机器人、数控机床驱动及火炮、雷达、导航系统等国防装备中，其发展水平在很大程度上代表了一个国家的工业和国防自动化水平。另外，随着工业技术水平的普遍提高，目前缝制、纺织、印刷、化工等诸多轻工行业也逐渐开始采用伺服控制系统取代以往的步进电机驱动或变频驱动，以提高生产效率和产品质量，给伺服驱动系统带来了大量新的市场机会。由于历史条件的限制，我国伺服驱动产品发展水平还较低，目前基本还只能满足中低端需求，几乎所有高性能机器人、数控设备、国防装备和高档轻工业设备的伺服驱动系统都需高成本采购国外产品，极大地限制了相关行业的发展，并构成国家安全方面的严重隐患。本项目针对高精度伺服控制系统，提出了一系列速度及位置的高性能测量和控制方法、转矩脉动抑制策略，实现的全数字化伺服系统关键性能指标优异，目前已在数控机床、纺织、缝纫等行业进行了产业转化，取得了良好的社会效益。

2 应用说明

本项目研究开发的伺服控制系统采用速度及位置的高性能控制方法，可实现宽调速范围的伺服控制，通过选择适配的永磁同步电机，采用常规的 2500 线码盘，最低可控转速低于 1rpm，并具有良好的转矩动态响应。可应用于：

- 精密数控车床、精密车削中心、高速加工中心等数控机床的进给轴控制；
- 高档雕刻机、编织机、袜机、工业缝纫机、卷烟机等轻工业设备的主轴驱动；
- 可扩展应用于高档电梯曳引机、电梯门机、医疗设备等装置的运动控制。

3 效益分析

年产通用型伺服控制器 5000 轴，投资 500 万元，项目达年产后年销售额为 1500 万元，年利润 300 万元，如果开发制造行业、电梯、医疗等设备的专用运动控制驱动器，利润率可更高。

4 合作方式

商谈。

永磁电机失磁在线监测系统

1 成果简介

稀土永磁电机效率高，转矩质量比高，功率密度大，控制性能好，获得了越来越广泛的应用。与电励磁电机相比，目前永磁电机最大的劣势在于永磁磁场波动和失磁问题：由于钕铁硼永磁材料居里温度偏低，温度稳定性较差，其不可逆损失和温度系数都较高，导致高温下磁损严重，且不能保证退磁曲线为直线，在电机启动、刹车或故障情况下电流激增，工作点会向退磁曲线的膝点移动，造成不可逆失磁。永磁体磁场波动和失磁会导致电机发热和转

矩性能变差，严重情况下电机可能报废，这一问题极大地限制了永磁电机的应用范围。针对永磁体失磁问题，目前最常采用的方法是从电机设计角度出发，优化磁路结构，降低失磁风险。此类方法还是属于一种静态的预防方案，效果有限并需增加电机制造成本。而对电机运行中的失磁，往往要到引发明显故障后才停机检测，这种检测方法只能称为一种失磁后的离线分析方法，能引发故障的失磁程度往往已经非常严重。为此，本项目提出了一种从电机控制的角度出发的失磁问题解决思路：根据电机电压、电流、转子转速、转子位置等电机控制中的常用信息，基于观测器的方法实时观测永磁同步电机的永磁磁链变化波形，并由此对电机永磁体磁场变化状况进行在线分析，进而对电机进行失磁预警保护和基于磁场谐波补偿的转矩脉动抑制控制，提高系统的可靠性和性能。

2 应用说明

项目的研究成果可解决永磁电机控制系统中的以下两个问题：第一，基于永磁体磁场的准确信息实时改善永磁电机的控制性能，提高电机运行效率；第二，结合失磁机理实时分析电机失磁状况，防止电机失磁的恶化，降低永磁体不可逆失磁程度。本项目首次从电机控制的角度出发提出失磁问题的实时解决方案，与传统单纯从电机设计角度解决问题的方法相比具有实时性和灵活性的优点。同时，以动态检测为基础实现的电机优化控制策略及失磁故障分析处理方法，结合已有的电机优化设计方法，可大大提高永磁电机系统的控制性能和可靠性，非常有利于拓展其在电动汽车、牵引推进、国防设备等复杂工况中的应用。

3 效益分析

本项目成果还未进行产业化转让，初步应用方案如下：单独开发一个失磁监测盒，其中主要包括一块含数字信号处理器（已有方案为 TI TMS 2812 DSP）的控制板，从电机控制系统侧引入电流、电压、速度等反馈信号进行在线处理，根据处理结果直接向电机控制系统反馈当前磁场状况，可用于转矩脉动补偿，该监测盒同时在磁场参数变化超出设定阈值时进行失磁报警，防止电机本体的损毁。该控制盒成本相对低廉，而且目前市场尚无同类产品，因此可以设定较高的利润率。该产品能防止永磁电机的失磁损坏，大大提高系统的可靠性，可广泛应用于电动汽车、电梯曳引控制、机车盒船舶的永磁电机推进系统等需要高可靠性的场合，市场前景非常良好。

4 合作方式

商谈。

大气压微波等离子体源

1 成果简介

按照带电粒子温度的不同，等离子体可分为高温等离子体和低温等离子体。高温等离子体技术在工业上的应用推广瓶颈相对较多，等离子体的发展将更倾向于低温等离子体的工业化应用。产生低温等离子体的方法很多，常用的有电极放电、射频放电、激光放电和微波放电等。微波放电是利用高频电磁场使气体激发而产生等离子体，由于微波能穿透介质，放电

系统无需内电极，避免了电极高温腐蚀、工作气体污染等问题，而且微波击穿扩散效率高，可以得到高浓度和高度活性的离子、电子、自由基以及激发态粒子，工作气体可以在低压到大气压下维持放电。另外，微波等离子体的产生没有高压引入，操作安全可靠，同时微波技术比较成熟，微波泄露较易控制和防护，环境污染小。所以微波等离子体在化学分析、材料合成、废气处理、陶瓷切割、杀菌等各个领域得到了越来越广泛的应用。因此国内外对于微波等离子体源以及应用的研究一直是一个热点。现在具有的微波等离子体源只能产生低气压或者大气压小体积以易电离的气体作为工作气体的微波等离子体，因而对其工业应用只是在这种等离子体的技术上，进一步的工业应用需要更大体积开放式或者大气压下，以空气作为工作气体的微波等离子体发生装置，而这种微波等离子体源在国外还没有。

2 应用说明

清华大学在总结国内外现有微波等离子体源的基础上，结合实验室长期对等离子体研究的理论积累和实际经验，开发出了开放式微波等离子体源，该微波等离子体源主要特点如下：可在最小约 1.2KW 的微波功率输入下，获得以空气作为环境气体的开放式氩-空混合气等离子体，体积达到 1 升以上。同时开发出了大气压下微波等离子体源，主要特征参数：以最小 2.7KW 的微波功率直接激发出 0.3 升左右的大气压空气等离子体，能量转换效率高。

该两种型号微波等离子体源已经可以满足大体积大气压开放式的微波等离子体工业应用的要求，实验室在这种技术的基础上开展了在杀菌方面的应用，已经取得了一些成果，更多潜在的应用需要进一步的研究。

3 效益分析

大气压大体积空气微波等离子体的成功获得，对于微波等离子体特性的理论研究提供了实验平台，促进了其在工业上的进一步实际应用。该源成本低，效率高，具有很多的潜在应用，很有市场开发前景和很大的利润空间，是企业投资和科研合作的好选择。

4 合作方式

商谈。

电子式互感器校验仪

1 成果简介

各种类型与各种等级的电力互感器或者仪用互感器及其附属设备的基本误差是通过互感器校验仪完成的。所以互感器校验仪是电力事业中不可或缺的重要设备。

传统的互感器校验仪一般都采用模拟电桥的方法来得到互感器的比差和角差。但是，随着变电站自动化系统的发展，传统的互感器校验仪和校验方法对电子式互感器校验已显得力不从心。IEC60044-7/8 标准规定，新型的电子式互感器（ECT/EVT）不仅具有模拟输出，而且应该具有数字输出，传统的互感器校验仪因缺乏相关数字接口因而无法进行数字输出校验。

研究和开发针对 IEC 60044-7/8 和 IEC61850 标准数字接口的电子式互感器的新型互感器校验仪和校验方法势在必行。

基于对新型电子式互感器进行校验的目的,清华大学开发出了基于虚拟仪器的电子式互感器校验仪。它可以完成对数字接口、模拟接口以及传统电磁互感器的二次输出进行相互校验,并自动完成数据存储工作,所得数据包含的信息量大,更利于对互感器性能进行分析。

2 应用说明

这种互感器校验仪的精度主要取决于数据采集电路和 PC 机的数据处理算法。采用 16 位的 AD 和改进的 FFT 数字信号处理算法,准确度等级可达到 0.02 级,完全可以完成对 0.1 级具有数字信号输出的电子式互感器的校验。

本校验仪已通过中国计量科学院的鉴定,并实际运行在电子式互感器挂网现场试验中。该电子式互感器校验仪具有如下特点:

- (1) 该产品体积小,重量轻,利用虚拟仪器技术使各种校验功能易于实现,精度高。
- (2) 同时具有模拟和数字接口。不仅可以对传统互感器 100V、5A 模拟输出进行校验,还可以对电子式互感器模拟和数字输出进行校验。
- (3) 多种数字输出方式校验。该校验仪不仅具有 ST 光纤输入接口,同时可以经过合并单元对符合 IEC61850-9-1 标准规定的电子式互感器进行校验,满足了未来电子式互感器网络通信的校验要求。

3 效益分析

随着国内对电子式互感器研究的深入,电子式互感器校验仪可以很好的满足企业与科研单位的需要,将具有良好的经济效益。

4 合作方式

商谈。

110/220kV 电子式电流互感器

1 成果简介

电流互感器是电力系统最重要的高压设备之一,它被广泛地应用于继电保护、系统监测、电力系统分析之中。传统的电流互感器是电磁感应式的,在正常条件下使用时,电流互感器的一次绕组串联在回路里,二次绕组经负荷(测量仪表和继电器)闭合,并保证通过的负荷电流与一次绕组的电流成正比。这样,通过测量二次绕组电流,便可以方便地计算出一次绕组中电流的大小。随着电力系统的发展,发电和输变电容量不断增加,电网电压不断提高,对电流和电压互感器提出了许多新的和更加严格的要求,而传统的电磁式电力互感器已经越来越不适应这种发展情



况，在运行中暴露出一系列严重缺点。经过了三十多年的发展，基于电子学原理的电子式电压、电流互感器已经成为技术最成熟的一种超高压条件下的电压、电流测量设备。

清华大学自 20 世纪 70 年代开展光电互感器的研究至今已有 30 余年的历史，所研制的 110 kV/220kV 的电子式电流互感器，已通过国家检测中心的型式试验检测和挂网运行多年，稳定可靠，精度达到了 IEC 0.2S 级。随着电力系统的发展，特别是数字电力的发展与普及，电子式电流互感器作为数字化变电站的关键设备，将会得到快速发展和应用。

2 应用说明

110kV/220kV 电子式电流互感器是在传统电力互感器基础上，利用电子学原理或光学原理而研制产生的新一代互感器，它与传统电力互感器相比，具有以下主要优点：

- (1) 绝缘结构简单、体积小、重量轻，重量只有电磁式互感器重量的 1/10；
- (2) 不存在磁饱和与铁磁谐振问题；
- (3) 绝缘结构大幅简化；
- (4) 光数字化输出，有利于实现变电站数字化、光纤化和智能化；
- (5) 测量范围大，频带宽。

该产品将作为新一代的互感器，可广泛应用于数字化变电站的建设来取代传统的互感器。

3 效益分析

随着电力系统的发展，特别是数字电力和数字化变电站的发展与普及，电子式电流互感器自身的特点必将会在电力设备中取得一定的优势，有着广阔的市场潜力。

4 合作方式

商谈。

10kV 电子式电压互感器

1 成果简介

电压互感器是电力系统中重要的测量设备之一。多年以来，电力系统使用的绝大部分是基于电磁感应原理的电磁式电压互感器，它的输出电压为 100V 或者 $\sqrt[3]{100}$ V。而随着电子技术和计算机在电力系统中的应用日渐广泛，以微处理器为基础的数字保护装置、电网运行监视和控制系统正逐渐发展起来。而这些数字化的二次设备并不需要电压互感器提供高电压、大功率的信号，因此传统的电磁式电压互感器已经不能适应这种新型二次设备的发展需要。

基于这种需求，近些年世界各国都在研制新型的电子式电压互感器。这种互感器采用非电磁感应原理，二次输出为几伏的小电压信号，满足了二次设备数字化的需求。而且，与传统互感器相比，它绝缘相对简单，体积、重量大大减小，并且从根本上消除了电磁式电压互感器的铁心饱和现象等。从经济性和实用性的角度上讲，电子式电压互感器都有巨大的优越性。

本实验室研制了一种额定电压为 10kV 的电子式电压互感器，其主要技术参数如下：

序号	项目	单位	参数
1	额定一次电压	kV	10
2	额定二次输出电压	V	4
3	额定负载	VA	0.001
4	额定频率	Hz	50
5	准确级		0.2
6	局部放电水平	pC	≤20



上图为：10kV 电子式电压互感器

2 应用说明

这种电子式电压互感器可用于 10kV 各种开关柜、箱式变电站及高压计量箱中，与电子式仪表和电子式保护单元配合，可实现计量、测量和保护等多项功能。

3 效益分析

电子式电压互感器一方面适应了二次设备数字化的要求，是电压互感器发展的必然趋势；另一方面，它的造价比传统的电磁式电压互感器要低得多。由于电压互感器是电力系统中不可或缺的一种测量装置，其需求量很大，因此这种电子式电压互感器具有广阔的市场前景。

4 合作方式

商谈。

基于冷却曲线模式识别的液态金属热分析技术

1 成果简介

液态金属质量控制水平的高低直接影响铸造产业的生产成本、产品合格率及其在国内外市场上的竞争能力。能够在炉前快速、准确地测评及控制金属熔体的化学成分及熔体质量一

直是国内外铸造工作者的追求目标。液态金属热分析技术已成为现代化铸造生产炉前快速检测中不可缺少的一种重要检测手段，对有效地控制铸造生产过程及铸件质量有重要的意义。

传统热分析方法是建立热分析冷却曲线及其微分曲线中的部分特征值与表征凝固组织某一指标间的线性或非线性关系来评估液态金属质量的。大量研究表明，利用一个及几个特征值难以精确预测熔体质量，同时冷却曲线特征值的选取较受人为因素的影响，所得测评关系具有较强的条件依赖性，难以综合测评液态金属质量；用于铁水质量评估的部分特征值受样杯尺寸及形状的影响较大。其次，传统的热分析方法是基于牛顿冷却条件的，不考虑试样内的实际温度梯度。国内金属熔体热分析技术的发展历程如下：

时间	说明
1960 年	通过测量液相线温度可以确定亚共晶铁水的碳当量
1973 年	测定铁水中碳和硅的含量
1970 年代后期	对冷却曲线进行微分分析并预测铸铁的孕育效果
1980 年代起	采用热分析法结合人工智能来综合控制铁液质量

虽然热分析技术在铸造生产中正发挥着越来越重要的作用，但到目前为止，采用热分析方法精确地评估熔体质量（如球铁铁水的球化、孕育处理效果，灰铁的孕育处理效果，铝硅合金的细化、变质及除气效果等）的工作仍处于探索阶段。清华大学提出了一种全新的基于冷却曲线模式识别技术的液态金属质量表征和测评方法，可以通过冷却曲线模式识别结合数据库的方法实现液态金属质量的综合测评。该项目于 2002 年 5 月通过了国家教育部主持的科技成果鉴定。

2 应用说明

实验室研究结果和工业应用性试验表明，针对传统热分析液态金属质量测评方法，基于冷却曲线模式识别技术的测评方法具有如下特征：

（1）具有较强的自适应性

取代传统热分析测评方法以建立特征值与表征凝固组织指标的关系，以相同熔体质量的液态金属在一定的凝固条件下具有相同凝固组织为判断依据测评液态金属质量。免于提取条件依赖性较强的冷却曲线特征值，避免了人为因素，具有针对不同生产条件自适应强的特点。

（2）具有更强的灵活性和实用性

可以适用于多种铸造合金，如灰铸铁、球墨铸铁、铝合金等。利用已知熔体的凝固组织测评具有相同熔体质量的液态金属，因此在测评过程中直接显示被测熔体在一定凝固条件下得到的具有代表性的凝固组织金相照片，同时给出了用于间接测评熔体质量的各个指标，如针对球铁铁水的球化率、石墨球径、石墨球数等可综合反映铁水球化、孕育效果的参数以及针对铝硅合金的细化、变质效果等。作为一个范例，采用本技术可以成功预测厚大断面球墨铸铁凝固 6 小时后的铸件组织情况。

该项技术已经获得多家铸造生产企业的实际使用认可，是成熟的生产控制技术。

3 效益分析

基于冷却曲线模式识别技术的测评方法解决了动态非平衡条件下液态金属质量的表征和测评这一理论难题，其推广应用可以为提高我国铸件生产质量提供有力保证。我国是铸件生产大国，铸件质量与国际先进水平有较大差距，若能把铸件质量和价格提高到国际水平，将有几百亿元的新增产值。

4 合作方式

商谈。

导电聚合物电解电容器

清华大学近 10 年来一直从事导电聚合物的合成、性质及应用的研究工作。对于常用导电聚合物如聚苯胺、聚吡咯和聚噻吩都进行过研究，尤其对于其在电容器及 PCB 板孔导通方面的应用进行了大量的研究。

在电容器方面，利用导电聚合物制备出了铝电容器和钽电容器，通过特殊工艺可以使导电聚合物有很好的渗透性，并通过特殊的后续处理使其稳定性进一步提高。其中代表性工作如下：

一、PEDOT-铝固体电解电容器

1 成果简介

我们借用液体铝电容器的芯子来进行 PEDOT-铝固体电解电容器制作的研究。具体方法是将液体铝电容器的芯子浸入 EDOT 单体和氧化剂溶液，使单体在芯子内部聚合为 PEDOT。

2 技术指标

研制时套用的电容器规格是：6.3V/390 μ F 的铝电容。达到的技术指标如下：

电容量：387 μ F 漏电流：0.02 mA

$\tan\delta$ ：0.06 ESR：31 m Ω

二、聚吡咯-钽固体电容器

1 成果简介

我们将吡咯单体深入到多孔钽块内部进行化学聚合制成了聚吡咯-钽固体电容器，已开展实验室规模的小试研究。

2 技术指标

研制时套用的电容器规格是：6.3V/220 μ F 的钽电容。达到的技术指标如下：

电容量：231 μ F 漏电流：<2 μ A

损耗：3% ESR：130m Ω

3 合作方式

商谈。

手机摄像头聚焦系统用微型螺旋压电驱动器

1 成果简介

据统计，全球 2007 年的摄像手机出货量达到数亿部。今后还将以每年一亿部的速度快速增长。具有自动聚焦功能（Auto Focus, AF）的照相手机正在迅速扩大市场份额，尤其在高像素手机领域内 AF 取代定焦照相手机已经成为必然趋势。

实现镜头聚焦所采用的调节镜头位置的驱动装置，近年来应用的有电磁电机、音圈电机、压电超声电机等。每一种调焦装置都有其优点和缺点。电磁电机在镜头直径小于 6mm 时，其在手机上的应用便受到体积、功耗等因素的严重制约。音圈电机有着体积小与结构简单的优势，但其功耗及抗跌性能是它的致命伤。压电超声电机虽具有低功耗、高精度、耐低温、抗电磁辐射等优异性能，但结构相对复杂，需要通过连接件驱动镜头，抗跌性能差，成本高。

本课题组开发的用于手机摄像镜头聚焦和光学缩放模组的压电陶瓷新型驱动器，是一种全新的驱动器件，它利用超声频率的振动通过摩擦驱动镜头运动，具有微米定位精度，微小型尺寸，简单的结构，低电能损耗，断电自锁，抗跌落能力强，成本低等特点，优于目前已有技术。本技术已申请国际 PCT（申请号：PCT/CN2007/001505），在各国际专利条约国享有优先专利申请权。

2 应用说明

在综合分析各种手机摄像驱动装置的优缺点的基础上，本课题组科研人员开发出具有独立知识产权的新型螺旋压电驱动器。该驱动器必要部件只需三个，是传统技术的 30% 到 50%，结构简单，镜头与驱动器可高度集成，直接被驱动，无需变速导向机构，反应迅速，无电磁干扰，手机随身携带不会与信用卡等磁性载体间相互干扰，在实现光学调焦的同时并不增加镜头的体积与厚度，对超薄手机特别适用。本新技术与其他手机调焦方案（包括其他压电驱动方案）相比具有明显的技术和成本优势，且产品技术含量高。

该驱动器还可用于精密平台，电脑视频图像采集、医疗设备等领域，该技术的产业化推广会进一步扩大和发展新技术和新器件在其他相关领域的应用，形成产品的多样化，销售市场的多元化，创造更为可观的经济效益。

3 效益分析

先期需投入 500 万元（如技术转让，需面议），预计一到两年内即可将该技术产业化，市场容量和企业利润相当可观。项目将充分利用学校完备的研究开发的资源优势，作为高新技术企业不断创新的技术源头，共同打造国家倡导的创新性企业和创新性产品。

该项目适合信息技术产业公司或从事压电陶瓷材料与产品研制的高新技术企业，特别是手机相关配件企业的新产品开发，抢占市场至高点。

4 合作方式

商谈。

新型的电子式高压测量系统

1 成果简介

本系统是“采用高端技术、做成套系统”在该领域发展的首选方案。一方面，成套系统能够将以往的工作成果集成在一起，因此，适合具有一定研发基础的企业，并且能够使这些新技术在一个产品内得以集中体现。另一方面，成套系统一般利润率高，且成本约束小。本系统为具有功能化强、灵活性高的特点，适当采用价格较高的器件和技术。这也为尝试一些新技术方案提供了机会。希望能与有实力且愿意在电力测量领域共同发展的企业合作，共同开展技术研发合作。

为了抵抗干扰、提高测量精度并且简化测量系统，传统的电压、电流互感器正向数字化、智能化方向发展。当前，基于法拉第磁光效应的电流互感器技术不成熟，尚不能实用。而已有的一些基于高压侧电子电路实现采样、高压侧电能计量和光电隔离传输的电子式互感器，其高压侧电路复杂，耗电大，难维护。为此，我提出了一种基于压频变换（VFC）、光电隔离传输和过采样处理（ $\Sigma\text{-}\Delta$ ）的新技术，能够克服已有电子式互感器的不足，进而可以构成新型的电子式高压测量系统。

基于该技术，高压侧可以仅需采用具有简单结构和低功耗的压频变换电路和光纤发送器。然后，高压侧电路将压频变换后的频率脉冲信号经过光纤传送至低压侧。低压侧通过采样处理算法获得高精度和具有线性相移的采样数据。进而采用电量测量和电能计量的算法，完成电量参数和电能的测量。光电隔离技术在实现高低压隔离的同时，解决了传统互感器的互感信号在长距离传输时易受干扰的缺点。由于这种新型模数转换技术使电子式互感器在低压侧以与 ADC 芯片相类似的接口开放给用户，使得低压侧能够灵活采用各种测量和控制算法。基于这些优点，这种新型的电子式互感器在电力系统测控领域将有广阔的应用前景。

2 应用说明

电子式电压和电流互感器在高压电力工程中的应用越来越广泛。通过在传统电压和电流互感器基础上加装光纤和电子装置，解决高低压的绝缘隔离问题。同时避免模拟信号的长距离传输，减小电磁干扰，提高测量的准确性。

该方案可以对传统的电力互感器进行直接改造，比其他类型的电子式互感器方案更便于安装和维护，市场前景广阔。

3 效益分析

前期投入：50 万元；25 万元前期研发费用，15 万元设备和实验投入，10 万元其他。

研发时间：一年半；一年出样机，半年测试+完善。

4 合作方式：

商谈。

高效多用途磁化除垢器

1 成果简介

高效多用途磁化除垢器（GCQ）产品是国家发明专利，1992 年通过北京市科委的产品鉴定，达到国际先进水平，获得国家教委科技进步三等奖、清华大学经济效益显著奖，并通过北京市高新技术产品认证，确定为北京市高新技术产品。其原理是水以一定的流速经过特定磁场磁力线的切割，物化性能发生改变，缔合度、粘度降低，分散能力、溶解能力、渗透能力、磁化率显著提高，因而产生了特殊的效果。

2 应用说明

（1）除垢防垢及防腐

主要应用于循环水、换热器、太阳能、暖气、空调、家用淋浴器、电热水器、茶浴炉等管道设备的除垢防垢。由于其可使水溶解度提高 30~70%，减少产生水垢，使老垢产生应力开裂，新垢垢型由较硬的方解石改变成松散的文石结构，不易挂壁，易清洗；使 Fe_2O_3 变成 Fe_3O_4 ，形成一种保护膜，pH 值有所增加，也可降低介质对设备管道的腐蚀。

（2）让人们喝上磁化活性水

磁能是能量形式之一，而且磁能是使水活性提高最方便、高效实用的方法之一，可增强水的溶解、渗透、分散能力，降低水的粘度和缔合度，并产生微量的过氧化氢，有杀菌灭藻的作用。我们的研究结果是磁化可使水的粘度降低 3%，结冰温度降低 1℃，膜的通透能力提高 20%，溶解能力提高 30~70%。人体 70% 多由水份组成，水既是生命之源，也是健康之本，而活性水有利于健康是世界公认的，可延年益寿。世界卫生组织和有关国家调研表明“长寿村”“无癌村”与其他地方最大的差别是饮用的水质好，也就是水的活性高，水的团簇结构小，即水的缔合度低。实验表明，80% 的疾病是因饮用不洁水引起的，而我国现今约有 30% 的人口饮用不洁水。磁能活性水可以增强免疫力和肠胃功能，显著降低血粘度、胆固醇及体重。

要科学饮水，饮水要科学，世界公认的科学饮水的结论是饮用无污染、无病毒病菌，有一定的溶解性固体和硬度、pH 偏碱性活性高的水，喝受污染的水和脱盐水都会对我们的健康造成伤害。而磁化可使水活化且 pH 值有所升高，同时磁化还可以调整水的频率。已被污染的水虽然经处理去除了污染物但其留下的“坏频率”依然存在，调整经治理去除有毒有害物质水的“坏频率”与去除有害物质对人体的健康同等重要。

（3）喝磁化水补充人体磁性 地球是个大磁场，表面磁场是 0.35~0.7 高斯，北京地区为 0.55 高斯。天然水本身有一定磁化率，但由于经过给水处理及铁管和铁泵长时间远距离输送，使水的磁化率大大降低，再加上地球磁场在以年 0.05% 速度衰减，使人们普遍缺磁，磁能活化水即可使水活性提高，又更接近生命水，有利于人体对营养物质、微量元素吸收，利于排杂，可补充人体磁性，防治人体缺磁引起的多种疾病，还可消除水中的异味。

（4）磁能活水器应用在直饮水机和商用瓶装、桶装水生产线，推广应用效果很好。

(5) 磁能活化器其他应用 清华大学与美国某公司有关人员做过磁化沉淀试验, 可省 1/3 的 混凝剂, 沉淀分层效果好于对照组; 二氧化钛、氧化锌压电陶瓷用磁化水配料可使其性能和成品率提高; 打混凝土省水泥、提高强度 10% 左右等等。

3 效益分析

仅以年产一万台 1 寸规格的 GCQ 磁化器计算, 产值 2500 万元, 成本 1000 万元, 投入产出比为 1: 2.5, 如一半装在茶浴炉上, 年节省清洗、药剂费几百万元, 节煤上百万元。饮用磁化后的活性水不仅口感好, 还可降低血粘度, 降低心脑血管疾病的发病率。家用型磁化器效果更好。

4 合作方式

技术转让、销售产品、合作办厂或面谈。

高效混合励磁发电机

1 成果简介

混合励磁电机是 20 世纪末期在稀土永磁电机及电子控制技术的基础上发展起来的新技术电机, 目前国内已通过样机研发阶段, 即将进入工业应用。

上个世纪八十年代由于磁特性优异的稀土磁钢的出现, 永磁电动机已经得到广泛的应用, 它使电机的效率提高、体积减小、质量更轻、噪声降低, 但是由于永磁电机的磁场难以调整, 永磁发电机的电压在负载变化时不能稳定, 因此永磁发电机难以得到广泛的应用。

混合励磁发电机具有永磁发电机特有的效率高、体积小、质量轻等优点, 又能保持发电机电压稳定。它与永磁电机的区别在于其磁场可以调节, 因而在发电机负荷变化时通过调节发电机的磁场使发电机的端电压保持稳定; 励磁磁通的主要部分来自永久磁铁, 电励磁磁通起磁场调节作用。

目前独立电源发电机的主流技术为带旋转整流器的无刷发电机, 它由主发电机及励磁机组成, 这种无刷发电机转子上有两套绕组(励磁机电枢绕组及发电机励磁绕组)及旋转整流器。混合励磁发电机与独立电源无刷发电机相比, 有以下特点:

(1) 混合励磁发电机是没有励磁机的无刷发电机, 转子上没有绕组, 也没有旋转整流器。电机结构更简单、坚固, 可靠性更高, 制造工艺性更好, 维护更简便。

(2) 混合励磁发电机体积更小、质量更轻。由于稀土磁钢磁特性好, 产生同样大小的励磁磁势所需的磁钢体积与励磁线圈及其铁心的体积小得多, 混合励磁发电机的体积比同型号的无刷发电机体积小 1/3 以上, 质量轻 1/3 以上。

(3) 效率高。由于使用了稀土磁钢, 节省了部分励磁功率, 因而发电机的效率更高。

混合励磁电机不仅可以作输出电压稳定的发电机, 还可以作很容易实施弱磁调速的变速电动机。

此项技术已获得国家专利, 且研制成功样机, 样机已经通过省级鉴定。

2 应用说明

混合励磁发电机适合在中小功率的独立电源发电机中使用,在汽油发电机、柴油发电机、车船发电机、中频发电机、水力发电机及风力发电机等处应用将会使发电机有更高的效率、更小的体积和更轻的质量,产品生产和维护更简单。

3 效益分析

混合励磁发电机效率较独立电源无刷发电机高 3%以上,噪声低 3~5 分贝(A)左右。

混合励磁发电机由于结构更简单、体积更小,所节省的材料及工时费用可以补偿磁钢的费用,其成本低于目前独立电源使用的带旋转整流器的无刷发电机。

4 合作方式

商谈。

环保型汽车防撞雷达

1 成果简介

本项目由“国家高技术研究发展计划”(“863”计划)资助,通过使用无铅压电材料研制成的环保型超声探头,配以其他无铅元件并利用无铅加工工艺的研制而成的新型汽车防撞雷达系统。由于目前市场上的防撞雷达通常采用含铅探头以及其他含铅元件,因此在生产使用过程中会造成严重的环境污染并给人体造成很大危害。本成果通过采用无铅元件以及无铅加工工艺,充分满足了环保要求。此外本成果还具有测量精度高、探测范围广、灵敏度高、工作稳定以及生产成本低廉等优点。凭借环保高性能的技术优势,本成果具有极为广阔的市场前景。

2 技术指标

探测范围: 0.2~1.7m

探测精度: 优于 2cm

工作电压: 12V

3 应用说明

通过将探头安装在车后适当位置,能够有效的避免由于视觉死角造成的倒车碰撞。当汽车尾部和障碍物的间距进入报警提醒范围后,系统通过声音及显示等手段有效地提醒驾驶员谨慎倒车、注意防撞。另外本技术也可用于前向防撞、自动泊车等方面。

4 市场优势

含铅电子产品在生产、使用和报废处理过程中都会对环境以及人体造成很大的危害。随着人们对此的日益关注,无铅电子产品势必会取代含铅电子产品,汽车防撞雷达也不例外。目前国内外从事研制、生产、销售环保型防撞雷达的企业还很少,因此环保倒车系统的推出会迅速占领巨大的市场并带来可观的经济效益。

5 合作方式

合作企业通过投资入股，实现成果的商品化。

混合动力电动汽车整车控制系统自主开发技术

1 成果简介

混合动力电动汽车(HEV)整车控制是现代汽车节能环保核心技术和中国汽车工业自主创新的瓶颈技术，本研究成果正是针对我国汽车行业对此技术的迫切需要及落后现状，开展了该类汽车整车控制系统的研究。经过近十年的科技攻关，同时通过与国内企业合作，以企业原有的委托国外公司开发的样车为参照，通过消化吸收国外相关技术，最终掌握了混合动力电动汽车整车控制系统的先进开发技术，并取得如下主要成果：

(1) 建立了具有自主知识产权的 HEV 整车控制系统研发平台

开发并集成了混合动力系统仿真分析、复杂工况下的整车控制策略研制、快速控制器原型(RCP)开发、整车电控单元研制、控制器硬件在环仿真(HILS)、控制系统和整车性能匹配、实验验证及评价等关键核心技术，并在分析掌握国外相关开发技术的基础上，建立了具有自主知识产权的 HEV 整车控制系统研发平台。

(2) 研制了多款 HEV 整车电控单元

研制的 HEV 整车电控单元，能适用于不同的混合动力驱动系统结构，满足整车防水、防尘、抗振动和电磁兼容性等要求，并完成了夏季、冬季、高原、可靠性和各项法规试验，能确保实际运行工况下整车性能的实现。

(3) 研制了独创性的 HEV 整车电控单元调试与匹配方法

研制了一种能取代国外昂贵匹配标定系统、快速可靠的基于 CAN 总线的整车控制单元三步调试与匹配方法。该方法在多个企业得到成功应用，在确保匹配质量的同时，缩短了匹配周期，显著降低了研发成本。

(4) 研制了双通道串联式制动能量回收液压制动系统

研制了一种兼顾 RB(制动能量回收)/ABS 功能并可扩充 TCS/ESP/EHB/ACC 功能的双通道串联式制动能量回收液压制动系统，解决了在确保制动安全性的情况下最大限度提高整车经济性的技术难点。

利用本技术开发的三款国产混合动力轿车，经同行专家组鉴定其技术水平已经达到了国际同类先进水平，其中我国首辆具有自主知识产权且实现产业化的长安混合动力轿车已成功下线并已量产，两款共 35 辆国产混合动力轿车作为奥运示范运行出租车在北京运营，获得社会的好评。目前该技术共申请发明专利 15 项，已授权 7 项。

2 应用说明

本技术被成功应用于受国家“863”计划及企业项目资助的长安汽车集团、中国一汽集团、中国北方车辆研究所和东风汽车工程研究院等单位所承担的项目中，成功研制了具有自

主知识产权的长安混合动力轿车、一汽混合动力轿车与混合动力特种车辆的整车控制系统。在长安混合动力轿车项目中，取得了整车油耗降低 16.8%，排放优于欧 III 标准的控制效果；在一汽混合动力轿车项目中，取得了降低油耗 35%，排放优于欧 II 标准的控制效果；在其他项目中，完成了混合动力特种车辆的匹配、标定和测试，使整车性能达到了预期设计指标。同时，在东风项目中，完成了串联、并联等多种整车方案设计和仿真评价对比，并完成了最终串联方案的整车控制系统设计和开发。同行评定，清华大学所承担项目工作的完成速度、效率、研究手段和研发水平与国际水平同步。

在技术推广应用过程中，长安公司、一汽集团和东风公司通过采用本项目所开发的技术，为国家和企业节约了巨额资金。在所有项目开发过程中，节支总额达到了三千余万元。

目前，清华大学已经与一汽、长安、北方车辆研究所和香港中文大学进行项目合作，以便进一步将该研究成果推广使用。

3 应用范围

本技术可应用于各种类型电动汽车（如纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池混合动力汽车）以及各种电动交通工具（如轨道交通车辆等）的整车控制系统开发，同时还可应用于各种混合动力机械（如矿山机械、农用机械、施工机械等）的控制系统开发。

4 效益分析

据专家预计到 2010 年，为解决世界能源和环境问题，各种电动汽车将成为世界汽车市场的主导产品，中国汽车行业也将迎来电动汽车的研制、生产和销售的高峰。本技术通过了与国外同类技术的对比实验验证，具有技术水平相同、开发成本低且更适合我国企业需求的特点。因此，在国内各大汽车企业进行电动汽车新车型开发时，通过应用本技术，能有效降低企业开发成本、缩短开发周期，并能增强企业自主开发和自主创新能力，提高企业相关技术的设计与开发水平。

5 合作方式

成果转让或技术合作。

高性能风机现代设计方法及其应用

1 成果简介

随着现代生活对节能、环保要求日益提高，对开发高效、低噪风机的呼声也日益强烈，低噪风机设计和风机噪声控制工作具有重要意义。上世纪 90 年代初期之前，工程上一直采用传统设计方法，即用一维或二维理想流处理加上一些设计参数的经验选择，而不考虑风机各个部件之间及间隙影响的设计方法。虽然用这种方法也有不少产品具有接近当时国际水平的综合性能（即兼顾效率、噪声、工艺、尺寸、寿命、高效工作区），至今仍占领着我国的风机市场，但这些产品的开发不仅费时费钱，且进一步提高性能潜力已很小，因此必须充分利用现代科技手段，全面考虑风机内部三维、粘性流动，考虑部件耦合影响的整机优化设

计，发展一种新的现代设计方法。

清华大学从事高效低噪风机研发已有近三十年，在丰富工程设计经验的基础上提出了高效低噪风机现代设计方法，其基本内容为：

(1) 改进的工程设计方法，给出综合性能较好的风机通道型线；

(2) 风机整机三维粘性流动数值模拟（包括各旋转及静止部件，且考虑间隙影响），分析比较其内部流场，为改进设计提供依据，同时进行优化计算，好中选优。优化目标是在满足风量和风压的前提下，效率越高越好；计算软件采用目前计算流体力学使用最多、计算可靠的商用软件 FLUENT；

(3) 制作样机并进行样机性能试验来检验及修正设计、改进数值模拟方法，使性能预估和实测结果吻合。

经过多次循环，最后获得高性能的风机产品。一般来说，从提出设计参数，到研制成高效低噪风机样机的总周期为 3~6 月。目前我们不仅能对风机设计工况点的性能进行优化设计并预估风机气动性能，还建立了风机非设计工况气动性能预测方法，可准确预测离心风机在高效性能区内的气动性能，预测误差一般可控制在 5~8% 以内。在此基础上提出了新的变工况设计方法，可以保证设计工况点气动性能的同时兼顾非设计工况点，从而提高风机的变工况性能。

同时我们阐明了风机变形设计的理论基础，提出了新的变形设计方法，离心风机集流器（进风口）的设计准则，并在实际产品中得到应用，显示出新方法的巨大优势。

在此基础上建立了风机离散噪声的数值预估方法，理论预估和实测误差在 4dB 以内，为今后在设计阶段进行风机噪声预测奠定了雄厚基础。

我们用此方法已为国内外众多企业开发了多个系列高性能的离心和轴流风机，也为国外一些企业预估离心和轴流风机气动和噪声性能，整机性能预估均和实验结果符合很好，设计工况的全压或静压误差小于 3~5%，效率误差小于 2~3%。

(1) 与北京西山圣通风机公司（原北京西山风机厂）合作研制的各种风机

包括 7-35 系列风机、消排风机、对旋轴流风机和特殊用途风机等多品种多个系列的风机，突出特点是效率高、噪声低，综合性能先进。例如，7-35 系列风机是 6-41 系列离心风机的换代产品，全压效率达到 85.6%，比 A 声压级为 6.4 dBA，90% 最高效率对应的最大和最小风量比（反映风机变工况性能，该值愈大愈好）达到 2.6，达到或超过国际同类风机水平。采用我们最新的变形设计方法利用现有风机的系列模具成功研制了三个系列的新型玻璃钢专用风机，大大降低了成本。

(2) 为美国 GE 公司开发二台离心风机

● 家用空调风机

与美国通用电气公司研究发展中心（CRD GE）科研合作，开发目的是用于替代现有风机，在外形尺寸不变的前提下，合同指标要求在完全相同条件下进行新老风机对比试验，效

率应提高 15~30%，噪声下降 2~4dB。研究结果是开发的新风机比原来的风机效率提高 28%，噪声降低 5dBA。

- 高效离心鼓风机

与 CRD GE 和合作建立一套高效中央空调示范系统，要求我方提供高效离心鼓风机的气动力设计和原始样机，利用上述现代设计方法，使它的静压效率达到 55%，后来样机又在美国斯坦福大学与其他产品作现场对比试验，受到一致好评。

(3) 与鞍山风机集团公司合作研制大型流化床锅炉风机

从 2002 年开始与鞍山风机集团公司合作，已有 6 个系列的高性能风机进入市场并得到用户的广泛欢迎和好评。鞍山风机集团公司在与几年内销售额大幅增长、公司规模迅速扩大。我们研制的风机中最具代表性的是 QALY 系列循环流化床锅炉专用风机及烧结风机等系列，其中 7-27、7-22 和 6-44 系列风机的效率分别高达 87.6%、86.7%、85.6%，居我国同类风机领先水平，优于国外同类风机，除高效率外其高效区宽广，具有很好的变工况性能。QALY 系列循环流化床锅炉专用风机还在 2008 第四届中国国际流体机械展览会上获得展览会金奖，受到同行及专家的广泛好评。

2 合作方式

(1) 技术开发

厂家根据自己的市场需求提出设计参数和设计要求（如风量、全压、转速以及希望达到的效率、噪声等），清华大学进行气动设计并提供气动力图，样机制作和试验可由双方合作或由一方负责，直到样机达到设计要求，完成新产品开发。厂方提供开发研究费用。若双方密切配合，开发一个新产品的周期约为 3~6 个月。

(2) 技术服务

根据厂家的需要提供有关的技术支持、技术咨询或技术服务
也可根据厂家实际情况探讨其他合作方式。

具有定位参数不变的新型车用独立悬架

1 成果简介

悬架是车架和车轮之间一切传力装置的总称，其性能在很大程度上决定了汽车的操纵稳定性和乘坐舒适性。在麦弗逊和双横臂等悬架的基础上发展起来的多连杆悬架在一定程度上能够改善汽车的操纵稳定性，但这是以车轮的定位参数在车轮上下跳动过程中的复杂变化为代价的，其性能对结构参数非常敏感。因此，轮胎的磨损仍很严重，乘坐舒适性也受到了一定的影响。“高速、安全、环保、舒适”已成为二十一世纪汽车发展的必然趋势，“高速和安全”要求汽车有良好的操纵稳定性；“舒适”则要求汽车有良好的行驶平顺性。这就需要研究能够保持车轮定位参数不变的多连杆悬架。

清华大学科研人员在借鉴国内外先进经验的基础上，结合当前汽车行业的实际情况，开

发出了车轮外倾角、主销内倾角和后倾角、左右轮距等车轮的定位参数不变的车用独立悬架机构和与前悬架相匹配的转向机构。

我国目前已成为汽车制造和消费大国，2007年，产销量分别位居世界第3位和第2位。2010年中国汽车产量将超过日、美排名第一。目前，高性能汽车所用的独立悬架多为多连杆悬架，但能够保证车轮主要定位参数不变的多连杆悬架尚没有厂家生产。

2 应用说明

该项目的研究已得到了2006年度教育部全国百篇优秀博士学位论文基金《自由度分析模型的理论基础及其在机构分析与综合中的应用研究》和2009年度国家自然科学基金《汽车独立悬架创新设计的综合理论及应用研究》的支持。在国家自然科学基金评审过程中，得到评审专家的主要评审意见有：

(1) 该项目研究汽车悬架机构的设计与创新理论，研究内容具体并有实际应用价值。该项研究成果对提出具有知识产权的新的汽车悬架机构有重要的意义。申请者具有较好的工作基础和技术积累。

(2) 项目拟针对现阶段国内外高性能车用独立悬架机构及与前悬架匹配的转向系的结构创新设计问题进行研究，以期获得基于悬架运动特征参数描述的机构综合理论与实用方法。研究工作具有较高的理论意义和实用价值。

以该独立悬架的研究为基础，目前已授权发明专利2项：

单自由度直线平移式空间六连杆机构(专利申请号: ZL 200610113112.3)

竖向平移式空间多连杆独立悬架(专利申请号: ZL 200610113114.2)

该产品的主要特点如下：

- (1) 保证车轮在上下跳动过程中前后车轮的定位参数保持不变。
- (2) 在理论上可以保证消除因车轮上下跳动而带来的对车身的各种冲击力。
- (3) 大大减少轮胎的磨损。
- (4) 在同等杆长条件下，具有更大的跳动空间。
- (5) 有利于进一步降低非簧载质量。

该项技术具有世界一流水平，为我国完全自主知识产权的应用技术，产业化后可有效提高国产汽车在世界汽车产业的竞争力。目前，理论研究已基本完成，正在进行产业化的结构优化和具体样车的实验研究阶段，急需汽车企业的资金支持。

3 效益分析

该产品投产后，有望取代现有的多连杆独立悬架，成为最具竞争力的新型车用悬架技术，可以预见，市场化后，大多数的高性能车辆都会选用该悬架。其生产和制造成本不会超过目前已获得广泛应用的五连杆悬架。它既可以作为传统轿车生产企业产品的更新换代，也可以作为其他轿车企业新上项目，是企业投资的好选择。

4 合作方式

商谈。

新型皮带秤——激光秤

1 成果简介

激光皮带秤是一种全新概念的皮带秤。

皮带秤用于在线测量输送皮带上散装物料的重量，其应用范围广，应用数量大。就行业而言，皮带秤广泛应用于大量散装物料的加工、利用、储存、运输行业，诸如煤炭、冶金、电力、化工等大量物料加工、利用企业，以及码头、仓库、料场等物料运输、存储企业。就应用目的而言，皮带秤可以用于生产管理、指导结算，组成各种自动控制系统等，皮带秤的应用可以为企业带来巨大的经济效益。

现有皮带秤主要是电子秤和核子秤。它们往往存在测量准确度低或维护量大等缺点。随着各企业提高自身生产效率的需求日益迫切，对工艺控制和管理水平要求越来越高，相应的，希望有准确度更高、维护量更低的皮带秤。

激光秤针对电子秤和核子秤的缺点，把“重量测量”转化成“体积测量”和“密度测量”两个问题，利用激光扫描散装物料的体积，利用 Gamma 射线测量物料的密度，从而准确测量出物料重量。

激光秤项目经过多年的酝酿和研究，2003 年开始样机投入现场试验。至 2006 年底，共有近十套产品投入煤炭行业现场使用。即使在环境恶劣、测量条件较差的煤炭行业，也得到了用户的认可。

2 应用说明

激光秤适用于测量粉料、块料、混和料等各种固态散装物料，非常适合在灰尘多、震动大、有腐蚀性、湿度大的工业环境条件下使用。

由于所采用的测量方案先进，又是非接触式测量，激光秤具有以下三个主要优点：

- (1) 准确度高，标定时好于 0.25%，实际测量准确度在 0.5~1.0%，取决于具体情况；
- (2) 稳定性好，测量参数长期稳定，无需频繁标定；
- (3) 安装方便、故障率极低、维护量极小。

激光秤的适用范围很大：适用量程范围大（0.01~10000T/h），可以适用于变速皮带，可以适用于变长皮带，可以适用于超大流量。由于激光秤测量参数比较固定，所以其用作“公平秤”（中立测量设备）十分合适。

3 效益分析

目前一般电子秤和核子秤售价在 2~5 万元，高端电子秤售价可达 10 多万。激光秤售价相当于高端电子秤。

4 合作方式

行业代理，区域代理，欢迎合作。

电子废料再资源化工艺及装备研究

1 成果简介

如今电子产品已经成为了人们日常生活不可缺少的部分，小到手机、随身听、MP3 播放器、剃须刀，大到电视机、洗衣机、电冰箱、空调等，已经完全融入了我们的现代生活的各个角落。但是，随着电子技术和信息技术的飞速发展，以及人们追求时尚和潮流，电子产品的更新换代和淘汰速度加快了，导致大量的电子产品被淘汰和废弃，堆积如山的废旧电子产品，如电脑、电视机、电冰箱和空调等等，已经成为了社会一个很大的负担。一方面，由于这些电子产品中普遍含有多种重金属和有毒有害物质，如铅、镉、铬和汞等重金属，随意抛弃和处理，会对环境进而对人体和其他生物带来严重的危害；另一方面，废弃的电子产品中也含有大量可再生利用的资源，如贵金属（金、银、钯、铑等）、塑料等材料，通过合理的、有效的途径进行回收，可以节约大量宝贵的自然资源，产生客观的经济效益。

目前，我国大量废弃的电子产品亟待处理，但我国还没有建立完善健全的电子废料回收体系，相应的回收技术和设备也不成熟，国外虽然有专业的回收电子废料的设备，但因其费用昂贵和运作方式等原因，不适合我国国情。

在这样的情况下，清华大学在国家 863 项目的支持下，进行了电子废料的再资源化工艺和装备的研究。结合我国电子废料的处理现状，借鉴并吸收了国内外有关电子废料再资源化方面的经验和技術，通过选取电子产品的基础部件印刷电路板为研究对象，进行电子废料再资源化工艺和设备的研究工作，并取得了丰硕的研究成果。

成功开发了电子废料的物理再资源化工艺和相关的配套回收设备。该工艺已经获得了国家的发明专利授权书，配套设备也进入了工业化推广阶段。该再资源化工艺回收效率高，具有良好的环境性，其中的金属和非金属分离率达到 95% 以上，整个工作过程封闭循环运行。

2 应用说明

清华大学开发的电子废料再资源化工艺和设备，因其工艺先进，处理和效率高，且对环境不产生二次污染，目前已经和多家国内外企业和公司进行了洽谈交流，商讨合作事宜，有的已经实现了合作或进入了正式合作程序。

3 效益分析

对于年处理量为 1000 吨废弃电路板的规划，主要设备投资约 70 万元，预计当年可回收成本并获得丰厚的利润。

目前，我国电子废料的工业化处理设施的建设还很薄弱，而日益严峻的电子废料污染问题迫切需要高效、无污染的处理工艺和设备。本研发中心开发的废弃电路板物理再资源化工艺和专门的处理设备，非常适合我国的国情，投资小且回收周期短，收益高，具有很好的应

用和投资前景。

4 合作方式

商谈。

高效天然抑藻剂制备技术

1 成果简介

该技术的主要目的是从植物中提取制备高效、安全的抑藻剂。某些高等水生植物能够向环境中释放对藻类具有抑制作用的化学物质。这种现象被称为化感作用，而具有抑藻活性的化学物质则被称为化感物质。基于植物化感作用的藻类控制技术具有三种应用方式：

- (1) 在水中栽培能够产生并释放抑藻化感物质的水生植物；
- (2) 向水中施加抑藻水生植物的干植物体；
- (3) 从水生植物中提取抑藻化感物质，制备成抑藻剂后投加到水体。

活体栽培具有地域局限性和季节局限性；干植物体施加如果处理不当，腐败植物会造成二次污染。将抑藻植物作为原料制备高效生物抑藻剂则可避免以上缺点。该制备技术从具有抑藻活性的天然植物体中提取分离具有高抑藻活性的化感组分，通过合理的配方制成高效抑藻剂，将其施入富营养化水体，从而达到控制水体中藻类生长，防治水华的目的。

清华大学在抑藻水生植物的筛选，抑藻化感物质的提取、分离和鉴定以及化感物质的抑藻特性和影响因素，化感物质的抑藻机理等方面做了大量的研究开发工作，申请并获得多项发明专利，并在此基础上开发出天然抑藻剂制备技术。该抑藻剂只对藻类有选择性抑制，对其他生物没有毒害作用，具有良好的生态安全性。

2 应用说明

能够形成水华的藻类主要是蓝藻门和绿藻门中的种类。在富营养化淡水水体中，以蓝藻门的铜绿微囊藻和水华鱼腥藻最为常见。利用该技术制备的化感物质对铜绿微囊藻等蓝藻具有强抑制效果。

该制备技术操作简单，不需特殊的方法和仪器设备。该技术已申请并被授予国家发明专利3项。

利用该技术制备的高效抑藻剂可适用于中小型湖泊、鱼塘以及娱乐或景观水体。同时，还可与其他抑藻剂和除藻抑藻技术结合使用。

3 效益分析

该技术的突出优点是采用天然植物为原料，制备的抑藻剂高效且生态安全性好。该技术经济可行，在富营养化水体藻类控制领域具有广阔的应用前景。利用该技术制备的抑藻剂可用于不同地区的水体，不受地域限制。同时，避免了直接投放干植物体可能带来的二次富营养化。

4 合作方式

可以承担天然抑藻剂的开发和应用研究。中小型水体富营养化及水华控制的技术研究与开发、可行性研究、控制方案设计等。欢迎技术合作、联合进行技术推广。

膜分散微结构反应器制备纳米氧化锆颗粒

1 成果简介

二氧化锆纳米粉具有良好的光学、热学、电学和机械性质，已引起科学界和产业界的广泛注意。它具有较强的抗化学侵蚀和微生物侵蚀能力，易净化和再生的能力等优点，已成为新兴无机材料学中的一种重要材料。在陶瓷、耐磨材料、耐火材料、医用、润滑油添加剂、传感以及催化领域得到广泛应用，展现出诱人的开发前景。另外它还是公认的高温燃料电池用固体电解质材料的最佳候选。

2 应用说明

目前制作氧化锆粉末的方法主要可分为三种：固相合成法、液相合成法和气相合成法。其中液相合成法效率高，粉末颗粒质量好，颗粒尺寸和组成易控，设备比较简单，因而得到广泛的应用。液相合成法中，在纳米颗粒制备的过程中，颗粒的成核和生长过程主要是受体系过饱和度的影响。体系中过饱和度均匀性直接影响到所制备颗粒的粒度分布。而体系过饱和度主要决定于体系的混合性质。快速均匀的混合可以达到体系均匀的过饱和度，使制备的颗粒形貌尺寸分布均一，即均匀混合是影响最终颗粒品质的最重要的因素。对于大多数沉淀反应体系而言，反应速率都是非常快的，因此在超细材料制备的反应设备中，混合性能是十分关键的控制因素。在利用反应沉淀法制备超细颗粒的过程中，若达到两股或多股反应物料混合相对均匀所需要的时间小于反应所需的时间时，就可以得到粒度分布很窄的超细颗粒；而当混合时间大于反应所需的时间时，制备得到的颗粒粒度分布就会较宽。传统的反应设备大多采用搅拌方式进行反应物的混合，一般情况下，混合时间远大于反应时间，体系浓度严重不均匀，且能耗大。这也是在利用传统的搅拌反应器进行化学沉淀法制备超细颗粒时，一般难以达到超细颗粒粒度要求的最主要原因。

微反应器具有宏观混合速率快、微观混合均匀、混合效率高和能耗低等优点，但绝大多数微反应器的处理量都很小。微反应器的处理量太小是制约微反应器广泛应用的一个关键因素。在膜技术发展的基础上，我们采用微孔膜或微滤膜作为分散介质，提出了一种新型的微反应器——膜分散微结构反应器。膜分散微结构反应器不仅保留了微通道式反应器混合性能好的特点，而且其处理量比一般的微通道式反应器的处理量大得多。

膜分散微结构反应器将待混合流体预先进行分散，然后在一相对小尺寸的空间内与另一股流体混合，因此具有很快的传递混合速率，对于快速反应过程，膜分散微结构反应器可以较好地克服扩散对于反应的影响，这对于快速沉淀反应制备超细颗粒十分重要。根据膜分散微结构反应器的特点和超细颗粒制备的要求，我们提出了利用膜分散微结构反应器制备纳米颗粒的思想，从基本原理分析判断，该技术可以控制均匀的过饱和度以实现纳米颗粒的大规模可控制备。

基于以上原理，我们在膜分散微结构反应器中进行了氧化锆纳粹颗粒制备的实验。以

ZrOCl₂ 水溶液作为分散相溶液，NH₃·H₂O 溶液为连续相溶液。ZrOCl₂ 水溶液在压力作用下通过分散介质膜，与连续相反应产生 Zr(OH)₄ 沉淀，反应方程式如下：



产物经干燥、焙烧后，得到产品 ZrO₂ 颗粒。所得纳米颗粒粒径小，颗粒的平均粒径在 10~20nm 之间；颗粒的粒径均匀，分布较窄，而且有很好的单分散性能。部分颗粒电镜照片如图 2 所示。

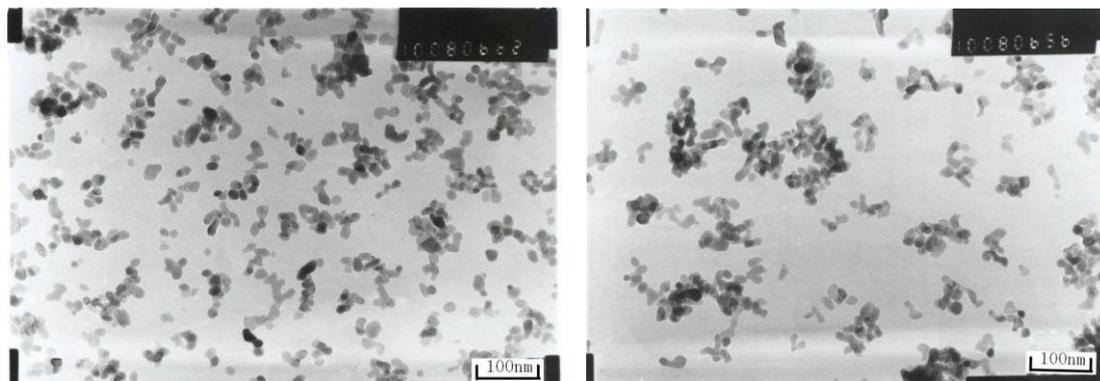


图 2 ZrO₂ 超细颗粒的 TEM 照片

3 应用范围

陶瓷、耐磨材料、耐火材料、医用、润滑油添加剂、传感以及催化领域以及高温燃料电池用固体电解质材料。

4 合作方式

商谈。

纳米光催化净化涂料

1 成果介绍

日常生活用品涉及到每个人的生活卫生。有时，在生活环境中容易产生异味以及微生物的繁殖。目前，一般的建筑物均使用涂料处理，以达到美观和清洁的目的。虽然目前的涂料具有各种功能如色泽，耐擦洗等，有的涂料还具有抗菌净化和抗老化功能。但实际上，由于涂料成份的复杂性以及各种使用要求，很难涂料具有各种最佳性能。例如，在涂料中添加各种抗菌材料，虽然涂料具有一定的抗菌和杀菌性能，但这主要是对涂料而言，对空气的抗菌杀菌作用则非常小，主要问题是抗菌剂在涂料中的浓度非常低，和细菌碰撞杀灭的几率很小。同样，在涂料中添加纳米光催化剂来净化空气，也存在同样的问题，由于纳米 TiO₂ 被涂料覆盖，被自然光辐照的机会很小，此外，有机气体分子与光催化剂碰撞的机会也非常小，因此，其净化效率很低。

由于纳米 TiO₂ 光催化剂具有很好的空气净化性能以及杀菌性能，对室内空气的净化以

及细菌的净化具有重要的应用价值。利用该技术的室内空气净化器已经实现了产业化，利用该技术的涂料也已经研制成功。但所有涂料均存在前述问题，为了提高涂料对空气的净化性能和杀菌性能，我们研究开发了 TiO_2 纳米光催化剂水基涂料。在该涂料中不添加有机物质，直接喷涂到建筑物涂料层表面，对空气中的有机物以及细菌，在自然光作用下具有较高的净化性能。

清华大学在光催化技术上进行了多年的研究；利用在材料制备，催化剂制备以及环境分析方面的优势，在光催化技术的研究上取得了突破性的进展。目前，已经申请国家发明专利 10 项。在新型光催化剂的研究以及室内空气净化器应用研究上具有创新成果和先进技术。

2 技术指标

抑菌率达到 95% 以上；

3 应用说明

通过低温制备技术，浆料可以直接分散在水相介质中。利用喷雾装置，把浆料直接喷涂到建筑物的表面，自然干燥。喷涂的纳米光催化剂，在自然光的辐照下，产生光催化活性，杀灭和抑制细菌的生长，达到洁净的目的并可净化空气中的异味和有害气体。

4 效益分析

该技术主要制备具有高活性的纳米光催化剂，进行一系列物理化学处理，工艺技术高，但生产过程和传统工艺相容，容易实现。通过该技术处理，产品将增加新的功能，适合潮流发展以及功能化的需求。具有较高的利润空间。

5 合作方式

成果转让。

油分散性纳米 MoS_2 修复性润滑添加剂

1 成果简介

二硫化钼 (MoS_2) 是一种很好的减摩材料，具有很好的摩擦性能，是作为一种重要的固体润滑剂和液体润滑剂的添加剂，广泛的应用于机械、航空、汽车、轻工业等领域。纳米 MoS_2 由于具有颗粒小、活性高、容易均匀分散在润滑油中，可以大幅度提高润滑性能。本工作的目的是利用化学的方法合成纳米 MoS_2 添加剂。

MoS_2 具有(S-Mo-S)排列的层状结构，在层与层之间是以较弱的共价键结合，这使得 MoS_2 层与层之间容易发生滑动，而另一方面在 MoS_2 同一层内 Mo 原子和 S 原子之间以较强的化学键结合，赋予 MoS_2 层以较高的机械强度和化学稳定性。 MoS_2 这一独特的层状结构和由该结构所决定的物理化学特性，使 MoS_2 成为一种性能优良的润滑材料。但表面未经修饰处理的 MoS_2 油分散性不好，很难分散于有机介质，这大大限制了 MoS_2 作为润滑材料的应用。表面修饰能够很好的解决 MoS_2 油分散性差的问题。油酸作为一种毒性较小的表面修饰剂已经成功的用于氧化物，其作为表面修饰剂用于硫化物的研究未有文献报道。本研究

的提出是为解决现有技术的不足，选用油酸和硬脂酸作为表面修饰剂，探索一种操作简单、表面修饰剂毒性小、产物的油分散性好、易于工业化的制备油分散性二硫化钼的新方法。

2 技术指标

(1) 成功合成了油分散性的纳米 MoS₂ 材料

XRD 结果表明形成了 MoS₂ 物种，TEM 研究结果表明形成了 20nm 左右的 MoS₂ 颗粒。IR 光谱和 XPS 研究发现在纳米 MoS₂ 表面形成了亲油基团。通过油分散性能检测证明，该方法制备的 MoS₂ 能够分散于四氯化碳、环己烷、石油醚、液体石蜡等常用的有机溶剂。

(2) 具有良好的润滑修复性能

添加油分散性 MoS₂ 纳米颗粒的润滑油摩擦性能测试结果表明，该方法制得的 MoS₂ 的摩擦系数略低于商品 2H-MoS₂ 的摩擦系数，其值为：0.025~0.028。摩擦系数随负载的增加无明显变化。

3 合作方式

联合开发或技术转让。

混凝土地面用低缩水泥基自流平砂浆

1 成果简介

作为一种特殊的建筑砂浆，自流平砂浆在地面施工上具有普通砂浆无可比拟的优势。该材料具有流平性好、早期强度高、收缩低、易于铺设、施工速度快、工期短等特点。它可广泛用于工业与应用建筑地面施工，可有效地取代传统地面做法，有利于降低工程成本，缩短工程工期，提高工程质量，方便施工管理。一般使用厚度为 3~10mm。另外，它可简便地修复传统地面施工出现的问题，也可用于已磨损、起砂、损坏的旧地面的修补，是一种具有承载与装饰双重功能、且发展前景看好的建材产品。

与发达国家相比，我国研究地面自流平材料起步较晚，发展速度及普及推广也较慢。改革开放以来，国外产品进入我国，经建设、施工单位使用，由于其材料与施工性能俱佳，受到建筑界的青睐，得到了较大范围的推广使用。国外产品的进入，也刺激了国内各研发机构对这类建筑产品的进一步研发与性能改良。国内已有自流平水泥砂浆存在的主要问题是收缩大，施工后空鼓、开裂现象比较严重，这一问题严重制约了自流平地坪砂浆及配套施工技术的国产化步伐。在上述国内基本建设快速发展、市场需求逐年上升、而国内相关产品仍无法满足需求的大环境下，清华大学投入人力、物力研究开发了低收缩水泥基自流平砂浆。该产品在保证自动流平特性的基础上，大大降低了材料的收缩，提高了早期强度。其主要特性包括：

(1) 砂浆收缩大幅度降低（见图 1）：传统水泥基自流平水泥砂浆 28 天龄期干燥收缩达 1450 微应变（即 1.45mm/m），我们开发的产品为 310 微应变（即 0.31mm/m），国外同类产品为 700 微应变（即 0.70mm/m）。

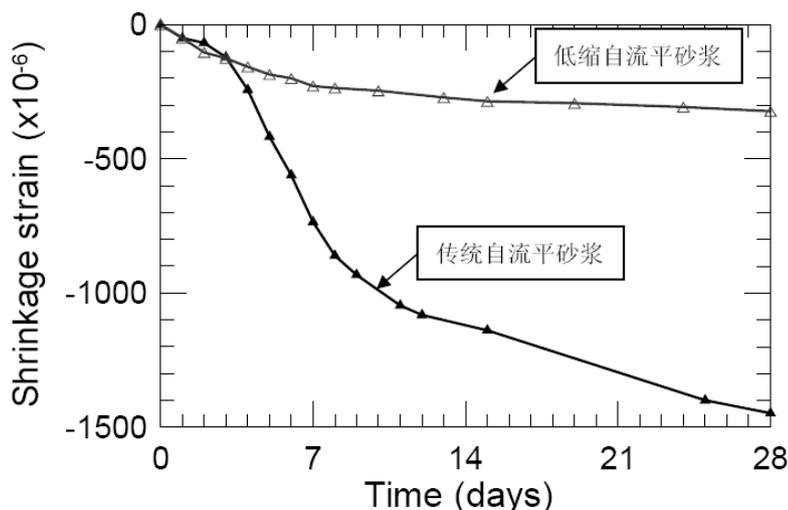
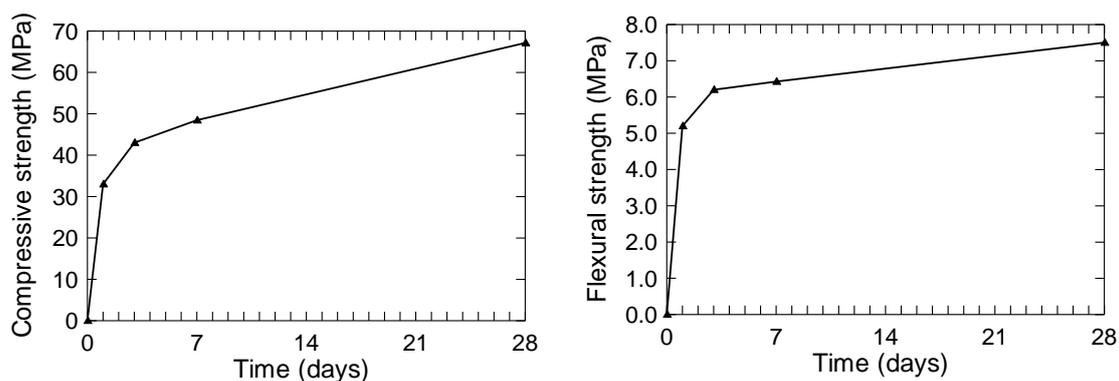


图1 自流平砂浆收缩随龄期发展关系

(2) 早期强度高 (见图 2), 耐磨性能好



(a)

(b)

图2 强度发展曲线 (a) 抗压强度 (b) 抗弯强度

(3) 其他性能, 如流动性, 凝结时间、粘聚性、粘结强度等均符合 JC / T 985—2005 《地面用水泥基自流平砂浆》行业标准要求。

2 应用说明

自流平地面施工过程与传统自流平砂浆相同, 没有特殊要求。具体过程包括:

(1) 基层及界面处理

施工前, 先将混凝土地面基层的浮灰、油污及疏松物等清理干净, 在清理过的基层上涂刷 2-3 遍界面剂, 以保证自流平砂浆与基层的牢固粘结。



图3 处理好的混凝土基层

(2) 流平施工

自流平地面施工包括搅拌、流动性测试，运料和浇注等步骤，见下图。



图4 自流平砂浆的搅拌



图5 流动性测试



图6 自流平水泥砂浆地面浇筑

(3) 养护

浇筑后的自流平地面终凝后潮湿养护，养护一周左右即可。养护及最终地面效果如图5，6所示。



图 7 自流平水泥砂浆地面的养护



图 8 硬化后自流平地面的表现状态

3 应用范围

该技术适用于大型地下停车场、工业与民用建筑等地坪施工，以及破损地坪翻新、修复。

4 效益分析

按年施工 10 万平米，项目年利润可达 80~100 万元，是中小企业投资的好选择。

5 合作方式

技术转让。

泡沫铝板材大批量生产技术

1 成果简介

泡沫铝板材是上世纪 80 年代后期国际上迅速发展起来的一种具有优异的物理特性和良好的机械性能的新型工程材料。从国内外的发展趋势看，国外已经实现了泡沫铝板材的产业化生产，产量和应用均在迅速发展，并逐渐进入中国市场。目前国内已在应用的泡沫铝板材主要依赖于国外进口。国内在泡沫铝板材的研究开发上也具有一定的基础，清华大学利用自有技术开发成功了大尺寸泡沫铝板材（1000×500×Xmm）的制备技术。

泡沫铝板材具有以下主要特点：

（1）吸声性能好，声学性能稳定，环保、质轻、美观、防火、不怕水、物理性能好、易加工，可以轻易加工成各种形式的吸声体、消声器、隔声结构、声屏障、消音房、隔声罩等，可直接面对噪声源，不需要任何防护面板及其他的吸声填料。

（2）制备泡沫铝板材的边角料以及泡沫铝板材破损或更新后，可全部进行回收利用，是一种不对环境造成二次污染的绿色环保新型高科技产品。

（3）泡沫铝板材是目前世界上无纤维性材料的前沿和更替产品，与玻璃纤维、矿棉、岩棉等相比较，不会由于日晒雨淋造成老化后变成粉尘飞散而对大气环境造成二次污染的严重性。泡沫铝板材表面易于清洗，清洗后仍能够保持良好的吸声性能。

（4）泡沫铝吸声板具有很高的防火燃性，泡沫铝的导热系数很低，仅为纯金属的 1/5~1/150，可用作绝热材料；其耐热温度远远超过其熔点，在高温下不释放有害气体，在

780°C 高温暴晒下，形状不会崩塌，属 A 级不燃性材料。泡沫铝还具有良好的耐候性、耐腐蚀性以及抗老化性，经得起风吹、雨打、日晒。

(5) 泡沫铝板材可涂覆不同色彩的涂层，具有美观和不褪色的特点。

(6) 泡沫铝具有很高的电磁波屏蔽性能，一般屏蔽材料或结构的屏蔽系数为 30~90dB，而泡沫铝则可达到 80~110dB。

(7) 泡沫铝板材具有优异的加工性能，可任意裁切、打孔、弯曲、粘结、铆接、插装，可以做成各种形式的吸声体，安装方便。

(8) 泡沫铝具有优异的压缩性能和能量吸收能力，用于汽车等需要吸收冲击能量的场合。

2 应用说明

随着科学技术的快速发展，城市车流量的不断增加，公路铁路边的噪音已经干扰了人们的正常生活。而传统的隔音屏障（玻璃纤维、岩棉和矿棉）在道路上经日晒雨淋造成老化，空气中的灰尘易造成孔隙的堵塞，逐步失去了吸音功能，同时粉尘飞散对大气环境造成了二次污染。目前作为新型的环保无纤维吸音材料，泡沫铝在日本、韩国、美国和加拿大等国家被广泛地运用于道路两边的防声屏障。其吸音隔音效果非常显著，且不受雨天和日晒的影响。

(1) 铁路汽车交通业

汽车是金属泡沫材料最有希望也是最大的应用领域。改进结构和使用轻量化材料是提高车辆燃油效率的最佳方法，用泡沫铝和夹心泡沫铝板可制成重量轻刚度大的结构材料，如挡板、汽车后行李箱盖和滑动车顶。在能量吸收方面，可利用最大冲击能耗散控制汽车冲撞部分的变形，可能的应用方面包括横向和前向冲撞防护零件，潜在的应用还有保险杠、卡车下侧保护器及其他承受巨大变形的零件。另外，泡沫铝材料还具有吸能和隔音等多重功能。泡沫铝夹心板可以用作地铁车门材料、车厢内衬，缓冲吸能隔音。日本新干线高速列车上发电机采用泡沫铝隔音墙，使噪音降低 20~40 分贝。城市轨道，高架桥旁的隔音屏用泡沫铝材料制作，外侧为铝板贴面，内侧为裸面泡沫铝板，具有吸声功能，可以隔音 20~30 分贝。

(2) 航天业和军事工业

由于蜂窝结构制备工艺复杂，成本较高，成本较低的泡沫铝夹心板可能代替现在航天工业中用的蜂窝结构。泡沫铝的优点是泡沫材料各向同性，阻燃，保持材料的整体性。在太空科技中，由于泡沫铝能够快速吸收碰撞能量，可以用于太空飞船登陆梯，也可用于人造卫星中的承重结构，代替在太空的特殊条件下而引发问题的材料。在军事指挥车、指挥所的内衬使用泡沫铝材料，屏蔽电磁波，使电信息保密。复合装甲车中利用泡沫铝吸能，使穿甲弹和破甲弹作用力分散，阻止其进入内部。

(3) 建筑业

建筑上很多构件要求是重量轻，刚度好的阻燃件或支撑件，泡沫铝较高的比强度和吸收能量的能力以及其较高的熔点非常适合建筑上的构件。比如电梯，采用泡沫夹心板可减小板

材的重量，从而减少了电梯的能量消耗。

金属泡沫材料还可广泛用于建筑和自动办公设备等，兼具装饰的功能。用于音乐厅、影剧院、录音室、演播室、歌舞厅、体育馆、游泳馆、篮球馆、地铁车站、候机厅、候车室、宾馆大楼、大型商场、展览厅、办公大厅、报务室、电脑房等场合可起到控制声音混响时间的作用。对管道消声器，消声弯头，静压箱，特别适合洁净车间、食品生产车间、制药厂、精密仪器制造车间、实验室、病房、手术室、餐厅食堂、船舶机舱、辅机舱、客舱等场合的空调、通风设备可起到降噪消声作用。在城市轻轨、高架道路、交通干道、高速公路、铁路、立交桥、冷却塔、露天高压变电站、混凝土搅拌场等场合可起到声屏障的作用。对柴油机、发电机、电机、内燃机、冷冻机、空压机、飞机、火车、船舶、锅炉、锻锤设备、风机等设备，可起到吸声、隔声、消声作用。

3 效益分析

投资 500 万元，可以形成年产 $500 \times 1000 \times X$ (mm) 不同厚度的泡沫铝板材 2 万平方米；项目完成后可形成年销售额为 1000 万元，年利税 500 万元的小型工厂，投资回收期为 1 年。投资 2000 万元，可以形成年产泡沫铝板材 10 万平方米，项目达产后年销售额为 5000 万元，年利税 1000 万元，投资回收期为 2 年，具有十分良好的市场前景。

4 合作方式

技术转让。

高硼铁基合金新型耐磨材料

1 成果简介

在工程机械、矿石粉碎、火力发电、水泥建材、铁路等领域，大量应用易磨损件，每年消耗几百亿元的耐磨配件。

清华大学以硼为主要合金元素，开发了一种以硼化物为耐磨相的新型耐磨材料。该材料的特点是以 Fe-B 共晶代替传统的 Fe-C 共晶、以共晶硼化物为耐磨相、以强韧马氏体为基体，可以在保持硬度较高的（硬度 $>HRC55$ ）同时具有比以碳化物为耐磨相的白口铸铁更高的韧性（冲击韧度 $>11J/cm^2$ ）；具有高硼低碳的成分特点，高硼可以保证合金组织中耐磨相的数量，低碳可以使基体具有较好的强韧性；高硼铁基耐磨合金的耐磨相数量和基体的性能可由硼、碳含量来分别控制，进而可以根据不同工况条件来设计材料的成分，同时也可以通过添加其他合金元素来调节材料的其他性能。

同高铬铸铁相比，由于不含贵重合金元素，所以高硼铁基耐磨合金的成本较低。高硼铁基耐磨合金的基体含碳量较低，通过热处理后可以成为支持硼化物和吸收冲击能量的强韧性基体，比高铬铸铁的高碳马氏体具有更优良的韧性，合金元素含量低，比高铬铸铁具有更好的导热性能，热处理性能优于高铬铸铁。

2 应用说明

实验室研究结果和工业应用性试验表明,高硼铁基耐磨合金的生产工艺简单、成本低廉;通过合理的化学成分设计和热处理规范选择,从而实现耐磨相数量和基体性能的单独立控制(这是其他金属耐磨材料不具备的特征),获得较高强韧性配合以及高耐磨性,可以替代高铬铸铁应用于各种冲击磨料磨损场合。

高硼铁基耐磨合金的性能如下:

砂型铸造条件下:铸态硬度 50~55HRC,热处理后硬度 55~62HRC,抗拉强度 400~500MPa,冲击韧性 4~16J/cm²,断裂韧度 20~35MPa^{1/2}。如果采用金属型铸造,其力学性能还可以得到大幅度提升。

高硼铁基耐磨合金与高铬白口铸铁耐磨性试验对比结果

试样类型	冲击功 2J 平均失重 /mg	冲击功 4J 平均失重 /mg
高铬白口铸铁	204.45	破碎
高硼铸铁	201.38	374.33

3 效益分析

在以组织中含有大量高硬度硬质相的钢铁耐磨材料中,目前国内外大多数采用以碳化物为硬质相的材料,如镍硬铸铁以及高铬铸铁等,其含碳量很高,而且含有较高含量的贵金属如镍、钼、铬等。对于已经报道的关于以硼为主要合金元素的铁基耐磨材料中,也大多加入了贵重合金元素,如铬、钴、钼、镍等。

本项目的高硼铁基耐磨合金是以低碳钢为基础,加入一定量的硼作为合金元素,加入的其他合金元素很少或不加,成本较低,但可以获得韧性较好且在基体上分布有高硬度耐磨相的显微组织,因而具有较大的价格优势,其生产成本约 5000~7000 元/吨(按年产 1000 吨计),而高铬铸铁的生产成本在 10000 元以上。高硼铁基耐磨合金具有很好的强韧性和高硬度,具有生产工艺简单、成本低,耐磨性能优越等特点,可以应用于各种具有冲击磨料磨损条件的耐磨场合和各种工程机械的耐磨件上,这一应用市场极为广阔。

同目前普遍采用的耐磨材料相比,高硼铁基耐磨合金由于具有很大的价格优势以及技术优势,市场推广前景良好。

4 合作方式

技术转让。

高硅耐磨铸钢技术

1 成果简介

在工程机械、矿石粉碎、火力发电、水泥建材、铁路等领域,大量应用易磨损件。目前广泛应用的耐磨材料是高锰钢和少量的低合金耐磨钢、奥-贝球铁(ADI)以及高铬铸铁。

由于奥氏体高锰钢的初始硬度很低，其耐磨性完全依赖于使用过程中的加工硬化效应，耐磨特性只有在高冲击负荷的工作条件下才能表现出来，在实际应用条件下，其耐磨特性不能得到充分发挥，有时甚至低于普通碳钢。低合金耐磨钢生产工艺复杂、成本高，耐磨性能没有明显优势。奥—贝球铁韧性低，不适应于有较大冲击的磨损领域，同时石墨球在冲击磨损条件下不但不能起到自润滑作用，而且会成为影响其使用寿命的裂纹扩展源，耐磨性能受到了很大影响。高铬铸铁也存在韧性低，不适应于冲击磨损的缺点。

清华大学针对高硅铸钢的化学成分、热处理工艺以及显微组织与机械性能、耐磨性能间的关系进行了系统的研究，同时还研究了非金属夹杂物对高硅铸钢机械性能的影响，并在此基础上进行了工业应用试验和推广应用。高硅铸钢作为一种新型耐磨材料，其制造方法已于2002年获得了中国国家发明专利（ZL 99105704.X），并于2002年5月通过了国家教育部主持的科技成果鉴定，同年获得教育部推荐国家科学技术奖科技发明奖一等奖，2003年获得第八届中国专利奖优秀奖。

2 应用说明

实验室研究结果和工业应用性试验表明，高硅铸钢的生产工艺简单、成本低廉；通过合理的化学成分设计和热处理规范选择，可以获得高强韧性和高耐磨性，作为耐磨材料可以应用于各种冲击磨料磨损场合。

高硅铸钢的机械性能指标如下：

抗拉强度 $\sigma_b = 1200 \sim 1800$ MPa

屈服强度 $\sigma_{0.2} = 1000 \sim 1600$ MPa

延伸率 $\delta_5 = 2 \sim 15\%$

冲击韧性 $A_{KV} = 10 \sim 40$ J

硬度 $HRC = 35 \sim 48$ （初态）； $50 \sim 58$ （冲击硬化后）

该项技术不但已经实现产业化，而且已经获得多家耐磨铸件生产企业的实际使用认可，是成熟的大生产技术。

3 效益分析

高硅铸钢只是在普通碳素钢中添加定量的硅及少量其他元素（ $< 0.5\%$ ），经简单淬火处理而成，生产成本约3500~4000元/吨（按年产1000吨计），接近普通碳素钢。而这类耐磨铸钢产品的售价通常在8000元/t以上。

我国冶金、水泥、矿山、发电等行业中大量应用的中小型球磨机，仍在使用发达国家业已淘汰的高锰钢衬板，按年耗30万吨计，直接经济损失达20亿元。此外，破碎机锤头、牙板，挖掘机、推土机与拖拉机履带板等传统上采用高锰钢或低合金钢，也有低寿命问题，它们的年耗量也达几十亿元人民币。

使用新开发的高硅系列耐磨铸钢制造这些产品，可以在不提高生产成本的条件下使产品的使用寿命得以明显提高，或在不降低产品使用寿命的条件下明显降低生产成本，具有十分

良好的市场前景。

4 合作方式

专利授权。

纳米活性碳酸钙的制备技术的工业开发

1 成果简介

碳酸钙在橡胶、塑料等行业中的作用与其粒径有关，粒径在 $1\sim 3\mu\text{m}$ 的沉淀碳酸钙仅作为填充剂，起增容的作用；粒径在 $0.01\sim 0.1\mu\text{m}$ 之间的纳米碳酸钙具有补强、增韧的作用。

我国目前有轻质碳酸钙生产企业一百多家，总生产能力近 280 万吨，但工艺落后，品种单一，基本上采用简易的间歇鼓泡式炭化工艺，产品大多为售价低廉（400~500 元/吨）的大粒径（2~5 微米）纺锤形产品（图 1），而附加值较高（售价 2000~4000 元/吨）、市场需求增长较快的纳米碳酸钙产量甚微，仅占轻质碳酸钙总产量的 2~5 % 左右。我国近年也有利用国内外技术进行纳米碳酸钙生产的报道，但生产成本较高（1500~2000 元/吨），且大多需 5 千万以上的巨额投资，中小企业难以适应。

清华大学经过多年的潜心研究，现已开发出一套崭新的纳米碳酸钙制备工艺和设备，通过加入特定的添加剂，在自行研制的高效传热传质碳化釜中反应，即可制得粒径为 40~100 纳米的球型碳酸钙（图 2）。本技术采用的添加剂价廉易得，所需设备大多为常规化工定型设备，易为广大中小企业采用。目前已在河北、江西建成年产 5000~1000 吨纳米碳酸钙生产厂，2006 年通过教育部鉴定，被评为国际先进水平。采用本工艺生产成本仅为 1000 元/吨左右，经济效益显著，欢迎有关企业前来洽谈。

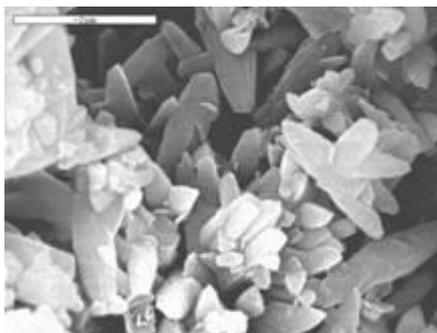


图 1. 普通纺锤型碳酸钙 (2~3 μm)

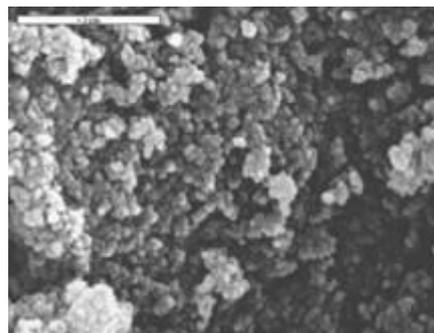


图 2. 纳米球型碳酸钙 (50~60 nm)

2 应用说明

碳酸钙广泛用于橡胶、塑料、涂料、造纸、油墨、食品、医药、饲料等工业部门。其中塑料、橡胶行业的碳酸钙消费量为 65%，造纸、涂料各占 15% 和 10%，其他行业占 10%。

3 效益分析

按年产 10000 吨，每吨保守价 1500 元计算，年创产值 1500 万元，年创利税 500 万元。

4 合作方式

技术转让。技术开发及设备投资费用具体为（年产 10000 吨规模）：

技术转让（专利使用）费：100 万元；

碳化塔设计费：30 万元；

核心设备（气体分布器）设计及加工费：100 万元；

碳化塔加工及配套设备：约 300~500 万元；

其他常规设备费（包括气体净化、活化、过滤、干燥、粉碎、分级）：约 500 万元； 基建：约 200~400 万元； 厂房面积：约 10000 平方米。

食品与农副产品超细加工技术

1 成果简介

中国地大物博，可食性植物种类繁多，但大量富有有效成分的植物茎秆和果实难于直接利用，传统加工方法难于使其充分发挥效用。微细化加工技术突破了传统的“牙可咬、胃可消化”的食品观念，扩展了人们的生活消费。

微细化处理是指将低温脱水干燥、超微粉碎、混合、表面处理、灭菌、微粒化和包装等系列技术用于植物类农副产品的深加工，形成独特的植物超细粉生产工艺。该处理工艺是提高植物可用性和生物利用度的新技术，也是提高工业利用价值的有效手段之一。该技术获得 2005 年度中国发明协会金奖，2006 年度中国中医药学会科技进步一等奖。目前，已在广西、云南、海南和福建等地建厂生产。

2 应用说明

植物类农副产品是农业可开发利用的重要资源之一，它的开发应用涉及食品、保健品、生物化工等领域。该技术的推广有利于提高农副产品的附加值，改善农村产业结构。

目前通过对灵芝、绞股蓝、罗汉果、红枣、南瓜、食用菌、竹叶、谷糠、香料等植物种类微细化处理，使其在保健食品、保健浴用品、居室环境香料用品、复合材料产品中得到应用。

3 效益分析

投资规模和系统参数指标随不同物料特性和市场对产品的要求而定。

4 合作方式

商谈。

辅酶 Q10 纳米技术美容保健系列产品

1 成果简介

辅酶 Q10 是人体细胞不可缺少的天然抗氧化剂、生理代谢激活剂和非特异性免疫剂，能抑制线粒体过氧化作用，激活细胞呼吸，加速呼吸链的产能过程，帮助细胞产生能量，延缓细胞衰老。在心脏病、高血压、急慢性肝炎、癌症、帕金森症、衰老等疾病治疗中疗效显著。

辅酶 Q10 在保健、美容化妆品领域的应用是热点关注技术产品。本课题采用自主研发核心技术——含磷脂自微乳化给药系统，将辅酶 Q10 制成稳定自微乳化纳米技术产品，能广泛应用于药品、功能保健品和美容化妆品领域高新技术产品的开发，特别是在心血管疾病治疗预防、延缓衰老美容化妆品领域具有优越的功效性和市场应用性，突破了核心关键纳米制备技术，在国内外处于先进水平，能够在国内外相关产品市场中发挥重要作用和产生较大的市场经济效益。

目前，就世界范围内讲，纳米技术化妆品是未来化妆品领域发展技术方向，但由于技术的限制，仅个别厂家能够掌握，而对于最为关注的延缓衰老功能化妆品领域，辅酶 Q10 是最具市场价值的产品之一，开发辅酶 Q10 纳米技术系列美容化妆品和保健产品，无疑具有广阔的市场前景。

清华大学多年从事缓控释纳米给药新剂型的研究，承担国家十五科技攻关计划重点项目一《纳米药物新剂型的研究及其产业化》，重点突破纳米药物工业化制备技术和工艺设备，在纳米脂质体技术研究和产业化中取得实际应用成果，在国内率先建立了第一条年产 100 吨级的鹈鹕油纳米脂质体生产线实施应用。在十一五“863”计划生物医药重点项目《高靶向、缓释纳米医药制剂》中，承担《多肽药物纳米缓释给药新剂型的研究》课题，自主开发了基于磷脂的自微乳化纳米给药技术平台，应用于新型纳米缓释给药制剂的开发，针对国内外生产开展情况，开发出具有重要医药保健美容市场经济价值和技术含量的辅酶 Q10 纳米技术产品为典型代表。

(1) 辅酶 Q10 纳米化妆品的优越特性：

- 纳米化技术可将难溶性辅酶 Q10 以纳米粒子状态分散于水溶液中，可以与水以任意比例混合，改善了辅酶 Q10 的“溶解”性能，因此非常方便的添加到护肤品配方中使用；
- 含有生理安全的磷脂组分，无刺激性，与细胞相容性高，安全性高；
- 粒径小于 50nm，可增强辅酶 Q10 的吸收，提高生物利用率，不损失肌肤细胞。
- 稳定性高。

(2) 该产品的主要功效：

- 易透皮吸收，功效持久显著；

- 可对抗老化、减少皱纹、恢复肌肤光泽弹性；
- 有效补充细胞能量、延缓肌肤老化；
- 修复自由基对细胞造成的损伤、保护脆弱肌肤；
- 促进细胞代谢功能、清除血液垃圾、有效抑制黑色素、改善暗沉肌肤等

(3) 计划开发产品：

- 辅酶 Q10 系列纳米美容化妆品；
- 辅酶 Q10 口服软胶囊；（药品、保健品）
- 辅酶 Q10 口服液；（药品、保健品）
- 辅酶 Q10 功能饮料

2 应用说明

☆生命营养剂——抗氧化保健品

辅酶 Q10 的抗氧化性使其在动脉粥样硬化的形成和发展过程中具有抑制作用，而且在其抗氧化性使膜稳定、代谢性强心及逆转左室肥厚等有良好作用，在心血管病的临床治疗和日常预防保健中具有重要市场应用价值。可开发成相关药品和功能保健食品，在心血管疾病治疗药物市场取得较大经济效益。

☆ 抗肿瘤及免疫调节药物

研究表明，辅酶 Q10 有抗肿瘤作用，临床对于晚期转移性癌症有一定疗效，在预防冠心病，缓解牙周炎，治疗十二指肠溃疡及胃溃疡，增强人体免疫力功能以及缓解心绞痛方面有显著效果。

☆ 抗皮肤皱纹和延缓皮肤衰老

皱纹的增加、皮肤的老化与 Q10 含量有关，含量越低，皮肤越易老化，面部的皱纹也越多。Q10 可以通过口服来摄取，当细胞中含足够 Q10，能量代谢会有所增强，清除自由基，缓解皱纹加重。

☆ 其他用途辅助药物

他汀类药物在抑制胆固醇合成的同时也会抑制体内辅酶 Q10 的生成，老年病人身上更容易发生病人体内辅酶 Q10 不足，在使用他汀药物的同时一定要同时补充辅酶 Q10，能够迅速缓解他汀类引起的肌痛和疲劳，抵消与他汀类药物有关的肌痛和肝脏损伤。

3 效益分析

世界范围内辅酶 Q10 的消费主要集中在美国、日本、西欧以及澳大利亚，其中美国市场占到总消费能力的三分之一。在美国，辅酶 Q10 除了应用在医药领域外，还作为一种维生素用于食品添加剂，作为非处方药和功能性食品在超市、食品连锁店和药店自由出售，这就决定了辅酶 Q10 在美国的高消费基础。欧洲也是辅酶 Q10 重要的消费市场，同样用于保

健食品。在日本和中国，辅酶 Q10 目前还仅限于医药领域的应用，没有拓展到保健品和食品中。目前，世界市场对辅酶 Q10 原料的年需求量已经达到 400 吨左右，并且仍在以每年 10% 的速度增长。从辅酶 Q10 的未来发展空间上分析，保健品和食品应用将是其市场需求进一步增加的主要源动力。

4 合作方式

商谈。

紫杉醇（多烯紫杉醇）纳米脂质注射液

1 成果简介

紫杉醇因其独特的抗癌机制，得到医学界及其相关行业的公认，作为晚期卵巢癌的二线治疗药，紫杉醇至今已在 40 多个国家获准上市，并在乳腺癌、肺癌、白血病、胃肠道癌及介入治疗后的血管再狭窄等治疗上显示了令人鼓舞的疗效。

由于紫杉醇水溶性低，口服几乎不吸收，临床应用的主要是紫杉醇注射液，目前在国外以及国内上市的注射剂是以聚氧乙烯蓖麻油(Cremophor EL)与无水乙醇作为混合溶媒。该制剂存在溶剂毒性和致敏性、稀释后不稳定性、配伍变化等问题。因此，有必要对紫杉醇的剂型进行改造。药剂学家主要着眼于消除聚氧乙基蓖麻油引起的不良反应、增加紫杉醇的溶解度、稳定性，避免过敏反应而不影响抗肿瘤活性、降低毒性而展开研究，同时能否进行大规模的生产也成为制剂工程中的瓶颈。

紫杉醇属难溶性非水溶性药物，此类药物是临床用药十分广泛和重要的一大类药物，多数化学药、中药醇提取有效成分均属于此类药物，此类药物存在溶解度差、生物利用度低、给药剂型制备困难等问题，其给药新剂型和工业化生产技术一直是制剂学领域研究重点。

随着技术的发展，纳米脂质体被认为是目前一种有效和优良的药物载体，在紫杉醇等诸多重要药物中得到应用，并取得良好的临床效果。然而脂质体技术存在一些难以克服的缺陷，如磷脂易氧化，制剂不易保存；脂质体制剂往往制成冻干粉针使用，在冻干和使用过程中，脂质体粒子在冻干和重建恢复过程时，构型极易出现聚集、破裂、塌陷等现象，严重影响药品生产质量和临床应用；且脂质体制备条件要求较苛刻，工业化制备生产设备昂贵，冻干过程能耗很高。因此，当前纳米脂质体技术虽然研究很多，但能够生产和临床应用制剂很少，至目前为止我国仅批准 3 个纳米脂质体制剂临床应用，且均为抗癌药物。

为解决此类药物临床给药问题，克服脂质体工业化生产难、质量不稳定等困难，我们致力研究一种工业化制备简单易行，能更好提高药品生产和使用质量，用药更加安全的新型给药技术平台，来解决此类药物给药和工业化制备困难技术瓶颈，用于临床注射、口服和透皮给药剂型中。

本项目目的在于：以临床重要应用价值的典型难溶性药物——紫杉醇为药物模型，构建适于难溶非水溶性药物的含磷脂自乳化纳米给药技术平台，研发新型紫杉醇纳米脂质注射液

应用于临床治疗。其特征是制剂形式为磷脂为主要辅料的载药有机溶液相，该溶液在使用时，遇水自乳化形成具有高包封率特点的药物脂质纳米粒。其特点是载药量高，制剂质量稳定性高，临床用药安全性高，工业化制备成本低廉易行。与其他类似载体如脂质体技术相比较，工艺简单，可有效解决其稳定性差、吸收利用度低，大规模工业化生产难的技术瓶颈，因此项目的实施具有重要的科学研究价值和应用前景。

目前，清华大学已成功完成新型紫杉醇和多烯紫杉醇纳米脂质注射液的制剂开发工作，进行了药物含量、粒度、急性过敏性和稳定性等主要技术指标的测定。

2 应用说明

研制多烯紫杉醇纳米脂质注射液新制剂规格为：20mg/2ml.支；常温避光保存满足 18~24 个月；分散于葡萄糖注射液或生理盐水中平均粒度为 18nm；分散后 24 小时内稳定满足临床用药要求。

进行了小鼠急性过敏性实验对照现有市售产品，剂量 1000g/只 20g；每组 20 只，给药后小鼠反映具有显著差异，注射新剂型药物具有优良的安全性，给药后仅轻微反应，1 小时后全部恢复正常，而市售产品反应较剧烈，出现瘫软、呼吸困难，并有 8 只死亡。

3 效益分析

目前，我国紫杉醇、多烯紫杉醇制剂均为仿制美国和法国产品，分别含 Cremophor EL 和吐温 80 等毒性较大的辅料，国内南京康海药业等开发了脂质体制剂，其他如上海医药工业研究院开发了脂肪乳冻干等制剂，其质量稳定性难以保障，且生产成本较高，难以与新制剂形成竞争。

预计，在现有制剂工作基础上，未来 3~5 年能获得临床批号进入生产期，以其较高安全性和优良药效替代现有制剂，占据较大的医院市场。预计该制剂成功上市后，可形成 5~10 亿的销售份额，并成为紫杉醇抗癌临床药物制剂的领军产品主导市场。

4 合作方式

商谈。

面向偏瘫患者的神经康复机器人技术及其产业化

1 成果简介

本项目是一个关系到有效提高我国上千万由于“中风”、脑血管损伤导致的偏瘫等后遗症患者的康复治疗水平和生存质量，促进我国社会协调快速发展，推动我国康复工程高技术产业产生、兴起并走向强大、解除上千万患者痛苦以及上亿家属后顾之忧的、具有重大市场前景的产业化研究课题。

“三瘫一截”即创伤性截瘫、脑血管性偏瘫、大脑性瘫痪和截肢是国内外康复医疗服务机构主要关注的对象。其中“中风”等以脑动脉系统疾病是我国最为常见、多发于 40 岁以上的中老年人、严重威胁着人类健康和寿命的常见病，是我国居民死亡率最高的三大疾病之

一，每年新增患者超过 150 万人（全国患者超过 1 千万），致残率很高且多留有后遗症，其中偏瘫是脑血管性疾病的主要后遗症之一。创伤性“截瘫”是由于交通事故、工伤等原因造成的脊髓损伤疾病，十几年来我国已经成为世界上截瘫患者人数最多的国家，据 2002 年的统计调查，仅北京地区脊髓损伤患者发生率在十年内增加了 50 倍，每年我国有近十万人的新增病人。

“三瘫”是临床康复机构康复治疗的主要对象，也是康复医疗技术最大的应用群体，由于我国大部分综合医院目前的主要精力放在发病的急性期的治疗与控制，而康复期的治疗比较薄弱，同时，综合医院和康复机构都缺乏必要的康复辅助设备、基本的康复训练方法是康复大夫与患者一对一的训练，或利用简单的器械进行手工操作，康复治疗效率较低、康复效果因人而异，治疗成本高，再由于我国康复专业人员和康复医院的床位严重不足，很多患者只能在家接受家属的护理和自然康复，加上我国康复知识普及宣传不够，一些患者只能接受非科学的康复训练，严重制约了患者的疾病恢复，有些甚至加重了患者的病情、给病人造成了伤害。随着医疗体制的改革，社区医院将在急性治疗后的康复阶段发挥更重要的作用，但目前缺乏专业人员和科学的方法，所以为临床康复和社区、家庭提供高效的科学训练设备、不但可以解决上千万人的现实问题、同时也可以解除中国社会上亿人的后顾之忧。

在康复产品中、最需要高科技支持的产品是针对“聋哑、弱视、盲”患者的辅助器具，以及面向“三瘫一截”患者的康复训练和治疗的装备。其中针对截肢的患者，假肢和矫形器产品经过几十年的发展，几十家生产厂家的产品为我国约 877 万截肢残疾人（1995 年统计数据）的回归社会做出了重大贡献。然而在国外发展迅猛的解决“三瘫”康复训练的产品在我国还基本是空白（只有一些传统训练手法的辅助训练器械），目前我国市场上作为机电产品的只有国外进口的被动康复锻炼 CPM 机（价格：10 万元以上），据中国残疾人用品用具供应总站估计，该产品在国内已经销售超过 3000 台，但这种被动训练装备实际上并不能解决“三瘫”患者康复训练的主要问题，只能用于患者在防止关节粘连与肌肉萎缩等患病初期的康复训练。我国目前共有各类医疗机构约 30 万个，加上各种老人院、福利院、康复中心、社区医院、家庭用户的需要，其需求市场的潜力巨大。

国内对神经康复的工作主要集中在康复医学研究，中国康复研究中心、301 医院、广州中山医科大学、宣武医院等单位在康复药物治疗、康复训练手法等方面进行了较深入的研究工作。与工程结合的研究工作主要集中在少数工科性综合大学，研究内容主要着眼于康复训练器械的开发。其中清华大学的研究工作较为深入。清华大学所开发的人体下肢康复训练车、神经伤残儿康复训练器、康复训练机器人等研究工作在国内处于领先地位，这些研究作为进一步系列研究神经康复机器人产品技术奠定了较好的基础。

2 应用说明

以偏瘫患者康复训练最迫切需要的三类产品作为开发的主要目标：

- （1）智能化的运动康复辅助训练机器人系列装备

针对脑血管意外（卒中）的偏瘫病人、部分脑瘫病人在痉挛期康复阶段的训练需要，开发肢体运动功能康复辅助训练机器人，研究实施力、运动、轨迹等智能控制和针对病患特点的运动训练模式（处方），实现适用于医院、社区和家庭等条件的不同型号和多种配置的产品技术和产业样机。

拟开发的目标产品为上肢运动功能康复辅助训练机器人：包括痉挛期复合运动多关节训练和恢复期精细运动训练的机器人系统设备；

（2）康复治疗机器人系列装备

针对“三瘫”患者在康复治疗中所出现的严重阻碍训练进程的痉挛等康复难题，研究物理疗法与外界刺激等方式抑制和缓解痉挛症状的关键技术，研制缓解痉挛的智能牵拉与刺激机器人系统，包括智能化的机械牵拉、功能电刺激 FNS（FES）以及实施振动刺激的机器人系统。

（3）患者运动协调与痉挛状态评估的系列装备

主要针对运动神经损伤（包括：卒中、脊髓损伤、脑瘫、共济失调、外周神经病变等）的神经肌肉系统的状况进行客观评估，通过肌电（EMG）、运动神经反射、机械牵张反射和肢体运动学和动力学特性等多方面指标的测试分析和综合评估，给出对患者神经肌肉系统控制状态、康复治疗效果的评估数据，并作为运动训练康复和其他康复手段处方制定的依据。目标产品包括具有刺激和反射同步提取功能的 EMG 信号分析处理和评估系统、痉挛肢体的运动学特性综合测试评估系统、痉挛肢体的动力学特性的测试评估系统。

3 合作方式

希望合作的企业：

（1）具有机电产品开发或者医疗器械生产与销售的经验与平台，或者对我国康复行业的发展潜力具有很大兴趣并愿意投入到康复行业；

（2）具有在“十一五”期间作为科技部产业化项目的申报条件，有对“十一五”期间在“人口与健康”或者“先进制造”等领域争取国家产业化课题科研发展规划。

经费预算

项目预算总经费：600 万元。

投资的主要方向为：

- 系统总体规划设计和系列化研究：30 万元；
- 研发和测试的公共平台构建：80 万元；
- 各目标产品的单元技术项目及其系统集成项目预算：200 万元；
- 临床试验及技术运用和测试及评估研究预算：150 万元；
- 功能部件的低成本与模块化研发项目预算：65 万元；
- 产品原型研发及样机生产预算：75 万元。

纤维蛋白止血贴

1 成果简介

医院的外科(手术)止血治疗,目前多采用明胶海绵,但这种材料亲水性差、止血效果欠佳。近年进入国内市场的解尔费思(Gelfix,美国一家公司提供的胶原海绵),在止血与创面修复治疗中效果显著,但产品价格昂贵、规格单一。胶原海绵(包括解尔费思)是分子量为30万左右的单体胶原分子排列而成的纤维结构,与创面接触时,除吸附血小板促进凝血过程外,还可激活和诱导各种生长因子,促进成纤维细胞增殖和自体胶原纤维的产生及排列,从而促进肉芽组织的产生。

胶原海绵在外科止血治疗中有以下特点:

- (1) 该材料亲水性优良,止血时间短,粘附创面的能力优异,止血效果优于明胶海绵。
- (2) 敷于体表创面,创面干燥,不易发生感染,创面愈合迅速;体内脏器止血后,局部未见异常刺激反应,材料吸收良好。

纤维蛋白封闭剂止血绷带简介:

美国陆军沃尔特·里德研究所和美国红十字会研制出一种涂有血蛋白的止血绷带,可使因外伤大量流血的患者迅速止血。这种新型绷带,在1平方厘米中就含有大量的干纤维蛋白原和凝血酶。只要与伤口接触,就会与血液相结合形成纤维蛋白,并迅速结痂,在伤口上出现胶状密封层,2分钟内即可使严重动脉出血者止血。这种止血绷带在平时(如灾害)和战时(大规模伤亡)可迅速处理大批伤员,大幅度降低死亡率。

用一般纤维蛋白胶时,先要把纤维蛋白原溶液和凝血酶溶液混合,再把混合液敷在伤口上,利用生化止血反应,仅能止住细小静脉和毛细血管的出血;用本发明的产品时,纤维蛋白原和凝血酶已经附在固体胶原海绵上,可以即时敷在伤口上,纤维蛋白原和凝血酶与血、淋巴液或生理盐水接触后便会溶解,凝血反应即开始(生化止血),同时胶原海绵立即变成薄而致密的敷料紧紧地黏附在伤口或器官的表面(机械止血),同时具有生化止血和机械止血的功能,大大提高了止血效果,可止住小动脉及以下血管的出血。该止血贴与机体生物相容性好、无毒副作用,且可在3个月内被机体彻底降解吸收。

该发明在医学上的应用:

- (1) 止血;
- (2) 堵漏(瘘);
- (3) 促进组织再生和创伤愈合;
- (4) 防止组织粘连。

以上产品可衍生出另一种止血绷带,即:可吸收纤维蛋白止血绷带,可吸收纤维蛋白止血贴加上常规的止血绷带即为本发明的可吸收纤维蛋白止血绷带(用于外伤)。



上图所示为可吸收纤维蛋白止血贴，固体胶原海绵涂有纤维蛋白原和凝血酶的混合物（黄色所示）

2 应用说明

本发明的可吸收纤维蛋白止血绷带优于上述美军研制的纤维蛋白封闭剂止血绷带，使用该发明时先将可吸收纤维蛋白止血贴敷于伤口，再用普通绷带包扎。这样可迅速止住动脉出血，普通绷带不会与伤口组织粘连。本发明的绷带可用作战伤救治和平时创伤急救，大幅度降低死亡率。这种止血绷带在我国的应用尚为空白，市场前景十分广阔，经济效益和社会效益巨大。

3 效益分析

所需原料：猪、牛、马等任一种动物的跟腱（提取胶原）；猪或牛血（提取凝血酶和纤维蛋白原，这两种产品的生产工艺为公开技术）；

所需主要生产设备及场地：冻干机、血液离心机、中央空调机、纯水机、封口机、800m²GMP 厂房。

所需投资：厂房装修 130 万元，生产设备 150 万元，流动资金 100 万元，总投资 380 万元。

4 合作方式

商谈。

面向透皮给药的微型实心、空心硅针阵列

1 成果介绍

药物的治疗作用不仅依赖于药物本身，药物输运系统对于药效的发挥也具有十分重要的影响。对于以胰岛素为代表的多肽、蛋白质、DNA、疫苗等生物技术药物，由于受胃肠道中酶的降解作用、肝脏的首过效应等影响，其口服给药生物利用度很低而不能达到疗效。常用的针剂注射，一方面难以提供持续、恒定且具有最低有效治疗剂量的血药浓度，因此每次必须注入过量的药物，毒副作用大；另一方面，还会给患者带来疼痛，顺应性差。透皮给药系统又称透皮治疗系统，是指药物以一定的速率通过皮肤，经毛细血管吸收进入体循环而产生药效的一类制剂。与传统的给药方式相比，透皮给药可产生持久、恒定和可控的血药浓度，

使因为体内新陈代谢迅速而半衰期很短的药物活性明显提高,避免了肝脏的首过效应与胃肠道因素的干扰,将毒副作用降到最小;具有无痛、无创或微创性,患者可自己用药,使用方便,可随时中断给药。虽然透皮给药具有上述优点,但是当前进入世界透皮给药市场的药物却只有十几种(其 2006 年的营业额已经高达 670 亿美元)。因为人体皮肤最外层厚约 30~50 微米角质层的阻挡作用,绝大多数药物的透皮渗透速度太低,不能满足治疗的需要。目前国际上正在研发的生物技术药物有上千种,缺乏合适的给药系统已经成为其发挥最佳疗效而顺利进入临床和投放市场的障碍。

为了增加皮肤对药物的渗透性,目前已经提出了多种方法,其中以致孔促渗的方法给药剂量最大,对药物的适用范围最广,理论上适合于任何药物而不受分子量大小、药物极性、熔点等的限制。因为采用微机电系统(MEMS)技术制造的微型硅针具有低成本、大批量生产的潜力,利用微型硅针阵列穿透角质层给药已成为目前国际学术界与产业界竞相研发的一个热点。微型硅针分实心 and 空心两种,其中实心微针阵列国内外已经应用于临床,实现了产业化,但是它只适用于治疗剂量较小的非液态药物。由于空心微针阵列具有注射器+透皮贴剂的双重优点,适用于液态和治疗剂量要求更大的药物,特别适合核酸类、多肽类、DNA、蛋白疫苗等生物制品的给药,所以一直是国际研发的重点。在现有技术中,空心硅针的通孔全部采用深反应离子刻蚀(DRIE)法(典型设备如 ICP)加工完成,其为单片加工、仅打通孔一道工艺就约需 4000 元/片(4 寸),且成品率很低!制造空心硅针通常需几十道工艺,高昂的制造成本已经成为其给药系统产业化的最大障碍。

我们针对目前国内外普遍采用 DRIE 法加工通孔制备空心硅针阵列的成本高、成品率低、单片加工难以大批量生产的关键问题,研发出多种微型实心、空心硅针阵列,其扫描电镜(SEM)照片如图 1 所示。由于采用独特的结构和工艺设计,使用普通的半导体设备就可以实现其低成本、高成品率、多片加工的大批量生产,并使其一次性使用成为可能。

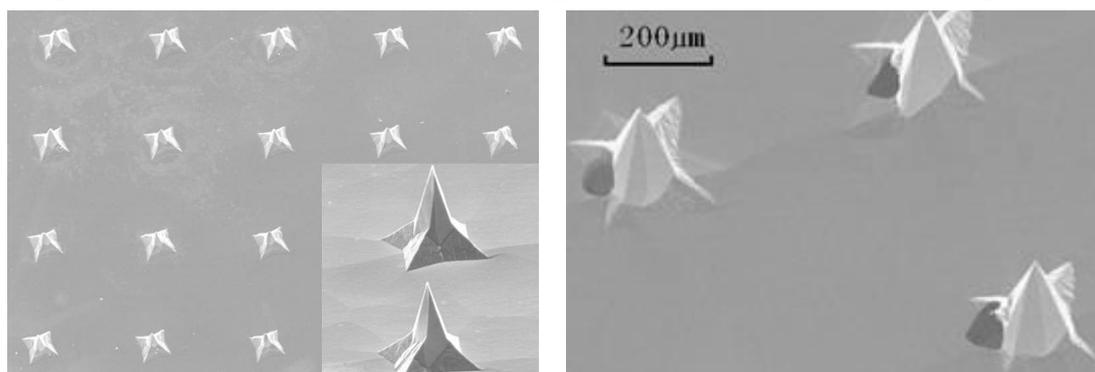


图 1 研制出的微型实心、空心硅针阵列的扫描电子显微镜照片

目前该项技术已经申请了多项中国发明专利和美国发明专利,制备出的微针高度为 100~300 微米,空心孔的直径和位置可以根据需要进行调整。

2 应用说明

生物技术药物已经成为当今医药行业中研究最活跃和发展最迅速的领域。它是 21 世纪

制药企业研发的战略重点、在国际竞争中求得生存和发展的关键。随着基因组和蛋白质组研究的深入,越来越多与人类疾病发展相关的靶标被确定,生物技术药物必将有更多的机会获得突破性进展。就其全球销售收入来说,2004 年较 2003 年上涨 22%,达到了 447.7 亿美元,远远高于药品市场 7% 的总体增长幅度。据 Consulting Resources Corporation 预测,2008 年和 2025 年,美国生物技术药品销售收入将分别达到 270 亿美元和 635 亿美元,生物医药技术已经成为美国高新技术产业发展的核心动力之一。在我国,最近几年生物技术药物的销售额以每年两位数的百分比递增,2005 年达到了 303.1 亿元。从生物医药产业发展趋势来看,目前中国生物医药技术正处于大规模产业化的开始阶段,预计到 2020 年之后将进入快速发展期,并逐步成为中国经济的主导产业。

自 1982 年世界第一个基因工程药物——人胰岛素在美国面世以来,迄今已有 40 余种生物技术药物在各国上市;正在研究的蛋白质、多肽类药物近千种。目前,美、英、日、韩等国正研究利用转基因动物(羊、猪、鼠、猴、蚕等)代替制药厂生产人血红蛋白、脱氨酶、抗胰蛋白酶、血液因子 IX 等;美、韩、荷兰等国正研究利用转基因植物(西红柿、烟草、马铃薯等)代替制药厂生产人胰岛素、白介素-2、人血红蛋白、人血清蛋白、抗艾滋病药物等[1]。此类药物最大特点是:

- (1) 结构复杂,理化性质不稳定,口服给药易受胃肠道 pH、菌群及酶系统破坏,稳定性差;
- (2) 分子量大,生物膜穿透性差,吸收困难,生物利用度低;
- (3) 药理活性高;
- (4) 生物半衰期短,体内清除率高。如普通胰岛素(INSt₁₂)为 9~10min,皮下注射给药,每天需 3~4 次。因此,生物技术药物给药存在诸多困难和不便。目前研发的许多生物技术药物由于缺乏有效的给药系统和给药剂型而无法进入临床,给药系统已经成为限制生物技术药物发展的瓶颈。随着大量的生物技术药物的研发成功,进入临床涌入市场,迫切需要研发与其相应的新型给药系统和剂型。

该项技术已经申请了多项中国发明专利和美国发明专利,不仅可以作为单独的医疗器械实现其产业化;如果进一步与胰岛素等生物技术药物结合,还有望研发出一系列新型透皮贴剂,带来巨大的经济效益和社会效益,造福于人类。

3 合作方式

商谈。