

2006 年
科技成果重点推广项目
目 录

1. 公共安全领域.....	1
2. 环境领域.....	31
3. 能源领域.....	71
4. 信息领域.....	95
5. 先进制造领域.....	131
6. 新材料领域.....	157

公共安全领域 (2006)

突发公共事件应急平台	2
电缆网络化温度安全监测系统.....	4
智能消防水炮	6
火灾探测报警及扑救系列技术.....	8
(1) 图像感烟火灾探测技术	8
(2) 地铁车辆火灾探测与联动扑救系统.....	8
(3) 列车专用火灾报警与扑救技术.....	9
煤矿瓦斯突出动态预测和综合利用技术.....	11
煤矿安全生产综合信息系统的开发及产业化.....	13
基于 GIS 的典型中等城市综合防灾分析示范系统.....	18
危险废物的特种水泥固化技术.....	19
重金属污染废水的处理	20
管道泄漏监测系统	21
电力系统安全可靠评估系列软件.....	23
(1) 大电力系统可靠性评估软件包(BESRE-TH)	23
(2) 地区电网可靠性评估 (DSRE-TH) 软件	24
(3) 电气主接线可靠性评估 (SSRE-TH) 软件	26
高压电力设备温度异常在线监测	28
电站外绝缘状态的泄漏电流监测和评价系统.....	29
大型火电机组性能与振动远程在线监测与诊断网络系统	94

突发公共事件应急平台

1 成果简介

加强应急管理，提高预防和处置突发公共事件能力，是关系国家经济社会发展全局和人民群众生命财产安全的重要内容，也是构建社会主义和谐社会的必然要求。突发公共事件应急平台作为加强应急管理的主要环节和技术手段，对于建立和健全统一指挥、功能齐全、反应灵敏、运转高效的应急机制，预防和减少自然灾害、事故灾难、公共卫生和社会安全事件及其造成的损失，具有重要意义。

突发公共事件应急平台是依靠公共安全科技，运用先进信息技术，整合应急资源，软硬件结合的突发公共事件应急保障技术系统。应急平台应具备风险评估、监测监控、预测预警、动态决策、综合协调、应急联动、信息发布与总结评价等功能。

突发公共事件应急平台包含了信息的汇集和整合，但不仅仅是信息和设备的堆砌。与其他大多数的指挥系统和信息系统不同，突发公共事件应急平台不但包含了视频会议、图像语音的有线无线传输和3S系统等，还具有强大的数据库和应急智能系统。目前很多的应急信息平台 and 指挥平台是突发事件应急的重要组成部分，保证了预警、报警、报告、指挥等活动的快速、顺畅和准确交流。但信息平台有其局限性：它只能提供“过去”和“现时”的状态数据，而无法提供未来发展的资讯。应对突发公共事件，仅仅有信息的整合是不够的，应急平台中必须能提供突发事件“未来”的发展趋势、影响和后果，以及如何进行干预、采取怎样的措施、在做出应急决策后的预期结果评估。因此在应急平台中必须包括预测预警和应急智能系统，主要包含：事故灾害预测预警、预警分级、应急救援辅助决策、人员疏散分析等，在监测监控、快速预警、事故预测分析、预案优化、决策调度和事故处置等环节上提供科学支撑和技术支持，从而为决策指挥提供科学依据。

2 技术指标

结合应急管理工作和应对突发公共事件的实际需求，应急平台的主要功能有：突发公共事件信息的接报办理、跟踪反馈、情况综合和信息发布等应急值守业务管理；通过监测监控系统，掌握重大危险源、关键基础设施以及重要防护目标等空间分布和运行状况信息，进行动态监测，分析风险隐患，对可能发生的突发公共事件和潜在威胁进行预测预警；突发公共事件发生后，能够结合突发事件进展情况，对事件影响范围、影响方式、持续时间和危害程度等后果进行综合研判；通过数字预案系统，综合相关预案，利用空间地

理信息、预测预警和研判结果，提供应对突发公共事件的可视化指导流程和多种辅助决策方案；具有强大的数据库系统，包括基础信息数据库、空间信息数据库、应急信息数据库、模型库、预案库、知识库和案例库等，可实现对专业队伍、储备物资、救援装备和医疗救护等应急资源的动态管理，为应急指挥协调提供保障；可以自动记录事件的应对过程，形成应急指挥与处置纪要；能根据有关评价指标，对应急能力进行综合评估。

3 应用说明

应急平台主要针对自然灾害、事故灾难、公共卫生事件和社会安全事件四大类突发公共事件的应急管理和应急指挥处置，可应用于各级政府、政府相关部门、企业以及其他应急机构。

除了可应用于省、地（市）、县等各级政府外，主要应用部门包括：公安、民政、卫生、水利、农业、安监、环保、林业、交通、地震、气象等；另外可应用于各类大型企业。

4 合作方式

与各级政府和政府有关部门合作，开发建设适用于其本身的突发公共事件应急平台；与有关企业合作，共同承担各级政府和政府有关部门的应急平台建设；面向相关企业，为企业提供突发公共事件应急管理系统。

电缆网络化温度安全监测系统

1 成果简介

现代工业的规模化与自动化，使生产设备的各种电缆数量大幅增加。随着电缆数量、长度的增加，事故几率与规模成比例相应递增，严重威胁人员与设备安全。长期以来，电缆防火始终是安全生产的重要环节。

目前，虽然许多企业不惜投入大量人力与物力进行电缆设备的防火封堵与消防报警，但是电缆火灾仍时有发生，以上措施只能在电缆火灾事故发生后起到减轻事故范围的作用，并不能从根本上减少火灾事故的发生。近几十年来，为了解决电缆火灾监测的工程应用难题，各研究机构与工业企业进行了不懈地努力。实践证明通过监测电缆温度变化趋势能够有效地对电缆火灾事故进行预防，但是，人工检测法存在周期长，投入大，准确性差，受人员因素制约等缺陷。

因此，高度智能化，能够适应强干扰、高腐蚀环境的高可靠性在线温度监测系统成为今后电缆火灾监测系统的发展方向，也即是本项目所采取的技术方案。

2 应用说明

本项目开发的系统可以远程、网络化、动态长期监测电缆的日常情况，通过监测电缆温度变化趋势能够有效地对电缆火灾事故进行预防，主要面向石化、钢铁、电力、冶金等高耗能企业。

其基本原理是：任何电缆火灾事故都伴随着不同程度的过热现象，对热现象的特征物理参数 - 温度进行实时检测，根据温度发展变化趋势，基于专门的数学模型通过计算机对大量的温度数据进行分析处理，依据处理结果可以评估电缆运行状态是否仍处于正常的工作范围。由于处理结果的实时性，能够在危险源的较早期发展阶段，发现并采取相应措施消除潜在危害，从而在根本上大大减少了电缆火灾事故发生的几率，将火灾造成的损失减少到最小的程度。

电缆网络化温度安全监测系统具有如下特点：系统经济可靠，能够适应电缆周围恶劣的环境；性能优异，实时准确地记录各个测量位置的温度数据；维护简单，具备良好的自检功能以及故障报警寻址能力；科学合理，基于实际数据的数学模型能够正确地判定设备状态；扩展简单，系统的软件与硬件都为今后功能的拓展预留了空间。

用户可以查看到一年以来的某一监测点的温度、电流随时间的变化曲线图，可以得到电缆温度受昼夜、季节、气候等影响的规律。以一定的时间间

隔对前端的监测点进行温度和电流采集，并以系统图和实时曲线图的方式进行显示，方便用户了解监测点温度、电流随时间的变化规律。当分析模型判断出现电缆故障后进行声光报警，存储报警信息，并联动警铃，电缆电源开关等设备。

本项目开发的系统具有广阔的应用前景和极大的经济与社会效益。

3 合作方式

面议。

智能消防水炮

1 成果简介

随着社会经济的迅速发展，高大空间建筑物比比皆是。但近几年来高大空间建筑连续发生数起群死群伤的特大火灾事故，消防设计满足不了高大空间建筑要求。一旦发生火灾不能及早发现和有效扑救灭火，这不仅给消防救援带来巨大的压力和困难，同时也将造成巨大的经济损失和社会影响，甚至还会造成人员伤亡。因此，完善高大空间建筑物的消防设施，合理设计这些高大空间的火灾自动报警系统及灭火系统是十分必要的，而且刻不容缓。

消防水炮是一种常见的快速灭火装置，但现有的消防水炮由于自身没有自动搜索识别火焰、自动定位及远程通讯功能，一般只能在火灾发展到被人或其他火灾探测器发现后，人工启动按钮进行喷水灭火，在火灾扑灭后，也需人工手动控制消防水炮来停止运行，这难免会贻误灭火的最佳时机。而且，现有的消防水炮基本上是靠遥控的方法来定位，不能自动对准火焰，需要人工手动控制，同时也不能与报警系统联动。

本项目正是针对在无人职守的大空间和需要重点保护的场所，特别需要安装具有高度智能化的消防水炮为突破口，对现有的消防水炮进行全面彻底地改进，集远程通讯、火灾探测报警、火焰自动定位和灭火等多项功能于一身的消防设备，它具有体积紧凑、报警及时、灭火迅速、等一系列优点，发挥不可替代的作用。使用安全方便、外形美观、系统设置灵活机动。这一技术的应用，可极大地提高早期火灾扑救的自动化水平。

2 应用说明

智能消防水炮由火灾探测器、火焰定位器、消防水炮、解码器、电磁阀、手动控制盘、计算机及其控制程序组成。其中，解码器由功率驱动模块、微处理模块、远程通讯模块和数据采集模块组成，它提供了消防水炮的驱动、状态反馈、火焰定位和远程通讯四项基本功能。计算机及控制程序主要进行系统过程的指控制。

智能消防水炮的控制可设置成人工控制模式和自动控制模式两种方式。自动控制模式：一旦计算机接受到火灾探测器的火灾报警信号之后，通过功率驱动模块立即启动消防水炮，自动对起火点进行精确定位，并在定位过程中进行火灾确认，然后根据系统设计，自动启动电磁阀和消防水泵进行喷水灭火。在该水炮控制范围内所有火灾报警信号都被消除之后，系统将自动关闭电磁阀和消防水泵，消防水炮自动回复原位，系统回到巡检状态，对设定的空间范围进行火灾安全监控。

当设置成人工控制模式时，操作者可以使用手动控制盘来实现消防水炮的各种功能。当发现火情时，由人工启动消防水炮控制盘来控制消防水炮的水平电机和俯仰电机的旋转运动使喷头对准火焰，然后启动消防水泵控制盘和电磁阀控制盘，启泵开阀、喷水灭火，直至火灾完全熄灭为止。

智能消防水炮具有远程通讯功能，能够在设定监控的范围内自动搜索识别火焰、自动进行火焰定位，并在火灾初期自动开阀喷水扑灭火焰，是一种高度智能化的消防灭火装置，具有广阔的工程应用前景。

3 合作方式

面议。

火灾探测报警及扑救系列技术

1. 图像感烟火灾探测技术

1.1 成果简介

消防安全是公安业务的重要组成部分，近些年来，随着经济的发展，各种类型的特殊空间建筑、大空间建筑如展览中心、体育馆、商业中心等不断出现，在其带来气势宏伟、美观实用、采光性通透性好等优点的同时，大空间建筑也带来了新的消防安全隐患，特别是面积大或者高度高造成火灾探测报警、自动灭火、烟气控制等火灾防治困难。随着2008年奥运会的临近，奥运场馆的火灾安全也对火灾探测报警等技术提出了日益紧迫的要求，如何快速准确的实现大空间火灾探测是人们关注的焦点，不仅具有广泛的市场需求，而且成为奥运科技的重要内容，是保障大型建筑和奥运场馆火灾安全的重要技术环节。

本项研究基于大空间建筑火灾烟气的运动特点，研究图像感烟火灾探测系统，利用多种技术手段，有针对性地消除环境光干扰、振动、灰尘、电磁干扰等诸多干扰因素造成的影响，建立稳健的火灾探测报警技术。

1.2 应用说明

本技术针对环境干扰源在干扰强度上通常具有随机性的特点，通过研究火灾情况和非火灾情况下图像感烟的变化规律，实现火灾烟雾的浓度测量和对环境干扰的剔除，提高探测可靠性。

本技术在各类居民、办公建筑，大型场馆，奥运场馆等场所的火灾预警与消防方面有广泛的应用前景。

1.3 合作方式

面议。

2 地铁车辆火灾探测与联动扑救系统

2.1 成果简介

随着我国城市建设的快速发展，地铁作为缓解城市交通紧张的有效工具在北京、上海、广州、天津几个大城市已投入运营，深圳、重庆、大连等十几座城市也正在或准备建设地铁系统。然而，地铁的安全问题不容忽视，尤其是火灾事故已严重威胁到地铁的运行安全。由于地铁运行在地下，出入口少、通道狭窄、电气设备又常处于饱和状态，所以地铁车辆具有较高的火灾危险性。同时，地铁又是一个人员高度密集的公共场所，人员疏散条件差，一旦发生地铁火灾，扑救困难，极易造成群死群伤的灾难性后果。

我国地铁车辆上尚未安装火灾探测和联动扑救装置，只是在部分车厢里配备少量的干粉灭火器，以备在紧急情况下应对火灾突发事件之需。

本项目研究开发的车辆专用型火灾探测报警器，能够实现早期分区定点探测，实现快速定点扑救，具有可视遥控灭火系统，能够实现车辆司机或管理员可视遥控定点扑救；设计研发车辆与站台之间的快速供水系统，车厢内部自救喷射系统和站台供水系统的快速补给装置。

2.2 应用说明

本项目开发的系统可形成从火灾探测到联动扑救一整套的实用化的技术和产品，满足地铁车辆的火灾防治的特殊要求。可实施大规模的成果转化和技术推广，具有广阔的应用前景和极大的经济和社会效益。

2.3 合作方式

面议。

3 列车专用火灾报警与扑救技术

3.1 成果简介

本项目针对铁路列车火灾发展速度快、人员伤亡大、扑救难度大等特点，研究开发了适应列车运行环境的火灾探测技术和联动扑救技术，包括：适应机车内的复杂环境和严酷要求的火灾探测技术、火灾的扑救系统和最优扑救设计，水雾发生、存贮、移动、定位等技术。

本项目开发的技术是建立先进可靠、灵敏度高、反应快速、自动化程度高的火灾自动探测和联动扑救系统的核心技术之一，能够从整体上提高列车抵御火灾风险的能力。

3.2 应用说明

铁路列车因其自身的运力大、速度快等诸多优点成为优先发展的公共交通方式之一。与此同时，列车火灾也不断发生，严重危害了人民的生命安全。近年来，随着铁路列车的多次提速，各种设备的负荷加重；同时，列车的自动化程度和豪华程度都不断提高，新型旅客列车增设了大量的大功率电气设备和高压线路，因此电气线路、电器设备因安装或使用不当而诱发火灾的概率大大增加，如果不采取防火措施，极易造成火灾。

在铁道部的《关于切实加强旅客列车消防安全工作的通知》中认为：对现有客车进行改造的要求迫在眉睫，需要安装火灾自动报警和灭火装置等先进技术装备，从整体上提高客车抵御火灾的能力。针对列车火灾，必须依据“预防为主，防消结合”的原则，研究有针对性的火灾探测和扑救技术才能达到防患于未然，并且将其扼杀在初期状态。

本项目所开发的技术在铁路系统有广泛的应用前景，能够有效提高列车火灾的自动探测和自动扑救能力，从整体上提高客车抵御火灾的能力。

3.3 合作方式

面议。

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，如果排放到大气中则是巨大的环境污染源。

煤矿瓦斯突出动态预测与智能报警系统

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。

CMM发电技术的应用

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

面议。

煤矿安全生产综合信息系统的开发及产业化

1 成果简介

煤矿是安全事故多发的企业。我国有26000多个煤矿，其中乡镇煤矿约23000个，国有大中型煤矿约3000个，一半以上是高瓦斯矿。煤矿每年的死亡人数接近6000人。近两年，我国煤矿的重特大安全事故屡屡发生，死亡人员动辄超过百人，不但给国家和人民群众的生命财产造成重大损失，也给中国政府在国内外的形象造成了恶劣影响。据测算，我国每年仅生产事故所造成的直接经济损失就超过一千亿元人民币，加上间接损失，高达两千亿。我国政府非常重视煤矿安全，决定投资三十亿，加上地方配套资金总共一百五十亿，提高煤矿安全监测系统的技术水平。

据统计，我国煤矿的百万吨死亡率是美国的160倍，南非的30倍。究其原因，主要在于两个方面。一方面是各级领导对安全生产的重视不够，安全生产的措施落实不到位；另一方面是煤矿的安全监控手段技术落后，不能适应生产实际的需要。目前我国有些煤矿中安装了瓦斯探测与报警系统。一旦报警，井下的电源就自动切断，生产就被迫停止。由于这些系统技术落后，误报率高达百分之八九十，正常生产因为频繁的误报警而受到很大影响，给企业造成了很大的损失。

本项目采用先进的无线网络技术以及基于无线网络的话音通信专利技术，构建出一个集安全监控、事故分析预报、应急救援、生产调度、常规通信等诸多功能为一体的煤矿安全生产综合信息系统。本系统一旦投入使用，将从根本上改变目前我国煤矿中安全监测手段落后、通信手段空白的局面。本系统可以在保证漏警率足够低的前提下，大幅度降低误警率，最大程度地减小对正常生产的影响，同时能够对检测设备的运行情况进行监测，一旦受到人为破坏或影响，系统会立即发现。另外，本系统还为井下生产提供通信和调度手段，使得井上井下的信息沟通更加方便，井上管理人员能够及时了解井下的生产情况和需求，及时调整生产部署，合理组织生产资源，提高生产效率。也就是说，本系统为安全和生产提供了一种综合解决方案，消除了二者之间的矛盾。

本系统的另一个突出特点就是成本很低，这一点非常适合我国安全投入有限的实际情况。

显而易见，如果本系统得以广泛应用，我国煤矿的安全状况及粗放型经营状况将得以几大的改观，其经济效益和社会效益都是难以估量的。

本系统由八个分系统组成：

（一）矿井监测分系统

本分系统包括由信息采集和信息处理两部分。通过各种传感器，检测矿井内的瓦斯浓度、顶板压力、粉尘浓度、明火、暗火、过热点、风速、安全设备故障、生产设施故障等信息，转换成数字信号后，通过网络平台传到监控中心。井下也可以安装摄像头，将视频图像压缩后，通过网络平台传到监控中心。监控中心的信息处理部分对采集到的各种数据和图像进行前期处理，消除各种环境因素和人为因素的干扰，得到精确的结果。

现在的瓦斯探测器，都是通过电缆将模拟信号传输到一个集中点，再经过放大送到井上。模拟信号经过长距离的传输后，不可避免地混入很多干扰信号，这是造成误报的重要原因。本系统就近将模拟信号变换为数字信号，从根本上解决了上述问题。另外，瓦斯探测器输出信号的大小与环境温度和湿度有关，现有的系统无法消除温湿度的影响。本系统将瓦斯探测器、温度传感器、湿度传感器集成在一起，将三种传感器采集到的数据同时传到信息中心。经过软件分析，消除温湿度的影响，得到准确的瓦斯浓度数据。瓦斯探测器在使用中会老化，探测数据会改变。每隔一定时间，需要用标准气体对每个瓦斯探测器进行重新标定，人力和物力投入很大。本系统根据每个瓦斯探测器所使用的时间及环境，预测其探测数据的变化规律，对数据进行校正。这样可以大大延长瓦斯探测器的重新标定周期，降低标定所需的人力和物力的消耗。

对瓦斯浓度与风速、暗火、过热点等信息进行联合分析，可以对瓦斯的积累过程和危害程度进行判断和预报。

通过摄像机，可以监测传感器的运行情况。如果传感器被人为遮盖，图像自动识别软件可以及时报警。摄像机采集的图像信息也可以用于对塌方、透水的事实的分析预报。

（二）事故分析预报分系统

在监控中心，建立一个事故分析专家系统。根据各种传感器发来的信息，结合每个矿井自身的特点和以往的经验，专家系统对每个矿井进行实时事故分析，一旦发现事故的可能性，就根据可能性的大小，及时发出不同级别的预警，使安全人员采取不同的措施进行处理。

与传统的方法相比，本分系统可以大大提高事故预报的准确率，在不漏报的前提下，大大降低误报率，减小对生产的影响。

（三）应急救灾分系统

本分系统由定位基站和定位终端组成。定位基站连接在宽带网络上，接收定位终端发出的无线信号，测定定位终端的大致位置，并上报给监控中心。定位终端很小，可以安装在安全帽内，周期性地发射无线信号。定位终端也

可以发送简单的信息，帮助营救人员了解被困人员的基本情况。定位终端非常便宜，可以配备到每个矿工。

发生事故后，如果被困人员所在位置的通信网络还可以工作，监控中心就可以实时了解被困人员的大致位置，被困人员也可以与外界通信。万一通信系统被破坏，虽然被困人员无法与外界通信，但监控中心还保留着被困人员在发生事故前一刻所在的位置。

每个定位终端都有唯一的编号，监控中心保存着每个井下人员所携带的定位终端的编号信息。一旦发生事故，救灾人员可以及时了解每个井下人员的情况。

通过这一功能，抢险救灾指挥部可以及时了解哪些人员已经安全撤离，哪些人员被困，以及被困人员的位置，快速制定出高效合理的抢险方案。

（四）移动监控分系统

本分系统由移动监控服务器和移动监控终端组成。移动监控终端可以通过无线宽带通信网络向移动监控服务器申请查看任意一个传感器的测量数据或摄像机的图像。这样，持有移动监控终端的人员在任何地点（包括在运动过程中）都可以实时察看矿井的情况。持有移动监控终端的人员还可以在任何地点接收系统发出的事故预报，与监控中心或其他人员进行通信。

有了这项功能，安全监察人员就可以随时随地掌握整个企业的安全状况，而不必坐在办公室里。在对瓦斯探测器进行标定时，可以立即得到标定结果，提高工作效率。在对事故预报进行处理的过程中，也可以及时了解处理的结果。

（五）远程监控分系统

每个煤矿的网络通过公共网络或煤炭行业专网，连接成全地区、全省乃至全国的网络。授权用户在任何地方都可以通过网络，了解任何一个矿井的情况。

这一功能可以使上级安全管理部门实时了解每个矿井或企业的安全生产情况，督促企业及时处理安全隐患。一旦发生事故，上级主管部门也能及时了解情况，通过网络组织和指挥抢险救灾工作，把损失降到最低。另外，本分系统也能防止企业对事故隐瞒不报，或者大事小报。

（六）生产调度分系统

本分系统由调度服务器和调度终端组成，可实现井上井下的无线或有线调度。与摄像功能结合，可以使井上生产指挥调度人员实时了解井下的生产情况，及时地合理调配各种生产资源，提高生产率。

（七）通信分系统

本分系统由通信服务器和通信终端组成，除可提供井上井下移动终端之间的通信外，还可以与公共电话网、GSM、CDMA等互连互通，还可以与企业内部的有线电话交换机互连互通，实现免费的内部通话。通信终端与调度终端可以是同一个。

(八) 宽带网络

宽带网络是井上井下的信息传输平台，是实现本系统各项功能的基础。宽带网络由宽带传输网络、宽带无线接入网络和远距离供电网络组成。

宽带传输网络以光纤为骨干，超五类线为分支，无线接力为末端。提供标准的接口设备，使各种应用设备均可直接接入网络平台。

光纤和电缆尽可能沿矿井底部的角落铺设，各种接口设备全部进行密封处理，设备和电缆、光缆均采用阻燃措施，最大限度地提高通信网络在各种事故中的生存能力。同时，还考虑到一旦遭破坏后的快速修复能力。

宽带无线接入网络采用WLAN技术，通过多个AP，实现工作区域的全覆盖。平时，AP连接在宽带传输网络上。万一宽带传输网络受到破坏，AP就会进入无线组网模式，以接力的方式，接入最近的正常的宽带传输网络上。通信终端、调度终端和其它应用设备，都可以通过AP连接到宽带传输网络上。

(九) 远离供电网络

远距离供电网络为本网络中的各种设备供电。为了安全，井下都采用较低的电压。在长距离供电时，消耗在供电线路上的电压比较大。如果不采取措施，供电电压很快就会低到不能满足设备的要求。本系统采用分段升压加蓄电池的方法，解决长距离供电和临时停电所引起的问题。

2 技术指标

- (a) 瓦斯误报警率：不超过 30%
- (b) 井下定位精度：约 100 米
- (c) 定位终端：可安装在安全帽中
- (d) 移动监控终端：显示屏 3.5 英寸，重量不大于 400 克
- (e) 通信调度终端：发射功率 100mW，重量不大于 300 克
- (f) 传输带宽：传输网络 100M，接入网络 11M
- (g) 接入基站发射功率：500mW

3 效益分析

本系统投入商用后，每年可以安装 200 个系统，总产值约 20 亿元，利润约 10 亿元。我国有国有大中型煤矿约 3000 个，以平均每个煤矿投资 1000 万元计算，仅国有煤矿的市场潜力就达 300 亿。

本项目所需的总投资约为 3400 万元，其中系统开发及小试需要 1900 万，

中试生产需要 1500 万。

系统开发及小试经费分解如下：

原材料费	200 万
仪器设备费	150 万
技术外协费	200 万
工时管理费	900 万
总体费	250 万
不可预见费	200 万
总计	1900 万

中试生产经费分解如下：

原材料费	500 万
中试生产线改造费	150 万
专用测试仪器费	550 万
专用工装夹具	50 万
工时管理费	100 万
其它费用	150 万
总计	1500 万

4 合作方式

面议。

基于 GIS 的典型中等城市综合防灾分析示范系统

1 成果简介

本中等城市综合防灾分析示范系统项目以地震、地质、洪水、火灾四个主要灾种作为分析对象，以江苏镇江市作为典型中等城市的代表，应用系统分析、人工智能以及计算机多媒体技术等现代先进的科学技术手段对城市的综合防灾、减灾工作进行系统研究，并且开发了一个可供城市主管部门进行城市防灾、减灾分析的计算机系统。

这个系统能够根据已有的信息与资料，在灾害分析模型的支持下，对城市灾害的发生提供预防方案，并且对可能发生的灾害损失进行预测。在非灾害发生的平时，本系统还可以根据本地区的灾害潜势为城市的建设规划提供参考意见，以达到为城市建设提供决策支持和有效地减轻城市潜在灾害危险的目的。此外，系统中还建立了防灾对策模型和灾害应变预案，帮助城市救灾部门制订灾害发生时的抢救计划和减灾方案等。

本项目运用了目前城市防灾研究领域中的一些最新研究成果，如灾害预测模型、灾害损失评估模型、防灾对策、基于 GIS 的消防站址规划模型等等。可以在我国广大的中小城市推广应用。

2 技术指标

本综合防灾分析示范系统项目于 1998 年 3 月 24 日通过教育部组织的技术鉴定，鉴定意见认为：该课题的研究成果对我国中等城市的综合防灾减灾具有重要意义和示范作用，总体上研究成果达到国际先进水平。

本成果获 1999 年度教育部科技进步奖二等奖。

3 合作方式

欢迎相关城市推广应用。

危险废物的特种水泥固化技术

1 项目简介

焚烧产生的含有重金属的飞灰，已经工业生产过程中产生的一些固体危险废物需要通过水泥固化方法来对其进行稳定化处理，采用传统的硅酸盐水泥来固化含有重金属的危险废物存在废物包容量低、金属离子浸出率高和固化体容易产生裂纹等缺陷。

本实验室采用特种水泥来进行放射性废树脂、蒸馏残液以及活性炭等有机物和沸石等无机吸附剂的固化取得了很好的效果，固化体各项指标均优于普通水泥。另外，通过实验发现在特种水泥固化的过程中通过添加无机吸附剂可以在对固化体强度影响很小的前提下大大降低放射性核素的浸出率。这对于本技术的实际应用有重要的意义，因而应用该特种水泥进行危险废物的水泥固化有非常广阔的应用前景。

2 应用说明

可以应用于垃圾焚烧厂产生的飞灰的处理，矿物开采或工业生产过程中产生的危险废物的处理，固化后的固化体在保证安全下可以应用于危险废物填埋厂或者中、低放废物处置场和其它相关建筑物的建设。

3 合作方式

面议。

重金属污染废水的处理

1 成果简介

工业、矿石开采业产生的废水、放射性废水、垃圾填埋场和核废物填埋处置场产生的渗滤液，都可能含有重金属离子，若不经处理直接排放，不仅浪费资源，也会严重污染环境和危害人体健康。随着矿石开采的加剧以及日益严格的环境排放标准，传统的去除废水中重金属离子的技术，如液相萃取、吸附、化学沉降、离子交换等，暴露出越来越多的弊端，有的与非均相反应及界面传质相关，有的是因为后续处理(如反萃取、解吸等)的复杂繁琐。

本实验室采用生物吸附+硅藻土过滤+无机膜过滤的方法来处理含重金属废水和放射性废水方面取得了很大的进展。

生物吸附法以其不引入二次污染,与环境友好等特点而备受人们的关注，研究发现酵母菌对于多种重金属离子（特别是Cr, Cu, U等）有很强的吸附作用，通过在水中添加酵母菌将重金属离子捕捉，然后用硅藻土过滤器来去除分布在水中的吸附有重金属离子的酵母菌可以达到很高的去除效率。

经过上述系统预处理后一般可以去除95%的重金属离子,预处理的出水经过具有耐高温、耐酸碱、化学稳定性好、机械强度高、清洗维护方便、使用寿命长的无机膜处理后可以使总去除率达到97%。

2 应用范围

工业、矿石开采业产生的废水、放射性废水、垃圾填埋场和核废物填埋处置场产生的渗滤液的处理。也可以应用于各种工业生产过程中循环水的处理。

3 合作方式

面议。

管道泄漏监测系统

1 成果简介

用长输管道输送流体是一种既方便又经济的运输方法，不仅用于各种液体和气体的输送，而且可用于固体粉末的输送。随着管道输送工程的发展，管道的泄漏等故障越来越引起人们的关注。管道一旦发生泄漏事故，除了影响正常生产外，还会造成因流体流失带来的经济损失和环境污染，甚至引起火灾。

管道的老化、腐蚀、突发性的自然灾害以及人为破坏等都威胁着输送管道的安全运行。仅以某及时发现泄漏故障并确定故障位置，可以防止上述故障的进一步发展。

清华大学研究开发出流体输送管道的泄漏检测和定位系统 PLSS(Pipeline Leak Supervisory System)系列产品。该产品可以自动地监测管道的运行状况，灵敏地检测出泄漏故障并确定泄漏发生位置。

2 技术指标

该系统提供多种全自动泄漏检测、定位算法和完善的多算法协调机制。系统具有良好的易用性、通用性和很高的灵敏度与抗干扰能力。

该系统具有较强的适应能力，支持各种常见的通讯方式。同时，由于使用完全自主开发的应用层协议，最大限度的保证了数据的连续和完整，保证了核心算法的正常运行。其特点为：

适用范围宽：既可用于有流量和压力测量信号的单段的输送管道，也可用于仅有压力测量信号而没有流量测量信号的长距离输送管道；

功能全：该产品除具有一般 SCADA 系统的功能外，能实时、自动地进行对输送管道的泄漏检测和定位；

支持多种通讯方式：本系统可用于电话线、网络、微波、电台等多种数据通信方式；

性能好：该系统产品采用多种先进的信号处理方法，使系统能在 2-3 分钟之内，检测出约最大输量的 0.5% 的泄漏量，定位误差约 600 米；

抗干扰能力强：该系统采用多种措施，以克服工况扰动对系统性能的影响。

3 应用说明

该系统已在胜利油田、中原油田和陕西延宁油矿管理局等地的多条原油和成品油管线上稳定运行，并多次成功检测出泄漏、确定泄漏位置，取得了明显的经济效益和社会效益。

4 合作方式

可为用户提供系统设计、系统配置、软件的二次开发和系统的安装调试。

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) 是清华大学电机系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:

- 1) 发输电合成系统可靠性评估软件;
- 2) 发输电合成系统元件可靠性灵敏度分析软件;
- 3) 发电系统可靠性评估软件;
- 4) 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。

1.5 合作方式

面议。

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 I_i (次/年)。
 - ◇ 负荷点 i 的平均停运持续时间 r_i (小时/次)。
 - ◇ 负荷点 i 的年平均停运时间 U_i (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。研究结果表明，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。

2.5 合作方式

面议。

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) 是由清华大学电机系开发的基于 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

面议。

高压电力设备温度异常在线监测

1 成果简介

电力设备通常工作在高电压和大电流状态，一些设备缺陷能够导致设备部件的异常温度升高。例如，电力设备中存在大量导体压接连接和插接连接，如果压接或插接不紧，则导致接触电阻增加，在大电流作用下出现温度异常升高。温度的升高使得接触电阻进一步增大，造成恶性循环，最终可能导致设备不能正常工作，甚至烧毁。采用温度监测技术，及时发现电力设备的温度异常，对于保证电力设备的安全可靠运行具有重要意义。

电力设备温度异常在线监测的主要困难在于：发热点通常处在高电位的位置，普通的温度传感方法受到限制；电力设备内部有大量的点需要监测，但传感器的安装受绝缘、设备结构和经济性的限制，不可能安装大量的结构复杂或价格昂贵的传感器。

本技术提供一种灵巧、简便和易于推广的悬浮电位体式高压电力设备温度异常在线传感器。

2 技术指标

它包含一个由被测部件温度控制的开关接点和一个由该接点控制的悬浮电位放电间隙。当被测部件的温度高于设定的阈值时，温控开关接点断开，局部放电间隙两端出现感应电压，产生局部放电。通过监测局部放电信号，可以实现电力设备异常温升的监测。

3 应用说明

一个局部放电监测装置，可以同时监测多个局部放电源，因此可以同时监测多点的温度异常。当没有局部放电信号时，表明所有被测部件都没有温度异常；当检测到局部放电信号时，表明至少有一处位置有温度异常，需要进一步检查。

本高压电力设备温度异常在线监测方法具有结构简单、体积小、对电场分布影响小、不需要电源、成本低、便于安装的优点。

4 合作方式

面议。

电站外绝缘状态的泄漏电流监测和评价系统

1 成果简介

电站数字化泄漏电流检测系统用于现场连续监测，综合反映了污秽程度，受潮程度，温度以及运行电压等因素。目前，对泄漏电流的研究国内仅局限在收集统计测量结果，国外虽然起步较早，但对泄露电流和诸多因素的关系的问题尚缺深入研究。本系统通过建立先进的测量污秽绝缘子泄漏电流各项参数的数据采集、处理、分析系统，对目前所提倡的状态检修有重要意义。该系统包括大范围泄漏电流测量仪、前端数据采集装置，以及相应的测量分析软件。过流过压保护装置以及测量系统本身具有的保护装置，能确保测量系统长期安全稳定运行，且具有很强的抗干扰能力。测量分析软件能在普通PC机、工控机以及笔记本上安装运行，主要包括测量和波形显示界面，泄漏电流危险报警算法，以及绝缘裕度评估算法三部分。

2 技术指标

主要性能指标：

a 同时检测多路泄漏电流（单相：16路，差分：8路）。可用于电站内部或线路（电站出线处）。

b 泄漏电流的采样率为1kHz（可根据用户要求，在0~10kHz之间调整）。

c 泄漏电流（包括稳态泄漏电流和脉冲泄漏电流）的测量范围为1mA-10A，测量精度小于3%。

d 能检测泄漏电流的波形，并可以设定泄漏电流波形回放功能。

e 统计被测时间内泄漏电流超过5mA、10mA、50mA、100mA、500mA的泄漏电流脉冲次数，并能对上述泄漏电流统计阈值进行灵活调整，从而统计调整后的各级泄漏电流脉冲数。

f 被测时间内稳态电流和脉冲电流累计电荷量的测定。

g 能测量和保存每小时泄漏电流最大值。

h 具有绝缘子闪络时的保护功能，确保测量系统安全。

i 给出报警泄漏电流值和绝缘裕度评估方法。从理论上给出泄漏电流与盐密及各种气候因素的相关条件，以及泄漏电流与绝缘子形状、串长及施加电压之间的关系，从而给出报警泄漏电流值和绝缘裕度评估方法；研究不同相对湿度下（相对湿度>75%）不同凝露湿度下以及不同雾的浓度下，稳态泄漏电流幅值和超过此幅值的泄漏电流值次数，脉冲泄漏电流以及超过此幅值的泄漏电流次数与污闪电压，盐密的关系，并确定相应的报警值。结合现场的运行的实际的试验数据，对报警值和绝缘裕度进行修正。

j 可通过网络在线实时浏览泄漏电流波形及各种数据。

k 可通过网络进入数据库，浏览以往所存储的所有数据和波形。

主要技术优势：

a 泄漏电流测量的量程问题。试验中泄漏电流信号的动态变化范围很大，最小与最大信号相差 107 倍。

b 测量系统保护。泄漏电流起伏不定，电压保护难，可能损坏器件。本保护系统采用三级保护，最快保护速度达 ns 级。

c 抗干扰措施。电流传感器部分的屏蔽；测量线采用屏蔽双层同轴电缆；数据采集系统和计算机系统屏蔽。

d 数据采集和分析系统的实现。采用 LABVIEW 软件开发平台以及购买适合于 LABVIEW 环境下一些驱动程序，完成系统所需的各种功能。

e 过流过压保护装置在北京电力科学研究院通过了 500kV 过电压性能测试试验。

3 应用说明

系统配置：

a 硬件：包括一台计算机（工控机）、LABVIEW 开发平台和相应的驱动程序以及采集卡、电流传感器、保护系统、屏蔽措施、（测量电缆：自备）。

b 软件开发：包括交流分析系统系统软件。

应用：

a 清华大学电机系应用于污闪试验、斜面法、转轮法以及泄漏电流分析试验，已做过上万次试验。

b 山东淄博泰光公司正在使用数字化泄漏电流测量系统，进行转轮法试验。目前已安全运行一年。

c 山东东营胜利油田电源公司用于斜面法试验。

d 张家口、哈尔滨、山西等电力局使用了电站数字化泄漏电流检测系统。

4 效益分析

本系统通过建立先进的测量污秽绝缘子泄漏电流各项参数的数据采集、处理、分析系统，对目前所提倡的状态检修有重要意义。

5 合作方式

技术合作，提供一套泄漏电流测量系统（包括计算机，LABVIEW 开发平台，以及采集卡和相关程序），在变电站内运行，分别监测变电站内和终端杆塔线路绝缘子的泄漏电流状况。给出泄漏电流与染污程度、受潮状态、爬电比距等因素的关系，以及根据泄漏电流确定绝缘子污闪概率的方法；确定泄漏电流特征量，给出最大泄漏电流值，超出某泄漏电流值的次数与绝缘子绝缘裕度的关系。

环境领域 (2006)

生态工业园区和循环经济发展规划.....	32
城市可持续发展的生态环境规划.....	34
从电池生产废料中回收硫酸镍和硫酸钴.....	35
光盘级聚碳酸酯的回收利用.....	37
“价廉物美”农村公路的铺筑技术.....	38
挥发性有机物 (VOCs) 及恶臭气体的生物净化.....	40
城市污水地下回灌技术.....	42
污水深度处理新技术.....	44
小城镇生活污水处理实用技术.....	46
环境污染物免疫快速筛查技术.....	48
半干法循环流化床烟气脱硫技术.....	50
NT-II 系列多机制复合高效脱硫除尘器.....	52
垃圾清洁焚烧及综合利用.....	54
城市生活垃圾处理处置系列技术.....	62
等离子体放电催化空气净化器.....	63
在线水质毒性监测仪.....	66
有毒污染物的电化学生物传感器检测系统.....	68
气泡循环流动型污水处理与回用膜分离装置.....	69

生态工业园区和循环经济发展规划

1 成果简介

随着我国经济的高速发展和工业化进程的不断深入，日益严重的环境污染和资源能源危机已对人类的生存和社会的发展构成威胁。生态工业和循环经济成为综合解决资源、环境和经济发展的一条有效途径。清华大学生态工业研究中心近年来在生态工业园区和循环经济的发展与规划方面进行了大量的理论研究和实践工作，取得了卓有成效的成果。

生态工业是从区域范围应用生态学和系统工程原理仿照自然界生态过程物质循环的方式对企业生产的原料、产品和废物进行统筹考虑，通过企业间的物质循环、能量利用和信息共享，使得现代工业实现可持续发展。生态工业追求的是系统内各生产过程从原料、中间产物、废物到产品的物质循环，达到资源、能源、投资的最优利用。生态工业倡导园内企业进行产品的耦合共生，大大提高资源利用率，同时通过副产物和废弃物的循环利用，既降低了园区的环境负荷，又减少了企业废物处理成本和部分原料成本，提高了企业的经济效益，改变了环境污染和经济发展的矛盾，达到资源、环境和经济发展的多赢。循环经济是在一个更广的社会经济层面，包括生产领域、消费领域及其支持保障体系，应用 3R 原则（减量化、再利用、资源化）实现社会、经济、生态环境的协调发展。循环经济可以在企业层次、城市层次和区域层次开展，生态工业是其核心环节。

2 应用说明

本成果可应用于现有企业和工业园区的改造、新建工业区的规划设计、城市和区域范围的循环经济发展近中远期规划。本中心几年来与国家环保总局和国家发改委就生态工业和循环经济研究开展了密切的合作，同时主持和开展了 12 个国家级和地方政府的生态工业园区和循环经济试点规划及研究工作，包括鲁北生态工业模式研究、抚顺矿业集团生态工业园区规划、贵阳磷化工生态工业园区规划、贵阳国华天成磷业有限公司建设循环型企业试点方案、贵阳市开阳磷煤化工生态工业示范基地规划、推进循环经济构建贵阳生态城市总体规划、衢州生态工业园区规划和研究、南海国家生态工业示范园区规划、泸州工业循环经济规划、锦天化生态科技园区规划等，其中十个已通过国家环保总局、发改委等组织的鉴定和评审，受到了各方面的高度评价。

3 效益分析

开展生态工业园区和循环经济建设将使企业和政府从三方面获得利益：经济效益，由于减少废物产生和物质循环，减少原料成本和废物处理成本，

同时减少新鲜水用量和能源资源消耗，新鲜水消耗降低 20~30%，废物资源化率大于 65%，经济效益可提高 30~50%；环境效益，工业生态园区建设大大降低对自然资源的需求，减少了对自然的废物排放，有助于改善资源紧张和环境污染的现状，有良好的环境效益，如集中供热一项就可减少粉尘排放 30%，节省占地 40~50%，降低能源消耗 25%；社会效益，将为企业和政府树立良好的社会形象，争取国家、国际和相关机构的政策、资金、项目的支持，提高企业和产品在市场竞争中的地位，为企业带来可观的效益。

本中心完成的 10 个已通过评审的规划，其中 6 个已成为环保总局国家级生态工业园区或循环经济城市试点，一个正在申报国家发改委循环经济试点，均具有巨大的规划效益，部分已取得了很好的经济、环境和社会效益。

4 合作方式

委托规划，技术咨询，合作建设。

城市可持续发展的生态环境规划

1 成果简介

城市生态环境规划是几年来随着我国经济社会发展而提出的新课题。在经济发达地区，生态环境规划已经成为保证城市和地区可持续发展的前提。

该研究是在对北京市的现状和历史进行调查研究的基础上，进行以下内容的研究：

(1) 城市生态环境承载力研究，论证城市和区域社会、经济进一步发展的生态环境制约条件和生态系统承载力的时空分布。

(2) 生态系统健康诊断，对城市和区域生态系统的健康状况进行诊断，以明确生态环境存在的主要问题，及其与经济发展不相协调之所在。

(3) 敏感因子和敏感区域识别，摸准生态环境重要敏感因子和敏感区域，明确生态环境的重点保护对象。

(4) 经济和社会发展对生态环境的影响，预测城市建设和发展进程中对生态环境的影响。

(5) 资源的支持能力研究。

(6) 基于生态环境系统承载力的城市性质与功能，从促进生态系统良性循环和发展生态环境承载力的角度提出城市性质、主要职能、发展方向、空间布局、人口容量的战略框架。

(7) 环境污染控制与调控，研究新型工业化进程中传统行业的生态化改造、工业发展推进与布局的环境目标及污染综合控制、污染物总量控制、工业园区生态工业发展策略。探索循环经济、清洁生产以及区域生态建设和生态调控方略。

(8) 生态环境指标体系，率先基本实现现代化和全面建设小康社会的生态环境保护 and 建设的区域定位和目标以及可持续发展的生态环境指标体系。

(9) 环境管理体制，探讨市、区、镇三级环境规划和监督管理体制改革。

(10) 生态环境规划影响，预测生态环境规划的实施对城市经济、环境及城市和产业发展的影响，提出有效的互动控制措施。

2 合作方式

面议。

从电池生产废料中回收硫酸镍和硫酸钴

1 成果简介

我国已经成为电池生产与消费大国，每年产生的废旧氢镍、镉镍、锂离子电池在十五亿支左右，且增长速度很快。另外，在电池生产过程中会产生废料，其产生量随电池产量的增加而增加。据估计，目前仅广东省内电池厂家产生的废料就超过 300 吨/月。氢镍、镉镍电池及其生产废料属于危险废物的范畴，其中含有重金属镍、镉、钴、稀土金属等，若不加以回收处理，不仅对环境造成极大的污染，而且浪费了国家战略性的金属资源。同时，随着 ISO14000 环境管理认证体系的逐步推行，以及中国加入 WTO 后经济全球化影响，电池销售市场要求电池生产厂家将其产生的废旧电池交由环保部门认定的具有处理危险废物资质的单位进行处理，以确保避免二次污染的产生，作为电池厂家进入国际市场的一条准入原则。因此，建设专业化的、符合环保规范要求的废旧电池及其生产废料的回收处理机构，对于促进我国电池产品进入国际市场，保证我国电池企业的可持续发展具有非常重要的意义。

清华大学核研院 203 室利用在镍钴分离等湿法冶金领域的技术优势，在核研院基础研究基金和江门市芳源环保科技开发有限公司项目等课题的资助下，完成了从电池废料中回收硫酸镍和硫酸钴的工艺研究，并已投入工业生产。

2 应用说明

目前国内镉镍、氢镍、锂离子电池年消耗能力以 AA 规格计算约为 15 亿支，总重量可达 1.5 万吨，再加上电池生产过程产生的废料，可以看出其中蕴含的金属资源量是相当大的且废旧电池中有价金属含量远高于矿山的可开采品位。如氢镍电池中含镍量在 20% 以上，钴 3% 左右，轻稀土金属 5% 左右；镉镍电池中含镍在 20% 以上，钴 1% 左右，镉 16%；锂离子电池含钴 15% 左右，铜 7%，锂 3%；而我国的铜、钴、镍资源短缺，如铜矿的工业品位为 0.5%，镍矿的工业品位为 0.3%，钴不能形成单独矿床，一般与镍、铜共生，需综合回收利用。显然，采用先进技术处理电池废料回收硫酸镍和硫酸钴是有利可图的。

清华大学采用易于实现连续化操作的溶剂萃取技术处理废旧二次电池及其生产废料，具有工艺成熟且镍、钴分离彻底，硫酸镍和硫酸钴产品纯度高等一系列优点。此外，通过前处理工艺的优化，该生产线可以同时处理三类电池废料，也适合处理解体后的废旧电池。合作基地——江门市芳源环境科技公司目前已成为持有广东省环保局核发的“危险固体废物经营许可证”的废

旧电池及其生产废料处理企业，其处理工艺曾获得广东省环保局科技进步三等奖，现又有了重要改进，基本消除了二次污染。

3 效益分析

按每年处理 500 吨镍金属量、20 吨钴的生产废料计算，项目的年销售产值约 8000 万元，不仅能产生可观的经济效益，而且能产生巨大的环境效益。

4 合作方式

技术转让、技术服务，其技术费用一般在 100 ~ 150 万元，视技术受让方的规模而定。

光盘级聚碳酸酯的回收利用

1 成果简介

随着 CD 和 DVD 市场的迅速发展,光盘级聚碳酸酯消耗量也在直线上升,目前每年以平均 15% 左右的速度递增,此时废旧光盘的回收利用就显得十分必要。光盘片中的聚碳酸酯塑料,是汽车零件、电视机等的原料,每公斤要价 60 至 120 元,但回收的再生料只要 20 几元,因此光盘回收的经济价值较高。

2 技术指标

本项目利用双螺杆挤出机对回收聚碳酸酯光盘进行增韧改性。改性后,拉伸强度提高 20 - 30%,最高可达 55Mpa,冲击强度提高 3 - 10 倍,达 100 - 400J/m。

3 合作方式

合作开发。

“价廉物美”农村公路的铺筑技术

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。

1 成果简介

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 150kg/m³、粉煤灰 200kg/m³ 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 3000 平米的厂内地坪）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 6MPa 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 80 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。

4 效益分析

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。

5 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 技术指标

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 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。

4 效益分析

该技术投资、运行费用低，适用于大、中、小规模各类中、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。

该技术与吸收法、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。

5 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；欢迎研究以及技术合作、联合进行技术推广等。

城市污水地下回灌技术

1 成果简介

城市污水地下回灌技术是从水的大循环角度出发的一种污水回用技术，通过地下水回灌可作为新的水源开发，提供清洁水链，是一种新的污水回用战略。

该项研究在我国首次进行，技术路线正确，研究方法科学，工艺简单，经济合理，可操作性强，便于推广使用。所提出的 DGB 吸附与化学沉淀协同处理工艺同德国合作伙伴建议的臭氧氧化、纳米过滤处理技术相比，不仅工艺大大简化，而且价格更为低廉。因此，本项研究成果国内领先，与国外同类研究水平相当，在某种意义上讲甚至优于国外研究水平。

此项研究所提出的地下水回灌技术即包括城市污水深度处理工艺，又包括地下回灌土壤渗滤工艺，同时又包括城市污水地下回灌污染控制标准。已经形成完整的城市污水回用配套技术。对于防治污染，保护环境，解决我国水资源短缺问题具有重要意义。

此项研究已纳入中德两国政府间合作计划，在德国研技部和我国科技部主持领导下，一期合作项目已基本完成，正在计划进行二期合作项目立项工作，地下回灌示范也将正式启动。

2 效益分析

此项研究属实用性技术，通过中间扩大进一步验证工艺参数和进行深入经济可行性分析后，可直接应用于生产实践。该技术的环境效益和社会效益不言而喻，其经济效益也十分可观。初步经济分析表明，对城市污水综合处理费用为 0.7 元/吨左右。现自来水的价钱为 1.5 元/吨。如北京污水处理厂现有的处理规模 100 万吨/d，出水全部加以地下回灌，则每天可得到 80 万的经济效益，如果增加排污收费，经济效益还要增加一些。目前我国每年约排放 400 亿立方米废水，处理率仅为 15%，由于处理率低，回用率低，未处理的污水直接排入水体，污染状况十分严重。据报道，我国每年因水污染和水资源短缺造成的经济损失已达 2000 亿元，已经对社会和经济发展构成严峻的挑战。迫切需要开发污水处理技术及回用技术，而地下回灌即是较为可行的技术之一。目前我国的城市污水排水量几乎和我国的缺水量相当，如果采用此技术以及与其它管对管式回用战略相结合，可从很大程度上缓解我国水资源短缺问题，因此该技术具有广阔的市场前景。此外，本项技术如果在国内实施，通过示范工程总结经验，也可在发展中国家推广应用。

3 合作方式 面议。

污水深度处理新技术

1 成果简介

目前全国各地普遍面临水污染，饮用水源遭到污染、自来水水质不佳，需要高效经济的优质饮用水制备技术；同时由于水资源短缺，水价大幅度上涨，尤其是服务行业水价高得惊人，因此各地正在纷纷开展污水处理回用。

针对不同的进水水质以及处理目标，清华大学开发了系列高级氧化——生物活性炭处理工艺，对有毒有害有机污染物的去除效率高，出水水质生物稳定性和安全度高，可以放心地使用。

臭氧光催化——生物活性炭技术可以用于优质饮用水的制备，源水可以是受有机污染的地表水、地下水，也可以是受有机污染或二次污染的自来水，这些水经过处理后，水中有害有机物彻底清除，有机物的相关指标完全满足我国卫生部于 2001 年 6 月 7 日颁布的《生活饮用水卫生规范》的要求；如以一般的自来水为工艺进水，出水作为可直接饮用的管道直饮水，其有机物的相关指标完全达到我国建设部于 1999 年 8 月 5 日颁布的《饮用净水水质标准》的要求。投资低于 1000 元/吨·日，运行成本低于 5 元/吨（达到直饮水水质标准）。与目前采用的基于反渗透膜上的纯净水生产工艺相比，本工艺具有投资和运行费用低的优点，并且水中保留了对人体有益的矿物质，人们长期饮用而无不良反应；产水率高，没有废水排放，是真正洁净的高技术。

活性炭催化臭氧氧化——生物活性炭技术可用于污水深度处理回用，源水可以是经过生物处理的二级出水或杂用水等。这些水经该工艺处理后，水质稳定性大大提高，在管道中远距离输送或长时间停留均不会产生二次污染；出水中不含有微生物——细菌、病毒和有毒有害有机物，使回用水成为安全可靠的水源，免除人们对污水回用的担忧和不安。投资低于 500 元/吨·日，运行费低于 0.50 元/吨。

清华大学完全拥有以上技术的知识产权（申请中国发明专利 7 项，已获授权 3 项）。

2 应用说明

微量有毒有害有机污染物以及细菌、病毒是当前影响饮用水水质的主要因素。由于水源的污染，传统的混凝 沉淀 过滤 消毒四段水处理工艺仅能去除水中有机物的 20 - 30%，其出水水质已经很难达到新的饮用水水质规范的要求。可以采用臭氧光催化——生物活性炭这一国际最新技术用于生产优质饮用水，目前可以用于大中型建筑物群，如宾馆、写字楼、小区的直饮水生产和供应。

活性炭催化臭氧氧化——生物活性炭技术可以用于污水深度处理回用，例如杂用水深度处理、医院污水深度处理、洗浴水处理回用等等；也可用于受污染水源水的深度处理，处理出水可以达到国家饮水水质标准。

3 效益分析

与反渗透工艺相比，臭氧光催化——生物活性炭技术具有投资低、运行费用低的优点，同时水中仍保留有益的矿物质，采用此工艺可以大大降低项目初期投资。

活性炭催化臭氧氧化——生物活性炭工艺的出水具有安全、无毒的特点，可以适合多种场合的使用需要，处理费用远远低于自来水价格，可以为用户节省大量的水费。

4 合作方式

希望与有实力的水处理公司、自来水厂或最终用户开展合作，联合开发优质饮用水生产设备，可直接进行工程应用。

小城镇生活污水处理实用技术

1 成果简介

目前我国小城镇所修建的以及正在上马的污水处理厂规模大部分在 1 - 3 万吨/天，远期可达到 2 - 6 万吨/天。

小城镇的人口规模、自来水的普及率和工农业发展的结构与水平，决定了小城镇的污水排放量大都在 1 - 5 万吨/天的规模范围内，其中生活污水量占 50% 以上。

目前在我国城市污水处理中主要应用的工艺有：传统活性污泥法、SBR 法、氧化沟法等，而小城镇实际采用的工艺多为活性污泥法、氧化沟法及活性污泥法的变型，吨水投资都在 1000 元以上，平均投资达到 1500 元/吨水；运行费用平均为 0.50 元/吨水，这样的负担对于我国大部分中小城镇来说是不堪重负的。

清华大学在吸收、完善及创新的基础上，经过多年的研究提出了“复合水解 - 生物滤池”的处理工艺技术。该工艺基建投资省，运行成本较低，出水水质可满足排放要求，尤其适合于目前国情的小城镇污水处理。

本处理技术适用于小城镇的废水处理并具有以下特点：

(1) 建设费用和运行费用低，易于管理，维护简便，与小城镇社会发展水平相适应；

(2) 处理技术与工艺能综合吸收最新技术，体现高科技的成果，同时保持低费用、有效、经济适用；

(3) 符合《城市污水处理及污染防治技术政策》，处理后出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002 中的标准，并可根据实际情况进行工艺调整，进行污水回用。

该技术与其他工艺相比较，其基建投资、运行费用都相对较低：吨水投资 600 元，吨水直接运行费 0.25 元，适用于我国现阶段部分地区的中小城镇，对于采用 BOT 模式建设的污水处理厂尤为适宜。

2 技术指标

以处理规模 3 万吨/天的小城镇城市污水处理厂为例，采用复合水解池 - 生物滤池处理技术，出水达到二级排放标准后的主要技术经济指标为：

项 目	小城镇城市污水处理厂	说 明
处理规模 (吨/天)	30000	
总投资 (万元)	1800	厂区建设且不含征地费
吨水投资 (元)	600	
吨水运行成本 (元)	0.28	人工、电费、药剂
吨水占地 (m ²)	0.76	

3 应用说明

工程应用实例与处理效果：

山东滨州博兴县城市污水处理厂其处理规模为 3 万吨/天，以 BOT 方式建设，采用“复合水解生物反应池+高效高负荷生物滤池”工艺，设计进水水质为：COD_{Cr}：=450mg/l、BOD₅=200mg/l、SS：=300mg/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 中的二级排放标准：COD_{Cr}：=100mg/l；BOD₅=30mg/l；SS：=30mg/l。厂区建设投资 1800 万元（不含征地费），占地 36 亩。厂内共有建筑物、构筑物 20 座，设备 80 台套，装机功率为 480Kw。

该污水处理厂于 2002 年 3 月 1 日开始建设，工程总历时十个月，2003 年 3 月通过工程进水前验收。经过三个月的调试与试运行，各项技术指标均达到设计要求。2003 年 6 月 30 日通过山东省、滨州市环保局项目竣工环保验收，至今正常运营两年。

博兴县城市污水处理厂正式运营期间，省、市环保部门多次进行抽查监测，其处理效果均达到排放要求，受到省市主管部门的表彰，被列山东省示范工程，2004 年被国家环保总局授予全国优秀示范项目。

此外，该技术于 2004 年在内蒙古自治区赤峰地区得到推广，共有 5 个旗、县采用此工艺进行污水处理厂的建设。

4 合作方式

面议。

环境污染免疫快速筛查技术

1 成果简介

环境污染主要包括小分子有机污染物和某些致病微生物(例如大肠杆菌)。免疫检测技术的原理是利用污染物质诱发动物体免疫反应产生抗体,利用抗体对抗原的特异性识别来对各种污染物质进行检测和监测。其中的酶联免疫吸附检测(Enzyme-Linked Immunosorbent Assay, ELISA)是用酶标记抗体或抗原,再利用抗原与抗体的特异性结合(结合物上含有标记的酶),通过酶与底物产生颜色反应,用于定量测定。ELISA 检测具有简单快速的特点,能在一两个小时之内同时检测出约 90 个样品,具有通量大的显著特点。因此,ELISA 技术可以作为环境污染物的免疫快速筛查技术。

清华大学针对环境中小分子有机污染物及某些致病微生物的免疫快速筛查技术做了大量的工作,主要包括对小分子物质的修饰和衍生、完全抗原及包被抗原的设计和合成、信号提呈试剂的设计和合成(如酶标抗原(抗体)、荧光标记抗原(抗体))、多克隆抗体和单克隆抗体的制备、免疫检测方法的建立和优化、ELISA 试剂盒的开发、免疫检测技术的综合评价及标准化等多个方面,并且已经积累了丰富的经验。其技术成果已多次在饮用水和地表水的检测中进行了应用,并取得了良好的应用效果。

2 技术指标

免疫快速筛查技术不但可以应用于环境污染物的不定期样品检测;更重要的应用于周期性的、大规模的、常规性的环境监测,主要包括水体和土壤中的农药残留(杀虫剂、除草剂、杀菌剂)及其降解物(如百菌清,甲萘威,滴滴涕,林丹,环氧七氯,对硫磷,甲基对硫磷,马拉硫磷,乐果,敌敌畏,敌百虫,内吸磷,溴氰菊酯,阿特拉津等等)、藻毒素及贝毒素等次级代谢产物、二恶英以及其它许许多多对环境有害的并且在相关环境标准中列出的小分子有机污染物(如六氯苯,硝基苯,二硝基苯,2,4-二硝基甲苯,2,4,6-三硝基甲苯,硝基氯苯,2,4-二硝基氯苯,2,4-二氯苯酚,2,4,6-三氯苯酚,五氯酚,苯胺,联苯胺,丙烯酰胺等等),还包括某些致病微生物(例如大肠杆菌)。目前开发的针对微囊藻毒素-LR ELISA 检测限能达到 $0.01\mu\text{g/L}$ (多抗)和 $0.1\mu\text{g/L}$ (单抗),针对 2,4-D 的 ELISA 检测能达到 $\mu\text{g/L}$ 的水平,这都比相应的国家标准中限制的浓度低一个数量级以上。

3 应用说明

目前对小分子有机污染物的检测和监测采用的是常规的理化检测仪器,如液相色谱-质谱联用(HPLC-MS)仪和气质联用(GC-MS)等。利用仪器检测小

分子有机污染物样品时，需要专门的技术人员操作；对水样的预处理过程繁杂，耗时长，检测效率低；对于每一种污染物的监测必须有相应的标准品才能进行；检测费用较高；同时，随着以后污染物监测水体的增加、采样频率的增加、样品数量不断增多，同时检测限也不断提高，所以采用 HPLC 检测会限制常规检测的次数，难以满足环境监测中大量样品的快速检测需要。有必要开发更简单、快速、便宜、有广泛使用趋势的基于 ELISA 的快速筛查技术。

ELISA 试剂盒快速筛查技术因具有特异性强、灵敏性较高、样品通量大、检测迅速、检测费用低廉等优势在环境污染物检测领域引起了广泛的关注，并逐渐成为大量样品筛查的首选工具。国际权威学术刊物(J. of AOAC)将其列为 20 世纪 90 年代首位优先发展的新技术，世界粮农组织(FAO)已向许多国家推广此项技术。

美国环保总局分别在 1997 年和 1999 年共通过并批准了 17 种环境中小分子有机污染物的免疫检测方案，并且还在不断扩展目标检测物的种类。

4 效益分析

常规的理化检测仪器，如 HPLC-MS 和 GC-MS 检测费用居高不下，每个样品约需\$40-\$200 (不包括时间成本) 并且一个样品的检测需要一个专业的检测人员用时两个小时左右，而且不能同时检测多个样品。而免疫检测费用低廉，每个样品只需\$5-\$10 左右，并且灵敏度高、分析容量大、反应速度快，一个经过简单培训的检测人员即可以在两个小时内同时检测约 90 个样品。

另外，目前有些小分子有机污染物的商品化 ELISA 试剂盒只能从国外进口，价格比较昂贵，例如微囊藻毒素-LR 的 ELISA 试剂盒每个售价约 \$300-\$500。若是国内能开发，则可以在一定程度上降低售价，同时也降低了样品的检测费用。

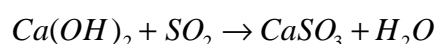
5 合作方式

可以承担各种小分子完全抗原的合成和鉴定、小分子有机物和致病微生物的抗体制备、ELISA 试剂盒开发等；可以合作和承担其它免疫检测技术的开发(例如荧光免疫检测、化学发光免疫检测、免疫传感器技术等)；可以协助和承担环境检测和监测单位开展免疫检测快速筛查平台的咨询、搭建、维护和管理等服务。欢迎相关单位前来洽谈技术合作、技术推广、技术服务等工作。

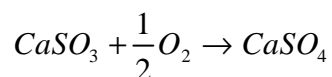
半干法循环流化床烟气脱硫技术

1 成果简介

该技术适用于燃煤火电厂锅炉和其它含硫燃料锅炉的烟气脱硫，也适用于冶金和建材行业的窑炉、垃圾焚烧炉的尾气脱硫和其它有害污染物的脱除。该技术的工艺流程如下：需要处理的烟气进入反应器，在反应器的入口对其进行喷水降温，反应器内有一定浓度的飞灰颗粒，石灰浆经过双流体雾化喷嘴从反应塔底部雾化喷入烟气，水分的蒸发使烟气温度降到接近对应烟气的露点温度，烟气与石灰浆滴及其它固体颗粒充分接触，烟气中的 SO₂ 与固体颗粒中的氢氧化钙进行了强烈的化学反应。其主要化学反应如下：



部分 CaSO₃ 被氧化，反应为：



同时烟气中的 SO₃、HCl 及 HF 等酸性气体也可以被脱除。反应产物 CaSO₃ · 1/2H₂O，CaSO₄ · 2H₂O，CaCl₂，CaF₂ 与飞灰及未反应的氢氧化钙混合在一起。当烟气流到达脱硫反应器的顶部时，固相中的水分已经完全蒸发为水蒸气，固体颗粒呈干态，烟气与干燥的固体颗粒一起离开反应器，进入旋风分离器，在此气固两相流中的大部分固体颗粒被分离下来了，分离下来的固体颗粒（包括未完全反应的 Ca(OH)₂），通过 L 型阀重新返回到脱硫反应塔，干净的烟气经过脱硫风机进入电除尘器或布袋除尘器。固体颗粒的返回对提高脱硫剂的利用率和脱硫效率起到了非常重要的作用。

通过在清华大学试验电厂建立了能够处理 20000Nm³/h 烟气的示范装置，进行了两个供暖季的工业规模的脱硫试验，试验时烟气中 SO₂ 原始浓度范围 300 ~ 1500ppm，测试结果表明：Ca/S=1.3 时，该脱硫装置的脱硫效率达到了 85.3%；Ca/S = 1.94 时，脱硫效率达到了 96.5%。通过工程试验，对该工艺的主要运行控制参数有了清晰的了解，如入口 SO₂ 浓度、近绝热饱和露点温度差、床内固体物料浓度、钙硫比等对脱硫效率的影响。目前该技术已经通过了教育部科技成果的鉴定并申请了国家专利。

2 应用说明

目前该技术已经开始进行商业应用，宁夏银川热电厂 150T/h 电站锅炉的烟气处理项目使用了该技术，在试运转期间，连续运行了 168 小时，脱硫效率达到了 90% 以上。同时，该技术还应用在许昌 75T/h 垃圾焚烧炉的尾气处

理项目上，目前机组正在进行冷态调试，此外，该技术中标的项目还有濮阳热电厂 75T/h 垃圾焚烧炉和齐鲁石化 $2 \times 100\text{MW}$ 发电机组。

3 效益分析

投资成本低，与湿法相比成本要降低三分之一左右；占地面积小；反应器烟气与脱硫剂之间的传热传质速率高；脱硫剂在反应器内的停留时间长；脱硫效率高，对于中低硫煤，完全可以胜任使排放的 SO_2 浓度达到环保标准要求。

4 合作方式

面议。

NT-II 系列多机制复合高效脱硫除尘器

1 成果简介

在被国家环保总局列入 2003 年全国重点环境保护实用技术的 NT 系列脱硫除尘一体设备基础上，针对大吨位锅炉及窑炉的运行特点，开发研制的 NT-II 系列脱硫除尘一体设备，更宽范围、更高标准的适应了实际工程需要。

NT - II 系列脱硫除尘一体设备巧妙复合了湿式除尘器、流化反应器及泡沫塔、湍球塔的核心机理，并充分考虑了多相流、反应生成物的特性等因素，使设备在保证达标排放前提下，制造及运行费用低。该系列设备湿法运行，主体脱硫剂为生石灰粉，可全部利用锅炉冲渣废水或其它碱性废液。处理烟气流速从 0.3 至 60 万 m³/h，在处理烟气流速小于 10 万 m³/h 时可实现半干法排灰。设备最大限度地保证了气液接触的比表面积，提供了气液固三相合理的流动状态，因此在保证脱硫除尘效率高、设备阻力小的同时，很好地解决了一般湿法操作存在的风机带水等问题。

该设备已在电力、机械、建材、冶金、轻工、化工、环保等行业的 300 多家企业运行，部分企业用于粉尘和有害气体的同时净化，部分对有害气体无要求的企业用于高效除尘，替代造价及运行费用高的电除尘器或袋式除尘器。

2 技术指标

脱硫效率：65 ~ 95 %

除尘效率：95 ~ 99.3 %

设备阻力：< 1200Pa

3 应用说明

该设备除用于锅炉(或工业炉窑)烟气脱硫除尘外，还可用于其它工业尾气的除尘及有害气体净化。在无需进行有害气体净化时，即为一复合机理高效除尘器，可用于电力、机械、建材、冶金、轻工、化工等行业的除尘净化。

各行业都有大量燃煤锅炉及工业炉窑。随着国家环保力度的加大，烟气排放前都必须进行除尘和脱硫。所以，不仅是新建项目，还有一大批原来仅有除尘装置的待改造项目，都面临着要选择经济实用的脱硫除尘器的问题。因此，净化效率高、设备阻力低、占地面积小、改造费用低、性能稳定可靠的脱硫除尘一体设备，具有非常广阔的应用前景。

目前该设备已在广西、云南、江苏、山东、山西、河北、北京、吉林、内蒙古等地成功应用于各类锅炉烟气、烧结机尾气、铬盐生产尾气、水泥窑尾气、硅铁炉尾气、电石炉尾气等治理。

4 效益分析

以一台与 35 吨锅炉配套使用的脱硫除尘器（烟气量约 10 万 m³/h）为例，生产成本约为 20 万元，综合成本约为 25 万元，市场销售价约为 35 万元，每台获利 10 万元。

5 合作方式

技术转让，转让费 30 万元。

垃圾清洁焚烧及综合利用

1 成果简介

随着经济的高速发展，人民的生活水平迅速提高，城市化进程不断加快，我国城市垃圾产生量急剧增加，且增长势头不减。目前，我国城市垃圾年产生量已达 1.4 亿吨，人均垃圾产生量在 450~500 公斤左右，还在以每年 8~10% 的增长率不断增加。目前，我国的城市生活垃圾进行无害化处理尚不足垃圾总量的一半，而且已经建成的垃圾处理设施有相当部分达不到国家环保标准。无论是在大城市还是小城镇，我们都能看到垃圾遍地的情况，有些城市已达到了垃圾围城的地步，这与我国经济蓬勃发展的的大好形势是不相称的。

我国城市垃圾的处理处置水平一直很低，多年来，绝大部分城市采取露天堆放、自然填沟和填坑等原始方式消纳城市垃圾，河流沿岸甚至成了天然垃圾堆放场。这种处理方式对土壤、河流、地下水、大气等都造成了严重的影响和潜在的危害。我国城市垃圾无害化处理设施缺乏，大多数城市的垃圾对环境的污染日趋严重。

所有这一切，都表明对城市垃圾实施有效的处理，改善城市卫生环境已迫在眉睫，刻不容缓。近年来，世界上许多国家都在开发垃圾资源化技术，其中，垃圾焚烧处理及综合利用是实现垃圾无害化、减量化和资源化的最为有效的手段，具有良好的经济效益和社会效益。而我国目前垃圾焚烧仅占整个垃圾处理量的 2%，而且绝大多数焚烧设备都存在着处理规模小、技术落后、燃烧不完全、排放不达标等问题，国外垃圾焚烧技术较为成熟，但其焚烧设备价格非常昂贵，且由于我国的垃圾没有进行分类收集，垃圾的水分和无机物含量高，致使垃圾的热值及品质较低，从目前引进的国外焚烧设备看，运行效果并不理想，垃圾焚烧不充分，加入的辅助燃料较多，运营成本较高。根据我国的经济水平发展和我国垃圾品质，目前还不宜大规模引进国外的垃圾焚烧设备。因此，我国目前急需开发出适合中国国情、高效率、低成本且能达到工业化规模的垃圾焚烧技术和焚烧设备。

清华大学从 1994 年开始，对垃圾无害化处理及资源利用进行了深入细致的研究，结合热能系几十年的燃烧机理研究成果，在充分分析我国垃圾品质的基础上，成功研发出一套低成本、适合中国国情的城市生活垃圾清洁焚烧及综合利用专利技术，该项技术以循环流化床焚烧技术为核心，配以特殊的进料和排渣系统，并对排放物的污染进行了有效地控制。该项技术拥有完全的自主知识产权，已获得的专利有六项。研究组应用该技术为北京市建成了一座日处理 300 吨生活垃圾的焚烧供热厂，该厂为北京市第一座大型垃圾焚烧厂，也是我国第一座全部采用自有技术和国产设备建成的大型垃圾焚烧厂。

目前，研究组承担着长春垃圾焚烧发电厂的建设任务。

2 技术指标

我们开发出的城市垃圾清洁燃烧及综合利用技术，在技术上可以达到国内先进水平，排放指标可以达到或接近目前欧共体的水平。与其它焚烧系统相比，本技术的主要优点可概括为以下几个方面：

(1) 特殊的进料系统

中国绝大多数城市中没有实行垃圾分类制度，因而垃圾焚烧厂收到的垃圾成分极为复杂。目前还没有充分有效的手段能够在炉前对垃圾进行分选和破碎。由于垃圾中含有一定数量的大尺寸垃圾（其中不排除金属、砖石等不可燃物），因而在垃圾焚烧过程中遇到的第一个问题是进料及排渣问题，即要求焚烧炉“吃得进、吐得出”。炉排炉的进料和排渣都不存在问题，但是流化床则存在一定的困难。清华大学设计的垃圾焚烧炉采用特殊结构的送料器来解决进料问题。

(2) 合理的燃烧组织

该技术充分考虑到中国生活垃圾的特点，根据其燃烧特性安排炉膛结构，保证垃圾的烘干、燃烧、燃尽都在炉内完成；同时考虑到垃圾品质多变的情况，增加了煤助燃系统，在保证垃圾焚烧量的情况下，用给煤量和炉内物料循环控制炉内温度，使炉膛出口温度大于 800°C（通常在 850°C—900°C 之间），总体上很好地实现了垃圾焚烧的“3T”原则，为垃圾处理的无害化和减量化奠定了基础。

(3) 适宜的受热面防腐措施

垃圾焚烧在锅炉高温、中温及低温区都存在严重的腐蚀问题，高温区以碱金属液相腐蚀为主，中温段有氯化物腐蚀问题，低温段则存在酸性气体的结露腐蚀。腐蚀问题直接影响到焚烧设备运行的可靠性和运行经济性。该技术对锅炉受热面进行了特殊处理，空气预热器进行了特殊考虑，其他易腐蚀部位都采取了相应的措施，这对保证垃圾焚烧炉的安全及寿命均十分重要。

(4) 有效的污染控制

流化床燃烧技术本身就可以实现炉内脱除氯化氢和脱硫，同时它还是一种实用的低 NO_x 燃烧技术。通过在炉内脱除污染成分，同时在焚烧装置尾部采取一定的措施，可以有效地控制烟气污染物的排放浓度。通过在炉内合理组织燃烧，杂环类有机物在高温下充分分解，若在飞灰中存留少量有机类有害物质，将通过飞灰高温再燃处理，这样保证了其中的有机类有害物的排放达到相应的国际标准。

(5) 变废为材的灰渣综合利用

对焚烧炉排放的灰渣经过磁选将其中的铁金属分离回收后，经简单破碎，可以成为水泥和制砖的原料。当然对焚烧后的灰渣成分要进行分析，对有害成分要先行分离。

(6) 高标准的排放指标及有关设计参数

我们的技术不仅体现在焚烧炉上，而且体现在与之相匹配的一套完整的工艺系统。我们在开发垃圾焚烧及综合利用技术时，国内尚未制定生活垃圾焚烧污染控制标准，故参照欧洲的污染物排放标准进行技术开发和工程设计。2000年2月29日我国颁布了《生活垃圾焚烧污染控制标准》(该标准于2000年6月1日实施)，经过对朝来农艺园垃圾焚烧厂排放物的验收测定，排放指标完全达到了国家标准，个别指标甚至低于欧洲标准。

3 效益分析

工业发达国家有着多年的焚烧垃圾的经验，无论是在技术上，还是在设备上都比较成熟。但是，其工程造价却很昂贵，引进一套(两台)日处理能力为600吨的垃圾焚烧发电厂，需投资约4.5亿元人民币，这对中国大部分城市来说都是难以接受的。而我们开发出的垃圾清洁焚烧及综合利用的工程成本仅为国外设备的50%左右，具体对比如下：

日处理能力 (吨)	规格	引入国外设备的工 程造价(亿元)	利用我们技术的 工程造价(亿元)
1000	3×350t/d 锅炉 2×6MW 发电机	6.5~7.0	3.3~3.8
600	2×300t/d 锅炉 2×4.5MW 发电机	4.5~5.0	1.8~2.0

由于我国此前缺乏垃圾焚烧的成套技术，加之国外设备的价格较高，使得垃圾焚烧在我国的推广一直很缓慢。我们技术的成功推出，将大大降低垃圾焚烧发电厂的造价，使得在我国大范围推广垃圾焚烧及综合处理成为可能，因而具有较强的市场竞争能力。

而我们在充分分析中国垃圾特性的基础上，经过多年的实践研究开发出的城市垃圾清洁焚烧及综合利用成套技术，突破流化床锅炉中的难点和关键问题。从示范工程运行结果看，效果非常理想：垃圾只经过简单的预处理(将大块的不可燃垃圾分拣出去)，可以直接投放到锅炉中燃烧；燃烧较为彻底，垃圾减容超过90%，燃烧的残渣可以用来做建筑材料；各种排放物达到国家环保标准。由于燃烧组织合理，燃烧充分，加入的辅助燃料较少，因而相比国外设备，运营成本较低，利用我们技术建立的垃圾焚烧厂每处理1吨垃圾的成本为60元左右(不含折旧)。

进入 90 年代以来，我国城市垃圾无害化处理发展较快，但远远还不能满足要求。1996 年全国共建成各类城市垃圾处理处置设施 874 座，日处理能力约为 234791 吨，垃圾无害化处理仅为 49.1%。我国目前的城市垃圾处理处置技术最常用的是卫生填埋，其次是堆肥化，而焚烧所占的比例很低，其中，卫生填埋占总处理量的 79.2%，堆肥化占 18.8%，焚烧约占 2%。

近 20 年来，国外垃圾焚烧并回收热量发展最非常迅速，欧盟、日本、美国等国家已开始大量应用，并产生良好的经济效益和经济效益。焚烧在城市垃圾处置中的比例有了很大的提高，其中，瑞士的垃圾焚烧比例达到了 80%，日本达到了 74%，丹麦达到了 70%，法国达到了 42%，美国达到了 40%。垃圾焚烧处理及综合利用已成为实现垃圾无害化、减量化和资源化的最为有效的手段。而我国目前垃圾焚烧处理的比重很低，由于我国人多地少，对于这种垃圾处理方式的需求更为迫切。

城市垃圾焚烧处理及综合利用在我国已经受到越来越多的重视，并被国家有关部门明确为近期的产业化重点。同时垃圾焚烧及综合利用也受到国家财政政策的支持，有关企业在增值税和所得税受到优惠。

根据我国政府制定的计划，到 2010 年所有城市都要建设符合环境要求的城市垃圾处置设施，使全部垃圾做到无害化处理。据预测，到 2010 年我国城市垃圾的年产生量将达到 2.9 亿吨，按处理比例卫生填埋 50%、焚烧 40%、堆肥 10% 计算，到 2010 年垃圾焚烧的处理能力将达到 11600 万吨/年，如果每个垃圾焚烧厂的日处理量为 1000 吨，则须在全国建设 320 座这种大型的垃圾焚烧厂，按每个垃圾焚烧厂造价 5 亿元人民币计算，这部分市场将达到 1600 亿元。由此可见，在未来的 10 年内，垃圾焚烧在我国具有很大的市场需求，其市场前景是相当可观的。

根据《国家环境保护“十五”计划》，“十五”期间，新增城市垃圾无害化处理能力 15 万吨/日（5475 吨/年）、危险废物安全处置 5000 吨/日、医疗废物安全处置 1650 吨/日，加上工业固体废物综合利用与处置等，共需投资 900 亿元。

为了解决政府环保资金紧张的局面，国家已号召社会资本投资环保产业，对环保产业实行市场化运营，国家给予政策性支持。目前不少国内外资本对投资垃圾处理工程产生了浓厚的兴趣，在建的长春垃圾焚烧发电厂和广州垃圾焚烧发电厂均为民间资本投入。

垃圾焚烧发电厂的投资和运行成本估算

1、1050t/d 垃圾焚烧发电厂的投资和运行成本估算

利用清华大学垃圾清洁燃烧及综合利用技术建造垃圾发电厂，可以做到

初投资小、运行可靠、运营成本低、排放达标，因而具有很好的经济效益和社会效益。对于 1050t/d 垃圾焚烧发电厂（由 3 台 350t/d 循环流化床锅炉组成）的投资概算和运行成本（每年运行 333 天）估算如下：

表 1 1050t/d 垃圾焚烧发电厂投资概算汇总表（3×350t/d）

单位：万元

序号	项目名称	建筑工程费	设备购置费	安装工程费	其它费用	合计	占总项%
1	热力系统	3630	11400	5282		20312	60.3
2	燃料供应系统	1768	1536	565		3869	11.5
3	除灰系统	90	690	294		1074	3.2
4	水处理系统	80	249	118		447	1.3
5	供水系统	472	0	81		553	1.6
6	电气系统	20	654	935		1609	4.8
7	自动控制系统	170	1310	611		2091	6.2
8	附属工程	490	140	30		660	2.0
9	生活福利工程	200	20	10		230	0.7
10	小计	6920	15999	7926	0	30845	91.5
11	其它费用				1458	1458	4.3
12	合计	6920	15999	7926	1458	32303	95.8
13	总预备费	800		600	0	1400	4.2
13_1	基本预备费	800		600			0.0
13_2	材差预备费	0		0			0.0
14	总计	7720	15999	8526	1458	33703	100.0
15	各类费用单位投资（元/千瓦）	4288.9	8888.3	4736.7	810.0	18723.9	
各类费用占总投资（%）		22.9	47.5	25.3	4.3	100.0	
16	工程基础投资					33703	
17	建设期利息				0	0	
18	价差预备费				0	0	
19	工程总投资					33703	

表 2 1050t/d 垃圾焚烧发电厂年运行成本估算表（3×350t/d）

序号	名称	内容	单位	数量	单价(元)	总价(万元)
1	辅助燃料					
	煤	按垃圾重量的 5%加煤	t	17483	200	350

序号	名称	内容	单位	数量	单价(元)	总价(万元)
	油		t	700	3000	210
2	化学药品					
	石灰		t	10000	200	200
	碱		t	100	1500	15
	盐		t	1000	800	80
3	电耗	从总发电量中扣除	kwh	0	0.4	
4	水耗	50×24×365	t	438000	0.8	35
5	劳动保护		...	.....	.....	50
6	办公		...	...	.....	120
7	人工	120 人×1000 元×12 月	人	120	12000	144
8	维修费					700
9	小计					1904
10	折旧	按 20 年折旧				1685
11	财务费用					
12	合计					3589

1050t/d 垃圾发电厂配 1.8 万 kw 发电机组，如果上网电价按每度 0.6 元、垃圾处理费每吨 60 元、固定资产折旧按 20 年计算，则 1050t/d 垃圾发电厂的经济效益测算如下：

表 3 1050t/d 垃圾焚烧发电厂经济效益测算 (3×350t/d)

	项目	金额 (万元)
一	每年收入	8872
	其中：垃圾处理费	2098
	售电	6739
	废金属回收	35
二	每年支出	3589
	其中：运行成本	1904
	折旧	1685
	财务费用	0
三	每年利润	5283
四	投资收益率	15.7%
五	投资回收期 (静态)	6.4 年

注：上述效益计算中，税收按免税计算。

2、1200t/d 垃圾焚烧发电厂的投资和运行成本估算

对于 1200t/d 垃圾焚烧发电厂（由 4 台 300t/d 循环流化床锅炉组成）的投资概算和运行成本（每年运行 333 天）估算如下：

表 4 1200t/d 垃圾发电厂投资概算汇总表（4×300t/d）

单位：万元

序号	项目名称	建筑工程费	设备购置费	安装工程费	其它费用	合计	占总项%
1	热力系统	4149	13029	6037		23214	60.3
2	燃料供应系统	2021	1755	646		4422	11.5
3	除灰系统	103	789	336		1227	3.2
4	水处理系统	91	285	135		511	1.3
5	供水系统	539	0	93		632	1.6
6	电气系统	23	747	1069		1839	4.8
7	自动控制系统	194	1497	698		2390	6.2
8	附属工程	560	160	34		754	2.0
9	生活福利工程	229	23	11		263	0.7
10	小计	7909	18285	9058		35251	91.5
11	其它费用				1666	1666	4.3
12	合计	7909	18285	9058	1666	36918	95.8
13	总预备费	914	0	686	0	1600	4.2
13_1	基本预备费	914	0	686	0	1600	0.0
13_2	材差预备费						
14	总计	8823	18285	9744	1666	38518	100.0

表 5 1200t/d 垃圾发电厂年运行成本估算表（4×300t/d）

序号	名称	内容	单位	数量	单价(元)	总价(万元)
1	辅助燃料					
	煤	按垃圾重量的5%加煤	t	19980	200	400
	油		t	800	3000	240
2	化学药品					
	石灰		t	12000	200	240
	碱		t	120	1500	18
	盐		t	1200	800	96
3	电耗	从总发电量中扣除	kwh	2997 万	0	0

序号	名称	内容	单位	数量	单价(元)	总价(万元)
4	水耗	60×24×365	t	525600	0.8	42
5	劳动保护		...	.....	.....	50
6	办公		...	.....	.....	120
7	人工	120人×1000元×12月	人	120	12000	144
9	维修费					800
8	小计					2150
10	折旧	按20年折旧				1926
11	财务费用					
12	合计					4076

如果垃圾发电厂配 1.8 万 kw 发电机组，上网电价按每度 0.6 元、垃圾处理费每吨 60 元、固定资产折旧按 20 年计算，则 1200t/d 垃圾发电厂的经济效益测算如下：

表 6 1200t/d 垃圾焚烧发电厂经济效益测算（4×300t/d）

	项目	金额(万元)
一	每年收入	9179
	其中：垃圾处理费	2400
	售电	6739
	废金属回收	40
三	每年支出	4076
	其中：运行成本	2150
	折旧	1926
	财务费用	0
四	每年利润	5103
五	投资收益率	13.2%
六	投资回收期(静态)	7.5 年

注：上述效益计算中，税收按免税计算。

4 合作方式

面议。

城市生活垃圾处理处置系列技术

1 成果简介

该系列技术包括城市垃圾卫生填埋技术、危险废物安全填埋技术、城市生活垃圾堆肥技术、城市垃圾和危险废物焚烧技术等。城市垃圾和危险废物焚烧技术包括垃圾进料系统、焚烧室、炉排、尾气净化等技术。城市生活垃圾堆肥技术可用于生活垃圾堆肥和市政污泥堆肥，进行工程设计。

2 技术指标

填埋技术包括填埋场选址、可行性研究、预处理设计、防渗层设计、渗滤液收排系统和处理系统设计、填埋系统收集系统设计等。

3 应用说明

填埋技术已成功地用于深圳红梅危险废物填埋场和上海市危险废物填埋场。目前正在与广东南海和太原市合作开发中小型阶梯滚筒炉排炉和立式生活垃圾焚烧炉。

4 效益分析

处理固体废弃物，实现资源化、无害化，具有很好的环境效益、经济效益和社会效益。

5 合作方式

技术转让、合作应用、工程设计等。

等离子体放电催化空气净化器

1 成果简介

近年来室内空气质量已成为人们广泛关注的热点。室内空气污染主要是有害挥发性有机化合物 (VOCs) 污染和微生物污染, 不仅见于普通百姓家庭, 高档建筑、写字楼的污染也有过之而无不及。这些污染会导致多种疾病, 如白血病、癌症等。因此, 如何创造一个清洁的人居绿色环境是关系到广大人民群众身体健康甚至生命安全的头等大事。

现有的室内空气净化技术主要有机械过滤、静电除尘、吸附、光催化氧化和等离子体等。普通机械过滤设备对细小微粒的过滤效果不甚理想。静电除尘对于细小微粒的过滤效果甚佳, 但无法降解 VOCs。对于 VOCs 而言, 传统净化主要采用吸附方法, 所用的吸附剂主要有粒状活性炭、高锰酸钾浸泡过的氧化铝和以上两种物质的混合物。但上述方法对 VOCs 的选择吸收性很强, 需要再生, 成本高, 难以连续工作。

光催化和低温等离子体技术是当前极具活力的室内空气净化技术。光催化技术主要通过紫外线照射某些半导体材料(如 TiO_2)激发产生电子及空穴。这些空穴或电子能够与吸附在材料表面的污染物(如 VOCs)产生氧化或还原反应, 将有害的 VOCs 分解成无害的 CO_2 、 H_2O 等。但存在光催化氧化效率不高, 以及不能去除室内空气中的悬浮物及危害很大的细微颗粒物等问题。低温非平衡态等离子体技术通过高压放电产生的等离子体中含有大量高能电子、离子、激发态粒子等活性粒子和具有很强氧化性的自由基, 能降解 VOCs, 但挥发性有机物经等离子体处理后 CO 和 O_3 等副产物难以控制, 因此目前多数停留在探索研究阶段。

我们开发的等离子体放电催化室内空气净化技术, 巧妙结合了等离子体空气净化技术和光催化空气净化技术的技术特点, 具有很强的创新性和新颖性, 研究成果属国内首创。在光催化空气净化中, 纳米材料通过紫外光催化产生电子空穴对, 空穴与水分子反应生成羟基自由基, 降解 VOCs 和灭菌消毒; 而等离子体放电本身不仅产生紫外光, 还能产生高能粒子, 实践证明, 高能粒子也能催化纳米材料。本成果已申请国家发明专利, 专利申请号为: 200510011748.2。

2 技术指标

等离子体放电催化空气净化器, 不仅等离子体本身净化了空气, 而且等离子体放电产生的紫外光和高能粒子共同催化纳米材料进一步对空气净化, 因而其净化效率显然要高于单独的等离子体或单独的光催化。

等离子体放电催化空气净化器试验样机如图 1 所示。

除尘试验：如图 2 所示，将香烟烟雾吹入净化器入口，其出口处未见香烟烟雾飘出，说明净化器能有效除尘。

检验净化器降解甲醛的效果：将此净化器放置于一 $1.7 m^3$ 用不锈钢制成的密闭小室内，小室上方安装一小风扇，以使室内空气循环流动，甲醛混合均匀。密闭小室内有探头，在小室内反应过程中通过 Innova1303 多点采样仪传送采样信号给 Innova1312 光声气体分析仪，并且在计算机上显示室内气体成分浓度的变化。

图 3 是降解甲醛的试验系统示意图。不加任何吸附材料而仅采用等离子体放电催化小型样机，甲醛初始浓度从 5.5 ppm 到 14 ppm，我们做了多次甲醛降解的实验。典型甲醛的降解曲线如图 4 所示，降解效果十分明显。



(a) (b)

图 1 等离子体放电催化空气净化器整体图



(a) (b)

图 2 去除香烟烟雾试验图

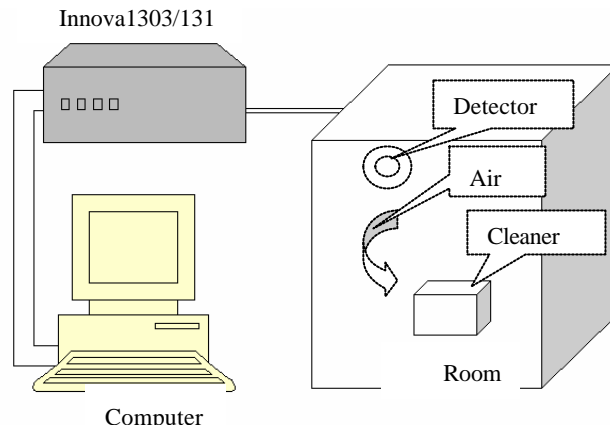


图 3 等离子催化降解甲醛静态流动实验系统示意图

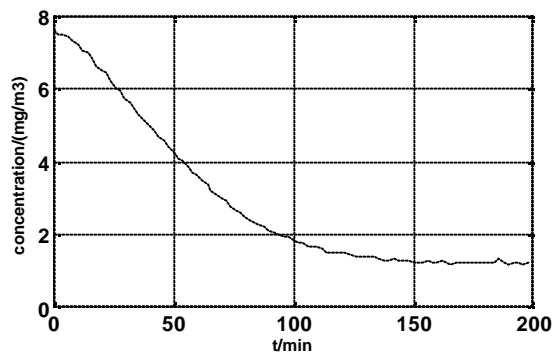


图 4 甲醛降解曲线

3 应用说明

等离子体放电催化空气净化器可以开发成系列产品，小的可以用于家庭、病房、手术室、办公室、宾馆的客房等场合的空气净化；中型的可用于火车站候车室、列车车厢、会议室、电影院、健身房、训练馆、比赛馆、教室、食堂、洗浴中心等公共场合的空气净化；大型的可用于中央集中空调系统的空气净化。应用前景十分广阔。

目前开发的等离子体放电催化空气净化器为三区空气净化器，即分为荷电区、收尘区和等离子体放电催化区（降解 VOCs 和灭菌消毒区），三区互相独立，三区均为“抽屉”式结构，即均可方便的抽出和插入，在荷电区或收尘区有灰尘后，只要将其抽出用水冲即可干净。因而等离子体放电催化空气净化器在使用中不用更换其元器件和材料，只需一次投入，使用十分方便。

4 合作方式

技术转让，合作生产。

在线水质毒性监测仪

1 成果简介

在线水质毒性监测仪是一种基于生物传感技术的毒性检测仪器，它利用发光细菌为生物检测器，通过测定光损失来判断水中污染物的毒性大小。该方法具有相对快速、廉价的优点。其可用来代替传统的用鱼类或其它标准动物所进行的毒理试验。该方法与传统的用鱼类或其它标准动物所进行的毒理学试验具有很好的线性关系。

本项目研制的基于发光菌的在线水质毒性监测仪，包括发光菌自动培养器，一体化反应 - 检测器，自动监控系统和配套的分析软件，实现快速、灵敏地在线检测水环境中有毒污染物，能够独立工作。根据试验得出的不同水体水质毒性在线运行参数，结合相应配套数据处理和分析软件，可以广泛用于水源水、饮用水、工业废水等各种水质的毒性的在线检测。

2 技术指标

本项目研制的基于发光细菌的在线毒性监测仪，能快速、灵敏地在线检测水环境中有毒污染物，能够独立工作，具有远程通讯功能。其主要的技术经济指标如下：

- (1) 检测灵敏度：以氯化汞为例， $< 1 \mu\text{g/L}$
- (2) 响应时间：20min
- (3) 每次试剂消耗量：总的相当于 20mL
- (4) 连续运行时间：大于 7d
- (5) 功耗： $< 600\text{W}$
- (6) 经济指标：单台仪器成本 < 5 万元

3 应用说明

在线水质毒性检测仪作为水质预警的在线监测设备，可以用来保障水源水质的安全，防止可能的意外化学品泄漏和恐怖事件袭击水源，其应用范围将日益扩大。配套安装常规的水质监测仪表，如浊度，温度，pH，溶解氧，UV-VIS 等，可以建立更为可靠的早期水源预警系统。

研制的基于发光细菌的在线毒性检测仪，快速、灵敏地检测水质急性毒性，还能用于饮用水保护。能实时检测自来水厂用水中毒性的变化，提供了一种有效的供水卫生保障方法。另外，该毒性检测仪器还可以用于判断废水的毒性，反映出有毒化合物相互作用的影响，可以测定废水的综合毒性，因此还可以广泛用于工业废水排放管理。

4 效益分析

形成产业化后，可以年增产值近 1000 万元，利润达 400 多万，上缴税收 100 万的规模。

5 合作方式

充分利用科技企业制造能力，实现校企合作，加速产业化进程。

有毒污染物的电化学生物传感器检测系统

1 成果简介

有毒有机污染物严重危害我国水质安全，迫切需要高通量、快速灵敏的分析技术。本项目采用免疫分析、酶分析等生物检测原理，在关键生物指示剂研制的基础上，以电化学生物传感器技术为核心，研制检测有毒污染物的自动分析仪。

本项目研制了 2,4-D，藻毒素、硝基苯等污染物的抗体，并建立一整套针对不同类型污染物的抗体制备技术；本项目包括厚膜型传感器的制备技术（包括工艺方法、修饰技术），并结合流动注射分析，研制出通用型的电化学生物传感器系统，适用于免疫传感器、DNA 传感器、酶传感器检测水体中有毒物质。

2 技术指标

本项目研制的电化学生物传感器系统，能快速、灵敏地检测水环境中有毒污染物，能够独立工作，具有远程通讯功能。其主要的技术经济指标如下：

- (1) 检测灵敏度：以氯化汞为例， $< 1 \mu\text{g/L}$
- (2) 响应时间：20min
- (3) 检测成本： < 20 元/样本
- (4) 经济指标：单台仪器成本 < 5 万
- (5) 检测指标：2,4-D，藻毒素，硝基苯，有机磷农药

可根据目标污染物进行定向开发。

3 应用说明

该检测技术可以广泛应用于水体污染物的常规检测和应急检测，为污染控制提供有力的工具，尤其在污染源监测、污染地治理后的复查以及污染企业的监管等方面，具有重要作用。由于该技术成本低廉，操作简单，可以用作水体污染物作大范围预筛，有助于提高国家环境监测能力。

4 效益分析

形成产业化后，可以年增产值近 5000 万元，利润达 2000 多万，上缴税收 500 万的规模。

5 合作方式

充分利用科技企业制造能力，实现校企合作，加速产业化进程。

气泡循环流动型污水处理与回用膜分离装置

1 成果简介

随着我国国民经济迅速发展和小城镇政策的实施，城镇人口迅速增加，工业生产用水量急剧膨胀，水资源已成为我国最严重的资源问题之一。与此同时，人类的生产活动又产生了大量污水，对整个地球生态体系的平衡构成巨大威胁，提供安全的生活用水问题日渐紧迫。在消除和减缓水质污染的同时，对污水深度处理变为可再生资源，成为实现我国经济可持续发展的重大技术产业。本项目提供一种新型膜分离装置的制造工艺，用于生产、生活污水处理与循环再利用，适合于每天 500 ~ 5000 吨处理规模的场合使用。

2 效益分析

本项目研究将环流型生物反应器和膜分离过程相结合，形成气泡循环流动型膜生物反应器的新概念。由于该分离器完全使用物理方法进行分离，避免了常规水处理过程大量使用化学药剂带来的二次污染，明显降低运行成本；和现有的膜分离装置相比，使用压缩空气推动气液两相流循环和膜分离所需的压差，节省所需动力设备数量，降低分离过程能耗，提高水处理过程经济效益；与现有的膜生物反应器相比，提高设备处理能力和过程稳定性，显著降低过程能耗，进一步减少污水深度处理成本。

- 工艺技术先进，水处理过程成本低；
- 采用超滤、微滤膜分离技术保证水质稳定、洁净度高；
- 通过优化设计，适合不同规模和场合；
- 采用全自动化操作运行，维护简单、系统稳定可靠。

本装置能够显著脱除水中的悬浮固体、细菌体、色度等污染物质，对于活性污泥的污水体系具有高效分离性能。

活性污泥—水体系出水水质评价表

项目	原料水	产水
pH 值	6.98	7.13
SS[mg/L]	20.5	0.2
COD _{Cr} [mg/L]	60.2	31.6
BOD ₅ [mg/L]	17.9	7.5
总氮[mg/L]	21.2	18.8
总磷[mg/L]	4.13	3.97
色度	33	22
浊度[NTU]	8.90	0.03
细菌总数[/mL]	3000	3

该装置可以单台使用，或者数台并联使用，容易实现大规模水处理过程。可以用于地表水净化；污水处理厂中二次沉淀池后的深度水处理；居民小区、大型洗车场等多种场合，预计每年将存在近亿元的市场需求。

3 合作方式

该项目已经完成实验室规模的装置开发，相关技术已经申请中国发明专利（No.200410009675.9）和国际专利（PCT/CN2004/000366），现寻求合作伙伴进行工业放大研究和工业现场实验。

能源领域 (2006)

10MW 高温气冷堆直流蒸汽发生器两相流体流动稳定性研究.....	72
利用微藻细胞工程技术生产生物柴油	73
生物发酵法生产 1, 3 - 丙二醇.....	75
二甲醚清洁燃料的研究与开发.....	78
新型潮汐发电模型机组优化设计与研制试验.....	80
太阳能扬水与照明综合应用系统	81
变速恒频双馈异步风力发电机双向变流器	83
甲醇燃料电池	85
风能、太阳能发电系统大规模电能储存和高效转化技术	88
高能一次锂/二硫化铁电池.....	92
除尘余热锅炉	93
大型火电机组性能与振动远程在线监测与诊断网络系统	94

10MW 高温气冷堆直流蒸汽发生器两相流体流动稳定性研究

1 成果简介

本研究课题是 HTR—10 高温气冷反应堆的重要支持实验之一,实验结果对设计改进、控制模块和运行参数的选择以及安全分析提供了科学的实验依据,具有重要的工程应用意义。

10MW 高温气冷堆直流蒸汽发生器首次采用小盘管组件式结构,课题研究中论证了氦加热与电加热在实验技术方面的区别,并指出电加热方法不适合 HTR—10 气冷堆用直流蒸汽发生器的稳定性研究。

2 技术指标

首次采用氦加热不失真研究 HTR—10 直流蒸发器的失稳条件。实验采取两根 HTR—10 蒸发管作为实验本体,采用 1:1 全尺寸模拟。实验参数范围:氦气工作温度 700 ,压力 3.0Mpa;蒸汽温度 440 ,压力 4.0 Mpa。实验研究了参数如蒸汽流量、压力、给水温度、入口阻力等蒸发器稳定性的影响;首次验证并提出了水螺旋盘管直流蒸汽发生器的稳定阈,分析并验证了小螺旋盘管的单相和双相流动阻力及规律性。

对小螺旋盘管内两相流动稳定性实验的分析,世界上还未见有公开文献发表;研究中验证了在计算小螺旋盘管内流动阻力时,应用考虑离心力影响的狄恩数及考虑弯曲曲率造成的临界雷诺数的偏离是必要的。试验数据丰富了这方面极为稀少的数据库。实验中的拟技术,如高温(700)、高压(3.0Mpa)、氦密封以及引电等问题为工程应用提供了经验。

3 效益分析

本研究课题于 1999 年 6 月 25 日通过教育部组织的技术鉴定,鉴定意见认为:“研究成果对 10MW 高温气冷堆的设计和运行具有重要的理论和实际应用价值,达到国际领先水平”。经应用单位财务部门审核,截止到 1997 年他增收节支总额达 7000 万元。

本成果获 1999 年度教育部科技进步奖二等奖。

4 合作方式

欢迎相关机构洽谈各类技术合作。

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加强，世界各国积极开展对生物柴油的研制和生产。自1988年以来，许多欧洲国家就已经开始将生物柴油作为传统柴油的替代品加以利用了。但是由于较高的原材料成本，使得生物柴油的价格高于传统柴油。因此选取合适的、低成本的植物油脂资源来积极发展和生产生物柴油是发展的总趋势。

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、本本植物油脂等方面，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，我们提出的这种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的方法已经获得成功。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。

本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

应用细胞培养技术（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给技术，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℃)、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，非常有价值的项目。但是，问题并非如此简单，由于小球藻的异养转化和培养需要消耗大量的有机碳源，而其中被我们证明最好的有机碳源是葡萄糖。这里就有一个成本的问题。如何降低成本，尤其是降低有机碳源的成本，同时扩大生产规模是实现该技术商品化的关键问题。而本项目通过实验室的长期研究，集成了相应的关键技术，大大降低了生产成本，实验室的技术已经成熟。

该技术为最终用生物和工程技术生产生物柴油提供了科学依据和技术，具备良好的应用和市场需求。

4 效益分析

从理论上分析，该项技术同时具备了很好的经济效益和社会效益。由于目前刚完成了实验室内的小试，当前迫切需要开展中试生产研究，解决降低成本和扩大生产规模的问题。一旦中试结束，便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生物技术研究所。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和成本核算及最终效益分析。

由我方提供关键技术、研究人员，由合作方提供研究与中试资金与条件，双方公共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上经协商达成一致的基础上，合作方有优先生产权或对该技术的专有使用权。

生物发酵法生产 1,3-丙二醇

1 成果简介

1,3-丙二醇 (PDO) 是一种重要的化工原料, 最主要的用途是作为生产聚酯和某些有机化合物的中间体。PDO 可以替代 1,4-丁二醇和新戊二醇等中间体用于生产聚酯。PDO 与对苯二甲酸(酯)合成的聚酯 PTT(聚对苯二甲酸丙二酯), 显示了比以 1,2-丙二醇、丁二醇、乙二醇为单体合成的聚合物更优良的性能。PTT 除具有聚酯 PET(聚对苯二甲酸乙二酯)的化学稳定性外, 还具有良好的生物可降解性、耐污染性、尼龙的韧性和回弹性及抗紫外线等。PTT 不易褪色, 很容易加工成型, 制成的纤维可拉长 20%。此外 PTT 纤维还具有耐磨、低吸水性、低静电、易染色等优点, 可在地毯领域与尼龙竞争。它还可用于制造性能优良的无纺布、膜工程塑料、服装、家庭装饰料、垫衬料、织物等。PTT98 年被美国评为六大石化新产品之一。PDO 还可作为有机溶剂应用于油墨、印染、涂料、润滑剂、抗冻剂等行业。我们采用生物发酵法以甘油(或来源于淀粉原料的葡萄糖)为原料分别采用一步或两步发酵法来生产 1,3-丙二醇, 该工艺得到国家“十五”攻关计划和国家高新技术产业化示范工程计划的支持并与黑龙江辰能生物工程有限公司合作进行生产性试验, 获得成功。

2 技术指标

采用本工艺所得发酵液中 PDO 浓度平均为 6.31%, 提取收率超过 80%。率先实现了发酵法生产 PDO, 填补了该领域的国内空白。产品纯度达到 99.92%, 超过了 Shell 和杜邦公司的产品。样品经仪征化纤、辽阳石化和黑龙江涤纶公司等用户试用, 可满足 PTT 聚合生产的要求, 所得 PTT 产品的特性粘度、色相等关键指标甚至超过了由国外 PDO 合成的 PTT。

3 应用说明

(1) 1,3-丙二醇应用前景

由于聚酯 PTT 的巨大市场需求, 导致原料 PDO 市场需求也很大。据上海石化等预测, 我国近年的 PDO 需求在 2.5~3 万吨/年, 长远需求超过 10 万吨/年, 而国际市场需求量更加巨大。另一方面, Shell 和 Dupont 公司对我国实施 PDO 技术和产品封锁, 我国用户做出不用于生产 PTT 的承诺后方可购买 PDO, 且价格高达 5-10 万元/吨。PDO 的主要市场在于部分替代乙二醇、1,4-丁二醇生产高性能的纺织纤维和工程塑料。据统计, 2001 年我国乙二醇生产能力仅为 91.49 万吨, 只能满足国内消费市场的 1/3 左右, 其余全靠进口。2001 年我国乙二醇消费量为 240.32 万吨, 2002 年国内乙二醇消费量为 265 万吨, 其中进口达 150 万吨, 超过美国而成为世界最大的乙二醇消费国。尽管 2004 年至 2005 年国内将有两套主要装置投产,

2006 年我国乙二醇进口仍将增加到 220 万吨。据有关部门预测,到 2006 年,全球乙二醇需求年增长率为 5.7%,北美需求年增长率仅为 2.8%,而发展中的市场,如东欧和非洲将以较快速度增长,年增长率分别为 16.3%和 14.5%。1995 年至 2001 年,我国乙二醇消费年均增长率为 24%,预计 2000 年至 2005 年需求增长率为 6%,2005 年我国需求量约为 280 万吨,届时国内仍有将近 1/3 的市场缺口。近年来,聚酯行业的快速发展也极大地带动了乙二醇的发展,国内生产的严重不足促使我国大量进口国外产品。1995 年,我国进口乙二醇 20.54 万吨,2001 年增至 159.71 万吨,年均增长率为 112.91%。

市场调查表明下游厂家对 PDO 有巨大的潜在需求,在纺织纤维和工程塑料等新品种生产中的应用正在开发之中。特别是 PTT 生产工艺技术是成熟的,只要对现有 PET 生产工艺设备略做调整和改造即可实现 PTT 产业化生产。PTT 作为高性能纺织纤维和工程塑料目前尚不能大规模生产的主要制约因素在于 PDO 价格偏高(每吨不低于五万元人民币)和现行市场可供量太小,预计市场在条件成熟时会有大的需求量。

(2) 国内外技术发展现状及趋势

PTT 的优越性能及市场潜力早在 50 年前就被人们所认识,只因原料 PDO 生产技术难度大、成本高而导致 PTT 迄今未能大规模产业化生产。过去几十年间,人们着重研究 PDO 生产的化学合成工艺路线,即环氧乙烷催化加氢再酰化法或者丙烯氧化成丙烯醛再水化法。目前只有英荷 Shell 公司、德国 Degussa 公司和美国杜邦公司(购买 Degussa 技术)分别采用这两条化学合成路线实现了商业化生产。它们的商业化生产装置也是近年才投产的,而且目前的 PDO 成本偏高,Shell 和杜邦正在就 PTT 的合成及下游产品开发进行激烈的竞争,另一方面,它们对别的用户采取不约而同的垄断政策,即只对客户销售 PTT,严格禁止任何客户购买它们的 PDO 后用于 PTT 合成。

化学合成法的缺点是副产物多,选择性差,操作条件需高温高压,所利用的化学原料均为不可再生的石油或煤炭资源,且环氧乙烷和丙烯醛分别是易燃易爆或剧毒的危险品。资料表明,化学合成法在年产 50000 吨的规模上, PDO 的成本仍超过 2500 美元/吨。而生物发酵法选择性高,操作条件温和,原料是可再生的农产品——淀粉或植物油料,因此近年来受到特别的重视。德国国家生物技术研究中心(GBF)、美国 Dupont 和 Genencor 公司等投入大量人力物力研究 PDO 的发酵生产技术,特别是 Dupont 公司将其 1/3 的科研经费投在该项目上!

国外对发酵法生产 PDO 的研究主要集中在两个方向:其一是从工业甘油出发研究发酵生产 PDO;其二是运用现代基因工程手段改造菌种,试图将转化葡萄糖为甘油和将甘油转化为 PDO 的两组基因重组到同一细胞内,但困难是这两个基因

亲源关系很远，基因重组困难，重组后基因的传代稳定性还有待长时间考验。Dupont 与 Genencor 合作构建的重组菌虽然能产生高浓度的 PDO，但该重组菌依赖维生素 B12 而导致生产成本太高。

我国中石化、中石油两大集团及上海焦化厂、黑龙江石化院等一直高度重视 PDO 生产项目，投入了大量的人力、财力研究 PDO 生产的化学合成技术路线，但目前达到的技术水平离产业化的要求还很远。与此同时，清华大学、抚顺石化研究院、大连理工大学等单位开展生物发酵法生产 PDO 的研究，虽然比德、美等国起步晚，但研究水平特别是中试水平已赶上甚至超过国际先进水平。

4 效益分析

该项目大规模产业化后，生产成本可控制在每吨 2 万元以内。目前 PDO 的市场价格约为 4~5 万元。

5 合作方式

面议。

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它产业相结合，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

清华大学化工系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%, SO₂ 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

面议。

新型潮汐发电模型机组优化设计与研制试验

1 成果简介

国家 863 新型潮汐发电模型机组优化设计与研制试验（该项目属国家 863 计划，项目编号为 2005AA516010）项目，是结合浙江省温岭县江夏潮汐电站 6 号机扩机工程开展的研究项目。江夏潮汐电站是目前全球第三、亚洲第一的利用潮汐能发电的潮汐电站。本项目承担模型机组优化设计与研制试验工作。

2 技术指标

本研究工作包括机组流道的优化设计和模型机组制作与试验，满足正、反向发电、水泵和泄水 6 种工况，经优化设计后真机转轮正向发电水力效率不小于 90%，反向发电水力效率达到 80%。单机额定功率不小于 700kW。

3 应用说明

本研究成果直接应用于江夏潮汐试验电站的 6 号机组扩机工程中。原型机组 2007 年初开始发电生产。

4 效益分析

本研究成果有利于提高潮汐能源的利用效率及机组运行的安全性。掌握正反向发电、水泵和泄水 6 种工况的运行方式和运行效果。

5 合作方式

科研合作与机组设计。

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。另一方面，通过直流变换器向蓄电池充放电，储存电能为照明及其它用电所用。系统具有以下的特点：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

我国是世界上最大的发展中国家，一次能源并不丰富，同时生态环境日益恶化，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，又大大改善了生态环境。特别在我国西部地区草场干枯，上百万农牧户无电力供应，因而解决生活照明、人畜饮水、草场灌溉和荒漠开垦都难以实现。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年分别在清华大学校园和新疆石河子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

变速恒频双馈异步风力发电机双向变流器

1 成果简介

风力发电是一种可再生、无污染、高附加值的绿色产业，我国风力资源蕴藏量巨大，发电项目建设占地少、周期短、投资灵活，因此，发展风力发电对于缓解我国长期存在的能源紧张，抑制污染排放意义重大。目前，并网型兆瓦级变速恒频风电机组已成为国际上的主流产品，我国仅 600 - 750kW 定速型风电机组实现了国产化，而在兆瓦级变速恒频风电机组方面，与国际先进水平相比有很大的差距，尚处在研制阶段。国产化程度低和进口设备价格高是造成目前我国风电造价偏高的主要因素之一，严重地制约了风力发电在我国的发展。

本项目研制的兆瓦级变速恒频双馈异步风力发电机所匹配的变流器，它连接于双馈异步发电机转子和电网之间，由两个相同的三相整流/逆变器通过直流母线以背靠背形式组成。变流器的机侧逆变器和网侧整流器控制分别使用了自主开发的定子磁场定向矢量控制软件和 PWM 逆变/整流控制软件。

本研究项目，经教育部科技查新工作站查新和教育部科技成果鉴定，评价是：该项目在研制国产化大容量变速恒频双馈异步风力发电机系统装置及其控制软件方面具有创新性，并拥有自主知识产权，该研究成果处于国内领先，技术上达到了国外同类产品水平。

本项目的研制成功，为我国依靠国内的产学研力量，在十五末期攻克了“兆瓦级变速恒频风电机组”的一个关键技术，并打破国外厂家的技术垄断，将为降低我国风电发电造价和风力发电的普及作出巨大的贡献。

经济效益核算，以 1500kW 风力发电机匹配的变流器（600kW）为例，国外厂家的售价为 100 万元以上，国产的约 60 万元，按国家计划风力发电机年平均装机容量 150 万 KW 计算，则变流器年均有 6-10 亿元产值，可节省 4 亿元。

2 技术指标

- (1) 电网电压：690V；
- (2) 电网频率：50Hz；
- (3) 双馈异步发电机功率：600/1000/1500/2000 kW；
- (4) 双向变流器功率：200/400/600/800Kw；
- (5) 发电机、变流器的功率因数：-0.9 -- 1 -- 0.9；
- (6) 自动软并网/解列控制；
- (7) 最大功率输出跟踪控制；
- (8) 随机风速下的电功率平滑控制；
- (9) 基于双 DSP 全数字化控制；

- (10) 标准的通讯接口：CAN 总线，RS485 接口等。
- (11) 具有过流、过压、缺相、过温、过速、故障等检测和保护功能；
- (12) 具有有功、无功、功率因数、电流、电压、故障信号、运行状态等显示功能；
- (13) 符合工业现场运行要求

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、突发事故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。

清华大学核能与新能源技术研究院，新能源研究所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 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	不能发电，储电装置
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 863 成果的基础上,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()	-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

- 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,而锂离子电池的能力密度仅提高了 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。笔记本或者 PDA 随着运算速度和功能的提高,追求高性能计算通讯和彩色多媒体的同时,高电能消耗成为难以翻越的障碍,而甲醇燃料电池可以很轻松地满足这一要求。

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、千瓦级以上的甲醇燃料电池推广应用,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，甲醇燃料电池污染小的多；其次，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

方式不限。

风能、太阳能发电系统大规模电能储存和高效转化技术

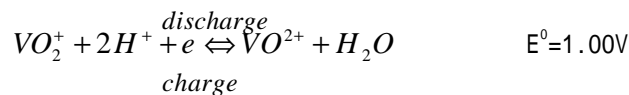
——全钒液流电池装置

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

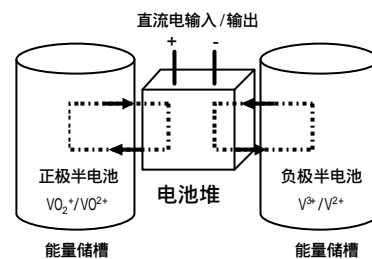
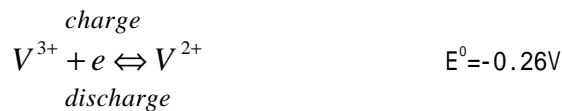


图 1 VRB 系统示意图

主要技术特点：

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~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。

2 应用实例

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

*) The advantage of the VRB for wind power output stabilisation is the very high cycle life of the VRB compared with other battery systems. In fact, SEI have reported more than 16,000 charge-discharge cycles with a 25 kW VRB stack, or up to 8 years projected life. After 8 years, it is possible to replace the membrane and extend the life of the system even further. This means that the replacement costs of the VRB would be significantly lower than other types of batteries.

***)该项目由日本政府新能源开发机构 (NEDO) 资助建设，作为研究性示范工程。

实例二：澳洲 King island 风力发电系统

开发商：Pinnacle VRB Ltd,

储能容量：800kWh

输出功率：200kW

最大功率：400KW

电解液体积：55,000 升

投运时间：2003 年 11 月

*)This was the first application worldwide of using VRB technology to assist in harnessing renewable energy for a remote power system, and the first commercially

operating VRB outside of Japan.

3 效益分析

增加发电量：	\$51,200/year	
减少风力透平维护：	\$91,500/year	
提高发电效率：	\$83,200/year	
减少系统维护费用：	\$23,000/year	
总收益：	\$248,900/year	VRB 系统资金回收期：3.5 year

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	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

本课题组研究目标

1) 研究全钒氧化还原液流电池关键材料制备和系统组装技术，形成具有自主知识产权的专利 5 ~ 7 项；

2) 结合风力、太阳能发电设施建设，研究开发 VRB 储能系统，建设中间实验装置，达到下属技术指标：

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

3) 研制相应的全自动化监控系统

4) 形成 VRB 系统制造、安装、运行的整套技术规范

研究基础

研究室已经建立适合于本课题研究的全钒氧化还原单电池装置、连续监控和数据采集的自动化电池测试系统（附图2）、流动电位测定系统、建立极板面积 500×300 的3电池实验电堆（附图3）并进行了系列测定，积累的数据为进一步开展研究工作奠定基础。

专利情况

1. 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

2. 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

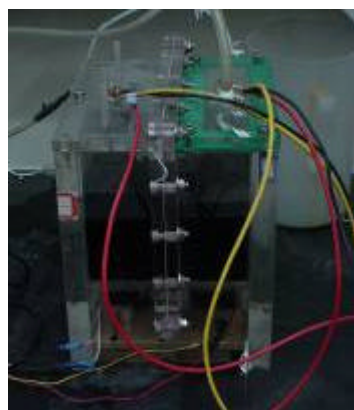


图2 全钒液流电池和自动充放电监控系统



图3 极板面积 300×500 的液流电池实验电堆

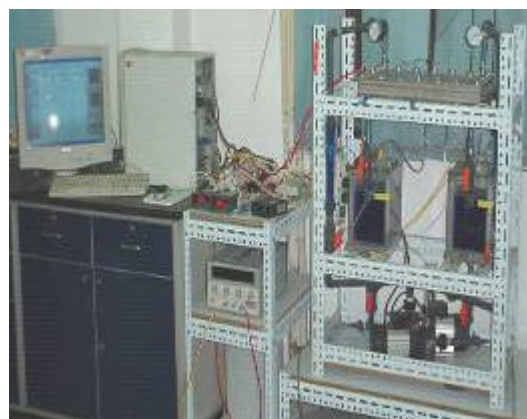


图4 液流电池系统综合测试平台

4 合作方式

面议。

高能一次锂/二硫化铁电池

1 成果简介

锂/二硫化铁电池是高能、轻量、环保的一次锂电池，工作电压 1.5V，可与碱锰电池、镍氢、镍镉、锌银电池互换使用，其放电平台平稳、储存寿命长、安全性能优良。该电池正极材料二硫化铁的理论容量为 890mAh/g，单只 AA（5 号）电池的容量高于 3000mAh，特别是在重负载场合中使用，其性能是普通电池的 4~10 倍。目前主要用于数码相机、MP3、PDAs、手持游戏机、便携 CD 播放器、掌上电脑、数字显示仪器、医疗器械等用电器中，也是寒冷气候下使用的自动调温器及其它室外电子装置所用电池的理想选择。

2 效益分析

由于圆柱形锂-二硫化铁电池的现有生产技术复杂，生产成本较高，目前为止，世界上只有美国 Eveready 公司能够大规模生产，其销售价格较高，国内进口产品的售价为每只 25 元左右。因此，国内外市场需求增长潜力巨大。

3 应用说明

顺应世界电池工业进一步向高能、绿色、安全方向发展的潮流。本项目自主研发的锂/二硫化铁电池生产技术，采用廉价的原辅材料、独特的材料处理方法以及简单有效的生产工艺，充分利用我国锂电池原材料和劳动力资源丰富的优势，通过技术攻关，电池的各项性能指标得到显著提高，而且大幅度降低了生产成本，研制成功的 AA 电池的容量在 3000mAh 以上，功率性能、低温性能等各项性能指标良好。本项目技术在国内处于领先地位，达到国际先进水平。该项目研发成功对于打破国外技术垄断、实现圆柱形锂-二硫化铁电池国产化奠定了良好基础。

圆柱形锂/二硫化铁电池技术的推出将成为一次电池产品新的经济增长点，目前相应的原料和配件市场已经成熟。加之我国的劳动力资源丰富且廉价，特别是各类电池的市场非常发达。因此，建立较大规模生产厂的几个关键要素已经完全具备了。相信不久的将来，圆柱形锂-二硫化铁电池将逐步走上规模化、产业化的道路。价格便宜、性能稳定、经济实用的 1.5V 圆柱形锂电池不但会迅速走进千家万户，而且也将会在医学、航空航天、军用或其他更多领域内崭露头角。

4 合作方式

技术转让。

除尘余热锅炉

1 成果简介

本项目以旋流类除尘器减阻专利技术为纽带，将气固分离（除尘）和传热（余热利用）两种过程有机复合于一个有限空间内进行，为含尘高温尾气排放场合提供了一种同时满足高效除尘和余热利用要求的一机两用设备，本项目已获国家发明专利。

2 技术指标

一般情况下，视具体用途的综合要求：

- (1) 除尘效率 90 ~ 98 %
- (2) 设备阻力 < 1200Pa
- (3) 余热利用效率 50 % ~ 85 %

3 应用说明

化工、机械、建材、冶金、轻工等诸多工业领域都涉及到需同时考虑除尘净化以满足工艺或环保要求，以及余热利用以减少能量浪费的情况。目前一般是使用余热锅炉或自行设计换热设备进行余热利用，再使用除尘器进行除尘净化，用户需投入两套设备的资金、场地等等。虽然目前余热锅炉中有的已具备除尘能力，但其仅仅是靠流道转弯等利用了惯性除尘机理，除尘效率不高，满足不了净化要求。而且常规余热锅炉设计的重点是高效换热，一般情况下并不能考虑到各种实际应用场合的具体情况（如粉尘物性），不能正常工作（如堵塞）的情况及由于经费限制不能购置余热锅炉而使热量白白浪费的情况很多（如化工行业硫酸生产中矿石的煅烧或培烧工段）。虽然目前除尘器中有的已考虑了换热，但其仅仅靠在外表面包敷水套，换热表面少，换热效率低。

该设备两个进口分别为含尘气体进口和冷水进口，当然特殊场合也可将冷水换成导热油等；三个出口分别为净化气体出口、热水或蒸汽或导热油出口及粉尘出口。运行操作过程简单，可实现完全自动化运行。

4 效益分析

诸多需同时考虑除尘和余热利用的企业，一般都有除尘设备，但考虑了余热利用的很少，其中主要原因是购置常规余热锅炉的资金投入及其占地问题。由于除尘余热锅炉的一机两用性能，且可根据具体情况确定余热利用效率，所以仅占通常除尘器与余热锅炉两套设备资金投入 1/2~2/3 的除尘余热锅炉一定会有较为广阔的应用前景，由此也会产生可观的经济效益（填补国内外空白的新产品，利润会远远高于常规产品）。取出的余热既可为生产所用（产生蒸汽），也可为生活所用（蒸饭、洗澡、冬季供暖、夏季空调）。设备资金投入回收期一般为 1.5-2.0 年。

5 合作方式

联合开发。

大型火电机组性能与振动远程在线监测与诊断网络系统

1 成果简介

如何保证大型火电机组安全可靠与经济运行是当前电力行业十分迫切的问题，“大型火电机组性能与振动远程在线监测与诊断网络系统”为火电机组安全与经济运行提供了一个全面的解决方案。它主要是把电厂现有 DCS 系统中的全部数据和机组振动波形数据实时采集到一个现场数据中心中，在现场进行在线实时监测分析和初步诊断。然后再通过电话网或其它手段把数据传送到远程的运行分析诊断中心，利用中心中所开发的多种方法和软件系统实现机组的远程状态监测、性能分析、故障诊断、寿命管理和操作指导等。

1997 年 4 月通过电力部组织的专家鉴定，“大型火电机组性能与振动远程在线监测与诊断系统”获 1997 年度电力部科技进步一等奖和 1998 年度国家科技进步二等奖。

2 技术指标

- 1) 机组振动监测分析与故障诊断。
- 2) 电站设备（包括锅炉、汽轮机、回热系统、发电机等）热力参数的监测与故障诊断。
- 3) 机组经济性能分析。锅炉效率、汽轮机效率和机组效率分析。
- 4) 转子热应力分析与寿命管理。
- 5) 数据库管理。
- 6) 诊断知识库管理。

3 应用说明

可用于 200MW 以上大型火电机组。系统已在山东电力科学研究院诊断中心实际应用。并且以在多台 300MW 和 600MW 机组应用。

4 效益分析

国内火电站中同时对设备进行振动、热力监测，经济性能分析，故障诊断和寿命管理的极少。而买国外公司的硬件和软件产品价格极高。我们研制的软硬件产品可替代部分进口产品，而且有中文菜单，操作使用方便。电厂中安装该系统可避免重大事故发生，提高运行效率，降低设备维修费用，经济效益相当可观。

5 合作方式

合作开发与实际应用。

信息领域 (2006)

系统生物学与现代中药的创新平台.....	96
食品中药品质的快速识别系统.....	99
信息资源访问实时监控系統.....	100
海量数字资源管理系统 DRMS (Digital Resource Management System)	101
自动语音识别技术.....	104
声纹识别技术.....	106
自然语言理解.....	108
维哈柯(汉英)阿(英)印刷文档识别系统.....	109
面向网络应用的构件化嵌入式地理信息系统.....	110
清华网络计算机.....	111
流媒体增值业务平台.....	114
企业性能管理与分析系统.....	117
通用音视频转码器.....	119
地面数字多媒体/电视广播传输协议(DMB-T).....	122
集成化中小型企业集成生产信息系统.....	123
网络化远程协同监控系统.....	125
网络化异地协同设计 ASP 平台.....	127

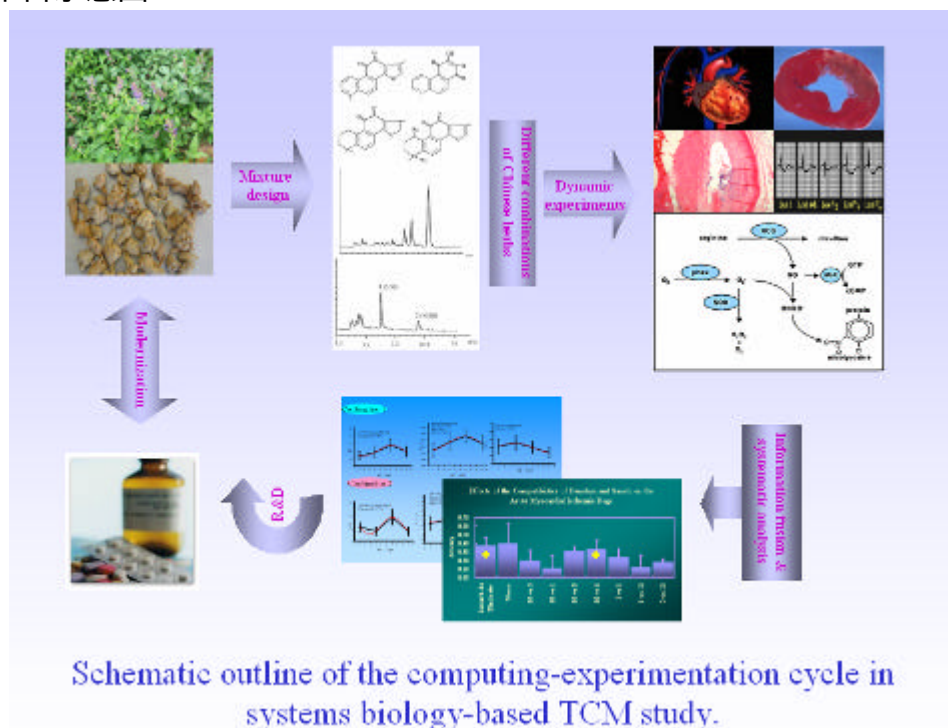
系统生物学与现代中药的创新平台

1 成果简介

清华大学“系统生物学与中医药现代化”课题组结合多学科优势，以系统生物学、生物信息等前沿科技为基础，进行中医药现代化研究，初步建立了国际上首个“系统生物学与现代中药创新平台”，为中医药现代化开辟了新的途径。该平台以创制药效物质清楚、作用机理明确的现代中药为目标，以“中药有效分子组合”的设计、筛选、评价、优化为特点，突破了由经验组方的局限，建立了计算与实验相结合的中药组方的新方法，已取得原创性的成果，并成功应用于名优中成药的二次 R&D，具有重大的社会效益和应用价值。

该平台的研制面向国家的重大需求，得到了国家重点研究发展规划项目（973）、863、“十五”攻关、国家自然科学基金重点项目等项目的支持，有关成果曾获国家科学技术进步二等奖，全国优秀博士论文奖，以及多项省部级奖励。

平台示意图：



平台主要组成部分：

- 建立了针对中药分子组合试验设计、多靶点筛选、最佳配比研究以及组合优化的新方法。
- 建立了在活性导向下，体内外中药化学信息与生物信息综合分析的“中药有效分子组合”设计、评价与优化实验平台。
- 建立了适用于中药药效评价的细胞影像（表型）与分子影像（表型）

动态监测系统。

● 从生物网络及中药干预机制的角度，建立了中药多靶点作用机理研究的计算软件和高通量生物学实验平台。

2 应用说明

基于该平台的代表性成果：

● **抗风湿中药分子组合 (AAHM01)**：类风湿性关节炎 (RA) 是一类发病率、致残率高的难治性自身免疫疾病，抗风湿药是中药有可能率先进入国际市场的主要品种，同时也是欧美等国家寻求中医药治疗的“四大病种”之一。早、中期是国际公认的治疗类风湿性关节炎的关键阶段，目前，国内市场的类似中药品种多属于三、四类药，技术含量较低，剂型陈旧，尤其是缺少早、中期治疗类风湿性关节炎的药物。AAHM01 的原始处方来源可靠，临床疗效显著。已对 AAHM01 进行药效学、药理作用、分子机制、药物代谢动力学、体内外成分分析等研究。研究发现 AAHM01 具有镇痛，消肿，抗滑膜炎，抗血管新生和组织损伤，防治骨质破坏，调节免疫等功效，优于雷公藤制剂，适用于类风湿性关节炎早、中期治疗。前期研究成果曾获 2002 年北京市科技进步奖，全国优秀博士论文奖。目前正在进行 AAHM01 分子组合的作用机理研究。

● **抗肿瘤中药分子组合 (ACHM01)**：ACHM01 是从防治肿瘤得有效中药(饮片)中研发的、一种可有效防治实体瘤转移的中药分子组合。目前在“系统生物学与现代中药的创新平台”上，已进行 ACHM01 饮片和有效分子的配伍、配比研究，建立了饮片、中间体的指纹谱，探索了饮片不同配伍主要化学成分的含量变化，并采用高通量等技术进行了体内外实验及作用机理研究，明确了各种配比的不同功效，初步明确原方和有效分子组合的作用途径、主次靶点及相关规律。预计 2006 年能够完成 ACHM01 最佳分子组合的优选。

● **复方丹参方药效物质及作用机理研究 (天津中医学院、中国中医研究院、清华大学合作完成)**：复方丹参方为中成药第一大品种，本研究采用药理和化学紧密结合的方法，在饮片、组分及成分三个化学层次上，通过整体、组织、细胞及分子四个药理水平，采用多种模型对其药效物质、配伍配比规律及作用机制进行了较系统的深入研究。该项研究较清楚地说明了复方丹参方治疗冠心病的药效物质和作用机制等，探索了由经验组方的饮片配伍过渡到在经验基础上，以有效部位配伍结合实验依据，研制现代中药的方法，建立了名优小复方中成药二次开发的模式和技术平台。该项目研究被认为是我国中医药现代化中的一项“标志性成果”，达到国际先进水平，有关成果已转让企业。本成果获 2004 年度国家科学技术进步二等奖。

● **基于新生血管形成调控网络的药物筛选平台**：通过生物信息学计算与“基因组学”、“转录组学”、“蛋白质组学”高通量实验相结合的方法，已构建新生血管形成的调控网络及有关药物靶点的辨识。目前正在该筛选平台的基础上，朝向治疗肿瘤、心脑血管病以及自身免疫性疾病等疾病的药物研制，进行促新生血管形成、抑制新生血管形成的 10-20 种中药目标分子的筛选。

3 合作方式

- 平台建设支持。
- 平台技术服务。
- 成果的合作研发。
- 成果转化。

食品中药品质的快速识别系统

1 成果简介

该成果基于自主知识产权的食品中药品质的快速识别系统,应用构件(红外光谱仪、计算软件和附件),最新整合技术和网络通讯技术,实现了在有限的资源下光谱数据的积累与检索,可进行三级鉴定、可采用三级谱库检索、可实施机器识别等,有机地集成了核标、核实、核量的关键技术,实现了光谱数据库检索与应用示范系统。

系统采用构件、最新整合技术和网络通讯技术,系统构件和应用构件可以独立升级、可加载数据、可扩充内容、可有效地支持普适计算,实现在网络上按需服务,促进空间信息的社会化应用。

本系统是由清华大学化学系、自动化系与中国中医研究院中药研究所联合完成的国家中医药管理局的科技重大项目的成果;是由清华大学分析中心和国家标准物质研究中心联合完成的科技部重大技术标准项目。以清华大学操作系统为基础软硬件平台。

2 应用说明

系统可以运行于特定中药材、中药饮品和中药制剂的快速鉴别、劣质食品的直观分析、与准标准谱图进行快速核实、与数据库结合确定样本的主体结构、与特定的数学模型结合确定样本的量化指标。

本成果是一个复杂混合物体系分析方法关键技术系统平台,可灵活适应于不同的应用系统,可以广泛应用于药物行业、食品行业、化妆品行业等领域。

3 效益分析

在食品中药领域,产品质量控制是企业发展的根本,企业具备适宜的内控质量标准是保证企业获取高额利润汇报的重要保证,“得标准者得天下”。

4 合作方式

面议。

信息资源访问实时监控系统

1 成果简介

本系统是“十五 211”信息化建设的一项重要成果,是针对园区网络信息资源的监控需求设计的。

本系统通过监听、分析用户对信息资源的访问情况,并通过推网页和重置用户的 TCP 连接等手段,提醒、并在必要时中断用户对资源的访问,避免个别用户对信息资源的违规使用、恶意下载,防范于未然,维护广大用户和服务提供商的合法权益。

系统不仅对用户的流量进行分析,而且通过对 HTTP 协议的包头数据分析判断用户的行为,达到更精确的分析效果;系统通过推网页的方式给用户以提示,达到良好的用户交互效果,避免了直接中断用户网络导致的各种问题;系统提供分级的用户控制手段,对于不同的违规级别分别进行控制;系统只针对用户违规使用的资源进行控制,不影响用户的其他使用;系统为管理员提供了参数配置界面,管理员可以根据需要对于资源控制参数灵活地进行配置。系统具有以下特点:

系统设计采用 HA 架构 (High Availability): 通过实时主备模式的切换,达到高稳定性、高可靠性。

高性能:通过算法设计支持千兆线路的处理能力,可以部署多条千兆线路。

良好的可扩展性:各个功能按照模块结构设计,可以根据实际需求灵活部署。

灵活的参数配置:管理员可以根据资源控制需求进行参数配置。

丰富的统计信息:可以针对各个资源、IP 范围、违规类型、控制手段等各种信息进行统计分析,图表的显示方式能够给管理员提供丰富直观的信息。

2 应用说明

系统运行于 Linux 操作系统,可以方便灵活地进行安装部署。系统可以应用于网络的运营管理控制用户对网络资源的使用;也可以用于信息资源服务使用情况的监视和控制。系统已经应用于清华大学图书资源的控制,达到了很好的预期效果。

3 效益分析

信息网络技术迅速发展,而网络运营商、信息资源提供商在提供在网络服务和信息资源服务的同时,也需要对所提供信息进行监视和控制。系统具有良好的产业化前景。

4 合作方式

面议。

海量数字资源管理系统 DRMS (Digital Resource Management System)

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、异构的特点,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。

◆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、应用范围

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。

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。

DRMS 先后在下述单位进行了推广和应用。

(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 $5 \text{ 个} \times 30 \text{ 万元} = 150 \text{ 万元}$ ，利税：75 万；

2)销售系统的产值，计算公式： $5 \text{ 套} \times 80 \text{ 万元（每套）} = 400 \text{ 万}$ ；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 $10 \text{ 个} \times 30 \text{ 万元} = 300 \text{ 万元}$ ，利税：150 万；

2)销售系统的产值，计算公式： $10 \text{ 套} \times 80 \text{ 万元（每套）} = 800 \text{ 万}$ ；利税：160 万。

(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。

4 合作方式

技术推广和合作开发相结合。

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”出不同人所说的连续语音，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) 按系统的用户情况分：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) 按语音的输入方式分：孤立词、连接词、连续语音系统等；
- (4) 按输入语音的发音方式分：朗读式、口语（自然发音）式；
- (5) 按输入语音的方言背景情况分：普通话、方言背景普通话、方言语音识别系统；
- (6) 按输入语音的情感状态分：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，比如电视、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，以及电信级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它联系电话，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，因而显著提高了学习者的学习兴趣，这对提高英语学习成绩有很多帮助。

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的整体能力、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、快捷、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，声控拨号器对于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

面议。

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:

- (a) 使用携带方便,即插即用;
- (b) 高的精度,声纹识别达到使用水平;
- (c) 无需记忆,声纹就是密码,人在密码在,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;
- (d) 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;
- (e) 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,为公安的技侦和刑侦部门节省大量的警力,并大大提高监听的效率和破案的成功率。

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，提高群众的满意度。

（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

面议。

自然语言理解

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。

自然语言理解技术可以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、可视化的、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，快速并有效地开发出实用的口语对话系统。国内大部分的技术开发商和 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，进一步开发意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、自然的、互动的信息服务，如旅游交通、吃喝玩乐、金融证券、交友网聚、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

面议。

维哈柯（汉英）阿（英）印刷文档识别系统

1 成果简介

我国西部开发和全球信息化发展迫切需要解决新疆地区维吾尔、哈萨克、柯尔克孜民族文字以及国际上与之相近的阿拉伯文字的文档识别技术难题。由于阿拉伯文体系的字符与汉藏语系、拉丁语系的文字截然不同，连写字符多，字符相似程度高，字符识别难度大；且阿拉伯文体系的文本书写方向为从右向左，实际文档中具有与之相反从左向右的英文或汉字混排，解决双向混排文字的印刷文档识别问题具有重要的学术价值和巨大的应用前景。由清华大学主持研制，并和新疆大学合作开发了维哈柯（汉英）阿（英）印刷文档识别系统。该系统于 2004 年 8 月 10 日通过了教育部组织的技术鉴定。维哈柯（汉英）阿（英）印刷文档识别系统能识别印刷多字体的维哈柯文和阿拉伯文字符，并能识别处理维哈柯文混排汉英或阿拉伯文混排英文的文档，是集版面分析、文本行字切分、识别、双向混排文档图文对照编改等技术于一体的完整的维哈柯文和阿拉伯文文档识别的实用系统。维哈柯（汉英）阿（英）印刷文档识别系统主要技术指标达到了国际领先水平，为维哈柯阿文纸质介质文档经扫描识别转化为电子文档提供了有效的工具，将对维哈柯阿文信息数字化发挥重要的作用。

2 技术指标

主要技术内容包括：

1. 提出并采用了基于统计识别的、统计和结构相结合的维哈柯阿文字符识别方法，包括非方块多字体维哈柯阿文字母定位和规一化方案、维哈柯阿文字符识别特征的选择和优化方案等。单字符识别率达 99.4% 以上。

2. 针对连写维哈柯阿文本连写字符没有明确边界及大小的切分困难，提出了基于维哈柯阿文本基线分析的、在候选切分点中寻求最优切分点的字符切分算法，有效地解决了阿拉伯字符形式多种、形状多变、极相似字多、连写字符切分困难的阿拉伯类文字文档识别难题。文本识别率达 96% 以上。

3. 系统还解决了从右至左书写的维哈柯阿文字与从左至右书写的汉字或英文混排文档的识别问题，通过字符类别辨识，结合汉、英文字识别核心技术，最终完成了实用的高性能维哈柯（汉英）阿（英）印刷文档识别系统。

3 合作方式

面议。

面向网络应用的构件化嵌入式地理信息系统

1 成果简介

该成果基于自主知识产权的嵌入式操作系统 **Elastos**，应用构件（Component，组件）中间件技术，整合最新的GIS技术和网络通讯技术，实现了在嵌入式GIS系统有限的资源条件下（硬件处理速度、存储容量等）大容量空间信息的压缩与检索、空间信息管理、空间信息浏览、可视化、空间信息查询、空间分析处理、与大型GIS系统实现互动等GIS关键技术，有机地集成3S（GIS、GPS、RS）技术，实现了嵌入式GIS系统构件库与应用示范系统。

系统采用构件、中间件技术，基于网络服务（Web Service）的计算模型，系统构件和应用构件可以独立升级、动态加载，甚至跨网络运行，有效地支持嵌入式地理信息终端与大型GIS系统的交互、网络服务。结合GPRS、CDMA等无线通信技术和GPS等空间定位技术，可以实现自动导航，可有效地支持普适计算(Pervasive Computing)，实现空间信息在网络上按需服务，空间信息的个性化、透明化的信息服务，从而实现随时随地获取、处理和利用空间信息的目标，促进空间信息的社会化应用。

本系统是与地质大学联合完成的863项目成果。以清华**Elastos**嵌入式网络操作系统为基础软件平台。还可以在Windows、Windows CE操作系统上运行。

2 应用说明

系统可以运行于掌上电脑、移动电话等移动信息终端中占有80%以上份额的ARM体系CPU，以及在PC和各种工业设备中广泛采用的X86系列CPU等硬件平台。

本成果是一个嵌入式GIS系统平台，可灵活适应不同的应用系统，可以广泛应用于车载导航与智能汽车、智能手机与个人PDA、智能交通、野外数据采集、信息家电、军事国防、工业控制、环境工程与自然等领域。

3 效益分析

在汽车电子、车载导航领域，据专家估计，在未来几年内仅用于汽车导航每年能达到10万辆车以上的装车量，相关产值有可能达到7-10个亿。

成果支持多硬件平台，有多种操作系统平台自适应的特性，为今后的产业化开发提供了广谱的选择性，具有良好的产业化前景。

4 合作方式

面议。

清华网络计算机

1 成果简介

清华网络计算机 (TNP) 是拥有自主知识产权, 并且拥有从底层设备 (CPU、开发板等) 到顶层软件 (操作系统、客户端等) 的强大的技术支持。

清华网络计算机是本课题组面向网络终端市场推出的低价位、高性能的应用产品解决方案。采用本产品可以为政府机构、科学教育 (学校、图书馆、科研单位等)、企业产品开发、社区管理、服务性行业 (商场、酒店、会场等) 提供完备的应用解决方案。

基本功能：

网络计算机采用中心服务器集中数据与应用, 通过网络连接为用户提供图形终端及一定的本地处理应用, 能够适应现代高速网络环境下对客户端计算机的要求; 而且集中式的数据管理降低了系统的维护与管理成本, 提高了整体安全性。

同时网络计算机采用 MIPS 兼容处理器与 Linux OS, 其体系结构与软件系统都是开放的, 有利于以较低的成本进行灵活配置, 取得所需要的整体性能与功能。

NC 硬件结构：

清华网络计算机采用的是 PMC-Sierra 的 RM5231A/7035C 处理器、PM8172 系统控制芯片和清华自行研制的主板。处理器采用 32 位 MIPS IV 指令集, 支持 SuperScalar 结构。板上集成了多种接口：

- ◆ SDRAM/Flash/ROM 控制器, 标准 DIMM 插座 SDRAM, 64MB;
- ◆ PCI 总线控制器;
- ◆ DMA 控制器;
- ◆ 集成声卡, 支持 16 位 44.1K 立体声, 有 Line-out 和麦克风输入接口;
- ◆ 串口;
- ◆ IEEE 1284 并口, 支持并口打印机 (可选);
- ◆ USB 1.1 controller (两个插口), 支持 USB 接口的移动存储、摄像头和无线网卡 (可选);
- ◆ ATI Rage XL 显示芯片, 带 4MB 显存; 最高分辨率: 1024×768×16 位元彩色, 最高屏幕刷新率: 75HZ; 支持 LCD 显示器;
- ◆ PS/2 接口: 支持 PS/2 键盘和鼠标;
- ◆ 其它: 无需任何风扇;
- ◆ RTL-8139 10/100Mb 自适应网卡, RJ-45 接口 (1~2 个);
- ◆ ATA 33 IDE 接口 (可选);
- ◆ 智能卡接口 (可选);

- ◆ GPIO (可选);

NC 软件支持：

系统软件包括：

- ◆ 系统启动引导程序，支持网络启动
- ◆ 操作系统内核: Linux kernel 2.4.18
- ◆ 硬件显示加速
- ◆ 完整的声卡、显卡、智能卡、串并口、IDE 硬盘、USB 等各种设备驱动支持

动支持

- ◆ 真彩图形化界面，显示分辨率最高为 1024×768
- ◆ 支持 RDP (Remote Desktop Protocol) 5.2 协议
- ◆ 网络浏览器
- ◆ 多媒体播放软件——支持 MPEG1/MPEG2/MPEG4/Divx/Xvid 等多媒体压缩格式；支持网络流媒体播放，包括多播、广播等模式。
- ◆ 摄像头实时视频播放 (可选)
- ◆ 各种本地游戏，包括 DOMM 等 (可选)
- ◆ USB 移动存储、USB 无线网卡、USB 摄像头支持 (可选)
- ◆ 打印机支持 (可选)
- ◆ 支持基于智能卡的用户身份认证 (可选)

技术特点：

- 主板集成了所有的主要设备，并且无本地存储，使得本机的可靠性大大增强。

- 网络启动，自动进行网络配置。
- 强大的多媒体处理功能

支持 MPEG1 MPEG2 MPEG4/Divx/Xvid 等多媒体压缩格式的全屏流畅播放；支持视频点播 (包括 http/ftp/rtp/多播/广播等方式)。

- 易于升级

软件的升级可以集中在服务器端进行，无需对多台 NC 进行繁琐的本地升级。

- 操作界面的无缝连接

将 Windows 服务器应用与 TNP 的本地应用无缝连接起来 ;用户开机后见到的即是 MS Windows 界面，此界面上有相应的图标和控件，可以轻松的调用 TNP 的本地程序，在外表上与 windows 端应用没有区别。

- 网络计算机端资源与服务器的无缝集成 (可选)
- 网络计算机的本地资源，如 USB 存储、打印机等可以映射到 MS

Windows 服务器上，可供用户以 Windows 本地资源的形式进行使用，提高了操作的便捷性。

2 应用说明

目前，清华大学的研究人员已经与加拿大 PMC 公司、ATI 公司进行合作开发，推出了基于该网络计算机的“小虎”开源网络计算机平台，并正在进行商品化推广。

3 合作方式

面议。

流媒体增值业务平台

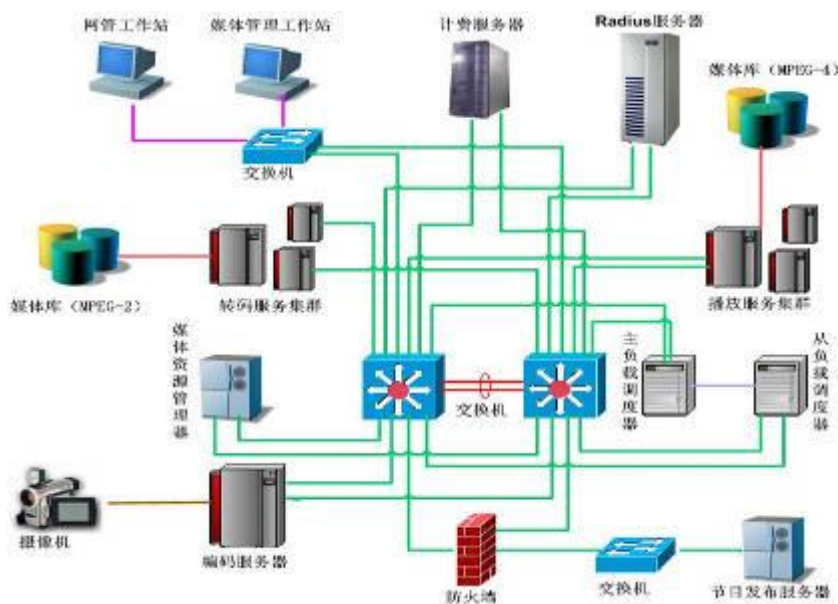
1 成果简介

LSMP 项目的目标是提供基于 IP 网络的流媒体增值业务整体解决方案，涵盖了流媒体服务器、客户端播放器、网络中间件、运营支撑系统和工具包。所有核心组件均运行在 Linux 操作系统之上，达成最优的性能价格比和最大的安全性。

该系统构架基于 Linux 操作系统，遵循网络多媒体领域的相关标准，并已有多项发明专利，拥有完全自主知识产权保护，核心组件包括视频播放服务器、编码服务器和转码服务器。此外还具有完善的运营支撑系统，包括用户管理、网络管理、计费管理等。LSMP 作为一个通用平台，为网络运营商开辟了广阔的空间部署各种新一代增值业务。该系统的完整框架如下图所示，可根据实际的运营需要选则相应的组件。

基于 Linux 操作系统的流媒体服务器可以运行在各种硬件平台上。点播和直播流媒体服务器均支持 ISO/IEC MPEG-4 标准，符合 ISMA 1.0 规范。可以支持 Microsoft Windows Media、Real Media、DivX、Xvid、MPEG-1 等多种常见的视音频格式，此外还支持新推出的 H.264 编解码格式。采用服务器集群等多种技术以提高系统的可用性和可伸缩性。

本系统针对宽带多媒体运营的特点，制定出一套切实可行的用户资金流动渠道，对各个环节进行有效管理，提供了灵活丰富的计费策略，如节目定价、包月、账号等级设定、时段折扣、流量收费等，运营商可随意选择，既可满足周密细致的计费模式，又可满足简捷实用的运营模式。



2 技术指标

服务器配置：

CPU Intel Dual P4 1.8GHz

内存 1G

网卡 1000Mbps

操作系统：RedHat8.0 Server

测试结果：

码率(Kb/s)	最大点播 用户数	网络带宽 (Mbps)	内存占有率 量 (Mb)	CPU 占有率
1028	346	731.02	70	99%
464	633	535.86	95	88%
40	1400	142.05	116	98%

本系统还可采用集群模式提供大规模应用服务,通过增加服务节点的个数可以使系统的服务能力呈近线性的增长。

3 应用说明

本系统包括流媒体系统运营的全套解决方案,用户根据服务规模和所选取的运营方式选用所需的模块,最简单的系统只需一个节目库和一台播放服务器。以本流媒体增值业务平台为基础可以展开点播、组播、直播等多项业务,并且可以支持多种商业模式,适用于电信、广电、城域网、智能小区、校园网络、企业、公安、军警等等,市场容量巨大,社会经济意义显著。

4 效益分析

根据美国传媒调查机构的调查,在一段时间内(一般为 3~5 个月),有 85%的人以下表的比例收看相同影片。

85%观众的收看倾向			
片源总数	30	50	100
收看片数	12	15	18

由上表不难看出,观众的收看愿望有明显的集中倾向,表中租片的范围及比例表明,在某一段时间内,观众的目光只集中到其中的 12~18 部影片上,增加影片的储存总数对点播影片影响的弹性系数很小。所以运营商大可不必为片源成本担心。

假设现在要为一个有 3000 个住户的小区提供视频点播服务,分析该系统可能为运营商带来的经济效益。系统采用最简单的单机服务模式,初期设备投入大概在 10 万元左右。假设用户点播率为 20%,用户每次点播看一部电影,时长 100 分钟,我们采用按时间计费的方式,每小时收费 1 元,每天的收入就为 $3000 \times 20\% \times 100/60 \times 1 = 1000$ 元,除去每月租片费用 1500 元。

投资平衡点 = 总投资/每天的收益 = $100000/(1000 \times 30 - 1500) = 3.5$ 月。

根据以上条件分析，小区视频服务系统运营 3.5 个月即可收回全部投资。

5 合作方式

本系统包括点播服务、视音频采集、转码服务、认证计费、集群管理和内容发布管理等模块，根据用户需要我们可以选取相应的组件并提供解决方案，用户如有特殊需求，可提供二次开发所需的系统组件和代码。

企业性能管理与分析系统

1 成果简介

确保企业日常运营状态处于面向预定目标的正确轨道是企业各级管理人员日常工作的核心任务。及时、准确地了解企业内部各个岗位、各个部门及整个企业关键绩效评价目标的目标值、实际值、发展趋势等是企业各级管理人员了解现状、科学决策、采取有效措施确保企业日常运营状态处于面向预定目标的正确轨道的有效途径。

企业性能管理与分析系统是面向企业各级管理人员，为其提供关键绩效评价目标的管理与分析工具集，包括关键绩效指标的统计与查询、差距分析、对比分析、因果关系分析等，辅助各级管理人员掌握企业内部各个岗位、各个部门及整个企业关键绩效评价目标的目标值、实际值、发展趋势等，驾驭企业正常、高效运营。

2 应用说明

企业性能管理与分析系统主要由经营体定义与管理、评价指标定义与管理、用户定义与管理、数据字典定义与管理、经营体配置管理、经营体评价指标配置管理、系统配置管理、评价指标统计与查询、评价指标差距分析、评价指标对比分析、评价指标因果关系分析组成。

(1) 经营体定义与管理

对构成企业或企业集团的部门、岗位、分/子公司等分支机构进行定义与维护，主要内容包括名称、主要职责、通信地址、联系人、联系方式等。

(2) 评价指标定义与管理

对考核经营体的评价指标进行定义与维护，主要内容包括指标名称、指标简称、计算与统计公式、计算与统计周期、预警阈值等。

(3) 数据字典定义与管理

对评价指标计算与统计中用到的数据进行定义与维护，主要内容包括数据名称、数据简称、数据类型、长度等。数据字典也是进行数据接口定义的依据。

(4) 用户定义与管理

对系统的用户信息进行定义与维护，主要内容包括用户名称、用户类型、用户口令等。

(5) 基础数据管理

对用于评价指标计算与统计的原始数据及评价指标值进行查询与维护。

(6) 经营体配置管理

根据经营体基本信息，定义经营体之间的隶属关系，并对经营体隶属关系进行管理与维护。

(7) 评价指标配置管理

根据经营体基本信息及评价指标基本信息，定义经营体的评价指标，并对经营体评价指标进行管理与维护。

(8) 系统配置管理

根据用户信息及经营体信息，定义用户所能操作的经营体及系统功能。

(9) 评价指标统计与查询

根据原始数据及评价指标定义信息，对评价指标值进行计算或统计，并对评价指标值进行实时查询。

(10) 评价指标差距分析

查询显示特定经营体所有评价指标或特定评价指标的目标值和实际值，对目标值和实际值之差超过阈值的指标进行预警显示。

(11) 评价指标对比分析

对特定经营体的特定评价指标进行对比分析，包括同年月份分析、三年同期分析。对不同经营体的特定评价指标进行对比分析，并采用表格或图形的方式显示对比分析结果。

(12) 评价指标关系分析

以图形方式显示特定经营体的各评价指标之间的定量关系，并分析特定指标对其它相关指标的灵敏度。

3 效益分析

支持企业各部门和岗位的绩效考核，充分发挥人的主观能动性，使得企业处于高效运行状态。

4 合作方式

直接面议、转让使用权、合作开发。

通用音视频转码器

1 成果简介

通用音视频转码器能够对网络中传输的音视频进行实时转码，自主选择输出格式、码率与分辨率，支持最新的音视频标准和网络传输协议，并能提供版权保护功能，填补了国内外在这一领域的空白，在互联网多媒体直播、通用多媒体存取平台、视频网关、数字电视节目的前期制作、手机移动电视等领域有着广泛的应用。

本产品由清华大学自主设计并开发，拥有自主知识产权，其设计中使用了多种国际领先的技术，具有明显的技术优势，已申请十余项发明专利。

2 应用说明

产品主要功能：

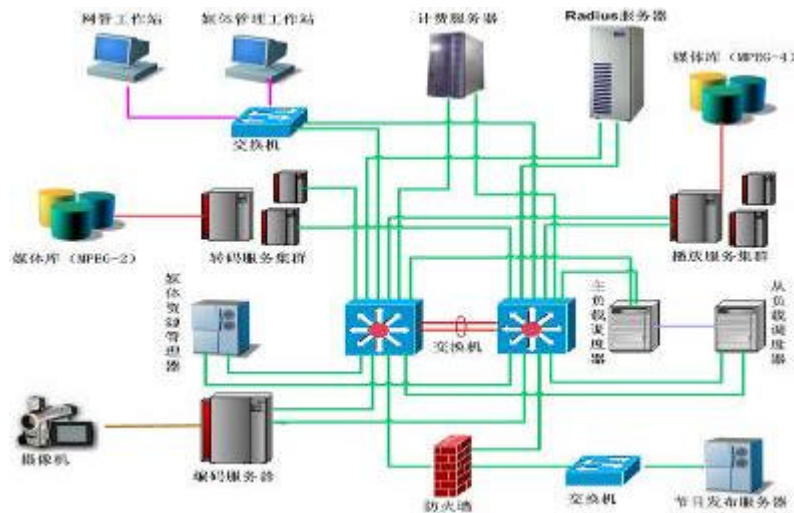
- ◆ 视频转码
 - 支持 Mpeg4 标准；
 - 支持 JVT/AVC/H.264 标准；
 - 支持输出码率的选择；
 - 支持输出分辨率的选择；
 - 支持输出帧率的选择；
 - 支持多路并发转码。
- ◆ 音频转码
 - 支持 MP3 标准
 - 支持 AAC 标准；
 - 支持 AC3 标准；
 - 支持 G.729 标准；
 - 支持多路并发转码。
- ◆ 网络传输
 - 同时支持新一代网络标准 IPv6 和现有的 IPv4 网络；
 - 支持数字电视网络传输标准 DVB/C、DVB/S、DVB/T；
 - 支持新一代手机移动数字电视标准 DVB/H。
- ◆ 支持媒体内容的版权保护
- ◆ 提供与转码服务器匹配的客户端
- ◆ 提供认证、计费、集群、网络发布等运营支撑系统

产品特点：

- ◆ 支持最新的视频编码标准 JVT/AVC/H.264

- ◆ 支持最新的音频编码标准 AAC
- ◆ 支持最新的手机移动数字电视标准 DVB/H
- ◆ 支持实时改变码率
- ◆ 同时支持新一代网络传输标准 IPv6 和现有的 IPv4 网络，具有很强的适应性和可扩展性
- ◆ 既可以应用于局域网和广域网，又可用于广播网，应用范围广阔
- ◆ 支持媒体内容的版权保护

应用举例：



基于 IP 网络的流媒体服务系统设备连接图

3 效益分析

市场潜在效益预测(仅以互联网直播、数字电视运用、手机电视应用为例):

a、 互联网应用 (如 IPTV、远程教育、视频会议、远程监控)

- 预期每年销量： 2,000 套
- 预期每套售价： 200,000 元
- 预期每年销售额： 4 亿元

b、 数字电视应用

-前端 (省、市、县电视台) 市场

- 预期每年销量： 400 套
- 预期每套售价： 300,000 元
- 预期每年销售额： 1.2 亿元

-终端 (机顶盒上的播放软件) 市场

- 预期市场规模稳定后的装机用户数：1 亿户
- 预期每用户收入 (通过提供软件维护和升级获得)：10 元/年
- 预期每年收入：10 亿元

c、手机电视应用：

—手机上的播放终端销售（建议采用预装并与手机捆绑销售的方式）

•预期每年销量：500 万套

•预期每套售价：50 元

•预期每年销售量：2.5 亿元

—与内容提供商及运营商提成

•预期市场规模稳定后的装机用户数：2 亿套

•预期每套每年提成：30 元/年

•预期每年提成：60 亿元

4 合作方式

转让使用权/合作开发等。

地面数字多媒体/电视广播传输协议(DMB-T)

1 成果简介

清华大学整合一批自主的前瞻性研究成果，借鉴国际现有三种标准的经验和教训，融合了数字通信最新发展的成熟技术，提出了地面数字多媒体/电视广播传输标准（DMB-T）方案。该方案采用自主原创性时域同步正交频分复用（TDS-OFDM）技术，拥有多项发明专利和较完整的自主知识产权体系。DMB-T 方案和国际现有的数字电视地面传输标准比较，具有多项鲜明的应用特点、较好的整体技术性能。

DMB-T 方案历经三次理论分析（计算机仿真、专家评估、方案论证）三代（功能、测试、产品化）样机研发、三代（测试、试用、产业化）专用芯片开发、三种（密集楼群地区、中小城市、现代化都市）场地试验、三个（全国广电标委会、国家知识产权局、中国工程院）专业部门评估等多个阶段，并通报国际电联并获得热烈反响，技术已基本成熟，方案已基本定型。

从 2001 年第一代专用编、解码芯片开发成功，到 2003 年批量产业化的接收芯片开发成功，清华大学 DMB-T 方案已经完成了三代专用芯片的开发。

2 应用说明

在 DMB-T 接收芯片的支持下，清华大学和长虹、熊猫、TCL、康佳、创维、海信、赛格、牡丹等 8 家国内彩电领军企业，已经开发出 DMB-T 的数字电视机、机顶盒和数模一体化的数字电视机；同时北广、吉兆、金网通以及 R&S 等国内外主要的广播设备企业已完成 DMB-T 数字电视发射激励器、发射机等设备的研制。DMB-T 单频网系统已经在深圳、天津等地经过大规模试验，近期将在若干主要城市开始试验运营。

3 合作方式

面议。

集成化中小型企业集成生产信息系统

1 成果简介

本系统是集 CAPP, PDM, ERP 等企业信息系统的核心功能为一体的企业运作信息系统,以物流运作为目标,以过程管理为手段,采用最先进的 WEB 技术和 B/S 结构,其主要功能覆盖企业层、车间层、单元层的运作,功能模块包括:

- 基于 WEB 的中小企业 MRPII 系统;
- 基于 WEB 的仓库管理系统;
- 基于 WEB 的产品数据管理系统;
- 基于 WEB 的车间执行系统;
- 基于 WEB 的质量管理系统;
- 基于 WEB 的协同工艺设计与制造数据管理系统。

2 技术指标

B/S 结构, XML 标准, 按软件可用性要求进行的产品设计。提供 ERP、PDM 和 CAPP 的核心功能, 并实现三系统的集成设计与运行, 同时具有诸多办公自动化功能, 可有效地实现企业的网络化经营。

3 应用说明

以企业信息化项目为依托, 以中小型制造业企业为应用对象, 集中解决信息系统实施过程中产品开发过程、经营生产过程中的集成问题, 中小企业在企业信息化过程中存在的资金短缺问题、项目实施技术力量不足等问题。该成果以已有项目实施经验和信息系统为基础, 综合进行企业信息系统的咨询、设计、应用和系统运作全过程的项目实施。

4 效益分析

CAD/CAPP/CAM, PDM, ERP 是目前企业信息化应用最为广泛的三个信息系统。但是这三个系统由于其分别应用于企业的设计, 物流管理和生产调度, 所以其功能彼此相对独立, 系统也都是单独进行开发的。尽管有各种各样的接口, 但也都是针对具体产品的。不同产品的组合就要求不同的集成方案。因此三个系统的集成一直是企业信息化的障碍。理论上讲, 再好的接口方案也不如一个集成设计和开发的信息系统。集成化中小企业信息系统就是基于这一思想而开发的信息系统, 这一系统即可以满足企业主要业务流程的功能需要, 也可以大大节省因分别实施三个系统及集成所带来的费用。

市场上的 PDM、ERP 系统都是成百上千万的售价, 即使是 CAPP 也在几十万, 这对于许多欲从事企业信息化企业望而却步。我们的目标是以一套系

统的投资，提供三个系统核心功能的中小型企业生产管理信息系统。投资至少减少原有的三分之一。

5 合作方式

合作开发，以现有系统为原型进行市场化产品开发。

集成工程，以现有系统为基础，以工程实施方式，结合咨询、工程应用、项目管理、系统运作优化和管理，实施企业信息化项目。

网络化远程协同监控系统

1 成果简介

企业管理中对制造现场的生产线、制造流程及设备单元均有各种监控的需求，许多企业实际需要多个不同地点、不同部门同时对异构控制系统环境的生产线进行远程监视、检测和控制，甚至进行“技术与管理专家”的“会诊”，实时掌握企业生产情况和设备运行状况，提高企业各个层次的决策和控制能力；同时希望能够实现对于异构设备及生产线各类数据进行采集、存储、分析和处理，并与企业和车间生产管理相结合，有效地发挥各种先期投入的软件技术和硬件设备的效用，实现有效集成。网络技术的高速发展和基于网络的 Web 使技术促进了实现上述功能的可能，网络化平台为企业的远程协同监控提供了低成本、高效率、多功能的解决方案。

制造系统监控是对生产过程中产生的各种信息进行获取、传输、处理、分析和应用，确保制造系统中生产高效、合格地进行。制造过程中各种设备的状况、工况环境、设备的协调、调度和信息交换等均需要检测监控系统完成。本项目面向离散/连续混合型生产线设备的监控，利用 Internet/Intranet 网络技术，对生产线及车间现场进行智能化数据（包括视频、声频、热、力、速度、加速度、PLC/PC 存储等信息）采集，并可在现有生产线或车间环境基础上，以较低的成本投入，对传统的监控系统构架进行改造和创新，通过协同化生产环境监测并控制这些生产系统和现场设备的运行状况及各种参数，结合生产车间的实时调度，实现远程智能化协同“会诊”式设备故障诊断、生产线故障预警、设备控制等工作。项目还将应用监控效用信息理论进行视频采集、传输和显示，在现有网络带宽及传输速率基础上实现多维信息的实时共享。项目具有创新性、实用性和通用性，在机电制造型企业均有普遍意义和实用推广价值。

2 技术指标

在现有 Intranet 带宽限制的环境下，实现远程智能化协同设备监控，对设备故障及产品质量进行预警、故障诊断等，对生产线产生的各种数据进行采集、存储、统计及报表生成，并通过互联网按权限实时提供给各级管理、技术、市场和生产人员。

3 应用说明

项目属国家自然科学基金、教育部 985、北京市自然科学基金重点以及教育部智能制造重点实验室开发等资助项目，并结合部分企业需求如广东科龙电器股份有限公司、北京第三机床厂生产线等开展研究，并已经建立网络化

可“即插即用”的远程车间级智能化协同设备监控系统平台；构建包含安全和备份查询功能的实时生产数据管理软件系统；建立面向家电制造型企业的包括远程设备监测、故障诊断、设备状态分析、生产状态统计和产品质量统计等典型应用服务系统，项目已在科龙公司冰箱和空调生产线建立示范性应用。

4 效益分析

通过降低设备故障率，提高设备及产品质量的预警能力，增强各级管理、技术、市场和操作人员对生产线现场的监测和控制能力，集成监控系统与生产管理系统等，缩短产品制造周期、降低产品成本、提高产品质量，从而提升企业竞争能力，提高产品年销售额。

5 合作方式

可以包括多种合作方式，如委托开发，联合开发等。

网络化异地协同设计 ASP 平台

1 系统简介

ASP (Application Server Provider, 应用服务提供商) 是当前我国中小企业适合采用的一种信息化发展模式。ASP 借鉴了集约化经营理念, 由专业的服务公司集中经营和维护高成本的软件系统并提供相应的技术支持, 中小企业通过软件工具租用 ASP 服务的方式实施正常的业务运营, 大大降低了中小企业的信息化成本。ASP 为那些想实施信息化而又经济能力不够、缺少专门人才的企业带来了希望。利用 ASP 系统, 企业无需配备专门技术人员、无需大量资金投入就可获得专业的服务和技术支持。可以预见, ASP 是今后中小企业信息化的发展方向, 而中国广大的中小企业用户群也为 ASP 的发展提供了巨大的潜在市场。

“网络化异地协同设计 ASP 平台”是在国家 863 计划、北京市科技计划共同支持下由清华大学国家 CIMS 中心自主开发的具有自主知识产权的、用于产品异地协同设计开发的 ASP 系统。2006 年 3 月, 该平台通过了北京市科委组织的成果鉴定, 包括五位院士在内的专家组一致认为其整体技术达到国际先进水平。通过该平台, 可以将不同企业的优势设计资源有机集成起来, 可实现区域/行业内企业间的协作, 使协同设计开发过程变得简单、高效, 进而提升中小企业的产品开发能力。

2 系统实现目标

“网络化异地协同设计 ASP 平台”系统实现了以下目标:

1) 设计资源共享

通过软件工具的集成与共享, 达到了区域或行业优势设计资源的共享, 降低了企业、尤其是中小企业的信息化门槛, 提高了设计资源的利用率。

2) 产品多领域集成设计

协同设计平台是一个集成的设计开发环境, 多个领域的设计人员能够通过互联网协同设计同一个零件、部件、子系统以及整个产品, 比如机械设计、电子设计、人机工程设计、美工设计等等能够同时进行。通过这种实时协同, 多个设计人员能够进行异地协作。

3) 网络化制造环境下多企业间协作开发

网络化制造环境下, 一个产品的设计、制造牵涉到多个企业的协作, 如果采用传统的方式, 那么开发过程将变得复杂。通过协同设计平台, 突破了设计过程中地域的限制, 不同地域、不同企业的人员通过网络可以针对同一个模型进行协同设计和在线交流, 使得设计过程变得简单, 高效。

4) 大型企业异地协同设计开发

目前有许多大型企业设计和制造不在一个地方，并且同一产品的不同部件可能在不同的地方设计。通过协同设计 ASP 平台，达到了大型企业异地协同设计开发的目标，可大力提高企业产品开发效率。

3 产品功能

“网络化异地协同设计 ASP 平台”的主要功能包括：

1) 协同信息管理

管理在协同设计系统中使用的服务器资源配置信息，包括 IP 地址、服务器硬件信息等；管理协同小组及成员信息，以使用户通过协同设计 ASP 平台，了解自身所处的状态，并以文字形式表达各自观点。

2) 基于 WEB 的远程浏览

在这种方式中，用户通过浏览器能够查询、浏览有关产品开发过程的相关信息。根据用户权限，能够以文本方式提出简单的评价和修改意见。这是一种非实时的协同方式。

3) 共享远程资源

本地设计者通过协同设计 ASP 平台将设计工具共享，远程用户可以操作相关的共享软件工具。同样基于权限，用户可以实现对远程软件工具的实时操作。这是一种实时的协同方式。

4) 多用户实时协同

多个用户之间可以变更对共享软件工具的操作控制权限。每个用户都可以看到共享模型，并实现实时更新。在协同环境中，通过操作控制权限的转移，使得各个用户协同操作模型，避免冲突。

图 1 是多人异地协同设计过程的界面截屏图。来自不同地域的异地设计人员通过 ASP 平台实时同步设计一个产品，在同一个时刻，只有一个设计人员具有模型修改操作权限，其他设计人员可以实时看到修改结果并通过左边的对话框实时交流信息，ASP 平台管理员在该设计人员完成其设计操作之后把操作权限移交给下一个设计人员。

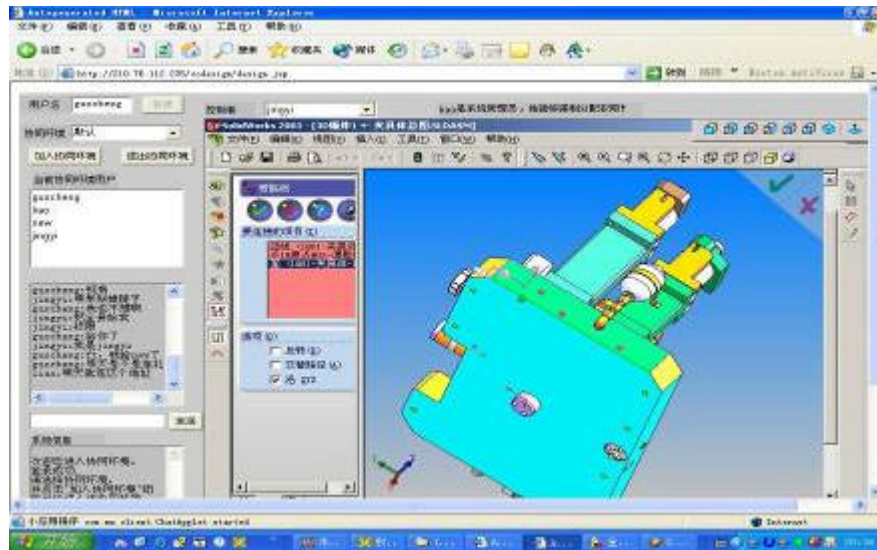


图 1 多人异地协同设计界面

4 系统特色

“网络化异地协同设计 ASP 平台”在整个设计开发过程中，始终着眼于用户的需求，因此平台除了前面所述的主要功能，还具有如下方便用户使用的特色：

(1) 无同时登陆人数限制

系统由于采用多线程技术，对于每一个用户，都启动一个线程专门负责客户端与服务器的通信、图像的传输以及其他功能的实现。所以对于同时登陆的人数无任何限制，只是在理论上受服务器资源的限制。协同的实时效果主要与网络带宽有关，单用户 512k 以上宽带接入可以达到较好效果。

(2) 无登陆人员地点限制

系统采用 B/S 结构，是完全基于 Internet 的服务程序。协同设计人员只要可以登陆 Internet，就可以从任何地理位置通过 Internet 登陆产品异地协同设计系统。

(3) 提供在线交流功能

系统除了提供协同设计的主要功能外，还提供在线交流功能，设计人员可以在协同设计的过程中通过在线交流功能随时交流各自的想法，更好地完成协同设计的任务。

(4) 系统具有跨平台的能力

产品异地协同设计 ASP 平台系统采用 J2EE 架构，用 Java 语言编程实现，具有跨平台的能力，服务器软件不仅可以安装在 Windows 2000/2003、Windows XP 之类的微软操作系统下，也可以安装在 Unix、Linux 系统下。此外，系统对于客户端没有任何限制，只需要客户端拥有 IE 浏览器即可。

(5) 系统具有强大的封装能力

产品异地协同设计 ASP 平台系统采用 J2EE 架构 ,用 Java 语言编程实现 ,可以封装各种 CAD/CAPP/CAM/CAE 工具软件能力 ,如 Pro/E、 Solidworks、 UG、 Solideage、 CATIA、 CAXA、 MATLAB、 ANSYS、 ADAMS、 PROTEL 等等。

5 应用说明

“网络化异地协同设计 ASP 平台”的研究开发工作自始至终针对企业需求并紧密实际结合应用进行。

近两年来 ,“网络化异地协同设计 ASP 平台”已在中关村电子城科技园区、北内孵化基地、镇江江奎集团等进行了二十余家企业的典型示范应用和 200 余家企业的一般推广应用 ,取得了重大经济效益和社会效益。根据用户的反馈报告 ,各个公司都在很大程度上减少了差旅费、劳务费等协作费用 ,降低了产品开发成本 ,缩短了产品开发周期 ,提高了产品开发质量。

尤其值得一提的是 :基于本平台 ,万东医疗公司和清华大学异地协同开发了新一代医用心血管造影介入治疗系统 ,达到了国际同类产品的水平 ;基于本平台 ,三一公司设计组与清华项目组采用协同设计方式 ,经过数十轮优化得到高速公路清扫车虚拟样机 ,并基于虚拟样机制造出物理样机 ,自主开发的 SY5150TSL 型清扫车的各项技术指标都达到并部分超过了国标要求 ,清扫能力、最大清扫速度、最大吸入颗粒等指标都超过了国类同类产品。

多家企业的应用实践表明 ,“网络化异地协同设计 ASP 平台”具有广阔的市场前景和巨大的商业价值。平台系统投入使用后 ,将成为企业新的效益增长点。

同时 ,在“网络化异地协同设计 ASP 平台”的示范应用和推广过程中 ,我们不断根据用户反馈及时对系统进行了改进 ,目前 ,系统的最新版 V2.0 已经正式投入使用。为了更好地满足用户不断增长的对系统功能和性能的要求 ,我们一直在努力 ,并会不断推出新的版本。

6 合作方式

面议。

先进制造领域 (2006)

混合动力越野车多能源动力总成开发	132
复合机理烟雾净化器(烟气消烟设备)	134
复合机理烟气脱硫除尘一体化技术与设备	135
除尘余热锅炉(除尘换热器)	137
旋风除尘器减阻节能增产技术	139
植入式神经电刺激器及其产业化	141
轮胎压力监控系统(TPMS)	147
车载视频安全驾驶辅助系统	148
基于 MPC500 微控制器的车用动力总成电控单元	150
清华 OSEK 车用嵌入式实时操作系统	151
电子废料再资源化工艺及装备研究	152
汽车制动防抱死系统 ABS	154

混合动力越野车多能源动力总成开发

1 成果简介

清华大学汽车工程系在国家“八五”计划期间就开始对纯电动汽车、混合动力汽车和燃料电池汽车进行研究，很早就研制开发了纯电动中巴车、混合动力中巴车和燃料电池大客车。

清华大学汽车工程系作为主要承担单位参与了“混合动力越野汽车驱动系统研究”的开发工作。在该项目中，清华大学汽车工程系作为项目核心团队成员，不仅参与项目的技术研发，而且参与项目的申请、评审、组织和管理。在项目开发过程中，首先与整车开发单位一起，完成了两种总体技术方案的设计，并针对两种技术方案，对串联式和并联式混合动力越野车的多种整车控制策略进行了研究；接着在 Advisor 后向仿真系统基础上进行了二次开发，建立了混合动力越野汽车仿真平台，完成了混合动力越野车两种技术方案的后向式仿真，对两种方案不同控制策略情况下的整车动力性、经济性、越野性能和纯电动行驶里程等性能进行了系统详尽的分析；其次利用所开发的仿真平台，对两种技术方案的关键参数进行了优化设计和性能评价，并配合整车开发单位，完成了总体技术方案的评审并确定了最终的开发方案；随后根据最新的动力总成和部件特性，针对越野汽车的特点，利用仿真平台对最终方案关键参数进行了优化设计和评价，完成了混合动力越野车整车动力性、经济性、纯电动行驶里程和越野性能等的分析，确定了整车最终的技术方案。

在此基础上，提前进行了多能源动力总成控制系统的部分开发工作。为了使混合动力越野车整车性能满足动力性、经济性、排放和越野性能要求，基于 MATLAB/SIMULINK/STATEFLOW 开发环境，开发了混合动力越野车多能源动力控制系统的快速控制原型，完成了实验室仿真调试和简单条件下的硬件在环仿真调试；其次，与整车单位一起开发了混合动力越野车整车 CAN 网络协议，并针对混合动力越野车整车车载网络，建立了包含 5 个节点的高速 CAN 网络、5 个节点低速 CAN 网络和 10 个 LIN 节点的测试仿真平台，完成了测试平台的调试和可靠性测试；最后对制动能量回收基础理论进行了研究，建立了制动能量回收系统的仿真模型，进行了仿真分析，并设计了串联式制动能量回收控制系统，包括全液压制动系统、制动能量回收液压执行系统和液压控制系统。

另一方面，还配合整车开发单位和其他部件开发单位，进行了发动机、发电机、电动机和电池等部件的试验台架调试工作。

在进行混合动力越野车项目的同时，清华大学汽车工程系还参与了“十

五’期间国家“863”重点项目中与混合动力汽车相关的项目。在相关项目中，清华大学汽车工程系作为项目核心团队成员，不仅参与项目的技术研发，而且参与项目的组织管理。目前，清华大学在三个项目开发过程中，经过多轮控制系统的设计、试制与测试，使所开发的多能源动力总成控制器满足了温度、振动和电磁兼容性等要求，并完成了多能源动力总成的实车离线稳态、在线稳态和在线动态调试，实现了多能源动力总成对整车的控制，完成了多轮样车的台架与道路匹配调试，进行了整车的动力性、经济性、排放性能和驾驶性能测试，最终完成了控制系统的技术定型。在此基础上，完成了整车的高原试验、夏季试验、冬季试验和可靠性道路试验，充分验证了清华大学开发的整车控制器的有效性和可靠性。

通过上述混合动力项目的工作，清华大学汽车工程系先后研制出了多能源整车控制器、车载信息系统等硬件，开发了整车控制程序和车载信息监控程序等软件，也建立了混合动力多能源动力总成控制器硬件在环仿真试验台和整车车载网络测试分析平台，同时还配备了 Matlab 软件开发系统、dSPACE 控制开发系统、CANalyzer 和 CANoe 总线开发系统、8 位、16 位和 32 位 Motorola 控制器开发系统，在混合动力车整车控制器开发方面形成了完善的开发研究体系，建立了完备的开发环境和试验环境，积累了丰富的开发、测试、匹配和调试经验，而且培养了一大批专业研究人员，为越野混合动力车辆的成功开发奠定了坚实基础。

2 应用说明

可运用于新一代公共交通工具的制造，民用汽车动力系统

3 合作方式

面议。

复合机理烟雾净化器（烟气消烟设备）

1 成果简介

无论是旋风除尘器、湿式除尘器还是过滤式除尘器、电除尘器等所有类型的除尘设备，都不易捕集象香烟烟雾中的这类细微颗粒粉尘。换句话说，治理细微颗粒粉尘时，虽然通过滤料选择或增多电场可以达到一个比较理想的除尘（净化）效率，但都会需要更大的资金投入。而工业中，排放含有这种细微颗粒粉尘烟气（烟雾）的企业又很多，如：橡胶行业、陶瓷行业、耐火材料行业、饮食行业等等都面临着选择常规除尘设备难以对其排放烟气进行有效净化的问题。

在流场中合理分布液相微滴凝聚核的前提下，将重力、惯性力、静电力等除尘机理有机复合，形成了一个多机制联合作用的细微颗粒捕集空间，从而可达到比静电除尘器更高的净化效率，而且其设备体积和造价均远小于静电除尘器。

该设备湿法运行，利用了湿式除尘器、喷淋塔、旋流板塔、静电除尘器等基本原理，已用于净化锅炉黑烟、高炉黄烟等均达到了排放浓度低于 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 的效果。

2 技术指标

除尘效率 $98 \sim 99.99\%$

设备阻力 $< 1200\text{Pa}$

林格曼黑度 ≤ 0

3 应用说明

细微颗粒粉尘的治理即消烟问题普遍存在于工业生产的很多领域，如橡胶、陶瓷、耐火材料、电池、饮食等等。而目前环保部门并未区分排放的是一般工业粉尘还是细微颗粒粉尘，都以同样的标准要求限期治理。所以，产生这类细微颗粒粉尘的企业急需经济实用、性能稳定的高效消烟设备。该设备除需少量的补充水和电力消耗外，无需其它能耗。

4 效益分析

初步统计，这类企业全国逾10万家。按一台处理 $20000\text{m}^3/\text{h}$ 烟气的净化设备售价10万元计，利润为4万元。如果年产50台，利润就有200万元。

5 合作方式

技术转让。

复合机理烟气脱硫除尘一体化技术与设备

1 成果简介

NT系列脱硫除尘一体化技术（设备）因其效率高、阻力低、性能价格比优越被国家环保总局列入国家重点环境保护实用技术（编号2003 - B - 011），其巧妙复合了湿式除尘器、流化反应器及喷淋塔、泡沫塔等核心机理，并充分考虑了多相流、反应生成物的特性等因素，使设备在保证达标排放前提下，制造及运行费用低。该系列设备结构上采取相应技术、可使用钠碱、钙碱、镁碱、各类废碱等碱性物质作为脱硫剂，脱硫产物可考虑随灰渣抛弃或综合利用。其处理烟气量从0.3至60万m³/h，在处理烟气量小于10万m³/h时可实现半干法排灰。设备最大限度地保证了气液接触的比表面积，提供了气液固三相合理的流动状态，因此在保证脱硫除尘效率高、设备阻力小的同时，很好地解决了一般湿法操作存在的风机带水等问题。

在电力、机械、建材、冶金、轻工、化工、环保等行业中，该设备已有400多台套在正常运行，部分企业用于粉尘和有害气体的同时净化，部分对有害气体无要求的企业用于高效除尘，替代造价及运行费用高的电除尘器或袋式除尘器。

2 技术指标

脱硫效率：65 ~ 95%

除尘效率：95 ~ 99.3%

设备阻力：< 1200Pa

注：在满足达标排放前提下，运行在低效率点可降低初投资和运行费用。

3 应用说明

该设备除用于锅炉(或工业炉窑)烟气脱硫除尘外，还可用于其它工业尾气的除尘及有害气体净化。在无需进行有害气体净化时，即为一复合机理高效除尘器，可广泛用于电力、机械、建材、冶金、轻工、化工等行业的除尘净化。

很多行业都有大量燃煤锅炉及工业炉窑。随着国家环保力度的加大，烟气排放前都必须进行除尘或除尘及脱硫。所以，不仅是新建项目，还有一大批原来仅有低效率除尘装置的待改造项目，都面临着要选择经济实用的高效脱硫除尘器的问题。因此，净化效率高、设备阻力低、占地面积小、改造费用低、性能稳定可靠的脱硫除尘一体设备，具有非常广阔的应用前景。针对如电站等的大型系统，该一体化技术（设备）也可替代以往常用的静电除尘器加脱硫塔的方式，而大大降低资金投入。

目前该设备已在广西、云南、江苏、山东、山西、河北、北京、吉林、内蒙古等地成功应用于各类锅炉烟气、烧结机尾气、铬盐生产尾气、水泥窑尾气、硅铁炉尾气、电石炉尾气等治理。

4 效益分析

以一台与35吨锅炉配套使用的脱硫除尘器（烟气量约10万m³/h）为例，生产成本约为20万元，综合成本约为25万元，市场销售价约为35万元，每台获利10万元。

5 合作方式

技术转让，转让费30万元。

除尘余热锅炉（除尘换热器）

1 成果简介

国家发明专利技术（专利号：ZL01102226.4），本项目以旋流类除尘器减阻专利技术为纽带，将气固分离（除尘）和传热（余热利用）两种过程有机复合于一个有限空间内进行，为含尘高温尾气排放场合提供了一种同时满足高效除尘和余热利用要求的一机两用设备。

2 技术指标

一般情况下，视具体用途的综合要求：

- (1) 除尘效率90 ~ 98%
- (2) 设备阻力 < 1200Pa
- (3) 余热利用效率50% ~ 85%

3 应用说明

化工、机械、建材、冶金、轻工等诸多工业领域都涉及到需同时考虑除尘净化以满足工艺或环保要求，以及余热利用以减少能量浪费的情况。目前一般是使用余热锅炉或自行设计换热设备进行余热利用，再使用除尘器进行除尘净化，用户需投入两套设备的资金、场地等等。虽然目前余热锅炉中有的已具备除尘能力，但其仅仅是靠流道转弯等利用了惯性除尘机理，除尘效率不高，满足不了净化要求。而且常规余热锅炉设计的重点是高效换热，一般情况下并不能考虑到各种实际应用场合的具体情况（如粉尘物性），不能正常工作（如堵塞）的情况及由于经费限制不能购置余热锅炉而使热量白白浪费的情况很多（如化工行业硫酸生产中矿石的煅烧或培烧工段）。虽然目前除尘器中有的已考虑了换热，但其仅仅靠在外表面包敷水套，换热表面少，换热效率低。

该设备两个进口分别为含尘气体进口和冷水进口，当然特殊场合也可将冷水换成导热油等；三个出口分别为净化气体出口、热水或蒸汽或导热油出口及粉尘出口。运行操作过程简单，可实现完全自动化运行。

4 效益分析

诸多需同时考虑除尘和余热利用的企业，一般都有除尘设备，但考虑了余热利用的很少，其中主要原因是购置常规余热锅炉的资金投入及其占地问题。由于除尘余热锅炉的一机两用性能，且可根据具体情况确定余热利用效率，所以仅占通常除尘器与余热锅炉两套设备资金投入1/2~2/3的除尘余热锅炉一定会有较为广阔的应用前景，由此也会产生可观的经济效益（填补国内

外空白的新产品，利润会远远高于常规产品)。取出的余热既可为生产所用(产生蒸汽)，也可为生活所用(蒸饭、洗澡、冬季供暖、夏季空调)。设备资金投入回收期一般为1.5-2.0年。

5 合作方式

在理论和实验研究，以及分部工业应用的基础上，联合开发直接面向工业应用的该一机两用设备。

旋风除尘器减阻节能增产技术

1 成果简介

旋风除尘器是典型的旋流类设备，这是指内部呈三维旋转流场、靠离心力进行气固、气液或液固分离的设备。除旋风除尘器外，多管除尘器、流化反应器、炉内分离器等都属于此类设备。为叙述方便，以旋风除尘器为例进行说明。在旋风除尘器内合适位置安装一根或多根合适断面形状的刚性杆件，利用其尾迹旋涡对除尘器内三维强湍流场的调制作用，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能消耗或增大处理风量使生产产量增加。

该项目专家鉴定意见为：“创造性地提出了旋风除尘器减阻的新论点和新方法。具有很强的实用性及推广价值。通过国际联机检索，在众多减阻技术中，综合减阻效果、保证除尘效率及资金投入，该项技术最为实用。是国内近年来推出的一项最佳实用技术之一”。该技术无论是为减阻节能、降耗增产，还是为设备替换，成功应用均表明：该技术实施简便、投资很小、立竿见影。

该成果与旋风除尘器流场研究成果一起，曾荣获国家科技进步三等奖。在国家自然科学基金支持下，旨在探索减阻杆减阻机理及“加涡减阻”流体力学机制的研究一直是本课题组的一个主要研究方向。

2 技术指标

(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30%~70%，节电10%~30%。

(2) 在原动力配备不变的情况下，提高除尘效率>2%，增加系统处理流量约30%（单级除尘系统）、约10%（多级除尘系统），最不利情况下产量增加>7%。

3 应用说明

该技术是在原有旋风除尘器内合适位置固定一减阻构件。该技术对除尘器生产厂家可使其产品更新换代、降低成本。对除尘器用户可减阻节能或增产。

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本减阻技术，投入1000元，由于选用小型号引风机节省投资1600元，年节电20000多度。

河北建工学院锅炉房除尘系统采用本减阻技术年耗电从原来的68000度降至58400度，节电幅度达14.1%。

山西平定磷肥厂硫酸生产线旋风除尘器采用本减阻技术，硫酸产量由原来的每年6.5万吨增加到7.0万吨，增产7.7%。

内蒙古临河化肥工业集团总公司硫酸厂成功利用了减阻后的高效旋风除尘器替代原不能正常工作的电除尘器。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。

内蒙古新海有色金属冶炼有限公司利用该减阻技术将原并联运行的旋风除尘器改造后串联运行，成功解决了原旋风除尘器除尘效率低、运行阻力高、除尘系统经常堵塞等问题，提高了材料利用率、降低了维修工作量、保证了开车率，每年产值增加180多万元。

4 效益分析

虽然由于环保标准的提高，目前与象锅炉配套的单级旋风除尘器使用的越来越少，但由于旋风除尘器结构简单、造价低廉、占地面积小、操作维修简便、适合各种材料制作以及可应用在高温高压等特殊环境等原因而依然广泛应用于机械、建材、冶金、轻工、化工、电力等诸多行业，目前仍然是在各类除尘器中，使用量最大的除尘器。

生产方面：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。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，增强产品竞争能力。若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15%以上。

用户：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，若对老系统改造，即使换下的大风机完全报废，新风机的造价也仅需一年左右即可回收。对由于系统阻力过大，拟购置更大型号风机的用户，花费不足新风机造价五分之一的改造费用，即可使系统正常运行。对由于受限于系统阻力而难以挖掘生产潜力的用户（如化工行业），除尘器实施减阻技术且各方面协调后，可使产量增加约10%。

5 合作方式

技术转让或技术服务。

植入式神经电刺激器及其产业化

1 成果简介

神经功能失调是一大类神经系统疾病，高发病率而且重症的帕金森病等运动障碍疾病、癫痫、顽固性疼痛等，导致病人明显残障，造成巨大的经济和社会负担。随着社会的发展和人们生活水平的提高，对此类神经功能失调疾病的治疗需求越来越迫切。传统上，神经功能失调疾病的治疗有药物方法和外科手术毁损方法。但是长期服用药物副作用多且难以避免，而由于脑和神经的复杂性和人类认识的局限性，不可逆的手术毁损具有不可预知的恶性后果。

植入式神经电刺激疗法已被证实对二十余种神经功能失调疾病具有确切的疗效，且安全可逆，正在成为首选治疗方案。脑深部电刺激（Deep Brain Stimulation, DBS）被公认为继1968年发明左旋多巴之后的治疗帕金森病的第二个里程碑；迷走神经电刺激（Vagus Nerve Stimulation, VNS）治疗难治性癫痫、脊髓电刺激（Spinal Cord Stimulation）治疗顽固性疼痛，在欧美也相当普及；骶神经刺激Sacral Nerve Stimulation (SNS) for Urinary Control用于治疗急性尿失禁；膈肌起搏器治疗呼吸障碍、；还有脊髓电刺激、胃肠电刺激等，通过电刺激治疗痉挛、痉挛性斜颈、舞蹈病、强迫症、老年痴呆症、镇痛及戒毒等方面也有着诱人的前景。但是，植入式神经电刺激器的生产和销售被国外公司（主要是Medtronic、Cyberonics和ANS）垄断，高昂的价格决定了在我国的无法推广应用。

从产业上讲，伴随着高新科技的创新和发展高潮，研发植入式神经电刺激器已经成为医疗产业进一步发展的客观要求，同时也是适应我国各种神经系统疾病发病率增高的趋势要求，更是加强我国在国际医疗产业领域的地位、增强国际竞争能力的重要砝码。

(1) 我国神经功能失调疾病患者现状

神经功能失调疾病涉及很广，类型不下几十种，在此仅以对我国人群危害最大、且欧美已广泛应用植入电刺激疗法的帕金森病和癫痫为例。

帕金森病多发于老年人的中枢神经系统变性疾病，主要病变在大脑的黑质和纹状体，目前发病原因仍不明确。帕金森病人症状主要有震颤、僵直和运动障碍，发病后可以导致病人尤其是老年病人明显残障，由此造成了巨大的经济和社会负担。2001年人口普查显示，我国65岁以上老年人口已占总人口的7.1%，人口专家预计到2050年我国老年人将在4亿以上，到目前为止，每100位老年人当中（60岁以上），就有一名帕金森病患者，65岁以上则高达5

%。

癫痫俗称“羊痫风”，是由多种原因引起的慢性脑部疾患，以大脑异常神经元过度放电引起的短暂、反复发作为特征。严重的癫痫发作可导致脑细胞缺氧、水肿、细胞变性、甚至坏死。癫痫的全身性发作持续状态可导致呼吸、循环衰竭而危及病人死亡。我国的终身患病率约为7‰，癫痫的发病高峰在儿童和青少年。癫痫病人的死亡率是正常人群的2-3倍，自杀率是一般人群的2-10倍，直接死于癫痫疾病者约为6%-19%。

帕金森病和癫痫等慢性神经系统疾病的治疗，不仅需要持续不断的费用投入，更是对有疾患病人生理和精神的双重折磨。尽快研发能够改善此种疾患的产品已经不仅是市场发展的必然，更是提高我国竞争力、改善人民生活质量的共同需求。

(2) 植入式电刺激器在医疗产业中的地位和作用

植入式电刺激器通过刺激人体不同部位如运动神经、感觉神经调理，来达到恢复人体机能正常运作的状态。对于神经失调疾病，药物治疗的效果往往并不显著，而且具有很多副作用。以帕金森病症为例，传统的治疗手段主要是药物疗法。比如知名的左旋多巴类药物曾为诸多患者解除了身体痛苦和精神折磨，开创了帕金森病药物治疗的新纪元，然而也产生了眩晕、恶心、呕吐、幻觉等大量的副作用，尤其不自主运动和“开关”现象一度让人对左旋多巴望而却步。癫痫病人中，服用药物具有影响认知、睡眠-醒觉周期、视觉、情感、记忆、平衡或功能协调方面的不良反应，而且有20%-25%的病人用药物控制无效，称为难治性癫痫。

在脑神经外科初步发展后，手术毁损，即切除或射频毁损病灶的方法也为诸多人关注，但是此类手术存在极大的风险，脑组织一旦切除可能有不可预知的恶性后果，如偏瘫和其他并发症。植入神经电刺激方法效果完全与毁损术相媲美，而且是一种可逆性的神经调节治疗，不破坏脑组织和神经组织，起到对因治疗作用，治疗或延缓病情进展，是目前最理想的外科治疗方法。植入式神经电刺激器由刺激电极、延长导线和脉冲发生器组成。通过手术将脉冲发生器埋置在胸部锁骨附近皮下，刺激电极插入脑内特定核团或固定于神经束。脉冲发生器发出的电脉冲通过一条植于皮下的导线传到刺激电极，作用于靶点神经，用持续的脉冲电刺激抑制不正常的神经放电，达到治疗效果。

国外从1987年开始进行脑深部电刺激治疗帕金森病的临床研究，90年代中后期起在欧美大量应用于临床；治疗癫痫的植入式迷走神经刺激器在1997年得到美国FDA的批准上市，日益在欧美普及。植入电刺激疗法损伤较小，

并不触动大脑和神经机制同时又不存在药物的副作用，在目前神经功能失调病症的治疗中得到越来越普遍的推广。

抓住精密仪器带给医疗的机遇，借助电子器械为人的生理机能服务已经成为目前人们延长人类生命、治疗多种慢性疾病方法的首选。众所周知的心脏起搏器、电子助听器等电刺激器已经在各自的医疗领域发挥着不可替代的作用。在美国和欧洲，植入电刺激器已经相当普及。1997年以来，已有超过25,000个帕金森病患者受惠于Medtronic提供的脑深部电刺激器疗法。1997年到2000年，全世界实施了6,000例迷走神经刺激器手术，而到2004病例数目则增长到27,000例。图1显示了迷走神经刺激器生产商Cyberonics公司的净销售额增长情况，从1997年的140万美元剧增到2004年的1.11亿美元，7年增长近80倍，而该公司仅有478名雇员（其中197名为市场和销售人员）。

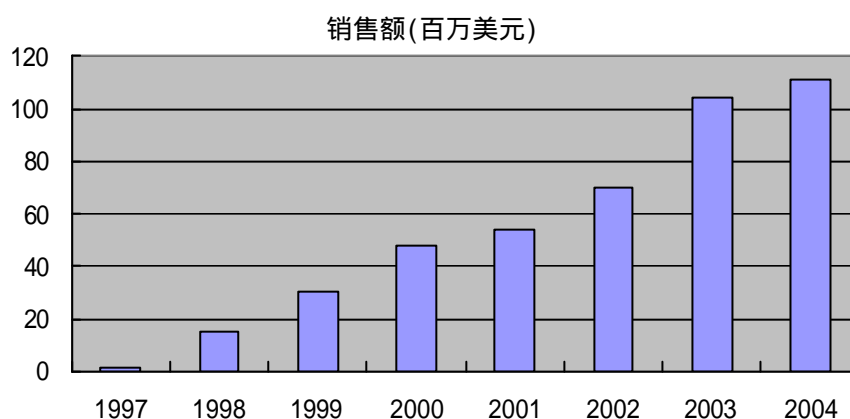


图1 Cyberonics公司净销售额的增长情况

国内自1999年引进脑起搏器以来，已有十几家医院开展了近千例植入手术，且数字逐年以几何级数递增。植入电刺激器的临床应用范围非常广泛，可以医治各类因神经机能失调引起的疾病，除上述治疗帕金森、癫痫和疼痛外，临床试验已经证实可用于辅助呼吸、胃肠、排泄和运动系统，改善精神抑郁、高血压、肥胖，刺激骨骼生长等二十余个领域，同时国外正在研究植入电刺激治疗各类精神疾病和辅助戒毒。随着精密仪器的进一步开发和利用，植入式神经电刺激器作为植入体内帮助恢复神经功能的高科技电子装置，其大规模的研发和推广呈现大势所趋之势，成为高端医疗产业中至关重要的一环。

(3) 自主知识产权的电刺激器的长远意义

遵循产业经济演进轨迹和人类社会发展的进一步需求，医疗器械已经成为全世界的朝阳产业。在全球经济低靡不前的背景下，医疗器械行业仍保持了较高的增长速度。美国宏观经济几乎停滞，但医疗器械增长率一直保持在9

%左右，我国医疗器械产业近些年保持了15%的高速增长，随着我国宏观经济进入另一个稳定增长期，今后若干年中国市场对医疗器械的需求将一直保持强劲的势头。植入式神经电刺激器是医疗器械行业中发展最快的产业，增长率远高于医疗器械的平均水平。在植入神经刺激器的产业领域，美国的年增长率高达20%以上。

与电刺激器快速发展的步伐不一致的是，我国在此类产业中的缺位极大地耗费了国家有限的资源。作为长期植入的高精度仪器，植入式电刺激器的售价高昂。例如，单侧脑深部电刺激器手术费用9-10万元，其中Medtronic提供的脑深部电刺激器价格高达85000元，而且电池一般只能用5-8年，到时需要手术更换。治疗癫痫的迷走神经刺激器由Cyberonics公司生产，预期寿命8年左右，售价14万元。因此，大力研发和普及植入式神经电刺激器不仅能够为更多患者提供服务，更是从根本上发展电刺激器产业、提高国家竞争力的有效手段。

我国有200万以上的帕金森病患者和800万以上的癫痫病患者，对植入神经电刺激器的市场需求非常巨大。但实际的市场份额与经济承受能力有关，植入神经刺激器的价格(折合1万多美元)对欧美发达国家而言也许并不为过，但我国经济水平尚属发展中国家行列，植入神经刺激器治疗尚未纳入医疗保险框架内。因此，如此高额的费用和有限的使用寿命为患者带来很大的经济和手术压力，我国民间已有多年的脑起搏器国产化的强烈呼声。为提高我国先进医疗器械的技术水平，有效治疗重大疾病，急待研发国产的植入神经刺激器。如国产的植入神经刺激器价格能够降低到进口产品的2/3左右，那么采用植入神经电刺激治疗的患者数量将有数倍的提高，而拥有自主知识产权的国产植入神经刺激器完全可以达到这一目标。

2 技术指标和优势

该项目的建设依托清华大学拥有自主知识产权的技术，在长期研究的基础上，清华大学研究小组提出了脑/神经功能失调的电刺激治疗方案，通过外部编程器可以切换植入刺激器的自动/手动工作模式，并调整刺激参数，极大方便了病人的治疗。清华大学已形成了多项专利。

本项目并不仅仅局限于植入式神经电刺激器的国产化进程，而且要拥有自主知识产权，在技术上超出国外产品，不仅要填补国内空白，而且要争取出口，拓展国外市场。其达到的技术指标如下：

- (1) 重量40g左右，体积约5×5×1厘米；
- (2) 寿命8年左右；
- (3) 与外部程控器双向无线通讯，并可通过磁铁进行开关控制；

(4) 电刺激参数可无线调节：单路输出或双路输出，电压0 - 10.5V，频率2 - 250Hz，脉宽60 - 1000 μ s；

(5) 为技术可靠和尽快推向市场，首批产品使用锂原电池，在具有一定的市场占有率后，再尝试推出使用锂离子充电电池的新型号产品。

在上述的技术指标支持下，与国外产品相比，本项目提出的植入式神经电刺激器具有如下优势：

(1) 可作为帕金森、癫痫、运动障碍、疼痛等多种疾病治疗的植入式神经电刺激器公共平台，调整植入脉冲发生器的电路功能并更换电极后，可用于不同疾病的治疗。

(2) 技术指标全面达到国外产品的水平。

(3) 电刺激的参数调整范围更宽、分级更细，更适合我国患者特点，因进口产品的功能参数源于美国的临床试验数据，而我国人种特点和美国人不同，电刺激参数有可能会有差异。

(4) 具有正负双向刺激脉冲输出能力。从生理上讲，理想的刺激波形应该没有净直流电流，在脉冲波形中常希望引入串行的、对称或不对称的反向等电荷脉冲，但目前国外的仪器（无论Medtronic的脑起搏器还是Cyberonics的迷走神经刺激器）都只具有单向正脉冲刺激功能。

(5) 程控仪脱离笨重的台式电脑或笔记本电脑，用掌上电脑PDA控制，更加灵活方便，适合医护人员和患者使用。

(6) 研究植入式神经电刺激器的经皮电磁耦合充电技术，为植入式神经电刺激器植入病人提供近乎无限的使用寿命，减轻经济、手术和心理压力。

3 已经取得的进展

(1) 植入部分：

完成9轮专用电路和软件的开发、测试与优化，现已基本定型；

完成3轮纯钛外壳和连接部分的设计、加工与优化，现已基本定型；

完成4轮电极导管的设计和加工，现已基本定型；

(2) 体外部分：

完成3轮编程器电路的开发、测试与优化，现已基本定型；

完成3轮PDA软件的开发、测试与优化，现已基本定型。

(3) 可靠性措施：

电路的关键元器件采用航天级产品，生物相容材料和特殊零件进口，委托的零部件制造商均为国际水平；

电路板和整机借鉴美国和欧洲的植入有源医疗仪器标准进行充分测试，高于现行的心脏起搏器国标，包括高低温循环、振动和冲击、电中性、电磁

兼容等。

(4) 生产能力：

已经形成实验室小批量生产样机的能力。

(5) 动物试验：

已经在北京复兴医院进行动物试验。

4 合作方式

面议。

附图：



图 1 植入式电刺激器的专用电路、电池和钛外壳装配



图 2 植入式电刺激器整机



图 3 体外程控器和 PDA



图 4 家兔动物试验

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。

2 应用说明

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。

3 市场分析

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。

4 合作方式

面议。

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。

2 应用说明

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。

3 市场分析

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。

4 合作方式

面议。

基于 MPC500 微控制器的车用动力总成电控单元

1 成果简介

车用动力总成电控单元THECU-2004建立了具有完全自主知识产权的电控单元软硬件平台。THECU-2004硬件平台以新一代车用微控制器MPC500为核心，配置CAN2.0B通信接口和通用的输入输出接口，对接口信号进行了调理、隔离，并外扩了SRAM和FLASH，是一个开放式的车用电控单元ECU硬件平台。为了适合汽车工业复杂控制和动力总成控制器的需要，软件平台基于具有自主知识产权的清华OSEK车用嵌入式实时操作系统，实现了嵌入式实时操作系统和工具软件平台的无缝连接。同时，THECU-2004配置了AMP公司七十二针汽车专用连接器。

THECU-2004的研发成功为车用电控单元的产业化、通用化和模块化打下了良好基础。相关技术已获得1项实用新型专利和1项进入实质审查的发明专利。

2 应用说明

汽车工业是使用微控制器最多的工业，以32位嵌入式微控制器为基本技术特征的新一代电控单元ECU已成为汽车电子发展应用的主流。Motorola公司的PowerPC500作为汽车领域新一代32位微控制器的典型系列产品，由于其优良的性能和相关的一系列配套开发机制，以及它近几年已经取得的认可地位，未来的发展空间和上升势头明显。车用动力总成电控单元THECU-2004不仅可以用于动力总成ECU，也可以用于底盘、安全系统等。

3 效益分析

年产10000套ECU的设备投资200万元，项目投产后年销售额为1500~3000万元，年利润800~1600万元。

4 合作方式

面议。

清华 OSEK 车用嵌入式实时操作系统

1 成果简介

OSEK是由欧洲汽车厂商和科研机构联合提出并已经成为汽车电子行业国际标准（ISO17356）的重要规范。清华OSEK车用嵌入式实时操作系统是国内第一个自主开发的OSEK车用嵌入式实时操作系统，具有完全自主知识产权。清华OSEK满足汽车控制领域对系统安全和资源节省的特殊要求，保证了车用软件的实时性、可移植性和可扩展性。清华OSEK按不同的符合级别提供完备的进程调度、资源管理、中断管理和定时警报功能，在测试中表现出了优秀的时间和空间效率，技术指标先进。

清华OSEK车用嵌入式实时操作系统采用优先级调度方式，最多可以容纳64个用户任务，支持64个任务并发运行，允许设置32个任务优先级；系统中允许定义64个警报、64个事件和64个资源，每个任务允许关联32个事件和32个资源，系统最多支持32个应用模式。除了符合OSEK规范的小内核嵌入式实时操作系统内核及生成器之外，系统还包括OSEK规范COM部分的功能，包括内部通信、外部通信、超时警报和消息通知机制。经过多次互连通信实验和性能测试优化，操作系统的运行性能及可靠性得到了检验。

清华OSEK的开发成功对我国汽车电子工业的发展有着非常积极的意义，同时，也为制定国内相应标准作了技术准备。目前，已完成计算机软件产品注册并有2项发明专利进入实质审查。

2 应用说明

现代汽车使用了越来越多的ECU控制整台车辆，其功能小到升降车窗，大到发动机控制、诊断和管理。复杂的ECU体系和车用系统的安全标准给软件设计带来了巨大的挑战，开发周期和成本的限制也对不同ECU之间软件资源的重用和共享提出了更高的要求。清华OSEK车用嵌入式实时操作系统依靠较高的实时性、可扩展性和可移植性解决了这些问题，可广泛内嵌于汽车的ECU产品之中，降低汽车ECU产品的软件开发和许可证费用，具有明显的实用价值和经济意义，应用前景较好。

3 效益分析

年产1000套，材料和设备投资20万元（主要是销售和技术服务成本），年销售额为1000万元，年利润800万元并且有稳定的许可证费用。

4 合作方式

面议。

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它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先进技术，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了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

面议。

汽车制动防抱死系统 ABS

1 成果简介

■ 在国际上创新地提出了基于制动器耗散功率的 ABS 控制理论与控制方法

■ 在如下方面取得突破,4 项成果通过了国家级鉴定,其中两项达到国际先进水平

- ABS 电子控制单元 (ECU) 软件、硬件的开发研制
- ABS 液压控制单元 (HCU) 的开发研制
- ABS 与整车匹配方法的研究
- ABS 性能测试系统、故障诊断系统和开发装置研制

■ 全面掌握了具有自主知识产权的 ABS 开发技术

■ 高速电磁阀动态响应特性研究

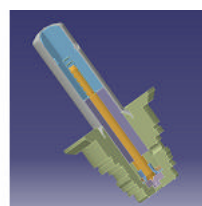
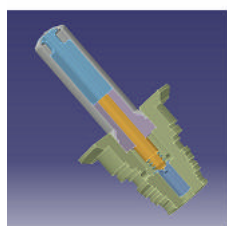
■ 应用有限元分析软件 ANSYS 与 MATLAB/SIMULINK 相结合进行动态响应特性仿真实验

■ 分析其动态响应特性的机理作用

■ 为进一步改进优化电磁阀的结构提供理论依据

■ 为电子控制单元控制程序优化奠定基础

■ 实际应用:与江苏黄海汽配股份有限公司及浙江亚太机电集团股份有限公司合作研制出了 ABS 产品(如下图)



2 应用说明

已经匹配车型

● 南京 IVECO 轻型客车:全面达到了国家标准 GB 12676-1999 和欧洲法规 EEC R13 的要求

- 秦川福莱尔
- 郑州日产

- 南京跃进世纪行
- 上汽奇瑞
- 长城赛弗 SUV
- 北京吉普 2500
- 长丰猎豹

3 合作方式

面议。

新材料领域 (2006)

新型空冷贝氏体钢产品	158
多功能环保陶瓷涂层(釉)	161
高硅耐磨铸钢技术	163
粉末颗粒微观形貌调控技术	165
天然石墨球形化技术	167
纳米粉体分散与颗粒表面包覆复合化技术	168
轻钙纳米钙技改与多品种碳酸钙生产技术	169
石英矿超细提纯制备功能性粉体材料	170
矿物粉体高填充及功能性塑料母粒生产技术	171
非金属矿物超细加工与改性技术	172
粉煤灰综合利用技术	173
废旧塑料和木粉生产木塑复合材料	175
废轮胎制备胶粉、燃油和超细碳黑填料全价利用技术	176
矿渣等工业高温废弃物的综合利用	177
中药与农副产品超细加工及新产品开发技术	178
粉体设备图纸转让与产业化合作	179
粉体加工系统优化改造、过程自动控制	180

新型空冷贝氏体钢产品

1 成果简介

空冷贝氏体钢是《国家级科技成果重点推广计划》，国家科技部在清华大学成立了“贝氏体钢研究及推广中心”。具有自主知识产权的新型锰系空冷贝氏体钢系列材料有 12 种，为国际二大类贝钢之一，已产业化，成效显著，如：高速重载道岔京广京沪运行，寿命为高锰钢 3 倍、东风、江铃、一汽等厂大量做前桥、转向节等重要件、建香港 9# 码头批量用 56 1440mm 超强大螺栓、大量做石油抽油杆、广泛制造煤炭矿山耐磨件、用于工程机械的高强中厚钢板、批量制造某重点军工炮弹弹体，已军中定型、超强高硬固体物料输送管，寿命为低合金钢 3 倍。锰系贝氏体钢新的合金化途径，突破了加昂贵钼传统、创立了贝钢强韧化原理、创立所发明各类贝钢大生产成套工艺，热加工后空冷自硬，免淬火，节能降成本，目前发展快。近年来，贝氏体钢研究及推广中心突出产学研结合，与攀钢、济钢、宝钢、包钢、天津无缝、二汽、大同矿务局、宝桥等大企业合作，创造出一系列的新成果。

以下介绍清华大学贝氏体钢研究及推广中心除以前开发出并发布的大量贝氏体钢产品以外，现发布近期开发出的贝氏体钢产品。

2 技术指标

2.1 高强高韧贝氏体中厚钢板

规格及性能：厚度：8~30mm， s_b ：800~1000Mpa，常温 $A_{kv}=40J$ ，-40 $A_{kv}=27J$ ；

主要特点：轧后空冷，不热处理，焊接性能优良，与同类产品相比，不进行热处理，性能优良、大幅度降低成本，焊接性能优异；技术面向大中型钢铁企业，中厚板产品应用于高性能工程机械、建筑、军工等行业。

2.2 大型曲轴、凸轮轴，半轴等轴类用钢

规格及性能： $s_b=880MPa$ ， $s_{0.2}=680MPa$ ， $d_5=12\%$ ， $\sigma_{-1}=40\%$ ， $akU=50J$

主要特点：全面变革并简化原工艺，其新工序为：锻造—冷却—回火—精加工（可进行表面淬火处理）。与同类产品相比，免除专门淬火，综合性能优良，韧性高，大幅度降低成本。

2.3 高强弹簧用钢

规格及性能： $s_b=1900MPa$ ， $s_{0.2}=1700MPa$ ， $d_5=8\%$ ， $\sigma_{-1}=30\%$ ；

主要特点：简化工艺，其工序为：加热—冷却（可空冷或油冷）--回火，例如对于板弹簧，可将多项热加工工序（打中心孔、切八字、卷耳、成型等）均在加热后冷却中完成，大幅度提高强度及综合性能，减轻自重，降低成本；可应用于汽车的板弹簧，变截面弹簧及圆弹簧等。

2.4 高强螺栓用钢

规格及性能：14.9 级： $s_b=1400\text{MPa}$ ； $s_{0.2}=1260\text{MPa}$ ， $d_5=8\%$

12.9 级： $s_b=1200\text{MPa}$ ， $s_{0.2}=1080\text{MPa}$ ， $d_5=8\%$ ；

10.9 级： $s_b=1000\text{MPa}$ ， $s_{0.2}=900\text{MPa}$ ， $d_5=9\%$

主要特点：可用于制造大直径螺栓（ $\geq 60\text{mm}$ ），应用于机械、工程、铁路、码头等。材料强韧性综合性能好，抗应力腐蚀性能具有显著优势。

2.5 锚链用钢

规格及性能： $s_b=860\text{MPa}$ ， $s_{0.2}=580\text{MPa}$ ， $d_5=12\%$ ， $\delta_5=50\%$ ， $A_{KV}=100\text{J}$ ， $s_{0.2}/s_b=0.92$ ；

主要特点：适用于大规格（ $f160$ 、 $f120$ 、 $f80\text{mm}$ ）锚链制造。应用于船舶、运输、矿山等。与同类产品相比，成本显著降低，性能优良。

2.6 高强钢轨用钢

规格及性能： $s_b=1300\text{MPa}$ ， $s_{0.2}=1000\text{MPa}$ ， $d_5=12\%$ ， $\delta_5=35\%$ ，HRC38 以上， $A_{KV}=40\text{J}$ ；

主要特点：适用于高速重载铁路正线钢轨、弯道钢轨、尖轨等，显著提高使用寿命和耐磨性。

2.7 石油抽油杆用钢

规格及性能：满足 D、HY、HL 等不同级别抽油杆性能国家标准；

主要特点：热加工后空冷，非调质；应用于石油工业。

2.8 高强度无缝钢管

规格及性能：各种高强度级别， s_b ：700~1600MPa，

例 1：混凝土输送用耐磨无缝钢管， $s_b\sim 1600\text{MPa}$ ，输送混凝土超过 2.5 万立方米；

例 2：N80 钢级无缝套管，屈服强度：552~758MPa，抗拉强度=689MPa，延伸率=18%， $A_{KV}=22\text{J}$ ；

主要特点：轧后空冷，不需要热处理，即可达到性能指标，成本大幅度降低。

2.9 耐磨铸件用钢

规格及性能：HRC=45， $a_{KU}=60\text{J}/\text{cm}^2$ （无缺口）；

主要特点：耐磨性能好，工艺简单；应用于水泥、矿山、发电机械的耐磨零件及耐磨管等。

2.10 工程机械用履带板

规格及性能： $s_b=1430\text{MPa}$ ， $s_{0.2}=1100\text{MPa}$ ， $d_5=10\%$ ， $\delta_5=30\%$ ，HRC45 以上， $A_{KV}=30\text{J}$ ；

主要特点：直接轧制后回火，免除淬火，耐磨、强韧性优良，适合大、中型钢铁企业批量生产。

2.11 各种规格高强度高速线材

例如：不经特殊处理，性能达到 σ_b 1800MPa。

3 合作方式

联合开发。

多功能环保陶瓷涂层（釉）

1 成果简介

十五期间，清华大学与北京航空航天大学共同承担了国家 863 纳米专项项目“多功能陶瓷涂层及其应用”。通过高效稀土蓄能型长余辉发光材料、纳米光催化材料及抗菌金属离子相复合，利用多层复合和高温煅烧工艺在陶瓷衬底上成功地制备了这种涂层。这种材料实现了各功能特性的协同作用，光催化材料在光照下具有降解有机污染物和杀灭、分解细菌的净化作用，黑暗中长余辉发光材料的缓释光具有装饰和指示功能，金属离子具有抑菌作用。因此本陶瓷涂层具备了全天候杀灭细菌并能分解细菌残骸的功能，而且在夜晚具有安全指示作用。本项目，通过长余辉蓄能发光与光催化效应的协同作用，能够实现无光照时的催化降解功能，提出了蓄能光催化这一新思路。本项目具有明显的创新性，查新结果表明，国内外均未见研究内容相同的公开文献和专利报道。

这种多功能陶瓷涂层新材料，具备净化环境和美化环境的双重作用。高效的抗菌和分解有机污染物的功能对于改善人居和工作环境的卫生状况、提高安全性、保证人员身体健康具有重要意义。而长余辉发光特性在一定程度上可在暗环境中起到“照明”或显示的功能，对于夜晚停电等某些紧急情况下人员的安全疏散和撤离也有一定的辅助指示的作用。具有节能、环保的双重作用。

2 技术指标

本陶瓷涂层已经成功进行中试，生产多功能陶瓷 2000 多件。中试样品具有综合性能，按照德国标准检测，其初始亮度大于 10000mcd/m²，余辉时间大于 20 小时。按照抗菌陶瓷标准检测，样品在黑暗中对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抗菌率均大于 95%，可见光下对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抗菌率均大于 99%。

3 应用说明

本多功能涂层制备工艺简单易行，能够紧密结合实际的陶瓷生产工艺，在技术上具有先进性和良好的可操作性，可以直接用于陶瓷墙砖和地砖表面，卫生洁具，日用陶瓷，艺术陶瓷等陶瓷制品。



附图 1 多功能陶瓷涂层夜晚的发光照片

4 效益分析

以年产 100 万平米墙面砖为例，由原每平米 40-60 元，年产值 4000-6000 万元增加至新品每平米 100-120 元，年产值 1.0-1.2 亿元，年利益 2000 万元以上。具有很好的经济与社会效益。

5 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 $\sigma_b = 1200 - 1800 \text{ MPa}$ ，屈服强度 $\sigma_{0.2} = 1000 - 1600 \text{ MPa}$ ，
延伸率 $\delta_5 = 2 - 15\%$ ，冲击韧性 $A_{KV} = 10 - 40 \text{ J}$
硬度 $HRC = 35 - 48$ （初态） $50 - 58$ （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 3 500~4 000 元/t（按年产 1000t 计），接近普通碳素钢。而这类耐磨铸钢产品的售价通常在 8 000 元/t 以上。

我国冶金、水泥，矿山、发电等行业大量使用中小型球磨机，仍在使用发达国家业已淘汰的高锰钢衬板，按年耗 30 万 t 计，直接经济损失达 2 0 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前提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。

粉末颗粒微观形貌调控技术

1 成果简介

粉体广泛地应用于众多领域，其微观形貌对产品性能的影响逐渐被大家所认识。颗粒的微观形貌与宏观使用效果密切相关：如比表面积、流动性、填充性、附着力、摩擦学特征、化学活性、粉体层透过阻力及颗粒在流体中的运动阻力等。颗粒的微观形貌从两个方面来考察：一是粉体的球形化程度，二是表面的结构状态与物质组成。因为球形粉体表面积小、表面光洁，颗粒具有良好的充填性和流动性，导致球形粉堆积密实均匀，制备出零件具有极好的尺寸重复性，产品质量稳定。球形粉各向同性好、应力应变均匀、颗粒强度高。球形粉摩擦系数小，成模流动性好，对模具的磨损小等特性。

2 应用说明

利用这套系统，我们完成了多种金属与非金属粉末颗粒的处理，例如：雾化锡粉的球形化处理。印刷电路板的高速自动焊接用焊锡膏的主要成分是雾化锡粉，若颗粒不均匀、形状不规则会引起焊锡膏通道堵塞，造成大量电路板因漏焊而成为废品。将雾化锡粉进行球化处理，消除了雨滴状和葫芦状连生体，获得完整圆滑的颗粒。

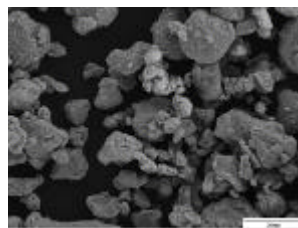
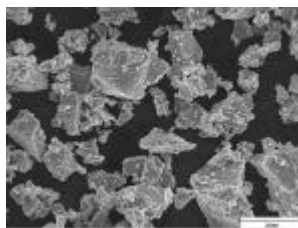
钛粉的球形化处理。氢还原钛粉与雾化钛粉相比价格低廉，但颗粒形状不好，难以用于注射成型工艺。将氢还原钛粉进行整形处理，获得流动性好的还原钛粉。

电解铜粉微观颗粒为树枝状结构，在准备铜基复合金属材料时难于实现较高的致密度。采用球形化处理技术后，颗粒均形成致密的微球，堆积密度由 1.5 提高到 4.5，为高致密度制品的形成奠定了基础。

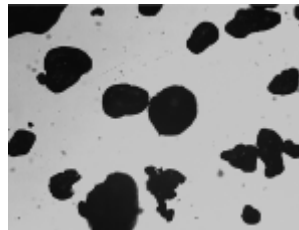
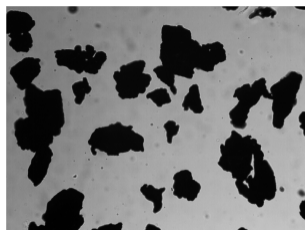
铜粉表面包覆纳米二氧化硅或三氧化二铝，改善铜基材料在高温下的强度。

铁粉表面包覆纳米碳管，形成增强型铁基材料。

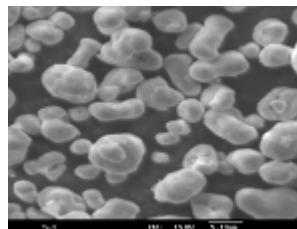
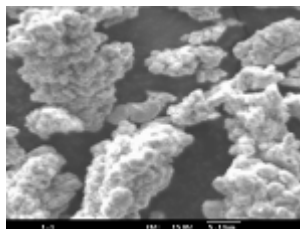
目前已经开发出工业化处理系统，每小时处理能力可以达到 100 公斤。欢迎有兴趣的单位与个人前来合作开发更多的优质和功能性金属粉末。



钛粉整形



铁粉整形



铜粉整形

3 合作方式

面议。

天然石墨球形化技术

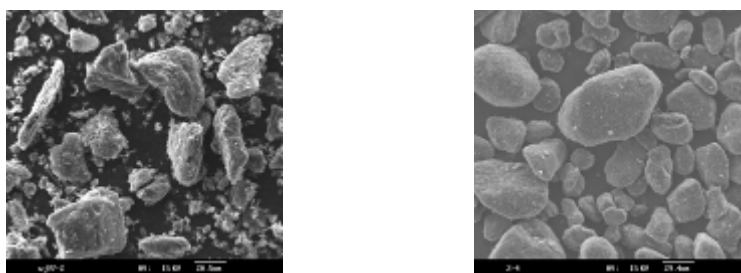
1 成果简介

石墨是制备高性能锂离子电池的优质电极材料。但作为电极材料的石墨粉应具有窄粒度分布、高振实密度(接近或大于 1 g/cm^3)。实践证明：利用一般的加工手段，如气流粉碎或振动磨研磨等粉碎方式处理的石墨，通常是碎石状结构，粒度不均匀，形状不规则，棱角尖锐，振实密度较低，难以满足上述要求。

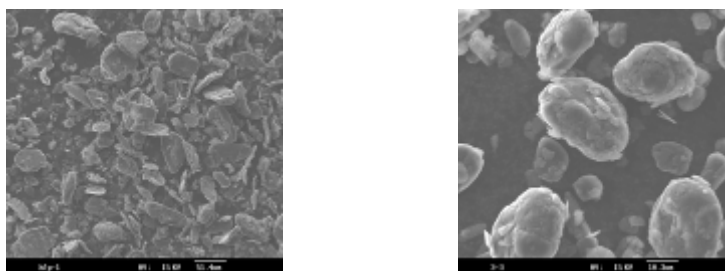
进口锂离子电池的负极材料都是采用球形化石墨，日本、韩国等相关企业正逐渐在中国寻求货源。我国是石墨生产大国、资源丰富，因而，提高其附加值、替代进口具有非常重要的意义。

2 应用说明

清华大学粉体工程研究室研制的专用技术与设备对天然微晶石墨及鳞片石墨进行球形化处理均已取得了良好的效果，如图 1 所示。产品得率分别在 80%和 50%以上，对鳞片石墨的球化过程，减少废品率有重要意义。



a 整形前后的微晶石墨



b 整形前后的鳞片石墨

图 1 石墨球形化 SEM 形貌图

3 应用说明

投资约 80 万元，配套给料机、超细分级机、除尘器、风机等国产设备，处理能力为 50 kg/h ，系统动力 130 kw 。整形后石墨粉的价格有较大的提升。

4 合作方式

面议。

纳米粉体分散与颗粒表面包覆复合化技术

1 应用与市场

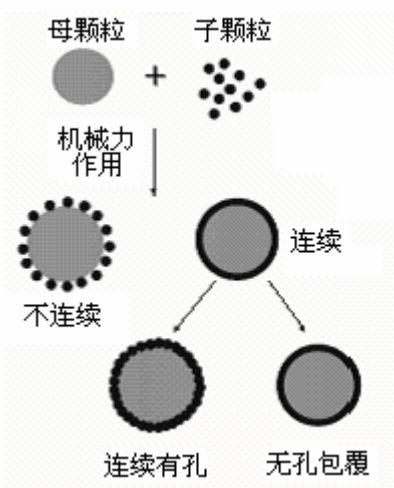
纳米粉体的应用技术为复合材料工业带来了新的生机，纳米与微米粉体作为材料原料的基本存在状态，引发了“微观颗粒设计”概念形成。这一新的概念激发了电子、生物工程、材料、医药、涂料、冶金等行业的极大兴趣。新材料的开发将从新的粉体材料乃至新颗粒的复合开始，这逐渐成为大家的共识。

颗粒设计的基本思路是由母颗粒和子颗粒复合构成的“粉体表面改质”，而不单单是“粉体表面改性”。借助纳米级子颗粒在微米级母颗粒表面的包覆与复合，可以完成对纳米粉体的单颗粒有序分散和实现纳米颗粒对微米颗粒的包覆。

2 应用说明

为了构建具有特定功能的复合粉体材料，采用物理或化学方法对粉体颗粒进行表面处理，有目的地改变其物理化学特征、表面结构和颗粒的形貌等特征。其结果是：(1)创造具有某种新特性的复合材料；(2)节约贵重原料；(3)生产工艺合理化；(4)提高纳米粉体的分散性。我们与日本企业和大学合作，引进吸收相关技术和设备。建成可对各类有机物、无机物、金属等进行广泛组合、通用性强的国产化处理系统。

纳米粉体的分散过程如图所示。



3 合作方式

面议。

轻钙纳米钙技改与多品种碳酸钙生产技术

1 成果简介

碳酸钙是塑料、橡胶、造纸、涂料等基础工业的重要填料，按照生产方法和用途的不同，分为纳米碳酸钙、轻重碳酸钙、复合碳酸钙（表面纳米化修饰）和研磨重质碳酸钙等。据不完全统计，目前全国的年用量在 700 万吨以上，随着加工业的发展，系列产品的需求和出口量也逐年增加。然而，面对激烈市场竞争，提高各类碳酸钙质量、降低成本已成为企业生存的关键。

针对上述问题，我们进行了从市场需求到生产工艺的全面分析，此工作得到在该领域有多年实践经验的练恩生等老专家和唐山化工机械厂以及马来西亚精弘工程公司的全力配合，可以为企业提供可靠、全面的新厂建设和老厂改造技术服务。

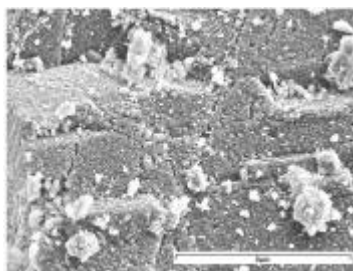
根据市场竞争的规律性和碳酸钙产品多品种多用途的特点，我们在系列工业生产与市场需求关系研究的基础上，提出了多品种的综合技术方案，通过产品之间的关联性来降低设备投资和综合生产成本，并获得市场上的灵活性和主动性。该技术已经在国内多家企业分别得到工业化实施。

2 应用说明

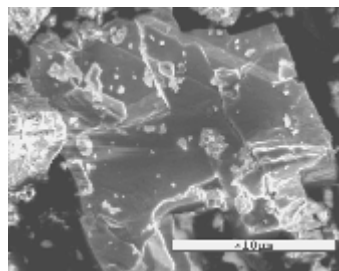
研磨重质碳酸钙系列：500 目以下普通重质碳酸钙、600-800 目微细重质碳酸钙、1000-1250 目超细重质碳酸钙（活化）造纸涂布级双 90 浆料。

合成碳酸钙系列：造纸用轻质碳酸钙、高白度轻质碳酸钙、功能性活化碳酸钙、纳米碳酸钙等。

复合碳酸钙系列：表面纳米化修饰复合碳酸钙、钛白包覆碳酸钙等。碳酸钙及复合碳酸钙如图所示。



复合碳酸钙



碳酸钙

3 合作方式

面议。

石英矿超细提纯制备功能性粉体材料

1 成果简介

高纯石英粉作为重要的无机填料，广泛地应用到电子、陶瓷、塑料、橡胶、涂料等领域。

高纯超细硅微粉是大规模集成电路基板和电子封装材料的重要原料之一，它与环氧树脂结合在一起，完成芯片或元器件的粘接封固。同时普通细度的硅微粉也大量应用于普通电器元件的封装。高白度石英粉现在大量应用于内外墙涂料，提高其耐侯性和耐磨性。

表面改性处理的超细石英粉作为白碳黑的一种替代品，逐渐在塑料、橡胶和粘接剂使用，它可改善制品的力学性能、提高制品的耐用度。

煅烧转相后的超细石英粉可以用做无定性硅质耐火材料的添加剂，提高耐火材料的致密度和耐火性能。

2 应用说明

超细高纯硅微粉和填料级超细石英粉生产线已经分别在南京和连云港建立了两条生产线，通过江苏省科委和经贸委组织的技术鉴定，与会专家一致认为该系统的设计达到国内一流水平，产品指标能够与国外同行相竞争。耐火材料用超细石英粉生产线已经在河南建厂投产，满足硅质耐火材料提高档次和无定型耐火材料的需要。

在生产技术方面，具有干法、湿法等多种粉磨手段和物理、化学提纯等不同的工艺，从而达到不同产品档次和成本控制的目的。生产工艺的部分环节如图所示。



根据不同产品，其投资规模和经济效益有所不同。我们可以提供相应的可行性分析报告。

3 合作方式

面议。

矿物粉体高填充及功能性塑料母粒生产技术

1 成果简介

随着激烈的市场竞争，如何提高超细滑石、碳酸钙等矿物粉体的填充量，是关系到降低用户生产成本的重要技术问题。而滑石、碳酸钙等超细粉体填料的进一步深加工是制备高填充母粒，为塑料工业提供更直接的原料。

另一方面，填充改性是改善树脂基复合材料性能，增加其功能性的重要途径。各种矿物粉体填料和复合功能粉体填料在经过适当的表面处理、配合、共混后可以显著降低成本，提高塑料基体材料的刚性和耐热性等多种性能。

近年来，我们在辽宁福海新型复合材料公司和国家发改委相关项目的支持下，与高分子材料专家合作，发挥粉体改性加工等技术优势，对滑石、碳酸钙、木粉、硅灰石、纳米包覆碳酸钙、膨润土、硅微粉、硫酸钡等多种矿物粉体的填充改性进行了产业化开发，并协助企业将改性母粒广泛应用于汽车、家电零部件、音像器材等塑料制品的生产。超细滑石在 PP 中的填充量超过 80%，碳酸钙的填充量达到 90%。高填充滑石母粒生产线。



2 应用说明

工程方面我们与高分子材料研究单位和双螺杆挤出机专业生产厂家合作，在确保工程设备可靠性的基础上，为企业提供功能性粉体填料生产、树脂填充改性和功能性母粒生产线的设计和工程一条龙服务。

该技术投资小，进入市场快，特别适合原来粉体生产厂家向下游市场开拓，是实现资源产业化，提高矿产品附加值，增加经济效益的重要举措。具体项目投资与效益分析，需要根据具体情况而定。

3 合作方式

面议。

非金属矿物超细加工与改性技术

1 成果简介

方解石、滑石、硅灰石、高岭土等非金属矿物资源是重要的工业原料，主要用于塑料、橡胶、涂料、胶粘剂等工业领域。

随着我国加工业的快速发展和市场国际化，对这些非金属矿物粉体的质量需求正在朝国际化标准靠近，数量需求上一直保持 15%-20%以上的年增长速度。然而，激烈的市场竞争和优势资源的短缺使得企业利润急剧下降，甚至出现经营困难的现象。这将迫使企业不断改进已有的老工艺和老设备，提升产品质量，降低加工成本，增强竞争力。

我们在结合多年来从事粉体加工经验，吸收国内外先进技术的基础上，研制开发了非金属矿（碳酸钙、滑石、云母、重晶石、硅灰石等）超细加工及改性功能性填料系统。获多项专利，并实现产业化应用，在国内和东南亚地区得到推广。其特点是：

粉磨系统：采用国产高细球磨机、雷蒙磨、冲击磨或湿法搅拌磨，充分发挥粉磨系统效率，提高粉体细度。采用合金耐磨或高技术陶瓷材料做研磨介质，防止对产品的污染。

分级系统：根据产品细度的要求，可配置不同规格、不同型号的国产或进口分级设备。分级精度高，细度调节方便。

收集系统：采用国内最先进的脉冲布袋收集器。经过特殊处理的过滤材料保证了细微颗粒的回收，收集效率高，排放浓度低。

改性系统：根据物料细度的不同，采用不同形式的改性组合。在保证改性效果的同时，进行系统优化，节省投资。

2 应用说明

面对市场需求和用户需要，根据被加工矿物种类、产品细度，优化设计最佳工艺流程。具体投资大小和生产规模，将根据工艺流程来定。部分超细加工生产线图示如下：



湿法超细加工系统



大型搅拌磨



超细粉体干法改性系统

3 合作方式

面议。

粉煤灰综合利用技术

1 成果简介

火力电厂排放的粉煤灰形成大量堆积，已造成了全国范围内的环境污染。虽然作为发电厂的固体废弃物，但粉煤灰中含有微珠、磁珠、漂珠、碳精粉及其他高附加值组分，分选这些组分后的物料还是生产墙体建材的主要原料。综合利用与大量消化使用是粉煤灰利用的关键。

为减轻电厂环境压力、扩大粉煤灰应用领域和使用量，清华大学、北京矿冶研究总院、武汉建材设计院等单位分别发挥各自在微珠改性及应用、粉煤灰分选和粉煤灰水泥、砌块制备方面的技术优势，联合成在粉煤灰生产建材和提取高附加值产品方面的强势群体。粉煤灰综合利用工艺流程如图 1 所示，包覆前后粉煤灰颗粒的形貌如图 2 所示。

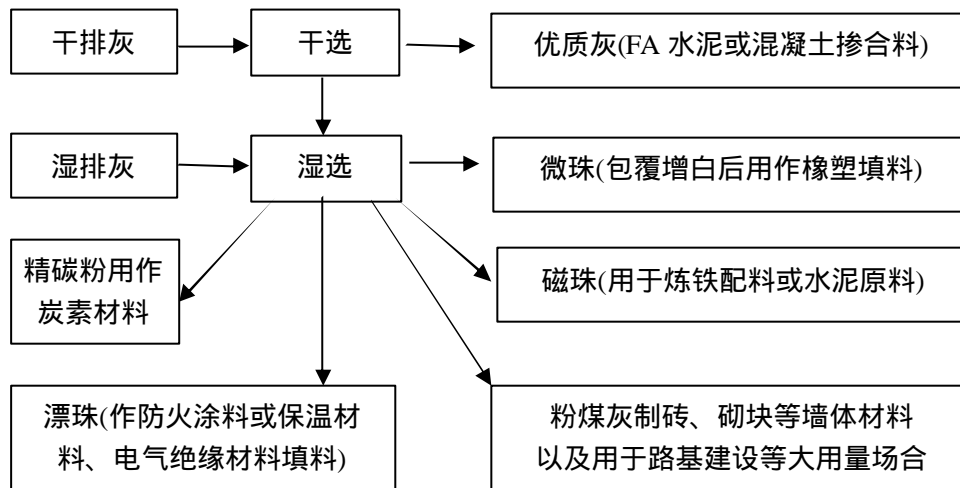
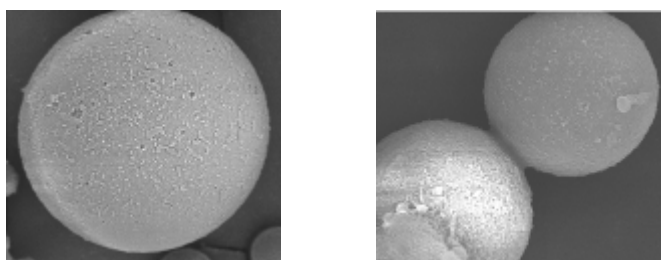
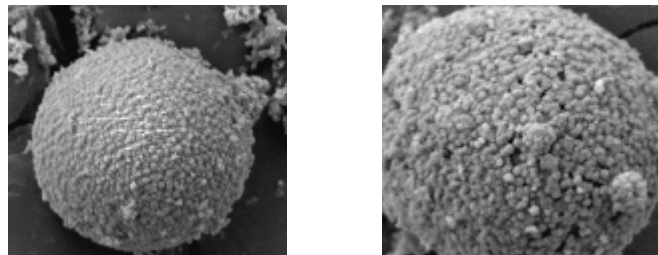


图 1 粉煤灰综合利用工艺流程



a 包覆前



b 包覆后

图 2 包覆前后粉煤灰颗粒的表面形貌

2 应用说明

该技术不仅适合于干排灰，尤其对长期堆积的劣质湿排灰的有效利用找到了一条合理的途径。系统的处理能力大，不同产品均有合理的利用方向。

3 合作方式

面议。

废旧塑料和木粉生产木塑复合材料

1 成果简介

随着塑料制品的普及，塑料废弃物也大量产生。林业和农村的锯末、树枝、秸秆等纤维类废弃物被抛弃或焚烧，也构成生物资源的浪费和环境污染。另一方面，随着生活水平的提高我国木材需求量剧增，2004年中国的木材需求量达13000万立方米，国内林业远远不能满足。以塑代木，特别是以废塑料和废植物为原料，制备替代木材的木塑复合材料是解决环保和木材紧张的重要途径。

制成品的物理机械性能与木制品相媲美，具有良好的木质感，并有许多木材材料所没有的特性，克服了木质材料吸水率高，易变形开裂，易被虫蛀霉变的缺点。由于生产原料中废弃资源的利用比例高达95%以上，因此本项目可大大提高废弃资源的综合利用率。大大降低因废弃资源处理不当给环境造成的严重损害、对环境综合整治工程具有十分明显的促进作用。具体工艺是：聚烯烃废弃塑料经洗涤、破碎、造粒，再与粉碎干燥后木粉混合、表面处理，最后通过捏合、密炼、塑化后挤出成型。

2 应用说明

2500吨生产能力的设备投资约300万元，目前市场价格在7000-10000元/吨，生产成本在5000-6000元/吨。厂房1500平方米。工程设计、产品配方、技术指导等费用面议。塑木型材生产线及部分木塑产品图示如下：



3 合作方式

面议。

废轮胎制备胶粉、燃油和超细碳黑填料全价利用技术

1 成果简介

废旧轮胎是现代化社会的公害，如何使日益俱增的废旧轮胎资源得到绿色循环利用，一直是世界各国共同努力的问题。我们结合国内外先进技术，在清华大学多学科优势的基础上，与企业合作开发了新型的组合工艺技术，实现用废轮胎制备胶粉、燃油和超细碳黑填料无二次污染的全价利用技术。

该技术首先对轮胎进行粉碎处理，将大部分的橡胶粉碎后制成胶粉，细度在 40-150 目以上，主要用做轮胎回填、胶垫、橡胶地板、沥青改性等方面。

制备胶粉的剩余废品采用高温裂解的方式制成燃油，可作陶瓷、化工等工厂的窑炉燃料，精制分馏后产品可达到精炼油国标，使用范围更广泛。在目前国际市场燃油价格居高不下，而各行各业对燃油需求又很大的情况下，这种燃油有广阔的市场前景。

裂解橡胶后生成的碳渣进行超细粉碎和表面改性处理，制成炭黑质填料。主要用于汽车轮胎、制鞋和橡胶杂件等制品，用途广泛，用量很大。但该炭黑填料是通用炭黑价格的一半以下，可达到半补强碳黑的效果，可大大降低橡胶制品的成本，能够占领较大的市场份额。

2 应用说明

整个加工过程无污染排放，废物全价利用。胶粉满足国内外橡胶地面板等产品的需求，剩余废料裂解可以制备替代重油的燃油。功能性碳黑填料细度控制严格，干法加工可高达 1000 目以上，产品活化率 90%以上，能够在普通橡胶制品中使用。

生产线由三部分组成：胶粉、裂解制油、碳黑填料。每吨废旧轮胎油品得率 40%以上，超细碳黑填料得率在 45%以上，废钢丝得率在 15%左右。各种废轮胎、废橡胶、橡胶及部分塑料制品的边角料均可作为原料使用。具体投资规模和经济效益因原料和产品种类的不同有所差异，我们将根据客户的具体情况给出分析报告。工业化生产线如下图所示：



3 合作方式

面议。

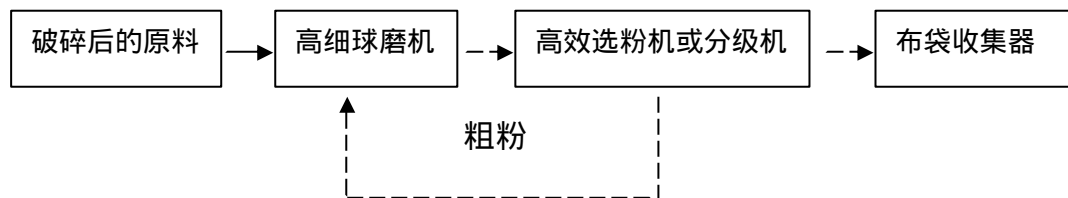
矿渣等工业高温废弃物的综合利用

1 成果简介

水淬高炉矿渣是钢铁厂生产中产生的废弃物，很早就被人们作为水泥混合材原料而广泛采用。在传统的水泥厂中矿渣与熟料一起球磨，导致矿渣颗粒较粗，其颗粒活性没有得到发挥，仅起微集料作用。细磨矿渣，不同于颗粒较粗的矿渣混合材，它是将细度很高的的矿渣微粉作为混凝土的掺合料直接使用或掺入水泥中作为复合水泥的混合材。由于磨细的矿渣的细度很高，其活性在碱性条件下得到充分激发，使混凝土和水泥的多项性能得到了极大的提高和改善。

生产细磨矿渣微粉的工艺方案随着生产条件、规模等不同可有不同的选择。根据对多种粉磨方式的比较，我们认为采用球磨机方案更为合理。对磨机的选用一是对现有磨机进行磨内改造，更换研磨介质；二是直接选用高细、高产的筛分磨，直接可生产出比表面积 600~800m²/kg 的超细矿渣。若需生产更高细度的矿渣微粉，可在磨机后面配置高效选粉机或分级机。本方案特别适宜于老厂的改造、转产或新建粉磨站，具有投资省、见效快、产量高、易于管理等优点。岗位工人均可利用原有人员即可进行正常生产，且适用于不同的生产规模。

工艺流程



2 应用说明

以一台 2.2×11m 磨机为例，改造一台磨机所需投入为十几万元，可生产矿渣微粉 15t/h，产品 0.08mm 筛余 1.5%。年生产能力十万吨，产值 2000 万，利税 200 万以上。

3 合作方式

面议。

中药与农副产品超细加工及新产品开发技术

1 成果简介

植物类农副产品是农业可开发利用的重要资源之一，它的开发应用涉及中药、保健品、农副产品、生物化工等领域。微细化处理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。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“牙可咬、胃可消化”的食品传统观念，满足了人们生活消费习惯。

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。

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。已在广西、云南、海南和福建等地建厂生产，代表性的生产线如图所示：



魔芋超细生产线



混合中药超细生产线

2 应用说明

系统参数指标和投资规模随不同物料特性和市场对产品的要求而定。

3 合作方式

面议。

粉体设备图纸转让与产业化合作

1 成果简介

根据国内外粉体技术发展趋势，我们拟采用产学研结合的方式，依托设备制造企业建立工程化试验基地，从事粉体设备的合作生产与工程项目的开发。

实践说明该方式是互惠互利、校企合作优势互补的好方法。对于尚未转让的以下系列技术，我们寻找热心粉体设备技术、人力物力和市场营销能力较强的企业，合作开发市场。这些技术设备多数都获得国家专利，并实现产业化应用。另外，国外粉体设备的种类和结构发展较快，我们积累了大量粉体加工设备技术的资料，愿与企业合作开发新型粉体加工设备。

经过多年的积累，可实现转让的技术设备图纸种类有：

1. 系列大型超细分级机（5种）
2. 雷蒙磨改造用系列分级机（3种）
3. 大型超细粉碎用球磨机（直径1.2 - 2.2米）
4. 大型冲击式超细粉碎分级机（立式和卧式3种）
5. 湿法超细搅拌磨（100 - 1000升，高速和低速两类）
6. 干法超细搅拌磨（50 - 1500升）
7. 卧式内外转动搅拌磨（直径1.2米，长2.4米）
8. 系列大型超细振动磨（100 - 1250升）
9. 干法超细粉体表面改性设备
10. 湿法超细粉体表面改性系统

部分设备图示：



冲击粉碎分级机



高速气流粉碎分级系统



超细粉体湿法改性系统

2 合作方式

面议。

粉体加工系统优化改造、过程自动控制

1 成果简介

粉体加工系统的优化和自动控制是降低成本提高和稳定质量的关键,与企业经济效益密切相关。系统优化涉及到的影响因素多且相互关联。如:物料特性、工艺流程、外加剂、系统结构和工作参数的选定等等。

市场竞争使得产品指标提高、成本增加、价格降低。这是任何一项技术发展的必然阶段,必须靠不断的进步来调整加工系统,使之适应市场的变化。在众多的粉体加工企业中,广泛存在没有过程自动控制手段,工艺设计不合理造成成本偏高、不能适应市场的变化等特点。

我们在多年的技术研究开发过程中掌握了多种粉体加工设备结构特点和工艺参数调整技巧,从系统工程的角度,对系统进行优化改造。

可提供的技术服务内容如下:

- 1、粉体加工系统标定,能耗分析
- 2、原料与产品的粒度组成与颗粒形貌分析;
- 3、加工物料物性分析与加工系统的匹配;
- 4、改善料仓结构及料位控制系统,避免料仓结拱,提高给料的稳定性;
- 5、分级机技术改造,提高分级效率和产品细度;
- 6、外加剂的应用,改善粉体物料的流动性,提高工作效率;
- 7、调整设备结构,保证合理的机内物料滞留量;
- 8、通过加工设备工作状态的监控,自动控制给料系统、调整闭路系统循环负荷率,合理搭配加工单机的工作状态。

代表性改造案例:



雷蒙磨系统改造



球磨系统用超细分级机

2 合作方式

面议。