

清华大学科技成果重点推广项目

1. 复合型聚合物电解质材料.....	1
2. 二次锂电池用复合型全固态聚合物电解质项目.....	1
3. 一种轻质高储能密度材料及其制备方法.....	2
4. 一种高灵敏磁场探测系统.....	2
5. 一种新型电磁屏蔽复合材料及其制备方法.....	2
6. 电力系统运行可靠性在线评估预警软件.....	3
7. 电网友好型风电场并网运行监控平台.....	6
8. 油气管道缺陷高清晰度检测装备.....	10
9. 电磁超声导波缺陷检测仪器.....	11
10. 基于测量不确定度的电力系统状态估计.....	12
11. 发音质量评价方法与系统.....	13
12. 语音识别集成电路 IP 与协处理器.....	15
13. 可变带宽无线多媒体传输系统.....	16
14. 高速 USB 记录与回放设备.....	17
15. DTMB 调制器/信号发生器.....	18
16. 皮肤疾病热疗仪.....	19
17. “KV/MV”同源双束医用 IGRT 加速器.....	20
18. 普洱茶联合壳聚糖减肥新食品.....	21
19. 磁颗粒动脉栓塞热疗.....	22
20. 纳米磁流体磁感应热疗.....	23
21. 重力心动图仪.....	24
22. 小动物 PET、SPECT、CT 系统.....	26
23. 数字预案系统.....	29
24. 突发公共安全事件应急平台.....	30
25. 移动指挥通信方舱.....	30
26. 移动应急监测方舱.....	31
27. 新型皮带秤——激光秤.....	32
28. 电子商务产品推荐引擎解决方案.....	33
29. 空冷、自增湿式质子交换膜燃料电池发电机.....	34
30. 自动布管优化设计.....	36
31. 肝素酶的规模化生产及低分子量肝素制备技术.....	38
32. 纳米活性碳酸钙的制备技术的工业开发.....	40
33. 水热法制备碱式硫酸镁晶须的研究与开发.....	41
34. 水热法制备氢氧化镁阻燃剂的研究与工业开发.....	42
35. 化工副产物制备硫酸钙晶须.....	43
36. 油田区域石油污染土壤的生物修复技术.....	44
37. 新型多孔微生物载体好氧——厌氧耦合污泥减量化技术.....	45
38. 多级环流曝气及厌氧——好氧耦合环流曝气污水生物处理技术.....	47
39. 热泵辅助的高效污泥厌氧消化技术.....	48
40. 有机污染荧光预警仪.....	50
41. 嵌入式硬件模拟运行环境.....	51

42. 建筑环境空气流动设计及仿真技术.....	51
43. 电动汽车 ABS/TCS 控制器.....	54
44. 测力方向盘.....	55
45. 汽车制动系电控系统开发配套技术及关键设备.....	56
46. 新能源汽车助力转向系统.....	58
47. 高效分离式热管采热供暖系统.....	58
48. 余热利用高能效比热泵热水器系统.....	60
49. 多翅片降膜蒸发紧凑型海水淡化系统.....	61
50. 微藻自养——异养结合生产生物柴油技术.....	63
51. DCP 型拖式混凝土泵.....	64
52. 泵+管道输送系统的优化运行软件与高效节能技术.....	65
53. 高效潮流发电技术.....	66
54. FRP 组合结构桥梁应用技术.....	67
55. 钢结构 FRP 快速抗屈曲加固技术.....	69
56. 城市综合交通规划.....	70
57. 道路网系统专项规划.....	71
58. 智能交通系统规划.....	71
59. 轨道交通规划.....	73
60. 停车系统专项规划.....	75
61. 交通影响分析（交评）与道路交通管理规划.....	76
62. 道路交通安全规划与安全审计.....	78
63. 常规公共交通系统专项规划.....	80
64. 低功耗低成本的可抗功耗攻击 AES 加解密芯片/IP.....	80
65. 高性能网络流分类系统.....	83
66. Macrostor 智能持续数据保护系统.....	85
67. WisHSM 分级存储管理系统.....	86
68. 门户及知识智能管理系统.....	87
69. 医疗模拟培训管理及评估系统.....	88
70. 基于网络及数字媒体平台的高端信息服务技术.....	88
71. 面向领域信息服务的智能交互技术.....	89
72. 应用于网络及电话通信信息安全领域的声纹认证关键技术.....	90
73. JoMobile 移动多媒体传输系统.....	90
74. DTMB 调制器/信号发生器.....	92
75. DMB-TH 地面传输数字电视模块.....	93
76. 10G 一体化网络数据深度安全检查和析系统.....	94
77. 基于列存储的关系型数据库系统—HuaBase.....	95
78. 基于地面传输数字电视的动态交通信息发布系统.....	96
79. TH DRM 精简的数字版权管理系统.....	97
80. Gridmedia: 大规模 P2P 网络直播系统.....	97
81. 无创无碍式实时健康监测设备.....	100
82. 云计算服务平台与桌面虚拟化系统.....	100
83. 功能性纳米脂质体美容化妆品.....	103
84. 近红外组织血氧参数无损监测仪.....	105
85. 荧光与核素双模载体小动物成像系统.....	106

86. 计算机手术模拟与导航定位系统.....	108
87. 大型建筑屋面改进型虹吸流雨水排水系统.....	109
88. 建筑补水卫生地漏.....	110
89. 隧道空气快速净化车.....	111

复合型聚合物电解质材料

1 成果简介

本发明涉及一种聚合物电解质材料及其制备方法，尤其是涉及一种可应用于新型高性能固态电池的能量存储、燃料电池的能量转换、化学传感器、电化学电容器等领域的复合型聚合物电解质材料及其制备方法。

2 应用说明

本发明的目的是提供一种电导率高、机械性能和热稳定性能好的复合型聚合物电解质材料。同时，本发明还提供一种工艺简单，适宜于工业化生产的聚合物电解质材料的制备方法。

3 效益分析

建设年产复合型聚合物电介质材料 1500 吨，项目总投资 5000 万元。

4 合作方式

合作、技术提供方占技术股。

二次锂电池用复合型全固态聚合物电解质项目

1 成果简介

聚合物电解质由于具有质轻、粘弹性好以及成膜性好等优点，尤其适合作为锂电池的电解质材料。聚氧乙烯（PEO）由于具有易于离子传导的结构特征而备受关注，然而由于 PEO 与碱金属盐形成的聚合物电解质在室温时有较高的结晶相，所形成的电解质也只能在高温下才能使用，因此实际应用受到限制。常用来降低 PEO 结晶度的方法是加入有机液体增塑剂，液体增塑剂的加入虽然提高了聚合物电解质的离子电导率，但同时也破坏了电解质的机械性能以及增加了其与锂负极材料的反应活性，降低了电池寿命。一个重要的趋势是发展全固态聚合物电解质，以取代目前的含液体的聚合物电解质。

2 应用说明

本发明提供了一种锂电池用共聚物基聚合物电解质材料，其含有共聚物基体和碱金属盐，所述共聚物基体是由氧化乙烯单元和氧化丙烯单元组成。本发明还提供了含所述聚合物电解质材料的复合电解质膜及其制备方法，本发明所述的锂电池用共聚物基聚合物电解质材料，采用共聚物作为基体材料，通过简单的溶液浇铸法制备成聚合物电解质材料，并采用浸泡方法实现活性聚合物电解质材料与高分子隔膜材料的复合。本发明的聚合物电解质材料不含有机液态电解质，不可燃，且与传统的 PEO 基聚合物电解质相比，电导率明显提高，机械性能好，可以防止热失控。

3 效益分析

建设年产 1500 吨的二次锂电池用复合型全固态聚合物电介质材料生产线，项目总投资 5000 万元。

4 合作方式

合作、技术提供方占技术股。

一种轻质高储能密度材料及其制备方法

1 成果简介

本发明属于介电材料及储能材料制备技术领域的一种聚合物基高储能密度材料及其制备方法,所发明的聚合物基高储能密度材料由通过化学方法用有机物改性的碳纳米管材料和聚合物基体材料组成,具有绝缘性好、密度低、柔韧性佳、低成本及易加工的特点,可应用于信息技术电子器件、介电工程和静电能存储及电容器介电材料。

2 合作方式

商谈。

一种高灵敏磁场探测系统

1 成果简介

磁传感器是用来检测磁场的存在,测量磁场的强度,确定磁场的方向,或确定磁场的强度方向是否有变化的器件,测磁仪器中的“探头”或者“取样装置”就是磁传感器。磁传感器在信息工业、交通运输、医疗仪器等领域具有越来越广泛的应用,这些应用也对磁传感器微型化、灵敏度、使用范围、成本和制备工艺等提出了更高的要求。目前所采用的磁传感器主要有霍尔元件、磁通门、巨磁阻材料(GMR)、超导量子干涉元件(SQUID)等,这些器件各有其优缺点。霍尔元件使用简单、价格便宜,但是一般只能用于测试 10^{-8} T以上的直流磁场或低频交流磁场;磁通门一般用来测试 10^{-10} T- 10^{-3} T的直流磁场,因其成本低主要用于交通运输领域;巨磁阻材料是近些年发展起来的,利用巨磁阻效应实现对小磁场的敏感响应,这种材料的制备主要采用薄膜技术,对尺寸和厚度的要求十分严格。超导量子干涉元件是目前灵敏度最高的低磁场测试系统,可以探测到 10^{-15} T的磁场,但是它只能工作在液氦温度,设备体积大且价格非常昂贵,主要应用于医疗和科学研究领域。

2 应用说明

本发明提供一种基于磁电复合材料的磁场传感系统,具有较高的磁场探测灵敏度(可探测 10^{-12} T的弱磁场),可以探测交流、直流磁场。制作工艺简单、价格低廉、应用范围广(除上述应用领域外,也可用于军事上)。

3 合作方式

商谈。

一种新型电磁屏蔽复合材料及其制备方法

1 成果简介

随着无线通信技术的飞速发展,电磁干扰、电磁信息泄露、电磁环境污染等问题也变的越来越严重。目前,几乎所有的电子和电器设备都不可避免的收到电信号和磁信号的干扰。因此,电磁干扰的问题受到广泛的关注,电磁屏蔽材料的研究也成为热点,对于国民经

济的可持续发展战略具有重要的意义。相对于传统的金属类屏蔽材料，目前的电磁屏蔽材料向着轻、薄、易加工的方向发展，以适应微电子工业中无源器件的发展。

近几年来，电磁屏蔽复合材料制作的一种方法是在聚合物中添加导电颗粒，如银、铜、镍、铁或碳纳米管等，通过在聚合物基体内形成导电通路来提高聚合物的导电性，从而提高电磁屏蔽效能。这类屏蔽材料主要的问题是如果要达到较高的屏蔽效能则需要较高的成本，只具有单一的电屏蔽的功能，且反射损耗太大，容易造成二次电磁干扰。

本发明特别设计由导电填料和铁磁性填料组成、制备温度低、工艺简便的一种新型电磁屏蔽复合材料及其制备方法。这类材料的应用频率范围在 8.2~12.4GHz 范围内，总电磁屏蔽效能可在 30~70dB 之间，具有很好的应用前景。

2 合作方式

商谈。

电力系统运行可靠性在线评估预警软件

1 成果简介

随着电网互联规模和复杂性的提高，电力系统的可靠运行对经济发展社会进步的作用越来越大，安全运行问题也将更加突出。我国是一个发展中国家，当前我国电网的总体技术水平与发达国家特别是与美国相比有很大差距。电网结构薄弱，电气主设备和线路故障率较高，部分电网电源供应紧张，应付电网突发事件的运行备用不足。提高电网可靠性、保证电网安全运行已成为世界各国电力系统的迫切要求，所以，对电力系统可靠性的研究具有十分重要的意义。开发一个操作方便的可靠性评估软件包对指导电网规划、运行、调度有非常重要的意义。

电力系统运行可靠性在线评估预警软件（ORET）利用气象、地震和水利等部门的数据和从数据采集与监控/能量管理系统（SCADA/EMS）获得的电网实时运行数据对电力系统进行实时监控，并对电力系统进行预警，同时为运行人员提供定性和定量的指导。

软件特点：

可靠性评估按照使用目的，通常可以分为规划可靠性和运行可靠性两大类。规划可靠性一般用于分析比较不同的规划方案，为电力系统规划提供指导意见。规划可靠性评估使用元件的长期平均故障率，不考虑实施运行情况，要求计算精度高，但不刻意要求计算速度。运行可靠性根据电网的实时运行状况进行评估，指导电网的调度和实时控制。运行可靠性评估使用元件的实时运行故障率，并考虑不同元件所处位置、天气等信息，对计算结果绝对值的精度要求不高，对计算结果实时变化的准确度要求较高，同时对计算速度要求苛刻。目前，数据采集和监控/能量管理系统（SCADA/EMS）的逐渐完善和成熟，为实现电网运行可靠性评估提供了可能性。

本软件在 Windows 操作系统下，采用 Visual C++ 6.0 开发了可靠性评估软件包，包括规划可靠性和运行可靠性两种功能，可以分别用于不同的用途。电网运行人员可以通过曲线的

方式实时监视电网的运行状况。软件的主要优点有：

- 具有图形化界面，并且支持 BPA、PSASP、PSSE 等各种电力系统数据格式的导入。
- 实时反映运行条件变化对元件停运率和系统可靠性水平的影响。
- 变精度快速排序算法，实现在线快速预警功能，缩短了严重故障状态的可靠性预警时间，避免了巨大的计算量和计算时间，并为调度员争取了宝贵的决策时间。
- 具有实时存储功能，能在运行过程中将计算结果记录下来。并能通过曲线的形式与历史数据进行比较。
- 基于三维曲面绘制技术和动态着色技术的可视化方法，如图 2 所示，将计算中所产生的可靠性信息转变成直观的以图形或图像形式表示的信息，使调度员对电网实时运行可靠性有形象而全面的了解。



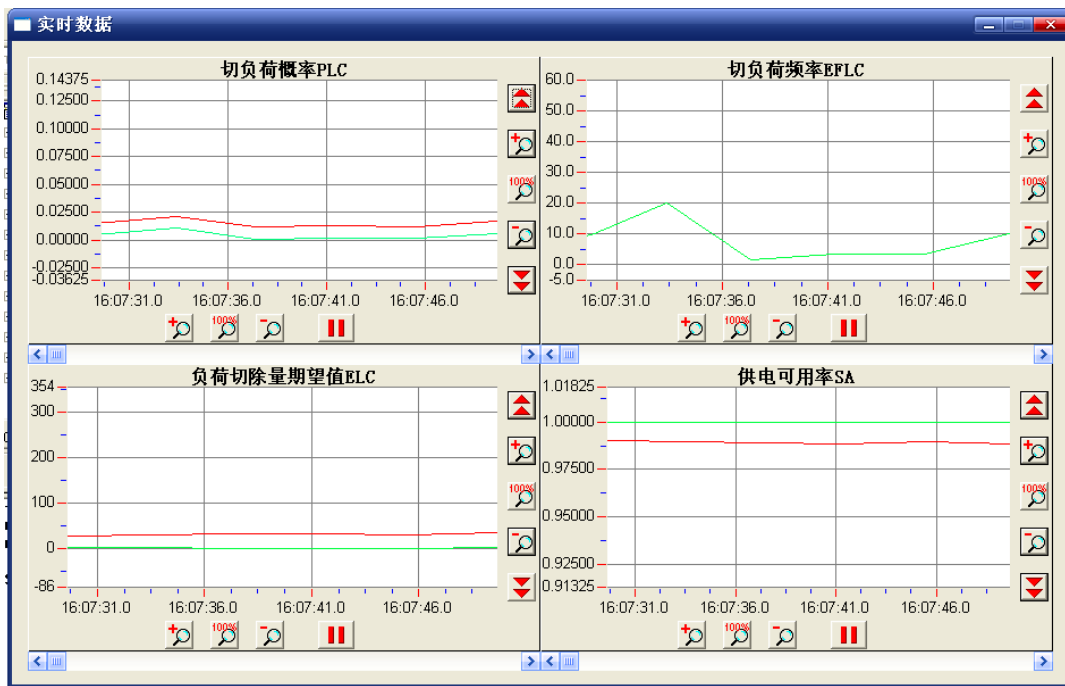


图 1 可靠性软件界面

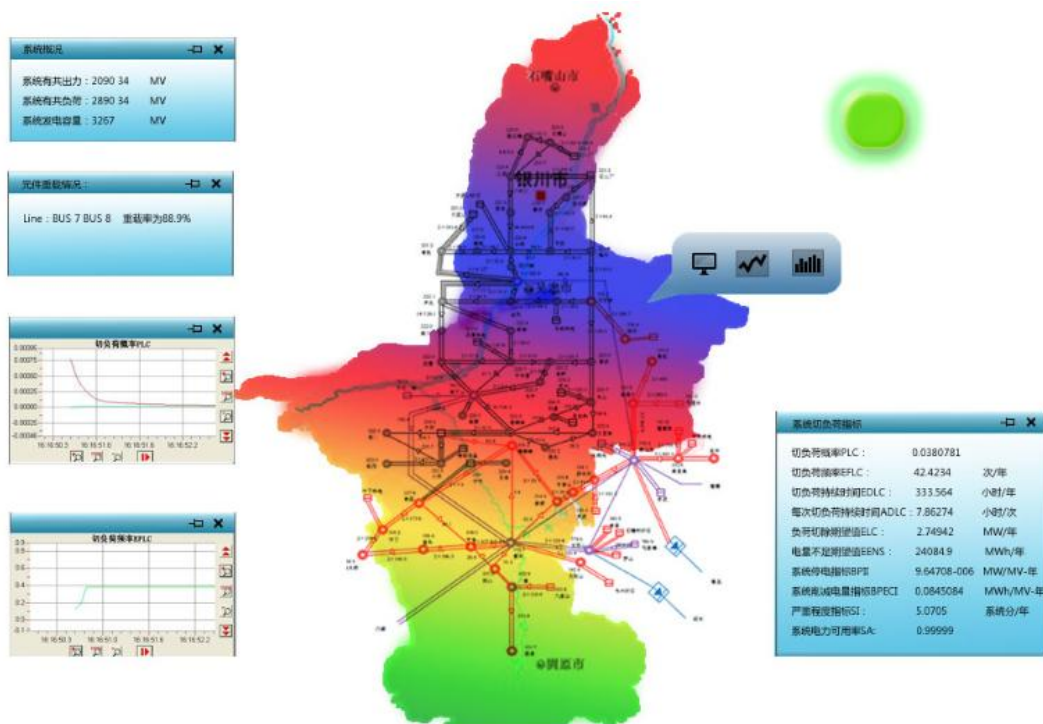


图 2 可视化输出技术

2 技术指标

清华大学通过多年的研究积累以及在国家 973 计划的支持下,对电力系统运行可靠性展开了全面的研究,开发出来电力系统运行可靠性在线评估预警软件。本软件适用于大规模电力系统运行可靠性评估,实现了对电力系统运行风险评估、预警和辅助决策,为电力系统运

行和调度的实时可靠性评估提供了定量的指导。关键方法和关键技术达到了国际先进水平，并于 2009 年 10 月通过了国家 973 计划项目验收。

3 效益分析

本软件的推广应用前景良好，适用于从区调、省调（市调）到网调不同调度部门的具体要求，对提高电网可靠性、保证电网安全运行有重要意义。

4 合作方式

商谈。

电网友好型风电场并网运行监控平台

1 成果简介

风电场并网运行控制平台包含风功率预测、风电场自动发电控制(Automatic Generation Control, AGC)、风电场自动电压控制(Automatic Voltage Control)等主要功能子系统，对内进行发电厂发电计划制定、在线实时控制等综合功能，对外配合电网进行 AGC、AVC 调度，实现风-火-水-储的优化互济运行，是建设电网友好型风电的核心技术。

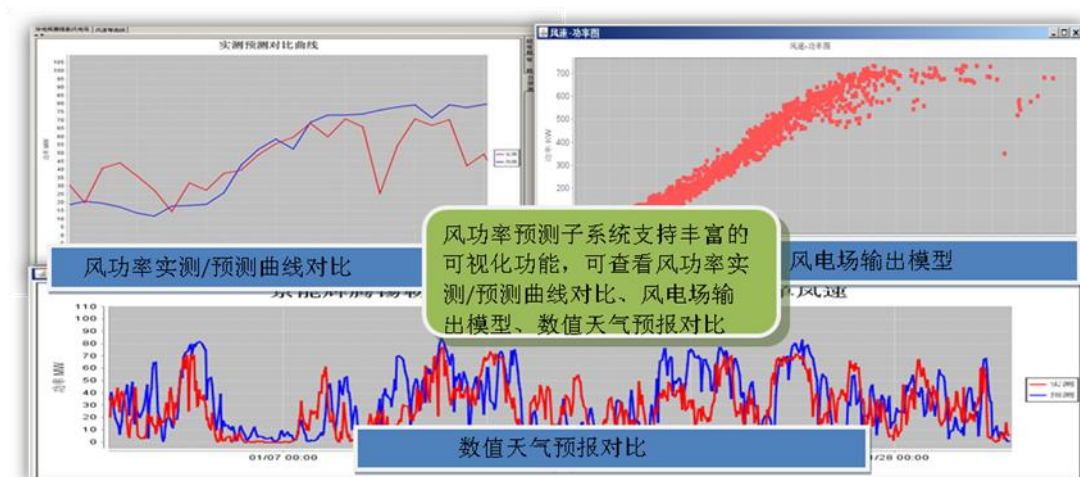
风功率预测系统

风功率预测系统包含功率预测、风电监视、数据分析、程序管理等四大功能子系统，满足风功率预测、实时风电监控、数据挖掘等综合性风电管理需求。



功率预测系统支持丰富的用户角色，满足预报员、调度员、管理员等不同角色用户的业务需求，提供具有针对性的后台模块与人机界面。

- 调度员：实时监视风电运行状态、在线调度风电运行等；
- 预报员：风功率曲线预报、模型训练、预测结果订正与自动发布等；
- 管理员：系统的扩容与升级、程序模块监视、日志管理等。



功率预测系统提供智能化预报员向导系统, 确保系统随着数据积累, 建立精度越来越高预测模型。采用欧洲气象中心、中国气象中心的全球模式; 采用 MMD5(美国)中尺度模式, 生产数值天气预报。

功率预测系统对不同风场建立针对性模型, 具有详尽的数据预处理功能, 应对现场数据错误、缺失等复杂情况。系统可以智能分析系统误差, 预测模型可选用定时训练更新或人工更新。系统按典型天气类型建模, 对雨/雪/扬沙/低温等极端天气建模更加准确。

丰富、可靠、强大的数据中心是进行风功率预测、风电实时监控、风资源评估的基础。功率预测系统提供海量数据存储、快速查询、风资源可视化、数值天气预报分析、系统评价等综合性数据管理功能。

风电场自动电压控制系统(AVC)

风电场 AVC 系统是一个在现有风机 SCADA 与升压站 SCADA 基础上, 实现自动闭环、利用双馈风机自身无功调节能力满足风电场并网综合需求的监控管理系统。

从 2006 年起, 国家电网对风电场并入点网点 (Point of Coupling Connection, 简称 PCC) 的电压、无功与电能质量等提出了一系列要求, 内容包括 PCC 电压偏差、电压波动范围、功率因数、谐波与闪变的。随着我国风电建设深入、电网电压调整的需要, 在风电富集地区的风电场将需要调整其电压参考点或无功输出值等以满足更高级的并网需求。考虑到风电场电压-无功调节特性的复杂性, 依靠单一手段已不能满足要求, 协调多种控制手段, 以较低的调节成本达到理想控制效果是风电场电压-无功控制的必然要求。



风电场 AVC 系统的主要功能如下：

- 实时监视风电场并网点以及内部电网的电压和无功信息；
- 协调控制集中无功补偿设备、事件驱动的控制模式将减少控制设备的投切率，提高设备的使用寿命；
- 动态调节双馈风机功率因数，最快响应时间少于 100ms；
- 闭环控制系统，参与电网自动电压控制，减少现场工作人员的工作量；
- 改善局部电压质量和无功水平
- 保证风电场并网点的电压质量和无功的吸收；
- 保证风电场的电压稳定、降低配网网损。

2 应用说明

系统共包含：

- 数据与通信服务器，提供数据存储、实现与电网调度系统的通信功能。本系统通过风机厂商提供的 OPC 接口，采集风机实时数据。系统通过 OPC 接口获得与风机实测信息，同时上传功率预测结果、指令反馈等。此外，还可以按用户定制的消息发布通道，将用户关心的详细信息传递至指定地点（如发电集团的风电信息监视中心等）。
- 调度终端与维护，提供面向调度员的风电实时监视功能、预报向导系统、管理界面、风电场自动电压控制见识，同时供系统维护、升级使用。

- 标准化机柜（可考虑与其它系统共用机柜）。
- 网络交换机、路由、网线等网络配件。
- 风功率预测系统与风电场 AVC 系统可以分开单独配置。

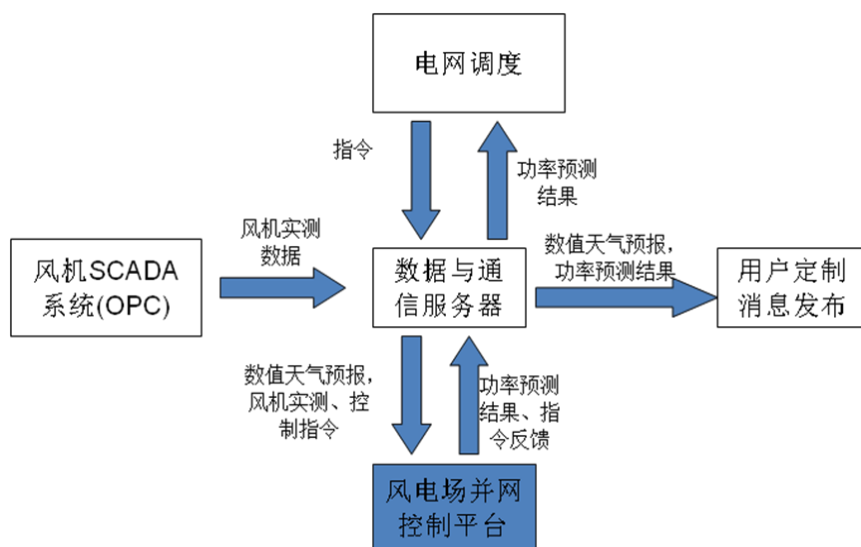


图 1 风电预测系统与外部系统的通信方式

3 应用范围

成果主要适用于电力行业相关企业，特别是与风力发电相关的新能源产业，如风电场、风力发电集团、电力调度中心、风机制造商与从事相关行业的研究院所。

4 效益分析

对风电进行功率预测、实时监控与在线控制是未来风电发展的必然趋势，可以全面提升电网、风电场、发电商等不同实体对风力发电的认知深度、调控能力、与管理水平。对不同应用主体的效益主要体现在：

电网	风电场	发电商
解决风电大规模并网问题的有效手段	满足风电并网要求，配合电网调度	精细管理风电，发掘风场发电潜力
<ul style="list-style-type: none"> 制定发电计划 优化电源组合 电网阻塞管理 在线电网调度 	<ul style="list-style-type: none"> 提高上网小时数 争取上网优先权 降低弃风损失 安排检修时间 	<ul style="list-style-type: none"> 制定年电量计划 风资源后评估 提高产能效率

目前我国北方地区受电网调节能力限制，约有 1/3 风电处于闲置状态，利用风功率预测、增加风电可控性可在不增加额外设备投资的基础上，大幅程度上提高风电接纳能力。

据欧洲经验，利用风电功率预测，合理安排检修时间，可以增加上网电量 2-3%，对 100MW 规模的风电场而言，按风电上网电价 0.7 元计算，年约增收 42 万元。

电网对风电场并网点采取了严格的无功考核制度，华北地区某风场试运行结果表明，该风场在并联电容器检修期间投运风电场自动电压控制系统，不仅有效保证了风电场的无功水平，而且基本杜绝了风电场无功考核惩罚，整个系统投入后不到 2 个月即全部收回了投资。

5 合作方式

合作推广、技术转让。

油气管道缺陷高清晰度检测装备

1 成果简介

随着我国油气长输管道已经进入老龄化阶段，老管道进入事故多发期，迫切需要油气长输管道缺陷在线检测技术与手段。另外，中国目前油气管道建设也处于快速增长期，新建管道也需要尽快进行基线检测，迫切需要一种油气长输管道内检测技术，而国外对中国不出国相关技术和设备。基于这种现实，开发了油气管道缺陷高清晰度检测装备，并形成系列化产品。

本成果采用漏磁技术实现了在用管道缺陷的无损检测与评估，装备可实现检测数据自动分析处理、缺陷量化和管道安全评估。检测器单次检测距离为 380 公里，可通过最小弯头为 1.5D，最小缺陷深度为 10% 壁厚，检测精度为 $\pm 10\%$ 壁厚，轴向定位精度为 $\pm 1\%$ （距离最近参考点），周向定位精度为 $\pm 5^\circ$ ，可信度水平为 90% 以上。主要技术指标达到国际先进水平。



图 1 在用管道缺陷高清晰度检测装备

2 应用说明

研究成果通过某检测公司已经应用于“西气东输”管道检测，在苏丹等国外油气管道检测工程中也已成功应用，为合作企业累计创造检测工程产值过亿元。

应用于油气长输管道检测；油田管网检测；石化企业管道检测；电站管道检测。

3 效益分析

按国际油气管道检测工程通行价格计算，为每公里 1 万美元。如果具备检测能力后，每年检测 2000km 油气管道，年产值将过亿元。

4 合作方式

技术转让、合作开发和技术入股等。

电磁超声导波缺陷检测仪器备

1 成果简介

电磁超声导波检测设备可实现对钢板和钢管缺陷的快速扫描，既满足电磁超声导波实验室需求又可满足工程应用，特别是针对高校用户提供开放式数据接口和检测数据源文件，可方便高校教师和学生科研使用。

仪器主要指标：

- 工作电压：220V 交流；
- 探头激励信号频率、幅值和周期数可调；
- 可以产生管道 L 模式、管道 T 模式、Lamb 波模式和 SH 波模式的电磁超声导波；
- 可用于管道和板材的腐蚀、裂纹等缺陷检测，最大检测板厚或壁厚为 20mm；
- 可检出最小腐蚀缺陷 $1t \times 1t \times 0.1t$ （深）；可检测最小裂纹 $1t$ （长） $\times 0.1t$ （深）， t 为板厚；
- 定位误差 < 5 cm。



图 1 电磁超声导波检测仪器

2 应用说明

研究成果已经成功应用在国家管道检测工程实验室、油田、电厂和高校相关实验室等多家企事业单位。

应用于油田管网检测；石化企业管道检测；电站管道检测。

4 效益分析

按国际压力管道检测工程通行价格计算，为每公里 1 万美元。

5 合作方式

技术转让、合作开发和技术入股等方式均可。

基于测量不确定度的电力系统状态估计

1 成果简介

状态估计是电力系统能量管理的核心，可检测辨识 SCADA 中的坏数据，为能量管理系统的高级应用功能提供完整、可靠的电网数据。传统的 WLS 估计方法在量测误差服从正态分布时为最小方差无偏估计，但实际量测分布与正态分布相去甚远，且坏数据的出现几乎不可避免，此时 WLS 估计效果不够理想。

基于测量不确定度的电力系统状态估计方法借助测量不确定度概念进行状态估计，不追求估计值对量测值的精确拟合，而是求解使最多量测估计值位于测量不确定度确定的区间内的状态作为估计结果，可自动检测辨识坏数据，具有强抗差性。利用现代内点法求解非线性估计问题，收敛性好，计算速度快；无需进行不良数据校验、权重因子设置，调试和维护简单。

2 应用说明

基于测量不确定度的电力系统状态估计可实现状态估计系统连续 7×24 小时在线稳定运行；正常情况下状态估计算法合格率较传统 WLS 估计方法提高 5%，收敛率达到 99% 以上，可用率达到 100%；各种数据接口功能完善，状态估计系统数据模型接口满足 IEC 61970 标准，实时数据接口兼容 E 格式等通用标准数据格式，数据交换稳定可靠；计算速度快，满足在线应用要求；免维护。

此外，状态估计还具有以下功能：

- 系统运行状态监视功能，如检测支路过载、电压或注入量越限等；
- 量测系统监视功能，即根据状态估计结果跟踪记录遥测异常出现的时间和被检测出的次数，跟踪记录遥测状态不更新出现的时间，根据给定的门槛值按误差大小筛选列出电网中最差的遥测量及其相关的状态；
- 友好的用户图形界面，对估计结果及各种监视功能进行有效可视化，方便调度员监视系统状态并发现系统存在的问题。
- 基于测量不确定度的状态估计可用于各级电网公司控制中心的能量管理系统，功能完善的各种数据接口使得此状态估计系统可与电网已有能量管理系统进行有效而可靠的数据交换。

3 效益分析

与同类电力系统状态估计软件相比，基于测量不确定度的状态估计软件具有更强的抗差

性，合格率、收敛率、可用率高，可更有效检测辨识 SCADA 中的坏数据，为能量管理系统的高级应用功能其他应用功能提供完整、可靠的电网数据，从而保证对电力系统运行状态的有效实时监视，保障电力系统的安全可靠运行。

功能完善的各种数据接口方便与现有能量管理系统的兼容；计算速度可实现在线应用；估计系统免维护，可节省维护费用，且使实际工程应用更加方便。

4 合作方式

根据各级电网公司系统具体情况提出对状态估计软件的具体要求，提供系统相关信息，进行软件的调试安装。

发音质量评价方法与系统

1 成果简介

发音质量评价（Pronunciation Scoring）是使机器自动评价目标语言语音的发音质量，它可广泛用于口语教学和口语考试系统。

2003 年清华大学出版社推出的《新时代交互英语》丛书和教学软件采用了本课题组研发的口语发音质量评分技术，该产品曾获得第五届国家级教学成果一等奖，目前已有多家高校使用该系统进行英语口语教学，这也是国内第一个得到实际应用的自动英语口语教学评测系统。如图 1 所示。



图 1 《新时代交互英语》的演示界面

2005 年 7 月北京市科技计划研发攻关计划正式设立了项目“嵌入式智能英语、汉语教学机及课件制作系统的研发”，本课题组承担了该项目研发工作，与德国英飞凌公司合作，开发了具有世界先进水平的具有双核结构的嵌入式语音处理专用芯片，并以此芯片为核心完成该课题的硬件平台，在此基础上完成的嵌入式智能英语、汉语教学机及课件制作系统通过

了国家广播电视产品质量监督检验中心的检验。在项目结题验收中，专家组一致认为：A) 该课题研究嵌入式智能英语、汉语教学机及课件制作系统具有自主知识产权，能够有效地、互动地协助外语学习者的口语学习；B) 创新成果“式发音评价及语音识别技术”当前世界先进、国内领先水平。

2008年3月，教育部“大学英语四、六级网络考试系统研发与服务体系建设”项目启动了自动口语发音评测的预研计划，目标是在大学英语四、六级网络考试（机考）中实现自动发音质量评测，本课题组是该计划唯一的发音评测技术提供方。

2008年，本课题组与教育部中央教育科学研究所联合承担了中国教育学会教育实验研究分会“十一五”规划课题——“英汉口语教学评测信息系统智能化的实验研究”，探索口语发音评价技术对口语教学和评测方式和方法的影响，探索更为公正、客观的口语能力评价标准。

2 应用说明

清华大学自2003年以来，一直专注于口语发音质量评价技术，积累了丰富的经验，在限定内容的发音质量评价领域取得了丰硕的成果，已开始从实验室走向产业化，解决面向大规模的产业应用的关键问题，如环境噪声和通道差异对评测性能的影响、学习者的口音问题、评测技术与不同口语考核目标的关系、不限定内容的发音质量评价方法等。利用四、六级口语测试累积的海量数据，探索以上问题的理论根源，提出新的口语发音质量评价方法，形成口语评价的主客观标准，推进口语教学/评测方法迈上一个新的台阶。

总结该技术的主要特点如下：

- (1) 支持英语、汉语等国际应用最为广泛的语种；
- (2) 发音质量评价性能好，大规模数据实验（5000人测试）表明该技术与主观评价的相关性达到了0.8，已逼近主观评价之间的相关性（0.85）；
- (3) 支持小学、中学、大学以及社会培训等不同层次的口语教学与评测；
- (4) 对环境噪声和通道差异具有很好的鲁棒性，可用于不同的环境和系统；
- (5) 程序可根据应用目标进行裁剪，既可移植到学习机、手机等嵌入式平台，又可用于个人计算机、网络服务器等。

该项技术已经获得大学英语四、六级考委会、清华大学出版社、北京市科委的实际使用认可，具备了大规模产业化应用的条件。

3 应用范围

该项技术适用于英语、汉语的口语评测系统，英语、汉语的口语培训软件和系统，英语、汉语的口语教学辅助系统，可在嵌入式、个人计算机和网络平台上实现。

4 合作方式

投、融资或技术许可。

语音识别集成电路 IP 与协处理器

1 成果简介

语音识别在嵌入式芯片上实现的主要矛盾是算法实现的性能精度与芯片功耗、速度之间的矛盾，一个性能较好的 800 条典型汉语普通话语音识别算法以纯粹软件嵌入方案实现通常需要 200MIPS 以上 ARM (Advanced Risc Machine) MCU 处理速度，因此我们提出语音识别集成电路 IP 与协处理器来克服以上的问题，通过关键运算的硬件化映射来大幅提高语音识别计算的功耗和处理速度。该设计可作为语音识别集成电路 IP 放入客户的 SoC 芯片中，也可作为协处理器放在片外。

关键性能指标如下：

- 工艺：苏州 HJTC 0.18um 1P6M 标准 CMOS 工艺
- 管芯面积：1.5 x 2mm
- 逻辑规模：3 万等效门（标准二输入与非门，不含 SRAM）
- I/O 数：52 封装: CQFP64
- 存储规模：片上集成 1 片单口 SRAM，共 4K×16 比特
- 供电电压：核心部分->1.8V，IO 部分->3.3V
- 正常工作频率：20MHz（最高工作频率 100MHz）
- 功耗：80uW/MHz
- 速度：4us/帧（特征维数取 27，时钟频率取 20MHz）

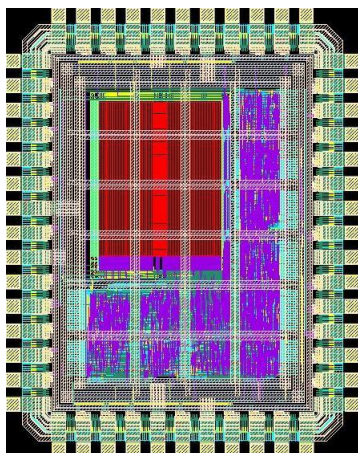


图 1 语音识别集成电路版图



图 2 ARM+语音识别协处理的测试系统

表 1 与其他语音识别芯片的对比

芯片	功耗	1 倍实时主频	价格
Samsung S3C2440	0.92mW/MHz	200MHz	\$20
TI TMS320VC5502	0.96mW/MHz	120MHz	\$30
Infineon UniSpeech	1.3mW/MHz	110MHz	\$15
MSAC Coprocessor	0.08mW/MHz	20MHz	面积 (3mm ²)

2 应用说明

语音识别 IP 或协处理器基于对高斯混合模型计算的优化，适合于各种 HMM 模型的模式识别计算，在语音识别、说话人识别、说话人确认、语音合成等方面均可以广泛应用。

语音识别 IP 或协处理器以加速 ASIC 的模式工作，相同时钟主频下计算性能是 TI C54x 系列 16bit DSP 的 5.5 倍以上，对主系统计算性能提升可以达到 4~8 倍。

语音识别 IP 或协处理器对于性能要求型场合和功耗限制型场合都十分适合，芯片支持 16bit 并行总线接口，适合于各种 32 位/16 位 MCU 系统，迅速为系统集成高性能语音处理能力。

3 应用范围

(1) 车载导航，GPS 手机，支持大规模识别词表（例如万条以上的地名）支持模糊语音检索；

(2) 中低端手机平台，支持语音拨号、语音控制，支持用户身份确认、声纹密码。

4 效益分析

语音识别 IP 或协处理器芯片可应用拓展到个人移动信息终端的全市场空间，以 GPS 产品为例，细分的预装 GPS、个人导航设备（Portable Navigation Device, PND），GPS 手机三种产品，根据 CCID（Consulting China Research Center）咨询公司预测 2008 年这三者分别约占到全球市场总量的 15%、35% 和 50%。快速增长的 GPS 市场，对语音识别功能有着非常迫切而又实际的需求，GPS 应用提出的超大规模词表、高混淆度和高环境复杂度这一系列语音识别的技术难题，也只能由语音识别芯片解决。语音识别加快了人机交互与地名等信息的检索，可提高驾驶期间操作 GPS 的行车安全性，同时可以反过来进一步促进 GPS 产品的销售增长。

语音识别技术通过芯片在性能得到大幅提升后，将摆脱传统的人名拨号功能，可用于菜单控制、地名、信息、多媒体内容的检索等等。而语音识别芯片使得低功耗和低成本的要求得以满足，有望成为手机人机交互界面（Man-Machine Interface, MMI）发展的新技术增长点，移动通信领域的市场潜力特别巨大。

5 合作方式

投、融资或技术许可。

可变带宽无线多媒体传输系统

1 成果简介

为满足安保行业对移动无线视频传输的需求，清华大学利用在数字电视广播技术领域的长期积累，研发成功可变带宽无线多媒体传输系统。该系统采用清华大学自主发明的 TDS-CP-OFDM 技术，可在 3~20 公里范围内将一路高清晰度的现场图像和声音实时地回传，具有移动速度快、抗干扰能力强、绕射能力强、覆盖范围大、图像清晰流畅等特点，已广泛

应用于公安、消防、武警、电视台等行业，在安全保卫、抗震救灾、新闻报道等领域发挥了重要作用。

2 技术指标

- 工作频率范围：300~850MHz 或其它工作判断
- 频率步进间隔：166KHz
- 发射功率：10W（车载发射机）、1W（单兵发射机）
- 接收灵敏度：优于-102dBm
- 带宽：1/1.33/2/2.67MHz 可调
- 覆盖范围：10~20 公里（车载）、3~5 公里（单兵）
- 视频编码方式：H.264/MPEG-2
- 图像分辨率：D1

3 应用说明

通过在城市制高点设置接收基站，在移动的车辆上安装车载发射机或由单人背负单兵发射机，将摄像机拍摄的现场图像和声音实时地传送到接收基站，再通过光缆将收到的图像由基站传送到指挥中心，使指挥员在第一时间了解现场的实时情况，及时进行指挥和处置。

4 效益分析

目前已经完成设备的定型。单台硬件成本约 1 万元。

5 合作方式

技术转让、合作开发。

高速 USB 记录与回放设备

1 成果简介

在现代的传输系统中，信息量越来越大，实时性越来越强。在不能保证所有信息都实时处理的情况下，如何保证实时信息的获取与存储是一个关键的问题。在很多传输系统中，都要求将原始信息保存一定的周期，这也需要实时获取信息并存储。另外，在系统调试中，也需要对某些信息进行采集进行分析，并可以将原始数据回放进行进一步的调试。

清华大学经过长时间的研究和实验，开发出了一种利用计算机 USB 接口的实时记录回放设备。

2 技术指标

- 记录速率：1~320Mb/s；
- 回放可适应速率：1~160Mb/s；
- 记录回放误码率：优于 1×10^{-11} ；
- 接口电平：ECL、LVDS、TTL、LVTTTL 可选。

3 应用说明

USB 记录与回放设备通过计算机 USB 接口，实时地将数据记录存储到计算机的硬盘上，并可以将硬盘上的数据以数据流的形式回放出来。该设备只需配备一台普通 PC 机或笔记本

电脑，安装相应的软件即可使用，操作简便。设备体积仅 $300 \times 200 \times 40 \text{mm}^3$ ，重量小于 1 千克，便于携带。

4 效益分析

目前已经完成设备的定型，单台硬件成本不超过 1 万元（不含 PC 机）。

5 合作方式

技术转让、合作开发。

DTMB 调制器/信号发生器

1 成果简介

2006 年 8 月，中国颁布了地面数字电视强制性国家标准（GB20600-2006，标准的英文缩写为 DTMB）。三年来，DTMB 在全国范围内逐渐推广，带动了一大批相关企业的发展。其中接收终端的生产厂家、接收芯片的研发企业迫切需要 DTMB 调制器用于接收终端和接收芯片的研发调试。为此，清华大学利用自主研发的 DTMB 信道编码调制专用集成电路 DT6010，研发成功高性能 DTMB 调制器。

2 技术指标

- 工作频率范围：474~858MHz
- 频率步进间隔：1MHz
- 码流输入接口：ASI/SPI
- 输出功率：-10~-40dBm，功率调整步进间隔：1dB
- 工作模式：支持 GB20600-2006 所有 330 种模式
- 调制误差率(MER)：32dB，频谱带肩：49dB
- 内置信噪比测试功能
- 内置 PCR 校正功能
- 可内置 MPEG-2 编码器模块

3 应用说明

本信号发生器可接收外置的码流播放器或编码器提供节目流，也可以使用内置的 MPEG-2 编码器提供的码流，通过用配套的按键和 LCD 显示屏可以设置输出信号中心频率、输出信号功率、工作模式、信噪比等参数，可在现场或实验室对 DTMB 接收机、芯片进行相关指标的调试。

4 效益分析

目前已经完成设备的定型，单台硬件成本不超过 1 万元。

5 合作方式

技术转让、合作开发。

皮肤疾病热疗仪

1 成果简介

皮肤疾病的发病率非常高,不仅带给人们机体上的痛苦,而且对外貌形象也有严重影响,甚至危害到生命,但是目前尚无高效的治疗方法。仅从痤疮(粉刺)一项来说,西方流行病学调查发现 80%的青少年曾经患过痤疮。因此,寻找一种快速高效的治疗手段,对医生和广大皮肤疾病患者来说意义重大。

皮肤疾病热疗技术是根据皮肤的解剖结构和功能,结合内部组织和体核的情况,分析加热时的温度场分布,然后结合细胞实验提出的一种物理无创范畴的新理念。这种突破性诊疗技术的优势在于其微创和无创性,实验证明,其可以对常见的皮肤病致病细胞产生较强的杀伤作用,并对正常组织损伤较小且有可能增强免疫力,作为一类新兴的皮肤病治疗技术有重要意义。

清华大学研发的皮肤疾病热疗仪属于重大疾病诊疗新技术的研发范畴,在国内尚属首创,国际处于领先地位,将产生多项发明专利。本仪器属于绿色治疗范畴,具有低成本、见效快、副作用小等优点。目前产品定位主要针对痤疮的治疗,是一款人性化、便携化、精确化和智能化的大众理疗产品。

2 应用说明

医学上认为痤疮丙酸杆菌是引发痤疮的主要原因,在加热治疗痤疮时,热对痤疮丙酸杆菌的作用是治疗效果的决定性因素。清华大学所做的流式细胞实验证明,48℃是温度的一个分界点,低于这个温度时,成纤维细胞的存活率较高;温度在 49℃或者更高时,细胞的存活率明显下降,而且加热时间不宜太长,150s 是一个合适的时间。因此我们采用 48℃、150s 作为每次治疗的标准,通过反复治疗达到效果。

此外,热疗仪不仅仅是针对痤疮的治疗,而且可以调整加热温度及加热时间,在对其他皮肤病致病细胞热敏感性的相关研究以后,同样可用于治疗,可以实现“一机多用”标。

3 应用范围

我们可以根据需求设计不同尺寸和外观的产品,适用于医疗机构、个人和家庭。

4 效益分析

(1) 广阔的市场:受痤疮等皮肤病困扰的人群多,而且病程持续时间长。中国有 13000 个县级以上的医院,有很大一部分低收入人口,急需自主创新的、低治疗成本的医疗新技术。

(2) 产品竞争:美国的治疗产品是目前恒温治疗方面唯一的产品,年产值达 13 亿美元。

(3) 技术优势:基于 MSP430F412 超低功耗单片机的嵌入式测温 and 控温系统;具有很好的控温功能以及很高的系统的效益、灵活性和可靠性。

(4) 治疗优越性:见效快、副作用小、较低成本。

(5) 环境友好:本设备对周围环境不造成影响。不排放任何污染物质,消耗材料仅为电能。

5 合作方式

融资投入、市场推广。

“KV/MV”同源双束医用 IGRT 加速器

1 成果简介

放射治疗是主要肿瘤治疗手段之一。我国目前每年有共计约 200 万肿瘤患者需要接受放射治疗，目前国内装备的直线加速器只能满足其中约五分之一左右的需求。据专家估计现在全国每年新增的医用直线加速器数量应该近 150 台，年均增长率近 15% 左右。目前国内的放射治疗直线加速器市场尤其是中高端市场基本被三家跨国公司瓦里安、医科达和西门子所占据，100% 的中高端以及 60% 以上的低端市场都被国外公司占据。

现代放射治疗需要影像引导，医用加速器与影像设备一体化是革命性发展方向。近年来，影像技术和计算机控制技术有了长足的发展，国外发展了称之为影像引导放疗（Image Guided Radiation Therapy, IGRT）的技术和设备。医科达的 Synergy 以及瓦里安的 OBI 等 IGRT 加速器一经推出，就迅速普及推广。

但是，目前国际上放疗加速器厂商的 IGRT 设备，都分别存在各自技术缺陷。医科达的 Synergy 以及瓦里安的 OBI（图 1 右下），都是使用 MV 级射线治疗，同时，与治疗射线束轴 90 度方向另加一套 KV 级 X 射线影像系统的方式来实现 IGRT。这种结构除了增加制造成本外，非同源影像所反映的治疗靶区运动变化情况也有先天的致命缺陷，无法保证治疗空间坐标和成像空间坐标的一致性，带来治疗误差；西门子的 MVision（图 1 左上）以及 Tomotherapy 公司的 Hi-Art 则利用治疗用的 MV 级射线成像，解决了同源问题，但由于 MV 级射线能量高，无法得到高质量图像。“同源”结构，KV 级射线的影像，成了几家主要厂商的无奈取舍，“KV/MV 同源双束”加速管技术就是解决以上问题的完美组合。各厂家近十年来均非常重视“KV/MV 同源双束”加速管技术的研发。



图 1 几种 IGRT 技术的对比

清华大学 2006 年 12 月承担了十一五科技支撑计划“放射治疗及与影像定位一体化装置的研制”课题，经过两年多的攻关，发明了国内外尚没有的“KV/MV 同源双束”加速管，并制造出能稳定出束，快速切换高能和低能的“KV/MV 同源双束”加速管，高能 6MV，低能达 500KV，其他指标亦完全符合设计要求，并研制出“KV/MV 同源双束”IGRT 加速器样机。2009 年该课题通过科技部、卫生部验收。

2 技术指标

指标项	完成指标
束流能量	第一档：500KV 第二档：6MV
源轴距	100cm
X 线最大剂量率	8.4Gy/min
加速管	40cm
束斑直径	Φ1.65mm
最大照射野	40cm×40cm
最小照射野	5mm×5mm
成像面积	16 "×16 "
像素尺寸	0.2mm×0.2mm
空间分辨率	14bit
动态范围	10 ⁴ ~10 ⁵
图像采集速率	5 帧/s

3 应用说明

本设备可以在病人每个射野照射治疗前进行 KV 级图像配准，验证位置误差，实现精确放疗。由于同源，定位便捷精确，KV 级影像带来的高质量影像，也完全满足位置验证的需求。该设备应用于我国千余家放疗单位（医院），还可出口海外。

4 效益分析

国外 IGRT 加速器售价在 1000~2000 万元/台，本设备成本约 200 万元，预计售价 500~1000 万元，预计年销售 30~50 台，年销售额约 3 亿（2008 年 Varian 公司全球放疗销售额 17 亿美元）。技术创新、自主知识产权的国产医用 IGRT 加速器产业化成功，不仅可以改变我国中高端医用加速器长期依赖进口的局面，还可出口海外市场，其经济、社会效益极大，推广前景广阔。

5 合作方式

清华大学目前正进行产品化工作，寻求战略投资及合作伙伴。

普洱茶联合壳聚糖减肥新食品

1 成果简介

在现代社会，肥胖等代谢性疾病越来越成为危害人类健康的一大杀手，其引发的其他疾病更是严重。2008 年美国的肥胖患者达 25% 左右，而在中国有 1/3 的成年人超重，青少年

中肥胖率也达到 21%。本项目研究的新型减肥产品将具有很广阔的市场，不仅可以对肥胖患者起到减肥作用，而且可以预防肥胖症的发生，起到预防作用。

现在目前临床常用的减肥产品大多是对抑制食欲、促进排泄等起作用，会影响机体本身正常的代谢，往往会产生一定的副作用，缺乏临床应用的安全性和有效性，而从普洱茶和壳聚糖药物中开发出来的新型减肥产品无明显副作用，不会影响机体正常的运行。而且来源于日常的茶饮料——普洱茶，使患者更易接受。这是比其他的减肥产品的优越所在，将会比其他同类减肥产生占有更多的市场份额。普洱茶和壳聚糖均能增加机体的脂肪消耗，调节糖脂代谢，抑制脂肪类物质的吸收，而又不会影响正常的营养物质的吸收，对于当今社会越来越多的因营养过剩、缺乏运动等原因造成的肥胖患者，二者药物的联合应用非常有效。对于预防肥胖症二者联合可以抑制人体对食物中摄入的高脂肪的吸收，起到预防肥胖症的作用。

清华大学研发的普洱茶联合壳聚糖减肥新药物属于减肥新药物的研发范畴，在国内尚属首次，将产生多项发明专利。本项新药物具有疗效好、副作用小、治疗不反弹等优点。目前该产品定位于肥胖的治疗和预防肥胖，是一项新型的减肥产品。

2 技术指标

- 可以降低肥胖大鼠的体重达 33%；
- 可以降低肥胖大鼠各项血生化指标至正常值；
- 可以预防因食用高脂饲料而引起的肥胖。

3 应用说明

普洱茶为日常饮用的茶饮料，更易为人们所接受，再加以壳聚糖药物即可起到预防和治理肥胖的作用。可以制成冲剂及胶囊等产品。

广阔的市场：在现代社会，人们饮食结构发生变化，肥胖的人越来越多，采用天然无副作用的减肥药物预防和治理肥胖，其市场前景是非常可观的。

优越性：天然减肥食品，效果确切、无任何副作用、不反弹。

4 合作方式

成果转让。

磁颗粒动脉栓塞热疗

1 成果简介

肿瘤磁感应热疗技术是清华学历时 9 年，自主创新研发出的微创、安全、有效的靶向肿瘤热疗技术。磁感应热疗是将磁性介质植入或导入肿瘤组织，在交变磁场的作用下，肿瘤内温度可迅速升高到处方温度，肿瘤细胞迅速被杀死。肿瘤磁感应热疗具有治疗成本低、适应症广泛、无毒副作用等优点。肿瘤磁感应热疗设计理念新颖，较高温度直接凝固蛋白质，疗效确切，每次治疗仅为 5~20 分钟。

磁颗粒动脉栓塞热疗是应用磁颗粒对由动脉供给的肿瘤进行选择性的栓塞，然后根据在交

变磁场下，磁颗粒由于磁滞效应或奈尔松弛现象会产热升温的原理，对肿瘤进行治疗的双重治疗方法。磁介质的动脉栓塞对介质的最佳尺寸应介于 200 纳米和 3 微米之间。美国 ISP 公司的羰基铁粉已获美国药品管理监督局 FDA 批准作为人体铁元素补给，被人体吸收率超过 80%，远远超出目前使用的化合物铁补给物。本研究室创新性地将羰基铁粉的应用范围从人体补铁拓展至磁感应栓塞热疗，动物实验结果表明该介质安全、升温性能优越，满足磁感应栓塞介质的全部要求。它具有良好的生物相容性以及体内外磁感应升温性能，而且粒径为微米级，能确保在动脉栓塞过程中，阻塞肿瘤的毛细血管床，而不会通过毛细血管进入静脉循环。所以它是肿瘤动脉栓塞磁感应热疗的优良介质候选。

项目特色及创新点：

- (1) 首次将羰基铁粉应用于肿瘤磁栓塞热疗。
- (2) 首次系统研究磁性高分子微球的制备过程参数对磁性微球性质的影响，并优化制备参数。
- (3) 相对于纳米磁性颗粒，微米级的磁性颗粒在靶向性和利用率方面更有优势。

2 应用说明

相对于纳米磁性颗粒，微米级的磁性颗粒在靶向性和利用率方面更有优势，为磁颗粒动脉栓塞热疗提供了一种新的可供选择的靶向介质，具有巨大的临床应用前景。而磁颗粒动脉栓塞热疗，由于其作用稳定、快速、安全，有望成为治疗肿瘤的重要手段，在肿瘤治疗领域中取得突破。羰基铁粉作为肿瘤动脉栓塞磁感应热疗的新型介质，具有符合粒径尺度、安全、高效的特点。这些方面保证了与其他磁感应热疗形式或与其他磁颗粒介质相比动脉栓塞热疗在治疗肿瘤方面的优势。该介质的应用有望在磁感应栓塞热疗中取得突破。

3 合作方式

融资投入、市场推广。

纳米磁流体磁感应热疗

1 成果简介

肿瘤磁感应热疗技术是清华大学历时 9 年，自主创新研发出的微创、安全、有效的靶向肿瘤热疗技术。磁感应热疗是将磁性介质植入或导入肿瘤组织，在交变磁场的作用下，肿瘤内温度可迅速升高到处方温度，肿瘤细胞迅速被杀死。肿瘤磁感应热疗具有治疗成本低、适应症广泛、无毒副作用等优点。肿瘤磁感应热疗设计理念新颖，较高温度直接凝固蛋白质，疗效确切，每次治疗仅为 5~20 分钟。

肿瘤磁感应治疗通过向患者体内肿瘤靶向输注具有铁磁特性的介质，在外部中频交变磁场作用下介质产热，使肿瘤局部快速形成适形的高温区，避免周边正常组织升温，肿瘤组织温度控制在 50℃ 以上，达到瞬间杀灭肿瘤细胞。热扩散形成的热疗效应可使肿瘤周边亚临床病灶细胞凋亡，蛋白变性，并激发患者主动免疫，打击潜在转移的亚临床病灶。

磁流体在保持超顺磁性的同时具有液体的流动性，可通过注射方式进入肿瘤组织，实现无创热疗，通过控制注射磁流体的量和磁感应热疗设备的参数可精确控制热疗温度；磁流体经氨基硅烷修饰后可提高磁流体的分散性、稳定性和生物安全性，且在磁纳米粒子表面引入氨基，为在磁纳米粒子表面连结生物大分子如单抗、药物等提供条件，可进一步发展为主动靶向介质和热化疗复合介质。

与其他肿瘤治疗手段相比较，肿瘤磁感应治疗技术具有微创安全、靶向特异性和激发机体主动免疫几大优势。其创新点为：

- (1) 特异治疗：磁感应热疗技术治疗局部肿瘤
- (2) 靶向治疗：靶向定位技术治疗远处转移病灶
- (3) 局部聚集：利用磁场聚集仪将磁场精确聚集于肿瘤部位

2 市场前景

(1) 医疗市场：全球生物工程与医药产业已成为继信息技术后的又一个经济增长点。我国生物工程和医药产业持续高速增长，成为世界上发展最快的医药市场之一。中国有13000万个县级以上的医院，有很大一部分低收入人口，急需自主创新的、低治疗成本的医疗新技术。

(2) 技术创新：本项目所采用磁聚集系统及医用交变磁场技术属于医电行业高新技术，是自主知识产权与各项成熟技术的集合。本项目成果将为肿瘤治疗增加一种较为理想的手段，并会提高疗效，副作用小，大幅度降低治疗费用，具有很好的应用前景，有望发展成为高新技术产业。

(3) 扩展用途：本项目技术有望杀伤杀灭 HIV（艾滋病病毒，死亡温度 42~45℃）病毒、肝炎病毒、SARS（死亡温度 39.6℃）病毒及被感染细胞。

这一突破如在我国首先实现产业化，可能是人类在征服癌症和免疫性疾病道路上迈出的重要一步，将具有重大的社会意义和经济价值。

3 合作方式

融资投入，市场推广。

重力心动图仪

1 成果简介

心脏疾病是危害人类身体健康的常见病，是人类的一大杀手。获取和分析心功能是心脏病预防、诊断、治疗和康复的关键，尤其在心脏病早期诊断提供一种简易的检测方法很有必要。传统的心脏检测方式包括心电图、心磁图、超声心动图、DSA，PET、XCT、MRI等，这些检测方法优点明确，但是也有很多缺点，主要问题是费用高、辐射损伤、特异性与灵敏度、操作复杂、有创等。利用人体重力变化信号诊断心脏疾病是一种全新的无创检测方式，是现有心脏疾病诊断方式的很好的补充和完善，与传统的测量理念完全不同，此方法只需被

检测者坐在检测装置上，通过传感器获得重力信号，经过信号处理电路处理获得心脏重力心动图，进而诊断被检者是否患有心脏疾病。与目前普及的诊断方法比较，本技术检测方便，成本低廉易于普及，其创新与特色之处：1) 思路创新：避开传统的电、磁、形态、代谢等信号固有思维，开辟心脏力学信号诊断技术；2) 理论创新：研究其力学信号形成机理，将心脏运动力学信号与心脏瓣膜开闭、心脏向上的冲击、心输出量、血压高低、血管弹性等上升到理论阶段；3) 设备创新：首次研发探测心脏射血重力变化信号专用医疗设备，开辟诊断心脏疾病的新途径。

本技术的原理是测量心脏收缩时射血和舒张时血液回流过程造成的重力信号的微弱变化，通过分析信号在时间域、频率域和幅值域上特征，寻求重力变化信号与心脏疾病之间的关系，尝试找出不同心脏病人的信号特征。理论上可从这种信号中获取的信息包括心脏瓣膜开闭、心脏向上的冲击、心输出量、血压高低、血管弹性、心率、每搏输出量、每搏输出指数、体循环血管张力等指数，通过对比这些参数与已建立好的心功能关系，诊断心脏疾病。

重力心动图仪（图 1）检测血液在心血管循环过程中对人体产生反作用力导致人体重力的微弱变化，利用微弱变化的重力信号来反映心脏功能状况。检测对象只需要安静平稳的坐在装有重力检测装置的椅子上，便可以进行心脏功能检测，检测时检测对象放松和平静呼吸，可以保证检测结果准确性。仪器检测方便，检测信号具有较强的稳定性和重复性（图 2）。

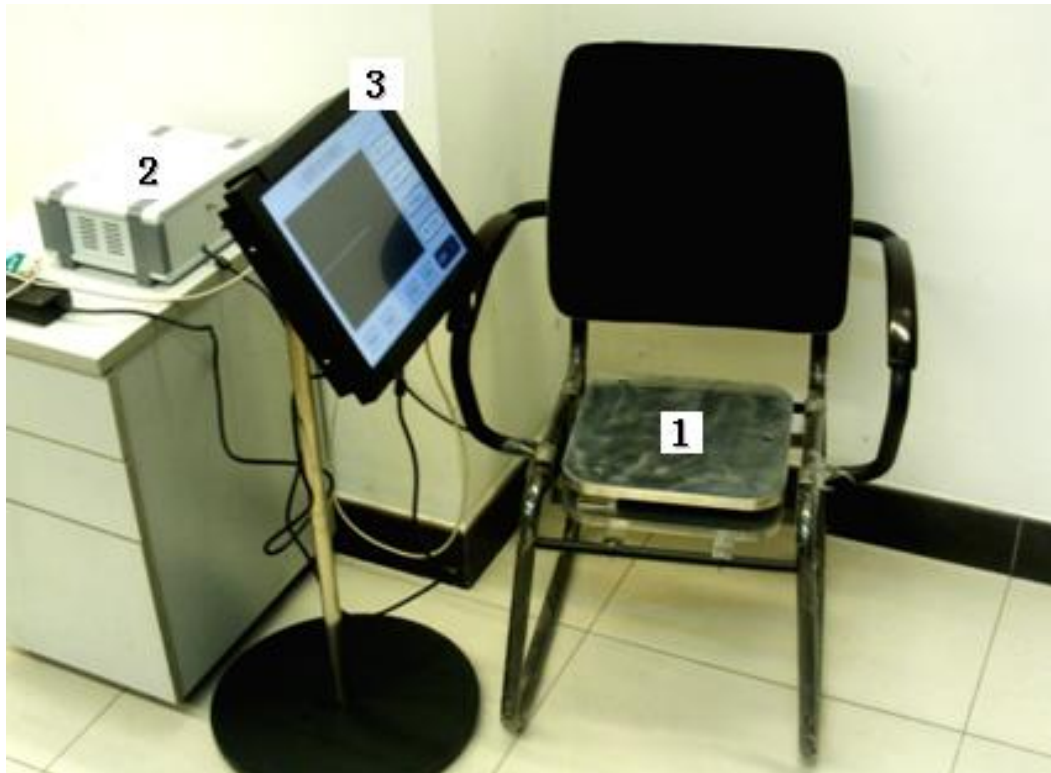


图 1 第一代重力心动图仪，1 为传感器平台，2 为设备机箱，3 为触摸屏显示器

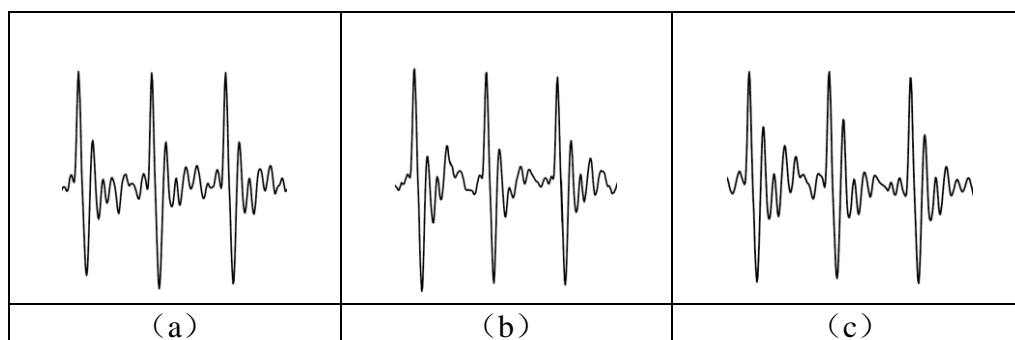


图 2 对三位 22 岁的健康的男性志愿者的检测结果

2 应用说明

重力心动图仪包括重力检测装置、信号处理装置和显示装置。人安静地坐在检测装置上方，检测装置将身体重力信号转化为电信号，信号处理装置将此电信号进行滤波放大，保留有用信号，然后传输到显示装置进行显示。检测过程十分方便，而且对检测对象没有创伤、无辐射，适用于长期检测。方式可改装成站立式和躺卧式，满足不同场合的需求。重力心动图仪是一种通过力学信号检测心功能的全新检测方式，是现有心功能检测很好的补充。

3 应用范围

可应用于家庭保健，方便病人在家庭长期监测心脏功能；可应用于医院体检，如测量体重的同时获得心功能信息；可应用于轮椅病人的监护，睡眠质量分析，重症病人的监护等其他需要检测心脏活动的地方。

4 效益分析

(1) 利用国内外先进的探索检测心功能的新技术，可研制开发快速简单的心功能检测设备，能为心血管疾病的早期发现起到积极作用。从而转化成经济效益和社会效益。

(2) 重力心动图仪是一种通过力学信号检测心功能的全新检测方式，能够直接的反应心脏射血过程的变化，是现有心功能检测很好的补充。

(3) 现今人们的健康体检意识正逐步提高，该设备作为心功能检测的一种方式，具有非导联接触、检测方式简洁方便、检测成本低等特点，能够满足心功能家庭保健检测，市场潜力巨大。

5 合作方式

融资投入、市场推广。

小动物 PET、SPECT、CT 系统

1 成果简介

分子显像的含义是在细胞和分子的层面上，对动物或人体内的生物过程进行活体的、无创的、高分辨率成像。与侧重研究疾病的症状和后果的传统影像诊断技术相比，分子成像探测分子异常性和基因表达的变化，从而深入到疾病的基础和本源层次。作为探索、解释生命过程奥秘的有效新方法和新手段，分子影像学研究对了解生命的生理、病理过程，以及对疾

病的早期诊断与治疗均具有重要的科学意义和应用价值。

人类的许多疾病和损伤都可以在动物上建立模型，分子医学研究需要进行动物实验。小动物，尤其是老鼠，饲养成本低，繁殖快，特别适合采用基因剔除和基因插入的方法来得到转基因动物，分子医学发展需要专门的核医学成像技术。

在新药研制的动物实验阶段，核医学成像技术，包括单光子发射断层成像系统（SPECT）和正电子断层成像系统（PET），可以在体外无损地跟踪药物在动物体内的代谢过程，从而提高药物研发效率、缩短新药研发周期。

小动物成像对系统的要求首先是空间分辨率。目前用于人体 SPECT，空间分辨率极限为 10mm（分辨率体积约 1ml）；最好的 PET 空间分辨率可以达到 4mm 左右。而小动物成像要求空间分辨率要有 1-2mm（分辨率体积几个 μl ），最好达到亚毫米水平，这基本上是核医学成像技术所能达到空间分辨的物理极限。

设备成本对小动物成像系统的推广应用来说十分重要，它不仅仅是商业问题，而且是实实在在的技术问题—如何利用最少的资源实现所需要的高性能。目前临床 PET 的价格在一百万美元左右，而小动物 PET 的价格应该控制在几十万美元，这对现有的技术还比较困难。因为毫米级分辨率的小动物 PET，探测单元数和临床 PET 在同一个水平；探测系统中最昂贵的部分不是闪烁体，而是光电器件（光电倍增管、光电二极管、半导体光电读出器件）和前端电子学，后二者的造价与探测单元数目成正比；成本的降低需要引入更新的探测技术。

清华大学在位置灵敏射线探测器研究上取得了许多重要的研究成果，利用这些技术研制的小动物 PET/SPECT/CT 复合系统（图 1）可以达到目前国外同类产品相似的指标，而制造成本只有它们的 70% 左右。

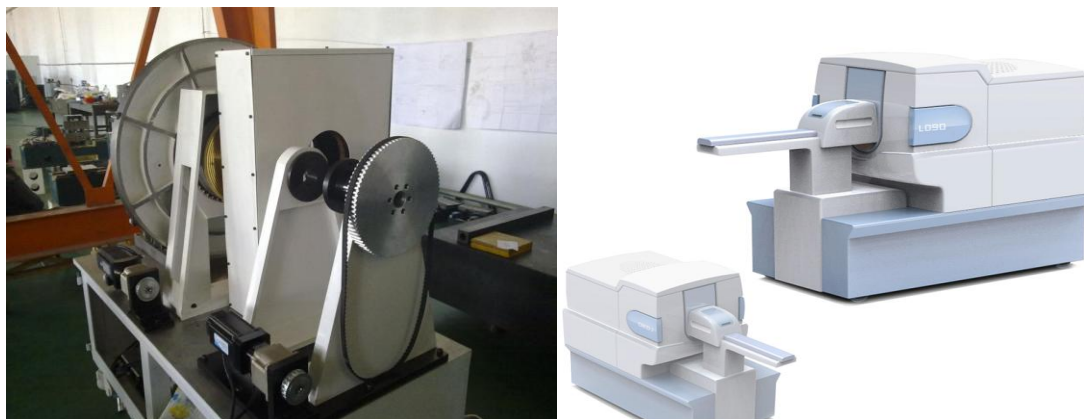


图 1 小动物 PET/SPECT/CT

2 技术指标

指标项	指标值
动物 PET 空间分辨率	1.7mm
动物 PET 能量分辨率	25% (511keV)
动物 PET 探测效率	8%
动物 PET 探测视野	10cm
动物 SPECT 空间分辨率	1.2mm

动物 SPECT 能量分辨率	30% (122keV)
动物 SPECT 探测效率	0.05%
动物 SPECT 探测视野	3cm
动物 CT 空间分辨率	30um
动物 CT 扫描速度	3-40Min
动物 CT 探测视野	8cm

3 应用说明

和临床核医学成像设备的应用一样，分子核医学的研究除了需要进行功能显像外，最好有相应的解剖图像进行融合和空间定位。清华大学的 PET/SPECT/CT 系统很好地将这三种成像设备整合在一起，起到 1+1+1 大于 3 的作用。该系统可独立出售 PET/SPECT/CT 三种功能中的任何一种成像设备，也可在原机架随时升级为两功能或三功能设备。

4 效益分析

小动物影像技术在分子生物学研究中是不可或缺的技术手段。同时由于小动物 CT 具有微米量级的分辨率，小动物 PET 和 SPECT 可以反映动物的新陈代谢，它们在生物药理学中占有重要的地位，目前在西方大型药厂几乎都建有自己的影像实验室，而小动物 PET、SPECT 和 CT 是其必备的研究工具。随着中国药物自主研发的进行，这些影像设备也必将在中国的新药研发中扮演重要角色。

在美国，投入商用的动物 PET 市场主要由 Siemens、GE、Gamma Medica 和 Philips 占领。目前装机超过 300 台，价值 2 亿美元（图 2）。

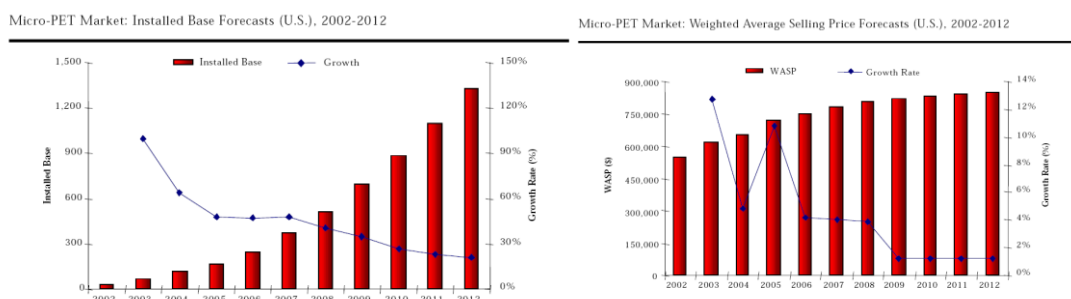


图 2 美国小动物 PET 的装机量和平均价格

美国目前投入商用的动物 SPECT 市场主要由 Gamma Medica 和 Bioscan 占领。Gamma Medica 在动物 SPECT 市场占有举足轻重的地位。

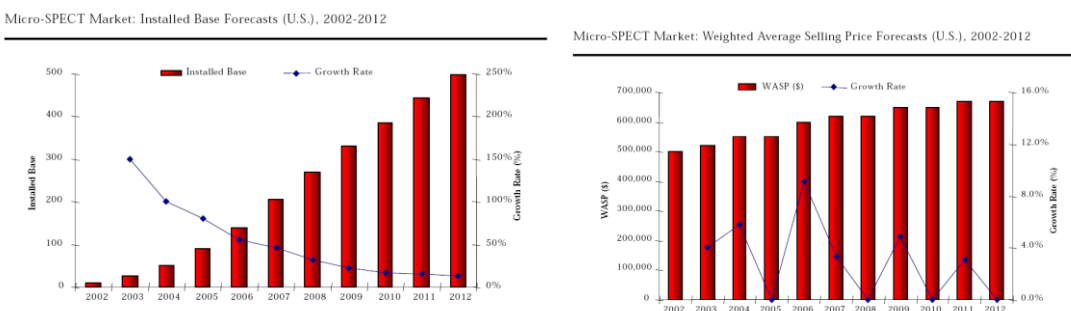


图 3 美国小动物 SPECT 的装机量和平均价格

美国的动物 CT 市场主要由 GE、Siemens、Scanco 和 Skyscan 瓜分。Siemens 和 GE 在动物 CT 市场占有主导地位。

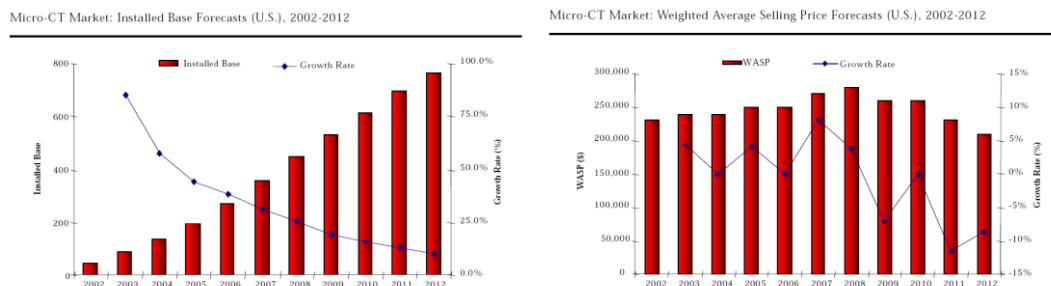


图 4 美国小动物 CT 的装机量和平均价格

5 合作方式

成果转让或继续开发研制医用 PET 和 SPECT。

数字预案系统

1 成果简介

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

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

2 应用说明

我们在借鉴国外先进经验的基础上，结合国内的实际情况，研发出了数字预案系统，此系统有如下功能：

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

3 效益分析

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

4 合作方式

商谈。

突发公共安全事件应急平台

1 成果简介

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

2 应用说明

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

按照核心功能划分，应急平台也可以看作由三个部分组成，分别是：信息获取系统、应急智能系统和决策指挥系统。具备以下主要功能：（1）日常公共安全数据信息的汇集与报送；（2）数字化应急预案的管理与完善；（3）隐患分析和风险评估；（4）特别重大或者重大突发公共事件的接报与现场信息的实时获取与分析；（5）灾害事故的发展预测和影响分析；（6）预警分级与信息发布；（7）应急方案的优化确定与启动；（8）动态的应急决策指挥和资源、力量调度；（9）事故过程的再现与分析；（10）应急行动的总体功效评估和应急能力评价等。

3 效益分析

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

4 合作方式

商谈。

移动指挥通信方舱

1 成果简介

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

2 应用说明

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3 效益分析

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

4 合作方式

商谈。

移动应急监测方舱

1 成果简介

移动应急监测方舱用于现场图像、语音、环境参数、气体浓度等多种信息采集、监测的

大型应急监测系统；其可和汽车、火车、飞机、船舶等多种交通工具配套使用，满足突发公共安全事件快速响应、现场信息采集监测、通信中继等需求。

2 应用说明

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

3 效益分析

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

4 合作方式

商谈。

新型皮带秤——激光秤

1 成果简介

激光皮带秤是一种全新概念的皮带秤。

皮带秤用于在线测量输送皮带上散装物料的重量，其应用范围广，应用数量大。就行业而言，皮带秤广泛应用于大量散装物料的加工、利用、储存、运输行业，诸如煤炭、冶金、电力、化工等大量物料加工、利用企业，以及码头、仓库、料场等等物料运输、存储企业。就应用目的而言，皮带秤可以用于生产管理、指导结算，组成各种自动控制系统等。在很多场合，皮带秤的应用都可以为企业带来巨大的经济效益。

现有皮带秤主要是电子秤和核子秤。它们往往存在测量准确度低或维护量大等缺点。随着各企业提高自身生产效率的需求日益迫切，对工艺控制和管理水平要求越来越高，相应的，希望有准确度更高、维护量更低的皮带秤。

激光秤针对电子秤和核子秤的缺点，把“重量测量”转化成“体积测量”和“密度测量”两个问题，利用激光扫描散装物料的体积，利用 Gamma 射线测量物料的密度，从而准确测量出物料重量。

激光秤项目经过多年的酝酿和研究，2003 年开始样机投入现场试验。至 2006 年底，共有近十套产品投入煤炭行业现场使用。即使在环境恶劣、测量条件较差的煤炭行业，也得到了用户的认可。

2 应用说明

激光秤适用于测量粉料、块料、混和料等各种固态散装物料，非常适合在灰尘多、震动大、有腐蚀性、湿度大的工业环境条件下使用。

由于所采用的测量方案先进，又是非接触式测量，激光秤具有以下三个主要优点：

- 准确度高，标定时好于 0.25%，实际测量准确度在 0.5~1.0%，取决于具体情况；
- 稳定性好，测量参数长期稳定，无需频繁标定；
- 安装方便、故障率极低、维护量极小；

激光秤的适用范围很大：适用量程范围大（0.01T/h~10000T/h），可以适用于变速皮带，可以适用于变长皮带，可以适用于超大流量。由于激光秤测量参数比较固定，所以其用作“公平秤”（中立测量设备）十分合适。

3 效益分析

根据 2003~2006 年应用情况，激光秤平均无故障时间超过一年，在安装、维护、软件功能各方面都日趋成熟，可以说激光秤已经具备了大规模推广的条件。

激光秤的效益取决于每个具体应用的实际情况。

目前一般电子秤和核子秤售价在 2~5 万元不等，高端电子秤售价可达 10 多万。激光秤售价相当于高端电子秤。

4 合作方式

目前急需行业代理，区域代理，欢迎合作。

电子商务产品推荐引擎解决方案

1 成果简介

随着中国电子商务的迅猛发展，越来越多的消费者开始习惯于在网上购买日常用品、家用电器，甚至旅游产品。电子商务网站的仓库通常在城市周边，因此能够储备较城区实体店更为种类繁多的产品。用户在网站提交产品搜索后，往往有数十，成百，乃至上千的产品可以选择。

电子商务网站不可能把所有这些产品选择都呈现给消费者，原因有二：第一，这会影响网站的搜索响应时间，不但影响用户体验，而且也增加带宽需求和网站运营成本；第二，研究显示信息量过大，对电子商务的转化率（conversion）不但无益，反而有害，因为消费者往往会迷失在海量信息中。在这样的情况下，如何量化消费者对产品各项属性的喜好，然后从成百上千的产品中挑选若干个（如 10~20 个）既多样化又迎合消费者偏好的精品，展现在消费者面前，是摆在电子商务网站面前的一个亟待解决的问题。

清华大学自主研发的电子商务产品推荐引擎解决方案能够动态的根据网站用户的 cookie，历史访问记录，以及当前搜索等信息自动对网站访问者进行类别区分，如经济实惠型、时尚新潮型、城市白领型等，然后根据相应的用户类别进行个性化的产品推荐。

本解决方案的推荐算法基于领先的消费者行为模型，能够自动识别产品的相似性，既能推荐热门产品，又能避免雷同产品在页面大量重复。

2 应用范围

本技术成果可广泛应用于各类电子商务网站。

3 效益分析

本产品推荐系统可提升网站转化率 10~20%。

4 合作方式

技术授权、整体外包等多种形式的合作。可以为用户提供现有技术产品，也可以按照用户具体要求，为用户定制。

空冷、自增湿式质子交换膜燃料电池发电机

1 成果简介

作为一种清洁、高效的能量转换装置，质子交换膜燃料电池的理论比能量高达 32940Wh/kg（在地面上使用时可不计空气的质量），是各种电化学电池体系中的理论比能量“绝对冠军”，而且功率密度高、电流密度大，是最先进的能量转换技术之一。现在世界各国正在加速其在民用领域的产品开发。利用质子交换膜燃料电池国产关键原材料，创新膜电极制备方法（“热定型” CCM 制备法）和优化制备工艺，开发出了高性能、大面积的国产材料膜电极批量制备技术。并在模块化燃料电池设计和计算机模拟仿真的基础上，研制出了空冷、自增湿式质子交换膜燃料电池发电机。该成果获得全国第十九届发明展览会发明金奖。

空冷、自增湿式质子交换膜燃料电池发电机，主要由燃料电池、供气轴流风扇、阳极间歇式排气电磁阀、DC/DC 稳压器和控制电路板等组成，燃料电池采用阴极与大气贯通的开放设计和高效的自增湿专利技术，能实现宽功率范围的自增湿发电。在电化学发电过程中，无需进行复杂的热管理和对反应气体进行预加湿，大大地减化了系统结构，提高了系统比功率（265W/kg、211W/L），并降低了成本，是一种实用性很强的新能源发电机。该发电机采用普氢燃料，发电效率可达到 50% 以上，功率密度可达到 300mW/cm² 以上，无污染。在分布式电站、交通动力和便携式电源方面具有广泛的应用前景。

燃料电池发电机技术指标：

性能：	额定功率	30W/cell
	额定电流	60A
	DC 电压	550mV/cell
	峰值电流	80A
燃料：	普氢	电解法制备
	压力	0.1~0.5atm
	流量	~326mL/min.cell
氧化剂/冷却剂：	共用	空气
	流量	50L/cell
温度：	操作温度	-20~50℃
	起动温度	≥-10℃
起动时间：	启动至满功率	5 秒
物理特征 (43-cell Stack)：	长×宽×高	280×220.5×100mm
	质量	4.9kg



上图：1.3 千瓦 空冷、自增湿式燃料电池发电机 (43 cells)

2 应用说明

经过近十年来的电动汽车、分布式电站、电源等领域的广泛示范应用（燃料电池已经在航天、军事上得到应用，燃料电池备用电源和燃料电池家用电站正在开始商业化），质子交换膜燃料电池技术的成熟度已经逐渐被用户所接受。目前，其商业化主要问题是成本较高（采用进口材料成本昂贵），而本项目采用“863”计划“全国产材料燃料电池发电机”成果，利用国产原材料制备燃料电池电堆，燃料电池材料供应不仅有安全保障，而且还有低成本优势，可望克服燃料电池高成本的商业化障碍。

3 应用说明

本项目属新能源发电机领域。在分布式电站、交通动力和便携式电源方面具有广泛的应用前景。

4 效益分析

目前，质子交换膜燃料电池的先进制造水平为：电极催化剂载量为 0.5 毫克/平方厘米（电极）左右，电极性能可以在常压空气条件下达到 0.62V、1A/cm² (0.62W/cm²)。如在批量生产的情况下，1 千瓦的质子交换膜燃料电池电堆仅需要使用约 2 克的 Pt 催化剂、0.2 平方米的质子交换膜、0.4 平方米的碳纸扩散层和约 0.24 平方米模压双极板。考虑国产燃料电池材料的批量生产，估计能实现的经济指标：1500 元/平方米（质子交换膜）、催化剂 400 元/克（Pt）、300 元/平方米（碳纸）、600 元/平方米（模压石墨板）。1 千瓦全国产材料燃料电池电堆的关键材料成本可控制在 1500 元以下，这与目前进口材料燃料电池 26000 元/千瓦的成本相比，国产材料燃料电池堆具有十分诱人的前景，这一批量生产的经济指标已经远远低于电站成本要求 8000 元/千瓦，距离交通动力 500 元/千瓦的产业化目标也为时不远。

5 合作方式

技术转让 合作生产 合作开发

自动布管优化设计

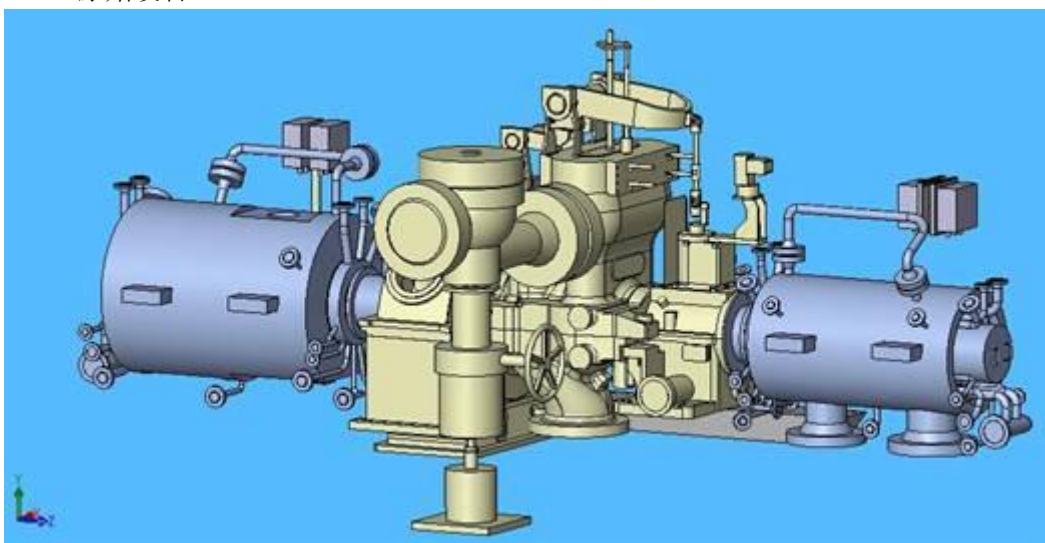
1 成果简介

大型复杂的设备（如船舶、飞机等）或工厂产房（如化工、炼油）设计中的管线布置是一项复杂而又耗时的工作，特别是同时考虑管线成本、设计要求和空间约束等。现有的 CAD 系统软件还不具备同时考虑上述因素的自动布管功能，基于经验和试错(Trial and Error)的方法仍为目前此类设计的主流。

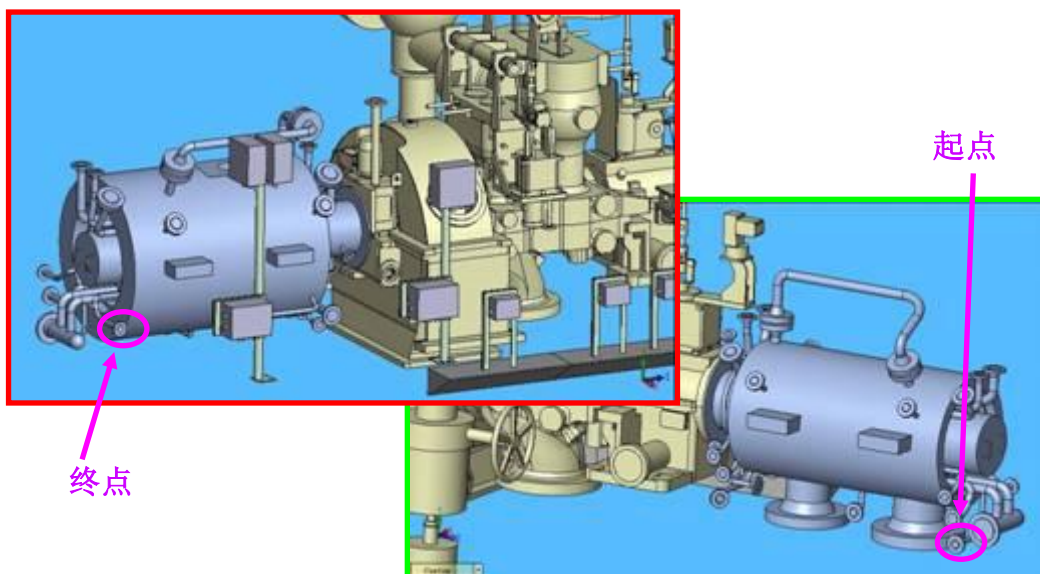
清华大学自行研发的具有自动布管功能的软件引擎，可以在同时考虑管线成本、设计要求和空间约束的情况下快速找出较优的管线布置方案。

简单示例如下：

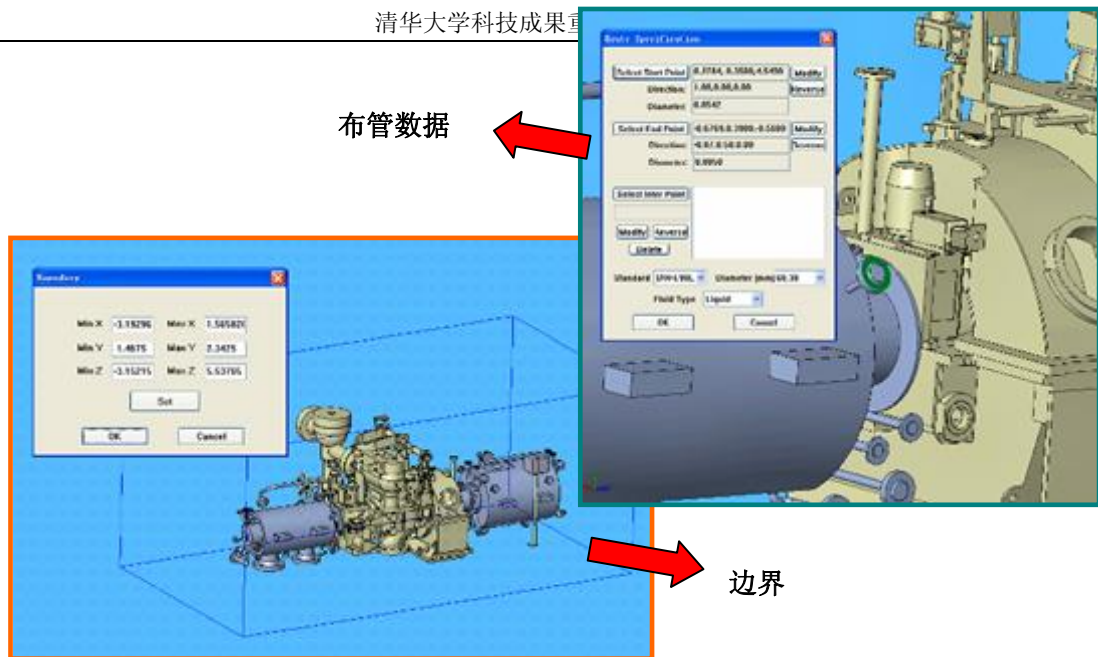
(1) 原始设备



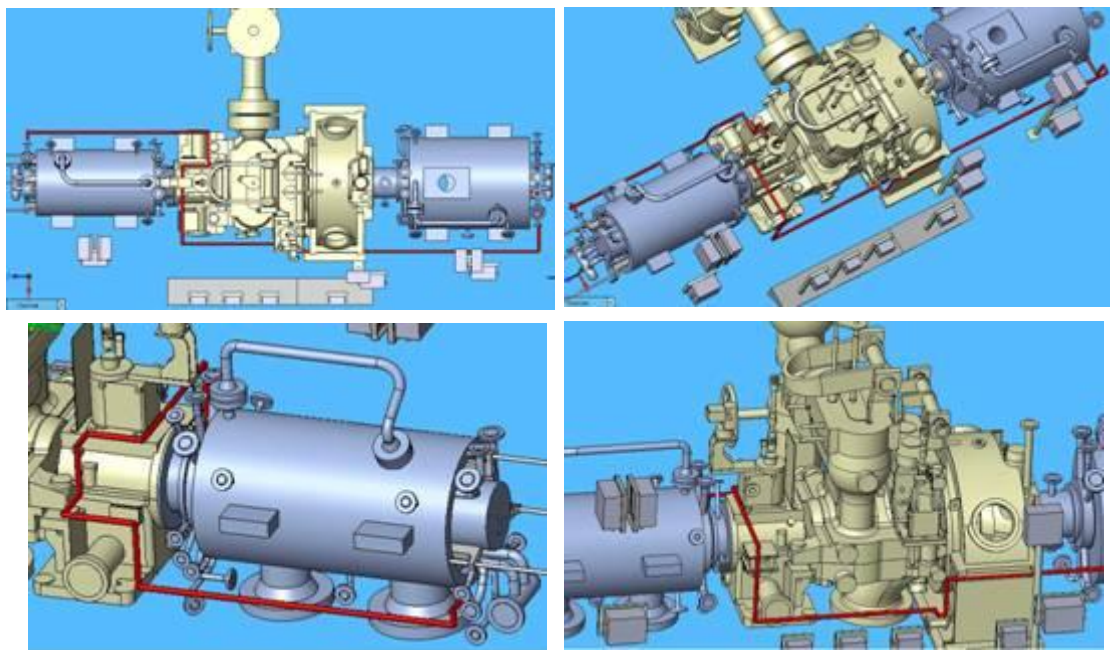
(2) 用鼠标选定起始点



(3) 通过菜单设定设计边界



(4) 自动产生管线路径



3 应用范围

应用于船舶和飞机制造设计或炼油化工企业的工厂布局等,也可以应用于城市地下管线的布置。

4 效益分析

软件的应用可以提高布管的效率,以及节省管线的成本,具有良好的经济效益和社会效益。

5 合作方式

技术投资、转让等多种形式的合作。可以按照用户具体要求,为用户定制设计、开发、安装、维护及培训的交钥匙工程。

肝素酶的规模化生产及低分子量肝素制备技术

1 成果简介

多年来,国际市场对肝素的需求一直十分旺盛。因肝素是从动物内脏中提取加工而得的,产量受到一定限制,时常满足不了市场需求。自 20 世纪 90 年代后期开始,全球市场肝素需求大幅增加,我国肝素生产和出口连年均以较大幅度上升,出口量和出口金额呈快速增长态势。中国已成为世界上首屈一指的肝素原料药出口大国。

肝素抗凝血药产品价格:注射用精品 8~10 美元/ mega,口服用为 7~8 美元/ mega,具有可观的经济效益。

肝素酶具有许多重要的医药用途,包括制备低分子量肝素,体外循环中肝素的消除,肝素精确结构的确定,制备抗肿瘤药物,抑制新血管生成及碱性成纤维细胞生长因子介导血管内皮细胞的增殖等等。其中最重要的是制备低分子量肝素(LMWH)。采用酶法制备 LMWH 反应条件温和,与其他方法(物理分离法和化学裂解法)相比较,具有收率高,对环境友好,易实现生产连续化等优点。如果能够使用固定化肝素酶降解肝素,得到的产品和肝素酶易于分离,生产方便,而且酶可反复使用,还可进一步节约成本。因此有关肝素酶产品的生产倍受人们关注。

2 技术指标

在降解反应中,MBP-hepA 融合酶的最佳反应温度为 30 °C,但 MBP-hepA 的热稳定性较差,在 30 °C 下的半衰期仅为 10 min,因此若在较高温度下反应由于酶的失活会导致反应很快结束。实验表明,该融合酶在 15 °C 却能表现出极好的稳定性,保存 58 h 后还能够保持 100% 的酶活,故反应温度应选择 15 °C。

在该酶解反应中,低分子量肝素产品的平均分子量与各寡糖含量有着密切的联系,反应时间越长,则产品降解越充分,得到的低分子量肝素平均分子量越小。利用 MBP-hepA 融合酶,通过控制反应时间,可得到理想的低分子量肝素(LMWH, $M_w < 3500$)和超低分子量肝素(uLMWH, $M_w < 2500$)。超滤膜酶反应体系实验结果表明,10mL MBP-HepA (2184IU/L)酶液与 200mL 含肝素钠 25g/L 的底物溶液反应,充分反应后反应混合物经过截留分子量 5000 的超滤膜包(Millpore 公司)后得到的滤过液中低分子量肝素产物的重均分子量仅为 1375,分布系数仅为 1.2,重量收率为 80% 左右,已经达到超低分子量肝素的要求。所以在酶解过程中 MBP-hepA 融合酶可以几乎不损耗活力,稳定性很好,利用膜酶反应器可以循环使用。

3 应用说明

目前,酶降解法中的肝素酶产品来源主要是肝素黄杆菌(*Flavobacterium heparinum*)中肝素酶 I 的分离纯化。但此法所得到的肝素酶产量低、纯化困难,造成酶的成本非常昂贵,也极大地限制了酶法制备低分子量肝素的发展。而利用重组菌株生产肝素酶 I 是一条极有前景的途径,但通常的表达体产生的肝素酶 I 容易形成包涵体,无法直接利用。

清华大学在多年来一直致力于开发高效的肝素酶生产技术,解决肝素酶应用的成本问题

的研究, 从一株肝素黄杆菌中克隆得到肝素酶 I 的基因, 利用融合蛋白技术构建了高效生产可溶性的肝素酶 I 的基因工程菌株, 实现了可溶肝素酶 I 的生产, 获得了很高的酶活。研究表明, 该重组可溶肝素酶 I 能和商品肝素酶一样有效地降解肝素, 制备出理想的 LMWH。通过控制酶解反应条件, 可得到平均分子量在 5000~6000 的低分子量肝素寡糖。另外, 利用膜生物反应器通过控制酶反应时间和酶量, 还能够制备出目前国际上备受关注超低分子量肝素 (平均分子量 2000~3000 左右)。所以该融合表达法是一种具有广泛应用前景的低成本生产肝素酶 I 的方法。该法得到的重组肝素酶 I 只需进行一步亲和层析就能达到 95% 的纯化效果; 同时利用融合蛋白的亲和吸附能力容易实现肝素酶 I 的定向固定化; 融合酶的稳定性高, 使酶的反复使用成为可能, 从而提高酶反应效率, 降低酶的使用成本和低分子量肝素的生产成本。实验结果表明, 该融合酶摇瓶培养的酶活可以达到 16000IU/L, 5L 发酵罐生产酶活达到了 20000IU/L 以上。由于该重组肝素酶 I 的生产、分离纯化和使用成本可以大幅度降低, 因此利用该融合蛋白生产具有理想平均分子量且分子量分布范围窄的低分子量肝素的方法蕴含巨大的工业应用价值。根据前期的研究结果, 估算融合肝素酶的生产成本大约为 50 元/100IU。

酶降解法目前已经被用作分析肝素的结构和制备低分子量肝素 (LMWH)/超低分子量肝素 (uLMWH)。该法普遍采用的酶是从肝素黄杆菌中分离纯化出肝素酶 I、II、III 三种, 它们能够特异性地裂解肝素链上具有特殊结构的不同序列, 从而产生不同的寡糖片段。肝素酶作用的基本过程是使己糖胺和糖醛酸之间的键断裂, 在非还原末端生成 4,5-不饱和艾杜糖醛酸, 该还原末端在 230~235 nm 处有明显吸收, 而此吸收值又与降解产物中的肝素分子量有一定关系, 因此可以通过测量 230 nm 处的吸收度来控制产品质量。低分子量肝素产品的分子量主要是通过反应时间、酶的用量、反应液的 pH 值等因素来调整。另外如果使用固定化肝素酶降解肝素, 产品和肝素酶易于分离, 生产方便, 酶可反复使用, 可节约成本。固定化酶和超滤法联用可精确的控制产物的分子量, 并实现生产的自动化。

本技术生产的 MBP-hepA 融合酶可以满足上述的要求, 高效地用于低分子量肝素 (LMWH)/超低分子量肝素 (uLMWH) 的制备。同时设计了一套超滤膜酶反应体系。实验结果表明, 通过控制酶反应时间和酶量, 可以制备出平均分子量在 5000~6000 并符合欧洲药典要求 (抗 Xa 活性不得低于 70 IU/mg, 抗 Xa 与抗 IIa 活性比值不得低于 1.5) 的低分子量肝素产品和目前国际上备受关注超低分子量肝素 (平均分子量 2000~3000 左右)。该项目已申请专利 5 项, 并获得 2007 年第十七届全国发明展览会银奖。

4 合作方式

商谈。

纳米活性碳酸钙的制备技术的工业开发

1 成果简介

碳酸钙作为一种重要的无机化工产品，具有原料丰富、生产工艺简单、性能稳定等特点，广泛用于橡胶、塑料、涂料、造纸、油墨、食品、医药、饲料等工业部门。其中塑料、橡胶行业的碳酸钙消费量为 65%，造纸、涂料各占 15% 和 10%，其它行业占 10%。

碳酸钙在橡胶、塑料等行业中的作用与其粒径有关，粒径在 1~3 μm 的沉淀碳酸钙仅作为填充剂起增容作用，粒径在 0.01~0.1 μm 之间的纳米碳酸钙具有补强、增韧的作用。

我国目前有轻质碳酸钙生产企业一百多家，总生产能力近 500 万吨，但工艺落后，品种单一，基本上采用简化的间歇鼓泡式炭化工艺，产品大多为售价低廉（400~500 元/吨）的大粒径（2~5 微米）纺锤形产品（图 1），而附加值较高（售价 3000~6000 元/吨）、市场需求增长较快的粒径小于 100 纳米的纳米碳酸钙产量甚微，仅占轻质碳酸钙总产量的 2~5 % 左右。我国近年也有利用国内外技术进行纳米碳酸钙生产的报道，但生产成本较高（1500~2000 元/吨），且大多需 5 千万以上的巨额投资，中小企业难以适应。

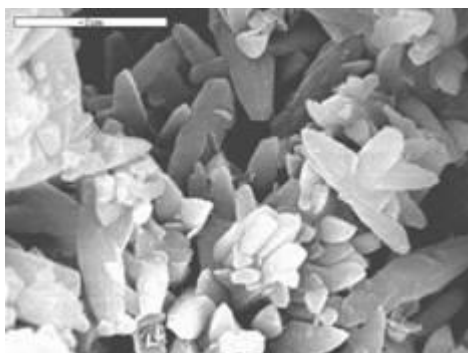


图 1 普通纺锤型碳酸钙 (2-3 微米)

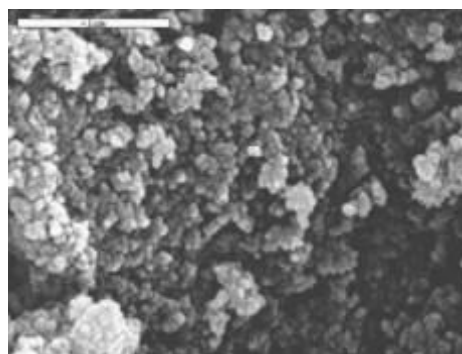


图 2 纳米球型碳酸钙 (50-60 nm)

2 应用说明

清华大学经过多年的潜心研究，现已开发出一套崭新的纳米碳酸钙制备工艺和设备，通过加入特定的添加剂，在自行研制的高效传热传质碳化釜中进行反应，即可制得粒径为 40~100 纳米的球型碳酸钙（图 2）。本技术采用的添加剂价廉易得，所需设备大多为常规化工定型设备，易于为广大的中小企业采用。目前已在河北、江西建成年产 5000~10000 吨纳米碳酸钙的生产厂。采用本工艺的生产成本仅为 1000 元/吨左右。

3 效益分析

按年产 10000 吨，每吨保守价 1500 元计算，年创产值(万元)： $10000 \times 1500 \div 10000 = 1500$ ，年创利税(万元)： $10000 \times (1500 - 1000) \div 10000 = 500$ 。

4 合作方式

技术转让或合作开发。开发年产 10000 吨规模，技术转让（专利使用）费：150 万，碳化塔设计费：30 万元，核心设备（气体分布器）设计及加工费：100 万元，碳化塔加工及配套设备：约 300~500 万元，其它常规设备费（包括气体净化、活化、过滤、干燥、粉碎、分级）：约 500 万元，基建：约 200~400 万元，厂房面积：约 10000 平方米。

水热法制备碱式硫酸镁晶须的研究与开发

1 成果简介

利用我国丰富的镁资源,依托技术创新开发高附加值的功能性粉体材料是镁盐行业面临的一个共同课题。本项目通过制备塑料增强材料—碱式硫酸镁晶须为镁盐的高度利用提供一条有价值的处理途径。此外,我国是一个塑料生产大国,在塑料产品的深加工及增值方面有很大技术潜力和市场空间,制备晶须-塑料高性能复合材料是其中重要的发展方向之一。

晶须是指以单晶形式生长的形状类似短纤维,而尺寸远小于短纤维的针状单晶体,是一种力学性能十分优异的复合材料补强增韧剂。碱式硫酸镁晶须具有轻质、高韧、耐磨、耐腐蚀等特性,用其制备的复合材料具有强度高、比重小的特点,可用于制备高性能晶须-塑料复合工程材料如高强塑料容器、管材、板材、齿轮、刀具、轴承、滚压设备等,也可用于航空航天及汽车行业,目前国内市场需求是 8~10 万吨/年。目前日本类似产品(碱式硫酸镁晶须)的售价为 4~6 万元/吨。

2 应用说明

清华大学已成功开发出水热合成碱式硫酸镁的实验室技术。该项技术的主要原料为硫酸镁(500~700 元/吨),工艺简单,所需设备大多为常规设备,成本较低(约 8000 元/吨),具有较强的经济效益和社会效益。

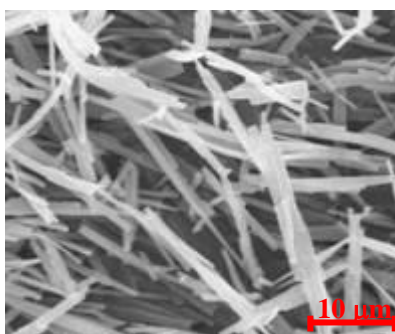


图1 碱式硫酸镁晶须形貌

3 效益分析

按年产 1000 吨中试规模计,成本: <8000 元/吨,保守售价:20000 元/吨,年创产值(万元): $1000 \times 20000 = 20000$,年创利税(万元): $1000 \times (20000 - 8000) = 12000$ 。

4 合作方式

技术转让或合作开发,年产 1000 吨规模,技术开发费:500 万,常温反应及配套设备: 300 万,水热反应及配套设备: 800 万元,焙烧及配套设备: 500 万元,其它常规设备费(过滤、干燥、粉碎、包装): 400 万元,基建: 500 万元,其他(管、泵、阀、控制仪表等): 300 万元,土地(30 亩): 约 500 万元,不可预见: 200 万元,总投资: 4000 万元。

水热法制备氢氧化镁阻燃剂的研究与工业开发

1 成果简介

长期以来我国制盐行业对资源的利用主要集中在制盐方面,而对于制盐副产物的综合利用及深加工方面重视不足。制盐中副产的苦卤(氯化镁含量高达百分之十以上)利用率小于20%,不但造成资源的严重浪费,而且破坏了周边地区的生态平衡。我国目前盐化工行业对镁资源利用十分薄弱,仅有少部分镁盐被用来生产廉价的六水氯化镁(300~400元/吨)和七水硫酸镁(500~600元/吨),其余大部分闲置在海盐区。因此镁资源的高度利用直接关系到含盐资源(海水、盐湖、地下卤水等)的可持续开发。

在镁系产品中,阻燃型氢氧化镁由于国内外市场潜力很大而独具魅力。随着塑料工业的快速发展,对阻燃型热塑性高聚物的需求与日俱增,对阻燃剂的需求特别是对无毒、抑烟、热稳定性高的氢氧化镁阻燃剂的需求将更为迫切。氢氧化镁阻燃剂可用于各种复合材料如电线、电缆、家电、建材,尤其适合与加工温度较高的PP、PA、POM等聚合物配合使用。

我国从80年代后期开始进行氢氧化镁的研究与开发,1998年不同规格氢氧化镁总生产能力约为1.0~1.2万吨/年,但绝大部分产品性能较差,表现为形状不规则,粒径分布宽,纯度低,比表面积偏大,团聚现象明显,限制了氢氧化镁阻燃剂的工业应用。

2 应用说明

清华大学近年来一直致力于氢氧化镁阻燃剂的研究与开发,经过多年努力,现已开发出氢氧化镁阻燃剂的常温合成-水热改性技术,产品性能指标达到国际同类企业的标准。该项技术以制盐行业副产的氯化镁为主要原料,产品附加值高(保守售价10000元/吨)。现已完成千吨级工业中试并通过青海省鉴定。

3 技术指标

- 形貌: 六方片状;
- 粒径: 0.2~1.5微米;
- 纯度: $\geq 97\%$ (视原料纯度而定);
- 比表面积: 小于 $25\text{m}^2/\text{g}$ 。

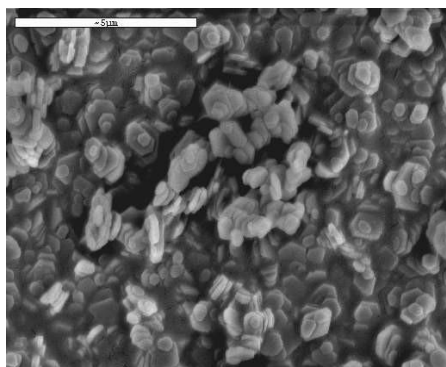


图1 我系研制的氢氧化镁阻燃剂产品

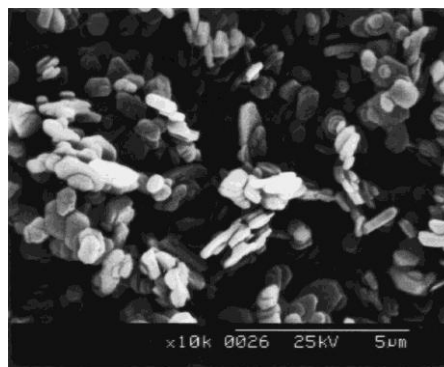


图2 日本的氢氧化镁阻燃剂产品
(1.5~2万元/吨)

4 效益分析

按年产 2000 吨规模计，成本:约 5000 元/吨，售价：10000 元/吨，年创产值（万元）： $2000 \times 10000 \div 10000 = 2000$ ，年创利税（万元）： $2000 \times (10000 - 5000) \div 10000 = 1000$ 。

5 合作方式

技术转让或合作开发，年产 2000 吨规模，技术开发费：300 万元，水热设备加工费：约 1000 万元（国产），其它常规设备费（包括常温合成、过滤、干燥、粉碎、分级）：约 2000 万元。

化工副产物制备硫酸钙晶须

1 成果简介

硫酸钙晶须具有机械强度大、热稳定性好、价格低廉等特点，是塑料、橡胶、陶瓷、水泥等材料的理想增强材料。

目前我国化工、冶金、电力等国民经济支撑行业在生产过程中均副产大量含钙副产物(如脱硫石膏、磷石膏、电石渣、石灰石、氯化钙等)，年产量高达数亿吨。受技术经济条件限制，这些含钙副产物大多处于露天堆放和闲置状态，既浪费资源、污染环境又占用大量土地。

如何实现资源的高度综合利用，变废为宝，将其转化为国民经济发展急需的量大面广、附加值高的硫酸钙晶须产品是一项十分有意义的工作。

2 应用说明

清华大学与国内相关院校合作，经过 5 年的潜心攻关，已于近期成功开发出水热合成硫酸钙晶须的技术。该技术的主要原料为化工副产物（如脱硫石膏、磷石膏、电石渣、石灰石、氯化钙等），制备的硫酸钙晶须形貌规则、结晶良好、长径比大（长度 200~2000 μm ，直径 1~20 μm ，长径比 50~200）、纯度高（硫酸钙晶须主含量>90~95%，与原料相关）。该技术工艺简单，成本低廉（约 2000~4000 元/吨），所需设备大多为常规设备，具有较强的经济和社会效益。欢迎有关单位前来洽谈。目前国内类似产品售价为 2 万元/吨。

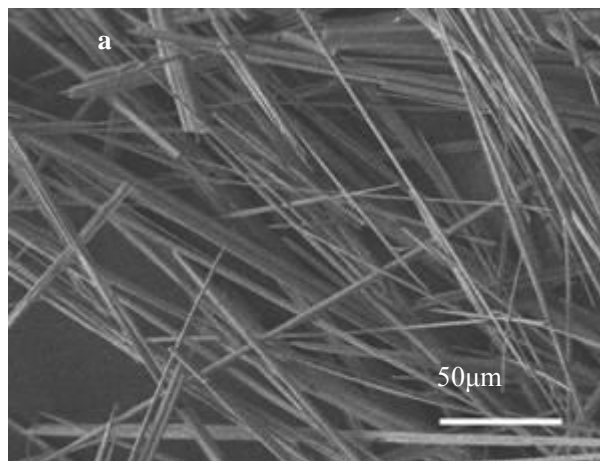


图1 硫酸钙晶须形貌

3 效益分析

成本： <4000 元/吨，保守售价： 10000 元/吨，年创产值(万元)： $10000 \times 3000 \div 10000 = 3000$ ，年创利税(万元)： $3000 \times (10000 - 4000) \div 10000 = 1800$ 。

4 合作方式

技术转让或合作开发，按年产 3 千吨中试规模计，技术开发费： 400 万元，常温反应及配套设备： 300 万元，水热反应及配套设备： 800 万元，焙烧及配套设备： 500 万元，其它常规设备费(过滤、干燥、粉碎、包装)： 300 万元，基建： 300 万元，其他(管、泵、阀、控制仪表等)： 300 万元，土地(30 亩)：约 500 万元，不可预见： 200 万元，总投资： 3600 万元。

油田区域石油污染土壤的生物修复技术

1 成果简介

我国油气田和石油炼化企业普遍存在原油落地污染土壤现象，据统计，我国石油污染土壤面积 500 万公顷。这些土壤不仅不能使农作物很好生长，且代谢产物的毒害作用更是可以通过食物链传递给人类，从而危害人类的健康，极大地影响了我国的农业生产和生态环境。

2 应用说明

从 2001 年开始，清华大学就一直致力于石油污染土壤的生物修复技术上基础理论和工程实施方面的研究；筛选出几株高效石油烃降解菌株；开发了细菌-真菌协同强化修复技术；研发出一套高效的实际石油污染场地的生物修复工程实施方案，针对不同类型的石油污染土壤的生物治理展开了基础理论研究，并将修复评估体系延伸到微生态角度，建立其标准。本项技术已获得国家发明专利 9 项。并在中原油田实施了 170m^2 的污染土壤生物治理小试和 11 亩的实际石油污染土壤的中试的工程实施，使得 19 年寸草不生的污染场地恢复种植能力，种植作物为小麦，修复后耕地所种植的小麦能够正常出苗和生长，其产量达到正常耕地种植水平，并经过国家粮油质量监督检验中心和农业部谷物品质监督检验测试中心两家权威检测机构检测，其品质完全符合国家标准。

该项目专家鉴定意见为：“该项目开发的技术属原始性创新，已申请国家发明专利 9 项，具有自主知识产权。建议组织好推广应用，深入开展油污土地修复研究”。

3 效益分析

本项技术可以复耕我国大面积额的石油污染耕地，改善污染耕地的理化性质，从而彻底改变促进我国农业发展，并且解决了污染问题。由于污染造成的耕地污染，石油企业需向当地农民支付每亩每年赔偿金 1300 元。

国际上目前修复成本在 $1000 \sim 10000$ 美元/亩，本项技术的总修复成本在 $1500 \sim 2050$ 元/亩，工程实施开展 3 年内见效，本研究发展的油盐污染土壤修复技术有很好的经济性。



图1 修复前



图2 修复后

4 合作方式

技术转让或合作开发，商谈。

新型多孔微生物载体好氧——厌氧耦合污泥减量化技术

1 成果简介

本项目在研发过程中得到了教育部留学人员归国基金、教育部博士点基金、自然科学基金、国家科技支撑计划的部分支持，经过主持单位和协作单位的联合攻关，经过8年的时间研究完成的。通过实验室小试，开发出可将污泥停留时间和水力停留时间分离的新型多孔微生物载体，研究了好的氧-厌氧耦合污泥减量化的机理。采用设计的新型载体构建了中试装置，进行现场中试和实际应用，取得了一系列突破性的进展和成果，并成功的将该项目应用在生活污水、河道污水和工业废水的治理中，在项目研究过程中共申请国家发明专利6项（其中5项已授权），实用新型1项，发表论文30余篇，翻译教材2部。

该项目在实施过程中，主要取得如下几个方面的技术突破：

（1）研究了好的氧-厌氧耦合体系在处理废水的同时对污泥减量化的作用机理，开发出好的氧-厌氧多次反复耦合原位污泥减量技术。

（2）对多孔载体的结构及对剩余污泥的截流效果进行了全面研究。设计了一种空隙率高、对污泥截流效果好的多孔载体。

（3）开发出以天然高分子为助凝剂的铁盐混凝除磷技术。

（4）实现了该技术的实际推广应用，分别应用于处理城市生活污水、农村的生活污水、工业废水和河道污染治理中。在高碑店污水处理厂进行的运行两年的 $10^3/d$ 的中试实验结果表明，运行效果稳定，在水力停留时间为12h时，出水COD保持在60mg/L以下，出水SS在30mg/L以下，两年不需要排泥。在广东肇庆处理 $5m^3/d$ 的高浓度发酵制药废水（COD 2000~3000 mg/L），运行近一年的实验结果表明，在水力停留时间为27h时，出水COD保持在100 mg/L以下，出水SS在50mg/L以下。

在以上中试试验研究的基础上，我们将该技术推广应用于青岛即墨市两个社会主义新农村的生活污水处理（日处理量150~180吨），上海浦东区金家村农村生活污水处理（适于不同地理特点的170套反应器，服务人口2120人），佛山市石角涌河道截污工程（日处理量1000~3000

吨)和河北威远生物化工有限公司的农药废水处理项目(日处理量 780 吨)。应用结果表明该技术可以有效地去除废水中的有机物及氮,同时实现原污泥减量化,而且对于用常规方法不能去除的有机物(如苯、苯酚等)也可以有效地去除。新型多孔微生物载体技术在污水处理过程中不需要对剩余污泥进行处理,运行管理简单,运行成本低,具有广阔的应用前景。

2 技术指标

- 生活污水经过处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准 GB18918-2002》一级 B 排放标准;
- 处理生活污水的过程中剩余污泥减量 60~75%;
- 处理河道污水的过程中剩余污泥减量 70~85%;
- 多孔微生物载体的使用寿命在 10 年以上;
- 工业污水由于种类较多,排放标准不一,需要根据具体的情况进行确定。

3 应用说明

本技术主要是应用于新建或者现有污水处理厂污泥减量、废水处理方面。该技术利用多孔载体和定点曝气技术,在反应器中实现了沿载体轴向、反应器水流和高度方向的多层次好氧-厌氧反复耦合环境,从而在同一个反应器中实现好氧-厌氧微生物反应的耦合。实验室采用人工废水的小试研究结果表明,该类耦合体系的 COD 去除率大于 90%,而与传统废水处理工艺相比,剩余污泥的产率可以减少 90%以上。

对该类耦合体系实现污泥减量的机理研究表明,好氧区增殖的污泥进入下游的厌氧区后发生死亡溶解释放出胞内蛋白质等组分,进一步被降解成小分子物质,这些物质流入下游好氧区被污泥再次利用,强化了污泥的隐性增殖;而微型动物的稳定存在强化了捕食效应。整个过程伴随着 CO₂、N₂ 的释放,使得进水中有机物以气体形式脱离体系,从而实现了废水的净化处理和剩余污泥的原位减量。

为了进一步将污泥停留时间和水力停留时间分离以实现污泥减量效果,本研究设计开发了新型的多孔微生物载体。采用设计的新型载体构建了中试装置,进行现场中试和实际应用,取得了一系列突破性的进展和成果,验证了新型载体的实际应用效果,并进而成功地将该技术应用在生活污水、河道污水和工业废水的治理中,在处理生活污水的过程中可以使污泥减量 60~75%,处理河道污水的过程中可以使污泥减量 70~85%。

4 效益分析

城市污水处理厂污泥安全处置工作有其艰巨性和复杂性,特别对于污水处理规模较小,污泥厌氧发酵无法实施的地方,污泥减量化污水处理技术的应用将成为必要的选择。通过该技术的实施,可以大量的减少剩余污泥的产量,减少填埋用地,节约土地资源,避免了对环境的二次污染。同时,由于污水处理厂对污泥处理量的减少,运行费用随之降低,而且运行管理简单,对促进我国水处理事业的发展有积极的影响。

该技术既可以用于生活污水的处理也可以用于工业废水的处理,适用范围比较广,而且

在处理污水的同时可以大量的减少剩余污泥的产量。不仅可以减少污水处理设备的投资，而且可以节省运行费用，适于中小规模的生活污水处理及有机工业污水处理。

5 合作方式

技术转让或合作开发。

多级环流曝气及厌氧——好氧耦合环流曝气污水生物处理技术

1 成果简介

利用生物方法进行污水处理，已经经历了一个多世纪的发展。但是，在活性污泥法的应用中，仍然存在以下主要缺点：曝气池占地面积很大，曝气后气体排放造成二次污染；曝气过程中活性污泥、空气和污水三相混合不均匀，氧传递速率较慢，氧气利用率不高，使得曝气效率低；剩余污泥排放量大。本研究室基于多年来对环流反应器流体力学特性和工程应用的研究，提出了采用多级环流装置作为活性污泥曝气的新方式，并经过 10 多年的基础、应用以及工业化研究，形成了一套高效的活性污泥的处理污水的新工艺——多级环流曝气工艺。该工艺可改善氧的传质，增加氧的利用率，从而减少动力消耗；该工艺还可减少生物处理过程中剩余污泥的产量，减轻处理污泥的负担；同时，该工艺的生物处理构筑物占地面积显著减小，可节约投资。该工艺已经完成了 20 吨/天的工业中试，通过了专家鉴定；并在处理印染污水等方面已经建成了工业应用装置，目前运行良好。

在多级环流曝气工艺的基础上，针对含有中低浓度难降解有机物的污水，本研究室又开发了厌氧-好氧耦合环流曝气污水生物处理技术，以提高难降解有机物的处理效率。通过在多级环流塔内的悬浮污泥中添加具有特殊孔隙结构和尺度的载体材料，利用氧的传递阻力在载体内部形成厌氧菌生存的环境，构成专性厌氧菌生长区。通过被动扩散和流体的冲刷作用，有机物可以扩散进入载体内部，并被厌氧菌降解，同时载体内部的厌氧降解产物也可进入流化床主体，实现厌氧生物降解和好氧生物降解的耦合。该工艺具有高效的好氧降解过程和厌氧降解过程，且将厌氧和好氧过程结合在一个装置中进行，高度集成化，设备投资小、处理效率高、占地面积小。该工艺已经在含酚废水、PTA 废水、炼油废水方面已经开展了大量的工艺开发和工业模拟实验，取得了理想的处理效果。

2 技术指标

(1) 多级环流曝气：溶解氧浓度可达到 6mg/L 以上，较廊道式曝气池，占地面积可减小 80% 以上，处理时间可缩短 50% 以上。

(2) 厌氧-好氧耦合环流曝气：COD 的容积负荷可达到 7g/L·d 以上，对 COD 浓度小于 2500 mg/L 的含酚废水、PTA 废水等废水，COD 去除率达到 95% 以上。

3 应用说明

该技术主要针对各类石化、化工及其他含有难降解有机物废水的处理，小规模现场集成式污水处理（如机场、远郊住宅小区等）以及污水的点源治理。

多级环流曝气应用包括两种方式：① 以环流曝气塔式设备替换现有的曝气池、初沉池；② 在现有的深度在 4m 以上的廊道式曝气池进行改造。

多级环流曝气塔为新型塔式曝气处理设备为专利设备，具有处理效率高，占地面积小等显著优势。20 吨/天的工业中试结果（乙烯综合废水，COD 约为 1000 mg/L，）显示，和该厂现有的廊道式曝气池相比，占地面积可减小 80% 以上，处理时间可缩短 50% 以上，出口废水稳 COD 定在 60 mg/L 以内，特别适合于土地资源紧张、处理效率要求高的生产、生活部门。多级环流曝气塔顶部还有集成的泥水分离器，可将出水中的污泥分离，在污泥沉降良好的情况下，可直接排放，不需要初沉和二沉设备，使设备投资、能耗以及占地面积大幅度降低；即使对沉降性能不佳的污泥，也可达到初沉的作用，节省初沉设备和运行费用。

通过对现有的深度在 4m 以上的廊道式曝气池进行改造，也可实现多级环流曝气，方法是在曝气池内改造曝气系统，加装多级导流筒内构件。其改造简单，投资小，但对废水处理的效果有显著的提高。采用多级环流曝气后，曝气池内的溶解氧浓度提高 50%（可达到 6 mg/L 以上）以上，悬浮污泥浓度提高 30% 以上，在达到相同处理效果的前提下，水力停留时间可减小 50% 以上，处理负荷提高 50% 以上，特别适合于对现有装置增容的技术改造。由于溶解氧浓度高，剩余污泥的产量也显著降低。

厌氧-好氧耦合环流曝气工艺，通过在多级环流曝气塔中添加高孔隙率的聚合物填料，在填料内部形成的缺氧环境，可发生水解-酸化反应，通过水解-酸化将难降解有机物降解为挥发性脂肪酸，进一步由装置中主体的悬浮污泥进行好氧代谢，实现了厌氧—好氧生物降解的耦合，提高了难降解有机物的降解效率。工业模拟装置的研究表明，对 COD 浓度达到 3500 mg/L 的含酚废水，采用厌氧-好氧耦合环流曝气工艺，24h 内 COD 可降解至 100 mg/L 以下；对 COD 浓度达到 2500 mg/L 的 PTA 废水，采用厌氧-好氧耦合环流曝气工艺，16 h 内 COD 可降解至 100 mg/L 以下；对 COD 达到 2000 mg/L，BOD/COD<0.1 的炼油废水，采用厌氧-好氧耦合环流曝气工艺，24 h 内 COD 可降解至 60 mg/L 以下。上述处理效果，均优于传统的 A/O 或者 A/A/O 续批式联合工艺，占地面积低于这些工艺的 1/8。

4 合作方式

商谈。

热泵辅助的高效污泥厌氧消化技术

1 成果简介

利用水源热泵实现污水厂出水中低品位热能的回收,并为污泥高温或中温厌氧消化供应热源。污水处理厂产生的污泥进入厌氧反应器，生成沼气（见图 1）。沼气经收集后用于烘干污泥。消化后的污泥通过机械脱水、干化等一系列过程后获得干化污泥，可用作优质肥料或固体燃料。该方法及系统可以显著实现污泥的稳定化和减量化，为污泥后续的减量化和资源化处置提供基础，污水厂内部水、热、能的优化配置，污水厂整体能耗降低 20% 以上。

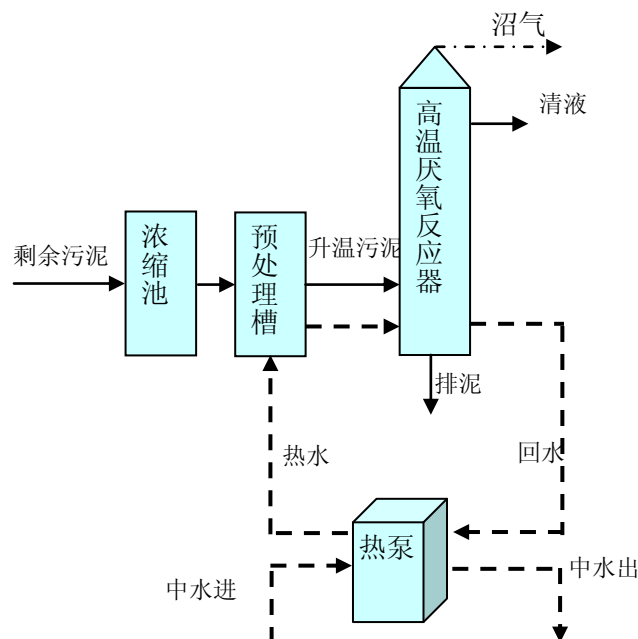


图 1 工艺流程图

2 应用说明

工艺采用了污水源热泵和新型高效的内循环污泥厌氧消化器，涉及了 5 项专利技术。其中内循环消化器靠回流沼气来控制反应器的传质，是课题组在处理废水的内循环厌氧反应器的基础上根据污泥消化特点研发出新型污泥消化器，与目前常用的完全混合式消化器相比，它的流态更接近推流式。它的优点是：

- 传质好，水力停留时间短；
- 操作简便，易控制；
- 有机物降解率较高；
- 可以防止消化器内砂累积和浮渣层形成。

目前在我国南方的污水厂已经完成中试（图 2）中试系统实际运行取得的主要参数如下：

进泥 $VSS/SS=0.42$ ，55 度厌氧发酵时，停留时间 9.6d，平均 VSS 去除率 51%；停留时间 12.5d，平均 VSS 去除率 60%；平均产气率 $0.46m^3/kgVSS$ ；若将所产沼气用于污泥干化，可获得含水率 55% 的污泥。



图 2 建成的中试内循环污泥消化器

3 应用说明

有机物含量 40% 以上的污泥以及相似有机物料的厌氧消化

4 效益分析

系统投资（热泵+污泥消化+干化）大约为 15~17 万元/吨污泥（80% 含水率），运行费 120 元/吨污泥（80% 含水率）左右。

5 合作方式

技术转让

有机污染荧光预警仪

1 成果简介

水质有机污染预警仪（FF-WY-01 型）是在课题组自主开发的水质有机污染荧光指纹技术的基础上针对突发性水污染的实时预警研制出的第一代成果。预警仪由主机和其控制软件（FWY solution 1.0）组成，可用于水体监控断面、企业排污口、游泳池以及浴场等污染敏感位置的有机污染在线实时监测及预警。

2 应用说明

仪器实现了自动取样与过滤，恒温测量，温控精度达到 $\pm 0.3\%$ ，可以消除环境温度变化对测量结果的负面影响。仪器依靠硬件设置和软件设计实现了对光源的实时监控，消除了光源的瞬时抖动及光源衰减对测量的影响，使测量结果更稳定、精确。软件设计人性化，能以实时波形图方式动态显示测量结果；超过污染阈值时，自动报警；所有监测数据自动保存，数据保存格式为 excel 表格，以便于后续处理；当仪器光源老化时，自动提示更换等。仪器操作简便灵活，用户能根据实际情况设定报警阈值或使用推荐的阈值。该仪器完成一次测量仅需 30 秒，不加任何试剂，连续 24 小时使用耗电不足 3 度，维护简便。仪器主机体积小，仅 $450 \times 400 \times 160 \text{ mm}$ ，便于携带和安放，如图 1 所示。目前二代机也已经问世。



图 1 水质有机污染预警仪(FF-WY-01 型)

可用于水体监控断面、企业排污口、游泳池以及浴场等污染敏感位置的有机污染在线实时监测及预警。

4 效益分析

成本仪器大于 1.5 万元/台，运行费 250 元/年。

5 合作方式

技术转让。

嵌入式硬件模拟运行环境

1 成果简介

支持对基于 ARM、MIPS、PowerPC、Blackfin、Coldfire、X86 等 CPU 和多种外设（NIC、LCD、touchscreen 等）的嵌入式硬件板级的全系统模拟，支持高速动态二进制翻译加速模拟执行。

2 技术指标

- CPU 模拟支持：ARM、MIPS、PowerPC、Blackfin、Coldfire、X86 等；
- 外设模拟支持：NIC、LCD、touchscreen、Flash ROM、serial port 等；
- 调试支持：支持内嵌 debug 和远程 gdb 调试；
- 统计支持：支持代码执行范围统计、能耗评估、性能评估等统计。

3 应用说明

可以用于工业控制领域、消费类电子领域、航空航天领域的嵌入式软件系统开发、调试、分析等，可有效加快软件（特别是系统软件）开发进度。

4 效益分析

改变传统嵌入式系统开发模式，可实现软硬件并行开发和协同开发，在嵌入系统领域具有较大的社会效益和经济价值。

5 合作方式

资金投入。

建筑环境空气流动设计及仿真技术

1 成果简介

拥有一整套室内空气流动的模拟仿真技术以及通风空调系统内气溶胶污染物传播的模拟仿真技术，成果包括自主开发的三维计算流体力学软件 and 室内污染预测软件，具体包括：

- (1) 采用先进的模型和算法和环境评价指标；
- (2) 可对建筑环境的各类参数以及气溶胶颗粒分布进行全面设计和仿真；

(3) 针对性地解决建筑环境与设备工程典型流动和传热问题。

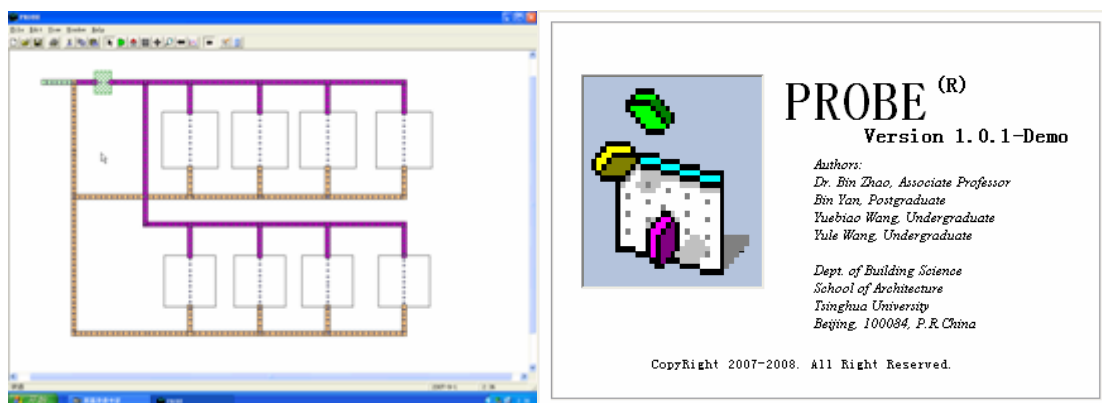


图 1 通风空调系统气溶胶污染物传播模拟软件 PROBE-PM

2 应用说明

根据设计与工艺要求，利用先进的计算模拟软件仿真模拟，解决当前建筑由于复杂化、大型化、多功能化、设计环境复杂所带来的设计难题。以计算模拟优化的方式，大幅度降低由于设计不合理所带来的各方面影响及经济损失，如建筑用能过大、舒适性难以保证、医疗环境中传染病控制不利、室内空气品质低下等问题。

主要应用方向：

- (1) 建筑（尤其是高大空间建筑如体育馆、剧场等）通风设计；
- (2) 工业和工艺环境内的通风（如工业通风、各类洁净室、传染性疾病通过空气传播的生物污染下的病房通风等）设计；
- (3) 室内空气品质预测和设计；
- (4) 建筑外环境设计（如住宅小区风环境设计、自然通风设计等）；
- (5) 各类特殊空间热、湿环境仿真和设计（如列车、汽车等特殊空间）；
- (6) 各类建筑设备性能仿真和设计（如冷藏柜、蓄热罐等）。

示例工程：

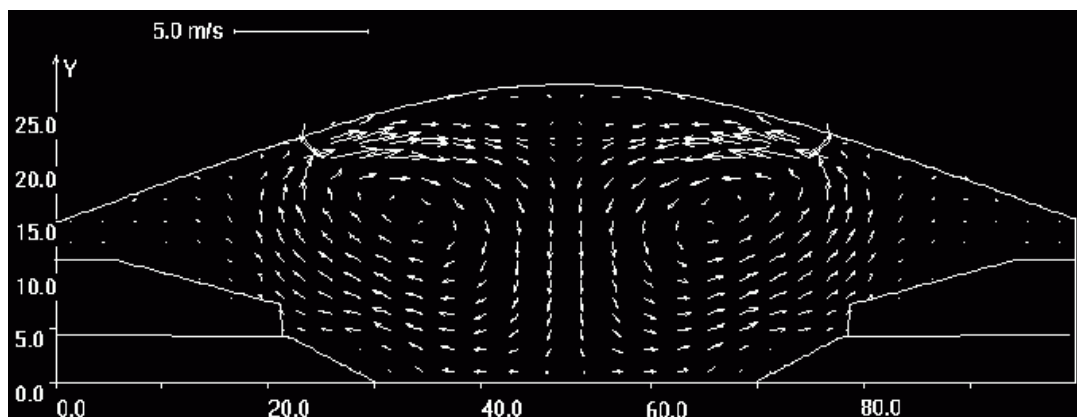


图 2 高大空间建筑环境设计

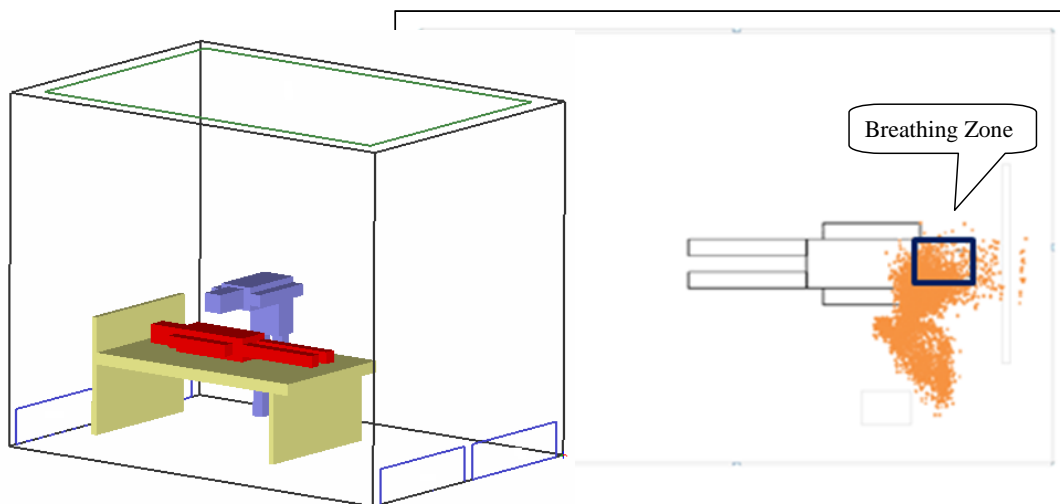


图 3 医疗环境内传染病控制环境设计

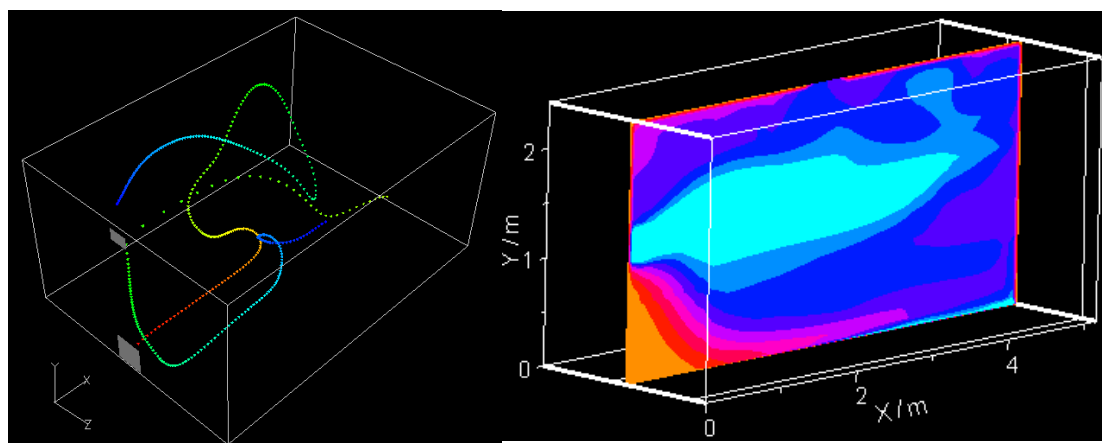


图 4 室内空气品质设计

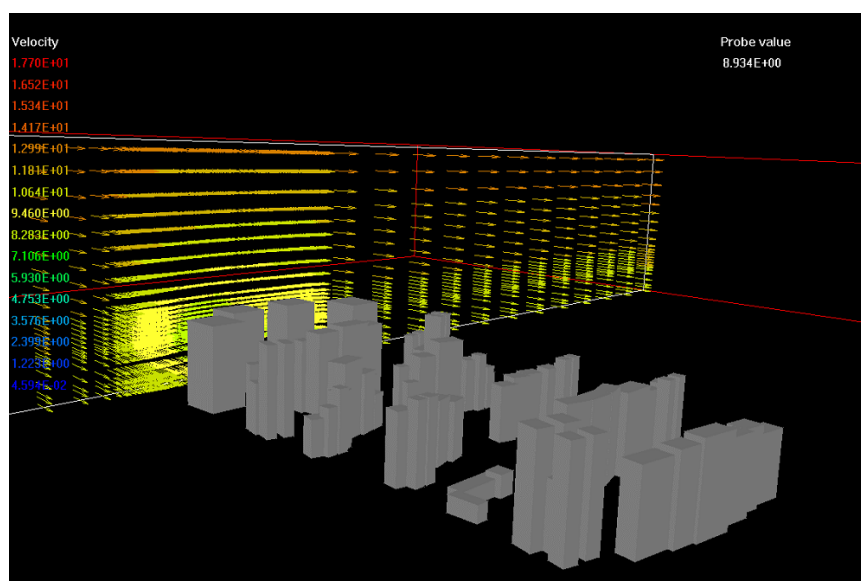


图 5 建筑外环境设计

3 效益分析

现状概况：

- (1) 建筑趋于复杂化、大型化、多功能化，设计环境复杂，设计难度很大；
- (2) 现有设计、分析手段相对滞后；
- (3) 我国建筑建设项目处于高速发展期；
- (4) 人民对建筑环境质量要求日益增高。

直接效益：

- (1) 缩短设计周期；
- (2) 大大节省设计费用；
- (3) 节省建筑能耗；
- (4) 提高建筑环境质量；
- (5) 改善居者生活质量，创造节能、健康、舒适的建筑环境。

经济效益：

投产后利润预测

	年工程量	年销售额	利润
第 1 年	30 个	600 万元	500 万元
第 2 年	50 个	1000 万元	800 万元
第 3 年	80 个	1600 万元	1350 万元

4 合作方式

商谈。

电动汽车 ABS/TCS 控制器

1 成果简介

汽车 ABS 是一种行车制动辅助系统，能够在车辆制动过程中控制车轮制动压力，防止车轮抱死，提高制动效能和制动方向稳定性，已经在各种车辆上广泛安装使用。TCS 控制是在 ABS 基础上发展的汽车牵引力控制系统，能够在车轮打滑空转的情况下，控制发动机和车轮转速，有效提高车辆加速能力。目前，国内部分车型上已经配置了 TCS。

清华大学在 ABS/TCS 的技术上已经进行了十几年的研究，建立了从理论研究、仿真计算到实车试验的一整套开发系统，并在此基础上开发了多种控制器产品，部分产品已经进入市场。

控制器可分为以下系列：

- ABS 控制器
- ABS+EBD 控制器

- ABS+EBD+TCS 控制器
- ABS+ESP 控制器（研发中）

2 技术指标

- 根据制动系统结构，可分为气压 ABS 控制器和液压 ABS 控制器；
- 轮速传感器可选磁电式和霍尔式。

3 应用说明

控制器在不同车型上的安装会有不同的方式，因此需要根据车辆状况或总装厂要求选择线束插头形式和控制器的形状尺寸，然后配上相应的阀体（执行单元，可从国内买到，如果有加工能力可以自己生产），就可以安装到车上。

4 效益分析

国内目前已有 ABS 控制器产品，但 TCS 控制器产品还不多，ABS+TCS 控制产品的成本应该会大大低于进口产品价格，利润空间比较大。

5 合作方式

合作开发、成果转让。

测力方向盘

1 成果简介

在汽车性能测试中，常常会使用到测力方向盘，用来测量车辆方向盘转角和转矩。国内国外也有一些此类产品，但是价格昂贵。我实验室开发的测力方向盘不但测试精度可以达到国际先进水平，而且价格便宜。

2 技术指标

- 转角测量分辨率可以达到 0.12 度；
- 扭矩测量精度可以达到 0.5%；
- 安装方式为附加方向盘。

3 应用说明

测力方向盘的扭矩测量量程根据实验车辆和实验内容有不同的范围，测力方向盘配备多种量程的扭矩传感器应用于不同环境。

测试数据输出形式可以根据需要选择模拟信号输出和 CAN 总线输出。

4 效益分析

本套测力方向盘的成本大约为 7000 元人民币，目前市场产品售价大约为 5~15 万元不等。

5 合作方式

成果转让。

汽车制动系电控系统开发配套技术及关键设备

1 项目介绍

近年来，汽车电子化程度的高低已成为衡量汽车综合性能和现代化技术水平的重要标志。自上世纪 80 年代以来，制动系统电控水平不断提高，出现了以 ABS、EBD、ESP 为代表的若干主动安全电子控制系统，广泛装配在各种类型的道路车辆上。这些电子系统最重要的特征是：

- 技术附加值高
- 性能评价标准苛刻
- 可靠性要求严格

以往由于开发过程具有较高的资金和技术门槛，此类产品的市场仅由少数几家欧美大型零部件商分割占据。在中国汽车工业飞速发展的今天，已有多家本土零部件厂商涉足这一巨大市场，推出了初期产品，获得了少量市场份额，但面临技术门槛、性能瓶颈和资金压力，迟迟不能取得有效突破。

目前商用车气压制动领域及乘用车液压制动领域均面临着普通 ABS 产品全面普及，ESP 等高端产品利润丰厚的良好市场态势，把握技术机遇、提升产品市场竞争力要从以下两方面入手：

(1) 降低开发成本：缩短样机研发时间，争取市场主动权；降低测试（包括室内及道路实验）费用，节约直接开销。

(2) 提高产品品质：保证产品在复杂行车状态下的控制性能，及实车环境条件下的电气性能及电磁兼容性能。

清华大学追踪汽车电子行业技术发展最新趋势，总结形成了一整套能够支撑 ABS、ESP 等复杂电控单元（ECU）开发的配套技术，涵盖产品开发——室内测试——道路匹配的各个阶段，尤其是硬件在环仿真（Hardware-In-Loop Simulation——HIL 仿真）测试及 EMC 电磁兼容性测试两个关键技术领域取得了阶段性成果，有效缩短了产品开发周期并极大节省了测试费用。

HIL 仿真测试技术：

HIL 仿真测试是一种将全套 ECU+执行器硬件植入软件环境，通过软硬件协同工作实现运行工况逼真模拟的工程应用技术，被 Bosch 等著名厂商广泛采用，是业内公认的提高开发效率，降低开发费用的有效途径。我处开发的 HIL 测试设备可实现如下功能：

- (1) 测量制动系部件性能，指导 ECU 控制原理开发；
- (2) 构建室内车辆运行模拟环境，衔接道路测试；
- (3) 构建标准测试工况，实现同类产品同等条件横向对比；
- (4) 安全模拟极限道路运行工况，确定道路实验安全边界；
- (5) 安全模拟部件故障运行模式，评估部件失效对行驶安全的风险。

实际运用中，HIL 设备实现了 ECU 控制逻辑实现——室内 HIL 测试——道路定型三阶段的顺利衔接，大量 ECU 控制功能的验证及深入改进可在室内完成，不断丰富的仿真运行工况还有

效的降低了产品开发对于道路试验的依赖，缩短了控制功能改进周期，降低了路试强度，控制了技术风险和成本膨胀。

EMC 电磁兼容性测试技术：

ECU 等电子部件在实车环境下的可靠性是产品品质的重要体现。制动相关电子产品在外界干扰下的故障运行将带来极严重的安全隐患。我处除有能力按照 ISO16750《道路车辆电气及电子设备的环境条件和试验》等标准完成产品可靠性的一般性检验，还在汽车电子的电磁兼容性方向开展了着重以下两方面工作：

(1) ISO7637-2: 2004《道路车辆由传导和耦合引起的电骚扰》标准测试环境建设

引进瑞士 EM Test 公司 LD200、UCS200、VDS200 等测试设备，构建完成了能够进行较全面的车辆零部件 EMC 瞬态传导试验的正规化电子实验室，能够有效的模拟通过线缆传递的干扰甚至破坏信号，是控制器 ECU 电气可靠性品质的有效保证手段。

(2) 特殊功能电路的专业化测试

针对电控制动系统的专门应用，对轮速调理、电磁阀智能驱动、电机控制单元等特定功能电路进行了针对性研究，提出了缩减成本、提升性能的若干备选技术方案。

现有大型设备：

经过多年实际使用及改进，已有能力设计制造适合多种车辆类型（客车、半挂列车、轻型乘用车等）、多种电控系统（气制动及液压制动 ABS、ESP 等）的 HIL 仿真测试系统，运行中设备包括：

(1) 商用车气压制动仿真测试系统

最大支持三轴商用车（可变形适合 6×6、6×4、6×2、4×2 等配置）气制动系统的 ABS、ASR、EBS 等控制器开发。

(2) 乘用车液压制动仿真测试系统

支持中小型乘用车液压制动系统 ABS/EBD(4S/4M 或 4S/3M)、TCS、ESP 等控制器开发。

2 应用说明

经过多年校企合作，在前述各种配套技术支持下，已经实现了多款控制器 ECU 的开发并已向市场推广，除在研产品外，主要的产业化成果如下：

- 商用车气制动 4S/4M ABS 控制系统
- 商用车气制动 ABS/ASR 控制系统
- 挂车/半挂车气制动 2S/2M ABS 控制系统
- 乘用车液压制动 4S/4M、4S/3M ABS 控制系统

3 合作方式

横向合作、关键设备技术转让。

新能源汽车助力转向系统

1 成果简介

为减少排放，各国政府都在大力推行新能源汽车（电动汽车和混合动力汽车）。由于储能及动力装置加重，致使新能源汽车的前桥载荷相应地加大，因此需要新能源汽车的转向助力系统能提供更大的助力。新能源汽车助力转向系统以车载供能装置驱动电机产生助力，与传统的液压助力转向系统相比，不仅可以获得随操舵力而变化的路感，而且可以获得随车速而变化的路感。

清华大学在新能源汽车及其转向助力系统设计开发方面进行了多年的技术研究，获得了一批处于国内领先地位的研究成果。

2 技术指标

(1) 转向助力随车速而变化，车速低时转向操纵轻便，车速高时转向操纵变沉，没有发飘的感觉；

(2) 转向助力过程中，转向操纵手感平顺；

(3) 转向后，转向盘有一定的自动回正能力。

3 应用说明

新能源汽车助力转向系统是在机械转向系统基础上，加装转向盘转矩传感器、电机减速器总成、控制器等组成。控制器根据采集得到的转向盘转矩和车速等信号，控制电机产生适当的助力以协助驾驶员进行转向操纵。

4 效益分析

对原有转向系统改进及新增传感器、控制器等花费约 500~600 元/套，批量销售 1000~1500 元/套。

5 合作方式

成果转让。

高效分离式热管采热供暖系统

1 成果简介

近几年来，城市的采暖设施基本上向着集中式供暖发展，但对于城市中少部分以及农村大部分无法实现集中式供暖的家庭来说，如何实现更方便高效的远距离供暖传输是迫切需要解决的问题。节能减排已经成为全社会共同关注的问题，在工业生产中会产生巨大的低品味余热，大多数都被浪费了，如何能够方便高效利用这部分低品味热量，将热高效传输到远距离的地方进行使用，也是迫切需要解决的问题。

本技术成果以内部有相变工质的热管为换热元件的热管换热循环控制系统，具有传输距离远，传热效率高、热管表面温度均匀（与热源温度相等）、自动循环控制方便等优点，可实现固

体与固体或固体与流体间的传热、冷热流体不混合和控制露点腐蚀等，在国内的一些行业，如动力、化工、建材、冶金等工业中有应用价值。本技术成果申报发明专利和实用新型专利。

系统样机如下图：



图 1 高效分离式热管采热供暖系统样机

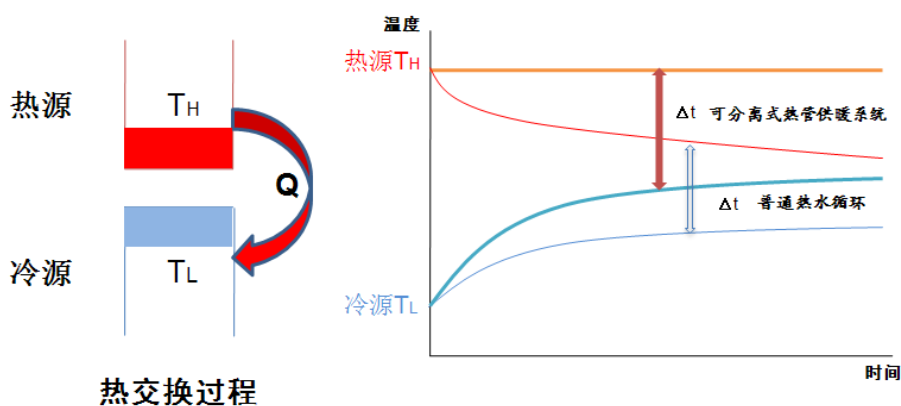


图 2 本技术与普通热水供暖循环换热量对比

图 2 是本技术与普通热水供暖循环换热量对比，普通热水循环供暖过程，热水系统与热源必须有换热温差，所以热水温度比热源温度低很多，流动到冷源释放过程中，因换热温差较小，所以最终换热量较低。本技术热管循环供暖系统的内部传热工质与热源没有温差，工质传递到冷源释放热过程中，其换热温差较大，系统换热量大。传输过程距离远，应用前景广阔。

2 应用范围

此系统可将低品位气体、液体等中低温热源（40~300℃），进行高效远距离传输热量，传输热量的品位不降低，换热量大。适用于动力、化工、建材、冶金、电厂等有余热同时需要加热，但余热和需要加热的地方分离较远的场合，也适用于农村独立进行采热供暖。

3 效益分析

此技术可充分利用低品位热源进行远距离传输热量，换热量比普通水循环换热量高

20~50%，系统初投资低，预计此系统一年半即可收回成本。此技术可以更有效地利用余热，经济效益会根据具体情况更为节能。

4 合作方式

成果转让。

余热利用高能效比热泵热水器系统

1 成果简介

由于能源的危机，中国面临着巨大的节能压力，要求我们大力发展节能减排的产业。近几年来，国内出现了很多水源热泵，地热源热泵，空气源热泵等多种回收低品位热源的热泵技术，经验表明，这些技术得到了很好的推广，同时具有较强的适应性。但是对于废水和污水等工业和生活的废热，却没有很好的利用。企业和家庭的生活污水中含有大量的废热，现阶段，这些热量被大量直接排走，造成了巨大浪费。

本技术成果综合了空气源和废热水源等热泵的优点，具有从空气和废水中同时吸收热量的功能，同时加入了自循环和相关控制装置，换热充分，使热水器的热水温度能够稳定，同时最大限度的利用废弃能源，达到最高的系统能效比 COP (=系统制热量/系统耗电量)，系统 COP 最高可达 10。系统样机如下图：



图 1 余热利用高能效比热泵热水器样机

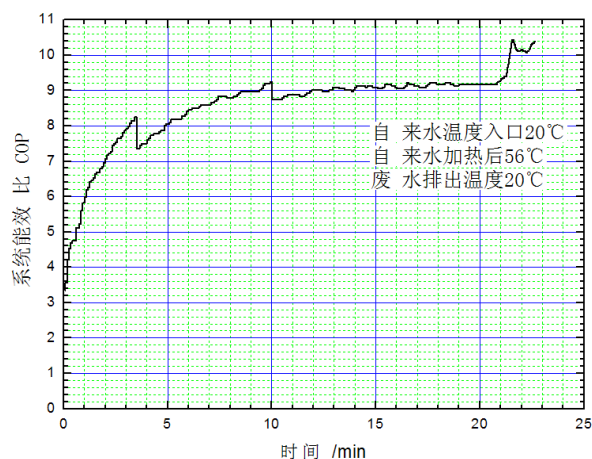


图 2 系统能效比随时间变化曲线

图 2 是实验系统运行时的系统能效比随时间的变化曲线，当系统稳定后，系统可长时间运行在高能效比（COP=10）的工况下，系统能效比 COP 为 6~10 左右，相比电加热热水器和锅炉洗浴，节省电耗 80~90%，节省煤耗 80~90%，应用前景广阔。本技术申报国家发明专利和实用新型专利。

2 应用说明

此系统可充分利用低品位热能，如废水热、地热、工业废热、交通工具废气余热等低温热源，适用范围较广。热水器采用自循环温控和液位控制系统，变频控制压缩机系统，确保热水达到指定温度才出热水，随着运行时间增加，热水温度恒定。热水温度 40~60℃。

热水器可用于洗浴中心或者商业酒店等场所，也可用在家庭洗浴和厨房使用。

3 效益分析

此系统设计上的创新与自动控制技术使得系统运营成本非常低，每天节约电或煤 80~90%，系统初期投资低，预计此系统一年半即可收回成本，之后每年节省电/煤费用也非常可观。

4 合作方式

成果转让。

多翅片降膜蒸发紧凑式海水淡化系统

1 成果简介

本系统采用了一种多翅片降膜蒸发方式，通过高效降膜蒸发、膜态冷凝等强化传热传质技术，有效提高了单位体积装置淡水产率。其产淡水效率比目前市场上其他蒸发式产品更高，70℃ 时单位体积产淡水率即可达到 135kg/(m³ h)，温度更高时产淡水率将进一步提高。在产淡水量相同的情况下，本系统的结构更紧凑、反应更迅速。系统样机见图 1。

本系统采用多种创新性设计，降低了系统能耗，更加节能环保。本系统可利用的热源形式和温度范围更广，热源温度在 50℃ 左右时系统即可产出淡水，可利用蒸汽、热水、太阳能、地热水和废热气等热源，应用前景广阔。

本系统采用一体化设计，使结构更为紧凑，外界环境一定震动时仍能正常工作，方便搬运、携带，可靠性好。



图 1 多翅片降膜蒸发紧凑式海水淡化系统样机

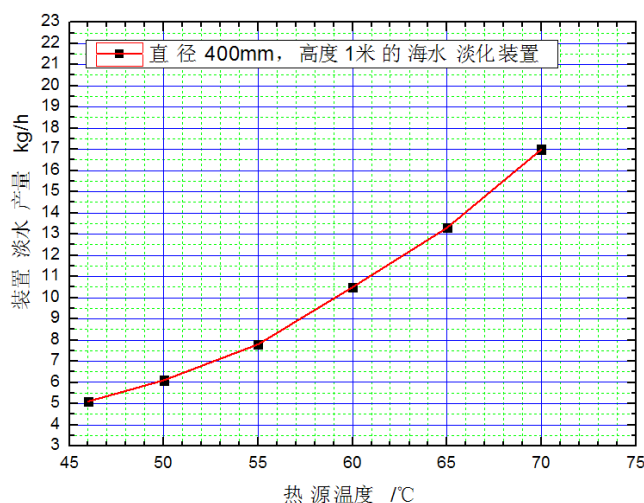


图 2 多翅片降膜蒸发紧凑式海水淡化系统淡水产量随热源温度变化曲线

2 应用说明

此系统可充分利用低品位热能，如地热、工业废热、交通工具废气余热等低温热源（50~100℃），适用范围较广。大规模的海水淡化设备可以与大型火电厂、化工厂等相结合。小规模的海水淡化设备可以利用太阳能加热设备等，淡化后的水可直接饮用。

3 效益分析

此系统设计上的创新与优化使得投资成本大为降低。运营成本非常低，每天仅需 2 度电。目前市场上常见的反渗透膜式海水淡化设备的单位产淡水量所需成本是此系统的 10~30 倍，预计此系统一年半即可收回成本。

4 合作方式

成果转让。

微藻自养——异养结合生产生物柴油技术

1 成果简介

原料油脂费用占生物柴油生产成本的 80% 以上，目前原料油脂价格高居不下并不断上涨，制约了生物柴油产业化和商业化。国内外生产生物柴油的主要原料是大豆油、菜籽油、花生油、棕榈油、地沟油等。它们与农业争地，与食品及饲料争原料，单位生物量的产油率低，生产周期长，消耗大量的水资源、化肥和能源。

清华大学发明了微藻异养发酵生产生物柴油的新技术，其技术特征在于：通过对一种特别藻株特殊品系的筛选和代谢途径的改变，*Chlorella protothecoides* 0710 strain 由光合自养转变为化能异养，细胞由绿变黄，生长繁殖更快，油脂含量提高 3~4 倍，达细胞干重的 61% 以上。又将工业界成熟的发酵技术应用于高油脂异养微藻的生产，进一步提高发酵规模和细胞密度，现细胞发酵密度超过了 100 g/L，获取了大量异养干藻粉后提取油脂，经转酯化反应生成了高质量的生物柴油。

该技术的创新点：

(1) 发明了微藻异养发酵生产生物柴油新技术，打通了以糖、淀粉、有机废水、二氧化碳等为原料、工业自动化条件下高效生产生物柴油的新途径；

(2) 异养藻细胞发酵产量和油脂含量不断创造新高（细胞干重 100 g/L，含油量 60%），提高了该技术工业化生产的经济性；

(3) 在发酵前引入利用 CO₂ 和光合作用来减少糖或淀粉的消耗，降低成本同时减少温室气体的排放。

该技术获 3 项国家发明专利和 2007 年全国发明大会奖。

2 应用说明

与有实力的企业界合作，在工业化规模上进一步降低微藻发酵过程的成本，实现该技术的商业化运作。

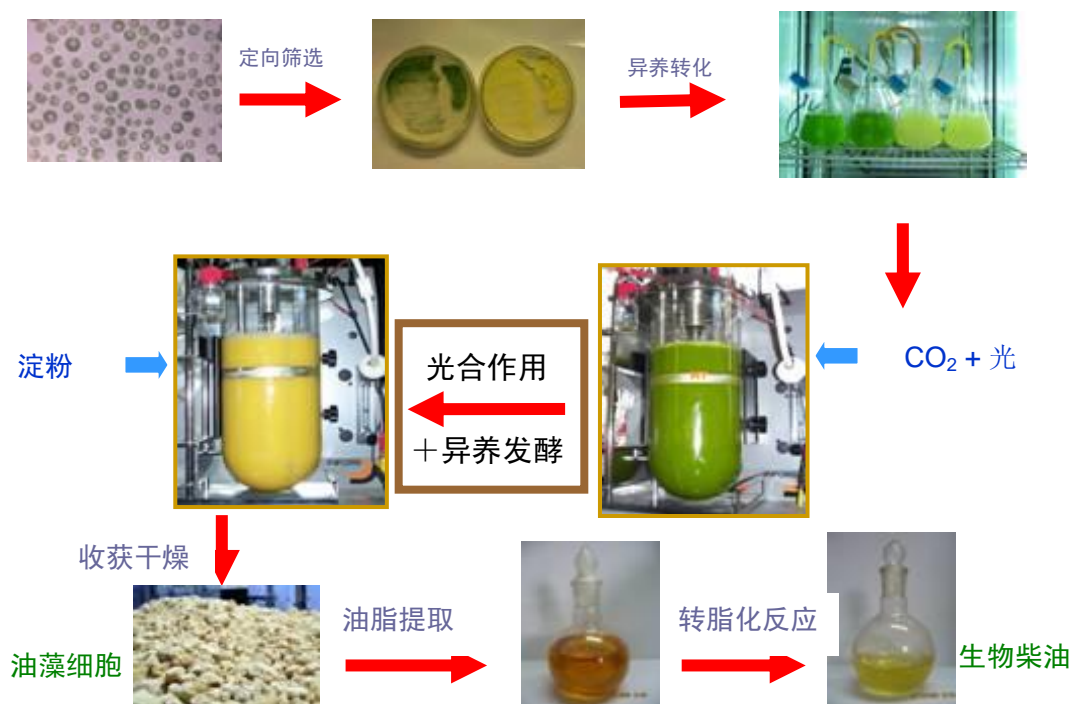
主要生产原料为二氧化碳及以下 3 类之一：(1) 甜高粱、甘蔗等糖质原料；(2) 木薯、玉米等淀粉质原料；(3) 含糖有机废水。

生产设备：微藻培养池、光生物反应器、工业发酵设备及厂房为主。

生产消耗：电能、蒸汽等（无污染等环境问题）。

产品应用：微藻生物柴油质量好，应用范围与目前市场上销售的柴油完全相同。

投资风险：本技术创新性强，没有前人的实践、范例和经验；通过工业化和规模化来实现进一步降低成本的目标；高技术、高投入、预期高回报的同时也存在投资风险。



3 应用范围

中国境内的生物柴油能源市场等。

4 效益分析

全世界油脂价格和液体燃料价格疯狂上涨，对世界经济、政治和国家安全等产生重大影响。

5 合作方式

(1) 合作研究开发：清华大学方投入前期的专利技术、成果、仪器、实验室和研究人员，政府或企业方投入研发资金（至少若干百万元起步）、设备和工程技术人员，双方共同合作，在工业化规模上进一步降低微藻发酵过程的成本，实现该技术的商业化运作。双方风险共担，成果共享。

(2) 技术转让：清华大学方将前期的专利、技术、成果独家转让给企业方，同时协助企业方完成进一步的研究、生产和商业化运作。企业方首先投入技术转让费用，享有对该技术的垄断权。

DCP 型拖式混凝土泵

1 成果简介

混凝土泵是利用压力将混凝土沿管道连续输送的机械，由泵体和输送管组成，按结构形式分为活塞式、挤压式、水压隔膜式。混凝土泵主要应用于民用建筑、水利水电工程、立交桥等工程施工中混凝土的输送，具有可连续浇筑、施工效率高、浇筑质量好等优点，是当今建筑施工现代化的重要标志之一。

我国目前水泥年产量 2 亿多吨，约为 6 亿立方米混凝土，需混凝土泵 1 万多台。发达国家混凝土泵普及率已超过 90%，而我国大部分混凝土泵依赖进口，普及率不及 20%，在我国混凝土泵的市场很有潜力。

清华大学有 20 年磨料输送泵的研发历史，设计技术先进，产品结构合理、高效节能。DCP 型拖式混凝土泵为典型的磨料输送泵产品之一。

2 应用说明

DCP 型拖式混凝土泵的混凝土排量为 $55\sim 60\text{m}^3/\text{h}$ ，垂直输送距离为 90~110m，水平输送距离为 400~500m。

3 效益分析

DCP 型拖式混凝土泵的生产成本为 27 万元/台，产品售价为 47 万元/台，如企业每年生产 50 台，则毛利润为 1000 万元/年。

4 合作方式

成果转让。

泵+管道输送系统的优化运行软件与高效节能技术

1 成果简介

国民经济各生产部门广泛采用管道输送系统。为保证输送系统正常运行，需要按照流量和扬程配置若干台泵按一定的组合作为流体的动力源。泵与泵之间首尾相接为泵的串联模式，各泵的进口管、出口管分别连接在一起时称为并联模式。在大多数工业流程中，为了达到较好的动力配置常采用多台泵串联与并联混合使用的方式，这些泵构成复杂的泵串并联输送系统。

泵串并联输送系统的运行调节比较复杂，在我国目前多采用常规优化法。常规优化法通过改变泵的转速、改变泵的运行台数或增加新泵等手段达到改变系统运行状态的目的，属于一种半经验半理论的方法。常规优化法实施得当时可提高运行效率，但一般难以达到最佳节能状态。当调节不当时，泵系统中的某些设备将处于非稳定运行工况，不仅影响设备本身的使用寿命，也使得系统的安全性受到影响。

清华大学在长期的研究中积累了丰富的泵及其系统优化运行技术，并形成一套软件。该软件采用遗传算法进行泵串并联输送系统的最优化运行控制，可针对泵系统的实际串并联情况开发优化运行软件，确保系统高效节能。

2 应用说明

泵串并联系统主要可分成流量基本稳定和流量经常变化的系统。对于流量基本稳定的供水系统，泵和优化选型主要通过确定系统中各泵的转速使得整个系统在最佳节能工况下运行；而对流量经常变化的供水系统，如自来水供水系统、热电厂锅炉给水系统和供热系统、高层建筑生活供水系统、油田高压注水泵系统、中央空调的循环水系统和各种泵站输水系统

等系统，这些系统是按照所需要的最大流量来选择水泵的，应根据所需流量的变化进行泵的优化调节。

无论哪种泵串并联系统，均可以通过软件的设置自动判别，并进行相应的优化计算，给出系统运行调节的参数。

3 效益分析

本项目的资金投入少，工程效益非常明显。以一个容量为 1500kW 的小型泵系统为例，采用运行优化软件进行计算、分析，经优化后系统节能通常可达 15%以上，按年设备运行率 60%、工业电价 1.2 元每千瓦时计算，每年的节能增效收入达 142 万元。节约系统的电力消耗不仅产生直接经济效益，对我国实现温室气体减排也具有重要意义。本项目技术在全国各行业生产部门推广后将产生巨大的社会效益。

4 合作方式

成果转让。

高效潮流发电技术

1 成果简介

潮流发电技术是利用适当的能量转换装置，将由海洋或河流水面的自然升降造成的水流动能，或者因为太阳能输入不均而形成海水流动所致的动能转化为电能的技术。潮流发电属于一种新型的清洁、可再生能源利用方式。

潮流发电的主要发电装置位于洋面或河面以下，基本不占用或占用极少陆地面积，且没有类似风力发电机的噪声，是一种被人们普遍看好的新能源。而且，潮流发电不需要建设大坝或堤堰，是借自然的流动直接通过水轮机获取能量。所以潮流发电涉及的工程投资很少，装置相对简单，可以在交通欠发达的山村、渔村及海岛建设独立的电源系统，能够有效解决当地人民的生产和生活用电、降低电力成本。

清华大学在水能和海洋能的工程利用方面进行了长期研究；研究了适合潮流发电的水轮机转轮及叶片翼型，获得了多项发明专利；利用先进的 CFD 技术模拟发电装置的各种运行工况，并优化了水能转化机构。目前单机的发电功率为 1.5~10kW，效率达到国际领先水平。

2 应用说明

潮流发电技术主要用于建设孤立电源系统，或在获得特殊许可情况下向电网供电。在进行发电厂站选址设计时，需开展充分调研，获取必要的信息，如海洋或河流的水文数据（如常年的水流速度、水位、含沙量等）、对电能质量及容量的需求、储能方式等。

潮流发电技术不涉及建设移民，工程量小，发电装置的安装简单、便利，基本上不抬高洋面或河面，对生态环境没有影响。因此，潮流发电技术除了适用于能源相对缺乏的我国东部和东南沿海地区以开发丰富的海洋能外，尤其适合在偏远山区、西藏等生态脆弱的地区开发内陆河流的水能，满足社会发展和人们生活的需要。

3 应用范围

潮流发电技术一般适用于开发非集中的河流水能和海洋能,因而发电机组的单机容量一般小于 10kW (尤其在海洋环境中)。如果在内陆河流上开发电能,配置相应的变速装置后可达到数百 kW。潮流发电技术最佳的应用流速为 2.5~6 m/s。流速在 1.0~2.0 m/s 时,属于技术可利用范围,但随着流速降低项目经济性变差。

4 效益分析

潮流发电技术的总体投资包括发电机组及安装工程的资金投入,一般为每 kW 装机 1.0 万元。发电运行中基本不需值守,维护简单、方便。项目效益主要为发电收入。以 3kW 的潮流发电装置为例,按年发电 200 天、电价 1.0 元每千瓦时计算,一年的投资收益为 3.6 万元,则当年回收成本并创造利润 0.6 万元。

5 合作方式

成果转让。

FRP 组合结构桥梁应用技术

1 成果简介

从上世纪 70 年代开始,纤维增强复合材料(FRP)以其高强、轻质、耐腐蚀等优点,成为土木工程的一种新型结构材料,并逐渐被应用到广泛的工程实践中。轻质高强是 FRP 材料最突出的特点。它的强度是钢材的 20~50 倍,但比重只为钢材的四分之一左右。其次,FRP 材料较其他传统材料相比,具有良好的耐腐蚀性,可以在酸、碱、氯盐和潮湿的环境中抵抗化学腐蚀。此外,FRP 材料还有透电磁波、绝缘、隔热和热胀系数小等诸多优点。如今,FRP 复合材料已列入七大重点发展战略性新兴产业之中的新材料领域,并且已在土木工程领域中的加固补强、维护防腐等诸多方面得到很好的应用。

从 1970 年代开始,FRP 就开始在诸如英国、美国和以色列等国家的桥梁建设中进行尝试应用。九十年代初,FRP 在桥梁建设的应用中不断增加,如美国,日本和瑞士等国。近年来,随着 FRP 在结构工程中被逐渐接受,FRP 在桥梁结构中的应用迅速发展,世界各地有各种结构形式的 FRP 桥梁相继建成,目前已经超过 100 座应用案例,主要集中在欧美、日本以及澳大利亚等国家。FRP 桥梁应用技术所带来的低投入和高回报的特点是外国政府企业近年来热衷于此项技术的根本原因,而 FRP 材料的以下优点也是促进其发展的源动力:

(1) 预制件制造,架设成本低。因大量采用轻质的 FRP 拉挤成型构件,可大大缩短施工时间和架设与施工时对道路的要求,并为投资者在人力物力上节约大量开支。例如,亚特兰大桥 1 天;纽约州桥 36 小时;莫斯科人行桥 3 小时;Parsons 桥 4 小时。

(2) 优良的耐久性。FRP 材料具有高耐腐蚀性,耐老化和耐疲劳等特征,FRP 桥梁拥有其他桥梁所不具备的超低维护费用,并且使用寿命较其他桥梁更长。因此桥梁的全寿命周期投资成本大大低于其他桥梁。

(3) 施工速度快，交通影响小。由于 FRP 桥梁架设速度快，施工周期短，如在国内交通压力较大的城市中使用，可大大降低因施工而造成的道路拥堵的时间，从而大大减少社会成本消耗和社会舆论压力。

(4) 资源可持续利用。由于 FRP 桥梁较其他桥梁资源消耗少，并且在生产和建设过程中能源消耗比普通钢材或混凝土少一倍以上，因而可大量降低温室气体排放和对资源的依赖性。从某种程度上讲，FRP 桥梁应用技术是一种符合国家经济建设需求的集节能减排和低资源依赖性技术于一体的高新技术产品。

虽然 FRP 的优点已得到工程研究和应用领域的认可，但第一代的 FRP 结构依然存在着诸多问题，比如高成本，脆性破坏模式，耐火性能差等。消除这些问题的一种有效方法就是将 FRP 材料与传统的建筑材料结合，比如混凝土、钢材。2003 年前后，清华大学、北京玻璃钢研究设计院、中冶建筑研究总院等单位对高性能 FRP 桥梁开展了有关基础科学问题的研究和设计计算理论与方法的研究下，取得了一定的研究成果，如纤维缠绕桥面板、FRP-混凝土组合桥面板、FRP 桥索等。为了填补我国在 FRP 桥应用技术相关领域的空白，在国家科技部的大力支持下，清华大学土木工程系经过多年的理论分析和试验研究，对一系列全 FRP 桥梁以及 FRP 组合桥梁体系应用前景进行了充分的论证，开发出一整套适合当前中国桥梁建设条件的 FRP 桥梁应用技术，并已完成两座示范性 FRP 人行桥应用工程。

2 应用说明

该技术可广泛应用于跨度不大于 50 米的桥梁，特别是在道路压力大的城市路段，交通不便的偏远地区，有高耐腐蚀需求的海岸工程和有特殊施工要求（如不能明火等）的地区等有着极好的投资回报。

3 效益分析

石家庄 FRP 桥梁应用技术示范桥：FRP #1 和 #2 桥，见下图。工程预算略高于普通人行桥梁大约 10%，但在完工时，发现建造费用与普通钢混桥梁大体相当。原因在于预算中过高估算了 FRP 桥梁施工费用。如再将 FRP 桥梁超低维护费和使用寿命长等因素计算在内，FRP 桥梁有着远远超越其他桥梁的高性价比。



上图：石家庄 1 号 FRP 桥



上图：石家庄 2 号 FRP 桥

4 合作方式

技术服务和技术转让。

钢结构 FRP 快速抗屈曲加固技术

1 成果简介

屈曲失稳破坏是钢结构破坏的主要形式之一，通常出现的比较突然，会造成较严重的损失。在各国工程史上因压杆失稳破坏而造成的事故屡见不鲜，例如，1907 年加拿大魁北克大桥的倒塌和 1978 年美国哈特福特城体育馆网架结构的倒塌等。

近年来，钢结构因其设计简单，施工方便，建设周期短等优点，已经成为国内一种重要的结构形式，但结构失稳事故也时有发生，如 2008 年初的我国南方冰雪灾害和汶川地震中输电钢塔和发射塔的大量倒塌，主要是由于经验不足和发展速度过快，出现了许多稳定承载力安全储备不足的现象，甚至有一些发生了失稳破坏，还有一些因使用荷载过高、腐蚀、施工失误等因素而造成了结构破坏。

FRP 抗屈曲加固与其他加固方法相比，具有以下优势：

- (1) 施工方便快捷，无明火，可不用起重设备，无需支模，对生产使用影响小；
- (2) 附加质量轻，对原结构影响小；
- (3) 加固后构件的抗腐蚀性能大大提高；
- (4) 加固方式灵活，可套管也可外包，适用于各种截面形式；
- (5) 承载力提高显著，破坏过程趋于延性；
- (6) 可与其他的 FRP 加固钢结构，如抗疲劳加固、抗弯加固、抗剪加固以及节点加固等结合进行；
- (7) 可利用我国丰富的竹材资源，有利于可持续发展。

2 应用说明

FRP 抗屈曲加固钢构件是采用 FRP 管拉挤型材或纵向纤维布组成套管，再局部外缠环向纤维布增强，FRP 套管与钢构件间填入砂浆或竹篾等填充材料，从而提高构件的承载力，实现对塔架杆、柱、桁架杆、网架杆、支撑等稳定承载力控制的钢杆件的加固。FRP 抗屈曲加固钢构件的构造如图 2 所示。

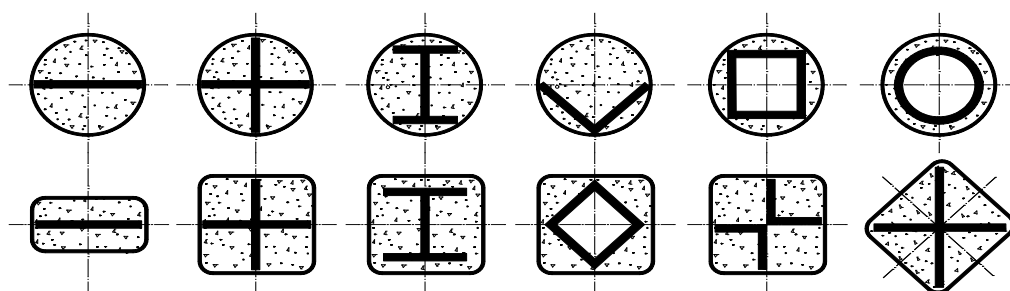
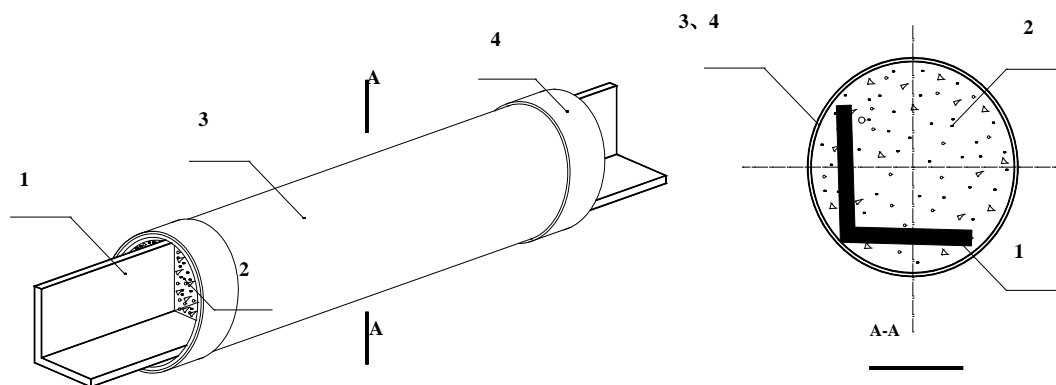


图 1 各种截面形式的 FRP 抗屈曲加固钢构件



- 1 为被加固钢构件，适合于各种不同截面类型的构件； 2 为填充物；
3 为 FRP 型材或 FRP 布外缠增强层； 4 为 FRP 布局部增强。

图 2 FRP 抗屈曲加固钢构件示意图

3 应用说明

该技术可广泛应用于钢结构输电塔、发射塔、桥梁以及建筑加固工程中，特别是在道路压力大的城市路段，交通不便的偏远地区，有高耐腐蚀需求的海岸工程和有特殊施工要求（如不能明火等）的地区等有着极好的投资回报。

4 效益分析

在同体积情况下，FRP 纤维增强复合材料的造价比钢材约贵 10~20%。但由于 FRP 这种复合材料的比重只有钢材的四分之一，便于运输，因此既可以缩短工期，又可节约大量施工成本，从而都达到节能减排的效果。特别适用于交通不便的偏远地区。

5 合作方式

技术服务和技术转让。

城市综合交通规划

1 成果简介

在详实的交通调查的基础上，从宏观和微观、定性和定量的角度来分析诊断当前城市交通系统存在的问题，依据城市总体规划等相关规划，制定科学合理的城市综合的交通规划。

城市综合交通规划研究的主要内容有：

- 对城市发展、城市交通进行分析，并揭示其在城市中的关系与特征；
- 城市交通需求预测与分析，以定量与定性结合的方法对城市不同特征的交通需求进行预测与分析；
- 城市交通发展战略分析，对城市交通发展进行战略指导；
- 城市道路网的规划，分析现状路网特点与问题，并提出规划年限的路网方案，同时优化；

- 公共交通的规划，结合城市对公共交通的需求，从公共交通的方式、枢纽、场站、车辆、政策等多方面提出规划方案；
- 城市停车的规划，针对城市停车问题，在上述分析和对停车需求分析预测基础上，提出停车设施规划、机制、政策等方案；
- 对外交通与枢纽规划研究；
- 交通管理方案规划以及城市其他重要交通问题的规划；
- 综合交通实施的规划方案。

2 应用说明

承担了兰州市、大连市、济宁—曲阜都市圈、济宁市、曲阜市、三亚市、廊坊市、营口市“沿海工业基地”、辽源市、临沂市等十余个城市的综合交通规划研究，其成果得到当地相关部门和专家一致认同，为支撑对象城市的健康稳定发展提供了良好的交通条件。

3 合作方式

商谈。

道路网系统专项规划

1 成果简介

道路网系统规划在对城市现有道路评价分析的基础上，结合城市用地布局形态和城市的拓展方向，对不同等级道路网络进行合理的梳理和规划。规划路网力求达到对外交通与城市交通的驳接转换合理、城市各功能片区间交通便捷、通达，城市内部交通畅通有序，为城市交通环境改善创造理想的基础条件。

2 应用说明

承担过齐齐哈尔、三亚新城道路网规划、盘锦骨干道路网规划以及上述综合交通规划城市的道路网系统规划。

3 效益分析

为各城市经济发展、交通出行创造了良好的道路基础条件。

4 合作方式

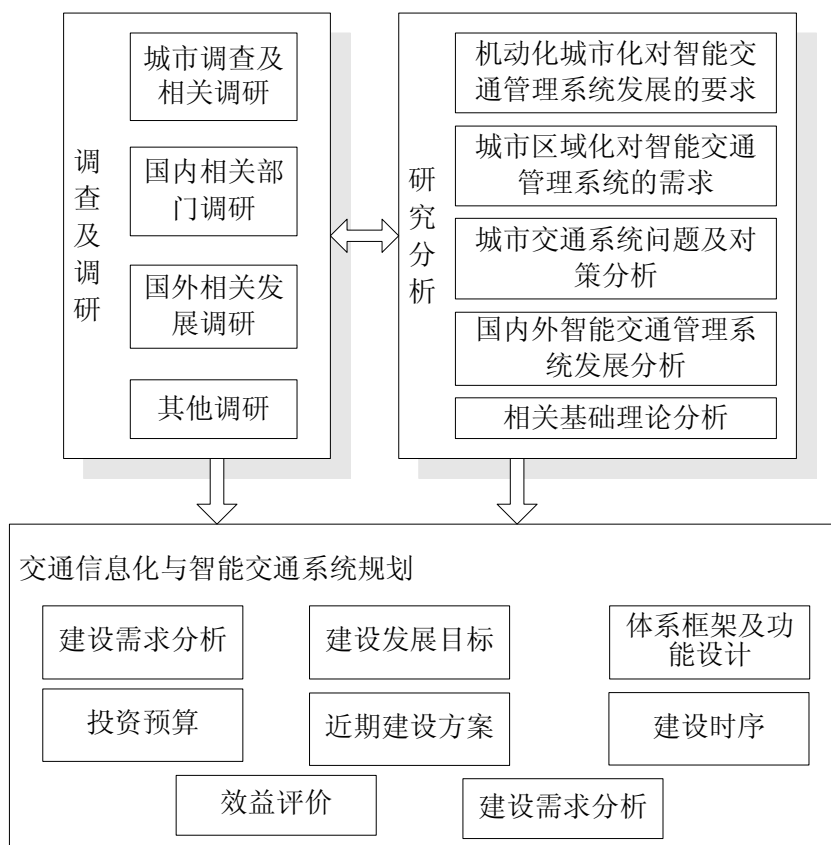
商谈。

智能交通系统规划

1 成果简介

如何利用 ITS 来提高中国城市的交通运输效率、保障交通安全和保护环境对于促进中国城市社会经济的可持续发展是十分重要的。

规划过程中，采用调查研究、理论分析与规划研究相结合的方式，在借鉴国内外经验及充分分析城市现状的基础上，根据城市的特点和实际情况，强调规划、设计与实际的结合、强调规划、设计中的创造性工作，提出有充分依据、严谨科学、实用先进的规划设计方案。在研究过程中，充分借鉴国内外成功经验、透彻剖析影响城市交通信息化与智能交通系统发展的宏观背景，即在掌握经济发展、城市化、机动化以及现代信息技术发展特征与趋势的基础上制定规划。具体规划技术方法如下图所示。



城市交通信息化与智能交通系统规划技术路线

智能交通系统规划一般包括城市交通信息化与智能交通系统的发展目标、交通信息化与智能交通系统的体系框架和功能设计、智能交通管理系统的近期建设方案、交通信息化与智能交通系统的组织实施机制等部分。

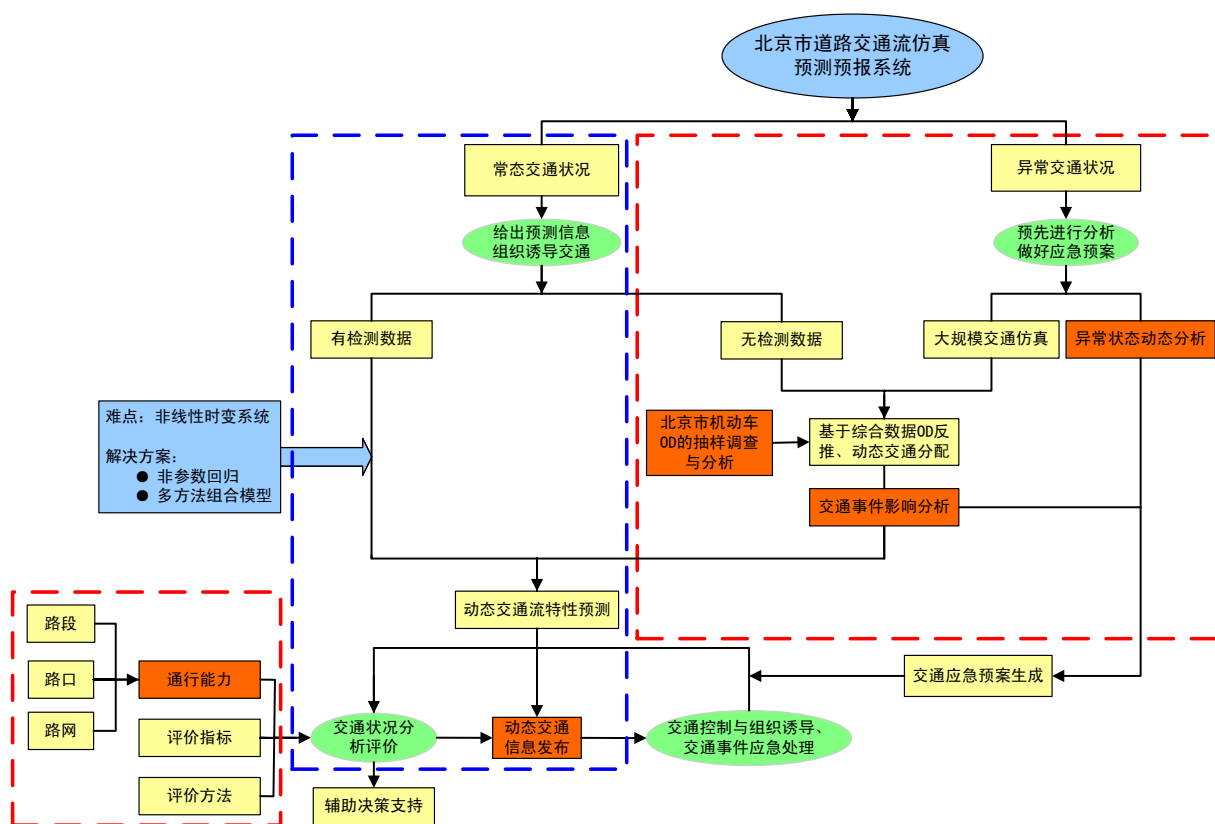
2 应用说明

清华大学承担过温州市、杭州市、佛山南海区、盘锦市、鄂尔多斯市等城市的智能交通系统规划，以及国家 863 项目“长三角地区高速公路网紧急情况下交通组织技术的研究”等国家层面的十余项研究课题。

此外，清华大学为北京市道路交通流仿真预测预报系统提供了规划、设计、系统开发应用及维护的一系列服务，取得了国内领先的大规模实用成果。通过该系统的实施，实现了如下功能目标：

- 北京市机动车 OD 的抽样调查与分析
- 北京城区道路路网承载能力分析

- 北京市城区道路异常状态的动态分析和预警系统
- 北京城区道路交通事件的影响分析和预测
- 基于道路交通流动态预测信息的交通信息发布



北京道路交通流预测预报系统及开发技术流程图

该项目提供了高精度的交通流预测预报信息，为首都北京的科学交通管理提供了强有力的技术支持。

3 效益分析

保证了委托单位智能交通管理系统的实用性与先进性。

4 合作方式

商谈。

轨道交通规划

1 成果简介

(1) 轨道交通线网规划

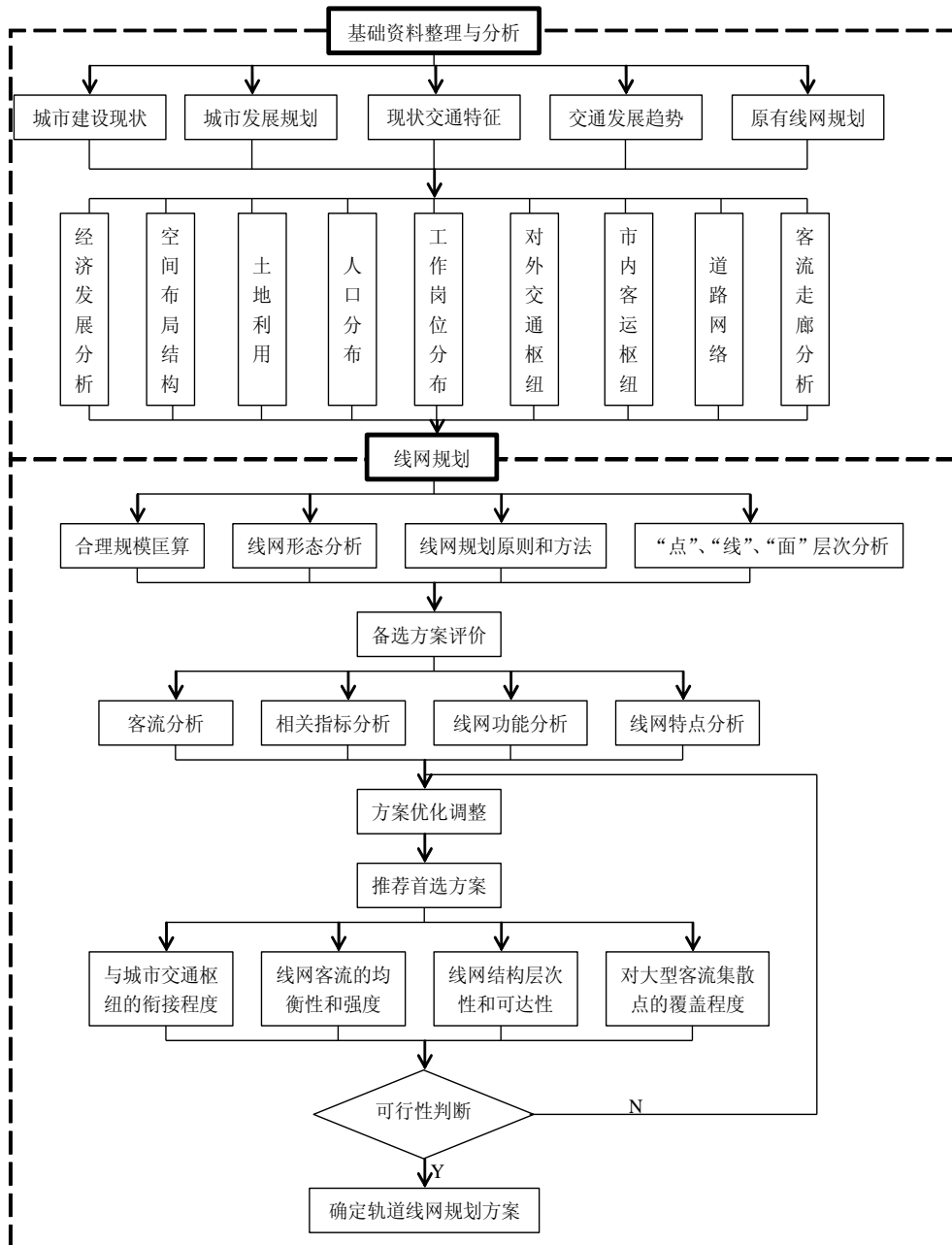
1) 对城市建设现状、城市发展规划、现状交通特征、交通发展趋势以及原有线网规划方案进行整理分析，掌握未来城市经济发展、空间结构、土地利用、人口分布以及客流走廊分布等情况，为线网规划提供依据。

2) 对城市轨道交通合理规模进行匡算、对线网形态进行分析，并在“点”、“线”、“面”层次分析的基础上建立符合轨道交通线路和站点布设的选择集，并提出规划备选方案。

3) 对备选方案进行客流条件、相关指标、线网功能以及线网特点等多方面的定性与定量分析, 并对备选方案优化调整, 推荐出首选方案。

4) 对推荐方案进行与城市交通枢纽的衔接程度、线网客流的均衡性和强度、线网结构层次性和可达性、对大型客流集散点的覆盖程度等方面进行评价, 如符合条件, 则确定轨道线网规划方案, 如不满足条件, 则重新对方案进行优化调整, 直至确定符合条件的规划方案。

轨道线网规划技术流程图



(2) 轨道交通客流需求预测

在城市轨道交通项目中, 客流预测是不可分割的组成部分。客流预测的前提是客运需求预测, 通常以居民出行调查数据作为依据, 按照传统的四阶段法进行预测。其中, 发生量预测通常采用原单位法, 这种方法概念清晰, 模型标定的结果有明确的物理含义, 而且预测的精度也很好。为了充分考虑到未来年人口变化、土地利用形态变化对小区发生吸引量的影响,

需求预测时应该分目的进行。在方式分担中，通常采用多项 logit 模型，必要时可以采用非集计预测方法。

2 应用说明

清华大学是国内较早开展轨道交通客流研究的单位之一，具有丰富的理论基础和实践经验，承担过多个城市的轨道交通线网专项规划，同时承担了轨道交通线网规划阶段、建设规划阶段、工程可研阶段的客流需求预测项目，累计 10 余项，这些项目包括：

清华大学交通研究所承担的部分城市轨道交通规划类项目

项目名称	委托单位
广州—佛山轨道交通客流预测	广州市政府
大大连轨道交通建设规划客流预测	大连市地铁办
长春市轨道交通客流预测	长春市轨道交通筹建办公室
大连市轨道交通线网规划与客流预测	大连市轨道交通工程指挥部
长春市快速轨道交通环线工程客流预测	长春市轨道交通有限责任公司
大连市新型快速轨道交通金石滩线客流预测	大连市轨道交通实验线路工程指挥部
大连市轨道交通路网规划	大连市轨道交通实验线路工程指挥部
《珠江三角洲经济区域城际快速轨道交通线网规划》技术咨询	广东省铁路集团有限公司
长春市快速轨道交通三号线客流预测	长春市轨道交通有限责任公司
鞍山市城市轨道交通线网规划	鞍山市规划局
兰州市城市轨道交通线网规划	兰州市规划局
大连市轨道交通建设规划客流预测	大连市地铁办
沈阳市地铁 2 号线工程客流预测	沈阳市地铁办
沈阳市地铁 2 号线北延线工程客流预测	北京城建设计研究院
大连地铁 1 号线可研阶段客流预测	大连市地铁办
大连地铁 2 号线可研阶段客流预测	大连市地铁办
北京“东直门——首都机场”快速轨道交通客流预测	北京“东直门——首都机场”快速轨道交通有限公司
城市轨道交通发展有关问题研究	国家发展与改革委员会

3 合作方式

商谈。

停车系统专项规划

1 成果简介

随着城市机动化的快速发展，城市拥有的机动车数目大量增加，而在机动车的出行中，总是需要一定的空间用于车辆的停放，由此引发了诸多问题：在城市的中心区，难以找到停车泊位停放车辆；大量的路内停车导致本来已经狭窄的道路更加不堪重负。这些现象首先出现在西方发达国家的城市中。而我国在改革开放以来，经济的快速增长也导致了机动车数目的飞速增加，“停车难”的问题也由北京、上海、广州等大城市，迅速扩展至其他城市。

因此，停车系统规划结合城市经济、道路网以及城市规划，以“规划、建设、管理、收费”四位一体的总体思路为指导，以合理满足停车需求为战略目标，以停车规划为战略核心，以发展公共交通社区为战略手段，以停车新技术为战略动力，以政策法规为战略后盾，处理好经济发展与停车设施、动静态交通相协调、路内外停车相协调、近期建设与远期目标相结合的关系。采用逐步过渡的思路，本着“先易后难、重点突破”的原则提出停车设施的建设步骤和建设计划。

2 应用说明

清华大学承担过上述综合交通规划的十余个城市的停车系统专项规划。

3 效益分析

为各城市居民出行创造了良好的停车条件。

4 合作方式

商谈。

交通影响分析（交评）与道路交通管理规划

1 成果简介

（1）交通影响分析（交评）

对于各种类型的建筑，交通影响分析的方法是不同的，但是基本流程和步骤是相同的。一般的交通影响分析的流程大概分为以下几个步骤：收集资料、确定研究范围、确定预测年限、现状调查及分析、交通量的预测、交通影响评价、交通诱导系统、结论。

（2）道路交通管理规划

道路交通管理规划涉及到调查数据分析及数据库集成、现状分析与问题诊断、交通需求预测、交通流组织优化方案、静态交通管理方案、交叉口渠化、公交发展及规划建议、交通标志标线设置、交通需求管理方案、交通事故与安全教育对策、交通法规及宣传教育计划、交通指挥系统建设规划、交通环境影响对策、交通管理发展战略、规划的实施计划与滚动发展等多项内容。技术流程如下图（见下页）所示。

2 应用说明

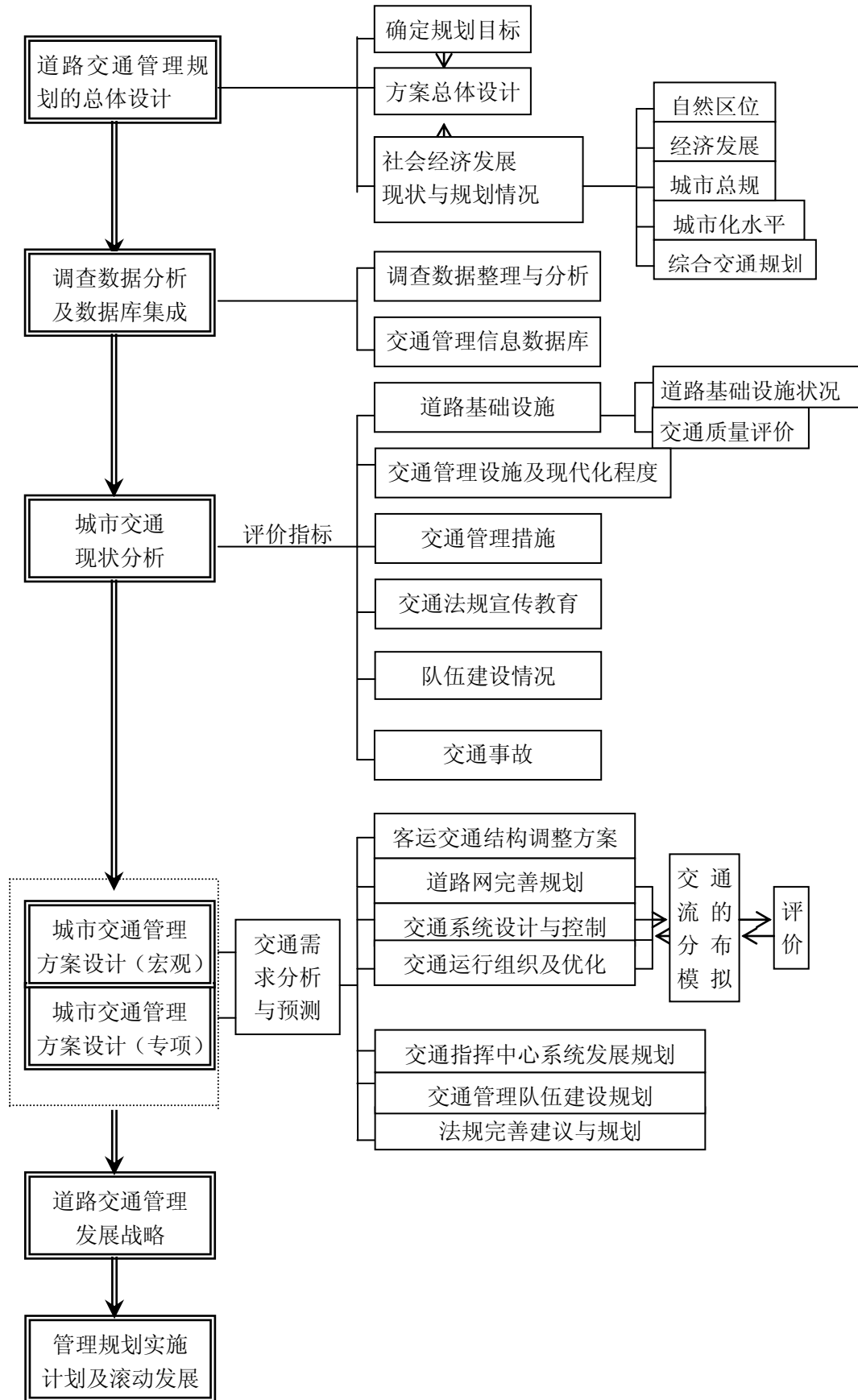
清华大学承担过北京百环家园、北京购物中心、大连港大窑湾港区、北京 CBD 国贸等几十项交通影响分析项目以及大连、杭州、顺德、营口、四平、长春、鞍山等十余城市的道路交通管理规划。

3 效益分析

为各城市交通管理工作提供良策。

4 合作方式

商谈。



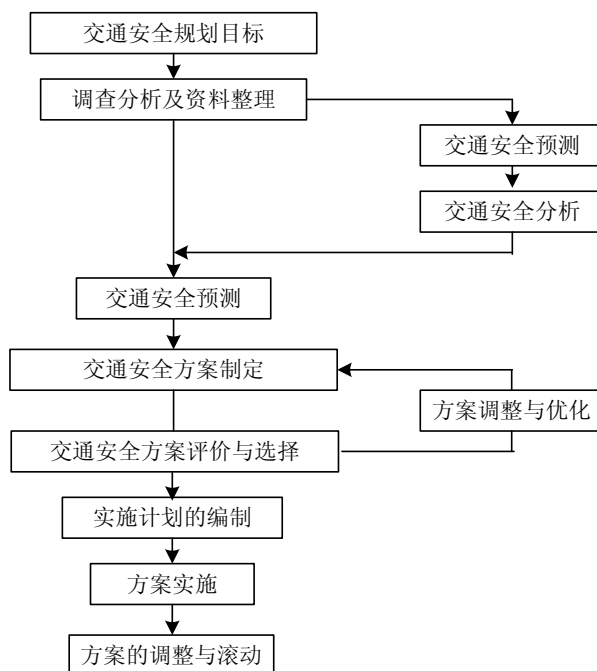
道路交通管理规划技术流程图

道路交通安全规划与安全审计

1 成果简介

(1) 道路交通安全规划

针对城市交通带来的安全问题，从问题的分析入手，在事故预防、事故处理、事故服务等多角度提出城市交通安全的规划。技术流程图如下图所示。



道路交通安全规划技术流程图

道路交通安全规划一般包括交通安全调查与分析、交通安全现状分析、交通安全发展趋势分析、道路交通安全设施系统规划、交通安全管理规划、交通安全保障规划、交通安全规划的实施与滚动发展等。

(2) 道路交通安全审计

清华大学承担的道路交通安全审计项目经过一年的调研与研究分析，提出了相应的项目成果。

1) 我国城市道路交通安全评估（审计）指南

A、对城市道路交通安全评估的定义、目的、指南适用范围、评估周期与时间、评估内容要求进行规定与说明。

B、提出了道路交通安全评估 8 大基本步骤，并对每个步骤需要进行评估的内容进行详细的分析与规定。

C、对道路交通安全评估中的关键技术进行了研究。第一，提出了道路交通安全风险图的绘制方法与目的；第二，对道路交通安全评估等级划分为 2 大类共 6 个等级。

D、提出了道路交通安全审计表单。对城市现有道路从道路网络与功能、交通工程设施、交叉口渠化和信号配时、路段横断面构成、转弯半径、照明等道路工程状况、道路使用者的

交通行为特性（尤其是行人、自行车利用者等）、道路两侧的土地利用与交通环境等进行道路交通安全评估工作。安全评估通常采用评估单进行操作记录和分析，分评估主表单和分表单。

2) 我国城市道路交通安全评估工作机制

对国家层面的领导工作机制、城市层面评估组织工作流程提出了相关的建议。

3) 盘锦、锦州、辽阳三城市道路交通安全评估

项目目标在于论证评估路网的使用效益及应用潜力，发现盘锦市的交通安全隐患，对交通安全状况的改善和安全管理提出建议及实施方案，从而减少盘锦市交通事故的发生数量，提高交通安全水平。

三城市交通安全审计将整体性和具体性、科学性和可实施性进行双重结合，从宏观和微观、策略和措施两个层面给出了改善交通安全状况的建议和具体方案。

方案最终以文档和图集两种形式展现。针对问题的方案内容包括道路基础设施完善，公交优先措施保障，标志标线、护栏、交通安全岛等交通工程设施完善，智能交通管理系统建设，交通管理措施强化，人行过街设施、人行道系统完善等多方面内容；方案的实施对象涉及三条道路的每条路段和每个路口。

该项目以基础设施为切入点，综合考虑了影响交通安全的人、车的行为因素，并以提高交通参与者交通安全意识和交通文明素质为制定方案的目标之一，切实达到了提高盘锦市交通安全水平和市民素质的目的。

2 应用说明

清华大学承担过沈阳、济宁等多个城市的道路交通安全规划。

此外，我们在制定出我国第一部关于城市交通的《道路交通安全审计手册》后，针对盘锦、锦州、辽阳三个城市为代表进行了详细道路交通安全审计工作。

以盘锦市道路交通安全审计工作为例进行介绍：

(1) 规模

1) 首先从城市总体着手，明确城市和城市交通总体特点及存在问题，针对问题，在深层挖掘其原因的基础上从交通基础设施建设、交通管理设施建设、交通政策建设及交通安全教育建设等方面提出解决思路和总体对策。

2) 在解决思路和总体对策的指导下，在以专家式踏勘为手段对道路及其周边环境进行全面了解的基础上，针对盘锦市的交通走廊泰山路、双兴路、辽河路，总长约 30km 的三条南北主干路的交通安全问题作了详细的交通安全检查报告，并且，分别制定了具体的、可操作的交通安全改善方案。

(2) 具体任务

1) 实地踏勘和现场调研。

2) 鉴别交通走廊（泰山路、辽河路和双兴路）。

3) 提出针对每条交通走廊的详细的道路交通安全检查报告(包括基础设施、公交系统、交通工程设施、交通管理、人、车在道路上的行为等问题)。

4) 制定相应的解决交通安全问题的补救性行动计划。

5) 编制详细的实施计划和检测行动计划。

6) 制定开展面向城市交警和其他相关决策者的培训计划。

3 效益分析

为各城市提高道路交通安全水平提供了良好措施和规划方案,同时可以较大程度缓解各城市严峻的交通安全形势。

4 合作方式

商谈。

常规公共交通系统专项规划

1 成果介绍

在对公共交通系统现状分析的基础上,结合公交发展战略,从公交线网、枢纽布局、公交设施、公交优先措施等方面提出规划方案。

2 应用说明

清华大学承担过济宁公共交通专项规划以及上述综合交通规划城市的公共交通系统专项规划。

3 效益分析

有力地推动了公共交通优先发展战略的实施以及城乡交通一体化进程。

4 合作方式

商谈。

低功耗低成本的可抗功耗攻击 AES 加解密芯片/IP

1 成果简介

差分功耗攻击(differential power attack, DPA)是一种针对密码硬件的侧信道攻击方式,是当今密码芯片的重要威胁。它通过分析密码芯片加/解密过程中的瞬时功耗特征获得参与运算的密钥信息,可以绕开密码算法的数学难题,破解密码算法。DPA 攻击实施简单,仅需要简单的常用装置和 PC 机就可以实现,而且攻击强度高——未采取防护措施的普通密码算法芯片,攻击者采用 DPA 攻击,仅需要几分钟就可以获得密钥。当今日益广泛应用的各类智能卡产品(如门禁卡、付费电视卡、USB 密钥、手机 SIM 卡等)以及加密 U 盘、加密硬盘等信息安全设备无一例外的都受到 DPA 的威胁。然而,采取抗功耗攻击措施,往往带来产品成本的增加、功耗的提高和性能的下降,阻碍了上述产品安全性的提高。清华大学在密码芯片设计技术,特别是抗功耗攻击技术方面开展多年研究,已拥有和申请多项专利,所研制的低功耗低成本抗功耗攻击方法在提供抗 DPA 能力的同时,能够有效控制芯片功耗和

芯片面积的额外开销，适用于对成本敏感、具有低功耗要求的密码芯片产品。清华大学采用上述方法设计的两款可抗功耗攻击的 AES 加密算法芯片功耗水平和芯片面积均达到国际同类芯片的先进水平。我们目前面向密码芯片用户和设计企业，可提供两款适于不同应用要求的 AES 加密芯片或 IP 模块，或根据用户需要定制设计各类密码算法芯片和 IP 模块。

2 技术指标

(1) Rijndael 算法加密芯片 THUDFAES04

功能：支持全部 Rijndael 加密标准，包括明文分组长度（128 位、192 位、256 位）和密钥分组长度（128 位、192 位、256 位）的任意组合；密钥置入后，如果下一分组不需要更换密钥则可以只输入明文分组；输入模块采用防恶意干扰设计——可以防止攻击者通过中断数据输入过程篡改密钥和利用系统内部存储单元的残存状态恢复有用信息；输入模块与输出模块彼此时钟独立，可以在同一时钟域也可以在不同时钟域。

参数：

- SMIC 0.18 微米 2P6M CMOS 工艺
- AES-128 标准加密一个分组的能耗为 0.053 μ J
- 管芯面积: 2.21 mm²（含 PAD）
- 吞吐率：AES-128 标准下约 60Mbps

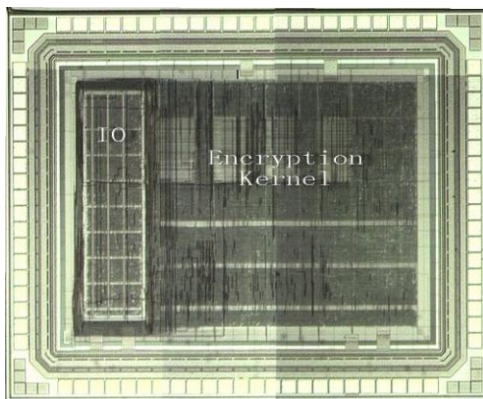


图 1 Rijndael 算法加密芯片 THUDFAES04 管芯的实物照片

(2) AES 加解密芯片 THUDFAES06

功能：支持全部 FIP-197 标准（AES-128/192/256）的加密和解密功能；密钥置入后，如果下一分组不需要更换密钥则可以只输入明文分组；输入模块采用防恶意干扰设计——可以防止攻击者通过中断数据输入过程篡改密钥和利用系统内部存储单元的残存状态恢复有用信息；输入模块与输出模块彼此时钟独立，可以在同一时钟域也可以在不同时钟域。

参数：

- SMIC 0.18 微米 2P6M CMOS 工艺
- AES-128 标准加密一个分组的能耗为 0.019 μ J（不含密钥扩展），一次 128 位密钥扩展的能耗是 0.057 μ J
- 面积: 0.43 mm²（含 PAD）
- 吞吐率：AES-128 标准下约 20Mbps

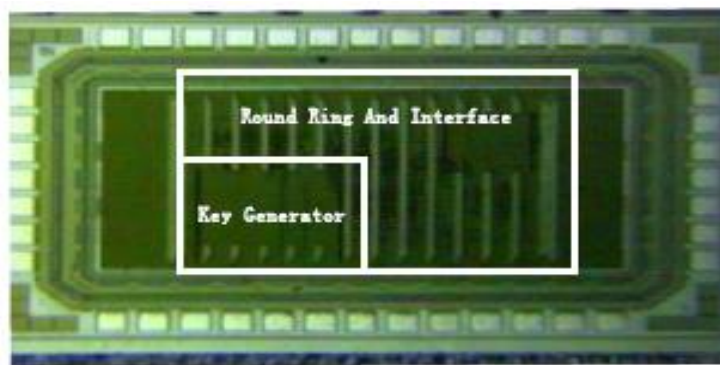


图 2 AES 加解密芯片 THUDFAES06 管芯实物照片

THUDFAES06 相对于 THUDFAES04 安全性更高、面积更小，适用于高安全性低吞吐率的应用。

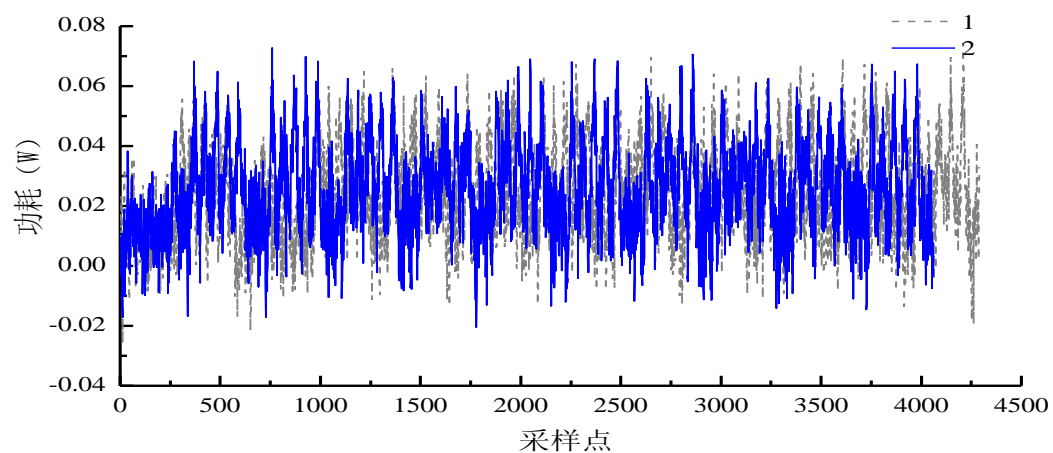


图 3 采用乱序执行技术后实际测量得到的功耗轨迹曲线

图 3 给出了 THUDFAES04 芯片执行两次相同的数据加密所测得的功耗曲线，从图中可以看到，相同的数据每次执行所产生的功耗轨迹不同，为 DPA 攻击制造了困难。



图 4 芯片功能演示和安全性测试系统照片

3 应用说明

上述两种芯片既可直接作为单独的芯片用于设备中，也可以提供 IP 核嵌入到 SoC 芯片中。它们既可以作为协处理器与其它处理器配合使用，也可以单独使用。芯片提供 AES 算法的核心加解密功能，经过扩展或主处理器控制支持各种加密模式。电路采用模块化设计，算法执行内核相对独立，输入/输出模块可根据应用单独重新设计。电路采用硬件层抗功耗攻击措施，对算法无特殊要求，该技术可以移植到其它密码算法的芯片实现。

4 应用范围

移动安全设备、智能卡、RFID 等低功耗、低成本要求的信息安全设备。

5 效益分析

采用本算法模块在几乎不增加芯片成本的情况下能够提供高于同类普通产品的安全性和优秀的功耗性能，能够有效增强产品的竞争力。上述芯片都已经过实际加工测试验证，而且已具有经过验证的实用芯片和成熟的设计方法，无论直接应用还是根据需要定制设计都能够保证上市时间的要求，免除了企业自身的研发成本和时间。

6 合作方式

- (1) 芯片供货；
- (2) IP 模块使用授权；
- (3) 成果转让；
- (4) 合作研发或受委托进行新产品开发。

高性能网络流分类系统

1 成果简介

随着科技的发展和网络技术的应用，网络在带给人们便利的同时，其安全性问题也日趋严重。各种新的应用和未知协议导致网络越来越复杂、多样化和难以管理。例如：P2P、视频流等应用，占用了大量带宽，造成网络带宽耗尽；各种网络恶意攻击（僵尸网、蠕虫、病毒等）更是严重地危害到网络服务和信息安全。网络安全问题不仅使普通网络用户的个人信息和隐私受到威胁，还使得企业机密变得不再安全，网络服务提供商和管理者对网络的管理也变得更加困难。更为严重的是，不法分子在网上肆意进行盗版、黄色和反动内容传播等不法行为，如果不将这些恶意流量从骨干网的背景流量中识别并分类出来，就会对网络的净化、社会的和谐、国家的稳定造成不良影响。网络流分类技术的提出和发展解决了网路流量的实时分类和识别问题，是解决上述问题的必由之路，是网络安全技术的基础研究之一。

网络流分类技术是网络安全领域中迫切需要解决的核心技术和热点问题。只有对流量进行实时的有效识别和分类，才能对网络进行有效的管理和控制，从而净化网络环境，确保网络和信息安全，促进社会和谐。

本系统基于采样的、基于交互控制命令信息的和基于载荷的网络流分类技术，提出了融合三种分类技术的层次化网络流分类方法，建立和完善一整套适用于网络流分类问题的、由

基本模型、分类算法、硬件平台和体系结构组成的实用系统，系统具有在真实环境下的网络中对网络流进行快速、准确和实时分类的能力。

2 技术指标

- 8G 吞吐量
- 8 X 1G（光/电口）
- DFA 硬件加速
- 200~300 种协议
- 能实现文本类协议特征的自动提取
- 能实现部分二进制协议特征的自动提取
- 协议识别的精度和召回率达到先进水平
- 支持正则表达式匹配

3 应用说明

（1）政府管理部门

通过精确的网络流分类系统，可以对一些涉及盗版、黄色内容、网络攻击、非法反动思想的传播工具所使用的协议做出有效识别，同时对一些 P2P 视频网站、国外热门论坛等内容进行流分类，只有将这些恶意不法流量或者敏感流量准确并实时地识别和分类，才可以从技术上提供有效的后续管理和控制。

（2）企业

随着计算机技术和网络技术的发展，大部分企业都实现了电子办公和互联网办公，因此网络安全对于企业尤为重要。首先，企业的网络管理十分严格，如果没有流分类技术将无法进行流量识别，那么如 P2P 等流量必将会对企业的正常工作带来影响。其次，企业的机密可能会因为网络安全问题被泄露，使得企业的利益受到损失。因此准确有效的流分类技术对于各大企业来说是非常重要的。

（3）网络服务提供商（Internet Service Provider, ISP）

网络服务提供商非常关心如何保证其服务能够正常运行并让用户满意，对于网络流分类技术的需求也很迫切。准确有效的流分类技术能够提供当前流量的组成部分，可以帮助网络服务提供商制定有效的管理策略和合理的收费政策，保证网络服务的质量，提升网络服务的经济效益。

（4）网络管理者

网络管理者需要利用网络流分类技术来更有效地管理带宽，避免出现带宽被 P2P 等流量耗尽而使得正常业务流量不畅的问题，同时避免网络攻击等危害。这就需要流分类技术实时有效地将这些流量识别分类出来。

（5）研究者

对于现有协议的分析可以促进新的更完善的协议的出现，通过对流量的分类，也可以判断当前网络流量的组成和发展趋势，有助于整体网络模型的研究。

4 效益分析

(1) 应用于骨干网的网络流量分类和控制

快速、准确、实时的网络流分类系统，可以应用于骨干网的网络流量分类和控制，能够对一些非法盗版、黄色内容、网络攻击、反动思想等流量进行有效识别和控制，净化网络环境，增强网络安全，促进社会和谐，确保国家安全。

(2) 应用于网络运营商的网络流量分类和控制

快速、准确、实时的网络流分类系统，可以应用于网络运营商对于网络流量的分类、控制和管理，避免网路攻击，有效地管理带宽的使用，合理地制定收费政策，避免带宽被耗尽而造成的流量不畅，保障运营商网络的正常服务，并提升服务的质量。

(3) 应用于企业网络管理

快速、准确、实时的网络流分类系统，可以应用于企业网内部对于网络流量控制和管理，避免企业机密信息的泄露和恶意的网路攻击，控制 P2P 等流量，合理利用网络带宽，保证企业网络环境的正常运转。

(4) 市场推广

快速、准确、实时的网络流分类系统，包含一整套的软件模块和硬件平台。其既可以作为单独产品为网络流分类问题提供解决方案，也可以作为 UTM 产品系统的一部分使用，其中的模块还可以分拆成单独系统以满足特定的应用需求。其在网络安全系统中的成功应用必将产生巨大的社会价值和经济效益。

(5) 知识产权

网络流分类系统的核心技术和算法将通过申请专利和软件著作权形式进行保护，形成技术优势和技术壁垒，并在允许的范围内进行专利转让和进一步的技术转化。

该高性能网络流分类系统具有很好的应用前景和市场空间，能够创造很好的经济效益和社会效益。

5 合作方式

商谈。

Macrostor 智能持续数据保护系统

1 成果简介

本项目基于 iSCSI 的块数据 I/O 连续跟踪、块差异存储及压缩、虚拟镜像及快速启动、数据库一致性检测以及嵌入式技术等，结合现有的高性能硬件平台，提供文件级和卷级连续数据备份方案，可实时、透明保存企业内的分散数据，保证用户数据的安全和完整。该系统提供任意时间点或版本的数据恢复；采用基于差量的版本管理，存储空间小，网络传输数据少，易于实施，系统后台透明运行，稳定可靠；支持远程异地办公人员使用；备份数据集中管理，便于公司集中备份和保护企业价值数据。与传统备份产品相比，具有可靠性高、可用性好、速度快、部署简单、无缝集成的特点。本地化的生产和服务，可以大大地提高服务质

量和降低成本。而且作为具有自主知识产权的安全产品，可以更加稳定地保护数据安全，减少风险。本产品在国际市场上具有一定的竞争力。

2 技术指标

- 数据恢复点目标（RPO）：任意点恢复；
- 全盘恢复速度：30~40MB/s；
- 快速差异恢复速度：150~200MB/s；
- 数据压缩比：15~20:1；
- 单服务器负载：20~30 保护对象；
- 服务器存储平均写入速度：120~150MB/s。

3 应用范围

各企事业单位、军队、大中小型企业，数据托管的服务运营等。

4 效益分析

资金投入： 500 万元；
年销售收入：1000 万元；
年净利润： 200 万元。

5 合作方式

资金投入、市场推广。

WisHSM 分级存储管理系统

1 成果简介

本项目研发的是基于分级存储系统架构策略控制的生命周期管理系统。可基于策略自动将文件服务器上的文件从低成本的高速存储介质上转移到相对低成本的低速存储介质，使得第一级高速磁盘存储资源用于经常访问的数据，降低存储访问和管理负荷，同时降低整个存储系统的成本。针对大容量、高性能应用的结构化和非结构化数据，采用存储虚拟化、面向对象存储及分级存储等技术，实现了面向应用对象的海量数据的存储、备份和归档。具有如下特点：

- 利用对象存储模型，使多种数据类型统一存储，统一管理，便于查找、分析。
- 利用分级存储、归档和面向对象的压缩技术，为常用的数据提供高性能，归档数据实现低成本；同时大大节省存储空间，提供低带宽的大数据量远程复制，有效降低总体拥有成本。
- 专门优化的文件引擎和分级存储/归档系统结合紧密，效率更高，安全性更好，易于管理。

2 技术指标

- 提供集中式的数据存储迁移管理，数据迁移的管理均由元数据管理服务器统一处理。
- 支持数据自动和手动迁移和回迁功能。

- 迁移和回迁操作对用户和应用程序都是透明的，真正实现单点访问。
- 支持灵活的数据迁移策略，包括应用服务器空闲状态、存储空间策略、时间策略、文件类型、目录类型、文件大小、文件生存时间和文件访问频率等。
- 对于大型的文件系统，系统使用改进的高效策略缓存技术，使数据迁移策略执行性能得到很大提高。
- 系统通过 HTTPS 可以进行方便的数据管理策略配置，同时对信息数据分类、数据管理策略的制定提供统一的设置和管理。
- 支持在线、近线二级存储。
- 支持各种主流的存储设备，包括 FC SAN、IP SAN 和 NAS 存储设备。系统文件服务器支持多种数据共享和访问接口：FTP, NFS, CIFS/SMB 等。

3 应用范围

已经形成产品。作为国内首个自主知识产权的分级存储管理系统，性能和功能均达到国外同类产品的水平，在价格上极具竞争力，广泛应用于政府、能源、铁路、海关等行业市场，与威视股份公司的检测设备配套销往多个国家，取得了良好的经济效益和社会效益。另外，该产品在数字图书馆、视频监控、广电、网站等应用领域也有极好的推广前景。

4 效益分析

- 资金投入： 500 万元；
- 年销售收入： 1000 万元；
- 年净利润： 200 万元。

5 合作方式

资金投入、市场推广。

门户及知识智能管理系统

1 成果简介

Portaligent 系统涉及内容管理、多媒体管理、内容采集、内容加工、网站运行管理、网站交互功能管理以及企业内外门户、电子商务等多方面的内容。KMS 为门户型网站提供了一个综合技术开发和运营维护平台。

2 技术指标

Portaligent 具有：站点管理、栏目管理、文档管理、模板管理、发布管理、会员管理、广告管理、财务结算、统计管理、系统管理等功能。

构件化定制开发，节省实施周期 50% 以上。

3 应用说明

政府、企业内外网宣传系统，企业电子商务系统等。

4 效益分析

随着互联网的广泛应用，政府及企业面对不断增加的信息内容管理的问题越来越突出。本系统就是利用智能化的手段和构件化的组合方面，为政府和企业提供一种快速构建 Web 内容乃至知识管理手段，缩短开发周期，提高管理效率，节省开发成本。目前本系统需求较大，市场前景十分广阔。

5 合作方式

定制开发、授权代理、联合开发。

医疗模拟培训管理及评估系统

1 成果简介

医学是实践性很强的学科，医学模拟是临床技能训练和临床能力培训的重要方面，对于临床技能实践和教学有着重要的作用。MedSim ME 系统主要有两个方面的功能：一是综合性医院及医学院用于培训医生及医学院的学生的医疗模拟设备的综合管理。二是对医生岗前培训，学生的操作训练等进行系统化的管理，包括培训人员、培训时间和进度管理，培训者的综合训练水平实时评估等。该系统已经在协和医院模拟培训中心应用。

2 技术指标

- MedSim ME 采用 J2EE 架构，开放式接口，与医院现有系统能实现互联互通；
- 针对不同的培训科目，有不同的评估指标体系，总指数达到近百项。

3 应用范围

综合性医院、医学院。

4 效益分析

目前各大综合性医院，医学院都拥有数量和价值不菲的医疗模拟设备，很多设备都是分布在不同科室的，没有统一管理和充分的利用，部分医疗机构设立了专门的医疗模拟培训中心，然而也没有规范化管理。培训人员的评估也不规范，培训人员及指导医生的资源不均衡矛盾突出。本系统不仅可以提高医疗模拟设备的利用效率，还可以规范化培训评估，从而大大提高管理效率。目前市场上还没有类似系统。

5 合作方式

定制开发、授权代理、产权转让。

基于网络及数字媒体平台的高端信息服务技术

1 成果简介

基于网络及数字媒体平台的高端信息服务关键技术和产业化——通过网络及数字媒体服务平台（如数字电视，有线宽带，电信 e 家平台等），设计后端高端信息服务体系架构，从而最大化的利用多媒体数字服务平台构建高端信息服务网络生态系统平台并产业化。

项目有利于改变目前网络数字媒体和计算机软件的“生态链”，渠道提供者与服务提供者会占据更为重要的位置，这也符合我们的实际国情。同时，提升深港和大珠三角地区网络数字媒体平台，高端信息服务，系统集成商及数字媒体工业的能力，在数字媒体网络接入平台的融合潮流中发展创新性的技术和把握市场机会，快捷有效地开发新的先进技术，拓展新商机，将广东省及产业示范基地的信息内容服务和增值服务产业做大、做强。

2 应用范围

广东省和大珠三角地区的信息产业，系统集成商，高端信息服务商，与数字媒体网络行业相关的企业如消费电子产品，通讯产品，数字电视和计算机产品等的数字媒体设计公司，均可受惠。

3 效益分析

产业化后预期产值超过 1 亿元人民币。

4 合作方式

商谈。

面向领域信息服务的智能交互技术

1 成果简介

面向领域信息服务的智能交互技术与应用——通过对文本自然语言进行语义抽取，结合领域信息内容和服务特点，向公众提供智能的多回合交互式信息服务，适用于多种本地化生产生活信息查询，以及客户服务咨询。

2 应用范围

项目成果可广泛应用于网页、手机 WAP、手机短信、即时通讯软件等的后台，从前台接收用户给出的文本内容（关键词或自然语言），自动以合适的形式给出信息回馈。项目成果的应用，可使广大用户在任何时候、任何地方都能方便及时地获取精准的信息，同时又极大地减少后台支持的人力资源成本。项目成果的广泛应用，有利于推进信息数字化建设，随着更多信息服务的推广，逐渐扩大信息服务市场并形成智能信息服务产业，同时推动通讯相关技术和产业的发展。

广东省和大珠三角地区的信息产业、高端信息服务商将直接受益，与数字媒体网络行业相关的企业也可间接受益。

3 效益分析

- 每年节省信息服务行业的人力资源成本上亿元，提升信息增值产业的经济效益。
- 促进信息流通，满足公众对信息获取的需求，提升信息获取的满意度。

4 合作方式

商谈。

应用于网络及电话通信信息安全领域的声纹认证关键技术

1 成果简介

由于网络应用中所特有的不可接触的特点，以及声纹特征容易被获取（甚至可能是唯一可获取的）、其采集易被用户接受、所需设备成本低廉等优势，研发团队在本领域的重要成果包括：

（1）北京市科技计划项目“通用声纹识别身份认证系统引擎的研制”于 2008 年 2 月 28 日通过了验收。验收专家组一致认为：“该课题完成了任务书中规定的各项考核指标，创新性强，达到了国际先进水平，具有广泛的应用前景。”

（2）起草了原信息产业部行业标准《自动声纹识别（说话人识别）技术规范》标准（编号 S06014-T），于 2006 年 12 月 24 日在京召开了标准审定会，获顺利通过；并在原信息产业部进行网上公示获通过并正式颁布。是我国第一个关于“声纹识别（说话人识别）”的标准。

（3）2006 年 12 月 25 日，国家标准化管理委员会[2006]95 号文件批准公安部负责筹建“全国安全防范报警系统标准化技术委员会人体生物特征识别应用分技术委员会（SAC/TC100/SC2）”，研发团队作为主要起草单位参与标准制修订工作。

（4）联合承担的“司法语音自动分析和鉴别系统的研制”课题，于 2004 年 5 月 29 日通过了公安部科技局主持的科技成果鉴定会，鉴定委员会专家一致认为，该项技术“是一项创新的、国内领先的研究成果”。

2 应用范围

声纹识别关键技术可以广泛应用于金融、证券和信息等方面的安全认证，公安、国防和军队等方面的侦听和刑侦排查，日常生活中的个性化服务等诸多方面。包括金融交易和电子商务，公共安全和国家安全以及呼叫中心客户服务等各个领域。

3 效益分析

目前已完成核心技术攻关和应用，达到产业化前期阶段，预期产业规模在 100 人左右。产值超过 2000 万元人民币。

4 合作方式

商谈。

JoMobile 移动多媒体传输系统

1 成果简介

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(10) 采用 12V 电源供电，满足车载电平的要求。

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

(12) 设备安装简单、方便，周期短、难度小。

2 应用说明

JoMobile 移动多媒体传输系统，俗称“动中通”，适应各种工作环境，在车载、机载、舰载和背负条件下均可正常工作。在 110 公安指挥系统、部队野外作战、119 消防救灾、银行运钞车跟踪、112 交通处理及舰载指挥、机载传输等领域有着广泛的应用前景。

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

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

3 合作方式

商谈。

DTMB 调制器/信号发生器

1 成果简介

2006 年 8 月，中国颁布了地面数字电视强制性国家标准（GB20600-2006，标准的英文缩写为 DTMB）。三年来，DTMB 在全国范围内逐渐推广，带动了一大批相关企业的发展。其中接收终端的生产厂家、接收芯片的研发企业迫切需要 DTMB 调制器用于接收终端和接收芯片的研发调试。为此，清华大学利用自主研发的 DTMB 信道编码调制专用集成电路 DT6010，研发成功高性能 DTMB 调制器。

2 技术指标

- 工作频率范围：474~858MHz
- 频率步进间隔：1MHz
- 码流输入接口：ASI/SPI
- 输出功率：-10~-40dBm，功率调整步进间隔：1dB
- 工作模式：支持 GB20600-2006 所有 330 种模式
- 调制误差率(MER)：32dB，频谱带肩：49dB
- 内置信噪比测试功能
- 内置 PCR 校正功能
- 可内置 MPEG-2 编码器模块

3 应用说明

本信号发生器可接收外置的码流播放器或编码器提供节目流，也可以使用内置的 MPEG-2 编码器提供的码流，通过用配套的按键和 LCD 显示屏可以设置输出信号中心频率、输出信号功率、工作模式、信噪比等参数，可在现场或实验室对 DTMB 接收机、芯片进行相关指标的调试。

4 效益分析

目前已经完成设备的定型，单台硬件成本约不超过 1 万元。

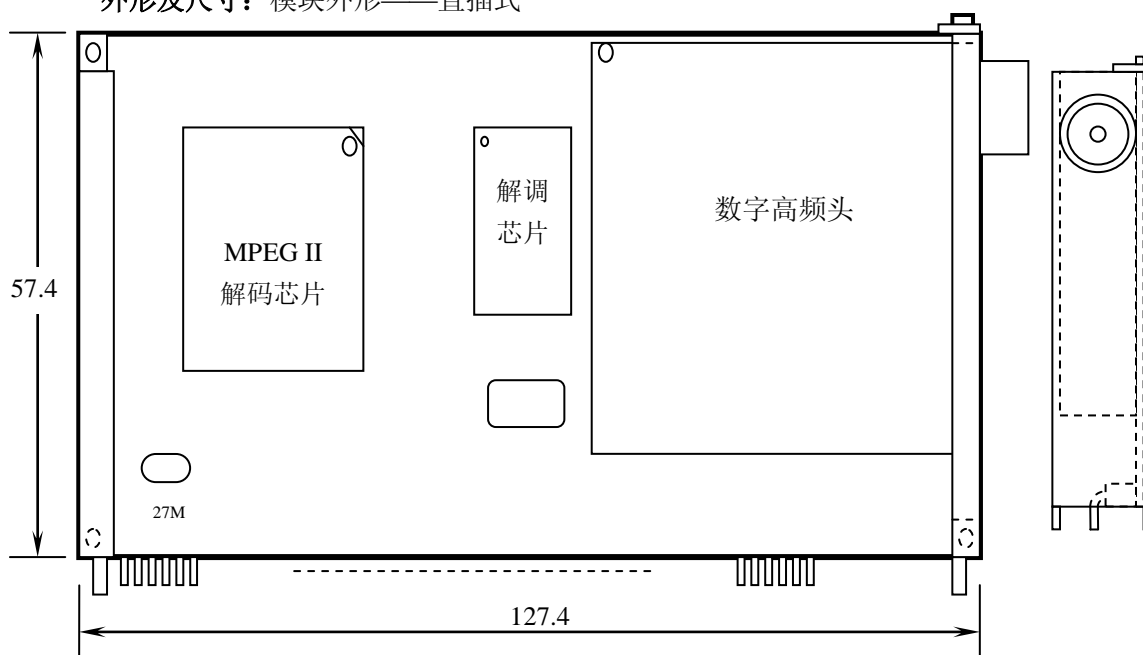
5 合作方式

技术转让、合作开发。

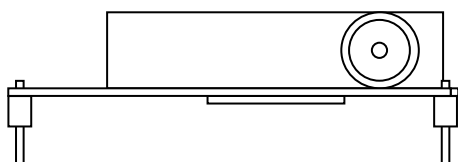
DMB-TH 地面传输数字电视模块

1 成果简介

外形及尺寸：模块外形——直插式



模块外形——卧式（安装示意图）



主要功能：

- 数字电视地面传输的接收模块，支持地面传输数字电视国家标准。
- 将数字电视的电路封装在一个模块中，降低电视机、机顶盒厂商的数字电视产品开发成本，缩短开发周期。
- 视频输出支持 CVBS、S-Video，以及 Y/Cr/Cb。
- 有视频信号的数字输出（ITU-656），可以连接液晶显示屏。
- 提供串口信号，支持通过 RS-232C 串口升级软件。
- 有红外遥控器、前面板控制接口，软件提供操作简便的人机界面。
- 有智能卡接口（ISO-7816），可支持 CA（永新同方、算通、数码视讯等）。

主要特点：

数字电视的模块化复合式器件，只要少量的外部器件就可以实现数字电视机顶盒、数模

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

2 合作方式

商谈。

10G 一体化网络数据深度安全检查和系统

1 成果简介

当前网络安全技术发展的主流是向全息安全（Holistic Security）发展。无论是网关与端点的结合即网络准入控制（Network Admission Control），还是入侵防御与泄露防范（Information Leakage Prevention）的共生，无论是无线与有线兼容，亦或信息安全与数据安全的结合，都是安全防护技术一体化和集成化在不同侧面的具体表现。在这一发展潮流之中，传统的安全网关也从单纯防火墙的边界保护（perimeter protection）门卫角色，发展到统一威胁管理（UTM）的区域保护（local protection）首领地位，不但监控经过的各类流量，而且监控邻域以致虚拟邻域的终端、应用和数据。

本项目将自主知识产权的专利技术与成熟的工程队伍和技术创新机制相结合，研制了基于软硬件协同的应用系统，具有完善的多层次协议分析与过滤能力；具备细粒度访问控制、入侵检测和防御、防病毒、VPN、反垃圾邮件、内容过滤、流量监控、安全策略统一部署等安全能力。

2 技术指标

- 系统吞吐量：20Gbps
- 启用安全能力时，性能达到 10Gbps
- 支持 1000 万个并发会话
- IPSEC VPN：1Gbps
- 主动式高可用性（HA）和冗余组件，如双重热交换电源，以提高可恢复性和网络可靠性的
- 支持热插拔
- 全面支持 802.1Q，支持最多 1024×2 个 VLAN
- 支持访问控制的规则数：10K
- 支持系统审计、日志管理
- 设备管理方式支持：Web 管理、CLI/SSH 管理、SNMP 管理等
- 加密算法支持：DES, 3DES, AES, 可扩展使用国内的专用算法

3 应用范围

本系统采用软硬件相结合的集众多安全功能于一身的高性能一体化 10GUTM 设备，适用于骨干网、校园网、大型企业网，能够为净化网络环境，构建和谐社会提供网络安全平台。

4 效益分析

由于单台设备能够承受超过 20G 的系统吞吐量、10G 的安全能力、7G 的内容过滤流量，依照电信 2M 上网带宽的标准，可以为电信提供至少 3500 个用户的接入，效益十分可观。对于企业来说，通过高性能 UTM 的内容过滤，将大大降低遭受病毒、垃圾、钓鱼等攻击的危险性，为企业良好的网络运行提供了有力的保障。

在 UTM 领域，内容过滤的准确度、内容过滤性能提高和协议兼容性是应用层处理所面临的共同问题。例如 NAI-McAfee 的防病毒网关每秒最多只能处理几十个电子邮件，防垃圾邮件处理能力性能更低，其他厂家针对性能的提高提出了各种方案，将性能提升到上百封的处理能力，但是如何解决慢速网络连接下的协议兼容性和流畅性并未得到改善，局部性能的提高，并不能在整体上带来好的用户体验。再比如，在 http 协议的处理上，传统代理架构的方式，必将被淘汰，就算在内容过滤上能够做到每秒上 G 的性能，但是代理过程的延时几乎没有用户可以接受，如何在流的方式下提高并行处理能力，如何在协议允许的范围内，提高反馈能力，都是需要值得延伸的技术研究。应用层安全网关功能的发展呼唤着新的软硬件解决方案。象 Tarari 这样专门从事内容过滤（特别是 XML 处理）芯片设计的厂商将在短期内增多并大有用武之地。总之，安全功能在 OSI 协议架构单层上的集成正在完成，多层间的集成未艾，并需要有新的硬件平台和软件实现来突破性能瓶颈。

当前最重要的目标，是带动国产 UTM 性能上突破 10Gbps，从而推动国产高端 UTM 产品的成熟和完善，提高国产高端 UTM 产品的市场竞争力，使自主知识产权的国产 UTM 在高端市场上逐步占据主导地位，满足国内迅速增长的网络安全产品市场需求，为建设我国信息安全框架提供基础产品，更好地保障我国网络信息安全。

5 合作方式

双方协商。

基于列存储的关系型数据库系统—HuaBase

1 成果简介

HuaBase 华鼎数据库是基于列存储的关系型数据库系统。列存储技术的特点是数据查询效率高，读磁盘少，存储空间少，是构建数据仓库的理想架构。HUABASE 实现了多种数据压缩机制、查询优化和稀疏索引技术，在支持高效率的商业智能方面具有良好的发展前景，可以帮助企业轻松做出明智的业务经营决策。

2 技术指标

- HuaBase 可以按需读取列，显著减少了硬盘输入输出，而且还可以给所有需要索引的列都建立索引，可提供高于传统基于行存储的数据库 10-100 倍的查询速度。
- HuaBase 按列存储并在列上进行压缩，可实现更高的数据压缩效率，压缩率可达到 70%，在构建大型数据仓库的时候可以表现出突出的优势，节省大量的存储空间。

- HuaBase 可以存放和管理海量的数据并用于智能分析，一个数据库最大可以支持 232 个表空间；一个表空间最大可以支持 256 个数据文件；一个数据文件最大可支持 32TB 数据。

3 应用说明

HuaBase 华鼎数据库系统定位于智能分析应用领域，可以实现海量的数据管理和高效的数据处理。列数据库独特的数据存储理念为企业决策分析、数据仓库、商业智能等应用领域带来了效率和空间上的方便和优势。列数据库的应用价值来自于它对复杂查询的快速响应以及数据压缩所带来的存储优势，使其在商业智能方面具有良好的发展前景。

4 效益分析

国内数据仓库和商业智能软件和应用市场基本由国外软件企业瓜分，国内一些相关的软件企业基本处于系统集成的地位，缺乏足够的话语权，所以大力发展国产的智能分析系统可以创造全新的市场发展机会。目前，智能分析产品大多基于传统行存储的关系型数据库系统，查询效率低，存储空间大，无法满足日益增长的智能分析需求。HuaBase 华鼎数据库基于列存储，拥有突出的存储优势与查询优势，可以提供快速的查询响应。HuaBase 华鼎数据库系统将会成为国内基于列存储的智能分析系统的成功典范，为国内数据仓库和商业智能应用市场创造更多选择的机会，并带来更高的经济效益。

5 合作方式

资金投入、市场推广、技术推广和合作开发相结合。

基于地面传输数字电视的动态交通信息发布系统

1 成果简介

实现了一个以地面传输数字电视的广播发送为传输手段的面向出行者提供多媒体实时交通信息服务，导航终端提取并利用实时交通信息进行动态导航的应用系统。研究解决了接入设备架构及以终端软硬件系统架构等关键技术问题。实现了交通信息的接入、信息管理、信息编码、信息调度、信息发送，以及终端接收、信息分离与解码、信息提示与动态导航等必要环节，实现了应用演示系统。

2 技术指标

成果实现的功能如下：

- 实时交通路况的传输与接收、显示；
- 基于实时交通路况的动态导航；
- 多媒体交通信息的传输与接收、显示；
- 本系统优势是传输容量大，可以传输图片等多媒体信息，用户可以查看主要路口的视频图像，更直观地了解交通路况。

3 应用说明

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

4 效益分析

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

5 合作方式

市场推广、技术推广和合作开发相结合等推广合作方式。

TH DRM 精简的数字版权管理系统

1 成果简介

TH DRM 提供了一套完整的跨平台的数字媒体内容版权保护解决方案，并使用精简的数字作品权利对象描述方法和获取协议，解决了在嵌入式、移动设备上运算、存储能力有限的问题。

2 技术指标

- 符合中国广播影视数字版权管理论坛（ChinaDRM）标准；
- 支持精简的数字作品权利对象描述方法和获取协议（CROD & CROAP）；
- 支持 Windows、Linux、Android 等系统；
- 支持同 PC、手机、STB 等设备进行集成。

3 应用说明

为新媒体业务提供必要的版权保护，如 IPTV、手机电视等，对应多种灵活的商业模式。

4 效益分析

保障公共媒体安全，为建立健康的新媒体产业链保驾护航，为内容制作商的合法权益提供必要的技术保障。

5 合作方式

商谈。

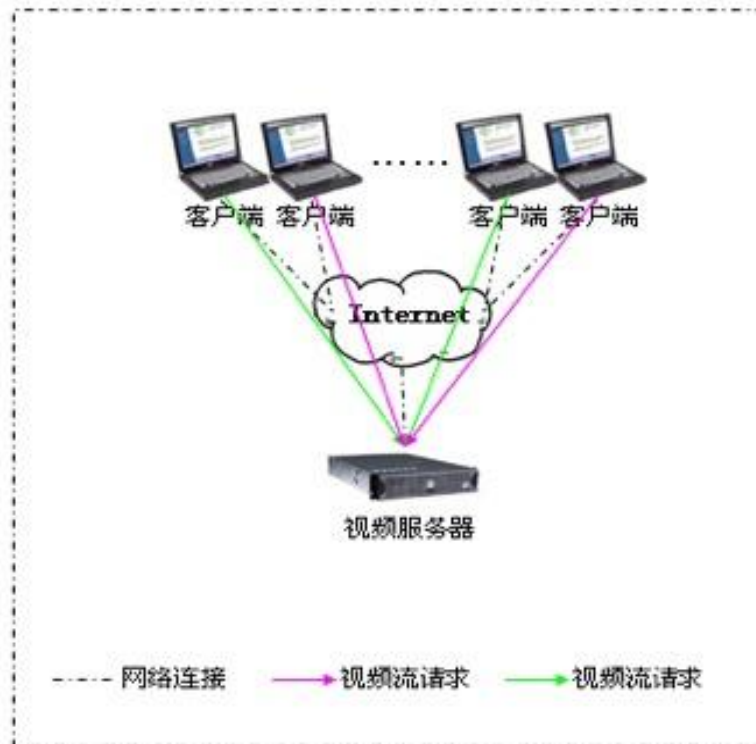
Gridmedia: 大规模 P2P 网络直播系统

1 成果简介

Gridmedia 大规模网络直播系统是由清华大学研制开发，并与中央电视台和北京中视科华技术有限公司合作在央视国际网站进行视频直播系统应用研究。该系统在 2006 年央视春节联欢晚会网上视频直播中正式投入使用。

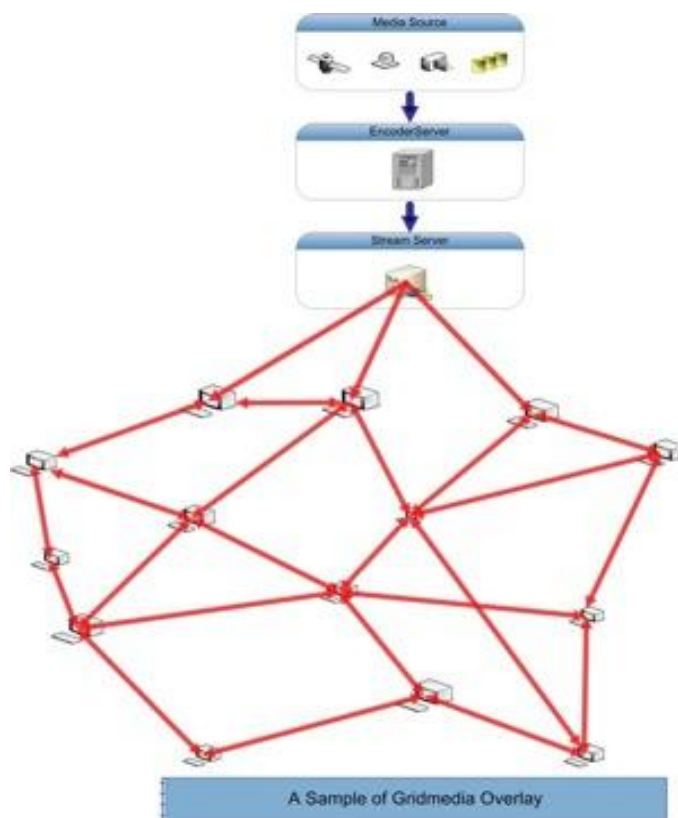
2 技术指标

- 传统网络视频直播采用中心化服务结构，一旦网站访问量大，在线观看人数增多，造成有限的服务器资源和带宽资源被众多用户分享，使观看效果变得极其糟糕。



传统视频传输结构图

- Gridmedia 系统建立了一套新的网络视频传输的系统结构与模型，将媒体流调度、代理缓存、Internet 应用层组播、网格计算、点到点（Peer-To-Peer, P2P）有机的结合，实现网络环境下流媒体内容的大规模分发。该系统可以将视频服务器的负载分散到所有参与收听收看的用户，从而克服了中心化服务存在的很多难以克服的问题，其利用网络的共享资源实现信息的快速传递，是实现大规模用户环境下高质量音视频传输的一种极具潜力的解决方法，并且系统部署为纯分布式的，具有较低的复杂度和较高的鲁棒性。（如下图）



Gridmedia 直播系统示意图

3 应用说明

2006年除夕央视国际网站采用P2P+CDN技术向全球直播春节联欢晚会盛况，据统计，晚会期间央视网站的页面访问量是平时的4倍以上，共有来自全球超过60个国家和地区的400多万网民通过登陆CCTV.com收看了春晚直播，最高同时在线人数58万，创央视国际视频直播访问量的历史新高。其中32%来自海外网民，境外访问量最高的国家依次为：美国、加拿大、澳大利亚、日本、英国、欧洲、韩国、新加坡等华人居住较多的国家。

基于网格和P2P技术的Gridmedia系统是央视国际2006年春晚网上直播系统之一。在春晚直播过程中，Gridmedia系统承受了大规模访问压力的考验，画面质量清晰，以流畅的效果向海内外传输高质量的晚会精彩内容，受到了海内外网友好评。实际运行结果表明Gridmedia系统具有实现超大规模环境下网络音视频传输的能力。

4 效益分析

本项目能够有效实现大规模用户环境下高质量音视频的传输，能够有效地节省网络带宽，并且系统部署为纯分布式的，具有较低的复杂度和较高的鲁棒性。

5 合作方式

商谈。

无创无碍式实时健康监测设备

1 成果简介

通过对传统心电、血压、血氧、血糖、体重、脂肪等设备的改进，结合远程医疗和家庭健康监护的具体需求，研制出可以用于实时健康监测的无创无阻碍式的新型便携设备，并且正努力达到微小型化、隐藏式的前端设备目标。

2 技术指标

- 单导心电，无导联线；
- 心电数据采样率 250Hz 以上；
- 心电准确率和临床比较达到 95% 以上；
- 无线心电、脉搏采集，数据率达到 8kbps；
- 血压、血氧、体重、血糖数据准确率 95%。

3 应用说明

可以用于智能家居、远程医疗、家庭保健等。

4 效益分析

改变传统医疗保健模式，推动全面自助医疗康保，提升民众健康意识，实现医疗窗口前移，应该具有较大的社会效益和经济价值。

5 合作方式

资金投入。

云计算服务平台与桌面虚拟化系统

1 成果简介

系统是由曹军威研究员自主研发的，融合虚拟桌面、物联网、云计算等技术的网络中间件产品。该系统不但能够解决 Anytime, Anywhere, Any Application (A4) 的问题，并可以将应用延伸到任意时间和空间，彻底解决支持应用完成的所有因素的跨域共享问题，而这是传统的计算模式所不能支持的，而且可以将桌面虚拟化系统和云计算服务平台进行有效整合。

系统主要由云计算服务平台和桌面虚拟化系统两部分组成。一台 PDA 桌面虚拟机可以实时访问多个云计算虚拟机资源；每个云计算虚拟机资源也可以为多个用户提供服务。用户通过桌面虚拟技术对云端虚拟机进行各种操作；后台云计算服务平台对外提供各种类型服务，包括虚拟桌面服务，存储服务，计算服务等。

系统主要功能：前端虚拟桌面技术提供接入云计算服务平台、展示云平台虚拟化系统及应用、使用云计算服务和使用云存储服务；后端云计算服务平台解决应用需求繁杂、资源分散且不固定、资源配置复杂等问题以及提供能够自由获取的云计算服务功能。

现阶段，系统已有原型产品，并将逐步应用于南方电网等各个领域。

2 技术指标

- 采用成熟的 RDP 标准协议；
- 嵌入式实现的 rdesktop 客户端；
- 以远程显示管理避免 C/S 应用开发的复杂性；
- 强化实施软件开发的工程化和标准化,启动软件 CMM、ISO9001 质量体系认证工作；
- 实现“产品无缺陷、系统无故障、服务无投诉”的质量目标。

3 应用说明

通过用户请求,嵌入式终端访问云计算服务平台的云端虚拟机资源,利用桌面虚拟化技术,系统将云端虚拟机桌面映射到嵌入式终端,通过映射桌面,用户可以对云端虚拟机进行操作。



图 1. 系统终端展示图

用户终端可以同时多个云端虚拟机进行操作,各云端虚拟机装有不同的操作系统,独立运行各种应用程序,用户可以在多个虚拟桌面间进行切换显示,或在一个终端中同时显示多个虚拟桌面。用户通过虚拟桌面选定一个云端虚拟机后,就可以对其进行操作。

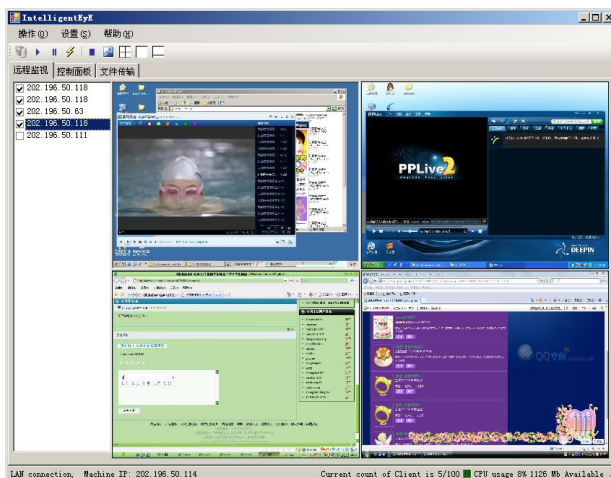


图 2. 嵌入式终端虚拟桌面控制界面

系统被用于智能电网监控物联网解决方案：

该方案充分利用基于云计算服务平台的桌面虚拟化技术，传感器采集硬件系统数据传输给云计算服务平台，经过平台处理后的信息展现在用户端的虚拟化桌面上，以使用户决策、控制硬件设备。同时，在统一框架下，系统完成虚拟桌面展示与通信管理、系统辨识和预警、实时闭环控制的协调与优化、事故后及时自愈等，复杂互联大电网的物理系统与计算机通信网络的信息系统深度嵌入，充分实现各种功能之间的相互影响与互动。



图 3. 智能电网监控物联网系统架构图

系统集成解决方案构建基础：

- PMU/WAMS，相位测量、远程测量；
- 中国广域测量系统规模世界第一，但海量数据远未有效利用；
- 电力系统的新型控制手段-FACTS；
- 数据中心技术的不断成熟与性价比的提高；
- 桌面虚拟化技术在动态监控中的应用。

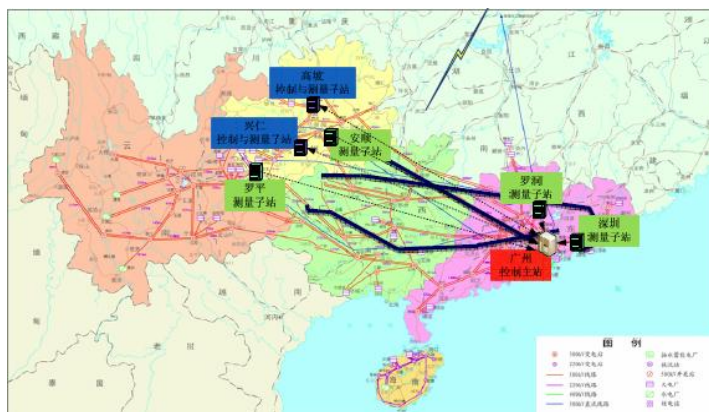


图 4. 智能电网监控南方电网原型分布图

4 效益分析

产品的竞争优势集中表现在以下几个方面：

- 技术优势。实验室拥有实力雄厚的技术队伍，掌握了当今物联网、云计算等的信息技术；
- 产品组合优势。实验室已经开发了拥有自主知识产权的物联网中间件软件组合包，

并将进一步完善产品结构,可为电力等行业信息化建设提供全面的物联网系统解决方案;

- 市场优势。实验室与南方电网等电力企业保持有长期的合作关系,具有一定的示范作用和影响力,它的选择直接影响到其他省市有关部门和企业的决策;
- 质量、成本优势。实验室对云计算、物联网领域有较深入的研究,参与过多项国家级项目的实施,因而可以减少大量的调研活动,缩短开发进程,降低开发风险,提高产品的质量,大幅度降低成本;
- 管理优势。公司管理队伍整体素质较高,有着良好的知识结构、年龄结构,富有激情和创新精神。

5 合作方式

商谈。

功能性纳米脂质体美容化妆品

1 成果简介

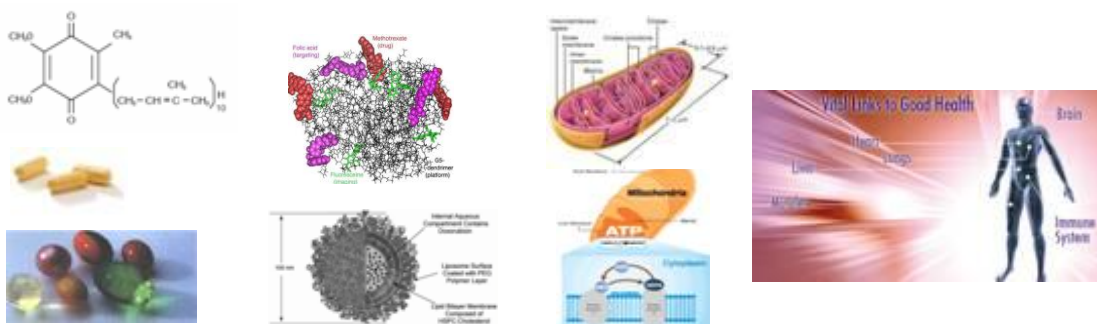
纳米脂质体美容化妆品技术是国际美容化妆品界追求的目标,是世界化妆品未来重要发展方向。目前此领域主要是法国、德国和美国处于领先地位,多为高端奢侈产品,价格十分昂贵。清华大学将现代生物医药技术成果与先进纳米脂质体工业化技术结合,成功研制系列功能性纳米脂质体美容化妆品,将有力推动和促进我国相关技术产业经济的发展。本技术及其相关应用在国家“十一五”期间,已获得“重大新药创制”重大专项、“973”和“863”计划生物医药领域立项资助,并已获得国家发明专利授权。

2 应用说明

具有较高美容价值的功能性药物或营养成分很多,如中草药有效成份提取物、化学/生化药物、维生素类和动植物油类等,具有很好的美容功效(如抗氧化、美白滋养、祛斑等),这些功效成份绝大多数为难溶性物质,使用时难以透过皮肤屏障发挥其功效作用。我们采用生理相容性好、安全性高的卵磷脂为载体材料,利用现代纳米脂质体技术将这些难溶性功效物质制成粒度小于 50nm 的纳米脂质体微囊,能够携带药物自然穿透人体皮肤屏障,运输功效物质至真皮细胞层间形成营养储囊,从而使其功效性充分发挥成为现实。

重要代表性应用实例:

- 辅酶 Q10 (生化药物) 抗氧化/延缓衰老纳米脂质体系列:



辅酶 Q10 是人体细胞线粒体呼吸链合成 ATP 的关键作用酶，具有抗氧化，提高细胞活性和延长细胞周期的作用，是现代生命科学研究发现的一种重要参与调节细胞生理活性的难溶性物质。

辅酶 Q10 广泛存在人体各组织脏器组成细胞内，尤其以心脑血管部位含量最高。人体细胞内辅酶 Q10 含量水平约在 20 岁时开始衰减，人体出现衰老现象，外源性的补充辅酶 Q10，有助于细胞抗氧化、活性提高以及生存周期延长。

辅酶 Q10 纳米脂质体技术能够运送药物有效穿透皮肤屏障，大大提高药物吸收利用度为细胞维持重要生理活性提供有效物质基础，从细胞水平本质上提高促进人体细胞的活性，达到优良的抗氧化/延缓衰老功效作用。

注：本技术相关成果获得国家“重大新药创制计划”重大专项立项资助。

- 有效成份提取物纳米脂质体系列：

中医药传统文化博大精深，许多中草药，如银杏、红花、人参、芦荟等草药有效成分具有非常好的美容滋养祛斑等效果，采用纳米脂质体技术解决其吸收困难、提高作用功效，研发生产相关技术产品，是对中医药传统宝贵文化的继承和发展，具有非常特色。

- 维生素系列纳米脂质体系列

维生素系列是一大类，如脂溶性 Va、Vc、Ve 系列等，是人体细胞功能维护所必需营养成分，通过纳米脂质体技术解决其透皮吸收难题，在抗氧化、抗皱、美白滋养等方面具有重要功效应用。

- 动植物油纳米脂质体系列

许多动植物油（如鳄鱼油、鸵鸟油、娃娃鱼油、蛇油等）含有人体必需的不饱和脂肪酸脂等丰富营养物质，是一大类具有很高应用价值的美容功效原料，通过纳米脂质体技术解决其透皮吸收问题，在美白滋养、抗皱润肤等方面具有很好的美容功效作用。

说明：由于纳米脂质体技术的成熟解决，以上系列产品可以根据功效需求，可以单独或复合组成使用制成具有多功效特点的系列美容化妆品。

3 应用说明

应用于高档功能性美容化妆技术产品系列。

4 效益分析

目前，国内外能够真正掌握和工业化生产该技术产品的企业很少，相关产品需求市场巨大，价格十分昂贵，附加值极高，发展潜力巨大。我们已成功解决该技术的工业化生产技术，并获得国家发明专利授权，技术竞争力较强，有利于企业经济效益目标的实现。

5 合作方式

- (1) 技术投资、转让等多种形式的合作。
- (2) 可以为用户提供现有技术产品，也可以按照用户具体要求，为用户定制设计、制造、安装、维护及培训的交钥匙工程。

近红外组织血氧参数无损监测仪

1 成果简介

氧是维持人体正常生命活动的最重要物质之一。人体组织只有得到充足的氧供应并保持正常的氧合水平，才能实现正常的生理功能。如果组织供氧、供血不足，就会引发缺氧，长时间的缺氧可危及生命。例如，临床上因脑损伤致死的人群中，脑缺血缺氧的比例高达 90%。因此，实时监测人体组织的氧合状况，并据此采取有效措施以防止缺氧，具有重要意义。

目前临床上常用有创血气分析和脉搏血氧饱和度监测两种方法间接评定氧合。但前者有创，操作难度大，成本高，无法连续监测；后者得到的是动脉血氧饱和度，很多情况下不能反映人体局部组织（如大脑皮层）的氧合状况。为克服现有方法的上述缺点，我们采用近红外光谱技术，可实现人体局部组织氧合状况，特别是人体组织氧饱和度的无损、实时、连续监测，很好地反映组织氧合水平。

清华大学经过十余年的理论研究和临床实践，已在本领域取得了很好进展，研制成功了具有自主知识产权的“TSAH-100 型近红外组织血氧参数无损监测仪”。该仪器已获得医疗器械注册证，并在国内占有 80% 以上的市场份额。该技术和仪器已应用于新生儿医学、整形外科、手术监护、运动功能评定等多个领域，已测试 2000 余例受试者。课题组及合作单位已发表相关学术论文 80 多篇，其中 SCI 收录 20 篇，已授权 1 项国际专利和 5 项国家发明专利。

2 技术指标

- (1) 可无损、实时、连续监测组织的氧饱和度，检测误差不超过 3%；
- (2) 测量结果可上传到 PC；
- (3) 仪器净重 3.5kg，便于携带。

3 应用说明

该仪器对人体完全无损，使用时将探头固定在待测组织对应的体表，开机测量即可。现有主要应用领域包括：

- (1) 新生儿医学：无损、实时监测新生儿脑组织氧饱和度，并及时发现脑缺氧。
- (2) 手术监护：体外循环手术中监测患者脑组织氧饱和度，预防因缺氧造成脑损伤。

- (3) 整形外科：皮瓣移植术后的血运监测，及时发现血管吻合不畅等问题。
- (4) 运动医学：骨骼肌有氧代谢功能评定，为运动员选材、训练效果评定等提供参考。
- (5) 高原医学：高原缺氧的监测和预防。

4 效益分析

国外只有美国和日本可生产同类仪器，售价均不低于 25 万元，而且其在国内的售后服务无法保障。我们的仪器的测量指标和稳定性都与国外产品相当，且与国内临床界保持着良好的合作关系，可提供便捷的售后服务。该仪器市场前景广阔，在与国外同类产品的竞争中拥有一定优势。

5 合作方式

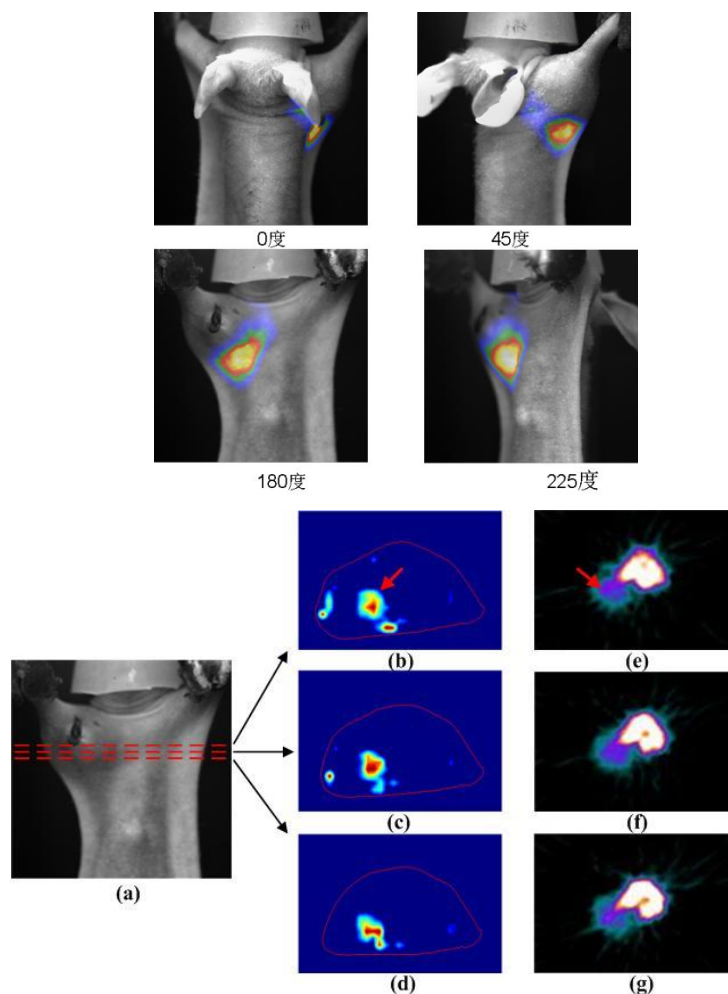
临床应用、代理销售。

荧光与核素双模载体小动物成像系统

1 成果简介

荧光与核素在体小动物成像系统是在国家 863 计划的支持下研制的世界首台小动物在体（活体）分子成像系统。该系统具有同时实现荧光断层成像与正电子发射断层成像(PET)的双模式信息融合分子影像检测功能，可以以 3D 方式显示活动物体内任何位置的特定细胞和分子事件。在该系统中，发展了旋转扫描式动物在体全景成像检测技术和断层扫描三维重建技术，有效解决了伽玛光子信息采集与荧光图像获取相互干扰的难题，同时提高了荧光的检测深度；通过研发的光子漫射理论逆向算法，提高在体检测的空间分辨率和空间定位精度，结合 PET 深层透视的优点，可以 3D 方式显示活动物体内任何位置的特定细胞和分子事件。目前拥有 12 项专利。

该平台采用荧光和核素双模标记的检测方法和技术，研究者可以在一次实验活动中同时获取荧光、PET 及双模融合的多种数据，并进行分析，从而可以更好更为全面地理解疾病产生的机理，研究药物的作用机制，也可以分析疾病耐药的发生过程，以及药效的持续时间等。研究人员能够使用该系统实时监测活体动物内部器官、组织与细胞、基因蛋白分子等不同层面的动态变化信息，开展在体水平的生命科学与医学科研和应用研究工作。例如，研究肿瘤和癌细胞在体生长、分化、凋亡、转移、扩善，药物在细胞、组织、器官层面的输送、扩散、代谢与定点释放，药物作用下体内肿瘤或癌细胞的生长、凋亡变化，以及与各种疾病相关的分子、细胞、组织的动态变化情况。



(1) 肿瘤小鼠荧光图像 (2) 荧光与 PET 断层图像

上图 荧光与 PET 双模成像

系统特点:

- 荧光与 PET 同时双模成像;
- 动物在体 360 °全景无遮挡扫描成像;
- 支持常规荧光或 PET 成像, 也可以采集双模数据;
- 荧光活体成像超越常规的浅表成像, 支持 FMT 及小动物深度组织的成像。

2 应用说明

应用领域:

- 药物研发和筛选;
- 病理机理与病毒研究;
- 新一代分子影像药物研发;
- 药物代谢过程, 基因治疗效果及药效评价。

3 合作方式

商谈。

计算机手术模拟与导航定位系统

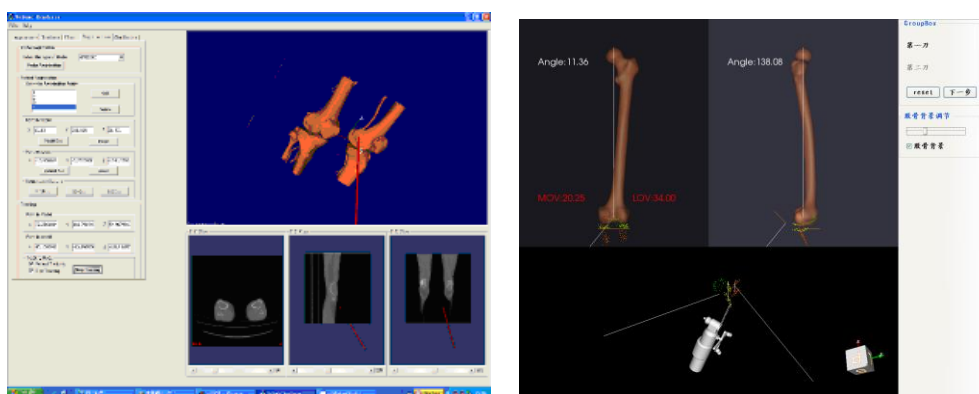
1 成果简介

在国家 863 计划、北京市重点攻关项目、国际与国内的企业合作课题的支持下，研究室围绕计算机辅助医学影像诊断、关节与脊柱的手术模拟与术中导航系统、颅脑神经系统手术导航的核心问题开展研究，并针对其中的共性关键技术进行重点攻关，解决了多模式医学影像的传输与管理、CT 与 MRI 影像的配准、解剖结构的三维重构、交互式手术计划、病人与器械的注册、术中导航跟踪等核心技术。在此基础上研制成功了手术模拟软件系统、术中导航系统，并完成了尸体实验和临床验证。实验室已经完成全膝关节置换手术模拟软件、脊柱椎弓根钉手术模拟与导航系统、研发了膝关节手术软组织平衡测量系统、有影像和无影像的膝关节置换术中导航定位系统、膝关节前交叉韧带置换定位导航系统等样机，并完成了基于多模式影像的颅脑手术导航系统。系统可以完成膝关节手术的规划、模拟装配、手术中人体和器械的注册、以及术中导航跟踪、下肢力线测量、软组织平衡等手术工作的全部流程。

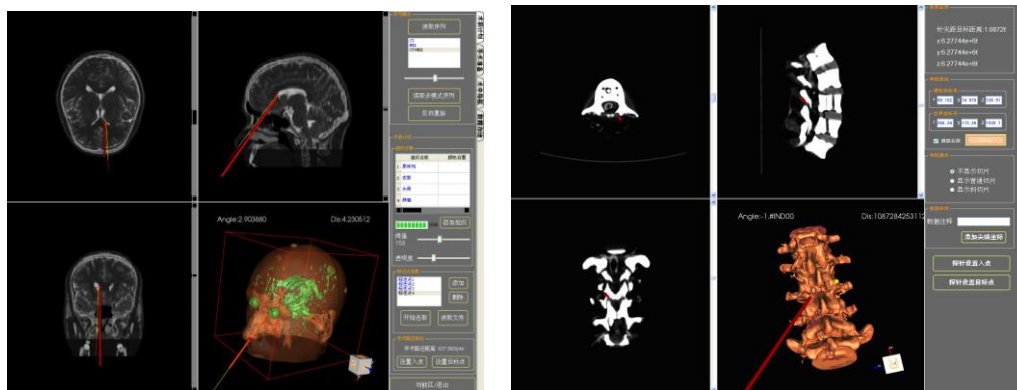
课题组已经申请发明专利 9 项、取得实用新型专利 2 项、外观设计专利 1 项。2008~2010 年获得发明专利授权 2 项，获得软件著作权 2 项。



上图 实际研制的多中型号的导航系统主机的外观



上图 前交叉韧带修复，术前计划模拟系统（左）与膝关节置换手术导航系统（右）软件界面



颅脑手术导航系统（左）与脊柱手术导航系统(右)软件界面

2 合作方式

商谈。

大型建筑屋面改进型虹吸流雨水排水系统

1 成果简介

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

建国初期，我国的屋面雨水排水系统主要参考前苏联的设计方法，工程建设中完全采用重力式屋面雨水排水系统，导致 20 世纪 50 年代屋面雨水在全国范围内引发了很多问题，造成重大损失。20 世纪 60 年代初期开始，由清华大学和机械工业部设计研究总院等单位合作，清华大学王继明教授主持开始研究屋面雨水排水系统的设计及计算，研究组采用了掺气水流等更合理的理论，经过两个阶段的研究，研究成果于 1988 年编入《建筑给水排水设计规范》GBJ 15-88，经过 20 年的实践验证，取得了非常满意的应用效果。近年来，研究组在应用经验的基础上，进一步深入分析，完善了原有的研究成果，得到了更具应用价值的屋面雨水排水系统设计计算方法及“改进型虹吸流雨水排水系统”。本成果获得 1996 年教育部科技成果三等奖。这是我国自主开发的、具有里程碑意义的大型屋面雨水排水系统。

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

2 应用说明

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

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

3 效益分析

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

4 合作方式

设计和应用。

建筑补水卫生地漏

1 成果简介

地漏是排除室内地面积水的卫生设备，它的主要作用是排除室内地面积水并阻止排水系统中的有害气体进入室内。但是传统的地漏由于水封水量很小，极易蒸发干涸，当地漏失去水封时，排水系统中的有害气体就可能从地漏进入室内，严重污染室内环境，从而危及人民的生命安全。

目前建筑市场上，钟罩式地漏市场占有率高约 95%，是我国地漏的主要产品形式。由于国家没有专门的地漏产品标准，现有地漏存在的主要问题有以下几个方面：（1）地漏的水封高度不够，多数只有 20-30mm，极易干涸，使排水管道内的臭气返入室内，污染室内环境。（2）地漏的自清能力较差，容易堵塞。（3）地漏的构造不合理，保持水封能力差，易被排水管道系统内形成的负压把水封抽吸破坏。（4）地漏的排水量小，易出现排水不畅的现象。

特点：

清华大学王继明教授发明的新型专利技术产品（专利号为）——补水卫生地漏是对国内现有地漏使用功能的提升，填补了国内的技术空白，与现有技术产品相比有以下特点和有益效果：

（1）水力性能优越。该补水卫生地漏水流通道为平滑曲线形，减少了水流阻力，使得地漏水力性能优越，容易产生虹吸排水，增大排水能力，减少杂物沉积量，提高使用效率。

（2）具有自动补水功能。通过补水口或补水器，利用卫生器具排水管管的废水来补充地漏水封失水量，保持水封中正常贮水量，既能解决地漏补水防臭，又能及时排除地面积水，维护室内环境卫生。

（3）材料应用强度高。使用耐腐蚀性强的轻质塑料或重质不锈钢金属类材料。

（4）性能满足地漏标准要求。水封深度为 50mm，经国家权威机构检验，该补水卫生地漏的排水流量、自清能力、水封稳定性完全符合《地漏 CJ/T 186-2003》标准规定。

（5）适用性广。适用于同层排水或一般排水，具有节水、节能、保护环境卫生等多种功能，是国内首先推出的利用废水补水的新型地漏。

2 应用说明

补水卫生地漏具有普遍适用性，可普遍用于居住建筑如居民住宅、高档公寓、别墅区等，公共建筑内如办公楼、商店、宾馆、影剧院、体育馆、展览馆、医院等，室内环境卫生要求

较高的宾馆、别墅区等可优先选用补水卫生地漏。此外，补水卫生地漏同样可用于工业建筑、农业建筑内。

3 效益分析

国家重视人民生活改善，建设大量的生活住房，据资料显示，十二五期间，估计每年商品房建设在 600 万套左右，保障性安居工程 500 万套左右。以目前中国房地产的发展速度，据保守统计，地漏作为生活必需品，全国对地漏产品的需求量每年约为 5000 万只左右，再加上旧房改造，市场前景不可估量，地漏年产值可超几亿元，同时也必将带动生产原材料、运输事业等的快速发展，经济效益非常可观。

4 合作方式

合作企业的基础：正规建材生产企业，企业资金雄厚，具有一定的市场占有率，便于迅速推广。

合作方式：进行专利实施许可授权，具体费用进一步商谈。

隧道空气快速净化车

1 成果简介

独头掘进的深长隧道、坑道、地下人防工程及国防工程等无论是爆破或挖掘施工时，还是后续渣石清运，以及后来正常使用时，内部都会产生大量粉尘颗粒、烟雾和有害气体。而此时通风换气不仅难度大、设施投入大、功耗大，而且效率低下，影响工程进度和人员健康。

隧道空气快速净化车针对隧道封闭空间特点、利用相对运动原理，将传统利用风机管道把污染空气送到净化设备的方式改为净化车向污染空气的相对运动。其工作时伸展变大，基本遮挡隧道断面，所行驶过的空间空气得到净化。不工作（如渣石清运）时收缩变小，停靠洞壁。其利用静电除尘原理和细微颗粒凝聚技术净化粉尘和烟雾。利用等离子体技术净化有害气体。

2 技术指标

- (1) 净化效率满足国家关于作业区空气质量标准；
- (2) 工作时，净化车移动速度约 0.5m/s。

3 应用领域

- (1) 铁路、人防、国防工程隧道施工中粉尘、烟雾、有害气体的同时快速净化；
- (2) 城市地铁内突发毒气的快速净化。

4 效益分析

目前我国正在大力发展铁路，深长隧道施工越来越多。二炮系统也有大量地下施工，且由于保密要求不采用洞外空气置换，更需要方便实用的内部高效净化技术。城市地铁发展迅速，万一突发毒气事件，虽然可采用置换方式将有毒气体排到地面稀释，但若地面有风且附近有高密度住宅区，工作将受阻。可变形的隧道空气快速净化车将是同类技术的优选。

5 合作方式

联合开发、填补国内外空白。