

# 前沿技术

## 第一节 信息技术

- 一、高性能计算技术
- 二、通信技术
- 三、虚拟现实技术
- 四、信息安全技术

## 第二节 生物和医药技术

- 一、蛋白质工程技术
- 二、干细胞与组织工程技术
- 三、基因工程技术
- 四、疫苗和抗体
- 五、工业生物技术

## 第三节 新材料技术

- 一、智能材料设计与先进制备技术
- 二、高温超导和高效能源材料技术
- 三、纳米材料与器件技术
- 四、光电信息与特种功能材料技术
- 五、高性能结构材料技术

## 第四节 先进制造技术

- 一、现代制造集成技术
- 二、智能机器人技术
- 三、极端制造技术
- 四、重大产品和重大设施寿命预测技术

## 第五节 先进能源技术

- 一、洁净煤技术
- 二、低碳能源技术
- 三、燃料电池技术

- 四、核能技术

## 第六节 海洋技术

- 一、海洋环境监测技术
- 二、海洋油气开发技术
- 三、深海探测与作业技术
- 四、海洋生物资源开发利用技术

## 第七节 资源环境技术

- 一、矿产资源高效勘查与开发利用技术
- 二、复杂油气资源勘探开发技术
- 三、环境污染控制与治理新技术
- 四、环境监测与风险评估技术

## 第八节 现代农业技术

- 一、农业生物技术
- 二、数字农业技术
- 三、食品工程与生物技术
- 四、先进农业设施与装备技术
- 五、农业生境控制技术

## 第九节 现代交通技术

- 一、汽车前沿技术
- 二、智能交通技术
- 三、其他交通技术

## 第十节 地球观测与导航技术

- 一、地球观测技术
- 二、卫星导航技术
- 三、地理信息系统技术

2010年，在信息、生物与医药、新材料、先进制造、先进能源、资源环境、现代农业、现代交通和地球观测与导航等领域，中国的前沿技术研发进展顺利，取得了一系列优秀成果，为中国经济社会发展提供了有力支撑。

## 第一节 信息技术

### 一、高性能计算技术

超级计算机综合技术水平取得历史性突破，进入世界领先行列。在2010年11月世界超级计算机TOP 500中，中国研制的高效能计算机系统“天河一号”排名第一，“曙光星云”位居第三。



图 9-1 国家超级计算天津中心

建成了具有 300 万亿次以上聚合浮点计算能力和 1 000 万亿字节以上存储能力的中国国家网格服务与应用环境，在能源、机械制造、飞机设计、气象预报、新药研发等领域得到成功应用。

## 二、通信技术

全球最大规模的新一代网络与业务试验床成功实施，可重构路由交换平台等关键技术取得突破，技术水平达到世界前列。

完成了基于“北斗”的移动通信试验系统的设计与开发，支持短消息、话音业务和数据广播业务，为现阶段在应急状态下采用自主技术开展通信服务提供了重要技术手段。研制的无线宽带快速组网系统已在上海世博会和广州亚运会安保获得应用，并推广至公安、电力、交通、水利和地震等众多领域。

在网络通信领域，向国际标准化组织提交标准建议提案文稿超过 100 项，其中 8 项被批准成为国际标准，31 项被国际标准化组织采纳。

## 三、虚拟现实技术

研制成功虚实融合的协同工作环境支撑技术与系统，建成了面向飞机驾驶舱设计和面向飞机关键部件拆装维护及训练两个应用示范系统，为中国虚实融合技术在相关领域的发展奠定了坚实基础。

研制了具有自主知识产权的虚拟现实的绘制内核和物理引擎系统并实现了初步应用。在三维显示新机理、基于肌电传感器和加速计的手势交互设备等方面取得了创新性成果。

## 四、信息安全技术

研制成功网络安全事件监控系统，采用了新型网络安全监控体系结构，显著提升了大规模突发事件的协同分析与应急处置、网络安全态势分析及预测能力，有效降低了网络安全事件带来的危害，为网络与信息系统提供了安全保障。

在网络认证授权、反网络垃圾信息、安全操作系统、防伪等方面的关键技术取得重要进展，部分技术修订了相关国家标准，形成了国家标准草案及国际标准草案。

完成了适用于计算型、事务处理型和服务型信息系统等级保护模拟平台，为信息系统安全建设提供了示范环境。

## 第二节

# 生物和医药技术

### 一、蛋白质工程技术

成功解析了 H1N1 流感病毒神经氨酸苷酶、能量耦合因子转运蛋白等多种重要蛋白质晶体结构，为研究蛋白质的结构和功能关系以及相关药物的研发提供了有效工具和坚实基础。

构建了具有国际先进水平的高通量、规模化蛋白质组表达、修饰与定量研究的技术体系和数据库。

### 二、干细胞与组织工程技术

在世界上首先报道了决定干细胞发育全能性的分子标志，对于揭示干细胞多能性维持机制、促进干细胞筛选分离、建立与维持治疗性克隆、移植细胞定向诱导等领域研究具有重要意义。

在世界上首次使用自组装方法制备出与自体骨接近的纳米磷酸钙胶原基骨修复材料，具有与人体生物相容性良好，无免疫排异性等优点，是新一代骨植入材料。

“活性脊髓重建管”能够有效促进脊髓损伤修复，是国际上第一个获准进入临床研究的脊髓损伤修复组织工程产品。

### 三、基因工程技术

建成世界最大的基因组测序中心，并研发出一批具有国际水平的高通量数据挖掘与分析工具，使中国基因组及相关基因的功能研究与开发应用取得重大突破，部分领域处于国际领先水平。

培育成功中国第一只转基因猕猴。通过转基因技术，能够获得特异性疾病的灵长类动物模型，合理利用灵长类动物模型将会有力推动人类重大疾病的研究。

遗传性耳聋基因检测芯片为国际首创，具有高通量、多指标、高效、准确的特点，检测结果可以覆盖临床 80% 以上的遗传性耳聋。

“国际千人基因组计划”协作组完成了几乎覆盖全人类基因组的遗传多态性图谱。

常见重大疾病的全基因组关联分析取得丰硕成果，发现了一批包括鼻咽癌、食管癌、肺癌等在内的基因易感位点，其中多个位点为首次报道。



图 9-2 中国培育的转基因猕猴

#### 四、疫苗和抗体

建成千克级抗体药物产业化技术平台，拥有 300 升中试规模的细胞培养罐和 3 000 升规模自动化生产线，总体细胞反应规模突破 1 万升抗体药物的生产水平，部分指标达到发达国家水平。

抗 CD25 人源化抗体主要用于预防及治疗器官移植排斥反应，已于 2010 年取得新药证书。抗 CD20 单克隆抗体主要用于治疗非霍奇金淋巴瘤。现已完成全部临床实验，准备申报新药证书。

重组戊肝疫苗圆满完成大规模的Ⅲ期临床试验，证实了该疫苗的安全性及有效性，这是世界上第一个完成Ⅲ期临床试验的戊肝疫苗。

针对重症及致死性手足口病主要致病原 EV71 病毒研制的疫苗即将进入临床试验，将对中国手足口病防控提供重要手段，具有十分重要的社会意义。

#### 五、工业生物技术

成功开发西司他丁钠关键中间体的双酶耦联手性生物催化合成新技术，打破了国外制药企业长期技术和市场垄断，对中国碳青霉烯类抗生素产业的发展具有重要的推动作用。

成功开发谷氨酸双结晶高效提取技术，实现了高产率的味精清洁生产，大大降低目前味精生产的能耗和污染，破解目前味精生产工艺的环保难题。

## 第三节 新材料技术

### 一、智能材料设计与先进制备技术

超薄多层压电陶瓷制备技术及其微型扬声器关键技术取得突破性进展，开发出高性能软性压电陶瓷材料，分别采用压电陶瓷—银钯合金内电极低温共烧和压电陶瓷水基流延两套工艺制备出扬声器专用多层压电陶瓷，并成功应用于两款自主研发的扬声器产品。

### 二、高温超导和高效能源材料技术

成功制备出国内第一根长 103m、能传输 193.7 安培超导电流的第二代稀土氧化物高温超导带材。隔离层和超导层薄膜表面光滑、致密，具有良好织构度，临界超导电流密度大于  $4 \times 10^6 \text{A/cm}^2$  (77K, 自场)。

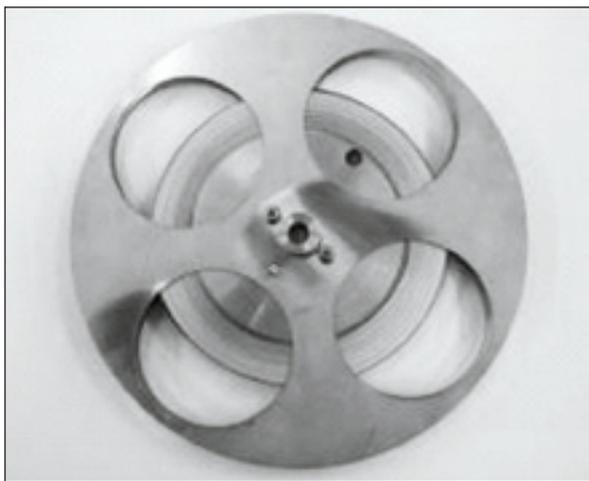


图 9-3 国内第一根百米级 YBCO 高温超导带材

大容量  $\text{A}_2\text{B}_7$  型稀土镁基超晶格储氢材料关键技术取得突破。首次批量化制备出  $\text{A}_2\text{B}_7$  型 La-Mg-Ni 超晶格储氢材料——GM001、GM002。其中，GM001 具有活化快、容量高、倍率性能好、低温倍率放电性能和存储性能优异的特点，GM002 具有活化快、容量高、循环寿命长和存储性能优异等特点。

### 三、纳米材料与器件技术

高灵敏隐藏爆炸物探测单分子层薄膜材料创制取得重要突破。以此类薄膜为基础研制的便携式、低功耗、可组网系列隐藏爆炸物探测仪，对众多爆炸物检测灵敏度高、响应速度快，误报率几乎为零。仪器综合性能与国外同类仪器相当。

利用有机—无机杂化技术，成功开发出可用于建筑和汽车玻璃节能保温的高分子基隔热涂层。该膜夏天可使室内降温  $3 \sim 9^\circ\text{C}$ ，冬天能遮挡室内暖气（中、远红外线）向室外散发，使室内增温约  $2.5^\circ\text{C}$ ，具有夏凉冬暖功能。

## 四、光电信息与特种功能材料技术

在国际上首次研制出 10 000 流明级激光数字电影放映机,具有色域宽广、分辨率高、稳定可靠、节能环保等优点,符合 DCI 国际数字电影规范,通过了欧盟、美国联邦通讯委员会等国际认证,并在北京华星影城、南京和平影城投入商业运营。

全固态激光器医疗设备研发取得重要突破,自主研制的用于治疗血管瘤设备的 457nm 和 532nm 全固态激光连续光输出功率分别达到 4W 和 8W。

## 五、高性能结构材料技术

高强高模聚乙烯纤维制备及其复合材料技术取得重要突破。开发出可纺性好且性能稳定的适用于冻胶纺丝的超高分子量聚乙烯(UHMWPE)专用树脂,批量制备了高强高模 UHMWPE 纤维。

研制出具有完全自主知识产权的新一代高强韧低淬火敏感性铝合金材料,开发了其成套的制备加工技术,工业化试制取得成功,材料的综合性能达到并部分超过国外同类材料水平。

# 第四节 先进制造技术

## 一、现代制造集成技术

掌握了百万千瓦超超临界火电机组成套自动化控制系统核心技术,形成了包括厂级综合控制、现场总线技术及超超临界机组优化控制策略等自动化成套解决方案,控制系统已被 6 台百万千瓦机组所采用。

开发出了冶金电炉、乙烯裂解炉、超超临界发电机组、大型磨机、大型造纸机、干法水泥生产过程、锌电解生产过程、炼焦生产过程的智能控制系统硬件和软件,形成了比较完整的智能控制系统解决方案,并进行了示范验证和推广应用,能耗普遍降低 1%~2%。

研制出具有自主知识产权的国产可定制 PLM 系统,建立了 SOA 架构、模型驱动 TiPLM 基础平台,并在国内多家发电设备企业得到应用。

## 二、智能机器人技术

在中国 2010 年第 26 次南极科考活动中,极地科考低空飞行机器人“雪雁”搭载了多种科研

载荷, 在南极恶劣环境中进行了长时间低空自主飞行实验, 对大范围海冰进行了观测, 获得了大量有价值的极地海冰图像和数据。

研制的探雷扫雷机器人参加了“国际扫雷培训班”的教学演示, 并接受国际“人道主义扫雷”任务, 参加了联合国黎巴嫩国际维和保障扫雷行动。

研制出新型低电压柔性生物型驱动器, 改变了现有水下仿生机器人系统大多采用电机驱动的方式, 并利用该生物型驱动器研制了仿生鳗鱼、双尾鱼、八足螃蟹、仿生水母、球形自适应机器人等多种仿生微型机器人样机, 实现了转弯、避障、爬行、抓取、上浮下潜、远程控制、自主巡游等功能。



图 9-4 低空飞行机器人“雪雁”

### 三、极端制造技术

以微机电系统 (MEMS) 传感器技术为核心, 开发了危化品智能储运装备, 基本实现了对危化品介质状态 (压力、温度及危化品泄露等) 和储运设备状态 (真空度、燃油消耗, 运行工况等) 的全方位监控。

研制出具有连续光谱分析的全自动微型生化分析仪, 减小了生化分析的体积和成本, 获得了医疗器械许可证书, 形成了批量生产能力, 在社区、农村等基层医院有广阔的市场空间。

### 四、重大产品和重大设施寿命预测技术

研制出泵车、起重车远程监控及维护应用系统, 实现了与企业 ERP、PDM 等系统的集成, 实现了对各地在役设备的 24 小时在线实时定位跟踪和健康监控, 监视装备的作业情况和机器性能变化、预测预警事故的发生、出现故障及时报警等。

研制出了大型透平压缩机组远程在线监测与综合故障诊断平台。该平台具有可靠性高、抗干扰能力强、升级方便、成本低等特性。

完成了中石油远程监测诊断中心平台的研发建设工作, 目前远程诊断中心所监测的大型压缩机组数量已经超过 300 台, 是目前全国规模最大的压缩机组远程监测诊断中心。

自主研发的超高建筑安全状态监测和可靠性控制系统, 在广州新电视塔工程中应用, 确保了亚运会的顺利实施。

## 第五节 先进能源技术

### 一、洁净煤技术

#### ◎ 高效洁净发电技术

煤气化整体联合循环技术。正在天津滨海新区建设华能绿色煤电工程 250MW 级 IGCC 示范电站，主要设备已进入现场。

1 000MW 超超临界燃煤发电技术。截至 2010 年底中国投运的超超临界机组超过全世界的一半，火电机组的煤耗持续下降。1 000MW 机组的主要部件实现了自主设计与生产。

600MW 超临界循环流化床锅炉技术。世界首台 600MW 超临界循环流化床锅炉已开始建设。

#### ◎ 煤转化技术

1 960 吨水煤浆多喷嘴气化炉投入运行。2010 年 3 月 18 日，单炉日处理煤 1 960 吨的多喷嘴对置式水煤浆气化装置，一次投料成功，进入长周期稳定运行状态。数据表明，气化装置碳转化率高于 98%，合成气中有效气成分（一氧化碳 + 氢气）高于 80%。

甲醇制烯烃（MTO）。2010 年 8 月 8 日，神华 60 万吨 / 年甲醇制烯烃项目一次投料试车成功，奠定了中国在世界煤基烯烃工业化产业中的领先地位。

直接液化。2010 年，内蒙古鄂尔多斯的神华百万吨级煤直接液化示范工程进入到全面运行状态。

### 二、低碳能源技术

#### ◎ 太阳能光伏发电

2010 年 12 月 28 日，中国第一个大型光伏特许权示范项目——敦煌 20MW 光伏发电示范项目实现并网发电，运行良好。

至 2010 年底，中国占据全球 50% 以上的晶体硅电池制造产能。新技术和新产品不断涌现。多家企业致力于技术的更新换代，加大了在新兴技术方面的投资。

#### ◎ 风力发电

截至 2010 年底，中国全年风力发电新增装机达 16 GW，累计装机容量达到 42 GW，首次超过美国成为风电装机总量世界第一的国家。

2010 年 7 月 6 日，上海东海大桥 100MW 海上风电场示范工程 34 台风电机组全部并网发电，这是中国海上风电发展的里程碑。2010 年 9 月，国内首批两台 1.5MW 高海拔风力发电机组正式

下线。

### ◎ 生物质能源技术

国内规模最大且首个完成 CDM 交易的农业沼气发电工程，山东民和牧业 3MW 沼气发电工程已在 2010 年底通过验收。

年产 6 万吨生物柴油产业化示范项目在海南东方工业园区内建成投产，该项目将每年减少 CO<sub>2</sub> 排放约 14 万吨，减少 CO 排放约 400 吨，减少 SO<sub>2</sub> 排放量约 60 吨，减少可吸入颗粒物排放量约 100 吨。

## 三、燃料电池技术

质子交换膜燃料电池（PMFC）关键材料的国产化研究取得重要进展，不仅形成了全氟磺酸树脂的制备技术，而且开发出复合膜批量制备工艺，建立示范性生产设备，综合性能达到了进口产品水平。

固体氧化物燃料电池（SOFC）创制了系列稀土改性阳极材料和多种新概念的阴极，采用自制新材料的电池运行 4 000 小时无衰减。开发的平板型 SOFC 三十单元电池堆由有效面积为 10cm × 10cm 的国产单电池组成，开路电压为 30.3V，最大实测功率为 985W，电流为 44.45A，功率密度为 0.33W/cm<sup>2</sup>。拥有自主知识产权的 500W 电堆模块面向全世界销售。



图 9-5 山东民和牧业 3MW 沼气发电示范工程

在国内率先将甲醇重整系统与燃料电池系统、天然气重整系统与燃料电池系统分别构建了热电联供系统，甲醇重整系统与燃料电池的热电联供系统联合运行已超过 1 000 小时，最高输出的电功率约 9kW。天然气重整系统与燃料电池系统构建的热电联供系统已稳定运行 1 000 小时，系统总功率为 8 ~ 10kW。

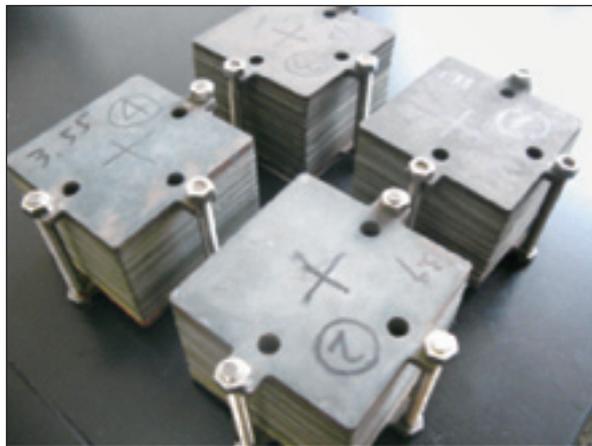


图 9-6 500W 的 SOFC 电堆模块

## 四、核能技术

中国核能发展遵循热堆、快堆、聚变堆三步走的战略。“十一五”期间，中国核能技术研究取得了一系列重要成果。通过大型压水堆核电站示范工程重大专项，中国正在消化吸收和再创新第三代核电站技术，最终将形成自主品牌的第三代核电站。

2010 年 7 月 21 日，中国自主设计建造的第一座快中子实验反应堆（CEFR）首次达临界，标志着该工程基本建成。CEFR 热功率为 65MW，电功率 20MW，中国成为世界上少数拥有快堆技术的国家之一。

# 第六节 海洋技术

## 一、海洋环境监测技术

研制了高频地波雷达、三维摄像声纳、合成孔径声纳、大浮标、Argo 浮标、L-ADCP 探测仪、多普勒计程仪、多参数水下拖曳等一批关键设备，其中高频地波雷达、大浮标等已成功实现产业化；突破了大深度水声数字通讯、水下导向与定位等核心技术；推行了海洋仪器设备规范化海试，加快了海洋仪器设备研发步伐。

初步建成了海洋环境立体监测福建示范网，并开始在海防减灾中发挥重要作用。该系统集成了浮标、潜标、海床基、高频地波雷达等多项自主研发的技术成果，研发了风暴潮漫滩预警辅助决策系统、赤潮预警系统及海上突发事件应急辅助决策等信息服务系统，开通了 PDA 手机服务等系统，实现了与福建省海洋监测信息服务网站的链接。

## 二、海洋油气开发技术

2010年10月,中国自行建造的第一座3000m深水半潜式钻井平台“海洋石油981”建成出坞下水。该平台代表了当今世界海洋石油钻井平台技术的最高水平,具有勘探、钻井、完井与修井作业等多种功能,平台高136m,重量超过3万吨,可在3000m深水进行作业,钻井深度达1.2万米,设计使用寿命30年。

此外,研制了深水高精度地震勘探等深海油气资源开发系列重大装备,初步形成水深300~3000m的深水大中型油气田的自主勘探开发技术能力;突破了渤海油田聚合物驱提高采收率等技术,建立了近海边际油田开发技术体系,研制了钻井中途测试仪、自动垂直钻井等若干项核心技术装备并实现工程化应用。

## 三、深海探测与作业技术

2010年7月,中国第一台自主设计、自主集成的大深度载人潜水器蛟龙号,成功完成3000m级海上试验,实现最大下潜深度达到3759m,最长座底时间72分钟。该系统提升了中国大深度载人潜水器设计、建造和应用技术水平,使中国成为继美、俄、法、日后第五个具备3000m深度载人深潜和作业能力的国家,是中国海洋高技术发展史上的重要里程碑。

建成了首座现代化、功能完善的海洋深水试验水池,并投入试运行,使中国具备4000m水深的深海工程模拟试验能力;突破了高精度地震、原位及流体地球化学探测技术等一批天然气水合物勘探开发关键技术,初步形成了适合中国海域特点的天然气水合物综合探测系统,使中国成为国际上少数获得水合物样品的国家之一;开发了深海底中深孔岩芯取样钻机、“北极ARV”新概念水下机器人、深水微生物采样等技术装备。

## 四、海洋生物资源开发利用技术

一批具有重要价值的海洋生物制品实现产业化。建成了年产千吨海洋生物农药及植物促生长剂生产线、年产120吨壳寡糖原粉制剂生产线,在陕西省选择苹果、酥梨、葡萄和西瓜进行了18.7万亩的应用示范,亩均增产194公斤;突破了海洋碱性蛋白酶、溶菌酶、脂肪酶等产业化制备技术,建立了海洋碱性蛋白酶和酯酶生产线,已获得2个生产证书和3个产品批文,累计销售收入已达3.6亿元;突破了以海藻多糖和膳食纤维作为主要材料制备海藻多糖植物空心胶囊的配方优化、成膜控制等关键技术,并获得了国家SFDA颁发的生产批文,制定2项行业标准。

海洋药物研发取得显著进展。筛选了数百个具有活性的新型化合物,并开展规模化制备、成

药性评价等工作，注射用海参多糖已完成Ⅲ期临床试验，并建成了年产1 000万只的生产线并成功完成三批试生产。

驯化培育了滩涂适用的绿化植物、能源植物、药用植物、饲用植物等10余个耐盐植物新品系，累积推广近万亩，取得显著经济、社会和生态效益。优化了鱼、贝、参等加工工艺和设备，构建和丰富了中国大型海藻、海洋贝类、近海鱼类等多个海洋生物资源库。

## 第七节 资源环境技术

### 一、矿产资源高效勘查与开发利用技术

研制了中国第一套具有自主知识产权的航空磁力全轴梯度勘查系统，各项技术指标达到国际先进水平，可广泛应用于复杂地形条件下铁矿快速勘查；制成机载1024道全数字化航空伽玛能谱仪，主要技术指标达到或部分超过了国际市场上同类产品，该系统是寻找放射性矿床、非放射性多金属矿床、石油天然气和地质填图等方面的重要装备。这两项成果显著提高了中国对地探测的技术水平。

自主研发的YDX-5型岩心钻机具有钻进能力大、工艺适应性强、稳定性好、移动便利、使用维护方便等特点，技术上达到国际先进水平。该钻机在野外试验中，终孔深度达到2 212.80m，创造了新的国内纪录。

研制成功BPSM II型在线粒度分析仪，它能同时测量4个通道的矿浆浓度和粒度，并且每个通道可提供2个粒度信号、1个浓度信号，具有多种可供选择的通讯接口可以与其他自动化系统相连接。该产品显著提高了中国矿产资源勘查装备水平。

### 二、复杂油气资源勘探开发技术

中国自主研发的12 000m石油钻机是目前全球最先进的陆地石油钻井装备，它采用国际最先进的全数字交流变频控制技术，作业全部实现智能化控制，具有控制精度高、容错性能好等特点。

研制成功的CGDS-I近钻头地质导向钻井装备，形成了具有多地质参数测量功能的近钻头地质导向钻井系统，相关配套装备与工具已投入现场应用，使中国成为继美、法之后第三个掌握

该项高端技术的国家。

研发的微电阻率成像测井技术可以提供油气井周围高清晰的地层图像，直观反映井周地质特征，已应用于地层裂缝识别及评价、沉积相和构造分析；成功研发阵列感应测井技术，可通过测量地层电阻率剖面的变化，识别流体后计算含油气饱和度，并完成油气储量和产量评价。

### 三、环境污染控制与治理新技术

研发了区域空气质量监测的质量保证与质量控制技术（QA/QC），编制了中国第一套区域监测网络 QA/QC 手册。开发了适用于区域空气质量监测的智能通用接口系统，实现了区域空气质量监测的网络化质控。

创建了区域空气质量指数（RAQI）及其分级评价技术方法，建设了涵盖粤港两地的珠江三角洲区域空气质量监测网，具有监测区域光化学烟雾和大气细颗粒物污染的综合功能。该项成果成功应用于 2010 年上海世博会和广州亚运会。

开发出具有防腐功能和炉渣自清除回转窑焚烧新技术，形成集废物进料、回转窑焚烧、二恶英及其他污染物控制、燃烧控制及联调技术等一体化的焚烧技术集成体系。该系统有效控制了焚烧炉二恶英排放，排放指标优于欧盟标准  $0.1\text{ng I-TEQ}/\text{Nm}^3$ 。在危险废弃物焚烧过程诊断和二恶英控制等方面达到国际领先水平。

### 四、环境监测与风险评价技术

构建了重大环境污染事件应急技术系统、环境风险源识别和监控技术体系，建设了业务化运行的大气和水环境风险场模拟预警平台、构建了饮用水环境风险控制技术体系和风险防范预案和环境污染事件应急监测技术体系，完成了《环境污染事故生态环境影响评估技术导则》。这些成果提供了重大环境污染事件预防和突发性环境污染事故处理的系统方案，并成功应用于上海世博会等重大活动的环境安全保障工作。

研发了大气污染多组分排放通量的自动监测设备、颗粒物污染时空分布立体监测设备和重点污染源排放的有机废气（VOCs）及温室气体自动监测设备，在技术性能指标上均达到国际先进水平，设备性价比优于国外同类设备。

完成了底泥采样器、高效逆流色谱制备方法与技术、优控污染物自动样品纯化仪、二恶英类污染物样品纯化仪、水体微量优控污染物采集器、烟道气等动力采样仪和大气采样仪等样机的制造，研制的采样与样品制备新设备基本达到国际同等设备的技术水平。



图 9-7 二恶英类污染物样品纯化仪

## 第八节 现代农业技术

### 一、农业生物技术

绘制完成世界上第一张牡蛎全基因组序列图谱。结合牡蛎各组织转录组和不同发育时期表达谱分析，完成了前期拼接版本注释。基因组的重复序列约占 51.12%，注释基因 3.2 万余个。该项成果是基因组学领域基于短序列的高杂合度基因组拼接和组装技术的重大突破，标志着中国水产养殖进入基因组时代。

绘制了黄瓜基因组的精细图谱，确定了 24 274 个基因。创建了包含 1 800 个分子标记的高密度遗传图谱，并将 99% 基因定位在染色体上。目前已经精细定位了重要农艺性状基因 10 余个，克隆了与产量相关的性别决定基因、苦味基因和抗黑星病基因。相关成果发表在《Nature Genetics》、《PNAS》等国际著名杂志上。

建立了基于打破和阻断等技术为核心的植物代谢工程技术平台，申请获得了多项发明专利，研制出转基因青蒿生物反应器，青蒿素含量提高 1.5 倍以上，用于生产抗疟药物青蒿素。转基因青蒿通过环境释放安全评价进入生产试验阶段。

采用分子标记辅助定向选择育种技术、多基因聚合育种技术，培育主要农作物新品种 95 个，

获得国家新品种保护权 28 个。

## 二、数字农业技术

研制了内置农学模型的便携式作物综合长势信息测定仪等 4 种产品, 可实现作物长势群体指标无损探测; 率先系统地研究了农作物个体生命信息无损监测方法, 解决了个体生命信息无损失获取的难题; 针对土壤温度、湿度、电导率等参数单独测量精度不高、无法快速获取多剖面土壤信息研制了多参数土壤信息采集传感器; 通过无线、网络、移动通讯网等方式实现远程智能控制, 解决了不同类型生产设施的环境精确调控问题。

## 三、食品工程与生物技术

建立了猪肉产品绿色供应链, 研制了盐酸克仑特罗 ELISA 检测试剂盒、免疫金标速测卡、电子式食品货架寿命指示装置、爱森屠宰生产线上信息读取设备、猪肉产品质量全程跟踪与可追溯软件系统等系列产品设备, 相关产品可应用到政府职能部门和养殖场等单位。

开发了一批食品及农产品中化学农药残留高通量、多残留快速检测技术, 研制了便携式一体化检测技术产品, 为打造中国食品安全快速检测平台提供了技术产品保障。

## 四、先进农业设施与装备技术

研制的大型人造板连续平压机, 显著提升了木竹加工制造的技术水平, 解决了人造板平压机核心部件的高精度制造、耐温、耐磨、抗压等精密制造问题, 实现了对系统关键点的毫秒级监测与控制, 并保证关键液压部件高速响应。使用大型人造板连续平压机能极大提高产品质量, 降低能耗和木竹材原料的使用量, 产品优良率提高 40%, 生产效率提高 25%。

研制了智能控制自走式采棉机、自走式仿形棉花打顶设备。解决了因地表不平、土壤松软、湿滑等原因造成的轮胎打滑、跑偏和行走困难等问题; 解决了棉花种植生产中打顶和采摘环节占用劳动量大、关键重大装备依赖进口等问题, 降低了种植成本, 提高了产量和质量。

## 五、农业生境控制技术

研发了矿物保水肥及高淀粉保水剂, 取得了一批具有自主知识产权的保水剂生产技术。矿物质保水剂产品具有吸液倍率高、保水能力强、抗盐性好、凝胶强度大、生产成本低等特点。开发的营养型抗旱保水剂系列产品具有保水、减蒸、促苗、壮根、改土等多种功效, 小麦平均增

产 10%以上。多功能保水制剂的年产量已超过 2 万吨，并在国外市场销售。

突破了单一或复合污染的环境修复技术，农药及持久性有机污染物的微生物高效降解技术、重金属原位钝化和植物-微生物联合控制修复技术、水产养殖环境污染的高效生物净化技术。

## 第九节 现代交通技术

### 一、汽车前沿技术

#### ◎ 整车开发

乘用车开发。研制出 ESP 和 EPS 等底盘电控系统性能评价和试验测试复验技术，建立了虚拟样机和动态仿真等整车碰撞安全技术，具备 CNCAP 四星以上的开发能力。

#### ◎ 动力总成

轿车缸内直喷汽油机。研制出发动机结构优化、整机集成与标定、电控系统和 OBD 诊断等技术，整机节油 15%以上，动力性能提高 15%，满足国 IV 排放标准。

轿车柴油机。研制出 DPF 产品，整机排放满足国 V 标准，燃油消耗率降低 30%。

商用车柴油机。研制出电控高压共轨系统，形成了活塞、活塞环组和缸套组合的优化技术，建立了国 IV 催化器产品的性能验证系统和量产工艺。

#### ◎ 共性技术

数据库建设与应用：搭建了整车、发动机、底盘等各总成的 Benchmark 数据系统，实现了数据系统在车型开发中的应用。开发出典型汽车道路谱统计测量及应用软件，实现了虚拟路面再造和汽车动力学仿真分析等功能。

#### ◎ 节能与新能源汽车技术

“十一五”期间共形成燃料电池汽车、混合动力汽车、纯电动汽车动力系统技术平台 13 个，已有 500 多个整车产品列入车辆生产企业及产品公告。形成 6 ~ 100Ah 多个系列的车用镍氢和锂离子动力蓄电池，3 款轿车及客车用燃料电池发动机，锂电池功率密度提升到 2 500 瓦 / 公斤以上，基本满足整车需要。

全国共有 25 个城市加入“十城千辆”节能与新能源汽车示范推广工程，50 多家企业的 184 个车型进入《节能与新能源汽车示范推广应用工程推荐车型目录》，各地示范运行各类电动汽车

超过1万辆,示范运行里程超过2亿公里,累计载客90亿人次以上。电动汽车关键技术总体水平和应用规模位于国际前列。

围绕以纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车以及电池、电机、电控关键零部件技术为主体的“三纵三横”电动汽车研发布局,组织国内上百家产学研单位进行大规模、有计划、高强度的电动汽车前沿技术攻关,完成了中国电动汽车产业前期技术的原始创新和集成创新。

攻克了锂离子电池等先进车载能量系统技术、完成了氢-空气加压与中低压燃料电池发动机系统动力系统匹配技术、智能充电技术,整车智能控制和通信交互技术等一批纯电驱动汽车关键技术。建立了具有自主知识产权的以电电混合、平台结构和模块集成为技术特征的纯电动汽车和燃料电池汽车动力系统平台,带动奇瑞、比亚迪、长安、江淮、众泰、北汽、上汽、广汽、安凯等十几家汽车企业研发出多款纯电动汽车产品。

## 二、智能交通技术

北京奥运公共交通运营管理系统全面应用于北京道路公交系统,形成了应对突发交通事件的主动响应能力。广州市公交智能监控调度系统实现了公交车的卫星定位智能调度。

上海世博智能交通技术系统集成系统实现了枢纽客流集散诱导、道路流量调控、网络能力均衡、紧急事件处置等“点、线、面”智能交通技术的集成,形成了“综合、精确、便捷、实时”的交通信息服务能力,全市路网畅通率达80%以上,快速路网高峰时段平均车速52 km/h以上,枢纽平均换乘时间减少12%。



图 9-8 上海世博交通枢纽信息服务系统

## 三、其他交通技术

### ◎ 高速列车技术

2007年8月,科技部和铁道部签署了《中国高速列车自主创新联合行动计划》,总体目标是:把我国引进的250公里/小时高速列车通过自主创新提升至380公里/小时。三年多来,围绕高

速列车关键技术研究及装备研制，在以下十大关键技术方面取得了突破：低阻头型、传动制动、运行控制、走行架构、减振降噪、牵引供电、轻量车体、综合舒适、安全智能和运输组织。

#### ◎ CVT 无级变速箱技术

完成了 CVT 变速箱各项可靠性试验和工装样件认可工作，项目产品已搭载在奇瑞 A3/G3 等车型上，进入小批量试制生产阶段。

#### ◎ 城市轨道交通的列车运行控制系统

完成了城市轨道交通基于通信的列车运行控制系统的系统体系结构、技术规范 and 关键技术的研究，在国内首次采用无线与波导管结合通信方式实现城市轨道交通运行控制的地-车双向、大容量信息传输；首次在国内实验室建立了一套基于通信的城市轨道交通运行控制的综合仿真与测试系统；研制出一套具有自主知识产权和国际先进水平的基于通信的列车运行控制系统。

#### ◎ 中低速磁悬浮交通技术及工程化应用

自主研发攻克了中低速磁悬浮交通的系统技术，建设了 1.547 公里中低速磁浮交通唐山工程化试验示范线（含道岔），研制出一列两辆编组的实用型中低速磁浮列车，实现列车最高试验时速 105 公里，可顺利通过 70‰坡度和 100 米半径曲线，列车运行平稳，已在试验线上安全运行 5 万公里。

## 第十节 地球观测与导航技术

### 一、地球观测技术

#### ◎ 卫星遥感系统

研制的高精度敏捷小卫星平台，与高空间分辨率遥感器结合，可实现多模式、多条带高空空间分辨率成像，显著提高了高空间分辨率遥感数据获取效率和卫星遥感快速反应能力；研制成功世界第一台全尺度静止轨道毫米波大气温度探测仪，技术指标达到国际先进水平，能够实现对大气温度廓线的多通道垂直探测和云层内部信息获取，对台风、暴雨等灾害性天气现象连续观测及气候变化研究具有重要应用价值；研制的静止轨道 CCD 相机在国内首次实现高时间分辨率和较高空间分辨率的结合，相机地面像元分辨率为数十米，时间分辨率数十秒，仅需 3 小时即可完成全国范围的遥感成像。

### ◎ 航空遥感系统

研制成功合成孔径雷达 (SAR)、高光谱相机和 CCD 相机等多部高性能航空遥感器以及与其相匹配的高效、精准、快速的遥感数据处理与分析系统,建立了多套可业务化运行的高、中、低空轻小型有人/无人航空遥感系统;中国研制的第一部能够满足 1:1 万比例尺测图精度要求的高效能航空 SAR 已投入运行,成果直接服务于中国“西部测图”工程;高精度轻小型航空遥感系统可满足 1:500 比例尺测图精度要求,可广泛应用于大比例尺测绘、重大自然灾害管理和数字城市建设等。

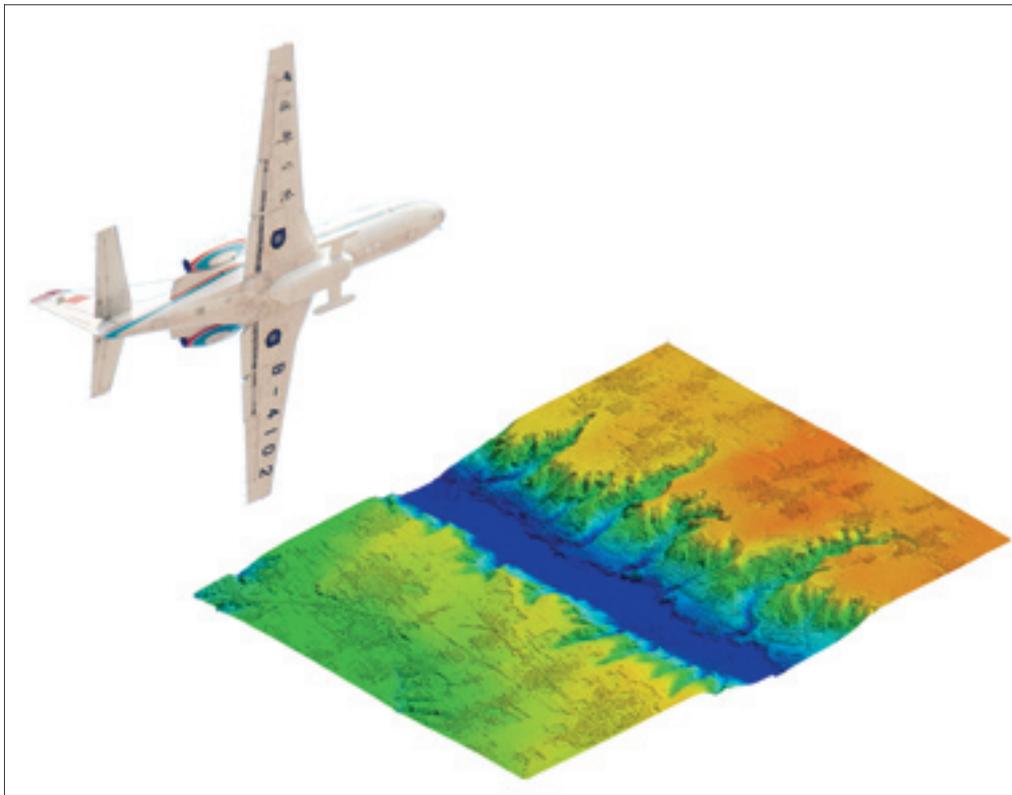


图 9-9 高效能航空 SAR 遥感应应用系统获得的 DEM

### ◎ 遥感数据处理与应用

搭建了国内首个具有可伸缩性、可扩展性和可定制性的通用多源遥感数据处理公共平台和分布式数据处理服务系统,初步形成了由 3 个数据处理服务中心和 2 个应用示范系统构成的遥感数据处理与应用业务运行构架;建立的国家级统计遥感数据共享服务系统在第六次全国人口普查工作中发挥了重要作用;通过对南极地区地表、冰川、海冰等变化监测,成功绘制了全球首张 1:10 万比例尺全南极洲土地覆盖图,准确再现了南极地表覆盖分布情况。

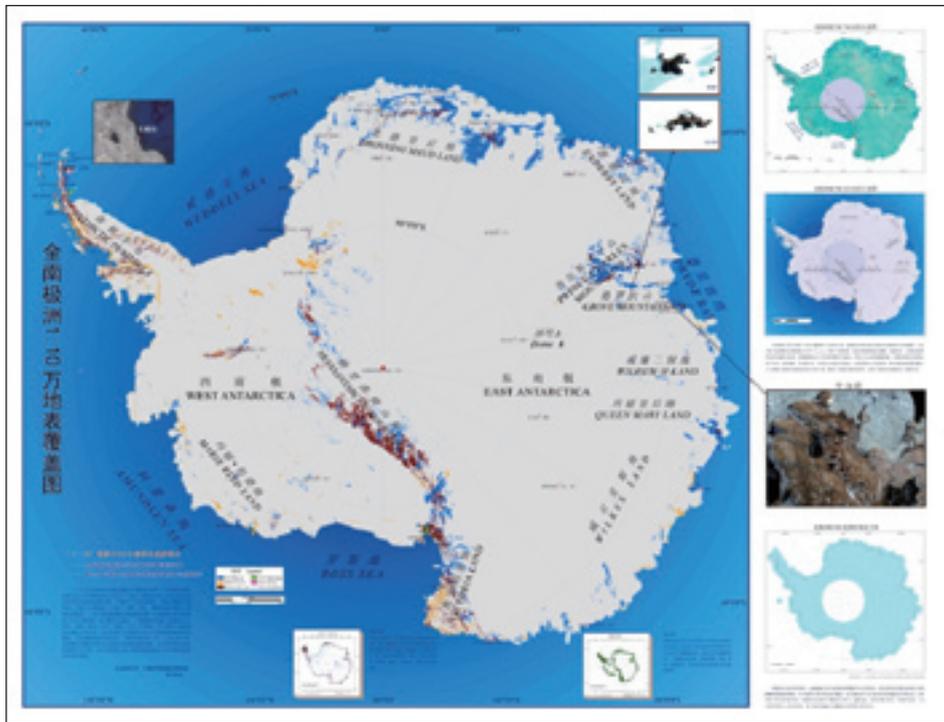


图 9-10 世界首张南极土地覆盖图

## 二、卫星导航技术

### ◎ 航空导航校验认证平台

自主研发的基于卫星导航（GNSS）的航空导航校验认证平台，已应用于中国民航飞行校验中心的校验业务，使中国跻身于世界少数有能力研制同类平台国家行列。

### ◎ 广域实时精密定位系统

广域实时精密定位系统完成在北斗试验系统安装测试，运行稳定性和定位精度进一步提高。通过增加广东、江苏省 CORS 基准站的观测数据，将这些区域的单频 GNSS 接收机定位精度提高到 0.5 米。

### ◎ 多模多频导航系统射频接收芯片

研制出 0.18 $\mu\text{m}$ -CMOS 多模多频导航系统射频接收芯片，该芯片不仅支持 GPS 系统，还支持中国的第二代北斗导航系统和欧洲的伽利略卫星导航系统。

### ◎ 电子地图

基于动态对等结构的开放式导航电子地图服务网络技术，初步建成了可覆盖全国 31 个省（自治区、直辖市）、1 840 个城市、2 847 个区县，导航道路总里程达到 224 万公里的全国导航电子地图服务示范系统，该系统提供全局统一的无缝电子地图服务，并可实现基于位置的实时获取与更新。

### 三、地理信息系统技术

#### ◎ BeyonDB 地理空间数据库管理系统

研发的 BeyonDB 地理空间数据库管理系统，突破了规模可伸缩空间数据模型、高安全级空间数据管理、矢栅一体化处理引擎、空间查询优化、大用户量并发控制等核心技术，已在国家级测绘部门得到成功应用，有效增强了业务系统的自主性和安全性，实现了从操作系统到数据库再到 GIS 前端的全国产化地理空间数据管理模式。

#### ◎ 网格地理信息系统软件的行业重大应用

研发的高性能网络地理信息系统软件平台（Map GIS Grid）突破了网格环境下海量空间数据存储、空间目录索引、空间事务管理等核心技术，构建了中国地质调查信息网格，并应用于地调行业信息服务与资源潜力评价方面；建立了苏州数字城市网格空间信息应用平台，实现了由网格平台和应用系统构成的数字城市建设的新模式。

#### ◎ 三维 GIS 应用于城市规划管理业务

研发的三维 GIS 平台软件（GeoScope）面向地上地下与室内外三维立体环境，为大规模三维空间数据整合、管理、分析、可视化和综合应用提供完整的解决方案，并在武汉建立了城市规划管理业务运行系统。

