

2012 年度中国重大科学、技术和工程 进展

朱宇¹, 陈广仁¹, 苏青^{1,2}

1. 《科技导报》编辑部, 北京 100081
2. 中国科学技术出版社, 北京 100081

摘要 本着分门别类、本刊推荐、专家遴选、宁缺毋滥、叙述事实的原则, 从国内外重要学术期刊和科技新闻媒体刊载的重大国内科技新闻中, 按科学、技术和工程 3 个类别, 由《科技导报》编辑部遴选、推荐候选条目, 经《科技导报》编委等专家投票推选出 2012 年度中国重大科学、技术和工程进展 30 项。(1) 2012 年度中国重大科学进展 10 项: 揭示 TAL 效应蛋白特异性识别 DNA 结构基础; 天然产物靶向特异蛋白治疗白血病的转化医学研究获重要进展; 可扩展量子信息处理取得系列重要进展; 贵金属/稀土纳米结构及其功能调控研究获重要进展; 发现营养匮乏引发细胞自噬分子机制; 激光等离子体实验验证太阳冕区物质喷射形成机制; 研制出具有靶向肿瘤并使之可视化的磁铁蛋白纳米粒; 利用一种倒置结构提高聚合物太阳能电池的能量转换效率; 缺中子核质量精确测量显示 IMME 公式失效; 纳米反应器中催化环氧乙烷水合制乙二醇。(2) 2012 年度中国重大技术进展 10 项: 中国首架自主研发海监无人直升机投入使用; 全球首款手机用石墨烯电容触摸屏研制成功; 中国首座深水钻井平台开钻; 中国新一代大推力火箭发动机研制成功; 中国首台“光钟”研制成功; 中国首个太阳能热发电站运行; 高原高铁隧道施工攻克世界性难题; 大亚湾反应堆中微子实验站全面建成并运行; 首次实现中国近海 60 余万 km² 全覆盖勘测; 世界首台数字化正电子发射断层成像仪问世。(3) 2012 年度中国重大工程进展 10 项: “嫦娥二号”深空飞越探测小行星; “天宫一号”与“神舟九号”首次自动交会对接, 中国航天员首次访问在轨飞行器; “蛟龙号”载人潜水器 7000m 级海试成功; 中国第一代中继卫星系统正式建成; 中国第 3、第 4 大水电站相继并网发电; 中国全天时全天候环境遥感监测系统建成; 中国首艘航母“辽宁舰”交付入列, 歼-15 舰载机成功起降; 中国高铁全球领先; 亚洲最大射电望远镜落成; 运-20 成功进行滑行试验。

关键词 中国; 科学; 技术; 工程; 重大进展

中图分类号 N1 **文献标志码** A **doi** 10.3981/j.issn.1000-7857.2013.03.001

Major Advances of Science, Technology and Engineering in China in 2012

ZHU Yu¹, CHEN Guangren¹, SU Qing^{1,2}

1. Editorial Department of *Science and Technology Review*, Beijing 100081, China
2. China Science and Technology Press, Beijing 100081, China

Abstract Based on the event every year for selecting the annual important advances about science, technology and engineering held by our publishing house, with the same principles of evaluating within each branch, putting quality before quantity, and giving facts in time order, 10 important scientific achievements, 10 important technological achievements and 10 important engineering achievements in China in 2012 were selected from a lot of scientific news in *Science and Technology Review*, other key academic journals and scientific newspapers. These achievements were introduced by the Editorial Department of *Science and Technology Review*.

Keywords China; science; technology; engineering; major advance

0 引言

《科技导报》2004 年始连续 9 年遴选发布中国年度重大

科学、技术与工程进展^[1-10]。从国内外重要学术期刊和科技新闻媒体所刊载的有关国内科技新闻中, 对 2012 年中国重大科

收稿日期: 2013-01-10, 修回日期: 2013-01-22

作者简介: 朱宇, 副编审, 研究方向为科技出版, 电子邮箱: zhuyu@cast.org.cn

学、技术和工程进展进行盘点。在《科技导报》编辑部遴选、推荐、30项重大科学进展、55项重大技术进展、32项重大工程进展候选条目的基础上,由《科技导报》编委、审稿专家等投票推选出2012年度中国重大科学进展10项、重大技术进展10项、重大工程进展10项。各项进展按学术期刊或科技媒体发表时间排序。

遴选2012年度中国重大科学、技术和工程进展遵循下述原则^[1-10]:(1)分门别类:各项进展分别按“科学”、“技术”、“工程”进行分类遴选;(2)本刊推荐:《科技导报》编辑部从学术期刊、科技媒体正式报道或中国政府部门公开发布的全年重大科学、技术和工程进展中,遴选、推荐出30项重大科学进展、55项重大技术进展、32项重大工程进展作为候选条目;(3)专家遴选:将重大科学、技术、工程进展候选条目及其相关信息,通过电子邮件发送《科技导报》院士作者、全体编委、部分审稿专家投票遴选,各类进展得票最多的前10项候选条目被确定为2012年度中国重大科学、技术、工程进展;(4)宁缺毋滥:遴选出的各项重大科学、技术、工程进展尽量能得到科技界比较广泛的认同;(5)以时有序:各项重大进展必须是2012年1月1日至2012年12月31日期间报道、发表或公布的,并按报道、发表或公布的时间排序;(6)叙述事实:尽量客观地描述各项进展的成就和影响。

1 2012年度中国重大科学进展(10项)

1.1 揭示TAL效应蛋白特异性识别DNA结构基础

TAL效应蛋白是植物致病菌 *Xanthomonas* 通过 III 型分泌系统注入植物细胞内的一类蛋白质因子。它的 DNA 结合结构域不同于其他已知的 DNA,独特的 DNA 序列识别特性、灵活的可组装性极大方便了在分子生物学中的应用。基因组特别是高等生物基因组定点改造一直是生物学研究中的一个难题。清华大学颜宁、施一公研究团队及美国普渡大学朱健康团队合作研究了一个经过改造的 TAL 效应蛋白 dHax3,获得未结合 DNA 的 dHax3 在 2.4Å、与 DNA 结合的复合物在 1.85Å 的 2 个高分辨率晶体结构,显示出 TAL 效应蛋白的重复单元组成的螺旋-环-螺旋结构,并围绕 DNA 呈右手螺旋状排列(图1)。研究结果揭示了 TAL 效应蛋白特异性识别 DNA

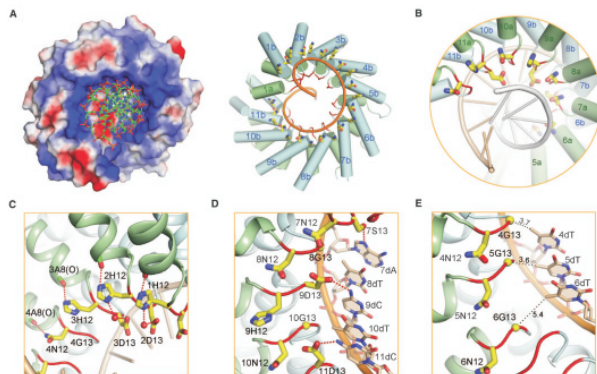


图1 TAL效应蛋白重复单元的DNA识别(图片来源:Science)

的机理;结构显示出 RVD 2 个残基中只有第 2 位的氨基酸才能与碱基特异识别;展示了 TAL 效应蛋白类似于弹簧的伸展性。这些结构信息提供了 TAL 效应蛋白的改造基础,拓宽了 TAL 效应蛋白在生物技术的应用前景。相关论文发表在 2012 年 2 月 10 日出版的 *Science* [335(6069):720~723]^[11]。

1.2 天然产物靶向特异蛋白治疗白血病的转化医学研究获重要进展

急性髓系白血病(AML)是一组异质性血液肿瘤,其中多数 AML(如具有 t(8;21)(q22;q22)染色体易位的 M2 型 AML)患者不能长期无病生存。利用天然化合物特异诱导白血病细胞分化和凋亡,发现其活性靶标,是肿瘤研究的重要热点之一。上海交通大学医学院医学基因组学国家重点实验室陈竺、陈赛娟研究团队与合作者的前期研究证实,冬凌草甲素可选择性地诱发 t(8;21)白血病细胞凋亡,并引发因 t(8;21)导致的 AML1-ETO 肿瘤融合蛋白发生降解,但其潜在机理尚不清楚。新近研究显示,冬凌草甲素可与谷胱甘肽和硫氧还蛋白/硫氧还蛋白还原酶相互作用,增加细胞内活性氧,进而活化 t(8;21)细胞中促凋亡的半胱氨酸蛋白酶-3,并可结合 AML1-ETO,通过半胱氨酸蛋白酶-3 使其在天冬氨酸 188 处发生酶裂解,生成截短形式的 AML1-ETO(Δ AML1-ETO),同时阻止其进一步水解。 Δ AML1-ETO 可与 AML1-ETO 相互作用,并干扰剩余 AML1-ETO 肿瘤蛋白的反式调节功能,作为肿瘤抑制剂介导了冬凌草甲素的抗白血病效应。冬凌草甲素还可以抑制 c-Kit+ 白血病起始细胞的活性(图2)。相关论文发表在 2012 年 3 月 28 日出版的 *Science Translational Medicine* [4(127):ra38]^[12]。

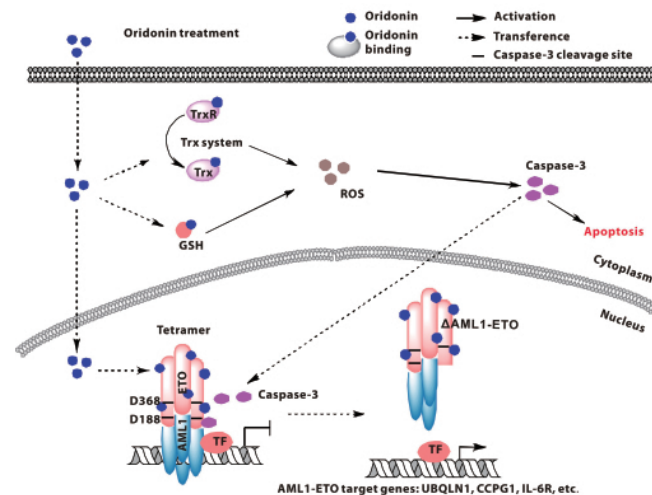


图2 冬凌草甲素治疗 AML1-ETO⁺白血病工作机制示意(图片来源:Science Translational Medicine)

此外,过氧化还原酶(Prxs)被广泛认为是诸如癌症等重要疾病的潜在治疗靶点,但同型特异的抑制剂尚待开发。上海交通大学医学院细胞分化与凋亡教育部重点实验室陈国强团队与合作者研究表明,从腺花香茶菜叶中分离出来的双

萜化合物腺花素可以诱导多种类型的 AML 细胞分化(图 3)。研究发现,腺花素可直接靶向 Prx I 和 Prx II 保守的半胱氨酸,抑制其过氧化物酶活性。因此,细胞内 H_2O_2 的增加导致了细胞外信号调控激酶的活化和 CCAAT/增强子结合蛋白 β 转录的增加,促进腺花素诱导的分化。研究显示,腺花素能使 AML 小鼠体内的白血病细胞分化,清除白血病祖细胞,延长对维甲酸敏感和耐药的 AML 老鼠的存活时间。腺花素是目前已知的第一个可用于研发 Prx I 和 Prx II 靶向治疗药物的先导天然化合物,靶向 Prx I 和 Prx II 可能成为白血病诱导分化治疗的新途径。相关论文发表在 2012 年 5 月出版的 *Nature Chemical Biology* [8(5):486~493]^[13]。

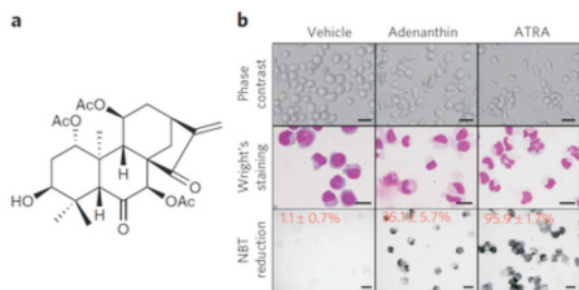


图 3 腺花素分化诱导全反式维甲酸敏感的 NB4 细胞 (图片来源: *Nature Chemical Biology*)

1.3 可扩展量子信息处理取得系列重要进展

中国科学技术大学微尺度物质科学国家实验室(筹)潘建伟研究团队,利用自主发展的高亮度、高纯度量子纠缠源技术,首次实现了 8 光子薛定谔猫态(图 4),刷新了其保持的世界纪录。相关论文发表在 2012 年 4 月出版的 *Nature Photonics* [6(4):225~228]^[14]。同时,他们利用 8 光子纠缠簇态,首次实验实现了拓扑量子纠错,证明拓扑编码可以显著减少量子比特错误率,显示出容错量子信息处理的强大能力。相关论文发表在 2012 年 2 月 23 日出版的 *Nature* [482(7386): 489~494]^[15]。他们发展了高精度的时间同步技术,与中国科学院上海技术物理研究所、光电技术研究所等合作发展了高精度的光跟瞄技术。首次实现百千米量级自由空间量子隐形传态和

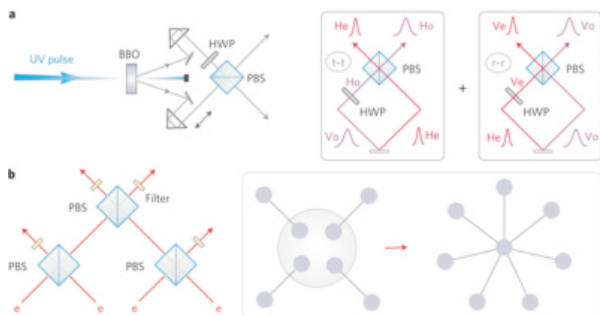


图 4 8 光子薛定谔猫态实验方案 (图片来源: *Nature Photonics*)

双向纠缠分发,通过地基实验,证明实现基于量子卫星的全球量子通信网络的可行性。相关论文发表在 2012 年 8 月 9 日出版的 *Nature* [488(7410): 185~188]^[16]。在 2012 年 5 月 11 日出版的美国物理学会刊物 *Reviews of Modern Physics* [84(2): 777~838]^[17]上,潘建伟等撰写了长达 62 页的相关综述文章。

1.4 贵金属/稀土纳米结构及其功能调控研究获重要进展

北京大学化学与分子工程学院张亚文、严纯华团队合作,在贵金属/稀土纳米结构及其功能调控研究中取得了系列重要进展,相关论文发表在 *Journal of the American Chemical Society* [134 (50):20479~20489, 134 (6):3255~3264, 133(11): 3816~3819]^[18~20]; *Angewandte Chemie International Edition* [50 (51):12330~12334]^[21]; *Chemistry—A European Journal* [18(39): 12222~12226, 18(3):777~782, 17(29):8033~8038]^[22~24]; *Chemical Communications* [48(4):543~545]^[25]。围绕铂钯双金属纳米晶的表面结构调控,探索了液相合成过程中不同小分子或离子对纳米颗粒外露晶面的选择吸附作用。对于铂钯双金属纳米颗粒,发现草酸根离子稳定其{111}晶面,可用于高效合成纳米 4 面体;溴离子和碘离子稳定其{100}晶面,可用于高效合成纳米立方体。铂钯双金属纳米颗粒的甲醇电催化氧化活性、耐久性和抗 CO 中毒能力与其外露晶面间呈依赖关系^[20]。降低金属离子的还原速度有利于生成孪晶晶种,据此可制备铂钯纳米 20 面体。(111)孪晶晶界的存在使铂钯纳米 20 面体具有比铂钯 4 面体高数倍的甲醇电催化氧化活性^[25]。利用欠电势沉积和 Galvanic 取代反应,可以一步合成铂铜和铂钯铜纳米凹陷立方体。该纳米合金结构因外露大量高指数晶面,相比纳米立方体具有更高的甲醇电催化氧化活性^[23]。

由于金属钌具有与铂和钯不同的晶体结构、氧化还原势和吸附特性,钌基纳米晶的形貌控制是一个公认的难题。他们结合密度泛函理论计算,发展了温和的水热方法,首次实现了钌纳米晶的形貌调控。实验和理论模拟均证明钌纳米晶在水热反应中的形貌演化,是由草酸根离子在钌的不同晶面的选择性吸附能力及其热分解特性造成的。高收率得到了钌的超薄纳米三角板和帽式棱柱,并观察到钌纳米晶在表面增强拉曼光谱及 CO 甲烷化反应性与不同颗粒形貌间的关联性(图 5)^[18]。

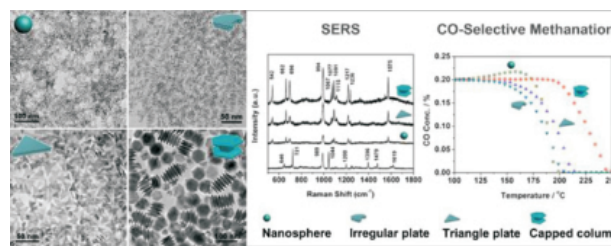


图 5 具有表面增强拉曼光谱性质和催化性质的钌纳米晶的可控合成及 DFT 计算 (图片来源: *Journal of the American Chemical Society*)

鉴于在此前沿领域的贡献,他们应邀与美国圣母大学化学与生物学系陶丰课题组一起为英国皇家化学学会刊物

Chemical Society Reviews 撰写了关于双金属纳米催化剂的液相形貌控制合成方法的指南性综述^[26]。

1.5 发现营养匮乏引发细胞自噬分子机制

细胞自噬是指细胞降解胞内自身的细胞结构或变性蛋白质的一种重要的生物学过程。受到外界压力时,例如饥饿,细胞会将细胞质的一部分包裹运输到溶酶体或液泡中对其进行降解,达到物质重新利用。细胞自噬功能异常可能导致许多包括癌症、神经退化性疾病的发生。厦门大学细胞应激生物学国家重点实验室林圣彩研究团队与合作者发现,乙酰化酶 Tip60 活性的激活是生长因子缺乏诱发的细胞自噬所必须的。在多细胞动物中,细胞的能量平衡依赖于细胞外生长因子。当 GSK3 因细胞失去生长因子而去抑制时,会通过磷酸化乙酰基转移酶 (TIP60) 的 86 位丝氨酸而激活 TIP60。活化的 TIP60 则直接乙酰化并激活自噬启动过程中的关键蛋白激酶 ULK1 (图 6)。在表达未能被 GSK3 磷酸化的 TIP60S86A 突变蛋白的细胞中,血清缺乏无法诱导自噬。在 *ULK1*^{-/-} 小鼠胚胎成纤维细胞中,回补无法被乙酰化修饰的 ULK1 突变体也无法恢复自噬。这些结果揭示了一个整合了蛋白质磷酸化和乙酰化的通路,将生长因子缺乏与自噬联系起来,阐明了细胞能量平衡的维持依赖于生长因子的分子机制。相关论文发表在 2012 年 4 月 27 日出版的 *Science* [336(6080):477~481]^[27]。

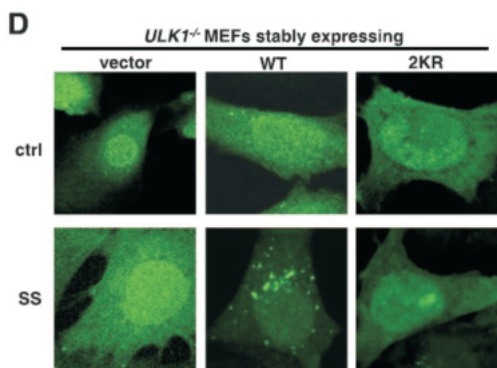


图 6 血清缺乏诱导自噬的 TIP60 介导乙酰化 ULK1 需求 (图片来源: *Science*)

与此同时,清华大学生物膜与膜生物工程国家重点实验室俞立研究团队与合作者,将酿酒酵母作为研究材料,通过对酵母的遗传分析,确认乙酰转移酶 *Esa1* 和去乙酰化酶 *Rpd3* 是细胞自噬水平的重要调控元件,并确认细胞自噬信号的核心组件 *Atg3* 是 *Esa1/Rpd3* 的作用底物。*Atg3* 通过其第 19 位和第 48 位赖氨酸 (K19, K48) 的乙酰化控制 *Atg3* 和 *Atg8* 的相互作用及 *Atg8* 的脂化,调控细胞自噬的发生。在饥饿诱导下,通过乙酰化酶 *Esa1* 和去乙酰化酶 *Rpd3* 在自噬体前体结构 (PASs) 上的定位及其与 *Atg3* 的相互作用,在空间和时间上调控 *Atg3* 蛋白的乙酰化水平,进而影响细胞自噬的发生。研究结果揭示了乙酰化如何通过修饰细胞自噬的核心元件从而调控细胞自噬发生的分子机制。相关论文发表在同期 *Science* [336(6080):474~477]^[28]。这 2 项研究分别发现了单

细胞生物酵母和多细胞动物在不同情形导致的能量失衡诱发细胞自噬的信号转导的分子机制,揭示了蛋白质乙酰化在各自信号通路中的重要性,表明蛋白质乙酰化修饰对细胞自噬调控是在进化上高度保守的。

1.6 激光等离子体实验验证太阳冕区物质喷射形成机制

利用特殊构型的激光等离子体产生的磁场重联过程,可以在强激光实验室里研究太阳和日地磁场活动。上海交通大学张杰领导的由中国科学院物理研究所董全力、中国科学技术大学陆全明等的联合团队,在中国科学院上海光学精密机械研究所高功率激光联合实验室的神光 II 号高能激光装置实验平台上,通过特殊的实验设计,针对太阳冕区物质喷射机制以及日地磁场重联过程特征进行了细致的实验研究。观察到的等离子体团的形成及其快速移动诱导产生的明亮脊状结构 (图 7),验证了关于太阳耀斑及太阳冕区物质喷射形成机制的理论;测量到的高能电子束幂律标度关系是太阳高能粒子产生和太阳磁场重联过程尤其是等离子体团形成之间的联系理论提供了重要证据;验证了理论预言的扇形喷流区和 3 个电子扩散特征区,这些特征正是磁重联理论所预言的磁重联区域特征和欧洲空间局人造卫星逐次观测到的日地磁场重联区特征,也是美国航空航天局 2014 年将要发射的 MMS 卫星簇的重要科学探测目标。相关研究论文发表在 2012 年 5 月 25 日出版的 *Physical Review Letters* [108: 215001]^[29]。

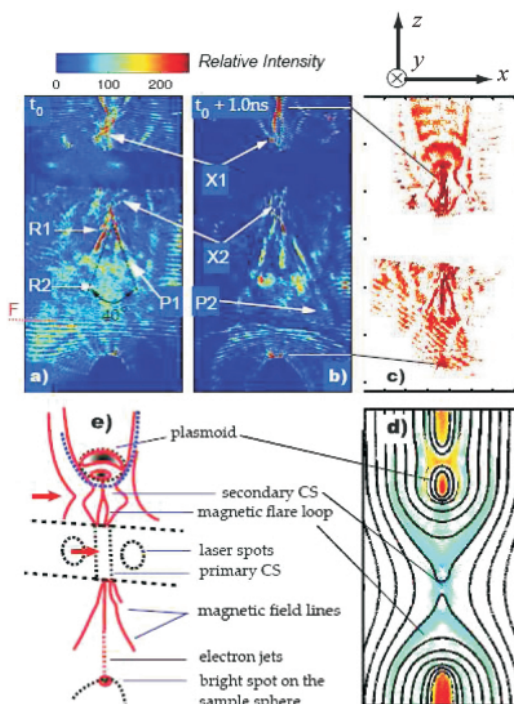


图 7 干涉方法得到的磁重联结构。图 (a)、(b) 分别对应于 t_0 和 t_0+1 时刻,电子耗散区位于 X1 与 X2 之间; (c) 为等离子体自发光图像; (d) 为粒子模拟结果; (e) 为对应图 (c) 的示意图 (图片来源: *Physical Review Letters*)

1.7 研制出具有靶向肿瘤并使之可视化的磁铁蛋白纳米粒

纳米颗粒通常需要在其表面修饰一些配体 (如抗体、多肽或小分子功能基团)使其获得识别肿瘤的能力,并由此用于肿瘤诊断和靶向治疗。但常规方法不仅操作复杂、配体昂贵,多重标记还会引起纳米粒聚集和非特异识别,降低检测灵敏度。中国科学院生物物理研究所阎锡蕴团队与地质与地球物理研究所潘永信团队合作,利用仿生学原理研制出磁铁蛋白纳米粒。这种具有壳/核独特结构的天然储铁蛋白,无须在其表面修饰任何配体,本身即具有靶向肿瘤并使其可视化的双功能,可直接用于肿瘤诊断(图8)。基于此,建立了肿瘤诊断新方法。通过对肝癌、肺癌、结直肠癌等9种474例临床常见肿瘤标本筛查,显示其用于肿瘤诊断的灵敏度达98%,特异性95%,均高于临床常用的免疫组化方法。这种纳米诊断新技术具有操作简便、稳定和经济的特点。相关论文发表在2012年7月出版的 *Nature Nanotechnology* [7(7):459~464]^[30]。

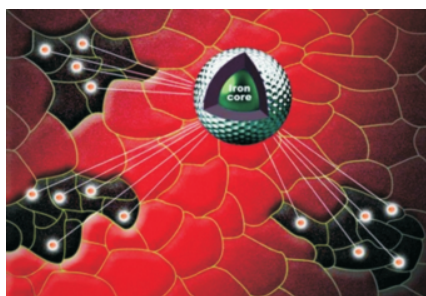


图8 铁蛋白纳米颗粒诊断肿瘤新技术示意 (图片来源:中国生物技术信息网)

1.8 利用倒置结构提高聚合物太阳能电池能量转换效率

聚合物-富勒烯异质结太阳能电池是当前研究热点之一。近期研究报道表明,这种太阳能电池的能量转化效率可以超过8%。华南理工大学发光材料与器件国家重点实验室曹镛和吴宏滨研究团队,利用一种倒置结构实现了能量转换效率达9.2%的聚合物太阳能电池,刷新了科学文献中此类器件能量转换效率的世界纪录。通过在氧化锡铟表面引入水(醇)溶性共轭聚合物,制备出可高效收集光生载流子的阴极,设计并实现了一种高效、新颖的倒置结构聚合物太阳能电池。研制的装置可同时实现高效光生载流子收集的欧姆接触、最优的太阳光子利用。相关研究论文发表在2012年9月出版的 *Nature Photonics* [6(9):591~595]^[31]。

1.9 缺中子核质量精确测量显示 IMME 公式失效

同位旋是强子的基本性质之一,是表征自旋和宇称相同、质量相近而电荷数不同的几种粒子归属性质的量子数。根据量子力学微扰理论,原子核同位旋多重态质量满足 IMME 公式。中国科学院近代物理研究所张玉虎等与合作者利用兰州重离子冷却储存环,以20~40keV精度测量了近质子滴线短寿命核素 ⁴¹Ti、⁴⁵Cr、⁴⁹Fe 和 ⁵³Ni 的质量,使用这些高精度数据首次在 fp 壳层对 IMME 公式进行了严格检验,发现

对于 $A=53, T=3/2$ 的同位旋多重态, IMME 公式失效(图9)。这一结果表明人们对原子核同位旋对称性及其破缺的认知的不完备性,由此激发对 $A>40$ 原子核质量及同位旋相似态能量进行更加精确的测量,并吸引对核层次中的同位旋对称性及其破缺的物理原因研究。相关研究论文发表在2012年9月7日出版的 *Physical Review Letters* [109:102501]^[32]。

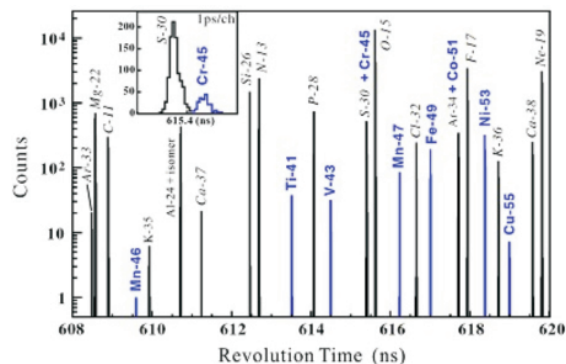


图9 回旋周期谱 (图片来源:Physical Review Letters)

1.10 纳米反应器中催化环氧乙烷水合制乙二醇

乙二醇(MEG)是一类重要的大宗化工中间体,传统生产过程采用环氧乙烷(EO)的直接水合。为了得到高乙二醇选择性,反应体系中需要过量的水(通常 $H_2O/EO>20$),反应液中乙二醇的浓度很低(10wt%),因此产品的蒸馏提纯是一个高能耗过程。中国科学院大连化学物理研究所李灿和杨启华研究团队发现,封装于氧化硅基纳米笼中的 $Co^{III}(\text{salen})$ 分子催化剂在环氧乙烷的水合反应中显示出协同耦合加速效应。在40℃、接近化学计量比(H_2O/EO 约为2)条件下,环氧乙烷转化率和乙二醇选择性均大于98%,反应体系中的乙二醇浓度约可高达74wt%,大幅降低了乙二醇蒸馏提纯能耗。采用封装方法制备的催化剂在宏观上是固体催化剂,因此纳米反应器中的催化兼具多相和均相催化之优点,可实现催化剂的分离和再循环利用。并避免了传统液体和固体酸催化过程的环境污染,是典型的绿色催化过程(图10)。相关论文发表在2012年11月12日出版的 *Angewandte Chemie International Edition* [51(46):11517~11521]^[33]。

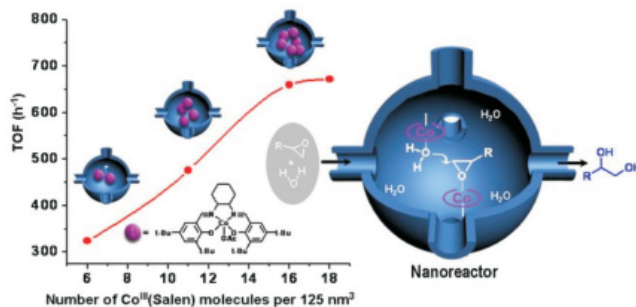


图10 纳米反应器中环氧乙烷催化水合制乙二醇绿色化学过程 (图片来源:中国科学院网)

2 2012 年度中国重大技术进展 (10 项)

2.1 中国首架自主研发海监无人直升机投入使用

各国研制的无人直升机主要服务于军队,属于敏感技术,进出口受到许多限制,国内急需的海监无人直升机应用处于空白。2012年1月6日报道^[34],华南理工大学研制出中国首架海监无人直升机(图11),并移交中国海监广东省总队使用。对于增加海上侦查违法违规目标的机动快速巡航能力、维护国家海洋权益具有非常重要的作用。

该直升机属于小型旋翼无人机,与固定翼无人机相比,不需要跑道、占用面积小,可以在船上垂直起降。其续航能力和抗风性能都很出色,配备了试制的专用减震云台,克服了机载图像拍摄过程中的抖动难题;飞机依靠卫星和惯性导航系统自主飞行、目标定位,通过搭载的摄像头、照相机、微波等视频和图像采集传输设备,进行实时空中图像和数据传播。地面站实现对飞机遥控指令的发送、飞行航线的规划、飞机状态信息的实时监测、机载设备采集信息(图像)的实时显示播放等功能。



图 11 中国首架自主研发海监无人直升机飞行
(图片来源:新京报)

2.2 全球首款手机用石墨烯电容触摸屏研制成功

2012年1月8日,江南石墨烯研究院等共同研发成功全球首款手机用石墨烯电容触摸屏。据上海科学技术情报研究所和厦门大学查新,该成果属国内首创,国外尚处于研发和概念机阶段。

现有手机触摸屏工作层不可缺少的材料是陶瓷材料氧化铟锡。氧化铟锡的缺点是价格高、用量大、易碎、有毒性(与铅毒可比)。石墨烯触摸屏的合成对环境无害,需要资源少,更重要的是它具有优异的柔韧性。该项目攻克了满足手机用触摸屏工艺要求的石墨烯薄膜制备技术难题,实现了大尺寸、高均匀、高导电、高透光的石墨烯薄膜的连续制备,展示了石墨烯薄膜透明电极材料独特的性能优势、良好的商业价值和广阔的市场前景。

2.3 中国首座深水钻井平台开钻

2012年5月26日,具有世界海洋石油钻井平台技术最高水平的中国首座自主设计建造的第6代深水半潜式钻井平台——“海洋石油981”(图12),首航离开外高桥造船厂,并



图 12 中国首座深水钻井平台于南海开钻
(图片来源:新华网)

顺利通过长江口深水航道驶往舟山^[36]。这是中国石油公司首次独立进行深水油气勘探开发,标志着中国海洋石油工业的深水战略迈出实质性步伐。

“海洋石油981”的最大作业水深3000m,钻井深度12000m,可在中国南海、东南亚和西亚等地进行海上油气田勘探和开发作业。首次开钻水域是在中国南海海域距离香港东南320km处,开钻井深1500m。目前,中国海洋石油工业勘探开发的海上油田水深普遍小于300m,大于300m水深的油气勘探开发处于起步阶段。

2.4 中国新一代大推力火箭发动机研制成功

中国现有的“长征二号”、“三号”和“四号”运载火箭的第一、二级设计差异不大,主发动机是20世纪60年代开始研制的YF-20发动机及其衍生代。YF-20发动机推力仅约75吨,是制约现有长征火箭运载能力的核心因素。2012年7月6日,中国航天科技集团六院历经10余年研发出中国首型拥有自主知识产权的120吨级液氧煤油高压补燃循环发动机。这是新一代无毒无污染、高性能、高可靠的大推力动力装置,将是今后探月工程、空间实验室乃至深太空探索等的动力基础,也是目前中国推力最大的火箭发动机^[37]。

2012年7月29日11:20,在中国航天科技集团六院发动机实验基地,中国新一代大推力火箭发动机点火试验成功(图13),在约200s时间里,经受了超过3000℃高温考验,为长征5号火箭的发射及按预期时间的首飞迈进新的一步^[38]。



图 13 新一代大推力火箭发动机点火试验成功
(图片来源:中国新闻网)

120 吨级液氧煤油发动机的研制成功,填补了中国补燃循环发动机的技术空白,使中国成为继俄罗斯之后第二个掌握高压补燃循环液氧煤油发动机技术的国家,实现了从常规有毒推进剂开式循环液体推进技术到绿色无毒推进剂闭式循环液体推进技术的跨越。

2.5 中国首台“光钟”研制成功

2012 年 7 月 14 日,中国科学院武汉物理与数学研究所高克林研究团队,经过 10 年努力,突破了系列关键技术,成功研制出中国首台基于单个囚禁钙离子“光钟”(图 14)^[9],成为世界上除美、德、英、加拿大、奥地利和日本外掌握此项技术的国家,有望为中国在世界时间标准的定义上争得一定话语权。

目前通用“秒”的定义是以原子在微波波段上的跃迁为标准的,而“光钟”是利用原子在光波波段上的跃迁为标准的。由于光学频率比微波频率高 4~5 个数量级,因此在相同跃迁谱线线宽条件下,光钟的不确定精度将优于微波钟 100~1000 倍。此外,“光频标”技术不仅能提高计时精度,还能优化精密仪器制造、卫星定位等技术。

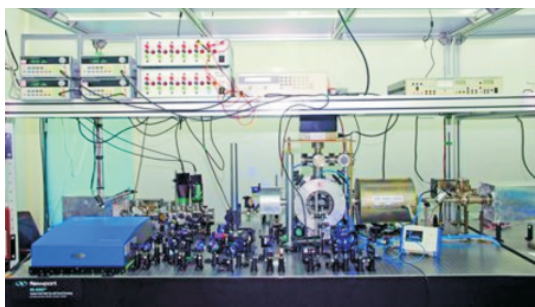


图 14 中国科学院国家授时中心铯原子光钟实验室
(图片来源:人民日报海外版)

2.6 中国首个太阳能热发电站运行

中国科学院电工研究所太阳能热发电实验电站(图 15),于 2012 年 8 月 16 日全系统贯通,首次太阳能发电实验获得成功^[10],并于 11 月 14 日发电机正式运行^[41]。这是中国太阳能热发电领域的重大自主创新成果,标志着中国成为继美国、德国、西班牙之后,世界上第 4 个掌握集成大型太阳能热发



图 15 八达岭太阳能热发电实验电站
(图片来源:中国科学报)

电技术的国家。该项目的实施,使中国掌握了完全自主知识产权的太阳能塔式热发电技术,步入世界先进行列。

太阳能热发电项目为 863 计划重点项目,2007 年 1 月实施以来,开展了太阳能热发电系统集成技术、全厂控制技术、高精度低成本定日镜技术、高可靠性吸热-传热-蓄热技术等关键技术研究,建成了定日镜光学性能试验平台,研制成功中国首台太阳能热发电站仿真机,建立了中国第一个具有完全自主知识产权的塔式太阳能热发电站——八达岭太阳能热发电实验电站。发电站年发电量约达 195 万 kW·h,与传统火力发电站比较,每年可节约标准煤 663 吨,减少 CO₂、SO₂、粉尘颗粒等有害气体和物质排放。

2.7 高原高铁隧道施工攻克世界性难题

祁连山隧道是目前世界上海拔最高、里程最长、建设标准最高的高速铁路隧道(图 16)。隧道穿越的碎屑流地质(俗称“地下泥石流”),是中国铁路隧道施工首次遭遇的特殊地质。祁连山隧道出口斜井的最大涌水量达到 10.5 万 m³/d,在世界铁路建设史上属罕见,被列为全线头号重难点控制工程。

祁连山隧道全长 9.49km,跨越青海、甘肃两省,是兰新铁路第二双线的重要组成部分。管区海拔 3600~4300m,是典型的高寒缺氧地区,空气氧气含量仅为内地的 60%。2012 年 9 月,中铁二十局集团在施工中成功地攻克了碎屑流这一世界性施工难题,标志着中国高铁技术已走在世界前列^[42]。

兰新铁路第二双线是国家重点铁路建设项目,全长 1776km,是中国首条在高海拔地区修建的时速超过 200km 的高速铁路,预计 2014 年初全线贯通。



图 16 祁连山隧道入口(图片来源:中国建筑新闻网)

2.8 大亚湾反应堆中微子实验站全面建成并运行

2012 年 10 月 19 日,大亚湾反应堆中微子实验站(图 17)的全部 8 个中微子探测器正式运行取数,标志着实验站的全面建成^[43]。此后,实验站将持续运行 3~5 年,把中微子混合角 $\sin^2 2\theta_{13}$ 的测量精度提高了 4 倍,并开展反应堆中微子能谱测量等相关研究。 θ_{13} 是自然界的基本参数。精确的 θ_{13} 测量值将为今后的中微子物理、天体物理、宇宙学等前沿科学研究提供精确的初值输入,对基本粒子物理的大统一理论、寻找与鉴别新物理等具有重要意义。这将是中微子实验继 2012 年 3 月 8 日在国际上首次发现中微子的第 3 种振荡模式(对应于



图 17 大亚湾反应堆中微子实验站全面建成
(图片来源:中国科学院高能物理研究所)

θ_{13}),并精确测得其振荡几率后的又一重要科学贡献。

在大亚湾中微子实验之前,国际上对 θ_{13} 的理论预言相差很大,且实验上也未在直接搜寻中发现 θ_{13} 振荡的证据,因此国际上普遍认为测量 $\sin^2 2\theta_{13}$ 的灵敏度应达到 0.01。中国科学院高能物理所的科学家创新性地提出了实验精度最高的大亚湾反应堆中微子实验方案。实验站建设过程中,敏锐地捕捉了 θ_{13} 可能较大的迹象,在国际上首次发现了新的中微子振荡模式,并精确测量到其振荡几率。

2.9 首次实现中国近海 60 余万 km² 全覆盖勘测

中国调查规模最大、涉及学科最全、采用技术手段最先进的国家综合性专项——中国近海海洋综合调查与评价专项(908 专项),2012 年 10 月 26 日通过总验收^[44]。通过 908 专项的实施,获取了中国大陆海岸线长度及海岛数量等的高精度实测数据,获得了准同步、全覆盖的中国近海海洋环境基础数据,查明了中国海洋能等新兴海洋资源分布及可开发潜力,实现了对中国近海 60 多万 km² 的全覆盖勘测。

908 专项包括近海海洋综合调查、综合评价和数字海洋信息基础框架构建三大任务,采用目前世界先进的海洋调查仪器设备,动用船只 500 余艘,航程 200 多万 km,海上作业约 2 万天,完成水体调查面积 102 万 km²、海底调查面积 64 万 km²、海岛海岸带卫星遥感调查面积约 152 万 km²、航空遥感调查面积约 9 万 km²,基本摸清中国近海海洋环境资源状况,更新了我国近海海洋基础数据和图件,构建了我国数字海洋信息基础框架,提出了有关中国海洋开发、环境保护和管理政策的系列建议。

2.10 世界首台数字化正电子发射断层成像仪问世

2012 年 12 月 10 日,华中科技大学光电国家实验室(筹)谢庆国团队,成功研发出世界首台数字化正电子发射断层成像仪(PET)(图 18),实验证实了在空间分辨率上的重大突破^[45]。该数字 PET 的空间分辨率优于 1.5m,可检测到不到 4mm³ 的病灶,仅为目前商用 PET 能够发现的最小肿瘤的 1/20,有助于更早、更灵敏地发现肿瘤、诊断癌症。

2001 年以来,谢庆国团队发明了多电压阈值采样方法,成功获得了足够信息的采集,准确得到了待测量的“信号”,实现了精确的图像重建,进而完成了从数字 PET 理论发现,



图 18 世界上第一台数字化正电子发射断层成像仪
(图片来源:中国科学报)

到关键探测器工业化生产,到商业机装配与动物成像试验的整个研发过程。分辨率上任何一点进步,在医学上都是革命性突破;数字 PET 能使 PET 系统性能提升到一个新境界,可以更早检测和更准确诊断出疾病。

3 2012 年度中国重大工程进展(10 项)

3.1 “嫦娥二号”深空飞越探测小行星

2012 年 4 月 15 日,“嫦娥二号”受控飞向距离地球大约 1000 万 km 深邃的太阳系空间,开展对 4179 号小行星 Toutites 的飞越与交会实验。

4179 号小行星长约 4.6km、宽约 4.6km,距离地球仅约 700 万 km,被美国宇航局收入“潜在危险小行星名单”。

6 月 1 日,“嫦娥二号”受控变轨,进入飞往小行星的转移轨道。

12 月 13 日,“嫦娥二号”卫星成功受控飞抵距地球约 700 万 km 远的深空。16:30'09”,“嫦娥二号”与 4179 号小行星以 10.73km/s 的相对速度擦身而过,最近相距 3.2km,交会时星载 CCD 照相机对小行星进行光学成像,实现国际上首次对该小行星近距离探测。

“嫦娥二号”于 2010 年 10 月 1 日成功发射升空,10 月 6 日进入距月球表面约 100km 高度、周期约 12h 的绕月轨道,成功获取月球影像数据(图 19)。“嫦娥二号”2011 年 6 月 9 日受控飞离月球轨道,2011 年 8 月 25 日进入拉格朗日 L2 点环绕轨道。飞越 4179 号小行星后,“嫦娥二号”正向更远的深空飞行^[46-48]。



图 19 “嫦娥二号”7m 分辨率全月球影像图
(图片来源:国防科技工业局)

3.2 “天宫一号”与“神舟九号”首次自动交会对接,中国航天员首次访问在轨飞行器

2012年6月16日,“神舟九号”飞船搭载中国航天员景海鹏、刘旺、刘洋(女),利用“长征二F遥九”运载火箭成功发射飞向太空。“长征二号F遥九”火箭点火发射后,飞行约585s,箭船分离,“神舟九号”飞船进入近地点约200km、远地点约330km的初始轨道。

6月17日01:30,“神舟九号”进行首次变轨,经过4次变轨后成功进入距地面高度约343km的近圆轨道,与“天宫一号”处在相同轨道面的交会对接点上。

6月18日11:47,“神舟九号”转入自主控制状态。14:01,“神舟九号”飞抵距“天宫一号”30m停泊点,随后,“神舟九号”以约0.2m/s的相对速度向“天宫一号”缓缓靠拢。14:07,“神舟九号”与“天宫一号”对接环轻轻接触,经过捕获、缓冲与校正、拉回、锁紧等技术动作,“神舟九号”与“天宫一号”建立刚性连接,形成组合体。14:14,“天宫一号”与“神舟九号”成功实现自动交会对接。16:05,航天员景海鹏顺利开启“神舟九号”轨道舱舱门,进入对接通道。17:06,在刘旺协助下,景海鹏成功开启“天宫一号”实验舱舱门,3名航天员进入“天宫一号”实验舱。组合体在轨运行期间,由“天宫一号”负责组合体控制与管理,3名航天员在“天宫一号”开展多项空间科学实验和技术试验活动。

6月28日,“神舟九号”实施首次手控撤离,与相拥数天的“天宫一号”告别。

6月29日10:00,“神舟九号”飞船返回舱成功降落在内蒙古中部主着陆场预定区域,航天员景海鹏、刘旺、刘洋平安着陆(图20)。

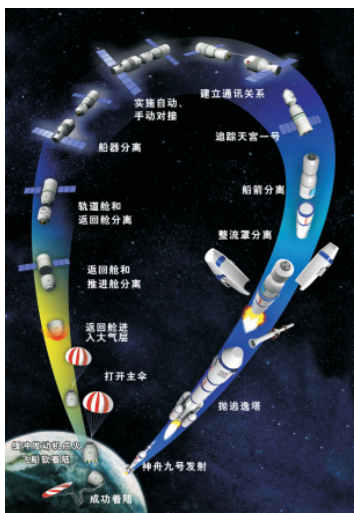


图20 “神舟九号”与“天宫一号”交会对接过程示意
(图片来源:新华社)

“天宫一号”目标飞行器将留轨转入长期运行管理。作为中国目前最大的载人航天器,“天宫一号”的设计寿命为2年,其间计划进行6次交会对接。自2011年9月29日发射升

空以来,“天宫一号”与“神舟八号”、“神舟九号”飞船进行4次交会对接。其间开展地球环境监测、空间环境探测、复合胶体晶体生长等3方面的科学实验,并获得大量珍贵实验数据。

1992年实施载人航天工程至今,中国载人航天工程经费支出约390亿元人民币^[49-55]。

3.3 “蛟龙号”载人潜水器7000m级海试成功

2012年6月27日,“蛟龙号”在马里亚纳海沟区域执行第5次载人潜水海试任务。05:05,开始7000m级海试下潜试验;08:45,首次坐底,深度7009m;09:50,在7058m处开始作业;11:47,下潜深度达7062m。“蛟龙号”第5次下潜完成了全流程验证计划,考核了中国首批自行培养的潜航员唐嘉陵、付文韬在水下对潜水器的操作技能。

“蛟龙号”7000m级海试共进行6次下潜试验,3次超过7000m,4次刷新最深下潜纪录,最大下潜深度达到7062m(图21)。海试团队对潜水器289项、水面系统24项功能和性能进行逐一验证。海试过程中,中国自行选拔培训的8名潜航员和试航员下潜深度全部超过7000m,至此,在全球载人深潜历史上到达和超过这一深度的11人中,中国占8位,标志着中国深海载人技术达到国际领先水平,使中国具备了在全球99.8%的海洋深处开展科学研究、资源勘探的能力^[56-59]。



图21 “蛟龙号”深海载人潜水器历次深潜纪录
(图片来源:南方周末)

至2012年,“蛟龙号”载人潜水器研制历程10年,研制费用约2亿元人民币,海上试验从2009年开始已历时4年。

3.4 中国第一代中继卫星系统正式建成

2012年7月25日,中国在西昌卫星发射中心用“长征三号丙”运载火箭成功发射“天链一号03星”,卫星顺利进入太空预定轨道。“天链一号”卫星实现全球组网运行,标志着中国第一代中继卫星系统正式建成。

“天链一号03星”是中国发射的第3颗地球同步轨道数据中继卫星,由中国空间技术研究院为主研制。经在轨验证

和系统联调,“天链一号 03 星”将与 2008 年发射的“天链一号 01 星”、2011 年发射的“天链一号 02 星”实现全球组网运行,建成比较完备的中继卫星系统。中继卫星的主要功能是进行天基测控和空天数据中继。这一系统将使中国载人航天飞行任务的测控覆盖率接近 100%,为中国神舟飞船以及未来空间实验室、空间站建设提供数据中继和测控服务,同时将为中国中、低轨道资源卫星提供数据中继服务,为航天器发射提供测控支持(图 22)^[60]。

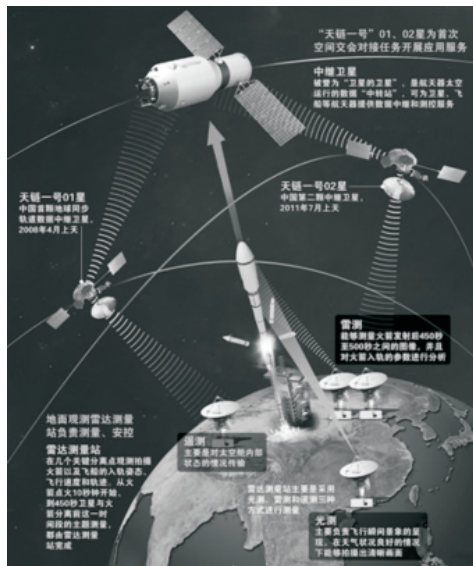


图 22 “天链一号”中继卫星系统示意(图片来源:科技日报)

3.5 中国第 3、第 4 大水电站相继并网发电

2012 年 9 月 6 日,中国第 4 大水电站——华能糯扎渡水电站首台机组正式投产发电。

2012 年 11 月 19 日,中国第 3 大水电站——向家坝水电站首批 2 台机组并网发电。

华能糯扎渡水电站位于澜沧江下游的普洱市,于 2004 年开工建设,预计 2014 年实现工程完建,将先后安装 9 台单机 65 万 kW 机组,总装机容量为 585 万 kW,动态总投资约 611 亿元,年均发电量 239.12 亿 kW·h,是澜沧江流域装机和库容最大的电站,是云南省内最大的电站,也是中国已建、在建第 4 大水电站^[61]。

向家坝水电站位于金沙江下游的四川宜宾,左、右岸共安装 8 台机组,单机容量 80 万 kW,是当今世界上单机容量最大的水轮发电机组。装机容量 640 万 kW,年均发电量 308 亿 kW·h,装机规模仅次于三峡工程、溪洛渡水电站,目前为中国第 3 大水电站^[62-65]。

3.6 中国全天时全天候环境遥感监测系统建成

2012 年 9 月 19 日,“环境与灾害监测预报小卫星星座环境应用系统工程”项目通过国家验收。该工程已研制并集成环境遥感功能模块 516 个、应用系统 8 个、数据库 3 个,数据总量达 150TB^[66,67]。

2012 年 11 月 19 日,在中国太原卫星发射中心发射场,“长征二号丙”运载火箭顺利点火腾空,以一箭三星方式,将“环境一号 C”卫星送入预定轨道,并成功搭载发射一颗新技术验证卫星和蜂鸟试验载荷。“环境一号 C”卫星是合成孔径雷达卫星,将与 2008 年 9 月成功发射的“环境一号 A”、“环境一号 B”卫星组成环境与灾害监测预报小卫星星座。

2012 年 12 月 9 日,“环境一号 C”卫星有效载荷首次开机成像,成功获取首幅合成孔径雷达(SAR)影像图,影像图像清晰、层次分明、信息丰富。中国科学院对地观测与数字地球科学中心密云接收站准时捕获并成功接收全部数据,中国资源卫星应用中心成功完成标准产品生产,形成了第一幅影像图——郑州地区 SAR 图像(图 23)。

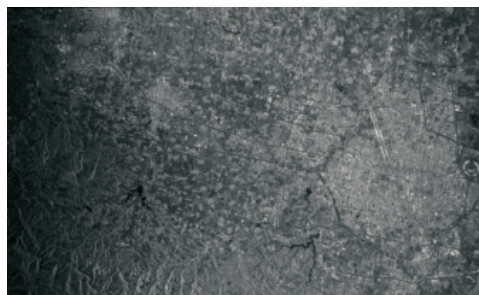


图 23 郑州地区 SAR 图像(图片来源:中国新闻网)

环境与灾害监测预报小卫星星座是 2003 年经中国国务院批准立项进行研制的卫星应用系统,它由 2 颗光学小卫星(A、B 星)、1 颗合成孔径雷达小卫星(C 星)组成,拥有光学、红外、超光谱和微波多种探测手段,主要用于对生态环境和灾害进行大范围、全天候、全天时动态监测,及时反映生态环境和灾害发生、发展过程,对生态环境和灾害发展变化趋势进行预测,对灾情进行快速评估,为紧急救援、灾后救助和重建工作提供科学依据。

随中国卫星应用系统的构建及环境遥感业务化运行平台的建成,形成了覆盖水、大气和生态环境的遥感监测能力,实现了大范围、全天时、全天候,常态和非常态的环境遥感监测业务运行^[68-70]。

3.7 中国首艘航母“辽宁舰”交付入列,歼-15 舰载机成功起降

2012 年 9 月 25 日,中国第一艘可搭载固定翼飞机航空母舰“辽宁舰”在中国船舶重工集团公司大连造船厂正式交付中国海军。“辽宁舰”的编制等级为正师级,编制员额 1000 余人。

“辽宁舰”前身为苏联海军的库兹涅佐夫元帅级航空母舰 2 号舰瓦良格号航空母舰。1980 年代中后期,“瓦良格”号于乌克兰建造时工程中断。1995 年,“瓦良格”号从俄海军编制退出后交乌克兰。1999 年,中国购买“瓦良格”号,于 2003 年 3 月 4 日抵达大连港。2005 年 4 月 26 日,交付大连造船厂,由中国人民解放军更改安装及继续建造。“辽宁舰”长 304m、宽 70.5m,从龙骨到桅杆的高度超过 60m;主甲板以下有 10 层,

主甲板以上岛式上层建筑有9层;标准排水5.7万吨,满载6.75万吨,最高航速32节。

11月25日,中国自行研制的歼-15舰载机顺利在中国第一艘航空母舰“辽宁舰”进行起降飞行训练(图24)。本次起降训练完成了高强度下的飞行训练,探索并固化了着舰的飞行方法,突破了滑跃起飞、阻拦着舰等飞行关键技术,掌握了大侧风、低能见度、不稳定气流等条件下的偏差修正动作要领。舰载机起降成功标志着中国航母计划迈出了关键一步,“辽宁舰”成为一艘真正的航母^[71-74]。



图24 歼-15舰载机在“辽宁舰”起飞
(图片来源:新华网)

3.8 中国高铁全球领先

2012年10月8日,哈大高铁全线试运行,中国高铁率先穿越高寒地区。

2012年12月26日,全球最长高速铁路——京广高铁全线开通。

按照“中长期铁路网规划”,中国计划2020年前建成“四纵四横”高铁网络,总里程将达1.6万公里(图25)。哈大高铁是“四纵四横”高铁网络中京哈高铁的重要组成部分,2007年8月23日开工建设,2012年9月完成全线联调联试,纵贯东北三省,全长921km,满足时速350km列车开行需求,采用中国北车制造的CRH380B型高寒动车组列车,适应环境温度



是中国自主研发的新一代重型军用运输机,其研发制造参照了伊尔-76的气动外形和机体结构,同时结合了美国C-17的部份特点。目前已组装2架运-20重型运输机试验样品。运-20是一款大型宽体军用运输机,主要性能参数为:由4个WS-18或D30涡扇发动机提供动力,拥有上单翼、高T尾翼的基本布局,长47m,翼展50m,高15m,最大起飞重量220吨,最大载重量60吨,8000m高空巡航速度790km/h,低空巡航速度630km/h,实用升限13km,满载航程4000km。

中国于2007年3月宣布启动大飞机工程,大型运输机于2007年6月20日正式立项^[81-84]。



图27 运-20运输机效果图(图片来源:环球网)

参考文献 (References)

- [1] 本刊编辑部. 2003年中国重大科学、技术与工程进展 [J]. 科技导报, 2004, 22(3): 59-61.
- [2] 本刊编辑部. 2004年中国重大科学、技术与工程进展 [J]. 科技导报, 2005, 23(2): 58-62.
- [3] 苏青. 2005年中国重大科学、技术与工程进展[J]. 科技导报, 2006, 24(1): 5-10.
- [4] 苏青. 2006年中国重大科学进展[J]. 科技导报, 2007, 25(1): 5-10.
- [5] 苏青. 2006年中国重大技术与工程进展[J]. 科技导报, 2007, 25(2): 5-13.
- [6] 苏青. 2007年中国重大科学、技术与工程进展[J]. 科技导报, 2008, 26(1): 19-27.
- [7] 苏青, 代丽, 岳臣. 2008年中国重大科学、技术与工程进展[J]. 科技导报, 2009, 27(1): 19-29.
- [8] 苏青, 朱宇, 代丽, 等. 2009年中国重大科学、技术与工程进展[J]. 科技导报, 2010, 28(1): 19-29.
- [9] 苏青, 朱宇, 陈广仁, 等. 2010年中国重大科学、技术和工程进展[J]. 科技导报, 2011, 29(3): 19-29.
- [10] 朱宇, 苏青, 陈广仁, 等. 2011年度中国重大科学、技术和工程进展 [J]. 科技导报, 2012, 30(3): 15-25.
- [11] Deng D, Yan C, Pan X, et al. Structural basis for sequence-specific recognition of DNA by TAL effectors[J]. Science, 2012, 335(6069): 720-723.
- [12] Zhen T, Wu C F, Liu P, et al. Targeting of AML1-ETO in t(8;21) leukemia by oridonin generates a tumor suppressor-like protein [J]. Science Translational Medicine, 2012, 4(127): 127ra38.
- [13] Liu C X, Yin Q Q, Zhou H C, et al. Adenanthin targets peroxiredoxin I and II to induce differentiation of leukemic cells [J]. Nature Chemical Biology, 2012, 8(5): 486-493.
- [14] Yao X C, Wang T X, Xu P, et al. Observation of eight-photon entanglement[J]. Nature Photonics, 2012, 6(4): 225-228.
- [15] Yao X C, Wang T X, Chen H Z, et al. Experimental demonstration of topological error correction[J]. Nature, 2012, 482(7386): 489-494.
- [16] Yao X C, Wang T X, Chen H Z, et al. Experimental demonstration of topological error correction[J]. Nature, 2012, 488(7410): 185-188.
- [17] Pan J W, Chen Z B, Lu C Y, et al. Multiphoton entanglement and interferometry[J]. Reviews of Modern Physics, 2012, 84(2): 777-838.
- [18] Yin A X, Liu W C, Ke J, et al. Ru nanocrystals with shape-dependent surface-enhanced raman spectra and catalytic properties: Controlled synthesis and DFT calculations [J]. Journal of the American Chemical Society, 2012, 134(50): 20479-20489.
- [19] Ding Y, Gu J, Zhang T, et al. Chemoaffinity-mediated synthesis of NaRES2-Based nanocrystals as versatile nano-building blocks and durable nano-pigments [J]. Journal of the American Chemical Society, 2012, 134(6): 3255-3264.
- [20] Yin A X, Min X Q, Zhang Y W, et al. Shape-selective synthesis and facet-dependent enhanced electrocatalytic activity and durability of monodisperse sub-10 nm Pt-Pd tetrahedrons and cubes [J]. Journal of the American Chemical Society, 2011, 133(11): 3816-3819.
- [21] Ding Y, Gu J, Ke J, et al. Sodium doping controlled synthesis of monodisperse lanthanide oxysulfide ultrathin nanoplates guided by density functional calculations [J]. Angewandte Chemie International Edition, 2011, 50(51): 12330-12334.
- [22] Zhu W, Yin A X, Zhang Y W, et al. Highly shape-selective synthesis of monodispersed fivefold twinned platinum nanodecahedrons and nanoicosahedrons [J]. Chemistry-A European Journal, 2012, 18(39): 12222-12226.
- [23] Yin A X, Min X Q, Zhu W, et al. Pt-Cu and Pt-Pd-Cu concave nanocubes with high-index facets and superior electrocatalytic activity [J]. Chemistry-A European Journal, 2012, 18(3): 777-782.
- [24] Yin A X, Zhang Y W, Yan C-H. Self-organizing domino-like superlattices through stereochemical recognition match at the organic-inorganic interface in solution[J]. Chemistry-A European Journal, 2011, 17(29): 8033-8038.
- [25] Yin A X, Min X Q, Zhu W, et al. Multiply twinned Pt-Pd nanoicosahedrons as highly active electrocatalysts for methanol oxidation[J]. Chemical Communications, 2012, 48(4): 543-545.
- [26] Gu J, Zhang Y W, Tao F. Shape control of bimetallic nanocatalysts through well-designed colloidal chemistry approaches[J]. Chemical Society Reviews, 2012, 41(24): 8050-8065.
- [27] Lin S Y, Li T Y, Liu Q, et al. GSK3-TIP60-ULK1 signaling pathway links growth factor deprivation to autophagy [J]. Science, 2012, 336(6080): 477-481.
- [28] Yi C, Ma M, Ran L, et al. Function and molecular mechanism of acetylation in autophagy regulation[J]. Science, 2012, 336(6080): 474-477.
- [29] Dong Q L, Wang S J, Lu Q M, et al. Plasmodium ejection and secondary current sheet generation from magnetic reconnection in laser-plasma interaction[J]. Physical Review Letters, 2012, 108: 215001.
- [30] Fan K, Cao C, Pan Y, et al. Magnetoferritin nanoparticles for targeting and visualizing tumour tissues [J]. Nature Nanotechnology, 2012, 7(7): 459-464.
- [31] He Z, Zhong C, Su S, et al. Enhanced power-conversion efficiency in polymer solar cells using an inverted device structure [J]. Nature Photonics, 2012, 6(9): 591-595.
- [32] Zhang Y H, Xu H S, Litvinov Y A, et al. Mass measurements of the neutron-deficient ⁴¹Ti, ⁴⁵Cr, ⁴⁹Fe, and ⁵³Ni nuclides: First test of the

- isobaric multiplet mass equation in fp-shell nuclei [J]. Physical Review Letters, 109: 102501.
- [33] Li B, Bai S, Wang X, et al, Hydration of epoxides on coIII(salen) encapsulated in silica-based nanoreactors [J]. Angewandte Chemie International Edition, 2012, 51(46): 11517-11521.
- [34] 郑天虹. 中国首架自主研发的海监无人直升机投入使用[R/OL]. 2012-01-06, http://news.xinhuanet.com/2012-01/06/c_111385708.htm.
- [35] 丁秀玉, 吴东康, 薛静, 等. 全球首款手机用石墨烯电容触摸屏研制成功[N]. 科技日报, 2012-01-11.
- [36] 安蓓, 胡俊超. 我国首座深水钻井平台即将于南海开钻[R/OL]. 2012-05-08, http://news.xinhuanet.com/tech/2012-05/08/c_123093142.htm.
- [37] 张行勇. 我国新一代大推力火箭发动机通过验收[N]. 2012-07-06, 中国科学报, 2012-07-06.
- [38] 王敏. 我国新一代大推力火箭发动机点火试验圆满成功[R/OL]. 2012-07-29, http://news.xinhuanet.com/2012-07/29/c_112563097.htm.
- [39] 黄艳. 我国首台“光钟”研制成功[R/OL]. 2012-07-13. http://news.xinhuanet.com/tech/2012-07/13/c_123408841.htm.
- [40] 闫洁. 我国成为第四个掌握大型太阳能热发电站技术国家 [N]. 中国科学报, 2012-08-16.
- [41] 陈海波. 我国首个太阳能热发电站运行[N]. 光明日报, 2012-11-13.
- [42] 文贻炜, 王大千. 我国高原高速铁路隧道施工攻克世界性难题[R/OL]. 2012-09-25, http://news.xinhuanet.com/politics/2012-09/25/c_113198658.htm.
- [43] 中国科学院高能物理研究所. 大亚湾反应堆中微子实验站全面建成并运行 [R/OL]. 2012-10-24, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/10/270849.shtm>.
- [44] 陆琦. 我国近海海洋综合调查与评价专项通过总验收 [N]. 中国科学报, 2012-10-27.
- [45] 周前进, 鲁伟. 首台数字化正电子发射断层成像仪问世[N]. 中国科学报, 2012-12-11.
- [46] 胡玉梅. 嫦娥二号再接新任务 探秘危险小行星 4179 号 [N]. 现代快报, 2012-06-28, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/6/266155.shtm>.
- [47] 张巧玲. 嫦娥二号开始探测 4179 号小行星 [N]. 中国科学报, 2012-12-14, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/12/272805.shtm>.
- [48] 国防科工局发布嫦娥二号获得的全全球影像图[R/OL]. 2012-02-06, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/2/259348.shtm>.
- [49] 白瑞雪, 徐壮志. 神舟九号载人飞船发射成功 [R/OL]. 2012-06-16, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/6/265643.shtm>.
- [50] 神舟九号飞船完成首次变轨 [R/OL]. 2012-06-17, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/6/265648.shtm>.
- [51] 潘希. 神九天宫实现首次载人交会对接 [N]. 中国科学报, 2012-06-19, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/6/265728.shtm>.
- [52] 仲玉维, 谢波, 姜宁. 天宫神九组合体进入正常飞行姿态[N]. 新京报, 2012-06-21, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/6/265860.shtm>.
- [53] 白瑞雪, 田兆运, 王玉山. 天宫与神九手控交会对接成功[R/OL]. 2012-06-24, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/6/265964.shtm>.
- [54] 仲玉维, 谢波, 姜宁. 神舟九号今日将实施首次手控撤离[N]. 新京报, 2012-06-28, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/6/266190.shtm>.
- [55] 黎云. “神九”返回舱成功着陆 三名航天员平安返回[R/OL]. 2012-06-29, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/6/266235.shtm>.
- [56] 蛟龙号今起赴太平洋进行深潜 7 千米级海试 [N]. 京华时报, 2012-06-03, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/6/265041.shtm>.
- [57] 陆琦. “蛟龙”号创 7062 米下潜新纪录[N]. 中国科学报, 2012-06-28, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/6/266161.shtm>.
- [58] 罗沙. 蛟龙号载人潜水器 7000 米级海试圆满成功 [R/OL]. 2012-06-30, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/6/266299.shtm>.
- [59] 冯洁, 辽洋, 童菲菲. 揭秘中国海洋深潜历程 [N]. 南方周末, 2011-08-12, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2011/8/250808.shtm>.
- [60] 王婷婷. “天链一号 03 星”进入预定轨道 中国太空数据“中转站”正式建成 [N]. 科技日报, 2012-08-01, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/8/267626.shtm>.
- [61] 陆晓辉. 历经 8 年建设云南最大水电站首台机组今起发电[R/OL]. 2012-09-06, <http://finance.chinanews.com/ny/2012/09-06/4163037.shtml>.
- [62] 梁小琴. 我国第三大水电站向家坝水电站正式蓄水 [N]. 人民日报, 2012-10-11.
- [63] 黎昌政, 李思远. 世界单机容量最大水轮机组开始有水调试[R/OL]. 2012-10-18, http://www.chinaequip.gov.cn/2012-10/18/c_131914979.htm.
- [64] 江毅, 浦超. 世界单机容量最大水轮发电机组并网发电[R/OL]. 2012-11-20, http://www.chinaequip.gov.cn/2012-11/20/c_131986291.htm.
- [65] 中国水电装机自 2004 年来一直居世界首位 [R/OL]. 2012-09-21, <http://finance.chinanews.com/ny/2012/09-21/4203454.shtml>.
- [66] “环境与灾害监测预报小卫星星座环境应用系统工程”项目 19 日通过验收[R/OL]. 2012-09-19, <http://www.022net.com/2012/9-19/42644629304959.html>.
- [67] 李禾. 我国建成全天时全天候环境遥感监测系统 [N]. 科技日报, 2012-10-02, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/10/270082.shtm>.
- [68] 李禾. 中国建成全天时全天候环境遥感监测系统 [N]. 科技日报, 2012-10-02.
- [69] 孙自法, 张利文. 我国以一箭三星方式发射环境一号 C 卫星[R/OL]. 2012-11-19, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/11/271819.shtm>.
- [70] 孙自法. 中国环境一号 C 星获取首幅影像图 星地链路连通[R/OL]. 2012-12-10, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/12/272694.shtm>.
- [71] 闫嘉琪. 我国首艘航母平台命名为“辽宁”号 [R/OL]. 2012-09-25, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/9/269877.shtm>.
- [72] 我国首艘航空母舰“辽宁舰”正式交接入列[N]. 南方周末, 2012-09-26, <http://www.infzm.com/content/81349>.
- [73] 国产歼 15 舰载机成功完成航母起降训练[R/OL]. 2012-11-25, http://mil.cnr.cn/jstp/201211/t20121125_511406613.html.
- [74] 外媒热议歼 15 成功起降: 辽宁舰变身真正航母[R/OL]. 2012-11-25, <http://mil.huanqiu.com/observation/2012-11/3309996.html>.
- [75] 李丽云, 李智坚. 中国高铁率先成功穿越高寒地区 [N]. 科技日报, 2012-10-09.
- [76] 青木, 潘亮, 王刚, 等. 外媒关注“全球最长高铁”刷新中国形象[N]. 环球时报, 2012-12-27.
- [77] 外媒: 京广高铁打通中国经济新动脉[R/OL]. 2012-12-27, http://news.xinhuanet.com/world/2012-12/27/c_124155003.htm.
- [78] 亚洲最大射电望远镜落成[N]. 文汇报, 2012-10-29.
- [79] 张建松. 上海 65 米射电天文望远镜轮廓初现 [R/OL]. 2012-04-06, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/4/262348.shtm>.
- [80] 费磊. 亚洲最大射电望远镜落成 能观测百亿光年外天体[R/OL]. 2012-10-28, <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2012/10/270953.shtm>.
- [81] 王中华. 中国运-20 已组装 [R/OL]. 2012-09-14, <http://www.top81.com.cn/2012/0414/8949.html>.
- [82] 网友拍国产大型运输机初揭面纱 盘点世界主要军用大运[R/OL]. 2013-01-08, http://news.xinhuanet.com/yzyd/mil/20130108/c_114294823.htm.
- [83] 运-20 使用国产发动机 技术参数或似 C-17 [N]. 环球时报, 2012-10-18.
- [84] 中国运 20 现身 网友称是送给西方的圣诞礼物[R/OL]. 2012-12-25, http://mil.cnr.cn/jstp/201212/t20121225_511635254.htm.