

2009 年中国重大科学、技术与工程进展

苏青, 朱宇, 代丽, 岳臣

《科技导报》编辑部, 北京 100081

摘要 在本刊连续 6 年评选年度“中国重大科学、技术与工程进展”的基础上, 本着“分门别类、本刊推荐, 专家遴选, 宁缺毋滥、叙述事实、以时有序”的原则, 从《科技导报》“半月科技新闻媒体关注指数排行榜”、“半月科技风云”、“国内科技要闻”、“科学共同体要闻”、“国内科技期刊亮点”、“封面图片说明”等栏目, 以及国内外重要学术期刊和科技新闻媒体所刊载的有关重大国内科技新闻中, 按“科学”、“技术”和“工程”3 个类别, 由本刊编辑部遴选、推荐候选条目, 最终由有关专家学者投票推选出 2009 年度中国重大科学、技术和工程进展。① 2009 年中国重大科学进展 10 项: 发现纳米孪晶铜的极值强度和超高加工硬化效应, β -arrestin2 复合体信号缺损可导致胰岛素耐受, 钠在高压条件下可转化为透明绝缘体, 应用诱骗态量子密码技术建立安全通信网络的实际应用测试, 禽流感病毒 PA 亚基 N 端晶体结构解析揭示其内切酶活性位点, 中国陆地生态系统的碳平衡状况, 超级杂交水稻 LYP9 及其亲本的转录组学分析研究, 鸟类起源研究取得重要进展, 通过使纳米管形成网状结构并与聚合物链分子耦合增强复合材料强度, 高温铜氧化物超导体物性和超导机制研究取得重要进展; ② 2009 年中国重大技术进展 10 项: 国内首列实用型中低速磁悬浮列车运行试验, 全球首台纳秒深紫外固态激光源实用化样机研制成功, 建成世界上最大口径大视场光学天文望远镜, 首座世界最先进的圆筒型超深水海洋钻探储油平台, 新支线客机 ARJ21-700 完成首次城际飞行, 首套年产千万吨级煤矿综采装备下线, 完成世界上最清晰的全地球三维数字地形图, 研制成功大容量钠硫储能电池, 成功研制千万亿次超级计算机系统“天河”一号, 首台自主研发 2.0 MW 永磁直驱风力发电机设计完成; ③ 2009 年中国重大工程进展 10 项: 神华煤直接液化百万吨级示范工程试车成功, 中国首个特高压交流输电工程建成并投入运营, “嫦娥”一号卫星成功撞月、探月一期工程圆满结束, 世界上最长的隧道在辽宁全线贯通, 上海同步辐射光源建成并投入使用, 北京正负电子对撞机重大改造工程完成, 中国大陆首条自主设计海底隧道全线贯通, 中国西南野生生物种质资源库通过国家验收, 武广铁路客运专线成功试运行, 世界上跨径最大的双层公路斜拉桥——上海闵浦大桥通车。

关键词 科学; 技术; 工程; 重大进展

中图分类号 N1

文献标识码 A

文章编号 1000-7857(2010)01-0019-11

Important Advances of Science, Technology and Engineering in China in 2009

SU Qing, ZHU Yu, DAI Li, YUE Chen

The Editorial Department, Science and Technology Review Publishing House, Beijing 100081, China

Abstract Based on the event every year for selecting the annual important advances about science, technology and engineering held by the Editorial Department of Science and Technology Review Publishing House, with the principles of evaluating within each branch, our journal recommendation, experts selection, 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 2009 were selected by relevant experts and scholars, based on candidate items recommended by our journal, which originated from a lot of scientific news in the columns "Sci-Tech News Ranking for the Half-month", "News Round", "Domestic News Briefs", "Domestic Journal Highlights", "Scientific Community Briefs", "Events" and "Cover Story" in *Science and Technology Review*, and key academic journals and scientific newspapers. These achievements included the discovery of the maximum strength in nanotwinned copper and ultra-high strain hardening effect, deficiency of a β -arrestin-2 signal complex contributes to insulin resistance, a pressure-induced transformation of sodium into transparent insulating states, running test of the domestic first practical middle-low speed maglev train, the global first practical prototype of nanosecond solid-state deep UV laser source has been successfully developed, the world's largest diameter large

收稿日期: 2010-01-04

作者简介: 苏青 (中国科协所属全国学会个人会员登记号: S080105331M, P020002448M), 研究员, 主要从事科技出版研究, 电子信箱: suqing@cast.org.cn

field optical astronomical telescope has been built, successful trial run for megaton demonstration project of Shenhua coal direct liquefaction, completion and operation of the domestic first UHV AC Power transmission and transformation project, moon-landing success for Chang'e-1 and perfect ending of the first phase project of China's lunar exploration, etc.

Keywords science; technology; engineering; advance

0 引言

在连续 6 年遴选发布中国年度重大科学、技术与工程进展的基础上^[1-7],从《科技导报》“半月科技新闻媒体关注指数排行榜”、“半月科技风云”、“国内科技要闻”、“科学共同体要闻”、“国内科技期刊亮点”、“封面图片说明”等栏目,以及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^[8-35],对 2009 年中国重大科学、技术和工程进展进行盘点,在编辑部遴选、推荐 30 项重大科学进展、32 项重大技术进展和 15 项重大工程进展候选条目的基础上,最终由有关专家学者投票推选出 2009 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。

遴选 2009 中国重大科学、技术和工程进展时,遵循下述原则^[1-7]:① 分门别类:各项进展分别按“科学”、“技术”和“工程”进行分类遴选;② 本刊推荐:本刊编辑部从《科技导报》等科技媒体正式报道的全年重大科学、技术和工程进展中,遴选、推荐 30 项重大科学进展、32 项重大技术进展和 15 项重大工程进展作为候选条目;③ 专家遴选:本刊编辑部将重大科学、技术和工程进展候选条目及其相关信息,通过电子邮件发送给《科技导报》院士作者、全体编委和部分审稿专家投票遴选,各类进展得票最多的前 10 个候选条目被确定为 2009 年度中国重大科学、技术和工程进展;④ 宁缺毋滥:遴选出的各项重大科学、技术和工程进展尽量能得到科技界比较广泛的认同,不人为地凑数量;⑤ 以时有序:每项重大进展必须是在 2009 年 1 月 1 日至 2009 年 12 月 31 日期间报道、发表或公布,各项进展均按报道、发表或公布的时间先后排序;⑥ 叙述事实:遴选出的每项重大进展必须已经在公开出版的学术期刊、正规媒体上发表或由中国科技管理部门公开发布,并尽量采用叙述事实的方式描述。

1 2009 年中国重大科学进展 (10 项)

1.1 发现纳米孪晶铜的极值强度和超高加工硬化效应

多晶材料的强度随颗粒尺寸的减小而提高。但根据原子模拟的结果,当颗粒尺寸小于一个临界尺寸后,更小的颗粒可能导致软化。多晶材料的强度极值应出现在变形由晶格位错向颗粒边界作用的转变点上。中国科学院金属研究所沈阳材料科学国家(联合)实验室卢磊研究小组与卢柯、丹麦 Risø 可再生能源国家实验室黄晓旭,合作研究了具有不同孪晶层厚度的纳米孪晶纯铜的极值强度,结果发现强度随孪晶层厚度下降而提高,在 15nm 时达到极值,随后伴随应变硬化和拉伸塑性的增加而逐步软化(图 1)。在极值强度纳米孪晶层厚度下,屈服机制发生了以横穿双晶界的滑移为主向以预存简单位错为主的转变。上述研究结果表明,纳米孪晶纯铜极值

强度的出现,是由于随孪晶片层尺寸减小,塑性变形机制从以位错孪晶界相互作用主导转变为由孪晶片层结构中预存位错运动主导所致。相关研究论文发表在 2009 年 1 月 30 日美国 *Science* 杂志上^[36]。

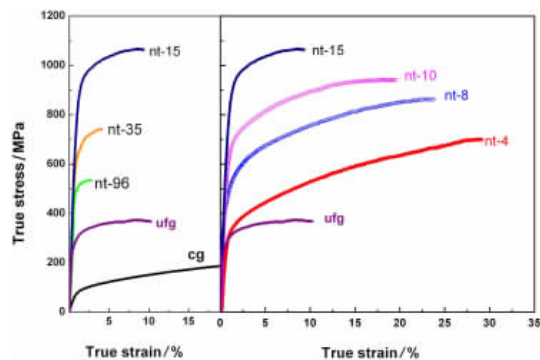


图 1 纳米孪晶纯铜强度随孪晶层厚度变化
Fig. 1 Change of strength in nanotwinned copper with thickness of twin layers

1.2 β -arrestin2 复合体信号缺损可导致胰岛素耐受

胰岛素耐受是 2 型糖尿病的一个特征,它是由于胰岛素刺激的胰岛素受体信号传导功能缺陷造成的。通过胰岛素刺激,胰岛素受体募集并磷酸化胰岛素受体底物蛋白,导致磷酸肌醇-3-OH 激酶(PI3K)-Akt 信号通路活化。活化的 Akt 可进一步磷酸化下游的激酶和转录因子,最终调节完成胰岛素的大多数代谢行为。 β -arrestins 通过与带有各种不同附属和效应蛋白的受体相结合调节 G 蛋白偶联受体的生物功能,最终决定信号的特异性、效率和能力。中国科学院上海生命科学研究院生物化学与细胞生物学研究所裴钢研究组与合作者研究发现,在糖尿病小鼠模型中, β -arrestin2 表达显著下调。敲低 β -arrestin2 可以加剧胰岛素的耐受,而重新导入 β -arrestin2 后可以恢复小鼠对胰岛素的敏感性。更进一步的研究显示,胰岛素可以刺激新 β -arrestin2 信号复合物的形成,其中 β -arrestin2 可将 Akt 和 Src 募集到胰岛素受体。 β -arrestin2 的缺失或功能丧失在体内可导致这一信号复合物缺陷和对胰岛素信号的干扰,因此,它可能参与了胰岛素耐受的发展和 2 型糖尿病的进程。上述结果为研究胰岛素耐受的分子病理机制提供了新视角,并为治疗胰岛素耐受和 2 型糖尿病提出了新的可能方案。相关研究论文发表在 2009 年 2 月 26 日英国 *Nature* 杂志上^[37]。

1.3 钠在高压条件下可转化为透明绝缘体

在高压条件下,金属原子间距离缩短,一般情况下,这会导致价带和导带宽度的增加而表现出更明显的自由电子行

为。但目前实验可以达到的致密状态已可使芯电子云出现交叠,这种效应可显著改变单自由电子金属(如锂和钠)的电子属性,产生结构复杂的相变和具有高临界温度的超导电性。但另一方面,实验也已经证实,金属锂和钠在高压下可由于碱性原子配对而成为绝缘体。吉林大学超硬材料国家重点实验室马琰铭研究小组与国外合作者实验发现,在约 200GPa 压力条件下,金属 Na 可以转化成为一种光学透明状态。实验和计算结果显示这种新构象是一种宽带隙绝缘体,具有六配位的高度压缩的双六角密堆晶体结构。研究者认为,这种致密绝缘结构不是原子配对的结果,而是价电子在高压下发生 p-d 杂化,并被芯电子云排斥进入晶格间隙的结果;同时推测,当压力大至足够使原子核心发生强烈重叠时,这种绝缘状态可以在其他元素和化合物中产生。相关研究论文发表在 2009 年 3 月 12 日英国 *Nature* 杂志上^[38]。

1.4 应用诱骗态量子密码技术建立安全通信网络的实际应用测试

量子通信是量子力学和经典通信的交叉学科,有着传统通信方式所不具备的安全特性,在国家安全、金融等信息安全领域有着重大的应用价值和前景。中国科技大学合肥微尺度物质科学国家实验室(筹)潘建伟和陈增兵研究小组,利用诱骗态量子密码技术建立了一个光量子安全网络通信系统。全套密钥交换和应用协议在 3 个节点实时进行,2 个相邻节点由大约 20km 的商用电话光纤连接。该量子安全通信系统得到 3 个通信节点中任意 2 点间不间断的实时语音通话,以及通过使用一次编码系统由 1 个节点向另外 2 个节点发送广播等应用测试的验证。光量子电话网的建成,标志着安全的量子通信由实验室走进了日常生活。相关研究论文发表在 2009 年 4 月 13 日美国 *Optics Express* 杂志上^[39]。

1.5 禽流感病毒 PA 亚基 N 端晶体结构解析揭示其内切酶活性位点

流感病毒聚合酶三聚体包含 PA、PB1 和 PB2 三个亚基,负责催化病毒 RNA 在感染细胞核内的复制和转录。PB1 是聚合酶的活性中心,可能具有内切酶活性,而 PB2 主要负责与帽结构的结合。PA 的氨基末端被认为是 PA 蛋白的主要功能区,可能具有多种功能,包括内切酶、蛋白酶活性以及病毒 RNA 与互补 RNA 启动子的结合。中国科学院生物物理研究所生物大分子国家重点实验室刘迎芳小组和饶子和小组合作,解析了禽流感 H5N1 病毒 PA 亚基 N 端 197 个氨基酸残基(PA_N)的 2.2Å 晶体结构。PAN 具有一个 α/β 结构,揭示其可通过一个与内切酶特征基序(P)DX_N(D/E)XK 类似的基序结构结合一个镁离子。结构比较和突变分析显示,PA_N 具有一个内切酶活性位点;体内核蛋白重建功能分析和体外直接内切酶实验也进一步证实 PA_N 具有一个内切酶活性位点,并在流感病毒聚合酶的内切酶活性中发挥比 PB1 更重要的作用。研究人员还发现,在流感病毒不同株系中这一内切酶位点表现出高度保守的特点,这提示 PA_N 是抗流感治疗的重要靶点。相关研究论文发表在 2009 年 4 月 16 日英国 *Nature* 杂志上^[40]。

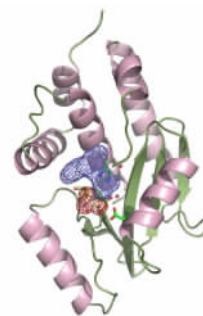


图 2 禽流感 H5N1 病毒 PA_N 结构

Fig. 2 Structure of Avian Influenza Virus H5N1

1.6 中国陆地生态系统的碳平衡状况

20 世纪 80—90 年代,全球陆地生态系统年吸收碳 1~4Pg (1Pg=10¹⁵g),抵消掉了约 10%~60%的化石燃料燃烧释放的碳。然而,陆地碳源和碳汇的区域情况和原因并不清楚。随着人们对全球碳循环中区域情况的科学和政治兴趣的提升,更好地了解中国碳平衡的情况显得尤为重要。这不仅仅因为中国是世界人口第一大国和化石燃料 CO₂ 释放大国,同时也是因为其具有独特的区域性土地使用历史和气候变化趋势,这些因素共同控制着中国生态环境的碳预算。北京大学城市与环境学院朴世龙与方精云研究小组及合作者,利用已有的土地利用和资源清查数据、大气 CO₂ 浓度观测数据、遥感数据以及气象数据,借助遥感、GIS 等新技术的支持,并结合大气反演模型和基于过程的生态系统碳循环模型,综合研究了中国陆地碳汇和碳源的时空格局及其机制。研究结果表明,20 世纪 80—90 年代,中国陆地生态系统碳储量平均每年增加 0.19~0.26Pg,稍低于美国,而与欧洲大陆相当(图 3)。中国陆地生态系统碳汇相当于此间中国工业源 CO₂ 总排放量的 28%~37%,显著高于欧洲(7%~12%),与美国相近(20%~40%)。研究结果还显示,中国东北部因森林的过度砍伐和退化,已成为大气 CO₂ 净碳源;相反,华南地区则贡献了碳汇的 65%,其原因可能是区域气候改变以及 20 世纪 80 年代开始的大量种植园兴起和灌木林恢复,而灌木林恢复是碳汇中最不确定的一个因素。相关研究论文发表在 2009 年 4 月 23 日英国 *Nature* 杂志上^[41]。

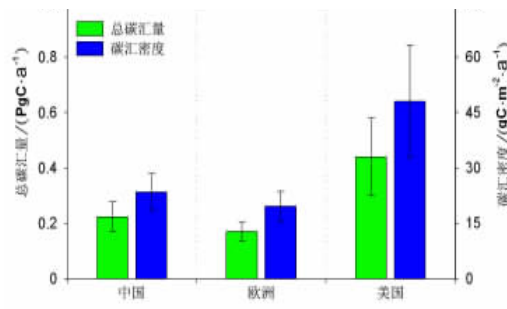


图 3 中国陆地生态系统 20 世纪 80—90 年代碳储量与美国、欧洲的比较

Fig. 3 Comparison of carbon storage of terrestrial ecosystem among China, America and Europe in 80's and 90's of 20th century

1.7 超级杂交水稻 *LYP9* 及其亲本的转录组学分析研究

虽然杂交优势在农业生产上得到广泛应用,但其遗传基础和分子机制仍不甚明晰。根据已知和预测的籼稻基因,中国科学院遗传与发育生物学研究所朱立煌研究组和朱桢研究组与中国科学院北京基因组学研究所于军研究组及湖南杂交水稻中心袁隆平研究组合作,设计了全基因组寡聚核苷酸芯片,并利用这种芯片研究了超级杂交稻 *LYP9* 及其亲本株 93-11 和 PA64s 发育过程中叶与花序的转录组情况。结果发现,从 7 种组织(育秧和耕种期的叶,孕穗期、抽穗期、开花期和灌浆期的剑叶,灌浆期的花序)分离的共计 36926 个基因中,有 22266 个在上述样本组织中表达。聚类分析结果表明,F1 代杂种的表达谱大部分与其亲本类似,数量远超过与两亲本株不同的基因。在所有的基因中,有 7078 个基因在全部样本组织中表达,3926 个基因存在差异表达(DG)。研究人员将 DG 分为亲本间差异 DGPP 和杂种-亲本差异 DGHP 进行比较,结果显示,与 DGPP 相比,DGHP 中更多的是与能量代谢和运输相关的基因。此外,通过研究 DG 和产量相关数量性状基因位点的关系,研究人员还提出了一组潜在的杂种优势相关基因。相关研究论文发表在 2009 年 5 月 12 日美国 *PNAS* 杂志上^[42]。

1.8 鸟类起源研究取得重要进展

关于鸟类的起源有多种观点,其中一种主流观点认为鸟类源于兽脚亚目恐龙,目前很多化石和发育生物学证据支持此类观点。但也有一些证据似乎与该观点不相协调,此前发现的带有羽毛的恐龙化石证据表明,这些带有羽毛的恐龙生活时代在最早的鸟——始祖鸟之后。中国科学院古脊椎动物与古人类研究所徐星及其合作者的研究结果为解释这些疑难提供了新的证据。他们研究了新疆准噶尔盆地侏罗纪地层中发现的一种奇特的小型恐龙——泥潭龙,该种恐龙属于兽脚亚目恐龙的一个分支——象鼻龙类。比较特殊的是,该种恐龙长有类似鸟的喙,而且是植食性恐龙。化石表明,该种恐龙长有 4 个指,其第 1 指已经退化,第 2 指进化得比较粗大(图 4)。研究人员进一步对比了其他一些兽脚类恐龙的化石,提出了一种恐龙指退化假说:恐龙在进化中两侧的指发生退化,但由于生活习性的原因,其保留的中间 3 指发生形态变化,而转变为更似内侧 3 指。该假说可以解释恐龙向鸟类进化假说中指骨进化化石证据与发育学证据间的矛盾。相关研究论文发表在 2009 年 6 月 18 日英国 *Nature* 杂志上^[43]。



图 4 泥潭龙的奇特手部
Fig. 4 Exotic hands of *Limusaurus*

沈阳师范大学胡东宇和徐星等合作,研究了一块来自中国辽宁西部晚侏罗纪早期地层中(约 1.6 亿年前,早于始祖鸟)保存完好的小兽脚类恐龙化石。这块化石可能属于 Troodontidae,是兽脚类恐龙中最接近鸟类的一种。新发现的化石在其近乎完整保存的骨架周围清晰地分布有羽毛印痕,在前、后肢和尾部特别是跖骨位置均分布奇特的飞羽,为羽毛早期进化提供了研究资料。该发现如被确证,将打破鸟类起源于兽脚类恐龙假说的时间悖论。相关研究论文发表在 2009 年 10 月 1 日英国 *Nature* 杂志上^[44]。

此外,以往发现于非鸟类恐龙的羽毛都被认为是已经演化到一种高级阶段,而不是演化早期的羽毛。徐星与合作者从两块北票龙化石样本中发现了一种新的羽毛类型,这种羽毛每根都是一条单独的宽纤维,同发育模型预测的羽毛第一阶段的形态相一致。该发现使绝大部分预测的羽毛形态在化石样品中都找到了记录,而且进一步表明羽毛早在鸟类出现及飞行能力形成之前即已形成。相关研究论文发表在 2009 年 1 月 20 日美国 *PNAS* 上^[45]。

1.9 通过使纳米管形成网状结构并与聚合物链分子耦合增强复合材料强度

作为无缺陷纳米尺度结构材料,碳纳米管(CNT)具有前所未有的力学性能,但是,由于 CNT 之间的团聚、CNT 与聚合物基质界面间的缺陷以及 CNT 弯曲等因素,其在复合材料中的潜能尚未得到完全发挥。中国科学院物理研究所北京凝聚态物理国家实验室(筹)解思深研究小组与国家纳米科学中心张忠研究组合作研究发现,通过使 CNT 形成连续的三维网状结构,并使 CNT 与聚合物链在分子水平耦合,可以使 CNT 在复合物中发挥预期的作用。具有网状纳米管结构的复合纤维与短 CNT 随机分布加固复合材料相比,其强度发生了数量级增强(图 5)。而且,纳米管和多聚物链分子水平的耦合可以导致热固性和热塑性复合纤维性质发生显著变化,提示一般的宏观复合理论不能解释所有的纳米尺度杂合行为。相关研究论文发表在 2009 年 8 月 *Nano Letters* 杂志上^[46]。

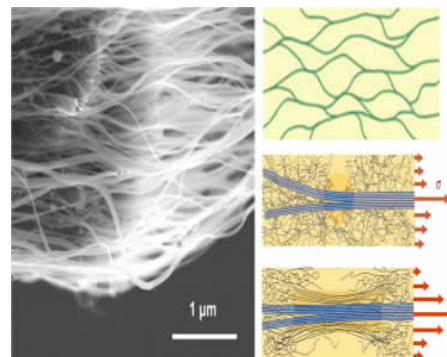


图 5 碳纳米管增强体与聚合物链在分子水平的耦合对复合材料宏观力学性能的影响

Fig. 5 Effect of molecular level couplings between carbon nanotubes reinforcements and polymer chain on macroscopic mechanical properties of composite

1.10 高温铜氧化物超导体物性和超导机制研究取得重要进展

铜氧化物高温超导体早在 20 多年前就已发现,但其超导机制仍未解决。中国科学院物理研究所北京凝聚态物理国家实验室(筹)周兴江研究组和闻海虎研究组,在高温超导体母体欠掺杂区费米面形状以及超导机制研究方面取得重要进展。高温超导体母体欠掺杂区域费米面的拓扑形状是理解高温超导体奇异物性的最基本问题,也是理论和实验上一直争议不断、悬而未决的重要问题。近期的一系列量子振荡实验都表明,在欠掺杂样品中可能存在费米口袋。但到目前为止,角分辨光电子能谱仪没有观测到费米口袋,观察到的都是费米弧的图像。周兴江研究组与中国科学院理化技术研究所陈创天等合作,利用自主研制的超高分辨率真空紫外激光角分辨光电子能谱仪,在欠掺杂高温超导体 Bi2201 中第一次直接观察到费米口袋,而且在正常态还进一步观察到费米口袋和费米弧的共存。这些研究结果为理解高温超导体奇异正常态的性质,检验和建立新的理论,提供了关键的实验证据。相关研究论文发表在 2009 年 11 月 19 日英国 *Nature* 杂志上^[47]。

另一方面,常规超导体其超导态对应于一个能隙,它可以保护超导的形成和稳定性。但对于铜氧化物超导体,特别是欠掺杂样品,其在远高于超导转变温度上就存在能隙(被称为赝能隙)。关于赝能隙与超导关系存在许多模型:一类模型将赝能隙与超导隔离开来,认为赝能隙是某些有序相如电荷密度波序与超导相竞争费米面上的态密度,因此,超导转变仍然满足 BCS 相变特性;另一类模型则认为赝能隙对应着与电子配对强度相关的能量尺度,超导转变温度之上有预配好的库珀对,但由于超流电子浓度太稀薄,超导温度不是由配对强度所决定,而是由相位刚度决定,超导转变是非 BCS 型的。常规超导体其超导相变应遵从熵守恒,通过测量铜氧化物超导相变是否处于熵平衡状态可以验证其超导相变类型。但该方法受制于比热测量精度和超导破坏所需的高磁场等条件。闻海虎研究小组制备出系列掺杂的高质量氧化物超导体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_{2-x}\text{La}_x\text{CuO}_6$ 单晶,该系列样品超导转变温度较低,在较低磁场下即可破坏其宏观超导。并对其进行了高精度比热测量,获得了超导转变熵的变化。结果表明,欠掺杂铜氧化物超导体转变前后存在熵变,不满足 BCS 物理图像;在正常态已经有部分电子库珀对存在,而超导转变则对应于相位相干特性的建立。相关研究论文发表在 2009 年 8 月 7 日美国 *Physical Review Letters* 杂志上^[48]。

2 2009 年中国重大技术进展 (10 项)

2.1 国内首列实用型中低速磁悬浮列车运行试验

6 月 15 日,国内首列具有完全自主知识产权的实用型中低速磁悬浮列车下线后完成列车调试,开始进行线路运行试验(图 6),这标志着中国已经具备中低速磁悬浮列车产业化制造能力。中低速磁悬浮列车项目是北车集团唐山轨道客车有限公司与北京控股磁悬浮技术发展有限公司、国防科学技术大学等共同开展的磁悬浮技术工程化应用研发项目,被列



图 6 实用型中低速磁悬浮列车运行在国家中低速磁浮交通试验示范线上(图片来源:李佳伦)

Fig. 6 Running test of the domestic first practical middle-low speed maglev train

入“十一五”国家科技支撑计划。该列磁悬浮列车采用铝合金车体、宽幅车身,供电电压由直流 750V 提高到 1500V,噪音低、无辐射、运行安全可靠,爬坡能力达到 7% 的水平,运行时速为 100~120km,是舒适、安全、快捷、环保的绿色轨道交通工具,在各种交通方式中具有独特的优势^[49]。

2.2 全球首台纳秒深紫外固态激光源实用化样机研制成功

3 月 20 日,全球首台纳秒深紫外固态激光源实用化样机在中国科学院理化技术研究所研制成功(图 7)。2007 年 12 月,许祖彦院士领衔的国家重大科研装备研制项目“深紫外固态激光源前沿装备研制”立项,旨在利用中国科学院在深紫外非线性光学晶体和激光技术研究领域国际领先地位的优势,研制 7 台(套)具有自主知识产权的国际首创/领先的深紫外固态激光源重大科研装备,建立深紫外科学仪器研制基地,取得从材料到器件、应用的全面优势,使中国在该领域的科学与技术水平位居国际领先地位,推动物理、化学、材料、信息、生命、资环等领域创建新的科技前沿。此次研制成功的纳秒脉冲 177.3nm 深紫外固态激光源实用化样机就是其中之一,通过优化倍频系统和 KBBF 先进热管理技术,激光输出功率获重大突破,相比 2006 年提高了 20 倍,稳定输出功率 4mW,最大输出功率 34.7mW^[50]。

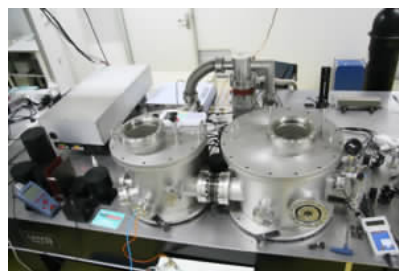


图 7 全球首台纳秒深紫外固态激光源实用化样机(图片来源:中国科学院理化技术研究所网站)

Fig. 7 The global first practical prototype of nanosecond solid-state deep UV laser source

2.3 建成世界上最大口径大视场光学天文望远镜

6 月 4 日,建在中国科学院国家天文台兴隆观测基地的“大天区面积光纤光谱天文望远镜”(LAMOST)通过国家竣工验收,标志着我国成为世界上少数几个具备极大口径望远镜

自主研制能力的国家之一。LAMOST 超级望远镜(图 8)由口径 3.6m 的反射施密特改正镜、口径 4.9m 的球面主镜和焦面组成光学系统,成像的焦面上装有 4000 根可自动定位的光纤,连接 16 台可实时记录数据的光谱仪。望远镜每次夜间观测 1.5h,最多可获得 4000 条天体光谱,是目前国际上口径最大的大视场望远镜和光谱获取率最高的望远镜。LAMOST 实现了若干个世界第一次:首次在一块大镜面上同时应用薄变形镜面主动光学技术和拼接镜面主动光学技术;首次实现六角形的主动可变形镜;首次在一个光学系统中同时采用两块大口径的拼接镜面;首次应用 4000 根光纤定位技术^[51]。



图 8 LAMOST 超级天文望远镜
(图片来源:中国新闻网)

Fig. 8 LAMOST super astronomical telescope

2.4 首座世界最先进的圆筒型超深水海洋钻探储油平台

6 月 28 日,首座世界上最先进的圆筒型超深水海洋钻探储油平台——Sevan Driller 建成(图 9)。Sevan Driller 是南通中远船务工程有限公司为挪威 Sevan Marine 公司建造的第六代半潜式平台,造价 6 亿美元,平台总高 135m,直径 84m,甲板可变载荷 15000t,拥有 15 万桶原油的存储能力;设计水深 3810m,钻井深度 12192m,通过 8 台推进器进行定位,配置有全球最先进的 DP-3 动态定位系统和系泊系统,可以适应英国北海零下 20℃ 的恶劣海况,属于当今世界海洋石油钻探平台中技术水平最高、作业能力最强的高端领先产品^[52]。



图 9 Sevan Driller 海洋钻探储油平台建成
(图片来源:新华网)

Fig. 9 Sevan Driller marine drilling storage platform

2.5 新支线客机 ARJ21-700 完成首次城际飞行

7 月 15 日,中国首架拥有自主知识产权的涡扇支线喷气客机 ARJ21-700 飞机继 2008 年 11 月上海首飞成功并经历

数次检查飞行后,首次成功实施转场城际飞行(图 10)。这表明,ARJ21-700 飞机在经过上海地区的检查飞行后,已初步验证其性能满足设计要求并达到预期的稳定运行状态,可以满足长距离航线飞行的要求。ARJ21-700 新支线飞机是中国自行研制、具有自主知识产权的新型中短程涡扇支线飞机,由原中国航空工业第一集团公司负责研制,其标准型航程为 2225km,座级为 78~90 座,具有适应性、舒适性、共通性、经济性、系列化等特点。首次成功实施转场城际飞行标志着 ARJ21-700 飞机已全面进入试飞取证阶段,为其下一步适航取证、正式投入商业运营奠定了坚实的基础^[53]。



图 10 ARJ21-700 飞机在上海大场机场开始首次转场城际飞行(图片摄影:孙自法)

Fig. 10 The first inter-city flight of ARJ21-700 aircraft

2.6 首套年产千万吨级煤矿综采装备下线

9 月 28 日,国家科技支撑计划重点项目、国内首套年产千万吨级煤矿综采成套装备成功下线(图 11),并进行了下井前地面联合试运转。这套装备由太重煤机集团、山西焦煤西山煤电集团、平阳重工集团、中国煤科总院开采分院、太原理工大学等单位联合攻关研制,装机功率超过 2200kW,最大采高 6.3m,牵引速度 25m/min,生产能力 3500t/h,其关键技术已申报专利 52 项,授权专利 9 项。该重大项目的研制成功,将形成全部国产化的长臂、短臂矿井综采成套装备与技术,使我国综采装备技术水平接近或达到国际先进水平,标志着我国将摆脱年产千万吨以上矿井主要装备长期依赖进口的局面^[54]。



图 11 年产千万吨级煤矿综采成套装备成功下线
(图片来源:国家重大装备工程网)

Fig. 11 The equipment set for general exploitation of coal mining with annual output of ten millions of tons

2.7 完成世界上最清晰的全月球三维数字地形图

9月28日,中国首次月球探测工程全月球三维数字地形图(图12)通过专家评审。这幅全月球三维数字地形图是由中国科学院西安光学精密机械研究所为“嫦娥”一号研制的三线阵 CCD 推扫相机获取的影像数据,经三线阵数字摄影测量处理制作而成,地形图采用均地极轴坐标系,高程基准采用月球半径为 1737.4km 的正球体表面,空间分辨率为 500m,平面中误差 192m,高程中误差 120m,是目前国际上覆盖全月球、平面与高程的分辨率最高、数据精度最高的月球三维地形数据,将为促进月表形貌的特征、规律与成因的研究,推动月球构造与区划的科学厘定,深化对月球地质及其演化历史的认识,以及为后续月球探测工程的科学目标设计、有效载荷配置、关键技术要求和工程保障条件等奠定重要基础^[55]。

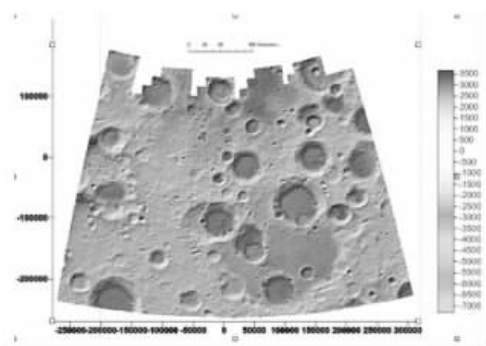


图 12 根据“嫦娥”一号卫星数据制作的月球高精度地形影像图(局部)(图片来源:人民日报)

Fig. 12 High-precision terrain image map of moon designed by Chang'e-1 satellite data (local)

2.8 研制成功大容量钠硫储能电池

10月16日报道,中国科学院上海硅酸盐研究所与上海市电力公司合作,成功研制出具有自主知识产权的容量为 650A·h 的钠硫储能单体电池,使我国成为继日本之后世界上第二个掌握大容量钠硫单体电池核心技术的国家。钠硫电池是一种以金属钠为负极、硫为正极、陶瓷管为电解质隔膜的二 次 电 池,具 有 容 量 大、体 积 小、能 量 储 存 和 转 换 效 率 高、寿命长、不受地域限制等优点,是目前最经济实用的储能方法之一。目前,钠硫储能电池技术已走在储能技术的前沿,其应用前景广阔,具有极大的经济和社会效益,同时还能降低碳排放^[56]。

2.9 成功研制千万亿次超级计算机系统“天河”一号

10月29日,中国首台千万亿次超级计算机——“天河”一号由国防科学技术大学研制成功(图13)。该超级计算机系统突破了多阵列可配置协同并行体系结构、高速率可扩展互连通信、基于隔离的安全控制、多层次的大规模系统容错、系统能耗综合控制等一系列关键技术,系统峰值性能达每秒 1206 万亿次双精度浮点运算,内存总容量 98TB,点点通信带宽 40Gbps,共享磁盘容量 1PB,具有高性能、高能效、高安全



图 13 “天河”一号千万亿次超级计算机

(图片来源:新华网)

Fig. 13 Tianhe-1 supercomputer

和易使用等特点,综合技术水平进入世界前列。“天河”一号的诞生,是我国战略高新技术和大型基础科技装备研制领域取得的一项重大创新成果,实现了我国自主研制超级计算机能力从百万亿次到千万亿次的跨越,使我国成为继美国之后世界上第二个能够研制千万亿次超级计算机的国家^[57]。

2.10 首台自主研发 2.0MW 永磁直驱风力发电机设计完成

11月18日,中国第一台具有自主知识产权的 2.0MW 永磁直驱风力发电机,由力德风电公司与国家稀土永磁电机工程技术研究中心合作设计完成。这是我国自主研发的最大的永磁直驱风力发电机,标志着我国永磁直驱风力发电技术达到世界领先水平。这项技术充分考虑到中国的气候条件和风资源状况,进行了抗台风、抗低温、抗沙尘等设计;同时在结构优化、电磁计算、温度场设计等方面做了大量创新型设计,可以达到微风启动,低风速并网发电的效果,从而更充分地利用了风能资源。在同等条件下,单机的年发电量比从国外引进的永磁直驱发电机提高了约 15%。永磁直驱风力发电机采用全功率变流器,并网后对电网的冲击小,且具有低电压穿越能力强等优点,目前这种发电机装机约占中国风电装机总量的 10%^[58]。

3 2009 年中国重大工程进展 (10 项)

3.1 神华煤直接液化百万吨级示范工程试车成功

1月6日,神华煤直接液化百万吨级示范工程连续稳定运行 168h——试车成功,标志着中国成为世界上唯一掌握百万吨级煤直接液化关键技术的国家,我国煤制油技术实现里程碑式跨越。神华煤直接液化百万吨级示范工程包括备煤、催化剂制备、空分、干煤粉气化制氢、煤直接液化、溶剂加氢稳定、液化油品加氢改质、气体和液化气脱硫、酸性水汽提、硫磺回收、污水处理等 54 套生产和辅助生成装置,核心装置采用了具有自主知识产权的最先进的煤直接液化工艺技术和高效铁基合成催化剂技术,同时高度重视环境保护工作,对走中国特色清洁能源道路具有深远意义^[59]。

3.2 中国首个特高压交流输变电工程建成并投入运营

1月16日,中国国家电网公司宣布,中国自主研发、设计和建设的百万伏交流输变电项目——晋东南—南阳—荆门

特高压试验示范工程正式建成并投入运营(图 14)。工程北起山西的晋东南变电站,经河南南阳开关站,南至湖北的荆门变电站,线路全长 640km,变电容量 2×300 万千伏安,连接华北、华中电网,横贯山西、河南、湖北 3 省,是迄今为止世界上运行电压最高、输送能力最大、技术水平最先进的特高压交流输变电工程。该工程建设中开展了 200 多项特高压关键技术研究,系统掌握了特高压输变电核心技术,形成了一批自主知识产权成果和国际一流的特高压实验能力,以及较为完整的特高压标准体系。工程投运后,将充分利用充足的山西煤电、湖北水电资源,对形成南北互济的跨区域经济协调发展局面,保障国家能源安全及电力可靠供应具有重要意义^[60]。



图 14 晋东南—南阳—荆门特高压试验示范工程建成并投入运营 (图片来源:国际电力网)

Fig. 14 Completion and operation of ultra-high voltage test demonstration project for the route of Southeast Shanxi—Nanyang—Jinmen

3.3 “嫦娥”一号卫星成功撞月,探月一期工程圆满结束

3 月 1 日 16 时 13 分 10 秒,“嫦娥”一号卫星在北京航天飞行控制中心的精确控制下,准确落在月球丰富海区域(月球 52.36°E 、 1.50°S)的预定撞击点。撞击过程中,“嫦娥”一号卫星携带的 CCD 相机传回实时图像(图 15),图像清晰,标志着中国探月一期工程圆满结束。“嫦娥”一号卫星在轨运行一年中,共传回 1.37TB 有效科学探测数据,获取了全月球影像图、月表部分化学元素分布等科研成果,圆满实现工程目标和科学目标,为中国月球探测后续工程和深空探测奠定了坚实的基础^[61]。

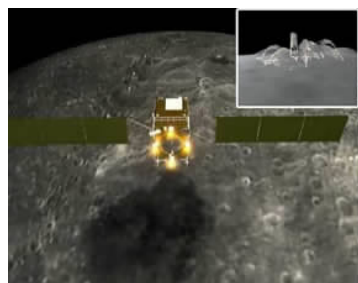


图 15 “嫦娥”一号撞月球瞬间模拟 (图片来源:人民网)

Fig. 15 Transient simulation of Chang'e-1 hitting the moon

3.4 世界上最长的隧道在辽宁全线贯通

4 月 15 日,辽宁大伙房水库输水一期工程输水隧道全线贯通(图 16),贯通误差仅 3cm。该隧道工程东起辽宁省桓仁满族自治县,西至辽宁新宾满族自治县,隧道总长 85.3km,穿越了 50 余座山峰,50 多条河谷,29 条断层,为目前世界上最长的连续隧道。大伙房水库输水工程总投资达 103 亿元,是中国东北地区迄今最大的输水工程,担负着每年为辽宁中部和南部城市供水 17 亿 m^3 的重任。整个工程分三期,一期工程从辽宁东部山区引水至抚顺大伙房水库,二期工程从大伙房水库建设输水管道到沈阳、鞍山等辽宁中部城市,三期工程从鞍山修建输水管道至大连,全部工程建成后将使 1000 多万人和众多工业企业的用水得到保证^[62]。



图 16 大伙房水库输水一期工程输水隧道贯通 (图片来源:新华社)

Fig. 16 Transfixion for Water-conveyance tunnel of the first phase project of Dahuofang Reservoir

3.5 上海同步辐射光源建成并投入使用

4 月 29 日,中国科学院上海同步辐射光源竣工并对国内外用户开放共享(图 17)。上海同步辐射光源是中国重大科学工程,坐落在浦东张江高科技园区,占地面积约 20 万 m^2 ,总投资约 12 亿元人民币,工程主体建筑由 3 大加速器组成:一台 150MeV 的电子直线加速器,一台能在 0.5s 内把电子束能量从 150MeV 提升到 3.5GeV 的全能量增强器,一台周长 432m 的



图 17 上海同步辐射光源建筑鸟瞰图 (图片来源:中国科学院网站)

Fig. 17 Airview map of Shanghai Synchrotron Radiation Facility

3.5GeV 高性能电子储存环。它的建成标志着中国大科学装置建设跨上一个新台阶,不仅为中国科学界和工业界提供了一个与世界同步的大科学实验平台,带动中国科技创新和相关工业的发展,同时也表明中国在建设国际先进水平大型科学实验装置方面具备了高水平的技术集成和创新能力^[63]。

3.6 北京正负电子对撞机重大改造工程完成

7月17日,“十五”国家重大科学工程——北京正负电子对撞机重大改造工程(BEPCII)通过国家竣工验收,BEPCII的直线加速器、储存环、同步辐射专用模式、北京谱仪 III(BESI-II)的主要性能参量均达到或超过设计指标。该工程 2004 年 1 月开工建设;2008 年 7 月,BEPCII/BESIII 完成各项建设任务,观测到正负电子对撞产生的第一批 $\psi(2S)$ 事例;2009 年 5 月,对撞机的主要性能参数亮度在 1.89GeV 能量下达到 $3.01 \times 10^{32} \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,是改造前的 32 倍以上,达到设计指标。BEPCII 采用最先进的双环交叉对撞技术,创造性地克服了储存环隧道狭窄、对撞区短的困难,最大限度地利用原有设施,设计对撞亮度较原来提高了 30~100 倍,并实现了“一机两用”(即高能物理和同步辐射两用),使 BEPCII 在世界同类型装置中继续保持领先地位,成为国际上最先进的双环对撞机之一^[64]。

3.7 中国大陆首条自主设计海底隧道全线贯通

11月5日,中国大陆第一条海底隧道——厦门翔安海底隧道全线贯通(图18)。该隧道由我国自主设计施工,全长 8.695km,最浅在海平面下约 70m,设计使用寿命 100a。隧道由两条行车主洞和一条服务中孔构成,主洞宽 17.2m,高 12m,可同时行驶 3 车。贯通后,厦门岛与翔安区的车程将由 1.5h 缩短至 8min,将推动海峡西岸经济区的开发建设。该隧道工程由中国铁建 22 局集团承建,施工过程中攻克了多个世界级难题,创新性地改造了传统 CRD 施工作业法,在软弱围岩中月掘进速度最高值达 73m,创造了同等地质条件下世界特大断面海底隧道施工进度纪录;采用“地下连续墙井点降水法”成功穿越 630 多米的富水砂层;用“全断面帷幕注浆技术”和“注浆小导管技术”克制了强风化槽的肆虐。翔安海



图 18 厦门翔安海底隧道建成效果图

(图片来源:福州易成建材网站)

Fig. 18 Effect drawing of Xiang'an subsea tunnel in Xiamen

底隧道的抗腐蚀、抗渗水度均为最高等级,能抵抗 8 级地震,施工工艺达世界顶级水平,工程质量合格率 100%^[65]。

3.8 中国西南野生生物种质资源库通过国家验收

11月24日,中国重大科学工程“中国西南野生生物种质资源库”项目通过验收。这是我国第一个国家级野生生物种质资源库,由中国科学院和云南省共建,于 2005 年 3 月 22 日开工建设,2008 年 10 月 29 日正式开库投入运行,工程投资 1.48 亿元,建设有种子库、植物离体库、微生物库、动物种质资源库、DNA 库和信息中心,保存了包括种子、植物离体材料、动物细胞、菌株、DNA 等多种类型的中国重要野生种质资源和部分国外野生种质资源。该资源库已收集、保存野生生物种质资源 8444 种 74641 份(株),其中包括来自 21 个国家的 252 种 590 份野生植物种子;同时收集并在种质资源圃保存了野生种质资源 437 种 49580 株。它和英国皇家植物园丘园千年种子库是目前世界上仅有的 2 个按照国际标准建立的野生生物种质资源保藏设施,项目的完成对我国生物多样性保护与研究将起到重要推动作用,是我国战略性生物资源保存的重大飞跃,为我国经济社会可持续发展提供了生物资源战略储备^[66]。

3.9 武广铁路客运专线成功试运行

12月9日,武广铁路客运专线试运行成功(图19)。列车从广州南站出发不到 3h 即抵达武汉,标志着中国兴建的世界第一条时速达 350km 的高铁客运新干线已全面完成铁路线建设。作为(北)京广(州)客运专线的一部分,2005 年 6 月 23 日开工建设的武广高速铁路客运新干线,北起武汉站,南到广州南站,线路全长 1068.6km,全部采用世界上最先进的无砟轨道技术铺设,设计时速为 350km,试运行时速达到 394km,居世界首位。该铁路客运专线上运行的国产 CRH3 型“和谐号”动车组列车拥有完全自主知识产权,多项技术处于世界领先地位,牵引功率达 8800kW,具有更好的启动加速和持续高速运行能力;正式开通运营后,将实现武广铁路客货分线运输,能极大地释放既有京广铁路运输能力,有效缓解铁路对煤炭、石油、粮食等重点物资运输的瓶颈制约,对于提高全国铁路网整体运输能力、提升中国高速铁路建设水平具有重要意义^[67]。



图 19 武广铁路客运专线试运行

(图片来源:南方日报)

Fig. 19 Trial operation of the Wuhan—Guangzhou PDL

3.10 世界上跨径最大的双层公路斜拉桥——上海闵浦大桥通车

12月31日,世界上跨径最大的双层公路斜拉桥——上海闵浦大桥正式通车(图20)。该桥创下了双层斜拉桥最长主跨、最大体积桥梁承台混凝土一次性浇筑、最粗斜拉索等3项国际造桥业的世界纪录和自主创新成果。作为2010年上海世博会的重点配套工程,闵浦大桥是上海首座双层公路斜拉桥,全长3982.7m,一跨过江的主跨达708m,是黄浦江上跨径最大的桥梁。闵浦大桥主桥共有170余根直径达22cm的斜拉索,为世界大桥斜拉索之最;大桥主桥以全焊接方式完成合龙,在世界同类型桥梁建设史上尚属首次。闵浦大桥通车后,从浦东国际机场经该桥可直达浙江省的嘉兴、湖州地区,还可与上海郊环、嘉金、莘奉金等高速公路相连接^[68]。



图20 闵浦大桥全景(图片来源:裴鑫摄)

Fig. 20 Minpu Bridge panorama

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.
Editorial Department of Science and Technology Review Society. *Science & Technology Review*, 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.
Editorial Department of Science and Technology Review Society. *Science & Technology Review*, 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.
Su Qing. *Science & Technology Review*, 2005, 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.
Su Qing. *Science & Technology Review*, 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.
Su Qing. *Science & Technology Review*, 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.
Su Qing. *Science & Technology Review*, 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.
Su Qing, Dai Li, Yue Chen. *Science & Technology Review*, 2009, 27(1): 19-29.
- [8] 半月科技新闻媒体关注指数排行榜[J]. 科技导报, 2009, 27(1)-(24).
- [9] 半月国内科技要闻[J]. 科技导报, 2009, 27(1)-(24).
- [10] 科学共同体要闻[J]. 科技导报, 2009, 27(1)-(24).
- [11] 国内科技期刊亮点[J]. 科技导报, 2009, 27(1)-(24).
- [12] 李娜. 中国科协50年·生命关照[J]. 科技导报, 2009, 27(1): 9.
Li Na. *Science & Technology Review*, 2009, 27(1): 9.
- [13] 李娜. 科技界那些“惊喜”的背后[J]. 科技导报, 2009, 27(2): 9.
Li Na. *Science & Technology Review*, 2009, 27(2): 9.
- [14] 李娜. 让交流来得更猛烈些吧[J]. 科技导报, 2009, 27(3): 9.
Li Na. *Science & Technology Review*, 2009, 27(3): 9.
- [15] 李娜. 乘“贝格尔”号再出发[J]. 科技导报, 2009, 27(4): 9.
Li Na. *Science & Technology Review*, 2009, 27(4): 9.
- [16] 李娜. 阶段性进展为科学研究积聚力量[J]. 科技导报, 2009, 27(5): 9.
Li Na. *Science & Technology Review*, 2009, 27(5): 9.
- [17] 李娜. 当“经典”遭遇挑战[J]. 科技导报, 2009, 27(6): 9.
Li Na. *Science & Technology Review*, 2009, 27(6): 9.
- [18] 李娜. 更快、更远、更自由[J]. 科技导报, 2009, 27(7): 9.
Li Na. *Science & Technology Review*, 2009, 27(7): 9.
- [19] 李娜. 定期“盘点”科技进展[J]. 科技导报, 2009, 27(8): 9.
Li Na. *Science & Technology Review*, 2009, 27(8): 9.
- [20] 李娜, 苏青. 从引发自墨西哥的A(H1N1)型流感说起[J]. 科技导报, 2009, 27(9): 9.
Li Na, Su Qing. *Science & Technology Review*, 2009, 27(9): 9.
- [21] 李娜. 从科幻小说到科学发现[J]. 科技导报, 2009, 27(10): 9.
Li Na. *Science & Technology Review*, 2009, 27(10): 9.
- [22] 李娜. 让流言止于专业科技媒体[J]. 科技导报, 2009, 27(11): 9.
Li Na. *Science & Technology Review*, 2009, 27(11): 9.
- [23] 李娜. 运筹帷幄方能决胜千里[J]. 科技导报, 2009, 27(12): 9.
Li Na. *Science & Technology Review*, 2009, 27(12): 9.
- [24] 李娜. 我们真的能穿越时空吗? [J]. 科技导报, 2009, 27(13): 9.
Li Na. *Science & Technology Review*, 2008, 26(13): 9.
- [25] 李娜. 我来自爸爸的皮肤[J]. 科技导报, 2009, 27(14): 9.
Li Na. *Science & Technology Review*, 2009, 27(14): 9.
- [26] 杨书卷. “仰望”中的希望与未来[J]. 科技导报, 2009, 27(15): 9.
Yang Shujuan. *Science & Technology Review*, 2009, 27(15): 9.
- [27] 杨书卷. 生命, 在与科学的交织中改变[J]. 科技导报, 2009, 27(16): 8.
Yang Shujuan. *Science & Technology Review*, 2009, 27(16): 9.
- [28] 苏青. 人类究竟能跑多快[J]. 科技导报, 2009, 27(17): 9.
Su Qing. *Science & Technology Review*, 2009, 27(17): 9.
- [29] 杨书卷. 答案不在别处[J]. 科技导报, 2009, 27(18): 9.
Yang Shujuan. *Science & Technology Review*, 2009, 27(18): 9.
- [30] 杨书卷. 创新驱动的“旧邦新命”[J]. 科技导报, 2009, 27(19): 9.
Yang Shujuan. *Science & Technology Review*, 2009, 27(19): 9.
- [31] 杨书卷. 现代科技发展的制度和人文支撑[J]. 科技导报, 2009, 27(20): 9.
Yang Shujuan. *Science & Technology Review*, 2009, 27(20): 9.
- [32] 杨书卷, 苏青. 在缅怀中感受大师的力量[J]. 科技导报, 2009, 27(21): 9.
Yang Shujuan, Su Qing. *Science & Technology Review*, 2009, 27(21): 9.
- [33] 杨书卷. 月球之上的希望“绿洲”[J]. 科技导报, 2009, 27(22): 9.
Yang Shujuan. *Science & Technology Review*, 2009, 27(22): 9.
- [34] 杨书卷. 决定民族兴衰和国家命运的动力[J]. 科技导报, 2009, 27(23): 9.

- Yang Shujuan. *Science & Technology Review*, 2009, 27(23): 9.
- [35] 杨书卷. 科研领域的逐日追风[J]. *科技导报*, 2009, 27(24): 9.
- Yang Shujuan. *Science & Technology Review*, 2009, 27(24): 9.
- [36] Lu L, Chen X, Huang X, *et al.* Revealing the maximum strength in Nanotwinned Copper [J]. *Science*, 2009, 323(5914): 607-610.
- [37] Luan B, Zhao J, Wu H, *et al.* Deficiency of a β -arrestin-2 signal complex contributes to insulin resistance [J]. *Nature*, 2009, 457(7233): 1146-1149.
- [38] Ma Y, Eremets M, Oganov A R, *et al.* Transparent dense sodium[J]. *Nature*, 2009, 458(7235): 182-185.
- [39] Chen T Y, Liang H, Liu Y, *et al.* Field test of a practical secure communication network with decoy-state quantum cryptography [J]. *Optics Express*, 17(8): 6540-6549.
- [40] Yuan P, Bartlam M, Lou Z, *et al.* Crystal structure of an avian influenza polymerase PA_N reveals an endonuclease active site [J]. *Nature*, 458 (7240): 909-913.
- [41] Piao S, Fang J, Ciais P, *et al.* The carbon balance of terrestrial ecosystems in China[J]. *Nature*, 2009, 458(7241): 1009-1013.
- [42] Wei G, Tao Y, Liu G, *et al.* A transcriptomic analysis of superhybrid rice *LYP9* and its parents [J]. *PNAS*, 2009, 106(19): 7695-7701.
- [43] Xu X, Clark J M, Mo J, *et al.* A Jurassic ceratosaur from China helps clarify avian digital homologies[J]. *Nature*, 2009, 459(7249): 940-944.
- [44] Hu D, Hou L, Zhang L, *et al.* A pre-Archaeopteryx troodontid theropod from China with long feathers on the metatarsus [J]. *Nature*, 2009, 61 (7264): 640-643.
- [45] Xu X, Zheng X, You H. A new feather type in a nonavian theropod and the early evolution of feathers[J]. *PNAS*, 2009, 106(3): 832-834.
- [46] Ma W, Liu L, Zhang Z, *et al.* High-strength composite fibers: Realizing true potential of carbon nanotubes in polymer matrix through continuous reticulate architecture and molecular level couplings [J]. *Nano Letters*, 2009, 9(8): 2855-2861.
- [47] Meng J, Liu G, Zhang W, *et al.* Coexistence of Fermi arcs and Fermi pockets in a high- T_c copper oxide superconductor [J]. *Nature*, 462 (7271): 335-338.
- [48] Wen H H, Mu G, Luo H, *et al.* Specific-heat measurement of a residual superconducting state in the normal state of underdoped Bi₂Sr_{2-x}La_xCuO_{6.6} cuprate superconductors [J]. *Physical Review Letters*, 2009, 103 (6): 067002-067005.
- [49] 吴可超, 李俊义. 国内首列实用型中低速磁悬浮列车开始运行试验 [EB/OL]. [2009-06-15]. http://news.xinhuanet.com/society/2009-06/15/content_11546250.htm.
- [50] 中国科学院理化技术研究所. 全球首台纳秒深紫外固态激光源实用化样机研制成功 [EB/OL]. [2009-04-07]. <http://www.sciencenet.cn/htmlnews/2009/4/218041.html>.
- [51] 吴晶晶. 中国建成世界上最大口径大视场光学天文望远镜[EB/OL]. [2009-06-04]. http://news.xinhuanet.com/society/2009-06/04/content_11487960.htm.
- [52] 杜冰. 世界首座圆筒型超深水海洋钻探储油平台建成[N]. *光明日报*, 2009-06-29.
- [53] 吴歆. 中国新支线客机 ARJ21-700 完成首次城际飞行 [EB/OL]. [2009-07-15]. <http://www.chinanews.com/gn/news/2009/07-15/1776320.shtml>.
- [54] 王维虎, 赵春娥. 年产千万吨级矿并大采高综采科研项目日前在山西下线[EB/OL]. [2009-10-21]. <http://www.xsmd.com.cn/html/2009-10/5737.html>.
- [55] 吴晶晶. 中国完成目前最清晰全月球三维数字地形图[EB/OL]. [2009-09-28]. http://news.xinhuanet.com/politics/2009-09/28/content_12122874.htm.
- [56] 张建松. 上海研制成功大容量钠硫储能电池[N]. *科技日报*, 2009-10-21.
- [57] 保婷婷. 我国首台千万亿次超级计算机系统“天河一号”研制成功[N]. *科学时报*, 2009-10-29.
- [58] 沈洋, 姬少亭. 我国首台具有自主知识产权 2.0 兆瓦永磁风力发电机问世[N]. *人民日报: 海外版*, 2009-11-19.
- [59] 陶小康. 神华煤直接液化百万吨级示范工程试车成功 [N]. *中国化工报*, 2009-01-08.
- [60] 瞿剑. 我国首个特高压交流输电工程建成投运 [N]. *科技日报*, 2009-01-18.
- [61] 中国新闻网. 嫦娥一号卫星成功撞月 探月一期工程实现预期目标 [EB/OL]. [2009-03-01]. <http://www.chinanews.com/gn/news/2009/03-01/1583385.shtml>.
- [62] 姚剑锋. 世界上最长的隧道在辽宁全线贯通[EB/OL]. [2009-04-15]. http://news.xinhuanet.com/newscenter/2009-04/15/content_11190148.htm.
- [63] 黄辛. 中国科学院上海同步辐射光源建成 [N]. *科学时报*, 2009-04-30.
- [64] 张巧玲. 北京正负电子对撞机重大改造工程通过验收[N]. *科学时报*, 2009-07-20.
- [65] 向杰, 孔祥文. 我国自主设计首条海底隧道全线贯通[EB/OL]. [2009-11-06]. http://www.stdaily.com/kjrb/content/2009-11/06/content_121584.htm.
- [66] 陈正才. 我国第一个野生生物种质资源库在云南建成运行[EB/OL]. [2009-11-25]. http://www.yn.xinhuanet.com/nets/2009-12/15/content_18505919.htm.
- [67] 熊金超. 我国建成世界第一条时速 350 公里高铁客运新干线[EB/OL]. [2009-12-09]. http://news.xinhuanet.com/fortune/2009-12/09/content_12618288.htm.
- [68] 郑莹莹. 世界跨径最大的双层公路斜拉桥上海闵浦大桥通车[EB/OL]. [2010-01-01]. <http://www.chinanews.com/cj/cj-cyzh/news/2010/01-01/2049953.shtml>.

(责任编辑 齐志红)

上期“鳄鱼填字”答案

- | | |
|--------------|-------------|
| 1. CRAB | 7. CREATURE |
| 2. CRUSH | 8. CROOKED |
| 3. CROCUS | 9. CRAYON |
| 4. CROQUET | 10. CROWN |
| 5. CROAKING | 11. CREW |
| 6. CROCODILE | |