

# 2013年度中国重大科学、技术和工程进展

朱宇,陈广仁,史永超,苏青

科技导报社,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2013年度中国重大科学、技术、工程进展30项。1) 2013年度中国重大科学进展10项:制备成超硬纳米双晶立方氮化硼;绘制完成小麦A基因组和D基因组草图;在磁性拓扑绝缘体中实验观测到量子反常霍尔效应;H7N9禽流感病毒感染研究取得重要进展;基于等离激元增强拉曼散射实现单分子化学成像;发现一新的带电类重夸克偶素Zc(3900);利用小分子化合物将小鼠体细胞诱导转化为多能干细胞;单细胞RNA测序揭示胚胎发育不同阶段的基因表达谱;利用原子力显微镜直接观测到分子间氢键;超亮X射线源M 101 ULX-1中令人困惑的黑洞吸积作用。2) 2013年度中国重大技术进展10项:中国首辆氢燃料电池电动车研制成功;成功开展首次空间科学主动实验;自主研发生物航空燃料首次试飞成功;世界最大型深海浮体建成;利用稀土材料攻克LED照明世界难题;成功研制中国首个半浮栅晶体管;研制成功中国首个完全可降解心血管支架;湖南超级稻大面积亩产破988 kg创世界纪录;自主研发的首台“云计算”问世;北斗卫星导航系统核心芯片等关键技术全面突破。3) 2013年度中国重大工程进展10项:中国最长越江地铁隧道在南京贯通;“神舟十号”与“天宫一号”载人交会对接;世界上最长最宽的多塔斜拉桥嘉绍大桥通车;连霍高速甘肃段乌鞘岭隧道群通车;“潜龙一号”试验性应用初步成功;中国首个实验型深海移动工作站下水实验;“嫦娥三号”成功实施月面软着陆;中国建成95个海水淡化工程;南水北调中线主体工程完工;“高分一号”卫星投入使用。

**关键词** 中国;科学;技术;工程;重大进展

**中图分类号** N1 **文献标识码** A **doi** 10.3981/j.issn.1000-7857.2014.03.001

## Major Advances of Science, Technology and Engineering in China in 2013

ZHU Yu, CHEN Guangren, SHI Yongchao, SU Qing

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 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 2013 were selected from a lot of scientific news in *Science & 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; advance

《科技导报》2004年始连续10年遴选发布中国年度重大科学、技术和工程进展<sup>[1-11]</sup>。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2013年中国重大科学、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、50项重大技术进展、18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2013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。遴选出的每项重大进展必须在2013年

收稿日期:2014-01-10;修回日期:2014-01-22

作者简介:朱宇,副编审,研究方向为科技交流与传播,电子邮箱:zhuyu@cast.org.cn;苏青(通信作者),研究员,研究方向为科技出版,电子邮箱:suqing@cast.org.cn

引用格式:朱宇,陈广仁,史永超,等. 2013年度中国重大科学、技术和工程进展[J]. 科技导报, 2014, 32(3): 15-24.

1月1日至2013年12月31日期间内报道、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。

## 1 2013年度中国重大科学进展(10项)

### 1.1 制备成超硬纳米双晶立方氮化硼

立方氮化硼是一种具有广泛工业应用的超硬材料。基于Hall-Petch效应,其硬度随晶粒尺寸减小而增加,因此,制备具有纳米结构的立方氮化硼是增加其硬度的有效方法。多晶立方氮化硼通常采用类似石墨的片状氮化硼前体发生马氏体相变来合成,在该过程中高压和高温可导致氮化硼片层发生皱折。这种方法可以合成晶粒尺寸小到约14 nm的多晶立方氮化硼。燕山大学亚稳材料制备技术与科学国家重点实验室田永君研究组与合作者,合成出以双晶为主要纳米结构的立方氮化硼,其双晶平均厚度仅为3.8 nm。这种纳米双晶立方氮化硼由特别制备的具有皱折和层错的洋葱状纳米结构氮化硼前体制备而成,其光学透明,具有一系列优良物理性能:其维氏硬度达到108 GPa,超过了硬度最高的合成金刚石(100 GPa);其氧化温度高达约1294℃;其断裂韧度大于 $12 \text{ GPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ ,超过了商用烧结碳化钨(约 $10 \text{ GPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ )。研究结果还显示,这种纳米双晶立方氮化硼在双晶厚度远小于Hall-Petch效应临界尺寸下仍然呈现硬化效应,而此前针对金属和合金的研究显示,当晶粒尺寸或双晶厚度小于10~15 nm时会出现反Hall-Petch效应,此时硬度将随尺寸的进一步减小而减小。研究者认为,这是量子限域效应带来的硬化超过了反Hall-Petch效应带来的软化的结果(图1)。相关研究论文发表在2013年1月17日 *Nature*[493(7432):385-388]<sup>[12]</sup>。

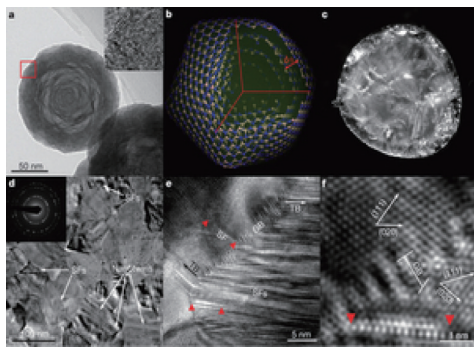


图1 在15 GPa和1800℃的条件下的洋葱状纳米结构氮化硼原料及其制备而成的纳米双晶立方氮化硼 (图片来源: *Nature*)

### 1.2 绘制完成小麦A基因组和D基因组草图

广泛种植的普通小麦是一种异源六倍体,其基因组包括A、B、D 3个基因组。小麦A基因组是普通小麦以及其它多倍体小麦的基本基因组,是小麦演化、驯化以及遗传改良研究的关键,特别是在穗和种子的形态和发育上;而小麦D基因组在抗病、抗逆、适应性以及品质方面体现出独特的特点。中国科学院遗传与发育生物学研究所凌宏清、王道文、张爱

民、李振声研究组与深圳华大基因研究院王俊研究组等合作,中国农业科学院贾继增、刘旭、何中虎、毛龙研究组与深圳华大基因研究院王俊研究组等合作,分别完成对小麦A基因组前体种乌拉尔图小麦和小麦D基因组供体种粗山羊草的全基因组草图的测序、组装和分析。针对乌拉尔图小麦的基因组,研究人员共鉴定出34879个编码蛋白基因,发现了3425个小麦A基因组特异基因和24个新的小分子RNA,鉴定出一批控制重要农艺性状的基因,并发现小麦A基因组中的抗病基因明显多于水稻、玉米和高粱。针对粗山羊草基因组,研究人员共鉴别出了43150个蛋白编码基因,并利用整合的高密度遗传图谱将其中30697个基因锚定到染色体上。通过对粗山羊草全基因组分析发现,其抗病基因、抗非生物应激反应基因以及品质基因等农艺性状相关基因家族都发生显著扩张,因而大大增强了其抗病性、抗逆性、适应性及其品质。上述研究结果为多倍体小麦基因组分析提供了双倍体参照,为理解普通小麦对环境的适应性提供了新的认识,并为小麦的遗传育种提供了重要资源(图2)。相关研究论文发表在2013年4月4日 *Nature*[496(7443): 87-90]和[496(7443): 91-95]<sup>[13,14]</sup>。

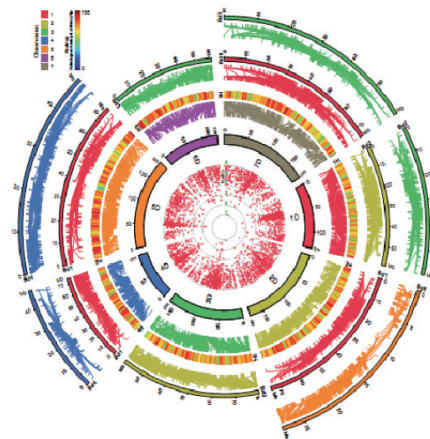


图2 小麦D基因组与大麦、短柄草的共线性比较基因组图 (图片来源:中国科学院遗传与发育生物学研究所)

### 1.3 在磁性拓扑绝缘体中实验观测到量子反常霍尔效应

量子反常霍尔效应(QAH)是指在零磁场下存在的量子霍尔效应。科学家推测这种效应可能存在于磁性拓扑绝缘体中,但实验观测到量子反常霍尔效应此前一直未能实现。清华大学低维量子物理国家重点实验室薛其坤、王亚愚研究组与中国科学院物理研究所何珂研究组等合作,在Cr掺杂(Bi,Sb)<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>磁性拓扑绝缘体薄膜中成功观测到量子反常霍尔效应。该研究显示,在零磁场下,反常霍尔电阻呈现出所预测的量子化值( $h/e^2$ ),同时伴随纵向电阻的大幅下降;但在强磁场下,纵向电阻消失,而霍尔电阻仍然保持量子化值。量子反常霍尔效应的实现将引导和推动低能耗电子学的发展。相关研究论文发表在2013年4月12日 *Science*[340

(6129): 167-170<sup>[15]</sup>。

此外,上述研究者还在Cr掺杂Bi<sub>2</sub>(Se,Te)<sub>1-x</sub>拓扑绝缘体薄膜中观测到了一种伴随着反常霍尔电阻符号改变的从铁磁态到顺磁态的磁性量子相变。他们利用角分辨光发射测量、密度泛函理论计算2种方式,揭示出这种拓扑量子相变发生的临界点。这项研究证实,体能带拓扑特性是这种磁性量子相变的根本驱动力。在磁性拓扑绝缘体中,通过调节其拓扑和磁性可以实现奇异的拓扑量子现象。相关研究论文发表在2013年3月29日*Science*[339(6127):1582-1586]<sup>[16]</sup>。

#### 1.4 H7N9禽流感病毒感染研究取得重要进展

针对2013年在中国东南沿海省市肆虐的新型禽流感病毒威胁,包括中国疾病预防控制中心病毒预防控制所舒跃龙研究组、浙江大学传染病诊治国家重点实验室李兰娟研究组、中国科学院微生物研究所高福研究组、汕头大学医学院管轶研究组、中国农业科学院哈尔滨兽医研究所陈化兰研究组、中国科学院生物物理研究所蒋太交研究组等在内的中国科学家通力合作、协同攻关,通过临床和流行病学调查、基因组测序及比对、系统发生分析、结构生物学、动物实验等多种手段,对这种新型病毒的起源、适应性变异、临床和流行病学特征等进行了研究,取得了系列重要研究进展。

针对H7N9病毒的起源和演化,他们的研究确认,这种新型流感病毒属于H7N9型病毒,其全部基因片段都来自禽流感病毒,且其6个内部基因全部来自H9N2型禽流感病毒。这种新型重组流感病毒的血凝素H7与浙江家鸭H7N3病毒的H7最为接近,而神经氨酸酶N9与韩国野生鸟类H7N9病毒的N9最为接近,而其6个内部基因片段可能来自于鸡身上的2个不同的H9N2禽流感群。这表明,这种新的流感病毒至少存在4个起源,其产生至少经历2次序列重组,涉及不同宿主上的不同H9N2供体病毒,鸭和鸡在这次致病性H7N9病毒突发过程中起到中间宿主的作用。不同分离株之间的多样性提示,这种病毒至少已经演化为2个不同的分支。这种H7N9重组病毒在演化形成过程中,还产生了一个此前未知的H7N7病毒。鸡感染的H7N7流感病毒也有能力感染哺乳动物,提示H7病毒在家禽中持续流行可能会导致产生高致病性变异株和进一步的散发性人类感染,并具有使该病毒获得人与人之间传染的持续风险。相关研究论文发表在*New England Journal of Medicine*[368(20): 1888-1897]、*Lancet*[381(9881): 1916-1925]、*The Lancet*[381(9881): 1926-1932]、*Nature*[502(7470): 241-244]、*Cell Host & Microbe*[14(4): 446-452]<sup>[17-20]</sup>。

针对H7N9病毒的适应性变异,他们的研究显示,在从最早3位患者分离的3个病毒株中,其血凝素(H7)基因的150环都存在一个T160A变异,而且其中2个病毒株的H7基因的210环还存在一个Q226L替代。此外,所有3个病毒株神经氨酸酶(NA)的茎区域都存在5个氨基酸的删除变异。除了Q226L替代外,在H7上还存在于一个Gly186Val替代与其与哺乳动物型 $\alpha$ -2,6-唾液酸受体的亲和性增加有关;这项研究在PB2上识别出可能与哺乳动物适应性有关的Asp701Asn变

异,在M2上识别出可能与金刚烷抗药性有关的Ser31Asn变异。结构生物学研究也进一步揭示了A/Shanghai/1/2013病毒株偏好于禽型唾液酸受体结合,而A/Anhui/1/2013可同时结合禽型和哺乳动物型唾液酸受体的结构基础。研究还发现,H7N9病毒已在治疗的选择性压力下,其神经氨酸酶N9发生了R294K替代变异,使其产生了对抗流感药物Oseltamivir等的耐药性。结构生物学研究揭示了这种耐药性产生的构象改变基础;同时也揭示出,R294K替代也降低了N9神经氨酸酶的催化活性以及病毒的适应能力。相关研究论文发表在*New England Journal of Medicine*[368(20): 1888-1897]、*The Lancet*[381(9881): 1916-1925]、*Science*[342(6155): 243-247]、*Cell Research* [23(12): 1347-1355]<sup>[21,22]</sup>。

关于其临床和流行病学特征,他们的研究显示,这种病毒既可与禽型( $\alpha$ -2,3-唾液酸)受体也可与哺乳动物型( $\alpha$ -2,6-唾液酸)受体结合,它可侵入人下呼吸道的上皮细胞和肺泡中的II型肺细胞,并高效复制。在H7N9患者的血清中检测到IP-10、IG、MIP-1 $\beta$ 、MCP-1、IL-6、IL-8、IFN- $\alpha$ 等趋化因子和细胞因子表达水平升高。研究发现,目前的季节性流感疫苗对H7N9病毒感染没有保护作用。基于雪貂动物模型的研究显示,这种新型H7N9病毒可在雪貂的上和下呼吸道复制,产生轻微症状,并可通过直接接触以及呼吸道飞沫在雪貂间传播,表明在合适条件下,H7N9病毒有可能会发生人到人传播。相关研究论文发表在*Nature*[499(7459): 500-503]、*Science*[341(6142): 183-186]、*Science* [341(6144): 410-414]<sup>[23-25]</sup>。

这些研究成果不仅为中国迅速应对和控制这种新发传染性疾病提供了科学支撑,同时也彰显了中国科学家积极应对新发传染病的能力。

#### 1.5 基于等离激元增强拉曼散射实现单分子化学成像

单个分子化学识别的可视化一直是催化科学、分子科学和生物技术要实现的目标。分子振动为这种识别提供了一个有价值的指纹图谱。由于针尖可产生非常强的等离激元场,利用基于针端增强拉曼散射的振动光谱技术可以非常有效地获得不同分子的振动谱。然而,针端增强拉曼散射成像最好的空间分辨率仍然受限于3~15 nm,这还不足以在化学上分辨单个分子。中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家实验室(筹)董振超、侯建国研究组与合作者报道了一种分辨率达到小于1 nm的拉曼光谱成像技术,可以分辨单个分子的内部结构和表面构型。该技术通过将纳米腔等离激元共振与分子振动跃迁(特别是产生拉曼光子辐射的下跃迁)进行波谱匹配来实现。这种匹配可通过扫描隧道电子显微镜进行极其精确的调谐。实验研究显示,隧道间隙的纳米腔等离激元场的高度约束和宽频特性对于通过产生拉曼激发和拉曼辐射双共振增强实现高分辨成像是必需的。该技术不仅允许在单分子水平上化学成像,而且提供了一条研究单个分子光学过程和光化学过程的方法(图3)。相关研究论文发表在2013年6月6日*Nature*[498(7452): 82-86]<sup>[26]</sup>。

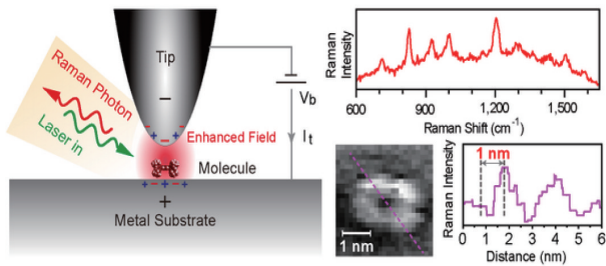


图3 单分子针尖增强拉曼散射测量原理与研究结果(图片来源: Nature)

### 1.6 发现一新的带电类重夸克偶素 Zc(3900)

工作在北京正负电子对撞机上的北京谱仪国际合作组,利用北京谱仪获得的数据,研究了质心能量为 4.26 GeV 的  $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-J/\psi$  反应通道,在  $\pi^+J/\psi$  质量谱的 3.9 GeV/c<sup>2</sup> 周围发现一个结构,他们将其称作 Zc(3900)。如果 Zc(3900) 被解释为是一个新的粒子,它将是一个不同寻常的粒子,因为它相当于一个重夸克偶素携带有一个电荷,这提示其中至少含有 4 个夸克。对  $\pi^\pm J/\psi$  的不变质量谱的最好拟合结果是 (3899.0 ± 3.6 ± 4.9) MeV/c<sup>2</sup>, 谱宽为 (46 ± 10 ± 20) MeV。同时,数据分析显示,在该反应通道中 Zc(3900) 的产率为 (21.5 ± 3.3 ± 7.5)% (图 4)。相关研究论文发表在 2013 年 6 月 21 日 *Physical Review Letters*[110, 252001]<sup>[27]</sup>。

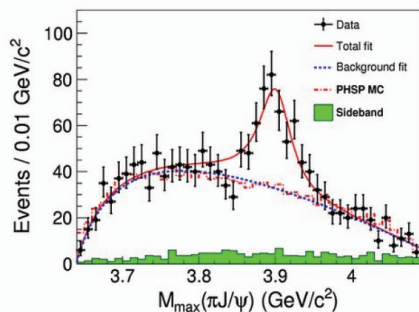


图4 北京谱仪 III 上的带电类重夸克偶素结构(图片来源:北京谱仪 III 国际合作组)

### 1.7 利用小分子化合物将小鼠体细胞诱导转化为多能干细胞

利用核移植方法或转入有限转录因子的方法可以将体细胞重编程转化为多能干细胞,这可为疾病研究以及再生医学提供无限的干细胞来源。但核移植带来的伦理问题以及外源转入转录因子所带来的致癌和其他风险限制了其应用。北京大学生命科学学院邓宏魁、赵扬研究小组提出了一个新的方法,他们利用 7 个小分子化合物的组合将小鼠体细胞重编程转化为多能干细胞,效率可达 0.2%。他们将利用该方法得到的多能干细胞称为“化学诱导的多潜能干细胞(CiPS 细胞)”。这种干细胞具有与胚胎干细胞类似的基因表达谱、表观遗传状态以及分化和生殖传输潜能。他们利用这种干细胞还成功获得了成活的嵌合体小鼠。这项研究表明,

利用小分子化合物可使外源转入主控基因不再是重编程所必需。相关研究论文发表在 2013 年 8 月 9 日 *Science*[341(6146): 651-654]<sup>[28]</sup>。

### 1.8 单细胞 RNA 测序揭示胚胎发育不同阶段的基因表达谱

同一生物个体不同细胞的基因组一般是一致的,但其表达在不同细胞中以及不同发育阶段不同。了解不同细胞及其不同发育阶段的基因表达谱,不仅可以理解细胞发育的遗传程序和动力学过程,而且可以通过对基因异常表达的识别而用于疾病的诊断。单细胞 RNA 测序(RNA-Seq)技术为此提供了一个手段。同济大学医学院薛志刚研究组与南京医科大学生殖医学国家重点实验室刘嘉茵研究组、美国 David Geffen 医学院范国平研究组等合作,利用单细胞 RNA 测序技术,对人和小鼠胚胎发育从卵母细胞到桑椹胚过程中转录组动力学变化进行了综合分析。他们基于人卵裂球信使 RNA 的单核苷变异和父本特异性单核苷多态性,在相当一部分(25%~53%)多态性基因转录本中识别出新的阶段特异性单等位基因表达模式。通过加权基因共表达网络分析发现,每个发育阶段可以被共表达基因的少数功能模块所精确描述。这揭示了在分裂到桑椹胚过程中,以逐步的方式发挥作用的细胞周期、基因调节、翻译和代谢通路中转录变化的顺序。利用小鼠植入前胚胎进行的种间对比分析揭示,人阶段特异性模块的大多数(7/9)在小鼠中保留,但发育特异性和时间节点在人和小鼠间存在差异。他们进一步研究识别出人和小鼠网络中保守的关键基因(或焦点基因)。这些基因很可能就是驱动哺乳动物植入前发育的关键候选基因。研究结果为剖析哺乳动物早期胚胎渐进性发育内在的基因调节机制提供了一个有价值的资源。相关研究论文发表在 2013 年 8 月 29 日 *Nature*[500(7464): 593-597]<sup>[29]</sup>。

另外,北京大学生命科学学院汤富酬、李瑞强研究组与北京大学第三医院乔杰研究组等合作,利用单细胞 RNA 测序技术(RNA-Seq),对分别来自植入前胚胎和胚胎干细胞不同阶段的 128 个细胞进行了单细胞测序。检测到来自母系的表达基因有 22687 个,其中包括 8701 个长非编码 RNA(lncRNAs),这比此前通过 cDNA 微阵列检测到的 9735 个基因有了显著增加。从中发现了 2733 个新的 lncRNAs,其中有许多在胚胎发育的不同阶段特异表达。针对人外胚层细胞基因表达与体外培养的人胚胎干细胞是否一致这个悬而未决的问题,这项研究发现,人外胚层细胞与体外生长的人原代胚胎干细胞的转录组有非常明显的差别,在它们之间有 1498 个基因表达不同。这项工作提供了一个人早期胚胎和人胚胎干细胞转录组特征的整体性框架。相关研究论文发表在 2013 年 9 月 *Nature Structural & Molecular Biology*[20(9): 1131-1139]<sup>[30]</sup>。

### 1.9 利用原子力显微镜直接观测到分子间氢键

国家纳米科学中心裘晓辉、程志海研究组与中国人民大学物理系季威合作,利用非接触原子力显微镜对在 Cu(111)底物上组装的 8-羟基喹啉(8-hq)的氢键进行直接观测,得到的

原子级分辨的结构能够精确地描述氢键网络的特征,包括键的位置、取向和长度(图5)。对键对比度的观测可以利用第一原理密度泛函来解释,它表征了氢键杂化电子态对电子密度的贡献。脱氢8-羟基喹啉与铜表面原子间的分子间配位也可以通过亚分子分辨原子力显微镜所揭示。这种直接利用非接触原子力显微镜识别局部键参数的方法也可被用于详细研究具有多个活性位点的复杂分子间的相互作用。相关研究论文发表在2013年11月1日 *Science*[342(6158): 611-614]<sup>[31]</sup>。

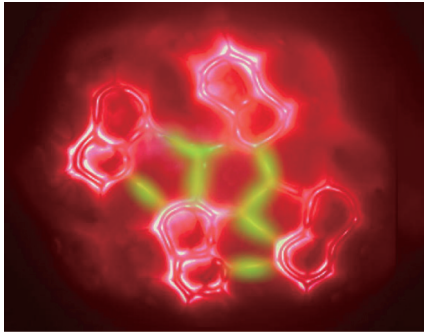


图5 首次实现分子间局域作用直接成像  
(图片来源: *Science*)

### 1.10 超亮X射线源 M 101 ULX-1 中令人困惑的黑洞吸积作用

对于亮度超过  $10^{39}$  尔格/s 的超亮 X 射线源(ULX)目前有两种解释。一种解释是,它们可能是中等质量黑洞(质量超过 100~1000 倍太阳质量)以次极大速率(亚爱丁顿速率)辐射,就像星系中的黑洞 X 射线双星,但具有大而冷的吸积盘;另一种解释是,它们可能是恒星质量级别的黑洞,但以爱丁顿或超爱丁顿速率辐射。M 101 ULX-1 是一个亮度为  $3 \times 10^{39}$  尔格/s 的超亮 X 射线源,已有的观测研究显示其吸积盘具有一个超软热光谱,这提示其吸积盘具有很低的温度,而且仅通过光子来加热,这与中等质量黑洞的吸积模型在很多情况下一致。中国科学院国家天文台刘继峰研究组与合作者对 M 101 ULX-1 进行了光谱观测,研究证实了该系统存在一个 Wolf-Rayet 伴星的推测,并揭示其轨道周期为 8.2 天。他们推断该系统中的黑洞质量最小为 5 倍太阳质量,而最有可能的质量范围在 20~30 倍太阳质量,该系统的黑洞是中等质量黑洞的可能性非常小。但其在高爱丁顿比率下的异常软的光谱又违背了对恒星质量级别黑洞吸积模型的预期,因此其吸积肯定来源于被捕获的恒星风。迄今为止这种吸积被认为如此低效而难以为超亮源提供动力。相关研究论文发表在 2013 年 11 月 28 日 *Nature*[503(7477): 500-503]<sup>[32]</sup>。

## 2 2013 年度中国重大技术进展(10 项)

### 2.1 中国首辆氢燃料电池电动车研制成功

2013 年 1 月 24 日,由西南交通大学历时 4 年自主研发、功率 150 kW 的中国第一辆氢燃料电池电动车“蓝天号”成功运行。该型机车实现了大功率环境下燃料电池、永磁同步电

机等多项技术突破,未来可以广泛用于工程作业车、检修车和站场调车等轨道交通领域。新一代环保、高效的新能源机车的成功研发,将极大促进中国和谐铁路建设和轨道交通的可持续发展,并将具有显著的社会效益和巨大的潜在经济效益<sup>[33]</sup>。

“蓝天号”采用 150 kW 燃料电池为牵引动力,2 台 120 kW 永磁同步电机为牵引电机,设计时速 65 km/h、持续牵引力 20 kN、牵引重量 200 t,装满氢气可轻载连续运行 24 h。“蓝天号”的研发设计思路与氢燃料动力新能源汽车类似,是将氢气能源与空气中的氧气通过化学反应产生电能,并提供给大功率永磁电机进行驱动,重点突破了大功率运行环境下的控制系统集成、燃料电池及永磁同步电机等控制技术。由于它共产物为水,且不产生任何有害气体排放,特别适合在相对密闭的地铁、隧道、矿山等环境下使用。

### 2.2 成功开展首次空间科学主动实验

2013 年 4 月 5 日 05:55,中国首次开展的空间环境垂直探测暨首次空间科学主动实验在海南省儋州市中国科学院海南探空部进行,并获得圆满成功<sup>[34]</sup>。

承担此次实验任务的运载火箭“天鹰 3E”火箭由中国航天科技集团公司所属航天动力技术研究所研制。“鲲鹏 1 号”探空仪由中国科学院国家空间科学中心、西安光学精密机械研究所与奥地利格拉兹大学共同研制。中国科学院国家空间科学中心为实验总体单位,同时负责火箭发射场、遥测、地面及科学应用系统任务,实验总指挥为中国科学院国家空间科学中心主任吴季。

此次空间科学实验中,探空火箭飞行高度为 191 km 高度,从起飞到溅落飞行约 8 min。探空仪上搭载了 3 种科学探测仪器:探测电子和离子垂直分布的朗缪尔探针,探测空间电场垂直分布的空间电场仪和研究电离层动力学特征的金属钡释放装置。实验中,在 191 km 高度附近电离层中释放了 1 kg 金属钡粉,金属钡在太阳光的照射下迅速电离形成钡云,通过对钡云演化观测,研究近赤道区电离层的动力学特性。这一实验的成功将为研究空间环境主要物理参数在不同高度上的垂直分布提供原位探测数据,对低纬度空间环境垂直分布特征开展研究,为地基遥感观测设备进行标定。

### 2.3 自主研发生物航空燃料首次试飞成功

2013 年 4 月 24 日 05:00,中国民用航空局确认了中国石化生物航煤产品质量,颁发特许飞行许可;05:43,加注中国石化生物航空煤油的东方航空空客 320 型飞机由上海虹桥国际机场起飞,在批准空域进行了 85 min 技术飞行测试后,于 07:08 平稳降落,中国自主研发生产的生物航空燃料在商业客机首次试飞成功<sup>[35]</sup>(图 6)。

生物航煤是全球航空燃料发展的重要方向,有利于减少 CO<sub>2</sub> 排放,有利于缓解航煤资源紧缺压力,有利于餐饮废油科学合理利用。这次试飞成功标志着中国生物航空燃料研发生产取得重大突破,使中国成为继美国、法国、芬兰之后第 4 个拥有生物航空燃料自主研发生产技术的国家。



图6 加注中国石化1号生物航空煤油的东方航空空客320型飞机在上海试飞(图片来源:新华网)

## 2.4 世界最大型深海浮体建成

2013年7月3日,由武昌船舶重工有限责任公司承制的Sapinhoa-LulaNEBSR水下浮体和深海锚座建成交付<sup>[36]</sup>。

大型深海浮体方案是海底石油开采的一项关键技术,对其焊接、涂装和精度控制的要求十分苛刻。该产品是迄今世界上建造的最大型水下立管支撑浮体系统,标志着中国企业进入世界最高端深海海工装备制造制造商行列。此次建成交付的水下浮体系统包括4套浮体和16套锚座,将在巴西近海300 km桑托斯盆地的深海油田服务,使其油田产量从每天25.7万桶增加到每天45.7万桶,总产量增加40%。它的尺寸为52 m×40 m×10 m,总重量2700余吨,每个浮体承担着日产10万桶原油的重担,浮体部分将在水下250 m处工作(图7)。



图7 世界最大型深海浮体建成(图片来源:新华社)

## 2.5 利用稀土材料攻克LED照明世界难题

2013年7月4日,中国科学院长春应用化学研究所与四川新力光源有限公司研发出新型稀土LED发光材料,有效地解决了国际上一直未能攻克交流LED照明难题,使中国成为世界上唯一掌握该项技术的国家<sup>[37]</sup>。鉴定结果认为,该技术从源头上解决交流LED频闪的瓶颈问题和直流和交流电驱动存在的若干技术难题,与现有LED相比,具有发热低、能量转换率高、体积小等优势,可提高使用寿命2倍以上,能耗和成本分别降低15%和20%以上。

LED照明是继白炽灯、荧光灯后照明光源的又一次革命,现有的LED照明光源使用直流电作为驱动,在工作时必须经交、直流电源转换,能耗大、散热差、成本高。交流LED照明设备频闪问题在国际上一直未能攻破。

## 2.6 成功研制中国首个半浮栅晶体管

复旦大学微电子学院张卫课题组成功研制出第一个介于普通MOSFET晶体管和浮栅晶体管之间的半浮栅晶体管。2013年8月9日,《Science》刊发了该研究成果,标志着中国在全球尖端集成电路技术创新链中获得重大突破<sup>[38]</sup>(图8)。

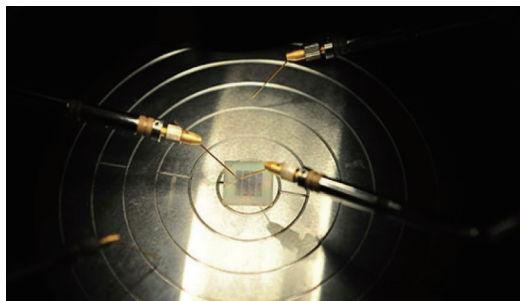


图8 复旦大学微电子学院实验室检测台(图片来源:复旦大学)

金属-氧化物-半导体场效应晶体管(MOSFET)是目前集成电路中最基本的器件,而常用的U盘等闪存器件,多采用浮栅晶体管。张卫研究团队把一个隧穿场效应晶体管(TFET)与浮栅器件结合起来,构成了一种全新的“半浮栅”结构器件——半浮栅晶体管(SFGT)<sup>[39]</sup>。

SFGT具有高密度和低功耗的明显优势,可取代一部分SRAM,并可应用于DRAM领域及APS领域。在这些领域,中国大陆具有自主知识产权且可应用的产品几乎没有,它的成功研制,将有助于中国掌握集成电路的核心技术,从而在国际芯片设计与制造领域内逐渐获得更多话语权。

## 2.7 研制成功中国首个完全可降解心血管支架

复旦大学附属中山医院心内科主任葛均波院士团队潜心攻关数年,与山东华安生物科技有限公司合作,自主研发出新一代完全可降解支架Xinsorb™,于2013年9月5日启动了临床探索性试验,并率先完成了首例Xinsorb™植入<sup>[40]</sup>。

传统冠脉支架都是金属材料制作的,这种支架一旦植入,就要与患者的身体终身相伴,甚至产生诸如支架内血栓等危及生命的后果。完全可降解支架目前国际上只有极少数跨国公司掌握其工艺技术。Xinsorb™有别于传统金属药物支架,被植入后的一段时间内,狭窄血管将得到机械性支撑,同时释放出药物,防止再狭窄;之后支架即缓慢降解,并完全被组织吸收,血管结构和舒缩功能完全恢复至自然状态。这标志着中国支架研发水平已站在国际前沿,新一代完全可降解支架进入临床将造福更多冠心病患者。

## 2.8 湖南超级稻大面积亩产破988 kg创世界纪录

2013年9月29日,国家杂交水稻工程技术研究中心证实,经农业部测产验收,由“杂交水稻之父”袁隆平院士科研团队攻关的国家第4期超级稻百亩示范片“Y两优900”中稻平均亩产达988.1 kg,创世界纪录<sup>[41]</sup>。

此次验收的第4期超级稻苗头组合“Y两优900”示范基地,位于湖南省隆回县羊古坳乡牛形村,种植面积57丘101.2

亩(图9)。“Y两优900”品种身世显赫,其中“Y两优1号”是曾创下超级杂交稻大面积亩产800 kg的种子选手,“Y两优2号”2011年曾创下大面积亩产926.6 kg的世界纪录。业内人士认为,“Y两优900”在隆回县百亩片亩产达到988.1 kg,从实践上证实了超级杂交稻第4期攻关技术路线的可行性,使中国水稻超高产育种水平迈上一个新台阶。



图9 农业部成立的专家组现场测产验收  
(图片来源:湖南省农业科学院)

## 2.9 自主研发的首台“云计算”问世

经过近2年的努力,紫光股份有限公司技术团队于2013年12月10日研发成功拥有自主知识产权的第一代“云计算机”——“紫云1000”,标志着中国在云计算核心技术领域取得重大突破<sup>[42]</sup>(图10)。



图10 紫云1000(图片来源:新华社)

“紫云1000”采用与个人计算机和超级计算机完全不同的分布式体系架构,借助于云计算的虚拟化技术,由多个成本相对较低的计算资源融合而成一台具有强大计算能力的计算机,其计算能力和存储能力可动态伸缩并无限扩展。单台“紫云1000”云计算机的CPU处理器数量可扩充至65535个,存储空间可扩充至85 PB,吞吐量可达1.2 Gb/s,运行的系统软件包括自主知识产权的虚拟化模块、大数据模块和自动部署模块等。

## 2.10 北斗卫星导航系统核心芯片等关键技术全面突破

2013年12月27日,北斗卫星导航系统新闻发言人冉承其表示,2013年北斗导航产业取得了长足进步,国产北斗核心芯片、模块等关键技术全面突破,性能指标与国际同类产品相当,中国自主研发的北斗芯片已经可以进入到车辆、手机<sup>[43]</sup>。

北斗系统是中国自主建设、独立运行,与世界其他卫星

导航系统兼容的全球卫星导航系统,预计2020年全面建成。目前已经形成了基础产业、应用端口、系统应用和运营服务比较完整的产业体系,北斗系统产品已在交通运输、海洋渔业、水文监测、气象预报、大地测量、智能驾考、通信授时、救灾减灾等诸多领域应用(图11)。



图11 北斗卫星导航系统应用示意图  
(图片来源:北斗卫星导航系统网)

## 3 2013年度中国重大工程进展(10项)

### 3.1 中国最长越江地铁隧道在南京贯通

2013年5月10日,中国掘进距离最长、埋深最深、水压最高、直径最大的地铁过江隧道——南京地铁10号线过江地铁贯通。

南京过江地铁是地铁10号线建设的关键性控制工程。隧道全长3600 m,合同总价约8.2亿元,合同工期36个月。该项目是中国单洞双线最长穿江隧道,具有掘进断面大、隧道长、水压高、透水性强、局部埋深浅、工期紧的特点。隧道采用直径11.64 m的超大型泥水盾构机挖掘施工,是南京地铁首次采用单洞双线过江的盾构隧道。

该工程系独头掘进一次越江,施工环境苛刻,地质异常复杂。自2012年正式掘进施工以来,经成功采用中、德双方共同研发的世界独创盾构机“常压更换刀具”技术,并进行10余项的优化与改进,先后克服了盾构始发与接收、穿越浦口水厂、掘进1.8 km施工困难的卵砾石与泥岩等不良地质、下穿江南民房群等风险源<sup>[44]</sup>。

### 3.2 “神舟十号”与“天宫一号”载人交会对接

2013年6月13日13:18,“神舟十号”飞船与“天宫一号”目标飞行器成功实现自动交会对接。这是“天宫一号”自2011年9月发射入轨以来,第5次与神舟飞船成功实现交会对接。在科技人员精确控制下,“神舟十号”飞船经过多次变轨,于10:48转入自主控制状态,以自主导引控制方式向“天宫一号”逐步靠近;13:11,“神舟十号”与“天宫一号”对接环接触,在按程序顺利完成一系列技术动作后,对接机构锁紧,两飞行器连接形成组合体<sup>[45]</sup>(图12)。

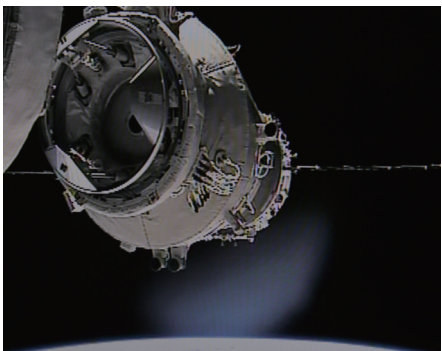


图12 从“天宫一号”看与“神舟十号”交会对接全过程实时画面(图片来源:中国新闻社)

6月26日,在经过15天太空飞行后,“神舟十号”载人飞船返回舱在中国内蒙古中部预定区域安全着陆,航天员聂海胜、张晓光、王亚平健康出舱,“天宫一号”与“神舟十号”载人飞行任务取得圆满成功。“神舟十号”开创了我国载人航天应用性飞行的先河。

### 3.3 世界上最长最宽的多塔斜拉桥嘉绍大桥通车

2013年7月18日,世界上最长最宽的多塔斜拉桥——嘉绍大桥正式建成通车<sup>[46]</sup>(图13)。



图13 竣工的嘉绍跨海大桥(图片来源:新华网)

嘉绍大桥及南北接线(嘉绍跨江公路通道)位于杭州湾跨海大桥内侧,北起嘉兴海宁,南接绍兴上虞,跨江公路通道全长69.5 km,其中嘉绍大桥长10 km。嘉绍大桥已取得12项技术成果,获得49项发明专利,并创新了14项工法。全长2680 m的主航道桥部分创造性地采用了6塔独柱斜拉索设计,是世界上最长最宽的多塔斜拉桥。主桥跨中设置刚性铰为世界首创,不仅解决了因热胀冷缩而产生的长主梁温度变形的不利影响,还能确保桥梁平顺,为解决超长连续桥梁主梁的伸缩问题开拓了新的方向。

### 3.4 连霍高速甘肃段乌鞘岭隧道群通车

2013年7月29日,甘肃省交通运输厅宣布,连霍高速乌鞘岭隧道群自7月30日零时正式通车试运行(图14)。

全长4300 km的连霍高速连接江苏连云港和新疆霍尔果斯,横贯中国大陆东、中、西部,是中国最长的陆上横向快速通道,也是连接欧亚大陆桥的重要战略通道。地处祁连山东端的乌鞘岭是整个连霍高速的最大瓶颈路段,甘肃从2009年起

攻坚乌鞘岭隧道群,经过4年艰苦施工,全部隧道于2013年3月贯通。隧道群由5座隧道组成,左右两洞合计43.8 km<sup>[47]</sup>。



图14 连霍高速乌鞘岭特长隧道通车(图片来源:新华网)

### 3.5 “潜龙一号”试验性应用初步成功

2013年10月6日18:30,在东太平洋5000多米深的水下无人深潜器“潜龙一号”工作近10 h后,中国自主研发的首个6000 m水下无人无缆潜器“潜龙一号”浮出水面,成功迈出了试验性应用的第一步,也创下了中国自主研发水下无人无缆潜器深海作业的新纪录。

“潜龙一号”是中国国际海域资源调查与开发“十二五”规划重点项目之一,是中国自主研发、研制的服务于深海资源勘察的实用化深海装备。该项目于2011年11月正式启动,2013年3月完成湖上试验及湖试验收,5月搭乘“海洋六号”船在南海进行首次海上试验,累计完成7次下潜,最大下潜深度4159 m,获得了海底地形地貌等一批探测数据,设备布放与回收成功率100%。

“潜龙一号”外形长4.6 m、直径0.8 m、重1500 kg,最大工作水深6000 m,巡航速度2节,最大续航能力24 h,配有浅地层剖面仪等探测设备,可完成海底微地形地貌精细探测、底质判断、海底水文参数测量和海底多金属结核丰度测定等任务<sup>[48]</sup>(图15)。



图15 中国“潜龙一号”水下无人无缆潜水器(图片来源:中国网)

### 3.6 中国首个实验型深海移动工作站下水实验

2013年11月21日,由中国船舶重工集团公司第702研究所历经10年科技攻关研制的中国首个实验型深海移动工作站,在完成总装集成和陆上联调的基础上,在该所露天水池

开展并圆满完成第一期水池试验。这是继“蛟龙号”成功研制后中国深海装备研发的又一项前沿探索。

该实验型深海移动工作站是在科学技术部、工业和信息化部的大力支持和推动下研制的,是中国未来深海“空间站”的雏形。工作站为35吨级,在海底工作的时间为12~18 h,可载6人。本次水池试验分陆上吊放训练、船坞试验、水池试验、训练试验4个阶段实施,共开展18项试验项目。包括定重试验,倾斜试验,正常手操和应急手操试验,定向、定深、定高等自动控制试验,水下导航定位功能调试试验,全任务流程功能考核试验等8项专项试验;以及主压载系统正常和应急注排水、浮力调节、液压系统等10项考核性测试项目<sup>[49]</sup>。

### 3.7 “嫦娥三号”成功实施月面软着陆

2013年12月14日21:11,“嫦娥三号”成功实施月面软着陆,中国由此成为全世界第3个实现月面软着陆的国家<sup>[50]</sup>(图16)。

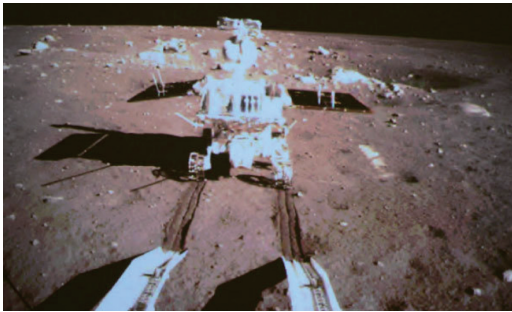


图16 “嫦娥三号”着陆器巡视器成功分离  
(图片来源:新华社)

自2013年12月2日发射升空以来,“嫦娥三号”先后突破多窗口窄宽度准时发射、月面软着陆、两器分离等关键技术。12月15日深夜,“嫦娥三号”着陆器、巡视器顺利完成互拍成像,标志着中国探月工程二期取得圆满成功。探月工程新闻发言人表示,“两器”成功互拍意味着它们携带的载荷顺利工作,这次任务“实现软着陆、开展就位探测和巡视勘查”的目标已经实现。标志着中国探月工程“绕、落、回”第二步战略目标取得全面胜利,在中国航天事业发展中具有重要里程碑意义<sup>[51]</sup>。

### 3.8 中国建成95个海水淡化工程

2013年12月23日,国家海洋局海洋科学技术司发布《2012年全国海水利用报告》,显示截至2012年底,中国天津、河北、浙江、辽宁、山东等沿海9个省市的城市及海岛已建成海水淡化工程95个,日产淡化水总规模达到77.4万吨,最大海水淡化工程规模达到日产20万吨。

目前海水淡化主要采用反渗透和低温多效蒸馏技术,产水平均成本6~8元/吨。在已建成海水淡化工程中,海水淡化水用于工业用水的产水量为每天51.1万吨,占总产水量的66%;用于居民生活用水的产水量约为每天26.3万吨,占总产水量的34%。海水淡化工程产水的终端用户主要分为两类:

一类是工业用水,如首钢京唐港、天津大港新泉等海水淡化工程;另一类是民用供水,如浙江嵊泗、岱山和海南西沙永兴、琛航等岛屿海水淡化工程<sup>[52]</sup>。

### 3.9 南水北调中线主体工程完工

2013年12月25日9:35,南水北调中线南阳宁西铁路暗涵内衬完成混凝土浇筑,至此,南水北调中线干线主体工程经过10年建设顺利完工,实现了东线一期工程2013年底前通水、中线一期工程2013年底主体工程基本完工的目标。

南水北调中线工程从丹江口水库引水,沿线开挖渠道,沿京广铁路西侧北上,可自流到北京、天津。规划分两期建设,先期实施中线一期工程。中线一期工程总投资2013亿元,输水干线全长1432 km,多年平均年调水量95亿 $m^3$ ,其中河南37.7亿 $m^3$ ,河北34.7亿 $m^3$ ,北京12.4亿 $m^3$ ,天津10.2亿 $m^3$ ,向沿线19个大中城市及100多个县(县级市)提供生活、工业用水,兼顾农业用水<sup>[53]</sup>。

### 3.10 “高分一号”卫星投入使用

2013年12月30日,国家国防科技工业局在北京举行“高分一号”卫星投入使用仪式,标志着“高分一号”卫星正式投入使用。

“高分一号”卫星于2013年4月26日成功发射升空,是中国首颗设计、考核寿命大于5年的低轨遥感卫星,配置了2台分辨率为2 m全色/8 m多光谱的高分辨率相机和4台分辨率为16 m的多光谱中分辨率宽幅相机,实现了在小卫星上中高分辨率和宽幅成像能力的结合,可满足多种空间分辨率、多光谱分辨率、多源遥感数据需求。相比其他光学遥感卫星,“高分一号”卫星的对地观测效率大幅提高,大大提升了中国对地观测卫星的总体观测能力。截至2013年12月底,共向用户部门提供了2 m/8 m影像247731景,16 m影像75766景<sup>[54]</sup>。

### 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年中国重大科学、技术和工程进展[J]. 科技导报, 2012, 30(3): 15-25.
- [11] 朱宇, 陈广仁, 苏青, 等. 2012年中国重大科学、技术和工程进展[J]. 科技导报, 2013, 31(3): 15-27.

- [12] Tian Y, Xu B, Yu D, et al. Ultrahard nanotwinned cubic boron nitride [J]. *Nature*, 2013, 493(7432): 385-388.
- [13] Ling H Q, Zhao S, Liu D, et al. Draft genome of the wheat A-genome progenitor *Triticum urartu*[J]. *Nature*, 2013, 496(7443): 87-90.
- [14] Jia J, Zhao S, Kong X, et al. *Aegilops tauschii* draft genome sequence reveals a gene repertoire for wheat adaptation[J]. *Nature*, 2013, 496(7443): 91-95.
- [15] Chang C, Z, Feng X, et al. Experimental observation of the quantum anomalous Hall effect in a magnetic topological insulator[J]. *Science*, 2013, 340(6129): 167-170.
- [16] Zhang J, Chang C, Tang P, et al. Topology-driven magnetic quantum phase transition in topological insulators[J]. *Science*, 2013, 339(6127): 1582-1586.
- [17] Chen Y, Liang W, Yang S, et al. Human infections with the emerging avian influenza A H7N9 virus from wet market poultry: Clinical analysis and characterisation of viral genome[J]. *The Lancet*, 2013, 381(9881): 1916-1925.
- [18] Liu D, Shi W, Shi Y, et al. Origin and diversity of novel avian influenza A H7N9 viruses causing human infection: Phylogenetic, structural, and coalescent analyses[J]. *The Lancet*, 2013, 381(9881): 1926-1932.
- [19] Lam T T Y, Wang J, Shen Y, et al. The genesis and source of the H7N9 influenza viruses causing human infections in China[J]. *Nature*, 2013, 502(7470): 241-244.
- [20] Wu Aiping, Su Chunhu, Wang Dayan, et al. Sequential reassortments underlie diverse influenza H7N9 genotypes in China[J]. *Cell Host & Microbe*, 2013, 14(4): 446-452.
- [21] Gao R, Cao B, Hu Y, et al. Human infection with a novel avian-origin influenza A (H7N9) virus[J]. *New England Journal of Medicine*, 2013, 368(20): 1888-1897.
- [22] Shi Y, Zhang W, Wang F, et al. Structures and receptor binding of hemagglutinins from human-infecting H7N9 influenza viruses[J]. *Science*, 2013, 342(6155): 243-247.
- [23] Zhu H, Wang D, Kelvin D J, et al. Infectivity, transmission, and pathology of Human-isolated H7N9 influenza virus in ferrets and pigs [J]. *Science*, 2013, 341(6142):183-186.
- [24] Zhou J, Wang D, Gao R, et al. Biological features of novel avian influenza A (H7N9) virus[J]. *Nature*, 2013, 499(7459): 500-503.
- [25] Zhang Q, Shi J, Deng G, et al. H7N9 Influenza viruses are transmissible in ferrets by respiratory droplet[J]. *Science*, 2013, 341( 6144): 410-414.
- [26] Zhang R, Zhang Y, Dong Z C, et al. Chemical mapping of a single molecule by plasmon-enhanced Raman scattering[J]. *Nature*, 2013, 498(7452): 82-86.
- [27] Ablikim M, Achasov M N, Ai X C, et al. Observation of a charged charmoniumlike structure in  $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^- J/\psi$  at  $\sqrt{s} = 4.26$  GeV[J]. *Physical Review Letters*, 2013, 110(25): 252001.
- [28] Hou P, Li Y, Zhang X, et al. Pluripotent stem cells induced from mouse somatic cells by small-molecule compounds[J]. *Science*, 2013, 341(6146): 651-654.
- [29] Xue Z, Huang K, Cai C, et al. Genetic programs in human and mouse early embryos revealed by single-cell RNA sequencing[J]. *Nature*, 2013, 500(7464): 593-597.
- [30] Yan L, Yang M, Guo H, et al. Single-cell RNA-Seq profiling of human preimplantation embryos and embryonic stem cells[J]. *Nature Structural & Molecular Biology*, 2013, 20(9): 1131-1139.
- [31] Zhang J, Chen P, Yuan B, et al. Real-space identification of intermolecular bonding with atomic force microscopy[J]. *Science*, 2013, 342(6158): 611-614.
- [32] Liu J F, Bregman J N, Bai Y, et al. Puzzling accretion onto a black hole in the ultraluminous X-ray source M 101 ULX-1[J]. *Nature*, 2013, 503(7477): 500-503.
- [33] 殷樱. 中国首辆燃料电池电动车研制成功[EB/OL]. 中国新闻网, 2013-01-24, [http://www.chinadaily.com.cn/hqgj/jryw/2013-01-24/content\\_8122211.html](http://www.chinadaily.com.cn/hqgj/jryw/2013-01-24/content_8122211.html).
- [34] 吴晶晶. 中国成功开展首次空间科学主动实验[EB/OL]. 新华网, 2013-04-05, [http://news.xinhuanet.com/2013-04/05/c\\_115276269.htm](http://news.xinhuanet.com/2013-04/05/c_115276269.htm).
- [35] 安蓓, 朱诺. 中国自主研发的生物航空燃料首次试飞成功[EB/OL]. 新华网, 2013-04-24, [http://news.xinhuanet.com/tech/2013-04/24/c\\_115519079.htm](http://news.xinhuanet.com/tech/2013-04/24/c_115519079.htm).
- [36] 黄艳, 万后德. 世界最大深海浮体交付 中国步入海工装备制造前列 [EB/OL]. 新华网, 2013-07-05, [http://news.xinhuanet.com/local/2013-07/05/c\\_116425715\\_7.htm?prolongation=1](http://news.xinhuanet.com/local/2013-07/05/c_116425715_7.htm?prolongation=1).
- [37] 何悦. 中国利用稀土材料攻克 LED 照明世界难题[EB/OL]. 新华网, 2013-07-04, [http://news.xinhuanet.com/tech/2013-07/04/c\\_116408705.htm](http://news.xinhuanet.com/tech/2013-07/04/c_116408705.htm).
- [38] Wang P F, Lin X, Liu L, et al. A semi-floating gate transistor for low-voltage ultrafast memory and sensing operation[J]. *Science*, 341(6146): 640-643.
- [39] 黄辛. 中国科学家研制出首个半浮栅晶体管[N]. 中国科学报, 2013-08-12.
- [40] 陈惠芬, 王春. 我国首例完全可降解心血管支架研制成功[N]. 科技日报, 2013-09-16.
- [41] 傅煜, 刘双双. 湖南隆回超级稻大面积亩产破 988 公斤 创世界纪录 [EB/OL]. 中国新闻网, 2013-09-29, <http://finance.chinanews.com/cj/2013/09-29/5336006.shtml>.
- [42] 吴晶晶. 中国自主研发的首台“云计算机”问世[EB/OL]. 新华网, 2013-12-11, [http://news.xinhuanet.com/tech/2013-12/11/c\\_118517765.htm](http://news.xinhuanet.com/tech/2013-12/11/c_118517765.htm).
- [43] 余晓洁, 傅双琪. 国产北斗核心芯片模块关键技术全面突破[R/OL]. 新华网, 2013-12-27, [http://news.xinhuanet.com/fortune/2013-12/27/c\\_118740475.htm](http://news.xinhuanet.com/fortune/2013-12/27/c_118740475.htm).
- [44] 中国最长越江地铁隧道在南京贯通[EB/OL]. 科学网, 2013-05-27. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2013/5/277749.shtml>.
- [45] 天宫一号与神舟十号成功实现自动交会对接[EB/OL]. 中国新闻网, 2013-06-13. <http://www.chinanews.com/tp/hd2011/2013/06-13/213706.shtml>.
- [46] 世界最长最宽多塔斜拉桥嘉绍大桥建成通车[EB/OL]. 新华网, 2013-07-28. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2013/7/280160.shtml>.
- [47] 乌鞘岭隧道群建成通车 连霍高速甘肃段全线高速化[EB/OL]. 新华社, 2013-07-30. [http://www.gs.xinhuanet.com/news/2013-07/30/c\\_116740884.htm](http://www.gs.xinhuanet.com/news/2013-07/30/c_116740884.htm).
- [48] 潜龙一号试验性应用初步成功 潜深达到 5080 米[EB/OL]. 腾讯新闻, 2013-10-13. <http://news.qq.com/a/20131013/003391.htm>.
- [49] 我国首个实验型深海移动工作站圆满完成下水试验[EB/OL]. 新华网, 2013-11-21. [http://news.xinhuanet.com/tech/2013-11/21/c\\_118239736.htm](http://news.xinhuanet.com/tech/2013-11/21/c_118239736.htm).
- [50] 嫦娥三号成功实施月面软着陆[EB/OL]. 中国新闻网, 2013-12-14. <http://www.chinanews.com/mil/2013/12-14/5619997.shtml>.
- [51] 中国探月工程二期圆满成功[N]. 中国科学报, 2013-12-16.
- [52] 我国已建成 95 个海水淡化工程——日产淡水总规模逾 77 万吨 [N]. 中国科学报, 2013-12-31.
- [53] 南水北调中线干线主体工程完工[N]. 科技日报, 2013-12-27.
- [54] 我国高分一号卫星投入使用 4 天能把地球看一遍[N]. 人民日报, 2013-12-30.