

# 2014年中国重大科学、技术和工程进展

陈广仁<sup>1</sup>, 吴晓丽<sup>1</sup>, 刘志远<sup>1</sup>, 田恬<sup>1</sup>, 苏青<sup>1,2</sup>, 史永超<sup>1</sup>

1. 科技导报社, 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,从国内外重要科技期刊和科技新闻媒体所报道的中国科技成果中,按科学、技术、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、审稿人等专家通信评选,推选出2014年度中国重大科学、技术、工程进展30项。1) 2014年中国重大科学进展10项:基于 $H_2+He$ 碰撞反应实现爱因斯坦理想电子双缝干涉实验;证实青藏高原通过下部地壳物质流动和上部地壳沿断层块体滑移两种方式向东扩张;利用晶格限域的单铁活性位点催化剂实现甲烷的直接无氧转化;合成出具有空前硬度和热稳定性的纳米孪晶金刚石;提出并证实极体移植可有效阻断线粒体遗传病的传递;发现新生儿心脏具有重新生成冠状动脉的能力;证实海洋中尺度涡也是海洋物质运输的重要驱动方式;发现炎症性半胱天冬酶是胞内脂多糖的先天免疫受体;提出并验证了一种既可提高产量又可降低环境成本的种植模式;中国暗物质探测结果对暗物质探测区间给出进一步约束。2) 2014年中国重大技术进展10项:中国首次300 m饱和潜水海底出潜探摸作业成功;中国首创聚酰亚胺(PI)纳米纤维电池隔膜技术;成功研制国产手术机器人系统并首次运用于临床;SH6红外雷达隐身复合多元膜研制成功;长征七号火箭芯一级动力系统首次试车成功;“海马号”潜水器通过海试验收;高温气冷堆核电站主氦风机工程样机研制成功;溶液制备出高性能量子点发光二极管;中国首个埃博拉病毒检测试剂获批临床应用;抗晚期胃癌新药阿帕替尼正式上市。3) 2014年中国重大工程进展10项:“科学”号开展西太平洋系列科考;中国“地壳一号”万米钻机正式开钻;中国建成100 MeV质子回旋加速器;拉萨至日喀则铁路开通,藏西南结束不通铁路历史;“海洋石油981”、“南海九号”完钻,中国海域发现首个自营深水高产大气田;南水北调中线一期工程正式通航;探月工程三期再入返回飞行试验获圆满成功;川藏电力联网工程投运;西电东送标志性工程——锦屏水电站建成投产;兰新、贵广、南广3条高铁开通运营。

**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.1000-7857.2015.02.001

## Top advances of science, technology and engineering from China in 2014

CHEN Guangren<sup>1</sup>, WU Xiaoli<sup>1</sup>, LIU Zhiyuan<sup>1</sup>, TIAN Tian<sup>1</sup>, SU Qing<sup>1,2</sup>, SHI Yongchao<sup>1</sup>

1. Science and Technology Review Publishing House, Beijing 100081, China
2. China Science and Technology Press, Beijing 100081, China

**Abstract** Based on the event every year for selecting the annual top advances in science, technology and engineering held by *Science & Technology Review*, top 10 scientific achievements, top 10 technological achievements and top 10 engineering achievements from China in 2014 during January 1 to December 31, are selected respectively from a lot of scientific researches published in influential academic journals and scientific newspapers. The selection procedure involved screening and recommending candidate internally, followed by appraisal from experts including editorial board members and external reviewers. These achievements are introduced as the time sequence of publishing.

**Keywords** China; science; technology; engineering; major advance

《科技导报》2004年第3期刊登“2003年中国重大科学、技术与工程进展”,至今已连续11年遴选发布中国年度重大科学、技术和工程进展<sup>[1-12]</sup>。为盘点2014年中国重大科学、技术和工程进展,《科技导报》从国内外重要科技期刊和科技新

收稿日期:2015-01-12;修回日期:2015-01-19

作者简介:陈广仁,编审,研究方向为科技哲学、科技传播,电子邮箱:chenguangren@cast.org.cn;苏青(通信作者),研究员,研究方向为科技出版、科技传播,电子邮箱:suqing@cast.org.cn

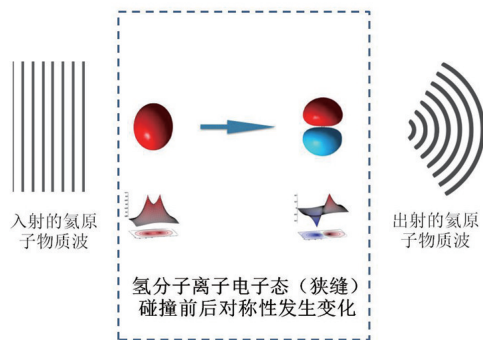
引用格式:陈广仁,吴晓丽,刘志远,等. 2014年中国重大科学、技术和工程进展[J]. 科技导报, 2015, 33(2): 14-27.

闻媒体所报道的中国科技成果中,遴选、推荐30项重大科学进展、52项重大技术进展、36项重大工程进展候选条目,由《科技导报》编委、审稿人等专家通信评选,推选出2014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须在2014年1月1日至2014年12月31日期间发表、公布或报道,各项进展均按发表、公布或报道的时间先后排序。

## 1 2014年度中国重大科学进展(10项)

### 1.1 基于 $H_2^+$ +He碰撞反应实现爱因斯坦理想电子双缝干涉实验

杨氏双缝干涉实验揭示了光子的波粒二象性,是建立量子理论的基石之一。以尼尔斯·玻尔为代表的哥本哈根学派利用不确定性原理对这一现象给出了自洽的解释,提出不能同时测到光子的轨迹和相位。但是,阿尔伯特·爱因斯坦认为,一个完备理论必须能够准确地描述物理实在的每个要素,并提出一个“理想实验”:在电子的杨氏双缝实验中,通过测量电子在狭缝上散射后的动量,理论上可以推测出电子的轨迹,这种测量并不会破坏粒子的相位——因此可在得到干涉条纹的同时知道粒子是从哪个狭缝中穿过的。因为难于找到这样的一对理想狭缝,使得该理想实验一直难于得到验证。中国科学院近代物理研究所马新文研究组与合作者,通过氢分子离子与氦原子碰撞产生的电离解离电反应,成功实现了爱因斯坦的理想实验。实验采用逆运动学原理,用加速器产生的氢分子离子作为炮弹轰击氦原子靶,选择氢分子离子的电子态作为狭缝,研究了氦原子物质波的干涉。由于碰撞引起了氢分子离子解离和氦原子电离,系统末态产生了质子、氢原子、氦离子和自由电子(图1)。



氢分子离子与氦碰撞杨氏双缝干涉实验示意图

图1 氢分子离子与氦碰撞杨氏双缝干涉实验示意  
(图片来源:中国科学院近代物理研究所)

该研究组利用反应显微成像谱仪系统对末态4个粒子进行了运动学完全测量,确定了与碰撞时刻“狭缝”间距相关的氢分子离子解离能、电离电子以及反冲氦离子的动量矢量,从而得到碰撞时刻氢分子离子在空间的取向和氦原子整体在氢分子离子双缝上获得的动量,最终在氢分子离子参考

系中获得动量转移表象下氦原子在狭缝上的干涉图样。实验结果显示,作为狭缝的氢分子离子电子态由对称态跃迁到反对称态,导致氦原子物质波双缝干涉条纹发生 $\pi$ 相位变化,即与光学杨氏双缝条纹具有相反的相位。这种通过狭缝量子态变化引起干涉条纹变化的现象,直接证实了玻尔对于双缝实验的论断。这种在碰撞过程中宇称态发生变化的双缝是以往干涉实验无法提供的,这为量子纠缠、局域实在性等涉及量子力学核心概念的研究提供了新的思路<sup>[13]</sup>。相关研究论文发表在2014年1月17日 *Physical Review Letters*[112, 023201]<sup>[14]</sup>。

### 1.2 证实青藏高原通过下部地壳物质流动和上部地壳沿断层块体滑移两种方式向东扩张

青藏高原向东的侧向扩张引起了毁灭性地震,但对其机制的了解还很少。特别是,地表运动的区域性变化与青藏高原深部结构间的关联还不清楚。青藏高原的变形方式可能是通过沿巨大走滑断层的刚性地壳块体滑移,也可能是通过下部地壳黏性物质向东的蠕变流动。但2008年汶川大地震对这种下部地壳流动的观点提出了质疑。关于青藏高原东部变形模式的争议仍然在持续,部分是因为目前的地球物理探测数据还不足以建立起深部地壳结构与观测到的地表运动之间的关联。中国地震局地质研究所地震动力学国家重点实验室刘启元研究组与合作者,利用四川西部约300台地震仪阵列的地震记录数据,以前所未有的清晰度对青藏高原东部结构进行了成像。该研究组在地壳深部识别出一个弱岩石区,其厚度朝向东部的扬子地台而增大,可解释为地壳物质流动通道。还识别出沿着大断层在结构和流变学上存在明显的反差。结合大地测量数据及考虑到地壳的不均匀性,上述结果提示青藏高原向东的扩张可能是地壳深部物质的流动与沿着深大断层滑移的结合。因此,刚性块体运动和深部地壳物质流动并不是不可调和的地壳变形模式。相关研究论文发表在2014年5月 *Nature Geoscience*[7(5): 361-365]<sup>[15]</sup>。

### 1.3 利用晶格限域的单铁活性位点催化剂实现甲烷的直接无氧转化

随着世界范围内富含甲烷的页岩气、天然气水合物、生物沼气等的大规模发现与开采,以储量相对丰富和价格低廉的天然气替代石油生产液体燃料和基础化学品成为科学界和产业界研究和发展的重点。迄今为止,天然气的转化利用通常采用二步法:首先,在高温条件下通过混合氧气、二氧化碳或水蒸汽,将天然气中的甲烷分子重整为含一定比例的一氧化碳和氢气分子的合成气(syngas);随后,或采用由德国科学家20世纪20年代发明的费托合成(F-T合成)方法,在特定的催化剂上将合成气转化为高碳的烃类分子(油品和基础化学品等);或先由合成气制备甲醇,再经微孔分子筛催化剂脱水,生产烯烃和其他化学品。这类传统的甲烷转化路线冗长,投资和消耗高,尤为突出的问题是,由于采用了氧分子作为甲烷活化的助剂或介质,过程中不可避免地形成和排放大量温室气体二氧化碳,一方面影响生态环境,另一方面致使

总碳的利用率大大降低,通常不会超过一半。因此,人们一直在努力探索天然气直接转化利用的有效方法与过程。

天然气的高效利用需要既能够活化甲烷C—H键、又能够抑制完全脱氢反应和过度氧化反应的催化剂。中国科学院大连化学物理研究所催化基础国家重点实验室包信和研究组与合作者的研究显示,采用一种嵌套于二氧化硅基质中的单铁活性位点催化剂,可将甲烷专一地直接无氧转化为乙烯和芳烃(图2)<sup>[16]</sup>。在该反应中,由于晶格限域导致的铁活性位点隔离,阻止了C—H键打开后C—C键的耦合,从而阻止了低聚反应和焦炭积淀。该反应在1363 K温度下,甲烷转化率达到48.1%的最大值,乙烯选择性达到48.4%的峰值,总烃选择性超过99%,这展示出了一种甲烷的原子经济转化过程。这种晶格限域的单铁活性位点具有非常好的稳定性,在60 h的测试中没有观察到活性的丧失。相关研究论文发表在2014年5月9日 *Science*[344(6184): 616–619]<sup>[17]</sup>。

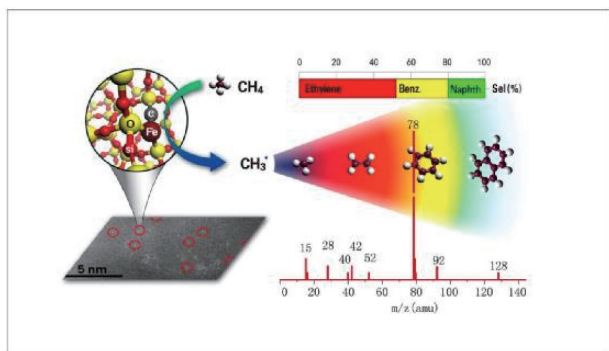


图2 硅化物晶格限域的单中心铁催化剂实现甲烷无氧条件下的高效转化(图片来源:新华网)

#### 1.4 合成出具有空前硬度和热稳定性的纳米孪晶金刚石

尽管金刚石是天然存在的最硬的材料,但其特别是在高温下表现出的低的热稳定性限制了其应用。同时,提高金刚石的硬度和热稳定性一直是材料科学家的期望。根据Hall-Petch效应,金刚石的硬度可通过构建纳米结构(纳米颗粒或纳米孪晶)得到强化,这已得到一些研究的证实。然而对于通过烧结制备的纳米晶粒化金刚石,其颗粒尺寸在技术上仅能达到10~30 nm,而且相对于天然金刚石其热稳定性下降。2013年,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制备的纳米孪晶结构立方氮化硼,其孪晶厚度小到约3.8 nm,这为制备同时具有更小尺寸、更高硬度和热稳定性的金刚石提供了思路。

此前,纳米孪晶金刚石还没有通过其几种前体(如石墨、无定形碳、玻璃化碳、C<sub>60</sub>)的直接转变成成功制备出来。为此,田永君研究组与合作者开始研究洋葱碳在高温高压下的相变过程,利用洋葱状碳纳米颗粒在高温高压下成功合成出孪晶厚度约5 nm的纳米孪晶金刚石(图3)<sup>[18]</sup>。而且,观测到一种新的单斜晶体结构与孪晶共生。研究制备的这种纳米孪

晶金刚石块体材料具有空前的硬度和热稳定性,其维氏硬度可达到200 GPa,约为天然金刚石的2倍;其在空气中的氧化温度超过天然金刚石200℃以上。这种纳米孪晶结构的构建也为制备其他新的具有高热稳定性和力学性能的碳基材料提供了思路。相关研究论文发表在2014年6月12日 *Nature* [510(7504): 250–253]<sup>[19]</sup>。

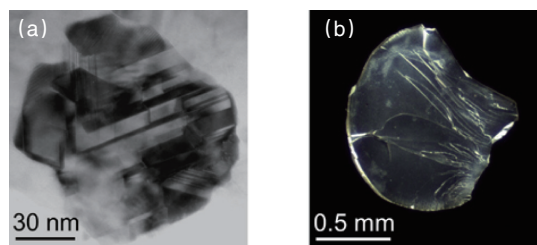


图3 纳米孪晶金刚石显微组织的典型透射电镜照片(a)、透明纳米孪晶金刚石样品的光学照片(b)(图片来源:观察者网)

#### 1.5 提出并证实极体移植可有效阻断线粒体遗传病的传递

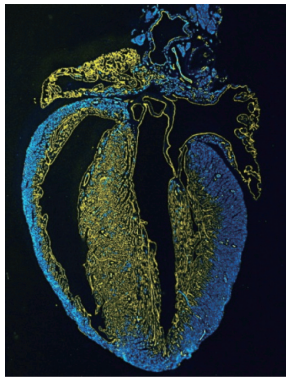
遗传性线粒体病的致病变异可通过母亲传递给子女,并可导致严重的疾病表型。目前对这种疾病还缺乏有效的治疗和遗传筛查手段。通过将患者卵子的核基因组移植到健康卵,从而利用健康卵的线粒体DNA替换存在致病变异的线粒体DNA是治疗该病的一个希望。极体是卵母细胞成熟或受精过程中不对称分裂产生的副产品,它仅包含了很少的线粒体,但其核基因组与卵母细胞一致。基于此,复旦大学医学神经生物学国家重点实验室朱剑虹、沙红英研究组与安徽医科大学附属第一医院曹云霞研究组合作,提出了利用极体移植来阻断线粒体DNA变异传递的思路。他们利用小鼠对比研究了不同类型基因组移植的效果,包括纺锤体-染色体移植、原核移植、第一和第二极体移植等。研究表明,上述重组的配子都能够正常受精并产生可存活的后代。重要的是,遗传分析表明,相对于其他移植类型,第一极体移植产生的F<sub>1</sub>子代具有最少的源自其母亲的线粒体DNA残留。而且,线粒体DNA的遗传表型在F<sub>2</sub>子代中保持稳定。上述临床前研究显示,极体移植可能是一种很有潜力的阻断遗传性线粒体病的治疗策略。相关研究论文发表在2014年6月19日 *Cell* [157(7): 1591–1604]<sup>[20]</sup>。

#### 1.6 发现新生儿心脏具有重新生成冠状动脉的能力

冠心病引起的心肌梗死是全世界因疾病死亡的首要原因。冠状动脉是如何发育的,这是一个对于人类健康和疾病具有重要意义的基础生物学问题,将为先天性心脏病和成年心血管疾病再生医学治疗提供重要信息。关于冠状动脉的起源,以往的研究大多集中在胚胎时期,即冠状动脉在心脏上最初形成的时期,普遍认为出生后的冠状动脉来源于这些胚胎期已经形成的冠状动脉,但这种假设并没有严格地论证过。

中国科学院上海生命科学研究院营养科学研究所周斌研究组与合作者,基于转基因小鼠结合谱系示踪技术的研究

发现,新生小鼠心脏冠状动脉血管的相当一部分是重新起源的,而不是已存在血管的扩增。该研究显示,心室壁外侧的冠状动脉血管来源于胚胎发育早期生成的血管,位于室间隔中的冠状动脉血管是在胚胎发育中期形成的,而心室壁内侧的冠状动脉血管是在出生后新生成的。他们依据冠状动脉血管发育在时间和空间上的差异,首次提出冠状动脉血管的起源可以划分为2个血管群:位于心室壁外侧的第一冠状动脉血管群、心脏内部(包括心室壁内侧和室间隔)的第二冠状动脉血管群(图4)<sup>[21]</sup>。定量分析表明,第二冠状动脉血管群为心脏的大部分心肌供应血流,对出生后心脏自身的血液供应具有重要意义。



遗传谱系示踪技术展示新生小鼠心脏中的  
第一冠状动脉群(蓝色)和第二冠状动脉群(黄色)

图4 第一和第二冠状动脉血管群(图片来源:科学网)

此外,研究发现来源于两个血管群的冠状动脉是通过不同的发育机制形成的,而且在出生后仍然保持在空间上的分隔。第一冠状动脉群来源于胚胎心脏最初的冠状动脉丛产生的心外膜下祖细胞。心内膜是第二冠状动脉群的起源。心内膜不仅仅是内衬于心肌小梁的一层膜,心内膜干/祖细胞可以分化为成纤维细胞、间充质细胞、平滑肌细胞和血管内皮细胞等。心内膜干/祖细胞作为冠状动脉内皮细胞库,在心肌小梁融合的过程中发生迁移并分化为血管内皮细胞,是出生后冠状动脉迅速增多的有效方式,从而提供充足的血流灌溉为增强泵功能而迅速增厚的心肌层。这种出生后冠状动脉快速生长的内源性机制,为探索先天性心脏病如心肌致密化不全、先天性冠状动脉瘘等的发病机制、诊断和治疗提供了重要线索,也为冠心病引起心肌梗死后冠状动脉再生治疗和体外人工心脏血管生成研究奠定了理论基础并提供了新的研究途径和思路<sup>[21]</sup>。相关研究论文发表在2014年7月4日 *Science*[345(692): 90-94]<sup>[22]</sup>。

### 1.7 证实海洋中尺度涡也是海洋物质运输的重要驱动方式

海洋中热、盐、淡水、溶解性二氧化碳和其他示踪物的运输过程,对于全球气候变化有重要的调控作用,同时对天然海洋资源的分布也有至关重要的影响。传统观点认为,海洋中物质的运输是由大尺度风生环流和热盐环流所主导,然而,水体也可被移动的中尺度涡旋捕获并以不连续的方式输

运。中国海洋大学物理海洋教育部重点实验室王伟研究组与合作者,结合卫星高度计数据和Argo剖面浮标数据,得到了海洋中尺度涡在全球的统一的三维结构,建立了中尺度涡携带水体自主运动的理论,给出了中尺度涡引发全球水体运输的总量和分布形式(图5)<sup>[23]</sup>。研究结果表明,中尺度涡旋驱动的带状水体运输总量可达到 $30 \times 10^6 \sim 40 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ ,它主要发生在背景流动比较弱的亚热带区域。这种输运量在量级上与大尺度风和热盐驱动的循环相当,因此对于认知全球物质分布及由此引发的气候变化具有重要意义。相关研究论文发表在2014年7月18日 *Science*[345(6194): 322-324]<sup>[24]</sup>。

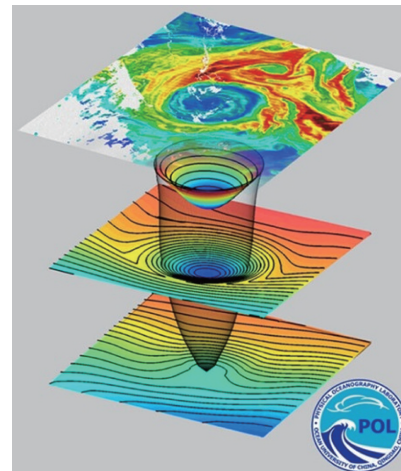


图5 中尺度涡三维结构与携带水体示意  
(图片来源:中国海洋大学网)

### 1.8 发现炎症性半胱天冬酶是胞内脂多糖的先天免疫受体

脂多糖(lipopolysaccharide, LPS),俗称内毒素,是革兰氏阴性菌细胞壁的主要成分。LPS也是病原菌最为重要的模式分子,可诱导严重免疫反应,是败血症和内毒素性休克最主要的诱因。鼠类的半胱天冬酶-11(caspase-11)炎症小体可应答不同的细菌感染。caspase-11活化诱导的细胞程序死亡以应答胞内LPS,这是小鼠患内毒素休克的关键。但胞内LPS如何被识别进而诱导炎症性坏死的机制及其相关识别受体的类型还属于未知<sup>[25]</sup>。

北京生命科学研究所邵峰研究组与合作者研究显示,给胞质内递送LPS可致人单核细胞、上皮细胞和角化细胞坏死。LPS诱导的细胞毒性由人caspase-4所介导,caspase-4在功能上与鼠类的caspase-11相同。人caspase-4和小鼠同源物caspase-11及人caspase-5,可高特异性及亲和性地直接结合LPS和脂质A。脂多糖与程序死亡细胞中的caspase-11相关。昆虫细胞纯化的caspase-4/11与LPS结合可发生寡聚化,激活其酶活性。乙酰化的脂质IVa和类球红细菌中的LPS能够结合caspase-4/11,但不能诱导它们的寡聚化和活化。半胱天冬酶通过其CARD结构域与LPS结合。与LPS结合存在缺陷的CARD点突变的半胱天冬酶不能应答LPS而发生寡聚化或活化,也不会因LPS电穿孔递送或细菌感染而导

致细胞程序式死亡。该研究显示, caspase-4/5/11 代表了一种新的免疫识别应答模式, 与 LPS 的结合也是一种此前未知的半胱天冬酶活化方式。相关研究论文发表在 2014 年 10 月 9 日 *Nature*[514(7521): 187-192]<sup>[26]</sup>。

### 1.9 提出并验证了一种既可提高产量又可降低环境成本的种植模式

当前全球农业正面临粮食增产速率明显变缓及资源环境代价越来越高的双重挑战。它既需要通过提高产量来确保全球的粮食安全, 又需要降低环境成本。中国粮食生产的资源环境代价有多大? 未来粮食增产的潜力多大? 是否可以保障国家粮食安全? 未来粮食增产能否以更低的资源环境代价来实现? 这是未来农业发展亟需回答的问题。为此, 中国农业大学资源与环境科学学院张福锁研究组与合作者过去 5 年内在我国水稻、小麦和玉米产区的主要农业-生态区, 实施了共计 153 个点/年的田间试验, 以大样本的田间实证研究来回答中国未来粮食增产的潜力及资源环境代价。他们基于作物生态生理学、植物营养学和土壤生物地球化学原理, 建立了土壤-作物系统综合管理的理论与技术<sup>[27]</sup>。

研究发现, 土壤-作物系统综合管理使水稻、小麦和玉米的平均产量分别由 7.2、7.2、10.5 t/hm<sup>2</sup> 增长至 8.5、8.9、14.2 t/hm<sup>2</sup>, 而没有增加氮肥的使用。模型模拟和生命周期评估显示, 通过这种综合的土壤-作物系统管理, 活性氮丧失和温室气体排放发生根本性降低。如果中国采取这种种植模式, 到 2030 年平均产量达到实验值的 80%, 那么利用与 2012 年相同的种植面积, 其水稻、小麦和玉米的总产量将足以满足中国人直接的粮食消费需求, 并能在根本上增加动物饲料对粮食的需求, 同时可降低集约农业的环境成本。相关研究论文发表在 2014 年 10 月 23 日 *Nature*[514(7523): 486-489]<sup>[28]</sup>。

### 1.10 中国暗物质探测结果对暗物质探测区间给出进一步约束

暗物质研究是 21 世纪国际科学前沿。中国四川锦屏地下实验室的岩石覆盖层厚度达 2400 m, 是目前世界上最好的暗物质探测地下实验环境。工作于该地下实验室的 CDEX 和 PandaX 两个暗物质探测协作组公布了他们的首批探测结果。CDEX 实验采用点接触高纯锗探测器, 针对质量在 6~20 GeV 的大质量弱相互作用粒子(WIMP)进行探测, 其探测到的事件发生率高于 475 eVee 的分析阈值。他们的探测结果对 WIMP 的可能质量区域部分给出阳性结果, 也排除了部分区域, 而且实际上排除了美国 CoGeNT 实验给出的关于暗物质的探测结果。PandaX 实验采用二相型氙探测器, 针对低质量区域的暗物质候选粒子进行探测, 结果在 17.4 d 的有效探测时间内没有探测到任何可能的暗物质事例。该实验的探测结果优于国际上同类型的 XENON100 实验的探测结果, 同时也可能排除了一些实验所报告的可能暗物质事例, 给低质量的暗物质粒子设置了严格的限制, 并给出了在 49 GeV/c<sup>2</sup> 质量处暗物质与原子核的自旋无关散射截面的最小上限为 3.7×10<sup>-44</sup> cm<sup>2</sup>。上述研究结果不仅进一步约束了暗物质探测

区间, 而且对部分其他探测实验结果给予了检验。相关研究论文分别发表在 2014 年 11 月 1 日 *Physical Review D*[90, 091701]<sup>[29]</sup>和 2014 年 11 月 *Science China: Physics, Mechanics & Astronomy*[57(11): 2024-2030]<sup>[30]</sup>。

## 2 2014 年中国重大技术进展(10 项)

### 2.1 中国首次 300 m 饱和潜水海底出潜探摸作业成功

2014 年 1 月 12 日, 3 名潜水员圆满完成中国首次 300 m 饱和潜水海底出潜探摸作业, 巡回深度达到 313.5 m, 中国由此具备了人工潜入 300 m 深的海底“龙宫”探宝的能力。

在北纬 20°18′、东经 115°09′ 的南中国海海域, 依托潜水工作母船“深潜号”, 1 月 9 日 13:00, 交通运输部上海打捞局 6 名饱和潜水员进入生活舱里开始加压; 1 月 11 日 24:00, 搭载着胡建、管猛、董猛 3 名潜水员的潜水钟, 开始下放到海里(图 6); 1:40、2:22、3:33, 3 名潜水员相继从潜水钟里钻出, 游到海里进行探摸; 4:29, 3 人完成探摸巡潜, 相继回到潜水钟; 5:09, 3 人乘坐潜水钟“电梯”, 安全返回到甲板上的生活舱里。

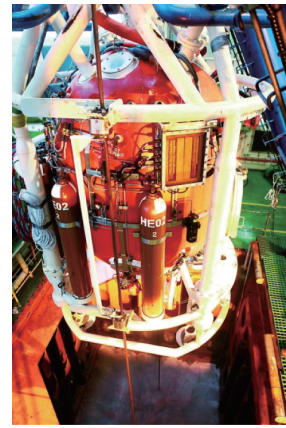


图 6 搭乘 3 名潜水员的潜水钟入水向 300 m 目标冲刺(图片来源:新华网)

饱和潜水技术是潜水行业顶级核心技术, 也是人类向海洋空间和生命极限挑战的前沿技术。在世界饱和潜水史上, 下潜深海 300 m 是一道难以逾越的门槛, 现只有少数国家掌握并进行技术封锁。目前世界上已有英国、美国、瑞士、挪威、法国、德国、日本、俄罗斯 8 国先后突破 400 m 深度潜水技术, 其中法国潜入了 600 m 的深度。上海打捞局 2006 年 11 月取得 100 m 饱和潜水作业成功, 2013 年 5 月创造了海底 198 m 深的作业记录; 交通运输部已将攻克 500 m 饱和潜水作业技术列入计划<sup>[31,32]</sup>。

### 2.2 中国首创聚酰亚胺(PI)纳米纤维电池隔膜技术

2014 年 1 月 10 日, 江西先材纳米纤维科技有限公司研发、世界首创的聚酰亚胺(PI)纳米纤维电池隔膜技术完成实验室研发阶段, 正式进入大规模产业化<sup>[33]</sup>。

动力电池组是电动汽车核心部件中的核心, 采用 PI 纳米纤维隔膜制备的 PI 隔膜动力电池在关键的技术指标上有明显优势: 电池功率密度高, 可提高电池的充放电倍率 4 倍以上;

使用寿命长,循环寿命提高700%以上;发热量低,降低电池大电流放电时的温度;安全性好,PI隔膜能耐530℃以上高温,当汽车激烈碰撞导致电池隔膜穿孔或长期使用中产生“枝晶”刺穿隔膜时,电池微短路或小面积短路产生的局部过热不会融化PI隔膜而导致穿孔面积继续扩张,即不会导致短路面积继续扩大而温度失控引起电池爆炸起火。

预期PI纳米纤维隔膜技术2015年产能将达到4000万 $\text{km}^2$ 。PI纳米纤维优异的特性还可以广泛使用在民生、环保、医药卫生、国防等方面<sup>[34]</sup>。

### 2.3 成功研制国产手术机器人系统并首次运用于临床

由天津大学、中南大学等单位联合自主研发的微创外科手术机器人系统“妙手S”,于2014年3月26日、3月31日、4月2日顺利完成了3例手术,标志着该研究成果正式进入临床试验阶段,使中国一跃成为极少数掌握该技术从装备研发到临床研究的国家之一。

“妙手S”是一种全新型、具备自主知识产权的腔镜辅助手术机器人系统,采用主、从操作模式,配备有1个医生操作台和1架机器人台车(图7)。医生操作台中部,安装有2套主操作手柄及1个控制面板,操作台顶部集成有显示器箱,可“观看”实时立体的病人体内手术场景信息。机器人台车包括3条从机械臂,末端的“手”具有3~4个自由度,可快速“抓取”和“更换”手术器械。



图7 微创外科手术机器人系统“妙手S”(图片来源:天津网)

与国外进口手术机器人相比较,“妙手S”具小型化与集成化特点,系统调整布局优化,结构精巧。面向不同手术适应症的个性化需求,突破了微创手术机械多自由度丝传动解耦设计技术、从操作手的可重构布局原理与实现技术、系统异体同构控制模型构建技术等三大关键问题,解决了机器人成套技术难题,达世界先进水平<sup>[35,36]</sup>。

### 2.4 SH6红外雷达隐身复合多元膜研制成功

2014年4月8日,北京新三海特种材料有限责任公司宣布SH6红外雷达隐身复合多元膜研制成功。鉴定结果表明,SH6复合多元膜可使8~40 GHz频段内的雷达波衰减达10~15 dB,而每平方米质量仅为0.7 kg,还可极大降低红外辐射波,综合性能明显优于目前世界各国通用的雷达隐身涂料,将为提升军队作战效能和极大提高武器生存能力作出贡献。

传统雷达隐身涂料存在施工到各种武器装备上时,涂层厚度需在1 mm以上,每平方米质量在3~5 kg以上,存在施工周期长、涂层厚且易开裂脱落、维修困难、无法与红外隐身材料复合使用等不足。SH6红外雷达隐身复合多元膜由多层具有红外和雷达隐身功能的材料经精确计算和科学配置生成的复合材料构成,只须将其简单地遮盖到各种武器装备和军事设施表面上,就使天空、地面上的各种红外及雷达侦察设备无法识别和发现<sup>[37,38]</sup>。

### 2.5 长征七号火箭芯一级动力系统首次试车成功

2014年4月19日,长征七号(CZ-7)运载火箭芯一级动力系统首次试车取得圆满成功(图8)。CZ-7火箭作为中国新一代中型运载火箭,各级均采用了新研制的液氧/煤油发动机及适应发动机的低温增压输送系统,具有技术新、难度大的特点。开展芯一级动力系统试车对确保CZ-7火箭首飞成功具有重要的意义。



图8 长征七号火箭芯一级动力系统第一次试车(图片来源:中国国防科技信息网)

4月19日16:00,CZ-7火箭芯一级动力系统发动机准时点火,发动机工作188 s,按预定程序完成定时关机。试车结束后,经各项数据初步判定分析,本次动力试车火箭增压输送系统工作正常,控制时序正常发出,发动机按预定程序点火,工作过程参数稳定。

芯一级动力系统试车是CZ-7火箭最重要的初样大型地面试验之一,全面考核芯一级动力系统设计的正确性,箭上、地面各系统工作协调性、匹配性。CZ-7火箭箭上和地面各系统均参加芯一级动力系统试车。箭上系统包括箭体结构、发动机系统、增压输送系统、控制系统、测量系统、地面系统包括总控网系统、动力测控系统及地面发射支持系统。箭体总长25.08 m,加注后总重约170 t<sup>[39]</sup>。

### 2.6 “海马号”潜水器通过海试验收

2014年4月18日,中国自主研发的首台4500 m级深海遥控无人潜水器作业系统“海马号”通过“863计划”海洋技术领域办公室专家组的海试验收。

“海马号”研制是科学技术部通过“863计划”支持的重点项目,是中国迄今自主研发的下潜深度最大、国产化率最高的无人遥控潜水器系统,并实现了关键核心技术国产化。经过近6年的研发攻关,该项目突破了本体结构、浮力材料、液

压动力和推进、作业机械手和工具、观通导航、控制软硬件、升沉补偿装置等关键技术,先后完成了总装联调、水池试验和海上摸底试验等工作,并针对试验中暴露出的问题和故障进行了技术改进。

2014年2月20日至4月22日,“海马号”搭乘“海洋六号”综合科学考察船在南海进行海上试验(图9),在3个阶段的海试中,共完成17次下潜,3次到达南海中央海盆底部进行作业试验,最大下潜深度4502 m;完成水下布缆、沉积物取样、热流探针试验、海底地震仪(OBS)海底布放、海底自拍摄、标志物布放等多项任务,成功实现与水下升降装置联合作业,通过了定向、定高、定深航行等91项技术指标的现场考核,标志着中国掌握了大深度无人遥控潜水器的关键技术,并在关键技术国产化方面取得实质性的进展,是中国深海高技术领域继“蛟龙号”之后又一标志性成果<sup>[40,41]</sup>。



图9 “海马号”在4500 m的海底作业  
(图片来源:《科技日报》)

## 2.7 高温气冷堆核电站主氦风机工程样机研制成功

2014年7月16日21时,国家科技重大专项——高温气冷堆核电站主氦风机工程样机在上海电气鼓风机厂完成100 h热态满功率连续运行考验。主氦风机运行功率4500 kW,工作温度250℃,满足位于山东荣成石岛湾的20万 kW级高温气冷堆核电站示范工程的技术要求。2014年8月4日,主氦风机工程样机在上海电气集团鼓风机厂通过专家评审和鉴定(图10)<sup>[42]</sup>。



图10 主氦风机顶部(图片来源:清华大学核能与新能源技术研究院网)

主氦风机工程样机由清华大学核能与新能源技术研究院负责总体技术并提供电磁轴承,同时负责整机调试及试验,佳木斯电机公司负责电机,上海电气鼓风机厂负责叶轮及整机总装和试验平台,中核能源公司负责项目管理和质保。主氦风机样机的研制成功是先进核能技术协同创新的重大成果,解决了多个重大技术问题,如主氦风机整机的总体设计,大型氦气置入式立式高速电动机的研制,电磁悬浮轴承支撑的转子动力学分析,高性能叶轮的研制,大电流、高压差、高电压一回路边界电气贯穿件的研制,风机球阀的研制等。

采用电磁悬浮轴承的主氦风机利用了现代最新科技成果,风机转子重约4 t,整个转子由电磁悬浮轴承支承,实现非接触无磨损运行,不需要润滑油系统。这是电磁轴承技术在世界上首次用于反应堆设备<sup>[43]</sup>。

## 2.8 溶液制备出高性能量子点发光二极管

浙江大学高新材料化学中心彭笑刚课题组与金一政课题组设计出一种以量子点为电致发光材料的新型LED器件(QLED),其性能远超过了目前相关文献报道的其他量子点LED,且该新型器件可以通过简单的溶液加工路线制备得到(图11)。相关研究论文发表在2014年11月6日 *Nature* [515 (7525): 96-99]<sup>[44]</sup>。

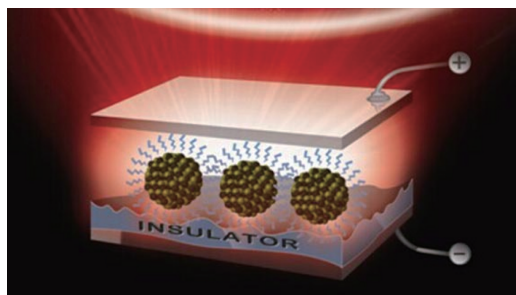


图11 量子点发光二极管示意  
(图片来源:国家自然科学基金委员会网)

新型QLED器件有望成为下一代显示和照明技术的有力竞争者,具有非常优异的性能和重复性,展现出出色饱和的深红色光发射、1.7 V的亚带隙开启电压、高达20.5%的外量子效率、低效率滚降(在100 mA·cm<sup>-2</sup>电流密度下外量子效率仍高达15.1%)、在100 cd·m<sup>-2</sup>工况下超过10万 h的长使用寿命等性能。这是迄今通过溶液制备的性能最好的红光LED,其性能可与目前真空沉积制备的性能最好的有机LED相媲美。QLED优异的光电子性能归因于其在量子点层间插入绝缘层的结构,以及其氧化物电子传输层优化了器件中的电荷平衡和保持了量子点的超级发射性能等。全溶液制备的高性能量子点LED将引领下一代电子显示和固态照明产业<sup>[45]</sup>。

## 2.9 中国首个埃博拉病毒检测试剂获批临床应用

2014年8月20日,由军事医学科学院放射与辐射医学研究所研制的“埃博拉病毒核酸检测试剂”通过总后勤部卫生部专家评审,获准正式生产<sup>[46]</sup>。

2014年11月28日,该试剂获国家医疗器械注册证书,标志着该产品可以在有资质的医院等单位合法使用,为埃博拉病毒的早期诊断和防控提供了可靠的产品储备。

埃博拉病毒核酸检测试剂盒采用“复合探针”技术,利用该技术研制的甲型H1N1、H7N9流感病毒及“超级细菌”耐药基因NDM-1等检测试剂,都曾率先获得军队特需证书或国家注册证书,为中国新发突发传染病的防控做出了应有贡献。

埃博拉病毒属于生物安全第四级病毒,感染致死率最高可达90%,远高于SARS病毒10%的致死率,目前既无预防疫苗也无特效治疗药物,因此早期诊断对于疫情控制异常重要。埃博拉病毒核酸检测试剂已经在中国赴西非移动P3实验室检测队使用,成功检测样本近1700份,其中阳性标本近850份。检测结果表明,试剂在准确性和灵敏性方面都十分满意<sup>[47]</sup>。

## 2.10 抗晚期胃癌新药阿帕替尼正式上市

2014年12月13日,由江苏恒瑞医药股份有限公司自主研发、获国家食品药品监督管理局批准的用于治疗晚期胃癌的新型药物——艾坦(阿帕替尼)正式在中国上市。

2013年全球胃癌新发病例约95万,中国占47%。其发病率在中国恶性肿瘤中排名第2,死亡率中排名第3。约60%~80%的患者就诊时已近晚期,现有治疗手段有限,预后差,5年生存率低于20%<sup>[48]</sup>。

阿帕替尼是一个全新小分子靶向药物,是血管内皮生长因子受体-2(VEGFR-2)的小分子酪氨酸激酶抑制剂。通过高度选择性竞争细胞内VEGFR-2的ATP结合位点,阻断下游信号转导,抑制酪氨酸激酶的生成从而抑制肿瘤组织新血管的生成,最终达治疗肿瘤的目的。阿帕替尼在显著延长晚期胃癌患者的生存期的同时,大大减低了患者的治疗费用。

阿帕替尼III期研究结果证实了阿帕替尼的有效性和安全性,且证明了它能够晚期胃癌患者带来明显的生存获益。III期研究中的31号晚期胃癌患者已服用阿帕替尼存活44个月。阿帕替尼的问世,为胃癌标准化疗失败后患者提供新的药物和治疗方案<sup>[49]</sup>。

## 3 2014年中国重大工程进展(10项)

### 3.1 “科学”号开展西太平洋系列科考

2014年4月8日,国家重大科技基础设施、中国最先进的海洋科学综合考察船“科学”号从青岛中苑码头首航(图12),搭载46名科学家和技术人员,赴热带西太平洋及其邻近海域,执行中国科学院战略性先导科技专项“热带西太平洋海洋系统物质能量交换及其影响”的科学考察任务,2个航段共历时35天,航程4065海里。科考队员对热液区及邻近区域地形地貌信息、水体、沉积物、生物等样品及水文和流场数据进行了系统采集。共完成25个站位的地质采水和生物采水作业,获得了水体不同层位的深度、温度、盐度、溶解氧、甲

烷、浊度等理化环境参数;获取热液喷口及邻近区域大型海洋生物样品1400余头,种类超过50种,并从热液区底层水、沉积物、岩石及大型生物样品中现场分离培养超过300株微生物;采集硫化物、岩石和沉积物等地质样品30多个。对西太平洋热液区海域物理化学环境进行了全面调查,成功在冲绳海槽区域找到活跃的热液喷口(海底“黑烟囱”),并利用深海ROV对热液喷口近海底进行了现场原位观测和取样分析。2014年5月12日,“科学”号完成首航顺利返回青岛奥帆基地码头<sup>[50-53]</sup>。



图12 2014年4月8日,“科学”号海洋科学考察船在青岛中苑码头起航  
(图片来源:中国科学院重大科技基础设施网)

2014年8月1日,“科学”号从青岛起航,赴西热带太平洋海域执行中国科学院战略性先导科技专项“主流系与西太平洋暖池变异机制及其气候效应”、国家海洋局全球变化与海气相互作用专项“西太平洋西部水体综合调查”的海上综合调查任务,历时82天,总航程1.08万海里,在西太平洋关键海区开展系统的物理海洋、海面气象、海气边界层等多学科综合观测和实验,共完成6条断面、85个大面综合站位、60次潮流观测等海洋综合调查任务,在太平洋西边界流关键海域布放17套、回收3套深海潜标。2014年10月21日,“科学”号圆满完成西太平洋科考航次返回青岛,中国首次在大洋成功大规模布放深海潜标阵列<sup>[54-57]</sup>。

2014年12月3日,“科学”号搭载50名科学家和技术人员,从青岛奥帆基地码头起航,赴西太平洋雅浦海山海域,执行中国科学院海洋先导科技专项“深海海洋环境与特殊生态系统”科学考察任务。本次科学考察计划航期73天,分2个航段,预计2015年2月15日返回青岛<sup>[58,59]</sup>。

“科学”号海洋科学综合考察船是“十一五”国家重大科技基础设施建设项目,2007年由国家发展和改革委员会批准立项,中国船舶及海洋工程设计研究院设计,武昌船舶重工有限责任公司建造,2010年开工建设,总投资5.5亿元人民币,2011年11月30日顺利下水,2014年4月正式投入使用,由中国科学院海洋研究所管理运行。“科学”号总长99.80 m、型宽17.80 m、型深8.90 m,总吨位4711 t,续航力1.5万海里,自持力60 d,最大航速15.875节,定员80人。“科学”号在技术

和建造方面整合了当前海洋科学考察多学科、多领域的先进装备和信息技术集成,可进行高精度长周期的动力环境、地质环境、生态环境等综合海洋环境观测、探测及保真取样和现场分析,是中国最先进的海洋科考船。

### 3.2 中国“地壳一号”万米钻机正式开钻

2014年5月8日,“地壳一号”万米大陆科学钻探专用钻机在黑龙江省大庆市安达“松科2井”井场钻进深度达到1074 m。“地壳一号”的研制成功和投入使用,标志着中国地质学领域对地球深部探测的“入地”计划取得阶段性重大进展。

“地壳一号”由国家深部探测技术与实验研究专项资助,吉林大学和四川宏华集团共同研制,2013年10月20日从四川广汉经过长途运输抵达安达井场,2013年11月17日完成钻机现场安装,组装后高65 m、重1500 t、占地1万m<sup>2</sup>(图13)。2014年4月10日完成钻机现场调试,钻进能力达到1万m,目前的最快机械钻速达28.8 m/h,日钻进速度达到265 m,使中国成为继俄罗斯、德国后,世界上第3个掌握地下万米钻探技术的国家<sup>[60]</sup>。



图13 实施“松科2井”钻探的“地壳一号”  
(图片来源:《中国国土资源报》)

“地壳一号”负责从地球深处把岩芯提取出来,使航磁探测、物探等传统手段探测不到的科研标本得以呈现,本次投入使用的“松辽盆地白垩纪大陆科学钻探”项目是中国目前唯一列入国际大陆科学钻探计划的工程。

“松科2井”科学钻探工程的目标是,获取松辽盆地白垩系地层的完整岩芯,获得白垩纪时期亚洲东部高分辨率气候环境变化记录;致力于阐明大庆油田形成的原因、过程和结果,建立支撑大庆油田未来50年发展的“金柱子”<sup>[61]</sup>。

在财政部、科学技术部支持下,深部探测技术与实验研究专项于2008年立项,由国土资源部管理,中国地质科学院牵头实施,“地壳一号”是该专项自主研发的关键仪器设备之

一。其研发采用国际先进水平的机电数字一体化设计,具备信息化、智能化特点,可最大限度满足钻井新工艺的要求,全液压顶驱装置、全自动化摆排管装置、高精度自动送钻装置是“地壳一号”的三大创新点<sup>[62]</sup>。

### 3.3 中国建成100 MeV质子回旋加速器

2014年7月4日,中核集团中国原子能科学研究院自主研发的100 MeV质子回旋加速器首次调试出束,使中国成为少数几个拥有新一代放射性核束加速器的国家。

100 MeV质子回旋加速器直径6.16 m、总重量475 t,是国家重点科技工程——HI-13串列加速器升级工程的关键实验设施(图14)。HI-13串列加速器是中国20世纪80年代初从美国引进的唯一一台大型静电式串列加速器。2003年7月,国防科工委批准立项HI-13串列加速器升级工程,在HI-13串列加速器前端,新建1台100 MeV、200 μA强流回旋加速器,一台质量分辨率为20000的在线同位素分离器;在HI-13串列加速器后端,新建1台能量增益为2 MeV/q的重离子超导直线增能器。

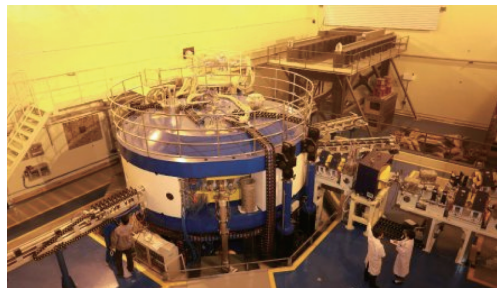


图14 中国100 MeV质子回旋加速器调试出束(图片来源:中国核工业集团公司)

在国防科工局、中核集团的自主创新和协同攻关,新建的100 MeV质子回旋加速器2012年9月开始现场安装,2013年12月实现中心区调试出束,2014年6月具备外靶出束条件。这是中国目前自行研制的能量最高的质子回旋加速器,也是目前国际上最大的紧凑型强流质子回旋加速器,表明中国已经掌握了特大型超精密的磁工艺技术、大功率高稳定度的高频技术、强流离子源与高效率注入技术等一批质子回旋加速器核心技术。

正式运行后,将主要开展国防核科学技术、放射性核束物理等基础研究、核医学与放射医学等核技术应用研究,还将完成与在线同位素分离器和重离子超导直线增能器的综合调试,逐步形成一器多用、多器合用、多领域、多学科的科学研究平台<sup>[63,64]</sup>。

### 3.4 拉萨至日喀则铁路开通,藏西南结束不通铁路历史

2014年8月15日,西藏拉萨至日喀则铁路开通运营,首趟客车于8月16日9:00从拉萨站发出。

拉日铁路是国家“十一五”规划和《中长期铁路网规划》的重要项目之一,也是“十二五”期间西藏自治区投资规模最大的建设项目,2010年9月26日正式开工建设。

拉日铁路是青藏铁路的延伸线,东起青藏铁路终点拉萨站,途经堆龙德庆县、曲水县、尼木、仁布县后抵达藏西南重镇日喀则(图15),全线设拉萨南、曲水、日喀则等14个车站,总长251 km,设计时速为120 km,年货运量830万t以上。



图15 日喀则火车站外景(图片来源:人民网)

青藏高原空气稀薄、气压低,燃料无法有效释放能量,且具有紫外线强、长大坡道桥隧多等诸多难题。中国北车大连机车公司针对高原运用环境和高可靠性的要求,在主传动参数、电气系统、冷却性能、柴油机、制动系统、转向架及司机休息室等方面对和谐N3型机车做了相应适应性改进和优化配置。在满足青藏铁路牵引要求的前提下,适当进行功率修正,加大设计余量,增强可靠性,开发出适应高原气候环境特点的高原机车。

拉日铁路东连青藏铁路与规划中的拉萨至林芝铁路,西接规划中的铁路聂拉木亚东口岸线,是西藏铁路网承东启西的一条重要干线。作为延伸的“天路”,拉日铁路的开通运营,将完善西藏铁路网结构,改变西藏西南部地区单一依靠公路运输的局面。拉萨到日喀则的旅行时间将由现在公路运输约6小时缩短为铁路运输2小时59分钟<sup>[65,66]</sup>。

### 3.5 “海洋石油981”、“南海九号”完钻,中国海域发现首个自营深水高产大气田

2014年9月15日,中国海洋石油有限公司宣布,“海洋石油981”钻井平台在南海北部深水区陵水17-2测试获得高产油气流,测试日产天然气56.5百万立方英尺,相当于9400桶油当量。

陵水17-2构造位于南海琼东南盆地深水区的陵水凹陷,距海南岛约150 km,平均作业水深1500 m。陵水17-2-1井由“海洋石油981”承钻,2014年1月开钻,2月完钻。陵水17-2气田是中国海域自营深水勘探的第一个重大油气发现,标志着中国已基本掌握自主勘探开发深水油气资源的全套能力<sup>[67,68]</sup>。

2014年11月5日,“南海九号”承钻的首口千米水深井在中国南海顺利完钻。陵水25-1-1井位于琼东南盆地深水区的陵水凹陷东部,作业水深975 m,完钻深度3930 m,是“南海九号”作业的第一口深水井,也是中国海油采用锚泊式定位进行钻井作业水深最深的一口井。2014年12月16日,“南海九号”承钻的首口千米水深井成功点火放喷(图16)<sup>[69,70]</sup>。



图16 2014年12月16日,“南海九号”承钻的首口千米水深井成功点火放喷(图片来源:人民网)

“海洋石油981”的最大作业水深是1500 m。“南海九号”属于第四代钻井平台,设计作业水深1524 m,最大钻井深度7620 m,适用于3000 m以内水深作业,是除“海洋石油981”外,中国海油作业水深最大的半潜式钻井平台,是中国深海钻井从浅水到超深水的战略补充,标志着中国深水钻探能力已达到全球先进水平。

### 3.6 南水北调中线一期工程正式通水

2014年9月29日,南水北调中线一期工程通过全线通水验收,具备通水条件。12月12日,南水北调中线一期工程渠首打开丹江口水库闸门正式放水。12月27日,南水北调中线一期工程总干渠终点团城湖明渠开闸放水,南水北调一期工程北京市通水成功(图17)。

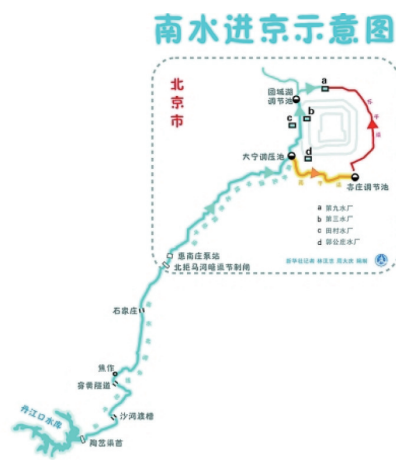


图17 南水进京示意(图片来源:《光明日报》)

作为缓解北方地区水资源严重短缺局面的重大战略性基础设施,南水北调工程规划分东、中、西3条线路从长江调水,横穿长江、淮河、黄河、海河四大流域,总调水规模448亿 $m^3$ ,供水面积达145万 $km^2$ ,受益人口4.38亿人。先期实施东线、中线一期工程,东线一期工程已于2013年通水。

南水北调中线工程从丹江口水库调水,从浙川陶岔渠首引水,沿线开挖渠道,沿京广铁路北上流到北京、天津。规划分两期建设,先期实施中线一期工程。中线一期工程于2003

年12月开工建设,总投资2013亿元人民币,输水干线全长1432 km,工程总投资2013亿元。根据规划,中线一期工程多年平均年调水量95亿 $m^3$ ,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,缓解北京、天津、河北、河南等地区的严重水荒<sup>[71-73]</sup>。

### 3.7 探月工程三期再入返回飞行试验获圆满成功

2014年11月1日6:42,探月工程三期再入返回飞行试验返回器在内蒙古四子王旗预定区域顺利着陆。这是中国航天器第一次在绕月飞行后再入返回地球,也是世界上成功回收绕月飞行器的第3个国家,标志着中国已全面突破和掌握航天器以接近第二宇宙速度的高速再入返回关键技术,为确保“嫦娥五号”任务顺利实施和探月工程持续推进奠定了坚实基础。

10月24日2:00,中国自行研制的探月工程三期再入返回飞行试验器在西昌卫星发射中心发射升空,准确进入近地点高度为209 km、远地点高度41.3万 km的地月转移轨道。在北京航天飞行控制中心的精确控制下,试验器成功实施2次轨道修正,于10月27日飞抵月球引力影响球,开始月球近旁转向飞行。10月28日,试验器完成月球近旁转向飞行,进入月地转移轨道。10月30日再次成功实施1次轨道修正后重返地球。

探月工程由国家国防科技工业局牵头组织实施。本次是中国探月工程三期一次重要的验证飞行试验,主要目的是突破和掌握探月航天器再入返回的关键技术,为“嫦娥五号”任务提供技术支持。试验任务由飞行试验器、运载火箭、发射场、测控与回收四大系统组成。飞行试验器由中国航天科技集团公司空间技术研究院研制,由服务舱、返回器2部分组成,服务舱以“嫦娥二号”卫星平台为基础研制,具备留轨开展科研试验功能;返回器为新研产品,具备返回着陆功能。用于发射任务的长征三号丙运载火箭由中国航天科技集团公司运载火箭技术研究院为主研制,在以往基础上进行了多项技术改进,进一步提高了可靠性和安全性<sup>[74-76]</sup>。

11月1日,探月工程三期再入返回飞行器服务舱与返回器在距地面高约5000 km处正常分离后,经过2次轨道控制,返回到远地点54万 km、近地点600 km的大椭圆轨道,开展拓展试验任务(图18)<sup>[77]</sup>。

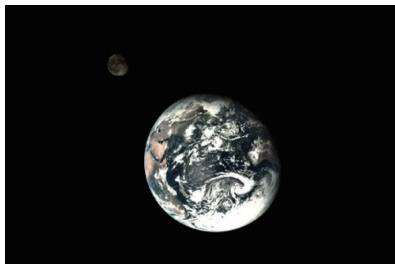


图18 2014年11月9日16:00,探月工程三期再入返回飞行试验器服务舱携带的相机在距离地球54万 km、距离月球92万 km处拍摄清晰的地月合影图像(图片来源:国防科技工业局)

服务舱拓展试验主要包括地月L2点轨道飞行试验,倾斜环月轨道近月制动飞行验证,月球轨道交会对接远程导引飞行过程验证,环月圆轨道演化特性和轨道环境探测。还将对服务舱搭载的GPS、格洛纳斯兼容导航接收机,双分辨率相机,GNC(制导、导航与控制)中心控制单元,小型星敏感器和星敏防尘机构等设备进行在轨试验。

服务舱于11月27日进入地月L2点的环绕轨道,11月28日实施了该点绕飞期间首次轨道维持控制,开展关于地月L2点轨道设计、控制策略及测定轨支持等方面的飞行试验。2015年1月上旬离开地月L2点飞向月球;1月中旬实施近月制动进入环月轨道;2月、3月各开展一次交会对接远程导引试验;4月实施对月成像,拍摄预设采样着陆区形貌。此后视情研究后续试验或处置方案<sup>[78]</sup>。

### 3.8 川藏电力联网工程投运

2014年11月20日,川藏电力联网工程正式投运,结束了西藏昌都电网长期孤网运行的历史。

川藏联网工程连接西藏昌都电网与四川电网,线路东起四川甘孜藏族自治州的乡城县,途经巴塘县,西至西藏昌都;新建巴塘、昌都2座500 kV变电站和邦达、玉龙2座220 kV变电站,新建昌都—巴塘—乡城双回500 kV、昌都—玉龙双回、昌都—邦达双回220 kV线路,全长1521 km,总投资达66.3亿元。不仅为西藏昌都和四川甘孜西南部地区提供现实的电力保障,更助力当地未来水电开发。

川藏联网工程地处川藏高原腹地,穿越高海拔、低气温无人区和“三江”断裂带,沿线高寒缺氧、地质复杂、冻土广布,是世界上迄今建设难度最大的输变电工程<sup>[79]</sup>。

国网公司组织40多家参建单位、2万余名建设者,经过15个月艰苦卓绝的努力,突破了高原生理健康保障、超长距离及大落差山地物料运送、冻土基础施工、生态脆弱地区环境保护和5次跨越金沙江等一系列技术瓶颈,建成继青藏联网工程后的又一条世界上最具挑战性的“电力天路”(图19)。



图19 国家电网的遥控飞机在四川巴塘县进行空中架线(图片来源:新华社)

### 3.9 西电东送标志性工程——锦屏水电站建成投产

2014年11月29日,“西电东送”标志性工程——锦屏水电站14台60万 kW机组全部投产。

锦屏水电站位于四川省凉山彝族自治州,包括锦屏一级

和锦屏二级水电站,总装机840万kW,是雅砻江上装机规模最大的水电站。

锦屏一级水电站工程总投资约246亿元,于2005年11月12日正式开工,坝高305 m,坝型为混凝土双曲拱坝,是目前世界上最高的双曲薄拱坝(图20),水库正常蓄水位1880 m,总库容77.6亿 $\text{m}^3$ ,电站装机6台,单机容量600 MW,总装机容量360万kW,多年平均年发电量166.2亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ,于2013年8月30日首批机组投产发电,2014年7月12日全面投产。



图20 世界最高拱坝——锦屏一级水电站大坝(图片来源:中国新闻网)

锦屏二级水电站坝址位于锦屏一级水电站下游7.5 km,2007年正式开工,总工期8年3个月,总投资222.5亿元。枢纽建筑主要由拦河低闸、泄水建筑、引水发电系统等组成,4条引水隧洞平均长约16.6 km,开挖洞径12 m,为世界第一水工隧洞。水库正常蓄水位1646 m,总库容1428万 $\text{m}^3$ ,安装8台600 MW的水轮发电机组,总装机容量480万kW,多年平均年发电量242.3亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ,首台机组于2012年12月30日投产发电。至2014年12月,锦屏水电站已累计发电470亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ,其中送华东电量约280亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ,是川电东送的主要电源点之一。

锦屏水电站具有世界最高混凝土拱坝,高山峡谷、高边坡、高地应力、高压大流量地下水、深部卸荷裂隙等特点,为工程设计、施工和建成后管理带来一系列世界级难题。中国水电界在锦屏水电站建设上攻坚克难,带动诸多学科与技术领域的进步与发展<sup>[80]</sup>。

### 3.10 兰新、贵广、南广3条高铁开通运营

2014年12月26日,中国3条重要高铁干线——兰新高铁、贵广高铁、南广高铁开通运营(图21)<sup>[81]</sup>。

2014年12月26日,经过5年艰苦奋战,目前世界上一次建设里程最长的高速铁路——兰新高铁全线通车运营,从兰州至乌鲁木齐最快仅需11小时50分。

兰新高铁是中国首条在高原、高海拔和戈壁荒漠地区修建的高速铁路,自兰州西站引出,经青海省西宁,甘肃省张掖、酒泉、嘉峪关,新疆维吾尔自治区哈密、吐鲁番,引入乌鲁木齐南站,共设21个客运车站,全长1776 km,于2009年11月开工建设,总投资约1435亿元,技术标准为双线电气化国



图21 中国3条重要高铁干线——兰新高铁、贵广铁路、南广铁路示意(图片来源:中国新闻网)

铁I级客运专线,设计时速为200 km。兰新高铁是国家《“十二五”综合交通体系规划》中的区际交通网络重点工程,是中国《中长期铁路网规划》重点项目,为西部大开发计划新开工18项重点工程之一<sup>[82]</sup>。

2014年12月26日,贵广铁路、南广铁路正式全线运营。

贵广高铁由中国铁路总公司和粤黔桂三省政府合资建设,总投资约918.19亿元,2008年10月13日开工建设,设计标准是双线电气化客运专线,设计时速为30 km,全长861.7 km,其中桥梁210 km,隧道209个、长度456.022 km,设贵阳北、三都县、贺州、广宁、广州南等20个车站。

南广高铁由铁道部与广西壮族自治区、广东省共同出资建设,总投资约226亿元人民币,为双线电气化国家I级铁路,于2008年11月9日正式开工,全长577.1 km,设计时速为250 km,全线设南宁、南宁东、梧州南、云浮东、广州南等13个客运车站。

贵广高铁、南广高铁是《国家铁路中长期规划》、《国家铁路“十一五”规划》的重要项目之一,也是中国中西部铁路建设的重点工程。

**致谢** 本次遴选“重大科学进展”的30项候选条目,是从科学技术部基础研究管理中心主办,《科技导报》、《中国基础科学》、《中国科学院院刊》、《中国科学基金》、《科学通报》协办的2014年度“中国科学十大进展”候选条目中产生的,特此感谢!

### 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] 朱宇, 陈广仁, 史永超, 等. 2013年中国重大科学、技术和工程进展[J]. 科技导报, 2014, 32(3): 15-24.
- [13] 近代物理所科研人员首次实现了爱因斯坦提出的双狭缝“理想实验”[EB/OL]. 2014-01-15. [http://www.imp.cas.cn/xwzx/kyjz/201401/20140115\\_4023105.html](http://www.imp.cas.cn/xwzx/kyjz/201401/20140115_4023105.html).
- [14] Zhang S F, Fischer D, Schulz M, et al. Two-center interferences in di-electronic transitions in  $H_2^+$ He collisions[J]. *Physical Review Letters*, 2014, 112: 023201.
- [15] Liu Q Y, van der Hilst R D, Li Y, et al. Eastward expansion of the Tibetan plateau by crustal flow and strain partitioning across faults[J]. *Nature Geoscience*, 2014, 7(5): 361-365.
- [16] 中科院大连化物所甲烷高效转化相关研究获重大突破[EB/OL]. 2014-05-12. [http://news.xinhuanet.com/politics/2014-05/12/c\\_126489882.htm](http://news.xinhuanet.com/politics/2014-05/12/c_126489882.htm).
- [17] Guo X, Fang G, Li G, et al. Direct, nonoxidative conversion of methane to ethylene, aromatics, and hydrogen[J]. *Science*, 2014, 344(6184): 616-619.
- [18] 中国科学家用纳米技术合成人造金刚石硬度为天然钻石两倍[EB/OL]. 2014-06-17. [http://www.guancha.cn/Science/2014\\_06\\_17\\_238545.shtml](http://www.guancha.cn/Science/2014_06_17_238545.shtml).
- [19] Huang Q, Yu D, Xu B, et al. Nanotwinned diamond with unprecedented hardness and stability[J]. *Nature*, 2014, 510(7504): 250-253.
- [20] Wang T, Sha H Y, Ji D M, et al. Polar body genome transfer for preventing the transmission of inherited mitochondrial diseases[J]. *Cell*, 2014, 157(7): 1591-1604.
- [21] 科学家发现冠状动脉新起源[EB/OL]. 2014-07-04. <http://news.sciencenet.cn/htmlpaper/2014741311114633832.shtml>.
- [22] Tian X, Hu T, Zhang H, et al. De Novo Formation of a distinct coronary vascular population in neonatal heart[J]. 2014, *Science*, 345(692): 90-94.
- [23] 物理海洋教育部重点实验室在中尺度涡研究领域取得重要进展[EB/OL]. 2014-07-04. <http://xinwen.ouc.edu.cn/Article/Class3/xwlb/2014/07/05/68406.html>.
- [24] Zhang Z, Wang W, Qiu B. Oceanic mass transport by mesoscale eddies[J]. *Science*, 2014, 345(6194): 322-324.
- [25] Nature: NIBS 邵峰团队发表免疫新成果[EB/OL]. 2014-08-07. <http://www.bio360.net/news/show/11161.html>.
- [26] Shi J, Zhao Y, Wang Y, et al. Inflammatory caspases are innate immune receptors for intracellular LPS[J]. *Nature*, 2014, 514(7521): 187-192.
- [27] Nature发表张福锁教授团队论文探索“以更低的环境代价获得更高的作物产量”[EB/OL]. 2014-09-04. [http://news.cau.edu.cn/art/2014/9/4/art\\_8769\\_295184.html](http://news.cau.edu.cn/art/2014/9/4/art_8769_295184.html).
- [28] Chen X, Cui Z, Fan M, et al. Producing more grain with lower environmental costs[J]. *Nature*, 2014, 514(7523): 486-489.
- [29] Yue Q, Zhao W, Kang K J, et al. Limits on light weakly interacting massive particles from the CDEX-1 experiment with a p-type point-contact germanium detector at the China Jinping underground laboratory[J]. *Physical Review D*, 2014, 90(9): 091701.
- [30] Xiao M, Xiao Xiang, Zhao Li, et al. First dark matter search results from the PandaX-I experiment[J]. *Science China: Physics, Mechanics & Astronomy*, 2014, 57(11): 2024-2030.
- [31] 林红梅, 樊曦. 中国首次人工潜入300米深海“龙宫”探摸成功[EB/OL]. 2014-01-12. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2014/1/287439.shtml>.
- [32] 林红梅. 中国首次三百米饱和潜水作业6名潜水员成功出仓[EB/OL]. 2014-01-26. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2014/1/287951.shtml>.
- [33] 邓小勇. “南昌创造”填补世界空白PI纳米纤维电池隔膜成功产业化[EB/OL]. 2014-01-10. <http://jiangxi.jxnews.com.cn/system/2014/01/10/012900219.shtml>.
- [34] 寇勇. 我首创高效能电池隔膜技术[N]. 科技日报, 2014-01-20.
- [35] 成舸, 梁国清. 国产手术机器人首次用于临床[EB/OL]. 2014-04-04. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2014/4/291389.shtml>.
- [36] 彭未风, 朱宝琳. 天大“妙手S”长沙成功救助3患者[EB/OL]. 2014-04-05. [http://epaper.tianjinwe.com/mrbx/mrbx/2014-04/05/content\\_7067780.htm](http://epaper.tianjinwe.com/mrbx/mrbx/2014-04/05/content_7067780.htm).
- [37] 刘晓军. SH6红外雷达隐身复合多元膜研制成功[N]. 科技日报, 2014-04-09.
- [38] 李小飞. SH6红外/雷达隐身复合多元膜研制成功[N]. 中国航空报, 2014-06-16.
- [39] 刘爽, 丁颖, 贺元军. 长征七号火箭芯一级动力系统首次试车成功[EB/OL]. 2014-04-23. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2014/4/292735.shtml>.
- [40] 顾瑞珍. 继“蛟龙号”之后又一标志性深海高技术成果“海马号”潜水器通过海上试验验收[EB/OL]. 2014-04-23. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2014/4/292675.shtml>.
- [41] 左朝胜, 陈惠玲. 4500米级“水下机器人”通过海试验[N]. 科技日报, 2014-04-23.
- [42] 清华大学核能与新能源技术研究院. 世界首台高温气冷堆核电站主氦风机工程样机研制成功[EB/OL]. 2014-08-07. [http://www.tsinghua.edu.cn/publish/inet/4019/2014/20140807132705969425606/20140807132705969425606\\_.html](http://www.tsinghua.edu.cn/publish/inet/4019/2014/20140807132705969425606/20140807132705969425606_.html).
- [43] 齐炜炜, 咎青峰, 李艳. 世界首台高温气冷堆主氦风机样机研制成功[N]. 科技日报, 2014-08-07.
- [44] Dai X L, Zhang Z X, Jin Y Z, et al. Solution-processed, high-performance light-emitting diodes based on quantum dots[J]. *Nature*, 515(7525): 96-99.
- [45] 杨俊林, 高飞雪, 陈拥军, 等. 浙江大学化学系在量子点发光二极管研究方面取得重要进展[EB/OL]. 2014-11-04. <http://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab88/info46132.htm>.
- [46] 沈基飞. 中国研制的埃博拉病毒检测试剂获批生产[EB/OL]. 2014-08-20. <http://finance.chinanews.com/jk/2014/08-20/6513863.shtml>.
- [47] 牛培强, 沈基飞. 我首个埃博拉病毒检测试剂获批临床应用[N]. 科技日报, 2014-11-29.
- [48] 李颖. 治疗晚期胃癌的口服新药上市[N]. 科技日报, 2014-12-14.
- [49] 刘婧婷. 晚期胃癌患者有了新希望恒瑞医药上市口服靶向药物艾坦[EB/OL]. 2014-12-16. <http://health.people.com.cn/n/2014/12/16/c147>

- 39-26217929.html.
- [50] 我国最先进海洋科考船“科学”号首航探潜深海奥秘[EB/OL]. 2014-04-09. [http://news.xinhuanet.com/local/2014-04/09/c\\_126368713.htm](http://news.xinhuanet.com/local/2014-04/09/c_126368713.htm).
- [51] 我国最先进海洋科学考察船赴冲绳热液区考察[EB/OL]. 2014-04-08. <http://tech.sina.com.cn/d/2014-04-08/14419305125.shtml>.
- [52] 王怡. 我国科考船科学号发现海底黑烟囱线索[N]. 科技日报, 2014-04-18.
- [53] “科学”号科考船完成首航凯旋归来[EB/OL]. 2014-05-12. [http://www.qdio.cas.cn/xwzx/tpxw/201405/t20140513\\_4119073.html](http://www.qdio.cas.cn/xwzx/tpxw/201405/t20140513_4119073.html).
- [54] 海洋科考船“科学号”返航[N]. 人民日报, 2014-10-22.
- [55] 陆琦. “科学”号完成西太平洋科考航次[N]. 中国科学报, 2014-10-23.
- [56] 陆琦, 廖洋, 刘洋. “科学”号圆满完成西太平洋科考航次首次在大洋成功大规模布放深海潜标阵列[N]. 中国科学报, 2014-10-27.
- [57] 陈瑜. 我国首次在北太平洋布放深海潜标阵列[N]. 科技日报, 2014-11-01.
- [58] 赵婉微. 我国最先进科考船“科学”号启程赴西太平洋海域执行科考任务[EB/OL]. 2014-12-04. [http://www.cas.cn/cm/201412/t20141204\\_4267848.shtml](http://www.cas.cn/cm/201412/t20141204_4267848.shtml).
- [59] 王建高, 刘洋. “科学”号赴西太平洋雅浦海山科学考察[N]. 科技日报, 2014-12-04.
- [60] 孟海鹰. 我国“地壳一号”万米钻机正式开钻[N]. 人民日报, 2014-05-09.
- [61] 孙阳. 中国“地壳一号”万米钻机正式开钻[EB/OL]. 2014-05-08. [http://news.xinhuanet.com/tech/2014-05/08/c\\_1110603796.htm](http://news.xinhuanet.com/tech/2014-05/08/c_1110603796.htm).
- [62] 林梅. “地壳一号”将深入大庆地下六千米探测石油资源[EB/OL]. 2014-01-08. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2014/1/287209.shtml>.
- [63] 陆琦. 我国建成100MeV质子回旋加速器[N]. 中国科学报, 2014-07-08.
- [64] 陈瑜. 我国能量最高质子回旋加速器首次出[N]. 科技日报, 2014-07-05.
- [65] 陆娅楠. 拉萨至日喀则铁路今天开通[N]. 人民日报, 2014-08-15.
- [66] 黄斌. 拉日铁路是攀自主研发高峰的硬实力[EB/OL]. 2014-08-16. <http://opinion.people.com.cn/n/2014/0816/c159301-25477803.html>.
- [67] 冉永平. 我国海域发现首个自营深水高产大气田[N]. 人民日报, 2014-09-16.
- [68] 瞿剑. 中国海域发现首个自营深水高产大气田[N]. 科技日报, 2014-09-16.
- [69] 安蓓. “南海九号”千米水深井完钻[N]. 中国科学报, 2014-11-06.
- [70] 中国海油“南海九号”首口千米水深井点火成功[EB/OL]. 2014-12-19. <http://society.people.com.cn/n/2014/1219/c1008-26236922.html>.
- [71] 张盖伦. 南水北调一期工程北京市通水成功[N]. 科技日报, 2014-12-28.
- [72] 南水北调中线14时32分通水寓意全长1432公里[EB/OL]. 2014-12-12. [http://news.cnr.cn/native/gd/201412/t20141212\\_517092955.shtml](http://news.cnr.cn/native/gd/201412/t20141212_517092955.shtml).
- [73] 陈晨, 刘先琴, 高帆, 等. “南水”奔涌北上跨越半个多世纪的调水梦[N]. 光明日报, 2014-12-13.
- [74] 张素, 蔡金曼. 探月工程三期再入返回飞行试验获圆满成功[EB/OL]. 2014-11-01. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2014/11/306538.shtml>.
- [75] 蔡金曼, 付毅飞. 探月三期飞行试验器发射成功[N]. 科技日报, 2014-10-24.
- [76] 中国探月返回成世界第三: 美欧日曾多次折戟[EB/OL]. 2014-11-03. <http://tech.sina.com.cn/d/2014-11-03/15379756198.shtml>.
- [77] 张素, 蔡金曼. 中国探月再入返回飞行器服务舱飞抵地月L2点[EB/OL]. 2014-11-29. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2014/11/308261.shtml>.
- [78] 探月三期飞行器服务舱将开展五项拓展试验[EB/OL]. 2014-12-03. <http://www.itmsc.cn/archives/view-72935-1.html>.
- [79] 瞿剑. 川藏联网工程投运西藏再添“电力天路”[N]. 科技日报, 2014-11-21.
- [80] 杨杰. “西电东送”标志性工程锦屏水电站建成投产[EB/OL]. 2014-11-30. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2014/11/308281.shtml>.
- [81] 兰新高广南广3条高铁今日正式开通运营[EB/OL]. 2014-12-26. <http://news.sina.com.cn/c/2014-12-26/000931328432.shtml>.
- [82] 兰新高铁全线通车运营兰州至乌鲁木齐最快仅需11小时50分[EB/OL]. 2014-12-24. <http://society.people.com.cn/n/2014/1224/c1008-26268368.html>.

科技  
导报  
SCIENCE & TECHNOLOGY REVIEW

### 《科技导报》“卷首语”栏目征稿

“卷首语”栏目每期邀请一位中国科学院院士和中国工程院院士就重大科技现象、事件,以及学科发展趋势、科学研究热点和前沿问题等,撰文发表个人的见解、意见和评论。本栏目欢迎院士投稿,每篇文章约2000字,同时请提供作者学术简历、工作照和签名电子文档。投稿邮箱:kjdbbjb@cast.org.cn。