

这一年，他们全力托举“大国重器”

中国“人造太阳”创造世界纪录、国产首艘大邮轮正式交付……一批“大国重器”在2023年问世或取得重要突破。它们挺进科技前沿，服务国计民生。在这些“大国重器”背后，有一群默默耕耘的科学家、工程师和能工巧匠。他们大胆创新、严谨求实、甘坐“冷板凳”，用汗水浇灌创新果实，用智慧破解技术难题，将前沿科技与工程应用巧妙结合，实现了一个又一个新突破。从他们身上，我们看到中国科技工作者澎湃的创新活力、扎根一线的奉献精神以及“咬定青山不放松”的奋斗精神。值此岁末年终，让我们向“大国重器”的研发者和建设者们致敬。

◎本报记者 都 芃



李建刚： 为中国“人造太阳”注入光芒

4月12日，全超导托卡马克核聚变实验装置(EAST)创造了新的世界纪录，成功实现稳态高约束模式等离子体运行403秒。

聚变能由于具有清洁、环保、安全、原材料储量极其丰富等优点，被认为是解决人类能源问题的终极能源。托卡马克是一种利用磁约束来实现受控核聚变的环形容器，被形象地称为“人造太阳”。EAST是由我国科学家独立设计建造的世界首个全超导托卡马克核聚变实验装置。

中国科学院院士、EAST项目牵头人之一李建刚和中国科学院等离子体物理研究所的科研团队耗时整整十年，建成世界第一个全超导托卡马克。整个EAST项目均由中国科学家和工程技术人员设计，装置的国产化率达到了90%。

建造全超导托卡马克，超导材料是必须攻克的难题。在中国工程院院士万应照的带领下，李建刚和团队边建设边研发。从超导材料、超导接头、超导配线到大型磁体系统，他们一路攻关，使我国超导相关技术跃至世界先进水平。

在过去20余年里，李建刚和团队成员进行了将近20万次实验，失败次数近5万次。正是在这样日复一日的枯燥实验中，相关实验温度从几百万摄氏度一路升至上亿摄氏度，运行时间从数秒增至几百秒，不断刷新世界纪录。李建刚和团队相信，只要年复一年为“人造太阳”注入光芒，聚变能的“第一盏灯”终会在中国点亮。



钱斌： 用卫星给云层做“CT”

4月16日上午，风云三号G星在甘肃酒泉成功发射。这是全球第三颗、我国第一颗专门用来测量降水的卫星。该卫星主要利用微波遥感测量技术，可以提高降水强度和落区的监测精度，能够有效提升全球数值天气预报精度和时效性。

这颗卫星有一个“独门绝技”：只要7天就可以完成一次对全球中低纬度地区降水三维层析结构的探测。这相当于给此区域的空中云层做一次“CT”，有助于人们了解云层中雨滴的三维分布情况，对降水预报预警至关重要。

为了让风云三号G星练就这项“绝技”，中国航天科技集团有限公司第八研究院风云三号G星总设计师钱斌和研制团队数年如一日辛勤付出，默默耕耘。

作为型号总设计师，钱斌带领团队成员始终对设计严格把关，对任何影响产品质量的问题都不放过。

2022年下半年，风云三号G星微波成像仪展开试验前夕，部分试验条件仍不充足。钱斌认为，普通摄像机无法代替高速摄像机对快速转动的微波成像仪进行摄影记录。如果没有高速摄像机，哪怕是影响计划节点，试验也必须暂停。

在研制风云三号G星前，钱斌已在低轨气象卫星领域潜心钻研数十年。作为中国航天科技集团有限公司第八研究院供配电领域的权威专家，钱斌技术实力深厚、工程经验丰富，被大家亲切地称为“问不倒的技术专家”。在承担中国航天科技集团有限公司第八研究院多个型号技术把关任务的同时，他还不忘大力培养研制团队中的年轻设计师，给青年人挑大梁的机会。



陈勇： 咬定ARJ21不放松

4月18日，一架ARJ21飞机从印度尼西亚雅加达起飞，2个小时后平稳降落在印度尼西亚巴厘岛伍拉莱国际机场。这是中国自主研发的喷

气式客机ARJ21在海外的首次正式商业飞行。

ARJ21飞机是中国第一次全面按照国际适航标准研制的商用客机，是中国民航业的“开路先锋”。自2016年6月28日成功实现商业首航至今，ARJ21已经组交付超100架，在国内135座城市实现通航，安全运送旅客超过760万人次。

2002年ARJ21飞机项目立项时，国内相关研发人员已经多年没有承担过民用飞机型号的研制任务。无论是设计人员、制造人员，还是试验试飞人员、管理人员都经验不足。在ARJ21飞机最初的设计方案出炉后，相关团队发现了飞机超重、飞行阻力大等多个棘手难题。这使团队非常迷茫，失去了方向。

面对困难，中国商用飞机有限责任公司工程总师、ARJ21飞机型号总设计师陈勇与研发团队一起集智攻关，在原有方案基础上不断改进优化，并立志“咬定ARJ21不放松”。

陈勇和团队组建攻关队，吃住在单位、日夜奋战。同时，他们在国内外做试验，邀请行业内的顶尖技术专家一起把关。例如，在减重方面，设计团队按照飞机结构强度计算结果，压缩原有的设计冗余，全面优化飞机结构，最终减重约1.5吨；在减阻方面，优化机翼细节设计和机尾翼布局，特别是小翼和襟翼支臂整流罩外形，最终达到设计指标。

为了解决结冰试验难题，陈勇和团队成员多次赴新疆开展结冰试验。他们通过仿真计算、风洞试验、地面和空中自然结冰状态下的试验试飞来积累数据，找到了机翼翼面、发动机唇口和风扇结冰、冰块脱落等的规律，攻克了25项与结冰试验验证相关的技术难题。

通过不懈努力，陈勇和团队首次在国内系统完整地建立了民机适航设计和验证技术体系，解决了系统间互联安全性评估等技术难题，掌握了包括高平尾飞机失速、最小离地速度、起落架摆振等多项验证试飞关键技术，填补了我国航空工业技术的多项空白。



张铁民： 给航天员“拼”出太空家园

5月30日，在无数人的注视下，搭载神舟十六号载人飞船的长征二号F遥十六运载火箭在甘肃酒泉卫星发射中心点火发射，一飞冲天。

神舟十六号载人飞船的舱体，正是由中国航天科技集团第五研究院529厂(以下简称529厂)焊接领域特级技师张铁民带领团队焊接的。从神舟飞船到天宫一号，从嫦娥五号返回器到空间站，张铁民和他带领的529厂焊接操作团队，用焊枪“拼”出了一个又一个安全可靠的航天器。

张铁民在529厂焊接的第一个重要型产品就是神舟八号飞船返回舱。该舱体焊接部位多，结构形式复杂，形状并不规则，焊缝总长足足有五六千米。其中，97%到98%的焊缝需要手工焊接，难度极大。为了保证焊接质量，张铁民打破常规，研究出一整套新的工艺参数，最终使焊缝的合格率达到100%。

张铁民不断学习国际前沿焊接技术，掌握了最新VPPA焊接技术，并且借助国产设备突破了VPPA技术工程化应用瓶颈。他总结出了一整套焊接操作方法和技巧，并编写了《VPPA焊接操作手册》。

如今，这本小册子作为作业指导书，成为厂里所有焊接工人学习、操作VPPA设备的必备工具书。以天宫一号为起点，VPPA技术在天宫目标飞行器、天舟货运飞船、空间站天和核心舱、问天实验舱、梦天实验舱等航天器上相继得到应用。

在将近20年的职业生涯中，张铁民带领团队成员攻克加工难题20余项，开展多项技术创新，为重大航天工程任务的顺利完成提供了有力支撑。



宋丹戎： 让小堆成为中国核电新名片

11月3日，我国陆上商用多用途模块化小堆“玲龙一号”钢制安全壳顶封头顺利吊装就位。这标志着全球首个开工建造的模块化小型示范堆的关键结构封顶，全面进入内部安装高峰期。

“玲龙一号”是全球首个通过国际原子能机构通用安全审查的小型模块化压水反应堆。“玲龙一号”建成后，不仅将以稳定可靠的清洁能源助力海南“清洁能源岛”建设和国家“双碳”目标实现，更将推动世界核能技术的发展。

在“玲龙一号”研发初期，全球范围内还没有任何成熟的三代核电小堆问世，我国团队没有任何成熟的经验可以借鉴。“玲龙一号”总设计师宋丹戎走进的是一片“无人区”。

在这种情况下，宋丹戎带领团队从头计算数据，从零开始研发。他们创新性提出模块化设计，将关键组件集成在一起，形成了一体化、模块化的反应堆模块。这成为“玲龙一号”最突出的创新亮点。

建造一座核电站，需要协调堆芯设计、反应堆结构设计、仪表和控制系统设计、安全分析、力学分析等多个领域的工作人员。宋丹戎在其中扮演着掌舵人的角色，在总体上进行平衡，把控研发设计方向，推进团结协作，与团队成员共同打造“硬”成果。

宋丹戎说，事业高于一切，责任重于一切。“责任”二字是他常挂在嘴边的词。在他看来，自己肩负着保障能源供给安全、核电站运行安全的责任，更肩负着优化能源结构、发展清洁能源的责任。



刘守朝： 向“地下珠峰”要油气

中国石油化工集团有限公司11月15日宣布，该公司部署在塔里木盆地的“深地一号”跃进3-3XC井测试获得高产油气流，日产原油200吨，天然气5万立方米。该井完钻并深达9432米，刷新亚洲最深井斜深和超深层钻井水平位移两项纪录。

“深地一号”是我国地球深部探测领域的重大工程，位于塔克拉玛干沙漠的顺北油气田。刘守朝是中石化西北油田采油四厂(以下简称采油四厂)4-2尖刀班班长。尖刀班是西北油田驻扎位置最偏远的班组，也是中国石化“最富有”的班组。他们守护着被誉为“地下珠峰”的“深地一号”的多口深井、高产井。

在该班组管辖的29口油井中，20口油井的初期油气日产量超千吨。在刘守朝眼中，高产井就像孩子，需要倍加呵护才能健康成长。

“班组成立的目标，就是为超深油气井持续稳定高产保驾护航。”已在大漠深处坚守多年的刘守朝说。

由于井场距离生活基地较远，刘守朝和班组成员经常早上出门时带着午饭。冬季温度低，到午饭时间，饭菜基本凉透了。“大家就喝点热水，或者泡桶方便面，暖和一下身体。”刘守朝说，虽然工作条件艰苦，但看到自己负责的油井持续高产，他觉得付出的努力很值得。

针对“深地一号”工程技术特点、维护难点，刘守朝先后解决单井注水系统自动化改造、低压井站放空天然气回收等疑难问题10多个，相关创新成果获国家实用新型专利10项。除此之外，他还给油田内部提出合理化建议25项。如今，他已成为解决高压油气井疑难问题的专家。

向“地下珠峰”要油气，需要更精细的管理。刘守朝的笔记本密密麻麻地记录着20多口油井的参数数据。多年现场工作经历，让刘守朝积累了丰富的经验。

2020年9月，采油四厂成立了以他姓名命名的“刘守朝创新工作室”。此后，刘守朝带着徒弟们一起攻关技术难题，累计创效近1500万元，确保了“深地一号”高压油气井安全生产。



陈刚： 倾心设计首艘国产大邮轮

12月10日，国产首艘大型邮轮“爱达·魔都号”完成所有船用产品的安装，1292名来自全球各地的船员登船到岗。

这艘大邮轮是全球最大、最复杂的单机机电产品。“爱达·魔都号”总设计师、中国船舶外高桥造船总经理陈刚将建造这艘大邮轮的过程比作爬山——“好不容易翻过了一座高山，前面还有更高的等着”。“爱达·魔都号”仅外方提供的设计图纸就

有15万份，可以装满2个集装箱，重量超过2吨。不过，即使有了图纸，陈刚和团队成员也无法完全按图索骥将大邮轮建造完成。

图纸只是无数个环节的结果，具体如何实现，仍然需要陈刚和团队成员想办法。例如，对于大邮轮船东来说，邮轮质量越轻越好。这样能够载更多的客人，增加收益。但降低大邮轮的质量，对建造方来说挑战巨大。

为了解决这一问题，陈刚和团队从源头上想办法。在货船船体建造中，钢板平均厚度是20毫米，但“爱达·魔都号”的大多数区域，用的是4毫米到8毫米的薄型钢板。为此，陈刚和团队专门建造了一座智能薄板生产车间，通过智能化手段、自动化控制将误差减到最小，同时使工作效率得到大幅提升。

通过建造“爱达·魔都号”，中国造船人拥有了一支邮轮设计工程管理团队、一套标准和体系、一个数字化管控平台。陈刚认为，建造“爱达·魔都号”将为未来产品研发积累经验，也将助推国内造船工业走上高质量发展之路。



潘卫民： 只为发射全世界最亮的光

12月11日，随着最后一台磁铁安装就位，国家重大科技基础设施——高能同步辐射光源(HEPS)储存环正式完成主体设备安装。高能同步辐射光源建成后将成为世界上亮度最高的第四代同步辐射光源之一，可以发射出比太阳亮1万亿倍的光。

在工程建设现场，总能看到一个忙碌的身影。他就是高能同步辐射光源工程总指挥、中国科学院高能物理研究所研究员潘卫民。作为项目总指挥，他要把控工程80余个重大节点和不计其数的琐碎工作。“泡”在施工现场成了他的日常工作。

高能同步辐射光源项目对于施工精度要求十分苛刻。例如，磁铁的就位精度要达到30微米，设备的振动振幅需要控制在25纳米以内……

差之毫厘，谬以千里。为了确保万无一失，潘卫民和团队成员跟每个细节都较上了劲。



图① 中国石化“深地一号”跃进3-3XC井。
图② 有“人造太阳”之称的全超导托卡马克核聚变实验装置。
图③ 在北京怀柔科学城拍摄的高能同步辐射光源项目建设现场。
图④ 10月31日，神舟十六号载人飞船返回舱在东风着陆场成功着陆，航天员景海鹏安全顺利出舱。

年终盘点