

2025年7月15日,天舟九号货运飞船在发射约3小时后,与中国空间站后向对接口精准完成交会对接,为航天员送达物资。这一交会对接模式,已成为天舟系列任务的常规操作模式。

空间交会对接技术是载人航天、深空探测等领域的关键技术,因空间距离跨度大、控制精度要求高,被形象地喻为“万里穿针”。长期以来,航天强国均对其核心技术实施严密封锁。

经过三十载艰苦攻关,中国航天科技集团五院502所空间交会对接自主控制创新团队将我国自主完成“万里穿针”的愿景变为现实,使中国交会对接技术跻身世界前列,保障了载人航天、月球探测等国家重大工程任务顺利实施。

从无到有,打破技术封锁

上世纪80年代,随着国家863计划为中国载人航天工程按下启动键,502所老一辈专家敏锐捕捉到空间交会对接技术的战略价值。

在毫无基础的情况下,我国自动化技术奠基者之一杨嘉鑫院士在黑板上郑重写下“空间智能自主控制”几个大字,锚定攻关方向。我国著名控制理论与控制工程专家吴宏鑫院士则带领科研人员,用草纸和算盘进行推导全系统自适应控制理论,在简陋的实验室里开展技术攻坚。

上世纪末,中国航天科技集团的解永春接过了攻关接力棒,理论与工程应用的衔接成为她和团队面临的首要挑战。

“难点不是不知如何解题,而是连问题都无法精准提出。”解永春回忆着研制初期的艰辛,“我们只能一步步踏踏实实做,核心目标就是两个字——创新!”

起初,团队也试图参考国外所用方程,发现其复杂难懂。“它的坐标系定义和咱们都不一样,看着就费劲。”解永春觉得,与其花大把时间去研究别人的成果,还不如从头弄一套自己的理论。

她带着团队从基本动力学方程开始推导,从圆轨道到椭圆轨道一点一点算,又将老一辈专家的轨道动力学和相对运动动力学成果融合进去,成功解决了远距离导引的基础问题。为攻克光学敏感器测量精度难题,团队连续3个月驻守实验室,反复调试参数;为突破相对位置和姿态确定技术,他们绘制的工程图纸堆满整间办公室,累计推导公式超万条……

一次地面仿真试验中,飞船姿态控制突发振荡。此时,距离神舟八号飞船与天宫一号目标飞行器首次自动交会对接任务实施仅剩3天。

关键时刻,解永春在老师吴宏鑫院士的鼓励下,将自己博士论文中的“黄金分割系数”理论应用到飞船控制参数设计上,带领团队连续72小时不间断验证优化,成功化解了危机。

2011年11月3日凌晨1时29分,神舟八号在发射升空后用时不到44小时,与天宫一号成功“牵手”,我国首次实现空间自动交会对接,技术上取得了从无到有的重大突破。

从慢到快,实现自我超越

谈及首次自动交会对接任务,中国航天科技集团胡海霞至今仍记忆犹新。在那次任务中,她的主要工作是在交会对接过程中根据飞行情况向航天器注入指令。“这是飞控全程最紧张的环节之一,不能出半点差错。”她说。

在随后的2年时间里,我国又相继发射神舟九号和神舟十号飞船,与天宫一号开展多次自动与手控交会对接,全面验证了空间交会对接技术。

但在同期,俄罗斯相继实现货运飞船、载人飞船与国际空间站6小时快速交会对接。

“我们不能止步于现有成果,必须持续创新突破!”面对国外技术的迅猛发展和我国的空间站建设需要,神舟十号交会对接任务圆满完成,解永春在会上提出了新的想法。团队迅速投入到以全自主、快速为核心特征的新技术研究中。

传统技术途径中,实现交会对接必须依赖地面遥测遥控的复杂计算过程,这也是任务中最耗时的环节之一。团队从该环节着手,基于运载火箭入轨条件,提出兼具高适应性与强容错能力的创新技术方案。他们对算法进行反复迭代优化,并将计算过程迁移至飞船自主执行,实现远距离自主快速交会,大幅提升远距离导引效率。

着眼于空间站建设与运营阶段的高频交会对接任务需求,团队又对“初始全相位”技术发起攻关,以提高交会对接方案对发射窗口的适应性。

“我们开展了3000余次模拟试验,深入剖析200余种极端工况,让飞船入轨时无论与空间站相位相差多少,均能在规定时间精准完成对接,大幅提升了我国空间站任务执行的效率与灵活性。”解永春说。

2017年9月,天舟一号货运飞船与天宫二号空间实验室首次在轨验证我国6.5小时全自主快速交会对接技术,与此前相比大幅缩短了交会对接时间,实现了我国在空间交会对接技术上的又一超越。

从好到精,树起中国“标杆”

从天舟一号到天舟九号,快速交会对接技术攻关的艰辛,让中国航天科技集团陈长青感同身受。

2020年10月,俄罗斯发射的联盟MS-17载人飞船仅用3小时3分与国际空间站成功对接,树立了快速交会对接新“标杆”。

当时,中国的6.5小时方案表现成熟稳定,有了这个底气,解永春认为,总跟着别人做没意思。她提出了一个大胆的想法:“现有工程条件下,理论上的极限是2小时,我们能不能实现它?”

“直接缩短至2小时,谈何容易?”陈长青介绍,此前设计方案中,火箭飞行约10分钟,远距离导引阶段大概1个半小时,近距离导引到完成对接大约1小时20分。团队分析论证了各种策略,最终决定,将近距离阶段中用于消除远距离导引偏差的“寻”的步骤去掉,仅此一项可节省40分钟左右。

“少了这个衔接过程,完成对接的难度一下就上去了。”陈长青说,新方案对火箭发射入轨精度、飞船相位角适应性、远距离导引精度等的要求,都远超原本的标准。

为此,团队开启了连续的“超长待机”工作模式,在此期间攻克技术难题近百项,对核心设计进行了127轮迭代优化,成功设计出2小时交会对接方案。

2022年11月,天舟五号飞船仅用1小时57分,就与中国空间站组合体完成交会对接,创造了新的世界纪录。

“我们尝试过一次后发现,2小时方案虽然快,‘性价比’却不高。”陈长青解释,该方案不仅对火箭的要求高,还会增加不少飞船的燃料消耗。

这一次,团队不再一味追求速度,而是选择在已有的6.5小时和2小时方案基础上,重新设计一个3小时方案。陈长青介绍,这个方案兼顾了效率与可靠性,在天舟七号、八号、九号任务中成功实施,并将在今后一段时期的天舟系列任务中持续沿用。

如今,我国已在地球轨道和月球轨道上实施的37次交会对接任务全部圆满成功,实现交会对接技术从无到有、从“地面支持”到“全自主”、从“单任务”到“多模式”的跨越式发展,树立起中国人自己的标杆。展望未来,解永春信心满怀:“我们将向载人登月、深空探测等更高目标迈进,不断推进高水平科技自立自强,为航天强国建设贡献力量!”

# 习近平同瑞士联邦主席凯勒-祖特尔就中瑞建交75周年互致贺电

新华社北京9月14日电 9月14日,国家主席习近平同瑞士联邦主席凯勒-祖特尔互致贺电,庆祝两国建交75周年。

习近平指出,中国和瑞士是不同社会制度、不同发展阶段国家友好合作的典范。建交75年来,双方携手培育“平等、创新、共赢”的中瑞合作精神,双多边领域合作成果丰硕,增进了两国人民福祉,为维护多边主义和自由贸易作出了积极贡献。我高度重视中瑞关系发展,愿同凯勒-祖特尔主席一道努力,以建交75周年为契机,深化经贸、财金合作和人文交

流,将中瑞创新战略伙伴关系提升到新水平,为推动平等有序的世界多极化、普惠包容的经济全球化作出新贡献。

凯勒-祖特尔表示,75年来,瑞中两国坚持交流对话、相互尊重和务实合作,建立起多元、坚实的伙伴关系。2014年两国自贸协定生效,2016年确立创新战略伙伴关系,都是瑞中关系的里程碑,标志着双方各领域合作不断扩大和深化。展望未来,瑞士愿继续深化对华交流合作,增进两国长期友好。

# 习近平同列支敦士登摄政王储阿洛伊斯就中列建交75周年互致贺电

新华社北京9月14日电 9月14日,国家主席习近平同列支敦士登摄政王储阿洛伊斯互致贺电,庆祝两国建交75周年。

习近平指出,建交75年来,中列两国始终坚持互尊互信,积极开展友好交流合作,在多边领域密切协调,树立了大小国家友好相处、互利共赢的典范。我高度重视中列关系发展,愿

同阿洛伊斯摄政王储一道努力,持续深化两国友谊和合作。

阿洛伊斯表示,建交以来,列中两国秉持友好,深化双边交往,拓展合作领域,加大相互支持,共同发展稳固、互信的伙伴关系,这在当前挑战频出的时代尤为重要。我坚信,列中两国未来将不断增进交流合作、共促发展繁荣。



## 突破300米

9月14日,由中交二航局施工的张靖皋长江大桥南航道桥南主塔顺利完成第26个节段吊装,主塔升至300米的新高度。张靖皋长江大桥连接江苏省苏州、泰州和南通,跨江段全长7859米,设置南、北两座航道桥及南中北三段引桥。图为9月14日拍摄的张靖皋长江大桥南航道桥南主塔吊装施工现场(无人机照片)。

新华社发(许丛军摄)

## 五大维度创新升级 四个方面推进合作 2025浦江创新论坛将于20日开幕

科技日报讯(记者刘垠)记者从日前召开的2025浦江创新论坛新闻发布会上获悉,2025浦江创新论坛(第十八届)年会将于9月20日—22日在上海举办。本届论坛以“共享创新 共塑未来:构建开放合作的全球科技共同体”为主题,主宾国为白俄罗斯共和国,主宾省为辽宁省,邀请来自45个国家和地区的550位嘉宾参会。

本次论坛将重点组织“1+1+30+2+2+X”场活动,包括1场开幕式、1场主论坛、约30场专题论坛、2场展示对接(InnoMatch技术转移大会、WeStart创业投资大会)、2场特别对话(青年科学家座谈会、高端国际人才座谈会)以及系列成果发布、青年创新讲坛等配套活动。值得一提的是,论坛全新推出“小江豚2.0”AI智能体,通过“线上+线下”融合部署,为参会者提供全流程智能化体验。

科技部二司司长吕静表示,浦江创新论坛紧扣创新议题与时代脉搏,致力于汇聚全球智慧、赋能科技创新。2025浦江创新论坛在传承品牌特色基础上,

从五个维度实现创新升级:第一是服务国家战略,打造创新格局“新平台”。聚焦科技强国建设,为我国科技事业发展建言献策,不断提升论坛战略决策支撑力。第二是深化国际合作,构建创新协同“新枢纽”。论坛将举办中白科技创新年闭幕式和中白合作成果展等,进一步推动双边及多边务实合作。第三是聚焦策源功能,启迪创新思想“新高地”。第四是培育未来产业,引领前沿赛道“新风向”。第五是繁荣创新生态,吸引青年人才共筑“新家园”。论坛关注创新文化、青年科学家、高端国际创新创业人才等“软实力”打造,为青年人才搭建国际舞台。

上海市科学技术委员会副主任、一级巡视员朱启高介绍,本届论坛从四个方面推进全球科技合作与创新:一是凝聚全球智慧,构建全球科技合作网络。与主宾国白俄罗斯、历届主宾国等联合举办多场国际交流活动。二是服务科技战略,启迪创新思想。举办科技政策论坛、区域创新发展论坛、国家自主创新示

范区论坛等活动。三是聚焦基础前沿,培育未来产业。围绕基础前沿与交叉创新和未来产业,举办30余场前沿领域专题论坛和闭门会议。四是构建创新生态,搭建科技成果转化平台。继续高标准办好InnoMatch技术转移大会、WeStart创业投资大会两大展示对接活动。

据介绍,InnoMatch技术转移大会将面向全球发布10000项技术需求,企业投入资金超200亿元,发布人才需求岗位2000个,展示80余项前沿领域首发首秀产品和体验场景。WeStart创业投资大会通过“一会一赛一展”多元化形式,共吸引全球生物医药、集成电路、人工智能、未来产业四大前沿领域1400多个项目报名WeStart TOP100创赛,通过初赛从中遴选100个优质项目大会路演,现场与国内外超百家头部创投机构对接。

记者了解到,本届论坛还将设置专场成果发布会,联合国内外智库及权威机构发布多项高质量研究报告,梳理专题论坛研讨内容形成专题。

## 反内卷:从“拼价格”走向“拼价值”

◎刘园园

近期,破除“内卷式”竞争备受社会关注。在日前举行的国新办新闻发布会上,工业和信息化部部长表示,非理性竞争可能一夜之间毁掉一个企业、一个产业,绝不能容忍这种事情发生。

“内卷式”竞争,以低价竞争、同质化竞争、低质竞争为典型特点。在这种非理性的无序竞争中,市场经营主体过度、重复投入大量资源,却没有带来整体效益的提升。最终,不仅造成资源的严重错配和浪费,还破坏了市场竞争秩序与行业生态,严重阻碍行业高质量发展。

长远来看,要想破除行业内卷,走出低价竞争、同质化竞争、低质竞争的泥潭,需要从“拼价格”转变为“拼价值”。而价值的创造,根本上还是靠创新。

沉迷于“红海”市场的零和博弈,企图以价换量,最终往往会导致增量不增收的困局。与其如此,不如主动拥抱创

新,紧跟技术更新迭代趋势,抢占前景广阔、商机无限的新“蓝海”。比如,光伏产品层出不穷,而光电转换效率更高的新型太阳能电池,将成为市场新宠;充电设施快速普及,而支持大功率充放电的超级充电桩,将更精准切中新能源车主痛点……唯有锚定科技前沿,持续加大研发投入,才能走出低价竞争的困境,在日新月异的技术变革中把握主动。

在激烈的市场竞争中,抄袭复制看似捷径,实则却是走向平庸的窄路。不少企业在快速扩张中跟风模仿,提供的产品和服务严重同质化,沦为缺乏市场竞争力的“大路货”。与之相比,依靠创新扎根细分市场,开辟差异化赛道,更值得借鉴。比如,智能电子产品的产业链很长,有的企业专注于生产电子屏幕,在产业链中占据重要的“生态位”;智能驾驶蓬勃发展,有的企业巧妙发力智能驾驶卡车赛道,商业价值逐步凸显。这些实践证明,通过聚焦垂直领域的深度研发,锻造“专、精、特、新”的差异化产品,

是破解同质化竞争的有效途径。

而打破低质竞争的僵局,则需要依靠创新淘汰落后产能,实现以质突围。有些行业由于盲目进行低水平重复建设,积累了大量落后产能,导致低质产品供过于求。比如,盲目上马“两高”项目,产品既缺销路,又污染环境,可谓得不偿失;有些生产线固于陈旧技术,产品质量不佳,与市场需求日益脱节,导致库存高企。破局之道在于,坚决摆脱对落后产能的路径依赖,通过技术改造和设备更新,逐步提升产品品质,以质量过硬的产品赢得市场青睐。

创新,不仅是破解“内卷式”竞争的钥匙,更是引领行业迈向未来的核心引擎。唯有坚持创新驱动,从拼价格转向拼价值,才能推动行业发展行稳致远。

## “桂海潮教授,在北航等我!”

### 校馆弦歌

◎本报记者 张盖伦 陈可轩

“是航天员,是桂海潮航天员!”9月11日下午,在北京航空航天大学博物馆二层,北京航空航天大学宇航学院教授桂海潮正站在航天展区给北京航空航天大学的学生上科普课。突然,几道压抑着兴奋的声音在场馆内响了起来——“快来看,是桂海潮老师!”

当时,几百名来自山东省青岛第五十八中学(以下简称“青岛五十八中”)的师生走进北京航空航天大学(以下简称“北航”),来到博物馆研学。他们刚走上二层,就看到展区内有人聚集。几个好奇的孩子走近了看,有人立刻认出了站在人群中间的是桂海潮。大家赶紧招呼着自己的同伴,越来越多的人围了过来,他们踮着脚,伸长脖子,有人喃喃着:“我们这是什么神仙运气!”

开栏的话 金秋开学季,青春再起航。这次,我们以青年大学生朋友熟悉的高校博物馆、图书馆、校史馆等文化地标为载体,开启一场见人见物见精神的探访之旅。在这场探访中,我们回望高校的使命传承,我们触摸典籍中的文化根脉,我们见证老一辈科学家的坚守和新一代科学家的求索。即日起,本报开设“校馆弦歌”专栏,以青春之名,赴校馆之约,在历史和未来的交汇中书写青年担当。

完全是“偶遇”。研学团队当天下午来到博物馆,本意是亲眼看看各种“大国重器”,不料撞上了“校馆弦歌”主题采访,看到了桂海潮。2023年5月,作为我国首位载荷专家,这位北航教授搭乘神舟十六号飞船进驻中国空间站。桂海潮是航天员,也是科学家,还是无数青少年心中的“航天偶像”。

桂海潮认为,科学家要面对挑战无所畏惧,面对未知的问题和领域要敢于探索尝试。除了永不止步地求索,科学家也要大力协同,集智攻关,共同努力,解决更加有价值、更加宏伟的问题。

有记者问:“桂教授,如果有机会,你想不想再上一次天?”

桂海潮微笑答道:“当然了。我要保持训练,保持身体状态,只要任务需要,就投入备战和飞行。”

科技日报记者忍不住问:“现场有许多青少年,他们看到您都很激动。您有什么话对他们说?”

桂海潮略一思索:“现在的年轻学生拥有比我们当年更加广阔的舞台和机遇。这样的机遇,是一代一代航天人不断努力奋斗所创造的。大家非常幸运。”(下转第二版)

本版责编 胡兆珀 高阳

www.stdaily.com 邮政编码:100038 广告许可证:018号 每月定价:33.00元  
本报社址:北京市复兴路15号 查询电话:58884031 印刷:人民日报印务有限责任公司 零售:每份2.00元