

上天入地下海登极,硬核成果频出

从火箭到核电,山东科创何以成势

记者 张阿凤 闫丽君 尚青龙

上天
商业航天的“山东速度”

2025年10月11日上午,山东海阳附近海域烈焰升腾,声震碧波。引力一号(遥二)运载火箭以“东方航天港”号发射船为平台,成功将多颗卫星准确送入预定轨道。这是继2024年1月成功首飞后,这型全球运力最大的固体运载火箭的又一次苍穹远征。

三年前,当引力一号项目立项时,几个年轻人因共同的“航天梦”聚在一起,开始向星辰大海进发。过去,一个中型运载火箭的研制时间往往需要7-8年,而这支平均年龄不到35岁的队伍,仅用了3年时间,就创造了全球最大固体运载火箭、中国首型捆绑式民商火箭等多项纪录。

“三年磨一剑,我们啃下了不少硬骨头。”东方空间技术(山东)有限公司联席CEO姚颂回忆。不同于传统火箭的研发逻辑,引力一号从设计之初就锚定了“低成本、高频次”的商业航天需求。其芯级和助推器均采用2.65米直径的标准化设计,通过模块化生产大幅降低制造成本;4.2米直径的整流罩,成为国内商业航天领域最大的卫星装载空间,可实现“一箭30星”的规模化发射。

更具行业意义的是东方航天港打造的“一站式便捷发射”模式。在海阳,火箭从总装测试中心到发射船的运输距离仅6公里,实现了“火箭出厂即发射”的高效闭环。这种“前店后厂”的布局,将传统火箭转运的上千公里路程压缩至“5公里圈”,不仅降低了运输风险,更让“一周一次发射”成为可能。

“我们还拿到了山东省给的500万元顶格研发补助资金。”公司总裁办副主任李凌云所说的这笔顶格补助,正是山东省委科技委员会近期印发的《关于支持民营企业科技创新的若干措施》送出的红利。这笔资金将直接注入引力二号火箭的研发。按照规划,这款液氧煤油动力的新一代火箭,将在2026年实现首飞,发射成本将降至2万元/公斤的国际领先水平。

在山东的航天版图上,引力一号只是一个缩影。“十四五”期间,山东高标准建设齐鲁空天信息研究院等高能级平台,东方航天港已累计保障20次海上发射任务,将130颗卫星送入太空。11月20日省政府新闻办举行的“十四五”科技强省建设新闻发布会上,省科技厅党组书记、厅长孙海生介绍,山东在“上天”领域的突破,不仅填补了国内商业航天运力缺口,更构建起从火箭研发到卫星应用的全产业链生态。

入地
黄河之下的“掘进奇迹”

2025年8月17日,在泉城济南黄河之畔地下30米深处,开挖直径17.5米的“山河号”盾构机破壁而出,世界最大直径水下盾构隧道——济南黄岗路黄河隧道胜利贯通。

全球最大固体火箭从海边腾空而起,世界最大直径盾构机在黄河底悄然穿行,不会熔毁的核反应堆稳定运行近万小时,人形机器人的“关节”在青岛实现国产突破——这些看似科幻的场景,正在齐鲁大地上演为现实。

从“上天”的商业航天突破,到“入地”的基建技术革新,从“下海”的核能安全引领,到“登极”的智能装备突围,山东以全维度硬核成果,书写着科技自立自强的答卷。背后是政策精准赋能、平台能级跃升、人才活力迸发的全链支撑,齐鲁大地正以创新为笔,绘就高水平创新型省份的壮阔图景。



世界最大直径水下盾构隧道——济南黄岗路黄河隧道贯通,标志着中国水下隧道建设领域迎来里程碑式突破。

历时三百多个日夜,中铁十四局建设者手缚苍龙,遁地前行。在创新和匠心的加持下,一路闯关,实现最高日掘进18米、月进尺426米的施工纪录,填补了我国在特大直径盾构隧道建造领域的诸多技术空白。

“隧道高效建设的关键,就在于盾构机精准的选型。”项目现场负责人周祥说。但作为工程机械之王,盾构机制造和隧道建设,直径每增加一米,难度都会呈几何式增加。17.5米的庞大体型,意味着难度指数级飙升。在黄河之下挖掘出一座6层楼高的隧道,如何保证安全?刀盘选择带压还是常压?怎样保证特大断面隧道的稳定性?

河底深处,绝非坦途。特殊的地质、变幻的水文环境、历史的沉积,让施工如同在“变幻莫测的迷宫中穿行”。根据勘探,黄河隧道区间段内存在大量“钙质结核”,长度达2000米,占比超六成。随着“山河号”盾构机挺进钙质结核区,管道内石头碰撞的响声由疏变密,由弱变强。面对强度高达41兆帕的“顽石”,项目团队为“山河号”装备了自主研发的金刚石刀具。最终,项目团队创造了黄河下首次全程3.3公里连续掘进不换刀的纪录,为高效掘进赢得了宝贵时间。

这条单洞双层的隧道,是山东基础设施领域科技创新的典型样本。数据显示,全省规上高新技术产业产值占比已达55.31%,超出“十四五”目标5.31个百分点,传统基建正加速向“科技基建”转型。

下海
核能安全的“中国方案”

在山东荣成,三面环海的半岛最东端,我国具有完全自主知识产权的国家科技重大专项——华能石岛湾高温气冷堆核电站示范工程正平稳运行。这是全球首

座第四代核电站,也被称为“不会熔毁的核反应堆”。三个月前,这个具有里程碑意义的示范工程正式投入商业运行,标志着我国在第四代核电技术研发和应用领域达到世界领先水平。

走进核电站核心建筑核岛内部,在黄色圆柱体的核反应堆旁,辐射测量仪显示数字为0。这意味着身处的环境核辐射剂量为0,甚至比外部自然环境的核辐射还要低。工作人员介绍,这是由于反应堆大厅的空气是经过净化的,同时经过多层屏蔽,自然界的本底辐射也可忽略不计,因此实现了读数为0的结果。

“要实现核能安全,必须确保三大要素。”华能山东石岛湾核电有限公司运行部运行二值值长李洪磊解释说,一是核裂变反应的有效控制,二是及时导出停堆以后堆芯的余热,三是牢牢地把放射性物质包容起来。

从实验堆到商用堆,石岛湾核电站的建设堪称一场“闯关”。项目所用设备的国产化率达93.4%。其中被称为“核电之肺”的蒸汽发生器,采用全球首创的螺旋管换热结构,18项核心工艺达到国际先进水平。投运至今,核电站已安全运行近万小时,年发电量约14亿度,可满足200万户居民用电,每年减少二氧化碳排放90万吨。

“十四五”期间,山东在能源科技领域多点开花,不仅建成全球首座第四代核电站,还获批燃料电池领域类国家技术创新中心。据悉,山东正启动深地探测、空天动力等大科学装置预研,“十五五”期间将在能源科技领域实现新突破,为国家能源安全提供“山东支撑”。

登极
智能关节的“国产突围”

在青岛西海岸新区,一座数

万平方米的现代化厂房内,工人们正专注装配着一组组谐波旋转关节模组。这些仅有手掌大小的精密部件,即将发往国内多家顶尖机器人企业,成为人形机器人的“关节”。这里是国华(青岛)智能装备有限公司,一家成立仅四年多,却已成为国内具身智能赛道声名鹊起的“隐形独角兽”。

“我们面对的最大‘拦路虎’就是核心零部件。”国华智能董事长兼CEO王广坦言,谐波旋转关节模组、直线关节模组等核心零部件,堪称机器人的“关节”与“肌腱”,长期被国外企业垄断。2021年2月,王广选择在青岛创立国华智能,瞄准的正是这块“硬骨头”。“我们就是要做从0到1的突破,实现关键部件的国产化。”

四年磨一剑,国华智能实现了从核心零部件到整机系统的全面突围。其自主研发的高精度谐波减速器,行星滚柱丝杠、旋转及直线关节模组等,关键性能指标已达到国际先进水平。

支撑国华智能突围的,是山东对民营科创企业的“精准滴灌”。在创业的这几年来,有两点让王广深感受尤其深刻:政策支持“精准度”不断提升,政府服务的“主动性”让人印象深刻。“省科技厅、市级领导定期组织企业座谈,不走形式、不走流程,而是一次次面对面了解实际困难,提供‘一对一’解决方案。”王广说,“‘有求必应、无事不扰’的服务氛围,让企业可以把更多精力放在技术创新和产品打磨上。”

2025年12月,国华智能新生产基地启用,年产能跃升至谐波减速器10万套、关节模组5万套。在山东,像国华智能这样的科技型中小企业已从1.8万家增至5万家,高新技术企业从1.4万家增至3.5万家。数据显示,山东企业研发投入占全

社会研发投入比重连续多年超88%,稳居全国前列。

生态重塑
创新山东的“全链支撑”

创新故事不止于此,山东的科创成就背后,是一套全方位的创新生态体系。

“十四五”期间,山东在全国率先重构科技管理体制,省市两级均成立科技委员会,形成“上下联动、部门协同”的科创统筹机制;省级财政科技资金高位投入,带动全社会研发投入突破2597.3亿元,研发投入强度达2.64%。在平台建设上,山东建成“1313”四级实验室体系,新获批全国重点实验室36家,地方主管口径数量居全国第一。

成果转化是创新的“最后一公里”。山东出台科技成果转化16条措施,建立职务科技成果单列管理制度,布局40家省级中试示范基地、6家概念验证中心,山东科技大市场累计成交金额达15.21亿元。

人才是创新的核心动能。山东出台全国首个青年科技人才专项政策,顶尖人才最高可获5000万元综合资助;全省住鲁两院院士达165人,全职海洋界院士占全国1/3;省级以上领军人才超9600人,40岁以下青年人才牵头省重大科技项目比例超20%。

党的二十届四中全会将“加快高水平科技自立自强”列为战略任务,山东正锚定“走在前、挑大梁”使命,向更高水平创新型省份迈进。从黄海之滨的火箭腾空,到黄河之底的巨龙穿行;从胶东半岛的“不熔毁”核电站,到青岛车间的智能关节,齐鲁大地上,创新活力正转化为高质量发展的澎湃动能,一个科技强省的新图景正徐徐展开。