

不用电的“太空变形术”——

无源装置驱动卫星天线“丝滑”展开

热点透视

redian toushi

天线系统是卫星的关键组成部分，担负着卫星与地面沟通的重要使命。在各类卫星需求爆发式增长的今天，卫星天线的技术水平直接决定了卫星的服务能力。

日前，中国建材总院所属西安轻工工业钟表研究所有限公司(以下简称“钟表所”)自主研发的“多转轴共轭运动装置”以创新性的无源驱动方案，打破了以往卫星天线空间展开的难题，让卫星天线得以大“展”身手。

天线展开“不用电”

出于不同的功能和设计考虑，卫星天线形状多样。其中，传统的圆环形天线形状规整，可以像折叠伞一样被高效折叠收纳，藏进航天器寸土寸金的载荷舱内。但同样由于其形状限制，圆环形天线展开后的有效利用面积相对较低，一定程度上限制了卫星的通信能力。

为了能够在“好收纳”的同时，保证天线展开后的有效面积足够大，提升卫星通信能力，我国研发人员研制出了多种非圆构型天线。这种天线在航天器载荷舱内收拢后，会变为十分规整的圆形状态，可以最大限度节约空间。而当航天器到达预定位置后，该天线能够展开成椭圆、多边形等特殊构型，显著增强卫星的通信容量和指向精度。

虽然非圆构型天线设计巧妙，但要实现从收拢到展开的“丝滑变形”绝非易事，其中最关键的是展开驱动装置的设计。

由于空间环境限制、结构设计和共轭运动需求，天线从收拢到展开的



钟表所科研人员对展开驱动装置进行检查 ■ 受访单位供图

驱动装置设计面临多重瓶颈。传统的电机驱动方案在太空极端环境下面临严峻挑战。太空中零下 65 摄氏度至 150 摄氏度的剧烈温度变化，会使电机中的润滑油凝固或蒸发。而电机长期面临空间高能粒子辐射，也可能导致电路失效。此外，发射、入轨、展开等一系列活动中的机械冲击还可能造成齿轮卡死。更重要的是，非圆构型的展开需要多个“关节”进行复合运动，每个关节若都配置电机，复杂的电机阵列不仅增加系统重量，还可能导致“一点失效、满盘皆输”。

能否在不应用大量电机情况下，让天线自主完成变形展开?瞄准这个目标，钟表所研发团队将目光投向了纯机械结构的创新方案。“就像过去人们戴的机械手表，没有电池和电机，同样可以高精度运转。”该成果技术负责人屈二渊说，凭借多年来在钟表计时领域的技术积淀，研发团队创新提出多转轴共轭运动的设

计理念，并以此为基础，设计出无源缓速驱动装置，驱动天线展开。

无源，意味着不需要任何电力驱动，大大降低装置故障率，保证了天线展开的可靠性。缓速，则是指整个展开过程匀速、缓慢，显著降低对装置的冲击力，进一步增强可靠性。

数字样机寻找最优解

屈二渊介绍，整个展开驱动装置由三组核心模块构成。一是储能驱动模块，它是整个装置的动力源，负责提供动力，驱动装置运行。团队凭借多年对弹性材料性能的研究，设计了形式多样的弹簧储能系统，在地面时给模块蓄满能量，等到进入预定位置后，触发机关，释放能量，驱动装置运行。

第二组模块是共轭传动机构，团队设计出独特的空间曲面凸轮组，可将直线运动转化为空间三维复合运动。“我们受到了赛车场弯道设计的启发。为了让

赛车过弯更快更安全，赛车场的弯道路面并不是完全的水平平面，而是有一定曲面弧度，这样赛车过弯时不需要大角度转动方向，也可以‘丝滑’转弯。”屈二渊介绍，借助同样的原理，空间曲面凸轮设计可以让滚轮在运动爬坡时，随着曲面轨迹变化，自动实现水平方向转换，将直线运动转化为一系列复杂的空间三维复合运动，并且保证整个过程精准流畅。

最后一个关键模块则是缓释控制系统。其设计灵感来源于机械钟表中的擒纵机构。擒纵机构的工作原理是借助一系列复杂的齿轮机构，将不规则的动力转化为规律的动力输出，从而实现了对运动部件的准确控制。借鉴擒纵机构原理，缓释控制系统通过非线性阻尼控制实现了对展开速度的精准把控，让展开过程平稳、可靠。

精密的纯机械结构方案给设计环节带来巨大挑战。屈二渊告诉笔者，研发过程中，最棘手的挑战是如何协调上百组不同规格的凸轮机构协同工作。这一过程中，传统的建模方法已不再适用。

为此，研发团队创新性地引入了运动仿真曲面建模技术，借助仿真模拟软件，构建出了一个包含数十万个网格节点的数字样机。“借助这个虚拟的样机，我们只要输入不同的运动参数，就可以实现对空间曲面的高效建模优化。”屈二渊说，通过在数字样机上不断试验、反复迭代，团队最终找到了协调上百个凸轮协同工作的“最优解”。

从精密制造到浩瀚星空，钟表所科研团队创造性地将精密计时器研发经验融入航天领域，推动我国空间技术水平不断提升。

都梵

“科技红娘”促成果与产业“双向奔赴”

“起点是科技成果，终点是新的产业。”日前，在 2025 年黑龙江省初级技术经理人(大庆专场)培训班上，黑龙江省科技成果转化中心主任常国辉以生动的语言，为学员解读了科技成果转化的精髓。

这场为期 3 天的培训，人气异常高。原计划培训 240 人，实际到场超过 340 人，反映了黑龙江省大庆市科技领域相关人员对科技成果转化知识的迫切需求。大庆市科技局局长汪文明表示：“今年是黑龙江科技成果转化突破年。我

们将积极培育技术经理人，全方位提升其能力，力争通过‘科技红娘’这一关键角色，实现科技成果转化成效的飞跃。”

技术经理人对接重大项目

高志强是大庆市的一名资深技术经理人。从业 10 余年来，他带领团队成功对接项目 51 项，合同登记累计突破 4 亿元。高志强说，优秀的技术经理人既要掌握科技、市场、金融、法律等知识，又要将这些元素巧妙融合，催生新的创新生态。

在大庆市，一批批由技术经理人精心对接的重大项目，已成为推动城市振兴发展的重要引擎。

以黑龙江省科学院大庆分院为例，其果蔬变温熟成技术虽历经多年研究，却始终未能实现产业化。技术经理人、黑龙江赛恩思科技信息咨询有限公司的翟国彬调研时发现，该单位研发的黑胡萝卜、黑菊芋、黑海棠果等通过熟成黑化的果蔬食品，在功能成分上具有创新性，展现出较强的科技成果转化潜力。翟国彬凭借敏锐的洞察力，成功为该单位对接了一家正在寻找健康食品的投资公司，双方顺利签订了 500 万元的技术合同。如今，第一批生产线已安装完成。

“大庆市技术经理人队伍建设工作取得了一定成效，技术交易市场日渐活跃。”汪文明介绍，目前，大庆市已培育初级技术经纪(经理)人 379 人次，在技术合同认定登记、推进科技成果转化工作中的作用逐渐显现。2024 年，大庆市实现技术合同登记金额 23.45 亿元，总量持续多年保持黑龙江省地级市第一位。

高校院所“科技红娘”涌现

在大庆市的高校院所中，越来越多科研人员也担当起“科技红娘”的角色。“黑龙江重点高校院所 2024 年科技成

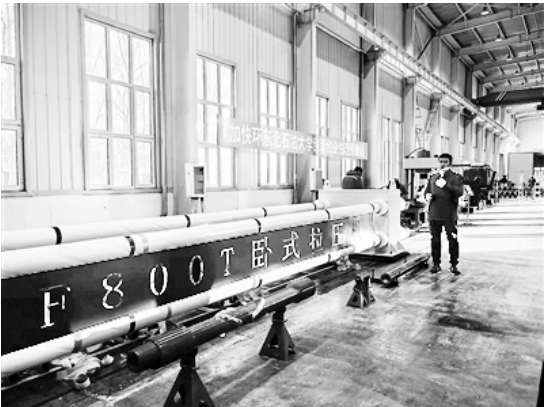
果转化榜”中，东北石油大学在“落地转化榜”稳居第一。该校以 41 项专利作价入股 18 家企业，新成立 12 家公司，预计能够实现亿元产值。这些成绩的背后，离不开“科技红娘”的辛勤付出。

两年前，为了推动教师的科研成果与市场需求有效对接，东北石油大学科研处特别增设科技转化副处长一职。深耕科研一线近 20 年的袁瑞霞担任这一职务，她深入市场调研后发现，学校科技成果与市场需求脱节、政策引导与激励不足、科技成果转化服务体系不健全等问题导致科技成果转化效率低下。

如何让“创新之花”开出“产业之果”?“原来老师都盯着纸面专利，现在我们要转变思维，将成果完成人放到‘C 位’。”袁瑞霞说，东北石油大学建设的技术转移平台能够为“科学家变身企业家”提供一站式服务，推动“成果转化”向“成果转化产业化”转变。

在积极推动高校成果产业化的同时，黑龙江省在技术转移人才培养与规范管理方面也大步迈进。笔者了解到，黑龙江计划今年备案省级技术经理人 100 人以上。《黑龙江省技术经理人备案管理办法》已于近日正式发布，满足相关要求的技术经理人可以按规定参加黑龙江省自然科学系列职称评定。

朱虹



东北石油大学石油工程学院教授李玮正在介绍团队落地转化的深层油气钻井提速工具项目 ■ 朱虹摄

马滢:二十年行业锤炼 借智能之力 为主持行业辟创新路径

在媒体生态重构的今天，短视频的碎片化传播与网络直播的即时互动等新形态不仅改变了观众的观看习惯，也使观众从被动接收信息转向主动寻求情感共鸣。在此背景下，主持人作为节目与观众之间的桥梁，其角色也从单纯的流程引导者，逐渐向互动者和情感共鸣激发者演进。对此，我国资深节目主持人马滢指出，在观众对互动性、参与感要求持续升级的当下，智能技术已成为破解行业发展瓶颈、满足观众观看需求的核心力量。主持人唯有以经验为基，以技术为翼，才能真正开辟主持行业的创新路径。

深耕主持行业二十余载，马滢的身影始终活跃在综艺娱乐、民生访谈、大型晚会等各类节目现场。在无数次的现场互动中，在一场场直播主持历练里，她深切体会到传统主持模式的局限。传统主持依赖主持人个人经验与记忆力把控节目流程，一旦出现突发状况，极易导致时间分配失衡、环节衔接不畅，拉低节目整体效果。同时，传统主持仅能通过有限

的现场观察和简单互动获取观众反馈，难以第一时间全面捕捉观众的真实反应，导致互动形式单一、观众参与感不足，最终影响节目效果。因此，即便是经验丰富的主持人，面对复杂流程时也不得不专注于环节把控，难以兼顾与观众的情感互动。

“主持人应成为情感的传递者，而非节目流程的机械性执行者。”带着这样的认知，马滢凭借二十余载的主持经验与对行业痛点的深刻理解，毅然迈入智能主持技术研发领域，并成功推出了“主持节目流程智能引导系统”。该系统专为辅助主持人推进节目流程而设计，能够有效将主持人从繁杂的流程引导中解放出来，使其能够全身心投入与观众的情感沟通。具体来说，系统能够根据节目策划方案、嘉宾特点及历史数据，自动规划节目各环节的内容安排与时间分配，帮助主持人精准把控节目节奏。同时，系统可自动、实时监控各流程进度，当出现环节超时、设备故障等突发状况时，及时提醒主持人灵活调整流程、切换环节，确保节

目平稳有序进行。此外，系统不仅能够自动收集观众通过弹幕、评论、投票等方式提交的反馈意见和互动信息，更能通过实时分析观众的互动频率、观看偏好等数据，帮助主持人及时洞察观众需求，实时优化节目内容与互动形式，提升节目的观赏性和观众参与度。

与当前国际主流的智能辅助主持技术相比，马滢研发的“主持节目流程智能引导系统”优势显著。它全面覆盖从主持节目流程前期策划，到现场执行过程中的流程把控，再到与观众互动的整个主持工作流程，能为主持人在各类节目现场的主持工作提供全方位的决策支持。正因为如此，该系统一经推出，便在业内引起强烈反响，被包括省级卫视、网络视频平台在内的多家传媒机构引进应用，累计服务超过 300 档节目、大型活动和重要会议，成为业内提升主持工作效果与观众黏性的关键技术之一。据某应用平台数据报告显示，以往主持人需要时刻紧盯提词器和流程表，精神高度紧张，而现在系统通过智能算

法提前规划每个环节的最佳时长，并在执行过程中实时预警，主持人得以从容应对各类状况，使得节目流程的精准度达到了近乎 100%，彻底解决了环节超时、流程衔接混乱等行业难题。同时，依靠系统实时搜集和分析观众反馈，主持人与观众的互动率提升了 30%，这使得节目的平均观看时长增加了 20%，节目的影响范围和话题度也得到了显著增长，真正实现了从传统“主持人单向输出”到“主持人与观众双向奔赴”的转变。

“主持人的温度、临场应变和情感表达仍然是技术无法替代的，智能主持技术只是让主持人更专注于与观众和嘉宾的深度互动，而不是被其他琐碎的事情分散精力。”马滢着重强调，技术是助力而非替代。她也明确表示，未来将持续关注行业需求与技术发展趋势，加大研发投入，开发更多贴合主持人实际工作场景的技术成果，全力推动主持行业的智能化转型升级。

陆街青

创新杂谈

chuangxin zatan

不久前，全球首次“人机共跑”半程马拉松在京完赛。20 支人形机器人参赛队和人类选手同场竞技，引发国内外高度关注。

这是我国人形机器人的一次极限测试。约 21 公里的路程上，人形机器人精密关节会运动约 25 万次，能充分展现出能耗效率、散热能力、运动算法等方面的优缺点。尽管不少人形机器人产品的运动表现并不完美，但这些“跑出来”的问题，都会成为技术进一步完善的起点。

从更大层面看，作为人工智能技术与机器人技术深度融合的产物，人形机器人如何适应人类社会需求、助力人类文明进步，是一场更为壮观也更具挑战性的“人机共跑”马拉松。

浙江省人形机器人创新中心推出的“领航者 2 号”人形机器人，能够自如地和人对活、帮人搬东西;不少企业的人形机器人竟走出实验室，进工厂“实习”，参与生产流程……从苗头看势头，人形机器人有望催生又一次颠覆性创新，并引发生产力的全面跃升。在人形机器人这个新赛道上，我国是后来者，但具有后来居上的优势和潜力。

优势源于完整的产业体系。人形机器人从头到脚有上百个零部件，我国完整的产业体系可以确保研发试验环环相扣。当前，我国工业机器人专利储备突破 19 万项，约占全球 2/3。全球人形机器人百强榜单中，我国企业占比超 1/3。科研院所、科创企业、制造业龙头，既在核心技术攻关上团结协作，又在技术路线上百花齐放，形成了良好的产业环境和创新生态。

优势源于庞大的人才队伍。我国有世界级规模的科研人员和工程师队伍，每年工科毕业生数量超过全世界工科毕业生总数的 1/3。在人形机器人的研发过程中，各领域工程师各展所能，既能攻克“卡脖子”技术，也能改进工艺、降低成本。围绕产业链部署创新链、围绕创新链布局产业链，汇聚的必是推动人形机器人新技术新应用产业化发展的合力。

优势还源于超大规模市场，创造了复杂的应用场景和多样的落地需求。《人形机器人产业研究报告》预计，2025 年中国人形机器人市场规模约 53 亿元，同比实现翻倍增长。无论是在流水线上承担搬运、分拣装配等工作，还是在博物馆、展览馆化身智能讲解员;无论是在家庭室内承担家务，还是在深山老林里排查电网故障……可以预见，随着技术进步与成本降低，人形机器人市场潜力将进一步释放，为经济社会发展注入新动力。

也要看到，人体构造精密而复杂，打造一款成熟的人形机器人绝非易事。特别是，我国人形机器人产业链中仍存在一些薄弱环节，主要集中在上游的核心零部件和软件系统开发方面。提升人形机器人的综合性能和系统稳定性，还需要从软件开发、工艺设计、材料零件等方面进一步强化自主创新。

在中共中央政治局第二十次集体学习时，习近平总书记强调：“人工智能作为新技术新领域，政策支持很重要。”推动具身智能尤其是人形机器人产业加速发展，关键在于让有为政府和有效市场更好结合。目前，北京、上海、深圳等地都出台了促进人形机器人产业发展的政策措施。加强产业政策引导，推动产学研、上下游、各环节协同发展，深入实施“机器人+”推广应用，将不断提高我国人形机器人产业创新和产品供给能力。

早在 80 多年前，科幻小说家艾萨克·阿西莫夫就提出了机器人不得伤害人类、服从人类的命令、保护自己的“机器人三原则”，探讨机器人带来的伦理困境。随着技术的创新发展，科幻情节不断照入现实，我们对人形机器人的认识也不断深化。打造更为智能的人形机器人产品，扩展人机共生的伦理空间，在这场“人机共跑”的马拉松里，我们一定能跑出更好成绩，跑向更加美好的未来。

(上接 A1 版)品牌矩阵抢占高端市场。太谷玛钢专业镇发布“TG”公用品牌，产品涵盖玛钢管件、电力金具、健身器材等“5+3+N”高端矩阵。其中，玛钢管件占全国市场 2/3，电力金具占 4/5，远销欧美、中东等 40 余国。17 家企业获自营出口权，年出口量 5 万吨，创汇超 3 亿美元。集群发展构建生态体系。太谷经济技术开发区规划玛钢产业园区，引入先正达种业、龙生种业等配套企业，形成“原材料—铸造—精加工—检测认证—物流配送”全链条。2024 年，玛钢专业镇营收增速 26%，迈入全省专业镇第一方阵，带动就业 2.3 万人。

农旅深度融合发展 催生文旅康养新业态

在文旅融合发展浪潮下，太谷区积极探索特色旅游新路径。该区以“怡然见晋中·田园太谷游”为品牌，整合农业、文化与生态资源，打造全域旅游新格局。

农旅融合激活乡村经济。田园东谷温泉小镇、东辉象峪谷神农农世界等景点年接待游客超 200 万人次。范村镇开发“采摘+研学”线路，闫村设施蔬菜园区推出“认养一亩田”项目，游客可参与种植管理，产品直供家庭餐桌。2024 年，乡村旅游收入达 8.7 亿元，同比增长 35%。

文化 IP 赋能古城复兴。今年以来，太谷南大街改造工程完成后，太谷古城引入非遗工坊、晋商主题民宿等业态，举办“古城年货节”“民俗展演”等活动。白塔区通过“村社区结对共建”模式，将传统节庆转化为旅游消费场景，带动周边餐饮、住宿收入增长 40%。

康养产业拓展服务边界。山西广誉远中医药文化产业园获评“国家中医药健康旅游示范基地”，推出药膳养生、针灸理疗等项目。全区建成 18 个农村老年人日间照料中心，公办示范性综合托养机构投入使用，形成“医养游”一体化服务体系。

强化政策创新举措 筑牢产业升级坚实基础

近年来，在全面推进乡村振兴、加快产业转型升级的宏观战略指引下，太谷区通过制度创新与要素保障，为特色产业高质量发展保驾护航。

科技体制改革释放创新动能。出台《高新技术企业奖补办法》，对研发投入超 500 万元企业给予 1:1 配套支持。2024 年，新增高新技术企业 7 家、专精特新企业 13 家，技术合同成交额突破 12 亿元。建成“7×24”小时政务服务自助区，498 项政务服务事项实现“一次办结”。

金融支持破解融资难题。太谷区设立 5 亿元产业引导基金，对玛钢企业技改项目给予贴息支持。2024 年，全区新增减税降费 2.1 亿元，清偿民营企业账款 2.5 亿元，企业融资成本下降 1.2 个百分点。

人才引育构建智力支撑。近年来，太谷区实施“太谷英才计划”，对引进的高层次人才给予安家补贴、科研启动经费。与山西农业大学共建“现代农业产业学院”，年培养技能人才 1600 人，形成“产教融合、工学交替”人才培养模式。

从智慧大棚到智能生产线，从非遗工坊到康养民宿，太谷区以科技创新与文化遗产为笔墨，绘就乡村振兴画卷。未来，太谷将持续深化“特优农工文旅”融合，力争 2027 年建成国家级现代农业产业园等，为县域经济高质量发展贡献“太谷智慧”。

跑好『人机共跑』的马拉松

■ 孟繁哲