

陕西省技术发明奖公示信息

(2026年度)

一、项目基本情况

项目名称	卫星激光通信快准稳指向核心技术与器件
主要完成人	徐明龙、邵恕宝、田征、李亮、张舒文、翟崇朴
主要完成单位	西安交通大学、西安朗威科技有限公司

二、提名意见（适用于部门、机构提名）

提 名 者	中共陕西省委军民融合发展委员会办公室	提名等级	☒ 一等奖 ☐ 二等奖及以上
提名意见： 该项目紧密围绕空天信息基础设施建设及其科技产业发展需求，针对在轨卫星之间高速率高通量激光通信过程中超远距离、超高精度激光指向调节的难题和国外严格的技术和产品封锁，研制了兼具快-准-稳的光束指向调节系列关键器件、发展了相应指向控制驱动技术，并实现了生产全流程国产化。该发明已实现多型、多类高精度指向调节器件的在轨运行，有力支撑和保障了国家信息安全，为卫星互联网高速发展奠定了坚实基础。 该项目在技术创新性方面取得了如下突破。面向卫星星间激光通信组网的迫切需求和国外严格技术和产品封锁，研发了兼具快-准-稳的光束指向调节高精度跟瞄关键技术，研发了具有自主知识产权的光路高精度指向器件及其控制驱动技术；实现了在轨运行，并显著提升了光束捕获、瞄准与跟踪的精度与稳定性。项目技术自主可控，关键指标达到国际先进水平。 该项目在转化推广应用取得了显著成效，相关技术以专利转让形式实现了科技成果转化并落地我省西安市航天基地。相关技术在转化当年即形成了经济效益，并在星间、星地激光通信实现了在轨应用：截止 2025 年 12 月 31 日，研发的系列航天正样器件共有 2000 余件应用于 200 余颗卫星且所有器件运行状态正常。该发明突破了关键器件研制和生产的国产化瓶颈，推动了空天通信、精密仪器及相关产业的技术升级，在保障国家信息安全、支撑卫星互联网建设等方面发挥了重要作用，推动了我省在激光通信与高端精密作动器领域的产业布局。 综上所述，该项目成果技术创新性强，应用效益显著，社会与战略贡献突出，完全符合陕西省技术发明奖的授奖条件。建议授予“陕西省技术发明奖一等奖”。			

三、项目简介

激光光束高精度指向调节器件与技术是卫星之间实现快速对准建链、长期稳定激光通信的核心，也是星间、星地和星空激光通信终端研制的关键，其难点在于：在星间相对运动和卫星平台振动干扰条件下，为实现相距数万公里的激光对准建链，高精度光束指向器件需以低频（几 Hz）在 10^{-3} rad 级大范围扫描捕获目标星，之后以高频（几 kHz）振摆补偿平台振动以实现 10^{-6} rad 级高精度持续跟踪，其难度堪比高扰环境下的“万里穿针”，欧美针对该技术对我国实施了全链条技术与器件封锁。

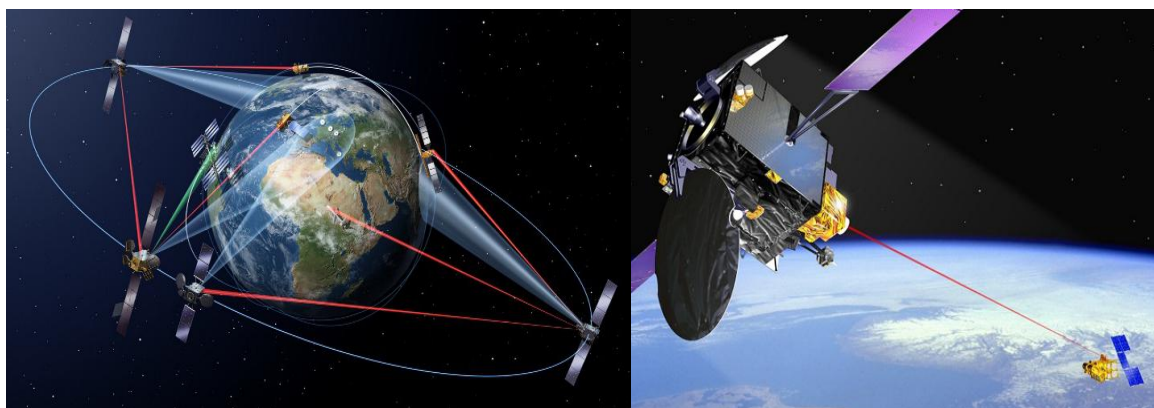


图 1：星间激光通信的激光光束快准稳指向对准示意图

本项目经过多年持续攻关，自主研制了精指向机构、压电旋转电机及其驱动控制器，两类器件是激光通信终端中控制激光光束指向的核心执行装置，也是星间激光链路快速建立和稳定跟踪的关键。在 2018 年我国开始计划部署低轨互联网卫星时，激光通信的光束指向调节技术尚属卡脖子技术，当时面临的主要问题是：第一，为实现激光通信的快速建链和稳定跟踪，激光光束的指向调整响应时间需在纳秒级时间内完成，这对力电材料和结构机构的响应时间均提出了极高要求，同时材料的力电行为与机构动力学耦合过程还不明确，导致响应快且宇航适应能力强的精指向结构设计难度很大；第二，为能在卫星平台振动干扰条件下保证激光光束稳定指向，需解决压电力电耦合的迟滞非线性行为影响，以及精指向机构的宽频

域宽温域稳定控制策略问题。本项目瞄准星间激光通信光束超快高精高稳指向调节的需求，通过突破基础执行器件复杂动力学模型匮乏、激光指向难以兼具“快-准-稳”和宇航环境适应性不足这三个核心技术难点，自主研发了精指向机构、压电旋转电机，并开发了控制算法及其驱动控制器，本项目主要创新点和发明点是：

1. 提出了考虑压电作动过程中的机电耦合非线性与结构动力学特征的融合理论建模方法，发展出参数化压电非线性迟滞及其频率相关性描述方法，基于此上建立了精指向机构的复杂动力学模型，为精指向过程中兼顾“快”“准”“稳”提供了理论支撑。

2. 发明了宇航级精指向器件：提出了弯扭卸载与双轴解耦结构，发展了宽频高精伺服控制策略，解决了“快”“准”“稳”兼顾的光束高精度指向难题；研制的器件已在北斗、星网等卫星上在轨应用，数量超 800 件。

3. 发明了宇航级压电旋转电机器件：发展出了摩擦驱动动力学建模理论，提出了基于摩擦传动的压电大位移驱动结构设计方法，解决了激光通信终端收发通道信号隔离、光路主备切换的难题；研制的器件已在北斗、星网等卫星上在轨应用，数量超 1200 件。

综上，研制的精指向机构和压电旋转电机已在我国北斗、星网等 200 颗卫星上在轨应用，在我国大力发展低轨卫星互联网和推动未来各类卫星以激光通信互联的背景下，本项目激光通信快准稳光束指向调节技术及器件将为空天地激光通信基础建设提供重要技术支持。

四、客观评价

申请人团队始终坚守为国家航天事业服务的初心，牢记推动科技创新的使命，直接面向航天重大任务需求，勇于担当，多年来团队专注解决航天领域重要基础科学问题和核心技术的自主研发，成功突破了技术封锁，目前已成为多家航天单位在空天高精度作动领域的重要技术支撑和重要器件供应源。自 2015 年起，团队面向国家星间激光通信组网迫切需求，研发高精度跟瞄关键技术，在星间、星地激光通信的精指向、压电旋转电机及其驱动控制方面攻克了多项关键技术，实现了器件自主化，所研发的高精度精指向机构和压电旋转电机航天正样器件，已有 2000 余件应用于 200 颗卫星，包括北斗、星网高轨、中星等国家重要工程型号，成功在轨运行和服役。

应用评价：航天科技集团有限公司第五研究院开具应用证明：“徐明龙教授团队研制的精指向机构、压电式旋转电机已经应用于我过星网低轨激光通信、高轨卫星激光通信，研制的精指向驱动控制器和算法已经应用于我国实践二十号卫星、北斗三号卫星激光通信。”“成功完成了在轨验证且在轨性能稳定可靠，精指向机构和压电旋转电机核心技术完全自主可控，技术指标优于国外同类器件，在卫星激光通信中发挥了重要作用，为我国多种卫星的星间、星地激光通信的顺利实施做出了重要贡献。

研发成果重要程度说明：“根据中国空间技术研究院西安分院与西安朗威科技有限公司自主签订的配套产品研制合同(合同号:WZ22030270)，约定西安朗威科技有限公司为中国空间技术研究院西安分院研究开发的压电精指向机构、大/小压电旋转电机，该产品应用于我国低、高轨激光通信卫星的星间、星地的通信控制与驱动，实现卫星通信链接在辐照环境下长期稳定通信的功能。该产品属于卫星激光通信终端重要组件，需要军

事代表室进行监管。”

质量检验：陕西省电子信息产品监督检验院开具检验报告：“依据 LW-FSM-001 《LWF01-2538 压电精指向机构试验大纲》，对送检样品进行了检验，所检项目符合要求。检验项目包括：外观检验、机构尺寸、机构质量驱动电压、运动维度、偏转范围角分辨率、重复定位精度、空载谐振频率、贮存温度试验、工作温度试验等；

抗辐照能力检验：中国科学院新疆理化技术研究所电子元器件辐射效应实验室对西安朗威科技有限公司提供的精指向机构、压电旋转电机、压电陶瓷等多种样品进行电离总剂量辐照摸底试验。检验结果表明在 10.035 rad(Si)/s 剂量率下累积辐照至 100 krad(Si) 电离总剂量实验条件下，所有在线测试的被试件在线和辐照后运行正常，所有辐照后需测试的被试件，辐照后测试运行正常。

团队在空天精指向调节技术领域屡屡突破，焦点访谈、新华网和光明日报等权威媒体对团队发展历程和科创理念进行了报道。2022 年 5 月 5 日，申请人团队相关研究成果受到中央电视台《焦点访谈》报道并评价为“研究方向投入大、产出慢、关键器件未国产化”，“啃下硬骨头”，“奋斗者 正青春 不负韶华勇担当”。

五、应用情况和效益

1. 应用情况（限 3 页）

申请人团队通过共同努力和持续攻关，在高精度作动关键基础器件及其技术等领域取得了显著进展，为陕西航天事业的不断发展提供了有力支持。实验室的主要研究方向包括卫星天线星间通信高精度指向关键器件、压电旋转电机、相应的驱动控制器及其控制方法、核心功能材料研发和国产化等方面，并已成功将部分研究成果转化为实际产品，有力推动了陕西航天事业的不断发展：

（1）在卫星天线星间通信高精度指向关键器件方面，针对我国低轨互联网通信需求，对标国外先进产品 PI-S330.2，自主研发了系列压电快速反射镜，实现偏摆角度大于 4 mrad 、精度优于 $1\text{ }\mu\text{rad}$ ，核心参数指标相比于国外先进产品具有明显优势。在此基础上，申请人团队持续耕耘，从结构、材料、装配和控制等多方面协同设计与优化，开发了自主可控系列精指向机构产品，为国产自主化精指向机构空天环境下的更广泛和稳定应用奠定了坚实基础。申请人团队所研发的精指向机构器件已经完成航天正样产品共计交付 800 余件，目前已在包括北斗、实践二十、中星，星网低轨等重要国家型号成功服役。除此之外，相关技术有望解决引力波空间测量技术中对弱光目标光源的在轨高准确率捕获和持续追踪问题。



图 1 代表性自研压电精指向机构实物



图 2 自研压电精指向机构正样件批量交付

(2) 在高精度压电旋转电机方面，自主研发了基于逆压电效应和粘滑摩擦驱动的惯性式压电作动器，能有效解决星间、星地激光通讯过程中的高效光路切换与高可靠性光路通断操作等瓶颈问题，且具可锁止、响应速度快、行程长和无磁性等特点，填补了相关领域的技术空白，为我国正在紧密部署的空-天-地协同通信和低轨互联网通信等任务提供了关键技术支持。申请人团队所研发的压电旋转电机器件累计交付1200余件。目前所研发的系列压电旋转电机器件在重要国家型号成功服役，包括北斗、星网高轨、中星等，助力西安朗威科技公司系列产品的落地和拓广。

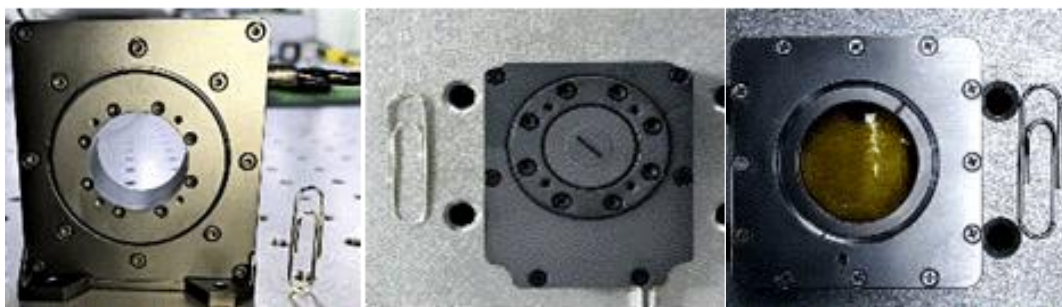


图2 代表性自研压电旋转电机

(3) 围绕空间高精度作动器驱动控制需求开展技术攻关，开展技术研发及产品研制。针对上述自研高性能压电产品作动需求，针对压电材料的迟滞特性及温度相关性等特点开展机理研究及驱动控制技术研究，分别开发了压电式作动器配套控制驱动器产品。



图3 代表性驱动控制器实物

表 1 代表性在轨运行航天正样器件

发射时间	卫星数量	支撑任务	器件种类
2023 年 7 月	2 颗	互联网试验星(低轨)	8 只压电快精指向机构+16 只旋转电机
2023 年 12 月	3 颗	互联网试验星(低轨)	12 只压电快精指向机构+24 只旋转电机
2023 年 12 月	2 颗	椭圆时空星池计划	8 只压电精指向机构
2024 年 2 月	1 颗	卫星互联网试验星 (高轨 01 星)	2 只精指向机构+6 只旋转电机
2024 年 5 月	2 颗	极光星座	8 只压电精指向机构
2024 年 8 月	1 颗	卫星互联网试验星 (高轨 02 星)	2 只精指向机构+6 只旋转电机
2024 年 8 月	1 颗	中科院小卫星遥感四十三号	4 只压电精指向机构
2024 年 8 月	1 颗	中星 4A 卫星	2 只旋转电机+2 只直线电机
2024 年 9 月	2 颗	北斗导航备份星(高轨)	2 只旋转电机+2 只直线电机 2 只精指向机构+6 只旋转电机
2024 年 9 月	1 颗	最终前沿一号 01 星	4 只压电精指向机构
2024 年 10 月	1 颗	KD 通信卫星	2 只压电精指向机构+6 只旋转电机
2024 年 10 月	1 颗	卫星互联网试验星 (高轨 03 星)	2 只精指向机构+6 只旋转电机
2024 年 11 月	2 颗	光传 01、02 试验星	8 只压电精指向机构
2024 年 12 月	10 颗	星网低轨 01 组	40 只精指向机构+80 只旋转电机
2025 年 2 月	9 颗	星网低轨 02 组	36 只压电精指向机构+72 只旋转电机

2. 经济效益和社会效益（限 3 页）

申请人及其团队依托西安交通大学中国西部科技创新港,并积极融入了秦创原创新驱动平台的各项建设,坚持以国家重大航天需求和国际学术前沿为导向,开展了服务国家重大需求的研究,专注于星间激光通信任务关键光束指向调节的高精度作动器件及其驱动控制技术的基础理论和应用技术研究,旨在为国家的航天事业提供坚实支持,对陕西省建设国家重要科研与产业基地具有重要战略意义,取得了良好经济效益和社会效益。

直接服务国家重大需求:国内外精密驱动等应用市场上的压电驱动产品被发达国家长期垄断且航天级产品对中国全面封锁,这种局面不但导致产品价格昂贵,更由于精密驱动技术涉及敏感领域和国家安全,国外厂家对我国实施了技术和产品的双重严密封锁,使我国长期以来被“卡脖子”,我国航天事业发展急需的一些高精度航天级基础作动器件国外产品无法满足要求。围绕上述关键需求,本团队致力于为航天有效载荷控制领域提供高性能电耦合材料研究和器件设计、振动主动控制技术和力电耦合性能测试和评价等一站式服务和技术支撑。团队所研发的卫星激光通信高精度指向精指向机构器件及驱动控制器、大位移大推重比高精度作动器件等技术指标已超越国外同类产品,并发展了多个型号的器件产品,可满足不同驱动力、精度的大行程高精度驱动控制指标,一举打破国外产品在该领域的垄断,成为多家航天单位在精密驱动领域主要技术支撑来源。目前所研发的 2000 余件精指向机构与压电旋转电机正样器件,已在 200 颗卫星上实现在轨运行和服役,把论文真正写在了祖国大地上。

建成空天高精度作动关键基础器件及技术资源共享平台和高层次研究人才培养基地。申请人研究团队扎根秦创原创新驱动平台,专注于高精度作动器件和智能驱动控制技术的研发与应用,攻克了多项关键科学问题

和技术难题。申请人团队积极探索科学家+工程师协同创新、教育与产业深度融合的高效发展新模式，贯通前沿研究、人才培养、成果转化和技术落地。科研攻坚过程，形成了工程师、科学家、学生有机互补工作模式，引导工程师在工作过程中凝练总结技术细节，优化工艺流程，有效推动团队的科研成果迅速转化为生产力，从航天技术难题中发掘和解决基础科学问题。近年来，团队培养了一批具有卓越才能和强烈责任感的新时代青年，且指导其在各类研究奖项和创新创业大赛中屡获殊荣：例如博士生张舒文和敬子分别在2020年和2019年获得航空宇航科学与技术一级学科陕西省优秀博士毕业论文；博士生刘开园、宋思扬分别获陕西省2022届和2021届普通高等学校优秀毕业生；自2015年至2025年，团队培养硕、博士研究生超半数获得研究生国家奖学金（23人次），其中4名博士生和3名硕士生获得竞争激烈的西安交通大学优秀研究生标兵；在创新创业大赛中，团队指导学生获得4项国家级奖项，包括3项全国主赛道金奖；博士生宋思扬于2020年获第十五届“中国大学生年度人物”，全国仅15名，这也是西安交通大学首次获得此项荣誉。

推动了陕西省在激光通信与高端精密作动器领域的产业布局：西安朗威科技有限公司作为申请人团队重要的技术成果承接方，是陕西省专注航天产品地研发与生产地高新科创企业，拥有二级保密资格证书、武器装备质量管理体系认证证书，以及航天五院西安分院一类合格供方证书等。该公司与申请人团队保持长期稳定的合作关系，并于2021年共同成立了西安交大-朗威科技精密驱动工程实验室，旨在充分发挥各自的优势，共同解决新技术和产品生产过程中的各种技术和工艺难题，以迅速实现产品量产，满足十四、十五五期间的发射任务等国家重大需求。申请人团队分别于2020年4月和2023年4月，与西安朗威科技公司分别达成了“压电作动器及装置”和“高精度作动器及多自由度机构”的专利成果转化协议，

转化成果金额达到 1200 和 3000 万元,转化成果包括卫星激光通信高精度指向器件、空天有效载荷高精度作动器件、卫星高速物联网控制系统等航天级技术产品。此类产品填补了国内高可靠性、高环境适应性、高精度调节作动器件的空白,有力支持了我国、我省商业航天的进一步发展壮大。团队研究和转化的科技成果将对我省科技企业产生直接经济效益:2022 年度,西安朗威科技公司空天科技领域作动器、传感器、驱动器、控制方案营业收入仅为 156.23 万元,2023 年营业收入已达到 2637.80 万元,同比增长达 1688%,2024 年和 2025 年持续指数级上升,促进了陕西省内相关产业链条的积极发展,有力支持了我省商业航天的进一步发展壮大。

社会反响与媒体报道:申请人团队和西安朗威科技公司通力协作,将向我国精密驱动应用市场提供航天级高精度大推重比作动器件及驱动控制器,涵盖卫星互联网激光通信、卫星高分对地观测、精密加工制造等众多领域。此类产品填补了国内高可靠性、高环境适应性、高精度调节作动器件的空白,有力支持了我国、我省商业航天的进一步发展壮大。所开展的卡脖子技术研究更是得到包括国家发改委在内的多方认可和支持。为了帮助合作企业扩大产能,国家发改委已经于 2022 年 9 月向西安朗威科技有限公司拨付了用于生产能力提升专项资金 1000 万元。团队在航天项目科研攻关中不断取得突破,相关工作被新华社于 2022 年 10 月 22 日,在二十大特刊报道:“矢志拼搏奋斗,担当时代重任”,“坚定理想信念,投身强国伟业”。2020 年 5 月 5 日,团队相关工作被光明日报关注和报道:“将个人成长与国家命运紧密结合,以真才实学服务人民”。

六、主要知识产权证明目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	偏转轴相交于反射镜表面的低高度双轴偏转装置及方法	中国	ZL201611224947.6	2017 年 09 月 12 日	2616770	西安朗威科技有限公司	徐明龙, 宋思扬, 田征, 冯勃, 邵恕宝
2	发明专利	集传感单元和约束元件于一体的二维快速偏转台及方法	中国	ZL201710612943.3	2018 年 07 月 06 日	2988170	西安朗威科技有限公司	徐明龙, 肖瑞江, 王源, 邵妍
3	发明专利	具有解耦功能的大偏转角压电二维指向机构及作动方法	中国	ZL201710583870.X	2018 年 07 月 20 日	3006828	西安朗威科技有限公司	邵恕宝, 徐明龙, 田征, 宋思扬
4	发明专利	Low-profile dual-axis deflection device having deflection axes intersecting at mirror surface and method for achieving dual-axila deflection	美国	US10634871	2020 年 04 月 28 日	US010634871B2	西安交通大学	徐明龙, 宋思扬, 田征, 冯勃, 邵恕宝
5	中国发明专利	采用对称锯齿波驱动的双向惯性型压电作动器及作动方法	中国	ZL201911107770.5	2020 年 09 月 15 日	3989446	西安交通大学	徐明龙, 邵妍, 冯勃
6	发明专利	一种转动中	中	ZL201611230843.6	2019 年 02	3268382	西安朗	宋思

		心与镜面中心重合的偏转反射镜装置及方法	国		月 26 日		威科技有限公司	扬, 邵恕宝, 徐明龙, 张舒文
7	发明专利	钳位驱动一体化的压电驱动高精度旋转作动装置及方法	中国	ZL201710234407.4	2018 年 08 月 07 日	3024726	西安朗威科技有限公司	宋思扬, 徐明龙, 邵恕宝, 张舒文
8	发明专利	含有 H 型结构的高精度大扭矩压电旋转作动装置及方法	中国	ZL201510824288.9	2017 年 08 月 25 日	2587779	西安朗威科技有限公司	宋思扬, 徐明龙, 邵恕宝, 刘开园, 陈楠
9	发明专利	轻小型单压电叠堆驱动式双向旋转惯性作动器及作动方法	中国	ZL201710213572.1	2019 年 04 月 09 日	3329760	西安朗威科技有限公司	邵妍, 徐明龙, 邵恕宝, 肖瑞江
10	发明专利	内含光电编码器的旋转式惯性压电作动器及作动方法	中国	ZL201710214377.0	2019 年 01 月 08 日	3209726	西安朗威科技有限公司	邵妍, 徐明龙, 宋思扬, 田征

七、主要完成人情况表

姓 名	徐明龙	排 名	第一
行政职务	复杂服役环境重大装备结构强度与寿命全国重点实验室副主任		
技术职称	正高/教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 提出高精指向机构提高抗冲击过载能力的结构分析与设计方法，提出了精指向机构双轴解耦新型结构。			

姓 名	邵恕宝	排 名	第二
行政职务	无		
技术职称	正高/研究员		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 提出了压电驱动兼具大转角、大负载能力和高位移分辨率的作动方法，发展出了考虑摩擦驱动的压电驱动动力学模型。提出了具有解耦功能的大偏转角压电二维指向机构及自适应控制方法。			

姓 名	田 征	排 名	第三
行政职务	无		
技术职称	工程师		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献：提出了高稳定性宇航级偏转轴相交于反射镜表面的低高度双轴偏转机构设计方法，发展出了提高结构抗力学优化设计方法和力电耦合分析方法。			

姓 名	李亮	排 名	第四
行政职务	西安朗威科技有限公司总经理		
技术职称	无		
工作单位	西安朗威科技有限公司		
完成单位	西安朗威科技有限公司		
对本项目主要学术贡献：发展出了一种压电迟滞非线性行为的补偿模型，为压电精指向机构的稳定高精度指向控制提供了重要支撑，同时解决了精指向机构和压电旋转电机的批产工艺难题。			

姓 名	张舒文	排 名	第五
行政职务	无		
技术职称	副高/副教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献：提出了钳位驱动一体化的压电驱动高精度旋转作动方法，解决了压电旋转电机断电锁止与高精度步进驱动难以兼具的难题。			

姓 名	翟崇朴	排 名	第六
行政职务	无		
技术职称	正高/教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献：发展了压电旋转电机核心部件摩擦副匹配设计方法，提高了旋转电机输出精度和稳定性，提出了驱动摩擦副输出特性控制与寿命增强方法。			

八、主要完成单位情况表

单位名称	西安交通大学
对本项目主要学术贡献： 1. 提出了考虑压电作动过程中的力电耦合非线性与结构动力学特征的融合理论建模方法，发展出参数化压电非线性迟滞及其频率相关性描述方法，基于此上建立了精指向机构的复杂动力学模型，为精指向过程中兼顾“快”“准”“稳”提供了理论支撑。 2. 提出了弯扭卸载与双轴解耦结构，发展了宽频高精伺服控制策略，解决了“快”“准”“稳”兼顾的光束高精度指向难题；。 3. 发展出了摩擦驱动行为动力学建模理论，提出了基于摩擦传动的压电大位移驱动结构设计方法。	

单位名称	西安朗威科技有限公司
对本项目主要学术贡献： 1. 发展出一种压电迟滞非线性行为的补偿模型，为压电精指向机构的稳定高精度指向控制提供了重要支撑。 2. 提出了压电精指向机构与压电旋转电机抗冲击和振动的力学分析与设计方法，解决了两类器件的宇航适应性问题和批产工艺难题。	

完成人合作关系说明

西安交通大学徐明龙教授团队（团队成员：徐明龙、邵恕宝、田征、张舒文、翟崇朴）与西安朗威科技有限公司（总经理：李亮）建立了稳定的合作关系，为共同推进压电精指向机构及压电旋转电机的产业化进程，双方于 2020 年 4 月签订《压电作动器及装置》科技成果转化合同，合同金额 1200 万元，为我国低轨互联网卫星激光通信提供关键器件稳定货源，随着卫星激光通信的快速发展，双方又于 2023 年 4 月就新型精指向机构及其应用展开深入交流，商议签订了《高精度作动器件及多自由度机构》科技成果转化合同，合同金额 3000 万元，作为未来产业化产品研发与生产的核心技术支撑。

西安交通大学经两次科技成果转让共计 4200 万元，分阶段为西安朗威科技有限公司注入了新科技增量，西安交通大学与西安朗威科技有限公司共建联合实验室，挂牌成立了西安交大-朗威科技精密驱动工程实验室，加强合作，共同研发，并将相关成果进行持续的产业化，为我国航天事业发展做出贡献。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	共同知识产权、论文合著、共同立项	徐明龙/1, 邵恕宝/2	2013 年 9 月	2026 年 9 月	专利 7 项（专利技术转让 6 项）、论文合著 10 篇、技术研发合同 1 项	见附件
2	共同知识产权、论文合著、共同立项	徐明龙/1, 田征/3	2015 年 9 月	2026 年 9 月	专利 4 项（专利技术转让 3 项）、技术研发合同 1 项	见附件
3	论文合著、产业合作	徐明龙/1, 李亮/4	2013 年 1 月	2026 年 9 月	论文合著 1 篇、技术转让合同 2 项	见附件
4	共同知识产权、论文合著	徐明龙/1, 张舒文/5	2020 年 6 月	2026 年 9 月	专利 2 项（专利技术转让 1 项）、论文合著 1 篇、技术研发合同 1 项	见附件
5	论文合著、共同立项	徐明龙/1, 翟崇朴/6	2021 年 3 月	2026 年 9 月	论文合著 2 篇、技术研发合同 1 项	见附件