

近日，中国地震局“防震减灾高质量发展进行时”主题采访来到海南海口、文昌。从商业航天发射“一号工位”振动监测系统到“火箭地震学”的创新理念，从雷琼火山熔岩洞的类月试验到全国首座商业航天发射场专用地震预警监测站建成投用——地震科技正嵌入商业航天发展，为火箭发射筑牢“看不见的安全防线”。

为发射场“把脉问诊”

穿过文昌的海风，海南商业航天发射场正被24小时“守护”着。

今年6月，由海南省地震局与海南国际商业航天发射有限公司合作共建的地震预警示范站——我国首座航天发射场专用地震预警监测站“海南商发一体化地震监测站”正式建成投用。这标志着海南商业航天发射场地震安全保障迈入“专用保障”的新阶段。

海南省地震局局长郭洪义表示，该省地震局与海南商业航天发射场密切合作，联合国内顶尖科研团队，在该发射场布设130余台高精度地震仪，对发射塔架和周边场地进行24小时不间断的健康监测和预警。通过发挥多学科交叉优势，合作构建“场地更安全、塔架更结实、环境更清晰”的全方位安全体系，为我国商业航天高质量发展发展提供坚实科技支撑。

2024年11月30日，海南商业航天发射场圆满完成首次发射任务。首发任务成功后，海南省地震局科研技术团队主动聚焦航天工程安全保障新课题：随着商业航天发射任务日趋高密度化，发射塔架反复经受火箭发射的强冲击载荷，其实际服役寿命该如何科学评估？

“我国商业航天事业正加速腾飞，海南商业航天发射场是国内首个商业航天‘母港’。面对这一新兴领域，我们主动思考地震科技如何助力‘向天图强’，着力挖掘地震监测技术服务航天工程的潜力，为我国航天事业筑牢地震安全屏障。”据中国地震局地球物理研究所副研究员陈波介绍，商业航天发射既要追求任务效能和安全，也要算好综合经济账：发射塔架的服役周期、可承受发射任务上限，以及高频发射工况下塔架结构的健康演化规律。一系列关键工程问题，都必须依托翔实的实地观测数据开展科学分析与研判。

在商业航天发射塔架上建设振动监测系统并不容易。与常规振动源不同，火箭发射的振动源处于持续时空位移状态，动力输入分析具有较高难度——它的能量不仅直接冲击塔架，引发高频振动，还涉及复杂的时空动态。据海南省地震局工程师朱钊利介绍，项目初期，团队借鉴了地震系统成熟的工程结构健康监测经验，但在海南商业航天发射场现场试用后发现，首批设备难以适配现场严苛工况。

“这些设备要经受高温、冲击和锈蚀叠加的多重考验。”朱钊利说，“我们在这一年里克服了很多困难，对设备进行了不锈钢的保护处理，里面还加装了防爆箱。”

如今，这套系统已累计监测海南商业航天发射场“一号工位”13次发射的振动数据，形成了长效连续、质量稳定的实测数据库，是国内商业航天发射塔架监测数据的重要补充。相关数据会



我国首座航天发射场专用地震预警监测站“海南商发一体化地震监测站”。
海南省地震局供图



海口雷琼火山区熔岩洞外貌。海南省地震局供图

从发射场到熔岩洞——

地震科技嵌入商业航天

本报记者 孙亚慧

定期共享给海南商业航天发射场，作为他们安全发射火箭的重要参考。

监测地震波，给地下结构做“CT”

服务发射场地面设施安全保障的同时，科研团队还把目光投向更远的深空探测领域，在海南本地火山熔岩洞开展类月环境模拟试验。

在海南雷琼火山群的一个熔岩洞里，研究人员正通过监测地震波给地下结构做“CT”。这个洞的空间相对较大，宽度可达十几米到几十米。据陈波介绍，这种熔岩洞的形态和成因，与月球表面的熔岩管高度相似，可以看作是难得的类行星“天然实验室”。

为什么要在熔岩洞里做实验？这源于一个相对新颖的研究概念——火箭地震学。

为给海南商业航天发射场做好安全保障，海南省地震局与北京大学、南方科技大学、中国地震局地球物理研究所等高校和科研机构组建研究团队。研究的核心思路并不复杂：依托常态化航天任务，可将火箭在地球发射起飞、超音速飞行、助推器再入，以及未来航天器在地外天体起降冲击产生的高能振动，作为可重复利用的人工震源，结合密集阵列观测与高精度地震学反演算法，实现地面场区与地外行星地下结

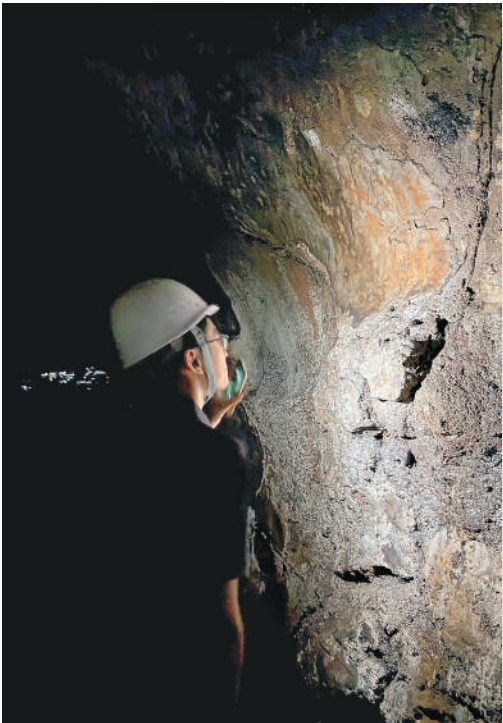
构的高清成像。

月球表面昼夜温差大、宇宙辐射强，在月表开展人类活动面临极大困难。而月球早期地质活动形成的大量地下火山熔岩洞，可以阻隔一部分高能辐射，还能维持相对稳定的洞内温度，具备得天独厚的环境优势。

“开展地下结构探测，火箭冲击是一种时间可控、位置已知、覆盖范围可观的震源。火箭地震学探索研究有望应用于月球结构探测，助力国际月球科研站建设。”陈波说。测算显示，一枚中型火箭发射所释放的振动能量，量级相当于一次里氏1.0级左右的天然地震，在数十公里范围内布设的高灵敏度地震仪器，能够完整捕捉到清晰的震动波形。

南方科技大学理学院地球与空间科学系博士生刘沛钰参与了本次实验。她说：“我们利用震源车激发人工地震，将信号向地下传播，经过地层介质折射、反射之后被地震仪器捕获，再经由数据计算，就能反推出地下熔岩洞空腔的规模与形态。”

为还原熔岩洞的立体样貌、厘清深部地质构造，科研团队搭建起一套集成多项地震学前沿技术的立体化观测网络。在洞穴内部，搭载激光雷达的机器狗完成全域三维扫描，精细复刻洞壁的全部形貌特征；探地雷达则聚焦探测顶板厚度，厘清岩体内部裂隙的发育分布情况。地面之上，一台1.8吨的可控震源车持续向地下施加可控振动激励，产生人工地震波，周边布设的节点地震仪灵敏采集地层折返的振动信号。多项技术协同作业，最终生成了熔岩洞的高精度三维数字化模型。



科研人员在检查熔岩洞内情况。
本报记者 孙亚慧摄

为什么是海南？

这些探索发生在海南，为什么是现在？2025年12月底，我国向国际电信联盟提交新增20.3万颗卫星的频率与轨道资源申请，覆盖14个卫星星座，创下我国申报数量新纪录。低轨空间属于稀缺战略资源，按照国际电信联盟相关规则，卫星频轨资源实行先申报、再协调的工作机制，大规模申报是面向未来产业发展的战略储备布局。

向太空要空间，全球多个国家和商业航天企业都在抢抓商业航天发展窗口期。“中国商业航天发展正驶入快车道，这就意味着，将来火箭发射的数量会更多、频度会更高，成本控制也更需精准。”陈波说。

海南商业航天发射场在其中扮演着重要角色。高频率发射对塔架和场地的稳定性提出了更高要求。

“对于极其精密的塔架和火箭，即便是人类感知不到的微弱震动，也可能带来潜在风险。发射场对地面振动的敏感程度远超普通建筑，哪怕只是微小脉动，也需要在发射工序中予以充分考量。”海南地震台台长王惠琳说。

据海南省震灾风险防治中心负责人赵军卫介绍，过去的火箭发射塔架检修，高度依赖人工目视巡检，不仅耗时长、效率不高，还必须等到火箭发射结束、塔架完全静置之后才能作业，难以捕捉发射瞬时塔架的真实安全工况。“如今所应用的全天候健康监测系统，有效破解了过往塔架检修的痛点。同时，系统形成的一整套技术方案与监测数据，还具备很高的复用价值，后续新建发射塔架时，可直接移植这套成熟方案，压缩新项目的研发投入与成本。”赵军卫说。

在未来，这套技术还可能走得更远。跳出传统防震减灾的固有范畴，地震科技的边界正在被重新定义。面向商业航天与深空探测的时代需求，地震科技正在不断拓展应用场景，为我国重大工程建设与航天事业发展提供新的科技支撑。

杏坛随笔▶▶▶

近年来，人工智能技术正以前所未有的深度、广度和速度，推动各学科教育发生深刻变革。外语学科受到的冲击尤为显著。随着大语言模型、多语种语音翻译、智能辅助写作等语言技术日趋成熟，语言工具的使用门槛大幅降低。不少人质疑，将外语作为一门专业来学，是否已不合时宜？受此影响，部分考生在填报高考志愿时对外语专业敬而远之，一些外语专业毕业生在择业、深造时选择转换“赛道”，部分高校也开始缩减甚至撤销某些语种专业。一时间，外语学科被视为最易被人工智能化取代的专业。

作为高校外语专业教育工作者，我们更需要冷静反思：人工智能可能取代的，究竟是外语学科本身，还是其工具性价值？

改革开放后，我国外语学科迎来发展黄金期，逐步构建起以实用性和工具性为导向的学科建设体系，在相当一段时间内适配了国家对外开放的外语人才需求。因此，今天有不少高校外语院系仍处于沿袭旧规的舒适区，现有培养方案依旧以听、说、读、写、译等基础技能和知识类课程为主，辅以一定比重的语言学、文学和文化类课程。在世界百年变局加速演进的当下，这种培养模式不仅无法满足当前经济社会发展对于复合型高端外语人才的需要，更难以应对人工智能带来的颠覆性冲击。

面对时代之变，我们必须深刻认识到外语学科存在的必要性——它具有不可取代的人文属性与跨学科特质。外语学科的培养目标，不仅是夯实学生的语言功底，更重在塑造学生的文学素养、文化自觉、全球视野与跨文化叙事能力。这些目标，与讲好中国故事、传播中华优秀传统文化、促进文明交流互鉴高度契合。因此，新时代的外语学科应坚守人文底色，打通学科内部壁垒，将文学、语言学、翻译等传统的狭窄研究视域，拓展到文化、文明的视界，与历史、社会学、国际关系、法学等学科协同发展。

以北京理工大学外国语学院为例，学院在坚持外国文学、外国语言学、应用语言学等既有研究方向的同时，先后成立了德国语言文化研究中心、加拿大研究中心、日本研究中心和尼日利亚研究中心，并与本校法学院合作设立英语—法学双学位，聚焦区域国别、国际传播、涉外法治等领域的人才培养。

人工智能时代，外语学科的转型并非仅有“文文交叉”，还应探索“文理交叉”“文工交叉”，培育兼具人文素养与理工知识的复合型人才。当前，数字人文成为外国文学研究的新范式，依托Python等编程语言，可完成对文本数据的大体量识别与分析，有利于更深入挖掘文本背后的历史社会意涵。当语言学与计算机科学、信息科学、心理学、脑科学、神经科学等学科交叉融合，一系列围绕语言生成、语言计算和语言认知展开研究的学科分支应运而生。

近年来，依托本校理工科专业的优势与积淀，北京理工大学外国语学院新开设《实验语言学》《计算机辅助翻译》《数据驱动的语用学研究》《心理语言学导论》《认知神经科学导论》等本硕课程，还与人工智能学院合作设立英语—人工智能双学位、与机械与车辆学院合作设立德语—车辆工程双学位、与计算机学院合作设立“语言理解与智能翻译”博士研究方向等。

这些探索告诉我们，人工智能浪潮下，外语学科的价值有望继续得到拓展，能够在学科交叉的纵深处开辟出“一精多会”“一专多能”的复合型外语人才培养新模式，这也是时代赋予外语学科的新使命与新机遇。

（陈智颖为北京理工大学外国语学院助理教授，徐嘉为北京理工大学外国语学院教授、副院长）

中俄开启第四次北极联合科考

据新华社符拉迪沃斯托克电（记者孙萍）第四次中俄北极联合科学考察近日在俄远东城市符拉迪沃斯托克启动。中俄两国科考人员将在西北太平洋—北冰洋围绕北极快速气候演变开展重大前沿基础科学研究。

俄罗斯科学院远东分院太平洋海洋研究所代理所长瓦西连科在启动仪式上说，联合科考有助于巩固俄中关系，加强双方在北极和太平洋地区的合作。目前，北极航道货运量不断增加，在全球经济中的地位日益提升，有必要对相关海域进行全方位的科学研究。

中国自然资源部第一海洋研究所所长魏泽勋说，本次联合科考聚焦西北太平洋与北冰洋海域，将进一步深化人们对研究区海洋动力过程、气候变化规律与海洋生态系统

的科学认知，既是落实中俄两国海洋领域合作共识的具体举措，也是中俄新时代全面战略协作伙伴关系在海洋科技领域的生动实践。

山东大学海洋学院执行院长杜立彬说，本次中俄联合科考是两国海洋科研领域深度交流、协同创新的重要实践，更是践行海洋强国战略、深化极地科学探索、推进中俄务实合作的关键举措。

据科考队中方首席科学家、自然资源部第一海洋研究所研究员邹建军介绍，本次科考总作业时长约62天，科考人员将前往楚科奇海、东西伯利亚海、罗蒙诺索夫海岭、马卡罗夫海盆、阿蒙森海盆等海域，开展多学科综合调查，系统研究气候快速变化背景下这些海域海洋环境的变化特征，揭示其对全球气候变化的响应过程与反馈机理。



暑假期间，各地推出丰富多彩的夏令营、研学营、托管班、兴趣班、文体竞赛、参观活动等，为假期中的学生提供多元选择，助力学生们身心健康成长。图为近日，在河南省洛阳市汝阳县一家艺术教育基地，小学员在练习武术。
康红军摄（新华社发）

外语学科最容易被AI取代吗

陈智颖 徐嘉