

织就卫星互联网 天地连接更畅通

●李贞 宋佳航 郭晗

前不久，在海南省文昌航天发射场，卫星互联网低轨02组卫星成功发射升空，卫星顺利进入预定轨道。

工业和信息化部发布的信息显示，卫星互联网低轨02组卫星使用Ka等频段载荷，主要为用户提供宽带通信、互联网接入等服务。前期，工业和信息化部创新卫星频率轨道资源管理方式，批量颁发了空间无线电执照和无线电频率使用许可，为卫星互联网项目的顺利实施提供可有力支撑。

何为卫星互联网？发展卫星互联网有怎样的价值？

万物互联 优势显著

卫星互联网是基于卫星通信技术提供互联网服务的全球性通信系统。据业内专家介绍，它是由分布在不同轨道的空间节点，通过星间链路和地面信关站连接在一起的卫星通信系统，通过融合地面移动网络和互联网，并以互联网为底座，形成“空地一体化”组网互联，并提供泛在接入服务的信息基础设施。用户可借助卫星实现全球范围内广泛、便捷的网络连接。

随着万物互联时代的到来，卫星互联网重要性日益凸显。

卫星互联网的覆盖范围远超传统互联网，能够有效弥补传统移动通信服务的不足。北京航空航天大学材料科学与工程学院教授张涛认为，卫星互联网是“下一代的互联网”，它能让信息更畅通、高速，让网络覆盖更广泛的环境，在解决偏远地区网络覆盖、实现应急通信、促进经济发展等方面具有重要意义。

“卫星互联网与传统的卫星通信网络和互联网网络都有不同，它能够为用户提供更丰富的应用场景和更完善的通信保障。”盛邦安全科技集团董事长权小文介绍，卫星互联网不是对卫星通信网的升级改造，而是重构。“卫星互联网把卫星当作信号的延展，让信息尽快落地，通过地面网络服务更多用户，通过卫星实现更大范围的业务覆盖。”

权小文指出，目前广泛使用的4G、5G信号主要依赖地面通信基站与手机之间的无线连接。然而，在人口稀少及地理环境复杂的地区，传统通信基站的部署成本高、难度大，导致许多地区难以实现移动信号覆盖。但通过部署成千上万颗低轨道卫星，卫星互联网不仅能为偏远地区提供互联网服务，还能为航空、航海、应急救援等领域提供可靠的通信支持。

在低延迟方面，卫星互联网通过部署大量低轨卫星，显著缩短信号传输时间。权小文表示：“传统卫星网络的延迟通常在110至270毫秒之间，而理想状态下，卫星互联网的延迟不足10毫秒。”

在通信能力方面，卫星互联网采用的高通量卫星

技术，利用高频段、多点波束和频率复用等技术，大幅提升了卫星通信的能力，能够提供传统卫星数十倍甚至上百倍的容量，可以为虚拟现实、自动驾驶和物联网等新兴产业提供强有力的网络支持。例如，自动驾驶汽车在行驶过程中，可以通过卫星互联网实时接收前方道路的交通拥堵信息，并迅速调整行驶路线，避免陷入交通堵塞。

基于这些优势，近年来，许多国家已提出或正在实施卫星互联网组网计划。中国在该领域也加快了建设步伐。

2020年，国家发展改革委将卫星互联网纳入新基建范畴。2024年底，国家发展改革委、国家数据局、工业和信息化部印发《国家数据基础设施建设指引》，提出要“布局‘天地一体’的卫星互联网”。

目前，中国已有多个卫星星座计划先后启动，如航天科技的“鸿雁星座”、航天科工的“虹云工程”、国电高科的“天启星座”等。其中，中国星网的“GW星座”、上海垣信卫星的“千帆星座”等，均是预计发射超万颗卫星的星座计划，建设周期可能长达十余年。

安全问题 不容忽视

的一大应用场景。不管是在高原、森林、还是远海，接入卫星互联网的无人设备都可联网运行，这中间就存在安全隐患。比如在一场森林防火任务中，救火无人机可能要飞行超长距离，这就对网络的安全性提出了严苛要求。

再比如，在物联网应用中，从电塔塔基监测到输电线路覆冰监测，都可以通过卫星网络进行数据传输，中间过程如何确保信息传输的安全，也至关重要。

面对此类复杂且多变的安全难题，权小文指出，卫星互联网通过密码定义网络边界，实现不同用户的网络隔离，而传统互联网中采用的安全手段在卫星互联网上难以奏效。“应通过新型的加密技术，重新定义

网络边界与用户身份验证机制，让卫星互联网安全防护能力得到显著提升。我们通过改进密码的算法，能够有效应对卫星互联网大规模应用中的实用性与可靠性挑战。密码应用相当于给数据穿上‘防护服’，帮助解决信息传输的安全问题。”

卫星互联网供应链由多个紧密相连的环节构成，一旦任一环节出现安全漏洞，都可能触发系统性风险。因此，业内专家认为，还应建立卫星互联网态势感知平台，实现对卫星运行状态的实时监控、数据管理、态势分析、风险评估及快速响应，从而全方位保障卫星互联网的安全、稳定与高效运行。

面向未来 尽早布局

卫星互联网的建设发展还需长期布局。北京宇航系统工程研究所高级工程师于远航指出，卫星互联网发展主要依靠低轨卫星。低轨空间有多大，决定了可部署的卫星数量。

“低轨卫星是指在距离地球表面几百公里到约两千公里之间轨道上运行的卫星。这些卫星因为较

低的轨道高度，具有传输时延短、链路损耗低等特点，非常适合发展卫星互联网业务。”于远航指出，在该区域总计可容纳的卫星数量是有限的。而国际电信联盟规定，地球低轨道和通信频段资源的获取，遵循“先登先占、先占先得”原则。

为此，于远航认为，为了通信领域的独立自主以及相关产业的发展通道考虑，需加速发展互联网星座，尽早布局低轨卫星频谱资源。

构建具有中国特色的商业航天发展路径，有利于推动卫星互联网建设。

“商用航天的发展是卫星互联网建设的一个重要方面，可以利用民营企业高效、快速创新的优势去发展相关产业。”张涛指出，当卫星互联网建设更加完善后，普通人也可以在沙漠里打游戏，在雪山上发朋友圈，在深海里直播，甚至在万米高空的航班上能享受到满格的通信状态。

(据《人民日报·海外版》)



2024年12月16日，中国在海南文昌航天发射场使用长征五号乙运载火箭“远征二号”上面级，成功将卫星互联网低轨01组卫星发射升空，卫星顺利进入预定轨道，发射任务获得圆满成功。 都鑫鑫摄（新华社发）



在泰国马汉科理工大学，中泰双方工作人员调试低轨通信网络移动信关站。 新华社记者王腾摄

三大技术破解“看不清、看不准、看不全”难题 无人机有了“火眼金睛”

●陈曦

近日，中国人工智能学会公布2024年度吴文俊人工智能科学技术奖获奖名单，由天津大学机器学习与数据挖掘团队牵头，一飞智控(天津)科技有限公司、天地伟业技术有限公司等单位参与的“低空智能感知关键技术与应用”项目荣获科技进步奖一等奖。这一成果标志着我国在低空智能感知领域取得了重要突破，为低空经济的发展提供了强有力的技术支撑。

应用面临诸多挑战

近年来，无人机在重大突发事件中展现出不可替代的价值。然而，无人机应用的核心技术——低空智能感知，却面临诸多挑战。

“低空智能感知技术的突破，对于我国低空经济发展至关重要。”天津大学教授胡清华在接受采访时表示，目前低空智能感知技术存在三大技术瓶颈：看不清、看不准、看不全。

胡清华解释说，雨雪雾霾等天气显著降低环境能见度，导致无人机图像识别精度急剧下降，“看不清”目标。现有方法难

以对复杂介质的噪声特性进行精确建模，也缺乏跨模态动态学习机制，无法有效恢复退化图像中的关键特征信息。

此外，无人机高速飞行叠加地面动态目标运动会造成成像模糊。现有方法受限于刚体运动假设，难以准确消除高速成像与运动伪影产生的模糊和错位，这就导致无人机“看不准”。

与此同时，无人机还存在“看不全”的问题。单机视角受限使得全局空间信息缺失，现有方法依赖投影几何约束方法，导致三维空间信息不完整，在遮挡边界处难以准确判定拓扑关系，无法有效处理复杂的遮挡场景。

“这些难题严重制约了无人机在巡检安防、水情监测、应急救援等国家重点领域的应用。突破这些挑战可显著促进我国低空感知技术进步，支撑低空经济产业发展迈向新台阶。”胡清华认为，解决低空智能感知难题迫在眉睫。

核心技术“破冰”

针对低空智能感知的三大难题，天津大学团队提出了三项核心技术创新：低空复杂环境全天候感知技术、低空感知基础模型自主进化技术和多机跨视角协同感知技术。

“在全天候感知技术方面，随着低空经济的发展，无人机在恶劣天气和复杂光照条件下的感知短板越来越明显。传统感知模型通过静态参数处理多模态信息，难以应对大雾、沙尘和低光照等复杂场景。”天津大学教授朱鹏飞解释，“我们首创了‘退化—复原双向耦合’理论框架，解决了多因素交织影响的理论难题；构建了‘感知—解算—决策’动态闭环系统，让感知系统能自适应环境变化；研发了场景驱动的多源传感动态融合引擎，突破传统权重分配的局限。”

这些创新让无人机在恶劣天气下的目标追踪精度提升了6.3个百分点，低光照场景的目标检测性能提升了13.2%。

在低空感知基础模型自主进化技术上，朱鹏飞介绍：“数据是人工智能学习的基础，但低空感知领域的原始数据标注精度低、清洗成本高，且无人机高速飞行叠加地面动态目标运动带来的成像模糊问题，进一步加剧了数据的标注与清洗难度，导致传统模型难以学习到有效信息。”

为此，科研团队构建了全球最大的低空视觉感知开放数

据平台——VisDrone，并以此为基础，依托天津市人工智能计算中心强大的算力底座打造了低空感知基础模型。通过引入不确定性感知建模，系统能自主评估数据质量，并不断优化模型的感知能力。团队还建立了“人在回路”的反馈机制，推动数据标注和模型进化的闭环联动，极大提升了系统的适应性和精准度。

谈到多机跨视角协同感知技术，朱鹏飞说：“这项技术的难点在于无人机集群在复杂三维空间作业时，单机视角有限，容易产生视野盲区，多源数据在跨视角匹配时也容易出现错位和偏差。”

科研团队通过创新研发了基于跨视角信息自适应交互匹配的协同感知框架，通过动态交互匹配模板和智能搜索区域生成机制，实现了多机单目标的协同跟踪。同时，采用局部—全局的多粒度匹配策略，提升了多机多目标的感知能力。在单目标跟踪中，多机协同将成功率提升了15.6%。在多目标场景下，30架无人机成功对3台高速机动车辆实现精准捕捉。

已在多个领域投用

天津大学团队的低空智能感知关键技术，已在诸多领域结出累累硕果。

“这项技术的突破，为多个行业带来革命性变革。”一飞智控(天津)科技有限公司总经理张云例数了技术创新带来的应用升级，“在公共安全领域，全天候感知技术与多机协同技术结合，可显著提升灾害救援、边境巡查等场景的响应能力。如森林火灾中，无人机群能穿透烟雾实时定位火源，并通过自主进化模型动态调整监测策略，有望大幅缩短应急响应时间。在城市管理中，该系统能精准识别违规建筑、交通事故等异常情况，助力提升城市治理效率。”

张云介绍：“在工业领域，该技术体系重塑了传统作业模式。风电运维借助全天候感知技术，可有效提升风机故障预判准确率。在农业植保中，该技术能进一步提升植保施药精准度，助力绿色农业发展。”

“在应急防汛中，即便是恶劣天气下，应用了全天候感知技术的无人机也能稳定作业，迅速抵达指定区域，为防汛工作提供现场数据。”天地伟业技术有限公司研究院院长于宏志分享该技术有望在智慧城市、环境保护、交通管理、农业监测等领域开拓更广阔应用空间，为社会安全与民生保障提供坚实技术支撑。

(据《科技日报》)

“为了一切学习者，一切为了学习者。”穿过上海开放大学的校园时，这句竖立在绿色草坪上的白色标语格外显眼。作为一所服务终身学习、紧跟社会需要的学校，上海开放大学直面老龄化问题，注重培养养老人才。

不久前，上海开放大学的“开放学习元宇宙”入选上海市元宇宙重大应用场景建设成果名单(第二批)。日前我们来到上海开放大学，体验如何利用元宇宙场景辅助培养养老专业人才。

在“开放学习元宇宙”中，老年认知障碍教学是其中的重要教学场景之一。

上海开放大学智慧健康养老服务与管理专业教师张雨佳展示了一个3D动画视频：一位戴着VR眼镜的学生正缓缓环绕四周，视野中出现了这样一幅画面——随着床上躺着的老人的苏醒，整洁的床单上突然出现了爬动的蚂蚁，干净的地面上多出了纸屑垃圾。通过VR技术，老人不仅“看到”了床上有认知障碍的老人眼中的幻觉世界，“听到”了她的呻吟和抱怨，而且还能感受到她空间感的失调。

“学生反映，以前和认知障碍老人对话沟通很困难，不知道他们在说些什么。直观感受了他们的世界后，沟通就容易多了。”张雨佳说，元宇宙场景让学生们“亲身”进入认知障碍老人的感官世界，带来了更多感同身受和换位思考。

此外，学生还可以通过元宇宙进入小区、家庭等场景，在沉浸式体验中收获养老专业技能。

张雨佳说，学生可以在元宇宙中开启自己的“房间”，并通过VR眼镜身临其境地完成助老任务。对学生来说，执行这些任务就像玩游戏一样有趣，同时又能收获养老专业技能。此外，学生表现还能被元宇宙自动记录，为教师提供评价依据。

除了老年认知障碍教学，“开放学习元宇宙”的教学场景还包括艺术教学、应急管理实训、智能财务、人工智能教学。

“开放学习元宇宙”建立在虚拟场景和在线教学的基础上，具有高度的共享性。“目前，我们已有近400名学员使用了‘开放学习元宇宙’。上海开放大学有40家分校，这40家分校乃至全国的其他学校都可以通过网络使用它。”张雨佳说。(据《科技日报》)

养老课堂开进元宇宙

●冯妍 王春



智能无人机在自动起降机场进行测试。受访单位供图