

三大运营商启动低空智联网建设

本报记者 张琪玮

中国移动计划2025年在重点城市、重点航线实现120米以下5G网络覆盖，并实现水平3~5厘米、垂直4~8厘米的5G+北斗导航精度；中国联通已在10个城市开展相关实验，筹建4张低空智联试验网；中国电信已就毫米波低空通信等关键技术进行业务验证……作为低空经济产业规模化发展的重要基础设施，低空智联网建设已进入关键技术攻关和标准完善的关键阶段。

电信运营商发力低空经济

近日，三大运营商在低空经济领域动作频频：今年6月末，中国电信举办“中国电信低空经济合作发展大会”，宣告成立中国电信低空经济产业联盟，并发布“低空领航者”行动计划；今年10月，中国联通在2024年中国国际信息通信展览会期间举办中国联通低空经济大会，发布“端、网、云、应用”低空智联网络体系；同期，中国移动在2024年中国移动全球合作伙伴大会上发布“低空经济高质量发展能力体系”……

无论是化身“快递员”“消防员”“农业专家”还是“巡逻兵”，无人机要合规、安全地在空中翱翔，低空智联网不可或缺。中国移动方面指出，所谓“低空智联网”主要以“广域可靠的低空通信网、智能精准的低空导航网、性能优异的低空感知网”三张网络组成。未来，通信、导航、感知三方面能力，也将成为无人机运行的“标配”。对此，南京航空航天大学副校长吴启晖指出：“低空智联网是实现低空空域飞行器智能互联的重要新兴基础设施，有助于实现空间数字化、低空飞行器网络化、控制智能化。”

中国联通研究院副院长魏进武也向《中国电子报》记者强调了低空智联网的重要性：“低空智联网的建设，是运营商在低空经济领域发挥网络优势、拓展业务规模的一大着力点；建设低空智联网，是低空经济发展的本质要求和必然选择。”

低空智联网是核心基础设施

高楼间，物流无人机携各类包裹往来穿梭；农田里，植保无人机为作物洒下“甘霖”；林海中，巡航无人机将大片无人地域“尽收眼底”；城市内，载人无人机为市民开辟数条全新的航线……数以百万计甚至亿计的无人机在低空中运行，始终是产业界对无人机在不同产业、不同领域应用的美好愿景。

“低空经济要称得上一种经济形态，规模



图为无人机咖啡配送服务在成都落地试飞

化是必要条件。在我看来，未来在120米至300米的空域中，飞行器的规模极有可能达到上亿量级。”魏进武告诉记者，“而现在看来，历史上还没有任何一种现有的基础设施能够支撑起如此大体量飞行器的运营管理。要真正让低空经济实现规模化发展，低空智联网的建设是必选项。”

中国移动政企事业部规划赋能部总经理王小奇在接受《中国电子报》记者专访时，结合无人机使用场景对其几种基础需求进行了分析：“一方面，无人机是按照预设轨道运行的，这就需要网络具备导航能力，从而确保无人机能够沿预设航道实现精准运行。在无人机规模化运行的前提下，导航的精度越高，无人机之间预留的航道空隙就越小，从而提高空域的利用率；另一方面，要实现无人机的合规监管调度，仅靠通信来识别设备类型飞行路径不现实，要依靠网络的感知能力，来弥补传统雷达的感知功能，实现对空域的高效管控。”

除导航、感知、通信等基础能力外，中国电信格外重视低空算力网络的建设。记者了解到，算力服务旨在整合由感知网与导航网进行传递的位置信息和环境数据，利用低空大模型进行推理，辅助低空飞行器进行自动化作业，提高飞行器智能化水平。基于此，实现对低空范围的算力网络覆盖，也成

为了低空智联网建设的一大核心要求。对此，中电信无人科技有限公司总经理单海峰表示，除继续完善覆盖全国的地面算力网络外，还需结合算力调度平台，在实现全国算力统一调度的基础上，提供对无人机的整体调度算力服务。

低空智联网建设三方面难题待解

当前，我国已经建成了功能完善、用途广泛的陆地5G网络，但低空智联网仍处于关键技术攻关和标准完善阶段。

“从技术特点上看，要实现感知网络的建设，当前主要面临三方面难题亟待攻克。”魏进武告诉记者，“一方面，要通过网络实现有效的感知，就需要脱离传统通信所划定的、清晰的信道范围，从更加复杂的电磁环境中直接捕捉信号，难度不可同日而语；其次，不同于传统的借由单站雷达进行感知，当前低空飞行主要是通过5G-A网络基站、以多站联网的方式来实现对目标的监测。基于此，如何实现分布式感知与分布式通信这两个分布式技术体系的有效融合，就成为了首先要解决的技术难题；此外，在后期的数据处理阶段，通过多基站实现感知能力后，回传数据极有可能是融合式的数据，难以再借由传统的数据分析对

其进行处理。”上述问题，都是中国联通下一步将重点攻关的技术方向。

王小奇则强调了终端与网络配合的重要性。他向记者表示：“当前的无人机就像一台出厂时没有搭载通信模组的手机，要靠后装的无人机专用模组来实现对其的联网支持；此外，当前无人机的网联政策还未完全开放，预计网联政策放开后，将给低空经济带来更大发展活力。”基于此，王小奇呼吁，业界应积极推动无人机预装通信模组成为一项行业标准，让通信模组成为无人机出厂时的必选项，从根本上改善无人机“看不见、连不上、管不住”的问题。

此外，吴启晖还指出，当前低空经济还面临频谱资源和网络资源的分配保障问题，实现低空复杂电磁环境下频谱的高效安全共享、实现低空网络终端的多维资源优化整合迫在眉睫。

即使面临诸多难题，魏进武对低空智联网的建设仍然充满信心。他指出：“当前，在地面网络的建设方面，国内运营商主要采取联通与电信、移动与广电两两共建的形式，实现网络基础设施资源的互补互促。相似的，在低空经济领域同样面临资源问题时，运营商同样应该促进以共建共享为主要形态的基础网络建设方案，共同打造先进、可靠的低空智联网络体系。”

2025年是低空智联网建设关键年

低空智联网建设，三大运营商的切入点各有不同。

魏进武表示，中国联通拟遵循着按空域高度循序渐进的原则，首先解决300米以下的通信能力问题。他告诉记者：“当前，中国联通已经在10个城市开展相关实验，并同期筹建4个试验网，进一步探索通感一体的网络能力。从目前进度看，到2025年中后期，应该能够得出实验结论。”

中国移动则从使用场景着手，锚定不同场景的精细化需求，逐步开展相关工作。王小奇表示：“通信方面，中国移动以航线为主要抓手，初步计划2025年在重点城市、重点航线实现120米以下5G网络覆盖，每条航线的网络时延小于100毫秒、速率大于5兆，从而支持无人机精确控制、高质量视频回传等功能；在导航方面，继续优化定位算法，到2025年，实现120米以下水平3~5厘米、垂直4~8厘米的导航精度；在感知方面，遵循按需建设原则，到2025年，计划在全国范围内建设超1000个感知基站，实现10~30米的感知精度。”

中国电信则锚定核心技术攻关，与低空经济产业联盟成员伙伴一道发起业内首个低空智联实验室，聚焦毫米波低空通信和感知模块等关键技术进行业务验证；同时，将5G-A毫米波技术与智算云能力相结合，构建高精度、高智能、集约高效的低空感知网。

三大运营商均强调了应用端发展对构建低空智联网络的重要性。魏进武提出：“低空智联网要快速发展，离不开规模化的场景应用。网络和应用相辅相成、并行发展、互助互促，才是健康的发展生态。”中国联通发布低空应用平台和低空监管平台，并围绕不同行业陆续形成了十余个典型示范场景；中国移动推出“中移凌云”5G网联无人机管理运营平台，发布空域监管、低空物流等十大低空应用场景，覆盖政务、交通、工业、文旅、农业、医疗等多个领域；中国电信打造星云低空飞行服务和星巡低空服务监管两大平台……助力低空经济应用端形成“百花齐放”的发展态势。

“低空经济产业链较长，环节复杂，运营商作为信息基础设施提供商，正处于产业链中下游的位置上。”魏进武表示，“运营商要承担起衔接应用侧、供给侧两端的作用，还要聚焦数字融合基础设施与数字融合技术创新两方面重点工作，发挥数字化牵引作用，在扩展运营业务边界的同时，更好地赋能低空经济这一万亿新产业。”

奋力谱写新型工业化发展新篇章