

北京航空航天大学杭州创新研究院院长王俊:

# 打造低空经济创新引擎,构筑“空天地一体”未来

潘琦 贾自菲

在国家大力推进低空经济发展的背景下,北京航空航天大学杭州创新研究院(以下简称“研究院”)作为集技术攻关、成果转化、产业孵化、生态建设和人才培养于一体的新型科研机构,正稳步成长为驱动长三角乃至全国低空经济发展的关键创新引擎。其发展经验与务实成果,对全国其他地区具有重要借鉴意义。《中国企业报》近日对话该研究院院长王俊,探寻其推动产业发展的实践经验与前瞻思考。

## 立足双重使命,明确“低空智能”定位

《中国企业报》:北京航空航天大学(以下简称“北航”)是航空航天领域的领军高校,研究院自成立之初,便承载着服务区域产业升级与国家战略需求的双重使命。请问在此背景下,研究院是如何结合国家规划与杭州产业特色明确自身定位的?

王俊:这是研究院立足与发展的根本。北航基因深植于航空航天领域,从传统飞机设计、发动机等领域,到如今的航空运输、空管管理、电子信息等,已构建覆盖低空经济全链条的学科与技术优势,尤其在空管技术、车路云一体化等领域拥有国家级平台,这为我们切入低空经济赛道奠定了坚实基础。

选择落地浙江杭州,核心目标之一是推动北航在国防科研领域的深厚积累向国民经济主战场转化,践行“军民融合”战略。早在2018年研究院运营之初,我们就敏锐捕捉到自身优势与地方未来产业的结合点,率先组建了基于空管技术、车路云融合的科研团队,聚焦于无人机运营管理、低空交通控制及特种无人机研制。

近两年来,国家强力推动低空经济发展,这与我们前期的探索高度契合。借此契机,我们系统整合了研究方向,确立“低空智能”为核心攻关方向。这一定位既继承了北航在航空器设计与空管系统的传统优势,又融入了杭州在人工智能、物联网领域的产业新动能,旨在为空、地、云协同的未来低空系统提供关键技术支撑。

## 聚焦“1到10”转化,布局四大关键领域

《中国企业报》:低空经济覆盖“天空端、地面端、空间端、应用端”全链条,产业生态庞大。研究院在战略层面重点选择哪些细分领域作为突破口?背后有何战略考量?

王俊:低空经济是一个复杂的巨系统,需要全产业链协同发力。我们遵循“有所为,有所不为”的原则,紧密结合自身长板,重点聚焦于“1到10”阶段——将北航前沿的科研成果通过工程化验证,转化为可示范、可应用的系统样机和解决方案。为此,我们获批成立了浙江省首批“概念验证中心”之一,专门赋能无人系统与人工智能领域的技术转化,其核心使命就是判断技术能否转化为产品,形成样机。

在低空智能方向,我们重点布局了四个层面:一是低空航线设计与智能管控系统,研究城市低空飞行航线科学规划,开发无人机飞行智能管控系统,打造低空飞行的“交通规则”与“指挥大脑”;二是低空数据智能与应用赋能,专注影像智能处理与分析,探索赋能城市治理、警务应用等场景;三是重点区域无人机监测与反制,针对机场、核心商务区等敏感区域,研发无人机探测、识别与安全反制技术,保障低空安全;四是特种作业无人机研制,面向桥梁检测、管道巡检等特定行业需求,开发专用无人机平台,解决行业痛点。

这些布局一方面源于北航在空管、探测、飞行器设计领域的数十年积累,另一方面也契合了研究院以信息类专业人才为主的特点,实现了“低空”与“智能”的深度融合,聚焦于系统集成与智慧赋能。

## 贯通创新链条,推动成果应用落地

《中国企业报》:低空经济发展高度依赖技术创新、政策突破与场景验证。研究院在技术研发上如何平衡前瞻性与产业化可行性?目前有哪些落地应用案例?

王俊:平衡前瞻性与产业化是研究院运营模式的核心。我们构建了从技术源头到市场应用的完整链条:背靠北航校本部,将学校数十年积累的

低空相关研究成果作为技术创新源头,如引入空管国家级团队、雷达探测团队的技术并开展应用端深化开发;在研究院内部,科研工作分为两个层面,一是与校本部衔接、贴近产业需求的应用基础研究,二是通过“概念验证中心”开展产品化可行性评估与辅导,推动成果走向样机阶段;后续还设有孵化器,支持成熟项目成立公司,实现技术的最终市场价值。通过“科研团队—概念验证—孵化器”四级助推体系,我们系统化完成了从科研成果到样品、产品再到公司的蜕变。

在应用落地方面,我们已取得阶段性成果:一是省级低空协同管理平台,联合浙江省机场集团、省交通科学研究院研发,接入全省无人机飞行数据,实现飞行计划“一站式”报备与审批,筑牢低空“天路”交通管理基石;二是亚运核心区空地一体联防系统,与杭州滨江区公安合作,在“大小莲花”等亚运核心区场馆部署集无人机、机器人、无人机和警力于一体的“一键出警”系统,实现地面巡逻、空中侦察与快速处置的智能联动;三是滨江区警用无人机自动巡查系统,协助建设“低空运营中心”,部署26架无人机构建常态化自动巡逻网络,通过自研智能调度大模型,理解不同部门自然语言任务需求,自动规划最优飞行路线,智能处理巡查影像并分发结果;四是重点区域无人机探测与反制系统,在亚运场馆区部署融合雷达、无线侦测和光学识别技术的探测系统,探测距离达5—10公里,发现“黑飞”无人机后,可指挥反制无人机升空通过精准物理抓捕将其带离空域,保障核心区绝对低空安全。

## 协同多方资源,构建融合创新生态

《中国企业报》:低空经济是典型的跨学科、跨领域产业。研究院与政府、企业在“政、产、学、研、用”方面如何形成联动机制?

王俊:协同创新是低空经济发展的关键。研究院由滨江区政府主导成立,服务地方经济发展是首要任务。我们与滨江区政府及科技、公安等职能部门建立了紧密的工作领导小组,深度参与区域产业规划,例如为滨江区系统性编制了低空经济发展建设方案。前述的多个公安应用场景就是这一协同模式的直接成果——我们发挥科研实力,政府提供政策指引和应用场景,共



北航杭州创新研究院

同推动项目落地。

我们深知低空系统的大规模部署离不开产业界的力量,因此积极与地方优势企业建立联合实验室,实现强强联合。在5G通信、无人机探测传感器等领域,我们与海康威视、大华股份、宇视科技等浙江本地企业深度合作。例如,在亚运场馆联合巡逻系统中,所采用的人形机器人和机器狗就采用了宇视科技产品。我们负责顶层设计、系统集成与核心算法,企业负责硬件制造与大规模工程部署,形成了优势互补、合作共赢的产业生态。

## 依托实战项目,培养产业核心人才

《中国企业报》:人才是低空经济发展的核心动力。多所高校新设了低空经济相关专业,研究院在人才培养方面有怎样的布局 and 特色?

王俊:北航校本部整合了飞行器设计、动力、空管等传统优势学科,设立了侧重低空经济的本科专业,开展体系化人才培养。

研究院主要承担研究生和博士生的培养,其特色在于“在实战中培养”。所有学生的导师均深度参与杭州市、滨江区的产学研项目,并与本地头部企业建立联合实验室。例如,研究大数据的学生可与海康威视共同攻关工业互联网项目,研究空管的学生能与浙江省机场集团在联合创新中心解决真实场景下的低空交通管理难题。这种模式让学生直面产业前沿需求,其研究成果直接接受市场检验,为其成长为低空经济领域的栋梁之才

奠定了坚实基础。

## 研判未来趋势,强化关键供给角色

《中国企业报》:当前低空经济仍处于起步阶段。展望未来3—5年,您认为行业发展的关键突破点在哪里?研究院自身的角色将如何调整演进?

王俊:未来3—5年,低空经济将从初期的“过热”和“粗放式”布局,进入“理性整合与有序发展”的关键期。关键突破点集中在三方面:一是安全为绝对前提,尤其是载人飞行,安全性决定了产业发展的速度与规模,所有技术路线和商业模式都需要经受严格安全考验;二是场景驱动,小切口突破,技术需找到真正刚需场景,例如物流配送从偏远地区、特定园区等简单场景切入,最可能率先实现规模化商业应用,需精准挖掘“非无人机不可”或“无人效率成本优势显著”的场景;三是参照民航建立标准体系,借鉴民航成熟的安全标准、适航认证和运营管理体系,结合无人机特点进行创新,加速产业的规范化、成熟化。

面对这一趋势,研究院的角色将动态演进,继续扮演“关键技术供给者”和“系统解决方案探索者”的角色:一方面,将更加聚焦安全、可靠、高效的智能低空系统核心技术攻关;另一方面,将更主动深入产业一线,与行业用户共同挖掘定义需求,通过概念验证中心和孵化平台,精准、快速培育解决实际问题的创新产品和团队,为低空经济从“示范”走向“普及”贡献核心科研力量。

# 复杂地形区域无人机货运体系破题思考

王鑫

当前,国家层面将低空经济明确定位为战略性新兴产业,其发展的核心在于能够成功打造出牵引市场、形成生态的规模化应用场景。在此背景下,各类无人机应用场景因技术与市场成熟度差异,呈现出不同发展阶段:城市低空巡检等“明星场景”已进入快速扩张期,吊装作业等“培育场景”正待政策助力以释放潜力。在此产业格局中,边疆及特殊复杂地形地区的无人机货运,以其需求高度紧迫而技术供给相对不足的鲜明特征,已成为一个具备特殊战略价值的“战略场景”。它不仅是解决高原、海岛、戈壁等传统物流盲区民生保障与应急响应的关键手段,更是支撑国防安全、强化边疆治理、并牵引无人机工业体系面向极端环境进行技术攻关与产业升级的核心试验场。抢占这一场景,意味着在新一轮大国博弈与产业革命中,掌握从技术标准、数据资源到地缘影响力的关键主动权,其成败直接关系到我国能否将低空经济的先发优势转化为持久的战略优势。因此,在低空经济应用场景的培育和开放过程中,应将其置于优先突破和重点布局的位置。

## 边疆无人机货运:必须抢占的战略高地

行业分类是低空经济场景在国民经济体系中的关键锚点。根据国家发改委相关分类,低空运营分为生产作业、公共服务、低空运输、低空消费和其他。其中,面向边疆及复杂地形的无人机货运,因需求迫切且兼具重大经济、社会与安全意义,已成为关系产业制高点与国际竞争焦点的战略场景。

为科学评估不同场景的战略优先级,可借鉴中国航空学会的“低空经济场景价值矩阵模型”,该模型根据供给侧成熟度与需求侧成长度两个维度,将场景划分为四个象限:

### (一)明星场景

明星场景是指高供给高需求场景,为当前发展主力。此类场景技术成熟,市场明确,商业模式清晰,已具备规模化扩张条件。

### (二)培育场景

培育场景是指高供给中低需求场景,此类场景技术可行但市场规模有待扩大,需政策引导释放潜力,持续进行生态培育。

### (三)观察场景

观察场景是指低供给中低需求场景,此类场景在技术与市场两方面均不成熟,风险较高,需持续跟踪技术演进与需求变化。

### (四)战略场景

战略场景是指低供给高需求,关乎未来竞争格局。此类场景市场需求明确而迫切,但政策、基础设施、核心技术等供给严重不足。其发展决定未来产业主导权与国际竞争地位。边疆复杂地形无人机货运正是此类典型代表,必须从国家战略层面予以优先布局和强力推动。

## 现状分析:挑战与机遇并存

边疆及复杂地形地区因其特殊的地理和战略位置,对无人机货运提出了多元且迫切的现实需求,同时也暴露出现有物流体系的结构性短板。

### (一)多元且迫切的物流需求凸显供给缺口

边疆地区的物资保障需求主要集中在四大领域。

一是民生物资需求。特殊地区民用运输刚性需求突出。全国450个有人居住海岛中,仅不足90个可实现每日班轮补给;高原牧区约1.17万个牧民居住点,涉及460万人口,平均海拔3800米,冬季道路中断长达78天。上述区域总计约700万人口,年生活物资需求百万吨以上,传统运输损耗率达5%至8%。

二是公共应急服务需求。灾害导致道路中断频发,2024年全国因自然灾害道路中断达1.2万处。无人机响应快、机动性强,能实现快速侦察与物资投送,已被纳入国家应急物资保障规划装备目录。

三是抵边邮政物资配送需求。保障边境地区通邮是国家主权与公共服务均等化的体现。全国4193个抵边自然村中,仍有486个未实现每周3次以上投递。传统邮政依赖公路,邮寄周期长达7至10天。

四是军事物资配送需求。边防补给与应急响应时效性、可靠性要求极高。全军高原、海岛等小散远点约2600个,2023年因灾害交通中断累计达1.9万点次。直升机空投成本高达约28元每公里。无人机点对点精准投送可大幅缩短时间,降低成本与风险。

(二)现有物流体系在特殊复杂地区面临结构性失灵

尽管我国已建成世界最大规模交通基础设施网络,2024年社会物流总费用与GDP比率降至14.1%,但在边疆特殊地形区域存在明显短板。

一是通达性低,网络存在断点。高原冻土、长期封山年均超6个月,海岛受潮汐台风影响,导致物流网络名义覆盖,实际断联。

二是成本高,难以形成规模效应。地广人稀导致运输工具装载率低,空驶率高。极端环境增高基建与维护成本。

三是服务水平低,应急能力弱。复杂地形配送时效慢于发达地区,且缺乏备用通道与节点。

### (三)无人货运提供兼具成本与效率优势的新方案

面对传统运输方式的高成本瓶颈,无人机货运展现出革命性优势。

一是基础设施成本呈现降维优势。无人机基础设施如垂直起降平台等遵循轻量化、模块化设计,初始投资成本相比传统模式具有几十至上百倍的优势。

二是综合运营成本效益显著。无人货运综合吨公里成本在极端环境下较传统方式具备2至3倍的成本优势。

三是时效性与灵活性无与伦比。无人机能够满足特殊复杂地形小件、高频、高时效的补给需求。

### (四)发展边疆无人货运具有超越物流的战略意义

在百年变局与大国博弈背景下,保障边疆与特殊地形地区的物资需求,已超越单纯的交通或经济问题,成为融合安全、发展与治理的综合战略工程,是突破地理围堵,抢占技术高地,强化国土控制力的关键举措。在经济层面,能够激发区域潜力,服务国家战略布

局;在社会治理层面,可促进边疆治理,维护国家统一稳定。在军事与安全领域,其战略价值更为突出,能巩固国防前哨,提升战略自主性。加快低空物流等新型基础设施布局,构建“平战一体、军民融合、立体高效”的边疆物流体系,可为国家长远安全与发展提供坚实支撑。

## 核心瓶颈:政策与投入待加强

当前,推动这一战略场景落地,主要面临管理体系尚不完善、政策支持有待健全、基础投入相对不足三方面挑战。

### (一)管理体系有待优化,影响创新效率

当前,权责清晰、协同高效的新型监管体系仍在构建中。现有管理框架存在多头管理、标准不一、协调不畅等情况。由于国家层面主导部门及相关部委权责边界有待进一步明确,企业在运营资质、空域使用等关键环节面临多重审批与较长协调周期。例如,某央企吨级无人机跨海运输测试,其实际飞行时间仅数小时,但跨部门审批流程耗时长达半年,严重制约了创新效率。

### (二)政策支持体系需加强,装备供给能力待提升

目前,针对极端环境无人机装备出台系统性专项产业政策与研发引导规划尚未完全建立。相关产品研发主要以企业自发投入为主,国家对特殊环境适应性技术的重点攻关布局与专项标准体系仍有加强空间。这使得现有无人机产品难以适应边疆的低温、低压、强风、腐蚀等严苛条件,在动力电池、抗腐蚀材料等关键技术存在明显短板,导致适用场景与可用装备之间尚不匹配。

### (三)基础投入需加大,产业发展待培育

目前,由国家牵头组织的综合应用试点区域相对缺乏,对关键基础设施进行前瞻性公共投入亦有不足。由于缺乏国家主导的综合性试点区域,使得空域管理改革、军民融合机制等制度创新难以找到实践载体。同时,针对起降场网、通信监控网等新型基础设施的规划与建设缺乏标准和投入仍显不足,目前主要依靠企业自发建设。这类设施公共属性强,完全由企业

承担会导致建设缓慢、标准不一,难以形成支撑产业规模化发展的基础生态。

## 对策建议:国家统筹,重点突破

为破解上述瓶颈,建议将边疆复杂地形无人机货运体系提升至国家战略安全与边疆发展能力建设的高度,在“十五五”时期进行超前布局与重点投入,从以下三方面协同推进:

### (一)构建新型管理体制与运行机制

针对监管空白问题,建议由国家层面主导构建新型监管范式。明确无人机货运的行业主管部门,全面负责产业发展规划与安全监管。由国家层面权威机构牵头,正式界定相关部门在无人机低空物流链条中的具体职责与权力清单。同时加快启动针对特殊场景的配套规章研究,优先制定复杂地形无人机物流的运营安全标准、装备适航审定标准等,为产业发展提供制度保障。

### (二)实施专项攻关与产业政策支持

针对关键技术瓶颈,建议发挥新型举国体制优势。在国家重点研发计划中设立“复杂环境无人物流系统关键技术攻关与装备研制”专项。聚焦高原极寒环境动力电池续航、耐腐蚀轻质材料、复杂气象自主飞行控制等关键技术瓶颈,组织产学研用联合体进行集中攻关。建立国家级无人机特殊环境测试验证中心,并建立针对特种无人机的适航审定能力与简化程序。

### (三)谋划试点区域并超前布局基础设施

针对试点缺失与设施薄弱问题,建议政府主动作为。选择战略意义突出、需求迫切的典型边疆地区设立低空物流体系建设与边疆治理创新综合试验区。在试验区内授权进行空域使用管理优化、军民共建共享机制探索等系统制度创新。将服务于边疆战略物流的标准化起降场、区域性监控中心、通信导航增强基站等,明确界定为新型基础设施和边疆公共服务设施。通过中央预算内投资、地方政府专项债等多种渠道提供稳定建设资金,由国家主导统一规划与标准建设。

(作者单位:中国国际经济咨询有限公司低空经济研究中心)