“公路+低空经济”融合发展模式与产业机制探析

汤伟星[1] 杜亚娜[2]
1. 山东省交通运输厅 山东 济南 250000
2. 山东省菏泽市公路事业发展中心 山东 菏泽 274000

摘 要：低空经济是新质生产力的一种典型形式，目前正对区域经济发展起明显的促进作用，而公路交通在整体立体交通中处于基础地位，具有空间广、节点多、产业联结强的基本优势。就交通强国及低空经济良性发展现状而言，“公路+低空经济”融合发展的思路有其逻辑根据和现实意义，将空间协同、功能互补、产业联动三者纳入融合框架，按治理协同、要素流动、市场成熟、安全可控四方面来设计产业运行机制，为交通设施同低空经济结合、为现代产业发展作贡献提出理论与实践参考。

关键词：公路交通；低空经济；融合发展；产业机制；新质生产力

引言

现在我国对现代化综合立体交通的发展正大力度推进，低空经济所依托的空域及技术革新构成战略性新兴产业的潜力巨大。公路运输是城乡、各枢纽之间地面联系的基本方式，其基础设施体系较为完备，产业配套及管理手段亦成熟，与低空经济在发展空间、功能及产业形态上正好有自然互补的机会。目前公路与低空经济结合的实践尚属起步状态，有关的空间安排、设施配合、产业协作、要素流动都未完全打通，融合效率因而受到限制。要统筹“公路+低空经济”类融合发展思路及产业方案，既切合交通—产业协同发展的实际需要，又对交通建设转型、对低空经济成长具有重要意义。

1“公路 + 低空经济”融合发展的内在逻辑与现实价值

“公路+低空经济”融合发展理解为按功能互补、产业关联、资源统一思路来协同，其基本逻辑是有关基础设施及产业、政策诸项目标的紧密结合，实际意义在于交通改善、产业发展、区域服务效益之中。

1.1 融合发展的内在逻辑

就基础设施本身来说，公路网络同低空经济所依赖的设施有天然的衔接优势。公路沿线所设的收费站、服务区或物流点、养护设施都可作低空飞行的起降平台、动力补给站或维修基地，而低空航线正好能将公路未覆盖的山区、水面等区域纳入运输体系，由此促成地面与空中运输的互为补充、联合运行。从产业生态的角度说，公路运输及低空运输都是物流的一部分，前者适合处理大件、远途货物，后者偏重于快时、小量或终端配送，二者对产业链的需要相辅而行，是现代物流体系的共同构成要素。就政策目标而言，交通强国要发展立体的、综合性的交通格局，低空经济着力把空域用好、让产业创新成长起来，所追求的效率和新质生产力一致，政策上契合度高，融合前景可期。

1.2 融合发展的现实价值

促进交通基础设施的转型。就现有公路来说，所依据的运输形式是地面的，一般只做单项用途，如能融合多种功能便可以将节点变为综合枢纽，使公路本身成为多用途的服务系统，从而更有效地利用设施资源。

发展低空经济增长的新动力。目前公路网络所及区域是低空应用的很大一片天地，沿线各种节点有助于组织物流、安排救援或做巡检观察（都属低空业务），因而可以将低空经济做好、做大，又可促进有关产业兴起，增加新的增长点。

以公路促进区域协调。城乡之间、各区域都靠公路来沟通，低空经济如能利用现有公路作基础，便可以扩大服务范围，使偏僻地方获得便利交通、顺畅物流，减少发展差距。

重视对综合运输的效率及安全改进。公路同低空运输配合是优势互济的做法，利用空地联合观察来改善道路巡查状况、提高所用空域的安全性。

2“公路 + 低空经济”融合发展模式构建

基于两者的内在逻辑与现实需求，“公路+低空经济”融合发展需围绕空间布局、功能定位、产业场景三个核心维度，构建适配不同区域、不同需求的融合模式，形成层次分明、协同互补的发展格局。

2.1 空间协同：构建空地一体化基础设施网络

空间协同应作为融合发展的起点，其要点是把公路和低空两种经济所涉的基础设施按空间来统一考虑，使空地之间有相应的联系网络。

采用节点融合的方式。把公路所经之地的各种节点（服务区、收费站、养护点或物流园）作为基础来安排低空起降物、能源供应及维修保障之类设施，使公路节点同时具有地表交通和低空服务的功能，由此达到公路、低空两种运输的自然衔接目的。

轴线联动的做法。把公路干线当作轴线来考虑，同时对低空航线做相应安排，使公路、低空都成为运输走廊。对于主干道所经的核心城市有低空快递类航线配合，用空地方式达成同城物流目标；对公路难以抵达的山区要布设低空巡检航线，将地面查勘的遗漏部分予以补充，交通运维因而更有效率[1]。

统筹考虑网络覆盖。将公路系统同低空航线配合起来，设计城乡一体、能连枢纽的空地运输方式。把公路枢纽当作基本节点，用低空航线来作补充，对市区及所属各县级、乡镇作全面考虑。

2.2 功能互补：打造多场景融合服务体系

以功能互补作为融合发展的基本点，按公路和低空运输各自的特点来考虑物流、应急、巡检或文旅诸项用途，建立统一又分化的服务体系。

物流融合模式。以公路干线运输配合低空末端配送来组织物流。让公路物流枢纽处理主要物资及远距离运输，用无人机或电动垂直起降设备作小量、即时性配送，把原来最后一公里中时间慢、费用多的困难予以缓解或根本克服。

公路应急融合方式。将公路应急保障同低空快速手段结合运用。以公路所具有的高通行效率来组织地面运输（人员或物资）；用低空飞行物完成对灾情的查证、对物品的定点投放、对伤者及时转移诸项工作，由此使应急救援在时间上、空间上都更为精确、迅速。

巡检融合方式。将公路地面巡检同低空空中巡检一体化考虑。就公路有关设施及空域使用安全而论，把地面巡检力量、低空无人机和智能装置加以配合，用来对桥梁、隧道、路基或低空航线做较完整的实时监控。

发展文旅融合思路。把公路自驾和低空观光两者结合为文旅项目。以公路所经的生态或历史资源为基础，安排相应低空航线，使地面游历同高空观赏形成互补关系。

2.3 产业联动：构建协同共生的产业生态

以产业联动来带动融合发展，把公路产业同低空经济所涉的链条联系起来，使有关企业配合运作，形成技术共用、资源互济、生态一致的格局。

以产业链协同考虑公路与低空装备的发展。将公路装备制造同低空装备制造纳入融合创新的思路。有关智能设备或动力、构造的设计经验在公路装备制造中已有较多运用，对无人机及电动垂直起降飞行器来说是可用资源；而低空装备所用的智能、轻型技术亦能帮助公路装备的进步。

供应链融合方式。把公路物流和低空物流都纳入一体化的供应链考虑。相关公路及低空企业配合运作（在仓储、运输乃至配送上），以整体形式完成对各阶段的供应链服务设计。

以创新链思路来考虑公路及低空经济的结合。将大学、研究单位、企业所涉的创新力量作一协调，集中于智能交通或空域运用、新能源装置等一类课题，努力把成果用于实际、转化为效益[2]。

3“公路 + 低空经济”融合的产业机制优化

产业机制是保障融合发展模式落地的核心支撑，围绕协同治理、要素流通、市场培育、安全保障四大关键环节，构建适配融合发展的制度体系与运行机制，破解融合发展中的体制机制障碍。

3.1 协同治理机制：破解跨部门跨区域治理壁垒

融合发展由交通运输、民航、工信及发改诸部门共同实施，牵涉到各区域之间利益的配合，设立跨部门、跨区划的协作制度，探索治理条理且运行高效的模式。

设立跨部门协同治理机制。以交通运输部门为起点，将民航、工信及发改、公安诸项职能纳入考虑，成立有关公路与低空经济融合发展的领导小组，对整体规划、政策、技术标准做统一设计，同时处理空域、建设、监管所涉的多头问题。

对跨区域的治理作适当完善。就公路与低空航线所涉的跨区问题而言，设立有关区域协作的治理方式，利用协议或联席会议等形式把各区域联系起来，做到规划一致、政策统一、执法相同，规避不同地区有重复投资或政策上的矛盾。

建立完善的政策协同机制。对公路及低空经济所涉政策作归纳整理，提出融合发展方面的具体政策，把有关目标、任务和扶持办法列出清单，促使公路设计、低空经济设计彼此配合，让融合思路进入各层次国土、交通、产业的规划之中，使各类规划得到实际落实。

3.2 要素流通机制：打通资源要素配置堵点

要素流通作为融合发展的基本动力，对所涉土地、空域及资本、技术做疏通处理，探索各要素有高效配置与自由流动的模式。

空域要素市场化配置。对空域管理作较彻底的改革，把低空空域按类别、分层次加以整理，对公路附近所涉低空空域提出标准及使用要求，设立空域资源市场化安排方式，以有偿利用或动态调节为手段来改善空域

状况，满足公路沿线低空航线的现实需要。

建立有关土地要素协同保障制度。对公路及低空经济所用的土地作一并考虑，把低空设施用地列入公路建设的预留用地内容，让起降装置、能源补充点一类的设施有用地上的归属，用地手续要简便，融合发展的用地需求由此得到满足。

积极考虑多种资本要素投入。按政府引导、市场主导思路来安排资本的使用，设立促进融合发展的基金，把基建、技术及产业都纳入资助范围；以社会资本为视角，借助 PPP 对公路+低空经济做联合开发，使融资更易行、所涉风险最小化。

设立技术协同创新的制度。把技术共享作为思路，对公路及低空经济所涉技术作统筹考虑、加以转化，制定有关产权和利益的规则，鼓励企业或研究单位协作攻关，加快对重点技术的开发及实际运用[3]。

3.3 市场培育机制：激发市场主体活力与消费潜力

市场培育思路作为融合发展的长期动力，重视对主体、对场景、对消费的带动作用，把市场培育当作系统性任务来抓，促成公平而有活力的市场状态。

建立市场主体培育制度。对公路运输及低空经济两类企业作跨界考虑，把兼并、联合或战略合作纳入促进发展的思路，设法形成若干空地结合型的大企业；注意扶持中小微融合企业的发展，利用减税、财政补助、资金便利等办法来缓解其困难，使主体在运行中更具效率、更易取得成功。

重视应用场景的拓展。把物流、应急、巡检及文旅作为重点来考虑，组建若干能复制、能推广的融合应用实例，利用政府购买或试点办法促进场景的大范围使用；对已有的应用做动态管理，按市场及技术现状适时加以补充、调整，用多种方式解决所遇问题，使各类人群得到相应满足。

着力发展消费需求的激活机制。把融合服务所涉产品作好宣传、推广，利用各种媒介介绍公路和低空经济结合的服务内容，使社会对其有较清楚认识并乐于采用；在服务定价上做适当安排，以企业获利与用户负担为平衡点，设计多种服务形式来适应消费需要；将消费者权益纳入制度考虑范围，按标准办事、按规则运行，用实际保障促进消费、消除疑虑。

3.4 安全保障机制：筑牢融合发展安全底线

实现融合发展，安全是基本前提，设立有关基础设施、飞行、信息的整套保障制度，使所涉各环节都安全、可控制。

重视有关基础设施安全管控。对公路及低空经济所涉各类设施做安全上可行的设计和施工安排，把基础设施安全纳入统一标准，规定公路节点上低空起降点或能源补给装置的使用要求；设立定期检查、维护制度，对隐患予以早期发现、及时处理，使设施保持良好状态。

飞行运行安全监管制度。把低空飞行的安全纳入监管范围，用空地结合的方式设立飞行监控系统，做到对低空飞行物的即时跟踪、合理调配及风险提示；对飞行人员做较完整的资质规定，对飞行申请予以严格审核，对飞行操作作必要规范；按预案处理紧急状况，制定各类事故应对办法，有计划地做应急训练，提高应急反应效率。

加强数据安全保障管控。按目前融合发展的情况看，公路及低空经济要运用大量数据，应着手建立数据安全制度，把数据采集、保存、传送、利用诸项环节都纳入管理范围，注意对隐私作保护、对数据作控制，避免出现泄漏或被恶意改动的情形，以保安全。

4 结论

“公路+低空经济”融合发展对交通基础设施的升级、对低空经济增长、对现代综合立体交通的形成来说都是重要的促进因素，所依据的内在逻辑是基础设施、产业形态及政策目标三者高度一致的状态，其现实意义可归入交通改进、产业发展和区域协调诸项成果之中。按空间协同、功能互补、产业联动思路来设计融合方案，从协同治理、资源流动、市场培育、安全制度四方面加以机制保障，处理好融合发展时的体制困难，使融合产生实际可见的效益。就目前政策走向、技术进步、产业成长的趋势而论，“公路+低空经济”融合正在或即将进入深化、扩展期，是交通强国和低空经济取得突破的关键性力量。

参考文献

[1] 交通运输部科学研究院. 综合立体交通网融合发展路径研究[J]. 交通运输研究, 2024, 10(2): 15-22.

[2] 国家发展改革委综合运输研究所. 交通强国建设背景下公路产业升级路径研究[J]. 经济研究参考, 2023, (45): 45-53.

[3]李文艳.浅析低空经济背景下的无人机物流配送模式[J].中国航务周刊.2025,(31).84-86.