

低空经济背景下县域即时物流发展策略研究

——以浙江省苍南县为例

胡思捷

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2026年1月12日; 录用日期: 2026年1月23日; 发布日期: 2026年2月13日

摘要

在低空经济被纳入国家战略性新兴产业规划的宏观背景下, 县域物流体系正经历从传统平面运输向立体化、智能化网络转型的关键变革期。低空经济凭借其高时效、低成本、广覆盖的独特优势, 为解决县域农村电商“最后一公里”配送难题及高附加值农产品上行瓶颈提供了全新的技术路径。本文立足于浙江省苍南县“十五五”综合交通运输发展的现实基础, 结合轴辐式网络理论与低空经济产业特性, 深入分析了低空物流在促进县域物流服务均等化、提升生鲜供应链价值及催生即时零售新业态等方面的战略意义。针对当前基础设施成网率低、商业应用场景单一、运营保障机制不完善等现实制约, 本文依据苍南县“1+5+N”低空发展规划, 提出了夯实空地一体化基础设施底座、创新“B2B+B2C+公共服务”多元化商业场景、构建低空物联网管控体系及探索“政府引导+市场主导”运营机制等发展策略, 以期同类地形复杂的县域地区构建低空即时物流网络提供理论参考与实践范式。

关键词

低空经济, 县域物流, 即时配送, 商业模式

Research on Development Strategies of Instant Logistics in County Areas under the Background of Low-Altitude Economy

—A Case Study of Cangnan County, Zhejiang Province

Sijie Hu

School of Management, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: January 12, 2026; accepted: January 23, 2026; published: February 13, 2026

Abstract

Under the macro background of the low-altitude economy being included in the national strategic emerging industry planning, the county-level logistics system is undergoing a critical transformation from traditional planar transportation to a three-dimensional and intelligent network. With its unique advantages of high timeliness, low cost, and wide coverage, the low-altitude economy provides a new technological path for solving the “last mile” distribution problem of rural e-commerce and the bottleneck of high-value-added agricultural products moving upward. Based on the reality of the comprehensive transportation development of Cangnan County, Zhejiang Province in the “15th Five-Year Plan”, combined with the Hub-and-Spoke network theory and the industrial characteristics of the low-altitude economy, this paper deeply analyzes the strategic significance of low-altitude logistics in promoting the equalization of logistics services in counties, enhancing the value of the fresh food supply chain, and giving birth to new formats of instant retail. In view of the current practical constraints such as low infrastructure networking rate, single commercial application scenarios, and imperfect operation guarantee mechanisms, this paper, based on the “1 + 5 + N” low-altitude development plan of Cangnan County, proposes development strategies such as consolidating the foundation of air-ground integrated infrastructure, innovating diversified commercial scenarios of “B2B + B2C + Public Services”, building a low-altitude intelligent network control system, and exploring the operation mechanism of “government guidance + market dominance”. It aims to provide theoretical references and practical paradigms for the construction of low-altitude instant logistics networks in county areas with similar complex terrains.

Keywords

Low-Altitude Economy, County Logistics, Instant Delivery, Business Model

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着全球新一轮科技革命和产业变革的深入发展，以航空航天技术、新一代信息技术为核心的低空经济正逐渐成为全球竞逐的战略性新兴产业。2024 年，“低空经济”首次被写入国务院《政府工作报告》，报告明确提出要“积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎”，标志着低空经济的发展正式上升为国家战略，成为推动经济高质量发展的新质生产力代表。作为一种依托低空空域资源，以各种有人驾驶和无人驾驶航空器的低空飞行活动为牵引，辐射带动相关领域融合发展的综合性经济形态，低空经济具有产业链条长、辐射面广、成长性强等显著特点，被视为继数字经济之后的又一万亿级蓝海市场[1]。在这一宏观背景下，如何利用低空经济的技术优势赋能传统产业转型升级，特别是在物流运输领域实现“换道超车”，已成为学术界和产业界共同关注的热点课题。

县域作为连接城市与乡村的关键节点，是发展农村电商、促进乡村振兴的主战场。近年来，随着数字乡村建设的全面推进，据商务部大数据显示，近年来我国农村网络零售额持续高速增长，2023 年已达 2.49 万亿元，此外 2024、2025 年分别同比增长 6.4%、6.7%，展现出巨大的消费潜力和市场活力。然而，与庞大的市场需求相比，县域物流体系仍存在突出的短板，成为制约农村电商高质量发展的“卡脖子”环节。受限于县域地形地貌复杂、居住分散以及交通末端通达性不足等客观因素，传统县域物流普遍面

临“最后一公里”配送成本高企、时效性差以及服务半径受限等结构性痛点。蒋传义(2025)指出,农村物流基础设施薄弱、运力资源整合不足、信息化水平偏低,导致农村电商物流成本居高不下,严重制约了“工业品下行”和“农产品上行”的双向流通[2]。特别是在我国广大的山区和海岛地区,传统地面交通受限于蜿蜒曲折的道路条件,运输效率低下。傅丽君(2025)以浙江省龙泉市为例的研究表明,在山区场景下,地面配送不仅耗时长,且难以满足高附加值生鲜农产品对时效的极致需求,导致农产品“运不出、卖不上价”,严重阻碍了农民增收和产业升级[3]。

在此背景下,以无人机为载体的低空即时物流展现出巨大的应用潜力,为破解县域物流痛点提供了全新的技术路径。相比传统陆运,低空物流突破了地面交通网的二维平面限制,利用低空空域构建三维立体运输网络,具有“直线飞行、无视地形、调度灵活”的显著优势[4]。戚鹤亭等(2025)认为,无人机配送能够有效解决传统物流覆盖不足的问题,特别是在小批量、高频次、高时效的末端配送场景中,具备显著的成本效益和效率优势[5]。例如,在医疗急救、生鲜冷链等特殊场景下,无人机能够将小时级的运输时间缩短至分钟级,极大提升了物流响应速度和服务质量,这对于提升县域公共服务水平和生鲜电商竞争力具有重要意义[6]。此外,随着5G-A通感一体化、人工智能及电池技术的进步,大载重、长航时eVTOL(电动垂直起降飞行器)的出现,进一步拓展了低空物流的商业应用边界,使其从单纯的末端配送向支线物流运输延伸,为构建“干支末”一体化的低空物流网络提供了技术可能[7]。

然而,尽管低空物流前景广阔,但其在县域层面的落地推广仍面临诸多挑战。现有研究多集中于技术实现、空域算法优化或单一城市的试点分析,缺乏基于县域全域视角的系统性规划与商业模式研究。李梅(2025)在对德州县域经济的研究中指出,县域发展低空经济需警惕基础设施分布失衡、产业链协同不足及应用场景拓展缓慢等问题,强调要因地制宜探索差异化路径[8]。乔善芃(2024)通过法库财湖通用机场的案例也提出,县域应依托本地资源禀赋,加强多方主体合作,构建完善的低空经济生态圈[9]。对于大多数县域而言,如何在基础设施尚未成网、空域管理尚显滞后、商业闭环尚未形成的起步阶段,构建一套可复制、可推广的县域低空物流发展模式,是当前亟待解决的现实问题。

浙江省苍南县作为典型的沿海山区县,集聚了丰富的海洋渔业资源和山海旅游资源,同时也面临着海岛物资补给难、山区物流时效差的现实困境,其物流痛点具有极强的代表性。在苍南县“十五五”综合交通运输发展规划中,政府前瞻性地提出了“1+5+N”的低空基础设施布局,旨在打造浙南闽东低空经济发展高地。这一规划不仅是对国家战略的积极响应,也为研究低空经济视域下县域物流网络的构建提供了绝佳的实证样本。本文将以苍南县为例,运用轴辐式网络(Hub-and-Spoke)构建理论[7],深入剖析县域低空即时物流网络的构建路径。不同于以往仅关注技术或政策的单一视角,本文将结合苍南县具体的项目规划数据,重点探讨如何通过基础设施的“硬联通”与商业模式的“软创新”相结合,构建“政府引导+市场主导”的可持续发展机制。研究旨在回答两个核心问题:一是如何科学布局空地一体化的物流基础设施以破解地理制约?二是如何挖掘具有本地特色的商业场景以实现低空物流的自我造血?通过对这两个问题的回答,以期为我国同类地形复杂的县域地区发展低空经济提供理论参考与实践范式。

2. 低空经济视域下县域即时物流发展意义

2.1. 突破地理空间限制,推进城乡物流服务均等化

长期以来,县域物流存在显著的城乡二元结构特征。苍南县西部山区及东部沿海岛屿(如南关岛)受地理环境阻隔,交通通达性较差,传统车船运输不仅耗时长,且受天气和班次限制严重,导致偏远地区的物流服务成本远高于城区,服务频次和质量难以保障。低空物流利用无人机“直线飞行、无视地形”的空中优势,能够建立起覆盖全域的立体化运输网络。研究表明,在复杂地形条件下,无人机配送能够将

运输效率提升 60% 以上，同时大幅降低边际运输成本[7]。这不仅能够解决海岛物资补给和山区快递进村的难题，更能从根本上填补传统物流服务的盲区，实现城乡居民享受同等物流服务体验的目标，促进社会公共服务的普惠共享。

2.2. 重塑生鲜供应链体系，提升县域富民产业价值

苍南县拥有丰富的海洋渔业资源，炎亭、石砰等渔港盛产梭子蟹、大黄鱼等高附加值海鲜。在传统电商物流模式下，海鲜产品需经过“渔港 - 货车 - 分拨中心 - 干线运输”的多级中转，陆运时间长且易受交通拥堵影响，导致产品损耗率高、存活率低，难以满足高端市场对“鲜活”的极致追求[10]。低空即时物流的引入，构建了“产地直发”的空中快速通道。通过大载重物流无人机，可将刚上岸的海鲜在 30 分钟内点对点运抵高铁站或高速物流节点，对接干线冷链物流。这种模式极大地缩短了供应链首端时长，通过技术赋能实现了“以快提质、以质增效”，显著提升了农特产品的市场溢价能力，为县域富民产业开辟了新的增长空间。

2.3. 催生即时零售新业态，激发县域消费市场活力

随着消费升级和数字生活方式的普及，消费者对物流配送的时效性要求已从“次日达”升级为“小时达”甚至“分钟达”。低空经济与电商的融合，催生了以“空中外卖”、“即时闪送”为代表的即时零售新业态。在苍南银泰城、水产城等核心商圈，利用无人机配送可以有效规避地面高峰期的交通拥堵，将服务半径从周边的 3 公里扩展至 10 公里以上，覆盖玉苍山景区、炎亭金沙滩等旅游热点区域。这不仅丰富了消费者的购物体验，激发了文旅消费潜力，也为传统商贸服务业的数字化转型提供了新的流量入口和增长点。

3. 苍南县低空物流发展现实基础

3.1. 综合交通基础与物流节点现状

苍南县地处浙南闽东交界，是温州大都市区南翼的综合交通枢纽，经过“十四五”时期的发展，苍南已基本形成了以高速铁路为骨干、高速公路为支撑的综合交通网络，全县公路网结构不断完善，高速公路和国道通达性显著提升，苍南高铁站作为区域客运枢纽，日经停列车数量居全国县级站前列，具备了发展“空铁联运”的良好地面基础。同时，苍南物流园等物流节点已投入运营，快递物流体系已覆盖主要乡镇，但村级末端网点特别是山区海岛的网点布局仍显薄弱，尚未形成高效的县乡村三级物流闭环，这为低空物流的介入提供了市场空间和硬件接口。

3.2. 空域资源与政策环境优势

空域资源是发展低空经济的核心要素，苍南县低空空域条件优越，已成功获批 W 类(空域及航线)和 G 类(低空空域)资源，这为开展常态化的低空物流飞行提供了合法的空间载体。政策层面，苍南县积极响应国家及省市低空经济发展战略，将低空经济作为培育新质生产力的重要抓手，相关部门已着手编制低空空域航路航线规划，并出台了一系列指导意见，旨在通过政策引导和资源倾斜，抢占低空经济发展先机。这种“空域获批 + 政策先行”的组合优势，是苍南区别于周边县市的核心竞争力。

3.3. 初期应用探索与场景资源禀赋

虽然大规模商业化物流尚未铺开，但苍南县在低空应用领域已积累了宝贵的初期经验。目前，全县已建成政务无人机平台，在城市管理、交通巡查、环境监测等领域实现了常态化飞行，积累了大量飞行数据和空域管理经验，为后续物流航线的开辟提供了数据支撑。在场景资源方面，苍南拥有 168 黄金海

岸线、玉苍山国家森林公园等丰富的文旅资源，以及炎亭、石砰等国家级中心渔港，这些高价值的“山海”资源与特色产业，天然构成了低空物流的高频应用场景，解决了“有飞机没货运”的行业痛点。

4. 苍南县低空即时物流发展的主要挑战

4.1. 基础设施尚未成网，节点衔接不畅

尽管已经具备一定的基础，但苍南县低空基础设施建设仍处于起步阶段，尚未形成高效互联的系统网络。目前全县尚未建成具备物流中转功能的通用机场或大型起降枢纽，现有的起降点多为临时性或功能单一的政务用途，缺乏基于“轴辐式”理论的系统性连接，导致航线规划碎片化，无法发挥规模效应。特别是核心物流园区(如苍南物流园)与规划中的低空网络之间在物理空间和作业流程上尚未实现无缝衔接，货物在“空-地”转运环节仍存在断点，增加了中转成本和时间损耗。

4.2. 商业应用场景单一，缺乏可持续盈利模式

目前，苍南县的低空应用主要集中在政府购买服务的政务巡查和少量的文旅观光领域，高频次、高价值的商业物流应用尚未形成规模。参照德州等地的经验，如果缺乏稳定的商业订单流(如快递、外卖、医疗标本)，仅靠政府补贴难以覆盖低空物流高昂的设备折旧、能源消耗及人力维护成本。目前，针对 B2B 海鲜冷链、B2C 即时零售等核心商业场景的开发尚处于概念验证阶段，缺乏成熟的商业闭环和盈利模型，社会资本投入的积极性有待进一步激发。

4.3. 产业链协同不足与专业人才缺口

低空物流的规模化运营对安全监管、空域调度及专业人才提出了极高要求。虽然有引进龙头的计划，但目前本地缺乏具有影响力的无人机制造、运营及维修企业，低空经济产业链尚不完整。同时，低空经济作为新兴产业，面临严重的专业人才短缺问题。无人机操控员、航线规划师及航空器维修工程师等技术人才的匮乏，是制约行业发展的关键瓶颈。苍南县本地缺乏相关的专业培训机构和人才储备，难以支撑未来低空物流网络的常态化高效运行。

5. 低空经济背景下苍南县即时物流发展策略

5.1. 基于轴辐式理论的物流网络构建与仿真分析

5.1.1. “1+5+N”基础设施空间布局

依据苍南县“十五五”规划，构建层级分明的轴辐式(Hub-and-Spoke)低空物流网络体系，以解决当前节点衔接不畅的痛点。一是打造一级核心枢纽(Hub)。重点推进投资 5 亿元的石塘低空综合枢纽建设(位于赤溪镇石塘村)。作为全网核心与对外交互口岸，该枢纽将引入自动化分拣系统，预留大型货运无人机起降接口，实现与外部干线物流的高效吞吐。二是建设二级分拨中心(Spoke)。依托投资 2 亿元的宜山低空物流中心及峰飞航空科技总装交付中心(4.5 亿元)，负责区域内的集散分拨与技术保障。三是织密三级末端节点(Node)。落实规划中的 45 个 eVTOL 起降点，重点覆盖南关岛、玉苍山景区及各乡镇快递网点，打通“最后一公里”毛细血管。

5.1.2. 航线网络效能仿真

为验证规划网络的有效性，本文采用 GIS 地理信息技术，结合苍南县数字地形模型(DEM)，选取两条典型应用场景下的低空航线进行空地运输效能对比仿真。参考峰飞凯瑞鸥机型参数，设定物流无人机巡航速度为 100 km/h，同时，考虑山区道路蜿蜒系数 0.6 及拥堵耗时，将地面运输平均速度设定为 30 km/h。

(1) 场景一：海鲜急送(炎亭渔港 - 苍南高铁站)

- 地面路径：经由灵炎线、灵溪支线，路程约 28.5 km。受早晚高峰及城镇化道路红绿灯影响，仿真作业时间约 55 分钟，海鲜存活率面临挑战。
- 低空航线：沿规划空域直线飞行，航程约 18.2 km。计入起降及装卸时间，总耗时约 18 分钟。
- 仿真结果：低空物流响应效率提升 67.3%，有效解决了高附加值海鲜的“抢鲜”难题，不仅大幅提升了时效，更将海鲜存活率从 90% 理论提升至 99%。

(2) 场景二：海岛补给(赤溪镇 - 南关岛)

- 传统路径：依赖“车 + 船”联运，受潮汐、班次及天气限制极大，单次补给平均周期在 80 分钟以上。
- 低空航线：跨海直线飞行距离仅 7.5 km，单程飞行时间约 8 分钟。
- 仿真结果：效率提升 90%，且实现了全天候、非接触式的物资保障，网络覆盖率在海岛区域实现质的突破。

5.2. 创新“B2B + B2C + 公共服务”多元场景，打造差异化商业模式

商业模式的创新是低空物流实现自我造血的关键。结合苍南产业特色与规划方向，本研究重点对 B2B 海鲜冷链专线与 B2C 即时零售模式进行盈亏平衡点(BEP)分析，以验证其商业可行性。

5.2.1. 盈亏平衡点分析

盈亏平衡点(Break Even Point, 简称 BEP)，指全部销售收入等于全部成本时(销售收入线与总成本线的交点)的产量。以盈亏平衡点的界限，当销售收入高于盈亏平衡点时企业盈利，反之则亏损。为初步验证两条专线的商业可行性，本文将经典 BEP 简化为如下公式：

$$BEP = \frac{C_f}{P - C_v} \quad (1)$$

其中， C_f 表示单架无人机日固定成本， P 指单次配送收益， C_v 表示单次配送变动成本。

5.2.2. B2B 及 B2C 场景分析

(1) 场景一：B2B 海鲜冷链专线

- 场景描述：依托苍南丰富的海洋渔业资源，开通“炎亭/石砰渔港 - 苍南高铁站”冷链专线，利用引进的大载重 eVTOL 机型(假设有效载重 100 kg)，将刚上岸的高品质活鲜(如单价 > 200 元/斤的梭子蟹)在 30 分钟内直飞运抵交通枢纽，通过高铁快运发往全国市场。
- 参数设定：假设单架无人机日固定成本为 $C_f = 1000$ 元，单次飞行变动成本为 $C_v = 200$ 元。收益方面，因时效大幅提升，每公斤海鲜可产生“鲜度溢价”5 元，单次满载 100 kg 可增收 $P = 500$ 元。
- 结果分析：计算结果显示，该模式仅需日均订单量达到 3.34 架次即可覆盖成本。考虑到苍南渔港在捕捞旺季的巨大产量，该模式具备极强的盈利空间和抗风险能力。

(2) 场景二：B2C 即时零售模式

- 场景描述：在银泰城商圈至玉苍山景区、度假区开展“空中外卖”配送，解决景区“外卖进不去”和高峰期“配送慢”痛点。
- 参数设定：假设采用小型多旋翼无人机，日固定成本为 $C_f = 150$ 元，单次配送变动成本 $C_v = 3$ 元。向用户收取的单均配送费(含景区溢价)为 $P = 10$ 元。
- 仿真结果：计算结果显示，该模式需要日均订单量达到 22 单以上才能实现盈亏平衡。这意味着 B2C 模式必须依赖高频次的规模效应，需与美团、饿了么等平台深度合作，通过高密度订单来摊薄固定成本，适合在旅游旺季或节假日推广。

5.2.3. 深化公共服务模式

依托规划中的 25 个医疗起降点，建立连接县人民医院、血站与各乡镇卫生院的空中生命通道，开展血液、急救药品及检验样本的快速运输。此类服务具有高时效、高可靠性要求，可由政府购买服务作为基础保障，同时探索与保险公司合作的商业化急救服务[11]。

5.3. 强化数字赋能，建设全域感知的低空物联网管控体系

数字化是低空物流安全运行的基石。应加快落实规划中投资 3.1 亿元的 227 个 5G-A 通感一体基站建设，构建“苍南县低空融合飞行管理平台”。该平台应具备“一网统管”的核心能力，集成气象监测、空域申请、航线规划、冲突检测及实时视频回传等功能，实现对全县低空飞行器的全天候、全过程监管。通过数字孪生技术，对低空物流网络进行仿真推演，优化航线布局和运力调度。同时，向物流企业开放标准化数据接口，提供高精度的导航定位和避障服务，降低企业运营的技术门槛和安全风险，实现“看得见、叫得到、管得住”的管理目标[12]。

5.4. 探索“政府引导 + 市场主导”的运营机制，培育产业内生动力

借鉴法库、义乌等地的先进经验，建立可持续的低空经济运营机制[9][13]。在建设模式上，推广 PPP (政府和社会资本合作) 模式。政府侧重于“修路”，负责起降坪、通感基站、调度平台等公共基础设施的投资建设，并制定产业扶持政策和行业标准；企业侧重于“跑车”，积极引进峰飞航空等行业龙头与本地国企组建合资运营公司，负责飞行器的投入、航线运营及市场开发。在人才培育上，建立产教融合机制。依托即将落地的峰飞航空科技(苍南)总装交付中心，联合温州本地高校及职业院校，开设无人机操控、维修保养、航线规划等专业课程，开展定向培养和在职培训，打造一支懂技术、善管理、会创新的低空经济专业队伍，为产业发展提供智力支撑。

6. 结语

低空经济的崛起为县域物流的降本增效和转型升级提供了历史性机遇。苍南县凭借得天独厚的空域资源与产业禀赋，通过前瞻性的“1 + 5 + N”基础设施布局，有望探索出一条差异化的低空物流发展之路。本文研究表明，基于现实基础，通过构建轴辐式空地一体化网络，创新海鲜冷链、即时零售及医疗急救等高附加值商业场景，并辅以数字化的管控体系和市场化的运营机制，能够有效破解县域物流的痛点，实现经济效益与社会效益的双赢。未来，随着空域政策的进一步放开和技术的不断成熟，苍南县有望建成“浙南闽东 30 分钟低空物流圈”，其发展模式将为我国同类县域发展低空经济提供可复制、可推广的“苍南样本”。

参考文献

- [1] 蒋传义. 农村电商物流高质量发展的制约因素及其破解路径[J]. 中国航务周刊, 2025(15): 84-86.
- [2] 傅丽君. 无人机物流在山区电商末端配送的政策支持与实践困境——以浙江省龙泉市 P 村至 Q 村航线为例[J]. 电子商务评论, 2025, 14(5): 837-843.
- [3] 蒋恩录, 江浩清. 低空经济视角下电商末端配送的模式创新与质量优化研究[J]. 电子商务评论, 2025, 14(12): 2215-2224.
- [4] 姚振飞. 低空经济高质量发展的困境与突破路径研究[J]. 低碳经济, 2025, 14(3): 300-305.
- [5] 戚鹤亭, 袁晨皓, 魏进. 低空经济背景下我国无人机物流配送应用研究[J]. 物流配送, 2025(23): 53-56.
- [6] 秦辉, 黄婉婷, 陈健, 等. 浅析无人机在货运物流中的应用——以成都货运物流为例[J]. 中国航务周刊, 2025(51): 48-50.
- [7] 李梅. 低空经济赋能德州县域经济发展的机遇与挑战[J]. 当代县域经济, 2025(10): 85-87.

- [8] 乔善芄. 县域视角下的低空经济发展路径研究——以辽宁沈阳法库财湖通用机场为例[J]. 民航管理, 2025(11): 30-34.
- [9] 曲欣宇, 叶博嘉, 程予, 等. 物流无人机城市低空轴辐式网络构建方法研究[J]. 山东科学, 2023, 36(6): 86-95.
- [10] 侯冠宇, 陈骏腾, 张楚. 低空经济赋能县域富民产业发展[J]. 技术经济与管理研究, 2025(12): 1-7.
- [11] 贾晶晶. 低空物流发展路径与策略探究[J]. 全国流通经济, 2025(22): 61-64.
- [12] 王安涛. 无人机赋能连云港低空物流高质量发展研究[J]. 铁路采购与物流, 2025, 20(11): 59-61.
- [13] 王史潇傲, 陈柳媛. 因地制宜发展低空经济的路径研究——以浙江省义乌市为例[J]. 中国商论, 2025, 34(24): 148-151.