文章编号：1003-1421(2026)11-0001-09
引用格式：张子倓，胡昊，蔡晓男，等.海岛低空物流运输实践与经济性分析[J].铁道运输与经济，2026，48(11)：1-9.
ZHANG Zitan，HU Hao，CAI Xiaonan，et al. Practice and Economic Analysis of Island Low-Altitude Logistics Transportation[J]. Railway Transport and Economy，2026，48(11)：1-9.

海岛低空物流运输实践与经济性分析

张子倓[1]，胡　昊[1]，蔡晓男[2]，孙　慧[3]

(1.上海交通大学 船舶海洋与建筑工程学院，上海　200240；2.中交第三航务工程局有限公司，上海　200032；3.万里安飞行服务(上海)有限公司，上海　200232)

摘　要：以舟山群岛低空物流项目为研究对象，基于2025年7—12月常态化运行阶段1 391架次真实飞行台账，构建涵盖固定成本、变动成本、多元业务收入及补贴收入的利润测算模型，研究海岛低空物流项目的盈利水平、收入形成机制及项目盈利关键影响因素。结果表明，案例已进入盈利区间，项目业务结构已形成以企业端需求为主体的运行格局，表明海岛场景下低空物流已由技术验证阶段进入初步商业可行阶段；项目利润对企业端业务客户数量、飞行架次和固定成本较为敏感，而政府补贴和个人消费端业务对项目盈利性的影响较小。研究表明，海岛低空物流项目的商业化推进关键在于寻找稳定需求场景、扩大企业端业务长协客户规模并降低固定成本，相关工作为海岛及类似特殊区域低空物流项目的投资评估、经营决策与政策制定提供了借鉴参考。

关键词：低空经济；海岛物流；无人机运输；影响因素；经济效益分析
中图分类号：U2；F562　　**文献标识码：**A　　**DOI：**10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.20260421001

Practice and Economic Analysis of Island Low-Altitude Logistics Transportation

ZHANG Zitan[1]，HU Hao[1]，CAI Xiaonan[2]，SUN Hui[3]

(1. School of Ocean and Civil Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China; 2. CCCC Third Harbor Engineering Co., Ltd., Shanghai 200032, China; 3. Mainline Flight Service Co., Ltd., Shanghai 200232, China)

Abstract: Taking the lowaltitude logistics project in the Zhoushan Archipelago as the case study, a profit calculation model that incorporates fixed costs, variable costs, diversified business revenues, and subsidy incomes was constructed, based on 1 391 actual flight records from the normalized operation period (July−December 2025). The model was used to assess the project's profitability, revenuegeneration mechanisms, and the key factors affecting its financial performance. The results show that the project has already entered the profitable zone, with its business structure dominated by demand from enterprise customers, indicating that lowaltitude logistics in island settings has progressed from the technologyvalidation stage to an early commercialviability stage. Project profit is relatively sensitive to the number of corporatesector clients, flight frequency, and fixed costs, whereas government subsidies and consumerside business have relatively small effects on profitability. The findings indicate that successful commercial development of lowaltitude logistics

收稿日期：2026-04-21
通信作者：胡昊(1970—)，男，湖北罗田人，上海交通大学船舶海洋与建筑工程学院教授。
基金项目：上海市人民政府决策咨询研究基地重点专项(2025-JD-47)

in island (or similar special) regions hinges on identifying stable demand scenarios, expanding longterm contracts with enterprise customers, and reducing fixed costs. These findings provide a reference for investment appraisal, operational decisionmaking, and policy formulation for lowaltitude logistics projects in islands and other comparable areas.

Keywords: Low-Altitude Economy; Island Logistics; Unmanned Aerial Vehicle Transportation; Influencing Factor; Economic Benefit Analysis

0　引言

低空经济作为国家战略性新兴产业，正经历从“技术验证”向“规模化商业应用”的深层演进。2026年国务院《政府工作报告》正式将低空经济定位为与集成电路、航空航天并列的“新兴支柱产业”。低空经济并非单纯的技术堆叠，而是由真实需求场景驱动的产业变革。当前，低空物流领域仍面临应用场景碎片化、常态化运营不足、商业模式内生动力匮乏3大瓶颈。只有解决这3个问题，无人机的技术优势才能转化为可持续的商业价值。

当前，海岛物流在不同岛屿之间存在明显的基础设施与运输保障能力差异。少数开发程度较高的核心岛屿已通过跨海大桥、港口码头和陆海联运体系形成相对稳定的物流通道，但数量众多的中小岛屿、偏远岛屿和工程作业岛屿，物资流通仍主要依赖滚装船、交通船等水路运输方式。这种以水路运输为主、运输组织弹性不足的物流运输体系，使得海岛物流系统长期受制于3方面的约束。①网络连通度与组织柔性不足。受限于地理隔离与基础设施建设滞后，多数岛屿处于“联通孤岛”与“物流末端”，导致运输组织难以根据实时需求灵活调度。②环境敏感度高导致系统确定性较差。频繁的风、浪、雾及潮汐等复杂海况扰动，严重削弱了物流的稳定性，容易引发物流停滞的问题。③高时效应急保障能力缺位。在医疗救治、电力抢修及关键备件供应等突发性高时效场景下，传统水路运输因班期固定、航速受限，难以实现“分钟级”的快速响应。

海岛物流的痛点不仅在于单一维度的运输效率，更在于其运输体系在极端环境下的韧性不足与应急保障能力的系统性缺失[1]。在众多场景中，海岛物流因跨海运输受限、水路班期刚性约束以及物资保障时效要求高，成为低空物流高价值落地的典型场景。多地已开始探索开展海岛低空物流并取得初步成效[2]，但多局限于政府补贴支撑的示范运行或技术验证[3-4]，普遍面临投入成本高与业务亏损的困境。因此，推动海岛低空物流从以政策补贴和示范应用为主的初期探索，转向由真实运输需求、稳定客户结构和可持续商业模式支撑的市场化运营，已成为该领域进一步发展的关键问题。

鉴于此，本研究以舟山海岛低空物流项目为实证案例，通过剖析海岛场景下的低空物流成本构成，探究面向差异化客户群体的盈利模式，旨在为海岛低空物流的规模化推广提供理论支撑与实践借鉴。

1　低空物流的经济性分析研究进展

近年来，随着无人机技术的快速发展，基于无人机技术的低空物流成为解决海岛运输需求的可行手段。2024年以来，浙江舟山、广东珠海等地积极试点开展海岛间无人机运输。试点情况表明，经济性是海岛低空物流面临的最大挑战，也是实现可持续运营的关键。在低空物流的经济性研究领域，已有文献开始关注低空经济在具体场景中的成本效益、产业生态与价值实现机制。邱果等[5]以西安市美团外卖订单数据为基础，构建了传统骑手配送、无人机配送及“电动车+无人机”协同配送3种模式的成本核算模型，发现无人机配送在中心城区和高峰时段具有显著的成本节约优势。李雪梅等[6]从创新生态系统视角出发，构建了低空经济产业创新生态系统的价值共创分析框架，提出系统价值共创的实现依赖于创新驱动、动态资源配置、政府政策引导等六大机制。施先亮等[7]基于产业生态系统理论，构建了“主体—资源—环境”三要素耦合的低空物流产业生态系统框架，指出当前发展面临核心运营主体能力不足、资源要素配置失衡、制度环境支撑薄弱等挑战。李波等[8]聚焦低空经济赋能民族地区乡村振兴的价值意蕴与现实梗阻。胡宁宁等[9]探讨了“十五五”时期低空经济赋能农业供应链韧性的理论逻辑与实现路径。

现有实践与研究表明，低空物流已具备服务海岛运输的技术基础和场景适应能力，在跨海运输、岛际联通与应急保障等方面展现出明显优势。当前的实践应用仍以局部试点和单一场景运行为主，规模化网络和稳定商业模式尚未成熟[10-12]。学术研究方面，多以外卖快递的成本计算模式进行合理推断，并未依托真实的运行数据进行研究，也没有从经济性的角度进行分析。由此可见，海岛低空物流的关键问题已从技术可行性转变为了经济可持续性。基于此，本研究将进一步从经济性视角出发，分析海岛低空物流项目的成本、收入与利润形成机制，以为其市场化推广和常态化运营提供参考。

2　海岛低空物经济性的模型与方法

2.1　海岛低空物流成本构成

海岛低空物流项目的成本构成为固定成本与变动成本。低空物流项目成本构成如图1所示，固定成本主要对应运输体系的前期建设与常态保障投入，具有投入规模大、回本周期长的特点，通常包括设备采购、人员薪酬、系统许可及其他配套费用。其中，设备成本包括无人机本体、电池或换电设备；基础设施投入如停机坪、仓储设施以及区域指挥中心等；人员薪酬则覆盖飞手、空管协调人员、系统开发与运维人员，以及市场与调度管理人员的薪酬。飞控系统开发维护、航线运营许可、无人机保险、第三方责任险、通信流量费和定期大修费用，也构成固定成本的重要组成部分。

变动成本随飞行任务数量与运行强度变化而波动，直接反映单次运输活动的边际消耗。包括能源消耗、维护维修费用以及起降与空域使用费用，暂时没有考虑固定设备折旧等费用。能源成本通常与单架次平均耗电量和当地工业电价相关；维护维修费用则受到飞行频次、设备工况和海岛高盐雾环境的共同影响，往往呈现出比内陆场景更高的损耗水平；起降与空域费用则体现为使用公共起降点、临时保障点或特定航线资源时产生的单次支出。

2.2　海岛低空物流成本影响因素

海岛低空物流项目的成本形成具有明显的阶段性与复合性特征，不仅涉及项目建设初期的资本投入，也贯穿于后续运营维护与政策支持全过程，相关影响因素可归纳为以下3个方面。

（1）基础设施建设标准与运维配置水平。海岛低空物流项目具有显著的前期资本投入特征，其成本水平首先取决于基础设施建设标准和常态化运维配置。无人机机型选取、备用电池与换电设备配置、起降场与仓储节点建设、指挥调度平台开发，以及飞手与运维人员配备等，都会直接影响设备采购、人员薪酬、系统许可和维护保障等固定成本。建设标准越高、保障体系越完整，项目初始投入和年度固定支出越高，但同时也有助于提升运输能力与运行稳定性。

（2）业务规模。变动成本主要受业务规模、需求波动和运行环境共同影响。随着飞行架次增加，能源消耗、维护维修及起降保障等支出将同步上

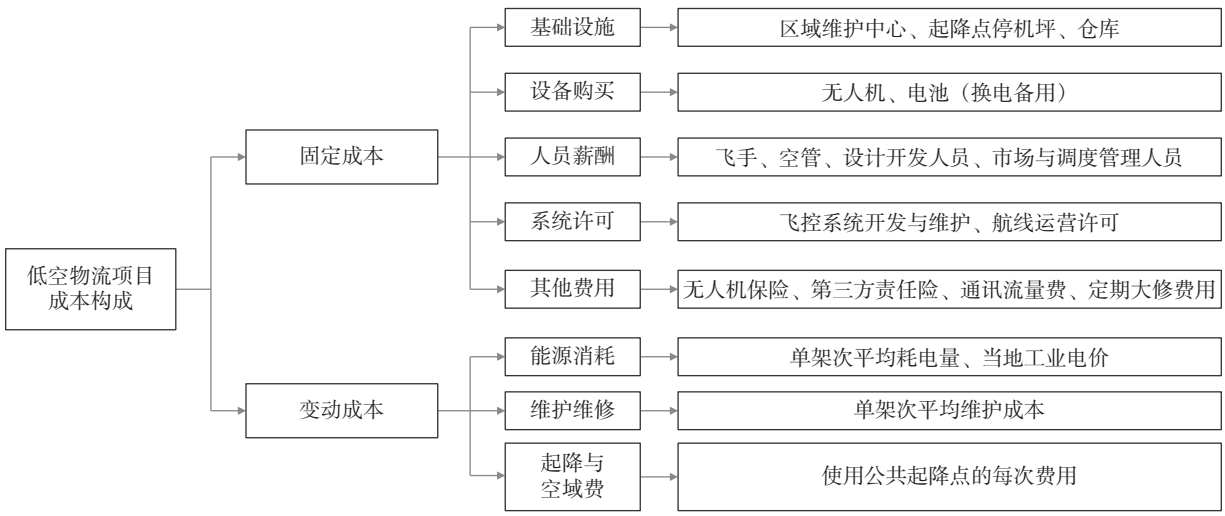


图1　低空物流项目成本构成

Fig.1　Costs of low-altitude logistics project

升；而需求的时效性、分散程度和任务密度，又会进一步影响航线组织效率和单位运输成本。能源价格水平、海岛高盐雾环境以及复杂气象条件也会对单架次运行成本产生放大作用。因此，业务规模决定了变动成本总量，需求特征与能源、环境条件则决定了变动成本的具体水平。

（3）政策补贴。当前低空物流仍处于产业培育阶段，地方政府通常通过一次性奖励、航线补贴、基础设施支持及示范项目资助等方式缓解企业前期投入压力。这类政策资金在项目起步阶段具有一定的托底作用，能够部分对冲固定成本负担，并缩短投资回收周期[13-15]。然而，从长期运营视角看，补贴更多体现为过渡性支持，其作用在于改善早期财务表现，而非替代市场化盈利机制[16]。项目能否实现持续运营，最终仍取决于稳定需求的形成、定价机制的合理性以及固定成本与变动成本的协同优化。

2.3　海岛低空物流收入构成

海岛低空物流项目由协议性收入、市场化订单收入与政策性收入共同构成。结合实际业务开展情况，其主要收入来源可根据服务对象分为5类，低空物流项目收入构成如图2所示。

（1）企业端业务收入。企业端业务通常构成海岛低空物流项目最核心、最稳定的收入来源。此类业务主要面向企业生产运营中的高时效运输需求。其计费方式多采用长期协议模式，即由客户预先约定年度基础服务量并支付包年费用，超出约定额度的部分再按单次标准运价结算。该类收入具有较强的稳定性，不仅能够为项目提供基础现金流，也有助于提升固定成本的摊薄能力。

（2）政府端业务收入。政府端业务主要面向政务保障、公共服务与专项运输需求，包括样本转运、巡检支持及其他公共任务。与企业端业务固定合同模式不同，政府端业务收入通常依据任务次数、运输距离、载荷水平或服务内容进行计价，具有较强的任务导向特征。虽然其规模与频率通常不如企业端业务稳定，但在拓展公共服务场景、提升运输网络利用率方面具有重要作用。

（3）个人消费端业务收入。个人消费端业务主要对应居民生活物资配送和小批量快递集散，其订单特征表现为需求分散、批量较小、即时性较强。该类业务通常按单次运输并结合重量、体积等因素收费。相较于企业端业务和政府端业务，个人消费端业务收入的单笔金额较低、波动性较大，但其在完善服务层次、扩大用户覆盖范围和提升网络末端渗透能力方面具有补充意义。

（4）应急业务收入。应急业务主要服务于医疗急救、灾害处置、设备抢修及突发事件下的物资保障需求。此类任务通常具有更高的时效要求和调度优先级，其收费一般基于运输距离、载荷水平及任务紧急程度综合确定。由于应急服务承担了较高的响应责任与运行风险[17]，其收入水平通常高于常规运输业务，并在特定条件下形成明显的时效溢价。

（5）补贴收入。补贴收入属于政策性收入，通常来源于地方政府对低空物流试点项目、基础设施建设或航线运行的支持。其形式包括一次性奖励、示范项目资助、航线补贴及配套建设补助等。此类收入虽然不具有持续性的市场属性，但在项目起步阶段能够缓解前期资金压力，并对培育期的成本回收发挥辅助作用。

综上所述，海岛低空物流的收入结构具有“协

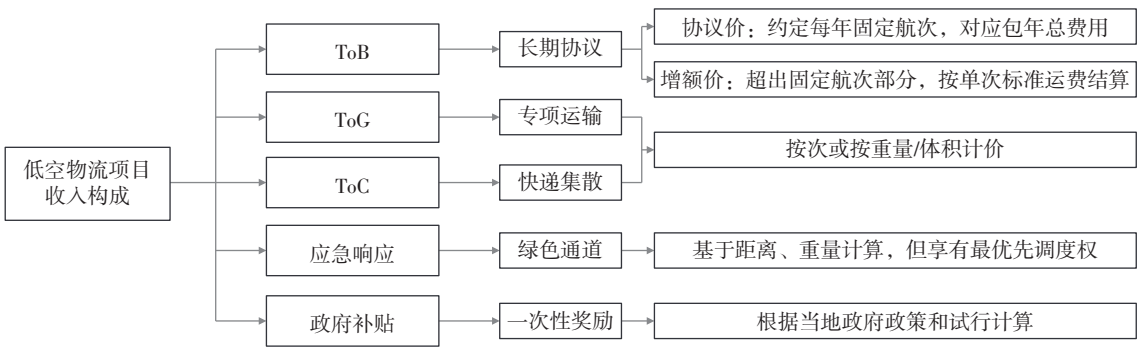


图2　低空物流项目收入构成

Fig.2　Revenues of low-altitude logistics project

议收入为主、市场订单补充、应急服务增值、政策支持辅助”的特征，项目盈利能力取决于不同收入来源之间的合理配置与协同支撑。

2.4　海岛低空物流项目利润测算模型

本研究以年度为单位对海岛低空物流项目的盈利能力进行测算，构建由成本函数、收入函数和利润函数组成的年度盈利测算模型。

$$C = C_f + C_v = C_f + v \cdot Q \tag{1}$$

式中：C为项目年度总成本，元；C_f为固定成本，元；C_v为变动成本，元；v为每架次飞行成本，元/架次；Q为飞行架次，架次。

$$R = R_B + R_C + R_G + R_E + S \tag{2}$$

式中：R为项目总收入，元；R_B为企业端业务收入，元；R_C为个人消费端业务收入，元；R_G为政府端业务收入，元；R_E为应急业务收入，元；S为政府补贴收入，元。

$$Q = q_B + q_C + q_G + q_E \tag{3}$$

式中：q_B为企业端业务飞行架次，架次；q_C为个人消费端业务飞行架次，架次；q_G为政府端业务飞行架次，架次；q_E为应急业务飞行架次，架次。

在实际业务运营中，单个企业端业务的收入通常由包年费用和超额飞行费用2部分构成。其中，包年费用对应合同约定的基础服务量，超出约定架次的部分则按照超额架次单价另行计费。

$$R_B = \sum_{i=1}^{n}\left(R_i^B + q_i^B \cdot p_i^B\right) \quad i = 1, 2, \cdots, n \tag{4}$$

式中：R_i^B为第i个客户的包年费用，元/a；q_i^B为超出约定架次的额外架次数量，架次；p_i^B为超额架次的单价，元/架次。

个人消费端业务、政府端业务、应急业务模式一致，服务收入由每架次服务的收费累加得出，具体如式(5)—(7)所示。

$$R_C = \sum_{j=1}^{m} p_j^C \quad j = 1, 2, \cdots, m \tag{5}$$

式中：p_j^C为个人消费端业务第j个服务的单价，元/架次。

$$R_G = \sum_{k=1}^{f} p_k^G \quad k = 1, 2, \cdots, f \tag{6}$$

式中：p_k^G为政府端业务第k个服务的单价，元/架次。

$$R_E = \sum_{u=1}^{g} p_u^E \quad u = 1, 2, \cdots, g \tag{7}$$

式中：p_u^E为应急业务第u个服务的单价，元/架次。

政府补贴为一次性补贴，项目总飞行架次达到补贴标准后即可领取。

$$S = \begin{cases} s_0 & Q \geqslant Q_S \\ 0 & Q < Q_S \end{cases} \tag{8}$$

式中：s_0为补贴金额，元；Q_S为达到补贴条件所需的最小年度架次，架次。

项目利润等于各类业务收入与补贴收入之和扣除总成本后的余额。

$$\prod = \sum_{i=1}^{n}\left(R_i^B + q_i^B \cdot p_i^B\right) + \sum_{j=1}^{m} p_j^C + \sum_{k=1}^{f} p_k^G + \sum_{u=1}^{g} p_u^E + S - C_f - v \cdot Q \tag{9}$$

式中：$\prod$为项目利润，元。

2.5　单因素敏感性分析方法

为识别不同经营变量对海岛低空物流项目盈利能力的影响程度，本研究采用单因素敏感性分析方法对关键参数进行扰动测算。该方法的基本思路是在保持其他参数不变的条件下，仅改变某一影响因素的取值，并观察项目利润随该因素变化而产生的响应幅度。相较于多因素联动分析，单因素敏感性分析能够较为直观地揭示不同变量对经济性结果的边际影响，有助于识别影响项目盈利水平的关键因素和主要风险来源。

本研究以基准情景下的实际运营数据为基础，选取飞行架次、企业客户数量、固定成本、政府补贴和个人消费端业务数量作为敏感性分析变量。其中，飞行架次反映业务规模变化，企业客户数量反映协议性收入基础，固定成本体现项目刚性支出水平，政府补贴反映政策支持强度，个人消费端业务数量则代表市场化零散订单扩展程度。上述变量分别对应收入端、成本端和政策端的主要影响因素，能够较全面地反映海岛低空物流项目盈利能力的变化来源。

在具体测算过程中，其情景取值为

$$X_\delta = X_0(1 + \delta) \tag{10}$$

式中：X_δ为变量发生比例变动后的变量值；X_0为基准情景下某一变量取值；δ为该变量发生变动的比例。

本研究将各变量在基准值上下30%范围内进行扰动，分别计算不同情景下的项目利润，并通过利润变化量评价变量影响程度。

$$\Delta\prod = \prod_\delta - \prod_0 \tag{11}$$

式中：$\Delta\prod$ 为利润相对于基准情景的变化量，元；$\prod_{\delta}$ 为同情景下的项目利润，元；$\prod_{0}$ 为基准情景下的利润，元。

为增强不同因素之间的可比性，本研究进一步结合利润波动区间进行判断。利润波动区间越大，说明项目对该因素越敏感；利润波动区间越小，则说明该因素对项目盈利水平的影响相对有限。通过比较不同变量扰动下的利润变化，可以识别海岛低空物流项目盈利能力的主要驱动因素，并为后续经营策略制定提供依据。

单因素敏感性分析主要用于考察单一变量变化对利润结果的独立影响，暂未反映变量之间的联动关系。例如，业务规模扩大后可能带来单位维护成本下降，企业客户数量增加也可能提升运营企业的议价能力。因此，本研究将单因素敏感性分析作为初步经济性判断方法，用于揭示关键因素的重要性和变化方向；对于规模经济、价格调整和成本下降等多因素联动效应，则在研究局限与后续展望中进一步讨论。

3　实验数据及案例分析

3.1　案例简介

2025年，由上海交通大学工程管理所负责技术支撑、中交第三航务工程局有限公司提供应用需求、万里安飞行服务(上海)有限公司具体执行飞行业务，三方共同在舟山群岛开展了低空物流试点项目。2025年4月完成试飞验证后，2025年7月18日长三角首条海岛低空物流试验航线正式开通[1]，实现常态化的海岛低空物流运营。

该项目构建了覆盖“上海临港—舟山群岛—宁波陆地”的沪舟甬低空运输网络，以舟山群岛为海上枢纽，辐射岱山、衢山、鼠浪湖、黄泽山等海岛节点，已规划12条核心运营航线，形成“主基地辐射航线—岛际横向联动航线—跨区域延伸航线”的三级网络体系，沪舟甬低空运输网络图如图3所示。运行组织上，项目实行统一调度，配置福昆E40A工业级货运无人机，并采用“主基地起降场+支线节点起降点”的设施布局；空域申请依托舟山低空飞行服务站，通过提前申报、多部门协同与动态适配机制保障常态化飞行与应急响应。截至2026年7月，该项目已累计完成飞行3 000余架次，运输物资约25 t，飞行里程超5万km，实现零事故运行。

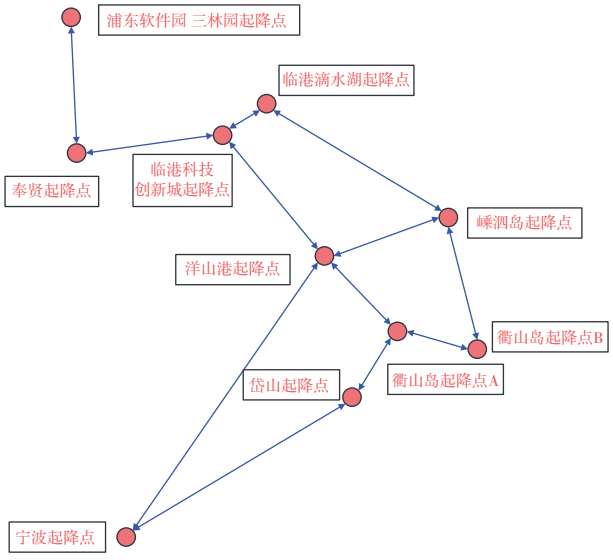


图3　沪舟甬低空运输网络图

Fig.3　Shanghai-Zhoushan-Ningbo low-altitude transportation network

本案例的成本与飞行数据均来源于该项目2025年7—12月的运行台账，累计完成1 391架次飞行。

3.2　参数设置

利润测算参数根据案例项目实际运行数据与市场定价确定，参数取值如表1所示。考虑到案例分析以2025年7—12月的半年运营数据为基础，固定成本、企业端业务包年费用等均统一按半年口径折算，以保证测算周期一致。固定成本76.15万元主要包括设备采购、基础设施建设、人员薪酬、系统维护、保险及场地保障等刚性支出，单位变动成本53.3元/架次反映单次飞行的能源、维修和起降保障成本，低空物流变动成本如表2所示。各类收入参数按照用户协议和舟山地区现行收费标准取值，其中企业端业务采用“包年费用+超额计费”方式，其余业务按架次收费。各业务架次比例由1 391架次真实飞行台账统计得到，据此测算出加权单架次收入为608.62元/架次，当地政府为该项目提供一次性补贴20万元。

3.3　案例分析

案例项目半年内总收入为111.86万元，其中政府补贴20.00万元，占17.88%；企业端业务收入86.88万元，占77.67%，为主要收入；个人消费端业务收入2.88万元，占2.57%；政府端业务收入

表1　参数取值

Tab.1　Parameter values

参数	取值	参数	取值
固定成本(半年)/万元	76.15	企业端业务包年架次比例/%	34.50
变动成本/(元/架次)	53.30	企业端业务额外架次比例/%	47.16
企业端业务包年费用/(万元/(个·半年))	15	个人消费端业务架次比例/%	17.25
企业端业务包年架次/架次	120	政府端业务架次比例/%	0.86
企业端业务超额费用/(元/架次)	300	应急业务架次比例/%	0.22
政府端业务服务费用/(元/架次)	500	政府补贴/万元	20
个人消费端业务服务费用/(元/架次)	120	企业端业务客户数量/位	4
应急业务服务费用/(元/架次)	5 000	加权单架次收入/(元/架次)	608.62

表2　低空物流变动成本

Tab.2　Low-altitude logistics variable costs

成本	关键变量	取值
能源消耗	单架次平均耗电量/(kW·h)	5
	当地工业电价/(元/(kW·h))	0.66
维护维修费用	单架次平均维护成本/元	50

0.60万元，占0.54%；应急业务收入1.50万元，占1.34%。在总成本83.56万元条件下，项目利润为28.30万元。项目实际盈亏平衡点为1 000架次，当前1 391架次已超过保本点，说明项目已具备初步商业可行性，但盈利仍主要依赖企业端业务长协客户支撑与政府补贴。

3.4　经济性分析

为进一步识别影响项目盈利能力的关键因素，并判断不同经营条件下利润水平的变化边界，本研究以利润为核心指标，采用单因素敏感性分析方法，分别考察飞行架次、企业端业务客户数量、固定成本、政府补贴和个人消费端业务客户数量变化对项目经济性的影响。在分析过程中，其余参数均保持基准情景不变，仅对单一变量在基准值上下30%范围内进行波动，以比较不同因素对利润的影响强弱，关键因素变动下项目利润敏感性分析如图4所示。

（1）飞行架次。飞行架次对利润的影响最为直接，且具有明显的非对称性。随着飞行架次由基准值分别下降和上升30%，项目利润在−33.65万元至22.77万元之间变化，整体波动区间达到56.42万元。可以看出，业务量下降对利润的冲击显著强于业务量上升带来的改善，一旦飞行规模回落，固定成本难以及时摊薄，利润将快速减少；而当飞行架次增长时，利润虽呈持续上升趋势，但增幅相对平缓。这表明，飞行架次仍是决定项目能否跨越保本

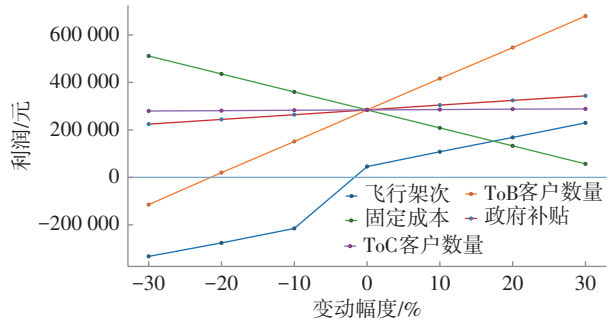


图4　关键因素变动下项目利润敏感性分析

Fig.4　Sensitivity analysis of project profit under changes in key factors

线的基础变量，业务规模不足将直接削弱项目的经济可持续性。

（2）企业端业务客户数量。该变量是影响利润变化的首要结构性因素。在±30%的变动范围内，项目利润由−11.30万元上升至67.90万元，波动区间达到79.20万元，为所有变量中最大。其原因在于，企业端业务客户扩张不仅增加了协议性收入，还显著提高了项目收入下限的稳定性，使利润改善不再单纯依赖飞行架次扩张，而更多依赖长期合同收入的持续支撑。企业端业务客户数量并非一般意义上的需求补充，而是决定项目由“规模驱动保本”转向“结构驱动盈利”的关键因素。

（3）固定成本。固定成本对项目利润具有显著的反向约束作用。当固定成本下降30%时，利润可提升至51.14万元；当固定成本上升30%时，利润则降至5.45万元，波动区间为45.69万元。相比于飞行架次和企业端业务客户数量，固定成本不会改变收入来源，却会直接压缩利润空间，体现出典型的“高固定成本、低边际成本”特征。设备采购、人员配置、系统维护和场地保障等刚性支出仍是制约项目经济性的核心约束，若不能持续压降固定成

本，即使业务扩张，盈利稳定性也将受到限制。

（4）政府补贴。政府补贴对利润具有稳定的正向改善作用，但其边际影响相对有限。在补贴水平上下浮动30%的条件下，利润由22.30万元变动至34.30万元，波动区间为12.00万元，显著低于企业端业务客户数量、飞行架次和固定成本的影响幅度。这说明补贴能够在项目培育期发挥托底和缓冲作用，改善短期财务表现，但并不足以从根本上改变项目盈利能力。项目长期经济性仍取决于市场化需求能否形成稳定现金流，而非政策性收入的持续输入。

（5）个人消费端业务客户数量。个人消费端业务客户数量的增加对利润的促进作用最弱。当个人消费端业务客户数量在基准值上下30%浮动时，项目利润仅在27.82万元至28.78万元之间变化，波动区间仅为0.96万元，远低于其他因素。这表明，个人消费端业务虽然有助于提升航线利用率、丰富服务场景并增强网络覆盖，但由于其单次服务收入和边际贡献相对有限，短期内难以成为项目利润增长的主要来源。换言之，个人消费端业务更适合作为补充性增量市场，而非支撑项目盈利的核心板块。

（6）情景阈值分析。在敏感性分析基础上，进一步测算项目达到关键经营阈值所需的情景水平。按基准情景下相关参数计算，本项目在1 000架次时，依靠满1 000架次20万元的政府补贴已经达到盈亏平衡。若以经营利润率10%测算，项目半年飞行规模达到1 176架次即可达到盈亏平衡。进一步看，利润率提升可通过不同经营情景实现：在需求扩张情景下，增加飞行架次可摊薄固定成本；在客户结构优化情景下，增加企业端客户数量可提高协议性收入占比，改善收入稳定性；在成本控制情景下，降低设备、人员、场地和系统维护等固定支出，可直接扩大利润空间。因此，项目利润率提升应通过扩大稳定业务规模、优化企业客户结构和压降固定成本共同实现。

4　结论

本研究基于舟山群岛低空物流项目常态化运行阶段的真实飞行台账与经营数据，构建了海岛低空物流项目经济性测算框架，并从收入结构、利润形成及关键因素变化等方面对项目商业可行性进行了分析。研究结果表明，海岛场景能够为低空物流提供较为明确的需求边界与应用空间，该案例项目已由技术验证阶段进入初步商业可行阶段，海岛能够成为低空物流、低空经济重要的应用场景，但其盈利能力仍受客户结构与固定成本水平的显著约束。

（1）根据案例分析，海岛场景具备发展低空物流的现实可行性。在跨海运输受限、传统水运时效不足及应急保障需求突出的条件下，低空物流能够有效满足海岛高时效、小批量、多节点运输需求。项目已具备初步盈利能力，收入结构呈现以企业端协议业务为主体、个人消费端业务和政府端业务为补充、应急业务为增值场景、政策支持为辅助保障的特征，可为同类海岛及特殊区域低空物流项目提供参考。

（2）经营策略方面，企业端业务客户数量是决定项目盈利能力的核心因素。稳定的企业端协议需求不仅决定收入底盘，也直接影响固定成本摊薄能力。个人消费端业务、政府端业务及应急业务虽有助于拓展应用场景、提升航线利用率和增强网络韧性，但在当前价格与成本条件下，对利润增长的直接拉动作用相对有限，更适合作为运力富余条件下的补充性业务。

（3）政策建议层面，低空物流仍处于产业培育阶段，政策支持重点应由单一补贴转向项目培育、制度完善与基础设施共享。补贴能够改善培育期财务表现，但难以替代市场化需求形成的稳定收益基础。后续应通过示范项目培育、应用场景开放、运行机制优化及起降场、充换电设施、调度平台等基础设施共享建设，降低项目早期进入门槛与固定成本负担，提升低空物流项目的可复制性与推广效率。

本研究主要基于单因素敏感性分析识别项目盈利关键因素，尚未充分考虑业务规模扩大后成本下降、客户结构优化后议价能力增强等变量联动效应。后续研究可结合更长周期运营数据，进一步构建多因素联动情景下的动态经济性测算模型。海岛低空物流的商业化推进，关键不在于单纯扩大飞行规模，而在于融入稳定的需求场景、形成合理的业务结构，并在政策与基础设施层面获得持续支撑。本研究构建的经济性测算框架可为海岛及类似特殊

区域低空物流项目的投资评估、经营决策与政策制定提供量化依据。

参考文献：

[1] 黄宁璐，王若琦，江　平，等. 舟山普陀建立陆海空“客货邮”融合物流体系[N/OL]. (2026-03-15)[2026-04-14]. http：//zj. xinhuanet. com/20260315/18b1e8306e54418a9a24a6babd2844f3/c. html.

[2] 李相如. 首飞成功！长三角海岛低空物流航线开通，无人机 40 分钟跨岛送货[EB/OL]. (2025-07-18)[2026-04-03]. https：//export. shobserver. com/baijiahao/html/948955. html.

[3] 冯智君. 南航通航实现海岛海鲜无人机配送首飞[EB/OL]. (2024-09-14)[2026-04-13]. http：//www. caacnews. com. cn/1/6/202409/t20240914_1381403. html.

[4] 鞭牛士. 国内首个海岛无人机闪购航线来了，91 岁老人收到淘宝闪购「空降」热饭菜[EB/OL]. (2025-11-13)[2026-04-13]. https：//news. qq. com/rain/a/20251113A03MOK00.

[5] 邱　果，赵骏腾，商铅梓，等. 低空经济下物流无人机配送成本效益测算[J/OL]. 交通运输工程学报，1-18[2026-04-03]. https：//doi. org/10. 19818/j. cnki. 1671-1637. 2026. 286.

[6] 李雪梅，孙静霄，毛雨濛，等. 低空经济产业创新生态系统的价值共创研究[J]. 苏州大学学报(社会科学版)，2026，47(2)：123-136.
LI Xuemei，SUN Jingxiao，MAO Yumeng，et al. Research on Value Co-Creation of the Low-Altitude Economy Industrial Innovation Ecosystem[J]. Journal of Soochow University (Philosophy and Social Science Edition)，2026，47(2)：123-136.

[7] 施先亮，宋　光，祖敖捷，等. 基于产业生态系统理论的低空物流产业挑战与发展对策分析[J/OL]. 北京交通大学学报(社会科学版)，1-9[2026-04-03]. https：//doi. org/10. 16797/j. cnki. 11-5224/c. 20260325. 001.

[8] 李　波，贾政霖. 低空经济赋能民族地区乡村振兴：价值意蕴、现实梗阻及优化路径[J/OL]. 湖北民族大学学报(哲学社会科学版)，1-11[2026-04-03]. https：//doi. org/10. 13501/j. cnki. 42-1328/c. 20260325. 001.

[9] 胡宁宁，侯冠宇. “十五五”时期低空经济赋能农业供应链韧性研究[J/OL]. 郑州大学学报(哲学社会科学版)，1-8[2026-04-03]. https：//link. cnki. net/urlid/41. 1027. C. 20260326. 2106. 008.

[10] 郑秀梅，吴　静，康志男，等. 低空经济的政府治理逻辑与优化策略：政策注意力配置视角[J]. 铁道运输与经济，2026，48(4)：1-10.
ZHENG Xiumei，WU Jing，KANG Zhinan，et al. Government Governance Logic and Optimization Strategies for Low-Altitude Economy：A Policy Attention Allocation Perspective[J]. Railway Transport and Economy，2026，48(4)：1-10.

[11] LIN S Y，GAO Z H. Governing the Regional Low-Altitude Economy：State-Led Development in Emerging Transport Systems[J]. Transport Policy，2026，183：104142.

[12] LIANG Z Y，LIU N. Belief Updating in the Low-Altitude Economy：Safety Information，Presentation Context，and Willingness to Pay[J]. Case Studies on Transport Policy，2026，24：101792.

[13] LI J. The Optimisation of Synergistic Mechanisms for the Low-Altitude Economy to Empower New-Quality Productive Forces in Shenzhen[J]. World Journal of Economics and Business Research，2026，4(2)：8-23.

[14] 王　耕. 低空经济发展的科林格里奇困境与协同破局路径[J/OL]. 科技进步与对策，1-10[2026-04-20]. https：//link. cnki. net/urlid/42. 1224. G3. 20260414. 1443. 002.

[15] 赵胜川. 日本低空产业发展及其对我国的启示：以无人机应用为例[J/OL]. 北京交通大学学报(社会科学版)，1-12[2026-04-20]. https：//doi. org/10. 16797/j. cnki. 11-5224/c. 20260327. 002.

[16] 任新惠，蒋妤婕. 低空经济政策与城市空中交通创新生态系统产业发展演变及作用机制研究[J]. 铁道运输与经济，2026，48(1)：59-69，140.
REN Xinhui，JIANG Yujie. Low-Altitude Economy Policies and Development Evolution and Mechanisms of Urban Air Mobility Innovation Ecosystem Industry[J]. Railway Transport and Economy，2026，48(1)：59-69，140.

[17] 张弘锴，杨亚茹，高香莹，等. 天气条件变化下考虑顾客异质性的低空物流供应链博弈[J]. 铁道运输与经济，2026，48(4)：11-25.
ZHANG Hongkai，YANG Yaru，GAO Xiangying，et al. Low-Altitude Logistics Supply Chain Game Considering Customer Heterogeneity under Changing Weather Conditions[J]. Railway Transport and Economy，2026，48(4)：11-25.

(责任编辑　吴文娟)