

“低空经济 + 高速公路”商业模式研究

王丹, 赵学儒, 孙洪浩

江苏宁沪高速公路股份有限公司, 江苏 南京 212012

摘要 : 在全国大力推进低空经济发展的大背景下, 为研究低空经济在高速公路中的应用场景, 针对高速公路目前在养护、清障、大流量保畅、涉路安全监管存在的管理痛点、难点进行分析总结, 借鉴目前已有的商业运用模式, 将低空经济中技术手段融入其中, 采用平衡计分法, 设计了5个降本指标参数、3个增效参数, 结合研究前后的效应对比, 进行经济性、社会性的分析计算, 建立实效的运用场景、建立可量化的商业模型, 通过研究制定一套可复制可运用的商业模式方法。

关键词 : 低空经济; 高速公路; 商业模式

Research on the Business Model of "Low-Altitude Economy + Highway"

Wang Dan, Zhao Xueru, Sun Honghao

Suning Shanghai Expressway Co., Ltd. Nanjing, Jiangsu 212012

Abstract : Under the background of vigorously promoting the development of low-altitude economy, To study the application scenario of low-altitude economy in the highway, Based on the existing management pain points and difficulties in expressway maintenance, obstacle removal, large flow protection, and road safety supervision, Drawing on the existing business application models, Integrating technology into the low-altitude economy, Using the balanced scoring method, Design 5 cost reduction index parameters and 3 efficiency parameters, Combined with the effect contrasts before and after the study, Conduct economic and social analysis and calculation, Establish effective application scenarios and establish quantifiable business models, Develop a replicable and applicable business model approach through research.

Keywords : low-altitude economy; highway; business model

一、研究背景与现状分析

(一) 低空经济的概念

低空经济是一种综合性的经济形态, 带动相关领域的融合发展。其主要产品包括无人机、电动垂直起降飞行器(eVTOL)、直升飞机和传统固定翼飞机, 涵盖了居民消费和工业应用两大场景。

(二) 我国低空经济现状

2023年12月中央经济工作会议提出要打造低空经济等若干战略性新兴产业。2024年3月, 低空经济写入两会政府工作报告, 反映了我国对低空经济发展的新认识、新期望。

(三) 我国高速公路发展现状

目前, 我国高速公路总里程已突破18万千米。其中, 沪宁高速公路江苏段是江苏省第一条高速公路, 是连接中国上海市与江苏省省会南京市之间的一条重要高速公路干线。该路已成为中国大陆最繁忙的公路之一, 也面临着一定的挑战: 流量饱和, 保畅压力大; 里程长, 管养成本高; 施工多, 监管责任重; 事故多, 清障救援及时率要求高。

(四) “低空经济 + 高速公路”商业模式研究可行性分析

目前, 低空经济概念主要指的是无人机或无人飞行器在商业

领域的运用, 其在高速公路方面的发展有以下几个方面: 交通监测与维护, 道路基础设施养护, 安全与救援, 货运与物流。

二、商业模式构建原理与相关案例分析

(一) 商业模式定义与构建原理

商业模式于20世纪末与21世纪初, 随着互联网及电子商务的发展, 受到学者广泛重视并深入研究。从目前国内外研究成果来看, 由于研究视角和目的的不同, 尚未形成统一完整的概念和体系。

(二) 国内外案例分析

1. 无人机租赁业务典型案例: DroneBase

这是大疆和 Accel 合作的无人机基金 SkyFund 投资的第一个项目, 帮助企业和个人随时随地租用无人机航拍。

2. 无人机系统服务典型案例: 普宙科技

2022年, 普宙科技与光谷携手开启全国首个“共享无人机”联合试点工程——武汉东湖高新区低空共享无人机应用示范区项目的建设。

三、“低空经济 + 高速公路”商业模式构建

(一) 宁沪高速智慧扩容前置研究

近年宁沪公司开启了《沪宁高速公路超大流量路段通行保障关键技术研究工程示范》和《江苏省智慧高速公路应用技术与工程示范》两项省级重大科研项目，突破了超饱和和流量路段智慧管控技术的难点。

(二) 商业模式应用场景

1. 无人机参与下的超饱和和流量智慧管控

无人机可以实时传输高清图像和视频，帮助交通管理部门及时了解交通状况。在事故或拥堵时，无人机可迅速到达现场，提供实时数据，支持管理部门做出快速响应。

2. 智能养护人机协同

在养护方面，针对宁沪养护里程长、车流量大的特点，通过无人机高空巡查 + 人工地面巡查相结合的方式大大提高巡检效率。在巡查过程中 AI 能够自动识别路面坑洞、裂缝、障碍物等等，并拍照记录。

3. 空中“鹰眼”安全监管

目前，仅仅依靠路网监控摄像头，很容易因为视角盲区而造成监管不全面、事件发现不及时等场景。无人机可以以高视角、广镜头，补足监控盲区，化身空中“鹰眼”，对事件进行巡检画面回传，包括施工监管，无人机异常事件监测，无人机巡检应用。

4. 无人机伴飞护航应急

高速公路日夜运行不间断，很容易发生诸多应急情况，且有时会出现部分特情，各部门无法第一时间到达现场。在此背景下，无人机能够打破地形限制，飞往现场留存第一手影像资料，且能够回传画面提供远程决策依据，包括车辆占道特情，冬防路面低温。

四、商业模式效果评价

(一) 商业模式效果评价

1. 商业模式效果评价方法构建

目前常用的商业模式效果评价方法主要有 SWOT 分析法、财务分析法、市场分析法以及平衡计分法等，分别对应商业模式的内外环境评估、经济效益评估、市场适应性评估，以及多维度综合评价。本报告采用平衡计分法，对第三节中提出的商业模式进行多维度评估，以评价商业模式的全面性和协调性。

本次平衡计分法的评价指标，在经过相关案例分析后结合实际应用场景，以“降本”和“增效”为主要评价依据，最终确定为2个大类评价指标，共计8项指标因素，分别为：

(1) “降本”指标

a. 运营成本减少率 OCRR (Operating cost reduction rate)：衡量各项运营成本的减少幅度。

$$\text{计算公式：} OCRR = \frac{Oc_1 - Oc_2}{Oc_1}$$

其中， Oc_1 为上期运营成本， Oc_2 为本期运营成本；

b. 人工成本降低率 LCRR (Labor cost reduction rate)：评估通过优化人力资源配置、提高生产率等手段降低的人工成本。

$$\text{计算公式：} LCRR = \frac{Lc_1 - Lc_2}{Lc_1}$$

其中， Lc_1 为上期人工成本， Lc_2 为本期人工成本；

c. 材料成本控制率 MCCR (Material cost control rate)：分析通过改进采购流程和供应链管理减少的材料成本。

$$\text{计算公式：} MCCR = \frac{Mc_1 - Mc_2}{Mc_1}$$

其中， Mc_1 为上期材料成本， Mc_2 为本期材料成本；

d. 能源成本节约率 ECSR (Energy cost saving rate)：评估通过节能措施减少的能源消耗和成本。

$$\text{计算公式：} ECSR = \frac{Ec_1 - Ec_2}{Ec_1}$$

其中， Ec_1 为上期能源成本， Ec_2 为本期能源成本；

e. 固定成本削减率 FCRR (Fixed cost reduction rate)：分析通过资产处置、租赁成本优化等手段降低的固定成本。

$$\text{计算公式：} FCRR = \frac{Fc_1 - Fc_2}{Fc_1}$$

其中， Fc_1 为上期固定成本， Fc_2 为本期固定成本；

(2) “增效”指标

a. 流程效率提升率 PEIR (Process efficiency improvement rate)：衡量各业务流程优化后提高的效率。

$$\text{计算公式：} PEIR = \frac{Pe_2 - Pe_1}{Pe_1}$$

其中， Pe_1 为上期流程效率， Pe_2 为本期流程效率；

b. 决策支撑增长率 DSIR (Decision support increase rate)：评价业务流程变动前后的各类决策在实际应用场景中的支撑程度，或体现可用于指导业务实际的决策支撑次数变化。

$$\text{计算公式：} DSIR = \frac{Ds_1 - Ds_2}{Ds_1}$$

其中， Ds_1 为上期决策次数， Ds_2 为本期决策次数；

c. 目标完成增加率 TCIR (Target completion increase rate)：分析各应用场景下的目标完成贡献度的变化。

$$\text{计算公式：} TCIR = \frac{Tc_2 - Tc_1}{Tc_1}$$

其中， Tc_1 为上期目标完成贡献度， Tc_2 为本期目标完成贡献度；

对八项指标因素进行归一化同比分析，完成效果评价。

(二) 商业模式效果评价指标算例及效果评价

据统计，2023年宁沪公司宁镇管理处实施“低空经济 + 高速公路”商业模式构建前后，按每类应用场景下的单项目成本年度均值进行统计，前后两期相关支出费用估算清单如下：

成本项目	上期成本			
	超饱和和流量智慧管控	智能养护人机协同	空中“鹰眼”安全监管	无人机伴飞护航应急
运营成本(万元)	42	20	24	16
人工成本(万元)	56	56	28	56
材料成本(万元)	48	72	30	21
能源成本(万元)	8.3	12.5	8.3	8.3
固定成本(万元)	162	168	112	122
流程效率(事务/小时)	100	30	40	20
决策支撑(次数)	5	5	10	6
目标完成(百分比)	27	16	55	28
成本项目	本期成本			
	超饱和和流量智慧管控	智能养护人机协同	空中“鹰眼”安全监管	无人机伴飞护航应急
运营成本(万元)	36	16	20	15
人工成本(万元)	28	28	14	28
材料成本(万元)	40	66	15	15
能源成本(万元)	5.3	11.5	2.1	6.6
固定成本(万元)	88	87	67	69
流程效率(事务/小时)	120	40	55	22
决策支撑(次数)	7	6	16	7
目标完成(百分比)	33	21	75	32

下面以宁沪公司宁镇管理处低空经济相关统计数据为算例，进行商业模式效果评价指标计算，在完成各应用场景各指标因素变化率计算后，输出结果矩阵：

指标因素		超饱和和流量智慧管控	智能养护人机协同	空中“鹰眼”安全监管	无人机伴飞护航应急
降本指标	运营成本减少率	14.29%	20.00%	16.67%	6.25%
	人工成本降低率	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%
	材料成本控制率	16.67%	8.33%	50.00%	28.57%
	能源成本节约率	36.14%	8.00%	74.70%	20.48%
增效指标	固定成本削减率	45.68%	48.21%	40.18%	43.44%
	流程效率提升率	20.00%	33.33%	37.50%	10.00%
	决策支撑可靠率	40.00%	20.00%	60.00%	16.67%
	目标完成增加率	22.22%	31.25%	36.36%	14.29%

引入无人机技术后，运营成本减少率、人工成本降低率、材料成本控制率、能源成本节约率和固定成本削减率全部实现了下降，其中人工成本节省了一半；流程效率提升率、决策支撑可靠率和目标完成增加率全部实现了增效成果，其中最高增效成果达到了60%。

综上所述，“低空经济 + 高速公路”商业模式研究在高速公路运营和维护中的潜力巨大，未来有望进一步推动交通行业的智能化和自动化进程。

参考文献

[1] 邢少松 马旭 李浩 刘鹏程 徐智宏. 基于“无人机+”技术的恶臭气体检测系统研究[J]. 天津理工大学学报, 2024-04-30.

[2] 赵非; 王璜. 以数智化赋能“低空经济”腾飞崛起[J]. 通信企业管理, 2024 (03).

[3] 杨楠; 苏晓珊. 低空经济时代, 无人值守系统在智慧安防的应用及前景分析[J]. 中国安防, 2024 (03).

[4] 罗仕鉴 张德寅 邵文逸 郭和睿 成加豪. 技术与商业驱动的群智创新设计[J]. 包装工程, 2024(04).

[5] 王梦霜 薛源 蒋琦. 高速公路运营管理数字化转型体系探索与应用——以山东高速集团有限公司为例[J]. 中国交通信息化, 2023(12).

[6] 范德成, 肖文雪. 数字经济何以成为区域创新发展新动能——基于要素融合的实证分析[J]. 科技进步与对策, 2024 (05).

[7] 胡世军, 刘海亮, 王兵雷, 苏文科. 基于定向探索树算法的四旋翼无人机路径规划[J]. 系统仿真学报 2023 (12).

[8] 郭子恒, 蔡晨晓. 基于改进深度强化学习的无人机自主导航方法[J]. 信息与控制, 2023(06).

[9] 王栋. 公路工程施工管理问题及优化策略[J]. 江苏建材, 2024(06).

[10] 樊一江 李卫波. 我国低空经济阶段特征及应用场景研究[J]. 中国物价, 2024-04-15.