

# 低空经济助力海南热带雨林国家公园生态产品价值转化的机制与政策研究

朱俭

三亚学院旅游与酒店管理学院，海南省三亚市，572099；

**摘要：**“两山”理念是生态产品价值实现的关键路径。文章以海南热带雨林国家公园为研究对象，依照社会 - 生态系统及新制度经济学相关理论，构建了“技术 - 组织 - 制度”三维分析框架，用以阐述低空经济给予生态产品价值达成的深层原理，并提出要建立包含技术、利益、风险、资本的政策体系，为国家公园生态价值实现提供一些理论与应用层面的参考。

**关键词：**低空经济；生态产品价值实现；海南热带雨林国家公园

**DOI：**10.69979/3029-2700.26.04.017

海南热带雨林国家公园是为我国首批设立的5个国家公园之一，也是全国第一个开展生态产品总值（GEP）核算工作的国家公园。但生态产品价值实现的实践中始终陷入“难以度量，无法抵押，不易交易，难以变现”的窘境。2024年，海南省公布了《海南省低空经济发展三年行动计划（2024—2026年）》，该文件表明要拓展无人机安全巡查场景，还要将无人机应用于海南热带雨林国家公园的许多方面，如森林巡查、防火任务、生态观测以及生物多样性考察等，从而创建起一种新的空地协同智能守护模式，这为低空经济助力国家公园生态产品价值达成带来机会。

## 1 文献综述

### 1.1 低空经济研究进展

低空经济属于综合性的经济形态，凭借无人机，eVTOL等低空飞行器，结合通信导航和人工智能等技术促使众多产业相互交融。<sup>[1]</sup>目前理论体系的塑造工作大多围绕基础理论，应用理论和交叉理论这三大维度去开展<sup>[2]</sup>，何寿奎针对低空经济助力生态产品价值实现的深层原理做了相关探究<sup>[3][4]</sup>。从研究方法看，廖望等经由CiteSpace分析得知，以前的研究往往把通用航空当作核心对象，但是从2010年起，研究重点向以无人机为主的低空经济领域倾斜，在此期间，国外研究更多着眼于技术层面的拆解，国内研究则更多关注空域变革和产业发展状况。

### 1.2 生态产品价值实现研究进展

生态产品价值实现是生态经济学等领域的前沿课题。郭甲嘉<sup>[5]</sup>等按照国家公园生态产品价值实现框架展

开研究，由此总结出包含生态保护补偿、环境权益交易、资源权属交易、生态产业、特许经营、宣传教育以及科学研究在内的七种典型模式，并对其深层逻辑加以总结。苏凯文<sup>[6]</sup>等依靠社会生态复合系统理论加以分析，确定其理论依据，而且针对生态资源资产化，资本化等重要机制实施细致阐述。何寿奎立足绿色金融视角探寻低空经济与绿色金融协作解决生态产品价值达成效率低下难题的方法，最终给出塑造多元投融资体系的提议，经由诸多研究可知，若想达成生态产品的价值，便需要政府、市场、社区等诸多不同主体共同努力，从而创建起一种兼顾各方利益的制度设计。

综上所述，当前研究多集中在低空经济或者生态产品价值达成的单个维度，未把二者结合做系统的探究。对于国家公园来说，有关低空经济助力生态产品价值达成的本质原理及具体途径的研究不够充分。在政策机制规划方面，往往止于宏观层面，缺少专门针对国家公园制定的细致规则。

## 2 低空经济赋能生态产品价值实现的机理分析

### 2.1 信息流变革

#### 2.1.1 天空地一体化监测体系的构建

低空经济构建的“天空地”一体化的监测体系，用以全面而立体的监测国家公园的生态系统。从空基角度看，无人机要装载诸如多光谱相机之类的载荷，从而精确监测植被覆盖率、生物量等参数。它具有较高的空间分辨率，重访历时较短，机动性也很灵活，可得到厘米级甚至毫米级的影像资料，置于地面层，红外相机等各类设备形成监测网络，随时监测野生动植物活动及环境因子

的改变。在海南热带雨林国家公园已设置近两千台红外相机。这些来自天空、地面等诸多源头的的数据,经由多源数据同化算法融合并加以利用,可以精确描绘出生态系统的状态,还能追踪其动态变化情形。

### 2.1.2 GEP 核算精准化的技术支撑

GEP 核算的准确度与生态监测数据的质量及其覆盖面有关。传统生态监测往往受限于人力、物力以及时间成本等因素,很难现在大面积范围内执行高频次的相关操作,因而核算存在很大不确定性。不过,低空技术很好地解决了这个问题。

海南热带雨林国家公园连续五年开展的 GEP 核算相关操作,其成果显示,利用无人机监测得到的数据,可以明显提高核算的精准度。把无人机遥感收集到的数据与地面考察得到的数据融合起来,就能创建适合热带雨林生态系统特点的 GEP 核算方法及指标体系。再分别针对山地雨林、低地雨林等各种不同类型的森林获取对应的参数并实施核算,从而全面体现出这个公园所具有的自然优势及其功能特性。

### 2.1.3 生态产品目录清单的动态更新

低空技术具有高频次检测的能力,这给生态产品目录清单的动态更新带来了强有力的技术支持。传统调查方式常常存在周期长、成本高的问题,所以很难及时完成更新。利用无人机定时巡视,就可以很快察觉到生态方面发生的改变,进而及时知晓新种类或者存量变动的情况,从而为动态更新提供相关数据。

## 2.2 物流变革

### 2.2.1 生态产品流通的空间障碍突破

海南热带雨林国家公园位于海南岛中部山区,该地区地形复杂,传统物流难以完全适配生态产品的流通需求。低空物流利用空中通道冲破地理束缚,大幅缩短了生态产品从产地到市场的运输时间。对于鲜活类生态产品而言,其时效性极大地影响着其市场价值。无人机配送可将运输时间从数小时缩减到几十分钟,从而提高产品新鲜度并增强其增值能力。低空物流还能到达一些较偏远社区,进一步扩展生态产品的市场辐射范围。

### 2.2.2 生态产品溯源体系的构建

生态产品的市场价值很大程度上依赖于其真实性 and 可信度,低空技术依靠全程可视化的检测手段,可以创建起从生产环节到消费环节的完整溯源链。在此过程中,无人机会即时记录生产环节的数据,并把数据上传到区块链实施存证,从而生成一份不可篡改的数字档案。区块链技术与低空检测相融合,进一步巩固了溯源体系

的公信力,消费者只需扫描产品上的二维码,就能得到包含全过程的溯源相关信息,诸如产地情况,生产环节状况,检测环节详情以及物流环节动态等,这样就能有效地解决生态产品在市场上存在的信息不对称问题,从而加强消费者的信任度并使其支付意愿增强。

### 2.2.3 生态产品供应链的优化整合

低空经济有益于生态产品供应链实施数字化重构,凭借即时数据,可以达到供应链各环节精准对接并协同改良。从生产端遵照市场需求灵活调整生产方案,到在物流端依照产品特点改善配送路线,在到销售端按照即时库存状况调整营销策略。这种数据引领模式,能有效缩减流通成本并减小损耗比例,提升综合效率。

## 2.3 资金流的变革

### 2.3.1 生态资产确权与价值评估

低空技术为生态资产确权及价值评估提供了可靠方法。用无人机实施遥感监测,可以精确计算森林碳储量、生物多样性指数等生态参数,从而为评估工作提供强有力支撑。以海南热带雨林国家公园 2024 年碳汇交易为例,依靠精准监测数据做的碳汇量计算,是这笔交易得以顺利完成的关键因素。

吊罗山片区执行的清除金钟藤的工程,规模达 1 万亩,预计历时 20 年可形成 10.9 万吨碳汇,其交易金额将超千万。该工程得以完成,很大程度上依靠天空地一体化监测体系提供的精确数据。低空技术的应用让生态资产具备了可测量、可报告、可核查 (MRV) 的特性,从而为后续的资本化操作奠定稳固基础。

### 2.3.2 绿色金融产品的创新开发

低空经济同时催生了诸多绿色金融产品。其中生态保险较为典型。传统的森林保险多针对灾害风险承保,依靠低空监测数据设立的生态保险,则把保障范围扩展到生态系统服务价值损失保障上。此过程中,保险公司定时用无人机执行监测工作,从而及时评定相关情况,按照评定结果动态调整费率及赔付标准。

碳金融产品更新也是重要的发展趋势。依靠精确的碳汇监测数据,可以开发出碳汇期货、期权、基金等各类衍生品,从而充实碳市场的商品体系。海南热带雨林国家公园在碳汇交易方面的操作为该领域赋予了非常珍贵的经验。

### 2.3.3 多元化投融资渠道的拓展

低空技术有助于减少生态产品投融资领域中的信息不对称现象,降低风险考量所耗费的成本,从而吸引更多社会资本加入进来。政府引导基金、产业投资基金

等各类化的投融资工具，在国家公园生态保护修缮项目中被全面采用。海南热带雨林国家公园的“天空地一体化综合监测体系项目”以5058.77万元的价格中标，该项目由中移集成等企业承建，体现了政企合作在生态基建方面的实际应用。

## 2.4 价值共创机理

对于低空经济而言，生态产品价值实现关键在于价值共创这一理念。价值共创理论表明，价值需经由诸多利益相关方相互之间的互动协作才得以被共同创造出来。从国家公园生态产品价值的达成角度来说，政府及相关主体利用低空技术平台来共享各种信息，并整合资源，然后一起投身到生产环节、流通环节以及消费环节中，从而实现生态价值、经济价值和社会价值协同发展并共同得到优化。

政府通过制定相关政策并投入公共资金，为低空技术的应用及生态产品价值的达成创建合适的制度环境。企业凭借自身的技术革新成果与市场运作手段，将生态资源转化为可交易的产品。社区参与生态守护活动及相关生产活动，由此获得相应收益。科研机构通过开展技术研发任务和培育人才，为低空经济的发展注入活力。各个主体实现利益共享，共同担风险，推动国家公园的生态产品价值不断实现。

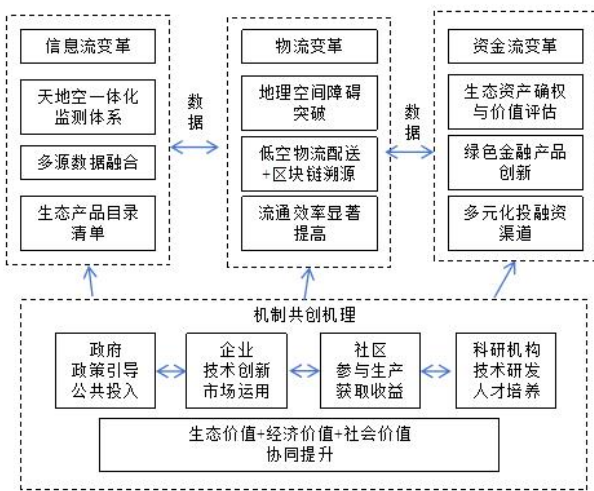


图 2.1 低空经济赋能生态产品价值实现的机理

## 3 海南热带雨林国家公园实证分析

### 3.1 国家公园概况与 GEP 核算实践

海南热带雨林国家公园在 GEP 核算方面首先采取了行动，从 2019 年到 2023 年一直推动相关工作，还形成常态化的机制。经核算可知，该公园的 GEP 由 2019 年的 2045.13 亿元增长到 2023 年的 2087.52 亿元；其单

位面积 GEP 也发生了变化，即从 2019 年每平方公里 0.46 亿元上升到 2023 年每平方公里 0.49 亿元。

从 GEP 形成看，2023 年时，调节服务价值占比达 81.58%，约合 1688.91 亿元，文化服务价值占比为 15.05%，对应金额约 307.72 亿元，物质产品价值占比仅为 2.37%，相应金额约 48.50 亿元，这种情况表明，海南热带雨林国家公园的生态价值重点体现在调节服务上，文化服务价值也很重要，不过物质产品价值所占比例较低，这与其生态保护的主要职能相符。

## 3.2 低空经济应用现状

### 3.2.1 天空地一体化监测体系建设

“天空地一体化综合监测体系项目”，通过整合各类监测手段，形成了覆盖全园的立体化监测网络。公园给一线管护人员配备了无人机，该无人机可用于森林巡护、防火防灾、生态监测、生物多样性考察等众多事务。利用无人机可扩大巡查范围，提高工作效率，减轻人员劳动强度，降低安全风险。在一些偏远地区，其作用不可替代。

### 3.2.2 碳汇交易与生态产品价值实现

2024 年，海南热带雨林国家公园完成了全国首笔热带雨林碳汇交易，以吊罗山片区的 1 万亩金钟藤清除项目为例，预计 20 年间会生成 10.9 万吨碳汇，交易额超千万。这表明，国家公园碳汇交易已从纯粹的理论研究迈入实际可行的阶段，而且开创出一条实现生态产品价值的新途径。其得以实现，一方面依靠精确的计算工作，另一方面少不了完备的监测体系。利用天、空、地一体化监测方法，既能对碳汇进行科学、精准的计算，又能开展动态监测，从而为其他生态产品市场化交易相关事务提供非常关键的参考依据。

### 3.2.3 生态补偿机制探索

海南热带雨林国家公园从昌化江流域开始探寻创建“上游护水，下游补偿”这种横向生态保护补偿机制，按照水质、水量等有关考核因子执行“季度核算，年终结算”的运作流程，从而对上游的生态保护给予奖励，促使生态效益得到合理地分配。低空监测技术对于生态补偿机制而言有着非常重要的监测评定意义。将无人机巡护和水质监测结合起来，可以为补偿标准及成果提供必要的依据，从而提高其准确性和公正性。

## 4 海南热带雨林国家公园生态产品价值转化政策机制设计

### 4.1 技术协同机制

整合卫星遥感、无人机、地面传感器等手段，创建园区全方位、功能较完善的天地一体化监测网络，统一数据标准与接口，做到多源数据融合，形成共享平台，从而冲破各种壁垒，促使数据走向开放共享。创建 GEP 核算数字化平台，此平台可自动完成监测数据的采集、处理及核算等事务，利用 AI 算法优化核算工作的自动化水平与智能化程度，而且建立动态监测警报系统，从而及时发现生态方面的变化情况，为经营决策提供及时的支撑。要支持低空飞行器等关键技术的研发攻关工作，积极促使企业、高校和科研机构开展产学研合作，助力低空技术在国家公园生态治理中的创新性应用，也要创建示范基地，并推广相关经验。

### 4.2 利益联结机制

完善纵向生态补偿机制，提高补偿标准的科学精准水平，拓展横向补偿范围，形成更多流域的“上游守护，下游补偿”机制，积极探索市场化模式，引导社会资本投入生态保护与修复工作。拓宽社区居民参与生态产品价值实现的途径，积极扶持生态旅游这种环境友好型产业发展，形成利益共享机制，让居民得到较为合理的收益，也要加强技能提升培训工作，从而优化他们参与生态产业的能力。完善国家公园特许经营相关的制度，从而规范各类活动的开展，采用竞争机制，选出具有技术优势且有经营经验的企业参与进来，并形成一套评价制度，以确保达成较好的生态效益与社会效益。

### 4.3 风险管控机制

利用低空检测技术创建全园生态安全检测警报系统，这样就可以随时检测森林火灾之类的生态风险，并及时发出警报，而且要形成应急机制，进而加快应对对各种风险的反应速度。制定监测数据安全规范，其中要明确数据采集，存储，输送，使用的各个环节应达到的安全要求，还要形成分级分类的有关制度，从而守护好那些比较敏感的数据，进一步巩固网络安全防护手段，有效地规避可能产生的数据泄露和被攻击情况。要形成起低空飞行安全经营制度，对无人机之类的飞行活动实施规范，还要划定禁飞区，限飞区，从而保障生态安全和公共安全，也要加强人员培训经营工作，进一步提高相关人员的安全意识和技能水平。

### 4.4 资本赋能机制

应当开发诸如生态保险，碳金融等绿色金融产品，建立抵质押融资机制，拓展相关渠道，推动投资基金发

展，从而引导社会资本开展投资。创建生态产品交易平台，该平台能提供涵盖展示、交易及结算的一站式服务，还要制定相关的规则标准，建立信用体系以提升市场的公信力。加大财政投入，助力生态基础设施和低空技术应用，全面落实税收优惠政策以缩减相关成本，建立风险分担机制以分散投融资过程中的风险。

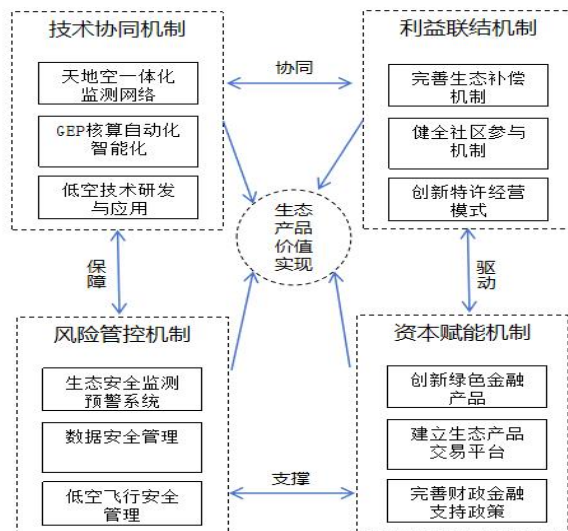


图 4.1 低空经济赋能生态产品价值实现的政策机制设计

### 参考文献

[1] 沈映春, 低空经济: “飞”出新赛道[J]. 人民论坛, 2024(8): 74-79.  
 [2] 李萌, 马苒迪. 低空经济理论建构的研究进展[J]. 阅江学刊, 2025(5): 49-62.  
 [3] 何寿奎, 徐建卿. 低空经济赋能山区生态产品价值实现的机理研究[J]. 生态与农村环境学报, 2026.  
 [4] 何寿奎. 低空经济与绿色金融协同破解生态产品价值实现低效锁定[J]. 当代经济管理, 2026, 48.  
 [5] 郭甲嘉, 等. 国家公园生态产品价值实现: 概念框架、典型模式与内生逻辑[J]. 干旱区资源与环境, 2026, 40(3): 175-185.  
 [6] 苏凯文, 马丽, 杨光. 国家公园生态产品价值实现的理论阐释、机制解析与模式总结[J]. 国家公园(中英文), 2025, 3(2): 117-125.

作者简介: 朱俭(1982年12月), 女, 湖南怀化, 汉族, 硕士研究生, 旅游管理专业教师。  
 基金项目: 海南省哲学社会科学规划课题“海南热带雨林国家公园生态产品价值实现路径与机制研究”(HNSK(YB)22-47)