Service Science and Management 服务科学和管理, 2026, 15(6), 1138-1144
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ssem
https://doi.org/10.12677/ssem.2026.156134

Hans汉斯

协同治理视域下低空空域管理跨部门协同处置机制研究

梁　正

江苏警官学院国家安全学院，江苏　南京

收稿日期：2026年10月6日；录用日期：2026年10月28日；发布日期：2026年11月11日

摘　要

低空空域管理涉及目标识别、联合研判、现场处置与信息反馈等连续环节，需要不同专业主体协同完成。本文以协同治理理论为基础，将公安、民航及相关技术单位视为治理网络中的功能节点，从流程衔接、资源适配和信息协作三个维度开展文献分析。分析表明，在处置窗口较短、专业分工较细的条件下，任务转换的衔接精度、专业资源与现场需求的匹配程度，以及信息核验和协作反馈的连续性，均可能影响联合行动效率。上述情形可从任务依赖、资源互补、信息不对称和信任形成等机制加以理解。文章据此提出场景化任务清单与交接确认、资源台账与任务匹配、最小必要数据共享与联合复盘等操作建议，为低空空域跨部门协同处置提供可进一步检验的分析框架。

关键词

协同治理，低空空域，公安机关，跨部门协同

Interagency Coordinated Response Mechanisms in Low-Altitude Airspace Management: A Collaborative Governance Perspective

Zheng Liang

School of National Security, Jiangsu Police Institute, Nanjing Jiangsu

Received: October 6, 2026; accepted: October 28, 2026; published: November 11, 2026

文章引用: 梁正. 协同治理视域下低空空域管理跨部门协同处置机制研究[J]. 服务科学和管理, 2026, 15(6): 1138-1144.
DOI: 10.12677/ssem.2026.156134

Abstract

Low-altitude airspace management involves a sequence of interconnected activities, including target identification, joint assessment, on-site response, and information feedback, requiring coordination among actors with different areas of expertise. Drawing on collaborative governance theory, this study conceptualizes public security agencies, civil aviation authorities, and relevant technical organizations as functional nodes within a governance network and conducts a literature-based analysis across three dimensions: workflow integration, resource alignment, and information collaboration. The analysis suggests that, under tight response windows and a highly specialized division of labor, the precision of task handoffs, the alignment of specialized resources with on-site needs, and continuity in information verification and collaborative feedback may all affect the efficiency of joint operations. These relationships can be understood through mechanisms of task interdependence, resource complementarity, information asymmetry, and trust formation. Accordingly, the study proposes practical measures, including scenario-specific task lists and handoff confirmation, resource inventories and task matching, minimum necessary data sharing, and joint post-incident reviews. These proposals provide an analytical framework for further testing of interagency coordinated responses in low-altitude airspace management.

Keywords

Collaborative Governance, Low-Altitude Airspace, Public Security Organs, Interagency Coordination

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. 问题提出

近年来，无人驾驶航空器、电动垂直起降航空器(electric vertical take-off and landing, eVTOL)等低空载运工具加速进入物流、城市交通和应急救援领域。美国先后启动无人驾驶航空器系统交通管理(UTM)项目[1]。在此基础上，又提出城市空中交通和先进空中交通构想[2] [3]。欧洲则通过 U-space 推进空域分类、风险评估和运行服务体系建设[4]。低空经济以空域资源开发利用为基础，产业应用拓展与运行保障能力建设需要衔接。现有成果主要讨论低空经济的概念、资本支持、发展约束与技术经济范式[5]-[9]，也涉及无人机碰撞和对地风险评估[10] [11]。另有研究从法治建设和产业生态角度提出发展方案[12] [13]。这些讨论为低空活动管理提供了基础。

低慢小飞行器广泛用于物流、巡检和救援，其运行过程中也可能出现未经审批飞行、设备失控等需要及时核查的情况。相关事件通常涉及空中目标识别、地面现场处置和专业技术支援，需要围绕具体任务做好跨部门衔接。公安机关承担现场警务处置，民航及相关技术单位提供专业信息与技术支持。低空警务及空地协同研究已提供若干解释线索[14] [15]，在此基础上，仍可进一步探讨不同节点如何及时确认任务、匹配资源并交换可用信息，使专业分工更顺畅地转化为协同行动。

基于上述问题，本文以低空空域管理的跨部门协同处置为研究对象，选取流程衔接、资源适配和信息协作三个维度，通过既有文献开展概念分析与机制讨论。分析单位是空情发现、研判、现场处置和后续交接之间的任务联系，重点关注各节点需要何种信息与资源、如何完成任务转换以及如何通过反馈积累协作经验。

2. 理论基础与分析框架

(一) 协同治理理论核心逻辑

“协同”最初是系统科学中的概念。哈肯在创立协同学时指出，复杂系统的子系统在相互作用和制约中形成新的有序结构[16]。这一思想进入公共治理研究后，关注点逐步扩展到多主体、多层级和多目标并存条件下的信息交换、资源整合与协商行动[17]。当具体公共事务跨越单一组织边界时，不同主体能否形成稳定、可预期的互动关系，成为理解联合行动的重要视角。

从治理网络视角看，参与协同处置的各部门是具有不同专业职能、资源条件和信息优势的功能节点。协同治理研究强调，参与主体的资源差异、相互依赖和合作过程会影响共同任务的推进[18] [19]。在处置中，一项任务的完成可能依赖其他节点先提供目标识别结果、设备状态或现场反馈，由此形成前后相接的任务关系。既往合作经验、透明的信息交换和可靠的反馈，有助于形成对合作方的合理预期，并增强共同解决问题的意愿[18] [20]。因此，分析协同过程需要同时关注节点间的任务联系、资源互补和信任基础。

在低空空域处置中，公安、民航及相关技术单位围绕具体事件形成任务导向的协作网络。各节点分别掌握现场信息、空域运行信息、监测数据和专业设备，通常需要在较短时间内完成信息核对与行动配合。协同治理理论为理解这一过程提供了三个相互联系的概念：任务依赖解释为何前后环节需要及时衔接，资源互补解释为何设备和人员需要按任务组合，信息不对称与信任形成则解释为何持续反馈有助于提高合作效率。

(二) 低空安全概念及协同处置职责定位

低空安全并不追求绝对无风险，其基本要求是把航空器运行及相关活动的风险降至可接受水平。我国研究通常将低空界定为真高 1000 米以下、特定情况下可延伸至 3000 米的空域[21]。国际民航组织对航空安全的界定同样强调风险的降低与可控[22]。低空场景主要涉及飞行安全、公共安全和运行秩序，未经审批飞行、失控飞行和违规航拍等活动可能产生需要多部门协同处置的异常情况。低空经济的发展因而需要与相应的安全保障和处置能力同步推进[23]。本文所称低空空域，主要指对航空运行、现场秩序或公共安全产生现实影响，需要多部门联合识别、研判和处置的低空空域飞行活动。

低空空域的协同处置以各参与主体的既有职责为基础。公安机关的现场警务工作需要与民航及相关技术单位的专业工作相衔接。本文重点讨论任务交接、技术支援和信息反馈等操作环节，考察不同专业能力如何在同一处置流程中发挥互补作用。

(三) 流程衔接、资源适配与信息协作分析框架

围绕低空空域处置过程，本文构建流程衔接、资源适配和信息协作三个分析维度。流程衔接关注空情接报、目标核验、联合研判、现场处置和后续移交之间的转换条件与确认方式；资源适配关注侦测设备、专业人员、通信保障和技术支援能否与任务类型、现场条件及时匹配；信息协作关注数据能否被准确理解、及时核验并形成持续反馈，以及共同演练和复盘如何增进节点间信任。三个维度分别考察任务如何连续推进、专业能力如何组合运用以及协作经验如何积累，为后文分析实践需求和提出改进措施提供对应框架。

3. 低空空域跨部门协同处置的实践需求及影响因素

随着低空活动应用场景拓展，跨部门协作需要在较短处置窗口内衔接多种专业任务。本文围绕流程衔接、资源适配和信息协作，归纳可能影响联合行动的操作情形，并结合任务依赖、资源互补和信任形成解释其作用过程。以下分析旨在识别值得持续优化的环节，相关情形在不同任务中的表现及程度仍需

结合具体记录判断。

(一) 任务转换环节的衔接精度有待提升

空情发现、目标核验、联合研判、现场处置和后续移交构成连续任务链。不同单位分别关注目标状态、运行信息、现场情况或技术条件，同一事件在进入下一环节前，往往需要补充或确认不同信息。若前一环节提供的结果与后一环节所需材料不完全对应，可能增加补充沟通和重复核验的时间。此类情形可从任务转换是否清晰、信息是否足够以及接收确认是否及时等方面加以观察。

从任务依赖看，专业分工使各节点需要借助他方结果推进自身工作[18]-[20]。例如，现场人员需要明确某一识别结论是否已经核验，技术人员则需要了解当前任务重点及现场反馈。事件状态变化越快，对结果更新和交接确认的要求越高。因而，实践中可进一步细化任务的输入材料、完成标志和接收方式，使前后环节形成更稳定的工作预期。

(二) 专业资源与现场任务的适配仍需加强

低空空域活动可能同时涉及航空运行与现场公共安全，需要根据具体情形组合监测、研判、通信和现场观察等能力[24]。低空路网研究指出，起降设施、通信导航、气象监测和运行服务共同支撑飞行活动[25]。在联动处置中，设备分别具备某项功能并不必然意味着其能在同一任务中顺畅配合。设备适用环境、通信接口、可用时段以及专业人员状态，都可能影响支援资源与现场需求的匹配。

从资源互补看，不同节点提供的能力通常各有所长，承担当前任务的单位需要根据事件特点组合使用其他单位的专业资源[19] [20]。这种相互依赖在点位分散、现场环境复杂或任务转换较快时更为明显。若资源状态更新与现场需求变化存在时间差，执行人员可能需要再次确认设备可用性和支援到场时间。因此，动态资源台账、明确的支援联系人和预先检验的任务组合，有助于提高现场调度的可预期性。

资源适配也需要持续运维支撑。设备维护、接口联调和专业训练的节奏不同，可能使同一资源组合在不同时间呈现不同的可用状态。数字基础设施研究强调数据汇聚与分析对运行保障的支持作用[26]。在此基础上，可将日常维护记录、任务使用反馈与演练结果结合起来，持续观察设备适用性和人员配合情况，为后续资源调整提供依据。

(三) 信息核验与协作反馈需要持续完善

低空空域研判需要综合飞行报备、侦测预警、现场视频和航空器识别等多源信息。不同系统的数据生成方式、时间标记和专业术语可能存在差异，接收方往往需要进一步核对来源、更新状态和可信程度。即使数据能够传输，若尚未形成共同理解，也可能影响信息的实际使用。因而，信息协作的关注点应同时包括交换效率、核验过程和使用反馈。

信息不对称表现为来源方通常更了解数据的生成条件和局限，而接收方需要通过补充说明判断其是否适用于当前任务。相关交易成本研究为理解信息核验、沟通和相互适应所需的投入提供了理论参照[27]。在跨部门工作中，反复确认可能源于数据质量、使用要求或任务理解的差异，不宜直接据此判断参与主体的合作意愿。把不确定信息标注为待核事项，并保留来源方的解释和接收方的反馈，有助于减少理解偏差。

协作信任通常在持续互动中形成。协同治理研究表明，共同讨论、可靠反馈和逐步积累的合作经验，有助于参与主体建立共享理解[18] [20]。不同单位的任务频次、专业语言和反馈习惯存在差异，可通过共同演练和复盘逐步磨合。若联络人员、典型任务记录和改进事项能够持续更新，各节点更容易形成对合作过程的稳定预期。

4. 低空空域跨部门协同处置机制优化

针对前述实践需求，可从流程衔接、资源适配和信息协作三个方面细化操作，并结合事件类型和风

险程度实施差异化处置。流程方面以场景化任务清单和交接确认提高任务转换的清晰度；资源方面通过动态台账、任务匹配和常态联调提升专业支援的可用性，并借鉴数字政府和智慧城市建设中的数字孪生、数据融合和智能辅助决策技术提升资源协同能力；信息方面以最小必要共享、核验回执和共同复盘积累协作经验。三方面的对应关系见图 1。

(一) 细化场景化任务清单与交接确认流程

首先，结合既有工作预案，将处置需求区分为日常核查、专业支援和联合处置等任务类型，编制简明的场景化任务清单。清单可包括事件编号、接报时间、已知事实、待核事项、当前执行单位、下一节。

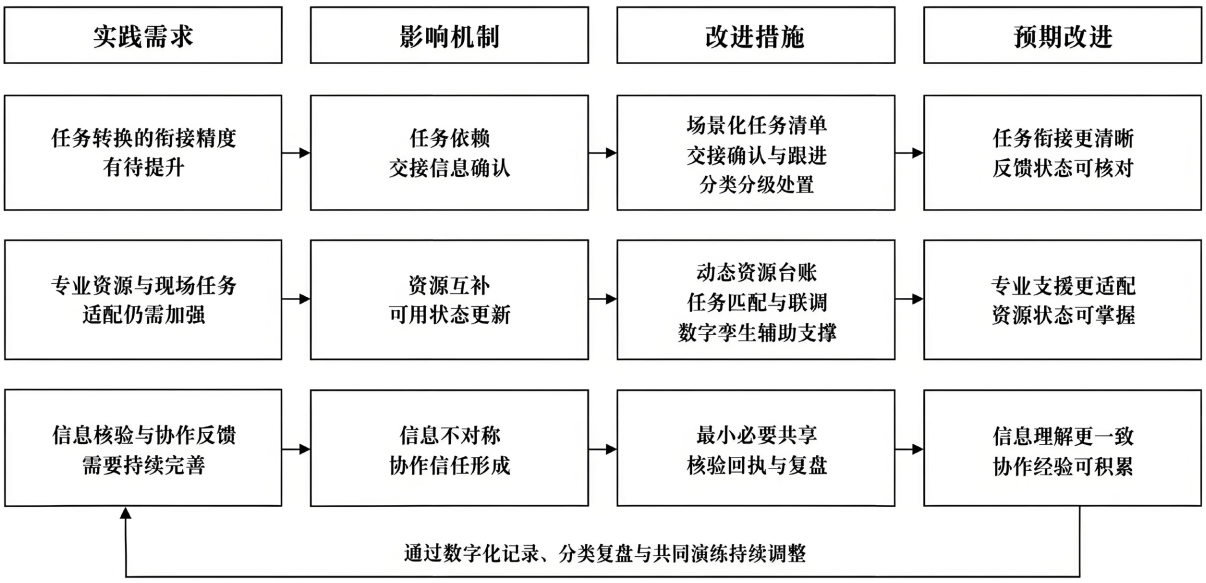


Figure 1. Model of cross-departmental collaborative disposal mechanism in low-altitude airspace
图 1. 低空空域跨部门协同处置机制模型

接收单位和联络方式，并明确每项任务完成后需反馈的结果。不同任务类型仅用于安排工作顺序和支援需求，实际行动仍依据各主体的既有职责开展。对于需要专业技术措施的情形，由相应专业单位核验实施条件并反馈技术意见。在任务类型划分基础上，还应结合事件风险程度对协同流程作进一步区分。对于飞行主体和活动信息较为明确、影响范围有限的一般事件，可采用以信息核验和结果反馈为主的简化流程，减少不必要的跨部门流转；对于目标身份、飞行意图或者轨迹存在异常，需要专业技术判断的事件，可增加多源信息核验和专业支援环节；对于涉及重点区域、公共安全或者可能产生持续影响的高风险事件，则应按照既有应急处置要求强化多部门联合研判、资源调度和持续跟踪。风险程度可结合目标身份明确程度、活动区域敏感性、轨迹异常程度和可能影响范围等因素综合判断，并据此调整任务响应顺序、参与单位范围、资源投入和信息反馈要求，从而使不同类型和风险等级事件形成与其处置需求相适应的协同流程。

其次，将交接确认嵌入空情处置流程。首接人员记录信息来源及可信程度，接收单位确认任务内容、接收时间和待补材料；对尚未确认的轨迹、身份或设备状态，单独列为待核事项并明确跟进人员。现场处置结束后，根据事件实际情况整理轨迹记录、现场视频、设备日志和处置记录等材料，注明来源、采集时间与完整性检查结果，由接收方反馈材料是否可用。材料移交遵循现行程序，不以工作清单替代证据要求。最后，通过桌面推演检验任务清单能否顺畅使用，记录重复核验、反馈遗漏和交接等待等操作情况，结合演练结果调整清单与联络安排。

(二) 完善资源台账与任务匹配安排

资源统筹可按盘点、匹配、调度和复核四个步骤推进。第一，由参与联动的部门共同维护资源台账，列明设备用途、适用环境、工作状态、归属单位、操作人员和支援联系人，并同步记录检修、训练和临时占用情况。第二，按任务类型形成资源匹配表，将目标核验、现场观察、通信保障和技术支援等需求对应到可用设备与人员，明确优先组合和备选组合。第三，在既有工作安排下，记录支援申请、接收确认、预计到场时间及现场交接结果；确有条件限制时及时反馈替代方案，便于执行人员调整任务顺序。第四，处置结束后核对设备状态、使用记录和支援结果，使台账反映可实际调用的能力。

资源布局还应结合场景类型、地形条件、飞行活动密度和既往任务记录进行调整。固定监测、移动补充和应急通信资源可按任务需要组合使用，并将设备维护、接口适配和人员训练纳入持续运维安排。可先选择具有代表性的日常核查或专业支援任务开展小范围联调，重点记录设备适用性、信息传输稳定性、人员到场时间和任务完成情况。根据试用记录逐步调整组合，联合演练的频次由参与单位结合实际任务量和维护周期确定。

在上述资源协同基础上，可进一步借鉴数字政府和智慧城市建设中的“数字孪生”理念，探索构建低空态势感知与协同处置的数字化支撑平台。通过标准化数据接口接入飞行报备、目标轨迹、监测设备状态、地理空间信息和现场处置反馈等数据，并在统一时空框架下进行实时关联和可视化展示，使参与单位能够共同掌握事件位置、目标状态、周边环境以及可调用资源。在此基础上，可嵌入基于规则匹配和数据分析的辅助决策模块，根据事件特征、任务需求和资源状态提示可选的支援力量及处置环节，为任务匹配和跨部门调度提供参考。数字孪生平台主要承担态势呈现、信息关联和辅助研判功能，具体处置决定和资源调用仍按照各主体既有职责与工作程序实施。

(三) 完善信息核验、协作反馈与共同复盘

数据协作可从共同理解信息含义入手。第一，围绕飞行报备、侦测预警、现场视频、航空器识别和处置反馈等信息编制最小必要数据目录，为每个字段注明来源、时间戳、更新频次、可信程度、使用范围和保存期限。第二，结合任务需要区分常态交换、事件触发交换和按需查询，以现有的数据使用要求和权限管理为基础，通过访问记录与日志审计保留可核对的使用过程。第三，接收方对关键信息作出已接收、待核验或需补充的回执，对不一致的数据记录差异并联系来源方复核，使各节点了解信息的实际可用状态。

共同复盘宜聚焦具体流程的改进。可结合预警推送及时率、任务接收确认率、交接材料完整率、处置反馈完成率和演练事项改进率开展过程评价。使用前先明确各指标的统计口径、起止时间和适用情形，例如以约定时间内完成接收确认的任务数占需确认任务数的比例计算接收确认率；统计时应同时记录任务复杂度、设备维护和通信条件等情况，避免仅凭单一数值评价协作效果。各单位可通过固定联络人员、共享示例任务单和共同演练积累合作经验，在每次复盘后形成待改进事项、跟进人员和完成时间，并在后续演练中检验调整是否有效。

5. 结语

低空空域跨部门协同处置需要不同专业节点在较短时间内完成任务转换、资源组合与信息核验。本文基于协同治理理论，从流程衔接、资源适配和信息协作三个维度讨论实践需求及影响因素，并提出场景化任务清单、交接确认、资源匹配、核验回执和共同复盘等操作建议。相关分析表明，持续的任务反馈和协作经验积累，是连接专业分工与联合行动的重要环节。本文的贡献在于形成问题分析与操作建议相对应的解释性框架，其适用性仍需通过后续的任务记录分析、联调试用或实地研究检验。

基金项目

本文系江苏省教育厅项目“一带一路”倡议推动周边区域命运共同体构建的路径与成效评估研究 -

基于江苏对口合作案例(2025SJYB0327)的阶段性研究成果；江苏警官学院重点教改项目“智慧边境管理”背景下涉外警务专业课程实战化教学模式的创新与实践(2024A03)阶段性成果；江苏警官学院教改项目“从混合式教学到人智协同：生成式 AI 驱动的高校教学新范式探索”阶段性研究成果。

参考文献

[1] Kopardekar, P., Rios, J., Prevot, T., *et al*. (2016) Unmanned Aircraft System Traffic Management (UTM) Concept of Operations. *AIAA Aviation Forum and Exposition*, Washington DC, 3-17 June 2016, 1-16.

[2] Federal Aviation Administration Next Gen Concept of Operations for Urban Air Mobility (UAM) Version 1.0. https://nari.arc.nasa.gov/sites/default/files/attachments/UAM_ConOps_v1.0.pdf

[3] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2020) Advancing Aerial Mobility: A National Blueprint. National Academies Press.

[4] SESAR Joint Undertaking (2017) U-Space Blueprint. https://www.sesarju.eu/u-space-blueprint

[5] 王树森, 倪红福. 低空经济的概念辨析与经济含义[J]. 西安财经大学学报, 2025, 38(5): 42-53.

[6] 邓社民, 管涛. 耐心资本支持低空经济发展的理论逻辑与制度设计[J]. 西安财经大学学报, 2025, 38(5): 54-63.

[7] 钟成林, 胡雪萍. 低空经济高质量发展的新质生产力逻辑与提升路径[J]. 深圳大学学报(人文社会科学版), 2024, 41(5): 84-93.

[8] 赵景龙. 低空经济高质量发展: 内涵特征、约束条件与突破路径[J]. 当代经济研究, 2025(4): 27-42.

[9] 王宝义. 我国低空经济的技术经济范式分析与发展对策[J]. 中国流通经济, 2024, 38(9): 14-26.

[10] 王莉莉, 阳杰. 基于速度随机分布的低空空域小型无人机碰撞风险评估模型[J]. 交通信息与安全, 2022, 40(4): 64-70.

[11] 钟罡, 励瑾, 张晓玮, 等. 物流无人机对地风险评估方法研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2022, 22(4): 246-254.

[12] 蒋都都. 中国低空经济发展的体系化法治回应——基于多部门法的协同路径[J]. 湘潭大学学报(哲学社会科学版), 2025, 49(1): 79-87.

[13] 李晓华. 政府引导、产业生态构建与低空经济发展[J]. 改革, 2025(2): 21-35.

[14] 陈永峰, 张硕. 城市低空安全风险及其警务治理研究[J]. 浙江警察学院学报, 2026(3): 107-117.

[15] 邓宁江. 警用无人机在警务实战中的应用及发展策略[J]. 中国人民警察大学学报, 2026, 42(3): 67-72.

[16] [德]赫尔曼·哈肯. 协同学: 大自然构成的奥秘[M]. 上海: 上海译文出版社, 2005: 8.

[17] 陈振明. 公共管理学: 一种不同于传统行政学的研究途径[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2003.

[18] Ansell, C. and Gash, A. (2008) Collaborative Governance in Theory and Practice. *Journal of Public Administration Research and Theory*, **18**, 543-571. https://doi.org/10.1093/jopart/mum032

[19] Provan, K.G. and Kenis, P. (2008) Modes of Network Governance: Structure, Management, and Effectiveness. *Journal of Public Administration Research and Theory*, **18**, 229-252. https://doi.org/10.1093/jopart/mum015

[20] Emerson, K., Nabatchi, T. and Balogh, S. (2012) An Integrative Framework for Collaborative Governance. *Journal of Public Administration Research and Theory*, **22**, 1-29. https://doi.org/10.1093/jopart/mur011

[21] 全权, 李刚, 柏艺琴, 等. 低空无人机交通管理概览与建议[J]. 航空学报, 2020, 41(1): 6-34.

[22] International Civil Aviation Organization (2018) Safety Management Manual: Doc 9859. 4th Edition, ICAO.

[23] 以改革创新为动力 推动低空经济高质量发展[EB/OL]. 2024-07-29. https://www.zgjtb.com/2024-07/29/content_424489.html, 2026-10-31.

[24] 高志宏. 低空经济高质量发展的法治保障研究[J]. 人民论坛·学术前沿, 2024(15): 25-37.

[25] 廖小罕, 徐晨晨, 叶虎平. 低空经济发展与低空路网基础设施建设的效益和挑战[J]. 中国科学院院刊, 2024, 39(11): 1966-1981.

[26] 沈映春, 张豪兴. 数字基础设施建设对低空经济高质量发展的影响研究[J]. 北京航空航天大学学报(社会科学版), 2024, 37(5): 96-108.

[27] Williamson, O.E. (1985) The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting. Free Press.