

# 数字孪生赋能低空经济 研究报告

(2024 年)

中国信息通信研究院广州智慧城市研究院  
中国信息通信研究院产业与规划研究所  
苏州工业园区大数据管理中心

2024年12月

---

## 版权声明

---

本报告版权属于中国信息通信研究院、苏州工业园区大数据管理中心，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院、苏州工业园区大数据管理中心”。违反上述声明者，编者将追究其相关法律责任。

## 前 言

2023年12月,中央经济工作会议提出要打造低空经济等战略性新兴产业。2024年3月,“低空经济”首次被写入国务院政府工作报告。低空经济作为国家战略性新兴产业,已成为社会和经济发展的新热点、新动力和新机遇。随着低空经济的快速发展,高水平部署基础设施、高质量推进场景建设、高标准推动数字化赋能等成为低空经济发展迫切需求。

数字孪生与低空经济互相促进、协同发展。一方面,数字孪生技术为低空经济发展提供技术支撑。依托精准映射、虚实交互、模拟仿真、智能干预等功能特性,数字孪生能够助力实现低空空域环境直观呈现、低空飞行器精准操控、低空场景模拟预测。另一方面,低空经济带动数字孪生城市向“空地一体”发展。低空空域是城市空间的重要组成部分,开发城市低空空域能够更有效地组织和利用数字孪生城市空间模型资源,助力形成“空中+地面”的数字孪生城市空间新形态。

本报告通过总结当前低空经济的内涵特征、发展态势、问题挑战和发展需求,对数字孪生赋能低空经济的内在机理、典型场景、实践路径进行分析,希望能够为各地打造“空地一体”数字孪生城市、推动低空经济高质量发展提供参考和借鉴。

# 目 录

一、低空经济发展背景与内涵特征 .....	1
(一) 低空经济政策频发，制度体系逐步完善 .....	1
(二) 低空经济是基于飞行活动形成的综合性经济形态 .....	2
(三) 低空经济作为新质生产力的典型代表，具有融合、创新、多元、绿色的特征 .....	4
二、低空经济国内外发展态势 .....	6
(一) 发达经济体通用航空发展较早，产业相对成熟完备 .....	6
(二) 我国率先提出“低空经济”概念，低空产业快速发展 .....	9
三、低空经济发展过程中存在的问题挑战 .....	13
(一) 基础设施相对滞后，急需高水平部署 .....	13
(二) 经济社会效应不显著，高价值场景需挖掘 .....	14
(三) 技术与数据支撑不足，亟待数字化赋能 .....	15
四、数字孪生有力支撑低空经济重要领域 .....	16
(一) 低空经济与数字孪生互相促进、协同发展 .....	16
(二) 数字孪生赋能低空经济总体架构 .....	18
(三) 数字孪生全面赋能低空经济重要领域 .....	20
五、数字孪生赋能低空经济的路径建议 .....	27
(一) 夯实基础：打造空地一体数字孪生底座 .....	27
(二) 示范带动：以数字孪生扩展低空经济应用新场景 .....	28
(三) 筑基强链：因地制宜发展数字孪生低空经济 .....	28
(四) 优化环境：促进数字孪生与低空经济协同发展 .....	29
(五) 创新探索：探索数字孪生赋能低空经济可持续发展路径 .....	30

## 图目录

图 1 数字孪生赋能低空经济架构图 .....	18
-------------------------	----

## 表目录

表 1 低空经济常见关键要素 .....	2
----------------------	---



## 一、低空经济发展背景与内涵特征

2021年2月，中共中央、国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》，将“低空经济”首次写入国家规划。2024年3月，低空经济首次被写入国务院政府工作报告。低空经济作为国家战略性新兴产业，进入发展快车道，在工业、农业、服务业等领域广泛探索应用，已成为促进社会和经济发展的新热点、新动力和新机遇。

### （一）低空经济政策频发，制度体系逐步完善

低空空域管理改革拉开序幕，低空经济概念初现雏形。自2010年《关于深化我国低空空域管理改革的意见》发布以来，十余年间我国陆续出台《低空空域使用管理规定（试行）》《关于促进通用航空业发展的指导意见》《低空飞行服务保障体系建设总体方案》系列政策文件，为低空空域管理、通用航空发展、低空飞行服务保障体系建设等方面提供了政策指引，低空经济涉及的各类要素逐渐明晰，低空经济概念初现雏形。

低空经济写入国家规划，成为新质生产力重要组成。2023年12月，中央经济工作会议提出要打造低空经济等战略性新兴产业。2024年3月，国务院政府工作报告提出“大力推进现代化产业体系建设，加快发展新质生产力，积极培育新兴产业和未来产业，积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎。”低空经济作为新质生产力的重要组成部分，其产业地位不断提升，呈现出创新性强、发展潜力大的特征。

低空经济支持性细则逐步完善，全要素奠定发展基础。近年来，

我国有关部门相继发布了《“十四五”民用航空发展规划》《“十四五”通用航空发展专项规划》《中华人民共和国空域管理条例（征求意见稿）》《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》《国家空域基础分类方法》等政策文件，从服务体系建立、应用场景融合、消费业态构建、法律法规建设等方面进一步对低空经济相关领域进行定义和规约，各项制度体系逐步完善，引导低空经济进一步规范化发展。

## （二）低空经济是基于飞行活动形成的综合性经济形态

低空经济包括传统通用航空业态和以无人机为支撑的低空生产服务方式。通用航空主要在低空和超低空范围运行，承载除客运、货运外的作业飞行、民生服务等职能。无人机作为重要载具，在低空经济场景中广泛应用，是低空经济重要组成部分。当前研究普遍认为：低空经济是指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。低空经济包括低空制造、低空飞行、低空保障和低空综合服务，横贯一、二、三产业，涵盖上中下游整个发展链条，具有“多领域、跨行业、全链条”特点。

表 1 低空经济常见关键要素

空域范围	2023 年 12 月国家空管委发布《国家空域基础分类方法》，将空域划分为 A、B、C、D、E、G、W 七类，其中 A-E 类为管制空域，需空管部门进入许可；G、W 类（大致对应 300 米以下非 A-E 类）空域作为低
------	--

	空活动区，进入前报备即可。低空空域通常指距离正下方地平面垂直距离在 1000 米以内的空域，根据不同地区特点和实际需要可延伸至 3000 米以内的空域。
飞行器飞行高度及主要应用	<b>低空上层（1000—3000 米）：</b> 载人飞行器（直升机/eVTOL）
	<b>低空中层（120—1000 米）：</b> 行业级无人机（物流快递、线路巡检等）
	<b>超低空（120 米以下）：</b> 行业级无人机（即时物流、城市管理）、消费级无人机
核心产业 <sup>1</sup>	<b>低空制造：</b> 涵盖航空器、零部件、机载设备等，为低空飞行活动提供原材料、核心部件、航空器等产品和服务。
	<b>低空飞行：</b> 涵盖生产作业类（工农林牧渔等各种飞行作业）、公共服务类（城市管理、应急救援、环境监测、电力巡检等）、低空消费类（空中游览、私人飞行、运动娱乐等）活动，是低空经济的核心，对整个低空经济发展起着牵引和带动作用。
	<b>低空保障：</b> 涵盖低空基础设施建设运营、低空空域管控系统、航空情报服务、低空通信监视、低空气象服务、飞行计划管理、导航、油料、维修等相关产业，

<sup>1</sup> 资料来源：前瞻产业研究院《2024 年中国低空经济报告》



	为低空飞行和空域安全提供保障服务。
	<b>低空综合服务：</b> 涵盖航空会展、广告、咨询、科教、文化传媒、租赁、保险、中介代理、社团服务等，是支撑和辅助低空经济发展的各种服务性产业，以及由低空飞行及各种应用而激发产生的服务业务。

来源：中国信息通信研究院整理

### （三）低空经济作为新质生产力的典型代表，具有融合、创新、多元、绿色的特征

低空经济涉及飞行器技术、电动化技术、智能化技术等多项技术融合创新，产业链条长，覆盖领域广，具有催生新业态、新模式、新动能的潜质，是新质生产力的典型代表。一是低空经济带动投资“新方向”。低空经济涵盖领域广泛，具有强大的市场潜力和实际应用价值，近年来，低空经济领域的政策导向愈发清晰，多项利好政策密集出台，支撑该行业快速发展，引起投资者关注。二是低空经济塑造产业“新生态”。当前，地面资源趋于饱和，低空经济通过开放部分低空空域，激活立体空间资源，产生丰富的场景探索可能性，有助于优化传统产业布局、提升生产效率、改变生活方式，促进跨界融合以及催生新业态。三是低空经济创造消费“新需求”。低空经济具有天生的数字基因，能够促进实体经济与数字经济的深度融合，培育形成载人交通、低空文旅等创新场景和服务，激发消费潜能。四是低空经济带动前沿“新技术”。低空经济作为典型的技术驱动型产业，具有高科技、多融合、强带动等鲜明的产业属性。一是需求驱动技术创新，

如低空飞行活动推动高精度导航和定位、5G-A 通感一体、智能避障等技术进步。二是融合催生新技术形态，低空经济融合多学科领域技术，加速新技术形态的涌现，如通信技术、卫星导航技术和人工智能技术融合形成低空智能网联技术。五是低空经济提供城市治理“新场景”。低空经济将城市治理场景从传统的地面延伸到城市低空，通过低空飞行器与感知设备的结合运用为城市治理提供高效、准确、灵活的数据采集途径，利用立体空间资源解决交通、安防、应急、环保等城市治理问题。

我国低空经济加速发展，呈现出融合、创新、多元、绿色的鲜明特征。一是以“应用场景融合”为导向。低空经济自身产业链条长，涉及航空制造、电子设备、通信导航、能源等多个产业，各产业间围绕具体场景需求实现创新协同与合作。农林、文旅等传统产业也正在加速与低空经济场景融合，通过引入新技术、新理念，以“低空经济+”的形式实现转型升级。二是以“关键技术创新”为支撑。多项关键技术创新驱动低空经济的发展。飞行器技术需要实现设计与构造革新，将飞控系统融入自动化、智能化技术，保障精准控制和飞行安全。空域管理方面需要借助数字孪生、大数据、云计算等技术，整合分析空域信息，有助于航路航线的科学规划、动态分配和冲突预警，确保飞行秩序。低空通信需要依托 5G-A 等新一代通信技术搭建低空通信网络，满足实时信息交互和精准导航需求。三是以“社会多元参与”为保障。从资源整合角度，政府、企业、金融机构、社会资本等多元主体汇集资金，军方、民航管理部门、地方政府等多方协同开发利用

低空空域资源，形成低空经济发展的资源基础。从技术创新角度，高校、科研机构、企业等形成产学研用合力，为低空经济储备技术与人才。从市场发展角度，企业间竞争与合作实现优势互补，推动低空经济产品与服务多样化发展。四是以“绿色生态友好”为愿景。电动飞行器的兴起大幅减少尾气排放，相较于传统燃油动力飞行器更符合绿色生态要求。伴随技术进步，低空飞行器在设计、制造阶段注重噪音控制和环保材料使用，生态友好理念贯穿产业各领域。

## 二、低空经济国内外发展态势

“低空经济”为我国率先提出的新概念，2021年“低空经济”首次写入《国家综合立体交通网规划纲要》，成为广受关注的新型经济形态，目前正处于起步发展阶段。通用航空产业是低空经济的主体产业，美国、欧洲等发达经济体通用航空产业发展较早，其发展史可追溯至一战时期，如今已成为重要的经济支柱之一。

### （一）发达经济体通用航空发展较早，产业相对成熟完备

据统计，2021年全球民用无人机市场规模约为266亿美元，同比增长15.0%，预计2025年市场规模390亿美元，2030年达到558亿美元。<sup>2</sup>美欧日等发达经济体在通航产业政策支持、基础设施、空域管理、市场发展、关键技术等方面起步较早，通用航空器存量占全球比例约80%，通用航空产业发展具有一定先发优势。

#### 1.政策规范制度指引通用航空产业有序发展

<sup>2</sup> 资料来源：DroneIndustryInsight

### 一是通过顶层设计高位指引通用航空产业统筹布局、有序发展。

美国相继出台政策，通用航空产业的规划经历了从单一的无人机交通管理系统（UTM），到协调发展的城市空中交通系统（UAM），再到统一规划的先进空中交通体系（AAM）发展过程。欧盟发布系列文件，提出“数字天空”战略目标，统筹布局空中交通管理体系化发展。二是以统一标准和制度规则护航通用航空技术产业规范发展。美国在 2021 年明确了 UAM 硬件基础设施建设的标准及规范要求，发布管制空域、适航审定规则等无人机管理规范，加强产业规范化发展；日本出台《无人机用特例许可证管理法》，保障无人机的安全使用和行业的稳健发展。三是以试点示范探索带动规模发展。欧盟发布关于建立支持实施《欧洲空中交通管理总体规划》的试点共同项目实施条例，截至 2020 年底，已完成 150 个试点共同项目，德国、捷克、西班牙等地相继完成了 UAM 演示、无人机飞行演示及模拟飞行等。

## 2. 软硬基础设施保障通用航空飞行安全运行

一是体系完整的硬设施为通用航空产业发展筑牢基础。美国拥有庞大的机场网络，约 1.9 万个机场可供通航飞机使用，每年可创造两千多亿美元经济贡献。美国计划建立覆盖全美的低空客运网络，规划共计 2500 到 3000 个垂直起落机场。<sup>3</sup>二是数字化软设施为通用航空安全飞行提供扎实保障。欧盟以无人驾驶航空器交通管理系统平台（UTM）为核心，与空中交通管理/空中导航服务提供平台（ATM/ANSP）、通用信息服务平台（CIS）、城市空中交通运营商

<sup>3</sup> 资料来源：美国联邦航空管理局（FAA）

平台（UAM Operator）结合，整合无人机飞行授权、飞行监控、远程识别等功能，构建更为完善的城市空中交通系统。

### 3. 灵活空域管理促进空域资源充分使用

一是**分级空域管理模式有效扩大通用航空产业规模**。美国联邦航空管理局（FAA）将空域划分为 A-G 六个等级，其中，管制最少的 E 级空域和非管制 G 级空域共占美国空域的 80%，G 级空域飞行员无需办理飞行申请，只需在起飞前告知飞行计划和航线，采用“看见一避让”方式保证飞行间隔，机动灵活的空域分级管理模式带动飞行产业规模化发展。<sup>4</sup>二是**数字化空域管理有效统筹跨区域空域配置**。欧洲航行安全组织采用数字化空域管理策略，及时共享各自管辖内的空闲空域，引入跨区和跨国境的自由航路空域概念，提高空域使用效率。

### 4. 丰富飞行需求有效刺激低空市场繁荣

一是**军用无人机刚需旺盛，投资带动效应突出**。无人机早期主要应用于军事领域，2019 年全球无人机市场规模约 259 亿美元，其中军用无人机市场规模达 169 亿美元，占比达到 65%。<sup>5</sup>二是**消费生产型应用促进民用无人机产业快速发展**。民用无人机分为消费型及工业级，消费型无人机应用主要用于娱乐、航拍等用途，2023 年美国消费级无人机市场份额达 30% 以上<sup>6</sup>；工业级无人机起步较晚但增速惊人，2015 年全球工业无人机市场规模仅占全球民用无人机的 25%，2021 年已增至 60%。<sup>7</sup>

<sup>4</sup> 资料来源：上海通用航空行业协会

<sup>5</sup> 资料来源：前瞻产业研究院《2020 年全球军用无人机行业市场规模及竞争格局分析》

<sup>6</sup> 资料来源：大数跨境《2024 全球无人机市场洞察报告》

<sup>7</sup> 资料来源：前瞻产业研究院《2024 年全球工业无人机行业市场现状及竞争格局分析》

## 5.低空关键技术研发推动全产业链集聚

一是以 eVTOL 技术研发集聚低空产业群。美国硅谷作为著名的科研创新基地，同时集聚了 Joby、Archer、Wisk、Elroy 等美国 eVTOL 制造商和加州大学伯克利分校航空未来实验室、斯坦福大学智能系统实验室等高校科研机构，产学研联合研究基于 eVTOL 的未来交通系统解决方案。二是以技术研发、飞行验证推动商业化运营。欧盟通过“地平线 2020”和“欧洲地平线”等计划孵化出 U-Space 和 UAM、空域管理、航空 AI 应用等多个项目和企业，多个城市已启动 eVTOL、城市空中交通试运行和概念验证，为大规模运行奠定基础。三是以强劲的通航制造实力汇聚低空研发力量。欧洲通航制造业实力强劲，飞机制造企业众多，正将其制造业优势延续到无人机领域，推动飞行汽车和无人机实现协同发展。

### （二）我国率先提出“低空经济”概念，低空产业快速发展

各地抢抓低空经济密集创新和高速增长的战略机遇，着力完善低空基础设施、放大产业能级、拓展应用场景。北京、深圳、广州、苏州、杭州、无锡、武汉等多个地市积极推出针对低空经济发展的高质量发展方案和具体执行政策，明确各自的发展目标、重点任务和保障措施等详细规划，助力低空经济快速发展。

#### 1.打造低空产业生态，力促低空产业能级跃升

各地低空经济产业促进措施层出不穷，深圳、上海、杭州发力较早，综合实力较强，将打造低空产业生态、提升低空产业能级作为推

进低空经济高质量发展的首要目标。**深圳市沿链聚合规模化发展形成** **成势**。深圳目前已拥有集无人机研发、制造、应用、服务等于一体的完备产业链，集聚 1700 余家链上企业，2023 年深圳低空经济年产值已超过 900 亿元，2024 年全国首部低空经济地方立法《深圳经济特区低空经济产业促进条例》正式生效，为打造低空产业高地提供法治保障。**上海市产业布局各有侧重、优势互补**。作为“民航第一城”，上海拥有强大的民航产业基础，金山区致力于打造无人机特色产业园，杨浦区以低空配送为切入口培育链主企业，徐汇区以龙华机场为核心集聚细分领域企业，虹桥国际中央商务区规划打造低空经济总部集聚区，联动青浦、长宁、闵行等区域，发挥区域性节点辐射带动作用。**杭州市推动完善产业链与创新链**。杭州聚力布局和发展低空智能物联、低空高端制造、低空运营服务、低空保障服务产业，集聚 400 多家低空经济项目和企业，基本覆盖产业链上下游，形成“六区联动、多点支撑、全域应用”的产业空间布局，力争到 2027 年，催生头部企业或关键环节企业 10 家以上，引育低空经济链上企业 600 家以上，全市低空经济产业规模突破 600 亿元。

## 2. 筑牢低空基础设施，升级数字化支撑系统

广州、无锡、深圳、苏州等地重视基础设施建设，致力于建设通用机场、临时起降场地和起降点，构建智能化低空基础设施。**广州市建设一批起降基础设施**，完善机场布局，提高机场密度，升级空管设施，构建数字化管理平台，计划到 2027 年，新建 5 个以上枢纽型垂直起降场、100 个以上常态化使用起降点，在全市范围内分阶段推进

低空智能网联信息基础设施建设，开发低空空域数字孪生模型，构建低空飞行监视数字化底座；**无锡市构建软硬基建双重支撑**，计划打造无人驾驶航空器试飞测试基地，依托涵盖数字孪生核心底座 CIM 平台、BIM 平台和物联感知等信息平台，建设支撑全市低空大规模、高频次飞行的低空智能融合飞行管理服务平台，完善低空飞行服务保障体系。**深圳市超前探索低空新基建**，加速构建市级“5G+毫米波+卫星”空天地一体化的低空全覆盖安全网络，预计到 2026 年建设 1200 个低空起降设施，覆盖载人飞行、物流运输、社区配送及城市治理服务四大领域，全方位支撑低空经济创新应用场景落地。**苏州市打造全域成网布局**，已建成投用 102 个低空起降点，秉持“区域协同、全域统筹、多场景覆盖”原则布局规划，按照“区域、城市、片区”三级体系，构建“大型、中型、小型、微型”全市起降设施一张网。

### 3. 丰富低空应用场景，促进重点领域创新应用

各地以需求牵引供给，因地制宜拓展低空经济应用场景，涵盖了城市空中交通、低空物流、文旅融合、农业植保、应急救援等多个领域。**珠海市**不断丰富低空经济新业态，鼓励建设航空运动营地，开设低空货运航线和载人航线。**南京市**提出拓展长江南京段低空智联网与无人机巡检、物联等融合应用场景，培育 30 个以上具备示范效应的创新应用场景。**成都市**围绕“低空+交通”“低空+物流”“低空+文旅”“低空+应急”等领域打造低空应用场景 12 个、开通航线 67 条，投入使用了国内首个阶梯式低空空域。**浙江省**地形丰富，依托旅游资源进行场景探索，舟山机场推出“海岛快巴”项目方便居民通勤，建



德千岛湖、横店通用机场开展“低空经济+旅游”新业态，催生低空游览、高空跳伞，引导新兴消费。

#### 4.推动低空科技创新，加强核心技术攻关

北京、武汉、深圳、合肥等地统筹大学、大院、大所等研究机构技术力量，持续加强低空经济技术创新引领。**北京市**提出建设高能级创新平台，支持各区与京内高校、央企、科研院所等合作，建设一批低空经济领域重点实验室、技术创新中心和企业技术中心。**武汉市**开展核心技术攻关，将低空经济与红外感知、北斗地理信息、人工智能等结合，形成新的技术竞争力。**深圳市**提出围绕核心零部件和飞行控制、智能避障、反制以及抗干扰等核心技术领域开展技术攻关，推进航空器与大数据、人工智能等新技术融合创新，促进关键共性技术研发、系统集成和工程化应用。**合肥市**依托北航合肥创新院、深空探测实验室、天地信息网络研究院等多个低空经济领域新型研发机构，拟建设电池能源、适航服务、飞控系统关键核心技术研发院，有效支撑低空经济科技创新、场景拓展、产业培育和标准研究。

#### 5.借鉴成熟产业发展路径，加速产业能级提升

低空经济与新能源产业关系紧密，是新能源产业的重要应用方向和能力延续。**核心技术方面**，新能源技术特别是电动化技术，被广泛应用于低空飞行器研发，通过复用新能源汽车产业链中的三电系统（电池、电机、电控），有助于低空飞行器降低研发成本、加速产品上市。**推进模式方面**，新能源产业前期主要依靠试点和补贴驱动发展，其“国资投入撬动社会资本”“政策导向转为消费驱动”的发展模式

具有一定的可复制性。例如，合肥市借鉴新能源产业“投资驱动、以投带引”模式，发挥国资平台优势，采用“投早、投小、投科技”策略，吸引低空经济企业落户。产业基础方面，低空经济的重要产业——eVTOL、无人机等与传统航空产业链、新能源汽车产业链存在大量交叉，新能源产业的产业链优势在低空经济场景中多有复用。例如，常州市依托自身新能源产业“发储送运网”生态闭环优势，推动新能源、新材料、高端装备制造等优势产业与低空经济产业融合发展。

### 三、低空经济发展过程中存在的问题挑战

近年来，各地抢抓低空经济发展机遇，相关产业得到快速发展，但低空基础设施建设相对滞后、场景经济社会效应不显著、数字技术与数据支撑不足等问题逐渐显现，高水平部署基础设施、高质量推进场景建设、高标准推动数字化赋能等成为低空经济发展迫切需求。

#### （一）基础设施相对滞后，急需高水平部署

低空基础设施建设较晚，管理标准体系仍不健全。由于我国低空经济起步较晚，各地整体上处于基础设施建设前期或规划部署阶段。广州、深圳等先行地区仍处于建设探索期，正在制定相关建设指引、标准规范。《广州市低空经济发展实施方案》中提到研究低空基础设施用地管控标准和建设要求，并编制起降点规划建设指引。深圳市出台低空经济产业促进条例，明确了低空飞行基础设施的规划、建设和运营管理。整体上看，基础设施建设较慢、数据较少、制度规范不健全，已成为制约低空经济发展的重要因素之一。

基础设施建设面临城市资源有限、环境复杂、规划选址难度大等

**诸多挑战。**地面、空域和频谱资源的共享共用是低空经济发展中的一个重难点。低空基础设施规划、建设需综合考虑地理、气候、经济和社会因素，城市环境复杂、土地资源紧张，选择合适的起降点和相关设施用地布局成为一大挑战。此外，我国部分地区虽然拥有广阔的空域资源和独特的地理环境，但受限于经济发展水平和交通基础设施水平，在发展低空经济方面同样面临一定困难。

**空域资源开放受管理体制及安全因素影响。**目前我国尚未形成完整的低空经济法规体系，各层级缺乏依据性、法理性指导，还需加快构建符合我国国情的低空经济管理体系。安全性方面，低空飞行器技术仍处于发展阶段，飞行器安全性、技术可靠性有待提升，复杂气象条件、机械故障、软件漏洞均有可能威胁低空飞行安全。随着低空飞行活动增加，存在空中交通拥堵和碰撞风险，目前依然缺乏成熟的低空空域交通管制机制，还需加快建立分层分级的低空飞行活动管理和服务保障体系，依托数字低空底座实时监测风险与预警，提升飞行器、飞行活动的安全系数。

## （二）经济社会效应不显著，高价值场景需挖掘

**低空经济缺乏完善的场景构建体系和成熟的商业模式。**从具体应用场景来看，虽然低空经济在工业巡检、农林作业、测绘地理、物流运输、城市空中交通和低空旅游等领域有了一定的应用探索，但这些应用场景大多仍处于发展初期，尚未形成规模化的经济效益。此外，由于低空经济需要高昂的研发投入、运营维护成本，当前各地建设仍依赖财政补贴，加之社会需求还不旺盛，市场化商业盈利模型暂未形

成，制约了低空经济的快速发展。

**消费者对于低空消费场景的接受度、认知度还比较有限。**目前部分低空消费场景较为新颖、价格较贵，导致市场接受度不高，消费者认知度有限，消费能力还有待培育。以低空旅游为例，该领域产品已具备一定规模应用能力，但市场需求一般，消费者接受度不高，产品难以快速转化为直接经济效益，致使整体产业发展较为缓慢。此外，部分低空消费场景存在场景成熟度与想象力错位问题。例如，低空载人飞行有望引发未来城市交通模式的根本性变革，日常通勤、旅游观光等低空载人飞行场景极具想象力和市场潜力，但是当前受限于法规、安全、续航、场地等多种因素，场景成熟度相对较低。

### （三）技术与数据支撑不足，亟待数字化赋能

**低空经济对数字技术依赖性强，急需数字化相关技术赋能。**低空空域复杂，要解决飞行安全风险和通航效率问题，需加强态势感知技术、空中避障技术、智能驾驶技术、低空数字孪生技术的综合应用，来满足大规模、精细化的低空监测、管理需求。低空安全运行保障要求高，需推动多种技术协同应用，如在航路规划、智能决策方面，需要结合 5G 通信、北斗导航、人工智能等技术协同支撑。此外，低空飞行器制造技术复杂，低空航空器在零部件研发、能源供应、续航能力、载重能力等方面存在诸多技术难题，研发及验证周期长、投入金额大，可依托数字孪生等技术，显著缩短周期、降低研发和生产成本。

**大量低空经济场景缺乏各行各业细节数据支持。**低空经济场景的运行涉及大量的飞行数据、气象数据、空域使用数据、建筑信息模型

数据、视频数据、物联感知数据等。当前数据资源支撑严重不足，政府、社会数据资源碎片化分布，难以支撑低空经济综合应用。低空运行对空间细节数据要求较高，如城市建筑模型、交通路网、城市规划等数据。特别是城市核心区域高楼林立，易形成无信号的城市峡谷环境，需对城市空间细节数据进行补齐、完善。

**低空经济人才需求与供给存在缺口。**低空经济涵盖航空技术、机械工程、无人机操作、通信技术、GIS等多元领域，对实践经验要求高，虽然部分院校已开设相关专业，但是课程设置和教学内容依然滞后于低空经济的快速发展，且受限于设备、场地等实训资源，导致跨学科复合型人才存在较大缺口。未来还需深化产教融合、校企合作，通过数字孪生等技术构建虚拟实训环境，加强专业人才教育培育，为低空经济发展提供智力供给。

#### 四、数字孪生有力支撑低空经济重要领域

低空经济是一种依托三维空间发展的经济形态，低空空域的开发利用扩展了城市发展空间，低空经济所具有的融合、创新特征也进一步推动数字技术与城市实体经济融合发展。数字孪生作为多种先进技术集成的技术体系，正成为推动城市治理体系和治理能力现代化的关键力量，赋能低空保障服务、低空制造、低空生产作业、低空公共服务、低空消费等低空经济整体性、全方位发展，加速构建“空地一体”数字孪生城市。

##### （一）低空经济与数字孪生互相促进、协同发展

低空经济带动数字孪生城市向“空地一体”发展。低空空域是城

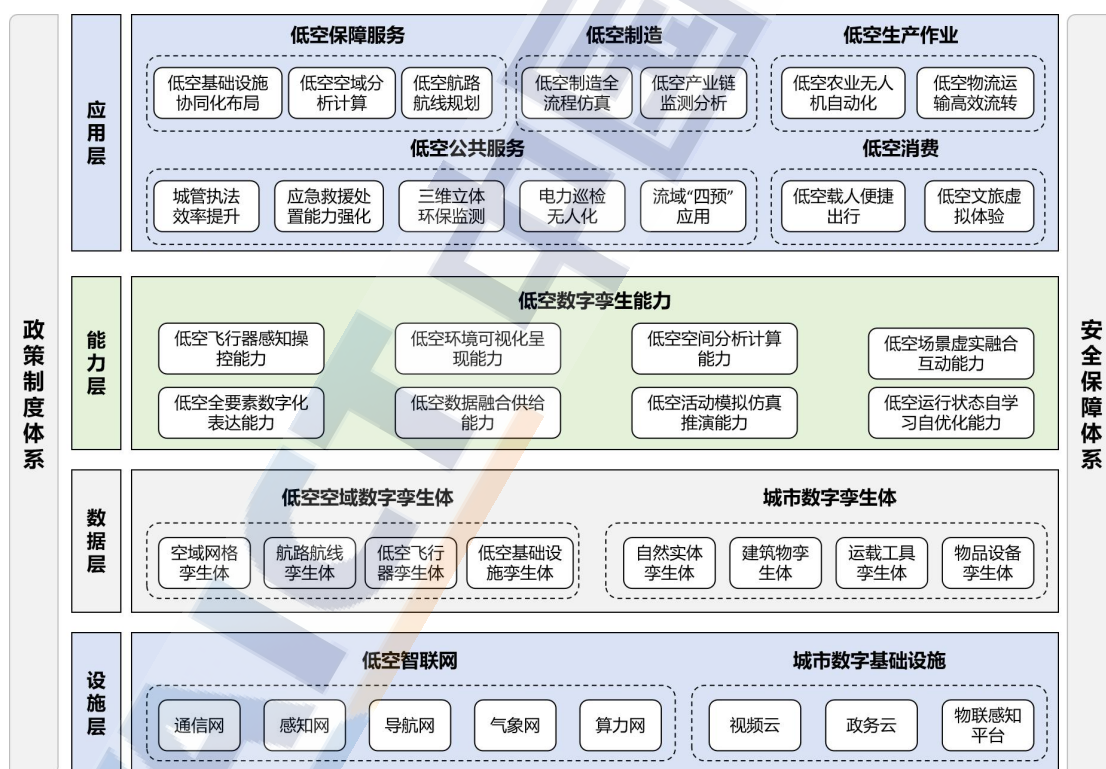
**市空间的重要组成。**目前多数的低空经济应用场景往往具有“低空飞行，地面应用”的特征，空地衔接十分紧密。开发城市低空空域这一新的要素，在物理和数字空间中对城市低空空域进行合理划分和管理，使得城市空间朝立体化方向发展，能够更有效地组织和利用城市空间资源，形成“空中+地面”的数字孪生城市空间新形态。**低空经济是城市数字经济发展的重要组成。**低空经济是具有创新驱动和跨界融合特征的经济形态，低空经济的蓬勃发展推动 5G-A、卫星互联网、数字孪生、人工智能等数字技术与航空器生产制造、低空基础设施建设、低空飞行等相关实体产业融合发展，不断催生新产品、新技术、新业态、新模式，有力推动城市数字经济高质量发展。

**数字孪生城市为低空经济发展提供技术支撑。数字孪生城市是实现城市治理体系和治理能力现代化的“助推器”。**数字孪生城市包括物联感知操控、全要素数字化表达、可视化呈现、数据融合供给、空间分析计算、模拟仿真推演、虚实融合互动、自学习自优化、众创扩展等多项技术集成应用能力。依托**精准映射、虚实交互、模拟仿真、智能干预**等功能特性，数字孪生正成为解决传统城市规划、设计、建设、管理、服务闭环过程中的复杂性和不确定性问题的重要技术和推动城市治理体系和治理能力现代化的重要手段。在低空经济领域，数字孪生能够助力实现低空空域环境直观呈现、低空飞行器精准操控、低空场景模拟预测，在低空基础设施规划、产业能级提升、低空城市治理、低空公共服务、低空消费创新、低空保障服务等方面引发重要变革。同时，低空经济也反向推动数字孪生城市成熟关键技术突破。

低空经济的发展为数字孪生城市关键技术的突破提供了丰富的应用场景和实践机会。例如，低空空域数据采集勘测，以及空域数据和 BIM、CIM、城市运行管理数据的融合需求推动 GIS 与新型测绘技术、孪生建模技术发展；低空制造、低空飞行活动中所产生的飞行器性能模拟、飞行路径优化等场景有助于提升数字孪生仿真推演技术发展。

## （二）数字孪生赋能低空经济总体架构

数字孪生赋能低空经济以融合低空物联网和城市数字基础设施打造低空数字底座为基础，以基于数字孪生体的数据组织建设为主线，总体架构由设施层、数据层、能力层、应用层和相应的支撑体系构成。



来源：中国信息通信研究院

图 1 数字孪生赋能低空经济架构图

**设施层：**设施层包括低空物联网和城市数字基础设施两部分。低空物联网以通信网、感知网、导航网、气象网和算力网为支撑。城

市数字基础设施包括视频云、政务云、物联感知平台等基础设施。低空物联网和城市数字基础设施共同组成支撑低空经济发展的数字底座，为低空应用提供信息感知、传输和处理等功能。

**数据层：**数据层围绕空域和城市数字孪生体数据管理需求，提供数据采集、数据管理、数据流通、数据运营等管理功能，覆盖空域网格、航路航线、低空飞行器、低空基础设施等低空空域数字孪生体以及自然实体、建筑物、运载工具、物品设备等城市数字孪生体。

**能力层：**能力层汇聚 5G-A、人工智能、GIS、BIM、物联网等多种先进技术，为低空应用场景提供低空飞行器物联感知操控、低空全要素数字化表达、低空环境可视化呈现、低空数据融合供给、低空空间分析计算、低空活动模拟仿真推演、低空场景虚实融合互动、低空运行状态自学习自优化等多项能力。

**应用层：**应用层包括基于低空数字底座和低空数字孪生能力所建设的低空保障服务、低空制造、低空生产作业、低空公共服务、低空消费等领域应用。低空保障服务包括低空基础设施协同化布局、低空空域分析计算等应用；低空制造包括低空飞行器研发设计、生产制造、检验检测等全流程仿真以及低空产业链监测分析等应用；低空生产作业包括低空农业、低空物流等应用；低空公共服务包括低空城管执法、应急救援、环保监测、电力巡检、流域“四预”等应用；低空消费包括低空载人交通、低空文旅等应用。

**支撑体系：**支撑体系包括政策制度体系和安全保障体系。政策制度体系明确保障低空经济发展的低空基础设施建设、低空空域资源



管理、低空制造产业发展等相关政策、制度；安全保障体系明确与低空经济发展相关的数据安全和应用安全问题。

### （三）数字孪生全面赋能低空经济重要领域

#### 1. 数字孪生增强低空保障服务能力

**促进低空基础设施协同化布局。**结合城市人口分布、产业布局、空间资源等情况，推动低空基础设施与城市交通基础设施、通信基础设施协同化建设，依托数字孪生数据融合、仿真推演等能力，对低空飞行器测试场、起降场（点）、充电站、5G-A 通感一体基站等基础设施的规划、设计、建设、运营、维护、更新等全生命周期进行模拟推演，适度超前、集约高效布局低空基础设施，形成低空基础设施“一张网”。

**推动低空空域可视、可计算、可分析。**低空空域可视、可计算、可分析是低空空域管理的重要基础。数字孪生空间分析计算能力和三维空间建模技术可将低空空域划分为单独可计算的空域网格，形成空域数字孪生体，并对低空空域网格的编号、状态（管制、监视、报告、适飞等）、经纬度、海拔、气象数据、飞行数据等动、静态数据进行展示、计算、分析。空管人员可通过直观的可视化界面，清晰地了解整个空域的运行状态和利用率，优化空域资源分配。

**赋能低空航线规划。**构建航线、航点数字孪生体，形成三维立体的空中航线图，直观展示低空飞行器飞行路线。在数字孪生城市中对低空航线进行勘察规划，在途经密集的地面建筑时，在精确的建筑高度之上增加相应的高度冗余，确保飞行安全。实时监测低空飞行器之

间的相对位置和运动趋势，及时发现潜在的飞行冲突，并自动计算出最佳的避让方案。对历史飞行数据进行分析和模拟，预测未来不同时间段的航线流量，提前调整空域划分、航线规划和飞行计划。

**创新低空飞行训练方式。**运用数字孪生技术构建高度逼真的飞行模拟器，学员可以在虚拟环境中进行各种飞行操作，包括正常飞行程序、紧急情况下的处理以及复杂天气条件下的飞行等。学员可以在虚拟环境中深入了解飞机的结构、工作原理以及各系统之间的相互作用，更好地理解 and 掌握低空飞行知识。

### 专栏 1. 数字孪生赋能低空保障服务典型场景

#### 场景 1：粤港澳大湾区数字经济研究院 SAIL 系统

由深圳交通局牵头，粤港澳大湾区数字经济研究院统筹建设深圳低空智能融合基础设施，构建设施网、空联网、航路网、服务网“四张网”。其中，“四张网”的核心基础设施是 SILAS（Smart Integrated Lower Airspace System），其相当于低空领域的操作系统，负责统筹、协调、管理、分配低空的空间、时间，支撑、管理、服务各类低空飞行活动，保障低空经济安全、高效、低成本发展。

#### 场景 2：深圳联通创新低空通信技术

传统毫米波基站和通感一体技术相结合，可以实现部署成本低、定位精度高的无人机通信基础设施，其落地实践包括无人机的入侵检测、无人机避障、无人机路径规划等。深圳联通通过无人机反射的信号对无人机进行感知数据采集，采集到的信号发送到控制计算平台，通过建模可以计算无人机飞行位置、速度、姿态等信息，同时感知计

算功能可选择部署在算力基站，边缘和核心网等多个位置。

## 2. 数字孪生推动低空制造能级提升

**实现低空制造全流程仿真。**低空制造较传统的航空器制造迭代次数更多、迭代时限速度更快，对于设计工具、制造产线的要求不断提升。在数字孪生环境中，可利用建模与渲染技术、算法与仿真技术、交互与控制技术等对无人机等低空飞行器的研发设计、生产制造、检验检测等环节进行全流程仿真，在虚拟环境中直观、精准地进行产品性能验证、生产流程优化，提高低空飞行器的性能和可靠性，降低研发生产成本，缩短产品上市时间，提高市场竞争力。

**助力低空产业链动态监测和分析研判。**依托数字孪生技术打造低空制造“产业画像”，通过历史数据和实时数据的分析，监测低空制造产业链各环节的状态，预测产业链的需求和变化趋势，提高低空制造产业链的效率和灵活性，保障低空制造产业链的安全稳定运行。

### 专栏 2. 数字孪生赋能低空制造典型场景

#### 场景 1: 英国罗尔斯-罗伊斯公司航空发动机数字孪生产线

作为全球知名的航空发动机制造商之一，罗尔斯-罗伊斯公司已经将数字孪生技术应用于发动机监控和维护环节。通过这项技术，一方面可以全面分析发动机的性能数据并预测潜在问题；另一方面，根据其提供的预警信息部署维护任务，在减少计划外停机时间的同时，提升发动机可靠性和性能。

## 3. 数字孪生推动低空生产作业便捷高效

**促进低空农业无人机协调自动化。**数字孪生技术可动态监测重要

农作物的种植类型、种植面积、土壤墒情、作物长势、灾情虫情等信息，基于温湿度、土壤等指标的智能化监测，结合植保无人机，可自动进行播种、施肥、灭虫等作业，实现对农机设备的远程控制和自动调节。

**推动低空物流运输高效流转。**数字孪生技术可加强无人飞行航空器在快递、即时配送等物流配送服务领域的应用，将物流网点、物流站点、物流中转场等现实中的物理实体，在虚拟世界抽象为拥有不同特征的节点，并在虚拟环境按照现实中的样子串联起来，形成数字孪生的物流网络，通过智能算法计算推理出最佳的运输路径，合理地安排低空飞行器、场地、人员等资源。

### 专栏 3. 数字孪生赋能低空公共服务典型场景

#### 场景 1：苏州打造无人机共享的现代化农业服务体系

苏州在全国首创植保无人机共享模式，以“人机分离、飞手本地化、按需租赁、南北调度、快速服务”为核心理念，成功打造了以无人机共享为核心的现代农业社会化服务体系。随着共享无人机越来越普及之后，服务成本从原来每亩地 10 元左右下降到了 6~8 元甚至 4~5 元。并且，南北区域的作业季时间差异为无人机的南北调度作业提供了可能，从而实现无人机使用效率的提升。

#### 场景 2：丰翼科技（顺丰）无人机物流配送

丰翼科技（顺丰）作为国内首家获得无人机航空运营（试点）许可证的企业，主要输出包括适合不同场景的自研无人机与无人机飞行运营管控系统。其中，自研无人机主要解决低空末端物流配送问题，

多种机型具备长航时和大载重能力，满足各类行业应用场景需求。无人机飞行运营管控系统则是以无人机为主体，集成云平台、地面站客户端、APP端等形成的“云、边、端”一体化系统，通过地面站客户端实现集群无人机的超远距离飞行管控，通过云平台实现自动任务分配、无人机自动管控及自动故障安全策略，实现无人机的全自动飞行管控。

#### 4.数字孪生带动低空公共服务精细精准

**提升低空城管执法效率。**无人机飞行过程中采集的低空感知数据，能够丰富完善以数字孪生为基础的城市数字底座，探索低空数据、物联感知数据、城市公共数据深度融合利用的“空天地网”立体化城市管理模式，高效巡查、协同处置、精准治理市容脏乱差、违章搭建、垃圾死角、绿化盲点等城市管理问题。

**强化低空应急救援处置能力。**在应急救援准备阶段，数字孪生技术可以模拟地震、洪水、火灾等各种灾害的发展过程，评估潜在的风险区域和可能的灾害影响范围，为制定应急救援预案提供科学依据。灾害发生时，救援指挥中心可以通过数字孪生技术整合各种传感器数据、卫星图像、无人机影像等信息源，实现对灾害现场的实时监测。在应急救援过程中，数字孪生技术可以对救援设备、物资和人员的位置、状态和可用性进行跟踪，实现救援资源的实时管理和调度。

**实现环境保护精细化管理。**环保部门可采用环保监测无人机，实现全天候的环境监察。通过挂载多光谱仪、气体监测仪等设备，环保监测无人机可实时监测水环境和空气质量，结合数字孪生技术进行污

染溯源、成因分析和预警预测，满足环境保护精细化管理需求。

**促进电力巡检低空无人化。**当前电力巡检信息多通过遥感图的方式展示，数字孪生可通过空天、地面的多层面和多级别的数据采集，对城市进行全要素数字化和语义化建模，通过与电力部门的协同合作，无人机可批量应用于日常巡检、红外测温、故障定位和清除外飘物等电力巡检工作。

**赋能水务、流域“四预”应用。**基于城市孪生平台，可以构建流域数字孪生场景，联动低空治理手段，整合流域水雨情监测、河湖管理、设备监测、气象监测、应急物资、融合通信等全要素业务数据，实现基于流域真实场景的态势感知、业务管理和指挥调度，并结合水动力模型、水利知识等，基于数字孪生引擎实现流域的“四预”智慧化应用，保障流域安全。

#### 专栏 4. 数字孪生赋能低空公共服务典型场景

##### 场景 1: 佛山市南海区空天地一体化社会治理平台

南海区空天地一体化社会治理平台通过无人机巡查拍摄地面图片，以“一飞多用”的方式利用人工智能算法模型对图片中地上物的形态与分布进行识别和分析，形成垃圾倾倒、固废倾倒、公共绿化迁移、林地违建、河湖排污口、工地扬尘等多类型线索并推送至对应业务部门。平台自 2023 年上线以来，已派出无人机超 4.69 万架次，累计飞行时长超 1.2 万小时，发现疑似问题线索超 6900 条，问题处理率超 95%，覆盖生态环境、市场监管、自然资源等 6 个执法领域 85 项无人机执法取证事项，形成了“天上看、空中拍、地上巡”的智能

感知的全方位社会治理南海模式。

## 场景 2：南网科技实现低空无人电力巡检

南网科技已建成国内电力能源领域最大规模的低空巡检系统，覆盖站点超过 3000 座，全面支撑南方电网输变配联合巡检示范项目。南网科技无人机业务成功在湖北和江苏两省开展试点应用，完成了国家电网首例变电站内无人机精细巡检项目，并成功推广到市政、交警等行业用户。

## 5.数字孪生培育低空消费创新业态

**促进低空载人构建多层交通。**建立机场与园区，机场与邻市等地区的通勤航路航线，探索“分体式飞行汽车城际通勤+城内摆渡”应用新业态。依托数字孪生等技术，可开展低空空域普查，建立低空空域环境要素目录，编制低空目视飞行航图，提升低空空域管理能力，保障低空载人飞行安全。

**推动低空文旅深度应用。**数字孪生技术将实体建筑、场景和物体以数字化形式呈现在虚拟环境中，能够为游客提供了逼真的虚拟旅游体验，同时可以开发元宇宙低空旅游等活动，推动低空文化园区、低空消费小镇、低空飞行营地建设。

### 专栏 5. 数字孪生赋能低空消费典型场景

**场景 1：苏州发布全国首部地方性低空空交通规则，促进低空交通有序发展**

2024 年 7 月，苏州市低空经济发展工作领导小组办公室发布《苏州市低空空交通规则（试行）》，成为全国首部地方性低空空交

通规则。同天，苏州空中快线高新广场直航中心启用，该直航中心是全省首个提供直升机商业服务的大厦，已开通苏州至苏南硕放国际机场的直升机接驳航线，同时中心规划了苏州至嘉兴南湖机场、杭州萧山机场、上海白玉兰广场、长荡湖等地的十余条航线，进一步打造辐射长三角的低空交通网络。

## 五、数字孪生赋能低空经济的路径建议

数字孪生是低空经济的重要支撑技术，需要夯实“空地一体”数字孪生城市底座，因地制宜发展数字低空应用场景，优化数字孪生与低空经济协同发展环境，打造多元共建的数字低空生态，增强人才、资金、空间载体等数字低空要素保障，探索数字孪生赋能低空经济可持续发展模式。

### （一）夯实基础：打造空地一体数字孪生底座

构建空地数字孪生体，实现空地一体全要素数字化表达。推动低空空域的全息勘测与数字化表达，通过航空摄影、倾斜摄影、激光扫描等方式，加快开展低空空域环境普查，数字化采集低空障碍物、电力管线、铁塔等绘制低空航路航线所需的基础数据。依托三维空间建模等技术，构建低空空域网格，形成低空空域数字孪生体。将城市公共数据针对低空活动进行针对性加工和处理，并与低空数据等进行空间对齐与融合，构建与物理空域、物理城市精准映射的空地数字孪生三维底板。

**建设低空数字底座，打造低空智能融合基础设施。**建设集低空“通信网、感知网、导航网、气象网、算力网”于一体的低空数字底座，



实现计划申报、航路规划、飞行控制、通信导航、监管处置等功能，为企业、个人等低空用户的航线申请、飞行计划申报、飞行通信、气象监测及飞行过程监管等活动提供低空数据与通用能力支撑。

## （二）示范带动：以数字孪生扩展低空经济应用新场景

探索空地数字孪生智能服务和资源开放，实现“空地一体”数字孪生城市业务创新。聚焦城市全局性、战略性、牵引性发展方向和实际业务需求，挖掘一批数字孪生赋能低空经济示范场景。将低空空域和城市数字孪生体数据、平台技术对外开放，企业和个人开发者可基于低空数字底座能力，构建个性化、多元化的数字孪生低空应用场景，支撑城市治理、公共服务、低空消费、保障服务等领域的业务创新。

建立优势互补、协同创新的政企合作模式，形成数字低空应用场景多元共建生态。构建数字孪生低空应用场景政企合作模式，鼓励企业等社会主体发挥技术、资金、人才等优势，成为场景创意提出、设计开发、资源开放、应用示范的主体。完善数字低空场景开放机制，充分挖掘海、陆、空及城市建设等空间资源，打造“全地域”“全领域”“全行业”的场景开放区域，做到“应开尽开、能开尽开”，给予数字低空新技术、新产品、新模式更多示范应用空间。建立数字低空场景成熟度评估模型，按照需求迫切度、应用成熟度、要素就绪度、预期成效度、投入产出比等维度对数字低空场景进行评估评价，充分利用现有数字孪生场景建设成果，提升数字低空场景建设成效。

## （三）筑基强链：因地制宜发展数字孪生低空经济

水域、海域、空域资源丰富，建筑密度较低，场景业态丰富的地

区，可突出“场景带动”，以数字孪生低空场景建设提升低空经济成效感知。可引导低空运营企业利用数字孪生等技术进行低空特色场景的开发和示范应用，在短途运输、低空物流、城市治理、公共服务、低空消费等领域打造一批带动性强、显示度高的创新应用，增强市民、群众的新鲜感和感知度。

航空航天工业重镇、产业优势资源富集的地区，可突出“产业拉动”，以数字孪生低空制造夯实低空经济发展基础。可运用数字孪生技术加强低空飞行器整机、动力系统、飞控系统、材料与元器件等领域的研发设计、生产制造，推动短板领势领域延链、新兴领域建链，构建低空经济“产业画像”，加快形成系统完善、富有韧性和竞争力的低空经济产业链条，打造特色鲜明、规模领先的低空经济产业集群。

高校、科研院所、企业人才资源集聚、科技创新能力突出的地区，可突出“创新驱动”，以数字孪生技术融合打造低空经济核心竞争力。可围绕核心零部件和飞行控制、智能避障、反制以及抗干扰等核心技术领域开展技术攻关，推进航空器领域技术与数字孪生技术融合创新。

#### （四）优化环境：促进数字孪生与低空经济协同发展

构建数字孪生与低空经济协同发展机制。地方政府可建立数字孪生与低空经济发展工作协调机制，在技术攻关、场景建设、产业发展等方面实现数字孪生与低空经济的系统谋划、协同联动。加强数字低空领域专家智库建设，可聘任一批数字孪生领域的技术和管理专家加入低空经济专家智库，为数字孪生赋能低空经济高质量发展提供专业指导和智力支持。

**增强数字低空要素保障。**健全数字低空人才引进、培养、激励机制，支持高校、职业学校等开设数字低空相关学科专业，培养飞行驾驶、航空器及其零部件制造、数字化飞行服务保障等专业人才。积极协调用地资源，充分利用广场、公园等公共空间，为低空飞行器起降点、能源站、5G-A 通感一体基站等低空基础设施布设提供便利。加强低空经济产业载体建设，因地制宜打造一批低空经济产业园，吸引数字经济和低空经济领域企业、科研机构、创业团队等多元主体进驻，促进低空经济和数字经济产业集聚和融合发展。

**完善数字低空标准规范体系。**鼓励政府部门、科研机构、行业协会、企业主体根据研发、制造、认证、适航、流通和运行等全生命周期标准需求，研究制定数字低空基础设施、低空空域数字孪生体、数字低空场景建设等领域标准规范，建立健全数字低空产品和服务标准体系。

### **（五）创新探索：探索数字孪生赋能低空经济可持续发展路径**

探索先进技术与低空经济核心要素的融合途径，构建“技术驱动产业升级，产业促进技术融合”的发展闭环。低空经济是以科技创新推动产业创新的经济形态，在低空制造、低空飞行、低空保障、综合服务关键环节均需加强核心技术支撑。而多元化的低空场景对技术跨界融合提出了更高要求，如低空飞行器需要硬件技术和软件技术集成融合，飞行活动的智能化、飞行需求的精准化需要低空飞行技术叠加数字技术加以实现，从单一领域的技术发展走向多领域的技术融合，

进而形成持续创新的正反馈闭环。

**探索先进商业模式，不断创新产品和服务满足市场需求。**商业模式是低空经济长效发展的根本，目前政府端的各类低空场景已有诸多应用，而消费端的场景尚未形成成熟的商业模式，需要激活低空交通出行、游览、文旅等市场需求，持续培育低空消费市场。一方面，通过完善数字化、智能化的低空基础设施建设夯实消费应用场景的基础；另一方面，逐步培育航空文化，结合文旅元宇宙等技术手段提供虚拟体验场景，为持观望态度的消费者提供低空场景的“预体验”，促进低空经济走向消费市场，壮大消费群体规模。

中国信息通信研究院 广州智慧城市研究院

地址：广东省广州市越秀区执信南路3号

邮编：510000

电话：020-37879785

网址：[www.caict.ac.cn](http://www.caict.ac.cn)

