

民用无人驾驶航空发展路线图 V1.0

（征求意见稿）

当前，民用无人驾驶航空快速发展、迭代演进。随着在物流、农业、航拍乃至载人等领域的推广应用，无人驾驶航空逐步成为先进生产力的重要载体。这一进程为民航强国和智慧民航建设、“变道超车”带来了前所未有的机遇，同时也对法规标准、空域资源、技术验证等提出诸多挑战。为进一步促进我国民用无人驾驶航空持续健康发展，制定本文件。

一、总体思路

（一）指导思想

贯彻落实习近平总书记关于民航工作的重要指示批示精神，牢固树立创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，紧密围绕新时代民航强国和智慧民航建设任务，把握无人驾驶航空发展规律，构建“社会管理+行业管理”格局，形成安全、高效、顺畅的运行体系，打造与各类航空器相适应的运行生态系统，满足多场景、多主体、多层次发展需求，实现民用无人驾驶航空“无缝隙”融入国家空域体系，为新时期民航高质量发展提供新的动力源。

(二) 基本原则

坚持安全为要。正确处理安全与发展、安全与效益的关系，以安全为基础，以质量和效率为导向，强化运行、服务和管理协同，建立切实可行的引导机制，全面规范民用无人驾驶航空活动。

坚持分类管理。遵循无人驾驶航空发展规律，面向运行场景，基于运行风险，形成开放、特定、审定三类管理机制，科学实施适航、人员资质、运行、经营和空管分类管理。

坚持创新驱动。以数字化、网络化、智能化和绿色低碳发展理念为引领，推进多领域先进技术深度融合，壮大科技创新主体，逐步在数字产业、先进制造、绿色低碳等方面形成健硕的智慧型航空生态，形成共促发展新格局。

坚持开放融合。鼓励并有序推进典型运行场景试点和示范运行。推动建立协同管理机制，实现“军队、民航、地方”协同监管。积极推广实践创新成果，引导全球无人驾驶航空技术发展和国际规则制定，构建发展命运共同体。

(三) 编制依据

依据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《交通强国建设纲要》《国家综合立体交通网规划纲要》《新时代民航强国建设行

动纲要》《“十四五”民用航空发展规划》《智慧民航建设路线图》等，制定本文件。

二、发展方向

(一) 发展定位

服务智慧民航建设。无人驾驶航空是民航强国和智慧民航建设的重要组成部分。从顶层设计明确发展定位、目标与路径，引导行业健康发展，实现融合运行，将有力支撑智慧民航建设。

促进行业创新发展。明确我国民用无人驾驶航空发展方向和技术趋势，将加速通讯、大数据、人工智能等技术与无人驾驶航空的融合发展进程，进一步提升民航科技创新能力和国际主导力。

加快应用有序落地。依据民用无人驾驶航空发展定位、目标与路径，提前布局技术、管理、规划及建设，将进一步规范当前和未来无人驾驶航空活动，加快在支线物流、城市物流、测绘勘探、应急救援等应用场景落地与推广，实现整体突破。

(二) 发展趋势

从国际发展情况看，国际民航组织和世界各国纷纷制定发展规划，积极推动无人驾驶航空器融合运行。国际民航组

织在航空系统组块升级计划(ASBU)中提出遥控驾驶航空器系统(RPAS)发展引线,提升无人/有人航空运输融合运行和监管能力。美国以无人驾驶航空器融入国家空域为目标,提出法规标准建设和关键技术发展规划。欧洲也明确提出利用人工智能、大数据、物联网等先进技术来解决无人驾驶航空器高密度运行问题。

相比欧美等国家,随着我国民用无人驾驶航空试验区的成熟完善,以及试运行企业的长期实践,已迭代出更为迫切和实际的运行需求。民用无人驾驶航空发展内涵不断丰富,格局不断拓展,成效不断扩大,以行业发展助推智慧民航建设的氛围已经形成,并呈现出特征鲜明的发展趋势。

民用无人驾驶航空器典型应用场景不断拓展,并日趋成熟。航空器飞行能力不断提升,运输范围逐步扩展,自动化、自主化、智能化趋势更加明显。驾驶员职责逐步向以自动化系统为主、人员辅助监视转变。气象预测、通信导航监视、信息传输等技术不断进步,起降场逐渐增多,航线网络结构正在形成,空域管理水平、运行效率和承载能力尚需提升,空中交通管理和服 务有待逐步适应未来多用户、大流量、复杂化的运行需求。运行管理体系日趋完善,以一部顶层规章、多部规范性文件及技术标准为基础,开放、特定、审定分类管理,管理和技术齐驱并进的法规标准体系框架已基本形成。

(三) 发展目标

基于运行能力、监管能力与运行风险相匹配的思路，整体把握先低后高的发展脉络，持续建立健全管理体系，完善规章标准，建设数字化、自主化为核心的先进无人驾驶航空运行体系，实现集约、高效、绿色运行，促进民用无人驾驶航空服务提质增效，逐步提升民用航空空域容量、效能，降低运行成本，形成先载货后载客、先通用后运输、先隔离后融合的发展路径。将无人驾驶航空打造为智慧民航的重要组成部分，全方位提升我国在无人驾驶航空领域的国际竞争力、国际民航规则标准话语权和科技创新引领力，实现无人驾驶航空应用及管理全领域向民航强国跨越的目标。

在 2025 年之前，实现统一的时空基准，提升航空器安全自主飞行能力和航行保障能力，降低运输成本。配备垂直起降功能的起降场广泛出现，在空域、基础设施等资源方面得到结构性改善的前提下，实现低空空域资源的合理配置和灵活使用，无人驾驶航空器航路航线划设标准迭代演进。航空器机队管理能力提升，具备自动化的应急响应能力。充分利用现有通信、导航、监视技术实现飞行活动保障。基于运行风险的无人驾驶航空管理体系构建基本完成，配套的无人驾驶航空管理规章、规范性文件和技术标准体系基本完成。

在 2030 年之前，实现空域信息数字化，建立健全空域共

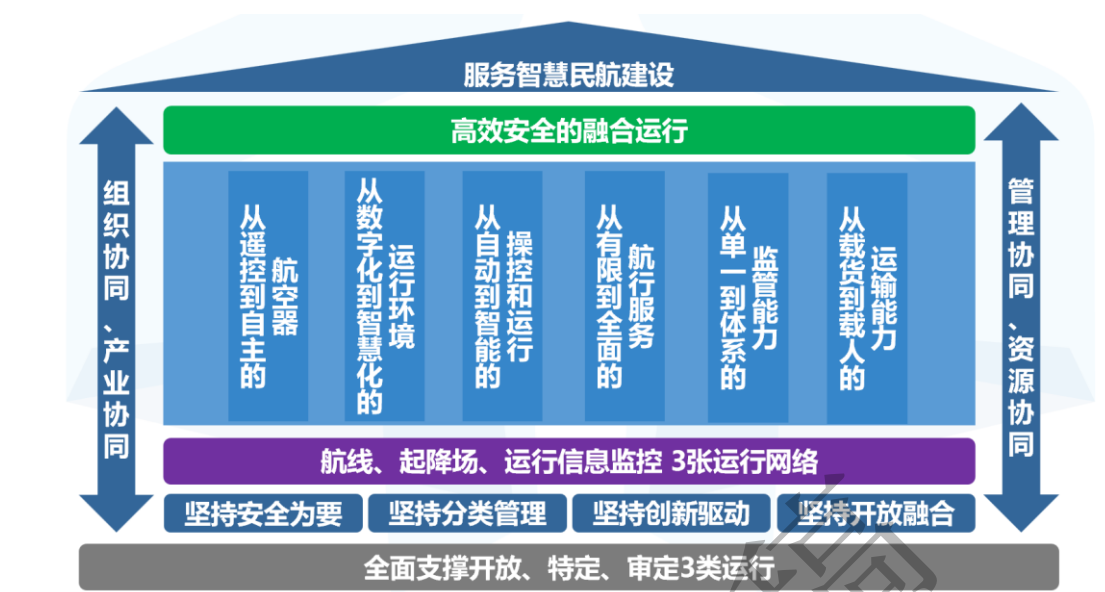
享、数据互联、运行高效、管服一体的平台和机制。进一步拓展航线网络，合理布局起降场，实现有人驾驶和无人驾驶航空对空域、机场设施等资源的共享。通过新技术应用进一步提升运输能力、飞行活动保障能力和航行服务能力。不断降低行业应用的运行成本，逐步提高运行效率，并加强标准推广和国际化水平，以此加强中国民航新的核心竞争力，助力我国向多领域民航强国的跨越。

在 2035 年之前，建立载人无人驾驶航空交通运输系统，实现广域的运输范围和灵活高效的网络化布局。实现数字化的飞行活动保障，提供全面的航行服务，按照隔离、过渡、融合三步实现无人驾驶航空融入国家空域体系。形成一批全球领先的航空制造、飞行监控、运营服务的龙头企业。持续提升我国在无人驾驶航空国际规则 and 标准相关组织中的话语权，为我国全面参与国际竞争创造有利环境。

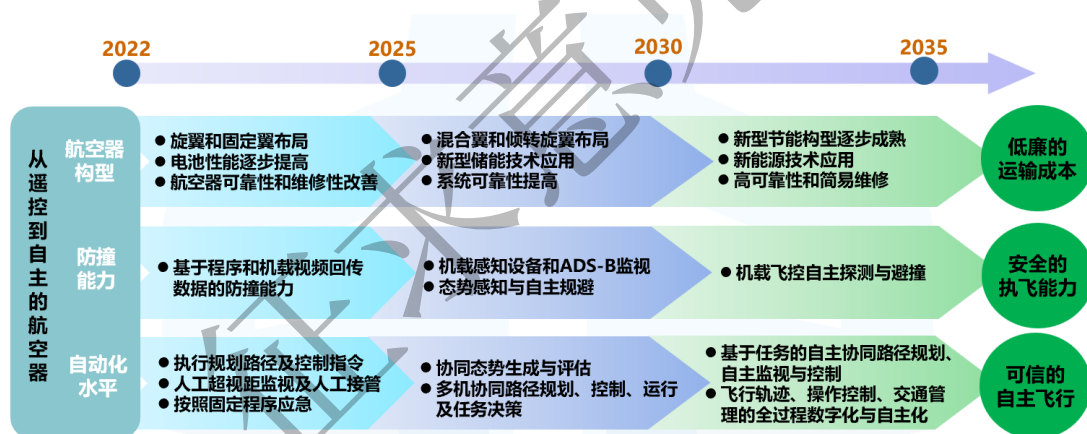
三、发展领域

民用无人驾驶航空发展进程，以高效安全的融合运行为目标，拓展从遥控到自主的航空器、从数字化到智慧化的运行环境、从自动到智能的操控和运行、从有限到全面的航行服务、从单一到体系的监管能力、从载货到载人的运输能力等 6 个发展领域，织就航线、起降场、运行信息监控等 3 张运行网络，汇聚组织、管理、产业、资源等 4 个协同要素，

全面支撑开放、特定、审定3类运行。



(一) 从遥控到自主的航空器



- 低廉的运输成本
- 安全的执飞能力
- 可信的自主飞行

(1) 场景描述

各类无人驾驶航空器飞行能力逐步覆盖全空域、远航程和各类运输重量的需要。任务剖面向载重量提升、运输范围

扩展方向发展；飞行包线向速度提升、高度增加、全天候运行拓展。布局方式更加灵活，电动力等新能源驱动逐渐满足动力和成本需要，可靠性和易维修性提高。发展探测与避让技术，不断提升自主防撞能力；发展自主任务规划能力，提高飞行管理智能化水平。

（2）阶段目标

—2025 年，城市短距离低速轻小型物流配送无人驾驶航空器逐步成熟；支线短途中低空吨级大型无人驾驶航空器逐步应用；短距载人无人驾驶航空器探索应用。旋翼和固定翼布局无人驾驶航空器技术成熟应用；燃料电池等新型动力装置在无人驾驶航空器应用持续完善；航空器可靠性和维修性逐步改善。全面具备基于程序和机载视频回传数据的防撞能力、基于无人驾驶航空服务提供方（USS）的路径规划与指令执行能力，支持人工超视距监视及人工接管功能，提升基于程序的应急处置能力。

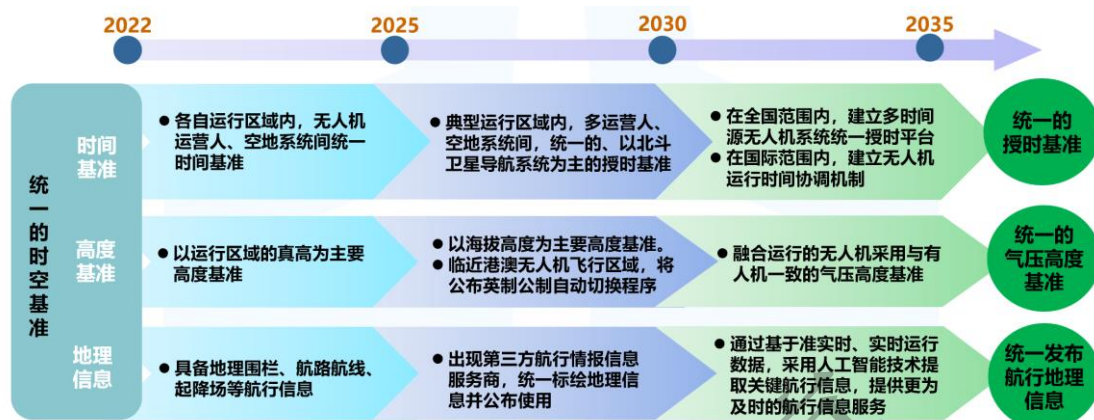
—2030 年，城市中短距离快速中小型物流配送无人驾驶航空器逐步应用；支线中途高空吨级大型无人驾驶航空器逐步应用；中距离载人无人驾驶航空器探索应用。混合翼和倾转旋翼布局无人驾驶航空器技术更加成熟；新型储能技术逐步发展，电池储能成本进一步降低；机载设备功能进一步扩展，系统使用可靠性提高；发动机和机载电子设备具备国产

配套能力，软硬件均可实现自主可控；复杂环境运行能力逐步具备。机载感知设备和基于 ADS-B 的监视方式广泛应用，无人驾驶航空器态势感知与自主规避逐步实现。无人驾驶航空器协同控制以及协同态势生成与评估技术逐步成熟；多机协同路径规划、协同语义交互和组网协同、无人驾驶航空器多机协同运用及任务决策能力不断增强。

—2035 年，城市中长距离快速中大型物流配送无人驾驶航空器逐步推广；支线长途高空吨级大型无人驾驶航空器实现航线飞行；中长距离载人无人驾驶航空器探索应用。无人驾驶航空器矢量推力构型更加成熟；新能源技术普遍应用，电池储能成本和性能普遍接受；基于模组化和标准化设计，实现高可靠性和简易维修；具备全天候运行能力。基于任务的自主路径规划能力，自主智能化复杂任务完成能力，自适应、自诊断、自决策、重规划能力逐步具备，逐步脱离人机交互，实现自主监视与控制；实现飞行轨迹、操作控制、交通管理的全过程数字化与自动化能力。

(二) 从数字化到智慧化的运行环境

(1) 统一的时空基准



- 统一的授时基准
- 统一的气压高度基准
- 统一发布航行地理信息

① 场景描述

统一的时间基准、统一的高度基准，共享精确描述与无人驾驶航空器航行密切相关的地理信息，是确保同一空域内，多运营人、多架航空器，多架无人/有人航空器运行安全的前提和基础。综合考虑国家定位、导航、授时资源基础和发展规划，以及有人驾驶航空器运行发展经验，未来无人驾驶航空器及其地面运行管理系统将以北斗、GPS 等卫星导航系统，通信网络为基础获得统一的时间基准；在城市内部和城市间航线上采用与载人运输航空器相同的气压基准；与低空飞行密切相关的地理信息，尤其是影响飞行安全的地面障碍物、危险区和限制区信息将由航空情报部门统一发布。

② 阶段目标

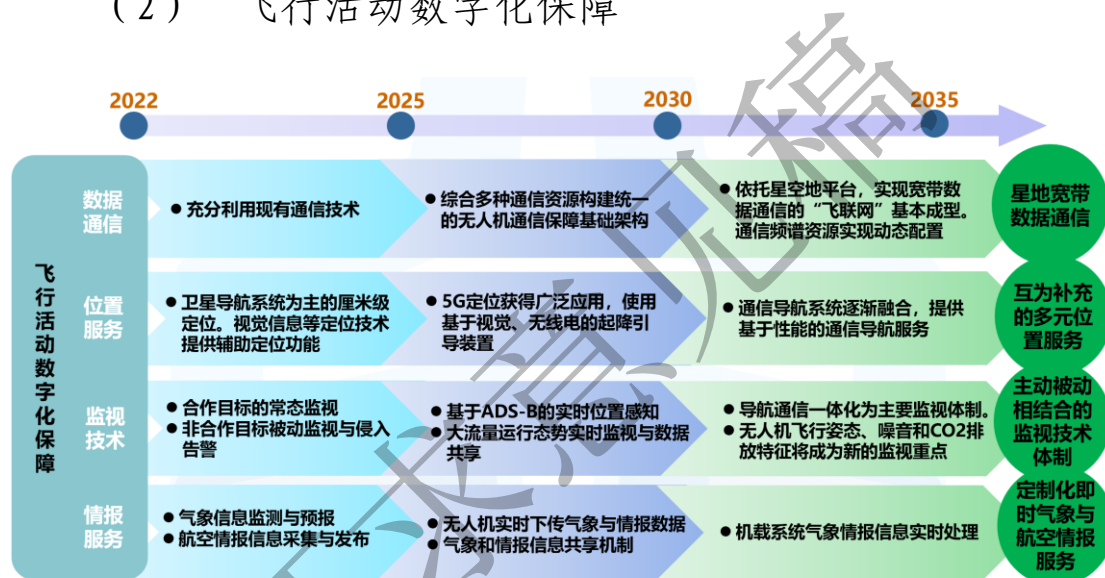
—2025 年，时间基准方面：运营人使用的空中、地面系统分别采用移动通信网络、公共云服务平台、GPS、北斗卫星导航系统等，在各自运行区域内使用统一的时间基准。高度基准方面：通过气压计、超声波、激光、GPS、惯导、无线电高度表、摄像头等传感器，在不同的飞行阶段测量飞行真高和海拔高。运行区域的真高，是最主要的高度基准。地理信息方面：运营人在公布的数字地理信息基础上，添加地理围栏、航路航线、起降场等航行信息，保障日常运行。

—2030 年，时间基准方面：在典型运行区域内，多家运营人的空中、地面系统，使用统一的、以北斗卫星导航系统为主、GPS 为辅的时间同步算法，构建的授时基准。高度基准方面：随着运行区域地理信息的逐步完善，海拔高度将成为城市运行、起降场附近最主要的高度基准。临近港澳飞行区域，将公布英制公制自动切换程序。地理信息方面：出现第三方航行情报信息服务商，将运行空域地理围栏、危险区限制区、航路航线、机场、无人驾驶航空器起降场、地面导航标志、地面障碍物等统一标绘公布使用。

—2035 年，时间基准方面：在全国范围内，建立基于 GPS、北斗卫星导航系统、移动通信网络、公共云服务平台等多时间源无人驾驶航空器系统统一授时平台。在国际范围内，建

立运行时间协调机制。高度基准方面：进入民航航路航线、终端区运行的大型无人驾驶航空器将与有人驾驶航空器一致，在航路航线上以标准大气压（QNE）为基准，在终端区内过渡高度层以下采用修正海平面气压（QNH）为基准。地理信息方面：通过基于准实时、实时运行数据，采用人工智能技术提取关键航行信息，提供更为及时的航行信息服务。

（2） 飞行活动数字化保障



- 星地宽带数据通信
- 互为补充的多元位置服务
- 主动被动相结合的监视技术体制
- 定制化即时气象与航空情报服务

① 场景描述

面向城市高密度运输、城市间长距离需求，构建以 5G 宽带数据通信、C2 链路远距离数据通信为主体的无人驾驶航空

器数据通信平台，构建以卫星导航、地面目视助航设施、机载惯性导航等多种方式的组合导航。导航与通信相互结合，形成合作目标主动监视方式，及可见光、电磁波探测为补充的被动监视方式。实现无人驾驶航空器起降场、航路气象信息高频率监测与预报，以及航空情报信息及时采集与发布，丰富完善气象情报服务产品，提升运行效率和任务能力。

② 阶段目标

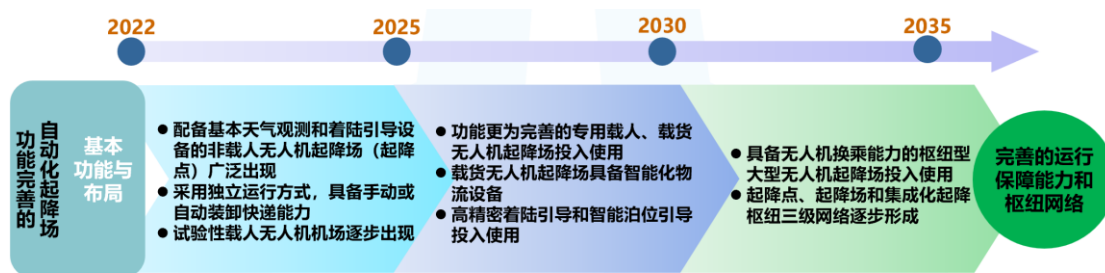
—2025 年，数据通信方面：充分利用现有蜂窝移动通信网络（4G/5G）及频段、C2 链路，发展无人驾驶航空器通信技术，新建补盲地面通信基站或者改造现有基站，建立与运行需求相适应的数据宽带通信网络。位置服务方面：GNSS 卫星导航系统与地面增强基站相互配合，达到厘米级定位精度。与此同时，通过机载摄像头获得的视觉信息、UWB 等多种室内定位技术，也提供了辅助定位功能。监视技术方面：利用 GPS 与通信链路相结合、ADS-B、北斗短报文实现对合作目标常态监视，利用可见光、电磁波探测对非合作目标实现被动监视与侵入告警。气象与情报服务方面：建设起降场气象观测平台与观测结果网络共享平台，建立航路气象情报信息采集共享机制，依托网络地图平台，标绘空域、航路航线、地理围栏、机场净空、天气信息，实现信息发布与共享。

—2030 年，数据通信方面：面向运输及信息传递需求、

信息安全需求，由第三方通信服务商，综合地面 5G/6G、空地 ATG 通信、5G/C2 链路、通信卫星数据链、北斗数据链等多种通信资源构建统一的通信保障基础架构，配备机载多模通信终端的无人驾驶航空器可按需使用通信资源。位置服务方面：运行区域内，将布设涂绘、灯光等视觉定位标志。5G 定位获得广泛应用。起降场和机载系统中将出现基于视觉、无线电的起降引导装置，确保安全高效起降。监视技术方面：应用机载 ADS-B 收发装置，无人驾驶航空器之间实现实时位置感知。对大流量起降场、载人起降场实现运行态势实时监视与数据共享。气象与情报服务方面：引入航空器实时下传的数据，第三方机构提供专业化的运行区域，天气、起降场、通信导航条件、交通拥挤分析及运行风险预警。

—2035 年，数据通信方面：依托星空地平台，实现无人驾驶航空器、地面车辆、地面自动化保障设备、旅客和货主之间宽带数据通信的“智慧网联”基本成型。通信频谱资源实现动态配置。位置服务方面：通信导航系统逐渐融合，建成通信导航一体化系统，提供基于性能的通信导航服务。监视技术方面：导航通信一体化将成为高密度运行区域空空、空地主要监视技术体制，飞行姿态、噪音和 CO₂ 排放特征将成为新的监视重点。气象与情报服务方面：机载系统具备气象情报信息实时处理能力，全面支撑自主运行。

(3) 功能完善的自动化起降场



- 载人、载货、运行保障能力逐步完善

- 起降点、起降场、起降枢纽网络形成

(1) 场景描述

各层级无人起降场逐步覆盖全地域网络，提供近中远航班和轻中重型运输需要。设施规模向多层级、多功能、网络化方向发展；容量向高密度、全天候运行拓展。运行方式更加智能自主化，起降场由各自的独立运行向多式联运的枢纽网络化运行转变；共享程度逐步与运输机场的设施共享发展。设施设备的自动化程度不断提升自主化、智能化水平，着陆过程实现自主进近与着陆，以及智能获取服务。

(2) 阶段目标

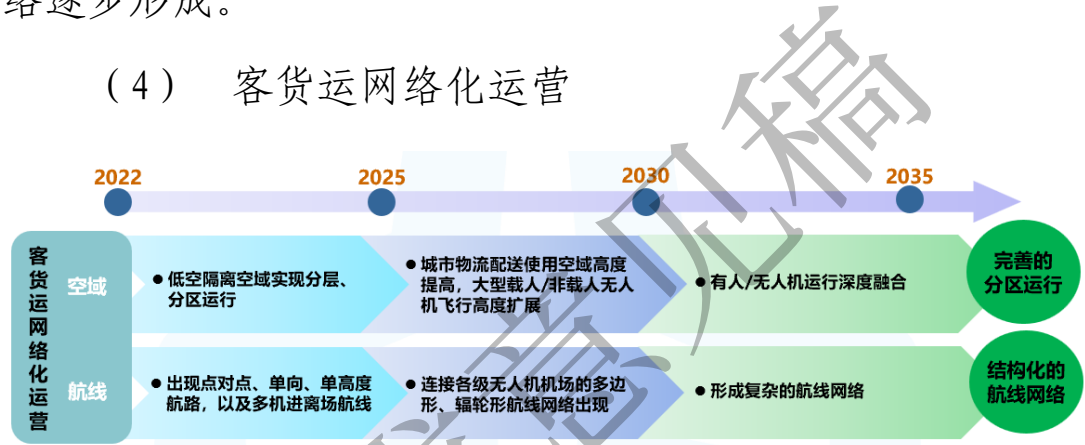
—2025 年，配备基本天气观测和着陆引导设备的，非载人起降场（起降点）广泛出现。采用独立运行方式，具备手动或自动装卸快递能力。试验性载人无人驾驶航空器起降场逐步出现。

—2030 年，功能更为完善的专用载人、载货无人驾驶航空器起降场投入使用。载人用起降场具备基本客户等候区域、

安全检测区域、维修设施和维护人员，以及能源加注设施。与城市公共交通工具（汽车、公交车、地铁、轻轨等）有效衔接。载货用起降场具备智能化物流设备，实现物流包裹自动处理。高精密着陆引导和智能泊位引导投入使用。

—2035 年，具备换乘能力的枢纽型大型无人驾驶航空器起降场投入使用。起降点、起降场和集成化起降枢纽三级网络逐步形成。

(4) 客货运网络化运营



- 完善的分区运行
- 结构化的航线网络

① 场景描述

适应无人驾驶航空器从低密度、低风险、短距离区域运行向高风险、高密度、长距离的应用场景过渡。建设分层、分区、结构灵活的空域系统，满足多样化使用和交通量持续增长需求，实现空域资源安全、公平、高效、绿色使用。依托空域分类，建立完备的运行规则和高效的航线网络，满足客货运输，与有人驾驶航空器、其他运输方式的高效、便捷

衔接。

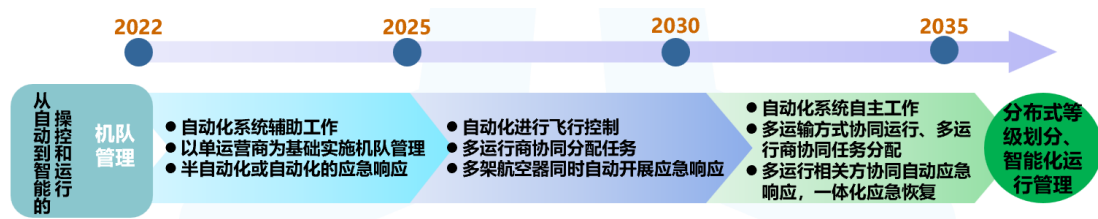
② 阶段目标

—2025 年，低空隔离空域实现分层、分区运行。非经营类飞行活动在适飞空域开展，城市低空及支线物流分层运行。通过划设电子围栏及隔离运行空域实现空域分区。出现点对点、单向、单高度航路，以及多机进离场航线。针对航路航线和起降场不同的高度基准，机场区域设立过渡高度层。空域管理通过空域和飞行计划申请、起飞前通报，飞行中协调实现。

—2030 年，城市物流配送使用空域高度提高，大型载人/非载人无人驾驶航空器飞行高度扩展。基于用户需求、通信导航性能，实现栅格化空域管理。连接各级起降场的多边形、辐轮形航线网络出现。空域用户和空域管理者之间建立便捷交互手段，实现空域申请与批复、空域资源调配、空中交通管理智能化。

—2035 年，有人/无人驾驶航空器运行深度融合，形成复杂的航线网络。城市范围内出现按照实时交通密度动态划设和管理的空域。无人驾驶航空器使用空域内空域资源调配、空中交通管理完全自动化。无人驾驶航空器空管系统与有人驾驶航空器空管系统协同程度增加。

(三) 从自动到智能的操控和运行



- 分布式操控运行等级划分与资质管理
- 智能化的运行管理体系

(1) 场景描述

随着无人机自动化程度的不断提升，分布式操控运行等级评估体系日趋完善，与适航审定和运行场景高度融合，自动化分类标准成熟定型并广泛应用，独立操控责任向安全操作责任人有序转移，操控人员资质管理模式更加便捷高效。无人驾驶航空器操控员职责逐步向自动化系统为主、远程操控员监视多架航空器、机上操控员协助远程操控员的多层次化转化。机队规模增加、覆盖机场数目稳步增加，机队运行策略更加灵活。运行相关方应急响应和恢复能力的自动化水平不断增强。

(2) 阶段目标

—2025 年，初步建立科学规范的分布式操控分级分类管理框架，明确分布式运行等级与成熟运行场景的对应关系，有序衔接运营安全评估，将人工介入能力受限的独立操控员责任转移至安全操作责任人。多种无人机操控员职责共存：

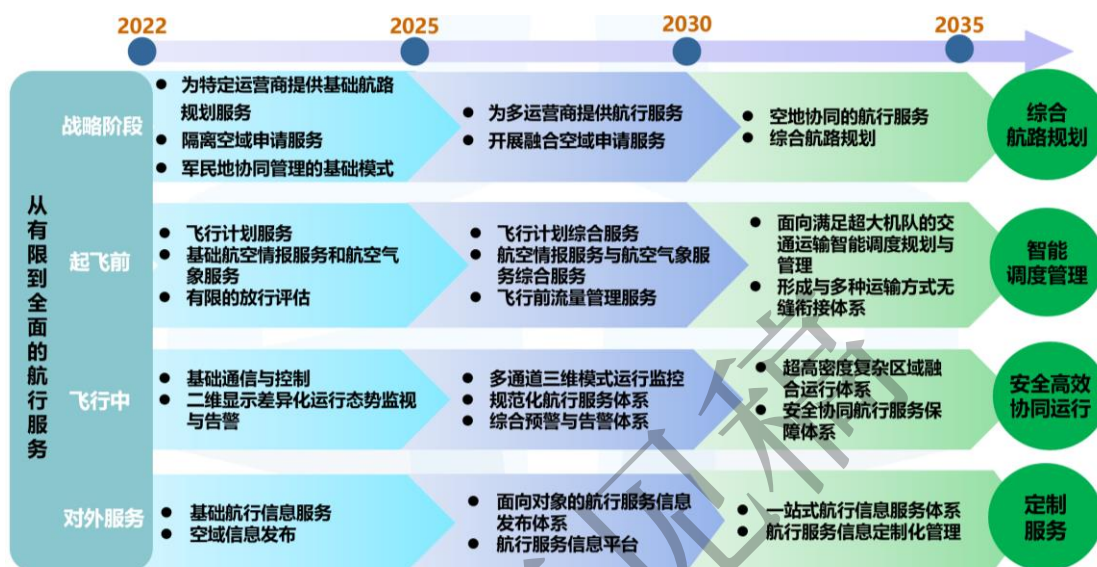
远程操控员辅助自动化系统进行任务规划与管理、航迹规划与控制，或地面辅助操控员在远程操控员监督下进行任务规划与管理、航迹规划与控制。机队规模和覆盖机场数量不断增加。按时刻表和按需运行策略共存。单运营商集中分配任务。航空器单机在人工与自动化系统合作控制或自动控制模式下，实现半自动化或自动化的应急响应，有效开展事后人工应急恢复。

—2030 年，完善分布式运行等级审定体系，自动化等级分类标准更加成熟定型，延伸贯穿至前端制造、运行环境、航行服务等全链条，建立完备的自动飞行系统的自动化等级能力第三方测评服务体系。远程操控员辅助自动化系统进行任务规划与管理、航迹规划与监视，航空器飞行控制完全由自动化系统进行。机队规模和覆盖机场数量进一步提高。按时刻表和按需运行策略灵活选择。多运行商协同分配任务。具备多架航空器同时自动开展应急响应的能力。

—2035 年，实现分布式运行等级与全业态运行场景无缝对接，自动化分类标准与适航审定深度融合，分布式运行等级审定体系与运营安全评估一体实施，建立基于自主飞行的安全操作责任人制度。远程操控员辅助自动化系统实现多架航空器协同任务规划与管理、航迹规划与监视。机队规模和覆盖机场数量大幅提高。实现多种运输方式协同运行和多运

行商协同分配任务。实现无人驾驶航空器、机组、乘客/货物等多运行相关方协同自动应急响应，进行一体化应急恢复。

(四) 从有限到全面的航行服务



- 大容量复杂空域综合航路规划能力
- 高密度/超高密度智能调度管理能力
- 安全高效运行监视与航行服务能力
- 一站式航行服务和定制管理能力

(1) 场景描述

从现阶段为单运营商提供基础航路规划和运行风险评估服务，为城市内多运营商提供空域管理、航路规划、飞行计划和空域实时动态申请服务等功能过渡，最终实现多种运输方式的统一规划和无缝衔接。逐步增强无人驾驶航空情报、航空气象、飞行动态信息服务能力，保障区域内超高密度有人/无人协同运行，形成统一的城市空中客货交通运输服务模式。

式，提供一站式服务和保障平台。

（2）阶段目标

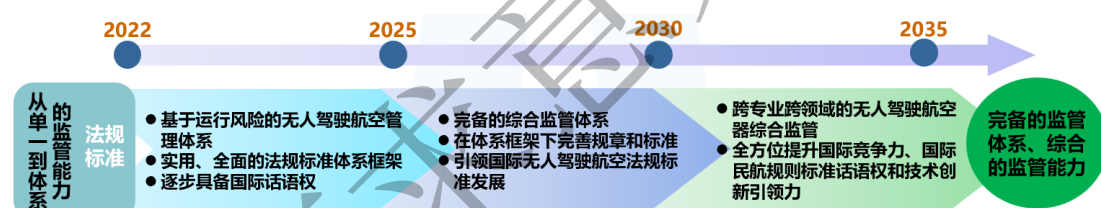
—2025 年，具备起降点及进离场空域设计、运行航线规划、飞机选型、航路备降场选择、安全评估等基础功能。基于订单为运营商生成飞行计划并配备运行保障人员，探测潜在冲突，进行冲突预调配，实施放行评估。基于二维 GIS 地图显示空域信息、进行运行监控，利用 C2 链路实现 USS 系统与 UAS 之间的通信和控制，具备不正常情况告警和应急处置能力；通过统一数据接口和数据格式，与 UTM 实现双向通信，从 UTM 实时获取适飞空域和禁飞空域数据，向 UTM 上传航迹数据，上报不正常情况；形成企业运行、军民地协同管理的基础模式。

—2030 年，服务能力进一步提升，具备需求预测、起降场选址、航线网络规划、所需地面基础设施布设、基于性能的运行风险评估等功能。为多运营商同时提供航空情报、气象服务，协调多用户飞行计划和使用空域授权，实施运行安全评估和飞行前流量管理。基于三维 GIS 地图，实现单机全过程 4D 飞行航迹管理，基于系统算力，负责区域内多机协同间隔保持，具备低电量、航迹偏离、低高度等不正常事件预警能力，在剩余电池状态和起降场容量限制等约束条件下实现多机场交通流管理。统一发布城市空中交通情况，满足

多式联运等新型运输服务模式需求，形成军民地运行数据充分共享与协同监管模式。

—2035 年，基于运行数据实现多运输方式统一规划；具备超大机队运输调配、订单管理、机队规划、路径优化、容流匹配能力，实现与多种运输方式的无缝衔接；基于 USS 间的实时双向通信和数据共享能力，为多航空运输主体提供协同调配服务，系统算力大幅提高，具备超高密度区域有人/无人驾驶航空器交通调配能力；实现灵活用户关系管理，提高服务质量。

(五) 从单一到体系的监管能力



- 完善的分类管理法规标准体系
- 无人驾驶航空器综合监管

(1) 场景描述

以无人驾驶航空器典型场景应用示范为基础，构建完善的分类管理法规标准体系，并逐步实现无人驾驶航空器综合监管。无人驾驶航空系统运行监管和管理水平不断提高，以

“1+N+X(1 部顶层规章, N 份行政规范性文件及政策文件, X 份技术标准)”为框架，开放、特定、审定分类依据，

适航管理、人员管理、运行管理、经营管理各具专业特色的民用无人驾驶航空法规标准体系日趋成熟。民用无人驾驶航空器系统行业管理和技术标准更加规范。

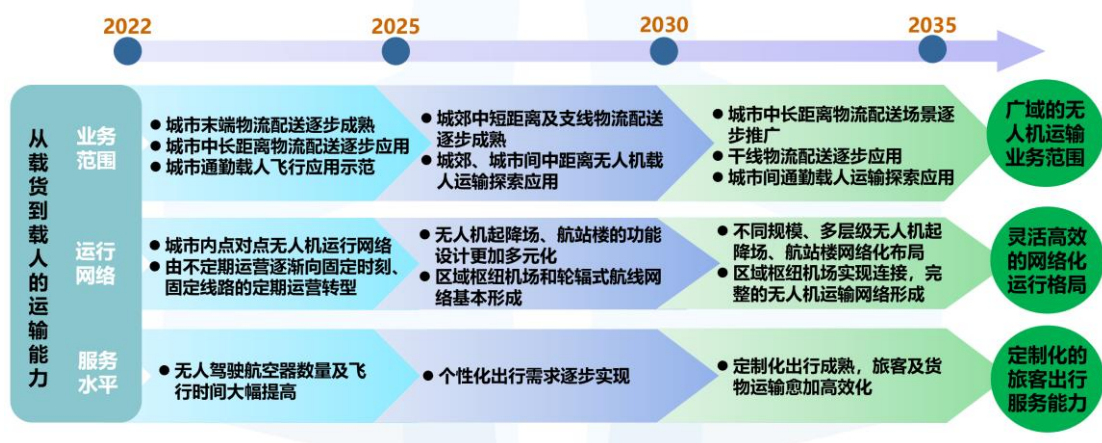
（2）阶段目标

—2025 年，与运行风险相匹配、满足运行需求的管理体系逐步形成。构建基于运行风险的无人驾驶航空管理体系，形成适应我国特色和发展趋势的法规标准体系框架，在国际无人驾驶航空器领域发出中国声音。推动适航审定数字化、智慧化发展，分级分类的适航标准体系逐步形成。根据运营种类的分类经营管理体系不断发展。

—2030 年，建立完备的无人驾驶航空器适航管理、人员管理、运行管理、经营管理体系。在法规标准体系框架的基础上，进一步填充管理和技术要求，提升无人驾驶航空器活动监管水平和能力。具备引领国际无人驾驶航空法规标准发展的能力。

—2035 年，以安全高效融合运行为目标，实现跨专业跨领域的无人驾驶航空器综合监管，形成一体化、智慧化的无人驾驶航空运行监管体系。全方位提升我国在无人驾驶航空领域的国际竞争力、国际民航规则标准话语权和科技创新引领力。

（六）从载货到载人的运输能力



- 广域的无人机运输业务范围
- 灵活高效的网络化运行格局
- 定制化的旅客出行服务能力

(1) 场景描述

无人驾驶航空器运输范围不断扩大，货物运输逐步覆盖低空短距离末端配送、中高空的支线和干线运输，载人运输从旅游观光、向城市通勤等短距离出行、中长距离跨城通勤运输发展；各种运输条件不断完善，机场功能愈加便捷、网络布局更加合理，航线网络逐渐拓展；无人运输系统的运输能力不断提升，逐渐融入综合运输体系并承担相应的市场份额。

(2) 阶段目标

—2025 年，城市短距离低速轻小型末端物流配送场景逐步成熟，城市中长距离物流配送逐步应用，城市通勤运输为代表的短距离载人飞行开展应用示范；城市内点对点式运行网络日趋形成，并由无固定时刻及起始点的不定期运营逐渐

向固定时刻、固定线路的定期运营转型；无人驾驶航空器数量及飞行时间大幅提高。

—2030 年，城郊中短距离物流配送及支线物流配送逐步成熟，城郊、城市间中距离载人运输探索应用；起降场、航站楼的功能设计更加多元化以满足不同旅客及用户的差异性需求；区域枢纽机场和轮辐式航线网络基本形成；按需出行、定制出行逐步实现，满足个性化出行需求；无人驾驶航空器数量及飞行时间显著提高。

—2035 年，城市中长距离物流配送场景逐步推广，干线物流配送逐步应用，城市间载人运输探索应用；不同规模、多层级起降场、航站楼网络化布局逐渐形成，便捷性不断提高；区域枢纽机场实现连接，无人运输网络基本形成；定制化出行成熟，旅客及货物运输愈加高效化；无人驾驶航空器数量及飞行时间进一步提高。

四、主要任务

（一） 创新航空器系统管理

规范无人驾驶航空器系统法规标准。强化适航审定管理思路和政策，以限用类和载人无人驾驶航空器系统为重点，结合项目经验制定适航审定标准，稳步、协调推进审定项目实践。针对无人驾驶航空器系统及软硬件特性，有针对性地开展适航审定技术标准研究。坚持正向审定，结合中国无人

驾驶航空实践，加强从工业方标准中提炼审定标准和运营要求。做好无人驾驶航空器适航审定与运营安全审定有效衔接，注重从运营中确定风险，对接适航审定要求。强化无人驾驶航空器适航标准的国际推广，讲好中国故事推广中国经验，实现适航审定政策和标准的创新引领。

建立基于风险的分类适航管理体系。研究根据基于风险的监管策略，按照分级分类的原则，制定差异化无人驾驶航空器适航审定管理模式。坚持“宣传、帮助、监督、检查”的适航传统，完善设计制造单位适航体系管理办法。强化无人驾驶航空器设计制造单位的体系要求和适航主体责任，推动设计制造单位从“要我适航”到“我要适航”转变，鼓励厂商主动承担适航责任，研究适航委任创新管理。完善、推广实名登记与产品激活过程的融合。充分利用信息系统实施监管，创造工业界和局方良好互动。完善相关规章，施行实名登记和国籍登记管理。进一步开展碰撞实验研究，科学评估各类无人驾驶航空器对有人驾驶航空器和地面人员的危害程度，并研究相应缓控措施。

(二) 改善运行环境

布局新型基础设施建设。超前引导 5G、人工智能、区块链等新型基础设施建设布局，围绕通信、导航、监视、气象、起降场和航线网络等，按照“空天地一体，软硬件共促”的

原则，构筑数字化、网络化、智能化关键基石，打造促进无人驾驶航空快速发展的基础设施底座；拓展物联网技术在无人驾驶航空中的应用，依托新型空天地通信等基础设施，加速构建基于算力的融合运行服务技术。

提升空域使用效率。开展数字化、网络化空域划设与管理，建立空域分级分区运行规则，满足无人驾驶航空器多样化安全运行需求；开展运行环境安全风险评估，逐步实现安全、高效、大流量、可持续的空域使用；对比分析无人驾驶与有人驾驶航空器飞行航迹，优化自主进离场飞行程序设计；研究动态空域容量评估方法和流量管理方法，促进无人/有人驾驶高效融合运行。

构建智慧网联环境。以城市低空空域无人驾驶航空器运行需求为牵引，研究网联无人驾驶航空器自主运行概念和安全网络体系架构；发展城市低空实时宽带网络通信、陆基区域定位网络，研究网联自主运行态势智能感知、复杂环境下风险时序感知与风险避让、多运行主体、高密度、大流量场景下自主运行等关键技术；研制机载通信导航监视设备/地面智能传感器及主动/被动探测设备；构建新型城市场景通信、导航、监视、服务、管理的基础设施的关键技术体系和智慧网联环境，在城市场景开展自主运行示范。

(三) 优化操控和运行

创新操控人员资质管理。参照现行的无人驾驶航空器自动化等级概念，考虑机组人工介入程度和责任的转变，匹配人机协同方式的多样化发展态势，兼顾航空器设计技术、运行环境支撑设施、运行服务平台功能变化，确立前瞻性的分布式操作运行等级分类标准，建立安全操作责任人制度。

拓展机队协同运行管理。分析与预测运输需求，实现机组资源与运输需求实时匹配、多运输方式多运行商一体化任务分配、协同运行、自动化应急和恢复等管理。

(四) 保障航行服务

改善无人驾驶航空器通信导航监视性能。针对不同的运行场景和航空器类型，探索建立适应的通信导航监视保障措施，逐步提高通信覆盖率、融合定位准确性和动态监视实时性。研究统一的有人/无人驾驶航空器高度测量基准及更新策略；发展以 GNSS 和惯性导航技术为主，以超宽带定位、伪卫星定位等机会导航信号为辅的全空间导航技术体系；发展无人驾驶航空器系统视觉导航技术，支持精密进近着陆和全天候复杂场景运行；研究有人/无人驾驶航空器一体化通信、导航、监视、服务、管理的基础设施体系结构及关键技术。

提升有人/无人融合运行空中交通服务能力。针对未来无人驾驶航空器高密度、大容量、高复杂运行环境融合运行

场景，构建高密度融合运行空中交通服务体系。开展空域组织与管理、起降场运行、需求与容量平衡、冲突管理、协同间隔管理与避障、多用户协同控制等关键技术，构建集运行场景分类、安全风险评估与缓解、信息采集与处理、融合运行态势感知、航路规划、智能调度、自主避让、空管决策支持为一体的航行服务系统，完善气象服务和情报服务的产品种类和内容，提升信息化服务保障能力。

建立完善的空中交通容量评估与流量管理体系。基于无人驾驶航空器特征、空域结构和管制方式，研究运行空域和起降场容量评估技术；基于机载飞行管理和探测系统，实现近距自主间隔保持和自主碰撞规避，提高飞行控制精度，提高运行容量；基于人工智能、云计算系统算力，提高航迹预测精度，开展基于航迹的流量管理；研究空域航行性能感知技术，研究基于智慧网联的实时进近排序、多机间隔自主保持及大流量进离场管理技术。

（五） 规范监管体系

加强无人驾驶航空法规标准建设。积极配合推动《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》制定。结合民用无人驾驶航空运行概念，同步制定全局规划性的安全运行规章（CCAR-92部），梳理并统筹构建民用无人驾驶航空法规体系框架，形成涵盖运行管理、经营管理、航空安全与安保等完整的法规

体系。持续完善监管，重点规范注册登记、适航管理、人员资质、空域管理、空中交通管理、信息交互等规则 and 标准。推动我国无人驾驶航空监管国际化。

提升综合管理和服务能力。综合考虑空防安全、民航运行安全、社会公共安全，明确各管理主体的责任和义务，积极引导地方政府、行业协会配套管理制度，促进行业自律。创新管理和服务，建立无人驾驶航空器运行企业评价机制，发挥民用无人驾驶航空企业发展引领和示范作用，引导社会资源向运行规范、诚实守信的企业集中，鼓励企业国际化发展，加快海外市场拓展，加强资本、技术和人才的输出和引入。持续加强无人驾驶航空市场和经济监管体系建设。

构建安全管理体系。根据所需安全水平，开展无人驾驶航空器系统效能分析和稳健性研究，检测实际运行安全水平与目标安全水平的符合性。基于运行风险，建立与运行风险相匹配的无人驾驶航空事故调查和事故征候标准，实施分类管理，促进运行主体建立安全管理体系（SMS）。

（六） 提升运输能力

构建无人驾驶航空运输体系。将无人驾驶航空运输纳入民航总体发展规划，综合考虑运输系统发展需求和目标，按照先载货后载客和运行风险先低后高的路径，统筹推进起降场设施和服务能力升级、优化提升空中资源配置效率、开展

多式联运、建设航空枢纽，体系化综合提升运输能力。

试点、示范和推广各类无人驾驶航空运输场景。持续深入开展试点工作，引导无人驾驶航空运输产业发展、培育产业生态，为提升运输能力提供可推广复制的经验示范。推广无人驾驶航空器物流配送，逐步扩大中小型无人驾驶航空器末端物流配送服务范围，开展城市无人驾驶航空器配送试点示范；探索大型无人驾驶航空器物流商业化和城市通勤短距离载人飞行试运行，形成现代化无人驾驶航空器物流配送网络。

(七) 构建航线网络

分类制定无人驾驶航空器航路航线划设标准，开展中低风险场景低空航线网络化示范运行，推动高风险场景大型支线物流航线网络化试运行。鼓励开展无人驾驶航空公共航路航线划设和基础设施建设，实现网络化运行。以点带面，逐步推广形成的布局合理、覆盖面广、高效衔接的航路航线网络。

(八) 建设多层次起降场

提高起降场自动化技术，按需实现精密进近、着陆引导、助航灯光、识别和智能泊位引导，建立并不断完善起降场管理及信息服务，满足多样性运输需要。根据运行场景和航空

器类型，实现设施规模差异化，构建多层次无人驾驶航空器起降场网络。建设多式联运枢纽，实现自主化载客（载货）和无缝换乘，增加运输便捷性，提高运输效率；提供个性化按需服务产品，提升服务体验。

（九） 强化运行信息监控

构建民用无人驾驶航空器综合管理平台（UOM）平台。与面向政府、行业 and 用户等 USS 系统相衔接，与低空空域管理体系和低空飞行服务保障体系相匹配，充分融合军警民等各管理部门信息交互需求，拓展空域与飞行活动信息管理、运行识别与监视服务、飞行情报服务、告警服务、航空情报服务和航空气象服务等功能，实现实名注册登记、人员资质、航空器适航、空域动静态管理、容量及流量等管理。智慧化升级 UOM 平台，结合 5G、精准定位、地理网格、人工智能、物联网等先进技术，实现交通管理与动态轨迹监控，并逐步具备从隔离运行向融合运行过渡的能力。

加强无人驾驶航空器数据及网络安全。研究无人驾驶航空器无线通信链路和网络传输数据安全，加快人工智能等技术的发展突破以及在信息技术领域的应用，推进网络安全防御技术创新发展应用，促进防御技术智能化升级。构建无人驾驶航空器数据及网络空间安全体系，从网络传输安全、信息安全、内容安全、系统安全和数据安全等全方位解决运行

关键数据的获取、存储、使用安全问题，实现多维度立体化数据安全防护，维护运行安全。

五、保障措施

(一) 加强组织协同

创新工作模式，提高效率，在现有组织机构框架内，整合加强专门机构，专责专务保证各项重点工作有效推进。并尽快形成固化、紧密的工作机制，统筹协调各部门提高无人驾驶航空相关业务的工作效率。

加强政府部门间合作，加强协调配合，形成管理合力，加强无人驾驶航空管理的专门机构和机制建设，加强管理队伍建设。扩大民航与地方政府执法部门、公共服务提供部门的沟通渠道和合作，围绕执法、企业自律和安全生产把无人驾驶航空器联合监管责任落到实处。

加强军民融合，加强军民航在飞行计划、飞行动态和飞行情报等方面的数据、信息交换能力，提高协同运行和应急处置的响应速度和决策质量，推进低空空域空管空防一体化。按照新时代民航强国建设的战略安排，深入实施军民融合发展战略，共享安全和谐天空。

(二) 加强管理协同

优化管理机制，强化对计划实施的跟踪指导和督促检

查，及时研究解决各阶段的发展问题和难点，引导各类市场主体积极参与无人驾驶航空体系建设，建立公众意见反馈渠道，形成全社会参与、支持和监督的良好氛围。为形成创新、协调、绿色、开放、共享的航空生态提供持续有力的支持。

加强培养并形成无人驾驶航空管理专业队伍，随着管理法规体系的不断完善，配备相应的监管力量，更好的发挥监督指导作用，并找准“难点、痛点”，不断解决行业发展的深层次问题。

(三) 加强产业协同

加强与产业界合作，广泛听取无人驾驶航空器设计制造企业、运营实体、教育培训和科研机构对无人驾驶航空运行管理体系建设的意见和建议。鼓励无人驾驶航空企事业单位利用现有民航基础设施资源开展运行和运营实践。

扩大与行业协会的合作领域，逐步构建一个以政府为主导、多元治理主体共同参与的治理格局，把协会作为政府、企业之外推动无人驾驶航空建设和发展的第三种力量，以服务为中心，开展各种培训、咨询，组织行业企业反映共同诉求，促进行业有序、有效的发展。

(四) 加强资源协同

充分调动行业发展链条中各相关方主观能动性，加强政策支持，激发市场活力，推动快速发展。加强管理技术及应用研究领域科研经费投入，积极统筹项目布局，增加财政资金保障，加快项目组织审批，制定相关配套激励政策。同时，鼓励引导社会资金投向各行业应用领域，扩大无人驾驶航空领域政府购买服务的范围，加强监管、防范风险。加强对国际交流合作的资金支持力度，支持对接管理和发展的前沿，加强多层次国际交流与合作，宣传中国方案，增加中国在国际平台上的影响力。