

民航发〔2022〕1号

## 中国民用航空局关于印发智慧民航建设 路线图的通知

民航各地区管理局,各运输(通用)航空公司、机场公司、服务保障公司,局属各单位,局机关各部门:

为加强智慧民航建设顶层设计,落实多领域民航强国建设要求,促进民航高质量发展,民航局组织编制了《智慧民航建设路线图》,现印发你们,请结合实际,认真贯彻落实。

中国民用航空局

2022年1月6日

# 智慧民航建设路线图

中国民用航空局

二〇二二年一月

# 目 录

<b>一、概述</b> .....	1
(一) 重大意义 .....	1
(二) 编制背景 .....	2
<b>二、总体思路</b> .....	4
(一) 指导思想 .....	4
(二) 基本原则 .....	4
(三) 发展目标 .....	5
<b>三、总体方案</b> .....	7
(一) 总体架构 .....	7
(二) 总体设计 .....	8
<b>四、智慧航空运输</b> .....	10
(一) 智慧出行 .....	10
(二) 智慧空管 .....	18
(三) 智慧机场 .....	26
(四) 智慧监管 .....	34
<b>五、产业协同发展</b> .....	40
(一) “民航+数字产业”共同体 .....	40
(二) “民航+先进制造”产业链 .....	45
(三) “民航+绿色低碳”生态圈 .....	48

<b>六、改革创新主导</b> .....	50
(一) 组织机构创新 .....	50
(二) 政策制度创新 .....	51
(三) 管理模式创新 .....	53
(四) 人才保障创新 .....	54
<b>七、科技创新赋能</b> .....	55
(一) 科技创新能力 .....	55
(二) 科技创新研究 .....	57
(三) 科技成果转化 .....	62
<b>八、基础设施保障</b> .....	62
(一) 融合基础设施 .....	62
(二) 信息基础设施 .....	65
(三) 创新基础设施 .....	67
<b>九、组织实施</b> .....	68
(一) 加强组织领导 .....	68
(二) 加强落实执行 .....	68
(三) 加强投入保障 .....	69
(四) 加强协同合作 .....	69
(五) 加强风险防范 .....	69
<b>附表 重大工程</b> .....	70
<b>缩略语</b> .....	72

## 一、概述

智慧民航是瞄准民航强国建设目标,应用新一轮科技革命和产业变革的最新成果,创新民航运行、服务、监管方式,实现对民航全要素、全流程、全场景进行数字化处理、智能化响应和智慧化支撑的新模式新形态。

### (一)重大意义

**服务新时代民航强国建设。**智慧民航建设是深化供给侧结构性改革在民航业的集中体现,将有利于以创新驱动、高质量供给引领和创造新需求,拓展民航发展新空间,巩固航空运输强国地位;将有利于增强民航创新发展动力,提升我国民航的国际影响力,塑造国际竞争新优势,加快建成多领域民航强国;将有利于推动民航与上下游产业高水平融合发展,有力支撑全方位民航强国建设。

**服务人民美好航空出行。**建设智慧民航是贯彻以人民为中心发展思想、践行真情服务理念的重要体现,将通过打造智慧民航出行服务体系,为旅客提供全流程、多元化、个性化和高品质的航空服务新供给,实现人享其行;将有利于构建更加先进、可靠、经济的安全安保和技术保障服务体系,确保飞行安全,更好保障人民群众的生命财产安全。

**服务现代化经济体系建设。**建设智慧民航,将有利于打造安全可靠、高效经济、联通全球的现代航空物流体系,高效融合物流链、信息链、产业链,全面提升物流运输网络韧性,确保产业链供应链安全稳定;将有利于充分发挥民航超大规模市场和海量数据资

源优势,引领带动新一代信息技术、先进制造技术、新能源技术和空天技术的产业创新,促进现代产业体系建设。

服务国家重大战略实施。建设智慧民航,将有力支撑交通强国建设,加快构建安全、便捷、高效、绿色、经济的现代化综合交通体系,实现人享其行、物畅其流;将有力支撑科技强国建设,抢占未来发展制高点,加快提升自主创新能力,实现民航科技高水平自立自强;将有力支撑数字中国建设,促进数字技术与民航业的深度融合,加快推进民航业数字化转型,推动数字产业化。

## (二) 编制背景

以新一代信息技术融合应用为主要特征的智慧民航建设正全方位重塑民航业的形态、模式和格局,已成为全球航空业新一轮发展的主导趋势。

从国际发展情况看,为积极应对未来超大规模航空市场发展需求和环境约束挑战,多个国际组织和国家制定了多项航空运输系统规划,旨在构建更为安全、更有效率、更加灵活、更可持续的新一代航空运输系统。国际民航组织制定了全球空中航行计划(GANP),发布并持续更新航空系统组块升级计划(ASBU)。国际航空运输协会持续致力于利用新技术改进航空服务,并联合国际机场协会推出了“新技术催生旅行新体验”项目(NEXTT)。美国实施新一代航空运输系统(NextGen),提出了航空战略实施计划。欧盟及其相关机构提出了欧洲空管总体规划、2050+机场计划、欧洲航空愿景(Flightpath 2050)、EASA人工智能发展路线图等发展

战略。日本、新加坡等国家也在积极行动,加快民航业的创新发展。

从国内发展情况看,党的十九大作出了建设交通强国、数字中国的战略部署,国民经济和社会发展的十四五规划纲要专篇布局数字中国建设,明确提出了建设智慧民航任务。民航局印发了《推动新型基础设施建设促进民航高质量发展实施意见》《推动新型基础设施建设五年行动方案》和《中国新一代智慧民航自主创新联合行动计划纲要》,出台了《四型机场建设行动纲要(2020-2035年)》《四强空管行动方案》,制定了《中国民航新一代航空宽带通信技术路线图》《中国民航北斗卫星导航系统应用实施路线图》《机场无人驾驶设备应用路线图(2021-2025年)》等。全流程自助、无纸化出行、差异化安检积极推进,空管数字化管制服务、机场高级场面引导系统等一批新技术新装备试点应用。智慧民航建设内涵不断丰富,格局不断拓展,成效不断扩大,以智慧民航建设推动民航高质量发展的氛围已经形成。

为更好指导我国智慧民航建设,依据《中华人民共和国国民经济和社会发展的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》《推动新型基础设施建设促进民航高质量发展实施意见》《推动新型基础设施建设五年行动方案》《中国新一代智慧民航自主创新联合行动计划纲要》等文件,制定本路线图。

## 二、总体思路

### (一) 指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面贯彻党的十九大和十九届历次全会精神,坚持稳中求进工作总基调,立足新发展阶段,完整、准确、全面贯彻新发展理念,构建新发展格局,以推动高质量发展为主题,以深化供给侧结构性改革为主线,以改革创新为根本动力,坚持以人民为中心,按照“十四五”时期“一二三三四”民航总体工作思路,以促进民航激发潜能、发挥效能、增强动能为导向,以智慧出行、智慧空管、智慧机场、智慧监管为抓手,加快实现民航发展由追求速度规模向更加注重质量效益转变,由传统要素驱动向更加注重创新驱动转变,由运行服务为主向更加注重产业协同发展转变,全面塑造民航发展新格局,更好服务国家战略,更好满足人民美好生活需要,为社会主义现代化国家建设提供有力支撑。

### (二) 基本原则

以人为本,智慧赋能。践行“发展为了人民”理念,把满足人民群众对美好航空出行的需要,作为智慧民航建设的出发点和落脚点,努力提供更为安全、更高质量、更有效率的航空服务,不断增强人民群众的获得感、幸福感、安全感。

深化改革,创新驱动。推进流程再造、组织模式变革,构建与智慧民航建设相适应的政策制度。坚持创新核心地位,坚持科技

自立自强,加强前瞻性研究、战略性布局,发掘数据资源要素潜力,着力培育新场景、新业态。

**系统布局,协同推进。**坚持系统观念,围绕智慧民航全要素、全流程、全场景,统筹存量和增量、传统与新型基础设施,优化空间布局和供给结构。凝聚多方合力,推进运行服务链、创新链、产业链联动互动,构筑智慧民航生态圈。

**安全可靠,行稳致远。**统筹发展与安全,将航空安全生命线理念贯穿智慧民航建设全过程,实现关键核心技术自主可控、网络安全可靠。坚持稳中求进,先易后难,重点突破,科学把握建设节奏,防止系统性风险。

**开放共享,融合发展。**更好发挥政府引导作用,充分发挥市场主导作用,打破行业边界,推进跨界融合,推动央地联动、政企互动,加强国际交流、全球合作,汇聚各方力量,构建共商共建共治共享共惠的智慧民航建设新局面。

**绿色低碳,集约高效。**坚持生态优先,以智慧赋能绿色民航发展,构建民航高效运行模式,推进节能降碳治污和资源循环利用,注重集约建设、资源共享,打造绿色航空能源生态,拓展民航绿色发展上线,实现可持续发展。

### (三)发展目标

建成透彻感知、泛在互联、智能协同、开放共享的智慧民航体系。民航发展方式实现深刻变革,安全基础更加稳固,运行保障更

加高效,运输服务更加便捷,治理体系更加完善。智慧民航成为智慧交通建设的先行示范、数字中国建设的先导产业,为全球民航创新发展贡献中国方案,有力支撑新时代民航强国建设。

各阶段目标如下:

1.到 2025 年,数字化转型取得阶段性成果,初步实现出行一张脸、监管一平台。

——数字化转型有力推进。基本实现民航运行、服务、监管关键流程数字化,初步建成民航大数据管理体系,基本实现民航内外部数据顺畅流转和应用融合创新。

——智能装备规模应用。自助设备、生物识别、无人驾驶航空器/设备、北斗导航、新一代航空宽带通信、航空物流自动化设备、航行新技术等先进智能技术装备在枢纽机场和航空公司等实现规模化应用。

——出行体验显著改善。出行体验便捷舒心,行李服务全程无忧,空中互联全面推广,便捷中转全面实现,过检效率较 2020 年提高 30%,航班正常率保持 80% 以上;航空物流数字化、差异化便捷服务推广应用,保障产业链供应链安全稳定畅通的能力明显提高。

——运行效率大幅提升。开展基于四维航迹的航班运行示范应用,在全国机场实施航空器尾流重新分类管制运行,枢纽机场“机-车-场道-设施”协同基本实现,具备保障年起降 1700 万架次

的能力,可持续发展能力明显提升,单位周转量航空碳排放下降5%。

——治理能力更加高效。政务服务协同完善,深入推进一网通办,基本建成一站式航空运输市场监测体系,民航智慧监管服务能力明显提升,监管创新成效逐步显现,运输飞行百万小时重大及以上事故率低于0.11。

2.到2030年,智能化应用取得关键性突破,基本实现出行一张脸、物流一张单、通关一次检、运行一张网、监管一平台,实现更高层次的数字化、网络化、智能化。新型基础设施与航空运输系统全面融合,重点领域实现由人工决策向数据决策转变,民航创新能力、安全水平、运行效率、服务质量和治理效能大幅提升,具备保障年起降2300万架次的能力,航班正常率保持80%以上,单位周转量航空碳排放明显下降。

3.到2035年,智慧化融合实现全要素、全流程、全场景覆盖,全面实现出行一张脸、物流一张单、通关一次检、运行一张网、监管一平台,具备保障年起降3000万架次的能力,航班正常率达到85%以上。民航数字感知、数据决策、精益管理、精心服务能力大幅提升,智慧出行、智慧空管、智慧机场、智慧监管发展水平位居世界前列,全面形成智慧民航生态圈,全面支持民航可持续发展,为实现保障有力、人民满意、竞争力强的民航强国提供坚实支撑。

### **三、总体方案**

#### **(一)总体架构**

智慧民航是以智慧建设为主线,筑牢安全发展底线,拓展绿色发展上线,构建产业联盟阵线,以智慧出行、智慧空管、智慧机场、智慧监管为抓手,强化改革创新、科技创新、基础保障三大支撑,着力推进智慧航空运输和产业协同发展,努力实现以智慧塑造民航业全新未来的发展愿景。



图 3-1 智慧民航建设路线图总体架构

## (二) 总体设计

按照“体系发展引领、分域模块构建”的思路,智慧民航总体设计分解为五大主要任务、四个核心抓手、三类产业协同、十项支撑要素、48 个场景视点,实现完备的智慧民航运输系统、完备的产业协同发展体系、完备的改革创新推进机制、完备的科技成果转化链条和完备的运行基础设施环境。

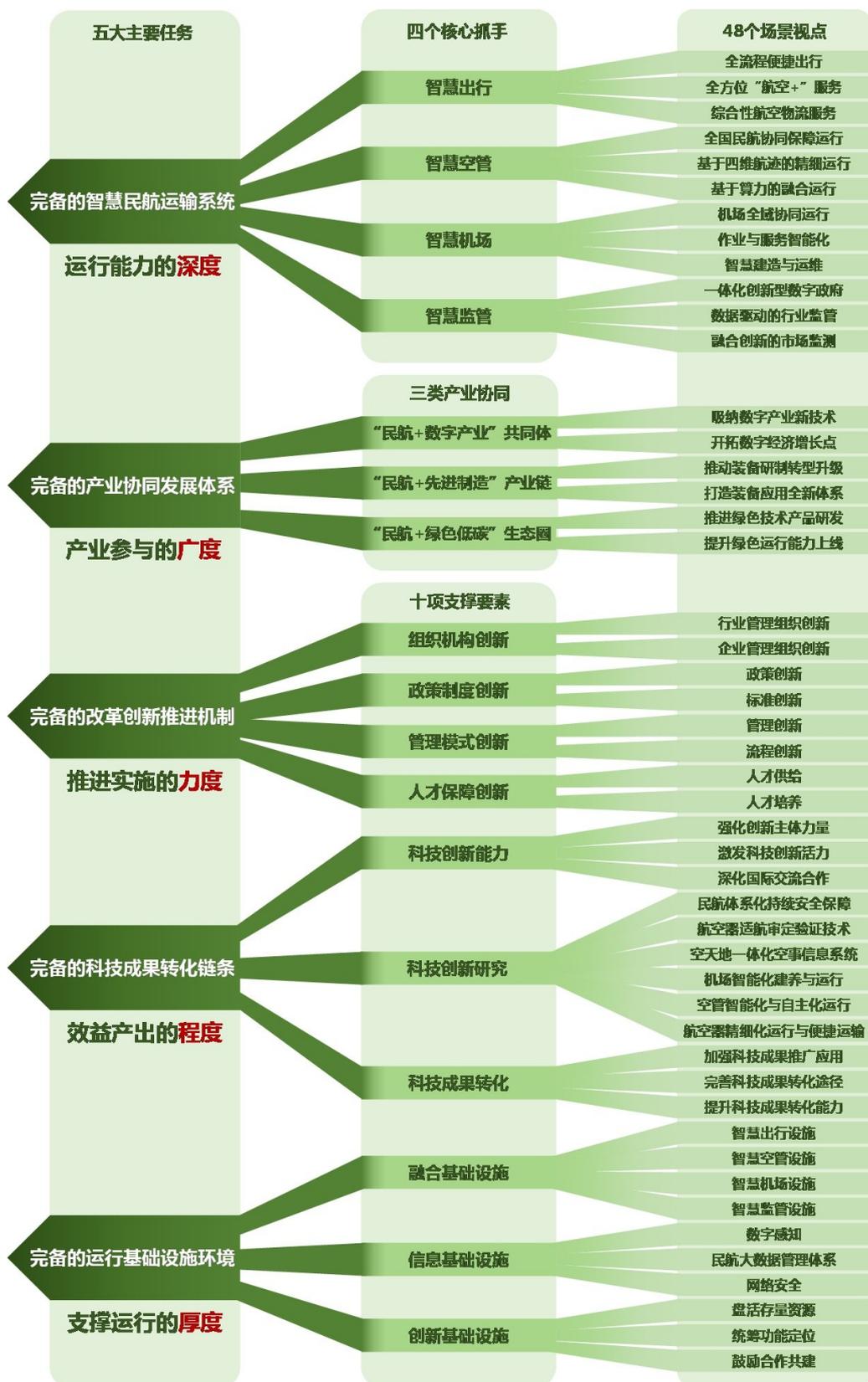


图 3-2 智慧民航建设总体设计

## 四、智慧航空运输

### (一) 智慧出行

以缩短旅客综合出行时间、促进物流提质增效降本为目标,围绕旅客行前、行中、机上全流程和航空物流运输全过程,构建便捷舒心旅客服务生态和高效航空物流服务体系。

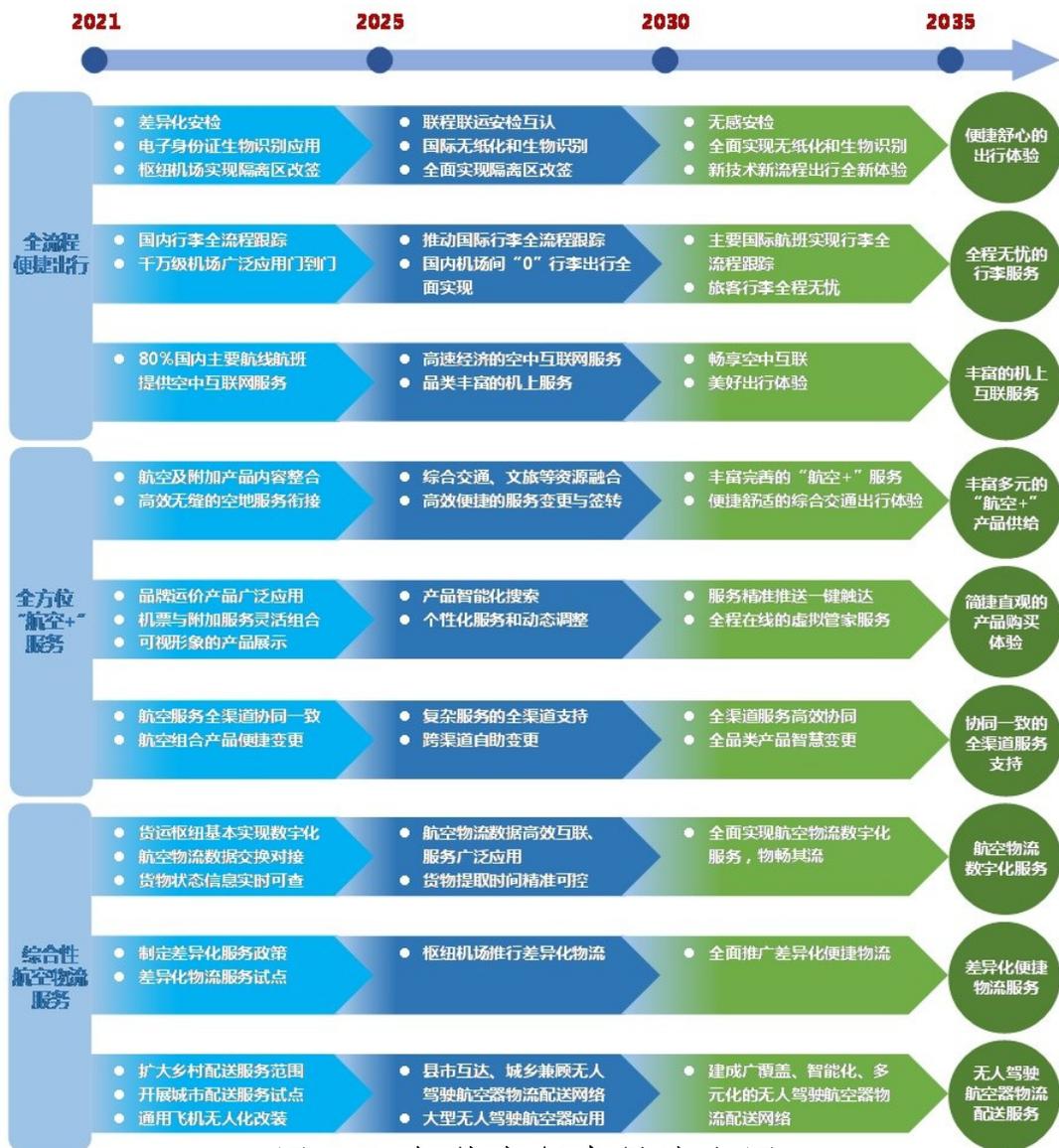


图 4-1 智慧出行发展路线图

#### 1. 全流程便捷出行

聚焦无感安检、快速通关、便捷签转、行李服务、机上服务等领域,优化流程、精简环节,实现旅客便捷、无忧、舒心出行。

### (1) 便捷舒心的出行体验

- 高效无感的安检体验
- 通畅便捷的快速通关
- 无忧签转、“有空就坐”
- 线上线下融合的旅客综合服务

#### ① 场景描述

深化无纸化、生物识别、电子身份证等应用,旅客享受无感安检和联程联运一次安检的便捷体验、随需而变有空就坐的行程变更服务、快捷的防疫健康核验服务,加强与海关、边检的信息联通和业务协同,实现国内国际旅客全流程通关效率全面提升,通过线上线下融合的旅客综合服务体系,方便快捷获得丰富的出行全流程服务,旅客尽享便捷舒心出行。

#### ② 阶段目标

—2025年,国内机场全面支持旅客电子身份证出行使用和差异化安检;千万级机场核心出行环节全面普及应用生物识别技术,生物识别全流程通关解决方案全面试点;千万级机场和重点航司全面实现隔离区改签;建立快捷的防疫健康核验服务体系;联程联运安检互认在部分枢纽机场开展试点;

—2030年,主要国际航班实现无纸化和生物识别通关,所有国内航班支持隔离区改签,民航与关检信息有效联通和协同;联程

联运安检结果全面实现互认；

—2035年，国内国际航班全面支持无纸化和生物识别通关，国内民航旅客普遍实现高效的无感安检，构建旅客航空出行全新体验。

## (2) 全程无忧的行李服务

- 行李全流程跟踪
- 行李门到门服务

### ① 场景描述

国内航班旅客行李全流程跟踪全面实现，国际航班逐步推广应用，创新行李市场化服务，提供“0”行李出行的新型门到门服务及多种类型行李创新服务，实现旅客行李全程无忧。

### ② 阶段目标

—2025年，国内航班全面实现托运行李全流程跟踪，千万级机场间行李门到门服务广泛应用；

—2030年，大力推动国际航班托运行李全流程跟踪，国内机场间具备“0”行李出行能力；

—2035年，主要国际航班实现托运行李全流程跟踪，旅客行李全程无忧。

## (3) 丰富的机上互联服务

- 高速、经济的空中互联网服务
- 丰富的线上应用和服务内容

### ① 场景描述

为旅客提供高速、经济的空中互联网服务，构建机上丰富的线

上应用和服务内容,丰富旅客乘机体验。

## ② 阶段目标

—2025年,国内大中型枢纽机场80%以上的对飞航班提供多样的空中互联网服务;

—2030年,国内航线全面实现高速、经济的空中互联网服务,机上服务种类繁多、品类丰富;

—2035年,旅客畅享空中旅行美好时光。

## 2.全方位“航空+”服务

整合行业内外资源,提供丰富多元的航空出行服务产品,支持产品动态组合和无忧变更,实现全渠道无缝连接和服务一致化落地,满足旅客便捷化、多层次、个性化出行需要。

### (1) 丰富多元的“航空+”产品供给

- 航空服务产品创新
- 交通旅游资源融合

## ① 场景描述

紧密围绕商旅圈、工作圈和生活圈,拓展民航产品及服务链条,融合出行上下游及周边资源,构建运输航空、通用航空、综合交通、商贸和娱乐服务等一票到底的全流程产品体系,打造多元化、全方位、高品质的航空服务产品新供给,满足旅客综合出行需求。

## ② 阶段目标

—2025年,提供丰富的旅客出行产品及服务,实现差异化航空服务、保险、酒店、租车、目的地活动等附加产品的灵活组合与服务

务创新;打造无缝衔接、便捷高效的中转服务,提升空地联运服务水平,满足旅客多元化的出行需求;

—2030年,加快航空出行规划服务与其他交通方式、文旅等资源的融合贯通,实现高效便捷的服务变更与签转,为旅客提供一站式的出行服务产品;

—2035年,创新“航空+”服务,支撑便捷舒适的综合交通出行体验,全面实现出行即服务。

## (2) 简捷直观的产品购买体验

- 富媒体、可视化的产品展示
- 个性化旅客出行产品定制
- 全龄友好的一键式产品触达

### ① 场景描述

丰富航空出行产品展示维度,打造贴近感知的航空产品展现方式,支持航空服务产品精准推送、一键触达,实现购买体验简捷直观、服务适需、全龄友好,满足旅客服务需求。

### ② 阶段目标

—2025年,提升“航空+”产品服务能力和适老化水平,简化购买流程,实现机票、附加服务灵活组合销售,实现品牌运价产品广泛应用,互联网“航空+”产品的管理和服务能力进一步增强,富媒体、可视化产品展示普遍覆盖,有效提升旅客购买体验;

—2030年,实现全流程、多维度的产品组合智能化搜索,支持个性化“航空+”服务和动态调整,大幅优化行前体验;

—2035年,支持以需求特征为导向的精准推送、一键触达,实现全程在线的虚拟管家服务,充分满足旅客个性化出行需求。

### (3) 协同一致的全渠道服务支持

- 全渠道一致化服务
- 全品类产品智慧化变更

#### ① 场景描述

融合线上线下资源,推动关键环节和应用场景的信息联通,实现各类航空产品供给方、销售方和服务方等全渠道的协同一致,提升全品类服务产品变更的自助化、智慧化水平,实现变更无忧的服务体验。

#### ② 阶段目标

—2025年,实现航空服务全渠道协同一致,支持航空组合产品便捷变更服务;

—2030年,实现复杂服务的全渠道协同一致,跨渠道“航空+”产品自助变更;

—2035年,全渠道服务高效协同,全品类产品智慧变更。

### 3. 综合性航空物流服务

整合承运人、机场、货运代理人、物流企业等多方资源,提升航空物流数字化、智能化水平,推广无人驾驶航空器物流配送,推进机型大型化和服务商业化,提供便捷化、多层次、个性化的航空物流运输服务。

#### (1) 航空物流数字化服务

- 物流全流程、全要素数字化

- 物流信息广泛集成与服务
- 货物全流程跟踪服务

### ① 场景描述

推动物流全流程、全要素数字化,推动货物场站设施、载运装备等要素数据化、状态可视化,实现到货检验、入库出库、调拨、移库移位、库存盘点等作业环节数据自动化采集与传输。推进多层次航空物流信息服务平台与物流企业信息平台对接,广泛集成货源、运力、库存等市场信息,为运输、分拨配送、舱货匹配与仓货匹配等业务提供平台组织支撑。推广电子运单,推动航空物流各环节的数字化交互、审核、查验,实现物流各环节可追溯、全过程动态跟踪。

### ② 阶段目标

—2025年,货运枢纽机场基本实现数字化,形成以电子运单为基础的航空物流操作流程;加快制定数据交换标准,推动多层次航空物流信息服务平台与物流企业信息平台对接,实现市场主体间数据互通,货物位置信息实时可查;

—2030年,航空物流数据高效互联,数据服务广泛应用,实现货物提取时间精准可控;

—2035年,全面实现航空物流数字化服务,物畅其流。

### (2) 差异化便捷物流服务

- 航空物流绿色通道,提升入库、装机时效

#### ① 场景描述

根据承运人对物流运输的不同需求,构建航空物流绿色通道,

提供航空物流全流程差异化服务,确保货物运输的可靠性、及时性。

## ② 阶段目标

—2025年,制定航空物流差异化服务政策,开展差异化物流服务试点;

—2030年,在枢纽机场全面推行差异化便捷物流服务;

—2035年,优化完善差异化便捷物流服务体系,提升服务体验。

## (3) 无人驾驶航空器物流配送服务

- 无人驾驶航空器物流配送网络化
- 大型无人驾驶航空器物流商业化

## ① 场景描述

逐步扩大中小型无人驾驶航空器末端物流配送服务范围,实现从服务乡村地区到服务城市的拓展,探索无人驾驶航空器物流机型大型化应用和商业化服务。

## ② 阶段目标

—2025年,扩大乡村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示范试点;探索应用吨级以上专用物流无人驾驶航空器;

—2030年,部分城市与周边乡村形成无人驾驶航空器物流配送网络,实现无人驾驶航空器物流县市互达、城乡兼顾;推广大型无人驾驶航空器物流商业化应用;

—2035年,建成广覆盖、智能化、多元化,与现代物流体系相适应的无人驾驶航空器物流配送网络。

## (二) 智慧空管

围绕四强空管建设,构建安全稳、效率高、智慧强、协同好的新一代空中交通管理系统,实现广域覆盖感知、深度网络互联、数据融合赋能、智能协同响应和智慧高效运行,提升空中交通全局化、精细化、智慧化运行能力和服务水平。

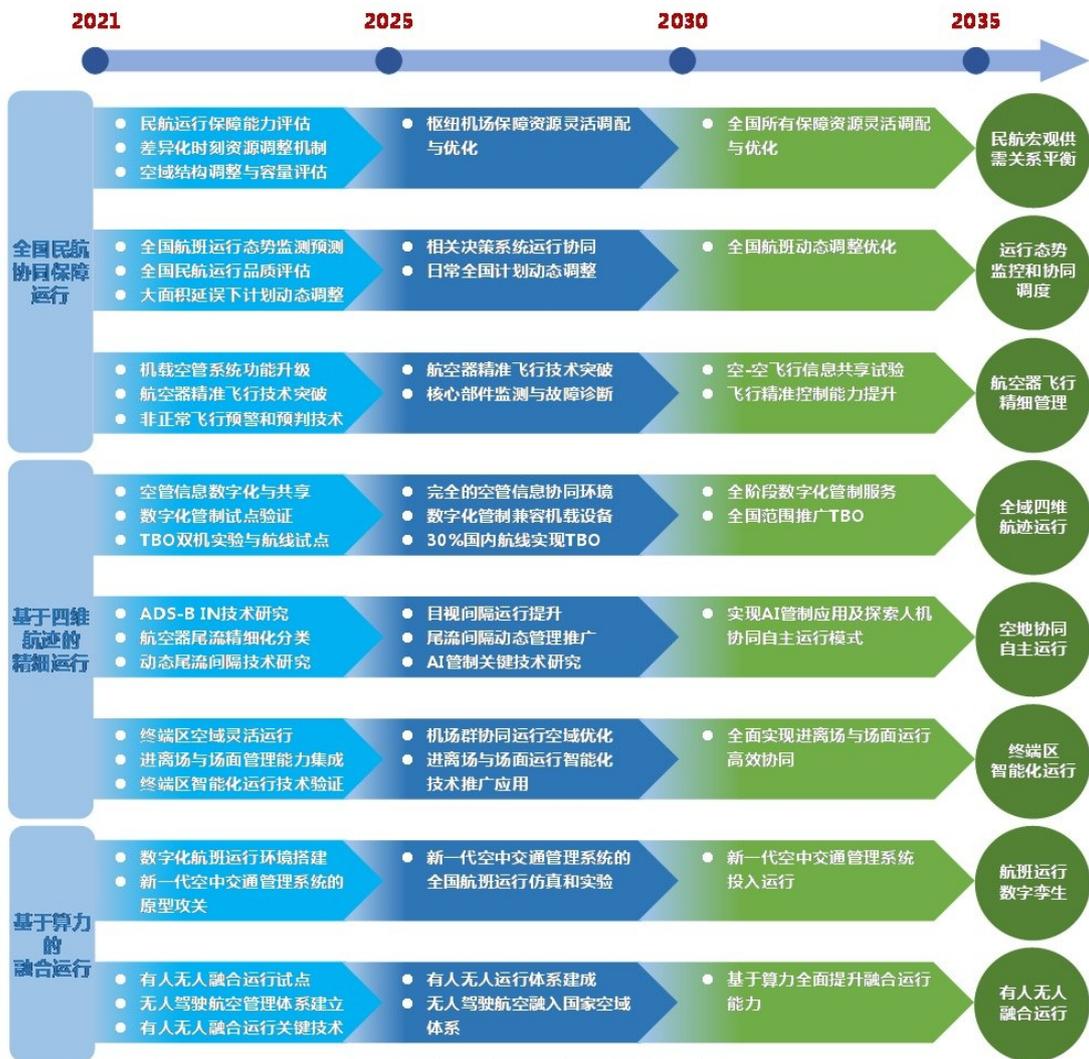


图 4-2 智慧空管发展路线图

### 1. 全国民航协同保障运行

精准研判民航运输需求,科学规划行业整体运行保障能力,合理部署行业关键保障资源,建设面向全行业的民航协同运行平台,

加强运行全流程态势监控、多主体协同联动和一体化指挥调度,推进实现航空器全流程精细化管理。

### (1) 民航宏观供需关系平衡

- 基于全国一体运行的机场和空域容量规划
- 需求-容量-时刻-航班计划匹配

#### ① 场景描述

根据民航运输需求预测、运力规划和容量评估,考虑多方需求,及时调整空域结构,优化时刻资源配置和航班计划编排,在确保安全和正常率的条件下,实现容量、运力、时刻、航班计划与市场需求相匹配。

#### ② 阶段目标

—2025年,统筹全国民航运行保障资源,优化“一年两季”的时刻调配机制;完善空域分类和骨干航路网结构,完善基于全国一体运行的空域和机场容量评估办法,定期开展行业运行保障能力综合评估,实施空域和机场容量提升计划,基本实现“精准控,精细调”,具备保障年起降1700万架次的能力,总体满足容需平衡;

—2030年,实现枢纽机场和骨干航路运行保障资源的适时调配和优化,实现“精准控,精细调”,推进更高水平容需平衡;

—2035年,全面实现行业运行保障资源动态调配和优化。

### (2) 运行态势监控和协同调度

- 航班全流程运行态势监控
- 全国航班协同指挥调度

### ① 场景描述

从安全、效率、协同和绿色等角度,开展全国航班全流程运行态势实时监控和演变趋势准确预判,实施全国航班运行情况定期评估。提升航班计划动态优化和全国航班协同指挥调度能力,实现大面积延误等特殊情况下航班计划的智能调整。

### ② 阶段目标

—2025年,实现全国民航运行信息实时共享,提高全国航班运行态势监测水平和趋势预判的准确性,提高全国航班整体运行品质数字化评估能力,降低大面积延误等特殊情况对全国航班运行保障的影响;

—2030年,推进流量管理与机场协同决策等系统运行协同;实现日常全国航班计划动态调整,形成全国航班计划的动态调整机制;

—2035年,进一步推进航班计划动态调整优化。

### (3) 航空器飞行精细管理

- 机载飞行管理能力提升
- 非正常飞行监测与干预

### ① 场景描述

推进空-空信息共享,支撑机上对周围运行环境及其演变趋势的掌握,提升机载飞行管理能力和飞行过程控制的精准性;推进地面实时接收航空器的自身健康和飞行状态信息,针对非设备故障引起的航空器飞行异常,实现超前智能预警告警和机上-空中-地面协同干预;推进实现飞行中航空器关键核心部件状态监测、智

能故障诊断、维修决策和应急保障。

## ② 阶段目标

—2025年,推进飞行中航空器之间信息共享,提升机上的全景态势感知能力,完成态势推演、信息共享的关键技术突破;推进航空器飞行中接收航班航迹、气象等信息,升级机载设备的实时冲突、偏航等预警告警功能,探索基于态势分析的飞行精准控制辅助决策,推进飞行过程的精准控制;完成航空器非正常飞行安全预警告警和飞行趋势研判等技术研究和试验;

—2030年,初步完成部分航空器飞行精准性评估,探索航空器精细化飞行控制方法;升级现有平台和系统,完成飞行过程中航空器核心部件的自我状态监测和智能故障诊断试验,实现航空器飞行干预方案的快速生成;

—2035年,完成多主体间态势信息实时共享试验和评估,实现航空器空-空信息互联共享,强化航空器飞行精细管理。

## 2. 基于四维航迹的精细运行

以四维航迹管理为基础,构建以航迹管理为核心的先进空管运行模式,提升战略、预战术、战术层面流量管理能力,推进航班全生命周期的精细化管控,提高安全水平,实现扩容增效。

### (1) 全域四维航迹运行

- 全阶段的数字化管制服务
- 飞行与流量信息协同环境
- 基于四维航迹的运行模式

## ① 场景描述

丰富气象信息供给,加快航行情报、航班动态、气象信息等数字化进程,增强地空互操作能力,实现态势同步及数字化管制服务。加强飞行计划集中管理,提高飞行计划、四维航迹、流量控制等运行信息共享与协同。加强空域组织与管理,优化航路航线网络,推进四维航迹全周期精细化管理、航空气象精确感知及精准预报、数字化气象服务管理、机场数字地图等关键技术应用,逐步实现全国基于四维航迹运行。

## ② 阶段目标

—2025年,实现空管安全生产信息的数字化管理;基于地空数据链的系统互操作技术,推进气象数据地空共享,实现气象信息融入决策,完成数字化管制服务验证;完善全国流量管理运行机制,优化流量管理系统,提升飞行计划集中管理水平;完成基于四维航迹的航班全流程运行验证,推进重点城市间示范运行;

—2030年,推动构建航班态势、流量信息、气象信息与航空情报等空地一体的信息协同环境;实现数字化管制对机载系统的兼容性升级;30%国内航线具备基于四维航迹运行的保障能力;

—2035年,实现全国数字化管制服务,推广航班全流程四维航迹运行,实现更高水平的安全裕度和运行效能。

## (2) 空地协同自主运行

- 基于态势增强的目视间隔运行
- 尾流间隔静态优化与动态管理

- 空地协同的自主间隔保持

### ① 场景描述

推进 ADS-B IN 技术应用实施,增强驾驶舱态势显示能力,优化进近着陆间隔标准,提升目视间隔运行效能。推进尾流间隔动态管理技术应用,缩减尾流间隔,提高跑道利用效率。推进空地协同、人机协同等智能管控技术的应用,支持航空器自动判识气象限制因素,实现航空器自主间隔运行,形成空中交通安全自主飞行新模式。

### ② 阶段目标

—2025 年,调整航空器尾流分类标准,在全国机场推广应用;完成 ADS-B IN 技术和尾流间隔动态管理技术研究,开展试点验证;

—2030 年,在枢纽机场推广基于 ADS-B IN 技术的目视间隔运行和基于动态尾流间隔技术的运行;开展 AI 管制的关键技术与验证;

—2035 年,形成航空器自主间隔保持的运行能力,实现 AI 管制应用,提供间隔管理辅助决策能力,探索人机协同管制新模式。

## (3) 终端区智能化运行

- 空域灵活运用
- 进离场与场面一体化运行

### ① 场景描述

推进空域精细化管理,实现终端区空域资源动态规划设计与灵活运用,降低繁忙区域飞行冲突、空域拥堵和航班延误。提升枢纽机场塔台智能化程度及中小机场远程管控能力,统一规划航路、终端区及

机场场面航班流,支持连续下降/连续爬升运行、基于点融合的进近运行及 RNP AR 平行跑道同时进近等,实现进离场与场面协同管理。

## ② 阶段目标

—2025 年,实现终端区空域资源的动态规划设计与灵活运行能力,推进连续下降/连续爬升运行、点融合技术应用;实现机场进场管理、离场管理、场面运行、高级场面引导与控制系统的集成,完成试点验证;完成终端区智能化运行技术与验证,推广远程塔台在中小机场的应用;

—2030 年,实现京津冀、长三角、粤港澳、成渝机场群协同运行的空域资源优化;完成进离场与场面运行智能化技术在枢纽机场的推广应用;

—2035 年,全面实现进离场与场面运行高效协同。

## 3. 基于算力的融合运行

推动前沿信息科学技术与空中交通管理有机融合,通过搭建基于算力的空中交通运行仿真环境,逐步实现基于算力的全国航班融合运行和有人无人融合运行。

### (1) 航班运行数字孪生

- 基于算力的空中交通数字模拟
- 航班融合运行过程精准管控

## ① 场景描述

搭建未来空中交通运行推演的数字孪生环境,实现运行态势感知、航班一体化调度和运行管理的融合能力评估,提供优化方案

建议和辅助决策支持,实现跨层级、跨部门、跨系统运行管理的全过程深度融合,支持新一代空中交通管理系统的原型开发和技术验证。

## ② 阶段目标

—2025年,加快构建空域数字化,利用数字化航班运行仿真环境,开展运行仿真试验和融合能力评估,开展具备保障年起降5000万架次能力的新一代空中交通管理系统原型攻关;

—2030年,实现基于新一代空中交通管理系统的全国航班运行仿真和实验验证,探索基于算力的航班融合运行;

—2035年,实现基于算力的新一代空中交通管理系统运行。

## (2) 有人无人融合运行

- 有人无人飞行全景态势感知
- 有人无人融合运行保障

## ① 场景描述

开展有人无人航空器融合飞行关键技术及运行规则研究,按照先通用后运输、先隔离后融合逐步实现无人驾驶航空融入国家空域体系,基于算力提升有人无人航空器融合飞行的态势实时感知、安全预警告警和高效运行管控能力。

## ② 阶段目标

—2025年,开展有人无人融合运行试点;基本建立基于运行风险的无人驾驶航空管理体系,形成无人驾驶航空管理规章标准;开展有人无人融合运行保障关键技术研究;

—2030年,建成空域共享、数据互联、运行高效、管服一体的

有人无人运行体系,逐步实现无人驾驶航空融入国家空域体系;

—2035年,探索无人驾驶载人航空器运行,基于算力全面提升融合运行能力。

### (三)智慧机场

围绕四型机场建设,加强机场航班、旅客和货邮的服务能力,推进机场运行协同化、服务人文化、作业智能化、建养数字化发展,提升机场保障能力、服务水平和运行效率。

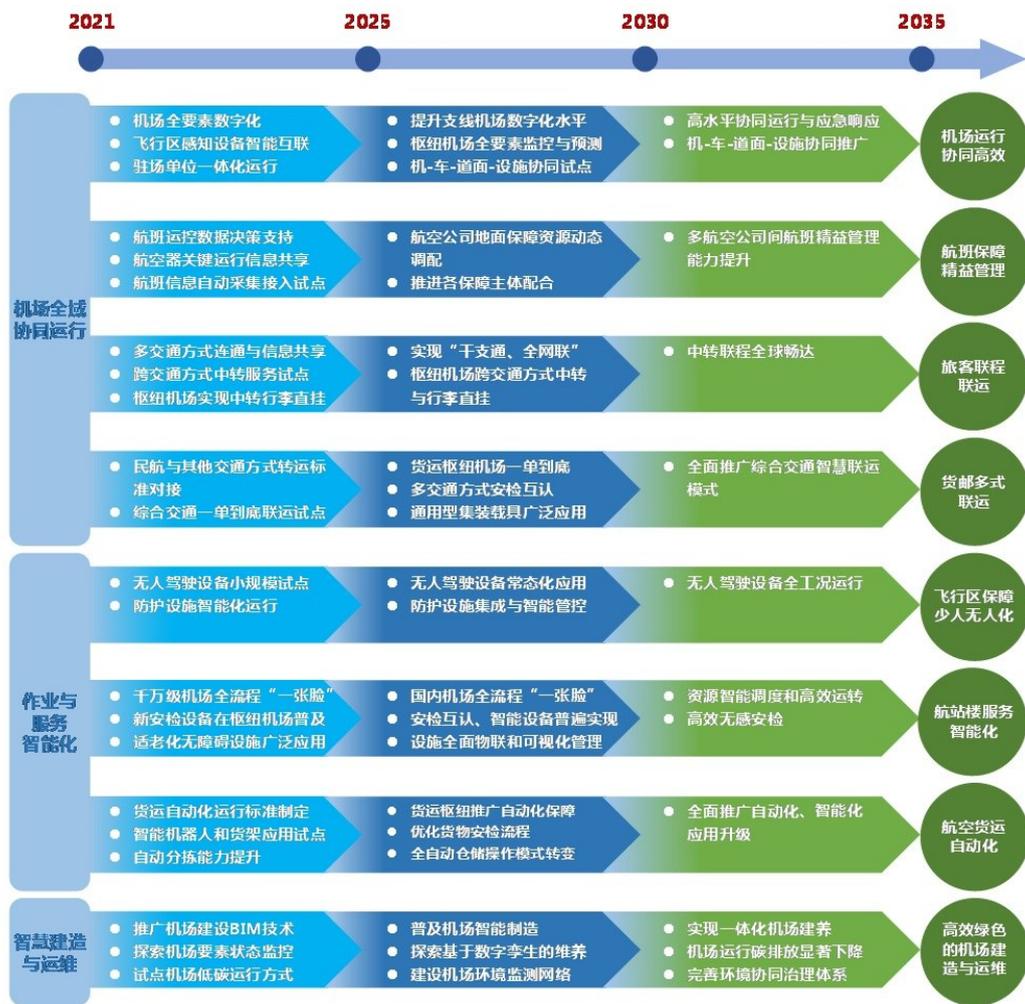


图 4-3 智慧机场发展路线图

#### 1. 机场全域协同运行

围绕机场飞行区和航站区运行,加强机场综合资源的一体化配置与管理,提升航空器运控、旅客联程和货物联运等智能化服务水平,实现机场多主体协同运行效能最大化。

### (1) 机场运行协同高效

- 全要素精准监控与预测
- 机-车-场道-设施协同
- 多元主体协同运行

#### ① 场景描述

以提升机场安全运行能力为导向,推进机场全领域、全要素运行态势感知、精准监控与准确预测。加强航空器、车辆、场道、设施间智能互联和调度,提升停机位分配、路径规划、避障驾驶、滑行引导等智能水平,推进机场运行流程再造,实现各保障主体高效协同,提高突发应急事件敏捷响应能力。

#### ② 阶段目标

—2025年,主要机场完成全要素数字化,开展机场数字孪生技术研究和试验,完成飞行区感知设备智能互联,加强多源信息融合,提升智能决策能力,实现场面风险辨识和预警;推进枢纽机场流程再造,实现多主体一体化运行;

—2030年,提升支线机场数字化水平和能力;枢纽机场构建数字孪生环境,实现机场全要素态势精准监控与预测,基本实现航空器、车辆、场道、设施的智能协同;

—2035年,机-车-场道-设施智能协同技术在枢纽机场推广

应用,构建更高水平的多元主体协同运行和应急响应机制。

## (2) 航班保障精益管理

- 航班运行控制智能决策
- 航班地面保障智能部署

### ① 场景描述

提高航空公司航班运行效率和保障质量,实现签派放行、机组调配和维修保障等航班运行控制智能辅助决策,强化机组飞行风险识别和提示,提高飞机、机组和机务等资源使用效能。加强航空公司与其他保障主体间的运行协同,推进航班上下客、行李装卸、航油加注和机务维修等各项保障工作的紧密配合。

### ② 阶段目标

—2025年,提升航空公司各项地面保障工作部署与管控的数字化程度,完成在枢纽机场的信息自动采集与接入试点;开展航班地面保障质量评估,优化保障流程,缩短截载时间和行李到达时间,提高航班放行正常率;推进运行主体间信息和资源共享,提升航班运行管理效益;

—2030年,实现基于航班实时运行的地面保障资源动态调配,减少保障环节,提升超大规模机队运行的签派、机组、机务、航油等智能化、精细化管理水平;

—2035年,加强航空公司之间的运行协同,实现中国民航航班全球运行保障的精益管理。

## (3) 旅客联程联运

- 多交通方式集中布局
- 综合性中转联运服务
- 多模式行李直挂

#### ① 场景描述

加快“干支通、全网联”，加强民航与其他交通方式的深度融合，打造以机场为核心的综合交通枢纽，打通一站式购票、安检互认、快速换乘、行李直挂等综合联运关键环节，构建空空、空地等多种联程联运服务体系。

#### ② 阶段目标

—2025年，枢纽机场基本实现跨航司中转和行李直挂，最短中转时间(MCT)明显缩短；推动枢纽机场与各类交通方式的信息联通和共享，开展跨交通方式中转和行李直挂等试点；

—2030年，国内机场实现“干支通、全网联”，枢纽机场全面实现跨交通方式中转和行李直挂；

—2035年，中转联程全球畅达，实现中转联运服务智慧化、便捷化。

#### (4) 货邮多式联运

- 货运单证联运共享
- 联运货物便捷中转
- 联运安保互认机制

#### ① 场景描述

依托货运枢纽机场构筑空空中转网络。围绕信息、单证、载

具、安检等重点领域,加强货运枢纽机场与高铁等其他多种交通方式的无缝衔接,推进安检互认,推动构建一单到底、门到门的智慧物流联运服务体系,提升综合物流时效,降低物流成本。

## ② 阶段目标

—2025年,推进民航与其他运输方式货物信息、单证、载具、安检标准对接,优化转运流程;开展综合交通一单到底联运试点;

—2030年,货运枢纽机场实现航空物流一单到底、便捷中转,多种交通方式安检互认,通用型集装载具广泛应用;

—2035年,全面推广综合交通智慧联运模式,有力支撑产业链供应链安全稳定。

## 2. 作业与服务智能化

积极应用人工智能、大数据、物联网、智能机器人等技术,推进飞行区保障无人化作业,提升航站楼服务智能化水平,实现航空物流关键设备的自动化。

### (1) 飞行区保障少人无人化

- 无人驾驶设备运行
- 安全防护智能管控

### ① 场景描述

推进无人驾驶设备和智能作业装备的应用,逐步实现飞行区内全类型设备的少人无人协同作业,增强机坪运行安全技防水平,降低机场设备能耗,提升地面保障协同能力。推进智能化实时风险识别技术应用,实现对围界入侵、滑行冲突、无人驾驶航空器与

飞鸟入侵、道面异常等风险的动态识别与智能决策,实现防控设施少人无人化、自适应运行。

## ② 阶段目标

—2025年,完成无人驾驶设备在飞行区运行试点验证,实现至少5种类型无人驾驶设备在若干特定场景下的常态化应用,优先在货运枢纽机场推广运行;实现探鸟、驱鸟、无人驾驶航空器反制、道面异物探测与清扫、航油加注等设备的智能化运行,完成在典型机场的试点验证;

—2030年,10种类型以上无人驾驶设备在枢纽机场特定场景下实现常态化应用;实现机场飞行区安全防护设施能力集成与智能管控,完成在典型机场推广应用;

—2035年,全国枢纽机场广泛应用全工况无人驾驶设备,实现飞行区保障少人化、无人化和智能化。

## (2) 航站楼服务智能化

- 无纸化出行设施
- 全流程生物识别
- 航站楼可视化管理

## ① 场景描述

提升航站楼全流程自助设备应用水平,实现无纸化通关设备、信息化系统、生物识别技术、智能场内服务的贯通式应用,推进航站楼可视化管理,实现楼内精细运营、精准防控、前瞻决策,提供自助化、智能化、适老化、差异化服务,提升航站楼整体运营水平和综合管理能力。

## ② 阶段目标

—2025年,无纸化出行比例超过90%,千万级机场全面支持以二代身份证为主的“一张脸”全流程服务,新型安检设备在枢纽机场普遍应用,适老化、无障碍设施设备广泛应用;

—2030年,国内机场全面支持“一张脸”全流程服务,安检互认、智能设备普遍应用,无感安检示范应用,楼内设施全面物联和可视化管理,实现资源主动响应和动态调度;

—2035年,广泛实现高效的无感安检,航站楼内资源全面智能调度、高效运转。

## (3) 航空货运自动化

- 自动化设备全面应用
- 库区装运智能化
- 自动化安检及AI判图

## ① 场景描述

推进智能仓储机器人、机器人调度系统以及智能仓储管理系统应用,推进自动化安检、货物集中判图及AI判图应用,实现货运保障全过程自动化操作、信息化管控,提升航空货运保障水平。

## ② 阶段目标

—2025年,制定航空货运自动化运行标准,提高航空货运装备自动化水平;开展智能仓储机器人以及智能货架应用试点;推进包含自动分拣功能的在线式安检和集中判图模式,开展自动搬运、自动标签、AI判图在货物安检中应用;

—2030年,在货运枢纽机场全面推广航空货运自动化保障,货物安检集中判图模式标准成型、流程成熟,实现从人机混合操作到自助收运、自动分拣、智能打板等全自动仓储操作模式的转变;

—2035年,全面推进航空货运自动化、安检智能化应用升级。

### 3.智慧建造与运维

- 机场数字化设计及智能建造
- 机场设施智能维护保养
- 机场低碳节能高效运行
- 机场周边环境治理与保护

#### ① 场景描述

综合运用GIS、BIM、仿真模拟等手段,提升机场选址、规划设计、施工建设、运营维护的智能化、绿色化水平。形成基于数字孪生的规划建设运营一体化模式,推进机场设施状态透彻感知、安全智能预警、养护智慧决策。全面推行现代工程管理,打造民用机场品质工程。研究机场低碳节能高效运行模式,推动航站楼能耗智能管控,提升机场运行电动化、能源清洁化水平。建立机场环境监测治理机制,实现机场与周边环境和谐友好。

#### ② 阶段目标

—2025年,推广BIM等智能建造与建筑工业化技术在机场建设工程中的应用,相关投资占比达到50%;开展设施设备全生命周期维养管理试点;推广机场智慧能源管理、车辆设施电动化、APU替代供电等绿色运行模式;初步建立枢纽机场环境监测体系;

—2030年,绿色材料、智能装备、先进施工等新技术广泛应用于机场建设;逐步实现枢纽机场设施状态感知、安全预警、养护决策;持续优化机场能源供给结构;建立枢纽机场环境监测治理机制;

—2035年,全面实现机场一体化数字设计、建造与运维;机场全生命周期实现资源集约节约、低碳运行、环境友好。

#### (四) 智慧监管

以提升安全组织管理水平和行业治理效能为导向,推进数字政府建设,完善一体化政务服务,打造数据驱动的行业监管和融合创新的市场运行监测体系,提升行业监管水平。

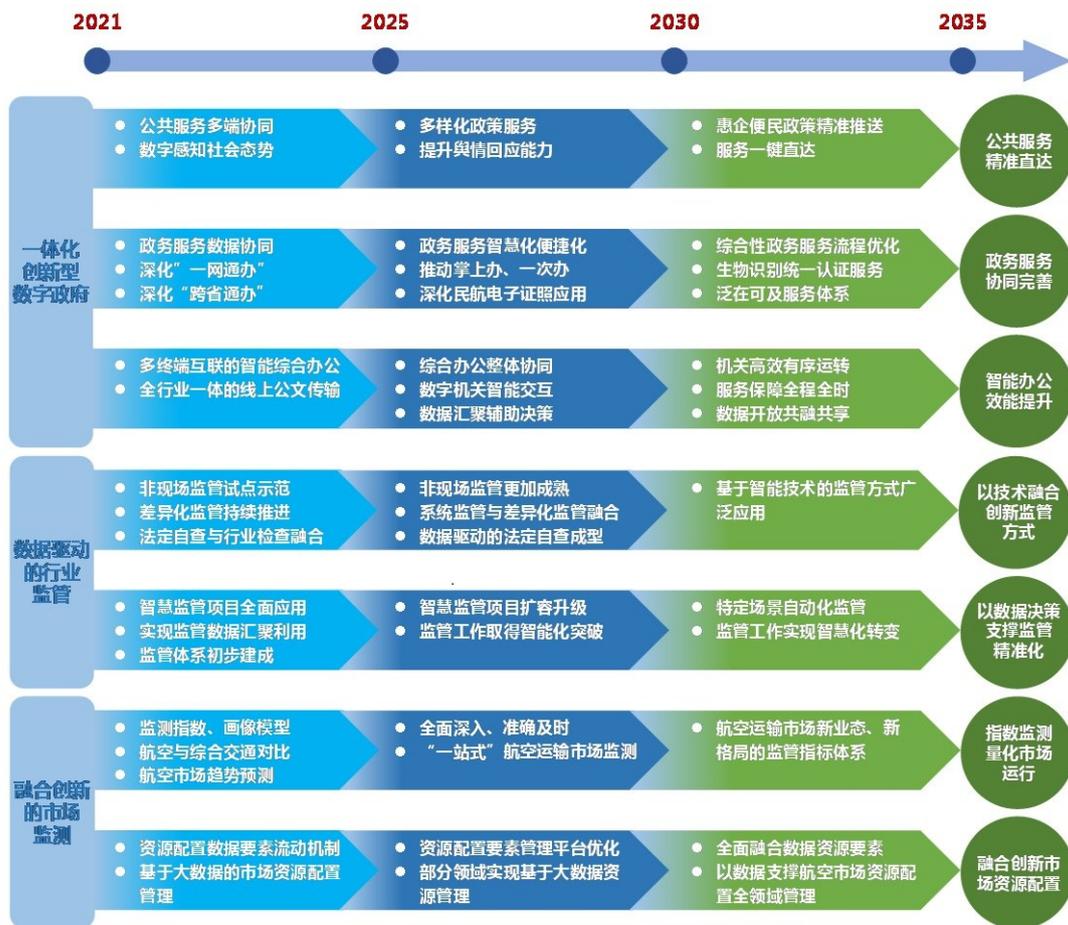


图 4-4 智慧监管发展路线图

## 1.一体化创新型数字政府

全面推进公共服务、政务服务、综合办公等领域数字化转型，实现政府管理与服务整体协同，持续提升行政效能。

### (1) 公共服务精准直达

- 政务公开智能化
- 政民良性互动和舆情智能管理

#### ① 场景描述

以精准服务为导向，推动公共服务主动化、规范化、便利化，提升政务公开、政策解读等公共服务智能化水平，推进舆情智能管理，实现政民良性互动。

#### ② 阶段目标

—2025年，实现政府公共服务门户多端协同，适老化、无障碍功能完善；运用多类新媒体平台，创新政策解读形式；实现社会态势数字感知，畅通互动渠道，及时回应社会关切；

—2030年，提升多样化政策服务水平，增强应对突发公共事件舆情回应能力；

—2035年，实现惠企便民政策精准推送，服务一键直达。

### (2) 政务服务协同完善

- 线上线下服务全面融合升级
- 行政许可证照电子化互信互认

#### ① 场景描述

提升“一网通办”功能，推动线上线下服务全面融合升级，优

化简化审批流程,实现民航行政许可和政务服务证照电子化全覆盖、互信互认、泛在应用,实现政务服务一体化。

## ② 阶段目标

—2025年,依托全国一体化在线政务服务平台,逐步实现民航行政许可、政务服务的统一身份认证、统一电子印章、统一电子归档及数据协同,深入推进“一网通办”;推动跨地区、跨部门、跨层级业务协作,深化“跨省通办”;

—2030年,提升政务服务智慧化、便捷化水平,实现掌上办、一次办;扩大民航电子证照在国内、国际多场景应用;

—2035年,实现综合性政务服务流程优化;推进生物识别统一认证服务,打造泛在可及的政务服务体系。

## (3) 智能办公效能提升

- 一体化协同办公体系
- 智能辅助决策

## ① 场景描述

以数字机关为目标,加快一体化协同办公体系建设,推动公文流转、政务督查、资源共享等全流程数字化、可追溯闭环管理,探索和拓展综合决策分析应用场景,实现智能辅助决策。

## ② 阶段目标

—2025年,协同办公系统实现多终端互联、智能化处理,实现覆盖机关、直属单位、航空公司、机场、社团组织等全行业一体的线上公文安全可靠传输;

—2030年,提升数字机关整体协同、敏捷高效、智能交互水平,实现政务数据全汇聚,具备分析辅助决策功能;

—2035年,全面实现机关高效有序运转、服务保障全程全时、数据开放共融共享。

## 2.数据驱动的行业监管

以提高监管效能为目标,以风险管控、数据驱动为着力点,依托中国民航智慧监管服务项目,推动实现行业监管的规范化、精准化、智能化。

### (1)以技术融合创新监管方式

- 非现场监管与现场监管相融合
- 行业系统监管与差异化监管相协调
- 重点监管与双随机监管相结合
- 法定自查与行业检查相促进

#### ① 场景描述

以技术创新促进监管方式创新,再造监管流程,逐步构建非现场监管与现场监管相融合、行业系统监管与差异化监管相协调、重点监管与双随机监管相结合、法定自查与行业检查相促进的行业监管体系,提升安全监管效能。

#### ② 阶段目标

—2025年,通过在监管工作中加强新技术应用,启动智能化转型;开展部分监管局非现场监管中心试点建设,逐步形成示范做法;差异化监管持续推进,体系更加科学多元;法定自查数据驱动

作用初显,与行业检查形成合力,监管创新成效逐步显现;

—2030年,通过新技术的充分应用,提升监管智能化水平;非现场监管更加成熟,科技化程度更高;行业系统监管与差异化监管深度融合;数据驱动的法定自查基本成型,与行业检查相互促进,行业监管效能持续增强;

—2035年,新技术与监管工作的融合达到崭新高度,基于智能技术的监管方式广泛应用,夯实智慧监管基础。

## (2) 以数据决策支撑监管精准化

- 综合趋势预判
- 风险评估预警
- 智能决策支持
- 特定场景实现自动化监管

### ① 场景描述

围绕监管全链条,深化监管数据的汇聚共享和挖掘应用,围绕风险防控全过程,充分发挥数据在重大风险预测预警和及时应对、重大风险研判、重大隐患排查中的作用,推动由事后被动管理向以风险管控为核心的主动管理转变,支撑监管精准化。

### ② 阶段目标

—2025年,中国民航智慧监管服务项目全面应用,初步实现监管数据的汇聚、整理、挖掘和有效利用,初步建成以数据驱动、风险管控为核心的监管体系,安全态势判断更加准确、政府决策更加科学;

—2030年,中国民航智慧监管服务项目扩容升级,监管工作智能化取得实质性突破,监管资源配置更趋合理;

—2035年,在特定场景实现自动化监管,逐步向监管智慧化过渡。

### 3.融合创新的市场监测

实现航线航班、价格收费、服务质量等航空市场运行监测领域数据一体化采集、共享、融合,实施基于大数据的服务质量综合评价,推进资源要素优化配置,构建监测指数和画像模型,推动市场运行监测智能化。

#### (1)以指数监测体系量化航空运输市场运行

- 市场监测指数、市场画像模型
- 服务质量监测评估
- 价格收费监测体系和价格指数

#### ① 场景描述

采集汇聚航班运力、运量、运价、航班时刻、航线网络、服务质量等相关数据资源,具备“一站式”市场监测能力,提供市场监测分析、价格收费监测、服务质量评估、市场趋势预测等多种功能,实现决策支持。

#### ② 阶段目标

—2025年,构建市场监测指数和市场画像模型,搭建完成“一站式”市场监测体系基础框架;建立中国民航价格收费和服务质量指数监测体系;

—2030年,实现全面深入、准确及时、满足市场监管需求的市场运行监测;

—2035年,构建适应市场新业态的市场智能监测体系。

## (2) 融合创新的航空资源配置管理

- 资源要素协同机制
- 创新资源配置管理

### ① 场景描述

围绕航权、时刻、基础设施、运力、资金等资源要素,实施基于大数据的资源利用效率评价,为航线航班管理、运力调控、航权配置、时刻管理、投资补贴等政策优化提供决策支持。

### ② 阶段目标

—2025年,汇聚航空市场资源配置管理所需的关键数据,基本实现航班、航权、时刻等资源要素的协同配置;

—2030年,全面采集和系统融合各类资源要素数据,创新基于数据驱动的资源配置方式,提高资源使用效能;

—2035年,全面形成基于数据驱动和智能协同的航空资源配置管理模式。

## 五、产业协同发展

### (一) “民航+数字产业”共同体

以民航发展需求为牵引,推动数字产业的全面参与和广泛融合,吸纳数字产业新技术,赋能民航高质量发展,开拓数字经济增长点,打造“民航+数字产业”共同体。

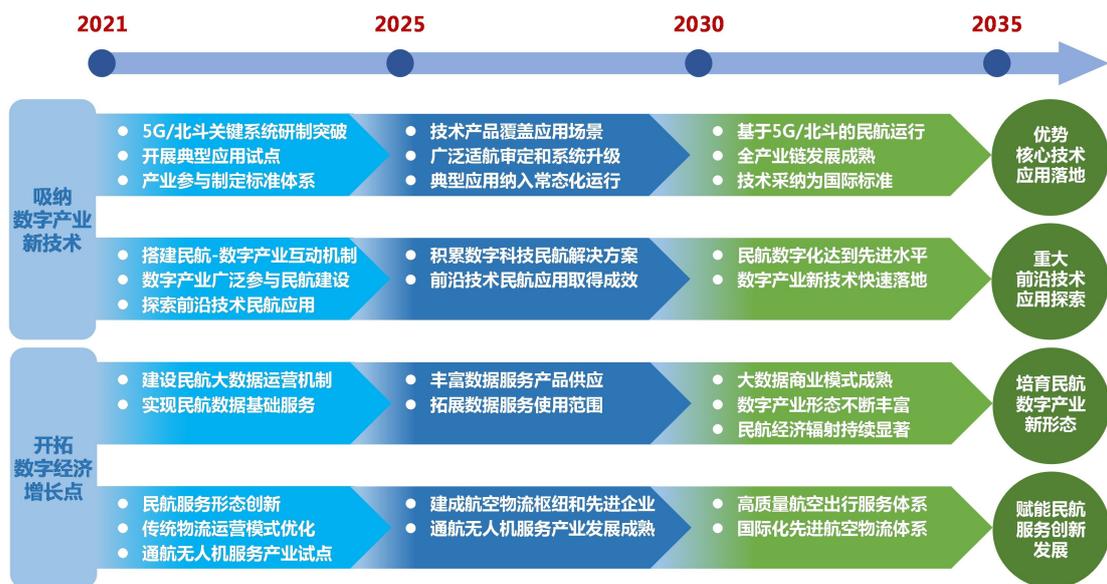


图 5-1 “民航+数字产业”共同体发展路线图

### 1. 吸纳数字产业新技术

以产业力量为支撑,推动数字新技术在民航业的应用落地,打造民航应用产业链,实现技术先进、产品丰富、应用有效的协同发展格局。

#### (1) 优势核心技术应用落地

- 围绕相关技术路线图,引导产品研发布局
- 完备应用技术标准和适航标准

#### ① 场景描述

围绕中国民航新一代航空宽带通信、北斗技术应用等路线图,引导设备制造、算法研发、通信运营等企业协同开展产品研发和技术标准制定;推动企业、用户协同研发,实现产品研发与应用反馈的高效联动;建立健全相关航电设备适航审定和地面设备准入审定工作机制,推动技术产品快速应用落地。

## ② 阶段目标

—2025年,初步形成产业链分工格局,开展基于5G AeroMACS技术“机-车-场道-设施”协同运行示范,实现北斗系统在通用航空通信导航监视领域的应用,完成在运输航空应用示范;联合产业界,基本形成5G、北斗等地面设备标准体系及航电设备适航标准;

—2030年,推进新一代航空宽带通信系统、北斗在运输、通用及无人驾驶航空器的应用,形成自主可控的产业链体系;

—2035年,全面构建空天地一体化的新一代航空宽带通信体系,全面实现北斗在民航应用全覆盖、可替代;推动相关技术标准国际化,为全球共享中国方案。

## (2) 先进前沿技术应用探索

- 新一代信息技术与民航的全面融合
- 广泛吸引科技企业参与民航数字化建设

## ① 场景描述

推动大数据、人工智能、区块链、虚拟现实等新兴数字产业与民航深度融合,推进数据资源赋能民航发展。广泛吸引科技企业参与民航数字化建设,推进成果转化引导、供需对接匹配和产业合作交流。

## ② 阶段目标

—2025年,初步搭建民航-新兴数字产业互动合作机制,构建基于先进前沿技术的应用场景和产业生态,在民航重点领域开展试点示范;

—2030年,完成一批民航数字化工程建设,形成系列行业解决方案;数字产业新技术产品在民航广泛应用;

—2035年,实现新兴数字产业与民航深度融合,“民航+数字产业”协同创新体系不断完善,民航业数字化、智能化程度达到世界先进水平;培育一批面向民航业、具有国际竞争力的先进数字科技企业。

## 2. 开拓数字经济增长点

以数字产业为支撑,围绕民航全要素、全流程、全场景,培育民航数字服务新业态,激发民航产业发展新动能,开拓数字经济增长新空间。

### (1) 培育民航数字服务新业态

- 探索民航大数据资产运营增值模式
- 培育民航数据分析与商业咨询服务
- 推动民航与关联经济模式融合

#### ① 场景描述

发挥民航海量数据资源优势,探索大数据运营增值机制,扩大民航数据安全有序开放,鼓励第三方深化对民航数据的挖掘利用;通过数据互联共享,实现民航与电子商务、商旅会展等经济模式的深度整合;伴随无感出行、空中互联网等新技术场景逐步实现,培育民航数字服务新业态。

#### ② 阶段目标

—2025年,民航与数字产业共同探索大数据运营增值机制,

共商民航数据资产开放范围,探索服务模式,初步实现民航数据基础服务;

—2030年,支持行业内外企业广泛使用民航数据服务,丰富数据产品供应,提升产品服务质量,形成共建共治共享的民航大数据生态;

—2035年,民航大数据的分析、挖掘、应用成为成熟商业模式,培育一批基于民航数据分析的咨询服务企业,形成服务能力反馈,并提升民航运行水平;民航数字产业新形态不断丰富,经济辐射效应显著,关联经济行业生产总值占比较2021年提升1倍以上。

## (2) 赋能民航服务创新发展

- 鼓励民航客运服务形态创新
- 探索航空物流组织模式变革
- 拓展通用航空与无人驾驶航空器服务市场

### ① 场景描述

发挥数字平台型企业优势,积极吸纳互联网、OTA产业参与民航服务形态创新,形成满足旅客出行需求的多元个性化民航服务矩阵;依靠数字化建设成果,推进航空物流产业组织模式变革,推动传统货运企业向货运集成商和物流企业转型;依托数字经济平台,探索通用航空、无人驾驶航空器应用场景,逐步拓展服务市场。

### ① 阶段目标

—2025年,互联网、OTA平台深度参与民航服务产业,创新型业务占比明显提升;优化货运代理等传统航空物流产业运营模式;建立通用航空、无人驾驶航空器服务试验区,探索基于数字平台的服务模式;

—2030年,鼓励民航服务业态创新,推动民航旅客服务多元化、市场化;推进货运枢纽机场智能化,培育一批数字化、国际化航空物流企业;通用航空、无人驾驶航空器服务产业逐步发展成熟;

—2035年,形成以民航业务为中心的高价值商业圈;打造以航空物流为主导的数字化全球供应链;运输航空与通用航空、无人驾驶航空器实现协同运行,并依托数字平台提供灵活个性化的民航客货运输服务。

## (二)“民航+先进制造”产业链

推进信息化与工业化深度融合,提升工业制造水平,推动民航装备智能化进程,打造装备研制到维修全产业链体系,促进民航与先进制造融合发展。



图 5-2 “民航+先进制造”产业链发展路线图

### 1. 推动装备研制转型升级

- 支持引导国产民航装备智能化升级
- 引导民航装备制造企业数字化转型
- 推动国产装备适航管理信息化

### ① 场景描述

鼓励运输飞机、通用飞机、无人驾驶航空器、航空发动机及模拟训练设备等的研制；鼓励企业对机载设备、空管系统、机场运行、物流分拣、空运集装器、民航特种车辆、油料供应设备、适配传感器等民航装备进行技术攻关和产品智能化升级，实现民航装备的转型升级；引导研发生产制造企业数字化转型，研发计算机辅助设计、仿真、计算等工具软件并推广使用，鼓励智能化生产线和数字化车间建设，推进民航装备的智能化制造；推动装备制造维修企业与适航管理单位的数据共享，推进适航管理的信息化进程。

### ② 阶段目标

—2025年，推进国产民机研制与规模化应用；民航空管系统和机场运行装备的国产化率大幅提升，空管新建、更新或扩容设备国产化率达到80%，物流分拣自动化设备普及率大幅提高；研发空管、机场等领域新一代智能化装备，开展新一代空中交通管理系统原型研发；装备制造企业大规模采用计算机辅助设计，逐步推广智能化生产线和数字化车间应用；支持企业建设适航数据库，推进适航体系相关文件线上报批和证件数字化管理；

—2030年，推进国产发动机和机载设备与系统的适配，国产民机性能进一步提升；推进智能化装备在民航的应用；民航装备制

造企业的智能制造水平大幅提升,实现装备生产全流程数字化;实现装备制造维修企业与适航管理单位的数据共享,初步实现适航体系数字化文件审查和现场审查;

—2035年,国产民机产业实现重大跨越,相关产品性能达到国际先进水平;实现智能化装备在民航业的广泛应用;民航装备制造的智能化生产达到国际先进水平;按照规章实现适航线上审批和监管。

## 2. 打造装备应用全新体系

- 打通装备研制、运营、维修全产业链条
- 建立装备制造与运行单位协同工作模式
- 促进产业聚集和产品服务国际化

### ① 场景描述

推动打通装备研制、运营、维修全产业链条,共同打造民航装备使用维修保障信息共享机制,壮大航空器核心部件维修产业,鼓励制造企业提供一体化服务,提升民航全产业链水平;借鉴推广委任代表制度,建立协同工作模式,提升装备的整体市场服务水平;引导民航制造产业聚集发展,支持民航装备企业拓展海外市场。

### ② 阶段目标

—2025年,航空器核心部件监测检测和维修能力大幅提升,部分企业具备装备研制、运营、维修的一体化服务能力;借鉴推广委任代表制度,建立装备制造与运行单位协同工作模式;推动建立装备制造相关产业园区,初步形成装备制造和上下游产业集聚格

局;推动民航装备国际化;

—2030年,实现设备研制、运营、维修全产业链打通,民航全领域装备服务保障能力进一步增强,形成一体化装备制造与服务发展格局;推动建成一批制造产业示范园区,带动一批装备制造骨干企业和相关配套企业协调发展;主导相关装备的国际标准制定;

—2035年,形成一批国际领先的装备产业集群;实现民航装备及其配套产业组团输出,打造一批具有国际竞争力的民航装备制造与服务保障企业。

### (三)“民航+绿色低碳”生态圈

攻关绿色核心技术,探索绿色运行方式,壮大民航绿色产业,引导产业向高效、环保、节能的方向演进,拓展民航绿色发展上线。



图 5-3 “民航+绿色低碳”生态圈发展路线图

#### 1. 推进绿色技术产品研发

- 构建绿色核心技术的产学研用协作机制
- 推动可持续燃料(SAF)的研发生产、认证评估与适航审定
- 研制低排放、低噪声的新一代航空器及航空发动机
- 制定绿色技术产品应用激励政策

### ① 场景描述

建立基础技术研究与产业产品转化结合的产学研用协作机制,统筹推进民航绿色技术研发应用;制定可持续燃料适航标准,推进常态化应用试点示范;推动低排放、低噪声的新一代航空器和航空发动机研制,推进电驱动、氢燃料等新能源飞行器研发;研究制定绿色技术产品应用的激励政策,推进民航可持续发展。

### ② 阶段目标

—2025年,民航绿色核心技术研发取得较大突破,逐步进入产业化;制定可持续燃料适航标准,实现小规模量产和试点应用;鼓励开展电驱动、氢燃料等新能源飞机的论证设计和技术研究工作;

—2030年,绿色技术产品广泛应用;可持续燃料生产、使用、服务全产业链成熟,形成相对完善的适航标准;新能源飞行器投入试点运行;

—2035年,绿色技术产品矩阵不断丰富,产业规模持续扩大;可持续燃料使用比例大幅提高,相关技术指标纳入国际标准;新能源动力飞机的研制、生产、运营产业链基本成熟,并在特定场景实现常态化运行。

## 2.提升绿色运行能力上线

- 推进空管、机场、航司绿色高效运行
- 增强碳排放感知能力,构建民航碳交易机制

## ① 场景描述

探索绿色运行模式,扩大环保建材、综合智慧能源系统、电动化车辆装备、资源循环利用装备等绿色产品在机场的应用,提升空管运行效率,推进航空器节能减排;增强民航全流程碳排放感知,研究完善碳排放模型,逐步构建民航碳交易机制;加强国际交流合作,全面参与国际航空环境政策和规则的制定,维护中国民航发展权益。

## ② 阶段目标

—2025年,机场保障车辆和设施设备等电动化新产品规模化使用;增强民航全流程碳排放感知与监测能力,初步形成航班运行碳排放考核模型;

—2030年,全面实现航站楼能耗智能管控、飞行区车辆设施电动化;空管新运行模式逐步落地,航班运行碳排放显著下降;初步构建民航碳交易机制;

—2035年,机场、空管运行模式不断优化,运行能耗与碳排放大幅降低;基本完成民航机队的绿色升级;民航碳交易市场成熟,并积极主导国际民航绿色发展进程,逐步掌握国际航空环境标准的主导权和话语权。

## 六、改革创新主导

### (一) 组织机构创新

加快政府职能转变,适时优化行业管理部门机构设置和职能

配置,打造适应智慧民航建设需要的数字政府。推动智慧民航建设领导小组办公室的实体化运行,完善地区管理局、监管局相应的职能建设。研究设立民航数据管理委员会,统筹推进行业数据标准制定、数据资源共享、大数据开发应用等工作。加强民航局网络安全工作,强化数据和关键信息基础设施安全能力建设。推动在有条件的民航单位成立由主要负责人牵头的数字化转型机构,统筹推进智慧民航建设。支持行业协会成立智慧民航专业分会,发挥行业自律、产业交流等作用。

## (二)政策制度创新

创新政策供给,优化资源配置,构建与时俱进的规章标准体系,营造有利于智慧民航建设的制度环境。

### 1.政策创新

加强智慧民航政策研究。围绕建设适应民航运输系统智慧化转型背景下的民航现代化治理体系,开展民航组织机构调整、管理模式创新、业务流程再造、监管模式转型、发展环境优化、数据资源治理、人才保障、思维方式革新、投入产出分析等促进智慧民航建设发展的软科学研究,为智慧民航建设规划布局和路径设计提供决策支持。

构建智慧民航政策体系。研究编制新技术应用路线图,加快实施新一代航空宽带通信技术、北斗导航、无人驾驶航空器等路线图。研究制定分类分层布局的民航大数据管理体系规划。加快构

建智慧民航评价指标、统计监测体系,引导智慧民航高质量建设。建立健全国产技术装备应用政策体系,着力提升自主可控水平。构建包容审慎的监管政策,为新技术应用、新业务创新提供良好的政策环境。

完善关键资源配置政策。基于实际运行品质和保障资源能力,建立差异化、精细化的机场时刻容量评估和调控机制。缩减标准航段运行时间,优化航班计划管理,构建与市场需求更加匹配的灵活配置模式。推进航权、时刻和预先飞行计划数据融合,促进运行需求和保障资源的精准匹配。加强市场监测和趋势研判,优化机队调控机制,促进民航机队与市场需求、资源保障能力协同发展。探索数据、技术等资源要素市场化配置机制。

## 2. 标准创新

推进规章标准与时俱进。适应智慧民航新技术、新场景、新业态、新模式发展需要,推进航空出行、航空货运、机场建设运行、航空器运行、空中交通管理、监管、适航审定等领域的规章标准制修订工作。

加强新技术领域标准供给。以增强标准的需求适应性为导向,加快推动国产民机、无人驾驶航空器、新一代航空宽带通信、北斗等重点领域标准研制。面向无感安检、无人货站、无人机坪、基于四维航迹的运行、无人驾驶航空器飞行校验等智慧场景,加强技术标准研发。加强民航与其他交通方式设施、设备、信息、服务等

标准衔接,促进旅客联程运输和货邮多式联运。鼓励各企业、团体先行先试,构建企业标准、团体标准到行业标准的提升路径。

**建立健全民航数据治理标准体系。**构建完善民航数据标准体系,制定数据管理政策、流程和规范。明确数据管理体系框架、组织保障和相关制度。面向旅客服务、物流保障、航空器运行、监管服务等领域,制定关键数据项标准和数据目录清单,规范数据来源和用途。各专项组根据各自领域特点,落实标准制定要求,细化主数据、业务数据、元数据等领域管理工作,统一行业级主数据的变更与发布机制。促进行业数据治理理论与关键技术研发,构建数据分级分类共享、数据质量评估、数据安全管理和数据高效服务机制。

**注重标准体系的国际推广。**积极参与国际民航组织等举办的智慧民航建设相关议题谈判和技术交流合作。统筹做好与国际标准的对接,注重国际国内标准协同性,支持智慧民航优势项目走出去。把握国际相关规则、标准制修订的有利时机,及时提出中国方案和中国标准,推动标准国际化。

### **(三)管理模式创新**

顺应智慧民航发展趋势,推进政府监管模式转型,引导市场主体管理模式变革,推进航空出行、航空物流、运行保障流程创新,充分发挥智慧民航建设成效。

#### **1.管理创新**

坚持技术创新和管理创新“双轮驱动”，推进行业管理部门和各类市场主体管理模式转型。创新安全监管模式，突出数据驱动、风险管控和绩效监测，实现由传统监管方式向精准监管模式的转型。创新市场监管模式，依托大数据分析，对机场、航空公司等各类市场主体分类施策，推进差异化、精细化监管。深化“放管服”改革，推动政务服务“一网通办”。引导机场、航空公司、空管等主体加快数字化转型，构建横向到边、纵向到底动态穿透的数字化管控体系，打造扁平、灵活、高效的组织体系。

## 2. 流程创新

创新航空出行流程，以缩短出行时间、提升出行体验为目标，优化机场平面布局和业务流程，强化综合交通衔接和一体化服务保障，以智慧技术减少核验环节，推行全流程引导、无纸化和无感化出行。创新航空物流流程，针对航空物流环节多、主体多、流程复杂等问题，优化简化保障流程，着力缩短仓储、清关、装载、中转、交付时间，以更短的时间、更高的效率、更少的搬运次数提供高品质的“门到门”服务。创新航班运行保障流程，以提升运行效率和安全水平为目标，提高各保障环节、各运行主体间的协同水平，全面增强航班运行的精准性、预见性、协同性。

### (四) 人才保障创新

面向智慧民航发展要求，统筹利用内外部资源，扩大智慧民航领域人才供给能力，完善人才培养培训体系，为智慧民航建设提供

强大人才支撑。

### 1.人才供给

支持民航直属院校研究增设人工智能、大数据、物联网等战略性新兴产业新兴学科专业,整合传统学科专业资源,优化现有学科专业布局,打造一批精品核心课程,树立人才培养标杆。贯彻落实国家职业教育改革要求,鼓励校企建立联合培养机制,促进产教融合。鼓励引导社会优质资源开展智慧民航领域人才培养,逐步形成社会供给能力。

### 2.人才培养

面向不同培训对象和专业领域,鼓励开发完善新知识、新技能培训课程,切实增强智慧民航培训的针对性和实效性。聚焦智慧民航建设重大科研方向需求,加大智慧民航领域科技领军人才、拔尖人才以及创新团队的培养和引进。以行业信息化建设、数字化转型需求为牵引,加强网络安全人才队伍建设,形成中坚力量。聚焦科技创新人才、专业技术人才和国际化人才三支队伍建设,形成智慧民航领域人才力量。根据智慧民航领域的新职业、新业态、新模式所产生的新需求,探索相应的职称晋升渠道,支持智慧民航领域人才参加职称评审。

## 七、科技创新赋能

### (一)科技创新能力

强化创新主体力量,激发科技创新能力,深化国际交流合作,

贯通探索性研究、产业技术开发、实验验证等环节,逐步建立运行概念、技术原型到实用系统的研发流程。

### 1. 强化创新主体力量

**明确企业技术创新主体地位。**鼓励行业内外企业组建智慧民航创新团队,围绕航班流、旅客流、行李流、货物流、交通流和能源流,创新研发解决方案,推动新技术与民航深度融合。鼓励企业对外发布科技创新项目,与高校或科研院所联合成立创新平台,形成合作共赢、交互创新的民航科研新局面。

**强化高校和科研院所科技攻关能力。**引导高校和科研院所充分利用现有实验室、研究中心等创新平台资源,围绕民航安全、适航审定、空事信息系统等重点任务,以及安全生产服务中存在的技术难题进行科技攻关,奋力突破“卡脖子”问题,实现关键核心技术自主可控。统筹创新人才资源,培育一批跨学科、综合交叉的智慧民航科研团队,提升民航领域应用基础研究和前沿技术攻关能力。

**提升科技协同创新能力。**增强局地、政企、行业间合作联动,充分发挥民航科教创新攻关联盟的科技攻关作用、民航产业技术创新战略联盟的链条联动作用、民航科技创新示范区和民航科教产业园区的产业聚集作用,构建智慧民航建设协作体系。围绕新一代信息技术在民航的融合应用,创新以需求为导向的科研模式,开展面向市场的应用基础理论研究、先进技术研发、成果示范验证,加快科技成果转化和产业孵化。

## 2. 激发科技创新活力

统筹各项资源,做好顶层规划,协同推进《中国新一代智慧民航自主创新联合行动纲要》实施。改革智慧民航重大科技项目立项和组织管理方式,实行“揭榜挂帅”“赛马”等制度。建立科研配套的长效机制,为重大项目实施提供资源保障和配套支持。破除“四唯”局限,建立多元化评价指标体系。支持民航科技项目指南发布和项目评奖范围扩大,进一步优化科技奖励项目,鼓励各单位设立智慧民航科技研发专项奖励,形成协同创新、融通发展局面。

## 3. 深化国际交流合作

加强对外交流开放,以中欧民航合作项目、中美民航合作项目、民航“一带一路”合作平台为依托,开展智慧民航建设领域的合作,召开智慧民航相关国际会议,组织科教成果展览,联合发布咨询报告,举行多形式的智慧民航相关培训。争取科技部“政府间国际科技创新合作”等专项支持,设立民航国际科技合作项目,加强与国外优势科研单位合作,提升合作项目的消化吸收和再创造能力。

### (二) 科技创新研究

聚焦智慧民航建设应用场景,依托北斗、新一代航空宽带通信、国产大飞机等重大支撑平台,围绕智慧运行场景,开展全面透彻感知和智能融合应用关键技术研究,推动民航与新一代信息技术、智能装备技术的融合应用,支持民航运行模态转型升级。

### 1.民航体系化持续安全保障技术

基于数据驱动的预测性监管技术。围绕推动行业监管的智能化、精准化目标,突破民航安全大数据融合分析、风险识别和安全态势预判等关键技术,支撑构建基于数据驱动和风险管理的行业监管技术体系。

机场全域风险自主感知与预警技术。突破基于大数据分析的航站楼风险感知与预警技术,支持航站楼智能安全管理和突发事件敏捷响应。突破围界入侵、无人驾驶航空器/飞鸟入侵、道面异常、跑道入侵等风险的自主感知与预警等技术,提升飞行区安全防护水平。

民航关键业务系统网络安全保障技术。突破空管运行、机场运行、航空器运行、旅客服务、航空油料控制等核心业务数据的安全传输、加密存储、异常检测等关键技术,构建民航网络安全与应急保障技术体系。

### 2.航空器适航审定验证技术

围绕建设国产民机、航空发动机、新一代机载系统等适航审定能力目标,重点突破基于北斗导航、航空宽带通信、智能驾驶等机载设备适航审定关键技术,研究无人驾驶航空器、电动飞机、航空发动机等适航标准,支持构建完备的适航审定验证技术和符合性方法体系。

### 3.空天地一体化民航空事信息系统

结合国家新型基础设施发展战略部署和北斗卫星导航系统等

国家重大基础设施建设,重点突破融合 5G/6G 的航空宽带移动通信、以北斗为核心多模多星座融合、海量异构航空大数据可信融合等关键技术,研究民航空事信息系统的核心产品与装备,为智慧民航提供基础信息平台支撑。

#### 4. 机场智能化建养与运行技术

**机场智慧建养一体化技术。**突破机场设施数字一体化设计建造与维养、飞行区设施智能运行与维护、机场系统全生命周期绿色化等关键技术,构建基于 BIM 的机场智能建造技术体系和机场低碳节能高效运行模式,提升机场规划设计、建造维养与运维控制全生命周期的智能化水平与安全保障能力。

**机场全域协同运行感知与精准控制技术。**围绕建设机场、空管、航司全域协同运行环境,突破机场运行保障资源态势感知和协同调度技术、“机-车-场道-设施”自主协同技术、航空器场面智能引导与精准控制技术,支持一体化机场全域协同运行和机坪无人化运行。

#### 5. 空中交通管理精细化与自主化运行技术

**基于四维航迹的空中交通精细化协同运行技术。**突破四维航迹精准预测与控制、航空气象精细化预报等关键技术,构建航班、流量与气象的空地协同信息环境,支持基于四维航迹的管制运行、流量管理能力。

**空中交通自主运行技术。**突破机载 ADS-B IN、空地协同间隔、动态尾流间隔、AI 管制等关键技术,构建空中交通自主运行技

术体系,支持自主冲突避让、尾随飞行、编队飞行等运行场景。

**基于算力的融合运行技术。**开展面向未来的新一代空中交通管理系统原型技术攻关。搭建未来空中交通运行推演的数字孪生环境,突破无人驾驶航空器探测与自主避让、指挥与控制链路、安全态势感知等关键技术,支持有人无人驾驶航空器融合运行。

## 6.航空器精细化运行与便捷运输服务技术

**全国航班协同运行保障与精细化航班运行控制技术。**突破全国航班运行态势推演与协同调度决策技术,支持全国航班计划动态优化与大面积延误下的航班计划快速恢复;突破航空公司航班计划动态优化与精准放行技术、航班运行状态推演技术,支撑精细化、智能化航班运行控制与应急保障。

**智能化航空器健康管理技术。**突破航空器关键部件特征谱绘制、特征参数谱与故障失效机理映射、飞行动态和运行风险推演、飞机故障精准预测与智能维修决策等关键技术,支持航空器健康管理 and 安全状态实时可靠监控、预警和干预。

**全流程旅客智能服务技术。**针对客票销售、中转改签、旅客安检、行李服务、信息服务等环节存在的痛点和难点,突破旅客出行导向分析技术、智能信息服务技术、差异化安检技术,研究下一代旅客服务系统(PSS)原型,支持旅客航空出行美好体验。

**一体化航空物流服务技术。**针对航空物流联运水平低、监控能力弱、自动化水平差等突出问题,突破航空物流网络集成和流程优化技术、航空物流系统运行态势全景感知技术、无人驾驶物流车

辆自主协同技术、航空物流安检自动判图技术、多式联运保障资源协同调度技术,研制无人化智能航空物流作业装备,支撑一体化智慧航空物流服务。

### (三) 科技成果转化

加强智慧民航科技成果推广应用。支持科研机构、企事业单位结合运行场景,联合行业运行单位开展智慧民航科技成果试点示范,扩大民航先进技术相关设施设备展示和成果应用范围。系统研究、深化落实科技成果转化政策措施,完善科技成果评价机制,健全科技成果转化制度,培养科研人员科技成果转化意识。

完善智慧民航科技成果转化途径。充分发挥民航产业技术创新战略联盟作用,强化创新链、产业链和应用链有机衔接,构建产学研用协作机制,完善科技成果转化链。依托民航科技创新示范区和民航科教创新园区,统筹研究开发、试验验证、成果应用、标准制定和评价反馈,形成民航科技成果转化的闭环路径。

提升高校和科研院所科技成果转化能力。鼓励高校和科研院所注重科研人员研究成果和知识产权保护,完善收益分配和激励政策,将科技成果转化纳入岗位考核、职称评定和评优评先。鼓励创新园区争取免税政策,培育科技成果转化项目,梳理科技成果转化关键环节,建立科技成果转化“一站式”服务体系。

## 八、基础设施保障

### (一) 融合基础设施

#### 1. 智慧出行

以人享其行为目标,建设安全可控、智慧引领、高效创新、开放共享的民航旅客服务系统,理顺销售渠道,改进营销模式,强化与行业内外服务平台的协同,提供个性化的服务产品,为用户构筑一站式的出行服务体验。不断完善行李全流程跟踪系统功能,扩大国际航班行李跟踪服务范围,实现行李全流程跟踪,拓展综合交通行李门到门跟踪服务。加快机上航空宽带通信能力建设,为旅客提供高速、经济的空中互联网服务,丰富线上应用和服务内容。加强数据融合,推进综合业务创新,构建内容丰富、充满创新活力的市场化服务体系。以物畅其流为目标,推进符合差异化需求的企业级货运生产系统数字化改造,建设满足基本需求的货运生产系统。推进航空物流业务互联互通,完善航空物流运行标准,实现航空货运数字化服务和货物实时状态跟踪;构建无人驾驶航空器物流配送体系,实现从服务乡村地区到服务城市的拓展,推进机型大型化和服务商业化,提供便捷化、多层次、个性化的航空物流运输服务。

## 2.智慧空管

完善全国民航协同运行系统,支持航班运行全景态势感知,强化基于航班计划动态调整的全局指挥调度能力,提升民航一体化协同运行水平。建设航空器飞行精细管理平台,完善航空器运行控制系统,支持航空器运行状态感知和趋势掌握、航空器飞行精细控制和非正常飞行情况下的应急保障等,强化航空公司、机场和空管之间信息共享和协同决策,提升航空器飞行智能管理水平。加

强新一代信息技术与航行技术深度融合,统筹布局空管新技术设备设施,提升通信、导航、监视、气象设备的数字化运行和管理水平,建设与未来发展相匹配的智能化基础设施。完善全国各层级管制中心布局,推进协同环境下的飞行与流量信息管理,建设以四维航迹管理为核心的空中交通运行新模式。探索构建新一代空中交通管理系统原型,实现空中交通全过程的精细化模拟,多交通方式融合下的航班运行保障,支撑航班运行过程精准预测与精细控制。构建有人无人融合运行环境,实现空域数字化运行、有人无人航空器混合飞行安全预警告警、飞行冲突解脱与智能引导、飞行安全应急保障能力。

### 3. 智慧机场

加快推进机场运行保障资源的数字化,实现航空器、车辆、人员、设施设备 etc 全要素的精准监控与一体化调度,完善机场运行全域管理与智能决策平台,实现机场与航空公司、空管等驻场单位的协同运行。推进机场无人驾驶车辆应用,提升飞行区少人无人化作业水平和协同作业能力。加强航空公司的机场资源使用效率和场面生产资源调度能力,实现现有运控系统的飞机调度、机场资源使用、机组人员配置、维修资源部署和场面运行保障质量评估等智能决策支撑。结合机场建设项目,优化旅客出行服务流程,统筹旅客自助、贵宾、商业和个性化服务设施建设,提升旅客综合出行体验。加快机场航空货运保障设施设备的自动化、智能化,提升企业级新一代航空物流生产预测能力,增强航空物流运输保障的协同

操作水平,促进“一站式”综合交通运输的发展。推动基于大数据及 BIM 技术的机场全生命周期数字化管理,推进机场设施智能化养护维修和能源管理。

#### 4. 智慧监管

以提升政府治理效能为目标,以统筹集约、数出同源为原则,建设“公共服务一门户、综合办公一平台”。整合完善面向公众和服务市场主体的统一政府门户和政务服务体系。以行政办公一网协同为枢纽,构建“外网受理、内网办理、外网反馈”的全链条闭环流程和标准化文件传输数据共享规范,完善智能化、移动化综合办公平台,提升行政决策和政务督查能力。建设并持续完善民航智慧监管服务平台,创新监管手段,优化监管流程,聚焦监管重点,逐步实现由传统监管方式向基于数据决策的精准监管模式过渡,提高行业监管的规范化、精准化、智慧化水平,打造全方位、系统化的民航监管服务体系。

### (二) 信息基础设施

#### 1. 数字感知

推进新一代航空宽带通信技术的应用。逐步建成覆盖 90% 以上机场的 5G AeroMACS 专用网络、覆盖 2-3 条典型航路的 5G LDACS 专用网络以及特定航路的 ATG 互联网络,全面实现新一代宽带通信网络在行业应用。

推进物联网技术的应用。积极探索基于 RFID、生物识别、图像识别、探测雷达等多种数字感知技术在机场、空管等各场景的应

用,实现各要素和资源状态的全获取,构建全面物联的民航数字感知网络。

推进北斗系统的应用。建设基于北斗的航空器追踪监视网络,加强 GBAS 在枢纽机场的应用试点,实现通用航空基于北斗的飞行动态信息服务应用,推进运输航空从基于北斗的追踪监控向北斗定位导航过渡。

## 2. 民航大数据管理体系

完善民航大数据治理体系。探索建立符合数据要素特点的制度体系,建立健全民航数据治理规范,编制民航数据中心建设运行管理办法、数据资源共享开放管理办法、数据资源分级分类方案、数据资源共享开放考核办法、数据安全保护等政策管理文件及技术标准,构建行业数据资源目录,支持民航大数据体系建设。

构建民航大数据管理体系。构建分类分层布局的民航大数据管理体系,夯实智慧民航数字底座,建设安全可靠、绿色集约的行业级云平台。面向行业智慧应用提供算力、算法和各类中台服务,促进行业信息化协同创新和新业态新模式发展。规划建设覆盖全行业生产运行和服务保障业务的行业级公共信息数据服务门户平台,实现跨主体、跨网络、跨业务的数据资源共享交换。

深化民航大数据场景应用。围绕主要业务场景和核心业务需求,开发数据产品,丰富数据服务,挖掘数据价值,引导大数据开放创新,支持各类主体开展大数据创新创业,形成良好数据开放生态,实现跨业务领域数据资源的融合创新和挖掘分析,深化基于云

计算、大数据、区块链、人工智能核心业务场景应用。

### 3. 网络安全

落实国家相关法律法规和关键信息基础设施安全保护要求，建立健全行业网络安全规章标准。强化网络安全保护和密码保障措施，推动重要网络和信息系统的网络安全保障技术措施同步规划、同步建设、同步运行，积极应对新技术新应用伴生的网络安全风险。加强行业网络安全技术支撑，鼓励行业各主体单位提升网络安全监测预警和态势感知能力，提高全国民航网络安全威胁情报共享和信息通报水平，健全行业网络安全实训和攻防演练条件，推动全行业网络安全信息共享和工作协同。加强旅客数据和隐私保护。

#### (三) 创新基础设施

盘活创新基础设施存量资源。梳理民航直属高校、科研院所现有实验室和工程技术中心投入产出情况，完善准入、考核与退出制度，整合创新资源，增强实验室与工程技术中心智慧民航科技创新能力。引导民航现有创新平台，围绕民航安全、适航审定、空事信息系统、飞行验证等智慧民航建设主要方向，发挥科技创新引领作用。

统筹创新基础设施功能定位。加快民航科技创新示范区和民航科教产业园区项目建设，形成南北“两园”互动新局面。发挥充分园区科技创新管理机构作用，聚焦智慧民航技术体系，吸引优势产业资源参与，开展新技术应用示范。强化民航重点实验室和工

程技术中心创新能力建设,加强基础前沿研究与关键共性技术攻关能力,重点开展基础性、前瞻性技术研究。

鼓励创新基础设施合作共建。加强与地方、企业、科研院所的合作,构建产学研用创新平台。发挥龙头骨干企业技术创新示范带动作用,加强行业关键技术及装备研发应用。

## 九、组织实施

### (一)加强组织领导

智慧民航建设领导小组统筹智慧民航建设工作,定期召开智慧民航建设专题会议,研究推进重点工作,协调解决重大问题。各专项组负责推进各自领域智慧民航建设工作。民航各单位要加强组织领导,提高政治站位,积极推进本单位数字化转型和智慧民航建设工作。

### (二)加强落实执行

强化路线图落地实施机制,明确责任分工,制定工作清单、任务书和时间表,加强督察督办。各专项组研究制定重大工程(详见附件)的分阶段推进计划,纳入智慧民航建设年度工作计划,加强推进。创新工作机制,针对跨部门、跨领域、跨行业事项,组建工作专班协同推进。民航各单位应围绕本路线图,结合各自实际和发展能力,科学系统制定本单位智慧民航建设工作计划,积极推进实施。鼓励和引导有条件的企事业单位和地方政府面向重点场景开展试点示范。做好路线图实施跟踪工作,定期开展评估总结。根据技术演进和市场变化,视情修订本路线图。

### **(三) 加强投入保障**

发挥政府投资的支持引导作用,落实好民航新基建、安全能力、新技术推广等方面的财经支持政策,引导民航各单位加大投入。统筹民航信息系统规划建设,创新运维和升级保障机制,广泛吸引社会资本投资建设运营智慧民航,构建利益共享机制,完善政府购买服务机制。

### **(四) 加强协同合作**

在现有智慧民航科技创新论坛、科教创新成果展等基础上,鼓励产业联盟、科教联盟组织多种形式的论坛、研讨会,加强行业各主体间、各交通方式间、上下游产业链、创新链间的协同合作,扩大智慧民航建设“朋友圈”,营造共商共建共享的工作氛围。加强与关检单位协调,强化与地方政府的合作,做好对外交流与全球合作,形成多方参与、合作共赢的协同发展新格局。

### **(五) 加强风险防范**

各专项组在推进各自领域智慧民航建设过程中,聚焦安全可控、网络安全、数据安全、技术伦理、技术迭代等潜在风险,充分把握科技发展规律,大力推动智慧民航科技自主创新,做好风险防范和应对措施。加强项目研究论证和投入产出核算,按需有序推进智慧民航建设,加强资源共享,优先利用已有资源,避免重复性建设。

## 附表

# 重大工程

### “十四五”智慧民航建设重大工程

#### 1、民航安全智慧强基工程

围绕民航运行全要素、全流程、全场景,强化态势感知、风险评估和风险预警技术研究,构建民航智慧安全管理体系。建设民航智慧监管服务项目,推进监管服务智慧升级。

#### 2、智慧民航运输系统工程

围绕旅客综合出行时间缩短、物流提质增效降本、运行容量和效率提升,强化管理创新和流程创新研究,实施航空出行智慧便捷工程、航空物流智慧增效工程、“机-车-场道-设施”智慧协同工程、全国民航协同运行系统工程、管制间隔缩短工程。强化四维航迹全周期精细化管理、数字化气象服务管理研究,实施基于四维航迹的精细运行示范工程。

#### 3、民航大数据体系建设工程

加强行业数据治理理论与关键技术研究,建立健全行业大数据管理政策制度,加强跨部门、跨区域、跨层级数据共享交换和衔接汇聚,强化网络安全防护,规划建设分类分层布局的民航大数据管理体系工程。

#### 4、民航未来科技引领工程

开展面向未来航空运输的前沿科技研究,加快突破民航安全管理、适航审定、运行保障、绿色低碳、监管服务等领域关键核心技术,实施新一代空中交通管理系统原型技术攻关。

#### 5、智慧民航产业协同工程

研究探索装备制造企业、科技研发机构与民航单位协同研发模式,建立产业先进技术与民航应用场景对接机制,加强技术攻关和产品智能化升级,打通装备研制、运营、维修全产业链条,实施智慧民航产业协同工程。

#### 6、智慧民航政策制度领航工程

加强智慧民航建设软科学研究,开展智慧监管相关研究,构建与智慧民航建设相适应的政策制度体系,强化政策供给,优化智慧民航建设发展环境,推进新业态新模式试点示范和应用推广。

#### 7、科技赋能绿色转型工程

研究建立符合国情和行业发展阶段的航空碳减排市场机制,积极参与全国碳市场建设,探索绿色核心技术的产学研用协作研发机制,推动可持续燃料的研发、生产和认证评估,加强碳排放感知和监测能力,实施民航绿色转型工程。

#### 8、智慧民航建设路线图推进工程

研究建立智慧民航建设路线图推进机制,分领域制定各专项组年度实施计划,构建智慧民航建设评价指标框架体系,形成智慧民航建设路线图实施与跟踪评估方案,开展智慧民航建设路线图推进工程。

## 缩略语

5G/6G	5th/6th Generation Mobile Communication Technology (第五/第六代移动通信技术)
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance - Broadcast (广播式自动相关监视)
AeroMACS	Aeronautical Mobile Airport Communication System (航空机场场面宽带移动通信系统)
AI	Artificial Intelligence (人工智能)
APU	Auxiliary Power Unit (辅助动力装置)
ASBU	Aviation System Block Upgrades (航空系统组块升级计划)
ATG	Air To Ground (地空宽带通信)
BIM	Building Information Modeling (建筑信息模型)
EASA	European Aviation Safety Agency (欧洲航空安全局)
GANP	Global Air Navigation Plan (全球空中航行计划)
GBAS	Ground-Based Augmentation Systems (地基增强系统)
GIS	Geographic Information System (地理信息系统)
LDACS	the L-band Digital Aeronautical Communications System (L波段数字航空通信系统)
MCT	Minimum Connecting Time (最短中转时间)
NextGen	Next Generation Air Transportation System (美国下一代空中运输系统)
NEXTT	The New Experience Travel Technologies (新技术催生旅行体验)
OTA	Online Travel Agency (线上旅游公司)

<b>5G/6G</b>	<b>5th/6th Generation Mobile Communication Technology</b> (第五/第六代移动通信技术)
<b>PSS</b>	<b>Passengers Services System</b> (旅客服务系统)
<b>RFID</b>	<b>Radio Frequency Identification</b> (射频识别)
<b>RNP AR</b>	<b>Required Navigation Performance – Authorization Required</b> (要求授权的所需导航性能)
<b>SAF</b>	<b>Sustainable Aviation Fuel</b> (可持续航空燃料)

---

抄送：国家发展改革委，交通运输部，各省、自治区、直辖市、计划单列市及新疆生产建设兵团发展改革委。

---

民航局综合司

2022年1月6日印发

---