

民航发〔2021〕46号

## 中国民用航空局关于印发《机场无人驾驶设备应用路线图(2021-2025年)》的通知

民航各地区管理局,各运输航空公司、机场公司、服务保障公司,直属各单位:

为进一步推进智慧民航和四型机场建设,充分利用新技术支撑机场安全高效运行,民航局组织编制了《机场无人驾驶设备应用路线图》。现印发给你们,请认真贯彻落实。

中国民用航空局

2021年10月20日

# 机场无人驾驶设备应用路线图

(2021-2025 年)

## 第一部分 背景及意义

机场无人驾驶设备是通过搭载先进传感器、控制器等装置,运用人工智能等新科技,具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等自动驾驶功能,在机场区域内运行和保障作业的新一代机场设备。

依据国内、国际相关标准,无人驾驶技术按自动化程度区分为6个等级(L0至L5,有关分级表见附件1),分别为应急辅助、部分驾驶辅助、组合驾驶辅助、有条件自动驾驶、高度自动驾驶和完全自动驾驶。机场无人驾驶设备专指具备高度自动驾驶(L4)和完全自动驾驶(L5)功能的设备。

应用推广机场无人驾驶设备是贯彻民航智慧发展主线的具体体现,是推进四型机场建设的有效举措,是建设多领域民航强国的实现路径。机场无人驾驶设备的应用是为平安机场建设提供重要保障,是有效预防人因失误、违规作业,解决机坪刮碰、防范跑道侵入等不安全事件的有效手段;是为绿色机场建设提供重要工具,是优化地面保障效率、提高设备协同运行、减少资源消耗的实践;是为智慧机场建设搭建重要场景,是提高机场自动化和智能化程度,

实现民航高质量发展转型的典型应用；是为人文机场建设形成重要驱动，是提高航空器地面运行效率，改善机坪人员作业环境，提高旅客出行体验和增强员工幸福感的新落脚点。

## 第二部分 目标及原则

### 一、发展愿景

以“应用为主、质效提升、运行创新、全面验证、国际引领”为目标，全面构建机场无人驾驶设备技术验证、示范应用和运行管理规则体系，充分发挥机场自身资源优势，建立机坪运行、地面保障少人化、无人化操作模式，形成民航机场设备无人驾驶技术储备积累，在全球率先建立民航无人驾驶设备运行规则及标准体系，打造交通领域无人驾驶技术应用的示范标杆。

通过无人驾驶设备的应用，全面增强机坪运行安全技防水平，机坪刮碰、防范跑道侵入等不安全事件发生率大幅降低；机场设备能耗全面下降；机场地面保障协同能力整体提高，实现智慧保障、智能调度、精细管理、高效运行，民航安全运行水平、机场员工工作获得感、旅客出行满意度全面提升。

### 二、阶段目标

#### （一）到 2022 年

机场无人驾驶设备标准规范、检验验证、试点应用和运行管理规则体系基本建成。标准体系框架基本建立。科学分类机场无人驾驶设备，明确标准制定方向与使用范围，加强标准跨行业联合研

究,初步建立无人驾驶设备标准体系框架。检验验证路径明确。将无人驾驶设备纳入民用机场专用设备目录,明确检验验证程序,论证并认定一至两家检验机构;编制普适性的检测规范;初步形成机场无人驾驶设备分解场景和特定场景验证方案,完成三至五种非靠机无人驾驶设备的试点验证工作。开展机场应用试点。在各地地区管理局辖区论证并确定一至两家机场,制定试点应用方案和应急处理预案,稳步推动应用探索。研究平台初步建立。打造技术积累、管理应用、标准编制的多维度技术研究平台,在机械设计、自动控制、计算机、微电子、人工智能、通信网络、信息处理、车联网、大数据等交叉领域开展探索研究工作,形成一定的无人驾驶设备的技术、标准、方案储备。

## (二)到 2025 年

机场无人驾驶设备全生命周期、全产业链条管理体系,市场应用与技术储备初见规模。标准体系基本健全。动态完善标准规范,发布一批基础性、关键性标准,基本形成一套完整的标准体系。检验验证全面覆盖。打造较为完善的检验验证体系,保证检验科目与验证场景的科学性、有效性,建立覆盖各类无人驾驶设备的检验验证实施与评估规则。建成一批既有单一特定场景,又有多样复合场景的检验验证基地与平台。示范应用全面展开。发展一批机场无人驾驶设备先导应用示范案例,在部分场景实现常态化、规模化应用,成为各交通领域和全球民航示范应用典范。技术储备形成规模。建成路径清晰、技术成熟、标准完备、安全可靠、运行经

济、绿色环保的多领域技术融合平台,实现无人驾驶设备与空间定位、通信导航等技术融合,充分探索智能化、网联化等多元主体支撑的无人驾驶设备发展路径。

### (三) 远期目标

全面运用具有国际先进水平的无人驾驶设备,实现民用机场“智慧化应用、信息化管理、系统化发展、无人化运行”的发展目标。建成一批广泛应用全工况无人驾驶设备的安全可靠、智能先进、便捷顺畅、绿色集约、高效经济的现代化、高质量、示范性的智慧机场;集成围绕时代技术具有可持续发展性、以科技探索为主导的技术核心力量,输出具有国际引领的系统性标准规则;形成标准体系健全完善,应用范围不断扩大,各类技术充分融合,水平质量持续提升,无人驾驶设备在民用机场蓬勃发展的良好局面。

## 三、基本原则

(一) 包容审慎,安全发展。充分支持机场设备无人驾驶技术发展并严格坚守民航安全发展底线,在运行安全的前提下,大力倡导无人驾驶设备的应用和推广。探索适合无人驾驶新技术特点的差异化运行规则和监管模式,强调安全、质量和效率并重,为无人驾驶设备的广泛应用提供发展空间。

(二) 标准引领,验证使用。本着应用为主、重点突出、统筹推进的原则,以行业需求为导向,围绕无人驾驶设备研发制造、检验验证和推广使用全过程,打造结构明晰、指标严谨、科学完整的标准体系。明晰无人驾驶设备的检验验证路径,建立科学有效、安全

可靠的检验机制,分阶段、分步骤完成检验规范与规则体系。

(三)试点先行,分步实施。按照先陆侧后空侧、先货运后客运、先试点后推广的原则,坚持先行先试、动态调整、稳步推进,及时跟进试点应用情况,评估应用效果和安全风险,不断完善机场管理规则制度,有序推进无人驾驶设备在民航领域推广应用。

(四)开放共享,示范引领。充分开放吸引各行业、各领域的关键人才汇聚,合作探索新一代智慧发展先进技术与无人驾驶技术的融合应用。打造一批典型示范机场,充分发挥标杆引领作用,逐步拓展机场应用范围,有条件、有步骤推进无人驾驶设备在机场的应用全面铺开。形成无人驾驶设备应用管理方案,提前把握国际民航相关领域的话语权与主导权。

### **第三部分 主要任务**

#### **一、到 2022 年**

##### **(一)开展标准体系框架制定**

启动机场无人驾驶设备标准体系研究工作,系统规划无人驾驶设备标准体系框架,形成有效的标准研究、动态修订、跟踪评估的工作机制,初步构建国家标准、行业标准和团体标准协同配套的标准体系框架。

##### **(二)建立检验验证机制**

启动修编机场设备相关规章,将无人驾驶设备纳入民用机场专用设备体系进行管理。以机场运行安全为底线,建立包括功能

测试、性能测试的全科目测试、实景验证、试点评估制度,为无人驾驶设备在机场应用提供科学、有效的品质保障。

### (三) 构建检验工作体系

初步构建无人驾驶设备全科目的完整有效的检验体系。不仅包含标志标线、障碍物、人员、设备识别及响应等特定测试科目,亦包含车道内行驶、交叉路口通行等常规测试科目,还包含机场机坪运行、地面保障作业、跑道-滑行道系统等特定环境的运行测试科目。

### (四) 提升检验验证水平

试点认定具备相关检验能力的第三方检验检测机构。探索组建无人驾驶设备验证基地,依托具备测试环境要求、运行条件成熟、风险程度可控的机场,逐步开展无人驾驶设备实景验证。推动开发综合检验验证工具,搭建适用于特定测试科目、机场运行环境、实时监管等测试工具链,提高安全检验验证能力。

### (五) 开展试点机场运行

依托各地区管理局,选择一至两个运行环境稳定、自然环境典型的机场作为试点,按照机坪区外围运行、机坪区作业、靠接航空器保障、升降带区域运行等不同风险等级,分步有序开展试点验证,动态跟进试点效果,及时开展评估工作,推进改进设备功能与完善检验体系。

### (六) 探索无人设备运行规则

以试点机场为切入点,选择技术条件较为成熟的一至两类机

场无人驾驶设备制定特定运行规则,调整传统设备运行管理模式。探索有人设备与无人设备、无人设备与机坪人员、无人设备与航空器、设备运行与机场运行调度等各方面协同运行情况,及时开展运行情况总结,为推广应用提供借鉴。

### (七) 构建新型管理模式

充分考虑无人驾驶设备特性,利用大数据、云计算等科技,研究建立在线、智慧化无人驾驶设备管理平台。预先开展设备运行监测、威胁分析预警、风险评估和追踪等全生命周期的无人驾驶设备运行监测体系。鼓励研究无人驾驶与人工驾驶混行情况下的机场运行特性及影响机理,推动研究混合场景下机场运行管理、事件应急响应和处置等方法。

### (八) 融合开展技术研究

打造涵盖技术研究、标准编制、检验验证、管理应用等多方面的融合创新平台,吸引各行业、各领域的先进技术、优势资源和关键人才汇聚。探索卫星导航定位、高精度地图、新一代通信技术、机场智能运营等多方面的先进技术与无人驾驶技术的融合应用。开展在机场运行场景下的无人驾驶技术基础科学研究。

### (九) 打造国际示范案例

及时总结试点机场的无人驾驶设备应用成果,形成可复制、可推广的阶段化经验和管理体系,通过国际民航组织及相关地区办事处会议、国际有关组织等交流合作平台,宣介我国无人驾驶设备管理体系,预先提出相关工作规则,提前把握引领发展的话语权。

## 二、到 2025 年

### (一) 优化完善标准体系

完成关键性、基础性、安全性标准的制定。建立国家标准、行业标准和团体标准协调配套的标准体系,提高标准的协同性和配套性。动态调整优化,建成覆盖无人驾驶设备检验、运行与服务等全过程的标准体系。

### (二) 固化检验验证机制

实现无人驾驶设备检验管理机制基本完备,检验体系科学。健全检验、验证科目,构建检验科目完整有效、检验要求清晰明确、机场验证环境典型的完整检验验证体系,充分优化调整无人驾驶设备安全验证机制,为设备规模化推广应用形成有效保障。

### (三) 增强检验验证能力

打造民航特色鲜明、具有竞争力的检验机构,构建具备全流程、全要素、全场景的验证基地,配备不同运行条件、不同自然环境下的检验验证系统工具。完成具备检测性能特征、运行特征、环境特征的无人驾驶设备通用场景、特定场景的全场景检验验证能力建设。提高检测指标的先进性、准确性和可靠性,开发形成一批综合验证测试工具,搭建适用于机场环境的虚拟仿真、数据分析等测试系统。

### (四) 形成试点示范效应

机场无人驾驶设备的应用范围和应用场景广泛分布,选择具有示范作用和辐射效应的机场,形成无人驾驶设备应用经验与成

套解决方案。打造一批无人驾驶设备应用示范案例,形成具备国际民航“领跑者”的无人驾驶设备应用标杆机场。

#### (五)完善无人设备运行规则

各类型机场无人驾驶设备运行规则完备,有效解决有人设备与无人设备、无人设备与机坪人员、无人设备与航空器、设备运行与机场运行调度等各方面协同运行问题,实现“云-场-车”一体化运行,形成一套高度智慧化的机场运行模式。

#### (六)迭代运行管理模式

建成较为成熟的无人驾驶设备运行管理体系和智慧化管理系统。形成无人驾驶设备运行参数采集、故障自动分析、智慧化管理的综合智能平台,实现对无人驾驶设备运行的远程、数字化管理。健全无人驾驶设备运行安全管理制度,特别是安全预防体系和事故应急体系。

#### (七)优化机场规划设计

通过无人驾驶设备应用带来的机场运营模式调整,研究符合无人驾驶设备运行的机场规划、设计方案。探索新型机场规划设计指标、规模参数,调整机场建设总体规划、概预算管理 with 项目定额等配套标准,形成具有中国民航特色的智慧机场规划、设计方案。

#### (八)全面探索技术应用

汇聚各行业的先进技术力量开展无人驾驶设备标准理论、技术方法、规划、政策研究,破解关键问题,实现关键技术的突破与应

用。提升研究成果转化应用水平,实现国内大循环发展格局。实现高精度地图、新一代通信技术、机场智能运营等技术在机场成熟应用,实现机场地面作业的自动化、无人化,构建智慧机场系统。

#### **(九) 输出国际引领规则**

深度参与国际民航组织的专家组交流,在国际上展示中国民航无人驾驶设备发展成果,分享典型示范无人驾驶设备应用案例。推动中国民航无人驾驶设备应用方案向国际输出,提升相关领域国际标准话语权,带动无人驾驶机场技术设备、标准规范、应用方案整体“走出去”。

### **第四部分 保障措施**

#### **一、强化政策支持**

建立民航局相关司局、各地区管理局督促协同的工作机制,发挥机场新技术应用平台作用,强化相关政策支持与资金保障。建立合理裕度的运行容错机制,为无人驾驶设备推广应用创造发展空间。

#### **二、强化协同联动**

加强与国务院相关主管部门、有关科研院所和技术研发单位的协同合作,深化与其他国家和地区民航管理部门、机场和相关组织的交流合作。以民航标准化技术委员会、相关团体标准组织为平台,建立多方参与的机场无人驾驶设备标准化工作格局。

#### **三、强化人才建设**

鼓励研发部门、科研院所、机场公司和相关使用单位建立无人驾驶设备方面专家智库,充分发挥智库的引领和支撑作用。构建机场无人驾驶技术研发、检验、运行管理等方面的技术人才队伍,形成国际引领的专业人才资源储备。

#### **四、强化跟踪推进**

加强解读宣贯,确保各相关单位对政策、标准全面理解和准确把握。加强重点任务推进跟踪,定期做好评估和情况反馈,及时把握新情况,解决新问题。建立和完善标准征集和修订机制,鼓励支持各应用成果转化为标准规范。

附件:1.无人驾驶技术自动化程度等级划分表

2.机场无人驾驶设备 2021-2025 年应用目标及任务

# 附件 1

## 无人驾驶技术自动化程度等级划分表

分级	名称	等级划分	持续的车辆横向和纵向运动控制	目标和事件探测与响应	动态驾驶任务后援	设计运行范围
0 级	应急辅助	系统不能持续执行动态驾驶任务中的车辆横向或纵向运动控制，但具备持续执行动态驾驶任务中的部分目标和事件探测与响应的能力。	驾驶员	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
1 级	部分驾驶辅助	系统在其设计运行条件下持续地执行动态驾驶任务中的车辆横向或纵向运动控制，且具备与所执行的车辆横向或纵向运动控制相适应的部分目标和事件探测与响应的能力。	驾驶员和系统	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
2 级	组合驾驶辅助	系统在其设计运行条件下持续地执行动态驾驶任务中的车辆横向和纵向运动控制，且具备与所执行的车辆横向和纵向运动控制相适应的部分目标和事件探测与响应的能力。	系统	驾驶员及系统	驾驶员	有限制

分级	名称	等级划分	持续的车辆横向和纵向运动控制	目标和事件探测与响应	动态驾驶任务后援	设计运行范围
3级	有条件自动驾驶	系统在其设计运行条件下持续地执行全部动态驾驶任务。	系统	系统	动态驾驶任务后援用户（执行接管后成为驾驶员）	有限制
4级	高度自动驾驶	系统在其设计运行条件下持续地执行全部动态驾驶任务并自动执行最小风险策略。	系统	系统	系统	有限制
5级	完全自动驾驶	系统在任何可行驶条件下持续地执行全部动态驾驶任务并自动执行最小风险策略。	系统	系统	系统	无限制

## 附件 2

## 机场无人驾驶设备 2021-2025 年应用目标及任务

序号	项目		目标/任务	
			到 2022 年	到 2025 年
1	标准规范	目标	标准体系框架基本建立	标准体系基本健全
		任务	开展标准体系框架制定	优化完善标准体系
2	检验验证	目标	检验验证路径明确	检验验证全面覆盖
		任务	建立检验验证机制	固化检验验证机制
			构建检验工作体系	增强检验验证能力
			提升检验验证水平	
3	示范应用	目标	开展机场应用试点	示范应用全面展开
		任务	开展试点机场运行	形成试点示范效应
			探索无人设备运行规则	完善无人设备运行规则
			构建新型管理模式	迭代运行管理模式
			打造国际示范案例	输出国际引领规则
4	技术积累	目标	研究平台初步建立	技术储备形成规模
		任务	融合开展技术研究	优化机场规划设计
				全面探索技术应用

