



咨 询 通 告

中 国 民 用 航 空 局 机 场 司

编 号：AC-137-CA-2023-02

下发日期：2023 年 12 月 22 日

民用机场无人驾驶旅客登机桥 技术要求

前 言

为进一步推进智慧民航和四型机场建设，充分利用智能、智慧技术支撑机场安全高效运行，2021年，民航局发布了《机场无人驾驶设备应用路线图（2021—2025年）》，为机场无人驾驶旅客登机桥的发展指明了方向。无人驾驶旅客登机桥投入机场航班的保障服务，为航班正常率、靠桥率以及安全高效运行提供有力保障，是推进机场大型专用设备自动化，实现机场智能化的重要一环。为指导机场无人驾驶旅客登机桥的设计、制造、使用和验收，依据《民用机场专用设备管理规定》（CCAR-137CA），参照国家有关技术标准，结合民用机场的运行特点，制定本咨询通告。

本咨询通告包括总则、规范性引用文件、术语和定义、技术要求、标识、铭牌、随附文件和附件，共五章。

编写单位：中机科（北京）车辆检测工程研究院有限公司

编写人员：安先龙、高超、杨智博、张巍、贾佳奇。

目 录

1 总则	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	4
4.1 一般要求	4
4.2 安全要求	6
4.3 软件要求	6
4.4 人机交互要求	7
4.5 数据记录和存储要求	7
4.6 基础功能要求	9
4.7 环境要求	11
4.8 可靠性	11
5 标识、铭牌、随附文件和附件	12
5.1 标识、铭牌	12
5.2 随附文件	12
5.3 附件	13

1 总则

为规范民用机场无人驾驶旅客登机桥（以下简称无人驾驶登机桥）的设计、制造、使用和验收，制定本咨询通告。

民用机场（含军民合用机场的民用部分，以下简称机场）区域内使用的无人驾驶登机桥应当符合本咨询通告。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是标注年份的引用文件，仅标注年份的版本适用于本文件；凡是不标注年份的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 14436 工业产品保证文件总则

GB/T 16855.1 机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分：设计通则

GB 34660 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法

GB/T 40429—2021 汽车驾驶自动化分级

MH 5001 民用机场飞行区技术标准

MH/T 6028 旅客登机桥

AC—137—CA—2020—01 航空器地面服务设备靠机安全技术要求

3 术语和定义

GB/T 40429—2021、MH 5001 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 机场无人驾驶旅客登机桥 aerodrome unmanned pas-

senger boarding bridge

通过搭载传感器、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、远程控制等自动驾驶功能，在机场活动区内保障航空器安全运行的旅客登机桥。

3.2 机场目标物 aerodrome target object

用于构建机场交通和地面保障业务场景的参与者及障碍物。

3.3 动态驾驶任务 dynamic driving task

除策略性功能外的无人驾驶登机桥运行和保障作业所需的感知、决策和执行等行为，包括但不限于：

- 横向运动控制；
- 纵向运动控制；
- 升降运动控制；
- 目标和事件探测与响应；
- 运行决策；
- 照明及信号装置控制；
- 作业行为控制。

注：策略性功能如导航、规划、目的地和路径的选择等。

[来源：GB/T 40429—2021，2.4，有修改]

3.4 无人驾驶功能 unmanned driving function

在特定的设计运行条件下代替操作员持续自动地执行全部动态驾驶任务的功能。

3.5 无人驾驶系统 unmanned driving system

实现无人驾驶功能的硬件和软件所共同组成的系统。

3.6 设计运行条件 operational design condition

无人驾驶系统设计时确定的适用于其功能运行的各类条件的总称，包括设计运行范围、无人驾驶登机桥状态、操作员/乘客状态及其他必要条件。

[来源：GB/T 40429—2021，2.12，有修改]

3.7 无人驾驶模式 unmanned driving mode

由无人驾驶系统承担全部动态驾驶任务的模式。

3.8 运行控制员 operation controller

通过远程工作站激活无人驾驶系统以实现无人驾驶登机桥调度、监控服务、接管、干预和执行动态驾驶任务的专职操作人员。

3.9 操作员 operator

在无人驾驶登机桥本地实时执行部分或全部动态驾驶任务和接管的专职操作人员。

[来源：GB/T 40429—2021，2.17.1，有修改]

3.10 接管 take over

运行控制员或操作员响应无人驾驶系统介入请求，从无人驾驶系统获得无人驾驶登机桥控制权的行为。

[来源：GB/T 40429—2021，2.14，有修改]

3.11 干预 intervene

运行控制员或操作员主动通过系统已经明确的方式影响无人

驾驶系统执行动态驾驶任务的行为。

3.12 最小风险状态 minimal risk condition

无人驾驶登机桥事故风险可接受的状态。

3.13 最小风险策略 minimal risk maneuver

无人驾驶系统无法继续执行动态驾驶任务时，所采取的使无人驾驶登机桥达到最小风险状态的措施。

注：所采取的最小风险措施应当符合机场管理要求。

[来源：GB/T 40429—2021，2.9，有修改]

3.14 致命故障 fatal failure

严重危及或导致人身伤亡、影响航空器安全或可能存在重大安全风险隐患的故障，包括：

- 发生碰撞、阻碍航空器等与航空器相关的不安全事件；
- 发生碰撞机场建筑物、机场目标物等不安全事件；
- 运行控制员或操作员接管失效；
- 超出设计运行条件运行且未触发最小风险策略；
- 其他危及机场运行安全的情况。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 无人驾驶登机桥本体应当满足 MH/T 6028、AC—137—CA—2020—01 的要求，具备证明文件及出厂合格证明。对因实现无人驾驶功能而无法满足行业强制性检验要求的个别项目，检测申请方需证明其未降低无人驾驶登机桥安全性能。

4.1.2 为实现无人驾驶功能而额外增加的零部件应满足相关国家或行业标准的要求，具备证明文件及出厂合格证明。

4.1.3 应当具有明确的设计运行条件，在设计运行条件下执行全部动态驾驶任务，应当具备识别机场环境下标识的能力并满足机场运行、保障作业及其他特殊要求，且不应当造成安全风险。本文件除特殊说明外，后文所提及的技术要求均为无人驾驶登机桥处于无人驾驶模式。

4.1.4 应当具备识别无人驾驶系统可被激活条件的能力，只有满足设计运行条件时无人驾驶系统方可被激活，并具备提示功能。

4.1.5 感知盲区不应当对无人驾驶登机桥的安全运行造成影响。

4.1.6 应当具备起步前识别周围环境情况的能力，确保只有在周围安全、无障碍物的情况下，方可正常起步。

4.1.7 应当能持续识别和确认设计运行条件是否满足要求，当设计运行条件即将不满足或已经不满足时，应当通过执行最小风险策略，使无人驾驶登机桥达到最小风险状态并对运行控制员和操作员进行报警提示、对周围机场目标物提供声光提示，最小风险策略应当符合机场管理要求。

4.1.8 应当具备被接管、干预的策略，即在无人驾驶模式下，可通过执行退出无人驾驶模式的方式来获得无人驾驶登机桥控制权限，且无人驾驶系统不可自主恢复无人驾驶模式。

4.1.9 应当具备安全鉴权策略，只有被授权者方可激活无人驾驶系统或进行接管、干预操作。

4.1.10 根据自然和周边环境以及无人驾驶登机桥活动区域情况，应当能够依法依规自动使用灯光信号、声音等方式对其他机场目标物进行提示。

4.2 安全要求

4.2.1 无人驾驶登机桥的硬件安全、网络信息安全、软件安全和通讯安全等应当满足国家或行业现行信息安全标准的相关要求。

4.2.2 无人驾驶登机桥的功能安全应当符合 GB/T 16855.1 的相关要求。

4.2.3 应当具备对运行控制员参与行为的监测能力，若设计必须操作员参与任务，还应当具备对操作员参与行为的监测能力，当操作员和运行控制员状态不满足参与行为时应当对操作员和运行控制员予以提示。

4.3 软件要求

4.3.1 软件版本号至少包含制造商、无人驾驶登机桥型号、总版本号和子版本号，且便于查看。

4.3.2 具备软件升级的功能，产品说明书至少包含：

a) “具备软件升级功能”等内容的说明；

b) 软件升级失败或中断后，无人驾驶登机桥安全状态的说明；

c) 软件升级操作方法的说明。

注：软件升级后，与软件升级相关的项目应重新检测。

4.4 人机交互要求

4.4.1 应当具备人机交互功能，并实时向运行控制员和操作人员提供无人驾驶登机桥运行状态信息。

4.4.2 请求运行控制员和操作员接管、干预时应当立即执行最小风险策略，并具备声光提示。

4.4.3 当无人驾驶登机桥处于故障状态时，应当向运行控制员和操作人员提供对应报警信息提示，至少包括硬件、传感器、定位和网络等异常信息。

4.5 数据记录和存储要求

4.5.1 应当具备数据记录装置或系统，数据记录在本地存储不少于 3 天，在后台存储不少于 90 天，且数据记录应当确保数据的完整性、准确性和可用性。

4.5.2 应当记录和存储无人驾驶登机桥运行状态数据，数据至少包含以下内容：

- a) 激活和退出；
- b) 故障信息；
- c) 最小风险策略触发；
- d) 被接管或干预相关信息；
- e) 接收的远程指令信息；
- f) 机场特殊要求的其他信息。

注：信息储存和显示应当采用中文格式。

4.5.3 应当具备在线监控功能，能实时回传下列第 a) 至 c) 项信息，并自动记录和存储下列各项信息在无人驾驶登机桥发生不安全事件或失效状况发生前至少 90 s 和发生后至少 30 s 的数据。

- a) 无人驾驶登机桥编号；
- b) 无人驾驶登机桥控制模式；
- c) 无人驾驶登机桥运行状态参数，至少包含桥身角、桥头角、轮架角、桥长、桥高和距离航空器舱门 2 m 范围内的行走速度等信息；
- d) 环境感知与响应状态；
- e) 无人驾驶登机桥灯光、信号实时状态；
- f) 无人驾驶登机桥外部 360° 视频监控情况；
- g) 反映操作员和人机交互状态的无人驾驶登机桥内视频及语音监控情况（如有）；
- h) 无人驾驶登机桥接收的远程控制指令（如有）；
- i) 无人驾驶登机桥故障情况（如有）；
- j) 机场特殊要求的其他信息。

4.5.4 数据记录一旦达到系统存储量限制，已保存数据的覆盖应当遵循先进先出的原则。

4.5.5 数据记录系统失电，应当能保证数据可恢复。

4.5.6 应当防止非授权访问，未经授权不应修改、删除数据，

上传的数据应当进行加密。

4.6 基础功能要求

4.6.1 应当能自动规划运动路径，无人驾驶系统被激活后按规划路径运动到作业位置。

4.6.2 应当具备识别运动路径上障碍物的能力，且不应当发生碰撞。

4.6.3 应当具备识别航空器的能力，运动过程中应当避免与航空器发生碰撞。

4.6.4 应当具备识别目标航空器舱门的能力，且至少在距离航空器舱门 2 m 时识别到航空器舱门，当距离航空器舱门小于 2 m 仍未成功识别舱门，无人驾驶登机桥应当停止运动，并发出报警提示。

4.6.5 应当具备识别同一机位相邻登机桥的能力，运动过程中应当避免与相邻登机桥碰撞。

4.6.6 应当具备识别自身位姿（长度、高度、桥身角和桥头角）的能力，若位姿识别功能失效，应当执行最小风险策略。

4.6.7 在执行动态驾驶任务过程中，无人驾驶系统应当能完全控制登机桥的行走、升降、接机口转动、活动地板运动、遮篷伸缩和调平机构伸缩。

4.6.8 接机口前门、安全警示和保护装置应当能自动打开或关闭。

4.6.9 应配置远程工作站用于监管无人驾驶登机桥，远程工

作站应当设置视频监控系统，视频监控画面至少显示接机口、本地工作站、活动通道渡板、进出活动通道的出入口、行走机构和服务梯（如有）周围的情况，监控系统存储要求应当符合 4.5 要求。

4.6.10 远程工作站操作台应当具有与本地工作站操作台（无人驾驶登机桥本体上的操作台）一致的布局和功能，远程工作站与本地工作站控制权限应当互锁，当采用远程工作站操控时，本地工作站可通过执行策略主动获得优先控制权，当本地工作站操控时，远程工作站不可主动取得控制权。

4.6.11 无人驾驶登机桥内部和外部、远程工作站均应当设置声光提示装置，处于无人驾驶模式或被远程接管时应当发出提示信号。

4.6.12 应当设置声光提示装置，完成靠接航空器或撤桥到达回位点时应当发出提示信号。

4.6.13 无人驾驶登机桥本地和远程工作站均应当配置紧急停止按钮。本地紧急停止按钮在任何情况下均应当有效，远程工作站仅当成功接管后其紧急停止按钮才有效。

4.6.14 无人驾驶登机桥完成靠接航空器后的位置偏差精度如下：

前后水平靠机间隙（接机口前缘缓冲器与航空器机身前后水平距离）应当在 0~50 mm 之间；

左右水平靠机偏差（接机口前缘缓冲器上的舱门对准线与航

空器舱门左侧门缝左右水平距离)应当不大于 50 mm;

高度偏差(接机口前缘缓冲器上表面与航空器门槛表面之间的垂直距离超出规定基准值的偏差值)应当在 0~50 mm 之间。

4.6.15 安全靴或等效装置应当具有自动投放功能。

4.6.16 无人驾驶登机桥内部照明、空调应当具有远程控制功能。

4.6.17 应当配置航空器舱门关闭或打开状态检测功能。

4.6.18 无人驾驶登机桥通道内应当配置烟雾报警系统,报警信号应接入无人驾驶登机桥监控系统。

4.7 环境要求

4.7.1 应当能在环境温度为一20℃(特殊要求时—40℃)~60℃、相对湿度不大于95%(30℃时)和雨淋强度不大于6 mm/min的环境条件下正常工作,且无渗、滴漏现象。

4.7.2 电磁兼容的测试方法和限值应当符合 GB 34660 的要求。

4.8 可靠性

4.8.1 在平坦、干燥,具有良好附着能力,坡度不大于3%的地面上,以无人驾驶模式进行合计不少于2000次作业的可靠性试验,期间不应当出现致命故障,且平均无故障作业次数应当不小于600次。

4.8.2 无人驾驶登机桥在通过4.8.1试验后,应当以无人驾驶模式在真实运营机场进行合计不少于200次作业的运行可靠性

试验，在运行期间不应当出现致命故障，且未发生违反机场运行管理规定的事件，平均无故障作业次数应当不小于 180 次。

5 标识、铭牌、随附文件和附件

5.1 标识、铭牌

应当具有醒目的标识，用以提醒周围交通参与者，且不得对周边的正常道路交通活动产生干扰。

应当安装永久性的产品铭牌，内容应当清晰，并至少包含以下信息：

- a) 无人驾驶登机桥名称；
- b) 无人驾驶登机桥型号；
- c) 无人驾驶登机桥编号；
- d) 无人驾驶域控制器型号；
- e) 整备质量；
- f) 制造商名称或商标；
- g) 制造日期。

5.2 随附文件

随附文件至少包括：

- a) 装箱清单；
- b) 无人驾驶登机桥合格证，其编写应当符合 GB/T 14436 的规定；
- c) 无人驾驶登机桥使用说明书和维修手册；
- d) 设计运行范围及最小风险策略；

- e) 零件目录及图册；
- f) 主要传感器的合格证明文件；
- g) 主要配套件的合格证明文件、使用说明书等。

5.3 附件

产品出厂时，应当按备品清单配齐以下附件：

- a) 专用工具；
- b) 部署、调试工具；
- c) 无人驾驶登机桥附件、易损件、备品和备件等。