

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T XXXXX—202X

民用机场无人驾驶设备技术要求

Technical requirements for unmanned equipment in civil airports

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

20XX - XX - XX 发布

2022 - XX - XX 实施

中国民用航空局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 通用要求	3
4.1 一般要求	3
4.2 安全要求	3
4.3 软件要求	4
4.4 人机交互要求	4
4.5 数据记录和存储要求	4
4.6 环境适应性要求	5
5 无人登机桥技术要求	5
5.1 基础功能要求	5
5.2 可靠性	6
6 无人机动设备技术要求	6
6.1 基础功能要求	6
6.2 行李/货物牵引车专用技术要求	7
6.3 机场旅客摆渡车专用技术要求	7
6.4 可靠性	7
7 标志、标识、随附文件和附件	7
7.1 标志、标识	7
7.2 随附文件	7
7.3 附件	8

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国民用航空局机场司提出。

本文件由中国民航科学技术研究院归口。

本文件起草单位：中机科（北京）车辆检测工程研究院有限公司、驭势科技（北京）有限公司、东南大学、深圳中集天达空港设备有限公司、宇通客车股份有限公司、威海广泰空港设备股份有限公司、重庆渝微电子技术研究院有限公司、北京理工大学、新疆机场（集团）有限责任公司、东部机场集团有限公司南京禄口国际机场、中国民用航空飞行学院、中国民航技术装备有限责任公司、中科大路（青岛）科技有限公司、江苏航天大为科技股份有限公司、北京百度网讯科技有限公司等。

本文件主要起草人：高超等。

民用机场无人驾驶设备技术要求

1 范围

本文件规定了在民用机场（含军民合用机场民用部分，以下简称“机场”）区域内使用的无人驾驶设备的术语和定义、通用要求、技术要求、标志、标识、随附文件和附件的要求。

本文件适用于在机场区域内使用的无人驾驶专用机动设备（以下简称“无人机动设备”）和无人驾驶旅客登机桥（以下简称“无人登机桥”）的制造与验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，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/T 31030 机场旅客摆渡车
- GB/T 34590.2 道路车辆 功能安全 第2部分：功能安全管理
- GB/T 34590.3 道路车辆 功能安全 第3部分：概念阶段
- GB/T 34590.4 道路车辆 功能安全 第4部分：产品开发：系统层面
- GB/T 34590.5 道路车辆 功能安全 第5部分：产品开发：硬件层面
- GB/T 34590.6 道路车辆 功能安全 第6部分：产品开发：软件层面
- 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/T 0076 民用航空网络安全等级保护基本要求
- MH 5001 民用机场飞行区技术标准
- MH/T 6048 行李/货物牵引车

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

机场无人驾驶设备 aerodrome unmanned equipment

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、协同控制等高度自动驾驶功能，在机场区域内运行和保障作业的新一代机场设备，包括在地面行驶的、用于航空器、旅客、行李货物等机场保障作业的无人驾驶专用机动设备和无人驾驶旅客登机桥。

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，或可具备传感器感知属性、能够替代上述物体的柔性目标的总称。

3.3

动态驾驶任务 dynamic driving task

除策略性功能外的设备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：

- 设备横向运动控制；
- 设备纵向运动控制；
- 目标和事件探测与响应；

- 运行决策；
- 设备照明及信号装置控制；
- 设备作业行为控制。

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 feature

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、设备状态、操作员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设备调度、监控服务和执行动态驾驶任务的设备专职操作人员。

3.9

操作员 operator

对于某个具体的设备，在设备内实时执行部分或全部动态驾驶任务和接管的设备专职操作人员。

[来源：GB/T 40429-2021，2.17.1，有修改]

3.10

接管 take over

操作员响应无人驾驶系统介入请求，从无人驾驶系统获得设备控制权的行为。

[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

设备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，所采取的使设备达到最小风险状态的措施。

注：所采取的最小风险措施应符合机场管理要求。

[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、影响航空器安全或无法继续以无人驾驶模式运行，必须由操作员强制处理的故障，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；
- 操作员接管失效；
- 无人驾驶系统无法执行动态驾驶任务且必须由操作员强制处理的故障；
- 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。

3.15

可运行区域 operational area

无人驾驶设备规划路网内，且未超出设计运行条件的区域。

4 通用要求

4.1 一般要求

4.1.1 无人驾驶设备本体应满足同类设备的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。对因实现无人驾驶功能而无法通过强制性检验要求的个别项目，检测申请方需证明其未降低设备安全性能。

4.1.2 为实现无人驾驶功能而额外增加的外购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，并应满足机场运行、保障及其他特殊要求，且不应造成安全风险。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设备处于无人驾驶模式。

4.1.4 应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 应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。

4.1.6 应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，应通过执行最小风险策略，使设备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，最小风险策略应符合机场管理要求。

4.1.7 应具备被接管、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设备控制权限，且无人驾驶系统不可自主恢复无人驾驶模式。

4.1.8 应具备安全鉴权策略，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。

4.1.9 应能够依法依规使用灯光信号、声音等方式与其他机场目标物进行交互。

4.2 安全要求

4.2.1 信息安全应符合 MH/T 0076 的相关要求。

4.2.2 无人机动设备功能安全应符合 GB/T 34590.2、GB/T 34590.3、GB/T 34590.4、GB/T 34590.5、GB/T 34590.6 相关要求；无人登机桥应符合 GB/T 16855.1 相关要求。

4.2.3 无人驾驶设备与远程工作站的报文格式应满足以下要求：

- a) 报文内容采用 JSON 格式;
- b) 报文结构: 报文头+报文体;
- c) 报文类型分为请求响应、通知上报和状态上报。

4.2.4 如设计必须操作员在设备本地参与任务, 应具备对设备本地操作员参与行为的监测能力, 对操作员状态不满足参与行为应予以提示。

4.3 软件要求

4.3.1 软件版本号至少应包含制造商、设备型号、总版本号和子版本号, 且应便于查看。

4.3.2 具备软件升级的功能, 产品说明书至少应包含:

- a) “本设备具备软件升级功能”等内容的说明;
- b) 软件升级失败或中断后, 设备安全状态的说明;
- c) 软件升级操作方法的说明。

4.4 人机交互要求

4.4.1 应具备人机交互功能, 并实时向运行控制员和操作员提供设备运行状态信息。

4.4.2 请求运行控制员和操作员接管、干预时应具备声光提示, 若运行控制员和操作员未响应接管、干预, 应执行最小风险策略。

4.4.3 当无人驾驶设备处于故障状态时, 应向运行控制员和操作员提供对应报警信息提示, 至少应包括设备硬件、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, 且数据记录应确保数据的完整性、准确性和可用性。

4.5.2 应记录和存储无人驾驶设备运行状态数据, 数据至少应包含以下内容:

- 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。

4.5.3 应具备在线监控功能, 能实时回传下列 a) 至 d) 项信息, 并自动记录和存储下列各项信息在设备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) 设备编号;
- b) 设备控制模式;
- c) 设备位置;
- d) 设备运行状态参数: 无人机动设备至少应包含设备速度、加速度和行驶方向等信息, 无人登机桥至少应包含桥身角、桥头角、轮架角、桥长和桥高等信息;
- e) 环境感知与响应状态;
- f) 设备灯光、信号实时状态;
- g) 设备外部 360° 视频监控情况;
- h) 反映操作员和人机交互状态的设备内视频及语音监控情况 (如有);
- i) 设备接收的远程控制指令 (如有);
- j) 设备故障情况 (如有);
- k) 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遵循先进先出的原则。

4.5.5 数据记录系统失电，应能保证数据可恢复。

4.5.6 应防止非授权访问，未经授权不应修改、删除数据，上传的数据应进行加密。

4.6 环境适应性要求

4.6.1 应能在环境温度为-15℃~45℃、相对湿度不大于95%的条件下正常工作（用户有特殊要求的除外）。

4.6.2 电磁兼容的测试方法和限值应符合 GB 34660 的要求。

5 无人登机桥技术要求

5.1 基础功能要求

5.1.1 应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。

5.1.2 应具备识别运动路径上障碍物的能力，且不应发生碰撞。

5.1.3 应具备识别目标航空器舱门的能力，且应至少在距离目标航空器 1.5 m 范围内识别到航空器舱门，当舱门超出识别范围时，无人登机桥应停止运动，并发出报警提示。整个运动过程中应避免与航空器碰撞。

5.1.4 应具备识别同一机位相邻登机桥的能力，运动过程中应避免与相邻登机桥碰撞。

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

5.1.6 在执行动态驾驶任务过程中，无人驾驶系统应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。

5.1.7 接机口前门应能自动打开或关闭。

5.1.8 若配置远程工作站用于人工接管，远程工作站应具有与本地工作站一致的功能，且远程工作站与本地工作站接管权限应互锁，即同一时间有且只允许一个工作站接管一条登机桥。

5.1.9 当无人登机桥被远程接管后，远程工作站应设置监控系统，显示器至少应能显示包括接机口、本地工作站、通道渡板、进出通道的出入口、行走机构和服务梯（如有）周围的情况，在接管过程中监控系统应一直处于工作状态，监控系统存储要求应符合 4.5 要求。

5.1.10 应设置声光提示装置，处于无人驾驶模式或被远程接管时应发出提示信号。

5.1.11 应设置声光提示装置，完成靠接航空器或泊桥时应发出提示信号。

5.1.12 在无人驾驶模式或被接管模式下，本地工作站和无人登机桥上配置的紧急停止按钮均应有效；远程工作站仅当成功接管后，其紧急停止按钮才应有效。

5.1.13 无人登机桥完成靠接航空器后的位置偏差精度如下：

- a) 前后水平靠机间隙（接机口前缘与航空器机身前后水平距离）应在 0~50 mm 之间；
- b) 左右水平靠机偏差（接机口前缘上的舱门对准线与航空器舱门左侧门缝左右水平距离）应不大于 100 mm；
- c) 上下靠机偏差（接机口前缘上表面与航空器门槛垂直距离基准值的偏差值）应在 0~50 mm 之间。

5.1.14 安全靴或等效检测装置应具有自动功能。

5.1.15 无人登机桥内部照明、空调应具有远程开关功能。

5.1.16 应配置航空器舱门关闭或打开状态检测功能。

5.2 可靠性

5.2.1 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，期间不应出现致命故障，且平均无故障作业次数应不小于 600 次。

5.2.2 无人登机桥在通过 5.2.1 试验后，应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不小于 180 次。

6 无人机动设备技术要求

6.1 基础功能要求

6.1.1 应具备持续识别可运行区域的能力，在无人驾驶模式下应确保只能在可运行区域行驶，当超出可运行区域时应立即触发最小风险策略；在人工接管模式下，当超出可运行区域时应立即通过声光报警的方式提示运行控制员和操作员。

6.1.2 应具备识别道路限速标志的能力，在限速路段正常行驶速度应不高于限速标志所示速度、不低于限速标志所示速度的 75%。

6.1.3 应具备识别道路减速和等待标志、机动车信号灯、隧道、环形路口、无信号灯十字交叉路口、停车位的能力，行驶行为应符合道路交通过管理规定。

6.1.4 应具备按车道线（含弯道）稳定行驶的能力，可沿车道线由长直道驶入并驶出弯道，全程应始终保持在本车道内行驶并满足弯道限速要求。

6.1.5 应具备识别行人横穿道路的能力，并主动进行避让，不应发生碰撞。

6.1.6 应具备识别行人在道路内侧沿道路行走的能力，应通过跟随或绕行的方式避免与行人发生碰撞。

6.1.7 应具备识别前方相邻车道设备切入本车道的能力，并可主动减速避免与切入设备发生碰撞。

6.1.8 应具备识别前方本车道内设备切出本车道的能力，并可在前方设备切出后主动加速行驶。

6.1.9 应具备识别对向车道设备占用本车道行驶的能力，并主动进行避让、且不应发生碰撞。

6.1.10 应具备识别前方设备行驶状态的能力，应稳定跟随前方设备减速刹停、起步加速，且不应发生碰撞。

6.1.11 应具备识别前方设备突然切出后且原车道内存在静止设备的能力，且不应发生碰撞。

6.1.12 应具备识别前方设备紧急制动的能力，且不应发生碰撞。

6.1.13 应具备并道行驶的能力，确保相邻车道安全时方可进行并道。

6.1.14 应具备由道路外驶入车道的能力，确保周围安全时方可驶入车道。

6.1.15 遇有执行任务的警车、消防车、工程抢险车、救护车、其他应急救援车辆以及护卫车队，应主动进行避让。

6.1.16 应具备识别前进方向道路上障碍物的能力，可分别通过原车道内停止或借对向车道绕行的方式避免与障碍物发生碰撞。

6.1.17 应具备在 100 mm 积水深度的道路稳定行驶的能力，且保持在原车道内驶出。

6.1.18 应具备在指定道路内自动掉头的能力，掉头行为应符合机场要求。

6.1.19 应具备指定停车点停车的能力，停车时距离停车点最近距离应不大于 10 m，右侧距离车道内侧最大距离应不大于 0.3 m，且不应出现倒车动作。

6.1.20 应具备穿越机坪滑行道的能力，行驶到机坪、服务车道与滑行道交叉路口时，感知或接收航空器动态，在确认安全后方可通行。

6.1.21 在航空器进入机位过程中,无人驾驶设备不得从航空器和接机人员或目视泊位引导系统之间穿行。

6.1.22 航空器被推出时,无人驾驶设备应感知或接收航空器动态,在确认安全后方可通行。

6.2 行李/货物牵引车专用技术要求

6.2.1 最高行驶速度、行车制动性能和驻车制动性能应符合 MH/T 6048 的规定。

6.2.2 应具备携带托盘行驶的能力,携带托盘数量、尺寸和作业规范应符合机场要求。

6.2.3 应具备货运场指定装、卸货点停车的能力,停车后设备与卸货点纵向、横向精度应不大于±20 cm。

6.2.4 应具备室内、室外连续运行的能力,在室内稳定运行速度应不高于 5 km/h,在室内、室外场景切换时应能自主平缓的完成加减速且保持在预定车道内行驶。

6.2.5 应具备机位保障作业等待区行驶的能力,行驶和作业规范应符合机场运行要求。

6.3 机场旅客摆渡车专用技术要求

6.3.1 最高行驶速度应不低于 40 km/h。

6.3.2 行车制动性能和驻车制动性能应符合 GB/T 31030 的规定。

6.3.3 应一次性进入航站楼乘客接驳站台并完成停靠,无倒车调整情况,停车时设备右侧距离车道内侧最大距离应不大于 0.2 m,且静止后 3 s 内开启站台同侧车门。

6.3.4 应对车内进行全覆盖监控并具备异常事件报警联动的功能,至少应包含车门异常开关、干扰设备运行以及涉及乘客安全的事件,发生上述事件时应立即向乘客、运行控制员和操作员进行报警提示,并应与其他提示予以区分。

6.3.5 应具备远程控制开关车门的功能。

6.4 可靠性

6.4.1 在平坦、干燥,具有良好附着能力,坡度不大于 3%的路面上,以无人驾驶模式进行合计不少于 240 h 或 2000 次作业的可靠性试验,期间不应出现致命故障,且平均无故障运行时间应不低于 220 h 或平均无故障作业次数应不小于 1800 次。

6.4.2 无人机动设备在通过 6.4.1 试验后,应以无人驾驶模式在真实运营机场进行合计不少于 240 h 或 2000 次作业的运行可靠性试验,在运行期间不应出现致命故障,且未发生违反机场运行管理规定的事,平均无故障时间应不低于 120 h 或平均无故障作业次数应不小于 1000 次。

7 标志、标识、随附文件和附件

7.1 标志、标识

应具有醒目的标志、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。应安装永久性的产品标牌,内容应当清晰,并至少应包含以下信息:

- a) 设备名称;
- b) 设备型号;
- c) 设备编号;
- 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。

7.2 随附文件

随附文件至少应包括:

- a) 装箱清单；
- b) 设备合格证，其编写应当符合 GB/T 14436 的规定；
- c) 设备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。

7.3 附件

产品出厂时，应按备品清单配齐以下附件：

- a) 专用工具；
 - b) 部署、调试工具；
 - c) 设备附件、易损件、备品和备件等。
-