



咨 询 通 告

中 国 民 用 航 空 局 机 场 司

编 号：AC-137-CA-2023-03

下发日期：2023 年 12 月 22 日

民用机场无人驾驶旅客登机桥 检测规范

前 言

本文件依据《民用机场无人驾驶旅客登机桥技术要求》（AC—137—CA—2023—02）编制，对机场无人驾驶旅客登机桥的合格性检测提供了具体的操作方法和指导。

本文件包括总则、引用标准、检测条件、检测前的准备、检测项目及方法和附录，共五章。

本文件由中国民用航空局机场司负责管理和解释。执行过程中如有意见和建议，请函告本文件日常管理组（联系人：高超；地址：北京延庆东外大街 55 号；联系电话：010—69101950；传真：010—69101192；邮编：102100）。

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：高超、安先龙、赵诚、王敏、张巍。

目 录

1 总则	1
2 引用标准	1
3 检测条件	2
3.1 检测场地	2
3.2 检测装置要求	2
3.3 检测记录内容	3
3.4 检测环境条件	3
3.5 检测过程要求	4
4 检测前的准备	4
4.1 样桥	4
4.2 检测申请方应当提供的技术文件	4
4.3 检测申请方应当提供的设备设施、材料及人员	5
5 检测项目及方法	6
5.1 一般要求检测	6
5.2 安全要求检测	10
5.3 软件要求检测	11
5.4 人机交互检测	12
5.5 数据记录和存储检测	13
5.6 基础功能要求检测	16
5.7 环境要求检测	26

5.8 可靠性检测	28
5.9 标识、铭牌、随附文件和附件检测	29
附录 A 夜间条件检测方法	31
附录 B 检验规则	32
附录 C 主要技术参数表	34
附录 D 关键部件明细表	35
附录 E 运行控制员和操作员行为监管系统要求	36
附录 F 可靠性强化检测	39

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）的检测工作，根据《民用机场无人驾驶旅客登机桥技术要求》（AC—137—CA—2023—02）制定本文件。

本文件适用于在机场区域内使用的无人驾驶登机桥的合格性检验。

2 引用标准

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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

GB 34660 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法

GB/T 41797—2022 驾驶员注意力监测系统性能要求及试验方法

GJB 150.3A—2009 军用装备实验室环境检测方法 第3部分 高温试验

GJB 150.4A—2009 军用装备实验室环境检测方法 第4部分 低温试验

GJB 150.9A—2009 军用装备实验室环境检测方法 第9部分 湿热试验

MH 5001 民用机场飞行区技术标准

MH/T 6028 旅客登机桥

MH/T 6108 民用机场机坪泛光照明技术要求

AC—137—CA—2020—01 航空器地面服务设备靠机安全技术要求

3 检测条件

3.1 检测场地

3.1.1 检测场地为平坦、干燥、具有良好附着能力、坡度不大于 3% 的沥青或混凝土路面，场地空间应当满足无人驾驶登机桥行走、旋转、升降等动作的需要；检测时，检测场地不应当有雪、冰以及任何影响检测的物品。

3.1.2 检测场地交通标志、标线清晰可见，并符合 MH 5001 的要求。

3.1.3 温度、湿度检测环境应当能够达到检测申请方的设计要求。

3.1.4 无人驾驶登机桥无人驾驶模式正常激活的必要条件。

3.2 检测装置要求

检测装置应当经过标定且在有效期内，精度应当满足以下要求：

- a) 运动状态采集和存储的频率不少于 2 Hz；
- b) 视频采集装置分辨率不小于 1920 * 1080 像素点；
- c) 速度采集精度不大于 0.1 km/h；
- d) 横向和纵向位置采集精度不大于 0.1 m；

3.3 检测记录内容

检测过程应当记录以下内容：

- a) 无人驾驶登机桥编号；
- b) 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) 灯光和相关提示信息状态；
- f) 反映无人驾驶登机桥运行状态的数据和外部 360 ° 视频信息；
- g) 反映操作员和人机交互状态的登机桥内视频及语音监控情况（如有）；
- h) 接收的远程指令信息（如有）；
- i) 故障等异常情况（如有）；
- j) 机场目标物的位置及运动数据。

3.4 检测环境条件

检测环境应当满足以下条件：

- a) 天气良好且光照正常，若无人驾驶登机桥设计运行条件包含夜晚光照条件，可参照附录 A 进行检测。
- b) 环境温度：-20 °C ~ 60 °C（用户有特殊要求的除外）；
- c) 相对湿度（RH）应当不大于 95 %（用户有特殊要求的

除外)；

d) 性能检测时，风速应当不大于 3 m/s；进行其它检测时，风速应当不大于 8.3 m/s。

3.5 检测过程要求

检测过程应当满足以下要求：

a) 应当根据无人驾驶登机桥设计运行条件制定检测项目；

b) 无人驾驶登机桥应当一次性进行所有检测项目，中途不得进行软件版本及硬件配置变更；

c) 各检测项目均应当在无人驾驶模式下完成（检测项目中有要求人工参与的除外）；

d) 各检测项目应当根据检测方法重复进行 3 次且 3 次均符合其设计运行条件的合格要求。

4 检测前的准备

4.1 样桥

检测申请方应当提供一台出厂检测合格的无人驾驶登机桥，检测项目见附录 B。

4.2 检测申请方应当提供的技术文件

检测申请方提供的技术文件至少包含：

a) 第三方检验机构出具的无人驾驶登机桥本体符合 MH/T 6028 和 AC—137—CA—2020—01 的检测报告；

b) 增加无人驾驶功能后未降低原登机桥技术性能的证明（无人驾驶登机桥改装前后各项性能指标对比情况，至少包含安

全性能、结构性能和机动性能等指标)；

c) 为实现无人驾驶功能而额外增加的零部件应当满足相关国家或行业标准的要求，并提供出厂合格证明和国家认可的第三方检测证明文件；

d) 产品技术说明书（内容至少包含无人驾驶功能等级声明、无人驾驶功能及其设计运行条件、环境适应性、最小风险策略、最小风险状态、接管或干预策略、安全鉴权策略、灯光信号状态等）；

e) 信息安全说明书；

f) 功能安全说明书；

g) 软件说明书；

h) 人机交互说明书；

i) 数据记录和存储说明书；

j) 总装图纸、主要零部件清单及位置；

k) 产品及主要零部件合格证明；

l) 主要技术参数表（见附录 C）；

m) 关键部件明细表（见附录 D）。

4.3 检测申请方应当提供的设备设施、材料及人员

检测申请方应当准备的检测用设备设施及材料至少包含：

a) 规定要求的润滑油及润滑脂；

b) 远程工作站；

c) 无人驾驶登机桥部署、调试所需相关设备；

d) 无人驾驶登机桥操作员和运行控制员；

e) 常用附件、易损件、备品和备件等。

5 检测项目及方法

5.1 一般要求检测

5.1.1 本体证明文件

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.1.1 条。

检测方法：检查并记录无人驾驶登机桥本体满足 MH/T 6028、AC—137—CA—2020—01 标准要求的证明文件及出厂合格证明；检查并记录无人驾驶登机桥因实现无人驾驶功能无法满足行业强制性检测要求而出具的未降低登机桥安全性能证明文件，判断是否满足要求。

5.1.2 零部件证明文件

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.1.2 条。

检测方法：检查并记录无人驾驶登机桥为实现无人驾驶功能而额外增加的零部件（至少包含无人驾驶域控制器、传感器和数据记录装置等关键零部件）满足相关国家、行业标准要求的证明

文件及出厂合格证明，判断是否满足要求。

5.1.3 设计运行条件

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.1.3 条。

检测方法：检查并记录无人驾驶登机桥生产厂商声明的设计运行条件，在 5.1.4~5.1.6、5.6.1~5.6.18 试验过程中，检查无人驾驶登机桥是否执行最小风险策略，判断是否满足要求。

5.1.4 激活

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.1.4 条。

检测方法：检查无人驾驶登机桥说明书中相关内容，模拟设计运行条件全部满足时激活系统，观察系统是否正常被激活；模拟任一激活条件不满足时激活系统，观察系统能否被激活，并记录整个过程中相关提示信息，判断是否满足要求。

5.1.5 感知盲区

感知盲区不应当对无人驾驶登机桥的安全运行造成影响。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.1.5 条。

检测方法：检查无人驾驶登机桥生产厂商声明的感知盲区位置，分析判断是否影响安全运行。

5.1.6 起步安全

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.1.6 条。

检测方法：在无人驾驶登机桥两侧、前方及后方放置障碍物，观察能否正常起步，移除障碍物，观察能否正常起步，并避免与相邻机场目标物发生碰撞。

5.1.7 最小风险策略

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.1.7 条。

检测方法：检查并记录无人驾驶登机桥生产厂商声明的最小风险策略及最小风险状态，并触发登机桥最小风险策略条件（至少包括超出设计运行条件，传感器、桥体故障等异常情况），判断无人驾驶登机桥是否按照设计说明达到最小风险状态，报警提示是否满足要求。

5.1.8 接管或干预策略

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.1.8 条。

检测方法：检查并记录无人驾驶登机桥生产厂商声明的接管或干预策略，操作员根据声明内容执行接管或干预操作，观察无人驾驶登机桥是否可被接管或干预，继续保持人工操作状态至少 10 s 以上，观察无人驾驶登机桥是否主动恢复到无人驾驶模式。

5.1.9 安全鉴权

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.1.9 条。

检测方法：检查并记录无人驾驶登机桥生产厂商声明的安全鉴权策略，由非授权者进行无人驾驶相关任务操作（如下发任务、选择航空器型号或泊桥位等），观察无人驾驶登机桥是否可被操作；根据声明的安全鉴权策略鉴权后，再次进行无人驾驶相关任务操作，观察无人驾驶登机桥是否可被操作。

无人驾驶登机桥处于无人驾驶模式稳定运行，通过障碍物逼停登机桥，此时由非授权者进行接管或干预，观察无人驾驶登机桥是否可被操作；根据声明的安全鉴权策略鉴权后，再次进行接管及干预，观察无人驾驶登机桥是否可被操作。

5.1.10 与其他机场目标物交互

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.1.10 条。

检测方法：检查并记录无人驾驶登机桥生产厂商声明的灯光信号、声音使用方式，判断是否满足要求。

5.2 安全要求检测

5.2.1 信息安全

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.2.1 条

检测方法：检查并记录无人驾驶登机桥生产厂商声明的相关内容及其具有资质的第三方机构出具的证明文件，判断是否满足要求。

5.2.2 功能安全

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.2.2 条、GB/T 16855.1。

检测方法：检查并记录无人驾驶登机桥生产厂商声明的相关内容及其证明文件，判断是否满足要求。应当包含以下功能控制系统性能等级符合 GB/T 16855.1 的证明：

a) MH/T 6028 要求的符合 GB/T 16855.1 相应性能等级的功能（机翼保护、自动减速和触机停止、通道防剪切、桥挂

APU 替代设备联锁、双桥防撞、行走护圈、遮篷自动停止、遮篷自动调节、安全靴、接机口防护门和可移动保护装置联锁)；

b) 紧急停止符合” d” 级；

c) 远程工作站与本地工作站通信信道符合” d” 级。

5.2.3 运行控制员和操作员状态监测

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.2.3 条。

检测方法：检查并记录无人驾驶登机桥生产厂商声明的相关内容，若设计无须操作员在登机桥本地参与任务，则无须检测操作员参与行为的能力；若设计必须操作员在登机桥本地参与任务，应当对运行控制员和操作员参与行为的能力进行监测，检测方法参考附录 E。

5.3 软件要求检测

5.3.1 软件版本号

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.3.1 条。

检测方法：检查并记录软件版本号是否包含制造商、无人驾驶登机桥型号、总版本号和子版本号等内容，软件版本号的显示

位置是否便于查看。

5.3.2 软件升级

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.3.2 条。

检测方法：检查并记录软件升级产品说明书内容，判断是否满足要求。

5.4 人机交互检测

5.4.1 人机交互

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

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.4.1 条。

检测方法：检查并记录人机交互说明书内容，并按照说明书内容逐步操作，在无人驾驶登机桥本地和远程工作站上观察是否实时显示登机桥运行状态信息。

5.4.2 未响应接管策略

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.4.2 条。

检测方法：检查并记录说明书相关内容，观察请求运行控制员和操作员接管、干预时是否立即执行声明的最小风险策略，并具备声光提示。

5.4.3 故障或最小风险状态提示

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.4.3 条。

检测方法：检查并记录说明书相关内容，人工操作使无人驾驶登机桥处于故障状态，观察登机桥本地和远程工作站是否有对应报警信息提示。

5.5 数据记录和存储检测

5.5.1 数据记录和存储时间

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.5.1 条。

检测方法：检查无人驾驶登机桥是否具有数据记录装置或系统，并记录存储容量，按照峰值数据量判断数据本地、后台存储时间是否满足要求；导出记录的数据，检查数据的完整性、准确性和可用性是否满足要求。

5.5.2 运行状态数据

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.5.2 条。

检测方法：导出记录的数据，检查信息储存和显示是否采用中文格式，检查并记录无人驾驶登机桥运行状态数据是否满足要求。

5.5.3 在线监控

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.5.3 条。

检测方法：在远程工作站上，观察无人驾驶登机桥 a) 至 c) 项信息是否可以实时查看；检查并记录在无人驾驶登机桥模拟发生不安全事件或失效状况后，数据记录时间长度、数据记录内容是否满足要求。

5.5.4 数据覆盖

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.5.4 条。

检测方法：检查并记录无人驾驶登机桥达到系统存储量限制时，数据覆盖原则是否满足要求。

5.5.5 数据恢复

数据记录系统失电，应当能保证数据可恢复。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.5.5 条。

检测方法：检查并记录无人驾驶登机桥数据记录系统失电时，数据恢复情况是否满足要求。

5.5.6 授权访问

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.5.6 条。

检测方法：检查并记录说明书相关内容，配置不同权限登录观察是否能进行相应权限操作，观察数据上传是否进行加密处理，判断是否满足要求。

5.6 基础功能要求检测

5.6.1 运动路径规划

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.1 条。

检测方法：检测场景至少包含一个模拟停机位，将航空器舱门模拟装置固定在一个位置，无人驾驶登机桥在无人驾驶模式下从回位点运行到靠接位置，再返回回位点，来回运行 3 次，观察无人驾驶登机桥轮架运行路径是否一致。

5.6.2 障碍物防撞

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.2 条。

检测方法：检测场景至少包含一个模拟停机位，并在设计运行路径上放置锥形交通路标（推荐尺寸：750 mm * 400 mm）、纸箱（推荐尺寸：200 mm * 200 mm * 200 mm），无人驾驶登机桥在无人驾驶模式下驶向障碍物，观察登机桥是否可提前停止且不与障碍物发生碰撞。

5.6.3 识别航空器

应具备识别航空器的能力，运动过程中应避免与航空器发生碰撞。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.3 条。

检测方法：检测场景至少包含一个模拟停机位，将航空器模拟装置固定在一个位置，检查无人驾驶登机桥运动过程中是否避免与模拟装置发生碰撞。

5.6.4 识别目标航空器舱门

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.4 条。

检测方法：检测场景至少包含一个模拟停机位，将航空器舱门模拟装置固定在一个位置，距离模拟装置 2 m 时，检查无人驾驶登机桥是否识别出舱门并显示信号。在无人驾驶登机桥距离模拟装置 2 m 以内时，遮挡模拟装置舱门，检查并记录被测无人驾

驶登机桥是否停止运动并发出报警提示。

5.6.5 相邻登机桥识别及响应

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.5 条。

检测方法：检测场景至少包含一个模拟停机位和模拟登机桥，将相邻登机桥运行到无人驾驶登机桥设计运行范围内静置，观察无人驾驶登机桥在运行过程中能否探测到相邻登机桥并执行防撞动作；操作相邻登机桥向无人驾驶登机桥运动，观察无人驾驶登机桥能否识别到相邻登机桥并发出报警信号。可包含以下典型测试场景：

a) 被测无人驾驶登机桥分别向相邻登机桥的桥头、桥中部运动；

b) 相邻登机桥分别向被测无人驾驶登机桥的桥头、桥中部运动；

c) 被测无人驾驶登机桥从相邻登机桥接机口的前方位后退运动，见图 1；

d) 相邻登机桥的接机口向被测无人驾驶登机桥方向转动到极限位置，被测无人驾驶登机桥从内侧向相邻登机桥的接机口运动，见图 2；

e) 被测无人驾驶登机桥运动到相邻登机桥服务梯或圆台附近直至防撞停止，分别向左和右转动被测无人驾驶登机桥接机

口，见图 3。



图 1 后退防撞检测

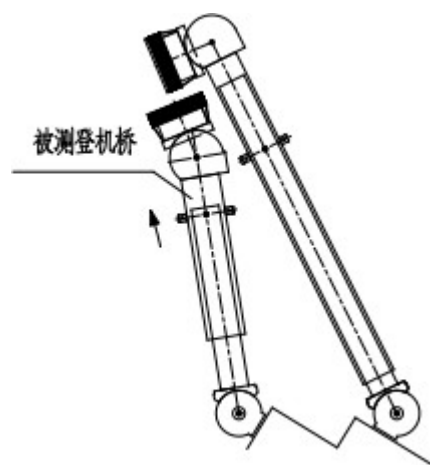


图 2 内侧前进防撞检测

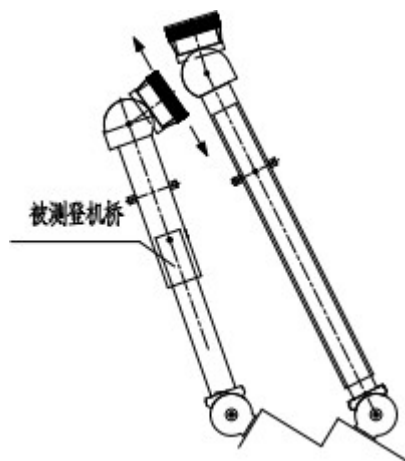


图 3 接机口左右旋转检测

5.6.6 位姿识别及响应

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.6 条。

检测方法：检测场景至少包含一个模拟停机位，记录无人驾驶登机桥运行过程中自身位姿数据（长度、高度、桥身角、桥头角）是否正常显示和记录，测量运行过程中任意三个位置的位姿数据，计算无人驾驶登机桥自身记录的数据与测量数据之间的偏差值是否超过设计允许值。模拟任一位姿传感器或线路故障，检查无人驾驶登机桥是否识别并执行最小风险策略。

5.6.7 运动控制

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.7 条。

检测方法：检测场景至少包含一个模拟停机位和航空器舱门模拟装置，下发对应操作指令，观察无人驾驶登机桥的行走、升降、接机口转动、活动地板运动、遮篷伸缩、调平机构伸缩是否按照指令正常执行。

5.6.8 前门、安全警示和保护装置开闭

接机口前门、安全警示和保护装置应当能自动打开或关闭。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.8 条。

检测方法：检测场景至少包含一个模拟停机位，将航空器舱门模拟装置固定在一个位置，无人驾驶登机桥靠接到模拟装置后，观察接机口前门、安全警示和保护装置能否正常自动开启；撤桥前，观察接机口前门、安全警示和保护装置能否正常自动关闭。

5.6.9 监视系统

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 5.5 要求。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.9 条。

检测方法：检查远程工作站是否配置监视器，无人驾驶登机桥是否配置摄像监控装置，观察监视器中能否显示接机口、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，检查监视系统是否具有存储功能，记录存储容量判断是否满足要求。

5.6.10 远程接管控制

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.10 条。

检测方法：检测场景至少包含一个模拟停机位，检查远程工作站和本地工作站布局和功能是否一致。

本地工作站接管无人驾驶登机桥，检查远程工作站是否可以控制操作登机桥。

远程工作站接管无人驾驶登机桥，检查本地工作站未取得控制权限时，是否可以控制操作登机桥。

当采用远程工作站操控时，检查本地工作站是否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，检查远程工作站是否可主动取得控制权。

检查同一时间，远程工作站是否仅控制操作一条登机桥。

检查同一时间，一条登机桥是否仅允许被一个远程工作站控制操作。

5.6.11 模式提示

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.11 条。

检测方法：检测场景至少包含一个模拟停机位，当无人驾驶登机桥分别进入无人驾驶模式或被远程接管时，检查无人驾驶登机桥内部和外部、远程工作站是否发出明确的声光提示信号。

5.6.12 状态提示

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.12 条。

检测方法：检测场景至少包含一个模拟停机位和航空器舱门模拟装置，当无人驾驶登机桥分别完成靠接模拟装置或回到回位点位置时，记录登机桥是否发出明确的声光提示信号。

5.6.13 紧急停止

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.13 条。

检测方法：检测场景至少包含一个模拟停机位，分别在无人驾驶模式和被接管模式下，操作无人驾驶登机桥本地工作站和桥体上配置的紧急停止按钮，观察无人驾驶登机桥是否执行相应指令，进入紧急停止状态。在远程工作站未取得控制权限情况下，操作远程工作站上的紧急停止按钮，检查无人驾驶登机桥是否执行相应指令；在远程工作站取得控制权限情况下，操作远程工作站上的紧急停止按钮，观察无人驾驶登机桥是否执行相应指令，进入紧急停止状态。

5.6.14 靠接精度

无人驾驶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（接机口前缘缓冲器与航空器机身前

后水平距离) 应当在 0~50 mm 之间;

b) 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;

c) 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。

检测依据: AC-137-CA-2023-02 第 4.6.14 条。

检测方法: 检测场景至少包含一个模拟停机位和航空器舱门模拟装置, 完成靠接模拟装置后, 测量接机口与模拟装置的相对位置, 记录数据 Δx 、 Δy 和 Δz 等。测量位置参见图 4~图 6 所示。

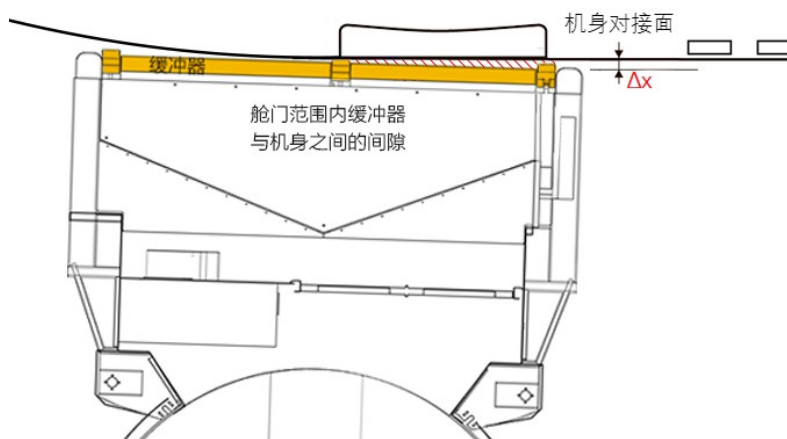


图 4 前后接机偏差示意

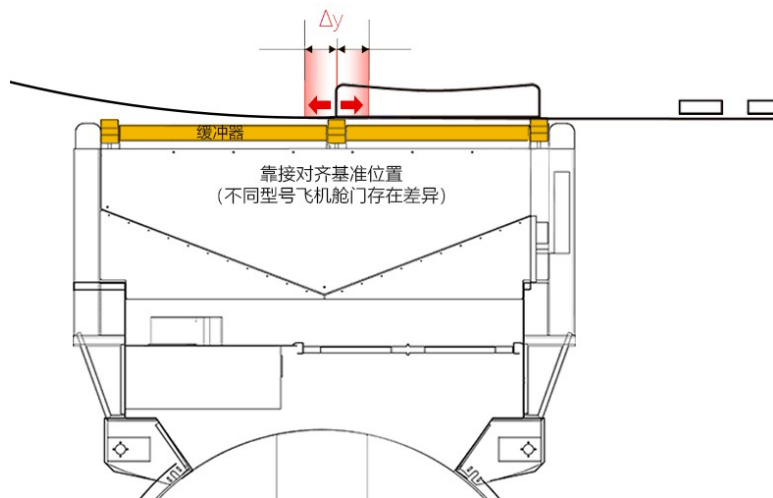


图 5 左右接机偏差示意

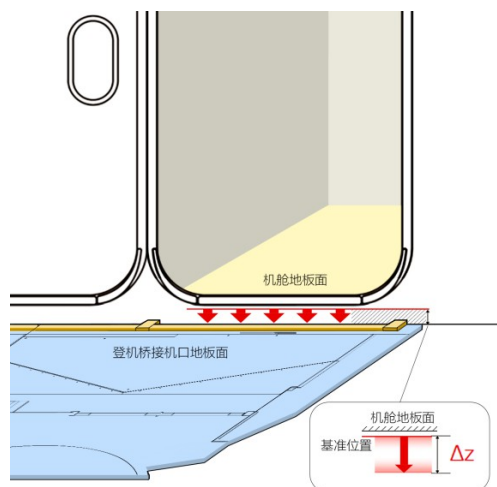


图 6 上下接机偏差示意

5.6.15 安全靴自动投放

安全靴或等效装置应当具有自动投放功能。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.15 条。

检测方法：无人驾驶登机桥应配置有自动投放安全靴或等效装置的功能，激活其投放或收回命令，检查安全靴或等效装置能否自动投入到预定位置及能否自动收回到存储位置。

5.6.16 远程控制照明、空调

无人驾驶登机桥内部照明、空调应当具有远程控制功能。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.16 条。

检测方法：远程操作无人驾驶登机桥通道内部照明、空调，检查登机桥照明、空调是否正常执行远程控制指令。

5.6.17 航空器舱门状态检测

应当配置航空器舱门关闭或打开状态检测功能。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.17 条。

检测方法：检测场景至少包含一个模拟停机位和航空器舱门模拟装置，在模拟装置上模拟舱门打开和关闭，检查无人驾驶登机桥能否识别舱门状态。

5.6.18 烟雾探测检测

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.6.18 条。

检测方法：检查无人驾驶登机桥通道内是否配置烟雾报警系统，模拟烟雾，检查报警系统是否能及时探测并向乘客、运行控制员和操作员进行报警提示。

5.7 环境要求检测

5.7.1 高温、低温、湿热和淋雨检测

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6mm/min

的环境条件下正常工作，且无渗、滴漏现象。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.7.1 条。

检测方法：

(1) 高温检测

按 GJB 150.3A 的规定进行高温检测。

由无人驾驶登机桥的所有电气控制设备组成一个无人驾驶登机桥系统模拟试验装置，将无人驾驶登机桥系统模拟试验装置放置在 60℃ 检测温度条件下，待其温度达到设定值并稳定后，在该环境条件下，放置不少于 4 h，检查该装置是否正常工作。

(2) 低温检测

按 GJB 150.4A 的规定进行低温检测。

由无人驾驶登机桥的所有电气控制设备组成一个无人驾驶登机桥系统模拟试验装置，将无人驾驶登机桥系统模拟试验装置放置在 -20℃（特殊要求时 -40℃）检测温度条件下，待其温度达到设定温度并稳定后，在该温度下，放置不少于 4 h，检查该装置是否正常工作。

(3) 湿热检测

按 GJB 150.9A 的规定进行高湿检测。

由无人驾驶登机桥的所有电气控制设备组成一个无人驾驶登机桥系统模拟试验装置，将无人驾驶登机桥系统模拟试验装置放置在 95% 相对湿度（30℃ 时）条件下，待其湿度达到设定值并稳定后，在该环境条件下，放置不少于 48 h，检查该装置是否正

常工作。

(4) 淋雨检测

淋雨强度为 $4\text{ mm/min} \sim 6\text{ mm/min}$ ，喷水压力为 $69\text{ kPa} \sim 147\text{ kPa}$ ，喷嘴距离登机桥顶部的距离为 $500\text{ mm} \sim 1000\text{ mm}$ ，确保登机桥顶部外表面能被淋雨均匀覆盖且不存在死区，淋雨时间为 15min ，检查桥内是否无渗滴现象。

5.7.2 电磁兼容性

电磁兼容的测试方法和限值应当符合 GB 34660 的要求。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.7.2 条、GB 34660。

检测方法：由无人驾驶登机桥的所有电气控制设备组成一个无人驾驶登机桥系统模拟试验装置，按 GB 34660 的规定进行检测，判断是否满足要求。

5.8 可靠性检测

5.8.1 封闭场地可靠性检测

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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.8.1 条。

检测方法：见附录 F。

5.8.2 真实运营机场可靠性检测

无人驾驶登机桥在通过 5.8.1 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的事件，平均无故障作业次数应当不小于 180 次。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 4.8.2 条。

检测方法：见附录 F。

5.9 标识、铭牌、随附文件和附件检测

5.9.1 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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 5.1 条。

检测方法：检查并记录无人驾驶登机桥标识、铭牌内容，判断是否满足要求。

5.9.2 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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 5.2 条。

检测方法：检查并记录无人驾驶登机桥随附文件内容，判断是否满足要求。

5.9.3 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。

检测依据：AC—137—CA—2023—02 第 5.3 条。

检测方法：检查并记录无人驾驶登机桥附件内容，判断是否满足要求。

附录 A 夜间条件检测方法

A.1 总则

本附录规定了无人驾驶登机桥夜间条件定义及检测项目选取要求。

A.2 夜间及室内照明强度环境定义

无人驾驶登机桥设计运行条件包含夜间场景时，均需按照所选的项目进行检测并满足合格要求，夜间需要有环境照明开启，光照度应满足 MH/T 6108。

A.3 检测项目选取

因夜间条件可能造成影响的项目，无人驾驶登机桥应当根据设计运行条件确定完成所有的检测项目。

附录 B 检验规则

B.1 总则

本附录规定了无人驾驶登机桥出厂检验、交付检验和定型试验要求。

B.2 出厂检验和交付检验

无人驾驶登机桥应逐台进行出厂检验或交付检验，经质量检验部门检验合格并签署产品合格证书。

出厂检验或交付检验项目应符合表 B.1 的规定。

出厂检验或交付检验中若有一项不符合规定，应重新调试、修正、检测，直至合格为止。

表 B.1 检验项目

序号	项目名称	出厂检验或交付检验	定型试验
1	一般要求检测	√	√
2	安全要求检测	—	√
3	软件要求检测	—	√
4	人机交互检测	—	√
5	数据记录和存储检测	—	√
6	基础功能要求检测	√	√
7	环境要求检测	—	√
8	可靠性检测	—	√
注：“√”表示应当进行的检验项目，“—”表示不进行的检验项目。			

B.3 定型试验

出现下列情况之一应进行定型试验：

- 新产品定型时；
- 停产三年以上恢复生产或老产品转厂生产时；
- 产品的设计、结构、材料、工艺有重大改变，可能影响产品性能时；
- 产品软件版本发生重大改变时；
- 出厂检测结果与上次合格性检验结果相比有较大差距时；
- 民航管理部门提出设备符合性检测要求时。

定型试验项目应符合表 B.1 的规定。

定型试验中若有一项不合格项目，应当经调整、修正后，对与修正内容相关联的全部项目进行检测，若仍不合格，则该产品不合格。

附录 C 主要技术参数表

项目		参数
无人驾驶	驾驶模式（是否必须操作员在本地）	
	运行环境范围	
	无人驾驶切换模式	
登机桥基本参数	型号	
	至少包含无人驾驶登机桥本体主要技术参数	

附录 D 关键部件明细表

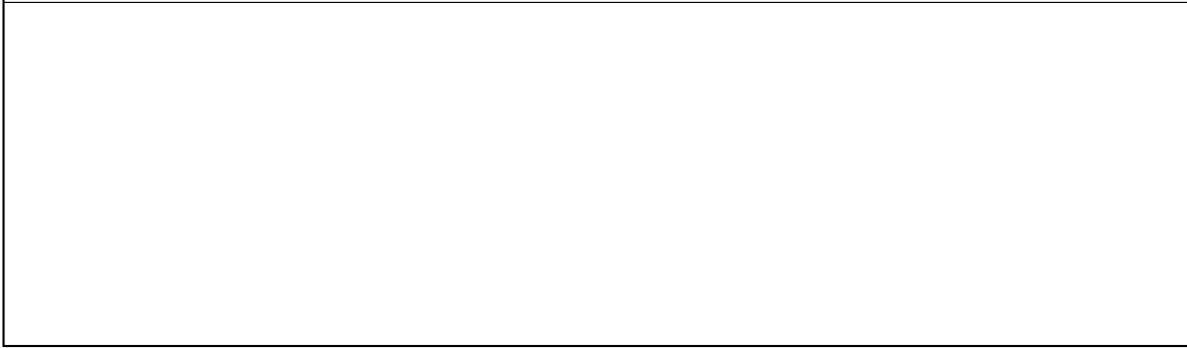
D.1 关键部件明细

序号	名 称	型 号	生产厂家	备注
1	摄像头			
2	...			
3				
4				
5				
6				

D.2 环境感知传感器安装位置

序号	名 称	型 号	数量	安装位置
1	摄像头			
2	...			
3				
4				
5				

注：传感器安装位置配图



附录 E 运行控制员和操作员行为监管系统要求

E.1 总则

本附录规定了运行控制员和操作员行为监管系统的要求。

E.2 一般要求

对需要运行控制员和操作员执行动态驾驶任务接管或干预的无人驾驶登机桥，应当具备对操作员接管或干预能力的监测功能。无人驾驶登机桥应当对运行控制员和操作员是否具备执行动态驾驶任务接管或干预的能力进行识别，并在运行控制员和操作员的状态不满足接管或干预要求时，发出警告信号。

E.3 功能要求

（一）接管能力监测功能应当至少包括：

——操作位监测功能：识别运行控制员和操作员是否在正常的操作位置上；

——运行控制员和操作员状态监测功能：评估运行控制员和操作员困倦、注意力等状态；

——发出必要的提示及警告信号。

（二）运行控制员和操作员接管或干预能力监测功能应当至少在无人驾驶登机桥的设计运行条件内正常工作。

E.4 运行控制员和操作员状态监测

（一）运行控制员和操作员状态监测功能应当至少通过以下 3 种不同的监测方式对运行控制员和操作员的困倦、注意力等状态

进行监测和评估。当 2 种及以上监测方式判断为异常时，至少采用光学、声学、触觉中的 2 种方式向操作员发出提示信息。运行控制员和操作员状态监测应当符合 GB/T 41797 中表 1 的要求。

(二) 每种监测方式的评估周期均应当不超过 30 s。

(三) 以 30 s 为一个时间周期，基于 GB/T 41797 中表 1 所规定的监测行为及提示信息条件对运行控制员和操作员的困倦、注意力等状态进行评估。

E.5 运行控制员和操作员接管能力识别要求

(一) 若满足以下任一条件，应当视为运行控制员和操作员不具备接管或干预能力：

a) 运行控制员和操作员不在正常的操作位置上，或者未系安全带（如有）；

b) 无人驾驶系统通过运行控制员和操作员的困倦、注意力等状态识别其不具备接管能力。

(二) 检测申请方应当提供被测设备如何通过 E.4 要求的困倦、注意力等状态识别运行控制员和操作员不具备接管或干预能力的说明文档。其中，应当至少包括所采用的监测方式以及对应的评估周期和具体评估指标；可包括运行控制员和操作员困倦、注意力的评估等级以及对应的置信度。

(三) 若所采用的监测方式或具体指标不在 E.4 的范围内，检测申请方应当提供说明文档证明所采用的监测方式、评估指标的有效性。

E.6 提示及警告信号

(一) 在无人驾驶系统处于激活状态下，按 E.5 的要求，无人驾驶系统识别出运行控制员和操作员不具备接管或干预能力时应当发出声光警告信号。

(二) 无人驾驶系统每次发出的“运行控制员或操作员不具备接管或干预能力”警告信号应当在满足以下任一条件时关闭：

- a) 运行控制员或操作员恢复接管或干预能力；
- b) 运行控制员或操作员手动关闭该警告信号，但手动关闭方式应当防止运行控制员或操作员合理可预见的误操作；
- c) 无人驾驶系统发出介入请求；
- d) 无人驾驶模式自动或手动方式退出。

(三) 当操作员接管或干预能力监测功能处于以下任一状态时，应当发出声学、光学提示信号：

- a) 不满足工作条件；
- b) 发生失效。

附录 F 可靠性强化检测

F.1 总则

本附录规定了无人驾驶登机桥可靠性检验方法。

F.2 平均无故障时间定义

按公式 (F.1)、(F.2) 计算可靠性强化检测平均无故障工作时间。检测期间不应当出现致命故障，如出现致命故障，应当重新进行检测。

$$T_2 = \frac{T_0}{N} \quad (\text{F.1})$$

$$N = \sum_{i=2}^4 R_i \varepsilon_i \quad (\text{F.2})$$

式中：

T_2 ——平均无故障工作时间或次数；

T_0 ——规定的总作业时间或总作业次数；

N ——当量总故障次数；

ε_i ——第 i 类故障加权系数， ε_i 的取值见表 F.1；

R_i ——检测期间，无人驾驶登机桥出现第 i 类故障次数的总和。

表 F.1 故障加权系数

故障类别 i	故障类型	故障描述	ε_i 取值
1	致命故障	严重危及或导致人身伤亡、发生影响航空器安全、碰撞等危及机场运行的不安全事件；或发生超出无人驾驶登机桥设计运行条件运行且未触发最小风险策略	∞

故障类别 i	故障类型	故障描述	ε_i 取值
2	严重故障	导致无人驾驶登机桥主要性能显著下降，造成主要零部件损坏，且不能用随附工具和易损备件在短时间内（约 30min）内修复，或需要更改软件后方可解决的故障	2.0
3	一般故障	无人驾驶登机桥失效，无法通过人工接管、干预的方式恢复至无人驾驶模式，不需要更改软件，可用随附工具和易损备件或价值很低的零件在短时间（约 30min）内修复后就可解决的故障	1.0
4	轻微故障	无人驾驶登机桥失效，短时间（约 5min）内无法自动恢复运行状态，短时间通过人工接管、干预后可恢复至无人驾驶模式，不需要更改软件，亦不需要更换零部件	0.1

F.3 可靠性检测

（一）检测场地

检测场景至少包含一个模拟停机位和航空器舱门模拟装置，舱门模拟装置牢固固定，高度分别为最高位、中位、最低位，其中最高设计值对应最高位机型舱门、普通位对应中位机型舱门、最低设计值对应最低位机型舱门，场地半径比登机桥最大工作长度长 3000 mm，登机桥回位点与第一接机位、第二接机位、第三接机位的夹角分别为 30°、75°、120°。场地拐角处和其他边界点应当布置橡胶路标或其他适当的标志，防止登机桥驶离试验场地或无关人员进入试验场地。

（二）检测方法

在规定的检测场地进行 2000 次模拟接机可靠性检测，其中应至少包含 200 次夜晚场景（可打开登机桥自身的照明）。最低位、中位和最高位模拟接机次数均匀分布在第一接机位、第二接机位和第三接机位，从泊位点按照顺序依次对接高中低三个模拟装置，每次对接都需返回泊位点重新开始，三次模拟接机作业为一个循环。

每个工作循环应当连续运行。每循环 10 次，登机桥在规划路径中间制动停车一次，再重新开始接机。检测过程中，应当有登机桥工作状态及每次故障发生的时间、工况、原因和处理措施的记录，记录内容应当完整、详实。

（三）检测要求

登机桥应当以最高安全速度进行可靠性检测，每天作业循环应当不少于 40 个。在整个检测期间，登机桥应当按照使用说明书的要求进行技术保养和维护。每间隔 3 个工作班次（24 h）允许进行例行保养，不应当任意调整或更换零部件，不应当更改软件版本及参数，保养、维修应做详细记录。

F.4 适用机型范围

无人驾驶登机桥的接靠机型适用范围仅限于真实运营机场可靠性试验合格通过的机型，增加适用机型应进行相应的真实运营机场可靠性试验。

F.5 真实机场管理要求

（一）无人驾驶登机桥在真实运营机场检测应当满足机场管理要求，记录登机桥工作状态及每次故障发生的时间、现象、原因和处理措施。

（二）应当建立机场无人驾驶登机桥安全技术档案，并按规定向监管机构提交。安全技术档案应当包括以下内容：

a) 无人驾驶登机桥的产品质量合格证明、安装及使用维护保养说明等相关技术资料和文件；

b) 无人驾驶登机桥的维护保养记录；

c) 无人驾驶登机桥的日常使用状况及运行故障和事故记录（季度）；

d) 无人驾驶登机桥年度评估报告。