



信息通告

中国民用航空局机场司

编 号：IB-CA-2025-02

下发日期：2025 年 12 月 17 日

基于卫星定位的机场地面车辆和 人员跑道侵入防范系统技术要求

前言

本文件依据《运输机场运行安全管理规定》(CCAR-139B)《运输机场地面车辆和人员跑道侵入防范管理办法》(民航规〔2024〕11号)的有关要求进行编制,参考了国际民航组织(ICAO)《防止跑道侵入手册》(Doc 9870)以及美国联邦航空局(FAA)《机场车辆跑道侵入告警系统(RIWS)性能规范》(150/5210-25A)有关条款,为基于卫星定位的机场地面车辆和人员跑道侵入防范系统的研发设计和应用提供指导。

本文件包括总则、规范性引用文件、术语和定义、系统组成、一般要求、监视终端、车载终端、穿戴终端,共8章。

本文件作为信息通告,供行业参考使用,后续将依据工作需要出台行业标准,进一步规范跑道侵入防范系统有关技术要求。

主编单位:中国民航科学技术研究院

首都机场集团有限公司

参编单位:首都机场集团科技管理有限公司

主 编:王旭辉 杜 强

参编人员:杨 杰 孙瑞霖 郭若愚 张泽森 牟建良

王瀚林 呼延智 刘 辰 杨 浩

参审人员:张严峰 梁满杰 涂 堃 汤新民 张 帅

邓胜吉 夏正洪 陈 通 赵万里 熊 朋

秦 超 阚 伟 毛晓柳 韩鑫鑫 李任耀

李 静 陈 琴

目 录

1 总 则	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
3.1 机场地理信息地图	2
3.2 预警区	2
3.3 地图显示分辨率	2
3.4 报警探测概率	2
3.5 错误报警概率	2
4 系统组成	2
4.1 监视终端	2
4.2 车载终端	3
4.3 穿戴终端	3
5 一般要求	3
5.1 功能要求	3
5.2 通信网络要求	4
5.3 时间同步要求	5
5.4 系统访问安全要求	5
5.5 可靠性要求	5
5.6 安装要求	6
6 监视终端	6

6.1 功能要求	6
6.2 硬件配置要求	7
7 车载终端	7
7.1 功能要求	7
7.2 性能要求	9
8 穿戴终端	11
8.1 功能要求	11
8.2 性能要求	13

1 总 则

为规范基于卫星定位的机场地面车辆和人员跑道侵入防范系统的研发设计和应用，特制定本技术要求。

运输机场（含军民合用机场民用部分，以下简称“机场”）采用卫星定位技术防范地面车辆和人员跑道侵入的系统应当符合本技术要求。

用于防范地面车辆和人员跑道侵入的系统作为一种态势感知辅助工具，可采用多种技术架构，应符合现有规章制度要求，不应改变现有工作环境和工作流程，不应免除车辆驾驶员和地面作业人员在感知态势和遵循管制指令方面的责任，也不作为管制指挥地面车辆或人员的直接依据。

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 8702 电磁环境控制限值

GB 31241 便携式电子产品用锂离子电池和电池组安全技术规范

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 19392 车载卫星导航设备通用规范

3 术语和定义

3.1 机场地理信息地图 airport geographic information map

用于描绘机场地理要素并突出其特征的一种交互式电子地图，用于访问和使用机场地理信息、描述性数据以及创建的空间分析模型，以下简称“机场地图”。

3.2 预警区 runway incursion caution area

航空器着陆和起飞地面保护区外围设置的合理缓冲区，当车辆以机场规定的最高限速进入本区域时，能够触发系统侵入预警，防止车辆和人员侵入地面保护区。

3.3 地图显示分辨率 map display resolution

在显示器上能够显示的最小地图单元。

3.4 报警探测概率 probability of detection of a warning situation

基于车辆和人员当前位置，在真实目标信号或事件存在时，正确探测到并触发报警的概率。

3.5 错误报警概率 probability of false warning

基于车辆和人员当前位置，在无真实目标信号或事件存在的情况下，错误地判定存在目标或事件，并触发报警的概率。

4 系统组成

系统由监视终端、车载终端、穿戴终端组成。

4.1 监视终端

监视终端部署在机场运行部门，具备机场跑道运行状态实时

监视、车辆与人员卫星定位追踪、侵入报警、可视化人机交互界面等功能。

4.2 车载终端

车载终端是安装于地面车辆上的设备，具备卫星定位数据采集、与监视终端实时数据交互及声光报警功能。

4.3 穿戴终端

穿戴终端是穿戴于地面人员身上的便携式设备，具备卫星定位数据采集、与监视终端实时数据交互及声光、振动报警功能。

5 一般要求

5.1 功能要求

5.1.1 实时监视与报警

系统应能通过无线通信技术，实时获取车载终端与穿戴终端采集的车辆及人员卫星定位数据，并结合跑道运行状态进行动态监测。在监测到侵入风险时，系统应采用以下方式报警：

a) 通过监视终端向机场运行部门报警；

b) 通过车载终端或穿戴终端向相关的车辆驾驶员或地面人员报警。

5.1.2 报警信号包括预警信号和告警信号。

5.1.2.1 预警信号用于提醒用户存在车辆或人员可能侵入地面保护区的情况。告警信号用于提醒用户存在车辆或人员侵入地面保护区的情况。

5.1.2.2 预警与告警信号均由声光警示信号组成，穿戴终端的报警信号还应包括振动感知。信号应能够被用户清晰分辨，且预警与告警信号在颜色、频率、音调上应有显著差异，避免混淆。

5.1.2.3 当地面车辆和人员撤出报警区域后，应立即停止相应的报警信号。报警信号不对地面车辆驾驶员或人员的工作产生负面影响。

5.1.2.4 告警信号应始终保持激活状态，不能被驾驶员或地面人员手动关闭。

5.1.3 数据管理

5.1.3.1 系统应能够连续记录不少于 1 个月的数据，存储内容包括车辆和人员定位数据（如位置坐标、速度、方向）、报警信号类别、跑道状态等。

5.1.3.2 系统支持车辆和人员历史轨迹回放，可调整回放速度（如 1 倍、2 倍、4 倍）；回放过程中不影响系统的实时监视、报警等核心功能。

5.1.3.3 系统支持以标准格式（如 CSV、XLS）导出历史报警数据，导出数据应包括时间戳、定位数据、终端标识、报警信号类别、跑道状态等信息。

5.2 通信网络要求

5.2.1 系统后台服务器与监视终端之间采用千兆以太网有线连接；车载终端和穿戴终端与后台服务器之间采用无线连接。

5.2.2 监视终端与机场本地后台服务器之间的端到端网络传输时延应低于 20 毫秒。

5.2.3 车载终端及穿戴终端的定位数据传输至机场本地后台服务器的端到端时延原则上应低于 100 毫秒。

5.3 时间同步要求

系统应采用统一授时机制，通过 NTP 协议实现时间同步，确保系统内所有设备时间偏差不大于 100 毫秒。

5.4 系统访问安全要求

5.4.1 系统的访问控制应符合 GB/T 22239 的要求，支持多级用户权限管理，确保不同级别用户仅能访问和操作其权限范围内的功能。

5.4.2 系统应具备严格的权限管理机制，能够防止非授权访问（如非法登录、越权操作），防止未经授权的数据修改、添加或删除。

5.4.3 机场地理信息数据作为关键基础设施数据的一部分，应得到充分保护（如设置访问白名单）。

5.4.4 所有定位数据和通信数据应进行加密处理，防止发生数据泄露和篡改。

5.4.5 跑道状态变更、报警设置等关键系统操作应进行审计并生成审计日志，审计日志应能连续保存不少于 1 个月的操作数据。

5.5 可靠性要求

5.5.1 车载终端和穿戴终端所使用的处理器、定位模块、通

信模块、存储单元等核心元器件以及终端嵌入式系统应自主可控。

5.5.2 系统的错误报警概率应不大于 10^{-3} ，不包括与定位信号可用性相关的误报。

5.5.3 系统的报警探测概率应大于 99%，不包括与定位信号可用性相关的漏报。

5.6 安装要求

系统的安装和运行不应应对现有的机场和航空器运行产生电磁干扰，包括但不限于对通信、导航、监视和安全系统造成电磁干扰。

6 监视终端

6.1 功能要求

6.1.1 监视终端应实时获取车载终端和穿戴终端运行状态，当车载终端、穿戴终端出现卫星信号弱等情况时，在监视终端界面上通过可视化信息（如弹窗、设备图标变化等形式）提示后台用户，确保后台用户能够及时感知异常。

6.1.2 支持用户配置车辆、人员及报警信息，并仅限具备特定权限的用户临时关闭报警信号。

6.1.3 支持具备特定权限的用户通过监视终端手动设置跑道状态或自动获取跑道状态信息，确保系统跑道状态与实际跑道状态一致。应在终端界面以明确标识形式展示跑道状态，如“跑道开放”“车辆占用”等。

6.1.4 监视终端网络中断时，应以清晰可辨的形式提示后台

用户，确保后台用户能够及时感知异常。

6.1.5 显示的机场地理信息地图分辨率应不大于 1 米，并支持用户基本操作，如地图浏览（平移、放大、缩小、旋转）、地图量测（距离量算）、地图标注（比例尺显示、坐标显示）等。

6.1.6 地图上清晰标注以下信息：

- a) 区域标识：应包括跑道预警区、地面保护区；
- b) 动态目标：应包括地面车辆、人员的实时位置及运动轨迹，宜包括航空器实时位置及航迹。

6.2 硬件配置要求

监视终端可采用通用计算机，应配备显示器、键盘、鼠标等，其中：

- a) 显示器屏幕分辨率应不低于 1920×1080 ，确保地图细节清晰可辨，满足强光环境可视性，刷新频率应确保画面流畅；
- b) 应配备网络通信模块，能够与系统后台服务器传送控制和状态信息；
- c) 应配备 RJ45 有线网络等接口，支持外接音频设备；
- d) 内存应不低于 4 GB，硬盘容量应不低于 500 GB。

7 车载终端

7.1 功能要求

7.1.1 卫星定位

支持北斗卫星导航系统（BDS）等最新卫星定位技术，定位模式支持多系统混合定位和单系统独立定位。

支持无约束惯性导航（UDR），允许设备以任意角度安装，

适应不同车辆的安装需求，确保在复杂环境下（如下穿隧道、建筑物附近）仍能保持稳定定位。

7.1.2 数据采集与传输

车载终端应能实时采集车辆的定位信息，并通过网络将数据传输至系统后台服务器。

当车辆位于预警区和地面保护区内，车载终端的定位数据采集频率应支持 5~10 次/秒（5~10 Hz）可设置。

在网络信号中断时，自动启用本地存储功能，可缓存不少于 8 小时的定位数据，待网络恢复后重新上传。

7.1.3 报警

7.1.3.1 侵入预警

当系统中跑道状态为“跑道开放”时，车辆进入预警区边界后，驾驶员应在 600 毫秒内收到侵入预警警示。

预警信号满足如下要求：

a) 视觉信号：闪烁黄色警示，闪烁频率宜不低于 1 次/秒（1 Hz）；

b) 听觉信号：语音播报（如“侵入预警”）或间歇蜂鸣警示（如每秒 1 次短促“滴”声）。

7.1.3.2 侵入告警

当系统中跑道状态为“跑道开放”时，车辆侵入地面保护区边界后，驾驶员应在 600 毫秒内收到侵入告警警示。

告警信号满足如下要求：

a) 视觉信号：闪烁红色警示，闪烁频率宜不低于 2 次/秒 (2 Hz)；

b) 听觉信号：语音播报（如“跑道侵入”）或持续急促蜂鸣警示（如连续“滴滴”声）。

7.1.4 运行状态提示

车载终端应实时监视自身运行状态，出现异常情况时应以清晰可辨的形式提示后台用户，确保后台用户能够及时感知异常，异常情况包括但不限于卫星信号不可用、网络信号不可用、车辆电源停止供电等。

7.1.5 自动启动

车载终端应在车辆启动时自动开启。

7.1.6 操作界面

根据用户需求，车载终端可配备人机交互界面。

7.2 性能要求

7.2.1 硬件配置要求

车载终端至少由存储模块、定位模块、通信模块、视觉信号装置、扬声器、电源模块组成。其中：

a) 存储模块：应满足 7.1.2 的数据存储要求。

b) 定位模块：在空旷区域，当采用单点定位技术时，车载终端定位水平精度应不大于 5 米（均方根，RMS），单点定位高程精度应不大于 5 米（RMS）。当采用差分定位技术时，伪距差分模式下，水平定位精度应不大于 1 米（RMS），高程不大于 2

米 (RMS); 载波相位差分模式下, 水平精度应优于 0.1 米 (RMS), 高程优于 0.2 米 (RMS); 测速精度不大于 0.2 米/秒 (RMS)。

c) 通信模块: 至少支持公网 4G/5G、AeroMACS、机场专用网络、LoRa 通信其中一种。

d) 视觉信号装置: 亮度清晰可辨, 避免眩光。

e) 扬声器: 音频报警信号应为间歇式, 最低强度应超过车辆内部环境噪声 10dB (A) 以上, 最高强度不超过 90dB (A)。

f) 电源模块: 兼容 12V/24V 车辆电源系统, 内置备用电池, 断电后可维持系统继续运行不少于 30 分钟。

7.2.2 外壳防护要求

a) 车内安装设备: 外壳防护应不低于 GB/T 4208 中 IP54 要求;

b) 车外安装设备: 外壳防护应符合 GB/T 4208 中 IP65 以上等级要求。

7.2.3 温度要求

车载终端应能够在 $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ 环境中长期存储, 并能在 $-30^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ 环境中长期运行, 且满足 7.1 和 7.2 中所有功能、性能要求。

在高温、高寒地区, 可根据机场所在地气象条件适当扩展车载终端的温度范围要求。

7.2.4 安全性要求

- a) 车载终端的安全性应满足 GB/T 19392 的要求；
- b) 车载终端的电磁兼容性应满足 GB/T 19392 的要求；
- c) 车载终端的电磁辐射水平应满足 GB 8702 的要求。

7.2.5 安装要求

车载终端应稳定安装以确保其正常运行，视觉信号装置安装在驾驶员视野范围内，电源及信号装置宜隐藏式安装，安装不应干扰车辆的安全，从车辆取电不应对其他系统产生不利影响。

7.2.6 维护要求

车载终端应支持固件和软件升级能力，并在启动时可自动进行设备自检，并报告故障状态。

8 穿戴终端

8.1 功能要求

8.1.1 卫星定位

支持北斗卫星导航系统（BDS）等最新卫星定位技术，定位模式支持多系统混合定位和单系统独立定位。

8.1.2 数据采集与传输

穿戴终端应能实时采集人员的定位信息，并通过网络将数据传输至系统后台服务器。

当人员位于预警区和地面保护区内，穿戴终端的定位数据采集频率应支持 1~5 次/秒（1~5 Hz）可设置，上报频率应不低于 1 次/秒（1 Hz）可设置。

在网络信号中断时，自动启用本地存储功能，可缓存不少于 8 小时的定位数据，待网络恢复后重新上传。

8.1.3 报警

8.1.3.1 侵入预警

当系统中跑道状态为“跑道开放”时，人员进入预警区边界后，应在 3 秒内收到预警警示。

预警信号满足如下要求：

a) 视觉信号：闪烁黄色警示，闪烁频率宜不低于 1 次/秒 (1 Hz)；

b) 听觉信号：语音播报（如“侵入预警”）或间歇蜂鸣警示（如每秒 1 次短促“滴”声）；

c) 振动信号：短促间歇振动，振动频率宜为 150~200 Hz。

8.1.3.2 侵入告警

当系统中跑道状态为“跑道开放”时，人员侵入地面保护区边界后，应在 3 秒内收到侵入告警警示。

告警信号满足如下要求：

a) 视觉信号：闪烁红色警示，闪烁频率宜不低于 2 次/秒 (2 Hz)；

b) 听觉信号：语音播报（如“跑道侵入”）或持续急促蜂鸣警示（如连续“滴滴”声）；

c) 振动信号：持续高强度振动，振动频率宜为 150~200Hz。

8.1.4 运行状态监视

穿戴终端应实时监视自身运行状态，出现异常情况时应以清

晰可辨的形式提示相应用户，确保后台用户能够及时感知异常，异常情况包括但不限于卫星信号不可用、网络信号不可用等。

8.1.5 操作界面

根据用户需求，穿戴终端可配备人机交互界面。

8.2 性能要求

8.2.1 硬件配置要求

穿戴终端至少由存储模块、定位模块、通信模块、视觉信号装置、扬声器、振动模块、电源模块组成。其中：

a) 存储模块：应满足 8.1.2 的数据存储要求。

b) 定位模块：在空旷区域，穿戴终端定位水平精度应不大于 5 米（均方根，RMS），单点定位高程精度应不大于 5 米（RMS）；差分定位精度应不大于 1 米（RMS）。

c) 通信模块：至少支持公网 4G/5G、机场专用网络、LoRa 通信其中一种。

d) 视觉信号装置：亮度清晰可辨，避免眩光。

e) 扬声器：音频报警信号应为间歇式。

f) 振动模块：应能够提供明确的触觉反馈。

g) 电源模块：穿戴终端电量应能保证连续使用 8 小时以上，穿戴设备电池须满足 GB 31241 的有关要求。

8.2.2 外观要求

采用轻量化设计，确保穿戴舒适、便携；可采用腕带、夹扣、工牌等穿戴方式。

8.2.3 外壳防护要求

外壳防护应不低于 GB/T 4208 中的 IP55 要求。

8.2.4 温度要求

穿戴终端应能够在 $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ 环境中长期存储，并能在 $-30^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ 环境中长期运行，且满足 8.1 和 8.2 中所有功能、性能要求。

高温、高寒地区机场可根据所在地实际气象条件扩展穿戴终端的温度范围要求。

8.2.5 安全性要求

穿戴终端的电磁辐射水平应满足 GB 8702 的要求。使用穿戴终端时不应干扰人员正常工作和安全，不应对人员使用的其他作业系统产生不利影响。