

T/CCAATB

中国民用机场协会团体标准

T/CCAATB 0050—2023

运输机场机坪作业监管智能视频分析 系统建设指南

Construction guidance of intelligent video analysis system for transport airport apron
operation supervision

2023-11-17 发布

2023-12-17 实施

中国民用机场协会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	2
4 总体原则	3
4.1 整体要求	3
4.2 建设原则	3
5 总体设计	4
5.1 系统架构	4
5.2 与其他系统的关系	5
5.3 视频服务	5
5.4 算法服务	5
5.5 应用功能	6
5.6 系统安全	7
5.7 摄像机部署	7
5.8 系统性能	8
附录 A	9
参考文献	10

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。

本文件由中国民用机场协会机场新技术推广应用专业委员会、深圳市机场（集团）有限公司提出。

本文件由中国民用机场协会归口。

本文件起草单位：深圳市机场（集团）有限公司、捻果科技（深圳）有限公司。

本文件主要起草人：张立轩、林勤康、颜昭昊、夏媛、崔雪君、刘明冬、李扬、黄奕棉、曾小菊、莫文姣、陈丐坤、郭长友。

本文件为首次发布。



引 言

近年来，中国民航加快落实新时代民航强国建设和高质量发展等有关要求，坚持安全发展底线和智慧民航建设主线，应用新一轮科技革命和产业变革的最新成果，以智慧机场、智慧监管等为抓手，运用大数据、云计算、人工智能等新技术，创新民航监管方式，推动实现安全监管的规范化、智能化、精准化。

机坪作为航班保障的主要场地，涉及的作业主体多、面积广、分布散。目前，机坪作业监管主要采用现场巡查和传统视频监控方式，存在问题发现滞后和遗漏的风险，大部分视频监控影像仅作为事后追溯取证使用，没有充分发挥数据在重大隐患识别、风险研判、预测预警和及时应对中的作用。因此，构建一套全时段、智能化识别机坪作业违规行为的系统，可以有效降低安全风险，辅助业务管理部门高效处置决策，提升作业监管效能。为适应我国智慧机场建设需求，指导运输机场建设机坪作业监管智能视频分析系统，编制本文件。

编制组以MH/T 5049《四型机场建设导则》为指导，按照《运输机场运行安全管理规定》（交通运输部令2022年第7号）、《运输机场机坪运行管理规则》（民航规〔2022〕20号）、MH/T 7003《民用运输机场安全保卫设施》等相关文件要求，通过对运输机场机坪作业监管智能视频分析系统进行深入研究，认真总结国内机场相关成功实践经验和实际情况需要，经反复论证、协调和修改，充分征求行业专家和管理部门的意见后，形成本文件。



运输机场机坪作业监管智能视频分析系统建设指南

1 范围

本文件提供了运输机场机坪作业监管智能视频分析系统建设的总体原则、系统架构、算法服务、应用功能、系统性能和系统安全等建议。

本文件适用于运输机场机坪作业监管智能视频分析系统的建设。

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 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求

MH/T 0069 民用航空网络安全等级保护定级指南

MH 5001-2021 民用机场飞行区技术标准

MH/T 5002-2020 运输机场总体规划规范

MH/T 5049-2020 四型机场建设导则

MH/T 6125-2022 机场协同决策系统技术规范

MH/T 7003 民用运输机场安全保卫设施

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1 目标 target

监控画面中的航空器、人员、车辆、设施设备等特定对象。

3.1.2 视频分析 video analysis

使用计算机图像视觉分析技术，对视频中目标的特征属性、行为等进行检测或识别判断。

3.1.3 机坪 apron

机场内供航空器上下旅客、装卸邮件或货物、加油、停放或维修等使用的一块划定区域。

[来源：MH 5001-2021，2.1.34]

3.1.4 机坪作业监管 apron operation supervision

对机坪内各项生产作业过程中的人员、车辆、设施设备的作业规范性进行监督管理。

3.1.5 机坪作业监管智能视频分析系统 intelligent video analysis system for apron operation supervision

运用先进的信息和智能技术,实现机坪生产作业的全天候、智能化监管功能,当识别到违规行为时,自动发布告警信息,对违规告警数据进行二次应用。

3.1.6 目标识别率 target recognition rate

对监控画面中实际出现的目标做出正确识别的百分比。

$$t = \frac{m}{M} \times 100\%$$

式中:

t——目标识别率

m——正确识别出的目标样本数

M——实际出现的目标总样本数

3.1.7 目标识别准确率 target recognition accuracy

对监控画面中识别出的目标做出正确判断的百分比。

$$\text{acc}_t = \frac{m}{N} \times 100\%$$

式中:

acc_t——目标识别准确率

m——正确识别出的目标样本数

N——识别出的目标总样本数

3.1.8 目标行为分析识别率 target behavior analysis recognition rate

对监控画面中实际发生的目标行为做出正确识别的百分比。

$$b = \frac{f}{F} \times 100\%$$

式中:

b——目标行为分析识别率

f——正确识别出的目标行为样本数

F——实际发生的目标行为总样本数

3.1.9 目标行为分析准确率 target behavior analysis accuracy

对监控画面中识别出的目标行为做出正确判断的百分比。

$$\text{acc}_b = \frac{f}{H} \times 100\%$$

式中:

acc_b——目标行为分析准确率

f——正确识别出的目标行为样本数

H——识别出的目标行为总样本数

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

GPU:图形处理器 (Graphics Processing Unit)
CPU:中央处理器 (Central Processing Unit)
SDK:软件开发工具包 (Software Development Kit)
RTSP:实时流传输协议 (Real Time Streaming Protocol)

4 总体原则

4.1 整体要求

4.1.1 根据《运输机场运行安全管理规定》(交通运输部令 2022 年第 7 号)和《运输机场机坪运行管理规则》(民航规〔2022〕20 号)要求,机场管理机构负责机坪的统一管理,应当组织建立覆盖全区域、全链条、全要素的机坪运行监督检查制度,根据机坪布局、机位使用情况、保障作业单位的作业量等因素,制定日常监督检查计划,对机坪地面交通、航空器保障作业、现场维护作业、设施设备的使用管理等内容进行动态巡视检查,确保机坪持续处于适用状态。同时, MH/T 7003 明确了各类机场视频监控系统建设及技术指标要求,为视频图像的深层次应用提供了硬件基础。

4.1.2 系统应围绕机坪运行监管、主动安全防控等业务需要,解决人工监管和传统视频监管模式效率低、覆盖面有限、时效性不足和数据效能低等问题,提供基于智能视频分析技术的机坪作业行为自动识别、违规告警功能,实现非现场监管和精准监管,支持违规数据的人工复核、违规处置和存储分析,以达到有效降低安全隐患、优化资源配置、改进保障流程和提升机场安全运行管理效能的目标。

4.1.3 中大型以上规模的机场宜建设机坪作业监管智能视频分析系统,其他机场可根据实际需求、经评估后决定是否建设本系统。机场规模分类可参照 MH/T 5002-2020 中 4.1.3 的分类方式。

4.2 建设原则

4.2.1 先进性

各机场根据业务需求的满足度、技术成熟度等因素,宜采用先进的概念、技术、方法、设备,既成熟可靠,又符合技术发展方向。

4.2.2 开放性

系统宜采用通用、开放的体系架构,具有可扩展性和兼容性,充分考虑与机场其他相关系统的协调配合及可对外提供的数据,并支持通过接口将数据提供给外部系统使用。

4.2.3 安全性

系统应遵从国家、行业关于网络安全、数据安全的有关要求,采取必要的加密存储、传输手段和安全管理策略。

4.2.4 可靠性

系统应支持 7x24 小时连续正常运行,宜采用设备冗余、集群和负载均衡等方式,减少因基础设施故障而导致的业务中断和数据丢失等问题。

4.2.5 可维护性

系统宜支持通过监控和诊断工具实现简明、方便、有效的维护管理。

4.2.6 经济性

系统在满足总体规划、保护既有投资的基础上，根据建设规模和业务要求，优先考虑满足系统建设条件已有的摄像机、计算资源等基础设施的使用，算法服务宜支持与 AI 算法平台的集成、融合，避免重复建设。

5 总体设计

5.1 系统架构

参照 MH/T 5049-2020 智慧机场全量化建设参考框架，系统架构主要包括应用层、平台层、基础设施层、端层，见图 1 所示。

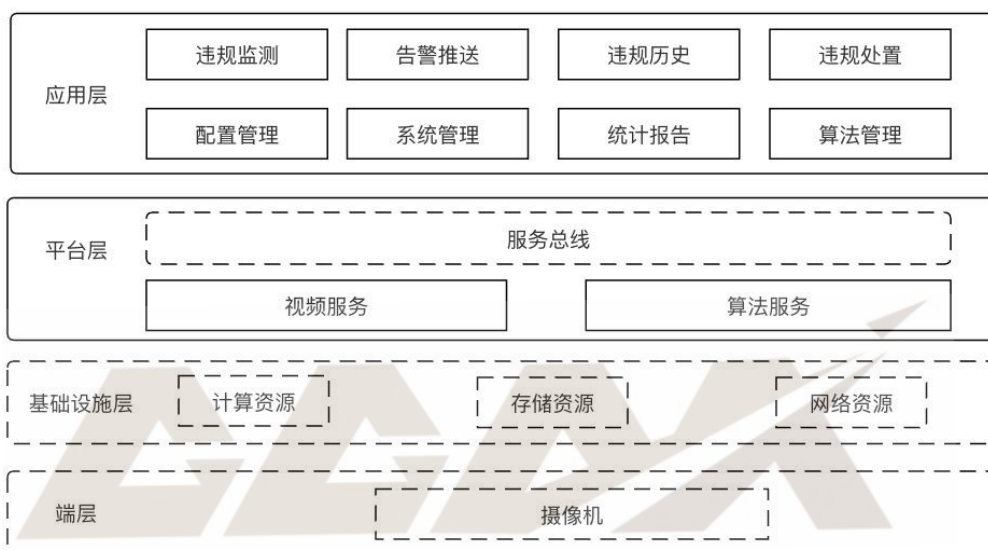


图 1 系统架构图

（注：虚框表示可利用已有的端层、基础设施层、服务总线的功能）

5.1.1 端层包括可获取视频流的高清网络摄像机，系统通过高清网络摄像机采集航空器、人员、车辆和设施设备等目标的监控视频。

5.1.2 基础设施层为系统提供计算资源、存储资源、网络资源。算法服务器宜采用 GPU，每路摄像机数据传输带宽宜不低于 4Mbps。

5.1.3 平台层是用于向应用层提供视频服务、算法服务等核心服务能力。系统宜通过服务总线或接口的方式实现数据传输，包括航班动态信息获取以及违规数据推送等。

5.1.4 应用层是面向系统用户的应用功能承载层，应包含违规监测、推送告警、违规历史、算法管理、配置管理功能，宜包含统计报告、系统管理等功能，宜支持通过大屏、PC 端、移动端、管理报表、决策报告等形式进行呈现。

5.1.5 系统宜支持云化架构，结合应用场景、网络带宽等实际情况，可采用边缘侧部署模式。

5.2 与其他系统的关系

5.2.1 系统与视频监控系统、航班信息集成系统、大数据平台等其他系统的关系见图 2。

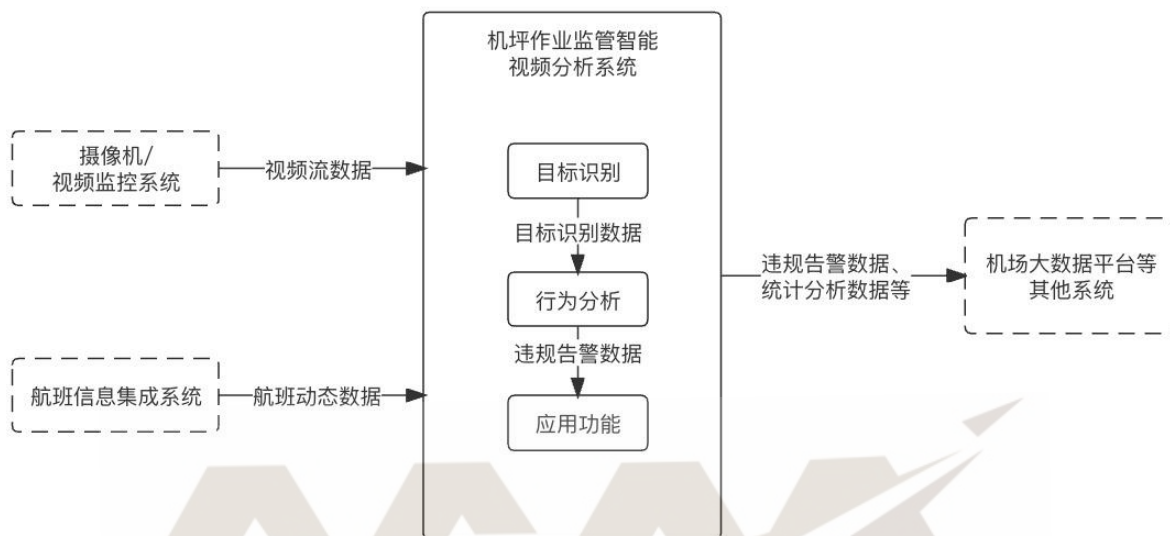


图 2 与其他系统关系图

5.2.2 系统宜支持通过 GB/T28181、RTSP 等主流通用协议或 SDK 方式获取视频监控系统中的实时视频流数据。视频流数据分辨率宜不低于 1080P，码率宜不低于 2Mbps，帧速率宜不低于 25Fps，视频流宜不出现卡顿、丢帧等情况。

5.2.3 系统宜通过航班信息集成系统获取航班动态数据，用于触发算法服务。例如，在航班预计到达时间前 15 分钟启动机位适用性检查算法。

5.2.4 系统通过对监控画面中的目标行为进行识别分析，生成违规告警数据，可用于告警联动、事件调查和态势分析等，相关数据可通过服务总线或接口与其他系统进行交互。

5.3 视频服务

5.3.1 宜通过标准协议（如 RTSP）对获取到的实时视频流实现结构化分析和处理。

5.3.2 宜包含视频的丢失、抖动、遮挡、失焦、对比度异常等视频异常检测功能。

5.4 算法服务

5.4.1 各机场按照交通运输部令 2022 年第 7 号、中国民用航空总局令第 170 号、民航规〔2022〕20 号等相关文件要求和业务要求设置算法规则。机坪作业监管智能视频分析应用场景示例参见附录 A。

5.4.2 算法服务应包括目标识别、行为分析等服务。

5.4.3 目标识别算法从监控视频中提取预设目标,快速区分并识别目标对象,识别结果涵盖目标类型、属性、坐标等数据。宜支持对视频监控画面中不小于 72*72px 像素的目标识别,在白天且天气良好的情况下,目标识别率和目标识别准确率宜不低于 95%;在夜晚或多云、雨雾天气的情况下,目标识别率和目标识别准确率宜不低于 92%。

5.4.4 行为分析算法在目标识别结果的基础上,结合生产保障作业进程,对人员和车辆作业规范、设备摆放规范等分析,如果满足设定的条件,则发出告警信息,并存储告警视频和告警图片。宜支持对视频监控画面中不小于 72*72px 像素的目标识别,在白天且天气良好的情况下,目标行为分析识别率和准确率宜不低于 92%;在夜晚或多云、雨雾天气的情况下,目标行为分析识别率和准确率宜不低于 88%。

a) 宜支持识别人员数量、运动轨迹、指令动作、站位、到达时间、离开时间等,包括工作人员的反光服饰检测、人员数量统计和动作规范性检测等。当存在工作人员违规或旅客入侵等行为时进行告警。

b) 宜支持识别车辆类型、行驶状态、行驶速度、拖挂数量、到达时间、离开时间等,可按车辆类型设定停车区域、停放点和行驶区域。当车辆存在未按规定车道、路线行驶,未按规定区域停放,拖挂数量超限或超速等行为时进行告警。

c) 宜支持识别设施设备摆放点位、区域、状态、摆放时间、撤离时间等,可按设施设备类型设定设施设备的摆放区域、摆放点。当设施设备存在未按规定地点、时间摆放、设施设备意外移动等情况时进行告警。

5.4.5 以上算法不限单一形式,可根据机场实际作业监管业务需求进行多要素、多类别组合应用。算法服务宜支持与 AI 算法平台的集成,提升算法利用率,促进 AI 资源共享。

5.5 应用功能

5.5.1 违规监测

系统支持以列表、图表等形式展示违规事件信息,支持违规事件详情查看,包括违规事件发生时间、地点、类型、等级、违规事件前后短录像、抓拍图和实时视频等内容。

5.5.2 告警推送

当系统监测到违规事件后可根据预设违规事件的不同告警等级,实时向终端用户推送违规告警信息,并支持人工对违规事件进行确认。

5.5.3 违规历史

保存历史违规记录的详细信息,支持历史违规事件的查询、下载。视频图像数据和相关信息保存时限应不少于 90 天。

5.5.4 违规处置

支持对违规事件的处置管理,包括事件起因、责任单位、处理流程状态、处理结果等。

5.5.5 统计报告

支持对违规事件的统计和分析,可针对违规事件类型、违规事件发生区域、违规事件所涉机坪作业单位、全天违规事件分布数量、生产作业违规态势等维度自动生成分析报告,支持报告的查询、下载。

5.5.6 配置管理

a) 停机位管理

支持对停机位信息的管理，包括停机位编号、停机位类型等。

b) 摄像机管理

支持对摄像机所在的停机位、IP 地址等信息的管理，提供对摄像机监控画面中指定监控区域、检测边界线和点位的划线设置功能，如机位安全线区域、服务车道区域、车辆停放区域、设施设备摆放区域、边界线、点位等。

5.5.7 算法管理

支持算法与摄像机、停机位信息的关联，提供算法触发条件、算法运行持续时间等参数的设置。

5.5.8 时钟同步

支持与机场时钟系统进行时钟同步。

5.5.9 系统管理

a) 用户权限管理

具备用户注册、身份认证、权限管理、访问控制等功能。

b) 系统监控

宜支持对系统服务器运行状态监控的图形化展示。

c) 日志管理

支持系统日志、用户日志、设备日志的记录、查询和导出。

5.6 系统安全

5.6.1 系统应遵照 GB/T 22239 以及 MH/T 0069 进行等级保护定级，并采取相应的安全保护措施。

5.6.2 系统软件及设备都应遵循最小授权、最小安装原则，加强对账号、口令、服务、端口的安全管理，定期开展漏洞扫描和恶意代码检测，及时安装安全补丁。

5.6.3 系统应遵从国家网络安全和数据安全的有关要求，保障数据的机密性、完整性、可用性。

5.6.4 系统与外部系统通信时应采用防火墙等网络安全措施实现边界防护。

5.7 摄像机部署

- 5.7.1 宜采用宽动态、低照度、具备夜视功能的高清网络摄像机。
- 5.7.2 视频编解码宜支持 H.264、H.265 等业界主流编解码格式。
- 5.7.3 摄像机的安装高度应确保摄像机与航空器、车辆和设施设备等识别目标之间没有遮挡物。
- 5.7.4 摄像机架设角度宜在 35° - 55° ，停机位摄像机视角范围应覆盖航空器全貌、机位安全线区域及临时停放区，道路摄像机视角范围应覆盖完整路段，设备停放区摄像机视角范围应覆盖设备停放区全域，满足识别目标清楚可见、整体成像清晰。
- 5.7.5 现有摄像机经评估满足上述部署要求的，可直接使用现有摄像机。

5.8 系统性能

系统在摄像机架设满足算法检测要求，以及视频质量满足相关描述要求的情况下，各项指标性能满足以下要求：

- a) 附加逻辑组合条件的模糊搜索响应时间宜不高于 2 秒；
- b) 统计报表响应时间宜不高于 5 秒；
- c) 参照 MH/T 6125-2022 附录 A 中的算法指标要求，系统告警通知时间和实际违规事件发生时间偏差宜不高于 30 秒。



附录 A
(资料性)
应用场景

表A.1列举了智能视频分析技术在机坪作业监管的应用场景。如需对工作人员的指令动作、引导手势进行规范统一，保障车辆、设施设备进行特殊涂装、标识或改造，工种服饰进行颜色划分、标识或改造等，宜提前论证和评估。

表A.1应用场景示例

序号	应用场景	说明
1	接机人员到位情况	结合航班动态信息，判断接机人员是否在航空器入位前指定时间内到达保障机位。
2	机位适用性检查	结合航班动态信息，对机位安全线区域进行划分，识别接机人员在指定区域中出现的时间、数量等信息，对接机人员在航空器入位前指定时间内的适用性检查行为进行判断。
3	违规摆放、撤离反光锥形标志物	在航空器处于安全停泊状态下，判断指定位置是否按规定摆放反光锥形标志物；在航空器滑出或推出前，确认机位安全线区域内不存在影响航空器推出的障碍物的情况下，方可撤离反光锥形标志物。
4	航空器入离位服务车道指挥引导	在航空器入位、离位过程中，判断是否有机务人员在服务车道对过往人员和车辆进行安全引导。
5	航空器推出安全监护	在航空器推出过程中，判断送机人员是否对航空器周围及牵引路线进行安全监护等。
6	反光服饰检测	判断监控画面中的人员是否穿着反光标识的服装。
7	侵入识别	在监控画面中设定告警区域/线，当人员、车辆、设施设备错误地出现或存在指定区域、越过告警线的情况下，系统自动发出告警。
8	靠接、撤离航空器指挥	判断车辆、廊桥等靠接、撤离航空器时，是否有工作人员按规范进行指挥。
9	堵塞机位消防紧急通道识别	当航空器在加油时，判断在停机位内是否有车辆、设施设备等阻碍加油车前方的紧急通道。
10	车辆遇停未停识别	判断车辆在经过指定停车观察点时，是否停车观察后再通行；判断车辆在服务车道行驶遇航空器入位时，是否停车等待。
11	大件物品掉落识别	判断车辆在服务车道行驶过程中是否有大件物品（行李、箱体）掉落。
12	车辆停放规范识别	判断车辆是否按规定停放在指定区域，如非VIP车辆停放在VIP车位。
13	车辆行驶规范识别	判断车辆是否按规定路线行驶，是否存在压实线、超速等违规行为。
14	拖车拖挂数量超限	判断拖车拖挂数量是否超出限定数量。
15	设施设备摆放规范识别	判断设施设备如反光锥形标志物、牵引杆等是否按规定摆放在指定区域。
16	廊桥试桥、归位识别	在航空器入位前，判断廊桥是否按规定试桥，试桥结束后是否及时归位。

参 考 文 献

- [1] 《民航局关于促进机场新技术应用的指导意见》（民航发〔2019〕70号）
 - [2] 《机场新技术推广应用管理办法》（民航规〔2021〕44号）
 - [3] 《运输机场运行安全管理规定》（交通运输部令2022年第7号）
 - [4] 《民用机场航空器活动区道路交通安全管理规则》（中国民用航空总局令第170号）
 - [5] 《运输机场机坪运行管理规则》（民航规〔2022〕20号）
-

