

附件：



中国民用航空局机场司

编 号：

下发日期：20XX 年 XX 月 XX 日

**民用机场飞行区工程建设
智能化监控技术指南
(征求意见稿)**

前 言

机场建设是一个复杂的系统工程，投资大、建设周期长，涉及因素众多，在建设过程中面临着许多难题。为了迎接并化解所面临的挑战，机场建设应充分利用现代先进技术，实施建设过程的智能化监控和管理，确保工程建设质量，提升建设管理水平与效率，创建品质工程。

飞行区工程建设智能化监控能够实现多种施工数据的信息化和精准化管理，确保各种施工数据和检测结果的真实性、可靠性和完整性，及时发现和消除施工中可能存在的风险，实现施工进度、质量和安全的有效管理和控制提升施工效率。

为适应我国“智慧机场”建设需要，指导民用机场建设智能化监控，编制本指南。在本指南编制过程中，编写组深入开展调研，认真总结我国机场建设施工的实践经验，借鉴其他行业相关研究和应用成果，针对机场飞行区工程建设的特点和要求，明确机场飞行区开展智能化监控的基本条件，提出性能和建设要求，制订工程建设智能化监控技术标准。经广泛征求意见和多次专家评审，并反复讨论和修改后定稿。

本指南编制遵循“协调性、适用性、一致性、规范性、引领性”的原则，与国际通行标准接轨，注重指南的可操作性。

本指南共分9章，主要包括总则、缩略语、基本规定、系统监控平台、前端智能化监控设备、后端硬件设备、数据通信与定位基准站、施工智能化监控、其他智能化监控。

本指南执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，积累资料，如发现问题或需要补充之处，请及时将修改意见、建议函告民航专业工程质量监督总站（邮箱：zoutn@163.com，电话：010-64055959-7016，地址：北京市朝阳区阜通东大街6号方恒国际中心A座7层，邮编100102），以供修订时参考。

主编单位：民航专业工程质量监督总站

北京中企卓创科技发展有限公司

参编单位：中国民航机场建设集团有限公司

成都天府国际机场建设指挥部

主 编：

参编人员：

主 审：

参审人员：

目 次

1	总 则	1
2	缩略语	2
3	基本规定	4
3.1	一般规定	4
3.2	信息安全	4
3.3	实施模式和管理方法	4
3.4	智能化监控内容	4
3.5	成果形式	5
4	系统监控平台	6
4.1	一般规定	6
4.2	主要功能和性能参数	6
5	前端智能化监控设备	7
5.1	一般规定	7
5.2	技术要求	7
6	后端硬件设备	8
6.1	一般规定	8
6.2	技术要求	8
7	数据通信与定位基准站	9
7.1	数据通信	9
7.2	定位基准站	9
8	施工智能化监控	11
8.1	土石方工程	11
8.2	道面工程	12
9	其他智能化监控	14
9.1	试验检测	14
9.2	视频监控	14

1 总 则

1.0.1 为推进民用机场飞行区工程建设智能化监控技术的应用，提升工程信息化水平，促进机场建设科学化、精确化和标准化，编制本指南。

1.0.2 本指南适用于民用机场（含军民合用机场民用部分）新建和改（扩）建工程中飞行区工程的施工过程监控、质量安全监控和工程管理。其他工程可以参照执行。

1.0.3 民用机场飞行区工程建设监控技术应体现智能化的特点。

1.0.4 民用机场飞行区工程建设智能化信息作为基础数据，为智慧机场全寿命期提供支撑。

1.0.5 民用机场飞行区工程建设智能化监控技术除参照本指南外，尚应符合国家、行业现行有关标准、规范的规定。

2 缩略语

2.0.1 GIS Geographic Information System

地理信息系统

2.0.2 云 GIS

将云计算的各种特征用于支撑地理空间信息的各要素,包括建模、存储、处理等等,从而改变用户传统的 GIS 应用方法和建设模式,以一种更加友好的方式,高效率、低成本的使用地理信息资源。

2.0.3 GNSS Global Navigation Satellite System

全球导航卫星系统

2.0.4 CORS Continuously Operating Reference Stations

利用多基站网络 RTK 技术建立的连续运行(卫星定位服务)参考站

2.0.5 RTK Real-time Kinematic

实时动态载波相位差分技术

2.0.6 NTRIP Networked Transport of RTCM via Internet Protocol

通过互联网进行 RTCM 网络传输的协议

2.0.7 RTCM Radio Technical Commission for Maritime services

国际海运事业无线电技术委员会,是国际标准组织,提出了 GNSS 差分信号格式。

2.0.8 IP67 Ingress Protection 67

外壳防护,IP 等级是针对电气设备外壳对异物侵入的防护等级,格式为 IPXX,其中 XX 为两个阿拉伯数字,第一标记数字表示接触保护和外来物保护等级,第二标记数字表示防水保护等级。

2.0.9 10g, 10Hz~400Hz

10 倍重力加速度下,振频范围 10Hz 到 400Hz。

2.0.10 WiFi Wireless-Fidelity

无线宽带

2.0.11 WPA2/WPA2-PSK

WiFi 的加密类型

2.0.12 BDS BeiDou Navigation Satellite System

北斗卫星导航系统

2.0.13 GPS Global Positioning System

全球定位系统

2.0.14 GLONASS Global Navigation Satellite System

俄罗斯的全球卫星导航系统

2.0.15 碎石桩

振动沉管碎石桩

2.0.16 CFG 桩

水泥粉煤灰碎石桩

2.0.17 DDC 桩

孔内深层强夯桩

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 民用机场飞行区工程建设智能化监控是智慧机场在建设阶段的重要内容,是推进民用机场信息化建设的主要途径。

3.1.2 民用机场飞行区工程建设智能化监控,主要包括施工过程监控、质量安全监控和工程管理等内容。

3.1.3 对于直接工程费大于 5 亿元的大型飞行区场道工程,应积极实施智能化监控,其它机场可根据实际需要开展相应工作。

3.1.4 应积极推进土石方工程、道面工程、试验检测以及视频监控等领域智能化监控技术的应用,其他领域待条件成熟后也应实施。

3.1.5 建设过程可根据需要设置健康监测系统,结合工程建设智能化监控信息,为智慧机场设施的运行提供数据基础。

3.2 信息安全

3.2.1 应遵循国家对信息安全的相关规定,包括保密管理、涉密信息数据、涉密计算机及系统管理等。

3.2.2 应遵循行业对相关工程信息安全的要求。

3.3 实施模式和管理方法

3.3.1 机场飞行区工程建设智能化监控系统应由建设单位统一规划,智能化监控服务方负责监控平台建设、运营与维护,施工、监理和试验检测等单位应配备专职人员负责智能化监控平台日常使用。通过各参建单位的协同管理机制,实现智能化监控的有效实施。

3.3.2 相关单位应制定智能化建设监控管理制度。

3.3.3 智能化监控的管理和作业人员应经过专门技术培训。

3.4 智能化监控内容

3.4.1 机场飞行区工程建设智能化监控系统,主要分为系统监控平台、前端智能化监控设备以及后端硬件设备三大部分。

3.4.2 按功能划分主要包括土石方工程施工智能化监控、道面工程施工智能化监控以及其他智能化监控等。

3.4.3 机场飞行区工程建设智能化监控系统应根据机场建设施工规模及内容,制定相应的智

能化施工监控方案。

3.5 成果形式

3.5.1 智能化监控报告的显示和存储应符合下列规定：

- 1 智能化监控报告应包含图形和数字方式直观反映整个区域的施工信息；
- 2 智能化监控报告相关信息应采用易于读取和存储的数据；
- 3 智能化监控报告除应进行常规存档外，且应进行电子数据存档。

3.5.2 智能化监控报告应能全面提供监控区域的工程信息，主要包括工程名称、时间、位置、监控参数等，可分为日报、周报、月报、归档报告、总结报告等形式。

3.5.3 智能化监控报告应以常规和电子报告形式提交建设和监理单位签署确认后存档。

4 系统监控平台

4.1 一般规定

- 4.1.1 系统监控平台宜基于云 GIS 架构设计。
- 4.1.2 系统监控平台应具备兼容性,统一数据格式及接口,具备接入各类型智能化监控信息及其他相关信息的功能。
- 4.1.3 系统监控平台应具备安全性,由智能化监控服务方统一维护并进行权限管理。
- 4.1.4 接收存储数据的容量应满足项目的需要。
- 4.1.5 智能化监控信息应按规定分类存档。

4.2 主要功能和性能参数

- 4.2.1 系统监控平台应具备接收前端数据,以及存储、统计、分析和展示的功能。
- 4.2.2 系统监控平台宜具备基于 GIS 的机场建设电子化地图管理。
- 4.2.3 系统监控平台应具有土石方工程施工监控管理、道面工程施工监控管理以及其他监控管理的基本功能。
- 4.2.4 系统监控平台应具备将采集到的数据进行实时解算、分析、处理、转换成相关施工质量、安全信息,并进行实时可视化显示、查询、分析、统计及预警的功能。
- 4.2.5 系统监控平台应逐步具备智能的学习、分析、推理和决策等功能。
- 4.2.6 系统监控平台应具备相关设备信息、施工过程数据的统一管理功能。
- 4.2.7 系统监控平台应具备按要求生成报告的功能。
- 4.2.8 系统监控平台宜具备回放现场施工过程监控的功能。
- 4.2.9 系统监控平台界面应明确标识可支持的用户和前端智能化监控设备的最大数量。
- 4.3.10 系统监控平台的性能参数应符合下列要求:
 - 1 数据接收频率应不小于 0.5Hz;
 - 2 图形显示刷新时间应不大于 3s。

5 前端智能化监控设备

5.1 一般规定

5.1.1 应根据机场建设施工工法及性能要求采用相应的智能化监控设备。

5.1.2 前端智能化监控设备主要由北斗 GNSS 高精度定位设备、各类型传感器、数据采集与分析处理元件、设备控制软件和显示装置等组成。

5.1.3 前端智能化监控设备应符合国家有关仪器标准要求，各组成部分相互匹配，满足要求的精度。

5.1.4 前端智能化监控设备应满足通用性、适配性、可靠性和稳定性的要求。

前端智能化监控设备应具有数据实时采集、存储、统计、分析和展示等基本功能。

5.1.5 前端智能化监控设备应具有数据缓存功能，支持断点续传。

5.2 技术要求

5.2.1 前端智能化监控设备的技术性能应符合以下要求：

- 1 设备应支持国家 CORS 网络的 NTRIP 加密差分协议，以保证安全稳定；
- 2 位置坐标应包含国家 2000 大地坐标及机场所使用的 A/B 坐标或 P/H 坐标；
- 3 设备控制软件应能将采集到的定位数据、传感器数据等进行实时解算、分析、处理和转换成相应的施工过程信息，并能实现信息反馈；
- 4 显示装置应能实时以数字、图形和声光等方式展示施工过程中的相关信息。

5.2.2 前端智能化监控设备的耐久性应符合以下要求：

- 1 应具备正常使用条件下两年以上的寿命期；
- 2 宜具备组件式安装，实现便捷的零部件替换；
- 3 应具备连续工作、不宕机的基本功能；
- 4 当发生故障后，应能便捷的通过维修排除故障。

5.2.3 前端智能化监控设备的防护性能应符合以下要求：

- 1 工作温度范围 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ；
- 2 防水防尘等级 IP67；
- 3 湿度 100%无冷凝；
- 4 抗振 10g, 10Hz $\sim$ 400Hz。

5.2.4 设备的计量精度应符合相关要求。

5.2.5 设备使用前应标定，误差在相关规范允许的范围内。

6 后端硬件设备

6.1 一般规定

6.1.1 宜根据项目规模、系统并发用户数和系统运行预期数据量等指标，选择满足系统运行要求、适配数量的后端硬件设备。

6.1.2 后端硬件设备主要由服务器、磁盘阵列、交换机、显示屏及不间断电源等部分组成。

6.1.3 后端硬件设备应满足通用性、可扩展性和可维护性要求。

6.2 技术要求

6.2.1 服务器应满足数据库、定位差分基准站、系统监控平台等数据的存储、访问和处理要求。配置数量应不低于两台，满足一主一备要求。

6.2.2 视频监控的建设内容应具备专用的视频服务器和存储设备。存储设备应具备检测、预警、修复和数据备份等功能，存储时间不小于 3 个月且具备可扩展性。

6.2.3 交换机应具备不低于 20 个千兆以太网端口和不低于 4 个万兆以太网端口。

6.2.4 不间断电源应能支持服务器和存储设备的不间断工作 6 小时。

6.2.5 后端硬件设备的耐久性应符合以下要求：

- 1 应具备正常使用条件下五年以上的寿命期；
- 2 宜具备组件式安装，实现便捷的零部件替换；
- 3 应具备连续工作、不宕机的基本功能；
- 4 当发生故障后，应能便捷的通过维修排除故障。

7 数据通信与定位基准站

7.1 数据通信

7.1.1 数据通信应符合下列要求:

- 1 数据通信应具有网络加密功能, 以保证数据的安全性;
- 2 应根据现场实际网络条件, 选择运营商通信网络、工地 WiFi 或数传电台等方式实现数据通信;
- 3 现场运营商通信网络应保障 3G 及以上;
- 4 对于现场运营商通信网络信号无法有效覆盖区域, 应采用具有合法频段的数传电台或工地 WiFi, 实现现场数据通信的有效覆盖。

7.1.2 数据通信的技术指标应符合下列要求:

- 1 运营商通信网络的上行速率宜不小于 50Mbps、下行速率宜不小于 100Mbps;
- 2 工地 WiFi 的最高速率宜不小于 300Mbps, 支持 WPA2/WPA2-PSK 等加密方式;
- 3 数传电台应为收发一体电台, 支持多种通讯协议, 且满足以下要求: 工作温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 、防水防尘等级不低于 IP67、湿度 100%无冷凝、抗振性能 10g, 10Hz $\sim$ 400Hz。

7.2 定位基准站

7.2.1 定位基准站应符合下列要求:

- 1 定位基准站应采用国际通用且符合国家、行业相关规定的定位技术, 满足安全性、通用性和可扩展性要求;
- 2 定位基准站应采用我国自主建设的 BDS (北斗 GNSS 定位系统), 并可同时兼容 GPS、GLONASS 等;
- 3 定位基准站差分数据的通信方式分为运营商网络发送和电台发送两种, 现场应根据实际需求进行类型选择。在条件允许的情况下, 应采用运营商网络发送方式。

7.2.2 定位基准站的设置应符合下列要求:

- 1 基准站天线的站址应选择地势较高位置, 周围通视无遮挡, 高度截止角应不小于 15° ;
- 2 基准站架设应考虑防水、稳定供电和电磁干扰等因素;
- 3 基准站的卫星接收天线应采用观测墩架设。天线基座应保证稳固, 无明显沉降;
- 4 相关排线应充分考虑到现场的实际情况, 消除安全隐患。

7.2.3 定位基准站的坐标转换步骤如下:

- 1 采集控制点大地坐标系;
- 2 获取控制点本地坐标;

- 3 将相应坐标点的大地坐标和本地坐标一一对应进行坐标转换参数的解算;
- 4 获得解算结果。

7.2.4 定位基准站坐标转换应符合下列要求:

1 在施工控制区域周边选择均匀分布的控制点应不少于 4 个, 并且控制点的平面坐标和高程精度满足现场施工对测量精度的要求;

2 坐标转换算法可分为七参数法和四参数法两种。在条件允许的情况下, 应采用七参数坐标转换法。

7.2.5 定位基准站的技术指标应符合下列要求:

1 差分数据的定位指标

- 1) 静态定位: 水平 $2.5\text{mm} + 0.5\text{ppm RMS}$ 、垂直 $5\text{mm} + 0.5\text{ppm RMS}$;
- 2) RTK 定位: 水平 $8\text{mm} + 1\text{ppm RMS}$ 、垂直 $15\text{mm} + 1\text{ppm RMS}$;
- 3) 码差分 GNSS 定位: 水平 $0.25\text{m}+1\text{ppm RMS}$ 、垂直 $0.5\text{m}+ 1\text{ppm RMS}$;
- 4) 初始化时间应小于 10s;
- 5) 初始化可靠性应大于 99.9%。

2 工作环境指标

- 1) 防水防尘等级: IP68;
- 2) 湿度: 100%无冷凝;
- 3) 抗冲击: IEC68-2-32, 抗 2m 跌落。

8 施工智能化监控

8.1 土石方工程

8.1.1 土石方施工智能化监控主要包括地基处理智能化监控和土石方填筑智能化监控两部分。

8.1.2 土石方施工智能化监控的功能应符合下列要求：

- 1 监控参数及相关指标应根据不同项目、不同工法进行设置；
- 2 具有向机械设备操作人员实时反馈信息及引导作业的功能；
- 3 具有在施工工况下进行精确测量、实时传输、本地缓存以及断点续传等功能。

8.1.3 土石方施工智能化监控的使用应符合下列要求：

- 1 在使用前应进行检查，符合相关规定方可使用；
- 2 在进行大面积施工作业前，应通过相应的现场试验进行相关设备的调试、校准和标定；
- 3 应在机械作业过程中根据实时检测的相关信息施工进度进行施工反馈；
- 4 应能适应机械作业工况及环境条件，且不对施工机械造成安装损伤；
- 5 应定期进行全面的检查和校准，技术指标应符合相关标准的要求。

8.1.4 地基处理智能化监控主要包括但不限于碎石桩、CFG 桩、灰土挤密桩、水泥搅拌桩、旋挖桩、贯入桩、DDC 桩、排水板等工法。

8.1.5 地基处理智能化监控的内容应符合下列要求：

- 1 碎石桩施工智能化监控应包含桩点位置、桩深、材料用量、反插次数、反插深度等参数监控功能；
- 2 CFG 桩施工智能化监控应包含桩点位置、桩深、材料用量、垂直度、桩管速度等参数监控功能；
- 3 灰土挤密桩施工智能化监控应包含桩点位置、桩深、垂直度等参数监控功能；
- 4 水泥搅拌桩施工智能化监控应包含桩点位置、桩深、水泥用量、复搅次数、喷浆次数、垂直度、桩管速度等参数监控功能；
- 5 旋挖桩施工智能化监控应包含桩点位置、桩深、旋挖料量等参数监控功能；
- 6 贯入桩施工智能化监控应包含桩点位置、桩深等参数监控功能；
- 7 DDC 桩施工智能化监控应包含桩点位置、桩深、夯击次数等参数监控功能；
- 8 排水板施工智能化监控应包含桩点位置、桩深、排水板用量等参数监控功能。

8.1.6 土石方填筑智能化监控主要包括但不限于振动碾压、冲击碾压和强夯等工法。

8.1.7 土石方填筑智能化监控的内容应符合下列要求：

- 1 振动碾压智能化监控应包含运行轨迹、碾压遍数、轨迹、层厚、高程和压实质量等

参数;

- 2 冲击碾压智能化监控应包含运行轨迹、碾压遍数、轨迹、层厚、高程和压实质量等

参数;

- 3 强夯智能化监控应包含夯点位置、夯击次数、夯击能和夯沉量等参数。

8.2 道面工程

8.2.1 道面工程施工智能化监控主要包括拌合站智能化监控、运输智能化监控和摊铺碾压智能化监控等部分。

8.2.2 道面工程施工智能化监控应具备以下功能:

- 1 监控参数及相关指标应根据不同项目、不同工法进行设置;
- 2 具备向机械设备操作人员实时反馈信息及引导作业的功能;
- 3 具备在施工工况下进行精确测量、实时传输、本地缓存以及断点续传等功能;
- 4 具备监控过程连续性、可追溯性及数据完整性等功能。

8.2.3 拌合站智能化监控包括但不限于对沥青混凝土拌合站、水泥混凝土拌合站、基层材料拌合站等进行智能化监控。

8.2.4 拌合站智能化监控应具备以下功能:

- 1 应能实时传输数据,实时展示级配、用量等控制指标;
- 2 应具备对集料和拌合周期的实时管控、日报、历史数据查询和分析、汇总分析等功能;
- 3 应能按设置要求自动发送报警信息,并在线查看具体发生异常的数据。

8.2.5 拌合站智能化监控的内容应符合下列要求:

- 1 沥青混凝土拌合站智能化监控应具备对各热料仓的投放用量、拌和时间、配比、料仓温度、沥青用量、沥青温度、混合料出料温度等参数的监控功能;
- 2 水泥混凝土拌合站智能化监控应具备对各料仓的投放用量、拌和时间、配比、水泥用量、粉煤灰量、水胶比等参数的监控功能;
- 3 基层材料拌合站智能化监控应具备对各料仓的用量、拌和时间、水泥用量、骨料用量、配比等参数的监控功能。

8.2.6 成品料运输应能实现成品料运输车的远程监控,应具备下列功能:

- 1 应能自动识别记录拌合站成品料的出场时间和施工现场的卸料时间;
- 2 应能实现成品料运输车的行驶轨迹监控。

8.2.7 摊铺碾压智能化监控包括但不限于对沥青混合料和基层材料的摊铺碾压进行智能化监控。

8.2.8 摊铺碾压智能化监控的功能应符合下列规定:

- 1 应包含运行轨迹、高程、碾压厚度、碾压遍数、碾压速度、碾压温度以及碾压振动

状态等参数的监控；

2 应能对施工参数进行实时采集和分析，同时将结果及时反馈至摊铺机操作手和现场管理人员；

3 应能实现多机协同联动的功能。

8.2.9 摊铺碾压智能化监控应能进行温度、速度和轨迹等相关参数分析。

9 其他智能化监控

9.1 试验检测

- 9.1.1 试验检测智能化监控应具备数据采集、上传、处理及显示等功能。
- 9.1.2 试验检测智能化监控应能通过网络或者现场计算机进行便捷访问，具备在线/离线模式。
- 9.1.3 试验检测智能化监控应具备完善的数据恢复机制和数据加密机制，保障数据安全。
- 9.1.4 试验检测智能化监控应具有下列功能：
- 1 应具备手动、自动和批量等数据导入方式；
 - 2 应具备试验检测报告的查询、导出及统计分析等功能；
 - 3 应具备本地数据库和网络数据库，保证数据库同步；
 - 4 宜结合 GIS 技术实现巡检照片和试验检测报告的记录、查询和显示功能；
 - 5 应预留视频监控接口，作为视频系统接入基础。

9.2 视频监控

- 9.2.1 视频监控应包括摄像机、传输、控制及显示设备等部分。
- 9.2.2 视频监控宜具备网络激光云台眺望及网络巡检功能，其摄像机应能视频图像信息的高清采集、编码、传输、存储和显示。
- 9.2.3 视频监控应具备视频实时传输，符合规范性和实用性要求。
- 9.2.4 视频监控应具有施工环境下的耐高低温、防水、除雾、防虚焦、防刮擦、防雷电、防尘、抗电磁干扰等特性。
- 9.2.5 视频监控应具有下列功能：
- 1 应具备区域入侵侦测、越界侦测、移动侦测、视频遮挡侦测等功能；
 - 2 视频监控应基于 IP 网络传输技术，提供视频质量诊断等智能分析技术，实现全网调度、管理及智能化应用；
 - 3 应具备摄像机的设置、调试和拼接等功能。