

中国指挥与控制学会

中国指挥与控制学会

公告

中国指挥与控制学会根据《中国指挥与控制学会团体标准管理办法》规定，对中国指挥与控制学会低空产业工作委员会负责的《低空安全术语》《低空运行安全风险评估与分级指南》《低空无人驾驶航空器起降场地安全通用要求》《低空飞行航路/空域安全通用要求》《低空飞行气象安全通用要求》《低空飞行通信导航监视安全通用要求》《低空飞行安全间隔管控规范》《低空联合预警管控平台入网要求》等八项团体标准进行了立项、征求意见、评审等工作。将在全国团体标准信息平台上进行发布。现予以公告，公告期为10个工作日，联系方式：cicc_tb@c2.org.cn。

具体内容见附件1-附件8。

特此公告



ICS

CCS

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/CICC 27001-2025

低空安全术语

Low-altitude safety terminology

2025-09-10 发布

2025-09-10 实施

中国指挥与控制学会

发布

目 次

前言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	2
3 基础术语	6
4 空域管理术语	8
4.1 空域管理	8
4.2 航路/航线管理	14
4.3 航路/空域安全	17
5 飞行器安全术语	17
5.1 安全设计原则	17
5.2 无人驾驶航空器起降场地	18
5.3 安全认证管理	19
5.4 安全性能管理	20
5.5 结构安全管理	22
6 安全管理术语	23
6.1 低空安全管理体系	23
6.2 低空风险管理	23
6.3 低空应急管理	25
6.4 低空事故管理	26
6.5 违法飞行行为	27
6.6 要地低空安全防御系统	28
6.7 空管监视术语	30
6.8 低空安全监管	30
7 监管执法术语	31
7.1 低空监管体系	31
7.2 低空执法程序	31
7.3 低空行政许可	32
7.4 低空违法处罚	32
7.5 合规管理	33
8 运行保障安全术语	34
8.1 低空运行安全保障	34
8.2 低空维护应急安全保障	35
9 设施设备安全术语	36

T/CICC 27001—2025

9.1 通信导航监视安全设备	36
9.2 地面基础安全设施	38
9.3 机载安全系统设备	39
9.4 环境安全监测设备	40
10 其他术语	40

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。

本文件由中国指挥与控制学会提出。

本文件由中国指挥与控制学会归口。

本文件起草单位：全域空天信息科技有限公司，中国长城互联网信息中心、交控科技股份有限公司、中国民航科学技术研究院、湖北华中低空经济发展有限公司、湖北漳富产业投资发展集团有限公司。

本文件主要起草人：刘涛、季小武、贾大伟、郭鸿娇、季江舰、贾利滨、杨炳圳、张亚燃、张昊宇、卢贤锋、张鹏、李红军、李飞鸿。

低空安全术语标准规范

1 范围

本标准界定了低空安全领域的基础术语、空域管理术语、飞行器安全术语、安全管理术语、监管执法术语、运行保障安全术语、设施设备安全术语和其他标准术语。

本标准适用于低空安全管理各相关方在低空飞行活动中涉及的术语使用，包括政府监管部门、飞行服务机构、飞行器运营方、技术服务机构等。

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。

AC-115-TM-2018-02	民用航空监视技术应用政策
T/CICC 27002-2025	低空运行安全风险评估与分级指南
T/CICC 27003-2025	低空无人驾驶航空器起降场地安全通用要求
T/CICC 27004-2025	低空飞行航路/空域安全通用要求
T/CICC 27005-2025	低空飞行气象安全通用要求
T/CICC 27006-2025	低空飞行通信导航监视安全通用要求
T/CICC 27007-2025	低空飞行安全间隔管控规范
T/CICC 27008-2025	低空联合预警管控平台入网要求
T/CCAATB-0001-2019	民用机场无人驾驶航空器系统 监测系统通用技术要求
T/CATAGS 14-2020	通用机场空域监视系统建设通用要求
MH/T 4003.1-2021	民用航空通信导航监视台(站)设置场地规范 第1部分：导航
MH/T 4003.2-2014	民用航空通信导航监视台(站)设置场地规范 第2部分：监视
GB/T 35018-2018	民用无人驾驶航空器系统分类及分级
MH/T 4029.2-2024	民用航空空中交通管制自动化系统 第2部分：技术要求
CCAR-86-R1	民用航空通信导航监视设备飞行校验管理规则
CCAR-91-R4	一般运行和飞行规则
CCAR-92(2024)	民用无人驾驶航空器运行安全管理规则
CCAR-115TM-R2	民用航空通信导航监视工作规则
GB/T 38152-2019	无人驾驶航空器系统术语
GB/T 43570	民用无人驾驶航空器系统身份识别 总体要求
MH/T 4052-2021	通用航空飞行动态数据传输规范
MH/T 4053-2022	民用无人驾驶航空器空中交通管理信息服务系统数据接口规范
YD/T 3585-2019	民用无人驾驶航空器的通信应用场景与需求
GB 42590-2023	民用无人驾驶航空器系统安全要求

GB/T 35273	信息安全技术个人信息安全规范
GJB 5468	雷达情报传输接口要求
MH/T 4048	民用无人驾驶航空器综合管理平台数据接口规范
GB/T 22239-2019	信息安全技术网络安全等级保护基本要求
GB/T 37988-2019	信息安全技术数据安全能力成熟度模型
GB/T 37973-2019	信息安全技术大数据安全管理指南
GB/T 3102.1-1993	空间和时间的量和单位
MH 5001-2013	民用航空器适航管理条例
GB/T 3222.2-2022	声学环境噪声的描述、测量与评价第2部分：声压级测定
GB/T 17626.2-2018	电磁兼容试验和测量技术静电放电抗扰度试验
GB/T 20441.4-2006	测量传声器第4部分：工作标准传声器规范
GB/T 38909-2020	民用轻小型无人机系统电磁兼容性要求与试验方法
GB/T 38930-2020	民用轻小型无人机系统抗风性要求及试验方法
GB 44703-2024	光辐射安全通用要求
GB/T 41300-2022	民用无人机唯一产品识别码
GB/T 2423.1-2008	电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验A：低温
GB/T 2423.2-2008	电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验B：高温
GB/T 2423.3-2016	环境试验第2部分：试验方法试验Cab：恒定湿热试验
GB/T 2423.34-2024	环境试验第2部分：试验方法试验Z/AD：温度/湿度组合循环试验
GB/T 2423.10-2019	环境试验第2部分：试验方法试验Fc：振动（正弦）
ICAO Annex 8	Airworthiness of Aircraft
FAA AC 23.1309-1E	System Safety Analysis and Assessment for Part 23 Airplanes
EASA CS-23	Certification Specifications for Normal, Utility, Aerobatic, and Commuter Category Aeroplanes

3 基础术语

3.1

低空空域 low-altitude airspace

真高1000米以下的空域。

3.2

低空飞行 low-altitude flight

在低空空域内进行的各类航空器飞行活动，包括有人驾驶和无人驾驶航空器的飞行，需遵循空域分类与准入条件，保持规定分离并实施规避等安全规则。

3.3

低空安全 low-altitude safety

在低空飞行活动中，通过预防、监测、控制与应急处置等措施，确保人员、财产和环境免受损害的状态。

3.4

低空飞行器 low-altitude aircraft

主要在低空空域（通常指真高3000米以下）飞行，具备垂直起降、智能操控能力，用于载人运输、物流配送、行业作业等任务的新型航空器。

3.5

低空安全风险 low-altitude safety risk

在低空飞行活动中可能导致人员伤亡、财产损失或环境损害的不确定性因素，包括地形障碍、恶劣气象、通信或导航失效、闯入禁限空等。

3.6

低空安全管理 low-altitude safety management

为确保低空飞行活动安全而采取的组织、制度、技术和管理措施的总称，遵循安全管理体系（SMS）的政策、风险管理、保证与宣教四要素。

3.7

低空安全评估 low-altitude safety assessment

对低空飞行活动中的安全风险进行识别、分析、评价和控制的系统性过程，作为空域划设、运行审批与变更管理的前置程序，形成可接受的安全水平（ALoS）与缓解措施。

3.8

低空安全监管 low-altitude safety supervision

政府部门对低空飞行活动安全进行监督、检查、指导和管理的行为，围绕准入审查、运行监视、执法取证与整改闭环开展。

3.9

低空安全事故 low-altitude safety accident

在低空飞行活动中发生的造成人员伤亡、财产损失或环境损害的意外事件。

3.10

低空安全事件 low-altitude safety incident

在低空飞行活动中发生的可能影响安全但未造成严重后果的异常情况，需记录、调查并实施纠正和预防措施。

3.11

低空安全隐患 low-altitude safety hazard

在低空飞行活动中存在的可能导致安全事故或事件的潜在危险因素，通过排查进行识别并制定分级管控与整改期限。

3.12

低空安全防护 low-altitude safety protection

为防范低空飞行活动安全风险而采取的预防性措施和防护手段，包括分层隔离、缓冲区、围栏策略、冗余与失效安全设计等。

3.13

低空安全应急 low-altitude safety emergency

针对低空飞行活动中突发安全事件而启动的紧急响应和处置措施，包括预案启动、处置与指挥、信息通报、资源调配与恢复。

3.14

低空安全等级 low-altitude safety level

根据低空飞行活动的风险程度和安全要求，对低空空域或飞行活动进行的安全分级管理，用于确定准入条件、监视强度与应急准备水平。

3.15

低空安全分级 low-altitude safety classification

按照安全风险程度、管制要求和运行复杂性对低空空域进行的等级划分，依据风险暴露、交通密度、地理环境/障碍物、CNS覆盖与监视能力等指标实施。

3.16

低空安全标准 low-altitude safety standard

为确保低空飞行活动安全而制定的技术要求、管理规范和操作准则，覆盖设备、人员、程序、运行与信息安全等方面。

3.17

低空安全认证 low-altitude safety certification

对低空飞行器、操作人员、运营机构等进行的安全资质确认和许可程序，适用于系统与人员的合格性、能力与持续适航/运行符合性。

3.18

低空安全准入 Low-Altitude Security Access

低空飞行活动参与者进入低空空域前必须满足的安全条件和资质要求，包括能力、资质、装备、数据链路与程序等，并完成规定的审批或备案。

3.19

低空安全等级评定 Low-Altitude Safety Rating

对低空飞行活动、空域使用或飞行器运行进行安全等级确定的评估过程，依据定性与定量方法形成等级结论及相应控制与监督要求。

3.20

垂直分离 Vertical Separation

航空器在垂直方向（高度）上保持的安全间隔。为不同航向、不同性能的航空器分配不同的飞行高度层，确保在垂直维度上的安全距离。

3.21

水平分离 Horizontal Separation

航空器在同一高度层或相近高度层上，在水平方向（前后或左右）上保持的安全间隔。包括纵向分离（同一航迹上前后两架航空器之间的安全距离）和侧向分离（不同但相邻的平行航迹上飞行的航空器之间的安全距离）。

3.22

时间分离 Separation in Time

当空间（垂直和水平）上的分离难以实现时，通过控制航空器通过某个导航点或进入某块空域的精确时间来确保安全的分离方式。

3.23

低慢小 Low-Slow-Small (LSS)

指具有低空、低速、小雷达反射截面特征的航空器和空飘物。

4 空域管理术语

4.1 空域管理

4.1.1

空域使用 airspace utilization

各类用户在符合相应空域类别准入条件和运行限制的前提下，依规定程序在指定空域开展飞行活动的行为，强调满足安全分离、通信联络与监视要求。

4.1.2

空域管制 airspace control

空中交通管制部门对空域内飞行活动实施的指挥、协调和控制，以维持规定分离、预防冲突并处置异常，确保空域运行安全。

4.1.3

临时空域 temporary airspace

为满足特定飞行活动需要而临时划设的空域。临时空域的划设期限通常不超过12个月；临时空中禁区、临时空中限制区、临时空中危险区等的划设与审批按有关规定执行。临时空域应明确安全保障责任、通信导航监视（CNS）支撑条件及冲突消解措施。

4.1.4

禁飞区 prohibited area

出于国家安全或其他特殊需要，禁止航空器飞越的空域。对禁飞区的入侵将触发监控告警与执法处置。

4.1.5

限制区 restricted area

对航空器飞行活动有特殊限制要求的空域。限制条件可包括时间、航迹、高度、机型或能力要求等，进入须满足相应安全配备与审批。

4.1.6

障碍物限制面 obstacle limitation surface

为保障飞机在机场及其附近区域的安全运行，根据相关标准和规定划定的、对地面障碍物的高度和位置进行限制的一系列几何面。

4.1.7

管制空域 controlled airspace

由空中交通管制部门提供空中交通管制服务的空域，提供许可与指令以维持安全分离并保障秩序化运行。

4.1.8

非管制空域 uncontrolled airspace

不提供空中交通管制服务，但可能提供飞行情报服务和告警服务的空域。该空域以飞行员自我分离为主，遵守见避规则和最低安全标准。

4.1.9

无人驾驶航空器管制空域 unmanned aerial vehicle controlled airspace

国家根据需要划设，未经空中交通管理机构批准，不得实施无人驾驶航空器飞行活动的空域，包括真高120米以上空域，空中禁区、空中限制区以及周边空域，军用航空超低空飞行空域，以及《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》第十九条规定的区域。

4.1.10

无人驾驶航空器适飞空域 unmanned aerial vehicle suitable airspace

无人驾驶航空器管制空域范围以外的空域为微型、轻型、小型无人驾驶航空器的适飞空域。

4.1.11

空域安全等级 airspace safety level

根据空域内飞行活动的风险程度和安全要求划分的安全等级，依据风险暴露、交通密度、地形/障碍及CNS覆盖等指标分级，用于确定准入与监控要求。

4.1.12

空域安全评估 airspace safety assessment

对空域内飞行活动安全风险进行识别、分析和评价的系统性过程，用于空域变更、临时空域划设与运行审批的前置程序，形成可接受风险水平（ALoS）与缓解措施。

4.1.13

空域安全监控 airspace safety monitoring

对空域内飞行活动安全状况进行实时监测和预警的过程，基于雷达、ADS-B、MLAT、遥感或地面感知等数据对偏离、入侵和冲突进行监测与告警。

4.1.14

空域安全防护 airspace safety protection

为确保空域内飞行活动安全而采取的预防性措施和防护手段，包括分层隔离、缓冲区、围栏策略与失效安全设计等。

4.1.15

空域协调 airspace coordination

不同空域管理部门之间就空域使用进行的协调配合，围绕跨域冲突消解、容量均衡与应急共享，确保连续安全。

4.1.16

空域监视 airspace surveillance

对空域内航空器活动进行实时监控和跟踪的过程，着重态势感知与目标识别，为冲突检测与预警提供基础数据。

4.1.17

空域容量 airspace capacity

在保证安全的前提下，特定空域在单位时间内能够容纳的最大航空器数量，由分离标准、程序复杂度、管制员工作负荷与CNS性能等因素共同决定。

4.1.18

空域评估 airspace assessment

对空域使用效率、安全性和容量等进行综合评价的过程，侧重运行绩效与持续改进。

4.1.19

空域规划 airspace planning

根据飞行需求和安全要求，对空域进行合理划分和配置的过程，遵循安全优先、分层隔离与冲突最小化原则。

4.1.20

空域优化 airspace optimization

通过调整空域结构和管理方式，提高空域使用效率的过程，在不降低既定安全水平前提下，通过程序简化、动态划设与时空分配提升效能。

4.1.21

空域冲突 airspace conflict

指潜在或实际违反分离标准的时空冲突，包括航迹、时间窗或高度层冲突，需通过冲突探测与解脱措施进行处置。

4.1.22

空域分离 airspace separation

为确保飞行安全，在航空器之间保持规定距离的管制措施，按空域类别应用的水平/垂直最小间隔或基于性能的分离标准。

4.1.23

空域安全风险识别 airspace safety risk identification

对空域内可能影响飞行安全的各种风险因素进行识别和分析的过程，覆盖地形障碍、天气、通信失联、闯入与无人机偏航等场景。

4.1.24

空域安全管理体系 airspace safety management system

为确保空域安全而建立的组织架构、职责分工、制度流程和技术手段的综合体系，符合SMS（安全管理体系）框架，包括政策、风险管理、保证与宣教。

4.1.25

空域安全应急响应 airspace safety emergency response

针对空域内突发安全事件而启动的紧急处置和救援措施，包括空域关闭或限制、重新路由与搜救协同等。

4.1.26

电子围栏 electronic fence

利用电子技术手段在特定区域建立的虚拟边界，用于限制或监控航空器的飞行活动，防止闯入禁限空，并支持告警、限速、降高与自动返航等控制。

4.1.27

地理围栏 geo-fence

基于地理位置信息技术建立的虚拟地理边界，当航空器进入或离开该区域时触发相应的管制措施，可通过GNSS、数字地图与航迹库实现区域化约束与告警。

4.1.28

虚拟围栏 virtual fence

通过软件技术在空域中设置的无形边界，用于自动控制航空器的飞行范围，策略可下发至飞行控制系统自动执行封控边界。

4.1.29

空域入侵 airspace intrusion

航空器未经授权进入禁止或限制飞行的空域，属于严重安全风险事件。

4.1.30

空域违规 airspace violation

航空器违反空域使用规定的行为，包括未按许可飞行、偏离航迹/高度或未保持规定联络等，可能触发处罚与运营限制。

4.1.31

空域监管 airspace supervision

对空域使用情况进行监督检查和管理的活动，包括合规检查、执法取证与整改，确保安全责任落实。

4.1.32

空域预警 airspace warning

对可能影响空域安全的情况提前发出的警告信息，基于监视数据、规则与阈值对潜在冲突、天气、闯入、能力不足等风险进行提前告知与提示。

4.1.33

空域管制指令 airspace control instruction

空域管制部门向航空器发出的飞行指挥命令。

4.1.34

空域等级/类型转换 airspace class/type conversion

在确保空域安全和秩序的前提下，为提高空域使用效能，部分空域的等级、类型及相应管理机构可按规定相互转换，并形成名录与实施步骤。

4.1.35

空域准入条件 airspace access conditions

空域分类的具体方法与准入条件由国家空中交通管理领导机构的办事机构制定发布，空域使用应满足相应条件。

4.1.36

空域划设基本因素 basic factors for airspace designation

包括安全保障要求、交通流量分布、不同性质飞行活动需求、空域环境影响及通信、导航、监视、气象与信息保障能力等。

4.1.37

空中危险区 danger area

对空射击（发射）场（平台）、军事活动空域、残骸坠落区等上空划设的空域。在规定时间内，该区域对非特定飞行活动存在危险，不限制非特定航空器进入，进入后由飞行员（或操控员）自行承担风险。

4.1.38

空中保留区 reserved airspace

当军事、海关、警察等非民用航空用户需要采取相对隔离飞行时，在一定时间范围内按空域保留机制划设的空域。其划设与使用应遵守安全隔离与信息通告要求。

4.1.39

航路航线 airways and routes

供航空器沿指定走廊飞行的空域通道，按对外开放性质分为国际/国内，按使用时限分为固定/临时；应满足空域安全分离与冲突预防要求。

4.1.40

进出境点 entry/exit point

航空器出入我国国际/国内航路航线的指定航行点位，用于边界管理与空域安全管控，支持监视识别与违规告警。

4.1.41

等待空域 holding area

用于航空器等待或序列调整的空域，应满足最小安全间隔与水平/垂直分离要求，降低对周边航段与机场运行的安全影响。

4.1.42

空中放油区 fuel jettison area

航空器紧急放油操作预设的安全空域，应避开人口密集区和敏感目标，并具备下风向安全评估、通告与告警措施。

4.1.43

试飞空域 flight test area

用于新机/改装机或特殊测试任务的试飞空域，应实施风险评估、必要的临时限制与监控保障，并按规定申请与向社会公布相关信息。

4.1.44

训练空域 training area

用于飞行训练的空域，应根据活动密度设置安全等级和隔离措施，必要时实施临时限制并同步信息发布。

4.1.45

防空识别区 air defense identification zone, ADIZ

按照有关规定划设，用于识别进入特定空域的航空器身份与意图，支持空域安全预警与应急处置。

4.1.46

飞行目标区域 flight operational zone

低空飞行器作业的具体空域范围，应明确水平、垂直范围和使用时间。

4.1.47

净空环境 cleared environment

指起降场周边高层建筑、烟囱、高压线、通信塔或其他障碍物不影响无人驾驶航空器正常起降，满足飞行器的最低安全高度要求。

4.1.48

准入空域 authorized airspace

指根据在起降场周边划设的保护区域，无人驾驶航空器，在符合规定的程序操控下，可以有条件进入。

4.2 航路/航线管理

4.2.1

低空航路 Low-Altitude Route

专门为低空飞行设立的航路系统，考虑地形/障碍、人口暴露与CNS覆盖，匹配低空运行能力与分离标准。

4.2.2

低空航线 low-altitude airway

为航空器飞行专门划设的具有一定宽度和高度的空中通道，在特定时间窗内启用、设有进出点和边界，强调与周边空域的隔离与去冲突。连接两个或多个地点的固定飞行路径，具有一定宽度和高度的空中通道，可为程序化或RNAV路径，满足障碍物净空与导航精度要求，并与相邻空域安全衔接。

4.2.3

进近管制区 approach control area

在一个或几个机场附近建立的管制区域，主要为进离场航空器提供空中交通管制服务，通过排序、间隔与监视手段保障进离场序列与最低安全间隔。

4.2.4

终端管制区 terminal control area

在一个或几个主要机场附近建立的管制区域，覆盖高密度进离场空域，实施严格的分离最小值与程序化进离场，以降低冲突风险。

4.2.5

管制地带 control zone

围绕机场建立的管制空域，从地面向上延伸到规定高度，适用VFR/IFR的通信与许可要求，保障场周低高度运行的安全可控。

4.2.6

飞行计划 flight plan

飞行前向空中交通管制部门提交的关于预定飞行的详细信息，用于运行协调、冲突预防与告警服务，包含航路、时刻、高度、备降与设备能力等关键信息。

4.2.7

航路点 waypoint

航路上用于导航的特定地理位置点，用于路径定义、监视符合性与冲突管理；以坐标和使用限制加以标识。

4.2.8

航路宽度 airway width

航路横向范围的规定距离，由导航性能、风偏、障碍净空与安全缓冲综合确定，用于满足分离与净空要求。

4.2.9

航路高度层 flight level

航路上规定的飞行高度范围，用于保持垂直分离和障碍净空，依据程序与气压基准一致性设置。

4.2.10

航路容量 airway capacity

特定航路在单位时间内能够安全容纳的最大航空器数量，在既定分离、监视/通信能力与气象假设下的上限，用于流量管理与放行控制。

4.2.11

航路管制 airway control

对航路内飞行活动实施的交通管制，通过放行许可、间隔、序列与流量措施，维持有序可控并处置异常/偏离。

4.2.12

航路分离 airway separation

在航路内为确保飞行安全而保持的航空器间距离，包括纵向、横向与垂直分离最小值，可由管制提供或按程序策略实现。

4.2.13

航路安全评估 airway safety assessment

对航路飞行安全风险进行识别、分析和评价的系统性过程，用于航路设计/变更的前置审查，覆盖障碍环境、交通密度、装备能力与应急可达性，形成缓解措施与可接受水平。

4.2.14

航路安全监控 airway safety monitoring

对航路内飞行活动安全状况进行实时监测和预警的过程，包括符合性监视、偏离告警与冲突预警，支撑风险闭环管理与态势共享。

4.2.15

航路冲突检测 airway conflict detection

识别和预测航路内航空器之间潜在冲突的技术和方法，基于轨迹预测与监视数据，提前识别分离损失风险并为冲突解脱提供输入。

4.2.16

智能避障系统 intelligent obstacle avoidance system

利用传感器、算法和控制技术自动识别障碍物并规划避障路径的系统，与地理/电子围栏和管制约束协同，具备冗余与失效安全机制，不替代法定见避/许可。

4.2.17

自动避障 automatic obstacle avoidance

航空器在飞行过程中自动识别障碍物并采取规避措施的能力，作为最后一道安全屏障，应与运行规则和管制指令相容，避免引入次生冲突。

4.2.18

障碍物检测 obstacle detection

利用各种传感器技术识别飞行路径上障碍物的过程，结合地理数据库与实时感知，对关键障碍维持最新性与精度，用于净空验证。

4.2.19

动态避障 dynamic obstacle avoidance

针对移动障碍物进行实时路径规划和规避的技术，在时空约束内实现避让，同时保持规定安全间隔并控制延迟与计算不确定性。

4.2.20

避障算法 obstacle avoidance algorithm

用于计算最优避障路径的数学模型和计算方法，需满足最小安全距离、障碍净空与性能约束，支持最坏情形和容错分析。

4.2.21

安全间隔 safety separation

为确保飞行安全，航空器与障碍物或其他航空器之间必须保持的最小距离，随机型性能、速度、导航/监视精度和运行环境确定，用于分离与净空合规。

4.2.22

航路安全风险评级 airway safety risk rating

根据航路安全风险程度进行的等级划分和评定，基于评估结果形成分级与触发条件，对应相应缓解措施、容量限制与授权要求。

4.2.23

航路应急备降 airway emergency landing

在航路飞行过程中因紧急情况需要立即降落的应急程序，预先规划备降场与进离程序，发生异常时与管制/地面协同实施，兼顾地面第三方风险。

4.3 航路/空域安全

4.3.1

低空飞行活动空域 low-altitude operational airspace

满足真高1000米以下低空场景使用需求，划设的具有水平空间范围和垂直高度范围的空间区域，用于低空航空器开展特定飞行活动的空间场所。

4.3.2

空中禁区/空中限制区 prohibited/restricted airspace

出于国家安全、公共安全或环境保护等原因，禁止或限制航空器飞行的空域。

5 飞行器安全术语

5.1 安全设计原则

5.1.1

单点失效安全设计 single point of failure safety design

确保任何单一组件或系统失效不会导致灾难性后果的安全设计原则。包括冗余系统配置、故障隔离机制、失效模式分析、安全状态转换等核心要素。必须通过失效模式与影响分析验证，确保关键系统的安全可靠性。

5.1.2

冗余安全系统 redundant safety system

通过多重备份确保关键功能连续性的安全保障体系。包括双重冗余架构、三重冗余控制、热备份切换、故障检测隔离等技术措施。必须满足安全完整性等级要求，确保系统可用性和安全性。

5.1.3

失效安全机制 fail-safe mechanism

系统或组件失效时自动转入安全状态的保护机制。包括安全模式切换、自动保护动作、应急程序启动、风险最小化措施等功能。必须通过安全性验证，确保失效状态下的安全保障。

5.1.4

实时健康监测 real-time health monitoring

对飞行器关键系统和组件进行连续状态监控的安全技术。包括参数实时采集、异常检测算法、预警阈值管理、趋势分析预测等功能。必须具备快速响应能力，确保安全隐患的及时发现和处置。

5.1.5

自动故障隔离 automatic fault isolation

检测到故障时自动隔离故障组件防止故障扩散的安全机制。包括故障定位识别、隔离控制逻辑、系统重构能力、功能降级管理等技术。必须确保隔离过程的安全性和系统剩余功能的可靠性。

5.1.6

应急处置程序 emergency response procedure

面对紧急情况时的标准化安全处置流程。包括应急模式激活、安全着陆程序、人员疏散方案、应急通信协议等内容。必须通过应急演练验证，确保应急响应的有效性和安全性。

5.1.7

结构完整性保证 structural integrity assurance

确保飞行器结构在设计寿命内保持安全强度的保障体系。包括结构设计验证、材料性能测试、疲劳寿命管理、损伤容限分析等技术。必须满足结构安全系数要求，确保结构安全可靠。

5.1.8

飞行包线限制 flight envelope limitation

定义飞行器安全运行边界的参数限制体系。包括速度限制、高度限制、载荷限制、机动限制等安全边界。必须通过飞行试验验证，确保包线内的安全运行和包线保护的有效性。

5.1.9

碰撞避让系统 collision avoidance system

探测和规避空中交通冲突的主动安全系统。包括目标探测识别、冲突预测算法、规避机动计算、自动避让执行等功能。必须满足探测性能要求，确保空中交通安全。

5.1.10

可控终止能力 controlled termination capability

在紧急情况下安全终止飞行任务的能力。包括受控着陆、安全区域选择、终止程序执行、地面安全保护等功能。必须确保终止过程的可控性和地面人员财产安全。

5.2 无人驾驶航空器起降场地

5.2.1

水平安全间隔 horizontal safe interval

无人驾驶航空器在水平方向上为避免发生碰撞风险，运行管理所需的时间间隔或距离间隔，水平安全间隔分为横向安全间隔和纵向安全间隔。

5.2.2

横向安全间隔 lateral safe interval

同一高度层上无人驾驶航空器之间左右方向为避免发生碰撞风险，运行管理所需的时间间隔或距离间隔。

5.2.3

纵向安全间隔 longitudinal safe interval

同一高度层上的无人驾驶航空器之间前后方向为避免发生碰撞风险，运行管理所需的时间间隔或距离间隔。

5.2.4

垂直安全间隔 vertical safe interval

无人驾驶航空器之间上下方向为避免发生碰撞风险，运行管理所需的时间间隔或距离间隔。

5.2.5

安全保持间隔 maintain safe spacing

无人驾驶航空器之间为了避免发生碰撞风险，在不考虑飞行管理因素的情况下应保留的最小安全距离。

5.2.6

峰值流量 peak flow

指单位时间内可承载的无人驾驶航空器的最大数量。

5.3 安全认证管理

5.3.1

适航安全认证 airworthiness safety certification

验证飞行器符合安全标准和适航要求的认证过程。包括设计符合性验证、制造质量控制、试验测试验证、持续适航监督等环节。必须通过权威适航当局认证，确保飞行器设计、制造、运行的安全性。

5.3.2

安全管理体系 safety management system ; SMS

系统性管理飞行安全风险的组织体系和管理流程。包括安全政策制定、风险识别评估、安全绩效监控、持续改进机制等要素。必须建立完整的安全管理体系，确保安全责任落实和风险有效控制。

5.3.3

乘员安全培训 crew safety training

提升机组人员安全意识和应急处置能力的培训体系。包括安全理论学习、应急程序训练、模拟器训练、实际演练等内容。必须定期开展安全培训，确保机组人员具备充分的安全知识和应急技能。

5.3.4

医疗应急能力 medical emergency capability

处置飞行中医疗紧急情况的能力和设备配置。包括医疗急救设备、药品配备、医疗培训、地面医疗支援等要素。必须具备基础医疗应急处置能力，确保医疗紧急情况的有效应对。

5.3.5

生命支持系统 life support system

维持人员生命安全的关键系统和设备。包括供氧系统、压力控制、温度调节、空气净化等功能。必须确保生命支持系统的可靠性和冗余性，保障人员在各种环境下的生命安全。

5.3.6

安全运行程序 safety operation procedure

确保飞行安全的标准化操作程序和规范。包括飞行前检查、正常操作程序、应急操作程序、维护程序等内容。必须严格执行安全运行程序，确保各环节操作的安全性和规范性。

5.4 安全性能管理

5.4.1

安全边界管理 safety boundary management

确定和维护飞行器安全运行边界的管理体系。包括性能边界识别、限制参数设定、边界监控预警、超限保护措施等内容。必须建立完整的安全边界管理制度，确保飞行器在安全包线内运行。

5.4.2

安全裕度控制 safety margin control

保证飞行器运行安全的余量控制机制。包括设计安全系数、运行安全裕度、应急安全储备、风险缓冲能力等要素。必须确保充足的安全裕度，应对各种不确定因素和紧急情况。

5.4.3

载重平衡安全 load balance safety

确保飞行器载重分布和重心位置安全的管理体系。包括载重限制管理、重心包线控制、载荷分布优化、平衡安全验证等内容。必须严格执行载重平衡安全要求，确保飞行稳定性和操纵性。

5.4.4

性能监控系统 performance monitoring system

实时监控飞行器性能状态和安全参数的系统。包括性能数据采集、状态评估分析、异常预警报警、性能趋势预测等功能。必须建立完善性能监控体系，及时发现和处置性能异常。

5.4.5

安全限制执行 safety limit enforcement

确保飞行器严格遵守安全限制的执行机制。包括限制参数设定、自动保护功能、超限阻止措施、违规处置程序等内容。必须建立强制性安全限制执行体系，防止超出安全边界运行。

5.4.6

应急性能保证 emergency performance assurance

确保飞行器在应急情况下具备必要性能的保证机制。包括应急性能储备、降级运行能力、故障模式分析、应急处置性能等要素。必须验证应急性能的可靠性，确保紧急情况下的安全处置能力。

5.4.7

风险评估管理 risk assessment management

识别、分析和控制飞行安全风险的系统性管理过程。包括风险识别、概率评估、后果分析、风险等级划分、控制措施制定等内容。必须建立完整的风险评估体系，确保安全风险得到有效控制。

5.4.8

安全绩效监控 safety performance monitoring

持续监控和评估安全管理体系有效性的机制。包括安全指标设定、数据收集分析、绩效评估、趋势预测、改进措施等内容。必须建立科学的安全绩效监控体系，确保安全管理的持续改进。

5.4.9

预防性维护 Preventive Maintenance

通过定期检查和维护防止故障发生的安全保障措施。包括维护计划制定、定期检查、预防性更换、状态监控、维护记录等内容。必须严格执行预防性维护程序，确保设备的安全可靠性。

5.4.10

安全文化建设 safety culture development

培育和维持组织安全文化的系统性建设过程。包括安全理念宣贯、安全意识培养、安全行为规范、安全氛围营造等内容。必须持续加强安全文化建设，形成人人重视安全的良好氛围。

5.4.11

持续改进机制 continuous improvement mechanism

不断完善安全管理体系的改进机制。包括问题识别、原因分析、改进措施、效果评估、标准更新等环节。必须建立有效的持续改进机制，确保安全管理水平的不断提升。

5.4.12

安全信息管理 safety information management

收集、分析和利用安全信息的管理体系。包括信息收集渠道、数据分析处理、信息共享机制、知识管理等内容。必须建立完善的安全信息管理体系，为安全决策提供有力支撑。

5.4.13

应急响应能力 emergency response capability

快速有效应对突发安全事件的能力。包括应急预案制定、响应组织建设、资源配置、演练训练、协调指挥等要素。必须具备完善的应急响应能力，确保突发事件的有效处置。

5.4.14

安全合规管理 safety compliance management

确保符合安全法规和标准要求的管理体系。包括法规识别、合规评估、差距分析、整改措施、合规监督等内容。必须建立严格的安全合规管理制度，确保各项活动符合安全要求。

5.4.15

安全等级 security level

根据信息系统所处理信息的重要程度和面临威胁的严重程度所确定的安全保护等级。

5.5 结构安全管理

5.5.1

结构完整性管理 structural integrity management

确保飞行器结构在整个使用寿命期间保持安全可靠的管理体系。包括结构设计验证、制造质量控制、使用监控、维护检查、损伤评估等内容。必须建立完整的结构完整性管理程序，确保结构安全。

5.5.2

结构健康监测 structural health monitoring

实时监控结构状态和损伤发展的技术体系。包括传感器布置、数据采集、状态评估、损伤识别、寿命预测等功能。必须建立有效的结构健康监测系统，及时发现结构异常。

5.5.3

疲劳寿命管理 fatigue life management

管理和控制结构疲劳损伤的安全体系。包括疲劳分析、寿命评估、使用监控、检查计划、寿命延长等内容。必须严格执行疲劳寿命管理，防止疲劳失效。

5.5.5

结构安全系数 structural safety factor

结构设计中考虑的安全余量系数，确保结构在各种载荷条件下的安全性。包括设计安全系数、试验安全系数、使用安全系数等类型。必须合理确定安全系数，保证结构安全可靠。

5.5.6

载荷谱管理 load spectrum management

管理和控制结构承受载荷历程的安全体系。包括载荷谱制定、载荷监控、累积损伤评估、使用限制等内容。必须建立科学的载荷谱管理制度，确保结构在设计载荷范围内使用。

5.5.7

结构检查程序 structural inspection procedure

定期检查结构状态和发现损伤的标准化程序。包括检查计划、检查方法、检查标准、记录要求、处置措施等内容。必须严格执行结构检查程序，确保及时发现和处理结构问题。

5.5.8

材料安全管理 material safety management

确保结构材料质量和性能的管理体系。包括材料选择、质量控制、性能验证、使用监控、老化评估等内容。必须建立严格的材料安全管理制度，确保材料满足安全要求。

5.5.9

结构试验验证 structural test verification

通过试验验证结构设计和制造质量的安全保证措施。包括静力试验、疲劳试验、环境试验、破坏试验等类型。必须进行充分的结构试验验证，确保结构满足安全要求。

5.5.10

结构安全评估 structural safety assessment

评估结构安全状态和剩余寿命的技术方法。包括损伤评估、强度评估、寿命评估、安全裕度评估等内容。必须定期进行结构安全评估，确保结构持续满足安全要求。

5.5.11

结构安全认证 structural safety certification

验证结构符合安全标准和适航要求的认证过程。包括设计审查、试验验证、制造检查、持续监督等环节。必须通过权威机构的结构安全认证，确保结构的安全合规性。

5.5.12

目标特征 target feature

用于识别和区分低空安全目标的各种属性和特性，包括但不限于物理特征、信号特征、行为特征等。

6 安全管理术语

6.1 低空安全管理体系

6.1.1

低空安全管理体系 low-altitude safety management system

针对低空飞行特点和风险特征，建立涵盖空域管理、飞行器管控、运行监督和应急处置的综合性安全管理体系。

6.1.2

低空安全绩效监测 low-altitude safety performance monitoring

基于低空飞行安全指标，建立实时监测、动态评估和预警预报的安全绩效管理机制。

6.1.3

低空安全责任体系 low-altitude safety responsibility system

建立覆盖空域管理部门、运营企业、飞行人员和服务保障单位的低空安全责任体系，明确各方安全职责。

6.2 低空风险管理

6.2.1

低空飞行风险评估 low-altitude flight risk assessment

针对低空飞行环境复杂、障碍物密集、气象条件多变等特点，建立专门的风险识别、评估和分级管理体系。

6.2.2

低空空域风险管控 low-altitude airspace risk control

基于低空空域使用特点和冲突风险，建立动态空域风险监测、预警和管控机制。

6.2.3

低空飞行器碰撞风险管理 low-altitude aircraft collision risk management

低空飞行器间、飞行器与障碍物间的碰撞风险识别、评估和防控体系。

6.2.4

低空气象风险预警 low-altitude meteorological risk warning

针对低空飞行的气象风险监测、预报和预警系统，及时发布气象风险信息。

6.2.5

低空地面风险防控 low-altitude ground risk prevention

低空飞行对地面人员、设施和环境的风险评估和防控措施。

6.2.6

空中风险 air risk

无人驾驶航空器在空中与其他航空器发生碰撞的风险。

6.2.7

地面风险 ground risk

在无人驾驶航空器失控情况下，可能对地面人员、地面设施或目标带来严重伤害甚至人员伤亡的风险。

6.2.8

危害 Hazard

潜在伤害的来源。

6.2.9

危险 hazard

造成潜在伤害的来源。

6.2.10

风险 risk

不确定性对目标的影响。

6.2.11

风险接受准则 risk acceptance criteria

接受某一特定风险决策的依据。

6.2.12

空中相撞 midair collision

两架或两架以上飞行器在飞行过程中发生物理接触。

6.2.13

剩余风险 residual risk

风险应对之后任然存在的风险。

6.2.14

低空飞行器 low-altitude vehicle

在低空空域飞行的各类有人或无人驾驶航空器。

6.2.15

灾害性天气 disastrous weather

对低空飞行器飞行安全构成严重威胁的气象现象，包括但不限于暴雨、大风、冰雹、高温、大雾、雷电、霜冻等。

6.2.16

低空气象禁飞条件 low-altitude weather prohibition criteria

在低空飞行器飞行中，由于气象因素超出安全阈值，可能导致飞行器失控、碰撞或其他重大安全隐患，从而禁止飞行的气象限制标准。

6.2.17

战略级缓解措施 strategic mitigation measures

在无人驾驶航空器起飞前，运行责任人采取的可减少无人驾驶航空器空中相撞风险的程序，通常采用降低飞机密度或单个无人驾驶航空器在融合空域内的运行时间来控制或减轻风险。

6.2.18

战术级缓解措施 tactical mitigation measures

运行责任人采取的在很短的时间范围（数分钟到数秒）内减轻相撞风险的行为。战术级缓解措施的表现形式为侦测，决定，行动和反馈循环。

6.3 低空应急管理

6.3.1

低空安全突发事件 Low-altitude safety emergency incident

在低空范围内，由于航空器故障、违规飞行、恶劣天气、外力破坏等原因引发的，对人员生命、财产安全以及重要设施构成威胁或造成损害的紧急情况，需军地协同开展应急处置。

6.3.2

军地联防 Military-Civilian Joint Defense

军队与地方政府相关部门、单位为维护低空安全，通过建立协调机制、共享信息、联合行动等方式，共同开展应急处置工作的合作模式，需符合相关法律法规及标准要求。

6.3.3

低空应急响应 low-altitude emergency response

针对低空飞行突发事件的快速响应机制，包括应急启动、现场处置、救援协调和后续恢复等环节。

6.3.4

低空应急着陆管理 low-altitude emergency landing management

低空飞行器应急着陆的场地选择、程序规范、安全保障和地面协调管理体系。

6.3.5

低空搜救体系 low-altitude search and rescue system

专门针对低空飞行事故的搜索救援体系，配备适用于低空环境的搜救装备和专业队伍。

6.3.6

低空应急通信 low-altitude emergency communication

建立低空飞行应急状态下的通信保障体系，确保应急信息传递和指挥调度的有效性。

6.3.7

低空地面应急疏散 low-altitude ground emergency evacuation

低空飞行事故影响区域的地面人员应急疏散体系，确保地面人员安全。

6.3.8

应急救生设备 emergency survival equipment

保障人员在紧急情况下生存和救援的安全设备。包括救生衣、救生筏、应急信标、医疗急救包、应急食品水源等装备。必须根据飞行环境和任务特点配备相应救生设备，确保应急情况下的人员安全。

6.4 低空事故管理

6.4.1

低空事故调查 low-altitude accident investigation

专门针对低空飞行事故的调查体系，运用适合低空环境特点的调查技术和分析方法。

6.4.2

低空安全事件报告 low-altitude safety event reporting

建立低空飞行安全事件的强制报告和自愿报告体系，促进安全信息收集和共享。

6.4.3

低空严重征候管理 low-altitude serious incident management

低空飞行严重征候的识别标准、报告程序和调查处置机制。

6.4.4

低空事故预防 low-altitude accident prevention

基于低空飞行事故规律和特点，建立针对性的事故预防措施和安全改进机制。

6.5 违法飞行行为

6.5.1

非法飞行 illegal flight

违反国家航空法律法规的飞行活动。这是最正式、最广泛的术语，直接指代任何违反国家航空法律法规的飞行活动。

6.5.2

未经批准的飞行 unauthorized flight

飞行计划未向空中交通管制部门报备并获得许可的飞行活动。这是“非法飞行”最常见的一种形式，强调飞行计划未向空中交通管制部门报备并获得许可。

6.5.3

违规飞行 violation flight

违反航空法律法规、行业规章、空管指令等的飞行行为。范围比“非法飞行”稍广，除了违反法律，也包括违反行业规章、空管指令等行为。

6.5.4

黑飞 unauthorized flight

特指非法飞行、未经批准的飞行、未经批准的空中航空活动。任何违反国家航空法律法规的飞行活动均可称之为黑飞。

6.5.5

危险接近 dangerous approach

航空器之间、或航空器与障碍物之间的间隔小于安全标准，有相撞风险的状态。

6.5.6

空中接近 air proximity

航空器在空中飞行时与其他航空器或障碍物之间距离过近，存在碰撞风险的情况。

6.5.7

误入 inadvertent entry

飞行器无意地进入了受限制的空域，如禁飞区、限飞区、机场净空区、军事管理区等。

6.5.8

侵入 intrusion

飞行器有意地进入了受限制的空域，如禁飞区、限飞区、机场净空区、军事管理区等。

6.5.9

无证飞行 unlicensed flight

驾驶员没有取得与该次飞行相匹配的、民航局颁发的航空器驾驶执照的飞行行为。

6.5.10

未注册飞行 unregistered flight

飞行器本身未在民航管理部门注册登记，没有取得唯一的航空器识别码（如无人机实名登记号）的飞行行为。

6.6 要地低空安全防御系统

6.6.1

机场核心区 airport core area

机场每条跑道两端外延各5公里，跑道中线两侧各1公里的区域，以下简称“核心区”。

6.6.2

机场警戒区 airport warning area

机场每条跑道两端外延各8公里，跑道中线两侧各4公里的核心区之外区域，以下简称“警戒区”。

6.6.3

机载V2V监视 Airborne Vehicle-to-Vehicle Surveillance

飞行器通过广播或接收相邻飞行器位置、速度和航向信息，实现空中碰撞预警。

6.6.4

地面/空地监视 Ground/Air-Ground Surveillance, G/AGS

雷达、光电、多点定位（MLAT）等设备对低空目标进行探测和跟踪。

6.6.5

无人机探测系统 UA detection system

通过使用信息融合平台和无线电频谱、光电、雷达等设备，接入民用无人驾驶航空器综合管理平台（UOM）数据等方式，实现自动探测无人机活动状态的系统。

6.6.6

无线电频谱探测 radio spectrum detection

通过无线电接收设备搜索、截获无线电信号，并对该无线电信号进行分析、识别并获取其技术参数、工作特征和辐射方位、位置等技术信息。

6.6.7

光电探测 photoelectric detection

采用光电传感器对目标实施探测跟踪的设备，实现对无人机目标探测、识别和跟踪。

6.6.8

雷达探测 radar detection

以基准无线电信号与目标物体反射或重发回的无线电信号的特性进行比较，测定目标物体位置、速度及运行方向等参数。

6.6.9

主动雷达 active radar

发射电磁波并接收反射的电磁波，以判断目标存在并获得目标信息的雷达。

6.6.10

外辐射源雷达 passive coherent location radar

不发射电磁波，仅接收来自其他辐射源经目标散射的电磁波并获得目标信息的雷达。

6.6.11

雷达散射截面积 radar cross section(RCS)

目标相对雷达方向的等效截面积，用于表征目标的电磁散射能力。

6.6.12

距离精度 range accuracy

目标径向距离估计值的均方根误差。

6.6.13

方位精度 azimuth accuracy

目标方位估计值的均方根误差。

6.6.14

俯仰精度 pitch accuracy

目标俯仰估计值的均方根误差。

6.6.15

探测概率 detection rate

在一定的探测范围内，目标存在时系统判断目标出现的概率。

6.6.16

虚警率 falsealarm

指在一定时间内，无人机探测系统报警后，经光电或人工等手段确认为非无人机目标的数量。

6.6.17

数据更新率 data update rate

系统对目标信息数据的更新速度。

6.6.18

标准无人机目标 standard UA target

系统性能评估的一个理想测试目标，与 $RCS \approx 0.01\text{m}^2$ 、轴距为350mm、链路功率100mW的多轴无人机近似。

6.6.19

要地区域 key area

对国家政治、经济、军事、文化等具有重要意义，需重点保护的区域。主要包括但不限于以下类型：城市核心区域、政府单位、军区及军事设施、重要基础设施、大型活动场所。

6.7 空管监视术语

6.7.1

不明空情 unknown air situation

雷达或空管系统发现了一个未识别、未报备的飞行目标，无法确认其身份和意图的情况。

6.7.2

合作目标 cooperative target

能够主动发送自身位置、身份、飞行状态等信息，配合地面接收设备或其他空中系统实现识别与监视的低空飞行目标，如装备了ADS-B（广播式自动相关监视）等通信与定位设备等符合起降场准入要求的无人驾驶航空器。

6.7.3

非合作目标 non-cooperative target

无法主动提供自身信息，需通过外部探测手段进行识别与定位的低空飞行目标，包括未按规定装备通信与定位设备的飞行器、鸟类、空飘物以及故障或恶意飞行等不符合起降场准入要求的无人驾驶航空器或其他航空器。

6.8 低空安全监管

6.8.1

低空飞行监管 low-altitude flight regulation

针对低空飞行活动的专门监管体系，包括飞行计划审批、实时监控和事后评估等环节。

6.8.2

低空适航管理 low-altitude airworthiness management

适用于低空飞行器的适航审定、持续适航监督和适航指令发布体系。

6.8.3

低空运营资质管理 low-altitude operation qualification management

低空飞行运营企业和人员的资质审定、能力评估和持续监督管理体系。

6.8.4

低空安全检查 low-altitude safety inspection

针对低空飞行活动的安全检查制度，包括定期检查、专项检查和随机抽查。

6.8.5

低空监管数据分析 low-altitude regulatory data analysis

运用大数据技术对低空飞行监管数据进行分析，为监管决策和政策制定提供支撑。

7 监管执法术语

7.1 低空监管体系

7.1.1

低空监管体系 low-altitude regulatory system

针对低空飞行活动建立的由法律法规、监管机构、监管程序和技术手段构成的专门管理体系。

7.1.2

低空监管机构 low-altitude regulatory authority

依法设立的专门负责低空飞行安全监督管理的政府部门或授权机构。

7.1.3

低空监管协调 low-altitude regulatory coordination

民航、军方、地方政府等部门在低空监管中的协调配合和信息共享机制。

7.1.4

低空监管标准 low-altitude regulatory standards

针对低空飞行特点制定的技术标准、安全要求和操作规范。

7.2 低空执法程序

7.2.1

低空执法程序 low-altitude enforcement procedure

针对低空飞行违法行为实施监管执法活动的专门程序。

7.2.2

低空执法调查 low-altitude enforcement investigation

对低空飞行违法行为进行事实调查和证据收集的专门活动。

7.2.3

低空执法取证 low-altitude evidence collection

在低空执法过程中通过雷达、视频、飞行数据等技术手段收集证据的活动。

7.2.4

低空现场执法 low-altitude on-site enforcement

对正在进行的低空违法飞行活动实施的现场处置和执法行为。

7.3 低空行政许可

7.3.1

低空飞行许可 low-altitude flight permit

监管部门根据申请，经审查准予从事低空飞行活动的行政决定。

7.3.2

低空运营许可 low-altitude operation license

对从事低空商业运营活动的企业或组织颁发的经营许可。

7.3.3

低空空域使用许可 low-altitude airspace use permit

对特定低空空域进行飞行活动的使用许可和管理。

7.3.4

低空许可审查 low-altitude license review

监管部门对低空活动许可申请进行的技术审查安全评估。

7.3.5

低空许可监管 low-altitude license supervision

对低空许可证持有人履行许可条件情况的动态监督检查。

7.3.6

许可变更 license modification

对已颁发许可证书内容进行修改的程序。

7.3.7

许可延续 license renewal

许可证书到期后申请继续有效的程序。

7.4 低空违法处罚

7.4.1

低空违法飞行 illegal low-altitude flight

违反低空飞行管理法律法规，未经许可或超出许可范围进行的飞行行为。

7.4.2

低空违法处罚 low-altitude violation penalty

对低空违法飞行行为依法实施的警告、罚款、暂扣设备等行政处罚措施。

7.4.3

低空黑飞处罚 unauthorized low-altitude flight penalty

对未经许可擅自进行低空飞行活动的违法行为实施的处罚。

7.4.5

低空危险飞行处罚 dangerous low-altitude flight penalty

对在禁飞区、机场净空区等危险区域进行低空飞行的违法行为实施的处罚。

7.5 合规管理

7.5.1

低空合规管理 low-altitude compliance management

确保低空飞行活动及相关组织行为符合低空管理法律法规要求的管理活动。

7.5.2

低空监督检查 low-altitude supervision and inspection

监管部门对低空飞行活动遵守法律法规情况进行的专项检查活动。

7.5.3

低空合规评估 low-altitude compliance assessment

对低空运营组织遵守低空管理法律法规情况进行的评价和检查。

7.5.4

低空合规培训 low-altitude compliance training

为提高低空飞行法律法规遵守水平而进行的专业教育培训活动。

7.5.5

低空违规整改 low-altitude violation rectification

对发现的低空飞行违规问题进行纠正和改进的活动。

8 运行保障安全术语

8.1 低空运行安全保障

8.1.1

低空飞行服务 low-altitude flight service

为确保低空飞行活动安全进行而提供的各类安全保障服务。

8.1.2

低空气象服务 low-altitude meteorological safety service

为低空飞行活动提供的气象安全信息和预警服务。

8.1.3

低空导航服务 low-altitude navigation service

为低空无人驾驶航空器提供安全可靠导航信号和导航信息的服务。

8.1.4

低空通信服务 low-altitude communication service

为低空飞行活动提供的安全通信保障服务。

8.1.5

低空交通服务 low-altitude air traffic service

为确保低空无人驾驶航空器安全、有序、快速流动而提供的安全管理服务。

8.1.6

低空飞行情报服务 low-altitude flight information service

为低空飞行提供安全相关信息以确保安全飞行的服务。

8.1.7

低空搜寻救援服务 low-altitude search and rescue service

对遇险低空无人驾驶航空器及其设备进行安全搜寻和救援的服务。

8.1.8

低空运行监控服务 low-altitude operation monitoring service

对低空飞行运行安全状态进行实时监控和预警的服务。

8.1.9

低空空域协调服务 low-altitude airspace coordination service

协调不同用户低空空域安全使用需求的服务。

8.1.10

低空应急响应服务 low-altitude emergency response service

在低空飞行紧急情况下提供的快速安全响应服务。

8.1.11**低空安全控制站 low-altitude safety control station**

具有对低空无人驾驶航空器飞行安全进行监控和安全操纵能力的地面控制设备。

8.1.12**低空任务规划 low-altitude mission planning**

在综合考虑安全威胁、飞行性能和环境因素的前提下，制定低空无人驾驶航空器安全执行任务的过程。

8.1.13**低空航迹规划 low-altitude trajectory planning**

在综合考虑安全威胁、碰撞避免和低空飞行限制等安全因素的前提下，制定从起始点到目标点的安全飞行航迹。

8.1.14**低空飞行数据记录 low-altitude flight data recording**

记录低空飞行过程中安全相关数据的系统和服务。

8.1.15**低空运行安全评估服务 low-altitude operation safety assessment service**

对低空飞行运行安全性进行评估和分析的服务。

8.2 低空维护应急安全保障**8.2.1****低空安全维护管理 low-altitude safety maintenance management**

确保低空无人驾驶航空器维护活动安全性的管理体系和活动。

8.2.2**低空维护评估 low-altitude maintenance assessment**

对低空无人驾驶航空器维护活动安全风险进行评估的过程。

8.2.3**低空维护安全记录 low-altitude maintenance safety record**

记录低空无人驾驶航空器维护安全相关信息的文档。

8.2.4**低空安全维护培训 low-altitude maintenance safety training**

针对低空无人驾驶航空器维护人员进行的安全培训。

8.2.5

低空维护安全监督 low-altitude maintenance safety supervision

对低空无人驾驶航空器安全性维护活动进行监督检查的活动。

8.2.6

低空应急规划 low-altitude emergency planning

对在低空任务执行过程中有可能遇到的安全威胁进行应急安全处置的规划。

8.2.7

低空应急响应 low-altitude emergency response

在低空飞行紧急情况发生时采取的快速安全应对措施。

8.2.8

低空应急安全降落 low-altitude emergency safety landing

在紧急情况下低空无人驾驶航空器的安全强制降落程序。

8.2.9

低空应急安全回收 low-altitude emergency safety recovery

在紧急情况下对低空无人机进行的安全回收操作。

8.2.10

低空应急安全预案 low-altitude emergency safety plan

针对低空飞行各种紧急安全情况制定的应对方案。

8.2.11

低空应急安全演练 low-altitude emergency safety drill

为验证应急安全预案有效性而进行的模拟演练活动。

8.2.12

低空应急安全通信 low-altitude emergency safety communication

在低空飞行紧急情况下进行的安全通信保障。

9 设施设备安全术语

9.1 通信导航监视安全设备

9.1.1

低空飞行 low-altitude flight

通常指以各种有人驾驶和无人驾驶航空的低空飞行在真高（航空器到其正下方地面的垂直距离）在1000米以内的空域，可根据不同地区特点和实际需要可延伸至6000米。

9.1.2

通信 communication

指飞行器与地面站、其他飞行器之间的实时通信。通信通常通过无线方式需要对飞行器实行全程可靠覆盖，确保飞行器状态、飞行操控指令能可靠无误地传送。

9.1.3**导航 navigation**

指提供飞行器位置、速度、航向等信息的系统，可以通过GPS、北斗等系统、视觉导航等，或附以其他辅助导航设施，实现高精度导航。导航是飞行器按照预定或者期望航线飞行的关键。

9.1.4**监视 surveillance**

指对航空器及其他目标进行可靠的探测，提供准确的航空器及其他探测目标的位置、状态和告警信息。监视设备包括监视雷达、光电系统、自动相关监视系统、多点相关定位系统等。监视是低空飞行管控、安全的重要手段。

9.1.5**预警设备 early warning equipment**

用于探测、识别、跟踪低空空域内目标并及时发出警报信息的技术装备。

9.1.6**监测设备 monitoring equipment**

用于实时监控低空空域内目标活动状态和飞行动态的技术装备。

9.1.7**低空飞行通信导航监视系统 CNS system for low-altitude flight**

由军地双方共同参与建设、运行，用于低空飞行器通信、导航、监视功能的综合性系统，具备数据融合、信息共享、协同响应能力。

9.1.8**通信安全保障 communication security assurance**

确保低空飞行器与地面管制、其他飞行器之间通信链路的可靠性、保密性和完整性的技术措施和管理制度。

9.1.9**导航精度要求 navigation accuracy requirement**

低空飞行器在指定空域内导航定位的精度标准，包括水平精度、垂直精度和时间精度的技术指标。

9.1.10**监视覆盖范围 surveillance coverage area**

监视设备能够有效探测、跟踪低空飞行目标的空域范围，包括探测距离、方位角覆盖和高度覆盖。

9.1.11

数据链安全 data link security

保护低空飞行器与地面系统之间数据传输过程中信息安全的技术手段，包括加密、认证和完整性校验。

9.1.12

应急通信备份 emergency communication backup

当主要通信系统故障时，确保低空飞行器与管制部门保持联系的备用通信手段和切换机制。

9.1.13

入网认证 network access certification

申请方的通信导航监视设备或系统通过技术审查、兼容性测试等程序，获得接入资格的过程及结果。

9.1.14

频谱兼容性 spectrum compatibility

不同通信导航监视设备在同一空域内工作时，相互之间不产生有害干扰的电磁兼容特性。

9.1.15

运维服务商 operation and maintenance service provider

具备相应资质和技术能力，承担低空飞行通信导航监视设备运行维护服务的专业机构。

9.1.16

互操作性 interoperability

不同制造商、不同型号的通信导航监视设备之间实现信息交换和协同工作的能力。

9.1.17

低空安全数据链设备 low-altitude safety data link equipment

实现地面与低空航空器之间安全数据传输的专用设备。

9.1.18

低空GNSS安全增强设备 low-altitude GNSS safety augmentation equipment

提供低空导航安全增强服务的全球导航卫星系统设备。

9.2 地面基础安全设施

9.2.1

低空安全控制中心 low-altitude safety control center

集中控制和监视低空飞行安全的地面指挥中心。

9.2.2

低空安全存储设施 low-altitude safety storage facility

用于安全存放低空航空器的专用设施。

9.2.3**低空安全检测设施 low-altitude safety inspection facility**

对低空航空器进行安全性能检测的专用设施。

9.2.4**低空安全培训设施 low-altitude safety training facility**

用于低空飞行安全培训的专用场所和设备。

9.3 机载安全系统设备**9.3.1****低空避障系统 low-altitude obstacle avoidance safety system**

用于低空飞行中自动识别和避开障碍物的安全系统。

9.3.2**低空飞行安全记录器 low-altitude flight safety recorder**

记录低空飞行关键安全数据的机载设备。

9.3.3**低空应急安全装置 low-altitude emergency safety device**

在低空飞行紧急情况下自动启动的安全保护装置。

9.3.4**低空安全监控载荷 low-altitude safety monitoring payload**

低空航空器携带的用于实时安全监控的专用设备。

9.3.5**低空防撞安全系统 low-altitude collision avoidance safety system**

预防低空航空器相撞的主动安全防护系统。

9.3.6**低空安全着陆系统 low-altitude safety landing system**

确保低空航空器安全着陆的自动控制系统。

9.3.7**低空安全监测传感器 low-altitude safety monitoring sensor**

用于监测低空飞行环境和航空器状态的安全传感器。

9.4 环境安全监测设备

9.4.1

低空气象监测设备 low-altitude meteorological safety monitoring equipment

用于监测影响低空飞行安全的气象条件的设备。

9.4.2

低空空域安全监测设备 low-altitude airspace safety monitoring equipment

用于监测低空空域安全状况的专用设备。

9.4.3

低空电磁环境安全设备 low-altitude electromagnetic environment safety monitoring equipment

用于监测低空电磁环境安全的专用设备。

9.4.4

低空环境风险预警设备 low-altitude environmental risk warning equipment

对低空环境安全风险进行预警的设备系统。

10 其他术语

10.1

目标识别 target identification

通过技术手段确定监测目标的类型、属性、身份等特征信息的过程。

10.2

数据融合 data fusion

将来自多个传感器或数据源的信息进行综合处理，形成统一、准确、完整目标态势的技术过程。

10.3

协同响应 coordinated response

多个系统或单位在统一指挥下，针对特定事件或威胁采取的联合行动。

10.4

电磁兼容性 electromagnetic compatibility

设备或系统在共同的电磁环境中能够正常工作且不对该环境中其他设备产生干扰的能力。

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/CICC 27002—2025

低空运行安全风险评估与分级指南

Guidelines for Low-Altitude Operational Safety Risk Assessment and Grading

2025 - 09 - 10 发布

2025 - 09 - 10 实施

中国指挥与控制学会 发布

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。

本文件由中国指挥与控制学会提出。

本文件由中国指挥与控制学会归口。

本文件起草单位：交控航空科技（深圳）有限公司、北京交通大学、航天时代低空科技有限公司、中国民航科学技术研究院、中国长城互联网信息中心、中电莱斯信息系统有限公司、湖北华中低空经济发展有限公司。

本文件主要起草人：郜春海、陈磊、宿帅、牛儒、陆启进、刘超、石渤、李超、张明伟、卢贤锋、付胜豪、贾利滨、周哲、王睿、柴铭、商都、王小宁、颜益安、李红军、李飞鸿。

低空运行安全风险评估与分级指南

1 范围

本文件规定了低空无人驾驶航空器开放类和特定类运行的安全风险评估与分级活动。
本文件适用于低空无人驾驶飞行器的设计、适航审定和任务风险评定。

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 23694-2024 风险管理 术语
GB 42590-2023 民用无人驾驶航空器系统安全要求
T/CICC 27003-2025 低空无人驾驶航空器起降场地安全通用要求
T/CICC 27004-2025 低空飞行航路/空域安全通用要求
T/CICC 27005-2025 低空飞行气象安全通用要求
T/CICC 27007-2025 低空飞行安全间隔管控规范

3 术语和定义

GB/T 23694界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

风险 risk

不确定性对目标的影响。

[GB/T 23694, 3.1.1]

3.2

危险 hazard

造成潜在伤害的来源。

[GB/T 23694, 3.3.12]

3.3

空中风险 air risk

无人驾驶航空器在空中与其他航空器发生碰撞的风险。

3.4

地面风险 ground risk

在无人驾驶航空器失控情况下，可能对地面人员、地面设施或目标带来严重伤害甚至人员伤亡的风险。

3.5

运行安全风险 operational safety risk

服务提供或活动开展过程中（如空中飞行、起落场运营或空中交通管制）产生的，可能造成机载或地面人员人身伤害或财产损失的危险发生概率和后果严重程度组合，是对运行安全不确定性的度量。

3.6

剩余风险 residual risk

风险应对之后仍然存在的风险。

[GB/T 23694, 3.3.39]

3.7

风险接受准则 risk acceptance criteria

接受某一特定风险决策的依据。

3.8

风险应对 risk treatment

处置风险的过程。包括不开始或不再继续带来风险的行动，以规避风险；为寻求机会而承担或增加风险；消除风险源；改变可能性；改变后果；与其他各方分担风险；慎重考虑后决定保留风险。

[GB/T 23694, 3.3.32]

3.9

运行概念 concept of operations

描述任务目标、运行环境和操作限制等运行场景、既有风险缓解措施、运行程序和手册的文件。

3.10

空中相撞 midair collision

两架飞机在飞行过程中相撞。

3.11

战略级缓解措施 strategic mitigation measures

在无人驾驶航空器起飞前，运行责任人采取的可减少无人驾驶航空器空中相撞风险的程序，通常采用降低飞机密度或单个无人驾驶航空器在融合空域内的运行时间来控制或减轻风险。

3.12

战术级缓解措施 tactical mitigation measures

运行责任人采取的在很短的时间范围（数分钟到数秒）内减轻相撞风险的行为。战术级缓解措施的表现形式为侦测，决定，行动和反馈循环。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CONOPS	运行概念 CONcept of OPerationS
FHA	功能危险分析 Functional Hazard Analysis
FMEA	故障模式与影响分析 Failure Mode and Effects Analysis
MAC	空中相撞 MidAir Collision
ORA	运行风险评估 Operational Risk Assessment
STPA	系统理论过程分析 Systems-Theoretic Process Analysis
UAS	无人驾驶航空器系统 Unmanned Aircraft System

5 运行风险评估过程

5.1 低空运行风险评估过程

低空运行风险评估如图1所示。

5.2 先决输入信息

运行风险评估（ORA）活动执行前，应确定如下先决输入信息：

- a) 对无人驾驶航空器系统（UAS）的系统设计；
- b) 运行概念（CONOPS）（包括运行环境）；
- c) 适当的安全风险接受准则。

5.3 UAS 系统设计

UAS设计时，应符合GB 42590-2023、T/CICC 27012-2025的要求，明确无人驾驶航空器的技术参数（如机型、重量、动力系统、传感器等）、相关组件（如通信链路、导航系统）及软件功能，确保对评估对象有清晰认知。

5.4 运行概念

CONOPS设计时，应详细描述无人机的运行场景，运行场景应符合T/CICC 27003-2025、T/CICC 27007-2025的要求，包括：

- 任务目标（如测绘、物流）、运行流程（起飞、巡航、降落等阶段）；
- 运行环境（如空域类型、海拔高度、地面地形、人口密度等），运行环境应满足 T/CICC 27002-2025、T/CICC 27004-2025 的要求；
- 操作限制（如禁飞区、天气条件、时间窗口）。

CONOPS需作为ORA的核心参考，确保风险评估与实际运行场景紧密结合。

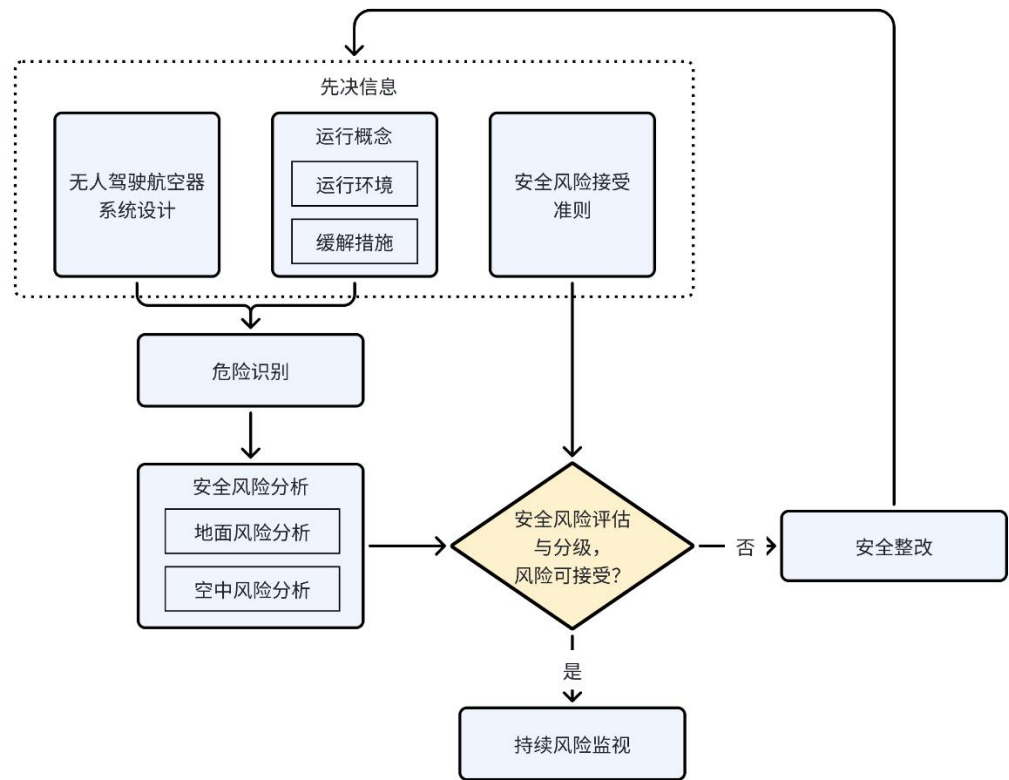


图1 低空运行风险评估过程

5.5 风险接受准则的确定原则

低空运营单位应建立本单位的安全风险接受准则，常用的安全风险接受准则可采用：

- 行业指导性文件；
- 以相似运行场景安全风险接受准则做参考；
- 明确的定性或定量指标。

该准则应体现低空运营安全主管部门的最低安全要求。开展运行风险评估时，应将评估结果与接受准则对比，判定运行是否符合安全要求，并据此决定是否予以批准。

5.6 危险识别

当确定了UAS、CONOPS和安全风险接受准则等输入后，应识别在运行过程中可能因预期或非预期事件而发生的危险，包括但不限于：

- 可能导致一人或多人死亡的危险。
- 涉及地面（行人等）和空中（其他空域使用者）第三方的危险。

5.7 安全风险分析、评估与分级

针对识别的危险，通过确定相关安全风险的可能性和严重程度进行风险分析与分级。应使用先前确定的可接受安全风险接受准则对安全风险进行评估，以确定剩余风险是否可接受。风险评估应考虑低空运行对地面第三方（行人）和空中第三方（其他空域使用者）的风险。

5.8 安全整改

当运行风险评估流程识别到不可接受的风险，应进行变更以剩余风险降低至可接受水平。变更可包括UAS本身的新能力或限制，或空中交通管理系统，或记录在CONOPS中的系统运行的方式或地点，或被证明符合行业标准，或满足低空运营安全主管部门认可的适用于预期运行场景的性能要求。

5.9 持续风险监视

一旦剩余风险处于可接受水平，应记录运行风险评估，并在运行中持续监视风险。

5.10 变更安全风险管理

当CONOPS或UAS设计，空中交通管理系统设计，低空运行环境中，部分或全部发生变更时，应需要重新评估先前完成的运行风险评估。在执行新的运行风险评估之前，运营人应评估变更的范围，并评估其对先前已评估的危险以及因变更引入的任何新危险的影响。

6 危险识别

6.1 概述

危险识别应考虑UAS或CONOPS的要素、特性和能力如何应对这些故障情况。通过适当的缓解措施，可以降低危险和危险状况，确保运行能够持续满足安全风险接受准则的要求。

6.2 危险识别方法

应通过系统性分析方法识别风险及其相应的后果，包括对其他空域用户和地面人员的影响。这些方法可包括：

- 现场调查
- 飞行数据监视计划
- 培训计划
- 审查委员会
- 专家风险小组
- 调查
- 审计
- 检查

6.3 危险识别过程

低空运营单位应建立识别和记录危险的过程。

危险识别是一个过程，应充分考虑：

- UAS 如何使用，在何处使用和具体的运行部署；
- 空中交通管理系统在低空运行中的作用，各种可能得降级模式对运营的影响；
- 包括气象、通信覆盖、导航辅助、监视覆盖、电磁在内的低空环境对低空运行的影响。

危险分析还应该考虑包括航空器、相关元件、软件或第三方服务、或其组合在内的整个系统的故障或系统的故障状况。

可使用功能危险分析（FHA）、失效模式影响分析（FMEA）或系统论过程分析（STPA）等方法，对有潜在的故障及其可能导致的危险或伤害进行识别。

7 安全风险分析

7.1 概述

在危险识别之后，应执行安全风险分析。安全风险分析描述了对之前识别的每个危险的特性和风险水平进行描述的过程。通过将危险发生的可能性与该危险的预期严重程度相结合，计算风险数值。

7.2 可能性和严重程度定义的批准

可能性和严重程度的定义应适用于系统和运行，宜经过低空运营安全主管部门批准。

7.3 安全风险发生可能性的定义

安全风险发生的可能性等级定义与对应的发生概率宜采用表1的定义。

表 1 安全风险可能性定义

编号	等级	小于	大于等于
A	频繁的 Frequent	1	1×10^{-5}
B	不频繁的 Infrequent	1×10^{-5}	1×10^{-6}
C	极不频繁的 Extremely Infrequent	1×10^{-6}	1×10^{-7}
D	罕见的 Remote	1×10^{-7}	1×10^{-8}
E	极罕见的 Extremely Remote	1×10^{-8}	1×10^{-9}
F	很不可能的 Improbable	1×10^{-9}	1×10^{-10}
G	极不可能的 Extremely Improbable	1×10^{-10}	0

7.4 安全风险发生严重程度等级的定义

安全风险发生的严重程度等级定义，宜采用表2的定义。

表 2 安全风险严重程度等级定义

编号	5	4	3	2	1
等级	无影响的 Minimal	轻微的 Minor	重大的 Major	危险的 Hazardous	灾害性的 Catastrophic
定义	可忽略安全影响	包括以下任一情形： ● 1-2人轻伤 ● 有人驾驶航空器轻微损伤 ● 中型及以上无人驾驶航空器严重损伤	包括以下任一情形： ● 1-2人重伤 ● 3人及以上轻伤 ● 有人驾驶航空器严重损伤 ● 中型及以上无人驾驶航空器全损	包括以下任一情形： ● 1-2人死亡 ● 3人及以上重伤 ● 有人驾驶航空器未全损且1-2人死亡 ● 有人驾驶航空器全损且无人员伤亡	包括以下任一情形： ● 3人及以上死亡 ● 有人驾驶航空器全损且至少1人死亡

7.5 估算依据

为估算可能性和严重程度，可参考如下资源：

- 系统安全评估；
- 地面或飞行测试数据；
- 运行测试或历史记录；
- 历史事故报告；
- 具备载人航空器设计或相关工作经验，并且有能力将这些经验应用于无人驾驶航空器风险分析的专家。

7.6 风险分析

如果一个危险可能导致不同严重程度的多种结果,宜需要分别对每个严重程度等级及其相应的可能性进行风险水平评估。为了简化计算,申请人可选择使用最严重的可信后果作为严重程度标准,这通常会导致保守的风险评估值。

地面风险是指地面人员被UAS击中的风险,分析指导见附录B。

空中风险是指UAS在拟运行空域中相撞的风险,分析指导见附录C。

7.7 缓解措施与剩余风险

申请人应根据应用缓解措施后的剩余风险来评估危险的可能性和严重程度。

申请人应说明如何应对和缓解风险,以降低危险导致的不良后果。

缓解措施可以减少后果的可能性或严重程度,或两者兼有。缓解措施包括但不限于下列方式:

- 通过设计要求、运行缓解措施、地理限制或其组合来缓解对第三方的安全威胁。如果运行约束、设计要求或地理限制不足以缓解对人员的风险,可考虑更换 UAS 型号,重新设计 UAS,或者修订运行限制、提供额外的设计保证,或采取更新后的 CONOPS 中规定的若干措施组合。
- 采用战略级缓解措施,在运行开始前实施以降低危险的可能性或严重程度。例如,预先规划航线以避免有人驾驶航空器或载人航空器最常飞行的区域是一种战略级防范措施,旨在降低无人驾驶航空器与有人驾驶航空器或载人航空器发生碰撞的可能性;
- 采用战术级缓解措施,在运行期间或危险可能存在的时段使用。例如,探测与避让(DAA)是降低碰撞可能性的战术级缓解措施。

缓解措施可分层或组合使用以提供更大的风险降低,若要获得战略级和战术级缓解措施两者的全部风险降低效果,宜要求这两种缓解措施彼此独立运行,否则其中一个或两者将仅产生部分效果。

确定缓解措施后,剩余风险将由申请人或低空运营安全主管部门进行评估,并根据情况接受或拒绝。

8 安全风险评估与分级

8.1 概述

与危险相关的风险水平是通过将严重程度和可能性的分量度量映射到定性或定量指数或等级来确定的。图2所示的风险矩阵是最常见且最易用的用于展示这种映射的工具。风险矩阵的定义和构建方式可以根据每个申请人的特定组织或运行需求进行定制,或者同时满足这些需求。

		严重程度				
		无影响的	轻微的	重大的	危险的	灾害性的
		5	4	3	2	1
可能性	频繁的	A	低	中	高	高
	不频繁的	B	低	中	高	高
	极不频繁的	C	低	低	中	高
	罕见的	D	低	低	中	中
	极罕见的	E	低	低	低	低
	很不可能的	F	低	低	低	低
	极不可能的	G	低	低	低	低

图 2 风险矩阵定义

8.2 安全风险接受准则

低空运营安全主管部门可定义安全风险接受准则。安全风险接受准则宜考虑每个危险的严重程度值和可能性值。单独对危险的可能性和严重程度分量进行分级，可以更直接、更客观、更理性地识别高风险并优先考虑缓解措施。平均具有不同特征的风险，或过度拆分风险，可能会掩盖评估中的重要元素，从而产生新的风险。

风险矩阵应适用于UAS和低空运行。宜采用经低空运营安全主管部门批准来源的风险矩阵。

不同类型后果的可接受风险水平可能因任务、飞行员、低空运营单位和低空运营安全主管部门而异。申请人应确定哪些风险可以容忍，以及在何种条件下风险被视为不可接受并必须进一步缓解。

8.3 安全风险分级定义

风险分级是安全风险接受准则相匹配。风险分级可采用：

- a) 低风险：被各个利益相关方所接受，不需要进一步风险应对，但需持续监视的运行风险。
- b) 中风险：已采取充足缓解和监视措施，并进一步明确运行限制条件方可接受的运行风险。
- c) 高风险：不可接受的运行风险。

针对在运行风险评估中识别出的高于可接受水平的风险，应通过记录在CONOPS中的运行程序或限制来缓解。当此类运行变更导致风险水平达到可接受时，相关的风险缓解措施应记录在运行风险评估记录中。

8.4 风险评估

在计算每个危险的风险水平后，应使用最高风险的危险来确定运行的整体风险水平。

风险容忍度的确定应独立于风险分析及其相关结果。

风险评估与风险分级应使用风险矩阵，并根据不同风险等级采取不同措施：

- a) 高风险应通过消除危险、降低危险的严重程度或减少危险发生的可能性来缓解。
- b) 中风险经审查后，应根据具体的运营场景明确是否为可接受，或需要结合缓解措施以降低危险的剩余风险。
- c) 低风险是可接受的，不需要采取行动。

8.5 安全风险可视化

安全风险等级可以风险矩阵的形式表示和可视化，每个安全风险等级分配不同的颜色。高风险宜用红色表示，中风险宜用黄色表示，低风险宜用绿色表示。

9 文件记录与风险监视

9.1 文件记录

当剩余风险被接受时，运行风险评估可完成，并应保存记录。低空运行安全风险评估报告模版可参考附录D。

9.2 风险监视

对于被归类为高或中水平的剩余风险对应的危险因素，应在运行中进行监视。

监视是对风险缓解措施有效性的持续审查，以确定它们是否按预期降低了风险。

为帮助促进空域风险监视，低空运营单位应建立确定是否发生低空运行风险隐患的程序。

风险监视可包括审查风险本身或其前导指标的可能性或严重程度，或两者兼有。

9.3 定期审查

应定期审查低风险，以发现变化或确定风险是否被错误分类。

9.4 运行风险评估的更新

如果发现某个风险在运行风险评估中被错误分类，即其在运行中的严重程度或可能性（或两者）高于运行风险评估中的设定水平，则应更新运行风险评估。

附 录 A
(资料性)
安全风险评估表

附录A提供了安全风险评估表示例，以帮助进行危险识别和运行安全风险评估。以下表格给出运行安全风险评估表示例。实际运行安全风险评估使用的表格可能比表A1和表A2包含大量更多的信息。此外，在表A.1中，仅评估危险中最严重的可信结果是可接受的，而不是详细描述所有的潜在风险。所展示的剩余风险水平假定缓解措施有效。对每个结果的可能性和严重程度进行的合理性解释与依据可直接包含在表A.1中，或者在单独的运行安全风险评估文档中。

表 A.1 运营风险评估表格模版

序号	危险	原因	缓解措施	后果	严重程度	可能性	剩余风险等级
1	飞行中失去控制	UAS技术问题，如导航、作动器、电机、电源、指挥与控制 系统、有效载荷释放或其他故障或其 组合故障	M1、M2、M3	与人相撞导致死亡	危险的	罕见的	中/黄色
2			M1、M2、M3	撞击人导致重伤	重大的	罕见的	低/绿色
3			M1、M2、M3	撞击人导致轻伤	轻微的	极不频繁的	低/绿色
4			M1、M2、M3	对人无影响	无影响的	频繁的	低/绿色
5	无人驾驶航空器 影响其他飞机	空中交通冲突、探测失败、避让失效、人为错误、无法看到和避让或其他故障或其组合故障。	M2、M4、M5	空中相撞造成3人及以上死亡 或 有人机全损且至少1人死亡	灾害性的	极罕见的	低/绿色
6			M2、M4、M5	空中相撞造成1-2人死亡 或 有人机全损但无人员死亡	危险的	罕见的	中/黄色
7			M2、M4、M5	空中相撞造成重伤 或 对有人机造成实质性破坏	重大的	极不频繁的	中/黄色
8			M2、M4、M5	空中相撞造成轻伤 或 有人机轻微损伤	轻微的	极不频繁的	低/绿色

表 A.2 缓解措施表格模版

序号	缓解措施
M1	安装无人驾驶航空器降落伞
M2	无人驾驶航空器易碎设计
M3	避免接近人口密集区域飞行或编队飞行
M4	避免接近流量大的空域飞行
M5	安装DAA设备

附录 B (资料性) 地面风险分析

B.1 概述

附录B包含关于分析地面风险的指导，用于分析无人驾驶航空器与地面第三方（非参与者）发生碰撞的可能性和严重程度。地面风险分析是一个过程，通过该过程可以评估对地面第三方（非参与者）的定量风险。地面风险分析的输出是一个高严重程度后果发生率的估计值，该发生率可与风险矩阵或低空运营安全主管部门批准的安全风险接受准则进行比较，以评估运行的可接受性。如果评估的地面风险高于安全风险接受准则，申请人可通过调整其UAS或CONOPS，并重新运行此过程以查看结果是否有所改善。

B.2 地面风险计算

B.2.1 地面风险预期发生率计算

地面风险计算使用地面风险预期发生率*GRR*进行计算，即特定严重程度的不利安全结果每架次航班小时预期发生的次数。不利安全结果通常具有危险或灾难性严重程度（例如，死亡）：

$$GRR = R(failure) \times Collisions(failure) \times P(occurrence|collision, failure) \dots (B.1)$$

式中：

- $R(failure)$ = 每无人驾驶航空器飞行小时内，无人驾驶航空器导致的危险（通常为某种特定故障模式）失效率，该危险会导致对地面造成特定后果（例如：潜在灾难性故障）。
- $Collisions(failure)$ = 无人驾驶航空器与地面人员碰撞导致特定严重程度后果的人数。
- $P(occurrence|collision, failure)$ = 无人驾驶航空器发生故障且与地面人员碰撞造成特定后果（如人员伤亡）的条件概率。

$Collisions(failure)$ 可进一步分解为：

$$Collisions(failure) = D_{pop} \times F_{exp} \times A_c \dots (B.2)$$

式中：

- D_{pop} = 飞越区域的人口密度。
- F_{exp} = 在发生故障时可能暴露于无人驾驶航空器下的人口比例。
- A_c = 无人驾驶航空器对造成地面危险的区域大小。该区域是预期中无人驾驶航空器会撞击人并可能产生不利结果的区域。

最终地面风险预期发生率可表示为：

$$GRR = R(failure) \times D_{pop} \times F_{exp} \times A_c \times P(occurrence|collision, failure) \dots (B.3)$$

B.2.2 运行故障估计*R(failure)*

$R(failure)$ 也可视为运行中全系统的可靠性，包括技术失效和运行失效。已证明或预期的系统可靠性可以使用多种过程（独立或组合）计算或估计，包括但不限于：

- 飞行测试经验（例如，耐久性和可靠性（D&R）测试）。
- 运行经验和真实世界数据。
- 系统和设计分析。
- 组件测试。
- 仿真。
- 运行安全目标。

可靠性由无人驾驶航空器可能会构成危险的事件数量除以具有代表性的总运行小时数确定。这可以从飞行数据或分析方法（或两者）估计。

运行小时数可通过运行获得,UAS在符合标准文件和CONOPS的前提下,通过统计耐久性和可靠性(D&R)小时数、系统在典型运行场景下的飞行小时数、在不同监管批准下的飞行小时数、在特殊适航证书-实验类别下的飞行小时数来确定。

B.2.3 确定飞越区域人口密度 D_{pop}

人口密度可以使用合理代表常规飞越的最大预期人口密度的人口密度图来测量。偶尔飞越相对较小的高人口密度区域,如果单位时间的总平均人口密度低于低空运营安全主管部门批准的人口密度值,也可以是安全可接受的。来自可靠来源的公开人口密度图只要相关即可接受。对于依赖于时间或季节的运行,大的时间和季节影响可以使用定性或定量方法加以考虑。

地图的网格尺寸应大致对应于在正常运行期间发生故障时无人驾驶航空器可能构成危险的预期区域。当使用的网格尺寸小于预期危险区域时,风险可能被高估。在这种情况下,对网格数据进行平滑或平均处理有助于更好地反映实际风险。相反,使用较大的网格尺寸可能会低估风险。如果使用较大的网格,运营人必须定性检查潜在人口密度较高的区域,以确保风险未被低估。

B.2.4 确定暴露风险人口比例 F_{exp}

并非所有飞越下的人口都被假定为处于风险之中。在运行期间处于适当结构或车辆内受庇护的人员可能没有风险,特别是对于较小、较轻或较慢且动能相对较低的无人驾驶航空器。在地面风险评估中只应考虑处于风险中的人口比例。

跨越大面积区域的运行可以使用人口庇护的总体平均值,但在较小、独特区域的运行应考虑具体的当地特征。

B.2.5 确定撞击区域 A_c

撞击区域是地面上的一个区域,在该区域内的人员预期会被无人驾驶航空器碰撞,并可能经历不利后果。

撞击区域内的撞击严重程度可能有很大差异。例如,被小型无人驾驶航空器击中腿部可能导致轻微严重程度,而头部撞击则可能是致命的。此外,撞击区域本身的大小可能因故障模式而异。带有功能降落伞的小型无人驾驶航空器的撞击区域将比同一小型无人驾驶航空器在降落伞未能展开的情况下的撞击区域小得多。

在计算不带降落伞的无人驾驶航空器的撞击区域时,不需要考虑风的影响,因为其影响预计会在飞行路径上平均掉。然而,风速是考虑降落伞系统时的相关信息,因为无人驾驶航空器很可能会以风速横向移动。

树木、灌木丛、围栏、路缘和建筑物等障碍物可以在撞击时减缓或阻止无人驾驶航空器。这些效应可以进行统计建模并纳入撞击区域计算中。

B.2.6 确定发生概率 $P(\text{occurrence}|\text{collision}, \text{failure})$

运营人可以假设碰撞或故障后发生致命后果的概率 $P(\text{occurrence}|\text{collision}, \text{failure})$ 为1 (100%),除非他们能提供相反的证据。该概率受无人驾驶航空器如何与地面人员碰撞的影响,可以通过多种方式降低。一种简单的方法是保持无人驾驶航空器的动能低于某个准则。其他方法包括分析无人驾驶航空器的撞击动力学或进行撞击测试。

附录 C (资料性) 空中风险分析

C.1 概述

附录C包含关于分析空中风险的方法的指导，即无人驾驶航空器与其他航空器发生空中相撞（MAC）的可能性和严重程度。图C.1展示了用于分析空中相撞风险可能性的建议流程。

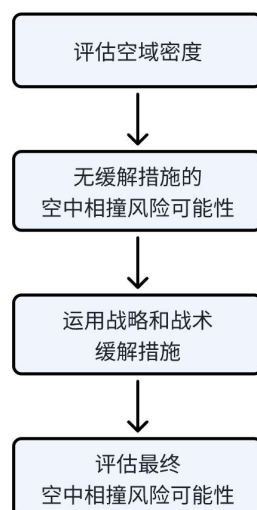


图 C.1 分析空中相撞风险可能性的流程

C.2 评估空域密度的步骤及要求

评估空中风险的第一步是估计计划运行区域内的空域密度。空域密度可以进行定性或定量评估。定量评估时，空中交通密度通常以单位体积内的航空器数量为单位，例如每立方公里的航空器数量。

可以利用不同的数据源。运营人应考虑因一天中的时段、季节变化和特殊事件导致的交通模式变化。交通密度估计可以在运行时间段内进行平均，例如，对日间运行平均日间交通量。对交通特征进行稳健表征所需的充足数据量会因空域而异，并且随着季节的变化而有所差异，需要额外考虑。这包括对飞行在该区域的飞机航线以及显示该区域内通常有多少架飞机的数据集的信息。此类数据的示例包括在空域或邻近空域运行期间探测到的航空器、从第三方获取的航空器航迹数据，或其他可信的交通密度数据库。

空域密度估计应考虑数据粒度、空域结构，以及运行区域。例如，可以利用基于已发布程序和政策假设，例如仪表进近程序图或已知仪表飞行规则交通区域。

基于本地交通数据的交通密度估计应考虑地理传感器覆盖范围。如果使用部分覆盖范围进行分析，可以使用交通调整因子来弥补覆盖不足，或者可以外推附近具有覆盖范围的类似区域的交通量。

当基于本地交通数据估计交通密度时，考虑交通设备覆盖范围的局限性至关重要。例如，如果数据主要由合作式航空器组成，它可能无法完全代表空域内的整体交通构成。可能需要额外的数据源或估计技术来考虑非合作式航空器。无论是在强制安装应答机的地区内部还是外部，军事行动的存在会增加低空飞行、非合作交通的比例，进一步强调了全面数据收集和分析的必要性。

有必要进行评估以确定运行空域合适的设备比例。根据监视源的不同，估计的交通密度可能无法完全涵盖非合作式航空器。为此，可以将估计的交通密度除以空域中合作式航空器的比例，以获得更全面和累积的交通密度估计。

当利用目视观察员数据估计指定空域内的空中交通密度时，应考虑时间和季节变化。运营人可以通过在运行时间段内平均观测值来估计交通密度。例如，如果运行主要在白天进行，则平均这些时段的交通密度可能是合适的。

在某些空域中，一周的数据可能足以确定典型的空中交通量，而其他空域可能表现出显著的空中交通波动或扰动，需要调整运行风险评估中使用的估计密度。

C.3 估算风险缓解签的 MAC 概率

为确定无人驾驶航空器与其他航空器发生空中相撞的概率，可以考虑无人驾驶航空器和其他航空器的特性，包括可能遇到的无人/有人驾驶航空器的类型、尺寸和速度。合适的估计方法包括行业标准模型、可用研究或公司开发的分析和仿真。

AC计算模型。在对未缓解的空中碰撞风险进行建模时，可采用气体粒子误撞模型。这类模型假设，在当地交通呈非结构化且随机分布的情况下，航空器会误打误撞地发生近距离相遇。

MAC概率仿真。在给定空域结构、航空器特性和运行参数的情况下，通过仿真可以估算空中碰撞的概率。当运行条件偏离模型假设时（例如在有遮蔽的运行环境中，附近出现有人驾驶航空器的可能性较低），这种方法可能比通用的气体例子误撞模型更适用。

采用仿真方法计算MAC概率时，应使用合适的有人驾驶航空器相遇模型（例如空域相遇模型开源项目）或航迹数据，并遵循将所选相遇模型或航迹数据整合到仿真中的最佳实践。

采用仿真方法也可以计算风险缓解后的MAC概率。将缓解措施（如探测与规避或遮蔽防护）作为仿真的一部分，先估算未缓解的空中碰撞概率，再估算这些缓解措施带来的风险降低程度，进而可据此计算缓解后的空中碰撞概率。

缓解措施实施前后的MAC仿真也可以单独进行，但需注意仿真参数应酌情保持一致。

C.4 战略级冲突管理缓解措施

战略级缓解措施是指在战术层面之前有效的缓解措施。通过减少空域交通密度来降低无人驾驶航空器遭遇其他航空器可能性来的缓解措施被视为战略级缓解措施。战略级缓解措施应在起飞或运行开始前进行计划或实施。

C.5 战术级缓解措施

战术级缓解措施主要指探测与避让（DAA）功能，其中可能包括使用目视观察员。这些缓解措施可用于定性或定量地降低空域中发生空中相撞的可能性。如果UAS针对不同类型的交通（即ADS-B与非ADS-B，或旋翼机与固定翼单发飞机）具有不同级别的探测与避让（DAA）性能，则根据运行环境中预期的航空器类型对探测与避让（DAA）性能进行加权是合适的。在起飞前或着陆后发生的缓解措施不应被视为战术级避让。

C.6 MAC 严重度

在确定无人驾驶航空器与其他航空器发生空中相撞的严重程度时，应考虑无人驾驶航空器特性以及在CONOPS中可能遭遇的其他航空器。

附录 D

(资料性)

低空运行安全风险评估报告模版

低空运行风险评估过程应记录在《低空运行安全风险评估报告》中。低空运行安全风险评估报告可参考以下文件模版。

- 1、基本情况
 - 1.1 申请人基本情况
 - 1.2 UAS系统设计
 - 1.2.1 技术参数
 - 1.2.2 性能参数和限制
 - 1.2.3 相关组件功能
 - 1.2.4 软件功能
 - 1.3 运行概念
 - 1.3.1 任务目标
 - 1.3.2 运行流程
 - 1.3.3 运行环境
 - 1.3.4 操作限制
 - 1.4 风险接受准则定义
 - 1.4.1 安全风险发生可能性定义
 - 1.4.2 安全风险发生严重程度定义
 - 1.4.3 风险接受阈值与风险等级定义
- 2、危险识别
 - 2.1 危险识别方法
 - 2.2 危险识别过程
 - 2.3 危险记录
- 3、主要运行安全风险评估活动
 - 3.1 地面风险分析
 - 3.2 空中风险分析
 - 3.3 缓解措施
 - 3.4 安全风险评估表
- 4、安全评估结论
 - 4.1 结论
 - 4.2 安全相关应用条件
 - 4.3 限制与约束

参 考 文 献

- [1] AC-92-2019-01 特定类无人机试运行管理规程（暂行）
 - [2] CCAR-92 民用无人驾驶航空器运行安全管理规则
 - [3] GB/T 27921-2023 风险管理 风险评估技术
 - [4] FAA Order 8040.6A Unmanned Aircraft Systems(UAS) Safety Risk Management(SRM) Policy
 - [5] F3178-24 Standard Practice for Operational Risk Assessment of Unmanned Aircraft Systems(UAS)
-

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/CICC 27003-2025

低空无人驾驶航空器起降场地安全通用要求

General requirements for safety of unmanned aircraft take-off and landing sites in
low altitude airspace

2025-09-10 发布

2025-09-10 实施

中国指挥与控制学会 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 缩略语 2

5 总则 2

6 通用要求 2

7 分类 3

8 选址要求 4

9 场地要求 5

10 准入空域要求 6

11 净空环境要求 7

12 电磁环境要求 7

13 通信设备要求 7

14 导航设备要求 8

15 监视设备要求 8

16 气象设备要求 9

17 其他设备要求 9

18 物理安全要求 10

19 运行安全要求 10

20 网络安全要求 11

21 管理安全要求 11

参考文献 13

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这些专利的责任。

本文件由中国指挥与控制学会提出。

本文件由中国指挥与控制学会归口。

本文件起草单位：中电莱斯信息系统有限公司、中国电子科技集团公司第二十八研究所、中国民航科学技术研究院、中国长城互联网信息中心、湖北华中低空经济发展有限公司、湖北漳富产业投资发展集团有限公司。

本文件主要起草人：张威、张明伟、付胜豪、张晖、丁立平、刘子仪、沈丽楠、马园园、田云钢、李贺、卢贤锋、李红军、乐宁宁、李飞鸿。

低空无人驾驶航空器起降场地安全通用要求

1 范围

本文件规定了低空无人驾驶航空器起降场地的分类、选址要求、场地要求、准入空域要求、净空环境要求、电磁环境要求、通信设备要求、导航设备要求、监视设备要求、气象设备要求、其他设备要求、物理安全要求、运行安全要求、管理安全要求等。

本文件适用于为低空无人驾驶航空器提供起飞、降落、维修、保障等服务的起降场地的选址、配套保障设施的部署、运行规则和管理办法的制定提供指导。

2 规范性引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本文件的条款。凡注日期或版次的引用文件，其后的任何修改（不包括勘误的内容）或修订版本都不适用于本文件，凡不注日期或版次的引用文件，其最新版本适用于本文件。

MH/T 5065-2023	通用机场选址技术指南
T/CICC 27007-2025	低空飞行安全间隔管控规范
CCAR-117-R2	中国民用航空气象工作规则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

合作目标 cooperative target

能够主动发送自身位置、身份、飞行状态等信息，配合地面接收设备或其他空中系统实现识别与监视，符合起降场地准入要求的无人驾驶航空器。

3.2

非合作目标 non-cooperative target

无法主动提供自身信息，需通过外部探测手段进行识别与定位的低空飞行目标。在此指不符合起降场地准入要求的无人驾驶航空器或其他航空器。

3.3

净空环境 cleared environment

指为了保障起降安全，起降场地周边建筑、烟囱、高压线、通信塔或其他障碍物不影响无人驾驶航空器正常起降，满足无人驾驶航空器的最低安全高度要求的环境条件。

3.4

准入空域 authorized airspace

指根据在起降场地周边划设的保护区域，在符合规定的程序操控下，合作目标可以有条件进入。

3.5

进入点 entry point

低空无人驾驶航空器降落前，进入起降场地准入空域的入界点，通常是特定位置。

3.6

退出点 exit point

低空无人驾驶航空器起飞后，离开起降场地准入空域的出界点，通常是特定位置。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ADS-B: 广播式自动相关监视 (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)

RTK: 载波相位差分 (Real-Time Kinematic)

RID: 远程识别 (RemoteID)

5 总则

实现低空飞行范围内起降场地的合理部署，并集成先进的自动化、智能化和数字化技术，遵循国际和国家标准的安全要求，配备必要的保障设施和从业人员，制定相应的运行规则和管理制度，为无人驾驶航空器安全高效运行提供保障，为起降场地之间的互联互通提供技术支撑。

6 通用要求

6.1 管理要求

管理要求包括以下方面：

a) 起降场地建设

建设符合实际需求的起降场地，并按照要求配套建设通信、导航、监视、气象等基础设施，确保业务场景能安全有序开展；

b) 起降场地管理

配备必要的从业人员对起降场地准入空域内的飞行活动实施统一管理，进入需满足规定的要求，进入后服从管理，对不按规定执行的合作目标或非合作目标进行处置。

6.2 技术要求

技术要求包括以下方面：

a) 功能明确

构建功能定位不同的无人驾驶航空器起降场地，满足多元化市场需求，为公共服务赋能；

b) 按需配置

根据起降场地类别，按需配置通信、导航、监视、气象等设施设备，确保满足不同类别起降场地的性能要求；

c) 平稳有序

设置无人驾驶航空器进场、离场、路径规划、飞行间隔等运行要求，确保起降场地的飞行安全、人身安全、设施安全、财产安全。

7 分类

7.1 起降枢纽

起降枢纽应从以下方面界定：

a) 功能定位

城际公共交通运输；

b) 业务场景

包括但不限于物流运输；

c) 适配机型

大型/中型无人驾驶航空器；

d) 服务类型

起飞、降落、充电、加油、停机、保养、维修。

7.2 起降场

起降场应从以下方面界定：

a) 功能定位

城区间公共交通运输；

b) 业务场景

包括但不限于物流集散、应急救援；

c) 适配机型

大型/中型无人驾驶航空器；

d) 服务类型

起飞、降落、充电、加油、停机、保养、维修。

7.3 起降点

起降点应从以下方面界定：

a) 功能定位

城区内交通运输；

b) 业务场景

包括但不限于城市治理、快递配送；

c) 适配机型

中型/小型/轻型无人驾驶航空器；

d) 服务类型

起飞、降落、充电。

7.4 临时起降点

临时起降点应从以下方面界定：

a) 功能定位

临时/突发交通运输；

b) 业务场景

包括但不限于末端物流、农林植保、工业巡线、航拍摄影、地质勘探；

c) 适配机型

中型/小型/轻型无人驾驶航空器；

d) 服务类型

起飞、降落。

8 选址要求

8.1 起降枢纽

起降枢纽选址要求包括以下方面：

a) 位置

郊区或城市边缘地带；

b) 地形

地势平坦、地质稳定；

c) 环境

远离居民生活区、生态敏感区、地质灾害风险区、噪声敏感区，遵循 MH/T 5065-2023 要求，与阵地、靶场等军事设施，核电、大型油库等重要设施，易燃易爆、产生大量烟雾以及电磁干扰等设施设备保持安全距离；

d) 气候

气候稳定、极端天气少、避免多雾、多雨雪；

e) 交通

靠近主要交通干线，与城区距离适中。

8.2 起降场

起降场选址要求包括以下方面：

a) 位置

城市中心、商业区、交通枢纽附近；

b) 地形

地势平坦、空间大；

c) 环境

与人口稠密区、易燃易爆场所、高压线、噪声源保持规定的最小安全距离；

d) 交通

与公共交通系统无缝对接，换乘便利。

8.3 起降点

起降点选址要求包括以下方面：

a) 位置

高楼（医院、住宅）顶部、街道/社区中心；

b) 地形

地势平坦、排水良好；

c) 环境

视野开阔，避免紧邻主干道。

8.4 临时起降点

临时起降点选址要求包括以下方面：

a) 位置

街区驿站、乡村空地、移动车载；

b) 地形

地势/表面平坦；

c) 环境

避免紧邻人群密集区。

9 场地要求

9.1 起降枢纽

起降枢纽场地要求包括以下方面：

a) 场地大小

面积不小于 300000 平方米，应遵照 MH/T 5065-2023 中“近期建设和远期发展规划（如有）需求选址”的原则，宜预留至少 20% 的备用土地，并修建起飞跑道；

b) 场地坡度

小于 5%；

c) 承载能力

不小于 150kPa；

d) 跑道能力

跑道长度满足本场所有机型安全起降需求；

e) 跑道材料

耐磨、防滑、抗腐蚀材料；

f) 机坪面积

不小于 8000 平方米；

g) 功能区域

包括但不限于起降区、装卸区、停机区、充电区、油料储存区、维修区、航站区、休息区、应急救援区、运控管理区、设施设备（通信、导航、监视、气象、其他）区以及各功能区域的联络通道；

h) 停机位数目

不少于 20 个。

9.2 起降场

起降场场地要求包括以下方面：

a) 场地大小

地面起降场不小于 3000 平方米，高架起降场不小于 2000 平方米；

b) 场地坡度

小于 3% ；

c) 承载能力

最大起飞重量为 2000 千克；

d) 场地结构

混凝土结构；

e) 表面处理

防滑耐磨材料；

f) 机坪面积

不小于 500 平方米；

g) 功能区域

包括但不限于起降区、停机区、充电区、油料储存区、维修区、航站区、运控管理区、设施设备（通信、导航、监视、气象、其他）区以及各功能区域的联络通道；

h) 停机位数目

不少于 10 个。

9.3 起降点

起降点场地要求包括以下方面：

a) 场地大小

不小于 900 平方米；

b) 承载能力

最大起飞重量为 50 千克；

c) 场地结构

混凝土结构/钢结构/平整表面；

d) 表面处理

防滑耐磨材料/轻质材料；

e) 机坪面积

不小于 100 平方米；

f) 功能区域

包括但不限于起降区、停机区、充电区以及各功能区域的联络通道；

g) 停机位数目

不少于 5 个。

9.4 临时起降点

临时起降点场地要求包括以下方面：

a) 场地大小

不小于 100 平方米；

b) 场地结构

平整表面。

10 准入空域要求

10.1 起降枢纽

起降枢纽准入空域要求包括以下方面：

a) 真高不小于 1000 米；

b) 场地外边缘以外，与外边缘距离不小于 500 米。

10.2 起降场

起降场准入空域要求包括以下方面：

- a) 真高不小于 300 米；
- b) 场地外边缘以外，与外边缘距离不小于 30 米。

10.3 起降点

起降点准入空域要求包括以下方面：

- a) 真高不小于 120 米；
- b) 场地外边缘以外，与外边缘距离不小于 20 米。

10.4 临时起降点

临时起降点准入空域要求包括以下方面：

- a) 真高不小于 50 米；
- b) 场地外边缘以外，与外边缘距离不小于 10 米。

11 净空环境要求

11.1 起降枢纽

边缘与周边高层建筑、烟囱、高压线、通信塔等障碍物距离不小于 500 米；

11.2 起降场

边缘与周边高层建筑、烟囱、高压线、通信塔等障碍物距离不小于 200 米；

11.3 起降点

边缘与周边高层建筑、烟囱、高压线、通信塔等障碍物距离不小于 100 米；

11.4 临时起降点

边缘与周边高层建筑、烟囱、高压线、通信塔等障碍物距离不小于 50 米。

12 电磁环境要求

12.1 起降枢纽

与高架输电线、无线电台（站）等强电磁干扰源间距不小于 500 米；

12.2 起降场

与高架输电线、无线电台（站）等强电磁干扰源间距不小于 200 米；

12.3 起降点

与高架输电线、无线电台（站）等强电磁干扰源间距不小于 100 米；

12.4 临时起降点

与高架输电线、无线电台（站）等强电磁干扰源间距不小于 50 米。

13 通信设备要求

13.1 起降枢纽

起降枢纽通信设备要求包括以下方面：

- a) 上层空域

准入空域内真高 1000 米以下、300 米以上部分，应配备具备全覆盖数据通信能力设备，确保无人驾驶航空器与控制站之间的实时通信和数据传输；

b) 下层空域

准入空域内真高 300 米及以下部分，应配备移动通信基站，确保移动网络覆盖良好稳定，高速率、低延迟数据传输，具备高可靠性和抗干扰能力。

13.2 起降场

准入空域内应配备移动通信基站，确保移动网络覆盖良好稳定，高速率、低延迟数据传输，具备高可靠性和抗干扰能力。

13.3 起降点

准入空域内应配备移动通信基站，确保移动网络覆盖良好稳定。

13.4 临时起降点

准入空域内宜配备移动通信基站，确保移动网络覆盖良好稳定。

14 导航设备要求

14.1 起降枢纽

起降枢纽导航设备要求包括以下方面：

- a) 应配备 RTK 基准站；
- b) 应配备飞行路径对准引导标记，引导无人驾驶航空器进近、离场；
- c) 应配备助航灯光设备，在夜间或低能见度条件下，辅助无人驾驶航空器起降。

14.2 起降场

起降场导航设备要求包括以下方面：

- a) 应配备 RTK 地面基准站；
- b) 应配备障碍物警示灯；
- c) 应清晰标识起降区边界。

14.3 起降点

应清晰标识起降区边界。

15 监视设备要求

15.1 起降枢纽

起降枢纽监视设备要求包括以下方面：

- a) 应配备 ADS-B 地面基站，满足准入空域内具备 ADS-B 广播能力的无人驾驶航空器监视需求；
- b) 可按需配备低空探测雷达、相控阵探鸟雷达等主动监视设备，实现对进入准入空域的非合作目标、鸟情的实时监视和预警。

15.2 起降场

起降场监视设备要求包括以下方面：

- a) 应配备通感一体地面基站、RID 设备，识别进入准入空域的合作目标；
- b) 可按需配备低空探测雷达等主动监视设备，实现对进入准入空域的非合作目标的实时监视和预警。

15.3 起降点

应配备 RID 设备，识别进入准入空域的合作目标。

16 气象设备要求

16.1 起降枢纽

起降枢纽气象设备要求包括以下方面：

- a) 应配备主/备自动气象站，可按照 CCAR-117-R2 的要求，观测的项目包括云、主导能见度、垂直能见度、跑道视程、气象光学视程、天气现象、地面风、气压、气温、湿度、最高气温、最低气温、降水量和积雪深度等气象要素或量值；
- b) 宜配备天气雷达。

16.2 起降场

应配备自动气象站，可按照 CCAR-117-R2 的要求，观测的项目包括云、主导能见度、垂直能见度、跑道视程、气象光学视程、天气现象、地面风、气压、气温、湿度、最高气温、最低气温、降水量和积雪深度等气象要素或量值。

16.3 起降点

应配备常规气象观测设备，包括但不限于温度计、湿度计、气压计、风速风向仪。

16.4 临时起降点

可携带便携式气象仪。

17 其他设备要求

17.1 起降枢纽

起降枢纽其他设备要求包括以下方面：

a) 充电设备

应支持快速充电，充电桩数量不少于 20 个，充电功率不低于 500kW，充电时长小于 1 小时；

b) 燃油设备

应为燃油动力无人驾驶航空器提供标准燃油；

c) 消防设备

应配备火灾自动报警系统；

d) 应急救援设备

应配备应急车辆、切割工具、起重设备、应急照明设备、自动体外除颤器；

e) 能源供应设备

应配备稳定可靠的电力系统，包括主电源和备用电源。主电源采用市电供电，备用电源配备柴油发电机或太阳能发电系统；

f) 环境监测设备

应配备环境监测系统，实时监控空气质量、噪声水平等环境参数，确保飞行安全和周边环境保护。

17.2 起降场

起降场其他设备要求包括以下方面：

a) 充电设备

应支持快速充电，充电桩数量不少于 10 个，充电功率不低于 200kW，充电时长小于

30 分钟；

b) 消防设备

应按要求配备 B 类灭火器；

c) 应急救援设备

应配备切割工具、应急照明设备、自动体外除颤器；

d) 能源供应设备

应配备双回路供电/配置 UPS 电源（续航能力大于 2 小时）；

e) 环境监测设备

应配备符合环保标准的监测噪声控制设施，确保对周边生态环境和居民生活的影响符合要求。

17.3 起降点

起降点其他设备要求包括以下方面：

a) 运行监控

宜配备自动化管理系统，实现无人驾驶航空器起降、调度；

b) 充电设备

应支持快速充电，充电桩数量不少于 5 个，充电功率不低于 50kW，充电时长小于 30 分钟；

c) 消防设备

应配备泡沫灭火器；

d) 能源供应设备

应配备稳定的电力接入点及容量，满足照明、通信、充电等需求，必要时考虑备用电源。

18 物理安全要求

18.1 起降枢纽

起降枢纽物理安全要求包括以下方面：

a) 应配备全封闭围栏、红外检测设备；

b) 宜配备驱鸟装置、无人驾驶航空器锚定装置。

18.2 起降场

起降场物理安全要求包括以下方面：

a) 应配备实体围栏、视频监控系统、防攀爬设施；

b) 当起降场表面较周围环境高出 0.75m 以上且人员行动存在安全风险时，应安装安全网或安全架。

18.3 起降点

应配备实体围栏或可移动式护栏、刷卡门禁、警示线。

18.4 临时起降点

移动式临时起降点，应配备安全网。

19 运行安全要求

19.1 起降枢纽

起降枢纽运行安全要求包括以下方面：

- a) 应配备自动化管理系统，实现无人驾驶航空器的起降、调度、监控、异常处置；
- b) 应采用标准进离场飞行程序；
- c) 应实现场面路径自动规划；
- d) 飞行间隔遵照 T/CICC 27007-2025 相关要求执行。

19.2 起降场

起降场运行安全要求包括以下方面：

- a) 应配备自动化管理系统，实现无人驾驶航空器的起降、调度、监控；
- b) 宜采用标准进离场飞行程序；
- c) 应实现场面路径自动规划；
- d) 飞行间隔遵照 T/CICC 27007-2025 执行。

19.3 起降点

起降点运行安全要求包括以下方面：

- a) 宜配备自动化管理系统，实现无人驾驶航空器的起降、调度、监控；
- b) 飞行间隔遵照 T/CICC 27007-2025 执行。

20 网络安全要求

20.1 起降枢纽

起降枢纽网络安全要求包括以下方面：

- a) 应配备防火墙、入侵监测系统，采取数据加密和访问控制机制；
- b) 定期进行漏洞扫描和修复，开展安全风险评估。

20.2 起降场

应配备防火墙、入侵监测系统，采取数据加密和访问控制机制。

20.3 起降点

宜配备防火墙、入侵监测系统，采取数据加密和访问控制机制。

21 管理安全要求

21.1 起降枢纽

起降枢纽管理安全要求包括以下方面：

a) 人员配备

应配备管理人员、运维人员、消防人员、应急人员、安保人员、具备处理航空事故伤害的专业能力的医疗人员；

b) 安全规章

应具备一整套详细的管理制度和操作规程；

c) 应急预案

应具备火灾、飞机事故、自然灾害等各类突发事件的应对措施，宜定期进行演练和评估。

21.2 起降场

起降场管理安全要求包括以下方面：

a) 人员配备

应配备管理人员、运维人员、安保人员；

b) 安全规章

宜具备一整套详细的管理制度和操作规程。

21.3 起降点

应配备运维人员、安保人员。

参 考 文 献

- [1] MH 5013-2023 《民用直升机场飞行场地技术标准》
 - [2] MH/T 5026-2012 《通用机场建设规范》
 - [3] T/CCAATB 0062-2024 《电动垂直起降航空器（eVTOL）起降场技术要求》
 - [4] T/JSCTS 69-2025 《低空起降场（点）布设指南》
 - [5] 《广州市低空垂直起降设施场址选择及建设技术指引（试行）》
 - [6] 《国家空域基础分类方法》
 - [7] EASA 《Prototype Technical Specifications for the Design of VFR Vertiports for Operation with Manned VTOL-Capable Aircraft Certified in the Enhanced Category》
-

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/CICC 27004-2025

低空飞行航路/空域安全通用要求

General safety requirements for low altitude flight routes and airspace

2025-09-10 发布

2025-09-10 实施

中国指挥与控制学会 发布

目 次

前言 2

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 缩略语 3

5 通用要求 4

6 分类分级 4

 6.1 低空飞行空间资源分类 4

 6.2 航路分级 4

 6.3 飞行活动空域分类 5

7 规划安全要求 5

 7.1 航路规划 5

 7.2 飞行活动空域规划 7

8 保障设施配置要求 8

 8.1 通信设施配置要求 8

 8.2 导航设施配置要求 9

 8.3 监视设施配置要求 10

 8.4 气象设施配置要求 11

9 安全评估准则 12

 9.1 安全评估总体要求 12

 9.2 评估方法与流程 13

 9.3 安全评估指标体系 14

附录 A 15

 A.1 总体思路 15

 A.2 设计原则 15

 A.3 划设方法 15

附录 B 16

 B.1 总体思路 16

 B.2 布置原则 16

 B.3 要求项目 16

附录 C 17

 C.1 总体思路 17

 C.2 评估原则 17

 C.3 指标构成 17

参考文献 18

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这些专利的责任。

本文件由中国指挥与控制学会提出。

本文件由中国指挥与控制学会归口。

本文件起草单位：中电莱斯信息系统有限公司、北京交通大学、航天时代低空科技有限公司、全域空天信息技术有限公司、中国民航科学技术研究院、中国电子科技集团公司第二十八研究所、湖北华中低空经济发展有限公司、沈阳美行科技股份有限公司。

本文件主要起草人：刘子仪、张明伟、付胜豪、宿帅、于振宇、秦文婷、贾大伟、杨尚文、丁立平、张威、刘宏杰、谭晓文、乐宁宁、刘涛、胡杰、支兵、王睿、季小武、李红军、商都、李飞鸿、李根明、赵鲁。

低空飞行航路/空域安全通用要求

1 范围

本文件规定了低空飞行航路/空域的分类分级、规划安全要求、保障设施要求、安全评估准则等内容。

本文件适用于规范低空航路/空域的规划、低空航路/空域配套保障设施的部署等应用场景。

2 规范性引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本文件的条款。凡注日期或版次的引用文件，其后的任何修改（不包括勘误的内容）或修订版本都不适用于本文件；凡不注日期或版次的引用文件，其最新版本适用于本文件。

GB 42590-2023	民用无人驾驶航空器系统安全要求
MH 5001-2021	民用机场飞行区技术标准
MH/T 4054-2022	城市场景轻小型无人驾驶航空器物流航线划设规范
T/JSCTS 69-2025	低空空域划设指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

3.1

低空飞行活动空域 low-altitude operational airspace

满足真高1000米以下低空场景使用需求，划设的具有水平空间范围和垂直高度范围的空间区域，用于低空航空器开展特定飞行活动的空间场所。

3.2

低空航路 low-altitude route

满足用户低空场景使用需求，具有固定路径点组成、明确的宽度、高度范围，并与军民航运行没有影响，用于低空航空器飞行的通道。

3.3

空中禁区/空中限制区 prohibited/restricted airspace

出于国家安全、公共安全或环境保护等原因，禁止或限制航空器飞行的空域。

3.4

障碍物限制面 obstacle limitation surface

为保障飞机在机场及其附近区域的安全运行，根据相关标准和规定划定的、对地面障碍物的高度和位置进行限制的一系列几何面。

[来源：MH 5001-2021，2.1.43]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

GNSS：全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System）

ADS-B：广播式自动相关监视（Automatic Dependent Surveillance-Broadcast）

RTK：实时动态差分（Real-Time Kinematic）

SBAS：星基增强系统（Satellite Based Augmentation System）

MLAT：多点定位系统（Multilateration）

TLS：目标安全水平（Target Level of Safety）

ICAO：国际民航组织（International Civil Aviation Organization）

5 通用要求

关于航路/空域安全有以下通用要求：

- a) 航路划设应考虑空中环境和地面环境的安全因素，航路走向尽量平缓，减少频繁上升下降；
- b) 飞行活动空域划设应考虑空中环境和地面环境的安全因素，应尽量避免狭长形状；
- c) 保障设施配置应充分考虑未来的发展趋势，鼓励采用新型设备，综合保障航路/空域的安全运行。

6 分类分级

6.1 低空飞行空间资源分类

低空飞行形态可分为空域飞行和航路飞行两类，对应的可将低空飞行空间资源分为低空航路和飞行活动空域两种形式。

a) 低空航路：按照T/JSCTS 69-2025的第7.1.2条，将低空航路分为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级和其他航路，各级航路的规划应符合规划安全要求，保障设施的部署配置应符合保障设施配置要求；

b) 飞行活动空域：参照《国家空域基础分类方法》，根据飞行活动空域划设的区域范围，将低空飞行活动空域分为D/E类飞行活动空域、G类飞行活动空域、W类飞行活动空域，各类飞行活动空域的规划应符合规划安全要求，保障设施的部署配置应符合保障设施配置要求。

6.2 航路分级

6.2.1 Ⅰ级主干航路

Ⅰ级主干航路的定位及准入条件：

- a) 定位为连接主要城市群、大型枢纽机场或核心物流集散中心的高密度、大流量、高速度的“空中高速公路”，主要面向跨城中远距离物流运输、未来城市空中客运等；
- b) 适用于通用航空飞行器，中、大型无人驾驶航空器等；
- c) Ⅱ级、Ⅲ级和其他航路运行的航空器，长距离飞行且跨越地级市和周边省份，宜加入Ⅰ级航路。

6.2.2 Ⅱ级支线航路

Ⅱ级主干航路的定位及准入条件：

- a) 定位为连接主干航路与城市内各功能区的次级通道，包括但不限于CBD、工业园、港口，承担区域内的集散任务，主要面向同城快递、紧急医疗物资运输、短途空中通勤等；
- b) 适用于通用航空飞行器，轻、小、中、大型无人驾驶航空器等。

6.2.3 Ⅲ级末端航路

Ⅲ级主干航路的定位及准入条件：

a) 定位为实现“门到门”或“场到点”的“最后一公里”配送或作业路径，连接支线航路与起降场地/作业区，主要面向电力巡检、警务安防、物流配送等；

b) 适用于中、小、轻型无人驾驶航空器。

6.2.4 其他、临时航路

其他、临时航路的定位及准入条件：

a) 以短距离或留空飞行为主，考虑与起降场（点）布设情况以及Ⅲ级航线的衔接；

b) 主要适用于轻、小型无人驾驶航空器。

6.3 飞行活动空域分类

6.3.1 D/E 类飞行活动空域

D/E类飞行活动空域的定位及准入条件：

a) 定位为兼顾通用航空与无人驾驶航空器需求的大范围、高安全等级、超视距飞行区域，主要面向飞行训练、岛礁运输、飞行表演、空中运动等运营类活动；

b) 适用于通用航空飞行器，中、大型无人驾驶航空器。

6.3.2 G 类飞行活动空域

G类飞行活动空域的定位及准入条件：

a) 定位为中等范围的运营区域，主要面向测绘勘探、文旅观光、航空器试飞等行业级应用；

b) 适用于通用航空飞行器，轻、小、中、大型无人驾驶航空器。

6.3.3 W 类飞行活动空域

W类飞行活动空域的定位及准入条件：

a) 定位为集中作业、娱乐区域，主要面向市民娱乐、个人航拍、农林植保等消费级应用；

b) 适用于小、轻、微型无人驾驶航空器。

7 规划安全要求

7.1 航路规划

7.1.1 I 级航路规划

7.1.1.1 空中环境要求

I 级航路规划时应满足下列空中环境要求：

a) 应避开军、民用机场B类空域范围、通用机场C类空域范围；

b) 应避开空中禁区、空中限制区；

c) 宜避开气象环境复杂区域，包括但不限于迎风坡抬升区、峡谷喇叭口等地形上空；

d) 宜避开电磁环境复杂区域，包括但不限于变电站、大型基站等上空。

7.1.1.2 地面环境要求

I 级航路规划时应满足下列地面环境要求：

a) 应配置应急备降点或避险空间；

b) 应考虑地形、山体等障碍物影响；

c) 宜避开城市等人口密集区域，优先选择郊区等空旷区域。

7.1.1.3 其他要求

I 级航路规划时应满足下列其他要求：

- a) 宜采用最短路径规划，使航路网络结构效率最大与可拓展性最优；
- b) 高度宜介于真高300~1000m的范围，I级航路半径计算方法见附录A；
- c) I级航路上准入的航空器指示空速应介于50~450km/h。

7.1.2 II级航路规划

7.1.2.1 空中环境要求

II级航路规划时应满足下列空中环境要求：

- a) 应避让军、民用机场B类空域范围、通用机场C类空域范围；
- b) 应避开空中禁区、空中限制区；
- c) 应充分考虑空中气象条件，包括但不限于风速、风向、能见度等因素，应充分考虑靠近复杂地形、高层楼宇等障碍物时气流不规则变化对飞行安全影响；
- d) 应充分考虑电磁环境情况，宜避开电磁环境复杂区域，包括但不限于变电站、大型基站上空。

7.1.2.2 地面环境要求

II级航路规划时应满足下列地面环境要求：

- a) 应配置应急备降点或避险空间；
- b) 应考虑超高建筑物等障碍物的影响，与障碍物保持安全距离；
- c) 宜避开人口密集区、大型居民区，优先沿河流、绿地规划。

7.1.2.3 其他要求

II级航路规划时应满足下列其他要求：

- a) 宜采用最短路径规划，使航路网络结构效率最大与可拓展性最优；
- b) 高度宜介于真高120~300m的范围，航路半径计算方法见附录A；
- c) II级航路上准入的航空器指示空速应介于30~90km/h。

7.1.3 III级航路规划

7.1.3.1 空中环境要求

III级航路规划时应满足下列空中环境要求：

- a) 应避让军航低空、超低空飞行空域及航线，避让军、民用机场B类空域范围、通用机场C类空域范围，避让民用机场进近程序、进离场程序范围；
- b) 应避让军用机场净空保护区、民用机场障碍物限制面水平投影范围、机场围界内以及周边2000米范围；
- c) 应避开空中禁区、空中限制区；
- d) 应充分考虑空中气象条件，包括但不限于风速、风向、能见度等因素，应充分考虑靠近楼宇等障碍物时气流不规则变化对飞行安全影响；
- e) 应充分考虑空中电磁环境情况，宜避开电磁环境复杂区域，包括但不限于变电站、大型基站等上空。

7.1.3.2 地面环境要求

III级航路规划时应满足下列地面环境要求：

- a) 应配置应急备降点或避险空间；

b) 应充分考虑地面障碍物情况,包括但不限于通信塔、建筑物、输电线等,合理规划低空航路与障碍物之间的间隔;

c) 宜避开人口密集区、大型居民区,优先沿河流、绿地规划。

7.1.3.3 其他要求

III级航路规划时应满足下列其他要求:

a) 可采用最大化灵活性、最小化冲突规划,使航路网络结构效率最大与可拓展性最优;

b) 高度宜低于真高120m,航路半径计算方法见附录A;

c) III级航路上准入的航空器指示空速应不高于70km/h。

7.1.4 其他、临时航路规划

可采用最大化灵活性、最小化冲突规划,使航路网络结构效率最大与可拓展性最优。

7.2 飞行活动空域规划

7.2.1 D/E类飞行活动空域

7.2.1.1 空中环境要求

D/E类飞行活动空域规划时应满足下列空中环境要求:

a) 应避让军、民用机场B类空域范围、通用机场C类空域范围;

b) 应避开空中禁区、空中限制区;

c) 在B类空域周边划设飞行活动空域时,根据实际情况调整拟划设空域上限,防止拟划设空域穿透双跑道(含)以上机场B类空域底面;

d) 应充分考虑空中气象条件,宜避开气象环境复杂区域,包括但不限于迎风坡抬升区、峡谷喇叭口地形上空;

e) 应充分考虑空中电磁环境情况,宜避开电磁环境复杂区域,包括但不限于变电站、大型基站上空。

7.2.1.2 地面环境要求

D/E类飞行活动空域规划时应满足下列地面环境要求:

a) 应配置应急备降点或避险空间;

b) 应考虑地形、山体等障碍物影响;

c) 宜避开城市等人口密集区域,优先选择郊区等空旷区域。

7.2.1.3 其他要求

D/E类飞行活动空域中运行的航空器指示空速应介于50~450km/h。

7.2.2 G类飞行活动空域

7.2.2.1 空中环境要求

G类飞行活动空域规划时应满足下列空中环境要求:

a) 应避让军、民用机场B类空域范围、通用机场C类空域范围;

b) 应避开空中禁区、空中限制区;

c) 在地形起伏较大的B类空域周边划设G类飞行活动空域时,应根据实际情况调整飞行活动空域上限,防止穿透双跑道(含)以上机场B类空域底面;

d) 应充分考虑空中气象条件,包括但不限于风速、风向、能见度等因素,应充分考虑靠近复杂地形、高层楼宇等障碍物时气流不规则变化对飞行安全影响;

e) 应充分考虑电磁环境情况,宜避开电磁环境复杂区域,包括但不限于变电站、大型基站上空。

7.2.2.2 地面环境要求

G类飞行活动空域规划时应满足下列地面环境要求:

a) 应配置应急备降点或避险空间;

b) 应考虑地形、山体、超高建筑等障碍物的影响,与障碍物保持安全距离;

c) 宜避开人口密集区、大型居民区。

7.2.2.3 其他要求

G类飞行活动空域中运行的航空器指示空速应介于30~90km/h。

7.2.3 W类飞行活动空域

7.2.3.1 空中环境要求

W类飞行活动空域规划时应满足下列空中环境要求:

a) 应避让军航低空、超低空飞行空域及航线,避让军、民用机场B类空域范围、通用机场C类空域范围,避让民用机场进近程序、进离场程序范围;

b) 应避让军用机场净空保护区、民用机场障碍物限制面水平投影范围、机场围界内以及周边2000米范围;

c) 应避开空中禁区、空中限制区;

d) 应充分考虑空中气象条件,包括但不限于风速、风向、能见度等因素,应充分考虑靠近楼宇等障碍物时气流不规则变化对飞行安全影响;

e) 应充分考虑空中电磁环境情况,宜避开电磁环境复杂区域,包括但不限于变电站、大型基站等上空。

7.2.3.2 地面环境要求

W类飞行活动空域规划时应满足下列地面环境要求:

a) 应配置应急备降点或避险空间;

b) 应充分考虑地面障碍物情况,包括但不限于通信塔、建筑物、输电线等,合理设置飞行活动空域与障碍物之间的间隔;

d) 宜避开人口密集区、大型居民区。

7.2.3.3 其他要求

W类飞行活动空域中运行的航空器指示空速应不高于70km/h。

8 保障设施配置要求

8.1 通信设施配置要求

8.1.1 航路配置要求

8.1.1.1 I级航路配置要求

I级航路的通信设施应按照以下要求配置:

a) 对于4G/5G移动通信网络覆盖信号无法覆盖的区域,应具备低空卫星通信能力;

- b) 卫星通信信号失效、飞行密度较高的航路段或重要航路节点，宜配置专网通信设施；
- c) 通用航空器准入的航路段，宜配置甚高频地空通信设施。

8.1.1.2 II级航路配置要求

II级航路的通信设施应按照以下要求配置：

- a) 应配置4G/5G移动通信设施，完全覆盖航路范围；
- b) 通用航空器准入的航路段，宜配置甚高频地空通信设施。

8.1.1.3 III级航路配置要求

应配置4G/5G移动通信设施，完全覆盖航路范围。

8.1.1.4 其他、临时航路配置要求

宜配置4G/5G移动通信设施，根据通信覆盖高度范围及准入机型，可配置其他通信设施，详见附录B。

8.1.2 飞行活动空域配置要求

8.1.2.1 D/E类飞行活动空域配置要求

D/E类飞行活动空域的通信设施应按照以下要求配置：

- a) 对于4G/5G移动通信网络覆盖信号无法覆盖的区域，宜具备低空卫星通信能力；
- b) 卫星通信信号失效、飞行密度较高的区域，宜配置专网通信设施；
- c) 通用航空器准入的飞行活动空域，宜配置甚高频地空通信设施。

8.1.2.2 G类飞行活动空域配置要求

G类飞行活动空域的通信设施应按照以下要求配置：

- a) 应配置4G/5G移动通信设施，完全覆盖飞行活动空域范围；
- b) 通用航空器准入的飞行活动空域，宜配置甚高频地空通信设施。

8.1.2.3 W类飞行活动空域配置要求

应配置4G/5G移动通信设施，完全覆盖飞行活动空域范围。

8.2 导航设施配置要求

8.2.1 航路配置要求

8.2.1.1 I级航路配置要求

I级航路的导航设施应按照以下要求配置：

- a) 应配置北斗兼容GPS的多模GNSS设施，具备GNSS导航能力；
- b) GNSS失效概率大的航路，应建设GNSS信号质量监测站。

8.2.1.2 II级航路配置要求

II级航路的导航设施应按照以下要求配置：

- a) 应配置北斗兼容GPS的GNSS导航设施，具备GNSS导航能力；
- b) 航路交叉、飞行活动密集区域，宜配置RTK导航设施，确保导航服务的连续性和完整性。

8.2.1.3 III级航路配置要求

III级航路的导航设施应按照以下要求配置：

- a) 应配置北斗兼容GPS的多模GNSS设施，准入航空器应具备GNSS导航能力；

b) 航路交叉、飞行活动密集区域,宜配置RTK导航、视觉定位导航设施,确保导航服务的连续性和完整性。

8.2.1.4 其他、临时航路配置要求

其他、临时航路的导航设施应按照以下要求配置:

a) 应配置北斗兼容GPS的多模GNSS设施,准入航空器应具备GNSS导航能力;

b) 根据实际应用需要,宜配置RTK导航、视觉定位导航、地面信标导航设施,确保导航服务的连续性和完整性。

8.2.2 飞行活动空域配置要求

8.2.2.1 D/E类飞行活动空域配置要求

D/E类飞行活动空域的导航设施应按照以下要求配置:

a) 应配置北斗兼容GPS的多模GNSS设施,具备GNSS导航能力;

b) GNSS失效概率大的航路,应建设GNSS信号质量监测站。

8.2.2.2 G类飞行活动空域配置要求

G类飞行活动空域的导航设施应按照以下要求配置:

a) 应配置北斗兼容GPS的多模GNSS导航设施,准入航空器应具备GNSS导航能力;

b) 飞行密度高的区域,宜配置RTK导航设施,确保导航服务的连续性和完整性。

8.2.2.3 W类飞行活动空域配置要求

W类飞行活动空域的导航设施应按照以下要求配置:

a) 应配置北斗兼容GPS的多模GNSS设施,准入航空器应具备GNSS导航能力;

b) 飞行密度高的区域,宜配置RTK导航、视觉定位导航设施,确保导航服务的连续性和完整性。

8.3 监视设施配置要求

8.3.1 航路配置要求

8.3.1.1 I级航路配置要求

I级航路的监视设施应按照以下要求配置:

a) 通用航空器准入的航路段,应配置ADS-B监视设施;

b) 根据航路的安全防控需要,宜在重要航路节点部署非合作监视设施,包括但不限于一次雷达系统、无源雷达系统。

8.3.1.2 II级航路配置要求

II级航路的监视设施应按照以下要求配置:

a) 通用航空器准入的航路段,应配置ADS-B监视设施;

b) 宜配置5G-A监视设施,建设基于数据链的监视网络;

c) 根据航路的安全防控需要,宜在重要航路节点部署非合作监视设施,包括但不限于声学传感网络、光电监视设备。

8.3.1.3 III级航路配置要求

III级航路的监视设施应按照以下要求配置:

a) 宜配置5G-A监视设施,建设基于数据链的监视网络;

b) 根据航路的安全防控需要, 宜在重要航路节点部署非合作监视设施, 包括但不限于声学传感网络、光电监视设备。

8.3.1.4 其他、临时航路配置要求

其他、临时航路的监视设施应按照以下要求配置:

- a) 宜配置5G-A监视设施, 建设基于数据链的监视网络;
- b) 根据航路的安全防控需要, 宜在重要航路节点部署非合作监视设施。

8.3.2 飞行活动空域配置要求

8.3.2.1 D/E 类飞行活动空域配置要求

D/E类飞行活动空域的监视设施应按照以下要求配置:

- a) 通用航空器准入的飞行活动空域, 应配置ADS-B监视设施;
- b) 根据飞行活动空域的安全防控需要, 宜在重要区域部署非合作监视设施, 包括但不限于一次雷达系统、无源雷达系统。

8.3.2.2 G 类飞行活动空域配置要求

G类飞行活动空域的监视设施应按照以下要求配置:

- a) 通用航空器准入的飞行活动空域, 应配置ADS-B监视设施;
- b) 宜配置5G-A监视设施, 建设基于数据链的监视网络;
- c) 根据飞行活动空域的安全防控需要, 宜在重要区域部署非合作监视设施, 包括但不限于声学传感网络、光电监视设备。

8.3.2.3 W 类飞行活动空域配置要求

W类飞行活动空域的监视设施应按照以下要求配置:

- a) 宜配置5G-A监视设施, 建设基于数据链的监视网络;
- b) 根据飞行活动空域的安全防控需要, 宜在重要区域部署非合作监视设施, 包括但不限于声学传感网络、光电监视设备。

8.4 气象设施配置要求

8.4.1 航路配置要求

8.4.1.1 I 级航路配置要求

I 级航路的气象设施应按照以下要求配置:

- a) 应在重要航路节点配置低空气象自动观测系统, 包括但不限于起降/备降场地、高密度飞行航路段、地形复杂航路段;
- b) 宜在复杂地形航路段部署风廓线雷达系统, 重点监测低空大气垂直结构和风场变化特征。

8.4.1.2 II 级航路配置要求

II 级航路的气象设施应按照以下要求配置:

- a) 应在重要航路节点配置低空气象自动观测系统, 包括但不限于起降/备降场地、高密度飞行航路段、地形复杂航路段;
- b) 宜在靠近高层楼宇等障碍物的航路段部署激光雷达系统, 重点监测风切变、低空湍流等危险微气象环境。

8.4.1.3 III 级航路配置要求

III级航路的气象设施应按照以下要求配置：

a) 应在重要航路节点配置低空气象自动观测系统，包括但不限于起降/备降场地、高密度飞行航路段、地形复杂航路段；

b) 宜在靠近楼宇等障碍物的航路段部署激光雷达系统，重点监测风切变、低空湍流等危险微气象环境。

8.4.1.4 其他、临时航路配置要求

其他、临时航路的气象设施应按照以下要求配置：

a) 宜在重要航路节点配置低空气象自动观测系统，包括但不限于起降/备降场地、高密度飞行航路段、地形复杂航路段；

b) 宜在靠近楼宇等障碍物的航路段部署激光雷达系统，重点监测风切变、低空湍流等危险微气象环境。

8.4.2 飞行活动空域配置要求

8.4.2.1 D/E 类飞行活动空域配置要求

D/E类飞行活动空域的气象设施应按照以下要求配置：

a) 应在重要区域配置低空气象自动观测系统，包括但不限于起降/备降场地、高密度飞行区域、地形复杂区域；

b) 宜在复杂地形区域部署风廓线雷达系统，重点监测低空大气垂直结构和风场变化特征。

8.4.2.2 G 类飞行活动空域配置要求

G类飞行活动空域的气象设施应按照以下要求配置：

a) 应在重要区域配置低空气象自动观测系统，包括但不限于起降/备降场地、高密度飞行区域、地形复杂航区域；

b) 宜在靠近高层楼宇等障碍物的区域部署激光雷达系统，重点监测风切变、低空湍流等危险微气象环境。

8.4.2.3 W 类飞行活动空域配置要求

W类飞行活动空域的气象设施应按照以下要求配置：

a) 应在重要区域配置低空气象自动观测系统，包括但不限于起降/备降场地、高密度飞行区域、地形复杂区域；

b) 宜在靠近楼宇等障碍物的区域部署激光雷达系统，重点监测风切变、低空湍流等危险微气象环境。

9 安全评估准则

9.1 安全评估总体要求

9.1.1 评估原则

9.1.1.1 基本原则

为确保航路/飞行活动空域的运行安全，应建立一套科学、规范的安全评估流程和指标体系，安全评估总体应遵循以下原则：

a) 安全优先：安全性是第一考虑因素，不得为了经济效益或运行效率而妥协安全；

- b) 风险管控：采用风险管理方法，确保残余风险在可接受范围内；
- c) 全生命周期评估：从规划设计到运行全过程安全评估；
- d) 持续改进：建立动态评估和持续改进机制。

9.1.1.2 评估范围

评估范围包括空域结构和航路设计的安全性，保障覆盖的全面性和安全性，运行程序和规则的安全性，人员资质和培训的充分性，应急响应和事故处置能力。

9.1.2 评估依据

安全评估应严格遵循国家相关法律法规和技术标准要求，以《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》、《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》、GB 42590-2023的第4部分内容为依据，同时参考借鉴相关国际标准和行业最佳实践，确保评估工作的权威性、规范性和科学性。

9.2 评估方法与流程

9.2.1 评估时机

9.2.1.1 初始安全评估

新航路/空域在正式开放前应完成全面的初始安全评估，该评估应贯穿项目全过程，包括：

- a) 概念设计阶段的初步安全评估以识别主要风险因素；
- b) 详细设计阶段的全面安全评估以验证设计方案的安全性；
- c) 试运行阶段的验证性安全评估以确认实际运行效果；
- d) 以及正式运行前的最终安全评估以确保所有安全要求得到满足。

9.2.1.2 持续安全评估

航路/空域投入运行后，应建立以下持续安全评估机制：

- a) 根据交通流量变化、运行事件统计、技术发展水平等情况，定期开展每年至少一次的风险复评；
- b) 在实施重大变更后进行专项安全评估；
- c) 在发生事故或严重事件后立即启动应急评估程序；
- d) 在技术系统更新或运行规程修订后及时开展符合性评估，确保安全风险始终处于可控状态。

9.2.2 评估方法

9.2.2.1 定性评估方法

运用危险识别与风险分析方法，全面识别各类危险源，分析危险源可能导致的后果，评估风险的可能性和严重性等级。同时综合运用故障树分析、事件树分析、原因后果分析等安全分析技术，建立完整的定性评估技术体系。

9.2.2.2 定量评估方法

定量评估方法可采用以下技术：

- a) 概率安全评估技术：通过建立科学的事故序列模型，运用数学方法量化事故发生概率，并计算相应的风险指标数值；
- b) 蒙特卡洛仿真技术：建立系统概率模型，进行大量随机抽样计算，统计分析风险概率分布特征；
- c) 马尔可夫分析方法：建立系统状态转移模型，深入分析系统可靠性水平，计算平均故障间隔时间等关键参数，为定量风险评估提供科学依据；

d) 特定运行风险评估方法：准确定义运行环境和约束条件，确定地面风险等级并评估潜在的地面撞击后果，确定空中风险等级并评估空中碰撞风险水平，制定风险削减措施。

9.2.3 评估流程

评估过程中，应按照以下各个阶段流程执行：

a) 评估准备阶段：首先明确评估范围和目标，确定适宜的评估方法和工具，组建具备相应专业能力的评估团队，并制定详细的时间进度计划，同时系统收集相关资料，包括设计文件和技术资料、运行程序和管理制度、相关标准和法规要求，以及历史事故和经验数据，为后续评估工作做好准备；

b) 危险源识别阶段：识别环节，应建立完整的危险源清单，并按照危险类型进行分类归档管理；

c) 风险分析阶段：科学评估各类危险发生的可能性，深入分析危险可能导致的后果严重程度，运用定性和定量方法计算相应的风险等级；

d) 风险控制阶段：将评估结果与既定安全标准进行对比分析，判断风险的可接受性水平，明确需要重点控制的风险项目，针对不可接受风险制定有效的控制措施，评估措施的技术可行性和经济合理性，验证控制措施实施后的残余风险水平。

9.3 安全评估指标体系

9.3.1 定性评估指标

9.3.1.1 法规符合性

法规符合性评估应全面检查航路/空域的规划设计、设施配置和运行规则是否符合本文件及其他相关法律法规的所有条款要求，建立详细的法规符合性检查清单，确保满足各项强制性要求。同时应评估相关技术标准的执行情况，检查关键设备和系统的认证状态是否有效，验证运行程序和管理流程的标准化程度是否达到规定要求。

9.3.1.2 应急预案完备性

应急预案完备性评估应重点关注预案覆盖范围的全面性，检查各类紧急情况的应对措施是否科学合理，验证预案的实际可操作性和执行效果。同时评估应急资源配置的充分性，全面检查应急人员、设备、物资的准备情况，验证外部支援机制的可靠性和及时性。此外还应评估应急演练的频次和质量水平，检查演练中发现问题的整改落实情况，验证应急响应能力的持续提升效果。

9.3.1.3 管理体系成熟度

管理体系成熟度评估应全面考查主要运营人的安全管理体系（SMS）建设情况，检查安全政策制定、安全程序执行和安全文化建设的完善程度，验证安全绩效监测和持续改进机制的有效性。同时评估监管方的监管能力与管理对象的匹配程度，检查监管资源配置和技术手段运用的充分性，验证监管工作的实际效果和质量水平。此外还应评估关键岗位人员的专业资质和实际能力水平，检查培训体系和考核制度的健全程度，验证人员配置数量和结构的合理性。

9.3.2 定量评估指标

定量评估主要按照以下要求形成指标体系：

a) 整体目标安全水平应根据不同等级航路的风险特征和运行要求，设定相应的可接受安全水平标准；

b) 参考民航局标准MH/T 4054-2022的第5.2部分内容，按照附录C各项安全定量指标及其权重，计算航路/空域的安全度。

附录A

(规范性)

基于安全目标水平的航路安全半径划设方法

A.1 总体思路

为保证航空器的飞行安全，ICAO对航空器的安全飞行规定了统一的安全风险标准，规定了在不同情况下两航空器的碰撞风险临界值，即安全目标水平，纵向、侧向和垂直方向上碰撞的安全目标水平均为 5×10^{-9} 次事故/飞行小时。依据上述飞行安全要求，计算低空航路应划设的理论最小的间隔。

A.2 设计原则

划设方法按照以下原则进行设计：

- a) 由于航路通常运行多类型低空航空器运行，且航空器在垂直、横向、纵向的性能可能不同，考虑到低空航行实际情况的复杂性，本方法按照安全需求最高的情况计算通用设计方案；
- b) 若准入航空器包含通用航空器，则按照通用航空航路规范划设，本文件不再重复赘述；
- c) 按照当前低空资源利用需求，航路内细分航道的规则不在本文件考量范围内；
- d) 航路范围为中心航迹向各个方向延伸半径距离的圆柱形空间。

A.3 划设方法

根据安全目标水平，设计航空器单方向碰撞模型如下：

$$1 - P(S_1) < TLS \quad A.3(1)$$

其中，TLS为单方向上碰撞的安全目标水平；

S_1 为偏航裕度距离。

TLS已知为定值 5×10^{-9} 次事故/飞行小时，概率函数P满足标准正态函数的累积分布除偏航距离以外，碰撞模型还应考虑航空器急停距离和飞手判断反应距离：

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 \quad A.3(2)$$

其中，S为航路半径；

S_2 为航空器急停距离；

S_3 为飞手判断反应距离；

S_4 为该类型航空器碰撞判定距离。

S_2 为该类型航空器急停距离的典型值， S_3 可通过下列计算式可得：

$$S_3 = T \times V_{max} \quad A.3(3)$$

其中，T为人类平均反应时间0.2秒；

V_{max} 为该航路准入航空器最大飞行速度。

S_4 通常为航空器翼展半径的1.5倍。

附录B

(资料性)

各级航路/各类飞行活动空域保障设施配置要求

B.1 总体思路

面向不同级别航路的航空器类型，按照准入机型的保障需求，配置对应的通信、导航、监视、气象支撑设施及其配套服务。

B.2 布置原则

根据各级航路/各类飞行活动空域的准入机型的运行需求，规定必须/建议/允许布置的保障设备。

B.3 要求项目

保障设施配置要求见B.3。

表B.3 低空航线设施设备配置表

保障设施		I 级主干 航路	II 级支线 航路	III级末端 航路	其他、临 时航路	D/E类飞 行活动空 域	G类飞行 活动空域	W类飞行 活动空域
通信	4G/5G移动通信	○	●	●	◎	○	●	●
	甚高频地空通信	◎	◎	○	○	◎	◎	○
	低轨卫星通信	◎	○	○	○	◎	○	○
	专网类通信	◎	○	○	○	◎	○	○
导航	全球卫星导航GNSS	●	●	●	●	●	●	●
	实时动态差分RTK	○	◎	◎	◎	○	◎	◎
	星基增强导航SBAS	○	○	○	○	○	○	○
	视觉定位导航	○	○	◎	◎	○	○	◎
	地面信标导航	○	○	○	◎	○	○	◎
监视	广播式自动相关监视 ADS-B	●	●	○	○	●	●	○
	5G-A通感一体	○	◎	◎	◎	○	◎	◎
	多点定位系统MLAT	○	○	○	○	○	○	○
	非合作类监视	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
气象	气象自动观测系统	●	●	●	○	●	●	●
	风廓线雷达	◎	○	○	○	◎	○	○
	激光雷达	○	◎	◎	◎	○	◎	◎
	天气雷达系统	○	○	○	○	○	○	○

●：应建设；◎：宜建设；○：可建设

附录C

（资料性）

航路/空域安全定量评估指标体系

C.1 总体思路

面向定期对航路/空域划设的安全评估，需要对划设方案进行定量打分，用以客观衡量划设的合理性，综合保障低空交通的长期安全。

C.2 评估原则

根据拟运行航路/空域，与本文件具体要求对照分析各项要求的符合度，计算航路与飞行活动空域的综合安全度，具体由规划安全符合度、保障设施配置符合度两方面指标加权得到。

C.3 指标构成

航路/空域安全度 α 由下式计算：

$$\alpha = \sum_i (E_i \times P_i)$$
 C.3(1)

其中， E_i 为不同的安全影响因素；

P_i 为第*i*个影响因素对应的评价权重，按照下列表格对应计算。

安全影响因素及其权重要求见C.3。

表C.3 航路/空域安全定量评估指标体系表

安全影响因素 E_i		安全评价权重 P_i
规划安全符合度	空域安全因素符合度	15%
	气象环境安全因素符合度	7%
	电磁环境安全因素符合度	8%
	地面障碍物因素符合度	15%
	地面人口密度因素符合度	6%
	应急保障因素符合度	5%
	空域/航路结构符合度	8%
保障设施配置符合度	通信设施部署符合度	10%
	导航设施部署符合度	10%
	监视设施部署符合度	8%
	气象设施部署符合度	8%

参 考 文 献

- [1] 《国家空域基础分类方法》
 - [2] 国令第761号《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》
 - [3] CCAR-91《一般运行和飞行规则》
 - [4] CCAR-92《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》
 - [5] AC-97-FS-005R1 《航空器运行目视和仪表飞行程序设计规范》
-

中国指挥与控制学会团体标准

T/CICC 27005—2025

低空飞行气象安全通用要求

General Meteorological Safety Requirements for Low-Altitude Flight

2025-09-10 发布

2025-09-10 实施

中国指挥与控制学会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语与定义 1

4 数据准备 2

 4.1 气象数据 2

 4.2 低空飞行器数据 2

5 低空飞行气象禁飞条件制定 3

 5.1 禁飞条件总则 3

 5.2 禁飞条件制定 3

6 低空飞行气象安全风险评估 5

 6.1 低空飞行气象安全风险评估流程 5

 6.2 低空飞行气象安全风险识别 5

 6.3 低空飞行气象安全风险分析 6

 6.4 低空飞行气象安全风险评价 7

7 低空飞行气象安全预警信息发布 9

 7.1 低空飞行气象安全预警发布主体 9

 7.2 低空飞行气象安全预警发布渠道与对象 9

 7.3 低空飞行气象安全预警发布内容 9

附录A（资料性）低空飞行灾害性天气清单 11

附录B（规范性）低空飞行气象安全风险评估报告 12

附录C（规范性）低空飞行气象高影响因素清单 13

附录D（规范性）低空气象预警发布公告 14

 D.1低空实况型气象预警 14

 D.2低空预报型气象预警 14

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。

本文件由中国指挥与控制学会提出并归口。

本文件起草参与单位：中国科学院空天信息创新研究院、中科星图维天信科技股份有限公司、齐鲁空天信息研究院、全域空天信息技术有限公司、中国民航科学技术研究院、湖北华中低空经济发展有限公司、湖北漳富产业投资发展集团有限公司。

本文件主要起草人：王智睿、孙显、赵良瑾、张晓典、仝昊楠、成培瑞、陈凯强、李峰、冯德财、李纲、王江伟、张博、杨娜娜、杨超、卢贤锋、季小武、张义超、邢文涛、赵艺源、孟宇、刘涛、贾大伟、李红军、李飞鸿。

低空飞行气象安全通用要求

1 范围

本文件规定了低空飞行气象安全的禁飞条件制定、低空飞行气象风险评估及低空气象安全预警信息发布方法。

本文件适用于低空飞行气象安全风险评估、预警信息发布和低空飞行管理系统研制等。

2 规范性引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本文件的条款。凡注日期或版次的引用文件，其后的任何修改（不包括勘误的内容）或修订版本都不适用于本文件，凡不注日期或版次的引用文件，其最新版本适用于本文件。

GB/T 27921—2023 风险管理 风险评估技术

GB/T 38930—2020 民用轻小型无人机系统抗风性要求及试验方法

T/CMSA 0056—2025 低空经济气象基础设施建设总体要求

3 术语与定义

GB/T 29246—2023 和 T/CMSA 0056—2025 确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低空飞行器 low-altitude vehicle

在低空空域飞行的各类有人或无人驾驶航空器。

3.2

低空飞行 low-altitude flight

以各种低空飞行器为载体，在低空空域内，按照特定的飞行规则，以执行某种任务为目的的飞行活动。

注：低空飞行包括飞行器、起点、落点、飞行时间、飞行高度、飞行速度、飞行路线、飞行空域、执飞单位、飞行规则等基本要素。

3.3

灾害性天气 disastrous weather

对低空飞行器飞行安全构成严重威胁的气象现象，包括但不限于暴雨、大风、冰雹、高温、大雾、雷电、霜冻等。

3.4

低空气象禁飞条件 **low-altitude weather prohibition criteria**

在低空飞行器飞行中，由于气象因素超出安全阈值，可能导致飞行器失控、碰撞或其他重大安全隐患，从而禁止飞行的气象限制标准。

3.5

飞行目标区域 **flight operational zone**

低空飞行器作业的具体空域范围，应明确水平、垂直范围和使用时间。

3.6

风险评估 **risk assessment**

风险识别、风险分析、风险评价的全过程。

4 数据准备

4.1 气象数据

气象数据分为天气实况、天气预报两类数据，包括风、气温、湿度、气压、云、能见度、降水及各种天气现象的实况、预报数据。

4.2 低空飞行器数据

4.2.1 低空飞行器参数

低空飞行器参数包括飞行器类型、型号、性能、重量、环境适应性数据。

低空飞行器性能数据包括：

- a) 悬停升限；
- b) 最长连续工作时间；
- c) 最大起飞海拔高度；
- d) 其他。

低空飞行器重量数据包括：

- a) 空机重量；
- b) 起飞重量。

低空飞行器环境适应性数据包括：

- a) 高温低温；
- b) 抗风；
- c) 湿热；
- d) 盐雾；
- e) 砂尘；
- f) 防水；

g) 其他。

4.2.2 低空飞行任务信息

低空飞行任务信息包括：

- a) 飞行任务时间
- b) 起降场
- c) 飞行目标区域
- d) 飞行高度
- e) 注意事项

4.2.3 低空场景信息

根据低空飞行器种类、用途及行业应用领域，将低空场景分为六大类别：

- a) 城市管理与治理；
- b) 公共安全与应急响应；
- c) 资源勘探与环境监测；
- d) 工业与生产服务；
- e) 物流运输及文化活动。

5 低空飞行气象禁飞条件制定

5.1 禁飞条件总则

低空飞行器的禁飞条件应基于低空飞行气象安全风险评估确定，并遵循以下优先级原则：

- a) 首要核心要素：气象要素风是影响低空飞行安全最核心的关键要素。禁飞条件必须首先严格依据持续风、阵风、切向风等进行制定。
- b) 其他气象要素环境限制：在满足气象要素风的基础上，禁飞条件应充分考虑制造商提供的出厂环境适应性数据。飞行器环境适应性参数包括高温低温、抗风、湿热、盐雾、砂尘、防水、海拔等，超出制造商声明的安全范围时，应判定为禁飞。
- c) 灾害天气规避：当存在或预测出现灾害性天气现象时，无论当前气象要素风是否满足适飞要求、环境参数是否满足制造商要求，均应判定为禁飞，以规避极端风险。

5.2 禁飞条件制定

5.2.1 基于气象要素风的禁飞条件

根据 GB/T 38930-2020 第 4 章的规定，按照最大起飞重量/空机重量将无人机系统在起降阶段和飞行阶段的抗风能力等级作为禁飞条件，基于抗风能力的禁飞条件见表 1。风力等级划分见表 2。

表 1 基于气象要素风的禁飞条件表

序号	空机重量	最大起飞重量	起降阶段禁飞条件	飞行阶段禁飞条件
1	0.25<空机重量≤4	0.25<最大起飞重量≤7	风力>3 级	风力>5 级

序号	空机重量	最大起飞重量	起降阶段禁飞条件	飞行阶段禁飞条件
2	4<空机重量≤15	7<最大起飞重量≤25	风力>4级	风力>6级
3	15<空机重量≤116	25<最大起飞重量≤150	风力>5级	风力>6级

表 2 风力等级划分表

持续风		阵风		切向风		等级
稳定风速 m/s	试验时间 min	瞬时风速 m/s	试验时间 s	切向时风速 m/s	试验时间 s	
0.0~0.2	5	0.0~0.2	30	0.0	30	0级
0.3~1.5	5	0.3~1.5	30	0.0~0.2	30	1级
1.6~3.3	5	1.6~3.3	30	0.3~0.6	30	2级
3.4~5.4	5	3.4~5.4	30	0.6~1.5	30	3级
5.5~7.9	5	5.5~7.9	30	1.6~2.6	30	4级
8.0~10.7	5	8.0~10.7	30	2.7~3.3	30	5级
10.8~13.8	5	10.8~13.8	30	3.4~4.4	30	6级
13.9~17.1	5	13.9~17.1	30	4.4~5.4	30	7级
17.2~20.7	5	17.2~20.7	30	5.5~7.9	30	8级
20.8~24.4	5	20.8~24.4	30	8.0~10.7	30	9级
24.4~28.4	5	24.4~28.4	30	10.8~13.8	30	10级
28.5~32.6	5	28.5~32.6	30	13.9~17.1	30	11级
32.7~36.9	5	32.7~36.9	30	17.2~20.7	30	12级

5.2.2 基于出厂环境适应性数据的禁飞条件

低空飞行器在计划运行区域或运行过程中，环境参数超出制造商在出厂文件中明确声明的安全运行范围，应禁止飞行。主要考虑因素包括但不限于：

- a) 最大抗风速度：高于最大抗风速度或等级。
- b) 工作环境温度：低于最低工作温度或高于最高工作温度。
- c) 海拔高度：超过最大允许运行海拔高度。
- d) 其他制造商明确列出的限制性环境参数。

5.2.3 基于灾害性天气的禁飞条件

低空飞行器在计划运行区域或运行过程中，存在或气象预报明确指示即将发生以下灾害性天气现象时，应禁止飞行。低空飞行灾害性天气清单见附录 A。

- a) 强对流天气：雷暴、雷电、冰雹易对低空飞行器系统造成直接性伤害；大风易对低空飞行器起飞降落、飞行速度、飞行航线等造成影响，严重可能造成低空飞行器掉高、失控；强降水易导致能见度降低、增大飞行阻力、引擎失灵等。
- b) 沙尘天气：沙尘暴、扬沙、浮尘易导致能见度显著降低、机件磨损、堵塞以及无线电通讯、导航受到干扰等。

- c) 严重结冰条件：存在或预期低温天气出现易导致机体、螺旋桨或传感器严重结冰，影响低空飞行器性能，如丧失升力、推力、失去平衡等。
- d) 其他被气象部门发布预警或经评估认为对低空飞行器飞行安全构成极端威胁的天气现象。

6 低空飞行气象安全风险评估

6.1 低空飞行气象安全风险评估流程

低空飞行气象安全风险评估的主要流程分为低空飞行气象安全风险识别、风险分析、风险评价三个过程阶段，具体见图 1。

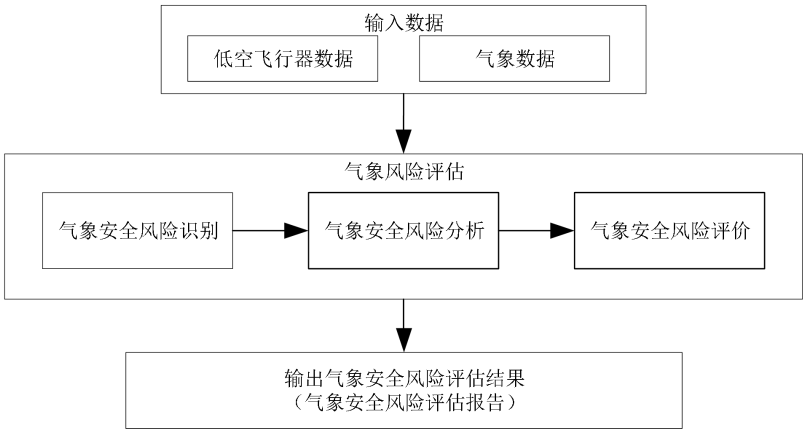


图 1 低空飞行气象安全风险评估流程图

低空飞行器气象安全风险评估的主要流程如下：

- a) 气象安全风险识别：识别影响低空飞行安全的各种气象要素及天气现象；
- b) 气象安全风险分析：分析气象要素及天气现象对低空飞行安全的威胁概率；
- c) 气象安全风险评价：度量低空飞行安全的气象风险，评估低空飞行活动的风险水平；
- d) 根据气象安全风险识别、分析、评价过程及结果，输出气象安全风险评估结果并形成风险评估报告，为低空飞行任务规划提供合理性建议。低空飞行气象风险评估报告见附录 B。

6.2 低空飞行气象安全风险识别

6.2.1 低空飞行气象安全风险识别目的

低空飞行气象安全风险识别目的在于确定可能影响低空飞行安全的各类气象要素及天气现象，并对具有高影响的气象要素开展风险分析。

6.2.2 低空飞行气象安全风险识别流程

低空飞行器气象安全风险识别根据收集整理的低空飞行器性能要求、环境适应性要求，结合低空飞行任务及低空场景信息，识别对低空飞行任务安全具有重要影响的气象要素及天气现象，输出气象安全风险识别结果（即低空飞行气象高影响因素清单）。风险识别的具体流程见图 2。

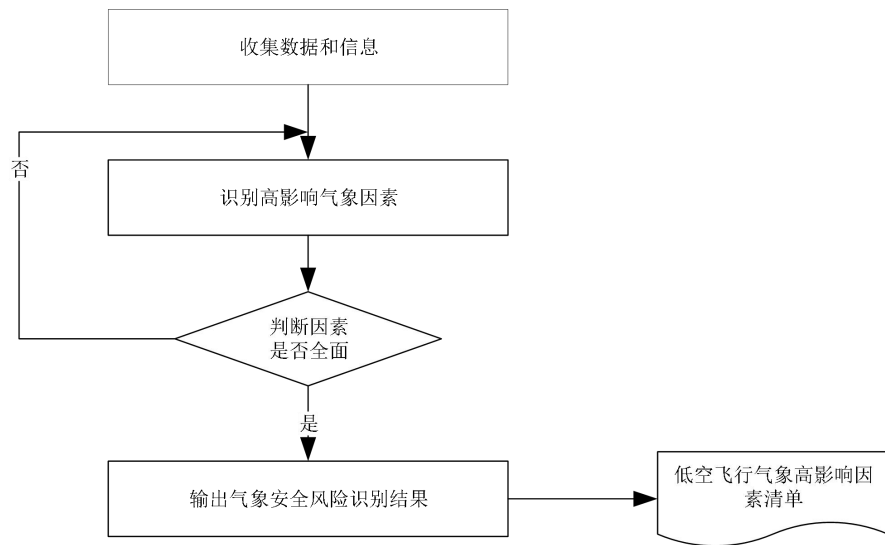


图 2 低空飞行气象安全风险识别流程图

6.2.3 低空飞行气象安全风险识别方法

风险识别方法包括：

- a) 采用基于证据的方法，例如：对历史经验数据的审查。
- b) 采用专家经验方法，例如：组织专家团队，设计一套结构化的问卷，征求有经验专家的意见，根据专家团队调查问卷结果识别低空飞行安全气象影响要素。

6.2.4 低空飞行气象安全风险识别结果

低空飞行气象安全风险识别的输出结果：影响低空飞行安全的气象高影响因素，应包括气象要素、天气现象。低空飞行气象高影响因素清单见附录 C。

6.3 低空飞行气象安全风险分析

6.3.1 低空飞行气象安全风险分析目的

低空飞行气象安全风险分析旨在基于低空飞行气象安全风险识别结果，对识别的低空飞行安全气象高影响因素进行详细分析，计算气象风险因素威胁概率，为低空飞行气象安全风险评价提供量化输入，为确定低空飞行气象安全风险等级提供支撑。

6.3.2 低空飞行气象安全风险分析流程

低空飞行气象安全风险分析基于低空飞行气象安全风险识别结果，对各项高影响气象因素的威胁概率进行分析计算。根据收集整理的飞行目标区域气象环境条件，对低空飞行气象安全风险进行综合评估，输出量化表达的气象安全风险分析结果（即综合威胁概率）。风险分析的具体流程见图 3。

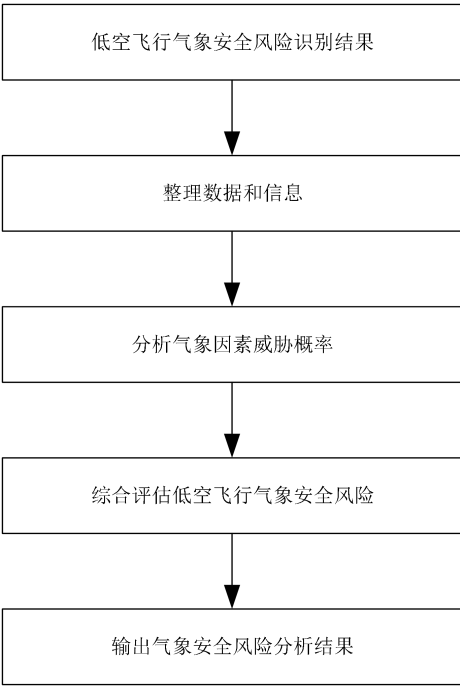


图 3 低空飞行气象安全风险分析流程图

6.3.3 低空飞行气象安全风险分析方法

采用相关的概率分析计算方法，应符合 GB/T 27921 相关要求：

- a) 利用专家经验判断分析可能性，通常采用德尔菲法和层次分析法等获得专家判断。
- b) 利用贝叶斯分析、贝叶斯网络等模型分析影响可能性。
- c) 利用故障树（FTA）、事件树（ETA）等分析技术估计影响可能性。

6.3.4 低空飞行气象安全风险分析结果

低空飞行气象安全风险分析的输出结果：低空飞行气象综合威胁概率。

6.4 低空飞行气象安全风险评价

6.4.1 低空飞行气象安全风险评价目的

低空飞行气象安全风险评价旨在基于低空飞行气象安全风险分析的结果，结合具体低空飞行任务信息，评价气象因素风险是否可以接受，为低空飞行任务决策提供参考依据。

6.4.2 低空飞行气象安全风险评价流程

低空飞行气象安全风险评价基于低空飞行气象安全风险分析结果，针对低空飞行任务，确定风险接受准则，评价低空飞行气象安全风险等级，输出低空飞行气象安全风险评价结果。风险评价的具体流程见图 4。

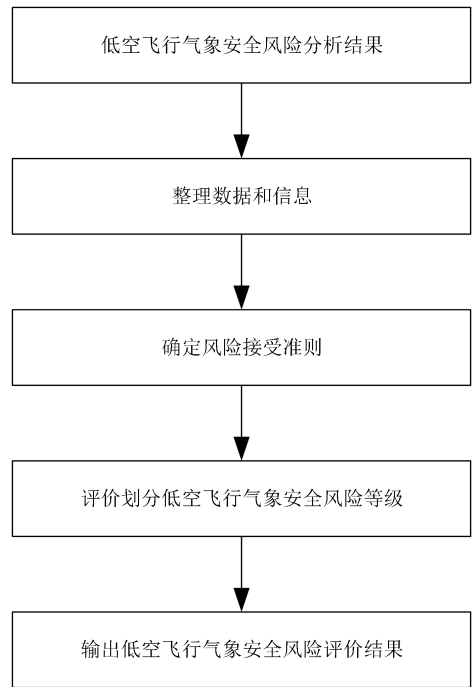


图 4 低空飞行气象安全风险评价流程图

6.4.3 低空飞行气象安全风险评价方法

6.4.3.1 ALARP准则

针对低空飞行安全，采用风险可接受准则 ALARP 将风险划分为三个等级段，见图 5。ALARP 准则包括两条风险分界线（容许上限和容许下限），分别称为可接受风险上限、可接受风险下限。两条线将风险分为 3 个区域：风险不可接受区、合理可行的最低限度区（ALARP 区）和风险可接受区。

- a) 风险不可接受区：除特殊情况外，该风险无论如何不能被接受。
- b) 合理可行的最低限度区（ALARP 区）：通过成本效益分析评估风险措施效果，并据此将风险降至可接受水平。该区域可根据风险管理要求进一步划分风险区域，以匹配相应的风险管理尺度。
- c) 风险可接受区：该区域风险水平很低，无需风险控制。

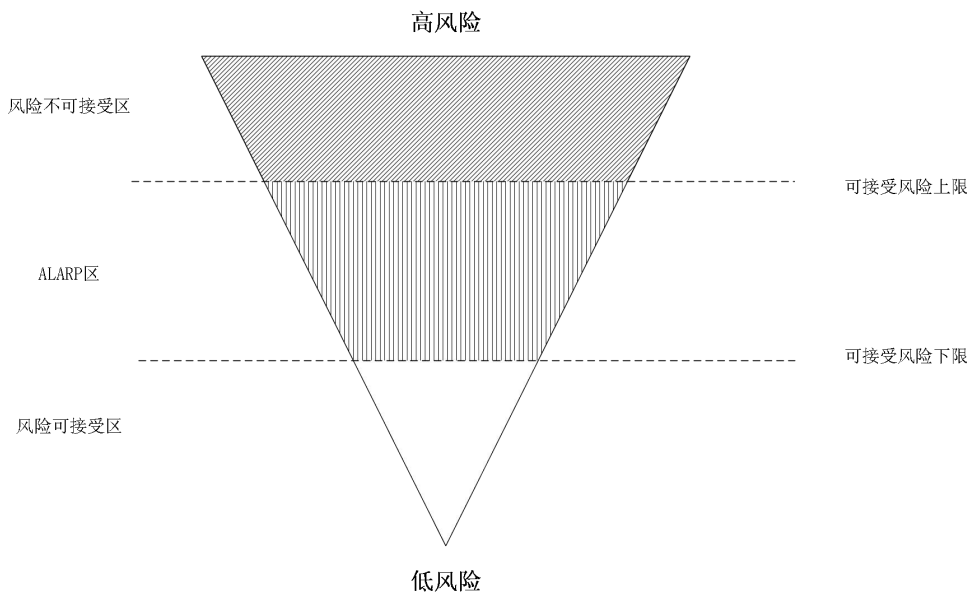


图 5 ALARP 风险可接受准则图

6.4.3.2 风险评价

针对具体的低空飞行任务、低空场景以及低空飞行器性能参数，根据专家领域知识经验，结合历史数据统计信息划定综合威胁概率的边界阈值（如安全阈值、低影响阈值、高影响阈值、禁飞阈值）。

6.4.4 低空飞行气象安全风险评价结果

低空飞行气象安全风险评价的输出结果：气象高影响因素对低空飞行气象安全的风险评价结果（如安全、低影响、高影响、禁飞）。

7 低空飞行气象安全预警信息发布

7.1 低空飞行气象安全预警发布主体

预警信息发布责任单位和社会传播媒体。

7.2 低空飞行气象安全预警发布渠道与对象

预警信息发布责任单位通过责任单位自行建设的发布途径、社会传播媒体（互联网交流平台、手机短信等）发布。其核心发布对象为低空飞行器驾驶员、无人机飞手、运营单位等，确保直接关联方及时获取关键气象风险信息以保障低空飞行安全。

7.3 低空飞行气象安全预警发布内容

7.3.1 发布单位

相应低空飞行器气象保障对口的预警信息发布责任单位，应使用单位全称。

7.3.2 发布时间

预警信息发布的时间应准确到年、月、日、时、分。

7.3.3 起始时间

低空飞行安全气象预警已开始或预计开始的时间，应准确到年、月、日、时、分。

7.3.4 影响范围

应按低空飞行器飞行气象风险的影响区域进行划分。

7.3.5 预警级别

按照低空飞行安全气象条件的紧急程度、发展势态和可能造成的危害程度分为一级（红色）、二级（橙色）、三级（蓝色）、四级（绿色），一级（红色）为最高级别。预警级别划分见表 3。

表 3 低空飞行安全气象预警等级表

预警等级	颜色	风险程度
IV	绿色	安全
III	蓝色	低影响
II	橙色	高影响
I	红色	禁飞

低空气象预警发布内容具体见附录 D 中表 D.1 和表 D.2。

附录 A
(资料性)
低空飞行灾害性天气清单

低空飞行灾害性天气清单见表 A.1。

表 A.1 低空飞行灾害性天气清单表

灾害种类	风险说明
暴雨	不同雨滴大小的撞击可能导致低空飞行器旋翼不同程度的动能损失，增加了飞行阻力。同时低空飞行器高速飞行时遭遇暴雨，能见度降低，对低空飞行器的飞行、起飞降落造成极大影响
大风	低空飞行器受到风的影响易改变其性能，可能导致低空飞行器剧烈颠簸、偏离航线、起降困难，甚至引发严重的飞行事故等
台风	台风会带来众多不利于飞行的天气现象，如强烈的风切变、雷暴大雨、巨大的积雨云，还有较低的能见度、猛烈的风暴和近地面大侧风、阵风等危险天气。上述危险天气将导致低空飞行器颠簸、外表结冰、雷击、冰雹撞击、能见度降低、精密仪表失灵、部分结构破坏等危险后果，严重影响低空飞行器飞行安全
冰雹	冰雹主要威胁低空飞行器的机翼、发动机机匣、发动机风扇叶片及驾驶舱风挡玻璃等
高温低温	高温、低温环境是低空飞行器运行所遇到最为常见的环境，温度太低会导致电子电气设备无法正常启动、液压油或燃油结冰，温度太高也会导致电子电气设备性能下降、结构材料承载能力下降
大雾	大雾天气最大的特点是能见度极低，严重时能见度只有几米，严重影响低空飞行安全，其次在降雨或降雪季节，如果在高湿条件下，类似冰雾或霜花的结构形成，会沉积在机身的外部表面，严重影响低空飞行安全
霜冻	低温天气严重危害飞行安全，其危害是多种多样的，如机、尾翼结冰，破坏其气动外形，致使低空飞行器丧失升力和操纵性；螺旋桨结冰，其外形改变，致使低空飞行器丧失推力；发动机进气道结冰，可能使发动机丧失推力；低空飞行器操纵面、刹车结冰，可能影响其正常功能；旋翼桨叶上结冰，多寡不均，可能导致低空飞行器失去平衡，增强振动水平。另外，导航和通信系统在低温环境下也可能受到影响。干扰GPS信号，导致导航不稳定，影响飞行路径的准确性
雷电	雷电极可能使低空飞行器遭雷击，同时使无线电通信和电子设备受干扰，雷电可能同时伴有冰雹、下击暴流、龙卷风等强天气，严重影响飞行安全
沙尘暴	沙尘暴导致的能见度降低增加了低空飞行器操控员的工作负担，同时加大了飞行安全风险，如无法安全降落，有可能发生坠毁等严重事故。除了造成恶劣能见度影响飞行外，大量的沙粒进入发动机和机体内部，也会造成机件磨损、导电不良等一系列机械或电器故障。尤其最直接的是容易导致发动机叶片损坏，甚至降低发动机的工作效率。当沙尘暴出现时，大风和沙尘暴常常同时出现。强横风和强逆风将对低空飞行器飞行产生影响，削弱低空飞行器的性能，并显著增加发生事故的风险。而且由于大量的沙粒使电磁波严重衰减，以及机体表面与小沙粒互相摩擦而产生的静电效应，会使无线电通讯和导航性能受到严重干扰
注：本表所列灾害天气类型仅为示例，并非详尽无遗。实际应用中可能涉及其他类型灾害天气，需根据具体地域、季节及分析目的进行补充和完善。	

附录 B
(规范性)

低空飞行气象安全风险评估报告模板

低空飞行气象安全风险评估报告包括以下纲目，见图 B.1。

- 一、概述（包括但不限于风险评估时间、地域内气象环境条件、影响气象要素情况，以及保障现状和评估目的）
- 二、低空飞行任务情况（包括但不限于飞行目标区域基本情况、低空飞行器参数、低空任务场景）
- 三、风险评估方法
- 四、风险评估结论
- 五、风险应对建议

图 B.1 低空飞行气象安全风险评估报告模板

附录 C
(规范性)
低空飞行气象高影响因素清单

低空飞行气象高影响因素清单表见表 C.1。

表 C.1 低空飞行气象高影响因素清单表

一、基础信息			
任务编号/名称:			
日期:			
操作员/飞行员:			
低空飞行器类型（型号）:			
计划航路/作业区域:			
计划起飞/作业时间:			
计划飞行高度:			
二、低空飞行气象高影响要素清单			
序号	气象高影响要素名称	禁飞阈值	影响机制
1			
2			
...			
N			

附录 D

(规范性)

低空气象预警发布公告

低空气象预警发布公告见表 D.1、表 D.2。

D.1 低空实况型气象预警

低空实况型气象预警发布公告见表 D.1

表 D.1 低空实况型气象预警发布公告表

低空飞行（天气现象/灾害性天气）（绿、蓝、橙、红）色预警	
发布时间	XX 年 XX 月 XX 日 XX 时 XX 分
发布单位	XX 单位
公告内容	XX 市 XX 单位/公司 XX 年 XX 月 XX 日 XX 时 XX 分发布低空飞行气象风险（绿、蓝、橙、红）色预警：受 XX 影响，XX 区域出现 XX 天气，低空飞行气象安全风险已达到低影响/高影响/禁飞程度，X 色预警区域相关人员请随时关注预警信息变化，做好防范及预案工作等。
防御指南	防御指南： 1... 2... 3...

D.2 低空预报型气象预警

低空预报型气象预警发布公告见表 D.2

表 D.2 低空预报型气象预警发布公告表

低空飞行气象风险预警	
发布时间	XX 年 XX 月 XX 日 XX 时
发布单位	XX 单位
公告内容	XX 市 XX 单位/公司 XX 年 XX 月 XX 日 XX 时发布低空飞行气象风险（绿、蓝、橙、红）色预警：受 XX 影响，预计 XX 月 XX 日 XX 时至 XX 日 XX 时 XX 区域出现 XX 天气，XX 区域低空飞行气象安全风险将达到低影响/高影响/禁飞程度，请密切关注该区域天气情况，做好防范及预案工作等。
防御指南	防御指南： 1... 2... 3...

ICS

CCS

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/ CICC 27006—2025

低空飞行通信导航监视安全通用要求

General Safety Requirements for Communication, Navigation and Surveillance in
Low-Altitude Flight

2025-09-10 发布

2025-09-10 实施

中国指挥与控制学会

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 缩略语 2

5 通信安全要求 2

 5.1 基本要求 2

 5.2 通信频段要求 3

 5.2.1 直连通信频率 3

 5.2.2 移动通信频率 3

 5.2.3 卫星通信频率 3

 5.3 机间通信 3

 5.4 抗干扰安全传输要求 4

 5.5 反侦察安全传输要求 4

 5.6 防欺骗安全传输要求 4

6 导航安全要求 5

 6.1 基本要求 5

 6.2 性能指标要求 5

 6.3 安全防护要求 5

 6.4 测试认证要求 5

7 监视安全要求 6

 7.1 基本要求 6

 7.2 监视手段及内容 6

 7.3 监视设备安全要求 6

 7.3.1 低空雷达 6

 7.3.2 ADS-B 6

 7.3.3 Remote ID（RID） 7

 7.3.4 光电/红外监视设备 7

 7.3.5 多点定位系统（MLAT） 7

 7.3.6 射频监视 7

 7.3.7 4G/5G 低空专网 7

 7.3.8 卫星增强监视（SBAS/LEO） 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》的规定编写。

本文件由中国指挥与控制学会提出。

本文件由中国指挥与控制学会归口。

本文件起草单位：西安天和防务技术股份有限公司、全域空天信息技术有限公司、中国民航科学技术研究院、中国人民解放军陆军工程大学通信工程学院、齐鲁空天信息研究院、湖北漳富产业投资发展集团有限公司、沈阳美行科技股份有限公司。

本文件主要起草人：贺增林、刘博、季小武、李丽萍、张若南、刘鹏、卢贤峰、庞天亮、贾大伟、邱峰、李红军、董磊、刘涛、丁国如、李峰、杨超、王海超、李飞鸿、赖克、郑虎男。

低空飞行通信导航监视安全通用要求

1 范围

本文件规定了真高1000米以下低空飞行活动中无人驾驶航空器的通信、导航、监视系统（设备）安全方面的通用要求。

本文件适用于《国家空域基础分类方法》中规定的C、D、E、G、W类空域低空飞行活动。

2 规范性引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本文件的条款。凡注日期或版次的引用文件，其后的任何修改（不包括勘误的内容）或修订版本都不适用于本文件，凡不注日期或版次的引用文件，其最新版本适用于本文件。

GB 42590—2023 民用无人驾驶航空器系统安全要求

YD/T 3585—2019 民用无人驾驶航空器的通信应用场景与需求

MH/T 4003.1—2021 民用航空通信导航监视台(站)设置场地规范 第1部分：导航

MH/T 4003.2—2014 民用航空通信导航监视台（站）设置场地规范 第2部分：监视

T/CCAATB-0001—2019 民用机场无人驾驶航空器系统 监测系统通用技术要求

T/CATAGS 14—2020 通用机场空域监视系统建设通用要求

CCAR-115TM-R2 民用航空通信导航监视工作规则

AC-115-TM—2018-02 民用航空监视技术应用政策

3 术语和定义

T/ CICC 27011-2025 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机载 V2V 监视 Airborne Vehicle-to-Vehicle Surveillance

飞行器通过广播或接收相邻飞行器位置、速度和航向信息，实现空中碰撞预警。

3.2

地面/空地监视 Ground/Air-Ground Surveillance, G/AGS

雷达、光电、多点定位（MLAT）等设备对低空目标进行探测和跟踪。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

5G-A	5G演进（5G-Advanced）
MAVLink	微型空中飞行器链路通讯协议（Micro Air Vehicle Link）
D2D	设备到设备（Device-to-Device）
LEO	低地球轨道卫星（Low Earth Orbit Satellite）
SBAS	星基增强系统（Satellite-Based Augmentation System）
GNSS	全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System）
HMAC	基于哈希的消息认证码（Hash-based Message Authentication Code）
CNS	通信导航监视（Communication Navigation Surveillance）
ADS-B	广播式自动相关空域监视系统（Automatic Dependent Surveillance Broadcast）
RID	远程识别（Remote Identification）
UTM	无人机交通管理（Unmanned Aircraft System Traffic Management）
MLAT	多点定位（Multilateration）
SLAM	同步定位与地图构建（Simultaneous Localization And Mapping）
EMC	电磁兼容性（Electromagnetic Compatibility）

5 通信安全要求

5.1 基本要求

- a) 满足低空无人驾驶航空器遥控、遥测、信息传输等功能需求；
- b) 支持多种通信手段：直连、地面公众移动通信系统、卫星通信系统等，可自主根据环境、网络状态选择通信手段；
- c) 空地通信支持多种通信协议：4G/5G/5G-A、Wi-Fi、MAVLink 等，可自主根据通信服务质量需求选择通信协议；
- d) 支持低空无人驾驶航空器机间通信，并支持专用于机间组网的 LoRa、D2D 等通信协议，实现合作目标间的主动辨识和数据中继；
- e) 运行过程中具备抗干扰、防欺骗、反侦察、物理层安全等端到端的安全传输保障能力；
- f) 频段、功率及杂散发射设计符合国家无线电频率划分规定和相关行业标准要求，不得对其它合法无线电业务产生有害干扰；

- g) 具备通信链路状态实时监控与感知能力，并在信号衰减、中断、受干扰等异常情况下自动采取保护措施；
- h) 通信系统应具备冗余设计和故障自愈能力，确保关键指令链路的连续性。

5.2 通信频段要求

5.2.1 直连通信频率

低空无人驾驶航空器通过直连通信方式进行遥控、遥测和信息传输的，应做到：

- a) 无人驾驶航空器应使用《民用无人机无线电管理暂行办法》规定的频率，且设备射频特性应符合相应频段的技术要求；
- b) 无人驾驶航空器遥控器与机载接收机之间应具备自动频率管理与冲突避让机制，在复杂电磁环境中能选择最佳可用信道；
- c) 用于直连通信的无线电发射设备，应符合《中华人民共和国无线电发射设备型号核准证》规定，其工作频率、发射功率、带宽及杂散发射等射频参数不得超过核准指标；
- d) 在人口密集区域或电磁环境敏感区域进行飞行活动时，操作者应优先选用抗干扰能力更强的频段，并主动降低发射功率，以减少同频设备间的相互干扰；
- e) 当主要控频段受到不可规避的干扰时，系统应具备在授权备频段上应急恢复通信链路的能力。

5.2.2 移动通信频率

- a) 无人驾驶航空器通信系统无线电台使用地面公众移动通信系统进行遥控、遥测、信息传输的，应依法使用允许在我国境内提供服务的地面公众移动通信系统或专用于民用无人机的用户识别卡（SIM卡）。
- b) 无人驾驶航空器通信系统无线电台射频技术指标要求应符合地面公众移动通信系统终端技术指标要求。

5.2.3 卫星通信频率

- a) 低空无人驾驶航空器通信系统使用卫星通信系统进行遥控、遥测、信息传输的，应依法使用在我国允许提供服务的卫星固定业务动中通系统、卫星移动业务通信系统。
- b) 频率使用范围、设备射频技术指标应符合《建立卫星通信网和设置使用地球站管理规定》《对地静止轨道卫星动中通地球站管理办法》《卫星移动通信系统终端地球站管理办法》等规定。
- c) 通过卫星通信链路传输涉及国家安全、公共安全、国土测绘等敏感信息时，应使用有关部门规定的卫星系统，并优先采用国密认证的国产加密算法对数据进行端到端加密保护。

5.3 机间通信

- a) 低空无人驾驶航空器间通过自组网、点对点等模式进行通信，满足机间 0 ~ 300 米距离时的数据协同、数据中继等通信，应优先使用国家无线电管理机构为无人机系统专门规划或指配的专用频率，其发射功率、带外发射、占用带宽等射频参数应符合国家对该频段无线电发射设备的管理要求，并遵循“不保护、不干扰”的原则，不得对同频段内依法开展的主要无线电业务产生有害干扰；
- b) 低空无人驾驶航空器机间通信系统应具备动态频率选择或频谱感知等主动干扰避免能力。当检测到来自授权业务的同频干扰时，应能在规定时间内自动腾退并切换到无干扰信道；
- c) 在集群编队、密集作业等场景下，应采用时分多址、跳频等多址技术或信道分配策略，有效规避同平台或相邻平台通信设备之间的同频干扰，保障通信链路的可靠性；
- d) 不同任务场景，应能自适应调整通信频率、功率和调制编码方案，在保证通信距离和质量的前提下，尽可能降低发射功率，减小被侦测和干扰的风险；
- e) 所有安全机制应能适应网络拓扑高动态变化的特性，保证在节点频繁加入、退出或移动时，安全策略和通信连接不会中断。

5.4 抗干扰安全传输要求

- a) 支持多频段传输，具备自动干扰识别与频率调整功能；
- b) 具备直接序列扩频、跳频、跳时、滤波等频域、时域、空域、功率域多域协同抗干扰能力；
- c) 具备链路层、网络层、传输层跨层抗干扰能力，能够根据信道状态信息实时自适应调整传输速率、编码方式、调制方式、传输路由和重传策略；
- d) 在机间通信中，应具备协作抗干扰与动态中继能力，允许多个节点协同形成中继链路，智能规避干扰区域，并在网络拓扑高速变化时维持稳定的通信连接；
- e) 机间通信应具备抗局部洪泛攻击能力，能智能抑制恶意节点发起的海量无用数据包，保证网络带宽资源可用于关键指令传输。

5.5 反侦察安全传输要求

- a) 反侦察安全传输应避免自身通信信号被非法方或其他侦察设备侦测、识别、定位和破解，提高通信系统的低概率截获与低概率检测能力；
- b) 具备实时频谱感知能力，可动态分析电磁环境状态，并据此自适应地选择最优波形；
- c) 能够通过精准频谱感知与指向性干扰，阻断非法终端通信，同时避免对合法终端的影响；
- d) 采用国密认证的国产加密算法对通信信令和业务数据进行端到端加密；
- e) 支持多输入多输出、波束成形等多天线技术，实现空间域信号聚焦，降低信号泄漏风险。

5.6 防欺骗安全传输要求

- a) 具备基于数字证书、轻量级认证协议的身份识别与双向认证功能，支持对链路中的节点、网络、用户进行多维身份认证；
- b) 采用HMAC、数字签名等技术实现数据防篡改与完整性验证；
- c) 支持异常行为监测与分级预警，并具备主动诱骗或隔离非法节点的能力；
- d) 关键导航与遥控指令应使用受保护的时敏网络，并具备多重校验机制；
- e) 在机间通信中，建立链路前必须进行快速双向身份认证。自组网路由协议应具备安全增强机制，能有效抵抗黑洞攻击、灰洞攻击、虫洞攻击等路由欺骗攻击，确保路由信息和数据传输路径的安全可靠；
- f) 低空无人驾驶航空器集群应具备分布式安全协同能力，能够对行为异常节点进行协同感知、共识决策与安全隔离，维持集群的整体安全状态。

6 导航安全要求

6.1 基本要求

- a) 无人驾驶航空器应支持多种导航模式：GNSS 卫星导航、差分增强、惯性导航及视觉 SLAM 等，应至少具备 2 种及以上独立导航源；
- b) 无人驾驶航空器可自主根据环境、导航信号状态选择导航模式，在单一或多模块失效时仍能安全导航；
- c) 无人驾驶航空器具备自主导航功能，能够自主规划路径并安全到达目标位置，飞行过程中能够有效避免与障碍物发生碰撞。

6.2 性能指标要求

- a) 定位精度：对于GNSS可用场景，无人驾驶航空器在起降过程和重点区域动态定位精度需达到水平 ≤ 2 厘米、垂直 ≤ 5 厘米。
- b) 响应时间：从传感器数据采集到导航结果输出时间 ≤ 100 毫秒。

6.3 安全防护要求

导航系统的GNSS差分数据、SLAM图像数据等通过传输链路交换数据时优先采用国密认证的国产加密算法，系统可集成GNSS抗欺骗模块，以保障导航系统免受恶意攻击和非预期故障影响，确保飞行安全可控。

6.4 测试认证要求

导航系统需通过中国民航局（CAAC）或国家市场监督管理总局认可的实验室认证，对导航系统的功能、性能、环境适应性及可靠性进行充分测试验证。

7 监视安全要求

7.1 基本要求

- a) 能对真高1000米以下范围的低空飞行活动实施全方位监控；
- b) 能对低空飞行的合作和非合作目标进行有效监控；
- c) 能监测或（和）接收低空飞行目标基本信息、飞行状态信息；
- d) 能综合利用低空雷达、ADS-B、RID、光电/红外监视、多点定位系统（MLAT）、射频监视、4G/5G低空专网等多种手段进行监测，并根据飞行计划（来自本级或第三方飞行服务平台数据）进行目标融合处理。

7.2 监视手段及内容

低空无人驾驶航空器的监视通常采用低空雷达、ADS-B、RID、无线电侦测等多种监视系统融合监测技术手段，系统应具备跟踪、识别非合作目标的能力，支持通过光电/红外监测设备监视、跟踪、识别等技术手段。

系统应监测低空无人驾驶航空器信息至少包括：

- a) 静态基础信息，包括但不限于飞机型号、制造厂家、航程、拥有者单位、采购年限等基础性信息。
- b) 实时动态信息，包括但不限于低空飞行目标的坐标、速度、航向等信息。

7.3 监视设备安全要求

7.3.1 低空雷达

功能定位：全天候、被动目标和小型低空飞行器探测与跟踪，可作为地面主监视源或补充源。

信息与网络安全：数据传输需采用认证和加密机制，保证雷达原始数据上传的安全性。运行日志与探测事件需不可篡改存储。

电磁/环境/运行要求：符合民用 EMC 标准，在复杂电磁环境中稳定工作。具备抗干扰能力，可应对频率、脉冲及相位干扰，并支持自动滤波和切换策略。防护等级和环境适应能力需满足户外长期部署要求。

验证/试验：实验室基带与抗干扰测试，以及外场实测与静态/动态目标对比验证。系统运行性能和虚警/检出能力需通过持续外场验证。

7.3.2 ADS-B

功能定位：机载广播式位置、速度和状态信息，用于有人机及关键无人机监视。

信息与网络安全：广播报文应具备签名或验证机制，确保信息真实性。接入地面/UTM 系统需进行认证、过滤及异常检测。

电磁/运行：发射功率和天线方向性需符合频谱管理要求，避免对近场有人机造成干扰。在高密度航段应有使用限制策略。

验证/试验：网络拥塞和终端密集环境下进行可靠性测试。与地面接收站和多点定位系统互操作验证。

7.3.3 Remote ID (RID)

功能定位：提供无人机和低空飞行器唯一身份标识，用于空管和地面监视。

信息与网络安全：数据报文加密和签名，确保身份不可篡改。与地面接收站及监视系统进行互认证和异常检测。

电磁/运行：发射功率和频率符合无人机管理规定，确保信号稳定可靠。EMC 满足民用标准，可在复杂城市电磁环境中运行。

验证/试验：外场飞行验证身份信息和其他监视数据的一致性。

7.3.4 光电/红外监视设备

功能定位：提供全天候光学和红外监视，用于补充雷达和广播系统的弱信号区域探测。

信息与网络安全：数据传输加密，图像和视频信息不可篡改。可与雷达、ADS-B 和多点定位系统融合，提高目标识别能力。

电磁/环境/运行：EMC 满足民用标准，抗强光、雨雾及温湿度影响。防护等级和环境适应能力适合户外部署。

验证/试验：不同天气、昼夜条件下的持续外场监测。与雷达及多点定位系统融合验证目标识别和虚警情况。

7.3.5 多点定位系统 (MLAT)

功能定位：通过多基站定位实现低空飞行器航迹跟踪。

信息与网络安全：数据传输加密，航迹信息不可篡改。与雷达、ADS-B、光电等系统融合需保证数据完整性。

电磁/环境/运行：EMC 满足民用标准，具有抗干扰能力。防护等级和温湿度适应能力适合长期户外部署。

验证/试验：外场连续定位验证，融合其他监视系统进行准确性和一致性验证。

7.3.6 射频监视

功能定位：侦测低空飞行器无线信号，包括遥控、数传链路及通信信号。

信息与网络安全：数据加密，防止未经授权访问。与雷达、光电及多点定位系统融合，提高非合作目标识别能力。

电磁/环境/运行：EMC 满足民用标准，抗复杂电磁环境干扰。防护等级和温湿度适应能力满足户外部署要求。

验证/试验：多源干扰环境下验证定位和目标识别能力。与其他监视系统数据融合进行验证。

7.3.7 4G/5G 低空专网

功能定位：提供高速低延迟数据传输，支持多源数据融合与实时监控。

信息与网络安全：支持身份认证、加密及防护措施，确保网络安全。网络节点间数据完整性验证，保证航迹信息可靠。

电磁/环境/运行：EMC 满足民用标准，抗信号干扰能力强。防护等级和温湿度适应能力满足户外部署要求。

验证/试验：外场连续运行验证实时性、可靠性和融合能力。

7.3.8 卫星增强监视（SBAS/LEO）

功能定位：提供低空飞行器增强定位服务，补充 GNSS 定位精度和完整性。

信息与网络安全：卫星增强信号加密、防篡改和防欺骗。与地面监视系统融合需进行身份验证和异常检测。

电磁/环境/运行：EMC 满足民用标准，适应复杂城市电磁环境。防护等级和环境适应能力满足长期部署。

验证/试验：外场与地面接收站持续验证定位精度。与雷达、光电及多点定位系统融合验证航迹一致性。

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/CICC 27007-2025

低空飞行安全间隔管控规范

Standard for safety interval control of low altitude flight

2025-09-10 发布

2025-09-10 实施

中国指挥与控制学会 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 2

5 无人驾驶航空器安全间隔要求 2

 5.1 无人驾驶航空器之间飞行安全间隔要求 2

 5.2 无人驾驶航空器与障碍物之间安全间隔要求 3

 5.3 无人驾驶航空器与限制空域之间安全间隔要求 4

6 无人驾驶航空器安全调解规范 5

附录 A（资料性）无人驾驶航空器安全间隔计算支撑数据 6

 A.1 无人驾驶航空器目标定位与监视参数数据 6

 A.2 无人驾驶航空器运行数据 6

 A.3 无人驾驶航空器安全处置和规避时间 6

附录 B（资料性）无人驾驶航空器之间飞行安全间隔计算方法 7

 B.1 起降场起落航线飞行最小水平安全间隔计算方法 7

 B.2 起降场起落航线飞行最小垂直安全间隔计算方法 7

 B.3 低空航线飞行最小纵向安全间隔计算方法 7

 B.4 低空航线飞行最小横向安全间隔计算方法 7

 B.5 低空航线飞行最小垂直安全间隔计算方法 7

附录 C（资料性）无人驾驶航空器与障碍物之间安全间隔计算方法 9

 C.1 无人驾驶航空器与障碍物之间最小纵向安全间隔计算方法 9

 C.2 无人驾驶航空器与障碍物之间最小横向安全间隔计算方法 9

 C.3 无人驾驶航空器与障碍物之间最小垂直安全间隔计算方法 9

附录 D（资料性）无人驾驶航空器与限制空域之间安全间隔计算方法 10

 D.1 无人驾驶航空器与限制空域之间最小水平安全间隔计算方法 10

 D.2 无人驾驶航空器与限制空域之间最小垂直安全间隔计算方法 10

参考文献 11

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这些专利的责任。

本文件由中国指挥与控制学会提出。

本文件由中国指挥与控制学会归口。

本文件起草单位：中电莱斯信息系统有限公司、中国科学院空天信息创新研究院、北京交通大学、齐鲁空天信息研究院、交控航空科技（深圳）有限公司、中国民航科学技术研究院、中国电子科技集团公司第二十八研究所、湖北华中低空经济发展有限公司、沈阳美行科技股份有限公司。

本文件主要起草人：丁立平、张明伟、付胜豪、孙显、宿帅、刘宏杰、李峰、陈磊、丁辉、董斌、李纲、于振宇、杨娜娜、刘超、梁永胜、王睿、张威、卢贤锋、李红军、乐宁宁、刘子仪、李飞鸿、刘彬、毕世飞。

低空飞行安全间隔管控规范

1 范围

本文件规定了大中小轻型民用无人驾驶航空器低空飞行安全间隔要求，以及航空器间隔调解规范。
本文件适用于规范低空飞行安全间隔管控，指导低空管服系统、低空运营人系统建设。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无人驾驶航空器 unmanned aircraft

没有机载驾驶员、自备动力系统的航空器。

3.2

轻型无人驾驶航空器 light unmanned aircraft

空机重量不超过4千克且最大起飞重量不超过7千克，最大平飞速度不超过100千米/小时，具备符合空域管理要求的空域保持能力和可靠被监视能力，全程可以随时人工介入操控的无人驾驶航空器，但不包括微型无人驾驶航空器。

3.3

小型无人驾驶航空器 small unmanned aircraft

空机重量不超过15千克且最大起飞重量不超过25千克，具备符合空域管理要求的空域保持能力和可靠被监视能力，全程可以随时人工介入操控的无人驾驶航空器，但不包括微型、轻型无人驾驶航空器。

3.4

中型无人驾驶航空器 medium unmanned aircraft

最大起飞重量不超过150千克的无人驾驶航空器，但不包括微型、轻型、小型无人驾驶航空器。

3.5

大型无人驾驶航空器 large unmanned aircraft

最大起飞重量超过150千克的无人驾驶航空器。

3.6

水平安全间隔 horizontal safe interval

在水平方向上为避免无人驾驶航空器之间发生碰撞风险，运行管理所需的时间间隔或距离间隔，水平安全间隔可分为横向安全间隔和纵向安全间隔。

3.7

横向安全间隔 lateral safe interval

同一高度层上的无人驾驶航空器之间左右方向为避免发生碰撞风险，运行管理所需的时间间隔或距离间隔。

3.8

纵向安全间隔 longitudinal safe interval

同一高度层上的无人驾驶航空器之间前后方向为避免发生碰撞风险,运行管理所需的时间间隔或距离间隔。

3.9

垂直安全间隔 vertical safe interval

在上下方向上为避免无人驾驶航空器之间发生碰撞风险,运行管理所需的时间间隔或距离间隔。

3.10

安全保持间隔 maintain safe spacing

无人驾驶航空器之间为了避免发生碰撞风险,在不考虑飞行管理因素的情况下应保留的最小安全距离。

3.11

起落航线 traffic pattern

无人驾驶航空器起飞后、着陆前按规定顺序飞行的特定航线。

4 通用要求

无人驾驶航空器飞行安全间隔应遵循下列通用要求:

- a) 飞行间隔包括垂直间隔和水平间隔。水平间隔分为纵向间隔和横向间隔。
- b) 不同机型混合飞行安全间隔应采用各机型安全间隔的较大值。

5 无人驾驶航空器安全间隔要求

5.1 无人驾驶航空器之间飞行安全间隔要求

5.1.1 起降场起落航线飞行无人驾驶航空器之间安全间隔要求

5.1.1.1 通用要求

起降场起落航线飞行无人驾驶航空器之间安全间隔要求包括最小水平安全间隔和最小垂直安全间隔的要求。

以无人驾驶航空器为中心,以最小水平安全间隔的2倍作为长和宽,以最小垂直安全间隔的2倍作为高,形成的空间立方体,作为起降场起落航线飞行无人驾驶航空器安全间隔保护区域,该区域内存在任何其他航空器可视为违反安全间隔要求。

a) 最小水平安全间隔

起降场起落航线飞行无人驾驶航空器之间最小水平安全间隔应考虑水平定位精度和航空器水平安全保持间隔因素。参数数据见附录A。

b) 最小垂直安全间隔

起降场起落航线飞行无人驾驶航空器之间最小垂直安全间隔应考虑管理方安全管控所需时间、航空器间最大相对移动速度、垂直定位精度和航空器垂直安全保持间隔因素。管理方安全管控所需时间应考虑监视目标更新周期、管理方处置时间和航空器规避时间因素。参数数据见附录A

5.1.1.2 指标要求

起降场起落航线飞行无人驾驶航空器之间安全间隔指标计算方法见附录B，指标要求见表1。

表 1 起降场起落航线飞行无人驾驶航空器之间安全间隔指标要求

	最小水平安全间隔（米）	最小垂直安全间隔（米）
大型无人驾驶航空器	220	190
中型无人驾驶航空器	170	170
小型无人驾驶航空器	120	150
轻型无人驾驶航空器	50	120

5.1.2 低空航线飞行无人驾驶航空器之间安全间隔要求

5.1.2.1 通用要求

低空航线飞行无人驾驶航空器之间安全间隔要求包括最小纵向安全间隔、最小横向安全间隔和最小垂直安全间隔要求。

以无人驾驶航空器为中心，以最小纵向安全间隔和最小横向安全间隔的2倍分别作为长和宽，以最小垂直安全间隔的2倍作为高，形成的空间立方体，作为低空航线飞行无人驾驶航空器安全间隔保护区，该区域内存在任何其他航空器可视为违反安全间隔要求。

a) 最小纵向安全间隔

低空航线飞行无人驾驶航空器之间最小纵向安全间隔应考虑水平定位精度、管理方安全管控所需时间、航空器间最大相对移动速度和航空器水平安全保持间隔因素。管理方安全管控所需时间应考虑监视目标更新周期、管理方处置时间和航空器规避时间因素。参数数据见附录A。

b) 最小横向安全间隔

低空航线飞行无人驾驶航空器之间最小横向安全间隔应考虑水平定位精度与航空器横向安全保持间隔因素。参数数据见附录A。

c) 最小垂直安全间隔

低空航线飞行无人驾驶航空器之间最小垂直安全间隔应考虑垂直定位精度与航空器垂直安全保持间隔因素。参数数据见附录A。

5.1.2.2 指标要求

低空航线飞行无人驾驶航空器之间安全间隔指标计算方法见附录B，指标要求见表2。

表 2 低空航线飞行无人驾驶航空器之间安全间隔指标要求

	最小纵向安全间隔（米）	最小横向安全间隔（米）	最小垂直安全间隔（米）
大型无人驾驶航空器	1600	220	130
中型无人驾驶航空器	670	170	110
小型无人驾驶航空器	460	120	80
轻型无人驾驶航空器	280	50	40

5.2 无人驾驶航空器与障碍物之间安全间隔要求

5.2.1 通用要求

无人驾驶航空器与障碍物之间安全间隔要求包括最小纵向安全间隔、最小横向安全间隔和最小垂直安全间隔要求。

以无人驾驶航空器为中心，以最小纵向安全间隔和最小横向安全间隔的2倍作为长和宽，以最小垂直安全间隔的2倍作为高，形成的空间立方体，作为无人驾驶航空器与障碍物之间的安全间隔保护区域，该区域空间范围与任何障碍物存在交集可视为违反安全间隔要求。

a) 最小纵向安全间隔

无人驾驶航空器与障碍物之间最小纵向安全间隔应考虑水平定位精度、管理方安全管控所需时间、航空器最大相对移动速度和航空器水平安全保持间隔因素。管理方安全管控所需时间应考虑监视目标更新周期、管理方处置时间和航空器规避时间因素。参数数据见附录A。

b) 最小横向安全间隔

无人驾驶航空器与障碍物之间最小横向安全间隔应考虑水平定位精度和航空器水平安全保持间隔。参数数据见附录A。

c) 最小垂直安全间隔

无人驾驶航空器与障碍物之间最小垂直安全间隔应考虑垂直定位精度和航空器垂直安全保持间隔。参数数据见附录A。

5.2.2 指标要求

无人驾驶航空器与障碍物之间安全间隔指标计算方法见附录C，指标要求见表3。

表3 无人驾驶航空器与障碍物之间安全间隔指标要求

	最小纵向安全间隔（米）	最小横向安全间隔（米）	最小垂直安全间隔（米）
大型无人驾驶航空器	1590	210	120
中型无人驾驶航空器	660	160	100
小型无人驾驶航空器	450	110	70
轻型无人驾驶航空器	270	40	30

5.3 无人驾驶航空器与限制空域之间安全间隔要求

5.3.1 通用要求

无人驾驶航空器与限制空域之间安全间隔通用要求包括最小水平安全间隔和最小垂直安全间隔要求。

以限制空域为关注对象，在限制空域边界水平方向上外扩最小水平安全间隔的距离，垂直方向上外扩最小垂直安全间隔的距离，形成的空间立方体，作为限制空域的安全间隔保护区域，该区域空间范围出现任何其他航空器可视为违反安全间隔要求。

a) 最小水平安全间隔

无人驾驶航空器与限制空域之间最小水平安全间隔应考虑水平定位精度、管理方安全管控所需时间、航空器相对移动速度和航空器水平安全保持间隔因素。管理方安全管控所需时间应考虑监视目标更新周期、管理方处置时间和航空器规避时间组成。参数数据见附录A。

b) 最小垂直安全间隔

无人驾驶航空器与限制空域之间最小垂直安全间隔应考虑垂直定位精度和航空器垂直安全保持间隔。参数数据见附录A。

5.3.2 指标要求

无人驾驶航空器与限制空域之间安全间隔指标计算方法见附录D，指标要求见表4。

表 4 无人驾驶航空器与限制空域之间安全间隔指标要求

	最小水平安全间隔（米）	最小垂直安全间隔（米）
大型无人驾驶航空器	1590	120
中型无人驾驶航空器	660	100
小型无人驾驶航空器	450	70
轻型无人驾驶航空器	270	30

6 无人驾驶航空器安全调解规范

- a) 无人驾驶航空器应避让有人驾驶航空器、无动力装置的航空器以及地面、水上交通工具；
- b) 单架飞行的无人驾驶航空器应避让集群飞行；
- c) 在同一高度上对头相遇，应当各自向右避让；
- d) 在同一高度上交叉相遇，冲突航空器在左侧时，应当采用下降高度进行避让，冲突航空器在右侧时，应当采用上升高度进行避让；
- e) 无人驾驶航空器在同一高度上超越前航空器时，应当从前航空器右侧超越；
- f) 起降无人驾驶航空器与附近航路飞行航空器发生冲突时，起降无人驾驶航空器避让航路航空器；
- g) 在同一起降场同时降落的无人驾驶航空器发生冲突，高度较高的无人驾驶航空器应当避让高度较低的无人驾驶航空器；
- h) 国家空中交通管理领导机构规定的其他避让规则。

附 录 A

(资料性)

无人驾驶航空器安全间隔计算支撑数据

本文件中提出的飞行安全间隔计算影响因素,包括定位精度、目标更新周期、航空器安全保持间隔、处置时间、规避时间等。

A.1 无人驾驶航空器目标定位与监视参数数据

a) 目标更新周期

不大于 1 秒。

b) 定位精度

水平精度不大于 10 米,垂直精度不大于 15 米。

以上指标主要结合监视设施的技术体制和性能,参照空中交通管理建议等因素确定。

A.2 无人驾驶航空器运行数据

无人驾驶航空器运行数据见表 A.1。

表 A.1 无人驾驶航空器运行数据

	水平安全保持间隔 (米)	垂直安全保持间隔 (米)	最大上升下降速度 (米/秒)	最大飞行速度 (千米/小时)
大型无人驾驶航空器	200	100	5	450
中型无人驾驶航空器	150	80	6	200
小型无人驾驶航空器	100	50	8	150
轻型无人驾驶航空器	30	10	10	100

以上指标主要结合无人驾驶航空器性能参数,参照空中交通管理建议等因素确定。

A.3 无人驾驶航空器安全处置和规避时间

无人驾驶航空器安全处置和规避时间见表 A.2。

表 A.2 无人驾驶航空器安全处置和规避时间

	处置时间 (秒)	水平规避时间 (秒)	垂直规避时间 (秒)
大型无人驾驶航空器	5	5	6
中型无人驾驶航空器	5	3	4
小型无人驾驶航空器	5	2	2
轻型无人驾驶航空器	5	2	2

参照 DIN EN 4709-003:2023 等文件确定。当前人在回路的管控模式,处置时间为 5 秒,未来智能自主管控模式,处置时间可缩小为 3 秒。

附 录 B

(资料性)

无人驾驶航空器之间飞行安全间隔计算方法

本文件提出的无人驾驶航空器之间飞行安全间隔计算方法，来源于工程实践，并参考对标了国内外最新技术及相关标准。

最小安全间隔以 10 米为最小单位，计算结果个位数非零时，则十位数进位取整处理。

B.1 起降场起落航线飞行最小水平安全间隔计算方法

起降场起落航线飞行最小水平安全间隔计算公式为：

$$D_{interval} = 2 * d_{position} + d_{maintain} \quad B.1(1)$$

其中， $d_{position}$ 为定位精度，起降场起落航线飞行最小水平安全间隔计算场景下采用水平定位精度数据； $d_{maintain}$ 为航空器安全保持间隔，起降场起落航线飞行最小水平安全间隔计算场景下采用水平安全保持间隔数据。

B.2 起降场起落航线飞行最小垂直安全间隔计算方法

起降场起落航线飞行最小垂直安全间隔计算公式为：

$$D_{interval} = 2 * d_{position} + d_{maintain} + v_{max} * t_{interval} \quad B.2(1)$$

其中， $d_{position}$ 在起降场起落航线飞行最小垂直安全间隔计算场景下采用垂直定位精度数据； $d_{maintain}$ 在起降场起落航线飞行最小垂直安全间隔计算场景下采用航空器垂直安全保持间隔数据； v_{max} 为最大相对移动速度，在起降场起落航线飞行最小垂直安全间隔计算场景下采用最大上升下降速度数据； $t_{interval}$ 为安全管控所需最小时间。

$t_{interval}$ 计算公式为：

$$t_{interval} = T_{refresh} + t_{disposal} + t_{avoid} \quad B.2(2)$$

其中， $T_{refresh}$ 为监视目标更新周期， $t_{disposal}$ 为管理方处置时间， t_{avoid} 为航空器规避时间，起降场起落航线飞行最小垂直安全间隔计算场景下采用垂直规避时间数据。

B.3 低空航线飞行最小纵向安全间隔计算方法

低空航线飞行最小纵向安全间隔计算公式见 B.2(1)。

其中， $d_{position}$ 采用水平定位精度数据； $d_{maintain}$ 采用水平安全保持间隔数据； v_{max} 采用最大飞行速度数据。

$t_{interval}$ 按照 B.2(2) 公式计算。其中 t_{avoid} 采用水平规避时间数据。

B.4 低空航线飞行最小横向安全间隔计算方法

低空航线飞行最小横向安全间隔计算公式见 B.1(1)。

其中， $d_{position}$ 采用水平定位精度数据； $d_{maintain}$ 采用水平安全保持间隔数据。

B.5 低空航线飞行最小垂直安全间隔计算方法

低空航线飞行最小垂直安全间隔计算公式见 B.1(1)。

其中， $d_{position}$ 采用垂直定位精度数据； $d_{maintain}$ 采用垂直安全保持间隔数据。

附 录 C

(资料性)

无人驾驶航空器与障碍物之间安全间隔计算方法

本文件提出的无人驾驶航空器与障碍物安全间隔计算方法，来源于工程实践，并参考对标了国内外最新技术及相关标准。

最小安全间隔以 10 米为最小单位，计算结果个位数非零时，则十位数进位取整处理。

C.1 无人驾驶航空器与障碍物之间最小纵向安全间隔计算方法

无人驾驶航空器与障碍物之间最小纵向安全间隔计算公式为：

$$D_{interval} = d_{position} + d_{maintain} + v_{max} * t_{interval} \quad C.1(1)$$

其中， $d_{position}$ 采用水平定位精度数据； $d_{maintain}$ 在采用航空器水平安全保持间隔数据； v_{max} 采用最大飞行速度数据。

$t_{interval}$ 按照 B.2(2)公式计算。其中 t_{avoid} 采用水平规避时间数据。

C.2 无人驾驶航空器与障碍物之间最小横向安全间隔计算方法

无人驾驶航空器与障碍物之间最小横向安全间隔计算公式见 B.1(1)。

其中， $d_{position}$ 采用水平定位精度数据； $d_{maintain}$ 采用水平安全保持间隔数据。

C.3 无人驾驶航空器与障碍物之间最小垂直安全间隔计算方法

无人驾驶航空器与障碍物之间最小垂直安全间隔计算公式见 B.1(1)。

其中， $d_{position}$ 采用垂直定位精度数据； $d_{maintain}$ 采用垂直安全保持间隔数据。

附录 D

(资料性)

无人驾驶航空器与限制空域之间安全间隔计算方法

本文件提出的无人驾驶航空器与限制空域之间安全间隔计算方法，来源于工程实践，并参考对标了国内外最新技术及相关标准。

最小安全间隔以 10 米为最小单位，计算结果个位数非零时，则十位数进位取整处理。

D.1 无人驾驶航空器与限制空域之间最小水平安全间隔计算方法

无人驾驶航空器与限制空域之间最小水平安全间隔计算公式为见 C.1(1)

其中， $d_{position}$ 采用水平定位精度数据； $d_{maintain}$ 在采用航空器水平安全保持间隔数据； v_{max} 采用最大飞行速度数据。

$t_{interval}$ 按照 B.2(2) 公式计算。其中 t_{avoid} 采用水平规避时间数据。

D.2 无人驾驶航空器与限制空域之间最小垂直安全间隔计算方法

无人驾驶航空器与限制空域之间最小垂直安全间隔计算公式见 B.1(1)。

其中， $d_{position}$ 采用垂直定位精度数据； $d_{maintain}$ 采用垂直安全保持间隔数据。

参 考 文 献

- [1] 无人驾驶航空器飞行管理暂行条例（国令第 761 号）
 - [2] 中华人民共和国飞行基本规则
 - [3] 民用航空空中交通管理规则
 - [4] 民用航空低空空域监视技术应用指导意见（试行）
 - [5] DIN EN 4709-003:2023 Aerospace series - Unmanned Aircraft Systems - Part 003:Geo-awareness requirements
-

低空联合预警管控平台入网要求

Network Access Requirements for Low-Altitude Joint Early Warning and Control
Platform

2025-09-10 发布

2025-09-10 实施

目 次

前 言 1

1 范围 2

2 规范性引用文件 2

3 术语和定义 2

4 总体入网要求 3

5 入网技术要求 4

 5.1 设备及系统配置 4

 5.2 功能要求 5

 5.3 性能要求 5

 5.4 接入标准 5

6 安全保密要求 5

 6.1 资质及管理 5

 6.2 数据安全 6

7 入网管理流程 6

附件A: 8

 1申请准备阶段 8

 1.1申请条件 8

 1.2申请材料准备 8

 2申请提交与受理 8

 2.1申请提交方式 8

 2.2材料受理确认 8

 2.3运营方形式审查 8

 3专家组技术审查 9

 3.1专家组构成 9

 3.2技术审查内容 9

 3.3现场测试要求 9

 3.4审查周期和结果 9

 4审查意见处理与审批 9

 4.1审查意见分类处理 9

 4.2整改要求处理 9

 4.3审批决定 9

 5测试程序与流程 10

 5.1 测试准备 10

 5.2 测试实施 10

 5.3 测试结果处理 10

 5.4 测试报告与档案管理 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》的规定编写。

本文件由中国指挥与控制学会提出。

本文件由中国指挥与控制学会归口。

本文件起草单位：中国长城互联网信息中心、西安天和防务技术股份有限公司、全域空天信息技术有限公司、深圳市安卫普科技有限公司、齐鲁空天信息研究院、湖北漳富产业投资发展集团有限公司

本文件主要起草人：贾利滨、杨炳圳、张亚燃、张昊宇、贺增林、刘博、李丽萍、刘鹏、庞天亮、尹大玮、郭仙仙、刘涛 季小武 贾大伟 郭鸿娇、李红军、李飞鸿、李峰、杨超、张义超、邢文涛

低空联合预警管控平台入网要求

1 范围

本文件规定了低空联合预警管控平台入网（以下简称“管控平台”）相关设备及系统的技术要求、安全保密要求、入网管理流程、申请及评定步骤、检查及测试要求等。

本文件适用于申请入网的低空预警设备、数据传输系统、管控终端等的资格审查、测试与评定，军民两用低空监测站点的入网管理可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本文件的条款。凡注日期或版次的引用文件，其后的任何修改（不包括勘误的内容）或修订版本都不适用于本文件，凡不注日期或版次的引用文件，其最新版本适用于本文件。

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
GB/T 3102.1-1993	空间和时间的量和单位
MH 5001-2013	民用航空器适航管理条例
GB 42590-2023	民用无人驾驶航空器系统安全要求
GB/T 15629.16-2017	信息技术 系统间远程通信和信息交换 局域网和城域网
MH/T 4048	民用无人驾驶航空器综合管理平台数据接口规范
GB 50343	建筑物电子信息系统防雷技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

中国长城互联网 China Internet Network

中国长城互联网(以下简称长城网)是经国务院、中央军委正式批准，由国家统一组织建设的军队专管专用的互联网络，是中国国防域名（.mil.cn）的唯一注册管理机构，是国家授权的全国八大基础互联单位之一，是军队单位联接互联网的唯一合规通道。通过长城网云平台，构建低空新质新域战斗力是新时期赋予的使命任务。

低空联合预警管控平台 civil-militarycompatiblelow-altitudejointearlywarningandcontrolplatform

接入并融合各级、各地域、各类传感器低空飞行器目标信息，实现低空目标监测、预警和管控的任务目标，保障低空空防安全和空管安全，支撑服务地方低空经济健康发展、安全发展。具备军民兼容、信息互通、数据共享、协同联动功能特点。

入网 network access

申请方的设备或系统通过申请、审查、测试等程序，正式接入管控平台的过程及结果。

低空空域 low-altitude airspace

垂直范围在地面或水面至1000米（含）高度范围内的空域。

维护方 maintenance provider

具备相应资质，承担入网设备或系统运行维护的法人单位。

运营方 operator

负责管控平台日常管理、入网审核及运行维护的军地联合管理单位。

申请方 applicant

拥有低空预警设备或系统所有权（或管理权），希望将其接入管控平台的法人单位（包括军队单位、地方企业、科研机构等）。

预警设备 early warning equipment

用于探测、识别、跟踪低空空域内目标并及时发出警报信息的技术装备。

监测设备 monitoring equipment

用于实时监控低空空域内目标活动状态和飞行动态的技术装备。

目标识别 target identification

通过技术手段确定监测目标的类型、属性、身份等特征信息的过程。

数据融合 data fusion

将来自多个传感器或数据源的信息进行综合处理，形成统一、准确、完整目标态势的技术过程。

协同响应 coordinated response

多个系统或单位在统一指挥下，针对特定事件或威胁采取的联合行动。

电磁兼容性 electromagnetic compatibility

设备或系统在共同的电磁环境中能够正常工作且不对该环境中其他设备产生干扰的能力。

安全等级 security level

根据信息系统所处理信息的重要程度和面临威胁的严重程度所确定的安全保护等级。

4 总体入网要求

各类雷达、光电和通感一体探测设备，以及各低空飞行服务信息系统、无人机监管服务系统、反无侦测系统等，按照网、云、边端技术体制要求，依托移动网络、卫星和专用网络，可随遇高效、安全可靠接入长城网云基础设施，能够对低空目标进行实时监测、预警和有效管控，支撑“灵活精细的低空空域管理、高效智能的飞行服务、开放融合的通导监保障、空地/空空协同的自主飞行、军民地协同的安全监管、泛在可信的数据与信息服务”。

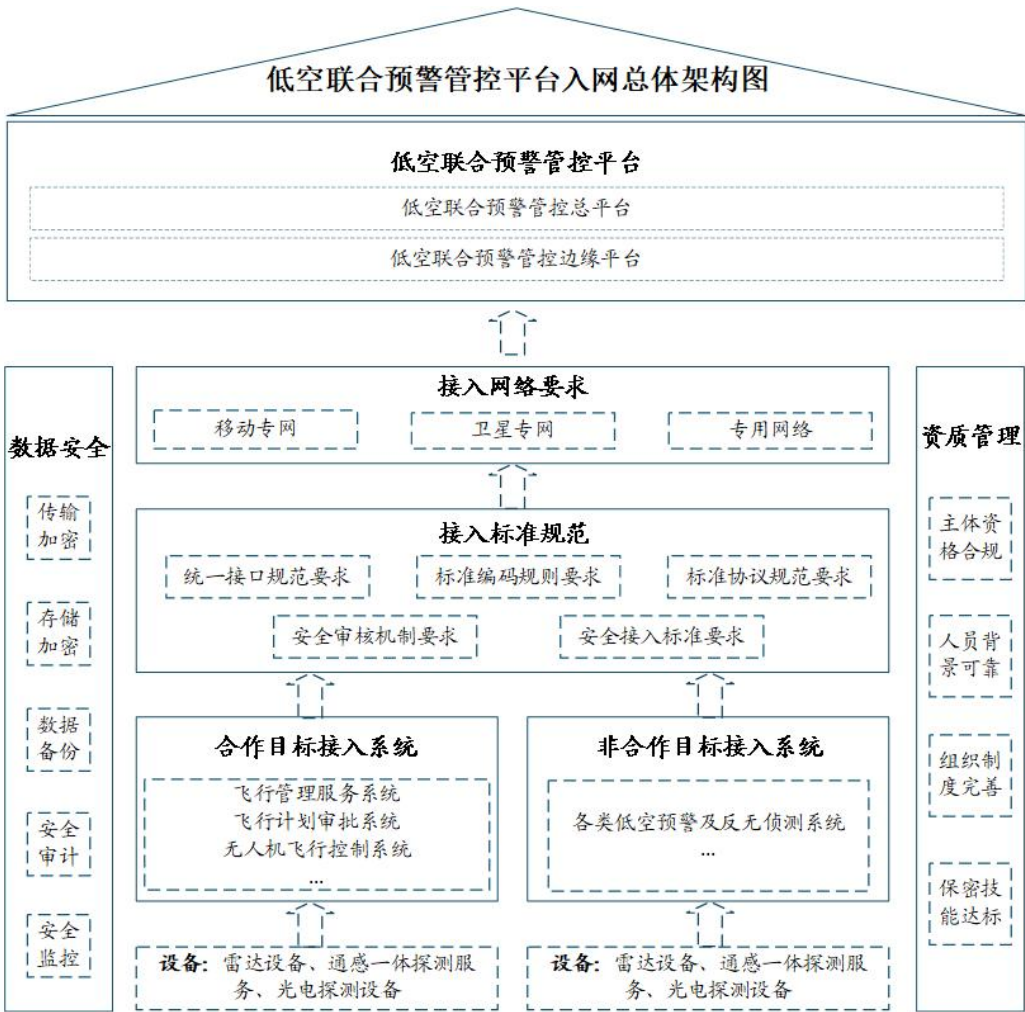


图 1 低空联合预警管控平台总体架构图

低空联合预警管控平台总体入网要求如下：

- a)应支持标准业务访问接口，保证军队低空数据、地方低空数据引入能力；
- b)应支持业务访问接口，提供身份认证、权限管理、端口匹配等能力；
- c)应保证业务访问接口、数据接口与管控平台独立，保证平台服务安全性。

5 入网技术要求

5.1 设备及系统配置

入网设备及系统应包含以下核心组件，并符合相应标准：

- a) 监测设备：雷达、光电传感器、ADS-B接收机等，应满足MH/T 4048（民用）对设备性能的基本要求；
- a) 监测设备：雷达、光电传感器、ADS-B接收机等，应满足标准；
- b) 数据处理单元：具备多源数据融合能力，支持军民数据格式转换；
- c) 通信设备：支持 TCP/UDP/SIP等协议，具备加密传输功能；
- d) 辅助设备：防雷装置（符合GB 50343）、不间断电源（供电时间不小于24h）等。

5.2 功能要求

入网设备及系统应具备以下功能：

- a) 目标监测：实时采集低空目标位置、速度、航向等信息，监测范围覆盖任务空域；
- b) 数据传输：能将监测数据实时上传至管控平台，支持军民数据格式的双向转换；
- c) 状态监控：具备设备运行状态自检及远程监控功能，可实时上报故障信息；
- d) 协同响应：具备接收并执行管控平台下发的预警、拦截等协同指令。

5.3 性能要求

- a) 目标定位精度：水平误差 $\leq 10\text{m}$ ，垂直误差 $\leq 5\text{m}$ ；
- b) 数据更新频率：不低于 1Hz ；
- c) 数据传输延迟：至管控平台的传输延时 $\leq 1\text{s}$ ；
- d) 设备连续运行能力：无故障运行时间 $\geq 10000\text{h}$ 。

5.4 接入标准

- a) 民建军用：地方低空数据选用4G（5G）移动网络、专线和卫星等适当接入方式接入长城网，建立管控平台，统一进行汇聚、融合处理；
- b) 地方接口：应按照统一接口规范提供数据调用及引接流程，规范地方数据接入机制；
- c) 编码规则：基于常用编码规则，结合长城网通信加密及数据加密技术，完成编码；
- d) 协议规范：应符合GB/T 15629系列标准，支持与地方专网、军队网络、互联网联通；
- e) 安全审核：应设置统一的安全审核机制，保证接入单位及用户按权限联通、按需访问；
- f) 单体安全接入：单装、单设备和单系统等独立实体，应满足身份验证及各项安全要求，并对具备实际需求的单位和用户限制人员及相关单位映射关系；
- g) 系统安全接入：各级、各区域、各类型具有不同功能与低空目标信息相关系统接入，应满足身份验证及各项安全要求，并对接入长城网的组织明确接入规范。

6 安全保密要求

6.1 资质及管理

依据《武器装备科研生产单位保密资质管理办法》及《军工涉密业务咨询服务安全保密监督管理办法》等相关法规，参与低空经济军民协同项目的企业与单位，必须满足严格的资质条件。

a) 主体资格合规：申请单位应为在中华人民共和国境内依法成立1年以上的法人，国家另有规定的从其规定。并且，单位需无犯罪记录，近1年内未发生泄密案件，近3年内未被吊销保密资质。

b) 人员背景可靠：法定代表人、主要负责人、实际控制人、董（监）事会人员、直接投资的自然人股东、高级管理人员及从事涉密武器装备科研生产任务的人员，应当具有中华人民共和国国籍，无境外永久居留权或者长期居留许可，与境外人员无婚姻关系。

c) 组织架构与制度完善：需建立覆盖决策层、管理层、执行层的三级保密管理网络，明确保密委员会职责与人员配置标准。制度体系涵盖保密责任、涉密人员管理、信息系统防护等核心模块，且制度内容与《保密法》及行业标准完全对接，并具备动态更新机制。

d) 保密技术能力达标：物理场所及设备安全管理须达到分级保护标准，设置独立涉密区域与监控系统，符合安全管控要求。申请入网的信息系统及装（设）备，需通过三级等保认证，部署加密传输、权限管控、审计追溯等技术手段。

6.2 数据安全

低空经济运行中产生与涉及的数据，包含大量敏感信息，如飞行器飞行轨迹、军事用途的低空测绘数据、军民两用技术研发数据等，数据安全防护至关重要。

a) 全流程数据加密要求

传输加密：采用加密协议，对数据在传输过程中进行加密，防止数据在空中被窃取或篡改。无论是无人机与地面控制站之间，还是低空经济各系统与云端服务器之间的数据传输，均需运用加密技术。

存储加密：对存储的数据进行加密处理，即便数据存储介质丢失或被非法获取，也能保障数据的安全性和隐私性。可使用高级加密标准等加密算法对数据加密存储。

b) 访问控制要求

权限精准分配：依据用户的角色和职责，为其分配不同的数据访问权限。只有经过授权的飞行员、控制系统操作人员、数据分析师等才能访问特定的飞行数据和控制指令；普通用户仅能访问与其工作相关的有限数据。

多因素认证强化身份验证：采用多因素认证方式，如密码、指纹识别、智能卡等相结合，提高身份认证的可靠性，防止未经授权的人员访问系统和数据。

c) 数据备份要求

定期备份策略：应建立定期的数据备份策略，将数据备份到多个不同的存储介质或地理位置的备份站点，确保在发生数据丢失、损坏或灾难事件时，能够快速恢复数据。

备份数据验证：定期对备份数据进行验证和恢复测试，确保备份数据的完整性和可用性。检查备份数据是否能够正常恢复，是否与原始数据一致，发现问题及时修复。

d) 数据安全审计与监控

定期审计：对入网的数据访问、使用、存储等情况进行定期审计，检查是否存在违规操作、数据泄露等安全隐患。审计内容包括用户权限、数据流向、操作记录等，及时发现和纠正违规行为。

实时监控：利用安全监控工具和技术，对入网数据进行实时监控，及时发现异常的访问行为和数据流动。重点检测异常的登录地点、频繁的大规模数据下载等不正常情况，并及时发出警报。

7 入网管理流程

入网管理流程是规范设备及系统接入低空联合预警管控平台的重要环节,旨在确保接入的设备
及系统符合相关要求,保障平台稳定、安全运行,具体流程如下:

a)申请:申请方按要求提交入网申请及相关材料,材料应填写规范、完整准确、真实可靠。

b)形式审查:入网管控平台运营方对申请方提交的材料进行形式审查,主要检查材料的完整性、
规范性。若审查合格,则进入专家审查环节;若不合格,需通知申请方进行整改后重新申请。此环
节有助于筛选出符合基本要求的申请,提高后续审查效率。

c)专家审查:根据入网任选需要,从专家库中抽取专家组成技术专家组,重点对对入网系统和
设备的性能、安全性等方面进行审查,必要时进行现场测试。

d)审批:入网管控平台运营方根据专家组的审查意见,每季度集中审批一次。对于审批合格的
申请方,发放入网合格证;不合格的限期整改后可重新申请。

发证及复测:取得入网合格证后,申请方需在半年内进行首次复测,之后每3年复测一次。复
测的目的是持续监督入网设备及系统的性能和运行状况,确保其长期符合平台要求。若复测不合格,
申请方将被限期整改或取消入网资格。

附件A:

入网审批管理流程

1 申请准备阶段

1.1 申请条件

核实申请方在提交申请前应确认满足以下基本条件:

- a)具有独立法人资格的企业、科研院所或军队单位;
- b)拥有申请入网设备或系统的所有权或合法使用权;
- c)具备相应的技术支持;
- d)通过安全保密资质审查,获得相应等级的保密资格证书;
- e)设备或系统已完成调试测试,具备稳定运行能力。

1.2 申请材料准备

申请方应准备以下申请材料:

- a)入网申请表,包括申请理由、设备概况、技术参数等;
- b)申请方法人营业执照、组织机构代码证、税务登记证等资质证明;
- c)设备或系统产权证明或授权使用证明;
- d)设备技术说明书、型号认证证书、出厂检验合格证;
- e)系统集成方案、网络拓扑图、数据流程图;
- f)安全保密资质证书、保密管理制度、人员保密协议;
- g)近30天连续运行数据,包括目标监测记录、系统日志、故障记录等;
- h)设备自检报告,证明符合本文件第5、6、7章的各项要求;
- i)第三方检测机构出具的性能测试报告(如有)。

2 申请提交与受理

2.1 申请提交方式

- a)申请方应通过官方指定渠道提交申请材料;
- b)申请材料应以正式公函形式提交,并附电子版文档;
- c)涉密材料应通过保密渠道单独传递,并标明密级;
- d)申请方应指定专门联络人负责申请过程中的沟通协调。

2.2 材料受理确认

- a)运营方在收到申请材料出具受理通知书;
- b)材料不齐全或不符合要求的,一次性告知需要补充的材料;
- c)申请方应补充完善材料,逾期视为放弃申请;
- d)受理后,运营方为申请分配唯一申请编号并建立审查档案。

2.3 运营方形式审查

运营方应完成形式审查,重点审查:

- a)申请材料的完整性、真实性和规范性;

- b) 申请方资质的有效性和适用性；
- c) 设备技术参数与申请要求的匹配度；
- d) 安全保密措施的完备性；

3 专家组技术审查

3.1 专家组构成

- a) 专家组从专家库中抽取，由军地双方技术专家组成，总数不少于5人；
- b) 专家应具有相关领域高级技术职称或同等技术水平；
- c) 专家组设组长1名，负责组织协调审查工作；
- d) 根据申请设备类型，可邀请相关领域专业专家参与。

3.2 技术审查内容

专家组应重点审查以下技术内容：

- a) 设备性能指标是否满足规定的技术要求；
- b) 系统功能是否完整，能否满足预警管控平台的业务需求；
- c) 数据接口和通信协议是否符合标准规范；
- d) 安全保密措施是否符合规定的要求；
- e) 设备可靠性和稳定性是否满足连续运行要求。

3.3 现场测试要求

专家组认为必要时，可要求进行现场测试：

- a) 现场测试应在申请方设备部署地点进行；
- b) 测试内容包括设备性能验证、接口兼容性测试、安全性测试等；
- c) 测试方法和标准相关规定执行；
- d) 申请方应提供必要的测试条件和技术支持；
- e) 测试费用由申请方承担。

3.4 审查周期和结果

- a) 专家组拟定技术审查周期；
- b) 需要现场测试的，审查周期可延长；
- c) 专家组应形成书面审查意见，明确合格或不合格结论；
- d) 不合格的应详细说明问题和整改要求。

4 审查意见处理与审批

4.1 审查意见分类处理

- a) 审查合格：直接进入审批流程；
- b) 有条件合格：申请方需按要求整改后重新评估；
- c) 审查不合格：明确问题，要求申请方整改后重新申请。

4.2 整改要求处理

- a) 申请方应在规定时间内完成整改；
- b) 整改完成后提交整改报告和相关证明材料；
- c) 运营方组织专家对整改情况进行复审；
- d) 复审仍不合格的，本次申请终止。

4.3 审批决定

- a) 运营方应在收到专家组合格意见后作出审批决定；
- b) 审批通过的，发放临时入网合格证；

- c) 审批决定应以正式文件形式通知申请方；
- d) 临时合格证应明确入网权限范围和注意事项。

5 测试程序与流程

5.1 测试准备

- a) 制定详细的测试计划和测试用例；
- b) 准备测试设备和工具，进行校准和验证；
- c) 搭建测试环境，确保满足测试条件要求；
- d) 组织测试人员培训，明确测试分工和职责。

5.2 测试实施

- a) 按照测试计划逐项进行测试；
- b) 详细记录测试过程和测试数据；
- c) 发现问题及时记录并与申请方沟通；
- d) 对测试结果进行实时分析和评估。

5.3 测试结果处理

- a) 汇总整理测试数据和测试记录；
- b) 对测试结果进行分析和评估；
- c) 编写测试报告，明确测试结论；
- d) 对不合格项提出具体的整改要求。

5.4 测试报告与档案管理

5.4.1 测试报告内容

测试报告应包括以下内容：

- a) 测试概况：测试时间、地点、人员、设备等；
- b) 测试项目：详细的测试项目和测试方法；
- c) 测试结果：各项测试的具体数据和结论；
- d) 问题分析：发现问题的原因分析和影响评估；
- e) 改进建议：针对问题提出的整改建议和要求；
- f) 总体结论：对入网申请的综合评价意见。

5.4.2 档案管理要求

- a) 建立完整的测试档案，包括测试计划、记录、报告等；
 - b) 测试档案应妥善保存，保存期限不少于设备入网期限；
 - c) 涉密测试档案应按保密规定进行分类保存；
 - d) 测试档案可作为后续维护和升级的技术依据。
-