

中国指挥与控制学会

中国指挥与控制学会“要地低空无人机防控体系”系列 10 项团体标准发布公告

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《要地低空无人机防控等级划分及基本要求》《要地低空无人机防控体系通用要求》《要地低空无人机防控指挥控制设备技术要求》《要地低空无人机防控设备检测规范》《要地低空无人机防控能力评估规范》《要地低空无人机防控系统与区域内低空安全管理平台数据交互规范》《要地低空无人机防控系统的精确碰撞拦截技术规范》《要地低空无人机防控系统运维管理规范》《要地低空无人机防控反制设备技术要求》《要地低空无人机防控系统应急处置规范》十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。

特此公告



ICS 03.220.50

CCS V 54

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/CICC 27001—2026

要地低空无人机防控等级划分及基本要求

Classification of prevention and control grades and basic requirements for critical
sites against low-altitude UAVs

2026-10-12 发布

2026-10-12 实施

中国指挥与控制学会 发布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 划分原则 3

5 划分对象与范围 3

 5.1 要地分类 3

 5.2 评定范围界定 5

6 基本条件 6

7 防控等级划分 6

 7.1 总则 6

 7.2 要地属性与价值评估 7

 7.3 要地低空环境与威胁暴露度评估 9

 7.4 敏感期识别与等级调整 9

 7.5 常态防控等级的确定 10

 7.6 防控等级的动态调整 11

 7.7 评定方法的校核 11

8 各防控等级的基本要求 11

 8.1 总则 11

 8.2 各防控等级要求对照 13

 8.3 一级防控要求 13

 8.3.1 体系配置 13

 8.3.2 探测识别与告警 14

 8.3.3 处置与响应 14

 8.3.4 值守与人员 14

 8.3.5 联动与管理 15

 8.3.6 数据与合规 15

 8.4 二级防控要求 15

 8.4.1 体系配置 15

 8.4.2 探测识别与告警 16

 8.4.3 处置与响应 16

 8.4.4 值守与管理 16

 8.4.5 数据与合规 16

 8.5 三级防控要求 16

 8.6 敏感期强化要求 17

 8.7 防控体系建设时限 18

 8.8 基本要求符合性检查 18

9 防控等级评定流程 18

 9.1 总则 18

 9.2 评定时机 18

 9.3 评定准备 19

9.4 等级初评	19
9.5 等级核定	19
9.6 异议与复核	20
9.7 结果发布与归档	20
9.8 动态复评	20
附 录 A	21
参 考 文 献	28

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。

本文件是《要地低空无人机防控体系》系列标准的第1部分。系列标准旨在构建覆盖要地低空无人机防控全流程的技术规范体系，为防控系统的规划、设计、建设、验收、运维及退役处置提供统一依据。

本文件由中国指挥与控制学会提出并归口。

本文件起草单位：空军工程大学、北方自动控制技术研究所、南京航空航天大学、西北工业大学、南京智慧航空研究院有限公司、航天时代飞鸿技术有限公司、中电莱斯信息系统有限公司、包头市公安局、河南工业大学、陕西师范大学、北京鲲鹏数航标准技术有限公司

本文件主要起草人：付强、范成礼、王新宇、刘克敏、谢华、尹嘉男、于登秀、袁立罡、卫晋军、吴乾坤、张金潇、马园园、孙裔申、张明伟、乔丹栋、金军委、樊超、梁洪涛、姜志乾、朱澄澄、严璐、梁浩、孙宇馨、金字、李贺、麻丽俊、王峰、李梦哲

要地低空无人机防控等级划分及基本要求

1 范围

本文件规定了要地低空无人机防控等级划分的术语和定义、划分原则、划分对象与范围、基本条件、防控等级划分方法、各防控等级的基本要求以及防控等级评定流程。

本文件适用于中华人民共和国境内需要防范低空无人驾驶航空器非法侵扰、破坏或实施其他非法活动的民用要地，用于划分其低空防控等级并据以配置防控措施。

本文件不适用于军事设施及军事禁区。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 22239—2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 35018—2018 民用无人驾驶航空器系统分类及分级

GB 42590—2023 民用无人驾驶航空器系统安全要求

GB 46750—2025 民用无人驾驶航空器系统运行识别规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

要地 critical site

因其功能、价值、敏感性或脆弱性，需要采取专门措施防范低空威胁的重点区域或场所。

注：通常包括关键基础设施、高危设施、人员密集场所、电磁敏感区域等。本系列标准各文件中“要地”的含义与本条一致。

3.2

低空 low altitude

真高1 000 m（含）以下的空域。其中，真高100 m（含）以下的空域为超低空。

注：本系列标准统一采用本定义。

3.3

核心区 core area

要地最关键的功能实现区域或资产集中区域，是低空防控的重心。

3.4

缓冲区 buffer area

围绕核心区的外围区域，用于对接近核心区的航空器实施探测、识别和预警。

3.5

监视区 surveillance area

在缓冲区外进一步延伸的监视范围，用于获取更早的预警时间。

注：核心区、缓冲区、监视区与要地已有安全防护分区的对应关系见5.2。

3.6

要地属性价值 critical site attribute value

要地因其战略、社会、经济、功能和文化生态等内在属性而具有的重要性程度。

3.7

要地属性价值等级 grade of critical site attribute value

按本文件规定的评估指标对要地属性价值进行评分后划分的等级，由高至低分为I级（高价值）、II级（中价值）、III级（一般价值）。

3.8

威胁暴露度 threat exposure

要地因其外部低空环境特征、可接近条件和历史事件记录而面临低空安全威胁的可能性与易受侵扰的程度。

3.9

威胁暴露度等级 grade of threat exposure

按本文件规定的评估指标对威胁暴露度进行评分后划分的等级，由高至低分为高暴露度、中暴露度、低暴露度。

3.10

防控等级 prevention and control grade

依据要地属性价值等级和威胁暴露度等级综合确定的低空防控要求高低层次，由高至低分为一级防控、二级防控、三级防控。

注：一级防控的防控要求最高。各防控等级应达到的防控要求见第8章。

3.11

常态防控等级 routine prevention and control grade

要地在非敏感期应保持的防控等级。

3.12

敏感期 sensitive period

因重大活动、重要时间节点、突发事件或特定安保任务，致使要地低空安全风险临时升高、需要强化防控的时段。

4 划分原则

要地低空防控等级划分应遵循下列原则：

- a) 目的导向。等级划分应围绕确定要地所需的防控等级展开，划分结果应能直接用于防控资源配置和防控措施选择。
- b) 风险匹配。防控等级应依据要地自身的属性价值和所处低空环境的威胁暴露度确定，使防控等级与要地面临的风险水平相匹配。
- c) 系统分析。等级划分应综合考虑要地的多种属性和外部环境因素，并考虑要地与其周边空域、相邻要地之间的相互影响与风险关联。
- d) 客观可操作。等级划分应基于可获取的客观数据和事实，采用定性与定量相结合的方法；评估指标应明确，评定流程应统一，使不同评定主体对同一要地的划分结果具有可比性。
- e) 前瞻动态。等级划分应考虑要地发展趋势及低空威胁技术演进；当要地属性、周边环境或相关规定发生重大变化时，应按 7.6 重新划分。
- f) 合规协调。等级划分及依据本文件确定的基本要求，应符合国家空域管理、无人驾驶航空器飞行管理、无线电管理、信息安全等相关规定，并与国家低空飞行服务保障体系相协调。

5 划分对象与范围

5.1 要地分类

根据要地的核心属性、面临的主要风险及防控重点，将要地分为下列五类：

- a) 关键基础设施类

核心属性：提供社会运转所必需的能源、水源、交通、信息通信等关键公共服务，一旦遭受破坏或干扰，可能引发大范围服务中断、社会秩序混乱或重大经济损失。

防控重点：保障其持续、稳定、安全运行，防范针对设施物理结构的破坏、导致功能中断的电磁干扰，以及利用低空通道实施的侦察、投放等活动。

示例：大型发电厂、枢纽变电站、超高压输电设施；大型水厂、供水枢纽；民用运输机场、特大型铁路客运站、大型港口；国家级通信枢纽、互联网核心节点、广播电视发射中心等。

b) 高危设施与材料类

核心属性：涉及易燃、易爆、有毒、放射性等危险物质的生产、储存、使用或运输，或自身具有较高固有物理风险，事故后果严重。

防控重点：防范因低空侵入物撞击、投掷火源或其他方式引发的泄漏、火灾、爆炸等次生事故，并强化应急监测与快速处置能力。

示例：核设施；大型石油化工基地、油气储运枢纽；危险化学品集中储存区；火药、炸药及其制品生产、储存场所等。

c) 社会经济聚集类

核心属性：人员高度密集、经济活动高度活跃、具有重大社会影响或文化遗产价值，安全事件易导致大规模人员伤亡、财产损失或文化遗产不可逆损失。

防控重点：保障聚集人群人身安全，维护公共秩序，防范利用低空航空器实施袭扰、非法拍摄或投掷物品，并保护文化遗产。

示例：大型城市商业中心、大型文体活动场馆；重要交通枢纽；高等院校、大型医院；国家级文物保护单位、博物馆；高密度住宅区；党政机关重要办公场所等。

d) 电磁环境敏感类

核心属性：核心功能依赖精密、易受扰的无线电信号接收、发射或处理，对周边电磁环境要求高。

防控重点：防范无人驾驶航空器及其遥控链路产生的同频、邻频或阻塞干扰，以及飞行动作对敏感设备造成的物理遮挡，保障天文观测、航天测控、航空导航、雷达探测等功能正常发挥。

示例：射电天文台、卫星测控站、卫星地面站；民用航空无线电导航台（站）、雷达站；机场电磁环境保护区域；其他对电磁兼容有特殊要求的国家级科研设施等。

e) 其他依法指定类

核心属性：由空中交通管理、公共安全等主管部门，根据重大活动保障、突发事件应对等管理需要，依法临时或长期指定的区域。

防控重点：满足特定时期、特定背景下的安全管理要求，防控等级和措施可根据主管部门指令动态调整。

示例：国家重大活动核心及周边区域；根据主管部门指令需实施临时空中管制的其他区域等。

要地兼具两类及以上属性时，按下列规定处理：

- a) 确定主要属性：以要地的主体功能和核心资产所对应的属性为主要属性，并据以归类。主体功能难以判别时，按下列顺序依次判定：功能失效或遭受破坏后果最严重的属性；占用要地核心区面积最大的属性；要地管理单位的行业主管部门所对应的属性；
- b) 叠加属性的计分：归类不影响指标赋分范围。要地实际具备的全部属性，其对应的二级指标均应按 7.2 和 7.3 逐项赋分，不因归类而省略；同一要地在同一二级指标上符合多个赋分档次时，取其中的最高档次；
- c) 补充指标的设置：要地的非主要属性需要设置行业补充指标的，按 7.2 的规定增设，并在评定报告中说明该补充指标对应的属性类别；
- d) 记录要求：评定报告中应列明要地具备的全部属性类别、确定主要属性的依据以及叠加属性对各二级指标赋分的影响。

注：归类的作用是确定防控重点和适用的行业补充指标；要地属性价值等级由 7.2 规定的全部二级指标共同决定，不因归类而降低。

未明确归入上述五类的要地，按最接近的类别评定，并在评定报告中说明理由。

5.2 评定范围界定

要地低空防控等级的评定范围，应基于要地的物理边界、功能布局和低空威胁主要来源方向综合确定，并与要地已有的安全防护分区相衔接。评定范围由内至外分为核心区、缓冲区和监视区，各区的功能定位见表1。

表 1 评定范围分区及其与已有安全防护分区的对应关系

本文件分区	功能定位	低空防控关注重点	常见已有分区名称
核心区	要地最关键的功能实现区域或资产集中区域	目标处置、末端防护、要害部位遮蔽与加固	核心区、要害部位、禁区
缓冲区	围绕核心区、用于探测识别与预警的外围区域	目标识别、告警、处置准备与处置决策	警戒区、控制区、限制区
监视区	在缓冲区外延伸的监视范围	早期发现、航迹跟踪、起飞与操控位置查找	监视区、外围警戒区、预警区

要地已按有关规定划分核心区、警戒区、控制区等安全防护分区的，评定范围应与已有分区相对应，在评定报告中说明对应关系，不另设相互冲突的划分；已有分区与表1不能一一对应时，应按功能定位就近对应，并说明理由。

评定范围的具体划定应在评定报告中明确，并考虑地形、建筑物遮挡、空域限制以及无人驾驶航空器可能的起飞和操控位置等因素。

注：分区仅用于界定评定范围和明确各区的关注重点。探测识别指标按防控等级统一提出，不按分区分别设定不同数值，见8.1。

6 基本条件

开展低空防控等级划分的要地，应满足下列基本条件：

- a) 合法性：要地的设立、运行及管理符合国家相关规定，具备合法运营或存在的资质；
- b) 主体明确：要地的安全管理责任单位或主管部门明确，具备承担安全责任的能力，并能够支持与配合评定工作；
- c) 基础防控：已建立并运行基础的物理防控、人员值守与安全管理制度；
- d) 数据可获：能够提供或配合采集评定所需的基础数据，包括要地地理信息、建筑布局、运行特点、历史安全事件记录等；
- e) 环境合规：要地及其周边空域的使用符合国家空域管理和无人驾驶航空器飞行管理的相关规定。

7 防控等级划分

7.1 总则

要地低空防控等级不单独划分，应由要地属性价值等级和威胁暴露度等级共同确定：要地属性价值反映事件后果的严重性，威胁暴露度反映事件发生的可能性，二者缺一不可不能得出防控等级。7.2和7.3是7.5的输入，7.5的结果是本文件第8章防控要求和第9章评定流程的依据。

防控等级划分按下列顺序进行：

- a) 按 7.2 对要地属性与价值的各二级指标赋分，按附录 A 中 A.1 计算综合得分 S1，确定要地属性价值等级；
- b) 按 7.3 对要地低空环境与威胁暴露度的各二级指标赋分，按附录 A 中 A.2 计算综合得分 S2，确定威胁暴露度等级；
- c) 按 7.5 将要地属性价值等级与威胁暴露度等级代入风险矩阵，确定常态防控等级；
- d) 按 7.4 判定是否存在敏感期，确定敏感期内的防控等级；
- e) 按第 8 章确定与防控等级相对应的基本要求。

防控等级划分的输入、方法与输出的对应关系见表2。

表 2 防控等级划分的输入、方法与输出

划分环节	主要输入	评估方法	输出
要地属性与价值评估（7.2）	要地性质与功能、人员与资产规模、工程等级、文化生态保护级别等	按表 A.1～表 A.4 逐项赋分，按式（A.1）计算 S1	要地属性价值等级（I级、II级、III级）
低空环境与威胁暴露度评估（7.3）	空域属性、周边低空活动、地理与电磁环境、可接近条件、历史事件与威胁情报等	按表 A.5～表 A.7 逐项赋分，按式（A.2）计算 S2	威胁暴露度等级（高、中、低暴露度）
常态防控等级确定（7.5）	要地属性价值等级、威胁暴露度等级	风险矩阵法，见表 4	常态防控等级（一级、二级、三级防控）
敏感期识别与等级调整（7.4）	重大活动与重要时间节点安排、突发事件、主管部门指令	按 7.4 判定敏感期并按规则上调	敏感期防控等级
基本要求确定（第 8 章）	常态防控等级、敏感期防控等级	对照表 5 及 8.3～8.6	体系配置、探测识别、处置、值守等具体要求

要地属性价值和威胁暴露度的评分方法见附录A。

7.2 要地属性与价值评估

要地属性与价值评估从下列维度展开，各维度包含的二级指标见附录A表A. 1～表A. 4：

- a) 国家安全与战略价值，评估要地对国家主权、安全和发展利益的重要性，包括：
 - 1) 政治与行政核心性：是否为中央和国家机关、省级及以上党政机关所在地；
 - 2) 外事与象征意义：是否为重要外事机构、国际组织驻地，或具有国家象征意义的建筑物、纪念设施；
 - 3) 战略资源与能源保障：是否为国家级油气储备基地、特大型水电站、核电站、主干电网枢纽变电站、国家级战略物资储备库等所在地；
 - 4) 关键信息基础设施：是否为国家级数据中心、互联网核心枢纽、卫星地面站、海底光缆登陆站等所在地。
- b) 公共安全与社会影响，评估要地功能失效或遭受破坏对公众生命健康、社会秩序和基本生活的影响程度，包括：
 - 1) 人员聚集规模与脆弱性：要地常态下容纳的人员数量、密度及人群脆弱性；
 - 2) 社会运行关键节点：是否为影响区域性或全国性交通、通信、金融、广电、市政等网络的核心节点；

- 3) 应急与公共服务保障：是否承担应急指挥、医疗救治、消防救援、供水供气供热等公共服务保障功能，其中断是否直接影响应急处置能力；
- 4) 重大活动承载：是否承办具有重大国内国际影响的会议、赛事、庆典等活动。
- c) 经济运行关键性，评估要地在经济体系中的作用及其功能中断可能导致的经济损失，包括：
 - 1) 产业链核心环节：是否为关键产业链的核心生产、研发或物流基地；
 - 2) 金融与市场中枢：是否为国家级金融交易市场、大宗商品交易中心、清算结算中心或重要区域性金融中心所在地；
 - 3) 经济产出与就业影响：要地的产值、税收规模及其对区域就业的影响程度。
- d) 基础设施重要性，评估要地作为物理基础设施本身的重要性及其在更大系统中的作用，包括：
 - 1) 工程规模与等级：要地所属工程的等级、规模及设计标准；
 - 2) 系统冗余与可替代性：要地功能是否具有备份或快速替代方案，冗余度低、不可替代性高的要地价值更高；
 - 3) 服务辐射范围：要地服务覆盖的地理范围和人口规模；
 - 4) 事故次生影响：要地功能失效或遭受破坏是否引发对相邻设施、周边区域的次生或连锁影响。
- e) 文化与生态价值，评估要地承载的文化、历史或生态价值，包括：
 - 1) 文化遗产保护级别：是否为世界文化遗产、全国重点文物保护单位、国家级博物馆、档案馆或具有重大历史意义的纪念地；
 - 2) 特殊生态功能区：是否为国家级自然保护区核心区、重要水源地保护区、生态保护红线区域、珍稀动植物栖息地等。

7.2规定的5个维度共17个二级指标为基本指标，评定时应逐项赋分，不应遗漏。评定组应对基本指标与被评要地实际情况的适配性进行核查，核查结论记入评定报告。

上述二级指标中，政治与行政核心性、外事与象征意义、战略资源与能源保障、关键信息基础设施、人员聚集规模与脆弱性、社会运行关键节点和文化遗产保护级别为关键指标，在表A.1～表A.4中标识。关键指标得分对要地属性价值等级的影响按附录A中A.1.2执行。

要地存在行业特有属性且该属性对其重要性有显著影响，但未列入基本指标的，应结合行业调研增设补充指标。补充指标应按附录A规定的赋分方式取10分、7分、4分、1分四档，并在评定报告中说明增设的指标、赋分依据及理由。

注：可能需要增设补充指标的情形如：水利工程的下游影响人口与淹没范围，轨道交通的日均客运量，石油化工设施的危险化学品储量与影响半径，科研设施的在研任务不可中断性等。

7.3 要地低空环境与威胁暴露度评估

要地低空环境与威胁暴露度评估从下列维度展开，各维度包含的二级指标见附录A表A.5～表A.7：

- a) 低空空域环境与活动特征，包括：
 - 1) 空域属性与管制要求：要地所在空域及邻近空域类别，是否位于或邻近空中禁区、限制区、危险区，以及该空域对无人驾驶航空器的飞行规则要求；
 - 2) 周边低空活动频率与类型：要地周边低空空域内合法及潜在飞行活动的历史与预期频率、密度及主要类型；
 - 3) 地理与电磁环境复杂性：周边地形地貌对探测与处置可能造成的盲区或影响，以及周边是否存在大功率无线电发射源等复杂电磁环境。
- b) 要地可接近性与易受侵扰条件，包括：
 - 1) 周边可起飞与操控位置：要地周边是否存在便于无人驾驶航空器起飞、操控和隐蔽的场所，如开阔地、公共绿地、停车场、临近楼顶等；
 - 2) 目标暴露程度与遮蔽条件：要地要害部位是否露天布置或易被观察、拍摄，是否具备遮蔽、加固等实体防护条件；
 - 3) 防控实施条件限制：要地及周边是否存在限制处置手段使用的条件，如毗邻民用航空无线电台站、人员密集区域、易燃易爆场所等。
- c) 历史低空安全事件、威胁情报与技术演进，包括：
 - 1) 已发生事件记录：要地及邻近区域发生的无人驾驶航空器非法侵入、扰航、未报备飞行等事件的数量、性质及后果；
 - 2) 威胁情报与预警信息：与要地相关的低空威胁情报、预警信息或风险评估结论；
 - 3) 新型威胁技术适应性：要地周边是否可能出现具备自主飞行、抗干扰、集群协同、低可探测性等新型能力的无人驾驶航空器威胁，以及现有防控措施对该类目标的适应程度。

7.3规定的3个维度共9个二级指标为基本指标，评定时应逐项赋分。要地周边环境存在其他显著影响威胁暴露度的因素时，可按7.2规定的方式增设补充指标。

注：新型威胁技术适应性指标反映目标无人驾驶航空器技术能力的演进趋势。该指标赋分宜依据主管部门发布的威胁情报、行业技术发展情况和同类要地的事件特征确定，并随技术发展在动态复评中重新赋分。

7.4 敏感期识别与等级调整

下列时段应识别为敏感期：

- a) 重大活动期间，包括国际峰会、大型赛事、重要庆典、重要会议等；
- b) 重要时间节点，包括国家法定节假日中人员流量集中的时段、重要纪念日等；

- c) 突发事件应对期间，包括重大安全事件、自然灾害、公共卫生事件应急响应期间；
- d) 主管部门发布临时空中管制指令或要求强化安保的其他时段。

敏感期按持续时间和风险程度分为重大敏感期和一般敏感期，分级规则见表3。同时符合两级特征时，按重大敏感期确定。

表 3 敏感期强度分级

敏感期级别	典型特征	等级调整规则
重大敏感期	符合下列情形之一：持续时间超过 72 h；具有重大国际、国内影响的活动或重要时间节点；主管部门发布临时空中管制指令或明确要求强化安保；突发事件应急响应期间	按本条规定上调防控等级，并按 8.6 采取强化措施
一般敏感期	持续时间不超过 72 h，影响范围限于要地局部，且无主管部门强化安保要求的活动或时间节点	按本条规定上调防控等级；经评估确认现有防控能力可满足需要的，可维持常态防控等级并采取临时强化措施

重大敏感期内的防控等级按下列规则调整：

- a) 常态防控等级为三级防控的，敏感期内按二级防控执行；
- b) 常态防控等级为二级防控的，敏感期内按一级防控执行；
- c) 常态防控等级为一级防控的，敏感期内维持一级防控，并按 8.6 采取强化措施。

一般敏感期内的防控等级按上述规则上调；经评估确认要地现有防控能力能够满足敏感期需要的，可维持常态防控等级，此时应同时满足下列条件：

- a) 评估应对敏感期的持续时间、活动性质、聚集人员规模、周边低空活动情况和现有防控能力逐项分析，形成书面评估结论；
- b) 评估结论应经要地管理单位批准；常态防控等级为三级防控的，应报其上级主管部门备案；
- c) 应按 8.6 采取增加值守力量、敏感期开始前完成系统功能测试、加强与公安和空中交通管理等单位联动的临时强化措施；
- d) 敏感期内出现低空安全事件、告警次数明显增多或系统发生严重及以上故障时，应立即按上调后的防控等级执行。

敏感期防控等级的临时调整或维持原等级的决定，应在敏感期开始前经要地管理单位或其上级主管部门批准并记录；敏感期结束后恢复常态防控等级，恢复情况应予记录。上级主管部门对特定敏感期的防控要求另有规定的，从其规定。

7.5 常态防控等级的确定

常态防控等级应采用风险矩阵法确定，以要地属性价值等级为行、威胁暴露度等级为列，按表4确定。表中同时列出各等级对应的综合得分区间，评定时以综合得分为准。

表 4 要地低空常态防控等级确定风险矩阵

要地属性价值等级	高暴露度 ($S2 \geq 70$)	中暴露度 ($30 \leq S2 < 70$)	低暴露度 ($S2 < 30$)
I级（高价值， $S1 \geq 80$ ）	一级防控	一级防控	二级防控
II级（中价值， $50 \leq S1 < 80$ ）	一级防控	二级防控	三级防控
III级（一般价值， $S1 < 50$ ）	二级防控	三级防控	三级防控

要地属性价值或威胁暴露度的综合得分与等级分界值相差在5分以内，或要地存在其他需要强化防控的特殊情形时，宜按较高一级防控执行，并在评定报告中说明理由。

要地内不同区域的属性价值差异显著，且能够在空间上区分防控措施时，可对相应区域分别评定防控等级，此时要地整体按其中最高的防控等级组织指挥和值守，并在评定报告中标明各区域的范围和等级。

7.6 防控等级的动态调整

出现下列情形之一时，应按第9章重新评定要地的防控等级：

- a) 要地自身属性或功能发生重大变化，如认定为关键信息基础设施、承办重大国际活动等；
- b) 周边低空环境发生显著改变，如新设通用机场、调整空域划分、出现新的高频飞行航线等；
- c) 低空威胁技术或活动方式出现重大演进，导致现有防控措施有效性明显降低；
- d) 国家或行业相关规定、标准提出新的强制性要求。

防控等级调整后，应按第8章的要求配置或调整防控措施，其中体系建设时限按8.7执行。

7.7 评定方法的校核

本文件规定的指标体系、赋分规则和等级分界值，评定机构在首次使用前和本文件修订后应进行校核，校核方式如下：

- a) 试评校核：选取不少于 3 个防控要求已明确的同类要地进行试评，将试评得出的防控等级与实际执行的防控要求进行比对；
- b) 专家评议：组织不少于 5 名熟悉低空安全和相关行业的专家，对指标覆盖性、赋分档次的区分度和等级分界值的合理性进行评议；
- c) 偏差处理：试评结果与实际执行的防控要求不一致的，应分析原因；属指标缺失或赋分档次划分不当的，按 7.2 和 7.3 增设或调整补充指标，并将调整内容和理由记入评定档案。

等级分界值不因单个要地的评定结果而改变。校核记录应保存，并作为本文件修订的依据。

8 各防控等级的基本要求

8.1 总则

本章规定各防控等级应达到的基本要求，是要地配置低空防控措施、开展防控体系建设或改造的直接依据。防控系统的组成、设备性能、接口协议等具体技术指标，按《要地低空无人机防控体系》系列标准中体系总体架构和相关专用技术标准的规定执行；本章与相关专用技术标准不一致时，按专用技术标准执行。上级主管部门或行业主管部门另有更高要求的，从其规定。

基本要求从下列方面提出：

- a) 体系配置：探测手段、处置手段、指挥控制、通信链路和供配电的配置要求；
- b) 探测识别：探测发现、目标识别、定位与航迹跟踪能力要求；
- c) 告警与响应：告警时限、响应流程和处置准备时限要求；
- d) 处置能力：处置手段种类、处置授权和处置实施要求；
- e) 值守与人员：值守方式、人员配置和培训要求；
- f) 联动与协同：与公安、空中交通管理、无线电管理等单位的联动要求；
- g) 管理与预案：管理制度、应急预案和演练要求；
- h) 数据与合规：数据报送、电磁环境评估和网络安全要求。

本章规定的要求为相应防控等级的最低要求。各防控等级的要求逐级递增，高防控等级应包含低防控等级的全部要求；要地可根据实际需要提高配置，提高部分应在防控方案中说明。

探测识别指标应按防控等级统一提出，适用于整个评定范围，不按核心区、缓冲区、监视区分别设定不同数值。

注：对空中目标的管控要求越早发现、越早识别，以留出足够的处置决策时间。按区域由外向内递增识别指标，会压缩处置时间，与防控实际不符。

本章规定的性能指标的测试条件、测试方法和判定规则，按《要地低空无人机防控体系》系列标准中相关专用技术标准的规定执行；相关标准尚未发布时，测试条件应在防控方案和验收方案中明确并保持一致。

各防控等级的防控系统在目标识别和信息处理方面应符合下列要求：

- a) 接收和处理无人驾驶航空器运行识别信息时，识别信息的内容、发送方式和处理要求应符合 GB 46750—2025 的规定；系统宜利用运行识别信息区分合法飞行活动与未经授权的飞行活动，以降低虚警率；
- b) 判定目标的类别、性能等级和运行限制时，应符合 GB/T 35018—2018 和 GB 42590—2023 的规定；
- c) 对经识别确认为合法飞行活动的目标，不应实施处置；处置对象的判定依据应予记录。

注：引入运行识别信息的目的是提高识别准确率并避免对合法飞行活动的误处置。未按规定发送运行识别信息的目

标，按未经授权的飞行活动处理。

8.2 各防控等级要求对照

各防控等级的主要基本要求见表5，具体要求按8.3~8.5的规定执行。

表5 各防控等级主要基本要求对照

要求项	一级防控	二级防控	三级防控
探测覆盖范围	核心区、缓冲区、监视区	核心区、缓冲区	核心区
探测手段种类	不少于3种	不少于2种	不少于1种
探测发现概率	宜不低于95%	宜不低于90%	宜不低于85%
虚警率	宜不高于5%	宜不高于10%	宜不高于15%
目标识别准确率	宜不低于90%	宜不低于80%	宜不低于70%
定位与航迹	连续航迹输出、目标类型判别	航迹输出、目标类型判别	方位告警，宜输出航迹
起飞与操控位置查找	应具备	宜具备	可不要求
告警时限	宜不超过5s	宜不超过10s	宜不超过15s
处置手段种类	不少于2种，并能协同运用	不少于1种	可配置基础处置或驱离手段
处置准备时限	宜不超过30s	宜不超过60s	按预案确定
值守方式	24h值守	24h值守或远程集中监控值守	值守或远程集中监控
现场处置力量到场时限	宜不超过15min	宜不超过30min	按预案确定
指挥控制	与区域级或国家级低空安防指挥体系互联	与外部安防、公安等单位信息互通	具备告警接收和上报手段
供配电	双路供电或配置不间断电源和备用电源	重要设备配置不间断电源	重要设备宜配置不间断电源
应急演练	每年不少于2次	每年不少于1次	每年不少于1次
联动机制	与公安、空中交通管理、无线电管理等单位签订联动文件	建立应急联动机制	明确请求支援的渠道和方式
数据报送	按规定报送，并保存不少于1年	按规定报送，并保存不少于6个月	按规定报送
网络安全防护	按GB/T 22239—2019第三级及以上要求	按GB/T 22239—2019第二级及以上要求	按GB/T 22239—2019相应等级要求

注：表5中以“宜”表述的指标为推荐值，要地可根据评定范围内的地形、电磁环境和目标特性在防控方案中确定具体取值，确定的取值不宜低于推荐值。

8.3 一级防控要求

8.3.1 体系配置

一级防控要地的体系配置应满足下列要求：

- a) 探测感知覆盖核心区、缓冲区和监视区，覆盖范围内不应存在影响目标连续跟踪的探测盲区；存在受地形、建筑物遮挡无法覆盖的区域时，应在防控方案中标明并采取补充探测或加强实体防范措施；
- b) 配置雷达探测、无线电探测、光电探测等不少于 3 种探测手段，各手段的探测能力相互补充，并具备多手段探测信息的融合处理能力；
- c) 配置指挥控制子系统，实现各子系统的统一调度、态势显示和指令下发，并具备与区域级或国家级低空安防指挥体系的信息共享和协同指挥接口；
- d) 配置无线电阻断、导航诱导等不少于 2 种处置手段，并能协同运用；
- e) 通信链路应具备主备冗余，主链路中断时应能自动切换；
- f) 采用双路供电，或配置不间断电源和备用电源，保证市电中断后核心设备持续工作不少于 2 h。

8.3.2 探测识别与告警

一级防控要地的探测识别与告警应满足下列要求：

- a) 具备对复杂背景、集群、高动态及低可探测性目标的连续探测、识别与跟踪能力；
- b) 在评定范围内，探测发现概率宜不低于 95 %，虚警率宜不高于 5 %，目标识别准确率宜不低于 90 %；
- c) 具备目标航迹连续输出、目标类型判别和多目标同时跟踪能力；
- d) 具备对无人驾驶航空器起飞位置和操控位置的查找能力；
- e) 从探测发现目标到发出告警的时间宜不超过 5 s，告警应同时在指挥控制子系统和值守终端显示；
- f) 具备目标威胁等级判定功能，并按威胁等级区分告警方式。

8.3.3 处置与响应

一级防控要地的处置与响应应满足下列要求：

- a) 处置手段应能协同运用，并可根据目标类型和所处区域选择处置方式；
- b) 从告警到具备处置条件的准备时间宜不超过 30 s；
- c) 必要时可依法采取拦截、捕获等处置措施；处置设备应能与其他管控设备组网运行；
- d) 处置决策应按经批准的程序和授权实施，处置授权的主体、条件和程序应在应急预案中明确；
- e) 处置手段的使用不应影响民用航空无线电导航、公众移动通信等合法无线电业务造成干扰，不应造成人员伤亡和地面财产损失；
- f) 应明确处置后的现场处理要求，包括迫降或捕获目标的移交、现场保护和情况上报。

8.3.4 值守与人员

一级防控要地的值守与人员应满足下列要求：

- a) 实行 24 h 值守，每班值守人员不少于 2 人；
- b) 无人值守站点应实施远程集中监控，并配置现场或就近快速到场的处置力量，现场处置力量到场时限宜不超过 15 min；
- c) 值守人员和处置人员应经培训考核合格后上岗，每年参加培训不少于 2 次；
- d) 使用处置设备的人员应熟悉无线电管理相关规定和处置授权程序。

8.3.5 联动与管理

一级防控要地的联动与管理应满足下列要求：

- a) 与公安、空中交通管理、无线电管理等单位签订联动文件，明确信息通报、处置支援和事后处理的分工与流程；
- b) 建立低空安全管理制度、值守制度和应急处置预案，预案应包括目标侵入、集群侵入、处置失效、系统故障等情形的处置流程；
- c) 每年组织应急演练不少于 2 次，其中综合演练不少于 1 次；演练后应进行复盘并修订预案；
- d) 发生低空安全事件后应形成事件报告，并按规定上报。

8.3.6 数据与合规

一级防控要地的数据与合规应满足下列要求：

- a) 无人驾驶航空器活动数据应按国家无人驾驶航空器飞行管理的相关规定报送，相关数据保存期限不少于 1 年；系统运行日志、操作日志、告警日志、故障日志和安全日志的留存期限按《要地低空无人机防控系统运维管理规范》的规定执行；
- b) 处置设备投入使用前应开展电磁环境评估，并按国家无线电管理的相关规定办理手续；毗邻民用机场、民用航空无线电台站的，应开展专项评估；
- c) 系统的网络安全防护应符合 GB/T 22239—2019 的相关要求，并不低于第三级的要求；
- d) 涉密信息和涉密系统按国家保密相关规定管理。

8.4 二级防控要求

8.4.1 体系配置

二级防控要地的体系配置应满足下列要求：

- a) 探测感知覆盖核心区和缓冲区；
- b) 配置不少于 2 种探测手段，各手段的探测能力相互补充；
- c) 配置指挥控制手段，实现告警信息集中显示和处置指令下发，并与外部安防、公安、空中交通管理等单位信息互通；

- d) 配置不少于 1 种处置手段；
- e) 探测感知设备、处置设备和指挥控制设备应配置不间断电源。

8.4.2 探测识别与告警

二级防控要地的探测识别与告警应满足下列要求：

- a) 具备对常见及中高性能无人驾驶航空器目标的探测、识别与跟踪能力；
- b) 在评定范围内，探测发现概率宜不低于 90 %，虚警率宜不高于 10 %，目标识别准确率宜不低于 80 %；
- c) 具备目标航迹输出和目标类型判别能力，宜具备起飞与操控位置查找能力；
- d) 从探测发现目标到发出告警的时间宜不超过 10 s。

8.4.3 处置与响应

二级防控要地的处置与响应应满足下列要求：

- a) 具备驱离或迫降能力；从告警到具备处置条件的准备时间宜不超过 60 s；
- b) 明确处置的启动条件、授权和操作流程；
- c) 处置手段的使用应符合国家无线电管理和电磁兼容的相关要求。

8.4.4 值守与管理

二级防控要地的值守与管理应满足下列要求：

- a) 实行 24 h 值守，或采用远程集中监控值守并明确现场处置力量的到场时限，到场时限宜不超过 30 min；
- b) 建立低空安全管理制度和应急处置预案，每年组织应急演练不少于 1 次；
- c) 与公安、空中交通管理等单位建立应急联动机制，明确信息通报和支援请求方式。

8.4.5 数据与合规

二级防控要地的数据与合规应满足下列要求：

- a) 无人驾驶航空器活动数据应按相关规定报送，相关数据保存期限不少于 6 个月；系统各类日志的留存期限按《要地低空无人机防控系统运维管理规范》的规定执行；
- b) 处置设备的使用应符合国家无线电管理和电磁兼容的相关要求；
- c) 系统的网络安全防护应符合 GB/T 22239—2019 的相关要求，并不低于第二级的要求。

8.5 三级防控要求

三级防控要地应满足下列要求：

- a) 体系配置：
 - 1) 以人力防范和实体防范为基础，配置覆盖核心区的探测与告警手段；

- 2) 可根据需要配置基础处置或驱离手段;
- 3) 重要设备宜配置不间断电源。
- b) 探测识别与告警:
 - 1) 能够对常见无人驾驶航空器目标实施探测和告警;
 - 2) 在核心区范围内, 探测发现概率宜不低于 85 %, 虚警率宜不高于 15 %, 目标识别准确率宜不低于 70 %;
 - 3) 告警应能明确目标方位, 宜输出目标航迹; 从探测发现目标到发出告警的时间宜不超过 15 s。
- c) 处置与响应:
 - 1) 具备基础处置能力或明确的应急处置流程, 确保发现威胁后能够及时响应;
 - 2) 未配置处置手段的, 应明确请求公安、空中交通管理部门等部门支援的渠道、方式和时限。
- d) 管理要求:
 - 1) 建立内部低空安全管理制度、值守制度和应急处置预案;
 - 2) 实行值守或远程集中监控, 明确告警接收和上报的责任人;
 - 3) 每年组织应急演练不少于 1 次;
 - 4) 无人驾驶航空器活动数据应按相关规定报送。

8.6 敏感期强化要求

敏感期内, 要地应在按 7.4 确定的防控等级要求基础上, 采取下列强化措施; 按 7.4 经评估维持常态防控等级的一般敏感期, 应采取本条 a) ~ c) 规定的措施, 其余措施可根据敏感期的实际情况确定:

- a) 增加值守力量, 一级防控要地敏感期内每班值守人员不少于 3 人;
- b) 缩短巡检和功能测试周期, 敏感期开始前应完成系统全面功能测试和性能校验, 测试结论应形成记录;
- c) 加强与公安、空中交通管理部门等单位的现场联动, 必要时设立现场联合值守岗位;
- d) 配置机动探测和处置设备, 或提高处置力量的到场时限要求;
- e) 按日汇总低空活动情况和告警处置情况, 向要地管理单位和相关主管部门报告;
- f) 敏感期内不宜安排系统升级改造和计划性停机; 确需实施的, 应经要地管理单位批准并采取临时替代措施。

常态防控等级为一级防控的要地, 敏感期内维持一级防控并执行本条规定的强化措施。

敏感期结束后应恢复常态防控等级, 并对敏感期内防控措施的实际效果进行复盘, 复盘结论作为下一次评定和预案修订的输入。

8.7 防控体系建设时限

要地防控等级评定或调整后，应在下列时限内完成相应防控体系的建设或改造：

- a) 一级防控：自核定通知书出具之日起不宜超过 12 个月；
- b) 二级防控：自核定通知书出具之日起不宜超过 9 个月；
- c) 三级防控：自核定通知书出具之日起不宜超过 6 个月；
- d) 因敏感期临时上调防控等级的，相应防控能力应不晚于敏感期开始前 30 d 形成；承办重大活动的，应不晚于活动开始前 90 d 启动保障准备，并与活动安保方案相衔接。

防控体系建设或改造期间，应采取加强人员值守、部署机动探测处置设备等临时措施，保持要地低空安全防控不中断。

8.8 基本要求符合性检查

防控体系建设或改造完成后，要地管理单位应对照本章相应防控等级的要求逐项开展符合性检查，检查结论分为下列三类：

- a) 符合：全部要求均满足，性能指标达到相应防控等级的规定值；
- b) 基本符合：存在个别不满足的要求，但不影响系统实现相应防控等级的防控效果；
- c) 不符合：存在影响防控效果的要求未满足，或关键性能指标未达到规定值。

检查结论为基本符合或不符合的，应制定整改措施并限期整改，整改完成后重新检查。检查记录应纳入评定档案，并作为运维评估的输入。

注：符合性检查与《要地低空无人机防控系统运维管理规范》规定的运维评估宜统筹开展，避免重复检查。

9 防控等级评定流程

9.1 总则

防控等级评定应遵循客观公正、流程统一、可追溯的要求，包括评定时机确定、评定准备、等级初评、等级核定、异议与复核、结果发布与归档、动态复评等环节。

9.2 评定时机

评定时机按下列规定确定：

- a) 首次评定：新建要地宜在建成投入使用前完成；已投入使用但尚未评定的要地，应在防控体系建设前完成；
- b) 定期复评：每 3 年至少评定 1 次；
- c) 专项评定：出现 7.6 所述情形之一时，应在情形出现后 3 个月内完成；

- d) 敏感期评定：承办重大活动或进入其他可预见敏感期的，应不晚于敏感期开始前 90 d 完成评定或等级调整；因突发事件导致风险临时升高的，应立即启动简化评定。

9.3 评定准备

评定准备包括下列工作：

- a) 成立评定组：
 - 1) 评定工作由要地管理单位或其上级主管部门组织实施，可委托具备相应能力的第三方专业机构执行；
 - 2) 评定组成员应熟悉低空安全相关规定、技术标准及本文件；
 - 3) 评定组应独立、公正地开展工作，与被评要地无利益冲突。
- b) 资料收集与分析：
 - 1) 收集 7.2 和 7.3 所需的全部基础资料与数据；
 - 2) 资料可包括要地性质与功能说明、人员与资产规模、地理信息图、空域批复文件、历史安全事件记录、周边环境调查报告等；
 - 3) 对资料的真实性、完整性和有效性进行审核。

9.4 等级初评

等级初评包括下列工作：

- a) 现场调查与核实：核实要地边界、核心区域、周边地形地貌、电磁环境、现有安防设施等情况，并与要地管理、安保、空域管理等人员进行访谈。
- b) 指标量化与评分：按附录 A 的规定对要地属性价值和威胁暴露度各指标进行分析与赋分，并记录赋分依据。
- c) 等级计算与建议：按 7.5 确定常态防控等级，按 7.4 确定敏感期防控等级，形成《要地低空防控等级初评报告》。报告应说明评定依据、评定过程、各指标得分、建议的防控等级及防控体系配置建议。

9.5 等级核定

等级核定包括下列工作：

- a) 报告评审：由要地管理单位组织内部评审或邀请外部专家评审，重点审查评定过程的规范性、数据的充分性、赋分的合理性以及建议等级与要地实际情况的符合性；
- b) 等级确认：根据评审意见对初评结果作必要调整，由要地管理单位或其上级主管部门确认防控等级，出具《要地低空防控等级核定通知书》，明确常态防控等级、敏感期防控等级、主要依据、防控体系配置要求及按 8.7 确定的建设完成时限。

9.6 异议与复核

等级核定后设异议期。异议期自核定通知书送达被评要地管理单位之日起不少于15个工作日。被评要地管理单位对评定结果有异议的，可在异议期内提出复核申请。

异议与复核按下列规定实施：

- a) 提出异议：被评要地管理单位应以书面形式提出，说明异议涉及的指标、理由并附支持材料；
- b) 受理：核定单位应在收到申请后 5 个工作日内决定是否受理；不予受理的，应书面说明理由；
- c) 组织复核：受理后由核定单位的上级主管部门组织复核，或由核定单位另行组建复核组；复核组成员不应为原评定组成员，与被评要地无利益冲突；
- d) 复核内容：复核应针对异议涉及的指标，审查赋分依据、资料的真实性和赋分档次的适用性；必要时开展补充现场核实；
- e) 复核时限：复核应在受理后 30 个工作日内完成；需补充现场核实或专家评议的，可延长，延长时限不宜超过 15 个工作日，并书面告知被评要地管理单位。

复核结论分为维持原等级和调整等级两类，应书面告知被评要地管理单位并说明理由。复核结论为调整等级的，应重新出具核定通知书，并按8.7重新确定建设完成时限。复核结论为最终结论。

异议期内和复核期间，要地应按原核定的防控等级实施防控，不应因提出异议而降低防控措施。

异议申请材料、受理决定、复核记录和复核结论应纳入评定档案。

注：因突发事件或敏感期临时上调防控等级的，不适用本条规定的异议期；被评要地管理单位的意见可在敏感期结束后的复盘或下一次评定中提出。

9.7 结果发布与归档

核定的防控等级应在异议期届满且无异议，或复核结论作出后，以正式文件形式在要地管理单位内部发布，并按规定报相关行业主管部门备案。因敏感期或突发事件需要立即执行的，可先行发布并在事后补办异议程序。

评定过程形成的资料，包括收集的基础资料、现场记录、评分表、初评报告、评审意见、异议与复核材料、核定通知书等，应归档保存，保存期限不少于3年。涉密内容按国家保密相关规定管理。

9.8 动态复评

出现7.6所述情形时，要地管理单位应启动复评，复评按9.3~9.7执行；要地情况变化较小的，可进行简化评定，并在记录中说明简化的内容和理由。复评结果的异议与复核按9.6执行。

无7.6所述情形的，每3年进行1次定期复评。

敏感期结束后，宜对敏感期内防控措施的实际效果进行复盘，复盘结论作为下一次评定的输入。

附 录 A

(规范性)

要地低空防控等级评分方法

A.1 要地属性价值评分

A.1.1 二级指标赋分

对7.2各维度下的二级指标逐项赋分，采用10分制，分值越高表示该指标上的价值或重要性越高。各指标的赋分规则见表A.1～表A.4。

表 A.1 国家安全与战略价值赋分

二级指标	等级/描述	得分
政治与行政核心性 ^a	中央和国家机关、国家级政务核心枢纽等	10
	省级重要党政机关、省级重点政务服务平台等	7
	地市级重要党政机关、地市级核心政务办公场所等	4
	无上述政治与行政核心属性	1
外事与象征意义 ^a	国家级外事活动场所、国家象征性建筑物或纪念设施	10
	外国驻华机构、国际组织驻地	7
	地方涉外接待场所、地方性纪念设施	4
	无外事或象征意义	1
战略资源与能源保障 ^a	核电站、国家级油气储备基地、特大型水利枢纽等	10
	区域能源中心、主干电网枢纽变电站、大型储备库等	7
	地方重要能源节点	4
	无上述属性	1
关键信息基础设施 ^a	互联网核心枢纽、国家级数据中心、卫星测控主站等	10
	区域数据中心、重要通信枢纽、海底光缆登陆站等	7
	地方通信中心	4
	无上述属性	1

注：标有上标a的指标为关键指标，其得分对属性价值等级的影响按A.1.2执行。

表 A.2 公共安全与社会影响赋分

二级指标	等级/描述	得分
人员聚集规模与脆弱性 ^a	常态聚集人员多于 50 000 人，或脆弱人群高度集中	10
	常态聚集人员 10 000 人～50 000 人	7
	常态聚集人员 1 000 人～10 000 人	4
	常态聚集人员少于 1 000 人	1
社会运行关键节点 ^a	全国性调度、清算、播控中心	10
	区域性核心节点	7
	地方性重要节点	4
	非网络节点	1
应急与公共服务保障	承担区域性应急指挥、医疗救治或供水供电供气核心保障功能，中断直接影响应急处置	10
	承担城市级公共服务保障功能，中断影响较大	7
	承担局部公共服务功能，中断影响有限	4
	不承担公共服务保障功能	1
重大活动承载	常设或定期承办具有重大国际、国内影响的活动	10
	偶尔承办重大活动	7
	曾承办较大规模活动	4
	无相关记录	1

注：标有上标a的指标为关键指标，其得分对属性价值等级的影响按A.1.2执行。

表 A.3 经济运行关键性赋分

二级指标	等级/描述	得分
产业链核心环节	全国或全球产业链唯一或核心环节	10
	区域产业链关键环节	7
	地方重要生产基地	4
	普通工商业设施	1
金融与市场中枢	国家级金融交易市场、大宗商品交易中心	10
	区域性金融中心	7
	地方重要金融机构	4
	非金融中枢	1
经济产出与就业影响	产值或税收居全国同类前列，且对区	10

二级指标	等级/描述	得分
	域就业有决定性影响	
	对省域经济和就业有重要影响	7
	对市县经济和就业有一定影响	4
	经济产出与就业影响小	1

表 A.4 基础设施重要性与文化生态价值赋分

二级指标	等级/描述	得分
工程规模与等级	最高等级工程	10
	高等级工程	7
	一般等级工程	4
	普通设施	1
系统冗余与可替代性	无冗余、不可替代	10
	冗余度低，替代方案实施困难	7
	有一定冗余或替代方案	4
	冗余充分，易于替代	1
服务辐射范围	服务范围覆盖全国或跨境，服务人口规模巨大	10
	服务范围覆盖省域或跨市	7
	服务范围覆盖市县	4
	服务范围限于本单位或局部区域	1
事故次生影响	功能失效可引发相邻设施连锁失效或大范围次生灾害	10
	可引发相邻设施功能下降或局部次生影响	7
	次生影响范围有限且可控	4
	基本无次生影响	1
文化遗产保护级别 ^a	世界文化遗产、全国重点文物保护单位、国家级博物馆或档案馆	10
	省级文物保护单位、省级博物馆	7
	市县级文物保护单位	4
	无特殊文化价值	1
特殊生态功能区	国家级自然保护区核心区、重要水源地保护区、生态保护红线区域	10
	省级自然保护区、重要生态功能区	7
	一般生态保护区域	4
	无特殊生态价值	1

注：标有上标a的指标为关键指标，其得分对属性价值等级的影响按A.1.2执行。

A.1.2 综合得分与等级划分

要地属性价值综合得分按式（A.1）计算：

$$S_l = 100 \times A / (10n) \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

S_l ——要地属性价值综合得分，按百分制计；

A ——各二级指标得分之和；

n ——参与评分的二级指标数量。

按表A.1～表A.4评分时，参与评分的二级指标数量为17，满分为170分。增设补充指标时，指标数量相应增加，等级分界值不变。

各二级指标等权参与计算。行业主管部门对本行业要地的各维度重要性另有明确要求时，可对维度设定权重，此时应在评定报告中列明权重及其依据，并保持同一行业内各要地权重一致。

要地属性价值等级按下列规定划分：

——Ⅰ级（高价值）： $S_l \geq 80$ ；

——Ⅱ级（中价值）： $50 \leq S_l < 80$ ；

——Ⅲ级（一般价值）： $S_l < 50$ 。

表A.1～表A.4中标识的关键指标为单项即可决定要地重要性的指标，包括政治与行政核心性、外事与象征意义、战略资源与能源保障、关键信息基础设施、人员聚集规模与脆弱性、社会运行关键节点和文化遗产保护级别。关键指标得分对属性价值等级的影响按下列规定确定：

——任一关键指标得10分的，要地属性价值等级不低于Ⅰ级；

——任一关键指标得7分的，要地属性价值等级不低于Ⅱ级。

按上述规定确定的等级高于按综合得分划分的等级时，以按上述规定确定的等级为准，并在评定报告中列明起作用的关键指标、其得分和赋分依据。

注：设置本规定的目的是避免个别关键指标的高分被其他指标的低分稀释。例如某中央和国家机关办公场所，政治与行政核心性得10分，但因人员规模、经济产出、文化生态等指标得分低而使 S_l 低于80，按本规定其属性价值等级仍为Ⅰ级。

行业主管部门可根据本行业要地特点增设关键指标，增设的关键指标及其适用规则应在行业实施文件中明确，并保持同一行业内各要地一致。

A.2 威胁暴露度评分

A.2.1 二级指标赋分

对7.3各维度下的二级指标逐项赋分，采用10分制，分值越高表示威胁暴露的可能性越大。各指标的赋分规则见表A.5～表A.7。

表 A.5 低空空域环境与活动特征赋分

二级指标	等级/描述	得分
空域属性与管制要求	位于空中禁区、限制区或危险区内	10
	邻近空中禁区、限制区或危险区	7
	位于需报备飞行活动的空域	4
	位于低空飞行活动稀少的偏远空域	1
周边低空活动频率与类型	活动高度频繁，如城市中心、机场周边	10
	活动较频繁，如景区、物流园区周边	7
	活动偶尔发生	4
	活动罕见	1
地理与电磁环境复杂性	地形复杂或高楼密集，且存在强电磁干扰源	10
	地形较复杂，或存在一定电磁干扰	7
	地形平坦，电磁环境较简单	4
	环境开阔，无明显干扰	1

表 A.6 要地可接近性与易受侵扰条件赋分

二级指标	等级/描述	得分
周边可起飞与操控位置	要地围墙外 500 m 内存在多处便于起飞、操控和隐蔽的场所	10
	要地围墙外 500 m 内存在少量可起飞、操控场所	7
	可起飞、操控场所距要地较远或易被发现	4
	周边封闭管控，无便于起飞、操控的场所	1
目标暴露程度与遮蔽条件	要害部位露天布置，易被观察、拍摄，无遮蔽和加固措施	10
	要害部位部分露天，遮蔽措施有限	7
	要害部位有遮蔽或位于建筑物内	4
	要害部位位于地下或具备完整实体防护	1
防控实施条件限制	毗邻民用机场或民用航空无线电台站，处置手段使用受严格限制	10

二级指标	等级/描述	得分
	毗邻人员密集区域或易燃易爆场所，处置手段使用受限	7
	存在一般性限制，处置手段可有条件使用	4
	周边条件对处置手段使用无明显限制	1

表 A.7 历史事件、威胁情报与技术演进赋分

二级指标	等级/描述	得分
已发生事件记录	经常发生，或曾导致严重安全后果	10
	每月约 1 次或偶然发生，造成一定影响	7
	每年数次发生，影响轻微	4
	罕见或从未发生	1
威胁情报与预警信息	存在明确威胁情报，且高性能无人驾驶航空器易于抵近	10
	存在一般性威胁情报，中等性能无人驾驶航空器可抵近	7
	无明确威胁情报，低性能无人驾驶航空器可能侵扰	4
	无威胁情报，抵近条件不具备	1
新型威胁技术适应性	要地周边已出现或情报表明可能出现具备自主飞行、抗干扰、集群协同等能力的目标，且现有防控措施对该类目标基本不适应	10
	可能出现具备上述部分能力的目标，现有防控措施仅部分适应	7
	以常见消费级无人驾驶航空器为主，现有防控措施基本适应	4
	无新型能力目标活动迹象，现有防控措施完全适应	1

A.2.2 综合得分与等级划分

威胁暴露度综合得分按式（A.2）计算：

$$S_2 = 100 \times B / (10m) \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

S_2 ——威胁暴露度综合得分，按百分制计；

B ——各二级指标得分之和；

m ——参与评分的二级指标数量。

按表A.5～表A.7评分时，参与评分的二级指标数量为9，满分为90分。增设补充指标时，指标数量相应增加，等级分界值不变。

威胁暴露度等级按下列规定划分：

——高暴露度： $S_2 \geq 70$ ；

——中暴露度： $30 \leq S_2 < 70$ ；

——低暴露度： $S_2 < 30$ 。

参 考 文 献

- [1] 《中华人民共和国民用航空法》
- [2] 《中华人民共和国无线电管理条例》
- [3] 《中华人民共和国反恐怖主义法》
- [4] 《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》（国务院、中央军事委员会令第761号）
- [5] 《国家空域基础分类方法》
- [6] GB/T 36959—2018 信息安全技术 网络安全等级保护测评机构能力要求和评估规范
- [7] GB/T 39786—2021 信息安全技术 信息系统密码应用基本要求
- [8] SL/T 829—2024 水库大坝风险等级划分与评估导则
- [9] MH/T 6119—2021 民用机场无人驾驶航空器探测与反制系统技术要求

注：本文件评估维度的设置参考了[8]中关于基础设施重要性、社会与环境影响的评估思路，探测与处置性能指标的量级参考了[9]。

ICS 03.220

CCS S 50/59

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/CICC 27002—2026

要地低空无人机防控体系通用要求

General requirements for critical infrastructure low-altitude unmanned aerial
vehicle (UAV) defense systems

2026-10-12 发布

2026-10-12 实施

中国指挥与控制学会 发布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 2

 4.1 构建原则 2

 4.2 防控要素组成 2

 4.3 指挥关系 3

5 构建要求 3

 5.1 功能要求 3

 5.1.1 预警探测功能 3

 5.1.2 指挥控制功能 4

 5.1.3 拦截处置功能 4

 5.1.4 基础支撑功能 4

 5.1.5 其他功能 5

 5.2 性能要求 5

 5.2.1 时间要求 5

 5.2.2 范围要求 5

 5.2.3 准确率要求 5

 5.2.4 其他要求 5

 5.3 验证要求 5

 5.3.1 一般要求 5

 5.3.2 单装测试验证 5

 5.3.3 实地集成联调验证 6

 5.3.4 等效外场集成验证 6

6 体系装备要素配置要求 6

 6.1 一般要求 6

 6.2 核心区配置要求 7

 6.2.1 预警探测装备配置 7

 6.2.2 拦截处置要素配置 7

 6.2.3 指挥控制要素配置 7

 6.3 缓冲区配置 7

 6.3.1 预警探测装备配置 7

 6.3.2 拦截处置要素配置 8

 6.3.3 指挥控制要素配置 8

 6.4 监视区配置要求 8

 6.4.1 预警探测装备配置 8

 6.4.2 拦截处置要素配置 8

 6.4.3 指挥控制要素配置 8

 6.5 基础支撑配置要求 8

- 7 体系装备要素部署要求 9
 - 7.1 部署原则 9
 - 7.2 核心区部署要求 9
 - 7.2.1 预警探测装备部署 9
 - 7.2.2 拦截处置装备部署 9
 - 7.2.3 指挥控制要素部署 9
 - 7.3 缓冲区部署要求 9
 - 7.3.1 预警探测装备部署 9
 - 7.3.2 拦截处置装备部署 10
 - 7.3.3 指挥控制要素部署 10
 - 7.4 监视区部署要求 10
 - 7.4.1 预警探测装备部署 10
 - 7.4.2 拦截处置装备部署 10
 - 7.4.3 指挥控制要素部署 10
- 8 体系装备要素使用要求 10
 - 8.1 预案规划要求 10
 - 8.2 态势监控要求 10
 - 8.3 识别查证要求 11
 - 8.4 处置防控要求 11
 - 8.5 拦截效果评估要求 11
- 9 体系升级要求 11
 - 9.1 技术演进 11
 - 9.2 系统升级 11
- 10 体系保障要求 12
 - 10.1 组织保障要求 12
 - 10.2 技术保障要求 12
 - 10.3 全生命周期经济性要求 12

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。

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：江南机电设计研究所、空军工程大学、齐鲁空天信息研究院、南京航空航天大学深圳研究院、航天时代飞鸿技术有限公司、中电莱斯信息系统有限公司、四川勤为汇智科技有限公司、零八一电子集团有限公司、上海航天电子通讯设备研究所、中国航空工业集团公司洛阳电光设备研究所、成都安则科技有限公司、北京航天众信科技有限公司、北京鲲鹏数航标准技术有限公司

本文件主要起草人：冯妍艳，王玉茜、曹健、李峰、李纲、郑冰冰，杨娜娜、谢华、尹嘉男、徐翔、高妍、孔政、孙裔申、马园园、张明伟、范文新，李长青、郑俊、陆文斌、张新勇、许成、郭树龙、黄超、姜志乾、朱澄澄、严璐、梁浩、孙宇馨、金宇、李贺、王峰、李梦哲

要地低空无人机防控体系通用要求

1 范围

本文件规定了要地低空无人机防控体系的总体要求、构建要求、配置要求、部署要求、使用要求、升级与保障等通用技术与管理要求。

本文件适用于要地低空无人机防控体系设计、建设、评价等环节/工作。

本文件不适用于军事设施及军事禁区。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

T/ CICC 27001—2026 低空无人机威胁场景下要地防护等级划分

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

防控体系 low-altitude UAV defense system

由预警探测、指挥控制、拦截处置、基础支撑等装备要素，以及组织管理、人员等保障要素共同构成的，可独立遂行低空无人机防控任务的一体化整体。

3.2

防控装备要素 defense equipment element

防控体系内具备独立探测、指挥、拦截、基础支撑能力的最小装备功能单元。

3.3

装备要素配置 equipment element configuration

针对具体作战场景，根据任务需求，按照防控装备要素的性能，确定体系内要素的类型和数量。

3.4

装备要素部署 equipment element deployment

针对具体作战场景，确定防控体系内各要素的具体位置。

3.5

人在环上 human on the loop

一种人机协同运行模式，指操作员处于系统决策回路之外，但保持对系统运行状态的实时监控与监督权。

3.6

人在环中 human in the loop

一种人机协同运行模式，指操作员直接参与系统决策回路，对关键决策环节进行实时判断、确认或授权。

4 总体要求

4.1 构建原则

要地低空无人机防控体系构建应遵循以下原则：

- a) 全面防控原则：应采用多类无人机防控技术，具备无人机侦测、干扰、驱离、诱导等手段，覆盖"侦、定、控、溯"的完整业务闭环。应根据要地级别、实际需求、上级指令等，视情具备 7×24 小时全天候、全时段运行能力；
- b) 分级自动处置原则：应具备自主识别、威胁判定能力，根据威胁等级实施分级自动处置。软杀伤可采用"人在环上"模式，硬杀伤必须采用"人在环中"模式，经人工授权后方可执行；
- c) 军民融合原则：鼓励民用技术与军用标准互通，实现资源共享与协同联动，平时侧重监视预警与取证溯源，战时侧重快速拦截与毁伤，涉及频率、空域等资源使用的，应按照国家军民融合相关管理规定办理审批手续；
- d) 合法合规原则：采用的所有防控手段必须在法律法规框架内进行。无线电、雷达和光电干扰等需严格遵守频谱管理规定，避免干扰军事、民航及公众通信；
- e) 低成本原则：在满足防控效能的前提下，应优先采用低成本、高效费比的装备和体系建设方案。

4.2 防控要素组成

要地低空无人机防控体系应由以下部分组成：

- a) 防控系统：负责对防控区域内无人机目标的探测、识别、跟踪、指挥控制和拦截处置，包括预警探测设备、指挥控制设备、探测反制设备：
 - 1) 预警探测设备：负责对防控区域内无人机目标进行探测、发现、识别和跟踪，包括雷达探测设备、光电探测设备、无线电侦测设备、声波侦测设备等；

2) 指挥控制设备：负责态势融合、指挥控制和要素调度，实现体系一体化运转，同时可接入合作部门系统、低慢小航空器管理平台等进行数据和态势共享，支撑精准探测、毁伤与电磁频谱规划；

3) 探测反制设备：负责对目标实施处置，反制手段分为软杀伤类（导航诱骗、干扰阻断等）与硬杀伤类（导弹、枪炮、激光、微波、拦截机等）；

b) 综合防护手段：包括防护网帘、伪装遮蔽等综合防护手段；

c) 技术支撑要素：负责为体系内各要素提供供电、通信、网络等基础条件保障；

d) 组织管理要素：负责体系的组织架构、职责分工、制度建设、预案管理等组织管理保障；

e) 人力资源要素：负责体系操作及维护人员的选拔、培训、考核等人员能力保障。

4.3 指挥关系

体系的指挥关系要求如下：

a) 指挥层级要求：建立指挥权限体系，各级指挥应职责清晰、权限明确，明确正常/紧急情况的指令传递规则；

b) 信息交互关系要求：体系内部应实现业务信息、指挥指令的传输；体系外部应实现与空管、应急、公安、民用无人机监管平台等系统的信息交互与联动，明确接口规范与联动流程。

5 构建要求

5.1 功能要求

5.1.1 预警探测功能

预警探测应具备：

a) 对防控区域内典型低慢小无人机的探测与发现能力，覆盖典型目标的飞行高度和速度范围；

b) 多源探测信息融合处理能力，实现包括雷达、光电、电侦等多手段的协同探测，支持信息互补和交叉验证；

c) 在复杂电磁环境、气象条件下对目标的稳定跟踪能力；

d) 对合作无人机型号、厂商的识别能力，建立典型目标特征数据库，支持对非合作目标的分类；

e) 对目标的高精度连续跟踪定位能力，支持多目标同时跟踪，具备目标丢失后的再捕获能力；

f) 对无人机遥控信号源的测向与定位能力，支持对飞手位置的定位能力，定位精度应满足执法取证要求，并考虑远程控制场景下的溯源要求。

- g) 目标特征数据库：应建立典型无人机目标的 RCS 特征、声学特征、光电特征、无线电信号特征数据库，支持目标特征比对与识别，并具备数据库持续更新能力。

5.1.2 指挥控制功能

指挥控制应具备：

- a) 多源态势信息的综合显示能力，包括威胁等级、空情态势等信息；
- b) 威胁等级的自动判定与人工调整能力，支撑分级分类威胁评估；
- c) 处置预案的智能匹配、处置指令的生成与分发能力，支持自动指挥调度；
- d) 作战过程的全流程监控与评估能力，支持实时决策调整；
- e) 接入外部系统的能力，包括与空管、公安、上下级指挥等系统的信息交互与联动；
- f) 异常与降级处置能力：在探测要素失效、通信链路中断、处置设备故障等异常情况下，指挥控制系统应自动切换至备用方案或降级运行模式，保持核心指挥控制功能，并具备故障隔离和快速恢复能力；
- g) 处置权限分级管控功能：不同威胁等级对应不同操作权限；
- h) 人工干预与快速接管能力：应保留人工干预接口，支持操作员在任意阶段介入决策、修改处置方案或直接接管处置执行，人工指令优先级应高于自动决策，并具备操作记录与回溯能力。

5.1.3 拦截处置功能

拦截处置应具备：

- a) 对指挥控制系统的快速响应与执行能力；
- b) 多手段协同处置能力，支持包括网电对抗、物理拦截等手段的组合运用；
- c) 动态处置调整能力：当目标航迹变化、多目标突防或处置效果未达预期时，拦截处置要素应根据指挥控制系统指令实时调整处置手段、功率、方向和时机，支持多手段协同与交替处置；
- d) 处置过程的安全管控能力，包括评估和降低附带损伤、对安全距离进行控制等；
- e) 对无人机目标处置效果的实时评估和反馈能力。

5.1.4 基础支撑功能

基础支撑应具备：

- a) 有线、无线等多种通信手段的综合保障能力；
- b) 抗干扰、抗毁伤、抗截获的通信能力；
- c) 信息传输的加密保护与身份认证能力；
- d) 信息安全应符合网络安全等级保护相应级别要求，传输数据全程加密，具备身份认证与访问控制能力。

5.1.5 其他功能

除上述功能要求外，宜根据要地实际情况增加以下功能：

- a) 评估功能：应具备对防控体系运行效能、响应能力等的综合评估能力；
- b) 周围人员保护功能：处置过程中应具备对周边人员的安全预警与疏散引导功能，最小化附带损伤。

5.2 性能要求

5.2.1 时间要求

- a) 应从目标的处置时间提出要求；
- b) 应从物理实体数据采集和传输时间提出要求。
- c) 应从体系构建部署时间提出要求，包含从启动建设到形成初始作战能力的时间周期。

5.2.2 范围要求

- a) 应从侦测高度范围提出要求；
- b) 应从要地反制范围提出要求；
- c) 应从典型无人机目标的 RCS 值提出要求；
- d) 应从典型无人机的重点频段提出电磁侦测范围要求；
- e) 应从目标跟踪定位精度提出要求。

5.2.3 准确率要求

- a) 应对虚警率提出要求；
- b) 应对非合作目标识别准确率提出要求。

5.2.4 其他要求

- a) 应对指挥控制系统能力，如态势更新速率、综合目标处理容量、设备控制容量等提出要求；
- b) 应对体系整体能力，如能力迭代升级周期、同时识别和干扰目标数量提出要求；
- c) 应对体系的拓展能力，如外部信息灵活扩展接入等提出要求。

5.3 验证要求

5.3.1 一般要求

构建的要地低空无人机防控体系应至少开展单装测试验证和实地集成联调验证，当实地条件不适合开展实地集成联调验证时，可开展等效外场集成验证作为替代。等效外场集成验证内容应覆盖实地集成联调验证的全部内容。

5.3.2 单装测试验证

各要素设备在出厂和交付前应进行单装测试验收：

- a) 功能测试：验证设备各项功能符合设计要求；
- b) 性能测试：验证设备性能指标达到规定技术要求；
- c) 接口测试：验证设备的物理接口与通信接口的连通性与协议符合性；
- d) 环境适应性测试：验证设备在规定环境条件下的工作能力，覆盖高低温、湿热、淋雨、盐雾、振动等常规项目；
- e) 电磁兼容性测试：验证设备的电磁兼容能力；
- f) 可靠性测试：验证设备的平均无故障时间等可靠性指标；
- g) 安全性测试：验证设备的安全防护能力。
- h) 维修性测试：验证设备的维修性，平均修复时间等指标满足规定要求。

5.3.3 实地集成联调验证

在实际部署场地进行联调试：

- a) 互联互通验证：验证装备之间通信交互正确性和完整性；
- b) 时空一致性验证：验证系统是否完成标校，是否满足系统标校精度要求；
- c) 电磁兼容性验证：验证各装备之间的电磁兼容能力；
- d) 功能集成验证：验证各子系统/设备间的信息流、控制流是否能按设计要求正确交互；
- e) 系统性能指标验证：验证集成后的整体性能指标满足技术要求。

5.3.4 等效外场集成验证

当实地部署场地不具备开展实地集成联调验证条件时，可在外场构建一个贴近实战的、高保真的综合测试环境进行等效外场集成验证作为替代；同时应制定等效性评估方法与判定准则，明确等效外场环境与实地环境的等效性要求，确保等效验证结果的有效性和可信度。

6 体系装备要素配置要求

6.1 一般要求

其中核心区、缓冲区、监视区应按防控装备能力及拦截斜距（杀伤区）划分，具体划分应按相关任务确定：

- a) 分层防御：按防控装备能力及拦截斜距（杀伤区）分层配置，分为核心区、缓冲区、监视区；
- b) 核心优先：核心区应实现多层多手段覆盖，外围区域实现早起预警和外围拦截；
- c) 异构协同：同一层次应配置异构探测和处置手段，确保协同增效；
- d) 按需适配：根据要地环境特点选择要素类型组合，合理利用既有设施；

- e) 分级防控：应根据要地等级和防护需求，按一级防控、二级防控、三级防控分类实施差异化配置。
- f) 能力标准化与接口开放：体系应采用统一的能力描述和标准接口，使设备能够按能力接入、替换和组合。

6.2 核心区配置要求

核心区是要地最关键的功能实现区域或资产集中区域，是防控的重心。核心区配置应根据防控等级确定要素类型和数量。

6.2.1 预警探测装备配置

核心区应实现全层次覆盖：

- a) 应配置雷达设备、光电设备、无线电侦测设备形成对楼际线以上，覆盖广阔空域的小、轻、微型目标的远距离监视识别；
- b) 应配置分布式部署的雷达设备、光电设备等探测设备实现中程空间探测补盲与目标跟踪；
- c) 基于现有交通信号灯杆、道路指示牌等基础设施或野外杆塔、瞭望塔、地形制高点，配置小型雷达、小型光电设备、无线电侦测等设备衔接补盲，同步复用城市现有视频和警务资源，实现核心区域近程立体全防御监测覆盖。

6.2.2 拦截处置要素配置

核心区应绝对可靠：

- a) 快速处置：应配置小型激光、微波、动能拦截（无人机拦截机）等实现对突防无人机的处置；
- b) 保底拦截：应配置便携式干扰枪、网弹等实现对重点保卫目标的保底拦截；
- c) 抗毁能力：配置防护网帘等综合防护设备，提升核心要地重要目标抗毁能力。

6.2.3 指挥控制要素配置

核心区应配置独立的指挥控制系统，实现对核心区探测、拦截等要素的一体化指挥调度。应具备与上级指挥系统和合作部门系统的信息交互能力，支撑实时态势融合与协同指挥决策。

6.3 缓冲区配置

缓冲区是围绕核心区的外围区域，用于对接近的航空器进行早期探测、识别和预警。预警区的覆盖范围和要素配置密度应根据防控等级确定。

6.3.1 预警探测装备配置

缓冲区探测应尽早发现目标：

- a) 应配置雷达等设备实现远距离探测；
- b) 应配置无线电侦测设备实现频谱感知；

c) 应配置光电设备实现目标识别确认。

6.3.2 拦截处置要素配置

缓冲区的拦截要素配置应使用固定式和机动式结合配置：

- a) 固定式部署：应配置固定式网电对抗设备，形成外围拦截线，实现远距离软杀伤；
- b) 机动支援类：应配置车载光电探测和干扰设备、便携式干扰设备，对突破拦截线的目标实施机动补盲和精准打击。

6.3.3 指挥控制要素配置

缓冲区应配置指挥控制节点，实现对预警区探测、拦截要素的统一调度。应与核心区指挥控制系统互联互通，实现预警信息的实时共享与协同处置。

6.4 监视区配置要求

监视区根据要地的重要性和周边空域环境，在缓冲区外进一步延伸监视范围，原则上以监视预警为主，不具备拦截处置能力。在特殊情况或上级要求时，可参照缓冲区的拦截配置要求，在关键方向部署远程干扰设备实现早期驱离。

6.4.1 预警探测装备配置

- a) 应配置大范围监视雷达，实现对远距离目标的早期预警；
- b) 应配置无线电频谱监测设备，覆盖典型无人机通信及导航频段；
- c) 宜配置光电探测设备，对重点方向目标进行识别确认。

6.4.2 拦截处置要素配置

监视区原则上以监视预警为主；在特殊情况或上级要求时，可参照 6.3.2 的拦截要素配置要求，在关键方向配置远程干扰设备等拦截处置要素，实现对来袭目标的早期驱离。

6.4.3 指挥控制要素配置

监视区应接入核心区或缓冲区的指挥控制系统，实现监视数据的实时回传与融合。在特殊要地可配置简易指挥控制节点，支撑快速响应与协同调度。

6.5 基础支撑配置要求

基础支撑设备配置应满足以下要求：

- a) 供电系统应具备市电、发电机等多种保障，备用电源续航时间应满足任务要求；
- b) 通信手段应具备有线、无线、卫星等多种手段；
- c) 应满足设备环境要求和安全防护要求，包括防雷接地等级、电磁屏蔽等；
- d) 消防、安防等配套设备应完备可靠。

7 体系装备要素部署要求

7.1 部署原则

体系要素部署应满足以下原则：

- a) 立体覆盖：按照分层防御要求实现空域立体覆盖，不留盲区；
- b) 重点突出：核心区多层重叠部署，缓冲区线性展开部署；
- c) 要素协同：异构装备交叉部署，实现信息互补和协同作战；
- d) 设备兼容：体系内各要素之间兼容作战，与外部设施间兼容工作；
- e) 利用设施：充分利用建筑物、通信塔、电力杆塔、制高点等既有设施。
- f) 分级部署：应按照一级防控、二级防控、三级防控的分级要求，在核心区、缓冲区、监视区内差异化部署防控要素，各区域内的要素部署数量和性能等级应与防控级别相匹配。

7.2 核心区部署要求

部署前应开展场地勘测，包括电磁环境测试、通视条件勘测，避开强电磁干扰源与遮挡物，确保探测覆盖无盲区。核心区部署应满足对应防控等级的探测概率和覆盖范围要求。

7.2.1 预警探测装备部署

核心区预警探测装备部署应满足：

- a) 光电设备、无线电侦测设备应全域部署，实现全天候覆盖；
- b) 雷达设备与光电设备应集中部署，便于探测与识别联动；
- c) 雷达设备、光电设备应优先部署于中高层楼宇，重点覆盖远程预警层；
- d) 无线电侦测设备应分散部署多个点位，实现多点侦测精准定位。

7.2.2 拦截处置装备部署

核心区拦截处置装备部署应满足：

- a) 无线电侦测设备与定向反制设备宜异地部署，确需同址部署的应满足不低于 60dB 的电磁隔离要求，或采用分时工作机制，避免“自扰盲视”；
- b) 按需部署微波、激光和拦截机等设备，实现全向高概率拦截。

7.2.3 指挥控制要素部署

核心区的指挥控制装备应部署于具备电磁防护和信息安全防护能力的安全区域，与预警探测装备和拦截处置装备之间应采用冗余通信链路，确保链路可靠性和指令时效性。

7.3 缓冲区部署要求

7.3.1 预警探测装备部署

缓冲区部署应依托交通信号灯、道路指示牌等基础设施，增补小型光电、无线电侦测、小型化网电对抗设备衔接补盲。

7.3.2 拦截处置装备部署

应在关键通道、制高点部署小型化网电对抗设备实现干扰压制。

7.3.3 指挥控制要素部署

缓冲区的指挥控制应与核心区指挥控制系统建立专用通信信道，实现预警态势的实时同步与处置指令的快速下达。指挥控制节点宜与探测设备集中部署，降低传输时延。

7.4 监视区部署要求

7.4.1 预警探测装备部署

大范围监视雷达应部署于地形制高点或高层建筑顶层，确保远距离通视条件；无线电频谱监测设备应多点分布式部署以覆盖更广范围；光电探测设备宜部署于重点监视方向的前沿位置。

7.4.2 拦截处置装备部署

监视区部署拦截处置装备时，应参照 7.3.2 的部署要求，在关键方向、制高点等位置部署远程干扰设备或小型化网电对抗设备，与预警探测装备协同，实现干扰压制与早期驱离。

7.4.3 指挥控制要素部署

监视区的监视数据应通过有线或无线方式实时回传至核心区指挥控制系统，实现远程态势感知。在特殊要地可部署便携式指挥控制终端，支撑远程协同调度。

8 体系装备要素使用要求

8.1 预案规划要求

体系使用前应开展预规划：

- a) 应划定防控区域，明确核心区、缓冲区、监视区；
- b) 应建立应急处置预案，对应威胁等级分为一般、较重、严重、特级四级处置预案，经批准后以备使用；
- c) 应完成要素状态检查和预置，确保随时可转入工作状态。

8.2 态势监控要求

体系应保持常态化态势监控：

- a) 应对防控区域不间断监控，实时生成综合空情态势；
- b) 应对逼近核心区的目标自动发出预警提示；

c) 应记录历史空情数据，支持回溯分析。

8.3 识别查证要求

发现疑似目标后应进行识别查证，遵循"先核验、后判定"原则：

- a) 应对目标进行识别；
- b) 应结合行为特征判断威胁意图；
- c) 应判断威胁等级，匹配相应处置预案。

8.4 处置防控要求

确认威胁后应实施处置与防控：

- a) 应根据威胁等级和环境条件选择处置手段；
- b) 应落实安全防控措施，控制附带影响，及时处置迫降目标。

8.5 拦截效果评估要求

处置完成后应进行效果评估：

- a) 应确认目标状态，评估处置结果；
- b) 应开展复盘分析，优化处置预案。

9 体系升级要求

9.1 技术演进

体系应具备技术演进能力：

- a) 跟踪无人机技术发展，及时更新探测识别能力；
- b) 跟踪反制技术发展，持续优化处置手段；
- c) 引入新技术，提升体系智能化水平。

9.2 系统升级

体系应具备系统升级能力：

- a) 软件更新：支持软件、模型、策略、规则库等的在线更新，更新过程不影响防控功能，支持热更新或窗口期升级；更新前应进行影响分析，更新后应开展场景回归测试和版本准入检查，具备版本快速回滚能力和完整升级记录；
- b) 硬件拓展：支持探测、处置设备的扩容；
- c) 能力升级：支持新功能模块的即插即用；

- d) 升级验证：软件、模型、策略、规则库、接口和关键参数升级后，均应进行影响分析、场景回归、版本准入和现场复核，确保系统功能正常、性能达标；升级过程应可追溯、可回退，严禁未经验证的升级直接投入运行。
- e) 升级管理：应建立升级管理制度，明确升级审批流程、升级窗口、回退预案和责任分工；升级前应制定升级方案和回退预案，升级中应记录操作日志，升级后应进行现场复核和效果评估，确保升级全过程可控、可追溯。

10 体系保障要求

10.1 组织保障要求

组织保障要求包括：

- a) 明确系统建设和管理的责任主体；
- b) 建立应急响应和支援机制。

10.2 技术保障要求

技术保障要求包括：

- a) 7x24 小时技术支撑服务；
- b) 重大活动的现场技术保障；
- c) 定期检查与优化建议；
- d) 技术培训与定期交流。

10.3 全生命周期经济性要求

体系建设与运行应兼顾防控能力与全生命周期经济性，关注规模化长期部署的可行性：

- a) 单位防护范围成本：应核算单位防护面积（或防护周长）的建设成本和年运行成本，作为体系方案选型和效能评估的重要指标；
- b) 设备共用率：应提高探测、指挥、处置等装备在不同防控区域和不同任务场景下的共用率，减少重复配置和资源浪费；
- c) 运维人员负荷：应优化体系操作和维护流程，降低单岗人员工作负荷和技能要求，提高人均管理设备数量，减少对专业人员的依赖；
- d) 能耗要求：应关注体系整体能耗水平，优先选用低功耗设备和节能运行模式，降低长期运行的能源成本 and 环境影响；

- e) 备件通用率：应提高设备备件的通用化和标准化程度，减少备件种类和库存压力，降低备件采购和存储成本；
 - f) 平均恢复时间：应建立设备故障快速诊断和恢复机制，缩短平均故障恢复时间（MTTR），提高体系可用率和运行连续性；
 - g) 经济性评估：体系设计阶段应开展全生命周期经济性评估，比选不同技术路线和配置方案的建设成本、运行成本和效费比，为决策提供依据。
-

ICS 03.220

CCS S 50/59

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/CICC 27003—2026

要地低空无人机防控指挥控制设备技术 要求

Technical requirements for low-altitude UAV defense command and control
equipment in critical sites

2026-10-12 发布

2026-10-12 实施

中国指挥与控制学会 发布

目 次

前 言..... III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 2

 4.1 设计原则 2

 4.2 设计架构 3

 4.3 级联要求 3

5 技术架构 3

6 功能要求 3

 6.1 态势生成功能 3

 6.2 意图识别功能 4

 6.3 威胁评估功能 4

 6.4 任务规划功能 5

 6.5 协同管控与处置功能 5

 6.6 拦截效果评估功能 6

 6.7 综合显控功能 6

 6.8 安全运维功能 6

 6.9 记录与分析统计功能 7

 6.10 模拟训练功能 7

7 性能要求 8

8 接口要求 8

9 可靠性要求 9

 9.1 连续运行能力 9

 9.2 冗余与容错能力 9

10 维修性要求 10

 10.1 一般要求 10

 10.2 维修级别与方式 10

 10.3 维修性指标 10

 10.4 维修保障与记录 10

11 保障性要求 10

 11.1 一般要求 10

 11.2 保障资源 11

 11.3 保障性要求 11

 11.4 保障数据管理 11

12 测试性要求 11

 12.1 一般要求 11

 12.2 测试性设计 11

 12.3 测试性指标 11

 12.4 测试性管理 12

13	环境适应性要求	12
14	电磁兼容性要求	12

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。

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：江南机电设计研究所、中船凌久航信科技（武汉）有限公司、中电莱斯信息系统有限公司、四川九洲电器集团有限责任公司、空军工程大学、航天时代飞鸿技术有限公司、北方自动控制技术研究所、西安天和防务技术股份有限公司、零八一电子集团有限公司、成都空御科技有限公司、成都安则科技有限公司、北京航天众信科技有限公司、北京鲲鹏数航标准技术有限公司

本文件主要起草人：游文麟、文艺琰、陈平、张才应、孙裔申、马园园、张明伟、徐光勇、刘艳红、刘治涛、曹健、臧子漪、李昶、张赫、麻丽俊、靳崇、邓洪有、赵怀坤、车孟伦、朱澄澄、姜志乾、严璐、刘博、尹建军、吴浩、许成、郭树龙、黄超、梁浩、孙宇馨、金宇、李贺、王峰、李梦哲

要地低空无人机防控指挥控制设备技术要求

1 范围

本文件规定了要地无人机防控指挥控制设备（以下简称“设备”）的总体要求、技术架构、功能要求、性能要求、接口要求、可靠性要求、维修性要求、保障性要求、测试性要求、环境适应性要求、电磁兼容性要求。

本文件适用于党政军机关、交通枢纽、能源核设施、大型赛事活动等重要场所无人机防控指挥控制系统的设计、研发、生产、测试与验收，是系统建设与能力评估的核心技术依据。

本文件不适用于军事设施及军事禁区。

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 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 38152-2019 无人驾驶航空器系统术语

GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 32905-2016 信息安全技术 SM3密码杂凑算法

GB/T 9414（所有部分） 维修性

GB/T 19001-2016 质量管理体系 要求

GB/T 17626（所有部分）电磁兼容 试验和测量技术

GB 42590-2023 民用无人驾驶航空器系统安全要求

GA/T 1411-2017 警用无人驾驶航空器系统通用技术要求

T/CICC 27001-2026 要地低空无人机防控等级评定及基本要求

3 术语和定义

GB/T 38152-2019，T/CICC 27001-2026界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

防控指挥控制设备 defense command and control(C2) equipment

集成探测感知、信息融合、威胁研判、指挥决策、处置执行的一体化指挥控制设备，实现对低空无人机威胁的“发现-识别-研判-处置-评估-追溯”全流程闭环管理。

3.2

合作目标 cooperative target

具备合法飞行资质与空域使用权限，完成飞行计划报备，主动播发符合国家相关标准的身份识别信息（含无人机远程识别码UAV ID、北斗位置与身份上报信息、管控平台授权识别码），可接受并响应管控指令的无人驾驶航空器，包括常态化合规飞行目标、经审批的临时作业飞行目标、应急救援等特殊授权飞行目标。

3.3

非合作目标 non-cooperative target

未播发合法有效身份识别信息或已播发但身份核验不通过、身份信息核验不通过、未完成飞行计划报备、超出审批空域/时限/高度飞行、拒不响应管控指令的无人驾驶航空器，包括失控的合作目标、不明低空目标、违规飞行目标、恶意入侵目标、集群突防目标等。

4 总体要求

4.1 设计原则

设备作为要地低空防御的“指挥中枢”，应满足GA/T 1411-2017及GB 42590-2023要求，遵循“全域感知、智能决策、协同管控、闭环处置”的设计原则，实现“发现-识别-研判-处置-评估-追溯”全流程业务闭环，满足T/CICC 27001-2026划分的不同等级要地常态化低空安全防护与应急处置需求。设备设计遵循以下原则：

- a) 安全合规：符合国家低空管控法规，处置手段合法可控；
- b) 多源融合：雷达、频谱、光电等多模态数据统一融合；
- c) 智能高效：自动识别、自动预警、智能决策、快速处置；
- d) 稳定可靠：支持7×24小时不间断运行，故障可快速恢复；
- e) 开放兼容：支持多厂家设备接入、多级平台级联；
- f) 最小附带伤害：处置策略优先采用无线电干扰、导航诱骗等软反制手段；硬杀伤类拦截设备仅限定一级最高防控要地及经上级主管部门审批的特定二级防控要地应急启用，启用条件和审批

程序由使用单位在应急预案中明确，设备内置处置手段分级调用权限，严格管控硬杀伤触发条件、使用空域与场景，最大限度降低人员、设施附带损伤，规避法律与安全合规风险。

4.2 设计架构

设备采用开放式、模块化架构，支持雷达、无线电侦测、光电跟踪、声学探测等多型侦测设备，以及电磁干扰、导航诱骗、激光反制等多型处置设备的标准化接入，兼容主流厂商设备协议，功能模块具备功能扩展能力，支持设备迭代升级。

4.3 级联要求

设备应具备多级级联能力，支持与上级指挥平台、公安、空管等部门的互联互通，实现跨层级、跨部门数据共享与协同处置，整体具备高实时性、高可靠性、高安全性，适配7×24小时不间断运行场景。

5 技术架构

设备应以“通用底座+场景化轻量化指控应用”的服务化模式、“分层解耦、模块集成”的开放式架构设计，构建“层间解耦、模块内聚、标准互联、灵活集成”的开放式技术架构。各层之间应定义统一标准化交互模型，包含目标状态模型、任务状态模型、设备能力模型、约束条件模型、执行结果模型；感知、决策、处置各业务模块基于该套标准化模型进行数据交互，支撑各模块独立升级、替换、解耦迭代，避免被单一设备或单一供应商锁定。具体要求如下：

- a) 基础支撑层：负责提供计算服务、存储服务、网络服务、云原生服务、数据治理等基础服务能力；
- b) 数据资源层：负责提供包含目标航迹、设备状态、红外视频、可见光视频、电磁频谱、多普勒特征、目标RCS、水文、气象、地理信息等多模态数据资源支撑；
- c) 应用服务层：负责提供数据融合、智能分析和资源调度等应用服务；
- d) 能力层：负责提供态势呈现、任务规划、指挥决策和处置控制等能力服务；
- e) 表示层：负责多维度信息可视化呈现和人机交互。

6 功能要求

6.1 态势生成功能

设备应具备多源异构数据融合与全域态势生成能力，为指挥决策提供精准、完整、实时的低空态势支撑。具体功能如下：

- a) 多源数据融合处理：应支持多传感器数据的时空配准、去噪滤波、坐标统一与关联融合，解决

单一传感器探测盲区与虚警问题，能够引接我方设备地面终端信息，并进行合作目标与非合作目标属性识别；

- b) 目标信息管理：应支持低空低慢小目标信息管理，可精准提取目标位置、速度、高度、航向、机型、信号特征等全维度信息，能够在雷达、光电、声波探测、无线电侦测精度、分辨率不足的情况下，对无人机单体目标和群目标实现准确关联，能提升态势稳定性；
- c) 目标航迹质量动态评估：应支持开展单信息源航迹质量动态评估，并基于动态评估结果开展多源目标信息融合，能提升融合目标信息整体精度，能够在雷达、光电等信息出现航迹断续、跳点等情况下，给出较稳定的融合目标航迹；
- d) 目标综合识别：在建立目标稳定航迹的前提下，能区分识别微型/轻型/小型/中型无人机（含旋翼、固定翼）等无人机类目标，以及地物、飞鸟等环境目标；
- e) 目标任务分配：指控设备根据态势融合情报信息，结合威胁评估输出的威胁排序结果开展任务分配，将威胁目标的运动特征数据分发到较链的各火力/处置模块。

6.2 意图识别功能

设备应具备目标行为解析与意图预判能力，能够实现能力从“被动响应”到“主动预判”。具体功能如下：

- a) 行为特征库构建：能够建立覆盖民用误入、侦察监视、袭扰干扰、精准攻击、物资投放、集群饱和突击等典型场景的无人机行为特征库，支持特征数据自学习与迭代更新，特征库更新周期不应超过6个月，重大无人机安全事件发生后应在15个工作日内完成特征入库，更新前应经过验证；
- b) 意图概率判断：能够通过目标航迹特征、电磁信号特征、载荷类型、机动模式，完成目标任务意图概率判别，输出识别置信度、主要判断证据、不确定性说明，当置信度低于设备配置阈值时，自动转入持续观察模式或推送人工复核，同时应精准区分民用误飞与恶意入侵行为；
- c) 航迹与攻击点预判：能够基于目标当前状态与历史行为数据，预判目标未来飞行路径与潜在攻击点位，针对集群目标可识别编队突击、多方向绕飞、诱饵掩护等战术意图，为前置防御与协同处置提供支撑。

6.3 威胁评估功能

设备应具备分级可配置化、人机协同可控、多目标并发场景下的威胁排序能力。具体功能如下：

- a) 支持目标固有威胁、空域入侵风险、行为威胁、处置窗口风险等多维度目标威胁值计算；
- b) 具备基于威胁值、剩余处置、核心目标距离、目标固有风险等因素，对多目标并发场景下的威胁优先级排序功能；

- c) 针对不同要地防护等级、不同防护分区、不同敏感时段，支持根据自定义评估模型、指标权重、判定阈值与联动等规则的威胁等级判定功能。

6.4 任务规划功能

设备应具备全场景、全流程的防控任务规划能力，支撑防控体系的常态化部署与应急响应。具体功能如下：

- a) 防区与部署规划：支持自定义核心区、缓冲区、预警区、扩展区、监视区的地理围栏，适配多边形、圆形、不规则形等多种区域划设样式；可基于防区地形、环境特征、设备性能参数，自动优化设备部署点位，可支持探测覆盖无盲区、反制范围无死角；
- b) 处置预案规划：支持可视化预案编辑功能，可预置不同威胁场景下的处置流程、设备调用规则、处置策略与联动机制，可存储多条处置预案，支持预案一键导入、导出、模拟推演与效果优化，可针对突发场景快速匹配最优预案；
- c) 动态任务重规划：具备动态规划能力，当发生目标新增、目标分裂或合并、处置设备失效、上一轮处置无效、环境突变等触发条件时，设备应自动重新计算目标威胁优先级、重新分配处置设备资源、切换处置方案，适配复杂多变的低空威胁场景。

6.5 协同管控与处置功能

设备应具备全域设备集中管控、多设备协同处置与全流程闭环指挥能力，是设备的核心功能模块。具体功能如下：

- a) 全域设备管控：支持多套侦测、反制、取证设备的集中接入与状态监控，设备指令下发响应速度快，控制指令执行成功率高，支持设备远程启停、参数配置、状态巡检与故障排查，实现防控设备的“一网统管”；
- b) 多模式处置管控：支持自动、半自动、人工三种处置模式，可按需切换。自动模式下，可基于威胁等级与意图识别结果，自动匹配预置处置预案，为指挥员提供“一键式”辅助决策，完成设备调度、指令下发、处置执行的全流程闭环，涉及硬杀伤、跨部门紧急联动等高风险操作须进行人工确认；半自动模式支持辅助决策，推送最优处置方案，经人工确认后执行；人工模式支持全流程手动操控，支持多种复杂场景应急处置需求。三种处置模式切换、人工接管时应保持任务上下文、目标状态、设备状态连续，任务不丢失、状态不跳变；
- c) 多设备协同处置：具备多传感器接力跟踪、多反制设备协同处置调度能力，可自动优化处置资源分配，实现多设备分区、分时协同拦截，规避电磁干扰与处置冲突，针对多目标可实现优先级排序与梯次拦截；
- d) 处置闭环与联动：支持处置过程全流程记录、处置效果实时评估，处置结束后自动生成包含目

标信息、处置流程、设备调用、处置结果的完整报告；支持与上级平台、公安、空管等部门的信息联动，实现跨部门协同处置与信息上报。

6.6 拦截效果评估功能

设备应具备拦截效果评估功能。具体功能如下：

- a) 多信息源效果评估：能够通过多信息源相互印证、目标特征变化等信息，对拦截设备的拦截效果进行自动评估；
- b) 能够利用光电设备上报的图像/视频信息进行拦截效果评估；
- c) 可判别拦截生效、拦截失效、目标突防等拦截结果：可将实时评估结果同步反馈至指挥决策，自动优化拦截策略，完成目标再分配、拦截设备切换、拦截参数调整、补拦指令下发等操作。

6.7 综合显控功能

设备应具备综合显控功能。具体功能如下：

- a) 态势呈现：基于二维/三维GIS平台构建全域态势一张图，实时展示目标航迹、飞手定位、威胁等级、防御区划、设备部署状态、空域管制信息与气象环境数据，支持历史航迹回放、多视角切换、目标详情一键调取，实现防控区域低空态势的全景化、可视化呈现；
- b) 分级告警与威胁告警呈现：支持不同威胁等级差异化告警显示功能，告警内容须包含目标ID、威胁等级、实时位置、核心威胁点、处置状态等信息，支持告警列表实时更新，能够可视化呈现告警全生命周期，支持所有操作同步留痕呈现，支持实时统计告警数量并可视化呈现告警趋势；
- c) 指挥决策与协同处置可视化呈现：支持预案管理与作战方案可视化，针对当前威胁可视化呈现智能决策生成的最优处置方案，支持处置指令与协同管控可视化，能够呈现多设备协同处置状态，支持处置过程实时回显与管控；
- d) 设备状态与运维保障可视化呈现：支持全域设备台账可视化，包括设备编号、型号、部署位置、投用时间等信息，支持设备运行状态实时监控，支持故障告警与运维工单可视化，支持基础设施与环境监控可视化，支持设备性能可视化；
- e) 处置效能评估与复盘回溯可视化呈现：支持处置效能实时评估可视化，支持历史事件全流程回溯可视化，支持统计报表可视化，能够按日/周/月/年/重大活动周期生成统计报表，并支持柱状图、饼图、折线图等多形式呈现。

6.8 安全运维功能

设备应满足GB/T 22239-2019及GB/T 32905-2016要求，具备全生命周期的安全运维能力，保障系统、数据、设备的全维度安全。具体功能如下：

- a) 权限与用户管理：采用三权分立的权限管控架构，分为管理员、操作员、审计员三类核心角色，管理员仅负责设备系统配置、无业务操作权限，操作员仅负责业务处置、无配置权限，审计员仅负责日志追溯、无操作与配置权限，三类角色不可兼任，支持细粒度的功能权限、数据权限、操作权限分配，身份认证支持双因子认证，可有效拦截非法操作，杜绝越权访问与违规操作；
- b) 数据安全：关键数据传输采用国密算法加密，存储数据具备完整性校验与自动备份机制，支持定时自动备份与手动备份；全流程操作日志可追溯、不可篡改，日志存储时长不少于1年，满足合规审计需求；
- c) 设备与系统运维：支持接入设备的全生命周期管理，实时监控设备运行状态、健康度、资源使用率，具备故障自检、故障告警功能，故障定位准确率高，故障告警响应迅速，支持设备固件远程升级与远程维护，同时具备设备资源监控、性能优化、漏洞扫描与补丁更新功能，保障设备长期稳定运行。

6.9 记录与分析统计功能

设备应具备全流程数据记录、多维度统计分析可视化能力，为防控体系优化提供数据支撑。具体功能如下：

- a) 全流程不可篡改记录：支持目标全航迹、告警信息、操作日志、设备状态、指令执行、处置过程等全量数据记录，数据不可篡改、不可删除，常规数据留存时间不少于6个月，审计类数据留存时间不少于1年；
- b) 多维度统计分析：支持入侵事件、目标类型、处置成功率、设备在线率、告警类型、人员操作等多维度数据统计，支持按日、周、月、年、自定义时间范围筛选，统计结果以折线图、柱状图、饼图等形式可视化展示；
- c) 热力图分析能力：具备入侵热点区域、入侵时间分布、设备覆盖效果、威胁等级分布、设备告警等多场景热力图分析功能，支持按时间、目标类型、威胁等级等维度筛选，直观展示入侵高发区域与防控薄弱环节；
- d) 报表与回溯能力：支持自动生成日、周、月、年报表与专项事件分析报表，支持模板自定义与Excel、PDF格式导出，支持全量数据多条件检索，支持入侵事件、处置流程全链路回溯，实现完整事件溯源；
- e) 能力改进闭环支撑：经人工审核后的记录数据可支撑事件复盘、失败归因、预案修正、仿真复测、运行再验证的能力迭代闭环。

6.10 模拟训练功能

设备应具备独立的模拟训练模块，满足操作人员岗前培训、日常训练、技能考核与战术推演需求。

具体功能如下：

- a) 仿真场景构建：支持自定义训练场景，可设置目标类型、数量、突防路径、战术模式，模拟复杂电磁环境、恶劣气象环境下的防控场景；可存储多种场景，支持场景的一键加载与快速切换；
- b) 全流程仿真训练：可模拟从目标发现、态势研判、威胁评估、意图识别到指挥处置、效果评估的完整业务流程，支持多角色协同训练，适配指挥岗、操作岗、技术岗的差异化训练需求，训练过程数据全量记录，支持全程回放与复盘分析；
- c) 考核评估能力：可基于操作响应时间、处置准确率、拦截成功率、误操作率、协同配合度等多维度指标，自动生成考核评分与能力评估报告，实现操作人员能力的量化评估与常态化提升；
- d) 虚实结合训练：能够支持与实装指挥控制设备的数据接口对接，实现“以训代练、训战一致”，训练数据可与实装数据进行比对分析。

7 性能要求

设备性能指标应满足以下方面：

- a) 指挥控制设备容量：在满足不同要地等级管控设备容量需求下，一般至少预留20%扩展接入设备能力；
- b) 目标同一性关联正确率： $\geq 90\%$ ；
- c) 综合识别正确率两种以上探测手段覆盖，识别属性包含目标类型识别、敌我属性识别、型号层级识别）：
合作目标： $\geq 99\%$ ；
非合作目标：一级防控 $\geq 95\%$ ；二级防控 $\geq 90\%$ ；三级防控 $\geq 85\%$ ；
- d) 综合目标处理容量：一级防控 ≥ 1000 批、二级防控 ≥ 500 批、三级防控 ≥ 200 批；
- e) 综合态势更新周期： $\leq 1s$ ；
- f) 处置决策生成时间： $\leq 1s$ ；
- g) 拦截效果评估时间： $\leq 5s$ ；
- h) 单次连续记录时间： $\geq 24h$ （可按具体值班时间裁剪）。

8 接口要求

设备可按需通过有线和无线两种通信方式与外部设备进行数据通信。接口信息包括但不限于以下内容（可按需调整）：

- a) 要地低空无人机防控设备内部交互信息
 - 1) 雷达类交互信息：主要包括雷达状态信息、空情目标航迹信息，以及雷达控制信息、重点监视目标信息、协同探测目标信息、重点探测空域信息等；
 - 2) 电子侦察类交互信息：主要包括电侦设备状态信息、目标侦测信息，以及指挥控制信息等；
 - 3) 光电类交互信息：主要包括光电设备状态信息、目标光电信息（含目标位置信息），以及指挥控制信息等；
 - 4) 干扰类交互信息：主要包括干扰设备状态信息、干扰释放信息、干扰效果信息，以及指挥控制信息等；
 - 5) 拦截类交互信息：主要包括设备状态信息（包括设备的编码、类型、部署位置、准备状态、发射状态、火力指向、激光出光时间、微波数量、拦截型无人机状态等）、拦截效果信息、距离支援信息，以及指挥控制信息等。
- b) 要地低空无人机防控设备外部交互信息
 - 1) 与上级交互信息：包括本级各设备状态信息、上报目标信息、目标处置情况、以及上级下发指挥信息（包括指示目标信息、处置命令信息）等；
 - 2) 与无人驾驶航空器公安管理平台交互信息：包括违规飞行动态信息、禁飞区/管控区信息、警力联动处置指令信息、无人机实名登记数据信息、取证数据信息等；
 - 3) 与低空飞行管理服务平台交互信息：空域规设信息、飞行计划数据信息、民航净空区告警信息、合作目标飞行动态信息等；
 - 4) 与气象部门交互信息：低空气象数据（风速、风向、能见度、雷电预警）信息、气象灾害对防控影响的联动预警信息等。

9 可靠性要求

9.1 连续运行能力

设备应满足要地7×24小时不间断运行需求，按照元器件应力分析法进行计算，核心模块（态势处理与协同指挥处置功能）平均无故障工作时间（MTBF）不小于3000h，设备整体平均无故障工作时间不小于1000h，平均修复时间（MTTR）不大于30min。

9.2 冗余与容错能力

设备核心模块（数据处理、指挥决策、数据存储）应支持双机热备，主备切换时间不大于1s，且无数据丢失，单点故障不影响设备整体运行；具备断网续传、离线运行能力，当上级指挥链路中断等弱通

信条件下，本地应可独立维持基础态势感知、告警、已授权处置任务执行，通信中断恢复后可自动补传数据；具备非法指令、异常数据过滤纠错能力，不会因局部异常导致设备崩溃，支持降级运行模式，核心模块故障时可保障基础态势感知与应急处置功能正常运行。

10 维修性要求

10.1 一般要求

设备应按照模块化、标准化、通用化、可更换原则进行维修性设计，具备故障检测、故障隔离、快速更换、软件恢复和维修记录能力，满足现场级和基地级维修要求。维修性设计与验证应符合GB/T 9414系列标准要求，并与可靠性、保障性、测试性要求协调。

10.2 维修级别与方式

- a) 现场级维修：应支持通过更换现场可更换单元恢复功能，更换操作应简便，宜不依赖复杂专用工具；
- b) 基地级维修：对现场不能修复的设备或模块，应支持离线检测、维修、校准或返厂处理；
- c) 软件维修：应支持远程或本地诊断、配置备份与恢复、版本升级、版本回滚和补丁更新；
- d) 在线维护：在不停机或降级运行条件下，宜支持非故障模块在线维护，且不应影响核心态势感知和已授权处置任务。

10.3 维修性指标

- a) 设备平均修复时间（MTTR）应不大于30min；
- b) 核心模块故障隔离到现场可更换单元的概率应不低于80%；
- c) 主备切换时间应不大于1s，切换过程中不应丢失关键数据；
- d) 维修后设备应能通过自检和功能测试，恢复至规定技术状态。

10.4 维修保障与记录

应提供维修手册、故障代码表、接线图、接口协议、备件清单和专用工具清单。维修过程、更换件、软件版本、测试结果应纳入安全运维和记录与分析统计管理，记录应不可篡改、可追溯。

11 保障性要求

11.1 一般要求

设备应具备全寿命周期保障能力，保障资源应与设备同步规划、同步建设、同步验收，满足7×24小时不间断运行和多级级联保障需求。

11.2 保障资源

- a) 备件保障：关键设备、模块、板卡、线缆、电源等应配置备件，备件品种和数量应满足使用单位任务连续性和维修时限要求；
- b) 工具与测试设备：应配置安装、检测、维修、校准所需的专用工具和测试设备；
- c) 技术资料：应提供安装手册、操作手册、维护手册、故障诊断手册、接口协议、培训教材和设备拓扑图；
- d) 人员保障：应提供操作、维护、管理培训，关键岗位人员应经考核合格后上岗；
- e) 设施保障：机房、供电、网络、防雷接地、空调、消防、安防等应满足设备运行要求。

11.3 保障性要求

- a) 关键备件应具备稳定供应渠道，故障件返修或更换周期应满足使用单位规定；
- b) 应支持远程诊断、远程维护、远程升级和故障预警，技术支持响应时间应满足使用单位要求；
- c) 应支持与上级指挥平台、公安、空管等部门的信息联动和协同保障；
- d) 应开展保障性分析，确定维修任务、备件品种与数量、人员技能、保障设备和设施需求；
- e) 保障性工作应纳入质量管理体系，按GB/T 19001-2016的规定实施。

11.4 保障数据管理

备件库存、维修记录、培训记录、技术资料版本、远程维护记录应纳入安全运维管理，支持统计分析和报表导出。

12 测试性要求

12.1 一般要求

设备应具备机内自检、状态监控、故障诊断、测试接口和测试数据管理能力，测试性设计应与功能、可靠性、维修性、保障性要求协调，支持单设备和系统级测试。

12.2 测试性设计

- a) 机内自检：应支持上电自检、周期自检、连续自检和维护自检；
- b) 测试接口：应提供标准测试接口、测试点和诊断协议，支持外部测试设备接入；
- c) 状态监控：应实时监控设备健康度、资源使用率、链路质量、供电状态、温湿度等；
- d) 故障隔离：应能将故障隔离到设备、模块、板卡或功能单元，并给出故障代码和处理建议；
- e) 测试记录：自检结果、故障日志、测试报告应存储、可查询、可导出，记录应不可篡改。

12.3 测试性指标

- a) 故障检测率应不低于90%;
- b) 故障隔离到现场可更换单元的隔离率应不低于80%;
- c) 虚警率应不大于5%;
- d) 故障告警响应时间应不大于1s, 测试结果应实时显示。

12.4 测试性管理

测试计划、测试用例、测试结果、缺陷处理和不合格项闭环应纳入记录与分析统计管理, 支持测试报告生成和追溯。

13 环境适应性要求

设备应满足GB/T 4208-2017相关要求, 室内设备IP防护等级不低于IP30, 室外设备IP防护等级不低于IP65; 工作温度范围-35℃~+55℃, 存储温度范围-40℃~+70℃, 相对湿度5%~95%无凝结, 具备防盐雾、防霉菌、防淋雨能力, 适应户外复杂环境部署。

14 电磁兼容性要求

设备应满足GB/T 17626系列标准要求, 具备良好的电磁抗干扰能力, 在一定距离范围外, 在复杂电磁环境下可稳定工作, 不对周边雷达、通信、导航等电子设备产生有害干扰, 满足要地多电子设备协同部署场景需求。实际场景存在雷达发射、无线电侦测、大功率干扰设备等多类射频源共存情况, 同址部署特殊电磁环境应满足如下电磁兼容要求:

- a) 指控设备接入设备在同址多射频源同时开机工作条件下, 不得出现航迹丢失、识别失效、指令误触发、处置误动作等功能异常;
 - b) 接收类设备应具备抗邻近大功率射频设备的阻塞、杂散、互调干扰能力, 在周边侦测、干扰设备满功率工作时, 保障态势接收、指令通信正常;
 - c) 指控设备接入设备对外发射不得造成同址部署的雷达、无线电侦测、光电、反制设备性能降级或误触发;
 - d) 设备电磁兼容测试应包含多射频源同时工作的同址模拟工况测试, 验证多设备共址条件下设备整体工作稳定性。
-

ICS 03.220.50

CCS V 54

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/CICC 27004—2026

要地低空无人机防控设备检测规范

Specification for inspection of low-altitude UAV prevention and control
equipment for key sites

2026-10-12 发布

2026-10-12 实施

中国指挥与控制学会 发布

目 次

前 言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

 3.1 要地低空无人机防控设备 1

 3.2 检测 2

 3.3 核准 2

 3.4 型式检验 2

 3.5 复核 2

4 总则 2

 4.1 基本原则 2

 4.2 合法性边界 2

 4.3 场景适配 2

5 检测设备分类 2

 5.1 检测对象 3

 5.2 功能分类 3

 5.3 探测模式分类 3

 5.4 反制方式分类 4

 5.5 设备应用形式分类 4

6 检测分类及通用规则 4

 6.1 检测分类 4

 6.2 型式检验 4

 6.3 出厂检测 5

 6.4 选型检测 5

 6.5 验收检测 5

 6.6 周期性检测 6

 6.7 检测项目通用取舍规则 6

7 核准前置条件 7

 7.1 环境条件 7

 7.2 场地条件 7

 7.3 仪器设备 8

 7.4 测试用无人机 8

 7.5 检测人员资质要求 9

8 通用要求 10

 8.1 文件 10

 8.2 功能 10

 8.3 时间同步 10

 8.4 日志与追溯 10

 8.5 接口与兼容 11

 8.6 连续运行 11

 8.7 环境适应 11

9 检测项目与方法	11
9.1 探测距离	11
9.2 探测概率与虚警率	11
9.3 定位精度	12
9.4 识别准确率	12
9.5 工作频率测量	12
9.6 有效干扰距离	12
9.7 干扰精度/波束宽度	12
9.8 处置效果检测	13
9.9 反制成功率	13
9.10 网络与数据安全检测	13
9.11 响应时间	13
9.12 电磁辐射安全检测	14
9.13 杂散辐射测量	14
9.14 高温工作试验	14
9.15 低温工作试验	14
9.16 恒定湿热试验	14
9.17 防护等级试验	14
9.18 电气安全检测	14
9.19 电磁环境与兼容性检测	15
10 判定准则	15
10.1 合格判定	15
10.2 不合格分类	15
10.3 复检规则	15
11 核准	16
11.1 程序	16
11.2 申请	16
11.3 受理	16
11.4 检测	16
11.5 技术审查	16
11.6 核准决定	17
11.7 核准证书	17
11.8 核准程序时限明细	17
11.9 重大变更	17
11.10 定期复核	17
11.11 暂停与撤销	18
11.12 核准结论	18
12 检测报告	18
12.1 报告内容	18
12.2 报告有效期	19
13 标志、包装、运输和贮存	19
13.1 标志	19
13.2 包装	19

13.3 运输 19

13.4 贮存 19

附录 A 21

附录 B 22

附录 C 24

附录 D 26

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。

本文件是《要地低空无人机防控体系》系列标准的组成部分，可与《要地低空无人机防控等级划分及基本要求》、《要地低空无人机防控体系通用要求》、《要地低空无人机防控指挥控制系统技术要求》等配套使用，用于指导要地低空无人机一体化防控设备的型式检验、交付检测、现场核准、运行复核和变更管理。

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管理。

本文件起草单位：西安天和防务技术股份有限公司、空军工程大学、西北工业大学、北京海格神舟通信科技有限公司、中电科联海创智信息科技有限公司、成都安则科技有限公司、北京鲲鹏数航标准技术有限公司

本文件起草人：贺增林、刘博、张峰君、刘强、曹健、于登秀、莫怀冬、王柏林、许成、林青彬、王峰、李梦哲

要地低空无人机防控设备检测规范

1 范围

本文件规定了要地低空无人机防控设备的检测分类、检测条件、检测项目与方法、判定规则、核准程序以及检测报告要求。

本文件适用于低空无人机防控设备的检测与核准，包括固定式无人机侦测防范设备、车载机动式防控设备、便携式无人机探测防范设备、探测处置防控设备。

本文件不适用于军用无人机对抗装备的检测与核准。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191-2008 包装储运图示标志；

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 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）；

GB 8702-2014 电磁环境控制限值；

GB/T 39772-2021 无人机反制设备技术要求。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

要地低空无人机防控设备 low-altitude UAV prevention and control equipment for key protected sites

《要地低空无人机防控设备》该类设备核心组成要素，完整包含探测模块、融合处理平台、防控处置模块。采用雷达、光电、无线电监测、声学识别、指挥控制、数据融合、软防范、物理毁伤、全域安

全防护等技术手段，对受保护空域内无人机目标实施发现、识别、跟踪、预警、处置、全域风险防范与事件复盘的一体化防控设备。本标准仅针对软硬件一体化防控设备开展检测核准。

3.2

检测 detection

对防控设备的功能、性能、安全性、环境适应性、接口兼容性、电磁影响和合规性进行验证的活动。

3.3

核准 approve

依据检测结果、部署环境、授权条件和运行保障条件，对防控设备是否准予在特定要地和场景部署使用作出的技术确认。

3.4

型式检验 type detection

对定型产品或重大改型产品开展的样机检测，用于确认其设计是否满足本文件要求。

3.5

复核 again check and approve

防控设备整机投入运行后，对其持续满足要求的状态进行周期性或触发式再验证的活动。

4 总则

4.1 基本原则

防控设备整机检测与核准应遵循分级适配、合法合规、安全优先、最小必要干预、可验证可追溯、协同兼容和动态复评原则。

4.2 合法性边界

凡涉及无线电发射、频率占用、台站设置、信号阻断、导航欺骗、主动控制、捕获驱离、激光或微波定向摧毁处置等措施的，均应在法定权限和授权条件下实施。民用要地防控设备禁止配备火力打击类装置；未经授权，不得以本文件替代相关审批或执法依据。具备无线电发射功能的防控设备，须依法取得无线电发射设备型号核准，未取得核准不得生产、部署、使用，不得通过本规范检测核准。

4.3 场景适配

防控设备整机能力应与要地属性价值等级、威胁暴露度等级和防控等级相匹配，不得简单照搬机场、园区、活动安保或军事场景指标。

5 检测设备分类

5.1 检测对象

本规范的检测对象为单台（套）要地低空无人机防控设备，包含设备完整软硬件部分，不含多设备组网系统、防控管理体系等配套外延系统，具体组成如下：

- 1) 探测设备：包含雷达、光电、声音、无线电、图像识别、声学识别等前端感知设备及附件；
- 2) 防控管理设备：集成态势显示、策略下发、日志回放、告警联动、权限管理、数据融合功能的设备本体；
- 3) 防范处置设备：包含无线电阻断、无线电控制、定向压制、诱导驱离、物理捕获、定向摧毁等合规处置设备及附件；

5.2 功能分类

按照设备集成功能差异，将要地低空无人机防控设备划分为三类，不同类型设备对应差异化检测项目，仅针对设备本体功能开展检测验证，见表5.1。

表5.1 功能分类表

序号	类型	代码	说明
1	探测类	D	仅集成无人机探测感知功能，无主动处置能力，作为独立探测设备使用，检测仅覆盖探测相关性能指标。
2	防范处置类	C	仅集成无人机威胁防范处置功能，无独立探测感知能力，依托外部探测数据开展处置作业，检测仅覆盖反制处置相关性能指标。
3	探防一体类	DC	一体化集成探测感知、数据融合、预警告警、防范处置全流程功能，为完整独立防控设备，需全项目检测验证。

5.3 探测模式分类

按照设备搭载的目标探测模式分类，仅针对单一设备探测功能开展检测，见表5.2。

表5.2 探测分类表

序号	探测类型	代 码	说 明
1	雷达探测	RD	依托电磁波发射与回波接收实现目标探测、定位、跟踪的独立探测设备。
2	无线电频谱探测	RF	被动监测无人机通信、图传、导航射频信号，实现目标识别预警的独立探测设备。
3	光电探测	EO/IR	依托可见光、红外成像技术实现目标探测识别的独立探测设备。
4	声学探测	AC	通过采集分析无人机旋翼声纹特征，实现静默目标探测预警的独立探测设备。
5	复合探测	HY	集成两种及以上探测技术，融合实现目标感知的一体化防控设备。

5.4 反制方式分类

按照设备具备的无人机防范处置方式分类，仅针对单一设备处置能力开展检测，见表5.3。

表5.3 反制分类表

序号	反制方式	代码	说明
1	干扰阻断类	JS	通过干扰无人机飞控、图传、导航信号，阻断无人机正常飞行链路的处置设备。
2	欺骗控制类	SP	通过诱骗导航、控制信号，诱导无人机返航、迫降的合规处置设备。
3	物理捕获类	CT	通过机械拦阻、空中捕获装置，实现无人机物理拦截的无射频处置设备。
4	攻击摧毁类	DE	依托激光、高能微波等定向能技术，损毁无人机飞行系统的专项处置设备。

5.5 设备应用形式分类

按照设备整机形态分类，仅针对设备本体功能开展检测验证，见表5.4。

表5.4 形态分类表

序号	形态	代码	说明
1	便携式	PT	单人可携带、快速部署、灵活布设的轻量化防控设备。
2	固定式	FX	固定安装于要地防护点位，长期常态化值守运行的防控设备。
3	机动式	MB	搭载于车辆、飞机、舰船等平台，可机动转移、临时布设的防控设备。

6 检测分类及通用规则

6.1 检测分类

依据GB/T 1.1-2020及行业检测惯例，本规范将防控设备检测分为：型式检验、出厂检测、选型检测、验收检测、周期性检测五类。覆盖设备定型、生产交付、采购选型、部署验收、在役复核全流程。

6.2 型式检验

6.2.1 适用场景

具备下列情形之一的单台（套）防控设备，应实施全项目型式检验：

- 1) 新产品定型、首次批量生产前；

2) 设备结构、核心材料、关键元器件、核心算法、制造工艺发生重大变更，可能影响设备整体性能及合规性；

3) 设备停产12个月及以上，恢复生产前；

4) 正常生产每满24个月的周期性定型复核；

5) 检测结果出现显著偏差，需复核设备定型性能；

6) 行业监管部门、法定检测机构提出型式复核要求。

6.2.2 检测要求

型式检验为设备全项目定型符合性检测，覆盖本文件全部功能、性能、环境适应性、电磁兼容、电气安全、频谱合规、数据安全及专项模块检测项目。样机从出厂合格产品中随机抽取，应委托具备资质的第三方检测机构实施，检测结论作为设备定型、复产、周期复核的法定技术依据。

6.3 出厂检测

6.3.1 适用场景

所有单台（套）防控设备出厂交付前，必须逐台实施出厂检测，用于验证批量产品单机一致性及出厂基础合规性。

6.3.2 检测要求

出厂检测为出厂必检一致性检测，仅核查设备基础功能、核心性能、电气安全、射频基础合规性及设备状态有效性，可不开展环境耐久、全项电磁兼容等试验室定型试验。所有出厂检测项目合格并出具产品合格证后，设备方可出厂。

6.4 选型检测

6.4.1 适用场景

设备采购招标、选型立项阶段，对候选合规设备实施的前置性能核验检测，用于验证设备性能与要地低空防控场景的适配性。

6.4.2 检测要求

选型检测为采购前置核验检测，重点核查设备核心探测、反制、电磁合规及专项模块性能。可采信有效期内型式检验报告的定型试验数据，不重复开展全套定型试验测试。

6.5 验收检测

6.5.1 适用场景

设备完成现场安装、调试、部署后，投入正式运行前实施的现场交付检测。

6.5.2 检测要求

验收检测为现场交付符合性检测，以现场实测为主，核查设备现场功能、覆盖性能、响应时效、处置效果、接口联动及工况适配性。可豁免试验室环境、暗室电磁兼容定型试验。

6.6 周期性检测

6.6.1 适用场景

已投入常态化运行的在役防控设备，按固定周期实施的性能复核与安全核验检测。

6.6.2 检测要求

周期性检测周期不大于 12 个月（一级、二级要地设备不大于 12 个月，三级要地设备不大于 24 个月），重点核查设备在用核心性能、电磁安全、电气安全及模块稳定性，可豁免定型耐久试验；声学探测、定向摧毁、互联互通接口性能为强制复核项目，不得豁免。

6.7 检测项目通用取舍规则

6.7.1 设备类型适配原则

根据设备功能分类差异化确定检测项目，仅检测设备实际搭载的功能模块，不检测设备未配置的功能：

- 1) 探测类设备（D）：仅开展探测类全项检测，豁免全部反制专项检测；
- 2) 防范处置类设备（C）：仅开展反制、频谱合规、安全类检测，简化探测辅助指标检测；
- 3) 综合防控类设备（DC）：完整执行本文件全部探测、反制、安全、环境、电磁兼容检测项目；
- 4) 搭载声学探测、定向摧毁模块的设备，对应模块专项检测为强制必检项目，不得豁免；未搭载对应模块的设备可豁免该专项检测。

6.7.2 各类检测项目管控规则

本条规定了要地低空无人机防控设备的检测类型：

- 1) 型式检验：全项目强制检测，无豁免，为设备定型的唯一依据；
- 2) 出厂检测：核心功能、安全指标必检，定型类耐久、环境试验豁免；
- 3) 选型检测：核心性能、合规指标必检，试验室定型试验可采信历史有效数据；
- 4) 验收检测：现场适配性功能性能必检，试验室定型试验豁免；
- 5) 周期性检测：在役核心性能、安全指标必检，耐久定型试验豁免。

6.7.3 报告采信与失效规则

本条规定了要地低空无人机防控设备的报告采信和失效规则：

- 1) 型式检验报告：24 个月；
- 2) 出厂、选型、现场验收、年度周期性复测报告：12 个月，仅单次项目有效；
- 3) 重大变更后所有报告失效。

6.7.4 复检与判定通用规则

A 类严重安全不合格时，直接判定检测不合格，需整机整改后全套重测。其它任一检测项目不合格时，允许对不合格项复检一次；复检仍不合格，则判定本次检测不合格。型式检验不合格的设备不得定型、复产或周期复核通过；出厂、选型、验收、周期性检测不合格的设备不得出厂、选型准入、投运、继续服役。

6.7.5 检测报告用途边界

型式检验报告作为设备定型合规依据；出厂、选型、验收、周期性检测报告仅对应各自阶段有效性，不得替代型式检验定型结论。

7 核准前置条件

申请核准的要地低空无人机防控设备应同时满足下列条件：

- 1) 产品资料完整，包括设备清单、软件版本、射频参数、接口协议、网络拓扑、安装图、供电方案、维护手册和应急预案；
- 2) 凡属于应申请无线电发射设备型号核准的设备，应已取得型号核准；属于免于型号核准的，应提供符合免核准条件的证明材料；
- 3) 凡使用需要许可的频率或设置无线电台（站）的，应已取得相应许可或执照；
- 4) 反制措施的使用主体、启动权限、联动流程和责任边界明确；
- 5) 对机场净空保护区、电磁环境敏感区、重要通信区、核设施及其他高风险区域，应完成专项电磁环境影响评估。机场领域已有技术文件明确要求无线电发射设备不得对依法设置使用的无线电台站产生有害干扰，并应避开航空无线电工作频段；该原则应扩展适用于本文件覆盖的其他敏感场景；
- 6) 已建立相应网络安全等级保护、数据分级分类、日志审计、个人信息保护和应急响应机制；
- 7) 配备声学探测模块、定向摧毁反制模块的防控设备，需提供专项技术说明、安全评估报告及合规授权文件；具备同类设备组网联动功能的防控设备，需提供设备间接口适配协议、联动测试方案。

7.1 环境条件

除非另有规定，检测应在下列环境条件下进行：

- 1) 温度：15℃～35℃；
- 2) 相对湿度：45%～75%；
- 3) 大气压力：86kPa～106kPa；
- 4) 风速：不大于 5m/s（涉及室外测试时）。

7.2 场地条件

除非另有规定，检测应在下列场地条件下进行。

1) 探测性能测试：应在开阔场地进行，测试场地应无显著电磁干扰，射频背景噪声低于被测设备射频整机灵敏度 6dB；声学探测场地额外满足 7.2 d) 噪声要求。

2) 反制性能测试：应在经批准的专用测试场地或封闭空域进行，确保测试安全，避免对周边合法通信和民航安全造成影响。

3) 电磁兼容测试：应在半电波暗室或开阔测试场地进行。

4) 声学探测专项测试：依据 GB/T 3785.1 声级计规范，需选取背景噪声 $\leq 40\text{dB}$ (A) 的测试场地。

5) 定向摧毁专项测试：需在封闭隔离空域、无人员及民用设施区域开展，设置专属安全防护隔离区。

7.3 仪器设备

检测用仪器设备应经计量检定/校准合格，并在有效期内。包含但不限于以下主要仪器，见表 7.1。

表7.1 主要仪器

序号	仪器名称	用途	精度要求
1	频谱分析仪	测量工作频率、杂散辐射	$\pm 1 \times 10^{-6} \text{ppm}$
2	信号发生器	模拟无人机信号	$\pm 0.5 \text{dB}$
3	功率计	测量发射功率	$\pm 5\%$
4	电磁辐射测试仪	测量电磁辐射强度	$\pm 0.5 \text{dB}$
5	示波器	测量响应时间	$\pm 1\%$
6	导航信号模拟器	导航诱骗功能测试	—
7	标准测试无人机	探测/反制性能测试	—
8	声纹分析仪	声学探测声纹识别、灵敏度测试	$\pm 1 \text{dB}$
9	定向能功率测试仪	激光/微波摧毁设备功率、辐射范围测试	$\pm 2\%$

7.4 测试用无人机

探测和反制性能测试应采用标准测试无人机，应具备以下特征：

- 1) 型号：主流无人机；
- 2) RCS 特征：典型值 0.01 m^2 ；
- 3) 飞行速度：可设定 5m/s 、 10m/s 、 15m/s 档位；
- 4) 通信频段：同时支持 2.4GHz 和 5.8GHz 频段；
- 5) 导航：支持 GPS/北斗双模。

6) 声学探测专项测试需额外配备无线电静默型标准测试无人机, 关闭所有射频信号输出, 仅保留旋翼运转声纹特征; 机型、旋翼尺寸、转速与常规标准测试无人机保持一致。

7.5 检测人员资质要求

7.5.1 基本要求

从事本文件规定检测活动的人员应具备以下基本条件:

- 1) 具有大专及以上学历, 专业为电子、通信、计算机、自动化或相关理工科专业;
- 2) 从事无人机探测反制相关领域工作满 2 年;
- 3) 熟悉本规范及相关检测标准;
- 4) 身体健康, 无色盲、色弱等影响检测工作的视觉障碍。

7.5.2 专业能力要求

从事本文件规定检测活动的检测人员应通过专业能力考核, 具备以下能力:

- 1) 熟悉无人机探测反制设备的工作原理和技术参数;
- 2) 熟练操作频谱分析仪、信号发生器、功率计等检测仪器设备;
- 3) 能够独立完成检测数据的记录、分析和判定;
- 4) 了解无线电管理相关法律法规及电磁辐射安全要求;

5) 配备声学探测、定向摧毁的检测人员, 需熟练掌握对应专项检测设备操作、声纹分析、定向能安全检测技能。

7.5.3 培训与考核

从事本文件规定检测活动的人员应具备以下培训与考核:

- 1) 通用基础技术培训每 2 年开展不少于 40 学时;
- 2) 培训内容包括检测标准更新、新技术应用、安全操作规程等;
- 3) 培训考核合格后方可继续从事检测工作;

4) 通用检测培训记录归档保存不少于 5 年; 声学探测、定向摧毁专项技能培训、安全考核记录永久归档留存;

5) 涉及声学探测、定向摧毁、设备组网接口检测的人员, 需额外每年开展专项技能培训及安全考核, 两类培训记录分别归档。

7.5.4 人员配置

从事本文件规定检测活动的机构应至少满足下列要求:

- 1) 技术负责人 1 名 (具有高级技术职称或同等能力, 从事相关工作满 5 年);
- 2) 检测工程师不少于 3 名;

- 3) 质量监督员 1 名;
- 4) 开展声学探测、定向摧毁专项检测的机构, 需配备不少于 1 名专项检测工程师。

8 通用要求

8.1 文件

对设备配套技术文件、资质文件、运维管理文件开展全面合规性审查, 核查文件完整性、规范性、有效性与一致性, 确保设备研发、部署、运维、管理全流程可追溯、可核查。

常规审查范围包含设备型号版本清单、射频技术参数文件、频率占用合规说明、型式核准或合规豁免证明、软件配置清单、设备接口协议、网络拓扑架构、账户权限管理制度、日志留存策略、数据安全留存方案、电源与接地设计方案、设备维护手册、应急处置预案及人员培训记录等全套配套资料。

声学类防控设备额外开展专项文件审查, 重点核查声学探测模块技术参数资料、声纹特征库配置清单、定向摧毁设备安全评估报告、设备授权使用文件、跨设备接口适配协议及组网联动测试验证报告。

审查总体要求: 所有文件齐全完整、内容真实合规、版本有效统一, 符合行业及无线电管理相关规范要求。

8.2 功能

通过模拟目标仿真测试、实物目标实测、防控设备联动接口联调等方式, 逐项验证防控设备整机核心功能完整性与可用性, 确保设备可正常实现低空无人机目标探测、识别、跟踪、态势告警、策略下发、分级处置、数据回放、数据导出等基础核心功能。

声学类设备专项功能检测, 重点核查多设备组网数据互通、跨设备联动处置、定向摧毁设备权限管控及安全防护等专项功能, 确保各类功能运行稳定、响应合规、联动可靠。

功能检测总体要求: 防控设备整机各项预设功能均可正常启用、运行稳定, 联动逻辑准确无误, 无功能失效、卡顿、误触发、漏触发等异常问题。

8.3 时间同步

防控设备整机应具备统一时间基准和授时能力, 可采用卫星授时、网络授时或其他可信授时方式。整机内部各功能模块之间应保持统一时间基准, 保障时间同步一致性, 以满足目标探测、事件记录、联动控制和追溯分析等应用需求。重要事件记录应具备可核查的时间准确性。

8.4 日志与追溯

防控设备整机应具备完整的日志记录和全过程追溯能力。日志内容应覆盖目标发现、识别、跟踪、告警、策略下发、处置执行、人工干预、配置变更、用户操作和异常事件等关键环节。日志应具备防篡改、可检索、可导出和可回放能力, 并满足相关管理要求和保存要求。

8.5 接口与兼容

防控设备整机应具备开放、规范、可扩展的接口能力，并支持与相关业务系统、监管平台和配套设备的互联互通。视频、告警、设备状态、业务数据和控制指令等接口，应符合现行相关标准或协议要求，或支持经约定的数据交换方式。防控设备应具备一定的兼容性和扩展性。

防控设备整机单机接口应支持与同型号设备互联互通，单机侧数据共享、指令转发接口性能纳入常规检测；本标准仅考核单设备接口输出能力，多设备组网整体协同效果不在本单机检测范围内。

8.6 连续运行

防控设备整机应具备满足应用场景要求的连续稳定运行能力，并应支持长期、持续、可靠运行。防控设备应具备故障监测、异常告警、快速恢复和必要的冗余保障能力，以保证关键功能在运行期间的可用性。对连续运行能力的具体指标，可根据防控等级、部署场景和任务需求确定。

8.7 环境适应

防控设备整机应具备与部署环境相适应的环境适应能力。部署于室内、室外、车载、机动或其他特殊场景的设备，应能够在相应自然环境和工程环境条件下稳定运行，并具备必要的防护措施，包括但不限于防雨、防尘、防腐蚀、防雷和接地保护。设备防护等级和环境适应能力应与实际使用场景相匹配。

9 检测项目与方法

9.1 探测距离

检测目的：核查设备对不同反射特性低空无人机目标的远距离探测能力，验证设备有效探测覆盖范围。

检测方法：将设备部署于规范开阔测试场地，保障探测视野无遮挡；采用标准测试无人机开展径向趋近实测，稳定捕捉目标探测信号，记录设备有效探测边界。通过多组重复测试，综合判定设备探测距离性能。

判定要求：设备有效探测距离符合产品设计标称要求，满足行业通用低空防控探测覆盖标准，可适配常规防控场景距离需求。

9.2 探测概率与虚警率

检测目的：验证设备目标探测可靠性、稳定性及抗干扰防虚警能力。

检测方法：在标准测试场地内，控制测试无人机按规范航线多次往复飞行，开展足量重复性实测；统计设备有效探测、漏探测及误虚警情况，综合评估设备探测可靠性与抗干扰性能。

判定要求：设备目标探测概率不低于 95%；标准 8 小时空旷无杂波值守周期虚警次数 ≤ 2 次；虚警定义为无无人机目标时设备主动输出无人机告警信号，鸟类、风筝、固定建筑回波、射频杂波触发告警

均计入虚警统计。复杂城区电磁场景可按合同约定放宽指标，并在检测报告注明测试环境。

9.3 定位精度

检测目的：核查设备对低空无人机目标空间位置的定位精准度，保障目标态势研判准确性。

检测方法：控制测试无人机在测试场地内多个标准点位悬停，比对设备输出的目标定位数据与实际真实坐标，核查设备定位偏差情况，综合评估定位精度性能。

判定要求：设备目标定位精准、偏差可控，定位性能符合产品设计标称及行业通用精度要求，可支撑目标跟踪、告警、处置等后续业务开展。

9.4 识别准确率

检测目的：验证设备对各类主流无人机目标的分类识别、属性判定能力。

检测方法：选取多种主流型号无人机，包含合作目标与非合作目标，依次进入设备探测区域开展实测，统计设备目标识别匹配情况，评估识别功能有效性与准确性。

判定要求：设备可精准识别各类常规低空无人机目标，识别准确率高、误判漏判少，识别性能满足低空防控态势感知需求。

9.5 工作频率测量

检测目的：核查设备工作射频频段合规性，确保符合无线电管理授权使用范围。

检测方法：设备处于正常额定工作状态，采用专业频谱检测设备实测其发射信号中心频率、占用带宽等核心参数，核对参数合规性。

判定要求：设备工作频率、占用带宽符合无线电管理授权规范，频段偏移可控，无超范围频点输出问题。

9.6 有效干扰距离

检测目的：验证低空无人机反制设备的有效作用覆盖范围，核查不同频段、不同模式下的反制覆盖能力。

检测方法：在无遮挡视距测试环境下，控制标准无人机在不同预设距离点位稳定悬停，启动设备反制功能，观测无人机受控响应状态，核实设备有效反制最远作用距离与覆盖范围。

判定要求：设备各类频段反制干扰覆盖范围符合产品设计标称要求，可有效覆盖常规低空防控作业场景，反制作用范围满足通用防控需求。

9.7 干扰精度/波束宽度

检测目的：验证定向反制设备的波束指向控制能力与定向干扰精准性，保障定向防控、精准干扰效果。

检测方法：在标准测试环境下，将定向干扰设备对准标准测试天线，通过专业测试设备检测不同角

度下的信号输出强度，核算设备有效干扰波束覆盖范围，评估定向控制精度。

判定要求：设备定向干扰波束可控、指向精准，波束覆盖范围合理，可实现目标精准干扰，无大范围无效辐射、误干扰问题。

9.8 处置效果检测

对各类预设无人机处置功能开展实测验证，核查驱离、迫降、返航等各类处置模块的处置效果。

按照设备处置类型分类核查处置效果，针对欺骗控制、物理捕获、攻击摧毁等不同处置模式，分别验证对应处置功能的落地效果与适配性。测试过程中需落实安全管控要求设置安全隔离机制与应急终止流程，规避安全隐患。

处置效果总体要求：各类合规处置功能可正常触发、有效落地，处置逻辑合理、适配场景到位，整体处置效果满足低空防控安全管控需求。

9.9 反制成功率

检测目的：综合验证设备各类反制手段的有效性、稳定性与可靠性。

检测方法：在设备有效反制范围内，针对干扰阻断、欺骗控制、物理捕获、攻击摧毁等不同类型反制功能，分别开展足量重复性实测，统计各类反制方式的有效成功次数，评估整体反制效能，同时核查各类边界工况、安全工况适配性。

判定要求：设备各类反制功能运行稳定、处置有效，不同模式下反制成功率达标，可可靠实现无人机违规飞行干预、拦截处置，满足低空安全防控管控需求。

9.10 网络与数据安全检测

围绕设备网络安全、数据安全、权限安全开展全方位检测，涵盖账户权限合规性核查、弱口令风险排查、接口访问鉴权校验、数据传输加密有效性、操作日志审计完整性、设备漏洞扫描及数据备份恢复能力检测等核心项目。

一级、二级高风险要地配套防控设备，投运前必须完成第三方网络安全测评及对应等级保护测评；三级普通要地可按需开展第三方安全测评。

安全检测总体要求：设备权限管控规范、数据传输安全可控、日志审计完整可追溯、无高危安全漏洞，备份恢复功能可靠，满足网络与数据安全防护基本要求。

9.11 响应时间

检测目的：验证设备对入侵无人机目标的快速响应、即时处置能力，保障低空突发风险快速处置。

检测方法：分别设置自动触发、人工确认触发两种工作模式，记录目标告警触发至设备反制功能启动的全过程时长，通过多组重复测试，综合评估设备响应灵敏性。

判定要求：计时起点：设备稳定识别并输出有效无人机告警帧；计时终点：反制模块射频 / 定向

能输出达到额定工作功率。自动处置模式整机响应时间 $\leq 3s$ ，人工确认处置模式（人工点击确认后启动反制）整机响应时间 $\leq 8s$ 。

9.12 电磁辐射安全检测

检测目的：核查设备工作状态下电磁辐射水平，保障人员作业安全与环境安全。

检测方法：设备运行于最大发射功率额定工况，在设备周边不同距离点位实测电磁辐射强度，记录辐射峰值数据，对照通用安全标准评估合规性。

判定要求：设备整机最大发射功率工况下，全空间电磁曝露强度符合 GB 8702-2014 公众电磁辐射限值要求，人员常规操作区域无超剂量辐射风险，定向能设备近距离辐射满足专项安全管控指标。

9.13 杂散辐射测量

检测目的：核查设备非工作频段辐射水平，杜绝杂散信号干扰周边各类无线电业务。

检测方法：在标准测试环境下，对设备全频段杂散辐射信号开展全覆盖检测，记录各频点杂散辐射强度，评估杂散辐射控制水平。

判定要求：设备带外杂散辐射水平可控，符合无线电管理相关限值要求，不会对民航、通信、导航等公共无线电业务造成干扰影响。

9.14 高温工作试验

按照国家通用环境试验标准开展高温工况适应性测试，设备在高温环境下持续运行，全程核查设备工作状态。试验要求：设备高温环境下运行正常、性能稳定，无故障停机、功能失效、参数异常等问题，满足高温工况使用需求。

9.15 低温工作试验

按照国家通用环境试验标准开展低温工况适应性测试，设备在低温环境下持续运行，全程核查设备工作状态。试验要求：设备可适配低温作业环境，运行稳定、功能正常，无低温启动故障、性能衰减异常问题。

9.16 恒定湿热试验

按照国家通用湿热环境试验标准开展测试，设备在恒定高温高湿环境下持续运行，试验完成后核查设备整体性能与绝缘状态。试验要求：设备耐湿热性能良好，试验后绝缘性能、工作性能均正常，无受潮故障、性能劣化问题。

9.17 防护等级试验

按照国家通用防护等级测试标准开展检测，区分室内、室外设备分别核查防尘、防水防护能力。试验要求：设备防护等级适配部署场景需求，防尘防水性能达标，可适应对应场景常态化部署使用。

9.18 电气安全检测

开展设备全方位电气安全性能检测，涵盖绝缘性能、介电强度、接地连续性、泄漏电流等核心电气安全项目。检测要求：设备各项电气安全性能合规，绝缘可靠、接地规范、无漏电隐患，满足电气安全通用标准，保障设备运行与人员作业安全。

9.19 电磁环境与兼容性检测

核查设备射频工作相关参数合规性，包括工作频段、发射功率、带外辐射、谐波干扰、邻道信号泄漏等关键射频指标，结合现场工况开展背景噪声核查与频谱监测，确保设备自身射频输出合规。

针对机场、无线电敏感区域等特殊部署场景，重点检测设备运行状态下与航空通信、导航、监视及其他各类关键无线电业务的电磁兼容性，杜绝相互干扰问题。

电磁兼容总体要求：设备射频参数符合无线电管理规范，电磁辐射可控，与周边各类合法无线电业务兼容运行，无干扰、无冲突。

10 判定准则

10.1 合格判定

所有检测项目均符合本规范及相关标准要求时，判定设备检测合格。

10.2 不合格分类

A 类不合格（直接终止检测，无复检、不允许单项复检，需整机整改全套重测）：涉及人身安全、永久性干扰民航 / 导航等国家级关键无线电业务，包含：1）电气绝缘击穿、整机漏电、触电安全隐患；2）整机额定工况电磁辐射超出 GB 8702-2014 公众限值；定向激光 / 微波定向能设备近距离作业辐射超标、防护装置失效；3）设备发射频段超出无线电许可范围；4）杂散辐射在航空 GNSS、航空通信、民航导航专用频段超标，可造成航空设备干扰。其余普通频段杂散辐射超标划为 B 类不合格。

B 类不合格（核心性能，允许单项复检）：主要作战性能指标不达标，包含：探测距离、有效干扰距离、响应时间、反制成功率、定位精度、识别准确率、干扰波束精度、工作频率超差、高低温 / 湿热环境失效、IP 防护等级不达标、网络数据安全高危漏洞。

C 类不合格（一般资料 / 外观，整改即通过）：外观标识、包装、配套技术资料缺失、铭牌参数标注错误等一般性要求不符合。

10.3 复检规则

出现 A 类不合格，（电气漏电、电磁辐射超标、干扰民航通信）：本次检测直接终止，样机全部整改后全套重测，无复检机会；

出现 B 类不合格，允许整改后复检，复检项目为原不合格项目及关联项目；

出现 C 类不合格，允许整改后直接通过。

11 核准

11.1 程序

核准程序应包括以下步骤：

- 1) 申请受理。提交申请书、前置许可材料、设备资料和部署方案。
- 2) 资料预审。核查合法性、完整性和适用场景。
- 3) 型式或一致性检测。对产品和版本一致性进行检测。
- 4) 现场检测。对覆盖范围、电磁环境、链路时延、联动接口和处置流程进行实测。
- 5) 试运行。设备完成实验室检测、现场实测后，需开展现场试运行，为核准前置强制环节；一级二级要地试运行不少于 30d，三级要地试运行不少于 15d。试运行期间不得出现 A 类不合格事件，B 类核心性能缺陷累计不超过 1 项，方可进入专家评审。
- 6) 专家评审。形成《检测报告》《电磁环境评估意见》《网络安全审查意见》和《核准建议书》。
- 7) 核准决定。出具“通过”“附条件通过”或“不予核准”的书面结论。

无线电发射设备型号核准属于法定许可事项，其测试由工业和信息化部委托承检机构实施，并以《无线电发射设备型号核准检测报告》作为法定材料之一；本文件规定的防控设备整机核准不得替代该程序。

11.2 申请

申请单位应向具有资质的检测/核准机构提交以下材料：

- 1) 核准申请表；
- 2) 企业法人营业执照复印件；
- 3) 产品技术说明书（含技术参数、工作原理、组成结构）；
- 4) 产品使用说明书；
- 5) 产品企业标准或技术规范；
- 6) 无线电发射设备型号核准证（如适用）；
- 7) 其他需要的技术资料。

11.3 受理

核准机构在收到申请材料后 5 个工作日内进行完整性审查，符合要求的予以受理。

11.4 检测

核准机构委托具有资质的检测实验室按照本规范进行检测，出具检测报告。

11.5 技术审查

核准机构组织专家对检测报告和申请材料进行技术审查。

11.6 核准决定

技术审查通过后，核准机构在 10 个工作日内作出核准决定，颁发核准证书。

11.7 核准证书

核准证书有效期一般为 3 年，期满前 3 个月可申请延续。核准证书 3 年有效期内，一级、二级要地设备每 12 个月、三级要地设备每 24 个月完成周期性检测，复测报告归档留存；周期到期前 30 日内未完成检测并提交有效报告的，核准证书自动失效。

11.8 核准程序时限明细

本条规定了核准程序的时限：

- 1) 申请材料提交（申请单位），材料齐全后受理；
- 2) 材料完整性审查（核准机构），5 个工作日（自收到申请材料起算）；
- 3) 材料补正（申请单位），15 个工作日（自收到补正通知起算，逾期视为撤回申请）；
- 4) 受理决定（核准机构），材料补正后 3 个工作日；
- 5) 委托检测（核准机构），受理后 5 个工作日（委托具有资质的实验室）；
- 6) 检测实施（检测实验室），15~30 个工作日（视设备复杂程度而定）；
- 7) 出具检测报告（检测实验室），检测完成后 5 个工作日；
- 8) 技术审查（核准机构），10 个工作日（自收到检测报告起算）；
- 9) 整改（如需、申请单位），30 个工作日（整改完成后重新审查）；
- 10) 核准决定（核准机构），技术审查通过后 10 个工作日（颁发或不予颁发证书）；
- 11) 证书送达（核准机构），核准决定后 3 个工作日（邮寄或自取）。

总时限说明：

无需整改的情况下，从受理到颁发证书约需 30~50 个工作日；

需要整改的情况下，总时限相应延长。

11.9 重大变更

下列情形之一，应重新检测并复核核准：

- 1) 射频参数、工作频段、发射功率、天线形式或处置机制发生重大变化；
- 2) 传感器类型、数量、布局或融合算法发生重大变化；
- 3) 平台软件主版本升级且影响告警、联动、日志或权限控制；
- 4) 部署场地、电磁环境、空域条件、周边建筑或防控等级发生重大变化。

11.10 定期复核

定期复核应按照一级、二级要地防控设备复核周期不应超过 12 个月；三级要地防控设备不应超过

24 个月。

1) 周期性检测报告有效期 12 个月，仅作为当期设备在役合规佐证，不可跨周期复用；连续两次周期性检测不合格，立即暂停核准证书效力，完成整改、全套复测合格后方可恢复；

2) 3 年核准证书有效期届满复评时，可采信有效期内未超 24 个月的有效型式检验报告，复用试验室高低温、湿热、IP 防护定型试验数据，无需重复开展环境耐久定型测试；

3) 设备发生 11.8 规定的重大变更后，原有型式报告、周期性报告全部失效，需重新开展型式检验与现场复核。在未发生重大变化时，核准建议有效期为 3 年；到期应组织复评。该周期与“动态复评”机制保持一致。

11.11 暂停与撤销

发生重大安全事故、造成外部有害干扰、出现严重网络安全事件、发现许可材料失实或超出授权场景使用的，应暂停或撤销核准。

11.12 核准结论

符合下列条件之一的，可判定为通过：无 A 类不符合、无 B 类不符合，C 类不符合已闭环整改。

符合下列条件之一的，可判定为附条件通过：无 A 类不符合，且 B 类不合格不超过 2 项，且不同时存在探测、反制两类核心性能缺陷，同时提交完整可落地整改方案、明确不超过 30 个自然日整改复测期限，方可判定附条件通过；综合防控类 DC 设备同时存在探测、反制 B 类缺陷直接不予核准。整改期满复测仍存在 B 类不合格，撤销附通过结论，判定不予核准。

有下列情形之一的，应判定为不予核准：存在任一 A 类不符合；B 类不符合超过 2 项；拒不整改；试运行期间发生重大误反制、重大误报漏报或明显干扰外部合法无线电业务。

12 检测报告

12.1 报告内容

检测报告应至少包含以下内容：

- 1) 报告编号、页码、总页数；
- 2) 委托单位名称、地址；
- 3) 被测设备名称、型号、编号、制造商；
- 4) 检测依据的标准和规范；
- 5) 检测环境条件；
- 6) 检测用仪器设备清单及有效期；
- 7) 各检测项目的检测结果及判定；

- 8) 检测结论（合格/不合格）；
- 9) 检测日期、检测人员签名、审核人员签名、批准人员签名；
- 10) 检测机构盖章。

12.2 报告有效期

本条款规定了报告的有效期限：

- 1) 型式检验报告自签发之日起有效期 24 个月，可在 24 个月有效期内用于设备定型、核准初次申请、3 年证书到期复评，可复用试验室环境定型试验数据；超出 24 个月或设备发生重大变更则失效；
- 2) 出厂检测、选型检测、现场验收检测、年度周期性复测报告有效期 12 个月，仅对应单次检测场景有效，不可跨年度、跨周期复用，仅作为当期设备合规证明；
- 3) 所有检测报告仅对应单次检测场景，有效期内仅可复用对应定型试验室数据，不得替代设备现场年度周期性实测复核，核准证书存续周期内需按期完成现场周期性检测。

13 标志、包装、运输和贮存

13.1 标志

设备应在显著位置设置耐久性铭牌，至少包含：

- 1) 产品名称及型号；
- 2) 制造商名称；
- 3) 出厂编号及生产日期；
- 4) 主要技术参数（工作频率、发射功率、电源电压）；
- 5) 核准编号（如有）。

13.2 包装

包装应满足防潮、防震、防尘要求，包装箱内应附有：

- 1) 产品合格证；
- 2) 使用说明书；
- 3) 保修卡；
- 4) 配件清单。

13.3 运输

运输过程中应避免剧烈碰撞、倒置、雨雪淋袭。

13.4 贮存

依据 GB/T 2423.1、GB/T 2423.2 环境试验要求，设备贮存环境温度-20℃~+55℃，环境相对湿度

≤90%（无凝露），库房无腐蚀性气体、无高强度恒定电磁场的库房中。

附 录 A

(资料性)

检测项目汇总表

表 A 检测项目汇总表

序号	检测项目	适配反制类型	型式	出厂	选型	验收	周期性
1	探测距离	D/DC	√	√	☒	☒	☒
2	探测概率与虚警率	D/DC	√	√	☒	☒	☒
3	定位精度	D/DC	√	√	☒	☒	☒
4	识别准确率	D/DC	√	√	☒	☒	☒
5	有效干扰距离	C/DC	√	√	☒	☒	☒
6	干扰精度	C/DC	√	√	☒	☒	☒
7	响应时间	C/DC	√	√	☒	☒	☒
8	反制成功率	C/DC	√	√	☒	☒	☒
9	工作频率	C/DC	√	√	☒	☒	☒
10	杂散辐射	C/DC	√	√	☒	☒	☒
11	电磁辐射安全	C/DC	√	√	☒	☒	☒
12	环境适应性	D/C/DC	√	√	☒	☒	☒
13	电气安全	D/C/DC	√	√	√	√	√
14	电磁兼容性	D/C/DC	√	√	☒	☒	☒

备注：“√”为本文件规定应实施的检测项目，“☒”为本文件规定免于检测的项目，“抽检”为用户根据需要自行抽样检查的项目，非本文件强制检测项目。

附 录 B

(资料性)

检测记录表格示例

表 B.1 探测距离检测记录表

测试环境： 仪器编号： 测试人员： 测试时间：

试验次数	无人机型号	飞行速度 (m/s)	首次发现距离 (m)	备注
1				
2				
3				
4				
5				
平均值				

表 B.2 电磁辐射安全检测记录表

测试环境： 仪器编号： 测试人员： 测试时间：

测量位置	测量值 1 (W/m ²)	测量值 2 (W/m ²)	测量值 3 (W/m ²)	最大值 (W/m ²)	判定
0.5m					
1m					
2m					
3m					

表 B.3 欺骗控制反制检测记录表

测试环境： 仪器编号： 测试人员： 测试时间：

项目	批次 1	批次 2	批次 3	批次 4	判定
欺骗					
控制					
反制					

表 B.4 物理捕获反制检测记录表

测试环境： 仪器编号： 测试人员： 测试时间：

项目	500m 捕获	1000m 捕获	1500m 捕获	落点偏差	判定
无人机 1					
无人机 2					
无人机 3					

表 B.5 激光 / 微波摧毁反制检测记录表

测试环境： 仪器编号： 测试人员： 测试时间：

项目	辐射强度 1	辐射强度 2	辐射强度 3	辐射强度 4	判定
距离 1					
距离 2					
距离 3					

附 录 C

(规范性)

检测流程

C.1 检测总体流程

检测工作应按照以下流程进行：

接受检测任务→资料审查(技术资料完整性)→资料是否齐全？

→是→制定检测方案

→否→通知补充资料→退回或等待→制定检测方案(明确项目/方法)

→检测前准备(仪器/场地/样品)→外观与标识检查→功能检查(开机/自检/基础功能)

→分项性能检测→探测性能检测→频谱合规性检测→环境适应性检测→电磁兼容检测

→分项性能检测→反制性能检测→电磁辐射安全检测→电气安全检测→电磁兼容检测

→数据整理分析→出具检测报告→报告审核批准→检测结束

C.2 检测流程说明

表 C 检测流程表

步骤	环节名称	主要工作内容	责任岗位	备注
1	接受检测任务	接收委托，明确检测需求和范围	业务受理员	
2	资料审查	审核技术资料完整性、合规性	检测工程师	
3	制定检测方案	确定检测项目、方法、仪器、场地	检测工程师	
4	检测前准备	仪器校准、场地确认、样品状态检查	检测员	
5	外观与标识检查	检查外观完整性、铭牌信息	检测员	
6	功能检查	通电自检、基础功能验证	检测员	
7	分项性能检测	逐项执行规定的检测项目	检测员/检测工 程师	
8	数据整理分析	记录、计算、分析检测数据	检测工程师	
9	出具检测报告	按要求编制报告	检测工程师	
10	报告审核批准	审核报告内容，批准签发	技术负责人	

附 录 D

(资料性)

检测报告模板

D.1 封面格式

[检测机构名称]

检 测 报 告

报告编号: _____

产品名称: _____

型号规格: _____

委托单位: _____

检测类别: _____

[检测机构盖章]

签发日期: ____年__月__日

D.2 报告正文格式

检测报告

报告编号：_____ 第 页 共 页

项 目	内 容
产品名称	
型号规格	
出厂编号	
其它	无线电发射设备型号核准证编号； 专项模块（声学 / 定向摧毁）安全评估报告编号、授权文件编号。
制造商	
委托单位	
检测类别	☐ 型式检验 ☐ 出厂检测 ☐ 选型检测 ☐ 验收检测 ☐ 周期性检测
检测日期	
检测地点	温度：_____℃ 湿度：_____％ 气压：_____kPa
环境条件	
检测依据	
检测结论	☐ 合格 ☐ 不合格（不合格项见附页）

表 D.1 检测项目及结果

序号	检测项目	技术要求	检测结果	判定	备注
1	探测距离	$\geq$ ____ m	____ m	☐ 合格 ☐ 不合格	
2	探测概率	$\geq$ ____ %	____ %	☐ 合格 ☐ 不合格	
3	虚警率	$\leq$ ____ 次/小时	____ 次/小时	☐ 合格 ☐ 不合格	
4	定位精度	$\leq$ ____ m	____ m	☐ 合格 ☐ 不合格	
5	识别准确率	$\geq$ ____ %	____ %	☐ 合格 ☐ 不合格	
6	有效干扰距离	$\geq$ ____ m	____ m	☐ 合格 ☐ 不合格	
7	干扰精度	$\leq$ ____ °	____ °	☐ 合格 ☐ 不合格	
8	响应时间	$\leq$ ____ 秒	____ 秒	☐ 合格 ☐ 不合格	
9	反制成功率	$\geq$ ____ %	____ %	☐ 合格 ☐ 不合格	
10	工作频率偏差	$\pm$ ____ MHz	$\pm$ ____ MHz	☐ 合格 ☐ 不合格	
11	杂散辐射	$\leq$ ____ dBm	____ dBm	☐ 合格 ☐ 不合格	
12	电磁辐射安全	$\leq$ ____ W/m ²	____ W/m ²	☐ 合格 ☐ 不合格	
13	环境适应性	符合要求	☐ 符合 ☐ 不符合	☐ 合格 ☐ 不合格	
14	电气安全	符合要求	☐ 符合 ☐ 不符合	☐ 合格 ☐ 不合格	
15	电磁兼容性	符合要求	☐ 符合 ☐ 不符合	☐ 合格 ☐ 不合格	

备注：

检测结论：

批准（签名）： _____ 审核（签名）： _____ 主检（签名）： _____

日期： _____ 日期： _____ 日期： _____

D.3 仪器设备清单页

表 D.2 检测仪器设备清单

序号	仪器名称	型号	编号	有效期至	用途
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

参考文献

- [1] GB/T 39772-2021 无人机反制设备技术要求
 - [2] T/CASMES 518—2025 便携式无人机探测和反制系统
 - [3] T/AOPA 0068—2024 固定式无人机侦测反制设备技术要求
 - [4] DB6101/T 3146-2023 低慢小无人机侦测与反制系统建设和验收规范
 - [5] GB 8702-2014 电磁环境控制限值
 - [6] GB/T 17626 电磁兼容 试验和测量技术系列标准
 - [7] 无线电发射设备通用规范相关国家标准
-

ICS 03.220

CCS S 50/59

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/CICC 27005—2026

要地低空无人机防控能力评估规范

Specification for assessment of low-altitude UAV defense capability for
critical sites

2026-10-12 发布

2026-10-12 实施

中国指挥与控制学会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 评估原则 2

5 评估对象与范围 2

5.1 评估对象 2

5.2 评估范围 3

6 防控能力评估指标体系 3

6.1 总则 3

6.2 感知识别能力评估指标 3

6.2.1 探测概率 3

6.2.2 虚警率 3

6.2.3 首次发现并识别距离 3

6.2.4 目标识别正确率 3

6.2.5 定位误差 3

6.2.6 航迹连续率 4

6.3 预警指挥控制能力评估指标 4

6.3.1 告警时延 4

6.3.4 指挥决策响应时间 4

6.4 处置反制拦截能力评估指标 4

6.4.1 处置手段适配满足度 4

6.4.2 多手段协同处置成功率 4

6.4.3 处置生效时间 4

6.4.4 首次有效处置距离 5

6.4.5 处置有效率 5

6.5 网络通信保障能力评估指标 5

6.5.1 关键数据传输成功率 5

6.5.2 关键数据传输时延 5

6.6 实战部署与维护保障能力评估指标 5

6.6.1 展开部署时间 5

6.6.2 撤收转移时间 5

6.6.3 系统功能恢复时间 5

7 防控能力评估技术方法 6

7.1 防控能力评估流程 6

7.1.1 评估对象与范围确定 6

7.1.2 评估条件确定 6

7.1.3 评估数据获取 6

7.1.4 防控能力计算评估 6

7.1.5 评估结果复核与报告编制 6

7.2 评估数据获取方法	6
7.2.1 基于实际飞行测试的数据获取方法	6
7.2.2 基于计算机仿真的数据获取方法	7
7.3 防控能力计算方法	8
7.3.1 评估基准与标准化	8
7.3.2 评估指标权重确定	8
7.3.3 防控能力指数计算	8
7.3.4 防控能力等级确定	9
7.3.4 防控能力专项评估	10
7.4 防控能力评估结果输出	10
8 防控能力评估报告基本内容	11
附 录 A	12
附 录 B	16
参考文献	21

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。

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：南京航空航天大学、江南机电设计研究所、中电莱斯信息系统有限公司、四川九洲电器集团有限责任公司、空军工程大学、西安天和防务技术股份有限公司、中国人民解放军32398部队、南京警察学院、北京鲲鹏数航标准技术有限公司

本文件主要起草人：谢华、尹嘉男、李兴国，冯妍艳，马园园、孙裔申、张明伟、徐光勇、刘艳红、刘治涛、刘颖俐、杨佳佟、王玉茜，罗静、邓建鑫、宋敏、曹健、张峰君、孙亚洲、成昌波、朱澄澄、姜志乾、严璐、梁浩、孙宇馨、金字、李贺、王峰、李梦哲

要地低空无人机防控能力评估规范

1 范围

本文件规定了要地低空无人机防控能力评估的评估原则、评估对象与范围、防控能力评估指标体系、防控能力评估技术方法、防控能力评估报告基本内容。

本文件适用于不同防控等级要地的低空无人机防控体系整体防控能力评估。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 42590-2023 民用无人驾驶航空器系统安全要求

GB 46750-2025 民用无人驾驶航空器系统运行识别规范

GB/T 35018-2018 无人驾驶航空器系统分类及分级

GA/T 1777-2021 重要活动场所安全技术防范系统要求

MH/T 1072-2018 民用无人驾驶航空器系统运行通用要求

T/CICC 27001-2026 要地低空无人机防控等级划分及基本要求

T/CICC 27002-2026 要地低空无人机防控体系通用要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

防控能力 defense capability

防控体系依托既有功能、资源和保障条件，在规定任务和运行条件下实施低空无人机探测识别、预警指挥、拦截处置等防控活动所具备的能力及其实际运行效能。

3.2

防控能力评估 assessment of defense capability

按照规定的评估对象、评估范围、评估指标和技术方法，对防控体系的能力基础及实际防控效

能进行数据获取、指标计算、综合评估、等级判定和结果分析的过程。

3.3

能力域得分 capability domain score

基于同一能力域内各评估指标的标准化得分及其权重加权计算得到的综合评估结果，用于表征该能力域的能力基础及实际防控效能水平。

3.4

综合防控能力指数 overall defense capability index

基于标准化后的评估指标得分，经指标层和能力域层逐级加权计算得到的防控体系整体防控能力量化结果，用于综合表征防控体系能力基础及实际防控效能水平的量化结果。

3.5

防控能力等级 defense capability level

根据综合防控能力指数，并结合关键能力域及相关评估指标约束条件，对防控体系能力基础和实际防控效能综合水平进行划分形成的等级。

4 评估原则

要地低空无人机防控能力评估应遵循下列原则：

- a) 整体性原则。应以防控体系整体能力为评估对象，综合考虑探测识别、预警指挥、拦截处置及相关保障能力，不应以单一设备性能直接替代体系能力。
- b) 分级对应原则。应根据要地已确定的防控等级及其对应要求，确定评估范围、评估指标和判定要求。
- c) 实效性原则。应以防控体系在不同目标类型、入侵方式和入侵规模条件下的实际能力表现为主要评估依据，重点评估防控能力边界及薄弱环节。
- d) 客观可验证原则。评估所采用的数据、模型、参数和评估结果应具有明确来源并可追溯，仿真模型应经实际测试数据校准或验证。

5 评估对象与范围

5.1 评估对象

评估对象为要地低空无人机防控体系的防控能力。防控能力评估应以防控体系整体运行为对象，评估其对无人机目标进行探测识别、预警指挥、拦截处置以及完成相关保障任务的能力。

开展评估时，应明确被评估防控体系的组成、配置和运行状态。

5.2 评估范围

评估范围应包括：

- a) 核心区、缓冲区、监视区等防控空间范围；
- b) 探测识别、预警响应、指挥控制、拦截处置、值守联动及基础保障等能力要求。

6 防控能力评估指标体系

6.1 总则

各项指标应根据实际飞行测试、计算机仿真、运行记录或评估资料等获取评估数据，并按照本章规定的方法计算形成单项指标值。

评估指标应结合评估对象的防控等级、相应基本要求、防控任务及实际配置合理选取。对不具备相应功能或不适用的指标，可不纳入评估，并应在评估方案中说明。

6.2 感知识别能力评估指标

6.2.1 探测概率

用于表征防控系统对进入有效监视区域内无人机目标的有效发现能力，按系统成功发现并稳定输出目标信息的有效样本数占实际入侵有效样本总数的比例确定。

6.2.2 虚警率

用于表征防控系统将非无人机目标错误判断并上报为无人机目标的频次，按测试时段内虚警次数与测试持续时间的比值确定，单位为次每小时。

6.2.3 首次发现并识别距离

用于表征防控体系首次稳定发现无人机目标并完成规定级别识别时，目标与核心保护区边界之间的距离，取各次有效测试结果的算术平均值，单位为米。

6.2.4 目标识别正确率

用于表征防控体系对无人机目标类别、型号或规定目标属性进行正确识别的能力，按识别结果正确的有效样本数占进入识别环节的有效样本总数的比例确定。

6.2.5 定位误差

定位误差用于表征系统输出目标空间位置与真值位置之间的偏差。按式（6.1）计算：

$$\sigma_{pos} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [(x_i - x_i^0)^2 + (y_i - y_i^0)^2 + (z_i - z_i^0)^2]} \quad (6.1)$$

式中： σ_{pos} 未定位误差，单位为米（m）； x_i 、 y_i 、 z_i 为第 i 次测试中系统输出的目标三维坐标； x_i^0 、 y_i^0 、 z_i^0 为第 i 次测试中目标真值三维坐标。

6.2.6 航迹连续率

用于表征防控体系在目标处于规定监视范围期间，连续、稳定输出有效目标航迹的能力，按有效航迹输出时间占目标应跟踪时间的比例确定。

6.3 预警指挥控制能力评估指标

6.3.1 告警时延

用于表征防控体系在形成满足告警条件的有效目标信息后触发告警提示的及时性，取各次有效测试中系统形成有效目标信息至触发告警提示之间时间差的算术平均值，单位为秒。

6.3.2 目标融合正确率

用于表征防控体系将雷达、无线电、光电、视频等前端感知信息与外部信息进行关联、融合并形成统一目标态势的能力，按在规定时间内，同时被两种及以上探测手段发现的目标中，被正确关联并形成唯一融合航迹的目标数量占比。

6.3.3 威胁判断正确率

用于表征防控体系根据目标感知信息、外部信息和融合态势，对目标合法性、威胁性质及威胁等级作出有效判断的能力，系统威胁判断结果与测试方案预设目标属性、合法性及威胁等级一致的目标数量占测试目标总数的比例。

6.3.4 指挥决策响应时间

用于表征防控体系从输出预警信息至形成明确处置决策或处置指令所经历的时间，取各次有效测试结果的算术平均值，单位为秒。

6.4 处置反制拦截能力评估指标

6.4.1 处置手段适配满足度

用于表征防控体系所具备的处置手段对规定目标类型、入侵方式和应用场景处置需求的满足程度，按具有适用处置手段的目标与场景组合数量占评估方案规定应具备处置能力的目标与场景组合总数的比例确定。

6.4.2 多手段协同处置成功率

用于表征防控体系在需要联合处置的场景下，通过两种及以上处置手段或多个处置单元协同完成目标处置的能力，按实际达到预期协同处置效果的有效样本数占规定需要开展协同处置的有效样本总数的比例确定。

6.4.3 处置生效时间

用于表征防控体系从处置指令下达或处置措施启动，至目标首次出现符合预期处置效果的状态变化所经历的时间，取各次有效测试结果的算术平均值，单位为秒。

6.4.4 首次有效处置距离

用于表征防控体系首次使目标出现符合预期处置效果的状态变化时，目标与核心保护区边界之间的距离，取各次有效测试结果的算术平均值，单位为米。

6.4.5 处置有效率

用于表征防控体系实施处置措施后，使目标被有效拦截的能力，且未出现失控坠落、进入核心保护区、偏离安全处置区域、影响合法通信或者造成人员设施损伤等情况，按达到评估方案规定预期处置效果的有效样本数占实际实施处置措施的有效样本总数的比例确定。

6.5 网络通信保障能力评估指标

6.5.1 关键数据传输成功率

关键数据传输成功率用于表征防控体系关键数据可靠传输的能力，关键数据包括目标信息、融合航迹信息、告警信息、处置指令和状态反馈信息。按规定测试时段内接收端完整、正确接收的关键数据条数占发送端实际发送关键数据总条数的比例计算。

6.5.2 关键数据传输时延

关键数据传输时延用于表征防控体系关键数据从发送端传输至接收端的及时程度，按接收端完整、正确接收关键数据的时间与发送端发出相应数据的时间之差计算，取各条成功传输数据传输时延的算术平均值，单位为毫秒。

6.6 实战部署与维护保障能力评估指标

6.6.1 展开部署时间

展开部署时间用于表征移动式、便携式或临时部署型防控系统由行进状态转换至值守状态所需的时间，按系统停止行进并开始展开部署，至完成装备展开、架设、连接、调试和自检并具备规定任务能力之间的时间确定，单位为分钟。

6.6.2 撤收转移时间

撤收转移时间用于表征移动式、便携式或临时部署型防控系统由值守状态转换至行进状态所需的时间，按系统停止值守并开始撤收，至完成设备关停、拆解、收纳和装载并具备安全行进条件之间的时间确定，单位为分钟。

6.6.3 系统功能恢复时间

用于表征防控体系因设备故障、通信中断、软件异常、供电异常等原因导致规定任务能力下降或中断后，恢复至规定任务能力状态所需的时间，单位为分钟。

7 防控能力评估技术方法

7.1 防控能力评估流程

结合评估对象已确定的防控等级及其对应基本要求，通过实际飞行测试、计算机仿真、运行记录等方式获取评估数据，计算防控能力评估指标值，按照评估指标和能力域两个层级逐级开展综合评估，形成能力域得分和综合防控能力指数，并确定防控能力等级。

防控能力评估应按以下步骤开展：

7.1.1 评估对象与范围确定

明确评估对象、评估范围、评估目的以及被评估防控体系的组成、配置和运行状态；明确要地已确定的防控等级、对应防控等级场景及相关防控要求，并作为评估指标选取、测试条件设置和评估判定的依据。

7.1.2 评估条件确定

根据要地已确定的防控等级及其对应基本要求，结合实际防控任务、运行环境和典型风险，明确本次评估的适用条件、评估内容和评估要求。评估条件应能够反映被评估防控体系的实际运行和任务需求，不应仅选取有利条件开展评估。

7.1.3 评估数据获取

根据评估目的、防控等级场景和评估指标要求，确定评估数据获取方式。评估数据可通过实际飞行测试、计算机仿真、运行记录、设备日志、第三方检测数据或其他评估资料获取；开展测试或仿真时，应根据防控任务和典型威胁设置无人机目标类型、入侵方式、入侵规模及主要运行参数。

主要运行参数可包括飞行高度、飞行速度、飞行路径、接近方向、目标间隔等；应明确数据采集内容、记录方式、测试频次和样本量，形成满足指标计算和综合评估要求的评估数据集。

7.1.4 防控能力计算评估

对单项评估指标进行计算和标准化处理，确定指标权重、能力域权重，计算能力域得分和综合防控能力指数，并确定相应防控能力等级。根据评估需要，可开展不同目标类型、入侵方式、入侵规模及其他测试条件下的专项对比分析。

7.1.5 评估结果复核与报告编制

对评估过程及结果进行复核，确认数据处理与计算结果的一致性与合理性，形成评估报告并按要求归档。

7.2 评估数据获取方法

7.2.1 基于实际飞行测试的数据获取方法

7.2.1.1 适用范围

基于实际飞行测试的数据获取方法，是指在真实或近真实运行环境中组织无人机入侵测试，采集目标运行、防控响应、处置效果、安全影响和保障过程等数据，并据此支撑相关指标计算和能力评估的方法。该方法适用于运行环境明确、测试条件可控、安全保障措施完备的场景。

7.2.1.2 数据获取流程

测试数据获取应按照方案设计、测试准备、测试执行、数据采集与处理等环节开展，明确评估数据来源、采集方式、记录要求和处理方法，形成满足指标计算和能力评估要求的数据集。测试方案应同步明确目标真值数据、探测识别数据、告警预警数据、指挥处置数据、反制效果数据、环境条件数据等数据来源，以及各类数据的采集设备、记录字段、时间基准和保存方式。评估数据获取方案设计与方法可参见附录A。

7.2.1.3 数据获取要求

基于实际飞行测试数据获取应满足以下要求：

- a) 测试应在受控环境下开展，确保人员与设施安全；
- b) 不同入侵规模测试应在相同场景条件下进行，以保证结果可比性；
- c) 应保证数据采集的完整性与一致性，满足可追溯要求；
- d) 应明确系统配置、运行状态及环境条件，以支持结果复现；
- e) 当测试条件发生变化时，应说明对评估结果的影响。

7.2.2 基于计算机仿真的数据获取方法

7.2.2.1 适用范围

基于计算机仿真的数据获取方法，是指通过构建防控区域、入侵目标、运行环境和防控过程的仿真模型，生成指标计算所需数据，并据此支撑防控能力评估的方法。该方法适用于实际飞行测试难以覆盖的高入侵规模、多场景组合、复杂环境或极端条件下的评估数据补充，可用于分析入侵规模、环境条件、目标特征与防控响应之间的关系。

7.2.2.2 仿真数据获取流程

测试仿真数据获取应按照场景构建、参数设定、仿真运行、数据处理与指标计算等环节开展，并结合评估基准、需求值或限值说明指标达成情况。评估数据获取方案设计与方法可参见附录A。

7.2.2.3 仿真数据获取要求

基于计算机仿真的数据获取应满足以下要求：

- a) 仿真模型应能够反映实际运行环境与系统行为特征；
- b) 仿真模型及关键参数应结合实际飞行测试数据、历史运行记录、装备标定数据或第三方测

试数据进行校准或验证；

- c) 仿真参数设置应与实际运行条件具有一致性或合理映射关系；
- d) 仿真数据应具备完整性与可追溯性；
- e) 仿真结果宜通过实飞测试数据进行对标或校验；
- f) 涉及关键能力评估及防控能力等级判定时，不宜仅采用未经实测数据校准或验证的仿真结果作为判定依据。

7.3 防控能力计算方法

7.3.1 评估基准与标准化

参与综合评估的指标应明确评估基准。评估基准应优先依据评估对象已确定的防控等级及其对应基本要求，以及相关标准、规范规定的要求值、限值或目标值确定；无明确规定的，可依据经确认的防控任务要求、系统设计指标、检测结果或其他具有可验证依据的技术要求确定。

评估指标应根据评估方向、评估基准和参考值进行标准化处理，形成统一量纲的单项指标得分。评估指标达到评估基准时，应达到基本评估要求；优于或低于评估基准时，应根据其相对于评估基准和参考值的达成程度确定相应得分。

评估基准、参考值及标准化规则应在评估方案中预先明确，并说明来源和依据。同一评估项目中应保持一致，不应根据评估结果进行事后调整。

具有明确限值要求的评估指标，应在综合评估前进行符合性校核，其结果作为防控能力等级判定的约束条件。

7.3.2 评估指标权重确定

参与综合评估的指标应根据指标属性和量纲进行统一处理，并依据相关标准规定的要求值、基准值或限值形成单项评估结果。具有安全约束、限值约束或否决属性的指标，应单独进行符合性校核，其评估结果应作为防控能力等级判定的约束条件，不应因加权计算而被弱化。

防控能力评估应采用能力域权重和指标权重相结合的递阶评估方式。指标权重用于反映同一能力域内不同评估指标的相对重要程度，能力域权重用于反映不同能力域对总体防控能力的相对重要程度。

权重可根据要地防控等级、任务要求及评估内容的重要程度，采用专家评分法、层次分析法、德尔菲法、数据赋权法或其组合方法确定。各层级权重应进行归一化处理，并对权重设置的合理性进行校核。难以直接量化的评估内容，可采用专家评估或符合性判定方式形成评估结果。

7.3.3 防控能力指数计算

7.3.3.1 能力域得分

根据标准化后的单项评估指标得分及其权重计算各能力域得分，能力域得分按式（7.1）计算：

$$C_j = \sum_{i=1}^{n_j} w_{ij} S_{ij} \tag{7.1}$$

式中：

- C_j —第 j 个能力域得分；
- S_{ij} —第 j 个能力域中第 i 项评估指标的标准化得分；
- w_{ij} —第 j 个能力域中第 i 项评估指标的权重；
- n_j —第 j 个能力域所包含的评估指标数量。

7.3.3.2 综合防控能力指数

根据各能力域得分及其权重计算综合防控能力指数，综合防控能力指数按式（7.2）计算：

$$C = \sum_{j=1}^m W_j C_j \tag{7.2}$$

式中：

- C —综合防控能力指数；
- C_j —第 j 个能力域得分；
- W_j —第 j 个能力域的权重；
- m —纳入综合评估的能力域数量。

7.3.4 防控能力等级确定

防控能力等级应根据综合防控能力指数，并结合关键能力域及具有明确限值要求的评估指标的约束情况确定。防控能力等级分为A、B、C、D四级，其综合防控能力指数、能力水平及关键能力域要求应符合表1的规定。

关键能力域是指对防控体系完成规定防控任务具有直接影响，并对防控能力等级形成约束的能力域。关键能力域应结合评估对象的防控等级、评定范围及相应基本要求确定，并在评估方案中明确。感知识别能力、预警指挥控制能力和处置反制拦截能力原则上应作为关键能力域；安全防护与网络通信保障能力、实战适应与维护保障能力可根据具体防控任务和保障要求确定是否纳入关键能力域。

表1 防控能力指数与防控能力等级对应关系表

等级	综合防控能力指数	能力水平说明	关键能力域要求
A	86-100	防控能力全面	关键能力域不低于 80，且不存在明显短板
B	71-85	防控能力较强	关键能力域指数不低于70

C	60-70	防控能力基本满足要求	至少具备基本发现、预警和处置闭环
D	<60	防控能力不足	存在关键能力短板或闭环处置不稳定

关键能力域或具有明确限值要求的评估指标未达到相应要求时，应对防控能力等级进行约束性修正。关键能力域的范围及其判定要求应根据要地防控等级、相应基本要求和防控任务确定，并在评估方案中明确。防控能力等级约束宜满足以下要求：

- a) 任一关键能力域得分低于60分时，防控能力等级不应高于C级；
- b) 存在两个及以上关键能力域得分低于70分时，防控能力等级不应评为A级；
- c) 具有明确限值要求的评估指标未达到相应要求时，应根据其对防控任务的影响对防控能力等级进行相应约束。

7.3.4 防控能力专项评估

根据评估需要，可围绕目标类型、入侵方式、入侵规模以及环境和运行条件等开展防控能力专项评估，用于分析不同测试条件变化对防控体系能力表现的影响。

专项评估宜基于实际飞行测试或计算机仿真数据开展。在开展对比分析时，除拟分析因素外，其他主要测试条件应保持一致，并对单项评估指标、能力域得分和综合防控能力指数的变化情况进行比较分析。

对入侵规模开展专项评估时，宜按照由低到高的顺序逐级增加入侵规模，分析评估指标、能力域得分和综合防控能力指数随入侵规模变化的趋势，识别能力明显下降的区间、主要瓶颈环节及可承载能力边界。必要时，可在相邻入侵规模之间增加测试档位，以提高分析结果的准确性。

专项评估结果应说明主要影响因素、能力变化趋势及薄弱环节，可用于防控体系优化、资源配置调整、运行策略制定及综合评估结果说明。

7.4 防控能力评估结果输出

评估结果应包括指标数据、指数计算结果、防控能力等级评定结果及专项评估结果，具体输出内容应符合表2的规定。

评估结果应具备可追溯性，评估过程中形成的任务过程日志、原始数据、失败样本、系统版本及配置参数、测试环境条件等资料应同步保存，并与相应测试批次及评估结果建立对应关系，以支持后续复测、对比分析和结果验证。

表2 防控能力评估结果输出表

序号	输出类别	输出内容	说明
1	指标与数据结果	原始指标值	各场景与入侵规模档位下的原始观测数据
2		指标统计特征	包括均值、方差、置信区间等，反映指标分布特性

3		标准化指标值	用于能力域及综合防控能力计算
4		数据质量说明	包括异常值、缺失数据处理情况
5	指数计算结果	能力域得分	各能力域综合评估结果
6		综合防控能力指数	防控体系整体能力水平
7		指数变化情况	不同目标类型、入侵方式、入侵规模及其他测试条件下的变化情况
8	等级评定结果	综合能力等级	系统整体等级
9		等级约束说明	关键能力域对等级的约束情况
10	防控能力专项评估结果	能力变化趋势	不同测试条件变化对防控能力的影响趋势
11		测试条件对比结果	不同目标类型、入侵方式、入侵规模或环境条件下的评估结果对比
12		防控能力边界	不同入侵规模下的能力下降区间及可承载能力边界
13		瓶颈与影响因素分析	关键能力短板与影响因素

8 防控能力评估报告基本内容

- 评估报告应包括以下基本内容：
- a) 评估信息：包括评估对象、评估时间、评估单位及评估目的；
 - b) 评估依据：包括采用的标准、规范及相关技术文件；
 - c) 评估方法：数据获取方法、评估指标处理方法及权重确定方法；
 - d) 测试与数据说明：包括测试条件、目标类型、入侵方式、入侵规模、主要运行参数、数据来源及样本量等；
 - e) 评估结果：包括单项指标得分、能力域得分及综合防控能力指数；
 - f) 等级评定结果：包括防控能力等级、等级判定依据及相关约束情况；
 - g) 专项评估结果：根据实际开展情况，包括不同目标类型、入侵方式、入侵规模及其他测试条件下的能力变化趋势、能力边界及对比分析结果；
 - h) 分析与结论：包括防控能力水平评估、主要能力短板、影响因素及改进建议；
 - i) 评估局限性说明：包括测试样本量、测试条件覆盖范围、数据获取条件、仿真模型及假设等因素对评估结果的影响和适用限制；
 - j) 附录与说明：包括权重参数、标准化方法、数据处理规则，以及任务过程日志、原始数据、失败样本、系统版本与配置、环境条件等必要的评估追溯资料。

附录 A

(资料性)

评估数据获取方案设计与方法

A.1 范围

本附录给出了防控能力评估数据获取的参考方法，适用于实际飞行测试和计算机仿真测试方案的制定。实验方案主要包括入侵规模、目标类型、入侵方式、运行参数及其他测试条件的设置，以及测试频次、样本量和数据采集要求等，可用于支撑评估指标计算、综合防控能力评估及专项评估。

A.2 基于实际飞行测试的数据获取实验方案设计

A.2.1 测试条件设置

实际飞行测试条件应根据评估对象已确定的防控等级及其对应基本要求，结合实际防控任务、运行环境、典型威胁及评估指标要求确定。

测试条件可包括气象条件、电磁环境、空间遮挡、系统运行状态以及其他可能影响防控能力的因素。对于需要开展对比分析的测试，应明确拟分析因素，并尽可能保持其他主要测试条件一致。

对实际运行中具有代表性但难以人为构造的条件，可通过选择适宜的测试区域、测试时段或利用历史运行数据等方式进行补充。测试条件及其设置依据应在测试方案中明确。

注：对于人员活动密集等不宜人为构造的测试条件，可通过选择具有相应特征的实际运行环境或历史运行数据进行评估。

A.2.2 入侵类型、入侵方式与入侵规模设置

入侵类型、入侵方式与入侵规模应根据实际防控任务、典型威胁及评估目的合理设置，并明确入侵目标的主要技术特征及运行参数。

入侵方式可根据测试需要设置为同时进入、分批进入、连续进入等形式；飞行路径可设置为穿越、逼近、绕飞等形式；飞行高度、飞行速度、接近方向、目标间隔等运行参数应结合实际威胁特征合理确定。

入侵规模可通过同时或单位时间内进入防控区域的目标数量等进行表征，宜设置多个规模档位，以获取不同运行负荷条件下的评估数据。开展对比测试时，各入侵规模档位之间宜保持入侵类型、入侵方式及其他主要测试条件一致。

根据专项评估需要，可逐步增加入侵规模，分析评估指标、能力域得分及综合防控能力指数的变化情况，识别防控能力变化趋势、主要瓶颈及可承载能力边界。

A.2.3 测试频次与样本量设置

在相同测试条件下，防控体系响应过程可能受环境变化、设备状态及随机因素影响而产生波

动，应通过必要的重复测试获得具有统计意义的评估数据。

测试频次和样本量应根据评估指标属性、数据波动程度及测试条件合理确定。对于关键评估指标、较高入侵规模或结果波动较大的测试条件，宜适当增加测试次数或样本量。

当测试结果存在明显离散或稳定性不足时，可增加测试次数、扩大样本量或延长测试周期，并对数据波动情况进行说明。

A.2.4 实飞测试安全预案

实际飞行测试应制定安全预案，明确空域管理、人员防护、设备运行及异常处置等安全控制要求。

测试实施前，应明确飞行活动范围、安全缓冲区域及必要的安全落区；测试过程中，应保持通信链路稳定，对目标飞行状态和防控体系运行状态进行实时监控；发生目标偏离预定航迹、通信异常、设备故障或其他可能影响测试安全的情况时，应及时中止测试并采取相应处置措施。

应建立统一的指挥与联络机制，明确参与主体职责和异常响应流程。测试结束后，应记录安全措施执行情况，并对异常事件进行标记和分析。

A.3 基于计算机仿真的数据获取实验方案设计

A.3.1 构建仿真环境与运行过程

根据被评估防控体系的实际部署和运行方式，构建防控区域、入侵目标、防控体系及其交互过程的仿真模型。仿真模型宜包括防控区域空间环境、目标运动、防控装备运行以及探测识别、预警指挥、拦截处置等主要过程。

防控区域空间环境应能够反映防控范围、主要地形地物、建筑遮挡及其他可能影响防控体系运行的空间特征；防控体系模型应能够反映主要设备配置、功能关系及运行逻辑；目标模型应能够反映不同类型无人机的主要技术特征和运动特性。

A.3.2 仿真模型校核验证

对仿真模型的结构完整性、功能关系和运行逻辑进行校核，确认防控区域、入侵目标、防控体系及其交互关系设置合理，探测识别、预警指挥、拦截处置等主要过程能够按照预定逻辑正常运行。

可通过典型输入条件下的模型运行结果，对目标运动过程、防控体系响应顺序、关键事件触发关系及数据输出完整性进行检查。发现模型结构或运行逻辑与实际防控过程存在明显差异时，应进行修正。

A.3.3 仿真参数确定与校准

根据被评估防控体系的实际配置、装备性能和运行数据确定仿真参数。仿真参数可包括防控区

域空间参数、探测识别参数、预警与指挥响应参数、拦截处置参数、通信与保障参数、目标运行参数以及环境影响参数等。

仿真参数宜采用实际飞行测试数据、历史运行记录、装备标定数据、第三方测试数据或其他可靠数据进行确定。对无法直接获取的参数，可根据设备技术资料或专家分析合理设置，并说明参数来源和设置依据。

对影响评估结果的关键参数，应结合实飞测试或历史运行结果进行校准，使仿真输出与实际防控体系的主要运行特征保持合理一致。

A.3.4 确定仿真测试条件

根据评估对象已确定的防控等级及其对应基本要求，结合实际防控任务、典型威胁和评估指标要求，确定仿真测试条件。

仿真测试条件可包括目标类型、入侵方式、入侵规模、飞行路径、飞行高度、飞行速度、接近方向、目标间隔，以及气象、电磁环境、空间遮挡和系统运行状态等。

各项测试条件应根据实际应用情况合理组合。开展不同测试条件的对比分析时，宜明确主要分析因素，并尽可能保持其他条件一致，以保证评估结果具有可比性。

A.3.5 仿真测试实施

按照确定的仿真模型、仿真参数和测试条件开展仿真运行，采集评估指标计算所需的目标状态、防控体系状态、关键事件及时间信息等过程数据和结果数据。

对具有随机性的仿真过程，每组测试条件宜开展多次重复仿真。仿真次数应根据评估指标的数据波动程度合理确定；当结果离散程度较大时，宜增加仿真次数，直至统计结果具有合理稳定性。

仿真过程中应保持模型版本、参数配置、测试条件及数据记录方式一致，并建立仿真批次与评估数据之间的对应关系。

A.3.6 仿真结果处理

对仿真数据进行整理和统计，计算相应评估指标并进行标准化处理，为能力域得分、综合防控能力指数和防控能力等级确定提供数据支撑；根据专项评估需要，可进一步开展不同入侵规模或其他测试条件下的对比分析。

A.4 评估数据处理方法

通过实际飞行测试、计算机仿真、运行记录、设备日志或其他方式获取的评估数据，应按照统一的数据处理规则进行整理和分析。

数据处理应包括数据完整性检查、异常值和缺失数据处理、有效样本筛选以及统计分析等。对于需要重复测试或仿真的评估指标，宜根据有效样本计算均值、方差、置信区间或其他能够反映数

据分布特征的统计量。

应根据评估指标及其计算方法形成单项指标值。参与综合评估的指标应进行标准化处理，形成单项指标得分，并进一步用于能力域得分、综合防控能力指数和防控能力等级的计算与判定。

对不同目标类型、入侵方式、入侵规模或其他测试条件开展专项评估时，应保证数据处理和评估方法一致，并对评估指标、能力域得分及综合防控能力指数的变化情况进行对比分析。

附录 B

(资料性)

评估权重确定方法

B.1 一般要求

防控能力评估权重包括能力域权重和评估指标权重。能力域权重用于反映不同能力域对总体防控能力的相对重要程度，评估指标权重用于反映同一能力域内不同评估指标的相对重要程度。

能力域权重宜采用专家评判方法确定；评估指标权重可根据评估目的、数据条件和指标特征，采用专家评判法、数据赋权法或组合赋权法确定。

权重确定应结合评估对象的防控等级及其对应基本要求、防控任务、评估内容及数据条件等因素，并符合以下要求：

- a) 同一层级各评估对象的权重应为非负值，且权重之和应为1；
- b) 权重确定方法及其依据应在评估方案中明确，并保持同一评估项目内评估规则的一致性；
- c) 权重结果应进行合理性校核，避免因个别评估指标权重过高或过低对综合评估结果产生不合理影响；
- d) 对不适用且不纳入评估的指标，应对同一能力域内其余评估指标的权重重新归一化。

B.2 权重确定方法

B.2.1 基于专家评判的方法

专家评判赋权方法是指组织相关领域专家，根据防控任务、评估要求以及各能力域或评估指标的重要程度进行判断，并据此确定权重的方法。可采用层次分析法、德尔菲法、专家直接评分法或其他适用方法。

采用专家评判方法确定权重时，宜按以下步骤开展：

- a) 明确赋权层级和评估对象，分别确定参与能力域赋权和评估指标赋权的对象；
- b) 确定统一的判断尺度和评估规则，组织专家对同一层级内各评估对象的相对重要程度进行比较或评分；
- c) 对专家判断结果进行统计汇总，多名专家参与时，可采用算术平均、加权平均或其他适用方法形成综合判断结果；
- d) 根据综合判断结果计算权重，并进行归一化处理；
- e) 对权重结果进行一致性或合理性检验，对存在明显分歧或异常的结果进行复核；
- f) 记录专家专业背景、判断依据、评估尺度、结果汇总方法及最终权重等信息。

B.2.2 数据赋权方法

数据赋权方法是指利用实际飞行测试、计算机仿真、运行记录等评估数据的统计特征确定评估指标权重的方法，适用于样本数据较充分且各评估指标具有必要区分度的情形。可采用熵权法、变异系数法等方法。

采用数据赋权方法时，宜按以下步骤开展：

- a) 数据整理。明确样本范围和评估指标，形成原始数据集，并对缺失值、异常值及不可比数据进行处理；
- b) 指标标准化。根据评估指标的评估方向和量纲进行标准化处理，使不同评估指标具有可比性；
- c) 特征量计算。依据所采用的赋权方法，计算各评估指标的数据离散程度、信息量或其他能够反映数据差异特征的特征量；
- d) 权重确定。根据各评估指标的特征量确定初始权重，并进行归一化处理；
- e) 结果校核。结合评估指标的实际含义、数据质量及评估目的，对权重结果进行合理性校核；必要时，可与专家评判结果进行比较分析。

采用数据赋权方法所得权重主要反映评估指标的数据区分特征，不宜直接替代对评估指标重要程度的专业判断。

B.1.3 组合赋权方法

组合赋权方法是指综合采用专家评判赋权方法和数据赋权方法确定评估指标权重，并对不同方法所得权重进行组合处理的方法，适用于需要同时考虑专业判断和客观数据特征的情形。

采用组合赋权方法时，应分别计算不同赋权方法所得的初始权重，并根据评估目的、数据质量和各赋权方法的适用性确定组合系数。

组合权重可按式（B.1）计算：

$$w_i = \sum_{k=1}^K \lambda_k w_{ik} \quad (\text{B.1})$$

式中：

w_i —第*i*个评估指标的组合权重；

w_{ik} —采用第*k*种赋权方法得到的第*i*个评估指标权重；

λ_k —采用第*k*种赋权方法的组合系数；

K—采用的赋权方法数量。

组合系数可根据不同赋权方法的适用程度、数据质量和专家判断合理确定。最终权重结果应进行合理性校核，并记录各赋权方法、组合系数及最终权重结果。

B.2 专家评分表

采用专家评判方法确定评估权重时，应分别对能力域和各能力域内评估指标的重要程度进行评分。

能力域重要性评分应结合评估对象已确定的防控等级及评定范围，依据核心区、缓冲区和监视区的功能定位及低空防控关注重点，判断各能力域对总体防控任务的相对重要程度，评分结果用于确定能力域权重，见表B.1。

评估指标重要性评分应结合相应能力域的功能定位、评估指标对该能力域的表征作用及相关基本要求，判断同一能力域内各评估指标的相对重要程度，评分结果用于确定评估指标权重，见表B.2。

表B.1和表B.2均采用5级重要性评分尺度，评分等级及其含义应保持一致。

表B.1 防控能力域重要性专家评分表

能力域	主要评分依据	重要性评分（每一行勾选一个评分）				
		5	4	3	2	1
感知识别能力	监视区重点关注早期发现、航迹跟踪、起飞与操控位置查找；缓冲区重点关注目标识别	☐	☐	☐	☐	☐
预警指挥控制能力	缓冲区重点关注告警、处置准备与处置决策	☐	☐	☐	☐	☐
处置反制拦截能力	核心区重点关注目标处置和末端防护	☐	☐	☐	☐	☐
安全防护与网络通信保障能力	结合核心区要害部位防护以及防控体系通信、网络和安全保障要求综合判断	☐	☐	☐	☐	☐
实战适应与维护保障能力	结合防控体系持续运行、部署保障和任务适应要求综合判断	☐	☐	☐	☐	☐
注：重要性评分采用5级量表，各等级含义如下： 5：非常重要：对防控能力评估具有决定性影响，不可或缺； 4：比较重要：对防控能力评估具有显著影响，应重点考虑； 3：一般重要：对防控能力评估具有一定影响，可作为常规因素考虑； 2：比较不重要：对防控能力评估影响较小，仅作参考； 1：非常不重要：对防控能力评估影响极小，可忽略不计。						

表B.2 能力域及二级指标重要性专家评分表

能力域	二级指标	重要性评分（每一行勾选一个评分）				
		5	4	3	2	1
感知识别能力	探测概率	☐	☐	☐	☐	☐
	虚警率	☐	☐	☐	☐	☐
	首次发现并识别距离	☐	☐	☐	☐	☐
	目标识别正确率	☐	☐	☐	☐	☐
	定位误差	☐	☐	☐	☐	☐
	航迹连续率	☐	☐	☐	☐	☐
预警指挥控制能力	告警时延	☐	☐	☐	☐	☐
	目标融合正确率	☐	☐	☐	☐	☐
	威胁判断正确率	☐	☐	☐	☐	☐
	指挥决策响应时间	☐	☐	☐	☐	☐
处置反制拦截能力	处置手段适配满足度	☐	☐	☐	☐	☐
	多手段协同处置成功率	☐	☐	☐	☐	☐
	处置生效时间	☐	☐	☐	☐	☐
	首次有效处置距离	☐	☐	☐	☐	☐
	处置有效率	☐	☐	☐	☐	☐
网络通信保障能力	关键数据传输成功率	☐	☐	☐	☐	☐

	关键数据传输时延	☐	☐	☐	☐	☐
实战部署 与维护保障 能力	展开部署时间	☐	☐	☐	☐	☐
	撤收转移时间	☐	☐	☐	☐	☐
	系统功能恢复时间	☐	☐	☐	☐	☐
注：重要性评分采用5级量表，各等级含义如下： 5：非常重要：对防控能力评估具有决定性影响，不可或缺； 4：比较重要：对防控能力评估具有显著影响，应重点考虑； 3：一般重要：对防控能力评估具有一定影响，可作为常规因素考虑； 2：比较不重要：对防控能力评估影响较小，仅作参考； 1：非常不重要：对防控能力评估影响极小，可忽略不计。						

参考文献

- [1] GB 42590-2023 民用无人驾驶航空器系统安全要求
 - [2] GB 46750-2025 民用无人驾驶航空器系统运行识别规范
 - [3] GB 46761-2025 民用无人驾驶航空器实名登记和激活要求
 - [4] GB/T 43370-2023 民用无人机地理围栏数据技术规范
 - [5] GB/T 35018-2018 无人驾驶航空器系统分类及分级
 - [6] GB/T 45631-2025 无人机遥感测绘飞行管理信息要求
 - [7] GA/T 3000.1-2024 低慢小目标无人机侦测与反制系统
 - [8] GA/T 1505-2018 基于无人驾驶航空器的道路交通巡逻系统通用技术条件
 - [9] GA/T 1657-2019 公共安全视频监控联网系统 无人机监控接入技术要求
 - [10] GA/T 1777-2021 重要活动场所安全技术防范系统要求
 - [11] MH/T 1071-2018 民用无人驾驶航空器系统适航性通用要求
 - [12] MH/T 1072-2018 民用无人驾驶航空器系统运行通用要求
 - [13] MH/T 1073-2018 民用无人驾驶航空器系统驾驶员管理规范
 - [14] T/CICC 27001-2025 低空安全术语
 - [15] T/CICC 27002-2025 低空运行安全风险评估与分级指南
 - [16] T/CICC 27005-2025 低空飞行气象安全通用要求
 - [17] T/CICC 27006-2025 低空飞行通信导航监视安全通用要求
 - [18] T/CICC 27008-2025 低空联合预警管控平台入网要求
-

ICS 35.240.60

CCS V 54

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/CICC 27006—2026

要地低空无人机防控系统与区域内低空安全 管理平台数据交互规范

Data interaction specification for critical site low-altitude UAV defense system and
regional low-altitude safety management platform

2026-10-12 发布

2026-10-12 实施

中国指挥与控制学会 发布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 数据交互原则 2

5 数据交互对象及内容 2

 5.1 总体要求 3

 5.2 标识编码规则 3

 5.3 目标数据 3

 5.4 航迹数据 4

 5.5 告警数据 4

 5.6 事件数据 5

 5.7 指令数据 5

 5.8 反馈数据 6

 5.9 状态数据 6

 5.10 防护区数据 6

 5.11 设备数据 7

 5.12 对象关系 7

 5.13 数据关联要求 7

6 数据交互方式 7

 6.1 总体要求 7

 6.2 上报 7

 6.3 下发 8

 6.4 更新机制 8

 6.5 交互闭环 8

7 接口要求 9

 7.1 总体要求 9

 7.2 接口模式 9

 7.3 接口定义与分类 9

 7.4 数据格式 10

 7.5 通信要求 10

 7.6 一致性要求 10

 7.7 落地配套说明 10

8 数据安全与校验 10

 8.1 总体要求 10

 8.2 身份认证 10

 8.3 接入校验 11

 8.4 权限控制 11

 8.5 数据完整性 11

 8.6 审计与日志 11

8.7 敏感数据处理 11

9 数据交互性能要求 11

9.1 时间同步 11

9.2 端到端时延 11

9.3 数据交换服务可用性 12

9.4 数据更新频率 12

9.5 并发处理能力 12

9.6 链路恢复能力 12

附录 A 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》的规定编写。

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：西安天和防务技术股份有限公司、中国人民解放军32701部队、南京警察学院、包头市公安局、空军工程大学、西北工业大学、北京鲲鹏数航标准技术有限公司

本文件主要起草人：贺增林、刘博、孔庆云、张峰君、翟寅川、成昌波、乔丹栋、付强、于登秀、王峰、李梦哲

要地低空无人机防控系统与区域内低空安全管理平台数据交互规范

1 范围

本文件规定了要地低空无人机防控系统与区域内低空安全管理平台之间的数据交互原则、数据对象、数据内容、交互方式、接口要求、安全要求以及数据交换相关的性能要求。

本文件适用于要地低空无人机防控系统与区域低空安全管理平台之间的数据对接、信息共享，支撑要地日常防护、重大活动安保、战备值班等场景应用。

要地低空无人机防控系统内部探测、识别、反制等装备间的数据交互，可参照本文件规定的交互原则、数据格式与安全要求执行。

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。

T/CICC 27001-2026 要地低空无人机防控等级划分及基本要求

T/CICC 27002-2026 要地低空无人机防控体系通用要求

GA/T 3000.1-2024 低慢小目标无人机侦测与反制系统 第1部分：通用技术要求

GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

要地低空无人机防控系统 critical site low-altitude UAV defense system

部署于要地范围内，对低空慢速小型航空器及无人机目标实施探测、识别、跟踪、告警、干预与处置的一体化综合防控系统，涵盖探测感知、数据融合、目标跟踪、智能告警、指挥调度、干扰驱离、

捕获处置等功能模块，包含雷达、光电、无线电侦测等探测装备，以及干扰驱离、捕获处置等反制装备与配套软件，系统内部各装备间具备标准化数据交互能力。

3.2

区域内低空安全管理平台 regional low-altitude safety management platform

承担区域低空飞行安全监管、态势感知、协同处置、资源调度与服务保障等职能的信息化平台，具备汇聚区域内多源低空感知数据、实施统一事件管理、分级指挥调度、协同处置响应与全域态势共享能力。

3.3

数据交互 data interaction

系统之间按照约定协议、数据格式、交互流程与安全机制，进行数据传输、接收、解析、校验、更新与反馈的全过程标准化操作。

3.4

数据交互接口 data interaction interface

实现数据上报、指令下发、状态同步、反馈回传的接口集合与协议规范。

4 数据交互原则

数据交互应遵循以下原则：

- a) 统一标识原则：目标、航迹、告警、事件、指令、反馈、电子围栏、防护区、设备全流程采用全局唯一标识编码，确保跨系统可关联、可查询、可追溯。
- b) 实时性原则：航迹、告警、指令、反馈低时延传输，满足实战处置要求。
- c) 闭环原则：构建“上报→研判→下发→执行→反馈→更新→归档”完整业务闭环，确保指令可跟踪、过程可监督、结果可验证。
- d) 最小必需原则：采用最小数据集交互，兼顾完整性与传输效率。数据字段区分必选、可选；必选字段为跨系统业务协同必须携带的基础要素；可选字段根据系统能力、业务场景按需携带，无数据时不应强制填充，减少冗余数据传输。
- e) 可扩展原则：数据结构、接口、字段支持向后兼容与业务扩展。
- f) 安全可控原则：全链路身份认证、加密传输、权限管控、操作可审计。

5 数据交互对象及内容

5.1 总体要求

数据交互对象是指在要地低空无人机防控系统与区域低空安全管理平台之间进行交换的数据实体。

数据交互双向边界界定如下：

上报方向（防控系统→管理平台）：以目标感知、航迹、告警、事件、处置反馈、系统运行状态、设备工况类数据为主；

下发方向（管理平台→防控系统）：以指挥指令、布防策略、电子围栏规则、防护区配置、协同任务、配置参数类数据为主。

数据交互对象应覆盖航迹感知、目标识别、威胁告警、事件生成、指挥指令、处置执行、结果反馈、状态同步全业务流程，并满足唯一性、可关联性和可追溯性要求。

数据交互对象之间应形成标准化、结构化关联关系，用于支撑数据交互全过程的闭环运行与跨系统协同。

数据交互内容应遵循结构化、标准化、可扩展设计，满足多源数据融合、跨部门共享、多级联动处置需求，覆盖航迹感知、目标识别、异常识别、威胁评估、事件处置、状态同步全过程。

5.2 标识编码规则

本标准涉及的所有全局唯一标识，均采用分层组合编码规则，确保跨系统、跨区域全局不重复，编码结构为：

行政区划代码 + 系统编码 + 业务类型码 + 日期时间 + 流水号

行政区划代码：采用 6 位中华人民共和国行政区划代码，标识数据所属行政区域；

系统编码：采用 4 位英文字母编码，标识数据产生的系统 / 设备类型，如防控系统为 THFW、管理平台为 JGPT；

业务类型码：采用 2 位数字编码，区分业务对象类型，如 01 代表目标、02 代表航迹、03 代表告警、04 代表事件、05 代表指令；

日期时间：采用 8 位日期 + 6 位时间格式（YYYYMMDDHHMMSS），标识对象生成时间；

流水号：采用 6 位数字顺序编码，同批次内自增。

示例：610100-THFW-01-20260620123000-000001

5.3 目标数据

用于描述低空目标的属性与身份信息。具备唯一目标标识，包含目标类别、身份属性、置信度、数据源、识别依据等，支持新增、更新与注销的全生命周期管理。

目标数据的内容如表 1 所示：

表 1 目标数据的内容

名称	约束
目标标识	必选
时间戳	必选
数据来源	必选
目标类别	必选
目标身份	可选
置信度	必选
识别依据	可选
融合级别	可选

5.4 航迹数据

用于描述目标在时间序列上的空间位置及运动状态。具备唯一航迹标识，包含三维坐标、速度、航向、高度、爬升率、加速度、航迹质量、融合来源与时间戳等信息。

航迹数据的内容如表 2所示：

表 2 航迹数据的内容

名称	约束
航迹标识	必选
目标标识	必选
时间戳	必选
经纬度	必选
高度	必选
速度	必选
航向	可选
爬升率	可选
加速度	可选
位置类型	可选
航迹质量	必选
融合来源	可选
更新周期	必选

5.5 告警数据

用于描述系统识别的异常威胁状态信息。由预设规则、威胁阈值或空间边界触发，包含告警类型、威胁等级、触发时间及关联的目标/航迹信息。

告警数据的内容如表 3所示。

表 3 告警数据的内容

名称	约束
告警标识	必选
告警类型	必选
告警等级	必选
触发时间	必选
触发规则	可选
关联目标/航迹	必选
关联防护区/电子围栏	可选

5.6 事件数据

用于描述需要持续跟踪与协同处置的业务实体。可由告警生成或人工创建，具备生命周期状态管理属性，支持多目标与多告警的关联汇聚，作为指挥调度与处置闭环的核心载体。

事件数据的内容如表 4所示。

表 4 事件数据的内容

名称	约束
事件编号	必选
事件状态	必选
威胁等级	必选
处置建议	可选
关联目标/告警/防护区	必选
责任单位	可选
处置进展	可选

5.7 指令数据

用于描述管理平台下发的控制与调度行为。应明确控制目标与任务内容，关联相关目标或事件，具备时效性约束与执行跟踪机制。

指令数据的内容如表 5所示。

表 5 指令数据的内容

名称	约束
指令编号	必选
指令类型	必选
目标/事件标识	必选
下发时间	必选
有效期	必选
执行要求	可选
下发方标识	必选

5.8 反馈数据

用于描述指令的执行结果。对应具体指令或事件，回传执行状态、过程进度与最终结果，用于评估处置效果。

反馈数据的内容如表 6所示。

表 6 反馈数据的内容

名称	约束
反馈标识	必选
关联指令/事件标识	必选
执行状态	必选
执行结果	必选
完成时间	可选
异常说明	可选
执行方标识	必选

5.9 状态数据

用于描述系统或设备的运行工况。包含系统工作模式、布防状态、设备健康度及防区覆盖范围等，支持定时或按需更新。

状态数据的内容如表 7所示。

表 7 状态数据的内容

名称	约束
状态标识	必选
时间戳	必选
系统/设备标识	必选
运行状态	必选
工作模式	必选
布防状态	可选
健康状态	可选
覆盖范围	可选
异常信息	可选

5.10 防护区数据

用于描述空域管控的虚拟边界、触发规则以及要地防护的空间范围与等级要求。包含防护区标识、类型、空间几何范围、生效时段、防护等级、响应规则与责任单位等信息，支持禁飞、限飞、警戒等多种管控类型，用于匹配不同的防控策略。

防护区数据的内容如表 8所示。

表 8 防护区数据的内容

名称	约束
防护区标识	必选
防护区名称	可选
防护级别	必选
空间几何数据	必选
防护等级	必选

责任单位	可选
操作类型	必选
威胁触发规则	可选

5.11 设备数据

用于描述防控系统内前端传感与处置装备的基础属性。包含设备标识、设备名称、设备类型、安装位置、型号及厂商等静态属性，支撑设备履历管理与跨系统标识。

设备基础数据的内容如表 9所示。

表 9 设备基础数据的内容

名称	约束
设备编号	必选
设备名称	可选
设备类型	必选
安装位置	必选
设备型号	可选
生产厂商	可选
部署时间	可选

设备工况数据的内容如表 10所示。

表 10 设备工况数据的内容

名称	约束
设备编号	必选
时间戳	必选
设备运行状态	必选
工作模式	必选
覆盖范围	可选
传感器工况	可选
异常告警信息	可选

5.12 对象关系

各对象之间应形成关系链：目标→航迹→告警→事件→指令→反馈→状态；防护区作为空间约束对象，与目标、航迹、告警、事件形成触发与关联关系。应满足数据关联和追溯要求。各对象通过唯一标识实现强关联，支持全流程数据追溯、航迹回放与事件复盘。

5.13 数据关联要求

应保持全要素标识统一，支持跨对象、跨时间、跨系统的关联检索、轨迹回放与业务审计。

6 数据交互方式

6.1 总体要求

数据交互应满足高实时、高可靠与高一致要求，具备网络抖动自适应、断链自动续传与增量更新能力。

6.2 上报

由要地低空无人机防控系统向区域低空安全管理平台发起，包括：

目标 / 航迹：周期上报；

告警：触发即报；

事件：状态变更即报；

反馈：执行后即报；

设备基础信息：注册时上报、变更时更新；

系统与设备状态：定时 / 按需上报。

6.3 下发

由区域低空安全管理平台向要地低空无人机防控系统发起，包括：

协同指令、跟踪指令、复核指令、处置指令；

电子围栏配置、防护区配置、布防策略、参数配置。

6.4 更新机制

航迹：周期增量更新；

目标：属性变更实时更新；

告警：触发实时上报；

事件：状态变更更新；

反馈：执行完成立即上报；

电子围栏 / 防护区：配置变更实时同步；

状态：定时 / 事件驱动上报。

6.5 交互闭环

形成标准化业务闭环流程：感知上报→分析研判→事件生成→指令下发→指令签收→系统执行→状态反馈→结果确认→状态同步→归档结案。

闭环流程应满足如下要求：

- a) 所有下发指令应具备全局唯一指令标识；
- b) 接收方应对指令进行签收确认，并返回签收状态；
- c) 执行过程中应支持执行中、已完成、失败、超时、已撤销等状态反馈；
- d) 执行失败时应返回失败原因及失败时间；
- e) 通信链路异常时应支持自动重试与断点续传机制；
- f) 应具备指令去重能力，避免同一指令被重复执行；
- g) 支持指令撤销及撤销确认机制；

h) 对于存在冲突的控制指令，应按照优先级规则进行冲突检测与处理；

i) 应保证链路中断恢复后任务状态可追溯、可恢复、可同步。

7 接口要求

7.1 总体要求

接口设计应与数据对象、业务流程、安全要求保持一致，遵循统一命名规范、统一字段定义、统一数据结构，确保向后兼容、稳定可用。

7.2 接口模式

支持请求响应和订阅推送两种模式。

7.3 接口定义与分类

数据交互接口是系统间基于标准网络传输协议实现数据双向互通的服务端点，用于要地低空无人机防控系统与区域低空安全管理平台之间进行态势上报、指令下发、状态同步和安全认证等信息的结构化传输与业务协同。

接口定义如下：

a) 航迹上报接口

用于要地低空无人机防控系统向区域低空安全管理平台，周期上报低空目标航迹数据的接口。

b) 告警上报接口

用于要地低空无人机防控系统发现异常目标后，实时向区域低空安全管理平台上报告警信息的接口。

c) 事件上报 / 更新接口

用于要地低空无人机防控系统向区域低空安全管理平台上报低空安全事件，并对事件状态、处置进展进行实时更新的接口。

d) 指令下发接口

用于区域低空安全管理平台向要地低空无人机防控系统下发跟踪、复核、干预、处置等指令的接口。

e) 处置反馈接口

用于要地低空无人机防控系统执行指令后，向区域低空安全管理平台回传指令执行状态、过程与结果信息的接口。

f) 系统与设备状态上报接口

用于要地低空无人机防控系统向区域低空安全管理平台定时或按需上报系统运行状态、设备工况、布防状态等信息的接口。

g) 电子围栏与防护区同步接口

用于区域低空安全管理平台向要地低空无人机防控系统同步电子围栏、防护区配置数据，支持新增、更新、删除操作。

h) 心跳与保活接口

用于交互双方维持通信链路连通性、定时发送心跳报文并检测链路有效性的接口。

i) 身份认证与接入校验接口

用于交互双方进行身份核验、接入合法性验证、权限判定与安全准入的接口。

7.4 数据格式

采用结构化数据格式，优先支持 JSON 编码，支持二进制 TLV 等高效率编码格式扩充。

7.5 通信要求

基于 IP 网络承载，支持有线光纤、无线专网、卫星通信等传输链路；

支持 TLS 加密传输，兼容国密传输协议；

支持心跳检测、重传机制与断链自愈能力。

7.6 一致性要求

接口命名与数据类型保持全局一致；

统一时空基准：时间统一采用UTC时间，坐标系统一采用2000国家大地坐标系（CGCS2000），通用场景可兼容 WGS84 坐标系；

接口升级遵循向前兼容原则。

7.7 落地配套说明

为降低对接成本，标准归口单位配套提供主流开发语言的接口参考实现代码与 SDK，涵盖封装解析、加密传输、心跳保活等基础功能。

8 数据安全与校验

8.1 总体要求

构建全链路安全防御体系，具备身份认证、接入校验、权限控制、传输加密、完整性校验与审计追溯能力，符合网络安全等级保护相关要求。

8.2 身份认证

支持双向身份认证，提供证书、密钥或令牌认证模式，支持国密算法及国际通用密码算法。

8.3 接入校验

支持基于白名单（IP/设备标识）的准入控制与数据合法性校验，防范未经授权的设备接入。

8.4 权限控制

基于角色与属性实施访问控制，遵循零信任安全原则，落实动态认证、最小权限分配与持续安全评估。

8.5 数据完整性

传输加密：支持 TLS 1.2及以上版本加密传输，同时支持国密 SM4 算法进行数据对称加密；

完整性校验：采用报文摘要或数字签名技术，防篡改；

抗重放防护：报文中引入随机数与时间戳。

8.6 审计与日志

对接口调用、指令下发、配置变更、状态变更、告警产生、事件处置等关键操作应进行全流程日志留痕，留存周期应符合相关法规和标准要求。

审计日志应满足以下要求：

- a) 支持操作追溯、责任认定和安全审计；
- b) 支持事件全过程记录和处置过程复盘；
- c) 重要事件应支持按照时间序列重构完整业务过程；
- d) 具备日志导出能力，可用于仿真验证、演训评估和回归测试；
- e) 支持利用历史事件数据对新算法、新策略和新版本进行效果验证；
- f) 应确保审计数据的完整性、防篡改性和可追溯性。

8.7 敏感数据处理

敏感数据（如核心防区坐标、处置策略等）支持字段级脱敏、降精度或加密存储传输。

9 数据交互性能要求

9.1 时间同步

要地低空无人机防控系统与区域低空安全管理平台之间的时间同步误差 $\leq 50\text{ms}$ ；

关键节点宜采用卫星授时或高精度网络授时。

9.2 端到端时延

告警 / 指令 / 反馈端到端时延 $\leq 1\text{s}$ ；

航迹数据更新时延 $\leq 5s$ 。

9.3 数据交换服务可用性

数据交换接口服务可用性应不低于99.9%。

9.4 数据更新频率

航迹更新周期可配置（默认 1s~5s），支持根据目标威胁等级动态调整。

9.5 并发处理能力

支持大规模低空目标并发跟踪与高并发消息吞吐，满足高密度场景需求。

9.6 链路恢复能力

通信中断恢复后支持自动续传、断点续传、数据补传，确保无数据丢失、无业务中断。

附 录 A

(资料性)

代码集

A. 1 目标类型代码

目标类型代码如表A. 1所示。

表 A. 1 目标类型代码

值	含义	说明
01	多旋翼无人机	多旋翼类无人驾驶航空器
02	固定翼无人机	纯固定翼构型无人驾驶航空器
03	垂直起降固定翼无人机	垂起- 固定翼复合构型无人机
04	无人直升机	直升机构型无人驾驶航空器
05	巡飞弹 / 自杀式无人机	具备打击能力巡飞类无人装备
06	有人机	低空飞行的有人驾驶航空器
07	鸟类	飞鸟、鸟群等生物目标
08	气球	空飘气球、飞艇等浮空目标
09	风筝	风筝等地面操控低速目标
99	未知	无法识别的低空目标

A. 2 目标身份代码

目标身份代码如表A. 2所示。

表 A. 2 目标身份代码

值	含义	说明
01	白名单	已备案、经授权的可信目标
02	黑名单	已标记为威胁、禁止进入的目标
03	灰名单	身份存疑、需重点关注的目标
04	注册无人机	完成实名注册的民用无人机
05	未注册无人机	未完成实名注册的民用无人机
06	执法无人机	公安、应急等执法部门作业无人机
07	军警无人机	军队、武警所属无人机
99	未知	身份无法确认的目标

A. 3 航迹状态代码

航迹状态代码如表A. 3所示。

表 A. 3 航迹状态代码

值	含义	说明
01	新建	首次生成的航迹
02	持续	稳定跟踪中的航迹
03	丢失	目标丢失、暂未恢复的航迹
04	注销	目标消失、已结束的航迹

A. 4 事件状态代码

事件状态代码如表A. 4所示。

表 A. 4 事件状态代码

值	含义	说明
01	新建	刚生成的待处理事件
02	待确认	需人工核实真实性的事件
03	已确认	核实为真实警情的事件
04	处置中	正在执行处置措施的事件
05	已处置	处置措施执行完毕的事件
06	已关闭	事件处置完成、终止流程
07	已归档	事件办结、资料归档

A. 5 设备类型代码

设备类型代码如表A. 5所示。

表 A. 5 设备类型代码

值	含义	说明
01	雷达	探测雷达设备
02	光电	光电探测设备
03	无线电	无线电侦测设备
04	干扰	无线电干扰设备
05	诱骗	导航诱骗设备
06	捕获	物理捕获设备
99	其他	其他类型防控设备

ICS 03.220

CCS S 50/59

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/ CICC 27007—2026

要地低空无人机防控系统精确碰撞拦截技术规范

Technical requirements for precision collision interception technology for low-altitude UAV prevention and control systems

2026-10-12 发布

2026-10-12 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 总体设计原则 2

 4.1 高精碰撞原则 2

 4.2 高效毁伤原则 3

 4.3 快速响应原则 3

 4.4 智能抗扰原则 3

 4.5 协同扩展原则 3

 4.6 分级配置与渐进扩展原则 4

5 功能要求 4

 5.1 单拦截器精确拦截 4

 5.2 多拦截器协同拦截 5

 5.3 智能博弈拦截 7

 5.4 编队拦截 8

6 防护等级分类与拦截配置要求 9

 6.1 防护等级与典型威胁目标 9

 6.2 精确碰撞拦截装备技术要求 10

7 测试验证与接口关系 14

 7.1 测试验证方法 14

 7.2 接口关系 15

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。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由中国指挥与控制学会提出。

本标准由中国指挥与控制学会归口。

本标准起草单位：北京航空航天大学、东海实验室、大连理工大学、西北工业大学、北京航天众信科技有限公司、北京鲲鹏数航标准技术有限公司

本标准主要起草人：董希旺、于江龙、王庆、张悦、梅林、徐旭、王昕炜、王磊、于登秀、张冬梅、郭树龙、黄超、姚炳昌、王峰、李梦哲

要地低空无人机防控系统精确碰撞拦截技术规范

1 范围

本标准规定了要地低空无人机防控系统中精确碰撞拦截技术的术语定义、总体设计原则、核心制导技术要求、分级性能与配置要求、测试验证与接口关系等。

本标准适用于重要、关键基础设施（如核电站、大型水利枢纽、能源储备基地）、政治经济核心区（如政府机关、金融中心、大型活动举办地）等要地，针对低空、超低空（高度 ≤ 500 米）入侵的小型及微型无人机（包括多旋翼、固定翼、穿越机等，其分类按民用无人机相关管理规定执行）的硬杀伤防御系统的设计、研发、测试、部署与作战运用。本标准不适用于军事设施及军事禁区。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 39267-2020 北斗卫星导航术语

GB/T 39413-2020 北斗卫星导航系统信号模拟器性能要求及测试方法

JJF 1188-2008 无线电计量名词术语及定义

3 术语和定义

GB/T 39267-2020、GB/T 39413-2020、JJF 1188-2008界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

精确碰撞拦截 precision hit- to- kill interception

指拦截器通过高精度制导与控制，直接与目标无人机发生物理碰撞，利用动能或近距引爆战斗部将其摧毁的技术过程。其核心在于将脱靶量（拦截器与目标之间的最小距离）控制在足以确保有效毁伤的极小范围内（通常优于1.0米，具体分级要求按第6章确定）。该技术区别于传统破片散布或网捕拦截，强调以直接撞击或极近距爆炸实现对目标的确定性摧毁。

3.2

协同拦截 cooperative interception

指在应对无人机集群（通常指3架及以上）或饱和攻击时，通过低延迟、高抗扰的数据链将两个以上拦截单元互联，采用集中式（地面指挥系统统一分配）或分布式（拦截单元之间自主协商）架构，实现目标动态分配、飞行路径时空规划和攻击时序协同的制导方式。协同制导旨在避免拦截单元之间的自相撞击，优化拦截通道利用率，并提升对多目标的整体杀伤概率。

3.3

博弈拦截 game-theoretic interception

指在拦截具备自主规避（如高G机动、蛇形飞行）、电子欺骗（如释放诱饵、转发式干扰）等智能行为的高端无人机时，拦截器制导系统将拦截过程构建为非合作动态博弈模型，通过实时感知并预测对方的机动策略，动态生成最优对抗策略（如前置拦截、轨迹预测跟踪）的拦截过程。博弈拦截要求制导系统具备在线学习和策略自适应调整能力。

3.4

编队拦截 formation interception

多个拦截器在飞行过程中保持特定的空间相对构型（如水平一字阵、垂直分层阵、圆形包围阵），以编队整体协同的方式对单个或多个目标执行包围拦截、协同探测与协同攻击的制导方式。编队拦截制导强调拦截单元之间的信息共享与队形保持，可有效应对高机动目标或低可探测性目标。

3.5

杀伤概率 kill probability

指单次拦截任务中，拦截器成功摧毁目标的概率，通常以百分比表示。其值为制导精度概率（即脱靶量小于战斗部有效毁伤半径的概率）、引信引爆概率、战斗部威力概率（碰撞后对目标结构造成不可逆破坏的概率）以及导引头捕获概率等子概率的乘积。对于精确碰撞拦截，杀伤概率是衡量系统效能的核心综合指标。

3.6

拦截器 interceptor

专门设计用于撞击并摧毁低空无人机的无人飞行单元，至少包含制导系统（含导引头、惯性导航、飞控计算机）、动力系统（固体火箭发动机、电动螺旋桨等）、执行机构（舵机或推力矢量）以及战斗部。拦截器可一次性使用，具备小型化、低成本、高机动等特点。

4 总体设计原则

4.1 高精碰撞原则

制导系统应具备实现极小脱靶量的能力。在标准交战条件下（目标速度 $\leq 30\text{m/s}$ ，机动过载 $\leq 3g$ ），对典型消费级小型无人机目标，单发拦截脱靶量应达到亚米级：按高、中、低威胁场景分别控制在0.3米、0.5米、1.0米以内（分级指标见表1），确保直接碰撞或战斗部在有效毁伤半径（通常 $\leq 1\text{米}$ ）内起爆。为实现这一目标，导引头测量精度应优于0.1米（距离）和 0.5° （角度），制导指令更新频率不低于50Hz。

4.2 高效毁伤原则

应针对小型、低速（ $\leq 50\text{m/s}$ ）、低结构强度（机身多为塑料或碳纤维复合材料）的无人机目标优化毁伤机制。优先采用直接动能碰撞（Hit-to-Kill）方式，利用拦截器自身动能（通常 $\geq 100\text{焦耳}$ ）使目标机体结构解体、关键电子部件失效。若采用小型聚焦爆破战斗部，应通过定向起爆技术将破片集中于目标方向，避免大范围破片对地面或周边设施造成附带损伤。毁伤后应确保目标失去飞行能力且不会引发二次危害（如电池坠落起火）。

4.3 快速响应原则

为适应低空突防无人机预警时间极短（从探测到进入防御区边界通常仅为数秒至数十秒）的特点，从系统发现目标、火控解算、拦截器发射到制导系统捕获目标的闭环时间应尽可能压缩。具体要求：系统响应时间（从确认威胁到发射指令发出）按威胁等级分别 $\leq 3\text{秒}$ （高威胁）、 $\leq 5\text{秒}$ （中威胁）、 $\leq 8\text{秒}$ （低威胁，详见第6章）；拦截器发射后应在3秒内完成自对准并进入中制导段；采用“发射后锁定”体制的拦截器，应在发射后5秒内完成导引头对目标的稳定锁定并切入末制导段；制导系统从导引头锁定目标到完成拦截的末制导飞行时间一般不超过5秒。制导算法宜具备“发射后锁定”能力，即允许在拦截器离开发射架后再建立对目标的稳定跟踪。

4.4 智能抗扰原则

制导系统应具备在强电磁干扰（如无人机反制枪、大功率干扰机）、红外/光电诱饵弹、复杂地物/海杂波（如城市建筑物反射、水面镜面反射）以及恶劣气象（雨雾、低云）背景下的稳定工作能力。应集成多模复合导引头（如被动红外+主动毫米波雷达），并内置抗干扰算法（如频率捷变、波形编码、多假设跟踪滤波），能有效区分真实目标与虚假诱饵。对于诱饵释放的典型场景，制导系统应在诱饵释放后0.5秒内重新锁定真实目标。

4.5 协同扩展原则

单个制导单元（拦截器及其火控系统）应标准化数据接口和通信协议，支持与上级指挥控制系统及同一防御分区内其他拦截单元（包括不同发射平台的拦截器）组网。系统架构应具备开放性，能够便捷地接入新增拦截单元，形成从单点防御到面防御、从独立作战到分布式蜂群协同作战的能力扩展。协同规模应支持至少32个拦截单元同时在线。

4.6 分级配置与渐进扩展原则

系统建设应遵循“先形成最低可用单目标拦截闭环、再逐步扩展多目标与协同能力”的分级推进原则，避免初期系统过重、过贵。能力建设宜与技术成熟度分级相匹配，按技术成熟度由低到高逐级验证、逐级配置：第一级（成熟度较低阶段）应实现单拦截器对单目标的探测、火控解算、发射、制导、碰撞杀伤与杀伤评估完整闭环；第二级在闭环可靠的基础上扩展多拦截器集中式目标分配与协同拦截；第三级再扩展分布式协同、编队拦截、智能博弈等高级能力，相应能力应在通过半实物与外场逐级验证、成熟度达标后再纳入配置。各能力模块应独立可选配，建设方可按第6章的防护等级、威胁目标与成本约束选择配置，高级能力不影响基础拦截闭环的独立运行。

5 功能要求

本章规定精确碰撞拦截系统的功能要求，按单拦截器精确拦截、多拦截器协同拦截、智能博弈拦截、编队拦截以及通信组网与拦截算法运算部署五个层次提出。各层次功能宜按第4章原则分级配置、渐进扩展，低防护等级配置可只实现单拦截器精确拦截的基本功能。

5.1 单拦截器精确拦截

5.1.1 标准交战流程

单拦截器对单目标的典型交战流程应依次包括以下阶段：

- a) 发射初段：拦截器依靠惯性导航或地面指令制导，按照预设弹道飞向预测遭遇点。此阶段导引头尚未开机或处于搜索状态。
- b) 中继段：地面火控系统通过数据链向拦截器发送目标实时位置和速度修正信息，逐步缩小弹道偏差。中继段数据更新率应 $\geq 10\text{Hz}$ 。
- c) 末制导段：当拦截器与目标距离进入导引头捕获范围（通常为500米~1000米）后，导引头自主搜索、捕获并跟踪目标。制导系统切换到导引头输出的相对测量信息，采用比例导引或更优算法控制拦截器飞向目标。
- d) 交接班：在末制导段开始前，应完成目标信息从火控系统到导引头的交接。交接班时，目标指示误差应小于导引头视场角的1/3，确保导引头可靠捕获。

5.1.2 制导体制

- a) 应根据拦截平台类型、目标特性与对抗环境选择与装备规模相适配的导引体制，对小型、低成本拦截弹可采用单一高性能制导模式（如被动红外）或双模复合导引，对中高端拦截器宜采用多模复合导引体制（如被动红外+主动雷达，或可见光+红外，或主动雷达+半主动激光），以应对

不同天气（雨雾、夜间）、不同目标特性（热信号弱或雷达反射截面积小）及对抗条件下的目标捕获需求。采用复合导引体制时，应至少保证两种物理原理独立的制导模式。

- b) 各制导模式间应具备无缝切换能力。当一种模式受干扰失效或目标特征衰减时，另一种模式应在0.2秒内自动接管制导，确保不丢失目标。
- c) 在非对抗条件下，可优先采用被动红外模式以降低拦截器成本；在强电磁对抗环境下，应强制切换至光电或半主动激光模式。

5.1.3 导引律

- a) 针对匀速、非机动的消费级无人机（如大疆系列），可采用纯比例导引律（PPN）或增广比例导引律（APN），参数设定应保证过载指令平滑且脱靶量 ≤ 0.5 米。
- b) 针对具备大过载机动能力（如穿越机，机动过载可达 $5g \sim 10g$ ）的高性能无人机，应采用增强型比例导引（如变增益比例导引）或滑模制导律。制导律应能实时估计目标机动加速度并进行补偿，避免视线角速率发散。
- c) 对于迎头拦截场景，宜采用逆比例导引或最优制导律，以缩短拦截时间并降低对拦截器最大过载的要求。

5.1.4 毁伤机制与杀伤评估

- a) 应优先采用直接动能碰撞机制。拦截器头部应设计为硬质合金或高密度材料，确保撞击时对目标机体造成贯穿或撕裂。
- b) 如采用定向破片战斗部，应配置激光或无线电近炸引信。引信应具有方向探测能力，在拦截器与目标距离小于预设阈值（如1米）时，控制战斗部向目标方向定向起爆。近炸引信的起爆延时误差应 ≤ 0.1 毫秒。

拦截器应具备杀伤评估能力。末制导阶段结束后，导引头或遥测系统应通过图像变化（如目标分裂、坠落）、多普勒速度突变或回波消失等信息判断目标是否被摧毁，并将评估结果（摧毁/未摧毁/不确定）在1秒内上报指挥系统。若判定目标未摧毁，系统应先自动评估是否具备二次拦截条件（包括是否有备用拦截器、火控通道是否空闲、目标是否仍在有效拦截区与发射窗口内、剩余时间是否满足交战要求）；条件满足时方可自动发起补充拦截，条件不满足时应上报指挥系统改用其他处置手段，严禁在不具备拦截条件时盲目发射。

5.2 多拦截器协同拦截

5.2.1 协同架构

- a) 应支持集中式协同架构：地面指挥控制系统统一接收多目标航迹，运行全局优化算法进行目标分配和飞行路径规划，各拦截器严格按照指令飞行。该架构适用于防御空域相对紧凑、通信链路

可靠的场景。

- b) 宜支持分布式协同架构：拦截器之间通过机间数据链（Ad Hoc网络）自主交换各自锁定的目标信息、位置及剩余能量，通过分布式协商算法（如市场机制、共识算法）动态分配目标，自主规划攻击时序。该架构可提升对饱和攻击的响应速度和抗毁性，适用于通信可能被部分切断的对抗环境。
- c) 混合架构与弱通信降级：在集中式指挥链路中断时，应能自动降级为分布式协同模式；当链路恢复后，重新同步并切换回集中式模式。通信质量持续下降时，系统应按“集中式协同→局部自主协同（邻近拦截器间维持目标分配与防碰撞协调）→单机自主拦截”逐级降级：降级过程中已分配的目标不得遗漏、多个拦截器不得重复分配同一目标，各拦截器应按预置规则继续完成各自拦截任务或安全退出；链路恢复后应自动完成状态同步并恢复原有协同模式。

5.2.2 动态目标分配

应集成动态目标分配算法，能根据以下参数在飞行过程中每0.5秒重新计算分配方案：

- a) 目标威胁等级（由指挥系统实时更新）；
- b) 各拦截器预计命中时间（Time-to-Go）；
- c) 拦截器剩余能量（速度、燃料或电池电量）；
- d) 各目标当前的机动状态与预测轨迹。

算法应避免“多打一”的资源浪费（高价值目标除外），也防止“目标遗漏”。当新目标突然出现时，应在0.3秒内完成重分配。

5.2.3 时空协同策略

- a) 防碰撞策略：多拦截器同时飞行时，应通过相互通报预定轨迹和实时位置，自主规避碰撞。两拦截器之间的安全距离应不小于10米。若预测将发生碰撞，优先级较低（如剩余能量较少或任务重要性较低）的拦截器应主动调整航向。
- b) 协同围捕攻击策略：对高机动目标，可采用“多发围捕一个”的协同攻击方式。各拦截器应从不同角度（如迎头、尾追、侧面）到达目标附近，角度控制误差应 ≤ 0.5 度，降低目标逃逸区间，使杀伤概率提升至99%以上。
- c) 四维一致协同攻击策略：对单个高价值目标，可采用“多发同时打一”的协同攻击方式。各拦截器应近乎同时到达目标附近（同时引爆战斗部），时间同步误差应 ≤ 0.2 秒，以增加目标逃逸难度，使杀伤概率提升至99%以上。
- d) 通道优化策略：在饱和攻击场景下，应根据目标来袭方向、高度分层，将拦截器分配至不同拦截通道（如低层通道、高层通道），避免弹道交叉。

5.2.4 协同通信

- a) 机间及机地协同数据链的端到端通信延迟应 $\leq 50\text{ms}$ （单向），抖动 $\leq 10\text{ms}$ 。对于分布式架构，心跳信号周期应 $\leq 100\text{ms}$ 。
- b) 通信协议应具备强抗干扰和低截获概率特性，支持跳频（每秒跳频次数 ≥ 1000 跳）、扩频（处理增益 $\geq 20\text{dB}$ ）及突发传输模式。
- c) 通信链路应具备自愈能力：当某拦截器退出网络时，其余节点应在 200ms 内更新邻居表并重新建立路由。
- d) 不同拦截策略下的信息交互
 - 1) 单拦截器精确拦截：拦截器主要与地面指挥控制系统和发射平台进行信息交互。接收目标指示、发射授权和制导参数装订，回传自身位置、速度、姿态、导引头锁定状态及杀伤评估结果。中继段依赖地面站提供目标航迹修正，末制导段可独立完成。
 - 2) 多拦截器协同拦截：在集中式架构下，各拦截器通过地面站统一接收目标分配方案和协同攻击时序，地面站负责全局分配与冲突消解。在分布式架构下，拦截器之间通过机间数据链自主交换位置、锁定目标、预计命中时间和飞行意图等信息，通过分布式协商完成目标分配和防碰撞协调。
 - 3) 智能博弈拦截：拦截器将导引头观测的目标机动序列和战场态势信息上传至地面博弈计算中心，地面站运行轨迹预测与策略推演后将最优制导策略回传至拦截器。在通信受限时，拦截器应能依赖弹载预置模型独立完成博弈决策，不依赖地面实时算力支撑。
 - 4) 编队拦截：编队长机与地面站保持通信，接收战术指令并向僚机转发编队构型参数和队形保持指令。编队成员之间持续交换各自位置、探测到的目标角度与距离等信息，实现协同探测数据融合和编队队形协同控制。

5.3 智能博弈拦截

5.3.1 对抗博弈模型

应建立拦截器与目标之间的非合作动态博弈数学模型，形式化为零和微分博弈。博弈状态变量包括相对位置、相对速度、视线角及其速率、目标机动加速度估计值。将目标可能的规避机动（如“眼镜蛇机动”、“螺旋俯冲”、“急转弯”、“速度骤变”）作为博弈方的策略集，拦截器的制导指令作为响应策略。模型应求解纳什均衡策略或近似最优策略。

5.3.2 在线轨迹预测与策略生成

- a) 应基于导引头实时观测数据，利用智能学习算法，在线预测目标的短时未来轨迹（预测时域 $1\sim 3$ 秒）。预测模型应能在拦截器机载计算单元（嵌入式GPU或FPGA）上以不低于 20Hz 的频率运行。
- b) 制导系统应能实时生成对抗策略，自动选择最优的拦截弹道类型（如前置拦截、尾后追踪、能

量机动压制)。当识别出目标做出大幅规避机动时,制导系统应在0.1秒内切换策略,例如从比例导引切换为预测拦截算法。

5.3.3 自适应学习与策略调整

应具备在线学习能力,其构建与使用应遵循“离线训练验证、受控在线运行”的原则:目标轨迹预测模型、博弈策略库等智能模型应在离线环境完成训练,并依次通过数字仿真、半实物仿真和实装回归测试验证后,经授权方可受控发布、装载上线;严禁装载未经验证的模型,也不得在交战过程中在线变更未经安全校验的核心制导与安全逻辑。在一次交战过程中,拦截器可根据目标的机动响应,在已验证模型的边界范围内对制导参数(如导航比、时间常数)进行有限自适应调整,系统应支持至少3次在线参数自适应调整,每次调整时间不超过0.2秒;交战数据应回流至离线环境用于模型迭代与版本管理,更新后的模型须重新履行验证与审批程序后方可再次部署。

5.4 编队拦截

5.4.1 编队构型

a) 应支持以下典型编队构型:

水平一字阵:多个拦截器在同一高度平面内等间距横向展开,用于拦截从正面来袭的集群目标。

垂直分层阵:拦截器分布在不同的高度层(如50米、100米、150米),用于拦截可能从不同高度突防的目标。

圆形包围阵:拦截器围绕预测的遭遇点或目标周围形成环形分布,从多个方向同步接近,用于拦截高机动目标。

动态跟随阵:一个拦截器作为长机,其余作为僚机保持相对位置跟随,用于对单个目标进行持续追踪压制。

b) 编队构型可根据目标态势在飞行中动态调整。构型变换指令应在50ms内传达到所有编队成员。

5.4.2 协同探测与信息融合

编队中每个拦截器的导引头探测信息(目标角度、距离、速度)应通过机间数据链共享,形成分布式协同探测网络。利用三角定位或分布式滤波算法(如一致性卡尔曼滤波),可获得比单平台更精确的目标状态估计(角度精度提升至少50%)。编队成员中即使部分导引头受干扰,其余成员仍可提供足够信息支撑拦截。

5.4.3 协同拦截战术

a) 包围拦截:编队从多个方向同时接近目标,限制其逃逸空间,迫使目标进入至少一个拦截器的不可逃逸区。编队应协调各自的速度和方向,确保包围圈均匀收缩。

b) 协同接力拦截:当目标突破第一道拦截器后,第二梯队的编队成员立即从新方向接替拦截,形

成连续拦截链条。接力时，前一成员应将目标的最新状态（位置、速度、机动趋势）直接传递给后一成员，交接时间 ≤ 0.3 秒。

c) 协同诱骗：部分编队成员主动暴露位置，诱使目标向特定方向机动，而其他成员则从盲区发起致命攻击。该战术应预先编程或由地面指挥实时授权。

5.4.4 弱通信条件下的编队运行

编队拦截应具备弱通信条件下的降级运行能力。当机间数据链质量下降时，编队应能从全编队协同降级为小编队局部协同，各僚机依据最后一次同步的编队参数与共享目标信息维持队形和拦截任务；当链路完全中断时，各拦截器应切换为单机自主拦截模式，按预置交战规则继续完成已分配目标或安全返航，不得出现目标分配冲突、任务丢失或拦截器间相撞。通信恢复后，编队应自动重新同步目标状态与编队构型，恢复协同运行。

6 防护等级分类与拦截配置要求

6.1 防护等级与典型威胁目标

根据要地重要程度、典型来袭目标特性和允许的拦截成本，将防护配置等级分为一级、二级、三级，分别对应高、中、低典型威胁目标范围。具体性能指标与推荐配置见表1。表中指标为相应防护等级下系统宜达到的能力要求与典型配置方案，用于指导分级建设与装备选型，不作为所有部署场景的普遍强制要求；实际工程配置应结合要地防护等级、典型威胁目标、保护范围和成本约束综合选型，低防护等级可按低档配置建设，不要求一次性配齐全部最高档功能。

表1 精确碰撞拦截系统防护等级、性能指标与配置对照表

序号	指标项	一级防护（典型威胁：集群 ≥ 10 架，含高速固定翼/高机动/巡飞弹）	二级防护（典型威胁：小集群 3~9 架，含部分高速/机动目标）	三级防护（典型威胁：单架或少量 ≤ 2 架，非智能消费级/简易无人机）
1	单发拦截成功率	$\geq 95\%$ （对典型目标）	$\geq 85\%$	$\geq 70\%$
2	有效射程	$\geq 3\text{km}$	$\geq 1.5\text{km}$	$\geq 0.5\text{km}$
3	系统响应时间（探测确认到发射）	≤ 3 秒	≤ 5 秒	≤ 8 秒
4	多目标处理能力（同时拦截数量）	≥ 10 个	≥ 5 个	≥ 2 个

5	脱靶量要求	≤ 0.3 米（均方根）	≤ 0.5 米	≤ 1.0 米
6	抗干扰等级	极高：支持三模复合导引头（红外+雷达+可见光），内置认知抗干扰算法，具备诱饵识别与剔除能力	高：支持双模复合导引头（红外+雷达或红外+可见光），具备频率捷变和波形编码能力	标准：单模导引头（红外或雷达），具备基本抗日光、雨雾干扰能力
7	协同能力	支持集中式+分布式混合协同，编队拦截，机间数据链	支持集中式协同，可选分布式	支持基本的多发对多目标分配（不要求编队）
8	成本控制	可接受较高单发成本（如采用火箭发动机+多模导引头），重点保证性能	单发成本适中（如电动螺旋桨推进+双模导引头）	单发成本低廉（如固体火箭+单模导引头），可大量部署
9	推荐配置方案	有源相控阵雷达+多光谱光电跟踪站+智能博弈拦截器（含编队能力）+分布式协同火控系统	三坐标雷达+红外跟踪+协同拦截器组+集中式指挥系统	低成本声学/光电探测阵列+单发或双发低成本动能拦截器+简易发射架

6.2 精确碰撞拦截装备技术要求

精确碰撞拦截装备（拦截器及其制导单元）应满足制导控制、末段交会、发射与环境适应等方面的基本技术要求，见表2a；不同防护等级配置下，相关指标宜按表1的分级要求选取。拦截作业前，应确认拦截空域及弹道走廊内无其他合法航空器与地面人员，并完成安全区、落弹区与二次伤害防护设置。

表2a 精确碰撞拦截装备主要技术要求

项目	技术要求
制导控制精度	标准交战条件（目标速度 $\leq 30\text{ m/s}$ 、机动过载 $\leq 3\text{g}$ ）下，对典型消费级小型无人机单发拦截脱靶量：一级防护 $\leq 0.3\text{ m}$ 、二级 $\leq 0.5\text{ m}$ 、三级 $\leq 1.0\text{ m}$ （均方根）。
末段交会与毁伤	末段相对位置控制误差不大于上述脱靶量要求；优先采用直接动能碰撞，近炸引信作用距离宜 $\leq 1\text{ m}$ 并具备方向选择能力；单发杀伤概率满足表 1 对应防护等级要求。
反应时间	系统从探测确认到发射的响应时间：一级 $\leq 3\text{ s}$ 、二级 $\leq 5\text{ s}$ 、三级 $\leq 8\text{ s}$ ；制导模式切换时间 $\leq 0.2\text{ s}$ ，动态目标重分配时间 $\leq 0.3\text{ s}$ 。
抗干扰能力	应在典型电磁压制（全频段干扰，发射功率 $10\text{ W}\sim 100\text{ W}$ ，覆盖 900 MHz 、 2.4 GHz 、 5.8 GHz ）、光电诱饵与雨雾等恶劣气象条件下稳定跟踪目标；中高端装备应具备两种以上独立物理原理的制导模式。
发射与平台适配	应适配车载、舰载、固定阵地等发射平台；明确发射架指向范围、装填方式、点火安全连锁与电气接口要求，支持即插即用与快速再装填。
使用环境适应	应满足要地低空/超低空（高度 $\leq 500\text{ m}$ ）城区、临海等环境使用要求，规定工作温度、湿度、防雨、防盐雾与连续工作时间等环境适应性指标。
可靠性与安全性	应规定平均故障间隔时间（MTBF）、储存有效期与安全保险/解保逻辑；具备发射前自检、故障隔离与失控自毁（或安全回收）能力，防止误触发与危险坠落。

表2b 拦截目标机动形态分类与推荐拦截方式

序号	目标类型	典型代表	典型速度范围	机动特性	推荐拦截方式	推荐拦截距离范围（相对要地核心区边界）	二次伤害处置及安全要求
1	多旋翼无人机	消费级航拍/作业多旋翼（如大疆精灵4、M300）	巡航：30～80km/h（8～22m/s）	可垂直起降、悬停、急停、小半径转向；机动过载一般 $\leq 3g$	一对一迎头拦截；对悬停目标采用俯冲撞击	0.5km～1.5km（近/中界）	① 拦截前确认落区无人员密集活动； ② 拦截后若起火，系统应标记坠落坐标，通知地面消防巡查； ③ 严禁在人群上空50m高度范围内引爆战斗部，优先采用纯动能碰撞。
2	竞速穿越机/高机动FPV无人机	竞速穿越机、FPV自杀式改装机	最大速度可达150～200km/h（42～56m/s）	速度快、机动性极强，机动过载可达5g～10g，轨迹难预测，可实施末端俯冲攻击	预测前置拦截或多方向协同包围拦截（2～3枚齐射）；不建议单发尾追	1.0km～2.0km（中界）	① 该类目标速度与机动显著高于普通多旋翼，应按高机动目标处理，不得简单套用普通多旋翼拦截规则； ② 优先采用多发协同拦截以保证杀伤概率； ③ 拦截前确认落区无人员密集活动，优先采用动能碰撞，残骸坠落区应远离人员密集区。
3	固定翼无人机	航模固定翼、靶机	巡航：100～200km/h（28～56m/s）；大型可达400km/h以上	不可悬停，前飞速度快，航程远；机动过载 $\leq 3g \sim 4g$ ，转弯半径较大	侧向/迎头前置拦截；高速目标采用多发协同拦截	1.5km～3.0km（中/远界）	① 优先在远界（ $\geq 2km$ ）拦截，确保残骸散落区远离核心设施； ② 对已知挂弹的察打一体无人机，必须按高危目标处理，执行强制性远界拦截； ③ 拦截前应通过目标识别系统确认是否外挂弹药，动态调整拦截距离。
4	垂直起降固定翼（垂起）	复合翼/倾转旋翼无人机	悬停/起降：同多旋翼；平飞：70～150km/h（19～42m/s）	兼具悬停与高速平飞；模式切换时存在速度低谷（约5～	分段差异化拦截：悬停段按迎头，平飞段按前	1.0km～2.0km（中界）	① 优先在平飞转悬停或悬停转平飞的过渡阶段实施拦截，此时目标速度最低、机动受限，可适当缩小拦截距离至1.0km； ② 平飞段须按固定翼标准在远界处理，防止大

				10s过渡期)	置拦截；宜在模式切换窗口期攻击		质量残骸滑翔飘入要地。
5	无人直升机	传统构型无人直升机、共轴双旋翼	巡航：30～80km/h（8～22m/s）；大型可达120km/h	可垂直起降、悬停、侧飞；低空机动性优于多旋翼，抗风能力强	多方向协同包围拦截（2～3枚同时接近）	0.8km～1.8km（近/中界）	① 推荐采用近炸定向破片战斗部，利用破片切割旋翼主轴和尾梁，避免大尺寸整机坠向保护目标； ② 拦截距离应保证旋翼断裂碎片的最大飞行半径（约200m）不覆盖人员区。
6	自杀式/巡飞弹无人机	弹簧刀	巡航：100～180km/h（28～50m/s）；末段俯冲≥250km/h	单程攻击，末段大角度俯冲/蛇形机动；RCS小、弹道末段相对固定	迎头硬碰撞拦截；多发齐射提高杀伤概率	2.0km～3.5km（强制远界）	① 必须实施强制性远界拦截（≥2.0km），严禁该类型目标进入1.5km以内； ② 拦截引爆后应确保爆心投影点距离核心设施≥500m安全余量； ③ 若拦截失败且目标进入内层，应自动触发声光警报，通知要地人员紧急掩蔽； ④ 系统须内置“殉爆安全距离”算法，根据战斗部当量动态计算安全隔离半径。
7	无人机集群/蜂群	≥3架组网的多旋翼或固定翼集群	集群整体：30～100km/h（取决于最慢机型）；单机同各自类型	编队协同、多方向多高度突防；单机成本低、数量多	多对多协同拦截（集中式/分布式目标分配）	1.5km～3.0km（远界分层拦截）	① 采用外层远界（2.5～3.0km）优先拦截集群中疑似携带弹药的长机或威胁度最高的个体； ② 内层近界（1.5～2.0km）对突破外层的小型无武装目标实施补充拦截，此时应选择动能碰撞，避免破片对地面造成广泛散布； ③ 系统应自动评估集群残骸整体散布区域，若覆盖要地，需启动末端自毁/偏航程序。

拦截方式选择原则：

- a) 迎头拦截：拦截器与目标相对而行，相对速度最大、拦截时间最短，适用于速度较慢或弹道可预测的目标（多旋翼、巡飞弹）。
- b) 侧向/前置拦截：拦截器飞向预测遭遇点而非目标当前位置，适用于高速直线飞行目标（固定翼、垂起平飞段），需精确预测目标轨迹。
- c) 尾后追击：拦截器从目标后方追击，适用于目标速度低于拦截器速度且无法快速逃逸的场景。一般不推荐用于精确碰撞拦截，因相对速度低、能耗高。
- d) 多方向协同包围：多个拦截器从不同方向同时接近目标，限制目标逃逸空间，适用于机动性强或高价值目标。
- e) 多对多协同：多个拦截器对多个目标进行动态分配和同时拦截，适用于无人机集群/蜂群攻击。
- f) 智能博弈拦截：制导系统实时感知目标机动并动态调整策略，适用于超高速、高机动或具备自主规避能力的无人机。

7 测试验证与接口关系

7.1 测试验证方法

7.1.1 实验室测试

a) 全数字仿真测试：在纯软件环境中，模拟大规模集群对抗（最多100个目标 vs 50个拦截器），验证协同分配算法、防碰撞算法和编队策略的收敛性和稳定性。仿真应连续运行24小时无逻辑错误。

b) 半实物仿真测试：构建包含真实导引头、惯性测量单元、飞控计算机和舵机执行机构的半实物仿真平台。注入高保真模拟的目标雷达/红外特征信号、复杂背景杂波（城市、海面、云层）以及典型电磁干扰环境，验证制导精度、抗干扰算法和策略切换逻辑。测试应覆盖至少50个不同场景（目标类型、机动模式、干扰强度组合），脱靶量统计满足第6章要求。

c) 接口协议一致性测试：使用专用总线测试仪（如CAN、以太网、1553B），验证制导单元与指挥系统、发射平台之间的数据交互是否符合本标准第7.2节规定的协议格式、时序和电气特性。

7.1.2 外场测试

a) 实飞拦截测试：在指定封闭空域，使用典型无人机目标（多旋翼：大疆精灵4、M300；固定翼：小型穿越机、固定翼航模），从不同方向、不同高度以典型速度（10m/s~40m/s）飞入防御区。发射拦截器进行实弹拦截，通过高精度光电经纬仪或雷达测量脱靶量，统计杀伤概率。每种目标类型至少进行10次有效拦截试验。

b) **抗干扰外场试验：**在试验场布置典型电磁干扰源（如全频段干扰机，发射功率10W~100W，覆盖900MHz、2.4GHz、5.8GHz频段）和红外/光电诱饵（如红外诱饵弹或LED诱骗灯），进行拦截测试。要求系统在干扰开启后仍能保持稳定跟踪，至少完成5次成功拦截。

c) **快速响应测试：**通过模拟突然出现的无人机（从探测到进入射程时间 ≤ 8 秒），记录系统从接收到告警到发射指令完成的全程时间，验证是否满足分级响应时间要求。

7.1.3 模拟对抗环境测试

组织攻击方—防御方对抗演练，攻击方使用具备自主规避算法（如基于深度强化学习的无人机）和诱饵释放能力的高端无人机（至少3架），防御方使用本标准规定的精确碰撞拦截系统。对抗应在不少于30个回合的独立场景中进行（场景应覆盖不同目标类型、机动模式、干扰强度与集群规模的组合），统计防御方对攻击方的单发杀伤概率和系统综合胜率，并给出杀伤概率估计的95%置信区间。防御方制导系统应记录每次博弈过程中的策略调整日志，用于事后分析学习。

7.1.4 逐级放行与异常工况验证

测试验证应建立逐级放行机制：系统依次通过全数字仿真、半实物仿真、受控外场试验和实装试验，前一级测试未通过不得进入下一级。各级测试除验证正常交战流程外，应重点覆盖导引头失跟、通信链路中断、目标状态突变（急减速、急转弯、释放诱饵）、拦截失败和多目标冲突等异常边界工况，验证系统在上述条件下能够安全退出、重新规划或稳妥移交任务，不出现失控飞行、误触发和危险坠落。

7.2 接口关系

制导单元（包括拦截器及其地面/舰面火控处理单元）应与外部系统定义以下数据接口。所有接口应满足实时性、可靠性和安全性要求。

7.2.1 与指挥控制（C2）系统接口

a) 上行指令：

目标指示信息：目标批号、坐标（经纬度或本地坐标系）、速度矢量、高度、目标类型（如有）、威胁等级。

交战授权：授权码、交战规则（如允许动能拦截/允许近炸、允许开火时间窗口）。

拦截器发射指令：指定发射架编号、拦截器ID、发射时机（立即或延时）。

b) 下行状态：

拦截器状态：ID、位置、速度、姿态、剩余推进剂/电量、导引头状态（未锁定/跟踪中/丢失）、故障代码。

杀伤评估结果：目标批号、拦截结果（摧毁/未摧毁/不确定）、评估依据（图像/雷达回波/遥测）。

系统健康报告：各模块自检状态、通信链路质量、时间同步偏差。

c) **协议要求：**应采用标准化数据链报文格式。

7.2.2 与战场感知系统接口

a) **信息内容：**接收来自搜索雷达、光电探测系统或声学阵列的实时目标航迹信息，包括：目标批号、时间戳、位置、速度、加速度估计（可选）、信号特征（雷达截面积、红外辐射强度）、置信度。

b) **时间同步：**实现与感知系统的微秒级时间同步。

c) **接口形式：**通常为以太网UDP组播或点对点串行接口（如RS422），数据刷新率 $\geq 20\text{Hz}$ 。

7.2.3 与发射平台接口

a) **指令交互：**

制导单元向发射平台发送：发射解锁指令、点火时序、发射架指向角度（如需）。

发射平台向制导单元回传：发射架当前角度、装填状态（有无拦截器）、电池/气源状态、保险状态。

b) **电气接口：**定义标准的供电（电压、电流、波纹要求）、点火电路（低电平有效，隔离电阻）和信号电气特性，应满足供电匹配、点火隔离与安全联锁等电气接口的安全与兼容性要求。点火回路应具备安全联锁机制，防止误触发。

7.2.4 接口图示

制导单元与外部系统的数据接口关系如图1所示：

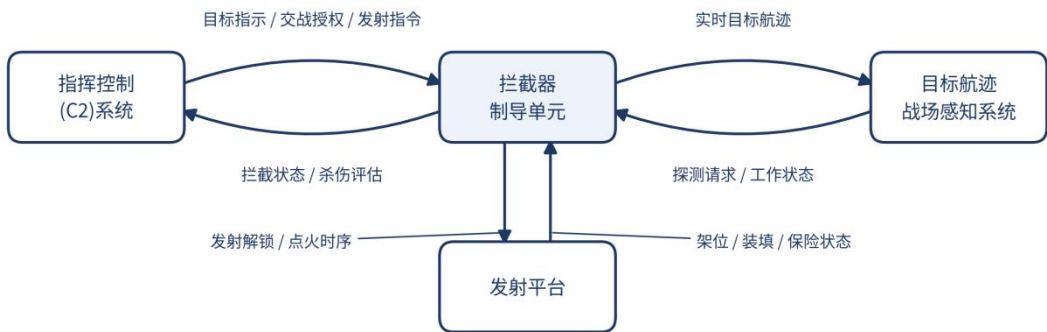


图 1 制导单元与外部系统的数据接口关系

7.2.5 接口兼容性与模块化要求

探测、指挥控制、数据链、发射平台与拦截器等各功能单元之间应采用开放、标准化的机械、电气与数据接口，接口仅在系统边界处定义，单元内部实现不作限定。各单元应支持即插即用、独立替换与升级扩容：更换不同厂商的拦截器、导引头或感知系统时，应仅通过接口配置或适配完成，不修改其他

单元的核心软件；单个功能模块更换或升级时，不应影响其他模块正常运行。接口控制文件（ICD）及相应仿真测试工具应随系统交付。

ICS 03.220.50

CCS V 54

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/CICC 27008—2026

要地低空无人机防控系统运维管理规范

Specification for operation and maintenance management of low-altitude UAV
prevention and control systems for critical sites

2026-10-12 发布

2026-10-12 实施

中国指挥与控制学会 发布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 运维管理要求 2

 4.1 运维原则 2

 4.2 系统特点与运维适应性要求 2

 4.3 运维范围 3

 4.4 运维指标要求 3

5 组织与职责 4

 5.1 运维组织结构 4

 5.2 职责与分工 5

 5.3 人员管理与培训 6

6 系统运维实施管理 6

 6.1 运维内容与周期 6

 6.1.1 运维类别的界定 6

 6.1.2 日常运维 7

 6.1.3 定期运维 8

 6.1.4 专项运维 8

 6.1.5 无人值守站点运维 8

 6.2 设备管理 8

 6.2.1 设备台账 8

 6.2.2 设备状态监测 9

 6.2.3 设备退役与替换补充 9

 6.3 巡检与检测 9

 6.3.1 日常巡检 9

 6.3.2 定期检测 10

 6.3.3 记录与整改 10

 6.4 探测感知与反制处置设备专项维护 10

 6.5 故障管理与维修处置 10

 6.5.1 故障分级 10

 6.5.2 处置流程 11

 6.5.3 响应与修复时限 11

 6.5.4 故障记录与分析 11

 6.6 履历管理 11

 6.7 配置管理 12

7 运维保障 12

 7.1 资产管理 12

 7.2 供配电与环境保障 12

 7.3 日志管理 13

 7.4 记录与档案管理 13

7.5 备件、工具与耗材管理 13

8 安全运维规程 13

8.1 信息安全 13

8.2 权限与访问控制 14

8.3 数据安全与审计 14

8.4 电磁安全与保密管理 14

9 运维评估与持续改进 14

9.1 评估要求 14

9.2 评估评分与结论 15

9.3 持续改进 16

附 录 A 17

附 录 B 18

附 录 C 19

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。

本文件是《要地低空无人机防控体系》系列标准的第2部分。系列标准旨在构建覆盖要地低空无人机防控全流程的技术规范体系，为防控系统的规划、设计、建设、验收、运维及退役处置提供统一依据。

本文件由中国指挥与控制学会提出并归口。

本文件起草单位：西北工业大学、空军工程大学、河南工业大学、陕西师范大学、山东师范大学数学与统计学院

本文件主要起草人：于登秀、付强、范成礼、金军委、赵孟、梁洪涛、李晓迪

要地低空无人机防控系统运维管理规范

1 范围

本文件规定了要地低空无人机防控系统运维管理的术语和定义、运维管理要求、组织与职责、系统运维实施管理、运维保障、安全运维规程以及运维评估与持续改进。

本文件适用于党政机关、要害目标、交通枢纽、能源设施、重大活动场所等要地的低空无人机防控系统的运维管理工作，其他低空安防系统可参照执行。

本文件不适用于军事设施及军事禁区。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 22239—2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 36626—2018 信息安全技术 信息系统安全运维管理指南

GA/T 1081—2013 安全防范系统维护保养规范

3 术语和定义

《要地低空无人机防控等级划分及基本要求》界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

要地低空无人机防控系统 low-altitude UAV prevention and control system for critical sites

用于对进入要地低空空域的未经授权无人驾驶航空器实施探测、识别、跟踪和处置的技术系统，由探测感知子系统、指挥控制子系统、反制处置子系统、通信链路和配套基础设施组成。以下简称“系统”。

注：各组成部分包含的设备如下：探测感知子系统包括雷达、无线电探测、光电探测、声学探测等设备；指挥控制子系统包括服务器、工作站、显示终端及配套软件；反制处置子系统包括无线电阻断、导航诱导、物理捕获等设备；通信链路包括有线链路、无线链路及配套网络设备；配套基础设施包括供配电设备、防雷接地设施、机房、机柜及室外安装构件。

3.2

无人值守站点 unattended site

未配置固定值守人员，依靠远程监控和定期现场巡检维持正常运行的系统部署站点。

3.3

配置基线 configuration baseline

经批准确定的系统网络配置、设备参数、权限策略、告警规则和联动策略等基准配置，是配置管理和配置恢复的依据。

4 运维管理要求

4.1 运维原则

系统运维管理应遵循下列原则：

- a) 预防为主。加强日常巡检、定期检测和专项检查，及早发现并消除隐患。
- b) 分级管理、责任到人。根据系统规模和要地防控等级划分运维层级，明确各岗位职责，将运维责任落实到人。
- c) 闭环管理。运维工作按计划、实施、检查、改进的顺序开展，问题处置形成闭环。
- d) 标准化。制定统一的运维流程、操作规范和记录模板，保证运维活动可追溯。
- e) 信息化与远程集中监控。运用运维管理平台和状态监控手段，实现系统状态实时监测、故障自动告警和运维记录电子化，减少现场作业量。

4.2 系统特点与运维适应性要求

系统由分布于要地多个站点的探测、处置、指挥控制设备及配套设施构成，其部署和使用特点与一般安防系统不同。系统特点、由此产生的运维需求及应采取的措施见表1。

表 1 系统特点、运维需求与应采取的措施

系统特点	运维需求	应采取的措施
站点分散，探测和处置设备分布于要地多个站点	需掌握各站点设备状态，避免逐站点人工巡视效率低	建立覆盖全部站点的远程集中监控，实时监测设备状态并推送告警；按站点建立设备台账和巡检计划
室外安装比例高，设备多设于建筑物顶部、塔架等处	作业条件受天气和高处作业条件限制，安全风险高	室外作业应避免恶劣天气；建筑物顶部及室外高处作业应符合高处作业和用电安全的相关规定，并由不少于 2 人共同实施
多数站点无人值守	设备异常和非授权接近不能及时发现	按 6.1.5 的规定实施远程监控和定期现场巡检；配置防非授权接近的物理防护和告警功能，记录站点开启情况

系统特点	运维需求	应采取的措施
跨专业，涉及雷达、无线电、光电、网络、供配电等领域	单一专业人员难以独立完成全部运维作业	配置具备多专业能力的运维力量，或建立各专业之间的协同机制，明确作业分工与接口；按专业分别制定操作规范
设备叠加更新快，新增、替换设备较为频繁	运维范围、责任分工和配置基线易与实际不符	新增或替换设备后同步更新运维范围、责任分工、配置基线、设备台账和相关记录，并对运维人员进行补充培训
处置设备涉及无线电发射，使用受授权和频率管理约束	维护、测试环节存在干扰合法无线电业务的风险	处置设备的测试和参数调整应在批准的频段和功率范围内进行，并按 6.4 的规定执行
系统运行状态直接关系要地低空安全，不宜长时间停机	维护和变更作业需控制对防控能力的影响	计划性停机应经批准并选择非任务时段；停机期间应采取增派值守人员、部署机动设备等临时措施

4.3 运维范围

运维范围应覆盖系统的全部组成部分。系统组成与对应的运维对象见表2。

表2 系统组成与运维对象

系统组成	主要设备与软件	主要运维对象
探测感知子系统	雷达、无线电探测设备、光电探测设备、声学探测设备	天线与伺服机构、收发单元、镜头与云台、信号特征库、标校参数、安装构件
指挥控制子系统	服务器、工作站、显示终端及数据处理、告警、日志、态势显示等软件	服务器硬件、操作系统与数据库、应用软件版本、告警规则、联动策略、时间同步
反制处置子系统	无线电阻断设备、导航诱导设备、物理捕获设备	发射链路、天线、功率与频段参数、授权与解锁机构、机械与动力部件
通信链路	有线链路、无线链路、交换机、路由器、光纤与配线设备	链路连通性、传输带宽与时延、网络配置、备用链路切换
配套基础设施	机房、机柜、供配电设备、不间断电源、防雷接地设施、室外安装构件	供电参数、电池状态、接地电阻、散热与通风、防水防尘、构件牢固性

运维活动应包括日常运维、定期运维、专项运维、巡检检测、状态监控、故障处置、变更管理、配置管理、应急响应和运维评估，各类运维活动的界定和周期见6.1。

系统新增设备、软件升级、任务调整或防控区域调整时，应及时调整运维范围，补充运维流程和责任分工，并形成记录。

4.4 运维指标要求

运维单位应明确下列运维指标并定期统计：

- a) 系统完好率；
- b) 系统可用率；

- c) 告警准确率；
- d) 故障平均修复时间；
- e) 巡检计划完成率；
- f) 故障闭环率。

各项运维指标的定义和计算方法见表3。

表3 运维指标的定义和计算方法

指标	定义	计算方法
系统完好率	统计周期内系统各组成设备处于完好状态的比例	完好设备数量÷设备总数×100 %。完好状态指设备功能完整、主要性能指标达到设计值或目标值
系统可用率	统计周期内系统处于可执行防控任务状态的时间比例	(统计周期时长-不可用时长)÷统计周期时长×100 %。不可用时长指因故障、维护或停机导致系统不能执行防控任务的累计时长
告警准确率	统计周期内正确告警占全部告警的比例	正确告警次数÷告警总次数×100 %。正确告警指经核实确为无人驾驶航空器活动的告警
故障平均修复时间	统计周期内单次故障从确认到功能恢复所需时间的平均值	各次故障修复时间之和÷故障次数。单次故障修复时间自故障确认时刻起，至系统相应功能恢复并通过测试时刻止
巡检计划完成率	统计周期内按计划完成的巡检次数占计划巡检次数的比例	实际完成巡检次数÷计划巡检次数×100 %。超出计划时限完成的不计入实际完成次数
故障闭环率	统计周期内完成闭环的故障占已发生故障的比例	已闭环故障数量÷故障总数×100 %。闭环指故障经维修、测试并经技术负责人验收合格

注：告警总次数不含系统自检、演练和测试过程中产生的告警。核实结论应记入告警记录，作为告警准确率统计的依据。

各项指标的目标值应根据要地防控等级确定，防控等级高的要地其可用率目标值应更高、故障修复时限应更短。指标统计周期为1个季度，指标统计分析每季度不少于1次，统计结果作为第9章运维评估的输入。

5 组织与职责

5.1 运维组织结构

运维单位应建立运维管理组织，设置管理负责人、技术负责人、值守人员、维修人员和安全保密人员等岗位，并根据系统规模、站点数量和防控等级配置人员数量。

可根据系统规模采用下列运维模式：

- a) 专职运维：由运维单位配备专职运维团队，适用于大型要地或站点数量多的系统；

- b) 委托运维：委托具备相应能力的专业机构承担运维工作，适用于中小型要地；
- c) 联合运维：由多个参与方分工承担运维工作，适用于跨部门、跨区域的系统，应明确各方的运维责任和协同机制。

运维组织应明确与使用单位、监管单位及公安、空中交通管理、应急管理等应急联动单位的协同关系，明确信息传递方式和应急处置流程。

5.2 职责与分工

各岗位职责如下：

- a) 管理负责人：
 - 1) 组织制定运维工作计划和管理制度；
 - 2) 保障运维所需人力、物力和经费；
 - 3) 监督运维制度和流程的落实；
 - 4) 组织运维考核与评估；
 - 5) 对重大故障、重大变更和应急事件作出决策。
- b) 技术负责人：
 - 1) 制定运维技术方案和操作规程；
 - 2) 牵头组织故障处置和技术攻关；
 - 3) 负责软件升级、参数修改、配置调整等变更的技术评估和实施指导；
 - 4) 建立并维护配置基线。
- c) 值守人员：
 - 1) 按值守制度监控系统运行状态和告警信息；
 - 2) 处置一般告警，对重大告警立即上报；
 - 3) 填写系统运行日志、操作日志和告警记录；
 - 4) 及时上报系统运行异常情况。
- d) 维修人员：
 - 1) 按运维计划开展日常巡检、定期检测和专项检查；
 - 2) 对设备进行清洁、紧固、校准等保养作业；
 - 3) 开展故障排查和维修，更换故障部件和备件；
 - 4) 参与重大活动保障和恶劣天气后的现场检查。
- e) 安全保密人员：
 - 1) 制定并落实系统安全保密管理措施；

- 2) 负责用户权限的分配、调整和注销;
- 3) 保障数据采集、存储、传输、使用和销毁环节的安全;
- 4) 组织开展安全保密检查。

5.3 人员管理与培训

运维人员管理应满足下列要求:

- a) 运维人员应经培训考核合格后上岗。探测感知、反制处置设备运维人员应具备电子信息、通信、自动化等相关专业知识;安全保密人员应具备信息安全、保密管理等相关专业知识;
- b) 每年组织专业技能、安全保密、法规政策和应急处置培训不少于2次,培训内容应结合系统运行实际和现行有效的法规标准;
- c) 管理负责人、技术负责人、安全保密人员等关键岗位人员变动时,应履行交接手续,明确交接内容和责任划分,并同步更新权限配置;
- d) 建立人员培训、考核、上岗、离岗的全过程管理记录;考核不合格的人员应暂停上岗,经补训补考合格后方可继续上岗;离岗人员应办理权限注销和资料交接手续。

6 系统运维实施管理

6.1 运维内容与周期

6.1.1 运维类别的界定

运维活动按开展时机分为日常运维、定期运维和专项运维三类,界定如下:

- a) 日常运维:每日开展的状态确认性工作,以确认系统处于可用状态为目的,作业内容不改变系统配置和参数;
- b) 定期运维:按周、月、季、年固定周期开展的保养和检测性工作,以保持系统性能满足规定要求为目的,可含清洁保养、参数校准和固件升级;
- c) 专项运维:因重大活动、恶劣天气、任务调整、系统升级改造等特定情形触发的检查和保障工作,以确认系统适应变化后的条件为目的。

三类运维活动的作业内容不重复设置。同一作业项目在不同周期出现时,按周期最长者确定其深度,短周期作业不重复长周期作业的内容。各运维项目的周期、责任岗位和记录要求见表4。

表4 运维项目、周期与责任岗位

运维项目	主要内容	周期	责任岗位	记录
运行状态确认	供电、网络、通信链路、软件界面、指示灯、告警功能	每日	值守人员	日常运维记录

运维项目	主要内容	周期	责任岗位	记录
外观与环境检查	设备外观、安装构件、机房与机柜环境、防雷接地状态	每日（有人值守站点）	值守人员	日常运维记录
表面清洁	设备表面、散热口除尘	每日至每周	维修人员	日常运维记录
核心设备检查与功能测试	核心设备检查，探测识别与处置功能测试	每周	维修人员	巡检记录表（附录 A）
清洁保养与固件升级	设备深度清洁、紧固、固件升级、备件库存检查	每月	维修人员	巡检记录表（附录 A）
设备校准	探测感知与反制处置设备校准，按 6.4 执行	每月、每季度（按设备类型）	维修人员	校准记录
性能校验	探测距离、定位精度、识别准确率、处置有效性、链路时延	每季度	技术负责人组织	检测记录
网络安全检查	边界防护、权限、补丁、日志审计情况检查	每季度	安全保密人员	安全检查记录
年度全面检测与保养	系统全面检测、全面校准、制度与流程评估	每年	管理负责人组织	年度运维报告
无人值守站点现场巡检	按 6.1.5 的规定执行	按防控等级确定	维修人员	巡检记录表（附录 A）
重大活动前专项检查	全面检测和调试，增配值守力量，确认满足相应防控等级要求	活动前	管理负责人组织	专项运维记录
重大活动后专项检查	检查保养，排查运行隐患，整理运维记录	活动后	维修人员	专项运维记录
恶劣天气后专项检查	室外设备检查，重点检查防雷接地、防水防尘、安装构件牢固性	天气过程结束后	维修人员	专项运维记录
任务调整后专项检查	调整系统配置和参数，开展专项检测	任务调整后	技术负责人组织	专项运维记录
升级改造后专项检查	验证功能和性能，更新配置基线和文档	升级改造后	技术负责人组织	专项运维记录

运维周期可根据设备运行环境、任务强度和设备可靠性情况调整。运行环境恶劣、任务强度大或设备可靠性较低的，应缩短运维周期；延长运维周期应经管理负责人批准并形成记录。要地进入敏感期时，运维周期按《要地低空无人机防控等级划分及基本要求》规定的敏感期强化要求缩短。

6.1.2 日常运维

日常运维每日开展，内容包括：

- a) 检查设备供电是否正常、网络是否通畅、通信链路是否稳定；
- b) 查看软件运行界面，确认无异常报错；
- c) 检查告警功能，确认告警可正常触发和显示；
- d) 检查设备指示灯状态和设备运行环境；
- e) 清洁设备表面灰尘；
- f) 填写日常运维记录，对发现的轻微异常及时处理，不能现场处理的按 6.5 报故障。

6.1.3 定期运维

定期运维按表4规定的周期开展，主要包括：

- a) 周运维：对核心设备进行检查，测试探测识别功能和反制处置功能，排查潜在隐患；
- b) 月运维：对设备进行清洁保养和固件升级，校准相应设备，检查备件库存；
- c) 季运维：对系统性能进行校验，包括探测距离、定位精度、识别准确率、处置有效性和链路时延，并开展网络安全检查；
- d) 年运维：对系统进行全面检测和保养，对设备进行全面校准，对运维管理制度和流程进行评估和优化，形成年度运维报告。

6.1.4 专项运维

专项运维在表4规定的情形下开展。专项运维完成后应确认系统满足要地相应防控等级的要求，确认结论记入专项运维记录。

6.1.5 无人值守站点运维

无人值守站点的运维应满足下列要求：

- a) 实施远程监控，实时监测站点设备运行状态，告警信息实时推送至值守人员；
- b) 现场巡检周期按要地防控等级确定：一级防控每月不少于 1 次，二级防控每季度不少于 1 次，三级防控每半年不少于 1 次；
- c) 建筑物顶部及室外高处作业由不少于 2 人共同实施，并符合高处作业安全的相关规定；
- d) 配置防非授权接近的物理防护和告警功能，站点开启情况应予记录。

6.2 设备管理

6.2.1 设备台账

运维单位应建立设备台账，采用电子化管理并动态更新，内容包括：

- a) 设备基本信息：名称、型号、编号、生产厂商、出厂日期、安装站点；
- b) 设备技术参数：主要性能指标及设计阈值；
- c) 设备状态记录：安装日期、最近维护日期、当前运行状态；

- d) 维修与备件更换记录；
- e) 质保期与维保合同信息；
- f) 退役与替换记录。

6.2.2 设备状态监测

应对下列指标实施监测：

- a) 探测感知子系统：探测距离、目标识别准确率、光电设备成像分辨率、无线电探测灵敏度；
- b) 反制处置子系统：发射功率、覆盖角度、响应时延；
- c) 指挥控制子系统：处理器负载率、内存使用率、存储空间余量、网络时延；
- d) 通信链路：链路连通率、传输带宽、误码率。

设备运行环境应满足温湿度、防尘、防水、防雷和防电磁干扰要求。机房温湿度应控制在设备允许范围内；室外设备应采取防水、防尘和防雷措施，防雷接地效果应定期检查。反制处置设备的环境条件按《要地低空无人机防控反制设备技术要求》的规定执行。

6.2.3 设备退役与替换补充

设备达到使用年限或性能不满足要求时，按下列程序处置：

- a) 技术评估：对设备性能进行评估并出具评估报告；
- b) 替换配置：设备退役前应确定替换设备并完成配置，保证系统防控能力不降低；替换设备的性能应不低于原设备，且与系统其他部分兼容；
- c) 审批：提交设备退役申请，经批准后实施；
- d) 数据清除：退役前应清除设备存储的全部数据，清除方法按《要地低空无人机防控系统销毁规范》中数据销毁的规定执行；涉密存储介质的数据清除按国家保密相关规定执行，不应仅采用覆写法；数据清除后应留存清除记录；
- e) 处置：退役设备应登记并按规定处置，涉密设备按《要地低空无人机防控系统销毁规范》执行。

因替换设备未到位等原因导致系统防控能力暂时降低时，应采取增派值守人员、部署机动设备等临时措施，并报使用单位；能力恢复情况应予记录。

未经技术负责人评估和管理负责人批准，不应拆卸、改装或替换核心设备与关键部件；相关作业应由专业技术人员实施并填写记录。

6.3 巡检与检测

6.3.1 日常巡检

日常巡检内容包括：

- a) 外观检查：检查设备外壳有无破损、腐蚀、异常发热，安装构件有无松动；

- b) 连接检查：检查线缆连接是否牢固，接头有无松动或氧化；
- c) 网络检查：检查交换机、路由器运行状态和网络连通情况；
- d) 环境检查：检查机房、机柜温湿度和防雷接地状态；
- e) 状态确认：确认系统运行指示灯和控制界面状态正常。

6.3.2 定期检测

定期检测按规定周期开展，内容包括：

- a) 探测性能检测：采用标准目标对探测感知子系统进行标校，验证探测距离和定位精度；
- b) 识别性能检测：采用典型无人驾驶航空器目标验证识别准确率和识别时延，统计规定时间内的虚警次数，测试从发现目标到发出告警的时间；
- c) 反制性能检测：在批准的频段内验证反制处置子系统的覆盖范围和处置有效性；
- d) 系统联动检测：验证各子系统协同工作的时延和联动正确性。

6.3.3 记录与整改

巡检与检测应填写记录，巡检记录表格式见附录A。发现异常时应立即上报，并由技术负责人组织处置。

检测不合格项应纳入故障管理，由技术负责人组织分析原因、制定整改方案，明确整改责任人和时限；整改完成后应重新检测，直至合格，全过程形成记录。

6.4 探测感知与反制处置设备专项维护

探测感知设备应定期校准，保证灵敏度与精度满足要求：雷达设备每季度校准1次，光电设备每月校准1次，无线电探测设备每季度校准1次。校准应由专业技术人员使用标准校准设备实施，并填写校准记录。

反制处置设备应定期检查：每周检查发射链路是否通畅、天线安装是否牢固；每月检查发射功率是否正常、控制指令是否准确；每季度进行全面测试，确认设备能够正常启动和关闭，处置效果满足要求。

反制处置设备的使用应符合国家无线电管理的相关规定，不应合法无线电业务造成干扰。

6.5 故障管理与维修处置

6.5.1 故障分级

故障按对系统防控能力的影响程度分为三级：

- a) 一般故障：不影响系统核心功能，个别非关键设备或软件出现异常；
- b) 严重故障：影响系统部分核心功能，导致系统防控能力下降，如探测精度下降、部分反制处置功能失效；
- c) 重大故障：核心设备严重损坏、通信中断或系统无法运行，导致无法开展防控任务。

6.5.2 处置流程

故障处置按发现、上报、派工、维修、测试、验收、闭环的顺序实施。发现故障后应立即填写故障处置单（格式见附录B）并上报；技术负责人根据故障等级派工；维修完成后应进行测试，经技术负责人验收合格后闭环；验收不合格的应重新维修。

6.5.3 响应与修复时限

故障响应与修复时限按故障等级和要地防控等级确定，见表5。

表5 故障响应与修复时限

故障等级	响应时限	现场到场时限	修复或功能恢复时限	临时措施
重大故障	立即	一级防控不超过 2 h； 二级、三级防控不超过 4 h	系统基本功能恢复不超过 24 h	应立即启动应急保障预案，增派值守人员并部署机动设备
严重故障	不超过 2 h	一级防控不超过 4 h； 二级、三级防控不超过 8 h	不超过 8 h	应采取加强值守或启用备用设备等措施
一般故障	不超过 8 h	按运维计划安排	一级防控不超过 24 h；二级、三级防控不超过 72 h，或纳入下一次定期运维一并处理	一般不需临时措施

注：一级防控要地对系统可用性的要求最高，一般故障长时间未修复会累积形成防控能力下降，故其修复时限短于二级、三级防控要地，且不适用纳入下一次定期运维一并处理的方式。

严重故障和重大故障发生后，技术负责人应立即启动应急保障预案，必要时联系设备生产厂商提供技术支持；故障期间应采取临时措施维持要地低空安全，并向使用单位报告系统防控能力的降低情况和预计恢复时间。

要地处于敏感期时，各等级故障的响应和修复时限应缩短，缩短后的时限在专项运维方案中明确。

6.5.4 故障记录与分析

应记录故障现象、原因、处置过程、更换部件和恢复时间，形成故障记录库。应定期分析故障记录，总结故障发生规律，并据以优化运维周期、备件配置和维护策略。

6.6 履历管理

系统软件升级、参数修改、网络配置调整、结构改动和防控策略变更均应纳入变更管理，不应擅自变更。

变更按风险和影响程度分为：

- a) 标准变更：低风险、已预先批准的例行变更，如补丁升级、配置参数微调；
- b) 普通变更：中等风险变更，经评估和批准后实施；

- c) 重大变更：高风险变更，如系统软件重大升级、核心设备配置调整，经评估和批准后实施；
- d) 紧急变更：因紧急情况需立即实施的变更，事后应补办审批手续。

变更应按申请、评估、审批、实施、验证、归档的顺序实施。变更申请应说明变更内容、原因、范围和预期效果；技术负责人组织技术评估并分析风险；经管理负责人批准后方可实施；实施过程应形成记录；实施完成后应进行验证。

重大变更应在系统运行低峰期或非任务时段实施，并制定回退方案；变更实施出现异常时应立即回退，恢复系统原有状态。

6.7 配置管理

配置管理应满足下列要求：

- a) 建立配置基线，明确网络配置、设备参数、权限策略、告警规则和联动策略的基准值；配置基线应定期审核，并根据变更情况及时更新；
- b) 配置变更应可追溯、可审计、可恢复，记录变更前后的配置信息、变更时间、变更人员和变更原因；
- c) 重要配置应备份，备份周期每周不少于1次；备份文件应加密存储，并定期验证其可恢复性。

7 运维保障

7.1 资产管理

应对系统的硬件、软件和附属设施实行全生命周期资产管理，覆盖采购、入库、领用、借用、维修、报废等环节，建立资产台账并跟踪资产状态。

资产入库、领用、借用、归还、维修、报废应履行相应手续并形成记录。

资产盘点每季度不少于1次，年度开展全面盘点；盘点应核对资产台账、实物和标签信息，对盘盈、盘亏资产查明原因并调整台账。

7.2 供配电与环境保障

系统应采用可靠供电方式。探测感知设备、反制处置设备、指挥控制服务器等重要设备应配置不间断电源；有条件的要地宜采用双路供电。

应定期检查供配电、电池、防雷接地、散热、通风、防水和防尘情况：每周检查供电电压和配电线路；每月检查不间断电源电池状态；每季度检测防雷接地电阻；定期检查机房散热通风设备和室外设备的防水防尘情况。

机房、机柜和室外设备的安装环境应满足设备运行要求。机房应具备防尘、防水、防雷、防电磁干扰和防静电措施；室外设备应安装在便于维护的位置，并配备防护装置。

7.3 日志管理

系统应自动生成运行日志、操作日志、告警日志、故障日志和安全日志。日志内容应包括时间、人员、设备、操作内容和事件结果，时间精确到秒。

日志不应删除、篡改或伪造，留存期限不少于1年；涉及安全事件和故障处置的日志，留存期限不少于3年。日志留存期限不按要地防控等级区分，各防控等级均执行本条规定。

注：本条规定的留存期限适用于系统自动生成的各类日志。《要地低空无人机防控等级划分及基本要求》按防控等级规定的保存期限，适用于按国家规定报送的无人驾驶航空器活动数据，二者的对象不同。同一数据同时符合两项要求时，按其中较长的期限执行。

日志审计分析每周不少于1次，重点分析告警日志、安全日志和故障日志；发现异常应及时上报并组织处置，审计分析情况应予记录。

7.4 记录与档案管理

运维全过程应形成书面或电子记录，包括巡检、检测、故障、维修、变更、应急处置、演练和评估记录。记录应真实、完整，书面记录应签字确认，电子记录应备份保存。

档案应包括技术资料、图纸、合同、台账、规程、记录和报告。档案应分类归档、集中管理，查阅和借阅应履行审批手续。重要档案长期保存，一般档案保存期限不少于3年。

7.5 备件、工具与耗材管理

应建立关键备件清单并保持合理库存，满足故障维修需求。关键备件包括核心设备的易损部件和常用部件；备件库存数量应根据设备故障率和维修需求确定。

工具、仪表和检测设备应定期校准。检测仪表和校准设备每年校准1次，由具备相应能力的机构实施；未校准或校准不合格的不应使用。

备件出入库、领用、更换、报废应登记管理。耗材应按周期更换并记录。

8 安全运维规程

8.1 信息安全

系统网络应采取边界防护、访问控制、恶意代码防范和入侵检测措施，并符合GB/T 22239—2019的相关要求。

系统设备和运维终端不应连接互联网等不安全网络；不应使用未经授权的移动存储介质，确需使用时应经安全保密人员批准并完成安全检测。

运维计算机、终端和服务器应强化安全配置：设置强口令并定期更换；关闭不必要的端口和服务；及时安装安全补丁；不应安装与运维无关的软件。

8.2 权限与访问控制

应实行最小权限原则，按岗位分配操作、管理和配置权限，并定期审核，及时回收冗余权限。

账号口令应规范设置、定期更换、专人保管。口令长度不少于8位，由字母、数字和特殊符号组合；更换周期不超过3个月；不应共享账号口令。

人员离岗、离职时应及时注销或变更其权限，并交回与系统相关的资料和设备。

8.3 数据安全与审计

目标航迹、视频、告警信息和运维数据应加密存储和传输，防止泄露、篡改和丢失；向外部提供上述数据应经管理负责人批准。

数据采集、存储、传输、使用和销毁应符合安全与保密的相关规定。数据采集不应超出防控任务需要的范围；数据销毁应确保数据不可恢复，并填写销毁记录。

重要数据应加密并备份，备份周期每周不少于1次，备份文件宜异地存放，并定期验证其可恢复性。

8.4 电磁安全与保密管理

系统运行不应对合法无线电业务和公共通信造成干扰。应定期开展电磁兼容检测，电磁安全检查每季度不少于1次。

反制处置设备的发射功率和工作频率应符合国家无线电管理的相关规定，仅在授权范围内使用；使用前应排查周边合法无线电业务，使用后应及时关闭。

涉密系统和涉密数据应按国家保密相关规定管理，涉密系统应与非涉密系统隔离，涉密数据不应在非涉密设备上处理。保密检查每月不少于1次。

9 运维评估与持续改进

9.1 评估要求

运维评估每半年不少于1次，每年开展1次全面评估。评估由管理负责人组织，技术负责人、值守人员、维修人员和安全保密人员参加。

评估内容包括：

- a) 运维指标达标情况；
- b) 各子系统及主要设备的运行状态；
- c) 故障与告警统计情况；
- d) 巡检与检测计划完成情况；
- e) 人员配置与培训情况；
- f) 安全运维情况；

g) 备件与工具保障情况。

评估应逐子系统、逐设备开展，对每个评估对象给出评估方法、实测或统计结果和评分，不应仅以正常或异常作为评估结论。评估表格式见附录C，评分方法见9.2。

9.2 评估评分与结论

各评估对象按表6规定的评分规则赋分，采用10分制。

表 6 运维评估评分规则

得分	状态描述	判定依据
9~10	完好	各项指标达到设计值或目标值，无待处理问题
7~8	基本完好	主要指标达到设计值或目标值，存在不影响功能的轻微问题
4~6	功能受限	部分指标低于设计值或目标值，功能可用但性能下降
1~3	不可用	关键指标未达到设计值或目标值，或功能失效

系统运维评估综合得分按式（1）计算：

$$S = 100 \times C / (10k) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

S ——运维评估综合得分，按百分制计；

C ——各评估对象得分之和；

k ——参与评估的评估对象数量。

评估结论分为优、良、合格、不合格四级，按下列规定确定：

- a) 优：综合得分不低于 9 分，全部运维指标达标，无未闭环的严重及以上故障；
- b) 良：综合得分不低于 8 分且低于 9 分，主要运维指标达标，各子系统功能完整；
- c) 合格：综合得分不低于 7 分且低于 8 分，存在的问题不影响系统实现相应防控等级的要求；
- d) 不合格：综合得分低于 7 分，或关键运维指标未达标，或存在影响系统防控能力的未闭环问题。

任一评估对象得分低于4分时，系统整体评估结论不应高于合格；任一子系统内评估对象得分低于4分且导致该子系统功能失效时，整体评估结论应为不合格。

整体评估结论为不合格时，应按9.3制定改进措施并限期整改，整改期限按下列规定确定：

- a) 一般情形：整改期限自评估结论作出之日起不应超过 30 个工作日；
- b) 涉及重大安全隐患，或导致系统不能满足要地相应防控等级要求的：应立即启动整改，并同时采取增派值守人员、部署机动设备等临时措施，整改情况报使用单位；

- c) 因备件采购、设备更换或系统改造等原因确需延长的：应经管理负责人批准并报使用单位，延长后的整改期限不宜超过 90 个工作日，延长期间应采取临时措施保持要地低空安全防护不中断。

整改完成后应重新评估；重新评估仍为不合格的，应报使用单位并重新制定改进措施。

9.3 持续改进

针对评估发现的问题，应制定改进措施，明确责任人和完成时限；改进措施实施完成后应进行验证，形成闭环。

应根据故障记录、评估结论和设备运行情况，优化运维周期、备件配置、培训内容和运维流程。

要地防控等级调整、系统升级改造或运行环境发生显著变化时，应重新评估运维方案的适应性并作相应调整。

附 录 A

(资料性)

巡检记录表

巡检记录表格式见表A.1。

系统名称：_____ 站点/位置：_____ 巡检日期：____年__月__日
巡检类别：☐日常运维 ☐周 ☐月 ☐季 ☐专项 巡检人：_____ 确认人：_____

表 A.1 巡检记录表

序号	巡检项目	子项内容	状态	异常描述	处理情况
1	供配电	市电、不间断电源、电池、空开、接地、防雷			
2	通信链路	有线链路、无线链路、交换机、时延			
3	探测感知子系统	雷达、无线电探测、光电探测、天线、云台			
4	反制处置子系统	发射通道、功率、天线、指令响应			
5	指挥控制子系统	服务器、显示终端、软件、告警			
6	设备环境	温湿度、防尘、防水、散热、机柜、门禁			
7	软件状态	在线率、报错情况、日志、时间同步			
8	功能验证	目标显示、跟踪、定位、告警联动			
9	安全合规	权限、账号、口令、物理防护			
10	其他	外观、线缆、标识、安装构件、周边环境			

巡检结论：☐正常 ☐异常已处理 ☐异常待闭环

签字：_____ 日期：____年__月__日

附 录 B

(资料性)

故障处置单

故障处置单格式见表B.1。

工单编号：_____ 系统名称：_____ 站点/位置：_____

故障发生时间：____年__月__日__时__分 上报人：_____ 故障等级：☐一般 ☐严重 ☐重大

表 B.1 故障处置单

项目	内容
故障现象	
故障部位	☐ 探测感知 ☐ 反制处置 ☐ 指挥控制 ☐ 通信链路 ☐ 供电 ☐ 配电 ☐ 软件 ☐ 其他
初步原因	
处置过程	响应时间：____ 到场时间：____ 更换备件：____
修复时间	____年__月__日__时__分 恢复正常： ☐ 是 ☐ 否
遗留问题	
预防措施	

派工人：_____ 维修人：_____ 验收人：_____

闭环确认：☐是 ☐否 日期：____年__月__日

附 录 C

(资料性)

运维实施效果评估表

运维实施效果评估表格式见表C.1。评估应逐项填写实测或统计结果、得分、发现的问题和改进要求，得分按9.2的规定确定。设备数量多于表中行数时，应按设备逐台增行；同型号同状态设备可合并评估并注明数量。

表 C.1 运维实施效果评估表

评估对象	评估内容	评估方法	实测/统计 结果	得分	发现的问题	改进要求
雷 达 探 测 设 备	探测距离、定位精 度、连续跟踪能 力、天线与伺服机 构状态	实测与校准记录核 查				
光 电 探 测 设 备	成像清晰度、变焦 与云台功能、红外 与可见光参数	实测与功能测试				
无 线 电 探 测 设备	灵敏度、信号特征 库有效性、干扰抑 制能力	实测与记录核查				
探 测 感 知 子 系统整体	发现概率、虚警 率、识别准确率、 覆盖范围有效性	实测与统计分析				
无 线 电 阻 断 设备	发射功率、频段合 规性、处置有效 性、联锁与授权机 构	批准频段内测试				
导 航 诱 导 设 备	诱导有效性、参数 正确性	批准频段内测试				
物 理 捕 获 设 备	机械与动力部件 状态、捕获精度、 响应速度	功能测试				
反 制 处 置 子 系统整体	处置有效性、可控 性、合规性、多手 段协同情况	测试与记录核查				
服 务 器 与 工 作站	负载率、存储余 量、硬件健康状 态、冗余有效性	状态监测数据分析				
指 挥 控 制 软 件	运行稳定性、数据 融合正确性、告警	功能测试				

评估对象	评估内容	评估方法	实测/统计结果	得分	发现的问题	改进要求
	规则、联动策略、时间同步					
显示终端	显示效果、操作响应	功能检查				
有线链路	连通率、传输带宽、时延、线路老化情况	链路测试与检查				
无线链路	信号覆盖、干扰情况、备用链路切换	链路测试				
供配电设备	供电参数、不间断电源续航、双路切换	实测与切换试验				
防雷接地设施	接地电阻、连接状态	实测				
机房与室外安装环境	温湿度、防水防尘、散热通风、构件牢固性	检查与测量				
无人值守站点	远程监控有效性、现场巡检完成情况、物理防护与开启记录	记录审查与现场核查				
运维指标	完好率、可用率、告警准确率、平均修复时间、巡检计划完成率、故障闭环率	统计分析				
故障管理	分级准确性、时限符合性、闭环率、故障记录完整性	记录审查				
变更与配置管理	变更审批完备性、配置基线一致性、备份可恢复性	记录审查与恢复验证				
巡检与检测	计划完成率、记录完整性、不合格项整改闭环情况	记录审查				
人员与培训	人员配置、资格、培训与考核完成情况	档案审查				

评估对象	评估内容	评估方法	实测/统计 结果	得分	发现的问题	改进要求
安全运维	权限管理、数据安全、电磁合规、保密管理、日志审计	检查与审计				
备件、工具与耗材	备件库存满足情况、工具校准有效性、耗材更换情况	盘点与查验				

参与评估的评估对象数量：_____ 各评估对象得分之和：_____ 综合得分：_____

系统整体评估结论：☐优 ☐良 ☐合格 ☐不合格

评估组织人：_____ 参加人员：_____ 评估日期：____年__月__日

ICS 03.220.50

CCS V 54

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/CICC 27009—2026

要地低空无人机防控反制设备技术要求

Technical requirements for countermeasure equipment of low-altitude UAV
prevention and control systems for critical sites

2026-10-12 发布

2026-10-12 实施

中国指挥与控制学会 发布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 分类 3

 4.1 按作用机理分类 3

 4.2 按部署方式分类 3

 4.3 按作用方向分类 3

5 总体要求 3

 5.1 合规使用 3

 5.2 适用能力声明 3

 5.3 组成与配套 4

 5.4 可靠性与可维护性 5

 5.5 人机工程 5

6 功能要求 5

 6.1 自检与状态监测 5

 6.2 目标指示接收与校验 5

 6.3 授权控制 5

 6.4 工作模式 5

 6.5 参数设置与限制 6

 6.6 处置控制 6

 6.7 处置效果信息 6

 6.8 协同运行 7

 6.9 各类设备的专用功能要求 7

 6.10 日志与审计 8

 6.11 软件升级与维护 8

7 性能要求 9

 7.1 通用要求 9

 7.2 处置响应时间 9

 7.3 有效处置距离和作用范围 9

 7.4 处置成功率 9

 7.5 多目标处置能力 10

 7.6 持续工作能力 10

 7.7 技术途径与达成效果 10

 7.8 无线电阻断设备 11

 7.9 导航诱导设备 12

 7.10 物理拦截设备 12

 7.11 定向能处置设备 12

 7.12 复合式反制设备 13

8 安全要求 13

 8.1 操作安全 13

8.2	电磁辐射安全	13
8.3	激光安全	13
8.4	电气安全	13
8.5	机械与坠落安全	14
8.6	网络与数据安全	14
9	接口要求	14
9.1	供电接口	14
9.2	通信接口	14
9.3	控制与状态数据	14
9.4	授时接口	14
9.5	维修与监管接口	14
10	环境适应性要求	15
10.1	气候环境适应性	15
10.2	机械环境适应性	15
10.3	电磁环境适应性	15
11	试验方法	17
11.1	一般规定	17
11.2	外观与资料检查	17
11.3	功能试验	17
11.4	处置响应时间试验	17
11.5	有效处置距离和作用范围试验	17
11.6	处置成功率试验	18
11.7	多目标处置能力试验	18
11.8	持续工作试验	19
11.9	专项性能试验	19
11.10	安全试验	19
11.11	接口试验	20
11.12	环境适应性试验	20
12	检验规则	21
12.1	检验分类	21
12.2	出厂检验	21
12.3	型式检验	21
13	标志、包装、运输和贮存	21
13.1	标志	21
13.2	包装	22
13.3	运输	22
13.4	贮存	22
附 录 A		23
附 录 B		25

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。

本文件是《要地低空无人机防控体系》系列标准的第5部分。系列标准旨在构建覆盖要地低空无人机防控全流程的技术规范体系，为防控系统的规划、设计、建设、验收、运维及退役处置提供统一依据。

本文件由中国指挥与控制学会提出并归口。

本文件起草单位：空军工程大学、西北工业大学、成都安则科技有限公司、成都空御科技有限公司、北京航天众信科技有限公司、北京鲲鹏数航标准技术有限公司

本文件主要起草人：付强、范成礼、于登秀、许成、吴浩、郭树龙、黄超、王峰、李梦哲

要地低空无人机防控反制设备技术要求

1 范围

本文件规定了要地低空无人机防控反制设备的分类、总体要求、功能要求、技术途径与达成效果、性能要求、安全要求、接口要求、环境适应性要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于民用要地低空无人机防控系统中反制处置设备的设计、生产、检验和选型。

本文件不适用于军事设施及军事禁区使用的反制处置设备，也不适用于以毁伤人员为目的的武器装备。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1 环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.5 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击

GB/T 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）

GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB 4943.1 音视频、信息技术和通信技术设备 第1部分：安全要求

GB 7247.1 激光产品的安全 第1部分：设备分类和要求

GB 8702 电磁环境控制限值

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 35018—2018 民用无人驾驶航空器系统分类及分级

3 术语和定义

《要地低空无人机防控等级划分及基本要求》界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

反制设备 countermeasure equipment

在取得相应授权并满足安全条件的前提下,对未经授权无人驾驶航空器实施无线电阻断、导航诱导、驱离、迫降、拦截或捕获的设备。

注:本文件中的“反制设备”是要地低空无人机防控系统反制处置子系统的组成设备。

3.2

无线电阻断设备 radio-frequency disruption equipment

通过发射无线电信号,阻断或降低目标无人驾驶航空器遥控、测控、图像传输或导航信号可用性的反制设备。

3.3

导航诱导设备 navigation guidance equipment

通过生成受控导航信号,使目标无人驾驶航空器按预定策略改变位置、航向或飞行状态的反制设备。

3.4

物理拦截设备 physical interception equipment

通过拦截器、拦截网或其他物理方式限制目标无人驾驶航空器继续飞行的反制设备。

3.5

有效处置 effective countermeasure

在规定试验条件和安全边界内,使目标无人驾驶航空器达到预期的驱离、迫降、拦截或捕获状态,且未造成非预期影响的处置结果。

3.6

处置成功率 countermeasure success rate

规定试验条件下,有效处置次数与总有效试验次数的比值。

3.7

处置响应时间 countermeasure response time

反制设备收到有效且经授权的处置指令至设备开始产生预定处置动作的时间间隔。

3.8

安全边界 safety boundary

根据反制设备作用机理、作用范围、周边环境和风险评估结果确定的，设备运行时不应超越的空间、时间及参数限制。

4 分类

4.1 按作用机理分类

反制设备按作用机理分为：

- a) 无线电阻断设备；
- b) 导航诱导设备；
- c) 物理拦截设备，包括拦截器、拦截网及其他物理捕获装置；
- d) 定向能处置设备，包括激光、高功率微波等符合相应安全与管理要求的定向能设备；
- e) 复合式反制设备，集成上述两种或两种以上作用机理。

4.2 按部署方式分类

反制设备按部署方式分为：

- a) 固定式设备：固定安装于站点并接入要地低空无人机防控系统；
- b) 移动式设备：安装于车辆等移动平台，可根据任务需要进行机动部署；
- c) 便携式设备：能够由人员携行并在现场临时部署使用。

4.3 按作用方向分类

无线电阻断、导航诱导和定向能处置设备按作用方向可分为定向式和非定向式。设备分类及其适用场景应在产品技术文件中明示。

5 总体要求

5.1 合规使用

反制设备的研制、生产、销售、设置和使用应符合国家有关无人驾驶航空器飞行管理、无线电管理、空域管理、网络安全、数据安全和公共安全的规定。

具有无线电发射功能的设备，应依法取得相应许可或履行相关程序，并在批准的地点、时间、频率、功率和作用范围内使用。设备不应对航空无线电导航、应急通信、公众移动通信、广播电视等合法无线电业务造成有害干扰。

设备投入使用前，使用单位应结合应用场景开展安全风险和电磁环境评估，明确处置授权主体、适用目标、作用区域、禁用区域、参数限值及应急停止措施。

5.2 适用能力声明

制造商应在产品技术文件中声明下列内容：

- a) 设备类别、部署方式和作用机理；
- b) 技术途径：实现处置作用所采用的技术方案，包括信号体制或作用方式、关键实现手段及其对目标的作用原理；
- c) 达成效果：对声明目标可达成的处置效果及其判定依据；
- d) 适用的目标类别、目标状态及限制条件；
- e) 标称处置距离、作用方向、覆盖范围和处置方式；
- f) 工作频率、带宽、输出功率或等效全向辐射功率及其调节范围；
- g) 处置响应时间、处置成功率和同时处置目标数量；
- h) 工作模式、连续工作时间、供电方式和功耗；
- i) 适用环境条件、防护等级及安全距离；
- j) 与其他系统或设备的接口及兼容条件；
- k) 不适用情形、使用限制和可能产生的附带影响。

声明的技术指标应在规定试验条件下可验证。对不能由单台设备独立实现的指标，应明确所需的外部探测、跟踪、指挥控制、通信或供电条件。

处置距离、处置成功率、处置响应时间和同时处置目标数量的声明，应按目标类别、距离区间、作用角度、环境条件和工作模式分别给出，不应仅声明单一的最大处置距离或最高处置成功率。声明的组合条件不少于表1规定的维度，声明格式见附录A。

表 1 适用能力声明的条件维度

条件维度	应区分的情形	说明
目标类别	按 GB/T 35018—2018 划分的目标类别；不同动力构型、链路体制和导航方式的目标	同一类别内技术配置差异影响处置效果时应分别声明
距离区间	近界、中间距离、远界	中间距离取标称有效处置距离的 80 %
作用角度	作用区中心、方位边界、俯仰边界	非定向式设备按部署方位声明
环境条件	标称电磁环境、复杂电磁环境、规定的气候条件边界	复杂电磁环境按 10.3 的规定确定
工作模式	各声明的工作模式及功率或参数档位	含降级运行模式

注：分条件声明的目的是使同一指标在不同使用条件下具有可比性，避免以单一条件下的最优值代表设备的整体能力。

5.3 组成与配套

反制设备可由主机、天馈或光机组件、控制终端、供电组件、通信组件、安装构件及配套软件组成。各组成部分应有唯一标识，连接关系和安装要求应在产品技术文件中说明。

随机技术资料应至少包括产品说明书、接口控制文件、安全操作规程、检验合格证明、维护手册和处置记录说明。

5.4 可靠性与可维护性

设备应采用模块化、标准化设计，便于安装、检查、维护和故障部件更换。固定式和移动式设备应支持关键状态远程监测；便携式设备应具备本机状态显示。

设备出现通信中断、供电异常、软件异常、超温或关键部件故障时，应转入预定安全状态，停止非预期发射或动作，并产生故障告警。恢复供电或重新启动后，不应自动恢复处置动作。

5.5 人机工程

设备的控制、显示和标识应清晰，处置、停止和急停操作应易于识别且不易误触发。便携式设备的质量、握持方式和重心位置应适合预定操作方式；需两人或借助工具搬运的，应设置相应标识和搬运结构。

6 功能要求

6.1 自检与状态监测

设备加电后应进行自检。自检内容应覆盖供电、控制、通信、关键执行部件和安全连锁。自检结果应显示或上报，并能区分正常、降级和故障状态。

运行期间应监测关键状态参数。对影响处置能力或安全的异常，应在设备本机和指挥控制子系统产生告警，并记录异常发生和恢复时间。

6.2 目标指示接收与校验

接入指挥控制子系统的设备应能接收目标编号、位置、航迹、目标类别、威胁等级和处置指令等信息，并对指令来源、完整性、时效性和授权状态进行校验。校验失败时不应执行处置。

需要连续目标指示的设备，在目标信息中断、失效或超出允许误差时，应停止处置或转入预定安全状态。

6.3 授权控制

设备应具备身份鉴别、权限控制和处置授权功能。不同岗位的监视、参数设置、处置、维护和审计权限应相互区分。

处置动作应经授权人员确认。可能产生较大公共安全、电磁环境或航空安全风险的处置方式，应支持双人授权或指挥控制中心复核；授权方式应与风险评估和操作规程一致。

6.4 工作模式

设备应至少具备待机模式、处置模式和维护测试模式：

- a) 待机模式下，执行自检、状态监测、通信和指令接收，不产生处置作用；
- b) 处置模式下，按有效授权指令和设定参数执行处置；
- c) 维护测试模式下，执行不产生对外处置作用的功能检查或受控测试，并明确显示模式状态。

工作模式切换应记录操作人员、切换时间和切换结果。从待机模式或维护测试模式切换至处置模式时，应进行显式确认。

6.5 参数设置与限制

设备应根据授权范围设置工作频率、输出功率、作用方向、作用时长、目标范围或其他关键处置参数。参数设置应受权限控制，且不应超过批准值和设备安全限值。

定向式设备宜支持电子或机械限位。设备的作用方向、禁用方向和安全边界应在操作界面显示；超出限制时应停止处置并告警。

6.6 处置控制

设备应按有效指令启动、保持和停止处置。处置过程中应能接收停止指令，停止指令的优先级应高于其他控制指令。

设备应设置急停装置或等效的紧急停止功能。触发急停后，设备应停止对外发射或机械动作；急停状态解除后，应重新授权方可恢复处置。

6.7 处置效果信息

设备应输出处置开始时间、结束时间、实际处置参数、设备状态和处置结果等信息。具备处置效果判定功能的设备，应说明判定依据和适用条件；不具备独立判定能力的，应向指挥控制子系统提供效果评估所需的狀態数据。

处置结果宜分为驱离、迫降、拦截、捕获、未达到预期结果和无法判定，不应仅以目标信号消失作为有效处置的唯一判据。

处置效果信息应包含下列内容：

- a) 效果置信度：对处置结果判定可信程度的度量，应说明置信度的计算方式或分级依据；判定依据不足时应输出无法判定并给出原因；
- b) 目标状态变化：处置前后目标的位置、高度、速度、航向和飞行状态的变化情况；
- c) 效果持续时间：自处置作用产生至目标状态恢复或脱离作用范围的时间；作用停止后目标恢复原飞行状态的，应输出恢复时刻；
- d) 未达到预期结果的原因：包括目标超出作用范围、目标链路或导航体制不适用、作用被遮挡、授权或安全边界限制、设备降级或故障等；
- e) 实际使用的处置方式、参数档位和作用时长。

接入指挥控制子系统的设备，应在处置过程中实时上报上述信息，上报周期在接口控制文件中规定；处置结束后应上报完整的效果信息记录。上报的信息应可供指挥控制子系统据以判断是否切换设备、调整参数或启动补充处置。

6.8 协同运行

用于组网运行的设备应支持与探测感知子系统和指挥控制子系统协同，并具备设备标识、目标关联、指令反馈、状态上报和时间同步功能。

多台反制设备同址或邻近部署时，应能按指挥控制策略协调工作频率、作用方向、处置时序和目标分配，避免设备间产生非预期互扰或重复处置。

组网运行的设备应通过统一能力接口接入指挥控制子系统，并满足下列要求：

- a) 能力注册：设备接入时应按统一的能力描述向指挥控制子系统注册，能力描述至少包括设备类别、作用机理、可处置的目标类别、作用距离与角度范围、可用工作模式和当前可用状态；能力描述的内容应与 5.2 的声明一致；
- b) 统一调度：设备应能接收按能力匹配下发的处置指令，不应要求指挥控制子系统按设备型号定制控制流程；
- c) 状态反馈：设备应按规定周期上报可用、降级、占用、故障等状态，并在能力发生变化时主动上报；
- d) 同类替换：同一作用机理、能力描述相当的设备之间应可相互替换，替换后不需修改指挥控制子系统的调度逻辑；
- e) 多手段组合：不同作用机理的设备应支持按指挥控制策略组合使用，组合运用时的时序、频率和作用方向由指挥控制子系统统一协调。

统一能力接口的数据格式、能力描述字段和交互流程按第9章及接口控制文件的规定执行。

注：能力注册与统一调度使不同厂商、不同机理的反制设备能够按能力被统一使用，便于设备扩充、替换和多手段组合处置。

6.9 各类设备的专用功能要求

除6.1～6.8规定的通用功能外，各类反制设备还应具备表2规定的专用功能。复合式反制设备应具备其所集成各作用机理对应的专用功能。

表 2 各类反制设备的专用功能要求

设备类别	专用功能要求
无线电阻断设备	频段选择与频段组合设置；功率档位设置与实时功率显示；发射状态指示与停止发射确认；采用跟随式或瞄准式体制的，应具备目标信号识别、频率跟随和跟随失效告警功能；带外发射抑制功能状态可查询

设备类别	专用功能要求
导航诱导设备	诱导策略选择与策略参数设置；作用边界设置与边界越界告警；位置与时间基准状态显示及基准失效告警；目标航迹与预定诱导航迹的对比显示；诱导作用的即时终止功能
物理拦截设备	装填、待发、释放状态显示与防误释放闭锁；射界限制设置与越界闭锁；拦截组件余量显示与不足告警；具有飞行能力的拦截器应具备地理围栏设置、失联处置、低电量保护和人工终止任务功能；拦截后的状态确认与复位提示
定向能处置设备	目标跟踪状态显示与失跟自动停止；射界限制设置与越界闭锁；作用时间限制设置与超时自动停止；输出功率或能量档位设置与实时显示；钥匙控制、发射预告指示与紧急停止
复合式反制设备	作用机理选择与组合方式设置；机理间切换确认与互锁状态显示；组合处置时各机理的作用状态分别显示；任一机理异常时的组合降级处置功能

6.10 日志与审计

设备应记录登录、退出、授权、模式切换、参数修改、处置、停止、急停、升级和故障等事件。日志至少应包含时间、人员或账号、设备标识、指令来源、目标编号、处置参数和执行结果。

日志应具有完整性保护和访问控制，支持按时间和事件类型检索及导出。设备本地日志留存期限不应少于1年；使用单位另有规定时，从其规定。

6.11 软件升级与维护

具备软件升级功能的设备，应验证升级包的来源和完整性，记录升级前后版本、操作人员、时间和结果。升级失败时应能回退至升级前可用版本或转入安全状态。

软件升级应与技术状态复核相关联。升级涉及下列内容之一时，应判定为改变技术状态：

- a) 目标识别或目标适用范围的判定逻辑；
- b) 处置流程、授权判定或安全联锁的控制逻辑；
- c) 工作频率、输出功率、作用时长等发射参数及其限值；
- d) 协同接口的能力描述、数据格式或交互流程；
- e) 安全边界、射界限制或失效保护策略。

改变技术状态的升级，应在投入使用前完成下列工作：

- a) 按第 11 章对受影响的功能、性能和安全项目开展回归试验，回归试验的项目范围应覆盖升级所影响的全部条款；
- b) 在实际部署站点开展现场确认，验证升级后设备与探测感知子系统、指挥控制子系统的协同关系及安全边界仍满足规定；
- c) 更新产品技术文件中的适用能力声明、接口控制文件和操作规程；
- d) 记录技术状态变更内容、回归试验结果和现场确认结论。

未改变技术状态的升级，应记录升级内容并进行功能确认。现场确认未通过时，应回退至升级前版本。

具备远程维护功能的设备，应采用身份鉴别、加密通信和权限控制。远程维护功能不使用时应关闭或处于受控状态，不应设置不可更改的通用口令。

7 性能要求

7.1 通用要求

反制设备的性能指标应与产品技术文件的声明一致，并满足要地防控等级、目标类型、部署环境和处置策略的要求。设备选型时，应按《要地低空无人机防控等级划分及基本要求》确定的防控等级进行能力匹配，不应仅以单一最大处置距离作为选型依据。

性能试验应采用附录A规定的试验条件和代表性目标。制造商声明多个目标类别、处置方式或工作频段时，应分别给出并验证相应指标。

7.2 处置响应时间

设备处置响应时间应不大于产品技术文件的声明值。

7.3 有效处置距离和作用范围

制造商应分别声明各目标类别、处置方式和环境条件下的标称有效处置距离、近界、远界、方位范围和俯仰范围。实测结果应覆盖声明的作用范围，且不应超出经批准的安全边界。

对定向式设备，应声明指向精度、跟踪角速度和波束宽度或作用区宽度；实测值应满足产品技术文件的规定。

7.4 处置成功率

在附录A规定的试验条件下，各声明目标类别和处置方式的处置成功率应不低于产品技术文件的声明值。产品技术文件应同时给出试验次数、目标配置、处置距离和成功判据。

处置成功率不应仅在单一距离和单一条件下考核。考核应覆盖下列条件组合，各组合分别统计并分别满足声明值：

- a) 距离：近界、标称有效处置距离的 80 %、远界；
- b) 目标：每一声明目标类别不少于 2 种技术配置不同的代表性目标；
- c) 电磁环境：标称电磁环境和 10.3 规定的复杂电磁环境。

各条件组合的有效试验次数不应少于30次，全部组合的有效试验总次数不应少于150次。单次试验同时作用于多个目标时，应按目标逐一统计；因试验设备或场地原因造成的无效试验不计入总有效试验次数，并说明原因。

处置成功率的报告应给出下列内容：

- a) 各条件组合的处置成功率及其 95 %置信区间；声明值的判定以置信区间下限为依据；
- b) 失败分布：按未达到预期结果的原因分类统计失败次数及占比，原因分类按 6.7 的规定；
- c) 各条件组合之间处置成功率的差异及其原因分析。

注：给出置信区间和失败分布，是为了反映有限试验次数下指标的不确定性，并识别设备能力的薄弱条件。

7.5 多目标处置能力

声明具备多目标处置能力的设备，应明确同时处置目标数量、目标间最小角间隔或距离间隔、持续时间和适用处置方式。实测同时处置目标数量应不小于声明值。

多目标处置能力不应仅以同时处置目标数量考核，还应满足下列要求：

- a) 目标分配正确率：设备按指挥控制子系统下发的目标分配关系实施处置，处置对象与指定目标一致的比例应不低于产品技术文件的声明值，且不低于 95 %；出现错误分配时应告警；
- b) 作用冲突：多目标处置时，各处置作用之间不应产生相互抑制、参数互扰或对同一目标重复处置；存在冲突约束的，应声明冲突条件及规避方式；
- c) 资源切换时间：设备在目标之间切换处置资源所需的时间应不大于声明值；切换过程中不应中断对其他目标的处置；
- d) 持续处置能力：在声明的同时处置目标数量下连续处置至声明的持续时间，处置能力不应下降至声明值以下；
- e) 部分失效后的能力保持：设备的发射通道、执行部件或处置单元部分失效时，应能以降级方式继续处置，并声明降级后可保持的同时处置目标数量和作用范围；降级状态应上报指挥控制子系统。

7.6 持续工作能力

固定式和移动式设备在额定供电和标称环境条件下连续运行8 h后，功能和性能应满足规定，不应出现影响安全的过热、异常发射或机械故障。需周期性停止发射或冷却的设备，应在产品技术文件中声明最大连续处置时间和最小冷却时间。

电池供电设备应声明待机时间、连续处置时间和低电量告警阈值。实测工作时间应不小于声明值，低电量时应能够安全停止处置。

7.7 技术途径与达成效果

各类反制设备应声明其技术途径和达成效果，并按7.8~7.12的规定验证。各类设备应声明的技术途径要素和达成效果见表3。

表 3 各类反制设备的技术途径与达成效果

设备类别	应声明的技术途径要素	达成效果	效果判定依据
无线电阻断设备	干扰体制（阻塞式、扫频式、瞄准式或跟随式）；覆盖的遥控、测控、图像传输及导航频段；调制方式与干扰样式；有效处置距离；等效全向辐射功率与功率调节范围；天线形式与波束宽度	目标遥控、测控或图像传输链路可用性下降，目标按其失联策略悬停、返航或降落	目标飞行状态改变，并与目标链路状态记录一致
导航诱导设备	适用的卫星导航系统与导航体制（信号频点、调制与电文类型）；诱导方式（位置偏移、时间偏移或航迹牵引）；诱导策略与作用边界；有效处置距离；发射功率与功率调节范围；天线形式与作用区宽度	目标导航定位结果按预定策略偏移，目标偏离原航线、驶离防控区域或在指定区域降落	目标实际航迹与预定诱导航迹一致，并在指定区域外或指定区域内降落
物理拦截设备	拦截方式（拦截网、拦截器、缠绕或捕获装置）；投射或飞行方式与动力形式；有效拦截距离与拦截高度；作用方向与射界；拦截组件的规格与作用面积	目标被拦截网或拦截装置限制飞行，停止飞行、被捕获或在受控条件下降落	目标被物理约束或落入预定区域，并完成拦截组件与目标的回收
定向能处置设备	能量形式与作用机理；工作波长或频率；输出功率或能量密度与调节范围；光束或波束发散角；有效作用距离；目标跟踪方式与跟踪精度	目标相应部件功能受抑制或失效，目标失去持续飞行能力并在受控条件下坠落或降落	目标飞行状态改变，并与作用部位的效果观测结果一致
复合式反制设备	各组成作用机理对应的上述要素；机理间的切换与组合逻辑；组合使用的约束条件	按所采用的组合方式达成相应效果	按实际组合方式分别判定，并说明各机理的贡献

声明的有效处置距离和发射功率应相互对应，并与经批准的功率限值一致。技术途径要素发生变更时，应按6.11的规定作为技术状态改变处理。

7.8 无线电阻断设备

无线电阻断设备应满足下列要求：

- a) 应按表 3 声明干扰体制、覆盖频段、干扰样式、有效处置距离和等效全向辐射功率，并说明各频段对应的目标链路类型；
- b) 实际工作频率范围和可用带宽应与声明值一致，且不应超出批准范围；
- c) 输出功率应可查询；具备功率调节功能的，各档位实测值与设定值的偏差应符合产品技术文件规定，最大输出不应超过批准值；
- d) 定向式设备的天线指向、波束宽度和旁瓣特性应符合产品技术文件规定；
- e) 设备停止处置后应在规定时间内停止射频输出，不应产生非预期持续发射；
- f) 对带外发射、杂散发射和互调影响应采取抑制措施，其限值应符合无线电管理批准文件及产品技术文件规定；

- g) 应能对目标链路状态的变化作出响应；采用跟随式或瞄准式干扰体制的设备，应声明目标信号识别时间和频率跟随范围。

7.9 导航诱导设备

导航诱导设备应满足下列要求：

- a) 应按表 3 声明适用的卫星导航系统、导航体制、诱导方式、有效处置距离、发射功率和作用区宽度；声明的导航体制应包括信号频点、调制方式和电文类型；
- b) 应声明适用的目标条件，包括目标所用导航系统、是否具备多系统组合导航、是否具备惯性导航辅助及相应的适用限制；
- c) 生成的导航信息应受控，诱导策略、作用时长和作用边界应能够设置；诱导策略至少支持位置偏移和航迹牵引两种方式之一，并声明可达成的偏移量或牵引方向；
- d) 应具备时间同步和位置基准校验功能；基准失效或偏差超过限值时，应停止处置并告警；
- e) 作用区域边界和边界外信号影响应通过试验验证，不应超出批准范围。边界外信号影响应同时满足下列要求：作用区域边界外 10 m 处测得的诱导信号电平，应比同一传播方向上边界内 10 m 处测得的电平低 20 dB 以上；不应导致周边合法卫星导航接收设备的定位偏差、失锁或载噪比下降超出产品技术文件规定的限值；不应导致区域外航空器或地面用户的定位偏差超出产品技术文件规定的限值。试验方法按 11.9 执行；
- f) 应记录诱导开始、结束、策略参数、目标航迹变化、实际偏移量和安全边界告警。

7.10 物理拦截设备

物理拦截设备应满足下列要求：

- a) 应按表 3 声明拦截方式、投射或飞行方式、动力形式、拦截组件规格和作用面积；
- b) 应声明适用目标、有效拦截距离、拦截高度、作用方向和禁止使用条件；
- c) 拦截器、拦截网等执行部件应有防误释放措施，装填、待发和释放状态应明确显示；
- d) 具有飞行能力的拦截器应具备地理围栏、失联处置、低电量保护和人工终止任务功能；
- e) 应评估目标及拦截组件坠落、缠绕和反弹风险，并规定地面隔离范围和回收程序；
- f) 执行一次拦截后，应能够确认设备状态并按操作规程进行复位、补充或更换。

7.11 定向能处置设备

定向能处置设备应满足下列要求：

- a) 应按表 3 声明能量形式、作用机理、工作波长或频率、输出功率或能量密度、光束或波束发散角、有效作用距离和目标跟踪精度；
- b) 应声明能量形式、标称作用距离、作用方向、目标跟踪条件和安全距离；

- c) 应声明达成预期效果所需的最短作用时间及其与作用距离的对应关系；
- d) 应具备目标跟踪有效性校验、射界限制、作用时间限制和失跟停止功能；
- e) 激光类设备应符合 GB 7247.1 的要求，并具备钥匙控制、发射指示、联锁和紧急停止功能；
- f) 高功率微波类设备应声明工作频率、脉冲参数、峰值和平均功率密度及波束覆盖范围；其操作位、维护位和公众可达区域的电磁环境控制限值应符合 GB 8702 的规定，并按实测结果确定安全距离和警戒区域；应评估对周边电子设备、无线电业务和有源医疗器械的影响，并采取空间隔离、指向限制或时序控制等措施；
- g) 应评估对人员、航空器、光学设备、易燃物和周边设施的影响，并设置相应安全隔离措施。

7.12 复合式反制设备

复合式反制设备的各组成方式应分别满足本章相应要求。不同处置方式之间应具备互锁或协调控制，切换和组合使用不应产生非预期输出；组合处置能力应按实际组合方式验证。

8 安全要求

8.1 操作安全

设备应具备防误操作设计。处置控制与普通设置操作应在界面、按键位置或操作流程上明确区分；急停装置应设置在便于操作的位置，并采用醒目标识。

设备启动处置前，应对授权状态、设备状态、目标状态和安全边界进行检查。任一安全联锁条件不满足时，不应启动处置。

维护、装填、拆卸和搬运时，应能够通过断电、机械锁止或软件闭锁防止非预期发射或动作。

8.2 电磁辐射安全

具有无线电发射功能的设备，其操作位、维护位和公众可达区域的电磁环境控制限值应符合 GB 8702 的规定。应根据实测结果设置安全距离、警戒区域和警示标识。

设备部署可能影响其他电子设备时，应开展电磁兼容分析或测试，并采取频率协调、功率控制、空间隔离、时序控制或屏蔽等措施。

8.3 激光安全

激光类设备的分类、标识、防护外壳、安全联锁、钥匙控制和使用说明应符合 GB 7247.1 的规定。设备使用前应划定激光控制区，防止光束进入有人航空器航路、人员可达区域及非目标反射面。

8.4 电气安全

设备的防触电、绝缘、接地、过流、过压和过温保护应符合 GB 4943.1 的相关要求。室外设备和移动式设备的电源连接应具备防反接、防松脱和防水措施。

8.5 机械与坠落安全

具有旋转、伸缩、发射、弹射或飞行部件的设备，应设置机械防护、限位和警示标识。固定式设备及其安装构件应能承受预定环境载荷，不应发生松脱或坠落。

物理拦截作业应划定地面和空中安全区域，并制定目标、拦截组件和残留物的回收与现场处置程序。

8.6 网络与数据安全

设备应采用身份鉴别、访问控制、通信保护、日志审计和软件完整性校验等措施。接入要地低空无人机防控系统时，应服从系统统一的网络安全策略。

设备不应预置不可更改的通用口令。敏感配置、授权信息和处置日志应受保护；对外通信应使用经批准的安全协议。恢复出厂设置或退役前，应按规定清除设备中的敏感数据。

9 接口要求

9.1 供电接口

设备应明确额定电压、允许波动范围、最大功耗、接地方式和连接器定义。交流、直流和备用电源接口应采取防误插措施，并有清晰、耐久的标识。

9.2 通信接口

接入指挥控制子系统的设备应提供以太网或其他标准化通信接口。接口控制文件应规定物理接口、通信协议、数据格式、地址配置、传输周期、异常处理和安全机制。

通信接口应支持设备状态、故障告警、处置参数和执行结果上报，并支持授权指令、目标指示、启动、停止、急停和时间同步等信息交互。

9.3 控制与状态数据

控制指令应包含指令标识、设备标识、目标标识、时间戳、有效期、授权信息、处置方式和参数。设备应对收到的指令返回接收、拒绝、执行中、完成或失败状态，并说明拒绝或失败原因。

接口应具备序列号、校验、超时和重放防护机制。通信中断时，设备应按预定策略停止处置或完成安全收尾。

9.4 授时接口

组网设备应支持统一授时。设备时钟与系统时钟的允许偏差应在接口控制文件中规定；授时异常时应告警，且不应导致日志时间倒退或处置指令误执行。

9.5 维修与监管接口

设备宜提供受控的诊断与维护接口，用于状态查询、故障定位、日志导出和软件升级。维护接口应受权限控制，不使用时应关闭或采取物理防护。

需要接受主管部门在线监管的设备，应按相关管理要求提供工作状态、发射参数和位置信息等监管数据接口。

10 环境适应性要求

10.1 气候环境适应性

设备应根据预定使用场景声明工作和贮存温度、相对湿度、防护等级及其他气候环境条件。经相应环境试验后，设备外观、安全、功能和性能应满足规定。

表4规定的环境条件为《要地低空无人机防控体系》系列标准对反制设备的统一环境适应性要求。系列标准其他文件涉及反制设备环境条件时，按表4执行，不另行规定数值。无特殊约定时，环境条件应符合表4。

表 4 反制设备气候环境条件

项目	室内固定式	室外固定式或移动式	便携式
工作温度	0℃～40℃	-40℃～55℃	-20℃～50℃
贮存温度	-20℃～60℃	-45℃～70℃	-40℃～60℃
相对湿度	不大于 85%，无凝露	不大于 95%，无凝露	不大于 95%，无凝露
外壳防护等级	不低于 IP20	不低于 IP65	不低于 IP54

部署地极端气温超出表4规定范围的特殊气候地区，其设备的工作温度和贮存温度范围应由使用单位和制造商根据部署地气象资料协商确定，并在合同或产品技术文件中明确。协商确定的温度范围应覆盖部署地的极端最低气温和极端最高气温，且不低于表4的相应要求；相应的低温和高温试验条件按协商确定的范围执行。

注：我国部分地区的极端气温超出表4的范围，如高寒地区冬季的极端最低气温和内陆干旱地区夏季的极端最高气温。设备安装于机柜内、塔架顶部或其他受太阳辐射影响显著的位置时，协商时宜考虑安装位置的实际温升。

沿海或盐雾环境使用的设备应按GB/T 2423.17进行盐雾试验；霉菌、沙尘、低气压等环境有要求时，应在产品技术文件中规定相应等级和试验方法。

10.2 机械环境适应性

移动式和便携式设备应能承受预定运输、装卸和使用过程中产生的振动与冲击。振动试验按GB/T 2423.10进行，冲击试验按GB/T 2423.5进行，严酷等级由产品技术文件规定。

试验后设备不应出现结构松动、部件脱落、绝缘损坏或安全联锁失效，功能和性能应满足规定。

10.3 电磁环境适应性

设备应具备与预定部署环境相适应的电磁抗扰能力。静电放电抗扰度试验按GB/T 17626.2进行，射频电磁场辐射抗扰度试验按GB/T 17626.3进行；试验等级由产品技术文件根据部署环境规定。

除上述基本抗扰度试验外，设备还应在表5规定的复杂电磁环境条件下开展整机任务级试验。任务级试验应在设备执行完整处置流程的状态下进行，覆盖目标指示接收、处置实施和效果信息上报环节。

表 5 复杂电磁环境条件

环境条件	施加方式	考核重点
宽带压制	在设备工作频段内施加宽带噪声干扰，带宽覆盖设备接收或探测频段	接收灵敏度下降幅度、目标指示接收的连续性
窄带强干扰	在设备工作频段内选择不少于3个频点施加窄带强干扰，干扰电平按产品技术文件规定	有无误动作、参数是否发生非预期改变
频谱拥塞	同时施加多路不同制式的通信、广播信号，模拟频谱占用率高的城市环境	设备频率选择与协调功能、处置有效性下降幅度
多源复合场	同时施加不少于3种不同来源、不同频段的干扰信号	综合环境下的功能完整性与安全连锁有效性
多方向照射	在方位面内选择不少于4个方向分别施加干扰	不同来向干扰下的性能一致性
多极化条件	分别以水平、垂直及圆极化方式施加干扰	极化敏感性、性能差异

复杂电磁环境试验的判定要求如下：

- a) 误动作：设备不应发生非预期发射、非预期机械动作、未经授权的处置启动或安全连锁失效；
- b) 性能退化：允许性能暂时降低，性能退化幅度不应超过产品技术文件声明的容限；退化期间设备应输出降级状态并上报指挥控制子系统；
- c) 干扰停止后的恢复：干扰停止后，设备应在产品技术文件规定的时间内自行恢复至试验前的功能和性能状态，恢复时间不宜大于 60 s；不能自行恢复的，应给出告警并说明所需的人工干预措施；
- d) 数据完整性：试验期间和试验后不应丢失安全配置、授权信息和日志记录。

多台反制设备同址部署时，应开展系统级电磁兼容性试验，确认设备之间不产生非预期互扰。系统级电磁兼容性要求如下：

- a) 试验应按实际或预定的部署方式进行，覆盖各设备同时工作和分时工作两种状态，并包含具有无线电发射功能的设备处于发射状态的组合；
- b) 各设备的接收灵敏度下降幅度、目标指示接收的连续性和处置有效性退化幅度，不应超过产品技术文件声明的容限；
- c) 不应出现非预期发射、非预期机械动作、未经授权的处置启动、参数非预期改变或安全连锁失效；

- d) 同址设备之间的时间同步和状态上报不应因互扰而中断；
- e) 不满足上述要求时，应通过频率协调、时序控制、空间隔离、天线指向调整或功率控制等措施解决，并在产品技术文件中明确最小部署间距、频率使用约束和组合使用限制。

试验方法按11.12执行。制造商应在产品技术文件中给出同址部署的配置要求和已验证的设备组合。

注：同址部署的典型情形如：同一站点部署多台无线电阻断设备，或无线电阻断设备与导航诱导设备、探测感知设备共址安装。

产品技术文件应声明设备适用的电磁环境等级及各条件下的性能容限，声明内容与5.2的适用能力声明一致。

11 试验方法

11.1 一般规定

试验前应确认试验场地、空域、无线电频率和设备使用已履行所需的审批或协调程序，开展安全风险评估，设置警戒区域、通信联络和应急停止措施。

除另有规定外，试验环境温度为15℃～35℃，相对湿度为25%～75%，大气压力为86 kPa～106 kPa。试验所用测量仪器应在有效校准期内，其测量不确定度应与被测指标相适应。

性能试验的目标、场地、环境和成功判据按附录A确定。试验报告应记录设备配置、软件版本、目标配置、环境条件、测量设备、原始数据、无效试验及判定结果。

11.2 外观与资料检查

采用目视和资料审查方法，检查设备组成、外观、标识、连接器、随机文件和适用能力声明，结果应符合5.2、5.3和第13章的规定。

11.3 功能试验

按产品说明书建立设备与指挥控制子系统或测试平台的连接，逐项验证第6章规定的功能。对异常输入、失效目标信息、通信中断、越权指令、参数越限和升级失败等情况，应验证设备能够拒绝执行、告警或转入安全状态。

急停功能至少试验3次，分别在待机、处置启动和处置保持阶段触发，检查设备停止输出、状态显示、日志记录和重新授权要求。

11.4 处置响应时间试验

使用时间测量设备同时记录有效处置指令到达时刻和设备产生预定处置动作的时刻，二者之差为处置响应时间。重复试验10次，报告平均值和最大值，最大值应符合7.2的规定。

11.5 有效处置距离和作用范围试验

按产品技术文件声明的近界、远界、方位边界和俯仰边界设置目标或等效测试装置。在各边界点分别进行不少于5次试验，记录处置结果和实际作用区域。声明范围内应能达到预期处置效果，声明范围外不应出现超出安全边界的非预期作用。

不能采用实际目标安全试验的定向能设备，可使用经验证的等效靶标和能量测量方法，但应说明等效关系和测量不确定度。

11.6 处置成功率试验

处置成功率试验应按7.4规定的条件组合分别开展，试验点和试验条件如下：

- a) 距离：分别在声明的近界、标称有效处置距离的 80 %和远界处设置试验点；
- b) 目标：按附录 A 为每一声明目标类别选取不少于 2 种技术配置不同的代表性目标；
- c) 电磁环境：分别在标称电磁环境和按 10.3 施加的复杂电磁环境下进行。

各条件组合依据预先确定的成功判据开展不少于30次有效试验，全部组合的有效试验总次数不少于150次。处置成功率按式（1）计算：

$$P = n_s / n \times 100 \% \quad \text{..... (1)}$$

式中：

P ——处置成功率；

n_s ——有效处置次数；

n ——总有效试验次数。

各条件组合的处置成功率置信区间接二项分布计算，置信水平取95%，并在试验报告中给出区间上、下限。失败试验应按6.7规定的原因分类逐次记录，并在试验报告中给出失败分布。

试验结果应符合7.4的规定。对多种目标类别、处置方式或工作频段的声明，应分别试验和统计。

11.7 多目标处置能力试验

按声明的同时处置目标数量、目标间隔、持续时间和处置方式配置真实目标或等效模拟装置，进行不少于5组试验。逐一记录各目标的指令关联、处置过程和结果，实测能力应符合7.5的规定。

多目标处置能力试验还应包括下列内容：

- a) 目标分配正确率：核对设备实际处置对象与指挥控制子系统下发的目标分配关系，统计一致的目标数量与分配目标总数之比；试验目标数不少于声明同时处置目标数量的 1 倍，累计核对目标数不少于 50 个；
- b) 作用冲突：在目标间隔取声明最小值的条件下试验，检查各处置作用之间有无相互抑制、参数互扰或对同一目标重复处置；

- c) 资源切换时间：记录设备从处置一个目标转为处置另一目标的时间间隔，重复不少于 10 次，报告平均值和最大值；同时检查切换期间对其他目标处置的连续性；
- d) 持续处置能力：在声明的同时处置目标数量下连续处置至声明的持续时间，在开始、中间和结束时各测量 1 次处置能力；
- e) 部分失效后的能力保持：采用断开发射通道、禁用执行部件或模拟处置单元故障的方式，使设备处于部分失效状态，测量降级后的同时处置目标数量和作用范围，并检查降级状态是否上报。

11.8 持续工作试验

设备在额定供电下连续运行 8 h，期间每 2 h 进行 1 次功能检查，并在试验开始和结束时进行关键性能测试。记录设备温度、故障和性能变化，结果应符合 7.6 的规定。电池供电设备按产品声明的工作方式持续运行至低电量告警或安全停机，记录工作时间。

11.9 专项性能试验

无线电阻断设备使用频谱分析仪、功率计和适用天线，测量工作频率、带宽、输出功率、停止发射时间及带外发射，结果应符合 7.8 的规定。

导航诱导设备在经批准的封闭或受控场地内，测量作用区域、边界外影响、位置和时间基准、诱导轨迹及失效保护，结果应符合 7.9 的规定。边界外信号影响按下列方法测量：

- a) 在作用区域边界内 10 m 和边界外 10 m 处，沿设备主波束方向及不少于 2 个其他方向分别设置测量点，测量点高度取目标典型飞行高度或经批准的等效高度；
- b) 使用频谱分析仪或卫星导航信号测量设备，在同一配置和相同测量带宽下测量各测量点的诱导信号电平，每点测量不少于 3 次，取平均值；
- c) 计算同一方向上边界外与边界内测量点的电平差，各方向的电平差均应符合 7.9 的规定；
- d) 在边界外测量点放置合法卫星导航接收设备，记录定位偏差、失锁情况和载噪比变化，结果应符合 7.9 的规定；
- e) 试验报告应记录测量点位置、高度、测量带宽、设备发射参数和场地条件。

物理拦截设备使用代表性目标或等效靶标，检查防误释放、拦截范围、拦截结果、地理围栏、失联处置和回收程序，结果应符合 7.10 的规定。

定向能处置设备使用适用的能量测量装置和等效靶标，检查作用距离、跟踪联锁、射界限制、失跟停止和安全隔离，结果应符合 7.11 的规定。激光安全试验按 GB 7247.1 进行；高功率微波类设备的功率密度分布和安全距离按 GB 8702 进行测量，并在操作位、维护位和公众可达区域分别测量记录。

11.10 安全试验

按第8章逐项检查安全联锁、权限控制、钥匙控制、机械锁止、警示标识和异常安全状态。电磁环境测量按GB 8702进行，电气安全试验按GB 4943.1进行，网络与数据安全采用配置检查、接口测试和日志审查方法验证。

11.11 接口试验

依据接口控制文件逐项检查接口类型和定义，模拟正常、异常、重复、过期和越权指令，验证指令校验、执行反馈、超时处理、重放防护、通信中断策略及授时异常告警，结果应符合第9章。

11.12 环境适应性试验

低温、高温和恒定湿热试验分别按GB/T 2423.1、GB/T 2423.2和GB/T 2423.3进行；外壳防护等级试验按GB/T 4208进行；振动和冲击试验分别按GB/T 2423.10和GB/T 2423.5进行；有盐雾要求时按GB/T 2423.17进行。试验严酷等级按第10章和产品技术文件确定。

环境试验前后应进行外观、安全、功能和关键性能检查。环境试验中不具备安全实施实际处置的条件时，可采用不产生对外作用的等效负载进行检查。

电磁环境适应性试验按下列规定进行：

- a) 基本抗扰度试验按 GB/T 17626.2 和 GB/T 17626.3 进行；
- b) 复杂电磁环境整机任务级试验按表 5 规定的 6 种条件分别进行，每种条件下设备应完成不少于 3 次完整处置流程；试验在经批准的屏蔽场地或受控场地内进行，干扰源的频段、电平和极化方式应按试验方案设置并记录；
- c) 每种条件下应测量处置成功率或等效的处置有效性指标，与标称电磁环境下的实测值比较，计算性能退化幅度；
- d) 干扰停止后，记录设备恢复至试验前功能和性能状态所需的时间；
- e) 试验期间连续监测设备发射状态、机械动作和安全联锁状态，记录误动作发生的条件和现象；
- f) 试验前后导出并比对安全配置、授权信息和日志记录，确认数据完整。

同址多设备系统级电磁兼容性试验按下列规定进行：

- a) 按产品技术文件声明的部署方式布置不少于 2 台反制设备，设备间距取声明的最小部署间距；声明多种组合方式时，应分别或按最不利组合进行试验；
- b) 分别在各设备单独工作和同时工作状态下，测量各设备的接收灵敏度、目标指示接收成功率和处置有效性指标，比较其差值并计算退化幅度；
- c) 试验期间连续监测各设备的发射状态、机械动作、参数变化、安全联锁状态、时间同步状态和状态上报情况；
- d) 每种组合下应完成不少于 3 次完整处置流程；

- e) 记录各设备的工作频率、发射功率、天线指向、设备间距和相对方位。

试验结果应符合10.3的规定。多方向照射和多极化条件试验可与宽带压制、窄带强干扰条件组合实施，组合方式应在试验方案中说明。

12 检验规则

12.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。检验项目见附录B。

12.2 出厂检验

每台设备均应进行出厂检验。检验合格后方可出厂，并附检验合格证明。

出厂检验中任一项目不合格时，应查明原因并修复，修复后对不合格项目及可能受影响的项目重新检验；重新检验仍不合格的，判定该台设备出厂检验不合格。

12.3 型式检验

有下列情形之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品定型或老产品转产时；
- b) 正式生产后，结构、材料、工艺、关键元器件或软件发生可能影响功能、性能或安全的较大变更时；
- c) 停产1年以上恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- e) 合同、主管部门或质量监督机构提出要求时。

型式检验样品应从出厂检验合格的产品中抽取。型式检验项目全部合格时，判定型式检验合格；安全项目不合格时，判定型式检验不合格；其他项目不合格时，允许整改后重新抽样检验一次，重新检验仍有不合格项目的，判定型式检验不合格。

13 标志、包装、运输和贮存

13.1 标志

设备应设置清晰、耐久的铭牌，至少标明产品名称、型号、制造商、产品唯一识别码、出厂编号、生产日期、额定电源和必要的安全警示。具有无线电发射或激光输出的设备，应按相关规定设置相应警示标识。

端口、开关、急停装置、接地端子、搬运位置和禁止操作部位应有明确标识。标识不应因正常使用、擦拭或环境影响而难以辨认。

13.2 包装

包装应满足防潮、防尘、防振和防机械损伤要求。包装箱内应附装箱单、产品合格证明、产品说明书、安全操作规程及配套附件。包装储运图示标志应符合GB/T 191的规定。

13.3 运输

运输前应将可运动部件锁止，并按要求对电池、能量源、拦截组件或其他受控部件分离包装。运输过程中应防止剧烈振动、冲击、雨雪淋袭、倒置和腐蚀。涉及危险货物的，应符合危险货物运输的相关规定。

13.4 贮存

设备应贮存在通风、干燥、无腐蚀性气体且满足产品技术文件规定温湿度条件的场所。受控部件、授权介质和安全钥匙应分开保管并建立领用记录。长期贮存期间，应按产品说明书规定进行定期检查、通电维护和电池保养。

附 录 A

(规范性)

适用能力声明格式、性能试验条件与代表性目标

A.1 适用能力声明格式

5.2规定的分条件适用能力声明按表A.1的格式给出。每一目标类别、距离区间、作用角度、环境条件和工作模式的组合占一行；设备不适用于某一组合时，在相应行注明不适用及理由。

表 A.1 适用能力声明

目标类别	距离区间	作用角度	环境条件	工作模式	处置距离	处置成功率	处置响应时间	同时处置目标数	达成效果
	近界		标称电磁环境						
	标称距离 80 %		标称电磁环境						
	远界		标称电磁环境						
	标称距离 80 %		复杂电磁环境						

技术途径要素按表3的规定随表A.1一并给出。声明值应注明对应的试验报告编号和试验日期。

A.2 试验场地与环境

试验场地应与设备预定使用场景相适应，能够布设目标航线、测量点和安全边界，并避开机场净空保护、人员密集区域、重要无线电台站及其他不宜开展试验的区域。

除产品技术文件另有规定外，处置距离和处置成功率试验宜在无降水、能见度不小于5 km、风速不大于5 m/s的条件下进行。应记录温度、湿度、风速、能见度、地形遮挡和电磁环境。

A.3 代表性目标

代表性目标应从设备声明适用的目标范围内选取，并按GB/T 35018—2018确定类别。目标配置应覆盖影响处置效果的主要差异，至少包括质量与尺寸、动力与构型、遥控或测控链路、图像传输链路、导航方式及失联处置策略。

不应仅使用单一品牌或单一型号目标证明对某一目标类别的普遍适用性。声明适用于某一目标类别而非特定型号时，每一类别宜选取不少于2种技术配置不同的代表性目标。

试验目标的软件版本、遥控或测控参数、导航配置、载荷状态、电池状态和失联处置策略应在试验报告中记录。除验证特定场景外，各次对比试验的目标配置应保持一致。

A.4 试验距离与航线

处置成功率试验距离为产品标称有效处置距离的80 %。产品声明多个距离档位时，应分别选择对应试验点。物理拦截或定向能处置因安全原因不能按上述距离试验时，可按经批准的试验方案设置等效距离，并说明换算关系。

目标航线应覆盖接近、横穿和远离等典型运动方向。对定向式设备，应覆盖作用区中心和边界；对非定向式设备，应根据部署方式选取不少于4个方位进行试验。

A.5 有效试验与成功判据

试验前应为各目标和处置方式确定成功判据。成功判据应以可观察、可复核的目标状态为依据，包括目标按预定方向离开、在指定区域迫降、被拦截或捕获等。

出现下列情形之一时，该次试验可判为无效：

- a) 试验目标或测量设备发生与被测反制设备无关的故障；
- b) 目标偏离规定航线或超出规定速度、高度范围，且偏差足以影响结果；
- c) 气象或电磁环境超出规定范围；
- d) 因安全管控需要提前终止，尚无法形成处置结果。

无效试验应保留记录并说明原因，不应作为有效处置或处置失败计入统计。由被测设备故障、拒绝执行有效指令、丢失目标或未在规定时间内产生处置效果导致的试验，不应判为无效。

附 录 B

(规范性)

检验项目

出厂检验和型式检验项目见表B.1。“●”表示应检项目，“—”表示不检项目；产品声明不具备相应功能时，专项项目可不适用，但应在检验报告中说明。

表 B.1 反制设备检验项目

序号	检验项目	要求章条	试验方法章条	出厂检验	型式检验
1	外观、组成与技术资料	5.2、5.3、13.1	11.2	●	●
2	自检、状态监测与安全状态	5.4、6.1	11.3	●	●
3	目标指示、授权与工作模式	6.2~6.4	11.3	●	●
4	参数限制、处置控制与急停	6.5、6.6	11.3	●	●
5	效果信息、协同、专用功能、日志与升级	6.7~6.11	11.3	●	●
6	处置响应时间	7.2	11.4	●	●
7	有效处置距离和作用范围	7.3	11.5	—	●
8	处置成功率	7.4	11.6	—	●
9	多目标处置能力	7.5	11.7	—	●
10	持续工作能力	7.6	11.8	—	●
11	技术途径、达成效果与专项性能	7.7~7.12	11.9	—	●
12	安全	第 8 章	11.10	●	●
13	接口	第 9 章	11.11	●	●
14	环境适应性	第 10 章	11.12	—	●
15	包装和随机文件	13.2	目视检查	●	●

ICS 03. 220. 50

CCS V 54

T/CICC

中国指挥与控制学会团体标准

T/CICC 27010—2026

要地低空无人机防控应急处置规范

Specification for emergency management of low-altitude UAV

prevention and control system for critical sites

2026 - 10 - 12 发布

2026 - 10 - 12 实施

中国指挥与控制学会

发布

目次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 处置原则 2

5 组织体系 2

5.1 防控领导小组 2

5.2 现场指挥部 2

5.3 值班室 2

5.4 专家组 2

6 响应等级 3

6.1 三级响应 3

6.2 二级响应 3

6.3 一级响应 3

6.4 响应等级调整 3

6.5 多威胁响应 3

7 处置措施 3

7.1 持续跟踪 4

7.2 软处置 4

7.2.1 警告驱离 4

7.2.2 无线电干扰 4

7.2.3 导航诱骗 4

7.3 物理拦截 4

7.3.1 物理捕获 4

7.3.2 物理毁伤 4

7.4 外部协同 5

8 处置流程 5

8.1 通用处置流程 5

8.1.1 预案制订 5

8.1.2 先期处置 5

8.1.3 启动响应 5

8.1.4 现场处置 5

9 资源保障 7

9.1 人员保障 7

9.2 设备保障 7

9.3 备件与物资 8

9.4 交通与医疗 8

9.5 外部支援 8

10 处置培训与演练 8

10.1 培训 8

10.2 演练 8

附 录 A 9

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。

本文件是《要地低空无人机防控体系》系列标准的第九部分，第九部分为《要地低空无人机防控系统处置规范》。系列标准旨在构建覆盖要地低空无人机防控全流程的技术规范体系，为防控系统的规划、设计、建设、验收及运维提供统一依据。

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管理。

本文件起草单位：中船凌久航信科技（武汉）有限公司、西北工业大学、空军工程大学、河南工业大学、山东师范大学数学与统计学院、北京鲲鹏数航标准技术有限公司

本文件起草人：夏鹏辉、高玉嵩、于登秀、付强、金军委、李晓迪、王峰、李梦哲

要地低空无人机防控应急处置规范

1 范围

本文件规定了要地低空无人机防控系统在应对无人机威胁时的术语和定义、处置原则、组织体系、响应分级、处置措施、处置流程、资源保障、处置培训与演练。

本文件适用于要地管理单位及其主管部门，用于指导低空无人机威胁事件的处置工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件；凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有修改单)适用于本文件。

GB/T 35017-2018 无人机系统术语

GB/T 38152-2019 无人驾驶航空器系统术语

T/CICC-27002 《要地低空无人机防控体系通用要求》

T/CICC-27001 《要地低空无人机防控等级划分及基本要求》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无人机处置 UAV disposal

当发生或可能发生无人机非法入侵事件时，为控制事态、消除或减轻危害而采取的一系列行动和措施。

3.2

响应等级 response level

根据无人机事件严重程度确定的事件响应等级。由高至低分为一级响应、二级响应、三级响应。

3.3

先期处置 initial disposal

在处置响应正式启动前，由值班人员或现场人员依据预案对突发事件进行的初步控制措施。

4 处置原则

- a) 在防控领导小组的统一领导下，实行分级响应，各级职责明确，确保指挥高效、有序。
- b) 发现威胁后迅速启动预案，指挥控制、探测、反制、安保、公安等部门协同作战，形成合力。
- c) 所有处置措施必须优先确保地面人员、重要设施及航空器自身的安全，避免次生灾害。
- d) 加强日常监测、预警和演练，做好人员、物资、技术准备，提高突发事件应对能力。
- e) 依托技术手段获取准确情报，科学评估威胁，选择合适的处置方式和时机，确保处置效果。

5 组织体系

5.1 防控领导小组

要地应设立防控领导小组，由要地主要负责人担任组长，相关部门负责人为成员。主要职责：

- a) 负责处置预案的审批和发布；
- b) 决定启动和终止事件响应；
- c) 统筹调配处置资源；
- d) 指挥重大及以上威胁的处置工作；
- e) 负责向主管部门和地方政府报告。

5.2 现场指挥部

事件响应启动后，根据需要设立现场指挥部，由防控领导小组指定现场指挥长，应当下设如下专业工作组：

- a) 指挥控制组：负责空情监控、目标识别、威胁评估、处置指令下达、信息传递。
- b) 技术处置组：负责操作反制设备，实施精准处置，评估处置效果。
- c) 警戒疏散组：负责现场警戒、人员疏散、交通管制、治安维护。
- d) 综合保障组：负责通信、电力、后勤、医疗、物资供应等保障。
- e) 对外联络组：负责与公安、民航、空管、地方政府等外部单位的协调。

5.3 值班室

要地应常态化设立 24 小时值班室，负责日常监测、信息接收、预警发布、初期调度等工作。

5.4 专家组

可聘请低空安全、无线电、航空、法律等领域专家，为无人机处置决策提供技术咨询和建议。

6 响应等级

根据无人机事件严重程度确定的事件响应等级。由高至低分为一级响应、二级响应、三级响应。

6.1 三级响应

符合以下情形之一时，启动三级响应：

- a) 单架非合作无人机进入监视区，尚未进入缓冲区，且无明显可疑行为；
- b) 单架无人机进入缓冲区，尚未进入核心区，已被有效跟踪，且无明显可疑行为；
- c) 经研判，可能造成较小社会影响或经济损失的事件。

6.2 二级响应

符合以下情形之一时，启动Ⅱ级响应：

- a) 单架非合作无人机进入缓冲区，尚未进入核心区，未被有效跟踪；
- b) 单架合作无人机进入缓冲区，尚未进入核心区，且存在低空盘旋、危险飞行等行为；
- c) 多架无人机进入监视区或缓冲区，尚未进入核心区；
- d) 经研判，可能造成一定社会影响或经济损失的事件。

6.3 一级响应

符合以下情形之一时，启动Ⅰ级响应：

- a) 无人机进入核心区；
- b) 无人机疑似携带载荷进入监视区；
- c) 事件已造成人员伤亡或重大财产损失；
- d) 经研判，可能造成较大社会影响或经济损失的事件。

6.4 响应等级调整

符合以下情形之一时，应报防控领导小组批准后调整响应等级：（紧急情况下值班负责人可先行调整并同步上报）

- a) 目标类型、数量、侵入区域、飞行轨迹、载荷特征、行为意图及威胁等级等发生变化；
- b) 气象条件、电磁环境、地形遮挡、空域活动及周边人员密度等发生变化；

6.5 多威胁响应

当要地同时面临多个无人机威胁，不同威胁分别对应不同响应等级时，应按最高威胁对应的响应等级启动响应。

7 处置措施

7.1 持续跟踪

- a) 实时监测空域无人机飞行状态，识别黑飞、越界、超低空飞行等违规异常行为，快速完成目标定位、轨迹溯源，第一时间发出分级预警信号。
- b) 发生无人机失控、坠落等险情时，立即划定警戒区域，疏散周边人员，阻断危险覆盖范围，排查场地安全隐患，杜绝人员、财产损失扩大。
- c) 处置全程应保持对目标的持续跟踪，实时更新目标位置、速度、高度、航向及行为特征，评估处置效果，为手段切换和资源调整提供依据；目标丢失后应立即启动多源探测补盲措施。

7.2 软处置

软处置手段适用于一级、二级响应等级，应优先于物理拦截使用，可按警告驱离、无线电干扰、导航诱骗的顺序梯度逐级递进使用，也可根据目标特性组合使用。

7.2.1 警告驱离

对于误入或无恶意无人机，优先采用喊话、定向强光、无线电警告等方式，引导其自行离开或就近安全降落。

7.2.2 无线电干扰

- a) 对不听警告、继续接近的无人机，采用无线电干扰设备阻断其遥控和图传链路。应严格控制干扰范围，降低对周边通信电子设备的电磁干扰影响。
- b) 当无人机存在冲撞、坠落伤人毁物风险时，可启用导航干扰，迫使无人机悬停、返航或降落。

7.2.3 导航诱骗

对于可接收导航信号的无人机，可采用导航诱骗技术诱导目标偏离危险航线至安全区域迫降或捕获。实施诱骗前需评估对周边其他导航设备的影响，严禁盲目开展大范围诱骗操作。

7.3 物理拦截

物理拦截手段适用于一级响应等级下软处置无效或存在即时危险的目标，包括物理捕获和物理毁伤两类，使用前应评估地面安全和次生风险。

7.3.1 物理捕获

- a) 对于不宜摧毁或需留存证据的目标，可采用网捕、捕捉枪等方式进行物理捕获。
- b) 捕获后应迅速转移无人机至安全区域，进行后续处理。

7.3.2 物理毁伤

对于高威胁目标（如携带未知载荷、即将撞击等），可采用物理毁伤手段使其坠毁，使用物理毁伤手段必须确保不对地面人员造成伤害。

7.4 外部协同

对于大型、高速或特殊目标，需与公安、武警、空军等单位协同，可调用反无人机枪械、直升机、反制无人机等进行联合处置。

8 处置流程

8.1 通用处置流程

通用处置流程包括：预案制订、预警与报告、先期处置、启动响应、现场处置、处置结束和事件善后。根据响应等级和要地实际情况，现场处置过程存在差别。

8.1.1 预案制订

- a) 要地管理单位应根据本文件及相关法规，结合自身实际编制《低空无人机防控处置预案》，并报上级主管部门备案。
- b) 预案至少应包括：组织体系、响应分级与条件、处置措施、处置流程、善后处置等。

预警与报告

- a) 发现不明无人机后，立即进行识别与跟踪。
- b) 值班员根据威胁评估模型，初步判定威胁情况，并按预案规定向上级和相关部门报告。
- c) 报告内容应包括：时间、地点、目标数量、飞行特征、初步研判等。

8.1.2 先期处置

- a) 先期处置是响应启动前的临时措施。在防控领导小组未到达前，值班负责人应依据预案下达先期处置指令。
- b) 仅允许进行警告、驱离。

8.1.3 启动响应

- a) 防控领导小组根据报告信息决定启动响应的等级。
- b) 通知相关处置人员立即就位，成立现场指挥部。
- c) 一、二级响应等级根据需要向公安、空管等外部单位通报情况，请求协同。

8.1.4 现场处置

现场指挥部统一指挥各专业组开展工作：

- a) 持续跟踪目标，更新情报，并根据响应等级和目标行为选择处置方式。
- b) 执行处置指令，实时反馈效果。
- c) 根据需要划定警戒区，疏散无关人员，统一对外发布信息，避免谣言。

- d) 若发生处置措施无效、目标行为突变、关键设备故障或指挥通信中断等情况，应立即重新评估威胁等级，视情提升响应级别、切换处置手段。

处置结束

- a) 当威胁完全消除或目标已远离、坠毁、被捕获，经评估无次生风险后由防控领导小组宣布处置结束。
- b) 清除坠落的无人机残骸、碎片，恢复现场环境。
- c) 通知相关单位恢复常态，撤收临时力量。

事件善后

- a) 成立事件调查组查明事件原因经过。
- b) 形成《无人机处置报告》（模板见附录 A），并按有关规定向上级主管部门提交书面报告。如需向社会公布，应统一口径，由指定部门发布。

分级处置流程图

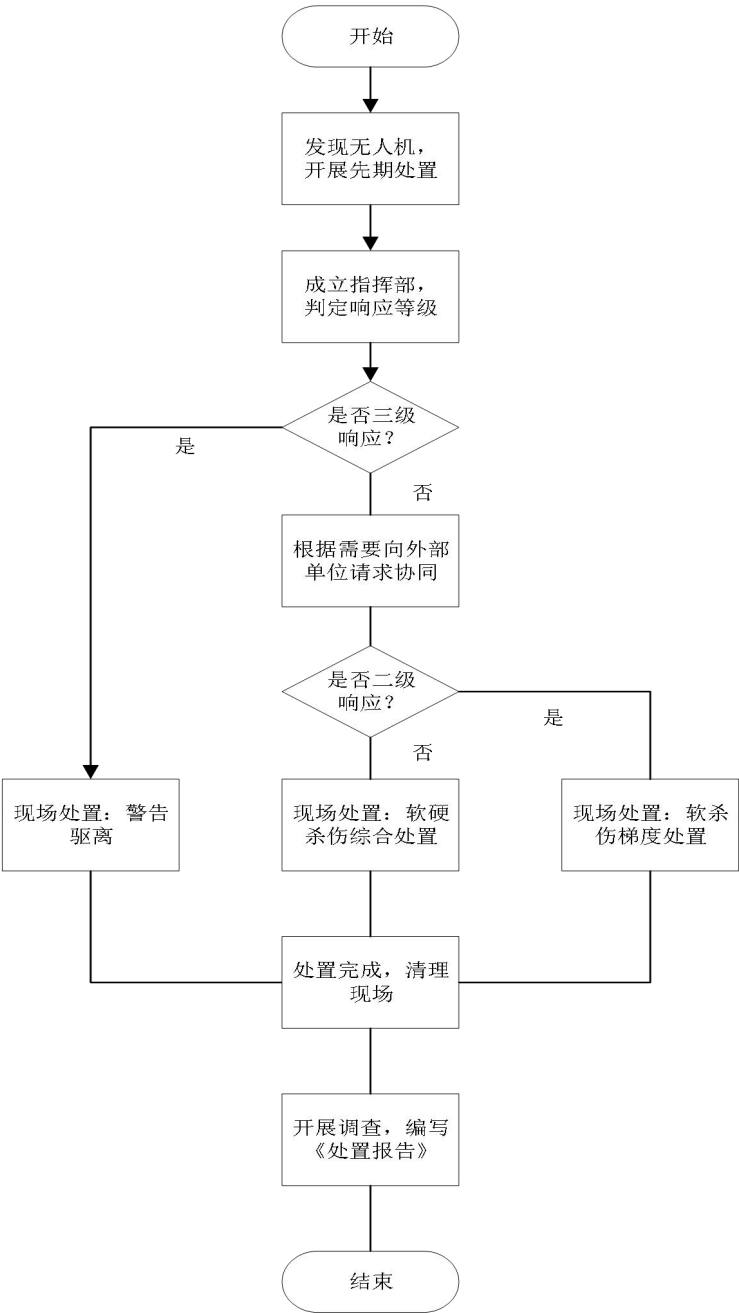


图1 分级处置流程图

9 资源保障

9.1 人员保障

应建立无人机处置队伍，明确人员职责和联系方式，确保事件响应时能迅速集结。

9.2 设备保障

a) 探测设备：确保雷达、光电、无线电监测设备 24 小时在线，关键设备冗余备份。

- b) 反制设备：各类反制设备应处于良好状态，备有足量的消耗品(如网弹)。
- c) 通信设备：配备备用通信手段(如卫星电话、对讲机)，确保极端情况下指挥畅通。
- d) 供电保障：配备 UPS 和发电机，确保电力供应。

9.3 备件与物资

应建立应急备件库，储备关键备件，如易损件、网弹、电池等。

9.4 交通与医疗

现场应配备应急车辆、担架、急救箱，并建立与附近医院的联动机制。

9.5 外部支援

与公安、消防、医疗、空管等部门建立联络机制，确保需要时能及时获得支援。

10 处置培训与演练

10.1 培训

- a) 定期对要地管理人员、处置人员、值班员进行专业培训，内容包括法规、技术、预案流程、设备操作、安全注意事项等。
- b) 培训应记录并存档。

10.2 演练

- a) 要地应定期组织无人机处置演练，每年至少组织一次全面演练，每半年组织一次专项演练。
- b) 演练应包含实装演练，通过实操检验预案的有效性和队伍的协同能力。
- c) 演练结束后应进行评估总结，对发现的问题及时整改并编写整改报告。

附 录 A

(资料性)

无人机处置报告

无人机处置报告			
事件编号		事件发生时间	年 月 日 时 分
事件发生地点		要地名称	
事件类型	☐ 误入 ☐ 侦查 ☐ 投掷 ☐ 撞击 ☐ 集群攻击 ☐ 其他：		
响应等级	☐ 一级 ☐ 二级 ☐ 三级		
无人机目标情况	数量： 型号： 尺寸： 载荷：		
发现方式	☐ 雷达 ☐ 光电 ☐ 无线电监测 ☐ 人工发现		
预警时间	年 月 日 时 分	响应启动时间	年 月 日 时 分
处置过程简述	(按时间顺序描述采取的处置措施、效果等)		
处置结果	☐ 驱离 ☐ 迫降 ☐ 捕获 ☐ 击落 ☐ 自飞离 ☐ 其他：		
人员伤亡及财产损失			
经验教训与改进措施			
报告编制人		审核人	