

T/GDEIIA

团体标准

T/GDEIIA 56—2024

垂直起降低空航空器起降场基础设施配置 技术要求

Technical requirements for infrastructure configuration of vertical
take-off and landing low-altitude aircraft take-off and landing site

2024-11-1 发布

2024-11-1 实施

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 符号和缩略语 2

5 选址要求 2

 5.1 一般要求 2

 5.2 选址工作要求 3

 5.3 起降场数据 4

6 基础设施配置要求 5

 6.1 一般要求 5

 6.2 综合性起降场最终进近和起飞区 6

 6.3 综合性起降场接地离地区 6

 6.4 安全区及安全措施 6

 6.5 综合性起降场标志 7

 6.6 自动值守机巢起降场标志 7

 6.7 目视助航设施 8

 6.8 通信导航设施 9

 6.9 气象设施 10

 6.10 供电设施 10

 6.11 监控设施 11

 6.12 消防设施 11

 6.13 飞机库 12

7 检验与验收 12

8 维护要求 13

参考文献 14

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国铁塔股份有限公司广东省分公司、中通服中睿科技有限公司提出。

本文件由广东省电子信息行业协会归口。

本文件起草单位：中国铁塔股份有限公司广东省分公司、中通服中睿科技有限公司、广州智飞科技有限公司、广州市森锐科技股份有限公司、广州航海学院。

本文件主要起草人：包立明、郭宇辉、林栋、胡焕中、吴华、李哲、阎迅、陈文雄、卢俊桐、朱晖、高河福、韩玉琪、张帆、伍株仪、王清泉、朱岸青、田雨波、林东明、王思成、唐晓东、张惠乐、刘世安、宋弘毅、张军雄、莫理林、曾祥燕、于耕。

本文件是首次发布。

垂直起降低空航空器起降场基础设施配置技术要求

1 范围

本文件规定了垂直起降低空航空器起降场（以下简称“起降场”）选址、基础设施配置、检验与验收、维护等技术要求。

本文件适用于建筑构筑物、地面、通信塔房、水面等固定设施上的垂直起降低空航空器起降场的场地选址、设计、建设、验收、维护。

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 4798.3-2023 环境条件分类 环境参数组分类及其严酷程度分级 第3部分：有气候防护场所固定使用

GB/T 32581 入侵和紧急报警系统技术要求

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB 50052 供配电系统设计规范

GB 50311 综合布线系统工程设计规范

GB 55037 建筑防火通用规范

GA/T 367 视频安防监控系统技术要求

无人驾驶航空器飞行管理暂行条例

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

垂直起降低空航空器起降场 Vertical Take-off and Landing Low-Altitude Aircraft Take-off and Landing Site

供垂直起降低空航空器起飞、降落和补能、停放保管等活动使用的综合性设施或区域，包括综合性起降场及自动值守机巢起降场。

3.2

综合性起降场 low-altitude aircraft comprehensive take-off and landing site

一种通用化的设施或区域，可满足不同需求和用途，不同的类别和等级的垂直起降低空航空器起飞、降落和补能、停放保管等活动使用。

3.3

自动值守机巢起降场 dedicated UAV automatic dock take-off and landing site

自动值守机巢起降场具有专为特定品牌、型号或系列的航空器设计的专用机巢，满足垂直起降低空航空器无人值守自动起降、充换电及保管等活动使用。

3.4

飞机库 aircraft hangar

用于停放和维修飞机的建筑物。

3.5

垂直起降航空器全尺寸 (D) over-all length/width of vertical take-off and landing (VTOL) -capable aircraft

垂直起降航空器旋翼转动、折叠结构全部展开时，能够有效覆盖机身的最小外接圆直径。

3.6

最终进近和起飞区 (FATO) final approach and take-off area

用于垂直起降低空航空器进行最终进近、悬停、着陆以及开始起飞动作的特定区域。

3.7

接地和离地区 (TLOF) touchdown and lift-off area

供垂直起降低空航空器接地或离地的一块承载区。

3.8

安全区 safety area

位于最终进近和起飞区周围的，用于减少垂直起降低空航空器偶然偏离最终进近和起飞区而造成危险的特定区域，该区域除航行所必需的设施、装置外无其他障碍物。

3.9

最大起飞重量 (MTOW) maximun take-off weight

垂直起降低空航空器在起飞时所能承受的最大重量，包括航空器结构、动力系统、负载等所有重量之和。

4 符号和缩略语

D —— 低空航空器全尺寸

L —— 低空航空器全长

W —— 低空航空器全宽

5 选址要求

5.1 一般要求

5.1.1 起降场选址宜与主要服务对象距离适中，具备地面交通衔接条件，满足起降和停放需求。

5.1.2 选址要充分考虑以下内容：

- a) 符合所在地航空相关规划，与所在地国土空间规划及其他规划相协调；
- b) 应在符合国家空中管理机构规定的空域内运行；
- c) 选址应与阵地、靶场等军事设施，核电、大型油库等重要设施，易燃易爆、产生大量烟雾、频闪灯、不受控人造光源照射位置等设施设备保持安全距离；
- d) 应充分考虑空间磁场环境如强电磁场、铁矿、大型钢结构建筑等对航空活动影响；
- e) 选址应考虑排水、地基承重条件，不应选择易积水和易下沉的地面，不宜选址在易发生地质灾害的场地；
- f) 选址应充分考虑航空器、起降设施运行可能产生的噪音或振动影响，宜考虑对居民区、学校和医院等噪声敏感区的影响；
- g) 选址应满足生态环境及文物保护要求，宜选择在无明显生物破坏的地方，宜避开鸟类生态保护区等；
- h) 选址应考虑起降场的气象条件；
- i) 选址宜选择风沙小的地点，使得航空器起降时气流平稳；
- j) 应确保稳定的电力供应和良好的通信网络；
- k) 选址应遵循资源共享原则，应优先考虑具备稳定电力和网络资源的通信塔房、基础设施完善且易于维护的站址资源等，充分利用现有的优质资源，实现高效的建设和稳定的运行。

5.2 选址工作要求

5.2.1 根据《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》第十九条，进行起降场的选址评估。选址工作要求包括确定起降场功能定位与建设规模、场址分析和编制场址报告（必要时）。主要工作包括需求调查，分析并确定其功能定位、主要使用机型、主要低空业务需求、场地尺寸、运行方式、空域需求以及主要设施的建设规模。

5.2.2 起降场选址分析资料要求：

- a) 以主要服务对象为中心，确定起降场选址范围，收集选址区域地形图和建筑物轮廓及构筑物数据；
- b) 了解航空相关规划和区域国土空间规划，根据当地国土空间规划，从实际出发科学预测城市远景需要；
- c) 根据周边机场资料，避开影响机场安全运行的区域；
- d) 根据区域地质构造资料，避开不良地质区域；
- e) 根据构筑物障碍物分布情况（包括 110kV 及以上输电线路、烟囱、桥梁、风电风机、电视塔、通信塔和高层建筑等），初步评估场址净空条件。

5.2.3 场址分析内容，宜包括地理位置、场地条件、净空条件、空域条件、气象条件、环境条件、能源供应条件、交通条件、公用设施条件、土地使用情况、征迁或改建情况和主要建筑材料来源情况等。

5.2.4 地理位置分析，宜包括下列内容：

- a) 起降场基准点坐标、标高和 FATO 方向；
- b) 场址与主要服务对象的位置关系，分析其服务范围；
- c) 分析与城市国土空间规划及其他相关规划的符合度。

5.2.5 场地条件分析，宜包括下列内容：

- a) 场址宜具备供水、排水排污、供电、通信等公用设施的设置或引接条件；
- b) 分析场址地形地貌、建筑物外轮廓及构筑物数据、场地空间范围，确定场地是否满足起降场近、远期建设用地需求；

- c) 如起降场在地面的, 需要分析场址工程地质和水文地质条件, 提出地基处理和高填方边坡处理方案; 分析场址的地震条件及场地抗震设防烈度; 分析地表状况和防洪排水资料, 确定起降场标高, 估算土石方、混凝土、钢结构工程量;
 - d) 若为实体的 FATO 和 TLOF、停机坪的道面, 道面强度、表面特性应满足适飞航空器的正常运行要求。
- 5.2.6 净空条件分析, 宜包括下列内容:
- a) 场址净空条件应满足垂直起降低空航空器安全起降要求, 尽可能避免或减少净空障碍物处理量;
 - b) 结合场址周围障碍物情况和净空限制要求, 复核并优化 FATO 位置和起降方向;
 - c) 按照航空器分类和起降场运行方式, 在平面图上绘制障碍物限制面图, 分析障碍物是否突破障碍物限制面;
 - d) 通过航行研究提出对超高障碍物的处理建议, 宜保证障碍物限制面的过渡面、起飞爬升面和进近面内无超高障碍物, 如存在大量超高障碍物且处理困难, 宜考虑重新选址。
- 5.2.7 空域条件分析, 宜包括下列内容:
- a) 根据航空器型号需求调查飞行区域范围内的空域情况;
 - b) 分析起降场空域使用需求, 提出进离场飞行程序和拟申请的使用空域范围;
 - c) 分析拟使用空域与邻近机场和航线的运行影响;
 - d) 如存在空域矛盾, 需分析解决空域矛盾的可行性, 提出建议的解决方案, 如需限制运行, 应评估限制运行条件下, 利用率是否满足起降场运行需求以及起降场建设的必要性;
 - e) 结合空域管理部门意见, 分析选址申请使用空域的可行性。
- 5.2.8 气象条件分析, 宜包括下列内容:
- a) 场址附近有气象台时, 根据气象台至场址的距离和海拔高差, 分析气象资料相关性, 统计与飞行相关的气象要素, 根据气象资料, 绘制场址风力负荷图, 评估对垂直起降低空航空器飞行影响程度;
 - b) 场址附近无气象台时, 或因场址地形复杂, 气象资料无代表性时, 可现场调研主导风向, 评估起降方向和主导风向的关系, 评估对垂直起降低空航空器飞行影响程度;
 - c) 根据气象资料, 综合分析起降场可运行天数, 评估影响程度。
- 5.2.9 环境条件分析, 宜包括下列内容:
- a) 分析进离场航线对医院、学校和居民区等噪声敏感区域的影响;
 - b) 分析场址对周边生态、水土和大气环境的影响;
 - c) 分析场址周围群鸟活动对飞行安全的影响;
 - d) 根据场址周边易燃易爆和产生烟雾等设施的分布情况, 分析其对飞行安全的影响。
- 5.2.10 其他条件分析, 宜包括以下内容:
- a) 能源供应条件分析, 宜说明能源需求预测量和能源供应方案;
 - b) 如场址选择在地面的需做交通条件分析, 宜说明周边道路情况, 初步确定进场路引接方案;
 - c) 配套设施条件分析, 宜说明场址周边供水、供电、通信、污水处理等配套设施状况, 确定引接方案;
 - d) 场地使用情况分析, 宜说明场地性质和所有权情况、与场地使用相关政策的符合性;
 - e) 征迁或改建情况分析, 宜说明场址范围内的征迁数量, 初步估算征迁补偿和改建费用。

5.3 起降场数据

5.3.1 起降场宜测量或说明的资料通常包括以下内容:

- a) 起降场类型;

- b) 接地和离地区的尺寸、坡度、表面类型、承载强度；
 - c) 最终进近和起飞区的类型、长度和宽度、坡度、表面类型；
 - d) 安全区的长度、宽度、表面类型；
 - e) 目视助航设备，最终进近和起飞区、接地和离地区以及机位的标志和灯光；
 - f) 通信导航监视设施；
 - g) 气象观测设施。
- 5.3.2 起降场根据需求测定并向航空情报服务机构通报的资料通常包括以下内容：
- a) 接地和离地区、最终进近和起飞区每个入口的几何中心的地理坐标，采用水平（大地）基准系统采用 2000 国家大地坐标系（CGCS2000），以度、分、秒为单位；
 - b) 障碍物的地理坐标，水平（大地）基准系统采用 2000 国家大地坐标系（CGCS2000），以度、分、秒为单位；
 - c) 障碍物的顶端标高、类型、标志和灯光。

6 基础设施配置要求

6.1 一般要求

- 6.1.1 起降场结构应具备合格的承重能力、耐磨性、防滑性和耐候性。应选用适宜的材料（如钢结构、混凝土、钢筋混凝土或其他高承载力材料）来铺设起降场地。在建筑构筑物、通信杆塔等设施设置起降场时应满足相应承重要求。
- 6.1.2 起降场应具有防雷设施，包括避雷针、接地网。
- 6.1.3 预留恶劣气候情况下，垂直起降低空航空器入库封存以及固定的设施，保障航空器的安全。
- 6.1.4 在对综合性起降场进行结构设计时，需考虑的荷载主要包含以下类型：
- a) 结构件自身质量：按结构自重取值，方向为竖直向下，高架航空器起降场还应考虑底部支撑结构自身质量；
 - b) 航空器自身质量：按设计机型中最大起飞重量（MTOW）取值，集中荷载，竖直向下；
 - c) 正常着陆荷载：按设计机型中最大起飞重量（MTOW）的 1.5 倍取值，作用面积为单个起落架接触面积，作用点位于 TLOF 区内，方向为竖直向下；
 - d) 紧急着陆荷载：按设计机型中最大起飞重量（MTOW）的 2.5 倍取值，作用面积为单个起落架接触面积，作用点位于 TLOF 区内，方向为竖直向下；
 - e) 水平荷载：按最大起飞重量（MTOW）的 0.6 倍取值，集中荷载，作用点与起落架接触点一致，方向为水平进近方向；
 - f) 均布荷载：考虑人员活动和冰雪影响，在 FATO 全区域按 2.0 kN/m^2 施加均布荷载，方向为竖直向下；
 - g) 风荷载、温度作用、地震影响：应符合 GB 50009《建筑结构荷载规范》的要求。
- 6.1.5 自动值守机巢起降场进行结构设计时，需考虑的荷载主要为垂直起降低空航空器最大起飞重量（MTOW）和自动值守机巢重量，按两者之和的 1.5 倍取值，作用面积为机巢接触面积，方向为竖直向下。
- 6.1.6 起降场宜建设面向垂直起降低空航空器的信号中继、北斗地基增强基准站的抱杆、供电、供网等配套资源。
- 6.1.7 在零度以下的条件下运行的起降场，应考虑积雪和结冰，宜具备除雪和防滑功能，铺设防滑材料，定期清理积雪和冰层。
- 6.1.8 起降场需具备良好的排水系统。
- 6.1.9 应在起降场周围设置警示标线或安装围栏。

- 6.1.10 起降场根据要求配备助航灯光和照明系统,确保在夜间或低能见度条件下航空器能够安全起降。
- 6.1.11 起降场应配备不间断电源(UPS)或备用发电机。
- 6.1.12 起降场应配备相应的消防设施,如灭火器、防火毯、消防栓等。
- 6.1.13 自动值守机巢的部署应实施稳固性强化措施,宜采用高强度钢制框架基础作为自动值守机巢的固定支撑结构,或直接通过锚固技术将其嵌入至混凝土基础之中。

6.2 综合性起降场最终进近和起飞区

- 6.2.1 起降场应至少设置一个最终进近和起飞区(FATO),FATO可不必为实体。
- 6.2.2 FATO若为实体,FATO表面应与TLFO连续顺接,承载力应满足预计荷载要求,不应在垂直起降低空航空器下洗流的作用下造成表面退化,也不应产生飞散的碎片。
- 6.2.3 根据实际场景需求FATO一部分区域或全部区域可位于水面、空中。
- 6.2.4 FATO的尺寸和形状应满足在进近最终阶段和开始起飞时完全容纳设计,其最小尺寸应符合下列要求(其中D应采用预计使用该起降场的航空器中的最大值)。
- 6.2.5 FATO的尺寸和形状应满足航空器起降场设计机型在停放时,航空器的垂直投影均包含在机位中。
- 6.2.6 FATO形状为圆形或方形,其尺寸应至少能够内切一个设计机型1.5D的圆。
- 6.2.7 机位与机位之间的间距应保持安全距离。
- 6.2.8 特定情况下而必要设置在FATO内的物体,FATO内不应有障碍物。如位于FATO内的必要物体高度不超过2.5 cm且边缘具有倒角,同时不对航空器运行构成危险,则可不被视为障碍物。
- 6.2.9 FATO坡度应不小于0.5%,不超过2%。
- 6.2.10 FATO边界标志应采用白色虚线,线宽不小于0.2 m。

6.3 综合性起降场接地离地区

- 6.3.1 起降场应至少设置一个接地和离地区(TLOF)。
- 6.3.2 TLOF应为实体,承载力应满足经计算的荷载要求。
- 6.3.3 TLOF位于FATO内,若FATO为实体,TLOF表面应与FATO连续顺接,道面应为硬质实体,且充分考虑建筑体对航空器设备的磁场干扰等情况。实体不应在航空器下洗流的作用下造成表面退化,也不应产生飞散的碎片。
- 6.3.4 TLOF尺寸应至少能够内切一个设计机型1.0D的圆。
- 6.3.5 特定情况下而必要设置在TLOF内的物体,TLOF内不应有障碍物。如位于TLOF内的必要物体高度不超过2.5 cm且边缘具有倒角,同时不对航空器运行构成危险,则可不被视为障碍物。
- 6.3.6 TLOF边界标志应采用连续白线,线宽不小于0.2 m。

6.4 安全区及安全措施

- 6.4.1 起降场安全区设置在FATO周围,安全区可不为实体。如为实体时,其表面应与FATO连续顺接,并能抵抗旋翼下洗流的作用并确保有效排水。
- 6.4.2 综合性起降场安全区边缘应进行圆滑处理。
- 6.4.3 安全区周围根据需求可设置侧向保护斜面。
- 6.4.4 航空器起降场设置在高架构筑物、建筑物顶部屋面上及水上构筑物时,宜安装安全网,安全网由网架、网片等结构组成,宜采用高强度、防腐蚀材料,应具备抗风、抗紫外线的特性,可采用固定式安装或可收放式安装。
- 6.4.5 安全网的设置应确保落入的人或物不致被弹出安全网或安全架区域,各网架与水平面夹角宜为 10° 。

- 6.4.6 起降场设置在地面时，应设置安全围栏，布置位置 and 高度应满足障碍限制要求。
- 6.4.7 安全围栏可采用固定式或移动式栏杆，移动式栏杆宜考虑在强风和航空器下洗流作用下不发生移动。
- 6.4.8 当起降场表面较周围环境高出 0.5m 以上且人员行动存在安全风险时，应设置消防疏散台阶。
- 6.5 综合性起降场标志

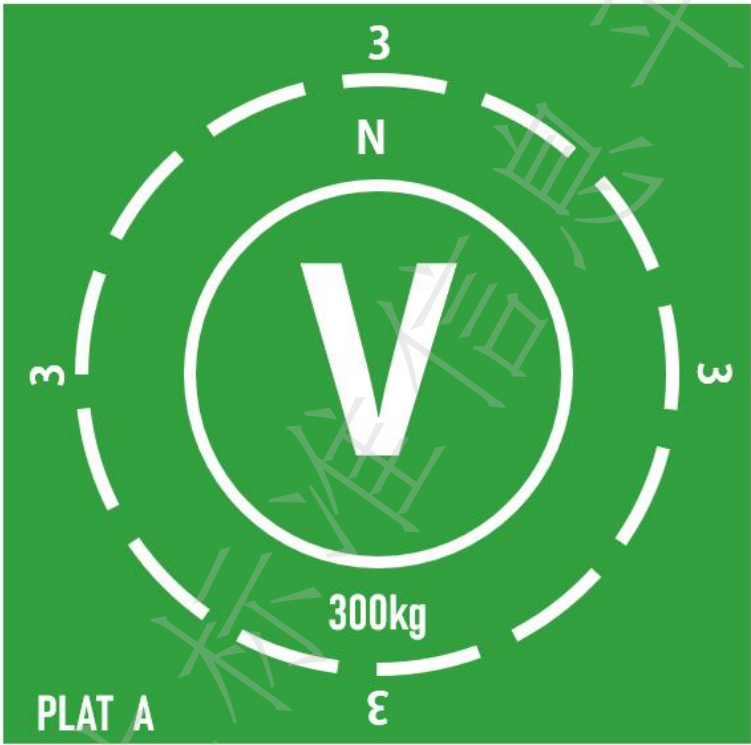


图 1 综合性起降场标志示意图

- 6.5.1 标志应使用防滑、不易反光且耐候的道路标志漆，确保在各种天气条件下可见且不易磨损。
- 6.5.2 起降场应设置最大允许质量标志，最大允许质量标志宜位于 FATO 内，按能从主要最终进近方向进行布置。
- 6.5.3 最大允许质量标志应由数字及后随的字母“kg”组成，用以表明以千克计的设计机型的最大允许着陆荷载，其中数字可为整数或带一位小数。
- 6.5.4 可针对起降场的最大着陆荷载，对起降场等级进行分类，并在 FATO 外侧醒目位置进行标识。
- 6.5.5 D 值标志应位于 FATO 外侧，按能从最终进近方向识别进行布置，如果进近方向不止一个宜设置额外的 D 值标志，至少有一个 D 值标志可从最终进近方向辨认。
- 6.5.6 方向标识应采用字母“N”来指示北方，明确起降场方位，方向标识应位于 TLOF 的上方，并与接地与起飞区域的中心线对齐。
- 6.5.7 起降场应明确标识起降平台名称，宜采用字母、罗马数字、阿拉伯数字等可以明确区分不同个体的字符表示平台名称，应标注在能从最终进近方向，应采用高对比度的颜色，与背景形成明显的区分。
- 6.6 自动值守机巢起降场标志

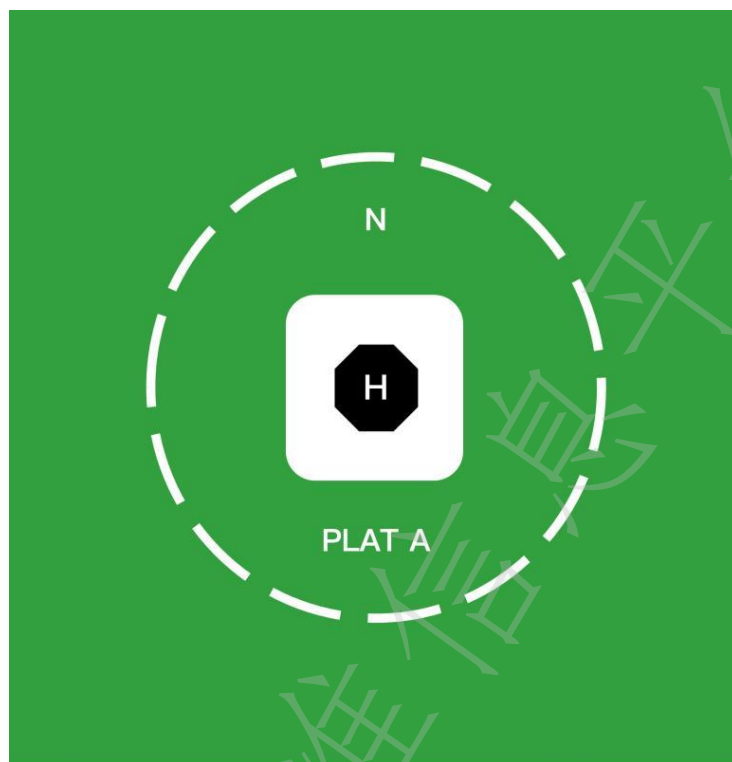


图 2 自动值守机巢起降场标志示意图

6.6.1 起降平台的外围应设置一个合理大小的安全区域，虚线表示航空器的安全操作区域，确保起降过程中有足够的缓冲空间。虚线应均匀分布，间隔一致，以在任何角度下保持视觉连续性。

6.6.2 航空器的安全起降区域应保持清洁和平整，无障碍物或其他干扰因素。

6.6.3 在虚线圈的顶部设置北向指示标志，使用标准字母“N”来表示北方。标志应位于虚线圈的内侧，且与平台中心对齐。自动值守机巢摆放时若有方向标识则需要和起降平台一致。

6.6.4 其余起降场标识要求与本文件第 6.5 条一致（不包括 TLOF 和 FATO 的要求）。

6.7 目视助航设施

6.7.1 为增加在夜间、日间或曙、暮光等条件时的补光效果设置有灯光设施的起降场，宜满足以下：

- a) 嵌入式灯具的承载力应满足使用要求；
- b) 边界指示和泛光照明类灯具宜具备光强调节功能，以保持目视信号的有效性；
- c) 当起降场周围可能产生直接或反射眩光的非航空地面灯时，在航空器运行时应予以熄灭、遮蔽、移位或采取其他措施。

6.7.2 起降场的进出口位置应设置醒目的标志灯，应具备方向性光束，避免干扰其他区域的操作。

6.7.3 泛光灯应布置在起降场周围的适当高度，照射范围覆盖整个起降区域。泛光灯的排布应避免形成阴影区域，并应具备防眩光设计。

6.7.4 供夜间使用的起降场，如设有实体的 FATO 时，宜设置 FATO 边界灯，并满足以下要求：

- a) FATO 边灯应沿 FATO 边线外围设置，且间隔均匀，如该区为正方形或长方形，每边应设置不少于 4 个灯，其中包括每个拐角处的 1 个灯；如该区为圆形，灯的间隔应不大于 5m，最少应设置 6 个灯；

b) FATO 边界灯应为恒定发白光的全向灯, 灯的光强需要调节时, 应发出可变白光;

c) 灯的高度应不超过 10cm, 当高出表面的灯会危及航空器驾驶航空器运行时, 应采用嵌入式灯。

6.7.5 TLOF 边灯应沿 TLOF 边线设置, 且间隔均匀, 如该区为正方形, 每边应设置不少于 4 个灯, 其中包括每个拐角处的 1 个灯; 如该区为圆形, 均匀分布, 最少应设置 6 个灯, 且与 FATO 边界灯有角度间隔(推荐间隔 30°)。

6.7.6 TLOF 边灯应是发绿色光的固定式全向灯, 对于表面和高架垂直起降场, 位于 FATO 的 TLOF 边灯高度应不超过 5cm, 当高出表面的灯会危及航空器运行时, 应采用嵌入式灯。

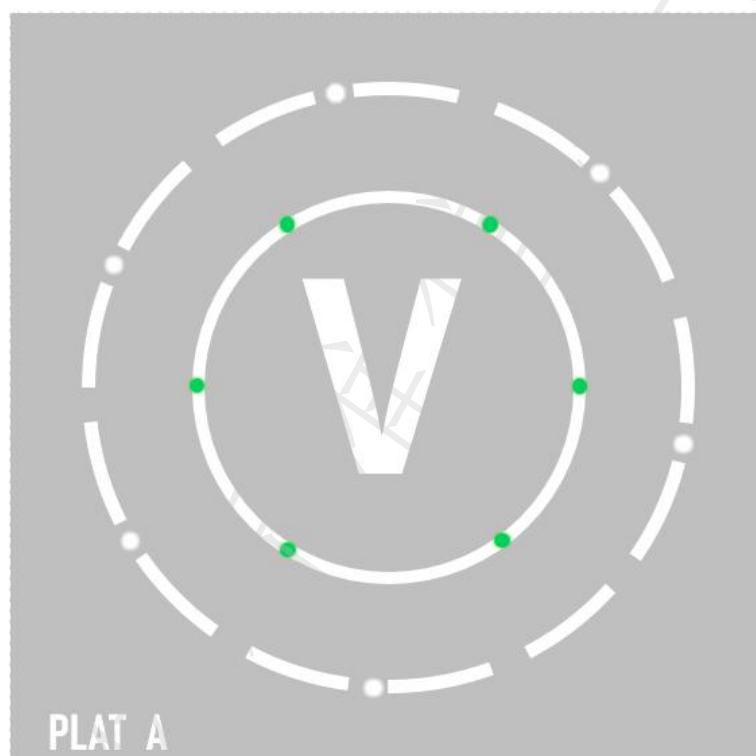


图 3 FATO/TLOF 边灯示意图

6.7.7 综合性起降场宜设置风向标。风向标的位置应符合下列要求:

- a) 风向标应能指示 FATO 上空风的情况, 而不受附近物体或航空器下洗流的影响;
- b) 风向标设置位置应保障通视性, 从飞行中的、悬停的以及在活动区的航空器应能看到风向标;
- c) 若 FATO/TLOF 易受干扰气流的影响, 则宜在该区附近设置附加风向标, 补充风向评估视角。

6.7.8 风向标应能明确指示风向, 并可大致指示风速。

6.7.9 风向标宜采用轻质纺织品做成截头圆锥形, 颜色宜与地面背景差别明显, 宜选用橙色与白色或红色与白色, 两种颜色构成 5 个等距相间的环带, 两端环带为橙色或红色。

6.7.10 如需在夜间使用, 风向标应加以照明。

6.8 通信导航设施

6.8.1 起降场的通信导航设施的规划应与工业和信息化部及民用航空局的相关规定保持一致, 包括无线电频率、呼号、地址等代码资源的管理。

6.8.2 起降场通信设备应具备抗干扰能力。

6.8.3 通信系统应具备低时延高清视频实时传输能力。

- 6.8.4 通信网络支持双向数据传输且上下行带宽应满足相应设备网络要求，并具备与控制中心的衔接条件。
- 6.8.5 通信系统应具备双重或多重冗余备份链路，如主用链路和备用链路，当主用链路故障时，备用链路能及时自动切换并继续通信。
- 6.8.6 数据传输过程中应采用加密技术，确保数据在传输过程中的安全性和保密性。
- 6.8.7 通信设备应具备自诊断、自恢复功能，能够自动检测并报告系统故障。在故障发生后自动尝试恢复正常工作。
- 6.8.8 通信设备应能在当地最低、最高的气温范围内正常工作。
- 6.8.9 起降场控制设施和航空器之间应有信息交互链路，以便操作人员安全地控制、监视和管理航空器。
- 6.8.10 起降场无线移动通信采用专网时，站址宜设在起降场附近较高建筑物的屋顶上。
- 6.8.11 起降场可增设单北斗地基增强基准站等高精度导航设施，以提高航空器进近和着陆的安全性。
- 6.8.12 导航设施应定期进行校准和维护，确保其准确性和可靠性。
- 6.8.13 应具备对通信、导航设备运行的监控手段，对设备运行进行实时有效的监控，及时发现并处理设备故障。

6.9 气象设施

- 6.9.1 起降场的气象设施可按需配备观测低空空间风场、空间能见度、雷电预警等功能，满足气象观测的多参数化和集成化。
- 6.9.2 气象设施应具备多气象参数自动观测系统，用于观测起降场的温度、气压、湿度、降雨量、风向、风速等变化，并实时传输至起降场的数据管控平台。
- 6.9.3 气象设施应根据相关规定情况向气象主管机构备案，并遵守气象台站的建设标准和规范。

6.10 供电设施

- 6.10.1 起降场应配置满足设计起降的充、换电设施。
- 6.10.2 起降场应配备不间断电源或备用发电机，以确保在故障时仍能提供至少 300 分钟的持续供电。
- 6.10.3 充电设备应满足以下要求：
 - a) 具备过载保护功能，当电流超过安全范围时，系统应能自动切断电源以保护设备和电池，且在恢复正常状态后应能自动或手动复位；
 - b) 应安装防雷击保护装置，以防止雷电对设备和电力系统的破坏；
 - c) 应支持的标准充电电压，且具备多电压输出功能，以满足不同机型的需求。
- 6.10.4 具备应急供电能力，当外部电源供电中断时，能保证工作不间断地切换至应急电源供电。
- 6.10.5 起降场的供电设施可配备智能监测系统，能够实时监测电力设备的运行状态、电流电压参数、充电过程及电池状态，并具备报警功能，当出现故障时应能发出声音和视觉报警信号。
- 6.10.6 接线应满足以下要求：
 - a) 电缆应使用 PVC 管、镀锌钢管进行铺设并固定，钢管需良好接地；
 - b) 地线接地应满足系统接地的材质及当地的电气安全标准和规范；
 - c) 应符合《供配电系统设计规范》（GB 50052）。
- 6.10.7 配电箱应满足以下要求：
 - a) 配电箱安装应与航空器保持安全距离，避免对航空器起降产生影响；
 - b) 配电箱的引入线和引出线需穿管保护，与配电箱的连接处需进行妥善的防水密闭处理；

- c) 强弱电线电缆之间的间距应保持一定的距离，以避免强电对弱电信号的干扰，需符合《综合布线系统工程设计规范》（GB 50311）。

6.11 监控设施

- 6.11.1 监控设备的防护等级应满足起降场使用环境要求。
- 6.11.2 应当安装高清视频监控系统，覆盖起降场及周边区域，实现 24 小时不间断监控。在重要保障点位应建设具备 360° 云台球机功能的视频监控系统。
- 6.11.3 监控设备应满足监控需求，通过网络接至存储设备进行存储，存储时间不少于 90 天，并可随时提供调阅及快速检索，图像应包含摄像机机位、日期、时间等。
- 6.11.4 视频安防监控系统应在现场环境条件下，对航空器起降过程、起降场进行准确、实时的监控，应能根据设计要求，清晰显示和/或记录目标的可用图像。
- 6.11.5 系统应保持图像信息和声音信息的原始完整性和实时性。
- 6.11.6 监控系统宜配备实时远程喊话功能。
- 6.11.7 视频监控应在起降场安全区内配置入侵监测系统。当存在入侵起降场行为时，应能产生入侵信号或信息，其持续时间应能确保信息发送通信成功。
- 6.11.8 当出现故障时，监控设施应产生故障信号或信息，其持续时间应能确保信息发送通信成功。
- 6.11.9 起降场应设置门禁联动系统，当监控报警信号触发时，系统能自动控制门禁，关闭相关的出入口，阻止入侵人员的进一步危及起降场运行及人员安全。
- 6.11.10 监控系统建设应符合《入侵和紧急报警系统技术要求》（GB/T 32581）、《视频安防监控系统技术要求》（GA/T 367）。
- 6.11.11 起降场按需配备空域监测系统，监测非法闯入起降场的航空器。

6.12 消防设施

- 6.12.1 综合性起降场消防设施宜包含以下内容：
 - a) 安装火灾自动报警系统，包括烟雾探测器、温度探测器、手动报警按钮等，以实现火灾的早期发现和报警；
 - b) 根据实际情况选择合适的灭火系统，如气体灭火系统、水喷雾灭火系统或细水雾灭火系统等；
 - c) 灭火系统应能够与火灾报警系统联动，实现自动或手动启动；
 - d) 根据机库类型，每个机库附近宜不少于两个合适的灭火器如干粉灭火剂、气态剂、水基型灭火器等，确保在任何条件下都能有灭火设备能够正常使用且在灭火过程中对设备的损害降到最小；
 - e) 如提供燃油动力航空器起降，需设置灭火沙池，便于燃油油燃烧等火情的扑灭。
- 6.12.2 机巢应包含温度传感器、火情监测传感器等感应设备，便于发现并预防火情。
- 6.12.3 起降场应预留消防和应急救援的通道和空间。
- 6.12.4 应保证疏散通道畅通无阻，并设置应急照明和疏散指示标志，确保人员在火灾时能够安全快速疏散。
- 6.12.5 对于可载人的航空器应该设置值班室，安排人员巡查，消除安全隐患和对于进入航空器的人员增加人工校验。
- 6.12.6 综合性起降场高架或楼面起降场应至少在两个方向上分别设置消防通道，消防系统应接入建筑消防报警系统。
- 6.12.7 宜根据实际情况设置有防火隔离措施，发生火灾时，可将不同区域进行分隔，减缓火灾蔓延速度，最大限度减少损失。
- 6.12.8 起降场消防设施需至少包含以下内容：
 - a) 电气设备和线路应符合电气安全规范，防止电气火灾的发生；

- b) 供电应安装漏电保护器等保护措施,防止触电事故及火灾发生;
 - c) 应当制定相应的灭火和应急疏散预案,并进行必要的消防演练。
- 6.12.9 设置在建筑物构筑物上的起降场,其消防要求应满足《建筑防火通用规范》(GB 55037)要求。

6.13 飞机库

- 6.13.1 综合性起降场可根据实际应用场景选择大小合适的飞机库。飞机库一般可分为存放机库、维修机库、展厅机库、喷漆机库,可根据运营方的实际需求选择建设。
- 6.13.2 飞机库内部监测系统应包括温度传感器、湿度传感器、控制器、内部监控、空调设备、电源与供电系统、通信与联网模块、安全保护装置等。
- 6.13.3 飞机库规格应符合以下要求:
- a) 常规存放飞机库的规格应根据入库机型的尺寸建设;
 - b) 飞机库尺寸的长度不小于航空器的长度加上安全间隔,宽度不小于航空器的宽度加上安全间隔,高度不小于航空器的高度加上安全间隔。
- 6.13.4 可根据运营方的实际需求,选择建设机棚。
- 6.13.5 飞机库前机坪及行道的坡度应满足航空器推进要求。

7 检验与验收

- 7.1 检验范围应包括场址选择、应急处置方案、基础设施结构强度、起降场建设合法性、噪声、灯光、标识等方面的强制性技术要求及相应的试验方法。
- 7.2 工程建设完成后,应进行工程验收方可投入使用。工程验收包括:
- a) 起降场结构验收;
 - b) 综合性起降场最终进近和起飞区、接地离地区、安全区验收;
 - c) 起降场标志验收;
 - d) 目视助航设施验收;
 - e) 通信导航设施验收;
 - f) 气象设施验收;
 - g) 监控设施验收;
 - h) 消防设施验收;
 - i) 设备型号数量及安装检查;
 - j) 系统技术性能测试。
- 7.3 消防验收应至少满足以下要求:
- a) 需验证所有灭火器外观完整无破损,压力表指示正常,确保在有效期内并能立即使用;
 - b) 应检查应急照明灯及疏散指示标志是否外观完整,指示灯正常工作,无被圈占、遮挡情况,指示方向准确无误;
 - c) 应按要求设置消防安全标识,检查其是否破损、变形、褪色,确保标识清晰可见,信息准确;
 - d) 应查阅消防设备的维护与检查记录,确保所有设备均得到定期维护,处于良好可用状态;
 - e) 应评估自动喷水灭火系统、烟雾探测器、火灾报警系统等消防系统的完整性和有效性,确认其适应起降场所处的环境条件(如室外、室内或气候条件);
 - f) 应验证起降场运营人员已接受必要的消防培训,包括但不限于消防设备使用、紧急疏散程序等;

- g) 应审查起降场的火灾应急预案, 确保其全面覆盖各种可能的火灾情况, 并具备可操作性和有效性;
 - h) 起降场的消防系统和相关程序应符合当地消防法律法规及行业标准的要求。
- 7.4 工程建设完成后需进行试飞测试, 包括飞行环境测试、通信测试、控制系统测试等。
- 7.5 项目需进行竣工验收, 对验收中发现的质量不合格项目, 应查明原因, 整改处理, 并进行复验。

8 维护要求

- 8.1 起降场的所有标志、标识及其他相关设施应定期进行维护和检查, 特别是在经历了极端天气或高强度使用后, 应对标识的清晰度、完整性以及其附着力进行评估, 如发现任何损坏、褪色或磨损, 应立即进行修复或更换。
- 8.2 应对起降场内及周围净空条件进行定期检查, 如发生变化需进行适航评估。
- 8.3 应对目视助航设施、通信导航设施、气象设施、供电设施、监控设施等进行维护。
- 8.4 起降场应定期对消防设备进行全面检查, 包括但不限于消防栓、灭火器、消防泵、消防报警系统等, 确保所有设备无损坏、腐蚀或泄漏, 并处于良好运行状态。
- 8.5 应定期检查设备, 一旦发现设备故障或损坏, 立即上报并联系专业维修人员进行修复。
- 8.6 供电系统的设备应定期进行维护和检查, 包括接地装置、电源模块等, 维护记录应妥善保管, 并根据设备使用寿命及时进行更新和更换。当供电出现异常或断电时, 监控系统应能第一时间进行记录并上报。
- 8.7 起降场的防雷接地、排水系统、灯光、围栏、警示标线和安全标志应定期检查和维护。
- 8.8 环境温度高温、低温、高低温循环应满足 GB/T 4798.3 中第 5 章气候条件等级 3K3 的要求。

参 考 文 献

- [1] GB/T 44169-2024 中型固定翼无人机系统地面站通用要求
 - [2] GB 50009-2012 建筑结构荷载规范
 - [3] GB 50016-2014 建筑设计防火规范
 - [4] GB 50169-2016 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范
 - [5] GB 50284-2008 飞机库设计防火规范
 - [6] GB 50311-2016 综合布线系统工程设计规范
 - [7] MH/T 3012.1 民用航空器维修标准
 - [8] MH/T 4046 民用机场与地面航空线电台（站）电磁环境测试规范
 - [9] MH 5013-2023 民用直升机飞行场地技术标准
 - [10] MH XXXX-2024 民用垂直起降场地 技术要求（征求意见稿）
 - [11] T/CCAATB 0062—2024 电动垂直起降航空器（eVTOL）起降场技术要求
-