????

Vertiport?????????????????

?????????

本报告围绕 eVTOL 起降场（Vertiport）障碍物限制的几何构型开展研究，重点不是简单罗列各标准条文，而是从 heliport 标准源头出发，分析其几何逻辑如何演化为 vertiport 的 OLS 与 OFV，并评估不同标准体系的合理性和适用边界。

本报告采用“源头追溯、几何拆解、体系对比、工程评估”的方法：

1. 从 ICAO Annex 14 Volume II 和 ICAO Doc 9261 追溯 FATO、TLOF、Safety Area、OLS 的源头逻辑。
2. 对比中国 MH5013-2023、FAA AC150/5390-2D 等 heliport 母体标准。
3. 分析 EASA PTS-VPT-DSN、CASA AC139.V-01、中国 T/CCAATB 0062-2024 和 FAA EB105A 在 vertiport 场景下的几何变形。
4. 重点区分 FAA 路径与 ICAO/EASA/CASA/中国路径的不同。
5. 用插图解释几何关系，避免仅用文字描述导致误解。

?????Heliport??????????

???FATO?TLOF?Safety Area??????????

ICAO Annex 14 Volume II 对 FATO 与 TLOF 的定义构成了后续标准的底层语言。FATO 是完成最终进近至悬停或着陆、并开始起飞动作的区域；TLOF 是直升机可以接地或离地的区域；Safety Area 是围绕 FATO、用于降低航空器意外偏离 FATO 风险的保护区。

Elevated heliport. A heliport located on a raised structure on land.

Ellipsoid height (Geodetic height). The height related to the reference ellipsoid, measured along the ellipsoidal outer normal through the point in question.

Final approach and take-off area (FATO). A defined area over which the final phase of the approach manoeuvre to hover or landing is completed and from which the take-off manoeuvre is commenced. Where the FATO is to be used by helicopters operated in performance class 1, the defined area includes the rejected take-off area available.

Geodetic datum. A minimum set of parameters required to define location and orientation of the local reference system with respect to the global reference system/frame.

Geoid. The equipotential surface in the gravity field of the Earth which coincides with the undisturbed mean sea level (MSL) extended continuously through the continents.

Note.— The geoid is irregular in shape because of local gravitational disturbances (wind tides, salinity, current, etc.) and the direction of gravity is perpendicular to the geoid at every point.

Geoid undulation. The distance of the geoid above (positive) or below (negative) the mathematical reference ellipsoid.

Note.— In respect to the World Geodetic System — 1984 (WGS-84) defined ellipsoid, the difference between the WGS-84 ellipsoidal height and orthometric height represents WGS-84 geoid undulation.

Gregorian calendar. Calendar in general use; first introduced in 1582 to define a year that more closely approximates the

Heliport. An aerodrome or a defined area on a structure intended to be used wholly or in part for the arrival, departure and surface movement of helicopters.

Integrity (aeronautical data). A degree of assurance that an aeronautical data and its value has not been lost nor altered since the data origination or authorized amendment.

Obstacle. All fixed (whether temporary or permanent) and mobile objects, or parts thereof, that:

a) are located on an area intended for the surface movement of aircraft; or

b) extend above a defined surface intended to protect aircraft in flight; or

这套定义的工程含义是:

1. FATO 控制 “空中最后阶段和起飞初始阶段 ”的包容空间。
2. TLOF 控制 “真正接地 /离地 ”的承载空间。
3. Safety Area 不是运行目标区，而是误差缓冲区。
4. 障碍物限制面不是从 TLOF 起算，而是通常围绕 FATO 和 Safety Area 建立。

因此，障碍物限制的几何构型必须先明确: FATO在哪里， Safety Area边界在哪里，进近面 / 起飞爬升面从哪里起算。

???Doc 9261???1D?0.83D?sub-1D?????

ICAO Doc 9261 Heliport Manual 对 Annex 14 的条文给出工程解释。尤其重要的是，它解释了 1D FATO 与 0.83D TLOF 的关系: 1D FATO 提供直升机整体包容; TLOF 可以在特定场景下小于 1D ，但这是承载面缩小，不代表障碍物保护边界也同步缩小。

reduced TLOF (Figure I-3-2 refers). The FATO is bound by the outer circle from which the obstacle sector surfaces derive their origin. The TLOF is bound by the inner circle (represented as a circle within the octagon shape of the helideck load-bearing area). The FATO outside the TLOF perimeter represents a non-load bearing surface for helicopters as it usually extends over the safety device (whether safety net or safety shelf) which is incapable of supporting even the static load of a helicopter. Therefore, a helideck incorporates one FATO and one TLOF; notwithstanding for a fixed or floating offshore facility, to improve operational flexibility, there may be the possibility to provide additional helideck(s) elsewhere on the facility – the advantages of this are raised in Chapter 3, 3.2.1.10.

3.3.3 It should be remembered that the basic size of a 1 D FATO with coincident TLOF is, of necessity, a compromise for offshore operations where space is invariably limited. Nonetheless, it is essential that the TLOF provides sufficient space for the landing gear configuration and sufficient surface area to promote a helpful “ground cushion” effect from rotor downwash. The area provided should also allow adequate room for passengers and crew to alight or embark the helicopter and to transit to and from the operating area safely. In addition, space consideration needs to be given to allow essential on deck operations, such as baggage handling, tying down the helicopter or helicopter refuelling, to occur safely and efficiently, and, in the event of an incident or accident occurring, for rescue and firefighting teams to always have good access to the landing area from an upwind location (see also Chapter 6).

3.3.4 The design should allow for sufficient clearance from the main rotor and tail rotor of the helicopter to essential objects permitted to be around the perimeter of the TLOF, including obstacles that may be present in the limited obstacle sector (LOS). It should be clearly understood that a FATO of 1 D is the minimum dimension sufficient for the containment of the helicopter; in this case, where a precise landing is completed (see also Chapter 5, especially the use of touchdown/positioning marking circle), the main and tail rotors will abut the edge of the 1 D circle. For this reason it is important that the yellow touchdown/positioning marking circle is accurately and clearly marked and is used by aircrew every time for positioning the helicopter during the touchdown manoeuvre.

3.3.5 Sufficient margins to allow for touchdown/positioning inaccuracies as a result of normal variations or handling difficulties, for example due to challenging meteorological conditions, aerodynamic effects and/or dynamic motions due to ocean waves, should be allowed for in the design. The helideck and environs should provide adequate visual cues and references for aircrew to use throughout the approach to touchdown manoeuvre, from initial helideck location and identification (acquisition) through final approach to hover and to landing. In addition, adequate visual references should be available for the lift-off and hover into forward flight.

3.3.6 In consequence of the considerations stated above, except where an aeronautical study/risk assessment is

从几何上理解:

```
1D FATO = 航空器整体包容圆
0.83D TLOF = 起落架/接地点所需的最小承载区域
sub-1D TLOF ≠ sub-1D obstacle protection
```

这解释了为什么很多标准中会出现 “FATO较大、TLOF较小”的组合。FATO负责飞行安全包络，TLOF负责承载和接地定位，两者功能不同。

?????heliport?OLS????FATO/Safety Area ?????????

在传统直升机场中，障碍物限制面（Obstacle Limitation Surfaces, OLS）主要包括:

1. 进近面（Approach Surface）
2. 起飞爬升面（Take-off Climb Surface）
3. 过渡面（Transitional Surface）
4. 特殊场景下的无障碍物扇形面、限制障碍物扇形面等

MH5013-2023 □ OLS □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ Safety Area
□□□□□□□□□ FATO □ Safety Area □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

要求应同时考虑，具体见本标准第 8. 6. 2 条第 5 款。

【条文说明】本条第 4 款中，允许超出障碍物限制面的物体可能会限制直升机场的运行。

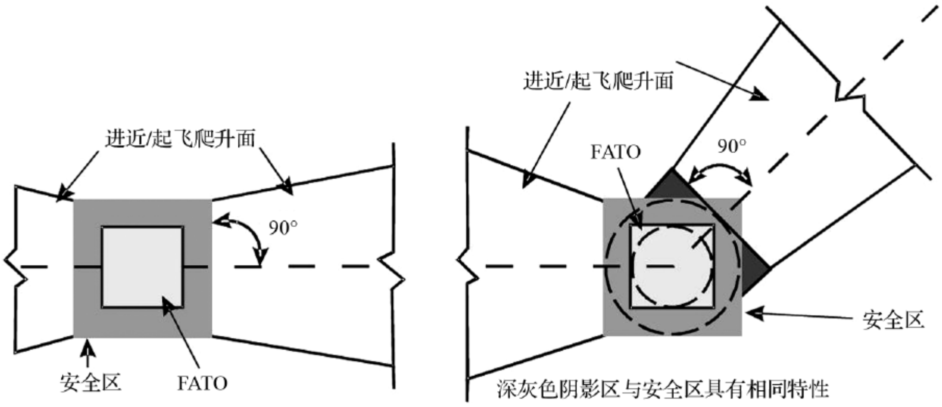


图 6. 2. 1-1　进近/起飞爬升面起始端形式

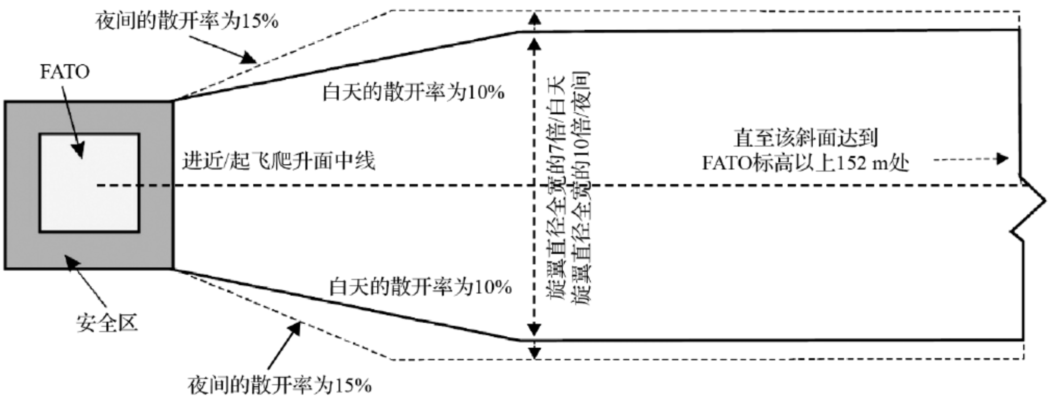
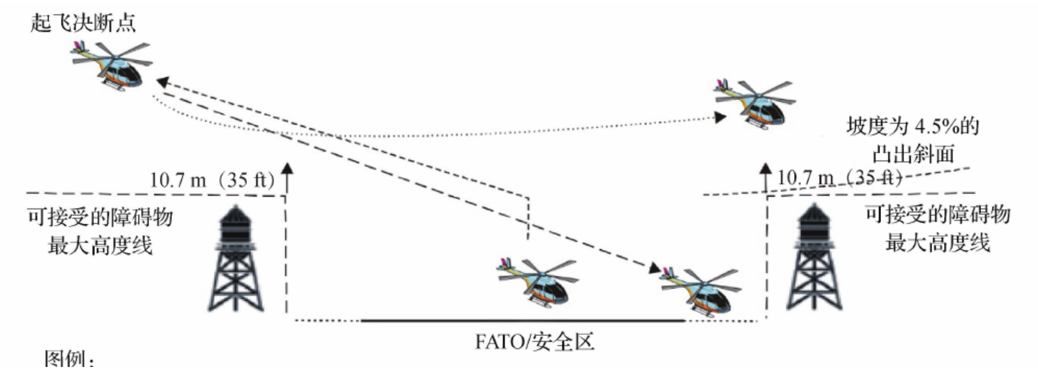
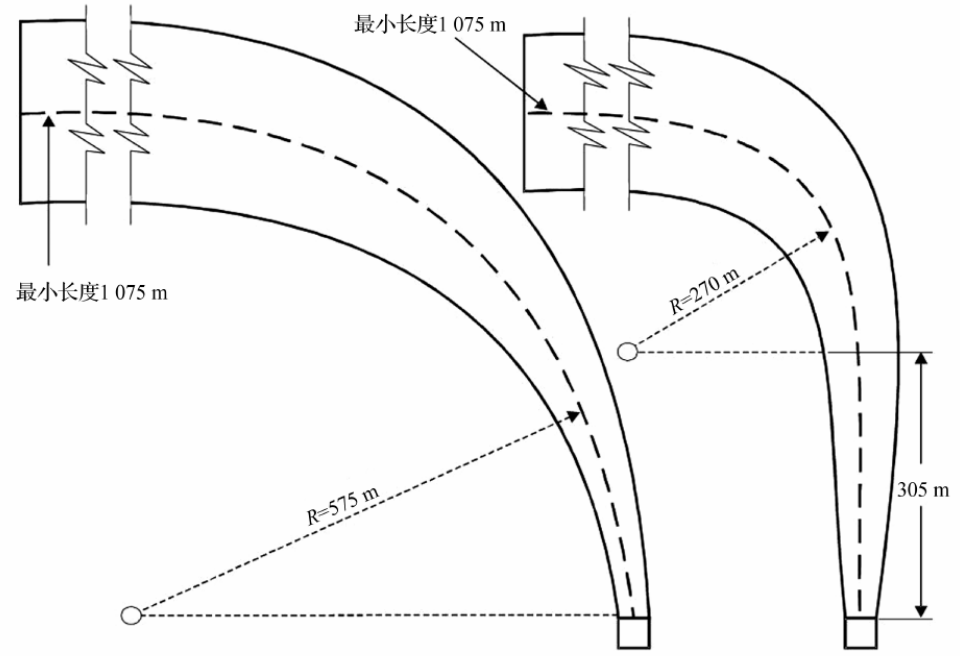


图 6. 2. 1-2　目视进近/起飞爬升面宽度



□□□□□□ MH5013 □□□□□□□ 1
□□□
□□□□□□□□□□□□□□

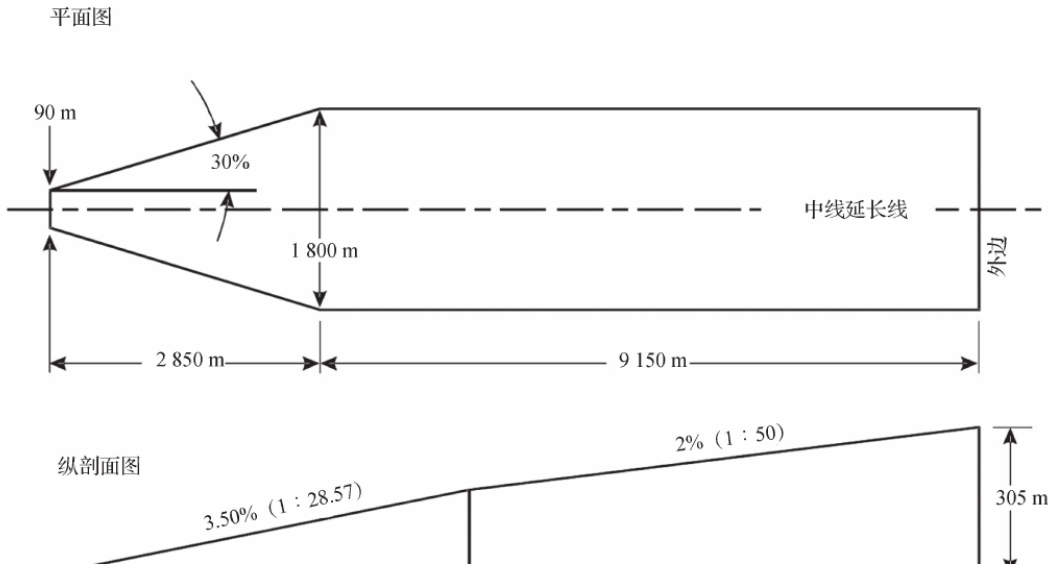


注：1 曲线和直线段的任何组合可以使用如下公式来确定：$S+R \geqslant 575$ m 和 $S=305$ m 时，$R \geqslant 270$ m 。式中 S 为直线段的长度，R 为转弯半径。任何≥575 m 的组合均可行。

2 曲线和直线段中线的最小长度为 1 075 m，但是根据所用的坡度可以更长。更长的长度，见表 6. 2. 1-1。

3 直升机的起飞性能在曲线段会降低，因此应考虑曲线段开始之前沿起飞爬升面的直线段可允许加速。

图 6. 2. 1-4 目视曲线进近/起飞爬升面



????OLS??????????

?????OLS????

传统 OLS 的合理性来自三个前提：

1. 航空器沿明确的进离场方向进入或离开。
2. 航空器需要从接近地面逐步爬升或下降。
3. 场址周边可提供足够长度和宽度的无障碍走廊。

这种几何模型适用于机场、郊区、开阔地、河岸、低密度地区等场景。对通用机场和传统直升机场而言，它具有可测量、可审查、可长期保护的优点。

?????OLS???

传统 OLS 的问题在城市 vertiport 场景下会被放大：

1. 长距离斜面要求会穿越大量建筑物。
2. 城市屋顶起降场往往没有完整的低角度进近通道。
3. eVTOL 具备更强的垂直段能力，传统 OLS 未充分利用这一能力。
4. 如果机械套用 OLS，很多城市核心区场址会在净空审查阶段直接失败。

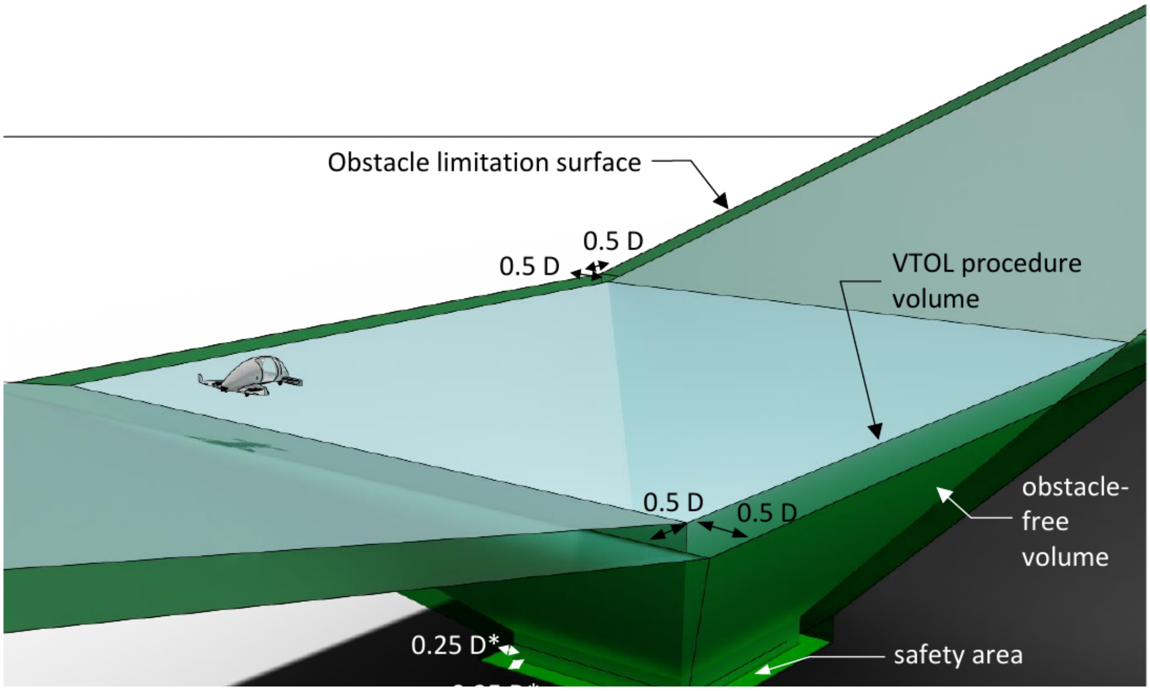
因此，vertiport 标准开始引入 OFV：不是要求城市为航空器让出一条很长的坡面，而是允许航空器在受保护的垂直空间内上升到一定高度，再进入传统进离场保护面。

??EASA/CASA/??????OLS???OFV

???EASA?OFV???????????

EASA PTS-VPT-DSN 的 Chapter D 分为两部分：Subpart 1 是 OLS，Subpart 2 是 OFV。这说明 EASA 并未否定传统 OLS，而是在其基础上增加城市复杂场景所需的垂直保护体系。

EASA 的 OFV 源于航空器飞行手册（AFM）中的垂直起降程序参数，包括 h1、h2、TOwidth、TOfront、TOback、FATOwidth、FATOfront、FATOback、θapp、θdep 等。



PTS VPT-DSN.D.455 Obstacle-free volume (OFV)

(a) The obstacle-free volume, as depicted in Figure D-15, is created by extending vertically upward the outside edges of the SA up to height h_1. The edges at height h_1 are then extended upwards linearly up to height h_2 to provide a funnel-shaped volume. At height h_2, 0.5 D are added on each side of the VTOL procedure volume so that the dimensions of the obstacle-free volume at height h_2 are:

 (1) the length (TO_{back}+0.5 D) behind the aircraft and the length (TO_{front}+0.5 D) in front of the VTOL-capable aircraft, referenced to the aircraft centre of the smallest enclosing circle when positioned on the FATO; and

 (2) the width (TO_{width}+1 D).

(b) The obstacle-free volume should not be penetrated by obstacles.

Note: A larger SA may be warranted for specific local conditions, e.g. severe aerology.

其核心几何逻辑为：

```
第一段：从 Safety Area 外边界垂直向上至 h1
第二段：从 h1 至 h2 线性外扩，形成漏斗状空间
第三段：在 h2 高度处接入进近面和起飞爬升面
```

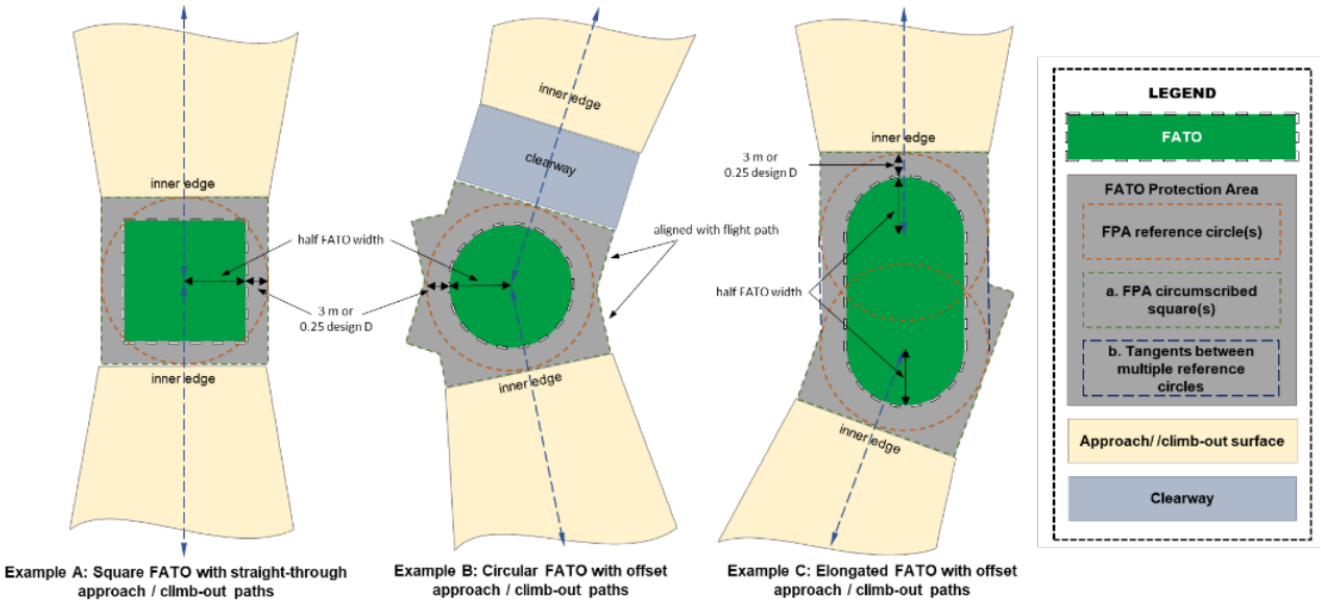
EASA 的合理性在于，它把 OFV 与航空器性能和 AFM 程序绑定，属于性能化方法。它不是简单规定一个固定圆柱或方锥，而是要求垂直起降程序本身给出空间需求。

不足在于，对工程项目前期咨询而言，AFM 参数往往不完整，尤其在机型尚未完全适航取证时，参数不稳定，导致前期选址难以快速判断。

???CASA?FPA/VPS/OFV?????????

CASA AC139.V-01 大体继承 EASA 思路，但术语组织更工程化。它把保护体系拆成：

```
FPA = FATO Protection Area
VPS = Vertical Procedure Surface
OFV = FPA 与 VPS 之间的截锥体空间
```



Example A: Square FATO with straight-through approach / climb-out paths

Example B: Circular FATO with offset approach / climb-out paths

Example C: Elongated FATO with offset approach / climb-out paths

Figure 7 - Protection surfaces for vertiports without vertical procedures

4.2.3 Vertical Procedure Surface

4.2.3.1 A vertical procedure surface (VPS) should be established for where vertical procedures are used for landing or take-off from the vertiport.

4.2.3.2 The VPS is a surface that encompasses the area bordered by a circumscribed square(s) aligned with the intended aircraft flight path(s) centred on the VPS reference circle, as shown in Figures 8, 9 and 11.

4.2.3.3 A VPS should be free of obstacles.

4.2.3.4 A VPS reference circle should be established above and centred on the FATO.

4.2.3.5 The diameter of a VPS reference circle should be the diameter of the associated FPA reference circle, plus 1 Design D per 100 ft increase in height above the FATO.

4.2.3.6 The vertiport operator should determine the elevation of the VPS subject to the performance characteristics of the most demanding VCA intended to use the vertiport or the VCA operator’s intended operational requirements.

4.2.4 Obstacle Free Volume (OFV)

4.2.4.1 An OFV should be established between a VPS and the associated FPA.

4.2.4.2 An OFV should be free of obstacles.

4.2.4.3 The OFV is a truncated cone extending between the edge of the FPA reference circle to the edge of the VPS reference circle, as shown in Figure 8, 9 and 11.

CASA 的优点是画图清楚。 FPA 是地面/低空保护基准， VPS 是垂直程序开始或结束的上部面， OFV 是两者之间的连接空间。

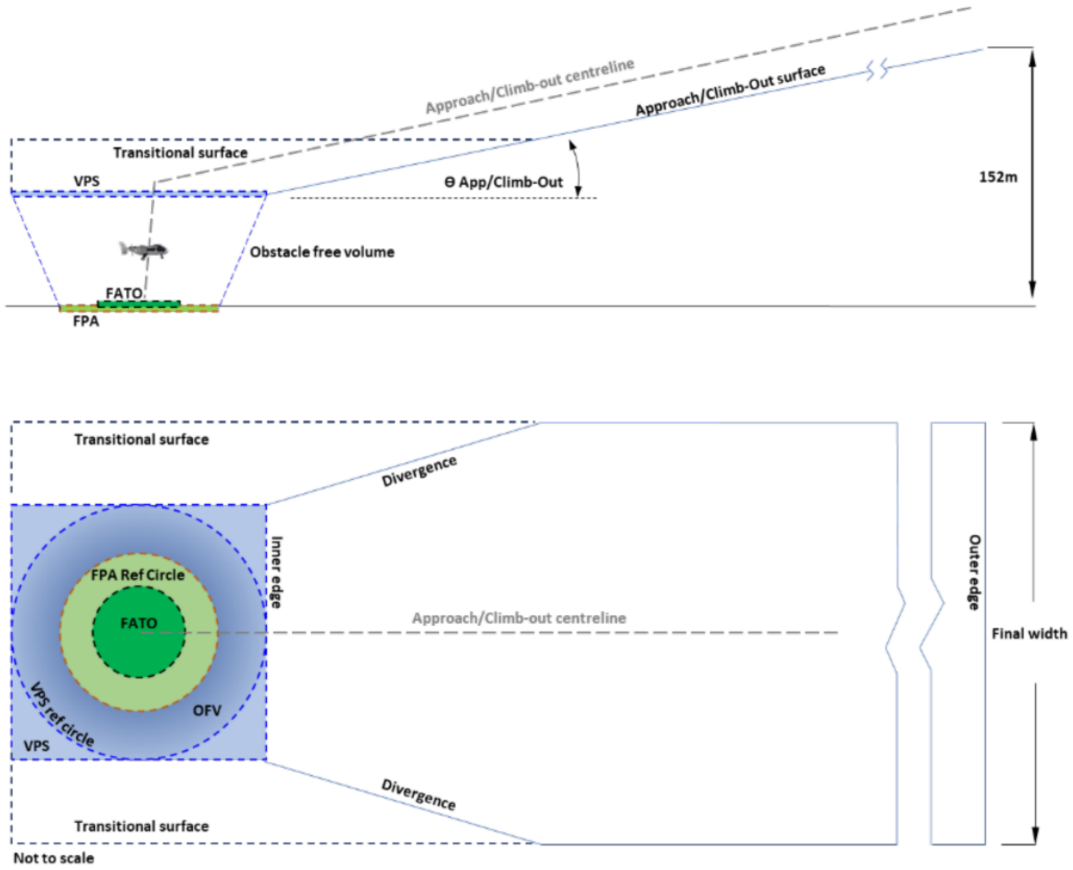
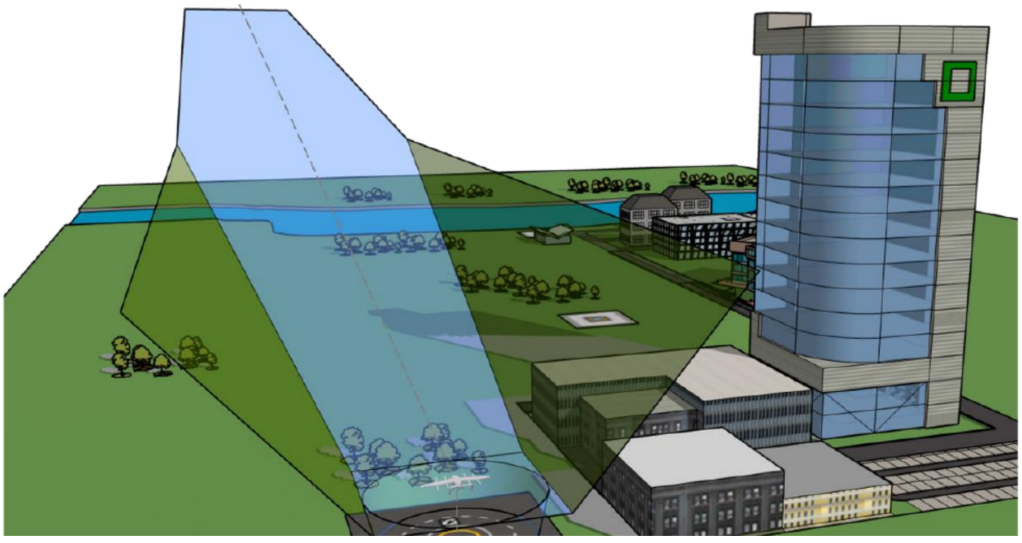


Figure 8 - An example OLS design for a vertiport accommodating vertical procedures



从工程上看， CASA 的表达利于 GIS、三维建模和净空校核。它把 “城市复杂净空 ”转化为一个明确的三维体积问题，而不是只看二维剖面。

??????????OFV?????????

中国团标 T/CCAATB 0062-2024 的障碍物限制分两种情况:

净空条件良好：参照 MH5013，以 eVTOL 最大全尺寸 D 代替直升机最大旋翼直径。

净空条件复杂：设置悬停高度 h0 和 OFV，进近面、起飞爬升面、过渡面起点位于 OFV 顶面。

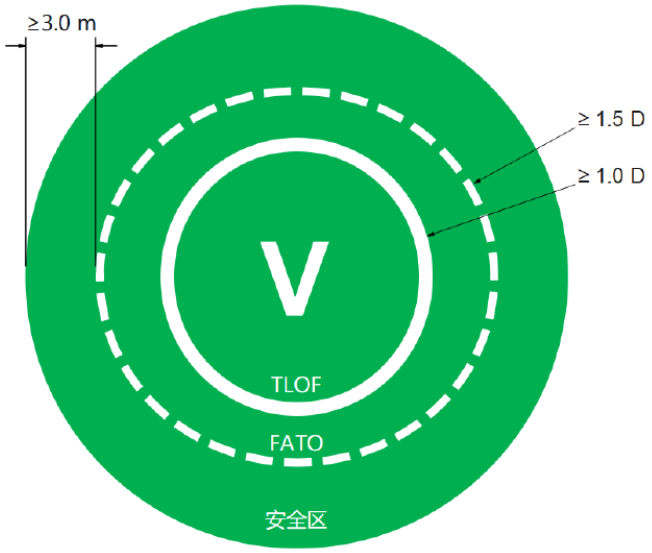


图 5.4-1 FATO、TLOF 和安全区场地物理特性示意图

5.5 机位

5.5.1 机位的尺寸和形状应满足 eVTOL 起降场设计机型在停放时，eVTOL 的垂直投影均包含在机位中。

5.5.2 机位形状为圆形，其尺寸应至少能够内切一个设计机型 1.2D的圆，机位与机位之间的间距应至少为 2.0 m。

5.5.3 机位上宜设置满足 eVTOL 停放所需的系留设施。

5.6 地面滑行道

5.6.1 在机位与机位之间、机位与机库之间应设置地面滑行道。

5.6.2 地面滑行道应能承受 eVTOL 移动时的运行荷载。

5.6.3 地面滑行通道的宽度应不小于 eVTOL 起落架宽度或 eVTOL 转运装置最大轮外侧间距的 2 倍。

6 障碍物限制

6.1 净空条件良好时

6.1.1 在空域环境良好时，eVTOL 起降场障碍物限制面宜参照 MH 5013《民用直升机场飞行场地技术标准》中的规定，并以 eVTOL 最大全尺寸 D代替直升机最大旋翼直径。进近和起飞爬升面内边宽度为 FATO 加安全区的宽度，内边位置为安全区边界。

6.1.2 eVTOL 起降场宜至少设置两个进近/起飞爬升面，中线夹角宜不小于 135° 。

6.2 净空条件复杂时

6.2.1 当场址周边净空条件复杂，或参照 MH 5013《民用直升机场飞行场地技术标准》设置障碍物限制面无法满足净空要求时，宜考虑设置悬停高度（以 h_0表示）及相应的无障碍空间（OFV）。进近和起飞爬升面、过渡面起始端位于无障碍空间顶面，其他参数宜参照 MH 5013《民用直升机场飞行场地技术标准》设置。

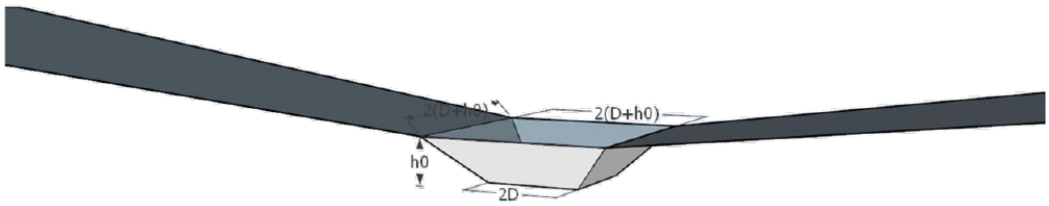
6.2.2 悬停高度的设置应根据周边航路上的障碍物及 eVTOL 的飞行性能确定。

示例：以正方形 FATO 为例，悬停高度 h0≤D 时的障碍限制面示意图见图 6.2-1，悬停高度 h0＞D 时的障碍限制面示意图见图 6.2-2。

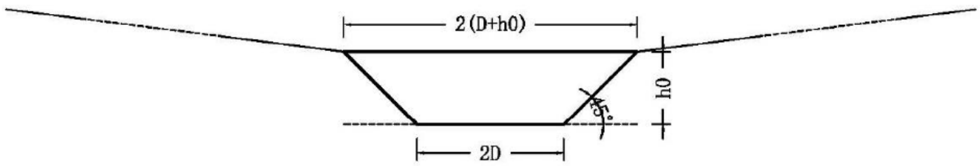
□□□ OFV □□□□□□□□

1. h0≤D 时，OFV 侧面线性外扩，顶面边长至少为 2×(D+h0)。
2. h0>D 时，D 高度以下按 45° 外扩，D 高度以上为竖直面，顶面边长至少为 4D。

T/CCAATB 0062—2024



a）三维立体图



b）纵剖面图

这套方法的优点是简洁、易算、适合方案阶段快速判断。相比 EASA，它不依赖完整 AFM 参数，只需要 D 和 h0。

但它也有局限：h0 如何取值、不同 eVTOL 构型的垂直程序差异、下洗/外洗范围是否会超过 OFV 和 Safety Area，仍需专项论证。尤其当机型存在倾转过渡、低空横向机动或自动驾驶定位误差时，单纯 D+h0 几何可能不足。

??FAA?????OFV????Part 77????+DCA

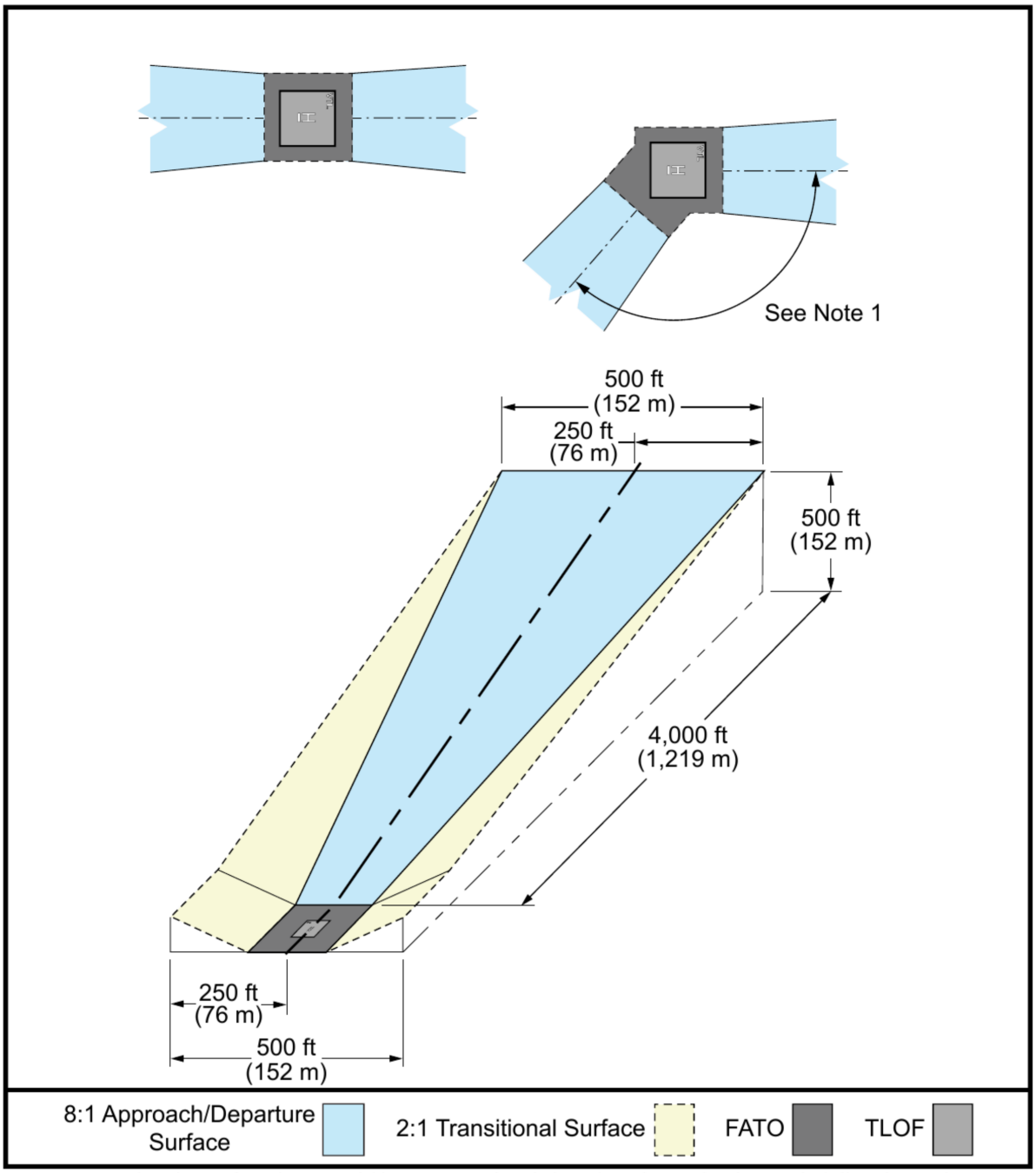
???FAA EB105A??heliport imaginary surfaces

FAA EB105A 与 EASA/CASA 最大差异在于：它没有采用 OFV 作为核心障碍物保护概念，而是明确将 14 CFR Part 77 中适用于 heliport 的 imaginary surfaces 用于 vertiport。

FAA 的基本 VFR 几何为：

```
Primary Surface = FATO
Approach / Departure Surface = 8:1，长 4000 ft，外端宽 500 ft
Transitional Surface = 2:1，向外 250 ft
```

Figure 2-5: VFR Vertiport Approach/Departure Surfaces

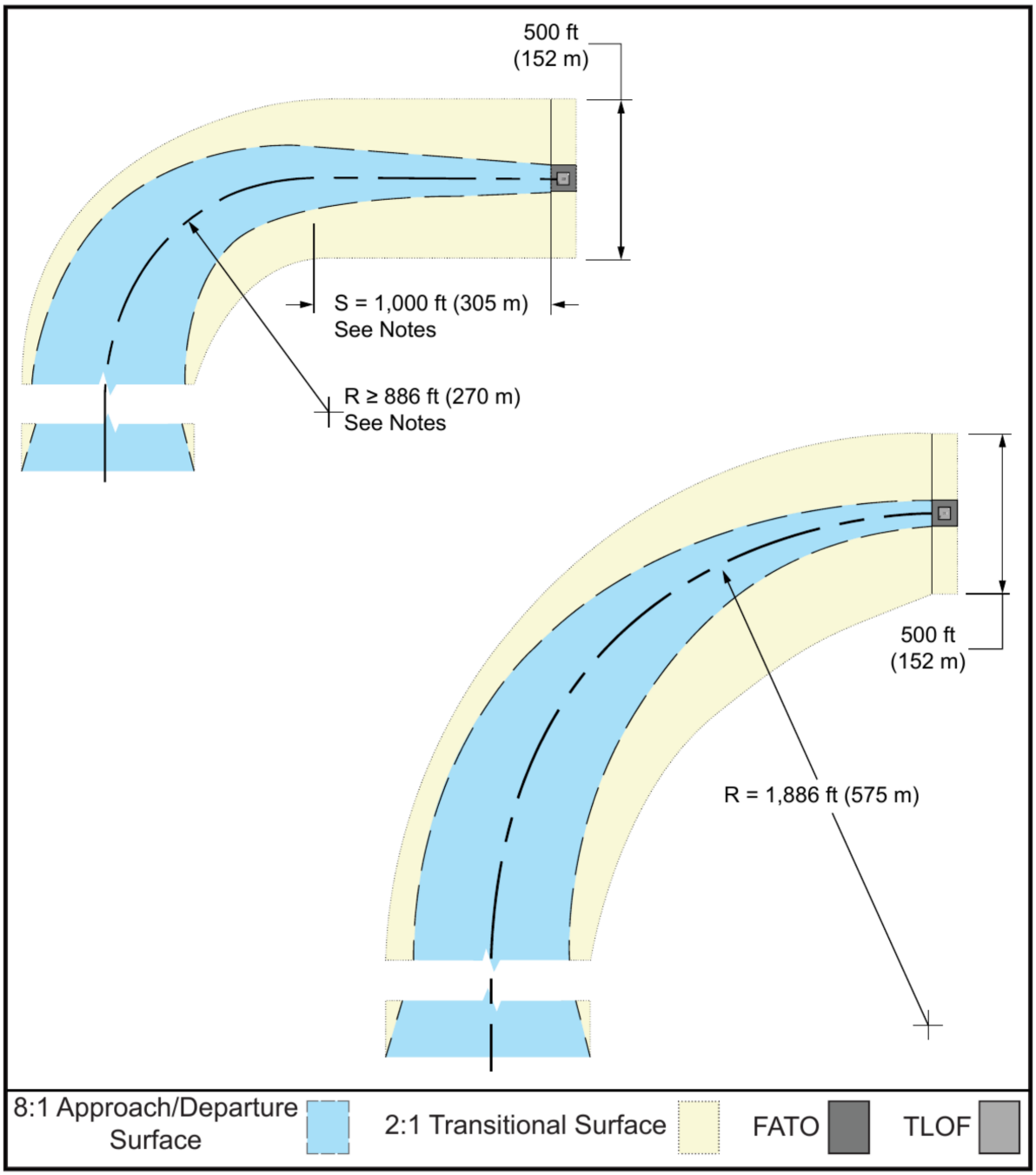


Note 1: The preferred approach/departure surface is based on the predominant wind direction. Where a reciprocal approach/departure surface is not possible in the opposite direction, use a minimum 135-degree angle between the two surfaces.

曲线进离场时，FAA 仍给出几何约束：

```
S + R ≥ 1886 ft / 575 m
R ≥ 886 ft / 270 m
中心线总长度 ≥ 4000 ft / 1219 m
```

Figure 2-6: VFR Vertiport Curved Approach/Departure and Transitional Surfaces



Note 1: Use any combination of straight portions of one curved portion using the following formula: S + R ≥ 1,886 ft (575 m) and R ≥ 886 ft (270 m), where S is the length of the straight portion(s) and R is the radius of the turn. Note that any combination ≥ 1,886 ft (575 m) will work.

Note 2: The minimum total length of the centerline of the straight and curved portion is 4,000 ft (1,219 m).

Note 3: VTOL takeoff performance may be reduced in a curve. Consider a straight portion along the takeoff climb surface prior to the start of the curve to allow for acceleration.

???FAA?eVTOL???????????DCA

FAA 不是不知道 eVTOL 与直升机不同。相反， EB105A 对 eVTOL 的差异处理非常明显，只是它没有采用 OFV，而是将新增风险放在 Downwash/Outwash Caution Area（ DCA）上。

FAA 认为，当下洗/外洗风速可能达到或超过 34.5 mph（55.5 kph）时，应设置 DCA，用于限制人员、设施和财产暴露在危险风场中。更重要的是，FAA 2024 年下洗/外洗实测报告显示，部分 eVTOL 的高风速区域可能超出 Safety Area。

这说明 FAA 的安全逻辑是：

```
空域障碍物：沿用 Part 77 面
地面风场风险：设置 DCA
```

这与 EASA/CASA 的逻辑不同。EASA/CASA 侧重用 OFV 解决城市障碍物密集问题；FAA 侧重保留统一空域评价体系，同时把 eVTOL 的新型地面风险独立出来处理。

??FAA?ICAO/EASA/CASA???????

????????????????????????????

ICAO heliport 源头体系和 FAA EB105A 都更接近传统 OLS：从 FATO 或 Safety Area 起算，按斜面控制障碍物。

EASA/CASA/中国团标则认为，在城市复杂场景中，必须允许垂直程序先把航空器抬升到一定高度，再接入进离场面，因此需要 OFV。

简化为：

```
FAA：FATO → 8:1/2:1 surfaces
EASA/CASA：中国复杂净空：FATO/SA → OFV → OLS
```

???????FAA?eVTOL??????D/RD?DCA????OFV

FAA EB105A 中，eVTOL 与直升机的差异主要体现在两个方面：

1. 尺寸定义：FATO/TLOF 从 D 改为 RD，Safety Area 保留 D。
2. 风场风险：新增 DCA，应对 downwash/outwash。

EASA/CASA 则把差异放在：

1. OFV：为垂直程序建立三维保护体积。
2. AFM：从机型程序参数推导 OFV。
3. downwash protection：作为物理特性和周边安全的一部分。

????????????“????”???????

中国团标既没有完全采用 FAA 的 Part 77 路线，也没有完全采用 EASA 的 AFM 参数化 OFV，而是采用二元判断：

```
净空好：MH5013 OLS
净空复杂：h0 + 简化 OFV
```

这在工程上是合理的，因为国内近期 eVTOL 起降场项目可能同时包括郊区低空起降点、机场内设施、城市交通枢纽屋顶、高架平台和水上平台。单一路线很难覆盖全部场景。

???????????

?????OLS??“????????”???

传统 OLS 的合理性强，但适用前提明确：需要足够开阔的进离场走廊。对于通用机场、直升机场、低密度地区起降点，它仍是最稳妥、最容易审查的方案。

适用场景：

1. 郊区地面起降场。
2. 机场内 vertiport。
3. 河岸、湖边、海岛等具备开阔进离场方向的场地。
4. 高度不敏感、障碍物较少的产业园或物流场景。

???OFV??“??????”?????

OFV 的价值在于承认城市环境不可能为低角度进近面长期清空全部障碍物。它用一个受控垂直空间替代传统低空长坡面的一部分。

适用场景：

1. 城市屋顶起降场。
2. 高架交通枢纽起降点。
3. 建筑密集区内的小型 vertistop。
4. 需要避开既有障碍物、但航空器具备垂直程序能力的场址。

???????OFV????????????

中国团标的OFV简洁实用，是前期方案阶段的好工具。但后续工程设计不能只停留在几何构型，还要补充：

1. 机型AFM或制造商程序参数。
2. 定位误差和自动驾驶控制精度。
3. 下洗/外洗DCA是否超出Safety Area或OFV投影。
4. 风环境、热羽流、建筑绕流影响。
5. 应急程序，包括中断起飞、失效后着陆或备降策略。

???FAA???????????????????

FAA EB105A的8:1进离场面和Part 77体系适合监管统一和空域评价，但在高密度城市核心区可能过于刚性。它通过DCA解决地面风场风险，却没有给出类似OFV的城市障碍物替代几何。

因此，若国内项目参考FAA，应避免直接把FAA当成城市屋顶场景的唯一依据。FAA的价值更适合：

1. 尺寸定义中的RD思路。
2. DCA对下洗/外洗的风险控制。
3. VFR进离场面8:1和2:1的保守评价。
4. 与机场、直升机场、Part 77空域评价衔接的监管思路。

????????????

?????????????

建议在后续项目中建立“双路径校核”：

```
路径A：传统 OLS 校核

适用于净空良好场址，按 MH5013/ICAO/FAA 逻辑执行。


路径B：OFV + OLS 校核

适用于净空复杂场址，先构造 OFV，再从 OFV 顶面引出进近/起飞爬升面。
```

????“h0??”????????

中国团标将复杂净空问题转化为h0，但h0不是随意取值。它至少应由以下因素决定：

1. 周边障碍物高度。
2. 航路或进离场方向的障碍物分布。
3. eVTOL机型垂直爬升性能。
4. 失效工况下的安全余度。

5. 定位误差和控制系统性能。
6. 风环境和下洗/外洗影响。

?????FAA?RD?DCA??????????

中国团标目前以D为主。建议研究中引入FAA EB105A的RD与DCA作为补充：

```
D：整体包络，用于 Safety Area、OFV、外围控制
RD：推进器包络，用于 FATO/TLOF精细校核
DCA：下洗/外洗风场风险控制区
```

这可以弥补简单D法对多旋翼、倾转旋翼、分布式推进构型识别不足的问题。

????????????

后续项目成果应至少包含以下几类图：

1. FATO/TLOF/Safety Area平面关系图。
2. 传统OLS平面图和纵剖面图。
3. OFV三维示意图和纵剖面图。
4. h0≤D与h0>D两种OFV构型图。
5. FAA 8:1 / 2:1进离场面对照图。
6. DCA与Safety Area、OFV投影叠合图。
7. 周边障碍物穿透分析图。

???????

第一，Vertiport障碍物限制的源头不是eVTOL标准，而是ICAO heliport标准体系。FATO、TLOF、Safety Area和OLS是所有后续标准的共同骨架。

第二，传统OLS的几何逻辑合理，但它假设存在较完整的进离场走廊。城市高密度场景下，传统OLS可能过于刚性，因此EASA/CASA和中国团标引入OFV。

第三，EASA的OFV最性能化，依赖AFM程序参数；CASA的OFV最便于工程建模；中国团标的OFV最简洁，适合前期方案判断；FAA EB105A则没有采用OFV，而是沿用Part 77 imaginary surfaces，并用DCA控制eVTOL下洗/外洗风险。

第四，FAA与ICAO/EASA/CASA体系的关键差异不在于是否重视安全，而在于风险分配方式不同：FAA将空域障碍物交给Part 77面，将下洗/外洗交给DCA；EASA/CASA/中国则把城市障碍物密集问题转化为OFV三维保护体积。

第五，对于国内eVTOL起降场工程实践，建议采用“MH5013 OLS + 团标OFV + FAA RD/DCA补充校核”的组合方法。这样既符合国内标准基础，又能吸收国际标准对eVTOL新风险的识别。

版本号 #2

由 Admin 创建于 2026-05-30 22:03:38 CST

由 Admin 更新于 2026-05-30 22:28:25 CST