

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 4003.1—2021

代替 **MH/T 4003.1—2014**

民用航空通信导航监视台(站)设置场地规范 第1部分：导航

Specification for aeronautical communication navigation and surveillance station
siting criteria—Part 1: Navigation

2021-10-21 发布

2021-11-01 实施

中国民用航空局 发布

目 次

前言 II

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 无方向信标台设置 4

5 航向信标台设置 5

6 下滑信标台设置 10

7 指点信标台设置 14

8 全向信标台设置 15

9 测距仪台设置 16

10 地基增强系统地面站设置 17

附录 A （资料性） 导航台计算机仿真基本要求 21

附录 B （规范性） 下滑信标台址位置计算 23

附录 C （规范性） 下滑信标台菲涅尔区计算 29

附录 D （资料性） 下滑信标设备和天线类型选择 32

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》的规则起草。

本文件是MH/T 4003《民用航空通信导航监视台(站)设置场地规范》的第1部分。MH/T 4003已经发布了以下部分：

- 第1部分：导航；
- 第2部分：监视。

本文件代替MH/T4003.1—2014《民用航空通信导航监视台(站)设置场地规范 第1部分：导航》，与MH/T4003.1—2014相比主要技术变化如下：

- 修改了“范围”的内容(见第1章，2014年版的第1章)；
- 增加了“规范性引用文件”的内容(见第2章)；
- 修改了“决断高/高度”、“仪表着陆系统I类运行标准”、“仪表着陆系统III类运行标准”、“仪表着陆系统基准数据点(T点)”、“保护区”、“临界区”、“敏感区”和“障碍物”的定义(见3.2、3.3、3.5、3.6、3.14、3.17、3.18、3.20，2014年版的2.2、2.3、2.5、2.6、2.11、2.12、2.13、2.14)；
- 删除了“空中定位点”的定义(2014年版的2.15)；
- 增加了“仪表着陆系统B点”、“仪表着陆系统E点”、“调制度差”、“仪表着陆系统场地保护区”、“仪表着陆系统运行保护区”、“建筑物限制区”、“地基增强系统”和“基准接收机”的定义(见3.7、3.8、3.9、3.15、3.16、3.19、3.22、3.23)；
- 修改了无方向信标的工作频率(见4.1，2014年版的3.1)；
- 增加了II/III类仪表着陆系统航向信标的设备要求和建议天线阵类型(见5.2.4)；
- 修改了远场监视天线的设置要求(见5.2.5，2014年版的4.2.4)；
- 修改了航向信标天线的偏置要求(见5.2.6，2014年版的4.2.5)；
- 修改了航向信标台的场地要求(见5.3，2014年版的4.3)；
- 增加了航向信标台建筑物限制区的要求(见5.3.1.7)；
- 修改了下滑信标台的场地要求(见6.3，2014年版的5.3)；
- 修改了II/III类仪表着陆系统内指点信标的设置要求(见7.2.6，2014年版的6.2.6)；
- 修改了多普勒全向信标台的场地要求(见8.4.2，2014年版的7.4.2)；
- 增加了地基增强系统地面站的设置要求(见第10章)；
- 增加了导航台计算机仿真基本要求(见附录A)；
- 修改了附录B中的公式(B.2)(见B.2.1，2014年版的A.2.1)；
- 增加了下滑信标台菲涅尔区计算(见附录C)。

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。

本文件由中国民用航空局空管行业管理办公室提出。

本文件由中国民航科学技术研究院归口。

本文件起草单位：中国民用航空局第二研究所。

本文件主要起草人：郭静、李黎、叶家全、魏童、金辽、梁飞、蔡琪、王巍、孙翔、李清栋、李子冀、李沅锴、张超、杨立钜、林欢。

本文件由中国民用航空局第二研究所负责解释。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1996 年首次发布为 MH/T 4003—1996；

——2014 年修订时分为 2 个部分：

- MH/T 4003.1—2014；
- MH/T 4003.2—2014；

——本次为 MH/T 4003.1—2014 的第一次修订。

MH

引 言

民用航空通信导航监视台(站)是保障航空器正常运行的基础设施。MH/T 4003 旨在确保民用航空通信导航监视台(站)满足场地保护要求,保障航空器运行安全,拟由两个部分构成:

- 第1部分:导航;
- 第2部分:监视。

民用航空通信导航监视台(站)满足场地保护要求是民用航空通信导航监视台(站)正常运行的关键,为了保障民用航空通信导航监视台(站)的正常运行,中国民用航空局在1996年发布了《航空无线电导航台和空中交通管制雷达站设置场地规范》,2014年将该规范分成了两个部分:《民用航空通信导航监视台(站)设置场地规范 第1部分:导航》和《民用航空通信导航监视台(站)设置场地规范 第2部分:监视》。MH/T4003.1—2014《民用航空通信导航监视台(站)设置场地规范 第1部分:导航》自发布实施以来,与标准起草有关的标准化理论研究和实践、国内民用航空导航台(站)的实际建设运行需求以及国际标准都发生了变化,主要表现在:

- 以仪表着陆系统Ⅱ/Ⅲ类运行、地基增强系统地面站建设运行为代表的导航实际运行需求发生了变化;
- 国际民航组织《国际民用航空公约》附件十第Ⅰ卷、第8168号文件第Ⅱ卷分别于2018年和2020年相继发布了第七版,对部分条款进行了调整。

本次对MH/T 4003.1的修订,重点考虑了国内民用航空导航台(站)的建设运行实际需求,参考国际民航组织最新的标准建议措施和文件对部分条款进行了调整,增加了地基增强系统地面站的设置要求,并针对2014年版本规范在使用过程中发现的问题进行了订正。新版本MH/T 4003.1的发布和实施将为国内民用航空导航台(站)的建设和运行提供依据。

民用航空通信导航监视台(站)设置场地规范

第1部分：导航

1 范围

本文件规定了民用航空无线电导航台(站)包括无方向信标台、航向信标台、下滑信标台、指点信标台、全向信标台、测距仪台和地基增强系统地面站的设置要求。

本文件适用于民用航空无线电导航台(站)的设置。

2 规范性引用文件

本文件无规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

仪表着陆系统 instrument landing system

ILS

为航空器提供航向道、下滑道和相对于跑道着陆端的距离信息，按仪表指示引导航空器进近着陆的系统。

注：仪表着陆系统包括甚高频(VHF)航向信标设备、特高频(UHF)下滑信标设备、甚高频(VHF)指点信标设备或测距仪设备以及配套的监视系统、远端控制和指示设备。

3.2

决断高/高度 decision height/altitude

按精密进近程序进近着陆时，决定复飞或继续进近的限定高/高度。

3.3

仪表着陆系统Ⅰ类运行标准 operational standards of ILS CAT Ⅰ

使用仪表着陆系统，决断高低于75 m，但不低于60 m，能见度不小于800 m或跑道视程不小于550 m的精密进近。

3.4

仪表着陆系统Ⅱ类运行标准 operational standards of ILS CAT Ⅱ

使用仪表着陆系统，决断高低于60 m，但不低于30 m，跑道视程不小于300 m的精密进近。

3.5

仪表着陆系统Ⅲ类运行标准 operational standards of ILS CAT III

使用仪表着陆系统，决断高低于30 m或无决断高，跑道视程小于300 m或无跑道视程限制的精密进近。

3.6

仪表着陆系统基准数据点(T点) ILS reference datum(ILS point “T”)

跑道中心线与跑道入口交叉处垂直上方规定高度的一点，下滑道直线向下延伸的部分通过此点。

3.7

仪表着陆系统B点 ILS point “B”

在进近方向沿跑道中心线延长线、距跑道入口1 050 m处测得的仪表着陆系统下滑道上的一点。

3.8

仪表着陆系统E点 ILS point “E”

在跑道中心线上方4 m，距跑道末端向跑道入口方向600 m的一点。

3.9

调制度差 difference in depth of modulation

DDM

较大信号的调制度百分比减去较小信号的调制度百分比，再除以100。

3.10

跑道入口 runway threshold

用以着陆的跑道起始端。

3.11

跑道末端 stop end of the runway

对应于跑道入口的跑道反向末端。

3.12

下滑角 glide path angle

表示仪表着陆系统平均下滑道的直线与水平面之间的角度。

3.13

偏置角 offset angle

决断高所在地点和航向信标天线的连线与跑道中心线延长线构成的水平夹角。

3.14

保护区 protection area

导航天线附近划定的保证空间导航信号不受干扰的一个规定区域。

注：仪表着陆系统的保护区包括场地保护区和运行保护区。

3.15

仪表着陆系统场地保护区 ILS site protection area

仪表着陆系统航向信标天线和下滑信标天线附近的一个规定区域，该区域是形成稳定可靠导航信号的关键区域，其地面坡度、平整度及障碍物等应符合要求。

3.16

仪表着陆系统运行保护区 ILS operational protection area

仪表着陆系统航向信标天线和下滑信标天线附近的一个规定区域，该区域保护仪表着陆系统运行期间空间信号不受移动或停靠车辆、航空器等物体的影响。运行保护区分为临界区和敏感区。

3.17

临界区 critical area

在航向信标天线和下滑信标天线附近的一个规定区域，该区域内的车辆、航空器等物体会对仪表着陆系统空间信号造成不可接受的干扰。

3.18

敏感区 sensitive area

在航向信标天线和下滑信标天线附近的一个规定区域，该区域内的车辆、航空器等物体可能会对仪表着陆系统空间信号造成不可接受的干扰。

3.19

建筑物限制区 building restricted area

根据仪表着陆系统航向信标天线阵的辐射特性，对其周边建筑物及其它障碍物高度有特定要求的区域。

3.20

障碍物 obstacle

位于无线电信号辐射区域内可能对无线电信号引起反射或干扰的物体。

注：障碍物包括树木、山丘、堤坝、建筑物、高压输电线、公路、铁路、金属栅栏、铁塔、航空器、车辆、风力涡轮机等。

3.21

无方向信标 non-directional radio beacon

NDB

一种工作中长波波段，通过地表传播无方向性信号，为航空器提供与地面信标相对方位角的导航设备。

3.22

地基增强系统 ground based augmentation system

GBAS

由地基发射机向航空用户发送卫星导航增强信息，为装备相应机载设备的航空器提供包括精密进近在内的引导服务。

注：地基增强系统由空间部分、地面部分和航空器部分组成。空间部分由一个或多个卫星导航星座构成，地面部分安装于机场内或机场附近。

3.23

基准接收机 reference receiver

接收卫星导航空间信号，并提供带有时间标记的卫星原始信息和测量信息，同时提供卫星健康状况数据的设备。

4 无方向信标台设置

4.1 无方向信标

无方向信标的工作频段为190 kHz~1 750 kHz，与机载无线电罗盘配合工作，用以测定航空器与导航台的相对方位角，引导航空器沿预定航路(线)飞行、进离场和进近。

无方向信标台场地附近的地形地物，对其发射的电波信号的反射和再辐射所产生的多路径干扰，会干扰或影响机载无线电罗盘的正常接收和测向，从而引起定向误差、指针摆动和导航覆盖距离缩短。

4.2 机场无方向信标台的设置

4.2.1 用于保障简单气象飞行的无方向信标台，可设置在机场内或跑道中心线延长线上，并符合机场净空要求的适当地点。

4.2.2 用于保障复杂气象飞行的远、近距无方向信标台，宜设置在跑道着陆方向的跑道中心线延长线上。远距无方向信标台相对于跑道入口的距离为6 500 m~11 100 m，通常为7 200 m；近距无方向信标台相对于跑道入口的距离为900 m~1 200 m，通常为1 050 m。

4.3 航路无方向信标台的设置

航路无方向信标台一般设置在航路上，通常设置在航路转弯点或空中走廊口。同一航路两个相邻无方向信标台的间距一般为300 km。

4.4 场地要求

4.4.1 无方向信标台通常设置在地势较高的地方，场地应平坦和开阔。

4.4.2 无方向信标台场地及其周围宜为导电率高的腐植土或粘土，不宜选用砂石或岩石场地。

4.4.3 无方向信标天线中心点与各种地形地物之间所允许的最小间距如表1所示。

表1 无方向信标天线与地形地物之间的最小间距

地形地物名称	最小间距 m
建筑物(机房除外)、公路以及高于 3 m 的树木	50
铁路、架空低压电力线、通信线缆、110 kV 以下架空高压输电线	150
山丘、堤坝	300
110 kV 及以上架空高压输电线	500

4.4.4 进入无方向信标台的电力线缆和通信线缆应从距无方向信标天线中心点 150 m 以外埋入地下。

4.4.5 在无方向信标天线 50 m 以外，不应有超过无方向信标天线中心底部基准垂直张角为 3° 的障碍物。

5 航向信标台设置

5.1 航向信标

航向信标的工作频段为 108.10 MHz~111.95 MHz，与机载导航接收机配合工作，为进近着陆的航空器提供相对于航向道的方位引导信息。

航向信标台场地附近的地形地物，对其发射的电波信号的反射和再辐射所产生的多路径干扰，可使其辐射场型发生畸变，导致航向道弯曲、摆动和抖动，直接影响航空器着陆安全。

5.2 设置

5.2.1 航向信标天线阵通常设置在跑道中心线延长线上，相对于跑道末端的距离为 180 m~600 m，通常为 280 m。确定航向信标天线阵相对于跑道末端的距离时应考虑下列因素：

- 机场净空要求；
- 航向道扇区宽度的要求；
- 天线阵附近的反射或再辐射体的情况；
- 航空器起飞时发动机的喷流；
- 设施升级的可能性；
- 机场总体规划；
- 建台费用。

5.2.2 航向信标天线阵相对于跑道入口的最小距离为 2 200 m。

5.2.3 航向信标天线辐射单元与仪表着陆系统基准数据点之间应通视。天线辐射单元的高度应满足航向信标的信号覆盖要求；当需要架高天线时，天线辐射单元距地面的高度通常不超过 10 m。

5.2.4 II/III类仪表着陆系统航向信标台应采用双频设备，宜采用 12 单元及以上的宽孔径(中孔径或大孔径)窄波束航向信标天线阵。

5.2.5 II/III类仪表着陆系统航向信标台应设置远场监视器。远场监视天线应设置于跑道入口和 B 点之间，通常在反方向航向信标天线阵的后方，远场监视天线与航向信标天线应通视。

5.2.6 由于地形条件限制，当航向信标天线阵不能设置在跑道中心线延长线上时，可采用偏置设置。偏置设置的航向信标天线阵宜靠近跑道，偏置角宜小于 3° ，最大允许值为 5° 。偏置设置的航向信标台仅可用于仪表着陆系统 I 类运行标准。偏置航向信标天线阵的配置要求如图 1 所示。

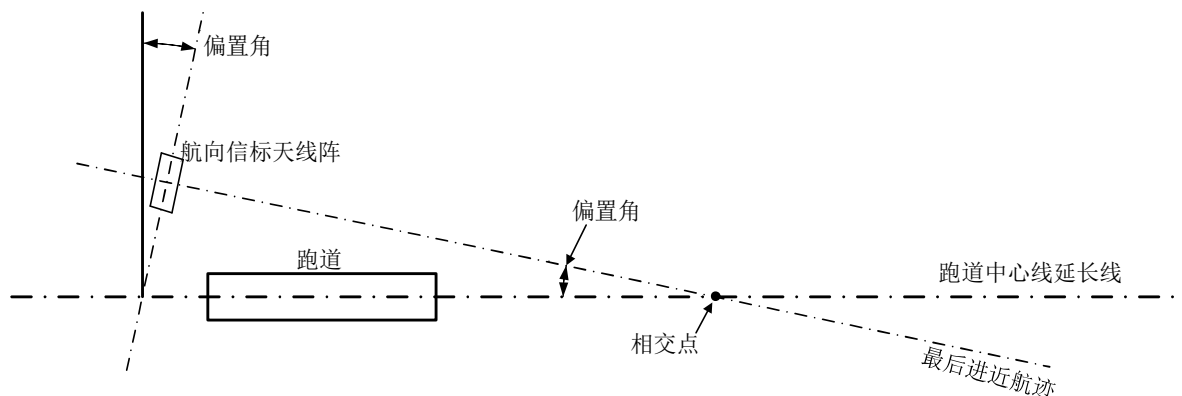


图1 偏置航向信标台的配置

5.3 场地要求

5.3.1 场地保护区要求

5.3.1.1 航向信标台的场地保护区是由圆和长方形合成的区域，圆的中心即航向信标天线阵中心，其半径为 75 m，长方形的长度为从航向信标天线阵开始沿跑道中心线延长线向跑道方向延伸至 300 m 或跑道末端(以大者为准)，宽度为 120 m，如图 2 所示。如果航向信标天线阵的辐射特性为单方向，且辐射场型前后场强比不小于 26 dB，则场地保护区不包括图中的斜线区。

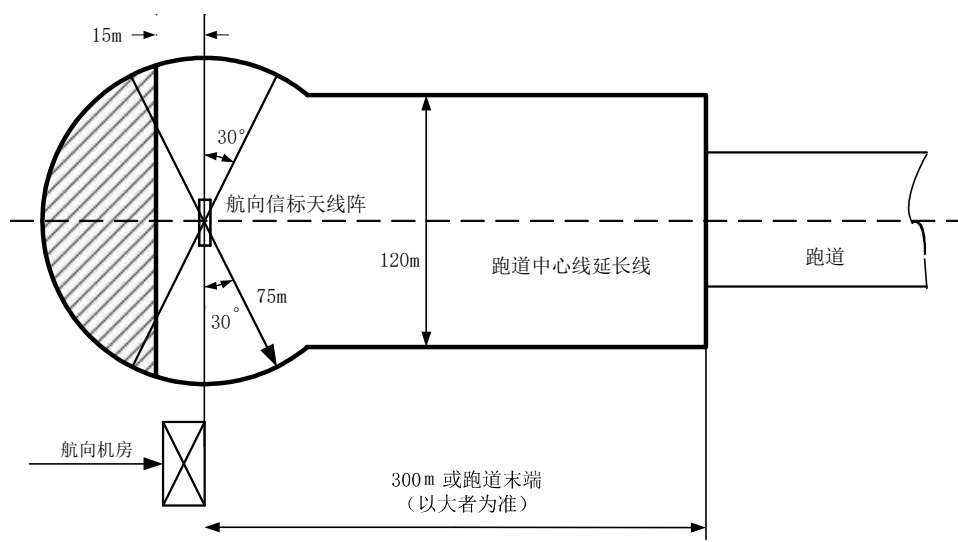


图2 航向信标台场地保护区

5.3.1.2 航向信标台机房应设置在航向信标天线排列方向的 $\pm 30^\circ$ 范围内，根据当地的地形、道路和供电情况，设置在航向信标天线阵的任意一侧，距航向信标天线阵中心 60 m~90 m。

5.3.1.3 在航向信标台场地保护区内除必需的助航设施和滑行道外,不应有树木、建筑物(航向信标台机房除外)、道路、金属栅栏和架空线缆等障碍物,场地保护区内的助航设施应保证对导航信号的影响降至最低。进入航向信标台的电力线缆和通信线缆应从场地保护区外埋入地下。

5.3.1.4 场地保护区场地应平坦,跑道端与天线之间的纵向坡度和横向坡度均应在 $\pm 1\%$ 之间,并应平缓地过渡。

5.3.1.5 场地保护区内的杂草高度不应超过 0.5 m。

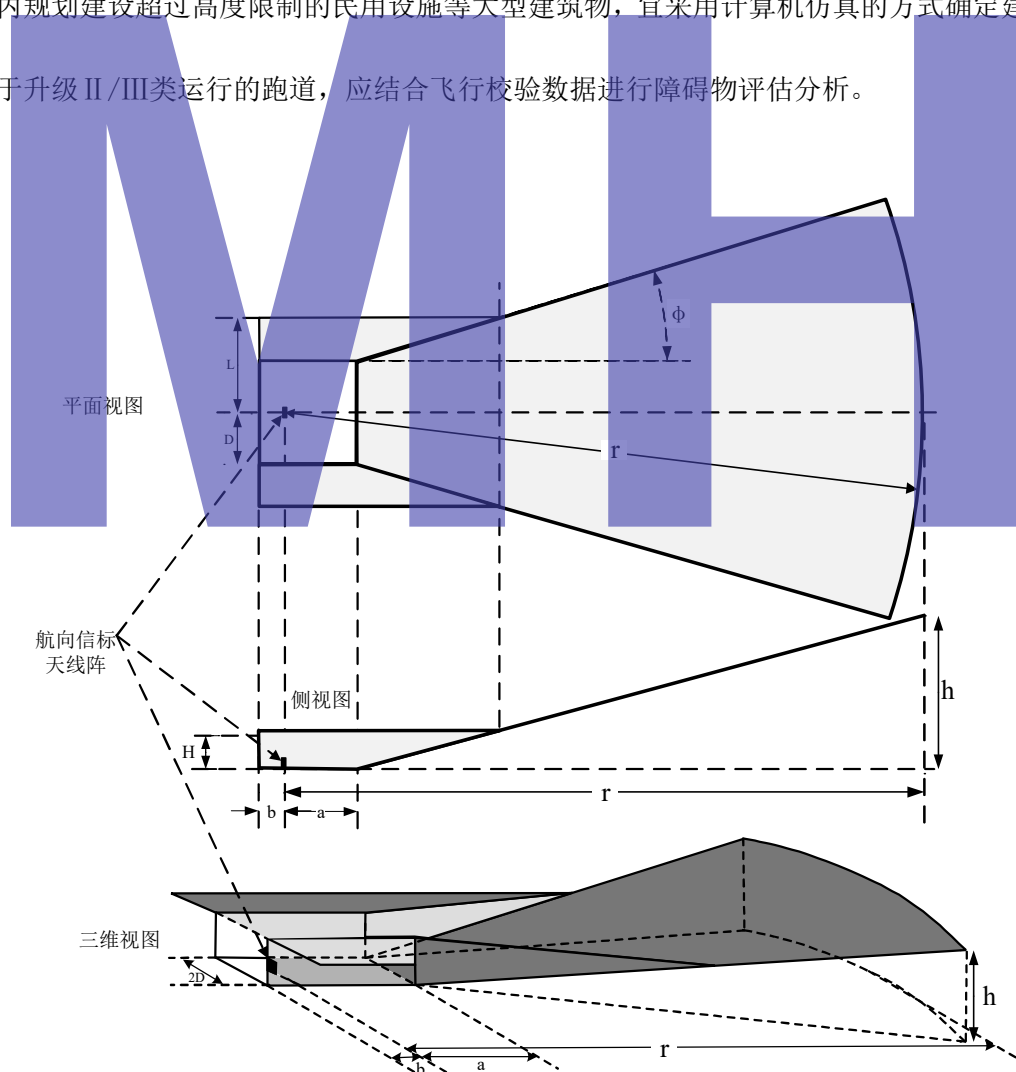
5.3.1.6 在航向信标天线中心前向 $\pm 10^\circ$ 、距离航向信标天线 3 000 m 的区域内,不应有高于 15 m 的建筑物、大型金属反射物 and 高压输电线。

5.3.1.7 对于 II/III 类运行或规划 III 类运行的跑道,航向信标台建筑物限制区范围如图 3 所示。

对于 II 类运行或规划 II 类运行的跑道,飞行区与建筑物限制区重叠范围内规划建设超过高度限制的机库、航站楼等大型建筑物,宜采用计算机仿真的方式确定建筑物的尺寸。

对于 III 类运行或规划 III 类运行的跑道,飞行区与建筑物限制区重叠范围内规划建设超过高度限制的机库、航站楼等大型建筑物,应采用计算机仿真的方式确定建筑物的尺寸;飞行区外的建筑物限制区范围内规划建设超过高度限制的民用设施等大型建筑物,宜采用计算机仿真的方式确定建筑物的尺寸。

对于升级 II/III 类运行的跑道,应结合飞行校验数据进行障碍物评估分析。



标引序号说明:

- a——航向信标天线阵至跑道入口的距离, 单位为米(m);
- b——500 m;
- h——70 m;
- r—— $a+6\ 000$ m;
- D——500 m;
- H——20 m;
- L——1 500 m;
- ϕ —— 20° 。

图3 航向信标台建筑物限制区

5.3.2 运行保护区要求

5.3.2.1 运行保护区的范围与航向信标天线阵类型、设备类型、工作类别、跑道长度、航空器类型以及地面固定障碍物引起的航道弯曲有关。

临界区和敏感区应选取航向信标台所服务跑道的最大适航机型进行确定, 一般情况下临界区和敏感区的范围应按图4的规定确定。实施 I 类运行的仪表着陆系统航向信标临界区和敏感区的参数按表2确定; 实施 II/III类运行的仪表着陆系统, 航向信标临界区和敏感区的参数按表3和表4确定。

当存在下列特殊情况时, 航向信标台临界区和敏感区的范围可通过计算机仿真的方式确定, 计算机仿真的基本要求见附录A:

- a) II/III类运行, 当静态障碍物对航道结构 B 点~T/E 点间的 DDM 影响超过 $3\ \mu\text{A}$ 时;
- b) 机场环境发生较大变化, 可能导致航向信标静态干扰增加时;
- c) 机场飞行区内规划建设大型障碍物(如航站楼、机库等)时。

5.3.2.2 II/III类运行, 当静态障碍物对航道结构 B 点~T/E 点间的 DDM 影响小于 $3\ \mu\text{A}$ 时, 可根据机场运行需求对临界区和敏感区的尺寸进行优化。

注: 静态障碍物对航道结构的影响可参照飞行校验数据。

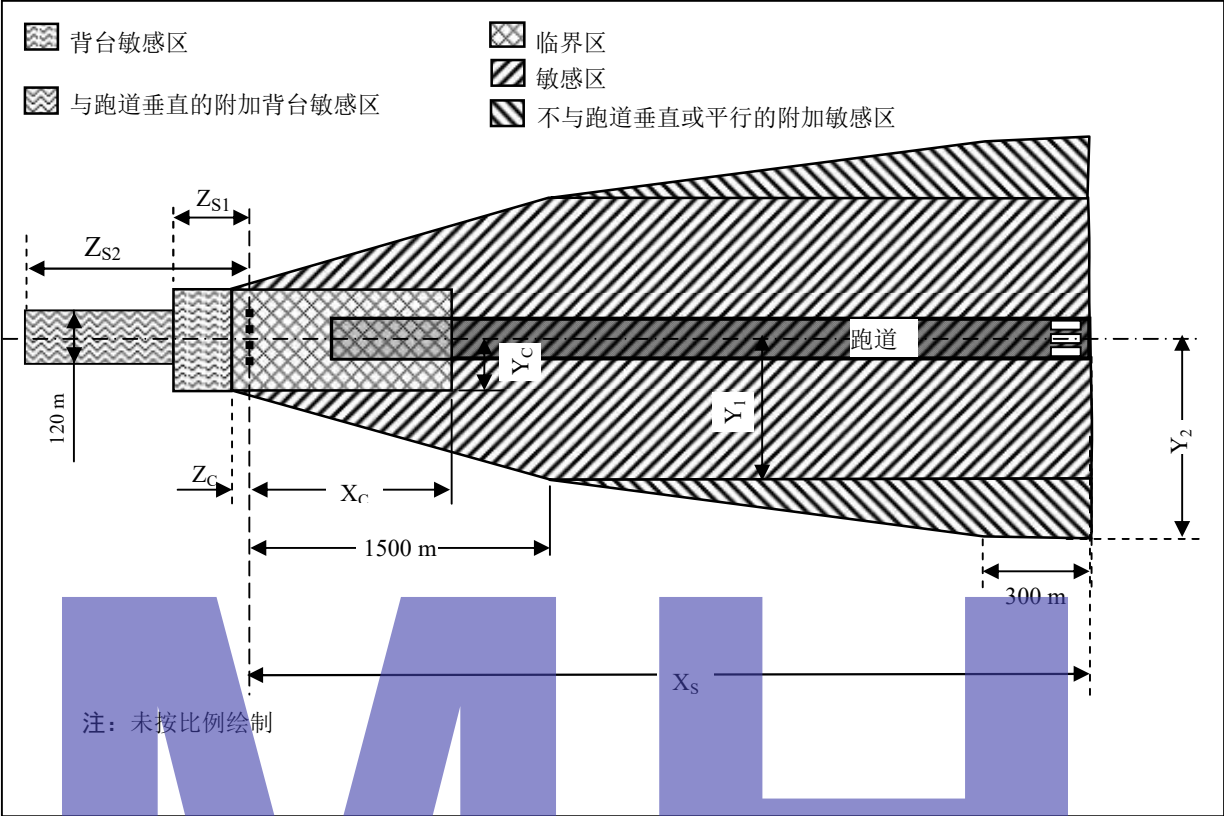


图4 航向信标台临界区和敏感区

表2 I类运行仪表着陆系统航向信标台临界区和敏感区尺寸

单位为米

航空器/车辆高度		H≤6			6<H≤14			14<H≤20		20<H≤25	
		地面车辆			中型航空器			大型航空器		特大型航空器	
天线孔径		小	中	大	小	中	大	中	大	中	大
临 ^a 界 区	X _c	180	65	45	360	200	150	500	410	660	580
	Z _c	10	10	10	35	35	35	50	50	60	60
	Y _c	50	15	20	110	25	25	50	30	55	40
敏 感 区	X _s	200	无敏感区		500	无敏感区		无敏感区		1 300	1 100
	Y ₁	40			90					90	50
	Y ₂	40			90					90	50
	Z _{s1}	15			35					60	60
	Z _{s2}	15			35					60	60
注1：天线孔径:小孔径为11单元及以下，中孔径为12至15单元，大孔径为16单元及以上；											
注2：敏感区的边界适用于航空器的尾翼，背台敏感区和临界区的边界适用于航空器的纵轴(机身和尾翼)。											
^a 临界区边缘距离航向信标天线阵的距离不足 10 m 时，应拓宽至 10 m。											

表3 II类运行仪表着陆系统航向信标台临界区和敏感区尺寸

单位为米

航空器/车辆高度		H≤6 地面车辆		6<H≤14 中型航空器		14<H≤20 大型航空器		20<H≤25 特大型航空器	
天线孔径		中	大	中	大	中	大	中	大
临 ^a 界 区	X _c	75	55	200	200	500	475	750	675
	Z _c	10	10	35	35	50	50	60	60
	Y _c	15	20	25	25	50	30	70	50
敏 感 区	X _s	75	无敏感区	500	无敏感区	2 100	1 400	L	L
	Y ₁	15		50		125×K	60×K	180×K	100×K
	Y ₂	15		50		125×K	60×K	180×K	125×K
	Z _{s1}	15	15	35	35	60	60	70	70
	Z _{s2}	15	15	45	45	160	160	250	250
注1：天线孔径：小孔径为11单元及以下，中孔径为12至15单元，大孔径为16单元及以上； 注2：L为航向信标天线阵至跑道入口的距离，单位为米(m)； 注3： $K=\sqrt{L/3300}$ ，单位为米(m)； 注4：敏感区的边界适用于航空器的尾翼，背台敏感区和临界区的边界适用于航空器的纵轴(机身和尾翼)。									
^a 临界区边缘距离航向信标天线阵的距离不足 10 m 时，应拓宽至 10 m。									

表4 III类运行仪表着陆系统航向信标台临界区和敏感区尺寸

单位为米

航空器/车辆高度		H≤6 地面车辆		6<H≤14 中型航空器		14<H≤20 大型航空器		20<H≤25 特大型航空器	
天线孔径		中	大	中	大	中	大	中	大
临 ^a 界 区	X _c	75	55	200	200	500	475	750	675
	Z _c	10	10	35	35	50	50	60	60
	Y _c	15	20	25	25	50	30	70	50
敏 感 区	X _s	100	无敏感区	900	无敏感区	3 100	3 100	L	L
	Y ₁	15		50		140×K	120×K	180×K	150×K
	Y ₂	15		50		160×K	120×K	260×K	180×K
	Z _{s1}	15	15	35	35	60	60	70	70
	Z _{s2}	15	15	45	45	160	160	250	250

表 4 (续)

单位为米

航空器/车辆高度	$H \leq 6$ 地面车辆	$6 < H \leq 14$ 中型航空器	$14 < H \leq 20$ 大型航空器	$20 < H \leq 25$ 特大型航空器
注1: 天线孔径: 小孔径为11单元及以下, 中孔径为12至15单元, 大孔径为16单元及以上; 注2: L为航向信标天线阵至跑道入口的距离, 单位为米(m); 注3: $K = \sqrt{L/3300}$, 单位为米(m); 注4: 敏感区的边界适用于航空器的尾翼, 背台敏感区和临界区的边界适用于航空器的纵轴(机身和尾翼)。				
^a 临界区边缘距离航向信标天线阵的距离不足 10 m 时, 应拓宽至 10 m。				

5.3.2.3 实施 I/II/III类运行时, 临界区内不应停放车辆、机械和航空器, 不应有任何地面交通活动; 车辆、航空器等移动物体未经许可不应进入相应类别的敏感区, 跑道等待位置应位于敏感区外。

5.3.2.4 场地保护区和临界区按尺寸大者设置醒目标识, II/III类运行的敏感区应设置灯光或标识。

6 下滑信标台设置

6.1 下滑信标

下滑信标的工作频段为328.6 MHz~335.4 MHz, 与机载接收机配合工作, 为进近着陆的航空器提供下滑道引导信息。

下滑信标台场地附近的地形地物, 对其发射的电波信号的反射和再辐射所产生的多路径干扰, 可使其辐射场型发生畸变, 引起下滑角变化, 导致下滑道弯曲、摆动和抖动, 直接影响航空器着陆安全。

6.2 设置

6.2.1 下滑信标台根据场地地形及其环境条件可设置在跑道的任意一侧, 通常不设置在跑道与滑行道之间。下滑信标天线距跑道中心线 75 m~200 m, 通常为 120 m, 天线位置应满足附录 B 的要求。用于 II/III类运行的仪表着陆系统, 下滑信标天线相对于跑道中心线的距离不应小于 120 m。

6.2.2 下滑信标天线相对于跑道入口的纵向距离(后撤距离)主要由下列因素决定:

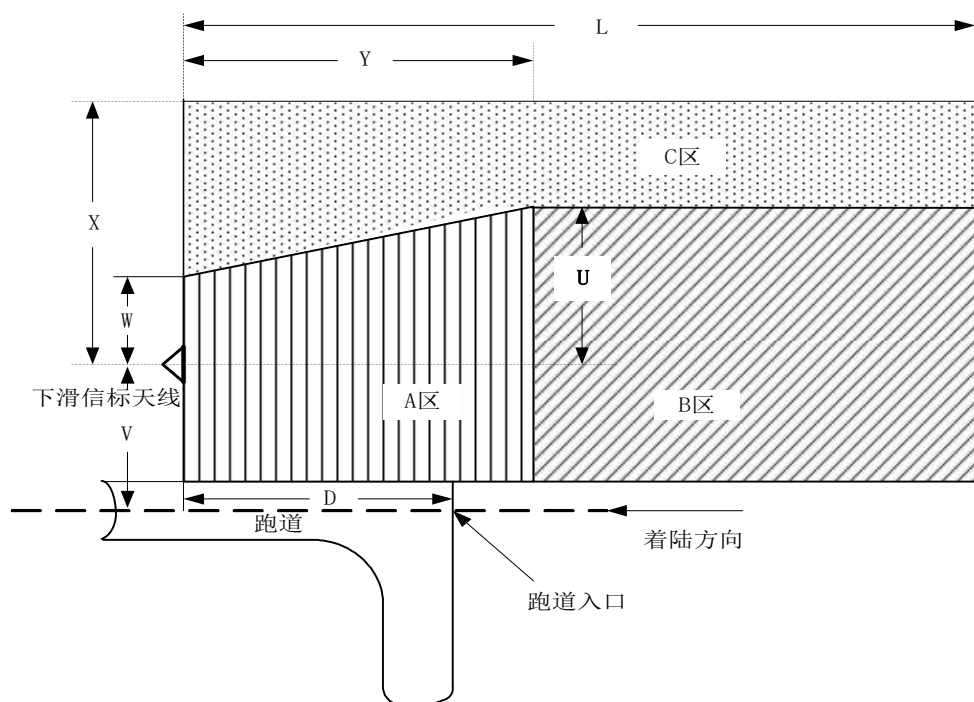
- 下滑角;
- 基准数据点高度, 应为 $15 \text{ m} + 3 \text{ m}$;
- 沿跑道的纵向坡度和下滑反射面的纵向坡度。

下滑信标天线相对于跑道入口后撤距离的具体数值按附录B计算确定。

6.3 场地要求

6.3.1 场地保护区要求

6.3.1.1 下滑信标台的场地保护区如图 5 所示。应按照附录 C 中公式 (C.1)~(C.9) 确定第一菲涅尔区大小和位置。



标引序号说明:

D—下滑信标天线在跑道中心线上的投影至跑道入口的距离, 单位为米(m);

U—60 m;

V—下滑信标天线至跑道中心线的距离, 单位为米(m);

W—30 m;

X—120 m;

Y—取值见表5;

L—I类不小于600 m, II/III类以第一菲涅尔区边缘为准, 通常为730 m。

图5 下滑信标台场地保护区

表5 下滑信标台 A 区长度(Y)

单位为米

天线类型	运行类别		
	I 类	II 类	III类
零基准	Y=500	—	—
边带基准	Y=400	—	—
捕获效应	Y=360		
用于 II /III类运行的下滑信标台，优先选用捕获效应天线。			

6.3.1.2 A区内不应有道路、机场专用环场路，不应种植农作物，杂草的高度不应超过0.3 m，纵向坡度与跑道坡度相同，横向坡度不应大于±1%，并平整到±4 cm的高差范围内。在该区内，不应停放车辆、机械和航空器，不应有地面交通活动。通过A区的电力线缆和通信线缆应埋入地下。

6.3.1.3 以下滑信标天线正前方A区边缘为基准，下滑信标天线前方信号覆盖范围内障碍物的遮蔽角不宜超过1°。

6.3.1.4 应保证A区内有良好的排水性能，可沿下滑信标台一侧的跑道边缘和C区与A区交界的C区一侧构筑适当宽度的排水沟。排水沟应设置钢筋混凝土或金属材质盖板并满足场地平整要求。

6.3.1.5 B区内：

——用于I类运行的仪表着陆系统：距下滑信标天线前方600 m B区范围以内不应有铁路、公路、机场专用环场路，不应有建筑物(航向信标台机房除外)、高压输电线、堤坝、树林、山丘等，航向信标台机房总高度和600 m以外的障碍物高度不应超过跑道净空要求；

——用于II/III类运行的仪表着陆系统：B区范围以内不应有铁路、公路，不应有建筑物(航向信标台机房除外)、高压输电线、堤坝、树林、山丘等，距下滑信标天线前方600 m以内不应有机场专用环场路，航向信标台机房总高度不应超过跑道净空要求。

B区地面应尽可能平坦，地形凹凸高度的允许值与下滑信标天线到地形凹凸处的距离、下滑信标天线的高度等因素有关，其关系式见公式(1)：

$$Z < 0.0117 D / N \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Z ——地形凹凸高度允许值，单位为米(m)；

D ——下滑信标天线至地形凹凸处的距离，单位为米(m)；

N ——边带基准天线高度的波长数或捕获效应天线的中天线高度的波长数。

6.3.1.6 C区内不应有铁路和公路(机场专用环场路除外)，不应有高于机场净空要求的建筑物、高压输电线、堤坝、树林、山丘等，该区域的地形坡度不应超过15%。

6.3.1.7 受环境所限，必须位于下滑信标台保护区内的机场围界，应选择非金属材料并控制高度，以确保对下滑信标的影响最小。

6.3.1.8 下滑信标台的机房高度不应超过4.5 m，应设置在下滑信标天线的后方或侧后方，距下滑信标天线2 m~3 m处。

6.3.1.9 根据场地保护区及其前方的地形条件，可选择相应的下滑信标设备和天线类型，见附录D。

6.3.1.10 在多跑道机场特别是近平行跑道设置多套下滑信标台时，应根据运行标准合理设置各下滑信标台位置，并明确相应的保护区，保护区内不宜有滑行道(确需设置的出/入口滑行道除外)，确保各下滑信标台的保护区满足要求。

6.3.1.11 针对存在地形限制的台址，可采用计算机仿真的方式确定下滑信标台场地保护的范围。

6.3.2 下滑信标运行保护区要求

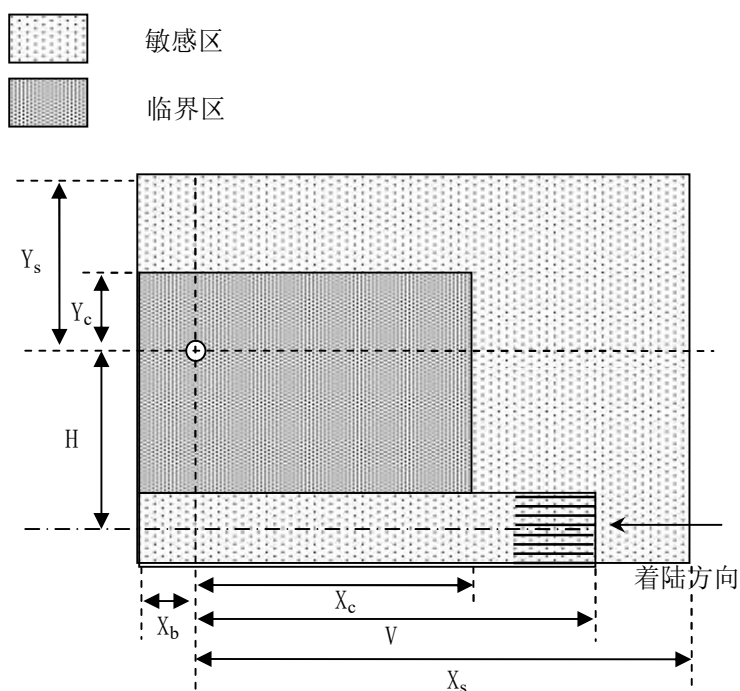
6.3.2.1 下滑信标台临界区和敏感区的范围如图6所示。实施I/II/III类运行的仪表着陆系统，下滑信标台临界区和敏感区的范围按表6确定。

当存在下列特殊情况时，下滑信标台临界区和敏感区的范围可通过计算机仿真的方式确定，计算机仿真的基本要求见附录A：

- II/III类运行，当静态障碍物对下滑道结构B点~T点间的DDM影响超过12 μ A时；
- 机场环境发生较大的变化，可能导致下滑信标静态干扰增加时；
- 机场飞行区内规划建设大型障碍物(如航站楼、机库等)时。

6.3.2.2 II/III类运行，当静态障碍物对下滑道结构B点~T点间的DDM影响小于 $12\ \mu\text{A}$ 时，可根据机场运行需求对临界区和敏感区的尺寸进行优化。

注：静态障碍物对下滑道结构的影响可参照飞行校验数据。



标引序号说明：

H——下滑信标天线至跑道中心线的距离，单位为米(m)；

V——下滑信标天线在跑道中心线的投影至跑道入口的距离，单位为米(m)；

X_b ——确定大型/特大型航空器的临界区和敏感区时， $X_b=50\text{ m}$ ，否则 $X_b=0\text{ m}$ 。

图6 下滑信标台临界区和敏感区

6.3.2.3 实施I/II/III类运行时，临界区内不应停放车辆和航空器，不应有任何地面交通活动；车辆和航空器等移动物体未经许可不应进入相应类别的敏感区。

6.3.2.4 临界区应设置醒目标识。

表6 下滑信标台临界区和敏感区参数

单位为米

航空器/车辆高度		$H \leq 6$ 地面车辆		$6 < H \leq 14$ 中型航空器		$14 < H \leq 20$ 大型航空器		$20 < H \leq 25$ 特大型航空器	
天线型号 ^a		M 型	零基准	M 型	零基准	M 型	零基准	M 型	零基准
I 类临界区	X_c	299	191	329	829	467	1 167	610	1 360
	Y_c	29	29	39	39	35	55	34	55
I 类敏感区	X_s	299	399	297	537	444	717	541	760
	Y_s	29	24	39	39	25	18	24	24
II/III类临界区	X_c	299	449	347	829	567	1 267	672	1 410
	Y_c	29	29	39	39	35	55	34	55
II/III类敏感区	X_s	299	449	429	829	528	817	610	1 010
	Y_s	29	29	39	39	25	25	24	24
注1: 地面车辆适用于小型航空器; 注2: 当临界区大于或等于敏感区时, 无需再保护敏感区; 注3: 临界区和敏感区的边界适用于整个航空器, 包括航空器的任意部位。									
^a 当使用零基准天线时, 大型/特大型航空器敏感区的界限需在跑道另一边再延长 50 m(从跑道中心线开始)。									

7 指点信标台设置

7.1 指点信标

指点信标的工作频率为75 MHz, 与机载指点信标接收机配合工作, 为飞行员提供固定地点的标志。指点信标台受地形地物的影响, 可使其辐射场型发生畸变, 引起标志位置的偏差。

7.2 设置

7.2.1 当指点信标台和无方向信标台共址设置时, 其天线设置在跑道中心线延长线上, 距无方向信标天线 10 m~30 m。当场地条件不允许时, 指点信标天线也可直接安装在无方向信标台机房的房顶上。

7.2.2 指点信标台作为仪表着陆系统的组成部分时, 按外、中、内指点信标台的要求, 设置在跑道中心线延长线上, 相对于跑道入口的距离为:

- 外指点信标台 6 500 m~11 100 m, 通常为 7 200 m;
- 中指点信标台 1 050 m±150 m;
- 内指点信标台 75 m~450 m。

7.2.3 外、中指点信标台可根据飞行程序要求, 由与仪表着陆系统合装的测距仪台代替。

7.2.4 在同一条跑道无方向信标台已配有指点信标台时, 仪表着陆系统的外、中指点信标台可由该指点信标台兼任, 但端距、呼号和调制频率应符合仪表着陆系统的要求。

7.2.5 外指点信标台和中指点信标台偏离跑道中心线延长线不应超过 75 m, 内指点信标台偏离跑道中心线延长线不应超过 30 m。

7.2.6 II/III类仪表着陆系统通常应设置内指点信标台。当测距仪台与仪表着陆系统合装时，如跑道端外地形平整，使得航空器无线电高度表读数准确且经飞行评估确认后，可不设内指点信标台。

7.3 场地要求

7.3.1 在指点信标台保护区 I 和 III 内(如图 7 所示)，除无方向信标台机房和天线外，距离指点信标台 30 m 以内，不应有超过以地网或指点信标天线最低单元为基准、垂直张角为 20° 的障碍物。

7.3.2 在指点信标台保护区 II 和 IV 内，除无方向信标台机房和天线外，距离指点信标台 30 m 以内，不应有超过以地网或指点信标天线最低单元为基准、垂直张角为 45° 的障碍物。

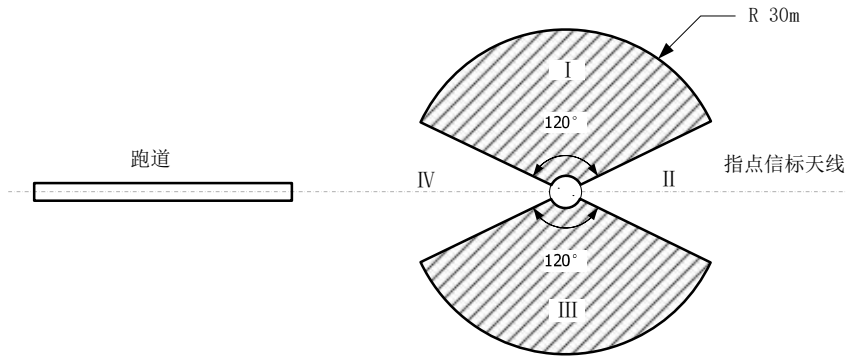


图7 指点信标台保护区

8 全向信标台设置

8.1 全向信标

全向信标的工作频段为108 MHz~117.975 MHz，全向信标分为常规全向信标和多普勒全向信标，全向信标与机载接收机配合工作，为航空器提供全方位引导信息，引导航空器沿预定航路(线)飞行、进离场和进近。

全向信标台周围场地的地形地物，对其发射的电波信号的反射和再辐射所产生的多路径干扰，可使其辐射场型发生畸变，导致航道弯曲、摆动和抖动，影响飞行安全。

8.2 设置

8.2.1 机场全向信标台可设置在跑道中心线延长线上或跑道的一侧，应满足机场净空要求。

8.2.2 航路全向信标台设置在航路中线上，通常设置在航路的转弯点或空中走廊口。

8.3 常规全向信标台场地要求

8.3.1 常规全向信标台应设置于可获得全方位最大视距的位置。

8.3.2 以常规全向信标天线基础中心为基准点，以天线基础水平面为基准面，半径 200 m 以内不应有超过基准面高度的障碍物；半径 200 m~300 m 的障碍物相对于基准面的垂直张角不应超过 1.5° ，且超过基准面高度的水平张角不应超过 10° ；半径 300 m 以内不应有超过基准面高度的铁路；半径 300 m 以外的障碍物相对于基准面的垂直张角不应超过 2° 。

8.3.3 以常规全向信标天线基础中心为基准点，以天线基础水平面为基准面，半径 500 m 以内不应有超过基准面高度的 110 kV 及以上的高压输电线。

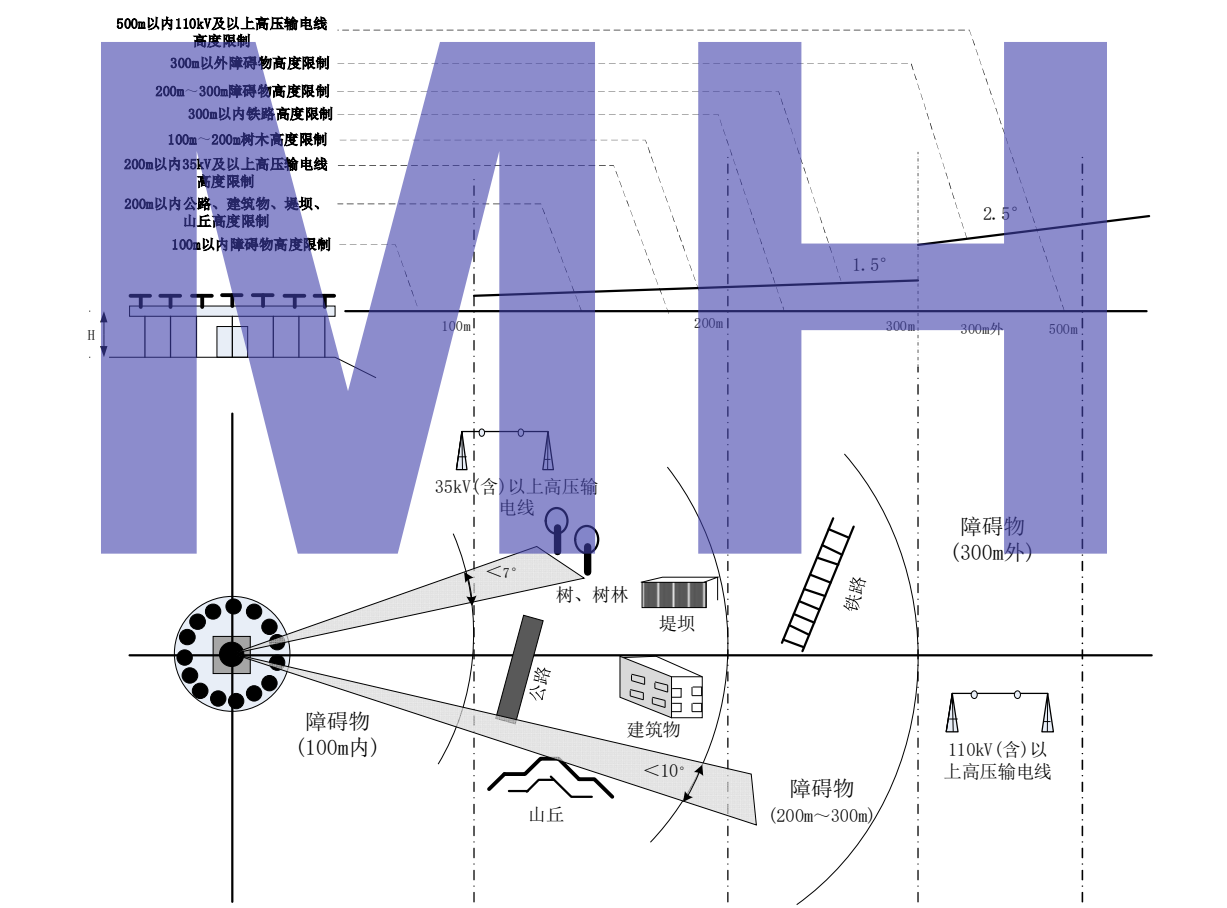
8.3.4 进入常规全向信标台内的电力线缆和通信线缆应在 200 m 以外埋入地下。

8.4 多普勒全向信标台场地要求

8.4.1 多普勒全向信标台台址应设置于满足使用需求并获得全方位最大视距的位置。多普勒全向信标台的场地保护要求如图 8 所示。

8.4.2 以多普勒全向信标天线基础中心为基准点，以天线反射网平面为基准面，半径 100 m 以内不应有超过基准面高度的任何障碍物，且边带天线相位中心通过反射网边缘延伸至地面的反射路径不应受到障碍物的阻挡；半径 200 m 以内不应有超过基准面高度的公路、建筑物、堤坝、山丘等障碍物；半径 100 m~200 m 的树木相对于基准面垂直张角不应超过 1.5°，且超过基准面高度的水平张角不应超过 7°；半径 200 m~300 m 的障碍物相对于基准面的垂直张角不应超过 1.5°，且超过基准面高度的水平张角不应超过 10°；半径 300 m 以内不应有超过基准面高度的铁路；半径 300 m 以外的障碍物相对于基准面的垂直张角不应超过 2.5°。

8.4.3 以多普勒全向信标天线基础中心为基准点，以天线反射网平面为基准面，半径 200 m 以内不应有超过基准面高度的 35 kV 及以上的高压输电线，半径 500 m 以内不应有超过基准面高度的 110 kV 及以上的高压输电线。



标引序号说明：

H——天线反射网平面距地面高度。

图8 多普勒全向信标台场地保护要求

9 测距仪台设置

9.1 测距仪

测距仪的工作频段为962 MHz~1 213 MHz。测距仪与机载设备配合工作，为航空器提供连续距离信息，引导航空器沿预定航路(线)飞行、进离场和进近。

测距仪台周围场地的地形地物，对其发射的电波信号的反射和再辐射所产生的多路径干扰，可使其辐射场型发生畸变，导致测距精度下降，影响飞行安全。

9.2 设置

9.2.1 测距仪台和仪表着陆系统相配合时，可设置在下滑信标台或航向信标台。

9.2.2 测距仪台和全向信标台相配合时，测距仪天线可与全向信标中央天线同轴安装，也可偏置安装。

9.3 场地要求

9.3.1 测距仪台和航向信标台合装时的场地要求见 5.3，和下滑信标台合装时的场地要求见 6.3；和常规全向信标台合装时的场地要求见 8.3，和多普勒全向信标台合装时的场地要求见 8.4。

9.3.2 测距仪台单独设台时，以测距仪天线中心点为基准点，以测距仪天线中心点水平面为基准面，半径 50 m 以内不应有超过基准面的障碍物，半径 50 m 以外不应有超过基准面垂直张角 3° 的障碍物，半径 500 m 以内不应有 110 kV 及以上的高压输电线。

9.3.3 测距仪台单独设台时，进入测距仪台内的电力线缆和通信线缆应埋入地下。

10 地基增强系统地面站设置

10.1 地基增强系统

GBAS与机载设备配合工作，为航空器提供精密进近引导。

GBAS地面站由基准接收子系统、处理子系统、甚高频数据广播(VDB)子系统和监控维护子系统等组成。VDB子系统的工作频段为108 MHz~117.975 MHz。

10.2 设置

10.2.1 确定 GBAS 地面站站址时应考虑下列因素：

- a) 机场净空要求；
- b) 天线附近的反射或再辐射体的情况；
- c) 航空器发动机喷流的直接喷射情况；
- d) 供电、通信引接；
- e) 机场总体规划；
- f) 建台费用。

10.2.2 基准接收子系统通常由多个基准接收机组成；基准接收子系统的几何中心距最低决断高位置的水平距离通常不超过 6 km。

基准接收天线底部高度通常在 1 m~4 m 之间，天线位置宜远离跑道中心线延长线(不少于 75 m)。当配置有 3 部及以上基准接收机时，相邻基准接收天线的间距不应小于 50 m，通常为 100 m。基准接收天线构型应满足下列要求：

- a) 所有基准接收天线不应在一条直线上；
- b) 任意两个基准接收天线不应与滑行道、栅栏、大型障碍物等等距设置；

- c) 任意两个相邻基准接收天线之间的连线与滑行道、栅栏、大型障碍物等的夹角不应小于 1.5° 。
- 10.2.3 VDB 天线相对于所服务跑道入口的水平距离不应超过 5.6 km；
- 10.2.4 VDB 天线的覆盖区应满足下列要求：
- 能够覆盖以每条进近跑道最低决断高位置为圆心，半径为 5.6 km 的圆周区域；
 - 与所服务跑道最低决断高位置通视(包括最后进近定位点或 11 km)；
 - 不小于进近覆盖区域(距跑道入口 37 km)；
 - VDB 天线的相位中心高度通常在 1.5 m~13.7 m 之间。
- 10.2.5 VDB 天线周围辐射场强低于最小限值的区域一般不超过以天线顶部为顶点，垂直向上 5° 的锥体范围；VDB 天线周围辐射场强超过最大限值的区域一般不超过以天线为中心，半径 200 m 的范围。
- 10.2.6 VDB 天线与发射电台之间的距离由线缆最大允许损耗决定，一般不超过 300 m。

10.3 场地要求

10.3.1 基准接收天线场地

10.3.1.1 基准接收天线的场地保护要求如图 9 所示。

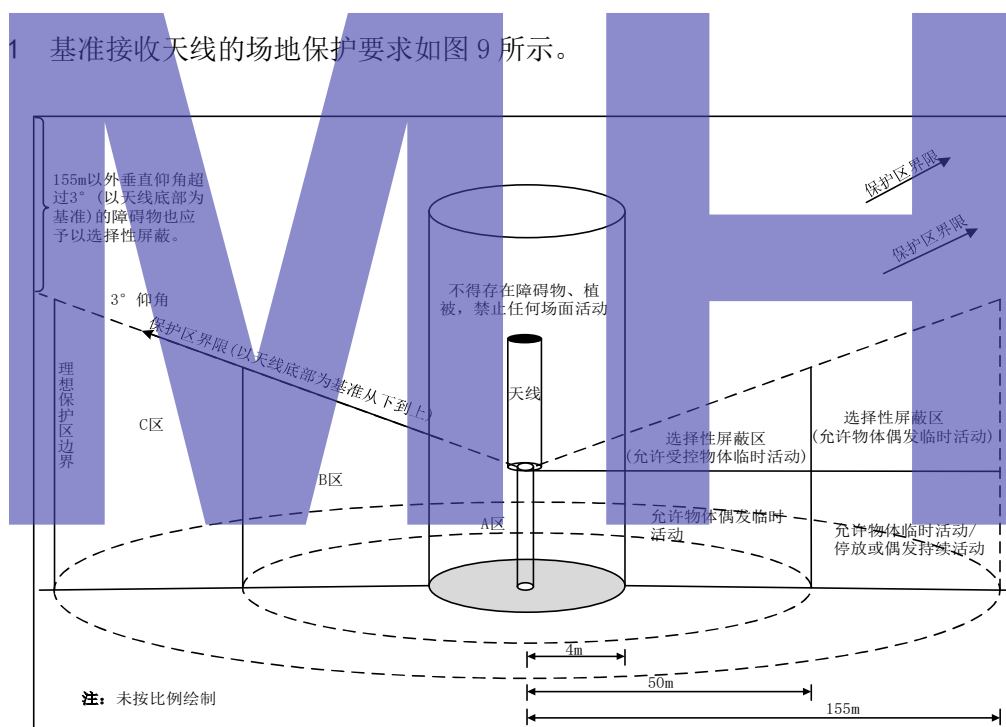


图9 基准接收天线场地保护要求

- 10.3.1.2 基准接收天线周围 155 m 的范围内，以基准接收天线底部为基准， 3° 仰角保护区界限上方确定的顶部区域(不含 A 区圆柱体部分)不应存在任何障碍物。
- 10.3.1.3 基准接收天线周围 155 m 的范围内， 3° 仰角保护区界限确定的顶部区域下方的保护区按不同控制要求分为 A 区、B 区和 C 区。
- 10.3.1.4 A 区是一个以基准接收天线为中心、半径为 4 m 的圆柱体区域，具体要求如下：
- A 区内不应有任何静止或移动的物体存在；
 - A 区边界应设置下沉式水泥围栏，并辅以醒目标识；围栏内应填充直径 5 cm~20 cm 的砾石并固定，设置必要的坡度以利排水；

- c) A 区内不应有杂草生长, 并应采取措施避免出现积水、积雪等;
- d) 通过 A 区的电力线缆和通信线缆应埋入地下。

10.3.1.5 B 区是一个以基准接收天线为中心、半径 4 m~50 m 的圆环, 从地面垂直向上延伸直达以天线底部为基准 3° 仰角的空间结构, 其具体要求如下:

- a) B 区内不宜有固定障碍物(建筑物、架空高压输电线、堤坝、树林、山丘等), 不应设置道路、滑行道及其它临时道路;
- b) B 区内杂草高度不应超过 1 m, 无法避免的个别障碍物, 应在 GBAS 系统内预设屏蔽处理;
- c) B 区内允许低于天线底部高度的物体偶发临时活动; 允许高于天线底部高度的受控物体临时活动, 但应在 GBAS 系统内预设屏蔽处理。

10.3.1.6 C 区是一个以基准接收天线为中心、半径从 50 m~155 m 的圆环, 从地面向上延伸直达以天线底部为基准 3° 仰角的空间结构, 其具体要求如下:

- a) C 区内不应有铁路和公路(机场专用环场路除外), 基准接收天线的超障区域不应有建筑物、架空高压输电线、堤坝、树林、山丘等, 该区域的地形坡度不应超过 15%;
- b) C 区内允许位于基准接收天线底部高度以下的物体临时活动/停放或偶发持续活动; 允许高于天线底部高度的物体偶发临时活动, 但应在 GBAS 系统内预设屏蔽处理; C 区内杂草高度不应超过 1 m;
- c) C 区以外且超过基准接收天线底部垂直张角 3° 的任何永久物体和临时移动目标数量应严格控制, 无法消除的应在 GBAS 系统内预设屏蔽处理。

10.3.1.7 受环境限制, 位于基准接收机保护区内的机场围界宜选择非金属材质并控制高度。

10.3.1.8 保护区内不宜有滑行道, 当无法避免时仅允许滑行道进入 C 区。当同一条滑行道同时进入两个及以上基准接收天线 C 区时, 涉及的基准接收天线间距不应小于 80 m。

10.3.1.9 在地势起伏低于 $1/4$ 波长的安装场地进行基准接收天线安装时, 基准接收天线相位中心设计高度不应等于波长的整数倍。

10.3.1.10 基准接收天线的保护区内通常不需要设置屏蔽保护区域。设置屏蔽保护区时, 屏蔽保护区内不应停放车辆及航空器, 在航空器使用 GBAS 信号进近期间应确保其它航空器或车辆不在该区域内。

10.3.1.11 对于可能存在运行状态航空器等待的位置, 航空器发动机喷流部位与喷射方向基准接收天线的距离不应小于 183 m。

10.3.2 VDB 天线场地

10.3.2.1 VDB 天线的场地保护区如图 10 所示。

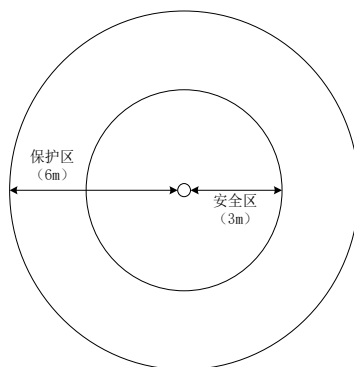


图10 VDB 天线场地保护区

10.3.2.2 安全区为以 VDB 天线为中心，半径 3 m 的圆形区域，安全区不应有人员进入；安全区内应设置非金属围栏及标识，消除杂草生长，避免积水。

10.3.2.3 保护区为以 VDB 天线为中心，半径 6 m 的圆形区域，保护区内应避免障碍物，杂草高度不应超过 1 m。

10.3.2.4 以 VDB 天线为中心，安全区和保护区内不应停放车辆(技术维护车辆除外)或航空器；VDB 天线应避免设置于进近或离场航线下方。

10.3.2.5 对于可能存在运行状态航空器等待的位置，航空器发动机喷流部位与喷射方向 VDB 天线的距离不应小于 183 m，且应避免设置于图 11 所示的区域内。

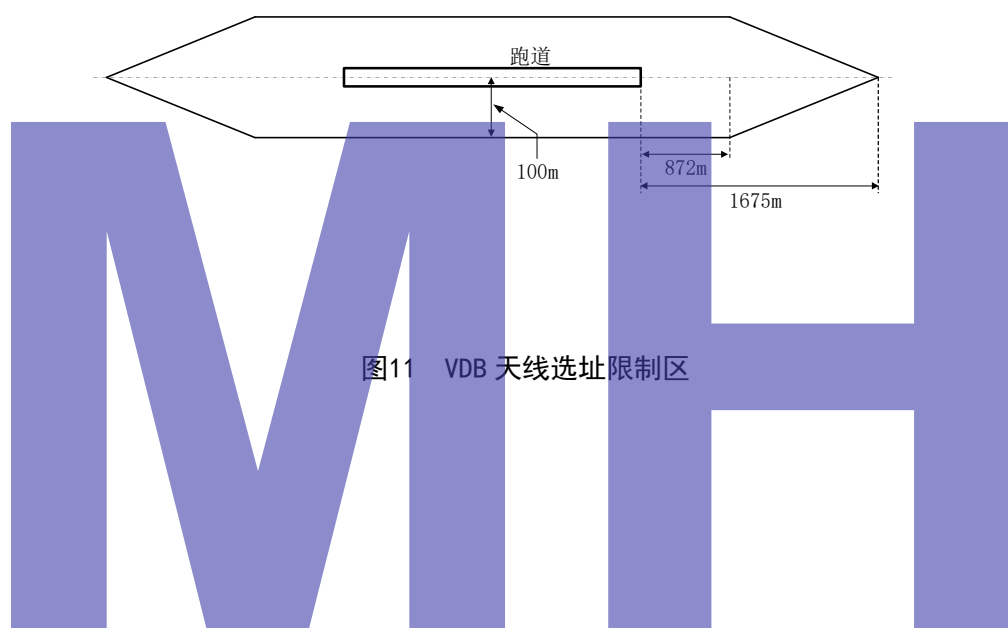


图11 VDB 天线选址限制区

附 录 A
(资料性)
导航台计算机仿真基本要求

A.1 计算机仿真软件功能

- A.1.1 具备三维机场场地、障碍物及航空器建模能力，具备对移动障碍物进行分析的能力；
- A.1.2 能根据导航台的不同性能参数进行设置和调整，能分析导航台的各项性能指标。

A.2 计算机仿真项目

A.2.1 对航向信标台的仿真能涵盖影响航向信标性能的关键因素，包括航向信标台与跑道的相对位置关系、机场跑道构型、航向信标天线类型、台站周边的地形分布及障碍物分布等，并具备对以下项目分析的能力：

- a) 信号强度分析；
- b) 航道宽度分析；
- c) 航道结构分析；
- d) 航道余隙分析；
- e) 对称性分析；
- f) 调制度和分析；
- g) 临界区和敏感区分析。

A.2.2 对下滑信标台的仿真能涵盖影响下滑信标性能的关键因素，包括下滑信标台与跑道的相对位置关系、下滑信标天线类型、台站周边的地形分布及障碍物分布等，并具备对以下项目分析的能力：

- a) 信号强度分析；
- b) 下滑道结构分析；
- c) 下滑道余隙分析；
- d) 下滑道半宽度分析；
- e) 对称性分析；
- f) 调制度和分析；
- g) 临界区和敏感区分析。

A.2.3 对全向信标台的仿真能涵盖影响全向信标性能的关键因素，包括全向信标台的位置、全向信标天线类型、全向信标架设高度、反射网半径、台站周边的地形分布及障碍物分布等，并具备对以下项目分析的能力：

- a) 信号强度分析；
- b) 径向方位误差分析；
- c) 圆周方位误差分析；
- d) 9960Hz 副载波调制度分析；
- e) 30Hz AM 调制度分析。

A.2.4 对测距仪台的仿真能涵盖影响测距仪性能的关键因素，包括测距仪台的位置、测距仪天线架设高度、台站周边的地形分布及障碍物分布等，并具备对以下项目分析的能力：

- a) 信号强度分析；

b) 测距误差分析。

A. 2.5 对无方向信标台的仿真能涵盖影响无方向信标性能的关键因素，包括无方向信标台的位置、无方向信标天线架设高度、台站周边的地形分布及障碍物分布等，并具备对以下项目分析的能力：

a) 信号强度分析；

b) 方位误差分析。

MH

附 录 B
(规范性)
下滑信标台址位置计算

B.1 确定下滑信标天线至跑道中心线的距离

根据机场跑道保护要求,确定下滑信标天线至跑道中心线的距离除应考虑天线前方要有较好的地面反射外,同时应考虑所选用下滑信标天线的安装高度。下滑信标天线杆顶端不应超过图B.1所示的1:3坡度限制线,具体计算见公式(B.1):

$$d = 60 + 3h \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

d ——下滑信标天线至跑道中心线的距离,单位为米(m);

h ——下滑信标天线杆顶端相对其正侧方跑道中心线的标高差,单位为米(m)。

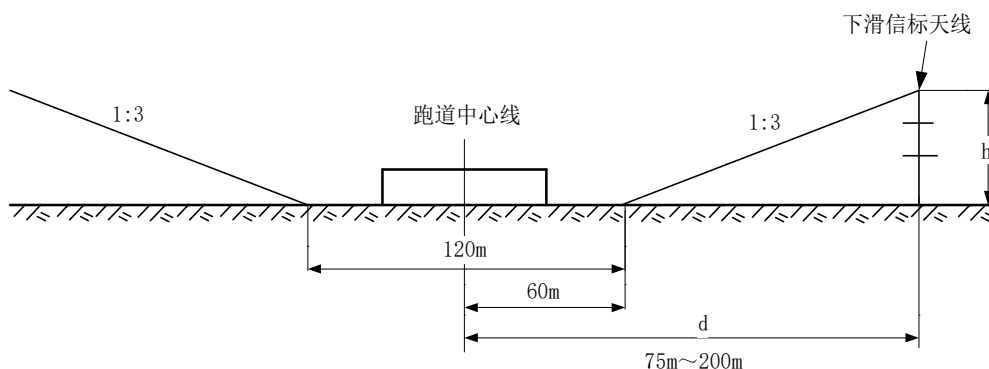


图 B.1 下滑信标天线杆横向坡度限制线

B.2 确定下滑信标天线至跑道入口的后撤距离

B.2.1 下滑信标天线至跑道入口的后撤距离主要由下列因素决定:

- a) 下滑角;
- b) 基准数据点高度,应为 15 m+3 m;
- c) 沿跑道的纵向坡度和下滑反射面的纵向坡度。

通常,下滑信标天线相对于跑道入口的后撤距离为200 m~400 m,对于特定的场地条件,如图B.2,下滑信标天线至跑道入口的后撤距离按公式(B.2)确定:

$$D = \frac{TCH + Y}{\tan(\theta) + \tan(\alpha)} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

D ——O点至P点之间的水平距离,单位为米(m);

TCH ——跑道入口高度,单位为米(m);

Y ——跑道入口相对P'点的垂直高度,单位为米(m);

B.2.3 当跑道和下滑信标天线场地以相同的纵向地形坡度向上或向下倾斜时,如图B.4,按公式(B.4)计算:

$$D = \frac{TCH + e}{\tan \theta} \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

- D —下滑信标天线至跑道入口的后撤距离,单位为米(m);
- TCH —跑道入口高度,单位为米(m);
- e —跑道入口与跑道截入点之间的标高差,跑道入口高于跑道截入点时取正值,低于截入点时取负值,单位为米(m);
- θ —下滑角,单位为度($^{\circ}$)。

公式(B.4)中因有 D 和 e 两个未知数,故不能求解。计算时应先假定一个距离 D ,从地形图上查出相应的 e 值,代入公式(B.4)验证能否满足要求。若不能满足要求,则应重新假定 D 值和查出 e 值,再次进行验证,直至满足要求。

如果跑道入口和跑道截入点之间纵向地形坡度是线性的,则下滑信标天线至跑道入口的后撤距离用公式(B.5)计算:

$$D = \frac{TCH}{\tan \theta - S} \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

- D —下滑信标天线至跑道入口的后撤距离,单位为米(m);
- TCH —跑道入口高度,单位为米(m);
- θ —下滑角,单位为度($^{\circ}$);
- S —纵向地形坡度的斜率, $S = e/D$, 跑道入口高于跑道截入点时取正值,低于跑道截入点时取负值。

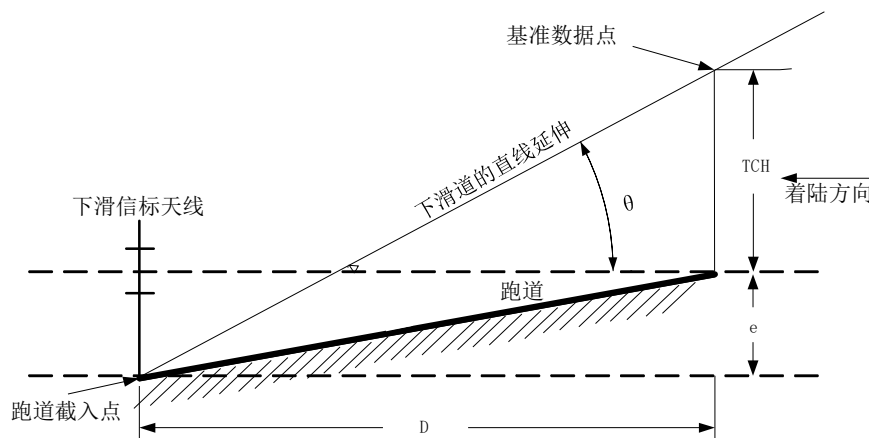


图 B.4 倾斜跑道和场地的下滑信标天线至跑道入口的后撤距离

B.2.4 下滑信标天线场地沿跑道横向有地形坡度时:

- a) 横向地形坡度的斜率为一常量,并不大于 1.5%,此时地形对下滑信标天线至跑道入口的后撤距离所造成的影响可忽略不计,仍按水平地面的情况计算;
- b) 横向地形坡度不规则(见图 B.5),计算下滑信标天线至跑道入口的后撤距离应对横向标高差进行补偿,按公式(B.6)计算:

$$D = \frac{TCH + a}{\tan \theta} \dots\dots\dots (\text{B. } 6)$$

式中:

D —下滑信标天线至跑道入口的后撤距离,单位为米(m);

TCH ——跑道入口高度，单位为米(m)；

a ——下滑信标天线安装地点与跑道截入点之间的标高差，跑道截入点高于下滑信标天线安装地点时取正值，低于下滑信标天线安装地点时取负值，单位为米(m)；

θ ——下滑角，单位为度($^{\circ}$)。

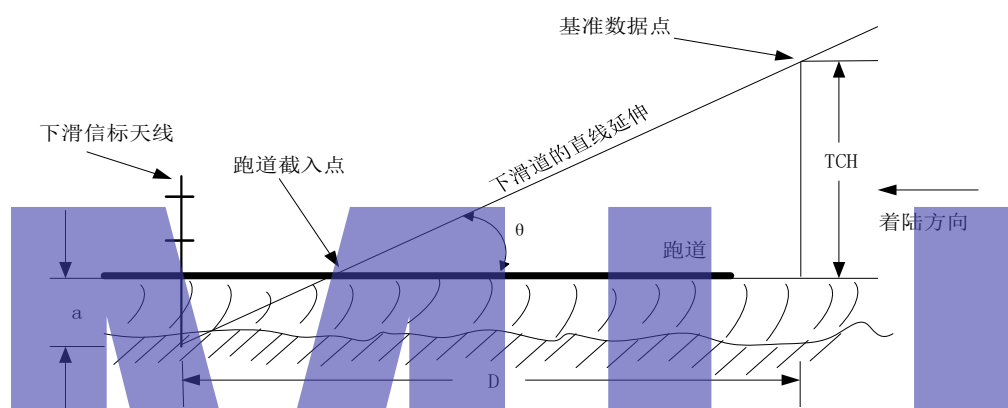
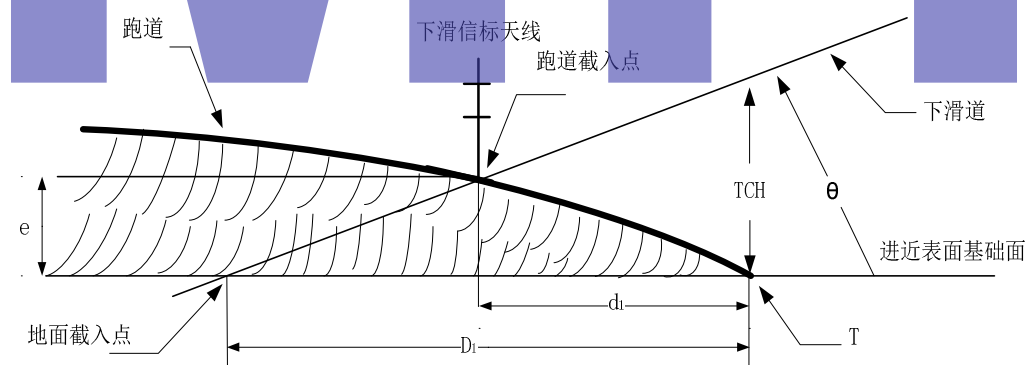


图 B.5 场地横向地形坡度时的下滑信标天线至跑道入口的后撤距离

B. 2.5 当跑道和下滑信标天线场地为不规则坡度的情况时,如图B.6所示。



标引序号说明:

e——跑道入口与跑道截入点之间的标高差，跑道入口高于跑道截入点时取正值，低于截入点时取负值，单位为米(m)；

d_1 ——根据实际情况,假设的下滑信标天线相对于跑道入口的后撤距离,单位为米(m);

D_1 ——理想情况下, 下滑信标天线相对于跑道入口的后撤距离, 单位为米(m);

T——跑道入口。

图 B.6 跑道或场地为不规则坡度情况下滑信标天线至跑道入口的后撤距离

此时，下滑信标天线至跑道入口的后撤距离计算方法如下：

通过公式(B. 7)计算坡度的平均值 S_{avg} ：

$$S_{avg} = \frac{e_T - e_d}{d_1} \dots\dots\dots (B. 7)$$

式中：

S_{avg} ——跑道入口至跑道截入点的平均坡度；

e_T ——跑道入口处的标高，单位为米(m)；

e_d ——跑道截入点处的标高，单位为米(m)；

d_1 ——假设的下滑信标天线相对于跑道入口的后撤距离，单位为米(m)；

把平均坡度当成恒坡，按公式(B. 8)重新计算后撤距离 d ：

$$d = \frac{TCH}{\tan \theta - S_{avg}} \dots\dots\dots (B. 8)$$

式中：

d ——后撤距离，单位为米(m)；

TCH ——跑道入口高度，单位为米(m)；

θ ——下滑角，单位为度(°)；

S_{avg} ——跑道入口至跑道截入点处的平均坡度。

最后通过公式(B. 9)计算得出 e ，并通过 e 值检验距离 d 的合理性：

$$e = TCH - d \times \tan \theta \dots\dots\dots (B. 9)$$

式中：

e ——跑道入口与跑道截入点之间的标高差，跑道入口高于跑道截入点时取正值，低于截入点时取负值，单位为米(m)；

TCH ——跑道入口高度，单位为米(m)；

d ——后撤距离，单位为米(m)；

θ ——下滑角，单位为度(°)；

如果 d 与跑道入口相对高度的真实值等于 e 值，则计算出的距离是合理的。如果实际的相对高度与计算出的不一致，应假设第二个距离 d 然后重新计算，直至距离和高程取得上述方程中的一致。

B. 2. 6 当跑道和下滑信标天线场地有纵向地形坡度，下滑信标天线场地有横向平滑地形坡度时，如图B. 7所示，后撤距离按公式(B. 10)计算：

$$d = \frac{TCH}{\tan \theta - S} \dots\dots\dots (B. 10)$$

式中：

d ——后撤距离，单位为米(m)；

TCH ——跑道入口高度，单位为米(m)；

θ ——下滑角，单位为度(°)。

S ——跑道坡度，跑道入口高于跑道截入点时取正值，低于跑道截入点时取负值。

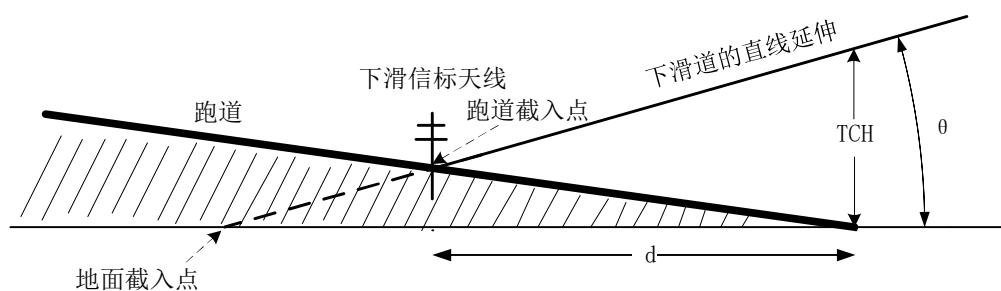


图 B.7 跑道或场地有纵向、横向平滑地形坡度的下滑信标天线至跑道入口的后撤距离

B.2.7 当跑道和下滑信标天线场地有纵向地形坡度，下滑信标天线场地有横向不平滑地形坡度时，如图B.8所示，后撤距离按公式(B.11)计算：

$$d = \frac{TCH + a}{\tan \theta - S} \quad \text{.....(B. 11)}$$

式中：

- d ——后撤距离，单位为米(m)；
- TCH ——跑道入口高度，单位为米(m)；
- a ——下滑信标天线安装地点与该点位置的跑道的标高差，单位为米(m)；
- θ ——下滑角，单位为度(°)；
- S ——跑道坡度，跑道入口高于跑道截入点时取正值，低于跑道截入点时取负值。

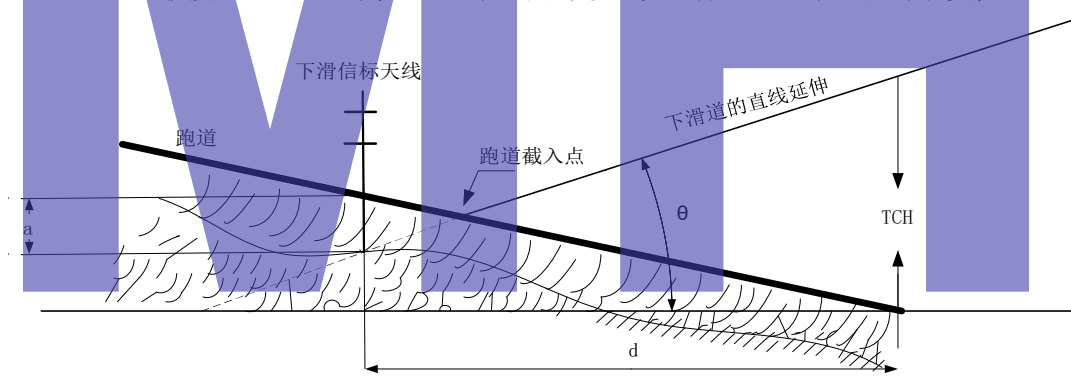
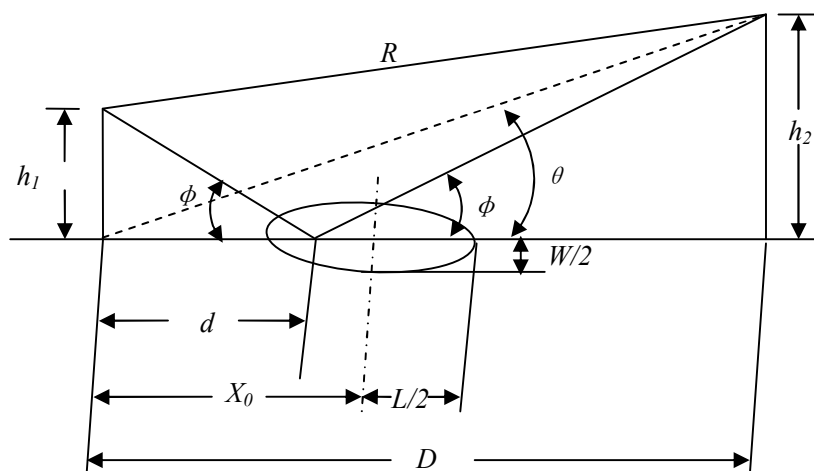


图 B.8 跑道或场地有纵向、横向不平滑地形坡度的下滑信标天线至跑道入口的后撤距离

附 录 C
(规范性)
下滑信标台菲涅尔区计算

C.1 下滑信标台菲涅尔区的大小和位置

下滑信标台菲涅尔区的大小和位置如图 C.1 所示：



标引序号说明：

- h_1 ——下滑信标天线高度；
- h_2 ——航空器位置高度；
- D ——下滑信标天线与航空器之间水平距离；
- R ——下滑信标天线到航空器之间的直达信号路径；
- θ ——下滑角；
- ϕ ——地面反射和入射信号角度；
- d ——下滑信标天线至几何反射点的水平距离；
- X_0 ——下滑信标天线至菲涅尔区中心的水平距离；
- L ——菲涅尔区长度；
- W ——菲涅尔区宽度。

图 C.1 下滑信标台的菲涅尔区

C.2 菲涅尔区的计算

C.2.1 菲涅尔区的长度限制

下滑信标天线至进近航迹反射地面上椭圆形菲涅尔区中心的水平距离按公式(C.1)确定，除新增符号，式中符号的解释见图 C.1 中标引序号说明：

$$X_0 = \frac{D}{2} \left[\frac{1 + \frac{2h_1(h_1 + h_2)}{n\lambda D}}{1 + \frac{(h_1 + h_2)^2}{n\lambda D}} \right] \dots\dots\dots (C. 1)$$

式中:

n ——菲涅尔区的编号;

λ ——下滑信标使用频率对应的波长。

对于零基准天线,使用公式(C.2)和公式(C.3)计算 h_1 和 h_2 。除新增符号,式中符号的解释见图 C.1 中标引序号说明:

$$h_1 = \frac{\lambda}{2\theta} \dots\dots\dots (C. 2)$$

$$h_2 = D\theta_p \dots\dots\dots (C. 3)$$

式中:

θ_p ——航空器所在位置的仰角;

λ ——下滑信标使用频率对应的波长。

替换相关值并去掉可忽略的项,得到公式(C.4)。除新增符号,式中符号的解释见图 C.1 中标引序号说明:

$$X_0 = \frac{D}{2} \left[\frac{n + \frac{\theta_p}{\theta}}{n + \frac{\theta_p}{\theta} + \frac{D\theta_p^2}{\lambda}} \right] \dots\dots\dots (C. 4)$$

如果航空器在下滑道上,则 $\theta_p = \theta$, 对于第一菲涅尔区($n=1$), 下滑信标天线至进近航迹反射地面上椭圆形菲涅尔区中心的水平距离用公式(C.5)表示。式中符号的解释见图 C.1 中标引序号说明:

$$X_0 = \frac{D}{2} \left[\frac{2}{2 + \frac{D\theta^2}{\lambda}} \right] \dots\dots\dots (C. 5)$$

距离下滑信标天线最近和最远的菲涅尔区位置由公式(C.6)~公式(C.8)确定。式中符号的解释见图 C.1 中标引序号说明:

$$X = X_0 \pm \frac{L}{2} \dots\dots\dots (C. 6)$$

$$\frac{L}{2} = \frac{D}{2} \left[\frac{\sqrt{1 + \frac{2 \cdot 2h_1h_2}{n\lambda D}}}{1 + \frac{(h_1 + h_2)^2}{n\lambda D}} \right] \approx \frac{D}{2} \left[\frac{\sqrt{n^2 + 2n}}{n + 1 + \frac{D\theta^2}{\lambda}} \right] \dots\dots\dots (C. 7)$$

$$X_0 \pm \frac{L}{2} = \frac{D}{2} \left[\frac{n+1 \pm \sqrt{n^2 + 2n}}{n+1 + \frac{D\theta^2}{\lambda}} \right] \dots\dots\dots (C. 8)$$

根据下滑信标的波长、下滑角和航空器的位置，就可以计算出下滑信标天线到菲涅尔区中心的距离、距离下滑信标天线最近和最远的菲涅尔区位置以及菲涅尔区的长度。波长的单位为米(m)，下滑角的单位为弧度(rad)。

C. 2. 2 菲涅尔区的宽度限制

菲涅尔区为椭圆形，其短轴的宽度可通过对椭圆的几何分析确定，用公式(C. 9)进行计算。式中符号的解释见图 C. 1 中标引序号说明：

$$\frac{W}{2} = \pm \frac{\sqrt{n\lambda D}}{2} \sqrt{\frac{1 + \frac{4h_1 h_2}{n\lambda D}}{1 + \frac{(h_1 + h_2)^2}{n\lambda D}}} \approx \pm \frac{\sqrt{n\lambda D}}{2} \sqrt{\frac{n+2}{n+1 + \frac{D\theta^2}{\lambda}}} \dots\dots\dots (C. 9)$$

根据菲涅尔区的编号和下滑信标天线使用频率对应的波长，可得整个短轴的宽度。

C. 2. 3 几何反射点

下滑信标天线到几何反射点的距离和反射角由公式(C. 10)～公式(C. 12)确定。式中符号的解释见图 C. 1 中标引序号说明：

$$\tan \phi = \frac{h_1}{d} = \frac{h_2}{D-d} \dots\dots\dots (C. 10)$$

$$d = \frac{h_1 D}{h_1 + h_2} \dots\dots\dots (C. 11)$$

$$\tan \phi = \frac{h_1 + h_2}{D} \dots\dots\dots (C. 12)$$

附录 D
(资料性)
下滑信标设备和天线类型选择

当下滑信标台场地保护区前方地形基本平坦时，可选用零基准天线；图D. 1a)中所示的地形条件下，优先选用捕获效应天线，其次选用边带基准天线；在图D. 1b)中所示的地形条件下，选用捕获效应天线或边带基准天线；在图D. 1c)中所示的地形条件下，选用边带基准天线；在图D. 1 d)中所示的地形条件下，优先选用捕获效应天线，其次选用边带基准天线。

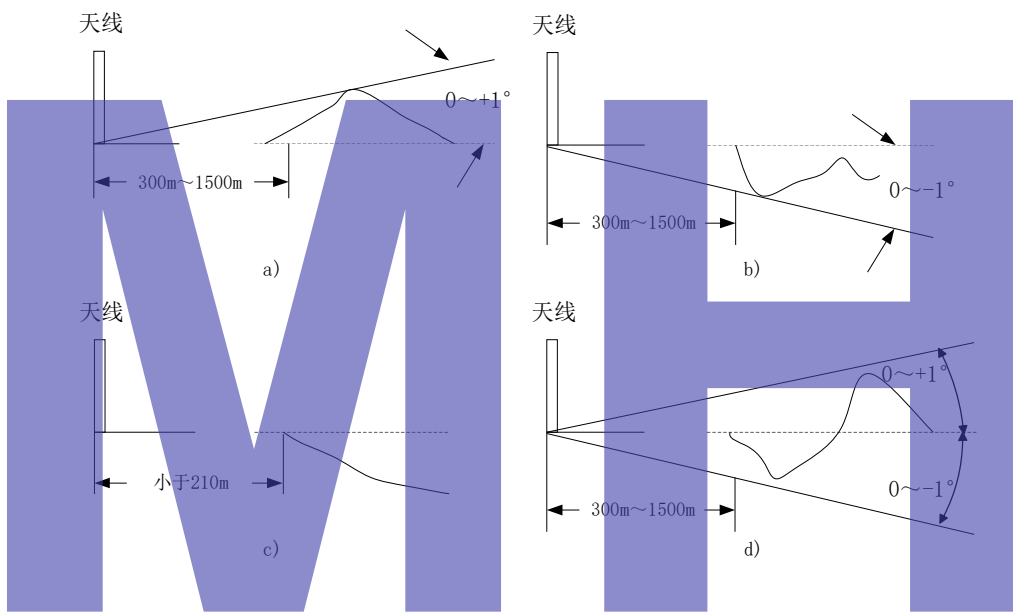


图 D. 1 下滑信标台保护区前方不同地形示例