|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

民用航空地基增强系统（GBAS）地面设备

规划建设指导材料

（征求意见稿）

1. 总 则
2. 为有序推进民用航空地基增强系统（GBAS）技术的科学应用，指导GBAS地面设备的规划、设计和建设工作，依据《民用机场建设管理规定》、《民用航空导航设备开放与运行管理规定》、《卫星导航地基增强系统开放与运行管理实施细则》、《民用航空导航台建设指导材料》和《运输机场总体规划规范》等法规标准要求，制定本指导材料。
3. 本材料适用于GBAS地面设备前期规划、可行性研究、初步设计编制、建设实施等阶段的工作。
4. 本材料适用于支持GAST-C（对应于Ⅰ类精密进近）的GBAS地面设备。
5. 中国民用航空局（以下简称民航局）对GBAS地面设备的规划、建设和运行实施统一监督管理。
6. 民航地区管理局（以下简称地区管理局）对本辖区内GBAS地面设备的规划、建设和运行实行监督管理，统筹指导本地区用于支持GBAS应用的电离层监测工作。
7. 为切实发挥GBAS地面设备及其支撑的GLS飞行程序在优化航班运行方式、提升机场容量效率、提高安全运行能力和发挥智慧绿色潜能方面的优势，需要机场管理机构、航空运输企业和空管运行单位各司其职、共同谋划、协同推进。
8. 总体规划和项目建议阶段
9. 工作要求和内容构成
10. 在提出GBAS地面设备建设规划时，应根据空域航线结构、基地航空公司机载设备配置和人员资质能力的发展规划，开展机场终端区容量提升和运行效率提升效果评估预测。
11. 提出GBAS地面设备建设规划或提出项目建议前，应当具备以下条件：

（一）GBAS地面设备建设单位协同机场管理机构、空管运行单位和航空运输企业等相关单位，完成第七条规定的评估工作，确定GLS运行实施具备必要性及可行性。

（二）机场规划总平面图中已预留GBAS地面设备及配套设备的初选台址。

（三）卫星导航系统（GNSS）信号满足GBAS稳定可靠运行要求。

1. GBAS地面设备建设规划或项目建议书中，应包含以下内容：

（一）机场管理机构、空管运行单位和航空运输企业等相关单位针对GBAS建设规划的意见。

（二）GBAS地面设备台站及配套设备的初选台址及总体布局。

（三）机场终端区的电离层总体情况评估报告。

1. 电离层总体情况评估
2. 电离层总体情况评估报告应由GBAS设备生产厂家提供，并经建设单位组织专家评审，应包括数据来源、统计时长、数据内容、卫星星座运行情况评价、电离层情况统计和结论等内容。
3. 数据来源优先采用连续运行参考站系统CORS站（国家连续运行参考站网等）监测数据，也可自建监测站，监测数据至少应包括每日梯度均值、标准差等变化情况。任意类型的监测站应至少选取2个。
4. CORS站监测数据时间应尽可能接近1个太阳周期，自建站数据采集时长应至少持续12个月，并由此建立电离层梯度模型，分析内容包括电离层梯度的变化情况。
5. 卫星星座运行状况评价内容应包括卫星星座可用星数量、卫星的用户测距精度值、卫星/星座完好性参数、卫星/星座连续性参数、卫星/星座可用性参数。
6. 电离层总体情况评估报告结论应包括终端区可接收的星座支持GBAS运行的总体情况和电离层对GBAS运行的总体影响情况，并给出GBAS运行能力的总体预估。
7. 可行性研究阶段
8. 工作要求和内容构成
9. 可行性研究工作通常应在GBAS地面设备纳入机场总体规划并经批准后开展。可行性研究报告内容应符合《民用运输机场建设工程项目（预）可行性研究报告编制办法》（MD-PL-2008-01）的相关要求。
10. 在开展GBAS地面设备建设可行性研究时，相关单位应同步开展以下工作：

（一）研究GBAS技术所支持的曲线进近程序、可变下滑角和可变跑道入口等运行方式在本机场运行的可行性和实际效果，提出发挥GBAS技术优势的GLS飞行程序方案。

（二）开展机场终端区电离层性能分析评估，明确GBAS技术在本机场的可用性。

（三）优化GBAS地面设备台站的选址和设施布局，明确对台站周边环境的管控要求。

1. GBAS地面设备建设可行性研究报告至少应包含以下内容：

（一）适用于机场管理机构、空管运行单位和航空运输企业的运行初步方案；

（二）机场终端区电离层性能分析评估报告；

（三）台站的选址方案及其可行性分析；

（四）GLS飞行程序初步方案。

1. 电离层性能分析评估
2. 电离层性能分析评估报告应由GBAS设备生产厂家提供，并经建设单位组织专家评审，应包括监测站基本信息及数据来源、数据内容、电离层监测数据处理与建模、性能评估、结论和建议。
3. 低纬度地区机场应自建电离层监测站，并结合外部CORS站数据开展综合评估；中纬度地区可优先采用外部CORS站数据进行电离层评估，在外部CORS站数据不满足评估要求情况下，应自建电离层监测站（监测站布局与选址参见附件）。
4. 电离层监测数据采集时长应至少持续12个月，性能分析部分内容应至少包含：

（一）电离层梯度的变化情况，如：每日梯度均值、标准差等变化情况；

（二）电离层异常事件记录与分析，包含梯度异常事件；

（三）监测时间内GBAS服务性能的评估结果，包括基于机场区域电离层模型和电离层缓解措施的GBAS性能评估。（注：若实际监测分析中，发现不可用的时间和区域，需在报告中指出）。

注：低纬度地区应增加电离层闪烁指数的变化情况和电离层闪烁异常事件。

电离层性能分析评估报告的结论与建议应包括明确监测站所在区域的电离层活动情况，结合实际情况提出电离层影响对GBAS运行风险的缓解措施，确认电离层影响对GBAS长期运行的风险。

1. 建设实施
2. GBAS地面设备的技术指标应满足MH/T 4045-2017《民用航空地基增强系统（GBAS）地面设备技术要求——I类精密进近》的相关要求。
3. GBAS地面设备的选址应按照《民用航空通信导航监视台（站）设置场地规范　第１部分：导航》（MH／T 4003.1）及《民用航空通信导航监视台（站）设置选址技术审查办法》实施。
4. GBAS地面设备的甚高频数据广播（VDB）设备应获得频率使用许可。
5. GBAS地面设备的建设单位或测试单位，应按照《卫星导航定位基准站建设备案办法（试行）》（国测法发〔2016〕4号）有关要求，在开工建设30日前，通过卫星导航定位基准站建设备案管理信息系统向测绘地理信息行政主管部门进行备案。
6. GLS程序应使用虚拟设定的跑道入口点（FTP点），FTP点应延跑道中线向跑道内撤10米以上，最大移动距离 X = （H1 – H2）/ tan 3°。

注：1.H1为ILS进近程序跑道入口高度，或GLS进近程序推算实际跑道入口位置对应高度；H2为GLS精密进近程序跑道入口高度，H1和H2均应符合跑道入口高度要求。

2.应保证精密进近航道指示器灯光角度和一致性满足运行要求。



图1 FTP点最大移动距离计算样例

1. 开放运行
2. GBAS地面设备的开放运行按照《卫星导航地基增强系统开放与运行管理实施细则》(AC-85-TM-2020-01)实施。
3. GBAS地面设备进入运行观察期后，空管运行单位应保持对终端区电离层活动的关注和相关数据的收集；机场管理机构应合理安排航空运输企业安排具备资质的航班开展为期12个月的运行观察；航空运输企业应收集完整的航空器使用GLS程序情况以及GNSS导航源异常情况，协助机场管理机构和空管运行单位根据观察情况评估决定GLS运行规则。
4. 通常情况下，运行观察期间航班使用GLS程序应不少于每周1次，每月统计使用时段应覆盖正午、日出前后等电离层活动敏感时段。
5. 一套GBAS地面设备作为独立的普通卫星导航定位基准站管理。其基准接收天线坐标信息、基准站站点信息、卫星观测数据，应按照《关于规范卫星导航定位基准站数据密级划分和管理的通知》（国测成发〔2016〕1号）进行管理。
6. 附 则
7. 本指导材料自2025年 月 日生效实施。

附件

电离层监测实施指南

1. 电离层监测站选址和布局
2. 电离层监测数据可由外部CORS站获取，也可以由建设管理单位自行建设电离层监测站。
3. 自建监测站环境通常应满足以下要求：

（一）距离易产生多路径效应的地物（如高大建筑、树木、水体、海滩和易积水地带等）的距离应大于 200m。满足多径效应值≤0.4m的多路径指标要求；

（二）应有 10°以上地平高度角的卫星通视条件；困难环境条件下，高度角可放宽至 25°，遮挡物水平投影范围应低于 60°；

（三）距微波站和微波通道、无线电发射台、高压线穿越地带等电磁干扰区距离应大于 200m；

（四）避开采矿区、铁路、公路等易产生振动的地带；

（五）应顾及未来的规划和建设，选择周围环境变化较小的区域进行建设。

1. 若选择在机场终端区自建电离层监测站，应至少设置2个监测站。监测站位置应尽量使实际基线沿 GBAS提供服务的跑道方向。各个站点的布设应避免直线形布设，应近似成菱形布设，两个监测站之间几何距离应满足不小于200m，且不大于50km范围内。
2. 低纬度地区应至少设置3个监测站，以同时具备监测电离层梯度和电离层闪烁的能力。 中纬度地区监测站应至少具备电离层梯度监测能力。电离层监测设备应具备至少全天候24小时连续实时采集能力。

当选用外部CORS站数据做电离层评估分析时，CORS站应具备电离层梯度监测能力。选取的站点数量应至少2个，站点与机场中心点距离应小于100km。

第二章 电离层监测数据要求

1. 电离层监测数据应至少包括BDS B1I/B1C/B2a和GPS L1/L5信号的数据，根据需要可扩展提供GLONASS、Galileo等信号的数据。
2. 电离层梯度监测原始观测数据应至少包括：伪距、载波相位、多普勒频移、载噪比和导航电文等。卫星观测数据采样频率应不低于1/30 Hz，推荐使用更高采样频率的观测数据。多路径影响应满足多径效应值≤0.4m要求。监测数据应支持RINEX 2.10以上版本的数据格式，建议使用RINEX 3.02数据格式。

电离层闪烁监测数据应包括电离层幅度闪烁指数S4。专用电离层闪烁接收机的原始观测数据采样频率应不低于20Hz，推荐使用更高的采样频率。针对幅度闪烁指数S4，输出数据采样间隔至少为60s。

第三章 电离层数据分析和评估

1. 电离层梯度是监测电离层活动的主要目标参数之一，为了得到精确的电离层梯度，需要对所采集到关键数据进行分析评估：

（一）电离层延迟分析：利用精确的测距数据估算电离层延迟，推荐使用双频伪距估计穿刺点处的电离层延迟；

（二）电离层梯度分析：可使用单站法、双站法或其它被ICAO认可的方法，利用电离层延迟估计两个穿刺点之间的电离层梯度，推荐使用双站法进行电离层梯度估计。

1. 电离层闪烁主要监测指标为GNSS信号的幅度闪烁指数S4，需要处理得到电离层闪烁时的S4指数。电离层建模包括正常电离层梯度模型、异常电离层梯度模型、异常电离层闪烁模型。
2. 正常电离层梯度模型需统计长期电离层梯度变化情况，包括：

（一）电离层梯度均值和标准差每日变化情况；

（二）（全年）电离层梯度标准差；

（三）（全年）电离层梯度概率分布情况；

（四）（全年）电离层梯度高斯膨胀系数和膨胀后的梯度标准差等参数。

1. 异常电离层梯度模型需记录：

（一）异常事件发生时间；

（二）异常事件持续时间；

（三）异常梯度最大值；

（四）电离层锋面移动方向；

（五）电离层锋面速度。

1. 异常电离层闪烁模型需记录：

（一）异常事件发生次数；

（二）异常事件发生时间；

（三）异常事件持续时间；

（四）（全年）电离层闪烁指数与卫星信号失锁概率的关系。

1. 为保证评估的完整性和充分性，电离层性能评估通常按照下列类型开展：

（一）基于实际监测数据的GBAS性能评估。

（二）基于机场区域电离层模型的GBAS性能评估。

（三）在缺少太阳活动高年的GNSS观测数据的情况下，建议使用亚太地区电离层威胁模型（APAC GITM）替代机场区域异常电离层梯度模型，进行太阳活动高年电离层对GBAS性能影响的分析评估。

（四）如具备电离层缓解措施，应针对机场区域异常电离层模型和电离层缓解措施，进行电离层对GBAS性能影响的分析评估。