



团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

# 实景三维 低空空域管控服务技术规程

Sevices technical code of practice for low-altitude airspace control based on 3D real scene

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

发 布

目 次

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 数据的内容与组织 ..... 2

    4.2 更新与质量控制方法 ..... 2

    4.3 服务系统架构与运行环境 ..... 2

    4.4 系统应用功能与服务接口 ..... 3

    4.5 安全保障与运维体系 ..... 3

5 数据内容与要求 ..... 3

    5.1 时空基准 ..... 3

    5.2 地理场景数据 ..... 3

    5.3 地理实体数据 ..... 3

    5.4 物联感知数据 ..... 4

    5.5 低空空域管控专题数据 ..... 4

    5.6 目视航图对象（有人机）概念模型-要素分类 ..... 6

6 数据更新与管理 ..... 7

    6.1 数据更新 ..... 7

    6.2 组织管理 ..... 8

7 服务系统架构与运行环境 ..... 9

    7.1 系统架构 ..... 9

    7.3 系统应用功能 ..... 10

    7.4 系统服务接口 ..... 14

8 安全保障与运维 ..... 15

    8.1 安全保障 ..... 15

    8.2 系统运维 ..... 18

参考文献 ..... 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。

本文件由中国测绘学会提出并归口。

本文件起草单位：湖南省第一测绘院、北京帝测科技股份有限公司、……。

本文件主要起草人：暂略。

# 实景三维 低空空域管控服务技术规程

## 1 范围

本文件规定了以实景三维为时空数据基底的低空空域管控服务总体技术流程、数据内容要求、数据更新与管理、服务技术与接口、安全保障与运维。

本文件适用于以实景三维为时空数据基底的低空空域划设与管理、三维目视航图编制、航路航线规划、机场智能选址、机场净空管理、飞行程序设计、无人机综合管理等。

本文件未规定的其他要求，应参照国家和行业相关标准执行。

## 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。

- GB/T 13989-2012 国家基本比例尺地形图分幅和编号
- GB/T 14268-2008 国家基本比例尺地形图更新规范
- GB/T 17798 地理空间数据交换格式
- GB/T 20269 信息安全技术 信息系统安全管理要求
- GB/T 20270 信息安全技术 网络基础安全技术要求
- GB/T 20271 信息安全技术 信息系统通用安全技术要求
- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 28827.1 信息技术 服务运行维护 第1部分：通用要求
- GB/T 32924-2016 信息安全技术 物联网安全预警指南
- GB/T 33183 基础地理信息 1:50000 地形要素数据规范
- GB/T 33462 基础地理信息 1:10000 地形要素数据规范
- GB/T 33474-2016 物联网 参考体系结构
- GB/T 36635-2018 信息安全技术 物联网安全监测基本要求与实施指南
- GB/T 37971 信息安全技术 智慧城市安全体系框架
- GB/T 7859 计算机信息系统安全保护等级划分准则
- CH/T 1032 归档测绘文件质量要求
- CH/T 1045 测绘地理信息档案著录规范
- CH/T 3026-2023 实景三维数据倾斜摄影测量技术规程
- CH/T 8024-2011 机载激光雷达数据获取技术规范
- CH/T 9008.3 基础地理信息数字成果 1:500、1:1000、1:2000 数字正射影像图
- CH/T 9009.2 基础地理信息数字成果 1:5000、1:10000、1:25000、1:50000、1:100000 数字高程模型
- CH/T 9009.3 基础地理信息数字成果 1:5000、1:10000、1:25000、1:50000、1:100 000 数字正射影像图
- CH/T 9015-2012 三维地理信息模型数据产品规范
- MH/T 5065.1-2023 通用机场选址技术指南 第1部分：跑道型机场
- MH/T 4052-2021 通用航空飞行动态数据传输规范
- 基础地理实体数据成果规范（试行）
- 地理场景数据成果规范（试行）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 基础地理信息要素 Fundamental geographic information feature

基础地理信息所描述的地理要素。

### 3.2

#### 实景三维 3D real scene

对人类生产、生活和生态空间进行真实、立体、时序化反映和表达的数字虚拟空间，通过在三维地理场景上承载结构化、语义化、支持人机兼容理解和物联实时感知的地理实体进行构建。

### 3.3

#### 地理场景 Geographic Scene

现实地理世界中客观存在的自然或人文景观。

### 3.4

#### 地理实体 Geographic Entity

现实世界中占据一定连续空间位置和范围、单独具有同一属性或完整功能的地理对象。

### 3.5

#### 图元 Geometry Element

空间内单一、连通并用于表达实体几何特征的矢量图形对象。以点、线、面等形式表达的图元为二维图元，以体的形式表达的图元为三维图元。

### 3.6

#### 低空空域 Low-altitude Airspace

通常指地球表面以上可供航空器飞行的真高1000m（含）以下的空域范围，根据地面特性和实际需求可扩展至3000米以下空域。

### 3.7

#### 物联感知 Internet of Things sensing

通过物联网技术，将传感器、设备和物体连接到互联网，实现对物理世界的感知、数据采集和实时监控。

### 3.8

#### 激光点云 Lidar point cloud

发射激光束并接收物体回波信号从而获取目标三维信息的点数据集合。

### 3.9

#### 元数据 (Metadata)

又称中介数据、中继数据，为描述数据的数据 (data about data)，主要是描述数据属性 (property) 的信息，用来支持如指示存储位置、历史数据、资源查找、文件记录等功能。

## 4 总体要求

提出实景三维低空空域管控服务技术总体要求与流程，主要包括数据的内容与组织、更新与质量控制方法、服务系统架构与运行环境、系统应用功能与服务接口、安全保障与运维体系等要求。具体要求如下：

### 4.1 数据的内容与组织

数据内容应全面、准确，能够真实反映低空空域的三维场景和相关信息。

数据组织应合理、高效，便于快速检索、更新和管理。

数据格式应与行业标准兼容，确保数据的通用性和互操作性。

### 4.2 更新与质量控制方法

应建立定期更新机制，确保数据的时效性和准确性。

更新过程中应采用合适的质量控制方法，避免数据失真或损坏。

对于重要数据或关键区域，应实施更严格的更新和质量控制措施。

### 4.3 服务系统架构与运行环境

服务系统架构应稳定、可靠，能够支持大规模并发访问和高效数据处理。  
运行环境应满足系统性能要求，包括硬件设施、网络带宽和安全性等方面。  
系统应具备良好的可扩展性和灵活性，以适应未来业务发展和技术升级的需求。

#### 4.4 系统应用功能与服务接口

系统应提供丰富的应用功能，满足用户在不同场景下的需求。  
服务接口应标准化、开放化，便于与其他系统进行集成和交互。  
系统应具备高效的数据传输和渲染能力，以提供流畅的用户体验。

#### 4.5 安全保障与运维体系

建立完善的安全保障机制，确保数据和服务的安全性、保密性和完整性。  
运维体系应健全、高效，能够及时响应和处理各种故障和问题。  
定期对系统进行安全检查和性能评估，及时发现并消除潜在的安全隐患和性能瓶颈。

### 5 数据内容与要求

#### 5.1 时空基准

坐标系统采用 CGCS2000，如确有需要，可采用依法建设的地方独立坐标系。当采用其他坐标系统时，应与 CGCS2000 建立联系。

高程基准采用 1985 国家高程基准。

时间基准采用公元纪年和北京时间。

地图投影与分带宜采用高斯—克吕格 3° 分带投影，确有必要时，可采用高斯—克吕格 1.5° 分带投影。

#### 5.2 地理场景数据

##### 5.2.1 地形级地理场景数据

城镇开发边界外的地理场景数据，宜采用《地理场景数据成果规范（试行）》中规定的省级层面地形级场景数据，包括数字高程模型（DEM）、数字表面模型（DSM）、数字正射影像（DOM）等。数据格式采用通用的TIFF等格式，也可采用GB/T 17798 规定的格网数据交换格式。

城镇开发边界外地形级场景数据的平面位置与高程等精度应参照《地理场景数据成果规范（试行）》中省级层面地形级场景数据的要求，以及符合CH/T 9015—2012、CH/T 9009.2、CH/T 9008.3、CH/T 9009.3 等标准的规定。面向如空域划设等对地形、地表、地物数据平面与高程精度要求不高的服务用途时，城镇开发边界内也可采用地形级场景数据，且精度可放宽至满足《地理场景数据成果规范（试行）》中国家层面级地形级场景数据的要求即可。

##### 5.2.2 城市级地理场景数据

城镇开发边界内的地理场景数据，宜采用《地理场景数据成果规范（试行）》中规定的省级层面城市级场景数据，主要包括倾斜摄影三维模型数据、激光点云数据等。倾斜摄影三维模型数据采用 OSGB 等格式，激光点云数据采用LAS等格式。

城镇开发边界内城市级场景数据的平面位置与高程等精度应满足《地理场景数据成果规范（试行）》中省级层面城市级场景数据的要求，以及符合CH/T 9015—2012、CH/T 8024-201、CH/T 3026-2023等标准的规定。面向如机场管控等对地表、地物数据精度要求高的用途时，其对应城镇开发边界外区域的地理场景数据也宜采用省级层面城市级场景数据。

#### 5.3 地理实体数据

##### 5.3.1 基础地理实体数据

基础地理实体数据可作为低空空域管控用途的专题地理实体和相关信息的定位框架与承载基础，包括自然、人工、管理等不同类型。面向空域划设等对地理实体高程的可视化和分析需求较高用途时，基础地理实体的图元应采用三维图元，其余可采用二维图元。由二维图元构成的基础地理实体数据采用

ShapeFile、DXF、DWG、MDB、PostGIS等格式；由三维图元构成的基础地理实体数据采用 OSGB、OBJ、MAX 等格式。实体属性及实体关系需单独记录时采用 Excel、RDF、Access、MDB 等格式，规范化记录时采用 RDF 格式。

地理场景数据为地形级时，对应基础地理实体的平面与高程精度要求应优于《基础地理实体数据成果规范（试行）》中省级层面地形级基础地理实体的要求；地理场景数据为城市级时，对应基础地理实体的平面与高程精度要求应参照《基础地理实体数据成果规范（试行）》中省级层面城市级基础地理实体的要求。

### 5.3.2 专题地理实体数据

专题地理实体数据是为满足低空空域管控专题需求，由基础地理实体派生、细化、丰富、补充完善的地理实体数据，主要包括飞行障碍物（如高压线、通信塔、风力发电站、测风塔等）与空域管控专题地理实体数据（如管制空域内容有关地理实体数据，核设施控制区域、重要军工设施保护区域、射电天文台、雷达站、航空无线电导航台、卫星测控（导航）站等）。

专题地理实体数据格式与精度要求参照基础地理实体。

### 5.4 空域管理网格数据

空域网格划分与编码采用《新型基础测绘与实景三维中国建设技术文件-3 基础地理实体空间身份编码规则》中“二维网格位置码”与“三维网格位置码”的编码规则。编码层级根据无人驾驶航空器大小确定，对应编码长度由网格层级确定，见下表：

| 无人驾驶航空器尺寸 | 网格层级 | 网格边长（约） |
|-----------|------|---------|
| <0.5米     | 14   | 0.97米   |
| 0.5米~8米   | 13   | 7.73米   |
| >8米       | 11   | 61.84米  |

每个空域管理网格具备数据容器特性，可存放或通过编码挂接低空空域管控专题属性信息（具体见5.6节），可采用GDB等格式存储。

### 5.5 物联感知数据

物联感知数据是为满足低空空域管控专题需求，基于物联网接入的监控视频、环境监测、变形监测、手机信令等传感信息。数据格式包括结构化、半结构化和非结构化等不同格式的数据。对应数据的解析、清洗、时空化处理、一致性处理、时空关联与融合等应符合GB/T 33474-2016 等标准的规定。

支持协议包括但不限于各类网络协议、数据解析协议、无线传输协议：

- 支持网络协议宜包含 HTTP/HTTPS、FTP/FTPS、SFTP、SSH、Syslog、SNMP 等协议；
- 支持解析协议包括 AMQP、MQTT、CoAP、XMPP、Zigbee、LoRa 等。
- 支持无线传输协议宜包含 WIFI、RFID、NB-IoT、LoRa、Bluetooth、ZigBee 等典型物联网协议以及 2G/3G/4G/5G 等移动通信网络中用于物联网领域的相关协议。

### 5.6 低空空域管控专题数据

#### 5.6.1 飞行计划过程管理数据

飞行计划过程管理数据是确保飞行安全、高效运行的关键环节，它涉及飞行任务的多个方面，包括飞行前的准备、飞行中的监控以及飞行后的评估等。以下是对飞行计划过程管理数据的详细阐述：

| 数据名称         | 包含数据项                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 通用航空飞行计划基础信息 | 1) 申请用户：申请通用航空飞行计划的单位或个人。<br>2) 任务性质：通用航空飞行作业的性质。<br>3) 飞行规则：通用航空器的飞行规则。<br>示例：仪表飞行/目视飞行/仪表+目视飞行。<br>4) 呼号：通用航空器呼号。<br>5) 开始时间：通用航空飞行计划预计开始的北京时间。<br>6) 结束时间：通用航空飞行计划预计结束的北京时间。<br>7) 提交时间：通用航空飞行计划申请提交的北京时间。<br>8) 受理单位：通用航空飞行计划的受理单位。 |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | 9) 联系人：通用航空飞行计划申请联系人。<br>10) 联系电话：通用航空飞行计划申请联系人的手机号码。<br>11) 飞行员信息：飞行员的相关信息。<br>12) 机组成员：通用航空器的机组成员信息。<br>13) 备注：通用航空飞行计划中需说明的其它事项。<br>14) 空域信息：通用航空器飞行空域相关信息，应包含空域名称、空域类型、空域高度、空域范围、空域内航行宽度等信息。<br>15) 通用航空器信息：执行该通用航空飞行计划的航空器信息，应包含机型、机号、地址码、机载设备等。<br>16) 起降机场/起降点信息：通用航空飞行计划中通用航空器的起降机场或起降点相关信息。                                                                     |
| 通用航空飞行计划空域信息       | 1) 名称：飞行区域或航线的名称。<br>2) 水平范围：包括航线、圆形区域、扇形区域、多边形区域。<br>3) 高度类型：飞行空域高度类型，包括标准气压高度、场面气压高度和修正海平面气压高度。<br>4) 高度上限：飞行空域高度最大值，单位米。<br>5) 高度下限：飞行空域高度最小值，单位米。<br>6) 备注：此空域中其它需说明事项。<br>7) 圆心点名称：圆形区域中心点名称。<br>8) 圆心点坐标：圆形区域中心点坐标。<br>9) 半径：圆形区域半径，单位千米。<br>10) 航路宽度：飞行航路宽度，单位千米。（数据传输标准，）<br>11) 空域点信息：飞行区域边界点或飞行航线途经点信息。<br>12) 水平范围形状：可使用&、 、~、() 计算符号形状，基础形状或由基础形状加计算符号计算的形状。 |
| 通用航空飞行计划空域点信息      | 1) 名称：区域边界点或飞行途经点名称。<br>2) 经纬度：区域边界点或飞行途经点坐标。<br>3) 类型：区域边界点或飞行途经点类型，包括途经点和途经民航航路。<br>4) 航路点信息：航线中途经民航航路点名称。                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 通用航空飞行计划起降机场/起降点信息 | 1) 名称：起降机场/起降点名称。<br>2) 经纬度：起降机场/起降点坐标。<br>3) 类型：起降机场/起降点类型，包括起降机场/起降点和备降机场/备降点。                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 通用航空器信息            | 1) 机型：通用航空器型号。<br>2) 机号：通用航空器机号。<br>3) 北斗号：通用航空器上北斗设备编号。<br>4) 地址码：通用航空器的24位地址码。<br>5) 机载设备：通用航空器上机载设备信息。                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 通用航空飞行计划附件信息       | 1) 通用航空飞行计划编号：附件对应的通用航空飞行计划编号。<br>2) 附件编号：附件的唯一识别编号，使用UUID表示。<br>3) 附件名称：附件文件名称。<br>4) 附件内容：附件文件的具体内容。                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 通用航空飞行计划审批流程信息     | 1) 飞行计划编号：审批流程信息对应的通用航空飞行计划编号。<br>2) 审批责任单位：负责协调审批通用航空飞行计划的单位。<br>3) 审批涉及单位：审批通用航空飞行计划需涉及到的单位。<br>4) 服务单位：为该飞行活动提供服务的单位。                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 通用航空飞行计划审批信息       | 1) 飞行计划编号：审批流程信息对应的通用航空飞行计划编号。<br>2) 审批单位：审批通用航空飞行计划的单位。<br>3) 审批状态：审批单位签批结果。<br>4) 审批时间：审批单位审批完成的北京时间。<br>5) 审批意见：审批单位的意见。                                                                                                                                                                                                                                              |
| 通用航空飞行计划动态信息       | 1) 通用航空飞行计划状态：通用航空飞行计划当前的执行状态，包括未执行、执行中、执行完成等。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | 2) 执行架次：通用航空飞行计划中航空器起落架次数。<br>3) 实际执行时间：通用航空飞行计划实际开始执行的北京时间。<br>4) 实际完成时间：通用航空飞行计划实际执行完成的北京时间。                                                                                                                                                                                                                                  |
| 通用航空长期飞行计划 | 1) 计划编号：通用航空长期飞行计划的唯一标识。<br>2) 通用航空飞行计划基础信息。                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 通用航空次日飞行计划 | 1) 计划编号：通用航空次日飞行计划的唯一标识。<br>2) 长期飞行计划编号：此计划所关联的通用航空长期飞行计划编号。<br>3) 通用航空飞行计划基础信息。                                                                                                                                                                                                                                                |
| 通用航空当日飞行计划 | 1) 计划编号：通用航空当日飞行计划的唯一标识。<br>2) 次日飞行计划编号：此计划所关联的通用航空次日飞行计划编号。<br>3) 通用航空飞行计划基础信息。<br>4) 通用航空飞行计划动态信息。                                                                                                                                                                                                                            |
| 起飞申请审批信息   | 1) 计划编号：通用航空当日飞行计划的唯一标识。<br>2) 通用航空飞行计划审批信息。                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 飞行动态       | 1) 计划编号：通用航空当日飞行计划的唯一标识。<br>2) 报告类型：报告起飞、降落、告警等信息。<br>3) 报告时间：报告该动态的时间。<br>4) 位置：通用航空器当前飞行位置。<br>5) 气压高度：通用航空器当前飞行的标准气压高度/场面气压高度/修正海平面气压高度。<br>6) 海拔高度：通用航空器当前飞行的海拔高度。<br>7) 速度：通用航空器当前飞行的地速/空速。<br>8) 航向：通用航空器当前飞行航向。<br>9) 通用航空器信息：当前飞行的通用航空器信息。<br>10) 说明信息：飞行过程中的情况说明。<br>11) 高度标识：当前报告航空器高度的标识。<br>12) 参考面信息：气压高度计算参考面的信息。 |

5.6.2 空域数据

空域数据是民航领域中的重要组成部分，它涵盖了多个方面的信息，以确保航空活动的安全、高效和有序进行。以下是空域数据的主要内容概述：

| 数据名称      | 包含数据项                                                                                 |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 空域基础数据    | 1) 空域边界和分区信息：包括低空空域的界限、高度、分区及其属性等。<br>2) 空域使用规则：针对不同空域分区制定的飞行规则、限制条件和使用时间等。           |
| 飞行计划与管理数据 | 1) 飞行计划信息：包括飞行器类型、飞行路径、起飞和降落时间、飞行高度和速度等。<br>2) 飞行审批与许可数据：记录飞行申请的审批状态、许可期限和限制条件等。      |
| 空中交通数据    | 1) 实时飞行位置报告：通过ADS-B（广播式自动相关监视）等技术获取的飞行器实时位置数据。<br>2) 飞行冲突检测与告警信息：系统检测到潜在飞行冲突时生成的告警信息。 |
| 气象与情报数据   | 1) 实时气象观测和预报数据：包括风向、风速、温度、湿度、能见度等气象要素。<br>2) 航行通告（NOTAM）：关于空域限制、设备故障、障碍物、军事活动等信息的通告。  |
| 地面设施数据    | 1) 机场和起降点信息：位置、设施、服务能力等。<br>2) 导航设施：包括地面导航台站的位置、类型和工作状态等。                             |
| 紧急响应与安全数据 | 1) 应急救援预案：包括紧急情况下的应对措施、联系信息和救援资源等。<br>2) 安全事件记录：记录违反空域规定、事故和紧急情况的详细信息。                |

5.7 目视航图对象（有人机）概念模型-要素分类

5.7.1 按照通俗理解分类共分为三大类：基础地理信息要素、障碍物要素、航空要素，具体内容见 5.7.2。

5.7.2 按照矢量地图要素分层标准共分为 18 个要素层，以下是全要素内容，实际表示内容不一定全部表示，要根据用途进行增删改。

5.7.2.1 测量控制点：三角点、水准点等。

5.7.2.2 工农业社会文化设施：水塔、矿井、油气田和井架、露天矿、采掘场、油库、煤气库、塔形建筑物、电视发射塔、雷达、卫星地面站、无线电杆、科学观测台、古塔、要塞、文物古迹、避雷针、J 事观测站、电视台、发电厂、变电所、教堂、清真寺、庙宇、体育场、长城、城墙等等。

5.7.2.3 居民地及附属设施：中国首都、外国首都、重要城市、主要城市、一般城市、乡镇级居民地、其他居民地、独立房屋、居民地逻辑中心、高层房屋、废墟、窑洞、蒙古包等。

5.7.2.4 陆地交通：标准轨复线铁路、标准轨单线铁路、窄轨铁路、轻便铁路、建筑中的铁路、铁路车站、铁路隧道、铁路桥梁、高速公路及立交桥、国道、省道、一般公路、其他道路、并行桥、双层桥、公路桥梁等。

5.7.2.5 管线：高压输电线、电力线、输油气管道等。

5.7.2.6 水域/陆地：河流湖泊水库岸线、海岸线、堤岸、常年河、时令河、运河、沟渠、常年湖、时令湖、贮水池、水库、井、泉、盐田、沼泽、岛屿等。

5.7.2.7 海底地貌及底质：等深线及海部分层设色。

5.7.2.8 礁石、沉船、障碍物：明礁、暗礁、露出水面的沉船等。

5.7.2.9 水文：变色水、浪花。

5.7.2.10 陆地地貌及土质：首曲线、计曲线、间曲线、高程点、冰川地貌、平沙地、沙丘、沙垄、沙窝、盐碱地、干河床干湖、陡崖等。

5.7.2.11 境界与政区：国界、外国国界、未定国界、特殊地区界、省界、自治区界、直辖市界、特别行政区界、军事停火线、领海线等。

5.7.2.12 植被：有地标意义的树林、狭长林带等。

5.7.2.13 地磁要素：等磁差线及其注记、磁力异常点、磁力异常区等。

5.7.2.14 助航设备及航道：航海灯塔等。

5.7.2.15 海上区域界线：海上平台等。

5.7.2.16 航空要素：J 用机场、民用机场、通用机场、障碍物（高压输电线塔、烟囱、电视塔、风机、塔杆等）、全向信标台、无方向性导航台、位置报告点、特殊空域、空中走廊、航路、航线、飞行情报区、进近管制区、防空识别区、管制空域、训练空域、运行限制（要求）等。

5.7.2.17 J 事区域：轰炸靶场等。

5.7.2.18 注记：名称、材质等。

## 6 数据更新与管理

### 6.1 数据更新

#### 6.1.1 更新原则

实景三维低空空域管控服务相关数据更新应遵循以下基本原则：

- a) 按需性：根据数据类型与低空飞行、管控服务需求，分要素进行按需更新；
- b) 权威性：确保数据信息来源的权威性、统一性和可追溯性，以支持低空空域的安全和有效管理；
- c) 及时性：确保数据能够及时反映空域环境和障碍物的最新状态；
- d) 模块化：允许对特定数据集进行独立更新，以提高效率和灵活性。

#### 6.1.2 更新方式

根据数据类型与低空飞行、管控服务需求，包括定期更新、动态更新、实时更新三种方式：

- a) 定期更新：针对变化慢且对低空空域管控服务质量影响较小的要素变化后在一定周期内进行更新，如山脉、河流、湖泊、公路、铁路、城市、乡镇、村庄等基础地理实体数据，以及地理场景数据。
- b) 动态更新：针对发生显著变化且对低空空域管控服务质量影响较大的要素，应及时动态更新，如新建超高层建筑、重大基础设施建设等。

- c) 实时更新：对于关键的空域监控数据，采用实时监测和更新机制，确保数据的时效性，如空域性质与范围、飞行计划管理信息、气象数据、电磁数据等。

### 6.1.3 更新要求

充分利用资料收集、物联网接入、数据采集等多种技术手段，实现相关数据的及时有效更新。能够收集到现势性强的数据应优先利用。要求如下：

- a) 地理场景数据、基础地理实体数据，可从测绘地理信息主管部门进行收集更新；
- b) 飞行障碍物数据，可从住建部门、城市规划部门、工信部门、电力部门、工程建设有关部门等收集更新。不能收集到有效数据的，可通过航空摄影测量、激光雷达（LiDAR）技术、卫星遥感等技术进行更新；
- c) 气象数据，可从气象部门收集更新；
- d) 电磁数据，可从生态环境部门、工信部门等有关部门进行收集更新；
- e) 空域管控专题地理实体数据，可从通航部门进行收集更新。

## 6.2 组织管理

### 6.2.1 数据管理原则

- a) 实时数据存储  
数据库存储：将实时采集的数据存储在高性能数据库中，以支持实时查询。  
数据备份：定期对数据库进行备份，确保数据不丢失。
- b) 历史数据管理  
数据归档：对历史数据进行归档，以提高系统性能。  
数据检索与回溯：提供数据检索与回溯功能，方便用户查看历史数据。

### 6.2.2 数据库建设原则

在数据库的建设过程中，需要遵循以下原则：

#### 1) 符合标准规范要求

采用ER模型设计思想，遵循数据库设计标准规范，符合数据库设计三范式，保证数据库的简洁、结构明晰，对于有较高性能及其它特殊要求的情况，为提高数据库的运行效率，可以降低范式标准，适当增加冗余，达到以空间换取时间的目的。数据结构设计合理，最大限度地减少数据冗余，保持数据的完整性、一致性。

#### 2) 规范、开放、易扩展

数据类别界定清晰，定义明确（无二义性），字段说明详实，术语的采用、定义应符合国家、部、省和行业有关规范，保证信息共享，满足用户数据应用部门及其相关系统对数据的应用要求；同时兼顾后续数据库建设需求，具备高可扩展性。

#### 3) 内容完备原则

在数据库设计过程中，必须尽可能覆盖信息化管理的全部内容，使建成的数据库具有业务类型和业务内容上的完备性，满足在系统中运行处理的数据库管理及各类业务应用需求。防止数据库中存在不符合语义规定的数据和防止因错误信息的输入输出造成无效操作或错误信息，确保了数据库中的信息不会被篡改。

#### 4) 高内聚低耦合度

存储结构和存储策略的改变不对应用造成重要影响，要求存储结构具有易维护、易扩充的特性，各种物理表的关联度降到最低。将公共使用的基础数据单独建立基础数据库，避免重复设计和存储。对基础数据进行统一管理，保证数据的一致性。各个业务系统在数据库的设计上应该避免直接调用其他业务系统的数据库对数据库进行独立建库和独立维护，遵循统一的数据库规范和命名规则，降低因为其他业务数据库变更而引起的威胁。

#### 5) 并发控制原则

数据库是一个共享资源，可以有多个用户使用，为了充分利用数据库资源，应该允许各用户程序可以并行存取数据，这样就会产生多个用户并发地存取同一个数据的情况，数据库设计应充分考虑并发操作的控制机制，保证存取数据的完整性和一致性。

#### 6) 整体性原则

各个业务系统在数据交换时将采用统一的接口标准，共享与交换库将被多个业务系统同时调用。在结构和数据内容上，共享与交换库都具有整体约束性，一旦确定和发布以后将不允许某个系统进行单独的修改，必须按照统一的共享与交换库的维护规范进行维护。

#### 7) 安全保密要求

严格遵照国家有关法律法规，根据数据的类型、空间精度和精细程度等进行分级分类安全管理，并建立相应的安全运行环境与保密管理制度。要防止对数据的非法使用，必须在数据库设计时考虑用户的权限管理的约束信息，并记录关键数据操作的全过程，防止对数据进行有意无意的破坏，并能对造成的破坏进行恢复。在实现数据共享的同时应保证数据不被盗取或恶意修改，数据库管理员应设定不同级别的访问权限，避免用户直接访问服务器上的共享文件，保证数据的安全性。

#### 8) 现势性要求

应定期或及时对数据进行更新，更新方式可采用按类型或按区域进行。元数据或属性数据中应包含时间标识。

### 6.2.3 数据组织要求

由于系统描述空间信息的数据量十分巨大，数据设计过程中应尽可能解决数据冗余问题，加快访问速度。

1) 矢量数据库采用无缝拼接的方法进行数据库组织。面向实体的空间数据进入数据库后，如果将矢量数据进行传统方式的分幅存储和管理，会大大地降低操作效率和响应速度。因此，需要采用无缝拼接的方法进行自动化或半自动化入库，从而实现真正意义上的连续，让用户可以自由地漫游整个数据库。

2) 栅格数据采用基于影像金字塔的数据库分块组织方式。栅格数据入库时通过构建影像金字塔，从而提高数据库的浏览与显示速度。由于栅格数据海量存储的特点，一般对存储于关系型数据库中的栅格影像进行分块组织，从而实现对栅格数据动态提取和无缝漫游访问。

3) 三维空间数据组织方式包括规定树形结构、LOD等级、实例化、单体化、四面体格网和数据文件结构等方面。用以实现高效的三维空间数据管理、检索和查询，并提高数据的可读性和可维护性。规定树形结构：树形结构是一种灵活的空间数据结构，可以用于表示具有层次关系和空间关系的三维空间数据。树形结构可以有效地管理大量的三维空间数据，并支持快速的数据检索和查询。规定细节层次(Level of Detail, LOD)：LOD是一种表示三维模型精细程度的方法，可以根据不同的需求和场景选择不同的LOD等级。使用LOD可以有效地减少三维模型的复杂度，提高渲染效率，并使三维场景的显示更加逼真。规定实例化：实例化是一种实现相同模型的反复渲染的方法，通过使用相同的模型实例来代替多个相同的模型实例，可以有效地减少数据量，提高渲染效率。规定单体化：单体化是一种对建筑等地物进行单独的选中、赋予属性、查询属性、专题化表达、空间查询等操作的方法。通过单体化，可以对三维空间数据进行更加精细的管理和操作。规定四面体格网：四面体格网是一种将目标空间用紧密排列但不重叠的不规则四面体形成的格网来表示的方法。四面体格网可以快速处理复杂的空间数据分析，如几何变换和拓扑关系的处理。规定数据文件结构：数据文件结构需要采用分离的数据结构，将数据文件和节点描述文件分开管理。这样可以方便地对数据进行组织和管理，提高数据处理的效率和灵活性。

4) 按照标准规范建立政区、图幅、实体级的元数据库，满足数据应用、更新、维护的需要。

## 7 服务系统架构与运行环境

### 7.1 系统架构

应用服务系统是基于实景三维技术的低空空域管控应用和服务系统，通过对现实世界进行数字化建模，实现对地理空间信息的可视化展示与分析，具备高度的可定制性和扩展性，可根据需求定制个性化扩展功能，提供更加全面、精准的服务。

服务系统主要分为终端、数据底座、服务和应用四部分，总体架构（初步设计）如下图所示：



图 1 实景三维低空空域管控服务系统架构示意图

此外，系统应具备满足其运行的软硬件环境和满足部署运行、数据协同共享、数据安全可靠等需求的网络环境。其中，软件基础包括成熟稳定的操作系统、数据库软件、中间件和防火墙等；硬件基础包括服务器设备、存储设备、网络设备等。

- 7.1.1 应用层应提供空地一体化应用。
- 7.1.2 服务层应提供机场净空三维管理服务、机场智能选址服务、飞行程序设计、无人机综合管理服务系统等。
- 7.1.3 数据底座应提供 AI 服务、交换服务、数据对接、运维服务、网络安全服务。
- 7.1.4 终端包括数据采集、数据传输、数据存储、高精度定位、ADS-B、导航等。

7.2 运行环境

- 7.2.1 系统应具备满足系统运行的软硬件环境，包括：
  - a) 成熟稳定的基础软件，含数据库软件、中间件和操作系统等，其性能指标应根据实际需求确定；
  - b) 稳定可靠的机房、网络设备、安全设备、存储设备、服务器设备和终端设备，其性能指标应根据实际需求确定。
- 7.2.2 系统应具备满足部署运行、数据协同共享、数据安全可靠等需求的网络环境。
- 7.2.3 系统运行网络带宽不宜低于 100M，以支撑地理信息数据的管理和访问；若需要访问三维模型数据，网络带宽不宜低于 1000M。

7.3 系统应用功能

服务部分的主要功能应包括数据基础服务、运维服务、系统管理服务、位置服务、可视化服务、仿真服务和数据服务等，其应用应包括但不限于如下功能：

7.3.1 机场净空三维管理

机场净空区是为保证飞机起飞、着陆和复飞的安全，在机场周围划定的限制地貌、地物高度的空间区域。它是机场能否安全运行的重要保证，是飞机安全飞行的必要条件。

机场净空管理系统是集地理信息系统具有数据输入、空间数据库管理、属性数据库联结、空间查询与分析、分析结果输出，其目的是提高机场净空保护区管理的科学技术水平，达到超高建筑物及时发现、快速定位、快速评估、持续跟踪和管理方便、准确、直观的要求。系统的建立和使用将使得机场净空区管理工作从传统的人工人力型的传统管理转化为自动化、标准化、规范化的智能管理，极大地提高机场净空区管理的效率和现代化水平，进一步提高机场净空区隐患排查决策的科学性、合理性。

7.3.1.1 系统特点

7.3.1.1.1 三维场景构建

支持程序三维场景基本框架；基于影像、地形数据，实现三维场景构建，提供常用三维浏览工具。

7.3.1.1.2 机场净空限制面自动生成

遵循民用机场、军用机场的净空限制面规范，制定各个限制面的数据模型。  
自动创建各类净空限制面ShapeFile 文件。  
支持加载并渲染展示机场净空限制面，支持半透明效果。

7.3.1.1.3 障碍物自动生成与分析

支持根据障碍物参数（经纬度坐标和高程信息）批量创建障碍物数据。  
加载并渲染障碍物图层数据。  
实现障碍物分析功能，批量计算障碍物超高信息。  
障碍物分析成果导出。

7.3.1.1.4 交互查询功能

支持地图上点击查询，显示鼠标位置限制面经纬度、高度信息。  
支持地图上点击查询，显示鼠标位置的影像地形高程。

7.3.1.2 系统依据

7.3.1.2.1 机场等级分类

机场等级分类通常基于多个因素，包括机场的跑道长度、翼展、主起落架外轮间距等。以下是两种的分类方法：

| 飞行区代码 | 代表跑道长度(米)            | 飞行区代码 | 翼展(米)             | 主起落架外轮间距(米)      |
|-------|----------------------|-------|-------------------|------------------|
| 1     | $L < 800$            | A     | $WS < 15$         | $T < 4.5$        |
| 2     | $800 \leq L < 1200$  | B     | $15 \leq WS < 24$ | $4.5 \leq T < 6$ |
| 3     | $1200 \leq L < 1800$ | C     | $24 \leq WS < 36$ | $6 \leq T < 9$   |
| 4     | $L \geq 1800$        | D     | $36 \leq WS < 52$ | $9 \leq T < 14$  |
|       |                      | E     | $52 \leq WS < 65$ | $9 \leq T < 14$  |
|       |                      | F     | $65 \leq WS < 80$ | $14 \leq T < 16$ |

7.3.1.2.2 机场限制面构建规则

机场限制面的构建规则主要基于国际民用航空组织（ICAO）的相关规定，特别是ICAO附件14《机场》中的标准，以及各国民用航空局的具体实施细则。这些规则旨在确保机场周围空域的无障碍性，以保障飞机的起飞、降落和飞行安全。以下是机场限制面构建规则的主要方面：

| 障碍物限制面及尺寸 |         | 非仪表跑道1 | 非仪表跑道2 | 非仪表跑道3 | 非仪表跑道4 | 非精密进近跑道1,2 | 非精密进近跑道3 | 非精密进近跑道4 | 精密进近跑道I类1,2 | 精密进近跑道I类3,4 | 精密进近跑道II或III类3,4 |
|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|------------|----------|----------|-------------|-------------|------------------|
| 锥形面       | 坡度      | 5%     | 5%     | 5%     | 5%     | 5%         | 5%       | 5%       | 5%          | 5%          | 5%               |
|           | 高度      | 35     | 55     | 75     | 100    | 60         | 75       | 100      | 60          | 100         | 100              |
| 内水平面      | 高度      | 45     | 45     | 45     | 45     | 45         | 45       | 45       | 45          | 45          | 45               |
|           | 半径      | 2000   | 2500   | 4000   | 4000   | 3500       | 4000     | 4000     | 3500        | 4000        | 4000             |
| 内进近面      | 宽度      | —      | —      | —      | —      | —          | —        | —        | 90          | 120         | 120              |
|           | 距跑道入口距离 | —      | —      | —      | —      | —          | —        | —        | 60          | 60          | 60               |
|           | 长度      | —      | —      | —      | —      | —          | —        | —        | 900         | 900         | 900              |

|       |           |      |      |        |        |        |        |        |          |        |        |
|-------|-----------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|
|       | 坡度        | -    | -    | -      | -      | -      | -      | -      | 2.50%    | 2%     | 2%     |
| 进近面   | 内边长度      | 60   | 80   | 150    | 150    | 140    | 280    | 280    | 140      | 280    | 280    |
|       | 距跑道入口距离   | 30   | 60   | 60     | 60     | 60     | 60     | 60     | 60       | 60     | 60     |
|       | 散开率(每侧)   | 10%  | 10%  | 10%    | 10%    | 15%    | 15%    | 15%    | 15%      | 15%    | 15%    |
|       | 第一段长度     | 1600 | 2500 | 3000   | 3000   | 2500   | 3000   | 3000   | 3000     | 3000   | 3000   |
|       | 第一段坡度     | 5%   | 4%   | 3.33%  | 2.50%  | 3.33%  | 2%     | 2%     | 2.50%    | 2%     | 2%     |
|       | 第二段长度     | -    | -    | -      | -      | -      | 3600   | 3600   | 12000    | 3600   | 3600   |
|       | 第二段坡度     | -    | -    | -      | -      | -      | 2.50%  | 2.50%  | 3%       | 2.50%  | 2.50%  |
|       | 水平段长度     | -    | -    | -      | -      | -      | 8400   | 8400   | -        | 8400   | 8400   |
|       | 总长度       | -    | -    | -      | -      | -      | 15000  | 15000  | 15000    | 15000  | 15000  |
| 过度面   | 坡度        | 20%  | 20%  | 14.30% | 14.30% | 20.00% | 14.30% | 14.30% | 14.30%   | 14.30% | 14.30% |
|       | 内过渡面坡度    | -    | -    | -      | -      | -      | -      | -      | 40%      | 33.30% | 33.30% |
| 复飞面   | 内边长度      | -    | -    | -      | -      | -      | -      | -      | 90       | 120    | 120    |
|       | 距跑道入口距离   | -    | -    | -      | -      | -      | -      | -      | 距升降带端的距离 | 1800   | 1800   |
|       | 散开率(每侧)   | -    | -    | -      | -      | -      | -      | -      | 10%      | 10%    | 10%    |
|       | 坡度        | -    | -    | -      | -      | -      | -      | -      | 4%       | 3.33%  | 3.33%  |
| 起飞爬升面 | 内边长度      | -    | -    | -      | -      | -      | -      | -      | 80       | 180    | 180    |
|       | 距跑道端距离    | -    | -    | -      | -      | -      | -      | -      | 60       | 60     | 60     |
|       | 散开率(每侧)   | -    | -    | -      | -      | -      | -      | -      | 10%      | 12.50% | 12.50% |
|       | 最终宽度      | -    | -    | -      | -      | -      | -      | -      | 580      | 1200   | 1200   |
|       | 最终宽度(偏15) | -    | -    | -      | -      | -      | -      | -      | -        | 1800   | 1800   |
|       | 长度        | -    | -    | -      | -      | -      | -      | -      | 2500     | 15000  | 15000  |
|       | 坡度        | -    | -    | -      | -      | -      | -      | -      | 4%       | 2%     | 2%     |

7.3.2 机场智能选址

机场智能选址服务在融入气象数据的地形地貌基础上，利用人工智能、大数据和云计算等技术来优化机场选址，帮助决策者评估不同地点作为机场选址的潜力和可行性。选址基本要求应满足MH/T 5065.1-2023的规定。

7.3.3 飞行程序设计

飞行程序设计可以指导飞行器在起飞、飞行和降落等过程中执行的一系列任务和指令，以提高飞行安全和效率，在自动驾驶模式下，飞行程序设计可以在虚拟地形和障碍物模型的基础上，更好地训练规划航线和避免碰撞模型。

7.3.3.1 飞行程序设计遵循以下原则：

- a) 保证航空器在拟定的飞行航线和高度上具有规定的超障余度，可以安全飞越或避开障碍物；
- b) 满足航空器性能要求，便于飞行驾驶员操作，有利于提高航空器运行的安全、正常和效率；
- c) 符合空域使用要求，便于提供空中交通服务，减少飞行冲突的可能性，有利于提高机场容量和使用效率；
- d) 有利于环境保护，降低噪音影响，减少燃油消耗；

- e) 与城市建设规划相协调；
- f) 有助于航行新技术应用的推进。

7.3.3.2 飞行程序设计 and 运行最低标准应当遵守国际民航组织（ICAO）《空中航行服务程序—航空器运行》（Doc 8168）、其他相关技术标准以及民航局的有关规定。因地形条件、空域使用等原因，确需偏离上述标准的，应当进行安全评估并获得民航局的特别批准。

#### 7.3.4 无人机综合管理服务系统

无人机综合管理服务系统为无人机的飞行和任务执行提供全面的支持和服务。系统用于全面掌控辖区内低空空域使用状态、气象条件、通信导航监视能力、有人机和无人机空中飞行位置和航迹，提供飞行冲突预警和告警、路径规划和导航、空中交通流量与容量管理等服务，以及无人机拥有者等相关静态数据。。

##### 7.3.4.1 实现规模化超视距自主飞行

无人机无需地面站，直接上云，提升运行效率。

智能探测与自主避障、交互式空中防撞技术，保障无人机安全自主飞行，实现异地同步多架次无人机管理。

##### 7.3.4.2 智能航路规划与空域管理

自动报备飞行活动。

根据任务结合空中信息预先规划航路。

实时监控，根据风险智能调整规划。

##### 7.3.4.3 多品牌机型统管

兼容主流型号无人机。

支持地面站上云，遥控器上云，机场上云。

##### 7.3.4.4 定制开发与灵活部署

标准的底层架构，开放的业务应用功能。

支持源码交付二次开发，定制化开发。

支持公有云、私有云、混合云、政务云部署。

#### 7.3.5 空域规划

空域规划是指为了达到预定空域建设与管理目标而实施的空域资源配置与总体筹划活动，系统能够提升空间容量，使得空中交通流量运行更加通畅，且能够提升空域资源利用率、降低空中交通管制工作强度，最重要的是能够提升空中交通飞行管理水平。

##### 7.3.5.1 精细规划低空空域资源

为满足军航、民航、通航、无人机等行业对空域资源的使用需求，通过与军民航管制部门的协作机制，建立“空域需求—空域评估—空域规划—空域运行—空域优化”持续改善机制，定期开展空域评估工作，优化低空空域资源使用效率。

##### 7.3.5.2 建立高效的低空航线网

建立低空航线网连通用机场、运输机场和通航作业区，打破低空空域布局中的“孤岛”现象。

构建区内低空联络线，确保通航飞行的灵活性和便利性。在规划的三条通航带上，将各机场和起降点之间构筑成低空联络线，通过适当的高度调配，充分利用现有民航航路、航线网络，在下方设置低空联络线，实现区内主次节点间联通，或根据通用机场、起降点的布局新增规划低空联络线。

构建观光飞行固定线路，满足景区空中旅游观光发展的需要。在各景区以旅游景区空中观光飞行行为主的通用机场，根据游览需求和环境要求，并充分考虑周围军民航机场飞行活动对旅游观光的影响，划设3-4条相对固定的旅游观光路线。

##### 7.3.5.3 提升低空空域资源效能

建立空间分层管理模式，对低空空域运行情况实时监测，确保充分灵活利用实际空域资源，提升低空空域资源效能，减缓和解决低空空域资源紧张和复杂的问题。

依据《飞行基本规则》对运输、作业、巡查、消防、观光等不同作业飞行进行分区分层管理。规划通航运输飞行使用1000米以上高度，作业飞行使用600~900米高度，巡查、消防飞行使用300~500米高度，低空旅游观光使用100米以下高度，每层区域间保持100米安全间隔，从而保障在同一区间频繁的飞行活动紧而有序。

### 7.3.6 航线规划

#### 7.3.6.1 基本原则

- a) 安全第一。以保障无人机安全运行为首要原则，航路航线划设应规避人口密集区域，以及加油站、发电厂、重要交通枢纽等地面基础设施上方空域，并与高层建筑物保持适当安全间隔。
- b) 需求引领。根据物流运输、空中出行、安全巡检等具体需求进行航路航线规划，综合考虑各类需求的差异性与共通性，顺应城市总体发展趋势，设计平衡兼顾、灵活兼容的城市低空航路航线。
- c) 统筹规划。保证航路航线规划方案的整体性、系统性与可持续性，结合空域管理机制、城市空间布局与具体应用场景，强化衔接、联动发力，分阶段、分类型实施城市低空航路航线统一规划。
- d) 使用灵活。考虑应用场景需求、基础设施条件、无人机性能等因素，动态调整航路航线，灵活匹配城市空中交通需求变化，实现空地资源的高效配置，提高空域资源利用率。
- e) 绿色环保。遵循“三低”要求，即低污染、低能耗、低排放，执行城市区域环境噪声标准，规避学校、医院、机关单位等噪音敏感区域，严格管控航路航线跨越环境保护区上空。
- f) 合法合规。应符合国家、军队、民航、地方等颁布的法规、政策文件和标准规范，维护国家安全、航空安全、公共安全，涵盖空域管理、飞行程序、通信导航监视等方面。

#### 7.3.6.2 系统特点

##### 7.3.6.2.1 网格化

基于城市空域类型、建筑分布、特殊气象等要素，开展低空空域数字化、网格化研究，实现多层级三维网格化剖分。重点研究构建数字网格编码与检索体系，生成网格唯一标识编码，将空域四维属性信息离散映射至对应网格，形成集标识编码、时间戳、空域属性信息于一体的网格属性表达方式，实现空间智联环境的高效精细化管理。

##### 7.3.6.2.2 空地协同

结合城市空间实体布局、地面交通条件、起降机场服务能力等因素，明确起降机场规划原则、运行概念、结构特征等，提出起降枢纽、起降场、起降点三级选址方案，建立城市多级起降场点与航路航线网络协同配置模型，优化调整起降场点布局、航路航线划设与空域资源配置，形成城市低空“起降机场—航路航线”空地立体网络体系，实现无人机航路航线网络的空地协同规划。

##### 7.3.6.2.3 动态分层

面向城市低空实际运行场景与航路航线划设的动态关联关系，综合分析上层网络结构、中层飞行计划与下层运行管理的耦合影响，建立城市低空航路航线网络动态分层划设模型。上层模型重点考虑网络结构效率最大、可拓展性最优；中层模型重点考虑用户路径选择最优、使用灵活性最高；下层模型重点考虑无人机运行冲突风险最小、环境影响最小。根据运输需求调配生成无冲突飞行计划，动态优化调整城市低空航路航线结构，实现无人机航路航线网络的动态精密规划。

## 7.4 系统服务接口

### 7.4.1 数据服务接口

7.4.1.1 基础地理信息数据服务接口应支持 WMS、WMTS 等格式。

7.4.1.2 三维模型数据服务接口应支持 S3M、I3S、3DTiles 等格式。

7.4.1.3 地名地址搜索服务应根据文字性地名地址描述信息，从地名地址库中查询匹配最佳结果并返回 JSON 格式的数据。

## 7.4.2 API 开发接口

7.4.2.1 系统应提供 API 开发指南、运行示例，为二次开发用户提供技术指导和应用示范。

7.4.2.2 系统 API 开发接口宜以网络应用程序接口（WebAPI）或软件开发工具包（SDK）等形式提供，应包括如下类别，并应根据应用需要预留扩展空间。

- a) 基本 API：描述 GIS 应用的工程属性，如接口的配置说明等；
- b) 地图类 API：地图要素的描述、操作及编辑；
- c) 要素类 API：包括行政区划、建筑物、道路、水系等地理要素的描述、操作及编辑；
- d) 事件类 API：地图交互中可侦听和触发的事件。

## 8 安全保障与运维

### 8.1 安全保障

#### 8.1.1 系统安全

8.1.1.1 系统安全应符合 GB 17859、GB/T 20269、GB/T 20270、GB/T 20271、GB/T 37971、GB/T 22239 的要求。

8.1.1.2 系统应提供在线服务的访问控制能力，通过访问令牌或服务密钥的方式进行服务访问控制。

8.1.1.3 当服务完全公开时客户端可直接调用，当服务不完全公开时，直接访问服务地址应返回用户不可访问的提示信息。

#### 8.1.2 运行环境安全保障

对程序和数据所在的硬件设备和操作系统等运行环境，进行设备定制、授权管理、信息安全管理等措施，实现对数据及应用的整体安全保障。

##### 8.1.2.1 涉密环境搭建

离线地图包的制作和加密需要依赖涉密内网环境下操作，将原始数据经地图切片生成、地图配图等环节的一系列安全加密操作，最终聚合形成加密好的专属离线地图包。

涉密环境的目标是确保信息的安全性和完整性，以满足信息安全的五个基本要素：机密性、完整性、可用性、可控性和可审查性。

- 机密性：涉密环境必须保证机密信息的保密性，防止未经授权的泄露。这包括采取严格的访问控制措施，使用加密技术来保护数据传输和存储，以及对敏感信息进行加密处理。
- 完整性：涉密环境必须保证信息的完整性，防止未经授权的修改或破坏。这包括使用校验和检查、备份和恢复等技术和方法，以确保信息的准确性和可靠性。
- 可用性：涉密环境必须保证信息的可用性，即能够及时、可靠地获取所需的信息。这包括采取适当的备份和恢复措施，以确保数据不会丢失或损坏。
- 可控性：涉密环境必须能够控制信息的访问和操作，防止未经授权的操作和访问。这包括实施严格的的安全管理制度，对用户进行身份验证和权限控制，以及对敏感操作进行审批和监督。
- 可审查性：涉密环境必须能够进行安全审计，记录和监控涉密环境的操作和活动，以便进行安全事件调查和责任追究。这包括建立完善的安全审计机制，对涉密环境的所有操作和活动进行跟踪和记录。

##### 8.1.2.1.1 物理安全

物理安全就是保护信息系统的软硬件设备、设施以及其他媒体免遭地震、水灾、火灾、雷击等自然灾害、人为破坏或操作失误，以及各种计算机犯罪行为导致破坏的技术和方法。物理安全一般分为三类：环境安全、设备安全和介质安全。

###### 8.1.2.1.1.1 环境安全

#### a) 机房与设施安全

要保证信息系统的安全、可靠，必须保证系统实体有一个安全的环境条件这个安全环境就是指机房及其设施，它是保证系统正常工作的基本环境，包括机房环境条件、机房安全等级、机房场地的环境选择、机房的建造、机房的装修和计算机的安全防护等。

#### b) 环境与人员安全

环境与人员安全通常是指防火、防水、防震、防振动冲击、防电源掉电、防温度湿度冲击、防盗以及防物理、化学和生物灾害等，是针对环境的物理灾害和人为蓄意破坏而采取的安全措施和对策。

#### c) 防其他自然灾害

防其他自然灾害主要包括湿度、洁净度、腐蚀、虫害、振动与冲击、噪音、电气干扰、地震、雷击等。

### 8.1.2.1.1.2 设备安全

设备安全主要包括计算机设备的防盗、防毁、防电磁泄漏发射、抗电磁干扰及电源保护等。

#### a) 防盗和防毁

通常采取的防盗、防毁措施主要有：

设置报警器：在机房周围空间放置侵入报警器，侵入报警的形式主要有光电、微波、红外线和超声波；

锁定装置：计算机设备中，特别是在个人计算机中设置锁定装置，以防犯罪盗窃。

#### b) 防止电磁泄漏发射

抑制计算机中信息泄漏的技术途径有两种：一是电子隐蔽技术，二是物理抑制技术。电子隐蔽技术主要是用干扰、调频等技术来掩饰计算机的工作状态和保护信息；物理抑制技术则是抑制一切有用信息的外泄。物理抑制技术可分为包容法和抑源法。包容法主要是对辐射源进行屏蔽，以阻止电磁波的外泄传播。抑源法就是从线路和元器件入手，从根本上阻止计算机系统向外辐射电磁波，消除产生较强电磁波的根源。

#### c) 防电磁干扰

计算机与各种电子设备和广播、电视、雷达等无线设备及电子仪器等都会发出电磁干扰信号，计算机要在这样复杂的电磁干扰环境中工作，其可靠性、稳定性和安全性将受到严重影响。因此，实际使用中需要了解和考虑计算机的抗电磁干扰问题，即电磁兼容性问题。

### 8.1.2.1.1.3 介质安全

为保证介质的存放安全和使用安全，介质的存放和管理应有相应的制度和措施。

存放有用数据的各类记录介质，如纸介质、磁介质、半导体介质和光介质等，应有一定措施防止被盗、被毁和受损，例如将介质放在有专人值守的库房或密码文件柜内。

存放重要数据和关键数据的各类记录介质，应采取有效措施，如建立介质库、异地存放等，防止被盗、被毁和发霉变质。

系统中有很高使用价值或很高机密程度的重要数据，或者对系统运行和应用来说起关键作用的数据，应采用加密等方法进行保护。

应该删除和销毁的有用数据，应有一定措施，防止被非法拷贝，例如由专人负责集中销毁。

应该删除和销毁的重要数据和关键数据，应采取有效措施，防止被非法拷贝。

重要数据的销毁和处理，要有严格的管理和审批手续，而对于关键数据则应长期保存。

### 8.1.2.1.2 网络安全

#### a) 身份认证

采用基于数字证书PKI技术的认证方式。数字证书是由权威公正的第三方机构即CA中心签发的，以数字证书为核心的加密技术，可以对网络上传输的信息进行加密和解密、数字签名和签名验证，确保网上传递信息的机密性、完整性，以及交易实体身份的真实性，签名信息的不可否认性，从而保障网络应用的安全性。

#### b) 访问控制

可以采用MAC地址过滤、VLAN隔离、IEEE802.1Q身份验证、基于IP地址的访问控制列表等多种方式进行网络的访问控制

### c) 网络隔离

对于涉密网络，应该进行网络的物理隔离，以确保网络安全。对于内外网间的数据交换，可以采用网闸技术进行隔离。物理隔离网闸从物理上隔离、阻断了具有潜在攻击可能的一切连接。

### d) 防病毒

为了防止计算机病毒的传播和破坏，需要采取一系列的防治措施。首先，安装可靠的杀毒软件，并及时更新病毒库。其次，要定期备份重要数据，以防病毒导致数据丢失。此外，应增强用户的安全意识，不打开未知来源的邮件、下载不明链接等，以减少感染病毒的风险。最后，对于已感染病毒的计算机，应进行彻底清除，并恢复系统及数据。

### e) 防火墙

硬件防火墙提供较高级别的入侵防护，同时对网络性能造成的影响最低。在硬件防火墙的选择上应从安全性、可管理性、抗攻击、吞吐量、延迟、丢包率、功能等方面考虑。

### f) 入侵检测

入侵检测系统（Intrusion Detection System）就是对网络或操作系统上的可疑行为做出策略反应，及时切断数据入侵源、记录、并通过各种途径通知网络管理员，最大程度地保障系统安全，是防火墙的合理补充。

### g) 虚拟专用网

VPN（虚拟专用网，Virtual Private Network）由于其具备的安全保障及服务质量保证（QoS）特性，已被广泛的应用到电子政务、金融、证券等需要高度安全与保密的网络建设中。采用硬件VPN设备进行网络连接，VPN设备可以看作是网络层加密机，可以实现网关到网关的加密与解密。因此，每个有重要传输数据的网点只需配备一台网络层加密机。利用加密技术以及安全认证机制，保护信息在网络上传输的机密性、真实性、完整性及可靠性。

## 8.1.2.1.3 涉密数据安全

涉密数据的安全主要包含以下内容：

- a) 必须制定相应的保密管理制度；
- b) 涉密数据与涉密设备由专门指定的保密员进行管理；
- c) 涉密数据与涉密设备的使用要进行相应的登记；
- d) 移动存储设备要具备加密功能；
- e) 接触涉密数据的硬件设备不得与外部非涉密硬件设备接触；
- f) 涉密数据所在网络要与其他网络物理隔离；
- g) 接触涉密数据的硬件设备要配备相应的防护设施，比如使用专用的插座、显示器应安装干扰器、服务器要满足屏蔽要求等等；
- h) 涉密数据与设备的所在环境要满足国家在信息屏蔽、监控等方面的安全要求。

## 8.1.2.2 设备定制

针对多端（移动、Web、桌面）应用，采购相应的硬件设备（移动设备、服务器、PC机）及操作系统，基于该运行环境，进行深度的安全定制。

- a) 设备外观定制：在采购设备的外观（屏幕外或背面等），定制化展示（喷涂、嵌入等不易擦除的方式）产品标识、使用单位、分发单位、保密等级等信息。
- b) 底层权限获取：获取访问设备传感器及操作系统的高级权限。
- c) 开机启动定制程序：锁定开机后，仅能进入指定的产品的程序。
- d) 禁止向外拷贝复制：在操作系统中限制 往外拷贝数据。
- e) 禁止截屏录屏：在操作系统中限制截图，录屏。
- f) 设备信息登记绑定：获取设备信息的唯一标识，并与程序绑定。登记设备安装部署，激活，分发等流程的详细信息。

## 8.1.2.3 授权管理

对设备和操作系统的使用进行授权管理。通过登录校验，Ukey，双因子等方式，增加授权认证。

- a) 登录校验：用户登录时基于绑定设备、程序等信息，进行身份校验，控制并验证可用功能及数据权限。

- b) UKey：通过制作的 U 盘狗，进行唯一安全认证。
- c) 双因子：在用户密码之外，再基于其他（动态令牌、生物识别（指纹、人脸）等）方式进行 再认证。

#### 8.1.2.4 信息安全

采用信创设备、等保密级、国密算法、丢失抹除、日志审计等方式，加强信息安全。

- a) 信创设备：采用国产化硬件及操作系统。
- b) 等保密级：根据需要，采用等保密级标准。（等保二级、等保三级 2.0、军密 C+）。
- c) 保密算法：采用国家标准的保密算法：SM2/3/4 等。
- d) 丢失抹除：解锁多次失败后，可将应用程序锁定，清除本地数据，历史记录等。
- e) 日志审计：运行日志、应用程序日志分析。
- f) 禁止截屏录屏：设备或应用中阻止截图录屏功能。

### 8.2 系统运维

- 8.2.1 系统应按照 GB/T28827.1 的规定开展系统运行维护和更新。
- 8.2.2 系统应制定包含运行管理规定、系统维护操作规程等系统运行维护机制。
- 8.2.3 系统应制定数据更新机制。
- 8.2.4 系统应建立专业、稳定的系统运维团队。

## 参 考 文 献

- [1] 新型基础测绘与实景三维中国建设技术文件-3 基础地理实体空间身份编码规则
- [2] GB/T 43551-2023 民用无人驾驶航空器系统身份识别三维空间位置标识编码