

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T XXXX—XXXX

民用无人驾驶航空器空域信息数字化技术 要求 第 1 部分：编码及使用规则

Technical requirements for digitalization for civil unmanned aircraft airspace
information—Part 1: Rules for encoding and utilization

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(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

中国民用航空局 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 空域网格编码规则	1
4.1 编码原则	1
4.2 空域网格划分	1
4.3 空域网格编码规则	2
5 空域网格使用规则	7
5.1 空域网格多元属性数据表征	7
5.2 空域网格信息存储查询	9
参考文献	11

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。

本文件是MH/T XXXX《民用无人驾驶航空器空域信息数字化技术要求》的第1部分。MH/T XXXX 已经发布了以下部分：

——第1部分：编码及使用规则。

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：中国民用航空总局第二研究所、中国民航科学技术研究院、南京航空航天大学、中国民用航空飞行学院、深圳市城市交通规划设计研究中心、国家基础地理信息中心、中国科学院地理科学与资源研究所、中国民航大学、南京智慧航空研究院。

本文件主要起草人：邹翔、王丽伟、杨非、张建平、徐群玉、谢华、李诚龙、黎曦、周治武、叶虎平、韩鹏、唐滔、符玺、曾薪月、王鑫、顾文勇、郑远、汪玮、卫晋军。

引 言

民用无人驾驶航空器运行规模持续增长，相比有人驾驶航空器呈现指数级增长，传统靠人管的空中交通管理模式空域精细化水平低，无法适应无人驾驶航空器的飞行需求。全国范围内民用无人驾驶航空器监管方和多个航行服务提供方基于不同的空间网格剖分体系各自建立了不尽相同的空域信息数字化技术，民用无人驾驶航空器空域信息数字化技术尚未制定统一的行业标准，阻碍了空域信息互联互通，制约了民用无人驾驶航空器空域的数字化管理工作可持续和高质量发展。为实现低空航行服务空域信息的数字化、网络化、智能化管理，高效利用低空空域和大幅提高查询计算效率，基于网格化空间剖分技术、地理信息管理技术建立统一时空基准的空域数据标准，特制定本标准。MH/T XXXX旨在明确民用无人驾驶航空器空域信息数字化技术要求，确立普遍适用于民用无人驾驶航空器空域信息数字化的空域网格编码及使用规则，实现空域性能状态可表征可获取，建立空域对象在计算机信息空间的描述表达和量化计算方法，实现空域性能状态可度量可计算，进一步面向空域管理、交通流量管理和交通服务创建民用无人驾驶航空器交通管理应用技术，实现空域效能充分提升，拟由三部分组成。

- 第1部分：编码及使用规则。目的在于明确民用无人驾驶航空器空域信息数字化的基于空域网格的编码规则及使用规则。
- 第2部分：空域数值计算。目的在于明确民用无人驾驶航空器空域信息数字化的空域数值计算相关技术要求。
- 第3部分：交通管理应用。目的在于规范应用于民用无人驾驶航空器空域信息数字化的交通管理应用相关技术要求。

民用无人驾驶航空器空域信息数字化技术要求 第1部分：编码及使用规则

1 范围

本文件规定了民用无人驾驶航空器空域信息数字化技术的基于空域网格的编码规则以及使用规则。本文件适用于民用无人驾驶航空器监管方和航行服务提供方开展民用无人驾驶航空器空域信息的数字化管理工作。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

空域网格 airspace grid

离散化的空域单元。

3.2

空域网格编码 airspace grid encode

按照一定规则，对空域网格赋予代码标识。

4 空域网格编码规则

4.1 编码原则

空域网格应符合以下编码原则。

- a) 唯一性：编码对空域网格进行唯一标识。
- b) 递进性：下一级空域网格在上一级空域网格基础上进行离散化。
- c) 继承性：对现有空域信息载体可衔接和可编辑。
- d) 兼容性：与其他空域用户网格编码体系兼容。
- e) 计算性：编码便于计算机对空域使用进行组织管理。
- f) 适用性：适用有人和无人驾驶航空器不同离散化程度的需求。
- g) 一致性：同一级空域网格大小保持一致。

4.2 空域网格划分

空域网格的原点在赤道面与本初子午面的交点处，空域网格分为十六级，具体如下。

- a) 第一级网格：网格单元大小是 $6^{\circ} \times 4^{\circ}$ ，约等于赤道处 $768\text{km} \times 512\text{km}$ 。
- b) 第二级网格：将第一级 $6^{\circ} \times 4^{\circ}$ 网格，按照经纬度等分，分成 2×2 个第二级网格，对应于 $3^{\circ} \times 2^{\circ}$ 网格，约等于赤道处 $384\text{km} \times 256\text{km}$ 。
- c) 第三级网格：将第二级网格，按照经纬度等分，分成 6×4 个第三级网格，对应于 $30' \times 30'$ 网格，约等于赤道处 $55.66\text{km} \times 55.66\text{km}$ 。
- d) 第四级网格：将第三级网格，按照经纬度等分，分成 2×3 个第四级网格，对应于 $15' \times 10'$ 网格，约等于赤道处 $27.83\text{km} \times 18.55\text{km}$ 。
- e) 第五级网格：将第四级网格，按照经纬度等分，分成 3×2 个第五级网格，对应于 $5' \times 5'$ 网格，约等于赤道处 $9.27\text{km} \times 9.27\text{km}$ 。
- f) 第六级网格：将第五级网格，按照经纬度等分，分成 5×5 个第六级网格，对应于 $1' \times 1'$ 网格，约等于赤道处 $1.85\text{km} \times 1.85\text{km}$ 。

- g) 第七级网格：将第六级网格，按照经纬度等分，分成 5×5 个第七级网格，对应于 $12'' \times 12''$ 网格，约等于赤道处 $371.06\text{m} \times 371.06\text{m}$ 。
- h) 第八级网格：将第七级网格，按照经纬度等分，分成 3×3 个第八级网格，对应于 $4'' \times 4''$ 网格，约等于赤道处 $123.69\text{m} \times 123.69\text{m}$ 。
- i) 第九级网格：将第八级网格，按照经纬度等分，分成 2×2 个第九级网格，对应于 $2'' \times 2''$ 网格，约等于赤道处 $61.84\text{m} \times 61.84\text{m}$ 。
- j) 第十级网格：将第九级网格，按照经纬度等分，分成 2×2 个第十级网格，对应于 $1'' \times 1''$ 网格，约等于赤道处 $30.9\text{m} \times 30.9\text{m}$ 。
- k) 第十一级网格：将第十级网格，按照经纬度等分，分成 2×2 个第十一级网格，对应于 $1/2'' \times 1/2''$ 网格，约等于赤道处 $15.46\text{m} \times 15.46\text{m}$ 。
- l) 第十二级网格：将第十一级网格，按照经纬度等分，分成 2×2 个第十二级网格，对应于 $1/4'' \times 1/4''$ 网格，约等于赤道处 $7.73\text{m} \times 7.73\text{m}$ 。
- m) 第十三级网格：将第十二级网格，按照经纬度等分，分成 2×2 个第十三级网格，对应于 $1/8'' \times 1/8''$ 网格，约等于赤道处 $3.86\text{m} \times 3.86\text{m}$ 。
- n) 第十四级网格：将第十三级网格，按照经纬度等分，分成 2×2 个第十四级网格，对应于 $1/16'' \times 1/16''$ 网格，约等于赤道处 $1.93\text{m} \times 1.93\text{m}$ 。
- o) 第十五级网格：将第十四级网格，按照经纬度等分，分成 2×2 个第十五级网格，对应于 $1/32'' \times 1/32''$ 网格，约等于赤道处 $0.97\text{m} \times 0.97\text{m}$ 。
- p) 第十六级网格：将第十五级网格，按照经纬度等分，分成 2×2 个第十六级网格，对应于 $1/64'' \times 1/64''$ 网格，约等于赤道处 $0.48\text{m} \times 0.48\text{m}$ 。

4.3 空域网格编码规则

空域网格编码最多由不超过33个码元组成，按照从左到右的顺序分成十七段，分别对应南北半球以及第一级到第十六级空域网格。其中，经纬度二维编码由22位码元组成，高程维（三维）由11位码元组成。空域网格编码结构与代码取值见图1，具体如下。

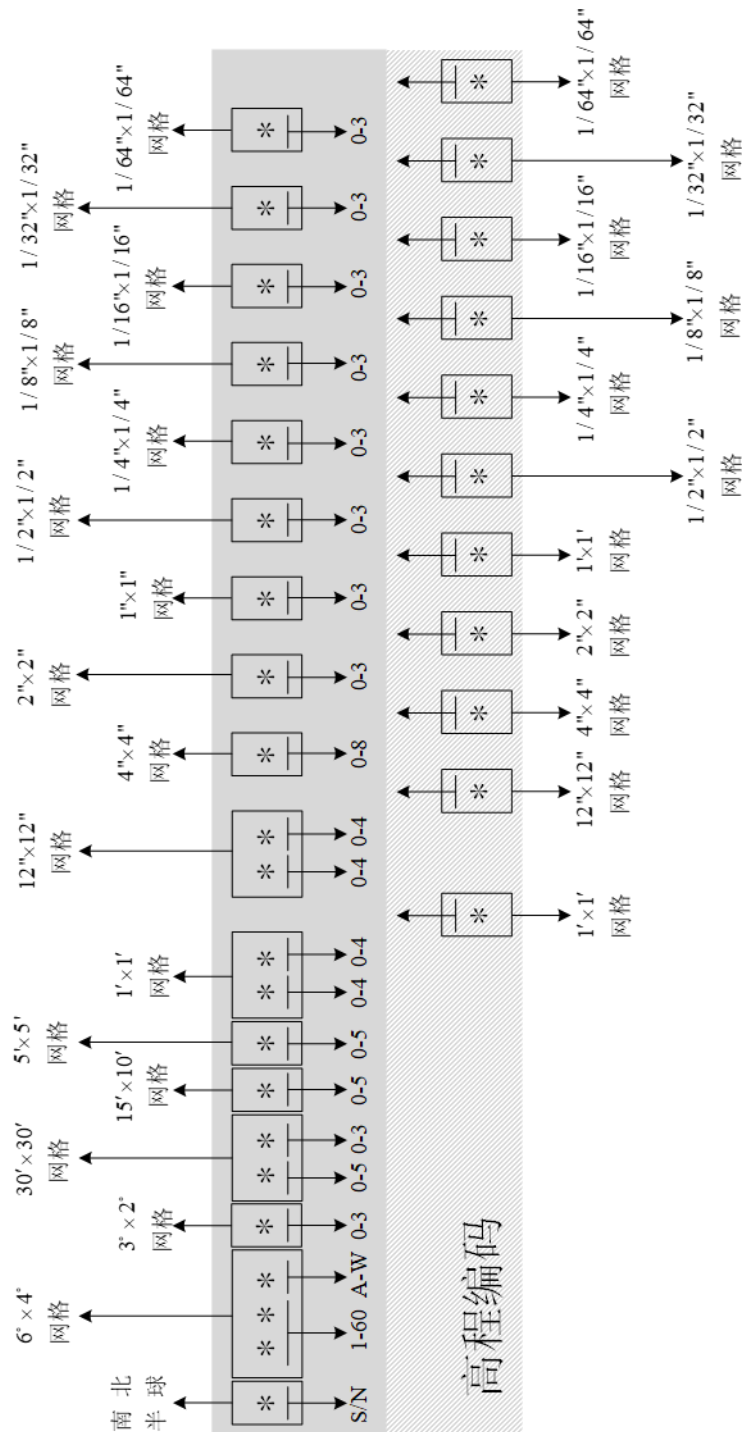


图1 空域网格编码结构

空域网格位置码高程维应根据需要选择启用并制定编码规则或不启用，二维编码结构与代码取值应满足如下要求。

- 第一位码元，取值 N 或者 S，分别代表地球北半球、南半球。
- 第二位~第四位码元，标识第一级网格。其中，第二位、第三位码元，表示经度方向网格，用 01~60 编码；第四位码元，标识纬度方向网格，纬度分南北半球按照 A~W 编码，第一级网格码元编码规则见图 2。

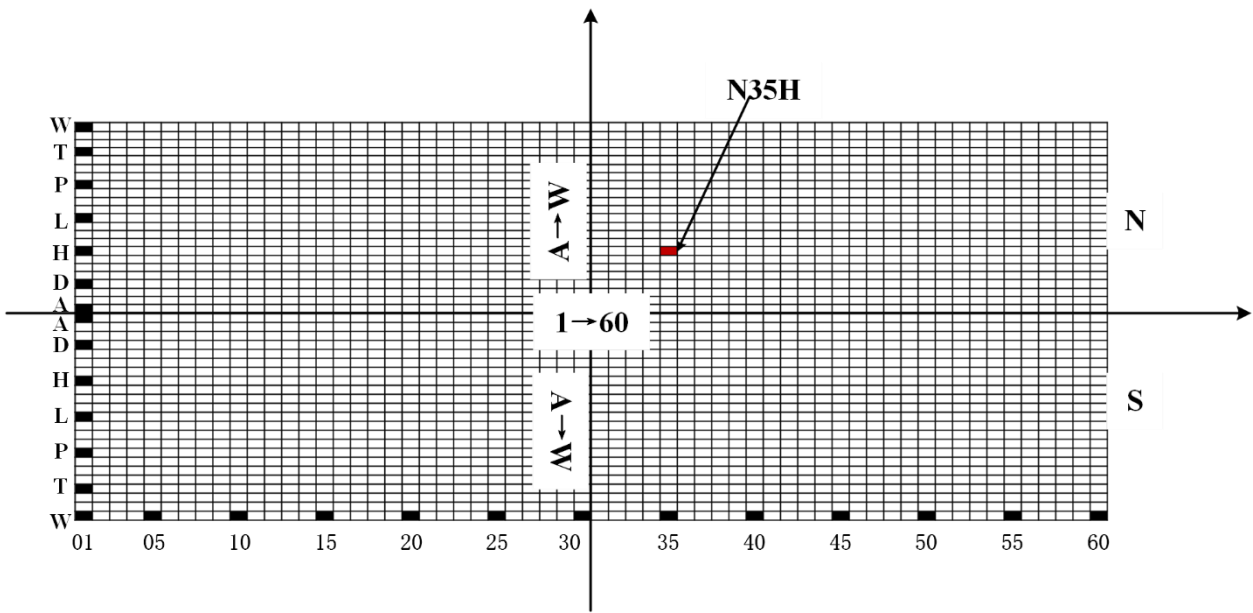


图2 第一级空域网格码元编码规则

- c) 第五位码元，标识第二级网格，编码顺序按照 Z 序采用 0~3 编码，Z 序编码规则与第二级网格所在半球相关，见图 3。

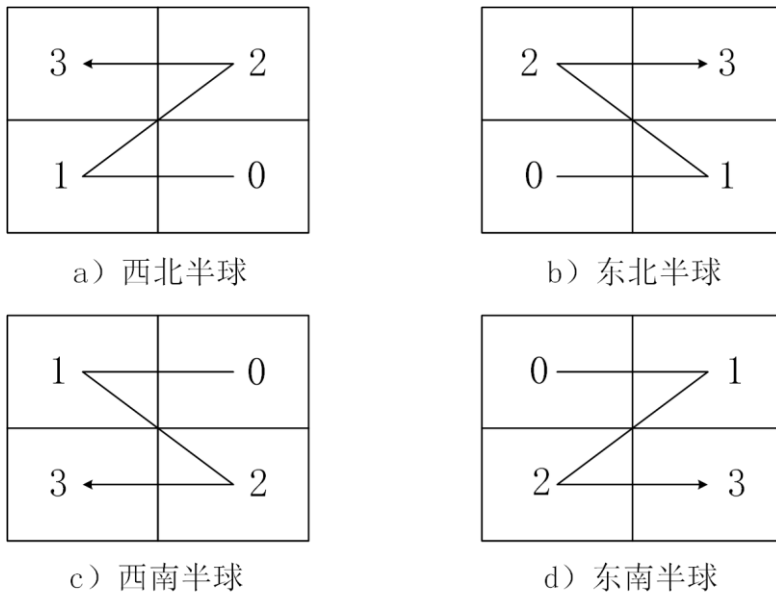


图3 第二级、第九至第十六级空域网格码元编码规则

- d) 第六位、第七位码元，标识第三级网格。其中，第六位码元，标识经度方向网格，用 0~5 编码；第七位码元，标识纬度方向网格，用 0~3 编码。第三级网格码元编码规则与该网格所在半球相关，见图 4。

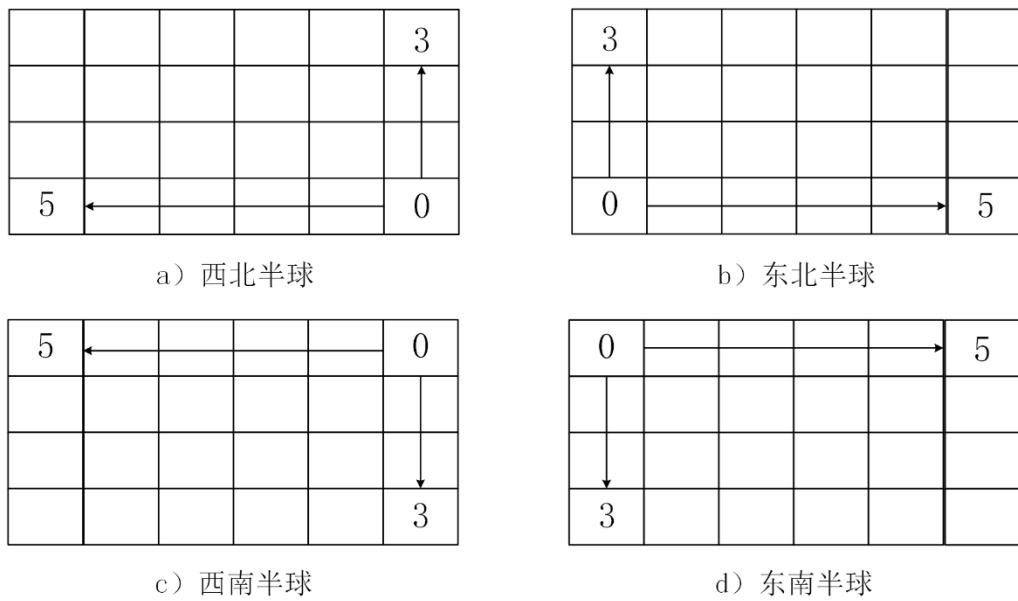


图4 第三级空域网格码元编码规则

- e) 第八位码元，标识第四级网格，编码顺序按照 Z 序采用 0~5 编码，Z 序编码规则与第四级网格所在半球相关，见图 5。

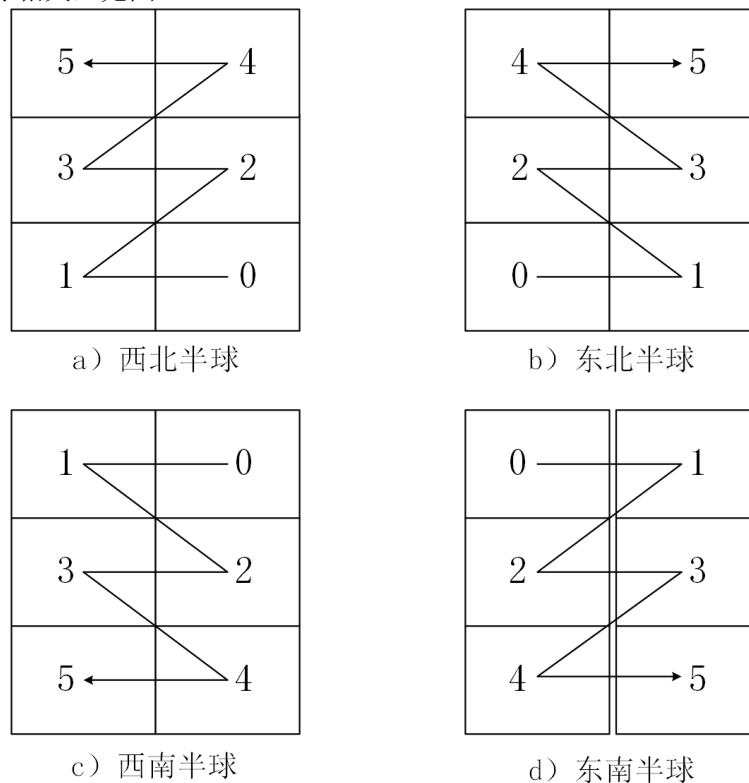


图5 第四级空域网格码元编码规则

- f) 第九位码元，标识第五级网格，编码顺序按照 Z 序采用 0~5 编码，Z 序编码规则与第五级网格所在半球相关，见图 6。

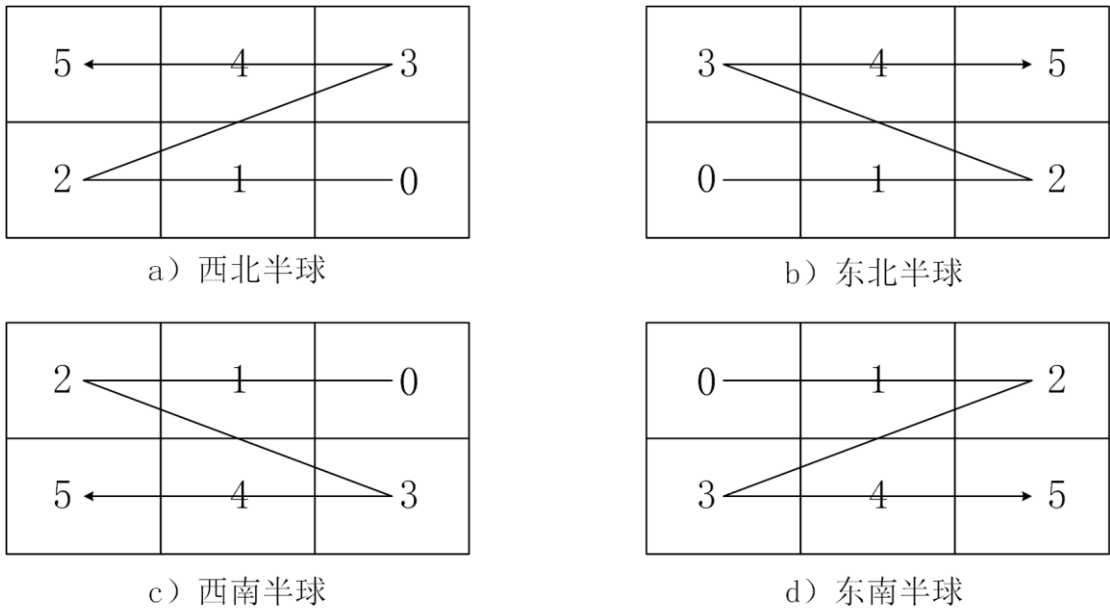


图6 第五级空域网格码元编码规则

- g) 第十位、第十一位码元，标识第六级网格。其中，第十位码元，标识经度方向网格，用 0~4 编码；第十一位码元，标识纬度方向网格，用 0~4 编码。第六级网格码元编码规则与该网格所在半球相关，见图 7。
- h) 第十三位、第十四位码元，标识第七级网格。其中，第十三位码元，标识经度方向网格，用 0~4 编码；第十四位码元，标识纬度方向网格，用 0~4 编码。第七级网格码元编码规则与该网格所在半球相关，见图 7。

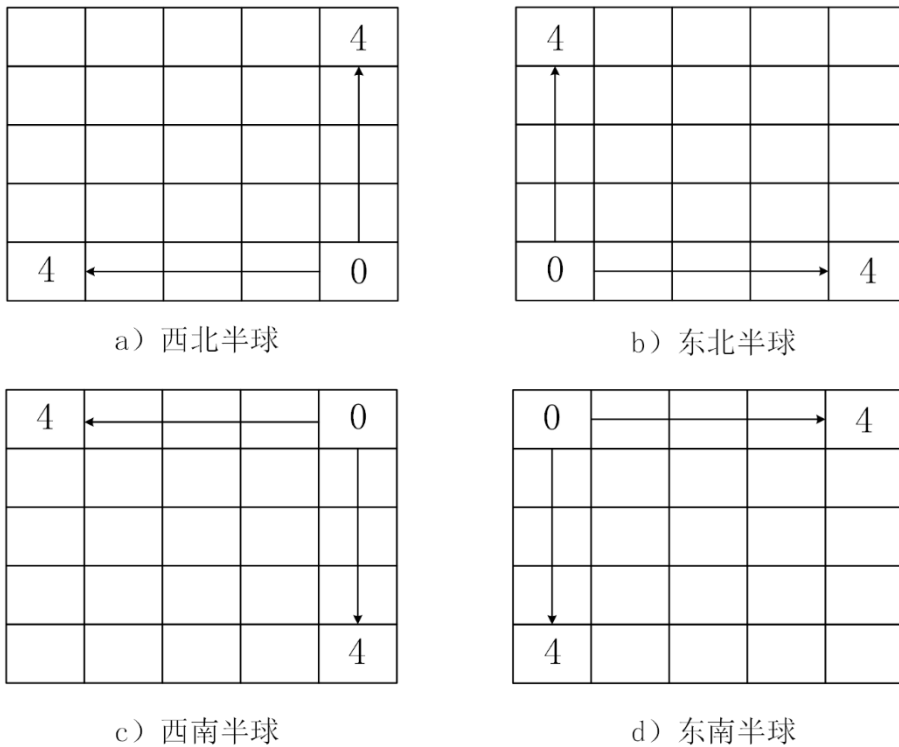


图7 第六级、第七级空域网格码元编码规则

- i) 第十六位码元，标识第八级网格，编码顺序按照 Z 序采用 0~8 编码，Z 序编码规则与第八级网格所在半球相关，见图 8。

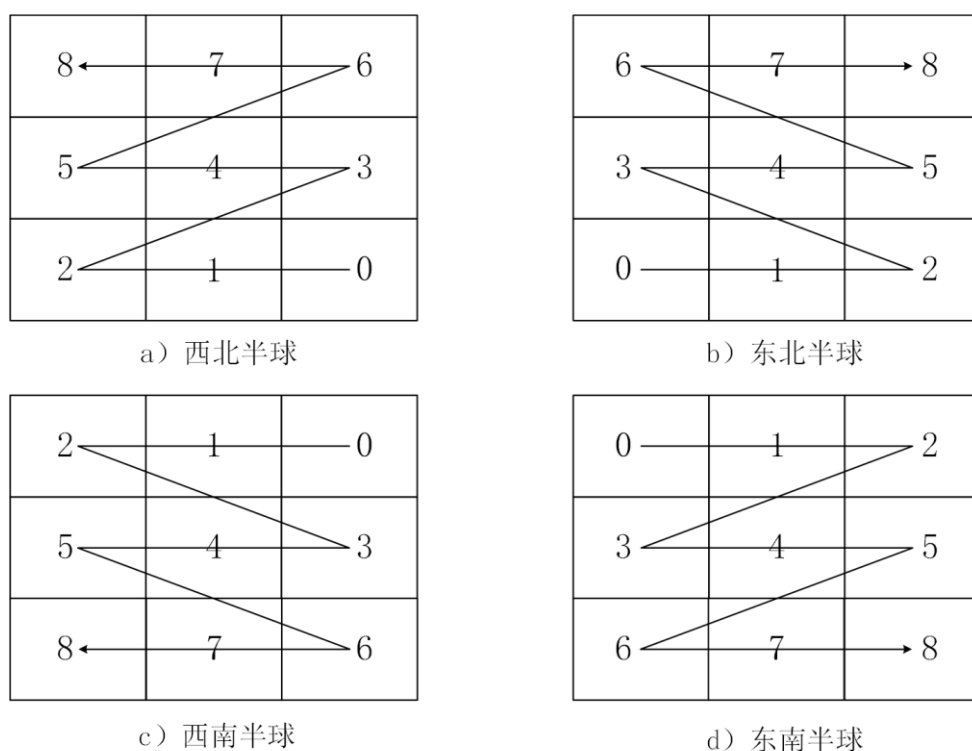


图8 第八级空域网格码元编码规则

- j) 第十八位码元，标识第九级网格，编码顺序按照 Z 序采用 0~3 编码，Z 序编码规则与第九级网格所在半球相关，见图 3。
- k) 第二十位码元，标识第十级网格，编码顺序按照 Z 序采用 0~3 编码，Z 序编码规则与第十级网格所在半球相关，见图 3。
- l) 第二十二位码元，标识第十一级网格，编码顺序按照 Z 序采用 0~3 编码，Z 序编码规则与第十一级网格所在半球相关，见图 3。
- m) 第二十四位码元，标识第十二级网格，编码顺序按照 Z 序采用 0~3 编码，Z 序编码规则与第十二级网格所在半球相关，见图 3。
- n) 第二十六位码元，标识第十三级网格，编码顺序按照 Z 序采用 0~3 编码，Z 序编码规则与第十三级网格所在半球相关，见图 3。
- o) 第二十八位码元，标识第十四级网格，编码顺序按照 Z 序采用 0~3 编码，Z 序编码规则与第十四级网格所在半球相关，见图 3。
- p) 第三十位码元，标识第十五级网格，编码顺序按照 Z 序采用 0~3 编码，Z 序编码规则与第十五级网格所在半球相关，见图 3。
- q) 第三十二位码元，标识第十六级网格，编码顺序按照 Z 序采用 0~3 编码，Z 序编码规则与第十六级网格所在半球相关，见图 3。

5 空域网格使用规则

5.1 空域网格多元属性数据表征

5.1.1 空域网格多元属性

空域每个网格应具备多种属性数据的表征，包括但不限于以下属性：

- a) 空间属性；
- b) 时间属性；
- c) 能力属性；
- d) 环境属性；

- e) 管理属性;
- f) 其他属性。

5.1.2 空域网格属性数据要求

5.1.2.1 空间属性

空域网格空间属性数据应包括:

- a) 网格大小;
- b) 网格位置(经度、纬度、高程等);
- c) 网格空间范围(经度、纬度、高程等);
- d) 网格坐标系;
- e) 其他空间属性数据。

5.1.2.2 时间属性

空域网格时间属性数据应包括:

- a) 时间戳;
- b) 被占用开始时间;
- c) 被占用结束时间;
- d) 其他时间属性数据。

5.1.2.3 能力属性

空域网格能力属性数据应包括:

- a) 导航性能数据: 卫星导航性能、地面辅助导航性能;
- b) 通信性能数据: 移动通信网络覆盖信号强度;
- c) 监视性能数据: 监视方式、监视能力;
- d) 其他能力属性数据。

5.1.2.4 环境属性

空域网格环境属性数据包括:

- a) 地形地貌;
- b) 地面高程;
- c) 地面障碍物;
- d) 气象;
- e) 电磁环境;
- f) 街道;
- g) 绿地;
- h) 河流;
- i) 噪声;
- j) 人口密度分布;
- k) 民用机场无人驾驶航空器管制区;
- l) 无人驾驶航空器起降场;
- m) 无人驾驶航空器航路航线;
- n) 无人驾驶航空器风险地图;
- o) 其他环境属性数据。

5.1.2.5 管理属性

空域网格管理属性数据包括:

- a) 时间戳;
- b) 管理时间;
- c) 管理主体;

- d) 适飞空域;
- e) 管制空域;
- f) 其他管理属性数据。

5.2 空域网格信息存储查询

5.2.1 信息存储

5.2.1.1 宜采用非关系型数据库存储空间网格数据，使用空间网格编码作为唯一性判断，以半结构化形式组织数据存储结构，如 JSON。

表1 空域网格信息存储结构

空域网格编码 (Cell ID)	网格属性(Cell Attributes)
Airspacecode1	Attribute1, Attribute2, Attribute3.....
Airspacecode2	Attribute1, Attribute2, Attribute3.....
Airspacecode3	Attribute1, Attribute2, Attribute3.....
.....
AirspacecodeN	Attribute1, Attribute2, Attribute3.....

5.2.1.2 空域网格信息存储的数据库格式应符合如下文档结构。

```
{
  "airspace_code" : AirspaceCode ,
  "Attribute1" : [Attribute11 , Attribute12 , ... , Attribute1i],
  "Attribute2" : [Attribute21 , Attribute22 , ... , Attribute2j],
  "Attribute3" : [Attribute31 , Attribute32 , ... , Attribute3k],
  "Attribute4" : [Attribute41 , Attribute42 , ... , Attribute4l],
  "Attribute5" : [Attribute51 , Attribute52 , ... , Attribute5m],
  "Attribute6" : [Attribute61 , Attribute62 , ... , Attribute6n],
}
```

5.2.1.3 空域网格信息存储的数据库格式应符合如下数据布局。

- a) Attribute1 为空间属性数据。
- b) Attribute2 为时间属性数据。
- c) Attribute3 为能力属性数据。
- d) Attribute4 为环境属性数据。
- e) Attribute5 为管理属性数据。
- f) Attribute6 为其他属性数据。

5.2.2 信息查询

为了快速有效地获取到任意空域网格或者其属性信息，空域网格查询应包含但不限于以下方式。

- a) 按指定空域网格层级查询。
- b) 按属性特征条件查询。
- c) 按空域网格编码查询。
- d) 按经纬度、高程定位查询。
- e) 按空域网格空间拓扑关系查询，空间拓扑关系类别包括：
 - 1) 包含：一个空域网格完全位于另一个空域网格的内部；
 - 2) 相等：两个空域网格完全重合；
 - 3) 角相邻：两个空域网格共享一个顶点；
 - 4) 边相邻：两个空域网格共享一条边；
 - 5) 面相邻：两个空域网格共享一个面；
 - 6) 相离：两个空域网格不存在任何公共部分；
 - 7) 同柱：两个空域网格仅通过上下移动可实现包含或相等的关系，即共享一个柱体；
 - 8) 同柱相邻：两个空域网格同柱且不相离；

MH/T XXXX—XXXX

- 9) 同柱相离：两个空域网格同柱且相离。
- f) 组合查询方式。

参 考 文 献

- [1] GB/T 39409-2020 北斗网格位置码
 - [2] GB/T 40087-2021 地球空间网格编码规则
 - [3] 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
-