

SEM 数据标准协议

1 范围

本标准规定了语义实体模型的基本规定、数据组织、存储和交换的基本要求。

本标准适用于语义实体模型数据的交换、存储管理、发布与访问。

2 规范性引用文件

本文件编制过程中，引用了如下文件，下列文件对于阅读和使用本文件，是必不可少的。

GB/T 7408-2005 数据元和交换格式 信息交换 日期和时间表示法

GB/T 168131-2013 基于坐标的地理点位置标准表示法

GB/T 30320-2013 地理空间数据库访问接口

3 术语和定义

3.1 实体 Entity

现实世界中具有空间位置、共同属性的独立自然或人工地物。

3.2 语义实体模型 Semantic Entity Model

一种基于语义描述的空间实体模型数据存储和交换的格式。

3.3 EPSG 编码 EPSG Code

The European Petroleum Survey Group 发布并维护的一套公用的坐标参考系统，其坐标参考系统的编码称为 EPSG Code。

4 符号和缩略语

JSON:JavaScript 对象表示法(JavaScript Object Notation)

LOD:细节层次(Level of Detail)

URI:统一资源标识符(Uniform Resource Identifier)

XML:可扩展标记语言(Extensible Markup Language)

HTTP:超文本传输协议(Hypertext Transfer Protocol)

UML: 统一建模语言(Unified Modelling Language)

5 SEM 规范

5.1 概述

SEM 是一种基于语义描述的空间实体模型数据存储和交换的格式，用于存储空间实体模型，这些空间实体即包括建筑物、基础设施、地下管线、道路等城市空间对象，也可以是地质、海洋等其它领域的空间对象。

SEM 定义了空间实体对象的类型和相互关系，存储空间实体对象的几何、拓扑、颜色、纹理以及属性等信息。同时，还支持为空间实体对象挂接非结构化的现有数据，如人工模型、点云模型、视频文件等。

SEM 将所有信息和文件打包在一个 SQLite 数据库表中，每个空间实体具有唯一 ID，便于空间实体的查询、新增、删除、编辑更新。采用 SEM 格式存储空间实体数据，可满足空间实体二维、三维一体化管理需求，同时也解决了 BIM、地理实体数据等多源数据融合的问题。

5.2 原则

5.2.1 扩展性

SEM 可通过扩展 Schema，满足多领域空间实体模型存储和表达需求，可应用于多种应用场景，包括但不限于实景三维中国、CIM、数字孪生城市等。

5.2.2 灵活性

支持材质、纹理、图片和几何模板对象的复用，支持空间和属性索引，SEM 可以快速检索、加载数据，可轻松实现基于语义实时提取空间实体对象信息。

5.2.3 系统性

数据结构可正确反映实体与其他关联数据的横向、纵向的体系结构，数据组织层次清晰合理。

5.3 SEM 存储及编码

5.3.1 SEM 存储

SEM 基于 SQLite 数据库，将所有空间实体信息和文件打包处理形成单一文件进行存储，便于拷贝和移动，也便于空间实体对象的增删改查。

同时，SEM 每个空间实体具有唯一 ID，统一存储和管理空间实体的二、三维多形态以及多时态对象，实现一码多态管理。

5.3.2 SEM encoding

SEM 对 JSON 格式和编码具有以下限制：

- (1) JSON 必须使用没有 BOM 的 UTF-8 编码。
- (2) 本规范中定义的所有字符串（属性名称，枚举）仅使用 ASCII 字符集，必须以纯文本格式编写。
- (3) JSON 对象中的名称（键）必须是唯一的，即不允许使用重复键。

5.4 时空基准

需基于统一的时空基准。

6 数据组织

6.1 基本组成

SEM 使用 SQLite 数据库存储，主要包括：元数据表、实体对象表、链接对象表、属性表、材质表、纹理表、纹理顶点表、图片数据表、几何模板表和扩展表。

SEM 逻辑组织 UML 图如下：

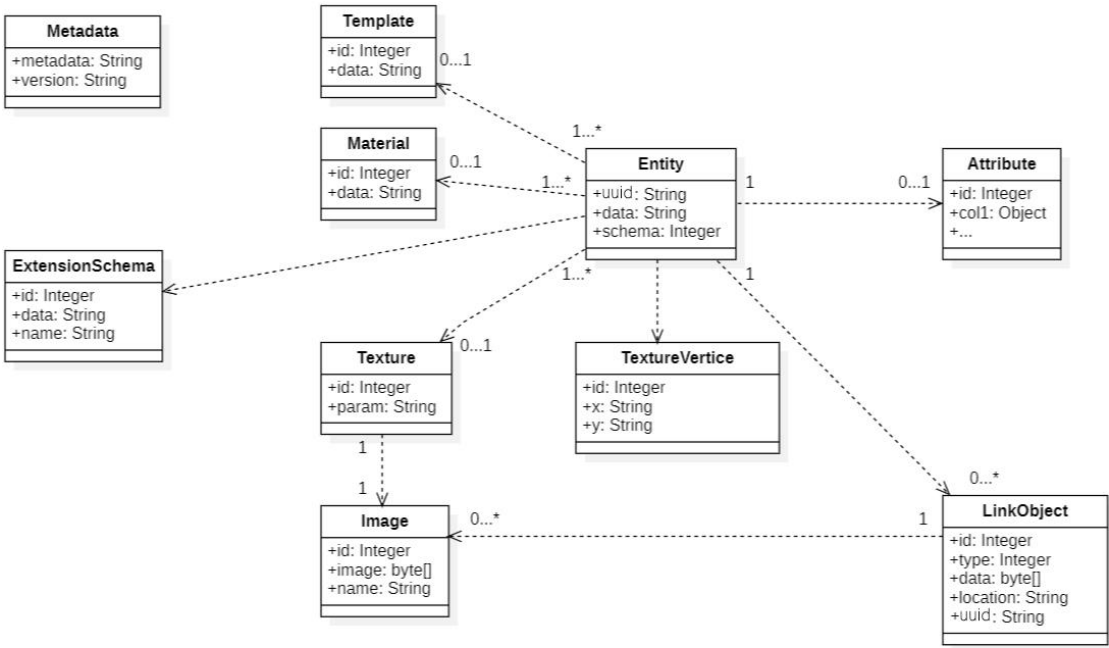


图 1 SEM 逻辑组织 UML 图

SEM 中实体对象、材质、几何模板等表的 data 字段遵循具体的语义 GML Schema 的对象分类和定义,目前主要支持的 Schema 有 CityJSON(CityGML)。以下 data 示例数据也以 CityJSON 为例说明。

6.2 元数据表 (metadata)

元数据表用于存储 SEM 基础信息,应包括 metadata 和 version 两个字段,其中 metadata 描述元数据内容,可包括名称、数据集名称、数据集来源日期、地理位置、参考系、地理范围、数据集联系方式、元数据标准、元数据标准版本等,version 描述元数据的版本信息。

metadata 表		
字段	类型	说明
metadata	string	元数据内容
version	string	版本

6.3 实体对象表 (entity)

实体对象表主要存储空间实体几何数据,一个 SEM 文件中可能包含一个或多个空间实体对象描述。实体对象表应包括 uuid、data 和 schema 字段。uuid 字段表示实体对象的唯一标识,data 字段描述实体内容,schema 字段描述实体对象的数据类型,例如 cityjson。

entity 表		
字段	类型	说明
uuid	string	唯一标识
data	string	实体内容
schema	integer	数据类型,如 1:cityjson

6.4 链接对象表 (linkobject)

链接对象表用于存储空间实体对象的挂接对象信息,每个实体对象可有零到多个挂接对象,应包括 id、type、data、location、entity_id 和 uri 六个字段。id 字段表示链接对象的唯一标识。type 字段描述挂接数据的类型,可包括人工模型、点云模型、视频数据、IoT 数据等。data 字段描述链接对象的数据。location 字段描述链接对象的模型位置信息,可为空。entity_id 字段表示关联实体对象的 id,对应实体对象表中的 id 字段。uri 字段表示链接对象的资源位置。

linkobject 表

字段	类型	说明
id	integer	唯一标识
type	integer	挂接数据的类型，如 1:人工模型，2:点云模型，3:视频数据，4:IoT
data	byte[]	数据
location	string	模型位置信息（经度，纬度，高度，俯仰角，偏航角，翻转角）
entity_id	integer	关联实体对象的 id
uri	string	资源位置

6.5 属性表 (attribute)

属性表用于存储实体对象的属性，每个实体对象对应零个或者一个属性表。属性表应包括 id 和其他若干字段，其中 id 字段表示实体对象的 id，与实体对象表中的 id 字段对应。属性表中只有 id 是固定字段，其余字段根据业务属性动态生成。

attribute 表

字段	类型	说明
id	integer	实体对象的 id
coll	object	列名称 1
...

6.6 材质表 (material)

材质表用于存储空间实体对象的材质信息，一个材质可对应多个实体对象，一个实体对象可对应零个或者一个材质。材质表应包括 id 和 data 两个字段，其中 id 字段表示材质的唯一标识，data 字段描述材质参数，例如名称、漫射色、透明度等。

material 表

字段	类型	说明
id	integer	唯一标识
data	string	材质参数

6.7 纹理表 (texture)

纹理表用于存储空间实体对象的纹理信息，一个纹理可对应多个实体对象，一个实体对象可对应零个或者一个纹理。纹理表应包括 id 和 data 两个字段，其

中 id 字段表示纹理的唯一标识, param 字段描述纹理参数, 例如格式、图片 id、图片名称、纹理覆盖方式、纹理类型、边界色等。

texture 表

字段	类型	说明
id	integer	唯一标识
param	string	纹理参数

6.8 纹理顶点表 (texturevertice)

记录空间实体对象的纹理顶点坐标值, 包括 id、x 和 y 三个字段。

texturevertice 表

字段	类型	说明
id	integer	唯一标识
x	string	纹理顶点横坐标
y	string	纹理顶点纵坐标

6.9 图片数据表 (image)

图片表用于存储空间实体对象的纹理或挂接的人工模型所应用的图片数据。一个纹理对应一个图片, 一个链接对象可以对应零到多个图片。图片应包括 id、image 和 name 三个字段, 其中 id 字段表示图片的唯一标识, 与纹理表中的图片 id 对应, image 字段描述存储图片的数据, name 字段是图片名。

image 表

字段	类型	说明
id	integer	唯一标识
image	byte[]	存储图片数据
name	string	图片名

6.10 几何模板表 (template)

几何模板表用于存储空间实体的几何模板, 一个几何模板可对应多个实体对象, 一个实体对象可对应零个或者一个几何模板。几何模板应包括 id 和 data 两个字段, 其中 id 字段表示几何模板的唯一标识, data 描述几何模板的数据。

template 表

字段	类型	说明
id	integer	唯一标识
data	string	几何模板数据

6.11 扩展表（extensionschema）

扩展表用于描述领域本体的扩展属性及扩展信息，包括 id、data 和 name 三个字段。具体内容及示例如下：

extensionschema 表

字段	类型	说明
id	integer	扩展类型
data	string	扩展内容
name	string	名称

7 附录：SEM 示例

7.1 元数据表示例

```
{
  "metadata": {
    "name": "example",
    "datasetTitle": "3D city model of Chibougamau, Canada",
    "datasetReferenceDate": "1977-02-28",
    "geographicLocation": "Chibougamau, Québec, Canada",
    "referenceSystem": "urn:ogc:def:crs:EPSG::2355",
    "geographicalExtent": [
      84710,
      346846,
      5,
      84757,
      346944,
      40
    ],
    "datasetPointOfContact": {
      "contactName": "3D Geoinformation Group",
      "phone": "+31-6666666666",
      "address": "Delft University of Technology, the Netherlands",
      "emailAddress": "elvis@tudelft.nl",
      "contactType": "organization",
      "website": "https://3d.bk.tudelft.nl"
    },
    "metadataStandard": "ISO 19115 - Geographic Information - Metadata",
    "metadataStandardVersion": "ISO 19115:2014(E)"
  },
}
```

7.2 实体对象表示例

```
{
```

```
"type": "CityJSON",
"version": "1.0",
"metadata": {
  "referenceSystem": "urn:ogc:def:crs:EPSG::4549",
  "geographicalExtent": [
    693614.725, 3385671.065, -21.512, 705944.841, 3395412.443, 226.777
  ],
  "presentLoDs": {
    "0.0": 1
  }
},
"CityObjects": {
  "ID_0815": {
    "type": "+MountainPeak",
    "attributes": {
      "bs": {
        "qqwybs": "N32GEHD472022122216324500000001030101110300",
        "hydm": "110300",
        "fldm": "030101",
        "mc": "西山"
      },
      "zt": {
        "smsg": "山脉",
        "dbxtgb": "未改变"
      },
      "sk": {
        "cssj": "201802",
        "gxsj": "202008",
        "xwsj": "202209"
      },
      "nl": {
        "didz": "",
        "kqz1": "优",
        "dzw1x": "灌木"
      },
      "ssxzq": "北京市海淀区",
      "stxt": "单面山",
      "stpx": "凸形",
      "zbfq": "灌木",
      "attitude": "1000",
      "ltsm": "西山",
      "sdqh": "暖温带半湿润大陆性季风气候",
      "smzx": "东北-西南",
      "z1": "高山",
```



```

        "diffintem": "3000",
        "component": "石山",
        "volume": "",
        "xcyy": "两个板块相互挤压",
        "tz": "尖状",
        "sdqw": "10"
    },
    "geometry": [
        {
            "type": "MultiSurface",
            "boundaries": [
                [[0, 1, 2]],
                [[2, 3, 0]],
                [[4, 1, 0]],
                ....
            ]
        }
    ]
}

```

7.3 材质表示例

```

{
    "data": {
        "name": "roofandground",
        "ambientIntensity": 0.2000,
        "diffuseColor": [0.9000, 0.1000, 0.7500],
        "emissiveColor": [0.9000, 0.1000, 0.7500],
        "specularColor": [0.9000, 0.1000, 0.7500],
        "shininess": 0.2,
        "transparency": 0.5,
        "isSmooth": false,
    }
}

```

7.4 纹理表示例

```

{
    "param": {
        "type": "JPG",
        "imageId": 1,
        "name": "myroof.jpg",
        "wrapMode": "wrap",
        "textureType": "unknown",
        "borderColor": [0.0, 0.1, 0.2, 1.0]
    }
}

```

7.5 几何模板表示例

```

{
  "data": {
    "geometry": {
      "type": "MultiSurface",
      "lod": 2,
      "boundaries": [
        [[0, 3, 2, 1]], [[4, 5, 6, 7]], [[0, 1, 5, 4]]
      ]
    },
    "vertices-templates": [
      [0.0, 0.5, 0.0],
      [1.0, 1.0, 0.0],
      [0.0, 1.0, 0.0]
    ],
    "vertices": [
      [8523.134, 487625.134, 2.03],
      [8523.134, 487625.134, 2.03],
      [8523.134, 487625.134, 2.03]
    ]
  }
}

```

7.6 扩展表示例

```

{
  "type": "CityJSON_Extension",
  "name": "Mountain",
  "uri": "http://www.smartearth.cn/extension.schema.Mountain.json",
  "version": "1.0.0",
  "description": "Extension for Mountain model",
  "extraCityObjects": {
    "+Mountain": {
      "allOf": [
        {
          "$ref": "../cityobjects.schema.json#/_AbstractCityObject"
        },
        {
          "properties": {
            "type": {
              "enum": [
                "+Mountain"
              ]
            }
          },
          "topLevel": {
            "type": "boolean"
          }
        }
      ]
    }
  }
}

```

```
},
"attributes": {
  "type": "object",
  "properties": {
    "function": {
      "type": "string"
    },
    "bs": {
      "type": "object",
      "description": "标识",
      "properties": {
        "qqwybs": {
          "type": "string",
          "description": "全球唯一编码"
        },
        "hydm": {
          "type": "string",
          "description": "行业代码"
        },
        "fldm": {
          "type": "string",
          "description": "分类代码"
        },
        "mc": {
          "type": "string",
          "description": "名称"
        }
      }
    },
    "zt": {
      "type": "object",
      "description": "状态",
      "properties": {
        "smsg": {
          "type": "string",
          "description": "山脉山谷"
        },
        "dbxtgb": {
          "type": "string",
          "description": "地表形态改变"
        }
      }
    },
    "sk": {
```

```
"type": "object",
"description": "时空",
"properties": {
  "cssj": {
    "type": "string",
    "description": "产生时间"
  },
  "gxsj": {
    "type": "string",
    "description": "更新时间"
  },
  "xwsj": {
    "type": "string",
    "description": "消亡时间"
  }
},
"nl": {
  "type": "object",
  "description": "能力",
  "properties": {
    "didz": {
      "type": "string",
      "description": "地形地质"
    },
    "kqzl": {
      "type": "string",
      "description": "空气质量"
    },
    "dzwlx": {
      "type": "string",
      "description": "动植物类型"
    }
  }
},
"ssxzq": {
  "type": "string",
  "description": "所属行政区域"
},
"stxt": {
  "type": "string",
  "description": "山体形态",
  "enum": [
    "陡坡", "缓坡", "单面山", "方山", "峭壁", "悬崖"
```

```
    ]
  },
  "sdqh": {
    "type": "string",
    "description": "山地气候"
  },
  "smzx": {
    "type": "string",
    "description": "山脉走向"
  },
  "zl": {
    "type": "string",
    "description": "种类",
    "enum": [
      "丘陵", "低山", "中山", "高山"
    ]
  },
  "diffintem": {
    "type": "string",
    "description": "温差"
  },
  "component ": {
    "type": "string",
    "description": "组成成分",
    "enum": [
      "石山", "土山"
    ]
  },
  "volume": {
    "type": "number",
    "description": "体积"
  }
}
},
"children": {
  "type": "array",
  "items": {
    "type": "string"
  }
}
},
"geometry": {
  "type": "array",
  "items": {
    "oneOf": [
```

```

        {
            "$ref": "geomprimitives.schema.json#/MultiPoint"
        },
        {
            "$ref": "geomprimitives.schema.json#/MultiLineString"
        },
        {
            "$ref": "geomprimitives.schema.json#/MultiSurface"
        },
        {
            "$ref": "geomprimitives.schema.json#/CompositeSurface"
        },
        {
            "$ref": "geomprimitives.schema.json#/Solid"
        },
        {
            "$ref": "geomprimitives.schema.json#/CompositeSolid"
        },
        {
            "$ref": "geomprimitives.schema.json#/MultiSolid"
        },
        {
            "$ref": "geomtemplates.schema.json#/GeometryInstance"
        }
    ]
}
}
},
"required": [
    "type",
    "topLevel",
    "geometry"
]
}
]
},
"+MountainPeak": {
    "allOf": [
        {
            "$ref": "../cityobjects.schema.json#/_AbstractCityObject"
        },
        {
            "properties": {
                "type": {

```

```
"enum": [  
  "+MountainPeak"  
]  
},  
"attributes": {  
  "$ref": "#/+Mountain/attributes",  
  "xcyy": {  
    "type": "string",  
    "description": "形成原因"  
  },  
  "tz": {  
    "type": "string",  
    "description": "特征"  
  },  
  "sdqw": {  
    "type": "number",  
    "description": "山顶气温"  
  }  
},  
"parents": {  
  "type": "array",  
  "items": {  
    "type": "string"  
  }  
},  
"geometry": {  
  "type": "array",  
  "items": {  
    "oneOf": [  
      {  
        "$ref": "geomprimitives.schema.json#/MultiPoint"  
      },  
      {  
        "$ref": "geomprimitives.schema.json#/MultiLineString"  
      },  
      {  
        "$ref": "geomprimitives.schema.json#/MultiSurface"  
      },  
      {  
        "$ref": "geomprimitives.schema.json#/CompositeSurface"  
      },  
      {  
        "$ref": "geomprimitives.schema.json#/Solid"  
      },  
    ],  
  }  
}
```

```
    {
      "$ref": "geomprimitives.schema.json#/CompositeSolid"
    },
    {
      "$ref": "geomprimitives.schema.json#/MultiSolid"
    },
    {
      "$ref": "geomtemplates.schema.json#/GeometryInstance"
    }
  ]
}
},
"required": [
  "type",
  "parents",
  "geometry"
]
}
]
```