

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXX—202X

三维地质模型数据交换格式（Geo3DML）

Data Interchange Format for Three-dimensional Geological Model (Geo3DML)

（报批稿）

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义及缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	3
4 基本规定	3
4.1 XML 模式	3
4.2 版本	3
4.3 UML 标记	3
4.4 XML 命名空间	4
5 Geo3DML 文档	5
5.1 总体结构	5
5.2 Geo3DML 元素分类	5
5.3 结构元素	5
5.4 数据元素	6
5.5 包装元素	6
6 Geo3DML 模式	6
6.1 基本规定	6
6.2 结构组件	9
6.3 数据组件	11
6.4 包装组件	29
6.5 基础数据结构组件	31
附录 A （资料性） Geo3DML 文档示例	33
附录 B （资料性） Geo3DML 模式	91
附录 C （资料性） Geo3DML 组件源码	98
附录 D （资料性） Geo3DML 几何数据的二进制格式	128
附录 E （资料性） Base64 编码/解码参考实现	132
参考文献	136

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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本文件起草单位：中国地质调查局、中国地质科学院水文地质环境地质研究所、中国矿业大学（北京）、中国地质调查局自然资源综合指挥中心、中国地质科学院矿产资源研究所、中国地质大学（武汉）、北京大学、北京航空航天大学、河北地质大学等。

本文件主要起草人：屈红刚、陆琰、王占刚、吴自兴、王乾、王想红、周小元、李魁星、花卫华、杨钦、霍志彬、何珍文、高振记、冯艳芳、王斌、姬广军、硕良勋、朱吉祥、黄兆欢、孙莉、张婷婷、宋越、李吉刚、李英鸿、蔡子昭、王伟、石磊、张春昊、王昀等。

引 言

三维地质模型能够将复杂的地质现象用更加直观、形象的立体图形图像表达出来，突破了传统二维地质图的局限性，提升了地质成果的表达形式。三维地质模型构建过程中的多源数据融合，以及基于三维地质模型的可视化、空间分析与数值模拟，推动了深部地质结构、物质组成和地质作用过程的研究，大大提高了地质分析、评价和预测能力，切实提升了地质工作的支撑服务能力。当前，三维地质建模技术方法与软件工具多样，不同地质建模软件生成的三维地质模型数据的存储格式存在较大差异，为便于不同软件建立的模型在统一场景中的集成显示和分析应用，实现建模成果数据在不同部门间相互共享和交换，为模型数据汇交和管理部门维护不同数据格式提供规范化支撑，中国地质调查局组织有关单位制定了本文件。

本文件由基本规定、Geo3DML 文档和 Geo3DML 模式三部分主体内容构成，进一步扩展了数据交换格式组件，定义了符合自身需求的特定组件，具有与现有地理信息系统的互操作性和兼容性。

本文件发布实施后，将规范化三维地质模型数据的存储格式，提高数据的一致性和可重用性；促进不同建模软件之间三维地质模型数据的无缝交换和共享；简化三维地质模型数据的集成和管理工作，降低数据转换和处理成本，为地质矿产行业的科研、工程应用和社会服务提供数据支持，推动行业技术进步。

三维地质模型数据交换格式（Geo3DML）

1 范围

本文件确立了三维地质模型数据交换格式（Geo3DML）的基本规定、Geo3DML 文档与 Geo3DML 模式等。

本文件适用于基础地质、矿产地质、水文地质、工程地质、环境地质等三维地质模型成果验收、提交和共享。其他地质工作三维地质模型数据交换可参照使用。

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（包括所有修改版）适用于本文件。

GB/T 958-2015 区域地质图图例

GB/T 9649(所有部分) 地质矿产术语分类代码

GB/T 23708-2009 地理信息 地理标记语言（GML）（ISO 19136:2007）

ISO/TS 19139-1:2019 地理信息 XML 模式实现 第一部分：编码规则（Geographic information — XML schema implementation — Part 1: Encoding rules）

OGC 05-077r4 OpenGIS 符号编码实现规范（OpenGIS Symbology Encoding Implementation Specification, Version 1.1.0）

OGC 08-094r1 OGC SWE 通用数据模型编码标准（OGC SWE Common Data Model Encoding Standard, Version 2.0.0）

OGC 09-146r2 OGC 覆盖实现模式（OGC Coverage Implementation Schema, Version 1.0.1）

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

三维地质模型 three-dimensional geological model

利用计算机技术建立的，表达地质对象空间形态、地质对象之间关系及地质对象内部物性特征的三维可视化模型。

3.1.2

地质要素 geological feature

地质对象的抽象表示，具体描述特定地质对象的空间形态及地质对象内部的物性特征。

3.1.3

Geo3DML 文档 Geo3DML document

遵循本文件规定构建的存储被交换的三维地质模型数据的 XML 文档。

3.1.4

Geo3DML 模式 Geo3DML schema

定义三维地质模型数据交换格式的结构和语法规则 XML 模式。

3.1.5

Geo3DML 元素 `Geo3DML element`

Geo3DML 文档（3.1.3）的基本元素，是标准的 XML 元素。

注：元素的文本、属性及子元素的语法和结构须遵循 Geo3DML 模式（3.1.4）的规定。

3.1.6

Geo3DML 组件 `Geo3DML component`

Geo3DML 模式（3.1.4）的基本信息项，对 Geo3DML 文档（3.1.3）结构和 Geo3DML 元素（3.1.5）的语法规则做出规定。

3.1.7

结构元素 `structure element`

构成 Geo3DML 文档（3.1.3）主体结构的 Geo3DML 元素（3.1.5）。

3.1.8

结构组件 `structure component`

对结构元素（3.1.7）的语法作出规定的 Geo3DML 组件（3.1.6）。

3.1.9

数据元素 `data element`

存储三维地质模型几何数据、地质属性数据、元数据以及三维可视化参数的 Geo3DML 元素（3.1.5）。

3.1.10

数据组件 `data component`

对数据元素（3.1.9）语法作出规定的 Geo3DML 组件（3.1.6）。

3.1.11

包装元素 `wrap element`

对结构元素（3.1.7）和数据元素（3.1.9）进行封装并声明所有权的 XML 元素。

3.1.12

包装组件 `wrap component`

对包装元素（3.1.11）语法作出规定的 Geo3DML 组件（3.1.6）。

3.1.13

三维地质工程 `three-dimensional geological project`

用于集成多个三维地质模型数据及其可视化样式信息的 Geo3DML 元素（3.1.5）。

注：Geo3DML 文档（3.1.3）的根元素。

3.1.14

地质要素类 `geological feature class`

具有相同属性结构地质要素（3.1.2）的集合。

3.1.15

三维地质图 three-dimensional geological map

三维地质模型数据的三维图形化表达。

3.1.16

三维地质图层 three-dimensional geological map layer

构成三维地质图的基本单元，管理某个地质要素类（3.1.14）中所有地质要素的三维图形化表达。

3.1.17

覆盖 coverage

时空定义域到值域的映射，描述绑定在时空位置上的地质属性的集合。

[来源：ISO 19123-1:2023, 3.1.9, 有修改]

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件：

Geo3DML 三维地质模型标记语言（Three-Dimensional Geological Model Markup Language）

URI 统一资源标识符（Universal Resource Identifier）

GMD 地理信息元数据（Geographic Information — Metadata）

GML 地理标记语言（Geography Markup Language）

OGC 开放地理信息联盟（Open Geospatial Consortium）

SE OGC 符号编码规范（OpenGIS Symbology Encoding）

SWE OGC 传感器万维网增强协议（OGC: Sensor Web Enablement）

UML 统一建模语言（Unified Modeling Language）

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

XSD XML 模式定义语言（XML Schema Definition Language）

4 基本规定

4.1 XML 模式

本文件的正文部分使用 W3C XML 模式语言来描述一致的 Geo3DML 文档的语法。

4.2 版本

版本要求如下。

——根据 XML 模式推荐，每一个 Geo3DML 模式文档都应该有一个版本属性。

——版本属性字符串的格式是 x.y，其中 x 表示文档的主版本号，y 表示文档的次版本号。

——本文件描述的版本是 1.0。

4.3 UML 标记

本文件使用的 UML 标记如图 1 所示。

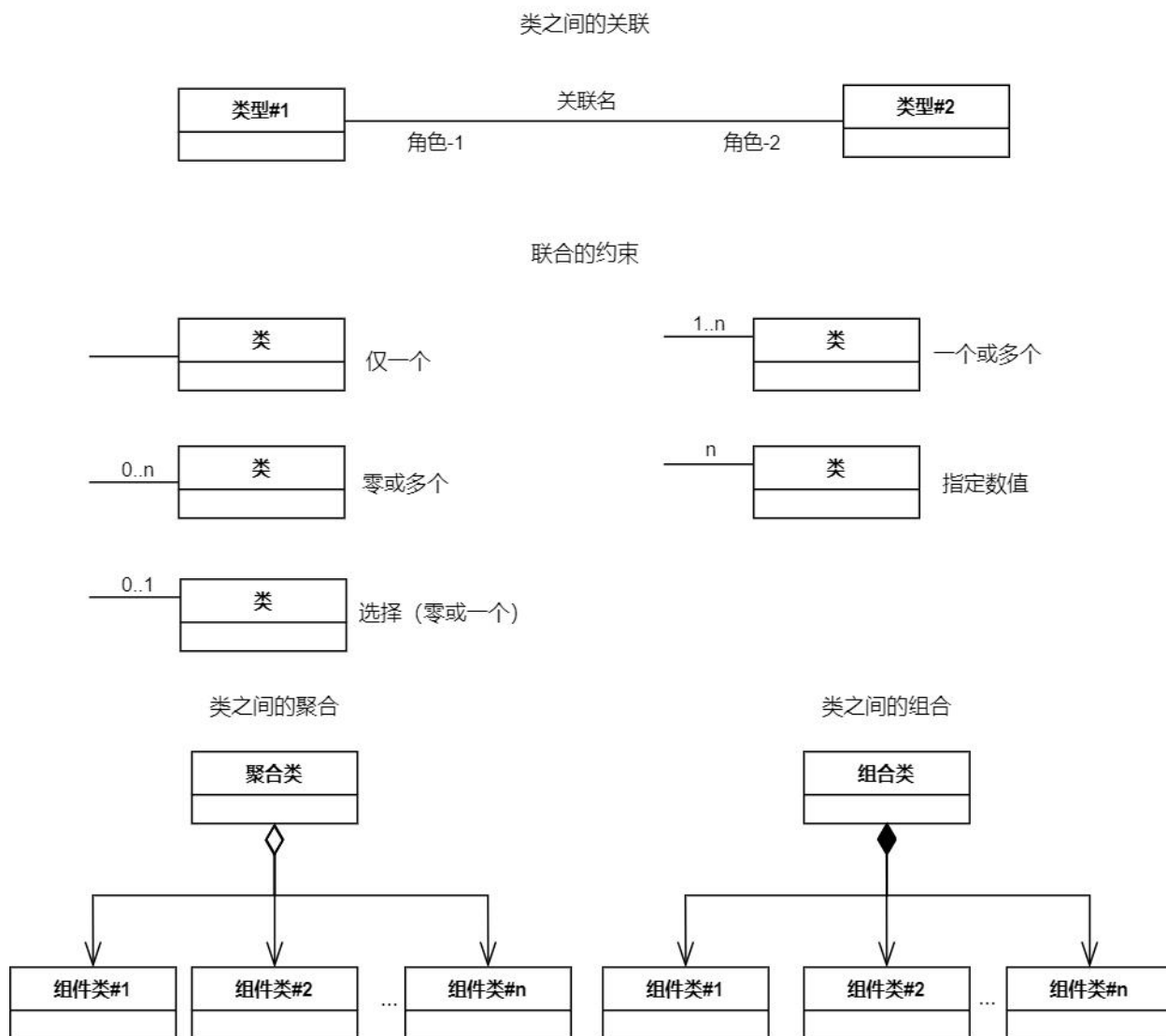


图 1 UML 类关系图

4.4 XML 命名空间

Geo3DML 模式的所有组件在 <http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml> 命名空间中进行描述，前缀为 geo3dml。在本文件正文部分，凡涉及本文件所规定的组件或实例元素时，其命名空间前缀将予以省略，例如，geo3dml:Geo3DModel 将简化为 Geo3DModel。对于从其他标准引入的组件，则保留其完整的命名空间前缀。

Geo3DML 模式使用了来自其他标准的外部组件，命名空间如下：

ogc	OGC 过滤器编码	(OGC Filter Encoding) (http://www.opengis.net/fes/2.0)
gml	OGC 地理标记语言	(OGC Geography Markup Language) (http://www.opengis.net/gml/3.2)
gmlcov	OGC 覆盖实现模式	(OGC Coverage Implementation Schema) (http://www.opengis.net/gmlcov/1.0)
swe	OGC 传感网络支持	(OGC Sensor Web Enablement) (http://www.opengis.net/swe/2.0)
se	OGC 符号编码	(Symbology Encoding) (http://www.opengis.net/se)

gmd	ISOTC 地理信息元数据模式	(Geographic Information — MetaData Schema) (http://www.isotc211.org/2005/gmd)
gco	ISOTC 地理空间公共对象	(Geospatial Common Objects) (https://www.isotc211.org/2005/gco)
xlink	xml 链接语言	(xml linking language) (http://www.w3.org/1999/xlink)
xsi	XML 模式实例	(XML Schema instance) (http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance/)

5 Geo3DML 文档

5.1 总体结构

5.1.1 Geo3DML 文档存储被交换的三维地质模型数据和三维可视化样式信息。

——三维地质模型数据包括：几何数据、地质属性数据、地质关系信息、空间参照系参数及元数据，Geo3DML 文档通过 Geo3DModel、GeoFeatureClass 与 GeoFeature 元素对三维地质模型数据进行分层管理。

——三维可视化样式信息包括三维场景样式及三维地质模型样式。其中，三维地质模型的样式通过 Geo3DMap、Geo3DLayer 与 Geo3DStyle 元素进行分层管理，Geo3DStyle 存放具体材质、纹理和符号化参数。

5.1.2 Geo3DML 文档以三维地质工程（Geo3DProject）为根元素，管理多套三维地质模型数据。包含三维地质模型（Geo3DModel）与三维地质图（Geo3DMap），构成数据交换格式的主体结构见图 2。

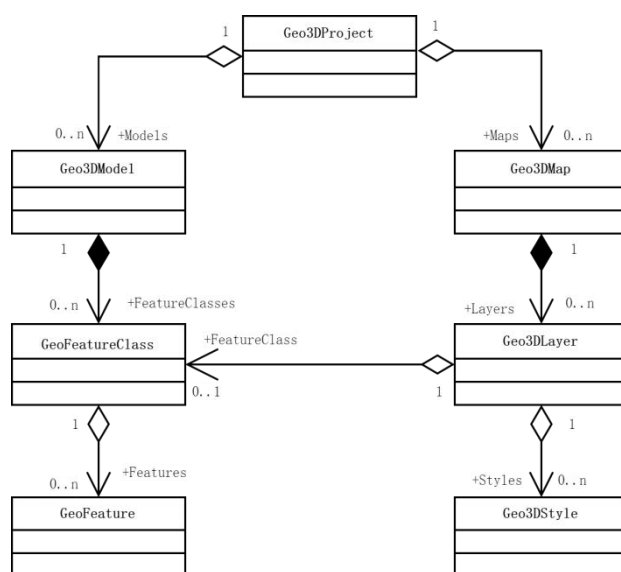


图 2 Geo3DML 文档主体结构

5.1.3 Geo3DML 文档示例见附录 A。

5.2 Geo3DML 元素分类

Geo3DML 元素是 Geo3DML 文档的构成元素，分为 3 类：结构元素、数据元素和包装元素。

5.3 结构元素

Geo3DML 文档以结构元素构建三维地质模型数据交换格式的基本框架，包括：

- Geo3DProject：三维地质工程；
- Geo3DModel：三维地质模型；

- Geo3DMap：三维地质图；
- GeoFeatureClass：地质要素类；
- GeoFeature：地质要素；
- Geo3DLayer：三维地质图层；
- Geo3DStyle：三维地质样式。

上述结构元素之间的组合关系见图 2。

5.4 数据元素

- Geo3DML 文档以数据元素存储被交换的三维地质模型数据，分为以下几类：
- 几何数据元素，几何数据，支持点、线、面、体等不同类型；
 - 地质属性元素，存储地质要素关联的属性数据以及与地质属性场；
 - 地质要素关系元素，管理对象之间的地质关系或空间关系，包含地质要素关系的描述以及地质要素在关系中的角色，如：各种接触关系，断层、褶皱等构造关系等；
 - 地质模型元数据元素，存储三维地质模型元数据和空间参照系参数；
 - 三维可视化参数元素，存储三维地质模型的三维可视化样式参数。

5.5 包装元素

- Geo3DML 文档以包装元素对结构元素和数据元素进行封装，作用如下：
- 支持跨文档引用：通过使用 xlink，包装元素可实现对不同文档中 Geo3DML 元素的引用；
 - 声明元素所有权：包装元素用于表明对所包含元素的所有权，明确标识元素之间的关系和归属；
 - 支持文档分离：通过以上机制，允许将结构元素和数据元素分布在不同的 XML 文档中。
- Geo3DML 文档采纳了 OGC GML 规范的规定，利用 gml:Geometry Property Type 的实例管理不同类型的三维地质模型的几何数据。

6 Geo3DML 模式

6.1 基本规定

6.1.1 Geo3DML 组件分类

- Geo3DML 组件按功能分为 4 类，详见表 2。
- 结构组件，对 Geo3DML 文档中的结构元素做出语法规定。
 - 数据组件，对 Geo3DML 文档中的数据元素做出语法规定。
 - 包装组件，对 Geo3DML 文档中的包装元素做出语法规定。
 - 基础数据结构组件，对 Geo3DML 文档使用的基础数据结构作出规定。

表 2 Geo3DML 组件

一级分类	二级分类	组件描述	组件名称 命名空间：geo3dml	XSD 文件
结构组件	/	三维地质工程	Geo3DProject	Geo3DML.xsd
	/	三维地质模型	Geo3DModel	GeoModel.xsd
	/	三维地质图	Geo3DMap	Geo3DMap.xsd
	/	三维地质图层	Geo3DLayer	
	/	地质要素类	GeoFeatureClass	GeoFeatureClass.xsd
	/	地质要素	GeoFeature	GeoFeature.xsd
	/	三维地质样式	Geo3DStyle	Geo3DStyle.xsd

表 2 Geo3DML 组件（续）

一级分类	二级分类	组件描述	组件名称 命名空间: geo3dml	XSD文件
数据组件	几何数据组件	顶点集合	VerticesType	GeoGeometry.xsd
		不规则三角网	GeoTin	
		体模型	GeoVolumeType	
		四面体体元构成的体	GeoTetrahedronVolume	
		长方体体元构成的体	GeoCuboidVolume	
		广义三棱柱体元构成的体	GeoTriangularPrismVolume	
		多面体体元构成的体	GeoPolyhedronVolume	
		角点网格	GeoCornerPointGrid	
		截断规则网格	GeoTruncatedRegularGrid	
	地质属性数据组件	离散覆盖（属性场）	GeoDiscreteCoverage	GeoProperty.xsd
	地质要素关系组件	通用地质要素关系	GeoFeatureRelation	GeoFeature.xsd
		接触关系	ContactRelation	
		地质历史关系	GeologicalHistory	
		地质构造关系	GeologicalStructure	
		聚合关系	AggregationRelation	
		边界包围关系	BoundaryRelation	
	地质模型元数据组件	三维地质工程元数据	Geo3DProjectMetadata	GeoMetaData.xsd
		三维地质模型元数据	GeoModelMetadata	
		空间参照系参数	SpatialReferenceSystem	
	三维地质样式组件	点符号化参数	GeoPointSymbolizer	Geo3DStyle.xsd
		线符号化参数	GeoLineSymbolizer	
		面符号化参数	GeoSurfaceSymbolizer	
		离散覆盖符号化参数	GeoDiscreteCoverageSymbolizer	
		标准材质参数	Material	
		PBR材质参数	PBRMaterial	
		基本纹理参数	AbstractTexture	
		地理参照系纹理参数	GeoReferencedTexture	
		坐标纹理参数	ParameterizedTexture	
		场景样式	GeoSceneStyle	
		三维样式库	Geo3DStyleLib	Geo3DStyleLib.xsd
包装组件	结构包装组件	三维地质模型成员包装	ModelMemberType	Geo3DML.xsd
		三维地质图成员包装	MapMemberType	
		地质要素类特性包装	GeoFeatureClassPropertyType	GeoFeatureClass.xsd
		地质要素特性包装	GeoFeaturePropertyType	GeoFeature.xsd
		三维地质图层特性包装	Geo3DLayerPropertyType	Geo3DMap.xsd
		三维地质样式特性包装	Geo3DStylePropertyType	Geo3DStyle.xsd
	数据包装组件	地质要素关系特性包装	GeoFeatureRelationPropertyType	GeoFeature.xsd
		离散覆盖特性包装	GeoDiscreteCoveragePropertyType	GeoProperty.xsd
		场景样式特性包装	GeoSceneStylePropertyType	Geo3DStyle.xsd
		要素样式特性包装	FeatureTypeStylePropertyType	

表 2 Geo3DML 组件（续）

一级分类	二级分类	组件描述	组件名称 命名空间：geo3dml	XSD文件
包装组件	数据包装组件	覆盖样式特性包装	CoverageStylePropertyType	Geo3DStyle.xsd
		点符号化参数特性包装	GeoPointSymbolizerPropertyType	
		线符号化参数特性包装	GeoLineSymbolizerPropertyType	
		面符号化参数特性包装	GeoSurfaceSymbolizerPropertyType	
		覆盖符号化参数特性包装	GeoDiscreteCoverageSymbolizerPropertyType	
		材质参数特性包装	MaterialPropertyType	
		纹理参数特性包装	AbstractTexturePropertyType	
		三维地质工程元数据特性包装	Geo3DProjectMetadataPropertyType	GeoMetaData.xsd
		三维地质模型元数据特性包装	GeoModelMetadataPropertyType	GeoMetaData.xsd
基础数据结构组件	/	取值范围0~1的浮点数	DoubleBetween0And1	GeoBasicType.xsd
	/	取值范围0~1浮点数列表	DoubleBetween0And1List	
	/	颜色RGB元组	Color	
	/	带不透明度的颜色RGBA元组	ColorPlusAlpha	
	/	2x2浮点矩阵	TransformationMatrix2x2Type	
	/	3x4浮点矩阵	TransformationMatrix3x4Type	
	/	4x4浮点矩阵	TransformationMatrix4x4Type	

6.1.2 Geo3DML 模式文件结构

本文件利用 XSD 语言定义 Geo3DML 模式，Geo3DML 组件分布在 11 个 XSD 源文件中，各 XSD 源文件引用关系见图 3。XSD 源文件网络下载地址见附录 B. 1。

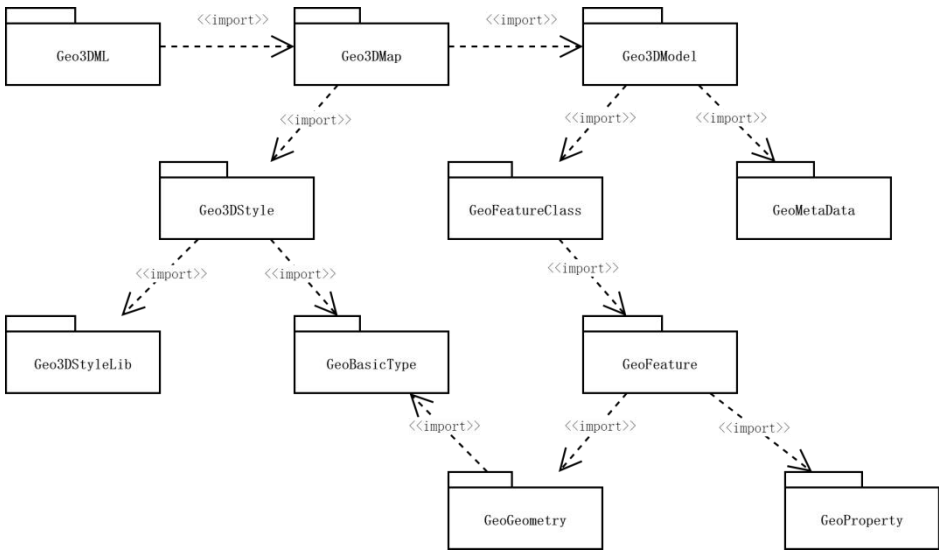


图 3 Geo3DML XSD 文件结构

6.1.3 Geo3DML 模式文件构建

本文件定义了一系列可重用的 Geo3DML 组件，以支持创建和验证符合本文件规定的三维地质模型数据交换格式。

实际应用中，应参照表 2 将不同 Geo3DML 组件组合构成相应的 XSD 文件：

——参照图 3 构建所有 XSD 文件，各 XSD 文件框架源码见附录 B.2-B.12；

——根据表 2 将不同组件源码置入对应的 XSD 文件框架中，并确保每个组件的源码只出现一次，本文件定义的各组件的源码见附录 C。

6.1.4 Geo3DML 元素的全局唯一标识

部分 Geo3DML 组件直接或间接从 `gml:AbstractGMLType` 扩展定义，继承了必选属性 `gml:id`，用来设置 Geo3DML 元素的全局唯一标识，Geo3DML 元素之间可通过全局唯一标识相互引用。

这类 Geo3DML 组件包括：

——`GeoFeatureClass`，由 `gml:AbstractGMLType` 扩展定义；

——`GeoFeatureRelation`，由 `gml:AbstractGMLType` 扩展定义；

——`Geo3DLayer`，由 `gml:AbstractGMLType` 扩展定义；

——`Geo3DStyle`，由 `gml:AbstractGMLType` 扩展定义；

——`GeoFeature`，由 `gml:AbstractFeatureType` 扩展定义；

——`GeoTinType`，由 `gml:AbstractSurfaceType` 扩展定义；

——`GeoVolume`，由 `gml:AbstractSolidType` 扩展定义；

——Geo3DML 模式基于 `GeoVolume` 扩展定义的几何数据组件。

`gml:AbstractGMLType` 的规定详见 GB/T 23708-2009 7.2.2.2；

`gml:AbstractFeatureType` 的规定详见 GB/T 23708-2009 9.3.1；

`gml:AbstractSurfaceType` 的规定详见 GB/T 23708-2009 10.5.1；

`gml:AbstractSolidType` 的规定详见 GB/T 23708-2009 10.6.1。

6.1.5 Geo3DML 元素的相对路径引用

以下 Geo3DML 组件的定义中引入了 `xml:base` 属性，它们的实例元素可通过 `xml:base` 指定基准 URI，在使用 `xlink` 引用 Geo3DML 元素时便可使用相对 URI：

——`Geo3DProject`；

——`Geo3DModel`；

——`GeoFeatureClass`；

——`Geo3DMap`；

——`Geo3DLayer`。

6.2 结构组件

6.2.1 三维地质工程

三维地质工程组件 `Geo3DProject` 结构如下：

——`Name`，三维地质工程名称；

——`Style`，三维场景样式参数，是包装组件 `GeoSceneStylePropertyType` 的实例；

——`Metadata`，三维地质工程元数据，是包装组件 `Geo3DProjectMetadataPropertyType` 的实例；

——`Models`，管理三维地质模型元素集合，是包装组件 `ModelMemberType` 的实例的集合；

——`Maps`，管理三维地质图元素集合，是包装组件 `MapMemberType` 的实例的集合。

`Geo3DProject` 组件源码见附录 C.2；

`GeoSceneStylePropertyType` 组件源码见附录 C.29；

`ModelMemberType` 组件源码见附录 C.3；

`MapMemberType` 组件源码见附录 C.4；

`Geo3DProjectMetadataPropertyType` 组件源码见附录 C.32；

`Geo3DProject` 示例见附录 A.3。

6.2.2 三维地质模型

三维地质模型组件 `Geo3DModel` 结构如下：

- Name, 三维地质模型名称;
 - Type, 三维地质模型类型, 提供一组枚举选项:
 - “Drill”: 钻孔;
 - “Section”: 剖面;
 - “3DModel”: 三维模型;
 - “Isogram”: 等值线;
 - “Other”: 其他。
 - Metadata, 三维地质模型元数据, 包装组件 GeoModelMetadataPropertyType 的实例;
 - FeatureClasses, 要素类集合, 集合元素 FeatureClass 是包装组件 GeoFeatureClassPropertyType 的实例;
 - FeatureRelationship, 要素关系, 通过包装组件 GeoFeatureRelationPropertyType 的实例元素 Relation 的集合管理地质要素之间的关系。
- Geo3DModel 组件源码见附录 C. 3;
- GeoModelMetadataPropertyType 组件源码见附录 C. 33;
 - GeoFeatureClassPropertyType 组件源码见附录 C. 5;
 - GeoFeatureRelationPropertyType 组件源码见附录 C. 19;
 - Geo3DModel 示例见附录 A. 4。

6.2.3 三维地质图

三维地质图组件 Geo3DMap 结构如下:

- Name, 三维地质图名称;
- Description, 三维地质图的描述性信息文本;
- Layers, 三维地质图层集合, 是包装组件 Geo3DLayerPropertyType 的实例元素 Layer 的集合。

Geo3DMap 组件源码见附录 C. 4;

Geo3DLayerPropertyType 组件源码见附录 C. 7;

Geo3DMap 示例见附录 A. 5。

6.2.4 三维地质图层

三维地质图层组件 Geo3DLayer 结构如下:

- FeatureClass, 通过引用, 指定当前管理的三维地质样式参数关联的地质要素类, 是包装组件 GeoFeatureClassPropertyType 的实例;
- Styles, 管理三维地质图层关联的地质要素类中每个地质要素的三维地质样式, 是包装组件 Geo3DStylePropertyType 的实例元素 Style 的集合。

Geo3DLayer 组件源码见附录 C. 7;

GeoFeatureClassPropertyType 组件源码见附录 C. 5;

Geo3DStylePropertyType 组件源码见附录 C. 8;

Geo3DLayer 示例见附录 A. 6。

6.2.5 地质要素类

地质要素类组件 GeoFeatureClass 结构如下:

- Schema, 管理地质要素类属性数据结构。swe:DataRecordType 的实例;
- Features, 地质要素集合, 集合元素为包装组件 GeoFeaturePropertyType 的实例。

swe:DataRecordType 类型定义详见 OGC 08-094r1 8.2.1;

GeoFeatureClass 组件源码见附录 C. 5;

GeoFeaturePropertyType 组件源码见附录 C. 8;

GeoFeatureClass 示例见附录 A. 7。

6.2.6 地质要素

地质要素组件 GeoFeature 结构如下：

- Fields，存放地质要素属性数据，通过子元素 Field 存放不同属性字段的数据，Field 元素是地质属性数据组件 FieldType 的实例；
- Geometry，管理三维地质模型的几何数据或属性场：
 - Shape，是 GML 几何特性组件 gml:GeometryPropertyType 的实例，Geo3DML 模式遵照 OGC GML 规范利用该组件实例元素管理各类几何组件的实例元素；
 - ShapeProperty，通过包装组件 GeoDiscreteCoveragePropertyType 的实例管理地质属性场，可管理多个属性场。

swe:AbstractDataComponentPropertyType 的规定见 OGC 08-094r1 8.2.1；

gml:GeometryPropertyType 的规定见 GB/T 23708-2009 10.1.3.5。

GeoFeature 组件源码见附录 C.6，其中包含 FieldType 的定义；

GeoDiscreteCoveragePropertyType 组件源码见附录 C.18；

GeoFeature 示例见附录 A.8。

6.2.7 三维地质样式

三维地质样式组件 Geo3DStyle 基于 gml:AbstractGMLType 扩展定义，包含 1 个子元素以管理样式参数，根据模型类型在以下 2 个元素中选择其一：

- FeatureStyle，管理地质要素样式，是 FeatureTypeStylePropertyType 的实例；
- CoverageStyle，管理覆盖样式，是 CoverageStylePropertyType 的实例。

根据本文件对包装元素的规定（6.1.3.4）：

- FeatureTypeStylePropertyType 包装了 se:FeatureTypeStyle
- CoverageStyle 包装了 se:CoverageStyle

根据 OGC SE 规范，se:FeatureTypeStyle 或 se:CoverageStyle 均至少包含以下关键元素：

- se:Rule，定义筛选规则，通过引入的子元素 ogc:Filter 或 se:ElseFilter 来设置地质要素的筛选条件，并通过子元素 se:Symbolizer 及其派生元素管理与筛选条件匹配的符号化参数。

se:Symbolizer 的规定见 OGC 05-077r4 第 11 章；

se:FeatureTypeStyle 的规定见 OGC 05-077r4 第 8 章；

se:CoverageStyle 的规定见 OGC 05-077r4 第 9 章；

se:Rule 的规定见 OGC 05-077r4 第 10 章；

Geo3DStyle 相关组件源码见附录 C.8；

Geo3DStyle 示例见附录 A.9。

6.3 数据组件

6.3.1 几何数据组件

6.3.1.1 一般规定

6.3.1.1.1 Geo3DML 文档通过地质要素管理三维地质模型的几何数据（见 6.2.6），其利用了 OGC GML 规范定义的 gml:GeometryPropertyType 的实例实现对不同类型几何数据元素的统一管理，其中既包括了 OGC GML 规范定义的几何数据元素，也包括 Geo3DML 模式自定义的几何数据元素。

6.3.1.1.2 Geo3DML 支持 OGC GML 规范定义的几何数据元素见 GB/T 23708-2009 10：

- 点（gml:Point）
- 线（gml:LineString）
- 面（gml:Surface）
- 体（gml:Solid）
- 网格（gml:Grid）

6.3.1.1.3 Geo3DML 模式基于 OGC GML 规范扩展定义以下几何数据组件：

——GeoTin, 基于 gml:AbstractSurfaceType 扩展定义了不规则三角网数据结构, gml:AbstractSurfaceType 的规定见 GB/T 23708-2009 10.5.1;

——GeoVolume, 基于 gml:AbstractSolidType 扩展定义了体数据结构, gml:AbstractSolidType 的规定见 GB/T 23708-2009 10.6.1。

6.3.1.1.4 Geo3DML 模式基于 GeoVolume 扩展定义不同体元类型构成的体的数据结构:

——GeoTetrahedronVolume, 定义了四面体体元构成的体的数据结构;

——GeoCuboidVolume, 定义了长方体体元构成的体的数据结构;

——GeoTriangularPrismVolume, 定义了广义三棱柱构成的体的数据结构;

——GeoCornerPointGrid, 定义了角点网格的数据结构;

——GeoTruncatedRegularGrid, 定义了截断规则网格的数据结构。

6.3.1.1.5 顶点(Vertex)是各类模型几何数据的基本数据项, Geo3DML 文档利用 VerticesType (组件源码见附录 C.9) 的实例管理模型几何数据的顶点集合(示例见附录 A.10), 组件结构如下:

——Vertex, 存储顶点集中每个顶点的坐标。基于 gml:DirectPositionType 扩展定义, 实例须设置维度属性 gml:srsDimension=3。同时, 定义了一个必选属性 IndexNo, 存储顶点索引号。

6.3.1.1.6 本文件为了便于对各类几何数据组件作出规定, 做如下约定:

——大写字母 V 表示顶点;

——大写字母 E 表示 2 个顶点构成的边;

——大写字母 F 表示多边形面片, 指边数大于 3 的多边形;

——大写字母 T 表示三角面片;

——大写字母 TE 表示四面体体元;

——大写字母 CB 表示长方体体元;

——大写字母 PR 表示三棱柱体元;

——带整数下标的大写字母表示特定索引号(IndexNo)的某类几何对象, 如: 将索引号为 1 的顶点记为: V_1 , E_1 表示索引号为 1 的边, T_1 表示索引号为 1 的三角面片等。

6.3.1.2 不规则三角网组件

6.3.1.2.1 组件定义

不规则三角网组件 GeoTinType 基于 gml:AbstractSurface 扩展定义, 结构如下:

——Vertices, 管理顶点集合, 是 VerticesType 的实例;

——Triangles, 管理三角面片的集合, 包含多个 Triangle 元素。

Triangle 定义了三角面片的数据结构:

——VertexList, 顶点索引号列表, 是 gml:integerList 的实例, 属性 ItemCount 默认值为 3 且不可修改;

——NeighborList, 邻接三角面片列表, 按顶点顺序记录邻接三角面片索引号, 是 gml:integerList 的实例, 属性 ItemCount 默认值为 3 且不可修改;

——IndexNo, 必选属性, 管理三角面片的索引号。

GeoTin 组件源码见附录 C.10。

6.3.1.2.2 三角面片顶点索引的存储顺序

不规则三角网中所有三角面片的法线方向必须指向三角网的同侧, 该方向即为三角面片的正向, 顶点顺序应遵循右手法则。以图 4 为例, 对于三角面片 T_1 , 合法的顶点顺序包括 V_1 、 V_2 、 V_3 , 以及它们的循环置换: V_2 、 V_3 、 V_1 及 V_3 、 V_1 、 V_2 。

6.3.1.2.3 邻接三角面片索引的存储顺序

邻接三角面片列表 NeighborList 中, 邻接三角面片索引号的次序应按照三角面片顶点索引顺序依

次给出。具体来说，与三角面片顶点列表 VertexList 中第一个顶点相对的边共边的邻接三角面片的索引号应为 NeighborList 的第一个元素。若某个顶点的相对边没有共边邻接三角面片，则相应的索引号应设为-1。以图 4 为例，设 T_1 的顶点顺序为 V_1 、 V_2 、 V_3 ，则 T_1 的邻接三角面片应从 T_2 开始，接着，顶点 V_1 相对边没有共边邻接三角形，则相应的索引号应设为-1，最后是 T_3 。这样排序确保了邻接三角面片索引与顶点顺序一致。

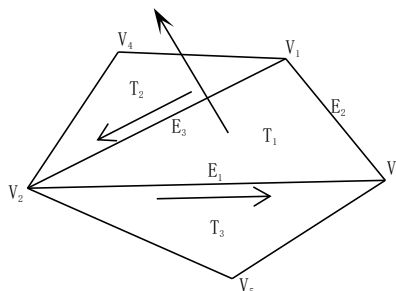


图 4 三角网拓扑关系图

GeoTin 示例见附录 A.11。

6.3.1.3 体模型数据组件

体模型是一类由相同类型体元构成的三维地质模型，Geo3DML 模式在 `gml:AbstractSolid` 的基础上扩展定义了虚类型 `GeoVolumeType`（源码见附录 C.11），Geo3DML 模式基于 `GeoVolumeType` 扩展定义了由不同类型体元构成的体数据的组件，包括：

- `GeoTetrahedronVolume`，四面体体元构成的体数据组件；
- `GeoCuboidVolume`，长方体体元构成的体数据组件；
- `GeoTriangularPrismVolume`，广义三棱柱体元构成的体数据组件；
- `GeoPolyhedronVolume`，多面体体元构成的体数据组件；
- `GeoCornerPointGrid`，角点网格数据组件；
- `GeoTruncatedRegularGrid`，截断规则网格数据组件。

`gml:AbstractSolid` 的规定见 GB/T 23708-2009 10.6.1。

6.3.1.4 四面体体元构成的体

6.3.1.4.1 组件定义

四面体体元构成的体数据组件 `GeoTetrahedronVolume` 结构如下：

- `Vertices`，管理顶点集合，是 `VerticesType` 的实例；
 - `Tetrahedrons`，管理四面体体元 `Tetrahedron` 的集合。
- `Tetrahedron` 定义了四面体体元的数据结构：
- `IndexNo`，必选属性，管理四面体体元索引号；
 - `VertexList`，四面体顶点索引号列表，是 `gml:integerList` 的实例，属性 `ItemCount` 默认值为 4 且不可修改；
 - `NeighborList`，管理邻接四面体列表，按顶点顺序记录邻接 4 个邻接四面体的索引号，`gml:integerList` 的实例，属性 `ItemCount` 默认值为 4 且不可修改。

`GeoTetrahedronVolume` 组件源码见附录 C.12。

6.3.1.4.2 四面体体元顶点索引的存储顺序

四面体体元 `Tetrahedron` 顶点列表 `VertexList` 是包含 4 个正整数的列表，列表中保存四面体体元顶点索引号，次序遵循以下规则：

选取四面体体元任一侧面（三角面），从四面体外部观察该面，按逆时针顺序列出该三角面 3 个顶

点的索引号，最后列出四面体体元中不属于该三角面的顶点索引号。一个典型四面体体元示例见图 5，四面体体元 TE_1 顶点的合法顺序为 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 ，即 VertexList 中顶点索引号的排列应为：1 2 3 4。同时， V_2 、 V_3 、 V_1 、 V_4 及 V_3 、 V_1 、 V_2 、 V_4 也是 TE_1 顶点的合法顺序。

6.3.1.4.3 邻接四面体的存储顺序

NeighborList 保存邻接四面体体元的索引号，应按照四面体体元顶点索引号的顺序依次列出。即 NeighborList 存储的第 1 个索引号应为顶点列表 VertexList 中第 1 个顶点相对面的共面邻接四面体体元的索引号，以此类推。若某个顶点的相对面没有邻接四面体体元，则该位置的索引号设为 -1。

为了便于描述，用 TE_i 表示 IndexNo 为 i 的四面体体元。一个典型四面体体元示例见图 5， TE_1 由顶点 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 构成，有 2 个邻接四面体体元 TE_2 和 TE_3 ，若 TE_1 顶点次序为： V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 ，则 TE_1 的邻接四面体体元列表 NeighborList 中四面体体元索引号的排列应为：-1 3 -1 2。

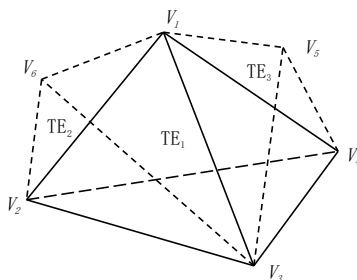


图 5 四面体拓扑关系示意图

GeoTetrahedronVolume 示例见附录 A.12。

6.3.1.5 长方体体元构成的体

6.3.1.5.1 组件定义

长方体体元构成的体模型组件 GeoCuboidVolume 结构如下：

——Vertices，管理顶点集合，是 VerticesType 的实例；

——Cuboids，管理长方体体元 Cuboid 的集合。

Cuboid 定义了长方体体元数据结构：

——IndexNo，必选属性，管理长方体体元的索引号；

——VertexList，长方体体元顶点索引号列表，gml:integerList 的实例，属性 ItemCount 默认值为 8 且不可修改。

GeoCuboidVolume 组件源码见附录 C.13。

6.3.1.5.2 长方体体元顶点索引的存储顺序

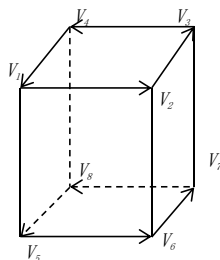


图 6 长方体体元顶点点序示意图

长方体体元 Cuboid 通过子元素 VertexList 记录顶点索引号列表，列表元素为 8 个正整数，顺序遵

循规则：自长方体体元上方俯视观察，首先按逆时针顺序记录顶面 4 个顶点，然后按照同样顺序依次记录底面 4 个顶点。

一个典型长方体体元示例见图 6，合法顶点次序为： V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 （顶面）与 V_5 、 V_6 、 V_7 、 V_8 （底面）。合法的顶点次序会随顶面顶点排列的不同而变化。

GeoCuboidVolume 示例见附录 A.13。

6.3.1.6 广义三棱柱体元构成的体

6.3.1.6.1 组件定义

广义三棱柱体元构成的体数据组件 GeoTriangularPrismVolume 结构如下：

——Vertices，管理顶点集合，是 VerticesType 的实例；

——Prisms，管理三棱柱体元 Prism 元素的集合。

Prism 定义了三棱柱体元的数据结构：

——IndexNo，必选属性，三棱柱体元的索引号；

——TopTriangle，顶面三角形顶点索引号列表，是 gml:integerList 的实例，属性 itemCount 默认值为 3 且不可修改；

——BottomTriangle，底面三角形顶点索引号列表，是 gml:integerList 的实例，属性 itemCount 默认值为 3 且不可修改；

——NeighborList，邻接三棱柱索引号列表，列表元素数量为 3，若索引号为-1，表示相应位置不存在邻接三棱柱，是 gml:integerList 的实例，属性 itemCount 默认值为 3 且不可修改。

GeoTriangularPrismVolume 组件源码见附录 C.14。

6.3.1.6.2 广义三棱柱体元顶点索引的存储顺序

广义三棱柱体元 Prism 的 TopTriangle 和 BottomTriangle 均为包含 3 个正整数的列表，列表元素是三角形顶点索引号。从上方俯视观察广义三棱柱体元，首先按逆时针顺序将顶面 3 个顶点的索引号记录在 TopTriangle 中；然后按照相同顺序，将底面 3 个顶点的索引号记录在 BottomTriangle 中。

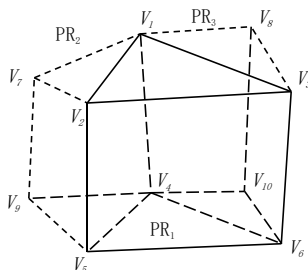


图 7 广义三棱柱拓扑关系示意图

一个典型广义三棱柱体元示例见图 7，为了便于描述，以 PR_i 表示索引号为 i 的广义三棱柱体元，则 PR_i 的顶面 TopTriangle 中合法顶点索引号排列为：1 2 3。则 BottomTriangle 中的顶点索引号排列应为：4 5 6。

6.3.1.6.3 邻接三棱柱体元索引号存储顺序

NeighborList 保存邻接三棱柱体元 Prism 的索引号，应按照 TopTriangle 中顶点索引号的排列顺序依次列出。见图 7，若 PR_i 的 TopTriangle 存储的顶点索引号列表为 1 2 3，则 NeighborList 中应依次列出 PR_i 与三个顶点相对侧面的共面邻接三棱柱的索引号，若顶点对面没有邻接三棱柱，则列表相应位置记录-1。则， PR_i 的 NeighborList 应为-1 3 2。

6.3.1.6.4 三棱柱体元的棱退化

GeoTriangularPrismVolume 的体元 Prism 支持存储棱退化的三棱柱。三棱柱的棱退化主要包括两种情况：

- 1 条棱退化，见图 8 左侧示意图；
- 2 条棱退化，见图 8 右侧示意图。

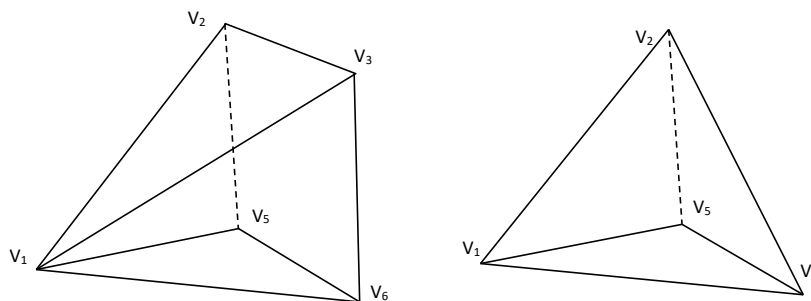


图 8 三棱柱棱退化示意图

GeoTriangularPrismVolume 示例见附录 A. 14, 其中展示了广义三棱柱体元构成的体数据组织结构, 同时展示了棱退化情况下的数据组织结构。

6.3.1.7 多面体体元构成的体

6.3.1.7.1 组件定义

多面体体元构成的体模型组件 GeoPolyhedronVolume 结构如下：

- Vertices, 管理顶点集合, 是 VerticesType 的实例；
- Faces, 管理多面体体元面片 Face 的集合；
- Polyhedrons, 管理多面体体元 Polyhedron 的集合。

Face 定义多面体体元面片的数据结构：

- VertexList, 管理面片顶点索引列表, 基于 gml:integerList 扩展实例元素, 增加必选属性 ItemCount 用以指定面片的顶点数量。

Polyhedron 定义多面体体元的数据结构：

- FaceList, 基于 gml:integerList 扩展定义, 管理多面体体元面片 Face 的索引号列表；
- Length, 必选属性, 管理面片的数量；
- IndexNo, 必选属性, 设置体元 id。

GeoPolyhedronVolume 组件源码见附录 C. 15。

6.3.1.7.2 体元面片顶点的存储顺序

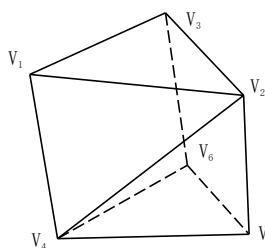


图 9 多面体体元面片顶点点序示意图

Face 元素记录多面体体元面片的顶点索引号列表, 所有面片均以朝向体元外部的为正面, 则从面片正面观察, Face 中的顶点索引号按逆时针顺序依次排列。

一个典型的多面体体元见图 9，其由 6 个面片构成，包含 6 个顶点。对于由顶点 V_1 、 V_2 、 V_4 构成的面片，VertexList 中顶点索引号的排列顺序为：1、4、2。

6.3.1.7.3 体元公共面片的管理

相邻多面体体元之间可存在公共面片，公共面片由相同的顶点围成，由于不同体元的面片朝向不同，则公共面在不同体元中的点序不同。面片集合 Faces 中会存在顶点集合相同而点序不同的面片，即为某些相邻体元的公共面片。

典型的多面体体元共面关系见图 10，两个体元存在一个公共面，由顶点 V_2 、 V_3 、 V_6 和 V_5 构成，在面片列表 Faces 中，应存放两个点序不同的面片，分别用来构建两个体元（Cell）的数据结构。

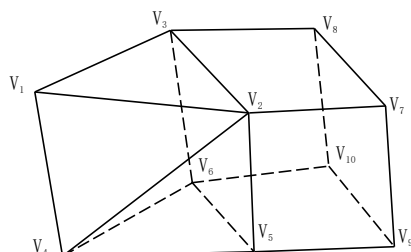


图 10 多面体体元共面关系示意图

GeoPolyhedronVolume 示例见附录 A.15。

6.3.1.8 角点网格

6.3.1.8.1 组件定义

角点网格数据组件 GeoCornerPointGrid 结构如下：

- Dimension，管理角点网格的维度，即网格单元在笛卡尔坐标系 X，Y，Z 三个坐标轴方向上的数量，是 gml:integerList 的实例，属性 itemCount 的取值必须为 3；
- Pillars，管理 Pillar 线的集合，每个 Pillar 线数据由一个 Pillar 元素存储；
- Cells，管理角点网格单元的集合，每个角点网格单元由一个 Cell 元素存储。属性 ZValue 字符串枚举类型，声明角点值的类型，可选项为：
 - “elevation”，表示角点值为角点的高程值；
 - “length”，表示角点值为角点距离所在 Pillar 线 HeadPos 的偏移量。

Pillar 定义了 Pillar 线的数据结构：

- HeadPos，存放 Pillar 线头端点三维坐标，是 gml:DirectPositionType 的实例；
- TailPos，存放 Pillar 线尾端点三维坐标，是 gml:DirectPositionType 的实例。

Cell 基于 gml:doubleList 扩展定义了角点网格单元的数据结构，存储角点网格体元 8 个角点值（非三维坐标），属性 itemCount 的取值必须为 8。同时扩展定义了以下属性：

- Valid，布尔型，声明当前体元是否有效，默认值为 true，表示有效；

GeoCornerPointGrid 组件源码见附录 C.16。

6.3.1.8.2 Pillar 线的存储顺序

为便于描述 Pillar 线的空间分布特征，用带下标的大写字母 H 代表某条 Pillar 线的头端点，带下标的大写字母 T 表示某条 Pillar 线的尾端点，对于 X 方向上第 i 条 Y 方向上第 j 条 Pillar 线， $H_{i,j}$ 和 $T_{i,j}$ 分别表示其头端点（HeadPos）和尾端点（TailPos）。

见图 11，Pillar 线在水平面上呈阵列分布在 X 方向和 Y 方向的数量由 Dimension 的第 1、2 分量值作出规定，空间位置则由 HeadPos 和 TailPos 来精确规定。Pillar 线在水平方向为非均匀分布，垂向上与 XOY 平面不一定垂直。

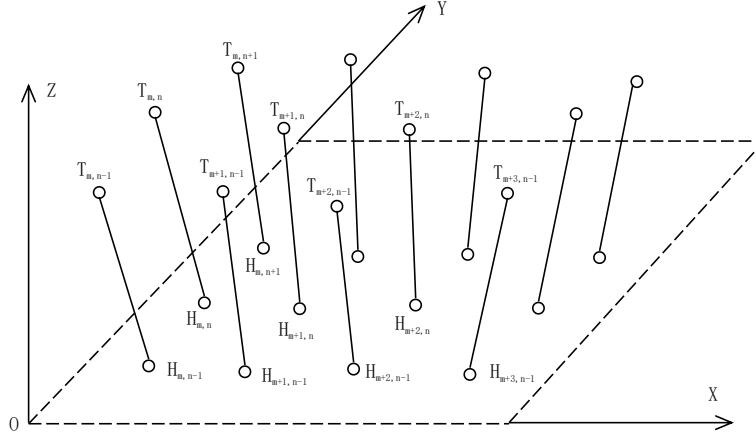


图 11 角点网格 Pillar 线拓扑关系示意图

设 $\text{Dimension}=(N_i, N_j, N_k)$ ，则 Pillar 线在 X 方向上的数量为 N_i+1 ，在 Y 方向的数量为 N_j+1 ，总数为 $(N_i+1) * (N_j+1)$ 。Pillars 中所有 Pillar 线采用行优先方式线性存储：若用 $P_{i,j}$ 表示 X 方向第 i 个，Y 方向第 j 个 Pillar 线，则 $P_{1,1}$ 即为 Pillars 列表中的第 1 个 Pillar 线，第 2 个为 $P_{2,1}$ 。以此类推，第 N_i+1 个 Pillar 线为 $P_{N_i+1,1}$ ，第 N_i+2 个 Pillar 线为 $P_{1,2}$ 。

6.3.1.8.3 角点网格单元的存储顺序

Cells 记录角点网格单元 Cell 的集合，设 $\text{Dimension}=(N_i, N_j, N_k)$ ，则角点网格单元在 X 方向的数量为 N_i ，在 Y 方向的数量为 N_j ，在 Z 方向的数量为 N_k ，Cells 中记录的 Cell 的总数为 $N_i * N_j * N_k$ 。

见图 12，首先存放 Z 值最小的一层网格单元，优先按主方向逐个存储每个 Cell，存完 1 行后，继续存放下 1 行，直到当前层全部存完。按照同样的顺序向上逐层存放每一层。为了便于描述 Cells 中记录 Cell 的顺序，用 $C_{i,j,k}$ 表示 X 方向第 i 个，Y 方向第 j 个，Z 方向第 k 个角点网格单元 ($i, j, k > 0$)。则 $C_{i,j,k}$ 在 Cells 中的存放位置为 $(k-1) * N_j * N_i + (j-1) * N_i + i - 1$ 。

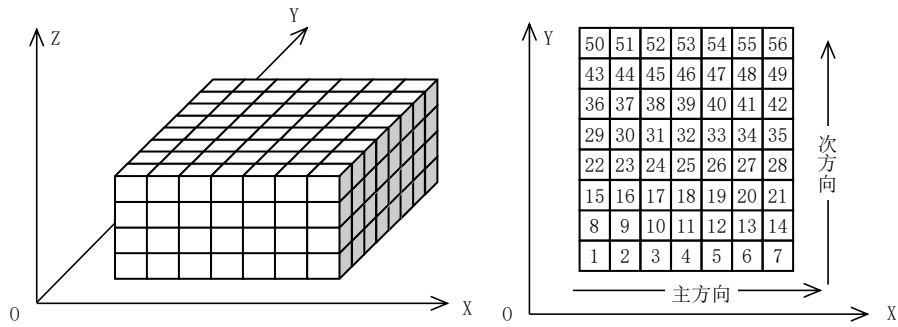


图 12 角点网格单元拓扑关系示意图

6.3.1.8.4 角点网格单元角点值的存储顺序

Cell 存储角点网格单元的 8 个角点值。从顶部向下观察角点网格单元，首先按逆时针方向依次记录靠近 Pillar 线头端点的 4 个顶点的角点值，然后按照同样的顺序依次记录靠近 Pillar 线尾端点的 4 个顶点的角点值。

一个标准的角点网格单元见图 13，由 4 条 Pillar 线上的 8 个角点 $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7, V_8$ 构成。其中， V_1 和 V_5 在 Pillar 线 $P_{m,n}$ 上， V_2 和 V_6 在 Pillar 线 $P_{m,n+1}$ 上， V_3 和 V_7 在 Pillar 线 $P_{m+1,n+1}$ 上， V_4 和 V_8 在 Pillar 线 $P_{m+1,n}$ 上。若 Cell 第 1、2、3、4 位存储 V_1, V_2, V_3, V_4 的角点值，则 Cell 第 5、6、7、8 位存储 V_5, V_6, V_7, V_8 的角点值。若角点值类型 (ZValue) 为 length， $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7,$

V_8 的角点值分别为：6.2、7.5、8.3、7.8、15.2、16.5、16.7、15.8，则 Cell 的记录为：6.2 7.5 8.3 7.8 15.2 16.5 16.7 15.8。

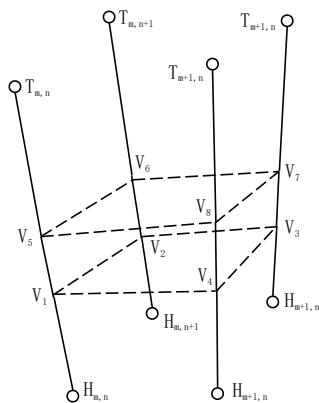


图 13 角点网格体元序示意图

GeoCornerPointGrid 示例见附录 A.16。

6.3.1.9 截断规则网格

6.3.1.9.1 组件定义

截断规则网格数据组件 GeoTruncatedRegularGrid 结构如下：

- PlaneGrid，管理水平面网格剖分参数；
- Vertices，管理截断规则网格的顶点集合，是 VerticesType 的实例；
- Faces，管理体元面片 Face 的集合；
- Cells，管理网格体元 Cell 的集合。

PlaneGrid 定义了截断规则网格的水平面网格剖分参数：

- Origin，平面规则网格原点坐标参数，是 gml:DirectPositionType 的实例对象（6.7.2）；
- Azimuth，平面规则网格方位角参数，默认情况下，平面规则网格坐标系 Y 轴与地理正北方向一致，在 X 轴和 Y 轴保持正交的前提下，允许坐标系整体旋转一定角度，方位角参数是平面规则网格坐标轴在默认方位的基础上按顺时针方向旋转的角度；
- Steps，平面规则网格步长参数，存储网格单元在 X 轴和 Y 轴方向的长度，是 gml:doubleList 的实例，属性 ItemCount 取值必须为 2；
- Dimension，平面规则网格维度参数，存储平面规则网格在 X 轴和 Y 轴方向上的单元数量，是 gml:integerList 的实例对象，属性 ItemCount 取值必须为 2。

Face 定义顺层网格体元面片的数据结构：

- VertexList，管理面片顶点索引号列表，基于 gml:integerList 扩展实例元素，增加必选属性 ItemCount 用以指定面片的顶点数量。

Cell 定义了截断规则网格体元的数据结构：

- FaceList，基于 gml:integerList 扩展定义，管理截断规则网格体元面片 Face 的索引号列表；
- ItemCount，必选属性，管理面片的数量；
- IndexNo，必选属性，设置网格体元 id；
- I、J、K 属性管理网格体元在 X、Y、Z 轴方向上的序号。

GeoTruncatedRegularGrid 组件源码见附录 C.17。

6.3.1.9.2 体元面片顶点的存储顺序

Face 元素记录截断规则网格体元面片的顶点索引号列表，所有面片均以朝向体元外部的方向为正面，从面片正面观察，Face 中的顶点索引号按逆时针顺序依次排列。

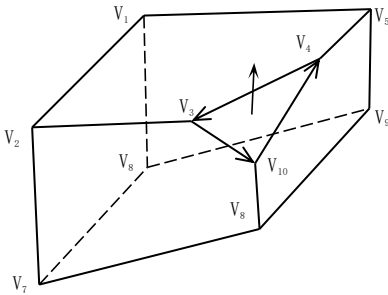


图 14 截断规则网格体元面片顶点点序示意图

一个典型的截断规则网格体元见图 14，其由 10 个顶点构成，包含 7 个面片。对于由顶点 V_3 、 V_4 、 V_{10} 构成的面片，VertexList 中顶点索引号的排列顺序为：3、10、4。

6.3.1.9.3 体元公共面片的管理

截断规则网格相邻体元之间可存在公共面片，面片集合 Faces 管理公共面片的方式与多面体类似，可参阅 6.3.1.7.3。

一个典型的截断规则网格邻接关系见图 15，两个体元存在一个由顶点 V_3 、 V_4 和 V_{10} 构成的公共面，在面片集合 Faces 中应存放两个方向不同的面片，分别用来构造两个体元（Cell）的完整数据结构。

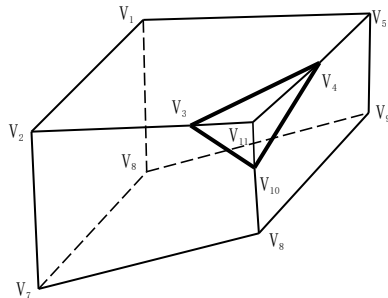


图 15 截断规则网格邻接关系示意图

GeoTruncatedRegularGrid 示例见附录 A.17。

6.3.1.10 几何数据的 WKB 格式

OGC 定义了空间数据的二进制数据格式：WKB（Well Known Binary）。Geo3DML 文档使用 WKB 标准来保存几何数据。

Geo3DML 模式基于 OGC GML 规范定义的几何数据结构扩展定义了 Geo3DML 几何数据结构，包括：不规则三角网 GeoTin、体 GeoVolume 的各种扩展类型（6.3.1.4-6.3.1.9）。按 OGC WKB 规范的形式，本文件定义了 GeoTin 及 GeoVolume 的扩展类型的二进制格式。

OGC WKB 为已知的几何数据结构定义了类型代码（WKGeometryType），以便于解析二进制数据流时识别原始对象的类型。在其基础上，Geo3DML 为 GeoTin 以及 GeoVolume 的扩展类型定义了代码如表 3 所示，Geo3DML 定义的几何数据 WKB 格式结构定义示例见附录 D。

表 3 扩展几何数据类型代码

序号	类型	代码
1	Vertex	9101
2	GeoTin	9111

表 3 扩展几何数据类型代码（续）

序号	类型	代码
3	Triangle	9112
4	GeoTetrahedronVolume	9113
5	Tetrahedron	9114
6	GeoCuboidVolume	9115
7	Cuboid	9116
8	GeoCornerPointGrid	9117
9	GeoCornerPointGridPillar	9118
10	GeoCornerPointGridCell	9119
11	GeoTruncatedRegularGrid	9120
12	GeoTruncatedRegularGridPlaneGrid	9121
13	GeoTruncatedRegularGridFace	9122
14	GeoTruncatedRegularGridCell	9123
15	GeoTriangularPrismVolume	9124
16	TriangularPrism	9125

6.3.1.11 在 Geo3DML 文档中嵌入二进制数据流

要在 Geo3DML 文档中嵌入二进制数据，首先按照 6.3.1.10 的规定和 OGC WKB 标准生成几何数据的二进制流，然后使用 Base64 编码将该二进制流转换为字符串形式，作为几何数据保存至 Geo3DML 文档中。同时，在相应的几何对象的起始标签内通过 `dt:dt="base64Binary"` 属性标明数据为 Base64 编码的二进制格式。以下示例给出了分别用文本格式以及二进制格式表示的 `gml:LineString` 对象。

示例：

```
<!--文本格式表示的 gml:LineString 对象。 -->
<gml:LineString gml:id="sl-LineString-21">
  <gml:posList srsDimension="3" count="2">
    0 85.6205 10
    0 63.6334 27.9083
  </gml:posList>
</gml:LineString>

<!--二进制格式表示的 gml:LineString 对象（二进制数据流按 Base64 方式编码）。 -->
<gml:LineString gml:id="sl-LineString-21" dt:dt="base64Binary">
  UEsDBBQAAAAIAGtaMS2/u6RnIAAAAIYAAAAKAAAAAYm
</gml:LineString>
```

Geo3DML 中 Base64 编码算法采用的代码表字符包括：[A-Z]，[a-z]，[0-9]，+，/，=。本文件所采用的 Base64 编码/解码算法的参考实现见附录 E。

6.3.2 地质属性数据组件

6.3.2.1 地质要素属性

6.3.2.1.1 属性数据结构声明

地质要素类 `GeoFeatureClass` 元素通过子元素 `Schema` 管理地质属性数据的数据结构。`Schema` 元素的是 `swe:DataRecordType`（组件定义见 OGC 08-094r1 8.2.1）的实例，本文件遵循 OGC SWE 规范管理地质属性数据结构，通常以 `swe:field` 元素管理地质属性数据字段。

在 `GeoFeatureClass` 中声明属性字段名称和类型的示例见附录 A.18。

6.3.2.1.2 属性数据的存储

GeoFeature 的子元素 Fields 用来存储地质要素的属性数据，分不同字段，每个属性字段的属性数据存储在 Field 元素中（见 6.2.6）。

Field 元素是 FieldType 的实例，FieldType 由 OGC SWE 规范定义的 swe:AbstractDataComponent 扩展定义，由其扩展定义的数据类型包括：

- 数值类型，包括 swe:Count, swe:CountRange, swe:Quantity, swe:QuantityRange;
- 文本类型，swe:Text;
- 布尔类型，swe:Boolean;
- 日期时间类型，包括 swe:Time, swe:TimeRange;
- 离散分类值类型，包括 swe:Category, swe:CategoryRange;
- 复杂类型，包括 swe:Vector（向量）、swe:DataChoice（选择）、swe:DataArray（数组）、swe:Matrix（矩阵）。

涉及地质术语的非几何地质属性值应遵循 GB/T 9649。

FieldType 在继承 swe:AbstractDataComponent 特性的基础上，扩展定义一个必选属性：

- Name，用来设置字段名称。

GeoFeature 存储属性数据示例见附录 A.19，Field 元素通过属性 Name 管理属性数据字段的名称，Field 通过子元素声明字段的类型，如<swe:Text>、<swe:Count>，其中<swe:Text>表示数据字段的类型为文本，<swe:Count>则表示是数值型，而字段取值则以类型声明元素的子元素<swe:Value>的文本给出，其他复杂的数据类型如：向量、数组、矩阵等，更多细节详见 OGC 08-094r1。

FieldType 组件源码见附录 C.6。

6.3.2.2 地质属性场

6.3.2.2.1 基本规定

Geo3DML 模式定义覆盖组件 GeoDiscreteCoverage 来管理地质属性场。在 Geo3DML 文档中，地质要素 GeoFeature 通过子元素 Geometry 管理三维地质模型的几何数据和地质属性场数据（见 6.2.6）。Geometry 的子元素 ShapeProperty 专门用来管理属性场数据，是 GeoDiscreteCoveragePropertyType 的实例（见 6.1.3.2），是 GeoDiscreteCoverage 的包装元素。

6.3.2.2.2 组件定义

Geo3DML 覆盖数据组件 GeoDiscreteCoverage 基于 gmlcov:AbstractDiscreteCoverageType（详见 OGC 09-146r2）扩展定义，其是 OGC Coverage 模式定义的离散覆盖的虚类型，而 gmlcov:AbstractDiscreteCoverageType 则由 gml:AbstractCoverageType（见 GB/T 23708-2009 19.3.1）扩展定义。因此，GeoDiscreteCoverage 继承了 gmlcov:AbstractCoverageType 和 gml:AbstractCoverageType 定义的用于描述覆盖数据的子元素。

GeoDiscreteCoverage 扩展定义了以下子元素：

- DomainSetExt，管理覆盖的空间域，以及覆盖数据关联的基本单元的几何类型。

DomainSetExt 包含以下子元素：

- SamplingFrame，gml:GeometryPropertyType 的实例对象元素，管理覆盖数据的空间域，即与覆盖值域相关联的几何数据，通过 GML 几何特性组件以引用方式管理，具体规定见本文件 6.1.3.5;
- SamplingTarget，指定覆盖值域关联的空间域的基本单元类型，提供一组枚举选项：
 - “VERTEX”：覆盖值域关联“顶点”，顶点集合的基本单元（6.3.1.1.4）；
 - “EDGE”：覆盖值域关联“边”；
 - “FACE”：覆盖值域关联“面片”，面模型及不规则三角网（6.3.1.2）的基本单元；
 - “VOXEL”：覆盖值域关联“体元”，体模型（6.3.1.3）的基本单元。

GeoDiscreteCoverage 组件源码见附录 C. 18;

GeoDiscreteCoverage 示例见附录 A. 20。

6.3.3 地质要素关系组件

6.3.3.1 一般规定

地质要素关系组件管理地质对象之间的地质关系、空间关系或逻辑关系,如:接触关系、地质年代关系、构造关系、包围关系、聚合关系等。必须明确地质要素关系当中的主体地质要素和对象地质要素,如在侵入关系中,主体地质要素为侵入岩体——侵入体,而对象地质要素则为被侵入地层——围岩。

6.3.3.2 通用地质要素关系

通用地质要素关系组件 GeoFeatureRelation 定义了地质对象关系的通用描述方式,结构如下:

——Relationship,地质关系描述;

——Source,管理地质要素关系中的主体地质要素;

——Target,管理地质要素关系中的对象地质要素的集合。

Source 子元素结构如下:

——Role,描述主体地质要素(源要素或目标要素)在地质关系中的角色;

——Feature,包装元素 GeoFeaturePropertyType 的实例,管理地质关系的主体地质要素。

Target 子元素结构如下:

——Role,描述对象地质要素(源要素或目标要素)在地质关系中的角色;

——Feature,包装元素 GeoFeaturePropertyType 的实例集合,管理对象地质要素的集合。

GeoFeatureRelation 组件源码见附录 C. 19;

GeoFeaturePropertyType 组件源码见附录 C. 6。

6.3.3.3 专用地质要素关系

Geo3DML 模式基于 GeoFeatureRelation 扩展定义了专用地质要素关系组件,主体地质要素(Source)和对象地质要素(Target)分别描述具有特定关系角色的地质对象,即角色信息是隐含表达的,描述角色的子元素 Source:Role 和 Target:Role 可省略:

——ContactRelation,描述地层之间的接触关系,Relationship 存储接触关系类型文本,其值限定为“整合”、“不整合”、“假整合”、“侵入”、“沉积”或“断层”:

- 当为“整合”、“不整合”及“假整合”关系时,主体和对象地质要素的角色分别为“上覆地层”和“下伏地层”;
- 当为“侵入”关系时,主体和对象地质要素的角色分别为“侵入体”和“围岩”;
- 当为“沉积”关系时,主体和对象地质要素的角色分别为“沉积物”和“岩组”;
- 当为“断层”关系时,主体和对象地质要素的角色分别为“断面”和“断盘”。

——GeologicalStructure,描述地层之间在特定地质构造中的关系,Relationship 存储关系类型描述文本,如:断层、褶皱等:

- 若描述“断层”关系时,主体和对象地质要素的角色分别为“上盘”和“下盘”;
- 若描述“褶皱”关系时,主体和对象地质要素的角色分别为“轴面”和“岩层”。

——GeologicalHistory,描述地质对象之间的地质历史关系,Relationship 存储地质年代关系中的具体类型,其值限定于“早于”、“晚于”或“同期于”,分别表示主体地质要素的形成年代早于、晚于或同期于对象地质要素;

——AggregationRelation,描述地质要素由一个或多个地质要素聚合而成的逻辑关系,也可用于描述地质要素之间的普通聚合关系,不一定具有明确的地质含义,如一个断层面有多个小断面聚合而成,一个地质体由多个小地质体聚合而成,主体地质要素(Source)表示聚合形成的地质要素,对象地质要素(Target)表示参与聚合的地质要素;

——BoundaryRelation,描述地质要素由与其存在接触关系的其他地质要素包围而成的空间关系,不一定具有明确的地质含义,主体地质要素表示被包围的地质要素,对象地质要素表示包围主

体地质要素的地质要素（集合）。

上述组件源码见附录 C. 19；

通用地质要素关系及专用地质要素关系的示例见附录 A. 21。

6.3.4 三维地质样式组件

6.3.4.1 基本规定

6.3.4.1.1 符号化组件的作用及分类

三维地质样式组件 Geo3DStyle 利用 se:Symbolizer 及其扩展组件管理不同几何形态地质要素的符号化参数（见 6.2.7），Geo3DML 模式遵循 OGC SE 规范定义了以下组件：

- GeoPointSymbolizer，基于 se:PointSymbolizerType 扩展，管理点状地质要素的符号化参数；
 - GeoLineSymbolizer，基于 se:LineSymbolizerType 扩展，管理线状地质要素的符号化参数；
 - GeoSurfaceSymbolizer，基于 se:SymbolizerType 扩展，管理面状地质要素或地质体要素表面的符号化参数；
 - GeoDiscreteCoverageSymbolizer，基于 se:SymbolizerType 扩展，管理覆盖数据符号化参数。
- 关于上述符号化参数组件的基类 se:Symbolizer 等的规定见 OGC 05-077r4 11。

6.3.4.1.2 符号化组件的构成

Geo3DML 模式定义不同类型的符号化组件以管理地质要素的三维可视化样式，在通过继承方式兼容 se:Symbolizer 及其扩展组件提供的符号化参数的基础上，附加了两类样式参数选项：

- 材质参数，参照三维模型渲染的主流规范，管理地质要素颜色、光照、透明度及纹理参数，兼容标准参数和 PBR 材质参数；
- 地质图例符号参数，参照 GB/T 958-2015，使用规定的图例代号管理地质要素的图例符号。

6.3.4.2 点状地质要素符号化组件

点状地质要素符号化组件 GeoPointSymbolizer 基于 se:PointSymbolizerType 扩展定义，管理点状地质要素的符号化参数，继承了 se:PointSymbolizer 的图形参数 se:Graphic 以兼容 OGC SE 规范定义的点符号。

GeoPointSymbolizer 扩展定义了以下 2 个子元素：

- PointMaterial，管理点状要素的通用材质参数，是 MaterialPropertyType 的实例，通过其被包装元素 Material 存储点状要素的具体材质参数；
- GBSymbol，用来存储符合 GB/T 958-2015 规定的点状地质要素符号的图例代号。

se:PointSymbolizer 的规定见 OGC 05-077r4 11.3.1；

se:Graphic 的规定见 OGC 05-077r4 11.3.2；

MaterialPropertyType 的规定见 6.3.4.6；

GeoPointSymbolizer 及 GeoPointSymbol 组件源码见附录 C. 20；

GeoPointSymbolizer 示例见附录 A. 22。

6.3.4.3 线状地质要素符号化组件

Geo3DML 模式在 se:LineSymbolizerType 的基础上扩展定义 GeoLineSymbolizer 管理线状地质要素的符号化参数，继承了 se:LineSymbolizer 定义的笔画参数（se:Stroke），同时，支持设置 se:Graphic 参数和基于 se:SvgParameter 设置 SVG/CSS2 标准样式参数，支持的参数包括：

颜色（stroke）、宽度（stroke-width）、不透明度（stroke-opacity）、连接方式（stroke-linejoin）、线头样式（stroke-linecap）、短划线参数（stroke-dasharray）、短划线偏移参数（stroke-dashoffset）等。

GeoLineSymbolizer 扩展定义了以下 2 个子元素：

——LineMaterial, 管理线状要素的通用材质参数, 是 MaterialPropertyType 的实例, 通过其被包装元素 Material 存储线状要素的具体材质参数;

——GBSymbol, 用来存储符合 GB/T 958-2015 规定的线状地质要素符号的图例代号。

se:LineSymbolizer 的规定见 OGC 05-077r4 11.1.1;

se:Stroke 的规定见 OGC 05-077r4 11.1.3;

MaterialPropertyType 的规定见 6.3.4.6;

GeoLineSymbolizer 及 GeoLineSymbol 组件源码见附录 C.21;

GeoLineSymbolizer 示例见附录 A.23。

6.3.4.4 面状地质要素符号化组件

Geo3DML 模式参照 GOC SE 规范在扩展定义 GeoSurfaceSymbolizer 管理面状地质要素的符号化参数, 结构如下:

——se:Geometry, OGC SE 规范定义用于样式的线性几何, Geo3DML 模式用来管理面填充的符号的几何, 具体规定见 OGC 05-077r4 11.1.2;

——Front, 管理曲面正面的材质参数, 是 MaterialPropertyType 的实例, 被包装元素 Material 存储曲面正面的具体材质参数;

——Back, 管理曲面背面的材质参数, 是 MaterialPropertyType 的实例, 被包装元素 Material 存储曲面背面的具体材质参数;

——VertexSymbolizer, 管理曲面顶点的符号化参数, 是 GeoPointSymbolizerPropertyType 的实例, 通过其被包装元素 GeoPointSymbolizer 管理具体参数;

——FrameSymbolizer, 管理曲面线框符号化参数, 是 GeoLineSymbolizerPropertyType 的实例, 通过其被包装元素 GeoLineSymbolizer 管理具体参数。

MaterialPropertyType 的规定见 6.3.4.6;

GeoPointSymbolizerPropertyType 的规定见 6.3.4.2;

GeoLineSymbolizerPropertyType 的规定见 6.3.4.3;

GeoSurfaceSymbolizer 及 GeoSurfaceSymbol 组件源码见附录 C.22;

GeoSurfaceSymbolizer 示例见附录 A.24。

6.3.4.5 覆盖数据的符号化参数

Geo3DML 模式参照 GOC SE 规范在扩展定义 GeoDiscreteCoverageSymbolizer 以管理属性场符号化参数, 引入 2 个元素:

——se:Geometry, OGC SE 规范定义用于样式的线性几何, Geo3DML 模式用来管理覆盖数据渲染采用的基本几何单元的符号的线性几何, 具体规定见 OGC 05-077r4 11.1.2;

——se:Rule, 引入 OGC SE 规范定义的 se:Rule, 管理几何单元的筛选规则及相应的符号化参数, 具体规定见 OGC 05-077r4 第 11 章。

GeoDiscreteCoverageSymbolizer 利用 se:Rule 对属性场数据单元进行筛选, 并设置个性化符号化参数。根据继承关系 (6.3.4.1), 支持三类符号化参数: GeoPointSymbolizer、GeoLineSymbolizer 和 GeoSurfaceSymbolizer。事实上支持嵌套指定 GeoDiscreteCoverageSymbolizer, 但不建议这样做。

GeoDiscreteCoverageSymbolizer 属性场的符号化参数, 也可用来为各类几何数据的顶点 (Vertex)、边 (Edge)、面片 (Face) 和体元设置符号化参数。

GeoDiscreteCoverageSymbolizer 组件源码见附录 C.23;

GeoDiscreteCoverageSymbolizer 示例见附录 A.25。

6.3.4.6 材质参数

6.3.4.6.1 标准材质参数

Geo3DML 模式定义 Material 用来存储标准材质参数, 管理三维模型的颜色、纹理参数, 是符号化参数 (se:Symbolizer) 的主要构成部分, 结构如下:

——BaseColor 或 BaseTexture:

- BaseColor, 存储模型要素的本地颜色, ColorPlusAlpha 实例;
- BaseTexture, 管理基础纹理, AbstractTexturePropertyType 的实例, 通过其包装的子元素存储法向纹理的具体参数信息。

——NormalTexture, 管理法向纹理, 包装组件 AbstractTexturePropertyType 的实例, 通过其包装的子元素存储法向纹理的具体参数信息;

——OcclusionTexture, 管理光线遮蔽纹理, 包装组件 AbstractTexturePropertyType 的实例, 通过被包装元素存储光线遮蔽纹理的具体参数信息, 光线遮蔽纹理用于模拟光线被遮蔽时的阴影效果;

——EmissiveColor, 管理辐射光颜色 RGB 值, Color 的实例, 默认值为 “0.0 0.0 0.0”;

ColorPlusAlpha 的规定见 6.1.4.1;

AbstractTexturePropertyType 的规定见 6.3.4.7.1;

Material 组件源码见附录 C.24;

Material 示例见附录 A.26。

6.3.4.6.2 PBR 材质参数

Geo3DML 模式在 Material 基础上扩展定义了 PBRMaterial 用于管理基于物理的渲染 (Physically Based Rendering) 材质的参数, 简称 PBR 材质, 除继承 Material 定义的子元素之外, PBRMaterial 扩展定义了以下子元素:

- Metallic, 金属度, 取值范围[0:1]的浮点数, 0 表示非金属, 1 表示完全金属;
- Roughness, 粗糙度, 取值范围[0:1]的浮点数, 0 表示非常光滑的表面, 反射光会集中形成清晰的高光, 而 1 表示非常粗糙的表面, 反射光会被散射, 形成较模糊的反射;
- SpecularColor, 镜面反射颜色, Color 实例, 用于非金属材料的高光颜色;
- IndexOfRefraction, 折射率, 仅适用于透明或半透明材质。

Color 的规定见 6.1.4.1;

PBRMaterial 组件源码见附录 C.25;

PBRMaterial 示例见附录 A.27。

6.3.4.7 纹理参数

6.3.4.7.1 基本纹理参数

Geo3DML 模式定义了纹理参数的抽象基类型 AbstractTextureType, 其本身不能实例化, 仅作为基类扩展定义可用的纹理参数组件。另外, Geo3DML 模式定义了包装组件 AbstractTexturePropertyType 用于包装基于 AbstractTextureType 扩展定义的纹理参数组件的实例, 供相关 Geo3DML 元素通过引用或内联方式嵌入纹理参数元素。

AbstractTextureType 定义的基本纹理参数如下:

——Image 或 GBSymbol 二选其一:

- Image, 管理纹理资源, 包括纹理资源 URI 及纹理资源类型;
- GBSymbol, 管理符合 GB/T 958-2015 规定的区填充符号的图例代号。

——WrapMode, 通过一组枚举选项管理纹理贴图模式, 枚举值包括:

- None: 默认值, 单幅填充
- Wrap: 重复模式
- Mirror: 镜像模式
- Clamp: 按纹理图片边界扩展
- Border: 按定义的边界颜色扩展

——BorderColor, ColorPlusAlpha 的实例, 管理边界颜色, 用来设置扩展纹理的 RGBA 颜色 (包

含 alpha 通道)。

Image 元素管理纹理资源, 结构如下:

- URI, 存放纹理资源的路径;
- MimeType, 存放纹理图片类型, 纹理文件后缀;

GBSymbol 元素管理区填充符号的国标代码和颜色, 结构如下:

- Code, 区填充符号的国标代码, 遵照 GB/T 958-2015 的规定;
- Stroke, 符号颜色, Color 实例;
- Fill, 背景填充颜色, Color 实例。

ColorPlusAlpha 及 Color 的规定见 6.1.4.1;

AbstractTexture 组件源码见附录 C.26。

6.3.4.7.2 基于地理参考的纹理参数

基于地理参考的纹理参数组件 GeoReferencedTexture 基于 AbstractTexture 扩展定义, 通过参考点 (ReferencePoint) 和方向 (Orientation) 来指定的纹理参数:

- ReferencePoint, 参考点参数, 是 gml:PointProertyType 实例, 存储纹理原点像素的坐标值;
- Orientation, 方位参数, 是 TransformationMatrix2x2Type 的实例, 管理纹理坐标的变换矩阵, 实现旋转和缩放变换。

gml:PointProertyType 的规定见 GB/T 23708-2009 10.3.1。

GeoReferencedTexture 组件源码见附录 C.27;

GeoReferencedTexture 示例见附录 A.28。

6.3.4.7.3 基于纹理坐标的纹理参数

ParameterizedTexture 组件基于 AbstractTexture 扩展定义了基于纹理坐标或变换矩阵定义的纹理参数, 包含 2 个子元素, 实例化时二选一:

- TexCoordList, gml:DirectPositionListType 的实例对象, 管理纹理坐标列表;
- TexCoordGen, TransformationMatrix3x4Type 的实例对象, 管理纹理坐标计算矩阵。

ParameterizedTexture 组件源码见附录 C.28;

ParameterizedTexture 示例见附录 A.29。

6.3.4.8 场景样式

Geo3DML 模式定义 GeoSceneStyle 管理三维场景参数, 结构如下:

- Background, 管理三维场景的背景颜色的 RGB 值, 是 Color 实例对象;
- Light, 管理全局灯光参数。

灯光参数 Light 的结构定义如下:

- On 元素, 管理灯光开关状态, 布尔型, 默认值为 true, 即打开状态, false 表示关闭;
- Type 元素, 通过枚举方式管理光源类型, 提供 3 种常用光源类型的字符串枚举选项:
 - directionallight: 方向光, 模拟类似阳光的效果;
 - pointlight: 点光源, 模拟点状光源;
 - spotlight: 聚光灯, 模拟类似探照灯、手电筒这类的光源类型。
- Position 元素, 管理光源位置, gml:doubleList 的实例, 用 3 个浮点数构成的列表表达三维空间位置坐标, 默认值 “0.0 0.0 1.0”;
- FocalPosition 元素, 管理光源光线聚焦的位置, gml:doubleList 的实例, 用 3 个浮点数构成的列表表达三维空间坐标, 默认值 “0.0 0.0 1.0”, 与光源位置 (Position) 参数配合用于计算光照方向, 当光源类型为点光源 (pointlight) 时, 聚焦位置参数不起效;
- Intensity, 光源强度参数, 取值范围 [0:1], 0.0 表示最弱, 1.0 表示最强, 默认值 1.0;
- AmbientColor 元素, 管理环境光的颜色 RGB 值, Color 实例;
- DiffuseColor 元素, 管理物体漫反射光的颜色 RGB 值, Color 实例;

——SpecularColor 元素，管理镜面反射光的颜色 RGB 值，Color 实例。

GeoSceneStyle 组件源码见附录 C. 29；

GeoSceneStyle 示例见附录 A. 30。

6.3.4.9 三维样式库

Geo3DML 模式定义三维样式库 Geo3DStyleLib 对预定义的可视化参数进行管理，Geo3DML 文档可通过 Geo3DStyle 元素直接引用三维样式库中的预定义可视化参数。

Geo3DStyleLib 结构如下：

——Name，存储样式库名称；

——FeatureTypeStyleLib，se:FeatureTypeStyle 实例集合，管理多个预定义的要素样式；

——CoverageStyleLib，se:CovarianceStyle 实例集合，管理多个预定义的覆盖样式；

——SymbolizerLib，多个预定义符号化参数的集合，包含 se:Symbolizer 及基于 se:Symbolizer 扩展定义的 Geo3DML 符号化参数元素；

——MaterialLib，Material 实例集合，管理多个预定义材质参数；

——TextureLibType，多个预定义纹理参数的集合，包含基于 AbstractTexture 扩展的纹理参数元素。

Geo3DStyleLib 组件源码见附录 C. 30；

Geo3DStyleLib 示例见附录 A. 31；

引用 Geo3DStyleLib 中预定义各类样式参数元素的示例见附录 A. 2。

6.3.5 地质模型元数据组件

6.3.5.1 基本规定

Geo3DML 模式遵照 ISO/TS 19139-1:2019 的规定，在 gmd:MD_Metadata_Type 基础上扩展定义了基础元数据组件 AbstractGeo3DMetadata，包含一个描述性子元素：

——Description，三维地质工程或三维地质模型的描述信息。

gmd:MD_Metadata_Type 定义了一系列子元素用于描述元数据的各种信息，如文件标识符、语言、字符集、联系信息、日期戳、空间表示信息、参考系统信息、元数据扩展信息、内容信息、数据质量信息、应用程序模式信息等，关于 gmd:MD_Metadata_Type 的规定详见 ISO/TS 19139-1:2019。

Geo3DML 模式基于 AbstractGeo3DMetadata 扩展定义了以下组件：

——Geo3DProjectMetadata，三维地质工程元数据；

——GeoModelMetadata，三维地质模型元数据。

AbstractGeo3DMetadata 组件源码见附录 C. 31。

6.3.5.2 三维地质工程元数据

Geo3DProjectMetadata 管理三维地质工程元数据，在 AbstractGeo3DMetadata 基础上扩展定义，结构如下：

——ProjectInfo，管理地质建模项目信息；

——ModelCount，模型数量。

Geo3DProjectMetadata 的子元素 ProjectInfo 结构如下：

——Name，项目名称；

——Code，项目编码；

——StartDate，项目启动时间，日期型；

——CompleteDate，项目结题时间，日期型；

——Duration，项目周期（单位：年），实数型；

——Contractor，项目承担单位名称。

Geo3DProjectMetadata 组件源码见附录 C. 32;

Geo3DProjectMetadata 示例见附录 A. 32。

6.3.5.3 三维地质模型元数据

GeoModelMetadata 在 AbstractGeo3DMetadata 基础上扩展定义了以下子元素:

- Version, 模型版本信息;
- ToolName, 建模软件工具的名称;
- ToolVersion, 建模软件工具的版本信息;
- TopicCategory, 模型专题类型, 如: 水文地质、工程地质等;
- SpatialReferenceSystem, 管理空间参照系参数, 是 SpatialReferenceSystemType 的实例;
- GeographyBoundingBox, 管理模型地理范围;
- VerticalExtent, 管理模型垂向范围。

GeoModelMetadata 的子元素 GeographyBoundingBox 管理模型地理范围信息, 结构如下:

- WestBoundLongitude, 模型最西端的经度 (单位: 度), 实数型;
- EastBoundLongitude, 模型最东端的经度 (单位: 度), 实数型;
- SouthBoundLatitude, 模型最南端的纬度 (单位: 度), 实数型;
- NorthBoundLatitude, 模型最北端的纬度 (单位: 度), 实数型。

GeoModelMetadata 的子元素 VerticalExtent 管理模型垂向高程范围信息, 结构如下:

- MinimumValue, 模型最小高程值, 实数型;
- MaximumValue, 模型最大高程值, 实数型;
- Unit, VerticalExtent, 属性, 管理高程单位, 默认值: meter。

GeoModelMetadata 组件源码见附录 C. 33;

GeoModelMetadata 示例见附录 A. 33。

6.3.5.4 空间参照系参数

Geo3DML 模式定义 SpatialReferenceSystemType 管理空间参照系参数, 结构如下:

- CoordinateReferenceSystem, 管理平面参照系参数;
- VerticalReferenceSystem, 垂向参照系参数。

SpatialReferenceSystemType 的子元素 CoordinateReferenceSystem 兼容不同类型参照系描述, 参照国际主流平面参照系规范, 以文本方式管理具体参数, 其结构如下:

- Identifier, 管理平面参照系类型标识, 提供一组枚举选项:
 - EPSG: EPSG 编码;
 - OGC WTK: WTK 格式;
 - OGC WTK2: WTK2 格式;
 - PROJ4: PROJ4 格式;
 - 自定义: 自定义格式;
- Parameter 元素, 以文本形式存储和管理平面参照系参数, 根据 Identifier 指定的平面参照系类型, Parameter 设置与该规范相应的参数的文本。

VerticalReferenceSystem 定义了垂向参照系参数, 结构如下:

- Category, 管理垂向参照系类型, 支持大地参考系、国家高程系和其他高程系三个枚举项;
- ReferenceSystem, 管理垂向参考系的具体名称, 如: WGS84、1985 国家高程基准、国家重力控制网、国际独立重力基准网等, 以及具体的地方高程系名称。

SpatialReferenceSystemType 源码见附录 C. 34;

SpatialReferenceSystem 示例见附录 A. 34。

6.4 包装组件

6.4.1 基本规定

Geo3DML 模式定义了包装组件对 Geo3DML 文档中包装元素的语法作出规定。包装组件的定义以 OGC GML 规范对于成员（Member）和特性（Property）的定义为范式，具体详见 GB/T 23708-2009 7.2.5.1 和 GB/T 23708-2009 7.2.3。

6.4.2 支持跨文档引用 Geo3DML 元素

Geo3DML 模式定义包装组件时，从 OGC GML 模式引入了属性组 `gml:AssociationAttributeGroup`，使包装元素通过可使用 `xlink` 提供的引用机制以统一的方式引用外部元素。在 Geo3DML 文档中，包装元素可通过全局唯一标识或元素 URI 对位于其他 Geo3DML 文档中的 Geo3DML 元素进行引用，而不必以内联方式管理子元素的实例。

`gml:AssociationAttributeGroup` 的规定详见 GB/T 23708-2009 7.2.3.2。

6.4.3 管理被包装元素所有权

在定义包装组件时引入 OGC GML 规范定义的所有者属性组 `gml:OwnershipAttributeGroup`，用以标识包装元素对被包装元素的所有权，实现者可根据包装元素的所有权标识对被包装元素进行生命周期管理，所有权类型及相应属性值如下：

- “拥有”：包装元素包含属性 `gml:owns` 且 `gml:owns=true`；
- “引用”：默认情况下，包装元素不包含属性 `gml:owns` 或 `gml:owns=false`，此时包装元素与被包装元素之间为引用关系。

`gml:OwnershipAttributeGroup` 的规定见 GB/T 23708-2009 7.2.3.5。

6.4.4 Geo3DML 包装组件

Geo3DML 模式分别定义了两类包装组件，二者具有相同的特性机制，定义方式略有不同：

- 集合包装组件，由 `gml:AbstractMemberType` 扩展定义，并引入关联属性组 `gml:AssociationAttributeGroup`；
- 特性包装组件，定义时直接引入关联属性组 `gml:AssociationAttributeGroup` 和所有者属性组 `gml:OwnershipAttributeGroup`。

`gml:AbstractMemberType` 的规定见 GB/T 23708-2009 7.2.5.1；

`gml:AssociationAttributeGroup` 的规定见 GB/T 23708-2009 7.2.3.2。

Geo3DML 模式定义的包装组件及被包装元素见表 4。

表 4 Geo3DML 包装组件

包装组件 (默认命名空间: geo3dml)	被包装元素 (默认命名空间: geo3dml)	中文含义
<code>ModelMemberType</code>	<code>Geo3DModel</code>	三维地质模型
<code>MapMemberType</code>	<code>Geo3DMap</code>	三维地质图
<code>GeoFeatureClassPropertyType</code>	<code>GeoFeatureClass</code>	地质要素类
<code>GeoFeaturePropertyType</code>	<code>GeoFeature</code>	地质要素
<code>Geo3DLayerPropertyType</code>	<code>Geo3DLayer</code>	三维地质图层
<code>Geo3DStylePropertyType</code>	<code>Geo3DStyle</code>	三维地质样式
<code>GeoFeatureRelationPropertyType</code>	<code>GeoFeatureRelation</code>	地质要素关系
<code>GeoDiscreteCoveragePropertyType</code>	<code>GeoDiscreteCoverage</code>	离散覆盖数据
<code>GeoSceneStylePropertyType</code>	<code>GeoSceneStyle</code>	场景样式
<code>FeatureTypeStylePropertyType</code>	<code>se:FeatureTypeStyle</code>	SE要素样式参数
<code>CoverageStylePropertyType</code>	<code>se:CoverageStyle</code>	SE覆盖样式参数
<code>GeoPointSymbolizerPropertyType</code>	<code>GeoPointSymbolizer</code>	点符号化参数

表 4 Geo3DML 包装组件（续）

包装组件 (默认命名空间: geo3dml)	被包装元素 (默认命名空间: geo3dml)	中文含义
GeoLineSymbolizerPropertyType	GeoLineSymbolize	线符号化参数
GeoSurfaceSymbolizerPropertyType	GeoSurfaceSymbolizer	面符号化参数
GeoDiscreteCoverageSymbolizerPropertyType	GeoDiscreteCoverageSymbolizer	离散符号化参数
MaterialPropertyType	Material	材质参数
	PBRMaterial	PBR材质参数
AbstractTexturePropertyType	AbstractTexture	基本纹理参数
	GeoReferencedTexture	基于地理参考的纹理参数
	ParameterizedTexture	基于纹理坐标的纹理参数
Geo3DProjectMetadataPropertyType	Geo3DProjectMetadatea	三维地质工程元数据
GeoModelMetadataPropertyType	GeoModelMetadata	地质模型元数据

6.4.5 GML 几何特性组件

Geo3DML 文档在管理几何数据时，利用了 OGC GML 规范定义的几何特性类型 `gml:GeometryPropertyType` 的实例，其封装了抽象几何类型 `gml:AbstractGeometryType` 实例 `gml:AbstractGeometry` 元素。同时，Geo3DML 模式在 `gml:AbstractGeometryType` 的基础上扩展定义 Geo3DML 的几何数据组件，因而，Geo3DML 文档可管理不同类型的几何数据。

`gml:GeometryPropertyType` 的规定见 GB/T 23708-2009 10.1.3.5。

`gml:AbstractGeometry` 的规定见 GB/T 23708-2009 10.1.3。

6.4.6 包装组件的使用

在构建 Geo3DML 文档时，对表 3 列出的包装组件的实例元素，除以内联方式构建子元素，也可使用 `xlink` 引用被包装元素，被包装元素可位于包装元素所在的 Geo3DML 文档中，也可存在于其他 Geo3DML 文档中。包装组件的使用示例见附录 A.2。

6.5 基础数据结构组件

6.5.1 Geo3DML 定义的基础数据结构

Geo3DML 模式定义了以下通用基础数据结构组件：

- `DoubleBetween0And1`：取值范围[0, 1]的浮点数；
- `DoubleBetween0And1List`：取值范围[0, 1]的浮点数的构成的数列；
- `Color`：颜色空间 RGB 三元组，每个分量均为取值范围[0, 1]的浮点数，依次表达红、绿、蓝三个颜色的值；
- `ColorPlusAlpha`：颜色空间 RGBA 四元组，在 RGB 三元组基础上增加了表达不透明度的 alpha 参数分量，每个分量均为取值范围[0, 1]的浮点数，alpha 分量值等于 0 时表示完全透明，等于 1 时表示完全不透明，取中间值时表示半透明；
- `TransformationMatrix2x2Type`：用 4 个浮点数组成的列表管理 2 行 2 列的坐标变换矩阵。列表中的元素按行优先的顺序存储，即前 2 个元素表示矩阵的第 1 行，后两个元素表示矩阵的第 2 行；
- `TransformationMatrix3x4Type`：用 12 个浮点数组成的列表管理 3 行 4 列的坐标变换矩阵。列表中的元素按行优先的顺序存储，即前 4 个元素表示矩阵的第 1 行，第 5 至第 8 个元素表示矩阵的第二行，依此类推；
- `TransformationMatrix4x4Type`：用 16 个浮点数组成的列表管理 4 行 4 列的坐标变换矩阵。列表中的元素按行优先的顺序存储，即前 4 个元素表示矩阵的第 1 行，第 5 至第 8 个元素表示矩

阵的第二行，依此类推。

基础数据结构定义源码见附录 C.1。

6.5.2 使用 GML 规范定义的基础数据结构

Geo3DML 模式使用了 OGC GML 规范定义的一些基础数据结构，包括：

- gml:integerList：整数列表，结构定义见 GB/T 23708-2009 8.2.4.1；
- gml:doubleList：浮点数列表，结构定义见 GB/T 23708-2009 8.2.4.1；
- gml:DirectPositionType：直接位置类型，结构定义见 GB/T 23708-2009 10.1.4.1；
- gml:DirectPositionListType：直接位置列表类型，结构定义见 GB/T 23708-2009 10.1.4.2。

附录 A

(资料性)

Geo3DML 文档示例

A.1 示例获取方式

本文件编写组提供了一套完整的Geo3DML文档示例，包含以下文件：

- project.xml，数据交换格式数据示例主文档，包含示例数据的根元素；
- model_drill.xml，包含一个名为“钻孔_ZK0”的描述某钻孔的地质模型示例数据；
- model_section.xml，包含一个名为“剖面_m1”的描述某剖面的地质模型示例数据；
- model_Volume_1.xml，包含规则网格，四面体体元构成的体以及长方体体元构成的体模型示例；
- model_Volume_2.xml，包含不规则三角网面描述的封闭地质体，截断规则网格地质体以及广义三棱柱体元构成的地质体模型示例；
- map_drill.xml，model_drill 对应的三维可视化参数，名为“ZK0”的三维地质图；
- map_section.xml，model_section 对应的三维可视化结果，名为“m1”的三维地质图；
- map_stratum.xml，地层可视化样式参数示例。

模式文件从以下地址获取：

<http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Examples/project.xml>
http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Examples/model_drill.xml
http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Examples/model_section.xml
http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Examples/model_Volume_1.xml
http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Examples/model_Volume_2.xml
http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Examples/map_drill.xml
http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Examples/map_section.xml
http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Examples/map_stratum.xml

A.2 包装元素示例

```
<!-- Geo3DML 包装组件使用示例-->

<!-- 方式 1: xi:include 包含-->
<!-- 基于 xi:include 包含 Geo3DML 文档，已将该文档的根元素作为子元素-->
<!-- FeatureClass 为包装组件 geo3dml:FeatureTypeStylePropertyType 的实例-->

<FeatureClass>
  <!-- 用 <xi:include href="XXXX.xml"> 引用
    以 geo3dml:GeoFeatureClass 为根元素的 XML 文档-->
  <xi:include href="A.6 GeoFeatureClass.xml" />
  <!-- A.6 GeoFeatureClass.xml 的根元素为 GeoFeatureClass-->
</FeatureClass>

<!-- 方式 2: xlink 引用-->
<!-- 基于 xlink 通过文档 URL 和元素 ID 引用 Geo3DML 元素-->
```

```

<!-- FeatureClass 为包装组件 geo3dml:GeoFeatureClassPropertyType 的实例-->

<FeatureClass xlink:type="simple"
  xlink:href="/A.6 geo3dml:GeoFeatureClass.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-B" />

<!-- xlink:href 指定位于 XXXX.xml 文档中的 GeoFeatureClass,
  同时, gml:id=ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-A-->

<!-- 方式 3: XPointer 引用预-->
<!-- 基于 xlink + XPointer 通过位置索引引用 Geo3DML 元素-->

<!-- 以下演示 XPointer 引用 Geo3DStyleLib 中的预定义参数-->

<!-- 引用预定义要素样式-->
<!-- 下例中 featurestyle 为 geo3dml:FeatureTypeStylePropertyType 的实例,
  被包装元素为 se:FeatureTypeStyle
  因此, 可通过引用完成 se:FeatureTypeStyle 元素的构建-->
<!-- xlink:href 指定引用路径时, 首先给出 Geo3DStyleLib 所在的 XML 文档的 URI,
  然后通过 element() 给出所引用的预定义覆盖样式元素的位置:
  se:FeatureTypeStyle[1] 表示 FeatureTypeStyleLib 之下第 1 个 se:FeatureTypeStyle 元素-->

<featurestyle xlink:type="simple"
  xlink:href="/A.31 Geo3DStyleLib.xml
  #element(Geo3DStyleLib/FeatureTypeStyleLib/se:FeatureTypeStyle[1])" />

<!-- 引用预定义覆盖样式-->
<!-- 下例中 coveragestyle 为 geo3dml:CoverageStylePropertyType 的实例,
  被包装元素为 se:CovrageStyle,
  因此, 可通过引用完成 se:coveragestyle 元素的构建-->
<!-- xlink:href 指定引用路径时, 首先给出 Geo3DStyleLib 所在的 XML 文档的 URI,
  然后通过 element() 给出所引用的预定义覆盖样式元素的位置:
  se:CovrageStyle[1] 表示 CoverageStyleLib 之下第 1 个 se:CovrageStyle 元素-->

<coveragestyle xlink:type="simple"
  xlink:href="/A.31 Geo3DStyleLib.xml
  #element(Geo3DStyleLib/CovrageStyleLib/se:CovrageStyle[1])" />

<!-- 引用预定义符号化参数-->
<!-- 下例中 symbolizer 为符号化参数元素的包装元素
  Geo3DML 模式定义了以下符号化参数元素的包装组件:
  geo3dml:GeoPointSymbolizerPropertyType , GeoPointSymbolizer 的包装组件
  geo3dml:GeoLineSymbolizerPropertyType , GeoLineSymbolizer 的包装组件
  geo3dml:GeoSurfaceSymbolizerPropertyType , GeoSurfaceSymbolizer 的包装组件
  geo3dml:GeoDiscreteCoverageSymbolizerPropertyType , GeoDiscreteCoverageSymbolizer 的包装

```


组件-->

<!-- 可通过引用完成 symbolizer 的构建-->

<!-- xlink:href 指定引用路径时, 首先给出 Geo3DStyleLib 所在的 XML 文档的 URI,
然后通过 element() 给出所引用的预定义符号化参数元素的位置:

GeoPointSymbolizer[1] 表示 SymbolizerLib 之下第 2 个 GeoPointSymbolizer 元素-->

```
<symbolizer xlink:type="simple"
  xlink:href="/A.31 Geo3DStyleLib.xml
    #element(Geo3DStyleLib/SymbolizerLib/GeoPointSymbolizer[1])" />
```

<!-- 引用预定义材质参数-->

<!-- 如下 material 为 geo3dml:MaterialPropertyType 的实例,
被包装元素为 Material 或 PBRMaterial,
因此, 可通过引用完成 material 元素的构建-->

<!-- xlink:href 指定引用路径时, 首先给出 Geo3DStyleLib 所在的 XML 文档的 URI,
然后通过 element() 给出所引用的预定义材质参数元素的位置:
Material[2] 表示 MaterialLib 之下第 2 个 Material 元素-->

```
<material xlink:type="simple"
  xlink:href="/A.31 Geo3DStyleLib.xml
    #element(Geo3DStyleLib/MaterialLib/Material[2])" />
```

<!-- 引用预定义纹理参数-->

<!-- 如下 texture 为 geo3dml:AbstractTexturePropertyType 的实例,
被包装元素为 GeoReferencedTexture 或 ParameterizedTexture,
因此, 可通过引用完成 texture 元素的构建-->

<!-- xlink:href 指定引用路径时, 首先给出 Geo3DStyleLib 所在的 XML 文档的 URI,
然后通过 element() 给出所引用的预定义纹理参数元素的位置:
ParameterizedTexture[2] 表示 TextureLib 元素下第 2 个 ParameterizedTexture 元素-->

```
<texture xlink:type="simple"
  xlink:href="/A.31 Geo3DStyleLib.xml
    #element(Geo3DStyleLib/TextureLib/ParameterizedTexture[2])" />
```

A.3 geo3dml:Geo3DProject 三维地质工程

<!-- 三维地质工程 Geo3DProject 示例-->

<!-- geo3dml:Geo3DProject 的结构规定见 6.2.1-->

<!-- geo3dml:Geo3DProject 是 Geo3DML 文档的根元素-->

<!-- geo3dml:Geo3DProject 所在的 Geo3DML 文档是三维地质模型交换格式的根本文档-->

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

```
<geo3dml:Geo3DProject xmlns:geo3dml="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
  xmlns="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  xmlns:xi="http://www.w3.org/2001/XInclude"
```

```

xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml Geo3DML.xsd">
<Name>Project-XXXXXX</Name>
<!-- 通过可选子元素 Style 管理场景样式参数-->
<Style>
  <!-- Style 是包装组件 geo3dml:GeoSceneStylePropertyType 的实例，
    被包装元素为 geo3dml:GeoSceneStyle -->
  <!-- GeoSceneStyle 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
  <!-- GeoSceneStyle 的内联构建方式-->
  <GeoSceneStyle>
    <!-- 略，GeoSceneStyle 子元素结构规定详见 6.3.4.8，示例见附录 A.30-->
  </GeoSceneStyle>
</Style>
<!-- 通过可选子元素 Metadata 管理三维地质工程元数据-->
<Metadata>
  <!-- Metadata 是包装组件 geo3dml:Geo3DProjectMetadataPropertyType 的实例，
    被包装元素为 geo3dml:Geo3DProjectMetadata -->
  <!-- Geo3DProjectMetadata 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
  <!-- Geo3DProjectMetadata 的内联构建方式-->
  <Geo3DProjectMetadata>
    <!-- Geo3DProjectMetadata 子元素结构规定详见 6.3.5.2，示例见附录 A.32-->
  </Geo3DProjectMetadata>
</Metadata>
<!-- 通过可选子元素 Models 管理三维地质模型数据的集合-->
<Models>
  <!-- 通过可选子元素 Model 管理三维地质模型数据-->
  <Model>
    <!-- Model 是包装组件 geo3dml:ModelMemberType 的实例，
      被包装元素为 geo3dml:Geo3DModel -->
    <!-- Geo3DModel 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
    <!-- Geo3DModel 的内联构建方式-->
    <Geo3DModel>
      <!-- Geo3DModel 子元素结构规定详见 6.2.2，示例见附录 A.4-->
    </Geo3DModel>
  </Model>
  <!-- 此处添加更多 Model 元素-->
</Models>
<!-- 通过可选子元素 Maps 管理三维地质图的集合-->
<Maps>
  <!-- 通过可选子元素 Map 管理三维地质图-->
  <Map>
    <!-- Map 是包装组件 geo3dml:MapMemberType 的实例，
      被包装元素为 geo3dml:Geo3DMap -->
    <!-- Geo3DMap 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
    <!-- Geo3DMap 的内联构建方式-->

```

```

        <Geo3DMap>
            <!-- Geo3DMap 子元素结构规定详见 6.2.3，示例见附录 A.5 -->
        </Geo3DMap>
    </Map>
    <!-- 此处添加更多 Map 元素-->
</Maps>
</geo3dml:Geo3DProject>

```

A.4 geo3dml:Geo3DModel 三维地质模型

```

<!-- 三维地质模型 Geo3DModel 示例-->
<!-- geo3dml:Geo3DModel 结构规定见 6.2.2-->

<!-- geo3dml:Geo3DModel 是 geo3dml:Geo3DProject 的关键构成元素-->

<!-- geo3dml:Geo3DModel 可作为独立 Geo3DML 文档的根元素存在，
    或内联嵌入 geo3dml:Geo3DProject，嵌入方式示例见附录 A.3-->

<!-- 以下演示 geo3dml:Geo3DModel 作为独立 Geo3DML 文档-->
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<geo3dml:Geo3DModel xmlns:geo3dml="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
    xmlns="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
    xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
    xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0"
    xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0"
    xmlns:gco="http://www.isotc211.org/2005/gco"
    xmlns:gmd="http://www.isotc211.org/2005/gmd"
    xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
    xmlns:xi="http://www.w3.org/2001/XInclude"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml Geo3DML.xsd">

    <Name>Geo3DModel-XXXXXX</Name>
    <!-- Type 元素管理模型类型，可选项：
        Section | Drill | 3DModel | Isogram | Other-->
    <Type>Section</Type>

    <!-- 通过可选子元素 Metadata 管理三维地质模型元数据-->
    <Metadata>
        <!-- Metadata 是包装组件 geo3dml:GeoModelMetadataPropertyType 的实例，
            被包装元素为 GeoModelMetadata -->
        <!-- GeoModelMetadata 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
        <!-- GeoModelMetadata 的内联构建方式-->
        <GeoModelMetadata>
            <!-- GeoModelMetadata 子元素结构规定详见 6.3.5.3，示例见附录 A.33-->
        </GeoModelMetadata>
    </Metadata>

```

```

</Metadata>

<!-- 通过可选子元素 FeatureClasses 管理三维地质要素类的集合-->
<FeatureClasses>
  <!-- 通过可选子元素 FeatureClass 管理三维地质要素类-->
  <FeatureClass>
    <!-- FeatureClass 是包装组件 geo3dml:GeoFeatureClassPropertyType 的实例，
      被包装元素为 GeoFeatureClass -->
    <!-- GeoFeatureClass 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
    <!-- GeoFeatureClass 的内联构建方式-->
    <GeoFeatureClass gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-A">
      <!-- GeoFeatureClass 子元素结构规定详见 6.2.5，示例见附录 A.7-->
    </GeoFeatureClass>
  </FeatureClass>

  <!-- 此处可添加更多的 FeatureClass 元素 -->
</FeatureClasses>

<!-- 通过可选子元素 FeatureRelationship 管理地质要素关系的集合-->
<FeatureRelationship>
  <!-- 通过可选子元素 Relation 管理地质要素关系-->
  <Relation>
    <!-- Relation 是包装组件 geo3dml:GeoFeatureRelationPropertyType 的实例，
      被包装元素为：通用地质地质要素关系元素 GeoFeatureRelation
      及由 GeoFeatureRelation 扩展定义的专业地质要素关系元素，包括：
        ContactRelation - 接触关系、
        GeologicalHistory - 地质历史关系、
        GeologicalStructure - 地质构造关系
        AggregationRelation - 聚合关系
        BoundaryRelation - 包围关系-->
    <!-- 地质要素关系元素支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->

    <!-- 内联构建方式，以 GeoFeatureRelation 为例-->
    <GeoFeatureRelation gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-A">
      <!-- GeoFeatureRelation 子元素结构规定详见 6.3.3.1，示例见附录 A.21-->
    </GeoFeatureRelation>
  </Relation>

  <!-- 以下展示专用地质要素关系，以 ContactRelation 为例-->
  <Relation>
    <ContactRelation gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-A">
      <!-- ContactRelation 子元素结构规定详见 6.3.3.2，示例见附录 A.21-->
    </ContactRelation>
  </Relation>

  <!-- 此处可添加更多 Relation 元素 -->

```

```

    </FeatureRelationship>
</geo3dml:Geo3DModel>

```

A.5 geo3dml:Geo3DMap 三维地质图

```

<!-- 三维地质图 Geo3DMap 示例-->
<!-- geo3dml:Geo3DMap 结构规定见 6.2.3-->

<!-- geo3dml:Geo3DMap 是 geo3dml:Geo3DProject 的关键构成元素-->

<!-- geo3dml:Geo3DMap 可作为独立 Geo3DML 文档的根元素，
    或内联嵌入 geo3dml:Geo3DProject，嵌入方式示例见附录 A.3-->

<!-- 以下演示 geo3dml:Geo3DMap 作为独立 Geo3DML 文档-->
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<geo3dml:Geo3DMap xmlns:geo3dml="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
    xmlns="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
    xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
    xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
    xmlns:se="http://www.opengis.net/se"
    xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml Geo3DML.xsd">

    <Name>Geo3DMap-XXXXXX</Name>
    <Description>三维地质图示例，管理模型可视化样式。</Description>

    <!-- 通过可选子元素 Layers 管理三维地质图层的集合-->
    <Layers>
        <!-- 通过可选子元素 Layer 管理三维地质图层-->
        <Layer>
            <!-- Layer 是包装组件 geo3dml:Geo3DLayerPropertyType 的实例，
                被包装元素为 Geo3DLayer -->
            <!-- Geo3DLayer 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
            <!-- Geo3DLayer 的内联构建方式-->
            <Geo3DLayer gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-Geo3DLayer-A">
                <!-- Geo3DLayer 子元素结构规定详见 6.2.4，示例见附录 A.6-->
            </Geo3DLayer>
        </Layer>

        <!-- 此处可添加更多的 Layer 元素 -->
    </Layers>
</geo3dml:Geo3DMap>

```

A.6 geo3dml:Geo3DLayer 三维地质图层

```

<!-- 三维地质图层 Geo3DLayer 示例-->
<!-- geo3dml:Geo3DLayer 结构规定见 6.2.4-->

<!-- geo3dml:Geo3DLayer 是 geo3dml:Geo3DMap 的主要构成元素-->

<!-- geo3dml:Geo3DLayer 可作为独立的 Geo3DML 文档的根元素存在，
      或内联嵌入 geo3dml:Geo3DMap，嵌入方式示例见附录 A.5-->

<!-- 三维地质图层 Geo3DLayer 若作为一个独立 XML 文档的根元素，
      则应参照附录 A.4 设置属性 xmlns 及 xsi:schemaLocation-->

<Geo3DLayer gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-Geo3DLayer-A">
  <gml:name>Geo3DLayer-XXXXXX-A</gml:name>

  <!-- 通过可选子元素 FeatureClass 管理本三维地质图层关联的地质要素类-->
  <!-- FeatureClass 是包装组件 geo3dml:GeoFeatureClassPropertyType 的实例，
        被包装元素为 GeoFeatureClass -->
  <!-- 此处推荐采用引用方式构建，参阅附录 A.2，如下-->

  <FeatureClass xlink:type="simple"
    xlink:href="/A.6 GeoFeatureClass.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-B" />

  <!-- 通过可选子元素 Styles 管理三维地质样式的集合-->
  <Styles>
    <!-- 通过可选子元素 Style 管理三维地质样式-->
    <Style>
      <!-- Style 是包装组件 geo3dml:Geo3DStylePropertyType 的实例，
            被包装元素为 Geo3DStyle -->
      <!-- Geo3DStyle 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
      <!-- Geo3DStyle 的内联构建方式-->
      <Geo3DStyle gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-Style-A">
        <!-- Geo3DStyle 子元素结构规定详见 6.2.7，示例见附录 A.9-->
      </Geo3DStyle>
    </Style>

    <!-- 可添加更多的 Style 元素以管理更多样式参数-->
  </Styles>
</Geo3DLayer>

```

A.7 geo3dml:GeoFeatureClass 地质要素类

```

<!-- 地质要素类 GeoFeatureClass 示例-->
<!-- geo3dml:GeoFeatureClass 结构规定见 6.2.5-->

<!-- geo3dml:GeoFeatureClass 是 geo3dml:Geo3DModel 的关键构成元素-->

```

```

<!-- geo3dml:GeoFeatureClass 可作为独立 Geo3DML 文档的根元素存在，
      或者内联嵌入 geo3dml:Geo3DModel，嵌入方式示例见附录 A.4-->

<!-- geo3dml:GeoFeatureClass 若作为一个独立 XML 文档的根元素，
      则应参照附录 A.3 设置属性 xmlns 及 xsi:schemaLocation-->

<GeoFeatureClass gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-B">
  <!-- gml:name 继承自 gml:AbstractGMLType，设置地质要素类名称。
        gml:AbstractGMLType 的规定详见 GB/T 23708-2009 7.2.2.2-->
  <gml:name>GeoFeatureClass-XXXXXX-B</gml:name>

  <!-- 通过可选子元素 Schema 管理地质要素类的属性数据结构-->
  <Schema>
    <!-- Schema 是 swe:DataRecordType 的实例-->
    <!-- swe:DataRecordType 的规定见 OGC 08-094r1 8.2.1-->
    <!-- 示例见附录 A.18-->
  </Schema>

  <!-- 通过可选子元素 Features 管理地质要素的集合-->
  <Features>
    <!-- 通过可选子元素 Feature 管理三维地质要素-->
    <Feature>
      <!-- Feature 是包装组件 geo3dml:GeoFeaturePropertyType 的实例，
            被包装元素为 GeoFeature -->
      <!-- GeoFeature 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
      <!-- GeoFeature 的内联构建方式-->
      <GeoFeature gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeature-B">
        <!-- GeoFeature 子元素结构规定详见 6.2.6，示例见附录 A.8-->
      </GeoFeature>
      <GeoFeature gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeature-C">
        <!-- 略，示例见附录 A.8-->
      </GeoFeature>
    </Feature>

    <!-- 此处可添加更多的 Feature 元素 -->
  </Features>
</GeoFeatureClass>

```

A.8 geo3dml:GeoFeature 地质要素

```

<!-- 地质要素 GeoFeature 示例-->
<!-- geo3dml:GeoFeature 结构规定见 6.2.6-->

<!-- geo3dml:GeoFeature 是 geo3dml:GeoFeatureClass 的主要构成元素-->

```

<!-- geo3dml:GeoFeature 可作为独立 Geo3DML 文档的根元素存在，
或者内联嵌入 geo3dml:GeoFeatureClass，嵌入方式示例见附录 A.7-->

<!-- geo3dml:GeoFeature 若作为一个独立 XML 文档的根元素，
则应参照附录 A.3 设置属性 xmlns 及 xsi:schemaLocation-->

<GeoFeature gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeature-A">

<!-- gml:name 继承自 gml:AbstractFeatureType，设置地质要素名称。
gml:AbstractFeatureType 的规定详见 GB/T 23708-2009 9.3.1-->

<gml:name>GeoFeature-XXXXXX-A</gml:name>

<!-- 通过可选子元素 Fields 存储属性数据-->

<Fields>

<!-- 按照地质要素类对属性数据结构的规定管理地质要素的属性数据
地质要素类对属性数据结构的规定示例见附录 A.18-->

<!-- 示例见附录 A.19-->

</Fields>

<!-- 通过可选子元素 Geometry 管理地质要素的几何数据和属性场 -->

<Geometry>

<!-- 通过必选子元素 Shape 管理地质模型的几何数据-->

<Shape>

<!-- Shape 是包装组件 gml:GeometryPropertyType 的实例，
被包装元素包括两类：

OGC GML 定义的几何数据组件的实例元素

Geo3DML 模式定义的几何数据组件的实例-->

<!-- 几何数据组件实例元素支持内联和引用方式构建，
引用构建方式参阅附录 A.2-->

<!-- 内联构建方式，以 GeoTin 为例-->

<GeoTin gml:id="111ba61a-5412-435e-bd9b-2cf4181eb4a4">

<!-- GeoTin 子元素结构规定详见 6.3.1.2，完整示例见附录 A.11-->

</GeoTin>

<!-- Geo3DML 模式定义了一系列几何数据组件，

可通过类似上述 GeoTin 的方式内嵌在此处，包括：

GeoTetrahedronVolume，四面体体元构成的体，完整示例见附录 A.12

GeoCuboidVolume，长方体体元构成的体，完整示例见附录 A.13

GeoTriangularPrismVolume，广义三棱柱体元构成的体，完整示例见附录 A.14

GeoPolyhedronVolume，多面体体元构成的体，完整示例见附录 A.15

GeoCornerPointGrid，角点网格，完整示例见附录 A.16

GeoTruncatedRegularGrid，截断规则网格，完整示例见附录 A.17-->

</Shape>


```

<!-- 通过可选子元素 ShapeProperty 管理地质属性场-->
<ShapeProperty>
  <!-- ShapeProperty 是包装组件 geo3dml:GeoDiscreteCoveragePropertyType 的实例，
    被包装元素为 GeoDiscreteCoverage-->
  <!-- GeoDiscreteCoverage 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
  <!-- GeoDiscreteCoverage 的内联构建方式-->
  <GeoDiscreteCoverage gml:id="32eac130-cf94-47ec-addf-81dd1cf83ea1">
    <!-- GeoDiscreteCoverage 子元素结构规定详见 6.3.2.2，示例见附录 A.20-->
  </GeoDiscreteCoverage>
</ShapeProperty>
<!-- 可添加更多的 ShapeProperty 元素以管理更多地质属性场-->
</Geometry>
</GeoFeature>

```

A.9 geo3dml:Geo3DStyle 三维地质样式

```

<!-- 三维地质样式 Geo3DStyle 示例 -->
<!-- geo3dml:Geo3DStyle 结构规定见 6.2.7-->

<!-- geo3dml:Geo3DStyle 可作为独立 Geo3DML 文档的根元素存在，
  或者内联嵌入 geo3dml:Geo3DLayer，嵌入方式示例见附录 A.6-->

<!-- geo3dml:Geo3DStyle 若作为一个独立 XML 文档的根元素，
  则应参照附录 A.4 设置属性 xmlns 及 xsi:schemaLocation-->

<Geo3DStyle gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-Style-A">
  <gml:name>Style-XXXXXX-A</gml:name>

  <!-- 在以下两个元素中二选其一管理具体的样式参数：
    FeatureStyle，管理地质要素的样式
    CoverageStyle，管理覆盖（属性场）的样式-->

  <!-- FeatureStyle 示例-->
  <!-- 管理地质要素可视化样式参数-->
  <FeatureStyle>
    <!-- FeatureTypeStyle 是包装组件 geo3dml:FeatureTypeStylePropertyType 的实例，
      被包装元素为 se:FeatureTypeStyle-->
    <!-- se:FeatureTypeStyle 支持内联和引用方式构建，
      引用构建方式参阅附录 A.2 方式 2-->
    <!-- 内联构建方式示例-->
    <se:FeatureTypeStyle>
      <!-- 以下简要演示 se:FeatureTypeStyle 的子元素结构，
        具体规定详见 OGC 05-077r4 第 8 章，示例参阅附录 A.31-->

      <!-- 每个 se:Rule 管理一个筛选条件及其对应的可视化参数-->
      <se:Rule>

```

```

<!-- ogc:Filter 元素设置筛选条件-->
<ogc:Filter>
    <!-- 设置地质要素筛选条件，略-->
</ogc:Filter>

<!-- 以下嵌入 1 个 se:Symbolizer 组件或其扩展组件的实例管理样式参数-->

<!-- Geo3DML 模式基于 se:Symbolizer 组件扩展定义了以下组件：-->
<!-- geo3dml:GeoPointSymbolizer，点状地质地质要素可视化参数，规定详见 6.3.4.2；
<!-- geo3dml:GeoLineSymbolizer，线状地质地质要素可视化参数，规定详见 6.3.4.3；
<!-- geo3dml:GeoSurfaceSymbolizer，面状地质地质要素可视化参数，规定详见 6.3.4.4-->

<!-- 嵌入 se:Symbolizer 示例-->
<se:Symbolizer>
    <!-- 略-->
</se:Symbolizer>
<!-- 嵌入 geo3dml:GeoPointSymbolizer 示例-->
<GeoPointSymbolizer>
    <!-- 略，示例见附录 A.22-->
</GeoPointSymbolizer>
<!-- 嵌入 geo3dml:GeoLineSymbolizer 示例-->
<GeoLineSymbolizer>
    <!-- 略，示例见附录 A.23-->
</GeoLineSymbolizer>
<!-- 嵌入 geo3dml:GeoSurfaceSymbolizer 示例-->
<GeoSurfaceSymbolizer>
    <!-- 略，示例见附录 A.24-->
</GeoSurfaceSymbolizer>
</se:Rule>

<!-- 以下 se:Rule 示例通过属性字段取值筛选 GeoFeature，并设置其符号化样式参数-->
</FeatureStyle>

<!-- CoverageStyle 示例-->
<!-- 管理地质属性场的可视化样式参数-->
<CoverageStyle>
    <!-- CoverageStyle 是包装组件 geo3dml:CoverageStylePropertyType 的实例，
        被包装元素为 se:CoverageStyle-->
    <!-- se:CoverageStyle 支持内联和引用方式构建，
        引用构建方式参阅附录 A.2 方式 2-->
    <!-- se:CoverageStyle 的内联构建方式-->
    <se:CoverageStyle>
        <!-- 以下简要演示 se:CoverageStyle 的子元素结构，
            具体规定详见 OGC 05-077r4 第 9 章，示例参阅附录 A.31-->
        <!-- 可选子元素 se:Rule 用来设置覆盖数据的筛选条件，并针对筛选结果设置样式参数-->

```

```

<se:Rule>
  <!-- ogc:Filter 元素设置筛选条件-->
  <ogc:Filter>
    <!-- 设置地质要素筛选条件，略-->
  </ogc:Filter>

  <!-- 以下嵌入1个 geo3dml:GeoDiscreteCoverageSymbolizer 管理覆盖数据的样式参数-->
  <GeoDiscreteCoverageSymbolizer>
    <!-- 略，示例见附录 A.25-->
  </GeoDiscreteCoverageSymbolizer>
</se:Rule>
<!-- 此处添加更多的 se:Rule 元素以管理更多地质要素样式-->
<!-- 其他 se:CoverageStyle 定义的子元素略-->
</se:CoverageStyle>
</CoverageStyle>

</Geo3DStyle>

```

A.10 geo3dml:Vertices 顶点集合

```

<!-- 顶点列表 Vertices 示例-->
<!-- Vertices 是 geo3dml:VerticesType 的实例，
      geo3dml:VerticesType 的规定见 6.3.1.2.1-->

<!-- Vertices 元素通常嵌入几何数据元素中，用来管理顶点数据集合：
      geo3dml:GeoTin ， 嵌入示例见附录 A.11
      geo3dml:GeoTetrahedronVolume ， 嵌入示例见附录 A.12
      geo3dml:GeoCuboidVolume ， 嵌入示例见附录 A.13
      geo3dml:GeoTriangularPrismVolume ， 嵌入示例见附录 A.14
      geo3dml:GeoPolyhedronVolume ， 嵌入示例见附录 A.15
      geo3dml:GeoCornerPointGrid ， 嵌入示例见附录 A.16
      geo3dml:GeoTruncatedRegularGrid ， 嵌入示例见附录 A.17-->

<Vertices>
  <!-- 可选子元素 Vertex 存放1个顶点的坐标
        属性 gml:srsDimension 指定点的维度，默认值 3
        属性 IndexNo 设置顶点索引号，供构建空间数据结构时引用-->
  <Vertex gml:srsDimension="3" IndexNo="0">0 120 10</Vertex>
  <Vertex gml:srsDimension="3" IndexNo="1">100 120 10</Vertex>
  <Vertex gml:srsDimension="3" IndexNo="2">200 120 10</Vertex>
  <Vertex gml:srsDimension="3" IndexNo="3">0 170 10</Vertex>
  <Vertex gml:srsDimension="3" IndexNo="4">100 170 10</Vertex>
  <Vertex gml:srsDimension="3" IndexNo="5">200 170 10</Vertex>
  <Vertex gml:srsDimension="3" IndexNo="6">20 130 110</Vertex>
  <Vertex gml:srsDimension="3" IndexNo="7">100 130 110</Vertex>
  <Vertex gml:srsDimension="3" IndexNo="8">180 130 110</Vertex>

```

```

<Vertex gml:srsDimension="3" IndexNo="9">20 160 110</Vertex>
<Vertex gml:srsDimension="3" IndexNo="10">100 160 110</Vertex>
<Vertex gml:srsDimension="3" IndexNo="11">180 160 110</Vertex>

<!-- 此处可添加更多 Vertex 元素以管理更多顶点数据-->
</Vertices>

```

A.11 geo3dml:GeoTin 不规则三角网

```

<!-- 不规则三角网数据 GeoTin 示例-->
<!-- geo3dml:GeoTin 的结构规定见 6.3.1.2.1-->
<!-- geo3dml:GeoTin 通常内联嵌入 geo3dml:GeoFeature
      嵌入方式示例见附录 A.8-->

<GeoTin gml:id="111ba61a-5412-435e-bd9b-2cf4181eb4a4">

  <!-- 通过可选子元素 Vertices 管理顶点数据集合-->
  <Vertices>
    <!-- Vertices 是 geo3dml:VerticesType 的实例，
          结构规定详见 6.3.1.1.5-->
    <!-- 数据示例略，参阅附录 A.10-->
  </Vertices>

  <!-- 通过可选子元素 Triangles 管理三角数据集合-->
  <Triangles>
    <!-- 通过可选子元素 Triangle 管理 1 个三角形的数据-->
    <!-- 三角面片 1 与三角面片 2、3 相邻-->
    <Triangle IndexNo="1">
      <VertexList>1 2 3</VertexList>
      <NeighborList>2 -1 3</NeighborList>
    </Triangle>
    <!-- 三角面片 2 与三角面片 1 相邻、其他相邻三家面片略，用 X 表示-->
    <Triangle IndexNo="2">
      <VertexList>2 1 4</VertexList>
      <NeighborList>X X 1</NeighborList>
    </Triangle>
    <!-- 三角面片 3 与三角面片 1 相邻、其他相邻三家面片索引略，用 X 表示-->
    <Triangle IndexNo="3">
      <VertexList>3 2 5</VertexList>
      <NeighborList>X X 1</NeighborList>
    </Triangle>

    <!-- 此处可添加更多 Triangle 元素以管理多个三角面片-->
  </Triangles>
</GeoTin>

```

A. 12 geo3dml:GeoTetrahedronVolume 四面体体元构成的体

```
<!-- 四面体体元构成的体几何数据 GeoTetrahedronVolume 示例-->
<!-- geo3dml:GeoTetrahedronVolume 的结构规定见 6.3.1.4.1-->
<!-- geo3dml:GeoTetrahedronVolume 通常内联嵌入 geo3dml:GeoFeature
      嵌入方式的示例见附录 A.8-->

<GeoTetrahedronVolume gml:id="d2b4dfe4-861e-4175-a34f-07423fa29a77">

  <!-- 可选子元素 Vertices 管理顶点数据集合-->
  <Vertices>
    <!-- Vertices 是 geo3dml:VerticesType 的实例，
          结构规定详见 6.3.1.1.5-->
    <!-- 数据示例略，参阅附录 A.10-->
  </Vertices>

  <!-- 可选子元素 Tetrahedrons 管理四面体体元集合-->
  <Tetrahedrons>
    <!-- 通过可选子元素 Tetrahedron 管理 1 个四面体体元数据-->
    <Tetrahedron IndexNo="1">
      <!-- 四面体 1 与四面体 2、3 相邻-->
      <!-- 四面体 1 与四面体 2 邻接于顶点 4 的相对面 -->
      <!-- 四面体 1 与四面体 3 邻接于顶点 2 的相对面-->
      <VertexList>1 2 3 4</VertexList>
      <NeighborList>-1 3 -1 2</NeighborList>
    </Tetrahedron>
    <Tetrahedron IndexNo="2">
      <!-- 四面体 2 与四面体 1 相邻、其他相邻四面体略，用 X 表示-->
      <VertexList>6 1 2 3</VertexList>
      <NeighborList>1 X X X</NeighborList>
    </Tetrahedron>
    <Tetrahedron IndexNo="3">
      <!-- 四面体 3 与四面体 1 相邻、其他相邻四面体略，用 X 表示-->
      <VertexList>5 1 3 4</VertexList>
      <NeighborList>1 X X X</NeighborList>
    </Tetrahedron>

    <!-- 此处添加更多 Tetrahedron 元素以管理多个四面体体元-->
  </Tetrahedrons>
</GeoTetrahedronVolume>
```

A. 13 geo3dml:GeoCuboidVolume 长方体体元构成的体

```
<!-- 长方体体元构成的体几何数据 GeoCuboidVolume 示例-->
<!-- geo3dml:GeoCuboidVolume 的结构规定见 6.3.1.5.1-->
<!-- geo3dml:GeoCuboidVolume 通常内联嵌入 geo3dml:GeoFeature
```

嵌入方式的示例见附录 A.8-->

```
<GeoCuboidVolume gml:id="e5b412e4-56a1-4175-a34f-07423fa29a74">
  <!-- 可选子元素 Vertices 管理顶点数据集合-->
  <Vertices>
    <!-- Vertices 是 geo3dml:VerticesType 的实例，
      结构规定详见 6.3.1.1.5-->
    <!-- 数据示例略，参阅附录 A.10-->
  </Vertices>

  <!-- 可选子元素 Cuboids 管理长方体体元集合-->
  <Cuboids>
    <!-- 可选子元素 Cuboid 管理 1 个长方体体元数据-->
    <Cuboid IndexNo="1">
      <!-- 按照 6.3.1.5.1 的规定，每个 Cuboid 顺序存放 8 个顶点索引号-->
      <VertexList>1 2 3 4 5 6 7 8</VertexList>
    </Cuboid>
    <Cuboid IndexNo="2">
      <VertexList>2 9 10 3 6 11 12 7</VertexList>
    </Cuboid>

    <!-- 此处可添加更多 Cuboid 元素以管理多个长方体体元数据-->
  </Cuboids>
</GeoCuboidVolume>
```

A.14 geo3dml:GeoTriangularPrismVolume 广义三棱柱体元构成的体

```
<!-- 广义三棱柱体元构成的体几何数据 GeoTriangularPrismVolume 示例-->
<!-- geo3dml:GeoTriangularPrismVolume 的结构规定见 6.3.1.6.1-->
<!-- geo3dml:GeoTriangularPrismVolume 通常内联嵌入 geo3dml:GeoFeature
  嵌入方式的示例见附录 A.8-->

<GeoTriangularPrismVolume gml:id="d2b4dfe4-75ad-4175-a34f-07423fa29a65">

  <!-- 可选子元素 Vertices 管理顶点数据集合-->
  <Vertices>
    <!-- Vertices 是 geo3dml:VerticesType 的实例，
      结构规定详见 6.3.1.1.5-->
    <!-- 数据示例略，参阅附录 A.10-->
  </Vertices>

  <!-- 可选子元素 Prisms 管理三棱柱体元集合-->
  <Prisms>
    <!-- 通过可选子元素 Prism 管理 1 个三棱柱体元数据-->
    <Prism IndexNo="1">
```

```

    <TopTriangle>1 2 3</TopTriangle>
    <BottomTriangle>4 5 6</BottomTriangle>
    <!-- 三棱柱 1 与三棱柱 2 共面邻接于顶点 3 的相对面 -->
    <!-- 三棱柱 1 与三棱柱 3 共面邻接于顶点 2 的相对面 -->
    <NeighborList>-1 3 2</NeighborList>
</Prism>
<Prism IndexNo="2">
    <TopTriangle>1 7 2</TopTriangle>
    <BottomTriangle>4 9 5</BottomTriangle>
    <!-- 三棱柱 2 与三棱柱 1 相邻、其他相邻三棱柱略，用 X 表示 -->
    <NeighborList>X 1 X</NeighborList>
</Prism>
<Prism IndexNo="3">
    <TopTriangle>1 3 8</TopTriangle>
    <BottomTriangle>4 6 10</BottomTriangle>
    <!-- 三棱柱 3 与三棱柱 1 相邻、其他相邻三棱柱略，用 X 表示 -->
    <NeighborList>X X 1</NeighborList>
</Prism>

<!-- 此处添加更多 Prism 元素以管理多个三棱柱体元 -->
<!-- 以下两个三棱柱体元 Prism 示例展示 2 种棱退化情况-->
<!-- 1 条棱退化，TopTriangle 与 BottomTriangle 共用顶点 100 -->
<Prism IndexNo="92">
    <TopTriangle>100 102 103</TopTriangle>
    <BottomTriangle>100 105 106</BottomTriangle>
    <NeighborList>X X X</NeighborList>
</Prism>

<!-- 2 条棱退化，TopTriangle 与 BottomTriangle 共用顶点 104、107 -->
<Prism IndexNo="93">
    <TopTriangle>104 107 112</TopTriangle>
    <BottomTriangle>104 107 123</BottomTriangle>
    <NeighborList>X X X</NeighborList>
</Prism>
<!-- 此处可添加更多 Prism 元素以管理多个三棱柱体元数据-->
</Prisms>
</GeoTriangularPrismVolume>

```

A. 15 geo3dml:GeoPolyhedronVolume 多面体体元构成的体

```

<!-- 多面体体元构成的体几何数据 GeoPolyhedronVolume 示例-->
<!-- geo3dml:GeoPolyhedronVolume 的结构规定见 6.3.1.7.1-->
<!-- geo3dml:GeoPolyhedronVolume 通常内联嵌入 geo3dml:GeoFeature
      嵌入方式的示例见附录 A.8-->

<GeoPolyhedronVolume gml:id="c4b4dfe4-75ad-4175-a34f-07423fa29a77">

```

```

<!-- 可选子元素 Vertices 管理顶点数据集合-->
<Vertices>
  <!-- Vertices 是 geo3dml:VerticesType 的实例，
    结构规定详见 6.3.1.1.5-->
  <!-- 数据示例略，参阅附录 A.10-->
</Vertices>

<!-- 可选子元素 Faces 管理多面体体元面片集合-->
<Faces>
  <!-- 通过可选子元素 Face 管理 1 个面片数据-->
  <Face IndexNo="1">
    <!-- Face 通过子元素 VertexList 存放构成面片的顶点索引号列表
      VertexList 通过属性 ItemCount 设置顶点数量-->
    <VertexList ItemCount="3">1 2 3</VertexList>
  </Face>
  <Face IndexNo="2">
    <VertexList ItemCount="3">1 4 2</VertexList>
  </Face>
  <Face IndexNo="3">
    <VertexList ItemCount="3">2 4 5</VertexList>
  </Face>
  <Face IndexNo="4">
    <VertexList ItemCount="4">1 3 6 4</VertexList>
  </Face>
  <Face IndexNo="5">
    <VertexList ItemCount="3">4 6 5</VertexList>
  </Face>
  <Face IndexNo="6">
    <VertexList ItemCount="4">3 2 5 6</VertexList>
  </Face>
  <Face IndexNo="7">
    <VertexList ItemCount="4">3 2 7 8</VertexList>
  </Face>
  <Face IndexNo="8">
    <VertexList ItemCount="4">2 3 6 5</VertexList>
  </Face>
  <Face IndexNo="9">
    <VertexList ItemCount="4">2 5 9 7</VertexList>
  </Face>
  <Face IndexNo="10">
    <VertexList ItemCount="4">8 7 9 10</VertexList>
  </Face>
  <Face IndexNo="11">
    <VertexList ItemCount="4">3 8 10 6</VertexList>
  </Face>

```



```

    </Face>
    <Face IndexNo="12">
        <VertexList ItemCount="4">5 6 10 9</VertexList>
    </Face>
    <!-- 此处添加更多 Face 元素以管理更多的面片数据-->
</Faces>

<!-- 可选子元素 Polyhedrons 管理多面体体元集合-->
<Polyhedrons>
    <!-- 通过可选子元素 Polyhedron 管理 1 个多面体体元数据-->
    <Polyhedron IndexNo="1">
        <!-- 通过可选子元素 FaceList 管理构成多面体体元的面索引列表-->
        <FaceList ItemCount="6">1 2 3 4 5 6</FaceList>
    </Polyhedron>
    <Polyhedron IndexNo="2">
        <FaceList ItemCount="6">7 8 9 10 11 12</FaceList>
    </Polyhedron>
    <!-- 6 和 8 是两个体元的公共面，两个面顶点相同但点序不同，表示不同的朝向-->

    <!-- 此处添加更多 Polyhedron 元素以管理更多的多面体体元数据-->
</Polyhedrons>
</GeoPolyhedronVolume>

```

A.16 geo3dml:GeoCornerPointGrid 角点网格

```

<!-- 角点网格几何数据 GeoCornerPointGrid 示例-->
<!-- geo3dml:GeoCornerPointGrid 的结构规定见 6.3.1.8.1-->
<!-- geo3dml:GeoCornerPointGrid 通常内联嵌入 geo3dml:GeoFeature
    嵌入方式的示例见附录 A.8-->

<GeoCornerPointGrid gml:id="f5b4eale-65ad-2675-a34f-07423fa30a62">

    <!-- 必选子元素 Dimension 管理网格维度信息-->
    <Dimension>
        <!-- Dimension 的值由三个整数构成，示例如下：
            分别表示：网格在 X 方向、Y 方向以及 Z 方向上的数量-->
        7 8 4
    </Dimension>

    <!-- 可选子元素 Pillars 管理 Pillar 线数据-->
    <Pillars>
        <!-- 通过可选子元素 Pillar 管理 1 条 Pillar 线的数据-->
        <!-- 按照 6.3.1.8.2 的规定，Pillar 线按行优先顺序依次存储-->

        <!-- Pillar 线 P[1,1]-->
        <Pillar>

```

```

    <!-- 必选子元素 HeadPos 存储头结点坐标-->
    <HeadPos>452700.0 2135020.0 -500.0</HeadPos>
    <!-- 必选子元素 TailPos 存储尾结点坐标-->
    <TailPos>452200.0 2134800.0 90.2</TailPos>
</Pillar>
<!-- Pillar 线 P[2,1]-->
<Pillar>
    <HeadPos>452720.0 2135020.0 -500.0</HeadPos>
    <TailPos>452300.0 2134800.0 100.0</TailPos>
</Pillar>
<!-- Pillar 线 P[3,1]-->
<Pillar>
    <HeadPos>452740.0 2135020.0 -500.0</HeadPos>
    <TailPos>452400.0 2134800.0 121.5</TailPos>
</Pillar>
<!-- 省略 Pillar 线 P[4,1]到 P[8,1]-->
<!-- Pillar 线 P[1,2]-->
<Pillar>
    <HeadPos>452700.0 2135060.0 -500.0</HeadPos>
    <TailPos>452200.0 2134800.0 95.2</TailPos>
</Pillar>
<!-- Pillar 线 P[2,2]-->
<Pillar>
    <HeadPos>452720.0 2135060.0 -500.0</HeadPos>
    <TailPos>452300.0 2134800.0 110.0</TailPos>
</Pillar>
<!-- Pillar 线 P[3,2]-->
<Pillar>
    <HeadPos>452740.0 2135060.0 -500.0</HeadPos>
    <TailPos>452400.0 2134800.0 135.0</TailPos>
</Pillar>
<!-- 省略 Pillar 线 P[4,2]到 P[8,2]-->
<!-- Pillar 线 P[1,3]-->
<Pillar>
    <HeadPos>452700.0 2135100.0 -500.0</HeadPos>
    <TailPos>452200.0 2134800.0 103.5</TailPos>
</Pillar>
<!-- Pillar 线 P[2,3]-->
<Pillar>
    <HeadPos>452720.0 2135100.0 -500.0</HeadPos>
    <TailPos>452300.0 2134800.0 126.0</TailPos>
</Pillar>
<!-- Pillar 线 P[3,3]-->
<Pillar>
    <HeadPos>452740.0 2135100.0 -500.0</HeadPos>

```

```

        <TailPos>452400.0 2134800.0 140.0</TailPos>
    </Pillar>
    <!-- 省略 Pillar 线 P[4,3]到 P[8,3]-->
    <!-- 省略 Pillar 线 P[1,4]到 P[8,9]-->
</Pillars>

<!-- 可选子元素 Cells 管理体元集合，
      属性 ZValue 设置 Cell 角点数据值的类型：
          length : 角点数据取值为角点距离头结点的距离
          elevation : 角点数据取值为角点的高程-->
<Cells ZValue="length">
    <!-- 可选子元素 Cell 管理 1 个体元的 8 个角点值-->
    <Cell>8.5 9.2 9.0 8.6 28.5 30.0 29.8 28.5</Cell>
    <Cell>9.2 9.5 9.6 9.0 30.0 31.0 30.8 29.8</Cell>
    <!-- 此处添加更多 Cell 元素管理更多角点网格体元数据-->
</Cells>
</GeoCornerPointGrid>

```

A.17 geo3dml:GeoTruncatedRegularGrid 截断规则网格

```

<!-- 截断规则网格几何数据 GeoTruncatedRegularGrid 示例-->
<!-- geo3dml:GeoTruncatedRegularGrid 的结构规定见 6.3.1.9.1-->
<!-- geo3dml:GeoTruncatedRegularGrid 通常内联嵌入 geo3dml:GeoFeature，
      嵌入方式的示例见附录 A.8-->

<GeoTruncatedRegularGrid gml:id="c4b4dfe4-75ad-4175-a37f-07423fa29a77">

    <!-- 必选子元素 PlaneGrid 管理平面网格剖分信息-->
    <PlaneGrid>
        <Origin>405400.0 2345200.0</Origin>
        <Azimuth>0.0</Azimuth>
        <Steps>5.0 5.0</Steps>
        <Dimension>100 120</Dimension>
    </PlaneGrid>

    <!-- 可选子元素 Vertices 管理顶点数据集合-->
    <Vertices>
        <!-- Vertices 是 geo3dml:VerticesType 的实例，
              结构规定详见 6.3.1.1.5-->
        <!-- 数据示例略，参阅附录 A.10-->
    </Vertices>

    <!-- 可选子元素 Faces 管理截断规则网格面片集合-->
    <Faces>
        <!-- 通过可选子元素 Face 管理 1 个面片数据-->
        <Face IndexNo="1">

```

```

    <!-- Face 通过子元素 VertexList 存放构成面片的顶点索引号列表
           VertexList 通过属性 ItemCount 设置顶点数量-->
    <VertexList ItemCount="5">1 2 3 4 5</VertexList>
</Face>
<Face IndexNo="2"><VertexList ItemCount="3">3 11 4</VertexList></Face>
<Face IndexNo="3"><VertexList ItemCount="4">1 6 7 2</VertexList></Face>
<Face IndexNo="4"><VertexList ItemCount="5">2 7 8 10 3</VertexList></Face>
<Face IndexNo="5"><VertexList ItemCount="3">3 10 11</VertexList></Face>
<Face IndexNo="6"><VertexList ItemCount="5">4 10 8 9 5</VertexList></Face>
<Face IndexNo="7"><VertexList ItemCount="3">4 11 10</VertexList></Face>
<Face IndexNo="8"><VertexList ItemCount="4">1 5 9 6</VertexList></Face>
<Face IndexNo="9"><VertexList ItemCount="3">3 4 10</VertexList></Face>
<Face IndexNo="10"><VertexList ItemCount="3">4 3 10</VertexList></Face>
<Face IndexNo="11"><VertexList ItemCount="4">6 9 8 7</VertexList></Face>
<!-- 此处添加更多 Face 元素以管理更多的面片数据-->
</Faces>

<!-- 可选子元素 Cells 管理体元集合-->
<Cells>
    <!-- 可选子元素 Cell 管理 1 个体元数据
           属性 I、J、K 分别存放体元的索引-->
    <Cell IndexNo="1" I="54" J="92" K="10">
        <!-- 子元素 FaceList 存放构成体元的面片索引列表
               FaceList 通过属性 ItemCount 设置面片数量-->
        <FaceList ItemCount="7">1 3 4 6 8 10 11</FaceList>
    </Cell>
    <Cell IndexNo="2" I="54" J="92" K="11">
        <FaceList ItemCount="3">2 5 7 9</FaceList>
    </Cell>
    <!-- 9 和 10 是两个体元的公共面，两个面顶点相同但点序不同，表示不同的朝向-->

    <!-- 此处添加更多的 Cell 元素以管理多个网格单元-->
</Cells>
</GeoTruncatedRegularGrid>

```

A.18 geo3dml:GeoFeatureClass 声明属性数据结构

```

<!-- 地质要素类子元素 Schema 声明属性数据结构示例-->
<!-- 具体规定见 6.3.2.1.1-->
<!-- Schema 元素嵌入 GeoFeatureClass 以管理地质要素类的属性数据结构，
       嵌入方式的示例见附录 A.7-->

<Schema>
    <!-- swe:field 元素声明属性字段名称-->
    <swe:field name="地质年代">

```

```

    <!-- 引用 SWE 类型元素声明属性字段类型-->
    <!-- “地质年代”为文本型-->
    <swe:Text />
</swe:field>
<swe:field name="渗透系数">
    <!-- “渗透系数”为数值型-->
    <swe:Count />
</swe:field>
<swe:field name="岩土名称">
    <!-- “岩土名称”为文本型-->
    <swe:Category />
</swe:field>
<swe:field name="压缩模量">
    <!-- “压缩模量”为数值型-->
    <swe:Count />
</swe:field>
<!-- 此处可添加多个 swe:field 以管理多个属性字段的声明-->
<!-- OGC SWE 规范定义了更多类型元素，可用于声明字段类型：
    swe:Category：用于表示分类数据；
    swe:Boolean：用于表示布尔值；
    swe:Time：用于表示时间数据；
    swe:QuantityRange：用于表示数量范围；
    swe:DataArray：用于表示数组数据；
    swe:DataRecord：用于表示记录数据。-->
</Schema>

```

A.19 geo3dml:GeoFeature 存储属性数据

```

<!-- 地质要素属性数据存储示例-->
<!-- 具体规定见 6.3.2.1.2-->
<!-- Fields 嵌入 GeoFeature 存放属性数据，
    嵌入方式的示例见附录 A.8-->

<Fields>
    <!-- 按照所属 GeoFeatureClass 的子元素 Schema 对属性数据结构的规定-->
    <!-- 通过可选子元素 Field 存储每个字段的属性数据-->

    <!-- 存储属性“地质年代”的数据-->
    <Field Name="地质年代">
        <!-- 引用 SWE 类型元素-->
        <swe:Text>
            <swe:value>新近系</swe:value>
        </swe:Text>
    </Field>
    <!-- 存储属性“渗透系数”的数据-->
    <Field Name="渗透系数">

```

```

    <swe:Count>
      <swe:value>0.00007</swe:value>
    </swe:Count>
  </Field>
  <!-- 存储属性“压缩模量”的数据-->
  <Field Name="压缩模量">
    <swe:Count>
      <swe:value>15</swe:value>
    </swe:Count>
  </Field>
  <!-- 存储属性“岩土名称”的数据-->
  <Field Name="岩土名称">
    <swe:Category>
      <swe:value>粉土</swe:value>
    </swe:Category>
  </Field>

  <!-- 此处可添加更多的 Field 元素，存储不同属性字段的属性数据 -->
</Fields>

```

A.20 geo3dml:GeoDiscreteCoverage 地质属性场（覆盖）

```

<!-- 地质离散覆盖 GeoDiscreteCoverage 示例
      Geo3DML 用其管理地质属性场数据-->
<!-- geo3dml:GeoDiscreteCoverage 的结构规定见 6.3.2.2.2-->
<!-- geo3dml:GeoDiscreteCoverage 可内联嵌入 geo3dml:GeoFeature
      嵌入方式的示例见附录 A.8-->

<GeoDiscreteCoverage gml:id="32eac130-cf94-47ec-addf-81dd1cf83ea1">
  <gml:name>XXXX Coverage</gml:name>
  <!-- DomainSetExt 元素设置覆盖数据的空间域-->
  <DomainSetExt>
    <!-- SamplingFrame 元素管理空间域绑定的几何数据-->
    <!-- SamplingFrame 元素是 gml:GeometryPropertyType 的实例-->
    <!-- SamplingFrame 可内联 Geo3DML 几何数据元素-->
    <!-- SamplingFrame 可通过 xlink 引用已存在的几何数据元素，
          xlink:href 指定几何数据元素的 gml:id-->
    <SamplingFrame xlink:type="simple"
      xlink:href="#d2b4dfe4-861e-4175-a34f-07423fa29a77" />
    <!-- SamplingTarget 元素指定属性场绑定的几何单元类型，详见：6.3.2.2.2-->
    <SamplingTarget>VOXEL</SamplingTarget>
  </DomainSetExt>

  <!-- gmlcov:rangeType 设置属性场字段-->
  <!-- gmlcov:rangeType 是 swe:DataRecordPropertyType 的实例-->

```

```

<gmlcov:rangeType>
  <!-- gmlcov:rangeType 的子元素 swe:DataRecord 管理属性字段,
        具体规定见 OGC 09-146r2-->
  <swe:DataRecord>
    <swe:field name="岩土名称">
      <swe:Category />
    </swe:field>
    <swe:field name="压缩模量">
      <swe:Quantity>
        <swe:uom code="MPa" />
      </swe:Quantity>
    </swe:field>
  </swe:DataRecord>
</gmlcov:rangeType>

<!-- gml:rangeSet 存放属性场数据-->
<!-- gml:rangeSet 继承自 gml:AbstractCoverageType,
        由 gmlcov:AbstractCoverageType 引入-->
<gml:rangeSet>
  <!-- gml:ValueArray 管理属性场数据数组-->
  <!-- 每个 gml:ValueArray 对应一个属性场字段-->
  <gml:ValueArray gml:id="4b6692bf-454a-444a-9f58-4176f54ebb5c">
    <!-- gml:valueComponents 线性存放场数据-->
    <gml:valueComponents>
      <!-- gml:Category 依据 gmlcov:rangeType 对“岩土名称”字段类型的声明-->
      <gml:Category>粗砂</gml:Category>
      <gml:Category>粉砂</gml:Category>
      <gml:Category>细砂</gml:Category>
      <gml:Category>粉土</gml:Category>
      <gml:Category>黏土</gml:Category>
      <gml:Category>粉土</gml:Category>
      <!-- gml:Category 数据元素的数量与 SamplingFrame 关联的
            几何数据中 SamplingTarget 指定类型的几何单元数量一致-->
    </gml:valueComponents>
  </gml:ValueArray>
  <gml:ValueArray gml:id="9d903432-b1ee-49b7-af97-29963a21ede5">
    <gml:valueComponents>
      <!-- gml:Quantity 依据 gmlcov:rangeType 对“孔隙度”字段类型的声明-->
      <gml:Quantity>36.2</gml:Quantity>
      <gml:Quantity>11.5</gml:Quantity>
      <gml:Quantity>26.7</gml:Quantity>
      <gml:Quantity>15.7</gml:Quantity>
      <gml:Quantity>22.3</gml:Quantity>
      <gml:Quantity>12.2</gml:Quantity>
      <!-- gml:Quantity 数据元素的数量与 SamplingFrame 关联的
            几何数据中 SamplingTarget 指定类型的几何单元数量一致-->
    </gml:valueComponents>
  </gml:ValueArray>

```

```

        </gml:valueComponents>
    </gml:ValueArray>
</gml:rangeSet>
</GeoDiscreteCoverage>

```

A. 21 geo3dml:GeoFeatureRelation 地质要素关系

<!-- 通用地质要素关系 GeoFeatureRelation 示例-->

<!-- geo3dml:GeoFeatureRelation 的结构规定见 6.3.3-->

<!-- geo3dml:GeoFeatureRelation 可作为独立 Geo3DML 文档的根元素存在，

或内联嵌入 geo3dml:Geo3DModel，嵌入方式示例见附录 A.4-->

<!-- 地质要素关系 GeoFeatureRelation 若作为一个独立 XML 文档的根元素，

则应参照附录 A.3 设置属性 xmlns 及 xsi:schemaLocation-->

<!-- 以下各元素示例均为符合 Geo3DML 模式定义的地质要素关系元素-->

```
<GeoFeatureRelation gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-Relation-A">
```

```
  <gml:name>Relation-XXXXXX-A</gml:name>
```

<!-- 可选子元素 Relationship 管理关系描述-->

```
<Relationship>XXXXX-关系</Relationship>
```

<!-- 必选子元素 Source 管理地质要素关系中的主体地质要素-->

```
<Source>
```

<!-- Role 管理主体地质要素在地质关系中的角色-->

```
<Role>Source 要素角色描述</Role>
```

<!-- 通过子元素 Feature 管理地质要素关系中的主体地质要素-->

```
<Feature>
```

<!-- Feature 是包装组件 geo3dml:GeoFeaturePropertyType 的实例，

被包装元素为 GeoFeature-->

<!-- 此处推荐采用引用方式，参阅附录 A.2，如下-->

```
<Feature xlink:type="simple"
```

```
  xlink:href="/A.7 GeoFeature.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeature-A" />
```

```
</Feature>
```

```
</Source>
```

<!-- 必选子元素 Targets 管理地质要素关系中的对象地质要素的集合-->

```
<Targets>
```

<!-- Role 管理对象地质要素在地质关系中的角色-->

```
<Role>Target 要素角色描述</Role>
```

<!-- 通过多个子元素 Feature 管理地质要素关系中的对象地质要素-->

<!-- 此处采用引用方式，参阅附录 A.2，如下-->

```
<Feature xlink:type="simple"
```

```
  xlink:href="/A.6 GeoFeatureClass.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-B" />
```



```

        <!-- 此处可添加多个 Feature 元素以管理与多个地质要素之间的地质关系-->
    </Targets>
</GeoFeatureRelation>

<!-- 专用地质要素关系：接触关系-->
<ContactRelation gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-ContactRelation-A">
    <gml:name>XXXX-接触关系</gml:name>
    <!-- Relationship 描述地质要素之间的接触关系，可选取值：整合、不整合、假整合-->
    <Relationship>整合</Relationship>
    <Source>
        <Role>上覆地层</Role>
        <Feature xlink:type="simple"
            xlink:href="/A.7 GeoFeature.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeature-A" />
    </Source>
    <Targets>
        <Role>下伏地层</Role>
        <Feature xlink:type="simple"
            xlink:href="/A.6 GeoFeatureClass.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-B" />
        <Feature xlink:type="simple"
            xlink:href="/A.6 GeoFeatureClass.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-C" />

        <!-- 此处可添加多个 Feature 元素以管理上覆地层与多个下伏地层之间的接触关系-->
    </Targets>
</ContactRelation>

<!-- 专用地质要素关系：地质历史关系-->
<GeologicalHistory gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-GeologicalHistory-A">
    <gml:name>XXXX-地质历史关系</gml:name>
    <!-- Relationship 描述地质要素之间的地质历史关系，可选取值：早于、晚于、同期于-->
    <Relationship>早于</Relationship>
    <Source>
        <!-- 可省略角色 Role 元素-->
        <Feature xlink:type="simple"
            xlink:href="/A.7 GeoFeature.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeature-A" />
    </Source>
    <Targets>
        <!-- 可省略角色 Role 元素-->
        <Feature xlink:type="simple"
            xlink:href="/A.6 GeoFeatureClass.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-B" />
        <Feature xlink:type="simple"
            xlink:href="/A.6 GeoFeatureClass.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-C" />

        <!-- 此处可添加多个 Feature 元素以描述某个地层年代早于多个其他地层的关系-->
    </Targets>
</GeologicalHistory>

```

<!-- 专用地质要素关系：地质构造关系-->

<GeologicalStructure gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-GeologicalStructure-A">

<gml:name>XXXX-地质构造关系</gml:name>

<!-- Relationship 描述地质要素之间的地质构造关系，如：侵入、喷出、断层等-->

<Relationship>侵入</Relationship>

<Source>

<!-- Source 地质要素在地质构造关系中的角色是默认，可省略角色 Role 元素-->

<!-- 侵入关系：Source 地质要素为侵入岩-->

<!-- 喷出关系：Source 地质要素为喷出岩-->

<!-- 断层关系：Source 地质要素为断层面-->

<Feature xlink:type="simple"

xlink:href="/A.7 GeoFeature.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeature-A" />

</Source>

<Targets>

<!-- Targets 地质要素在地质构造关系中的角色是默认，可省略角色 Role 元素-->

<!-- 侵入关系：Targets 地质要素为围岩-->

<!-- 喷出关系：Targets 地质要素为围岩-->

<!-- 断层关系：Targets 地质要素为断盘-->

<Feature xlink:type="simple"

xlink:href="/A.6 GeoFeatureClass.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-B" />

<Feature xlink:type="simple"

xlink:href="/A.6 GeoFeatureClass.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-C" />

<!-- 此处可添加多个 Feature 元素以描述喷出岩与多个岩层接触的关系-->

</Targets>

</GeologicalStructure>

<!-- 专用地质要素关系：聚合关系-->

<AggregationRelation gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-GeologicalStructure-A">

<gml:name>XXXX-聚合关系</gml:name>

<!-- 关系明确，Relationship 元素可省略-->

<Source>

<!-- Source 地质要素在聚合关系中的角色是确定的，可省略角色 Role 元素-->

<Feature xlink:type="simple"

xlink:href="/A.7 GeoFeature.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeature-A" />

</Source>

<Targets>

<!-- Targets 地质要素在聚合关系中的角色是聚合构成 Source 指定的地质要素，可省略角色 Role 元素-->

<Feature xlink:type="simple"

xlink:href="/A.6 GeoFeatureClass.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-B" />

<Feature xlink:type="simple"

xlink:href="/A.6 GeoFeatureClass.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-C" />

<!-- 此处可添加多个 Feature 元素以描述多个地质要素聚合构成一个地质要素的情况-->

```

    </Targets>
</AggregationRelation>

<!-- 专用地质要素关系：包围关系-->
<BoundaryRelation gml:id="ID-XXXXXX-XXXX-GeologicalStructure-A">
  <gml:name>XXXX-包围关系</gml:name>
  <!-- 关系明确，Relationship 元素可省略-->
  <Source>
    <!-- Source 地质要素在包围关系中的角色是确定的，即为被包围，可省略角色 Role 元素-->
    <Feature xlink:type="simple"
      xlink:href="/A.7 GeoFeature.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeature-A" />
  </Source>
  <Targets>
    <!-- Targets 地质要素在包围关系中的角色是包围 Source 指定的地质要素，可省略角色 Role 元素-->
    <Feature xlink:type="simple"
      xlink:href="/A.6 GeoFeatureClass.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-B" />
    <Feature xlink:type="simple"
      xlink:href="/A.6 GeoFeatureClass.xml#ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeatureClass-C" />

    <!-- 此处可添加多个 Feature 元素以描述多个地质要素包围一个地质要素的情况-->
  </Targets>
</BoundaryRelation>

```

A.22 geo3dml:GeoPointSymbolizer 点状地质要素符号化参数

```

<!-- 点状地质要素符号化参数 GeoPointSymbolizer 示例-->
<!-- geo3dml:GeoPointSymbolizer 的结构规定见 6.3.4.3-->

<!-- geo3dml:GeoPointSymbolizer 可内联嵌入 geo3dml:Geo3DStyle
  嵌入方式示例见附录 A.9-->
<!-- geo3dml:GeoPointSymbolizer 也可内联嵌入三维地质样式库 geo3dml:Geo3DStyleLib
  提供 geo3dml:Geo3DStyle 引用，嵌入方式示例见附录 A.31-->

<GeoPointSymbolizer>
  <!-- GeoPointSymbolizer 由 se:PointSymbolizerType 扩展
    使得 GeoPointSymbolizer 可以合法嵌入 se:Rule，
    继而成为 se:FeatureTypeStyle 的合法子元素-->

  <!-- se:Graphic 来自 se:PointSymbolizerType
    用来支持 OGC SE 规范定义的点符号样式参数-->
  <se:Graphic>
    <!-- se:Graphic 来自 se:PointSymbolizer，
      详见 OGC 05-077r4 第 11 章-->
    <!-- se:Mark 管理点标记形状-->
  </se:Graphic>

```

```

<se:Mark>
  <!-- 使用预定义的圆形标记 -->
  <se:WellKnownName>circle</se:WellKnownName>
  <!-- 定义填充颜色 -->
  <se:Fill>
    <!-- 设置填充颜色为红色 -->
    <se:SvgParameter name="fill">#FF0000</se:SvgParameter>
  </se:Fill>
  <!-- 定义描边样式 -->
  <se:Stroke>
    <!-- 设置描边颜色为黑色 -->
    <se:SvgParameter name="stroke">#000000</se:SvgParameter>
    <!-- 设置描边宽度为 1 像素 -->
    <se:SvgParameter name="stroke-width">1</se:SvgParameter>
  </se:Stroke>
</se:Mark>
<!-- se:Size 设置点大小-->
<se:Size>1</se:Size>
</se:Graphic>

<!-- 通过可选子元素 PointMaterial 管理点状地质要素的材质参数-->
<PointMaterial>
  <!-- PointMaterial 是包装组件 geo3dml:MaterialPropertyType 的实例，
    被包装元素为 Material 或 PBRMaterial-->
  <!-- Material 或 PBRMaterial 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
  <!-- 的内联构建方式-->
  <Material>
    <!-- GeoPointSymbolizer 主要利用 Material 来管理点的颜色-->
    <!-- Material 子元素结构规定详见 6.3.4.7，完整示例见附录 A.26-->
    <!-- BaseColor 管理颜色 RGBA-->
    <BaseColor>0.7 0.8 0.7 0.2</BaseColor>
    <!-- 其他子元素略-->
  </Material>
</PointMaterial>

<!-- 通过可选子元素 GBSymbol 管理点的国标符号，参照 GB/T 958-2015-->
<GBSymbol>GPOB010008</GBSymbol>
</GeoPointSymbolizer>

```

A.23 geo3dml:GeoLineSymbolizer 线状地质要素符号化参数

```

<!-- 线状地质要素符号化参数 GeoLineSymbolizer 示例-->
<!-- geo3dml:GeoLineSymbolizer 的结构规定见 6.3.4.3-->

<!-- GeoLineSymbolizer 可直接嵌入 Geo3DStyle 元素，

```

嵌入方式示例见附录 A.9-->
<!-- GeoLineSymbolizer 也可嵌入三维地质样式库 Geo3DStyleLib 供 Geo3DStyle 元素引用，
嵌入方式示例见附录 A.31-->

<GeoLineSymbolizer>

<!-- GeoLineSymbolizer 由 se:LineSymbolizerType 扩展
使得 GeoLineSymbolizer 可以合法嵌入 se:Rule ，
继而成为 se:FeatureTypeStyle 的合法子元素-->

<!-- 以下子元素来自 se:LineSymbolizer，
用以兼容 OGC SE 规范定义的线符号样式，
se:LineSymbolizer 的规定见 OGC 05-077r4 11.1.1-->

<!-- se:Stroke 定义线的笔画样式，包括颜色、宽度等属性 -->

<se:Stroke>

<se:SvgParameter name="stroke">#FF0000</se:SvgParameter>

<se:SvgParameter name="stroke-width">2</se:SvgParameter>

<!-- 还可以利用 se:SvgParameter 设置更多的笔画样式参数：

不透明度：stroke-opacity

连接方式：stroke-linejoin

线头样式：stroke-linecap

短划线参数：stroke-dasharray

短划线偏移参数：stroke-dashoffset 等-->

</se:Stroke>

<!-- se:GraphicStroke 定义线的图形描边样式，可以使用图像或矢量图形作为描边 -->

<se:GraphicStroke>

<se:Graphic>

<se:ExternalGraphic>

<se:OnlineResource xlink:href="path/to/image.png" />

<se:Format>image/png</se:Format>

</se:ExternalGraphic>

</se:Graphic>

</se:GraphicStroke>

<!-- se:Markers 定义线上的标记样式，例如箭头、圆点等 -->

<se:Markers>

<se:MarkerPlacement>

<se:PointPlacement>

<se:AnchorPoint>1</se:AnchorPoint>

</se:PointPlacement>

</se:MarkerPlacement>

<se:Graphic>

<se:ExternalGraphic>

<se:OnlineResource xlink:href="path/to/marker.png" />

<se:Format>image/png</se:Format>

</se:ExternalGraphic>

</se:Graphic>

```

</se:Markers>
<!-- se:PerpendicularOffset 定义线与要素之间的垂直偏移量 -->
<se:PerpendicularOffset>10</se:PerpendicularOffset>
<!-- se:Gap 定义线之间的间隔距离 -->
<se:Gap>5</se:Gap>

<!-- 通过可选元素 LineMaterial 管理点状地质要素的材质参数-->
<LineMaterial>
  <!-- LineMaterial 是包装组件 geo3dml:MaterialPropertyType 的实例，
    被包装元素为 Material 或 PBRMaterial-->
  <!-- Material 或 PBRMaterial 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
  <!-- 内联构建方式-->
  <Material>
    <!-- GeoLineSymbolizer 主要利用 Material 来管理线的颜色-->
    <!-- Material 子元素结构规定详见 6.3.4.7，完整示例见附录 A.26-->
    <!-- BaseColor 管理颜色 RGBA-->
    <BaseColor>0.7 0.8 0.7 0.2</BaseColor>
    <!-- 其他子元素略-->
    <!-- Material 子元素结构规定详见 6.3.4.6，示例见附录 A.X-->
  </Material>
</LineMaterial>

<!-- 通过可选子元素 GBSymbol 管理线的国标线型符号，参照 GB/T 958-2015-->
<GBSymbol>GSGB010001</GBSymbol>
</GeoLineSymbolizer>

```

A.24 geo3dml:GeoSurfaceSymbolizer 面状地质要素符号化参数

```

<!-- 线状地质要素符号化参数 GeoSurfaceSymbolizer 示例-->
<!-- geo3dml:GeoSurfaceSymbolizer 的结构规定见 6.3.4.4-->

<!-- GeoSurfaceSymbolizer 可直接嵌入 Geo3DStyle 元素，
  嵌入方式示例见附录 A.9-->
<!-- GeoSurfaceSymbolizer 也可嵌入三维地质样式库 Geo3DStyleLib 供 Geo3DStyle 元素引用，
  嵌入方式示例见附录 A.31-->

<GeoSurfaceSymbolizer>
  <!-- GeoSurfaceSymbolizer 由 se:SymbolizerType 扩展
    使得 GeoSurfaceSymbolizer 可以合法嵌入 se:Rule，
    继而成为 se:FeatureTypeStyle 的合法子元素-->

  <!-- 以下子元素来自 se:Symbolizer，规定见 OGC 05-077r4 第 11 章-->
  <!-- 用这些子元素对面填充符号的样式做出定义-->

  <!-- se:Fill 定义符号的填充样式，包括颜色、透明度等属性 -->

```

```

<se:Fill>
  <se:SvgParameter name="fill">#FF0000</se:SvgParameter>
  <se:SvgParameter name="fill-opacity">0.5</se:SvgParameter>
</se:Fill>
<!-- se:Stroke 定义符号的笔画样式，包括颜色、宽度等属性 -->
<se:Stroke>
  <se:SvgParameter name="stroke">#000000</se:SvgParameter>
  <se:SvgParameter name="stroke-width">2</se:SvgParameter>
</se:Stroke>
<!-- se:Graphic 定义符号的图形样式，可以使用图像或矢量图形作为符号 -->
<se:Graphic>
  <se:ExternalGraphic>
    <se:OnlineResource xlink:href="path/to/image.png" />
    <se:Format>image/png</se:Format>
  </se:ExternalGraphic>
</se:Graphic>
<!-- se:Opacity 定义符号的不透明度 -->
<se:Opacity>0.8</se:Opacity>
<!-- se:Size 定义符号的大小 -->
<se:Size>10</se:Size>

<!-- 引入可选子元素 se:Geometry 管理面填充符号的线性几何-->
<se:Geometry>
  <!-- se:Geometry 元素结构具体规定见 OGC 05-077r4 11.1.2-->
  <!-- se:Geometry 可定义点、线、多边形等线性几何作为填充符号-->
  <!-- 以下演示通过 se:LineString 定义一个三角形几何符号作为去填充符号-->
  <se:LineString>
    <se:Coordinates>0,0 1,0 1,1 0,0</se:Coordinates>
  </se:LineString>
  <!-- 详见 OGC 05-077r4 11.1.2-->
</se:Geometry>

<!-- 通过必选子元素 Front 管理曲面正面的符号化参数-->
<Front>
  <!-- Front 是包装组件 geo3dml:MaterialPropertyType 的实例，
    被包装元素为 Material 或 PBRMaterial -->
  <!-- Material 或 PBRMaterial 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
  <!-- 内联构建方式，以 Material 为例-->
  <Material>
    <!-- Material 子元素结构规定详见 6.3.4.6.1，示例见附录 A.26-->
    <!-- Material 子元素包含了管理 GB 填充符号的子元素 -->
  </Material>
</Front>

<!-- 通过可选子元素 Back 管理曲面正面的符号化参数-->
<Back>

```

```

<!-- Back 也是包装组件 geo3dml:MaterialPropertyType 的实例，
      被包装元素为 Material 或 PBRMaterial -->
<!-- Material 或 PBRMaterial 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
<!-- 内联构建方式，以 PBRMaterial 为例-->
<PBRMaterial>
    <!-- PBRMaterial 子元素结构规定详见 6.3.4.6.2，示例见附录 A.27-->
    <!-- PBRMaterial 子元素也包含了管理 GB 填充符号的子元素 -->
</PBRMaterial>
</Back>

<!-- 通过可选子元素 VertexSymbolizer 管理曲面定点的符号化参数-->
<VertexSymbolizer>
    <!-- VertexSymbolizer 是包装组件 geo3dml:GeoPointSymbolizerPropertyType 的实例，
      被包装元素为 GeoPointSymbolizer -->
    <!-- GeoPointSymbolizer 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
    <!-- GeoPointSymbolizer 的内联构建方式-->
    <GeoPointSymbolizer>
        <!-- 略，构建方式及示例见附录 A.22-->
    </GeoPointSymbolizer>
</VertexSymbolizer>

<!-- 通过可选子元素 GeoLineSymbolizer 管理曲面框架（边）的符号化参数-->
<FrameSymbolizer>
    <!-- FrameSymbolizer 是包装组件 geo3dml:GeoLineSymbolizerPropertyType 的实例，
      被包装元素为 GeoLineSymbolizer -->
    <!-- GeoLineSymbolizer 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
    <!-- GeoLineSymbolizer 的内联构建方式-->
    <GeoLineSymbolizer>
        <!-- 略，构建方式及示例见附录 A.23-->
    </GeoLineSymbolizer>
</FrameSymbolizer>
</GeoSurfaceSymbolizer>

```

A.25 geo3dml:GeoDiscreteCoverageSymbolizer 覆盖数据符号化参数

```

<!-- 覆盖数据（属性场）符号化参数 GeoDiscreteCoverageSymbolizer 示例-->
<!-- geo3dml:GeoDiscreteCoverageSymbolizer 的结构规定见 6.3.4.5-->

<!-- geo3dml:GeoDiscreteCoverageSymbolizer 可嵌入 geo3dml:Geo3DStyle，
      嵌入方式示例见附录 A.9-->
<!-- GeoDiscreteCoverageSymbolizer 也可嵌入三维地质样式库 geo3dml:Geo3DStyleLib
      供 geo3dml:Geo3DStyle 引用，嵌入方式示例见附录 A.31-->

<GeoDiscreteCoverageSymbolizer>

```



```

<!-- 通过可选子元素 se:Geometry 管理覆盖数据基本几何单元的符号的线性几何-->
<se:Geometry>
  <!-- se:Geometry 元素结构具体规定见 OGC 05-077r4 11.1.2-->
  <!-- se:Geometry 可定义点、线、多边形等线性几何作为填充符号-->
  <!-- 示例略，参阅附录 A.24-->
</se:Geometry>

<!-- 通过可选子元素 se:Rule 设置属性场数据的筛选条件并设置相应符号化参数-->
<!-- 以下以设置属性“压缩模量”的取值范围筛选条件为例，
      演示属覆盖数据符号化参数 se:Rule 的构建方式-->

<!-- 每个 se:Rule 为一部分满足筛选条件的场数据设置符号化参数-->
<!-- se:Rule 元素结构规定详见 OGC 05-077r4 第 11 章-->
<se:Rule>
  <!-- 设置筛选条件：压缩模量 <= 10-->
  <se:PropertyIsLessThanOrEqualTo>
    <se:PropertyName>压缩模量</se:PropertyName>
    <ogc:Literal>10</ogc:Literal>
  </se:PropertyIsLessThanOrEqualTo>

  <!-- 通过子元素 geo3dml:GeoPointSymbolizer 设置当前取值范围的场数据的符号化参数-->
  <GeoPointSymbolizer>
    <!-- 通常利用可选子元素 PointMaterial 设置颜色，
          更复杂的设置参阅附录 A.20-->
    <PointMaterial>
      <!-- PointMaterial 是包装组件 geo3dml:MaterialPropertyType 的实例，
            被包装元素为 Material 或 PBRMaterial-->
      <!-- Material 或 PBRMaterial 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
      <!-- 此处通常利用 Material 设置颜色-->
      <Material>
        <!-- Material 子元素结构规定详见 6.3.4.7，完整示例见附录 A.26-->
        <!-- BaseColor 管理颜色 RGBA-->
        <BaseColor>0.7 0.8 0.7 0.2</BaseColor>
        <!-- 其他子元素略-->
      </Material>
    </PointMaterial>
  </GeoPointSymbolizer>
</se:Rule>

<se:Rule>
  <!-- 设置筛选条件：10 < 压缩模量 <= 15-->
  <se:And>
    <se:PropertyIsGreaterThan>
      <se:PropertyName>压缩模量</se:PropertyName>
      <ogc:Literal>10</ogc:Literal>
    </se:PropertyIsGreaterThan>
    <se:PropertyIsLessThanOrEqualTo>

```

```

        <se:PropertyName>压缩模量</se:PropertyName>
        <ogc:Literal>15</ogc:Literal>
    </se:PropertyIsLessThanOrEqualTo>
</se:And>

<!-- 通过子元素 geo3dml:GeoPointSymbolizer 设置当前取值范围的场数据的符号化参数-->
<GeoPointSymbolizer>
    <!-- 略-->
</GeoPointSymbolizer>
</se:Rule>
<se:Rule>
    <!-- 设置筛选条件：15 < 压缩模量 <= 24-->
    <se:And>
        <se:PropertyIsGreaterThan>
            <se:PropertyName>压缩模量</se:PropertyName>
            <ogc:Literal>15</ogc:Literal>
        </se:PropertyIsGreaterThan>
        <se:PropertyIsLessThanOrEqualTo>
            <se:PropertyName>压缩模量</se:PropertyName>
            <ogc:Literal>24</ogc:Literal>
        </se:PropertyIsLessThanOrEqualTo>
    </se:And>

    <!-- 通过子元素 geo3dml:GeoPointSymbolizer 设置当前取值范围的场数据的符号化参数-->
    <GeoPointSymbolizer>
        <!-- 略-->
    </GeoPointSymbolizer>
</se:Rule>

<se:Rule>
    <!-- 设置筛选条件：24 < 压缩模量 <= 35-->
    <se:And>
        <se:PropertyIsGreaterThan>
            <se:PropertyName>压缩模量</se:PropertyName>
            <ogc:Literal>24</ogc:Literal>
        </se:PropertyIsGreaterThan>
        <se:PropertyIsLessThanOrEqualTo>
            <se:PropertyName>压缩模量</se:PropertyName>
            <ogc:Literal>35</ogc:Literal>
        </se:PropertyIsLessThanOrEqualTo>
    </se:And>

    <!-- 通过子元素 geo3dml:GeoPointSymbolizer 设置当前取值范围的场数据的符号化参数-->
    <GeoPointSymbolizer>
        <!-- 略-->
    </GeoPointSymbolizer>
</se:Rule>

```

```

    </GeoPointSymbolizer>
</se:Rule>

<se:Rule>
  <!-- 设置筛选条件：35 < 压缩模量 <= 46-->
  <se:And>
    <se:PropertyIsGreaterThan>
      <se:PropertyName>压缩模量</se:PropertyName>
      <ogc:Literal>35</ogc:Literal>
    </se:PropertyIsGreaterThan>
    <se:PropertyIsLessThanOrEqualTo>
      <se:PropertyName>压缩模量</se:PropertyName>
      <ogc:Literal>46</ogc:Literal>
    </se:PropertyIsLessThanOrEqualTo>
  </se:And>

  <!-- 通过子元素 geo3dml:GeoPointSymbolizer 设置当前取值范围的场数据的符号化参数-->
  <GeoPointSymbolizer>
    <!-- 略-->
  </GeoPointSymbolizer>
</se:Rule>

<se:Rule>
  <!-- 设置筛选条件：压缩模量 > 46-->
  <se:PropertyIsGreaterThan>
    <se:PropertyName>压缩模量</se:PropertyName>
    <ogc:Literal>46</ogc:Literal>
  </se:PropertyIsGreaterThan>

  <!-- 通过子元素 geo3dml:GeoPointSymbolizer 设置当前取值范围的场数据的符号化参数-->
  <GeoPointSymbolizer>
    <!-- 略-->
  </GeoPointSymbolizer>
</se:Rule>

  <!-- 此处可添加更多的 se:Rule 元素，设置多个筛选条件，
        对于属性场，通常用来设置属性值分段-->
</GeoDiscreteCoverageSymbolizer>

```

A. 26 geo3dml:Material 标准材质参数

```

<!-- 标准材质参数 Material 示例-->
<!-- geo3dml:Material 的结构规定见 6.3.4.6.1-->

<!-- Material 元素作为子元素嵌入以下 Geo3DML 元素：
      geo3dml:GeoPointSymbolizer

```

```

geo3dml:GeoLineSymbolizer
geo3dml:GeoSurfaceSymbolizer
geo3dml:GeoDiscreteCoverageSymbolizer
嵌入方式示例见附录 A.22、A.23、A.24、A.25-->

```

<Material>

```

<!-- 首先设置基础颜色或基础纹理，从以下元素二选一：
      BaseColor，设置基础颜色；
      BaseTexture，设置基础纹理参数-->

<!-- 可选子元素 BaseColor 设置基础颜色 RGBA-->
<BaseColor>0.8 0.7 0.7 0.5</BaseColor>

<!-- 可选子元素 BaseTexture 设置基础纹理参数-->
<BaseTexture>
  <!-- BaseTexture 是包装组件 geo3dml:AbstractTexturePropertyType 的实例，
        被包装元素为 geo3dml:AbstractTexture 的派生元素：
        GeoReferencedTexture，管理基于地理参考的纹理参数
        ParameterizedTexture，管理基于纹理坐标的纹理参数-->
  <!-- 支持内联和引用方式构建，引用构建方式参阅附录 A.2-->
  <!-- 内联构建方式，以 GeoReferencedTexture 为例-->
  <GeoReferencedTexture>
    <!-- GeoReferencedTexture 子元素结构规定详见 6.3.4.7.2，示例见附录 A.28-->

    <!-- 以下通过来自 geo3dml:AbstractTexture 的元素设置基础纹理
          geo3dml:AbstractTexture 的子元素结构规定见 6.3.4.7.1，示例见附录 A.28-->
    <!-- 在 Image 和 GBSymbol 二者之间选择其一-->
    <!-- Image 用于设置常规纹理贴图-->
    <Image>
      <URI>Texture_XXX.jpg</URI>
      <MimeType>image/jpeg</MimeType>
    </Image>
    <!-- GBSymbol 则用于设置国标填充符号-->
    <GBSymbol>
      <!-- Coede 设置国标符号代码，遵照 GB/T 958-2015-->
      <Code>GPOB01000</Code>
      <Stroke>1.0 0.0 0.0</Stroke>
      <Fill>0.0 0.0 0.0</Fill>
    </GBSymbol>

    <!-- WrapMode 设置贴图模式，法向纹理设为 None-->
    <WrapMode>None</WrapMode>

    <!-- 可选子元素 BorderColor 设置边界填充颜色-->

```

```

<!-- 以下子元素来自 geo3dml:GeoReferencedTexture-->
<!-- 必选子元素 ReferencePoint 管理纹理参考点坐标，即纹理原点的地理坐标-->
<ReferencePoint>
  <!-- ReferencePoint 是 gml:PointPropertyType 的实例，
    其包装了一个 gml:Point 元素，用来存储纹理参考点坐标-->
  <gml:Point>
    <gml:pos>621640.0 3917600.0</gml:pos>
  </gml:Point>
</ReferencePoint>

  <!-- 必选子元素 Orientation 存储纹理坐标方位变换矩阵-->
  <!-- 以下矩阵实现逆时针旋转 30 度变换-->
  <Orientation>
    0.86602540378 -0.5
    0.5 0.86602540378
  </Orientation>
</GeoReferencedTexture>
</BaseTexture>

<!-- 然后设置：法线纹理、遮蔽纹理和自发光颜色-->

<!-- 通过可选子元素 NormalTexture 设置法线纹理-->
<NormalTexture>
  <!-- NormalTexture 是包装组件 geo3dml:AbstractTexturePropertyType 的实例，
    被包装元素为 geo3dml:AbstractTexture 的扩展组件的实例，包括：
      GeoReferencedTexture，基于地理参考的纹理参数；
      ParameterizedTexture，基于纹理坐标的纹理参数。-->
  <!-- 支持内联和引用方式构建上述子元素，引用构建方式参阅附录 A.2-->
  <!-- 内联构建方式，以 GeoReferencedTexture 为例-->
  <GeoReferencedTexture>
    <!-- GeoReferencedTexture 子元素结构规定详见 6.3.4.7.2，示例见附录 A.28-->

    <!-- 以下通过来自 geo3dml:AbstractTexture 的元素设置法向纹理
      geo3dml:AbstractTexture 的子元素结构规定见 6.3.4.7.1，示例见附录 A.28-->
    <!-- 在 Image 和 GBSymbol 二者之间选择 Image 设置法向纹理的路径和类型-->
    <Image>
      <URI>Normal_XXX.jpg</URI>
      <MimeType>image/jpeg</MimeType>
    </Image>

    <!-- WrapMode 设置贴图模式，
      设置法向纹理时，本项通常设为 None-->
    <WrapMode>None</WrapMode>

    <!-- BorderColor 为可选子元素，法向纹理参数不设置此项-->

```

```

<!-- 以下子元素来自 geo3dml:GeoReferencedTexture-->
<!-- 必选子元素 ReferencePoint 管理纹理参考点坐标，即纹理原点的地理坐标-->
<ReferencePoint>
  <!-- ReferencePoint 是 gml:PointPropertyType 的实例，
    其包装了一个 gml:Point 元素，用来存储纹理参考点坐标-->
  <gml:Point>
    <gml:pos>621640.0 3917600.0</gml:pos>
  </gml:Point>
</ReferencePoint>

<!-- 必选子元素 Orientation 存储纹理坐标方位变换矩阵-->
<!-- 以下矩阵实现逆时针旋转 30 度变换-->
<Orientation>
  0.86602540378 -0.5
  0.5 0.86602540378
</Orientation>

</GeoReferencedTexture>
</NormalTexture>

<!-- 通过可选子元素 OcclusionTexture 设置遮蔽纹理-->
<OcclusionTexture>
  <!-- OcclusionTexture 是包装组件 geo3dml:AbstractTexturePropertyType 的实例，
    被包装元素为 geo3dml:AbstractTexture 的扩展组件的实例，包括：
      GeoReferencedTexture，基于地理参考的纹理参数；
      ParameterizedTexture，基于纹理坐标的纹理参数。-->
  <!-- 支持内联和引用方式构建上述子元素，引用构建方式参阅附录 A.2-->
  <!-- 内联构建方式，以 GeoReferencedTexture 为例-->
  <GeoReferencedTexture>
    <!-- GeoReferencedTexture 子元素结构规定详见 6.3.4.7.2，示例见附录 A.28-->
    <!-- 略，参与本示例 NormalTexture 元素构建示例-->
  </GeoReferencedTexture>
</OcclusionTexture>

<!-- 通过可选子元素 EmissiveColor 设置自发光颜色-->
<EmissiveColor>0.699 0.690 0.063</EmissiveColor>
</Material>

```

A.27 geo3dml:PBRMaterial PBR 材质参数

```

<!-- PBR 材质参数 PBRMaterial 示例-->
<!-- geo3dml:PBRMaterial 的结构规定见 6.3.4.6.2-->

<!-- geo3dml:PBRMaterial 内联嵌入以下 Geo3DML 元素：

```

```

geo3dml:GeoPointSymbolizer
geo3dml:GeoLineSymbolizer
geo3dml:GeoSurfaceSymbolizer
geo3dml:GeoDiscreteCoverageSymbolizer
嵌入方式示例见附录 A. 22、A. 23、A. 24、A. 25-->

```

<PBRMaterial>

<!-- PBR 材质通过粗糙度、金属度、法线纹理、遮蔽纹理等参数实现拟真材质-->

<!-- 首先通过来自 geo3dml:Material 的子元素设置以下必要的 PBR 材质参数:

物体本色: BaseColor

法线纹理: NormalTexture

遮蔽纹理: OcclusionTexture

EmissiveColor 表示自发光颜色, 在 PBR 材质参数中可忽略

geo3dml:Material 的结构规定见 6.3.4.6.1, 示例见附录 A.26-->

<!-- 通过可选子元素 BaseColor 管理 PBR 材质参数中物体本色参数 -->

```
<BaseColor>0.69986 0.690929 0.063011 0.9</BaseColor>
```

<!-- 通过可选子元素 NormalTexture 管理 PBR 材质的法线纹理-->

```
<NormalTexture>
```

<!-- 略, 示例见附录 A.26-->

```
</NormalTexture>
```

<!-- 通过可选子元素 OcclusionTexture 管理 PBR 材质的遮蔽纹理

模拟光线遮蔽在物体表面留下的阴影效果-->

```
<OcclusionTexture>
```

<!-- 略, 示例见附录 A.26-->

```
</OcclusionTexture>
```

<!-- EmissiveColor 略-->

<!-- 以下通过 geo3dml:PBRMaterial 定义的子元素设置以下必要的 PBR 材质参数:

金属度: Metallic

粗糙度: Roughness

镜面反射颜色: SpecularColor

折射率: IndexOfRefraction-->

<!-- 通过必选子元素 Metallic 存储金属度参数,

金属度是取值范围[0:1]的浮点数:

0 表示完全不是金属, 光线在表面完全散射;

1 表示完全是金属, 具有高光和镜面反射效果 -->

```
<Metallic>0.1</Metallic>
```

<!-- 通过必选子元素 Roughness 存储粗糙度参数,

粗糙度是取值范围[0:1]的浮点数:

0 表示表面完全光滑，几乎不散射光；
 1 表示表面完全粗糙，几乎没有高光反射-->

```
<Roughness>0.8</Roughness>
```

<!-- 通过可选子元素 SpecularColor 镜面反射颜色，
 表示金属材质的高光颜色，如果不设置则默认以 BaseColor 设置的基础颜色-->

```
<SpecularColor>0.69986 0.690929 0.063011</SpecularColor>
```

<!-- 通过可选子元素 IndexOfRefraction 存储折射率参数，
 折射率是取值范围[0:1]的浮点数，仅适用于透明或半透明材质 -->

```
<IndexOfRefraction>0.0</IndexOfRefraction>
```

```
</PBRMaterial>
```

A.28 geo3dml:GeoReferencedTexture 基于地理参考的纹理参数

<!-- 基于地理参考的纹理参数 GeoReferencedTexture 示例-->

<!-- geo3dml:GeoReferencedTexture 的结构规定见 6.3.4.7.2-->

<!-- geo3dml:GeoReferencedTexture 内联嵌入以下元素：
 geo3dml:Material，嵌入方式示例见附录 A.26
 geo3dml:PBRMaterial，嵌入方式示例见附录 A.27-->

```
<GeoReferencedTexture>
```

<!-- 首先通过来自 geo3dml:AbstractTextureType 的子元素设置必要的纹理参数：
 Image 或 GBSymbol： 设置纹理资源
 WrapMode： 设置贴图模式
 BorderColor： 设置边界填充颜色
 geo3dml:AbstractTextureType 的结构规定见 6.3.4.7.1-->

<!-- 在 Image 和 GBSymbol 中选择其一-->

<!-- 选择 GBSymbol 设置国标填充符号及颜色，则 WrapMode 和 BorderColor 设置不起效-->

```
<GBSymbol>
```

<!-- 必选子元素 Coede 设置国标符号代码，遵照 GB/T 958-2015-->

```
<Code>GPOB01000</Code>
```

<!-- Stroke 设置填充符号颜色-->

```
<Stroke>1.0 0.0 0.0</Stroke>
```

<!-- Fill 设置填充颜色-->

```
<Fill>0.0 0.0 0.0</Fill>
```

```
</GBSymbol>
```

<!-- 选择 Image 设置纹理贴图资源-->

```
<Image>
```

<!-- 必选子元素 URI 设置纹理贴图资源路径-->

```
<URI>Texture_XXX.jpg</URI>
```



```

        <MimeType>image/jpeg</MimeType>
    </Image>

    <!-- 必选子元素 WrapMode 设置贴图模式，可选项：
        None，单幅填充模式
        Wrap，重复模式
        Mirror，镜像模式
        Clamp，按纹理图片边界扩展
        Border，按 BorderColor 设置的颜色扩展-->
    <WrapMode>None</WrapMode>

    <!-- 可选子元素 BorderColor 设置边界外填充颜色，
        BorderColor 要与 WrapMode 的 Border 设置相配合-->
    <BorderColor>0 1 0 0</BorderColor>

    <!-- 然后通过来自 geo3dml:GeoReferencedTexture 定义的子元素：
        ReferencePoint：存储参考点坐标，即纹理贴图原点的地理坐标；
        Orientation：存储方位变换矩阵，实现纹理缩放和旋转效果-->

    <!-- 必选子元素 ReferencePoint 存储参考点坐标-->
    <ReferencePoint>1205.5 864.3 35.0</ReferencePoint>

    <!-- 必选子元素 Orientation 存储方位变换矩阵-->
    <Orientation>
        <!-- 以下矩阵实现逆时针旋转 30 度变换-->
        0.86602540378 -0.5
        0.5 0.86602540378
    </Orientation>
</GeoReferencedTexture>

```

A. 29 geo3dml:ParameterizedTexture 基于纹理坐标的纹理参数

```

<!-- 基于纹理坐标的纹理参数 ParameterizedTexture 示例-->
<!-- geo3dml:ParameterizedTexture 的结构规定见 6.3.4.7.3-->

<!-- ParameterizedTexture 元素嵌入 geo3dml:Material 或 geo3dml:PBRMaterial 元素中，
    嵌入方式的示例见附录 A.26、附录 A.27-->

<ParameterizedTexture>

    <!-- 首先通过来自 geo3dml:AbstractTextureType 的子元素设置必要的纹理参数：
        Image 或 GBSymbol：设置纹理资源
        WrapMode：设置贴图模式
        BorderColor：设置边界填充颜色
        geo3dml:AbstractTextureType 的结构规定见 6.3.4.7.1-->

```

```

<!-- 在 Image 和 GBSymbol 中选择其一-->
<!-- 选择 GBSymbol 设置国标填充符号及颜色，
      若选择 GBSymbol ，则 WrapMode 和 BorderColor 设置不起效-->
<GBSymbol>
  <!-- 必选子元素 Coede 设置国标符号代码，遵照 GB/T 958-2015-->
  <Code>GPOB01000</Code>
  <!-- Stroke 设置填充符号颜色-->
  <Stroke>1.0 0.0 0.0</Stroke>
  <!-- Fill 设置填充颜色-->
  <Fill>0.0 0.0 0.0</Fill>
</GBSymbol>

<!-- 选择 Image 设置纹理贴图资源-->
<Image>
  <!-- 必选子元素 URI 设置纹理贴图资源路径-->
  <URI>Texture_XXX.jpg</URI>
  <MimeType>image/jpeg</MimeType>
</Image>

<!-- 必选子元素 WrapMode 设置贴图模式，可选项：
      None，单幅填充模式
      Wrap，重复模式
      Mirror，镜像模式
      Clamp，按纹理图片边界扩展
      Border，按 BorderColor 设置的颜色扩展-->
<WrapMode>None</WrapMode>

<!-- 可选子元素 BorderColor 设置边界外填充颜色，
      BorderColor 要与 WrapMode 的 Border 设置相配合-->
<BorderColor>0 1 0 0</BorderColor>

<!-- 然后通过来自 geo3dml:ParameterizedTexture 定义的子元素：
      TexCoordList ： 存储纹理坐标，即 UV 坐标；
      TexCoordGen ： 存储纹理坐标计算矩阵
      在上述两个子元素中二选一-->

<!-- 必选子元素 TexCoordList 管理纹理坐标-->
<!-- 按照顶点顺序依次给出 UV 坐标-->
<TexCoordList gml:srsDimension="2">0.1 0.1 0.2 0.0 0.3 0.1 ... 0.9 0.85 </TexCoordList>

<!-- 必选子元素 TexCoordGen 管理 3X4 纹理坐标计算矩阵-->
<!-- 基于纹理坐标计算矩阵，可根据空间顶点坐标计算相应的 UV 坐标-->
<TexCoordGen>
  0.0004 0.0 0.0 -1.4304
  0.0 0.000390625 0.0 -1.78984375

```

```

0.0 0.0 0.008296875 -0.8296875
0.0 0.0 0.0 1.0
</TexCoordGen>

```

```

</ParameterizedTexture>

```

A. 30 geo3dml:GeoSceneStyle 场景样式参数

```

<!-- 场景样式参数 GeoSceneStyle 示例-->
<!-- geo3dml:GeoSceneStyle 的结构规定见 6.3.4.7.3-->

<!-- GeoSceneStyle 若作为一个独立 XML 文档的根元素，
    则应参照附录 A.3 设置属性 xmlns 及 xsi:schemaLocation-->

<!-- GeoSceneStyle 可作为子元素嵌入 geo3dml:Geo3DProject
    嵌入方式示例见附录 A.4-->

<GeoSceneStyle>
    <!-- 场景样式主要包含两个部分：
        背景颜色 Background
        灯光 Light-->

    <!-- 必选子元素 Background 管理背景颜色-->
    <Background>0.0 0.0 0.0</Background>

    <!-- 可选子元素 Light 管理灯光参数，最多 8 个-->
    <Light>
        <!-- 可选子元素 On 设置灯光开关状态：
            true，当前灯光打开
            false，当前灯光关闭-->
        <On>true</On>

        <!-- 可选子元素 Type 设置灯光类型，枚举选项：
            directionallight，方向光，默认值
            pointlight，点光源
            spotlight，聚光灯-->
        <Type>pointlight</Type>

        <!-- 可选子元素 Position 管理灯光位置坐标-->
        <Position>0.0 0.0 180.0</Position>

        <!-- 可选子元素 FocalPosition 管理光线聚焦的位置-->
        <FocalPosition>0.0 0.0 0.0</FocalPosition>

        <!-- 可选子元素 Intensity 管理光源强度，
            取值范围 0.0 - 1.0-->

```

```

<Intensity>0.8</Intensity>

<!-- 可选子元素 AmbientColor 管理环境光（灯光）颜色-->
<AmbientColor>1.0 1.0 1.0</AmbientColor>

<!-- 可选子元素 DiffuseColor 管理漫反射颜色-->
<DiffuseColor>0.8 0.8 0.8</DiffuseColor>

<!-- 可选子元素 SpecularColor 管理镜面反射颜色-->
<SpecularColor>1.0 1.0 1.0</SpecularColor>
</Light>

<!-- 此处添加更多 Light 元素-->
</GeoSceneStyle>

```

A.31 geo3dml:Geo3DStyleLib 三维样式库

```

<!-- 三维样式库 Geo3DStyleLib 示例 -->
<!-- Geo3DStyleLib 应作为独立的 Geo3DML 文档的根元素-->

<!-- SE 规范没有给 se:FeatureTypeStyle、se:CoverageStyle、se:Symbolizer 等定义 id 属性。
使用 XLink 引用相应对象时可以使用 XPointer Element 模式。 -->

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Geo3DStyleLib xmlns:geo3dml="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
  xmlns="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:se="http://www.opengis.net/se"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml Geo3DML.xsd">

  <name>xxx 三维可视化符号库</name>

  <!-- 可选子元素 FeatureTypeStyleLib 管理预定义要素样式库
  若干 se:FeatureTypeStyle 元素的集合-->
  <FeatureTypeStyleLib>

    <!-- 可选子元素 se:FeatureTypeStyle 管理 1 套预定义的要素样式参数 -->
    <se:FeatureTypeStyle>
      <se:Rule>
        <ogc:Filter>
          <ogc:PropertyIsEqualTo>
            <ogc:PropertyName>gml:id</ogc:PropertyName>

```

```

        <ogc:Literal>ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeature-A</ogc:Literal>
    </ogc:PropertyIsEqualTo>
</ogc:Filter>
<GeoLineSymbolizer>
    <!-- 略，示例见附录 A.23-->
</GeoLineSymbolizer>
</se:Rule>
<se:Rule>
    <ogc:Filter>
        <ogc:Or>
            <ogc:PropertyIsEqualTo>
                <ogc:PropertyName>岩土名称</ogc:PropertyName>
                <ogc:Literal>粉土</ogc:Literal>
            </ogc:PropertyIsEqualTo>
            <ogc:PropertyIsEqualTo>
                <ogc:PropertyName>岩土名称</ogc:PropertyName>
                <ogc:Literal>粉细砂</ogc:Literal>
            </ogc:PropertyIsEqualTo>
        </ogc:Or>
    </ogc:Filter>
    <GeoLineSymbolizer>
        <!-- 略，示例见附录 A.23-->
    </GeoLineSymbolizer>
</se:Rule>
<!-- 此处添加更多的 se:Rule-->
</se:FeatureTypeStyle>

<se:FeatureTypeStyle>
    <se:Rule>
        <ogc:Filter>
            <ogc:PropertyIsEqualTo>
                <ogc:PropertyName>gml:id</ogc:PropertyName>
                <ogc:Literal>64a35c7c-1e87-4ef2-bcfe-2315bae0213a</ogc:Literal>
            </ogc:PropertyIsEqualTo>
        </ogc:Filter>
        <GeoSurfaceSymbolizer>
            <!-- 从本库文件引用预定义材质参数-->
            <Front xlink:type="simple"
                xlink:href="#element(Geo3DStyleLib/MaterialLib/Material[1])" />
            <Back>
                <Material>
                    <BaseColor>0.7 0.843137 0.941176 1.0</BaseColor>
                </Material>
            </Back>
            <!-- 从本库文件引用预定义的点符号化参数-->
            <VertexSymbolizer xlink:type="simple"

```

```

        xlink:href="#Geo3DStyleLib/SymbolizerLib/GeoPointSymbolizer[1]" />
        <FrameSymbolizer xlink:type="simple"
        xlink:href="#Geo3DStyleLib/SymbolizerLib/GeoLineSymbolizer[1]" />
    </GeoSurfaceSymbolizer>
</se:Rule>
</se:FeatureTypeStyle>

<!-- 添加更多 se:FeatureTypeStyle 元素-->
</FeatureTypeStyleLib>

<!-- 可选子元素 CoverageStyleLib 管理预定义覆盖样式库
      若干 se:CovrageStyle 元素的集合-->
<CoverageStyleLib>

    <!-- 可选子元素 se:CovrageStyle 管理定义覆盖样式参数-->
    <se:CovrageStyle>
        <se:Rule>
            <ogc:Filter>
                <ogc:PropertyIsEqualTo>
                    <ogc:PropertyName>gml:id</ogc:PropertyName>
                    <ogc:Literal>ID-XXXXXX-XXXX-GeoFeature-A</ogc:Literal>
                </ogc:PropertyIsEqualTo>
            </ogc:Filter>
            <GeoDiscreteCoverageSymbolizer>
                <se:Geometry>
                    <!-- 示例略，参阅附录 A.24-->
                </se:Geometry>
                <se:Rule>
                    <se:PropertyIsLessThanOrEqualTo>
                        <se:PropertyName>压缩模量</se:PropertyName>
                        <ogc:Literal>10</ogc:Literal>
                    </se:PropertyIsLessThanOrEqualTo>
                    <GeoPointSymbolizer>
                        <PointMaterial xlink:type="simple"
                        xlink:href="#element(Geo3DStyleLib/MaterialLib/Material[2])" />
                    </GeoPointSymbolizer>
                </se:Rule>
                <se:Rule>
                    <se:And>
                        <se:PropertyIsGreaterThan>
                            <se:PropertyName>压缩模量</se:PropertyName>
                            <ogc:Literal>10</ogc:Literal>
                        </se:PropertyIsGreaterThan>
                        <se:PropertyIsLessThanOrEqualTo>
                            <se:PropertyName>压缩模量</se:PropertyName>

```

```

        <ogc:Literal>15</ogc:Literal>
    </se:PropertyIsLessThanOrEqualTo>
</se:And>
<GeoPointSymbolizer>
    <!-- 略-->
</GeoPointSymbolizer>
</se:Rule>
<se:Rule>
    <!-- 略-->
</se:Rule>
</GeoDiscreteCoverageSymbolizer>
</se:Rule>
</se:CoverageStyle>

<se:CoverageStyle>
    <!-- 略-->
</se:CoverageStyle>

</CoverageStyleLib>

<!-- 可选子元素 SymbolizerLib 预定义符号化参数-->
<SymbolizerLib>
    <!-- 可选子元素包括 se:Symbolizer 其扩展定义的 Geo3DML 符号化参数:
        geo3dml:GeoPointSymbolizer
        geo3dml:GeoLineSymbolizer
        geo3dml:GeoSurfaceSymbolizer
        geo3dml:GeoDiscreteCoverageSymbolizer-->

<se:Symbolizer>
    <!-- 略-->
</se:Symbolizer>

<GeoPointSymbolizer>
    <se:Graphic>
        <se:Mark>
            <se:WellKnownName>circle</se:WellKnownName>
            <se:Fill>
                <se:SvgParameter name="fill">#FF0000</se:SvgParameter>
            </se:Fill>
            <se:Stroke>
                <se:SvgParameter name="stroke">#000000</se:SvgParameter>
                <se:SvgParameter name="stroke-width">1</se:SvgParameter>
            </se:Stroke>
        </se:Mark>
        <se:Size>1</se:Size>
    </se:Graphic>

```

```

        <!-- PointMaterial 是包装组件 geo3dml:MaterialPropertyType 的实例，
            被包装元素为 Material 或 PBRMaterial-->
        <!-- 可引用本文件预定义的材质参数-->
        <PointMaterial xlink:type="simple"
            xlink:href="#element(Geo3DStyleLib/MaterialLib/Material[1])" />
    </GeoPointSymbolizer>

    <GeoPointSymbolizer>
        <!-- 略，结构示例见附录 A.22-->
    </GeoPointSymbolizer>

    <GeoLineSymbolizer>
        <se:Stroke>
            <se:SvgParameter name="stroke">#0000ff</se:SvgParameter>
            <se:SvgParameter name="stroke-width">2</se:SvgParameter>
        </se:Stroke>
        <GBSymbol>GSFA010030</GBSymbol>
    </GeoLineSymbolizer>

    <GeoLineSymbolizer>
        <!-- 略，结构示例见附录 A.23-->
    </GeoLineSymbolizer>

    <GeoSurfaceSymbolizer>
        <!-- 略，结构示例见附录 A.24-->
    </GeoSurfaceSymbolizer>

    <GeoDiscreteCoverageSymbolizer>
        <!-- 略，示例见附录 A.25-->
    </GeoDiscreteCoverageSymbolizer>

</SymbolizerLib>

<!-- 可选子元素 MaterialLib 管理预定义的材质参数-->
<MaterialLib>
    <!-- 可选子元素 Material 或 PBRMaterial 管理预定义材质参数-->

    <!-- Material 管理预定义标准材质参数-->
    <Material>
        <BaseColor>0.8 0.7 0.7 0.5</BaseColor>
        <EmissiveColor>0.69986 0.690929 0.063011</EmissiveColor>
    </Material>

    <Material>
        <BaseColor>0.7 0.8 0.7 0.2</BaseColor>

```



```

</Material>

<Material>
  <!-- BaseTexture 是包装组件 geo3dml:AbstractTexturePropertyType 的实例，
        被包装元素为 GeoReferencedTexture 或 ParameterizedTexture-->
  <!-- 可引用本文件预定义的纹理参数-->
  <BaseTexture xlink:href=
    "#element(Geo3DStyleLib/TextureLib/GeoReferencedTexture[3])" />
  <EmissiveColor>0.699 0.690 0.063</EmissiveColor>
</Material>

<!-- 可嵌入更多 Material-->
<Material>
  <!-- 略，结构示例见附录 A.26-->
</Material>

<!-- PBRMaterial 管理预定义 PBR 材质参数-->
<PBRMaterial>
  <BaseTexture xlink:href=
    "#element(Geo3DStyleLib/TextureLib/GeoReferencedTexture[1])" />
  <NormalTexture xlink:href=
    "#element(Geo3DStyleLib/TextureLib/GeoReferencedTexture[2])" />
  <OcclusionTexture>
    <!-- 略，示例见附录 A.26-->
  </OcclusionTexture>
  <Metallic>0.1</Metallic>
  <Roughness>0.8</Roughness>
  <SpecularColor>0.69986 0.690929 0.063011</SpecularColor>
  <IndexOfRefraction>0.0</IndexOfRefraction>
</PBRMaterial>

<PBRMaterial>
  <!-- 略，结构示例见附录 A.27-->
</PBRMaterial>
</MaterialLib>

<!-- 可选子元素 TextureLib 管理预定义的纹理参数-->
<TextureLib>
  <!-- 可选子元素 GeoReferencedTexture 或 ParameterizedTexture 管理预定义纹理参数-->

  <!-- GeoReferencedTexture 管理基于地理参考的预定义纹理参数-->
  <GeoReferencedTexture>
    <Image>
      <URI>岩石.jpg</URI>
      <MimeType>image/jpeg</MimeType>
    </Image>

```

```

    <WrapMode>Border</WrapMode>
    <BorderColor>0 1 0 0</BorderColor>
</GeoReferencedTexture>

<GeoReferencedTexture>
    <Image>
        <URI>Normal_XXX.jpg</URI>
        <MimeType>image/jpeg</MimeType>
    </Image>
    <WrapMode>None</WrapMode>
    <ReferencePoint>
        <gml:Point>
            <gml:pos>621640.0 3917600.0</gml:pos>
        </gml:Point>
    </ReferencePoint>
    <Orientation>
        0.86602540378 -0.5
        0.5 0.86602540378
    </Orientation>
</GeoReferencedTexture>

<!-- 可嵌入更多 GeoReferencedTexture-->
<GeoReferencedTexture>
    <!-- 略，结构示例见附录 A.28-->
</GeoReferencedTexture>

<!-- ParameterizedTexture 管理基于纹理坐标的预定义纹理参数-->
<ParameterizedTexture>
    <GBSymbol>
        <Code>GP0B01001</Code>
        <Stroke>1.0 0.0 0.0</Stroke>
        <Fill>0.0 0.0 0.0</Fill>
    </GBSymbol>
    <WrapMode>None</WrapMode>
    <TexCoordList gml:srsDimension="2">
        0.1 0.1 0.2 0.0 0.3 0.1 ... 0.9 0.85
    </TexCoordList>
    <TexCoordGen>
        0.0004 0.0 0.0 -1.4304
        0.0 0.000390625 0.0 -1.78984375
        0.0 0.0 0.008296875 -0.8296875
        0.0 0.0 0.0 1.0
    </TexCoordGen>
</ParameterizedTexture>

```

```

        <!-- 可嵌入更多 ParameterizedTexture-->
        <ParameterizedTexture>
            <!-- 略，结构示例见附录 A.29-->
        </ParameterizedTexture>

    </TextureLib>
</Geo3DStyleLib>

```

A.32 geo3dml:Geo3DProjectMetadata 三维地质工程元数据

```

<!-- 三维地质工程元数据 Geo3DProjectMetadata 示例-->
<!-- geo3dml:Geo3DProjectMetadata 的结构规定见 6.3.5.2-->

<!-- Geo3DProjectMetadata 若作为一个独立 XML 文档的根元素，
    则应参照附录 A.4 设置属性 xmlns 及 xsi:schemaLocation-->

<!-- geo3dml:Geo3DProjectMetadata 可作为子元素嵌入 geo3dml:Geo3DProject，
    嵌入方式示例见附录 A.3-->

<Geo3DProjectMetadata>

    <!-- Description 由 AbstractGeo3DMetadata 定义-->
    <Description>三维地质工程描述性信息</Description>

    <!-- 以下元素来自 gmd:MD_Metadata_Type，由 AbstractGeo3DMetadata 引入
        详见 ISO/TS 19139-1:2019-->
    <!-- gmd:contact 管理联系信息-->
    <gmd:contact>
        <!-- 责任机构-->
        <gmd:CI_ResponsibleParty>
            <!-- 责任人-->
            <gmd:individualName>
                <gco:CharacterString>李 XX</gco:CharacterString>
            </gmd:individualName>
            <!-- 组织机构-->
            <gmd:organisationName>
                <gco:CharacterString>XXXX 省地质调查院</gco:CharacterString>
            </gmd:organisationName>
            <!-- 联系信息-->
            <gmd:contactInfo>
                <gmd:CI_Contact>
                    <!-- 地址-->
                    <gmd:address>
                        <gmd:CI_Address>
                            <gmd:deliveryPoint>

```

```

        <gco:CharacterString>中山路</gco:CharacterString>
    </gmd:deliveryPoint>
    <gmd:city>
        <gco:CharacterString>XXXX 市</gco:CharacterString>
    </gmd:city>
    <!-- 邮政编码-->
    <gmd:postalCode>
        <gco:CharacterString>050000</gco:CharacterString>
    </gmd:postalCode>
    <gmd:country>
        <gco:CharacterString>中国</gco:CharacterString>
    </gmd:country>
</gmd:CI_Address>
</gmd:address>
<!-- 电话-->
<gmd:phone>
    <gmd:CI_Telephone>
        <!-- 电话号码-->
        <gmd:voice>
            <gco:CharacterString>(010) 456-7890</gco:CharacterString>
        </gmd:voice>
        <!-- 传真号码-->
        <gmd:facsimile>
            <gco:CharacterString>(010) 456-7891</gco:CharacterString>
        </gmd:facsimile>
    </gmd:CI_Telephone>
</gmd:phone>
<!-- 电子邮件-->
<gmd:electronicMailAddress>
    <gco:CharacterString>ZhangSan@example.com</gco:CharacterString>
</gmd:electronicMailAddress>
</gmd:CI_Contact>
</gmd:contactInfo>
</gmd:CI_ResponsibleParty>
</gmd:contact>

<!-- 以下元素来自 Geo3DProjectMetadataType 的定义-->

<!-- ProjectInfo 管理项目信息-->
<ProjectInfo>
    <!-- 项目名称-->
    <Name>XXXX 地区三维地质建模项目</Name>
    <!-- 项目编号-->
    <Code>XXXX-2022-01</Code>
    <!-- 项目启动时间-->

```

```

        <StartDate>2022-01-01</StartDate>
        <!-- 项目结题时间-->
        <StartDate>2023-10-31</StartDate>
        <!-- 项目持续时间-->
        <Duration>1.83</Duration>
        <!-- 项目承担单位-->
        <Contractor>XXXX 省地质调查院</Contractor>
    </ProjectInfo>

    <!-- ModelCount 存储本项目管理的三维地质模型的数量-->
    <ModelCount>10</ModelCount>
</Geo3DProjectMetadata>

```

A.33 geo3dml:GeoModelMetadata 地质模型元数据

```

<!-- 三维地质模型元数据 GeoModelMetadata 示例-->
<!-- geo3dml:GeoModelMetadata 的结构规定见 6.3.5.3-->

<!-- GeoModelMetadata 若作为一个独立 XML 文档的根元素，
    则应参照附录 A.4 设置属性 xmlns 及 xsi:schemaLocation-->
<!-- geo3dml:GeoModelMetadata 可作为子元素嵌入 geo3dml:Geo3DModel
    嵌入方式示例见附录 A.4-->

<GeoModelMetadata>

    <!-- Description 由 AbstractGeo3DMetadata 定义-->
    <Description>三维地质模型描述性信息</Description>

    <!-- 以下元素来自 gmd:MD_Metadata_Type，由 AbstractGeo3DMetadata 引入
        详见 ISO/TS 19139-1:2019-->
    <!-- gmd:contact 管理联系信息-->
    <gmd:contact>
        <!-- 略，参阅附录 A.31-->
    </gmd:contact>

    <!-- 以下元素来自 GeoModelMetadataType 的定义-->
    <!-- Version 管理项目信息-->
    <Version>1.0.1a</Version>

    <!-- SpatialReferenceSystem 管理模型空间参照系-->
    <SpatialReferenceSystem>
        <!-- 略，示例见附录 A.33-->
    </SpatialReferenceSystem>

    <!-- 建模软件名称和版本号-->
    <ToolName>XXXX Modeler Software</ToolName>

```

```

<ToolVersion>12.0</ToolVersion>

<!-- 模型专题，如：基础地质、水文地质、工程地质等-->
<TopicCategory>基础地质</TopicCategory>

<!-- GeographyBoundingBox 管理模型的经纬度范围，单位：度-->
<GeographyBoundingBox>
  <!-- 经纬度值后缀：
    E：东经、W：西经
    N：北纬、S：南纬-->
    <WestBoundLongitude>107.4E</WestBoundLongitude>
    <EastBoundLongitude>109.49E</EastBoundLongitude>
    <SouthBoundLatitude>33.42N</SouthBoundLatitude>
    <NorthBoundLatitude>34.45N</NorthBoundLatitude>
  </GeographyBoundingBox>

  <!-- VerticalExtent 管理垂向高程范围
    属性 Unit 设置垂向高程值的单位-->
  <VerticalExtent Unit="meter">
    <MinimumValue>160.0</MinimumValue>
    <MaximumValue>-1200.0</MaximumValue>
  </VerticalExtent>

</GeoModelMetadata>

```

A.34 geo3dml:SpatialReferenceSystem 空间参照系参数

```

<!-- 空间参照系 SpatialReferenceSystem 示例-->

<!-- EPSG 格式平面参照系参数 -->
<SpatialReferenceSystem>
  <CoordinateReferenceSystem>
    <Identifier>EPSG</Identifier>
    <Parameter>2384</Parameter>
  </CoordinateReferenceSystem>
  <!-- 垂向参照系参数-->
  <VerticalReferenceSystem>
    <Category>国家高程系</Category>
    <ReferenceSystem>1985 年国家高程系</ReferenceSystem>
  </VerticalReferenceSystem>
</SpatialReferenceSystem>

<!-- PROJ4 格式平面参照系参数 -->
<SpatialReferenceSystem>
  <CoordinateReferenceSystem>

```

```

<Identifier>PROJ4</Identifier>
<Parameter>
    +proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=117 +k=1 +x_0=500000 +y_0=0 +a=6378140 +b=6356755.288157
528
    +units=m +no_defs
</Parameter>
</CoordinateReferenceSystem>
<!-- 垂向参照系参数-->
<VerticalReferenceSystem>
    <!-- 垂向参照系示例略-->
</VerticalReferenceSystem>
</SpatialReferenceSystem>

<!-- OGC WTK 格式平面参照系参数 -->
<SpatialReferenceSystem>
    <CoordinateReferenceSystem>
        <Identifier>OGC WTK</Identifier>
        <Parameter>
            PROJCS["Xian 1980 / 3-degree Gauss-Kruger CM 117E",
            GEOGCS["Xian 1980",
            DATUM["Xian_1980",
            SPHEROID["IAG 1975",6378140,298.257,
            AUTHORITY["EPSG","7049"]],
            AUTHORITY["EPSG","6610"]],
            PRIMEM["Greenwich",0,
            AUTHORITY["EPSG","8901"]],
            UNIT["degree",0.0174532925199433,
            AUTHORITY["EPSG","9122"]],
            AUTHORITY["EPSG","4610"]],
            PROJECTION["Transverse_Mercator"],
            PARAMETER["latitude_of_origin",0],
            PARAMETER["central_meridian",117],
            PARAMETER["scale_factor",1],
            PARAMETER["false_easting",500000],
            PARAMETER["false_northing",0],
            UNIT["metre",1,
            AUTHORITY["EPSG","9001"]],
            AUTHORITY["EPSG","2384"]]
        </Parameter>
    </CoordinateReferenceSystem>
    <!-- 垂向参照系参数-->
    <VerticalReferenceSystem>
        <!-- 垂向参照系示例略-->
    </VerticalReferenceSystem>
</SpatialReferenceSystem>

```

<!-- OGC WTK2 及更多空间参照系格式可访问 epsg.io -->

附录 B
(资料性)
Geo3DML 模式

B.1 Geo3DML 模式文件列表及获取方式

Geo3DML 模式的 XML 模式文档可从以下 URL 标识的网站在线获得：

<http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Schemas>

模式文件从以下地址获取：

<http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Schemas/Geo3DML.xsd>
<http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Schemas/Geo3DModel.xsd>
<http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Schemas/Geo3DMap.xsd>
<http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Schemas/GeoFeatureClass.xsd>
<http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Schemas/GeoFeature.xsd>
<http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Schemas/Geo3DStyle.xsd>
<http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Schemas/Geo3DStyleLib.xsd>
<http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Schemas/GeoGeometry.xsd>
<http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Schemas/GeoMetaData.xsd>
<http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Schemas/GeoProperty.xsd>
<http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/Geo3DML/Schemas/GeoBasicTypes.xsd>

B.2 Geo3DML.xsd 文件框架

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:geo3dml="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
  targetNamespace="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
  elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified" version="1.0">
  <annotation>
    <documentation>
      本文档按 XML Schema 规范定义三维地质模型数据交换格式的 XML 文件结构，
      是 Geo3DML Schema 的主文档。
    </documentation>
  </annotation>
  <include schemaLocation="./Geo3DMap.xsd" />
  <import namespace="http://www.opengis.net/gml/3.2"
    schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml.xsd" />
  <import namespace="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
    schemaLocation="http://www.w3.org/2001/xml.xsd" />

  <!-- 此处添加组件源码 -->

</xs:schema>
```

B.3 Geo3DModel.xsd 文件框架

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:geo3dml="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
  targetNamespace="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
  elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified" version="1.0">
  <annotation>
    <documentation>
      本文档定义地质模型(geo3dml:Geo3DModel)及相关组件。
    </documentation>
  </annotation>
  <include schemaLocation="./GeoMetaData.xsd" />
  <include schemaLocation="./GeoFeatureClass.xsd" />
  <import namespace="http://www.opengis.net/gml/3.2"
    schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml.xsd" />
  <import namespace="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
    schemaLocation="http://www.w3.org/2001/xml.xsd" />

  <!-- 此处添加组件源码 -->

</xs:schema>

```

B.4 Geo3DMap.xsd 文件框架

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:geo3dml="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
  targetNamespace="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
  elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified" version="1.0">
  <annotation>
    <documentation>
      本文档定义三维地质图(geo3dml:Geo3DMap)及相关组件。
    </documentation>
  </annotation>
  <include schemaLocation="./Geo3DStyle.xsd"/>
  <include schemaLocation="./Geo3DModel.xsd"/>
  <import namespace="http://www.opengis.net/gml/3.2"
    schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml.xsd" />

```

```

<import namespace="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
        schemaLocation="http://www.w3.org/2001/xml.xsd"/>

<!-- 此处添加组件源码 -->

</xs:schema>

```

B.5 GeoFeatureClass.xsd 文件框架

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
        xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
        xmlns:geo3dml="http://www.ihg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
        xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
        xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0"
        xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
        targetNamespace="http://www.ihg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
        elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified" version="1.0">
    <annotation>
        <documentation>
            本文档定义地质要素类(geo3dml:GeoFeatureClass)及相关组件。
        </documentation>
    </annotation>
    <include schemaLocation="./GeoFeature.xsd" />
    <import namespace="http://www.opengis.net/gml/3.2"
            schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml.xsd" />
    <import namespace="http://www.opengis.net/swe/2.0"
            schemaLocation="http://schemas.opengis.net/sweCommon/2.0/swe.xsd" />
    <import namespace="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
            schemaLocation="http://www.w3.org/2001/xml.xsd" />

    <!-- 此处添加组件源码 -->

</xs:schema>

```

B.6 GeoFeature.xsd 文件框架

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
        xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
        xmlns:geo3dml="http://www.ihg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
        xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
        xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/2.0"
        targetNamespace="http://www.ihg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
        elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified" version="1.0">
    <annotation>

```

```

    <documentation>
        本文档定义地质要素（geo3dml:GeoFeature）及相关组件。
    </documentation>
</annotation>
<include schemaLocation="./GeoGeometry.xsd" />
<include schemaLocation="./GeoProperty.xsd" />
<import namespace="http://www.opengis.net/gml/3.2"
    schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml.xsd" />
<import namespace="http://www.opengis.net/swe/2.0"
    schemaLocation="http://schemas.opengis.net/sweCommon/2.0/swe.xsd" />

<!-- 此处添加组件源码 -->

</xs:schema>

```

B.7 Geo3DStyle.xsd 文件框架

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    xmlns:geo3dml="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
    xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
    xmlns:se="http://www.opengis.net/se" targetNamespace="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
    elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified" version="1.0">
    <annotation>
        <documentation>
            本文档定义三维地质样式（geo3dml:Geo3DStyle）及相关组件。
        </documentation>
    </annotation>
    <import namespace="http://www.opengis.net/gml/3.2"
        schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml.xsd" />
    <import namespace="http://www.opengis.net/se"
        schemaLocation="http://schemas.opengis.net/se/1.1.0/FeatureStyle.xsd" />
    <include schemaLocation="./GeoBasicTypes.xsd" />
    <include schemaLocation="./Geo3DStyleLib.xsd" />

    <!-- 此处添加组件源码 -->

</xs:schema>

```

B.8 Geo3DStyleLib.xsd 文件框架

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"

```

```

xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:geo3dml="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
xmlns:se="http://www.opengis.net/se"
targetNamespace="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified" version="1.0">
<annotation>
  <documentation>
    本文档定义三维地质样式库（geo3dml:Geo3DStyleLib）及相关组件。
  </documentation>
</annotation>
<import namespace="http://www.opengis.net/se"
  schemaLocation="http://schemas.opengis.net/se/1.1.0/FeatureStyle.xsd" />

<!-- 此处添加组件源码 -->

</xs:schema>

```

B.9 GeoGeometry.xsd 文件框架

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:geo3dml="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  targetNamespace="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
  elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified" version="1.0">
<annotation>
  <documentation>
    本文档基于 OGC GML 规范定义了 Geo3DML 几何数据组件。
  </documentation>
</annotation>
<import namespace="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml.xsd" />
<include schemaLocation="./GeoBasicTypes.xsd" />

<!-- 此处添加组件源码 -->

</xs:schema>

```

B.10 GeoMetaData.xsd 文件框架

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:geo3dml="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  xmlns:gmd="http://www.isotc211.org/2005/gmd"

```

```

targetNamespace="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified" version="1.0">
<annotation>
  <documentation>
    本文档定义三维地质模型元数据（geo3dml:GeoModelMetadata）及相关组件。
  </documentation>
</annotation>
<import namespace="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/gml.xsd" />
<import namespace="http://www.isotc211.org/2005/gmd"
  schemaLocation="http://www.isotc211.org/2005/gmd/metadataEntity.xsd" />

<!-- 此处添加组件源码 -->

</xs:schema>

```

B. 11 GeoProperty.xsd 文件框架

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:geo3dml="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  xmlns:gmlcov="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0" targetNamespace="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
  elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified" version="1.0">
<annotation>
  <documentation>
    本文档定义属性场组件。
  </documentation>
</annotation>
<import namespace="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/geometryBasic0d1d.xsd" />
<import namespace="http://www.opengis.net/gmlcov/1.0"
  schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gmlcov/1.0/coverage.xsd" />

<!-- 此处添加组件源码 -->

</xs:schema>

```

B. 12 GeoBasicTypes.xsd 文件框架

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"

```

```

xmlns:geo3dml="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" targetNamespace="http://www.iheg.cgs.gov.cn/Standard/geo3dml"
elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified" version="1.0">
<annotation>
  <documentation> 本文档定义 Geo3DML 基础数据结构组件。 </documentation>
</annotation>
<import namespace="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  schemaLocation="http://schemas.opengis.net/gml/3.2.1/basicTypes.xsd" />

<!-- 此处添加组件源码 -->

</xs:schema>

```

附录 C (资料性) Geo3DML 组件源码

C.1 基础数据结构组件

```

<!-- 取值范围 0-1 的浮点数 -->
<simpleType name="DoubleBetween0And1">
  <restriction base="double">
    <minInclusive value="0"/>
    <maxInclusive value="1"/>
  </restriction>
</simpleType>

<!-- 取值范围 0-1 的浮点数列表 -->
<simpleType name="DoubleBetween0And1List">
  <list itemType="geo3dml:DoubleBetween0And1"/>
</simpleType>

<!-- 颜色 RGB 三元组 -->
<simpleType name="Color">
  <restriction base="geo3dml:DoubleBetween0And1List">
    <length value="3"/>
  </restriction>
</simpleType>

<!-- 颜色 RGBA 四元组，带不透明度参数 -->
<simpleType name="ColorPlusAlpha">
  <restriction base="geo3dml:DoubleBetween0And1List">
    <length value="4"/>
  </restriction>
</simpleType>

<!-- 2 行 2 列矩阵 -->
<simpleType name="TransformationMatrix2x2Type">
  <restriction base="gml:doubleList">
    <length value="4"/>
  </restriction>
</simpleType>

<!-- 3 行 4 列矩阵 -->
<simpleType name="TransformationMatrix3x4Type">
  <restriction base="gml:doubleList">

```



```

        <length value="12"/>
    </restriction>
</simpleType>

<!-- 4 行 4 列矩阵 -->
<simpleType name="TransformationMatrix4x4Type">
    <restriction base="gml:doubleList">
        <length value="16"/>
    </restriction>
</simpleType>

```

C.2 geo3dml:Geo3DProject

```

<complexType name="Geo3DProjectType">
    <sequence>
        <element name="Name" type="string" />
        <element name="Metadata" type="geo3dml:Geo3DProjectMetadataPropertyType"
            minOccurs="0" />
        <element name="Style" type="geo3dml:GeoSceneStylePropertyType"
            minOccurs="0" />
        <element name="Models" minOccurs="0">
            <complexType>
                <sequence>
                    <element name="Model" type="geo3dml:ModelMemberType"
                        minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
                </sequence>
            </complexType>
        </element>
        <element name="Maps" minOccurs="0">
            <complexType>
                <sequence>
                    <element name="Map" type="geo3dml:MapMemberType"
                        minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
                </sequence>
            </complexType>
        </element>
    </sequence>
    <attribute ref="xml:base" />
</complexType>

<element name="Geo3DProject" type="geo3dml:Geo3DProjectType" />

<complexType name="ModelMemberType">
    <complexContent>
        <extension base="gml:AbstractMemberType">
            <sequence>
                <element ref="geo3dml:Geo3DModel" />
            </sequence>
        </extension>
    </complexContent>
</complexType>

```

```

        </sequence>
        <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup" />
    </extension>
</complexContent>
</complexType>

```

```

<complexType name="MapMemberType">
    <complexContent>
        <extension base="gml:AbstractMemberType">
            <sequence>
                <element ref="geo3dml:Geo3DMap" />
            </sequence>
            <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup" />
        </extension>
    </complexContent>
</complexType>

```

C.3 geo3dml:Geo3DModel

```

<complexType name="Geo3DModelType">
    <sequence>
        <element name="Name" type="string" />
        <element name="Type">
            <simpleType>
                <restriction base="string">
                    <enumeration value="Drill" />
                    <enumeration value="Section" />
                    <enumeration value="3DModel" />
                    <enumeration value="Isogram" />
                    <enumeration value="Other" />
                </restriction>
            </simpleType>
        </element>
        <element name="Metadata" type="geo3dml:GeoModelMetadataPropertyType" minOccurs="0" />
        <element name="FeatureClasses" minOccurs="0">
            <complexType>
                <sequence>
                    <element name="FeatureClass" type="geo3dml:GeoFeatureClassPropertyType"
                        minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
                </sequence>
            </complexType>
        </element>
        <element name="FeatureRelationship" minOccurs="0">
            <complexType>
                <sequence>

```

```

        <element name="Relation" type="geo3dml:GeoFeatureRelationPropertyType"
            minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
    </sequence>
</complexType>
</element>
</sequence>
<attribute name="ID" type="string" use="required" />
<attribute ref="xml:base" />
</complexType>
<element name="Geo3DModel" type="geo3dml:Geo3DModelType" />

```

C.4 geo3dml:Geo3DMap

```

<complexType name="Geo3DMapType">
    <sequence>
        <element name="Name" type="string" />
        <element name="Description" type="string" />
        <element name="Layers" minOccurs="0">
            <complexType>
                <sequence>
                    <element name="Layer" type="geo3dml:Geo3DLayerPropertyType" minOccurs="0"
                        maxOccurs="unbounded" />
                </sequence>
            </complexType>
        </element>
    </sequence>
    <attribute ref="xml:base" />
</complexType>
<element name="Geo3DMap" type="geo3dml:Geo3DMapType" />

```

C.5 geo3dml:GeoFeatureClass

```

<complexType name="GeoFeatureClassType">
    <complexContent>
        <extension base="gml:AbstractGMLType">
            <sequence>
                <element name="Schema" type="swe:DataRecordType" minOccurs="0" />
                <element name="Features" minOccurs="0">
                    <complexType>
                        <sequence>
                            <element name="Feature" type="geo3dml:GeoFeaturePropertyType"
                                minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
                        </sequence>
                    </complexType>
                </element>
            </sequence>
        </extension>
    </complexContent>
</complexType>

```

```

        <attribute ref="xml:base" />
    </extension>
</complexContent>
</complexType>
<element name="GeoFeatureClass" type="geo3dml:GeoFeatureClassType"
    substitutionGroup="gml:AbstractGML" />

<complexType name="GeoFeatureClassPropertyType">
    <sequence minOccurs="0">
        <element ref="geo3dml:GeoFeatureClass" />
    </sequence>
    <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup" />
    <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup" />
</complexType>

```

C.6 geo3dml:GeoFeature

```

<complexType name="FieldType">
    <complexContent>
        <extension base="swe:AbstractDataComponentPropertyType">
            <attribute name="Name" type="NCName" use="required" />
        </extension>
    </complexContent>
</complexType>

<complexType name="GeoFeatureType">
    <complexContent>
        <extension base="gml:AbstractFeatureType">
            <sequence>
                <element name="Fields" minOccurs="0">
                    <complexType>
                        <sequence>
                            <element name="Field" type="geo3dml:FieldType" minOccurs="0"
                                maxOccurs="unbounded" />
                        </sequence>
                    </complexType>
                </element>
                <element name="Geometry" minOccurs="0">
                    <complexType>
                        <sequence>
                            <element name="Shape" type="gml:GeometryPropertyType" />
                            <element name="ShapeProperty"
                                type="geo3dml:GeoDiscreteCoveragePropertyType" minOccurs="0"
                                maxOccurs="unbounded" />
                        </sequence>
                    </complexType>
                </element>
            </sequence>
        </extension>
    </complexContent>
</complexType>

```

```

        </complexType>
      </element>
    </sequence>
  </extension>
</complexContent>
</complexType>
<element name="GeoFeature" type="geo3dml:GeoFeatureType"
  substitutionGroup="gml:AbstractFeature" />

<complexType name="GeoFeaturePropertyType">
  <sequence>
    <element ref="geo3dml:GeoFeature" minOccurs="0" />
  </sequence>
  <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup" />
  <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup" />
</complexType>

```

C.7 geo3dml:Geo3DLayer

```

<complexType name="Geo3DLayerType">
  <complexContent>
    <extension base="gml:AbstractGMLType">
      <sequence>
        <element name="FeatureClass" type="geo3dml:GeoFeatureClassPropertyType"
          minOccurs="0" />
        <element name="Styles" minOccurs="0">
          <complexType>
            <sequence>
              <element name="Style" type="geo3dml:Geo3DStylePropertyType"
                minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
            </sequence>
          </complexType>
        </element>
      </sequence>
      <attribute ref="xml:base" />
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>
<element name="Geo3DLayer" type="geo3dml:Geo3DLayerType" substitutionGroup="gml:AbstractGML" />
<complexType name="Geo3DLayerPropertyType">
  <sequence>
    <element ref="geo3dml:Geo3DLayer" minOccurs="0" />
  </sequence>
  <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup" />
  <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup" />
</complexType>

```

C.8 geo3dml:Geo3DStyle

```

<complexType name="FeatureTypeStylePropertyType">
  <sequence>
    <element ref="se:FeatureTypeStyle" minOccurs="0"/>
  </sequence>
  <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup"/>
  <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup"/>
</complexType>

<complexType name="CoverageStylePropertyType">
  <sequence>
    <element ref="se:CovrageStyle" minOccurs="0"/>
  </sequence>
  <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup"/>
  <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup"/>
</complexType>

<complexType name="Geo3DStyleType">
  <complexContent>
    <extension base="gml:AbstractGMLType">
      <sequence>
        <choice maxOccurs="1">
          <element name="FeatureTypeStyle"
            type="geo3dml:FeatureTypeStylePropertyType" />
          <element name="CoverageStyle"
            type="geo3dml:CovrageStylePropertyType" />
        </choice>
      </sequence>
      <attribute ref="xml:base" />
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>
<element name="Geo3DStyle" type="geo3dml:Geo3DStyleType"
  substitutionGroup="gml:AbstractGML" />

<complexType name="Geo3DStylePropertyType">
  <sequence>
    <element ref="geo3dml:Geo3DStyle" minOccurs="0"/>
  </sequence>
  <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup"/>
  <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup"/>
</complexType>

```

C.9 geo3dml:VerticesType

```
<complexType name="VerticesType">
  <sequence>
    <element name="Vertex" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
      <complexType>
        <complexContent>
          <extension base="gml:DirectPositionType">
            <attribute name="IndexNo" type="nonNegativeInteger" use="required" />
          </extension>
        </complexContent>
      </complexType>
    </element>
  </sequence>
</complexType>
```

C.10 geo3dml:GeoTin

```
<complexType name="GeoTinType">
  <complexContent>
    <extension base="gml:AbstractSurfaceType">
      <sequence>
        <element name="Vertices" type="geo3dml:VerticesType" minOccurs="0" />
        <element name="Triangles" minOccurs="0">
          <complexType>
            <sequence>
              <element name="Triangle" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
                <complexType>
                  <sequence>
                    <element name="VertexList">
                      <complexType>
                        <simpleContent>
                          <extension base="gml:integerList">
                            <attribute name="ItemCount"
                              type="positiveInteger" fixed="3" />
                          </extension>
                        </simpleContent>
                      </complexType>
                    </element>
                    <element name="NeighborList" minOccurs="0">
                      <complexType>
                        <simpleContent>
                          <extension base="gml:integerList">
                            <attribute name="ItemCount"
                              type="positiveInteger" fixed="3" />
                          </extension>
                        </simpleContent>
                      </complexType>
                    </element>
                  </sequence>
                </complexType>
              </element>
            </sequence>
          </complexType>
        </element>
      </sequence>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>
```

```

        </simpleContent>
      </complexType>
    </element>
  </sequence>
  <attribute name="IndexNo" type="nonNegativeInteger"
    use="required" />
</complexType>
</element>
</sequence>
</complexType>
</element>
</sequence>
</extension>
</complexContent>
</complexType>
<element name="GeoTin" type="geo3dml:GeoTinType"
  substitutionGroup="gml:AbstractSurface" />

```

C. 11 geo3dml:GeoVolumeType

```

<complexType name="GeoVolumeType">
  <complexContent>
    <extension base="gml:AbstractSolidType" />
  </complexContent>
</complexType>
<element name="GeoVolume" type="geo3dml:GeoVolumeType"
  substitutionGroup="gml:AbstractSolid" abstract="true" />

```

C. 12 geo3dml:GeoTetrahedronVolume

```

<complexType name="GeoTetrahedronVolumeType">
  <complexContent>
    <extension base="geo3dml:GeoVolumeType">
      <sequence>
        <element name="Vertices" type="geo3dml:VerticesType" minOccurs="0" />
        <element name="Tetrahedrons" minOccurs="0">
          <complexType>
            <sequence>
              <element name="Tetrahedron" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
                <complexType>
                  <sequence>
                    <element name="VertexList">
                      <complexType>
                        <simpleContent>
                          <extension base="gml:integerList">

```



```

        <attribute name="ItemCount"
            type="positiveInteger" fixed="4" />
    </extension>
</simpleContent>
</complexType>
</element>
<element name="NeighborList" minOccurs="0">
    <complexType>
        <simpleContent>
            <extension base="gml:integerList">
                <attribute name="ItemCount"
                    type="positiveInteger" fixed="4" />
            </extension>
        </simpleContent>
    </complexType>
</element>
</sequence>
<attribute name="IndexNo" type="nonNegativeInteger"
    use="required" />
</complexType>
</element>
</sequence>
</complexType>
</element>
</sequence>
</extension>
</complexContent>
</complexType>
<element name="GeoTetrahedronVolume" type="geo3dml:GeoTetrahedronVolumeType"
    substitutionGroup="geo3dml:GeoVolume" />

```

C. 13 geo3dml:GeoCuboidVolume

```

<complexType name="GeoCuboidVolumeType">
    <complexContent>
        <extension base="geo3dml:GeoVolumeType">
            <sequence>
                <element name="Vertices" type="geo3dml:VerticesType" minOccurs="0" />
                <element name="Cuboids" minOccurs="0">
                    <complexType>
                        <sequence>
                            <element name="Cuboid" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
                                <complexType>
                                    <sequence>
                                        <element name="VertexList">
                                            <complexType>

```

```

        <simpleContent>
            <extension base="gml:integerList">
                <attribute name="ItemCount"
                    type="positiveInteger" fixed="8" />
            </extension>
        </simpleContent>
    </complexType>
</element>
</sequence>
<attribute name="IndexNo" type="nonNegativeInteger"
    use="required" />
</complexType>
</element>
</sequence>
</complexType>
</element>
</sequence>
</extension>
</complexContent>
</complexType>
<element name="GeoCuboidVolume" type="geo3dml:GeoCuboidVolumeType"
    substitutionGroup="geo3dml:GeoVolume" />

```

C. 14 geo3dml:GeoTriangularPrismVolume

```

<complexType name="GeoTriangularPrismVolumeType">
    <complexContent>
        <extension base="geo3dml:GeoVolumeType">
            <sequence>
                <element name="Vertices" type="geo3dml:VerticesType" minOccurs="0" />
                <element name="Prisms" minOccurs="0">
                    <complexType>
                        <sequence>
                            <element name="Prism" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
                                <complexType>
                                    <sequence>
                                        <element name="TopTriangle">
                                            <complexType>
                                                <simpleContent>
                                                    <extension base="gml:integerList">
                                                        <attribute name="ItemCount"
                                                            type="positiveInteger" fixed="3" />
                                                    </extension>
                                                </simpleContent>
                                            </complexType>
                                        </complexType>
                                    </sequence>
                                </complexType>
                            </element>
                        </sequence>
                    </complexType>
                </element>
            </sequence>
        </extension>
    </complexContent>
</complexType>

```

```

</element>
<element name="BottomTriangle">
  <complexType>
    <simpleContent>
      <extension base="gml:integerList">
        <attribute name="ItemCount"
          type="positiveInteger" fixed="3" />
      </extension>
    </simpleContent>
  </complexType>
</element>
<element name="NeighborList" minOccurs="0">
  <complexType>
    <simpleContent>
      <extension base="gml:integerList">
        <attribute name="ItemCount"
          type="positiveInteger" fixed="3" />
      </extension>
    </simpleContent>
  </complexType>
</element>
</sequence>
</complexType>
</element>
</sequence>
<attribute name="IndexNo" type="nonNegativeInteger" use="required" />
</complexType>
</element>
</sequence>
</extension>
</complexContent>
</complexType>
<element name="GeoTriangularPrismVolume"
  type="geo3dml:GeoTriangularPrismVolumeType" substitutionGroup="geo3dml:GeoVolume" />

```

C. 15 geo3dml:GeoPolyhedronVolume

```

<complexType name="GeoPolyhedronVolumType">
  <complexContent>
    <extension base="geo3dml:GeoVolumeType">
      <sequence>
        <element name="Vertices" type="geo3dml:VerticesType" minOccurs="0" />
        <element name="Faces" minOccurs="0">
          <complexType>
            <sequence>
              <element name="Face" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">

```

```

    <complexType>
      <sequence>
        <element name="VertexList">
          <complexType>
            <simpleContent>
              <extension base="gml:integerList">
                <attribute name="ItemCount"
                  type="positiveInteger"
                  use="required" />
              </extension>
            </simpleContent>
          </complexType>
        </element>
      </sequence>
      <attribute name="IndexNo" type="nonNegativeInteger"
        use="required" />
    </complexType>
  </element>
</sequence>
</complexType>
</element>

<element name="Cells" minOccurs="0">
  <complexType>
    <sequence>
      <element name="Cell" maxOccurs="unbounded">
        <complexType>
          <sequence>
            <element name="FaceList">
              <complexType>
                <simpleContent>
                  <extension base="gml:integerList">
                    <attribute name="ItemCount"
                      type="positiveInteger"
                      use="required" />
                  </extension>
                </simpleContent>
              </complexType>
            </element>
          </sequence>
          <attribute name="IndexNo" type="nonNegativeInteger"
            use="required" />
        </complexType>
      </element>
    </sequence>
  </complexType>
</element>

```

```

        </complexType>
      </element>
    </sequence>
  </extension>
</complexContent>
</complexType>
<element name="GeoPolyhedronVolum" type="geo3dml:GeoPolyhedronVolumType"
  substitutionGroup="geo3dml:GeoVolume" />

```

C. 16 geo3dml:GeoCornerPointGrid

```

<complexType name="GeoCornerPointGridType">
  <complexContent>
    <extension base="geo3dml:GeoVolumeType">
      <sequence>
        <element name="Dimension">
          <complexType>
            <simpleContent>
              <extension base="gml:integerList">
                <attribute name="ItemCount" type="positiveInteger" fixed="3" />
              </extension>
            </simpleContent>
          </complexType>
        </element>
        <element name="Pillars" minOccurs="0">
          <complexType>
            <sequence>
              <element name="Pillar" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
                <complexType>
                  <sequence>
                    <element name="HeadPos" type="gml:DirectPositionType" />
                    <element name="TailPos" type="gml:DirectPositionType" />
                  </sequence>
                </complexType>
              </element>
            </sequence>
          </complexType>
        </element>
        <element name="Cells" minOccurs="0">
          <complexType>
            <sequence>
              <element name="Cell" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
                <complexType>
                  <simpleContent>
                    <extension base="gml:doubleList">
                      <attribute name="ItemCount" type="positiveInteger"

```

```

        fixed="8" />
        <attribute name="Valid" type="boolean" default="true" />
    </extension>
</simpleContent>
</complexType>
</element>
</sequence>
<attribute name="ZValue" use="required">
    <simpleType>
        <restriction base="string">
            <pattern value="elevation|length" />
        </restriction>
    </simpleType>
</attribute>
</complexType>
</element>
</sequence>
</extension>
</complexContent>
</complexType>
<element name="GeoCornerPointGrid" type="geo3dml:GeoCornerPointGridType"
    substitutionGroup="geo3dml:GeoVolume" />

```

C. 17 geo3dml:GeoTruncatedRegularGrid

```

<complexType name="GeoTruncatedRegularGridType">
    <complexContent>
        <extension base="geo3dml:GeoVolumeType">
            <sequence>
                <element name="PlaneGrid">
                    <complexType>
                        <sequence>
                            <element name="Origin" type="gml:DirectPositionType" />
                            <element name="Azimuth" type="double" />
                            <element name="Steps">
                                <complexType>
                                    <simpleContent>
                                        <extension base="gml:doubleList">
                                            <attribute name="ItemCount"
                                                type="positiveInteger"
                                                fixed="2" />
                                        </extension>
                                    </simpleContent>
                                </complexType>
                            </element>
                        </sequence>
                    </complexType>
                </element>
            </sequence>
        </extension>
    </complexContent>
</complexType>

```

```

        <element name="Dimension">
            <complexType>
                <simpleContent>
                    <extension base="gml:integerList">
                        <attribute name="ItemCount"
                            type="positiveInteger"
                            fixed="2" />
                    </extension>
                </simpleContent>
            </complexType>
        </element>
    </sequence>
</complexType>
</element>
<element name="Vertices" type="geo3dml:VerticesType" minOccurs="0" />
<element name="Faces" minOccurs="0">
    <complexType>
        <sequence>
            <element name="Face" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
                <complexType>
                    <sequence>
                        <element name="VertexList">
                            <complexType>
                                <simpleContent>
                                    <extension base="gml:integerList">
                                        <attribute name="ItemCount"
                                            type="positiveInteger"
                                            use="required" />
                                    </extension>
                                </simpleContent>
                            </complexType>
                        </element>
                    </sequence>
                    <attribute name="IndexNo" type="nonNegativeInteger"
                        use="required" />
                </complexType>
            </element>
        </sequence>
    </complexType>
</element>
<element name="Cells" minOccurs="0">
    <complexType>
        <sequence>
            <element name="Cell" maxOccurs="unbounded">
                <complexType>
                    <sequence>

```

```

        <element name="FaceList">
            <complexType>
                <simpleContent>
                    <extension base="gml:integerList">
                        <attribute name="ItemCount"
                            type="positiveInteger"
                            use="required" />
                    </extension>
                </simpleContent>
            </complexType>
        </element>
    </sequence>
    <attribute name="IndexNo" type="nonNegativeInteger"
        use="required" />
    <attribute name="I" type="nonNegativeInteger" />
    <attribute name="J" type="nonNegativeInteger" />
    <attribute name="K" type="nonNegativeInteger" />
</complexType>
</element>
</sequence>
</complexType>
</element>
</sequence>
</extension>
</complexContent>
</complexType>
<element name="GeoTruncatedRegularGrid" type="geo3dml:GeoTruncatedRegularGridType"
    substitutionGroup="geo3dml:GeoVolume" />

```

C.18 geo3dml:GeoDiscreteCoverage

```

<complexType name="GeoDiscreteCoverageType">
    <complexContent>
        <extension base="gmlcov:AbstractDiscreteCoverageType">
            <sequence>
                <element name="DomainSetExt" minOccurs="0">
                    <complexType>
                        <sequence>
                            <element name="SamplingFrame"
                                type="gml:GeometryPropertyType" />
                            <element name="SamplingTarget">
                                <simpleType>
                                    <restriction base="xs:string">
                                        <enumeration value="VERTEX" />
                                        <enumeration value="EDGE" />

```



```

        <enumeration value="FACE" />
        <enumeration value="VOXEL" />
    </restriction>
</simpleType>
</element>
</sequence>
</complexType>
</element>
</sequence>
</extension>
</complexContent>
</complexType>
<element name="GeoDiscreteCoverage" type="geo3dml:GeoDiscreteCoverageType"
    substitutionGroup="gmlcov:AbstractDiscreteCoverage"/>

<complexType name="GeoDiscreteCoveragePropertyType">
    <sequence>
        <element ref="geo3dml:GeoDiscreteCoverage" />
    </sequence>
    <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup" />
    <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup" />
</complexType>

```

C.19 geo3dml:GeoFeatureRelation

```

<!-- 通用地质要素关系组件定义-->
<complexType name="GeoFeatureRelationType">
    <complexContent>
        <extension base="gml:AbstractGMLType">
            <sequence>
                <element name="Relationship" type="string" minOccurs="0" />
                <element name="Source">
                    <complexType>
                        <sequence>
                            <element name="Role" type="string" minOccurs="0" />
                            <element name="Feature" type="geo3dml:GeoFeaturePropertyType" />
                        </sequence>
                    </complexType>
                </element>
                <element name="Targets">
                    <complexType>
                        <sequence>
                            <element name="Role" type="string" minOccurs="0" />
                            <element name="Feature" type="geo3dml:GeoFeaturePropertyType"
                                maxOccurs="unbounded" />
                        </sequence>
                    </complexType>
                </element>
            </sequence>
        </extension>
    </complexContent>
</complexType>

```

```

        </complexType>
    </element>
</sequence>
</extension>
</complexContent>
</complexType>
<element name="GeoFeatureRelation" type="geo3dml:GeoFeatureRelationType"
    substitutionGroup="gml:AbstractGML" />

<complexType name="GeoFeatureRelationPropertyType">
    <sequence>
        <element ref="geo3dml:GeoFeatureRelation" minOccurs="0" />
    </sequence>
    <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup" />
    <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup" />
</complexType>

<!-- 专用地质要素关系组件定义 -->
<!-- 接触关系 -->
<complexType name="ContactRelationType">
    <complexContent>
        <extension base="geo3dml:GeoFeatureRelationType" />
    </complexContent>
</complexType>
<element name="ContactRelation" type="geo3dml:ContactRelationType"
    substitutionGroup="geo3dml:GeoFeatureRelation" />
<!-- 地质历史关系 -->
<complexType name="GeologicalHistoryType">
    <complexContent>
        <extension base="geo3dml:GeoFeatureRelationType" />
    </complexContent>
</complexType>
<element name="GeologicalHistory" type="geo3dml:GeologicalHistoryType"
    substitutionGroup="geo3dml:GeoFeatureRelation" />
<!-- 地质构造关系 -->
<complexType name="GeologicalStructureType">
    <complexContent>
        <extension base="geo3dml:GeoFeatureRelationType" />
    </complexContent>
</complexType>
<element name="GeologicalStructure" type="geo3dml:GeologicalStructureType"
    substitutionGroup="geo3dml:GeoFeatureRelation" />
<!-- 聚合关系 -->
<complexType name="AggregationRelationType">
    <complexContent>

```

```

        <extension base="geo3dml:GeoFeatureRelationType" />
    </complexContent>
</complexType>
<element name="AggregationRelation" type="geo3dml:AggregationRelationType"
    substitutionGroup="geo3dml:GeoFeatureRelation" />
<!-- 边界包围关系 -->
<complexType name="BoundaryRelationType">
    <complexContent>
        <extension base="geo3dml:GeoFeatureRelationType" />
    </complexContent>
</complexType>
<element name="BoundaryRelation" type="geo3dml:BoundaryRelationType"
    substitutionGroup="geo3dml:GeoFeatureRelation" />

```

C. 20 geo3dml:GeoPointSymbolizer

```

<complexType name="GeoPointSymbolizerType">
    <complexContent>
        <extension base="se:PointSymbolizerType">
            <sequence>
                <element name="PointMaterial"
                    type="geo3dml:MaterialPropertyType" minOccurs="0" />
                <element name="GBSymbol" type="string" minOccurs="0" />
            </sequence>
            <attribute ref="xml:base" />
        </extension>
    </complexContent>
</complexType>
<element name="GeoPointSymbolizer" type="geo3dml:GeoPointSymbolizerType"
    substitutionGroup="se:PointSymbolizer" />

<complexType name="GeoPointSymbolizerPropertyType">
    <sequence>
        <element ref="geo3dml:GeoPointSymbolizer" minOccurs="0" />
    </sequence>
    <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup" />
    <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup" />
</complexType>

```

C. 21 geo3dml:GeoLineSymbolizer

```

<complexType name="GeoLineSymbolizerType">
    <complexContent>
        <extension base="se:LineSymbolizerType">
            <sequence>
                <element name="LineMaterial"

```

```

        type="geo3dml:MaterialPropertyType" minOccurs="0" />
        <element name="GBSymbol" type="string" minOccurs="0" />
    </sequence>
    <attribute ref="xml:base" />
</extension>
</complexContent>
</complexType>
<element name="GeoLineSymbolizer" type="geo3dml:GeoLineSymbolizerType"
    substitutionGroup="se:LineSymbolizer" />

<complexType name="GeoLineSymbolizerPropertyType">
    <sequence>
        <element ref="geo3dml:GeoLineSymbolizer" minOccurs="0"/>
    </sequence>
    <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup"/>
    <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup"/>
</complexType>

```

C.22 geo3dml:GeoSurfaceSymbolizer

```

<complexType name="GeoSurfaceSymbolizerType">
    <complexContent>
        <extension base="se:SymbolizerType">
            <sequence>
                <element ref="se:Geometry" minOccurs="0" />
                <element name="Front" type="geo3dml:MaterialPropertyType" />
                <element name="Back" type="geo3dml:MaterialPropertyType" minOccurs="0" />
                <element name="VertexSymbolizer"
                    type="geo3dml:GeoPointSymbolizerPropertyType" minOccurs="0" />
                <element name="FrameSymbolizer"
                    type="geo3dml:GeoLineSymbolizerPropertyType" minOccurs="0" />
            </sequence>
            <attribute ref="xml:base" />
        </extension>
    </complexContent>
</complexType>
<element name="GeoSurfaceSymbolizer" type="geo3dml:GeoSurfaceSymbolizerType"
    substitutionGroup="se:Symbolizer" />

<complexType name="GeoSurfaceSymbolizerPropertyType">
    <sequence>
        <element ref="geo3dml:GeoSurfaceSymbolizer" minOccurs="0" />
    </sequence>
    <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup" />
    <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup" />

```

</complexType>

C. 23 geo3dml:GeoDiscreteCoverageSymbolizer

```
<complexType name="GeoDiscreteCoverageSymbolizerType">
  <complexContent>
    <extension base="se:SymbolizerType">
      <sequence>
        <element ref="se:Geometry" minOccurs="0" />
        <element ref="se:Rule" maxOccurs="unbounded" />
      </sequence>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>
<element name="GeoDiscreteCoverageSymbolizer" type="geo3dml:GeoDiscreteCoverageSymbolizerType"
  substitutionGroup="se:Symbolizer" />

<complexType name="GeoDiscreteCoverageSymbolizerPropertyType">
  <sequence>
    <element ref="geo3dml:GeoDiscreteCoverageSymbolizer" minOccurs="0" />
  </sequence>
  <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup" />
  <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup" />
</complexType>
```

C. 24 geo3dml:Material

```
<complexType name="MaterialType">
  <sequence>
    <choice minOccurs="0">
      <element name="BaseColor" type="geo3dml:ColorPlusAlpha" minOccurs="0" />
      <element name="BaseTexture" type="geo3dml:AbstractTexturePropertyType"
        minOccurs="0" />
    </choice>
    <element name="NormalTexture"
      type="geo3dml:AbstractTexturePropertyType" minOccurs="0" />
    <element name="OcclusionTexture"
      type="geo3dml:AbstractTexturePropertyType" minOccurs="0" />
    <element name="EmissiveColor" type="geo3dml:Color"
      default="0.0 0.0 0.0" minOccurs="0" />
  </sequence>
  <attribute ref="xml:base" />
</complexType>
<element name="Material" type="geo3dml:MaterialType" />

<complexType name="MaterialPropertyType">
```

```

<sequence>
  <element ref="geo3dml:Material" minOccurs="0" />
</sequence>
<attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup" />
<attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup" />
</complexType>

```

C. 25 geo3dml:PBRMaterial

```

<complexType name="PBRMaterialType">
  <complexContent>
    <extension base="geo3dml:MaterialType">
      <element name="Metallic" type="geo3dml:DoubleBetween0And1" />
      <element name="Roughness" type="geo3dml:DoubleBetween0And1" />
      <element name="SpecularColor" type="geo3dml:Color" minOccurs="0" />
      <element name="IndexOfRefraction" type="float" minOccurs="0" />
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>
<element name="PBRMaterial" type="geo3dml:PBRMaterialType"
  substitutionGroup="geo3dml:Material" />

```

C. 26 geo3dml:AbstractTexture

```

<complexType name="AbstractTextureType" abstract="true">
  <sequence>
    <choice>
      <element name="Image">
        <complexType>
          <element name="URI" type="anyURI" />
          <element name="MimeType" type="string" />
        </complexType>
      </element>
      <element name="GBSymbol">
        <complexType>
          <element name="Code" type="string" />
          <element name="Stroke" type="geo3dml:Color" default="0.0 0.0 0.0" />
          <element name="Fill" type="geo3dml:Color" default="0.0 0.0 0.0" />
        </complexType>
      </element>
    </choice>
    <element name="WrapMode" default="None">
      <simpleType>
        <restriction base="string">
          <enumeration value="None" />

```

```

        <enumeration value="Wrap" />
        <enumeration value="Mirror" />
        <enumeration value="Clamp" />
        <enumeration value="Border" />
    </restriction>
</simpleType>
</element>
    <element name="BorderColor" type="geo3dml:ColorPlusAlpha" minOccurs="0" />
</sequence>
    <attribute ref="xml:base" />
</complexType>
<element name="AbstractTexture" type="geo3dml:AbstractTextureType" abstract="true" />
<complexType name="AbstractTexturePropertyType">
    <sequence>
        <element ref="geo3dml:AbstractTexture" minOccurs="0" />
    </sequence>
    <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup" />
    <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup" />
</complexType>

```

C. 27 geo3dml:GeoReferencedTexture

```

<complexType name="GeoReferencedTextureType">
    <complexContent>
        <extension base="geo3dml:AbstractTextureType">
            <sequence>
                <element name="ReferencePoint" type="gml:PointPropertyType" />
                <element name="Orientation" type="geo3dml:TransformationMatrix2x2Type" />
            </sequence>
            <attribute ref="xml:base" />
        </extension>
    </complexContent>
</complexType>
<element name="GeoReferencedTexture" type="geo3dml:GeoReferencedTextureType"
    substitutionGroup="geo3dml:AbstractTexture" />

```

C. 28 geo3dml:ParameterizedTexture

```

<complexType name="ParameterizedTextureType">
    <complexContent>
        <extension base="geo3dml:AbstractTextureType">
            <sequence>
                <choice>
                    <element name="TexCoordList"
                        type="gml:DirectPositionListType" />
                    <element name="TexCoordGen"

```

```

        type="geo3dml:TransformationMatrix3x4Type" />
    </choice>
</sequence>
</extension>
</complexContent>
</complexType>
<element name="ParameterizedTexture" type="geo3dml:ParameterizedTextureType"
    substitutionGroup="geo3dml:AbstractTexture" />

```

C.29 geo3dml:GeoSceneStyle

```

<complexType name="GeoSceneStyleType">
    <sequence>
        <element name="Background" type="geo3dml:Color" default="0.0 0.0 0.0" />
        <element name="Light" minOccurs="0" maxOccurs="8">
            <complexType>
                <sequence>
                    <element name="On" type="boolean" default="true" minOccurs="0" />
                    <element name="Type" default="directionallight" minOccurs="0">
                        <simpleType>
                            <restriction base="string">
                                <enumeration value="directionallight" />
                                <enumeration value="pointlight" />
                                <enumeration value="spotlight" />
                            </restriction>
                        </simpleType>
                    </element>
                    <element name="Position" default="0.0 0.0 1.0" minOccurs="0">
                        <simpleType>
                            <restriction base="gml:doubleList">
                                <length value="3" />
                            </restriction>
                        </simpleType>
                    </element>
                    <element name="FocalPosition" default="0.0 0.0 0.0" minOccurs="0">
                        <simpleType>
                            <restriction base="gml:doubleList">
                                <length value="3" />
                            </restriction>
                        </simpleType>
                    </element>
                    <element name="Intensity" type="geo3dml:DoubleBetween0And1" default="1.0"
                        minOccurs="0" />
                    <element name="AmbientColor" type="geo3dml:Color" default="1.0 1.0 1.0"
                        minOccurs="0" />
                </sequence>
            </complexType>
        </element>
    </sequence>
</complexType>

```



```

        <element name="DiffuseColor" type="geo3dml:Color" default="1.0 1.0 1.0"
            minOccurs="0" />
        <element name="SpecularColor" type="geo3dml:Color" default="1.0 1.0 1.0"
            minOccurs="0" />
    </sequence>
</complexType>
</element>
</sequence>
</complexType>
<element name="GeoSceneStyle" type="geo3dml:GeoSceneStyleType" />
<complexType name="GeoSceneStylePropertyType">
    <sequence minOccurs="0">
        <element ref="geo3dml:GeoSceneStyle" />
    </sequence>
    <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup" />
    <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup" />
</complexType>

```

C. 30 geo3dml:Geo3DStyleLib

```

<complexType name="Geo3DStyleLibType">
    <sequence>
        <element name="Name" type="string" />
        <element name="FeatureTypeStyleLib"
            type="geo3dml:FeatureTypeStyleLibType" minOccurs="0" />
        <element name="CoverageStyleLib"
            type="geo3dml:CoverageStyleLibType" minOccurs="0" />
        <element name="SymbolizerLib"
            type="geo3dml:SymbolizerLibType" minOccurs="0" />
        <element name="MaterialLib"
            type="geo3dml:MaterialLibType" minOccurs="0" />
        <element name="TextureLib"
            type="geo3dml:TextureLibType" minOccurs="0" />
    </sequence>
</complexType>
<element name="Geo3DStyleLib" type="geo3dml:Geo3DStyleLibType" />
<complexType name="FeatureTypeStyleLibType">
    <sequence>
        <element ref="se:FeatureTypeStyle" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
    </sequence>
</complexType>
<complexType name="CoverageStyleLibType">
    <sequence>
        <element ref="se:CoverageStyle" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
    </sequence>
</complexType>

```

```

<complexType name="SymbolizerLibType">
  <sequence>
    <element ref="se:Symbolizer" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
  </sequence>
</complexType>
<complexType name="MaterialLibType">
  <sequence>
    <element ref="geo3dml:Material" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
  </sequence>
</complexType>
<complexType name="TextureLibType">
  <sequence>
    <element ref="geo3dml:AbstractTexture" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
  </sequence>
</complexType>

```

C. 31 geo3dml:AbstractGeo3DMetadata

```

<complexType name="AbstractGeo3DMetadata">
  <complexContent>
    <extension base="gmd:MD_Metadata_Type">
      <sequence>
        <element name="Description" type="string" minOccurs="0" />
      </sequence>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>

```

C. 32 geo3dml:Geo3DProjectMetadata

```

<complexType name="Geo3DProjectMetadataType">
  <complexContent>
    <extension base="geo3dml:AbstractGeo3DMetadata">
      <sequence>
        <element name="ProjectInfo">
          <complexType>
            <sequence>
              <element name="Name" type="string" />
              <element name="Code" type="string" />
              <element name="StartDate" type="date" />
              <element name="CompletedDate" type="date" />
              <element name="Duration" type="decimal" />
              <element name="Contractor" type="string" />
            </sequence>
          </complexType>
        </element>
      </sequence>
    </extension>
  </complexContent>

```

```

        </element>
        <element name="ModelCount" type="integer" />
    </sequence>
</extension>
</complexContent>
</complexType>
<element name="Geo3DProjectMetadata" type="geo3dml:Geo3DProjectMetadataType"
    substitutionGroup="gmd:MD_Metadata" />

<complexType name="Geo3DProjectMetadataPropertyType">
    <sequence>
        <element ref="geo3dml:Geo3DProjectMetadata" minOccurs="0" />
    </sequence>
    <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup" />
    <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup" />
</complexType>

```

C. 33 geo3dml:GeoModelMetadata

```

<complexType name="GeoModelMetadataType">
    <complexContent>
        <extension base="geo3dml:AbstractGeo3DMetadata">
            <sequence>
                <element name="Version" type="string" />
                <element name="SpatialReferenceSystem" type="geo3dml:SpatialReferenceSystemType"
                    minOccurs="0" />
                <element name="ToolName" type="string" />
                <element name="ToolVersion" type="string" />
                <element name="TopicCategory" type="string" />
                <element name="GeographyBoundingBox" minOccurs="0">
                    <complexType>
                        <sequence>
                            <element name="WestBoundLongitude" type="decimal" />
                            <element name="EastBoundLongitude" type="decimal" />
                            <element name="SouthBoundLatitude" type="decimal" />
                            <element name="NorthBoundLatitude" type="decimal" />
                        </sequence>
                    </complexType>
                </element>
                <element name="VerticalExtent" minOccurs="0">
                    <complexType>
                        <sequence>
                            <element name="MinimumValue" type="decimal" />
                            <element name="MaximumValue" type="decimal" />
                        </sequence>
                        <attribute name="Unit" type="string" use="optional"

```

```

        default="meter" />
    </complexType>
</element>
</sequence>
</extension>
</complexContent>
</complexType>
<element name="GeoModelMetadata" type="geo3dml:GeoModelMetadataType"
    substitutionGroup="gmd:MD_Metadata" />

<complexType name="GeoModelMetadataPropertyType">
    <sequence>
        <element ref="geo3dml:GeoModelMetadata" minOccurs="0" />
    </sequence>
    <attributeGroup ref="gml:AssociationAttributeGroup" />
    <attributeGroup ref="gml:OwnershipAttributeGroup" />
</complexType>

```

C.34 geo3dml:SpatialReferenceSystemType

```

<complexType name="SpatialReferenceSystemType">
    <sequence>
        <element name="CoordinateReferenceSystem">
            <complexType>
                <sequence>
                    <element name="Identifier">
                        <simpleType>
                            <restriction base="string">
                                <enumeration value="EPSG" />
                                <enumeration value="OGC WTK" />
                                <enumeration value="OGC WTK2" />
                                <enumeration value="PROJ4" />
                                <enumeration value="自定义" />
                            </restriction>
                        </simpleType>
                    </element>
                    <element name="Parameter" type="string" />
                </sequence>
            </complexType>
        </element>
        <element name="VerticalReferenceSystem" minOccurs="0">
            <complexType>
                <sequence>
                    <element name="Category">
                        <simpleType>

```

```

        <restriction base="string">
            <enumeration value="大地高程系" />
            <enumeration value="国家高程系" />
            <enumeration value="其它高程系" />
        </restriction>
    </simpleType>
</element>
<element name="ReferenceSystem" type="string" minOccurs="0" />
</sequence>
</complexType>
</element>
</sequence>
</complexType>

```

附录 D
(资料性)
Geo3DML 几何数据的二进制格式

```

WKBVertex {
    byte            byteOrder;
    static uint32   wkbType=9101;
    uint32          indexNo;        // 顶点的序号
    PointZ          point;          // 顶点的坐标
};

WKBTriangle {
    byte            byteOrder;
    static uint32   wkbType=9112;
    uint32          indexNo;        // 三角形的序号
    uint32[3]       vertexIndices;  // 3 个顶点的序号列表
    uint32[3]       neighborIndices; // 3 个邻接三角形的序号列表
};

WKBGeoTin {
    byte            byteOrder;
    static uint32   wkbType=9111;
    uint32          numVertices;     // 顶点的数目
    WKBVertex[numVertices] vertices; // 顶点列表
    uint32          numTriangles;    // 三角形的数目
    WKBTriangle[numTriangles] triangles; // 三角形列表
};

WKBTetrahedron {
    byte            byteOrder;
    static uint32   wkbType=9114;
    uint32          indexNo;        // 四面体的序号
    uint32[4]       vertexIndices;  // 4 个顶点的序号列表
    uint32[4]       neighborIndices; // 4 个邻接四面体的序号列表
};

WKBGeoTetrahedronVolume {
    byte            byteOrder;
    static uint32   wkbType=9113;
    uint32          numVertices;     // 顶点的数目
    WKBVertex[numVertices] vertices; // 顶点列表
    uint32          numCells;        // 体元的数目
    WKBTetrahedron[numCells] tetrahedrons; // 四面体列表
};

```

```

WKBCuboid {
    byte            byteOrder;
    static uint32   wkbType=9116;
    uint32          indexNo;          // 规则六面体的序号
    uint32[8]       vertexIndices;    // 8个顶点的序号列表
};

WKBBGeoCuboidVolume {
    byte            byteOrder;
    static uint32   wkbType=9115;
    uint32          numVertices;      // 顶点的数目
    WKBBVertex[numVertices] vertices; // 顶点列表
    uint32          numCells;         // 体元的数目
    WKBCuboid[numCells] cuboids;      // 规则六面体列表
};

WKBBGeoCornerPointGridPillar {
    byte            byteOrder;
    static uint32   wkbType=9118;
    PointZ          headPos;          // Pillar 线的首顶点
    PointZ          tailPos;          // Pillar 线的尾顶点
};

WKBBGeoCornerPointGridCell {
    byte            byteOrder;
    static uint32   wkbType=9119;
    bool            valid;             // 为 true 时表示该体元有效, 否则表示无效
    double[8]       positions;        // 体元 8 顶点在各自 Pillar 上的位置
};

WKBBGeoCornerPointGrid {
    byte            byteOrder;
    static uint32   wkbType=9117;
    uint32          dimI;              // 沿 I 轴划分体元的个数
    uint32          dimJ;              // 沿 J 轴划分体元的个数
    uint32          dimK;              // 沿 K 轴划分体元的个数
    WKBBGeoCornerPointGridPillar[numPillars] pillars;
    // Pillar 线列表, numPillars = (dimI+1)*(dimJ+1)
    WKBBGeoCornerPointGridCell[numCells] cells;
    // 体元列表, numCells = dimI * dimJ * dimK
};

WKBBGeoTruncatedRegularGridPlaneGrid {
    byte            byteOrder;
    static uint32   wkbType=9121;
    PointZ          origin;            // 平面网格划分的原点

```

```

double          azimuth;          // 平面网格坐标轴 Y 轴正方向与正北方的夹角。单位：度。
double[2]       steps;            // 平面网格单元沿 X、Y 轴的边长
uint32[2]       dimension;        // 平面上沿 X、Y 轴各自划分的网格的数目
};

```

```

WKBGeoTruncatedRegularGridFace {
    byte          byteOrder;
    static uint32  wkbType=9122;
    uint32        indexNo;          // 面片的序号
    uint32        numVertices;      // 构成该面片的顶点的数目
    uint32[numVertices] vertexIndices; // 构成面片的顶点的序号列表
};

```

```

WKBGeoTruncatedRegularGridCell {
    byte          byteOrder;
    static uint32  wkbType=9123;
    uint32        indexNo;          // 体元的序号
    uint32        numFaces;         // 构成该体元的面片的数目
    uint32[numFaces] faceIndices;   // 构成体元的面片的序号列表
    uint32        i;               // 体元对应的网格划分的 I 值
    uint32        j;               // 体元对应的网格划分的 J 值
    uint32        k;               // 体元对应的网格划分的 K 值
};

```

```

WKBGeoTruncatedRegularGrid {
    byte          byteOrder;
    static uint32  wkbType=9120;
    WKBGeoTruncatedRegularGridPlaneGrid planeGrid; // 平面网格参数
    uint32        numVertices; // 顶点的数目
    WKBVertex[numVertices] vertices; // 顶点列表
    uint32        numFaces;    // 面片的数目
    WKBGeoTruncatedRegularGridFace[numFaces] faces; // 面片列表
    uint32        numCells;    // 体元的数目
    WKBGeoTruncatedRegularGridCell[numCells] cells; // 体元列表
};

```

```

WKBTriangularPrism {
    byte          byteOrder;
    static uint32  wkbType=9125;
    uint32        indexNo;          // 三棱柱的序号
    WKBTriangle    topTriangle;     // 三棱柱的顶部三角形
    WKBTriangle    bottomTriangle;  // 三棱柱的底部三角形
    uint32[3]      neighborIndices; // 邻接三棱柱的序号列表
};

```



```

WKBGeoTriangularPrismVolume {
    byte                byteOrder;
    static uint32        wkbType=9124;
    uint32                numVertices;           // 顶点的数目
    WKBVertex[numVertices] vertices;           // 顶点列表
    uint32                numPrisms;            // 棱柱的数目
    WKBTriangularPrism[numPrisms] prisms;       // 棱柱列表
};

```

附录 E
(资料性)
Base64 编码/解码参考实现

本文件采用 Base64 方案编码二进制数据流，从而允许将二进制数据流存储于 Geo3DML 文档中。本附录给出了本文件所采用的 Base64 编码/解码方案的 C/C++ 参考实现。

```
//*****
//    base64 编码表
//        0 A 17 R 34 i 51 z
//        1 B 18 S 35 j 52 0
//        2 C 19 T 36 k 53 1
//        3 D 20 U 37 l 54 2
//        4 E 21 V 38 m 55 3
//        5 F 22 W 39 n 56 4
//        6 G 23 X 40 o 57 5
//        7 H 24 Y 41 p 58 6
//        8 I 25 Z 42 q 59 7
//        9 J 26 a 43 r 60 8
//       10 K 27 b 44 s 61 9
//       11 L 28 c 45 t 62 +
//       12 M 29 d 46 u 63 /
//       13 N 30 e 47 v (pad) =
//       14 O 31 f 48 w
//       15 P 32 g 49 x
//       16 Q 33 h 50 y
//

#ifdef _BASE64_INCLUDE_H_
#define _BASE64_INCLUDE_H_

// 编码后的长度一般比原文多占 1/3 的存储空间，请保证 base64code 有足够的空间
inline int Base64Encode(char * base64code, const char * src, int src_len = 0);
inline int Base64Decode(char * buf, const char * base64code, int src_len = 0);

__inline char GetB64Char(int index)
{
    const char szBase64Table[] =
"ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijklmnopqrstuvwxyz0123456789+/";
    if (index >= 0 && index < 64)
        return szBase64Table[index];

    return '=';
}

// 从双字中取单字节
```

```

#define B0(a) (a & 0xFF)
#define B1(a) (a >> 8 & 0xFF)
#define B2(a) (a >> 16 & 0xFF)
#define B3(a) (a >> 24 & 0xFF)
// 编码后的长度一般比原文多占 1/3 的存储空间, 请保证 base64code 有足够的空间
inline int Base64Encode(char * base64code, const char * src, int src_len)
{
    if (src_len == 0)
        src_len = strlen(src);

    int len = 0;
    unsigned char* psrc = (unsigned char*)src;
    char * p64 = base64code;
    for (int i = 0; i < src_len - 3; i += 3)
    {
        unsigned long ulTmp = *(unsigned long*)psrc;
        register int b0 = GetB64Char((B0(ulTmp) >> 2) & 0x3F);
        register int b1 = GetB64Char((B0(ulTmp) << 6 >> 2 | B1(ulTmp) >> 4) & 0x3F);
        register int b2 = GetB64Char((B1(ulTmp) << 4 >> 2 | B2(ulTmp) >> 6) & 0x3F);
        register int b3 = GetB64Char((B2(ulTmp) << 2 >> 2) & 0x3F);
        *((unsigned long*)p64) = b0 | b1 << 8 | b2 << 16 | b3 << 24;
        len += 4;
        p64 += 4;
        psrc += 3;
    }

    // 处理最后余下的不足 3 字节的饿数据
    if (i < src_len)
    {
        int rest = src_len - i;
        unsigned long ulTmp = 0;
        for (int j = 0; j < rest; ++j)
        {
            *(((unsigned char*)&ulTmp) + j) = *psrc++;
        }

        p64[0] = GetB64Char((B0(ulTmp) >> 2) & 0x3F);
        p64[1] = GetB64Char((B0(ulTmp) << 6 >> 2 | B1(ulTmp) >> 4) & 0x3F);
        p64[2] = rest > 1 ? GetB64Char((B1(ulTmp) << 4 >> 2 | B2(ulTmp) >> 6) & 0x3F) : '=';
        p64[3] = rest > 2 ? GetB64Char((B2(ulTmp) << 2 >> 2) & 0x3F) : '=';
        p64 += 4;
        len += 4;
    }

    *p64 = '\0';
    return len;
}

```

```

}
__inline int GetB64Index(char ch)
{
    int index = -1;
    if (ch >= 'A' && ch <= 'Z')
    {
        index = ch - 'A';
    }
    else if (ch >= 'a' && ch <= 'z')
    {
        index = ch - 'a' + 26;
    }
    else if (ch >= '0' && ch <= '9')
    {
        index = ch - '0' + 52;
    }
    else if (ch == '+')
    {
        index = 62;
    }
    else if (ch == '/')
    {
        index = 63;
    }
    return index;
}

```

// 解码后的长度一般比原文少用 1/4 的存储空间，请保证 buf 有足够的空间

```

inline int Base64Decode(char * buf, const char * base64code, int src_len)
{
    if (src_len == 0)
        src_len = strlen(base64code);
    int len = 0;
    unsigned char* psrc = (unsigned char*)base64code;
    char * pbuf = buf;

    for (int i = 0; i < src_len - 4; i += 4)
    {
        unsigned long ulTmp = *(unsigned long*)psrc;
        register int b0 = (GetB64Index((char)B0(ulTmp)) << 2 |
                           GetB64Index((char)B1(ulTmp)) << 2 >> 6) & 0xFF;
        register int b1 = (GetB64Index((char)B1(ulTmp)) << 4 |
                           GetB64Index((char)B2(ulTmp)) << 2 >> 4) & 0xFF;
        register int b2 = (GetB64Index((char)B2(ulTmp)) << 6 |
                           GetB64Index((char)B3(ulTmp)) << 2 >> 2) & 0xFF;
    }
}

```

```

        *((unsigned long*)pbuf) = b0 | b1 << 8 | b2 << 16;
        psrc += 4;
        pbuf += 3;
        len += 3;
    }
    // 处理最后余下的不足 4 字节的数据
    if (i < src_len)
    {
        int rest = src_len - i;
        unsigned long ulTmp = 0;
        for (int j = 0; j < rest; ++j)
        {
            *((unsigned char*)&ulTmp + j) = *psrc++;
        }

        register int b0 = (GetB64Index((char)B0(ulTmp)) << 2 |
                           GetB64Index((char)B1(ulTmp)) << 2 >> 6) & 0xFF;

        *pbuf++ = b0;
        len ++;

        if ('=' != B1(ulTmp) && '=' != B2(ulTmp))
        {
            register int b1 = (GetB64Index((char)B1(ulTmp)) << 4 |
                               GetB64Index((char)B2(ulTmp)) << 2 >> 4) & 0xFF;

            *pbuf++ = b1;
            len ++;
        }

        if ('=' != B2(ulTmp) && '=' != B3(ulTmp))
        {
            register int b2 = (GetB64Index((char)B2(ulTmp)) << 6 |
                               GetB64Index((char)B3(ulTmp)) << 2 >> 2) & 0xFF;

            *pbuf++ = b2;
            len ++;
        }
    }
    *pbuf = '\0';
    return len;
}

#endif // #ifndef _BASE64_INCLUDE__H__

```

参考文献

- [1] GB/T 17798-2007 地理空间数据交换格式[S]. 2007年8月30日
- [2] ISO 19123-1:2023 Geographic information — Schema for coverage geometry and functions — Part 1: Fundamentals[S]. 2023年6月
- [3] 龚健雅, 夏宗国. 矢量与栅格集成的三维数据模型[J]. 武汉测绘科技大学学报, 1997, 22: 7-15
- [4] 姜作勤. 国内外区域地质调查全过程信息化的现状与特点[J]. 地质通报, 2008, 27(7):956-964
- [5] 李景朝, 张振芳. 地质调查信息化标准体系建设[C]. 中国地质调查局发展研究中心. 2011
- [6] 李清泉, 李德仁. 三维空间数据模型集成的概念框架研究[J]. 测绘学报, 1998, 27: 325-330
- [7] DD 2019-12 三维地质模型元数据[S]. 2019年11月7日
- [8] Arne Schilling, Thomas H. Kolbe. Draft for Candidate OpenGIS® Web 3D Service Interface Standard. OGC document reference number: OGC 09-104r1, Version: 0.4.0, 2010-01-20
- [9] Berg, Richard C., Mathers, Stephen J., Kessler, Holger, Keefer, Donald A., eds. Synopsis of current three-dimensional geological mapping and modeling in Geological Survey organizations[M]. Illinois State Geological Survey, Circular 578, 2011, <http://norA.15erc.ac.uk/17095/>
- [10] Eric Boisvert and Boyan Brodaric. GroundWater Markup Language (GWML) - enabling groundwater data interoperability in spatial data infrastructures [J]. Journal of Hydroinformatics, 2011, 14(1): 93-107
- [11] GeoSciML: <http://www.geosci.ml.org/>
- [12] I. F. Smith. Digital Geoscience Spatial Model Project Final Report. British Geological Survey Occasional Publication, 2005, No. 9. <http://www.bgs.ac.uk/downloads/start.cfm?id=535>
- [13] INSPIRE. Draft Technical Guidance for INSPIRE Download Services. 2009. [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/INSPIRE%20Draft%20Technical%20Guidance%20Download%20\(Version%202.0\).pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/INSPIRE%20Draft%20Technical%20Guidance%20Download%20(Version%202.0).pdf)
- [14] OneGeology, A memorandum of understanding between UNESCO, CGMW, IUGS, IYPE, ISCGM and an international consortium of geological surveys to support global geoscience mapping and create an international coordinating committee. 2007. <http://www.onegeology.org/docs/MoU-signed-July2007.pdf>
- [15] OneGeology-E, eContentplus OneGeology-Europe project, 2008. http://ec.europa.eu/information_society/activities/econtentplus/projects/geo/onegeologyeurope/index_en.htm
- [16] S. J. D. Cox. XMML - a standards conformant XML language for transfer of exploration data [C]. Proceedings, ASEG/PESA Geophysical Conference and Exhibition, Sydney 2004
- [17] Seymon, A., Wyborn, L., Simons, B., Raymond, O., Andrews, G., Denaro, T. The Australian Mineral Occurrence data exchange model. Geoinformatics 2007 Conference, Paper No. 3-23. http://gsa.confex.com/gsa/2007GE/finalprogram/abstract_122928.htm
- [18] Siyka Zlatanovaa, Alias Abdul Rahmanb, Wenzhong Shi. Topological models and frameworks for 3D spatial objects[J]. Computers & Geosciences, 2004, 30:419-428
- [19] Web3D, Information technology computer graphics and image processing-Extensible 3D (X3D). ISO/IEC 19775:2004. <http://www.web3d.org/x3d/specifications/>
- [20] OGC WFS: <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs>
- [21] OGC WMS: <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>
- [22] W3C XLink: XML Linking Language (XLink) Version 1.0. W3C Recommendation, 2001年7月
- [23] W3C XMLName: Namespaces in XML. W3C Recommendation, 1999年1月

- [24] W3C XML Schema Definition Language (XSD) 1.1 Part 1: Structures. W3C Recommendation, 2012年4月
 - [25] W3C XML Schema Definition Language (XSD) 1.1 Part 2: Datatypes. W3C Recommendation, 2012年4月
-