文章编号: 0494-0911(2012)04-0033-05　　中图分类号: P208　　文献标识码: B

UML 在研建地理信息标准体系中的应用

朱秀丽，李　莉
(国家基础地理信息中心，北京 100830)

The Development of Geographic Information Standard System by Means of UML

ZHU Xiuli, LI li

摘要: 采用统一建模语言(unified modeling language，UML)，对地理信息标准体系中标准间复杂的关系作了结构化分析，使得地理信息标准体系具有科学性、系统性和可扩展性。

关键词: 地理信息标准; 地理信息标准体系; UML; 地理信息参考模型

一、引　言

地理信息标准化的主要任务是针对直接或间接与地球上位置相关的目标或现象信息，制定一套结构化的标准，以便确定地理信息数据定义、描述、表示，以及相互关联和转换，实现地理信息的共享与服务。地理信息标准体系是在对现有标准梳理、分析的基础上，根据地理信息技术的发展趋势和产业要求，补充新标准，从而使其成为一个有内在联系的、科学的、由地理信息标准组成的有机整体[1]。

UML 是一种通用的图形化建模语言，易于表达、功能强大且普遍适用。它融入了软件工程领域的新思想、新方法和新技术，是国际对象管理组织(Object Management Group，OMG)的标准[2]。国际标准化组织(International Organization for Standardization，ISO)地理信息技术委员会(ISO/TC 211)借鉴了软件工程的理念和方法，将 UML 确定为其标准的概念模式语言，规划和构建了国际地理信息标准参考模型及系列标准，取得了较好的成果，获得了 2010 年度 ISO 大会 L. D. Eicher 领导奖。这表明 ISO 充分肯定了 ISO/TC 211 所采用的 UML 编制地理信息标准的工作机制。在我国地理信息标准体系的研建过程中，需要学习这一先进的理念和方法，用 UML 构建标准体系。

二、地理信息标准与标准体系回顾

我国地理信息标准化工作经历了从制定单一标准、系列标准到研制体系标准的发展过程，对促进其向测绘数字化技术体系转化发挥了重要作用。1984 年发表的《资源与环境信息系统国家规范和标准研究报告》是我国第一部有关地理信息标准化的论著。此后，“八五”到“九五”期间，编制了《测绘标准体系表》，完成了“地理信息技术标准化、规范化研究”项目[3]。2000 年，形成了《国土资源环境和区域经济信息系统指标及标准体系框架》和《国家基础地理空间信息共享标准体系》。此外，国土资源、海洋测绘等相关行业都制定了相应的标准体系。尽管各行业的标准体系各不相同，但体系的结构形式多采用层次结构。地理信息标准化所涉及的标准集合是一个复杂、多态的体系，其中既有层次结构，也有关系结构。层次结构能表现标准体系的组成，但标准内容之间的关系不能充分地表达，因此选择 UML 来构建地理信息标准体系显得十分必要。

三、地理信息标准体系的 UML 建模

首先了解并掌握了 UML 的基本概念和用法，在此基础上，笔者借助 ISO 19101 参考模型捕捉地理信息标准化的本质内容，确定标准体系的有机构成。

1. UML 的基本用法

UML 类是对共享相同属性、操作、方法、关系、行为和约束的一系列对象的描述。它包含名称、一组属性、一系列操作和各种约束条件，可参与多个关联。包是用于对子包、类和关联进行分组声明的容器。UML 关系类型包括关联、泛化、依赖、聚合、组合等。关联关系表明两个实例之间的语义连接; 泛化关系表明一个类与可能代替它的子类之间的关系; 依赖关系表明一个元素被另一个元素使用; 聚合关系表示“是……的一部分”关系; 组合关系是

收稿日期: 2012-01-10
作者简介: 朱秀丽(1975—)，女，江西安福人，硕士，高级工程师，主要从事 GIS 工程与地图制图、地理信息标准等方面的工作。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

强聚合，如果父被删除，子也被删除。关系端的多重性标记说明该对象类有多个对象参与该关系，常用的多重性标记有“0..1”、“1”、“0..*”、“1..*”等。常用的基本数据类型包括基元类型和实现类型。基元类型表示值的基本类型，如字符串、整型等；实现类型表示其他类型多次出现的模板类型，如集合、序列等。地理信息标准体系中使用的 UML 符号如图 1 所示。

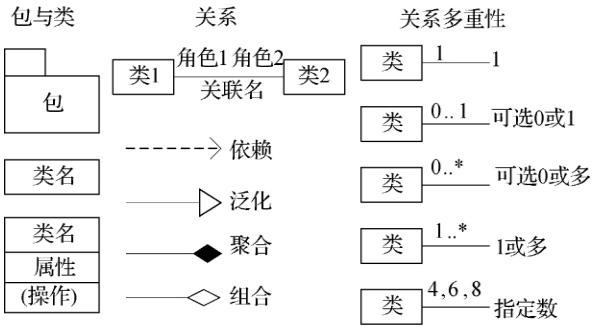

图 1 地理信息标准体系中使用的 UML 符号

2. 地理信息标准体系使用 UML 的规则

地理信息标准体系使用了 UML 的静态结构图、基本数据类型和关系类型，并扩充了一些数据类型。在标准体系中用包图表示体系中的大类和小类，并用包含、依赖、关联 3 种关系描述它们之间的关系；用类图描述小类、具体的标准以及标准的属性，并借助关联、泛化、聚合、组合、依赖描述标准之间的关系。由于地理信息的时空特性，还扩充和派生了一些地理信息领域常用的数据类型，如矢量类型、比例尺、面积和面积单位等。

3. 地理信息参考模型

ISO 19101 地理信息参考模型[6] 是定义领域内标准化的全部概念和标准组成的模型，描述了域参考模型、服务体系结构参考模型和专用标准的机制，旨在明确制定标准所应用的原理和结构框架，保证各项标准间的结构性、一致性与完整性。ISO 19101 的域参考模型采用 UML 描述地理信息标准涉及的地理信息内容，其作用之一是提供 ISO 19100 标准系列的标准化范围的高层次描述（如图 2 所示），提供地理信息域的完整表达，阐明地理信息域的关系，以帮助理解系列标准之间的关系。

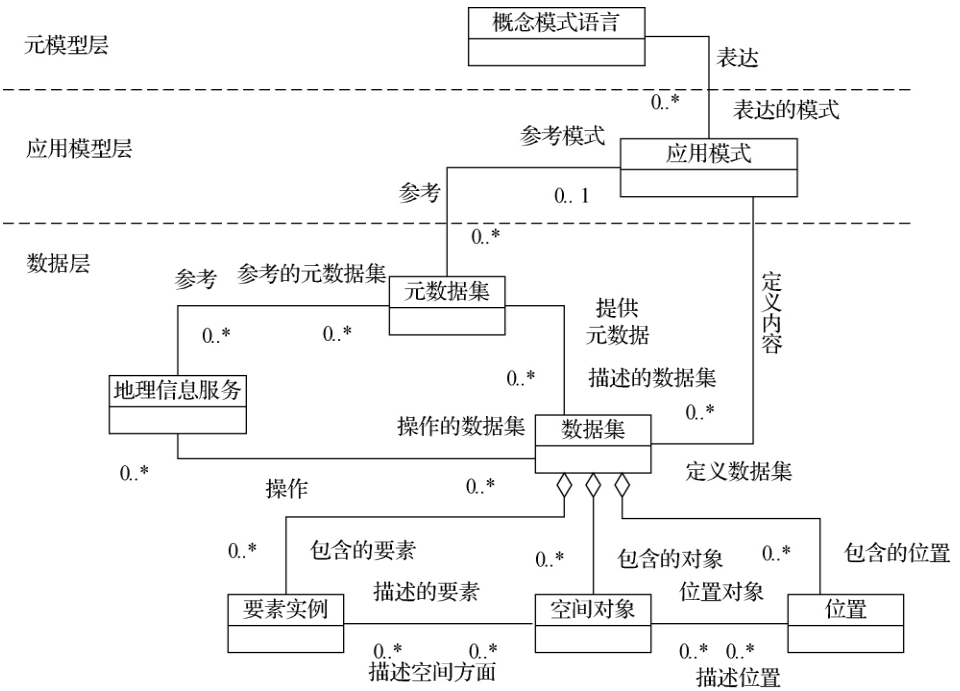

图 2 地理信息域参考模型高层视图

域参考模型采用 3 层进行描述：数据层、应用模型层和元模型层。数据层是对现实世界中地理实体的抽象，包括数据集、地理信息服务和元数据集。三者之间关系紧密：地理信息服务通过软件程序实现对数据集的操作，为其提供处理、转换、管理和表达地理信息的能力；元数据集为数据集提供元数据说明，描述数据集的管理信息、组织信息和内容，有利于数据集的分发和服务；地理信息服务引用元数据集中的信息，以便执行正确的操作和处理，保证服务的效率和正确性。应用模型层完整准确地定

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

义和描述地理信息数据集的内容、结构和语义，保证数据集的自动化处理。元模型层标识应用模型层中定义模式的语言。

研建体系的首要任务是确定地理信息标准体系的范围，明确地理信息标准化的主要内容，以及理清地理信息标准化对象的关系，并与 ISO 19101 的域参考模型保持一致。域参考模型高层视图明确了地理信息数据集和地理信息服务是地理信息标准化工作的两个中心点，是构建地理信息标准体系中的两个主要方面，理清了地理信息数据集、元数据集、地理信息服务三者之间的关系。

四、UML 在研建地理信息标准体系中的应用

采用 UML 对标准进行分析，将地理信息标准体系分为 3 个层次，形成由 7 大类 44 小类组成的体系框架，并最终形成由 219 个标准组成的有机体系，并用 Microsoft Office Visio(Visio) 软件实现标准体系的 UML 结构图。

1. 地理信息标准体系层次

地理信息标准体系应是公用、综合性的。在参考模型顶层视图的基础上，兼顾地理信息标准化现状和相关科技领域发展对地理信息的需求，将地理信息标准体系分为 3 个层次(如图 3 所示) 。基础类标准在一定范围内作为其他标准的基础被普遍使用，具有广泛的指导意义，它们相互关联，构成了地理信息标准的主体; 专业类(接口) 标准依赖基础类标准，并以其 5 类标准为基础，面向专业进行应用; 专项类标准则以专业类标准的各类标准为基础，面向大型项目工程专项进行应用。

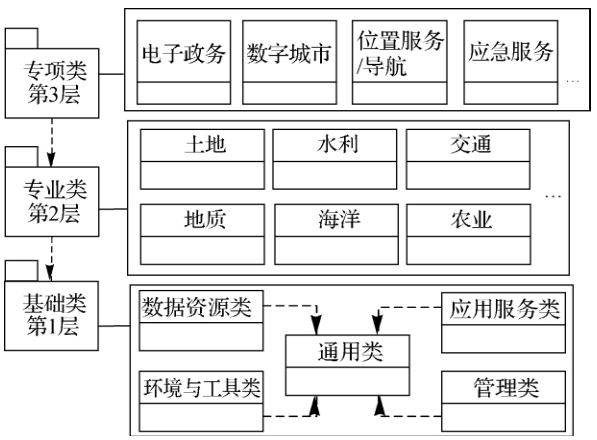

图 3　地理信息标准体系层次 UML 视图

2. 地理信息标准体系框架

在 3 个层次的基础上，从功能角度将标准分为 7 大类(通用类、数据资源类、应用服务类、环境与工具类、管理类、专业类、专项类) 和 44 小类，形成地理信息标准体系框架(如图 4 所示) 。通用类是用途广、具有通用性条款的标准族，由标准序号为 101 ~ 107 的小类聚合而成; 数据资源类是规范地理信息的内容、获取方法、处理编辑、存储与维护更新的标准族，由标准序号为 201 ~ 207 的小类聚合而成; 应用服务类是构建地理信息共享和应用服务平台、提供地理信息产品、促进自然资源与地理信息共享所涉及的标准族，由标准序号为 301 ~ 306 的小类聚合而成; 环境与工具类是规范地理数据获取、生产加工、存储维护和服务等方面的仪器设备和计算机网络环境的技术要求的标准族，由标准序号为 401 ~ 404 的小类聚合而成; 管理类是支持地理信息质量控制、安全保密和存储的管理标准族，由标准序号为 501 ~ 505 的小类聚合而成; 专业类是面向专业应用的地理信息专用标准族，由标准序号为 601 ~ 611 的小类聚合而成; 专项类是面向专项应用的地理信息专用标准族，由标准序号为 701 ~ 704 小类聚合而成。相关标准是指信息技术、通信技术、标准化与质量管理等方面的标准，地理信息应积极参照执行和借鉴它们的成果和标准。

3. 地理信息标准体系

在框架的基础上，根据地理信息国家标准和国际标准的发展情况，将现有国家标准、正在制修订的标准归入到小类中，填补空缺标准，并对现有粒度划分不合理的标准作了适当调整，形成了地理信息标准体系。其中，通用类标准 33 个，数据资源类标准 85 个，应用服务类标准 57 个，环境与工具类标准 14 个，管理类标准 25 个，专业类标准 2 个，专项类标准 4 个，共计 219 个。

为了说明标准体系中标准的状况，笔者从标准序号、标准名称、标准代号等方面用类属性的形式说明了体系中各个标准的内容，较全面地反映了标准的情况(见表 1) 。

4. 用 Visio 实现地理信息标准体系结构图

借助 Visio 对各大类、小类、标准的范围和关系进行分析、描述和实现，形成我国地理信息标准体系。

利用 Visio 中 UML 模型资源管理器建立通用标准类的包和类(如图 5 所示) ，101 ~ 107 代表了通用类包含的 7 小类，每个小类下包含了具体的标准类(用标准名称作为类名称) ，标准类包含了标准序号、编制状态等属性。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

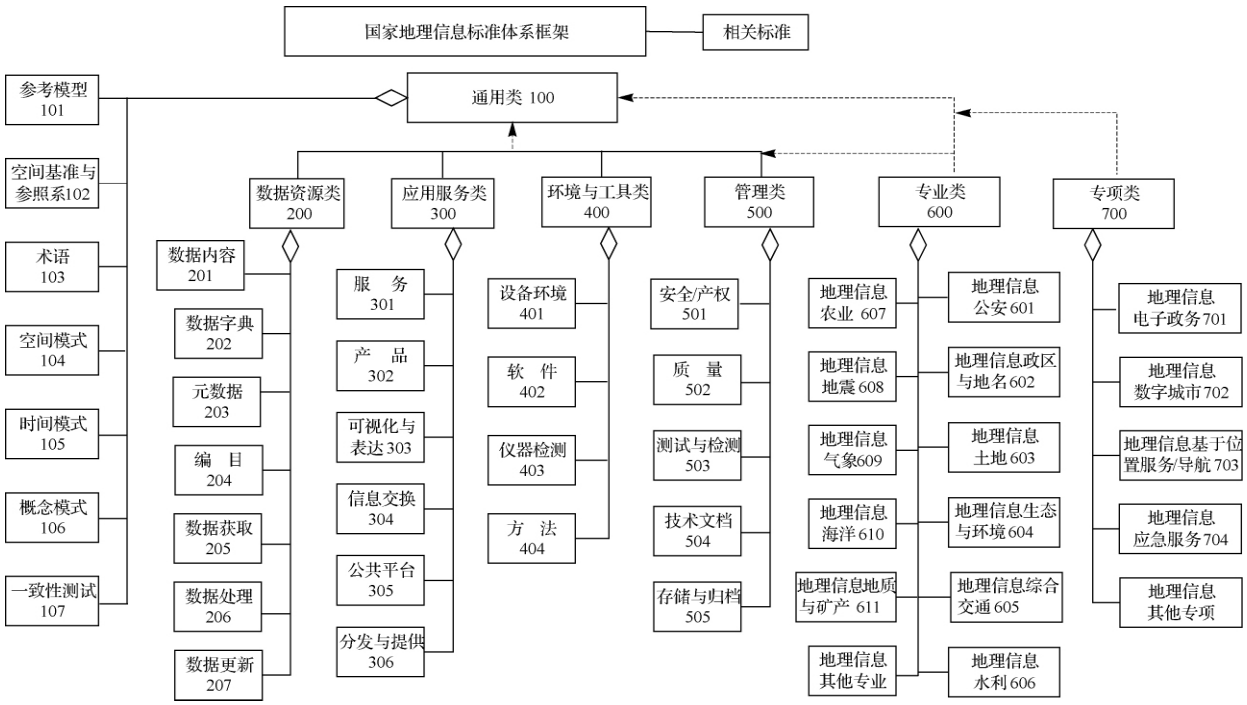

图 4 地理信息标准体系框架 UML 视图

表 1 标准类(小类)属性说明

属性名	数据类型	约束条件	最大出现次数	属性说明
标准序号	整型	M	1	在体系中的编号,值域为 100 ~ 999
标准名称	字符串	M	1	标准的名称
标准代号	字符串	C	1	如果编制状态为已发布,则必填
编制状态	字符串	O	1	值域为“已发布”、“制修订中”和“待制定”
需求程度	字符串	O	1	属性值用“* ”表示需求的紧迫性: * * * 为高, * * 为较高, * 为一般
国际/国外标准号	字符串	C	1	若采用国际标准,则填国际标准号
备注	字符串	O	1	其他需要说明的内容

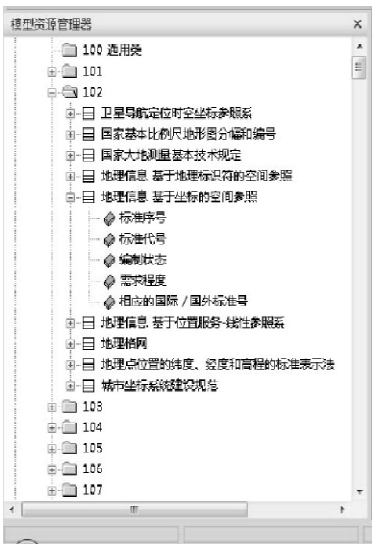

图 5 通用类 Visio 的 UML 资源管理器示例

在建立包和类后,用拖放的方式对标准类之间的关系进行描述和表达,形成标准 UML 类结构图,且模型资源管理器与标准类结构图之间为动态联系,并在图 5 的基础上绘制通用类中的标准小类和标准类之间的 UML 静态结构图(如图 6 所示)。

参考模型、术语、概念模式和一致性测试标准类是框架、概念、方法的标准族,与其他标准类紧密联系;空间基准与参照系类标准保证各类数据采集、存储、统计分析和交换的空间位置的一致性,提供多源、多尺度地理信息整合的科学、一致、规范的定位框架,由《国家大地测量基本技术规定》(GB 22021—2008)、《地理信息 基于坐标的空间参照》(ISO 19111:2007)等 10 个标准聚合而成。《城市坐标系统建设规范》(报批稿)作为指导地方坐标系建设标准,依赖于《国家大地测绘基本技术规定》(GB

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

22021—2008)；《基于坐标的空间参照》(ISO 19111:2007) 是其他参照系的基础与依据，被其他参照系所依赖《地理格网》(GB/T 12409—2009) 是一种具体的基于地理标识符的空间参照。在这个通用类 UML 图中，标准之间的关系得以清晰明确地表示，其余的 6 大类包也用相似的方法描述。

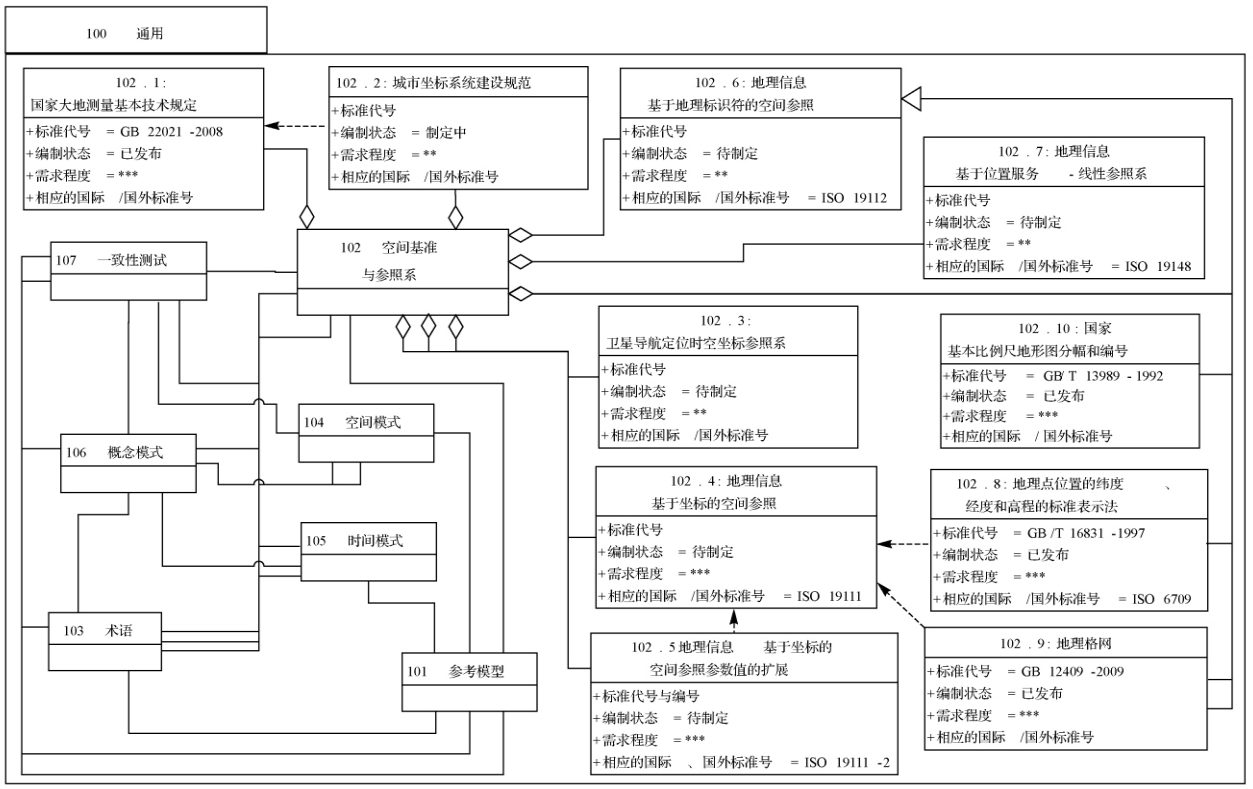

图 6　通用标准类 UML 结构图

用 Visio 工具描述地理信息标准体系中各种标准层次和网络等复杂的关系，实现了体系中标准类和标准(不含相关标准)的 UML 可视化结构图，从而更方便地理清了标准间的层次及相互关系，解决了共性标准和个性标准的隶属和包容关系，避免了标准间的矛盾和交叉、遗漏和重复，使体系中数据资源类标准和应用服务类标准达到了 64.8%，改善了以往数据和服务类标准缺失的状态。

五、结束语

地理信息标准体系是推进地理信息共享共建和产业发展的一项基础性工作。用 UML 描述地理信息标准体系，有利于界定标准体系的范围，有利于理解地理信息领域内不同标准之间的关系，有利于确定领域中没有涉及的、需要标准化的问题，有利于标准体系的完善和扩充，有利于标准体系中标准的更改和增补。

用 UML 研建的地理信息标准体系成果已作为全国地理信息标准化技术委员会正式文件发布，并成为地理信息标准化工作的重要指导性技术文件，同时也为其他专业和专项的地理信息体系编制提供了参考。但地理信息标准体系在实际应用中还需进一步修改完善。

参考文献:

[1] 李莉. 研建地理信息标准体系[C]//北京测绘学会. 世界城市背景下地理信息产业发展高端论坛论文集. 北京: 中国地图出版社，2011.

[2] FOWLER M. UML 精髓: 标准对象建模语言简明指南[M]. 徐家福，译. 北京: 清华大学出版社，2005.

[3] 肖学年，薛明，张坤，等. 我国现行测绘标准和标准体系的分析与思考[J]. 工程勘察，2006(11): 17-21.

[4] 鲍仲平. 标准体系的原理和实践[M]. 北京: 中国标准出版社，1998.

[5] 马聪丽. 对建立地理信息标准体系的几点看法[J]. 测绘通报，2002(7): 54-55.

[6] 姜作勤，姚艳敏，刘若梅. 国土资源信息标准参考模型[J]. 地理信息世界，2003，1(5): 12-17，41.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net