

席楠, 杨天青, 姜立新, 2016. 地震应急专题制图规则及其领域本体模型研究. 震灾防御技术, 11 (2): 384—395.
doi: 10.11899/zzfy20160222

地震应急专题制图规则及其领域 本体模型研究¹

席楠 杨天青 姜立新

(中国地震台网中心, 北京 100045)

摘要 本文从地震应急专题图快速产出需求出发, 结合应急专题图的区域差异性、阶段性和实时性等特点, 按照专题图的制作流程对制图规则进行分类, 归纳总结了最小比例尺、符号、标注和冲突处理四类制图规则, 并构建了基于领域本体和 XML 的应急专题制图规则表达模型, 实现了规则数据的图形化管理, 为基于规则库的地震应急专题图快速制图系统的设计和研发提供理论基础和技术支持。

关键词: 应急专题图 制图规则 领域本体 XML

引言

21 世纪以来, 我国已发生 2 次 8 级以上剧烈地震, 一次是 2001 年的昆仑山 8.1 级地震, 由于发生在无人区, 损失较小; 另一次就是举世震惊的 2008 年 5 月 12 日的四川汶川 8.0 级强烈地震, 造成了巨大的人员伤亡和前所未有的经济损失 (姜立新等, 2012)。大地震发生后, 抗震减灾工作的正确部署和迅速高效的实施, 对于减轻地震灾害发挥着重要作用。抗震减灾决策的制定需要全面、及时和准确地把握相关信息, 包括地理环境、社会经济状况、灾情、救灾物资、人员分布等, 其中多数属于空间信息 (高东辉等, 2007), 地震应急专题图就是表达和说明这些信息的重要手段。借助各种应急专题图所展现的专题内容, 决策者能够更加快速、直观地了解灾情, 更加及时、有效地制定决策, 更加准确、高效地指挥救灾。自汶川地震以来, 地震应急专题图的制作已经成为国家及各省地震应急指挥中心的一项重要工作。

地震应急专题图是标示破坏性地震影响范围内的一种或数种地震、灾情、自然或社会经济要素的地图。地震要素主要包括震中、余震、地震影响场、震区活断层、震区历史地震以及震区烈度区划等地震相关空间信息。灾情要素主要包括人员伤亡、房屋受损、次生灾害以及地震烈度等灾情相关空间信息。不同于普通的专题图, 地震应急专题图具有三个特点: ①区域差异性。由于我国不同区域的居民点、交通、学校和医院等社会经济要素的密度差异显著, 根据不同震区绘制的应急专题图在某些要素密集区域会产生符号遮盖和标注叠

¹ 基金项目 国家科技支撑计划项目 (2012BAK15B06) 资助

[收稿日期] 2015-04-11

[作者简介] 席楠, 男, 生于 1986 年。工程师。主要从事地震应急和 GIS 应用研究。Email: xinan314@seis.ac.cn

压等问题。②阶段性。地震应急期一般划分为应急启动、紧急救援和过渡性安置 3 个阶段（王海鹰等，2013）。在这 3 个阶段中，地震应急专题图的产出需求不同。应急启动阶段的专题图产品是基于地震速报结果、快速评估结果和应急基础数据生成的，为初步判定地震灾害规模和应急响应级别服务，对时效性要求很高，一般采用 A4 或 A3 幅面；紧急救援阶段的专题图产品主要基于通过各种手段获取的灾情信息，为指挥部更加全面、实时和详尽地掌握灾情服务，信息量更大，一般采用 A3 或 A1 幅面；过渡性安置阶段的专题图产品主要基于灾区现场调查信息，为受灾群众安置和灾区恢复重建服务，对专题内容的精细度要求更高，一般采用 A1 或 A0 幅面。③实时性。在地震应急期，通过现场调查、手机短信、互联网等多种途径获取的灾情信息不断传输回指挥部，相关协同机构也会提供各类的专业数据，使得专题图的数据经常性地变动，因此应急专题图还需要进行及时更新。

由于地震紧急救援的紧迫性，地震应急专题图的快速产出受到应急部门的高度重视。目前，地震行业内普遍采用的专题图快速生成方法是模板匹配法，即首先利用专业的 GIS 软件制作不同地震灾情专题的地图模板文件，再基于组件式软件开发技术进行二次开发，建立脱离 GIS 桌面软件的专题图快速生成系统，能通过简单的人机交互将地震信息，如震中、影响场、灾情等，叠加到预先制定的专题地图模板上，从而实现地震灾情专题地图的快速制图（魏艳旭等，2014）。该方法的优势在于没有制图软件使用经验的工作人员也能完成制图工作，在一定程度上提高了地震应急专题图的制图效率，满足了专题图的流程化输出需求。但是，采用模板技术自动生成的专题图存在制图不规范、专题要素不清晰和符号标注压盖等问题，并且由于不同专题的地图模板文件众多，当需要更新基础数据或修改共性错误时，操作起来费时费力，严重影响了制图效率。因此，必须将制图流程规范化和规则化，并且在制图系统中嵌入存储专家制图知识的规则库。专题图规则库作为制图规则的集合，提供对规则的定义、存储、管理等功能，由于专题制图涉及规则众多、总结困难、难以形式化表达等原因，对专题制图规则库的研究还在起步阶段（马健等，2013）。

本体（Ontology）原是一个哲学上的概念，用于描述事物的本质，在近几年作为信息抽象和知识描述的工具被计算机领域所采用（丘威等，2006）。本体的定义有很多，被广泛的接受是：本体是一种形式化的，对于共享概念体系的明确而又详细的说明（Gruber，1993）。实际上，本体就是对特定领域之中某套概念及其相互之间关系的形式化表达。本体的应用可以澄清领域知识的结构，合理规范地表示领域知识，提高知识的利用效率，同时使用统一的术语和概念定义可以提高知识共享的可能性（张敏等，2010）。

XML（可扩展标记语言）已经成为 Web 上信息表达和数据交换的标准。它提供了一种非常灵活的方式来表达数据：用户可以指定自己的标签来表示他们的数据，XML 在描述数据内容的同时能突出对结构的描述，从而体现出数据之间的关系（徐德智等，2007）。另外，XML 还具有便于读取、解析、检验以及支持跨平台共享的优势。

本文从面向地震应急专题图的制图需求出发，对制图规则进行归纳总结，利用基于本体的 XML 语言构建规则表达模型，实现制图规则的表达、存储和管理，为基于规则库的地震应急专题图快速制图系统的设计和研发提供理论基础和技术支持。

1 地震应急专题图的制作流程

地震应急专题图的制作流程如图 1 所示，即地震发生后，首先由地震快速评估系统根据

震中位置、发震时间和震级评估出地震影响范围。其次，按照应急时段来选择相应类别和图幅尺寸的专题图模板，并且根据震中位置和评估影响范围来确定专题图的图幅范围和比例尺。再次，根据发震区域专题要素的密集程度，选择适合要素图层的最小显示比例尺，隐藏过密的次要要素，从而确定最终显示的图层内容。接着，选取适合该类型和图幅尺寸的专题图的符号规则及标注规则，依次绘制要素符号和标注，并通过冲突处理规则优化标注位置并避免标注压盖等问题。最后，根据地震背景信息绘制图名、出图时间、出图单位和图例等图饰内容，完成专题制图。

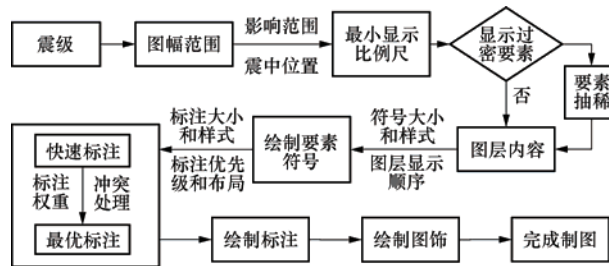


图1 地震应急专题图制作流程图

Fig. 1 Flow chart of earthquake emergency thematic map production

2 地震应急专题制图规则的分类总结

地震应急专题制图规则的归纳和总结是构建规则库的基础。由于专题制图涉及的知识错综复杂，国内外学者根据不同的需求、从不同的角度研究了制图规则的分类、表达方式及应用。赵国成等（2014）按照专题图的符号化过程将制图规则分为符号化控制、制图分层、图形冲突处理、特殊效果处理和地图整饰规则，用于构建和优化制图模板，有利于降低制图门槛；马俊等（2012）将专题图设计规则按照作用分为策略、描述性和控制规则，构建了专题图设计知识库的框架体系，对产生式、框架式等规则表示方法有较深入的研究；田晶等（2007）根据地图用途和用户要求、提供数据的可能性和要素空间分布特征三个方面来归纳专题图的表示方法规则，并建立了规则映射数据库的模型，为制图规则库的设计和实现提供了一种参考；张文元等（2011）研究了目视航图的要素综合规则、符号化规则和注记配置规则，并基于 ArcGIS 的 COM 组件开发了一个目视航图制图原型系统，是基于规则库制图系统的一个较好的实例；ESRI 公司（2012）所开发的 ArcGIS 软件中，Maplex 标注引擎内置了自动标注的优化算法，具有标注位置和冲突处理等功能，能够比较完整地解决点、线、面要素标注的压盖问题。

本文充分考虑了地震应急专题图的需求特点以及制图规则的技术可行性，按照专题图的制作流程将制图规则分为图层内容、最小比例尺、符号、标注和冲突处理规则。其中，图层内容规则，即不同应急时段应展现的专题要素、图层内容及图幅尺寸，在中国地震局组织专家编制并参照执行的《破坏性地震应急专题地图产出流程与制作规范（试行）》中已有明确规定，因此本文着重研究了其他四类规则，在研究过程中主要参考了 ArcGIS 软件中 MapLex 标注引擎中的标注方法（ESRI, 2010），国家测绘局发布的相关标准（中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，中国国家标准化管理委员会，2006；中华人民共和国国家质量监督

检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2006; 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2007) 以及制图专家的建议。

(1) 最小比例尺规则

最小比例尺规则是针对某要素图层预先设定一个阈值, 当制图比例尺小于此阈值时隐藏该图层, 以避免由于要素过度密集致使符号及标注被压盖。最小比例尺规则受发震区域和图幅尺寸的影响。由于我国不同区域居民地要素的分布密度差异较大, 需根据区域特点来确定其最小显示比例尺。同时, 由于要素符号和标注的大小, 以及制图比例尺均受制图幅面影响, 还需按照不同图幅尺寸来确定最小显示比例尺。

各要素图层最小比例尺的计算采用的实验方法是在不同制图幅面下, 选择要素相对密集的区域, 以 1:10000 的比例尺为单位逐渐缩小当前的制图比例尺, 直到满足要素与要素、标注与标注或要素与标注互不压盖条件的极限为止, 此时的制图比例尺即为该要素图层在此图幅尺寸下的最小比例尺。对于居民地要素图层, 还需要以省为单位, 通过实验计算其在各省不同图幅尺寸下的最小比例尺, 如表 1 中乡镇驻地的最小比例尺所示。另外, 当地震影响范围覆盖多个省份时, 应比较地震烈度 VIII 度以上范围内各省居民地要素图层的最小比例尺, 取其中最大的作为该要素图层的最小比例尺。

表 1 在不同幅面下部分省份内的乡镇驻地最小比例尺

Table 1 Minimum scale of rural settlement layer in different provinces and map coverages

省份	A3 幅面	A1 幅面	A0 幅面
北京	1:200000	1:150000	1:100000
河北	1:150000	1:100000	1:80000
山东	1:150000	1:100000	1:80000
西藏	1:500000	1:400000	1:300000
四川	1:250000	1:150000	1:100000
青海	1:400000	1:320000	1:250000
.....

(2) 符号规则

符号规则是表示专题要素在不同符号类型及制图幅面下的尺寸、线宽和填充颜色等特征。地震应急专题图的专题要素主要包括矢量要素和栅格要素, 其中矢量要素又分为点、线和面三类。点要素的表达包括点符号的空间分布、样式和尺寸; 线要素的表达包括线符号的空间分布、样式和线宽; 面要素的表达包括面符号的空间分布、晕线的样式、线宽以及面符号的填充。栅格要素的表达采用分级渲染的方式, 这种方式也可用于反映矢量要素的数量和质量特征, 如在震区历史地震图中, 通过历史地震要素符号的尺寸分级渲染来表示震级的大小。

本文中要素符号的样式参考了相关国家标准, 并按照图幅美观、辨识度强和要素分级显示的原则来设计符号的表达。对于居民地、交通等基础地理要素, 还要按照不同的要素级别和制图幅面从点符号的尺寸、线符号及面符号晕线的宽度等方面加以区分, 如表 2 中居民地要素的符号尺寸随着行政级别的上升和制图幅面的增大而变大。

表 2 在不同幅面下居民地要素的样式和尺寸

Table 2 Style and size of settlement-place symbols in different map coverages

要素类型	符号	A ₃ 幅面	A ₁ 幅面	A ₀ 幅面	要素类型	符号	A ₃ 幅面	A ₁ 幅面	A ₀ 幅面
首都	★	20	22	24	乡镇	○	7	10	12
省会	■	16	18	20	行政村	○	5	7	9
地市	●	12	14	16	……	……	……	……	……
区县	⊙	10	12	14					

(3) 标注规则

标注规则是表示专题要素在不同符号类型及图幅尺寸下的标注位置、标注样式、标注距离和标注间距等特征。地图标注是计算机环境下的地图注记(乔站明等, 2011), 是根据要素属性自动生成描述性的文本并动态地放置在要素周围的过程。由于地震应急专题图阶段性和实时性的特点, 专题数据和制图比例尺是动态变化的, 需要预先设定在不同的要素类型和制图幅面下的标注规则。

标注位置与要素类型相关, 点、线和面要素根据其特点分别有不同的标注位置规则。①点要素的标注应围绕符号周围按照优先级选择最佳的位置(ESRI, 2010), 如图 2(a)所示, 数字越小表示优先级越高, 当最优位置被占时, 按照优先级从高到低依次变换标注位置, 若所有位置都被占, 应按照冲突处理规则解决。②线要素的标注位置有八种(ESRI, 2010), 如图 2(b)所示, 标注位置的选择由线要素符号的特点决定, 如街道要素符号为较宽的直线, 标注位置选择笔直居中; 河流要素符号为较细的曲线, 标注位置选择弯曲偏移。③面要素的标注位置有六种(ESRI, 2010), 如图 2(c)所示, 标注位置的选择由面要素符号的特点决定, 行政区划、湖泊等面积较大的要素标注于要素符号的几何中心, 而水库等面积较小的要素标注于符号周围。另外, 标注位置的选择还需参考相关制图规范, 例如行政区划的标注一般应为水平, 而河流和湖泊的标注一般应为弯曲。



图 2 点、线和面要素的标注位置示意图

Fig 2 Illustrations of labeling positions of point, line and surface elements

标注样式包括标注的字体、颜色和尺寸。标注的字体一般采用微软雅黑。对于基础地理要素, 如居民地等, 标注颜色一般选取黑色。但是对于需要突出表达的专题要素, 如交通、水系等, 标注的颜色与符号的颜色一致。标注的尺寸与要素符号的尺寸类似, 也与要素级别和制图幅面相关, 可参考要素符号的尺寸、要素密度及重要性来设计。

标注距离是指要素符号与要素标注之间的距离,适用于点要素和标注在符号周围的面要素。标注距离有两个参数:最佳距离和最大距离。当在最佳距离的要素标注与其他要素符号或标注冲突时,可放置在最大距离范围内的其他地方。标注距离的设置应注意要素级别,如乡镇要素标注的最佳距离为 1 个单位,最大距离为最佳距离的 1 倍,则区县要素标注的最佳距离为 2 个单元,最大距离为最佳距离的 2 倍。这是由于区县要素常常被密集的乡镇要素包围,适当增加区县要素的标注距离能有效地避免标注压盖。

标注间距是指要素标注中,字与字之间允许的最大距离,适用于线要素和标注在符号内的面要素。为了标注美观和设计方便,标注间距的单位为该标注中字符的宽度,一般将标注间隔设置为 5 个字符宽度。允许标注沿线要素或在面要素内部间隔分布能够一定程度上避免标注压盖。

(4) 冲突处理规则

冲突处理规则是处理标注与标注、标注与符号之间压盖问题的策略,包括标注优先级、要素权重、标注隐藏、标注堆放、标注缩小和删除重复标注等六种规则。

标注优先级是指绘制要素标注的顺序,优先级较高的标注会先于优先级较低的标注放置。并且当标注间发生冲突时,优先级较低的要素标注将被换到其他位置、缩小甚至隐藏,以保证优先级较高的要素标注不被遮挡。标注优先级的设置应遵循专题要素高于底图要素、点要素高于线要素及线要素高于面要素的原则。

要素权重是指要素的相对重要性,给每个要素设置一个权重(0—100),以避免标注压盖重要的要素。权重为 0 的要素视为可以压盖,而权重为 100 的要素则视为不能被压盖。当没有标注空间而必须压盖要素时,选择总权重最低的要素。对于不同专题图,应首先确保专题要素不被压盖,如行政区划图中乡镇以上级别的居民点,要素权重应设置为 100;交通图中机场和码头要素权重应设置为 100。

标注隐藏是指在要素或标注密集区域,依据标注的优先级和权重,隐藏部分重要性较低的要素标注,如行政村、县道、四级以下河流等。

标注堆放是指对于较长的标注或者复合标注(两项或者多项要素属性组成的标注),可以采取堆放的形式来节约横向空间。换行位置可以通过空格等标识符或者设定的每行最大字符数来选择。

标注缩小是指对标注的尺寸做适当的缩小,以适应标注密集区域。一般设置为在原始标注尺寸上缩小 2 号。

删除重复标注是指对于重复的要素标注有选择地进行删除,多用于线状要素。可以设置不允许标注出现重复的距离阈值,删除小于这一阈值内的重复标注。

作者通过 Arcmap 软件实现了以上制图规则,并已应用于数次大震应急专题图中,如图 3 所示。本文又以驻地要素为例,在相同地区、比例尺和幅面下绘制了应用规则前后的两幅专题图,如图 4 所示。应用规则前,要素密集区域存在许多标注压盖问题,使得驻地信息的可读性极差;应用标注后,标注位置规则使标注被放置在最优位置,标注距离规则使尺寸较大的标注避开了要素密集区域,标注优先级规则保证了更重要的要素标注的可读性,要素权重规则避免了标注与要素的重叠,标注缩小规则使密集区域的要素也能在无压盖的前提下标注。应用规则后的专题图在清晰度、完整度和美观度方面都显著优于前者。



图 3 基于制图规则的地震应急专题图示例

Fig 3 Illustration of earthquake emergency thematic map based on cartography rules

3 制图规则的领域本体模型及应用

上文所总结的制图规则是通过非结构化语言表达的，计算机无法识别，也就无法应用在专题图快速制图系统中。因此，本文尝试利用本体模型，对制图规则涉及的各种知识及其关系进行抽象，以形式化和结构化的语言进行表达，使计算机能够识别和推理，并为制图规则的应用提供语义支持。

3.1 领域本体

领域本体是用于描述指定领域知识的一种专门本体，是对特定领域内概念及概念间关系的精确描述。领域本体是一个四元组，记作 $O = \{C, A, R, I\}$ 。其中，C 是概念集，指特定领域中属于概念的集合；A 表示属性集，主要用来表现概念自身的特征；R 是关系集，指领域中概念间的相互作用；I 为实例集，指概念中的具体例子。

3.2 制图规则表达模型的构建

关于专题制图规则领域本体表达模型的研究甚少，因此本文中制图规则表达模型的构建借鉴了其他领域本体的应用情况。作者按照以下四个步骤构建应急专题制图规则的领域本体模型。

(1) 提取地震应急专题制图规则领域中的重要概念。领域本体是描述概念以及概念与概念之间的关系，首先要列举出制图规则领域中的所有概念以及对该概念的详细解释，并且针

对每个概念，要列出它所有可能的属性，每个属性都有对应的属性值。本文第 2 节中已经对制图规则相关的术语、概念和属性作了详尽的说明，此处不再赘述。

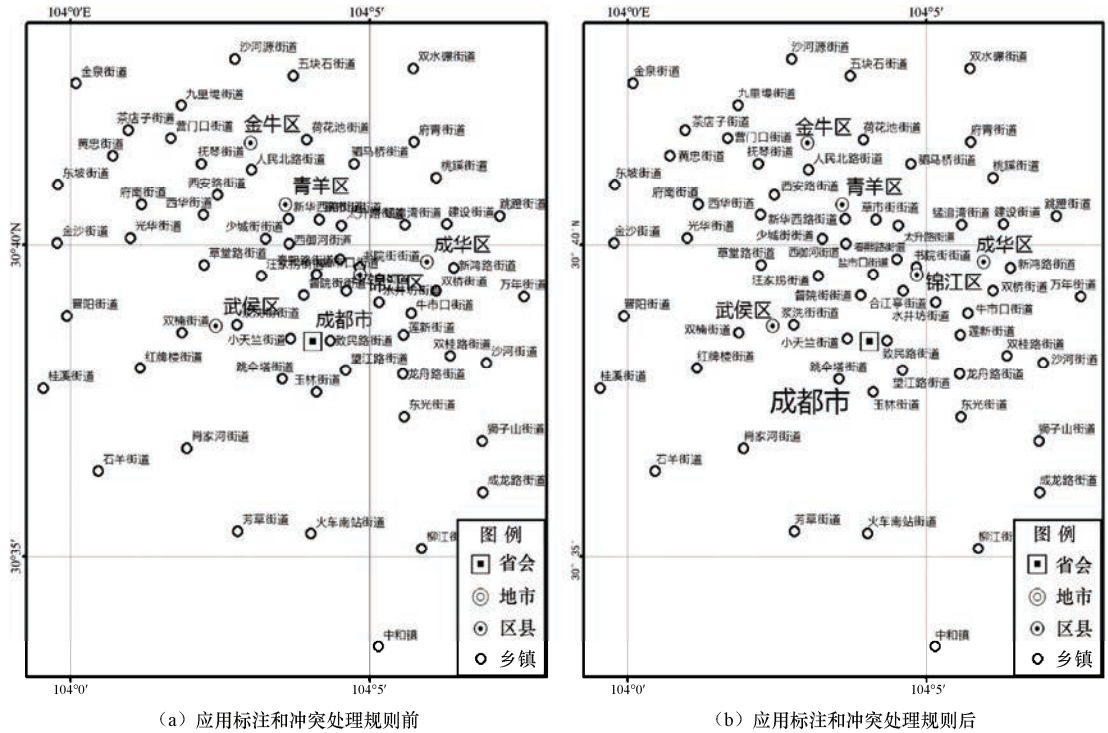


图 4 标注和冲突处理规则应用对比图

Fig 4 Before-and-after map of applying the rules of labeling and conflict resolution

(2) 将制图规则领域概念分类组织，描述概念间的类属关系，建立本体框架。通过步骤 1 已经产生了制图规则领域中大量的概念和术语，但是缺乏组织结构，这时需要按照一定的逻辑将它们进行分组，从而形成一个知识的框架体系，得到领域本体的框架结构，如图 5 所示。

(3) 定义概念与概念之间的关系及概念的实例。在搭建完成本体框架以后，要定义概念间关系，其中有 4 种基本关系：①概念之间整体与部分的关系，part-of；②概念之间的继承关系，kind-of；③概念的实例与概念间的关系，instance-of；④概念是另一个概念的属性，attribute-of。以图 5 为例，要素图层是专题图的组成部分之一，是整体与部分的关系；标注样式、间距、距离和位置均是标注表达规则，是继承关系；要素类型是对要素图层性质的说明，是要素图层的属性；A3、A1 或 A0 是地震应急专题图常用的制图幅面，是专题图关于图幅尺寸的一个实例。另外，在明确了概念间的关系后，就需要将概念的实例填入到本体中，实例可以是数字、符号、文本、公式甚至是规则。

(4) 利用 XML 语言对制图规则的领域本体进行形式化描述。制图规则领域的本体框架及关系为基于 XML 的规则表达奠定了基础。在本体框架中，具有包含和继承关系的概念定义为 XML 文档中的元素和子元素；对象类型的属性定义为对应元素的子元素；简单类型的属性定义为对应元素的属性。元素之间的嵌套关系对应于对象模型的层状关系。

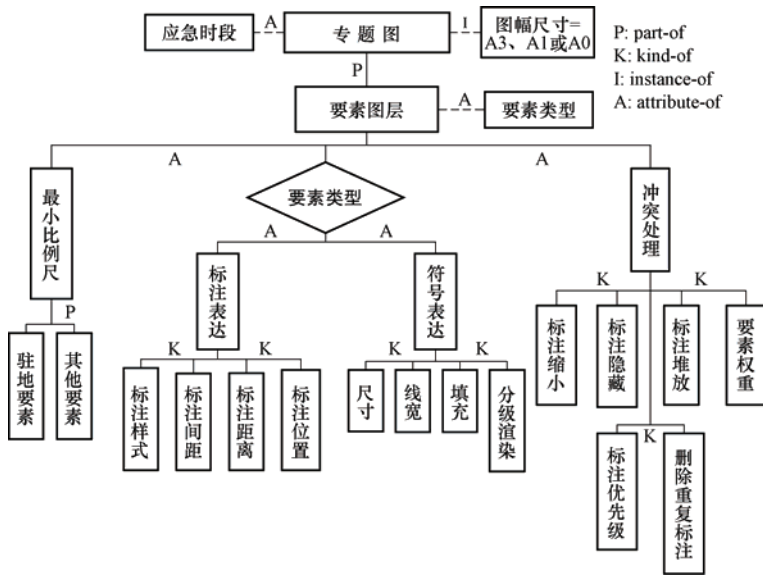


图 5 应急专题制图规则的本体框架及关系

Fig 5 Ontology framework and relationship of cartography rules in emergency thematic map

图 6 是基于 XML 的应急专题制图规则数据文档中的示例，描述了标注规则中的地震数据标注子类里震中要素的标注规则，包括标注样式、标注位置、标注距离以及要素优先级和权重等规则。XML 标签的嵌套结构有效地表达了本体框架中的树状关系，使制图规则的表达简明、清晰。

```

<RuleGroup id="c20140610140110" name="地震数据标注" type="标注规则">
  <LabelRule id="40001" name="震中" dataContent="震中" labelMethod="single" pageSize="A3">
    <LabelClass name="默认" labelField="GRADE_MS_" labelExpression="[GRADE_MS_] sqlQuery="">
      <TextSymbol symbolId="1" file=".Symbol\Earthquake.style" className="Text Symbols" fontSize="24" CJK="0" />
      <SR maxScale="1" minScale="173337500" />
      <MaplexPlacement labelPriority="999" featureType="point" featureWeight="999" labelBuffer="15" neverRemoveLabel="0" offset="0" SecondOffset="0" ThinningDistance="0">
        <PointMaplexSetting>
          <LablePosition pointPlacementMethod="0" reducing="0">
            <PointPlacementPriorities aboveCenter="0" aboveLeft="0" aboveRight="0" belowCenter="0" belowLeft="0" belowRight="0" centerLeft="0" centerRight="0" />
          </LablePosition>
        </PointMaplexSetting>
      </MaplexPlacement>
    </LabelClass>
  </LabelRule>
  <LabelRule id="40011" name="活动断裂带" dataContent="活动断裂带" labelMethod="single" pageSize="A3">

```

图 6 制图规则本体的 XML 表达示例

Fig 6 Illustration of describing cartography rules using XML

3.3 制图规则数据的管理

在完成制图规则本体模型的构建和基于 XML 的本体表达语言的研究后，本文还实现了制图规则库的管理，如图 7 所示，通过 XML 解析器自动分析规则文件的结构，并通过图形

化界面快速读取、查询和编辑制图规则数据文件，为基于规则库的地震应急专题图快速制图系统的研发奠定了基础。

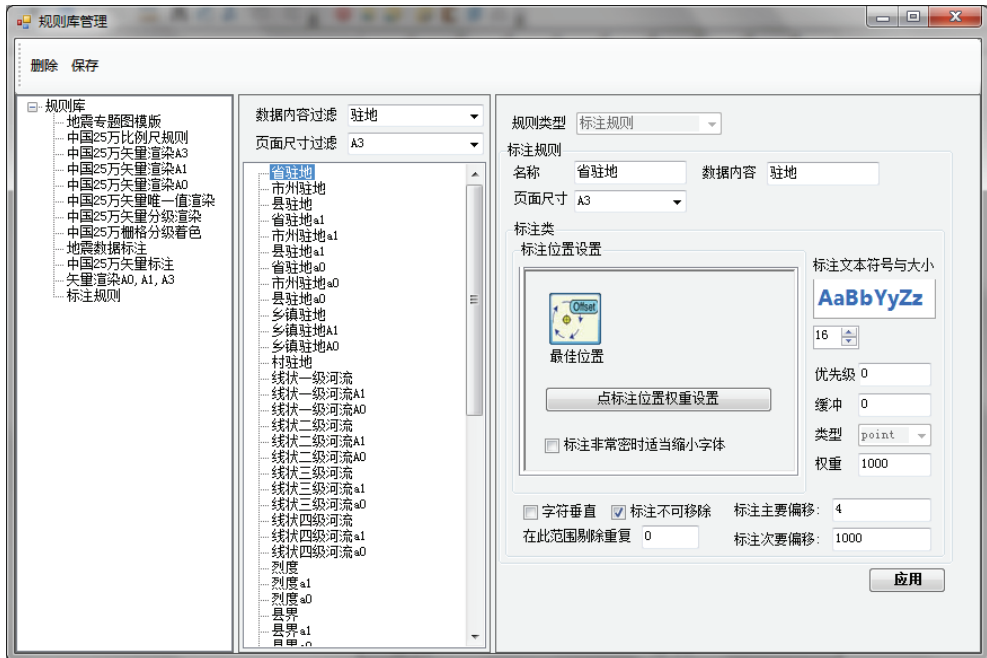


图7 应急专题制图规则库管理应用示例

Fig 7 Illustration of cartography rules management of emergency thematic map

4 结束语

本文分析了地震应急专题图快速制图系统的现状和问题，提出研究基于规则库的专题图快速生成技术的必要性，结合地震应急专题图的需求特点和制作流程对制图规则进行归纳总结，在鲁甸等大震应急中得到应用，提高了地震应急专题图的美观度和清晰度。文中在研究应急专题制图规则的框架体系及关系的基础上，构建了基于领域本体和 XML 的制图规则表达模型，并实现了规则库的图形化管理，为基于规则库的地震应急专题图快速制图系统的设计和研发提供理论基础和技术支持，有助于进一步提高地震应急专题制图的规范性、时效性和便捷性。XML 能表达应急专题制图规则领域本体中的基本关系，但无法表达包含 If-Then 条件关系的产生式规则，在以后工作中需继续研究制图规则的表达方式，完善制图规则内容，研发基于规则库的地震应急专题图快速制图系统。

参考文献

- 高东辉, 石伟, 2007. 地理信息系统 (GIS) 在减轻地震灾害中的应用. 科技咨询导报, 7: 5—5.
- 姜立新, 帅向华, 聂高众等, 2012. 地震应急指挥协同技术平台设计研究. 震灾防御技术, 7 (3): 294—302.
- 马健, 崔虎平, 霍梦秋等, 2013. 专题制图规则及本体表达模型的研究. 测绘科学技术学报, 30 (5): 540—544.
- 马俊, 王光霞, 薛志伟等, 2012. 智能化专题地图快速设计制作研究. 测绘科学, 37 (3): 171—173.
- 乔占明, 闫浩文, 2011. 地图标注与地图注记的探讨. 测绘与空间地理信息, 34 (1): 283.

- 丘威, 张立臣, 2006. 本体语言研究综述. 情报杂志, **7**: 61—64.
- 田晶, 黄仁涛, 匡露露等, 2007. 专题地图制图决策系统规则库的设计. 地理空间信息, **5** (1): 95—97.
- 王海鹰, 孙刚, 欧阳春等, 2013. 地震应急期关键时间阶段划分研究. 灾害学, **28** (3): 166—169.
- 魏艳旭, 王宝坤, 贾军鹏等, 2014. 基于 AE 的地震应急专题图快速生成系统设计与实现. 价值工程, **8**: 229—230.
- 徐德智, 贾栋, 王建新, 2007. 基于本体的 XML 语义集成和查询的研究. 计算机技术与自动化, **26** (1): 77—80.
- 赵国成, 徐立, 阚映红, 2014. 面向规则聚合的地图制图模板设计与实现. 测绘科学技术学报, **31** (2): 216—219.
- 张敏, 赫佳, 阎艳等, 2010. 基于本体的知识建模技术. 北京理工大学学报, **30** (12): 1405—1407.
- 张文远, 许妙忠, 2011. 基于规则库的目视航图自动化制图. 测绘科学, **36** (1): 160—163.
- 郑树平, 杨斌, 程紫燕, 2014. 地震应急专题地图快速化产出研究. 山西地震, **3**: 38—40.
- 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2006. 国家基本比例尺地图图式 第 2 部分: 1:5000 1:10000 地形图图式 (GB/T 20257.2—2006.). 中国质检出版社.
- 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2006. 国家基本比例尺地图图式 第 3 部分: 1:25000 1:50000 1:100000 地形图图式 (GB/T 20257.3—2006.). 中国质检出版社.
- 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2006. 国家基本比例尺地图图式 第 4 部分: 1:250000 1:500000 1:1000000 地形图图式 (GB/T 20257.4—2006.). 中国质检出版社.
- ESRI. 2012. ArcGIS 10.1 的新特性. California USA: ESRI Press.
- ESRI. 2010. Maplex Tutorial. California USA: ESRI Press.
- Gruber T. R., 1993. A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition, **5** (2): 199—199.

The Research of Earthquake Emergency Thematic Mapping Rules and Its Domain Ontology Model

Xi Nan, Yang Tianqing and Jiang Lixin

(China Earthquake Networks Center, Beijing 100045)

Abstract In this paper, we discuss the requirement of earthquake emergency thematic auto-mapping system, analyze three characteristics of emergency thematic map including regional differences, stages and real time, and then classify thematic mapping rules into minimum-scale rule, symbol rule, labeling rule and conflict-solution rule according to the process of thematic mapping. After inducing and concluding emergency thematic mapping rules, we construct the expression model of the rules based on domain ontology and XML, realize the graphical management of data with the rules, and provide theoretical basis and technical support for the design and development of earthquake emergency thematic auto-mapping system.

Key words: Emergency Thematic Map; Cartography Rules; Domain Ontology; XML