

**引文格式:**杜萍,刘涛,李鼎凯,等.应急场景快速制图及地图信息传输[J].测绘学报,2019,48(6):747-755. DOI:10.11947/j. AGCS. 2019.20180414.  
DU Ping,LIU Tao,LI Dingkai,et al.Rapid mapping of emergency scenario and cartographic information transmission[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica,2019,48(6):747-755. DOI:10.11947/j. AGCS.2019.20180414.

## 应急场景快速制图及地图信息传输

杜 萍<sup>1,2,3</sup>,刘 涛<sup>1,2,3</sup>,李鼎凯<sup>1,2,3</sup>,杨晓霞<sup>4</sup>

1. 兰州交通大学测绘与地理信息学院,甘肃 兰州 730070; 2. 地理国情监测技术应用国家地方联合工程研究中心,甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃省地理国情监测工程实验室,甘肃 兰州 730070; 4. 成都理工大学地球科学学院,四川 成都 610059

## Rapid mapping of emergency scenario and cartographic information transmission

DU Ping<sup>1,2,3</sup>,LIU Tao<sup>1,2,3</sup>,LI Dingkai<sup>1,2,3</sup>,YANG Xiaoxia<sup>4</sup>

1. Faculty of Geomatics, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China; 2. National-Local Joint Engineering Research Center of Technologies and Applications for National Geographic State Monitoring, Lanzhou 730070, China; 3. Gansu Provincial Engineering Laboratory for National Geographic State Monitoring, Lanzhou 730070, China; 4. College of Earth Science, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China

**Abstract:** At present, the emergency response mode has been changed from “prediction-response” to “scenario-response”. Emergency thematic map as an important content of emergency surveying and mapping, its production way should be changed according to the new mode. This paper introduces the definition of unconventional emergency scenarios and geographic scenarios, points out that geographic scenarios as the physical space in which various scenario elements exist or occur are the object of emergency mapping, discusses the principle and 4 main characteristics of rapid mapping of emergency scenario, proposes a cartographic information transmission model combining the traditional cartographic information transmission theory with the new emergency response mode, gives detailed explanations to the process of spatial information transmission and analyzes the spatial cognition of map senders and receivers which affects the efficiency of cartographic information transmission.

**Key words:** unconventional emergencies; emergency scenario; rapid mapping; information transmission model; spatial cognition

**Foundation support:** The National Key Research and Development Program of China (No. 2016YFC0803106); The National Natural Science Foundation of China (Nos. 41761088; 41771444); The Lanzhou Jiaotong University EP (No. 201806)

**摘 要:**当前,应急响应范式已经由“预测-应对”转变为“情景-应对”,应急地图作为应急测绘地理信息保障服务的重要内容,其制图方式也应该有所改变。本文介绍了突发事件情景及地理场景的定义,指出地理场景是各情景要素存在或发生的物理空间,同时也是应急地图表达的对象;论述了应急场景快速制图的基本原理及该制图模式具有的 4 个主要特点;将传统的地图信息传输理论与新应急响应范式相结合,提出了应急场景快速制图模式下的地图信息传输模型,详细论述了模型中空间信息的传输过程,并分析了该过程中影响信息传输效率的地图发送端和接收端的空间认知。

**关键词:**非常规突发事件;应急场景;快速制图;信息传输模型;空间认知

**中图分类号:**P208      **文献标识码:**A      **文章编号:**1001-1595(2019)06-0747-09

**基金项目:**国家重点研发计划(2016YFC0803106);国家自然科学基金(41761088; 41771444);兰州交通大学优秀平台(201806)

近年来,我国突发公共事件较为频发,如温州动车事故等,给人民群众造成了严重的生命财产损失。《中华人民共和国突发事件应对法》将“5·12”汶川特大地震、“8·7”舟曲泥石流、“7·23”

突发公共事件分为自然灾害、事故灾难、公共卫生事件和社会安全事件等4类<sup>[1]</sup>。应急地图是一类有特殊用途的专题地图,以反映突发公共事件为主题,不仅能够描绘突发事件发生地域的地理、交通、人口分布及经济发展等信息,还能够表达突发事件的强度、范围、危害程度、发展趋势及救援情况等,具有直观、信息量大、针对性强及主题突出等优点。由于应急地图能够迅速被用图者认知,在应急管理的过程中,如果能及时、高效地为用图者提供应急地图,有利于用图者充分了解应急态势,有效地组织和实施减灾救灾。

非常规突发事件一般具有偶然性大、随机性强等特点<sup>[2]</sup>,预测难度极大甚至不可预测,因此,常规的“预测-应对”模式已经难以有效地应对非常规突发事件,“情景-应对”是应对非常规突发事件的基本范式<sup>[3]</sup>。如果能够事先设定一些基本可信的突发事件情景,并针对情景开展应急管理工作,则可以提高突发事件发生时的应急响应速度和处置效果<sup>[4]</sup>。通过大量历史事件及事件发生之前的危害识别和风险分析,确立构成情景的各情景要素,就可以建立所有可能的事件“情景”。依据地理场景学的基本思想<sup>[5]</sup>,情景中的地理空间就构成了非常规突发事件的地理场景。地理场景是各情景要素存在或发生的物理空间,同时,也是应急地图表达的对象。应急地图通过对地理场景的各类信息进行图形化表达,服务于应急管理。

地图是空间信息传输的主要工具<sup>[6]</sup>,其本质是制图者与用图者之间的一种通信。地图信息的传输是指地理环境信息在地图上的选择和符号化,并能够为用户认识和解译的过程<sup>[7]</sup>。地图信息传输模型有10余种,其中,捷克地图学家Kolacny提出的地图信息传输模型<sup>[8]</sup>被大家广泛接受,它把地图的生产与使用、制图者与用图者、认识和反馈诸因素统一在一个相互联系的系统之中。在地图信息传输的过程中,伴随着空间信息的认知过程,包括地图发送端和接收端两类空间认知,两者相互区别又相互联系,直接影响地图信息的传输效率。

## 1 情景与地理场景

### 1.1 情景

与应急管理中的“情景”含义最接近的“情景”概念最早出现在1967年Kahn和Wiener合著的《2000年》一书中。他们认为:未来是多样的,几种潜在的结果都有可能在未来实现;通向这种或

那种未来结果的途径也不是唯一的,对可能出现的未来以及实现这种未来途径的描述构成一个情景<sup>[9]</sup>。文献[10]认为,情景既不是预测,也不是想象,情景是一种被期望的未来。文献[11]认为,情景是对不确定环境中的突发事件在具体时刻上的属性状态描述,对应着突发事件在某个时刻片段节点上的继承表现。文献[12—13]认为,重大事件情景是一种依据对历史“真实事件”以及未来“预期风险”的发生、发展及其演变过程与规律的凝练和集合成的“虚拟事件”情景,是在突发事件发生前做出的一种“合理假设”。文献[14]认为,情景是罕见重大突发事件中决策主体所正在面对的突发事件发生、发展的态势。文献[15]将情景定义为突发事件发展过程中具有一定主观色彩的一系列事件及其状态的组合。文献[16]认为,情景是指某一时刻现场或应急处置力量的状态,包括空间信息、伤亡信息和资源消耗等。文献[17]从广义与狭义两个视角理解情景概念:所谓广义的情景,代表在整个突发事件演变过程中所有灾害要素的集合;而狭义的情景,则仅仅是在非常规突发事件发生发展过程中的某一时刻所有灾害要素的状态集合<sup>[17]</sup>。

综合以上多种情景定义,笔者认为,情景是对处在一定地理空间中的非常规突发事件在某一时间段内相对稳定状态的结构化描述。这个相对稳定状态是由事件自身的发生、发展规律以及人为干预所共同决定的。情景能够全面、客观地反映事件现场,是应急主体正在面对的真实境况的简明表达。情景与传统的“典型案例”不同,不特指某个具体的事件,而是无数同类事件、预期风险及应急活动的集合。非常规突发事件孕育、发生、发展及消亡的全过程可以用一个接一个这样的情景来表达。突发事件总体来说可以从事件的“分类”、“分级”和“分期”3个维度来界定<sup>[18]</sup>,因此,“情景”也应参照这3个维度来构建。

### 1.2 地理场景

地理场景是—定地域、不同时空范围内各种自然要素、人文要素相互联系、相互作用所构成的具有特定结构和功能的地域综合体<sup>[19]</sup>。所有地理事物和地理现象都是在特定的地理场景中存在和发生的,非常规突发事件也不例外。情景中的地理空间就构成了非常规突发事件的地理场景,包含事件应急所需的各类地理信息。

跟情景不特指某个具体事件相对应,地理场

景也不特指某个具体的时间和空间。同类事件的情景具有统一的地理场景数据模型,该模型能够解释非常规突发事件的时空分布、时空变化、演化过程及成因机理。地理场景的建模可以依据地理信息 6 要素<sup>[5]</sup>(空间定位、几何形态、属性特征、要素相互关系、演化过程、语义描述)来进行,如表 1 所示。其中,空间定位用来表达地理对象或现象发生、发展的空间节点,如非常规突发事件的发生地域、避难场所的位置等;几何形态用于描述场景中地理对象的静态组成结构和动态演化结构,如撤离路线、非常规突发事件的影响范围等;属性特征是对场景中的地理对象与现象固有属性的描述,如泥石流的规模、地震的震级等;要素相互关系用于描述场景中对象或现象之间存在的时间或空间上的定性与定量关系,如非常规突发事件引起灾情、救援设备距离事件发生地大约 15 km 等;演化过程用来描述场景中地理现象的发生与演化,如暴雨引发泥石流、地震导致堰塞湖等;语义描述是指场景中基于人类认知的地理特征,如滑坡易发区、预警范围等。

表 1 非常规突发事件的地理场景建模

Tab.1 Geographic scenario modeling of unconventional emergencies

地理信息 6 要素	建模对象	建模实例
空间定位	地理对象或现象发生、发展的空间节点	非常规突发事件的发生地域、避难场所的位置等
几何形态	地理对象的静态组成结构和动态演化结构	撤离路线、非常规突发事件的影响范围等
属性特征	地理对象与现象的固有属性	泥石流的规模、地震的震级等
要素相互关系	地理对象或现象之间存在的时间或空间上的定性与定量关系	非常规突发事件引起灾情、救援设备距离事件发生地大约 15 km 等
演化过程	地理现象的发生与演化	暴雨引发泥石流、地震导致堰塞湖等
语义描述	基于人类认知的地理特征	滑坡易发区、预警范围等

2 应急场景快速制图的基本原理

应急场景快速制图是“情景-应对”思路在应急测绘地理信息服务中的体现及应用,其基本原理是:为避免制图者在非常规突发事件发生时在毫无准备的状态下进行制图,由测绘地理信息专业人员以服务于应急管理的“情景”为基础,以该情景中的地理场景为制图对象,事先确立用图者

完成该情景中应急任务所需的应急地图种类、尺度、专题及表达方法等情景知识,建立情景知识库;在应急制图的过程中,通过检索情景知识库,完成当前状态与最相似情景的匹配,明确事件的地理场景及所需应急地图,调用制图引擎,依据测绘地理信息专业人员创建的应急制图知识规则(包括数据组织、空间参考、要素关系、符号配置等),引导制图者设计地图或自动为其选择一个合理的地图设计方案,快速地将抽象的数据“变”为直观的地图。应急场景快速制图的实质是用“类比”和“复用”的思想来快速成图,为用图者提供用于应急管理全过程的应急地图,以提高应急制图的效率和质量,其原理如图 1 所示。

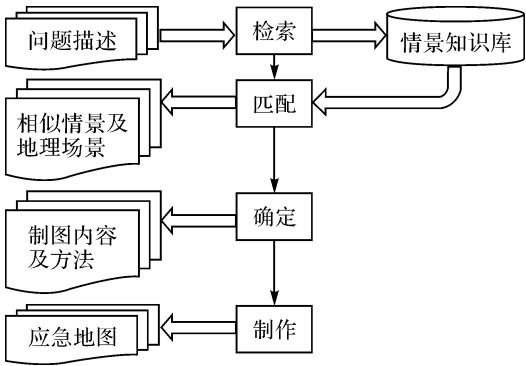


图 1 应急场景快速制图的基本原理

Fig.1 Principle of rapid mapping of emergency scenario

由此可知,应急场景快速制图是基于情景的。情景与应急制图方案之间高度关联,有什么样的非常规突发事件情景,就会有与之对应的应急制图内容、方法与机制。确定情景与应急地图之间的关系,是应急场景快速制图首先需要解决的问题。

3 应急场景快速制图的主要特点

- 应急场景快速制图具有以下 4 个主要特点:
- (1) 应急制图以情景为基础。测绘地理信息人员通过对情景的分析,把握情景及情景中地理场景的特点,明确隐藏在情景中的应急需求和制图需求,在此基础上,完成知识规则的创建,为紧急情况下应急制图提供知识储备和技术支持。因此,情景是知识规则创建的基础和依据,是应急制图的起点。
  - (2) 应急制图以任务为导向。我国非常规突发事件的应急管理通常分为 3 个时段:事前预防与准备、事中处置与救援、事后恢复与重建。在应

急管理的各个时段,不同应急主体承担的应急任务是不同的。应急场景快速制图采用“情景-任务-地图”的思路来设计应急地图,即始终以应急任务为导向,依据任务将情景的制图需求精准化,以保证应急地图空间信息服务的针对性和精确性。对于不同应急时段的不同应急主体,应及时有效地为其提供辅助他们顺利完成应急任务的各类应急地图。

(3) 应急制图以地理场景为表达对象。地理场景是非常规突发事件孕育、发生、发展及应急任务实施的物理空间,是应急制图的表达对象。应急地图通过对非常规突发事件地理场景的描绘为应急主体提供空间信息,服务于应急管理。

(4) 信息传输具有更高的时效性。知识规则是实现应急场景快速制图“类比”和“复用”基本思想的途径与方法。由于在知识规则中已提前设定了适用于某情景的应急地图种类、尺度、主题、表达方法、载体介质等,因而应急场景快速制图具有更高的信息传输时效性。

#### 4 应急场景快速制图模式下的地图信息传输模型

在应急管理的过程中,应急地图的接收端是用图者,主要包括应急决策者和应急处置者,他们对空间信息的需求不同于传统的专题地图。因此,应急地图与普通专题地图在使用目的、使用方式、适用范围和使用价值上都有所区别。为了更好地为用图者提供应急地图服务,需要研究应急场景快速制图过程中的地图信息传输问题,重新认识制图者与用图者之间的关系,以提高应急测绘地理信息保障服务的质量和效率。

目前,对应急地图信息传输模式的研究还不多。文献[20]通过对中国自然灾害传统地图和多媒体制图的实践和比较,归纳并建立起自然灾害多媒体地图语言系统及传输模式。自然灾害多媒体地图主要通过声音媒体、录像媒体和动画媒体来实现导读传输、实景传输和动态过程传输,以增强信息传输功能。利用多媒体渠道传输的信息与专题地图表达的信息存在大量的冗余,这种冗余虽然在一定程度上能够加深用图者对空间信息的理解,但由于多媒体占用了较多的信息传输通道,使得信息传输的时效性并不高。因此,自然灾害多媒体地图更多地用于科学分析。文献[21]认为,自然灾害风险地图传输是对自然灾害系统实

况和风险评价的数字信息加工以及地图信息理解的过程,在设计《中国自然灾害风险地图集》的过程中,提出并构建了灾害风险图的信息传递模型。灾害风险地图用图形技术表示识别出的风险信息,直观地展现风险的发展趋势,主要作用是传播灾害知识,提高灾害风险管理水平。灾害风险地图主要用于防灾减灾,属于“灾前”应急准备阶段用图,用图者在这个阶段有充分的时间读图,因此,对地图信息传输时效性的要求也不是特别高。

应急场景快速制图模式具有较高的信息传输时效性。以 Kolacny 的地图信息传输模型为基础,提出一个描述该制图模式中地图信息传输过程的模型,如图 2 所示。在应急地图的发送端,首先由测绘地理信息专业人员以情景为基础,提出并创建结构清晰、内容涵盖应急制图全过程的知识规则。知识规则是对非常规突发事件所需应急地图及制图方法的规律性描述,是制图者快速、规范及流程化制图的基础,包括“情景知识规则”和“制图知识规则”。知识规则的创建过程不是孤立的,而是以用图者对空间信息的需求为核心的,具体过程为:①测绘地理信息专业人员通过对情景的分析及与用图者的深入沟通与交流,把握用图者的心理、偏好及用图特点,明确不同事件类型、不同应急时段、不同应急响应层次、不同应急任务下应急地图的编制目的和不同类别用图者对地理信息和专题信息的需求,实现对非常规突发事件地理场景的正确认知,基于已有的应急专题制图知识和经验,依据《中华人民共和国突发事件应对法》等法律法规和各类应急预案,运用灾害地理学、地图学等基本理论,通过分类、选择、简化等方式,确定用图者所需应急地图的种类、制图尺度、专题内容及表达方法,并通过概括和抽象,形成“情景知识规则”,确定“制什么图”;②测绘地理信息专业人员精细化解读现有的、成熟的灾害地图制图方案,总结编制过程中的相似之处,并与地图制图专家交流,结合《基础地理信息应急制图规范》等行业规范,参照各种应急平台、灾害数据库等信息资源,采用计算机地图制图等信息技术,对应急地图的数据组织、空间参考、要素关系、符号配置、注记与整饰等制图专业知识和经验进行比较、归纳与总结,针对不同的地图载体介质和用图者,应需地将语法、语义和语用地图信息进行科学概括和符号化,形成形式多样、内涵丰富的“制图知识规则”,解决应急地图“怎样制图”的问题。

为进一步提高应急地图信息传输的有效性,还应从“地图内容”和“符号化”两方面尽力提高应急地图的信息表达能力<sup>[22]</sup>。在“制图知识规则”创建的过程中,为了让用图者能够最快、最有效地从应急地图中获取所需的空間信息,测绘地理信息专业人员应保证应急地图种类及数目适中、图面信息均衡有用,尽量避免“信息过载”和“信息匮乏”。“信息过载”是指应急地图种类过多或应急地图载負的空間信息过量。当前应急地图普遍存在着信息过载现象<sup>[23]</sup>。“信息过载”会加重用图者的心理负担,导致读图困难,干扰用图者快速、正确地认知地理场景。“信息匮乏”是指应急地图种类欠缺或应急地图载負的空間信息不足。“信息匮乏”容易导致用图者无法全面、充分地认知地理场景。无论是“信息过载”还是“信息匮乏”,都会影响地图信息的传输效率,降低应急地图的空间信息保障作用,不利于各项应急活动的开展。此外,应急地图还应充分利用色彩和符号的信息传递作用。色彩的合理使用能够加强紧急状态下应急决策者与应急处置者之间的信息共享<sup>[24]</sup>,同时还有一定的情感传输功能,能增强用图者对事件紧迫性及严重性的认知;应急地图符号应以通用地图符号为基础,并与人类对突发事件的常规认知相吻合,直观且针对性强,这样才能够使不同文化背景和专业知识的用图者能够快速地从应急地图中的信息。以上这些都有利于用图者对地图信息的解译,提高地理信息的传输效率。

与 Kolačny 提出的地图信息传输模式不同,应急场景快速制图过程中,应急地图的制作者可以是测绘地理信息专业人员,也可以是应急地图的用图者。虽然用图者一般不具备地图学等专业知识,但在“情景知识规则”的指导下,他们能够通过应急制图引擎,依据“制图知识规则”快速完成应急地图制作。因此,应急场景快速制图具有用户制图特性。对于一起具体的非常规突发事件,制图者首先选定事件类型、应急时段及地图载体介质,依据“情景知识规则”,确定所需应急地图的种类,获取应急地图模板,然后依据“制图知识规则”,准备基础地理数据和专题业务数据,并结合区域地理特点和非常规突发事件的实际情况,作极少量的调整与扩展,就可以利用地图语言把事件的地理场景表达成用图者易于接受和理解的地图信息了。应急地图是地图发送端与接收端之间信息传输的载体和通道。用图者通过对应急地图

符号和图形的解译、分析和再加工,快速、准确地获取所需空间信息,指导应急活动。用图者由于在应急现场,所获得的信息可能比制图者抽象的信息更丰富或者更深刻,可以将自己的用图感受、期望或特殊的制图需求实时地反馈给制图者,便于制图者调整、修正和改进。与此同时,制图者也可以纠正用图者对地图信息的不当解译。当非常规突发事件处置结束后,用图者还可以将用图体验非实时地反馈给测绘地理信息专业人员,便于他们进一步修订或完善“情景知识规则”和“制图知识规则”,以调整和影响制图者的空间认知结构。这两种反馈交互有利于地图发送端和接收端对空间信息的认知趋于一致,促进信息加工和使用逐渐和谐,使服务于同类非常规突发事件的应急地图质量更高、更加贴近用图者的需求,从而进一步提高应急地图的信息传输效率。

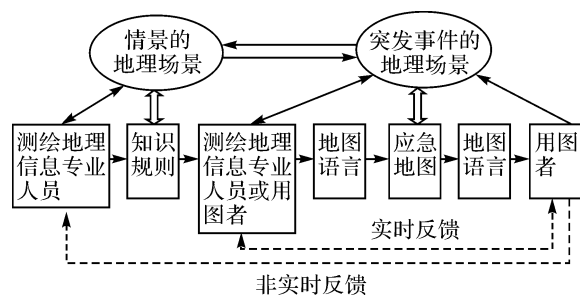


图2 应急场景快速制图模式下的地图信息传输模型  
Fig.2 The cartographic information transmission model in rapid mapping of emergency scenario

## 5 应急地图信息传输中的空间认知

认知是一个人认识和了解他生活于其中的世界时所经历的各个过程的总称,包括感受、发现、识别、想象、判断、记忆、学习等<sup>[25]</sup>。认知是人脑的一种特殊机能。空间认知是指人们认识自己赖以生存的环境(自然的、社会的、经济的、文化的、政治的)包括其中的诸事物、现象的相关位置、依存关系以及它们的变化和规律<sup>[26]</sup>。在应急场景快速制图模式下的地图信息传输过程中,存在着地图发送端和地图接收端两类空间认知,分别承担着制图过程中的两个重要转化<sup>[27]</sup>:第1个转化是把非制图资料抽象成可供制图表达的形式,由地图发送端的空间认知决定;第2个转化是地图接收端从地图符号中判断推理出空间信息,由用图者的空间认知决定。空间认知的水平决定转化的程度和效果,直接影响应急地图的信息载負和

应急地理信息的传输效率。

5.1 地图发送端的空间认知

认知语言学以“现实-认知-语言”为基本原则,认为对现实的体验是认知的基础,认知又是语言的基础<sup>[28]</sup>。对地理对象的体验<sup>[28]</sup>形成了地理概念,而地图作为一种信息交流的语言,用于对地理概念进行进一步的表达,形成地理空间环境认知的结果。在“情景-应对”新应急响应范式下,通过对现实世界的认知,在历史事件、危害分析和风险识别的基础上,建立起事件情景。应急场景快速制图始于测绘地理信息专业人员对情景的认识,即从情景中的地理空间概念及其内容所形成的地理场景开始。从情景到地理场景模型是地图发送端地理空间认知的第1个过程,认知主体是测绘地理信息专业人员。该过程通过概念化对非常规突发事件情景中的地理场景进行抽象、概括和精简。在此基础上,为了便于应急地图高效地传输空间信息,测绘地理信息专业人员依据应急制图的目的和用图者的需求,通过比较、分析与思考,从地理场景中选取最有应急使用价值的信息内容,明确最合适的信息表现形式,将其以心象地图的形式储存在大脑中,该过程是地图发送端空间认知的第2个过程——“认知制图”过程。测绘地理信息专业人员对应急制图规律和经验进行高度概括、抽象和提炼,将心象地图输出为形式化的知识规则,这是地图发送端空间认知的第3个过程。在知识规则的基础上,制图者运用地图语言来表达一起非常规突发事件的地理场景,在严格的数学基础之上,建立地图数据模型,实现快速、准确、清晰和规范的应急制图,该过程是地图发送端空间认知的第4个过程。地图发送端的空间认知过程如图3所示,共包括①—④个认知过程。

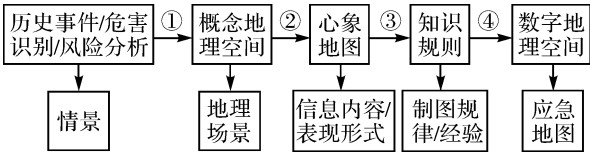


图3 地图发送端的空间认知过程

Fig.3 Spatial cognition process of map sender

5.2 地图接收端的空间认知

应急地图是地图发送端对非常规突发事件地理场景的认知结果,同时也是地图接收端认知事件地理场景的工具。用图者的空间认知过程是指他们在地图图形符号的刺激下,从应急地图上获

取辅助应急决策或应急处置等活动所需空间信息的思维过程。该过程是应急地图信息传输模型中很关键的一个环节,以地图认知论为基础。地图认知论是通过地图阅读、分析与解译,充分发挥图形思维与联想能力,形成对制图对象空间分布、形态结构与时空变化规律性认识的理论<sup>[29]</sup>。基于地图的地理认知过程,遵循了人类认知世界的一般过程,即知觉、注意、表象和概念等阶段<sup>[30]</sup>。

在应急场景快速制图模式的地图信息传输过程中,用图者的空间认知包括基于地图的地理空间感知过程、表象过程、记忆过程和思维过程<sup>[31]</sup>,但整个认知过程中始终存在应急管理的心理约束性<sup>[32]</sup>。应急管理的心理约束性是指应急主体处于一种高度紧张的心理状态,这种心理状态往往表现为激动、焦虑、恐惧,甚至于内心冲突和心理冲突。应急管理的心理约束性是一种消极的心理状态,直接影响用图者的认知、分析和判断能力,尤其是在应急地图发挥最大效用的事中阶段。面对不断演化的事件,繁重的应急决策或处置任务,用图者必须尽力克服应急管理的心理约束性,在简陋的用图环境中,利用有限的时间,依靠应急地图实现对事件地理场景快速、准确的空间认知,并对非常规突发事件给予正确的反应和控制。此外,用图者的个体因素,包括阅历、文化水平、知识结构、阅读思维方式和生理状态等都直接影响着他们对地图信息的感知速度、理解深度和概括程度,进而决定他们对应急地图的认知水平。因此,为保证应急地图的信息传输效率,在知识规则创建和制图的过程中,地图发送端应充分了解并考虑用图者的应急管理心理约束性和个体因素,始终坚持以用图者为中心的原则。

地图接收端的空间认知过程用图4表示<sup>[30,33-34]</sup>,包括①—④个认知阶段。应急地图的感知过程包括“亲历”和“阅读地图”,然而,用图者的“亲历”是受限的,甚至对一些应急决策者而言,“亲历”是无法实现的,因此,“阅读地图”成为用图者对事件地理空间环境感知的主要手段。通过阅读地图,用图者形成对事件地理空间环境的感觉和知觉。文献<sup>[35]</sup>的研究表明,在有明确任务的使用空间信息的实践活动中,知觉会服从于当前的任务,表现出“注意”对象的明显选择性。在应急地图的感知过程中,由于用图者都肩负着应急决策或应急处置任务,他们对从背景中选择出来的知觉对象的理解力和感受性都较平常有所提高。在应急地图

空间认知的表象过程中,用图者与应急地图进行交互,在对事件地理空间环境多次感知的基础上,通过回忆和联想把知觉的图形再现出来,形成非常规突发事件在制图区域内属性及特征的心象地图。在应急地图空间认知的记忆过程中,用图者将心象地图记忆在大脑里,并与大脑中已有的信息发生联系,若用图者有过类似的应急经历,或曾经“亲历”当前的地理空间环境,将有助于他们快速、准确地认知现实地理环境。应急地图空间认知的思维过程是地图空间认知的高级阶段,用图者基于心象地图和存储记忆,通过推理、拓展等创造性思维过程,实现对事件地理空间环境最本质的认识,重现制图者经过抽象的地学空间信息,包括事件及各类应急活动的位置分布、事件类型的属性特征、事件的多种数量特征、事件或现象、过程的结构联系及事件在时间和空间上的动态变化等,加深对事件风险及应急任务的理解,并以此作为科学决策或应急处置的依据。

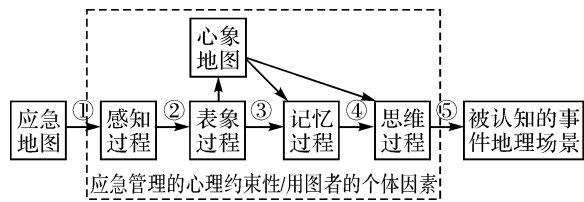


图 4 地图接收端的空间认知过程

Fig.4 Spatial cognition process of map receiver

## 6 总 结

应急场景快速制图是“情景-应对”新应急响应范式下应急地图的一种新的生产模式。本文将“情景”和“地理场景”理论引入应急制图领域,在论述应急场景快速制图基本原理及主要特点的基础上,提出一个准确描述应急地图信息传输过程的信息传输模型,并对该模型中地图发送端与地图接收端的空间认知过程作了深入探讨。未来的研究工作将分析不同类别用图者在不同应急时段及不同地图载体介质下的空间认知过程及特点,以进一步完善“情景知识规则”和“制图知识规则”,使应急场景快速制图针对性更强,地图信息传输效率更高。

## 参考文献:

[1] 全国人大常委会办公厅. 中华人民共和国突发事件应对法 [M]. 北京: 人民出版社, 2008.

The General Office of the NPC Standing Committee. Emergency response law of the People's Republic of China [M]. Beijing: People's Publishing House, 2008.

[2] 杨鹏. 面向事件感知的应急临机决策引擎研究[D]. 天津: 天津大学, 2010.

YANG Peng. The research on event awareness oriented emergency decision making engine[D]. Tianjin: Tianjin University, 2010.

[3] 刘樑, 许欢, 李仕明. 非常规突发事件应急管理中的情景及情景-应对理论综述研究[J]. 电子科技大学学报(社会科学版), 2013, 15(6): 20-24.

LIU Liang, XU Huan, LI Shiming. Review on the scenario and scenario-response theory for unconventional emergency management [J]. Journal of University of Electronic Science and Technology of China (Social Sciences Edition), 2013, 15(6): 20-24.

[4] 盛勇, 孙庆云, 王永明. 突发事件情景演化及关键要素提取方法[J]. 中国安全生产科学技术, 2015, 11(1): 17-21.

SHENG Yong, SUN Qingyun, WANG Yongming. Emergency scenario evolution and extraction method of key elements [J]. Journal of Safety Science and Technology, 2015, 11(1): 17-21.

[5] 阚国年, 袁林旺, 俞肇元. 地理学视角下测绘地理信息再透视[J]. 测绘学报, 2017, 46(10): 1549-1556. DOI: 10.11947/j.AGCS.2017.20170338.

LÜ Guonian, YUAN Linwang, YU Zhaoyuan. Surveying and mapping geographical information from the perspective of geography[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2017, 46(10): 1549-1556. DOI: 10.11947/j.AGCS.2017.20170338.

[6] 李志林, 刘启亮, 高培超. 地图信息论: 从狭义到广义的发展回顾[J]. 测绘学报, 2016, 45(7): 757-767. DOI: 10.11947/j.AGCS.2016.20160235.

LI Zhilin, LIU Qiliang, GAO Peichao. Entropy-based cartographic communication models: evolution from special to general cartographic information theory [J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2016, 45(7): 757-767. DOI: 10.11947/j.AGCS.2016.20160235.

[7] 高博, 赵军喜. 基于计算机的地图传输理论[J]. 地图, 2000(3): 5-8.

GAO Bo, ZHAO Junxi. Map transmission theory based on computer[J]. Map, 2000(3): 5-8.

[8] KOLÁČNÝ A. Cartographic information: fundamental concept and term in modern cartography[J]. Cartographica: the International Journal for Geographic Information and Geovisualization, 1977, 14(1): 39-45.

[9] KAHN H, WIENER J. The Year 2000: a frame work for speculation on the next thirty-three years [M]. London: MacMillan Publishing Company, 1967.

[10] LINDGREN M, BANDHOL D H. Scenario planning: the link between future and strategy [C] // Proceedings of Copyright Information Palgrave Macmillan, A Division of

- Macmillan Publishers Limited 2009. London; Palgrave Macmillan, 2009.
- [11] DURANCE P, GODET M. Scenariobuilding: usesandabuses [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2010, 77(9): 1488-1492.
- [12] 刘铁民. 重大突发事件情景规划与构建研究[J]. *中国应急管理*, 2012(5): 18-23.
- LIU Tiemin. Research on scenario planning and construction of major emergencies[J]. *China Emergency Management*, 2012(5): 18-23.
- [13] 刘铁民. 应急预案重大突发事件情景构建——基于“情景-任务-能力”应急预案编制技术研究之一[J]. *中国安全生产科学技术*, 2012, 8(4): 5-12.
- LIU Tiemin. Studies on scenes' construction of emergency planning: part I of emergency planning technology based on "scene-task-ability"[J]. *Journal of Safety Science and Technology*, 2012, 8(4): 5-12.
- [14] 姜卉, 黄钧. 罕见重大突发事件应急实时决策中的情景演变[J]. *华中科技大学学报(社会科学版)*, 2009, 23(1): 104-108.
- JIANG Hui, HUANG Jun. The study on the issues of scenario evolution in real-time decision making of in frequent fatal emergencies[J]. *Journal of Huazhong University of Science and Technology (Social Science Edition)*, 2009, 23(1): 104-108.
- [15] 李仕明, 刘娟娟, 王博, 等. 基于情景的非常规突发事件应急管理研究——“2009 突发事件应急管理论坛”综述[J]. *电子科技大学学报(社科版)*, 2010, 12(1): 1-3.
- LI Shiming, LIU Juanjuan, WANG Bo, et al. Unconventional incident management research based on scenarios: an overview of "the first international forum on incident management" (IFIM09) [J]. *Journal of University of Electronic Science and Technology of China (Social Sciences Edition)*, 2010, 12(1): 1-3.
- [16] 王文俊, 刘昕鹏, 罗英伟, 等. 应急事件 Ontology 语义模型及其应用[J]. *计算机工程*, 2005, 31(10): 10-12.
- WANG Wenjun, LIU Xinpeng, LUO Yingwei, et al. Study of ontology and application for emergency event model[J]. *Computer Engineering*, 2005, 31(10): 10-12.
- [17] 仲雁秋, 郭艳敏, 王宁, 等. 基于知识元的非常规突发事件情景模型研究[J]. *情报科学*, 2012, 30(1): 115-120.
- ZHONG Yanqiu, GUO Yanmin, WANG Ning, et al. Research on unconventional emergency scenario model based on knowledge element [J]. *Information Science*, 2012, 30(1): 115-120.
- [18] 薛澜, 钟开斌. 突发公共事件分类、分级与分期: 应急体制的管理基础[J]. *中国行政管理*, 2005(2): 102-107.
- XUE Lan, ZHONG Kaibin. Classification of types, levels and stages for emergencies: managerial foundation of government emergency response system [J]. *Chinese Public Administration*, 2005(2): 102-107.
- [19] 闻国年, 俞肇元, 袁林旺, 等. 地图学的未来是场景学吗? [J]. *地球信息科学报*, 2018, 20(1): 1-6.
- LÜ Guonian, YU Zhaoyuan, YUAN Linwang, et al. Is the future of cartography the scenarioscience? [J]. *Journal of Geo-Information Science*, 2018, 20(1): 1-6.
- [20] 王静爱, 王瑛. 自然灾害多媒体地图传输功能研究[J]. *自然灾害学报*, 1999, 8(4): 9-16.
- WANG Jingai, WANG Ying. Research into transmission function for multimedia map of natural disaster [J]. *Journal of Natural Disasters*, 1999, 8(4): 9-16.
- [21] 方伟华, 王静爱, 史培军. 综合风险防范——数据库、风险地图与网络平台[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- FANG Weihua, WANG Jing'ai, SHI Peijun. The comprehensive risk prevention: database, risk map and network platform[M]. Beijing: Science Press, 2011.
- [22] STANĚK K, FRIEDMANNOVÁ L, KUBÍČEK P, et al. Selected issues of cartographic communication optimization for emergency centers [J]. *International Journal of Digital Earth*, 2010, 3(4): 316-339.
- [23] DIVJAK A K, LAPAIN E M. Crisis maps: observed shortcomings and recommendations for improvement[J]. *International Journal of Geo-Information*, 2018, 7(11): 436.
- [24] 李维炼, 朱军, 胡亚, 等. 面向多用户类型的泥石流应急灾害信息特征可视化方法[J]. *灾害学*, 2018, 33(2): 231-234.
- LI Weilian, ZHU Jun, HU Ya, et al. Visualization method of characteristics of debris flow for multi-user under emergency state[J]. *Journal of Catastrophology*, 2018, 33(2): 231-234.
- [25] 陈毓芬. 地图空间认知理论的研究[D]. 郑州: 信息工程大学, 2000.
- CHEN Yufen. Spatial cognition research on map [D]. Zhengzhou: Information Engineering University, 2000.
- [26] 高俊. 地图学四面体——数字化时代地图学的诠释[J]. *测绘学报*, 2004, 33(1): 6-11.
- GAO Jun. Cartographic tetrahedron: explanation of cartography in the digital era [J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2004, 33(1): 6-11.
- [27] 于冬梅. 专题地图集设计理论、方法与应用研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2011.
- YU Dongmei. Design theory, method and application of thematic atlas [D]. Wuhan: Wuhan University, 2011.
- [28] 王寅. 认知语言学[M]. 上海: 上海外语教育出版社, 2006.
- WANG Yin. Cognitive linguistics [M]. Shanghai: Shanghai Foreign Language Education Press, 2006.
- [29] 袁勘省, 张荣群, 王英杰, 等. 现代地图与地图学概念认知及学科体系探讨[J]. *地球信息科学学报*, 2007, 9(4): 100-108.
- YUAN Kansheng, ZHANG Rongqun, WANG Yingjie, et al. Study on fundamental conceptions and subject system of the modern map and cartography [J]. *Geo-Information Science*, 2007, 9(4): 100-108.

[30] 张本昀, 朱俊阁, 王家耀. 基于地图的地理空间认知过程研究[J]. 河南大学学报(自然科学版), 2007, 37(5): 486-491.  
ZHANG Benyun, ZHU Junge, WANG Jiayao. Research on geo-spatial cognitive procession on maps[J]. Journal of Henan University (Natural Science), 2007, 37(5): 486-491.

[31] 王家耀, 陈毓芬. 理论地图学[M]. 北京: 解放军出版社, 2000.  
WANG Jiayao, CHEN Yufen. Theoretical cartography [M]. Beijing: PLA Press, 2000.

[32] 王郅强, 麻宝斌. 突发公共事件的应急管理探讨[J]. 长白学刊, 2004(2): 36-40.  
WANG Zhiqiang, MA Baobin. Emergency management of unexpected public events[J]. Changbai Journal, 2004(2): 36-40.

[33] 万刚, 高俊, 刘颖真. 基于阅读实验方法的认知地图形成研究[J]. 遥感学报, 2008, 12(2): 149-156.  
WAN Gang, GAO Jun, LIU Yingzhen. Research on cognitive map formation based on reading experiments[J]. Journal of Remote Sensing, 2008, 12(2): 149-156.

[34] 柳佳佳, 葛文. 实景地图的空间认知研究[J]. 测绘工程,

2015, 24(3): 6-10.  
LIU Jiajia, GE Wen. Spatial cognition research on real scene maps[J]. Engineering of Surveying and Mapping, 2015, 24(3): 6-10.

[35] 张海堂. 空间信息移动服务模型、算法与传输技术研究[D]. 郑州: 信息工程大学, 2005.  
ZHANG Haitang. A research of model, arithmetic and transmission techniques in mobile geospatial information service[D]. Zhengzhou: Information Engineering University, 2005.

(责任编辑:张燕燕)

---

**收稿日期:** 2018-09-02  
**修回日期:** 2019-02-27  
**第一作者简介:** 杜萍(1976—),女,副教授,研究方向为地理信息系统理论及应用。  
**First author:** DU Ping (1976—), female, associate professor, majors in geographic information theory and applications.  
**E-mail:** 422017390@qq.com