

# 基于 GIS 的宁波市应急救援物资信息系统初步研究<sup>\*</sup>

卢宏谋, 邹逸江

(宁波大学 建筑工程与环境学院, 浙江 宁波 315211)

**摘要:** 分析了全国应急救援物资情况, 然后基于宁波市只有纸质记载的这种现状, 对应急物资进行分类整理, 抽象出概念模型。同时运用 GIS 的基本理论设计出宁波市应急救援物资信息系统框架, 并就框架的各个子系统进行详细的深化, 为系统的实现打下了基础。

**关键词:** 应急救援; 物资信息系统; 概念模型; GIS; 浙江宁波

**中图分类号:** F253.4    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1000-811X(2010)02-0049-05

经过近几年来发展与完善, 我国国家自然灾害应急救助预案体系基本建立, 救灾物资储备网络基本形成, 灾害应急救助联动工作机制基本建立。目前, 中央和省级灾害应急救助预案已颁布实施, 93% 的地(市)和 82% 的县(市)都出台了救灾应急预案。国家设立了天津、沈阳、哈尔滨、合肥、郑州、武汉、长沙、南宁、成都和西安等 11 个中央级救灾物资储备库。全国 31 个省(区、市)和新疆生产建设兵团建立了省级救灾物资储备库(不包括台湾省), 救灾仓库建筑面积 137 943 m<sup>2</sup> (含中央级物资储备库), 库容 368 623 m<sup>3</sup>。251 个地(市)和 1 079 个县(市)也建立了相应的救灾物资储备库和储备点。国家救灾物资储备体系在应对自然灾害等突发公共事件方面正在发挥着积极而重要的作用, 在一定程度上解决了灾区和困难群众的生活困难问题, 为在较短时间内恢复正常的生产、生活奠定了基础。

2004 年 12 月 26 日, 一场 8.7 级的地震及由它引起的海啸给东南亚许多国家带来了灭顶之灾。包括斯里兰卡、泰国在内的许多国家都遭受了大量的人员伤亡和房屋、道路、医院甚至是整个村庄被损毁的痛苦。从灾害发生一开始, 地理信息系统(GIS)技术就在指挥应急救援工作中扮演了重要的角色, 在受灾地区发挥测绘的作用以协调救灾工作。

救灾物资的适当储备和及时投送对于应急救援有着特殊的意义。首先紧急状态就是一种特别

的、迫在眉睫的危机或危险局势, 它影响全体公民, 并对整个社会的正常生活构成威胁。其次相对于紧急状态而产生的所需物资可以称为应急物资, 它具有突发性、不确定性、弱经济性等特点。浙江宁波是个突发事件频发的沿海城市, 每年都有不同种类的突发事件发生, 发生的突发事件种类包括自然灾害、事故灾难、公共卫生事件、社会安全事件等。一旦这些突发事件发生, 就需要大量的应急救援物资。目前, 对这些应急救援物资只有文字资料的记载, 这种落后的记录方式显然不能满足信息化时代人们决策的需求。将不同种类的应急救援物资以 GIS 的方式建立信息系统, 将使人们能非常方便地了解应急救援物资的种类、空间位置、属性信息等情况, 以便人们能以最快的速度了解这些应急救援物质的情况, 以应对突发事件的发生<sup>[1]</sup>。

## 1 基本理论体系

应急物资信息系统是一门综合性技术。地理信息系统(GIS)<sup>[2]</sup>应用于应急救援物资信息系统主要表现在电子地图模块与电子地图, 它将各种数据信息存储为一系列不同层次的数据, 按照地理特征联系起来以模拟现实世界, 表现应急救援物资的地理分布, 以及受灾地区的基本地形; Web 可以把应急救援库存物资的详细信息与有关部门

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2009-11-06

基金项目: 测绘遥感信息工程国家重点实验室开放基金资助项目(WKL(07)0304); 浙江省科技厅科研资助项目(2007C23104); 浙江省教育厅科研资助项目(20070985); 宁波市科技局科研资助项目(2005A310004); 地理空间信息工程国家测绘局重点实验室经费资助项目(200814)

作者简介: 卢宏谋(1986-), 男, 湖南娄底人, 硕士研究生, 研究方向为区域开发与空间信息集成. E-mail: lhm301a@163.com

共享,从而达到信息的充分利用;空间分析模型可以为应急物资信息系统提供许多模型<sup>[3]</sup>,并进行空间分析;地理空间数据库可以将地理实体以一定组织形式在数据库中表达;应急救援物资库存数据库<sup>[4]</sup>是保存现存救灾物资的存量和分布地点,主要对各种应急救援物资的分类保存;库存的研究方面主要有供应商管理库存(Vendor Managed Inventory, VMI)、联合库存管理、多级库存优化等;数字地图制图将电子计算机技术引入地图学领域,可以使应急救援物资信息以图形形式显示出;相关标准与规范是国家对建立应急救援物资信息系统的一些规范章程与部分条例。理论框架如图 1 所示。

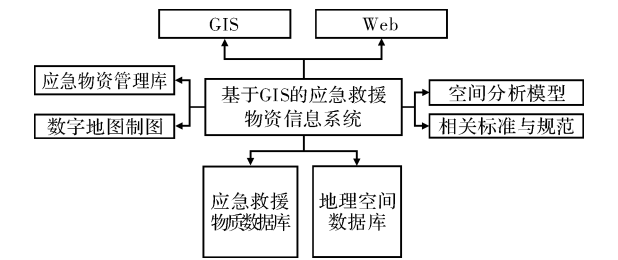


图 1 应急救援物资信息系统理论框架

2 体系结构及原理

2.1 总体结构

本研究主要用于应急救援以及应急救援资源的管理和分配,服务于应急指挥中心和政府部门,研究的主要框架如图 2 所示。

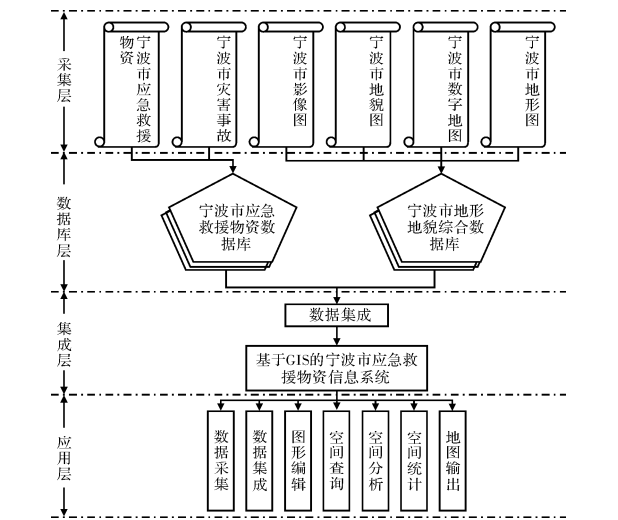


图 2 应急救援物资管理信息系统总体结构

2.2 实现的基本原理

应急救援物资管理信息系统的基本原理:应急物资管理是对应急物资在需求分析、筹措、储

存、保障运输、配送和使用直至消耗全过程的管理。其具体步骤是先设计宁波市数字地图概念模型和应急救援物资概念模型,在两大模型分别建立的基础上建立地理空间数据库和应急救援物资数据库,接着实现两大数据库的数据集成<sup>[5]</sup>,形成宁波市应急救援物资数字地图,进而建成基于 GIS 的宁波市应急救援物资信息系统。该系统可进行应急救援物资信息的查询、空间分析、统计分析,最后通过 GIS 的可视化<sup>[6]</sup>和制图功能,输出我们所需要的普通地图和专题地图,再通过 Web GIS<sup>[7]</sup>技术向用户输出。

3 技术路线实现途径

3.1 获取宁波市救灾物资分布数字地图的技术路线

数据获取是系统建立的第一步,数据的准确性对系统起着至关重要的作用,系统建立都是以数据准确性为基础的。本项目首先要得到两个数据<sup>[8]</sup>,一是宁波市数字地图,二是宁波市应急救援物资详细信息。现对两个数据予以分述。

(1)宁波市数字地图 获取宁波市数字地图有两种方法:一种是购买宁波市数字地图;另一种是购买的宁波市数字地图没有完整的宁波市救灾物资分布信息,就利用 RS 和 GPS 技术得到完整的宁波市救灾物资分布信息。

(2)宁波市应急救援物资分布信息 宁波市应急救援物资分布信息的获取主要是通过实际调查,包括各种方法:实地考察、网络、记录等。收集宁波市应急救援物资的详细信息主要是为了得到应急救援的属性信息。其中包括分类整理和建立数据模型两个步骤,这些都是以获得数据的准确性为前提的。

3.2 建立数字地图数据模型的技术路线

本项目设计的数字地图模型如图 3 所示。

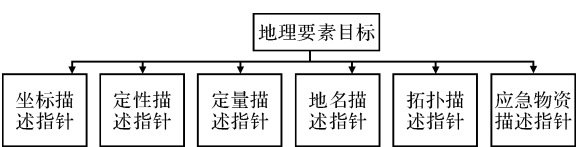


图 3 应急救援物资信息系统数字地图模型

地图图形由点线面组成,点用 $(X, Y, Z)$ 坐标来描述,点组成线,线组成面。因此,地理要素都可以用一个或者一系列 $(X, Y, Z)$ 坐标串来表示,即坐标描述指针包括坐标串 $1, 2, \dots, n$ 。定性描述指针包括:应急仓库名称、性质和其他

描述。定量描述指针包括: 宽度、长度、高度、时间和其他参数。地名描述指针包括: 地名、别名、曾用名、英文名和行政区划。应急物资描述指针包括: 个人物资、医用器材、医疗急救装备、后勤保障装备、现场采样设备、现场检测试剂和设备、消杀器械和药品、中毒救治药品、普通抢救药品、传染病救治药品、常备疫苗和血清。

数字地图的另一个重要特点就是它含有拓扑关系, 即网、面结构元素中结点、弧段和面域之间的邻接关系, 关联与包关系, 这些关系的空间逻辑意义重于其几何意义。拓扑描述指针包括目标号 1、目标号 2……目标号  $N^{[9]}$ 。

3.3 宁波市应急救援物资信息数据模型建立技术路线

在突发事件发生后, 能够准确地获得应急救援物资信息, 是宁波市应急救援物资信息数据模型设计的关键所在。描述应急救援物资信息的数据模型必须直观、规范、有条理, 这样既便于查询, 也便于管理。本文设计的应急救援物资信息模型如图 4 所示。

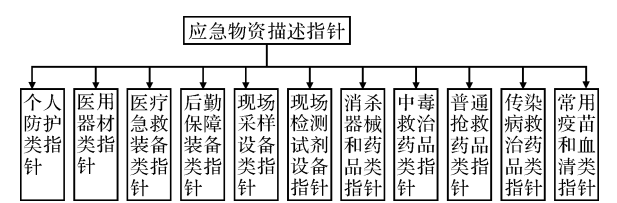


图4 应急救援物资信息数据模型

个人防护类指针包括防护服、防护眼镜(罩)、医用防护口罩、口罩、呼吸防护器、滤罐等。医用器材类指针包括口腔通气管、喉镜、气管导管、注射器、担架、胸穿包、导尿包、普通气剖腹探查包等。医疗急救装备类指针包括呼吸机、监护仪、除颤起搏器、心肺复苏器、输液泵等。后勤保障装备类指针包括“动中通”微波数字多载波电视监控系统、消杀专用应急箱、采样专用应急箱、流调专用应急箱、对讲机、手持扩音器、警示标识、防水电源接线板等。现场采样设备类指针包括便携式生物样品运输箱、采样管、负压采血管、现场水样采集及分析套装、水质细菌采样器等。现场检测试剂和设备类指针包括核酸提取工作站试剂盒、核酸提取工作站耗材、DNA 提取试剂盒、84 消毒液等。中毒救治药品类指针包括 20% 依地酸钙钠注射液、二巯丙磺钠注射液、亚甲蓝注射液、活性炭(口服)、乙酰胺、胆碱酯酶测定盒、85 型检水检毒盒、碘化钾片、促排灵注射液等。

普通抢救药品类指针包括杜冷丁、吗啡、纳洛酮、安定、盐酸肾上腺素、贺斯、血安定、5% 碳酸氢钠等。传染病救治药品类指针包括达菲、氯喹、伯喹、双氢青蒿素、左旋环丙沙星。常备疫苗和血清类指针包括 A + C 流脑疫苗、白喉抗毒素、炭疽活疫苗、流感疫苗。

3.4 应急救援数据模型与数字地图数据模型的集成

将应急救援物资信息作为属性信息连接到仓库位置数字地图上是在已经得到应急救援仓库的位置数字地图和应急救援物资属性数据的基础上的, 主要是通过键盘输入的方法完成的。如图 5 所示。

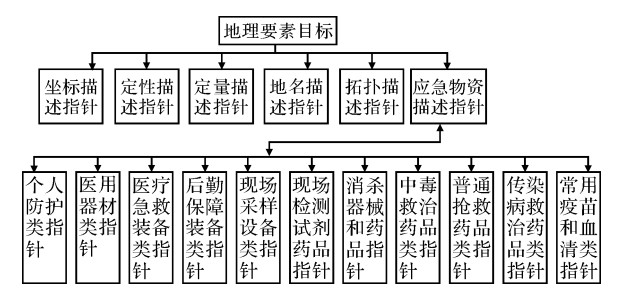


图5 应急物资指针链接到数字地图示意图

3.5 空间查询的技术路线

应急救援数据模型的形成与数字地图数据模型集成以后, 下面即可基于空间位置进行查询, 具体方法有如下几种<sup>[10]</sup>。

(1)空间属性查询

应急指挥中心可输入某类应急救援物资属性查询, 可以输入某类物资, 查询哪里有该类物资, 以及该类的储量和它的具体情况。

(2)空间定位查询

①按点定位查询 给定一个鼠标点位, 检索出离它最近的空间对象, 并显示它的属性, 回答它是什么, 它的属性是什么。

②按矩形区域查询 给定一个矩形窗口, 查询出该窗口内某一类地物的所有对象。如有需要, 显示出每个对象的属性表。

③按椭圆区域查询 给定一个圆或椭圆, 检索出该圆或椭圆范围内的某个类或某一层的空间对象, 其实现方法与按矩形查询类似。

④按多边形区域查询 用鼠标给定一个多边形, 或者在图上选定一个多边形对象, 检索出位于该多边形内的某一类或某一层的空间地物。这一操作其工作原理与按矩形查询相似, 但是它比前者要复杂得多, 它涉及到点在多边形内、线在多边形内、多边形在多边形内的判别计算。

(3)空间关系查询

- ①邻接查询 查询目标邻接的点、线、面目标。
- ②包含查询 查询面目标所包含的点、线、面目标。
- ③穿越查询 查询线目标所相交的点、线、面目标。
- ④落入查询 查询点目标所包含的点、线、面目标。
- ⑤点缓冲区查询 查询目标一定距离范围内的点、线、面目标。

3.6 空间分析的技术路线

除了以上可查询之外，空间分析也是此系统的关键，本文以缓冲区分析为例。

(1)点缓冲区

选择一组点状地物，或一类点状物，或一层点状物，根据给定的缓冲区距离，形成缓冲区，对缓冲区内以及灾害地点进行分析。

(2)线缓冲区

选择一类或一层的线状空间地物，按给定的缓冲距离，形成线缓冲区多边形对缓冲区内以及灾害地点进行分析。

(3)面缓冲区

选择一类或一层面状地物，按给定的缓冲区距离，形成缓冲区多边形。面缓冲区有外缓冲区和内缓冲区之分，外缓冲区仅在面状地物的外围形成缓冲区，内缓冲区则在面状地物的内侧形成缓冲区。当然也可以在面状地物的边界两侧均形成缓冲区，然后对缓冲区内的应急救援物资信息系统进行分析。

3.7 统计分析的技术路线

空间统计分析主要用于空间数据的分类和综合评价，它涉及到空间和非空间数据的处理和统计计算。为了详细了解应急救援仓库的实际情况，需要各类统计指标(图6)。

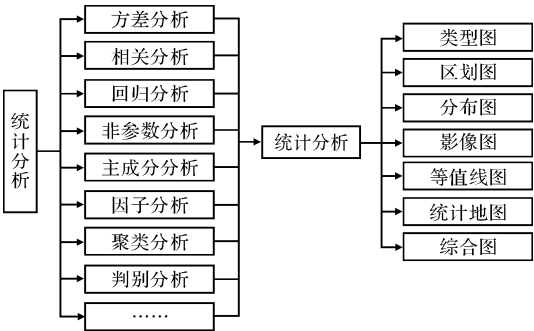


图6 统计分析的技术路线

3.8 输出应急救援物资信息的数字地图

应急救援物资数据经分析后，用地图输出的形式来显示最终的结果，主要有以下几种形式的地图输出。

(1)应急救援物资路线图

现有交通线成网状结构，网内一点到另一点有许多种方案，通过 GIS 技术可以在图上标出这  $n$  种方案，以供应急指挥中心选择最佳的方案。

(2)应急救援物资分布图

为了规避风险，现存的应急物资在地理上是分散存储的，通过 GIS 技术可以在宁波市地图上用图表的形式，定点标示各个仓库的总库存量、单种物资的库存量、某一类物资的库存量等等。

(3)统计分析图

统计分析图是指运用统计方法及与分析对象有关的知识，从定量与定性的结合上进行分析的图型。它是继统计设计、统计调查、统计整理之后的一项十分重要的工作，是在前几个阶段工作的基础上通过分析从而达到对研究对象更为深刻的认识。它又是在一定的选题下，集分析方案的设计、资料的搜集和整理而展开的研究活动。系统、完善的资料是统计分析的必要条件。

(4)应急救援物资单点库存图

它主要是指就宁波市某仓库的应急救援物资的现状，把各类物资详细地分类显示在地图上，以供应急指挥中心了解离受灾区最近的应急仓库的库存情况。

(5) $P$  中心定位分配图

$P$  中心定位与分配最初是由 Hakimi 于 1964 年提出的，在这个模型中，结点代表了需求点或是潜在的供应点，而弧段则表示可到达供应的通路或连接，它是在  $m$  个候选点中选择  $P$  个供应点为  $n$  个需求点服务，使得为这几个需求点服务的总距离(或时间或费用)为最少。

(6)救援物资最短路径图

在得知供应点和受灾点的情况下，如何以最短路径获取最短时间，以营救生命，这就必须利用应急救援物资最短路径图，主要从时间方面考虑，而获取的交通路线图。

3.9 应急救援物资库存管理系统的技术路线

在库存管理方面，第一要布局合理，包括两个方面：①在储备层次上要合理；②储备的方向和地点要合理。其次要做到规模适度，综合考虑社会效益和经济效益，以及自然地理环境、物流

基础设施条件<sup>[11]</sup>, 最终科学确定应急物资储备总的规模和各级各层次的合理标准。最后还要注意对储备结构进行优化。图 7 为应急救援物资库存管理系统示意图。

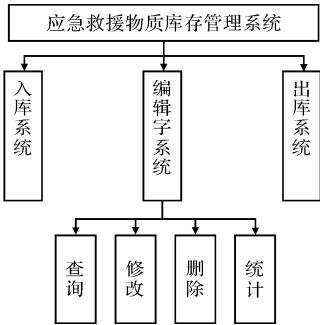


图 7 应急救援物资库存管理系统示意图

3.10 系统的功能设计

结合以上论述的技术路线, 将宁波市应急管理物资信息系统与 GIS 技术结合起来, 就能够在灾害发生的第一时间做出正确的决策, 为减少人员伤亡、发展社会和经济提供坚实的基础。同时, 在此基础上也能看出我们所要构建应急救援物资信息系统应该是多功能的、实时的、综合的、互动的、大容量的信息平台。能够满足不同用户的多种需要, 这就要求信息平台不但要结构合理, 而且要功能强大。为满足这样的要求, 本研究设计了用户操作界面主要服务功能的一二级菜单, 包括了地图操作、空间查询、统计分析、空间分析、地图输出等主要功能, 能实现多种功能的互动性操作, 满足用户获取应急救援物资信息系统的具体信息。具体的功能界面如图 8 所示。



图 8 系统的功能界面

4 结论

本文以 GIS 为技术支持, 通过研究分析, 最终建立了基于 GIS 的宁波市应急救援物资信息系统初步框架体系, 提出了如何获取全宁波市数字地图,

如何得到全宁波市应急救援物资分布数字地图, 如何设计反映数字地图信息的数据模型, 如何设计反映应急救援物资信息的数据模型, 如何使应急物资属性与应急物资位置分布数字地图集成, 如何进行应急物资空间信息查询、分析、统计, 如何输出应急救援物资信息数字地图的技术路线, 为更深一步的研究打下了基础。

然而 GIS 在应急救援物资信息系统方面的应用只是处于起步阶段, 对于这方面的研究也是以理论为主, 其真正应用与实践还有距离。虽然本文对应急救援物资信息系统进行了较全面的研究, 但仍存在许多急需解决的问题, 主要表现在以下几个方面: ①本文只是对应急救援物资信息系统建立的整体框架研究, 虽然提出了各部分的技术路线, 但都比较概括, 有待于更深一步、更细致地研究; ②在 RS 信息获取方面, 要想保持系统的时效性就必须不断地更新, 这样耗资会比较大, 而应急物资信息系统也需要更新, 包括仓库的增加、应急物资储量的变动, 这对系统的时效性也是个挑战; ③在 GIS 信息处理方面, 本文只是提出了流程框架, 具体的算法和操作并未涉及, 有待于进一步的研究。

参考文献:

[1] 赵文霞, 王铁宁, 董学杰, 等. GIS 在物资保障资源管理中的应用[J]. 计算机应用, 2003, 23(2): 65-66.

[2] 吕妙儿, 黄杏元. GIS 互操作性初探[J]. 计算机应用研究, 2000, 13(1): 37-39.

[3] 李军. 三维 GIS 空间数据模型及可视化技术研究[D]. 哈尔滨: 国防科学技术大学, 2004.

[4] Kevin Johnson. GIS Emergency Management for the University of Redlands [J]. GIS Emergency Management System, 2003, 22(2): 30-40.

[5] 郑长江, 王伟, 朱成. GIS 与物流信息系统集成技术研究[J]. 交通与计算机, 2005, 23(2): 50-62.

[6] 蔡忠亮. 多媒体电子地图的信息组织及可视化机制研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2004.

[7] 王建涛. 基于 Web 的地理信息服务的研究与实践[D]. 南京: 中国人民解放军信息工程大学, 2005.

[8] 陆绍波, 王卫安. GIS 空间数据的变更管理机制研究[J]. 地理信息世界, 2005(5): 52-55.

[9] 吴金华, 邹逸江, 金日松. 数字地图数据库数据模型的研究[J]. 华东地质学院学报, 2002, 25(2): 130-135.

[10] 涂美义, 李星. 基于 GIS 空间实体的自动拓扑模型设计与实现[J]. 地理空间信息, 2005, 3(1): 28-30.

[11] 刘小群, 马宗晋, 孙其政. 震灾后应急物流的响应及其改进[J]. 灾害学, 2009, 24(3): 124-127.