



Research on the Construction of Urban Fire Geographic Information System

城市消防地理 信息系统建设研究

闫顺玺 王晓雷 吴风华 著



河北人民出版社

闫顺玺简介

2003年毕业于河北理工大学，获工学学士学位；2006年毕业于河北师范大学，获理学硕士学位。现任教于河北联合大学（原河北理工大学），主要从事地理信息系统的开发应用、地图制图等方面的研究和教学工作。近年来，主持和参与地理信息系统相关的省部级、市厅级多项。发表EI文章4篇，ISSHP文章1篇，外文期刊论文3篇，中文核心论文5篇。

Urban Fire Geographic Information System Construction Research

城市消防地理 信息系统建设研究

闫顺玺 王晓雷 吴风华 著

河北人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

城市消防地理信息系统建设研究 / 闫顺玺, 王晓雷, 吴风华
著.——石家庄: 河北人民出版社, 2015.6

ISBN 978-7-202-10181-0

I. ①城… II. ①闫… ②王… ③吴… III. ①城市消防-地理信息系
统-研究 IV. ①TU998.1-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第114458号

书 名 城市消防地理信息系统建设研究
著 者 闫顺玺 王晓雷 吴风华

责任编辑 唐丽 段鲲
美术编辑 于艳红
责任校对 余尚敏

出版发行 河北人民出版社(石家庄市友谊北大街330号)
印 刷 华北理工大学印刷厂
开 本 787毫米×1092毫米 1/14.5
印 张 14.5
字 数 174 000
版 次 2015年6月第1版 2015年6月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-202-10181-0/K·1145
定 价 30.00元

版权所有 翻印必究

前言

近年来,我国经济迅速发展,城市规模越来越大,人口和建筑物的密度也大大增加,使得城市消防工作日益重要和严峻。消防工作涉及到社会的各个方面,日常涉及到的数据90%以上都具有空间特性,如何利用现有的数据,更好地对监管单位进行管理,并在灾情发生时,有效指挥消防部队与火灾作战,GIS比其他技术有着更多的优势。消防地理信息系统的建立是今后消防领域的必然趋势。

目前,美国及欧洲等一些发达国家在这方面的应用相对成熟,我国有的城市虽然也建立了一些消防地理信息系统,但由于空间数据和属性数据的管理、数据现势性和共享集成等还存在着许多问题,因此,真正能够实用的较少。

消防地理信息系统具有接处警、消防车的导航定位、查询分析、辅助决策等多种功能。建立消防地理信息系统,将实现城市消防工作日常管理高效化、自动化,能提供形象、直观的消防资源信息,对消防车进行定位导航,遇有消防重点地区、消防重点单位、消防重点部位火灾爆炸或化学灾害事故救援,将能够直接迅速地查阅处置预案和处置方法。指挥员能够根据高空瞭望台提供的火势和消防地理信息系统提供的档案、图形信息,在消防队出动途中,预先下达战斗车辆编成和灭火救人方案,从而缩短救援时间,减少人员和物资财产的损失。

本书在分析了国内外消防现状和消防地理信息系统应用情况的基础上,以唐山市为例,详细阐述了城市消防地理信息系统的设计和建设的 key 技术与方法,重点讨论了数据库的建立、重点单位三维库的建立、系统的功能设计、数据更新方法和共享模式。最后分别以唐山



市和石家庄市为例，采用不同的开发环境介绍城市消防并探讨了城市消防地理信息系统实现方法（其中唐山市消防 GIS 以国外软件 ArcGIS 的 ArcServer 与 ArcEngine 作为系统 GIS 开发平台，C# 为编程语言，SQL2008 作为系统数据库开发平台，SketchUp 作为三维模型建立平台；石家庄市消防 GIS 则以国产软件 SuperMap 作为系统 GIS 开发平台，VisualBasic 为编程语言，Access 为数据库管理软件）。

本书共分为九个章节：第一章主要介绍国内外消防地理信息系统研究和建设现状；第二章介绍城市消防地理信息系统建设中用到的理论和技术体系；第三章结合唐山实例进行系统的需求分析；第四章为系统的总体设计和详细设计，包括系统的目标、功能设计、界面设计、接口设计等；第五章是系统数据库设计和主要专题数据的数据结构设计，并以河北联合大学为例介绍了重点单位三维建模的方法和过程；第六章研究了消防地理信息系统中数据共享及多源数据的集成方案；第七章结合唐山市介绍了城市消防地理信息系统核心功能的编程实现方法；第八章结合石家庄市采用国产 GIS 平台介绍了城市消防地理信息系统核心功能的编程实现方法；第九章总结了城市消防地理信息系统建设中的关键问题和解决办法，并对今后城市消防地理信息系统的建设进行了展望。

本书在写作过程中得到了很多老师、同事及地理信息系统学生的帮助，在此特别表示感谢！

闫顺奎

2014.9

◆第一章 绪论 (1)

第一节 地理信息系统发展现状与趋势 (1)

第二节 国外消防现状及我国消防 GIS 的发展状况 (3)

第三节 唐山市概况 (8)

◆第二章 系统相关理论与技术 (12)

第一节 系统的开发方式 (12)

第二节 系统的 GIS 开发平台 (13)

第三节 后台数据库支持 (15)

第四节 系统开发语言 (16)

第五节 IIMS 技术 (17)

第六节 COM 技术 (17)

第七节 有线和无线通信技术 (18)

第八节 GPS 定位导航技术 (19)

第九节 城市消防规划相关理论 (21)

◆第三章 城市消防 GIS 需求分析 (30)

第一节 唐山市消防现状 (30)

第二节 城市建立消防 GIS 的必要性 (31)

第三节 用户分析 (32)

第四节 系统的数据流分析 (33)

◆第四章 系统设计 (35)

第一节 系统总体设计 (35)

第二节 系统配置方案 (37)

第三节 系统详细设计 (40)



◆第五章 城市消防地理信息系统数据库设计 (50)

- 第一节 空间数据库发展历程 (50)
- 第二节 系统各类数据库基本要求 (52)
- 第三节 元数据库的建立 (54)
- 第四节 系统基础数据库的详细设计和建立 (55)
- 第五节 重点单位三维库的建立 (67)

◆第六章 数据共享及多源数据的集成 (76)

- 第一节 GIS 数据的多源性和数据结构的多样性 (76)
- 第二节 GIS 数据集成与共享的现状 (77)
- 第三节 分散共享式 IIMS 结构 (78)
- 第四节 消防 GIS 数据交换与共享系统 (79)
- 第五节 坐标系统的统一 (80)

◆第七章 唐山市消防 GIS 系统实现 (83)

- 第一节 服务器端主要功能实现 (83)
- 第二节 接处警模块设计与实现 (103)
- 第三节 消防大队客户端主要功能实现 (107)
- 第四节 输出地图 (113)

◆第八章 石家庄市消防 GIS 建设实践 (114)

- 第一节 石家庄市概况及消防现状 (114)
- 第二节 系统设计 (118)
- 第三节 系统界面设计 (123)
- 第四节 三维的模型建立 (124)
- 第五节 系统实现 (126)

◆第九章 结论及展望 (158)

第一节 城市消防 GIS 建设中应考虑的问题及解决办法 (158)

第二节 本书的贡献及展望 (160)

◆参考文献 (163)

◆附录 (170)

附录 A 关键功能代码 (170)

附录 B 本书术语释义 (209)

附录 C 《消防通信指挥系统设计规范》摘选 (212)

附录 D 附表 (216)

第一章 绪 论

第一节 地理信息系统发展现状与趋势

地理信息系统简称GIS (Geographical Information System)。它是地理空间数据库为基础,在计算机硬、软件环境的支持下,对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示,适时提供空间和动态的地理信息,为决策服务的一类信息系统。地理信息系统的发展始于20世纪60年代,世界上第一个GIS系统是1963年Tomlinson等人建立的加拿大地理信息系统CGIS,用于自然资源的管理与规划;70年代,GIS开始进入实用阶段;80年代,GIS技术迅速发展,商业化的实用系统进入市场,应用领域也迅速扩大。目前世界上经常用的地理信息系统软件已达四百多种,它们大小不一,风格各异(龚健雅,1999)。主要的国外GIS软件有:ARC/INFO, MAPINFO, ERDAS等。

我国GIS起步于20世纪80年代初,早期主要引进外国GIS软件,到90年代,相继有自己的GIS软件问世,主要有MAPGIS、SUPER-MAP、GEOSTAR、MAPENGINE等(李永兵等,2002)。虽然中国的GIS产业起步较晚,但发展迅速,技术已基本成熟。

GIS最重要的特征是集成管理大量的多专题的空间与属性数据以及综合空间分析功能。GIS能有效地建立动态变化信息库,分析和把握四维信息的变化规律,并结合模型库和方法库的支持,建立目标系统和背景数据库以及最优决策设计(吴风华等,2005)。所以GIS作为一个新兴的技术发展很快,应用极广,并已在世界范围内形成一种重要的信息产业。下面就是对这些专业型GIS系统的应用介绍。



市政管理：包括案件分析、紧急响应、社区规划、社会服务、经济开发、公共设施管理、环境保护；

销售和市场分析：市场目标的制定、人口分布与销售力量分布的综合分析、商业网点分布规划、销售区域划分等；

国土信息管理：土地变更调查、土地使用权的变化，地籍管理、土地利用现状与规划、耕地保护与各类土地面积评估；

医疗：疾病区域分析，传染病蔓延跟踪等；

交通运输：运输车辆自动定位系统、货运计划；

其他领域还有邮电通讯、地震、公安、消防、水利、银行系统、保险业等。

在中国，建设部综合勘察研究设计院/建设部遥感制图中心曾经做过一次抽样调查，选取了我国比较有代表性的一些城市，包括直辖市、省会城市、其他地级市等各个等级的设市城市，调查结果显示，所统计城市 GIS 应用系统（包括已建和正建）总数为 84 个，所占比例分别为：基础地理信息 30%，城市规划管理 23%，地下管线 21%，地籍管理 12%，城市土地管理 6%，勘察信息管理 6%，其他 2%（王丹，2001）。可以看出，GIS 在城市规划、管网、地籍、土地等方面已比较成熟，但在消防领域真正实现 GIS 管理的城市并不多。

然而，以计算机宽带高速网和信息高速公路为代表的国家信息基础设施的建设，高分辨率卫星影像技术、数字摄影测量和空间定位技术的实用化以及超大容量、高速数据存储设备的发展，数据共享政策及其实施，国家多尺度空间数据基础设施的建设都将给 GIS 空间数据生产和应用带来巨大推动作用。而 WebGIS、OpenGIS、ComGIS、3DGIS、TGIS 等 GIS 新技术的应用，必定大大提高 GIS 系统应用的水平。

另外，一方面，GIS 与其他技术更加集成化相比，应用系统质量不断提高；另一方面，用户意识的提升会带来 GIS 应用的逐步普及，也就

是说, GIS应用将向深层次、大众化两极发展。GIS也会真正走向产业化和市场化。

第二节 国外消防现状及我国消防GIS的发展状况

1、国外消防现状及我国存在的问题

美国: 2003年5月, 国际消防长官协会主席 Randy R.Bruegman 先生发表了一篇致美国国会的公开信。信中以2001年“9·11”恐怖袭击事件为例, 阐述了消防机构对于维护国家和社会稳定、保障人民安定幸福的生活所发挥的重要作用。并要求联邦政府进一步加强消防法规的建立, 明确消防机构在国家安全机构中的地位。

美国消防和紧急救援机构涉及到遍布全国的每个群体, 无论是城市、郊区还是乡村。美国的消防机构将近110万人——293, 600名职业消防人员, 784700名志愿消防人员, 在全国30000个职业、志愿和混合型消防站服务。消防机构是唯一的地方承认并供给人员、配备装备、开展训练以应对所有类型紧急事件的组织。消防部门会提供不可预测的紧急事件的技术援救如激流援救、交通工具解救、倒塌事故援救和受限空间援救等(董绍棠, 2004)。美国的消防部门是一个综合性的集110、120、119等多种功能为一体的紧急联动系统。无论消防人员的知识、技能, 还是消防器材、配套管理软件都处于国际先进水平。

德国: 德国法律规定, 凡常住人口超过8万人的城市, 就必须设立全勤消防队, 每天24小时受理消防业务。不足8万人的小城镇, 要设日勤消防队, 雇用消防职员, 办理日常消防业务。消防局在接到民众的火灾报警求救电话之后, 8分钟之内必须赶到现场, 而且还规定到场的最基本力量是消防队员10名, 水泵消防车1辆, 水槽消防车1辆, 登高云梯车1辆。再过3分钟还要有增援力量到场, 至少还要增援消防队员6人, 水泵消防车1辆(侯海涛, 2005)。其消防技术标准都是参照



美国防火协会的标准制定的，也是世界上比较先进的。并且，德国政府十分重视和扶持民间消防力量的发展，德国人防灾意识较强，现在全国民办义勇消防局的消防车比官办消防局的消防车还要多。德国的消防局除处理火灾外，还兼理救急救命业务，且远远超过救火的次数。

伦敦：伦敦消防和应急策划局是这个城市应对火灾、地震等各种灾害最重要的力量。各个消防站还与专业救火、救灾队员建立起了防灾教育体系。消防站24小时值班，居民可以随时进入消防站，寻求帮助或者咨询。另外，伦敦消防和应急策划局还利用先进技术，协助救灾工作。伦敦消防和应急策划局曾承诺，要使火灾数目、伤亡数目和虚假报警呼叫数目减少20%，改进应急响应时间是实现这些目标的关键因素。采用最新技术开发成果，凭借完整细致的方法和先进的技术手段，伦敦已经建立起一套完整的应对各种灾难事故的体系。

比勒陀利亚：比勒陀利亚是南非首都，有一个火灾监测总站和8个分站，消防车辆和装备都从美国等国家进口。消防部门全天候轮班工作，业务范围较宽，消防部门除了要担负防火灭火工作外，还要负责自然灾害抢救和医护急救工作。比勒陀利亚具有现代化的消防指挥中心，有多种现代化大型消防车和技术设备，有消防员训练场地和高大的火灾观测塔，有先进的消防和急救指挥调度设备，指挥中心接到火灾警报时，可把指令自动传输到离现场最近的消防部门。这个指挥中心还有电影屏幕大小的显示设备，事故发生时，可显示出事故现场位置，便于指挥员的调度与决策，节省时间。

近几年我国城市发展迅速，城市人口急剧增加，2010年，我国第二、第三产业比重分别为46.87%、42.96%，城镇化率达46.6，已进入工业化中期阶段，东部沿海城市工业化进程更快（闫顺玺等，2012）。城市的快速发展对消防部门从信息更新、管理、到应急事件反应都提出了迫切要求。近几年，我国消防行业的信息化建设有了很大的发

展，各地都新建或改造了消防通信指挥系统，开发了一些消防信息管理软件，实施电子政务，建立了许多消防网站，取得了很大进步。

然而，总体上看，由于起步较晚，基础研究薄弱，我国消防行业的信息化水平与美国、西欧等发达国家相比差距还很大。一是消防法制不健全，绝大部分消防企业没有建立完善的质量体系。二是软件方面，我们缺乏具有自主知识产权的核心技术，如消防领域应用较多的通信调度指挥技术，目前绝大多数都是对国外软件的二次开发，没有建立起我们自己的具有自主知识产权的基础平台软件，这样就得花大量资金从国外购买。另外，我们在标准化、规范化方面也有很大差距，美国及西欧在消防监督、调度指挥、电子政务、灭火战术模拟等各个领域已基本建立起较完善的标准体系，从而有效地规范整合信息化过程，取得了事半功倍的效果，而我们在这方面刚刚起步，严重滞后于信息化的实际进程。没有数据标准，便会造成信息的浪费。如目前我国众多建筑设计院所、公司的电子图形很少能在我们消防审核、日常监督、119地理信息系统中得到再利用，许多基础工作不断在各个管理部门重复进行。

造成这些问题的原因主要有如下几点：

第一，思想观念陈旧落后，发展意识不强。有些地方只注重抓经济建设，不愿增加消防经费的投入。

第二，标准规范方面的建设滞后于信息化发展的实际需要。信息化的技术更新周期短，对信息的规范化有着严格的要求，这样才能实现大规模集成。但由于我们规范化的工作滞后，造成了消防领域内各自为政的现象。甚至许多单位不愿将自己的信息供全行业共享使用，而该受到保护的信息又得不到有效保护。

第三，对推进信息化的重要性认识不够。没有从本地区、本单位发展战略的高度出发制定切实可行的信息化建设规划，对信息化建设



的投入严重不足, 信息化基础设施十分薄弱, 信息资源的开发严重滞后。

第四, 信息化专业人才不足, 先进适用软件还十分缺乏。规范化、制度化的信息技术培训制度没有建立起来, 许多在岗人员对信息技术的掌握能力较低, 从事信息化工作的技术人才不仅数量严重不足, 素质更亟待提高。

在应用软件方面, 目前适合消防行业特点和实际需要的软件还远远不能满足需要。各地应用单位的业务管理、运行方式差距较大, 大多数软件必须经过使用单位进行二次开发才能满足需要。许多软件公司不能提供长期的跟踪服务, 软件利用率不高。

2、我国消防GIS的发展状况

城市地理信息系统是城市消防部门用以提高自己工作能力和技术水平的有利工具。它是以计算机软硬件为支撑, 集软件工程、计算机图形学、城市地理学、GPS定位导航技术、数据库技术、现代无线通讯技术为一体的综合性软件系统。

由于消防地理信息系统起步较晚, 且大多数是作为公安或城市信息系统的子功能, 从城市地理信息系统中完全分离出来, 专门用于消防的不是很多。在国外较早应用的是美国加州的圣地亚哥市。

我国消防通信调度系统主要经历了四个发展阶段, 即20世纪90年代初、中期的通过一些简单的接警软件提取主叫号码为主的阶段; 20世纪90年代后期利用电子地图进行统一调度指挥的消防指挥系统; 21世纪初强调城市重点消防单位自动火警监控系统的阶段; 2003年至今的包括110、119、120在内的城市应急联动系统阶段。

我国在20世纪90年代也开始进行城市消防地理信息系统的研究, 第一次把地理信息系统技术应用于城市治安的是1990年由公安部第一研究所研制的警务指挥调度系统。由于数据缺乏、技术欠缺, 该系统

并没有得到广泛应用,只是在少数几个城市使用。但由此开始,其他一些城市开始研究自己的治安系统。至1995年,作为试点城市的郑州、大连、厦门和南宁开始建立119接处警地理信息系统,消防业务还只是其中的一小部分,但这却为消防地理信息系统奠定了基础。与此同时,公安部于1996年向全国发出了关于加快城市消防调度指挥系统建设的通知,并下发了《城市消防通信指挥系统总体方案设计导则》(简称《导则》),《导则》要求各地市在建设城市消防信息系统时要处理好高起点和低投入、长远目标和近期效益的关系。《导则》的制定为消防GIS提供了统一的标准,同时,随着城市规模的不断扩大,计算机存储技术、数据库技术、3S技术的不断发展和城市消防工作的不断深入,上海复旦网络股份有限公司、北京科瑞训科技发展有限公司、北京超图地理信息技术有限公司、南京盛华网络技术有限公司等IT企业纷纷与一些城市的消防部门合作研制专门的消防地理信息系统。如北京消防信息系统、南山119消防通信指挥系统、安徽消防系统、重庆吉信消防地理信息系统,有的系统已经开始投入使用,产生了良好的社会效益和经济效益。

从我国消防GIS整体来看,存在如下问题:一是空间数据标准不统一,数据利用率不高,造成了资源的极大浪费;二是地图数据陈旧,更新不及时;三是系统功能单一,多数没有形成与其他地理信息系统如急救、交警等的联动;四是地理信息系统的发展严重滞后于网络技术发展的速度,绝大多数系统仍运行在单机环境下,系统功能受到了局限;五是大多数消防GIS停留在理论研究上,真正实用的不多,即使有所应用,也是比较简单的一些功能,像有些分析功能、三维功能、辅助决策等都还没有完善。本书针对这些不足,结合唐山市实际情况,在本书中作了相应的研究和探索,并进行了一些有益的尝试。



第三节 唐山市概况

1、唐山市地理环境

唐山市位于地处渤海湾中心地带，河北省东部，东经 $117^{\circ}31' \sim 119^{\circ}19'$ ，北纬 $38^{\circ}55' \sim 40^{\circ}28'$ ，东隔滦河与秦皇岛市相望，西与天津市毗邻，南临渤海，北依燕山隔长城与承德市相望，东西长约130公里，南北宽约150公里，总面积17040平方公里。其中陆地总面积13472平方公里，海域面积达4440平方公里，大陆海岸线总长229.7公里。市中心区位于唐山市中部，东、北与滦县交界，南与曹妃甸区接壤，西与丰润区毗邻。东至秦皇岛125公里，南距渤海40公里，西南至天津108公里，西北至北京154公里（中国唐山政府网）。

唐山市属于燕山南麓，地势北高南低，自西、西北向东及东南趋向平缓，直至沿海。北部和东北部多山，海拔在300~600米之间；中部为燕山山前平原，海拔在50米以下，地势平坦；南部和西部为滨海盐碱地和洼地草泊，海拔在10米至15米以下（中国唐山政府网）。

唐山是华北地区通往东北地区的咽喉地带。铁路、公路、高速公路、港口相互交织。京哈、通坨、京秦、大秦四条铁路干线和京山、大秦、七滦、迁曹、滦港铁路纵横穿越全境。京沈、津唐、唐港、唐承、沿海高速公路与环城高速公路、国道相交连接，形成网络，四通八达。唐山港、京唐港区东望秦皇岛港，曹妃甸港区西邻天津港，位居天津港、秦皇岛港之间，为国际通航的重要港口。

2、唐山市气候特征

唐山市气候属于暖温带半湿润季风型大陆性气候，呈现出明显的大陆性气候特征，具有冬干、夏湿、降水集中、季风显著、四季分明等特点。全年日照2600~2900小时，年平均气温 12.5°C ，极端气温最高 32.9°C ，最低 -14.8°C 。无霜期180~190天，常年降水500~700毫米，降