

地理信息系统理论与应用丛书

城市安全地理信息系统设计与开发

刘铁民 张兴凯 李传贵 李彪 著

科学出版社

北京

科学出版社
编务公司制作部

终稿

内 容 简 介

本书系统地论述了城市安全地理信息系统的需求分析、设计过程及结果,详细介绍了系统 CSGIS V1.0(City Safety Geographic Information System Version 1.0)的内容及其数据库结构。主要内容包括:城市安全问题、城市安全地理信息系统基础知识、城市安全地理信息系统总体设计、城市安全数据库设计、城市安全数据库网络化技术,以及系统 CSGIS V1.0 的使用方法。本书还特别介绍了城市安全地理信息的编码、城市风险评价方法和城市事故应急救援预案等方面所取得的最新研究成果。

本书可作为从事城市安全管理、安全规划、应急救援和城市地理信息系统研究与开发的科技工作者和监督管理人员的参考书,也可作为安全技术及工程、城市规划、防灾与减灾、计算机等专业的研究生和高年级本科生的教材。

图书在版编目(CIP)数据

城市安全地理信息系统设计与开发/刘铁民等著. —北京:科学出版社, 2004

(地理信息系统理论与应用丛书)

ISBN 7-03-013729-9

I. 城… II. 刘… III. 城市-安全生产-地理信息系统 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 060437 号

责任编辑:朱海燕 吴伶俐 王国华/责任校对:宋玲玲
排版制作:科学出版社编务公司/责任印制:钱玉芬/封面设计:王浩

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2004 年 7 月第一次印刷 印张:13 3/4

印数:1-4000 字数:310 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<科印>)

前 言

随着城市规模的增大和城市功能的增强，城市居民所面临的安全问题日益突出。城市中发生的各类事故具有突发性、连续性、灾难性、密集性、扩散性和社会性等特点，其危害之大、损失之巨令人触目惊心，研究城市公共安全具有重要的理论价值和现实意义。

城市的信息化和数字化是现代城市的重要特征。城市安全地理信息系统在城市安全管理、事故应急指挥、突发事件应急决策和重大灾害应急救援中起着越来越重要的作用。城市安全地理信息系统是城市地理信息系统的一个分支，是城市信息网络的一个组成部分。它是运用计算机硬件、软件和网络技术，实现城市各类安全数据的输入、存储、查询、分析、显示、更新和应用，并以处理城市各类空间实体及其关系为主的技术系统。

本书汇总了作者从事城市安全地理信息系统研究工作的成果，简要介绍了城市安全地理信息系统 CSGIS V1.0 的用户和使用方法。全书共分为六章：第一章介绍了城市安全问题；第二章介绍了城市安全地理信息系统的基础知识；第三章论述了城市安全地理信息系统总体设计，给出了系统 CSGIS V1.0 的需求分析、总体设计、数据流图和程序流程图；第四章论述了城市安全数据库设计，在分析城市安全数据特点的基础上，给出了系统 CSGIS V1.0 的城市安全数据库的数据、结构及其数据关系；第五章论述了系统 CSGIS V1.0 的城市安全数据的网络管理技术，包括安全数据管理网络化的实施、数据库安全管理、数据库完整性控制和数据库并发控制等内容；第六章介绍了系统 CSGIS V1.0 的功能和使用说明。

本书的出版得到了国家“十五”科技攻关课题“城市公共安全规划与应急预案编制及其关键技术研究”经费的资助；在编写过程中，得到了课题组成员的热情帮助。本书成果是在前人众多研究成果的基础上取得的，十分感谢为本书出版提供过帮助的人们。

由于作者水平有限，书中难免存在缺点和错误，真诚地欢迎同行专家和广大读者批评指正。

刘铁民 张兴凯 李传贵 李彪

2004年2月于北京

目 录

前 言

第一章 城市安全	1
§1.1 城市及其事故现状	1
1.1.1 城市化	1
1.1.2 我国大中城市安全事故状况	2
§1.2 城市事故特点	5
1.2.1 城市重大危险源	5
1.2.2 城市事故特点	7
§1.3 城市风险指标	8
1.3.1 城市风险	8
1.3.2 城市风险指标	9
§1.4 城市安全对策及措施	11
1.4.1 建立健全法律法规体系	11
1.4.2 开发推广安全新技术、新方法	12
1.4.3 进行城市安全规划、实行综合治理	13
1.4.4 加强城市居民的安全宣传、教育与培训	15
§1.5 城市事故应急救援预案	15
1.5.1 事故应急救援预案概述	15
1.5.2 事故应急救援预案内容	17
1.5.3 事故应急救援预案编制	23
§1.6 城市生命线工程	29
1.6.1 交通运输系统	30
1.6.2 给水系统	30
1.6.3 燃气系统	32
第二章 城市安全地理信息系统基础知识	35
§2.1 信息与信息系统	35
§2.2 地图与空间信息	36
2.2.1 地图与空间信息概述	36
2.2.2 计算机图形学	37
§2.3 地理信息与地理信息系统	37
2.3.1 地理信息	37
2.3.2 地理信息系统	38
§2.4 地理信息系统的发展	40

§2.5	地理信息系统硬件软件环境	40
§2.6	城市地理信息系统	42
2.6.1	城市地理信息系统概述	42
2.6.2	城市地理信息系统功能	43
2.6.3	城市安全地理信息系统	43
§2.7	城市安全地理信息系统研究内容	44
2.7.1	城市空间特征的地理信息系统方法	44
2.7.2	城市安全地理信息系统的安全分析方法	45
2.7.3	城市风险评价方法	46
§2.8	城市安全地理信息系统基本功能	50
2.8.1	城市安全地理信息系统用户	50
2.8.2	城市安全地理信息系统基本功能分析	52
§2.9	城市安全地理信息系统开发过程	52
2.9.1	系统分析任务	52
2.9.2	系统分析过程	53
2.9.3	系统分析方法	55
2.9.4	系统设计	55
2.9.5	数据流程	56
2.9.6	系统集成	58
第三章	城市安全地理信息系统总体设计	60
§3.1	CSGIS V1.0 要求	60
§3.2	CSGIS V1.0 需求分析	62
3.2.1	应用需求	63
3.2.2	开发平台和软件运行环境选择	63
3.2.3	CSGIS V1.0 基本功能	64
§3.3	CSGIS V1.0 总体设计	64
3.3.1	总体程序流程图	64
3.3.2	总体数据流程图	78
3.3.3	系统构成	79
§3.4	CSGIS V1.0 图层设计	81
§3.5	城市安全规划可视化技术	81
3.5.1	可视化	81
3.5.2	安全规划可视化方法与内容	82
3.5.3	安全规划可视化实施及结果	84
§3.6	城市安全地理信息分类编码	92
3.6.1	城市地理信息分类编码的意义	93
3.6.2	城市地理信息分类和编码方法	94
3.6.3	城市安全信息分类编码	101

第四章 城市安全数据库设计	104
§4.1 CSGIS V1.0 数据库需求分析	104
§4.2 数据库总体结构设计	105
§4.3 基础信息数据库设计	108
4.3.1 基础信息数据库内容	108
4.3.2 基础信息数据库结构设计	109
§4.4 安全信息数据库设计	128
4.4.1 安全信息数据库内容	128
4.4.2 安全信息数据库结构设计	128
§4.5 地理信息数据库设计	145
第五章 城市安全数据网络管理技术	148
§5.1 数据管理网络化实现	148
§5.2 数据库安全管理	148
5.2.1 数据库安全性控制一般方法	148
5.2.2 SQL Server 安全体系结构和安全认证模式	153
5.2.3 SQL Server 权限管理	154
§5.3 数据库完整性控制	155
5.3.1 完整性约束条件及完整性控制	155
5.3.2 SQL Server 数据库完整性及实现方法	157
§5.4 数据库并发控制	158
5.4.1 事务及并发控制	158
5.4.2 封锁及封锁协议	159
§5.5 数据恢复机制	160
5.5.1 故障种类	160
5.5.2 数据恢复实现技术	161
5.5.3 数据库恢复策略	162
5.5.4 SQL Server 数据备份和恢复机制	163
§5.6 CSGIS V1.0 用户管理	165
第六章 城市安全地理信息系统使用	167
§6.1 CSGIS V1.0 功能	167
§6.2 CSGIS V1.0 特点	167
§6.3 CSGIS V1.0 应用	168
§6.4 CSGIS V1.0 安装与卸载	168
6.4.1 相关术语	168
6.4.2 运行环境	169
6.4.3 安装、运行与卸载	170
§6.5 CSGIS V1.0 功能	170

§6.6 CSGIS V1.0 菜单.....	174
6.6.1 系统管理(M).....	174
6.6.2 基础信息(B).....	176
6.6.3 地理信息(G).....	182
6.6.4 危险源管理(I).....	188
6.6.5 安全规划(P).....	196
6.6.6 应急管理(E).....	203
§6.7 工具栏.....	208
参考文献.....	210

第一章 城市安全

随着城市规模的增大和城市功能的增强,在城市中生活的人们面临的安全问题也越来越多、越来越严重。城市安全问题包括:由于自然因素造成的各类自然灾害,如地震、水灾、风灾、地表塌陷、瘟疫流行等;由于自然或人为因素造成的生态环境灾害,如大气污染、噪声污染等;在城市居民生产和生活中人为因素造成的各类事故,如火灾、爆炸、高楼坍塌、交通事故等;再就是由于人为因素造成的各类政治事件,如社会动乱、恐怖事件、道德沦丧事件等。本章所讨论的城市安全问题主要针对人为因素造成的各类事故。

§ 1.1 城市及其事故现状

1.1.1 城市化

现代社会的重要标志之一就是城市化。随着社会的进步、人类的发展,城市人口所占的比例越来越多,城市的规模越来越大,城市的功能越来越全面。据统计^[1],截止到2000年底,全国共有建制市663个,比1990年增加了196个,增长42.0%,其中,大中城市的数量进一步增长。在全部663个建制市中,200万人口以上的超大城市13个,占全国建制市总数的2%;100万~200万人口的特大城市27个,占4%;50万~100万人口的大城市53个,占8%;20万~50万人口的中等城市218个,占33%。我国初步形成了以广州、深圳为中心的珠江三角洲城市群,以上海为中心的长江三角洲城市群,以北京、天津为中心的渤海湾城市群,以沈阳、大连为中心的辽东半岛城市群,以及长江沿岸、京广、京九、陇海沿线城市群等。目前,全国大中以上城市的数量约占全国建制市总数量的50%。

随着城市化水平的提高,我国的城市人口,尤其是大中城市的人口迅速增长。据统计,1999年,地级及以上城市市区总人口达2.21亿人,大城市(包括特大、超大城市)人口1.55亿人。2000年,城镇总人口超过4.8亿,其中20万~50万人口的中等城市人口增长最快,较1949年增长10倍;100万以上的特大城市人口规模增长迅速,较1949年增长了6.4倍。我国的城市化水平达36%,比1990年提高约10%,并且城市化进程将按每年至少提高1%的速度发展,初步预计在“十五”末期城市化水平将达到或超过40%,2010年将达到50%的水平。

城市在我国经济建设中发挥着巨大作用,我国工业产值和国内生产总值的70%来自城市,税收的80%也是来自城市。根据统计,1988~1996年,城市国内生产总值的年平均增幅为18%。1997年,市区国内生产总值超过200万亿元的地级以上城市有34个,市区人均国内生产总值在1万元以上的城市有109个。1999年,环渤海、长江三角洲和珠江三角洲三大城市群创造的国内生产总值达到28565.2亿元,占全国国内生产总值的34.9%。2000年,全国地级及以上城市实现国内生产总值46351亿元,占全国国内生产总

值的 51.8%。国内生产总值超过 200 亿元的大中城市有 49 个，其中超过 1000 亿元的有上海、北京、广州、深圳、天津、武汉等。这 49 个大中城市共实现国内生产总值 31 603 亿元，占全部城市国内生产总值的 68.2%，占全国国内生产总值的 35.3%。

上述数字表明，城市作为区域经济和文化中心，在国民经济和社会发展中有着重要的战略地位。一方面，我国的城市化水平将逐年提高，城市中的人口和密度迅速增大，由此推动经济的发展；另一方面，中国的经济越来越趋向于大城市，大中城市作为经济发展火车头的作用将日益显著。因此，关注城市发展过程中产生或存在的一些问题十分重要。

城市的根本特点是集中。集中大量的人口，集中大量的物资及经济资源，同时功能复杂。与此同时，伴随着城市化的发展又极大地推动了城市工业化和整个社会经济的发展，在发展过程中相伴一些社会问题愈加突出，并在一定程度上影响和阻碍经济与社会的可持续发展。其中的问题之一就是大中城市的安全问题，城市的防灾、减灾以及提高城市抵御风险的能力等问题。

1.1.2 我国大中城市安全事故状况

近十几年来，我国每年因各类事故死亡人数都在 10 万人以上，如图 1-1-1 所示。工伤事故和职业危害不但威胁广大劳动者的生命和健康，还给国家造成了巨大损失。近年来，我国各类事故的死亡人数总量居高不下，甚至呈现上升的趋势，其中道路交通事故死亡人数尤为明显。

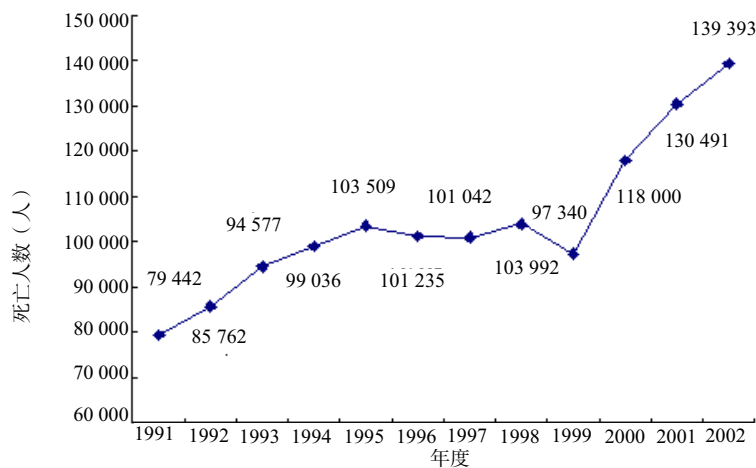


图 1-1-1 1991~2002 年全国各类事故死亡人数

2001 年全国共发生各类伤亡事故总计 100 余万起，死亡 13 万余人，分别比 2000 年上升 20.5%和 10.6%。2002 年全国共发生各类事故 107.5 万起，死亡 13.9 万人，分别比 2001 年上升了 5.6%和 6.8%。

在我国的大中城市中，现阶段最普遍、最重要的安全问题是频发在工业生产领域和生活娱乐领域中的各类事故，包括城市工业企业的生产事故、城市火灾、交通事故、锅

炉压力容器事故和城市中危险化学品事故等。

1. 火灾事故

20 世纪 80 年代初，全国每年火灾造成的直接经济损失为 3 亿元左右，至 90 年代末，每年因火灾造成的经济损失约达 10 亿元。近年来，火灾规模、起数与损失持续上升。表 1-1-1 为近年来我国火灾次数、伤亡人数和经济损失的情况。图 1-1-2 为近几年我国的火灾发生起数对比情况。由图 1-1-2 可以看出，1991 年到 1996 年的火灾事故起数基本稳定，1997 年后，由于城市的增多和城市规模的增大，火灾事故起数有逐年增多的趋势。

表 1-1-1 近年来我国火灾次数、伤亡人数和经济损失的情况

年度	发生起数(万起)	死亡人数(人)	受伤人数(人)	直接经济损失(亿元)
1999	18.0	2744	4572	14.3
2000	18.9	3021	4402	15.2
2001	21.6	2314	3752	13.9

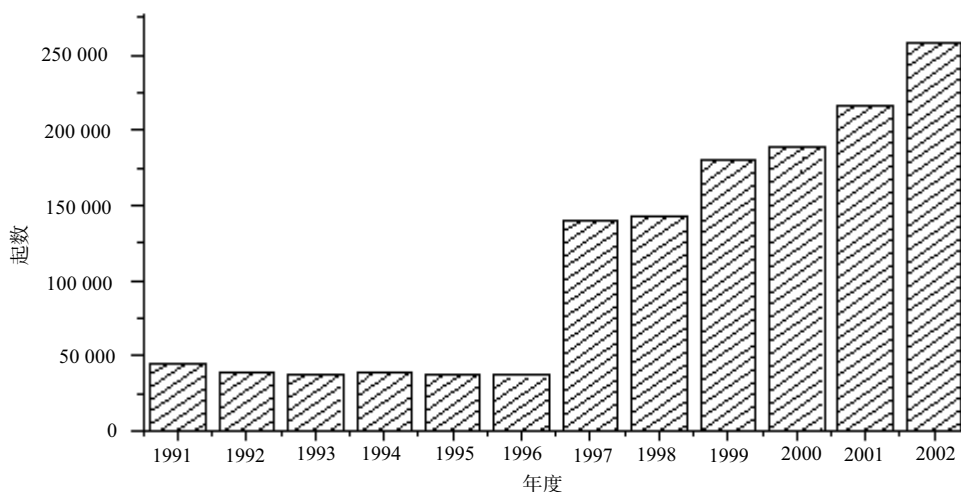


图 1-1-2 近几年我国的火灾发生起数对比情况

2002 年公安部门共检查了 57 万多户单位，依法责令停业 1.4 万多户，取缔非法歌厅、舞厅、录像厅、电子游戏厅等公共娱乐场所 1 万多户，吊销营业执照 5600 多户，督促整改火灾隐患 44 万多处。尽管这样，2002 年我国仍发生火灾 259 815 起，死亡 2394 人，同 2001 年比分别上升 20.3%和 3.5%。其中一次死亡 3~9 人的重大事故 103 起，死亡 393 人，比 2001 年分别下降 11.2%和 8.2%。一次死亡 10~29 人以上特大事故 2 起，死亡 36 人，与 2001 年起数持平，死亡人数下降 5.3%。

2. 交通事故

交通事故是指汽车、火车、轮船、飞机等现代交通工具失事而造成的人员伤亡事故和财产损失事故，可分为道路交通事故、铁路交通事故、海上交通事故和航空交通事故

等。在城市交通事故中危害最严重的是道路交通事故。

近年来,随着我国汽车工业的发展,道路交通事故发生次数明显上升,伤亡人数逐年增多,造成了严重的经济损失,表 1-1-2 为我国近几年的交通事故情况。

表 1-1-2 我国近几年的交通事故情况

年度	发生起数(万起)	死亡人数(人)	受伤人数(人)	直接经济损失(亿元)
1999	41.28	83 529	286 080	21.24
2000	61.69	93 853	418 721	26.68
2001	76.03	106 367	549 000	30.9
2002	77.31	109 381		30.9

我国道路交通事故的发生,地区差别很大。不同的省份,不同的地势,人均拥有车辆数不同,发生交通事故的可能性不一样,事故的直接经济损失差别较大。统计结果表明,越是经济发达的地区,交通事故次数也越多。根据我国交通统计年鉴的资料,1995~2001 年的 7 年中,我国大陆交通事故最多的地区是浙江省,其次是江苏省、上海市和山东省,相对较少的地区是西藏自治区、青海省和贵州省等。2000 年的道路交通事故中,死亡人数较多的地区有浙江省、山东省、广东省等沿海省份,较少的地区是西藏自治区、青海省和海南省;受伤人数最多的地区是山东省,其次是浙江省和上海市,较少的地区是西藏自治区、青海省、贵州省和海南省。

3. 锅炉、压力容器等事故

锅炉、压力容器广泛分布在城市,是城市生产、生活必不可少的设备。据统计,1998 年我国拥有各种锅炉 50.6 万台、固定式压力容器 122.8 万台、罐车 1.8 万辆、各类气瓶 6610.2 万只。城镇燃气管道 3.5 万 km,供热管道 0.6 万 km。在我国,按台数计算,锅炉的年均增长率为 3%左右,固定式压力容器为 2%左右,气瓶为 6%左右。预计到 2005 年,我国将有锅炉近 60 万台,固定式压力容器 130 多万台,气瓶 8000 多万只,埋地管线的长度会大幅度增加。

由于锅炉、压力容器一般分布在人口较多的城区,锅炉压力容器是具有爆炸危险的特种承压设备,它承受着高压、高温、低温、易燃、易爆、剧毒或腐蚀介质的作用,因此一旦发生爆炸或泄漏,往往并发火灾、中毒等灾难性事故,造成人员伤亡、重大财产损失和严重环境污染,破坏社会经济、生产和人民生活秩序,直接影响社会安全。1998~2000 年锅炉、压力容器、气瓶和压力管道等事故情况严重,如表 1-1-3 所示。

表 1-1-3 1998~2000 年度锅炉、压力容器、气瓶和压力管道事故

项目 年度	爆炸事故起数 (起)	严重事故起数 (起)	死亡人数 (人)	受伤人数 (人)	直接经济损失 (万元)
1998	140	287	130	520	3021.55
1999	158	224	120	374	4503.56
2000	155	151	175	368	4503.23
2001	308	294	284	435	1851.7

管道输送作为一种特殊设备越来越广泛用于石油、化工、冶金、电力等行业及城市燃气和供热系统中。压力管道作为连接锅炉、压力容器等生产设备的动脉，大多输送高温、高压、易燃、易爆、剧毒和强腐蚀介质，其功能的可靠性对整个社会生产、生活系统的安全至关重要。与锅炉、压力容器相比，我国压力管道安全监管工作起步较晚，由于历史、技术及管理等方面的原因，其中相当一部分质量低劣、缺陷严重、带病运行、超期服役，因而发生管道泄漏、爆炸、火灾等事故十分严重，人员伤亡、经济损失惨重，安全状况十分令人担忧。

4. 化学品事故

化学品事故是指化学毒物经大量排放或泄露后，污染空气、水、地面、土壤或食物，经呼吸道、消化道、皮肤或黏膜进入人体，引发群体中毒甚至死亡的事故。化学品事故包括火灾、爆炸、泄漏、中毒、灼伤、窒息等类型。随着化学品产业的发展，我国每年在化学品的生产、储存、运输、经营、使用等方面都要发生多起事故，造成大量人员的伤亡，给环境造成大范围污染，并给社会造成恐慌，近几年的化学品事故情况如表 1-1-4 所示。

表 1-1-4 2000~2003 年化学品事故

时间 \ 事故类型	总起数	中毒事故起数 (起)	火灾事故起数 (起)	爆炸事故起数 (起)
2000 年	416	167	72	177
2001 年	564	259	68	237
2002 年	592	313	81	198
2003 年 1~2 月	54	28	2	24

§ 1.2 城市事故特点

1.2.1 城市重大危险源

城市的生产和生活中存在大量的高能量设备和场所，这些设备一旦发生事故，后果是严重的。按照标准《重大危险源辨识》(GB18218-2000)，重大危险源是指长期地或临时地生产、加工、搬运、使用或储存危险物质，且危险物质的数量等于或超过临界量的单元。该标准将可能构成重大危险源的物质分为爆炸性物质、易燃物质、活性化学物质和有毒物质四大类，给出了各类物质在生产场所和储存区的临界量。文献[2]在进行重大危险源伤害范围模拟计算的基础上，提出了用死亡半径 R 对重大危险源进行分级的方法，该方法按照死亡半径的大小将重大危险源分为四级，即：①一级重大危险源： $R \geq C_1$ ；②二级重大危险源： $C_2 \leq R < C_1$ ；③三级重大危险源： $C_3 \leq R < C_2$ ；④四级重大危险源： $R < C_3$ 。式中： C_1 、 C_2 、 C_3 的取值分别为 200m、100m 和 50m。

文献[2]按照重大危险源存在的形式和特点，将重大危险源分为储罐区(储罐)、库区(库)、生产场所、企业危险建(构)筑物、压力管道、锅炉和压力容器 7 类，1998 年在北

京市、上海市、天津市、青岛市、深圳市、成都市 6 城市进行了重大危险源普查工作，结果如表 1-2-1 和表 1-2-2 所示。普查结果表明，6 城市共查出重大危险源 10 230 个，其中：一级重大危险源为 832 个、二级重大危险源为 1021 个、三级重大危险源为 1287 个、四级重大危险源为 5797 个。

表 1-2-1 1998 年 6 城市重大危险源普查结果(个)

城市类别	北京市	上海市	天津市	青岛市	深圳市	成都市	合计
储罐区	436	408	867	89	43	108	1951
库区	577	363	572	170	43	151	1876
生产场所	181	1157	475	556	549	115	3033
危险建筑物	34	44	20	10	1	42	151
压力管道	27	62	164	7	41	26	327
锅炉	275	151	137	69	32	42	706
压力容器	921	360	374	139	250	142	2186
合计	2451	2545	2609	1040	959	626	10 230

表 1-2-2 1998 年 6 城市重大危险源分级结果(个)

重大危险源类别	总数	未分级数	重大危险源分级结果				
			合计	一级	二级	三级	四级
储罐区	1951	277	1674	270	372	259	773
库区	1876	437	1439	217	171	882	882
生产场所	3033	315	2718	190	288	1862	1862
危险建筑物	151	0	151*				
压力管道	327	56	271	16	25	48	182
锅炉	706	0	706	0	0	0	706
压力容器	2186	57	2129	139	165	433	1392
总计	10 230	1142	9088	832	1021	1287	5797

* 为按照危险建筑物分级，没有按照死亡半径分级。

由 6 城市的重大危险源普查结果可以看出，城市中存在大量的重大危险源，这些危险源一旦失控，发生火灾、爆炸、泄漏等事故，将造成大范围的人员伤亡，即使是四级重大危险源的死亡半径也可达 50m，也就是事故造成的死亡人员中有 50%在死亡区域(小于死亡半径的范围)内，另外 50%在死亡区域外，相当于在死亡区域内的人员 100%的死亡。如果取一级重大危险源、二级重大危险源、三级重大危险源、四级重大危险源的死亡半径分别为 250m、150m、75m、25m，6 城市的死亡区域范围如表 1-2-3 所示。

表 1-2-3 1998 年 6 城市重大危险源的死亡区域范围

城市名称	重大危险源个数					死亡区域(km ²)
	合计	一级	二级	三级	四级	
北京市	2177	254	238	246	1439	123.1
上海市	2178	208	217	242	1511	103.7
天津市	2176	197	278	288	1413	104.2
青岛市	981	84	130	204	563	46.4
深圳市	921	35	89	217	580	24.5
成都市	504	54	69	90	291	28.0
合计	8937	832	1021	1287	5797	429.9

1.2.2 城市事故特点

城市是人类文明的产物，城市化水平已成为国家现代化水平的一个重要标志。由于城市人口集中、生产集中，因此城市事故除具有偶然性、紧迫性、区域性和延缓性等普遍特点外，还具有灾难性、连续性、密集性、扩散性、防御性和社会性等特点。

1. 灾难性

城市重大危险源普查分析结果及城市生产、生活事故的惨痛教训告诉我们，在城市发生事故往往是灾难性的。如 2000 年 3 月 29 日，发生在河南省焦作市天堂音像俱乐部的特大火灾事故，死亡人数达 74 人，重伤 2 人，直接经济损失 19.95 万元。2000 年 12 月 25 日，发生在河南洛阳市东都商厦的特大火灾事故，造成 309 人死亡，7 人受伤，直接经济损失 275 万元。如果一个一级重大危险源发生恶性爆炸事故，其死亡半径可达 250m 以上，需要组织人员疏散的范围可达几公里甚至几十公里。

2. 连续性

城市发生灾难性事故不是一次性的，往往伴随着其他事件或事故的发生，出现连锁反应。城市中发生燃气储罐区爆炸事故，不仅造成重大的人员伤亡和财产损失，还会危及城市生命线工程，使大范围燃气供应中断，引起人心不稳，还可能引起一些靠燃气生产的设备发生连锁事故。城市事故的连续性与事故类型、事故规模、危害范围、事故发生地点(位置)等密切相关。

3. 密集性

如前所述，城市具有建筑集中、人口密集的特点，城市建筑、人口密集区也是社会财富、经济、文化密集区，事故对城市的破坏强度与城市不同区域、不同密集程度有关。一般而言，人口、建筑和生产力分布密度越大的地域，同级同类事故所造成的损失越大，反之越小；土地价格越高，政治、金融、通讯等公共建筑分布密度越大的地方，事故的

损失就越大，反之越小。

4. 扩散性

城市事故的空间影响区域，往往远大于事故发生源，甚至远远大于事故的伤害范围，这就是城市事故所具有的扩散性。如一座建筑物失火，可能进一步引发周围建筑物失火，甚至引发爆炸事故。一个直径为 10m 的城市燃气储罐，发生恶性爆炸事故，伤亡区域范围为几百米，人员疏散和交通管制区域可达几公里甚至几十公里，并且影响更大范围内居民的正常生活。不难看出，城市事故的扩散程度取决于城市的性质、规模以及城市所在区域条件等因素。

5. 防御性

几乎所有城市对生产和生活事故、自然灾害和紧急事件都采取了一定的防治措施，只不过防治措施的等级、地点、时间、设施等不同。这些预防措施和应急救援措施，在灾害和事故防御中都能发挥一定作用，减轻灾害和事故的损失。其减少程度，取决于设防程度的高低。设防程度高低是指：防御性措施的针对性和准确性，预防和事故应急救援机构、设备(设施)、物资等充分性和可靠性，以及预防和应急救援措施、机构、机制、体系的整体性和有效性。

6. 社会性

城市灾害、重大事故和紧急事件，不仅造成重大人员和经济损失，而且可能引起城市居民不同程度的心理动荡及社会动荡，影响城市政府的形像，甚至可能激化矛盾，导致政治危机。城市灾害、重大事故和紧急事件的社会性主要与一个国家的制度、体制、法制、保险、救护、救济、国民教育、社会道德风尚等因素有关。

城市事故特点决定了城市重大危险源辨识、风险评价以及重大事故预警、应急救援等的复杂性、城市安全问题的多样性。因此，无论是在技术方面，还是在管理方面，城市事故预防与事故应急救援都有更高的要求。

§ 1.3 城市风险指标

1.3.1 城市风险

城市风险是指城市中发生事故、紧急事件和自然灾害等的可能性与其严重性的结合。可能性的大小可以用文字描述，如可能、不可能、极不可能等，更确切的是用发生的概率表示，如发生事故频次为每年多少次(单位：次/a)，死亡、重伤或轻伤的人数[单位：人次/(人·a)]等。严重性的大小可以用文字描述，如十分严重、严重、不严重等，也可以用造成的经济损失、伤害范围和破坏区域等给出。

城市风险是城市某一个时期、某种城市文化和社会背景条件下的城市安全状况的总体表现，它受城市规划、生产和生活性质、规模、建筑风格、生产力水平、居民生活习惯等多种因素的影响。对于同一个城市，在不同时期的城市风险不同。在同一个城市的同一个时期，由于城市区域不同，城市风险不同。在同一个城市、同一个时期的同一个

区域，由于生产性质不同，城市风险也不同。

1.3.2 城市风险指标

城市风险可以用城市风险率表示，而一些国家和地区常用个人风险和社会风险作为城市风险指标表示城市风险。

1. 事故风险率

事故风险率等于事故发生的概率和事故损失率的乘积给出

$$R = PS \quad (1-3-1)$$

式中： R 为事故风险率； P 为事故发生概率，即单位时间内发生事故的次数； S 为事故损失率，即平均每次事故的经济损失。

2. 个人风险

个人风险是在某一特定位置长期生活的未采取任何保护措施的人们遭受特定危害的频率。通常特定的危害为死亡。对于城市生产和生活事故，个人风险与人们所处的位置以及该位置与可能造成特定危害的危险源有关。个人风险常用图 1-3-1 所示的风险等值线表示。一般情况下，距离可能造成特定危害的危险源越近，个人风险值越大。在城市安全地理信息系统的不同图层上，可以给出不同类别特定危害的危险源具有的个人风险等值线，也可以十分方便地进行各类特定危害的危险源具有的个人风险值的叠加，给出城市不同位置的个人风险。

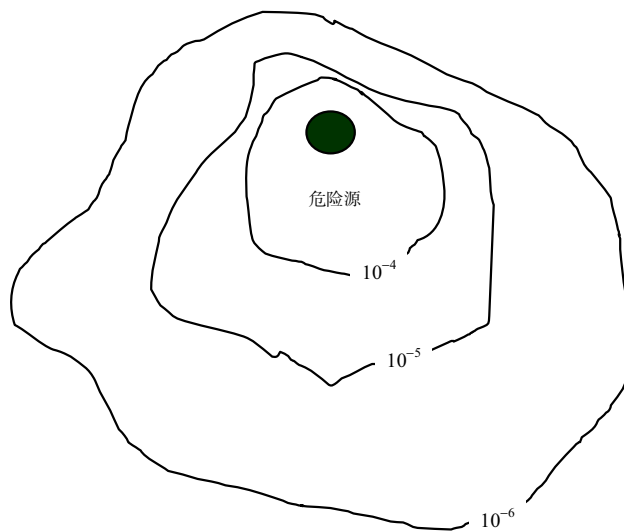


图 1-3-1 个人风险在城市安全地理信息系统的表示

表 1-3-1 为 1969 年美国一些作业不同危害类别的个人风险，表 1-3-2 为美国一些行业的个人风险。可以看出，不同作业性质的特定危害类别间的个人风险差别很大，交通运输作业的个人风险最高，达 3×10^{-4} 次/(人·a)，铁路作业的个人风险最低，只有 $4 \times$

10^{-6} 次/(人·a), 差别达 2 个数量级。在不同行业之间, 个人风险差别较小, 服务业最低为 0.86×10^{-4} 次/(人·a), 采矿和采石业最高为 6.2×10^{-4} 次/(人·a), 基本都属于同一个数量级。

表 1-3-1 1996 年美国一些作业不同危害类别的个人风险

作业	总死亡人数(人)	个人风险[次/(人·a)]
交通运输	55 791	3×10^{-4}
跌落	17 827	9×10^{-5}
火灾及燃烧	7451	4×10^{-5}
淹溺	6181	3×10^{-5}
中毒	4516	2×10^{-5}
机械类(1968 年)	2045	1×10^{-5}
高处坠落	1271	6×10^{-6}
触电	1148	6×10^{-6}
铁路	884	4×10^{-6}
其他	8695	4×10^{-5}

表 1-3-2 美国一些行业的个人风险

行 业	个人风险[次/(人·a)]	行 业	个人风险[次/(人·a)]
商业	0.6×10^{-4}	制造业	0.9×10^{-4}
服务业	0.86×10^{-4}	机关	1.14×10^{-4}
运输业	3.6×10^{-4}	农业	5.4×10^{-4}
建筑业	5.6×10^{-4}	采矿业	6.2×10^{-4}
采石业	6.2×10^{-4}	公共事业	3.6×10^{-4}

3. 社会风险

社会风险描述的是事故、紧急事件和自然灾害等的发生频率与造成人员伤害间的定量关系。从城市生产和生活事故的角度, 评价城市社会风险时, 不仅需要特定危害危险源发生的频率, 还需要城市不同区域的人口分布数据。如果明确了城市的个人风险和不同区域的人口分布数据, 就可以计算出城市的社会风险。

社会风险可以用事故后果超过某一特定值的概率给出

$$R(N) = \iint_{S(N < N_0)} r(x, y) \cdot n(x, y) \cdot dx dy \quad (1-3-2)$$

式中: R 为城市社会风险, 次/a; $r(x, y)$ 为城市个人风险值函数, 次/(人·a); $n(x, y)$ 为城市区域人口分布函数, 人/ m^2 ; x, y 为人员距特定危害危险源的距离, m; N 为用