

MapEDLES 2001 for Windows

地震现场灾害损失评估 地理信息系统

王晓青 丁香 著

地震出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

地震现场灾害损失评估地理信息系统/王晓青等著.
北京:地震出版社,2002.9
ISBN 7-5028-X/P.1130 (2660)

I.地… II.王… III.地震灾害-损失-评估-
地理信息系统 IV.P315.69

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 047334 号

内 容 提 要

本书介绍了地震灾害损失评估的原理与方法,基于 ArcGIS 组件的地理信息系统开发工具。书中以较大篇幅介绍了地震现场灾害损失评估地理信息系统 (MapEDLES) 的评估原理、系统设计、数据库设计和系统操作说明,供读者开发应用地理信息系统时参考借鉴。

本书既可供从事地震现场灾害损失评估工作的有关人员参考,也可供从事地震灾害、地理信息系统研究与开发的科技工作者、大专院校相关专业师生和软件开发人员参考。

地震现场灾害损失评估地理信息系统

王晓青 丁香 著

责任编辑:范静泊 吴冰

责任校对:张晓梅

出版发行:地震出版社

北京民族学院南路9号 邮编:100081
发行部:68423031 68467993 传真:68423031
门市部:68467991 传真:68467972
总编室:68462709 68423029 传真:68467972
E-mail:seis@ht.rol.cn.net

印 刷:北京地大彩印厂

版(印)次:2002年9月第一版 2002年9月第一次印刷

开 本:787×1092 1/16

字 数:234千字

印 张:9.125

印 数:000~600

书 号:ISBN 7-5028-2104-X / P·1130 (2660)

定 价:38.00元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题,本社负责调换)

前 言

地震现场灾害损失评估地理信息系统 (Earthquake Damage and Losses Estimate System Based on MapObjects, 即: MapEDLES 2001 for Windows) 是根据地震应急工作的需要而研制的、基于地理信息系统的地震现场灾害损失评估软件。该软件严格按照中国地震局制定的《地震灾害损失评估工作规定 (试行)》(1997) 编制而成的。

从 1989 年大同地震以来, 我国全面开展了地震灾害损失的评估方法研究和实践, 逐步形成了一套基本完整而实用的评估方法。在开展这项工作的过程中, 中国地震局制定并颁布了一系列规范或规定^[1~3], 与地震现场灾害损失评估有关的国家标准部分已经颁布^[4], 为地震现场灾害损失评估工作的科学化、规范化, 提高评估的效率和准确性, 给予了有力的保障。

在已经颁布的规定或标准中, 1997 年由中国地震局预测预防司制定并颁布的《地震灾害损失评估工作规定 (试行)》具有重要的历史意义。为配合这一规定的实施, 使震害现场评估工作更加规范化、科学化和实用化, 根据中国地震局预测预防司的任务要求, 作者研制了地震现场灾害损失评估系统 (Earthquake Damage and Losses Estimate System, 即: EDLES 1.0, 1997; EDLES 2.0, 1998; EDLES 2.5, 2000)^[5~6], 并于 1997 年在全国推广使用。该软件系统运行于 Windows 环境, 并采用了面向对象的编程技术和数据库管理技术, 既便于现场评估工作、结果的汇总与上报, 又能满足管理部门的管理和统计。该软件自推广使用以来, 中国地震局预测预防司每年都举办全国性的培训班, 部分省地震部门也多次举办地方性的培训班, 使该软件在历次破坏性地震的现场灾害损失评估中发挥了积极的作用, 同时也为软件的改进与完善提供了十分宝贵的经验。

毋庸置疑, 受当时计算机软、硬件环境和评估所需的人口、经济等基础资料积累程度与详细程度的限制, EDLES 2.5 的功能设计是有限的。随着技术的进步和各种基础地理信息的积累, 研制新的评估软件是必然的要求。

MapEDLES 是在 EDLES 2.5 的基础上开发的。新的系统保持了 EDLES 所有的功能, 并具有一致的现场评估方法, 但依据 GIS (Geographical Information System) 特点和地图显示、查询等的需要, 对数据输入界面进行了重新设计。系统具有基础地理数据远程获取、地图创建与显示输出、统计图制作、结果远程上报等功能, 具有快速创建集地图、统计图、文字和表格于一体的评估报告等便利功能。这些功能除保证评估的规范化、科学化外, 还使评估过程具有快速、动态的特点, 使评估效率与显示度得到极大的提高。

MapEDLES 除了具有良好的地震灾害损失评估科学与实践基础外, 还具有许多软件开发基础笔者开发完成的对多种单体和群体建筑物进行确定性或概率性地震灾害损失预测的“地震灾害损失预测系统” (Earthquake Damage and Losses Prediction System, 即: EDLP 1.0 for Windows, 1999)^{①[7~9]}, 具有完善的数据库管理和统计图制作功能; 强震

① 见参考资料。

时-空增益模型的中长期地震预测动态系统 (Dynamic Earthquake Prediction System Based on MapInfo, 即: MapDEP 2000 for Windows)^①[8,9]则是基于 MapInfo 环境的 GIS 应用软件系统, 具有完善的地图创建、操作和输出功能, 并与数据库管理和计算功能较好地结合在一起。MapEDLES 软件研制吸收了这两个软件系统的许多开发经验。

MapEDLES 系统还借助于许多软件发展技术。其中, 最重要的是该系统利用了美国环境系统研究公司 (Environmental Systems Research Institute, 即: ESRI) 开发的 MapObjects 2.1 控件^[10~11]。MapObjects 是一组供应用开发人员使用的制图与 GIS 功能组件, 具有强大的地图处理能力。但是 MapObjects 的每一项功能都需要通过编程来实现。由于目前地震现场计算机尚未全面安装价格昂贵的 GIS 软件系统 (如 ESRI 的 ArcGIS 系列软件), MapEDLES 的开发定位为具有完善的地图制图与 GIS 功能的可独立执行的软件系统。这无疑增加了系统开发的难度和工作量。

虽然系统开发的难度和工作量很大, 在中国地震局监测预报司的指导与协调下, 在中国地震局分析预报中心、北京市地震局、天津市地震局和河北省地震局等单位的支持和配合下, 通过作者的积极努力, MapEDLES 终于顺利研制完成, 并于 2001 年 11 月通过了专家验收。

作者认为, MapEDLES 是利用 GIS 组件技术开发 GIS 应用系统的成功案例, 有许多值得借鉴的地方, 相信读者能从本书中找到 GIS 开发的一些经验与技巧, 同时, 本书第二部分包含了 MapEDLES 的完整操作手册。书后附有经济损失类型划分表 (附录 1)、中国地震烈度表 (附录 2)、震害等级划分标准 (附录 3)、地震现场抽样调查表 (附录 4) 和评估报告编写内容及格式 (附录 5), 可供地震现场灾害损失调查与评估人员参考。

本书编写过程中得到阴朝民、高荣胜、傅征祥、苗崇刚、侯建盛等同志的热情指导和帮助, 软件研制过程中得到陈会忠、赵军、张咏、季红、聂高众、李志强、刘志辉、刁建新、李刚、白立新、丘虎等同志的热情帮助, 书中图件由吕全霞整理与清绘。在此, 谨向上述单位和个人表示由衷的感谢!

限于经验和水平, 本书难免有错误和不足之处, 恳请读者提出宝贵的意见和建议。

作 者
2002 年 5 月

目 录

第一部分 地震现场灾害损失评估原理与地理信息系统

第 1 章 地震现场灾害损失评估原理	(3)
1.1 地震现场灾害损失评估的意义与现状	(3)
1.2 地震现场经济损失类型的划分	(9)
1.3 地震现场灾害损失评估模型	(10)
1.3.1 地震总经济损失	(10)
1.3.2 评估区建筑物结构损失	(11)
1.3.3 评估区室内财产损失	(11)
1.3.4 工程结构的直接经济损失	(11)
1.3.5 间接经济损失	(11)
1.3.6 异常点的经济损失	(12)
1.3.7 无家可归人数	(12)
1.4 地震现场灾害损失评估中的若干问题	(12)
1.4.1 地震烈度分区与评估区	(12)
1.4.2 地震现场抽样调查	(12)
1.4.3 初评估与总评估	(14)
1.4.4 评估中的行政区级别处理	(15)
1.4.5 结构类型未细分的处理	(16)
1.4.6 区域分割	(16)
1.4.7 评估中的不确定因素	(17)
第 2 章 地理信息系统	(18)
2.1 ArcGIS	(18)
2.1.1 数据模型	(18)
2.1.2 ArcGIS Desktop	(19)
2.2 MapObjects	(20)
2.2.1 MapObjects 的结构	(21)
2.2.2 MapObjects 的对象	(21)
2.2.3 MapObjects 的功能特点	(23)

2.3	空间地理数据格式	(23)
第 3 章	地震现场灾害损失评估地理信息系统功能设计	(25)
3.1	系统设计原则	(25)
3.2	设计目标	(25)
3.3	总体功能	(26)
3.4	集成控制环境	(26)
3.5	运行环境	(28)
3.5.1	硬件环境	(28)
3.5.2	软件环境	(28)
第 4 章	地震现场灾害损失评估地理信息系统数据概述	(29)
4.1	行政区编码规定	(29)
4.2	空间地理数据	(30)
4.2.1	系统空间数据的类型	(30)
4.2.2	系统基本空间数据格式	(31)
4.2.3	系统专题图数据格式	(33)
4.2.4	图层显示文件和地图工程文件	(36)
4.3	MS Access 数据库	(36)
4.4	视频图像数据	(44)
4.5	其他数据	(45)
第 5 章	MapEDLES 地理信息处理功能	(46)
5.1	集成地理信息系统功能设计原则	(46)
5.2	空间数据标准与数据接口	(46)
5.3	集成地理信息系统功能概述	(46)

第二部分 地震现场灾害损失评估地理信息系统操作手册

第 6 章	快速进入——如何使用操作手册	(51)
6.1	使用手册的内容	(51)
6.2	评估的基本工作流程	(51)
第 7 章	系统安装	(53)
7.1	运行安装程序之前的检查	(53)
7.2	安装 MapEDLES	(53)

7.3	卸载 MapEDLES	(53)
第 8 章	数据库文件操作	(54)
8.1	系统启动与退出	(54)
8.2	数据库文件操作	(55)
8.2.1	打开数据库	(55)
8.2.2	另存数据库	(55)
8.2.3	新建数据库	(56)
8.2.4	压缩数据库	(56)
第 9 章	地震灾害损失评估数据的输入与维护	(57)
9.1	数据库输入与维护的一般方法	(57)
9.1.1	记录的添加方法	(57)
9.1.2	记录浏览与查找	(57)
9.1.3	记录导航器	(58)
9.1.4	记录的维护	(58)
9.1.5	其他操作说明	(59)
9.2	行政区数据	(59)
9.3	地震基本参数	(59)
9.4	人口、房屋建筑基本数据	(60)
9.4.1	人口数据	(60)
9.4.2	房屋建筑	(61)
9.5	人员伤亡	(61)
9.6	地震现场抽样调查数据	(63)
9.6.1	抽样点	(63)
9.6.2	房屋建筑破坏抽样	(63)
9.6.3	室内财产损失抽样	(63)
9.7	评估区	(64)
9.8	评估区相关数据	(65)
9.8.1	房屋建筑破坏比	(65)
9.8.2	单位面积室内财产损失	(65)
9.8.3	房屋建筑造价	(65)
9.8.4	房屋建筑破坏损失比	(66)
9.9	生命线与重大工程	(67)
9.10	间接损失	(67)
9.11	异常点	(68)
9.12	烈度区	(68)
9.13	经济损失类型维护	(69)

第 10 章	空间地理信息基本处理功能	(71)
10.1	空间地理信息处理功能概述	(71)
10.1.1	空间地理信息基本处理功能	(71)
10.1.2	空间地理信息高级处理功能	(72)
10.2	空间数据输入输出	(72)
10.2.1	添加图层	(72)
10.2.2	添加 SDE 图层	(73)
10.2.3	保存图层	(73)
10.2.4	移除图层	(73)
10.2.5	关闭所有图层	(73)
10.2.6	打开地图工程	(74)
10.2.7	保存地图工程	(74)
10.3	地图显示	(74)
10.3.1	全图显示	(74)
10.3.2	活动图层显示	(74)
10.3.3	放大	(74)
10.3.4	缩小	(74)
10.3.5	漫游	(74)
10.4	地图选择	(74)
10.4.1	选择	(75)
10.4.2	矩形选择	(75)
10.4.3	圆形选择	(75)
10.4.4	多边形选择	(75)
10.4.5	高级选择	(75)
10.5	地图查询	(76)
10.5.1	属性表结构	(76)
10.5.2	属性信息显示	(77)
10.5.3	地图查找	(77)
10.5.4	地图高级查询	(77)
10.5.5	属性数据浏览与维护	(78)
10.6	地理图形绘制	(79)
10.7	图形对象操作功能	(79)
10.7.1	设置 / 清除地图对象	(79)
10.7.2	合并	(81)
10.7.3	拆分	(81)
10.7.4	擦除	(81)
10.7.5	擦除外部	(81)
10.8	地图属性	(81)

10.9	地图输出	(81)
10.9.1	地图打印	(82)
10.9.2	地图复制	(82)
10.9.3	地图图像文件输出	(82)
第 11 章	系统高级处理功能	(83)
11.1	地图显示制作	(83)
11.1.1	单符号显示	(83)
11.1.2	惟一值显示	(83)
11.1.3	分类显示	(83)
11.1.4	标准标签	(83)
11.1.5	高级标签	(84)
11.1.6	图层显示参数的保存	(85)
11.2	创建专题图	(85)
11.2.1	地震震中分布图	(85)
11.2.2	评估区分布图	(85)
11.2.3	烈度区分布图	(87)
11.2.4	抽样点分布图	(87)
11.2.5	异常点分布图	(87)
11.2.6	人员伤亡分布图	(87)
11.2.7	视频图片拍摄点分布图	(87)
11.2.8	地图经纬网	(87)
11.3	空间数据获取功能	(88)
11.3.1	空间信息获取的一般方法	(88)
11.3.2	批量获取基本评估数据	(88)
11.3.3	远程获取基本评估数据	(88)
11.4	视频图像播放显示功能	(90)
11.5	合并同一地震的数据	(90)
11.6	合并数据库	(91)
11.7	评估数据上传	(91)
第 12 章	地震灾害损失的评估与计算	(92)
12.1	初评估	(92)
12.1.1	确定各评估区中各抽样点的权系数	(92)
12.1.2	计算初评估时建筑物的破坏比	(92)
12.1.3	单位面积室内财产损失的计算	(93)
12.1.4	地震经济损失修正系数	(94)
12.1.5	不同结构建筑物的面积分配	(94)
12.1.6	无家可归人数	(95)

12.1.7	建筑物造价的选择	(95)
12.1.8	数据完整性检查	(95)
12.1.9	地震救灾直接投入费用输入	(96)
12.1.10	初评估结果	(97)
12.2	地震经济损失的总评估计算	(98)
12.3	单项计算	(98)
12.3.1	房屋建筑面积	(98)
12.3.2	评估区房屋建筑破坏比	(98)
12.3.3	评估区单位面积的室内财产损失	(98)
12.4	按烈度区的统计计算	(99)
12.4.1	烈度区房屋建筑破坏比	(99)
12.4.2	烈度区单位面积室内财产损失	(99)
第 13 章	输出	(100)
13.1	输出打印的一般方法	(100)
13.1.1	挑选	(100)
13.1.2	过滤	(101)
13.1.3	刷新	(101)
13.1.4	输出	(101)
13.2	统计图	(102)
13.3	评估结果输出	(103)
13.4	创建评估报告	(104)
13.5	另存评估数据	(105)
第 14 章	图像操作	(106)
14.1	图像的获取	(106)
14.2	图像的输入、显示与输出	(106)
14.3	图像的粘贴板操作	(106)
14.4	图像打印	(106)
第 15 章	桌面显示与管理功能	(107)
15.1	窗体管理	(107)
15.1.1	层叠	(107)
15.1.2	水平平铺	(107)
15.1.3	垂直平铺	(107)
15.1.4	重排窗口	(107)
15.2	系统状态条	(107)
15.3	工具箱和系统主菜单的管理	(108)
15.3.1	工具箱或主菜单的拖放	(108)

15.3.2	工具箱的隐藏与显示	(108)
第 16 章	系统帮助	(109)
16.1	工具提示帮助	(109)
16.2	帮助主题	(109)
16.3	查找帮助主题	(110)
16.4	关于 MapEDLES	(110)
附录 1	经济损失类型划分表	(111)
附录 2	中国地震烈度表 (GB/T 17742-1999)	(116)
	《中国地震烈度表 (1999)》使用说明	(118)
附录 3	震害等级划分标准	(119)
3.1	人员伤亡等级划分标准	(119)
3.2	房屋破坏等级划分标准及震害指数标准值	(119)
3.3	生命线系统破坏等级划分标准	(119)
3.3.1	水池和水处理池破坏等级划分	(119)
3.3.2	供水和排水管道破坏等级划分	(120)
3.3.3	水塔破坏等级划分	(120)
3.3.4	供气管道破坏等级划分	(120)
3.3.5	储气罐破坏等级划分	(120)
3.3.6	梁式桥破坏等级划分	(120)
3.3.7	拱桥的破坏等级划分	(121)
3.3.8	道路的破坏等级划分	(121)
3.3.9	供电设施破坏等级划分	(121)
3.3.10	通信设施破坏等级划分	(121)
附录 4	地震现场抽样调查表	(122)
附录 5	地震灾害损失评估报告的编写	(129)
	参考文献	(132)
	参考资料	(134)

第一部分 地震现场灾害损失 评估原理与地理信息系统

第 1 章 地震现场灾害损失评估原理

本章对地震现场灾害损失评估的意义、评估原理和评估中应注意的问题进行简要概述。

1.1 地震现场灾害损失评估的意义与现状

各种自然灾害和人为灾害中，地震灾害是最为严重的灾害之一。我国是世界大陆地震最为活跃的国家之一，因此也是世界上地震灾害最为严重的国家之一。依据大量历史地震记载，我国历史强震广泛分布于西部地区、华北地区、东南沿海和台湾地区（图 1.1）。这些历史地震中，有相对可靠破坏与（或）人员伤亡记录的事件可达 1 450 多次（ $M_S \geq 4\frac{1}{2}$ ，未包括台湾地区，下同），其中 800 多次是 1900 年以后记录到的^[12~14]。这些成灾事件在空间上的分布（图 1.2）与历史地震的分布基本一致。但从死亡人数分布看，则相对集中于华北地区的陕西、山西、河北、山东和中国东、西部过渡地区的云南、四川、甘肃等地区（图 1.3）。表 1.1 列出了造成重大死亡的地震事件，其中包括 4 次死亡人数超过 20 万的特大破坏性地震。这些特大地震灾害事件空间分布上显示了与上述死亡人数同样的分布特点。

从全球来看，20 世纪以来世界上造成死亡人数 20 万以上的两次特大破坏性地震均发生在我国。1900~1989 年，按国家统计地震造成的死亡人数比例，中国占 42%，为世界各国之首。

国内各种自然灾害中，地震灾害是严重威胁人民生命财产安全的主要自然灾害之一，1949 年以来，我国因地震灾害死亡的人数占各种自然灾害死亡人数的一半以上。地震灾害不仅造成了大量的人员伤亡和巨大的经济损失，而且还严重地影响着我国国民经济建设以及社会发展和稳定。

地震灾害属于突发性的自然灾害，大地震在顷刻间造成建筑物和生命线工程的巨大破坏，各种生命保障系统和社会功能失效。因而有必要在破坏性地震发生后，迅速开展地震灾害损失快速预评估和地震现场灾害损失调查与评估工作，为组织部署有效的地震应急抢险、救助行动提供指挥决策依据，最大限度地减轻地震灾害。地震现场评估结果还将为及时开展地震灾后的恢复重建提供依据。因此，开展地震灾害损失的快速预评估和现场评估具有极其重要的意义。

随着国际减灾十年活动的开展，灾害评估工作被世界各国所普遍关注。美国、日本等同中国一样，很多地方处于地震活动带，因此，这些国家非常重视地震灾害损失评估方法的研究。

美国联邦紧急事务管理局（Federal Emergency Management Agency，缩写 FEMA）和日本东京都防灾中心的灾害应急救助指挥系统，都具有对地震灾害损失的评估响应系统^[15~16]。FEMA 自从 1979 年 4 月 1 日建立以来，从实际灾害的应急实践中，特别是

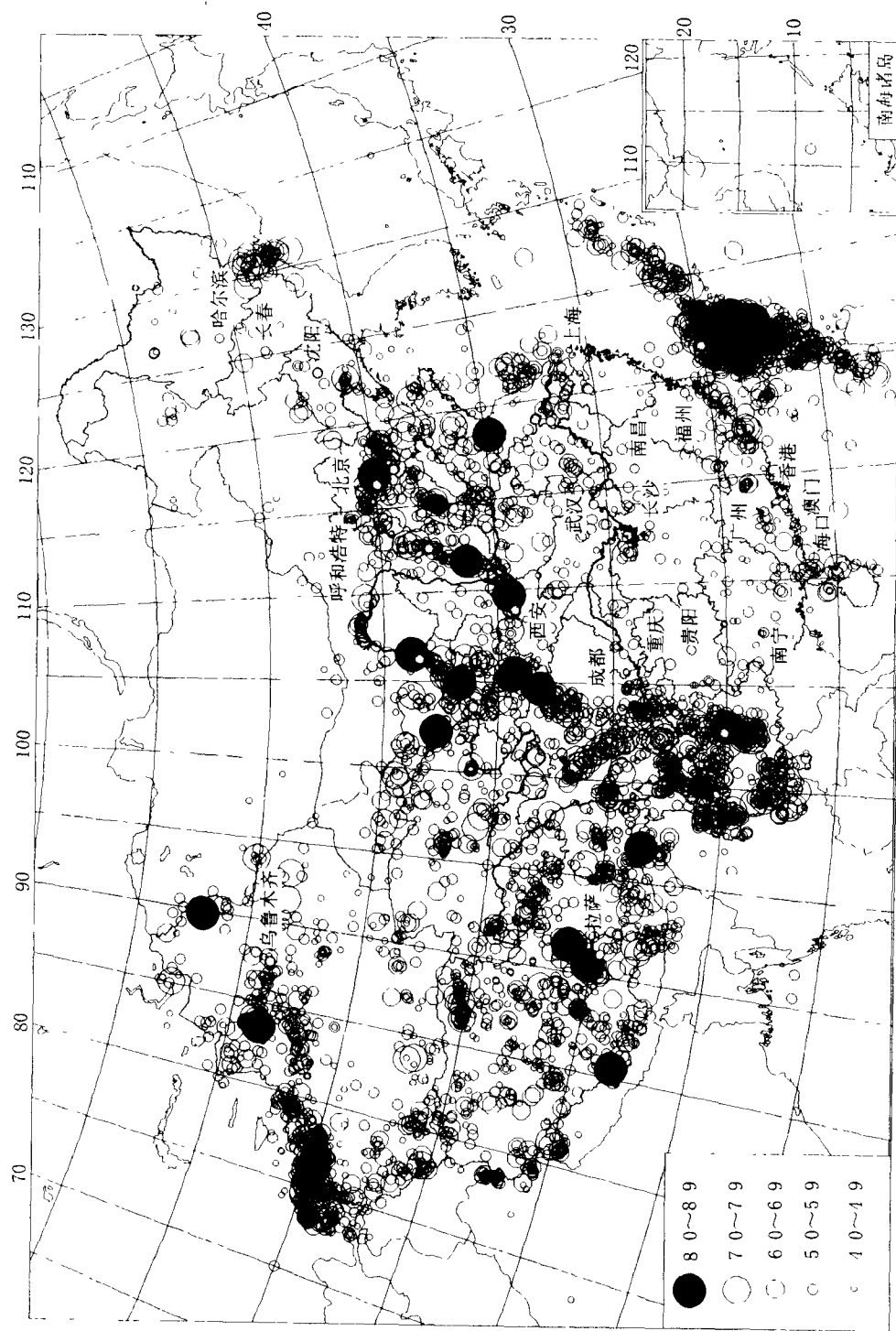


图1.1 中国历史地震分布图

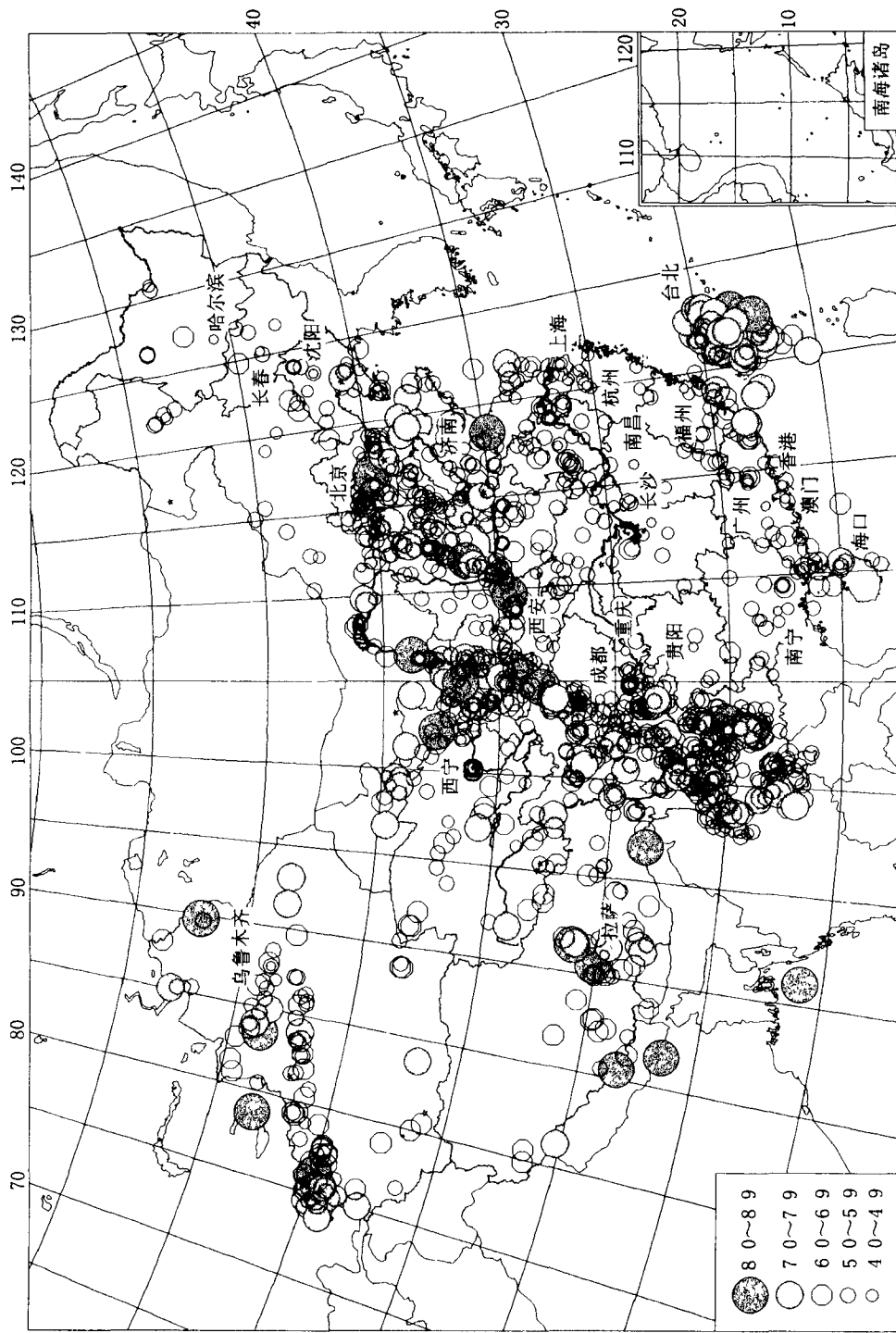


图 1.2 中国地震灾害事件分布图 (据文献 [15~17] 绘制)

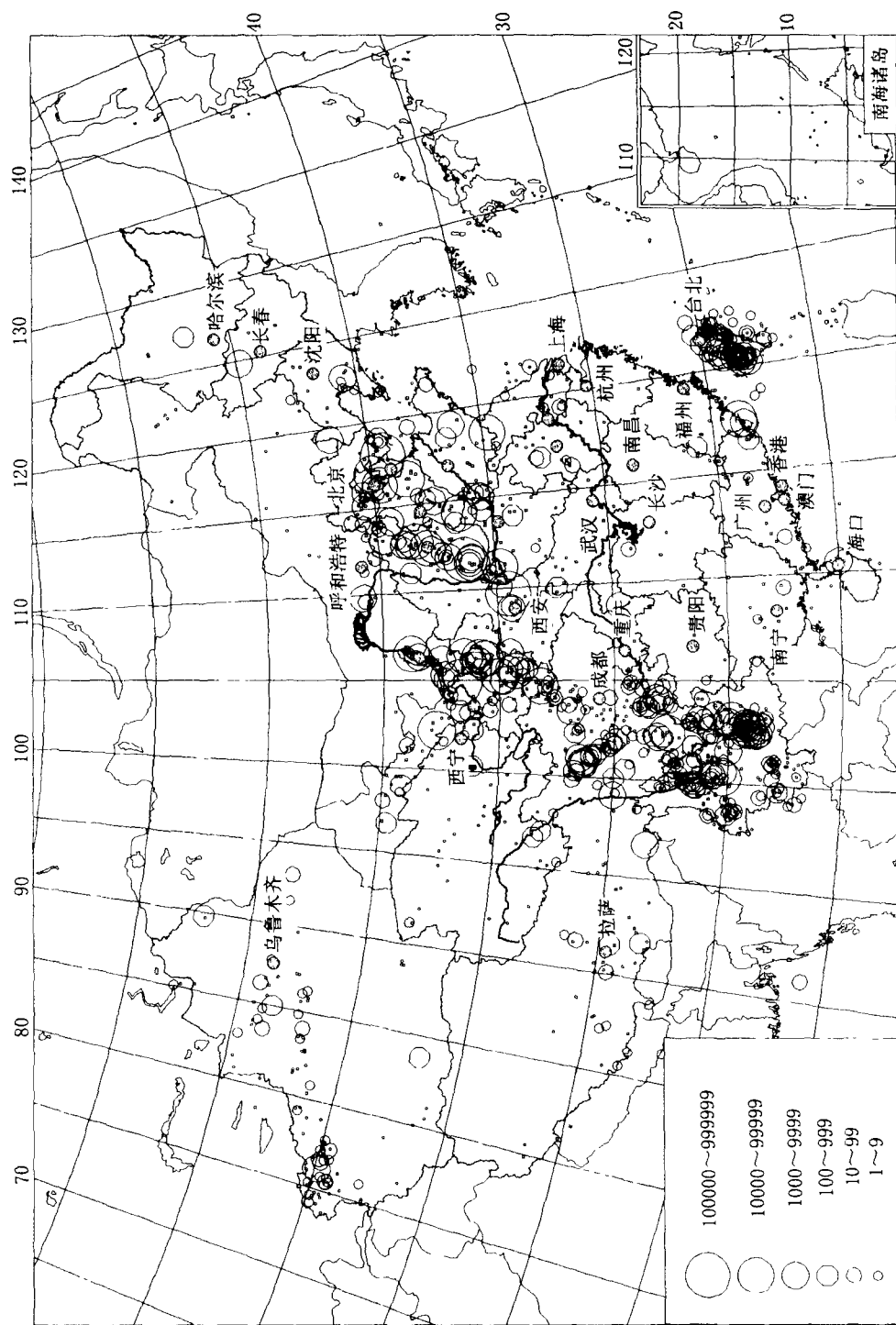


图1.3 中国地震造成的死亡人数分布图 (据文献 [15~17] 绘制)

表 1.1 死亡人数超过 2 万人的地震事件 (据文献 [15] 统计)

时间/年	东经/(°)	北纬/(°)	参考地点	震级	死亡人数/人
1556	109.7	34.5	陕西华县	8¼	830 000
1976	118.0	39.4	河北唐山	7¾	242 000
1920	104.9	36.7	宁夏海原	8½	235 502
1303	111.7	36.3	山西洪洞-赵城	8	200 000
1718	105.2	35.0	甘肃通渭(南)	7½	75 000
1695	111.5	36.0	山西临汾	7¾	52 600
1739	106.5	38.8	宁夏平罗-银川	8	50 000
1668	118.5	34.8	山东郯城	8½	47 615
1679	117.0	40.0	河北三河-北京平谷	8	45 500
1927	102.2	37.7	甘肃古浪	8	41 419
1815	111.2	34.8	山西平陆	6¾	37 000
1038	112.9	38.4	山西定襄-忻州	7¼	32 300
1654	105.5	34.3	甘肃天水(南)	8	31 000
1367	112.5	37.9	山西太原(一带)	5½	30 000
1879	104.7	33.2	甘肃武都(南)	8	29 480
1057	116.3	39.7	北京(南)	6¾	25 000
1850	102.4	27.7	四川西昌-普格	7½	23 860
1499	100.3	25.2	云南巍山	5½	20 000

1992 年 Andrew 飓风^[17]、1993 年美国中西部大洪水^[18]、1994 年 1 月 17 日北岭 (North Bridge) 6.7 级地震^[19]等重大灾害的应急实践的经验教训中, 形成了一系列的应急管理方法和计算机系统。如研制了“地震破坏和损失评估系统”(FEMA Earthquake Damage and LOSS Estimation System, 缩写 FEDLOSS), 该系统与其“地震影响模拟系统”(FEMA Earthquake Impacts Modeling System, 缩写 FEIMS) 和“紧急事务管理系统”构成地震影响模拟研究、应急管理和损失评估等完整的减灾系列。

日本研制的“实时地震灾害信息系统”(Real-time Earthquake Disaster Information System, 缩写 REDIS) 是基于互联网、GIS 和遥感技术的包括地震灾害损失预测与评估的信息系统。日本的“灾害响应系统”(Disaster Response System, 缩写 DRS), 与灾情监测和防灾系统一起, 构成减灾系列软件系统。紧急预测灾害管理系统, 可以在震时实时显示灾害分布情况; 计算灾害影响的空间和时间范围; 评估灾害损失及其概率, 为指挥辅助决策和紧急救助服务。

在地震等灾害的损失评估中, 高新技术, 特别是通讯技术和 GIS 技术, 是非常有用的工具^[20]。美国很早就注意到 GIS 技术在应急管理中的作用。1986 年美国科罗拉多大学