

基于预警区划的地震紧急处置响应模型研究

侯远超, 郭勇, 高嵩
(成都理工大学, 四川 成都 610059)

摘要:从目前城市对可能地震灾害的预警现实需求出发,提出了一种基于城市预警区域划分的地震紧急处置响应模型的构建方法。将聚类分析和统计的方法应用到预警区域的划分中,通过布设、接口、自抑制误触发模型和机制的建立构成基础模型,进而分析了特征性模型的实现情况。

关键词:地震; 预警; 紧急处置; 聚类分析; 区域划分

中图分类号: N945.12; P315.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2010)02-0150-04

Response Model Establishment of the Emergency Disposal in Earthquake Based on Early-warning Regional Division

HOU Yuan-chao, GUO Yong, GAO Song
(Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: By briefing the early-warning practice demand of cities for possible future earthquake, a response model establishment of emergency disposal which based on the early-warning regional division is presented. With the application of clustering analysis and statistical methods in early-warning regional division, the basic model which is composed of the layout, the interface and the part of self-control to its fault response is constituted, and realization of the characteristic model is analyzed also.

Key words: Earthquake; Early-warning; Emergency disposal; Clustering analysis; Regional division

0 引言

目前,防灾减灾工作有逐渐从被动救灾转化为主动预防的趋势,一个城市地震预警紧急处置能力的提高越发体现在地震预防能力上。对于城市所覆盖的现有或正在规划的核电站、大型水坝,高速公路(铁路)、长输管线、城市管网等重大基础设施及生命线工程,都迫切需要完善的地震预警机制来加以保障。由城市区划特点和各重大基础设施及生命线工程的工程特性差异决定了城市有建立基于区域划分的地震预警机制的现实需求。本文借鉴其他领域区域划分的经验,从预警区域划分的角度探讨了地震紧急处置响应模型的建立问题,以提高城市应对地震的能力。

1 模型分析

从我国目前应对大地震的情况来看,进一步扩充我国城市地震风险预测数据库,完善城市地震应急能力评价指标体系与救援力量部署规划成为防灾减灾工作的重要环节。汶川大地震震后调查为建立基于预警区域划分的地震紧急处置响应模型提供了现实依据,即以城市地震风险评估和现有地震应急能力分析为前提,以城市灾害环境因素为依据,借鉴区域划分的经验来确定地震紧急处置装置在城市的布设、接口和自抑制误触发等问题,其概念如图1所示。

城市地震小区划^[1]是对城市范围内可能遭遇的地震动强度及其特点的划分,提出对城市范围内各小区具有概率意义的设计地震动参数。城市地震

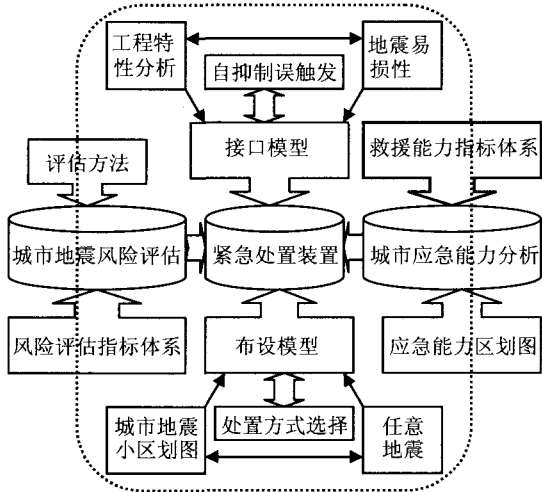


图1 地震紧急处置响应模型概念图

Fig. 1 Conception chart of early-warning regional division for earthquake.

针对汶川地震具体情况拟将学校划为生命线工程考虑(图2)。

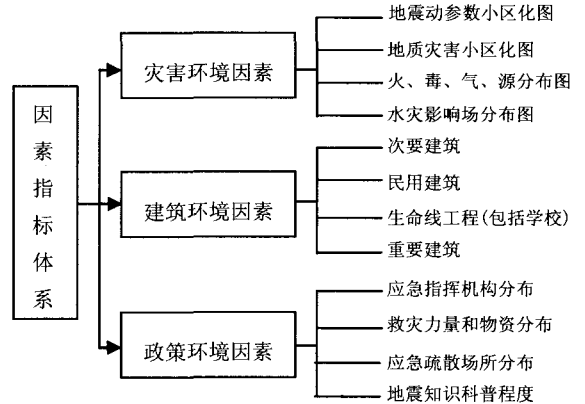


图2 地震预警区域划分的指标因素

Fig. 2 The indexes system of early-warning regional division for earthquake.

小区化图就是本文预警区域划分在灾害环境因素方面的依据;城市地震应急能力的分析为预警区域划分在政策环境因素方面打下基础;而各类重大基础设施及生命线工程的工程特性和地震易损性决定了处置方式和接口方式的选择。通过调查和理论分析相结合的方式,综合确定响应模型的布置、处置方式、接口以及自抑制误触发等部分,并且从基础模型和特征性模型两个层次来分析。鉴于聚类分析法在地理区域划分、气象领域、水质评价等方面成熟的应用,将该方法应用于地震预警区域划分中是一次新的探索。

2 基础模型

2.1 布置

布置是基础模型中最关键的问题,也是预警区域划分最直接的体现。为了客观、合理地划分预警区域,选用了聚类分析的方法。聚类分析方法^[2]是地理学中研究地理事物分类问题和地理分区问题的重要数量分析方法,即根据指标的属性或特征的相似性或亲疏程度,用数学的方法把它们逐步地分型划分,得到一个能反映个体之间、群体之间亲疏关系的客观分类系统方法。在本模型中则是用于对特定城市通过提取具有区域特性的各种指标因素来进行区域性划分。本文选取成都市成华区为例:成都市成华区共辖14个社区和街道,可作为14个样本点分别进行聚类分析。

(1) 提取灾害、建筑和政策环境^[3]三大因素建立指标体系,每个因素分别又划分为4个方面,其中

(2) 结合汶川地震震后数据调查,根据以上指标体系用贝叶斯统计法^[4]对成都市行政区域划分、经济划分以及自然区划等不同历史数据结合防震考虑进行统计分析,得出基础统计数据库。贝叶斯统计法用于对城市综合区划因素以及地震风险、救援各方面数据分析优于传统统计法。

(3) 采用标准化公式对所选14个样本点12个指标因素进行标准化后得到在[0,1]上的数据:

$$x'_{ij} = (x_{ij} - x_{jmin}) / (x_{jmax} - x_{jmin}),$$

$$(i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, 3, \dots, m)$$

其中 x_{ij} 为原始数据; x'_{ij} 为标准化后的数据; x_{jmax} 为原始数据中最大值; x_{jmin} 为原始数据中最小值。

(4) 聚类分析输出

选择适当的距离计算方式来求得每两个样本间的相似系数,再用完全聚类法分析得出不同的聚类分区,从而确定预警区域划分图并得出预警处置优先级。以第11项指标应急疏散场所分布为例:以规划面积单位为量纲,成华区单个街办平均最大可规划避难场地面积为120 000 m²,由于建设路可规划30 000 m²,它这项指标的标准化值为0.25,新鸿路可规划18 000 m²,标准化值为0.15。再将所有样本点针对各个指标的标准化值计算出,即可得到聚类数据输出如表1。由于指标涉及内容繁琐这里不对其他指标赘述。

由以上步骤即可初步确定城市的地震紧急处置响应布置模型,视具体需要也可以选择更小范围作为样本点划分更多层次的等级。

2.2 接口

表1 完全聚类数据输出

区划 类	聚类指 标个数	样本 数	行政范围	处置 等级
1区	12	5	建设路、府青路、双桥子、二仙桥、猛追湾	I级
2区	12	5	新鸿路、双水碾、万年场、桃溪路、跳蹬河	II级
3区	12	4	青龙、保和、圣灯、龙潭	III级

接口包括地震紧急处置装置自身系统的内在接口及其与现行运营系统的接口。内在接口技术也就是系统内部的数据交换技术,总体思想是以现有通信线路为依托,建设专用信息传输网络。研究基于电话拨号、无线 GPRS、IPv6 互联网、卫星通信系统等多种方式的地震数据流网络传输技术,具体选择哪种通信方式应视实际应用场景而定。由于地震紧急自动处置系统是综合防灾安全监控系统的子系统,在实际应用时应考虑与防灾安全监控系统的其它子系统实现数据共享。此外,还应预留与应急救援系统、综合维修系统、国家地震和气象部门等相关系统的接口,保证各相关系统间的信息透明化,快捷、方便、高效服务于国家重大公共安全领域中。

而对于具体的建筑特点和工程特性需要确定不同的接口方式,就要选择不同的紧急处置方式。一般地震紧急处置方式^[5]包括:

(1) 阈值自动处置:在控制开关内部安装测量震动强度的装置,当地震动大于设定阈值时自动采取关闭或其它处置措施。紧急处置阈值的确定关系重大,阈值过高或过低会出现处置系统不启动或频繁误动作。这种处置方式通常用于城市煤气管网的

用户端。

(2) 外触发自动处置:利用谱烈度计或强震仪获取的地震动数据,当地震动超过设定阈值时自动采取关闭或其它措施。这种处置方式通常用于城市煤气管网的小区接入端和铁路列车动力电源控制。

(3) 远程指令处置:根据地震参数和地震动强度,经震害快速评估、智能判断,确定处置指令,实施远程操作。如在地下矿井及海上轮船地震紧急处置应用中。

2.3 自抑制误触发机制

地震紧急处置装置响应模型的自抑制误触发机制主要是从布设和接口上来体现的。采用多点触发的方式,结合 ADS 技术的 IPV6 互联网的网络依托,设置紧急处置优先级的方式及与相关应急技术系统的互联等,从一定程度上都可以降低地震紧急处置装置的误触发率。

3 特征性模型

依据各类国家重大基础设施及生命线工程性质的不同,需要在模型的具体实现上做特征性分析。特征性响应模型的研究是在基础响应模型基础之上,面向具体工程特性的,更具有针对性。如果将这些特征性模型集成在一起形成一个库,建立起基础模型与特征性模型的统计关系,对进一步研究地震紧急处置技术是很有帮助的。

表2 特征性模型研究

特征性模型	工程结构	模型结构(抗震措施)	处置方式	处置优先级
高速铁路、公路、隧道、机场、港口	紧贴地面或埋置于地下的线形结构	配合专用的线路和装置,牵引变电所控制或直接连接速控系统	外触发自动处置	I II
具危险次生灾害的天然气管系统、核电站、输油系统	地面以上的单体结构,埋置于地下的线形结构	储存库的出口处安装地震紧急处置装置 ^[6] ,有害气体检测器,现场监测、控制,多点阀门设置	用户端阈值自动处置;供应源处外触发自动处置和远程指令处置结合	I II
供电系统、供水系统	地面以上的单体结构,埋置于地下的线形结构	现场监测、控制,网络多节点阀门设置	外触发自动处置和远程指令处置相结合	I III
无线电、电视、电话等通讯系统	地面以上的单体结构	基于 CAN 现场总线的地震紧急处置装置网络控制系统,设置在重要的电动执行机构中	远程命令处置	I III

表2所示为特征性模型分析,所研究的对象都是生命线工程。由于各个生命线工程的工程结构、工程性质、与社会经济相关性不尽相同,就需要做特征性的分析。每个生命线系统都有数量不等、种类不同的建筑结构和设施、设备组成^[7],但它们又是紧密联系的,各功能发挥也是连通的,因此在面对特定城市和地震灾害时就需要设定紧急处置的优先级。上表的得出即是依据灾害发生危险性和工程结构的灾害易损性、工程结构的实际抗灾能力以及地

震经济损失评估,结合1975年 Duke 给出的地震作用下生命线工程中各元件所应具有的可信性等级的建议^[8,9],将生命线工程系统视为网络系统模型来考虑的。例如对生命线工程中的重要或可能产生严重次生灾害且难以修复的单体(节点),如市区中心医院,交通主干线,水、电、气主干线,市区输变电和通讯等,针对强震应设为最高处置级别 I 级以确保安全。在弱震情况则由于主干节点自身的高抗震性以及对准的紧急处置的高度要求等可以考虑将优

先级设得相对低。对于其他非主干节点则依据生命线工程自身特性来具体分析,针对相应主干线降低响应级别。

4 结束语

针对目前我国城市地震预警现状,本文在现今需要大力发展地震预警系统的背景下,探讨了地震紧急处置响应模型的建立,并对其中的关键问题做出了分析。采用模糊聚类分析法进行预警区域划分从理论上是可行的,但是实际应用还需要进一步研究验证。特征性模型的应用验证也将是今后需要深入探索的方向。总体模型的建立对于城市地震灾害救援能力提高具有一定的指导性,为我国建立完善的地震紧急处置系统奠定了一定理论的基础。

[参考文献]

- [1] 孙崇绍. 西北黄土地区河谷城市地震动参数小区化研究——以兰州为例[J]. 西北地震学报,2007,29(1):3-11.
- [2] 高新波. 模糊聚类分析及其应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2004:77-268.
- [3] 张学民译. Worldwide advances in the practice of seismic zonation [A]//Proceedings of the Fifth International Conference on Seismic Zonation[C]. Nice, France. 1995:1579-1586.
- [4] 茆诗松. 贝叶斯统计[M]. 北京:中国统计出版社,1999:3-17.
- [5] 金江军,潘懋,徐岳仁. 城市地震灾害风险评价方法研究[J]. 西北地震学报,2007,29(6):110-113.
- [6] 郭恩栋,李山有,赵振东,等. 燃气供应网络地震紧急处置系统初探[J]. 世界地震工程,2005,21(2):44-47.
- [7] 夏玉胜,杨丽萍. 地震预警(报)系统及减灾效益研究[J]. 西北地震学报,2000,22(4):452-457.
- [8] 裴宗广,刘尧兴,王晓青. 生命线系统工程震害预测[J]. 西北地震学报,2005,27(1):48-52.
- [9] 赵成刚. 生命线地震工程中的几个基本问题[J]. 地震工程与工程振动,1993,13(2):52-58.
- [10] Duke C M, Moran D F. Guidelines for the Evolution of Lifeline Earthquake Engineering[A]//Proe. of the U. S. National Conf. on Earthquake Engineering[C]. 1975:387-375.