

区域性防灾系统研究的总体思路*

李 杰

(郑州工学院土建系)

摘 要: 本文提出了区域性防灾系统的概念,文中界定了灾害场、灾害影响场的概念,就灾害预测、灾害反应、灾害控制等不同分支研究的潜在发展方向和研究方法作出了论述和探讨。文中特别强调,灾场控制论代表着灾害学研究的终极目的和根本方向。

关键词: 灾害, 系统, 控制

灾害问题是人类文明进程中不可避免的一个问题。地震、洪水、飓风等自然灾害每年都吞噬着数以万计的生命,造成不可估量的破坏与损失。进入近代工业社会以来,因工业生产过程所引发的爆炸、火灾、环境污染等工业灾害也不计其数。自然灾害与工业灾害,是直接关系到我国国民经济发展进程的两个现实问题。

所幸的是,现代科学的发展,使人类已有可能主动地研究并有效地抵御自然灾害与工业灾害的危害,在不同的灾种研究领域里,人们分别从灾害预测、灾害反应、灾害控制等不同的角度进行了富有成效的努力,近年来,在科学研究领域里,已经出现了综合性很强的灾害学学科雏型。这一学科,综合了灾害研究、工程设计、生产管理、社会心理等多种学科的知识,正从其萌芽期走向发展期。

本文从系统论的角度出发,综合防灾工程学的研究背景,提出了区域性防灾系统的概念。文中,首先界定了灾害场、灾害影响场等基本概念,提出了区域性防灾系统的多梯级结构模型。然后,就区域性防灾系统研究的总体思路做出了论述和探讨,这种探讨包括:
①防灾研究的基本方向。文章对灾害预测、灾害反应、灾害控制等三个不同领域进行了评述和相互关系的探讨。针对灾害预测问题,本文指出了一些潜在的发展方向;对灾害反应机制问题,则着重从区域性灾害反应特征的角度进行了论述。
②防灾研究的基本方法。文章分别针对预测,反应等领域里的研究,列举了一些新近发展起来的研究方法,指出一些新兴学科在防灾系统研究中的重要地位。最后文章特别着重地提出了灾害控制论的系统方法,强调了计算机方法在灾害学科中的优势和应用前景。

* 收稿日期: 1990.04

1 区域性防灾系统的基本概念

受灾害直接破坏的自然区划范围称为灾害场。对不同类型的灾害、灾害场的大小是不同的。例如,工业爆炸的灾害场可能仅限于一楼、一厂,而一次六级左右的破坏性地震所造成的灾害场则会是一个城市或一个较大的行政区划,与灾害的破坏范围相比,灾害的影响范围就会大得多,这种影响范围包括灾害对社会的冲击范围(因灾害造成生产、交通、经济运行等环节上的中断或阻碍),及救灾工作所波及的范围。我们把受灾间间接影响的自然区划或行政区划范围称为灾害影响场。灾场和灾害影响场的区别与关系可以用图1表示。

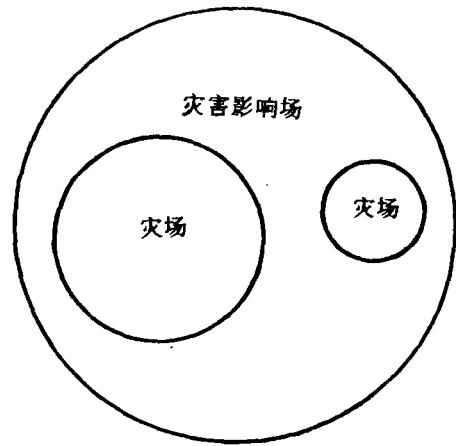


图 1

区别灾害场与灾害影响场的概念有现实的意义,无论自然灾害或工业灾害,其发生规律都具有空间、时间、强度上的随机性,换句话说,灾害场的分布具有空间、时间、大小上的随机性。而由于社会化生产的系统性和社会生活的有序性,灾害影响场的大小则相对地比较稳定,从防灾工程的角度来说,可以把一个较大的自然或行政区划作为一个灾害影响场进行综合研究,即以较大的自然区划或行政区划为背景建立防灾系统。这种防灾系统称之为区域性防灾系统。例如,面对黄河流域建立的水灾控制系统是一个区域性的防灾系统。面对河南省这样一个较大的行政区划建立的地震灾害预测与防治系统也是一个区域性的防灾系统。

区域性防灾系统的上述这种概念界定是以自然与社会背景进行说明的。从研究意义上说,对一个区域性的防灾系统的研究应该包括灾害预测、灾害反应、灾害控制三方面的基本内容。所谓灾害预测,即根据对历史灾害发生规律的统计或灾害发生机制的研究来建立可以推测未来灾害发生时间、地点、强度的经验模型或理论模型;或根据历史灾害资料及灾害反应的研究成果建立灾害后果的评估模型。灾害反应则是指在灾害场内的建筑物、工业设施、人的各种表现。对灾害反应的研究可以从灾害经验总结、灾害模拟实验、建立灾害反应理论等角度入手。最后,以减轻和限制灾害损失和影响范围的各种努力可以统称为灾害控制。这种控制可以分为个体控制、系统控制、综合控制等不同的类型。而对于每一类型的控制问题,又可以根据灾种、灾场大小等分别设置不同的手段。区域性防灾系统的这种理论描述可以用图2来更详细地加以说明。

总结上述两方面的含义,我们可以这样描述本文的中心概念:区域性防灾系统是一个以较大的自然区划或行政区划为基本对象,以灾害预测理论和灾害反应理论为基础建立起来的灾害多级控制系统。

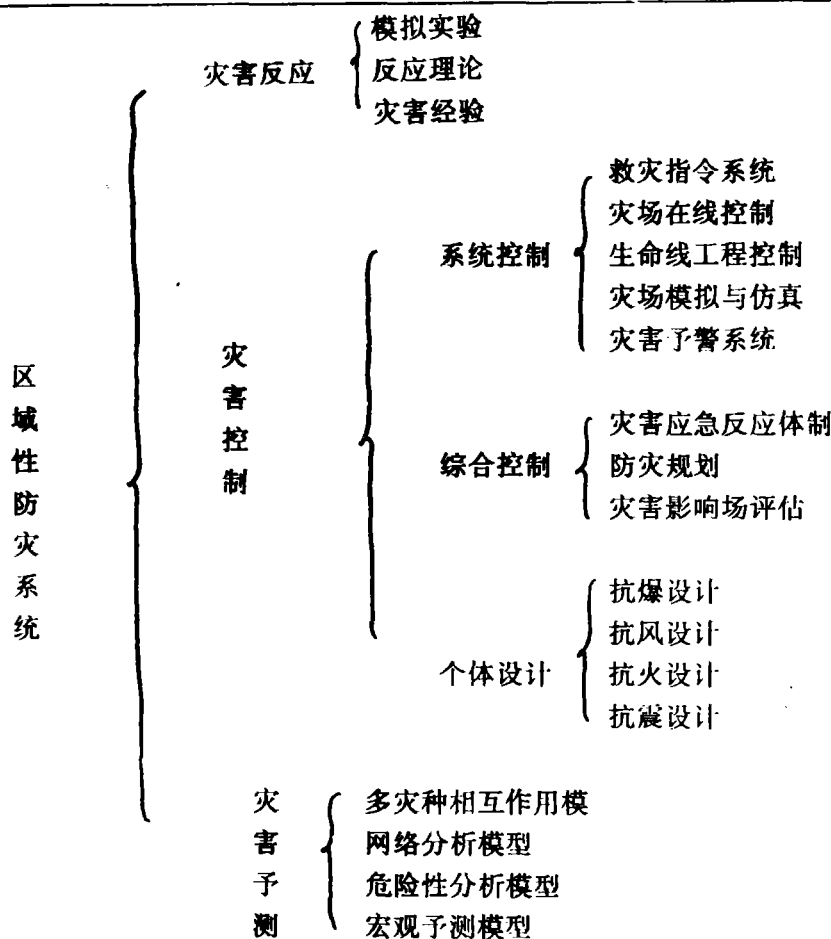


图 2

区域性防灾系统的这种多梯级控制结构的意义在于: 对于不同类型的小灾可以用局部子系统的手段分别加以防止和控制, 而当灾场范围扩大, 灾害类型增加时, 则通过应用逐级扩大的系统防灾综合手段来减轻和限制灾场灾害度和灾害影响场的范围。

2 区域性防灾研究的基本方向

如前所述, 从系统观点看, 区域性防灾研究可以分为三个相互独立而又相互联系和制约的部分: 灾害预测、灾害反应与灾害控制。在各个不同的灾害分支学科里, 对这三个部分的侧重程度是不同的。显然, 对所有分支里的研究课题加以概述是作者力所不及的, 但结合我们自己的研究探索, 提出一些潜在的研究方向和研究设想又是可以实现的。

2.1 灾害预测: 灾害的预测研究包括对灾害发生可能的预报和灾害后果的预估两部分基本内容。对各类自然灾害的预报研究已有很丰富的研究基础, 然而对工业灾害的预报研究却相对匮乏。以化工系统为例, 仅据建国后三十五年间的统计, 即发生化学爆炸事件 770 例, 物理爆炸事件 286 例, 直接经济损失以亿计。然而, 关于工业爆炸的危险性分析研究却未曾见及。而事实上, 以基于双态泊松过程的点源模型为基础, 借助于网络可靠性

的分析方法,是可以建立起化工系统爆炸事故的危险性分析模型的。作者认为,这是一个极有发展前途的研究方向。对于地震灾害后果的预估,近年来发展起来了以经验模式为基础的震害预测方法,广泛地应用于城市抗震防灾规划的研究之中,但是,从地震灾害控制的角度出发,这种预测仅能作为控制系统启动的一个初状态,为了使后续的控制良好地得以实现,使这种初状态尽可能地接近城市的真实可能的灾场状态是非常必要的。基于这一观点,作者提出了震害预测的仿真系统的思想,其基本出发点,即在于利用地震工程学的理论成果和震害经验,充分结合城市的现状特点,建立城市系统的震害特征参数集,以此为基础,建立城市在特定条件下的震害仿真系统,进而对城市在未来地震中的种种表现加以预测。

2.2 灾害反应:区域性的灾害反应更偏重于系统的群体性质,以地震灾害为例,区域性地震灾害反应特征突出地表现在生命线工程的灾害反应上,因此,网络的可靠性评价便构成了一个重要的研究方向。又如火灾,不仅要重视个体建筑物的抗火性能,而且应从区域规划的阶段开始,就应考虑到火灾蔓延的可能阻断方式,这势必要加强对小区划内的综合火灾反应方式的研究。

区域性的灾害反应特征还表现在灾害累积效应、灾害连锁反应、社会心理影响所造成的影响等诸多方面。可以用图3来表示区域性灾害反应的基本特征。

灾害反应研究中一个值得注意的问题是:以前的研究多是侧重于局部的、抽象的物理模型的研究,而相对忽略整体的、综合的物理背景的研究,更缺乏以灾场为对象的灾场效应的综合研究,这与技术发展的水平有关,也与偏重于借助传统研究手段(如理论研究与实验相结合)而忽略了计算机对大系统的模拟功能的研究,从而使大系统的灾场效应研究成为空白。从上述分析中看到,对区域性灾害反应特征的研究将构成今后研究的一个重要的方向。

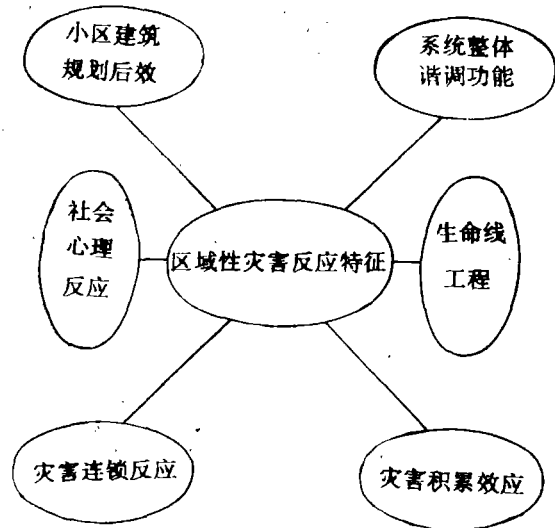


图 3

2.3 灾害控制:进行灾害预测和灾害反应的研究,其根本目的即在于实现对灾害的控制。从区域范围看,灾害控制主要针对灾场而暂不考虑灾害影响场,从时间跨度上看,灾场控制则一般是指从灾害发生到灾害基本消除这一段时间。显然,不同灾种的灾场控制时段是不同的,但对区域性的灾场控制,其基本的方法和原理又可以是接近的甚至是基本相同的。这就是,它们都可以应用系统控制论的基本思想去统一组织抗灾、救灾的各项工作。同时,由于灾场控制对象较一般生产系统控制有更多的新的特点,例如:灾害事件的不连续性、灾场信息的模糊性和多信道特征,这就使建立灾场控制模型直接面对着系统控制论的一些基本问题甚至是难题。显然,这种背景将构成这个方向上研究的十分丰富的内容,而每一个理论和实践上的突破都会给灾害控制方向的发展带来实质性的变革。作者坚

信: 灾害控制研究代表着灾害研究的根本方向和不远的将来的一个热点。

3 区域性防灾研究的基本方法

应该结合区域性的特点, 来探讨区域性防灾研究的基本方法。八十年代以来, 在灾害学的研究领域里, 出现了一系列的新方法和新思路。以地震工程领域里的研究为例, 在地震危险性分析领域, 60 年代来美国的科内尔提出危险性分析的点源模型之后, 80 年代以来, 研究者们又先后提出了双泊松模型, 更新过程模型, 空间概率模型等; 在地震灾害预测领域里, 则提出了以经验模式法为主的一系列方法, 以地震反应线性或非线性的动力分析为依据的类比推断方法和以模糊数学为基本工具的模糊推理方法等; 在作者所接触到的文献中, 在灾害学诸领域里应用的基本数学方法主要有统计数学方法、模糊数学方法、灰色系统方法、最优化方法等。应该指出: 对于区域性的防灾研究, 这些基本方法仍具有很强的生命力。但是, 从事灾害问题研究的人们, 还很少注意到七十年代以来兴起的突变论、紊乱论等思想的应用可能性。传统的数学方法, 以描述光滑和连续变化的现象为主, 而在解释不连续的突变现象面前往往束手无策, 显然, 这种背景支持是与灾害问题研究的现实是不相适应的。70 年代初, 突变论在法国首先兴起, 并迅速跨越国界, 成为许多学者所瞩目的一种工具, 如何在区域性灾害研究中有意识地借鉴、引进突变论的基本思想与方法, 是一个相当现实的问题。面对灾场控制课题而言, 最近兴起的紊乱论则提供了另一种观察和研究问题的方法与工具。

在地震灾害控制领域里, 自七十年代后期以来, 国内外一些学者致力于研究单体结构物的振动控制问题。这种思想来源于机械制造和航海、航天领域。其基本想法是通过一些主动的或被动的控制手段, 使建筑结构物在灾害性荷载作用下的反应减轻到结构可以承受的地步。单体结构的主动控制问题, 比较接近于现代控制论的数学问题提法, 而单体结构的被动控制则主要是一种设计方法, 也仅在这一意义上属于开环控制的思想。作者充分注意到振动控制领域里的进展, 认为现代控制理论的原理和方法更适合于应用到大系统的灾场控制的研究中来。例如: 集散控制思想应用于灾场生命线工程的控制中来。模糊辩证理论应用于灾场信息网络的建模之中等等。

大系统的灾场控制理论的建立和检验都与计算机的应用是密不可分的。与单体结构的研究不同, 大系统的灾场控制是无法从实验角度加以证实的, 为了能有效地在未来灾害中应用灾场控制理论来减轻致灾程度, 开展计算机模拟实验将是理论研究的一个重要辅助手段。作者相信: 这一模拟手段的产生与发展将促成现代控制理论与灾害科学的高度结合, 从而形成一个朝气蓬勃的灾害控制论方向, 形成一套直接完善和发展现代控制理论的研究方法。

以区域性防灾系统的多梯级结构为基本框架, 以统计数学、模糊数学、突变理论为手段, 以现代控制理论的原理为基础, 致力于实现大系统的灾场控制这一根本目的, 这就是本文提出的区域性防灾系统研究的基本思路。

4 结 语

本文提出了区域性防灾系统这一基本概念,在此基础上,展开了对这一领域潜在工作方向和基本研究方法的探讨和论述。在文中,区分了灾场和灾害影响场的概念差异,提出了区域性防灾系统的多梯级结构。文中特别强调,在灾害预测、灾害反应、灾害控制三个基本分支学科里,灾害控制论代表着灾害学研究的终极目的和未来方向。

我们看到,灾害学是一个广阔的领域,它必将吸引更多的有志之士深入到该领域的前沿,并作出创造性的贡献。显然,所有这些研究的成果都有助于为人类文明的繁荣与进步提供更可靠的保障。

参 考 文 献

- (1) 国际减灾十年(第二辑). 中国灾害防御协会出版, 1988年
- (2) 美国联邦政府对灾害性地震的反应计划. 学术期刊出版社, 1989年
- (3) 全国化工事故案例集. 化工部科学技术研究所, 1988
- (4) 徐海亮, 李杰. 河南省区域性水、震灾害综合对策研究, 1989年

General Tentative Plan of the "Regional Disaster Prevention and Control System" Research

Li Jic

(ZhengZhou Institute of Technology)

Abstract: This paper proposed an idea of "Regional Disaster Prevention and Control System". The idea of disaster field and disaster influence field was distinguished. After discussing the research prospects and research methods of disaster prediction, disaster response and disaster control, this paper point out that the disaster control theory represent the main direction of catastrophology.

Keywords: disaster, system, control