

丛书主编 张继权

高等院校安全与减灾管理系列教材

城市安全与 防灾规划原理

Urban Safety and Disaster Prevention Planning Principle

刘 茂 李 迪 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

高等院校安全与减灾管理系列教材

城市安全与防灾规划原理

刘 茂 李 迪 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

城市安全与防灾规划原理/刘茂,李迪编著. —北京:北京大学出版社, 2018. 1

(高等院校安全与减灾管理系列教材)

ISBN 978-7-301-29048-4

I. ①城… II. ①刘… ②李… III. ①城市—灾害防治—城市规划—高等学校—教材
IV. ①X4 ②TU984.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 311087 号

- | | |
|-------|--|
| 书 名 | 城市安全与防灾规划原理
CHENGSHI ANQUAN YU FANGZAI GUIHUA YUANLI |
| 著作责任者 | 刘 茂 李 迪 编著 |
| 责任编辑 | 王 华 |
| 标准书号 | ISBN 978-7-301-29048-4 |
| 出版发行 | 北京大学出版社 |
| 地 址 | 北京市海淀区成府路 205 号 100871 |
| 网 址 | http://www.pup.cn 新浪微博: @北京大学出版社 |
| 电子信箱 | zpup@pup.pku.edu.cn |
| 电 话 | 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765014 |
| 印刷者 | 北京大学印刷厂 |
| 经 销 者 | 新华书店 |
| | 787 毫米 × 980 毫米 16 开本 16.75 印张 340 千字 |
| | 2018 年 1 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷 |
| 定 价 | 42.00 元 |

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题,请与出版部联系,电话:010-62756370

内 容 提 要

城市公共安全规划包括两种最基本的规划,即针对城市事故灾难的安全规划和针对城市自然灾害的防灾规划以及这两种规划的基本原理——风险分析原理。

本书主要内容包括:城市风险分析与规划的基本概念及规划的主要内容;城市事故风险、灾害风险分析的理论和方法、案例及计算模拟;风险可接受水平与规划目标的关系;城市安全规划选址、布局及规划决策;城市防灾规划准备、分析、编制规划、城市防灾对策措施、实施与更新等。

本书适用于安全科学与工程、城市建设、城市规划与设计、防灾减灾、市政工程、消防工程、环境科学与工程等专业的本科生及研究生作为教材和参考书,也可用于相关专业的工程技术人员和政府、企业管理者参考。

前言

继《事故风险分析理论与方法》《城市公共安全学——原理与分析》《城市公共安全学——应急与疏散》出版后,《城市安全与防灾规划原理》一书终于面世了。城市安全与防灾规划原理,顾名思义是针对城市预防事故与灾害发生的安全规划与防灾规划。这些规划是为城市发展构建平安环境,立规矩,订计划,从而规避风险,策划安全防灾应对措施。

近年来,我国城市发展迅猛异常,城市化进程大大推进,城市的快速发展势必产生诸多风险,导致事故灾害频频发生,因而防控城市风险并制订安全防灾规划成为社会的紧迫需求。

安全与防灾规划以预防为出发点,防患事故灾害在尚未发生时如何规避风险,确定城市合理的功能区划、并在地图上正确选址、合理布局等都是安全与防灾规划的核心内容。因为规划是预防为主,考虑问题是在事情发生之前,比较那些事后的应急救援所采取的“亡羊补牢”,无论从社会效益、经济效益都要强许多倍。当前的一种倾向是,每当谈到城市安全时总会只谈应急,似乎应急做好了,于是就安全了,这种过分强调应急救援是与安全预防原理相悖的。

这本书名为原理,旨在讲清安全防灾规划普适的原理,即风险分析原理或称风险管理理论,基于风险评价实行风险避免、减少、转移和可接受风险的原则,贯穿在安全与防灾规划的始终。规划目标是规划的核心,确定一个合理可行又能实现跨越进步的目标至关重要,从风险角度理解,规划目标就是一个使城市可持续发展的合理可接受的风险水平,合理确定风险可接受水平是制订规划目标的关键。

作者多年来始终认为城市公共安全问题是一个复杂的问题,因为它是城市问题和安全问题的耦合,由于城市问题和安全问题自身的复杂性,使得城市安全变得更为复杂,对于这样一个复杂问题的解决,必须通过构建城市公共安全体系才能实现,这个体系包括对城市安全风险分析,在风险分析的基础上制订安全规划,在规划的指导下进行城市的风险管理,对不可避免的事故灾害进行应急救援等四个方面。

本书是南开大学城市公共安全研究中心刘茂教授和他的学生们十多年辛勤耕耘的教学、科研成果,本书的核心内容,主要源自他们的学术论文、科研报告和公开发表的文

章,本书构建了城市安全与防灾规划的框架,提出了核心理论和定量分析方法。必须提到的是,在朱坦教授的倡导下,牛晓霞博士首先开始安全规划的理论研究。

本书的另一位作者李迪及其所在的赛飞特工程技术集团有限公司多年来一直致力于对国内重要的化工企业、工业园区进行风险评估,实现了风险理论与企业实际相结合,并且取得了丰富的经验和成果,为安全规划提供了翔实的分析案例,为本书增色不少。

本书各章节完成情况如下:第二章由周亚飞、杨杰、王振、操铮、许同生完成,案例分析由赛飞特工程技术集团有限公司张玉省等人完成;第三章由杨杰、王靖文、徐伟、周亚飞完成;第四章由刘旭锋、李清水、张永强完成;第五章由李清水、于辉完成,案例分析由赛飞特工程技术集团有限公司张玉省等人完成;第六、七章由杨杰完成。本书文字和内容编排由赛飞特工程技术集团有限公司孙建中完成。本书编写工作历时半年多,需要对大量文献、资料归纳整理,工作量巨大。

城市安全与防灾规划是最近几年开始的,无论是从定义概念,还是理论和方法,都不够完善,有待进一步的探索和研究。本书以事故灾难的安全规划和自然灾害的防灾规划为重点,而对一些专项规划,例如工业园区安全规划、交通安全规划、城市地下空间安全规划、城市基础设施安全规划、地震防灾规划、洪水防灾规划、应急救援规划、疏散与避难规划等,没有做详细叙述,但是它们的原理和方法是相通的。

由于安全防灾规划还处于不断探索之中,加上编者水平有限,可能存在一些不妥和错误之处,恳请读者和同行专家指正。

刘茂 李迪

2016年12月

目 录

1	绪论	(1)
1.1	基本概念	(2)
1.1.1	城市事故风险	(2)
1.1.2	城市灾害风险	(3)
1.1.3	城市风险可接受水平	(4)
1.1.4	城市安全规划	(4)
1.1.5	城市防灾规划	(5)
1.2	城市安全和防灾规划的内容	(5)
2	城市安全风险分析	(7)
2.1	城市火灾风险分析	(7)
2.1.1	建立城市火灾风险分析指标体系	(7)
2.1.2	城市火灾风险分级	(9)
2.2	城市火灾风险分析案例	(9)
2.2.1	指标分级	(9)
2.2.2	城市火灾风险等级图	(15)
2.3	城市工业危险源风险分析	(16)
2.3.1	重大事故发生概率	(16)
2.3.2	重大事故影响范围	(17)
2.3.3	个体致死概率计算模型	(19)
2.3.4	事故个人风险	(19)
2.4	城市工业危险源风险分析案例	(19)
2.4.1	工业园区风险分析案例	(19)
2.4.2	涉氨企业安全风险分析	(28)
2.4.3	危险货物道路运输风险分析案例	(30)
2.5	城市公共场所风险分析	(34)

2.5.1	拥挤踩踏事故发生的因素	(34)
2.5.2	人群拥挤踩踏事故的风险模型	(38)
2.5.3	体育赛场人群聚集风险计算案例	(38)
2.6	城市公共基础设施风险分析	(45)
2.6.1	城市市政管线综合安全评价指标体系	(47)
2.6.2	城市燃气管网的定量风险分析与研究	(49)
2.7	城市燃气管道风险分析案例	(51)
2.7.1	城市燃气输气站和高压管网	(51)
2.7.2	安全风险分析	(52)
3	城市灾害风险分析	(54)
3.1	地震风险分析	(55)
3.1.1	基于 HAZUS 软件的地震风险分析方法	(55)
3.1.2	地震灾害风险案例分析	(72)
3.2	洪水风险分析	(82)
3.2.1	蒙特卡罗方法模拟分析河道堤防失效和洪水漫顶的概率	(82)
3.2.2	堤防失稳机理分析和故障树的建立	(83)
3.2.3	堤防失稳概率的蒙特卡罗方法模拟计算	(85)
3.2.4	基于蒙特卡罗模拟的堤防漫顶失效概率分析	(89)
3.2.5	基于计算机模拟软件的洪水淹没的范围和深度的模拟	(90)
3.2.6	城市洪水风险案例分析	(94)
3.3	台风风暴潮灾害风险分析	(107)
3.3.1	台风风暴潮灾害风险指数评价	(108)
3.3.2	台风风暴潮灾害分析案例	(110)
3.3.3	台风风暴潮灾害海水入侵影响预测	(113)
3.3.4	台风风暴潮灾害海水入侵影响预测案例	(114)
4	风险可接受水平及规划目标	(118)
4.1	个人风险可接受水平	(118)
4.1.1	根据事故统计数据得出风险可接受水平	(119)
4.1.2	根据其他国家和行业风险标准确定风险可接受水平	(120)
4.2	社会风险可接受水平	(123)
4.2.1	根据事故统计数据得出风险可接受水平	(123)
4.2.2	个人和社会风险可接受水平的关联	(125)
4.2.3	社会风险可接受水平的建议值	(126)
4.3	经济风险可接受水平	(126)

4.3.1	经济风险可接受与成本-收益分析	(127)
4.3.2	成本-收益分析中的成本计算	(127)
4.3.3	成本-收益分析中的收益计算	(129)
4.3.4	对个人和社会风险的成本-收益分析	(130)
4.3.5	经济风险矩阵——经济风险可接受水平	(131)
4.4	国外可接受风险水平标准	(132)
4.4.1	英国可接受风险标准	(133)
4.4.2	欧盟(European Union, EU)风险可接受标准	(135)
4.4.3	澳大利亚和新西兰可接受风险标准	(137)
4.5	城市安全与防灾规划目标的确定	(139)
4.5.1	城市火灾风险的降低	(140)
4.5.2	城市地震风险的降低	(143)
4.5.3	洪水灾害风险的降低	(148)
5	城市安全规划	(149)
5.1	欧盟各国土地利用规划的概况	(149)
5.1.1	土地利用规划的 Seveso II Directive 的条款	(150)
5.1.2	欧盟各国土地利用规划常用方法	(151)
5.2	基于风险指数 RI 的选址评价	(154)
5.2.1	风险指数 RI 的计算	(155)
5.2.2	选址合理性的判断	(156)
5.2.3	LNG 储备库的选址案例	(157)
5.3	PADHI 规划决策	(158)
5.3.1	PADHI 方法的一般步骤	(158)
5.3.2	规划对象类型及敏感度等级划分	(160)
5.3.3	规划对象位置的确定	(165)
5.3.4	规划决策	(168)
5.3.5	拟建 LNG 储备库的周边决策案例	(168)
5.4	基于蒙特卡罗的布局分析	(176)
5.4.1	蒙特卡罗分析实现方法	(176)
5.4.2	布局对比方法	(177)
5.4.3	某工厂布局案例分析	(179)
5.5	基于我国现行法规的安全规划案例	(188)
5.5.1	可容许风险标准	(189)
5.5.2	个人风险值	(191)

6	城市防灾规划	(194)
6.1	规划准备	(194)
6.1.1	规划支持	(194)
6.1.2	组建规划团队	(198)
6.1.3	公众参与	(199)
6.2	风险分析	(201)
6.2.1	风险识别	(201)
6.2.2	灾害概况	(203)
6.2.3	财产目录	(208)
6.2.4	损失评估	(213)
6.3	编制规划	(218)
6.3.1	确定规划目标	(218)
6.3.2	识别并确定优先防灾措施	(222)
6.3.3	确定防灾实施策略	(228)
6.3.4	草拟防灾规划	(230)
6.4	规划实施与更新	(231)
6.4.1	采纳规划	(232)
6.4.2	实施规划	(233)
6.4.3	评估规划结果	(234)
6.4.4	修改规划	(236)
6.5	某城市防灾规划案例分析	(237)
6.5.1	规划概况	(237)
6.5.2	确定主要灾害类型	(241)
6.5.3	主要灾种风险分析	(244)
6.5.4	规划目标	(245)
7	城市防灾对策	(246)
7.1	火灾安全措施	(246)
7.2	工业危险源规划措施	(246)
7.3	地震减缓防灾措施	(247)
7.4	洪水防灾措施	(249)
7.5	城市滑坡灾害防灾措施	(250)
	参考文献	(252)

由于城市问题与公共安全问题的耦合,城市公共安全变得越来越复杂,城市公共安全区别于工业生产安全,专门研究城市中工业危险源、城市公共基础设施、城市公众聚集场所、城市自然灾害等对城市经济和社会发展带来的风险。除了生产劳动之外,这些风险还存在于人们生活、生存范围的各个方面,包括了衣、食、住、行、休闲娱乐等各个领域及环节。

随着城市化进程日益加快,工业建设项目数量不断增加,很多地区出现了工业区与居住区等人口密集的区域交错分布或相邻的现象,一些工业园区或设施中储存或使用了大量的易燃、易爆或有毒的危险化学品,作为城市中重要的工业危险源,一旦发生火灾、爆炸和毒气泄漏事故,往往带来物质损失、环境破坏、大量人员伤亡,后果通常非常严重。

城市公共基础设施如城市燃气系统、电力系统、通信系统和信息网络系统以及地铁、轻轨等公共基础设施一旦出现故障,不仅会使城市陷入瘫痪状态,而且会给城市带来巨大的灾难。

人群聚集场所,如体育场、歌剧院、大型会展中心等公共场所,事故也时有发生,若缺乏控制及管理,往往会造成较大的人员伤亡,并使公共场所事故灾害扩大化。

另外,因全球气候变化、人类活动,城市的自然灾害也日益严重。地震、洪水、台风等自然灾害频发,因其危害面广、破坏力强和社会影响大,对社会和经济发展造成的影响也在不断加剧,日益成为制约城市可持续发展的重大隐患。以地震为例,新中国成立以来,我国各种自然灾害造成的死亡人数约为 55 万,其中地震造成的死亡人数约 28 万(不含四川汶川地震)。洪水风险也是人类最严重的自然风险之一,统计资料表明,全世界每年自然灾害死亡人数中有 75% 为洪水灾害造成的。

城市公共安全规划作为城市总体规划的重要组成部分,是减少城市事故灾害损失的重要途径,根据分析对象不同,可分为两部分内容:一是城市安全规划,针对事故;二是城市防灾规划,针对自然灾害。城市安全规划和城市防灾规划面向不同的对象,其分析的主体也就不同,相对应的,城市安全规划与城市防灾规划分别需要城市事故风险分析和城市自然灾害分析,如图 1-1 所示(见第 2 页)。

整体来说,城市公共安全规划应该针对的是,在社会进步和经济快速发展的背景下城市所面临的各种公共安全问题,包括城市安全、城市防灾、城市公共卫生及城市社会安

全的规划,其中城市安全、城市防灾规划是城市公共安全规划的核心,所以本书对城市公共安全规划的讨论重点是城市安全规划和城市防灾规划。

制订城市安全规划首先必须进行风险分析,只有进行风险分析才能弄清城市面临的风险类型及大小,根据风险类型、大小采取相对应的风险管理及防控措施,因此风险分析可看作是城市安全规划的基础。

制订合理的安全规划及防灾规划有两大核心问题:第一个核心问题是确定风险可接受水平,分析风险是否在可承受范围内,它是制定规划目标的基础;第二个核心问题是规划目标的确定,规划目标是由可接受风险水平决定的,也就是说,只有确定合理风险接受水平,才能确定合理的规划目标。

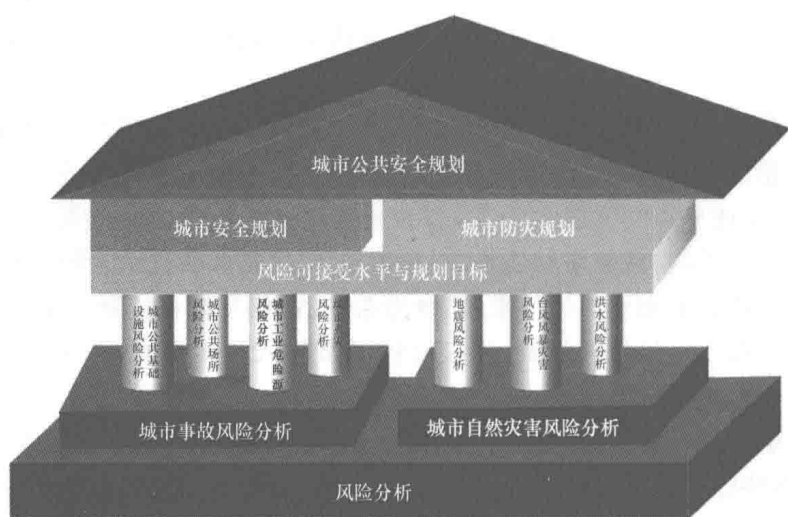


图 1-1 城市公共安全规划组成

1.1 基本概念

1.1.1 城市事故风险

城市内现存的或潜在的可能导致事故的状态,在一定条件下可发展为事故,可称为城市事故风险,城市事故风险通常被用来描述未来事件可能造成的损失,即它总涉及不可靠性和不能肯定的事件。在生产过程中,由于大量不确定性因素的存在,使得人们在从事生产的同时承担着一定的事故风险。对于事故风险进行准确地评估,以便采取预防性措施,降低风险,达到可接受水平。

能量转换、有害因素和人为因素三个方面是导致城市事故风险的主要因素。

(1) 能量转换。

能量转换引起的风险是指由于能量失控导致的伤害,可以分为物理模式和化学模式。物理模式主要是通过动能和势能以及其他能量间的转化引起的事故,造成人员伤亡和财产损失。主要包括物理爆炸、锅炉爆炸、机械失控和电气失控等。化学模式主要是通过物质化合和分解等化学反应导致能量失控,使静态的化学能转化成物理能,由物理能对目标产生破坏力。化学模式主要包括火灾、爆炸、毒气释放等。

(2) 有害因素。

有害因素主要指的是能对人的生命和健康造成危害的一些物质。很多化学物质,如氯气、氰化物、重金属、苯等,会对人体造成急性或慢性的危害,还有一些惰性气体,如二氧化碳、氮气等,有使人窒息的风险,更严重的甚至会危及生命;另外还有生物性的有害因素,如细菌、病菌和真菌等,有致病的危险性。

(3) 人为因素。

人与人之间的精神状态和心理特征不同,而且人的心理易受环境因素的影响,由于这些因素的影响,操作机器时,有可能导致误操作,引起事故。为了防止事故发生就必须加强人员的教育和培训,提高其可靠性、适应能力和应变能力,并且加强人机工程学研究,提高设备的易操作性,减少误操作。

1.1.2 城市灾害风险

城市灾害风险是城市自然灾害风险的简称。自然灾害风险指未来若干年内由于自然因子变异的可能性及其造成损失的程度。一般认为一定区域自然灾害风险是由自然灾害危险性(Hazard)、暴露性(Exposure)或承灾体的脆弱性(Vulnerability)三个因素相互综合作用而形成的。基于以上对自然灾害风险的认识,可以得出自然灾害风险的数学计算公式为:

$$\text{自然灾害风险度} = \text{危险性(度)} \times \text{暴露性(受灾财产价值)} \times \text{脆弱性(度)}$$

自然灾害危险性,是指自然灾害异常程度,主要是由自然危险因子活动规模(强度)和活动频次(概率)决定的。一般自然危险因子强度越大,频次越高,自然灾害所造成的破坏损失越严重,自然灾害的风险也越大。暴露性是指可能受到自然危险因子威胁的所有人和财产,如人员、房屋、农作物、生命线等。一个地区暴露于危险因子的人和财产越多即受灾财产价值密度越高,可能遭受的潜在损失就越严重,自然灾害风险就越大。承灾体的脆弱性,是指在给定危险地区存在的所有任何财产,由于潜在的自然灾害危险因素而造成的伤害或损失程度,其综合反映了自然灾害的损失程度。一般承灾体的脆弱性愈低,自然灾害损失愈小,反之亦然。

1.1.3 城市风险可接受水平

社会公众根据主观愿望对城市风险水平的接受程度即为风险的可接受水平,在确定风险的可接受水平时,不仅要考虑人们的心理因素和当前社会的技术可行性,还应考虑经济上的可行性和降低风险的效益问题等诸多方面。

在风险的可接受方面,合理可接受水平(As Low As Reasonable Practicable, ALARP)的概念被越来越多地提及。ALARP 准则包含两条风险分界线,上面一条称为可接受风险线,下面一条为可忽略风险线。这两条风险分界线将风险分为三个区域:不可接受区、合理可接受区(ALARP 区)和可忽略区,如图 1-2 所示。若风险处于不可接受区,无论它带来的收益有多大,都必须采取措施来减少风险;在可忽略区,风险处于很低水平,可以忽略不计;这两种极端情况之间的区域就是 ALARP 区。对此区域,要在实际情况下通过风险评估,采取必要的风险减缓措施尽量减少风险。

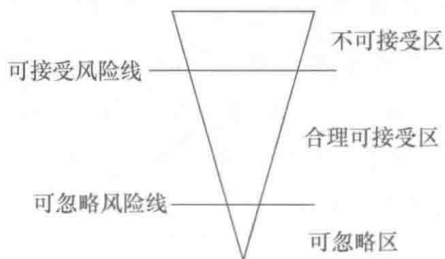


图 1-2 ALARP 图

1.1.4 城市安全规划

城市安全规划是指在对一个城市地区进行安全现状调查、风险评价、预测因城市发展所引起的变化的基础上,根据安全科学原则提出以保护和改善城市安全为目的而对城市进行的战略性布局。其主要对象是城市区域内人们的正常生产和生活活动,调节这些正常的生产和生活活动对公共安全产生的影响。

城市安全规划就是对城市事故风险的控制与降低的安全设计。其着眼于城市生产中可能发生的事故,以预防和减少事故灾害为目的,从时间、空间上对城市的布局进行安排,其实质是对城市生产、生活要素的选址,通过预先规划,将不同的要素合理地布置在城市的不同位置,使其相互间影响尤其是发生意外情况时的破坏降至最低,从而达到从初始阶段城市的安全风险可知、可控。

从面向对象上来说,城市安全规划也可以看作是土地利用规划,如何在现有土地上针对相应的生产要素进行选址、安排即是城市安全规划的内容。

1.1.5 城市防灾规划

城市防灾规划是指城市规划中的防灾内容、内涵或有关内容,它渗透到城市规划的方方面面,涉及总体规划与专业规划的每一个环节。应以社会科学和自然科学综合研究为主导,形成以地方应急管理为主体的灾害预防、救援以及灾后重建的行政管理体系和防灾保险为依托的社会保障体制。城市防灾规划制定本身就是防灾的重要组成部分。有效地制定和实施规划以及保证规划的灵活性是防灾管理取得效益的根本。城市防灾规划作为城市总体规划中的专项规划,要和其他专项规划相协调。

为提高城市应对灾害的抵御能力,降低因灾害而导致的损失,需要对城市遭受灾害进行风险分析的基础上,编制城市防灾规划。

基于风险分析的城市防灾规划包括规划准备、风险分析、编制规划、规划实施和更新四个步骤,以此作为城市防灾规划编制的流程,用于城市专项防灾规划及综合防灾规划的编制。考虑城市总体规划及经济发展水平等因素,在对城市灾害进行风险分析的基础上,确定防灾规划目标,并制定风险减缓措施来实现规划目标。在防灾规划中,可供选择的防灾措施有多种,由于经济、技术、政策及环境等因素的限制,利用效益成本分析法对防灾措施进行优化,从中选择优先级别高的防灾措施进行风险减缓,并通过防灾规划的实施,对防灾措施进行不断完善。

1.2 城市安全和防灾规划的内容

城市安全和防灾规划是按照各专项自身的特点和基本规律进行的详细规划,并按照时间、空间、行业 and 部门进行分解,将规划措施尽可能分解落实到项目和城市危险源及自然灾害。同时针对各专项规划提出的主要措施、对策、投资和政策导向等进行综合分析,并将反映出的主要问题反馈给城市公共安全总体规划系统,经过各层次间的反复协调,做出优化的、可实施的城市公共安全总体规划方案。

城市安全和防灾规划的主要内容包括:城市安全风险分析、城市灾害风险分析、风险安全可接受水平,城市安全及防灾规划目标、编制城市安全规划与城市防灾规划。

城市安全规划的研究范围主要集中在下面几个方面:

- (1) 城市火灾: 主要指城市建筑火灾和城市空间火灾,属于人为事故火灾。
- (2) 城市工业危险源: 主要对象为有毒有害、易燃易爆的物质和能量及其工业设备、设施、场所。
- (3) 城市公共场所: 主要指人群高度集中、流动性大的公共场所,如影剧院、体育场馆、商务中心、超市和商场等,易发生群死群伤恶性事故。
- (4) 城市公共基础设施: 城市生命线中的水、电、热、通信设施和信息网络系统以及

地铁、轻轨等设施。

城市防灾规划的研究范围主要针对的是城市灾害,灾害是对所有造成人类生命财产损失或资源破坏的自然和人为现象的总称。城市灾害是指由于自然和人为变化造成的人员伤亡、财产损失、社会失稳、资源破坏等现象或一系列事件。

城市灾害包括:旱灾、洪涝、台风风暴潮、火山、海啸、地震等。对我国历年发生的各种灾害进行统计分析可发现,造成城市人身和财产损失较大的灾害是地震、风暴潮和洪水。

2.1 城市火灾风险分析

国内对城市火灾风险评价研究较少,国际上有些研究进展,如“亚洲城市减灾计划(Asian Urban Disaster Mitigation Program, AUDMP)”,其通过构建指标体系对城市进行网格划分,得到城市不同区域火灾危险等级,并通过图层叠加的方式在地理信息系统(Geographic Information System 或 Geo-Information System, GIS)平台下可视化表达。《美国爱达荷州火灾规划》根据火灾本身发生的可能性、可能的承灾体及救援能力建立了城市火灾风险分析指标体系,根据各指标权重求得火灾风险值,并对其进行分级以说明火灾危险性的

2.1.1 建立城市火灾风险分析指标体系

根据美国消防协会(National Fire Protection Association, NFPA)在 NFPA1144 和 NFPA299中制定的野火危险等级表(Wildfire Hazard Rating Form)以及亚洲灾害预防中心的“亚洲城市减灾计划(Asian Urban Disaster Mitigation Program, AUDMP)”中的城市火灾风险评价部分,制定城市火灾风险分析指标体系,并对城市火灾危险进行等级划分。

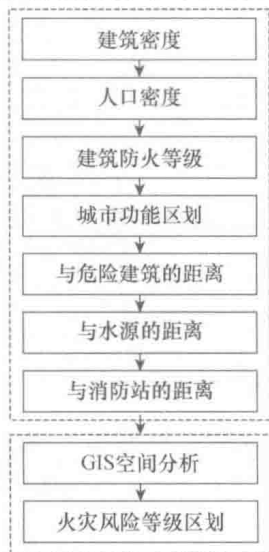


图 2-1 城市火灾风险分析流程