

文章编号:1673-0836(2006)01-0052-04

对地下空间灾害管理问题的探讨^{*}

陈 强 , 陈桂香 , 尤建新

(同济大学经济与管理学院, 上海 200092)

摘 要:地下空间的开发利用是城市可持续发展的需要。由于地下空间的隐蔽性、封闭性,使得地下空间灾害损失更严重、防灾问题更复杂。文章分析了地下空间的灾害产生机理及所造成的损失,通过对已发生的地下空间灾害事故进行分析,得出了地下空间灾害管理的重点;在此基础上,结合目前我国地下空间灾害管理中存在的问题,建议地下空间的灾害管理应明确灾害管理主体,构建由灾害事故预防体系、应急救援体系及安全保障体系构成的综合防灾体系。

关键词: 地下空间; 灾害事故; 易损性分析; 灾害管理

中图分类号: TU9; C931

文献标识码: A

Study on the Disaster Management of Underground Space

CHEN Qiang , CHEN Gui-xiang , YOU Jian-xin

(School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: The development of underground space is the requirement of sustainable development of cities. However, as it is a covert and closed matter, the disaster cost of underground space is higher and the disaster prevention more complex. This paper analyzed the mechanism of disasters and the costs they caused. Based on the analyses of statistic data of previous disasters, the emphases of disaster management were summarized. Considering the problems of disaster management of underground space, two suggestions were given, defining the main body of disaster management and building up integrated disaster prevention system, including accident prevention system, safety ensuring system and accident emergency rescue system.

Keywords: underground space; disaster accident; vulnerability analyses; disaster management

1 引言

随着经济的发展,我国城市化已进入加速发展期。据国家统计局2004年10月30日公布的数据显示,2003年我国城市化率已达到40.5%^[1]。城市化的快速发展,正在我国城市中形成“城市综合症”^[2]:人口超饱和、建筑空间拥挤、绿地面积减少;交通阻塞;基础设施落后于城市的扩展和城市人口的增加;环境恶化等。实践证明,开发利用地下空间是缓解“城市综合症”、提高土地利用效率与节省

耕地、改善城市环境的最有效途径之一。

一个城市可以利用的地下空间量一般是城市总面积乘以开发深度的40%。因此,许多国家把地下空间作为新型国土资源。城市地下空间的开发与国民经济发展密切相关,发达国家开发地下空间的经验表明:当人均国民生产总值达到500美元以后,才能进入开发地下空间阶段;人均国民生产总值超过1000美元以后,开发地下空间将达到高潮^{[2][3]}。我国人均国民生产总值已超过600美元,沿海地区和上海地区人均国民生产总值相应超过

^{*} 收稿日期:2005-10-14(修改稿)

作者简介:陈 强(1969-),男,浙江人,副教授,博士,主要从事城市建设与管理方面研究。E-mail:chenqiang@mail.tongji.edu.cn

1 000 美元和 3 000 美元,具备了系统化、规模化开发利用地下空间的经济基础。因此,许多城市都将地下空间的开发列入到“十一五”规划中。

然而,地下空间具有隐蔽性、封闭性、处于地面高程以下等特点,使得地下空间防灾问题更复杂,更困难。当地下空间内部出现某种灾害时,造成的危害将远远超过地面同类事件,因防灾不当所造成的危害也就更严重^[4]。因此,地下空间成为城市防灾减灾的重点和难点。

2 地下空间的灾害发生机理

对于灾害的定义方法很多。一般将灾害定义为由自然或人为原因形成的,在相当广泛的范围内,人、物质和环境超出社会自身资源应付能力的破坏与损失,并由此导致了社会功能的严重毁

坏^[5]。灾害主要由致灾因子、孕灾环境、灾害事故、承灾体及灾害损失 5 部分组成。孕灾环境是指可能会产生事故的区域和环境。致灾因子是指能造成或加重灾害的直接原因。灾害事故是在孕灾环境和致灾因子作用下,发生的偏离目标期望的事件。承灾体是直接受到灾害影响的主体,如地下设施、人员、道路、自然环境等。灾害损失是指因灾害导致的生命、财产及环境等受影响的情况,灾害损失是孕灾环境、致灾因子、灾害事故及承灾体相互作用的结果,包括地下设施的工程性损失、人员安全损失、环境影响损失、社会影响损失及生态环境损失等。

在参考文献[5,6]的基础上,本文得出地下空间灾害的发生机理图,见图 1。

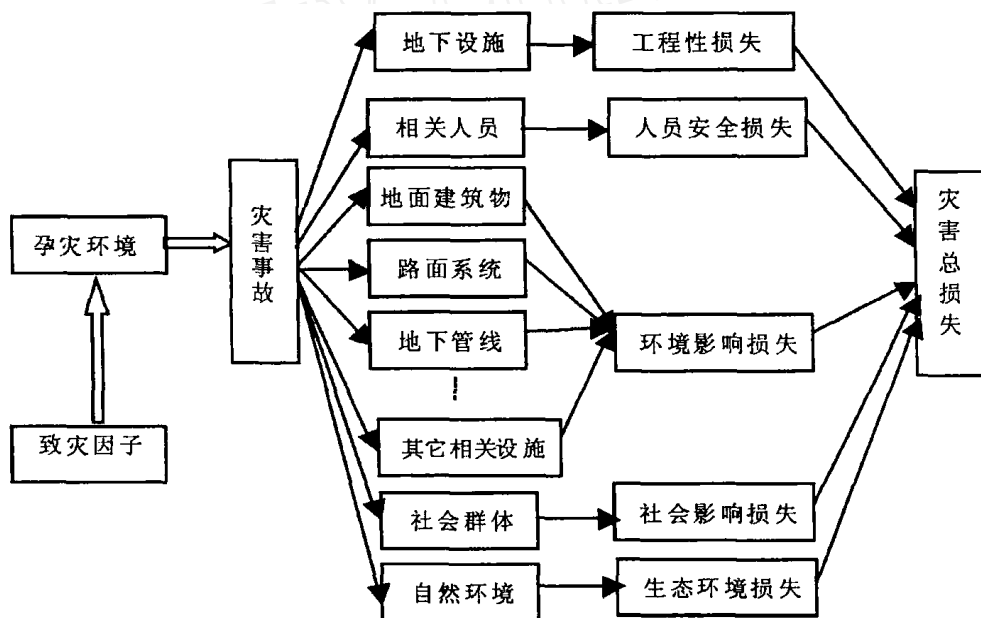


图 1 地下空间的灾害发生机理

Fig. 1 Formation mechanism of disaster in underground space

3 地下空间灾害类型及易损性分析

3.1 地下空间不同类型灾害事故发生可能性分析

地下空间的灾害事故分为自然灾害和一般事故两类^[7]。自然灾害事故是以自然环境的变化引起的灾害事故,如地震、火山爆发、海啸等;一般事故是以人为环境条件的变换引起的灾害事故,如火灾、恐怖袭击及犯罪等。

目前,我国地下空间开发时间较短、开发规模较小,地下建(构)筑的类型单一,缺少对地下空间灾害类型及地下设施的受灾易损性研究的基础性

资料。为能对地下空间的灾害类型及各种地下设施的灾害易损性有较全面的认识,本文以日本地下空间在 1970 - 1990 年间发生的灾害事故为研究资料进行分析^{[8][9]}。地下空间各种类型灾害事故的发生频率统计见图 2。

从图 2 可以看出:火灾引起的灾害事故最多,约占到 1/3。这主要是因为火灾发生时,地下空间排烟与散热条件差,温度升高快,火灾产生的有毒烟雾能让人窒息,并降低能见度,致使人员疏散困难、救火难度大,因而损坏程度严重。

其次是空气质量恶化事故,约占 20%。空气

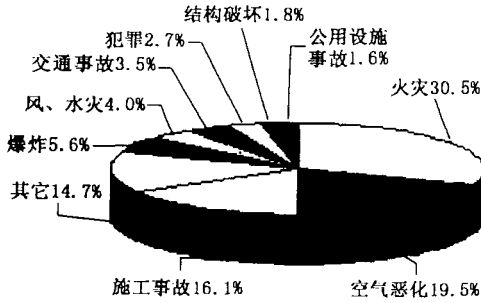


图2 日本地下空间 1970 年 - 1990 年灾害类型统计

Fig.2 Statistics of accident types in underground space in Japan from 1970 to 1990

质量恶化主要是指缺氧和有毒气体含量超标。空气质量恶化与火灾和爆炸之间有很强的相关性,多由火灾和爆炸引起。

施工事故发生频率也比较高,占到总事故的 16%,这说明地下设施在施工期间是事故多发期,容易造成道路、周边建筑物、构筑物及管线等的变形和破坏。如上海地铁 M4 线在施工中发生工程事故,造成周边建筑物以及环境的严重破坏,直接经济损失 1.5 亿元。

通过对日本地下空间灾害事故的分析可得出:火灾、爆炸、空气质量恶化等人为灾害是威胁地下空间安全的主要灾害事故。文献[7]对我国地下空间灾害事故在管理时的受重视程度进行了专家调研。调研的结果为:受重视程度最高的五类灾害事故依次为火灾;爆炸;燃烧扩大蔓延;公共设施供给停止;有害物质的留出、释放。所以,在地下空间开发时,应对这些灾害事故进行有效的预防和管理。

3.2 地下设施易损性分析

对于一般规模的城市,最常见的地下工程设施是煤气、水、排污、电、通讯、供热管道等生命工程;对于大城市或超大城市,可开发的地下工程项目还包括:轨道交通、地下购物街、地下商场、地下停车场、共同管沟等。当灾害发生时,这些地下设施就是承灾体。不同类型的设施对灾害的抵抗能力有显著的差异,也即易损性不同。

从图 3 可以看出,人员活动比较集中的地下公用设施、地下街、地铁车站发生灾害的次数比较多,约占到事故的 50%。近年来发生在地铁中的几次事故,也说明了人员密集的地下设施易损性比较大,应成为地下空间灾害管理的重点。

4 对地下空间灾害管理的建议

灾害管理是采取一切必要的手段和途径,获得

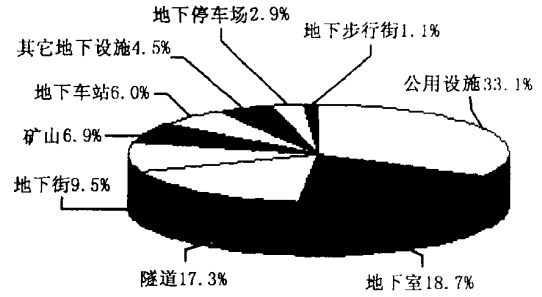


图3 日本地下空间 1970 年 - 1990 年灾害事故发生地点统计

Fig.3 Statistics of accident places in underground space in Japan from 1970 to 1990

可靠信息,以便在灾前及时发出危险警告;灾中阻止和减少人员伤亡、经济损失;灾后快速恢复和重建^[5]。完整的灾害管理包括灾害发生前的备灾、减灾,灾害发生时的救灾及灾后的恢复和发展等几个连续的阶段,形成由“备灾”、“减灾”、“救灾”及“恢复”构成的灾害管理循环。地下空间的安全状况在灾害管理的不断循环中得到改善和提高,如图 4 所示。

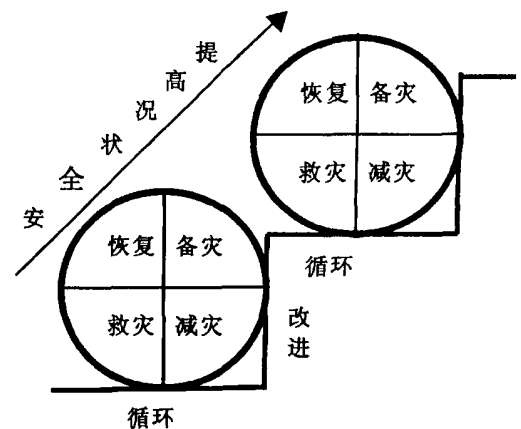


图4 灾害管理循环示意图

Fig.4 Sketch of disaster management circle

4.1 明确灾害管理主体

随着地下空间的大规模开发,地下空间的产权属性及管理主体呈现多元化的趋势。如地下步行街、越江隧道、地铁等基础设施由市政管理机构管理;民防工程由人防办管理;地下管道和一般地下工程由建委管理;地下商业街及地下商场由开发商管理;普通地下室、设备层的产权属性更是错综复杂,有的属于开发商,有的属于物业公司。另外,有的地下空间属于历史遗留问题,没有明确产权或管理单位。

地下空间管理主体的多元化给地下空间的安

全管理带来很大困难。为了改变多头管理现状对安全管理带来的不便,建议成立统一的地下空间安全管理组织,使其成为地下空间安全管理的主体,明确职责和权限,组织和协调各个独立的地下设施的使用者管理各种地下设施的安全问题。

4.2 构建综合防灾减灾体系

任何灾害都有一个发生、发展和消除的过程,在这个过程中的每个环节都受到多种因素和条件的综合影响,带有很强的综合性和系统性。根据灾害的发生特点,构建包括灾害事故预防体系、应急救援体系及安全保障体系构成的综合防灾体系,如图5所示。目前,世界各国对地下工程的综合灾害管理体系都很重视,如荷兰的 Westerscheld 隧道将占总工程费用的30%用于隧道的安全设防,并以防灾、减灾、救灾的“安全链”理论来考虑隧道的安全措施,建立综合的防灾减灾体系^[16]。

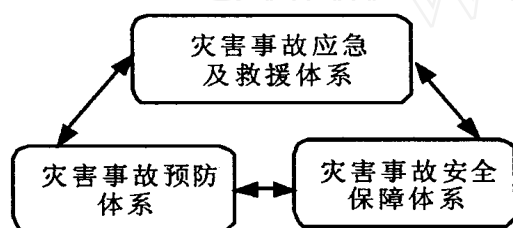


图5 灾害综合管理体系

Fig.5 Integrated disaster management system

灾害事故预防体系是从根本解决灾害威胁的第一步,包括对孕灾环境、灾害事故及承灾体易损性的分析,制定各种防灾减灾技术措施、管理措施,将事故消除在萌芽状态,或尽可能减少灾害损失。

灾害安全保障体系是直接决定灾害发生与否以及造成损失严重程度的保障。该系统的建立是考虑人员(人)、机械设备(机)、环境(环)的相互作用,实现人、机、环的平衡和协调,建立高度信息化的计算机网络监控系统,实施全面、准确、实时的安全监控。另外,对地下空间的安全管理建章立制,完善法律和各种法规,以法约束地下空间的安全使用。

灾害应急救援体系的目标是最大限度降低事故的损失程度,包括紧急预案体制、快速响应机制及整合救援机制等。

5 结语

21世纪是人类地下空间开发利用的世纪。如何科学、合理、高效、有序地利用地下空间,减少灾害损失是开发地下空间中亟待解决的问题。地下空间的灾害是孕灾环境、致灾因子、灾害事故及承灾体相互作用的结果。对已发生的地下灾害事故的统计分析结果显示,火灾、空气质量恶化、施工事故及爆炸等人为灾害是危险性较大的灾害事故;人员活动比较集中的地下公用设施、地下街、地铁站易损性大,应成为地下空间灾害管理的重点。

为适应我国地下空间产权主体多元化的发展趋势,本文建议成立统一的地下空间安全管理组织,使其成为地下空间安全管理的主体,并构建包括灾害预防体系、应急救援体系及安全保障体系构成的综合防灾体系。

参考文献:

- [1] 国家统计局:中国城市化率已达40.5%[EB/OL]. <http://news3.xinhuanet.com/newscenter/2004-10/30/>
- [2] 王秀英,王梦恕.城市的安全发展与地下空间利用.中国安全科学学报[J].2003年,第5期:72-74
- [3] 钱七虎.可持续城市化与地下空间开发利用[J].世界科技研究与发展.2003年,20卷第3期:4-9
- [4] 童林旭.地下空间内部灾害特点与综合防灾系统[J].地下空间.1997年,第17卷第1期:43-46
- [5] 范宝俊主编.《中国自然灾害与灾害管理》[M].黑龙江:黑龙江教育出版社,1998年
- [6] 陈龙.软土地区盾构隧道施工期风险分析与评价研究[D].上海:同济大学,2004年10月
- [7] 孔军,赵雷.地下空间的危险性次与安全防灾对策[J].山东建筑工程学院学报.1995年,第10卷第1期:32-37
- [8] 东京消防厅火灾预防审议会.《都市の地下空間にねがけ施設の防火安全対策に係る調査報告書》[R].1991年
- [9] 童林旭.地下空间内部灾害的类型和成因[J].地下空间.1996年,第16卷第4期:228-232
- [10] 武汉长江隧道(含地铁)工程灾害与风险分析研究[R].同济大学土木学院地下建筑与工程系,2003年