

# 云南山地城市 避灾绿地规划研究

YUNNAN SHANDI CHENGSHI  
BIZAI LÜDI GUIHUA YANJIU

段晓梅 等著



科学出版社

国家自然科学基金资助项目“云南山地城市避灾绿地规划研究”

项目批准号:31360199

# 云南山地城市避灾绿地规划研究

段晓梅 等 著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是研究团队多年规划实践和课题研究的成果。以云南山地城市为研究对象,利用数理统计方法和地理信息系统构建数学模式,研究适用于山地城市避灾绿地的基本指标体系,确定指标标准;从城市总体规划的层面提出覆盖全城,均衡分布的山地城市避灾绿地布局和规划方法与内容;提出和筛选适于云南城市避灾绿地应用的避灾功能植物5类,完成不同避灾功能区避灾植物配置模式8个,附避灾绿地功能植物照片上百张。

本书可供城乡规划、风景园林科研人员、高校师生、城市规划管理部门等使用。

审图号:云S(2018)0024号

图书在版编目(CIP)数据

---

云南山地城市避灾绿地规划研究 / 段晓梅等著. —北京:科学出版社, 2019.1

ISBN 978-7-03-056342-2

I. ①云… II. ①段… III. ①山区城市-灾害防治-城市规划-研究-云南 IV. ①X4②TU984.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 010608 号

---

责任编辑:冯 铂·刘 琳/责任校对:江 茂

责任印制:罗 科/封面设计:墨创文化

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

成都锦瑞印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2019年1月第一版 开本:787×1092 1/16

2019年1月第一次印刷 印张:15.75

字数:400千字

定价:198.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 本书作者

段晓梅 邓忠坚 张继兰 杨茗琪

梁 辉 李 煜 欧阳娴 崔 颖

张 良 陈顾中 王丹莹 汪 威

张 震 刘昕岑

# 前 言

城市避灾绿地是指当地震、火灾、洪水等灾害发生时，城市中能用于紧急疏散和临时安置市民短期生活的绿地空间，主要由公园绿地和部分附属绿地构成，是城市防灾减灾系统的重要组成部分。

中国是世界上遭受自然灾害较为严重的国家之一。随着城市规模的不断扩大，城市化水平不断提高，城市建筑、人口密度高度集中，城市开敞空间严重不足，避灾通道不顺畅，一旦发生重大灾害，人民群众的生命财产安全将受到严重威胁，构建城市防灾避险系统刻不容缓。城市避灾绿地规划是减轻灾情、提高城市综合抗灾避灾能力和完善城市绿地功能的一项重要且必须先行的内容，尤其在防止震后次生灾害的发生、延缓灾害蔓延和临时避难急救等方面具有其他类型城市用地无法比拟的优势。

以往的城市绿地系统规划和建设着重在景观、游憩和生态功能方面，人们对绿地的避灾防灾功能认识不足，目前虽已逐渐受到社会和有关部门的关注，但因起步较晚，从城市层次进行避灾绿地系统规划的科学依据不足，尤其针对山地城市避灾绿地规划、避灾绿地植物选择与配置方面的研究较少。

云南位于我国西南边陲，地处小江断裂带和普渡河断裂带等大大小小的断裂带上，全省面积 84% 的地震基本烈度在 7 度以上，是全国平均水平的两倍多。目前全省设市的城市共 18 个，抗震设防烈度基本处于 8 度及以上，地震隐患大。虽然目前已有丽江、大理、普洱等城市开展了城市避灾绿地规划工作，但由于缺乏地域性的指导规划的基础研究工作，导致在实际规划中还存在指导依据不充分的问题。因此，进行云南省山地城市避灾绿地规划研究，可为云南、贵州、四川等省的西南山地城市及其他山地城市避灾绿地的规划提供指导，对提高城市综合防灾避灾能力、完善城市绿地功能和提高山地城市的可持续发展具有现实意义。

本书是国家自然科学基金研究项目“云南山地城市避灾绿地规划研究”的成果之一，是研究团队多年规划实践和课题研究的成果。本书以云南山地城市为研究对象，利用数理统计方法和地理信息系统构建数学模型，研究适用于山地城市避灾绿地的基本指标体系，确定指标标准；从城市总体规划的层面提出覆盖全城，均衡分布的山地城市避灾绿地布局、规划方法与内容；提出和筛选适于云南城市避灾绿地应用的避灾功能植物 5 类，完成不同避灾功能区避灾植物配置模式 10 个，附避灾绿地功能植物照片上百张，可供城乡规划人员、风景园林科研人员、高校师生以及城市规划管理部门、规划设计部门的相关人员参考。

本书由西南林业大学段晓梅教授、邓忠坚高级实验师等著。廖双、卢垚、胥斌、高境等同学在研究生学习期间参加了部分实地调查和前期基础资料的收集整理工作，在此致以诚挚的谢意。

本书在编写过程中力求内容的科学性和准确性，但由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正，敬请致信 [842543697@qq.com](mailto:842543697@qq.com)，衷心感谢！

作者

2018年3月

# 目 录

第1章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究意义	2
1.2.1 理论意义	2
1.2.2 实践意义	3
1.3 城市避灾绿地概念的界定	3
1.4 城市避灾绿地规划研究综述	3
1.4.1 国外研究现状	4
1.4.2 国内城市避灾绿地发展及研究现状	6
1.5 我国城市避灾绿地规划建设存在的问题	15
1.6 避灾绿地规划建设研究展望	18
第2章 云南省及云南山地城市概况	19
2.1 云南省概况	19
2.2 山地与山地城市的界定	19
2.2.1 山地	19
2.2.2 山地城市	20
2.3 云南山地城市类型与分布	20
2.3.1 按城市所处地域的地理形态划分	21
2.3.2 按山地、丘陵、平坝占城市规划区面积比例划分	23
2.4 云南山地城市主要灾害	23
2.4.1 地震灾害	24
2.4.2 山体滑坡、泥石流灾害	26
2.4.3 火灾	27
2.4.4 气象灾害	27
2.4.5 其他灾害	27
第3章 山地城市绿地避灾适宜性分析评价	28
3.1 城市避灾绿地的功能	28
3.2 避灾绿地适宜性影响因素	29
3.3 城市绿地避灾适宜性实地调查	29

3.4	现状绿地避灾适宜性分析评价方法 .....	30
3.5	现状绿地避灾功能分析评价实例——云南省曲靖市城市公园绿地避灾适宜性 调查与评价 .....	32
3.5.1	地质构造与主要灾害情况 .....	33
3.5.2	城市公园绿地现状 .....	34
3.5.3	现有公园绿地避灾功能评价与分析 .....	35
3.5.4	避灾绿地建设现状分析 .....	38
3.5.5	其他避灾资源建设现状分析 .....	39
3.5.6	疏散通道评价 .....	40
3.5.7	隔离缓冲绿带现状分析 .....	41
<b>第4章</b>	<b>云南山地城市避灾绿地体系的构建 .....</b>	<b>42</b>
4.1	云南山地城市避灾绿地建设的特殊性 .....	42
4.2	避灾绿地按功能的分类体系 .....	43
4.2.1	避灾绿地 .....	44
4.2.2	疏散通道 .....	45
4.2.3	缓冲隔离绿带 .....	46
4.3	避灾绿地指标体系的构建 .....	46
4.3.1	人均有效避灾面积 .....	46
4.3.2	避灾绿地有效避灾面积比 .....	48
4.3.3	避灾绿地服务半径 .....	50
4.3.4	避灾人口比例 .....	51
4.3.5	避灾绿地人口承载量 .....	51
4.3.6	疏散通道宽度 .....	52
4.3.7	避灾设施及其规模指标 .....	52
<b>第5章</b>	<b>避灾绿地布局规划 .....</b>	<b>54</b>
5.1	避灾绿地布局原则 .....	54
5.2	山地城市避灾绿地布局条件分析 .....	55
5.3	避灾绿地布局方法 .....	56
5.3.1	避灾绿地选址适宜性评价 .....	56
5.3.2	避灾绿地功能适宜性分析与评价 .....	57
5.3.3	避灾绿地可达性评价 .....	57
5.3.4	避灾绿地按避灾功能的布局 .....	60
5.3.5	避灾绿地按片区和到达时间的布局 .....	61
5.4	避灾绿地布局实例——云南省普洱市主城区避灾绿地布局优化 .....	62

5.4.1	普洱市概况 .....	62
5.4.2	城市避灾绿地可达性影响因素 .....	62
5.4.3	普洱市主城区避灾绿地可达性评价 .....	63
5.4.4	普洱市主城区规划避灾绿地可达性评价 .....	76
5.4.5	普洱市主城区现有与规划避灾绿地可达性对比分析 .....	85
5.4.6	普洱市主城区规划避灾绿地布局的优化 .....	89
<b>第6章 避灾绿地分类规划及避灾设施规划 .....</b>		<b>99</b>
6.1	避灾绿地分类规划 .....	99
6.1.1	紧急避灾绿地规划 .....	99
6.1.2	固定避灾绿地规划 .....	99
6.1.3	中心避灾绿地规划 .....	100
6.1.4	疏散通道规划 .....	101
6.1.5	隔离缓冲绿带规划 .....	101
6.2	避灾绿地设施规划 .....	101
6.2.1	避灾绿地硬件设施规划 .....	101
6.2.2	避灾绿地软件设施规划 .....	108
<b>第7章 避灾绿地植物规划 .....</b>		<b>110</b>
7.1	避灾绿地功能植物分类 .....	110
7.2	避灾绿地功能植物选择原则 .....	111
7.3	云南山地城市避灾绿地防火植物选择 .....	112
7.3.1	防火植物选择依据 .....	112
7.3.2	防火树种选择实证分析 .....	113
7.3.3	结论 .....	115
7.4	云南山地城市避灾绿地固土护坡植物选择 .....	117
7.4.1	固土护坡植物选择依据 .....	117
7.4.2	固土护坡植物选择实证分析 .....	118
7.4.3	结论 .....	125
7.5	云南山地城市避灾绿地可食用植物选择 .....	125
7.5.1	避灾绿地可食用植物功能 .....	125
7.5.2	避灾绿地可食用植物选择 .....	126
7.6	云南山地城市避灾绿地心理安抚植物选择 .....	132
7.6.1	植物色彩与安抚功能 .....	132
7.6.2	芳香植物与安抚功能 .....	135
7.6.3	具有安抚功能的避灾绿地植物筛选 .....	136

7.7 云南山地城市避灾绿地药用观赏植物选择 .....	138
7.7.1 药用植物在避灾绿地中应用的意义 .....	138
7.7.2 云南山地城市避灾绿地药用观赏植物选择 .....	139
7.8 云南山地城市避灾绿地植物配置模式构建 .....	142
7.8.1 不同避灾功能的植物配置模式 .....	142
7.8.2 不同避灾功能区植物配置模式 .....	145
7.9 避灾绿地避灾、救援空间植物栽植要点 .....	154
<b>第8章 实施避灾绿地规划的保障措施 .....</b>	<b>156</b>
8.1 法规政策性措施 .....	156
8.2 行政性措施 .....	157
8.3 技术性措施 .....	158
8.4 经济性措施 .....	159
参考文献 .....	161
附图 .....	167

# 第1章 绪 论

## 1.1 研究背景

城市避灾绿地是指当地震、火灾、洪水等大规模的突发灾害发生时,城市中能用于紧急疏散和临时安置市民短期生活的绿地空间<sup>[1]</sup>。中国幅员辽阔,各种自然灾害频发,是世界上遭受自然灾害较为严重的国家之一。随着城市化建设的不断加快,城市规模不断扩大,城市建筑、人口高度集中,城市开敞空间严重不足,人类赖以生存的生态环境遭到了严重破坏,城市自然灾害不断发生,尤其是地震等灾害引起的人员伤亡和财产损失不可估量。中国是世界上遭受地震灾害最严重的国家之一,40%以上地区属于7度地震烈度区,且有70%的百万以上人口大城市处于地震高发区<sup>[2]</sup>。中华人民共和国成立后,中国发生的地震灾害总共造成了许多人丧生,成灾面积巨大,波及多个省份,造成了巨大的损失<sup>[3]</sup>。

城市开敞空间的各类绿地在防止震后次生灾害的发生、延缓火灾蔓延和临时避难急救等方面具有其他类型城市用地无法比拟的优势。2008年汶川地震发生后的近两个月时间里,四川受灾地区的居民自发进入各类绿地广场避难,绿地内遍布临时搭建的帐篷和受灾人员,公园中人满为患,随时都有发生踩踏事件的风险,且公园内避灾设施严重不足,尤其是供水和厕所等设施无法满足需求,绿地内的构筑物在余震和人员的超负荷使用下,存在安全隐患,园林部门将这些有安全隐患的构筑物紧急拆除并抢修供水管道和供水供电设施<sup>[4]</sup>。

2008年汶川大地震后,住房和城乡建设部颁布的《关于加强城市绿地系统建设提高城市防灾避险能力的意见》,突出了城市绿地及其避灾功能在我国现阶段的重要作用,从而使得城市绿地系统规划建设快速兴起。人们对城市绿地的认知从可以让城市景观层次化、营造城市特色以及提供休闲娱乐场所等功能,提升到在突发灾害发生时,可以成为避灾的重要场所。但对于城市绿地在抵御各种突发灾害,尤其是避灾的相应功能方面,民众还没有充分的认识。地震、泥石流等各类地质灾害及火灾等的危害性是显而易见的,避灾就是人们从所处危险场所移动到安全性更高的场所的过程。因此,对避灾绿地的各类功能进行全面研究,并得出保障城市避灾功能有效实施的完善体系是当下急需解决的问题<sup>[5-7]</sup>。

云南位于我国的西南边陲,地处小江断裂带和普渡河断裂带等大大小小的断裂带上,属于多个地震带相互作用的区域,地质构造极为复杂,是我国地震灾害多发的省份之一。全省易发生地震的区域约为全省总面积的84%。20世纪以来,云南省发生了320次5级以上的地震。其中,平均每年发生二三次5.0~5.9级地震;平均每3年发生2次6.0~6.9级地震;平均每8年发生1次7.0~7.9级地震。目前全省设市的城市抗震设防烈度基本都属于8度及以上,地震隐患大。历史上丽江、临沧、玉溪、昭通等城市或周边地区均发生过震级高、破坏大的大地震。

虽然《丽江市城市避灾绿地规划》作为云南省第一个通过评审的城市避灾绿地规划已于2010年完成,大理、普洱、曲靖等城市的城市避灾绿地规划也已通过评审,但在规划工作中发现,由于缺乏地域性的指导规划的基础研究工作,导致在实际规划中还存在指导依据不充分、指标体系不健全、规划模式不规范等问题。因此,进行云南省山地城市避灾绿地规划研究可为云南、贵州、四川等西南山地城市及其他山地城市避灾绿地的规划提供指导,对提高城市综合防灾避灾能力、完善城市绿地功能和提高山地城市的可持续发展具有重要的现实意义。

地震灾害具有突发性和强大的破坏性,我国避灾绿地的建设仍处在较低水平。因此,作为城市规划建设者应当未雨绸缪,提高对避灾绿地规划建设的重视程度,深入研究如何防范灾难,在灾难来临时为城市居民提供生命安全保障,是值得在避灾绿地规划中深思和探索的问题。

然而,在实际的城市规划工作中,主要是从城市发展出发确定城市规模和布局,对城市用地、城市人口和容积率等进行宏观控制,而对城市的防灾避灾功能考虑不足。城市总体规划中关于防灾规划的内容主要是总体定性描述和要求,对于城市绿地的空间要求也多是被动地适应城市规划所产生的空间形态。这样形成的城市空间,给城市留下了不可预计的灾害隐患,甚至出现绿地建设与避灾绿地建设相互矛盾的情况<sup>[8]</sup>。城市绿地系统在城市综合防灾减灾体系中占据着非常重要的位置,同时也是其他类型的城市空间无法取代的。因此,应该从功能上重新认识城市绿地除景观、生态和经济功能以外的防灾避险功能,充分发掘城市避灾绿地建设的资源、途径以及方法,深入地把城市绿地的避灾功能建设运用到城市绿地系统规划的实践中<sup>[7]</sup>。

目前我国关于城市避灾绿地方面的研究仍处于初步阶段,还未建立清晰的避灾绿地系统框架,对城市中能够承担避灾功能的绿地并没有进行系统的定量、定性分析和界定,未更深层次探讨城市避灾绿地空间结构布局、指标体系构建、避灾植物选择和配置等方面的现实问题。因此,构建城市绿地避灾系统是一项提高城市综合抗灾避灾能力和完善城市绿地功能重要的且必须先行的任务。

## 1.2 研究意义

### 1.2.1 理论意义

以云南山地城市避灾绿地为研究对象,从宏观角度出发,分析云南山地城市避灾绿地建设存在的主要问题,如避灾绿地的类型是否满足灾时人们的需求、避灾绿地的空间分布格局是否合理、绿地的避灾功能定位是否准确、避灾绿地的数量和规模是否充足等。结合以上问题,依托城市避灾绿地规划的上位规划,对城市避灾绿地空间结构布局、避灾绿地指标体系构建等进行研究,构建一个合理的、有针对性的城市避灾绿地规划体系,为各类城市避灾绿地规划和建设提供系统性的理论支持,找出更为合理的城市避灾绿地规划有效模式,能够进一步体现城市绿地的各项功能以及完善城市避灾绿地规划建设的法律、法规,为城市避灾绿地系统各类相关指标、城市避灾绿地规划的导则和规范标准等的确定提供合

理的理论依据。

### 1.2.2 实践意义

城市绿地不仅具有美化环境、为居民提供休憩娱乐场所、净化环境、美化城市、平衡生态系统等功能,还具有抗震、防火、避灾等功能<sup>[7]</sup>。通过构建城市避灾绿地体系提高城市防灾减灾能力,是保护城市及其居民生命财产安全的重要课题。构建城市防灾避险系统是一项提高城市综合抗灾避灾能力和完善城市绿地功能重要的且必须先行的措施,尤其在防止震后次生灾害的发生、延缓火灾蔓延和临时避难急救等方面具有其他类型城市用地无法比拟的优势。

结合目前云南山地城市绿地的实际情况,分析城市潜在自然灾害,根据对城市绿地现状的现场调查分析,从避灾绿地的数量、面积、分布、结构等方面研究避灾绿地的规划,运用系统的避灾绿地规划理论指导避灾绿地的规划建设,并通过具体的实践总结,完善当前的避灾绿地理论体系研究。

同时,希望云南山地城市避灾绿地的规划研究能够起到抛砖引玉的作用,对其他城市的避灾绿地建设提供参考,引起城市规划相关从业人员及全社会对城市避灾绿地规划建设的重视,保证城市建设得更加安全和更具可持续性。

## 1.3 城市避灾绿地概念的界定

“预防为主,防御与救助相结合”的方针是提高城市防灾能力的综合体现,强调的是平时与灾时共同的积极作用。随着对城市开敞空间防灾避险或应急避难功能的认识,出现了一些与城市绿地防灾避险相关的释义,但目前还没有统一的国家标准。现行的《城市绿地分类标准》(CJJ/T 85—2017)是以城市绿地的核心功能为主要依据进行分类的,其中,防护绿地主要发挥如卫生隔离、防风、降尘、减噪等防护与防御作用。而“城市避灾绿地”指的是灾害发生时能够发挥减灾作用和承担避灾功能的城市绿地,如可作为应急避灾、救灾及恢复重建期间较长时间使用的各类公园绿地,能够保证灾时救灾通道和避灾通道畅通的有一定宽度的缓冲绿地等。而减灾绿地的功能应该包括灾害发生之前的防灾以及减弱灾害发生后灾害的影响程度。由此可见,城市绿地对防灾避险需求发挥的主要是避灾功能而不是减灾或防灾功能。相对于减灾功能而言,避灾绿地是狭义的概念,核心功能是灾害发生后绿地在避灾救灾等方面的作用,与城市总体规划中的“应急避难场所”有较强的对应关系,是城市应急避难场所中具有柔性空间的重要类型<sup>[9, 10]</sup>。

## 1.4 城市避灾绿地规划研究综述

城市绿地开敞空间是灾害来临和灾后重建人们居住使用的重要场所。对国内外城市绿地避灾规划的研究,为我国城市的避灾绿地规划建设提供理论支持和实践经验。

### 1.4.1 国外研究现状

国外对城市综合防灾体系的研究起步相对较早,在避灾绿地的探讨和建设方面也保持着领先地位,绿地的避灾体系、设施构建等方面都已经相当成熟。

#### 1. 欧洲国家城市防灾避灾规划及建设现状

西方国家对避灾绿地的研究和实践较全面,早期就有针对避灾的城市规划。欧洲城市避灾绿地规划最早可追溯到文艺复兴时期,1669年的火山爆发和1693年的地震摧毁了西西里岛东南部的海港城市卡塔尼亚,考虑灾害时最大限度地减少损失,震后的重建规划了宽阔、笔直的城市大道,以保证即使在房屋倒塌时民众仍能安全地离开他们的住宅,并规划建设一些特大型广场,以保证地震发生时民众有疏散避难的开阔场地<sup>[11]</sup>。卡塔尼亚的这种防灾减灾规划措施成了相对完善的防灾、避灾、救灾体系,这些避灾的规划体系被其他城市大量借鉴和采用<sup>[2, 12-14]</sup>。1755年,葡萄牙首都里斯本在遭受地震灾害后,借鉴卡塔尼亚的重建方法规划、建设破坏最严重的地区,并注重限制建筑高度不能超过街道的宽度,保证震后的疏散通道和新建建筑不能超过2层,以减少建筑本身坍塌所造成的危害<sup>[15]</sup>。法国是一个地震灾害不多的国家,但政府却十分重视对地震灾害的监测预报以及相关理论的研究<sup>[16]</sup>。设计发达的地下水管网,保证城市不受洪涝灾害<sup>[17]</sup>。法国1853年开始的巴黎重建计划,目的之一是通过增加城市公园绿地比例,作为抵御和治理城市灾害的举措<sup>[18]</sup>。

#### 2. 美国避灾绿地规划研究现状

1871年10月9日,美国芝加哥不幸发生火灾,中心城区受灾面积达到7.3km<sup>2</sup>,近10万人无家可归,在灾后的恢复重建规划中,美国开始考虑构建以开敞式空间绿地分隔原来相连成片的市区并提高城市减灾能力的公园系统<sup>[19]</sup>。如芝加哥的城市公园系统通过公园绿地和道路来分割建筑密度较大的区域,通过系统的开敞空间阻止火势蔓延,提高城市防灾避灾能力的规划思想与方法,有效促进了公园绿地发挥更多的功能,也成为避灾绿地规划的先驱<sup>[20]</sup>。20世纪以来,美国加州旧金山—洛杉矶地区一系列的地震和火灾也迫使当地政府发布了一系列建筑与规划规范<sup>[11]</sup>。2001年美国“9·11”事件后,为强化整体防卫,美国积极推动建立以“防灾型社区”为中心的公众安全文化教育体系。该体系具备三大功能,即灾前预防及准备功能、灾时应变和抵御功能、灾后复原及整体改进功能<sup>[21]</sup>。美国国土安全部规定社区事故风险状况评估要首先确认社区容易遭受灾害的地点及其周边环境,再确认灾害源及可能波及的范围,发现易受灾建筑或者区域,同时绘制社区防灾地图等,其中包括将灾时避难点与社区公园绿地相结合的计划<sup>[22]</sup>。与此同时,美国政府及相关科研机构提出了全国防灾计划和“可持续减灾计划”,包括土地利用计划、建筑物管理与监督、紧急救助及医疗系统、示警系统设置以及危机管理指挥系统<sup>[23]</sup>。西方的一系列避灾防灾规划措施,不仅为日后防灾避灾领域的研究和实践奠定了坚实基础,同时也带动了开展和研究防灾避灾规划的热潮,使人们逐渐认识到防灾避灾绿地的重要性和功能性。

### 3. 日本城市防灾避灾规划及建设

自古以来,日本就是地震、台风、暴雨、火山等自然灾害多发国,因此,日本在城市绿地的防灾避灾理论研究和规划建设方面,尤其是在巨大灾害后的反思和重建过程中都积累了相当多的可资借鉴的宝贵经验,在城市避灾绿地方面的理论研究最为深入且行之有效<sup>[24]</sup>。目前,日本的城市防灾规划在世界上居于领先地位,是许多灾害频发国家学习的对象<sup>[25]</sup>。

日本在江户时代就在城中建设“火除地”,要求街道两侧建筑向两侧退让,形成具有一定面积的开敞地,灾时可防止火势蔓延,可作为避难场所。日本属于自然灾害发生较为频繁的地区,由于城市聚集度高,难以形成足够的安全距离。因此,日本在城市防灾避灾规划中充分利用一切可利用的空间,如城市广场、体育场、公园以及地下空间等作为避灾场所,其中最为典型的是城市防灾公园的建设<sup>[24]</sup>。1923年关东大地震后,日本一直把合理建设城市公园绿地作为抗震减灾的基本方针之一,同时借鉴芝加哥公园系统规划思想和手法,制定了日本第一个系统性的绿地系统规划,出台了有关公园建设必须考虑防灾功能的条款,明确将城市公园纳入城市绿地的防灾体系<sup>[26]</sup>。1986年制定的《紧急建设防灾绿地计划》,把城市公园确定为具有“避难功能”的场所。1993年颁布的《城市公园法实施令》中,把公园确定为“紧急救灾对策必需的设施”,并且首次把灾时用作防难场所和避难通道的城市公园称作防灾公园,同时确定了避难地、避难通道的规划标准和根据,如避难地的面积标准为25万m<sup>2</sup>,最小10万m<sup>2</sup>;每人应有的避难面积标准2m<sup>2</sup>,最小1m<sup>2</sup>;避难时间1h/人,全体2h;避难距离、速度2km/h等数据指标<sup>[27,28]</sup>。

1998年日本制定的《防灾公园规划设计导则》中根据防灾公园的功能、规模等把防灾公园划分为6种类型,针对城市防灾公园内部的防灾设施提出了更进一步的要求(表1-1)<sup>[29]</sup>。

表 1-1 日本防灾公园分类

类别	公园类型	绿地规模	布局原则	功能
广域防灾据点	广域公园	≥50万m <sup>2</sup>	50万~150万人/个	灾后大范围内恢复和重建活动
广域避难场所	城市综合公园	≥10万m <sup>2</sup>	服务半径<2km	灾后大范围避难场所
紧急避难场所	邻近公园	≥1万m <sup>2</sup>	服务半径<0.5km	灾时临时避灾绿地
邻近避难点	街区公园	≥500万m <sup>2</sup>	—	居住区附近避灾点
避难通道	绿道	≥10m	—	通往广域避灾场地或其他避灾场所的疏散通道
隔离绿地	—	—	—	隔离易燃易爆等危险品,防止次生灾害的发生

日本2000年出台的《避难场所技术便览》就避难场所的定义、功能、设置标准及有关设施等做了详细规定。同时日本还提出了建立防灾生活圈的设想,以中小学校为基本单元,结合延烧遮断带,建立彻底的防灾据点。日本防灾避难场所规划的先进之处不仅体现在城市公园绿地的数量和避灾绿地的规模上,而且体现在市民的防灾意识宣传上。日本在

对市民进行避灾体系的宣传时,不仅要让市民知道避灾绿地的分布位置,还要熟悉各个避灾分区内的各个避灾场所、应急设施以及各类避难通道和避灾流程等。此外,日本还统一了应急避难场所标识,保证居民灾时能够根据应急标识迅速找到合适的应急避难场所。

#### 4. 现代技术在避灾绿地规划研究中的应用

国外近几年针对避灾绿地规划的研究极少,大多针对开敞避难空间的布局和紧急疏散最佳路径模型的构建开展研究。

Anhorn 和 Khazai<sup>[30]</sup>提出开放空间适用性指标(open space suitability index, OSSSI)应用于灾后人员紧急安置适宜性的等级划分。此方法一是开放空间用于避难场所适宜性的定性评估,二是基于网络分析的可达性量化评估,认为环境和避灾服务设施是划分避难场所等级的主要依据。Alçada-Almeida 等<sup>[31]</sup>认为疏散规划是城市应急准备的重要组成部分。救援设施的数量和位置是规划的重要依据,确定居民采取的一次和二次撤离路线也同样重要。Xu 等<sup>[32]</sup>描述了布局避难所的七个原则,按照这些原则,提出了可用于解决布局问题的多准则约束位置模型,然后提出一种迭代方法来应用该模型,在地理信息系统(GIS)的支持下,该方法通过选择备选避灾场所、分析备选避灾场所的空间覆盖面、确定住所位置三个阶段来完成避灾场所的布局,并以案例研究为例,阐述多标准模型的应用及相应的解决方案在城市地震避灾场所规划中的可行性。Bretschneider 和 Kimms<sup>[33]</sup>则针对灾后疏散时易发生意外的情况,采用重组濒危地区交通路线的方法,提出了一种基于模式的混合整数动态网络流模型启发式解决方案。Epstein 等<sup>[34]</sup>将计算流体力学与基于主体建模两个领域的全新混合模式作为城市疏散规划的新途径。计算流体力学是污染物大气传播的首选技术,而基于主体建模是模拟人群社会动态的有效手段。Wolshon 和 Marchive<sup>[35]</sup>的研究利用模拟来表征和评估住房密度和威胁范围内邻里层面的疏散情景。结果说明了道路网络与交通流量之间的关系,探讨了交通量的变化与撤离时间和/或撤出能力的量变关系。Belhadj 和 Joshua<sup>[36]</sup>在研究恐怖事件灾害的疏散规划中,采用基于 ArcGIS 软件的 Community Viz 规划支持系统和网络分析构建的撤离模型,可帮助人们快速选择最佳疏散路径,这一方法同样可应用于避灾绿地疏散通道的布局决策。

### 1.4.2 国内城市避灾绿地发展及研究现状

#### 1. 国内城市避灾绿地发展概况

我国面对自然灾害及其次生灾害的思想经历了“天命主宰思想”—“防灾减灾思想”—“防灾备灾思想”的演变<sup>[37]</sup>。我国国土面积庞大,但经济能力却相对薄弱,大众的防灾意识较为模糊,城市避灾系统的建设进程较为缓慢。

1976年,唐山发生了巨大的地震灾害,当时,城市公园绿地的抗震、防灾、减灾等作用在灾时避难和灾后重建等阶段都发挥了重要作用。但我国在城市绿地系统规划中并未将防灾规划纳入重点。灾后重建以后的城市绿地系统规划将防灾规划纳入城市专项规划中,为以后城市抗震、减灾提供了非常重要的条件。

2003年10月,北京建设了我国首个防灾公园——北京元大都城垣遗址公园。园中从

指示牌、设施配备情况以及绿化美化等方面着手规划公园的避灾设施。如指示牌用不同颜色表示不同含义分布在相应的地点；应急水井设置在塑料假山山下与假山融为一体，不仅不影响美观，还能充分利用公园的每一处资源；应急广播与小假山结合；小卖部仓库同时设置为应急物资储备库；观景台在应急避难时期为直升机坪等<sup>[38]</sup>。此外，北京还规划建设了海淀公园、皇城根遗址公园以及朝阳公园等 27 处城市避灾绿地<sup>[39]</sup>。2005 年 3 月佛山市首次将城市绿地防灾专项规划单项纳入城市绿地系统规划修编中。

唐山市在 1976 年大地震后的城市重建过程中把城市划分为三大功能区，在地震断裂带之外规划开敞空地作为避灾绿地、在采煤塌陷区规划城市公园等。城市空间格局分散，结构布局合理，抗震性能提升，在新增了城市公园、城市广场等的同时，也降低了建筑密度，扩增了避灾绿地面积<sup>[40]</sup>。

上海、南京、西安等城市对公园的防灾能力和建设都给予了更高的关注度，并陆续开展避灾绿地规划和建设工作。

香港地区具有暴雨、火灾以及台风等大型城市灾害，城市绿地是其重要的避灾绿地空间。加之香港作为世界建筑密度最高的城市之一，其地价奇高。因此，香港的避灾绿地规划建设更适合通过改造城市绿地等形式来实现，最终达到平时和灾时相结合的目的。

我国台湾地区位于亚热带地区及环太平洋地震带，区内常年湿热且多雨，台风、地震等灾害频频发生，自然环境条件极其恶劣。1996 年，台湾提出功能性绿地系统包含景观绿地系统、游憩绿地系统、生态绿地系统以及避灾绿地系统，并总结了城市公园绿地的功能。其中避灾绿地系统包括防灾空间、防灾路径、防火绿道以及缓冲绿地等<sup>[41]</sup>。台湾“9·21”大地震引起了台湾对城市防灾避灾等相关领域的重视。随后展开城市避灾体系的构建，并根据城市化主要灾害情况和预测避灾行为和救灾行为制定了相关的城市防灾规划，同时提出公园是都市计划防灾空间系统中非常重要的避灾场所和物资贮备空间<sup>[42]</sup>。

2008 年 10 月 27 日，首都城市园林建设与展望学术研讨会在北京召开，会上讨论了城市绿地与城市防灾体系的相互关系等问题，提出并非所有城市公园都可作为避灾绿地，因为部分公园本身就存在灾害隐患。此外，对于避灾绿地的规划建设应综合考虑平灾结合的要求。

2008 年 5 月 12 日的汶川大地震充分证明了绿地开敞空间的避难减灾作用。同年 9 月 16 日住房和城乡建设部出台了《关于加强城市绿地系统建设提高城市防灾避险能力的意见》，要求各地 2009 年年底前编制完成城市绿地系统防灾避险规划。之后我国开始大规模进行城市防灾避险绿地规划。

## 2. 避灾绿地的功能及避灾绿地分类研究

《城市抗震防灾规划标准》(GB 50413—2007)，将城市避灾场所分为紧急、固定、中心三种类型，并对各类避难场所的相关指标进行了规定。

2009 年北京市规划委员会发布的《北京中心城地震及应急避难场所(室外)规划纲要》，将城市应急避难场所划分为紧急避难场所、长期(固定)避难场所两类。

2009 年，重庆也颁布了《重庆市应急避难场所规划编制导则》，其中规定了应急避难场所分级，明确了市辖区、县两级行政单位不同的分类标准。