

我国城市主要自然灾害类型及其防灾绿地体系构建

曲良艳¹, 弓 弼^{2*}, 金立强¹, 沈兆旭¹, 任胜普²

(1. 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要:城市绿地系统作为城市开放空间,在城市抵御、减轻自然灾害的过程中发挥着重要作用,是城市减防灾体系的重要组成部分。通过分析我国城市主要自然灾害类型及其区域分布特征,对城市防震避灾绿地体系的空间类型、规模、分布特征、功能要求及要素设计进行探讨,并以此为主,提出城市防洪绿地、防台风绿地、防沙尘暴绿地及防滑坡绿地的规划建设要点。不同区域范围的城市根据其防灾重点,在绿地规划建设过程中有针对性的选择,并加以整合优化,构建适合城市自身的防灾绿地体系。

关键词:城市; 自然灾害; 防灾绿地

中图分类号: S761.9

文献标志码: A

文章编号: 1001-7461(2010)05-0121-07

Types of Urban Natural Disasters in China and Establishment of Corresponding Disaster-proof Green Lands System

QU Liang-yan¹, GONG Bi^{2*}, JIN Li-qiang¹, SHEN Zhao-xu¹, REN Sheng-pu²

(1. College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Being urban open space, urban green land system plays an important role in resistance and reduction of natural disaster in urban area. It is the indispensable part in disaster prevention and reduction system of a city. Main types of natural disasters and their regional distribution characteristics in the urban areas in China were analyzed. The urban green space system for preventing and avoiding natural disasters were discussed in the aspects of spatial types, scales, distribution characteristics, functional requirements and element of design. The key points for the construction and design of the greenbelt in flood control, anti-typhoon, anti-dust and anti-landslide in urban area were put forward. It was pointed out that Cities in different regions should be in accordance with the local key issues of disaster prevention to select objective methods in green space design and construction, and to make integration and optimization, to built green spaces suitable with local situations.

Key words: city; natural disaster; disaster-proof green land

城市绿地系统是改善和维护城市空间生态安全的重要载体,也是城市防灾减灾体系的重要组成部分,在自然灾害发生时发挥重要作用。防灾绿地,是指在各种城市灾害及其引发的次生灾害发生前、发生时和发生后,为了保护城市和城市居民的生命和物质财产、强化城市防灾构造、建立并完善城市及周边地区的防灾体系与能力而建设的起到减灾与防御

工程、广域防灾据点、避难场地、避难道路和灾后恢复据点作用的城市各类绿地^[1]。绿地在城市中的分布位置、规模、布局形式等不同,在防灾减灾过程中发挥的作用也各有不同。如:城市边缘防护林带能够有效减缓风灾;各类隔离绿化带及道路绿化带可减缓城市火灾蔓延;滨水绿地及湿地公园可有效减少城市水灾;单位附属绿地、居住区绿地及街头小型

收稿日期: 2009-11-12 修回日期: 2009-12-24

基金项目: 宝鸡“西部生态谷”研发(K332020904)。

作者简介: 曲良艳,女,在读硕士,研究方向为园林规划设计。E-mail: 89333559@qq.com

* 通讯作者: 弓 弼,男,副教授,硕士生导师,主要从事园林规划设计、园林植物的教学与研究。E-mail: gongbi@sina.com

绿地能够作为紧急避难绿地;城市大型公园可作为固定及中心避难绿地,发挥应急指挥中心、医疗救援中心及灾后重建基地等功能;各类城市绿地还具有阻隔病菌源的作用。

1 我国城市防灾绿地系统的研究现状

1976年唐山大地震发生之后,城市绿地在减灾救灾中发挥了重要作用,但有关防灾绿地的建设并未引起相关部门的重视。直至2003年11月,《城市抗震防灾规划管理规定》第九条才有规定:“城市抗震防灾规划应当包括对市、区级避震通道及避震疏散场地(如绿地、广场等)和避难中心的设计与人员疏散的措施”,将防灾减灾列入城市绿地功能之一,由此对我国城市绿地防灾系统的相关研究进入了一个新的阶段;2008年5月汶川大地震后,住房和城乡建设部出台了“关于加强城镇防灾避险绿地建设的意见”;2009年5月,国务院新闻办公室发布《中国的减灾行动》一文,将城市绿地的防灾减灾研究提升到一个新的高度。

2003年北京市建成国内第一个防灾公园——元大都城垣遗址公园,但至今城市绿地系统中完整的减防灾体系构建尚未有实质性的进展。

伴随着人们对城市自然灾害认识的提高,近年来对防灾绿地的研究成为热点。费文君^[2]针对城市的地震灾害,对避震减灾绿地体系规划进行分析研究;聂蕊^[3]、何剑民^[4]、林小峰^[5]、苟皓^[6]等通过论证城市绿地作为各类避难场所的可行性来探讨城市绿地的防灾规划、改造、建设及防灾绿地体系的构建;周建东^[7]、朱春艳^[8]、邱巧玲^[9]等在借鉴国外防灾绿地体系建设的基础上研究了我国城市防灾绿地建设现状、绿地改造、防灾绿地规划设计及建设;朱红霞^[10]探讨了城市绿地防灾避难功能评价指标体系;张海金^[1]根据防灾绿地的功能定位,提出城市防灾绿地体系由灾前防御绿地、灾时避难疏散绿地和灾后恢复重建绿地三大类组成。这些研究主要通过借鉴日本防灾绿地体系建设模式,以防震减灾绿地研究居多,而对综合防范抵御多种灾害类型的防灾绿地体系建设研究尚处于起步阶段。

2 我国城市自然灾害区域分布特征

城市自然灾害是指由于自然因素造成的一切对城市生态环境、物质、人文建设和发展,尤其是对生命财产等造成或带来危害性后果的事件^[11]。目前在我国对城市具有结构性破坏和易于造成交通灾情的自然灾害种类主要有:水灾、地震、滑坡、台风和沙

尘暴等5大类^[12]。

对我国城市自然灾害类型进行综合区划,有针对性的进行防灾绿地类型研究与规划,是城市防灾减灾与可持续发展的客观需求。王静爱^[12]等将中国城市自然灾害区划为沿海城市灾害区、东部城市灾害区和西部城市灾害区3个一级区15个二级区,这对全国防灾绿地的区域化特征研究及全国防灾绿地系统规划与建设的宏观指导具有重要的现实意义。通过对该研究结果进行分析得知,我国大部分地区都存在洪水灾害的威胁及潜在威胁,其中危害较为严重的城市主要分布在我国中东部高度城市化区域范围内;台风为主要自然灾害的城市主要分布在东部及南部沿海高度城市化区域内;沙尘暴频发的城市主要分布在内蒙古及甘肃河西走廊一带,同时在新疆、青海、甘肃、宁夏、山西、北京、河北等地也伴随有一定频度的沙尘暴发生;地震的多发区主要集中在内蒙古及甘肃河西走廊一带,在全国其他区域也偶有发生或存在发生的潜在威胁。地震作为摧毁性极大的自然灾害,应在全国范围内予以重视,如台湾“9.21”地震、明代关中大地震等都对城市造成了毁灭性的破坏;滑坡作为局部小范围发生的地质灾害,虽影响范围不大,但常伴随地震及洪灾发生,其危害影响也不容忽视。

3 我国城市防灾绿地体系构建模式探讨

自然灾害具有多重性,对于多数城市来讲可能存在2种以上自然灾害类型,在城市防灾绿地体系构建中,可能以某一种自然灾害作为设防对象,那么地震灾害就是首当其冲的设防对象。地震在大多数城市中并非经常发生,但其带来的损害是无法估量的,因此,在防灾绿地体系构建中,应把防震减灾绿地作为主要要素进行考虑,同时结合城市其他主要自然灾害类型建设相应的防灾绿地,构建完整的城市防灾绿地体系。

为了对城市防灾绿地体系认识更加明晰,将从防震、防水灾、防台风、防沙尘暴、防滑坡几个方向分别加以阐述,每个城市在自己的防灾绿地建设过程中有针对性的选择,加以整合优化,突出不同城市区域范围的防灾重点。

3.1 城市防震减灾绿地体系

3.1.1 城市防震减灾绿地空间类型 城市防震减灾绿地体系应根据居民的避难行为特征及城市绿地建设现状,遵循“平灾结合”的建设原则,在现有城市绿地系统基本结构的基础上,结合已建应急避灾场所,按照“点、线、面”相结合的模式进行合理布局

(图 1)。

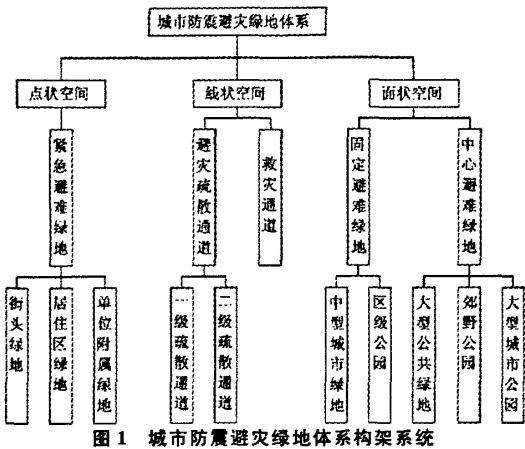


Fig. 1 Frame of city disaster-proof and reduction system

作为点状空间的紧急避难绿地，是居民在灾后极短时间内到达的绿地，快捷、通达、高效，并且具有空间容量小、分布广、形式多样、数量多的特点，由居民日常使用最频繁的居住区绿地、单位附属绿地、街

头绿地等构成；固定避难绿地，是灾害发生后为居民提供较短时期的避灾生活与救援活动的过渡性绿地，宜结合现有中型城市绿地及区级公园进行规划建设；中心避难绿地，指在灾害发生后为居民提供较长时间的避灾生活场所、救灾指挥中心和救援、恢复重建等的活动基地^[13]，具有空间开敞、容量大的特点，应充分利用大型城市公园、公共绿地及郊野公园等绿地空间；避灾疏散通道是灾害发生时连接各级避灾绿地，具有疏散和救援功能的通道；救灾通道是灾害发生时，外界社会进入城市进行救援以及城市进行自身救援的快速通道，通道两侧缓冲绿地作为线状空间，以网状形式遍布全市，能够有效连接各点、面状空间。点、线、面 3 种类型的绿地协同发挥作用，使城市防震减灾绿地体系达到空间的连续性与时间的高效性。

3.1.2 各类防震减灾绿地规模 防震减灾绿地的体系构建应由不同规模层次的绿地共同构成(表 1)，以满足灾害发生后不同时间段内人们的避灾需求。

表 1 不同类型防震减灾绿地规模需求

Table 1 Demands of different disaster-proof green land scales

功能定位	绿地类型	绿地规模
避难绿地	紧急避难绿地	0.1 hm ² 以上(不小于 1 m ² · 人 ⁻¹)
	固定避难绿地	10 hm ² 以上(短边不小于 300 m 且人均 2 m ² 以上)
	中心避难绿地	50 hm ² 以上
	救灾通道	道路两侧缓冲绿地宽度不小于 10 m
救援疏散通道	一级疏散通道	道路两侧缓冲绿地宽度不宜小于沿路两侧建筑物高度的 1/3 且不小于 5 m
	二级疏散通道	道路两侧缓冲绿地宽度不宜小于沿街两侧建筑物高度的 1/3

在规划中，各类防震避难绿地内部有效避险面积不小于总面积的 60%，且为满足灾后居民迅速进入的需求，均应设置为开放式或半开放式布局形式；救灾通道应与城市主干道结合建设，将城市出入口、中心避难绿地和抗震救灾指挥中心相连，并考虑规划替代道路，以确保灾后道路畅通；一级疏散通道结合城市次干道将紧急避难绿地、固定避难绿地与中心避难绿地相连接，为保证居民避难与城市救灾不相冲突，应尽量不占用城市主干道；二级疏散通道结合城市支路将居民工作、生活区与紧急避难绿地相连接，同时与一级避灾疏散通道相连接，构成完整的绿色通道网络。

3.1.3 城市各类防震避难绿地的科学分布 各类防震避难绿地选址应避免自然及人工易灾区，选择周围交通便利，不受次生灾害影响，能够满足城市防震避灾、抢险救灾功能需要的场地。

在点、线、面的框架基础上，各类防震避难绿地应按照一定的密度分布，建立有效的服务半径，使防震避灾绿地体系尽量科学、合理。一般研究认为，紧

急避难绿地应满足灾后居民步行 10 min 内到达的要求，有效服务半径以 300~500 m 为最佳；固定避难绿地应满足居民灾后步行 1 h 内到达的要求^[14]，有效服务半径宜为 2~3 km；中心避难绿地的有效服务半径为 5 km。但由于在城市建设过程中存在人口分布不均匀、道路建设标准不统一等多方面影响因素，因此，在实际规划设计中应根据城区的人口密度和周围道路建设情况、结合其他类型应急避灾场所，设置绿地合理有效的服务半径，如人口密度大、道路可达性较差的区域范围内，可适当减小绿地的服务半径，营建安全性较高的防震避灾绿地体系。

3.1.4 各类防震避难绿地功能要求 各级防震避难绿地不仅要满足平安时期的景观、生态、游憩功能，还要在灾后发挥不同层面的减灾救灾作用。因此在规划设计时，应对其进行防灾功能定位，以构建科学的城市防灾绿地体系，完善城市绿地体系功能。

紧急避难绿地内应合理布局管理区、紧急避灾空间，配备必需的消防、广播设施，并存储少量居民急需的物品与饮用水，满足灾后数小时到 1 日内居

民的避灾需求;固定避难绿地内应设计管理与指挥区、物资储备区、避灾空间、临时医疗点、救援车停车场等场地,并按需求配备消防、应急供水、应急照明、应急广播通讯、应急厕所等设施,满足灾后数日到数周内居民的避灾需求;中心避难绿地应具备完善的避灾、救援设施和物资储备,满足应急指挥、通讯联系、生活储备、医疗救援及居民灾后数周至数月内的居住生活等要求。各级防震避难绿地只有满足上述防灾功能要求,才能有效发挥其作用。

3.1.5 防震避灾绿地要素设计 防震避灾绿地要素设计,应遵循“平灾结合”的建设原则,结合适用、安全、易识别的设计理念,达到多功能兼顾,提高绿地的整体防灾能力。

3.1.5.1 植物种植设计 防震避难绿地应根据其内部功能分区来界定植物种类、规模和配置模式,以满足景观、生态、减灾的多重功能需求。

地震灾害发生后常伴有火灾的发生,各级防震避难绿地应以周边包围整个场地的方式设置适宜宽度的防火隔离带,且与街区保持一定距离,以保护内部避难场地免受周边火灾影响(紧急避灾绿地周边应设置宽度不小于 10 m 的防火隔离带;固定避灾绿地周边应设置宽度不小于 15 m 的防火隔离带;中心避灾绿地周边应设置宽度不小于 30 m 防火隔离带^[13])。为提高隔离带的防火阻燃性,植物应选择枯枝落叶量少的树种和常绿地被,树高及乔灌木的配置比例应根据火势面、避难场地和隔离带之间的相对位置来决定性。植物种植时必须保留一定空间,使避灾居民顺利通过隔离带到达有效避难场地,同时还应兼顾日常观赏效果,营造富有季相变化的生态景观林带;避难空间是避难者停留的场所,一般也作为直升飞机停机坪、大型车辆输送救援物资的作业空间,以广场结合草坪为主,配置树木以不影响其功能为原则;场地内重要场所周边及道路两侧可采用地标植栽或诱导植栽方式;救援疏散通道两侧行道树应选择深根性、遮蔽率高、树干结实的树木,以缓冲硬物落下的冲力并有效阻挡倒塌建筑物落向疏散通道,确保通道畅通。

植物种类选择以含水率高、含油率低的阻燃植物以及植株高大、枝叶繁茂冠幅大的遮蔽性能好的防火植物为主,如苏铁(*Cycas revoluta*)、青冈栎(*Cyclobalanopsis glauca*)、八角金盘(*Fatsia japonica*)、女贞(*Ligustrum lucidum*)、石楠(*Photinia serrulata*)、大叶黄杨(*Buxus megistophylla*)、珊瑚树(*Viburnum odoratissimum*)、银杏(*Ginkgo biloba*)、樱花(*Prunus serrulata*)等。

3.1.5.2 地形设计 防震避难绿地地形设计应结合场地内部状况进行合理规划布局,以保障灾时的

有效使用。避难空间区域内应以平坦地形为主,坡度宜控制在 1%~8% 之间,其他区域坡度设计不宜超过 30°,以解决雨水的快速下渗和外排,避免场地内部积水。如利用场地的大面积空旷平缓区域作为安全有效避灾空间,将起伏的山坡和水景形成隔离次生灾害的缓冲防护屏障,从而达到各功能空间的优化结合,增强场地的安全性。

3.1.5.3 道路设计 防震避灾绿地空间与中国传统园林空间道路设置要求不同,传统园林讲究“曲径通幽”,营造幽深含蓄的景观效果,而防震避难绿地则要求道路系统平直、通畅,确保在紧急状态下的快速疏散和紧急救援。一般紧急避难绿地内部应设置宽度不小于 4 m 的环形通道,设置不少于 2 个的双向交通出入口与城市避险疏散通道相连接;固定避难绿地内部应设置宽度不小于 7 m 的环形通道,并设置至少两个双向交通出入口与避难场地和城市避险疏散通道相连;中心避难绿地场地内部设置宽度不小于 12 m 的环形通道,并设置不少于 2 个的双向快速交通出入口与 2 条以上的城市避难、救援疏散通道相连,同时应单独设置应急备用出入口^[13];各级防震避难绿地均应有 1 个以上出入口设置无障碍通道。为防止震后救灾避难通道两侧建筑物坍塌造成交通堵塞,城市避难疏散通道宽度不小于 7 m 为宜;救灾通道宽度不应小于 15 m^[7]。在满足上述防灾功能的基础上,兼顾观赏、生态、游憩功能,营造丰富的道路景观。

3.1.5.4 建筑及设施设计 防震避难绿地内部建筑、小品的设计,应在满足景观需求的同时,兼顾平时和灾后功能的快速转化,使其发挥多重作用,有效降低建设成本。

防震避难绿地内的建筑设计应考虑抗震耐火要求,层数不宜多,同时可结合地下空间进行整体设计。如办公管理空间与应急指挥中心结合建设;商业建筑与医疗救援中心、应急物资发放处结合建设;建筑地下空间作为应急物资储备空间等。

绿地内的中水回收装置应与景观水体结合建设,确保灾时的消防用水,同时考虑设置地下耐震贮水槽,提供灾时的生活用水。在条件允许的情况下,修建备用水井,以保障为灾民提供生活饮用水。

应急设施布置应在不影响日常使用的情况下,结合景观小品巧妙融入周边自然环境中。如:应急监控设施与路灯相结合;园凳与厨灶相结合;应急厕所隐藏于汀步之下;喷泉假山下设置蓄水槽收集雨水等。

3.2 城市防洪绿地建设要点

防御和治理洪灾不是单个城市的任务,应根据区域性洪水致灾特点确定防洪城市区域范围,并结

合城市具体条件建立相应的防洪措施。

借鉴我国古代城市城墙外围设置护城河的防洪保障措施,在同一洪灾区域范围内的城市外围应建立通达的河流水网系统,保护好周边区域的生态环境,尤其是滨河防护绿地、水滨湿地、防护林等,恢复和重建生态系统的良性循环,保证河流水网系统的畅通,防御洪灾发生时外部洪水侵入城内,从根本上做到预防城市洪灾的产生。

在城市内部建立完整通达的水系网络,并结合公园、湿地、滨水绿地开辟适宜的分洪区与滞洪区。利用地面水系及地下河道将洪水分流至河流下游或其他水域,利用绿地地下空间建设雨水调节池或地下沙砾渗透井,在灾时贮留雨水,降低洪水流量,减少城市内涝,灾后可将贮留水作为绿地喷灌用水,在紧急情况下还可以提供消防水源,有效降低城市绿地养护成本,并减轻洪水对下游城市的危害。

植物景观营造应选择乔灌木相结合的配置模式,以便多层次截留降水,减少地表雨水径流量。在具体植物的选择上,宜选择树冠大而浓密、深根性、萌蘖性强的树种,如柳树(*Salix babylonica*)、胡桃

(*Juglans regia*)、枫杨(*Pterocarya stenoptera*)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、云杉(*Picea asperata*)、冷杉(*Abies fabri*)、圆柏(*Sabina chinensis*)、夹竹桃(*Nerium indicum*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、紫穗槐(*Amorpha fruticosa*)等^[15]。

3.3 城市防台风绿地建设要点

在台风频发区域的城市绿地规划中,应建立完善的外围林网系统、内部水网系统和滨海防护绿地系统,以构建防灾化、人性化、生态化的复合生态网络绿地体系(图 2)。滨海防风林沿海岸营建,由 30~50 m 宽的沿海防风林带与 100~200 m 宽的防风沙林带组成;农田防护林毗邻滨海防风林,由主要防风林带(垂直于台风方向)和次要防风林带呈网格状结合布置,可进一步减弱风力、改善生态环境;水源涵养林以营建多树种、立体结构的防风林带为原则,将有效保护城市水循环并降低洪涝灾害;水土保持林宜在保护原始植被的基础上,加强城市周围山丘的绿化,提高植被覆盖率,防止水土流失并能有效改善生态环境。城市外围多层防护林的营建,可有效阻挡并减缓台风对城市的侵袭。

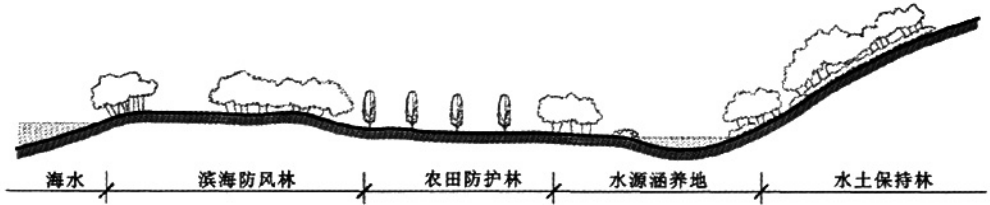


图 2 城市外围防台风林网系统结构

Fig. 2 Structure graph of periphery typhoon shelterbelt system

城市内部水网系统建设宜根据城市的具体情况,因地制宜,合理开辟分洪区与滞洪区,建立完善通达的水系网络,减少城市内涝。

海滩湿地和海滨乡土草本植物群落宜选择当地的优势植物种群,营造富有地方特色的景观;城郊疏林草地区域宜利用乡土植物,创造景观优美的游憩场所;结合地形营建多树种防护密林,可作为城市内

部绿色廊道,有效降低城市内部风速;公园内河湿地区域宜选择乡土湿生及水生植物,以保护公园水系生态环境;城市内部公园疏林草地建设则可兼顾游憩、生态及防护等多重功能。各生态点、生态线、生态面结合,构成复合的滨海生态防护绿地系统(图 3)。

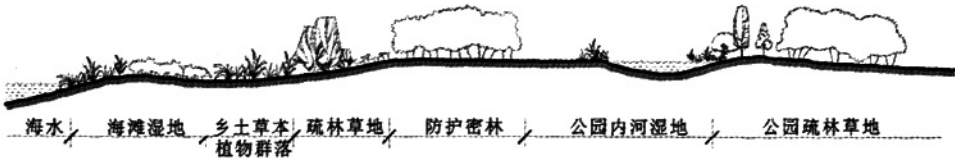


图 3 滨海防护绿地系统结构

Fig. 3 Structure diagram of coastal protection green system

在植物方面,宜选用抗风力强、耐盐碱、寿命长,树冠呈平顶形、伞形、圆球形且根冠比大的树种,如南洋

杉(*Araucaria cunninghamii*)、广玉兰(*Magnolia grandiflora*)、香樟(*Cinnamomum camphora*)、大

花紫薇(*Lagerstroemia speciosa*)、木麻黄(*Casuarina equisetifolia*)、假槟榔(*Archonhophoenix alexandrae*)、桫欏(*Arenga pinnata*)等^[16]。

3.4 城市防沙尘暴绿地建设要点

在沙尘暴多发城市的绿地系统规划中,应根据城市主导风向,营建城市外围林网系统和内部防护绿地系统,构建城市绿色生态屏障,以降低沙尘暴发生频率及影响程度(图4)。防风林由多层30~50 m宽的防风林带及防护密林组成,通过多林种、多树种的防风林建设,可有效降低风速、阻挡沙尘;农田防护体系由主要防风林带(垂直于沙丘前进方向)及次要防风林带呈网格状布置,可进一步减弱风力;水土保持林可在原有植被基础上,采取乔灌木相结合的配置模式,加强城市周边山丘绿化,同时起到防风固沙的作用。在城市上风向的郊区,营建带-网-片相结合的外围林网系统,可有效降低沙尘暴对城市的影响。

构建城市内部防护绿地系统,应注意以下几个要点:①在城市的上风向区域范围内,建设与主导风

向垂直的防护林带;②尽量将植物园、树木园等安排在城市上风向区域内,发挥植物的防风阻沙滞尘功能;③加强节水型园林建设,增加城市绿地覆盖面积,并采取乔灌木相结合的复层种植模式;④注重城市内部绿色廊道的建设;⑤加强城市立体绿化;⑥加强城市防风避风绿色基础设施建设。城市绿地在建设过程中,将以上要点相整合,可增强绿地的整体防护功能。

在植物的选择上,应尽量选用抗风力强、生长快且寿命长的乡土树种,如榆树(*Ulmus pumila*)、柳树、紫穗槐、柠条(*Caragana Korshinskii*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、山杏(*Prunus armeniaca*)、枸杞(*Lycium chinense*)、梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、沙柳(*Salix psammophila*)、杨柴(*Astragalus mongolicum*)、沙拐枣(*Calligonum mongolicum*)、沙冬青(*Ammopiptanthus mongolicus*)、紫花苜蓿(*Medicago sativa*)、沙打旺(*Astragalus adsurgens*)、披碱草(*Elymus dahuricus*)等^[17]。

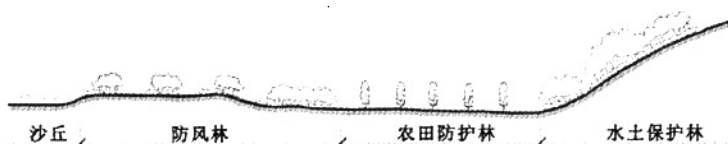


图4 城市外围防沙尘暴林网系统结构

Fig. 4 Structure graph of urban periphery sandstorm shelterbelt system

3.5 城市防滑坡绿地建设要点

在城市规划设计中,首先应对当地地质、地形状况进行分析,在滑坡危害预测区内划定安全防护范围,采用工程措施与植物防护相结合的方法来治理(图5)。根据植物对坡体的防护机理作用^[17],在危害预测区内的坡体部分种植自重较小、根系发达的灌木,在不增加滑体重量的同时达到固土的目的;在坡体的底部一定范围内,将连续坡面改建为断续坡

面,设置阶梯式挡土墙并搭配种植深根性乔木及灌木,可有效阻挡滑体并加强坡体的稳固性;坡体基部防护区域内营建防护密林,可通过树冠截留、枯枝落叶截留,减少地面径流量,发挥其生态作用;在防护区域外围设置隔离带,并与城市外围水系结合建设,可减少城市内涝,降低滑坡对城市的危害。各级防护绿地结合建设,可构建生态性强、安全性高的城市防滑坡绿地。

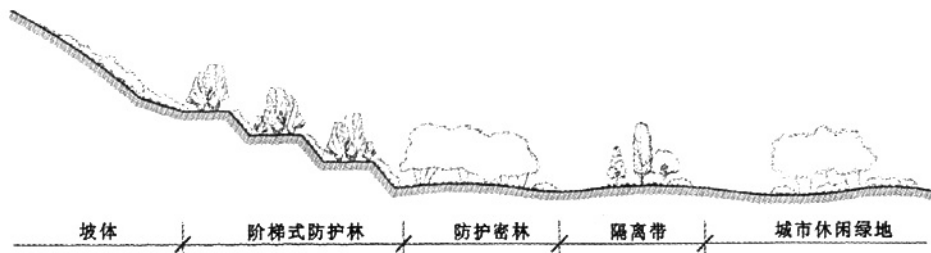


图5 城市防滑坡绿地结构示意图

Fig. 5 Diagrammatic sketch of urban non-slip ramp regions structure

在滑坡危害预测区内,植物应选择根系发达、寿命长及萌蘖性强的种类,如侧柏(*Platycladus orientalis*)、国槐(*Sophora japonica*)、构树(*Broussonetia papyrifera*)、火炬树(*Rhus typhina*)、荆条(*Vitex*

is)、国槐(*Sophora japonica*)、构树(*Broussonetia papyrifera*)、火炬树(*Rhus typhina*)、荆条(*Vitex*

negundo var. *heterophylla*)、酸枣(*Ziziphus jujuba* var. *spinosa*)、紫穗槐、地锦(*Parthenocissus tricuspidata*)等。

4 结论

我国城市防灾绿地的建设正处于起步阶段,对其研究尚未达到完整的系统层次。根据我国城市主要自然灾害类型及其区域分布特征,探讨不同类型防灾绿地规划建设要点,使位于不同灾害区域范围内的城市在绿地建设过程中,根据其防灾重点,有针对性的选择并加以整合优化,建设以防震避灾为主、具有多重自然灾害防御功能的城市防灾绿地。以期为构建清晰完整的城市防灾绿地体系,制定科学的防灾绿地布局模式及建设指标提供参考。

参考文献:

- [1] 张海金. 防灾绿地的功能建立及规划研究[D]. 上海: 同济大学, 2008.
ZHANG H J. Research on Function and Planning of Disaster Prevention Green Spaces [D]. Shanghai: Tongji University, 2008. (in Chinese)
- [2] 费文君, 王浩, 史莹. 城市避震减灾绿地体系规划分析[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2009, 33(3): 125-130.
FEI W J, WANG H, SHI Y. Discussion on the urban green space system planning for earthquake resistance and hazardous reduction[J]. Journal of Nanjing Forestry University: Natural Science Edition, 2009, 33(3): 125-130. (in Chinese)
- [3] 聂蕊. 城市公园绿地的防灾设计[J]. 新建筑, 2009(2): 98-101.
NIE R. Disaster-prevention design for urban park green space [J]. New Architecture, 2009 (2): 98-101. (in Chinese)
- [4] 何剑民, 王珊. 基于城市绿地与城市防灾减灾的探讨与研究[J]. 现代园林, 2007(3): 29-32.
HE J M, WANG S. Based on disaster prevention and reduction of urban green space and urban and research[J]. Modern Landscape Architecture, 2007 (3): 29-32. (in Chinese)
- [5] 林小峰. 凸现公园绿地的防灾避难功能——汶川大地震给园林工作者的反思[J]. 园林, 2008(7): 36-39.
- [6] 苟皓. 基于应急防灾的城市绿地系统优化思路初探[J]. 现代农业科学, 2008, 15(11): 70-72.
GOU H. Preliminary study on optimization approaches of urban green space system based on calamity prevention[J]. Modern Agricultural Sciences, 2008, 15(11): 70-72.
- [7] 周建东, 王浩. 城市绿地防灾减灾功能与对策研究[J]. 安徽农业科技, 2008, 36(35): 15419-15421. (in Chinese)
ZHOU J D, WANG H. Study on fuctions and countermeasures of disaster prevention and reduction of urban green land [J]. Journal of Anhui Agri. Sci., 2008, 36 (35), 15419-15421.
- [8] 朱春艳, 王志楠, 曹静怡, 等. 地震后的启示——城市防灾绿地规划设计探讨[J]. 福建林业科技, 2009, 36(1): 196-201.
ZHU C Y, WANG Z N, CAO J Y. Apocalypse after the earthquake discussing the urban calamity preventable greenbelt planning and design[J]. Jour. of Fujian Forestry Sci. and Tech., 2009, 36(1): 196-201. (in Chinese)
- [9] 邱巧玲, 古德泉. 国内外防灾绿地之比较与我国城市避灾绿地的规划建设[J]. 中国园林, 2008(12): 71-75.
QIU Q L, GU D Q. The comparison of domestic and foreign disaster prevention green space and the planning and construction of urban disaster shelter green space in China[J]. Chinese Landscape Architecture, 2008, (12): 71-75. (in Chinese)
- [10] 朱红霞, 康亮. 城市绿地防灾避难功能评价指标体系研究[J]. 北方园艺, 2008(12): 139-141.
ZHU H X, KANG L. The research on indicator system of urban green space disaster proof and asylum functions[J]. Northern Horticulture 2008, (12): 139-141. (in Chinese)
- [11] 吕元. 城市防灾空间系统规划策略研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2004.
LV Y. Study on the Planning Strategy of Urban Disaster-Prevention Space System [D]. Beijing: Beijing University of Technology, 2004. (in Chinese)
- [12] 王静爱, 史培军, 王瑛, 等. 中国城市自然灾害区划编制[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(6): 42-46.
WANG J A, SHI P J, WANG Y. Compilation of city natural disaster regionalization in China [J]. Journal of Natural Disasters, 2005, 14 (6): 42-46. (in Chinese)
- [13] 四川省城市防灾避险绿地规划导则(试行)[S]. 四川: 四川省建设厅, 2009.
- [14] GB 50413-2007. 城市抗震防灾规划标准[S]. 北京: 中华人民共和国建设部, 2007.
GB 50413-2007. Standard for Urban Planning on Earthquake Resistance and Hazardous Prevention [S]. Beijing: Ministry of Construction P. R. China, 2007. (in Chinese)
- [15] 包志毅, 陈波. 城市绿地系统建设与城市减灾防灾[J]. 自然灾害学报, 2004, 13 (2): 155-160.
BAO Z Y, CHEN B. Construction of urban green space system and reduction and prevention of urban disaster [J]. Journal of Natural Disasters, 2004, 13 (2): 155-160. (in Chinese)
- [16] 朱伟华, 丁少江. 深圳园林防台风策略研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 2008: 10.
- [17] 田孟琪. 沙尘暴成因及防治对策浅析[J]. 内蒙古林业, 2009 (5): 14-15.
- [18] 曾建. 西藏樟木滑坡防治技术研究[D]. 四川: 西南交通大学, 2004.
ZENG J. Technology Research of Prevention on Zhangmu Landslide in Tibet [D]. Sichuan: Southwest Jiaotong University, 2004. (in Chinese)