

DOI:10.13409/j.cnki.jdpme.20231117001

平震结合理念下的城市应急避难场所震后应急 厕所设计研究*

赵 锋, 曹伊然, 代 璐, 伍思莹

(西安建筑科技大学艺术学院, 陕西 西安 710055)

摘要: 探讨平震结合理念在城市应急避难场所中的运用方法,以解决震后缺乏正常运转厕所的问题并降低灾时专用应急厕所建造过程中的资源浪费,进一步讨论未来城市应急避难场所厕所的发展趋势,为研究者提供相关设计思路与发展动向。通过对震后城市应急避难场所人群流量、活动时长以及人群组成的详细分析,梳理受灾人群对应急厕所的需求。在此基础上,从应急厕所规划配置、内部空间、围护结构以及地下结构4个方面构建符合群众需求的应急厕所设计架构。在应急厕所设计中,引入平震结合的理念有助于降低建造震后应急厕所所需的耗材,同时满足不同使用人群的需求。这一理念为应急厕所设计提供了新的路径与理念,成为设计过程的重要依据,为今后应急避难场所及设施的建设与发展提供新思路。

关键词: 平震结合; 应急避难场所及设施; 应急厕所; 设计方法

中图分类号: TU976+.56 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-2132(2024)04-0813-13

Research on the Design of Post-earthquake Emergency Lavatories in Urban Emergency Shelters under the Concept of Normal-seismic Combination

ZHAO Feng, CAO Yiran, DAI Lu, WU Siying

(School of Art, Xi'an University of Architecture & Technology, Xi'an 710055, China)

Abstract: This paper explores the application of the "normal-seismic-combination" concept in urban emergency shelters to address the issue of lacking functional lavatories after earthquakes and to reduce resource waste in the construction of specialized emergency lavatories. It further delves into future trends of lavatories in urban emergency shelters, providing relevant design insights and development directions for researchers. Through a detailed analysis of crowd flow, activity duration, and demographic composition in post-earthquake urban emergency shelters, this paper identifies the needs of the affected population for emergency lavatories. Building upon this foundation, it constructs an emergen-

* 收稿日期:2023-11-17;修回日期:2024-03-31

基金项目:陕西省社会科学基金项目(2020J051)资助

作者简介:赵锋(1974—),男,教授,硕导,博士。主要从事工业设计、设计预防犯罪、TRIZ理论等方面的研究。

E-mail:feng.z@xauat.edu.cn

通信作者:曹伊然(1994—),女,助理建筑师,硕士。主要从事应急设施建设方面的研究。E-mail:826625335@qq.com

cy lavatory design framework that aligns with the needs of the public from four aspects: emergency planning and configuration, internal space, enclosure structure, and underground structure. Introducing the concept of "normal-seismic-combination" into lavatory design helps reduce the materials required for post-earthquake emergency lavatories while catering to diverse user needs. This concept offers a novel approach and serves as a crucial guideline in the design process, providing new ideas for the construction and development of future emergency shelters and facilities.

Keywords: normal-seismic-combination; emergency shelters and facilities; emergency lavatories; design methods

0 引言

我国地处亚欧及环太平洋地震带的交汇处,内陆地区的地震具有频次较高、覆盖面较广以及震后损失严重的特点。当城市发生地震后,受灾地区的房屋遭到破坏,公共基础设施瘫痪,躲避灾害的受灾人员不仅要承受较大的心理压力,还要面对各种次生灾害和衍生灾害的威胁。对此,我国学者对城市避难区域的建设进行了一系列理论和实践研究。

在理论研究方面,金鑫^[1]指出我国应急避难场所设施建设尚不完善,强调了其必要性。2008年汶川地震后,赵锋等^[2]基于TRIZ理论创新设计应急设施。刘晓杰等^[3]从心理需求出发提出应急通讯系统方案。王晖^[4]提出“平震结合”设计理念并应用于饮水设施与避难帐篷。针对应急厕所相关的应急设施的研究,杜守帅等^[5]以经典设计案例和实践为基础,分析了灾后救援设施的设计,如临时安置房、医疗点和卫生设施,为未来的灾后安置提供了参考。司雯格等^[6]将公园中的纳凉亭改造成卫浴一体化设施,加入太阳能电池板和雨水处理装置,实现了平震结合的目标。王光^[7]提出了以风光互补技术和生态化处理为基础的地震应急厕所设计,旨在解决应急厕所短缺和公共卫生问题。

在实践方面,目前我国部分应急避难场所中已出现了几种不同形式的应急厕所。例如,西安丰庆公园的应急厕所需通过专用工具打开盖板并采取防护措施后使用;上海市的避难场所使用暗坑、车载移动、手提式等厕所形式;南京市石头城公园则设有暗坑和座凳式应急厕所,灾后可通过搭建围护结构转为使用^[8]。我国虽然已在一些城市公园和城市绿地中设有应急厕所,但设计简陋,缺乏考虑灾

后实际使用情况,且实践案例较少。因此,我国城市公共空间地震应急厕所研究具有重要意义。

1 平震结合理念及其应用于应急厕所的必要性

1.1 平震结合理念应用于应急厕所设计中的必要性

在提出“平震结合”理念之前,最先提出“平灾结合”的设计原则。“平灾结合”,即把平时功能与灾时功能有机地融为一个整体,在原有设施的基础上进一步规划建设灾时避难必须的防灾设施,赋予各种必备的防灾功能^[9]。平时作为城市公共空间日常设施正常使用,灾害发生后通过调整其状态可迅速启动应急功能的设计理念^[9-10]。“平震结合”理念是在“平灾结合”概念的基础上的细化,将其中的灾害的类型确定为地震灾害。“平震结合”的目的是将日常功能与震后的应急功能相结合,避免设置大量独立设施而造成资源浪费^[4]。

基于“平震结合”理念的基础能有效提升对城市应急避难场所公共厕所的优化改造。规划应急避难场地,购置、安装、维护应急设施都需要占用大量的城市公共空间,投入大量的人力和物力。而在现有的城市公共空间以及公共设施的基础上规划避难场地,设置应急避难设施,地震发生后,这些公共空间和设施迅速转换为应急避难场所与应急设施,不仅节约城市空间,还节约运维成本。因此,需要将平震结合的概念引入到应急设施以及应急厕所的设计中来,将应急避难场所的日常设施的功能与震后的应急功能相结合,避免造成资源浪费。

1.2 基于逻辑模型的震后厕所使用现状分析

由于地震为一种突发状况,震后受灾人群的生存以及生活情况,会随着震后救援和避难场所的建立发生较大的变化。因此,可依据真实案例进行研究,将收集的震后应急厕所使用案例中的问题根据时间序列进行分析与总结,以此找到震后应急厕所使用过程中的关键问题。

为探究震后应急厕所真实的使用情况以及受灾群体震后面临的具体问题,通过案例研究法进行调研收集。通过对唐山地震、汶川地震等的震后厕所使用真实情况进行分析,并按照时间序列法将案例中出现的相关问题进行分析排序,依次作为依据建立逻辑模型。逻辑模型一段时间内串起各个事件的链条,这些事件之间可展现因果的重复与循环,前一时间阶段的因变量将会成为下一个时间阶段的自变量^[11]。通过逻辑模型的建立展示震后不同期间内的问题共性与因果关系,有助于在复杂的问题中找到产生问题的关键原因,从而推敲应急厕所设计可以改进的部分或是增添功能。通过对汶川、唐山地震的震后应急厕所逻辑模型(图1)的分析,发现我国城市避难场所应急厕所仍存在以下几个方面的不足:

(1)紧急救援期初期(震后1周以内)受灾群体主要面临没有应急厕所的问题,避难场所(公园、体育馆等)本身的厕所因水电系统的破坏而无法使用,因此随地大小便的问题非常普遍。

(2)紧急救援期(震后1~2周)则常常出现应急厕所数量明显不足的问题。这一阶段,救援部队以及受灾群体会搭建临时厕所或野战厕所。但由于受灾群体大量聚集,临时厕所的数量严重不足,野战厕所也会因储粪池粪满过快而多次更换重建场地。

(3)紧急救援期(震后1个月至6个月),由于水电系统恢复需要时间,公共厕所以及临时厕所均无水可用,随着时间的推移,临时搭建的厕所卫生环境恶化,臭味熏人,粪便的处理成为了更加棘手的问题。有些震后地区甚至因粪便堆积,蚊蝇、细菌快速滋生,出现呼吸道和肠道感染等疫情。

通过对震后应急厕所逻辑模型的分析,可得在

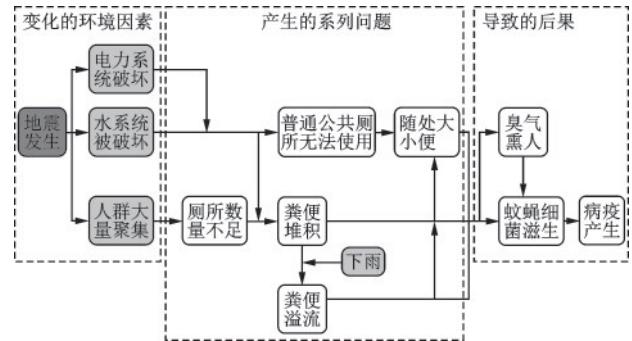


图1 应急厕所使用问题逻辑模型

Fig.1 Logical model of emergency lavatory use problem

震后救援的各个阶段中,震后应急厕所的使用存在着一系列的问题。通过问题因果分析找到解决应急厕所使用问题的关键,进一步明确受灾人群的具体需要,以此确立应急厕所设计方法及策略。

2 平震结合下的城市应急避难场所人群变化及需求分析

2.1 平震结合下的城市避难场所人群流量与活动时长变化及需求分析

由于地震这一突发性因素,震后城市避难场所中人群的组成、数量以及处于避难场所的活动时长相较于平时都发生了较大的变化。为确保市应急避难场所应急厕所的设计能够满足震后所有群体使用,需要对城市避难场所人群流量、人群处于避难场所的活动时长以及人群组成平时与震后的数据逐一对比,并对人群变化所带来的新需求进行分析,以此明确应急厕所中的设计要点。

以广州市建成的第一个应急避难场所晓港公园为例。根据2008年晓港公园日游人流量调查显示(表1),一旦地震灾害发生,晓港公园周围居住的受灾群体将大量聚集在晓港公园进行避难并等待救援。根据广州市地震信息网提供的数据信息,晓港公园内规划的棚宿区面积约43 000 m²,可以安置28 700人应急避难。通过对晓港公园规划避难人数与平时晓港公园内平均每日的人流量数据进行对比,如图2所示,可知晓港公园的规划避难人数是节假日日人流量的5.6倍,是周末日人流量的8.2倍,甚至是周一至周五日人流量的26倍。

表1 2008年晓港公园日游人流量调查^[4]

Table 1 Daily visitor flow survey of Xiaogang Park in 2008

城市	公园名称	总面积/m ²	实际可游览面积/m ²	周一至周五平均每日人流量/人	周末平均每日人流量/人	节假日平均每日人流量/人
广州	晓港公园	167 000	96 500	1 105	3 483	5 085

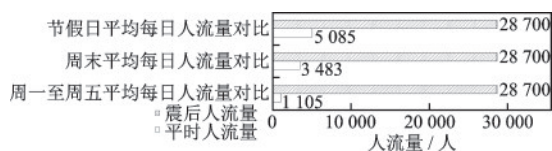


图2 广州晓港公园平时与震后人流量对比

Fig.2 Comparison of pedestrian flow in Guangzhou Xiaogang Park between normal and post-earthquake periods

通过对晓港公园的平时与震后人流量对比可见,震后聚集于广域避难场所的人容量是日常人流量的几倍甚至是几十倍,同时对于厕所数量的需求也将倍增。根据对城市避难场所厕所的调研与分析发现,日常生活中城市避难场所中公共厕所数量配置仅满足平时的使用,但灾害发生后对厕所的需

求量却远大于平时厕所数量配置。由此可见,平时城市避难场所厕所的配置与震后受灾群体对厕所的需求量之间存在着较大矛盾。

我国内陆地区地震具有频次较高、覆盖面较广以及震后损失严重的特点。因此,我国城市广域避难场所往往具有多功能的属性,平时是公园、广场、体育场等公共活动场所,灾害发生后这些开放性的空间又可以用作广域避难场所供人们集中避难并等待救援。人们日常到达该类场所主要是进行游玩休憩、集会交流、运动健身等活动,日常活动短则几十分钟,长则几个小时。以广州市各公园游客平均每人每日游览时长为例,见表2。经过计算广州市各公园游客日平均游览时长约为4.7 h。

表2 广州市各公园游客日平均游览时长^[4]

Table 2 Average daily visiting hours of tourists in various parks in Guangzhou

公园名称	开门时间	关门时间	全天开放时长/h	公园日开放时长/h	每人日平均游览时长/h
白云山风景区	—	—	24	18	6
越秀公园	6:00	21:00	15	15	5
流花湖公园	5:00	22:30	17.5	17.5	5
东山湖公园	6:00	22:00	16	16	4
荔湾湖公园	6:00	22:30	16.5	16.5	4
天河公园	6:30	22:00	15.5	15.5	4
平均值	—	—	17.4	18.4	4.7

注:白云山风景区全天24 h开放,但考虑到实际游览情况,为使计算更为准确,计算时把公园每日开放时长定为18 h

一旦灾害发生,该类场所需要快速转换为灾后避难场所供受灾群体进行避难,避难生活短则需要持续数天长则数月(表3)。即使是城市中的临时避难场所,也要保证受灾人员能够进行至少为期一天的避难生活。

考虑到许多城市公园游客进行长达数小时的游览活动并非每日重复性行为,可以估算做游览者

表3 地震应急避难场所分类及避难时长^[4]

Table 3 Classification and duration of earthquake emergency shelters

地震应急避难场所类别	三类	二类	一类
避难时长	10 d以内	10~30 d	30 d以上

近期内的低频性行为。经过估算,震后受灾人员位于城市避难场所的时长与平时城市公园内每人的游览时长数据对比如图3所示,震后处于临时避难场所的时长是平时的5.1倍,震后处于三类避难场所的时长是平时的51.1倍,震后处于二类避难场所的时长是平时的102.1倍,震后处于一类避难场所的时长是平时的153.2倍。注意避难人员处于临时、三类、二类以及一类避难所的时长取时长区间的大致平均值。避难人员处于临时,三类、二类以及一类避难所的时长取时长区间的大致平均值。

两种情况对比之下,不难发现震后受灾群体于避难场所进行避难,随着避难时长的增加,受灾群体对于厕所的使用频率也将而骤增。这对厕所排

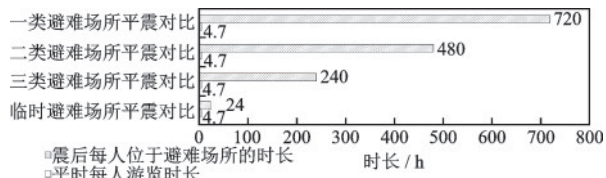


图3 广州市平时与震后群体处于公园时长对比

Fig.3 Comparison of the length of time spent in parks between normal and post-earthquake groups in Guangzhou City

污系统、内部设施磨损程度、环境卫生以及运营管理都将是巨大的考验。

根据对震后城市避难场所中人群数量以及活动时长等变化因素的分析,可以发现受灾群体对于厕所需求也会随之发生较大变化,如图4所示。

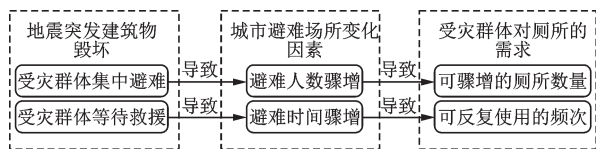


图4 城市避难场所受灾群体需求分析

Fig.4 Analysis of the needs of disaster-stricken groups in urban evacuation sites

2.2 平震结合下的城市避难场所人群组成变化及需求分析

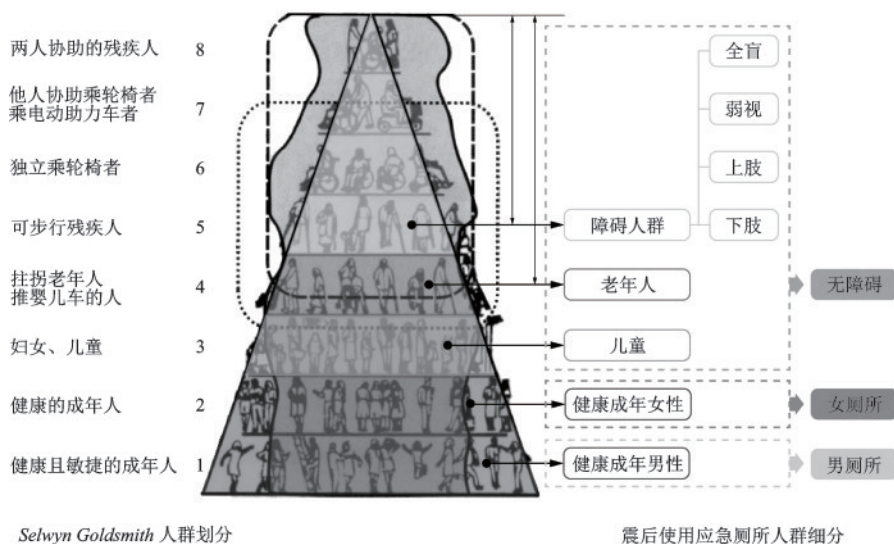
地震后使用应急厕所的人群组成相较于平时会发生较大的改变。如汶川地震造成 68 708 人死亡、17 923 人失踪、360 796 人受伤,其中绵阳市 2 590 人致残,青川县 6 000 多人致残^[12]。在伤残人

员中儿童为不可忽视的群体。四川省经审核死亡和失踪的学生共 5 335 名,已评残并发证的学生有 500 余名^[13]。此外,震后孤儿与孤老的数量也会大大增加。如日本阪神大地震中孤儿累计达到 573 人,孤儿家庭达到 335 个^[14]。据四川省政府通报,汶川地震后新增孤老 635 人。

由此可以看到,灾害前后人群比例发生了较大改变。平时活动于城市公共空间的人群大部分为有自主行为能力的健康人群,而震后位于城市应急避难场所的避难人群中会有包括伤残儿童在内的伤残人员、孤儿以及独身老人等大量弱势群体。相较于健康人群,这些弱势群体面临着更加严峻的生存挑战。基于通用设计金字塔^[15]对使用应急厕所的人群进行了细分,主要分为健康群体、女性、儿童、老年人以及障碍人群(主要考虑全盲、弱势等视觉障碍人群以及上肢障碍等肢体障碍人群),如图5所示。

2.3 基于弱势群体震后心理、生理及行为特征的需求分析

由上述避难人群分析可知,灾后城市避难场所中女性、儿童、老年人以及障碍人群等弱势人群数量增加。对这些受灾群体的心理与生理特征变化进行分析将更好抓住设计要点。结合震后健康群体的需求,将受灾群体对应急厕所的基础需求(一级需求)分为5类:如厕需求、隐私需求、卫生需求、休息需求以及安全感需求。通过调研震后弱势群体的生理心理状况以及行为习惯,将他们有别于健康群体的需求进行分析与列举(表4~7),以保障应急厕所的设计能够供所有受灾群体使用。



Selwyn Goldsmith 人群划分

震后使用应急厕所人群细分

图5 应急厕所用户划分

Fig.5 Emergency lavatory user division

表4 女性对应急厕所的需求分析

Table 4 Analysis of women's needs for emergency lavatories

一级需求	特征类别	特征	二级需求
如厕	行为特征	携带物品	存放物品
		如厕时间长	无需等待
卫生	生理特征	腹泻	防疫防菌
		抵抗力下降	个人清洁
		女性卫生状况下降	
	心理特征	注重卫生	干净整洁
隐私	心理特征	注重隐私	私密性好
休息	生理特征	失眠头晕	可供休息
安全感	心理状况	无助不安	舒缓放松

表5 儿童对应急厕所的需求分析

Table 5 Analysis of children's needs for emergency lavatories

一级需求	特征类别	特征	二级需求
如厕	行为习惯	控制力弱	快速到达
			使用方法简洁
			允许失误
卫生	生理特征	身高, 视线低	使用高度适宜
		认知力弱	使用方法简洁
		体能较弱	使用过程省力
	肢体障碍	方便携带辅助器具	
安全感	心理状况	抵抗力弱	防疫防菌
		依赖他人	他人陪同
		适应性差	
		脆弱敏感	舒缓放松
		恐惧焦虑、悲伤无助	

女性对地震的敏感性相对男性来说更强, 由于震后大量女性因丈夫、孩子致残或失去至亲, 不得不面临经济与精神的双重压力。在心理上的具体体现为孤独无助、不安全感强等, 也会伴随着一定程度的生理反应如失眠、头晕、腹泻等^[16]。因此, 比较需要心理辅导和非常需要心理辅导的女性分别占女性总人数的约 29% 和 12%, 均比男性的占比高 4%; 而不太需要和根本不需要心理辅导的女性人数占比也比同类型的男性占比分别低 2% 和 7%^[17]。

儿童和青少年不论是从身体条件还是逃生意识上都低于普通的成年人。因此, 震后产生大量的伤残儿童和青少年。汶川地震后四川省已评残并发证的儿童和青少年有 500 余名^[18]。此外, 地震给儿童造成了持续性的心理恐慌和压力。大部分儿

表6 老年人对应急厕所的需求分析

Table 6 Analysis of the needs of the elderly for emergency lavatories

一级需求	特征类别	特征	二级需求	
如厕	行为习惯	行动缓慢	快速到达	
		频繁休息	无需等待	
		多感官判断	快速识别	
		使用辅助器具	方便携带辅助器具	
		他人照顾	他人陪同	
			控制力弱	使用方法简洁
				允许失误
			体能衰退	快速到达
			体力耐力	无需等待
				使用过程省力
卫生	生理特征	感官机能衰退		
		视觉下降	色彩易识别	
		听觉明显下降		
		大脑机能衰退	使用方法简洁	
		平衡能力衰退	不易跌倒	
休息	生理特征	抵抗力弱	防疫防菌	
		体能衰退	可供休息	
安全感	心理状况	体力耐力		
		孤独无助	舒缓放松	
		适应性差		

表7 残障人群对应急厕所的需求分析

Table 7 Analysis of the needs for emergency lavatories among people with disabilities

一级需求	人群类别	特征	二级需求	
如厕	全盲	依赖环境引导	声音提示	
		行动缓慢	快速到达	
		判断力弱	快速识别	
		辨色力弱	色彩易识别	
		易受噪光、动态光影响	避免光刺激	
	弱视	上肢	上肢无法持续发力	使用过程省力
			上肢无法精准操作	使用方法简洁
				允许失误
			借助辅具	方便携带辅助器具
下肢	需要他人照顾	行动缓慢	快速到达	
			无需等待	
		借助辅具	方便携带辅助器具	
		需要他人照顾	他人陪同	
卫生	生理特征	抵抗力弱	防疫防菌	
休息	生理特征	行动迟缓	可供休息	
安全感	行为状况	自残		
		心理状况	舒缓放松	
		抑郁		

童会感到恐惧、焦虑、悲伤、无助、后怕。同时,失去亲人造成的精神创伤也是儿童中最常见的压力。儿童时期因地震遭受的心理创伤会脑海中留下较深的印记,并可能随着年龄的增长引发诸多心理变化,进而导致一系列成年期心理障碍^[18]。

地震对老年人影响也很严重,据四川省政府通报汶川地震后新增孤老 635 人。而灾后这些老年人的心理健康水平也发生了变化,主要变化为情绪体验差和适应能力下降。首先,多次余震和次生灾害给老人的心理造成了恐慌。其次,地震中新增大量的独身老人,亲人的去世给这些老人带来了严重的心理创伤。地震期间,灾区有超过三分之一的老年人有被困、目睹房屋毁损、亲友死亡或受伤等负面经历,这些经历都造成了老年人普遍性的睡眠障碍、情绪低落压抑等心理疾病^[19]。

新增残障人群心理障碍更加突出,尤其是截瘫人群,一些截瘫患者骨髓受损后将永久丧失肢体知觉,很多截瘫患者治疗初期不能接受现实,总幻想

自己还能站起来,而严酷的现实让他们的心理问题更加突出,如果干预不及时,他们往往会因为心理抑郁而不配合治疗甚至自残^[17]。由于如厕是一种需要到达固定地点进行的行为,因此对于残障人群的分析主要针对行动上有障碍的视觉障碍和肢体障碍人群,根据震后这些残障人群的健康与心理情况,分析出他们对应急厕所的需求。

3 平震结合下的城市应急避难场所 应急厕所设计方法

综合上述针对受灾群体的需求进行分析后,从应急厕所空间整体出发,将应急厕所设计分为 4 个主要部分:规划配置、内部空间、围护结构以及地下结构。并将上一节得到的受灾群体需求一一对应到设计的不同部分。针对不同部分的使用需求,逐一列举平震结合理念下的应急厕所设计要点(表 8),为设计方法的建立打下基础。

表 8 平震结合理念下的应急厕所设计要点

Table 8 Key points of emergency lavatory design under the concept of combining seismic and seismic conditions

应急厕所设计类别	类别细分	受灾群体需求	对应设计要点
规划配置	位置距离	可快速到达	距宿住区距离适宜并有引导
	数量配置	无需等待	配置数量充足,比例合理
	导视系统	可快速识别	标识简洁易懂
		色彩易识别	色彩醒目明确
内部空间	入口设计	方便携带辅助器具	应进行无障碍设计
	空间尺寸	可他人陪同	考虑至少容纳两人
		方便携带辅助器具	考虑器具空间尺寸
	设施设计	方便携带辅助器具	应进行无障碍设计
		可供休息	
		儿童使用方便	设置双高度
	操作系统	使用方便	简洁、省力、容错率高
		声音提示	设置语音提示
	洗手池	方便携带辅助器具	应进行无障碍设计
		儿童使用方便	设置双高度
其他设施		可存放物品	设置物品存放台
		不易跌倒	设置防滑设施
		个人清洁	设置女性专用厕所增设清洁设施
照明系统	避免光刺激	设计避免直角	
内部环境	干净整洁	照明系统稳定	
	供水系统稳定		
围护结构	建造方法	快速拓展	
	材料选择	舒缓放松	色彩柔和
		隐私性好	透光但不透明材料
地下结构	污物处理系统	防疫防菌	杀菌消毒
	污物存储	可长时间使用	容量可拓展

以上应急厕所设计要点,结合受灾群体在使用厕所过程中的行为尺度,参考应急厕所相关规范(《地震应急避难场所场址及配套设施》^[13]《防灾避难场所设计规范》^[10])与无障碍厕所设计标准^[20],从应急厕所规划配置、内部空间、围护结构以及地下结构四个角度出发提出平震结合理念下的应急厕所设计方法。

3.1 应急厕所规划配置方法

(1)应急厕所选址应尽量远离临时水源,地势稍高,设在主导风向下方,距离篷宿区 30~50 m,并有通向应急厕所的标识引导。

(2)应急厕所数量配置,当用于短期(<15 d)、中期(<30 d)避难使用时,不宜少于避难人数的 1.0%;当用于长期(<100 d)避难使用时,不宜少于避难人数的 2.0%。

(3)应急厕所男女分设时,女厕位的数量不宜低于男厕位数量的 1.5 倍;混合设置时,专用女厕位不宜低于总厕位数量的 20%。

(4)如震后建设应急厕所,新建应急厕所应搭建迅速,约 30 min 即可建成一个,并且卫生、环保,维护得当可反复使用 5 a 以上。

3.2 应急厕所内部设计方法

(1)应急厕所入口应方便使用辅助器具者进入,并配备相应的扶手以及防滑设施。

(2)应急厕所的空间设计应考虑至少同时容纳 2 人,并考虑乘轮椅者进行回转,回转直径不小于 1.50 m。应急厕所的面积不应小于 4.0 m²。

(3)应急厕所的操作设计应步骤简洁,省力且容错率高。如有条件宜设置语音提示进行指导。

(4)应急厕所的便器与洗手池宜设置安全抓杆,且安全抓杆的设计应避免直角。便器与洗手池的安全抓杆设置宜符合图 6 与图 7 中的尺寸要求。

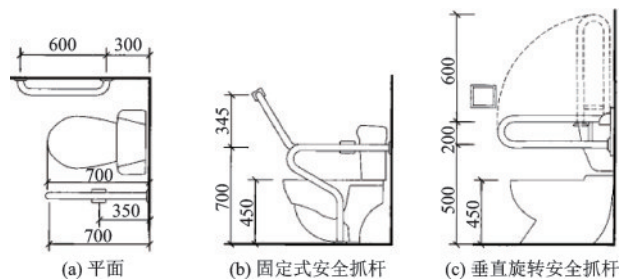


图 6 座便器安全抓杆

Fig.6 Lavatory safety grab bar

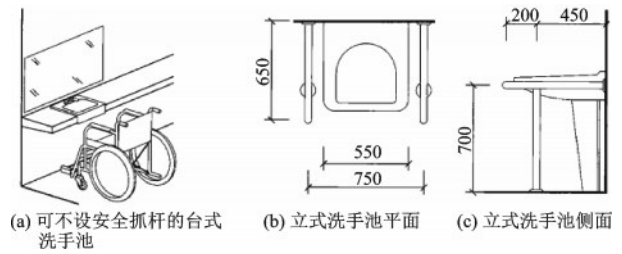


图 7 洗手池安全抓杆

Fig.7 Sink safety grab bar

(5)应急厕所内部便器与洗手池的高度设计应考虑儿童使用,儿童座便器宜按照图 8 中的尺寸进行布置。

(6)应急厕所内部应设置物品存放台与防滑设施。专用女厕位宜增设卫生清洁设施。

(7)应急厕所应设置稳定的应急照明系统与应急供水系统。

(8)应急厕所排污系统应进行防渗漏处理,如有污物存储设施应密闭有盖防止外溢。污物存储设施应及时清掏、无害化处理。

(9)应急厕所应建立保洁和清扫机制,及时对污物进行消毒处理,防止蚊蝇孳生。

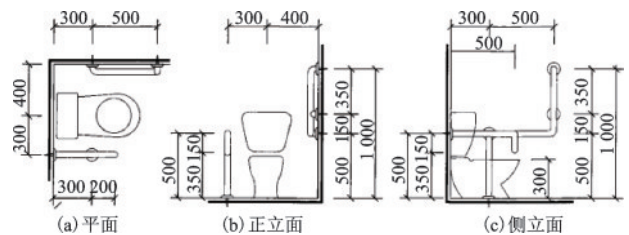


图 8 儿童座便器

Fig.8 Children's seat toilet

3.3 应急厕所围护结构设计方法

由于每一个厕位单元都需要独立的空间,因此组合方式又可以区分为厕位空间单体或整排成组的组合空间。此外,厕位空间单元的空间形态重点考虑在生活中较为常见的方形空间、圆形空间以及三角形空间等。通过对避难人群的分析,应急厕所围栏结构应满足以下设计标准要求:

(1)应急厕所应有完整的围护结构(顶、墙、门),并设有防雨设施。

(2)围护结构材料宜选用色彩柔和,透光但不透明的材料。

(3)围护结构的快速拓展可考虑 XY 轴拓展、Y 轴拓展以及 XYZ 轴拓展,并可参考表 9 中的方式实现对应急厕所空间的快速搭建。

表9 应急厕所空间快速拓展方式

Table 9 Rapid expansion of emergency lavatory space

拓展方向	编号	单体或组合	拓展后空间形态	折叠方式	折叠后形态
XY轴	1	三角单体			
	2	三角组合			
	3	方形单体			
	4	方形组合			
	5	方形单体			
	6	方形组合			
	7	方形组合			
Z轴	8	三角单体			
	9	圆柱单体			
	10	方形单体			
	11	圆柱单体			
	12	三角单体			
	13	三角组合			
	14	方形单体			
	15	方形组合			
	16	方形单体			
	17	方形组合			
XYZ轴	...	单体/组合	对XY轴与Y轴拓展方式进行组合即可		

注:表格仅对三角形空间、方形空间以及圆形空间的折叠和展开方式进行概括性总结并未穷举出所有情况

根据对折叠式拓展的方式的总结,从三种主要拓展方式,XY轴拓展、Z轴拓展以及XY与Z轴结合拓展方式中选择了Z轴拓展。主要考虑到以下2点原因:

(1)Z轴拓展相对于其他两种拓展方式,操作相对简单,只需要将压缩的支撑结构向上提拉,一人操作即可完成空间扩展。

(2)Z轴拓展在平时不使用时,支撑结构相较于其他2种支撑结构占地较少,甚至不需要专门的空间进行单独收纳,占用更少的空间与资源,更符合平震结合的设计原则。

3.4 应急厕所地下结构设计方法

(1)根据应急厕所建设地的环境与资源选择环保、成熟且成本低的污物处理技术。

(2)污物存储空间拓展可利用预制装配式建筑的建造模式,在建设应急厕所时预制污物存储模块,并预埋于应急厕所建设场地。地震发生后可打开预埋空间,实现污物存储空间的快速拓展(图9)。

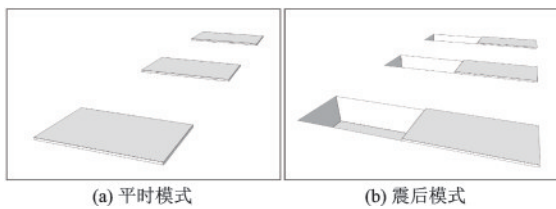


图9 污物存储空间拓展方法
Fig.9 Expansion methods for dirt storage space

4 平震结合理念下城市广域避难场所应急厕所设计实践

综合上述分析,以西安城市运动公园为例,选取了A2应急厕所规划场地进行应急厕所的改造设计。如图10所示,A2规划场地西边紧邻篮球场,根据城市公园规划震后篮球场用作应急避难棚宿区,A2规划场地则转换为应急厕所区域服务于棚宿区。

在应急厕所空间快速扩展的结构设计上,以不透明罩、顶部连接、顶部挂杆以及可伸缩杆4部分组成。平时,伸缩杆件收缩于应急厕所4角的预埋空间中,顶部支撑构件与连接件放置于单侧的预埋空

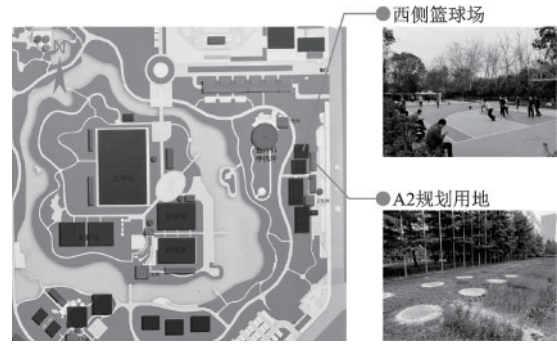


图10 西安城市运动公园A2应急厕所规划用地
Fig.10 Planning land for A2 emergency lavatory in Xi'an Urban Sports Park

间中,如图11所示。地震发生后,受灾群体于广域避难场所避难,启用应急厕所。将四角预埋空间内的伸缩杆件拉伸后,打开单侧的预埋空间,取出顶部支撑构件与顶部连接件,安装并形成空间框架。最后再将透光不透明的防水膜布套于空间框架外,形成完整的围护结构。应急厕所空间快速拓展平时与震时的空间转换如图12所示。

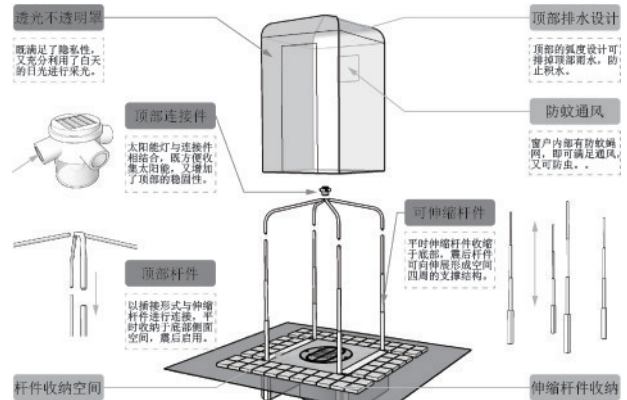


图11 应急厕所技术系统设计
Fig.11 Design diagram of emergency lavatory technical system

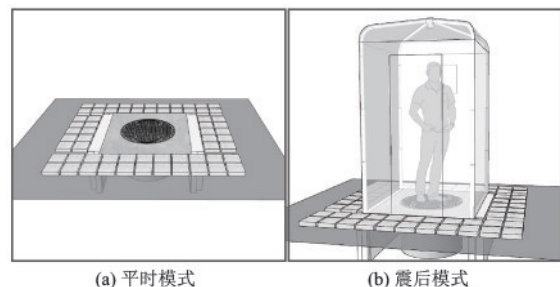


图12 应急厕所空间快速拓展平时与震时展示
Fig.12 Rapid expansion of emergency lavatory space, display during normal and earthquake conditions

基于平震结合理念,应急厕所的功能转换主要设计两种使用模式。模式一:下水管井井盖转换为应急厕所。这种模式利用井盖进行设计,井盖上预设的盖子可向外转动形成受灾群体如厕的脚踏板,并露出内部预设的应急厕所蹲便器,最后搭建预埋的围护结构,便可供震后的受灾群体使用,如图13所示。模式二:篮球场试衣间转换为应急厕所。由于应急厕所西侧为篮球场,平时于篮球场运动的市民并无专门更换衣物的场地,本应急厕所设计的外部围护结构可以形成单独的空间供于篮球场运动的市民更换衣物。震后打开井盖上预设的盖子,便可直接作为应急厕所进行使用,如图14所示,应急厕所尺寸如图15所示。

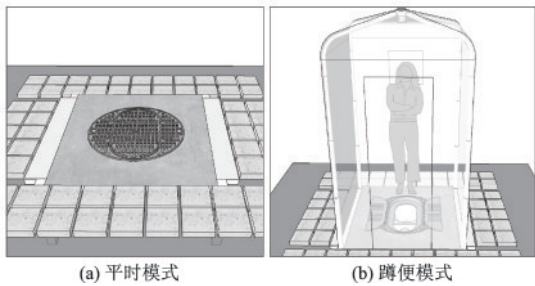


图13 西安城市运动公园井盖转换为应急厕所

Fig.13 Converting manhole cover in Xi'an Urban Sports Park into an emergency lavatory

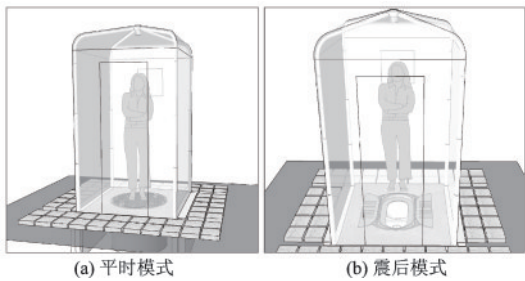


图14 西安城市运动公园试衣间转换为应急厕所

Fig.14 Converting the fitting room in Xi'an Urban Sports Park into an emergency lavatory

由于震后应急厕所用户中弱势群体人数大量增加,因此需考虑到应急厕所的通用化设计。本设计于井盖之下、便器之上的空间缝隙处预留可折叠座椅,震后井盖上的盖子打开后便可拿出折叠座椅供儿童、老年人以及障碍人群使用。折叠座椅的设计简洁方便,只需简单几个步骤便可展开供弱势群体进行使用,如图16所示。其他活动能力正常的受灾群体使用应急厕所时也可将折叠座椅收好放置

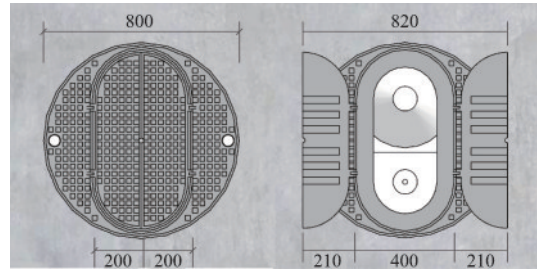


图15 西安城市运动公园应急厕所尺寸

Fig.15 Size diagram of emergency lavatories in Xi'an Urban Sports Park

于应急厕所一侧,使用井盖内预设的蹲便器进行如厕,图17为不同受灾群体使用应急厕所的两种不同模式。最终本设计中蹲便器的设计能够保障受灾群体的防疫卫生安全,同时折叠座椅的设计使弱势群体也能够便利的使用应急厕所,实现了应急厕所的通用化。图18为西安城市运动公园通用化折叠座椅三视图。

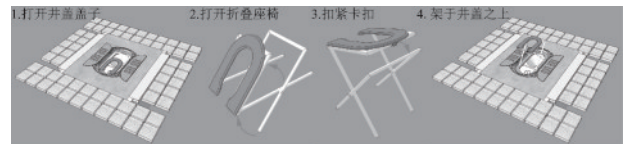


图16 西安城市运动公园通用化应急厕所使用步骤

Fig.16 Steps for using a universal emergency lavatory in Xi'an Urban Sports Park

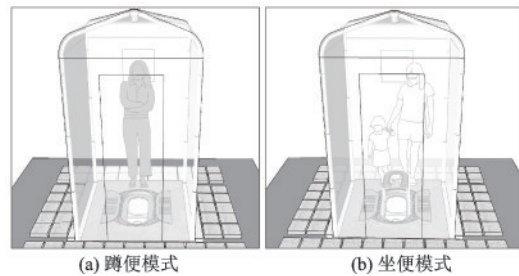


图17 西安城市运动公园应急厕所通用化设计

Fig.17 Universal Design of Emergency Lavatories in Xi'an Urban Sports Park

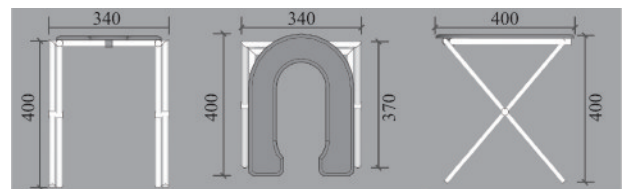


图18 西安城市运动公园通用化折叠座椅三视图

Fig.18 Three views of universal folding seats in Xi'an Urban Sports Park

5 结 语

将平震结合的设计理念引入应急厕所的设计中,不仅可以满足平时应急避难场所人群的如厕需求,更可以避免震后出现严重的公共卫生问题。本文从平震结合的角度出发,以受灾后避难场所的人流、使用时间、受灾人群的心理为设计考量,为解决应急厕所需求量,实现构建空间快速拓展与污物存储快速启用的相关问题提供了新的设计思路。帮助实现应急厕所具备更多功能弹性转换,更好地满足震后受灾群体使用需求,助力实现更贴合群众需要、更经济、更适用的应急厕所设计。

参考文献:

- [1] 金鑫.论环境设施中应具备应急避难场所设施的必要性[J].科技资讯,2015,13(18):218-219.
Jin X. On the necessity of emergency shelter facilities in environmental facilities [J]. Science and Technology Information, 2015, 13 (18): 218-219. (in Chinese)
- [2] 赵锋,杨豪中,刘晓霞.基于TRIZ理论的城市应急避难设施设计研究[J].西安建筑科技大学学报(自然科学版),2011,43(5):700-704.
Zhao F, Yang H Z, Liu X X. Research on urban emergency refuge facility design based on TRIZ theory [J]. Journal of Xi'an University of Architecture and Technology (Natural Science Edition), 2011, 43 (5): 700-704. (in Chinese)
- [3] 刘晓杰,赵锋,于方.基于平震结合理念的地震应急设施设计[J].山西建筑,2012,38(3):6-7.
Liu X J, Zhao F, Yu F. Design of earthquake emergency facilities based on the concept of combining calm and seismic [J]. Shanxi Architecture, 2012, 38 (3): 6-7. (in Chinese)
- [4] 王晖.平震结合的城市公共空间应急避难设施设计研究[D].西安:西安建筑科技大学,2014.
Wang H. Design studies of "peace-earthquake combined" emergency refuge facilities in urban public space [D]. Xi'an: Xi'an University of Architecture and Technology, 2014. (in Chinese)
- [5] 杜守帅,过伟敏.地震灾区救援设施设计[J].包装工程,2014,35(24):31-34.
Du S S, Guo W M. Design of rescue facilities in earthquake stricken areas [J]. Packaging Engineering, 2014,

35 (24): 31-34. (in Chinese)

- [6] 司雯格,郭小东,王威.基于防灾效用的公园纳凉亭应急卫浴改造研究[C]//共享与品质:2018中国城市规划年会论文集(01城市安全与防灾规划).北京:北京工业大学,2018:304-312.
Si W G, Guo X D, Wang W. Research on emergency bathroom renovation of park shelters based on disaster prevention effectiveness [C] //Sharing and Quality: Proceedings of the 2018 China Urban Planning Annual Conference (01 Urban Safety and Disaster Prevention Planning). Beijing: Beijing University of Technology, 2018:304-312. (in Chinese)
- [7] 王光.风光互补型应急厕所的设计研究[D].石家庄:河北科技大学,2015.
Wang G. Design and research on wind solar complementary emergency toilets [D]. Shijiazhuang: Hebei University of Science and Technology, 2015. (in Chinese)
- [8] 佴超璟.南京市石头城公园应急避难场所的建设[J].现代园艺,2012(16):53-55.
Er C J. Construction of emergency shelter in Nanjing Shitoucheng Park [J]. Modern Horticulture, 2012 (16): 53-55. (in Chinese)
- [9] 王媛媛.基于受灾群体生理心理需求的地震应急避难设施设计研究[D].西安:西安建筑科技大学,2014.
Wang Y Y. A Study on earthquake emergency refuge facilities design based on disaster group physiological and psychological needs [D]. Xi'an: Xi'an University of Architecture and Technology, 2014. (in Chinese)
- [10] 防灾避难场所设计规范:GB 51143—2015 [S].北京:中国建筑工业出版社,2015.
- [11] Robert K Y.案例研究:设计与方法[M].重庆:重庆大学出版社,2010.
- [12] 郑芷青,邱霓.城市生态人居环境绿化研究以广州为例[M].北京:科学出版社,2012:79,85.
- [13] 地震应急避难场所场址及配套设施:GB 21734—2008. [S].北京:中国标准出版社,2008.
- [14] 汶川特大地震抗震救灾志编纂委员会.汶川特大地震抗震救灾志:卷4:地震灾害志[M].北京:方志出版社,2015.
- [15] 张妍.地震亲历者创伤后压力反应的神经生理机制[D].重庆:西南大学,2012.
Zhang Y. Neurophysiological mechanism of post-traumatic stress response in earthquake witnesses [D]. Chongqing: Southwest University, 2012. (in Chinese)
- [16] 董强.灾后性别影响的社会评估[J].四川省情,2008(9):8-9.

- Dong Q. Social assessment of gender impact after disaster[J]. Sichuan Province, 2008(9): 8-9. (in Chinese)
- [17] 黄承伟, 彭善朴. 汶川地震灾后恢复重建总体规划实施社会影响评估[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2010.
- [18] 张本, 王学义, 孙贺祥, 等. 唐山大地震孤儿远期心身健康的调查研究[J]. 中国心理卫生杂志, 2000(1): 17-19. Zhang B, Wang X Y, Sun H X, et al. Investigation and study on long-term mental and physical health of orphans in Tangshan earthquake [J]. Chinese Journal of Mental Health, 2000(1): 17-19. (in Chinese)
- [19] 王绪梅, 王婷, 杨惠琴, 等. 地震后茂县羌族老年人的社会支持与心理健康状况[J]. 中国老年学杂志, 2009, 29(11): 1406-1409. Wang X M, Wang T, Yang H Q, et al. Social support and mental health of the elderly in Mao County after the earthquake [J]. Chinese Journal of Gerontology, 2009, 29(11): 1406-1409. (in Chinese)
- [20] 无障碍设计规范: GB 50763—2012[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- (本文责编: 张艺)



(上接第 812 页)

- Ding Z L, Zhu X Y, Zhang H Y, et al. Optimization analysis of mobile flood control wall based on response surface method [J]. Yellow River, 2021, 43(11): 69-75. (in Chinese)
- [4] Guo W, Zeng W Q, Gao X, et al. Analysis of air-inflated rubber dam for flood-fighting at the subway entrance [J]. Journal of Flood Risk Management, 2023, 16(1): e12872.
- [5] 徐进超, 王小东, 董家, 等. L型城市应急防洪屏挡水稳定性研究[J]. 江苏水利, 2023, 320(4): 70-72. Xu J C, Wang X D, Dong J, et al. Research on hydraulic stability characteristics of L-shaped urban emergency flood barrier [J]. Jiangsu Water Resources, 2023, 320(4): 70-72. (in Chinese)
- [6] 路明, 孙兴兰, 李海民. 基于 workbench 的双悬臂平面钢闸门稳定性研究[J]. 水电能源科学, 2017, 35(6): 172-174.
- Lu M, Sun X L, Li H M. Stability research of double cantilever planar steel gate based on workbench [J]. Water Resources and Power, 2017, 35(6): 172-174. (in Chinese)
- [7] 陈梁擎, 袁沛, 章立, 等. 组合式防洪挡子堤系统抗冲击能力分析[J]. 中国防汛抗旱, 2018, 28(12): 70-73. Chen L Q, Yuan P, Zang L, et al. Analysis on impact resistance capacity of assembled dam-board system for flood control [J]. China Flood & Drought Management, 2018, 28(12): 70-73. (in Chinese)
- [8] 王小东, 徐进超, 董家, 等. 城市防洪挡水子堤的开发与应用[R]. 南京: 南京水利科学研究所, 2023. Wang X D, Xu J C, Dong J, et al. Development and application of urban flood control barrier [R]. Nanjing: Nanjing Hydraulic Research Institute, 2023. (in Chinese)