基于营养系统的灾害避难所规划的概念模型*

徐 伟[1,2], 冈田宪夫[3], 徐小黎[4], 史培军[1,2,5]

(1. 北京师范大学 环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875; 2. 民政部 教育部 减灾与应急管理研究院, 北京 100875; 3. 日本京都大学 防灾研究所, 宇治 6110011; 4. 国土资源部中国土地勘测规划院, 北京 100035; 5. 北京师范大学 地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京 100875)

摘 要: 通过对比中、日、美 3国的灾害避难所及其规划设计指导手册, 总结了灾害避难所的基本类型和避难所规划的空间尺度 (范围)。从营养系统的角度给出了避难所规划的 3个大类及 8个实施标准, 并以此为基础, 提出了灾害避难所规划或评价的 3个基本模式。

关键词: 灾害避难所; 规划; 营养系统; 概念模型

中图分类号: X43 **文献标识码**: A **文章编号**: 1000 - 811X (2008) 04 - 0059 - 07

0 引言

灾害避难所能有效确保避难疏散居民的人生安全; 灾害避难所能为避难者提供最基本的避难空间; 灾害避难所能为避难人员提供基本的生活安全保障。

随着人们对自然灾害的日益重视, 各国纷纷开展了专门为防御自然灾害而设立的避难所建设, 其中最为典型的是日本。早在江户时代, 日本就建立了第一个灾害避难所 ——御救小屋, 以应对 1829年发生的重大火灾, 并成功安置了大量的受灾人员[1]。到目前为止, 日本的 1 000多个市或区都建立了各自的灾害避难所, 并且颁布了相应地避难所运营和管理条例[2]。在美国, 灾害避难所的历史也比较久远, 特别是 1999年飓风以来, 美国更为加强了灾害避难所的建设[3], 并且颁布了一系列的国家级避难所建设指导手册, 如 FEMA 320[4], FEMA 361[3]和 ARC 4496[5], 以及一些地方性的指导手册[6]。此外, 英国等欧洲的许多发达国家, 以及尼泊尔、印度等发展中国家也逐渐开始了灾害避难所的建设。

在我国, 避难所的研究历史较为年轻。直到 2003年, 我国才在北京成功建立了第一个专门为灾害服务的应急避难所, 并于 2006年颁布了《北京市中心城地震及应急避难场所 (室外)规划纲要》[7]。目前, 北京已经完成了多个灾害避难所的建设, 在"十一五"规划中, 北京还将陆续建成 100个应急避难所。此外, 上海、重庆、杭州等大城市也逐渐开展了灾害避难所的建设工作。

尽管许多国家纷纷开展了对灾害避难所的建设, 然而布局的规划及其标准, 不同的国家或地区, 由于灾害特征、国情等原因, 对于不同的致灾因子种类 (如地震、洪水和台风等)和不同的避难所类型 (如短期避难所和中长期避难所等), 往往具有不同的标准[3 - 5, 7 - 9]。在一些国家或地区, 即使对于同一致灾因子和同一类型的避难所, 其标准也不尽完全相同[8, 9]。

在学术界, 很多学者也对灾害避难所的布局、规划及其标准问题, 进行了探讨。这些工作主要集中在两个方面, 一是对避难所规划原则和设计要求的探讨[10 - 12], 但对具体的规划标准和指标, 没有做出过多的论述。另一方面是研究具体某个标准或指标对避难所规划的影响, 如对区位和疏散路径的研究[1, 13 - 17]、对避难所结构的研究[18 - 19]、对避难所容量的研究[16, 20 - 21]以及对人的心理行为的研究等[22]。

确定灾害避难所规划的标准, 是进行灾害避难所规划的主要依靠准则, 这对处于避难所建设初期的我国来说, 显得尤为重要。本文通过对比中、日、美 3国的灾害避难所, 对灾害避难所的定义、类型和规模进行了论述, 并基于营养系统模

* 收稿日期: 2008 - 05 - 01
基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40535024); 国家科技支撑计划项目 (2006BAD20B02)
作者简介: 徐伟 (1979 -), 男, 浙江诸暨人, 博士, 讲师, 主要研究方向为自然灾害风险管理. E-mail: xuwei@ ires. cn

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

型，对灾害避难所规划的实施标准和具体指标进行了系统的探讨，提出了灾害避难所规划（或评价）的概念模型，即3种规划（或评价）模式。

1 灾害避难所的定义和类型

表1给出了中、日、美3个国家（和主要城市）灾害避难所的类型及其基本定义。从中可以看出，日本的灾害避难所主要有4种类型，即广域避难所，临时避难所，收容避难所和专门为有特殊需求的居民提供服务的收容避难所（简称特殊避难所）。广域避难所和临时避难所通常为公园和操场等室外空间，不提供生活必需的设施和设备，只在灾后混乱期或救助期，为灾民提供临时或短时间的避难空间。当灾害持续时间较长，灾害影响区不断扩大或灾民的房屋不再适合居住时，灾民必须从临时避难所被转移或安置到收容避难所。为此，广域避难所和临时避难所可统称为“临时避难所”或“一时避难所”。收容避难所和特殊避难所通常都是室内避难所，能为灾民提供简单的生活和居住设施。显然，这两种避难所都为收容避难所，其主要区别是后者可专门为有特殊需求的居民提供一些相应的服务，如为孕妇、老人和残疾人，以及有心理疾病的人等社会弱势群体提供特殊的照顾。

表1 中、日、美三国的灾害避难所类型及其定义

国家（及城市）	类型	定义
日本东京[2]	广域避难所（地）	使避难者免受由地震或其他危险因子引起的火灾影响的大面积公园或开放空间
	临时集会场所	邻近的居民在疏散到避难所之前用于临时集会的操场、神社或寺庙
	避难所	能接受或容纳灾民（特别是房屋被地震、火灾或其他致灾因子毁坏的居民）的建筑物（如学校，社区中心等）
	二次避难所	能为需照顾的老人和残疾人提供服务的社会福祉设施
日本横滨[2]	广域避难所	用于保护居民免受由地震火灾引起的辐射热和烟雾影响的场所，通常能保护居民几个小时
	临时集会场所	避难者在疏散到避难所前的临时集会场所
	社区防灾据点	为房屋被地震或地震火灾破坏的避难者提供住宿的地方，在该地方存有应急物资，并且信息能被传递
	特殊避难所	为需要照顾的群体提供优先服务的地方
日本大阪[2]	广域避难所	能保护居民免受地震火灾或能造成大损失的致灾因子影响的大范围地方
	临时避难所	社区中至少能容纳200人（每人1 m^2）的空地或公园等安全地
	收容避难所	为房屋在灾害中被毁的居民提供住宿和食物的地方
	特殊避难所	为需要照顾的居民提供服务的区或社区的居民服务中心
日本神户[2]	广域避难所	能保护居民免受地震或地震火灾影响的足够大的开放空间
	临时避难所	在地震后能保护居民的室外空间（如小学或中学操场），根据实际情况，也可能是室内空间
	收容避难所	能为房屋被地震或大火毁坏的居民提供住宿的设施（通常是小学或中学的室内空间），根据实际情况，也可在公园设置帐篷
	特殊避难所	为灾后不能在收容避难所居住的老人和残疾人等提供住所的设施（如社会福祉）
美国[23]	应急避难所	为潜在受害者提供短期（通常是几个小时，最多一个晚上）停留的地方
	临时避难所	为居民提供临时（可长达几个月）居住的地方
中国北京[7]	应急避难场所	具一定规模的平坦用地，配有应急救援设施（设备），或地震后相关设施可进行相应功能转变，储备应急物资，设置标识，能够接收受灾市民疏散避难，并确保避难市民安全，避免震后次生地质灾害和火灾等危害，并方便政府开展救灾工作的场所，包括公园、绿地、体育场、操场、广场等室外开放空间

美国的灾害避难所主要有两种类型，即应急避难所和临时避难所。根据其定义可以看出，美国的应急避难所与日本的临时避难所具有类似的功能，而美国的临时避难所与日本的收容避难所具有同样的功能和作用。

我国的灾害避难所只有应急避难（场）所一种。这种避难所，与日本和美国的避难所都有所不同。一方面，这种避难所不仅能为居民提供临时或短期的避难空间，同时这种避难所也提供了一定的生活设施和应急食品、生活用水等，当灾害影响范围扩大或不断持续时，这种避难所可通过搭建临时帐篷为灾民提供居住场所而转化为能中长期收容居民的收容避难所。

通过以上的对比与分析，根据其基本功能，

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

我们可将灾害避难所分为两种基本的类型，即临时避难所（初级避难所）和中长期避难所（收容避难所）。临时避难所没有生活设施和设备，通常只在灾后混乱期或救助期，为灾民提供临时或短时间的避难空间。当灾害持续时间较长或影响的空间范围不断扩大时，灾民必须被转移或安置到收容避难所。收容避难所能为灾民在救济和救助期，甚至是恢复和重建期提供临时的停留或居住场所。当然，收容避难所也可作为临时避难所使用。

需要指出的是，在1995年阪神地震和2004年新　地震的恢复和重建期，日本政府专门建设了临时住宅（日语为“假设住宅”），供房屋在地震中损害的居民临时居住。从这个意义上说，这种临时住宅也可以认为是收容避难所的一种。

2　避难所规划的空间尺度

避难所规划作为区域综合灾害风险管理的一个重要内容，不仅应与区域整体规划相结合，还应与区域的应急管理相结合。对灾害避难所的规划，首先应该确定灾害避难所规划的空间尺度或空间范围。根据一些国家已有的避难所规划，我们可以将避难所规划的空间范围归纳为4个层次。

2.1　家户层次

家户层次的避难所规划通常是指在某一家户的室内建设灾害避难所。室内的避难所或避难空间，一方面能够使人们减少或免受极端致灾事件，特别是台风、飓风和龙卷风等的影响和伤害；另一方面，对于减缓这些事件带来的心理紧张和负面情绪，也起到一定的作用。FEMA 320[4]是规划建设室内避难所的一个典型指导手册。室内避难所的建设，在美国最为常见，主要用来保护居民免受飓风或龙卷风的影响。

需要指出的是，在灾害（特别是地震）发生后的极短时间内，人们通常会快速躲避到如桌下、墙角等相对安全的地点使自身免受灾害影响。对于这样的“安全地点或安全空间”，在灾后与避难所发挥着同样的功能，可视为一“临时避难所”。然而这些安全地或安全空间，并不是为了防灾减灾而专门建设的。为此，在本文中，类似的安全地点或场所并不作为灾害避难所的范畴。

2.2　邻里层次

在邻里有一个避难所，能够为居民在灾后很短的时间内（通常在混乱期）提供一个临时的避难空间，使之免受灾害的影响。例如当地震或火灾等发生后，人们可迅速疏散到邻里的开放公园、空地或者停车场等，以确保安全。该层次的避难所，通常是临时避难所。在房屋周边建设一个相对安全、空旷的公园、花园、空地或停车场等，可为居民在灾后短时间内提供一个避难空间，这种避难所的建设通常称为邻里层次的避难所建设。在日本，几乎所有的临时避难所规划都属于该层次。

2.3　社区层次（避难区层次）

该层次的灾害避难所，通常是指在社区或居民区的灾害避难所，且该避难所通常为收容避难所。在社区中建设一个收容避难所，能在灾后较长一段时间内（恢复甚至重建期），为灾民（特别是房屋在灾中被毁的灾民），提供临时居住的场所。FEMA 361[3]是规划建设这种避难所的一个典型指导手册。在日本，几乎所有的收容避难所，在地方政府确定其区位后，各社区可根据自身特点进行规划和建设，都属于该类型的避难所规划。

2.4　区域层次

区域，包括市、地区或者更大范围，通常由多个社区组成。与社区层次的避难所规划相比，该层次的避难所规划更加注重区域各社区避难所之间的相互关系，或规划具有特殊需求、且仅靠社区的力量不能完成的避难所。该层次的避难所，通常由地方政府或者中央政府直接负责规划建设。在日本，根据区域的需求和特征，地方政府进行区域收容避难所的区位规划和对特殊避难所的规划，就属于该类避难所的规划。在美国，由地方政府规划，把小学或中学建设成灾害避难所，也属于该类避难所的规划。

图1给出了灾害避难所的类型、规划的空间层次与其在灾后的主要服务（或作用）时间的相互关系。

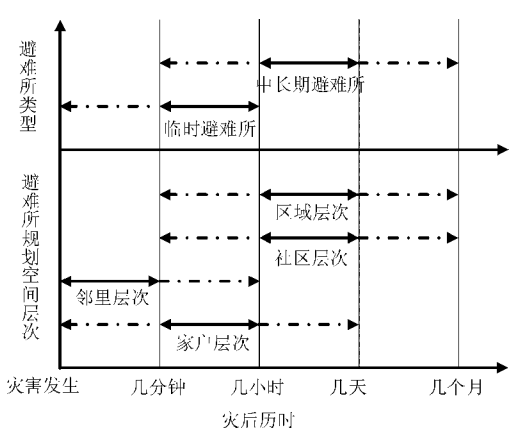


图1　避难所类型和规划层次及其主要服务时间

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3 基于营养系统模型的灾害避难所规划的实施标准

根据中、日、美 3个国家的灾害避难所规划纲要或指导手册，我们总结了这些国家已在社区实施的灾害避难所规划的标准，即主要包括避难所区位、结构、设施、规模、容量、避难路径、疏散方式、疏散距离等 (表 2)。其中，避难所区位和结构安全是避难所规划的基本标准，也是安全性的最基本指标。避难所规模和容量是衡量避难所收容能力的主要指标；决定疏散时间的疏散 (避难)道路、疏散方式和避难距离，是衡量避难所通达性的 3个主要指标。此外，在日本的一些避难所还考虑到可居住性和当地居民的熟悉性。从表中不难看出，不同国家，甚至是同一国家的不同地区，同一类型的灾害避难所，其规划标准以及同一标准的具体实施指标 (量度)也不尽完全相同。例如，在日本，对避难所的容量标准，在东京都为每人 1.5 m^2，而在爱知县为 2 m^2，且这两个地区对各自的取值都未给出原因。为此，我们不仅需要确定一套系统规划避难所的标准，而且还要系统地分析各实施指标的具体度量，以及各标准之间的相互关系。营养系统模型能有效地帮助我们评价并协调规划标准间的相互关系。

表 2 一些国家的灾害避难所规划标准对比

对比内容	日本东京都东京都震灾对策条例 [9]	日本爱知县爱知县避难所运营手册 [8]	美国 FEMA 361社区灾害避难所设计和建设指导 [3]	中国北京北京中心城地震及应急避难场所 (室外)规划纲要 [7]
致灾因子	地震和地震大火	-	飓风和龙卷风	地震，洪水，大火，煤气泄漏
原则	安全性；可通达性；自我管理	安全性；可持续性；自我管理	场地安全性；结构安全性	以人为本；就近布局；安全性；可操作性；可通达性；平震 (灾)结合；多险种综合利用
避难所类型	临时避难所 收容避难所	临时避难所 收容避难所	收容避难所	紧急避难所
区位	-	-	远离震源或洪水影响区；远离高层建筑	-
结构	抗震、防火	抗震、防火	抗震、防火	-
设施	公共或私人设施，如公园，学校	公共或私人设施，如公园、学校	单用途；多用途孤立的；有联系的	公园、绿地、操场或体育馆等公共设施
规模和容量	至少 600 m^2；临时避难所 1 m^2/人；收容避难所 1.5 m^2/人	至少能容纳 50 人，2 m^2/人	龙卷风：0.56 m^2/人；飓风：1.86 m^2/人	1万 m^2以上；紧急避难场所 1.5～2 m^2/人；长期 (固定)避难场所 2～3 m^2/人
避难路径	至少宽 12 m	至少宽 12 m	-	至少有 2条
疏散方式	步行	步行	步行	步行
疏散距离或时间	服务半径 500～700 m	服务半径 500～700 m	5 min以内	服务半径 500 m，5～15 min
避难标志牌	国家标准	国家标准	易懂的标志	多语言，明白易懂
其他	当地居民的熟悉程度	当地居民的熟悉程度	通风，有光，应急物品和能源	有应急指挥中心，照明和厕所等

营养系统 (Vitae System)是日本京都大学防灾研究所的 Norio Okada教授在 2003年召开的第三届 IIASA - DPR综合灾害风险管理论坛上提出的、描述综合灾害风险管理新框架的防灾减灾的系统理论 [24]。营养系统的核心内容为：任何区域、城市或社区都可以视为一个生命体，并具有 3个基本功能，即活下来 (Survivability)、轻松地活着 (Vitality)、一块儿活着 (Conviviality /Communication)。活下来，主要着眼于如何克服困难，如何在对其生命有威胁的困境中生存下来，可简称为生存性。轻松地活着，主要强调如何在困境中，保持积极、轻松和快活的生活，可简称为生活性。一块活着，主要强调相互交流与合作的重要性，可简称为友好性。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

灾害避难所是灾害发生或持续时灾民赖以生存的一个“社会”，从营养系统的角度，可视为一个生命体。因此，灾害避难所的规划也必须满足灾民的“活下来、轻松地活着、一块儿活着”这 3个基本需求，也就是灾害避难所必需具备的 3个基本功能。相应的，对于每一个基本需求 (基本功能)，我们可以给出相应的标准和具体实施指标 (表 3)。

表 3　基于营养系统模型的避难所规划的标准和实施指标

基本需求	标准	实施指标举例
活下来	安全性	区位安全，结构安全，避难道路的安全
	持续性 (生命线维持服务)	食物和饮用水供应
轻松地活着	收容性	面积，容量
	舒适性	私人空间，低噪音休闲空间
	互助性 (避难所间)	邻里避难所间的相互协助
一块儿活着	通达性 (到达避难所)	疏散路径，疏散时间
	连通性 (与外界资源与信息)	与周边避难所间的连通，救助者信息
	连通性 (交流与社会网络)	电视，电话

3.1 “活下来”需求的实施标准

3.1.1 安全性

灾害避难所建立的一个主要目的是给人们提供一个安全栖身之地，使之免受自然灾害的影响。因而，安全性是灾害避难所建设首先应考虑的，也是最重要的内容之一。安全性，主要包括避难所区位的安全和结构的安全，以及疏散道路的安全。区位安全性，是指灾害避难所的布局应远离洪水频发区、涝灾易发区和地震高烈度区等致灾因子高风险、高影响区。结构安全性，主要从工程设施的角度而言，避难所的建筑应该具有抗震、防火的结构和功能，针对台风、飓风等的避难所，其门窗应该还具有抗风打击性。疏散道路的安全性，是指选定的疏散道路应不易被洪涝等致灾因子影响，应远离高层建筑等。

3.1.2 持续性 (生命线维持服务)

持续性，是衡量区域灾后恢复和重建程度的一个重要标准。也就是说，从中长期的灾害避难所管理角度而言，生活必需品能否被持续供应、生命线能否被持续稳定地维持等，对于区域灾后的恢复和重建至关重要。生命线维持服务的持续性，可通过生活必需品的持续供给水平来衡量，如食物和饮用水、电力和煤气等的供给情况等。

3.2 “轻松地活着”需求的实施标准

3.2.1 收容性

在进行区域避难所规划时，必须根据区域总人口数和可能避难人口总数等，考虑社区避难所的容量以及区域避难所的总容量。此外，还需要特别关注社区的老人、残疾人和孕妇等的避难情况。通常，收容性可通过避难所可用面积除以人均所需面积来衡量。相应地，对于特殊避难所，还需要考虑能为特殊群体避难者提供服务的设施和设备的情况，如残疾人专用轮椅的数量等。

3.2.2 舒适性

舒适性是灾害避难所的规划的一个难点，也是一个容易被忽略的标准。舒适性主要是指避难所中灾民生活环境的舒适程度，可通过是否是高噪音 (如施工噪音、婴儿啼哭、宠物狗或猫的叫声等)环境、特别是中长期避难所是否具有一定的私人空间 (如居住处使用隔板分隔)等来衡量。

3.2.3 互助性

互助性主要指邻里避难所间的相互支持和协助，包括防灾设施设备的共享、生活物资的共享、信息的共享和志愿者共享等，也是影响居民是否能“轻松地活着”的一个重要标准。该标准可通过周边避难所的物资储备情况、避难设施情况等来衡量。

3.3 “一块儿活着”需求的标准

3.3.1 通达性 (到达避难所)

通达性是灾害避难所规划建设的又一重要标准。此处，通达性是指在预警或灾害发生时，居民自身所在地与避难所之间的连通情况，即居民的避难 (疏散)可达性。决定疏散时间的疏散 (避难)道路、疏散方式和避难距离是衡量避难所通达性的 3个主要指标。

3.3.2 连通性 (与外界资源与信息)

与外界资源与信息的连通性，通常是从灾害的整个过程而言。当致灾因子的影响在空间上不断扩大或持续时间增加，临时避难所不足以再提供必要的设施以确保居民的安全，为此居民必须被转移或安置到其他更为安全的避难所，如具有抗震结构、提供生命线设施等的中长期避难所。从这个意义而言，与邻里避难所之间的连通性至关重要。简而言之，该连通性可用周边 (邻里)避难所的数量及其与周边避难所之间的避难路径和避难距离等来衡量。

此外，与外界资源和信息，如与周边医院、消防所、救助志愿者等的连通性，也是该标准的

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

重要指标。如美国在进行避难所的连通性评估时，特别注重其与红十字会、军队和其他志愿者之间的连通程度。在我国，避难所与救灾物资储备基地和军队等的连通性，也应该作为宏观尺度避难所规划和评价的重要指标。可通过周边志愿者或救助机构的数量，救灾物资储备基地的数量和物资储备情况，以及避难所与储备基地间的距离等来衡量。

3.3.3 连通性 (交流与社会网络)

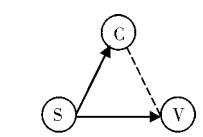
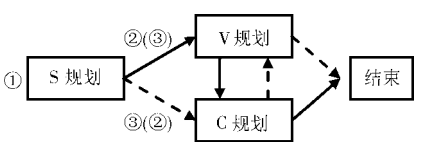
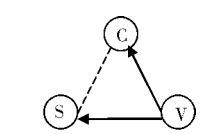
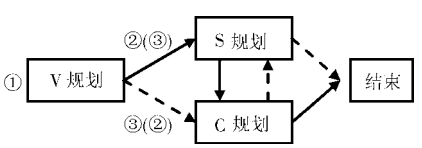
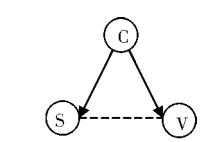
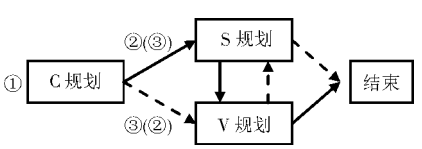
随着城市化与全球化的发展，通讯设施和设备已逐渐成为人们日常生活必不可少的一部分，并且在日常生活中起的作用也越来越大。作为灾民了解灾情信息与日常交流的主要手段之一，通讯设施和设备是灾害避难所，特别是作为临时居住地的中长期避难所建设中的一项必不可少的内容。从这个角度而言，避难所的连通性标准，可用电话、收音机、电视机、计算机网络等设施的数量来衡量。

此外，其他的社会网络资源，如日常生活网络信息 (亲朋好友间的联系)和工作网络信息等，也是该标准的重要指标。从这个角度而言，该标准可通过为居民指定的避难所是否为居民所在社区或邻近的避难所、居民跟邻里是否一起被疏散到同一避难所等来衡量。

4 基于营养系统的灾害避难所规划 (或评价)的概念模型

以上从营养系统的角度，给出了灾害避难所规划的实施标准和指标，避难所的建设应当动态平衡“活下来”、“轻松地活着”和“一块儿活着”这3个基本功能。应该在考虑这3个基本功能的同时，对灾害避难所进行系统、综合地规划或评价。根据营养系统的基本特征，对灾害避难所的规划 (或评价)，首先可考虑一个基本功能作为主体功能 (或主要目的)，如“活下来”，同时再综合考虑另外两个功能，“轻松地活着”和“一块儿活着”。从而，我们可以得到避难所规划 (或评价)的一个基本模式，即“‘活下来’→‘轻松地活着’和‘一块儿活着’”模式，用符号表示为“S→V & C”模式。同样，我们有另外两个基本模式，“V→S & C”模式和“C→S & V”模式 (表4)。

表4 基于营养系统的灾害避难所规划 (或评价)的概念模型

规划 (或评价)模式	规划 (或评价)阶段	备注
 S 规划开始综合模式		起始于 S规划，综合 V和 C规划的综合模式
 V规划开始综合模式		起始于 V规划，综合 S和 C规划的综合模式
 C 规划开始综合模式		起始于 C规划，综合 S和 V规划的综合模式

5 结论和讨论

根据为居民提供的服务时间的长短，灾害避难所可分为临时避难所和收容避难所 (中长期避难所)两种最基本的类型。前者通常在预警后或灾中或灾后的短时间内，为居民提供临时的避难空间，后者则可为灾民提供较长时间的居住环境。

从空间尺度 (范围)而言，灾害避难所的规划建设，可分为4个层次，即家户层次、邻里层次、社区层次和区域 (地区、国家)层次。

从营养系统的角度，灾害避难所的标准可分为与营养系统3大功能相对应的3个大类，即体现“活下来”功能的安全性和持续性等标准，体现“轻

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

松地活着”功能的收容性、舒适性和互助性等标准，以及体现“一块儿活着”功能的通达性和连通性等标准。

灾害避难所的规划（或评价），应该在考虑这3个基本功能的同时，进行系统、综合地规划或评价。根据这3个基本功能的主导性和先后顺序，我们可以得到避难所规划（或评价）的3个基本模式，即“S→V＆C”模式、“V→S＆C”模式和“C→S＆V”模式。

特别需要指出的是，在具体的避难所规划过程中，其实施标准和指标可能有所差别，但我们提出的灾害避难所规划概念模型，即规划的“S→V＆C”模式、“V→S＆C”模式和“C→S＆V”模式适用于任何灾害避难所的规划和评价工作。

选择一个研究区，应用这个概念模型，在地理信息系统的支持下对区域已有的避难所进行系统评估，或进行该区域避难所的规划，特别是采用社会参与型的方法开展社区层次的灾害避难所研究，以检验该模型及其相应的规划标准和实施指标，将是我们下一步需要完成的工作。

参考文献：

[1] Kashiwabara S, Ueno M, and Morita T. Hanshin - Awaji daishinsai niokeru hinanjyo no kenkyu (The research of shelters in Hanshin - Awaji great earthquake disaster) [M], Osaka University Press, 1998. (in Japanese).

[2] ANICE (Animal Navigation in Case of Emergency). Disaster shelters in Japan [EB/OL], 2005. Source: http://www.animal - navi.com/navi/map/map.html

[3] FEMA (Federal Emergency Management Agency). FEMA 361: Design and construction guidance for community shelters [Z]. 2000.

[4] Federal Emergency Management Agency. FEMA 320: Taking shelter from the storm: building a safe room inside your house [Z]. 1998.

[5] American Red Cross. Standards for hurricane evacuation shelter selection, ARC 4496 [Z]. Reversed in January 2002.

[6] Alameda County Operational Area Emergency Management Organization (ACOAEMO). A guide for local jurisdictions in care and shelter planning [Z]. 2003.

[7] 北京市规划委员会，北京市地震局. 北京市中心城地震及应急避难场所（室外）规划纲要 [Z]. 2006.

[8] Disaster Prevention Bureau of Aichi Prefecture (DPBAP), Japan. Shelter management manual of Aichi Prefecture, Japan [Z]. Reversed in 2005.

[9] Tokyo Metropolitan Government, Japan. Ordinance of earthquake disaster countermeasure of Tokyo Metropolitan [Z]. 2000.

[10] 杨文斌，韩世文，张敬军，等. 地震应急避难场所的规划建设与城市防灾 [J]. 自然灾害学报，2004，13(1)：126 - 131.

[11] 初建宇，苏幼坡. 城市地震避难疏散场所的规划原则与要求 [J]. 世界地震工程，2006，22(4)：80 - 83.

[12] 苏幼坡，刘瑞兴. 城市地震避难所的规划原则与要点 [J]. 灾害学，2004，19(1)：87 - 91.

[13] Kamiya D. Systematic research about environment creation and earthquake risk reduction in the urban area [D]. Kyoto University, 2002 (in Japanese).

[14] Ichikawa, S, Sakata, H, and Yoshikawa, T. Study on accessible to shelter by considering the risk of evacuation route based on building collapse and road blockage modeling [J]. GIS - Theory and Application. 2004, 12(1): 47 - 56 (in Japanese).

[15] Katada, T, Kuwasawa, N, and Yeh, H. Disaster education for Owase citizen by using tsunami scenario simulator and evaluation of that method [J]. Science and Technology for Society Review, 2004(2): 99 - 208 (in Japanese).

[16] Xu W. Development of a Methodology for Participatory Evacuation Planning and Management: Case Study of Nagata, Kobe [D]. Kyoto University, 2007.

[17] Kongsomsaksakul, S, Chen, A, and Yang, C. Shelter location - allocation model for flood evacuation planning [J]. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2005(6): 4237 - 4252.

[18] Coulbourne, W. L, Tezak, E. S, and McAllister, T. P. Design guidelines for community shelters for extreme wind events [J]. Journal of Architectural Engineering, 2002, 8(2): 69 - 77.

[19] Pine, J. C, Marx, B. D, and Levitan, M. L. et al. Comprehensive assessment of hurricane shelters: lessons from Hurricane Georges [J]. Natural Hazards Review, November, 2003, 4(4): 197 - 205.

[20] Yamada T. and Takagi A. A planning supporting system of shelter location from the viewpoint of residents [J]. Journal, Infrastructure Planning Review, 2004, 23(2): 325 - 334 (in Japanese).

[21] 姚清林. 关于优选城市地震避难场地的某些问题 [J]. 地震研究，1997，20(2)：244 - 248.

[22] 周天颖，简甫任. 紧急避难场所区位决策支持系统建立之研究 [J]. 水土保持研究，2001，8(1)：17 - 24.

[23] Quarantelli, E. L. Patterns of sheltering and housing in US disasters [J]. Disaster Prevention and Management, 1995, 4(3): 43 - 53.

[24] Okada, N, Bayer, J. L, Amendola, A. Integrated disaster risk management vs regional vulnerability [R]. 3rd IIASA - DPRI Forum, 2003, Kyoto, Japan.

（下转第100页）

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Quantitative Comparative Analysis on Explosion and Poisoning Accidents of Artificial Gas

Cui Hui[1], Xu Zhisheng[1] and Song Wenhua[2]

(1. *Institute of Disaster Prevention Science and Safety Technology, Central South University, Changsha* 410075, *China;* 2. *Department of Environmental Science and Safety Engineering, Tianjin University of Technology, Tianjin* 300191, *China*)

Abstract: The explosion and poisoning risk of artificial gas leakage in pipeline transportation is analyzed and the critical radiuses of different risk zones such as the lethal zone, severe harm zone and slight harm zone caused explosion and poisoning accidents are estimated by probability function model. Among them, the critical overpressure criteria of explosion harm zone are pulmonary hemorrhage, eardrum rupture and criterion of poisoning harm zone is toxicity of carbon monoxide. Finally, according to the critical overpressure values and concentration values, vapor cloud explosion model, Gaussian model and atmospheric dispersion model of the special weather conditions, accident consequence is analyzed and the qualitative and quantitative comparisons on consequences of these two kinds of accidents of artificial gas are made.

Key words: artificial gas; explosion; poisoning; probability function model; overpressure; Gaussian model

(上接第 65页)

Conceptual Model of Disaster Shelter Planning Based on the Vitae System

Xu Wei[1, 2], Okada Norio[3], Xu Xiaoli[4] and Shi Peijun[1, 2, 5]

(1. *Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education of China, Beijing Normal University, Beijing* 100875, *China;* 2. *Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Ministry of Civil Affairs & Ministry of Education, Beijing* 100875, *China;* 3. *Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Uji* 6110011, *Japan;* 4. *China Land Surveying and Planning Institute, Ministry of Land and Resources, Beijing* 100035, *China;* 5. *State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Beijing Normal University, Beijing* 100875, *China*)

Abstract: In this paper, the concepts and types of disaster shelters are reviewed and systematically examined and different spatial scales of shelter planning are summarized by comparing some existing shelter planning practices in China, Japan and USA. Then 3 types of disaster shelter planning and 8 implementing standards are proposed in the terms of the Vitae System. Based on it, 3 basic models for disaster shelter planning and evaluation are established.

Key words: disaster shelter; planning; the Vitae System; conceptual model

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net