

基于 WVD 和 OVD 的唐山市中心城区 应急避难场所建设分析

张东云, 马燕飞

(邯郸学院 地理科学系, 河北 邯郸 056005)

摘要:唐山市是地震多发区, 应急避难场所建设是其地震预防工作的重要环节。文章基于 WVD, OVD 对唐山市中心城区的应急避难场所建设进行了分析, 得出以下结论: 第一, 从空间布局上看, 研究区北部、东南、南部地区为应急避难场所责任区的盲区, 路南区、路北区避难场所较为合理, 开平区、丰南区应急避难责任区服务半径小, 应急避难能力有限; 第二, 从建设上看, 研究区北部凤凰新城应结合城市绿地等建设紧急避难场所, 东部开平公园应加强硬件建设并提升其应急能力, 南部应增设新的避难场所, 开辟唐山市第二医院到凤凰山公园的生命通道, 利用第二医院起落飞机的优势, 提升凤凰山公园应急避难能力; 第三, 从研究方法上看, WVD 较 OVD 更能全面考虑应急避难场所本身的应急能力。

关键词:加权 Voronoi 图; Voronoi 图; 唐山市中心城区; 应急避难场所

中图分类号: TU984.11⁺6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-349X(2017)06-0046-05

DOI: 10.16160/j.cnki.tsxyxb.2017.06.011

A Study on Emergency Shelter Construction of Tangshan Downtown Based on WVD and OVD

ZHANG Dong-yun, MA Yan-fei

(Department of Geography, Handan University, Handan 056005, China)

Abstract: Tangshan City is prone to earthquakes, and so the construction of emergency shelter is an important part of the earthquake prevention. Based on WVD and OVD, the authors of this paper have analyzed the construction of emergency shelter in the downtown area of Tangshan, and conclusions have been reached as follows: first, from the aspect of spatial layout, the construction of emergency shelter is not satisfactory in the northern, southeast and southern parts of the Tangshan while the seismic shelter in Lunan District and Lubei District are more reasonable. The service radius of the emergency shelter in Kaiping and Fengnan districts is small, and the capacity for emergency evacuation is limited. Second, from the point of view of construction, green space is to be increased for emergency evacuation in Phoenix New City in the north of Tangshan, hardware construction in parks to be strengthened so as to expand the capacity for emergency evacuation in Kaiping in east of Tangshan, more shelter to be built in the south, and the life channel to be opened between

作者简介:张东云(1978—),女,河北唐海人,讲师,硕士,主要从事自然地理研究。

No. 2 Hospital of Tangshan City to Phoenix Hill Park in order to raise the capacity of he the Park for emergency evacuation and take advantage of the hospital' huge space to land aircraft. Last, from the perspective of research methods, WVD is more efficient in taking into consideration the emergency capacity of emergency shelter than OVD.

Key Words: WVD; OVD; Tangshan City; emergency shelter

0 引言

应急避难所是为应对各种突发事件,经规划、建设,具有应急避难生活服务设施,可供居民紧急疏散、临时生活的安全场所^[1]。例如,日本早在江户时代就有了“救助棚”^[2],这是应急避难所的最早雏形;2003年元大都城垣遗址公园成为北京市第一个应急避难场所,该公园具备11种应急避险功能,能为周边28个社区的23万常住人口提供避难帮助^[3]。应急避难场所建设已经成为地震预防工作的重要环节,而空间布局则是影响其应急避难服务功能的重要方面。

GIS是一种重要的空间信息系统,集多种应用于一身,具有输入、储存、查询、显示和分析各种地理数据的功能,GIS中主要包括两种地理数据成分——空间数据和属性数据^[4]。利用GIS技术中的泰森多边形、缓冲区分析,能够对应急避难所责任区进行有效、可视化分析。例如,徐礼鹏利用ArcGIS缓冲区分析,研究了安庆市应急避难场所的空间特征,比较了其与人口密度的分布特征^[5]。刘俊岭采用C#和Arcengine编程,改进了加权Voronoi图的服务区划分方法,完成了避难所的服务区域划分^[6]。王伟等利用GIS技术对城市地震应急避难场所分布进行了科学研究,结合学校、人口、医院分布,分析了地震应急避难场所和医院的服务范围,通过缓冲区和Voronoi图(泰森多边形)方法,对避难场所分布进行了分析^[7]。

本文基于GIS技术的泰森多边形功能,对唐山市中心城区(包括路南区、路北区及开平区、丰南区的建城区部分)应急避难场所建设进行分析。在原有服务半径基础上,结合地质、地形地貌、场地类型、避难场所的可入性、可利用

面积、容纳人口数、应急避难基础设施建设7方面因素,确定各应急避难场所服务责任区范围,并进行研究区应急避难场所的WVD,OVD分析,找出其空间布局上的不足;同时,结合研究区应急避难场所建设实际,提出改进意见。

1 研究区域概况

唐山市是河北省重要的工业城市,在京津唐经济圈中占据重要地位。2014年末,全市总人口753.2万人,市辖区人口325.9万人;地区生产总值6225.3亿元^[8],居河北省第1位。从地质构造上看,唐山市地处华北平原构造带和张蓬构造带的交汇处^[9],区域内采煤波及区、地震烈度液化区、软土区、塌陷区十分发育,是地震灾害活跃区域。1976年发生7.8级大地震,造成24.2万人死亡、95.5%建筑损毁的巨大损失。2010年以来,唐山市发生有感地震25次^[10]。

一直以来,唐山市在加强灾害预报工作的同时,依托市内公园、绿地、广场、学校等积极进行应急避难场所的建设,截止2013年底,全市共建设Ⅲ级以上应急避难场所61处,可容纳避灾人数220万,其中中心城区建设Ⅲ类以上应急避难场所8处,可容纳避难人数12.4万(唐山市防震减灾信息网)。

2 研究方法及数据

2.1 数据及处理

本次研究采用了2015年139米分辨率谷歌遥感影像图,经矢量化处理,提取研究区范围、边界、已建设应急避难场所、各类房屋建筑矢量图;此外通过唐山市政府相关网站获得了唐山市应急避难场所建设图,整理获得研究区应急避难场所类别、地址、面积及容纳避灾人口数信息(见表1),为后续的WVD,OVD分析做好基础工作。

表 1 研究区已建成的应急避难场所一览表

避难场所序号	名称	地址	面积/(万 m ²)	可容纳人数/万人
t1	唐山一中	唐山市路北区翔云道 369 号	4.9	1.9
t2	火车站人防工程	唐山市站前路与新华道交叉口西侧	0.4	0.2
t3	纪念碑广场	唐山市新华道与文化路交叉口南侧	7.6	2.2
t4	凤凰山公园	唐山市文化路与西山道交叉口东北侧	1.8	0.9
t5	地震遗址纪念公园	唐山市岳各庄路北侧	28.9	2
t6	开平公园	开平区荣盛道与新开路交汇处	10	4
t7	开平区文化广场	开平区西城路 143 号	0.5	0.3
t8	丰南区九河公园	新华街与怡园街交叉口	1.8	0.9
总和			55.9	12.4

注:该表依据唐山市相关政府网站公布资料整理获得。

2.2 研究方法

2.2.1 OVD 法

Dirichlet 于 1850 年提出了 Voronoi 图(OVD 图)的概念^[11],成为 GIS 空间建模与分析的重要工具。OVD 法广泛应用于公共设施责任区划分^[12-13]、空间布局优化等空间分析领域。其核心思想是,假设 P 为位于同一平面上的点集, $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, 其中任意 3 点不共线,任意 4 点不共圆,则任意一点 p_i 的 Voronoi 图其表达式为^[14]

$$T_i = \{x: d(x, p_i) < d(x, p_j) / p_j, p_i \neq p_j\}。 (1)$$

其中 d 为欧式距离。

2.2.2 WVD 法

2.2.2.1 计算原理

加权 Voronoi 图(WVD 图)定义的距离是加权距离,其表达式为

$$dw(p, p_i) = \frac{1}{w_{i1}} d(p, p_i) - x_{i2}。 (2)$$

式中, $w_{i1} > 0$, w_{i2} 是加权 Voronoi 图的权重。当 $w_{i2} = 0$ 时,产生倍增的加权 Voronoi 图,是在发生点集的扩散速度与权重成正比例情况下形成的;当 $w_{i1} = 1$ 时,产生相加的加权 Voronoi 图;当 $w_{i1} \neq 1$, 且 $w_{i2} \neq 0$ 时,产生复合的加权 Voronoi 图^[15]。

Voronoi 图可以以下公式表示。

$$Vw(p_i) = \bigcap_{i=1}^n \{p | dw(p, p_i) \leq dw(p, p_j)\}, (i \neq j)。 (3)$$

WVD 图格网中的每个点到该格网发生元的距离与该点到相邻格网发生元的距离之比小

于两发生元的权重之比, WVD 图用于各发生元权重有明显差别的情况下的空间划分, WVD 图所划分出的每个区域内的所有点受该区域发生元的影响最大^[16]。较 OVD 法, WVD 法能够通过引入权重,综合考虑应急避难场所本身及周围环境因素的影响,较 OVD 法更科学、全面。引入权重因素后的 WVD 计算公式如下:

$$D = d + d \sum_{i=1}^n w_i。 (4)$$

式中, D 为加权半径; d 为应急避难场所基础半径; n 为加权半径影响因素,在此选择了地质、地形地貌、场地类型、避难场所的可入性、可利用面积、容纳人口数、应急避难基础设施建设 7 方面因素; w_i 为 i 项影响因素的加权值。

公式(4)依据朱耿青等^[17]的加权泰森多边形半径计算原理整理获得,由于权重因素已考虑了各个避难点的差异,因此可以各因素权重的和作为加权半径的计算依据。

2.2.2.2 权重的确定

权重的确定采用 AHP“1—9 标度法”,通过专家打分确定。首先确定目标和评价因子,其次通过构造判断矩阵、计算重要性排序、检验等确定各因素权重^[18](研究区应急避难场所各评价因素及权重见表 2),最后构建评价因素权重分析矩阵。经计算判断矩阵的一致性比例小于 0.1,满足研究需要。

2.2.2.3 计算结果

根据以上公式要求,并依据 GB50413—2007(《城市抗震防灾规划标准》)中的规定(应

急避难场所中的紧急避震场所服务半径宜为 500 m,固定避震疏散场所服务半径宜为 2~3 km),对于研究区的Ⅲ、Ⅱ级避难场所分别选取 500 m,3 000 m 作为基础半径,依据公式(4),获得研究区各应急避难场所的加权半径,如表 3 所示。

表 2 研究区应急避难场所各评价因素及权重

序号	评价因素	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8
1	地质	0.186	0.203	0.065	0.093	0.062	0.115	0.115	0.162
2	地形地貌	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
3	场地类型	0.154	0.154	0.154	0.154	0.154	0.077	0.077	0.077
4	避难场所的可入性	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
5	可利用面积	0.096	0.054	0.213	0.125	0.227	0.145	0.059	0.081
6	容纳人口数	0.117	0.063	0.193	0.082	0.162	0.214	0.062	0.108
7	基础设施建设	0.153	0.161	0.153	0.153	0.153	0.091	0.073	0.064
合计	0.142	0.134	0.141	0.120	0.138	0.126	0.091	0.109	

表 3 研究区应急避难场所责任区半径

避难场所序号	名称	类别	基础半径 /m	加权半径 /m
t1	唐山一中	Ⅱ	3 000	3 414
t2	火车站人防工程	Ⅱ	3 000	3 360
t3	纪念碑广场	Ⅱ	3 000	3 402
t4	凤凰山公园	Ⅱ	3 000	3 423
t5	地震遗址纪念公园	Ⅱ	3 000	3 426
t6	开平公园	Ⅱ	3 000	3 378
t7	开平区文化广场	Ⅲ	500	545.5
t8	丰南区九河公园	Ⅲ	500	554.5

3 结果分析

为了清楚地反映各类应急避难场所责任区半径大小,运用 ArcGIS 技术中的 VOD, WVD 功能,分别生成研究区各类应急避难场所责任区图并进行对比,见图 1、图 2。从图 1 可以看出, WVD 法较为准确地反映了各类应急避难场所的责任半径和范围,综合考虑了避难场所的地质、地貌等综合情况。从图 1 还可以看到,研究区北部、东南、南部地区为应急避难场所责任区盲区,唐山一中、火车站人防工事、凤凰山公园、纪念碑广场、地震遗址纪念公园布局在了中心城区的人口密集区、经济发展核心区及建筑密集区域;开平区的开平公园、开平文化广场以及丰南区九河公园责任区服务半径小,应急能力有限。从图 2 可以发现, OVD 法夸大了各应急避难场所责任范围,这是因为该方法仅仅考虑到了空间的均一性,而没有考虑到避难场所基本情况和避难需求。

根据对研究区的实地了解及走访相关专

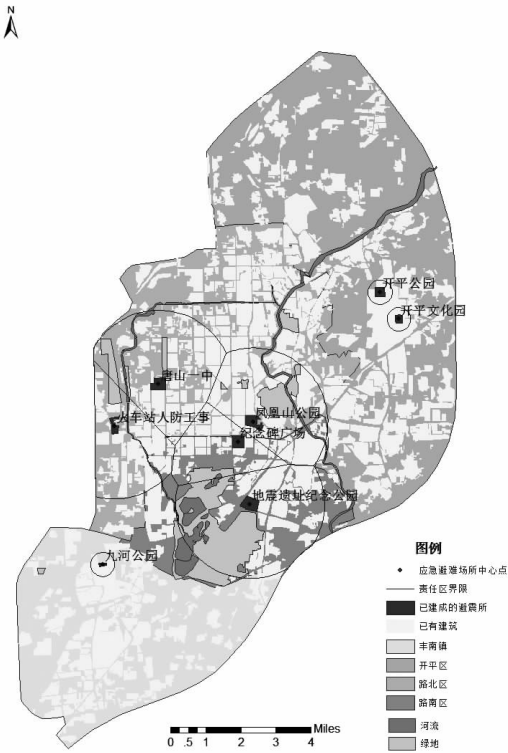


图 1 研究区应急避难场所责任区 WVD 图

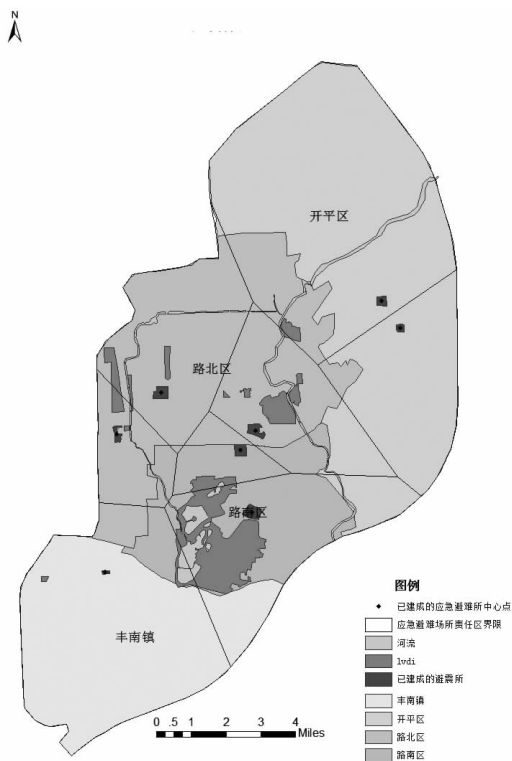


图 2 研究区应急避难场所责任区 OVD 图

家,就唐山市中心城区应急避难场所布局以及硬件建设上提出以下完善建议。

第一,东部开平区的开平公园面积 149 公顷,达到了中心避震疏散场的要求(GB50413—2007 规定中心避震疏散场面积要大于 50 公顷),但应急避难硬件设施尚不达标,因此,一方面可加强硬件建设,提升其应急避难能力;另一方面可利用其面积优势,增加帐篷储备,作为避难时棚户区的集中区域。

第二,对于北部凤凰新城,应结合城市公园、广场、绿地的建设,建设应急避难场地,以便满足应急需求。

第三,南部丰南区九河应急避难场所限于面积的原因,应将辖区内的大专院校、公园、绿地纳入规划,开辟为应急避难所。

第四,在应急避难场所硬件设施的建设中,避难场馆必须严格按照国家相关的抗震级别、标准进行建设,以钢结构为宜。

第五,在路北区的应急避难场所建设中,可以考虑建一条应急生命通道,从唐山市第二医院直通凤凰山公园,借助唐山市第二医院的飞

机坪提升凤凰山公园的应急救援能力。

4 结论

通过应用 WVD 法和 OVD 法对唐山市中心城区应急避难场所建设进行了比较分析,结果显示:WVD 法一定程度上反映了应急避难场所本身的应急能力,较传统的 OVD 法更真实地反映了各应急避难场所的责任范围。但是,WVD 法没有考虑到应急避难人群的数量、年龄构成等状况以及建筑面积等信息,这是需要在今后的研究中继续加强和完善的地方。

参考文献:

- [1] 北京市地震局,中国地震局工程力学研究所,山东省地震局,等.地震应急避难场所场址及配套设施(GB21734—2008)[S].北京:全国地震标准化技术委员会,2008.
- [2] 苏幼坡.避难与避难疏散场[M].北京:中国科学技术出版社,2006:4.
- [3] 齐瑜.北京市应急避难场所规划与建设[J].中国减灾,2005(3):34—36.
- [4] 田永中,徐永进,黎明,等.地理信息系统基础与实验教程[M].北京:科学出版社,2010:137—138.
- [5] 徐礼鹏,刘启蒙,孙娇娇.基于 GIS 的安庆市应急避难场所空间布局特征分析与优化[J].测绘与空间地理信息,2012(2):151—155.
- [6] 刘俊岭.地震避难所选取及服务区分研究[D].济南:山东农业大学,2013.
- [7] 王伟,张杰,万杰,等.基于 GIS 的城市地震应急避难场所布局研究[J].电脑编程技巧与维护,2015(10):35—37.
- [8] 唐山市统计局,国家统计局唐山调查队.唐山市 2014 年国民经济和社会发展统计公报[R/OL].(2015-04-21).<http://www.tangshan.gov.cn/zhuozhan/tjxxnb/20150421/210359.html>.
- [9] 高蕊.唐山市中心区避震疏散空间规划策略研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2007.

(下转第 72 页)

强城市主干道的建设,进一步凸显水陆空综合立体交通网络体系。

(2)进一步强化区域中心城区的辐射功能。各区域要依托重庆主城区的交通区位优势,促进本区域的经济发展。应以万州作为三峡库区的腹地,积极构建特色产业体系,引进高新技术产业和加工出口产业,带动邻县的经济的发展。

(3)积极打造全域旅游。要结合各区县自身的特点,打破单一旅游景区格局,打造从“只有一个火车头”到“各地都是动车组”的开放式旅游景区。渝东北生态涵养发展区和渝东南生态保护发展区,具有丰富的自然资源和人文历史资源,有着发展旅游业的先天优势,因此要发挥这种优势,将渝东北、渝东南着力打造成全域旅游示范区,建立横向到边、纵向到底,全区域、全要素、全链条、全社会的全域旅游新格局。

(4)优化产业结构。要根据地理区位和资源条件,在经济发展水平相对较高的县区,大力发展二三产业,培育具有优势和特色的工业部门,加快矿产资源、旅游资源的开发利用。地处山区的部分县区,由于交通、能源等基础设施条件差,可能会出现产业空心化局面,因此可结合区域特色,积极推进特色农业,以优势农产品开

发为重点,发展适应市场需求的林果、中药材、蔬菜等绿色名牌产品。

参考文献:

- [1] 陆大道,樊杰. 区域可持续发展研究的兴起与作用[J]. 中国科学院院刊,2012(3):290-300.
 - [2] 张凤海,许兰杰,程晓谟. 基于因子分析的辽宁省各市经济发展水平研究[J]. 大连轻工业学院学报,2007(3):280-283.
 - [3] 张学波,杨成凤,宋金平,等. 中国省际边缘县域经济差异空间格局演变[J]. 经济地理,2015(7):30-38.
 - [4] 谢磊,李景保,袁华斌,等. 长江中游经济区县域经济差异时空演变[J]. 经济地理,2014(4):19-24.
 - [5] 廖翼,周发明,唐玉凤. 湖南县域经济差异变化的实证研究[J]. 经济地理,2014(2):35-41.
 - [6] 何亮. 主成分分析在 SPSS 中的应用[J]. 山西农业大学学报,2007(S1):20-22.
 - [7] 陈佳,朱莉芬. 重庆市五大功能区经济差异及协调发展研究[J]. 重庆理工大学学报:社会科学版,2016(6):39-44.
- (责任编辑:李秀荣)
-
- (上接第 50 页)
- [10] 国家统计局. 第六次全国人口普查数据公报[R]. 北京:第六次全国人口普查委员会,2010.
 - [11] 马运佳,徐伟,赵秀娟. 不同地震破坏情景下应急避难所责任区评价研究——以北京市中心城区为例[J]. 中国安全科学学报,2014,24(12):137-143.
 - [12] 李刚,马东辉,苏经宇. 基于加权 VORONOI 图的城市地震应急避难场所责任区的划分[J]. 建筑科学,2006(6):55-59.
 - [13] 刘善开,韦素琼,陈松林,等. 基于 Voronoi 图的农村居民点空间分布特征及其整理潜力评价——以福建省德化县为例[J]. 资源科学,2014(11):2282-2290.
 - [14] 邹亚锋,刘耀林,孔雪松,等. 加权 Voronoi 图在农村居民点布局优化中的应用研究[J]. 武汉大学学报:信息科学版,2012(5):560-563.
 - [15] 王新生,王红,朱超平,等. ArcGIS 软件操作与应用[M]. 北京:科学出版社,2010:196-212.
 - [16] 闫卫阳,郭庆胜,李圣权. 基于加权 Voronoi 图的城市经济区划分方法探讨[J]. 华中师范大学学报:自然科学版,2003(4):567-571.
 - [17] 朱耿青,林岩钊,王辉山,等. 基于 GIS 的福州市地震应急避难场所布局研究[J]. 测绘与空间地理信息,2014(7):60-61.
 - [18] 庄大方,江东,徐新良,等. 中国城镇空间布局适宜性评价[M]. 北京:科学出版社,2012:8-10.
- (责任编辑:李秀荣)