

# Review of Domestic Research on Earthquake Emergency Shelter Based on CiteSpace

Jingjing Zhang<sup>1</sup>, Hailing Li<sup>1†</sup>, Huai Zhang<sup>2,3</sup>

1. School of Architecture and Civil Engineering, Xihua University, 610039, China

2. Key Laboratory of Computational Geodynamics, University of Chinese Academy of Sciences, 100049, China

3. Beijing Yanshan Earth Critical Zone National Research Station, University of Chinese Academy of Sciences, 101408, China

†Email: lhl@mail.xhu.edu.cn

## Abstract

According to CNKI data, the literature distribution of domestic earthquake emergency shelter research is analyzed, and then the main research institutions, field distribution and research hotspots of this part of literature data are analyzed based on CiteSpace. The results of the analysis show that the overall structure of the research field of earthquake emergency shelters in China has been driven by earthquake disasters in the past 22 years, and the academic attention has been steadily increasing, but the development of relevant research institutions is relatively uneven in terms of regional distribution; the research topics are focused on urban earthquake disaster prevention and mitigation planning and construction, emergency management systems, and emergency response capacity and evaluation, etc. At present, there is less cooperation between different disciplines and the trend of interdisciplinary and comprehensive research has not yet formed. The trend of interdisciplinary and comprehensive research has not yet been formed, and the integration of multidisciplinary research methods for big data analysis still needs to be improved.

**Keywords:** Earthquake Emergency Shelters; CiteSpace; Knowledge Map; Research Focus

## 基于 CiteSpace 的国内地震应急避难场所研究述评\*

张晶晶<sup>1</sup>, 李海凌<sup>1</sup>, 张怀<sup>2,3</sup>

1. 西华大学建筑与土木工程学院, 四川省 成都市 610039

2. 中国科学院大学地球与行星科学学院计算地球动力学重点实验室, 北京市 100049

3. 中国科学院大学北京燕山地球关键带国家野外科学观测研究站, 北京市 101408

**摘要:** 根据 CNKI 数据统计分析国内地震应急避难场所研究的文献分布, 再基于 CiteSpace 对该部分文献数据的主要研究机构、领域分布与研究热点进行分析。分析结果表明: 近 22 年来国内地震应急避难场所研究领域总体结构上受地震灾害驱动较为突出, 学术关注度持续稳步提升, 但相关研究机构分布区域的发展相对不均衡; 研究主题集中于城市防震减灾规划建设、应急管理体系以及应急能力与评估等方面, 目前不同学科领域之间的合作较少, 跨学科的综合研究趋势尚未形成, 多学科研究方法融合的大数据分析还有待提升。

**关键词:** 地震应急避难场所; CiteSpace; 知识图谱; 研究热点

## 引言

地震应急避难场所是我国城市防震减灾工程和公共安全建设的重点建设内容, 由早期的初步探索阶段到快速发展阶段再到稳定发展阶段, 逐步受到国内研究学者的广泛关注。特别在我国经历重大地震灾害后, 对

\*基金资助: 受日本应急管理研究中心省部级学科平台西华大学开放课题支持资助 (RBYJ2021-002); 受国家杰出青年科学基金支持资助 (41725017); 受科技部国家重点研发计划重点项目支持资助 (2020YFA0713400); 受教育部“春晖计划”合作科研项目支持资助 (HZKY20220579), 受四川省哲学社会科学重点研究基地彝族文化研究中心资助项目支持资助 (YZWH2308)。

地震应急避难场所的迫切需求，会使国内研究学者对地震应急避难场所的规划建设进行新的审视和反思。本研究首先根据 CNKI 数据统计分析国内地震应急避难场所的年度发文量分布、学科领域及期刊分布，再借助 CiteSpace 的可视性、客观性、直观性和科学性的特点<sup>[1]</sup>，基于关键词共现和聚类知识图谱对该领域的主要研究机构、领域分布和研究热点进行分析，总结该领域的研究特点及不足，以期为我国地震应急避难场所研究和实践提供更多参考和借鉴。

## 1 数据来源与研究方法

以 CNKI 为基础数据来源，时间跨度设置为 2001 年 11 月至 2022 年 8 月，以“主题=地震应急避难场所 OR 主题=地震避难场所 OR 主题=地震避难所”进行文献检索，来源类别设置为北大核心期刊、CSSCI 期刊以及 CSCD 期刊。人工筛选剔除无作者文章 6 篇后，得到 203 篇核心期刊文献作为本次分析的基础数据。运用 CiteSpace6.1.R2 软件，基于国内地震应急避难场所相关文献的机构、关键词等信息进行知识图谱可视化分析，用以全面了解该领域的研究现状和研究热点，预测地震应急避难场所研究的发展方向，为我国地震应急避难场所研究提供更多借鉴和参考。具体分析流程如图 1 所示。

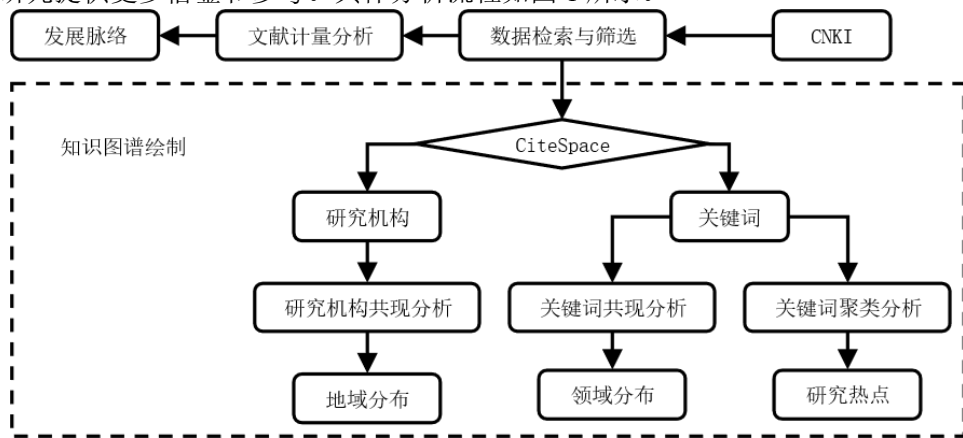


图 1 研究路线流程图

## 2 文献统计分析

### 2.1 年度发文量统计分析

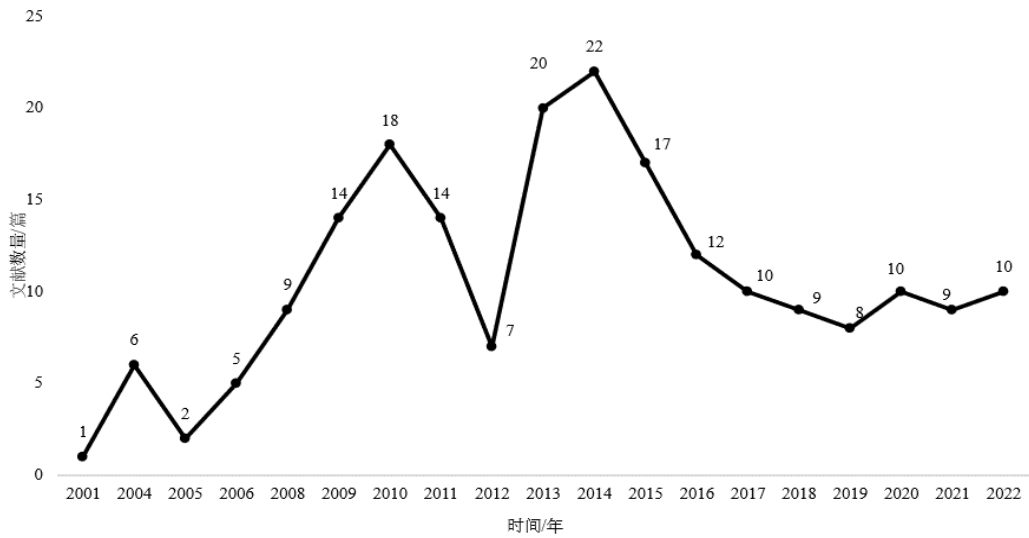


图 2 地震应急避难场所研究的文献年度分布图

基于发文数量的时间分布和变化规律，如图 2 所示，尝试将国内地震应急避难场所的研究与发展经历分为三个阶段：第一阶段为初步探索阶段（2001-2007 年），该阶段相关文献的发表量较少，其中大部分文献

关注于城市地震应急避难场所规划建设与城市减灾防灾<sup>[2-4]</sup>；第二阶段为快速发展阶段（2008-2015 年），国内对地震应急避难场所的相关规划越来越重视，部分学者基于 2008 年的汶川地震进行了相关研究，并提出了抗震对策及建议<sup>[5-7]</sup>，也有较多文献对单个城市的地震应急避难场所进行了规划建设研究和相关评价研究<sup>[8-9]</sup>；第三阶段为稳定发展阶段（2016 年至今），学者们除了对地震应急避难场所的规划、布局、选址等方面基于不同视角做了进一步研究<sup>[10-11]</sup>，还将地震应急避难场所与灾害风险评估和社会网络分析等相结合<sup>[12-13]</sup>，对地震应急避难场所的规划布局进行优化，不断丰富该领域的研究。

2.2 学科及期刊分布情况

分析地震应急避难场所相关研究的学科分布情况，可在一定程度上反映该领域的理论和实践价值<sup>[14]</sup>。根据统计数据可知，如图 3 所示，对该领域研究较多的学科包括建筑科学与工程、地球物理学等，远超过其他学科文献贡献量。分析地震应急避难场所研究的期刊载文情况可知，如表 1 所示，该领域的文献主要发表于《世界地震工程》、《灾害学》、《自然灾害学报》等 70 份核心期刊，其中《世界地震工程》和《灾害学》的载文量最高，均为 21 篇，共占比 20.68%。通过分析发文期刊分布情况及发文量占比可发现，出版过相关文献的中文核心刊物的载文量占比均相对偏低，目前还未形成地震应急避难场所研究的期刊主阵地。根据载文期刊所属学科的专业类别分析，地震应急避难场所研究属于多学科、综合性的研究，需要加强各类学科领域之间知识的相互交叉、渗透与融合，为该领域的系统研究和有效实践提供更加科学先进的思路、理论和方法。

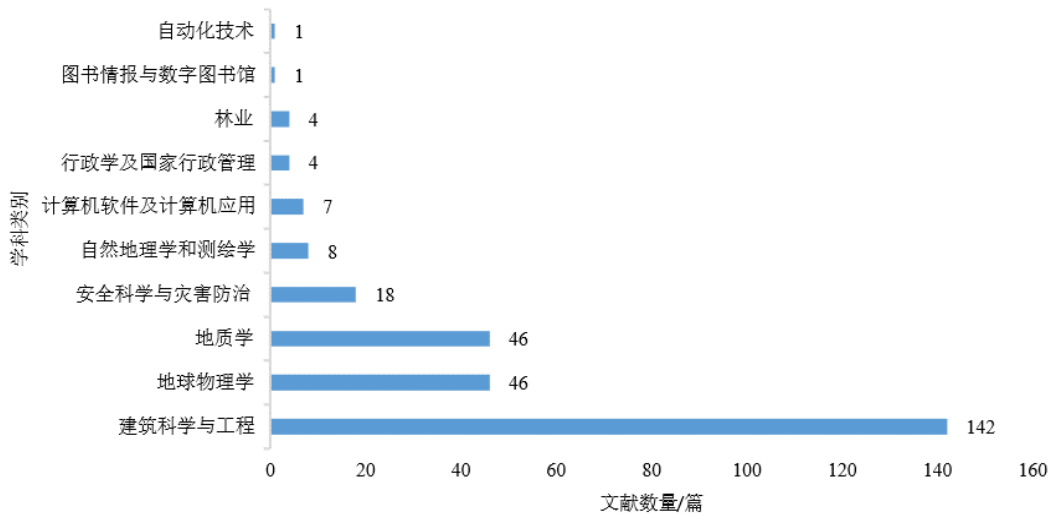


图 3 地震应急避难场所相关研究学科分布图

表 1 国内地震应急避难场所相关研究发文量前五的期刊分布情况

序号	期刊	期刊的学科类别	文献数量（篇）	占比
1	世界地震工程	建筑科学与工程	21	10.34%
2	灾害学	地质学	21	10.34%
3	自然灾害学报	地质学	16	7.88%
4	震灾防御技术	地球物理学	11	5.42%
5	规划师	建筑科学与工程	8	3.94%

3 主要研究机构与地域分布

运用 CiteSpace6.1.R2 软件绘制出所选文献数据的研究机构共现知识图谱，如图 4 所示，统计发文量排名前十的研究机构分布情况，如表 2 所示。主要研究机构分布在河北省、北京市和河南省等地，都属于所属

地域地震灾害频发或学术研究综合性较强的机构，其中河北省是该领域研究成果最多的地区，与北京、天津等地区的研究机构有部分合作。根据图 4 和表 2 总结发现，国内该领域已形成初具规模的研究机构群，主要集中在高校和科研院所，但地区之间并没有形成广泛的合作关系；对地震应急避难场所研究较多的地区一般具有地震频发的特点，或是经济发达并且十分重视公共安全管理等方面研究的地区，在城市基础设施完善方面的探索较多，为地震应急避难场所的相关研究提供了背景和条件。

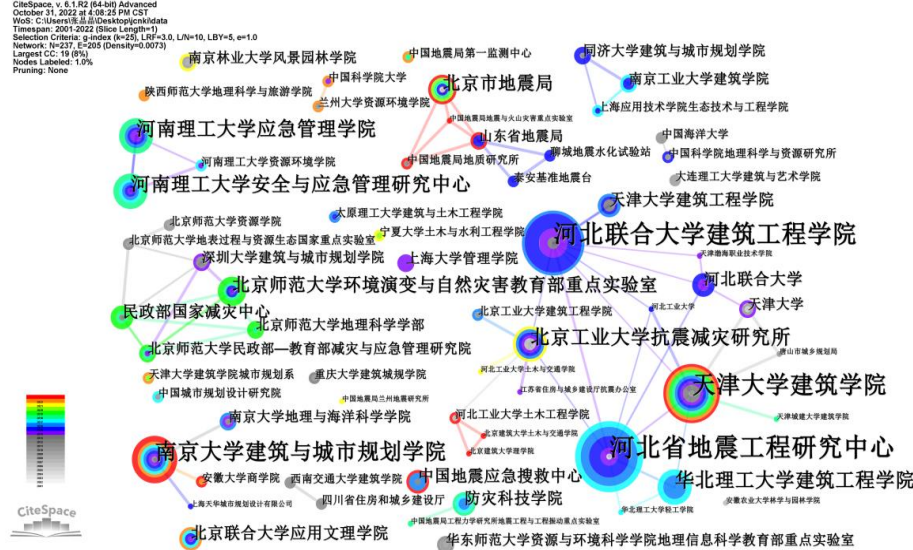


图 4 地震应急避难场所研究机构共现知识图谱

表 2 地震应急避难场所发文量排名前十的研究机构分布情况

序号	研究机构	地区	发文量（篇）
1	华北理工大学建筑工程学院	河北省	17
2	河北省地震工程研究中心	河北省	12
3	天津大学建筑学院	天津市	10
4	南京大学建筑与城市规划学院	南京市	8
5	河南理工大学应急管理学院	河南省	6
6	北京工业大学抗震减灾研究所	北京市	6
7	河南理工大学安全与应急管理研究中心	河南省	6
8	北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室	北京市	5
9	北京市地震局	北京市	5
10	北京联合大学应用文理学院	北京市	4

4 领域分布与研究热点

4.1 关键词共现知识图谱分析

通过 CiteSpace6.1.R2 软件进行地震应急避难场所研究的关键词共现网络分析，最终生成如图 5 所示的关键词共现知识图谱。图中每一个节点即代表一个关键词，关键词的频次以节点大小的形式呈现，各个关键词之间的共现强度以节点之间连线的形式呈现，连线越多，强度越大[15]。如“地震”、“避难场所”、“应急管理”等节点较大，说明这些关键词的研究热度相对较高。结合图 5 和表 3 可以看出，2001—2022 年地震应急避难场所研究主要围绕“地震”、“避难场所”、“地震灾害”等进行研究。因此，综合分析知识图谱中关键词的频次和中介中心度，地震应急避难场所研究领域的研究者们主要集中于避难场所的应急管理方面的研究，尤其重视避难场所的防灾规划建设。

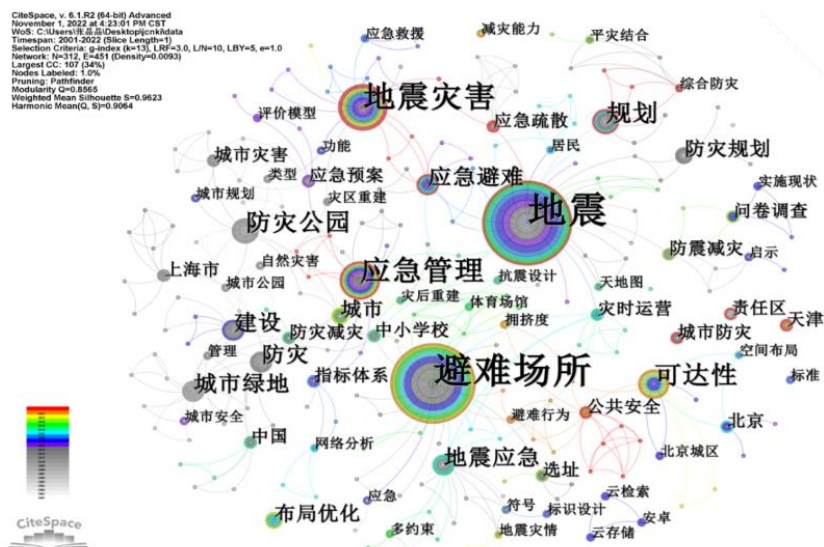


表3 频次前五和中介中心度前五的关键词

## 4.2 关键词聚类知识图谱分析

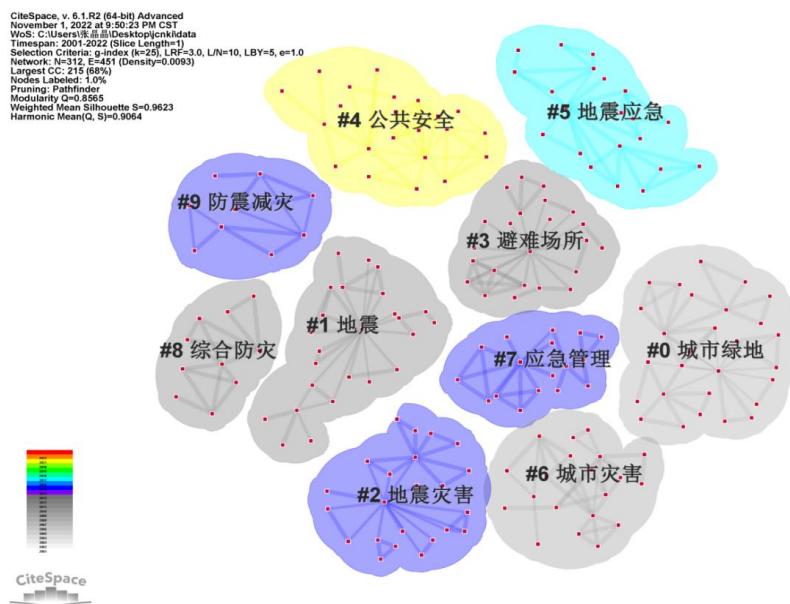


表 4 地震应急避难场所关键词共现网络的前 10 个自动聚类及其高频关键词

聚类序号 Cluster ID	大小 Size	轮廓值 Silhouette	平均年份 Mean (Year)	聚类识别词 Top Terms
#0	28	0.931	2008	城市绿地
#1	25	0.953	2011	地震
#2	23	0.962	2014	地震灾害
#3	23	0.954	2012	避难场所
#4	22	0.964	2018	公共安全
#5	21	0.971	2014	地震应急
#6	20	0.975	2007	城市灾害
#7	17	0.955	2014	应急管理
#8	10	0.992	2014	综合防灾
#9	9	0.995	2012	防震减灾

#### ①聚类 1、2、6：地震、地震灾害与城市灾害

从“地震”、“地震灾害”与“城市灾害”这三个聚类的关键词可看出，其研究主题多元化特点较为突出。主要聚焦于以下方面：第一，以地震应急避难场所的规划建设为研究重点。研究对象多为单一的城市或某种类型的社区等，如赖俊彦等提出了新建社区地震应急避难规划设计原则，基于大连市具体的规划措施，验证了该规划设计原则的实际可操作性<sup>[16]</sup>。第二，对于地震应急响应与处置研究的重视。诸多研究关注于地震灾害的救援规划、疏散路径及场地规划等方面，如苏幼坡等从灾前和灾后两个时间段，研究了国内老龄化社会面临重大地震灾害时老年人的应急救援相关措施<sup>[17]</sup>；杨剑峰等以某大学校园为例，运用 Pathfinder 软件构建地震应急疏散仿真模型，解决了地震灾害时城市人员密集区域的疏散路线规划问题<sup>[18]</sup>。

#### ②聚类 0、3：城市绿地与避难场所

“城市绿地”和“避难场所”这两个聚类中的文献研究主要集中于城市绿地防灾规划建设及避难场所的应急能力与评估研究。汶川地震后，大量避灾人员涌入灾区范围内为数不多的绿地公园，期间内发生的安全隐患问题十分严重并且公园内应急避震的必要设施严重不足。因此，加快推进城市绿地的改造规划和项目建设，实现城市绿地平时与灾时的功能转换十分必要。另外，近几年也有诸多关于地震应急避难场所的应急能力与评估方面的研究。目前国内学者主要基于某些关联因素研究地震应急避难场所的应急能力，或者基于应急管理体系的综合应急能力以及运用空间网络分析方法、遥感及 GIS 技术等多种方法构建地震应急避难场所的应急能力评估体系。

#### ③聚类 5、7：地震应急与应急管理

“地震应急”与“应急管理”这两个聚类中的文献研究可归纳为地震应急避难场所的选址优化与灾时运营两大重点。目前国内大多文献基于单目标、多约束多目标或多准则选址模型等对地震应急避难场所的选址进行优化。相较于单目标选址模型无法兼顾其他重要目标，多约束多目标选址模型则更受学者们的青睐。如马运佳等构建了满足距离和容量约束的地震应急避难场所选址多目标模型，并以海南省文昌市为例进行实证分析<sup>[19]</sup>。此外，地震应急避难场所在实现其避难功能的同时也出现了运营效率低下的问题，因此需要相应策略解决此问题，如钱洪伟等构建了地震应急避难场所灾时运营中弱势群体救助管理技术体系，并将该体系与汶川地震、玉树地震应急避难场所运营中弱势群体的管理进行了调查及差异性分析<sup>[20]</sup>。

#### ④聚类 4、8、9：公共安全、综合防灾与防震减灾

“公共安全”、“综合防灾”和“防震减灾”是地震应急避难场所研究中学者们最为关注的主题聚类。该部分聚类中的文献主要是地震应急避难场所空间布局优化研究、综合减灾管理体系研究及评估地震应急避难场所的可达性等。目前国内该领域的研究更多集中于避难场所空间布局及其可达性评估研究，其



中网络分析法和两步移动搜寻法使用较为广泛且各有特点,如周爱华等利用 GIS 技术和两步移动搜寻法对北京城区现有地震应急避难场所空间布局进行了可达性分析<sup>[21]</sup>;也有学者利用改进引力模型法分析了避难场所对居民点的吸引力,从避难场所的可达性和拥挤度两个方面对避难场所空间分布的合理性进行了评价<sup>[22]</sup>。

## 5 结论

本研究主要基于 CiteSpace 梳理整合了我国地震应急避难场所的研究现状并分析了热点主题,主要结论如下:

①国内地震应急避难场所研究内容总体上受地震灾害驱动比较突出。从年度发文量以及分布来看,地震应急避难场所研究与地震灾害的发生密切相关。年度发文量于 2008 年时突然呈现出上升趋势,其中关于防震减灾和灾后重建的研究大量涌现,与此相对应的是这一年发生了汶川地震等特大自然灾害。因此,特定灾害事件的大量发生往往会促使相关研究快速发展。

②国内地震应急避难场所研究整体上存在地域差异。在研究地域方面有明显的空间差异,发文量较多的机构大多集中在中、东部地区,在一定程度上与国内综合自然灾害风险等级的格局相对应,北京、四川和河北等地区的研究次数超过了 10 次,研究机构的地域分布发展相对不均衡,这体现了具有经济发达和地震灾害频发两大属性的地区是地震应急避难场所研究的热点地区。

③地震应急避难场所的研究内容还不够深入。国内地震应急避难场所研究主要集中在城市防震减灾规划建设、应急救援、应急能力与评估等方面,并对应急避难场所选址、可达性和空间布局等进行了较为详细的多案例探讨,但对复合型地震灾害的预测分析和应急信息管理研究较少,而随着现代信息技术的蓬勃发展,学者们需要从不同的角度出发进行更多的跨学科研究。然而,现有研究中不同学科领域之间的合作相对较少,跨学科的综合研究趋势尚未形成。

④地震应急避难场所的研究方法和技术经历了由定性到定量、单目标到多目标的转变。空间网络分析方法、引力模型法、遥感及 GIS 技术和阶段分析法等方法的利用在地震避难场所应急能力评估体系研究中被逐渐重视。但研究方法大多基于单学科,在多学科交叉研究上存在不足,并且定量研究的占比少于定性研究,大数据驱动的地震应急避难场所研究更是处于初期发展阶段。因此,地震应急避难场所研究在方法上还需综合运用多学科的理论方法和研究工具,这将有利于突破以往单一学科视角和理论方法所造成的研究局限性。

## 参考文献

- [1] 杨洋,王颖,何春阳,等.21 世纪以来城市蔓延国际研究进展与趋势——基于 CiteSpace 的知识图谱分析[J].世界地理研究,2020,29(04):750-761.
- [2] 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(01):126-131.
- [3] 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(02):155-160.
- [4] 李刚,马东辉,苏经宇,等.城市地震应急避难场所规划方法研究[J].北京工业大学学报,2006(10):901-906.
- [5] 娄宇,叶正强,胡孔国,等.四川汶川 5.12 地震房屋震害分析及抗震对策建议[J].建筑结构,2008(08):1-7.
- [6] 郑曦,孙晓春.城市绿地防灾规划建设和管理探讨——基于四川汶川大地震的思考[J].中国人口·资源与环境,2008,18(06):152-156.
- [7] 钱洪伟,尹香菊,佟艳.基于制约因素的城市应急避难场所运行能力评价指标体系构建——以汶川地震时某城市应急避难场所为例[J].中国安全科学学报,2013,23(06):158-164.
- [8] 杨培峰,尹贵.城市应急避难场所总体规划方法研究——以攀枝花市为例[J].城市规划,2008(09):87-92.
- [9] 辜智慧,徐伟,袁艺,等.农村灾害避难场所布局规划评价研究——以四川省小鱼洞镇为例[J].灾害学,2011,26(03):115-119+138.
- [10] 周爱华,谌丽,朱海勇,等.社区尺度的北京中心城区应急避难场所布局合理性研究[J].安全与环境学报,2021,21(04):1662-1669.

- [11] 马丹祥,初建宇,王志明,等.灾后防灾避难场所失效补充选址问题研究[J].世界地震工程,2016,32(01):117-123.
- [12] 陈明洁,吕飞.基于社会网络分析的苏州古城区应急避难场所布局优化研究[J].城市发展研究,2022,29(04):1-8+15.
- [13] 陈宣先,王培茗,付志国.基于灾害风险评估的山地城市固定避难场所布局优化研究——以东川区为例[J].自然灾害学报,2020,29(01):162-174.
- [14] 周波,徐浙,冯田.基于 CiteSpace 的中国低碳城市研究知识图谱分析[J].城市发展研究,2022,29(05):86-94.
- [15] 陈悦,陈超美,刘则渊,等.CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J].科学学研究,2015,33(02):242-253.
- [16] 赖俊彦,李亦纲,杜晓霞,等.新建社区的地震应急避难规划研究[J].震灾防御技术,2015,10(03):629-638.
- [17] 苏幼坡,陈艳华,陈建伟,等.老龄化社会重大地震灾害老年人的应急救援[J].世界地震工程,2015,31(04):31-35.
- [18] 杨剑锋,展慧,陈良超,等.考虑地震灾害的城市人员密集区域应急疏散路线规划[J].清华大学学报(自然科学版),2022,62(01):70-76.
- [19] 马运佳,赵秀娟,秦连杰,等.多约束多目标的灾害避难所选址优化研究——以海南省文昌市为例[J].灾害学,2018,33(01):218-224.
- [20] 钱洪伟,尹香菊,金英淑.地震应急避难场所灾时运营中弱势群体救助管理技术体系研究[J].灾害学,2016,31(02):164-170.
- [21] 周爱华,张景秋,张远索,等. GIS 下的北京城区应急避难场所空间布局与可达性研究[J].测绘通报,2016(01):111-114.
- [22] 苏浩然,陈文凯,王紫荆,等.基于改进引力模型的城市应急避难场所空间布局合理性评价[J].地震工程学报,2020,42(01):259-269.

## 【作者简介】

<sup>1</sup> 张晶晶 (1999-), 女, 汉族, 学士, 研究方向: 工程建造与管理, 西华大学土木水利专业硕士。Email: 1045050227@qq.com

<sup>3</sup> 张怀, 男, 汉族, 博士, 教授, 研究方向: 主要从事区域分解算法和软件实现 (LMDDM) 的教学及研究工作, 中国科学院数学研究所理学博士。Email: hzhang@ucas.ac.cn

<sup>2</sup> 李海凌 (1976-), 女, 汉族, 博士, 教授, 研究方向: 主要从事工程项目管理及最优化技术的教学及研究工作, 西南交通大学项目管理专业博士。Email: lhl@mail.xhu.edu.cn