

吴瑶瑶, 郭浩, 王颖, 等. 综合灾害风险防范凝聚力研究进展与展望[J]. 灾害学, 2018, 33(4): 217-222. [WU Yaoyao, GUO Hao, Wang Ying, et al. Review and prospect on consilience researches of integrated disaster risk governance [J]. Journal of Catastrophology, 2018, 33(4): 217-222. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2018.04.037.]

综合灾害风险防范凝聚力研究进展与展望*

吴瑶瑶^{1,2,3}, 郭浩³, 王颖³, 王静爱^{1,2,3}

(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. 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; 3. 北京师范大学地理科学学部, 北京 100875)

摘要:“凝聚力”一直以来是地理学和众多相关学科开展综合研究关注的焦点。不同研究领域各有侧重,旨在通过“凝聚力”的理解与应用,回答本领域的“综合性”和“系统性”问题。在灾害风险防范领域,近年来引入了“凝聚力”概念,为该领域开展综合研究开辟了一条新思路。该文从人文、自然、综合地理过程的角度,分别梳理了凝聚力研究的理论与方法,总结了各相关领域对开展综合灾害风险防范凝聚力研究的启示。结果表明:①人文过程的凝聚力研究,主要关注“人与人、人与社会”的人文地理过程关系,其强调通过制度设计、将各个要素团结起来,最终使得社会资源发挥最大效益。主要方法包括多指标综合、概念模型分析和情景模拟等;②自然过程的凝聚力研究,主要从自然地理系统的角度分析凝聚力,探讨维护自然地理系统各要素功能在其系统中的稳定性。主要方法包括实验法、力学模型、属性比值法等;③灾害风险防范的凝聚力研究,主要从社会-生态系统的角度分析凝聚力,认为凝聚力是综合减灾过程中,人们的共识与减灾资源利用效率和效益最大化的实现过程。主要方法包括多元回归分析、凝聚力概念模型、凝聚力模型以及仿真模拟等。进一步从多灾种、多过程角度开展凝聚力的实践研究,加强定量化和模拟计算对综合灾害风险防范具有重要理论和应用价值。

关键词:灾害; 社会-生态系统; 风险防范; 综合; 凝聚力; 共识

中图分类号: X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2018)04-0217-06

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2018.04.037

“凝聚力”一直以来是众多领域研究的焦点问题^[1]。该词起源于人文社会学,而后在地理学不同领域逐步发展起来。早在1893年,法国社会学家 Durkheim 就提出社会凝聚力概念,阐述其包括有社会分工情况下的有机团结和无社会分工情况下的机械团结^[2]。1950年, Festinger^[3]提出凝聚力是使成员留在组织内的力量。后来,也有些学者采用凝聚力描述模块之间和物质之间的关系^[4-5]。目前,凝聚力成为地理学领域中十分热门的研究内容。近年来,灾害风险防范研究领域从灾害系统形成角度,开展降低脆弱性、提高恢复性、增强适应性等研究^[6-10],高度关注“凝聚力”问题^[11]。

1 人文地理过程的凝聚力研究

人文地理过程凝聚力研究的核心在于通过各种制度设计协调人与社会、人地关系的系统问题,使资源发挥最大效益从而促进社会发展。对于凝

聚力的认识主要从以下两方面开展研究。

从“社会关系”角度分析凝聚力。该类研究认为凝聚力是地理区域内社会关系的体现,主要通过社会成员的意识形态、联系紧密程度和参与活动积极程度进行表达^[12-13]。比如: Buckner 提出社区心理感知、社区吸引力和邻里关系是凝聚力的三个组成部分^[14]; Moody 等认为凝聚力是关系模式的突出属性^[15]; Vinson 将社会关系、成员参与社会活动等视为凝聚力重要组成成分^[16]。还有学者认为凝聚力是社会成员之间的团结与合作。个人的地方归属感、互信程度和活动意愿程度等影响成员间的交流和社会关系网络的构建^[17-19]。

从“政策管理”角度分析凝聚力。该类研究主要由众多国家、跨国政治机构和组织发起,其中主要的机构有加拿大政府,欧洲委员会,澳大利亚政府、英国政府等。此类凝聚力研究注重社会可持续发展能力建设,强调公平性,提倡缩小贫富差距等^[20-22]。加拿大政策研究所将凝聚力视为

* 收稿日期: 2018-01-12 修回日期: 2018-04-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(41671501); 国家自然科学基金创新群体(41321001)

第一作者简介: 吴瑶瑶(1991-),女,福建宁德人,博士研究生,自然灾害风险与凝聚力研究. E-mail: wuyaoyao@mail.bnu.edu.cn

通讯作者: 王静爱(1955-),女,河北定州人,硕士,教授,自然灾害风险研究. E-mail: jwang@bnu.edu.cn

基于信任、希望和互惠,发展具有共同认识,共同挑战和机会的过程^[23]。欧洲理事会认为尊重人的尊严,合理考虑多样性,公平获取现有资源等是凝聚力重要内容^[24]。还有政治机构指出凝聚力政策直接促进经济、就业发展,提升区域竞争力^[25]。

人文地理过程凝聚力研究方法主要有三种。

(1)多指标综合法,主要通过各种算法(如加权求和、累加、算术平均等)将多个指标综合成凝聚力指数。指标综合途径主要有两种:一是加权求和,其中指标权重的确定则是重中之重。有学者选用物质凝聚力、精神凝聚力、政治凝聚力、文化凝聚力和安全凝聚力等5个指标,通过熵权法确定权重,用加权求和结果表达国家凝聚力^[26];二是对指标得分直接求和或求算术平均^[27-29]。有学者选取生活满意度、政府工作效率、文化多样性、社会参与和认同感等多项指标表示凝聚力,每个指标设置相应的打分题,最后通过计算被试的总分得到凝聚力指数^[30]。还有学者采用社区心理感知、吸引力和邻里关系3个指标,用对应题目的总分表达凝聚力^[31]。

(2)概念模型分析法。概念模型搭建起凝聚力理论和实践的桥梁,它可以直观体现凝聚力形成过程、内部影响因子互相作用的过程等。有学者提出凝聚力因果模型^[32],认为凝聚力是社会团结的表现,一个社会有许多相互联系的方面,比如经济、健康、安全等,这些方面的效益以某种方式分配,其中经济、社会政策等会影响分配的公平性。这个模型解释了凝聚力因社会效益公平分配而产生,而社会效益又因凝聚力提升而提高,它解释凝聚力的反馈机制,强调了政策在凝聚过程中的重要性。也有学者为了揭示社会的系统功能,提出可持续发展模型^[33],阐明在复杂的环境下,凝聚力、政策、智慧、协调力和执行力等五大系统功能对社会的综合影响。

(3)情景模拟法,从动态视角研究凝聚力。有学者设计了一种基于元胞自动机(Cellular Automata, CA)间距识别的模拟方法,其核心思想是利用元胞之间的距离描述社会场中的各种引力,包括用距离描述企业管理措施和员工对企业的忠诚度与员工之间凝聚力的变化^[34]。文中假设了企业采取的管理措施缓慢地兼顾企业(元胞1)和非正式组织(元胞2)的利益、较快地兼顾企业和非正式组织利益两种方案,两个元胞移动的快慢程度通过控制移动时间段数完成,每个方案中模拟员工类型:均为经济型、均为社会性、均为双重型以及三种类型员工数量相等这四种情景,模拟时可以看到元胞移动过程和元胞分布格局,最终通过输出员工忠诚度和凝聚力大小判断管理方案的优劣。也有学者在研究团队凝聚力和绩效之间的关系时,采用基于知识的定性模拟方法探讨绩效提升方案。该方法核心思想是基于专家知识进行变量属性值阈的排列组合:假设凝聚力

(AG)对绩效(PF)影响的属性值阈为{+, 0, -},绩效规则(CR)对绩效影响的属性值阈为{+, 0, -},则在凝聚力和绩效规则共同作用下,团队绩效的值阈为{2+, +, 0, -, 2-},AG对应得分为1, 0, -1, CR调整对应的管理成本得分为2, 1, 0。CR的不同值表达了决策者对团队行为的不同策略。经过CR 3个阶段情景模拟,得到了 $3^3 = 27$ 种策略,对比各策略得分和成本得分,判断系统采用何种策略最有利于提升凝聚力和团队绩效^[35]。

2 自然地理过程的凝聚力研究

凝聚力一直以来也是自然地理过程研究的热点问题。这些研究倾向于从凝聚力角度解决系统功能稳定性,以及提高资源利用率等问题。物理、化学、生物、信息工程等的凝聚力研究根据各学科任务而各有侧重。总体而言,主要从以下两方面开展研究:

从“力”的角度分析凝聚力。物理学、化学和生物学的自然地理过程研究偏向于从这一角度进行理解。比如物理、化学方面,有学者认为凝聚力是原子、分子间的吸引力^[36],也有学者认为它是颗粒间的吸引力^[37]。生物方面,有许多学者提出凝聚力是小分子粘合在一起的力量^[38-39]。从该角度研究的凝聚力强调物质之间的相互作用。

从“互相联系、互相依赖程度”的角度分析凝聚力。信息工程在此方面的研究较多^[40-41]。有学者提出凝聚力是软件系统中类(class)相互联系的程度^[42],也有学者认为凝聚力是模块之间元素归属的程度,也是类之间功能上的一致程度^[5],凝聚力能够帮助理解软件各项指标是如何联系在一起^[43]。从该角度研究的凝聚力注重系统内部实体间的关系。

自然地理过程凝聚力研究方法主要有两种:
①从“力”的角度进行分析的方法偏向于采用室内实验或者是力学模型。比如Daniel R^[44]设计室内水底床面模拟实验,量化物理和生物凝聚力对平衡床面形态的影响。还有学者构建模型表达化合物颗粒间的凝聚力与它们之间接触时间、接触力、温度等变量的关系^[45]。
②从“互相联系、互相依赖程度”的角度进行分析的方法主要有属性比值法。比如Cinneide用间接共享属性类(class)数量与直接共享属性类数量比值表达凝聚力,进而评价其影响系统冲突的程度^[43]。Jehad^[41]通过计算系统中相互联系的类的数量与总数量比值,从而评价系统的凝聚力。也有学者采用基于信息论的方法计算模块内部的耦合程度,凝聚力大小则用系统中模块耦合程度与节点耦合程度的比值表示^[46]。还有学者通过用节点间脆弱联系数量与系统中所有脆弱联系总数量的比值表达凝聚力^[47]。

3 社会——生态系统的凝聚力研究

灾害风险系统是典型的社会——生态系统。社会——生态系统的凝聚力研究多数与灾害风险防范相关。在凝聚力与灾害应对行为的关系研究中,对凝聚力的认识大部分借鉴人文地理过程的理解,主要强调它是社会个体间的联系、团结程度,以及群体对个体的吸引力等^[27, 48]。在综合灾害风险防范研究中,史培军^[11]引入了“凝聚力”概念(consilience),认为凝聚力是综合减灾过程中,人们的共识和减灾资源利用效率和效益最大化的实现过程。他还进一步提出了凝聚力的四大原理,以此阐释社会—生态系统综合防范风险时形成共识和产生聚力的过程,以及达到“凝心”和“聚力”目标的能力。其中对应“凝心”的“协同宽容”和“协同约束”原理从非动力因素层面强调系统通过协同运作,使风险防范主体达成共识的统一,在对“约束”接受的基础上,实现有限资源的合理配置。对应“聚力”的“协同放大”和“协同分散”原理从动力因素层面强调系统通过协同运作,使整体抗打击能力和社会福利实现“1+1>2”的效果,同时子系统面临的风险可以在整体系统中得到分散。这些原理更深入地揭示了凝聚力从综合灾害风险防范结构体系和功能体系上减轻灾害影响的机制。

社会——生态系统凝聚力研究方法主要有三类。

(1)基于多元回归的关系分析法,主要有三种形式。①多项式方程。比如有学者评价农户凝聚力对灾后损失恢复力的影响时,构建了灾后损失恢复力指数、凝聚力指数、农户受灾程度和其它变量的多元回归模型,通过孟加拉国140个乡村2680份随机调查问卷数据对参数进行拟合,得到凝聚力相对于灾后损失恢复的回归系数^[49]。也有学者在研究凝聚力和灾后严重创伤应激障碍(Posttraumatic Stress Disorder, PTSD)之间的关系时,考虑区域差异,采用空间杜宾回归模型(Spatial Dubin Model),基于日本岩沼市3567份调查问卷拟合回归系数^[50]。还有学者在分析区域(region)和社区(comuna)凝聚力影响因子(生活满意度、信任、志愿活动等)与地震暴露的关系时,考虑不随时间改变的因素,采用固定效应模型(Fixed Effects Model),通过智利国家地震中心和USGS的地震数据以及智利国家普查数据拟合参数^[51]。②结构方程模型(Structural Equation Model)。主要用于研究变量间多个因果关系。有学者通过36份半结构化访谈建立凝聚力因子与居民火灾备灾的因果关系路径,在模型中输入1177份调查问卷数据计算澳大利亚三个社区、个人凝聚力对居民火灾备灾决策的解释率(R^2)以及多个因果关系的路径系数(回归系数)^[52]。还有学者也构建了SEM计算包括凝聚力在内的多个变量对潜在变量(脆弱性、恢复性)

的影响,进而计算潜在变量对居民面临水灾时心理压力的解释率^[53]。③逻辑回归(logistic regression)。比如Cagney采用逻辑回归方法,一方面分析凝聚力与人们的备灾信心、灾后恢复信心的关系,另一方面也计算高凝聚力社会和低凝聚力社会的凝聚力与备灾信心的关系^[29]。

(2)模型机制分析法。通过构建模型分析凝聚力中多种影响因子的相互作用,进而分析凝聚力内在机制。在综合风险防范领域,主要有两种模型:①凝聚力模型(图1)。它强调多主体、多系统、多措施是凝聚力形成的重要条件,认为不同等级政府,事业单位,企业以及个人需有高度共识,使得社会、生态、经济和制度四个子系统形成一个合作、沟通、协作和共建的综合系统^[11],该概念模型为研究“凝心”和“聚力”构建了理论认知框架。②凝聚度模型。它是在凝聚力模型基础上,运用系统科学思想提出的含有网络凝聚度概念的模型^[54]。该模型由节点功能相位函数、节点功能强度和节点间的联结效率三部分组成,为量化综合灾害风险防范的“凝心”和“聚力”提供了具体途径。其核心内容是假设一个网络系统,有 N_N 个节点和 N_E 条连接。每个节点都有各自的功能相位(比如共识、价值观、合作意愿等),可以通过功能相位函数 $f_{\theta_i}(\theta_i, \theta_j)$ 计算节点互补或干扰的程度,结果反映“凝心”情况。功能强度则通过计算节点的减灾资源拥有量、减灾能力等,反映“聚力”情况。节点间的联结效率则将所有联系的节点考虑到网络系统当中。该模型对“凝心”和“聚力”的刻画又深入一步。③共识模型,主要对不同主体关于同一事物判断的一致性进行分析,虽然没有应用在综合灾害风险防范研究中,但其核心思想与“凝心”评价高度契合,适合引入到凝聚力定量研究中深入探讨。比如有用0或1表达主体一致程度的硬共识模型^[56],还有用 $[0, 1]$ 之间的数值衡量一致性程度的软共识模型^[57]。此外,基于多维空间向量的余弦模型也可计算主体间的共识程度,比如通过计算 n 维空间向量 \vec{x}_n, \vec{y}_n 的余弦值表达主体X和主体Y的差异。另外,信息工程中同步性研究也可作为共识模型的参考。如有学者通过离差模型,计算给定时间内某节点与所有节点空间平均状态之差判断同步程度^[58],还有学者通过构建指数表达网络节点的同步性^[59]。这些都为进一步完善“凝心”量化提供借鉴。

(3)凝聚度仿真模拟。它在凝聚度模型基础上,利用仿真实验说明凝聚力系统抗打击的效果^[54-55]。该实验核心思想是通过设置复杂网络中不同节点连接情景,模拟凝心聚力过程,最终通过计算网络凝聚度解释如何组织和优化节点才能获得更好的凝聚效果。实验按照三种递进思路设计不同情景(网络模型)进行模拟,首先随机选择没有连接到一起的节点,根据链接概率函数,通过两节点间功能相位差计算添加新链接的概率,从而计算网络平均凝聚度;在此基础上,当考虑

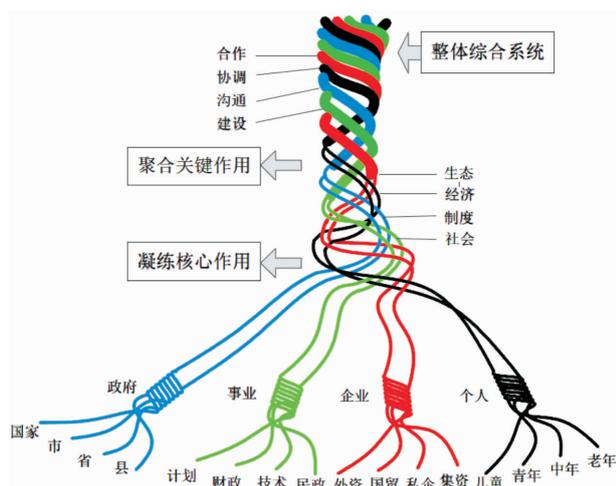


图1 灾害综合风险防范凝聚力模型^[11]

资源限制等因素,在网络中只能添加固定的NE条链接时假设了两种情况,一种是网络中央决策者根据全局最优目的设置节点链接,另一种是各节点根据自己最优化需求主动建立链接(不存在中央决策者);当然,节点的链接还和它们之间的距离相关,两节点间距离越大,链接的成本就越高,链接的效率可能越低,所以最后设计的情景考虑了距离对节点链接的影响。通过以上各种链接情景模拟,得到的结果阐释了凝聚度系统的优化过程。

基于上述,凝聚力研究是深入开展综合灾害风险防范的重要途径,不同地理过程的凝聚力研究对其都有所启发。理论层面:综合人文地理过程和自然地理过程研究领域对凝聚力的理解,提出了该领域的凝聚力是在综合减灾中,人们的共识与减灾资源效率和效益最大化的实现过程。研究方法层面:多指标综合为凝聚力指标综合提供参考;多元回归中提及的空间杜宾模型、固定效应模型、结构方程模型等为全面考虑空间、时间以及人为因素对凝聚力的贡献提供思路;概念模型从整体角度理解凝聚力的内在机制;凝聚度模型则从网络系统角度综合考虑主体的共识(凝心)、节点功能强度(聚力)、联系等;模拟与仿真则有助于揭示凝聚力动态规律。

4 综合灾害风险防范凝聚力研究展望

(1)从理论向应用实践方向发展。目前,综合灾害风险防范凝聚力研究存在理论多、实践少的问题。由于凝聚力旨在从两个维度解释综合灾害风险防范的效果:①灾害形成角度,凝聚力如何协调承灾体脆弱性、恢复性和适应性的关系,从而减轻灾害的影响?②减灾角度,凝聚力如何指导“备灾、应急、恢复、重建”结构体系和“设防、应急、救灾救济、风险转移”功能体系的优化?这些问题急需实践进行回答。由北京师范大学主

持的国家自然科学基金面上项目“区域农业旱灾综合风险防范凝聚力模式研究”(2017-2020),针对中国水田农业典型区(鼎城)、灌溉农业典型区(邢台)和雨养农业典型区(兴和)正开展旱灾风险防范的凝聚力研究。这些研究将为凝聚力的实践应用奠定基础,同时证明凝聚力在综合灾害风险防范中的应用价值。

(2)从定性、半定量向更加量化、动态化方向发展。综合灾害风险防范凝聚力研究还存在定性多、定量少的问题。随着对凝聚力内涵、机制更深入的理解,量化和动态化研究将成为趋势。①构建综合灾害风险防范凝聚力指标体系。衡量凝聚力大小需要同时考虑风险防范主体的“软实力(共识)”和“硬实力(资源利用效率与效益)”。从多主体、多措施角度出发,充分考虑“凝心”与“聚力”的表达,构建“分主体-分软硬”的凝聚力指标体系,其中硬指标可从人力、物力、财力展开,软指标可从认知、情感、意志和行为展开。②构建综合灾害风险防范的共识模型。不同风险防范主体共识的定量表达是凝聚力计算的关键和难点。未来,一方面应该对不同主体的“凝心”指标,比如意愿度、满意度、团结度等的共识程度进行量化综合表达;另一方面,还应该对共识模型的区域适应性进行优化。③多情景模拟研究。在全球变化背景下,IPCC发布的4种典型浓度路径(RCPs)和5种新的社会经济情景——共享社会经济路径(SSPs)较为全面地考虑未来社会-生态系统的发展情况。目前,多情景模拟在灾害风险研究中日渐兴起,也将推动凝聚力研究往动态化方向发展。多情景模拟有助于预测凝聚力变化,从而为制定科学的综合风险防范规划提供重要参考。

(3)从单一灾种、单一过程向综合方向发展。由于灾害风险系统要素、空间和过程的复杂性,凝聚力为该领域开展综合研究开辟了一条新的思路。主要体现在:①多灾种综合的凝聚力研究。灾害群聚群发、链发与碰头等的累加和叠加可放大致灾程度,形成巨灾风险。因此,针对灾害群、灾害链和灾害遭遇,开展凝聚力研究是巨灾综合风险防范的主要发展方向。②多过程综合的凝聚力研究。灾前备灾、灾中应急与灾后恢复重建共同影响综合灾害风险防范效果。因此,针对单次灾害过程、区域灾害过程,开展防灾、抗灾和救灾等多过程的凝聚力研究也是未来发展方向。

参考文献:

- [1] Schiefer D, van der Noll J. The essentials of social cohesion: a literature review[J]. Social Indicators Research, 2016; 1-25.
- [2] Durkheim é. The division of labour in society, tr Halls WD[M]. MacMillan, Basingstoke, 1893.
- [3] Festinger L. Informal social communication[J]. Psychological Review, 1950, 57(5): 271.
- [4] Briand L C, Morasca S, Basili V R. Property-based software engineering measurement[J]. Ieee Transactions on Software Engi-

- neering, 1996, 22(1): 68–86.
- [5] Marcus A, Poshvyanyk D, Ferenc R. Using the conceptual cohesion of classes for fault prediction in Object – Oriented systems [J]. *Ieee Transactions on Software Engineering*, 2008, 34(2): 287–300.
- [6] Vasquez – Leon M, West C T, Finan T J. A comparative assessment of climate vulnerability: agriculture and ranching on both sides of the US – Mexico border [J]. *Global Environmental Change – Human and Policy Dimensions*, 2003, 13(3): 159–173.
- [7] Mercer J. Disaster risk reduction or climate change adaptation: Are we reinventing the wheel? [J]. *Journal of International Development*, 2010, 22(2): 247–264.
- [8] Adger W N, Brown K, Nelson D R, et al. Resilience implications of policy responses to climate change [J]. *Wiley Interdisciplinary Reviews – Climate Change*, 2011, 2(5): 757–766.
- [9] 胡俊锋, 杨佩国, 吕爱锋, 等. 基于 ISM 的区域综合减灾能力评价指标体系研究 [J]. *灾害学*, 2014, 29(1): 75–80.
- [10] 曹诗嘉, 方伟华, 谭骏. 基于海南省“威马逊”及“海鸥”台风次生海岸洪水灾后果卷调查的室内财产脆弱性研究 [J]. *灾害学*, 2016, 31(2): 188–195.
- [11] 史培军, 汪明, 胡小兵, 等. 社会—生态系统综合风险防范的凝聚力模式 [J]. *地理学报*, 2014, 69(6): 863–876.
- [12] CHAN J, TO H, CHAN E. Reconsidering social cohesion: developing a definition and analytical framework for empirical research [J]. *Social Indicators Research*, 2006, 75(2): 273–302.
- [13] Săvoiu G. The holistic concepts of disaster management and social cohesion – statistics and method [J]. *Scientific Bulletin*, 2011: 3.
- [14] Buckner J C. The development of an instrument to measure neighborhood cohesion [J]. *American Journal of Community Psychology*, 1988, 16(6): 771–791.
- [15] Moody J, White D R. Social cohesion and embeddedness: a hierarchical conception of social groups [J]. *American Sociological Review*, 2003, 68(1): 103–127.
- [16] Vinson T. Community adversity and resilience: the distribution of social disadvantage in Victoria and New South Wales and the mediating role of social cohesion [M]. *Jesuit Social Services Melbourne*, 2004.
- [17] Botterman S, Hooghe M, Reeskens T. ‘One Size Fits All’? An empirical study into the multidimensionality of social cohesion indicators in Belgian local communities [J]. *Urban Studies*, 2012, 49(1): 185–202.
- [18] Carron A V. Cohesiveness in sport groups: interpretations and considerations [J]. *Journal of Sport psychology*, 1982, 4(2): 123–138.
- [19] Kearns A, Forrest R. Social cohesion and multilevel urban governance [J]. *Urban Studies*, 2000, 37(5/6): 995–1017.
- [20] Maxwell J. Social dimensions of economic growth [R]. Canada: Department of Economics University of Alberta, 1996.
- [21] Forrest R, Kearns A. Social cohesion, social capital and the neighbourhood [J]. *Urban Studies*, 2001, 38(12): 2125–2143.
- [22] Rolfe R E. Social cohesion and community resilience: a multi – disciplinary review of literature for rural health research [C]. Halifax: Department of International Development Studies Faculty of Graduate Studies and Research Saint Mary’s University, 2006.
- [23] Initiative P R. Sustaining growth, human development and social cohesion in a global world [R]. A Report Prepared for the Policy Research Initiative, 1999: 22.
- [24] De Europa C. Concerted development of social cohesion indicators, methodological guide [Z]. Council of Europe Publishing. <http://book.coe.int>, 2005.
- [25] Commission E. Growing regions, growing europe: fourth report on economic and social cohesion; provisional version [R]. Office for Official Publications of the European Communities, 2007.
- [26] 杨多贵, 周志田, 宋瑶瑶, 等. 世界主要国家的国家凝聚力评价研究 [J]. *中国科学院院刊*. 2016, 31(11): 1215–1223.
- [27] CHANG K. Community cohesion after a natural disaster: insights from a Carlisle flood [J]. *Disasters*, 2010, 34(2): 289–302.
- [28] Le F, Tracy M, Norris F H, et al. Displacement, county social cohesion, and depression after a large – scale traumatic event [J]. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 2013, 48(11): 1729–1741.
- [29] Cagney K A. Social resources and community resilience in the wake of superstorm sandy [J]. *Plos One*, 2016, 11(8): 1–17.
- [30] Johnson J. Social cohesion: an investigation into post – earthquake Christchurch [D]. Lincoln University, 2015.
- [31] Townshend I, Awosoga O, Kulig J, et al. Social cohesion and resilience across communities that have experienced a disaster [J]. *Natural Hazards*, 2015, 76(2): 913–938.
- [32] Stanley D. What do we know about social cohesion: The research perspective of the federal government’s social cohesion research network [J]. *Canadian Journal of Sociology/Cahiers canadiens de sociologie*, 2003: 5–17.
- [33] Espejo R. Observing organisations: the use of identity and structural archetypes [J]. *International Journal of Applied Systemic Studies*, 2008, 2(1): 6–24.
- [34] 胡斌, 章德斌. 基于元胞自动机间距识别的员工行为模拟方法 [J]. *系统工程理论与实践*, 2006(2): 83–96.
- [35] 黎志成, 龚晓光, 胡斌. 团队凝聚力与绩效系统定性模拟研究 [J]. *华中科技大学学报(自然科学版)*, 2004(9): 89–92.
- [36] Lennard – Jones J E. Cohesion [J]. *Proceedings of the Physical Society*, 1931, 43(5): 461.
- [37] Adunoye G O. Study of relationship between fines content and cohesion of soil [J]. *British Journal of Applied Science & Technology*, 2014, 4(4): 682.
- [38] Ohayon Y R, Sha R, Flint O, et al. Covalent linkage of one – dimensional DNA arrays bonded by paranemic cohesion [J]. *ACS Nano*, 2015, 9(10): 10304–10312.
- [39] DING B Q, SHA R J, Seeman N C. Pseudo-hexagonal 2D DNA crystals from double crossover cohesion [J]. *Journal of The American Chemical Society*, 2004, 126(33): 10230–10231.
- [40] Patidar K, Gupta R, Chandel G S. Coupling and cohesion measures in object oriented programming [J]. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 2013, 3(3): 517–521.
- [41] Hakik L M, El Harti R. Measuring coupling and cohesion to evaluate the quality of a remodularized software architecture result of an approach based on formal concept analysis [J]. *International Journal of Computer Science and Network Security (IJCSNS)*, 2014, 14(1): 11–16.
- [42] Al Dallal J. Empirical exploration for the correlation between class object – oriented connectivity – based cohesion and coupling [J]. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering*, 2015, 9(4): 934–937.
- [43] Cinneide M O, Moghadam I H, Harman M, et al. An experimental search – based approach to cohesion metric evaluation [J]. *Empirical Software Engineering*, 2017, 22(1): 292–329.
- [44] Parsons D R, Schindler R J, Hope J A, et al. The role of biophysical cohesion on subaqueous bed form size [J]. *Geophysical Research Letters*, 2016, 43(4): 1566–1573.
- [45] Lee B R, Sum A K. Micromechanical cohesion force between gas hydrate particles measured under high pressure and low temperature conditions [J]. *Langmuir*, 2015, 31(13): 3884–3888.
- [46] Allen E B, Khoshgoftaar T M. Measuring coupling and cohesion of software modules: An information – theory approach [M], 2000: 124–134.
- [47] Agrawal A, Khan R A. Assessing impact of cohesion on security – an object oriented design perspective [J]. *Pensee*, 2014, 76(2):

- 144 – 155.
- [48] HUANG C, WANG J, LIN T. Resource sufficiency, organizational cohesion, and organizational effectiveness of emergency response [J]. *Natural Hazards*, 2011, 58(1): 221 – 234.
- [49] Chowdhury M J A. Social cohesion and natural disaster loss recovery of households: experience from Bangladesh[EB/OL]. search. oecd. org, 2011.
- [50] Hikichi H, Aida J, Tsuboya T, et al. Can community social cohesion prevent posttraumatic stress disorder in the aftermath of a disaster? A natural experiment from the 2011 Tohoku earthquake and tsunami[J]. *American Journal of Epidemiology*, 2016, 183(10): 902 – 910.
- [51] Calo – Blanco A, Kováčik J, Mengel F, et al. Natural disasters and indicators of social cohesion[J]. *Plos One*, 2017, 12(6): 1 – 13.
- [52] Prior T, Eriksen C. Wildfire preparedness, community cohesion and social – ecological systems [J]. *Global Environmental Change*, 2013, 23(6): 1575 – 1586.
- [53] Greene G, Paranjothy S, Palmer S R. Resilience and vulnerability to the psychological harm from flooding: the role of social cohesion [J]. *American Journal of Public Health*, 2015, 105(9): 1792 – 1795.
- [54] 胡小兵, 史培军, 汪明, 等. 凝聚度——描述与测度社会生态系统抗干扰能力的一种新特性[J]. *中国科学(信息科学)*, 2014, 44(11): 1467 – 1481.
- [55] HU X, SHI P, WANG M, et al. Towards quantitatively understanding the complexity of social – ecological systems—from connection to consilience[J]. *International Journal of Disaster Risk Science*, 2017, 8(4): 343 – 356.
- [56] Kacprzyk J. On some fuzzy cores and soft consensus measures in group decision making [J]. *The Analysis of Fuzzy Information*, 1987, 2: 119 – 130.
- [57] Cabrerizo F J, Moreno J M, Perez I J, et al. Analyzing consensus approaches in fuzzy group decision making: advantages and drawbacks[J]. *Soft Computing*, 2010, 14(5): 451 – 463.
- [58] Pecora L M, Sorrentino F, Hagerstrom A M, et al. Cluster synchronization and isolated desynchronization in complex networks with symmetries[J]. *Nature Communications*, 2014, 5(4079): 1 – 8.
- [59] Manzano G, Galve F, Luca Giorgi G, et al. Synchronization, quantum correlations and entanglement in oscillator networks[J]. *Scientific Reports*, 2013, 3(1439): 1 – 6.

Research Progress and Prospect of Integrated Disaster Risk Governance Consilience

WU Yaoyao^{1,2,3}, GUO Hao³, WANG Ying³ and WANG Jing'ai^{1,2,3}

(1. *Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, MOE; Beijing Normal University, Beijing 100875, China*; 2. *State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resources Ecology; Beijing Normal University, Beijing 100875, China*; 3. *Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China*)

Abstract: Cohesion has always been the focus of comprehensive research in geography and many related disciplines. Different research fields have different emphasis, aiming at answering the "comprehensive" and "systematic" questions in this field through the understanding and application of cohesion. In the field of disaster risk prevention, the concept of cohesion is introduced in recent years, which opens up a new way for the comprehensive research in this field. In this paper, the theories and methods of cohesion research are sorted out from the perspectives of human, natural and comprehensive geographic processes, and the Enlightenment of various related fields to the study of cohesion of integrated disaster risk governance is summarized. The results show that: (1) The cohesive force of human process mainly focuses on the relationship between human and human, human and society, which emphasizes the unity of various elements through system design, and ultimately makes the social resources play the greatest benefits. The main methods include multi-index synthesis, conceptual model analysis and scenario simulation, etc. (2) Study on cohesion of natural process, mainly from the perspective of natural geographical system analysis of consilience, to explore the maintenance of the stability of the various elements of the natural geographical system in its system. The main methods include experimental method, mechanical model, attribute ratio method, etc. (3) Study on cohesion of disaster risk prevention, mainly from the perspective of Social-Ecological System Analysis of cohesion, that cohesion is a comprehensive disaster reduction process, people's consensus and disaster reduction resource utilization efficiency and benefit maximization process. The main methods include multiple regression analysis, cohesion conceptual model, cohesion model and simulation. It is of great theoretical and practical value for comprehensive disaster risk prevention to further carry out practical research on cohesion from multi-hazard and multi-process perspectives and strengthen quantitative and simulation calculation.

Key words: disaster; social ecosystem; risk prevention; synthesis; cohesion; consensus