



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

面向多灾种联动的跨部门应急网络研究——以上海市 F 区应急预案为例

上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

学士学位论文

BACHELOR'S THESIS



论文题目：面向多灾种联动的跨部门应急网络研究
——以上海市 F 区应急预案为例

学生姓名：励洲蓬

学生学号：5141309071

专 业：公共管理

指导教师：樊博

学院(系)：国际与公共事务学院

面向多灾种联动的跨部门应急网络研究——以上海市 F 区 应急预案为例

摘要

多灾种 (multi-hazard) 日益成为应急管理领域的研究重点, 要求政府的应急管理能够适应多灾并发、首发灾害和次生灾害互相作用的复杂情况, 而当前我国的应急管理体系设计中对多灾种环境的预防水平较低。应急预案是应急管理的龙头, 是以突发公共事件的发生为假设而对政府及相关主体提出的工作要求和安排, 它反映出了制度化的应急部门间的协同关系。目前我国的应急预案编制大多针对单一突发事件, 以业务主管部门为核心、由其他职能部门提供相应支持构建应急处置体系, 而缺乏对多灾种的预防和准备。本文根据府际关系的理论, 通过社会网络分析方法对上海市 F 区应急预案文本进行政策文献量化分析, 用网络图的方式反映应急部门的跨部门协同关系, 并利用节点收缩法和边收缩法对网络特征进行反映, 考察了在多灾种环境下应急网络形态以及应急部门的网络结构特征发生的变化。在网络图的基础上, 本文还通过聚类分析, 归纳了应急管理部门协同的四种类型, 并通过对上海市 F 区化工厂爆炸及其灾害演化的灾情模拟, 对涉及的六项预案构成的应急网络进行了分析。最后, 本文根据不同类型的协同关系的效果, 对应急管理大部制改革和应急管理部的组建进行了讨论。

关键词: 多灾种 府际关系 应急协同 应急预案 社会网络分析

NETWORK ANALYSIS ON EMERGENCY PLANS IN MULTI-HAZARD ENVIRONMENT: A CASE STUDY IN F DISTRICT OF SHANGHAI

ABSTRACT

Multi-hazard has increasingly become the focus of research in the field of emergency management, which requires that the emergency management of the government can adapt to the complex situation of multi disaster concurrent. But in the design of emergency management system in China, the prevent of multi-hazard environment is unsatisfactory. Emergency plan is the leader of emergency management. It is a work requirement and arrangement for the government and related subjects on the assumption of the occurrence of public emergencies. It reflects the cooperative relationship between the institutionalized emergency departments. At present, the emergency preparedness of our country is mostly aimed at the single emergency, which is based on the core of the relative authorities and the corresponding support of other functional departments to build the emergency disposal system, but the prevention and preparation of multiple disasters are lacking. According to the theory of intergovernmental relations, this paper quantifies the policy documents of the emergency plan text in the F District of Shanghai by means of social network analysis, and uses the network graph to reflect the inter departmental coordination relationship of the emergency department, and uses the node contraction method and the edge contraction method to reflect the network characteristic to figure out the emergency network configuration and changes of network structure characteristics of emergency departments. On the basis of network diagram, this paper also sums up four types of emergency management departments through cluster analysis, and analyzes the emergency network of six projects involved through the simulation of the explosion of chemical plant and its disaster evolution in F District of Shanghai. Finally, according to the effect of different types of synergy, this paper discusses the restructuring central government offices and the establishment of emergency management department.

Key words: multi-hazard intergovernmental relations emergency coordination
emergency plan social network analysis

目录

第一章 绪论.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究意义.....	2
1.2.1 理论意义.....	2
1.2.2 实践意义.....	2
1.3 研究方法和思路.....	3
1.3.1 研究方法.....	3
1.3.2 思路和章节布局.....	3
第二章 文献综述.....	5
2.1 多灾种理论研究.....	5
2.2 应急管理组织的协同研究.....	6
2.3 应急管理网络分析研究.....	7
2.4 文献述评.....	9
第三章 应急协同的社会网络分析方法.....	10
3.1 应急联动部门的府际关系.....	10
3.2 基于应急预案的政策文献社会网络分析.....	12
3.3 基于收缩法的资源中心度和部门协同度.....	13
3.3.1 社会网络分析方法及常用分析指标.....	13
3.3.2 基于节点收缩的资源中心度.....	15
3.3.3 基于边收缩的部门协同度.....	17
第四章 应急预案协同网络分析.....	19
4.1 单项预案中的应急部门协同关系.....	19
4.2 多灾种情况下的应急部门协同关系.....	21
4.3 多灾种情景模拟下 F 区应急协同网络分析.....	25
第五章 跨部门应急网络与大部制改革.....	31
5.1 应急管理大部制改革的合理性.....	31
5.2 应急管理大部制改革需要解决的问题.....	33
5.2.1 应急管理部组建的边界.....	33
5.2.2 实施应急管理大部门体制存在的困难.....	35
第六章 结论与展望.....	37
6.1 研究结论.....	37
6.2 不足与展望.....	37
参考文献.....	39
谢辞	44
附录一 F 区应急协同网络资源中心度和部门协同度结果表	45
附录二 节点收缩和边收缩的资源中心度代码.....	49
附录三 k-means 聚类分析代码	53
附录四 BA 随机网络代码	54

第一章 绪论

1.1 研究背景

以 2003 年“非典”事件为标志,我国应急管理事业进入快速发展时期,初步形成了“围绕应急预案、应急管理机制、机制和法制建设”(即“一案三制”)的中国特色应急管理体系。与应急管理相关的概念有“突发事件”、“紧急事件”、“危机事件”、“灾难事件”等,这几个概念相互联系又有所不同。当前学界主要采用“突发公共事件”的说法。

根据《国家突发公共事件总体应急预案》的定义,突发公共事件是指“突然发生,造成或者可能造成重大人员伤亡、财产损失、生态环境破坏和严重社会危害,危及公共安全的紧急事件”^[1]。我国的突发公共事件共有四类:自然灾害、事故灾难、公共卫生事件、社会安全事件。随着 2008 年南方雪灾、汶川地震等一系列特大灾害的发生,人们越来越意识到突发公共事件的发生并不是单一的和独立的。突发公共事件之间存在着某种相互作用关系,在同一时空内往往出现多种灾害并存且相互影响的情况,使得应急处置的工作环境变得极其复杂,对应急管理的跨学科研究和跨部门协同提出了更高的要求。

为了更好地应对突发公共事件,我国不断探索和完善中国特色应急管理体系。2003 年 10 月,十六届三中全会通过《关于完善社会主义市场经济体制若干问题》,提出“建立健全各种预警和应急机制,提高政府应对突发公共事件和风险的能力”的要求^[2]。2006 年 8 月,十六届六中全会通过《关于构建社会主义和谐社会若干重大问题的决定》,提出“建立健全分类管理、分级负责、条块结合、属地为主的应急管理体制,形成统一指挥、反应灵敏、协调有序、运转高效的应急管理机制”,并正式提出了“一案三制”的总体建设要求^[3]。2008 年,十七届二中全会通过《关于深化行政管理体制改革的意见》^[4],提出“探索实行职能有机统一的大部门体制”,应急管理机构设置也按照“大部制”的总体要求,进一步加强应急管理体制的整合和专业化建设^[5]。2018 年 3 月第十三届人大第一次会议批准通过《关于国务院机构改革方案的说明》,提出组建应急管理部的方案,应急管理体制的大部制改革落到实处。

应急管理体制的大部制改革,实际上是对应急管理部门间关系的调整。而在原有的应急管理体制中,应急法规仍不完善,应急管理部门间的关系主要由应急预案进行规定。应急预案是应急管理体系建设的龙头,是“一案三制”的起点。应急预案规定了相关政府单位的职责,厘清了各单位的关系,为应急指挥和救援工作提供了支持和导向。国务院办公厅出台的《应急预案编制指南》要求预案编制要“纵向到底,横向到边”,贯通行政和各类组织层级。数据显示,截至 2010 年全国范围内应急预案已达 240 万件^[6]。尽管初步构建了纵向(国家级、省级、市级、区县级)和横向(总体预案、专项预案、部门预案)分层的网络,但是现有的应急预案仍存在难以适应应急管理现实需求的问题。受制于我国应急管理体制乃至行政体制的局限,应急预案体系中的各主体间条块分割、权责不清、重复建设、资源内耗、“信息孤岛”等问题屡见不鲜。更为重要的是,当前我国应急预案的编制以单一突发公共事件的发生为预设,缺乏应急部门跨预案联动的接口,导致在复杂环境下各应急部门沟通不畅、周

[1] 中华人民共和国国务院. 国家突发公共事件总体应急预案[Z].2006-01-08.

[2] 中国共产党中央委员会. 关于完善社会主义市场经济体制若干问题的决定[Z].2003-10-21.

[3] 中国共产党中央委员会. 关于构建社会主义和谐社会若干重大问题的决定[Z].2006-10-11.

[4] 中国共产党中央委员会. 关于深化行政管理体制改革的意见[Z].2008-02-27.

[5] 高小平. 中国特色应急管理体系建设的成就和发展[J]. 中国行政管理, 2008(11):8-11.

[6] 张海波. 中国应急预案体系:结构与功能[J]. 公共管理学报, 2013(2):1-13.

转不灵。针对这些问题,大量学者从预案编制、预案体系建设和管理体制变革等角度出发提出了解决方案。但是现有的研究大多忽视了对应急部门协同联动关系的讨论。在多灾种环境下,应急部门间的合作不再囿于单一应急预案的框架而使得跨部门的联系变得更为频繁和复杂。现有的研究很少从各应急管理部門的联动结构出发,讨论当前应急预案体系下各部門的协同能否适应多灾种环境下突发公共事件不断演化和相互影响的复杂情况,能否及时有效地保障应急处置及后续工作的展开。同时,基于应急协同关系的讨论对应急管理部及应急管理大部制改革的效果进行分析也有很强的现实意义。

因此,本文试图以应急部門间的跨部門协同关系为研究对象,探究多灾种环境对应急部門的协同关系产生的影响,最后分析组建应急管理部的合理性和可能遇到的问题。本文结合府际关系的理论,以上海市 F 区各项应急预案作为文本分析基础,采用社会网络分析方法绘制了上海市 F 区应急协同网络,对该网络所反映出的应急部門协同关系的特征进行了分析,并通过情景模拟的方法检验了 F 区现有预案指导下的应急部門协同工作对多灾种环境的适应性,最后再结合应急管理大部制改革的实践进行讨论。

1.2 研究意义

1.2.1 理论意义

府际关系是政府行政的重要内容之一,其中包括政府部門间的跨部門协同关系。政府部門间的协同关系本质是权力的配置和利益的分配,以执行协同和决策协同过程中包括人员、物资、信息、知识、技术等交流和交换为表现形式。在行政工作中,政府部門是广泛联系的,而当大量政府部門为统一的政策目标而协同合作时,各部門间复杂的资源传递和分享的过程呈现出某种规律和特征。对这种规律和特征的描述对于帮助我们更好地认识政府部門间的协同关系具有很大的意义。

在应急管理工作中,尽管应急部門应对的突发公共事件类型、开展的工作内容各不相同,但都服从于社会长治久安的整体目标。在多灾种的环境下,越来越多的部門,甚至可能是平时没有业务联系的部門也会牵涉其中。在现有的应急预案指导下,我国的应急部門以不同的突发公共事件为分类,由业务主管部門为核心成立相应的应急领导小组,这种模式下各应急部門紧密围绕核心部門,由核心部門完成工作的指挥调度,对各种物资、信息、人员的配置发挥关键作用,这样的部門间协同关系相对简单。但是当多灾并发且相互影响时,多项应急预案的启用会导致单一核心的应急联动结构变为多中心甚至更复杂的情况,此时应急部門的协同也表现出不同的特征。

通过网络图,本研究将复杂的、难以量化的应急部門协同关系可视化,并采用网络分析的方法科学有效地对应急部門的网络结构特征进行了反映。在此基础上,本文通过聚类分析,找到了不同部門的协同关系间的共性并进行分类,结合子网络图例进行了论述,并对各类协同关系在应急管理工作中的不同影响进行了说明,从而深化了对于应急管理工作乃至政府行政工作中的部門协同关系的认识。

1.2.2 实践意义

当前服务型政府改革和治理理念日益受到重视,我国政府的“大部制”改革也体现出整体性治理、协同治理的观点。为了应对现有的行政体制导致的条块分割、权责不清、“信息孤岛”等问题,除了倡导多元主体共同治理之外,关注政府内部的组织协同也是应有的题中之义。

尽管当前各级政府越来越重视应急预案的编制和管理工作,但是各级各类应急预案缺乏实用性的问题仍然明显。除去预案编织技术的影响,纵横交织的应急预案所构建的应急联动

网络难以应对日益复杂的灾害环境及其演化过程，则是更深层次的结构因素。

当前我国面临的突发公共事件越来越复杂，且很多突发事件不是单一地发生，而往往是在首发灾害发生后，逐渐演化出一种或几种次生灾害。因此，针对单一突发公共事件类型的专项预案并不能适应这些复杂的情况，在应对各种可能的灾害演化情况时，多项专项预案的相互联系、相互协调就显得尤为重要。而在应急预案的决策和执行层面，需要根据灾害演化的情况，找出在应急响应和应急处置中占据关键位置的部门，提高这些部门与其他部门的协同能力。F 区作为上海市区级行政单位之一，面积广阔，人口众多，且辖区内潜在的突发公共事件风险较大，一旦发生重大突发事件且应急处置单位反应不当，就可能造成巨大的人员伤亡和经济损失。在突发事件发生具有突发性和不确定性的情况下，应当在突发事件切实发生前，对应急预案统摄下的应急联动体系进行充分的检验和必要的优化，从而提高应急预案的响应能力和实用性。同样的，应急管理体制的大部制改革涉及的也是应急协同关系的调整，整合业务相近的应急部门可能可以更好地应对多灾种的环境，但也可能会遇到一些问题，对此也需要进行具体分析。

本文通过对 F 区应急预案的文本分析建立 F 区应急协同网络，运用网络分析方法对现有的应急协同网络结构特征进行了讨论。同时在多灾种语境下对化工厂爆炸引发的一系列灾害进行情景模拟，并对其协同网络结构合理性作出评价，为应急协同机制的建设和应急预案的编制提供了合理建议。在此基础上，本文尝试运用应急协同网络结构特征分析应急管理部组建的合理性和可能遇到的问题，从而对应急管理大部制改革的政策实践进行评价。

1.3 研究方法和思路

1.3.1 研究方法

本文主要采用网络分析方法对上海市 F 区应急联动体系和突发公共事件灾害场景仿真进行建模，并采用相关指标计算模型中各节点的网络结构特征，用以讨论应急部门的协同类型和衡量 F 区应急联动网络结构的合理性。

(1) 文献分析法。通过数据库检索文献以及阅读相关专著，对“多灾种”、“应急协同”、“应急管理网络分析”等相关概念的研究成果进行了整理和分析，形成了文献综述和述评，从而确立了本文的研究方向。

(2) 政策文献量化。本文获取了上海市 F 区各级政府部门的整体和专项应急预案共计 110 份，通过对文本的量化分析，按照预案中规定的应急领导小组、联席会议制度，以及各单位的工作和职责安排，确定各单位的协同关系。

(2) 社会网络分析。根据政策文献量化得到的各单位间的协同关系构建 F 区应急联动无权无向网络，并以此为基础进行社会网络分析。无权无向网络仅仅描述了各单位间的业务联系，并不涉及单位间联系程度强弱的评价，因此通过对应急预案的文本分析，能够满足构建无权无向网络的要求。同时相较于问卷和访谈，根据应急预案文本中的工作规定和制度安排确定各单位的联结关系，排除了主观因素的干扰。

1.3.2 思路和章节布局

第一章为绪论。简要介绍选题的研究背景，阐明研究内容及其理论意义和实践意义，介绍研究方法和章节布局，并绘制研究框架图。

第二章为文献综述。对研究涉及的核心概念和理论进行说明。在梳理国内外文献的基础上，介绍和总结多灾种和协同应急的研究情况，阐述网络分析方法在应急管理领域的应用情况。根据国内外现有的研究成果，分析现有研究的不足，从而提出本研究的立足点和创新点。

第三章为网络分析方法说明。运用府际关系理论，阐述了通过社会网络分析对应急预案

进行政策文献量化分析的科学性和合理性，并在介绍和分析网络分析常用的测量指标的基础上提出了基于节点收缩和边收缩的资源中心度和部门协同度算法。

第四章为政策文献量化分析和灾害情景仿真。以上海市 F 区 110 份应急预案作为文本分析基础构建 F 区应急联动网络，应用网络节点重要度计量模型，对应急联动网络和灾情演化网络中的节点进行重要度计算。根据重要度计算结果，对府际协同关系进行了分类和讨论。同时以 F 区化工厂爆炸作为首发灾害对灾害的演化过程进行模拟，并对相应事件的应急协同子网络进行分析，分析了现有网络的不足，并基于应急预案编制和应急协同机制的改进提出了相应的建议。

第五章为应急管理大部制改革的讨论。针对国务院行政机构调整中组建应急管理部的改革，从多灾种环境和跨部门应急网络视角讨论了建设应急管理部的合理性，同时分析了其可能面临的问题。

第六章为结论和展望。针对研究结果进行讨论，分析研究存在的局限，并对研究进行展望。

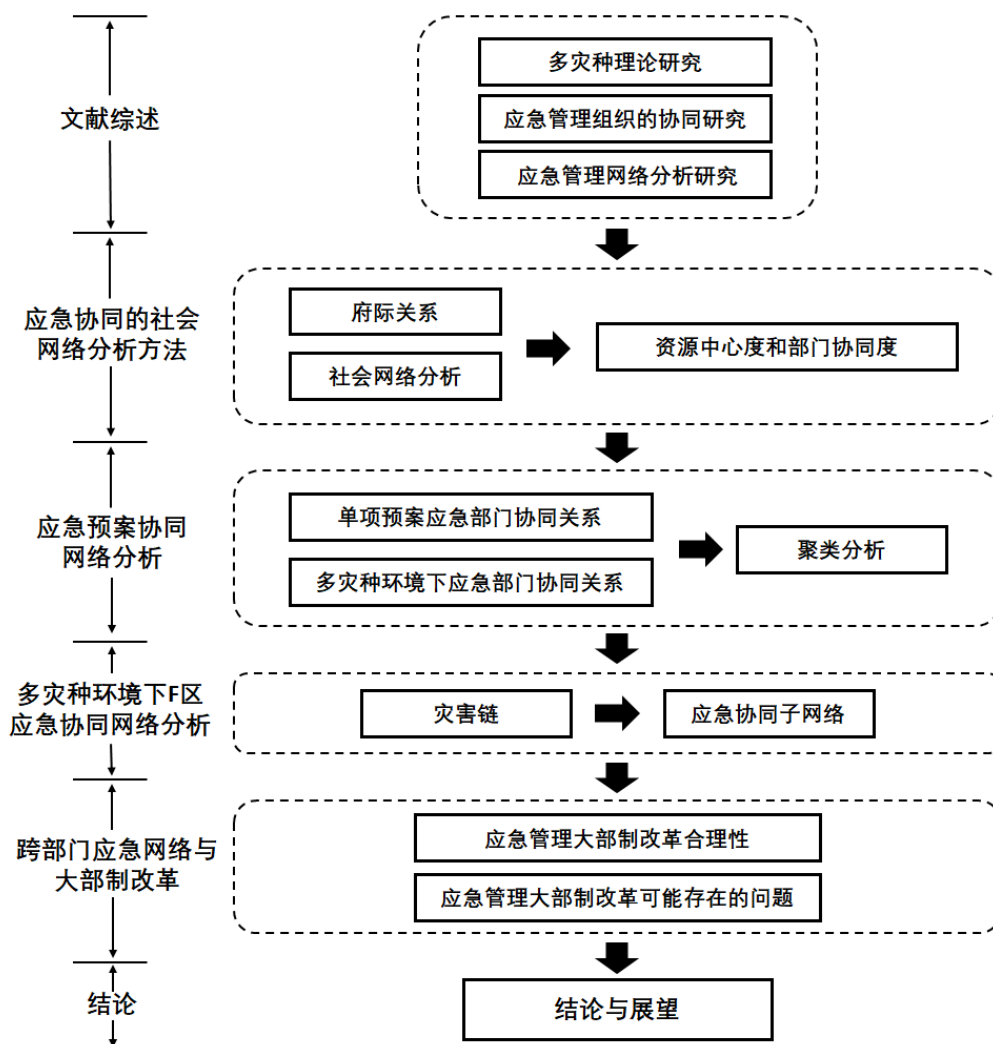


图 1 研究框架图

第二章 文献综述

2.1 多灾种理论研究

在自然灾害和应急管理研究领域,多灾种(multi-hazard)日益成为当下的研究热点。多灾种这一概念首次出现在联合国环境与发展大会《21 世纪议程》中,该报告认为进行多灾种研究是灾害多发区制定人口定居与管理规划的重要内容之一^[7]。Hewitt 和 Burton 最早提出,多灾种是指特定地方中所发生过的所有灾害^[8]。多灾种的概念引发了学者对区域不同种类灾害发生的可能性及其风险进行系统评估的研究,弥补了以往单一灾害分析的不足。学者也逐渐意识到多个灾种之间往往不是相互独立的,而是存在着一定的相互作用,因此在研究中不能将这种作用关系割裂开来。有学者认为,自然系统作为复杂系统,灾害过程与过程之间是不会相互独立,而是相互联系的,这也导致灾害的发生会改变灾害系统的状态,进而影响到另一灾害过程^[9]。一系列新的术语例如“灾害链”、“级联效应”等^{[10]、[11]}开始应用到灾害过程之间的相互关系研究中。这种相互关系,简单来说可以理解为多种灾害发生之间的因果关系和时间顺序,即由一种灾害的发生而引发其他一些列灾害的情况。2008 年的南方冰冻灾害和汶川地震,都证明了由单一的首发灾害不断演化形成多个次生灾害,从而使得其危害大大增加的现象客观存在。在多灾种环境下,突发公共事件的发生和演化不是简单的相加,而是相互交织并存在一定的相互作用。一个灾害过程会导致其它灾害过程的状态发生变化,进而影响到灾害发生的频次乃至强度^[12]。

Kappes 等人(2012)对多灾种领域现有的定性、定量、半定量方法及其服务的目标进行了讨论,对多灾种的研究方法进行了一个系统的总结^[13]。Perry 等人(2013)以美国加州两个社区的数据为分析对象,探讨了在同时暴露于野火、地震和火山活动风险之下居民的个人风险感知的差异^[14]。Fuchs 等人(2015)提出了一种以空间为对象的建筑物和居民自然灾害暴露度的评估系统,其中包括暴雨、洪涝、雪崩等自然灾害^[15]。李双双等人(2017)通过对干旱和热浪的时空网络耦合,分析了近五十五年京津冀地区的干旱和热浪耦合分布和变化规律^[16]。倪子建和荣莉莉(2013)基于多灾种和灾害链理论建立了灾害和地理本体网络之间的超网络模型,为多种灾害并发的预测工作提供了指导^[17]。

[7] 史培军, 吕丽莉, 汪明, 等. 灾害系统: 灾害群、灾害链、灾害遭遇[J]. 自然灾害学报, 2014, 23(6):1-12.

[8] Greiving S. Integrated risk assessment of multi-hazards: a new methodology[J]. Special Paper - Geological Survey of Finland, 2006, 42(42):75-82.

[9] 史培军, 吕丽莉, 汪明, 等. 灾害系统: 灾害群、灾害链、灾害遭遇[J]. 自然灾害学报, 2014, 23(6):1-12.

[10] 杨珺珺. 事件树分析法评估建筑物地震灾害风险[J]. 自然灾害学报, 2008, 17(4):147-151.

[11] Kappes M S, Keiler M, Glade T. From Single- to Multi-Hazard Risk analyses: a concept addressing emerging challenges[C]// Mountain Risks: bridging science to society. 2010:351-356.

[12] 史培军, 吕丽莉, 汪明, 等. 灾害系统: 灾害群、灾害链、灾害遭遇[J]. 自然灾害学报, 2014, 23(6):1-12.

[13] Kappes M S, Keiler M, Elverfeldt K V, et al. Challenges of analyzing multi-hazard risk: a review[J]. Natural Hazards, 2012, 64(2):1925-1958.

[14] Perry R W, Lindell M K. Volcanic risk perception and adjustment in a multi-hazard environment[J]. Journal of Volcanology & Geothermal Research, 2013, 172(3-4):170-178.

[15] Fuchs S, Keiler M, Zischg A. A spatiotemporal multi-hazard exposure assessment based on property data[J]. Natural Hazards & Earth System Sciences, 2015, 15(9):2127-2142.

[16] 李双双, 杨赛霓, 刘宪锋. 面向非过程的多灾种时空网络建模——以京津冀地区干旱热浪耦合为例[J]. 地理研究, 2017, 36(8):1415-1427.

[17] 倪子建, 荣莉莉. 面向灾害关联的灾害超网模型[J]. 系统管理学报, 2013, 22(3):407-414.

2.2 应急管理组织的协同研究

协同学 (Synergetics) 是 20 世纪 70 年代由联邦德国理论物理学家 Haken 教授创立的自组织系统理论^[18], 该理论主要研究各子系统如何通过自身及与外部环境之间的协同作用实现能与外界进行物质、能量和信息交换的开放系统的有序结构。其中, 协同是指“系统中内部各要素之间相互作用, 从而形成新的整体状态和趋势”^[19]。协同学被广泛地应用于各学科研究, 包括物理学、化学、生物学、社会学、经济学和管理学等。

协同学也被应用到公共管理领域中来。当前公共管理学界较多关注“协同治理”(collaborative governance) 这一概念。俞可平认为, 治理是指“在一个既定的范围内运用权威维持秩序, 以增进公众的利益。这个权威可以是公共机构, 也可以是私人机构, 还可以是公共机构和私人机构的合作”^[20], 由此可见治理理论包含治理主体多元化和治理方式合作化的明显特征。因此, 协同治理强调政府不再作为公共管理的唯一主体, 企业、公众和社会组织等都可以通过协商合作的方式参与公共管理。与此同时, 也有部分学者关注到了政府的组织协同问题。政府组织协同受到了管理学领域的组织协同研究的影响, 具体是指政府组织系统内部各层级和环节之间为形成有序的组织结构、呈现政府整体功能而互相协调配合^[21]。政府组织协同包括组织的决策协同和组织的执行协同。

在应急管理领域, 应急协同的研究也可以分成上述两个方面。在协同治理方面, William L. Waugh (2003) 提出需要构建一个涵盖公共组织、私人组织、非营利组织和个人的国家应急管理网络^[22]。PT Jaeger 等人 (2007) 认为, 可以采用社区应急响应网格 (community response grids) 作为搭建应急协同网络的载体^[23]。何水 (2008) 认为危机协同治理是一个多元主体参与的概念, 其中信息技术起到了支持作用, 并阐述了跳出“国家或政府中心论”的必要性^[24]。沙勇忠、谢志元 (2010) 阐述了公共危机协同治理的价值取向、结构机制、方法手段, 以及政府间合作、政府与公民社会合作、公民社会之间的合作这三种协同治理类型^[25]。王树文、韩鑫红 (2015) 提出通过以公共权力为核心的刚性机制和以社会资本为基础的柔性机制相结合的方式, 促进各主体协同参与危机治理^[26]。在协同治理的理论指导下, 部分学者开始研究灾害情景下的多元主体协同应急模式。Lance Gable (2012) 提出采用三种多元化治理模式, 创造一个更加有效灵活的突发公共卫生事件应急体系^[27]。庞素琳等人 (2016) 将城市密集建筑群火灾风险管理的多主体分为外部相关主体、内部主体和基层主体三大类, 提出了多主体协同治理城市密集建筑群火灾的思路, 并以天津滨海新区爆炸为例设计了多主体治理方案^[28]。杨华峰 (2017) 利用整体性协同分析框架分析了药品安全共治主体在宏观、

[18] H.哈肯著, 张纪岳, 郭治安. 协同学导论[M]. 西北大学科研处, 1981.

[19] 潘开灵. 管理协同理论及其应用[M]. 经济管理出版社, 2006.

[20] 俞可平. 作为一种新政治分析框架的治理和善治理论[J]. 新视野, 2001(5):35-39.

[21] 高轩. 当代中国政府组织协同问题研究[D]. 中共中央党校, 2011.

[22] Jr W L W. Terrorism, Homeland Security and the National Emergency Management Network[J]. Public Organization Review, 2003, 3(4):373-385.

[23] Jaeger P T, Shneiderman B, Fleischmann K R, et al. Community response grids: E-government, social networks, and effective emergency management[J]. Telecommunications Policy, 2007, 31(10-11):592-604.

[24] 何水. 从政府危机管理走向危机协同治理——兼论中国危机治理范式革新[J]. 江南社会学院学报, 2008, 10(2):23-26.

[25] 沙勇忠, 解志元. 论公共危机的协同治理[J]. 中国行政管理, 2010(4):73-77.

[26] 王树文, 韩鑫红. 政府协同治理安全危机双重整合机制及政策建议[J]. 中国行政管理, 2015(12).

[27] Gable L. Evading Emergency: Strengthening Emergency Responses through Integrated Pluralistic Governance[J]. Oregon Law Review, 2012, 91(2):375-456.

[28] 庞素琳, 房秋文, 蔡牧夫. 多主体协同治理下城市密集建筑群火灾风险管理与应用[J]. 管理评论, 2016, 28(8):260-272.

中观、微观三个层面上的协同交互过程，并认为要理性看待、适度推进协同治理^[29]。

在组织协同方面，学者主要关注应急组织协同能力的影响因素，以及如何有效地提高政府应急协同能力。Comfort 等人（2004）通过对美国的灾害演习案例研究，证明了部门间的信息共享对应急协同能力存在着显著的影响^[30]。汪伟全（2013）则通过文献梳理指出区域应急联动协同能力应当至少包括资源保障能力的五个方面^[31]。潘潇、樊博（2014）通过对 133 名从事食品药品监管的政府工作人员的调研，论证了资源、事件、部门交流和信息沟通是影响跨部门协同能力的重要因素^[32]。郑寰、燕继荣（2011）以云南省文山州消防部队为研究对象，探讨了跨部门协同的有效机制和网络架构^[33]。王新平、王海燕（2012）根据突发公共卫生事件同一时期在多个疫情区展开多周期救援的要求，构建了应急物资调度的协同配送模式^[34]。朱莉等人（2015）以太湖蓝藻事件为例，通过分析应急优化目标和对受灾点实施救助的最优决策行为，构建了区域应急联动的超网络模型^[35]。曾宇航（2017）以大数据为技术支撑，提出了应急信息共享、应急资源整合、应急组织协同的实现手段，指出了未来应急管理发展的信息化方向^[36]。

2.3 应急管理网络分析研究

组织间网络理论认为，组织间网络反映组织间长期稳定的合作关系，网络中的组织形成的集群集体决策、联合行动或提供产品和服务以加强对外部环境改变的适应能力^[37]。该理论认为组织间网络广泛存在于组织间以及组织内部的交互活动之中，并且会对组织行为产生影响。政府在外同各类组织产生联系，对内又分化成不同的部门，因此组织间网络也广泛地存在于政府内部。Provan 和 Milward（1995）通过实例分析在某些政策领域网络层次分析是理解公共绩效的必要手段^[38]。O'Toole 和 Laurence（1997）提出公共管理领域的研究应该认真地对待网络及其相关理论^[39]。Agranoff 和 Mcguire（2001）提出在公共管理领域的研究中必须将网络管理作为基本的前沿考察领域^[40]。

随着组织间网络理论在公共管理领域越来越受到重视，以社会网络分析为代表的网络分析理论和方法也被引入到相关研究中来。“社会网络”是指社会行动者（social actor）及

[29] 杨华锋. 协同治理审视下的药品安全及其治道逻辑[J]. 行政论坛, 2017, 24(2).

[30] Comfort L K, Ko K, Zagorecki A. Coordination in rapidly evolving disaster response systems: the role of information[J]. American Behavioral Scientist, 2005, 48(3):295-313.

[31] 汪伟全. 论区域应急联动的协同能力[J]. 探索与争鸣, 2013(5):50-53.

[32] 潘潇, 樊博. 应急管理中跨部门协同能力的影响因素研究——以食品药品安全联合监管为实证背景[J]. 软科学, 2014, 28(2):52-55.

[33] 郑寰, 燕继荣. 基层综合应急救援体系建设中的跨部门协同——以云南省文山州消防改革为例[J]. 中国行政管理, 2011(5):57-61.

[34] 王新平, 王海燕. 多疫区多周期应急物资协同优化调度[J]. 系统工程理论与实践, 2012, 32(2):283-291.

[35] 朱莉, 陆倩倩, 李婧琦, 等. 区域应急联动的超网络分析——以太湖蓝藻事件为例[J]. 软科学, 2015, 29(12):72-76.

[36] 曾宇航. 大数据背景下的政府应急管理协同机制构建[J]. 中国行政管理, 2017(10).

[37] 张紧跟. 组织间网络理论:公共行政学的新视野[J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版), 2003, 56(4):480-486.

[38] Provan K G, Milward H B. A Preliminary Theory of Interorganizational Network Effectiveness: A Comparative Study of Four Community Mental Health Systems[J]. Administrative Science Quarterly, 1995, 40(1):1-33.

[39] O'Toole Jr., Laurence J. Treating Networks Seriously: Practical and Research-based Agendas in Public Administration[J]. Public Administration Review, 1997, 57(1):45-52.

[40] Agranoff R, Mcguire M. Big Questions in Public Network Management Research[J]. Journal of Public Administration Research & Theory, 2001, 11(3):295-326.

其关系的集合,在网络中,节点表示社会行动者,节点间的连线表示行动者之间的关系^[41]。社会网络的存在会对组织协同产生重要影响。蔡宁、田雪莹(2008)通过刻画企业行为的社会嵌入性特征,阐释了协同网络形成及扩展的机制,拓展了企业与非营利组织协同发展的理论研究^[42]。张波(2016)以协同治理理论为基础,运用社会网络分析方法对 C 市 15 个群团组织进行了分析,并提出了群团改革创新的政策建议^[43]。

社会网络分析同样可以用来描述公共事务管理的主体乃至政府内部组织的关系网络,并被运用到应急管理研究中来。孔静静和韩传峰(2013)基于 2008 年汶川地震应急组织间关系数据,剖析应急组织体系的命令传递网络、信息沟通网络和资源流动网络,及其交互作用中的组织间关系^[44]。尚明生和邱晓刚(2015)研究并构建了基于社会网络的传播动力学集成仿真原型平台,并给出了 2003 年香港 SARS 爆发的仿真实例^[45]。此外,也有学者以应急管理体系作为社会网络分析的对象。刘亮等人(2015)以国家应急管理工作组(NEMWG)作为研究对象,分析其合作网络的结构特征和运行机制,并给出了完善其组织架构的政策建议^[46]。陶鹏(2016)通过对中央和地方政府灾害管理体制演变分析,评价了中央与典型省份的灾害管理体制网络形态^[47]。也有部分学者关注到了社会网络分析在应急协同领域的应用价值。刘德海、王维国(2012)在考虑参与者心智模型和博弈环境的基础上,建立了在维权类型的突发群体性事件中社会网络结构与策略的协同演化模型^[48]。雷丽萍(2015)以 12·5 京珠高速黑火药爆炸事件为例,将高速公路突发事件中的信息沟通进行了社会网络分析^[49]。马奔、李文静(2017)以应急预案为预设目标和比较对象,从结构特征和管理模式两个维度探究天津港“8·12”事故中各政府组织的协作网络及其协同应对绩效^[50]。

上述研究大多属于规则网络研究,而随着对网络研究的深入,规则网络越来越难以满足学者对还原真实世界的要求。随机网络和复杂网络逐渐衍生和发展,并得到了广泛的应用。魏航、刘璇(2010)根据路况、天气等因素对通行时间造成的影响,在成功和风险两个目标的情况下,建立了时变随机网络下多目标应急路径选择模型,并给出了一个应用算例^[51]。余海林、庄亚明(2015)发现群体成员之间的信息传播行为同时受择优和随机作用机制的影响,并以随机概率规定了网络构建规则,讨论了群体性突发事件信息传播网络结构的无标度特性^[52]。汪婧等人(2013)采用复杂网络的方法,考虑预案之间的相互参阅关系,构建预案体系的

[41] 刘军. 社会网络分析导论[M]. 社会科学文献出版社, 2004.

[42] 蔡宁, 田雪莹. 企业协同 NPO 与竞争优势的研究——基于网络的视角[J]. 科学学研究, 2008, 26(1):144-148.

[43] 张波. 群团组织协作治理:一个社会网络的分析框架——基于 C 市的实证分析[J]. 国家行政学院学报, 2016(5):101-105.

[44] 孔静静, 韩传峰. 应急组织合作的结构逻辑及运行机制——以 2008 年汶川地震应对为例[J]. 公共管理学报, 2013(4):88-101.

[45] 尚明生, 邱晓刚. 社会网络及其上的传播动力学集成研究[J]. 系统工程理论与实践, 2015, 35(10):2557-2563.

[46] 刘亮, 陈以增, 韩传峰, 等. 国家应急管理工作组合作网络的社会网络分析[J]. 中国安全科学学报, 2015, 25(3):152-158.

[47] 陶鹏. 从结构变革到功能再造:政府灾害管理体制变迁的网络分析[J]. 中国行政管理, 2016(1).

[48] 刘德海. 维权型群体性突发事件社会网络结构与策略的协同演化机制[J]. 中国管理科学, 2012, 20(3):185-192.

[49] 雷丽萍. 高速公路突发事件组织间应急信息沟通实证研究[J]. 管理评论, 2015, 27(9):213-220.

[50] 马奔, 李文静. 天津港“8·12”事故应急合作网络与协同应对[J]. 国家行政学院学报, 2017(4):91-96.

[51] 魏航, 刘璇. 时变随机网络下基于成功和风险的应急路径选择研究[J]. 管理工程学报, 2010, 24(2):68-74.

[52] 余海林, 庄亚明. 具有无标度特性的群体性突发事件信息传播网络模型及仿真[J]. 情报科学, 2015, 32(11):90-94.

有序和无序演化模型并进行仿真分析^[53]。

2.4 文献述评

尽管随着私人部门和第三部门的快速发展,在应急管理中多元主体参与成为了一个重要的发展方向,但是当前世界各国的应急管理体系仍然是以公共部门为主。同时应急管理涉及到公共部门的方方面面,远不是一个或者几个部门就能承担。因此在谈论应急管理能力和体系建设时,政府各部门间的协同是一个无法回避的问题。当前对于政府应急部门协同的研究大多着眼于探索部门合作效率的影响因素以及整体功能的实现,但是还未能很好地解答应急部门的协同到底反映的是怎样的一种政府部门间的关系,而这种关系又能发挥怎样的效果。另一个问题是,现有关于应急协同的研究,其管理目标大多是应对某一种或某一类突发公共事件,或是实现某一项管理职能(如物资调度)。这种单一灾害的预设既导致了实际的应急管理体系无法有序地应对复杂且多变的灾害环境,又使得对于应急协同的研究局限于条线功能或是单项预案之中。应急预案是我国应急管理“一案三制”中的龙头,是政府各部门应对突发公共事件从灾前预测预警、应急响应、应急处置以及事后恢复的文本规范和制度安排,但是当前我国的应急预案编制中,大多将突发公共事件独立开来而缺乏多项应急预案同时触发时部门协同的接口,在复杂的灾害环境中需要各部门的权变,导致当前预案大多缺乏实用性。因此,在多灾种的突发事件预设下审视并调整现有的应急预案及其所构建的应急协同关系是相当必要的。

社会网络分析作为一种将图论引入社会学研究中的分析方法,被广泛应用于社会关系的研究中。组织间的关系也从属于“社会关系”的范畴,因此社会网络分析也适用于研究组织间的关系,这类研究在私人部门的研究中已经相当成熟。社会网络分析法尽可能地包含了社会学的分析要旨,但在本质上其方法同图论是接近的,因此,关于随机网络和复杂网络的一系列研究成果同样适用于社会网络分析的研究中。当前社会网络分析在应急管理领域中的应用并无明显范式,而是将社会网络分析乃至网络分析作为一种工具,用以反映网络或是网络中个体的特征。但是在此类研究中,必须注意甚至警惕的一点是,网络分析得出的结果仅仅反映的是其结构特征所表示出的关系特征,而并不能同其效率和效果直接对等。因此在运用该方法对节点的能力及节点间的关系所反映的现实意义进行论述时,必须要注意论证的科学性。

[53] 汪婧, 荣莉莉, 蔡莹莹. 基于复杂网络的应急预案体系演化模型[J]. 系统工程, 2013(3):80-86.

第三章 应急协同的社会网络分析方法

3.1 应急联动部门的府际关系

当前我国在建设“分类管理、分级负责、条块结合、属地为主”的应急管理体制的同时,以统一指挥、规范有序、科学高效的城市应急联动系统(City Emergency Response System)为主要的应急机制。城市应急联动系统对应急救援力量和市政服务资源进行整合,将各级各部门应急管理部门纳入统一系统之中,可以实现对各类突发公共事件的统一接警、统一指挥、联合行动。尽管城市应急联动系统以信息化手段为技术支撑,但在实际运作过程中仍出现了不少问题。对此,国内学者对此问题进行了分析,并认为在管理体制上,部门分割、管理分散以及各应急单位的权力、责任、利益的不明确导致了应急体系的联动性较差。同时,应急单位的联动在本质上是政府部门间的协同。因此,对于应急部门间的关系特别是协同关系的研究,是提升应急管理联动性的题中之义。

府际关系(inter-governmental relationship),即政府之间的关系,是指政府之间在垂直和水平上的纵横交错的关系,以及不同地区政府之间的关系^[54]。府际关系包括中央与地方关系、地方政府间的关系和政府部门之间的关系。林尚立(1998)将由复杂的管理职能引发的政府间关系概括为权力关系、财政关系和公共行政关系^[55]。谢庆奎(2000)在其基础之上关注了政府的管理幅度、管理权力和管理收益,提出府际关系实质上是权力配置和利益分配的关系^[56]。此外有学者认为,府际关系包括基于制度和非制度的安排而形成的调控模式、职权配置、利益分配和责任分担机制,而政府部门间的跨部门合作也是其中一项非常重要的内容^[57]。公共行政是政府部门间关系的表现形式,权力和利益是构成这种关系的内在基础。Nicholas Henry(1989)提出,政府间行政是“通过对政府间关系的管理和协调以实现具体政策目标”^[58]。政府间公共行政的目标根本上是公共物品和公共服务的供给^[59]。因此应急管理部门之间的合作与联动是以预防和降低突发公共事件损害为政策目标、以跨部门的行政合作作为手段而进行的利益和权责的分配。当前我国的应急管理体系中,“分级负责”、“条块结合”就是对应急部门府际关系的直接描述。各级政府成立专门的应急管理机构,并根据突发公共事件类型明确牵头部门,逐级落实应急管理工作;垂直管理和平行管理交织构成交错的网络关系,应急部门既接受上级主管部门的指导,又接受同级人民政府和党委的领导。而在实际工作中,条块分割和权责不明导致的多头管理问题相对明显。在我国传统的政治体制中,垂直管理的效果一般较好,而在横向关系中因为互不从属,所以容易出现多个应急部门各自为政,协调困难的情况^[60]。林鸿潮(2015)通过对公共应急管理中府际关系的探究,提出了在当前我国重视纵向关系而忽视横向分工和能力整合的应急体制下,对横向应急管理权责进行差别化配置的建议^[61]。薛澜(2013)在讨论应急管理组织体系中的横向关系和纵向关系时提出要坚持落实“属地为主”的原则,充分尊重和发挥地方政府的能动性^[62]。因此本文试图

[54] 谢庆奎. 中国政府的府际关系研究[J]. 北京大学学报:哲学社会科学版, 2000(1):26-34.

[55] 林尚立. 国内政府间关系[M]. 浙江人民出版社, 1998.

[56] 谢庆奎. 中国政府的府际关系研究[J]. 北京大学学报:哲学社会科学版, 2000(1):26-34.

[57] 黄萃, 任骏, 李江等. 责任与利益:基于政策文献量化分析的中国科技创新政策府际合作关系演进研究[J]. 管理世界, 2015(12):68-81.

[58] Henry N. Public administration and public affairs[M]. Prentice Hall, 1989.

[59] 严强. 公共行政的府际关系研究[J]. 江海学刊, 2008(5):93-99.

[60] 高小平. 中国特色应急管理体系建设的成就和发展[J]. 中国行政管理, 2008(11):8-11.

[61] 林鸿潮. 公共应急管理中的横向府际关系探析[J]. 中国行政管理, 2015(1).

[62] 薛澜, 刘冰. 应急管理体系新挑战及其顶层设计[J]. 国家行政学院学报, 2013(1):10-14.

通过对应急管理工作中府际关系的分析,找到并改进现有的应急管理体系中的不足之处。

关于政府部门间跨部门合作的论述多见于无缝隙政府(seamless government)、整体性政府、协同政府(joint-up government)的研究之中。Russell. M. Linden 在《无缝隙政府:公共部门再造指南》^[63]一书中提出无缝隙政府的部门之间应该形成积极沟通、通力合作的关系,以实现政府部门的共同目标。Pollit 同样认为,在整体性政府中为了实现预期利益,在思想和行动上应该强调横向和纵向的协同^[64]。协同政府起源于英国布莱尔政府的改革尝试,通过决策统一、目标整合、组织整合、文化整合的方式进一步加强部门和执行机构的决策^[65]。在我国当前的行政体制中,政府部门合作也越来越占据突出地位。有学者将我国现行的政府部门合作的各种机制进行了归纳,其中包括高层决策会议机制、分管领导牵头机制、专门议事协调机构、部际联席会议制度、主要部门牵头合作、现场调研办公制度等^[66]。而在应急管理体系中,主要部门牵头合作是最主要的合作机制。例如,安监部门负责安全生产领域,公安部门负责消防管理和社会治安、民政部门负责救灾、国土资源部门负责地质灾害防治、水利部门负责水旱灾害防治、食药和卫生部门负责食品和药品安全等。中共十九大通过的《深化党和国家机构改革方案》提出要在国家部委层面将上述部分职能整合,成立应急管理部,以整合优化应急力量和资源,推动形成统一指挥、专常兼备、反应灵敏、上下联动、平战结合的中国特色应急管理体制。此外,国务院 2017 年印发的《国家突发事件应急体系建设“十三五”规划》对于应急管理基础能力、核心应急救援能力、综合应急保障能力、社会协同应对能力、应急管理体系建设都提出了新的要求。从应急管理的工作内容上看,涉及隐患排查、预测预警、应急响应、应急救援、灾后处置等环节,其中每个环节都不是单一的应急部门能够独立完成的,需要跨部门的协同合作。

政策网络(policy network)是 20 世纪末兴起的考察公共管理和公共政策的新视角、新途径,它考察政府与其他国家和社会行动者相互联系和依赖关系^[67],因而与府际关系理论有契合之处。R. A. W. Rhodes 运用政策网络的概念分析英国中央与地方政府之间的府际关系,并提出了“府际关系网络”中的权力依赖理论^[68]。在 Rhodes 的政策网络研究中,府际网络是政策网络的层次之一,而政策网络内部的决策过程就是参与者相互交换资源(包括权威、资金、正当性、信息、组织要素)的过程^[69]。在应急管理工作中,通常来看一起大规模突发事件的应对至少包括 13 项职能的联动:接警与通知、指挥与控制、警报和紧急公告、通讯、事态检测与评估、警戒与管制、人群疏散、人群安置、医疗与公共卫生、公共关系、应急人员安全、消防和抢险、现场恢复⁷⁰。在这些应急联动职能实现的过程中以制度或非制度的方式实现利益和权责的分配,并以应急资源和组织要素的交换为载体,包括信息的共享(如接警信息、现场伤亡信息)、物资的调度(如医疗物资、运输车辆)、人员的联合行动(如风险隐患的联合排查和整治、应急联合演练)、知识和技术的交流(如应急专家咨询、人员技能培训)。在相关研究中,LK. Comfort 等人(2004)在对组织合作网络和应急响应能力的研究中指出,不同的应急处置阶段对于信息、装备和管理能力的要求是不一样的,而是否能够获取这些资源则影响了应急处置的效果^[71]。Kapucu 等人(2010)研究在了协同应急管理

[63] 拉塞尔·M·林登. 无缝隙政府.第 2 版[M]. 中国人民大学出版社, 2013.

[64] Pollitt C. Joined-up Government: A Survey[J]. Political Studies Review, 2003, 1(1):34-49.

[65] 解亚红. “协同政府”:新公共管理改革的新阶段[J]. 中国行政管理, 2004(5):58-61.

[66] 张洋. 从形式到行动:政府部门合作的问题研究[D]. 南开大学, 2011.

[67] 林震. 政策网络分析[J]. 中国行政管理, 2005(9):38-41.

[68] Rhodes R A W. Understanding Governance: Policy Networks[J]. 1996.

[69] Rhodes R A W. Policy Network Analysis[J]. Oxford Handbook of Public Policy, 2006.

[70] 刘铁民. 突发公共事件应急预案编制与管理[J]. 中国应急管理, 2007(1):23-26.

[71] Comfort L K, Ko K, Zagorecki A. Coordination in rapidly evolving disaster response systems: the role of information[J]. American Behavioral Scientist, 2004, 48(3):295-313.

(collaborative emergency management) 网络中资源的使用效率取决于利益相关者之间的协同,并进一步影响应急管理能力^[72]。陈升等人以汶川特大地震地方县市政府的政府应急能力为研究对象,证明了信息收集能力对应急管理绩效的影响^[73]。田军等人(2014)也将组织间的应急联动能力作为政府应急管理成熟度的评价指标之一^[74]。

综上,本文认为应急部门间包括人力物力以及信息和知识技能的组织要素的分配和共享是应急部门协同的主要内容,描述应急部门的协同以及联动关系实际上反映出相关部门间组织要素传递的效率,同时这一效率会对应急管理能力产生重要影响。为方便起见,下文将应急部门协同所涉及的各组织要素统称为应急资源。因此,本文的研究需要解决两个问题:(1)如何客观地反映应急联动网络中各部门间存在的合作与协同关系;(2)如何测量应急联动网络中各部门传递和获取资源的能力。

3.2 基于应急预案的政策文献社会网络分析

尽管府际关系以及政府部门间跨部门协同的研究越来越受到重视,但是囿于研究资料的限制,目前多数研究都是规范研究^[75]。对于政府关系的研究,特别是实证性的研究,最终都离不开对人的行为的研究。而人的行为存在着很大程度上的主观性和偶然性,并且难以量化。与此同时,我们所关注的很多概念是人为构建的,并不能通过直接的观察得到。黄萃(2015)总结了三种常见的观测政府部门行为的方法:(1)将政府或政府部门的行为替代为政府领导人和政府部门中主导者的行为;(2)对组织内部成员进行具有样本代表性的问卷调查或深度访谈,通过内部人的视角对政府或政府部门行为进行刻画与描述;(3)将政府组织视作人格化的独立个体,观察指标往往选择政府组织的客观数值^[76]。相较于前两种方法,黄萃认为第三种方法最大限度地避免了研究者的主观因素对信息获取的干扰,保证了数据的客观性。在第三种方法中,很多学者都认识到了政策文献的重要性。政策文献又称政策文本、文件、红头文件,是公共政策以及政策信息的载体。潘同人(2012)认为政策文本在政治生活中起到了政治控制、规划蓝图、规范行为和布置任务的作用^[77]。Jenkins(1980)这样说道,“政策的过程和内容之间存在某种可能的动态联系……对政策内容的考察为探查政治机器的内部动力提供了手段”^[78]。在政策文献量化方法的发展过程中,逐渐将内容分析法、文献计量、网络分析、图论、知识图谱等方法纳入进来,并形成了政策变迁研究和府际关系研究两种研究范式^[79]。该研究范式认为,政策文献的形成和实施过程是政府机构多部门的博弈结果,既有合作又有冲突。政策文献中对于各类政府机构作出的制度性安排是对政府间关系的直接体现。

应急预案是对应急机构与职责、人员、技术、装备、设施备、物资、救援行动及其指挥与协调等方面预先做出的具体安排,明确了在突发公共事件发生之前、发生过程中以及刚刚

[72] Kapucu N, Arslan T, Demiroz F. Collaborative emergency management and national emergency management network[J]. Disaster Prevention & Management, 2010, 19(4):452-468.

[73] 陈升, 孟庆国, 胡鞍钢. 政府应急能力及应急管理绩效实证研究——以汶川特大地震地方县市政府为例[J]. 中国软科学, 2010(2):169-178.

[74] 田军, 邹沁, 汪应洛. 政府应急管理能力成熟度评估研究[J]. 管理科学学报, 2014, 17(11):97-108.

[75] 黄萃, 任弢, 李江, 等. 责任与利益:基于政策文献量化分析的中国科技创新政策府际合作关系演进研究[J]. 管理世界, 2015(12):68-81.

[76] 黄萃, 任弢, 李江, 等. 责任与利益:基于政策文献量化分析的中国科技创新政策府际合作关系演进研究[J]. 管理世界, 2015(12):68-81.

[77] 潘同人. 中国政策性文件的政治学思考[J]. 云南社会科学, 2012(5):73-77.

[78] Yinger J M. Policy Analysis: A Political and Organizational Perspective. by W. I. Jenkins[J]. Contemporary Sociology, 1980, 8(3):462.

[79] 黄萃, 任弢, 张剑. 政策文献量化研究:公共政策研究的新方向[J]. 公共管理学报, 2015(2):158-15.

结束之后,谁负责做什么,何时做,以及相应的策略和资源准备等^[80]。就应急预案的基本内容而言,一个完整的应急预案框架通常包括六大要件:总则、组织指挥体系及职责、管理流程、保障措施、附则、附录^[81]。其中,组织指挥体系及职责具体规定了参与应急管理工作的组织机构与其具体职责;管理流程分别从预警预防、应急响应和善后处置三个方面对各部门的具体工作作出规定;保障措施中也会涉及各部门的工作安排和准备工作。尽管现场预案可能会根据现场情况的变化对应急预案做出调整,但是可以认为,应急预案最大限度地反映了应急管理工作的实际,是对各应急部门协同关系的制度化安排。因此,本文通过对应急预案文本进行政策文献量化分析实现对应急协同网络的客观描述。需要注意的是,通过政策文献量化分析得到的府际关系是制度化的,非制度化的关系并不能得到反映。尽管在实际工作中非制度化的因素会对政府跨部门合作产生重要的影响,但是从应急管理体系建设以及应急预案编制的稳健性和科学性来看,对于制度化的关系的考察更为重要。

社会网络分析(social network analysis)是政策文献量化中常用的分析方法,最初起源于对社会网络关系的研究。在社会网络分析中,各个节点所表示的“社会行动者”可以代表个体,也可以表示人格化的独立个体,诸如社区、城市、国家,也可以是政府和政府部门。而节点与节点之间的连线代表的是“行动者的关系”,这种关系当然也包括行动者之间的合作关系。同时,社会网络分析在本质上是网络分析在社会学研究中的应用,对于图论的研究方法同样适用于社会网络分析之中。从分析的内容上看,图论与社会网络分析之间是高度相似的,通过对中心度等指标的测量,可以对网络中个体(actor)的特征及其能力进行反映,而这种特征已经被广泛的应用于效率、信息分享和协同合作的研究中。所以,本文采用社会网络分析方法对应急协同网络进行分析。

3.3 基于收缩法的资源中心度和部门协同度

3.3.1 社会网络分析方法及常用分析指标

根据社会网络分析方法,应急部门间的协同网络可用图 $G = (V, E)$ 表示。这里假设 G 为无自环的无向网络,其中用节点 V_n 表示应急部门, $V = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$ 是协同网络中所有应急部门的集合,边 E_m 表示两个应急部门之间的协同关系, $E = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_m\}$ 且 $E \subseteq V \times V$ 是网络中所有部门间协同关系的集合。设 G 的 n 阶邻接矩阵 $H = [h_{ij}]$ 中 h_{ij} 所表示部门 i 和部门 j 的关系如下:

$$H = \begin{cases} 0, & \text{部门 } i \text{ 与部门 } j \text{ 没有协同关系} \\ 1, & \text{部门 } i \text{ 与部门 } j \text{ 有协同关系} \end{cases}$$

根据网络拓扑结构,可以反映包括信息在内的资源在网络中传递的过程,也可以测量节点的资源获取能力。

(1) 度和距离

在网络中,与某一节点直接相连的点被称为该节点的邻点,一个节点拥有的邻点的数量被称为该节点的度数(nodal degree),也叫作关联度(degree of connection),一般记作 $d(i)$ 。在只用0和1表示节点连接关系的邻接矩阵中,某一节点的行总和或列总和就是该节点的度数。节点的度数是网络分析中最基础的测量指标,节点数量越多反映了与该部门有直接协作关系的部门就越多。

给定两个点作为起点和终点,连接这两个点之间的有序相连的边和节点就构成了起点和

[80] 刘铁民. 突发公共事件应急预案编制与管理[J]. 中国应急管理, 2007(1):23-26.

[81] 詹承豫, 顾林生. 转危为安:应急预案的作用逻辑[J]. 中国行政管理, 2007(5):89-92.

终点间的一条线路。任意两个点之间可能存在着多条线路，而两点间的距离则是其中最短路路的长度，一般用 d_{ij} 点 i 和点 j 之间的距离。距离在网络分析中也是非常重要的测量指标，一般认为距离越短则资源在网络中传递的效率越高。

(2) 网络密度

网络密度描述的是网络中各个节点间关联的紧密性，固定规模的点之间的连线越多，则该网络的密度越大。网络密度是网络中实际的连线数与最多可能存在的连线数的比值。在无向图中， n 个节点总共能产生 $\frac{n(n-1)}{2}$ 个节点。令网络中实际存在的连线数为 L ，则网络的密

度为： $\frac{2L}{n(n-1)}$ 。显然，网络密度的取值范围为 $[0,1]$ 。在管理学领域，网络密度被广泛应用于集群效益^[82]和企业技术创新^[83]的研究。在规模一定时，网络密度越大则资源越容易在网络中进行传递。

(3) 中心度

中心性是社会网络分析中的重点之一，是社会网络分析者最早探讨的内容之一^[84]。节点越接近网络的中心位置，其影响力越大^[85]。因此对于节点所处位置的中心程度，即中心度的测量对于我们理解网络至关重要。但是在实际操作过程中，中心度的含义可能会随应用情境不同而发生变化，学者们在研究中给出了许多中心度的概念和测量方法，其中应用比较广泛的有点度中心度、接近中心度、中间中心度。

点度中心度 (point centrality)^[86]又称局部中心度 (local centrality)，这一测度认为，如果一个节点所拥有的直接相连的节点很多，则该点对其他节点就拥有很大的影响力，处于中心地位。不同的网络的规模对节点的度数会产生很大的影响，为了避免网络规模的干扰，Freeman (1979) 提出了点度中心度的相对测度方法，即求所测点的度数与网络中的点最大可能度数的比^[87]。如果一个网络中存在 n 个节点，则最大可能度数为 $n-1$ 。记点度中心度为 $C_{RD}(i)$ ，则 $C_{RD}(i) = d(n_i)/(n-1)$ 。但是点度中心度实际上无法找出网络的中心位置，而只能表示点与点之间的直接关系，因此只是对局部环境的反映。

接近中心度 (closeness centrality)^[88]又称整体中心度 (global centrality)，这一测度认为网络中的节点如果在行动中更少地依赖其他节点，那么它的中心度就更高。而这种依赖性通过距离表现。如果一个点与网络中所有其他点的距离都很短，则称该点是整体中心点，这样的点与网络中的其他点都是“接近”的^[89]。Sabidussi (1966) 给出了接近中心度最简单的计算方法，即 $C_{AP_i}^{-1} = \sum_{j=1}^n d_{ij}$ 。为了排除网络规模对接近中心度的影响，一般使用相对接近中心度，即 $C_{RP_i}^{-1} = \frac{C_{AP_i}^{-1}}{n-1}$ 。需注意的是， $C_{RP_i}^{-1}$ 越大，说明该点与其他点的距离越大，则该点越不可能是中心点。

[82] 吴结兵, 徐梦周. 网络密度与集群竞争优势: 集聚经济与集体学习的中介作用——2001~2004 年浙江纺织业集群的实证分析[J]. 管理世界, 2008(8):69-76.

[83] 谢洪明, 赵丽, 程聪. 网络密度、学习能力与技术创新的关系研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2011, 32(10):57-63.

[84] 约翰·斯科特. 社会网络分析法[M]. 重庆大学出版社, 2016.

[85] Bavelas A. Communication Patterns in Task-Oriented Groups[J]. Journal of the Acoustical Society of America, 1950, 22(6):725-730.

[86] Nieminen V. On centrality in graph[J]. Scandinavian Journal of Psychology, 1974.

[87] Freeman L C. Centrality in social networks : Conceptual classification[J]. Social Networks, 1979, 1.

[88] Freeman L C. Centrality in social networks : Conceptual classification[J]. Social Networks, 1979, 1.

[89] 刘军. 社会网络分析导论[M]. 社会科学文献出版社, 2004.

介数中心度 (betweenness centrality)^[90] 又称中间中心度, 这一测度认为, 即便一个节点的度数较低, 但如果它在不同的节点对之间起到了关键的中介作用, 那么显然这个点处于网络的中心。这种中介作用和控制能力, 可以用节点 i 出现在其他节点对的最短线路上的概率来表示。如果用 g_{jk} 来表示节点 j 和节点 k 之间的所有路线, $g_{jk}(i)$ 表示 i 占据的 j 和 k 之间的最短路线的数量, 那么这种中介能力 $b_{jk}(i) = \frac{g_{jk}(i)}{g_{jk}}$ 。根据 $b_{jk}(i)$ 可以表示出节点 i 的

绝对介数中间度和相对介数中心度, 其中相对介数中心度为 $C_{RB}(i) = \frac{2 \cdot \sum_j^n \sum_k^n b_{jk}(i)}{n^2 - 3n + 2}$, 这里不作详细展开^[91]。

信息中心度 (information centrality)^[92] 又称信息获取能力 (information accessibility)^[93], 这一测度认为信息可以通过节点对的连边进行传递, 节点的特征能够反映其传递和获取信息的能力大小, 即以目标节点为终点的最短路径越多 (排除连接度的影响), 则该点的信息获取能力越强。有学者验证了这种信息获取能力等效于电网络中的电导^[94]。该测度不需要对网络中的线路进行枚举, 因此计算的复杂度较低^[95]。A 是网络的邻接矩阵, D 是主对角线是对应节点的连接度的对角矩阵, J 是所有元素都等于 1 的矩阵, 且令 $B = D + J - A$, $C = (c_{ij}) = B^{-1}$ 。则节点 i 的信息中心度 $C_{inf}(i) = \frac{n}{nc_{ii} + \sum_{j=1}^n c_{jj} - 2 \sum_{j=1}^n c_{ij}}$ 。该测度已被学者应用于企业创新能力^[96]和政府协同绩效的研究中。

Brandes 等人 (2003) 在对政策网络的研究中对上述指标的解释力进行了说明, 他们认为点度中心度反映了资源交换渠道的数量, 接近中心度反映了节点向外传递资源和信息的效率, 中介中心度则反映了节点的控制能力^[97]。

尽管这些指标被广泛应用于实证研究之中, 但是这些指标都存在一些不足之处。虽然点度中心度的测量非常便捷和直观, 但是对于节点的评估过于简单, 无法对网络的结构和节点的位置关系进行描述。接近中心度可以很好地反映节点在整体结构中所占据的位置, 但是无法直观地反映该节点对周围节点乃至整个网络的影响力。中间中心度可以反映节点对于整体网络的资源控制能力, 能够直观地展示节点的位置, 但是在衡量节点和节点之间的合作关系时, 仅仅考虑节点占据其它节点间最短路径的比例, 那么又是不够充分的。由于信息中心度避免了对网络中路线的枚举, 所以必须在计算结果中引入网络中的节点总数, 因此该测量值会受到网络规模的直接影响, 而使得不同规模的网络之间没有可比较性。

3.3.2 基于节点收缩的资源中心度

事实上, 在衡量政府部门间的协作网络时不能脱离其现实意义。两个政府部门节点之间

[90] Freeman L C. Centrality in social networks : Comceptual classification[J]. Social Networks, 1979, 1.

[91] 刘军. 社会网络分析导论[M]. 社会科学文献出版社, 2004.

[92] Stephenson K, Zelen M. Rethinking centrality: Methods and examples ☆[J]. Social Networks, 1989, 11(1):1-37.

[93] Bellamy M A, Ghosh S, Hora M. The influence of supply network structure on firm innovation[J]. Journal of Operations Management, 2014, 32(6):357-373.

[94] Altmann M. Reinterpreting network measures for models of disease transmission ☆[J]. Social Networks, 1993, 15(1):1.

[95] Poulin R, Boily M C, Mâsse B R. Dynamical systems to define centrality in social networks[J]. Social Networks, 2000, 22(3):187-220.

[96] Bellamy M A, Ghosh S, Hora M. The influence of supply network structure on firm innovation[J]. Journal of Operations Management, 2014, 32(6): 357-373.

[97] Brandes U, Kenis P, Wagner D. Centrality in Policy Network Drawings[C]// Graph Drawing, International Symposium, Gd'99, Střirín Castle, Czech Republic, September 1999, Proceedings. DBLP, 2003:250-258.

不同的线路很大可能上代表着不同的业务链和业务模块，也可能代表着各不相同的合作形式，因此对于某种特定的组织要素可能只通过或者只需要在某些路径中传递，亦或是出现“冗余”的情况。同时，在以牵头部门为核心构建的应急网络中，牵头部门居于中心地位，毫无疑问它所掌握和传递的资源是最丰富最重要的，而这种“掌控力”也是由网络中的位置来反映的。很多学者对节点特征的测量指标进行了补充^{[98]、[99]、[100]}。本文认为，应急联动的理想状态是各部门间的协同合作是“无缝隙”的，在资源的分配和共享上不存在效率的损失，就仿佛是一个个体自身与自身的交流而不是跨部门的。基于这一理想状态，本文选取一种基于节点收缩的重要度评估方法作为协同网络中部门资源传递能力（以下简称资源中心度）的测量方法^[101]。

首先，该测量方法提出网络凝聚程度概念。常见的网络密度的概念认为，网络中的连线越接近可能存在的极大值则网络密度越大，因此当网络密度越大，则网络中任意两点直接相连的可能性越高，此时网络中任意两节点间的距离越小。相似的，本文认为网络中所有节点间的距离越小，则网络的凝聚程度越大。同时，网络凝聚程度也会受到节点数量的影响，当节点间距离一定时，节点数量越少则网络凝聚程度越大。当网络凝聚程度越大时，资源越容易在网络中进行流转和传递。与之相似，Vito Latora 和 Massimo Marchiori (2001) 在讨论网络中信息传递的效率时也采用了相似的测量方法^[102]。记 $\epsilon[G]$ 为图 G 的凝聚度，则有：

$$\epsilon[G] = \frac{1}{n \cdot l} = \frac{1}{n \cdot \frac{\sum_{i \neq j \in V} d_{ij}}{n(n-1)}} = \frac{n-1}{\sum_{i \neq j \in V} d_{ij}}$$

当网络只有一个节点时，记 $\epsilon[G] = 1$ ，此时网络凝聚程度达到理论上的最大值。

假设 v_i 是 G 中的一个节点，且有 k_i 个节点与 v_i 直接相连。对 v_i 进行节点收缩是指以 v_i 为中心，将 v_i 和与 v_i 直接相邻的所有节点收缩成一个新的节点 v_i' ，而原网络中与 v_i 直接相邻的节点的所有连边则连接到 v_i' 上，形成一个新的网络 G_i 。显然，节点 v_i 收缩后网络 G_i 中的节点数量减小为 $n - k_i$ 个，节点间的平均距离也会变小，因此网络的凝聚程度会增加。而在网络中处于中心或关键位置、对其周围节点的影响力大的节点在收缩后，网络凝聚程度增加的幅度会更大。因此，本文认为节点的资源中心度与其节点收缩后导致的网络凝聚程度的变动幅度有关，凝聚程度变动越大，则节点重要度越高，其影响资源传递的能力越强。

记 $IMC(v_i)$ 为资源中心度， $\epsilon[G_i]$ 为节点 i 收缩后的网络凝聚程度，则有：

$$IMC(v_i) = 1 - \frac{\epsilon[G]}{\epsilon[G_i]} = 1 - \frac{(n - k_i) \cdot l(G_i)}{n \cdot l(G)}$$

因此，对节点 i 资源中心度的计算就转变为对网络 G 和网络 G_i 中所有节点对间距离的计算。根据 Floyd 算法可以对网络中任意节点的资源中心度进行计算。根据该算法可知，在以牵头部门为核心、其他部门都与牵头部门直接相连的网络中，牵头部门节点收缩后网络凝聚程度达到最大值 1。

[98] Zhou Xuan, Zhang FengMing, Li KeWu,等. Finding vital node by node importance evaluation matrix in complex networks 利用重要度评价矩阵确定复杂网络关键节点[J]. 物理学报, 2012, 61(5):50201-050201.

[99] 肖卫东, 谭文堂, 葛斌,等. 网络节点重要度的快速评估方法[J]. 系统工程理论与实践, 2013, 33(7):1898-1904.

[100] 平健, 韩传峰, 于振宇. 基于熵理论的政府应急管理组织信息传递能力评价[J]. 软科学, 2013, 27(10):126-130.

[101] 谭跃进, 吴俊, 邓宏钟. 复杂网络中节点重要度评估的节点收缩方法[J]. 系统工程理论与实践, 2006, 26(11):79-83.

[102] Latora V, Marchiori M. Efficient Behavior of Small-World Networks[J]. Physical Review Letters, 2001, 87(19):198701.

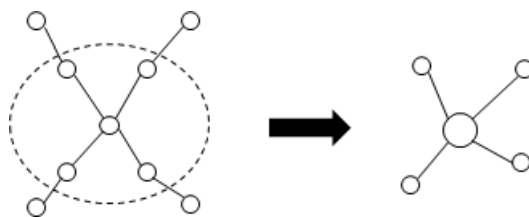


图 2 节点收缩法图示

3.3.3 基于边收缩的部门协同度

根据节点收缩得到的资源中心度，考虑了与节点直接相邻的每一条边对网络的影响。但是在府际关系的研究中，不仅仅是考察单一部门的个体行为的影响，更应该对两个部门直接的协同行为进行反映。一个部门的资源中心度是所有与它直接相连的部门收缩得到的，所有的协同关系带来的影响都被考虑了。因此我们可以对这种方法进行拆解，即只考虑一条边对资源在网络中进行传递的效率带来的提升作用。在已有的研究中，也有学者通过此类收缩的思想方法对网络中的边进行重要性评价^[103]。需要注意的是，资源中心度在本质上反映的是拓扑特征，而并不能完全反映现实中的部门能力。通过对网络中重要节点的分析，能够帮助我们更好地认识应急协同网络，帮助我们找到那些在网络中处于关键位置、同其他部门广泛联系的部门。这样的部门可能是某一灾害应急领域的核心部门，也有可能是负责某一功能模块的支持部门。从另一个角度来看，节点的资源中心度不是由节点本身决定的，而是由节点与其他节点之间的相互关系决定的，节点所拥有的每一条边是节点获取和传递资源的路径，这些路径构成了节点对资源传递的影响力，而这种影响力本质上反映了在府际关系中部门同部门之间进行权力配置和利益交换的能力。而从管理体制优化的角度来看，在既定的组织结构中，特别是根据现实业务需要而确定的网络中，对于结构的任何合理改进，都是通过对组织间关系的调整，即增加或删除连线来实现的。通过对连线的分析，对于我们更好地认识和调整网络也具有非常重要的意义。

根据节点收缩的思想，如果只选取一对节点对进行收缩，其带来的网络凝聚度提升就是边的部门协同重要度，简称部门协同度。记边 e_{mn} 是 G 中的一条连边，连接的是节点 v_m 和节点 v_n ，那么沿着 e_{mn} 将 v_m 和 v_n 收缩成一个新的节点 $v_{e_{mn}}$ ， v_m 和 v_n 上原有的连边都变为与 $v_{e_{mn}}$ 相连，如果存在重复的边则只保留一条，从而产生新的网络 $G_{e_{mn}}$ 。 v_m 和 v_n 的收缩也将增加网络的凝聚程度，因为任意一条边的收缩都使得网络中的节点数目减少 1，所以收缩后网络凝聚程度的变动大小仅仅与这条边在网络中所处的位置是否重要有关。记 $IMC_e(v_m v_n)$ 为连接节点 v_m 和 v_n 的边的部门协同度，则有：

$$IMC_e(v_m v_n) = 1 - \frac{\varepsilon[G]}{\varepsilon[G_{e_{mn}}]} = 1 - \frac{(n-1) \cdot l(G_{e_{mn}})}{n \cdot l(G)}$$

因为当网络规模较大时，边收缩后对网络凝聚程度的影响幅度可能相对较小，所以当在固定网络中讨论边的部门协同度时，对边的部门协同度进行无量纲化处理，具体方式为：

$$IMC_e(v_m v_n)' = \frac{IMC_e(v_m v_n) - \min(IMC_e)}{\max(IMC_e) - \min(IMC_e)}$$

此时 $IMC_e(v_m v_n)' \in [0,1]$ 。

[103] 熊金石, 李建华, 莫建云. 基于边收缩方法的网络化信息系统链路重要性评估[J]. 电光与控制, 2013, 20(4):27-30.

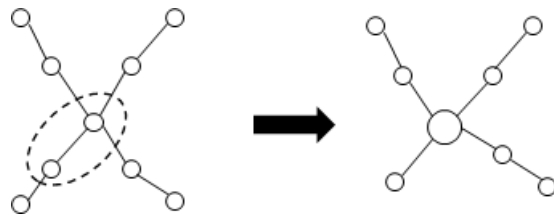


图 3 边收缩法图示

现有一个存在 10 个节点和 10 条边的网络如下图所示。根据上述方法，该网络中的节点资源中心度和边的部门协同度计算结果在变 1 中展示。

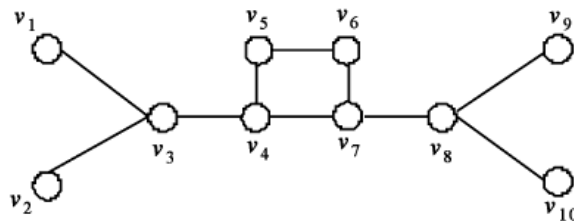


图 4 网络拓扑结构图示^[104]

表 1 资源中心度和部门协同度评估结果

节点编号	资源中心度	节点编号	部门协同度
1	0.149	1	3
2	0.149	2	3
3	0.445	3	4
4	0.471	4	5
5	0.200	4	7
6	0.200	5	6
7	0.471	6	7
8	0.445	7	8
9	0.149	8	9
10	0.149	8	10

[104] 谭跃进, 吴俊, 邓宏钟. 复杂网络中节点重要度评估的节点收缩方法[J]. 系统工程理论与实践, 2006, 26(11):79-83.

第四章 应急预案协同网络分析

4.1 单项预案中的应急部门协同关系

本文选取上海市 F 区的应急预案作为分析对象。F 区位于上海市南部，南临杭州湾，北镇黄浦江，境内有 31.6 公里杭州湾海岸线，13 公里黄浦江江岸线。陆上面积 687.39 平方公里，人口 53.19 万人，区内工业较为发达，2017 年工业总产值 1565.4 亿元。F 区现在正在实施的各类应急预案共有 110 份，其中区级专项预案 73 份，镇级专项预案 37 份，涉及突发公共事件的类型包括防汛防台、重特大火灾、重大植物疫情、污染和生态破坏等，其中台风等气象灾害、火灾、安全生产事故等是 F 区易发的突发公共事件。

(1) 应急协同网络的构建

从部门协同的形式来看，包括决策协同和执行协同两种；从跨部门合作的内容来看，包括联合发文、联合行动、联席会议等。不同的应急部门间合作的形式和内容不尽相同，为了方便处理，本文认为两部门间的协同关系不受合作的形式和内容的影响。同时，应急预案是对部门协作关系的规范和安排，并不能直接反映现实情况；仅通过对应急预案的分析，也无法反映非制度因素的影响，因此本文不考虑不同部门间协作程度的高低，而认为不同部门间的协同是等效的。因此，将应急部门视作网络中的节点，用节点间的连边表示部门间存在的协同关系，可以构建无权网络；部门间的协同是双向的，因此应急网络是无向的。由此确定应急协同网络是无向无权网络。

根据政策文献量化分析的方法，通过应急预案中对各应急部门制度性安排的文字描述，可以确定应急预案中的牵头部门以及相关部门之间是否存在协同关系。一般情况下，应急预案的发文单位就是牵头部门，例如地震应急预案的发文单位是地震办。此外也会有由该种突发公共事件的应急指挥部进行发文的情况，而通过该指挥部的领导任命或是办公室设置情况可以确定牵头部门，例如重大动物疫病防治指挥部由农委牵头成立。由于牵头部门承担组织调动工作，因此预案中涉及的其他部门都可以认为同牵头部门存在协同关系。应急预案中会根据应急职能对各成员单位进行分类，如果分处同一小组或负责相同的职能（如应急救援、道路维护、物资运输、现场监测等）则认为这些部门存在协同关系。此外，部分应急预案中也会对相关部门间的信息共享、技术指导等关系进行说明。通过上述内容，可以确认并绘制应急预案中各应急单位的关系网络。

(2) F 区危险化学品事故单项应急协同网络

本文以上海市 F 区危险化学品事故应急预案为例构建单项预案应急协同网络，以展示单一灾害下应急协同网络的网络特征。F 区位于上海市南部，工业是 F 区的主要发展产业，2017 年第二产业占全区生产总值的 53.9%。F 区共有 8 个工业园区，其中包括上海化学工业区 F 分区、上海市工业综合开发区等。全区化工单位现有 215 家，构成重大危险源数量为 30 家，剧毒化学品从业单位数量为 68 家，涉及的有毒气体和挥发性强、气化率高的有毒液体包括氯、氨、一氧化硫、硫化氢、二氧化硫、氰化氢、氯化氢、氟化氢、氯乙烯、甲醇、苯、硫酸二甲酯、甲苯、丙烯腈、甲醛、苯乙烯、二硫化碳、二异氰酸甲苯酯，以及液化石油气、汽油、原油这三类危险化学品。因此，危险化学品事故的应急管理是 F 区应急管理工作的重点之一。

危险化学品事故由安委办主管，但是安委办的具体职能实际上由安监局履行，安委办更多的呈现一种领导小组的形式，因此本文认为在该预案中核心部门是安监局。上海市 F 区危险化学品事故应急预案明确规定了参与应急处置的部门有安监局、消防支队、民防办、交警支队、公安分局、卫生局、环保局、质监局、建交委、气象局、电信局、新闻

办、部队、区政府、民政局、总工会和电力公司共 17 个部门。根据预案规定的部门间信息共享、人员交流、物资分配、联合行动和共同决策的关系，构建出的 F 区危险化学品事故应急协同网络如图 5 所示。该网络共有 17 个节点，24 条连边。

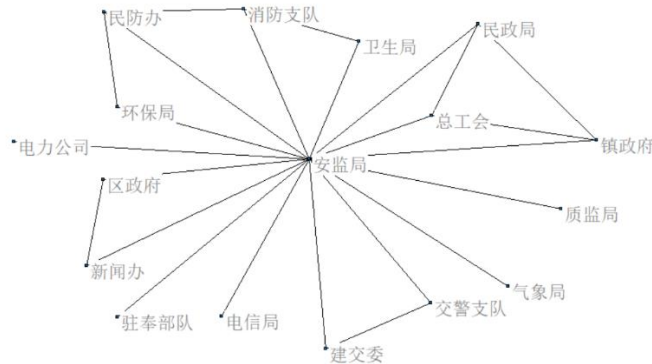


图5 危险化学品事故应急协同网络

根据资源中心度和部门协同度的算法对该网络进行分析，得到的结果如下表所示。根据计算结果可以发现在该应急协同体系中，因为安监局与其他部门都存在协同关系，所以采用节点收缩法后，该网络只剩下一个节点，此时网络凝聚程度最大。该情况反映了安监局作为危险化学品事故应急处置的核心部门，它可以通过与其他相关应急部门的直接工作联系获取相应资源，因此在该协同体系中，它在应急工作中的影响力是最强的。相比之下，其他应急部门的资源中心度都较低，它们大多通过与安监局的连线同其他的部门产生联系。因此该网络是典型的星型网络（单一核心），网络结构简单。

考量部门协同关系对于部门资源获取能力的影响，可以发现在该网络中各部门间的协同度区别较小。这是因为网络的规模较小，结构较为简单，因此不同部门间的协同度的差异较小。同时也可以发现，两部门间的协同度与其资源中心度也并不一定直接相关，这表现出了一定的规律，本文将在下节进行论述。

表2 危险化学品事故应急部门资源中心度

部门名称	中心度	部门名称	中心度	部门名称	中心度
安监局	1.000	质监局	0.067	总工会	0.186
消防支队	0.186	建交委	0.129	部队	0.067
民防办	0.186	气象局	0.067	新闻办	0.129
交警支队	0.129	电信局	0.067	电力公司	0.067
卫生局	0.124	镇政府	0.186	区政府	0.129
环保局	0.124	民政局	0.186		

表3 危险化学品事故应急部门协同度

部门名称		协同度	部门名称		协同度	部门名称		协同度
安监局	消防支队	0.0581	安监局	电信局	0.0667	消防支队	民防办	0.0624
安监局	民防办	0.0581	安监局	镇政府	0.0581	消防支队	卫生局	0.0624
安监局	交警支队	0.0624	安监局	民政局	0.0581	民防办	环保局	0.0624
安监局	卫生局	0.0624	安监局	总工会	0.0581	交警支队	建交委	0.0624
安监局	环保局	0.0624	安监局	驻奉部队	0.0667	镇政府	民政局	0.0581
安监局	质监局	0.0667	安监局	新闻办	0.0624	镇政府	总工会	0.0581

部门名称		协同度	部门名称		协同度	部门名称		协同度
安监局	建交委	0.0624	安监局	电力公司	0.0667	民政局	民政局	0.0581
安监局	气象局	0.0667	安监局	区政府	0.0624	新闻办	区政府	0.0624

4.2 多灾种情况下的应急部门协同关系

上一节的图示反映的是单项应急协同网络，是当核事故及放射性污染事故发生、F 区政府启动核事故及放射性污染事故应急预案、相关单位根据应急预案的规定开展应急处置工作时所反映出的相互关系。但是在多灾种环境下，即当一定时间内出现某种特殊情况（例如由地震引发了核泄漏事故），而使得两项甚至多项应急预案被启动，更多的部门投入到应急处置工作中甚至有些部门要承担多项工作时，应急部门之间的关系网络就从明显的单核心形态变得更为复杂，网络的拓扑结构和节点特征也随之改变。

而当前我国的应急管理体系并不强调多灾种的可能性，应急部门可以在一个相对简单的框架和体系内开展应急处置工作，应急预案的编制往往也缺乏预案关联和联动的接口。由于缺乏相应的制度安排，在多项预案同时启动时，应急部门协同工作的展开往往依靠领导者的权变而使得应急处置的结果存在很大的不确定性。尽管在多灾种环境下应急处置工作中各部门的相互关系变得非常复杂，但是其网络拓扑结构所反映出的特征信息在本质上并不会发生变化。根据不同应急预案对于应急部门工作的规定，同样可以绘制出在现有应急预案体系下的多灾种应急协同网络，并且根据这一网络，可以对多灾种、跨预案的应急部门协同关系进行分析。

通过对应急预案文本的阅读可以发现，F 区的应急处置体系以区级应急部门为主体，市级单位主要负责信息发布和信息报备，镇级单位则以响应区级主管单位的任务安排为主且各镇级单位在预案设置上具有相似性。结合上文对于应急管理中横向府际关系的论述，本文以区级应急部门为主体构建横向的应急协同网络，并将各镇级单位统一用镇政府表示。在该网络中，共有包括安监局、地震办、公安分局、环保局、建交委、旅游局、民防办、水务局、卫生局、应急办等单位在内的 53 个节点，377 条连边。如下图所示：

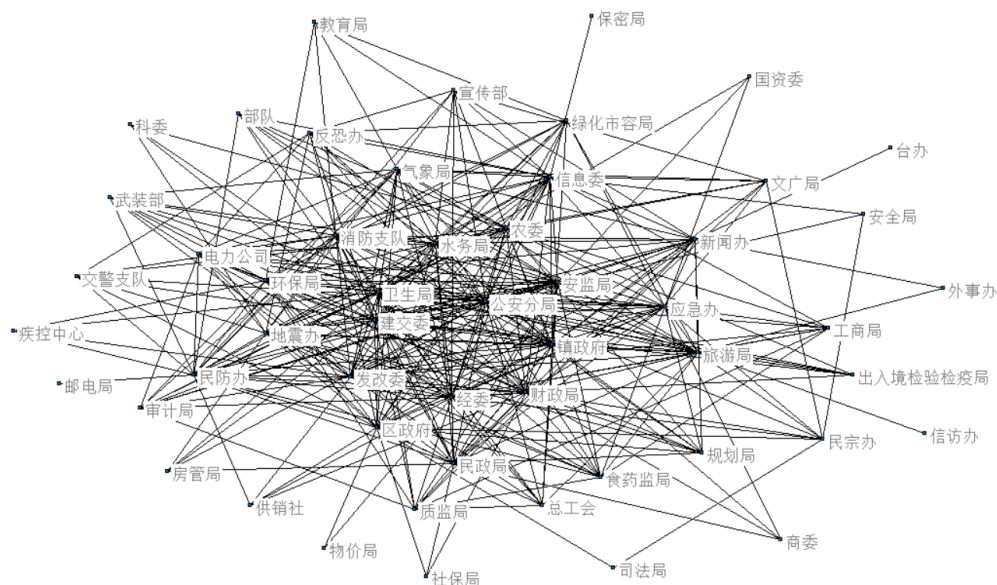


图6 F区突发公共事件应急协同网络

根据定义，部门协同度的求解实际上是对资源中心度的分解，因此用资源中心度衡量部门协同度可能存在内生性的问题。因为点度中心度也会对资源中心度产生影响，所以本文选择边连接的节点对的点度中心度作为另一个变量进行分析。

根据边所连接节点对的点度重要度定义边 e_{mn} 的连接度 DE_{mn} 为：

$$DE_{mn} = \frac{D(m) + D(n)}{2}$$

以 $IMC_e(v_m v_n)$ 和 DE_{mn} 为横纵坐标，绘制散点图如下图所示：

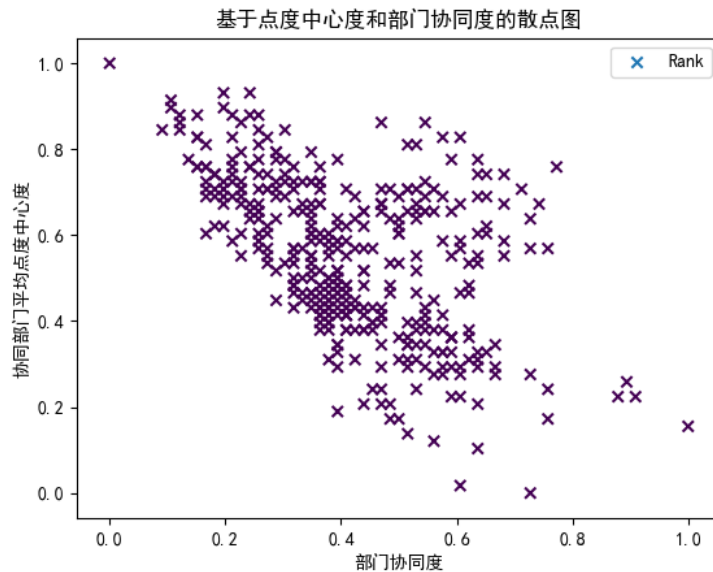


图7 F区应急部门基于点度中心度和部门协同度的散点图

根据该散点图可以发现，除了在 $IMC_e(v_m v_n) < 0.4$ 且 $DE_{mn} < 0.4$ 的范围内没有点分布外，如果以 $IMC_e(v_m v_n) = 0.4$ 和 $DE_{mn} = 0.4$ 为两条分割线，可以将所有节点分割成数量大致相等的三块。为了验证这一猜想，本文采用 K-均值聚类分析法进行聚类分析，并预设 $k=3$ 。聚类的结果如下：

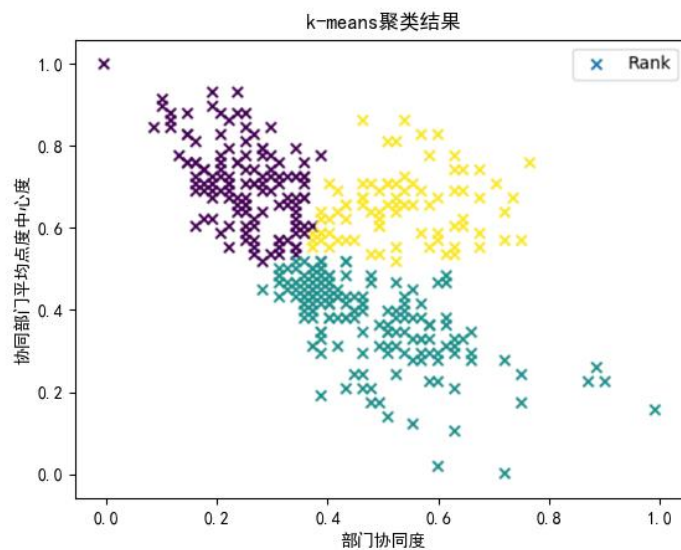


图 8 F 区应急部门协同关系 k-means 聚类分析结果

可以发现,所有散点大致沿 $IMC_e(v_m v_n) = 0.4$ 和 $DE_{mn} = 0.5$ 被分割成三簇。因此本文认为,在多灾种环境下 F 区应急协同网络中,存在着三种类型的部门协同关系。

(1) 资源冗余型

该类型中,两个部门的点度中心度很高,但是这两个部门之间的协作关系并不能为这两个部门带来多少资源传递和获取能力的提升。这一类型以公安分局和建交委为典型(点度中心度分别为 36 和 34,两者的部门协同度在无量纲化后为最小值 0)。本文筛选出所有与公安分局或建交委距离为 1 的节点,发现该局部网络中除公安分局和建交委外另有 37 个节点,其中除安全局、工商局、科委、民宗办和食药监局这 5 个节点之外,剩余的 32 个节点同时与公安分局和建交委都存在协同关系。此时,公安分局和建交委从外部获取的资源在很大程度上是同质的,两个部门之间进行直接交换的资源,除了极少部分是“新鲜”的之外,大部分资源都可以从相关部门取得,而无需再由建交委或公安分局“经手”和“转达”。此时,可以认为这种协作关系所传递的资源是冗余的。

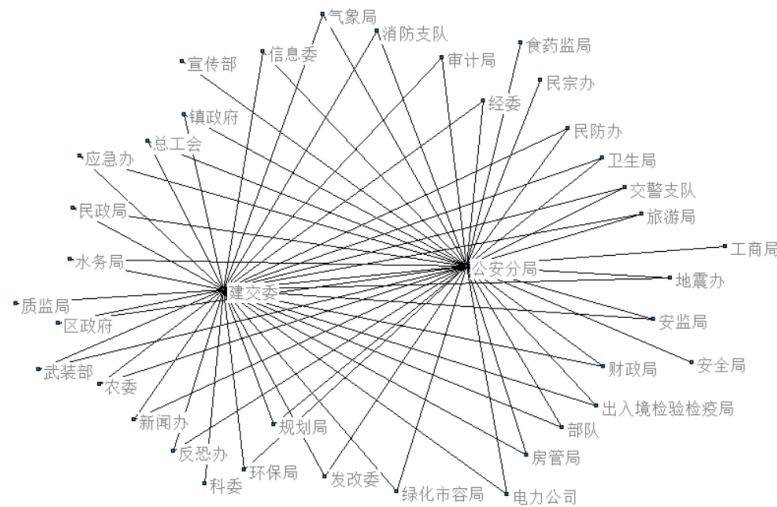


图 9 资源冗余型协同关系图示

在应急管理的实际工作中,尽管冗余型的协同关系并不能带来资源配置效率的大幅提升,但却是更可靠的。在极端情况下,如果两个部门之间的沟通交流机制因某些原因中断,也不会导致绝大部分的信息和资源在网络中无法传递而导致整个网络的瘫痪。在多灾种情境中,如果两个核心应急部门是资源冗余型的合作关系,那么说明这些灾害造成的破坏以及应急处置过程是类似的,在灾害演化的过程中,新的应急预案的启动、新的核心应急部门的加入以及应急处置工作的展开将会是顺畅的、高效的。

(2) 资源互补型

该类型中,两个部门的点度中心度都较高,同时这两个部门之间的协同关系也为其带来了大量的资源。这一类型以旅游局和地震办(点度中心度均为 23,部门协同度为 0.652)为典型。在 F 区应急预案体系中,旅游突发事件应急核心部门为旅游局,而在旅游突发事件中,“本区或区外发生,危及或损害来奉或本区外出旅游者生命财产安全,或影响本区旅游业正常运行的紧急事件或状态”的可能事件类型包括地震以及地震带来的一系列次生灾害,因此旅游局与以地震办为核心的地震应急体系也存在着一定的联系。本文筛选出所有与旅游局或地震办距离为 1 的节点,发现该局部网络中除旅游局和地震办外另有 33 个节点,其中除镇政府、消防支队、公安分局、建交委等 12 个部门与旅游局和地震办都直接相连外,其余 21 个部门只与旅游局或地震办单独相连。通过部门间的协作关系,旅游局和地震办可以对自己所掌握的资源进行补充,此时在网络中这两个部门是资源互补的。

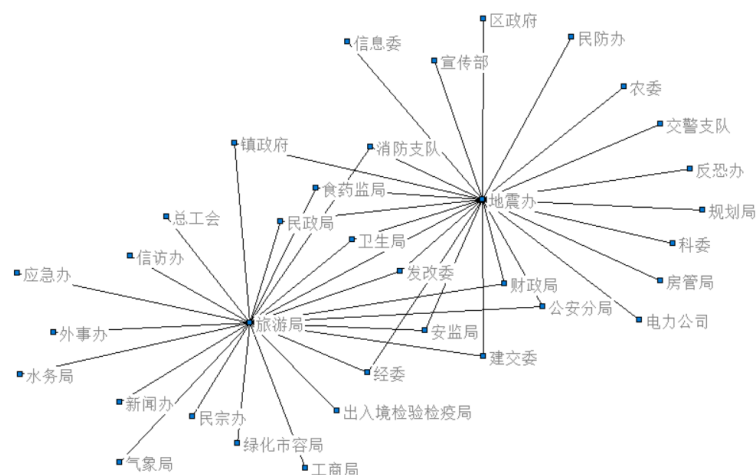


图 10 资源互补型协同关系图示

在应急管理的实际工作中，互补型的协作关系极大地提高了资源配置效率和资源利用率，这种协同关系是高效的。在复杂的灾害环境下，可能要求不同模块的部门也进行合作，甚至是模块功能的扩展，比如救援部门投入到现场保障工作中。在多灾种情境下，两种或多种灾害各自造成的破坏是不同的，在演化过程中这些破坏相互影响，彼此混合，就要求不同的应急核心和应急模块进行整合和协作。此时，两个应急核心部门的资源互补型协同关系对于应急能力的提升起到了关键的作用。因此必须通过制度安排，保障两个部门间的顺畅交流和高效协同。

(3) 资源依附型

该类型中，尽管两个部门的点度中心度之和较低，但是这两个部门之间的协同关系也为其带来了大量的资源。这种情况下往往一个部门的点度中心度极低，而另一个部门的点度中心度相对较高。这一类型以保密局和信息委(点度中心度分别为 1 和 25，部门协同度为 0.894)为典型。在 F 区网络与信息安全事件应急预案中，区保密局负责本区涉及国家秘密的信息系统监督管理工作，理论上只同网络信息安全的主管部门信息委发生工作联系。但是在信息系统的监督管理中，如果出现需要对其他部门进行审查的情况，或是因为人为事件或灾害袭击导致的系统崩溃或硬件损毁，在保密局如何同相关部门直接进行信息共享上则没有相关的制度安排。本文筛选出所有与保密局或信息委距离为 1 的节点，其局部网络结构如下图所示。此时，可以认为保密局所能获取的资源都是经由信息委提供的，因此在资源获取上保密局依附于信息委。

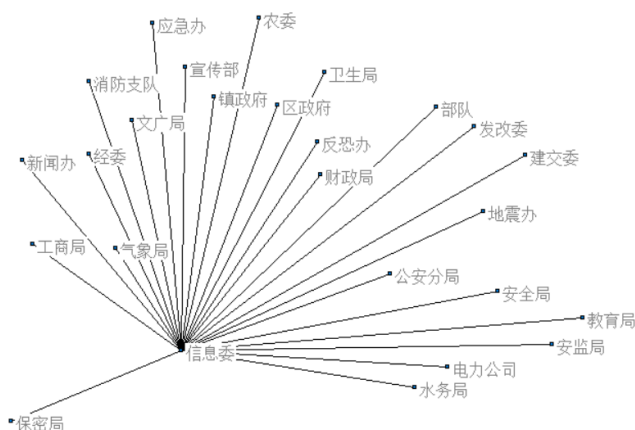


图 11 资源依附型协同关系图示

在应急管理的实际工作中，一个部门同其他部门的联系越少，往往说明该部门负责的工作是支持性的，相对而言并不如核心部门那样重要，但是我们也不能因此就忽视该部门在整体网络中发挥的作用。以保密局和信息委为例，保密局的资源获取全都通过信息委来实现，这也意味着一旦信息委之外的部门需要得到保密局的人力物力和知识技术支持，那么在制度安排上也只能通过信息委来传递。此时保密局所掌握的资源就是“稀缺的”，而信息委则占据了结构洞的地位。因此，一旦在应急管理工作中出现这种情况，就极度依赖保密局和信息委之间的协同。

(4) 资源孤岛型

从网络拓扑结构来看，理论上还应存在这样一种情况，即两个节点的点度中心度都不高，他们之间的部门协同度也不高。一般情况下，这两个节点都依附于一个重要度较高的节点，通过该节点与外部节点进行联系。因此从结构上看，这两个节点就像是离群的“孤岛”。这种结构的出现，说明某种功能模块仅有“孤岛”部门就能实现，且这一模块无需与外界进行交互或交互较少。在应急管理实际工作中，这种情况极少出现，因此在这里不做详细的论述。

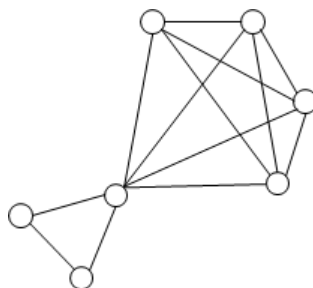


图 12 资源孤岛型协同关系图示



图 13 应急协同关系分类矩阵

4.3 多灾种情景模拟下 F 区应急协同网络分析

在上一节中，本文讨论了多灾种环境下应急部门的协同关系，不同的协同关系对应急管理工作的影响是不同的。当突发公共事件真正发生时，应急预案中的制度安排所构建起的应急部门的协同关系甚至是应急联动网络都可能存在无法适应灾害的演化的情况。因此本节将通过情景模拟的方法，有针对性地对 F 区应急协网络的结构和其中的协同关心进行分析，并尝试提出相应的政策建议。

“情景-应对”（scenario-response）应急管理模式是当前我国较被认可的应急管理模式^[105]。“情景-应对”模式根据历史灾害事件情景要素发展过程，在当前灾害事件的特殊约

[109] 戎军涛, 王莉瑛. 面向政府危机决策的知识管理“情景-应对”机制研究[J]. 情报杂志, 2016, 35(5):188-194.

束情境下，推演可能发生的次生衍生事件，从而采取相应措施和手段^[106]。情景推演是“情景-应对”模式的核心^[107]。因此为了提高情景推演的科学性和准确性，需要在情景推演时充分考虑多灾种的可能性以及各类灾害之间潜在的作用关系。基于这一思想，朱晓寒（2016）等人结合“灾害链”的思想，构建了自然灾害链情景态势组合推演框架^[108]。

灾害链（hazard chain）是由于一种灾害的发生而导致一系列灾害的现象^[109]，是对灾害演化的因果关系及其动态过程的反映。郭增建（1987）首次提出灾害链的概念，并定义了因果链、同源链、互斥链、偶排链四种链接类型^[110]。史培军（1996）提出了台风-暴雨灾害链、寒潮灾害链、干旱灾害链、地震灾害链的基本形态^[111]。尽管关于“灾害链”的表述多见于国内的研究，国外多用级联效应（cascading effects）来表达相应的研究理念。Sandri（2014）等人利用事件树（event tree）的方法绘制了秘鲁 El Misti 火山活动可能引发的一些列次生灾害^[112]。LM Zhang（2014）等人以 2008 年汶川地震为例，在灾害情景模拟中以时间为坐标轴并不断加入致灾因子，从而对灾情的全部演化过程进行了重现^[113]。

本文根据前人的研究成果和 F 区实际情况，以化工厂爆炸作为首发灾害进行情景模拟。本文通过查阅文献和新闻，对已有突发公共事件中灾害演化的作用关系进行简单梳理，并选取化工厂爆炸作为首发灾害进行情景模拟。根据表 4，本文假设在上海化学工业区 F 分区发生严重的化工厂爆炸事件，爆炸引发了附近区域的火灾和有毒气体的泄露，并造成了交通的中断。同时由于化工区靠近水源，有毒物质的泄露引起了水体污染。在火灾中，道路两侧的电线杆等被焚毁，导致了区域内电力供应中断。同时，化工厂爆炸和有毒气体泄漏的消息在地区的论坛等网络媒介上传播，并引起了附近居民的恐慌。以人员伤亡和财产损失作为最终的灾情损害^[114]，可以根据情景模拟建立 F 区化工厂爆炸情景模型，如下图所示。

表 4 基于化工厂爆炸的灾害情景模拟表

首发灾害	次生灾害	来源	事件实例	对应预案
化工厂爆炸	火灾	陈璐等（2016）	2015 年天津港爆炸	重、特大火灾事故应急预案
	有毒气体泄漏	李天祺等（2006）		危险化学品事故应急预案
	水体污染	武佳倩等（2015）	2005 年吉化爆炸	突发环境污染和生态破坏事件应急处置预案
	交通中断	新闻		重、特大道路交通事故应急预案
火灾	电力供应中断	新闻		供电公司突发事件总体应急预案
有毒气体泄漏	社会恐慌	新闻		突发公共事件新闻及公众信息发布应急预案

[110] Zhong M, Shi C, Fu T, et al. Study in performance analysis of China Urban Emergency Response System based on Petri net[J]. Safety Science, 2010, 48(6):755-762.

[111] 朱晓寒, 李向阳, 王诗莹. 自然灾害链情景态势组合推演方法[J]. 管理评论, 2016, 28(8):143-151.

[112] 朱晓寒, 李向阳, 王诗莹. 自然灾害链情景态势组合推演方法[J]. 管理评论, 2016, 28(8):143-151.

[113] 史培军. 灾害研究的理论与实践[J]. 南京大学学报, 1991, 11: 37-42.

[114] 郭增建, 秦保燕. 灾害物理学简论[J]. 灾害学, 1987(2):30-38.

[115] 史培军. 三论灾害研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 1996, 11(4):6-17.

[116] Sandri L, Thouret J C, Constantinescu R, et al. Long-term multi-hazard assessment for El Misti volcano (Peru)[J]. Bulletin of Volcanology, 2014, 76(2):771.

[117] Zhang L M, Zhang S, Huang R Q. Multi-hazard scenarios and consequences in Beichuan, China: The first five years after the 2008 Wenchuan earthquake[J]. Engineering Geology, 2014, 180:4-20.

[118] 王翔. 区域灾害链风险评估研究[D]. 大连理工大学, 2011.

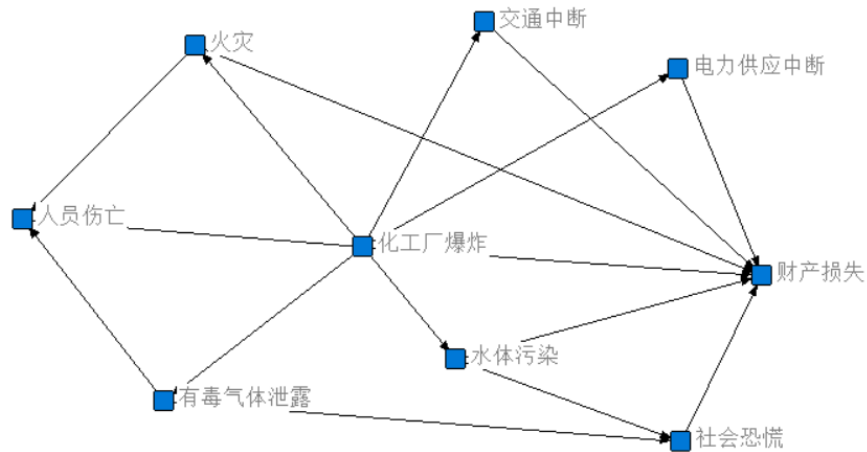


图 14 基于化工厂爆炸的灾害演化图

事件相应的应急预案网络如下。其中，电力公司的应急预案只涉及公司内各应急小组的职能分配，不涉及同政府部门的协同机制，因此无法绘制网络。根据这五个专项应急预案网络，可以连接成一个相对复杂的化工厂爆炸导致多灾并发情况下的应急协同网络。

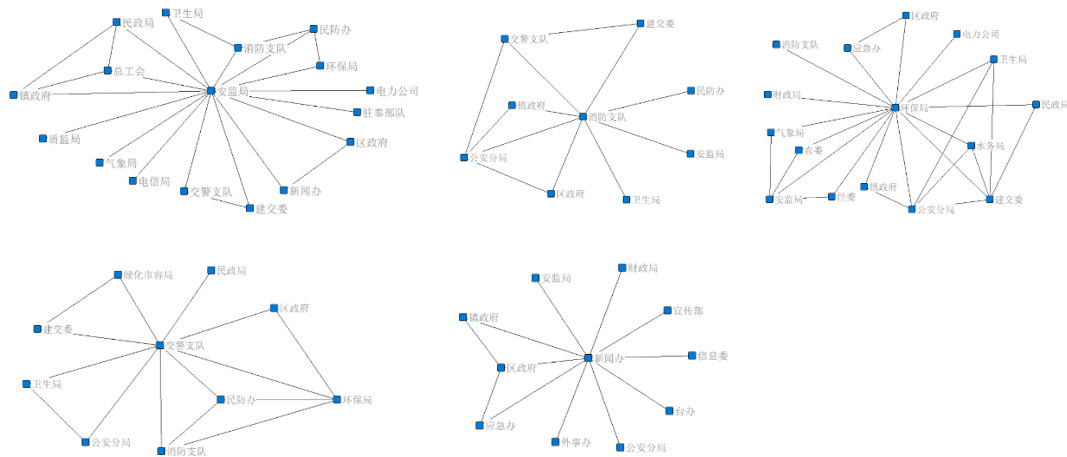


图 15 基于情景模拟的相关应急预案子网络

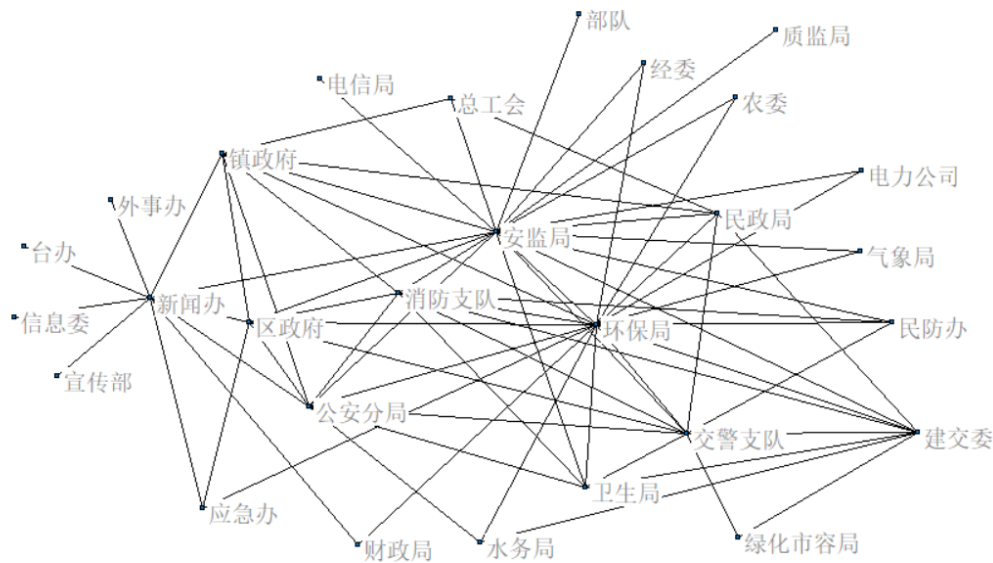


图 16 基于情景模拟的应急协同网络

根据该网络，对各部门的资源中心度进行计算，计算结果如下。在涉及的 28 个部门中，安监局、环保局、新闻办、交警支队、消防支队这五个专项预案核心部门的资源中心度都很高，此外公安分局、区政府、镇政府等部门的资源中心度也较高。这些部门在应急处置的抗灾、救援、现场控制和灾后恢复中发挥重要作用。其中，消防支队主要负责爆炸、火灾和毒气泄漏中的灾情控制和人员抢险，负责第一时间传递出灾害现场情况；安监局协调各部门的抢险工作，并给予化工品灭火、毒气处理的专业意见，以及监测救援现场及周边的毒气含量，保障参与应急处置的其他部门人员的安全；交警支队连同建交委，负责保障现场及周边地区的道路畅通，确保救援力量和应急物资的有序初入；根据现场情况，环保局判断是否存在有毒物质泄露和水体污染的可能，并在现场情况稳定后第一时间采取相应措施；新闻办负责根据各部门的应急处置情况，及时对公众公布事件处置进展，消除公民恐慌情绪。

也有一些部门的资源中心度相对较低。这些部门大多只在特定事件中承担支持性的工作，比如总工会配合民政局和事发地镇政府完成受灾工人的安抚工作、绿化市容局配合交警支队和建交委根据道路毁坏情况完成道路的清扫。但是事件导致的电力中断会对造成一定的社会经济损失，甚至可能延误应急救援工作的展开，需要电力公司第一时间到场、找出电力中断原因、完成相应线路抢修、恢复电力供应，在这一过程中，在现场环境非常复杂且并不安全的情况下，电力公司同安监局、消防支队等部门的协调沟通就非常重要。但是在相应的应急协同网络中，由于供电公司突发事件总体应急预案设置只关注部门自身的应急力量组织而忽略了同其他政府部门对接的机制保障，因此可能会在沟通的及时性和有效性上出现问题。

表 5 基于情景模拟的应急部门资源中心度

部门名称	中心度	部门名称	中心度	部门名称	中心度
安监局	0.69625	卫生局	0.207679	宣传部	0.055
环保局	0.570455	民防办	0.153315	信息委	0.055
新闻办	0.450074	财政局	0.1522	外事办	0.055
公安分局	0.398125	水务局	0.119687	台办	0.055
区政府	0.367632	应急办	0.1036	经委	0.049808
交警支队	0.362721	总工会	0.094375	质监局	0.042019

部门名称	中心度	部门名称	中心度	部门名称	中心度
消防支队	0.350809	绿化市容局	0.08605	电信局	0.042019
镇政府	0.346316	气象局	0.08065	部队	0.042019
建交委	0.294803	电力公司	0.08065		
民政局	0.244	农委	0.08065		

对此,本文尝试在网络中添加电力公司同其他部门的连线(每次计算只加入一条新的边),并计算在增加相应连线后新的电力公司资源中心度(其中安监局和环保局为固有连接)。计算结果如下表所示。在与消防支队、交警支队、新闻办这三个应急预案中的核心部门的协同关系中,同交警支队、新闻办的协同对电力公司应急资源获取的提升作用较为明显,而与消防支队的协同则相对不那么重要。其现实意义是,在电力抢修过程中,道路的畅通与否关系到电力公司能否在最快时间内赶赴现场,而在化工爆炸现场及其周边,电力抢修工作应当在环境稍微稳定之后展开,此时与负责现场调度的安监局的协同弱化了电力公司同消防支队的协同重要性。而在新闻办发布新闻、遏制社会恐慌情绪的过程中,电力是否能够恢复也是相当重要的一个影响因素。将电力公司与消防支队、交警支队、新闻办同时连接后的资源中心度提升为 0.2774。因此本文认为,有必要调整供电公司突发事件总体应急预案的编制,加强电力公司同其他应急核心部门的业务联系的制度安排。

表 6 增加连线后的电力公司资源中心度

协同部门	中心度	协同部门	中心度	协同部门	中心度
消防支队	0.105625	民政局	0.11125	水务局	0.115469
民防办	0.115469	总工会	0.116875	财政局	0.11125
交警支队	0.126719	部队	0.119687	绿化市容局	0.136562
卫生局	0.112656	新闻办	0.208281	宣传部	0.13375
质监局	0.119687	区政府	0.121094	信息委	0.13375
建交委	0.130937	公安分局	0.101406	外事办	0.13375
气象局	0.119687	应急办	0.128125	台办	0.13375
电信局	0.119687	经委	0.119687		
镇政府	0.104219	农委	0.119687		

该协同网络共有 70 条边,根据边的收缩法计算出部门协同度结果见表 7。结合各部门的点度中心度,可以确定各部门间的协同类型。安监局和消防支队、消防支队和环保局、消防支队和交警支队等都表现出了明显的冗余型特征。资源冗余并不意味着这些部门之间的协同不重要,而是表明因为在应急职能上有着较高的重合度,且两个部门的协同水平较高,它们能够获得足够的外部支持,因此两部门间的协同将更加直接有效而不需要进行额外的资源交换。同时因为能够便捷地通过第三方获取资源,所以两个部门间协同的鲁棒性更强,能适应更为复杂的应急环境。

新闻办同安监局、公安分局、事发地镇政府等则表现出了互补型特征。在该灾害场景中,由于制度安排中新闻办并不与前线的抢险部门直接联系,因此对于灾情发展和控制情况的信息需要通过安监局、公安分局和事发地镇府等获取,而在对外信息发布上,如果事涉外资企业、台资企业以及相关人士,则新闻办对于相关信息的传递也起到了一个中介和桥梁的作用。因此在这些协同关系在一定程度上具有不可替代性,需要切实强化新闻办同上述部门的协同机制保障,以确保信息发布的及时性,最大限度地消除社会恐慌情绪。

绿化市容局同交警支队、建交委两部门表现出了依附型特征。在该灾害场景中,绿化市容局主要负责道路的清扫工作。在实际救援过程中,遇到道路封闭等情况公安、消防等救援

队伍会在第一时间进行清理以赶赴现场救援，但是新的爆炸、新的险情随时可能发生的情况下，清扫道路、保持畅通的工作对于应急处置后续工作的开展也至关重要。尽管保持道路畅通的功能模块由绿化市容局和交警支队、建交委协同完成，但是在信息沟通上，如道路封闭和障碍信息的传递、清扫人员的安全保障、相关人员的到场与撤离等方面，绿化市容局高度依赖交警支队和建交委。从相对宏观的视角看，这种制度安排能够简化核心部门信息传递的对象，保证其能够投入更多的精力到应急救援工作中。因此在该灾害场景中，同样需要保证绿化市容局同交警支队、建交委的协调一致。

表 7 基于情景模拟的应急部门协同度

部门名称	协同度	部门名称	协同度	部门名称	协同度
安监局 消防支队	0.0238	消防支队 民政局	0.0303	环保局 水务局	0.0394
安监局 民防办	0.0329	消防支队 区政府	0.0342	环保局 财政局	0.0485
安监局 交警支队	0.0420	消防支队 公安分局	0.0277	建交委 民政局	0.0355
安监局 卫生局	0.0303	民防办 交警支队	0.0329	建交委 水务局	0.0407
安监局 环保局	0.0420	民防办 环保局	0.0329	建交委 绿化市容局	0.0550
安监局 质监局	0.0420	交警支队 卫生局	0.0303	镇政府 民政局	0.0329
安监局 建交委	0.0524	交警支队 环保局	0.0329	镇政府 总工会	0.0394
安监局 气象局	0.0368	交警支队 建交委	0.0290	镇政府 新闻办	0.0589
安监局 电信局	0.0420	交警支队 民政局	0.0342	镇政府 区政府	0.0277
安监局 镇政府	0.0225	交警支队 区政府	0.0446	镇政府 公安分局	0.0264
安监局 民政局	0.0290	交警支队 公安分局	0.0368	民政局 总工会	0.0394
安监局 总工会	0.0394	交警支队 绿化市容局	0.0550	新闻办 区政府	0.0537
安监局 部队	0.0420	卫生局 环保局	0.0303	新闻办 公安分局	0.0680
安监局 新闻办	0.1316	卫生局 建交委	0.0316	新闻办 应急办	0.0472
安监局 电力公司	0.0368	卫生局 公安分局	0.0316	新闻办 财政局	0.0485
安监局 区政府	0.0368	环保局 建交委	0.0368	新闻办 宣传部	0.0550
安监局 公安分局	0.0264	环保局 气象局	0.0368	新闻办 信息委	0.0550
安监局 农委	0.0368	环保局 镇政府	0.0407	新闻办 外事办	0.0550
消防支队 民防办	0.0329	环保局 民政局	0.0342	新闻办 台办	0.0550
消防支队 交警支队	0.0264	环保局 电力公司	0.0368	区政府 公安分局	0.0251
消防支队 卫生局	0.0303	环保局 区政府	0.0472	区政府 应急办	0.0472
消防支队 环保局	0.0238	环保局 公安分局	0.0329	公安分局 水务局	0.0407
消防支队 建交委	0.0316	环保局 经委	0.0498		
消防支队 镇政府	0.0303	环保局 农委	0.0368		

第五章 跨部门应急网络与大部制改革

2018 年 3 月由第十三届人大第一次会议批准通过的《关于国务院机构改革方案的说明》¹¹⁵提出组建应急管理部,将国家安全生产监督管理总局、国务院办公厅、公安部、民政部等九个国家部委的突发公共事件防治职责进行整合。这一机构调整是我国应急管理体系建设的又一突破,也是国家大部制改革的又一成果。应急管理部的设置实现了对部分应急管理相关部门间关系的调整,将组织间关系转变为组织内部关系。从应急部门的协同关系以及应急管理功能的实现来看,应急管理部的成立及其背后的“大部制”思想具有很强的现实意义,但同时也存在一些需要解决的问题。

5.1 应急管理大部制改革的合理性

大部制改革是为实现公共事务的综合管理,依据政府职能将相关部门整合成大体量的政府部门的国家机构和职能改革方式。2007 年中共十七大的报告中提出:加大机构整合力度,探索实行职能有机统一的大部门体制,健全部门间协调配合机制¹¹⁶。王岩和王晓庆(2008)认为,大部制改革是应对政府部门权力异化、加快服务型政府职能转变、构建适合市场经济发展的政府模式的必然要求¹¹⁷。在历次的国务院机构改革中,完成了国家卫生和计划生育委员会、国家食品药品监督管理总局、国家新闻出版广播电影电视总局等国家部委的组建,取得了一定的成效。大部制改革有针对性地解决了我国目前政府管理部门过多、职能交叉、权责不明而导致的多头管理和盲区并存的情况,通过将职能相近的部门的合并,在精简机构、整合资源、再造工作流程的同时也完成了对管理对象和管理范围的明确和规整。石亚军和施正文(2008)认为推行大部制改革最终能够实现无缝隙的政府¹¹⁸。

从当前我国应急管理的工作来看,应急管理的条块分割情况明显,在部门的协同、资源的分配和信息的共享上很难满足应急管理的要求。尽管很多城市依托信息化手段建立了城市应急联动系统和城市应急指挥中心,将预测预警、应急响应和应急处置的部分职能进行了整合,但是在实际运作中,还是容易出现分而治之、沟通不畅的情况¹¹⁹。究其根本,是当前的应急管理体制无法协调应急部门间的权力配置和利益分配问题。当前的管理体制下,部门的协同关系无法打破组织间关系的窠臼,在核心业务主管部门牵头、其他相关部门配合的情况下,同级部门协调部门、同级部门指挥同级部门的尴尬无法避免,现有的法律和制度规范也无法有效解决这一问题。同时,即便是依靠信息化手段,但是在复杂的应急处置环境中,特别是在多灾种环境下,大量的部门共同完成协同决策和协同执行,涉及的人员、物资来源于各条线和系统,难免出现指挥不灵、运转不周的情况。因此在应急管理领域推进大部制改革是我国应急管理体系建设的应有之义。

根据对应急部门的府际关系和应急网络结构的论述,应急管理部将部分政府部门的应急管理职能整合,有利于优化应急网络结构,缩短应急网络中各部门间的距离。大部门体制下各职能部门的合并,实质上就是在原有的业务联系转移到新的大部之下对各合并单位的一次“节点收缩”。应急管理部的设置主要是以国务院办公厅的应急管理职责和国家安全生产监督管理总局的职责为主体,将涉及火灾、旱涝灾害、地质灾害等自然灾害的业务主管部门的

¹¹⁵ 中华人民共和国国务院. 关于国务院机构改革方案的说明[Z].2018-03-13

¹¹⁶ 中国共产党中央委员会. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为夺取全面建设小康社会新胜利而奋斗 [Z].2007-10-15

¹¹⁷ 王岩, 王晓庆. 大部制改革的实践诉求与目标指向[J]. 中国行政管理, 2008(11):52-56.

¹¹⁸ 石亚军, 施正文. 探索推行大部制改革的几点思考[J]. 中国行政管理, 2008(2):11-13.

¹¹⁹ 王凌志, 郭德勇, 李红臣, 等. 城市综合应急管理若干模式分析研究[J]. 城市发展研究, 2012, 19(9):68-73.

应急管理部对国家安全生产监督管理总局、国务院办公厅、公安部、民政部、国土资源部、水利部、农业部、国家林业局、中国地震局的应急管理职能整合,根据其职能描述,分别对应 F 区应急部门中的安监局、应急办、消防、民政、水务局、农委(森林和草原防火)、地震办、规划局(地质灾害)这八个部门。将上述部门合并成为一个节点后, F 区应急协同网络变化如下:

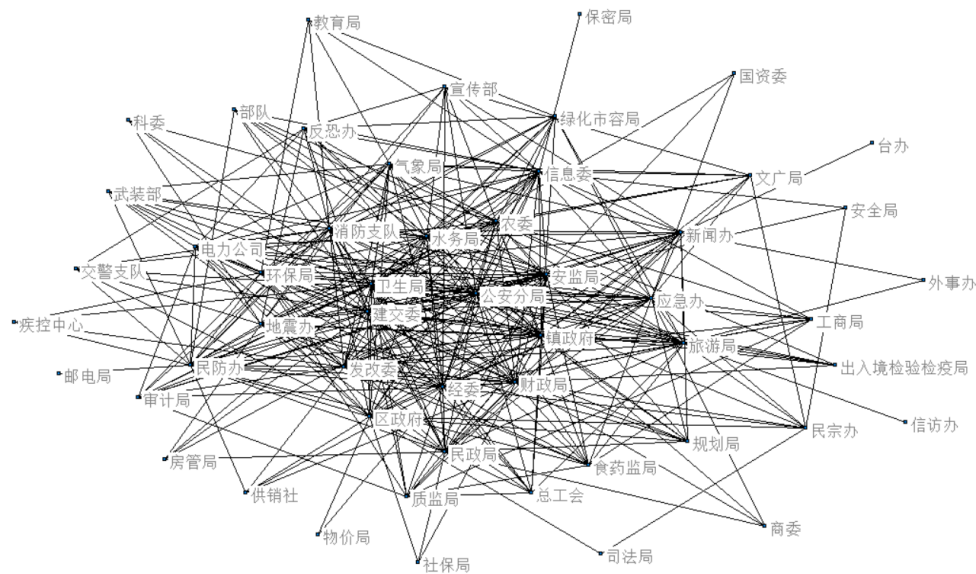


图17 F区突发公共事件应急协同网络

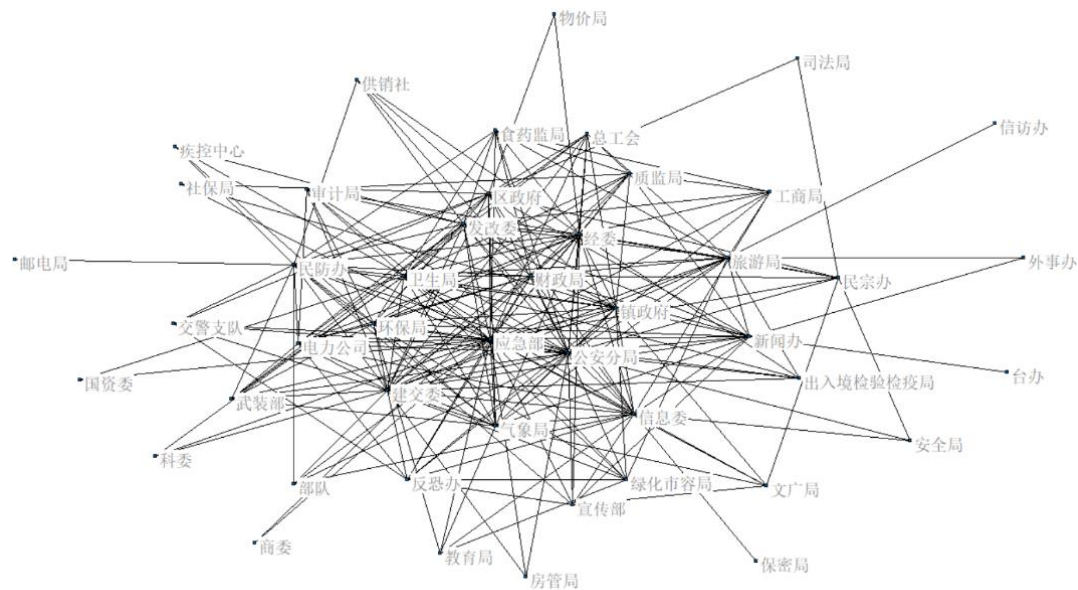


图 18 应急管理部设置后 F 区突发公共事件应急协同网络

通过对应急管理部设置前后的应急协同网络图进行比较,可以看到调整后的网络中连线数量减少,网络结构的复杂程度降低。根据网络凝聚程度的计算公式,调整前 F 区突发公共事件应急协同网络的凝聚程度 $\varepsilon[G] \approx 0.01$,调整后应急协同网络的凝聚程度变为 $\varepsilon[G'] \approx 0.0112$,网络凝聚程度有明显的提升。同时在调整后的网络中,应急管理部的资源中心度高达 0.783 (在调整前的网络中,资源中心度最高的公安分局也仅为 0.680),应急管理部成为了应急网络中的核心。不难理解,在组建应急管理部之后,被整合部门间的业务联系在节点即组织内部实现,而同其他部门的协同关系则转移到统一的应急管理部上来,这样不但减少了应急网络中的节点数量,节点间的距离也都缩短了,因此应急网络的运转效率能够得到提升,应急管理部因为承担了各个条线的应急管理职能,也理所应当地在网络中占据和分配最多的资源,发挥最大的影响力。

此外,在多灾种环境下当多种自然灾害以某种因果关系或时间顺序相继发生且相互影响时,例如地震引发城市火灾或是森林大火、台风暴雨等引发泥石流等地质灾害时,将那些应对某种自然灾害的应急核心部门进行整合,从应急协同网络的拓扑结构来看,其意义在于能够将多中心的网络结构转变为单一中心的结构,从而使得网络形态的复杂度大大降低。在不同条线的应急核心部门的协同关系中也存在一些资源互补型协同关系,大部制改革能够有效地“稳固”资源互补型应急部门之间的联结关系,同时缩短这两个核心所联系的部门之间的距离,从网络抗毁的角度来分析,这样的网络结构更为“稳健”。最为根本的,在主管自然灾害的应急核心部门的府际关系中,应急管理部的设置从制度上内化了在自然灾害领域的应急核心部门之间的权力配置和利益分配问题,应急决策和指挥调度的权力以法律和制度为保障集中到一个稳定的、常设的机构中并由该机构行使和下放,从而理顺了应急部门间的府际关系。

因此本文认为应急管理部的组建以及在应急管理体系建设中推进大部制改革具有以下现实意义:(1) 统筹应急管理工作各条线之间的关系,实现统一领导、运转协调、资源共享和结构优化,提升了应急协同网络中资源流传的效率;(2) 应对可能发生的多灾种环境下的应急处置情况,应急管理部的设置简化了应急协同子网络的多中心结构,强化了应急核心部门的工作联系,提升了应急网络的稳健性;(3) 内化了应急核心部门间的权力配置和利益分配问题,理顺了应急核心部门间的府际关系。

5.2 应急管理大部制改革需要解决的问题

尽管从理论分析的角度来看能有效地提升政府应急管理能力,但是在具体实践过程中仍会面临许多问题。

5.2.1 应急管理部组建的边界

从应急管理部设置前后应急协同网络凝聚程度的变化来看,其效果并不是非常强烈的。因为应急管理部对原有的应急部门的整合类似于节点收缩,因此本文选择采用资源中心度的计算方法对评估应急管理部的设置对整体协同网络的影响。根据应急管理部组建前后网络凝聚程度的数值,计算得出应急管理部的设置对网络资源传递效率的影响约为 0.110。为直观地反映这一数值所表示的影响力大小,且考虑到节点的点度中心度对资源中心度算法的影响,本文考察了在调整前的应急协同网络中点度中心度接近 7 的节点(因为将八个部门合并形成新的节点,相当于对一个点度中心度为 7 的节点进行节点收缩,同时,在原网络中并没有点度中心度为 7 的节点,无法直接比较),发现点度中心度为 6 的节点(出入境检验检疫局)节点收缩后网络凝聚程度的提升同样为 0.110,点度中心度为 8 的节点(部队和交警支队)节点收缩后网络凝聚程度的提升分别为 0.144 和 0.153。根据网络凝聚程度的定义,节点收缩前后网络凝聚程度的提升显然同点度中心度正向相关。因此,本文认为,应急管理部所整

合的应急部门在网络中的位置影响了其对网络凝聚程度提升的效果。

在调整前的应急协同网络中，将安监局、应急办、消防、民政、水务局、农委、地震办、规划局八个部门固有的应急协同关系绘制散点图，其中横坐标是部门协同度，纵坐标是协同部门的平均点度中心度。与上文的 k-means 聚类图比较可以发现，大部分点（13 个）落在资源冗余型的区域内，仅有少部分点落在资源互补型（2 个）和资源依附型（4 个）的区域内。本文认为，当前应急管理部只整合了安全生产、火灾、气象灾害、地质灾害方面的应急管理部门，其工作主要围绕自然灾害的防治展开，而对事故灾难、公共卫生事件、社会安全事件涉及较少或没有涉及。因为防治的对象同属自然灾害，所以灾害的变化过程以及造成的后果是有一定规律的，这种规律当然有利于相关部门的职能和业务整合，也导致了在很大程度上，这些应急核心部门所联系的支持性部门，从灾害预警到应急救援再到灾后恢复，都是高度重合的。这种情况下相关应急部门的协同类型往往是资源冗余型的，对这类应急部门进行整合，确实能够提升网络资源配置的效率，但是效果是有限的。

表8 应急管理部组成部门的部门协同度*

部门名称		协同度	部门名称		协同度	部门名称		协同度
安监局	消防支队	0.167	地震办	农委	0.242	民政局	应急办	0.318
安监局	水务局	0.227	地震办	消防支队	0.258	农委	水务局	0.273
安监局	地震办	0.258	规划局	民政局	0.394	农委	应急办	0.333
安监局	民政局	0.394	规划局	农委	0.409	水务局	消防支队	0.167
安监局	农委	0.303	规划局	应急办	0.364	水务局	应急办	0.182
地震办	规划局	0.409	民政局	水务局	0.242			
地震办	民政局	0.318	民政局	消防支队	0.394			

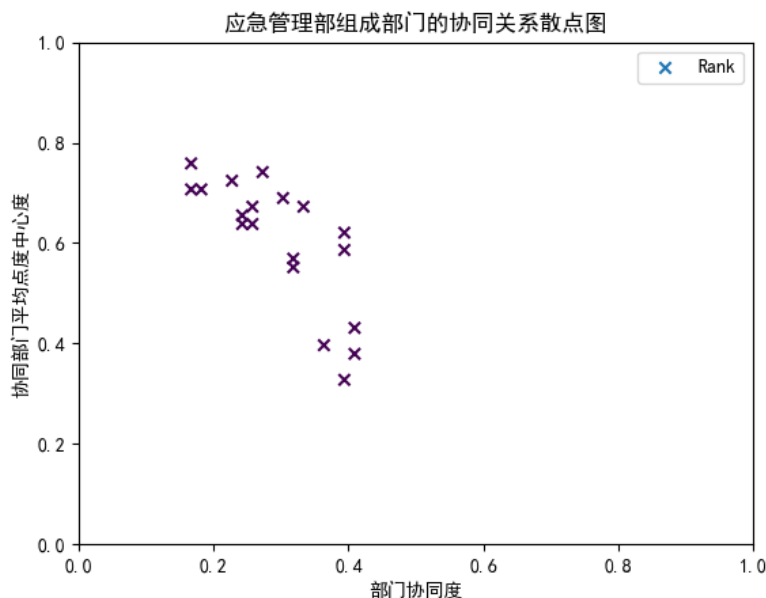
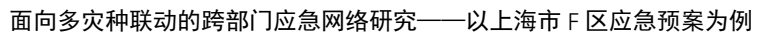


图 19 应急管理部组成部门的协同关系散点图

在多灾种环境下，相较于同类型突发公共事件内部各灾害的相互影响，跨突发公共事件类型的多灾种相互作用往往更加复杂，对应急管理部门协同的要求也更高。在跨类型的情况下，特别是由自然灾害、事故灾难转向公共卫生和社会安全事件时，例如由地震等引发疫病疫情和社会恐慌，此时在不同的事件的应急子网络中支持性的应急部门负责的功能模块往往

* 此处部门协同度进行了无量纲化处理



因此,应急管理部的组建应当关注部门整合的边界如何确定的问题,尽可能地实现跨突发公共事件类型的应急核心部门的整合。尽管突发公共事件类型将同一类型的应急管理部门进行整合以进行尝试的思路没有问题,这种做法也有利于资源的整合和专业化程度的提高,但是其他类型的突发公共事件不应该被忽视。相反的,在多灾种环境下,不单单是自然灾害的相互影响,由自然灾害导致的事故灾难、公共卫生事件、社会安全事件的可能性和危害性会更大,而在没有将应对这些事件的核心部门纳入统一组织的情况下,多灾种环境下的应急管理仍然是多中心的,其应急协同网络结构仍然是复杂的,应急管理部带来的协同效率的提高相当有限。此外,仅将核心部门纳入其中意味着应急管理工作中的支持性、综合性部门仍然被排除在外,核心部门同这些部门的协同关系转变为了应急管理部同这些部门的协同关系,从网络拓扑结构来看,资源依附性的协同关系往往存在于这种情况下,因此仍然需要加强相应的组织安排和体系建设。

而部门整合的另一个边界是业务整合的边界。应急管理部并不是将公安部、民政部等部门的所有业务都纳入其中,而是将原先部门中与应急管理有关的职能剥离并吸收进来,那么剥离出来的条线是否能够独立地、完整地完成应急管理工作就相当重要。比如隐患排查工作也是应急管理工作的一部分,需要由专业的公职人员进行日常的情况排摸,这些人员如果归应急管理部管理,或是由应急管理部进行重新培训,那么可能导致原单位的正常工作无法展开或是资源的浪费;如果这些人员由原单位进行指挥,或是由双方共同管理,那么又需要解决政出多门的问题和理顺原单位同应急管理部的关系。如果在实际工作中,剥离出来的条线仍然需要原有部门的支持和配合,那么原单位仍需要加入到应急协同网络的运转中,应急协同网络中的节点数目非但没有减少反而增加了,各应急部门在资源交换和信息沟通上花费的成本也随着网络中连线的变多而增加,应急部门间的关系和应急网络的结构可能变得更加复杂,反而会降低协同网络的效率。

大部制改革在对行政机构进行调整的同时会出现组织再造方面的固有的问题。大部门体制本身就意味着相较于一般的部门，其组织内部沟通的成本和难度要更大。如果部门的整合只流于形式，那么在随着大部门不断扩张、组织内部沟通的成本不断提高、沟通效率不断降低的过程中，此时应急协同网络中会出现一个体积庞大的“圆点”，其直径甚至要超过节点与节点之间的距离，即此时组织内沟通效率低于组织间沟通效率，那么应急管理大部制改革反而适得其反。大部制改革对机构的精简会导致行政队伍编制的缩减，至少在单一的应急管理部中，只需要一套行政班子，那么原有部门原有岗位上的人员就不得不面临人事的调整、岗位的调动，其既得利益必然受到损害而产生对大部制改革的抗力和弹力。同时在领导的选择上，应急管理部抽调了各个部门的应急管理力量，而不同条线的工作具有专业化的倾向，其领导人往往熟谙与该条线的业务或是是该方面的专家，但是在组织合并之后，每个领导人都缺一不可，导致应急管理部合并的业务越多，组织的领导人也就越多。在应急管理部的官方网站上可以看到，当前应急管理部的副部长就有 7 位，更不能排除应急管理部还有扩张的可能。在我国行政机构改革的历史上，大部门与小部门的反复调整在很大程度上就是因为部门整合之后无法理顺部门内的关系¹²⁰。

第35页, 共 59 页

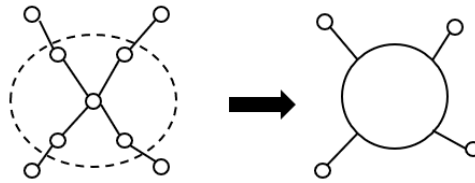


图 20 应急管理大部制改革后大部门过大的图示

虽然国家层面上完成了应急管理大部制改革的实践，但是各级地方政府并不一定能够适应这一体系。在条块关系上，尽管条线已经完成了调整，但是区块功能部分并没有相应的制度安排而可能导致区块功能并不能适应。当前应急管理部的设置应该说还不是非常完善的，地方政府的贸然调整可能会导致不可逆的损伤。同时国家层面的条线进行了调整，但是地方政府的下游业务调整并没有跟上，可能会导致上级的政令下级无法执行或执行不畅的情况。尽管本文采用 F 区应急协同网络对应急管理部的组建进行了模拟，但是这一体制并不一定能照搬到地方政府中。而如果要求各级地方政府也紧跟大部制改革的步伐，那么对现有的行政管理体制将会是一次巨大的冲击，无论是从行政成本还是从体制的稳健性上来考虑，当前的大部制改革都远未走到这一步。在制度和法理上如果无法对原有部门和改革后的部门进行妥善的权力配置和利益分配，那么应急管理部这一条线上的单位可能会“指挥不动”和有名无实，而使得应急管理大部门最终流于形式，其功能甚至会被应急领导小组这样的非常设机构所替代。

第六章 结论与展望

6.1 研究结论

通过上述内容,本文尝试回答当应急管理由单一灾种转向多灾种防治时应急管理体系和应急部门间的协同网络应该如何构建的问题。应急管理能力建设是当前我国应急管理领域的重要研究课题,应急管理由单一灾种转向多灾种防治是应急管理能力建设的重要内容。以突发公共事件为对象,以应急预案为龙头的应急管理体系涉及政府各职能部门的条块配合。在府际关系的语境下,应急管理部门间的协同影响着政府的应急管理能力。社会网络分析方法借鉴图论的思想用于抽象分析被研究对象的社会关系,同样适用于组织间关系的研究。本文基于社会网络分析方法,以应急预案本文为依据,构建应急管理协同网络,并结合随机网络和复杂网络的思想,对应急协同网络及其反映出的部门协同关系进行了分析。本文的研究结果具体如下:

(1) 以政策文献量化分析方法对府际合作关系进行研究。在府际关系的研究中,政府部门的跨部门合作是重要的研究内容,但传统的问卷和访谈等研究方式容易受到被访者主观因素的干扰。政策文献量化分析通过对能够反映政府部门及部门间关系的权力、责任以及制度安排等的客观分析,从而较好地还原了政府部门的跨部门合作。本文采用政策文献量化分析中被广泛采用的社会网络分析方法,分析上海市 F 区各应急预案文本所反映的 F 区应急协同网络,用客观且具象的方式展现了 F 区各应急管理部门的相互关系。

(2) 在传统社会网络分析方法的基础上,本文结合随机网络和复杂网络的思想,借鉴学者对于网络节点收缩法的研究,提出了网络节点收缩重要度和边收缩重要度的测量指标。根据网络的拓扑特征,节点拥有的边数及其位置决定了节点在网络中获取和传递资源的能力。本文通过与网络分析中常用测度的相关性分析,验证了节点收缩重要度对节点特征的描述能力,并延伸出对网络中每一条边的影响能力的测量方法。基于上述两项测度,可以较好地帮助我们认识应急协同网络中的关键部门和对部门能力提升起到重要作用的协同关系。

(3) 基于边收缩重要度的测量及其反映的网络结构特征,对部门协同进行了分类。不同的部门协同类型反映了相关部门在工作过程中资源传递和分享的不同情况,并且会对协同网络的资源传递效率和网络鲁棒性产生影响。本文认为,在对现有的协同关系进行分类的基础上,可以判断不同部门间的协同对政府整体目标的实现的可能影响,从而有针对性地加强部门协同的制度保障。而对于尚未建立的协同关系,在分析其现实必要性的基础上,根据收缩重要度和协同类型的分析,可以判断新的协同关系的确立是否能够显著提升整体网络的运行能力,从而为协同网络结构的调整提供依据。

(4) 结合前文分析的结果,对应急管理大部制改革和组建应急管理部的合理性及可能存在的问题进行了讨论。本文认为,应急管理大部制改革能有解决当前应急管理体系下各条线、区块应急管理部门协同不畅的问题,降低应急协同网络复杂度,提高应急管理中部门间资源周转的效率。但是在当前实践中,应急管理部的组建仍然存在组织内部建设、部门整合边界以及模式逐级推广的问题,政府在应急管理大部制改革的道路上仍有很多问题需要解决。

6.2 不足与展望

本文采用社会网络分析方法对应急预案网络中应急部门协同关系进行了研究,但仍存在许多不足之处,希望在后续的研究中能针对这些不足作出改进。

(1) 本文根据网络分析方法将各应急管理部门抽象成了等效的节点。但在应急管理的

实际工作中,应急部门的业务范围及其业务能力会对部门间的关系产生重要影响,一个部门获取和传递能力的强弱,既取决于制度安排,也取决于其部门能力。同样的,部门间实际的协同程度也不能通过网络结构和制度安排简单地反映。因此,本文仅对部门间的关系进行了讨论。

(2) 根据应急预案文本,本文构建出的应急协同网络基于现存的制度安排,但是文本背后所不能被反映出来的部门间的非制度联系,比如部门领导人之间的私人关系,会对部门协同关系产生重要影响。在应急处置的紧急情况下,非制度因素对执行协同和决策协同产生的影响可能比制度因素更为强烈。

(3) 应急预案是对突发公共事件发生后可能面临的情况和政府部门需要作出的反映的预测,而现实事件中往往会发生无法预料的情况使应急处置变得更加复杂,因此现场预案往往与应急预案存在很大的不同,涉及的职能部门和各职能部门的应急工作也可能根据现场情况作出调整。此外,应急预案大多只对政府部门的应急响应和应急处置行为作出了规定,但在当前的应急管理实践中,私人部门和第三部门越来越多地加入到应急管理工作中来并发挥重要的作用。因此,现实的应急协同网络往往比应急预案所预设的网络要更加复杂。

(4) 本文根据 F 区应急预案文本分析得出了应急部门间协同关系的类型,并将应急管理部的组建迁移入 F 区的应急协同网络结构中分析应急管理大部制改革的效用,但是不同层级、不同地区的应急预案体系可能存在不同,其所反映的应急协同网络结构也有所不同,因此用区级层面的应急预案来评估国家部委的改革存在不妥之处,应急协同关系分类的普遍适用性也需要讨论。

因此,本文希望在今后的研究中能有针对性地做出如下改进:

(1) 尽管网络中的节点是对政府部门的高度抽象,但是可以用节点间连线的权重对部门的关联程度进行反映。本文是对应急预案进行文本分析,因此采用的是无权网络图,实际上简化了部门间的关系。在今后的研究中,结合访谈等方法,可以采用有权网络对部门能力以及部门间非制度因素对部门协同关系的影响进行表示。

(2) 在已有的文献中,很多研究是根据确实发生的事件,针对现实展开的应急处置工作绘制网络图,将现实网络同预案、政策、法规等设计的理想网络进行比较。本研究同样可以通过对现实案例的分析,比较理想网络同现实网络的差异,验证现实网络中是否存在上文分析的得出的部门协同类型。

(3) 尽管本文以 F 区应急预案对对象进行分析,但是采用的研究方法同样适用于国家层面的应急体系评估中。对应急管理部的效用的分析,可以依赖于对国家层面的相关制度安排,比如以国务院为主导的国家应急管理工作组的研究。这样对应急协同关系的论述会更有说服力。当然,本文基于网络分析得出的协同关系的分类,也可以通过图论和网络拓扑论证其一般性和普遍性。

参考文献

- [1] Greiving S. Integrated risk assessment of multi-hazards: a new methodology[J]. Special Paper - Geological Survey of Finland, 2006, 42(42):75-82.
- [2] Kappes M S, Keiler M, Glade T. From Single- to Multi-Hazard Risk analyses: a concept addressing emerging challenges[C]// Mountain Risks: bridging science to society. 2010:351-356.
- [3] Perry R W, Lindell M K. Volcanic risk perception and adjustment in a multi-hazard environment[J]. Journal of Volcanology & Geothermal Research, 2013, 172(3-4):170-178.
- [4] Fuchs S, Keiler M, Zischg A. A spatiotemporal multi-hazard exposure assessment based on property data[J]. Natural Hazards & Earth System Sciences, 2015, 15(9):2127-2142.
- [5] Jr W L W. Terrorism, Homeland Security and the National Emergency Management Network[J]. Public Organization Review, 2003, 3(4):373-385.
- [6] Jaeger P T, Shneiderman B, Fleischmann K R, et al. Community response grids: E-government, social networks, and effective emergency management[J]. Telecommunications Policy, 2007, 31(10-11):592-604.
- [7] Gable L. Evading Emergency: Strengthening Emergency Responses through Integrated Pluralistic Governance[J]. Oregon Law Review, 2012, 91(2):375-456.
- [8] Comfort L K, Ko K, Zagorecki A. Coordination in rapidly evolving disaster response systems: the role of information[J]. American Behavioral Scientist, 2005, 48(3):295-313.
- [9] Provan K G, Milward H B. A Preliminary Theory of Interorganizational Network Effectiveness: A Comparative Study of Four Community Mental Health Systems[J]. Administrative Science Quarterly, 1995, 40(1):1-33.
- [10] O'Toole Jr., Laurence J. Treating Networks Seriously: Practical and Research-based Agendas in Public Administration[J]. Public Administration Review, 1997, 57(1):45-52.
- [11] Agranoff R, Mcguire M. Big Questions in Public Network Management Research[J]. Journal of Public Administration Research & Theory, 2001, 11(3):295-326.
- [12] Rhodes R A W. Understanding Governance: Policy Networks[J]. 1996.
- [13] Rhodes R A W. Policy Network Analysis[J]. Oxford Handbook of Public Policy, 2006.
- [14] Henry N. Public administration and public affairs[M]. Prentice Hall, 1989.
- [15] Pollitt C. Joined-up Government: A Survey[J]. Political Studies Review, 2003, 1(1):34-49.
- [16] Kapucu N, Arslan T, Demiroz F. Collaborative emergency management and national emergency management network[J]. Disaster Prevention & Management, 2010, 19(4):452-468.
- [17] Yinger J M. Policy Analysis: A Political and Organizational Perspective. by W. I. Jenkins[J]. Contemporary Sociology, 1980, 8(3):462.
- [18] Bavelas A. Communication Patterns in Task-Oriented Groups[J]. Journal of the Acoustical Society of America, 1950, 22(6):725-730.
- [19] Nieminen V. On centrality in graph[J]. Scandinavian Journal of Psychology, 1974.
- [20] Freeman L C. Centrality in social networks : Comceptual classification[J]. Social Networks, 1979, 1.
- [21] Stephenson K, Zelen M. Rethinking centrality: Methods and examples ☆[J]. Social Networks, 1989, 11(1):1-37.
- [22] Bellamy M A, Ghosh S, Hora M. The influence of supply network structure on firm innovation[J]. Journal of Operations Management, 2014, 32(6):357-373.
- [23] Altmann M. Reinterpreting network measures for models of disease transmission ☆[J]. Social Networks, 1993, 15(1):1.
- [24] Poulin R, Boily M C, Mâsse B R. Dynamical systems to define centrality in social networks[J]. Social Networks, 2000, 22(3):187-220.
- [25] Brandes U, Kenis P, Wagner D. Centrality in Policy Network Drawings[C]// Graph Drawing, International Symposium, Gd'99, Stirin Castle, Czech Republic, September 1999, Proceedings. DBLP, 2003:250-258.
- [26] Barabasi A L, Albert R. Albert, R.: Emergence of Scaling in Random Networks. Science 286, 509-512[J]. 1999, 286(5439):509-512.
- [27] Latora V, Marchiori M. Efficient Behavior of Small-World Networks[J]. Physical Review Letters, 2001, 87(19):198701.

- [28] Zhong M, Shi C, Fu T, et al. Study in performance analysis of China Urban Emergency Response System based on Petri net[J]. *Safety Science*, 2010, 48(6):755-762.
- [29] Sandri L, Thouret J C, Constantinescu R, et al. Long-term multi-hazard assessment for El Misti volcano (Peru)[J]. *Bulletin of Volcanology*, 2014, 76(2):771.
- [30] Zhang L M, Zhang S, Huang R Q. Multi-hazard scenarios and consequences in Beichuan, China: The first five years after the 2008 Wenchuan earthquake[J]. *Engineering Geology*, 2014, 180:4-20.
- [31] Porta S, Crucitti P, Latora V. The network analysis of urban streets: A dual approach[J]. *Environment & Planning B Planning & Design*, 2006, 33(2):853-866.
- [32] Poulin R, Boily M C, Mâsse B R. Dynamical systems to define centrality in social networks[J]. *Social Networks*, 2000, 22(3):187-220.
- [33] Tang J, Musolesi M, Mascolo C, et al. Analysing information flows and key mediators through temporal centrality metrics[C]. *The Workshop on Social Network Systems*. ACM, 2010:3.
- [34] Hu Q, Knox C C, Kapucu N. What Have We Learned since September 11, 2001? A Network Study of the Boston Marathon Bombings Response[J]. *Public Administration Review*, 2014, 74(6):698-712.
- [35] Flack J C, Girvan M, de Waal F B, et al. Policing stabilizes construction of social niches in primates.[J]. *Nature*, 2006, 439(7075):426-429.
- [36] Resh W, Siddiki S, McConnell W R. Does the Network Centrality of Government Actors Matter? Examining the Role of Government Organizations in Aquaculture Partnerships[J]. *Review of Policy Research*, 2014, 31(6):584-609.
- [37] Guo X, Kapucu N. Network performance assessment for collaborative disaster response[J]. *Disaster Prevention & Management*, 2015, 24(2):201-220.
- [38] Newman M E J, Girvan M. Finding and evaluating community structure in networks[J]. *Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys*, 2004, 69(2):026113.
- [39] Bonacich P. Power and Centrality: A Family of Measures[J]. *American Journal of Sociology*, 1987, 92(5):1170-1182.
- [40] Newman M E J. A measure of betweenness centrality based on random walks[J]. *Social Networks*, 2003, 27(1):39-54.
- [41] Latora V, Marchiori M. A measure of centrality based on network efficiency[J]. *New Journal of Physics*, 2007, 9(6):188.
- [42] Hsiao C C, Chiou J S. The effects of a player's network centrality on resource accessibility, game enjoyment, and continuance intention: A study on online gaming communities[M]. *Elsevier Science Publishers B. V.* 2012.
- [43] 中华人民共和国国务院. 国家突发公共事件总体应急预案[Z]. 2006-01-08.
- [44] 中国共产党中央委员会. 关于完善社会主义市场经济体制若干问题的决定[Z]. 2003-10-21.
- [45] 中国共产党中央委员会. 关于构建社会主义和谐社会若干重大问题的决定[Z]. 2006-10-11.
- [46] 中国共产党中央委员会. 关于深化行政管理体制改革的意见[Z]. 2008-02-27.
- [47] 中国共产党中央委员会. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为夺取全面建设小康社会新胜利而奋斗[Z]. 2007-10-15
- [48] 高小平. 中国特色应急管理体系建设的成就和发展[J]. *中国行政管理*, 2008(11):8-11.
- [49] 张海波. 中国应急预案体系:结构与功能[J]. *公共管理学报*, 2013(2):1-13.
- [50] 史培军, 吕丽莉, 汪明, 等. 灾害系统:灾害群、灾害链、灾害遭遇[J]. *自然灾害学报*, 2014, 23(6):1-12.

- [51] 杨珺珺. 事件树分析法评估建筑物地震灾害风险[J]. 自然灾害学报, 2008, 17(4):147-151.
- [52] 李双双, 杨赛霓, 刘宪锋. 面向非过程的多灾种时空网络建模——以京津冀地区干旱热浪耦合为例[J]. 地理研究, 2017, 36(8):1415-1427.
- [53] 倪子建, 荣莉莉. 面向灾害关联的灾害超网模型[J]. 系统管理学报, 2013, 22(3):407-414.
- [54] H. 哈肯著, 张纪岳, 郭治安. 协同学导论[M]. 西北大学科研处, 1981.
- [55] 潘开灵. 管理协同理论及其应用[M]. 经济管理出版社, 2006.
- [56] 俞可平. 作为一种新政治分析框架的治理和善治理论[J]. 新视野, 2001(5):35-39.
- [57] 高轩. 当代中国政府组织协同问题研究[D]. 中共中央党校, 2011.
- [58] 何水. 从政府危机管理走向危机协同治理——兼论中国危机治理范式革新[J]. 江南社会学院学报, 2008, 10(2):23-26.
- [59] 沙勇忠, 解志元. 论公共危机的协同治理[J]. 中国行政管理, 2010(4):73-77.
- [60] 王树文, 韩鑫红. 政府协同治理安全危机双重整合机制及政策建议[J]. 中国行政管理, 2015(12).
- [61] 庞素琳, 房秋文, 蔡牧夫. 多主体协同治理下城市密集建筑群火灾风险管理与应用[J]. 管理评论, 2016, 28(8):260-272.
- [62] 杨华锋. 协同治理审视下的药品安全及其治道逻辑[J]. 行政论坛, 2017, 24(2).
- [63] 汪伟全. 论区域应急联动的协同能力[J]. 探索与争鸣, 2013(5):50-53.
- [64] 潘潇, 樊博. 应急管理中跨部门协同能力的影响因素研究——以食品药品安全联合监管为实证背景[J]. 软科学, 2014, 28(2):52-55.
- [65] 郑寰, 燕继荣. 基层综合应急救援体系建设中的跨部门协同——以云南省文山州消防改革为例[J]. 中国行政管理, 2011(5):57-61.
- [66] 王新平, 王海燕. 多疫区多周期应急物资协同优化调度[J]. 系统工程理论与实践, 2012, 32(2):283-291.
- [67] 朱莉, 陆倩倩, 李婧琦, 等. 区域应急联动的超网络分析——以太湖蓝藻事件为例[J]. 软科学, 2015, 29(12):72-76.
- [68] 曾宇航. 大数据背景下的政府应急管理协同机制构建[J]. 中国行政管理, 2017(10).
- [69] 张紧跟. 组织间网络理论:公共行政学的新视野[J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版), 2003, 56(4):480-486.
- [70] 刘军. 社会网络分析导论[M]. 社会科学文献出版社, 2004.
- [71] 蔡宁, 田雪莹. 企业协同 NPO 与竞争优势的研究——基于网络的视角[J]. 科学学研究, 2008, 26(1):144-148.
- [72] 张波. 群团组织协作治理:一个社会网络的分析框架——基于 C 市的实证分析[J]. 国家行政学院学报, 2016(5):101-105.
- [73] 孔静静, 韩传峰. 应急组织合作的结构逻辑及运行机制——以 2008 年汶川地震应对为例[J]. 公共管理学报, 2013(4):88-101.
- [74] 尚明生, 邱晓刚. 社会网络及其上的传播动力学集成研究[J]. 系统工程理论与实践, 2015, 35(10):2557-2563.
- [75] 刘亮, 陈以增, 韩传峰, 等. 国家应急管理工作组合作网络的社会网络分析[J]. 中国安全科学学报, 2015, 25(3):152-158.
- [76] 陶鹏. 从结构变革到功能再造:政府灾害管理体制变迁的网络分析[J]. 中国行政管理, 2016(1).
- [77] 刘德海. 维权型群体性突发事件社会网络结构与策略的协同演化机制[J]. 中国管理科学, 2012, 20(3):185-192.
- [78] 雷丽萍. 高速公路突发事件组织间应急信息沟通实证研究[J]. 管理评论, 2015, 27(9):213-220.
- [79] 马奔, 李文静. 天津港“8·12”事故应急合作网络与协同应对[J]. 国家行政学院学报, 2017(4):91-96.
- [80] 魏航, 刘璇. 时变随机网络下基于成功和风险的应急路径选择研究[J]. 管理工程学报,

- 2010, 24(2):68-74.
- [81] 余海林, 庄亚明. 具有无标度特性的群体性突发事件信息传播网络模型及仿真[J]. 情报科学, 2015, 32(11):90-94.
- [82] 汪婧, 荣莉莉, 蔡莹莹. 基于复杂网络的应急预案体系演化模型[J]. 系统工程, 2013(3):80-86.
- [83] 谢庆奎. 中国政府的府际关系研究[J]. 北京大学学报:哲学社会科学版, 2000(1):26-34.
- [84] 林尚立. 国内政府间关系[M]. 浙江人民出版社, 1998.
- [85] 黄萃, 任弢, 李江, 等. 责任与利益:基于政策文献量化分析的中国科技创新政策府际合作关系演进研究[J]. 管理世界, 2015(12):68-81.
- [86] 严强. 公共行政的府际关系研究[J]. 江海学刊, 2008(5):93-99.
- [87] 林鸿潮. 公共应急管理中的横向府际关系探析[J]. 中国行政管理, 2015(1).
- [88] 拉塞尔·M·林登. 无缝隙政府. 第2版[M]. 中国人民大学出版社, 2013.
- [89] 解亚红. “协同政府”:新公共管理改革的新阶段[J]. 中国行政管理, 2004(5):58-61.
- [90] 张洋. 从形式到行动:政府部门合作的问题研究[D]. 南开大学, 2011.
- [91] 林震. 政策网络分析[J]. 中国行政管理, 2005(9):38-41.
- [92] 刘铁民. 突发公共事件应急预案编制与管理[J]. 中国应急管理, 2007(1):23-26.
- [93] 陈升, 孟庆国, 胡鞍钢. 政府应急能力及应急管理绩效实证研究——以汶川特大地震地方县市政府为例[J]. 中国软科学, 2010(2):169-178.
- [94] 田军, 邹沁, 汪应洛. 政府应急管理能力成熟度评估研究[J]. 管理科学学报, 2014, 17(11):97-108.
- [95] 黄萃, 任弢, 李江, 等. 责任与利益:基于政策文献量化分析的中国科技创新政策府际合作关系演进研究[J]. 管理世界, 2015(12):68-81.
- [96] 潘同人. 中国政策性文件的政治学思考[J]. 云南社会科学, 2012(5):73-77.
- [97] 黄萃, 任弢, 张剑. 政策文献量化研究:公共政策研究的新方向[J]. 公共管理学报, 2015(2):158-15.
- [98] 刘铁民. 突发公共事件应急预案编制与管理[J]. 中国应急管理, 2007(1):23-26.
- [99] 詹承豫, 顾林生. 转危为安:应急预案的作用逻辑[J]. 中国行政管理, 2007(5):89-92.
- [100] 吴结兵, 徐梦周. 网络密度与集群竞争优势:集聚经济与集体学习的中介作用——2001~2004年浙江纺织业集群的实证分析[J]. 管理世界, 2008(8):69-76.
- [101] 谢洪明, 赵丽, 程聪. 网络密度、学习能力与技术创新的关系研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2011, 32(10):57-63.
- [102] 约翰·斯科特. 社会网络分析法[M]. 重庆大学出版社, 2016.
- [103] Zhou Xuan, Zhang FengMing, Li KeWu, 等. Finding vital node by node importance evaluation matrix in complex networks 利用重要度评价矩阵确定复杂网络关键节点[J]. 物理学报, 2012, 61(5):50201-050201.
- [104] 肖卫东, 谭文堂, 葛斌, 等. 网络节点重要度的快速评估方法[J]. 系统工程理论与实践, 2013, 33(7):1898-1904.
- [105] 平健, 韩传峰, 于振宇. 基于熵理论的政府应急管理组织信息传递能力评价[J]. 软科学, 2013, 27(10):126-130.
- [106] 谭跃进, 吴俊, 邓宏钟. 复杂网络中节点重要度评估的节点收缩方法[J]. 系统工程理论与实践, 2006, 26(11):79-83.
- [107] 熊金石, 李建华, 莫建云. 基于边收缩方法的网络化信息系统链路重要性评估[J]. 电光与控制, 2013, 20(4):27-30.
- [108] 车宏安, 顾基发. 无标度网络及其系统科学意义[J]. 系统工程理论与实践, 2004, 24(4):11-16.
- [109] 汪婧, 荣莉莉, 蔡莹莹. 基于复杂网络的应急预案体系演化模型[J]. 系统工程, 2013(3):80-86.
- [110] 戎军涛, 王莉瑛. 面向政府危机决策的知识管理“情景-应对”机制研究[J]. 情报

杂志, 2016, 35(5):188-194.

[111] 朱晓寒, 李向阳, 王诗莹. 自然灾害链情景态势组合推演方法[J]. 管理评论, 2016, 28(8):143-151.

[112] 史培军. 灾害研究的理论与实践[J]. 南京大学学报, 1991, 11: 37-42.

[113] 郭增建, 秦保燕. 灾害物理学简论[J]. 灾害学, 1987(2):30-38.

[114] 史培军. 三论灾害研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 1996, 11(4):6-17.

[115] 王翔. 区域灾害链风险评估研究[D]. 大连理工大学, 2011.

[116] 中华人民共和国国务院. 关于国务院机构改革方案的说明[Z]. 2018-03-13

[117] 王岩, 王晓庆. 大部制改革的实践诉求与目标指向[J]. 中国行政管理, 2008(11):52-56.

[118] 石亚军, 施正文. 探索推行大部制改革的几点思考[J]. 中国行政管理, 2008(2):11-13.

[119] 王凌志, 郭德勇, 李红臣, 等. 城市综合应急管理若干模式分析研究[J]. 城市发展研究, 2012, 19(9):68-73.

[120] 竺乾威. “大部制”刍议[J]. 中国行政管理, 2008(3):36-37.

谢辞

时光如箭，光阴如梭，初入交大校园时的场景还历历在目，而此时已经要用毕业设计来为我的本科生涯画上句号。从选题开始到现在的致谢收尾，与文献和数据度过的每一个漫长的白天和黑夜让我清晰地感受到了在国务学院的四年学习给我带来的改变。尽管我的学术生涯远未结束，在前方仍有许多未知等待着我去探索，但我还是想在这里感谢有在这四年里帮助过我的人，感谢国务学院给予我的这一段珍贵的回忆。

尽管在学习中我们一直在接触学术研究，但是总感觉朦朦胧胧而不得其真义。有幸在大三的种种机缘巧合之下，加入到了樊博教授指导的 PRP 项目中，由此令我窥一斑而见全豹，也彻底激发了我对学术研究的兴趣。作为我学术道路上的引路人，樊博教授对于交叉学科以及数据分析的见地是对我在毕业论文研究中最大的激励。正是在他的影响下，我才有勇气尝试之前未曾接触过的研究方法，有勇气自己编写代码处理数据，有勇气将自己的研究内容不断深挖。在论文写作期间，樊老师每周都会组织组会，关心我们的论文进度，及时地为我们指点迷津。樊老师对我们的严格要求鞭策着我一次次地克服自己的畏难心理，让我能够将自己的想法映射成现实。樊老师尊重我的想法，愿意与我进行观点的交流和碰撞，更能发现我们每个人身上也许是微不足道的闪光点来给予我们信心，他是我们的毕业论文的最大驱动力。此外，国务学院的各位老师也都对我的论文写作给予了关心和支持。在这里要感谢梁昕老师、韩广华老师在百忙之中给我的论文提出的积极有益的建议，也要感谢史冬波老师为我的答疑解惑，他们的观点和意见带给我很多灵感，也帮助我将论文打磨得更加完善。

我的论文也离不开师兄师姐们的支持。尽管直到大四才与于洁师兄初识，但是他的博学 and 睿智让我深深折服，在和他的交流中，即便仅是三言两语就能让我有拨云见日的启发，更重要的是通过同于洁师兄的交谈，让我对数据的处理和分析有了更为深刻的认识。朱宇轩学长当年的优秀毕业论文是我写作过程中借鉴的蓝本，他规范性的研究帮助我更好地认识了自己所研究的问题。他对我的研究也非常关心，将他的经验和见解倾囊相授，也为我提供了非常有益的材料。在这里也要感谢聂爽学姐对我提供的帮助，使我能够更好地处理应急预案文本。

在研究过程中，除了阅读文献、学习前人的研究之外，与同学们的交流是我最主要的灵感来源。在和吕立远同学就各自的论文交换意见、相互切磋的过程中，我的研究方法和研究内容被打磨得更加完善，遇到困难或是有所成果时我们的分享和鼓励也使得论文的写作过程变得不那么艰难。感谢沈昱丞、刘星宇、左一鸣和范喆雯同学，我们在组会中充分交流，在借鉴对方的优点和长处中不断提高。也要感谢我的亲爱的室友王哲、高晨越和依明江，是他们包容了我的无数个挑灯夜战，以及遇到挫折时在寝室中的各种崩溃，更重要的是他们是我的灵感和想法的第一倾诉对象，非常有幸能够收获他们对我的肯定。在这里也要特别感谢国务学院的蔡仪宁同学，正是因为有她的陪伴和理解，才能让我在毕业论文的研究和写作过程中没有后顾之忧，她也是我最强有力的精神支持。

最后要感谢一直无条件信任我、支持我，在我背后默默奉献的父母。在一个个电话的关怀中，我总是会提及论文的压力，是他们一直安慰我、劝解我。尽管回家一趟也并不麻烦，但是因为论文的紧迫感让我连续几个月没有能回家看看，在完成毕业论文之后，我一定在第一时间回家陪伴他们。

筚路蓝缕，风雨无阻。值此结业之际，回望一路走来的每一步，感恩在我前进道路上每一个关心我、帮助我的人！谢谢各位！

附录一

F 区应急协同网络部门资源中心度结果表

部门名称	中心度	部门名称	中心度	部门名称	中心度
安监局	0.461	交警支队	0.153	台办	0.034
安全局	0.073	教育局	0.096	外事办	0.055
保密局	0.032	经委	0.533	卫生局	0.533
部队	0.144	科委	0.068	文广局	0.176
财政局	0.488	旅游局	0.428	武装部	0.166
地震办	0.432	绿化市容局	0.207	物价局	0.047
电力公司	0.317	民防办	0.407	消防支队	0.517
发改委	0.482	民政局	0.366	新闻办	0.368
反恐办	0.219	民宗办	0.189	信访办	0.033
房管局	0.080	农委	0.447	信息委	0.454
工商局	0.188	气象局	0.370	宣传部	0.208
公安分局	0.680	区政府	0.472	应急办	0.453
供销社	0.101	商委	0.073	邮电局	0.034
规划局	0.184	社保局	0.064	镇政府	0.504
国资委	0.059	审计局	0.169	质监局	0.231
环保局	0.433	食药监局	0.235	总工会	0.198
疾控中心	0.081	水务局	0.529	出入境检验	0.110
建交委	0.625	司法局	0.054	检疫局	

F 区应急协同网络部门协同度结果表（无量纲化后）

部门名称		协同度	部门名称		协同度	部门名称		协同度
安监局	部队	0.424	反恐办	建交委	0.364	科委	卫生局	0.561
安监局	财政局	0.182	反恐办	交警支队	0.500	旅游局	绿化市容局	0.545
安监局	地震办	0.258	反恐办	绿化市容局	0.470	旅游局	民政局	0.591
安监局	电力公司	0.273	反恐办	水务局	0.394	旅游局	民宗办	0.621
安监局	发改委	0.197	反恐办	消防支队	0.348	旅游局	气象局	0.636
安监局	反恐办	0.409	反恐办	信息委	0.394	旅游局	食药监局	0.470
安监局	公安分局	0.227	反恐办	宣传部	0.485	旅游局	水务局	0.652
安监局	国资委	0.606	反恐办	镇政府	0.394	旅游局	外事办	0.758
安监局	环保局	0.258	房管局	公安分局	0.530	旅游局	卫生局	0.561
安监局	建交委	0.167	房管局	建交委	0.530	旅游局	消防支队	0.606
安监局	经委	0.258	房管局	民政局	0.530	旅游局	新闻办	0.621
安监局	旅游局	0.530	房管局	水务局	0.545	旅游局	信访办	0.879
安监局	民政局	0.394	工商局	公安分局	0.379	旅游局	应急办	0.500
安监局	农委	0.303	工商局	经委	0.348	旅游局	镇政府	0.530
安监局	区政府	0.470	工商局	旅游局	0.500	旅游局	总工会	0.379
安监局	审计局	0.379	工商局	农委	0.409	绿化市容局	农委	0.485

安监局	食药监局	0.364	工商局	食药监局	0.394	绿化市容局	水务局	0.379
安监局	水务局	0.227	工商局	信息委	0.515	绿化市容局	卫生局	0.439
安监局	卫生局	0.182	工商局	应急办	0.364	绿化市容局	消防支队	0.364
安监局	消防支队	0.167	工商局	质监局	0.485	绿化市容局	应急办	0.455
安监局	新闻办	0.606	公安分局	规划局	0.348	绿化市容局	镇政府	0.379
安监局	信息委	0.470	公安分局	环保局	0.303	民防办	民政局	0.636
安监局	镇政府	0.197	公安分局	建交委	0.000	民防办	气象局	0.500
安监局	质监局	0.333	公安分局	交警支队	0.394	民防办	区政府	0.727
安监局	总工会	0.318	公安分局	经委	0.197	民防办	食药监局	0.545
安全局	公安分局	0.621	公安分局	旅游局	0.576	民防办	水务局	0.576
安全局	民宗办	0.606	公安分局	绿化市容局	0.424	民防办	卫生局	0.530
安全局	信息委	0.667	公安分局	民防办	0.606	民防办	武装部	0.379
保密局	信息委	0.894	公安分局	民政局	0.394	民防办	消防支队	0.470
部队	公安分局	0.439	公安分局	民宗办	0.576	民防办	宣传部	0.621
部队	建交委	0.439	公安分局	农委	0.152	民防办	邮电局	0.909
部队	民防办	0.515	公安分局	气象局	0.242	民防办	镇政府	0.682
部队	农委	0.455	公安分局	区政府	0.545	民政局	区政府	0.394
部队	水务局	0.409	公安分局	审计局	0.409	民政局	商委	0.591
部队	消防支队	0.409	公安分局	食药监局	0.333	民政局	社保局	0.636
部队	信息委	0.455	公安分局	水务局	0.106	民政局	水务局	0.242
财政局	地震办	0.258	公安分局	卫生局	0.242	民政局	卫生局	0.470
财政局	电力公司	0.273	公安分局	武装部	0.379	民政局	文广局	0.500
财政局	发改委	0.227	公安分局	消防支队	0.106	民政局	消防支队	0.394
财政局	反恐办	0.409	公安分局	新闻办	0.773	民政局	应急办	0.318
财政局	公安分局	0.258	公安分局	信息委	0.470	民政局	镇政府	0.197
财政局	供销社	0.530	公安分局	宣传部	0.348	民宗办	区政府	0.545
财政局	规划局	0.364	公安分局	应急办	0.258	民宗办	司法局	0.727
财政局	环保局	0.364	公安分局	镇政府	0.197	民宗办	文广局	0.561
财政局	建交委	0.273	公安分局	总工会	0.348	民宗办	应急办	0.530
财政局	经委	0.212	供销社	经委	0.530	农委	气象局	0.364
财政局	旅游局	0.591	供销社	民防办	0.515	农委	区政府	0.636
财政局	民防办	0.561	供销社	区政府	0.576	农委	审计局	0.424
财政局	民政局	0.273	规划局	建交委	0.348	农委	食药监局	0.394
财政局	民宗办	0.576	规划局	民政局	0.394	农委	水务局	0.273
财政局	农委	0.409	规划局	农委	0.409	农委	卫生局	0.242
财政局	商委	0.591	规划局	区政府	0.364	农委	文广局	0.439
财政局	食药监局	0.318	规划局	新闻办	0.530	农委	信息委	0.424
财政局	水务局	0.182	规划局	应急办	0.364	农委	宣传部	0.424
财政局	卫生局	0.364	规划局	镇政府	0.348	农委	应急办	0.333
财政局	消防支队	0.288	国资委	卫生局	0.591	农委	镇政府	0.318
财政局	新闻办	0.606	国资委	应急办	0.606	气象局	区政府	0.424
财政局	信息委	0.545	环保局	疾控中心	0.576	气象局	水务局	0.182

财政局	应急办	0.197	环保局	建交委	0.227	气象局	卫生局	0.288
财政局	镇政府	0.167	环保局	教育局	0.621	气象局	文广局	0.470
财政局	质监局	0.394	环保局	经委	0.348	气象局	武装部	0.379
出入境检 验检疫局	公安分局	0.485	环保局	绿化市容局	0.394	气象局	消防支队	0.167
出入境检 验检疫局	建交委	0.485	环保局	民防办	0.439	气象局	新闻办	0.606
出入境检 验检疫局	经委	0.470	环保局	民政局	0.455	气象局	信息委	0.333
出入境检 验检疫局	旅游局	0.515	环保局	农委	0.364	气象局	镇政府	0.227
出入境检 验检疫局	农委	0.515	环保局	气象局	0.227	区政府	社保局	0.636
出入境检 验检疫局	卫生局	0.470	环保局	区政府	0.545	区政府	水务局	0.545
地震办	电力公司	0.288	环保局	审计局	0.379	区政府	司法局	0.727
地震办	发改委	0.318	环保局	水务局	0.258	区政府	卫生局	0.652
地震办	反恐办	0.364	环保局	卫生局	0.212	区政府	物价局	0.667
地震办	房管局	0.545	环保局	武装部	0.379	区政府	消防支队	0.485
地震办	公安分局	0.152	环保局	消防支队	0.167	区政府	新闻办	0.758
地震办	规划局	0.409	环保局	新闻办	0.682	区政府	信息委	0.742
地震办	建交委	0.136	环保局	应急办	0.394	区政府	应急办	0.530
地震办	交警支队	0.394	环保局	镇政府	0.288	区政府	镇政府	0.288
地震办	经委	0.273	环保局	质监局	0.379	区政府	总工会	0.424
地震办	科委	0.561	疾控中心	民防办	0.576	商委	水务局	0.591
地震办	旅游局	0.652	疾控中心	卫生局	0.576	商委	应急办	0.591
地震办	民防办	0.500	建交委	交警支队	0.394	社保局	镇政府	0.636
地震办	民政局	0.318	建交委	经委	0.242	审计局	卫生局	0.394
地震办	农委	0.242	建交委	科委	0.561	审计局	消防支队	0.409
地震办	区政府	0.485	建交委	旅游局	0.636	审计局	质监局	0.470
地震办	食药监局	0.348	建交委	绿化市容局	0.409	食药监局	卫生局	0.318
地震办	卫生局	0.273	建交委	民防办	0.591	食药监局	应急办	0.379
地震办	消防支队	0.258	建交委	民政局	0.348	食药监局	质监局	0.455
地震办	信息委	0.500	建交委	农委	0.152	水务局	卫生局	0.288
地震办	宣传部	0.409	建交委	气象局	0.227	水务局	文广局	0.409
地震办	镇政府	0.242	建交委	区政府	0.515	水务局	武装部	0.379
电力公司	发改委	0.258	建交委	审计局	0.379	水务局	消防支队	0.167
电力公司	反恐办	0.394	建交委	水务局	0.121	水务局	新闻办	0.652
电力公司	公安分局	0.212	建交委	卫生局	0.121	水务局	信息委	0.364
电力公司	环保局	0.273	建交委	武装部	0.379	水务局	宣传部	0.348
电力公司	建交委	0.212	建交委	消防支队	0.091	水务局	应急办	0.182
电力公司	经委	0.273	建交委	新闻办	0.712	水务局	镇政府	0.152
电力公司	民防办	0.394	建交委	信息委	0.530	台办	新闻办	1.000

电力公司	气象局	0.288	建交委	应急办	0.288	外事办	新闻办	0.758
电力公司	区政府	0.409	建交委	镇政府	0.121	卫生局	武装部	0.394
电力公司	审计局	0.424	建交委	质监局	0.348	卫生局	消防支队	0.212
电力公司	水务局	0.258	建交委	总工会	0.318	卫生局	信息委	0.682
电力公司	武装部	0.394	交警支队	民防办	0.470	卫生局	应急办	0.333
电力公司	消防支队	0.212	交警支队	农委	0.455	卫生局	镇政府	0.258
电力公司	信息委	0.348	交警支队	区政府	0.439	卫生局	质监局	0.364
电力公司	应急办	0.348	交警支队	消防支队	0.409	卫生局	总工会	0.318
发改委	工商局	0.364	教育局	绿化市容局	0.636	文广局	信息委	0.470
发改委	公安分局	0.212	教育局	气象局	0.606	文广局	宣传部	0.515
发改委	供销社	0.545	教育局	消防支队	0.591	文广局	应急办	0.439
发改委	环保局	0.227	教育局	信息委	0.652	文广局	镇政府	0.439
发改委	疾控中心	0.576	经委	旅游局	0.515	武装部	消防支队	0.379
发改委	建交委	0.212	经委	民防办	0.515	消防支队	新闻办	0.636
发改委	经委	0.152	经委	民政局	0.439	消防支队	信息委	0.364
发改委	旅游局	0.545	经委	民宗办	0.621	消防支队	镇政府	0.182
发改委	民防办	0.439	经委	农委	0.318	消防支队	总工会	0.333
发改委	农委	0.318	经委	气象局	0.348	新闻办	信息委	0.727
发改委	气象局	0.258	经委	审计局	0.379	新闻办	宣传部	0.636
发改委	审计局	0.394	经委	食药监局	0.303	新闻办	应急办	0.530
发改委	食药监局	0.318	经委	水务局	0.348	新闻办	镇政府	0.500
发改委	水务局	0.303	经委	卫生局	0.258	新闻办	质监局	0.515
发改委	卫生局	0.167	经委	物价局	0.667	信息委	宣传部	0.394
发改委	武装部	0.379	经委	消防支队	0.303	信息委	应急办	0.515
发改委	消防支队	0.197	经委	信息委	0.636	信息委	镇政府	0.470
发改委	新闻办	0.682	经委	宣传部	0.439	应急办	镇政府	0.227
发改委	信息委	0.500	经委	应急办	0.364	镇政府	质监局	0.409
发改委	应急办	0.348	经委	镇政府	0.288	镇政府	总工会	0.318
发改委	镇政府	0.303	经委	质监局	0.348	质监局	总工会	0.439
发改委	总工会	0.364	经委	总工会	0.333			
反恐办	公安分局	0.348	科委	农委	0.561			

附录二 节点收缩和边收缩的资源中心度代码

1.节点收缩代码

```
import xlrd
from numpy import *

set_printoptions(threshold=inf)      #完整输出一个矩阵中的所有元素
set_printoptions(suppress=True)     #输出时不采用科学计数法

def IMC(a,mx_3,mx_4,G,n_1):
    k_con = 0
    k_list = []
    mx_1 = mx_3.copy()
    mx_2 = mx_4.copy()
    mx_9=mx_4.copy()
    for b in range(len(mx_1)):
        if mx_1[a][b] == 1:
            k_con = k_con + 1
            k_list.append(b)
    for w in range(len(mx_2)):
        for e in range(len(mx_2)):
            if w == e:
                mx_2[w][e] = 65535
    for p in range(len(mx_2)):
        for q in range(len(mx_2)):
            if p!= a:
                if q!= a:
                    if mx_2[p][a] + mx_2[a][q] == mx_2[p][q] + 1:
                        mx_9[p][q] = mx_2[p][q] - 1
                    elif mx_2[p][a]+mx_2[a][q]==mx_2[p][q]:
                        mx_9[p][q] = mx_2[p][q] - 2
                    else:
                        mx_9[p][q] = mx_2[p][q]
                elif q==a:
                    else:
                        if q!=a:
                            mx_9[p][q] = mx_2[p][q]-1
                        elif q==a:
                            mx_9[p][q] = mx_2[p][q]
    mx_9 = delete(mx_9,[k_list],axis=0)
    mx_9 = delete(mx_9,[k_list],axis=1)
    n_new = len(mx_9)
    l_1 = 0
```

```
for x in range(n_new):
    for y in range(n_new):
        if x != y:
            l_1 = l_1 + mx_9[x][y]
G_new = (n_new - 1) / (l_1)
IMC = 1 - G / G_new
print(IMC)      #计算 IMC
```

```
file = "【总】应急管理网络.xlsx"
data = xlrd.open_workbook(file)
sheet = data.sheet_by_index(0)
nrows = sheet.nrows
ncols = sheet.ncols
```

```
alldata = []
for x in range(nrows):
    rowlist = []
    for y in range(ncols):
        if sheet.cell_value(x,y)=="":
            rowlist.append(int(65535))
        elif sheet.cell_value(x,y)==0:
            rowlist.append(int(65535))
        elif sheet.cell(x,y).ctype==2:
            rowlist.append(int(sheet.cell_value(x,y)))
        else:
            rowlist.append(sheet.cell_value(x,y))
    alldata.append(rowlist)
```

```
rowdata = matrix(alldata)
mx_ori = array(alldata)    #导入 excel 文件
```

```
mx=mx_ori.copy()
graph = len(mx)
for i in range(graph):
    for j in range(graph):
        for k in range(graph):
            if mx[i][j] > mx[i][k] + mx[k][j]:
                mx[i][j] = mx[i][k] + mx[k][j]    #print("done2")  #计算最短路径
```

```
mx_0 = mx.tolist()
for a in range(graph):
    for b in range(graph):
        if a == b:
```


$mx_0[a][b] = 0$ #去除节点的自环

```
n = graph
l = 0
for x in range(graph):
    for y in range(graph):
        l = l + mx_0[x][y]
G = (n-1)/l            #计算凝集程度

for a in range(graph):
    IMC(a,mx_ori,mx,G,n)            #输出 IMC 的结果
```

2.边收缩代码

```
def IMC(a,mx_3,mx_4,G,n_1,aa_0,bb_0,cc_0):
    k_con = 0
    k_list = []
    mx_1 = mx_3.copy()
    mx_2 = mx_4.copy()
    mx_5 = mx_3.copy()
    for b in range(len(mx_1)):
        if mx_1[a][b] == 1:
            k_con = k_con + 1
            k_list.append(b)
    #print(k_list)
    print(k_con)
    for bb in k_list:
        if bb>a:
            mx_5 = mx_3.copy()
            #print(mx_1)
            for cc in range(len(mx_5)):
                if mx_1[bb][cc]==1:
                    mx_5[a][cc]=1
                    #print("a")
                if mx_1[cc][bb]==1:
                    mx_5[cc][a]=1
                    #print("b")
            mx_6=mx_5.copy()
            graph_6 = len(mx_6)
            for i in range(graph_6):
                for j in range(graph_6):
                    for k in range(graph_6):
                        if mx_6[i][j] > mx_6[i][k] + mx_6[k][j]:
                            mx_6[i][j] = mx_6[i][k] + mx_6[k][j]
```



```
mx_6 = delete(mx_6,[bb],axis=0)
mx_6 = delete(mx_6,[bb],axis=1)
mx_0=mx_6.copy()
n_new = len(mx_0)
l_new = 0
for x in range(n_new):
    for y in range(n_new):
        if x!=y:
            l_new = l_new + mx_0[x][y]

G_new = (n_new - 1) / l_new
IMC = (1 - G/ G_new)
print(IMC)
#print(str(a))
#print(str(bb))
aa_0.append(a)
bb_0.append(bb)
cc_0.append(IMC)      #计算边的 IMC 并记录节点对编号
```

……（余下部分与节点收缩代码相同）

附录三 k-means 聚类分析代码

```
from sklearn.cluster import Birch
from sklearn.cluster import KMeans
import matplotlib.pyplot as plt
from numpy import *
import xlrd

file = "节点重要度.xlsx"
data = xlrd.open_workbook(file)
sheet = data.sheet_by_index(0)
nrows = sheet.nrows
ncols = sheet.ncols

alldata = []
for x in range(nrows):
    rowlist = []
    for y in range(ncols):
        rowlist.append(sheet.cell_value(x,y))
    alldata.append(rowlist)
X = array(alldata)      #读取 excel 文件

# Kmeans 聚类
clf = KMeans(n_clusters=3)      #选取 4 个聚类中心
y_pred = clf.fit_predict(X)
print(clf)
print(y_pred)

x = [n[0] for n in X]
print(x)
y = [n[1] for n in X]
print(y)

plt.scatter(x, y, c=y_pred, marker='x')
plt.title("Data")
plt.xlabel("edge importance")
#plt.ylabel("average importance of nodes")
plt.ylabel("average weight of nodes")
plt.legend(["Rank"])
plt.show()      # 将聚类结果可视化
```

附录四 BA 随机网络代码

```
import math
import xlrd
import networkx as nx
import matplotlib.pyplot as plt
from numpy import *
import scipy as sp
from sklearn import linear_model
from scipy.optimize import curve_fit
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from pylab import *

mpl.rcParams['font.sans-serif'] = ['SimHei']

set_printoptions(threshold=inf)
set_printoptions(suppress=True)

#ER = nx.random_graphs.erdos_renyi_graph(100,0.4)

def func_E(x,b4,b3):
    return b3+b4*log(x)

def func_P(x,b1,b0):
    return b0*(x**b1)

def R2(y_test, y):
    return 1 - ((y_test - y)**2).sum() / ((y - mean(y))**2).sum()

def IMC(a,mx_3,mx_4,G,n_1):
    k_con = 0
    k_list = []
    mx_1 = mx_3.copy()
    mx_2 = mx_4.copy()
    mx_9=mx_4.copy()
    for b in range(len(mx_1)):
        if mx_1[a][b] == 1:
            k_con = k_con + 1
            k_list.append(b)
    #print(k_list)
    #print(k_con)
    for w in range(len(mx_2)):
```




```
for e in range(len(mx_2)):
    if w == e:
        mx_2[w][e] = 65535
#print(mx_2)
for p in range(len(mx_2)):
    for q in range(len(mx_2)):
        if p != a:
            if q != a:
                if mx_2[p][a] + mx_2[a][q] == mx_2[p][q] + 1:
                    mx_9[p][q] = mx_2[p][q] - 1
                    #print("a")
                elif mx_2[p][a] + mx_2[a][q] == mx_2[p][q]:
                    #print(p,q,a)
                    #print(mx_2[p][a])
                    #print(mx_2[a][q])
                    #print(mx_2[p][q])
                    mx_9[p][q] = mx_2[p][q] - 2
                    #print("b")
                else:
                    mx_9[p][q] = mx_2[p][q]
                    #print("c")
            elif q == a:
                mx_9[p][q] = mx_2[p][q] - 1
                #print("d")
        else:
            if q != a:
                mx_9[p][q] = mx_2[p][q] - 1
            elif q == a:
                mx_9[p][q] = mx_2[p][q]
#print(p)
#print(mx_2)

mx_9 = delete(mx_9,[k_list],axis=0)
mx_9 = delete(mx_9,[k_list],axis=1)
n_new = len(mx_9)
l_1 = 0
for x in range(n_new):
    for y in range(n_new):
        if x != y:
            l_1 = l_1 + mx_9[x][y]
#print(k_list)
#print(mx_10)
#print(n_new)
#print(l_1)
```



```

G_new = (n_new - 1) / (l_1)
#print(G_new)
value_IMC = 1 - G / G_new
#print(value_IMC)
return value_IMC
#print(a)
#print(str(a) + " " + str(IMC)) #计算 IMC

def form_BA(m,n):
    BA = nx.random_graphs.barabasi_albert_graph(m,n)
    dc=nx.degree_centrality(BA,)
    cc=nx.closeness_centrality(BA,)
    bc=nx.betweenness_centrality(BA,)

    global bc_list
    bc_list=list(bc.values())
    global cc_list
    cc_list=list(cc.values())

    A=nx.to_numpy_matrix(BA)
    mx_ori=array(A)    #信息中心度计算
    mx9=mx_ori.copy() #mx9 定义
    mx=mx_ori.copy()
    graph=len(mx)
    D=zeros((graph,graph))
    J=ones((graph,graph))

    for a in range(graph):
        k_con=0
        for b in range(graph):
            if mx_ori[a][b]==1:
                k_con=k_con+1
        D[a][a]=k_con

    B=zeros((graph,graph))
    for m in range(graph):
        for n in range(graph):
            B[m][n]=D[m][n]+J[m][n]-mx9[m][n]
    B_mx=matrix(B)
    C=B_mx.I
    l=len(C)
    C_ar=array(C)
    C_1=C_ar.copy()
    #print(l)

```

```
global acc_list
acc_list=[]
for i in range(l):
    acc=0
    aj=0
    bj=0
    for j in range(l):
        aj=aj+C_1[j][j]
        bj=bj+C_1[i][j]
    acc=l/(l*C_1[i][i]+aj-2*bj)
    acc_list.append(acc)
#return acc
#print(acc)

for x in range(graph):    #邻接矩阵转化
    for y in range(graph):
        if mx_ori[x][y] == 0:
            mx[x][y] = 65535
        else:
            mx[x][y] = 1    #邻接矩阵转化

mx1=mx.copy()
for i in range(graph):
    for j in range(graph):
        for k in range(graph):
            if mx1[i][j] > mx1[i][k] + mx1[k][j]:
                mx1[i][j] = mx1[i][k] + mx1[k][j]
#print(mx1)
mx0=mx1.copy()
for a1 in range(graph):
    for b1 in range(graph):
        if a1 == b1:
            mx0[a1][b1] = 0
#print(mx0)

n = graph
l = 0
for x1 in range(graph):
    for y1 in range(graph):
        l = l + mx0[x1][y1]

G = (n-1)/l
#print(G)
#print("done")
```

```
global IMC_list
IMC_list=[]
for a in range(graph):
    IMC_list.append(IMC(a,mx,mx1,G,n))
    #print(IMC)
    #IMC_list.append(IMC)
#print('done')
#print(IMC_list)
return IMC_list,acc_list

def return_value(func,x,y):
    b1,b0=curve_fit(func,x,y)[0]
    return b1,b0

R2_bc=[]
R2_cc=[]
R2_acc=[]
b1_bc_list=[]
b1_cc_list=[]
b1_acc_list=[]
#form_BA(20,5)
range_list=arange(50,510,10)
print(range_list)
for i in range_list:
    form_BA(i,10)
    b1_bc=return_value(func_P,IMC_list,bc_list)[0]
    b0_bc=return_value(func_P,IMC_list,bc_list)[1]
    bc_list_test=func_P(IMC_list,b1_bc,b0_bc)
    R2_bc.append(R2(bc_list_test,bc_list))
    b1_bc_list.append(b1_bc)

    b1_cc=return_value(func_E,IMC_list,cc_list)[0]
    b0_cc=return_value(func_E,IMC_list,cc_list)[1]
    cc_list_test=func_E(IMC_list,b1_cc,b0_cc)
    R2_cc.append(R2(cc_list_test,cc_list))
    b1_cc_list.append(b1_cc)

    b1_acc=return_value(func_E,IMC_list,acc_list)[0]
    b0_acc=return_value(func_E,IMC_list,acc_list)[1]
    acc_list_test=func_E(IMC_list,b1_acc,b0_acc)
    R2_acc.append(R2(acc_list_test,acc_list))
    b1_acc_list.append(b1_acc)
    print(i)
```



```
#print(R2_bc)
#print(R2_cc)
#print(R2_acc)

#plt.ylim(0,1)
#plt.plot(range_list,b1_bc_list,"pink")
#plt.plot(range_list,b1_cc_list,"orange")
#plt.plot(range_list,b1_acc_list,"black")
plt.subplot(221)
#plt.plot(range_list,R2_bc,"red")
plt.plot(range_list,b1_bc_list,"red")
plt.title('中介中心度')
plt.xlabel('网络规模')
plt.ylabel('系数')

plt.subplot(222)
plt.plot(range_list,b1_cc_list,"blue")
#plt.plot(range_list,R2_cc,"blue")
plt.title('接近中心度')
plt.xlabel('网络规模')
plt.ylabel('系数')

plt.subplot(223)
plt.plot(range_list,b1_acc_list,"yellow")
#plt.plot(range_list,R2_acc,"yellow")
plt.title('信息中心度')
plt.xlabel('网络规模')
plt.ylabel('系数')

plt.subplot(224)
plt.ylim(0,1)
plt.plot(range_list,R2_bc,"red")
plt.plot(range_list,R2_cc,"blue")
plt.plot(range_list,R2_acc,"yellow")
plt.title('拟合优度')
plt.xlabel('网络规模')
plt.ylabel('R 方')

plt.show()
```

NETWORK ANALYSIS ON EMERGENCY PLANS IN MULTI-HAZARD ENVIRONMENT: A CASE STUDY IN F DISTRICT OF SHANGHAI

Contingency plan is the leading point of emergency management system construction and the starting point of "one case, three systems". The contingency plan provides the responsibilities of the relevant government units, clarifies the relationship between the various units, and provides support and guidance for emergency command and rescue work. The "guidelines for the preparation of emergency plans" issued by the general office of the State Council requires that the preparation of the plan should be "vertical to the end, horizontal to side", vertical through administrative and various levels of organization. Data show that as of 2010, the number of contingency plans nationwide has reached 2 million 400 thousand. Although the vertical (state-level, provincial, municipal, district and county level) and horizontal (general plan, special plan, departmental plan) hierarchical network has been initially constructed. However, the existing contingency plans still have difficulties in adapting to the actual needs of emergency management. Under the limitation of the emergency management system and the administrative system in China, there are many problems in the emergency plan system, such as the fragmentation, the unclear power and responsibility, the repeated construction, the internal consumption of resources and the "information island". More importantly, the preparation of the emergency plan in China is presupposed by the occurrence of a single public emergency. It lacks the interface between the contingency departments and the linkage of the contingency plans, which leads to the poor communication and poor turnover of the emergency departments in the complex environment. In view of these problems, a large number of scholars have proposed solutions from the perspective of plan preparation, plan system construction and management system reform. However, most of the existing studies have neglected the discussion of the collaborative linkage between emergency departments. In a multi disaster environment, interdepartmental cooperation is no longer confined to the framework of a single contingency plan, making interdepartmental links more frequent and complex. The existing research seldom starts from the linkage structure of emergency management departments, and discusses whether the coordination of various departments under the current emergency plan system can adapt to the complex situation of the continuous evolution and mutual influence of sudden public events under the environment of multi disaster, and can the emergency disposal and follow-up work be ensured in time and effectively.

Therefore, this paper attempts to take the inter departmental collaborative relationship among emergency departments as the research object, and explore the impact of multi disaster environment on the synergy relationship of emergency departments. This paper, based on the theory of intergovernmental relations, takes the emergency preparedness plans of the F District of Shanghai as the basis of text analysis, and uses the social network analysis method to draw an emergency cooperative network in the F District of the city, and analyzes the characteristics of the

cooperative relationship in the emergency department reflected by the network, and has tested the existing F area through the method of scenario simulation. Under the guidance of the plan, the coordination of emergency departments will be adaptable to the multi disaster environment.

The construction of emergency management capability is an important research topic in the field of emergency management in China. The emergency management system based on public emergency and contingency plan involves the coordination of various functional departments of the government. In the context of inter governmental relations, the synergy between the emergency management departments affects the government's emergency management capability. The social network analysis method is applied to the abstract analysis of the social relations of the subjects studied by the idea of graph theory, which is also applicable to the study of inter organizational relations. Based on the social network analysis method, this paper constructs an emergency management cooperative network based on the emergency plan, and analyzes the cooperative relationship of the emergency cooperative network and its reflected departments in combination with the idea of random network and complex network. The results of this study are as follows:

(1) The quantitative analysis of policy literature is used to study intergovernmental cooperation. In the study of intergovernmental relations, the interdepartmental cooperation of the government departments is an important research content, but the traditional questionnaire and interview are easily interfered by the subjective factors of the interviewees. The quantitative analysis of the policy literature through the objective analysis of the power, responsibility and institutional arrangements that can reflect the relationship between government departments and departments, thus better restore the interdepartmental cooperation of the government departments. In this paper, the social network analysis method which is widely used in quantitative analysis of policy documents is used to analyze the F District Emergency cooperative network reflected in the emergency plan text of the F District of Shanghai city. The relationship between the emergency management departments of the F district is displayed in an objective and concrete way.

(2) On the basis of the traditional social network analysis method, this paper combines the thought of random network and complex network, and draws on the scholars' research on the network node contraction method, and puts forward the measurement index of the importance degree of the network node contraction and the edge shrinkage importance. According to the topological characteristics of the network, the number and location of nodes owned by nodes determine the ability of nodes to acquire and transmit resources in the network. Through the correlation analysis of the common measure in the network analysis, this paper validates the description ability of the node's shrinkage importance to the feature of the node, and extends the measurement method of the ability to influence each edge of the network. Based on the above two measures, we can help us to understand the key departments in the emergency cooperative network and the synergistic relationship that plays an important role in improving the capacity of the Department.

(3) Based on the measurement of the importance of edge contraction and the characteristics of the network structure, the department collaboration is classified. The different types of department synergies reflect the different situation of resource transfer and sharing in the relevant departments, and have an impact on the efficiency of resource transfer and network robustness of the collaborative network. This paper holds that on the basis of the classification of existing synergies, the possible influence of coordination between different departments on the realization

of the overall goal of the government can be judged, so as to strengthen the system guarantee of the coordination of the Department. On the basis of the analysis of the necessity of the reality, based on the analysis of the importance of contraction and the type of synergy, it can be used to determine whether the establishment of the new cooperative relationship can significantly improve the operation ability of the whole network, thus providing a basis for the coordination and integration of the cooperative network structure.

(4) Combined with the results of the previous analysis, the rationality and possible problems of the reform of the Ministry of emergency management and the establishment of the emergency management department are discussed. This paper holds that the reform of the emergency management system can solve the problem of not smooth coordination between the emergency management departments under the current emergency management system, reduce the complexity of the emergency cooperative network and improve the efficiency of the resource turnover in the middle of the emergency management. However, in the current practice, the establishment of the emergency management department still exists in the internal construction of the organization, the boundary of the integration of departments and the promotion of the model. There are still a lot of problems to be solved by the government on the road of the reform of the emergency management system.

In this paper, the social network analysis method is used to study the cooperative relationship of emergency department in emergency plan network, but there are still many shortcomings, and we hope to improve it in the follow-up study.

(1) According to the network analysis method, the emergency management departments are abstracted into equivalent nodes. But in the actual work of emergency management, the scope of the emergency department and its business capacity will have an important impact on the relationship between departments. The strength of the ability to obtain and transfer a department depends on the institutional arrangement and the capacity of the Department. Similarly, the actual degree of synergy between departments can not be simply reflected through network structure and institutional arrangement. Therefore, the relationship between departments is discussed only in this paper.

(2) According to the text of emergency plan, the emergency cooperative network built in this paper is based on existing institutional arrangements, but the non institutional links that can not be reflected behind the text, such as the private relationship between the leaders of the Department, will have a heavy impact on the cooperation relationship of the Department. In emergency situations, the impact of non institutional factors on execution coordination and decision-making synergy may be more intense than institutional factors.

(3) The contingency plan is a prediction of the situation that may be faced after the occurrence of a public emergency and the reflection of the government department, while the unforeseen circumstances in the actual event often make the emergency disposal more complicated. The emergency work of various functional departments may also be adjusted according to the scene conditions. In addition, the emergency response plans are mostly only for the emergency response and emergency handling behavior of the government departments, but in the current emergency management practice, the private sector and the third sector are becoming more and more involved in emergency management and play an important role. Therefore, the actual emergency collaboration network is often more complex than the network set by the contingency plan.