

DOI:10.15918/j.jbitss1009-3370.2020.1936

# 国民经济动员链弹性基本理论初探

史文强, 孔昭君, 邓晓童

(北京理工大学 管理与经济学院, 北京 100081)

**摘要:** 弹性为动员链应对多种中断事件提供了新的可能。从主体和运行机制等方面入手,解释国民经济动员链的内涵,论证其与商业供应链的区别;阐述国民经济动员链弹性的本质,论证动员链弹性的形成机制和作用机理;从离散和连续视角提出动员链弹性的测度方式。研究发现,动员链和商业供应链的差别主要体现在风险程度、需求模式、战略目标、构成要素和运作方式等方面。国民经济动员链弹性是动员链遭受中断事件影响和冲击后,有效应对中断事件的不确定性,并能快速恢复正常状态或者理想状态的能力。动员链弹性具有自组织特性,其作用过程主要包含检查、激活、响应和学习等环节。

**关键词:** 国民经济动员; 动员链弹性; 应战应急; 形成机制; 作用机理

**中图分类号:** C93

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1009-3370(2020)05-0096-11

国民经济动员是国防建设与经济建设之间的桥梁和纽带。中国的国民经济动员不再仅针对应战服务,而是向应战应急双重功能转变。国民经济动员链(以下简称动员链)是实现应急物资超常规供应的载体。若暴发严重的突发事件,产生的持续影响会造成动员链物资需求、物资供应、运输渠道、组织管理等环节受到不同程度的扰动,甚至出现中断。这些中断事件会影响动员链的运作效率,导致目标区域的需求无法及时得到满足,进一步对社会和经济系统造成破坏。因此,亟需探索国民经济动员链如何迅速响应中断事件,并恢复到正常状态或者理想状态。

孔昭君<sup>[1-2]</sup>认为,国民经济动员链是完成国民经济动员任务所必需的供应链或产业链整体。有学者进一步对动员链扩容演化<sup>[3]-34]</sup>、石油动员链<sup>[5-6]</sup>、应急资源动员链优化<sup>[7]</sup>等方面进行拓展和延伸。虽然,当前有关动员链的研究已经形成了一定的理论基础,但是还鲜有学者考虑动员链中断事件的规律,以及动员链在中断情况下的运作情况。

弹性概念最早产生于弹性力学研究中,随后弹性开始被引入生态学<sup>[8]</sup>、工程学、材料学、经济学、心理学、社会学等不同领域<sup>[9]</sup>。综合各领域学者的观点,弹性是系统的内在属性,其最基本的含义是系统所拥有的承受冲击、缓解风险、维持运作、并在危机后快速恢复的能力。这一属性为动员链应对多种中断事件提供了新的可能<sup>[10-12]</sup>。

因此,本文从动员链的构成与运行机制出发,理清动员链与商业供应链的本质区别。进一步探索国民经济动员链弹性的概念与形成机制,分析动员链弹性的作用机理。最后,提出动员链弹性的测度方式,为完善动员链优化策略提供参考。探索国民经济动员链弹性有助于应对突发事件的低概率、强破坏、无规律、多次生危机等现象,有效提升应急资源需求与社会供给对接水平。

## 一、国民经济动员链内涵

### (一)国民经济动员链概念

大规模突发事件暴发后,常态的供应链已经无法满足激增的物资需求,需要国民经济动员单位协调各相关部门完成动员任务。国民经济动员链涉及供给、生产、运送、分配等多个环节,并与工业制造、交通运输、能源、科技、财政金融等诸多领域密切相关。因国民经济动员链具备特殊的功能及复杂的结构,亟需对其核

收稿日期: 2019-06-10

基金项目: 国家自然科学基金面上项目“应急物资保障体系设计理论及其政策研究——基于全灾种全过程应急管理视角”(71473015); 国家自然科学基金应急项目“一体化应战体系建设及能力提升策略研究”(71841051)

作者简介: 史文强(1991—),男,江西财经大学讲师,E-mail: smilewenqiang@126.com; 孔昭君(1963—),男,教授,博士生导师,通信作者,E-mail: kongzi@bit.edu.cn; 邓晓童(1993—),女,博士研究生,E-mail: 995887059@qq.com

心概念进一步界定和阐述,以期正确把握动员链的内涵。

已有许多学者对动员链进行定义,陈正杨<sup>[3]20-23</sup>认为,国民经济动员链是具备经济动员功能的网链集合体,他强调多个主体参与以及动态联盟的作用。李紫瑶等<sup>[13]</sup>考虑动员链是由动员管理链和动员供应链共同组成,二者相互独立又紧密联系。韩秋露等<sup>[14]92-93</sup>提到集动员模式下国民经济动员管理链和供应链的构成,并分析了其作用,但尚未对其进行系统的界定。

本文认为,国民经济动员链是以实现应急物资的超常规供给为目标,按照集动员理念,将完成动员任务所必需的动员机构、管理部门、动员企事业单位和需求方等主体连成一个有机整体,并通过生产、运送等环节,保证动员产品及时抵达需求点的功能性网链结构。与前人的研究类似,本文同样考虑动员链是由管理链和供应链构成,只不过强调的是动员供应链和管理链共同形成的国民经济动员链这一有机整体,综合考虑管理链和供应链在这个复杂系统中的作用。

## (二)国民经济动员链的参与主体和运行机制

### 1. 国民经济动员管理链

国民经济动员管理链所包含的是完成动员任务的各层管理机构。应急资源涉及众多的领域,而每个领域都需要与之对应的专业部门进行管理。因此,为实现资源的有效分配与供给,需要由国民经济动员机构发挥协调功能,将参与动员活动的相关管理机构集成到一条连续的管理链条上。管理链主要是由决策主体、责任主体、协调主体、执行主体共同构成<sup>①</sup>。

#### 1) 决策主体

由于急时的物资需求具有突发性、不确定性和时效性等特征,决策主体需要综合考虑应急需求和现有储备,决定当前动员目标和任务,并安排其余主体共同开展动员工作。本文将国家国防动员委员会及地方各级国防动员委员确定为国民经济动员链的决策主体。

#### 2) 责任主体

各级人民政府是国民经济动员的责任主体,较为看重合理的制度安排。在动员工作实施时,责任主体授权给协调主体,由协调主体代行协调职能。

#### 3) 协调主体

国家经济动员办公室及地方县级以上各级国民经济动员机构作为协调主体,代表政府履行协调职能,负责协调国民经济动员工作的各环节和各方面工作。动员任务执行过程中,国民经济动员机构需要衡量各行业部门是否有能力完成任务,进一步协调各行业管理部门,实时把握任务进度,并关注那些无行业管理部门去处理的工作。

#### 4) 执行主体

动员任务的指挥和执行工作由政府职能部门、企事业单位最高管理层和相关社会团体去完成<sup>[14]95</sup>,这些部门和组织构成了国民经济动员链的执行主体。上述部门与团体根据自身专业和领域,负责相关专业的动员任务实施。国民经济动员的实质是应急资源超常规供给,而这些资源由各供给主体提供。因此需要执行主体贯彻上级动员任务,实现供应主体间的物资调配,保证应急资源的持续稳定供给。

上述各个执行主体根据自身的秉性及特质完成动员任务,并通过管理链与其他主体信息交互。协调主体在动员过程中主要协调执行主体间的工作流程,把控动员工作的完成进度,保证动员工作有序推进。

### 2. 国民经济动员供应链

供应主体是直接负责提供各项动员资源的企事业单位。各个供应主体和需求点组成了从原材料供应至最终产品配送完成的全过程链条。

#### 1) 国民经济动员供应链涉及的节点

需求点:应急物资以最终产品的形式送至需求点,在大规模突发事件发生后,需求点一般为避难所或者受灾地区。

最终产品集散中心:最终产品生产或者筹集完毕后将运往最终产品集散中心,并进一步配送至各需求点。主要包括常设的各级应急物资储备库和危机下成立的临时物资储备中心,如汶川地震后,四川省加大物

<sup>①</sup>本文的国民经济动员链弹性是文献[14]的拓展与延伸,因此所涉及的决策主体、协调主体、责任主体、执行主体、供应主体、管理链的概念在文献[14]中有着详细分析和界定。但是为方便读者理解,本文也在此处对各相应主体进行简单解释。

资储备力度,截至2018年四川省各市(州)、县(区)共有储备库(含租赁、临时仓库)共计190个,救灾物资储备点1210个。

应急物资制造(生产)单位:应急物资制造单位承担着最终产品的加工及生产任务,实力较强的国有企业和与政府保持合作关系的动员中心是这类单位的主要力量。

中间制品加工单位:部分产品可能需要经过中间产品加工的环节后才能进一步投入最终产品的生产。该类单位主要包括事业单位、国有企业以及私营、合资和外资等非公有制企业。

原材料供应单位:最终产品的生产需要多种原材料的支持,若当前的原材料供给单位无法满足生产需求,就由该行业管理部门进行协调,吸纳其他供应单位加入任务团队。

## 2) 应急物资的主要来源

物资储备:利用储备物资直接应对灾害,将大大缩减物资供应时间,提升动员效率。新时代背景下,国民经济动员已经具备应战应急双向功能,因此动员储备的方式也不仅仅局限于国家储备,应急储备也可作为动员储备的有力支撑。储备的物资主要包括:战略原材料、粮食、生产设备及医疗器材。根据《汶川特大地震抗震救灾志》<sup>①</sup>的记载,在2008年5月16日,原总后勤部向灾区紧急调运8000多万元的后勤装备物资。其中为任务队伍调拨被装23.3万套(件)、野战食品14.4万日份、油料1000吨、帐篷6580顶、发电机组114台、挂电站5台、贮水罐180个、充气床垫6000个。另外,调用企业储备也是应急的重要手段之一。这主要是政府与企业签订协议,代储一部分应急物资。

紧急采购:若储备物资无法满足激增的需求时,政府相关部门将结合市场机制,直接向制造商集中采购最终产品。在汶川大地震期间,从2008年5月12日—7月31日,四川省经济动员委员会共采购调集救灾物资51738件,金额约4375.73万元。

强制征用:突发事件暴发后,政府可以依托相应的法律法规征用各原材料企业、生产企业及转运企业的可用物资,灾后再根据具体情况予以适当补偿。

组织社会捐赠:突发事件暴发后,政府可以广泛动员社会各界进行捐赠,以缩小供需的缺口。动员的对象主要包括:国有非营利组织和基层非营利组织<sup>[5]</sup>。其中,国有非盈利组织是捐赠的主要参与者。它们可以与政府主管部门签订协议,并在相应部门的监管下将募捐到的物资落到实处。

其他渠道转产:政府部门可以利用企事业单位现有的生产线,转换生产当前急需的应急物资或其中间产品。同样在汶川特大灾害期间,原成都某装备部主动承担应急生产任务,调动骨干技术人员成立临时任务小组。他们在从未生产过150A快速连投系统的条件下,4天内完成了首套产品240件。

紧急扩产:利用企事业单位现有的生产线,加大生产强度,挖掘生产潜力。有些企事业单位在平时储备一部分生产能力,在危态下,受动员机制的作用,将以扩产的方式形成实际的生产能力。2008年5月18日,某被装修理所接到上级下达的应急生产任务,在不到20天的时间内就完成了1万套海洋迷彩服的生产任务。

## 3. 国民经济动员链运行机制

国民经济动员链管理子链和供应链是两条平行且相互关联的链条。仅有二者相互作用并集成为一个有机整体,才能保障应急物资及时供应。国民经济动员供应链接受国民经济动员管理链的协调和控制,由管理链中的执行主体在各专业领域中直接调控供应主体。

动员准备是集动员的初始流程,国民经济动员机构协调各行业管理部门做好潜力建设和预案管理。与此同时,动员机构还需要协调各部门加强联系与信息对接,减少各部门间的信息壁垒。突发事件暴发后,动员进入实施阶段,协调主体需要判断事件性质和供需缺口,确认完成任务所涉及的部门,将任务按层级和行业分解。协调主体根据各层级的任务,确定相应的执行主体,形成国民经济动员管理链,并跟进执行主体任务进度。执行主体依据任务要求,选择适合的供应主体参与具体动员任务。在这一过程中,协调主体要确定任务的核心执行主体。核心执行主体需要协调团队中的其他执行主体,挑选出下属供应主体,监督其任务完成情况。核心供应主体负责协调其余供应主体,判断当前供应链是否有能力承担任务,若不具备实力,则由执行主体将新的供应主体纳入任务团队。协调主体对整个动员过程实时观测,并动态调整动员任务和执行主体的结构。执行主体需要把控下属供应主体的任务进度,动态调整供应主体的结构及数量。在经济复员阶段,国民经济动员机构需要及时关注任务状态,若动员任务完成,执行主体采用取消行政指令、终止合同

<sup>①</sup>《汶川特大地震抗震救灾志》编纂委员会. 汶川特大地震抗震救灾志:卷七:灾区医疗防疫志. 方志出版社,2015.

等方式解散各下属供应主体;动员机构负责撤销各执行主体的动员任务,使动员团队按顺序解散。另外,动员机构还需评价动员任务完成效果,并协调相关部门推进成本补偿和契约终止等活动。

## 二、国民经济动员链与商业供应链的本质区别

传统商业供应链是指:在常态下,以企业盈利为目的,从原材料供应开始,制成中间产品以及最终产品,最后将产品送到消费者手中的功能性网链结构。而国民经济动员链的背景是大规模突发事件,以国家为核心主体,以国民经济为对象,实质是应急物资的超常规供给。这两者具有较大的差异,具体表现为:

### 1. 风险程度

国民经济动员链的组建往往以突发事件为背景,一旦灾害波及到动员链的某一环节,将会造成不同程度的扰动或者中断。复杂的环境可能会使得道路条件受损,导致无法按时按量地将物资送到需求点。信息设施的破坏会使得国民经济动员机构无法获取具体需求量和需求点位置,造成动员反应不及时。另外,一些衍生灾害也会随之产生,如地震可能会造成泥石流或者山体滑坡等次生灾害,严重时甚至会产生瘟疫。这都加大了动员链的运行风险。传统商业供应链大部分是在稳态下运行的,各节点需要预测市场需求,并做出相应的生产、订购计划。

### 2. 需求模式和结构

商业供应链所处环境稳定,面临的需求往往是可根据历史记录预测,需求地也较为明确。突发事件短时间内会给局部地区造成巨大的破坏,导致国民经济动员链面临的需求具有巨量性、无规律性、不确定性和时效性等特征。另外,动员需求无规律可循,仅有在动员任务执行过程中,才能明确各个需求点,并且需求点是随着供需缺口的变化而动态改变的。动员链需求对时间的要求也更为严格,例如,汶川大地震暴发期间,2008年5月15日,某应急队伍开赴四川灾区支援,摩托化行军至贵阳附近,油料出现短缺,原总后勤部立即协调中国石化,保证所有车辆短时间内在三个加油站同时获得补给58吨。救援线就是生命线,倘若这些救援队伍的需求无法及时得到解决,就会使灾区损失一份救援力量,降低救灾效率。

### 3. 交付周期

由于具有稳定的内部网链和外界环境,传统的商业供应链一般具备明确的交付周期。随着动员任务的完成,动员的参与主体会有序地退出任务团队;或当前的任务团队不足以完成任务,相应领域的执行主体和供应主体也将动态地加入,故动员链没有恒定的交付周期。

### 4. 战略目标

商业供应链以经济利润最大化为最终目标,以货币作为衡量手段。而国民经济动员链是以社会效益最大化为目标,着力在最短的时间内以合理的成本将物资送到最终需求点,具有显著的弱经济性。在完成供给任务的同时,商业供应链追求低库存和低成本,进而提升企业效率,该系列研究关注社会存量物资,属于常规供给范畴。国民经济动员解决的是急时的资源供给问题,动员物资需求波动大且难以预测。从供给视角入手提升动员物资供给能力,是危态下实现供需平衡的有效手段。动员活动不仅仅涉及社会上的存量物资,往往还会利用应急生产的力量,这属于超常规供给的范畴。

### 5. 构成要素

商业供应链的参与主体包括从原材料供应、生产、加工、配送至销售环节的供应商、生产商、分销商等,其对象主要是各主体之间流通的产品。国民经济动员的对象不仅包括产品(食品、水等生存必需品,医疗、电力、救援等设备),还包括急时所必需的服务。动员服务主要由医疗救护、灭火、救援、道路维修等专业领域团队负责提供,这些团队可以从政府组织和部门、事业单位、公有制单位、民营企业、非盈利组织等抽调。政府组织是国民经济动员链的核心力量,包括应急管理部门、交通运输部门、医疗卫生部门、能源管理部门等。另外,解放军、武警和民兵队伍在特大突发事件下能迅速反应,完成动员任务。如2008年5月16日,某应急队伍在都江堰开设第一应急加油站,以此保障临近地区的救灾队伍用油,共保障210吨油料。公有制单位在特大突发事件中也扮演着重要的角色。如2008年5月17日,中山市公路钢结构制造有限公司接到交通运输部交通战备办公室的紧急调令,调集技术人员,组成技术小组进入四川执行架桥保通任务。该公司在十多天内配合浙江、云南的架桥队伍完成了修建广元青川沙州、德阳什邡通观、南坝镇内、凉山州普格县大河坝大桥等九座战备钢桥的任务。

## 6. 运作方式

在库存方式方面,商业供应链追求“精益化”和“零库存”来降低各节点企业的库存成本。控制库存虽然能够提升企业效率,降低不必要的维护成本,但也无形降低了供应链的柔性,若某一环节出现断裂,很有可能造成整条供应链的瘫痪;与之相对应,国民经济动员链建立在复杂的环境之中,物资储备本身就是应急物资的主要来源之一。从成员稳定性来看,商业供应链的各节点一般是在生产销售周期开始前就已经选定,并签订合作协议,具备较高的稳定性;而国民经济动员机构逐层分解动员任务,选择对应的行业管理部门后,再由管理链进一步筛选所需的供应主体,才能构成初始的国民经济动员链。但是一旦灾情或者危机不断演化,形成新的次生危机,动员链各层结构将动态调整以形成新的动员链,许多应急集散中心也是根据需求而临时建立。

## 7. 涉及的周期和阶段

传统的商业供应链主要关注的是生产和销售环节,并不存在明显的周期性变化。国民经济动员时序主要包括动员准备、动员实施和经济复员几个阶段,且不同阶段动员工作的关注点也不同。国民经济动员链在不同阶段的重点工作和资源投入变化如图1所示。具体来说,动员准备阶段主要工作包括日常能力建设、预案编制及日常物资储备等工作,投入资源量较为稳定。动员实施阶段需要进行动员任务分解、组建动员链和成员动态调整等工作。在这一过程前期,外界需求激增,动员链可以综合利用调用储备、应急采购、征用等方式来加大应急物资供给力度。当需求得到满足后,动员机构监督各执行主体,把控动员任务的完成情况,维持供给的力度。经济复员阶段主要涉及任务解除、团队解散、绩效评价和利益补偿等工作,资源投入量将逐步减少到动员准备阶段的水平。

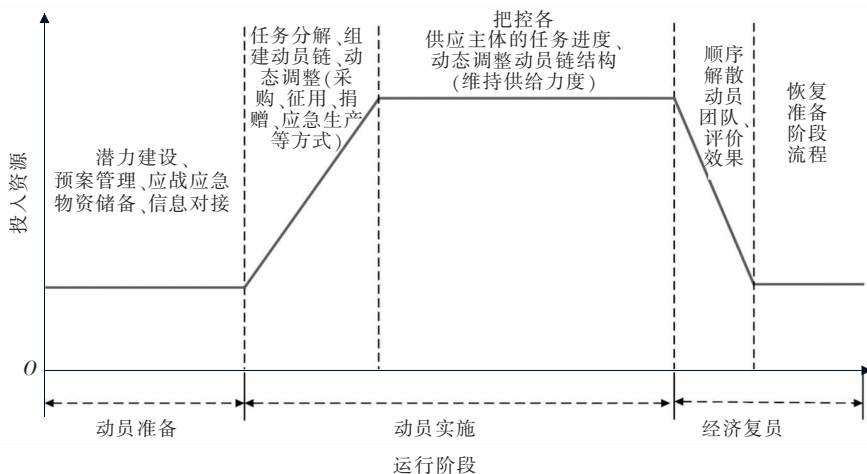


图1 国民经济动员链运行周期图

在这一过程前期,外界需求激增,动员链可以综合利用调用储备、应急采购、征用等方式来加大应急物资供给力度。当需求得到满足后,动员机构监督各执行主体,把控动员任务的完成情况,维持供给的力度。经济复员阶段主要涉及任务解除、团队解散、绩效评价和利益补偿等工作,资源投入量将逐步减少到动员准备阶段的水平。

## 三、国民经济动员弹性概念辨析与作用机理

### (一) 国民经济动员链弹性的概念与形成机制

#### 1. 弹性力学在动员链系统的引入

弹性这一概念最早诞生于弹性力学,用于探索应变和应力之间的关系<sup>[16]20</sup>。弹性力学是固体力学的分支,以各种形状的弹性体为对象,探索它们的结构和变形问题,如杆件、平面体、空间体、板壳、薄壁。物体将承受来自内力和外力的冲击,其中外力包括体积力和表面力。而在物体遭受外力之后,物体内部各截面相互作用,将会产生附加内力。弹性力学假定物体皆为完全弹性,且外力所导致的形变和位移均很小,将关注的重点放在理想弹性体的小变形问题上<sup>[17]</sup>。

弹性力学主要满足三大规律:变形连续规律、应力—应变关系,以及运动(或平衡)规律。其中应力—应变关系表示应力和对应的形变成正比例关系,且弹性常数不随应力或形变的大小而变化。Hooke在1678年提出胡克定律,该定律说明:固体受力之后,应力与应变(单位变形量)满足线性关系。其表达式为 $F=-k \times x$ 或 $\Delta F=-k \times \Delta x$ ,即弹簧受力发生形变的弹力 $F$ 与弹簧的形变量(伸长或压缩)成正比。其中, $k$ (物体弹性系数)不受到外力或者形变量的影响,而由物体材料的性质决定,表示物体单位长度上所具有的弹力。

在面临外力作用时,物体的表面和各个截面都会根据实际情况产生相应的反应,并与内部其余截面产生的力相互作用。国民经济动员链是一个复杂的巨系统,内部存在多个行为主体相互作用。一旦动员链遭受内部或者外部因素的冲击,各个主体也将会采取相应的措施以提升动员链的运作效率。因此,弹性力学对于动员链具有许多可借鉴之处。

1)从参与主体上来看,每个弹性物体按照宏观、介观、和微观的尺度,又可以分为多个子截面和子部分。每一个部分在外力作用下都会产生相应的内力或者应力,这些力能够相互之间产生影响和干涉效应。动员

链也是各动员主体按照动员任务和需求组建在一起的动态网链结构,包括政府职能部门、动员机构、企事业单位和社会团体等。这些部门和单位在突发事件下也将展现不同的行为和反应。

2)从内部性质上看,弹性力学的研究对象是理想弹性体,即该物体在去掉外力后能恢复初始形状。理想弹性体还满足“小变形”和“完全弹性”性质。其中,“小变形”表示物体内所有点的形变和位移都远小于物体原本的尺寸。虽然中断事件的发生会对动员链造成一定的冲击和影响,影响动员链部分环节的运营,但是还不会动摇动员链的根基。

3)从基本规律上看,弹性物体满足应力—应变关系,即应力和形变成正比例关系。中断事件对国民经济动员链系统也提出了严峻的挑战。动员机构和国家职能部门需要在最短的时间内消除中断事件的影响,维持动员链运营效率。换句话说,动员链遭受的冲击越大,它就需要具备越强的恢复到理想状态的能力。这也与弹性力学中的应力—应变规律相一致。

4)从弹性特征上看,当中断事件侵袭动员链时,动员链内各协调主体和执行主体将以保障物资的超常规供给为目标,充分发挥自身职能,调动资源和调整动员链结构,应对中断事件的危害,恢复动员链的平衡。这一过程是动员链系统自适应、自组织的表现,与弹性物体在外力撤去后能自行恢复初始状态的特征类似。

基于以上类似的结构、特性和规律,将弹性力学引入国民经济动员链系统具有一定的可行性和适应性。国民经济动员链系统也能像弹性物体一样,面对外力(中断事件)应该具有一定的承受力和恢复力。这样可以提升动员链的抗风险和抗打击能力,保证其在危态下的运营效率。

## 2.国民经济动员链弹性的概念探析

### 1)概念和特征

面对复杂繁多的中断事件时,动员链亟需采取措施使国民经济动员系统吸收、承受外界风险,并快速地从中断的负面影响中恢复正常。根据弹性力学、组织弹性<sup>[11]101</sup>、工程弹性<sup>[10]190</sup>和供应链弹性<sup>[16]22</sup>的研究可以发现,弹性在不同学科和领域有着很强的共性。弹性主要是指系统承受外界环境中的不利因素,学习、适应环境的变化,并恢复正常功能的一种能力。其中,承受、学习、适应和恢复是弹性的主要特点。因此,本文借鉴各学科和领域对于弹性的理解,将国民经济动员链弹性定义为:动员链遭受中断事件影响和冲击后,协调内外部运行情况,动态调节资源配置,有效应对中断事件的不确定性,并能快速恢复正常状态或者理想状态的能力。

该定义符合以下几个特征:(1)弹性是动员链的内在属性,在中断事件爆发后才能体现出来。(2)国民经济动员链系统受到次生事件或者衍生危机打击,且原本运营良好的动员链发生中断或者出现状态偏离。(3)动员链系统在承受中断事件后,需要恢复到正常状态或者理想状态。动员链弹性是由动员管理链和动员供应链相互作用而产生的。只有管理链中各主体发挥自身效能,协调和领导供应主体,采用结构调整、改变生产和采购策略等方式承受冲击,引导动员供应链适应恶劣环境、维持运营,并在中断事件后快速恢复,才能真正实现动员弹性。

### 2)动员弹性的形成机制

敏捷动员强调依托现代化技术整合资源,实现快速、高效的动员活动。根据敏捷动员的要求,动员链在运作过程当中追求快速保障、适应变化、动态调整、质量可靠等目标。随着需求的急剧增加,动员链上各主体在尽可能减少物资筹集和生产时间的同时,也需要考虑竞争性和成本经济性。国民经济动员物资虽然具有很强的公共物品特质,但是根据资源稀缺性假设,在执行动员活动中仍然需要减少多余的成本,使动员能在最小的范围、最低的消耗上达到既定目标。另外,在面临特大突发事件时,动员工作更要求时间、速度和成本上的竞争性。动员任务还是要建立在有足够的经济条件的基础上,不计成本地执行动员任务,容易动摇国民经济体系的根基。与此同时,为最大程度地实现动员需求,动员链会不断向上游原材料企业和下游生产企业延伸,形成复杂的互联结构。

综上所述,在外界复杂多变的环境下,及时性、成本性、竞争性和复杂性的特征无疑增加了动员链本身的脆弱性。一旦中断事件爆发,脆弱的动员链无法正常运转,将会对经济和社会造成极大的负面影响。因此,适时地提出动员链弹性这一概念,有助于动员决策者制定动员链在中断情形下的快速恢复策略,进而保障国家安全所需资源的超常规供给。

### 3)弹性与柔性、敏捷性、鲁棒性、脆弱性概念辨析

笔者进一步将弹性、鲁棒性、脆弱性、柔性、敏捷性加以区分。

柔性和敏捷性是敏捷动员体系的重要属性,其中敏捷性主要指动员链快速地应对内、外部因素变化的能力,其强调的是应对不确定因素的速度。柔性重点在于依靠动员链本身的内部资源来适应变化,可以用灵活性和适应性来度量。适应性指标能使系统在干扰中学习、建立新的系统平衡或稳定域,或在不断变化的环境中快速重新配置资源<sup>[18]</sup>。以上特性虽然满足了承受、学习和适应等特性。但尚未涉及如何恢复到正常状态或者理想状态。

脆弱性拥有很多解释,通常与系统易受伤害有关,一般被定义为受到扰动、外部应力和改变程度的影响。在弹性力学系统中,脆弱性可以视为弹性物体受力所发生的形变。Turner等<sup>[19]</sup>将脆弱性定义为系统暴露于威胁或干扰下可能受到伤害的程度。Gallopin<sup>[20]</sup>将脆弱性视为系统结构的保护能力,并将弹性和适应性看作脆弱性的一组子集。因此,动员链脆弱性是指内、外部不稳定因素对动员链本身造成的破坏和冲击程度。中断事件的破坏力和发生概率共同影响了动员链的脆弱性的大小。

因为弹性与鲁棒性的特征有许多相似之处,所以学术界仍然经常混淆两个概念。鲁棒性反应了控制系统抵抗干扰的能力,指系统在一定的参数下维持某些性能的特性,是系统在异常和危险情况下生存的关键。鲁棒控制作为控制工程的基础,能扩大系统所能响应的干扰集的范围。Alderson和Doyle<sup>[21]</sup>指出,鲁棒性始终保持这样的形式:系统在某一环境下的扰动都是健硕的。一旦扰动和冲击超过鲁棒性所能承受的子集,使得系统偏离初始运行规律,那么系统将会呈现脆弱性。但系统并不可能一直增加鲁棒性来包含所有的扰动和变化,往往需要拓展新的能力,使得系统能够应对意外的事件。此时,弹性作为使系统从偏离中恢复的能力,能够有效弥补鲁棒性无法应对的范围。

## (二)动员链弹性作用机理

### 1.动员链弹性的自组织特性

德国物理学家Haken<sup>[22]56</sup>将组织的进化形式分为“他组织”和“自组织”两类,“自组织”是系统在内在机制的驱动下,自动、协调地从粗糙、简单、无序的结构向精致、复杂、有序的结构发展的过程。耗散结构论、协同学共同决定了自组织理论的基本思想。

耗散结构是指远离平衡的开放系统通过不断和外界交换物质和能量,且内部各元素间有着非线性相互作用,自动形成且维持有序结构状态。其中,开放的系统、与外界保持能量交换、远离平衡态、内部系统非线性相互作用是耗散结构的必要条件<sup>[23]</sup>。

协同论是由Haken<sup>[22]1</sup>提出的,他认为开放系统中各子系统的协同和合作行为是自组织的基础。当各子系统之间的交互和协同超过一定阈值后,整个系统将发生质变,由无规则状态转换为有序状态。在子系统的运动中存在着很多控制参量,“快变量”是指类似阻尼大、衰减快的参量;“慢变量”在临界点附近呈现无阻尼现象,并且衰减速度很慢。慢变量的数量虽然较少,但是却决定系统的演化结果,表示系统的有序结构,称为“序参量”。它们的竞争和协同直接促使系统形成新的结构。

自组织系统通常由多个独立的子系统组成,它们以分散的方式工作,并且与其他子系统和外界环境交互(直接或间接)以产生秩序。总体来说,根据自组织理论,系统从无序状态演化为有序状态大体需要经历三个阶段。(1)起始阶段:开放系统刚刚形成,还远离平衡态,并且能够与外部环境进行交互。(2)演进阶段:系统内部与外界环境进行能量交换,各子系统之间发生内部非线性相互作用,且系统涨落的存在令子系统自我调整。(3)提升阶段:经过演进阶段的互动调整,系统的有序度得到大幅度提升,逐渐向有序结构靠拢。

动员链是一个开放系统,易受到外界不稳定因素的干扰,外界各种形式的能量变化可能会使动员链产生涨落。在动员链建立之初,成员都刚刚加入,仍然处于非平衡状态。动员链各个主体之间相互协调和影响,在内部系统形成非线性相互作用。因此,动员链系统满足耗散结构理论中自组织性的基本条件。动员链弹性的形成也要经过自组织循环几个阶段。首先,在动员链建成初期,动员任务还处在动态变化阶段。协调主体、执行主体和供应主体之间的关系还不稳定,系统弹性尚未成熟。其次,新的中断事件不断冲击尚不平衡的动员链系统,使得动员链与外界环境发生能量交换。另外,动员链中各成员主体的信息、技术和能力不平衡,加速了各主体间的合作、交流和对接,形成了子系统间的非线性相互作用。再次,内外部环境的双重作用,促使弹性属性在动员链内部孕育和发展,并逐渐向更高层次跃升。成熟的弹性加剧了系统的涨落程度,促使动员链整体从无序状态转为有序。有序的动员链系统进一步反作用在弹性上,完善了系统应对冲击的能力。

## 2. 作用机理

根据系统的自组织作用原理,动员链弹性是从低弹性(脆弱性)到高弹性渐进发展的过程。其最终目标是达到一种可以适应高度不确定条件的状态。

如图2所示,动员链弹性的作用过程包含检查、激活、响应和学习等环节。检查和激活是弹性发挥作用的基础环节。动员链相关主体需要同时从自身脆弱性和外界环境入手,对潜在风险和中断事件进行检测,找寻主要问题并追溯其本因。外界环境探测包含:动员工作人员对环境影响进行分析探测,以及动员链系统的环境被动反馈机制。环境的变化远比人们预测或环境反馈机制的信息处理速度更快,为实现主动调整,需要更广泛、更快速地处理信息。

在激活阶段,动员链上各主体开始为动态响应做准备,包括信息渠道、物资资源、机构联系等。激活阶段在弹性的作用机制中是一个重要连接点,是动员链应对不确定性的初始阶段,也是动态响应前的准备阶段。向上直接感知中断事件的变化,获取前端信息;向下为动态响应孕育有利条件。

动员弹性响应阶段又可以分为刚性响应和积极响应。Staw等<sup>[24]</sup>早在1981年就提出了基于威胁的刚性组织反应模型,发现威胁或危机会导致僵化的组织反应。Barnett和Pratt<sup>[25]</sup>认为,僵化的系统反应可能会限制发展和生存机会,因此提出了灵活的应对措施。在动员链系统中,仅通过政府部门发挥传统的管控功能的措施可以归类为“刚性响应”。结合Barnett和Pratt的理论,本文提出动员链中断事件“积极响应”过程,这主要包含了动员链在面临中断时的整体的应对、适应、恢复能力。

响应阶段是弹性作用的完成阶段。当动员链通过响应过程恢复到正常状态后,将从这一次的事件中学习相关经验和模式,并作用于前期的检查和激活阶段,加强动员链的预判和识别风险的能力。

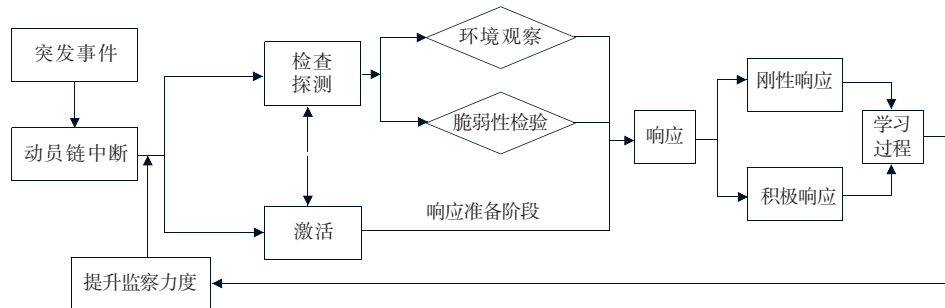


图2 动员链弹性作用过程框架

管理流程、结构、基础设施、资源冗余、信息和意识都直接为弹性的提升起到了支撑作用。这其中既涉及各相关主体的动态因素,也包含动员链本身的硬件条件。管理流程、信息和意识是动员链相关人员所具备的“软条件”,可以通过宣传教育、人员培训、组织学习等方式得到提高。结构、基础设施和资源冗余是属于“硬件”的层面。动员链结构的调整可以分为事前作用和事后作用两个层面。由于动员活动及时性、成本性的要求,大规模结构的调整需要花费很大的时间和成本。因此,在动员链组建之前,就可以根据历史灾害数据和行动预案,建立政府部门和各物资供应商的动态联系,并加强动员物资定点单位的供应链条可靠性。事后作用主要是指中断事件发生后所做出的结构调整。大规模次生事件导致动员链部分基础设施损毁,影响了原本的结构,可以将后备供应主体纳入动员链以保证物资持续供应。冗余是指系统在常态下的剩余容量,以预防系统组件的失效。在动员链中,冗余主要是指物资、设备、人员和技术的剩余容量。在动员链运作过程中预留足够的冗余,并与供应主体建立适当的采购机制,比改变动员链的结构更为便利。

由于国民经济动员链的组成和性质具有较强的特殊性,故“紧急领导和协调”将贯穿于动员链弹性形成过程的始终。在动员过程中,紧急领导和协调并不一定来自高层的决策主体,往往各级的执行主体和协调主体就可以承担这项职能。在中断事件发生后,执行主体和协调主体能够更好地理解动荡的环境对于动员链内部造成的影响,并及时将信息转化为实际行动。

## 四、动员链弹性的测度方式

较大的弹性值能够使动员链经受住中断事件的考验,并快速恢复到正常或者更为理想的状态。要提高和优化动员链弹性,需要先对其进行有针对性地测度。动员链是否恢复到正常状态,往往是通过效用的大小进行判断。效用在经济学中用来度量消费者需求或者欲望得到满足的程度<sup>[26]</sup>。效用在决策论之中一般表示决策者的价值和偏好,在决策过程中的实际体现<sup>[27-28]</sup>。但是,还鲜有学者将效用应用于动员链之中。因此,需要



构建科学模型度量动员链在遭受中断事件后的效用变化情况,结合相关理论建立动员链弹性与效用之间的函数关系,得出动员链弹性的测度与评价函数,为动员链优化提供理论基础。

由于弹性与中断事件后的动员链效用有关,故动员链弹性曲线可以由动员链效用的变化趋势表示。图3描述了不同情境下动员链系统效用的变化情况,具体反映了如下三种现象:

第一,面临中断事件,动员链可能会展现弹性响应(A)、低效状态(B)、崩溃状态(C)。在弹性响应状态(A),动员链具备从被破坏状态恢复到理想状态的能力;若动员链不具备弹性,在遭受中断之后,动员链的效用可能维持在一个低性能水平( $U_L$ ),这是由动员链的承受能力决定的;如果动员链无法承受中断事件,动员链将继续恶化,呈现崩溃状态(图3(C))。

第二,弹性曲线主要包含四个阶段:可靠阶段、非可靠阶段、恢复阶段和稳定阶段。

可靠阶段( $0 \sim t_s$ )表示动员链尚未遭受中断事件;非可靠阶段( $t_s \sim t_b$ )指动员链处于脆弱状态,即在中断事件下动员链效用降低到一定程度的过程;恢复阶段( $t_b \sim t_n$ ),动员链通过弹性的作用,不断适应冲击和扰动,并提升动员链效用;稳定阶段( $t_n \sim T$ ),动员链通过弹性作用恢复到一定的效用,并达到了一个新的稳定状态。根据第一种现象的描述,若系统不产生弹性作用,恢复阶段和稳定阶段会展现低效状态(B)或崩溃状态(C)。

第三,在不可靠阶段,动员链效用受系统的承受能力和事件严重性的影响,可能会呈现不同的下降趋势曲线( $D1$ 、 $D2$ 、 $D3$ )。 $D1$ 曲线描绘了效用的直线下降,此时中断具有强破坏性和突发性,动员链完全无法承受中断的影响。 $D2$ 表示在遭受中断事件后,动员链效用缓慢减少,并在弹性响应开始前维持一个稳定中断状态。 $D3$ 表示动员链效用缓慢降低,并在降低到一定状态后立即开始恢复。在恢复阶段,动员链系统也将呈现不同的恢复程度( $R1$ 、 $R2$ 、 $R3$ ), $R1$ 表示恢复后的动员链效用高于初始水平( $U_0$ ), $R2$ 代表与初始水平持平, $R3$ 代表无法恢复到初始水平。动员链的最理想情况是能够减少中断带来的效用损失,并立即采取恢复行动,使恢复后效用高于初始水平(即 $D3$ 和 $L1$ 曲线)。

当前各个领域主要以组织(系统)是否能够恢复到被破坏前的状态作为衡量标准。在此根据具体条件,将动员链弹性的度量方式分为离散型和连续型。

离散型静态测度方式:离散是不同的连接在一起的有限或者可数元素。当前已经有学者从弹性工程、组织弹性角度提出了弹性测量方法,他们发现弹性的大小与系统遭受破坏事件后的性能损失有关,认为系统性能变化是测量弹性的关键,提出了以中断前后系统性能的比值作为度量手段<sup>[29]</sup>。此类测度方法不考虑时间的连续性,因此具有离散和静态的特点。

借鉴前人的测度方法,从动员链应对中断事件的效果入手,分析在某一离散点时,弹性作用下的动员链效用值与正常情况下动员链效用值的比例关系。故离散型的动员链弹性测度方式为

$$R = \frac{U^*}{U_0} \quad (1)$$

其中, $U^*$ 为中断事件发生后,动员链在弹性作用下所能恢复到的效用程度; $U_0$ 为尚未遭受中断事件时的动员链效用值。

连续型动态测度方式:从数学角度来看,“连续”是指当输入值的变化足够小的时候,输出值也将发生足够小的变化。若在动员链中断至恢复的这一时间区间内,可以取到任意的效用实数值,就表示变量的取值是连续的。

当满足连续型条件时,动员链弹性可以被定义为一个标准化函数,表示在一定时间内,维持并恢复动员链的功能或性能水平的能力<sup>[30]</sup>。动员链弹性的连续型动态测度方式可以表示为

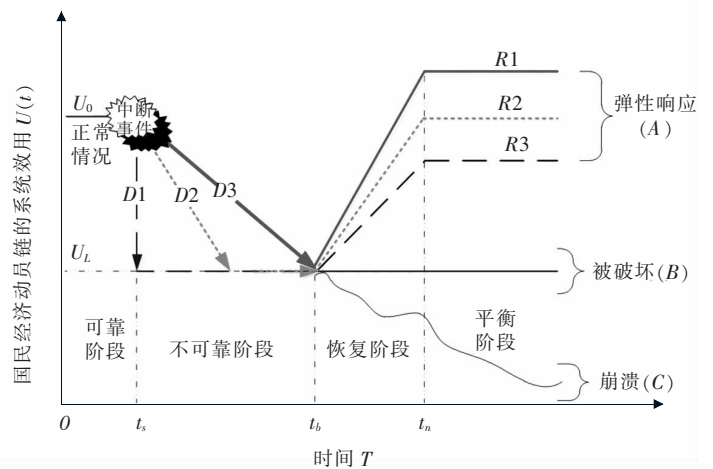


图3 不同情境下动员链系统效用的变化情况

$$R = \frac{\int_{t_i}^{t_n} U(t) dt}{\int_{t_i}^{t_n} U_0 dt} \quad (2)$$

其中,  $U(t)$  指代的是随时间而变化的动员链效用;  $U_0$  为正常状态下动员链的效用水平;  $t_n$  为动员链从遭受中断事件到恢复的总时间, 如前文所述  $t_n$  又可以分为  $(0 \sim t_s)$ 、 $(t_s \sim t_b)$  和  $(t_b \sim t_n)$  三个阶段, 而弹性主要是在后两个阶段内发挥作用的。

## 五、结语

本文围绕构成主体、运行机制和内在特点等方面深入阐述了国民经济动员链的内涵, 发现国民经济动员链与商业供应链在风险程度、交付周期、战略目标、构成要素、运作方式、涉及周期等方面存在着本质区别。依据弹性力学的基本性质, 认为动员链弹性是动员链遭受中断事件影响和冲击后, 依据内部运行情况及其外部表现, 统筹规划调整内部运行机制和外部支撑条件, 动态调节资源配置, 有效应对中断事件的不确定性, 并能快速恢复正常状态或者理想状态的能力。借鉴自组织原理, 认定动员链弹性的作用过程包括检查、激活、响应和学习等环节。考虑动员链效用的变化趋势, 提出了动员链弹性的离散型静态测度方式和连续型动态测度方式。本文在理论层面更加深入地阐述了动员链弹性的发展规律, 填补了国民经济动员领域对弹性研究的空白, 为进一步优化不同中断事件下的动员链弹性奠定了基础, 也为动员工作者在中断事件下的决策提供了理论参考。

本文仅以定性分析的方式提出国民经济动员链弹性这一概念, 但尚未用数理模型刻画其外在表现形式及其对动员链运作的影响。在中断事件的影响下, 动员链将从何种角度去应对中断事件来提升弹性, 是未来进一步需要解决的问题。

### 参考文献:

- [1] 孔昭君. 论国民经济动员链[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2012, 14(1): 71-76.
- [2] 孔昭君. 国民经济动员链及其意义与价值[J]. 军事经济研究, 2012, 33(3): 34-36.
- [3] 陈正杨. 国民经济动员链扩容演化与可靠性研究[D]. 北京: 北京理工大学, 2015.
- [4] 陈正杨. 扩容型国民经济动员链系统边界演化研究[C]//中国软科学研究会. 第十一届中国软科学学术年会论文集(上). 中国软科学研究会, 2015.
- [5] 张纪海, 张劝劝. 石油动员链构建问题研究[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2013, 15(4): 84-92.
- [6] 王超. 基于产业链的石油动员潜力释放机理研究[D]. 北京: 北京理工大学, 2012.
- [7] 巩玲君, 张纪海. 应急物资动员链构建与优化基本理论研究[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2018, 20(2): 117-123.
- [8] HOLLING C S. Resilience and stability of ecological systems[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1973(4): 1-23.
- [9] GUNDERSON L H. Ecological resilience—in theory and application[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 2000, 31(1): 425-439.
- [10] PEČIČLO M. The resilience engineering concept in enterprises with and without occupational safety and health management systems[J]. Safety Science, 2016, 82: 190-198.
- [11] 吕文栋, 王晓飞, 赵杨. 基于组织弹性视角再议风险管理[J]. 管理现代化, 2017, 37(4): 101-104.
- [12] MACHOWIAK W. Risk management—unappreciated instrument of supply Chain management strategy[J]. Logforum, 2012, 8(4): 277-285.
- [13] 李紫瑶, 孔昭君, 韩秋露. 应急资源动员链体系——规则、内涵及衔接机制研究[J]. 灾害学, 2013, 28(3): 148-151.
- [14] 韩秋露, 孔昭君. 集动员的组织模式[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2016, 18(2): 93-102.
- [15] DU L, QIAN L. The government's mobilization strategy following a disaster in the chinese context: an evolutionary game theory analysis[J]. Natural Hazards, 2016, 80(3): 1411-1424.
- [16] 赵林度, 王新平. 供应链弹性管理研究进展[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2013, 15(4): 21-27+134.
- [17] 徐芝纶. 弹性力学(第4版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [18] STABER U, SYDOW J. Organizational adaptive capacity: a structuration perspective[J]. Journal of Management Inquiry, 2002, 11(4): 408-424.

- [19] TURNER B L, KASPERSON R E, MATSON P A, et al. A framework for vulnerability analysis in sustainability science[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2003, 100(14): 8074–8079.
- [20] GALLOPIN G C. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity[J]. Global Environmental Change, 2006, 16(3): 293–303.
- [21] ALDERSON D L, DOYLE J C. Contrasting views of complexity and their implications for network-centric infrastructures[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics—Part A: Systems and Humans, 2010, 40(4): 839–852.
- [22] HAKEN H. Advanced synergetics: instability hierarchies of self-organizing systems and devices[M]. Berlin: Springer Science & Business Media, 2012.
- [23] PRIGOGINE I, LEFEVER R. Symmetry breaking instabilities in dissipative systems II[J]. The Journal of Chemical Physics, 1968, 48(4): 1695–1700.
- [24] STAW B M, SANDELANDS L E, DUTTON J E. Threat rigidity effects in organizational behavior: a multilevel analysis[J]. Administrative Science Quarterly, 1981: 501–524.
- [25] BARNETT C K, PRATT M G. From threat-rigidity to flexibility—toward a learning model of autogenic crisis in organizations[J]. Journal of Organizational Change Management, 2000, 13(1): 74–88.
- [26] 曼昆. 《经济学原理》上下册[M]. 北京: 北京大学出版社, 北京, 2000.
- [27] 岳超源. 决策理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 北京, 2003.
- [28] 侯文华, 杨丹丹. 基于医保规制和消费者效用的双渠道医药供应链竞争策略[J]. 运筹与管理, 2019, 28(2): 8–15.
- [29] DIXIT V, SESHADRINATH N, TIWARI M K. Performance measures based optimization of supply chain network resilience: a NSGA-II+co-kriging approach[J]. Computers & Industrial Engineering, 2016, 93: 205–214.
- [30] SHAFIEEZADEH A, Burden L I. Scenario-based resilience assessment framework for critical infrastructure systems: case study for seismic resilience of seaports[J]. Reliability Engineering & System Safety, 2014, 132: 207–219.

## Preliminary Research on the Basic Theory of National Economy Mobilization Chain Resilience

SHI Wenqiang, KONG Zhaojun, DENG Xiaotong

(School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Resilience provides a new chance for the mobilization chain to deal with multiple types of disruptions. This paper, firstly, explained the connotation of the national economy mobilization chain from the aspects of subject and operational mechanism, and discussed its difference from commercial supply chain. Secondly, the essence of the national economy mobilization chain resilience was expounded. After that, the formation mechanism and mechanism of action of the national economy mobilization chain resilience were demonstrated. Finally, the measurement method of the national economy mobilization chain resilience was proposed from discrete and continuous perspectives. The study found that the difference between national economy mobilization chain and commercial supply chain is mainly reflected in the risk level, demand mode, strategic objectives, components and operation methods. When the chain is affected and interrupted by disruptions, the national economy mobilization chain resilience is the ability to effectively cope with the uncertainty of the interrupt event and quickly return to the normal state or the ideal state. The national economy mobilization chain resilience has self-organization characteristics, whose action process mainly includes inspection, activation, response and learning.

**Key words:** national economic mobilization; mobilization chain resilience; accept challenge and emergency; formation mechanism; mechanism of action

[责任编辑:孟青]