

# 中国科技减灾的现状与发展路径

牟笛, 陈安\*

1. 中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190

2. 中国科学院大学, 北京 100049

**摘要** 科技减灾是科技强国的重要组成部分。通过数据调研、案例分析, 全面展现了中国科技减灾的现实情况; 利用管理机制设计理论, 提出了中国科技减灾基础建设、支撑资源、制度保障的发展路径。数据调研显示, 中国防灾减灾科技发展迅猛, 对科技减灾的科研力度逐年增大。专业应急产品、医疗卫生产品、户外防护产品是最常见的科技减灾产品类别。除了将科技产品大量投放到防灾减灾实践中外, 科学测度突发事件风险与应急管理能力是科技减灾有别于传统减灾的重要内容。风险认知、预警系统、能力评价、减缓技术的建设和完善是中国科技减灾的基础。环境资源、能源资源、经济资源、权力资源、智力资源是科技减灾的支撑资源。健全法律法规体系、建立科技支撑平台、提升科研机构整体水平, 能够保障中国科技减灾在科技强国事业中发挥引领作用。

**关键词** 科技减灾; 应急管理; 科技强国

科技减灾是指利用科学技术减少突发事件及突发事件带来的损失。科技减灾是科技强国的重要组成部分, 既是国民安全的保障, 也是经济增长和城市发展的重要基石。发展以科学技术为核心的应急产业, 能够推进市场融合发展, 培育新的经济增长点, 提升中国技术装备的核心竞争力<sup>[1,2]</sup>。城市功能扩展要求防灾减灾技术的提升, 为打造宜居

城市提供基本条件<sup>[3]</sup>。整合防灾减灾科技资源, 提升防灾减灾创新能力, 促进创新成果应用和产业融合, 将服务于中国科技强国事业的稳定发展和风险防控。现有研究中, 科学测度突发事件风险与应急管理能力是科学技术与防灾减灾结合最为紧密的研究领域, 如何拓展应急技术、产业、教育的影响范围也是一个热点话题。

收稿日期: 2018-09-14; 修回日期: 2019-07-08

基金项目: 中国科学院科技战略咨询研究院院长青年基金项目(Y9X1831Q01); 中国科协高端科技创新智库青年项目(DXB-2KQN-2016-031); 北京市自然科学基金项目(9182017); 中国地震局发展研究中心合作项目(Y802701901)

作者简介: 牟笛, 助理研究员, 研究方向为风险与应急管理, 电子信箱: mudonata@hotmail.com; 陈安(通讯作者), 研究员, 研究方向为应急管理理论与方法, 电子信箱: change1970@163.com

引用格式: 牟笛, 陈安. 中国科技减灾的现状与发展路径[J]. 科技导报, 2019, 37(17): 84-91; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2019.17.014

随着科学技术的进步,中国已形成面向自然灾害、事故灾难、公共卫生事件、社会安全事件预警、响应、救援、恢复各阶段的技术系统。与社会主义市场经济的发展相适应,市场机制在防灾减灾中的作用逐渐凸显。国务院陆续发布《关于支持引导社会力量参与救灾工作的指导意见》《关于加快发展现代保险服务业的若干意见》《关于加快发展应急产业发展的意见》等相关文件,政府鼓励、支持、引导市场参与应急管理已取得共识。市场在资源整合方面拥有独特优势,特别是在救援物资的生产、应急产品的开发、商业巨灾保险等方面,市场参与能够极大地节省时间、提高效率。2007年,国务院召开全国贯彻实施《突发事件应对法》电视电话会议,提出要加快发展应急产业<sup>[4]</sup>。2009年,工业和信息化部印发《关于加强工业应急管理工作的指导意见》,指出应急产业是新兴产业,明确要求加快发展应急产业,加快应急创新成果产业化,推动形成一批应急产业发展集聚园区<sup>[5]</sup>。2011年,国家发展和改革委员会制定《产业结构调整指导目录》,正式将公共安全与应急产品作为单独产业类别鼓励发展<sup>[6]</sup>。2014年,《国务院办公厅关于加快应急产业发展的意见》指出,发展应急产业是提高公共安全基础水平的迫切要求,是培育新的经济增长点的重要内容,是提升应急技术装备核心竞争力的重要途径,并对加快发展应急产业提出具体要求和目标<sup>[7]</sup>。

中国以应急教育为主的高校以华北科技学院<sup>[7]</sup>、防灾科技学院<sup>[8]</sup>、中国人民警察大学<sup>[9]</sup>为代表,华北科技学院隶属国家安全生产监督管理总局,防灾科技学院隶属于中国地震局,中国人民警察大学隶属于公安部。此外,国家安全生产监督总局与地方共建了安徽理工大学、河南理工大学、华北理工大学、中国矿业大学、中国矿业大学(北京)、黑龙江科技大学、西安科技大学、辽宁工程技术大学、湖南安全技术职业学院、北京化工大学、山东科技大学、湖南科技大学、长春工程学院、兰州资源环境职业技术学院等14所高校<sup>[10]</sup>。承担及部分承担应急教育的研究所有中国地震局<sup>[11]</sup>、中国安全生产科学研究院<sup>[12]</sup>、北京市劳动保护科学研究所<sup>[13]</sup>等。

## 1 研究方法

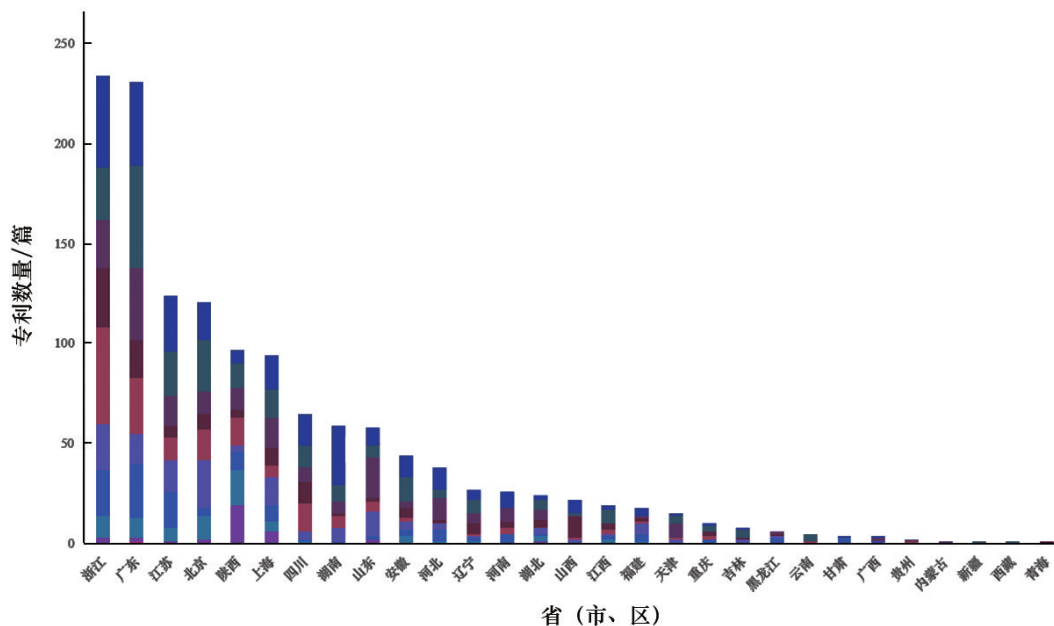
对中国科技在防灾减灾中应用情况的调研分为两部分。第一部分对中国与防灾减灾相关的专利和产品进行统计,专利数据主要来源于国家知识产权局的专利数据库<sup>[14]</sup>,产品数据通过网购平台搜索整理<sup>[15-17]</sup>。得到基本数据后,对数据进行分析和整理,展现中国科技减灾的实际情况,并以地震救援技术举例说明中国科技减灾专利技术的应用情况。第二部分对中国科学测度突发事件风险与应急管理能力的科学方法进行梳理,以自然灾害风险地图、城市水面辨识、应急表现能力评价为例,分别对风险分析与应急评价方法进行举例分析。

随后,应用管理机制设计理论,构建提升中国防灾减灾科技水平的路径。管理机制设计理论认为,管理机制的具体构成包括参与者、关系、规制3个类别<sup>[8]</sup>。参与者包括主体、客体、介质;关系包括职、责、权、利、情;规制包括时间、空间、能量。主体、客体、介质、关系、时间、空间、能量构成了管理机制的“七元组”。本研究充分考虑科技减灾的参与者、关系、规制,从认知、预警、评价、减缓4个方面设计中国科技减灾的机制。

## 2 中国科技减灾现状

### 2.1 科技减灾专利及产品发展与应用

2008—2017年国家知识产权局专利库的数据显示,中国近几年用于防灾减灾的科技专利数量明显增多(图1)。在地理分布上,浙江、广东科技防灾减灾专利最多,江苏、北京、陕西、上海次之,四川、湖南、山东、安徽、河北居第3梯队,其他省(市、区)科技防灾减灾专利数量较少。各省(市、区)近几年的防灾减灾专利普遍增多,反映了中国防灾减灾科技发展迅猛。在中国倡导科技减灾、发展应急产业的环境下,防灾减灾专利的增长反映的正是国家应急实力的增强。防灾减灾科技水平的高速发展与中国整体科技水平的提升密不可分,也对中国整体科技水平的提升做出了贡献。



注:柱状图中,从下到上不同颜色代表的依次为2008年至2017年的专利数量

图1 2008—2017年中国防灾减灾专利数量

Fig. 1 The number of patents from 2008 to 2017

中国网购平台减灾科技产品主要包括专业应急产品、医疗卫生产品、户外防护产品3类。专业应急产品主要用于地质灾害、洪涝灾害、生产事故、火灾等防护和救援工作。医疗卫生产品主要用于各类自然灾害、事故灾难、社会安全事件的外伤处理和公共卫生事件的防控。户外防护产品主要为登山、潜水等户外运动的防护和救援产品。这些产品广泛覆盖通讯、破拆、搭建、治疗等功能。专业防灾减灾产品的研发和推广主要依赖国家的投入和支持。应用于防灾减灾的医疗卫生、户外防护等产品,与国家科技整体实力的增强息息相关。

救援、减缓技术是直接影响防灾减灾效果的一线工程。中国地震救援中应用了大量科技减灾相关专利技术和产品。以汶川地震为例,在汶川地震救援过程中,各种高新技术的应用发挥了重要的作用。在最初时间段内,空投了大量饮食、被服、帐篷、担架、燃油、药品等救援物资和简易设备。在道路抢修完成后,各类救援物资和设备大规模进入施救区域。汶川地震救援中,多方救援力量通常使用的生命探测仪有3类:(1)热红外生命探测仪,主要通过人体所造成的温度差异来搜救;(2)光学生

命探测仪,将探头深入缝隙中,通过传回的影像辨别生命体;(3)声波探测仪,探寻生命体自身及活动所发出的声音,经由震动传感器指示位置。用于撑顶重物的气垫、剪断钢筋交错的液压钳、照明效果突出的月球灯也是救援人员广泛使用的工具,在保障救援工作顺利开展、维护救援现场安全方面起到了重要作用。

## 2.2 科学测度突发事件风险与应急管理能力

除将科技产品大量投放到防灾减灾实践中外,科学测度突发事件风险与应急管理能力是科技减灾有别于传统减灾的重要内容。在应急管理领域,科学测度突发事件风险与应急管理能力,一方面需要识别风险事件和风险源,另一方面需要确定应对风险的能力,并且要合理把握二者之间的关系。风险识别和预警中最重要的过程就是识别风险事件和风险源、每个风险源的权重以及它们之间的关系<sup>[19]</sup>。从灾害的数学模型表达式看,灾害风险可定义为成灾后果与预防水平之间的差异,可以表示为“灾害风险=灾害风险概率×1次灾害可能损失”<sup>[20]</sup>。当讨论灾害和承灾体之间的关系时,在灾害风险模型中引入了表示二者之间关系的变量,并分析该变

量和风险大小之间的联系<sup>[21]</sup>。该变量和风险大小呈平方反比,进而给出了灾害风险非线性模型,并在此基础上进行模型的矩阵扩展,分析了1种灾害源多种承灾体、多种灾害源1种承灾体、以及多种灾害源和多种承灾体的矩阵模型扩展形式<sup>[22]</sup>。

中国科技减灾在实际灾种中的应用,通常从某类具体的灾害或某一行业的灾害入手,如地震、台风、种植业自然灾害等<sup>[23]</sup>。利用模糊集方法能够对城市地震灾害风险评价进行数学建模,确定模糊超越率的方法和计算承灾体灾害程度可能性分布<sup>[24]</sup>。地震风险评估模型在金融保险和土木工程两大领域有广泛的应用,评估模型中地震灾害部分包括致灾因子模块及孕灾环境模块<sup>[25]</sup>。面向应急管理的人工社会研究,利用复杂系统仿真工具对人类社会进行模拟在计算机中建立人或事物的个体和环境模型,设立相互作用的规则,通过抛出事件,观察突发事件和应急管理的发展规律<sup>[26]</sup>。自然灾害风险地图、城市水面辨识调研、应急表现能力评价,突出展示了科学测度突发事件风险与应急管理能力和流程,从而为科技减灾提供了风险预测和能力评估的工具。

1) 自然灾害风险地图。自然灾害风险地图是科学测度灾害风险的应用实例。用于认知自然风险的方法众多,一般采用实际测量、统计的数据,结合运算模型展现量化结果。自然灾害风险地图用以反映社会安全程度,提高应急工作的发展与成效,高效化应急准备,提高生存机会。自然灾害风险地图以省(市、区)为单位,分级认知中国自然灾害风险。

自然灾害风险地图的计算模型将灾害综合风险指标体系结构分为自然灾害危险性和承灾体脆弱性两方面。自然灾害危险性是指造成灾害自然变异的程度,主要是由灾变活动规模、强度和活动频次、概率决定。灾变强度越大,频次越高,灾害所造成的破坏损失越严重,灾害的风险也越大。承灾体的脆弱性是指在给定危险地区存在的所有任何财产由于潜在的危险因素而造成的伤害或损失程度。承灾体的脆弱性愈低,灾害损失愈小,灾害风险也越小,反之亦然。承灾体的脆弱性包含敏感

性、应对能力、适应性3个指标。敏感性是指可能受到危险因素威胁的所有人和财产,如人员、牲畜、房屋、农作物、生命线等,一个地区暴露于各种危险因素的人和财产越多,即受灾财产价值密度越高,可能遭受潜在损失就越大,区域脆弱性越大。应对能力指的是该地区应对灾害的水平,是指负责治理、防灾和预警、医疗服务、社会和经济安全等职能部门应对风险灾害的能力,包括应对灾害的人力资源、财力资源、物资资源等。应对能力越高,灾害发生时越能尽可能的减轻灾害损失,区域脆弱性越低。适应性表示受灾区在长期和短期内能够从灾害中恢复的程度以及适应未来自然事件和气候变化的能力,也可以称为恢复力或调整力,包括社会自然和社会的条件、减灾投入、资源准备等,适应性越高,从灾害中恢复的时间越短,区域脆弱性越低。

2) 城市水面辨识调研。城市水面辨识调研是利用科技手段进行自然灾害预警的案例。灾害预警系统通常以科技指标为基础,结合人为思辨,确定行动取向和路径。为了对中国省会城市涝灾进行预警、分析中国省会城市涝灾趋势,可应用地理信息科技分析各省会城市的水面变化情况,并结合问卷调查,探索公众对城市内涝的感知现状。

以地理信息软件Google Earth为例,应用该软件,可对直辖市及省会城市水面变化情况进行分析,以确定城市规划影响下的水域调蓄能力变化对城市内涝的影响。结合对公民周边水域变化情况进行调研,能够掌握各地城市内涝的主要成因及区域特征和公民面对暴雨内涝灾害的情感指向。城市内涝主要成因的调研指标包括基础建设不足、应急管理不善、资源开发过度、城市人口过多等。对公众水资源感知程度的调研包括水库扩建情况、水域侵占情况、景观数量等内容。公民对暴雨内涝灾害的情感指向调研包括情感态度和潜在风险2方面内容。情感态度主要包括惧怕和不惧怕两类,公众对暴雨内涝灾害最为担心的风险包括人身安全、交通不便、经济损失、物资不足4项。进而从完善排水系统、开展预警预报、扩建救援队伍、改善局地气候等方面调查公民对政府应急管理的期望。

3) 应急表现能力评价。应急表现能力评价可

用于科学测度应急能力。应用科学的、具有高技术含量的方法开展能力评价是提升防灾减灾能力的重要途径。应急表现能力以政府、组织、个人在实际发生的突发事件中应急管理行为所表现出来的基本素质为对象,从准备、响应、援救、恢复的各阶段评估应急管理主体处置不同类别、不同等级突发事件的能力。

为了评价主体的应急表现能力,首先应全面收集相关突发事件和应急管理情况,将最为突出的突发事件及应急管理行为整理成册。其次,应深入分析突发事件特点和应急管理现状,在整体认知的基础上,针对应急管理的准备、响应、援救、恢复4个阶段分别设置评价指标,每项指标分值范围为1~5分,应急表现能力高为高分值,应急表现能力低为低分值,制成应急表现能力专家调查问卷。第三,应组织应急管理研究专家进行研判、评分,将得分情况进行计算及系统排序,得到对应急表现能力的全面认识。最终提出政策建议,为应急管理能力的提高提供智力支持。

### 3 科技减灾发展路径

现阶段,中国科技减灾事业已经有诸多政策文件和发展纲领作为引导和支撑,应急产业园区、应急产业链已经基本成型。应急产品丰富多样且已经应用于实际防灾减灾工作,科学测度突发事件风险与应急管理能力具备成熟的模型和严谨的流程。与应急相关的学术机构也为科技减灾提供了学术和人才的保障。为了提升防灾减灾的水平和科技在应急管理中的应用程度,中国的科技减灾需要基础建设、支撑资源、制度保障为其提供必要的条件。

#### 3.1 基础建设

科技是防灾减灾的重要基础,是实现“关口前移”、减轻应急管理压力的重要途径。以科学技术为支撑,可以实现对各类突发事件和防灾减灾的认知、预警、评价、减缓。突发事件信息的实时获取、突发事件的发展机理和规律、防灾机制设计、关键基础设施的缺陷识别和防护、抗灾能力评估标准建

设、公众安全意识与应灾能力测评是科技减灾能力提升主要面临的挑战。自然灾害风险地图、城市水面辨识调研、应急表现能力评价、地震救援减缓技术反映出通过科技实现突发事件的认知、预警、评价、减缓是可行的,并且能够与传统方法形成补充和借鉴。为提升科技减灾能力,应用科技实现国家整体应灾实力的增强,风险认知、预警系统、能力评价、减缓技术等都应进一步建设和完善(图2)。

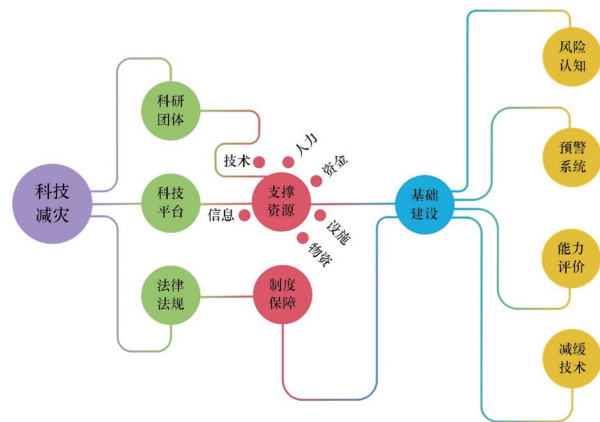


图2 中国科技减灾框架

Fig. 2 The framework of technological disaster reduction in China

1) 风险认知。自然灾害、事故灾难、公共卫生事件、社会安全事件的风险认知围绕中国常见的突发事件类型,揭示突发事件的发生发展机理、动态变化过程、时空分布规律,有效记录各种突发事件对基础设施、生态环境、社会系统的破坏程度和范围,明确突发事件的区域和链条,为防灾减灾提供依据。对于突发事件的预警、应对、处置、恢复策略及过程予以全方位记录,形成基本风险评估范式。

2) 预警系统。突发事件预警系统应基于展现过程的预测模型,开发准确实用的数值预测、数据处理系统。完善重大突发事件监测和预警的关键技术,通过科技手段提高突发事件的短期、中期、长期预测能力。开发突发事件综合信息采集技术、多尺度动态信息处理技术、实时决策优化技术,将突发事件预警结果切实用于防灾减灾实践。

3) 能力评价。以科技为支撑的应急能力评价分为事前、事中、事后3个阶段。事前评价按照科

学的程序和方法,对潜在的危险进行预先的安全分析与评估,并在条件许可的前提下,以既定的指数、等级、概率做出定量的表示,为采取防护措施和开展应急行动提供科学的依据。伴随着事件的发展,各种潜在的不可预测因素干扰防灾减灾行动,应根据可减缓性、可挽救性、可恢复性自然灾害风险事中评价结果做出战略性调整。事后评价是在自然灾害应急处置结束后,应用科学的指标体系对突发事件造成的影响进行整体评估。

4) 减缓技术。以突发事件定性、定量评价模型为基础,建设突发事件监测、预警平台,加快应急技术体系的发展,为防灾减灾提供科学依据。科技减灾的技术建设应侧重突发事件概率、强度、区域的展现,通过科技平台实现突发事件的综合风险分析和决策体系建设。

### 3.2 支撑资源

科技减灾是国家长久发展的大计,是科技强国的重要组成部分,需要有科学、完备的支撑系统作为保障。防灾减灾科技专利、产业、产品的发展,需要国家推动和社会资源相支持。科技减灾支撑需要进行资源整合和优化配置,鼓励全社会参与防灾减灾,对科技支撑系统的建立具有积极作用。科技减灾支撑资源分为自然资源和社会资源,包括环境资源、能源资源、经济资源、权力资源、智力资源等。中国科技减灾支撑资源广泛分布于建设、制造、信息、咨询、物流、教育、培训、公益等行业领域,主要包括人力、资金、物资、设施、信息、技术等资源。其中,人力资源包括专职应急管理人员、相关应急专家、专职应急队伍和辅助应急人员、社会应急组织、企事业单位、志愿者队伍、社区、国际组织,以及军队与武警等。减灾资金主要包括政府专项应急资金、捐献资金、商业保险基金。物资资源主要有防护救助、交通运输、食品供应、生活用品、医疗卫生、动力照明、通讯广播、工具设备、工程材料等。设施资源包括避难设施、交通设施、医疗设施、专用工程机械等。技术资源主要有应急管理专项研究、技术开发、应用建设、技术维护以及专家队伍。信息资源包括事态信息、环境信息、资源信息和应急管理知识等。人力、资金、物资、设施、信息、

技术等支撑资源的循环和周转应以科研团体和科技平台为依托,使得科技减灾有序、有效进行。

### 3.3 制度保障

除支撑资源外,科技减灾水平的提高还需必要的制度保障。科技强国的实现需要相应的制度保障,科技减灾水平的提升也需要以法律法规、管理平台、科研条件为基础。

1) 健全法律法规体系。关于科技减灾建设,目前只在一些政策中有总体目标和基本原则的叙述,没有以法律条款形式明确社会力量参与的合法性与边界性。为了使科技减灾有法可依,亟需出台相关法律法规,为科技减灾建设提供合法性、规范性、制度性保障。完善监管制度,防止科技减灾流于形式。

2) 建立科技支撑平台。中国尚没有地方性或全国性的科技减灾支撑平台。缺乏统一的支撑平台造成社会需求与有能力提供科技服务的社会组织间无法建立沟通,政府也难以获取相关社会组织的基本情况。该平台应信息透明、资源共享,方便政府、社会组织、普通民众查询获取科技减灾资源。

3) 发挥科研机构团体的作用。科研院校等学术机构在科技减灾中的作用不容忽视。根据《关于加强大中小学国家安全教育的实施意见》<sup>[27]</sup>要求,中国将设立国家安全学一级学科,这对中国国家安全、应急管理相关的学科体系建设提供了新的契机,并可能引发新一轮应急管理相关学术机构的诞生。科研教育机构一方面可以培养应急方面专业人才,促进中国应急专业教育的发展。另一方面科研院校师生和相关工作者是促进科技减灾发展的重要力量。

## 4 结论

中国科技强国事业的发展对科技减灾水平提出了必然要求。科学测度突发事件风险与应急管理能力是应急管理领域的重要研究课题。近年来,中国防灾减灾的科学技术发展迅速。专业应急产品、医疗保健产品、户外防护用品是最常见的减灾产品。运用管理机制的设计理论,本研究提出了中

国科技减灾基础设施、支撑资源、制度保障的发展路径。风险认知、预警系统、能力评价、减缓技术是中国科技减灾的基础。环境资源、能源资源、经济资源、能源资源、智力资源能够有力支撑中国科技减灾的长久发展。完善法律法规体系,建立科学技术支持平台,提升科研机构整体水平,能够确保中国科技减灾在科技强国事业中发挥引领作用。

### 参考文献(References)

- [1] 中华人民共和国工业和信息化部. 工业和信息化部关于印发《应急产业培育与发展行动计划(2017—2019)》的通知[EB/OL]. (2017-07-10) [2018-12-01]. <http://www.miit.gov.cn/n1146285/n1146352/n3054355/n3057511/057n30-57513/c5720435/content.html>.
- [2] 中华人民共和国中央人民政府. 国务院办公厅关于加快应急产业发展的意见[EB/OL]. (2014-12-08) [2018-12-01]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-12/24/content\\_9337.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-12/24/content_9337.htm).
- [3] 中华人民共和国中央人民政府. 国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)[EB/OL]. (2006-02-09) [2018-12-01]. [http://www.gov.cn/jrzq/2006-02/09/content\\_183787.htm](http://www.gov.cn/jrzq/2006-02/09/content_183787.htm).
- [4] 国务院法制办公室. 中华人民共和国突发事件应对法注解与配套[M]. 北京: 中国法制出版社, 2008.
- [5] 工业和信息化部. 工业和信息化部关于加强工业应急管理指导意见[EB/OL]. (2009-09-27)[2018-06-01]. [http://www.gov.cn/gzdt/2009-09/27/content\\_1427758.htm](http://www.gov.cn/gzdt/2009-09/27/content_1427758.htm).
- [6] 国务院办公厅. 国务院关于发布实施《促进产业结构调整暂行规定》的决定[EB/OL]. (2005-12-21)[2018-06-01]. [http://www.gov.cn/zwgk/2005-12/21/content\\_133214.htm](http://www.gov.cn/zwgk/2005-12/21/content_133214.htm).
- [7] 华北科技学院. 学校概况[EB/OL]. [2018-06-01]. <http://www.ncist.edu.cn/column/col38/index.html>.
- [8] 防灾科技学院. 学院概况[EB/OL]. [2018-06-01]. <http://www.cidp.edu.cn/col/col744/index.html>.
- [9] 中国人民警察大学. 学院概况[EB/OL]. [2018-06-01]. <http://www.wjxy.edu.cn>.
- [10] 中华人民共和国应急管理部. 中华人民共和国应急管理部机构[EB/OL]. [2018-06-01]. [http://www.chinasafety.gov.cn/jg/ldxx\\_yjgl](http://www.chinasafety.gov.cn/jg/ldxx_yjgl).
- [11] 中国地震局. 政务公开[EB/OL]. [2018-06-01]. <http://www.cea.gov.cn/publish/dizhenj/465/471/index.html>.
- [12] 中国安全生产科学研究院. 安科院介绍[EB/OL]. [2018-06-01]. <http://www.chinasafety.ac.cn/main/zjaky/akyjs>.
- [13] 北京市劳动保护科学研究所. 研究所概况[EB/OL]. [2018-06-01]. <http://www.bmilp.com/gk/jj/index.shtml>.
- [14] 国家知识产权局. 中国及多国专利审查信息查询[EB/OL]. [2018-06-01]. <http://cpquery.sipo.gov.cn>.
- [15] 淘宝. 应急产品[EB/OL]. [2018-06-01]. <https://www.taobao.com>.
- [16] 京东. 应急产品[EB/OL]. [2018-06-01]. <https://www.jd.com>.
- [17] 当当. 应急产品[EB/OL]. [2018-06-01]. <http://book.dangdang.com>.
- [18] 戚桂杰, 顾飞, 陈安. 管理机制设计理论中的时间规划研究[J]. 科学学研究, 2012, 30(7): 1039-1047.
- [19] Albrecher H, Claramunt M M, Marmol M. On the distribution of dividend payments in a Spare Andersen model with generalized Erlang(n) inter claim times[J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2005, 37: 345-356.
- [20] Yeung D S, Wing W Y, Chan P F, et al. A multiple intelligent agent system for credit risk prediction via an optimization of localized generalization error with diversity[J]. Journal of Systems Science and Systems Engineering, 2007, 16(2): 166-180.
- [21] Chen L, Huang Y C, Bai R Z, et al. Regional disaster risk evaluation of China based on the universal risk model[J]. Natural Hazards, 2017, 89(2): 647-660.
- [22] Ni H H, Chen A, Chen N. Some extensions on risk matrix approach[J]. Safety Science, 2010, 48: 1269-1278.
- [23] Peel D A. Heterogeneous agents and the implications of the Markowitz model of utility for multi-prize lottery tickets[J]. Economics Letters, 2013, 119 (3): 264-267.
- [24] Huang C F, Ruan D. Fuzzy Risks and an updating algorithm with new observations[J]. Risk Analysis, 2008, 28 (3): 681-694.
- [25] Ding L Y, Yu H L, Li H, et al. Safety risk identification system for metro construction on the basis of construction drawings[J]. Automation in Construction, 2012, 11 (27): 120-137.
- [26] Sumit, G. Understanding complex, real-world systems through asynchronous, distributed decision-making algorithms[J]. Journal of Systems and Software, 2001, 58: 153-167.
- [27] 教育部. 教育部关于加强大中小学国家安全教育实施意见[EB/OL]. (2018-04-09)[2018-06-01]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A12/s7060/201804/t20180412\\_332965.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A12/s7060/201804/t20180412_332965.html).

## Situation and development of science and technology in disaster reduction of China

MU Di, CHEN An\*

1. Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China
2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

**Abstract** By means of data and cases, this study comprehensively shows the development and application of science and technology in disaster reduction of China and brings up the strategies to strengthen public safety through mechanism design. Science and technology of disaster prevention and reduction in China are developing rapidly, with professional emergency products, medical products and outdoor protection products being the most common categories for disaster reduction. Meanwhile, risk analysis and managing ability are important subjects in the field of emergency management, in which risk perception, early warning system, ability evaluation and mitigation technology are the foundation of disaster reduction. The paper also points out that improving the legal system, establishing support platform and giving full play to the role of scientific research institutions can ensure the long-term and stable development of science and technology in the disaster reduction in China.

**Keywords** science and technology in disaster reduction; emergency management; technological power around the world ●



(责任编辑 陈广仁)