

毕宝贵,李泽椿,郭安红,等. 自然灾害对公共安全的影响及其监测预警科技发展战略[J].海洋气象学报,2017,37(3):1-7.  
Bi Baogui, Li Zechun, Guo Anhong, et al. Impacts of natural disasters on public security as well as science and technology development strategies in disasters monitoring and warning [J]. Journal of Marine Meteorology, 2017, 37(3): 1-7. DOI: 10.19513/j.cnki.issn2096-3599.2017.03.001. (in Chinese)

## 自然灾害对公共安全的影响及其监测预警科技发展战略

毕宝贵,李泽椿,郭安红,王月冬

(国家气象中心,北京 100081)

**摘要:** 改革开放以来,我国在自然灾害监测预警的各个环节均取得了可喜的发展,对减轻灾害损失、保障人民生命财产安全和社会稳定繁荣发展发挥了重要作用。但仍需清醒地认识到,在灾害规律演变、社会经济发展的新形势下,各类自然灾害对国家公共安全仍存在很大的威胁;我国目前灾害监测预警能力与国家防灾减灾“三个转变”需求以及国际先进水平相比仍存在较大差距。因此,本文简要论述了气象、海洋、地质、地震、生物五大自然灾害对国家公共安全的影响,并根据我国目前监测预警状况和存在问题,提出未来5~10 a我国自然灾害监测预警科技发展战略要从加强预测预报基础理论研究、提升综合监测能力、构建高效自然灾害预警系统以及发展减灾避灾和救灾技术四个方面着手推进。

**关键词:** 自然灾害;公共安全;监测预警;关键技术

**中图分类号:** X915.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-3599(2017)03-0001-07

**DOI:** 10.19513/j.cnki.issn2096-3599.2017.03.001

## Impacts of natural disasters on public security as well as science and technology development strategies in disasters monitoring and warning

BI Baogui, LI Zechun, GUO Anhong, WANG Yuedong

(National Meteorological Center of CMA, Beijing 100081, China)

**Abstract** Tremendous progresses have been made in natural disaster monitoring, forecasting and early warning since the reforming and opening of China. These developments have played an important role in reducing economic losses, guaranteeing the safety of people's lives and property, and promoting social stability and prosperity. But it should be soberly recognized that under the new situation of natural disasters and socioeconomic development, natural disasters still pose a great threat to China's national and public safety. Compared with the international advanced level, and the needs of the "three transformations" in national disaster prevention and reduction strategy, there is still a large gap in ability of disaster monitoring and early warning. This paper briefly discusses the impacts of five kinds of natural disasters on national public security: weather, ocean, geology, earthquake and Biology. And based on the current capacity and existing problems in natural disaster monitoring and warning, the strategies of science and technology development for natural disaster monitoring and warning in the coming 5-10 years

收稿日期:2017-06-30; 修订日期:2017-07-28

基金项目:中国工程院重大咨询研究项目“国家公共安全科技发展战略研究”(2014-ZD-2)中的研究课题“自然灾害监测预警科技发展规划研究”(2014-ZD-2-2)

作者简介:毕宝贵(1966—),男,博士,研究员级高级工程师,主要从事天气预报及相关研究工作,bibg@cma.gov.cn。

通信作者:李泽椿(1935—),男,中国工程院院士,长期从事大气科学工程化的天气预报和数值天气预报业务系统工程建设和科研工作,lize@cma.gov.cn。

are put forward, which include: 1) strengthening theoretical researches on disaster forecasting and prediction; 2) enhancing comprehensive monitoring capability; 3) constructing disaster warning systems of more efficient; and 4) developing disaster mitigating, avoiding and relief technologies.

**Key words** natural disasters; public security; monitoring and early warning; key technology

## 引言

我国幅员辽阔,地质、地理条件复杂,气候异常多变,环境基础脆弱,经常遭受多种自然灾害的侵袭。从总体上看,我国自然灾害有以下特点:1)自然灾害种类多,几乎囊括了世界上各种类型的自然灾害,主要包括气象灾害、海洋灾害、地震灾害、地质灾害和生物灾害等;2)自然灾害发生的频率高,强度大,损失严重;3)自然灾害的地域组合明显,时空分布广。自然灾害由于其突发性、破坏性等特点,影响人类生产生活的各个方面,并且危害到环境安全、粮食安全、水资源安全、生态安全、社会安全、国防安全等。

“十一五”是新中国成立以来自然灾害最为严重的时期之一,南方低温雨雪冰冻、汶川特大地震、舟曲特大山洪泥石流等特大灾害接连发生,严重洪涝、干旱以及台风、风雹、高温热浪、海冰、雪灾、森林火灾等灾害多发并发,给经济社会发展带来严重影响。“十二五”期间,我国工业化和城镇化进程明显加快,城镇人口密度增加,基础设施承载负荷不断加大,自然灾害对城市的影响日趋严重;另一方面,广大农村尤其是中西部地区,经济社会发展相对滞后,设防水平偏低,农村居民抵御灾害的能力较弱<sup>[1]</sup>。此外,在全球气候变暖的背景下,海洋灾害、气象灾害及其引发的地质灾害、生物灾害发生程度逐渐加重<sup>[2]</sup>。因此,我国自然灾害的时空分布、损失程度和影响深度广度出现新变化,各类灾害的突发性、异常性、难以预见性日显突出,对国家公共安全的严重威胁不容忽视。本文重点论述了气象、海洋、地质、地震、生物五大自然灾害对国家公共安全的影响,并根据我国目前监测预警状况和存在问题,对未来5~10 a灾害监测预警科技发展战略以及关键技术和方法提出一些建设性建议。

## 1 自然灾害对公共安全的影响

### 1.1 对人民生命财产和生活安全的严重威胁

21世纪以来,虽然随着国家防灾减灾能力的提升和社会经济水平的提高,自然灾害造成的死亡失踪人数有所下降,造成的直接损失占国内生产总值

(GDP)的比率有下降趋势<sup>[3]</sup>,但是自然灾害仍给人民生命财产、生活安全带来了较严重损失。其中,2010年因气象灾害造成死亡失踪人数超过5 000人,直接经济损失接近5 000亿元(图1);2006年为我国海洋灾害的重灾年,风暴潮、海浪、海冰、赤潮和海啸等灾害性海洋过程共发生179次,造成直接经济损失218.45亿元,死亡(含失踪)492人(图2);地质灾害造成经济损失最重的是2013年,死亡失踪人数最多的是2010年(图3)。

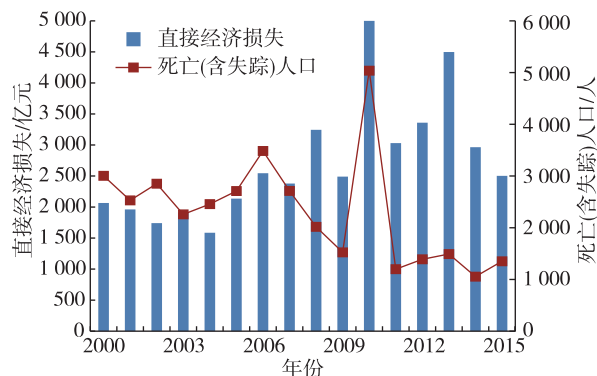


图1 21世纪以来(2000—2015年)气象灾害直接经济损失和死亡失踪人数(资料来源:中国气象局-中国气象灾害年鉴)

Fig.1 Direct economic losses and number of dead or missing people caused by meteorological disasters from 2000 to 2015 (data source: China Meteorological Administration)

在巨灾面前,人民生命财产、生活安全受到严重威胁。1975年8月4—8日,3号台风在福建登陆后,北上至河南省伏牛山脉与桐柏山脉之间的大弧形地带“停滞少动”,造成历史罕见的“75·8”特大暴雨。该次过程最大累积雨量达1 631 mm,大于1 000 mm的降水区集中在京广铁路以西板桥水库、石漫滩水库到方城一带,造成驻马店地区60多个水库垮坝溃决,1 015万人受灾,超过2.6万人死难,直接经济损失近百亿元<sup>[4]</sup>。2010年8月7日甘肃舟曲特大泥石流灾害是建国以来造成损失最严重的泥石流灾害,泥石流将沿途村庄和城区夷为平地,摧毁了沿途的楼房民居;泥石流冲进白龙江形成堰塞湖,将半个舟曲县城淹在水中,截止2010年8月15日统计,造成1 248人遇难,496人失踪。

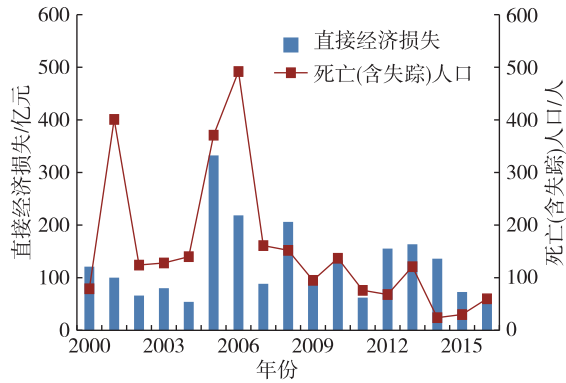


图2 21世纪以来(2000—2016年)海洋灾害直接经济损失和死亡失踪人数(资料来源:国家海洋局-中国海洋灾害公报)

Fig.2 Direct economic losses and number of dead or missing people caused by marine disasters from 2000 to 2016 (data source: State Oceanic Administration, People's Republic of China)

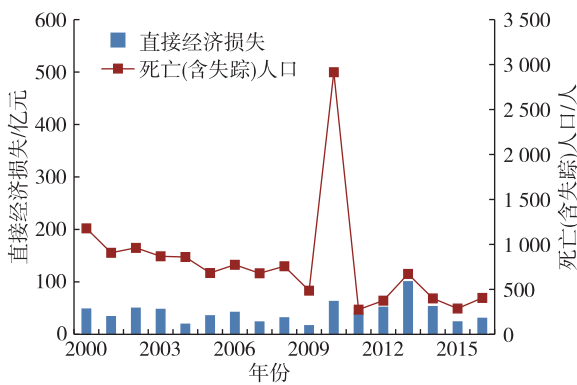


图3 21世纪以来(2000—2016年)地质灾害直接经济损失和死亡失踪人数(资料来源:国土资源部-全国地质灾害通报)

Fig.3 Direct economic losses and number of dead or missing people caused by geological disasters from 2000 to 2016 (data source: Ministry of Land and Natural Resources of the People's Republic of China)

## 1.2 对国家安全、军事安全和重大国防工程建设的影响

自然灾害频发对国防和军队建设产生不利影响。主要表现在,一方面自然灾害一旦发生,会使军队抢险救灾等非战争军事行动增加,影响部队的正常训练和干扰军事力量的稳定;另一方面灾害直接影响军队人员装备安全、重大国防战略工程建设和多样化军事任务实施,例如,台风、暴雨、雷电、大风、沙尘暴等气象灾害对部队人员、装备和设施安全造成了严重威胁<sup>[5]</sup>,特别是对复杂昂贵的高技术武器装备来说,其可靠性和安全性要求更高,对环

境的敏感性更大。1998年6月中下旬,持续性强降雨造成我国长江地区发生仅次于1954年的全流域性洪水,截止当年8月23日,解放军、武警部队投入兵力达到了433.22万人次,组织民兵预备役部队更多达500多万人次,动用车辆23.68万台次,舟艇3.75万艘次,飞机和直升机1289架次;同时,在抗洪救灾的过程中,救灾的官兵有大量的伤亡,增加了军事资源的不稳定因素<sup>[6]</sup>。1996年9月,受9615号台风影响,多架战机受登陆台风侵袭损毁,多艘舰艇遭到不同程度毁坏。

伴随海洋开发带来的海洋腐蚀,是海洋灾害的一种,其不仅对码头、油罐、船舶等各种构筑物造成影响<sup>[7]</sup>,还对军舰、武器等军事装备造成危害。据统计,海军舰船腐蚀的防护费用占海军总维修费用的50%左右,海军的飞机由于腐蚀问题使大修费用提高10%,舟桥部队每年的维修费用中约75%用于腐蚀防护。据有关调查,武器装备在海洋储存环境中,失效率达到17.3%。

此外,全球气候变化会通过影响粮食、水资源、能源等战略资源的供应与再分配,激化现有的地区冲突,加剧紧张关系和不稳定因素,引发社会动荡和边界冲突,进而扰乱现有国际秩序和地缘政治格局,影响国家安全。

## 1.3 对航空交通运输、输电线路和重大工程安全的影响

气象灾害影响交通安全和电力设施最典型的案例就是2008年1月我国南方大范围的持续性冰冻雨雪灾害。灾害给大面积的输变电设施带来超上限的覆冰,造成输电线路大量倒塌、断线,电力设施大范围损毁,电网遭受前所未有的严重灾害,部分地区供电被迫中断<sup>[8]</sup>。此外,强降雨及其引发的地质灾害是对铁路运行安全危害最大的自然灾害。1963年8月,河北大暴雨致京广、石太、石德三条铁路被冲断430处,冲毁桥涵64座,京广线中断行车48天;1981年7月,四川大暴雨引发成昆铁路沿线特大泥石流,两孔桥梁被冲垮,两台机车和两节车厢落水被冲走,造成中国铁路史上最大的泥石流灾害之一。

气候变化,特别是升温、降水增多以及极端天气气候事件频发,会通过影响重大工程的设施本身、重要辅助设备以及所依托的环境,进一步影响输油输气管道、核电站、输变电线路、特高压输电工程等能源工程建设,以及长江三峡、南水北调、西南水电基地等水利水电工程建设的安全性、稳定性、

可靠性和耐久性。其中,气温升高及其带来的海平面上升,对沿海核电工程的设计、防护以及安全运行都将产生重要的影响。风暴潮和海平面上升的耦合,将会使我国沿海核电站与降雨和水位有关的排水、防洪等设计标准出现降低的问题。

#### 1.4 对粮食安全和生态安全的危害

气象灾害是威胁我国粮食生产的首要自然灾害,其中又以水旱灾害、风雹和低温冰冻灾害影响较大。据统计,近50年全国农业旱灾受灾面积平均值超过2 300万 $\text{hm}^2$ ,约占全国农作物播种总面积的16%;水灾受灾面积多年平均值超过980万 $\text{hm}^2$ ,约占全国播种总面积的7%。此外,生物灾害中农业病虫害直接造成粮食减产、危害粮食生产安全。1980—2014年我国主要农作物病虫害平均发生面积近26 700万 $\text{hm}^2/\text{a}$ ,危害造成作物总损失约8 500万 $\text{t}/\text{a}$ ,其中粮食损失约5 400万 $\text{t}/\text{a}$ ,棉花损失约140万 $\text{t}/\text{a}$ ,油料损失约70万 $\text{t}/\text{a}$ ,其他作物损失近3 000万 $\text{t}/\text{a}$ (图4)。

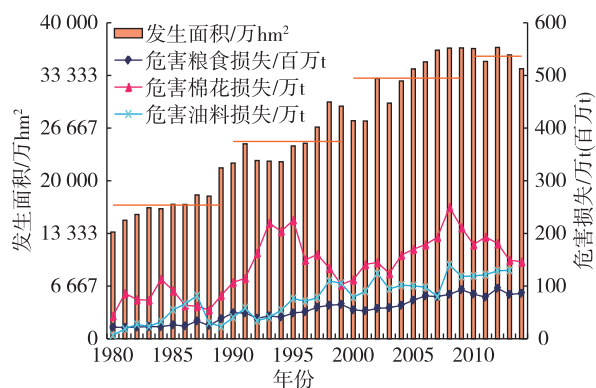


图4 1980—2014年农作物病虫害发生与危害(资料来源于农业部)

Fig.4 Occurrence area and yield loss of crop pests and diseases from 1980 to 2014 (data source: Ministry of Agriculture of the People's Republic of China)

在海洋生态环境中,绿潮是世界沿海各国普遍发生的海洋灾害,对沿海环境造成严重危害<sup>[9]</sup>。2008年5—8月我国黄东海大面积长时间爆发浒苔灾害,影响波及山东、江苏、浙江、上海以及福建沿海,对渔业、水产养殖、海洋环境、景观和生态服务功能产生严重影响。在森林生态环境中,林业有害生物被称为“不冒烟的森林火灾”,年发生面积约1 100万 $\text{hm}^2$ ,直接经济损失和生态服务价值损失达880亿元,相当于全国林业总产值的十分之一。

#### 1.5 可造成严重社会问题的“连带”效应

自然灾害所造成的伤害是瞬间的、暂时的,但

由此给幸存者、死伤者家属、目击者所造成的心理影响,却是长期的、顽固的。此外,灾害发生后,受灾人民生活稳定受到影响,人民的生活安置、饮水安全、卫生防疫等方方面面工作环环相扣,处置不当就会继发公共安全卫生事件以及社会安全事件。例如,2010年1月,葫芦岛市菊花岛遭遇了30年来最严重的海冰灾害,整个岛屿受海冰围困成为一座孤岛,岛上3 200多名居民的生活必需品和应急物资准备不足,在岛上引起了一定的社会恐慌。

## 2 我国自然灾害监测预警现状与问题

### 2.1 自然灾害监测预警现状

在气象灾害监测方面,我国目前已初步建立了包括卫星、雷达在内的全球天气监测网、全球通信网,广布我国各地的气象台站、自动气象站监视着大气活动的动态变化,风云系列气象卫星从太空跟踪地球大气的演变,极大地丰富和补充了广阔海洋、极地、高原和沙漠等人迹稀少地区的探测信息,近年来建立的新一代天气雷达、大气成分、雷电、空间天气系统等监测网从微观和立体交叉上对中小尺度灾害性天气进行实时监测<sup>[10]</sup>。在气象灾害预报技术方面,随着数值预报技术的进步,探测手段的日臻完善和丰富,以及高性能计算机快速发展和应用,气象灾害预报技术取得了显著的进步,其中快速更新同化分析和预报、集合预报、概率预报以及数字化预报等新技术的应用,实现了灾害性天气的监测及短时、短期、中期、长期等30 d时效内监测预报预警服务的无缝隙衔接;格点化、数字化的产品体系和上下互动的格点化业务流程促进了灾害预报业务水平的提高<sup>[11]</sup>。

在海洋灾害监测方面,我国已初步形成了涵盖岸基海洋观测系统、离岸海洋观测系统、大洋和极地观测的海洋灾害观(监)测网络体系框架,已建立国家基本海洋站(点)100余个,大中型浮(潜)标40余个,海洋标准断面调查站位约120个,海洋水色环境、海洋动力环境和海洋雷达3个系列海洋卫星,实现了海洋观测要素的分钟级采集与传输。其中在海啸监测方面,我国搭建了全球及区域海啸地震自动监测分析系统,牵头建设了25个海啸预警宽频地震台;通过接收全球、区域和中国近海地震台网数据,实现全球中强海底地震震源参数的自动测定,使得我国在海啸预警业务领域具备了独立的海底地震监测能力。在海洋灾害预测预警技术方面,已完成高分辨率海啸、风暴潮、海浪、海冰等灾害数值

预报系统的自主研发,覆盖中国近海、近岸区域,部分要素预报时效已拓展至120 h;观测数据同化技术达到同期国际先进水平,但是数据多为国外资料;全球模式的分辨率为 $0.25^\circ$ ,与发达国家相比处于较低水平,近岸精细化预报取得显著进展,部分近岸区域预报模式空间分辨率达到了50 m,但是近岸精细化预报系统尚未做到中国近海全覆盖。

在地震监测方面,我国初步建立了覆盖全国的国家、省、市三级管理的数字化、网络化的地震监测网络<sup>[12]</sup>,包括强震动台1 200多个,测震台站1 300多个、地球物理和地球化学观测点1 200多个,地震监测工作采用了“专业与群测、微观与宏观、固定与流动”相结合的方法,建立了由多方法、多手段构成的地震观测网络系统。从世界范围来说,地震预报仍处于探索阶段,尚未从科学上真正地掌握地震的孕育过程及发生规律。

近年来光学、电学、信息学、计算机技术和通信技术的发展,给地质灾害监测仪器的研究开发带来勃勃生机,能够监测的信息种类和监测手段将越来越丰富,同时某些监测方法的监测精度、采集信息的直观性和操作简便性有所提高。相对来说,生物灾害的监测自动化程度尚不高,针对部分有害生物以及外来生物入侵等的站网监测尚不具备技术条件。

## 2.2 自然灾害监测预警存在的问题

1) 自然灾害监测方面,我国的技术手段、仪器设备等尚不能完全满足灾害监测“精”、“准”的需求。

准确、及时的灾害监测包括高效监测网络体系的构建,监(探)测技术和装备发展以及监测方法的改进。在这方面,我们还有很长的路要走。

例如,在强对流天气监测方面,目前我国综合多源观测资料的分类强对流天气和对流风暴的强度监测还存在较大不足,尤其冰雹和雷暴大风监测更多依靠常规测站和重要天气报资料,需要充分利用雷达、目击者或者气象信息员、自动站、闪电等多源观测资料进行短时强降水、冰雹、雷暴大风等天气和对流风暴的质量控制和分强度等级综合判识,以提高强对流监测的时空分辨率和可靠性,并生成高质量的综合监测格点数据。

在台风监测方面,虽然我国目前已初步建成了以气象卫星、多普勒天气雷达、高空观测、地面自动气象观测站为基础的台风综合观测体系,但在台风外场观测技术和能力方面,尤其是在常规观测资料

稀缺的海洋上空对台风实施飞机观测方面和先进国家/地区有很大差距,进而制约了台风强度和风雨预报水平。

我国的海洋灾害监测能力虽然显著提高并在成体系发展,但目前的观测能力主要局限在近岸海域,且站点总数少、分布不够优化,离岸观测能力仍很薄弱,先进观测仪器缺乏,观测资料通用性差、共享和管理机制落后,远不能满足灾害精细化预报、风险评估等防灾减灾工作的实际需求。高时空分辨率的卫星、岸基雷达、Argo浮标等观测资料未能得到有效应用,远洋观测和深海观测尚未开展。

此外,在地震监测方面,受地球“不可入性”、“不可见性”的制约,地壳内部构造运动的全面监测还没有实现。地质灾害和生物灾害的专业化监测由于技术复杂、投入大、对操作人员要求高,所以覆盖面还太小,有待于其技术手段向简单、廉价、自动化程度高的方向发展。

2) 自然灾害预测预报机理模型亟需深入和发展。

近年来数值天气预报、风暴潮漫堤数值预报、冰-海洋耦合模式等模拟技术的发展,为气象、海洋等自然灾害的预报预测做出了应有的贡献,但是灾害预报模型尚有众多机理问题没有解决,制约着灾害预测预报能力的提升。

例如,暴雨预报准确率主要依赖于数值模式预报能力的提高。然而,数值模式对不同变量场的预报能力差异明显,如对质量场(高度、气压、温度)等预报能力最好,而对水汽、垂直速度等预报的能力最差。这也就决定了目前对于与质量场联系紧密的区域性的、连续性的暴雨预报准确率最高,而对局地的、分散性的暴雨把握能力较弱。在这方面,需要针对不同模式进行长期和实时的数值模式检验评估,以及建立相应的业务支撑系统,帮助预报员更好了解模式误差,确定最优的模式预报结论,以及进行可能的订正,从而消除数值预报的误差。此外,对不同类别的强对流天气演变特征及形成机理还缺乏深入系统的认识,强对流天气系统的中小尺度结构和发展机理研究仍是当前强对流天气研究中的难点。

我国海洋灾害数值模式主要依赖引进,或引进吸收后再开发,自主创新开发的具有自主知识产权的数值模式较少,精细化和多要素耦合海洋灾害数值模式研究是当前的难点,我国基本上是跟踪发展。我国海洋灾害精细化预警报仅在部分区域实

现,风暴潮-海浪-潮汐-洪水等多要素耦合、漫滩漫堤、同化等数值预报关键技术和精细化程度与国外还有相当差距。

迄今为止,地震预测仍是当代自然科学领域里一个难度很大的科学问题。但是,应当相信随着现代科学技术发展的进步,地震预测水平一定会逐渐提高,因此应继续坚持把地震监测预测作为防御减轻地震灾害的最重要的科技支撑。

3)灾害协同预警机制的发展是解决灾害预警能效的瓶颈。

目前我国各部门灾害协同预警机制不完善、预警发布渠道不畅通以及预警信息发布覆盖率低,全国上下、部门内外尚未建立权威、统一的预警发布法规标准体系。其中,基层和偏远地区预警信息发布和接收能力弱是关键环节。同时,预警信息发布也存在“准确性”,在灾害影响区接收不到预警信息会造成人员伤亡和财产损失,而不在灾害可能影响区接收到预警信息是资源浪费。此外,灾害预测预警系统在前端要接入多灾种各种类数量庞大的预警信息,后端要对接全社会各部门的发布传播手段和渠道,因此,在今后5~10 a里,建立纵横贯通的预警发布管理平台,增强多手段、新媒体发布渠道的对接应用,建立县级发布管理平台、提高县级预警信息发布能力,建立健全预警信息发布法规标准体系等将是灾害预警系统和平台建设的重要方面。

4)自然灾害的复杂性、关联性需要得到充分的认识。

自然灾害涉及地球系统的多圈层相互作用,其孕灾机理十分复杂;并且由于区域环境演变时空分异规律不一致,灾害的孕灾环境、致灾机理几乎不具有重复性。其次,上述各种自然灾害之间存在相互关联性。大量研究表明,地质灾害、海洋灾害、生物灾害与气象灾害有着密切关系,例如,研究表明95%以上的山体滑坡、崩塌、泥石流由强降水诱发;稻飞虱、粘虫等在我国北迁、南回区域均与盛行气流或气候锋带的季节性北进和南退密切相关;地震灾害、地质灾害之间也存在关联性,例如2008年“5·12”汶川8.0级特大地震,约触发了15 000处滑坡等山地灾害。有些灾害的发生往往由一个主导因素、多个诱发因素叠加导致,错综复杂;并且一系列时间上有先后,空间上彼此相依,成因上相互关系、互为因果、呈连锁反应且依次出现的几种灾害会组成灾害链<sup>[13]</sup>。因此,必须对自然灾害的复杂性有充分的认识,利用系统论的分析方法对多种自然

灾害进行再认识,才能从机理上辨识灾害发生、演变的过程,从而更准确、及时有效地预测灾害的发生。

### 3 未来5~10 a我国自然灾害监测预警科技发展战略以及关键技术

自然灾害影响的公共安全事件频发,不断增加了国家和社会防灾减灾成本,而由此提出的如何提高应对公共安全事件的危机管理能力问题也成为我国必须面对的重大挑战。纵观世界各国在发展自身的防灾减灾项目和建立应急管理体系方面都有很多成功的经验指导和借鉴。从根本上看,如何发布准确、及时、高效的灾害监测预警预报和预估信息是提高防灾减灾能力的前提和基础;同时建立有组织的自然灾害应急管理机制是面对突发公共安全事件,降低生命财产损失风险的有力手段。

表1给出了气象、海洋、地震、地质和生物各个灾害领域未来5~10 a在监测预警方面需要突破的关键技术,目的主要是通过各个学科领域的监测预报技术发展,实现防灾减灾工作的“三个转变”:从注重灾后救助向注重灾前预防转变,从应对单一灾种向综合减灾转变,从减少灾害损失向减轻灾害风险转变。

在此基础上,我们提出未来5~10 a我国自然灾害监测预警科技发展战略,主要包括以下4个方面:

1)加强自然灾害孕灾机理研究,发展预测预报评估模型。

对于自然灾害孕育、发生、发展到突变成灾的演化规律一直是科学界不断追索的关键问题。一方面,利用近年来迅速发展起来的计算机技术、信息技术、遥感技术等构建灾害的预测预报模型,并在此基础上,对模型进行检验评估和改进,提高模式预报的可信度和准确率。以气象灾害预报为例,需要结合数值预报和集合预报产品、融合多源观测数据,结合对灾害性天气发生发展机理的认识,开展精细化天气分析与数值预报释用技术研究。另一方面,通过自然灾害情景构建推演,采用模型分析等手段,为自然灾害的快速评估提供背景分析。

2)发展自然灾害综合监测能力,建立健全监测网络。

由于我国自然灾害多发、重发,迫切需要建立实时、多源信息融合的灾害监测网络系统,对灾害的演变、发生、发展进行实时监测和评估。因此,国家需要针对防灾减灾和应急服务的需求,加大监测

技术研发和投入,有针对性提升不同种类自然灾害的监测技术和手段、监测网络平台建设,并在国家统一组织协调下,各部门联合攻关,互通有无,逐步形成灾害综合监测网络和平台。

**表1 未来5~10 a不同灾害领域自然灾害监测预警防御关键技术**

Table 1 Key technologies in the fields of natural disaster monitoring and warning in the coming 5-10 years

学科领域	未来5-10 a灾害监测预警关键技术
气象灾害	自主发展和创新我国数值天气预报技术
	发展强对流监测技术和中小尺度天气分析业务
	发展定量降水估测和预报技术
	发展登陆台风精细结构分析技术
	气象灾害风险评估
海洋灾害	发展国家突发事件预警信息发布技术
	加强海洋灾害发生演变和成灾机理研究
	加强海洋灾害精细化预报预警关键技术研究
	开展海洋灾害应急监测和快速评估关键技术研究
	加强海洋灾害风险评估关键技术研究
地震灾害	发展海洋灾害信息化集成与服务平台
	创新长期地震预测方法,编制新的地震动参数区划图
	地震前兆有效检测、识别关键技术研究
	建设地震预测试验场,检验发展孕震物理模型
	水库地震危险性评估与预测关键技术方法研究
地质灾害	构建基础理论研究与工程技术研发相结合的研究架构
	加强地质灾害形成机理研究,突破地质灾害预警(报)技术瓶颈
	利用遥感、物联网和大数据分析等,发展现代地质灾害监测技术
	加强精细化数值天气预报和雷达外推降水技术的研究
	建立不同时空尺度的地质灾害监测预警的技术体系和规范。
生物灾害	加强生物灾害监测预报检疫评估基础性研究
	完善生物灾害监测预警网络体系建设
	加强部门联合,整合分析监测防控大数据,有效控制生物灾害
	建立生物入侵管理体制,制定防止及控制生物入侵的法律法规

3)构建高效的自然灾害预警系统,提升灾害应急响应水平。

及时准确地收集、分析和发布相关应急信息是政府防灾减灾科学决策和早期预警的前提,其中建立健全应急预警系统是其中重要一环。建立纵横

贯通的预警发布管理平台,增强多手段、新媒体发布渠道的对接应用,建立县级发布管理平台,提高县级预警信息发布能力,建立健全预警信息发布法规标准体系等将是灾害预警系统和平台建设的重要方面。

4)发展减灾避灾和救灾技术,提升公众防灾减灾能力。

在灾害应急管理方面,针对灾害预防、备灾、响应和恢复四个基本要素开展可操作性灾害应急管理系列工作。此外,要进一步加强避灾减灾科普教育基地和平台建设,强化减灾避灾宣传引导和风险应对。

### 参考文献:

- [1] 国务院办公厅.国家综合防灾减灾规划(2011—2015年)[Z].2011-11-26.
- [2] 郭安红,延昊,李泽椿,等.自然灾害与公共安全——我国的现状与差距[J].城市与减灾,2015(1):13-17.
- [3] 吴吉东,傅宇,张洁,等.1949—2013年中国气象灾害灾情变化趋势分析[J].自然资源学报,2014,29(9):1520-1530.
- [4] 李泽椿,谌芸,张芳华,等.由河南“75·8”特大暴雨引发的思考[J].气象与环境科学,2015,38(3):1-12.
- [5] 姚雪峰,张韧,郑崇伟,等.气候变化对中国国家安全的影响[J].气象与减灾研究,2011,34(1):55-63.
- [6] 王琪.气候变化对中国国家安全的影响[J].江南社会学院学报,2012,14(2):11-14.
- [7] 侯保荣,张盾,王鹏.海洋腐蚀防护的现状与未来[J].中国科学院院刊,2016,31(12):1326-1331.
- [8] 李强.2008年雨雪冰冻灾害分析及对电网的启示[J].电力建设,2008,29(6):18-21.
- [9] 于波,汤国民,刘少青.浒苔绿潮的发生、危害及防治对策[J].山东农业科学,2012,44(3):102-104.
- [10] 李泽椿.我国的气象灾害及科学防灾减灾[J].中国应急管理,2007(7):22-27.
- [11] 李泽椿,毕宝贵,金荣花,等.近10年中国现代天气预报的发展与应用[J].气象学报,2014,42(6):1069-1078.
- [12] 刘瑞丰,高景春,陈运泰,等.中国数字地震台网的建设与发展[J].地震学报,2008,30(5):533-539.
- [13] 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.