• 自然灾害防治体系 •
DOI: 10.3724/BNSFC-2025-0053

自然灾害防治体系建设构想*

彭建兵[1,2**] 崔 鹏[3,4] 王会军[5] 殷跃平[6]
刘 羽[7] 唐辉明[8,9] 程谦恭[10] 王飞永[2]

1. 长安大学 地质工程与测绘学院,西安 710054
2. 中国地质大学(北京) 工程技术学院,北京 100083
3. 中国科学院地理科学与资源研究所 山地自然灾害与工程安全重点实验室,北京 100101
4. 中国科学院大学 资源与环境学院,北京 101408
5. 中国科学院大气物理研究所,北京 100029
6. 中国地质环境监测院,北京 100081
7. 国家自然科学基金委员会 地球科学部,北京 100085
8. 中国地质大学(武汉) 工程学院,武汉 430074
9. 中国地质大学(武汉) 湖北巴东地质灾害国家野外科学观测研究站,武汉 430074
10. 西南交通大学 地球科学与工程学院,成都 611756

[**摘 要**] 在全球气候变化背景下,我国重大自然灾害频发,造成大量基础设施损毁与群死群伤事件,风险防控形势严峻,因此构建高效协同的自然灾害防治体系成为保障国家安全与发展的基础性和战略性支撑。本文在梳理自然灾害防治关键科学技术问题的基础上,从理论创新、技术创新与管理创新三个维度,构建了自然灾害防治八大体系,包括:基础理论体系、隐患识别体系、监测技术体系、预警技术体系、评估技术体系、工程治理体系、应急救援体系、调控管理体系等方面,明晰了各体系的具体内容及其关联性。结合我国自然灾害防治工作现状和短板,提出了推动自然灾害防治体系建设的基础研究、技术研发和国际合作等方面的具体建议,以期为国家科学防灾减灾事业的发展提供决策参考。

[**关键词**] 自然灾害;防治体系建设;基础理论;技术体系;对策建议

近年来,全球气候变化加剧,极端天气事件频发,自然灾害的突发性、链生性和复合性特征日益凸显,严重威胁国家重大工程建设运营和城镇人居安全,给人类社会可持续发展带来严峻挑战。我国自然灾害类型多、分布广,是全球自然灾害最为严重的国家之一,地震、洪涝、滑坡、崩塌、泥石流、台风、干旱、山火等灾害交织并存,呈现广域性、叠合性、复杂性特征。随着城镇化进程加速和关键基础设施网络高度互联,自然灾害的影响范围与损失规模持续扩大,传统单灾种、碎片化的防治模式已难以应对日益复杂的灾害风险格局。在此背景下,构建科学高效、多维度协同的自然灾害防治体系,不仅是提升国家综合防灾减灾救灾能力的必然要求,更是实现高质量发展、保障国家安全的重要战略支撑。

当前,我国自然灾害防治仍面临诸多关键科学问题与技术瓶颈:在理论层面,多灾种耦合致灾机理尚未完全阐明,灾害链演化规律和风险跨系统传递机制亟待突破;在技术层面,隐患早期识别精度不足、监测预警时空覆盖有限、工程韧性设计标准不完善等问题制约着防治效能的提升;在管理层面,部门协同不畅、资源配置低效、社会参与不足等结构性矛盾依然存在。因此,自然

收稿日期:2025-09-13; 修回日期:2025-11-20
* 本文根据国家自然科学基金委员会第410期“双清论坛”讨论的内容整理。
** 通信作者,Email:dicexy_1@chd.edu.cn
本文受到国家自然科学基金项目(42207202)的资助。

引用格式: 彭建兵,崔鹏,王会军,等. 自然灾害防治体系建设构想. 中国科学基金,2025,39(6):864–871.
Peng JB,Cui P,Wang HJ,et al. Conceptual framework for the construction of a natural disaster prevention and mitigation system. Bulletin of National Natural Science Foundation of China,2025,39(6):864–871.(in Chinese)

灾害防治建设迫在眉睫，亟须实现从被动应对向主动防控、从经验驱动向科学决策、从单点突破向体系化建设的根本转变。

本文针对当前防灾减灾面临的形势和挑战，从自然灾害防治基础理论与关键技术问题入手，提出了“理论—技术—管理”三位一体的自然灾害防治体系建设框架。通过整合多学科交叉成果，系统构建了基础理论、隐患识别、监测技术、预警技术、评估技术、工程治理、应急救援与调控管理等八大核心体系，旨在为优化国家自然科学基金资助布局、完善灾害防治科技创新体系提供决策参考。

1　自然灾害防治体系建设的背景

十八大以来，习近平总书记关于自然灾害防治的重要论述和党中央、国务院的部署，为自然灾害防治的科学发展提出了明确要求。2016年，中共中央、国务院印发《关于推进防灾减灾救灾体制机制改革的意见》，首次提出“两个坚持、三个转变”的防灾减灾新理念，标志着我国防灾减灾救灾工作进入新阶段[1]。2021年，“十四五”规划将推进自然灾害防治体系现代化列为重点任务[2,3]。2024年12月12日，党中央在中央经济工作会议上明确提出“加强自然灾害防治体系建设”的新要求。这一系列重大举措体现了党中央对自然灾害防治工作的高度重视，为构建现代化自然灾害防治体系提供了坚实的政策保障。然而，我国当前自然灾害防治体系建设尚面临以下现实困境。

1.1　防灾减灾救灾形势严峻

我国自然灾害种类多、分布广、危害重，活跃的板块运动造成大震巨灾风险长期存在，全球气候持续变暖造成极端天气事件频率增加[4,5]，与日趋强烈的人类活动共同作用，导致重大自然灾害多发、频发、群发，如2008年汶川地震、2010年舟曲泥石流、2023年京津冀极端降雨等，特别是跨类复合链生灾害成为威胁我国重大工程建设和城镇安全的重大风险，公共安全与防灾减灾形势异常严峻[6,7]。仅2025年上半年，我国自然灾害以地震灾害、地质灾害、洪涝灾害为主，风雹灾害、干旱灾害、台风灾害、低温冷冻和雪灾、森林火灾、沙尘暴灾害、生物灾害、海洋灾害等也有不同程度发生。各种自然灾害共造成2 503.7万人次不同程度受灾，死亡失踪307人，紧急转移安置62万人次，倒塌房屋4 300余户、2.96万间，损坏房屋10.6万户、34.72万间，农作物受灾面积2 182.9千公顷，直接经济损失541.1亿元[8]。

1.2　自然灾害基础研究薄弱

严峻的自然灾害形势从侧面暴露了当前防灾减灾领域的基础研究明显不足，对自然灾害孕育、发生和演变的科学认知尚不充分，尤其是对重大自然灾害与跨类复合链生灾害的形成演化机制及其动力学过程的认知明显不够[9]。当前，以下几类典型的复合链生灾害的演化特点与机理研究尤为薄弱：强震—地质灾害链、极端降雨—洪涝—地质灾害链、冰雪消融—洪水—地质灾害链、干旱—山火—地质灾害链、台风—风暴潮—洪涝—盐渍化灾害链等。这些基础研究方面的薄弱环节，致使自然灾害防治工作长期处于“被动应对”的状态，难以实现从灾后救援向事前风险管控的根本性转变，亟待加强多学科交叉研究，充分发挥基础理论创新在自然灾害防治领域的战略支撑作用，为防灾减灾提供坚实的理论支撑[10]。

1.3　防治技术体系亟待建设

我国自然灾害防治尚未形成覆盖灾害全链条、多灾种的智能化技术支撑体系，面临着一系列突发的新情况、新问题和新挑战[11,12]。在风险识别与监测预警方面，高精度传感器、遥感卫星等核心装备自主化率偏低，实时数据获取与处理能力不足；在风险评估与韧性防治方面，缺乏统一的大数据平台和智能分析模型，难以实现灾害风险动态精准研判；在应急救援与调控管理方面，智能化指挥调度系统尚未普及，跨部门、跨区域协同效率偏低。此外，人工智能、数字孪生等新兴技术与灾害防治的融合应用仍处于试点阶段[13]。亟需构建自主可控的智能化防灾减灾技术体系，综合提升重大自然灾害防灾减灾的现代化水平。

2　自然灾害防治体系的构建思路

2.1　防治体系的总体架构

针对新时代防灾减灾工作的迫切需求，从自然灾害防治的重大基础理论与关键技术问题入手，通过整合地球科学、信息科学、工程科学、管理科学等多学科交叉成果，构建了“三维度—八体系”的地质灾害防治体系总体架构(图1)。

在理论创新维度，重点研究自然灾害基础理论，涵盖孕灾—触灾—成灾—链灾—致灾—减灾全链条；在技术创新维度，包含隐患识别、监测技术、预警技术、风险评估、工程治理和应急救援体系；在管理创新维度，着重建设调控管理体系，以期提升灾害调控管理能力和现代化水平。

2.2　“八大体系”建设的具体内容

(1)自然灾害基础理论体系

立足于“多圈层、多动力、多过程、多链条”的系统认知框架，构建“孕灾—触灾—成灾—链灾—致灾”全链条

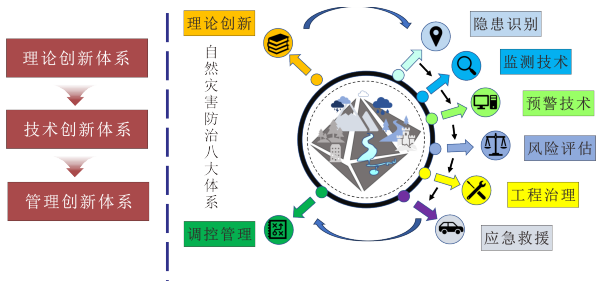

图1 自然灾害防治体系的“三维度—八体系”总体架构

Fig.1 Overall Framework of the Natural Disaster Prevention and Mitigation System:“Three Dimensions and Eight Components”

理论体系。其中,孕灾指的是在自然环境中,能量逐渐积累与物质条件趋于不稳定的孕育阶段,它构成了灾害发生的背景与基础,关注的是致灾因子的形成条件与长期演化规律;触灾指的是在孕灾背景下,由特定极端事件(如暴雨、地震)或临界条件突破所引发的、导致灾害体失稳的瞬时触发行为,这是灾害从“潜在”转为“显现”的转折点;成灾指的是在触发之后,灾害体自身经历形成、发展直至达到最终形态的完整物理过程,本阶段聚焦灾害体的动力学行为与演化规律;链灾指的是已形成的灾害体,通过其物理作用(如冲击、淹没、堵塞)引发新的灾害过程,导致次生、衍生灾害相继发生的级联放大阶段;致灾指的是已发展成熟的灾害体(或灾害链)与承灾体(如建筑、基础设施、人群)发生接触,并造成实际损失与负面影响的作用与结果阶段。具体包括:多圈层作用孕灾理论、极端事件突发触灾理论、多动力耦合成灾理论、多过程叠加链灾理论和多链条互馈致灾理论等,系统揭示自然灾害的发育特征与演化规律[14]。其中,多圈层作用孕灾理论重点解析大气圈、水圈、岩石圈等圈层交互作用下的孕灾环境与关键要素,极端事件突发触灾理论揭示临界条件下灾害的触发机制,多动力耦合成灾理论阐明自然动力与人类活动叠加导致的灾害形成机理,多过程叠加链灾理论探讨灾害链式发展的时空过程,多链条互馈致灾理论则关注灾害体与工程体的互馈作用,为自然灾害防治实践提供理论支撑(图2)。基础理论体系不仅可深化对灾害系统复杂性的认识,也为多灾种综合防治和区域韧性提升奠定了理论基础。

(2)自然灾害隐患识别体系

针对灾害隐患“识不全、测不准、智能低、协同弱”等问题,在理论层面上,重点突破风险源多物理场互馈耦合机制与感知辨析、风险源工程地质结构控制与识别、风险源渐进性破坏波谱响应与判识准则、灾害链多场耦合机制与空间域判识理论等问题,为隐患精准识别提供科学依据;在技术层面上,研发风险源多物理场感知与辨析技术、风险源地质力学解析技术、基于全谱段形变信息的地质体隐患识别技术、基于数据—模型双驱动的地质体临界空间域识别技术、基于能量梯度的灾害链致灾解耦分析技术等关键技术体系,提升隐患识别的精度和效率;在国家层面上,推动青藏高原、黄土高原、东南丘陵等典型区域隐患识别技术示范应用,加强数据分级分类共享机制建设,制定隐患识别新标准与指南,形成覆盖全国、多级联动的隐患识别网络[15],为自然灾害风险多元感知—超前诊断—精准识别—智能区划提供科学支撑(图3)。

(3)自然灾害监测技术体系

针对当前灾害监测“信息孤岛、覆盖有限、周期偏长、标准匮乏、装备昂贵”等问题[16],在理论层面上,重点发展多灾种组合联动与协同感知的监测指标体系,建立多源(多模态)异构数据融合与智能分析理论;在技术层面上,研发“天—空—地—内(海)”协同监测、“云—边—端”互联互通监测技术体系,攻克复杂环境下监测技术及智能装备难题;在国家层面上,重点推进多灾种与灾害链综合监测技术体系与全覆盖网络建设,通过实施“全国形变一张图”“光谱中国”“全域激光雷达”“航拍影像全覆盖”等监测网络,实现单一监测向多源协同、局部覆盖向全域感知、人工判读向智能分析的转变(图4)。

(4)自然灾害预警技术体系

针对“黑天鹅”式突发灾害、“灰犀牛”式缓发风险及灾害链“蝴蝶效应”等复杂挑战,在理论层面上,重点突破灾害未来动态风险感知理论、灾害临灾预报理论与协同预警理论;在技术层面上,研发灾害预警预报技术、智

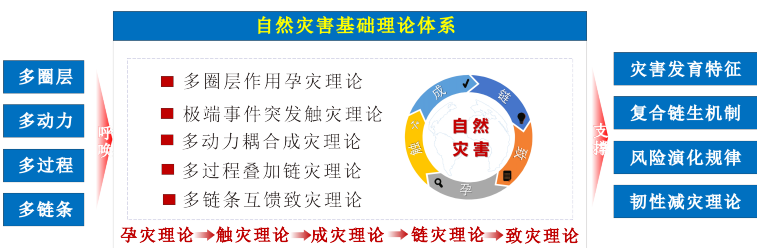

图2 自然灾害防治体系之基础理论体系

Fig.2 The Fundamental Theoretical System of the Natural Disaster Prevention and Mitigation Framework

图3　自然灾害防治体系之隐患识别体系

Fig.3　The Hidden Hazard Identification System of the Natural Disaster Prevention and Mitigation Framework

图4　自然灾害防治体系之监测技术体系

Fig.4　The Monitoring Technology System of the Natural Disaster Prevention and Mitigation Framework

能预警平台架构技术、精细化预警模式和智慧化预警模式,实现从传统经验预警向智能精准预警的转变;在国家层面上,着力构建覆盖“中长—短—临灾”全周期的预测预报预警体系、“全国—区域—点”多尺度和“省—市/县—乡/村”三级联动的预警网络,完善公路、铁路、管线等关键基础设施的专项预警系统,形成时空全覆盖、多灾种协同的预警技术体系。需要注意的是,该体系的运行强烈依赖事前风险分析的结果,风险分析是预警模型构建和预警级别判定的核心输入(图5)。

(5)自然灾害评估技术体系

针对灾害评估“标准缺乏、范式单一、协同不足”等关键问题,在理论层面上,重点完善灾害风险三要素理论框架,研究灾害链与多灾种耦合机制,建立多尺度动态演化理论体系;在技术层面上,研发多学科融合与智能化评估技术,构建覆盖“全灾种、多维度、全链条、全过程”的综合评估体系;在国家层面上,重点推进评估法律法规和评估标准体系建设,推动评估范式升级与技术交叉融合,强化管理机制连贯性与区域协同性提升,实现从单一灾种评估向多灾种耦合评估、从静态评估向动态评估、从经验判断向智能分析的转变。该体系聚焦“灾情评估”,快速、精准的灾情评估是启动应急响应、优化救援方案和进行损失核算的关键所在(图6)。

(6)自然灾害工程治理体系

以“全生命期、数智融合、韧性补强”为核心理念,构建理论创新、技术突破、工程实践协同推进的现代化治理体系。在理论层面上,重点揭示工程结构/材料—地质体/地质环境相互作用机理,提出长期服役性能安全性理论多尺度评价体系,构建治理工程—生态—社会韧性评价理论;在技术层面上,研发全生命周期监测诊断技术及智能化装备,开发数智化体系构建与治理效果动态评估技术,创新高性能材料结构与韧性补强加固技术,提升工程治理的精准性和有效性;在国家层面上,完善治理规划统筹方法与体系,健全工程法规和技术标准体系,形成系统完备的政策保障。最终实现“自适应调控、

图5　自然灾害防治体系之预警技术体系

Fig.5　The Early Warning Technology System of the Natural Disaster Prevention and Mitigation Framework

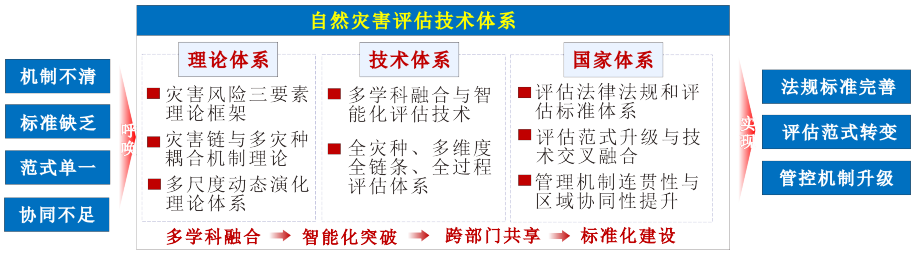

图6 自然灾害防治体系之评估技术体系

Fig.6 The Assessment Technology System of the Natural Disaster Prevention and Mitigation Framework

韧性防治提升、生态安全保障”的治理目标，推动自然灾害防治从被动应急向主动防控、从单一工程向系统治理、从传统经验向智能决策的战略转型，为构建安全韧性社会提供重要支撑。该体系聚焦于通过物理性与技术性手段，直接提升工程结构与自然环境对灾害的抵御、适应与恢复能力。其核心在于“对物”的硬技术干预，是灾害风险防控的物质基石(图7)。

(7)自然灾害应急救援体系

针对当前灾害应急救援“保障体系不全、主动防御不足、信息化程度不够”等问题，在理论层面上，融合基于人因、物因、环境因素和管理因素的多维度分析框架，引入多因素耦合应急管理理论，为应急救援提供科学指导；在技术层面上，重点突破力量智能调度、应急通信指挥、灾情快速评估、现场医疗急救、目标侦测搜寻、物资应急保障、专业救援处置、特种灾害救援等关键技术，全面提升救援效能；在国家层面上，重点完善应急救援法律体系，优化应急组织架构，建强专业救援队伍，夯实物资保障基础。通过理论创新、技术突破和制度完善的系统推进，实现“快速响应、统一调度、有效协作”的应急救援目标，显著提升我国应对重大自然灾害的救援能力和水平(图8)。

(8)自然灾害调控管理体系

针对灾害调控管理“协同机制不全、数据决策断层、制度韧性不足”等问题，在理论层面上，重点发展多主体参与式调控管理理论、三生空间协同韧性提升理论和全周期闭环的风险系统理论，为灾害管理提供了科学框架；在技术层面上，研发国土空间韧性规划技术、社区风险阻断减灾技术和人群响应特征提取技术，提升管理决策的科学性和精准性；在国家层面上，着力完善法律法规与技术标准体系，构建跨域、跨级、跨部门联动调控体系，推进全域韧性的城乡灾害智能管理体系建设。推动我国自然灾害防治从单一应急向系统治理、从经验决策向数据驱动、从局部应对向全域协同的战略转型。该体系侧重于通过制度、规划、政策与协同机制等非工程性

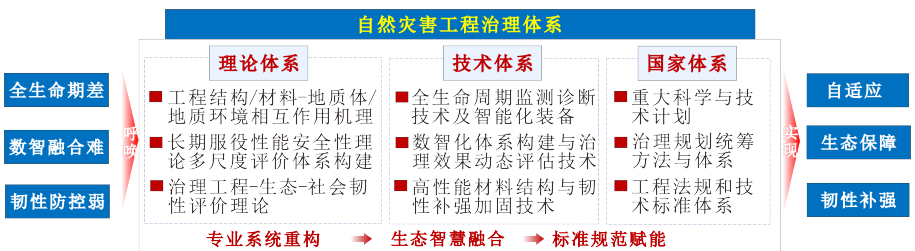

图7 自然灾害防治体系之工程治理体系

Fig.7 The Engineering Management System of the Natural Disaster Prevention and Mitigation Framework

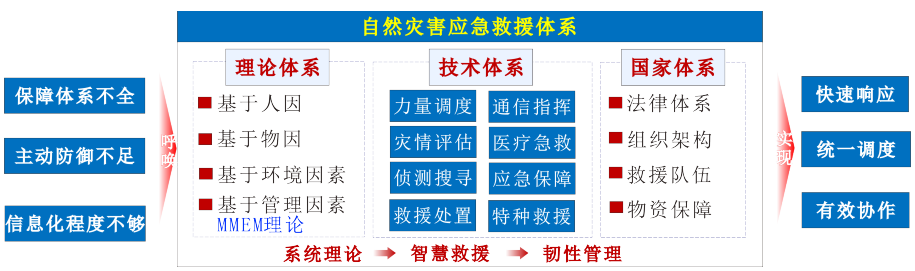

图8 自然灾害防治体系之应急救援体系

Fig.8 The Emergency Response System of the Natural Disaster Prevention and Mitigation Framework

手段，优化资源配置、规范社会行为、统筹多方力量。其核心在于“对人”与“对事”的软科学调控，是灾害风险防控的组织与制度保障。(图9)。

2.3 “八大体系”的内在关联

从以上“八大体系”的具体内容可以看出，各体系之间相互支撑、协同联动，通过理论突破引领技术创新，技术创新支撑管理实践，管理实践反哺理论发展，可形成“识别—监测—预警—防御—救援—恢复”的全链条闭环管理，突破了传统“通过历史看现实”“宽浅散乱短平快”的研究范式，由此构建完备有效的防灾减灾体系，可为提升我国重大自然灾害防灾减灾救灾能力提供系统化解决方案。

3 推动自然灾害防治体系建设的建议

当前，我国自然灾害防治体系建设仍面临理论创新不足、技术支撑有限、国际合作待深化等挑战[17]，为了加快构建现代化自然灾害防治体系，基于前文对自然灾害防治体系的系统分析，提出以下建议。

(1)加强自然灾害防治体系建设的基础研究，夯实国家防灾减灾理论根基

针对重大自然灾害防治形势十分严峻的现状，从保障国家安全角度，重点研究重大自然灾害形成演化机制、极端灾害突发机理、复合巨灾链生规律。建议整合国家科技部门相关科技力量，设立基础研究专项，开展自然灾害基础理论研究，强化基础研究在国家自然灾害防治中的核心引领作用。

重点突破自然灾害防治体系建设基础研究的五大核心机制：一是地球圈层系统互馈孕灾机制，深入研究应力循环(跨圈层构造应力传递与能量累积)、水循环(大气—地表—地下水交互致灾)、物质循环(岩土剥蚀—搬运—沉积链式反应)和能量循环(太阳能—风能—气体—热能传输触发)的孕灾效应；二是地质界面系统跨尺度控灾机制，揭示界面切割致灾萌生、界面松弛促灾初成、界面滑动控灾成型及界面溃散引灾链生的全过程演化规律；三是地球多动力耦合成灾模型，系统解析构造应力多向叠加、重力与人类营力交互、水循环动力(三水转化+气候复合+冲蚀潜蚀)及地表动力(温度应力/风力/剥蚀力)的协同致灾机制；四是极端事件触发灾害物理机制，阐明自组织过程下地质体稳定态衰变、内外动力耦合临界渐变、极端事件阈值突破失稳及灾后稳定态再造的动态过程；五是多灾种链动级联放大机制，重点突破多点群集(空间群发增强)、长链加积(时序递进放大)、双链碰头(交叉灾害叠加)和多链汇聚(系统崩溃临界)四类灾害放大模式。以上将系统揭示“孕灾—触灾—成灾—链灾”的物理本质，为构建具有前瞻性的自然灾害防治体系奠定科学基石。

(2)尽快构建国家层面防治技术体系，为平安中国建设提供技术支撑

针对国家层面重大自然灾害综合防治体系建设中的短板，在“十五五”期间进一步加强自然灾害防治体系关键技术研发，形成一个集成多源数据、支持多尺度可视化与协同分析的“全国一张图”系统。

重点建设三大技术体系：一是构建风险识别与监测预警技术体系，建成覆盖省—市—县—乡—村五级的全国重大自然灾害风险精准识别技术体系、实时监测技术体系和智能预警技术体系，形成“全国重大自然灾害风险识别与预测预警一张图”系统；二是构建风险评估与韧性防治技术体系，建成覆盖不同自然地理单元的重大自然灾害风险评估技术体系、韧性防治技术体系，形成“全国重大自然灾害风险动态评估与韧性防治一张图”系统；三是构建应急救援与调控管理技术体系，建成统一调度、协同联动、快速响应的应急管理技术体系，形成“全国重大自然灾害应急管理一张图”系统。

(3)加强国际合作创新，为“一带一路”防灾减灾贡献“中国方案”

重大自然灾害是世界各国面临的共同挑战，建议加强国际协同创新，组建以中国为核心的重大自然灾害防治国际联盟，形成国际防灾减灾救灾科学研究的新范式，为建设平安、健康、宜居地球贡献“中国智慧”，特别是为“一带一路”沿线地区及全球南方国家防灾减灾提

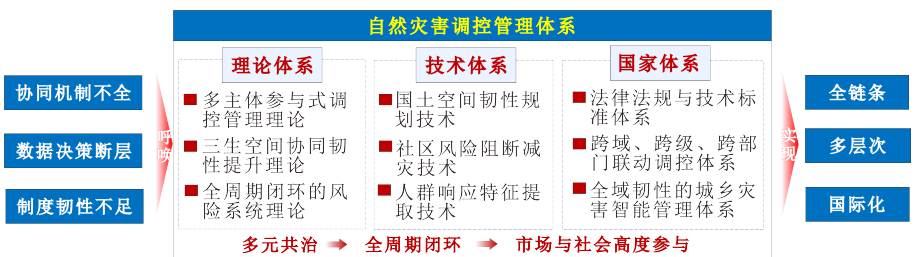

图9 自然灾害防治体系之调控管理体系

Fig.9 The Regulation and Management System of the Natural Disaster Prevention and Mitigation Framework

供“中国方案”。

为将我国在“一带一路”自然灾害防治合作机制与国际救援实践中积累的优势转化为持久的国际影响力，建议推动国际合作模式实现三大战略转型：一是从“平台搭建”向“规则共建”深化，借助合作机制扩容契机，推动我国在协同监测、韧性工程与智能预警等优势领域的实践转化为国际通用标准，掌握体系构建话语权；二是从“资源共享”向“智慧赋能”升级，倡议共建集灾害链模拟、风险动态评估与资源智能调度于一体的“防灾减灾数字赋能平台”，以数字技术助力合作国实现从传统防灾向智慧应急的跨越；三是从 “人员培训”向“体系孵化”延伸，通过组建“防灾减灾创新联盟”攻关区域共性难题，推动中国技术标准的本地化应用，系统性提升区域的自主防灾能力，最终将中国的技术优势转化为在全球防灾治理中的软实力与领导力。

4 结 语

自然灾害防治体系建设是统筹发展与安全的战略基石，更是践行“人民至上、生命至上”理念的时代命题。当前我国防灾减灾工作面临最深刻挑战，传统的“单灾种、碎片化”防治模式，在应对日益复杂的复合链生灾害与巨灾风险时已显得力不从心。针对这一核心问题，本文提出的“理论—技术—管理”三维度与八大体系，其根本创新价值在于推动一场深刻的范式变革：即从被动应对转向主动防控，从单点突破转向体系赋能，从经验决策转向科学智能。这一体系化构想的本质，是通过系统性的结构优化来弥补局部能力的短板，从而实现整体韧性的跃升。唯有通过这种原创性、体系化的持续创新，方能筑牢自然灾害防治的根基，为建设山清水秀、安全韧性的“平安中国”和“美丽中国”贡献科学力量。

参 考 文 献

[1] 新华社. 中共中央 国务院关于推进防灾减灾救灾体制机制改革的意见. (2017-01-10)/[2025-09-13]. https://www.gov.cn/zhengce/2017-01/10/content_5158595.htm.

[2] 国家减灾委员会. 国家减灾委员会关于印发《“十四五”国家综合防灾减灾规划》的通知. (2022-07-21)/[2025-09-13]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-07/22/ content_5702154.htm.

[3] 新华社. 推进自然灾害防治体系和防治能力现代化——详解《“十四五”国家综合防灾减灾规划》. (2022-07-22)/[2025-09-13]. https://www.gov.cn/xinwen/2022-07/22/content_5702160.htm.

[4] 秦大河. 心存质疑、追求证据、秉持客观——面对北极气候变化. 科学,2024,76(2):57—58.
Qin DH. Arctic whispers:Echoes of a vanishing world. Science,2024,76(2):57—58. (in Chinese)

[5] 王会军. 全球变暖已经导致降水变率和灾害风险加剧了吗? 中国科学(地球科学),2025,55(2):662—664.
Wang HJ. Has global warming already increased precipitation variability and disaster risk in past century? Scientia Sinica (Terrae),2025,55(2):662—664. (in Chinese)

[6] 彭建兵,王飞永,徐继山. 盆地圈层结构与城市地质安全. 地球科学,2025,50(8):3117—3131.
Peng JB,Wang FY,Xu JS. Basin layered structure and urban geological safety. Earth Science,2025,50(8):3117—3131. (in Chinese)

[7] 朱日祥,侯增谦,郭正堂,等. 宜居地球的过去、现在与未来——地球科学发展战略概要. 科学通报,2021,66(35):4485—4490.
Zhu RX,Hou ZQ,Guo ZT,et al. Summary of “The past,present and future of the habitable earth:Development strategy of earth science”. Chinese Science Bulletin,2021,66(35):4485—4490. (in Chinese)

[8] 中华人民共和国应急管理部. 国家防灾减灾救灾委员会办公室、应急管理部发布2025年上半年全国自然灾害情况. (2025.07.16)/[2025-09-13]. https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202507/t20250716_550772.shtml.

[9] 丁林. 特提斯地球动力系统研究新进展. 中国科学(地球科学),2024,54(3):892—896.
Ding L. New advances in the study of Tethyan Geodynamic System. Scientia Sinica (Terrae),2024,54(3):892—896. (in Chinese)

[10] 傅伯杰,张军泽. 全球及中国可持续发展目标进展与挑战. 中国科学院院刊,2024,39(5):804—808.
Fu BJ,Zhang JZ. Progress and challenges of Sustainable Development Goals (SDGs) in the world and in China. Bulletin of Chinese Academy of Sciences,2024,39(5):804—808. (in Chinese)

[11] 殷跃平. 地质灾害风险调查评价方法与应用实践. 中国地质灾害与防治学报,2022,33(4):5—6.
Yin YP. Methods and application practices for geological disaster risk investigation and assessment. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control,2022,33(4):5—6. (in Chinese)

[12] 崔鹏,张国涛,王姣. 中国防灾减灾10年回顾与展望. 科技导报,2023,41(1):7—13.
Cui P,Zhang GT,Wang J. Ten years of disaster prevention and mitigation in China:A review. Science & Technology Review,2023,41(1):7—13. (in Chinese)

[13] 黄建平,陈斌. 人工智能技术在未来改进天气预报中的作用. 科学通报,2024,69(17):2336—2343.
Huang JP,Chen B. How artificial intelligence is transforming weather forecastingfor the future. Chinese Science Bulletin,2024,69(17):2336—2343. (in Chinese)

[14] 郭正堂. 《地球系统与演变》:未来地球科学的脉络. 科学通报,2019,64(9):882—883.
Guo ZT. Earth System and Evolution:A future frame of earth sciences. Chinese Science Bulletin,2019,64(9):882—883. (in Chinese)

[15] 朴世龙,张宪洲,汪涛,等. 青藏高原生态系统对气候变化的响应及其反馈. 科学通报,2019,64(27):2842—2855.
Piao SL,Zhang XZ,Wang T,et al. Responses and feedback of the Tibetan Plateau’s alpine ecosystem to climate change. Chinese Science Bulletin,2019,64(27):2842—2855. (in Chinese)

[16] 王赤. 空间科学突破的前瞻和中国的贡献. 中国科学院院刊,2022,37(8):1050—1065.
Wang C. Prospects of global space science breakthroughs and China’s contributions. Bulletin of Chinese Academy of Sciences,2022,37(8):

1050—1065. (in Chinese)

[17] 汪品先,郭正堂,焦念志,等. 中国地球系统科学的十年展望. 科学通报,2024,69(32):4691—4695.
Wang PX,Guo ZT,Jiao NZ,et al. Development of east system science of China:A decadal prospect. Chinese Science Bulletin,2024,69(32):4691—4695. (in Chinese)

Conceptual Framework for the Construction of a Natural Disaster Prevention and Mitigation System

Jianbing Peng[1, 2*]　Peng Cui[3, 4]　Huijun Wang[5]　Yueping Yin[6]
Yu Liu[7]　Huiming Tang[8, 9]　Qiangong Cheng[10]　Feiyong Wang[2]

1. *College of Geological Engineering and Geomatics, Chang'an University, Xi'an 710054, China*
2. *School of Engineering and Technology, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China*
3. *Key Laboratory of Mountain Hazards and Engineering Resilience, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*
4. *College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 101408, China*
5. *Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China*
6. *China Institute for Geo-Environmental Monitoring, China Geological Survey, Beijing 100081, China*
7. *Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085, China*
8. *Faculty of Engineering, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China*
9. *Badong National Observation and Research Station for Geohazards, Hubei, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China*
10. *Faculty of Geosciences and Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 611756, China*

Abstract Under the context of global climate change,China has witnessed frequent occurrences of major natural disasters,resulting in extensive damage to infrastructure and numerous mass casualty incidents. The situation of risk prevention and control remains severe,making the establishment of an efficient and coordinated natural disaster prevention and mitigation system a fundamental and strategic pillar for ensuring national security and development. This paper begins by reviewing key scientific and technological challenges in natural disaster prevention and mitigation. It then constructs eight major systems from three dimensions—theoretical innovation,technological innovation,and management innovation—including:fundamental theoretical system,hidden risk identification system,monitoring technology system,early warning technology system,assessment technology system,engineering management system,emergency response system,and regulation and management system. The specific contents and interrelationships of each system are clarified. Based on the current status and shortcomings of natural disaster prevention and mitigation efforts in China,specific recommendations are proposed to advance the construction of these systems,covering basic research,technological development,and international cooperation. The aim is to provide decision-making references for the advancement of scientific disaster prevention and mitigation initiatives in the country.

Keywords natural disasters;development of prevention and mitigation systems;basic theory;technical system;countermeasures and suggestions

彭建兵　中国科学院院士,长安大学教授、博士生导师,中国地质大学(北京)地质安全研究院院长,陕西省黄河科学研究院院长,国家973计划和国家自然科学基金重大项目首席科学家,李四光地质科学奖获得者。以第一完成人获国家科学技术进步奖二等奖1项、省部级科技成果奖一等奖4项。入选Elsevier全球高被引学者和前2%顶尖科学家行列。

(责任编辑　贾祖冰　张 强)

* Corresponding Author,Email:dicexy_1@chd.edu.cn