

公共安全体系发展与安全保障型社会

刘奕, 倪顺江, 翁文国, 范维澄

(清华大学公共安全研究院, 北京 100084)

摘要: 构建以公众生命财产安全、社会安定有序和经济社会系统持续运行为核心目标的安全保障型社会是实现强国目标的必有之义。在工程科技中长期发展战略研究中, 公共安全作为一个跨领域的研究课题, 面向科技强国和小康社会目标, 结合我国国情和发展需求, 开展公共安全科技发展战略研究和路径设计。本文探讨了构建安全保障型社会的内涵, 介绍了以建设全方位、立体化的公共安全体系为目标的公共安全科技中长期发展战略研究和路径, 提出了我国公共安全科技发展的总体思路 and 战略构想。

关键词: 公共安全体系; 战略研究; 安全韧性; 科技创新

中图分类号: D73/77-3 **文献标识码:** A

Development of the Public Safety System and a Security-Guaranteed Society

Liu Yi, Ni Shunjiang, Weng Wenguo, Fan Weicheng

(Institute for Public Safety Research, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Public safety, as an essential element of a nation's development, must be firmly embedded in and linked to the goal of the national power strategy. In the study of China's medium- and long-term development strategy for engineering science and technology, public safety is regarded as an interdisciplinary research field with the core capabilities of protecting life and safeguarding property for the public while maintaining economic development and social stability. In order to build a well-off society that is powerful in science and technology, it is urgent to improve public safety at all levels and to carry out research on a public-safety science and technology development strategy. This paper introduces the public-safety science and technology development strategy along with its path design.

Keywords: public safety system; strategic research; safety and resilience; technology innovation

一、前言

公共安全以保障人民生命财产安全、社会安定有序和经济社会系统的持续运行为核心目标 [1]。安全发展理念是新时期重要的发展理念, 构建安全保

障型社会是实现强国目标的必有之义。自 2003 年公共安全作为重要领域被纳入国家经济社会发展规划和国家科技规划以来, 我国公共安全科技水平和保障能力得到迅速提升, 成果显著。国家应急平台体系基本建成, 应急能力建设大幅提升, 增强了对

收稿日期: 2016-12-10; 修回日期: 2017-01-18

通讯作者: 范维澄, 中国工程院, 院士, 清华大学公共安全研究院, 院长, 教授, 研究方向为公共安全; E-mail: wfan@tsinghua.edu.cn

资助项目: 中国工程院咨询项目“中国工程科技 2035 发展战略研究”(2015-ZD-14)

本刊网址: www.enginsci.cn

突发事件应对和管理的能力 [2]; 自然灾害监测预测预警时效性和准确性明显提升, 社会安全风险防控网络基本形成, 快速反应和现场处置能力显著增强 [1], 公共安全综合保障一体化和社会化趋势日渐明显; 成套化技术装备体系向国外输出, 国际技术竞争力明显提升, 如 ECU911 技术系统在厄瓜多尔 7.8 级地震救援和震后重建中发挥了巨大作用 [3]。随着我国工业化、信息化、城镇化的快速推进, 公共安全事件易发、频发和多发的趋势日渐明显, 公共安全总量居高不下且复杂性加剧, 潜在风险和新隐患增多, 防控难度加大, 这些都给突发事件的应对和公共安全的保障提出了新挑战。健全公共安全体系, 全面提升公共安全保障能力, 构建安全保障型社会是重大而紧迫的历史使命 [1]。

二、国内外公共安全形势及发展历程

公共安全是世界各国经济社会良性发展和国家管理正常运行的前提和基础。在 2001 年“9·11 恐怖袭击事件”的巨大冲击下, 公共安全受到高度重视并被世界各国上升到国家战略的高度。美国、英国、日本、德国等国家均构建了突发事件管理和应对系统, 制定了相关法案以及各类应急预案, 确保重大突发事件的高效应对。美国建立了国家突发事件管理系统 (NIMS), 于 2003 年发布了《第 8 号国土安全总统令》, 提出强化美国国家突发事件的应急准备工作, 以便对各类突发事件开展有效预防 [4]; 并于 2011 年开始实施国家战略风险评估 (SNRA) [5]。英国建立了综合应急管理系统, 于 2001 年出台《国内突发事件应急计划》, 提出对可能致灾因子进行风险评估, 并于 2002 年发布《风险: 提升政府管理风险与不确定性的能力》报告, 2005 年开始进行风险排查登记工作, 评估未来 5 年内英国可能面对的重大灾害与威胁 [6]。日本建立了从中央到地方的防灾减灾资讯系统及应急反应系统。德国建立了危机预防信息系统。我国自 2003 年的“SARS 事件”后更加重视公共安全问题, 构建了以“一案三制”为代表的应急管理制度, 建设了“纵向到底, 横向到边”的国家应急平台体系。

近年来, 随着新技术的发展和全球化趋势的推动, 对公共安全的高度重视已经成为国际共识, 公共安全科技创新与引领成为国际趋势。2015 年联合

国通过了《2015—2030 仙台减轻灾害风险框架》, 提出大幅降低灾害对全球人口、经济、重要基础设施和服务的影响 [7]。美国发布《灾害应对与韧性 2030: 在“不确定”时代的战略行动》, 将未来公共安全综合保障聚焦于个体角色变化、关键基础设施保护以及新技术应用等方面, 确定未来公共安全发展的目标为更全面的准备、更准确的预测、更科学的响应和更迅速的恢复 [8]。欧盟发布《地平线 2020 计划》, 专门提出“安全社会 - 保障欧洲及其公民的自由与安全”板块, 将保护公民安全、打击犯罪和恐怖主义、保护民众不受自然灾害和人为事件的伤害等作为主要研究方向 [9]。日本在《科学技术基本计划 (2016—2020)》中确定了 13 个科技创新重点方向, 其中国家安全保障等 4 个方向与公共安全直接相关。我国的《国家中长期科学和技术发展规划纲要 (2006—2020 年)》对公共安全科技发展进行了系统的研究和部署。经过近十年的迅速发展, 目前我国公共安全四大核心技术——风险评估与预防技术、监测预测预警技术、应急处置与救援技术、综合保障技术的总体水平已超越发展中国家水平, 但与国际领先水平仍有约十年的差距 [10]。与国际水平相比较, 我国公共安全领域技术水平已形成“领跑、并跑、跟跑”三跑并行的基本格局, 但绝大部分还处于“跟跑”状态 (见图 1、图 2)。与技术领先国家相比, 我国基础研究向优势技术转化的能力较弱, 技术竞争还处于劣势; 引领和支撑国家公共安全治理体系与治理能力现代化的科技创新体系尚待健全 [1]。

三、公共安全科技体系

公共安全科技体系的框架可以用一个三角形来表征, 如图 3 所示。三角形的三条边分别是: 突发事件、承灾载体和应急管理, 联接这三条边的是灾害要素, 包括物质、能量和信息 [11]。灾害要素本质上是一种客观存在, 灾害要素超临界或遇到一定的触发条件就可能导致突发事件。公共安全科技发展的主要任务是通过突发事件、承灾载体和应急管理三方面的研究和有效控制, 实现公共安全保障。针对突发事件, 研究其孕育、发生、发展到突变的演化规律及其产生的物质、能量和信息等风险作用的类型、强度及时空特性。针对承灾载体, 研究其

在突发事件作用下和自身演化过程的状态及其变化，可能产生的本体和 / 或功能破坏，及其可能发生的次生、衍生事件。针对应急管理，研究在上述过程中施加人为干预，从而预防或减少突发事件的发生，弱化其作用；增强承灾载体的抵御能力，阻断次生事件的链生，减少损失；避免应急不当可能造成的突发事件的再生及承灾载体的破坏，以及代价过度 [12,13]。

公共安全领域的核心技术包括风险评估与预防技术、监测预测预警技术、应急处置与救援技术、综合保障技术，如图 4 所示。风险评估与预防技术是以预防或减少突发事件的发生，增强承灾载体的抵御能力和增强应急能力为目标，包括风险隐患识别技术、风险分析与评价技术、风险防范与控制技术等二级技术；监测预测预警技术以实现突发事件的全方位监测、精确定位、准确态势预测和全覆盖实时预警为目标，包括公共安全监测监控技术、突发事件预测预报技术、突发事件预警与发布技术等二级技术；应急处置与救援技术以实现

对突发事件的高效应急为目标，包括灾情评估与综合研判技术、应急决策支持技术、应急现场传感与通信技术、人员搜救与疏散避难技术、现场处置与控制技术等二级技术；综合保障技术以为公共安全预防与应急准备、监测预警、应急处置与救援和恢复重建全过程提供基础与技术保障为目标，包括应急过程与能力评估技术、公共安全数据支撑技术、公共安全标准化及认证认可技术、公共安全实验试验与仿真技术、突发事件情景构建与推演技术、公共安全培训演练与科普教育技术等二级技术。

四、公共安全科技发展的目标和任务

(一) 发展思路

坚持“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的指导方针，立足当前，着眼未来，加强高新技术应用和综合集成，强化实时感知预知、大数据分析决策、多功能智能化应急装备等关键技术的研发，聚焦“安全”和“智慧”，以科技创新为驱动，以风险预防为立足点，以有效应对和安全韧性提高为目标，构建全方位立体化的公共安全网，系统部署，重点突破，实现我国公共安全由被动应对型向主动保障型的转变。

(二) 发展目标

健全公共安全体系，构建全方位立体化的公共安全网，构建安全保障型社会 [1]。在风险评估与预防方面，实现已有风险可控，未来风险可知；在

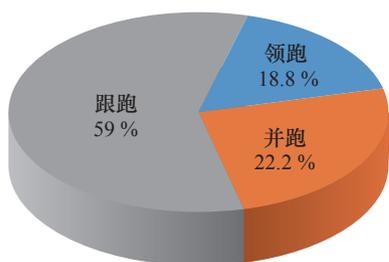


图 1 我国公共安全领域技术水平的基本格局

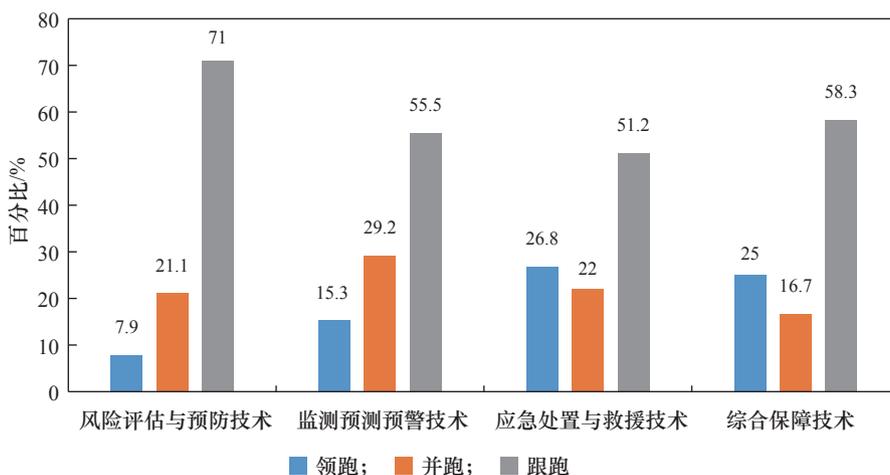


图 2 我国公共安全四大核心技术与国际领先水平的差距

监测预测预警方面,实现信息全面感知、数据多源融合、预测高度智能和预警精准发布;在应急处置与救援方面,实现应急指挥有力、应急协同有序、应急处置高效;在综合保障方面,实现城市与社区韧性持续增强、应急资源深度共享、应急平台与装备的一体化稳固支撑。

(三) 重点方向

面向未来公共安全复杂巨系统“风险-预测-处置-保障”高度联动和智慧、韧性管理的重大发展需求,构建全方位立体化的公共安全网,实现跨领域、跨层级、跨时间、跨地域全方位的公共安全保障。公共安全科技发展包括以下5个重点方向。

1. 全周期和全链条式的风险评估与预防

发展多灾种多尺度多物理场综合化和系统化风

险评估技术、多灾害耦合致灾过程模拟和情景构建技术、潜在未知风险的评估技术,实现风险评估的定量化、标准化、系统化。

2. 多灾种和多领域协同监测预测预警

发展综合考虑大气、海洋、生物、固体地球相互作用、综合考虑多种灾害交互作用的公共安全模拟预测技术,多行业多领域协同的系统化监测预警技术,实现监测的综合化、预测的智能化、预警的精准化以及监测预测预警的一体化。

3. 跨区域、跨层级、跨部门深度融合应急处置与救援

发展多功能、一体化的应急现场处置与救援关键技术、快速疏散和避难技术、多维信息实时传输技术、舆情深度分析技术、虚拟仿真技术、人员自动搜救技术、人体损伤评估技术、人-机-物深度融合在线应急感知技术、应急机器人技术等。促进协调有序性,增强恶劣灾害条件下的救援能力,实现应急处置与救援的高能化与高效化。

4. 标准化的公共安全应急技术装备体系

针对突发事件应对中人员救护和现场处置薄弱的问题,围绕公共安全应急的关键装备和应急需求,开展基础科学问题、共性关键技术、技术标准化和产业化等研究,研发出一批标准化、体系化、成套化、智能化的应急装备,全面提升应急保障能力 [1]。

5. 公共安全综合保障一体化平台

面向公共安全的业务持续管理和跨行业深度

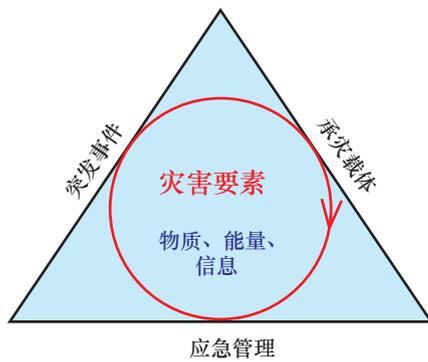


图3 公共安全三角形模型

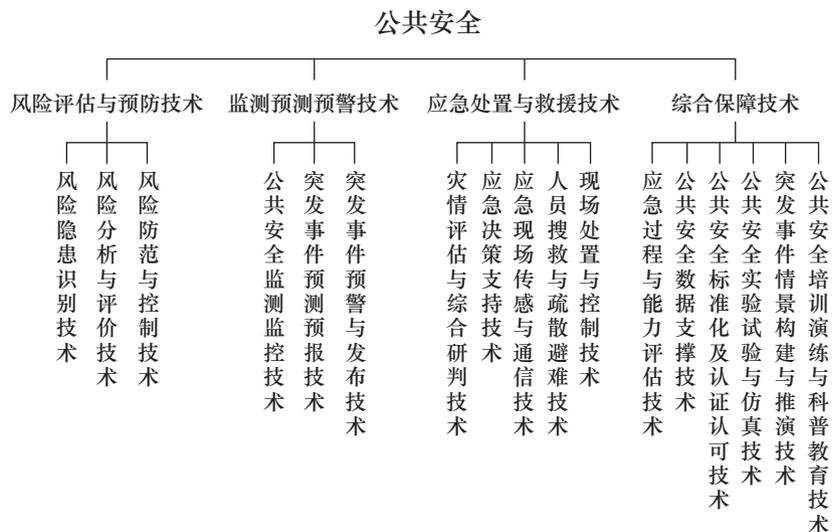


图4 公共安全领域核心技术体系

融合需求，研发和构建公共安全综合保障一体化平台，实现风险评估与预防、监测预测预警、应急处置与救援的高度综合保障，实现与交通安全、危险化学品管控、舆情监管、反恐反恐、电力安全、水利安全等领域的深度融合，提高公共安全的综合保障能力。

（四）重大科技研究与工程建设任务

1. 多圈层耦合、多领域融合的公共安全大型模拟器

研究综合考虑大气、海洋、生物、固体地球相互作用以及复杂性的模拟技术，实现地球系统各圈层、各物理生化过程、相互作用耦合机制的模拟和表达。研究综合指标体系、数据统计、情景演化等方法的风险评估技术，实现危险化学品、重点设施（危险化学品仓库、城市管网、深海管道、交通枢纽等）、重要能源（电、油、气、氢）等的全生命周期管理和全链条风险评估。研究大规模密集人群风险预警与疏散疏导技术、大规模交通疏散仿真技术、应急交通评估技术，构建区域疏散避难系统。研究重大灾害情景的感知、再现、仿真、推演技术，实现数字化信息与物理场信息的有效叠加，实现复杂灾害场景及其发展演化过程的模拟仿真与情景推演。研究网络舆情传播推演技术和面向反恐反恐的特殊个体识别、跟踪与追溯过程的模拟推演技术，实现线上—线下一体化的事件模拟与推演。研究与电力系统、水利系统等多种行业领域相关的公共安全问题模拟技术，实现多事件和事件链推演。构建多圈层耦合、多领域融合的地球系统模拟和突发事件演化模拟的大型综合模拟器。

2. 全方位立体化公共安全网

编制全方位立体化公共安全网，实现风险评估与预防、监测预测预警、应急处置与救援、综合保障四个方面的横向节点研究，以及交通安全、危险化学品、舆情、反恐反恐、电力安全、水利安全等纵向节点研究，实现网络节点之间互联互通，合力突破公共安全领域关键技术创新和关键设备研发的瓶颈，持续解决公共安全领域核心的科学技术问题，实现行业深度融合的全方位立体化公共安全网。

3. 城市公共安全与韧性保障工程

随着城镇化速度的加快，出现较多的大城市、特大城市及城市群，城市公共安全形势日益严峻，

人员聚集场所、道路交通、生命管网等脆弱性增加。针对以城市（城镇）为载体的高密度人员聚集区域的公共风险，建立符合我国各类人群特征的行为库，建成基于多源数据的城市动态风险监测、识别和评估平台。结合应用地理信息系统（GIS）、移动互联网、物联网等多项新技术，建成智能化、网联化的城市快速疏散和避难系统。对城市规划、生命线管网、重要设施和关键场所等进行全生命周期的管理，形成完善的城市管网系统、重要设施和关键场所安全评价体系，建成全国统一的城市安全管理与韧性保障平台。

4. 公共安全研究基地建设

建设一批国际先进的公共安全研究基地，如国家实验室、工程中心、创新中心等，包括开展突发事件的实验再现和耦合性机理研究的全类型实验室；进行原生突发事件、次生事件、事件链发展演化的大型实验研究基地；进行产品检测和装备的公共安全检测测试中心和认证基地；进行突发事件全过程模拟仿真、情景推演、综合研判、决策指挥等核心技术的实验验证基地、数据库和计算平台，先进可视化系统与平台等。

五、展望与挑战

展望未来，量子技术、人工智能、增材制造、微纳制造、生物制造、新能源革命、新型交通方式、海洋经济、空间探索、万物互联等新兴技术在为人类生活提供大量便利和优势的同时，也给公共安全带来了新的风险。经济全球一体化、老龄化社会、自然灾害的强度和频次增加、恐怖主义等新形势也给未来公共安全带来新的挑战。

（一）未知风险的评估

基于物联网、大数据、云计算、人工智能、模拟仿真、情景推演等技术构建风险预测预判工具，分析新技术、新材料、新产业、新政策等可能存在的无法承受或未认知到的潜在风险，实现对未知风险的预判以及灾害先兆事件的研究和关注。

（二）“数据—计算—推理”深度融合的未来推演

基于“数据—计算—推理”深度融合的未来推演理论和方法，从网络节点角度能够实现重点场所

和设施、重要能源与储备、重大工程等全生命周期的监测预测预警；从全网覆盖角度，能够预测未来新技术革命、全球格局变化等对公共安全形势带来的影响，推动构建面向未来的公共安全应对体系。

(三) 信息泛在化与万物互联形式下的公共安全

计算和通信等技术领域的变革，无限数据、无限存储、无限带宽将成为未来趋势，万物互联、人机交互，数据获取-处理-分析高度集成化与个性化，政府-机构-公众的高度交互与协同，决策结构与流程的扁平化，都给公共安全科学技术的发展、治理和服务能力的提升带来极大的挑战。

适应新形势，迎接新挑战，亟须健全公共安全体系，构建安全保障型社会，为人类社会的发展和进步保驾护航。

参考文献

- [1] 范维澄. 健全公共安全体系 构建安全保障型社会 [N/OL]. 人民日报, 2016-04-18(9) [2016-10-15]. http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2016-04/18/nw.D110000renmrb_20160418_2-09.htm. Fan W C. Improve the public security system and build a security-guaranteed society [N/OL]. China's Daily, 2016-04-18(9) [2016-10-15]. http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2016-04/18/nw.D110000renmrb_20160418_2-09.htm.
- [2] 中国初步建成国家应急平台体系 [EB/OL]. (2012-04-22) [2016-09-20]. http://news.xinhuanet.com/politics/2012-04/22/c_111822605.htm. China initially built a national emergency platform system [EB/OL]. (2012-04-22) [2016-09-20]. http://news.xinhuanet.com/politics/2012-04/22/c_111822605.htm.
- [3] 国家自然科学基金委员会. 中国科学家研发的公共安全应急平台为厄瓜多尔地震应急救援提供有力保障 [EB/OL]. (2016-05-20) [2016-11-16]. <http://m.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab109/info52328.htm>. National Natural Science Foundation of China. Public safety emergency platform developed by Chinese scientists to provide strong protection for Ecuador earthquake emergency rescue [EB/OL]. (2016-05-20) [2016-11-16]. <http://m.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab109/info52328.htm>.
- [4] Federal Emergency Management Agency (FEMA). December 17, 2003 Homeland Security Presidential Directive/HSPD-8 [EB/OL]. (2003-12-17) [2016-08-20]. <https://emilms.fema.gov/IS700aNEW/NIMS0102040t2.htm>.
- [5] Federal Emergency Management Agency (FEMA). The strategic national risk assessment in support of PPD 8: A comprehensive risk-based approach toward a secure and resilient nation [EB/OL]. (2012-10-09) [2016-08-20]. https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1854-25045-5035/rma_strategic_national_risk_assessment_ppd8_1_.pdf.
- [6] 游志斌, 杨永斌. 国外政府风险管理制度的顶层设计与启示 [J]. 行政管理改革, 2012 (5): 76-79. You Z B, Yang Y B. The top-level design and enlightenment of risk management system for foreign government [J]. Administration Reform, 2012 (5): 76-79.
- [7] United Nations. Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030 [R/OL]. (2015-03-18) [2016-11-19]. http://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf.
- [8] Federal Emergency Management Agency (FEMA). Crisis response and disaster resilience 2030: Forging strategic action in an age of uncertainty [R/OL]. (2013-07-30) [2016-11-20]. https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1816-25045-5167/sfi_report_13.jan.2012_final.docx.pdf.
- [9] European Commission. Europe 2020: A strategy for smart, sustainable and inclusive growth [R/OL]. (2010-03-03) [2016-11-22]. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:EN:PDF>.
- [10] 专家: 我国公共安全核心技术与国际领先水平约相差十年 [EB/OL]. (2016-09-11) [2016-11-25]. http://news.xinhuanet.com/tech/2016-09/11/c_1119547167.htm. Expert: China's core technology in public security lags behind the international leading level by ten years [EB/OL]. (2016-09-11) [2016-11-25]. http://news.xinhuanet.com/tech/2016-09/11/c_1119547167.htm.
- [11] 袁宏永, 黄全义, 苏国锋, 等. 应急平台体系关键技术研究理论与实践 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2012. Yuan H Y, Huang Q Y, Su G F, et al. Theory and practice of key technologies of emergency platform system [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2012.
- [12] 范维澄院士: 公共安全科技的思考 [EB/OL]. (2011-09-26) [2016-10-10]. <http://tech.qq.com/a/20110926/000400.htm>. Academician Fan Weicheng: Reflections on public security science and technology [EB/OL]. (2011-09-26) [2016-10-10]. <http://tech.qq.com/a/20110926/000400.htm>.
- [13] 周萍. 范维澄: 公共安全科技发展前景广阔 [J]. 中国减灾, 2012, 194 (23): 4-7. Zhou P. Fan Weicheng: Public security science and technology, and its broad development prospect [J]. Disaster Reduction in China, 2012, 194 (23): 4-7.