

中国公共安全科技发展及其在澳门的应用实践

陈建国, 赵秀娟, 范维澄

清华大学工程物理系, 清华大学公共安全研究院, 北京 100084

摘要 公共安全是国家安全和社会稳定的基础, 是国家治理现代化的重要保障。随着中共中央和国务院的重视及科技投入的不断加强, 特别是《国家中长期科学技术发展规划纲要(2006—2020年)》实施以来, 中国公共安全科技发展取得长足进步。从公共安全科技发展、中国目前面临的机遇和挑战两方面, 介绍了澳门特别行政区在“天鸽”台风后加强公共安全科技保障方面的举措和成效。

关键词 公共安全科技; 天鸽台风; 应急指挥应用平台; 预警信息发布

公共安全是国家安全和社会稳定的基础, 是国家治理现代化的重要保障。实现国家治理体系和治理能力的现代化, 离不开科学高效的安全管理、先进的技术装备和深入人心的安全文化, 这些均依赖于公共安全科技创新。紧密结合国家公共安全重大需求, 从顶层设计出发, 从体系性问题入手, 大力发展公共安全科技, 对提高国家公共安全主动保障能力, 建立健全国家公共安全治理体系, 把中国建设成为安全科技与产业强国, 提升综合国力具有重大而深远的意义。

1 公共安全科技发展趋势

国际上对公共安全科技发展非常重视, 从关注单一自然灾害到关注灾害链和多灾种的研究, 从自然灾害、人为灾害的分别研究到智慧安全城市的全面研究, 公共安全科技发展经历了从传统安全保障向韧性提升、综合风险治理的跃升, 世界上主要发达国家一直重视并不断加强公共安全科技创新能力建设。美国对于公共安全的研究一直处于世界前沿, 20世纪80年代便形成了一套较为系统的关

收稿日期: 2019-10-09; 修回日期: 2019-10-30

基金项目: 国家自然科学基金项目(71790613); 国家自然科学基金和澳门科学与技术发展基金联合资助项目(71861167002)

作者简介: 陈建国, 副研究员, 研究方向为灾害动力学模拟、突发事件次生及衍生规律、城市风险监测分析与评估技术, 电子信箱: chenjianguo@tsinghua.edu.cn

引用格式: 陈建国, 赵秀娟, 范维澄. 中国公共安全科技发展及其在澳门的应用实践[J]. 科技导报, 2019, 37(23): 17-24; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2019.23.003

于公共安全概念和理论,并在总结大量灾难教训的基础上,将公共安全应急管理分为减灾、备灾、应灾和恢复4个阶段^[1-2]。同时,美国投入大量的资源开展公共安全科学研究和实验,发展各类公共安全指挥系统,并进行不同级别应急演练。日本面对频发的自然灾害建立了符合其国情的突发事件管理体制机制。科研方面建立了国立防灾研究院,投入大量的资源提升灾害监测科学技术水平,尤其是发展地球同步轨道气象卫星、对地观测卫星系统、风廓线雷达网、高性能计算技术和新一代遥感遥测技术,提高数据处理、模拟、实时监测、预警等应对突发公共安全事件的能力。意大利从各个方面提升突发事件应对能力,尤其重视利用科技手段应对突发事件,采用网络信息技术建立多部门联动指挥与信息共享系统,将最新的卫星技术和信息通信技术应用到灾害监测与预测工作中,并利用信息技术开展人员疏散和救助工作^[3]。俄罗斯建立了一套完备的应急管理组织体系,面对突发事件,实行“逐级负责,垂直管理”的原则,实现对突发事件的快速处理。俄罗斯在切尔诺贝利核泄漏事件后,也已将对公共安全的研究从防卫扩展到预防和降低风险上^[4]。德国建立了国家和地方的二级应急管理体系,由各个州对所管辖范围实施救助、预防、处置,建立州内常规的应急管理体系,跨州救援由联邦政府进行协调。德国建立了现代化的公共安全应急信息系统,利用计算机系统、数据库系统、地理信息系统、卫星定位系统、遥感系统和视频系统建立了庞大的信息共享体系,在公共安全管理中起到了极为重要的作用^[5]。从世界各个国家在公共安全科技发展的先进经验来看,均以机制体制为保障、以完善体系为基础、以先进科技为支撑,全面发展公共安全科技,促进公共安全领域的进步。

总体上看,公共安全科技呈现越来越明显的不同领域加速融合、科技-产业-管理协同发展的趋势。风险评估与预防技术正逐步趋于标准化和模型化,并由单灾种向多灾种综合风险评估转变;监测预测预警技术向综合感知、多灾种耦合与跨领域智能预警方向发展;应急处置与救援技术装备正朝着多技术集成、多功能、智能化及成套化方向发展;

综合保障技术更注重基于云计算和大数据的综合决策及多灾种耦合的实验平台建设。同时上述技术在增强城市韧性、保障重大基础设施安全等方面的集成应用,也已成为国际上公共安全科技发展的新趋势。

2 中国公共安全研究现状、面临的机遇和挑战

2.1 中国公共安全科技发展现状

中国公共安全领域技术总体处于国际先进水平,某些点上处于国际领先水平,总体超越发展中国家水平,但总体与国际领先水平差距较大。中国公共安全概念包括4个方面,即自然灾害、事故灾难、公共卫生事件、社会安全事件。面对这些公共安全领域的问题,如何构建适用于中国公共安全的科技体系,是中国公共安全科技界一直思考的问题。中国公共安全领域基础研究成果向领先优势技术转化的能力较弱,从美国、日本、德国、英国和中国的来源技术和领先技术数量以及技术转化比率来看,中国的技术转化比率最低。与技术领先的国家相比,中国的公共安全领域技术竞争处于劣势,大多属于实验室和中试阶段。

目前,在基础理论研究方面,各个高校开展了相关的研究工作,例如清华大学公共安全研究院、清华大学合肥公共安全研究院、南开大学城市公共安全研究中心、天津大学应急平台研究中心等都汇聚了各个领域的专家,从基础理论方面进行研究,培养从事公共安全研究工作的专业人才,推动国家公共安全的发展。在实际应用方面,清华大学秉承产学研相结合的理念,依托于清华大学公共安全研究院的技术优势,致力于公共安全和应急技术的产业化,并立足于支持清华大学公共安全学科的长远发展,通过成果转化和社会实践,丰富公共安全科技内涵和产业链,为国家和社会做出贡献。

针对公共安全科学理论,经过长期研究,公共安全科学界提出了公共安全体系的三角形模型(图1)^[6]。突发事件指可能给人、物、社会系统造成灾难性破坏的事件,主要研究其从孕育、发生、发展到突

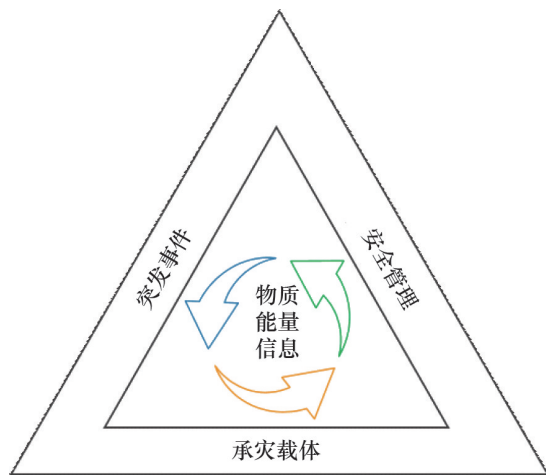


图1 公共安全体系三角形模型

Fig. 1 Triangle model of public safety system

发成灾的演化规律及其产生的风险作用。其产生的作用包括能量、物质与信息3种类型。承灾载体包括人、物和经济社会运行系统3类突发事件的作用对象。突发事件作用于这3种承灾载体,对其产生损害。应急管理主要是指将人为干预加入突发事件作用于承灾载体的过程中,以减少突发事件的发生,减轻突发事件对承灾载体造成的损害。公共安全体系的三角形模型体现了公共安全科技研究的核心内容,即通过研究突发事件、承灾载体的特点,突发事件作用于承灾载体的方式、规律、破坏模式,以及人为干预对于该过程的影响,获得弱化灾害要素、阻断突发事件破坏过程及减少其可能带来的损害手段。针对公共安全科技方法学,相关专家概括为“4+1”,即确定性方法、随机性方法、基于监测探测的方法、复杂系统方法,以及这4种方法中的2种或2种以上通过相互嵌入的方式形成的综合性方法^[7]。

在公共安全科技的实际应用方面,中国政府给予了强有力的支持。2012年,习近平总书记在清华大学视察了公共安全研究院,并强调:“公共安全建设对于构建和谐社

会安全、生产安全、综合保障与应急等领域科技成果的转化应用,例如国家公共安全应急平台体系、10亿级别法定身份技术应用平台、1800 m水平长钻孔瓦斯抽采装备、极端工况下压力容器设计制造及安全维护技术、大型灭火/水上救援水陆两栖飞机等,行业科技水平取得大幅提升,为解决社会关注的民生问题提供了有效的科技支撑;加强国家重点实验室等科研基地建设,支撑了安全科学与工程一级学科发展和人才队伍建设。公共安全科技对提升公共安全保障能力的支撑作用日益显现。

2.2 中国公共安全科技研究面临机遇和挑战

目前,尽管中国的公共安全科技发展迅速,但在公共安全科技创新方面还存在一些薄弱环节和深层次问题。具体而言,中国总体的公共安全科技研究水平与国际领先国家相比还有一定的差距,技术创新体系建设还比较薄弱,自主研发能力有待进一步提高。因此,建立更为完善的公共安全应对体系、研究更为扎实的基础理论、发展更为先进的公共安全科技仍然是当前紧迫的一项任务,特别是在当前信息化和国际化快速推进时期,利用物联网、大数据、云计算、人工智能、5G等新技术助力公共安全科技发展显得极为重要。这些新技术可以提升安全风险监测的准度、信息回传的时效、灾害预测预警的精度、灾损评估的速度、部门协同的效率。然而,这些新技术的发展在助力公共安全科技发展的同时,也催生出新的犯罪形式和特点,传统社会安全风险与新生风险相互渗透、现实风险与潜在风险相互交织,各种风险隐患极易引发社会安全事件,利用网上网下相互作用、新旧媒体叠加共振,实现网络社会与现实社会综合管控和协同处置也极其重要。公共安全的复杂性需要智慧地应对,如何利用新型技术加强公共安全科技发展,如何发现、识别和评估风险,如何利用互联网监测与快速预警、如何对次生衍生事件进行及时准确地预测预警、如何利用大数据进行多部门协同、体系化应对与治理是当前城市公共安全面临的要点和难点。

3 澳门特别行政区公共安全建设举措与成效

澳门地处广东省中南部,位于珠江三角洲西岸,每年5~10月为台风季节,受到台风的直接影响。2017年8月23日,澳门遭受有台风观测记录以来影响澳门最强台风“天鸽”的正面袭击,造成10人死亡,244人受伤,直接经济损失83.1亿澳门元,间接经济损失31.6亿澳门元^[8],成为当地50年以来损失最惨重的灾难。

“天鸽”台风后,澳门特别行政区行政长官崔世安批准设立了“检讨重大灾害应变机制暨跟进改善委员会”,对“天鸽”台风灾害造成的影响与危害进行全面评估与反思。同时,邀请国家减灾委专家团队前往澳门进行实地调研指导(图2)。在减灾委专家团队的协助下,澳门特别行政区政府发布了《澳门“天鸽”台风灾害评估总结及优化澳门应急管理体制建议》,提出在建立健全应急管理“一案三制”、提升气象及海洋灾害监测预警能力、提升灾情统计评估能力、加强生命线工程和重要基础设施防

灾减灾能力、健全完善粤港澳应急联动协作机制、建立健全政府主导/社会协同/公众参与的应急管理格局等方面进行应急管理体系的优化^[9]。并于2017年11月14日,开启了编制《澳门特别行政区防灾减灾十年规划(2019—2028年)》的任务。该规划立足于澳门实际,深入总结“天鸽”台风应对的经验教训,从澳门安全城市建设各个角度制定了主要任务和行动方案,是指导未来10年澳门防灾减灾和应急管理能力建设的行动指南。

3.1 科研合作

从科研层面,清华大学与澳门城市大学联合申报国家自然科学基金国际(地区)合作与交流项目“‘天鸽’台风后澳门应急决策体系优化的基础问题研究”,该项目针对“天鸽”台风后澳门应急管理中暴露出的相关体制、机制、法规不健全,跨部门跨地区协调联动不畅通,预防与应急准备不充分,专业人才队伍装备相对薄弱等诸多问题,研究澳门应急决策体系优化的基础科学问题,为澳门台风灾害等突发事件应急管理优化提供切实可行的科学基础和参考,并提出构建下一代符合澳门特情的应急管理体系的设想。为达成该目标,项目开展符合澳门特殊情况的台风等突发事件应急管理机制、台风预防与应急过程的综合信息集成与分析方法、台风灾害影响下综合风险管理和韧性澳门、台风灾害跨部门协同决策理论与方法、考虑澳门行政架构的应急管理平台体系共5个研究内容。

3.2 技术合作

清华大学公共安全研究院结合澳门特点,采用先进的技术手段,为澳门特别行政区民防中心分3期建立应急指挥应用平台,对民防架构30个成员部门进行信息整合集成,实现一体化民防应急。2018年3月,行政长官崔世安带队访问清华大学(图3),听取了关于“澳门指挥和城市安全运行管理平台”的工作汇报和现场演示,并表示“澳门特别行政区政府制定了防灾减灾工作计划,其中与清华大学的合作是重中之重……澳门特别行政区政府希望清华公共安全研究院开发的应急系统平台能够让澳门同胞感受到祖国的科技进步,以及国家对澳门发展的关心和支持”。



(a) 澳门特别行政区行政长官会见国家减灾委员会专家团队



(b) 清华大学团队就民防应急能力提升建言献策



(c) 澳门特别行政区警察总局局长与清华大学团队进行交流

图2 内地减灾专家团队赴澳门特别行政区调研交流
Fig. 2 Disaster reduction expert team in Mainland China went to Macao SAR for research and exchange



图3 澳门特别行政区行政长官访问清华大学

Fig. 3 Visit of the chief executive of the Macao SAR to Tsinghua University

澳门应急指挥应用平台依托《澳门防灾减灾中长期规划 2019—2028》总体构想,分为突发事件接

报、应急事件处置、资源数据管理、预警发布和一张图辅助决策5个子系统(图4)。该平台采用先进的技术从突发事件接报与部门联动处置、市民咨询求助处理、日常资源维护、台风来临前的预警预报等方面为澳门特别行政区服务。

1) 一张图决策辅助技术。在传统警情与求助接报的基础上,澳门应急指挥应用平台应用了一张图辅助决策技术(图5)。该技术将资源信息、气象讯息、态势分析、水浸情况均加入到其中,为澳门民防部门工作人员实时了解整个台风事件局势。

2) 多渠道预警发布技术。澳门应急指挥应用平台预警发布子系统提供了多渠道预警信息的发布(图6),包括预警信息公众手机应用程序(APP)、微信、大喇叭等渠道,确保民众最大范围能接收到官方民防信息,防止谣言散布,提前帮助市民备灾。通过开发APP,将应对突发事件知识锦囊、求助热线、实时避险资讯、民防消息等信息融合,为市民提供全方位应对灾害策略。此外,将靶向发布技术应用于大喇叭民防信息播放中,可根据需要发送预警信息区域大喇叭进行选择,以便只对受影响区域播报预警信息而不打扰其他未被影响区域居民(图7)。

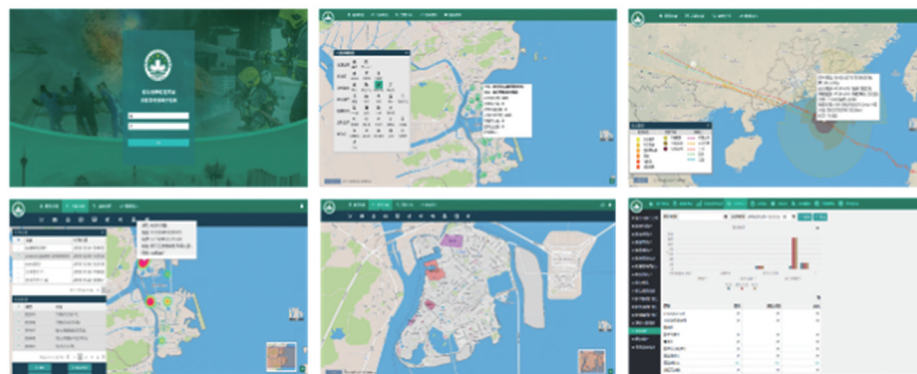
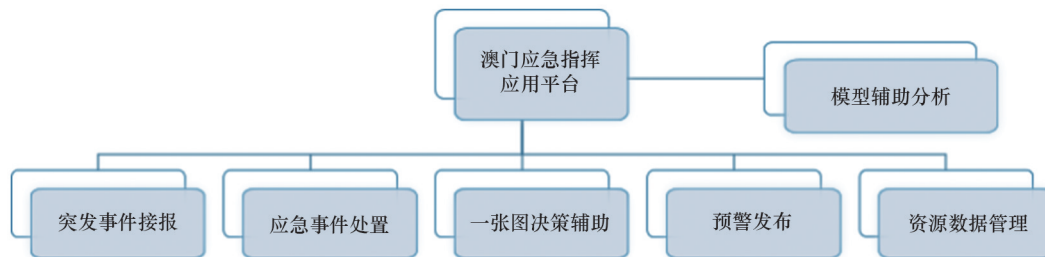


图4 澳门应急指挥应用平台

Fig. 4 Macao emergency command application platform



图5 一张图辅助决策

Fig. 5 Common operational picture technology for decision making



图6 多渠道预警发布技术

Fig. 6 Multichannel early warning release technology

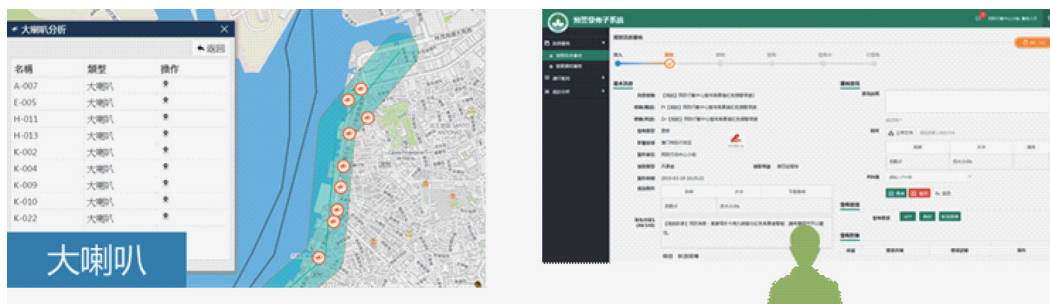


图7 大喇叭靶向选择发布技术

Fig. 7 Target selection and release technology of large horn

3) 民众避险智能化综合管理技术。清华大学为澳门特别行政区社会工作局建立避险中心综合管理平台,增强社会工作局对避险中心的日常管

理,提高居民入住避险中心的效率。如图8所示,在台风期间启动避险中心后,受台风影响民众可通过手机二维码扫描、多种证件(包括澳门本地居民

证、回乡证、各国护照等多种证件)读卡等多种途径进入避险中心并领取相关物资。并同时在该系统显示相关信息。同时,现场视频回传至系统平台,帮助工作人员实时查看是否有特殊事件需要处理。此外,澳门应急指挥应用平台可以实时从社会工作局避险场所管理平台获取统计数据,帮助民防行动中心工作人员实时查看相关数据,通过新闻媒体向公众汇报相关情况。

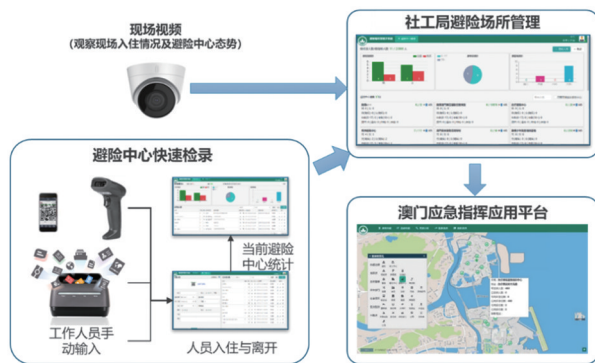


图8 澳门特别行政区政府社会工作局避险中心管理系统
Fig. 8 Management system of sheltering center for Social Work Bureau of Macao SAR Government

3.3 应用实践与成效

2019年7月31日,澳门进入热带风暴“韦帕”影响圈,澳门地球及气象局发布“悬挂八号风球”通知,民防行动中心启用,澳门应急指挥应用平台及社会工作局避险场所管理平台第一次正式应用。行政长官崔世安亲临民防行动中心作出工作指示(图9)。



图9 澳门特别行政区行政长官崔世安视察民防行动中心
Fig. 9 Cui Shian, chief executive of the Macao SAR, inspected the center for civil defense operations
(图片来源:澳门特别行政区政府警察总局)

在本次应对热带风暴潮“韦帕”期间,澳门应急指挥应用平台及社会工作局避险场所管理平台起到了极为重要的作用,应用情况如图10所示。通过预警发布子系统,民众实时收到了预警信息及重要通知,了解机场、码头、关口及其他道路情况,帮助民众合理安排行程,实时发送社会工作局开放的避险中心情况以及各地水浸情况,帮助民众了解实况,寻求帮助。在此期间,通过澳门应急指挥应用平台,民防架构30个部门紧密合作,共收到214宗咨询求助个案,生成共30宗事故报告并对事故进行处置。社会工作局在开放的两个避险中心共接收了24名人士入住,包含12名澳门市民、5名香港旅客、4名菲律宾籍外劳、1名日本旅客。



(a) 平台使用 (b) 手机APP避险中心信息

图10 “韦帕”期间澳门指挥应用平台应用情况

Fig. 10 Application of command application platform in Macao during the period of "Wipha"

“天鸽”台风后,澳门特别行政区政府采取了各种措施加强澳门应对突发事件的能力。澳门应急指挥应用平台与避险中心综合管理平台的建设与成功应用是澳门特别行政区政府在应对突发事件的基础上,逐渐实现对于城市关键基础设施运行状态的监控,实时监测监控城市安全风险隐患,构建完善的平灾结合的综合性安全管理平台,为建设智慧安全的澳门提供关键支撑。

4 结论

《国家中长期科学技术发展规划纲要(2006—

2020年)》实施以来,中国公共安全科技得到了快速发展,初步建立了公共安全科技创新体系,发展了风险评估与预防、监测预测预警、应急处置与救援等公共安全关键技术,推进了部门联动和科技成果转化应用。澳门特别行政区在内地公共安全科技全面开花的背景下,积极融入和推进公共安全科技提升政府管理水平的各项工作。在新中国成立70周年、澳门特别行政区回归20周年之际,建立健全了公共安全应急管理体系。

未来10~15年,在中国政府主导、科技工作者的努力、全社会的广泛参与下,中国的公共安全科技发展需要瞄准世界公共安全科技前沿,重点围绕公共安全关键科技瓶颈问题开展基础研究、技术攻关、装备研发和应用示范,全面增强公共安全自主创新能力,促进安全产业成为主要经济增长点之一,建立建成高水平科研基地和高层次科技人才队伍体系。

致谢:澳门特别行政区政府警察总局、社会工作局为本文提供资料。

参考文献 (References)

- [1] Drabek T. Human system response to disaster[M]. New York: Springer-Verlag, 1986.
- [2] Rubin C B. Recovery from disaster[C]//Drabek T E, Hoetmer G J. Emergency Management: Principles and Practice for Local Government. Washington, DC: International City Management Association, 1991.
- [3] 葛俊, 姜山. 意大利应对突发事件的应对机制和科技手段[J]. 全球科技经济瞭望, 2006(1): 38-41.
- [4] 国外公共安全研究简况[J]. 中国高校科技与产业化, 2008(7): 26-27.
- [5] 陈丽. 德国应急管理的体制、特点及启示[J]. 西藏发展论坛, 2010(1): 43-46.
- [6] 范维澄, 晓讷. 公共安全的研究领域与方法[J]. 劳动保护, 2012(12): 70-71.
- [7] 范维澄, 刘奕, 翁文国. 公共安全科技的“三角形”框架与“4+1”方法学[J]. 科技导报, 2009, 27(6): 3.
- [8] 新华网. 台风“天鸽”造成澳门经济损失114.7亿元[EB/OL]. [2019-09-30]. http://www.xinhuanet.com/gangao/2017-09/06/c_1121618235.htm.
- [9] 澳门特别行政区政府. 澳门“天鸽”台风灾害评估总结及优化澳门应急管理体制建议[EB/OL]. [2019-09-30]. <http://www.gep.gov.mo/event/>.

China's development of public safety science and technology and its application in Macao

CHEN Jianguo, ZHAO Xiujuan, FAN Weicheng

Institute of Public Security Safety Research, Department of Engineering Physics, Tsinghua University, Beijing 100084, China

Abstract Public safety is the base of national security and social stability and is important for ensuring national modernization development. The Chinese public safety technology has obtained obvious progress owing to the high attention of government, especially the support of National Medium and Long-term Plan for Science and Technology Development (2006-2020). This paper describes the Chinese public safety technology development, chances and challenges. Besides, the technology used and achievements obtained by Macao Special Administrative Region (SAR) after Typhoon Hato are presented.

Keywords public safety technology; Typhoon Hato; emergency command platform; warning information dissemination ●



(责任编辑 王志敏)