



大数据时代的灾害预警创新

——以阳江市突发事件预警信息发布中心为案例

周利敏 龙智光

摘要: 大数据灾害预警尽管并非具有“无比优越性”,但它的确有助于摆脱传统预警存在的种种弊端。阳江市突发事件预警信息发布中心展现了大数据灾害预警何以可能的图景,初步形成了“无缝对接”预警平台、“全面覆盖”预警发布手段、“五区六岗”预警整合核心及“到底到边”预警整合目标。大数据灾害预警需要健全不同应急部门主动响应机制及跨部门预警合作机制,它不仅体现了“数据主权”,更重要拥有了“预警主权”,标志着从行政化向“互联网+”、从“预报”向“实报”和“精报”、从“感性治理”向“量化治理”、从“应急治理”向“源头治理”转变,但也存在如何充分利用大数据时间属性特点、如何让巨量“盲数据”活起来、如何提升公众主动获取与运用预警信息意识、如何避免大数据快速预警优势而出现“过度预警”与“过度应急”现象等局限。毋庸置疑,大数据灾害预警为学界、政府和实务界提供了极其宝贵的研究范式、政策工具和实践探索。

关键词: 大数据; 风险治理; 灾害预警; 预警信息

中图分类号: G203;X43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7320(2017)03-0121-12

21世纪以来,我国重特大灾害频频发生,例如2008年汶川地震、2012年玉树地震、2013年芦山地震和2014年鲁甸地震等地震灾害,气象灾害如2008年南方冰雪灾害、2010年舟曲泥石流及各类台风洪水灾害,社会灾害如2012年石家庄赵县工业园爆炸事故、2013年济南车间爆炸事故、2014年昆山爆炸事故、2015年天津港大爆炸、2015年深圳滑坡事故、2015年黑龙江煤矿火灾爆炸事故、2015年柳城县连环爆炸事故、2015年东方之星沉船事故和2015年上海外滩踩踏事故等。这些灾害的发生固然有自然因素,也有人为原因(周利敏,2016a:97-103),其中重要原因是由于预警能力薄弱造成的。

1960年代以来,国际学术界与实务界越来越认识到预警是防灾减灾工作中的关键环节,但我国现代预警实践起步晚及受制度、技术限制等原因,预警能力相对不足,无法适应现代灾害治理需求。与此同时,大数据作为一场重大的技术和思维革命,正在使预警理念、行为模式及组织方式发生深刻改变。大数据灾害预警通过对巨量数据快速收集、有效挖掘与及时研判,以最有效、最快速及最便捷方式向管理部门和民众提供预警信息。英国皇家联合军种国防研究所研究发现大数据有利于提高个人与群体灾害风险中行为预测的预见性与准确度(Couch & Robins,2013)。

欧美一些国家已开始将大数据运用到应急管理实践中,希望通过大数据增强应对自然灾害和恐怖袭击的预警能力,同时提升为公众提供预警信息和应急咨询的服务能力(Shindelar,2014:52-56)。国内实务界和学术界也关注到大数据在应急管理中的应用(马奔、毛庆锋,2015:136-151),但总体上仍处于起步阶段,在预警领域更是如此。2015年5月,国家预警信息发布中心成立,探索通过大数据预警系统和共享平台,第一时间精准发布预警

信息。2016年3月,珠三角气象灾害监测预警中心正式运行,以大数据技术应用为基础,将防灾减灾及气象服务等能力结合一体。

本文将聚焦几个问题:如何厘清传统灾害预警和大数据灾害预警概念与内涵;国内灾害预警研究状况如何;什么是“阳江模式”,它代表的大数据灾害预警实践状况如何;如何在总结“阳江模式”经验基础上建构大数据灾害预警理论框架及大数据灾害预警系统模型,以及如何反思大数据灾害预警实践。希望通过对这些问题的探讨,为大数据灾害预警研究提供有益的学术铺垫。

一、灾害预警:文献综述与概念界定

就学界而言,国内灾害预警研究主要有几种视角:第一,西方起源论。西方学者在二战时就开始研究灾害预警,并形成了一系列成熟理论,各个国家也普遍建立了社会预警机制。第二,减灾里程碑论。1998年9月,德国波兹坦召开了“减轻自然灾害预警系统(Early Warning System)国际讨论会”,大会指出预警在人类减轻自然灾害历史上具有里程碑意义,应成为21世纪减灾对策的主要组成部分(林蓉辉,1999:16-18)。第三,灾害预警三要素论。夸兰泰利认为第一要素是对灾害进行评估,第二要素是一旦潜在风险达到预先认定标准,相关组织就需要为潜在灾区及人们提供预警信息,第三要素是预警的有效性,它是指人们对预警的有效反应。第四,风险预警应急体系研究,同时探讨风险预警与应急管理体制未来发展趋势(徐华、薛恒新,2009:5-8;陶鹏、童星,2013:60-65)。第五,灾害预警典型模式论(童星,2008:66-72)。西方国家特别重视在灾害进行防灾减灾工作及预警机制设计,同时构建可操作化的预警指标体系。第六,灾害预警人类学研究,少数民族的传统知识是人类学研究灾害预警的一个重要内容(李全敏,2013:16-20)。第七,灾害预警理论研究,如企业危机预警理论(雷战波等,2005:34-36)、信息管理理论(肖群鹰、朱正威,2008:86-90)和系统论(潘攀,2010:101-103)等。总体而言,国内相关研究还处于起步阶段,经济领域和企业管理领域的风险预警研究较多,灾害领域的预警研究较少。而且,预警理论层面探讨的较多,实践层面关注不足,理论与实践结合的研究更是少见,尤其缺乏将大数据挖掘技术、决策支持技术和预警思维应用结合起来的研究。

灾害预警是根据灾害预警指标,向处于风险中的人们提供及时准确信息,进而实行有效的风险识别、风险评估、风险警示与风险警告,以便采取有效措施进行规避风险。对于无法及时排除的风险,管理者实行有效的风险预测、预警及预控,将潜在风险消除在萌芽状态,或者尽量使风险损失降到最低(张小明,2006:14-19)。灾害预警包含对灾害早期预警、灾害临灾预警以及灾害过程中动态预警等^①。与此对应,大数据灾害预警是指通过对巨量数据快速收集、有效抓取、深入挖掘及实时分析,为人们提供精确风险识别、评估、警示及警告服务。

学界普遍认为灾害预警理念的提倡及实践的开展在防灾、减灾与救灾领域中具有里程碑意义,但对传统灾害预警的不足没有给予足够的重视。在当代,灾害日益具有复杂性、多元性、衍生性和跨界性等新特点(张海波,2016:6-9),传统预警模式遇到越来越多的挑战:首先,传统灾害预警能力欠缺,它主要根据灾种、灾情和行政区域进行预警,预警范围、密度、精度、项目及种类等无法适应现代灾害发展需求。其次,传统灾害预警属于分灾种、分系统与分部门管理模式,导致预警“条块分割”、“部门分割”和“各自为战”等局面。再次,传统灾害预警协调能力欠缺。由于预警部门分隔,无法有效实现社会联动、部门协调和跨界治理,导致灾害预警应急处置反应迟缓。最后,在传统灾害预警中,民众预警意识淡薄、参与度低,无法应对复合型灾害治理需求。

随着传统灾害预警弊端不断呈现,与之相对应,大数据日益成为灾害预警的新趋势,目前学界对二者并没有进行明显的区别,比较既能体现传统灾害预警的不足,更能突显大数据灾害预警优势及发展趋势(见表1)。第一,“简单因果假设”与“复杂相关”预警分析不同。传统灾害预警是先假设再验证的分

^①本研究则侧重于气象灾害预警,对某一特定区域某一部分、在某一特定期间内预期的气象灾害进行监测、预测、预报及预控。

析逻辑,对单一部门数据进行抽样分析,难以适应复合型灾害治理需要,大数据从全样本、全要素和全方位对巨量预警信息进行复杂相关分析。第二,“经验推动”与“大数据推动”预警决策不同。传统预警基于经验作出预警决策,大数据将各种非结构化、半结构化数据转化结构化数据进行科学决策。第三,“行政化预警”与“互联网+预警”不同。传统预警基于行政命令与科层管理基础之上,大数据灾害预警则是信息化、电子化与“互联网+”的扁平化灾害预警模式。第四,“碎片式预警”与“整合式预警”的不同。传统预警部门各自为战、资源浪费与职能重叠,大数据整合了不同部门的巨量预警数据,实现了预警流程的无缝隙整合。第五,“模糊预警”与“精准预警”的不同。传统灾害预警信息具有模糊、零散和杂乱等特征,大数据通过整合不同部门的巨量数据,将看似毫无关系的灾害信息进行关联分析,从而实现精准预防、预测与预控。第六,“滞后预警”与“快速预警”不同。传统预警部门分割和数据孤立,对灾害往往采取迟缓的事后补救模式,大数据预警通过统一的共享预警平台,对潜在风险进行实时分析、动态判断及提前预防。第七,“忽视个体”与“精细化个体”服务不同。传统预警受技术与制度制约,个人预警信息需求难以满足。在大数据时代,通过大联网、大集中和大移动等技术,为普通民众提供精细化和个性化预警信息服务。

表1 传统灾害预警与大数据灾害预警比较

比较层面	传统灾害预警	大数据灾害预警
预警分析	简单因果假设、抽样样本、局部分析	复杂相关分析、全样本、全要素和全方位
预警决策	经验推动、经验决策、感性决策	大数据推动、结构化或转换成结构化数据
预警模式	行政化预警、行政命令、科层管理	互联网+、信息化、电子化、扁平管理
预警协同	碎片式预警、各自为战、资源浪费与职能重叠	整合式预警、无缝隙整合、统一管理、统一发布和统一行动
预警准度	模糊预警、信息零散、杂乱	“精准预警”、统一、整合、相互关联
预警速度	滞后预警、部门分割、数据孤立、事后补救	快速预警、共享平台、实时分析、提前预防
预警服务	“忽视个体”、技术制度制约	“精细化”、个性化服务

二、阳江模式:大数据灾害预警的新实践

选择阳江模式作为大数据灾害实践的典型案例,人们难免会质疑,这一个案具不具备代表性?首先,大数据在灾害预警中的实践非常少,可供选择的典型案例就更少了。目前,实践中有了零星的案例,但代表性方面存在许多局限。其次,在大数据概念出现之前,最接近的就是气象灾害数据,人们普遍认为气象灾害数据具有庞杂、众多和量大等特征。近几年来,它作为大数据越来越得到了社会认同。根据2016年1月中国气象网的调查显示,“智慧气象”和“气象大数据”不再是陌生概念,越来越多的民众熟悉^①。再次,高人口增长、城市化和全球气候变化加剧了灾害的频率,影响了全世界人民生命和财产安全,这种灾害相关信息本身就具备了大数据性质,在物理分布位置之间的数据交换和传输过程也越来越具有挑战性(Li, et al, 2015: 314-325)。最后,广东是全国灾害预警改革的试点城市。2011年11月,中国气象局与广东省政府共同确定将广东省列为率先基本实现气象现代化四个试点省份之一,广东省已有90%市、县(区)成立了三级突发事件预警信息发布中心,而阳江在广东率先成立突发事件预警信息发布中心,它成为广东现代化灾害预警的典型代表(如图1)。

近几年来,阳江市着力推进预警大数据和云计算建设,力图实现预警发布信息化和现代化。预警中心按照“一模”建设要求,同时借鉴国际及香港等经验,在实践中逐渐形成了“阳江模式”,成为广东其他15个“一模”建设的模板。目前,阳江已完成预警标准规范编制、发布平台搭建及发布渠道建设,中心统一发布自然灾害、事故灾害、公共卫生和社会安全事件等四类突发事件预警信息,阳春市、阳西县参照这一模式同步成立了预警信息发布中心,初步建立了市、县两级“互联互通、分级负责、统一发布”的预警

^① 柴菲:《公众期待智慧气象和大数据应用改变生活》,载《中国气象报》2016年2月16日。

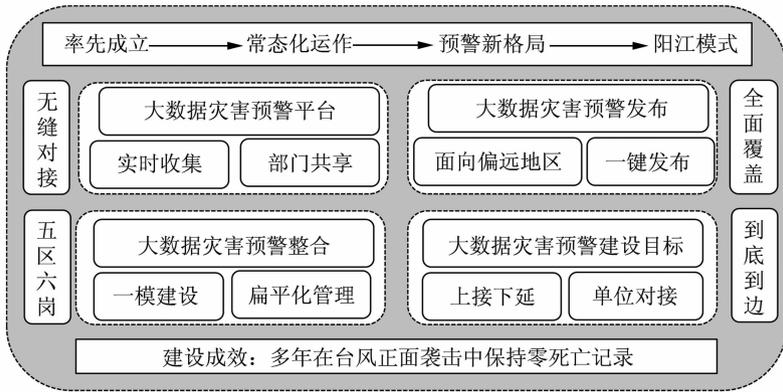


图1 阳江大数据灾害预警实践

发布体系,阳江气象灾害治理已进入预警大数据治理的“新常态”,初步形成了大数据灾害预警新格局。

(一)“无缝对接”:大数据灾害预警协同平台

为了构建无缝对接的大数据预警平台,阳江市力图打破“部门藩篱”,大力整合不同部门预警资源。在传统预警管理中,不同应急部门都有自己的信息平台,部门之间的数据共享及处理效率很低,整合难度很大。而且,由于不同部门预警标准不统一,同一灾害发布的预警信息有时存在很大差异,导致民众难以适从,造成了预警科学性和社会认同较低。为了克服这些弊端,阳江市建立了预警协同机制,通过市政府“自上而下”主导与整合相关部门的巨量数据,实现预警大数据共建共享。目前,阳江预警信息发布中心已初步与其他部门实现不同类型灾害的数据整合,同时借助多种传播渠道及时发布预警信息,建立了多灾种信息实时收集、多部门共享及多渠道发布的预警信息平台。同时,中心向所有成员单位开放数据,预警服务覆盖了市、县、镇和重点村。在“全球脉搏”中,通过分析省内、海外甚至国外的气象灾害大数据,能更好帮助政府预测和应对危机(Geron, 2011:11)。德克(Decker)认为在当代,政府可以并且必须使用大数据进行分析,才能证明其有效管理公共资源的能力(Decker, 2014: 252-262),大数据是现代政府公共服务能力的重要标志。在阳江以往灾害预警工作中,由于数据分散孤立,政府有效利用公共资源的能力有限,灾害预警能力也因此低下。此外,预警中心打破了预警专业和应急部门界限,加强了政府部门之间以及政府与公众之间的信息互动,实现了从灾害监测向灾害预警转变,从“单向度”部门应对向不同领域不同部门“多向度”综合应对转变。

(二)“全面覆盖”:大数据灾害预警发布技术

预警发布信息化和现代化的最终目标是为全体民众提供及时与准确的服务,大数据灾害预警需要实现预警信息社会民众全覆盖,使得民众至少可以通过一种方式获取预警信息。阳江市预警中心一方面依托传统发布手段,如电视台、应急气象频道、应急气象电话 12121 和农村大喇叭发送预警信息,同时也通过新媒体如手机客户端、网站、微博、微信、短信和电子显示屏等推出集天气预报、气象预警、天气实况于一体的智慧气象的灾害预警。在灾害危机爆发时,第一个知道发生了什么往往是移动运营商,其拥有的信息不仅可用于分析金融灾难如何实时发生,而且可用于其他自然灾害或流感流行。因此,通过开放源码及其他技术,便于政府和民众能够使用它(Geron, 2011:11)。民众不仅第一时间收到气象预警信息,还能免费获取专业化和个性化气象灾害服务信息。拉斯罗普(Lathrop)和鲁马(Ruma)认为大数据全面覆盖功能有助于将民众从传统的灾害预警旁观者,转变成现代社会中积极的公民参与者(Lathrop & Ruma, 2010),这一信息发布技术使得民众更方便参与灾害治理。

2016年,阳江出台了《阳江市突发事件预警信息发布管理办法》,其中第十四条明确规定各级广播、电视、报纸和新闻网站等媒体要切实承担社会责任,各级基础电信运营商负责升级改造手机短信平台,公共场所电子显示屏、有线广播等传播媒介的所属单位、企业或组织负责按照预警信息发布的要求,布

设、升级或改造相应设施,充分利用新媒介技术及时接收和发布预警信息^①。目前,信息中心进一步加快向县、镇、村延伸,着重加强面向偏远地区的预警信息发布能力建设,已完成了929个预警信息接收设备的安装,现在的预警信息发布更广、更快及更安全,5分钟之内能完成所有内部操作流程,同时研发一键发布技术。毕菲特认为大数据技术不仅能在危机时刻快速响应,而且在电子媒体的使用时能迅速察觉异常(Bifet, 2013:15-20),这种快速反应是以往传统灾害预警所无法比拟的,也进一步促进了大数据灾害预警、危险应对与科学治理常态化。

(三)“五区六岗”:大数据灾害预警整合核心

预警中心按照“一模”建设要求,同时结合大部制改革实践,探索大数据驱动下预警管理整合,其中最核心是“五区六岗”管理岗位的设置(如图2)。“五区”是指指挥区、联动区、发布区、审核区和传播区,相关部门根据法律与各自职能发起预警,通过预警平台传到预警中心“联动区”,管理人员对于准备发布的预警信息在中心“审核区”限时进行审核,“指挥区”根据相关法制决定是否发布预警及其等级,然后由“发布区”将“指挥区”的决策通过多渠道及时与准确发布,“传播区”确保电视、广播和网络运营商等新旧媒体将“发布区”的预警信息“传得畅”,确保民众通过不同途径及时获取预警信息。“六岗”是指值班主任岗、考务岗、审核岗、发布监控岗、评估岗和通管岗同时设立在预警中心,实现预警信息录入、确认、审核、发布、传播和评估等业务扁平化管理。德克(Decker)指出大数据提供了发现问题的机会,政府发现问题后仍然需要严谨的研究验证与科学管理(Decker, 2014:252-262),“五区六岗”整合了不同部门和不同专业灾害预警业务,确保了预警信息审核的严谨性,提高了信息发布的时效性,还具有数据挖掘、机器学习和智能分析等优势,提高了突发事件预警发布与应对能力,克服了传统灾害预警业务分割、管理模糊和重叠冲突的现象。

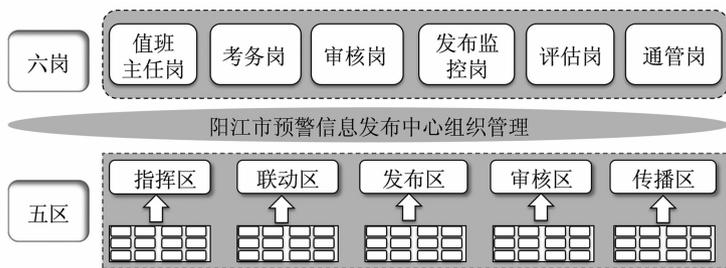


图2 大数据灾害预警核心岗位整合

(四)“到底到边”:大数据灾害预警整合目标

“纵向到底”是指向上与国家、省平台对接,向下延伸到县、乡镇及村,解决预警信息发布“最后一公里,关键一小时”的困境。“横向到边”是指与全市各应急单位预警信息接口对接,建设一个气象、三防、地震和应急等部门信息资源共享的平台,同时接入地震、海事、海洋渔业、电力和公安消防等部门应急平台和视频监控,搭建多元协同的预警信息系统和支撑平台,实现预警信息互联互通。苏珊妮(Suzanne)认为技术的快速发展已在世界各地的任何时间和地方提供和实现了大数据可能,但也给灾害预警带来了很大的压力,它需要具有复杂的分析能力和高技术人才(Suzanne, 2014:2-7)。为了解决大数据灾害预警人才储备问题,《阳江市突发事件预警信息发布管理办法》第十四条规定要充分整合各部门现有基层信息员、气象信息员、地震信息员、海洋信息员、灾害信息员和群测群防员队伍资源^②,信息员具有“一岗多能”的要求,有利于实现预警信息“到底到边”目标。

目前,预警中心进一步继续推进与其他部门整合,力争将离散的预警信息如交通和水文等部门数据接入,实现阳江市政府制定的“开放共享、到底到边、管用好用”目标,力争对灾情发展趋势做出科学预测

^① 参见阳江市人民政府颁布的《阳江市突发事件预警信息发布管理办法》(2016年1月6日)。

^② 参见阳江市人民政府颁布的《阳江市突发事件预警信息发布管理办法》(2016年1月6日)。

与及时响应。大数据预警有利于横向与纵向部门之间共享技术、整合资源和提高协同能力,突破了传统科层制条块分割和属地管理局限,澳大利亚政府认为大数据实践有利于提高政府机构在这一领域的专业知识(Australian Government Information Office,2013),为实现“到底到边”提供了技术基础。阳江在全省率先建成了突发事件预警信息发布中心,目前进一步加快平台辅助决策指挥系统建设、完善三防预警决策支持信息系统建设及新建三防视频会议系统等。在实践中,尽管这一模式还存在许多不完善的地方,但它是阳江防灾减灾救灾的新举措,在全省首创了“阳江模式”,阳江市灾害预警走在了全国前列,不仅提高了预警信息发布的时效性与受众面,而且灾害预警信息发布更加及时与准确(如表2)。同时,阳江应急处置能力得到了迅速提升,防灾、减灾与救灾能力也明显提高。

表2 阳江市大数据灾害预警改革成效

覆盖范围	主要发布手段	接收时效	转发时效	辅助手段	接收时效
市委、政府领导 (约500人)	手机短信	5分钟以内		电话、传真	8分钟内
应急联动部门 (约500个)	电子显示屏、微博、 手机短信	8分钟以内		电话、传真、网站	10分钟内
应急责任人 (约100000人)	手机短信	8分钟以内	5分钟内	电视、网站	
社交媒体 (约100个)	传真、微博	8分钟以内	8分钟内	网站	
公众	电视、互联网、微 博、手机短信	除大范围手机短信发布 外8分钟以内(三大手机 运营商短信发送速度和 上限5000条/秒)		电子显示屏、农 村大喇叭、气象 广播电台、热线 电话	10分钟内

近年来,阳江市连续在台风正面袭击中保持零死亡记录,2014年7月,在“威马逊”台风中,预警中心及时发布台风红色预警,伤亡人数较历史上同等强度台风明显减少,创造了人员零死亡纪录。在2014年“海鸥”台风、2015年“彩虹”强台风及2016年“妮妲”台风灾害中,阳江出现了“大灾无大难”及“人员零伤亡”现象,大数据预警效果得到了前任广东省省长朱小丹、各级部门和社会各界高度肯定,这种典型示范效应又进一步提高了大数据预警在广东省的覆盖与应用。

三、理论框架:大数据灾害预警思维与技术

大数据在阳江灾害预警实践中已得到了初步运用,并且取得了一定的实践效果,也为建构大数据灾害预警理论框架提供了实践基础。学者范(Fan)与毕菲特(Bifet)认为理论分析框架是巨量数据未来可能会面临的重大挑战(Fan & Bifet,2013:1-5),大数据不能仅仅停留于抽象的思辨层面,更需要结合实践层面解决大数据灾害预警何以可能与何以可为的问题。因此,本研究将大数据灾害预警理论框架分为大数据思维及大数据技术两个层面,思维层面是管理者如何快速与及时应用预警大数据思维,技术层面是指对无序和巨量的预警数据如何实时存储、深度挖掘和动态监测,利用这一技术实现预警数据有效采集与及时发布。这一框架又分为六个维度,即思维层面的预警思维变革、统一平台建构、大数据库开放、第三方参与及全流程预警等五个维度,技术层面分为大数据库技术及分析技术维度(如图3),这一框架为大数据灾害预警提供了实证框架与操作指南。

(一) 大数据预警思维变革

大数据促进了灾害预警研究、理念及实践模式变革,通过对巨量数据的快速收集、挖掘与分析,为精确预警和科学决策提供数据基础。对于管理者而言,需要改变原有的预警思维定式,不再执著预警信息的确定性与精确性,不再分析纷繁复杂巨量数据之间的因果关系,而是通过相关分析对当前预警状况进行总体描述。同时,管理者需要转变预警数据收集方式,学会从巨量数据中运用全样本研究方法,取代传统抽样调查方法。管理者通过预警大数据平台提前介入,为风险应对争取难得的缓冲时间,从而由传统消极应急管理向积极预警治理转变(周利敏,2016b:13-20)。此外,管理者需要从以往静态、少量、集中和



图3 大数据预警“二面向六维度”理论框架

缓慢的预警决策向动态、巨量、分散及快速的预警应对转变，充分发挥大数据预警数据的时效性和全面性。总之，管理者需要转变预警思维，充分运用大数据灾害预警优势，重构现代灾害预警体系。

(二) 大数据预警平台建构

巨量预警数据的有效挖掘、分析与应用需要以跨部门、跨专业预警平台为基本前提，通过建构涵盖有线与无线网络、社会化媒体、数据终端的全覆盖灾害预警平台，以打破部门分割、专业分工及信息壁垒等现象。这一平台集中了预警收集系统、监测系统、分析系统、决策系统、执行系统和反馈系统，形成了横向和纵向两个统一平台。横向平台是指灾害大数据库、运行枢纽、发布平台一体化，纵向平台是指预警收集系统、监测系统、分析系统、决策系统、执行系统和反馈系统一体化(如图4)。预警大平台通过互联网和大数据等高科技手段，向相关部门开放预警数据接口，统一整合、交换和共享预警大数据，构建全天候和无缝隙预警大平台，从而提高灾害预警的精细化与科学化水平。

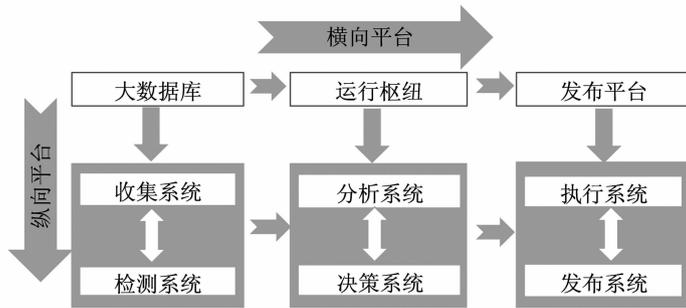


图4 大数据灾害预警统一平台

(三) 预警大数据库开放共享

开放大数据(Open Big Data)是互联网时代政府信息公开理念和实践的要求，Web2.0时代的到来，促使政府迈向透明、参与、网络与丰富的多媒体方向发展(Chen, et al, 2012: 1-24)，因此，预警大数据库开放既是智慧政府建设的时代需求，也是灾害治理信息化和现代化关键所在。通过开放灾害监测、预测及预报数据，打破应急管理部门之间的“信息孤岛”现象。同时，大数据库开放也有利于社会共享，而不是政府部门一家独享，从而增加公众对政府认同与信任。因此，政府通过积极推动大数据库开放，由预警数据“被索取者”向服务“推送者”转变，推动政府从“权威治理”向“数据治理”与“科学治理”转变，从而提高预警大数据覆盖范围和应用水平。2015年，国家海洋局、国家测绘地理信息局、中国地质调查局签署了合作协议，共同推进灾害大数据库开放共享，力图实现灾害预警协同化和决策科学化。

(四) 大数据预警的第三方参与

在大数据时代,政府不再是预警信息唯一发布者,微博与微信等新媒体加快了预警信息在社会中的传播速度,促进政府由单一中心向多元共治转型(李祥飞、阎耀军,2016:104-108)。政府作为巨量数据拥有者及分析专家,其重要性毋庸置疑,如果没有巨量数据思维者即民间组织和公民参与,大数据就无法发挥应有的潜能(如图5)。在大数据时代,市场组织、社会组织与政府部门几乎具有同等的预警能力,多中心治理使得政府预警权威性被削弱,民间社会即第三方在预警中的地位日益突显出来。在大数据时代,灾害预警需要发挥互联网企业、网站及网民作用,形成预警信息共享、安全尽责和行动协调的共同治理局面。随着大数据开放、共享及透明程度日益提升,民众对政府的信任质疑也会越来越少。因此,在信息发布过程中,政府不仅需要向社会公布预警结果,还需要通过可视化和交互等方式,促使第三方更方便参与预警工作中来。

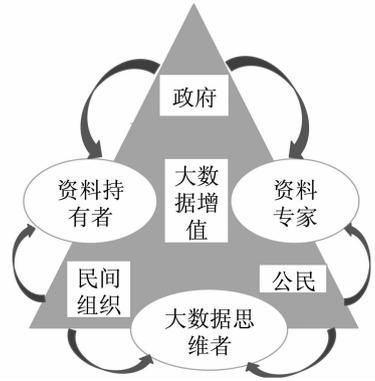


图5 大数据预警中的第三方参与关系

在信息发布过程中,政府不仅需要向社会公布预警结果,还需要通过可视化和交互等方式,促使第三方更方便参与预警工作中来。

(五) 大数据预警全流程动态管理

灾害有多个发展阶段,关键和重点体现在爆发期,但灾害是否由潜在风险转变成现实危机,是否能有效减少灾害带来的冲击,这取决于灾害孕育与潜伏期的预警与预防工作。因此,增强预警能力是控制风险发生和危机扩散的有效手段,也是有效解决灾害治理过程中“重治轻防”、“重灾后轻灾前”、“重应急轻风险”分割式灾害管理的关键。通过对巨量数据进行有效抓取、挖掘与分析,有利于实现灾前、灾中、灾后全生命周期动态管理。因此,管理者需要及时更新大数据库,通过预警平台进行快捷与有效的信息交流,然后及时将信息传到预警发布中心,中心再进行实时评估、合理预测与及时发布,实现灾害预警动态管理、科学决策与有效应对的目的。为了实现动态管理目的,管理部门需要建立大数据灾害预警系统、评估系统、处理和问责系统,使得预警信息“来源可查、去向可追、责任可究及规律可循”。

(六) 大数据灾害预警技术

在大数据时代,各种监测平台收集的预警信息、监测信息、导控信息和传感器信息都是以巨量数据形式存在并发挥作用,如何对这些巨量数据进行技术处理则成为灾害预警的基础和关键。大数据已成为灾害预警的现实,通过利用计算机技术、信息收集技术、智能处理技术和云处理等技术,对半结构化巨量预警数据进行自动抓取、深入挖掘与智能分析等(Mohammad, et al, 2013:119-125),达到有效控制和降低灾害发生的目的。由于大数据具有噪声性和低密度性等特点,使得大数据收集技术成为其中的关键。大数据分析云平台是预警中心的运行支撑平台,由基础服务层、数据分析层和终端发布层组成,其中基础服务层主体由预警公共信息云平台构成。大数据预警另一个关键技术是全过程动态监管技术,通过网络通信、传感监测和物联网等技术建立预警在线监测系统,实现预警动态、实时状况和决策过程等进行可视化和图形化展示。在面临灾难性风险时,能在凌乱状态下有序进行应急救援计划(Pang, 2015:743-750)。

四、模型建构:大数据灾害预警系统

为了实现广东省政府提出的灾害治理“早预警、早预防、早应对、早处置”目标,阳江市预警信息发布中心突破了原有灾情收集技术和信息处理思维的局限,建立了大数据灾害预警统一平台。在此基础上,如何通过这一平台整合不同预警系统,建构大数据支撑下的新型预警系统,也是大数据预警实践中另一个重要议题。通过数据处理平台(前、中、后三台)统一管理、存储和分析,促使灾害预警迈向精准化、科学化和智能化。大数据灾害预警系统由三大平台和六个系统构成,三大平台是指后台(大数据库)监测

“警源”、中台(运行枢纽)预测“警兆”及前台(发布平台)预报“警度”，六大系统分为前期、中期、后期预警系统及信息收集、预警分析和预警执行系统。这一预警系统又分为横向与纵向两部分，横向部分由后台、中台和前台组成的一体化预警体系，纵向部分由大数据监测流、大数据预测流和大数据预报流构成，这两部分是相互交叉及开放共享的(如图6)。

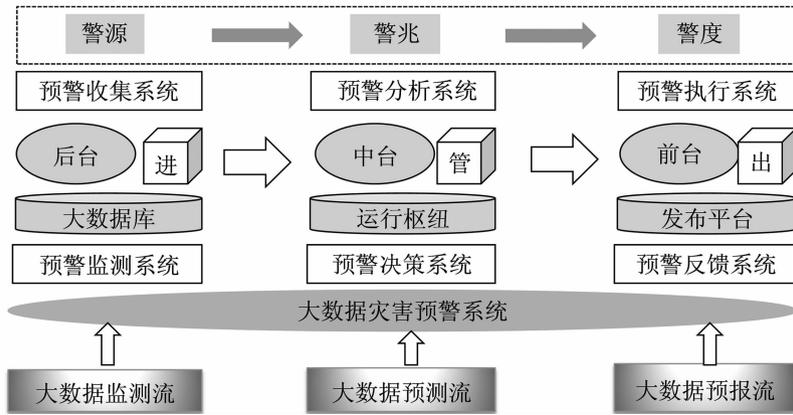


图6 大数据灾害预警系统模型

（一）后台（进）：监测“警源”

后台主要由预警收集系统与监测系统构成，它先吸收巨量预警数据，进而对这些数据加工，达到科学收集“警源”的目的。因此，后台需要建立有效的数据接收与传递渠道，使得巨量数据能够及时“进”入预警系统。预警收集系统主要对巨量数据进行有效存储与抓取，然后将收集到的巨量数据反馈到监测系统，监测系统对已经或可能存在的“警源”进行实时监测，履行预警的首要任务即监测“警源”。然后，对巨量风险源数据及征兆数据挖掘与分析，把可能的灾害威胁事件列举出来，同时制定相应的监测预案，为下一步预测“警兆”作好准备。预警收集系统是大数据预警的实现前提，预警监测系统则是整个预警系统的核心所在，这两个系统同时肩负着预警的基础性任务。中国气象局国家空间天气监测预警中心已进行了成功探索，通过后台对巨量监测数据实时收集，预警前台则完成天气预警任务，从而为国家安全和气象灾害预警提供重要帮助。

（二）中台（管）：预测“警兆”

中台主要对后台进来的巨量数据进行分析，然后根据实际情形进行预警决策，即实行“管”的功能。中台首先根据后台警源提供的监测数据，然后判断风险存在的实际状态，进而预测风险程度及发展趋向，最终为“警兆”管理提供重要依据。预测“警兆”主要通过预警分析系统与决策系统完成，这一过程是大数据灾害预警的核心和枢纽，起到承上启下的联结作用。预警分析系统对后台监测的“警源”进行鉴别和分类，对可能发生的风险类型与风险程度进行分析，对可能或已经引起风险事件的“警兆”进行评估和监测。预警分析系统能不能对警兆有效进行评估，关键是巨量数据收集、分析和预测是否到位，以及支撑的分析系统能否有效运行。预警决策系统则对已存在的“警兆”进行判断分析，为决策者提供直观判断是否发出警兆、发出何种程度警兆及用什么方式发出警兆。

（三）前台（出）：预报“警度”

前台是预警成果的最终输出发布平台，即体现“出”的功能。通过后台监测“警源”及中台预测“警兆”，前台作出相应“警度”的预报行动，从而完成灾害预警的整个流程。前台主要将不同类型的巨量预警数据流和信息流整合，通过风险评估指标对预警信息进行分析，清晰评判每个(类)风险等级或级别，再根据法定程序通过媒体向社会发布警报，进而启动相应的应急预案。前台由执行系统与反馈系统构成，预警信息通过前台及时发布，对于前台而言，需要以最直接的形式展示预警。执行系统主要进行风险监督、预测及预报“警度”，同时制订相应的预警措施。反馈系统对执行系统发布的“警度”效果进行评

估与反馈,促使预警迈向精确、迅速及有效,同时使后台、中台与前台连接成一体,实现整个预警流程无缝隙对接。国家预警信息发布中心预报“警度”成效显著,通过网络、广播电视和应急频道等自建手段和部门资源,配合北斗卫星等高科技,对“警度”进行一键式发布。

总之,在大数据灾害预警体系中,明确“警义”是基本前提,寻找“警源”是预警核心,对警情进行因素与定量分析即预测“警兆”是具体过程,预报“警度”则是最终目的(Lindy, et al, 2001: 20-26)。需要指出的是,基于“阳江模式”演绎出来的这一大数据灾害预警系统模型只是一个探索性研究,期待在后续研究和进一步的实践过程中得到验证。

五、结论与反思

阳江市预警信息发布中心展现了大数据灾害预警何以可能的图景,它为我们提供了许多宝贵经验,它是灾害预警现代化和信息化发展的重要实践。在阳江模式研究和理论建构的基础上,本文研究发现进一步归纳与延伸为以下几方面。第一,传统灾害预警手段无法及时捕捉与发布预警信息,本研究表明大数据使灾害预警形态和监测方式发生重大改变,灾害预警信息庞大、杂乱与零散,传统灾害预警往往注重或选择某些所谓的“关键因素”,忽略了那些似乎不大重要的巨量“细枝末节”,进而可能导致“预警失灵”现象出现。大数据具有全样本、多样性和快速性等特征,从理念、技术和实践等层面全面提高了灾害预警的精度,开启了灾害治理的新时代。第二,本研究强调大数据有利于促使灾害预警从数据采集向数据加工、挖掘、处理和可视化转变,也有利于将大数据技术优势转化为预警决策优势,从而提高灾害源头治理、动态监控和应急处置的能力。第三,本案例表明大数据背景下需要进一步健全不同应急部门主动响应机制,这是实现精确灾害预警的制度和行动基础,在此基础上如何进一步调动各应急部门的主动性,也是实践中常常遇到的难题。另一方面,也要避免大数据快速预警优势而形成的“过度预警”与“过度应急”现象。此外,还需要设计出合适的跨部门预警合作机制,这是大数据预警改革的前提,也是迫在眉睫的重要任务。第四,大数据不仅体现了“数据主权”,更重要的是拥有了灾害“预警主权”,它使灾害预警从分析过去发生了什么灾害及为何发生,向把握正在发生什么及未来会发生什么转变,“阳江模式”的实践效果初步验证了这一趋势。第五,本研究强调大数据灾害预警有利于从以往“预报”迈向“实报”和“精报”。由于巨量预警数据具有实时性,通过动态分析使得预警从“预报”向“实报”过渡,进而形成精准的预警分析报告,阳江大数据灾害预警平台无论是预测速度,还是预测精度都较以往有了明显提高,来自民间的“报不报由他、信不信由你、准不准由天”的质疑越来越少。第六,本研究强调政府不仅是预警数据的“收集者”,还需要向预警数据“分析者”转变,这两种角色需要政府同时扮演好。政府不能像以往以收集预警数据为工作核心,而应以提高大数据预警信息处理与分析能力为核心,将大数据计算技术推送给巨量预警数据,而不是将预警数据推送给计算技术。

大数据灾害预警实践也给我们留下了许多新课题,需要学界进行广泛讨论与深入反思。第一,虽然本文强调大数据灾害预警取得了一定的实践效果,但如何实现预警信息集中化管理、扁平化审核及权威化发布?这需要在实践中进一步摸索与探讨。第二,本研究强调大数据灾害预警有效实现是有前提的,如何统筹协调和拓展大数据灾害预警发布手段,以及如何克服基于过去巨量数据为未来预警提供决策支持的局限,类似问题的解决是实现大数据预警的前提。第三,如何充分利用大数据时间属性特点,也是大数据预警能否顺利实现的重要条件。大数据更新速度非常快,应用时效性非常短,实践中把握其时间属性存在相当难度。例如,用于探测地震和海啸的传感器所产生的数据时效性往往只有几秒钟,在此之后就基本失去意义了。第四,如何让巨量“盲数据”活起来,这是大数据预警另一个实践难题。政府掌握了巨量及关键数据,但这些数据大多处于休眠状态,如何让这些“盲数据”发挥出应有的活力,这是影响大数据预警成效的重要问题。第五,在大数据背景下,如何提升公众主动获取与运用预警信息的意识,也是非常关键的现实问题。在没有充分调动公众预警积极性和提升预警意识情况下,一味强行推进大数据灾害预警实践,可能会导致适得其反的结果。

总之,笔者无意强调大数据灾害预警具有“无比优越性”,但的确认为它有助于摆脱传统灾害预警存在的种种弊端,促使预警工作重心从确证“因果关系”向“相关关系”、从行政化向“互联网+”预警、从“感性治理”向“量化治理”、从“应急治理”向“源头治理”转变,从而为学界、政府和实务界提供极具启发意义的研究范式、政策实践和模式借鉴^①。

参考文献:

- [1] 雷战波等(2005). 企业危机预警理论及其对我国社会危机预警的启示. 中国行政管理,2.
- [2] 李全敏(2013). 灾害预警与德昂族农耕活动中的物候历. 西南民族大学学报(人文社会科学版),10.
- [3] 李祥飞、阎耀军(2016). 基于复杂系统理论的公共危机预警方法研究. 大连理工大学学报(社会科学版),1.
- [4] 林蓉辉(1999). 减轻自然灾害预警系统国际讨论会在德国举行. 国际地震动态,3.
- [5] 马奔、毛庆铎(2015). 大数据在应急管理中的应用. 中国行政管理,3.
- [6] 潘攀(2010). 基于系统论的公共危机预警机制探析. 社会科学家,8.
- [7] 陶鹏、童星(2013). 从碎片到整合:灾害公共预警管理模式的嬗变. 中州学刊,6.
- [8] 童星(2008). 社会学风险预警研究与行政学危机管理研究的整合. 湖南师范大学社会科学学报,1.
- [9] 肖群鹰、朱正威(2008). 危机预警中的政府信息管理与调控——基于人口安全预警系统的研究. 中国行政管理,8.
- [10] 徐华、薛恒新(2009). 风险预警与应急管理研究. 管理现代化,1.
- [11] 张海波(2016). 面向风险社会的知识生产:多学科研究共同体的缘起、形成与发展. 风险灾害危机研究,1.
- [12] 张小明(2006). 公共危机预警机制设计与指标体系构建. 中国行政管理,7.
- [13] 周利敏(2016a). 离灾、生态保育与永续社区发展. 大连理工大学学报(社会科学版),1.
- [14] 周利敏(2016b). 韧性城市:风险治理与指标构建. 北京行政学院学报,2.
- [15] Australian Government Information Office(2013). The Australian Public Service Big Data Strategy. http://www.finance.gov.au/sites/default/files/Big-Data-Strategy_0.pdf,2017-03-06.
- [16] A. Bifet(2013). Mining Big Data in Real Time. *Informatica*,37.
- [17] H. Chen, et al(2012). Business Intelligence and Analytics:From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly*,36(4).
- [18] N. Couch & B. Robins(2013). *Big Data for Defence and Security*. <http://www.rusi.org/downloads/assets/RUSI-BIGDATA-Report-2013.pdf>,2016-12-24.
- [19] P. T. Decker(2014). Presidential Address:False Choices,Policy Framing,and the Promise of “Big Data”. *Journal of Policy Analysis and Management*,33(2).
- [20] W. Fan & A. Bifet(2013). Mining Big Data-Current Status,and Forecast to the Future. *SIGKDD Explorations*,14(2).
- [21] Tomio Geron(2011). *Can the U. N. Use Big Data to Respond to Global Disasters?*. <https://www.forbes.com/sites/tomiogeron/2011/04/26/can-the-u-n-use-big-data-to-respond-to->,2017-03-05.
- [22] D. Lathrop & L. Ruma(2010). *Open Government-Collaboration, Transparency,and Participation in Practice*. Sebastopol;O'Reilly Media,28(1).
- [23] Wenwen Li, et al(2015). Performance Improvement Techniques for Geospatial Web Services in a Cyberinfrastructure Environment-A Case Study With a Disaster Management Portal. *Computers,Environment & Urban Systems*,54(2).
- [24] M. N. Lindy, et al(2001). Auckland Unplugged. *Publication of the Crisis Management Europe Research Program*,14.
- [25] A. F. Mohammad, et al(2013). Cloud Computing Monitoring Gateway for Secured Session Management of Big Data Analytic Sessions. *Annual International Conference on Computer Games*,2013.
- [26] Su-lin Pang(2015). The Algorithms of Emergency Classification,Decomposition and Sorting for Processing A Catastrophe Risk of Large Data and Its Applications. *Systems Engineering Theory & Practice*,35(3).
- [27] S. Shindelar(2014). Big Data and the Government Agency. *The Public Manager*,1.
- [28] R. Suzanne(2014). *The Australian Public Service Big Data Strategy, Improved Understanding Through Enhanced Data-Analytics Capability AIIA Response*. <http://www.aiia.com.au>,2017-03-06.

^①感谢阳江市气象局朱江文副书记、周琳科科大力的资料支持,感谢各位专家的匿名审稿意见,当然文责自负。

The Innovation of Early Warning of Disaster in the Age of Big Data:

Take the Center of Information Issuing of Early Warning of Disaster of Yangjiang City for Example

Zhou Limin & Long Zhiguang (Guangzhou University)

Abstract: This article is not to put excessive emphasis on the unparalleled superiority of early warning of disaster in the age of big data, but instead to maintain that it will help us to overcome weak points of traditional one. Data from the center of information issuing of early warning of disaster in Yangjiang City shows us the possibility of the application of early warning of disaster. This initially establishes a unified platform for early warnings, means of early warnings with comprehensive coverage, warning integration of different regions and posts and comprehensive aim of warning releasing. Such theory can be defined from six aspects, namely, revolution of ideas on early warning, establishment of unified platform for information releasing, openness of big data base, participation of third part, active management of the whole process and analysis of technology of data base and its data. System of early warning includes background, middleground and foreground platforms to monitor resources of disaster, predict signals of disaster and forecast damage of disaster respectively. The article maintains that big data has brought remarkable change to the early warning of disaster in its ways of information releasing and means of monitoring disaster, which is beneficial to bringing technology of big data into a full play in decision-making based on early warning, thus improving people's ability to control the resource of disaster, monitor disaster in an active way and response to emergent events. The early warning of disaster in big data era should further improve initiative in response to disaster of emergent departments at all levels and cooperation of different departments in early warning. Besides, we should also avoid excessive early warning and response to disaster brought by the advantage in fast speed of big data. In addition, the government acts as both collector and analyst of data of early warning. Disaster warning in the age of big data shows the advantage in comprehensive data, but what is more important is that it boasts advantage in early warning, promoting the shift from cause-effect to correlation conformation, from administration to internet plus, from emotional to quantization administration, and from emergent to advanced administration. However, there are some limitations in how to take full advantage of fast speed and its promptness of big data, how to make full use of a banquet of unused data, how to raise the awareness of the general public to gain and apply information of early warning and how to overcome excessive early warning and response to disaster. There is no doubt that disaster warning in the age of big data offers valuable information for scholars' study, policies making and field exploration.

Key words: big data; disaster; risk; early warning of disaster; early warning information

■ 收稿日期: 2016-12-22

■ 作者地址: 周利敏, 广州大学公共管理学院, 广州大学南方灾害治理研究中心; 广东 广州 51006。

Email: xplm9703579@sina.com。

龙智光, 广州大学公共管理学院。

■ 基金项目: 2015年广州市教育科学十二五规划面上重点课题(1201522893); 国家社会科学基金重点项目(15AZD077)

■ 责任编辑: 叶娟丽