

气象灾害预警与评估的研究及实践

■ 吕明辉 李焕连 成秀虎 姚秀萍

2020年气象服务为接近五成的公众避免或减少过一定的因灾经济损失，气象信息为城市公众挽回因气象灾害损失约295元/人，为农村公众挽回因灾损失约468元/人。

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2021.04.027

我国是受气象灾害影响较为严重的国家之一，气象灾害具有种类多、发生频率高、影响范围广、持续时间长、造成的损失重等特点。气象灾害还会诱发其他次生灾害，气象灾害平均每年造成的经济损失占全部自然灾害的70%以上。

气象灾害预警工作目的是使大众能够提高警惕，做好必要的防范措施，提升全社会灾害防御能力，最大限度地防御和减轻气象灾害造成的损失。加强气象灾害监测预警及信息发布是气象防灾减灾救灾工作的关键，是防御和减轻灾害损失的重要基础。

1 气象灾害防御体系

气象灾害防御是在气象灾害发生前、发生中和发生后，政府、社会各单位和公众采取的相关的各种防灾、减灾、抗灾、救灾措施及行动的总称。气象灾害防御是国家公共安全体系的重要组成部分，是政府履行社会管理和公共服务的重要体现，也是国家应急管理体系的重要内容。

世界各国高度重视包括气象灾害在内的自然灾害防御工作，积极构建气象灾害防御体系。气象灾害防御体系涉及的领域多，一般包括气象防灾减灾法制体系、管理组织体系、灾害预警体系、防灾教育与培训等内容。美国、日本的灾害防御体系较为完善，主要特点是政府主导、配套完善的法制体系和防灾减灾规划。英国、澳大利亚的灾害防御模式相对灵活，主要特色是社会参与，在灾害防御体系中，非政府组织的作用相对突出。俄罗斯、印度气象灾害防御实践经验丰富，其在灾害联防、防灾教育培训方面颇具特色。中国基本形成了“政府主导、部门联动、社会参与”

的气象防灾减灾机制，即中央和地方人民政府主要负责灾害防御工作的行政组织协调、发展规划制定、政策法规建设、公共财政投入、管理体制和灾害防御队伍建设等；不同部门之间建立了气象灾害应急联动机制、信息共享和交换机制、预警服务和信息发布合作机制等；此外，积极推动社会力量参与气象防灾减灾工作，全面提高气象灾害防御能力。

整体看来，国际气象灾害防御工作发展具有以下特点：一是注重从气象预报、预警到气象灾害综合管理，并加强气象部门与其他部门之间的联动作用；二是越来越重视多灾种预警及气象灾害风险评估的重要作用；三是重视公众的气象防灾理念在气象灾害风险管理中的作用。

2 中国气象灾害预警业务与成效

中国于2015年建立了国家突发事件预警信息发布系统，这是覆盖全国的突发事件预警发布系统，也是在国家、省、市三级部署和县级应用的业务体系。国家突发事件预警信息发布系统实现了多灾种预警信息统一发布，同时涉及多部门的71类预警信息的实时收集、共享和发布，其中气象灾害预警信息的发布数量在突发事件预警信息发布总量中占绝对优势。2019年和2020年通过国家预警信息发布平台发布的预警信息总数分别为27.0万条和34.2万余条，其中气象类预警信息所占比例分别为96.37%和90.75%。预警信息发布系统搭建了多部门预警信息共享、协调合作、应急联动的平台，推动各地逐步建立了以预警信息为先导的全社会应急联动机制，预警信息成为了应急工作的“发令枪”，促进了防灾减灾应急联动效率提升。

收稿日期：2021年2月23日；修回日期：2021年6月2日

第一作者：吕明辉（1972—），Email: lvminghui@cma.gov.cn

通信作者：姚秀萍（1967—），Email: yaosp@cma.gov.cn

资助项目：国家重点研发计划重点专项项目（2018YFC1507804，2018YFC0807004）

新技术也在气象灾害预警业务中得到广泛地应用，其中北斗卫星通信技术可为全球用户提供全天时、全天候、高精度的定位、导航和授时服务，并为中国及周边地区用户提供定位精度优于1 m的广域差分服务和120个汉字/次的短报文通信服务。智能手机应用推送技术是移动端应用软件（APP）综合利用全球定位系统（GPS）定位、交通地理信息系统（GIS）信息、用户上传、微博等多种社交平台信息融合技术、实时拍照摄像及信息上传技术，提供高精度、高并发、社交化、互动化的智能服务，其服务内容涵盖天气实况及预报、预警发布、空气质量报告、天气实景互动、灾情信息上传等。

3 气象灾害预警评估

世界各国建立了多灾种预警系统，提前发布灾害性天气信息进行气象灾害预警。评估一个预警系统的评价指标主要包括预警系统的设计、监测预警服务、通讯和传播、应急和响应能力等内容。法国的多灾种早期预警系统对7类气象灾害（大风、暴雨、暴雪、热浪、雷暴、强降温和雪崩）分为绿色、黄色、橙色、红色四个等级进行预警。法国气象局对多灾种早期预警系统从用户是否读懂预警图、不同年龄段人员对预警信息的关注度等开展大量社会调查和评估，每年发布对预警系统的评估报告，以改进和完善预警系统。美国国家天气局（NWS）从预警准确率、预警提前时间、预警错报率等方面对气象灾害预警信息进行评估。

中国的多灾种预警系统对14类气象灾害（台风、暴雨、暴雪、寒潮、大风、沙尘暴、高温、干旱、雷电、冰雹、霜冻、大雾、霾、道路结冰）分为蓝色、黄色、橙色、红色四个等级进行预警，分别表示一般、较重、严重和特别严重的灾害级别。为进一步促进气象灾害预警信号质量的提高，中国气象局于2014年发布了《气象灾害预警信号质量检验办法（试行）》（气预函〔2014〕113号），对省、地、县三级气象台发布的暴雨、暴雪、大风、雷电、冰雹、大雾、霾7类气象灾害预警信号进行质量检验，检验内容主要包括预警信号的准确性和发布时效性。

2013年以来，中国气象局公共气象服务中心在与国家统计局社情民意调查中心连续多年联合开展的全国公众气象服务满意度调查工作中，增加对气象灾害预警服务的评估内容，具体包括气象灾害预警服务的接收率和公众满意度、对气象灾害预警信息的理解程度等社会效益评价指标，以及公众使用气象灾害预警服务挽回因灾（气象灾害）损失费用等经济效益评价

指标。

2020年的评估结果（图1图2）可以看出，在公众对气象灾害预警信号的理解程度方面，有56.2%的受访公众表示对气象灾害预警信号表示“了解”和“比较了解”，对气象灾害预警信号的含义及相应的防御措施表示“了解”、“比较了解”和“一般”的比例分别为36.6%、19.6%和29.7%（图1）。从2014—2020年的连续调查评估监测可以看出，气象灾害预警服务的公众接收率和公众满意度，均呈现逐年提升的趋势。

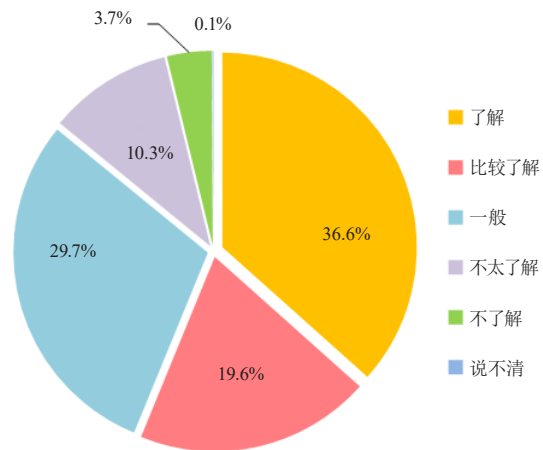


图1 2020年公众对气象灾害预警信号的理解程度等级分布图 (单位: %)

(来源: 中国气象局公共气象服务中心, 2020)

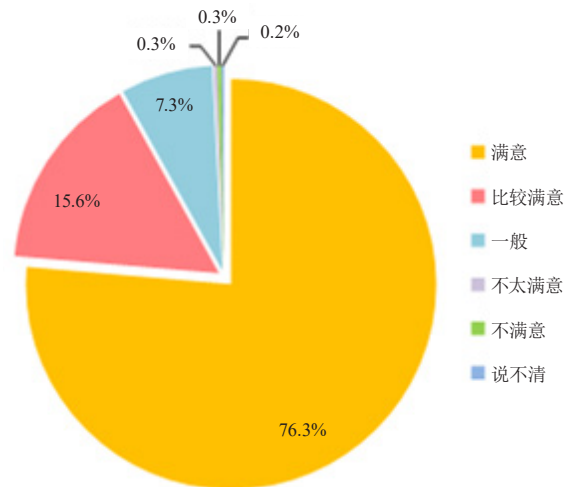


图2 2020年公众对气象灾害预警服务满意程度评价等级分布图 (单位: %)

(来源: 中国气象局公共气象服务中心, 2020)

气象灾害预警服务的经济效益评估结果显示，2019年和2020年气象服务均为接近五成的公众避免或减少过一定的因灾经济损失。其中，2019年47.3%的公众认为气象服务为个人及家庭避免或减少了一定

的经济损失,气象信息为城市公众挽回因灾(气象灾害)损失约266元/人,为农村公众挽回因灾损失约470元/人。2020年56.0%的公众认为气象服务为个人及家庭避免或减少了一定的经济损失,气象信息在一年中为城市公众挽回因灾(气象灾害)损失约295元/人,为农村公众挽回因灾损失约468元/人。调查中还利用减少损失法测算公众气象服务效益,评估结果显示,气象信息在2019年为我国公众挽回的因灾损失总额约4000多亿元,而这一数值在2020年达到4400多亿元。

从评估结果可以看出来,目前气象灾害预警评估指标和业务实践尚未形成体系,评估结果的适用性较为宽泛,评估应用较少。目前常用的评估指标,如覆盖率、接收率等均未有明确定义和指标解释,气象灾害预警评估指标尚未形成体系,业务实践所应用的部分指标,仍为借用公共气象服务评价指标,在实际应用中尚有待改进和优化。

4 结语

从我国目前的研究和业务实践来看,经过10多年的发展和努力,虽然我国气象灾害预警信息发布所覆盖的地域和人群已经大幅提升,但“最后一公里”的问题仍然普遍存在,提高山区、海区、牧区等边远地区人群接收和覆盖仍是当下急需解决的问题。此外,公众在应对突发灾害性天气过程时,如何正确引导公众解读和应用气象灾害预警信息,做出正确决策也应该是未来研究的一个重点和难点。未来气象灾害预警的制作将会向着综合灾害预警的方向发展,气象灾害预警评估也应实现灾前的预估、灾中的实时评估和灾后的效果或效益评估的全流程评估,才能更好地适应服务于大众服务于社会的最终目标,这也是灾害应急管理中需要加强研究、及时解决的关键技术问题。

因此,开展和加强气象灾害预警评估研究,在当前已有气象灾害监测预警体系基础上,持续提升气象灾害监测水平,加强灾前信息发布和预警能力,从而为经济和社会发展提供科学依据具有重要意义。

深入阅读

- 白静玉,赵会强,2017.多灾种早期预警系统大会对推进我国“十三五”时期突发事件预警信息发布系统建设与发展的若干启示.中国应急管理,2017,(12):59-60.
- 丁一汇,李维京,2008.中国气象灾害大典综合卷.北京:气象出版社,11-36.
- 格央,杨丽敏,卓玛,2016.2015年上半年气象灾害预警信号质量检验.西藏科技,2016,(8):57-61.
- 郭进修,李泽椿,2005.我国气象灾害的分类与防灾.减灾对策,20,(4):106-109.
- 和海霞,李儒,2020.美国灾害预警预报系统发展历程与经验借鉴.中国减灾,2020,(5):56-59.
- 金磊,明发源,1996.责任重于泰山—减灾科学管理指南.北京:气象出版社,31-61.
- 阚凤敏,2020.联合国引领国际减灾三十年:从灾害管理到灾害风险管理(1990—2019年).中国减灾,2020,(3):54-59.
- 李宁,李春华,胡爱军,等,2017.气象灾害防御能力评估理论与实证研究.北京:科学出版社,217-242.
- 刘勇洪,息海波,房小怡,等,2013.冰雪灾害对北京城市交通影响的预警评估方法.应用气象学报,24(3):373-379.
- 彭兴德,王彪,杨静,等,2019.气象灾害预警信号质量检验系统设计、开发与应用.中低纬山地气象,43(6):81-88.
- 夏保成,2011.美国IPAWS系统及对我国预警系统建设的启示.电子科技大学学报(社科版),13(4):66-71.
- 辛吉武,陈明,胡玉蓉,等,2014.气象灾害防御体系构建.北京:科学出版社,1-32.
- 许小峰,2012.气象防灾减灾.北京:气象出版社,245.
- 张文建,2010.世界气象组织综合观测系统(WIGOS).气象,36(3):1-8.
- 姚秀萍,吕明辉,张晓美等,2012.气象服务效益评估研究和业务进展.气象科技进展,2(3):39-44.
- 中国气象局公共气象服务中心,2020.2020年全国公众气象服务评价分析报告.北京:中国气象局公共气象服务中心.

(作者单位:吕明辉,中国气象局公共气象服务中心;
李焕连、成秀虎、姚秀萍,中国气象局气象干部培训学院)