暴雨灾害
Torrential Rain and Disasters
中国科技核心期刊
中国科技论文统计源期刊

青海大通“8·18”山洪灾害的天气特点及其气象应急服务对策

高顺年 高铭 王振海

Synoptic characteristics and corresponding meteorological emergency service strategies based on a mountain flood disaster event in Datong of Qinghai Province on August 18, 2022

GAO Shunnian，GAO Ming，WANG Zhenhai

在线阅读 View online: https://doi.org/10.12406/byzh.2024-140

您可能感兴趣的其他文章 Articles you may be interested in

引发山洪的降水特征及动态阈值研究

Research on precipitation characteristics and dynamic critical thresholds of flash flood disasters

暴雨灾害. 2021, 40(6): 655-663 https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-9045.2021.06.010

安徽省暴雨灾害预警等级的划分及其应用

Classification of early warning levels for rainstorm disaster and its application in Anhui Province

暴雨灾害. 2021, 40(2): 174-181 https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-9045.2021.02.009

青海“8·18”短时强降水过程的水汽特征分析

Analysis of water vapor characteristics of the "8·18" short-duration heavy rainfall event in Qinghai

暴雨灾害. 2025, 44(1): 41-51 https://doi.org/10.12406/byzh.2023-240

基于分钟雨量的浙江省汛期短时强降水特征研究

Investigating the characteristics of short-duration heavy rainfall during flood season in Zhejiang Province using the minute rain gauge data

暴雨灾害. 2025, 44(1): 60-70 https://doi.org/10.12406/byzh.2024-062

北京地区两次极端特大暴雨过程中短时强降水环境条件对比分析

Comparison of short-duration heavy rainfall environmental conditions during two extreme torrential rainfall events over Beijing area

暴雨灾害. 2021, 40(1): 27-36 https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-9045.2021.01.004

商洛金丝峡“6.26”极端短时强降水成因分析

Comprehensive analysis of the extreme short-time heavy rain event on 26 June 2022 in Jinsi Gorge, Shangluo

暴雨灾害. 2023, 42(6): 659-669 https://doi.org/10.12406/byzh.2022-256

关注微信公众号，获得更多资讯信息

高顺年,高铭,王振海.2026.青海大通“8·18”山洪灾害的天气特点及其气象应急服务对策[J].暴雨灾害,45(1):142−148. GAO Shunnian, GAO Ming, WANG Zhenhai. 2026. Synoptic characteristics and corresponding meteorological emergency service strategies based on a mountain flood disaster event in Datong of Qinghai Province on August 18, 2022 [J]. Torrential Rain and Disasters,45(1): 142−148 (in Chinese). doi:10.12406/byzh.2024−140

青海大通“8·18”山洪灾害的天气特点及其气象应急服务对策

高顺年[1], 高铭[1, 2], 王振海[1]
(1. 青海省气象局, 西宁 810001; 2. 成都信息工程大学, 成都 610225)

摘　要: 气象部门如何通过发挥自身职能优势有效防范和应对极端天气带来的风险挑战是气象服务实践中急需探讨的重要问题。2022 年 8 月 17 日夜间, 青海东北部出现极端短时强降水, 其中西宁市大通回族土族自治县发生山洪灾害, 造成重大经济损失和人员伤亡。联系这次极端短时强降水天气过程的特点及其造成的大通山洪灾害, 结合气象部门对此次山洪灾害气象应急服务的过程, 归纳其气象应急服务中存在的问题, 并有针对性地提出今后做好青海地区山洪灾害气象应急服务的 4 点建议: 构建反映区域特性的气象灾害应急响应预案, 完善多要素全覆盖的气象监测站网, 健全气象灾害应急响应联动机制, 加强内容丰富且形式多样的气象科普宣传教育。

关键词: 极端天气; 短时强降水; 山洪灾害; 气象应急服务; 应急响应
中图法分类号: P429　　**文献标志码**: A　　**DOI:** 10.12406/byzh.2024−140

Synoptic characteristics and corresponding meteorological emergency service strategies based on a mountain flood disaster event in Datong of Qinghai Province on August 18, 2022

GAO Shunnian[1], GAO Ming[1, 2], WANG Zhenhai[1]

(1. *Qinghai Provincial Meteorological Bureau*, *Xining* 810000; 2. *Chengdu University of Information and Technology*, *Chengdu* 610225)

Abstract: How to leverage functional advantages of meteorological departments to effectively mitigate and address the risks and challenges caused by extreme weather needs to be incorporated in meteorological service practice. On the night of August 17, 2022, an extreme short-term heavy rainfall event occurred in northeastern Qinghai Province, triggering mountain flash floods that caused casualties and significant economic losses in Datong Hui and Tu Autonomous County in Xining City. This study analyzes the characteristics of the short-duration extreme precipitation event and the resulting flash flood in Datong, and reviews the meteorological emergency service process during the disaster. Based on this examination, this study identified the existing problems in the meteorological emergency response and proposed four recommendations for improving the meteorological emergency services in response to the mountain flood disasters in Qinghai in the future. These four suggestions are as follows. (1) build meteorological disaster emergency response plans that reflect regional characteristics, (2) improve the meteorological monitoring station network to cover all relevant elements, (3) establish the meteorological disaster emergency response coordination mechanisms, and (4) strengthen meteorological science communication through diverse and engaging forms of public education.

Key words: extreme weather; short-duration heavy precipitation; mountain flood disaster; meteorological emergency service; emergency response

收稿日期: 2024−07−24; **定稿日期**: 2024−12−18
资助项目: 青海省科技厅重点研发与转化项目 (2023-SF-111)
第一作者: 高顺年, 主要从事高原天气预报理论与技术应用研究。E-mail: gaosn1008@163.com
通信作者: 高铭, 主要从事暴雨灾害风险评估与区划研究。E-mail: 534942860@qq.com
© Editorial Office of *Torrential Rain and Disasters*. OA under CC BY−NC−ND 4.0

引　言

2022 年 8 月 17 日夜间, 受持续强降水天气的影响, 青海省多地发生暴雨洪涝灾害, 共造成 5 市 11 县 6.5 万人受灾, 农作物受灾面积达 5.3 万 hm^2。其中, 西宁市大通县青林乡、青山乡等地瞬时强降雨引发山洪灾害 (以下简称大通“8·18”山洪灾害), 造成青山乡和青林乡 26 人遇难、5 人失踪, 直接经济损失 12.6 亿元。对于此次暴雨山洪灾害过程, 尽管青海省气象部门先后开展了一系列预报预警气象服务, 充分发挥了气象服务作为防灾减灾第一道防线的作用, 但由于此次山洪灾害极端性强、影响范围广, 造成了严重人员伤亡和财产损失, 被国家应急管理部确认为“2022 年全国十大自然灾害”之一。因此, 对此次山洪灾害气象应急服务中出现的有关问题进行思考研究、寻找更为积极有效的科学应对之策尤为必要。

大通“8·18”山洪灾害自发生后已有一些研究。如, 和海霞和李博 (2024) 基于气象和地形因素归纳了此次山洪灾害的致灾和成灾特征, 指出降雨叠加是造成此次山洪灾害的直接原因。马伟东等 (2023) 基于灾害系统理论分析了大通“8·18”山洪灾害的成因, 据此从青藏高原河谷区山洪灾害的预防与应急响应出发提出 4 点建议, 即重视极端天气事件或灾害事件的“碰头现象”、监测孕灾环境稳定性发生的变化、提升基层气象灾害的预报预警能力、加强基层减灾教育以加强公众防灾减灾意识。近年来, 国内学者分析我国西部地区山洪灾害成因和防御措施发现, 造成山洪灾害的重要原因包括预警系统精度不高、预警信息发布滞后、监测站点布局不密集等 (何秋明, 2018; 蒋立超, 2022; 李辰等, 2023)。同时, 关于如何做好气象灾害应急服务管理, 国内科技工作者回顾我国极端气象灾害事件防御过程和参考国外气象灾害防灾减灾机制 (穆治霖, 2008; 秦莲霞等, 2014; 仇娟娟等, 2014), 也提出一系列适用性较强的气象灾害防御机制或科学对策 (陈文龙等, 2021; 何秉顺等, 2021; 王立新, 2022), 但其研究大多针对的是水利、地质、应急等行业领域, 涉及气象领域的相对较少 (辛吉武等, 2009; 郝林南, 2013; 柯怡明等, 2022), 尤其是对气象部门如何发挥自身职能优势有效防范和应对极端天气带来的风险挑战的研究更少。

为此, 本文在前人研究的基础上, 以青海大通“8·18”山洪灾害过程为例, 通过回顾青海省气象部门对此过程暴雨天气的监测预报预警服务过程, 总结防御暴雨山洪灾害带来的经验和启示, 探讨青海省暴雨山洪灾害的防御对策, 期望为不断提升该地区暴雨灾害防御能力提供技术支撑。

1 大通“8·18”极端强降水天气特点及其山洪灾害概况

1.1 天气特点与预报难点

2022 年 8 月 17 日夜间, 受西太平洋副热带高压 (以下简称“副高”) 西侧高空槽和弱冷空气共同影响, 青海东北部出现极端短时强降水, 其中西宁、海东、海北等地出现中到大雨, 部分乡镇出现暴雨。大通县全域出现中到大雨, 降水过程从开始到结束仅 55 min, 当地各站过程累积降水量 9.2~43.6 mm, 全县平均降水量 27.6 mm, 最大小时雨量 40.6 mm (出现在大通国家基本气象站)。本次强降水过程降水强度大、历时短, 表明此次降水是由中小尺度天气系统直接造成, 相较历年青海省发生的强对流天气过程, 此次过程预报难度很大, 具体表现出如下几个特点。

(1) 降水开始时间及其极端性难以把握。引发大通“8·18”山洪灾害的这次极端短时强降水过程中, 对地面无明显冷锋过境和冷空气倒灌的河湟谷地而言, 降水开始时间不易把握。虽然在前期预报中研判出此次强对流天气具有一定的极端性, 且 24 h 内也预报出了暴雨天气, 但实况出现的极端降水强度仍超出预判, 尤其是短时降水量级与实况偏差较大。

(2) 数值模式预报存在较大不确定性。对此次极端短时强降水过程, 当地常用的多家数值模式对西太平洋副热带高压强度预报出入较大, 表现出较大的不确定性; 同时, 对高原复杂地形下的对流性降水, 各模式预报存在明显差异, 预报量级总体偏弱, 且 25 mm 以上大雨落区空报范围较大、50 mm 以上暴雨均漏报; 对致灾性短时强降水出现时间及其强度, 各家模式均表现为无预报能力, 仅上海数值预报系统 (CMA-SH9) 在小时降水强度预报中有一定的指示意义。

(3) 站网稀疏难以支持精准预报。在此次极端短时强降水过程中受灾严重的青山乡、青林乡, 各仅有一个气象站, 且均位于乡镇东缘, 当上游强回波长时间影响时, 使当地气象部门无法获得准确降水实况。尽管如此, 对此次极端短时强降水过程, 当地预报员还是克服了地面站网稀疏的局限, 充分应用雷达、卫星资料加强监测分析, 尤其是密切关注灾区上游低质心强回波、低层强辐合等天气信息, 为提前发布大通地区暴雨红色预警信号提供了有价值的参考依据。

1.2 山洪灾害概述

8 月 17 日 22 时 (北京时, 下同) 左右, 受持续强降水影响, 青海省多地发生暴雨洪涝灾害, 西宁市大通县青山乡、青林乡由瞬时强降水引发山洪, 造成 26 人遇难、5 人失踪 (应急管理部, 2023)。统计结果表明, 2022 年 8 月青海全省出现了 5 次强降水天气过程, 分别出现在 4 日、9 日、13—14 日、17—18 日、21 日, 共计 289 站次的国家站和区域站小时雨强超过 20 mm, 7 站次≥50 mm。其中, 化隆、湟中、循化三站 24 h 降水量均突破当地有气象记录以来日降水量极值, 班玛、平安两站日降水量分别排有气象记录以来第 2、3 位, 大通、乐都、贵德、尖扎、班玛站 (国家站) 小时雨量均突破当地有气象记录以来极值。比较上述 5 次强降水天气过程的致灾损失发现, 大通“8·18”山洪灾害造成的损失最重。究其原因, 主要包括: (1) 短时雨量大、极端性明显。大通县青林乡和青山乡降水集中在 17 日 22:15—22:30, 15 min 降水约 30 mm (图 1), 22:55 后两地降水明显减弱。过程 (22:05—23:00, 55 min) 累计降水量, 青山乡为 34.6 mm, 青林乡为 39.3 mm。大通国家基本站小时雨量达 40.6 mm, 为该站 1984 年以来最大。(2) 过程前期强降水发生时段密集且落区重叠。当年 8 月青海全省降水较常年偏多 31.8%, 多地雨量突破历史同期记录, 强降水频次为 1961 年以来同期最多, 强降水集中发生在青海东北部的西宁、海东、海北等地。(3) 强降水导致河道流量突增。此次强降水过程的主要受灾区位于湟水支流北川河上游的沙岱河, 该河长约 33 km, 落差约 1 149 m, 平均比降 34.81‰, 在足够距离上叠加大比降之后, 为山洪汇聚和高速运移提供了支持 (马伟东等, 2023)。据水文部门对洪痕和断面初步测量计算得到的结果, 本次过程沙岱峡洪峰流量为 188 $m^3 \cdot s^{-1}$, 其重现期达 500 a 以上。

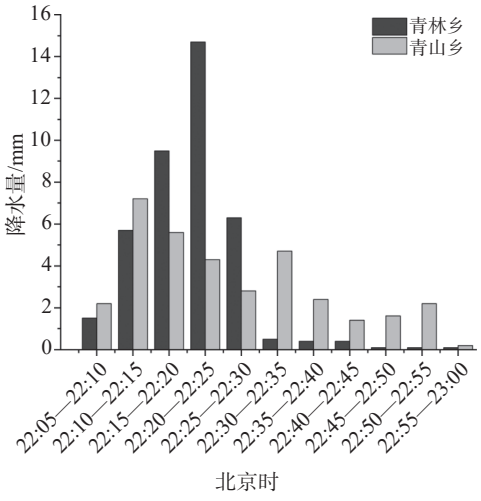


图 1 2022 年 8 月 17 日 22—23 时青林乡、青山乡区域站逐 5 min 降水量变化

Fig. 1 Variation of 5-munite precipitation (unit: mm) at the Qinglin and Qingshan regional weather stations from 22:00 BT to 23:00 BT on August 17, 2022

考虑到国内常使用人口灾度、经济灾度和农作物灾度 3 项指标对自然灾害损失进行评估 (王培等, 2019), 本文采用的青海省灾情数据来源于《青海省气象灾害年鉴》、灾情数据统计网等, 以死亡人数代表人口灾度、直接经济损失代表经济灾度、农作物受灾面积和成灾面积代表农作物灾度, 统计得到 2013—2022 年青海省逐年暴雨灾害造成的死亡人数、经济损失、农作物受灾面积和成灾面积 (图 2)。由图可见, 各项指标整体均呈下降趋势, 这与气象部门预报准确率和精细化服务水平不断提高以及政府和公众防灾减灾意识逐步增强密切相关。然而, 没有预料到的是, 2022 年大通“8·18”山洪灾害的发生使青海再次出现重大人员伤亡和经济损失, 暴雨洪涝及其次生灾害造成的死亡人数多达 32 人, 农作物受灾面积和成灾面积分别为 17 291.73 hm^2 和 7 242.3 hm^2, 直接经济损失高达 18.3 亿元。

2 大通“8·18”山洪灾害气象应急服务回顾

2.1 气象服务概况

大通“8·18”山洪灾害发生前的 8 月 16 日,青海省气象局对外发布了《重要天气报告》, 此报告明确指出新一轮强降水中心将出现在西宁等地, 过程降水量 20~40 mm, 局地可达 50 mm 以上, 强降水主要集中在 17 日夜间至 18 日白天。17 日上午, 青海省副省长才让太参加了青海省气象局天气会商后及时作出防汛调度, 要求“各部门做好预警调度, 加强防范各类次生灾害”。

此轮强降水开始后, 青海省气象局密切监测雨情发展, 及时发布暴雨蓝色预警的同时, 联合省水利厅发布了大通等地山洪黄色预警, 并启动暴雨Ⅳ级应急响应, 要求各级气象台站加强天气监测、预报、预警与跟踪服务, 加密提供最新预报预警信息, 并及时向各级政府汇报。17 日夜间, 强降水中心转移至西宁地区, 西宁市气象局迅速响应, 多次叫应市应急局、市政府应急办、市委信息处、市水务局、市自然资源局主要领导, 大通县气象局叫应当地县政府主要领导、应急局、政府办公室及相关部门负责人 20 余次。

大通“8·18”山洪灾害发生后, 青海省突发公共事件应急管理委员会立即启动省级突发灾害事件Ⅱ级应急响应, 组织落实相关防御措施。青海省气象局

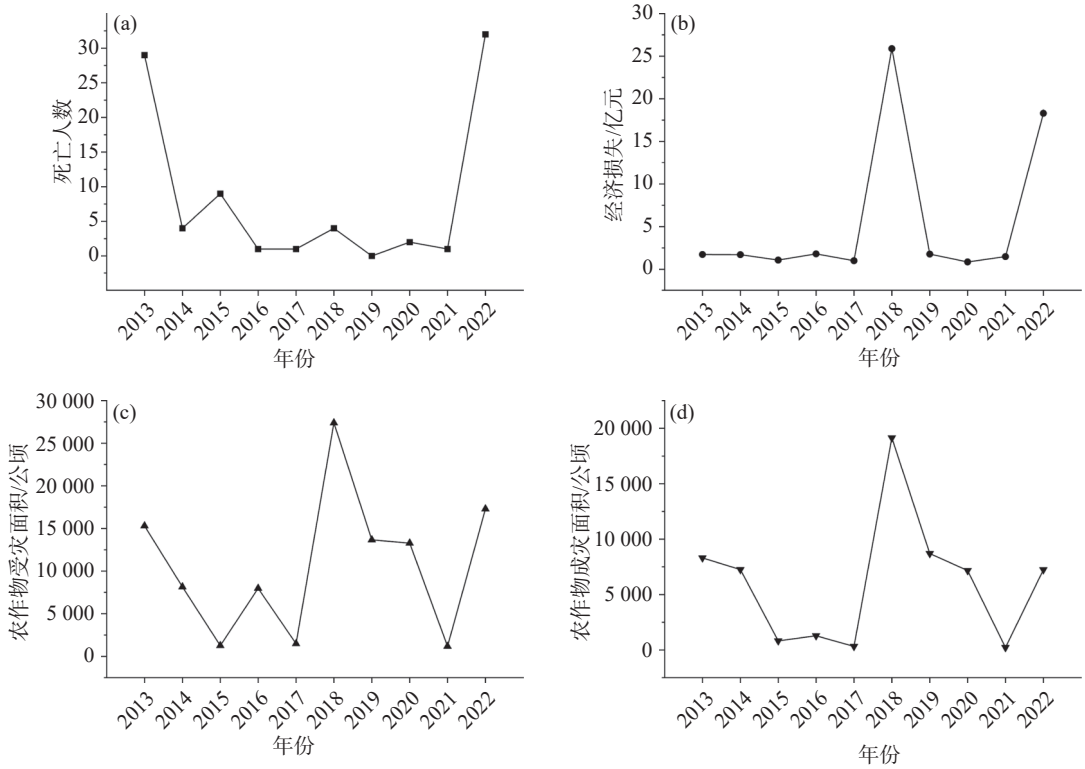


图 2 2013—2022 年青海省暴雨灾害造成的各类损失 (a. 死亡人数; b. 直接经济损失; c. 农作物受灾面积; d. 农作物成灾面积) 逐年变化

Fig. 2 Annual changes of (a) mortalities, (b) direct economic losses, (c) affected areas of crops, and (d) injured areas of crops caused by heavy rain disasters in Qinghai Province from 2013 to 2022

也迅速成立了大通“8·18”山洪灾害气象应急服务领导小组, 安排部署救灾气象服务工作。此期间省气象局主要领导多次参加省政府组织的大通“8·18”山洪灾害应急处置调度会, 并现场通报前期降水实况, 分析降水原因, 介绍后期天气形势变化。与此同时, 青海各级气象部门相关领导与技术人员第一时间赶赴受灾现场, 并在现场建立应急气象观测站, 抢修恢复事故现场及周边地区损毁的气象观测设备, 开展救援现场逐小时滚动气象预报服务。随后, 还选派气象专家参与了省水利厅、省减灾委等单位牵头的大通“8·18”山洪灾害调查、灾情评估等工作。

2.2 气象服务中反映出的问题

大通“8·18”山洪灾害造成了重大人员伤亡和经济损失, 其教训十分惨痛。认真回顾大通“8·18”山洪灾害气象应急服务中每个环节、预案和措施等之后, 与中国气象局和青海省政府的要求相比, 仍存在需要改进的若干问题。

(1) 基层地方气象灾害应急预案内容针对性不强。应急预案是各级政府为了有效应对突发事件而预先制定的一种工作方案。多年前, 青海省政府办公厅就印发了《青海省气象灾害应急预案》, 要求各市 (州)、县 (市、区) 人民政府据此制订本行政区域气象灾害应急预案。然而, 应急预案在实际制定过程中, 由于当地气象部门暂未开展气象灾害风险普查, 对本地区造成严重影响的气象灾害类型及特征缺乏了解, 无法针对特定气象灾害该采取怎样的气象应急服务进行有效指导, 导致应急预案缺乏针对性和实用性, 从而降低了应急效率、增加了灾害损失。

(2) 青海省灾害易发区气象基础监测能力不足。气象监测数据是为气象灾害出现时做出决策最重要的依据, 直接影响到应急措施的及时性、准确性和有效性。随着各级地方政府对气象工作越来越重视, 给予气象工作的政策与经费支持力度也在逐步加大, 但气象监测能力与地方对防灾减灾服务的需求还有一定差距, 气象部门与其他相关部门的测站及数据共享机制还未建立。如, 灾害易发区的西宁、海东、海北、海南、黄南 5 个市州气象监测站网覆盖率仅为 17.6%, 此次大通“8·18”山洪灾害区, 受灾点只有青山、青林 2 个气象观测站, 且均在受灾区下游, 存在一定的观测盲区。

(3) 气象预报预警信息应急响应联动机制不健全。青海省汛期常出现瞬时大风、短时降水、冰雹等强对流天气, 往往具有突发性、局地性强的特点, 基层气象部门从天气监测到信息发布至少需要 20 min

时间,且面向党政部门基层责任人的“叫应”机制尚未有效建立,气象预警信息难以在第一时间传达到可能受到灾害影响的群众而错失宝贵的应急处置时间,使得预警效果大打折扣。从传播层面看,宣传部门、通信管理部门、广电部门针对高级别预警信息发布的机制和“绿色通道”尚未建立,各类媒体在气象灾害预警信息传播方面还存在“短板”,如信息滞后情况普遍存在,难以在第一时间传递给可能受到灾害影响的群众。

(4) 气象灾害风险知识普及宣传不够。与我国经济发达的南方地区相比,西北干旱区、青藏高原等地山洪灾害风险低,部分干部群众在重大风险的初期辨识、发展规律、危害程度等方面仍存在前瞻意识和预防经验缺乏的问题。大多数群众对灾害风险感知不足,应灾避灾行为消极,常出现过于乐观和侥幸心理,这也反映出各级气象部门面向社会公众的气象灾害风险知识普及宣传不深入、不全面。

3 气象应急服务措施及建议

3.1 主要服务措施

高效有力的气象应急服务服务措施是发挥气象防灾减灾第一道防线的重要保障。虽然大通“8·18”山洪灾害气象应急服务中反映出不少问题,但采取的一些气象应急服务服务措施为避免更大灾害损失仍然发挥了重要作用。结合 2022 年青海省降雨过程多、降水强度大、旱涝急转明显的天气特点,对其主要措施归纳总结如下:

(1) 可靠的预报预警技术。近年来,青海省气象局落实中国气象局短时临近预报预警服务业务、暴雨监测预报预警服务等能力提升工作方案,组建灾害性天气短临预报关键技术研发创新团队,深化高原暴雨、强对流等天气机理研究,修订《青海省气象灾害预警信号防御指南》,推进预警信号业务属地化发布,利用暴雨风险普查成果,开展暴雨预警信号调整,健全应急联动机制,推动提高社会防灾避险能力,在大通“8·18”山洪灾害气象服务实践中发挥了不可替代的作用。

(2) 准确的预报预警信息。面对极端天气,青海省气象部门及时加强气象研判,提高气象服务供给侧质量,递进式精准预报为各级政府决策指挥提供了精准有力的科学支撑,为各地有序有效实施指挥调度、转移避险、险情处置赢得了先期时间和更多主动权,为保障人民生命安全发挥了关键作用。如,2022 年 8 月青海省气象部门首次预报 100 mm 以上降水、首次准确预报城镇暴雨、首次发布省级暴雨黄色预警,暴雨红色预警发布历史最多,准确率 96.7%,提前量 35 min。

(3) 迅捷的直通叫应服务。大通“8·18”山洪灾害发生后,8 月 21 日强对流天气再次来袭,青海省气象部门勇于叫应,关口前移,实现从提供预警信息到直接参与指挥调度的转变。政府及时响应,迅速调度,共组织 78 次转移,紧急转移群众近 2 万人,实现东部河谷、城市群等人口高密度区人员零伤亡。2022 年汛期期间,根据气象预警和先导指挥,共紧急转移群众 20 余万人,发生的 5 起灾害中,1 483 人因提前转移而幸免受灾。

(4) 有效的气象防灾减灾机制。完善气象防灾减灾协同机制。2022 年 4 月 28 日,国务院印发《气象高质量发展纲要 (2022—2035 年)》,青海省市县三级政府陆续召开推进气象事业高质量发展专题会议,印发贯彻落实文件,有效形成了各级党委政府主导、部门协同、气象发力,共同推动青海气象高质量发展的工作格局。政府部门开始主动谋划气象发展,“党委领导、政府主导、部门联动、社会参与”的气象防灾减灾机制日趋完善,地方财政支持力度进一步加大。

3.2 加强气象灾害防御的建议

要进一步做好青海省今后暴雨山洪灾害防御等气象服务工作,不仅需要及时总结气象灾害造成人员伤亡与财产损失的原因,还要加强气象灾害防御理论与对策研究,为此提出如下几点建议。

(1) 构建反映区域特性的气象灾害应急响应预案。鉴于各地区气候特征的差异性,主要致灾的天气现象展现出显著的多样性;加之基础设施规划及建设的不同,即便是相同类型和强度的气象灾害,承灾体所表现出的脆弱性也各不相同。城市与乡村在面对灾害性天气时,成灾特性往往有所不同。以暴雨为例,农村地区暴雨易导致大量地表径流,土壤侵蚀、作物减产乃至农田和建筑物淹没,山区还可能诱发泥石流与山体滑坡;而城市由于广泛采用水泥、沥青等不透水材料铺设地面,一旦排水系统无法及时疏导,会造成街道积水、房屋渗水等灾害。因此,地方政府在制定气象灾害应急响应预案时,需有针对性地界定应急响应涵盖的气象灾害类型与范围,确保预案突出重点,精准施策。气象灾害应急管理工作涵盖预警发布、指挥调度、灾害救援、人员疏导、险情排除等多个环节,这要求应急预案必须明确界定各部门在气象灾害发生前、中、后各阶段的职责范围与应急流程,实现分工明确、联动高效,有助于在紧急情况下迅速构建起统一指挥、分级响应、各司其

职的高效组织指挥与行动机制。

(2) 完善多要素全覆盖的气象监测站网。作为地处青藏高原区的青海省，既要优先对山洪地质灾害易发集中区的西宁、海东、海北、海南、黄南所属山洪沟以及格尔木市那陵格勒河和格尔木河流域布设多要素自动气象站，以大通县为试点，建设中小河流气象监测预报预警示范基地，构建山洪、地质灾害及城市内涝气象灾害风险预报预警业务系统，加快填补灾害易发区观测空白，提升灾害风险预警能力；又要围绕大城市气象服务需求，在西宁、海东等东部城市群建设感知网，布设便携式智能观测装备、物联网自动气象站，对现有雷达进行布局调整和技术升级，在监测盲区补充建设 X 波段天气雷达，实现人口密集区和重点区域天气雷达监测组网全覆盖。充分发挥雷达、风云卫星资料在短临业务中的核心作用，有效提升短时强降水、龙卷风、冰雹等灾害性天气监测预警客观化、精准化水平。

(3) 健全气象灾害应急响应联动机制。健全气象灾害应急响应联动机制需遵循分级负责、属地管理的原则，将气象灾害防御工作纳入各级综合防灾减灾救灾体系，融入基层网格化社会治理体系，纳入基层公共服务清单。建立“政府统筹、应急主导、部门联动”的气象灾害防御组织体系和直达基层责任人的预警“两个叫应”机制，建立横向到边的全链条应急响应联动机制和纵向到底的气象防灾减灾责任体系，凝聚各地区和各部门形成气象防灾减灾合力。整合利用各类应急资源，优化专业应急救援力量布局，加快建设市州应急救援中心，加大先进适用装备配备力度，提升快速精准抢险救援能力。建立气象灾害预警信号统一发布和社会媒体广泛传播机制，打通重大气象灾害预警信息快速传播、紧急播发、全网推送的“绿色通道”，提升全网发布速率，推动 5G 消息通信、农村应急广播、小区广播等技术在预警信息发布中应用。

(4) 加强内容丰富、形式多样的气象科普宣传教育。当前中小流域发生山洪风险形势日益严峻，单从降水量无法完全预测山洪风险。因此，要提升党政领导干部气象灾害防范应对意识，把应对和防范极端天气灾害风险全面纳入安全风险防控管理中，将大通“8·18”山洪灾害作为典型案例纳入党政领导干部培训内容，开展实战化教学，提升气象灾害及衍生灾害高影响行业、人员密集等重点场所的管理部门和单位气象灾害风险认知水平，培养基层突发事件应急指挥员在面对极端天气带来的风险和危害时进行系统性研判和科学部署的能力。同时，组建气象科普专家宣讲团队，广泛开展气象防灾减灾知识培训，推进气象防灾减灾知识进企业、进农村、进社区、进学校、进家庭，加强气象灾害预警信号及防御指南等系统性科普宣传力度，定期开展应急演练，提升公众气象灾害风险意识和自救能力。

4 结束语

近年来，中国气象局多次对做好防汛救灾气象服务保障工作进行周密部署，要求立足防大汛、抗大险、救大灾，坚持“人民至上、生命至上”，切实把做好防汛救灾气象服务工作作为首要任务。同时，《青海省山洪灾害防治“十四五”规划》要求强化监测预警和运行管理，有效防范或降低山洪灾害风险。因此，青海省各级气象部门要切实把人民群众生命安全放在首位，加快补齐短板弱项，全力做好气象灾害防御各项工作，坚决守住安全底线，为青海经济社会发展保驾护航。

面对极端天气气候事件多发、频发的严峻形势，气象工作不仅是服务国家安全的重要力量，且日益成为经济社会各行各业趋利避害、促进高质量发展不可或缺的生产要素。在这样的背景下，气象灾害的影响更具有复杂性、放大性、全局性，任何小的闪失都可能成为影响全局的大风险。本文立足大通“8·18”山洪灾害气象应急服务工作提出了几点气象灾害防御措施和建议，希望能为各地尤其西北地区系统防范气象灾害提供参考，从而有效降低系统性风险、最大程度减少极端天气造成的灾害损失。

参考文献 (References):

陈文龙,杨芳,宋利祥,等.2021.高密度城市暴雨洪涝防御对策——郑州“7·20”特大暴雨启示[J].中国水利,(15):18−20,23. Chen W L, Yang F, Song L X, et al. 2021. Countermeasures for rainstorm and flood prevention in high-density cities——the “7·20” heavy rain revelation in Zhengzhou [J]. China Water Resources,(15):18−20,23 (in Chinese). doi:10.3969/j.issn.1000−1123.2021.15.018

郝林南,艾义龙,姜洋.2013.辽宁省“8·04”暴雨洪水抗御方案及防御措施探讨[J].东北水利水电,31(3):51−53. Hao L N, Ai Y L, Jiang Y. 2013. Discussion on countermeasures and prevention measures of "8·04" rainstorm flood in Liaoning Province [J]. Water Resources & Hydropower of Northeast China,31(3):51−53 (in Chinese). doi:10.14124/j.cnki.dbslsd22−1097.2013.03.024

何秉顺,马美红,李青,等.2021.我国山洪灾害防治现状与特点探析[J].中国农村水利水电,2021(5):133−138,144. He B S, Ma M H, Li Q, et al. 2021. Current situation and characteristics of flash flood prevention in China [J]. China Rural Water and Hydropower,2021(5):133−138, 144 (in Chinese). doi:10.3969/j.issn.1007−2284.2021.05.023

和海霞,李博.2024.青海大通“8·18”山洪灾害特征及风险分析[J].自然资源遥感,36(2):135−141. He H X, Li B. 2024. Characteristics and risk

analysis of the flash flood occurring in Datong of Qinghai Province on August 18, 2022 [J]. Remote Sensing for Natural Resources, 36(2):135−141 (in Chinese). doi:10.6046/zrzyyg.2023002

何秋明.2018.浅析甘肃小流域分布特性及山洪灾害成灾特点[J].地下水,40(4):166−167. He Q M. 2018. Characteristic analysis of small watershed distribution and the concerned flash flood disasters in Gansu Province [J]. Ground Water,40(4):166−167(in Chinese)

蒋立超.2022.临泽县板桥镇山洪灾害防治实践及思考[J].农业科技与信息,(23):44−47. Jiang L C. 2022. The practice and reflection on mountain torrents disaster prevention and control in Banqiao Town, Linze County [J]. Agricultural Science-Technology and Information,(23):44−47 (in Chinese). doi:10.15979/j.cnki.cn62−1057/s.2022.23.019

柯怡明,孙学军,孙元,等.2022. 2021 年汉江秋汛异常水雨情特征及风险管理机制探讨[J].暴雨灾害,41(5):501−505. Ke Y M, Sun X J, Sun Y, et al. 2022. Discussion on the characteristics and risk management strategies of abnormal rainfall-flood regime in the Hanjiang River Basin during the autumn flood season of 2021 [J]. Torrential Rain and Disasters,41(5):501−505 (in Chinese). doi:10.12406/byzh.2022−158

李辰,王鹏,李梦刚.2023.山洪灾害“四预”措施的思考与分析——基于 2022 年 6 场规模以上山洪灾害[J].湖北应急管理,(11):66−67. Li C, Wang P, Li M G. 2023. Thoughts and analysis on the "Four Precautions" against mountain flood disasters based on the 2022 mountain flood disasters of scale [J]. Emergency Management in Hubei Province,(11):66−67 (in Chinese)

马伟东,费杜秋,刘峰贵,等.2023.基于灾害系统理论的青海大通“8·17”山洪灾害成因分析[J].人民黄河,45(12):41−46. Ma W D, Fei D Q, Liu F G, et al. 2023. Analysis of the causes of the Datong August 17 mountain flood disaster in Qinghai Province based on disaster system theory [J]. Yellow River,45(12):41−46 (in Chinese). doi:10.3969/j.issn.1000−1379.2023.12.008

穆治霖.2008.完善气象灾害防御机制的思考[J]. 中国人口·资源与环境,18(4):15−17. Mu Z L. 2008. Improve meteorological disaster reduction institution [J]. China Population, Resources and Environment,18(4):15−17 (in Chinese)

秦莲霞,张庆阳,郭家康.2014.国外气象灾害防灾减灾及其借鉴[J]. 中国人口·资源与环境,24(S1): 349−351. Qin L X, Zhang Q Y, Guo J K. 2014. The practice and experience of meteorological disaster prevention and mitigation in other countries [J]. China Population, Resources and Environment, 24(S1): 349−351 (in Chinese)

仇娟娟,宋正逵,周荣,等.2014.南通市洪涝灾害案例分析与对策探讨[J]. 中国西部科技,13(9):57−59. Qiu J J, Song Z K, Zhou R, et al. 2014. Case analysis and countermeasure discussion on flood disasters in Nantong City [J]. Science and Technology of West China,13(9):57−59 (in Chinese). doi:10.3969/j.issn.1671−6396.2014.09.025

王立新.2022.防御“22·6”北江特大洪水经验启示[J].中国水利,(22):8−10. Wang L X. 2022. Experiences of prevention and defense of “June 2022” catastrophic flood in the Beijiang River [J]. China Water Resources,(22):8−10 (in Chinese). doi:10.3969/j.issn.1000−1123.2022.22.008

王培,王佳丽,李康丽,等.2019.荆门市近十年气象灾害特征分析以及防御对策[J].气象科技进展,9(2):28−31. Wang P, Wang J L, Li K L, et al. 2019. An analysis of meteorological disasters in Jingmen in recent ten years and the responsive measures [J]. Advances in Meteorological Science and Technology,9(2):28−31 (in Chinese). doi:10.3969/j.issn.2095−1973.2019.02.005

辛吉武,许向春,陈明.2009.气象灾害防御管理模式及防御机制研究[J]. 中国软科学,(S2):276−283. Xin J W, Xu X C, Chen M. 2009. A study on meteorological disaster management model and defense mechanism [J]. China Soft Science,(S2):276−283 (in Chinese)

应急管理部.2023.应急管理部发布 2022 年全国十大自然灾害[J].中国减灾,(3):8−9. Ministry of Emergency Management. 2023. Ministry of Emergency Management released the top ten natural disasters in China in 2022 [J]. China Disaster Reduction,(3):8−9 (in Chinese). doi:10.3969/j.issn.1002−4549.2023.03.003

(责任编辑 张 文)