

# 山洪预报预警技术研究进展

李红霞<sup>1,2</sup>, 覃光华<sup>1,2</sup>, 王 欣<sup>1,2</sup>, 缪 韧<sup>1,2</sup>, 刘盈斐<sup>3</sup>

(1. 四川大学水力学与山区河流开发保护重点实验室, 四川 成都 610065;  
2. 四川大学水利水电学院, 四川 成都 610065; 3. 中国水利水电科学研究院, 北京 100038)

**摘 要:** 山洪预报预警研究是实施山洪灾害防治的重要科学支撑。目前国内外学者对山洪预报预警技术的研究主要集中在山洪预警指标、山洪预报预警模型以及山洪灾害风险分析等方面, 本文对山洪预报预警技术相关研究进展进行了总结, 并指出未来在山洪灾害监测、山洪预报预警模型研制、多元信息融合技术、结合山洪特点和区划有针对性进行预报预警等方面还应进行更深入的研究。

**关键词:** 山洪; 灾害; 预警; 预报

中图分类号: P426.616

文献标识码: A

文章编号: 1000-0852(2014)05-0012-05

山洪一般是指发生在小面积(通常几百 km<sup>2</sup> 以内)山丘区、由强降雨诱发的急涨急落(几十分钟至几小时)的洪水。山洪的危害性主要表现为突发性、水量集中且流速大、冲刷力强, 常常裹挟大量泥沙、石块等形成泥石流和滑坡, 具有强大的破坏性。近年来, 由于全球气候变化的原因造成极端天气不断出现, 降雨量的变化呈现极端化趋势, 因此造成全球山洪灾害的频繁发生, 影响范围逐年增加<sup>[1]</sup>。

近年来, 我国大江大河的防洪工作突出, 防洪能力逐渐提高, 而山区山洪灾害工作相对比较薄弱, 导致山洪灾害造成的损失在全国洪涝灾害损失中所占的比例呈现出上升趋势, 也使得小流域山洪灾害的防御工作逐渐成为防洪减灾工作的重点。2006年10月, 国务院正式批复《全国山洪灾害防治规划报告》。2010年9月, 国务院召开常务会议, 部署加强中小河流治理和山洪地质灾害防治工作, 再次强调山洪灾害防御和治理的重要性。

随着山洪灾害防治工作的开展, 山洪灾害监测预警系统逐步开始建设, 而山洪预报预警是其中的关键技术之一。近年来国内外很多学者对山洪预报预警进

行了研究<sup>[2]</sup>, 但仍存在着很多问题。如缺乏观测数据、缺少可靠的山洪灾害预报预警方法(模型)等等, 这成为实施山洪灾害防治规划的关键性技术障碍之一, 也为山洪灾害防治和监测预警预报系统建设带来了极大的困难。

本文对目前山洪预报预警技术的研究进展进行总结, 指出存在的问题和难点, 并对未来的研究方向进行展望。

## 1 研究进展

国内外对于山洪已经开展了相关研究, 美国、日本、奥地利、德国等是国际上较早开展山洪灾害研究的国家。欧盟第六框架计划于2006年9月正式启动《山洪预报的水文气象数据资源与技术 HYDRATE》项目<sup>[3]</sup>, 世界气象组织也在积极推进一体化洪水管理理念, 并在南亚地区孟加拉国、印度和尼泊尔三国成功地开展了“社区加盟洪水预警与管理”的示范区项目。目前中国水利部水利信息中心组织开展了“中小河流突发性洪水监测与预警预报技术研究”项目等<sup>[4]</sup>, 均取得了一定的研究进展; 国内外的研究主要从水文

收稿日期: 2013-11-14

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(51209152); 教育部高等学校博士学科点专项科研基金新教师类(20110181120100)

作者简介: 李红霞(1981-), 女, 山东烟台人, 讲师, 博士, 研究方向为水文模拟及水文预报。E-mail: hx\_li406@126.com

表1 中国和美国山洪预报预警技术对比  
Table1 Comparison of flash flood forecast and warning techniques between China and USA

	美国	中国
山洪预警指标	动态临界雨量、水位、流量	临界雨量、水位、流量,正在推广应用动态临界雨量、水位、流量
山洪预报预警模型	常用基于水文模型的动态临界雨量法,典型代表为山洪预警指南系统(FFG)	常用基于归纳统计的临界雨量法,正在推广应用分布式水文模型和动态临界雨量法
山洪灾害风险分析	基于 GIS 的多因子分级区划	临界雨量系数法、基于 GIS 的多因子分级区划

学、气象学或者地学方面着手,通过对山洪的诱发因素、临界条件以及发生过程的模拟来预报山洪<sup>[5]</sup>。

以美国为代表的欧美山洪预报预警开展较早,技术也较为先进。中国和美国山洪预报预警技术对比如表 1。

### 1.1 山洪预警指标研究

强降雨是诱发山洪的主要动力因素,地形地貌植被和土地利用等也对山洪形成起控制作用。区域内的河道行洪不畅也会加剧山洪灾害。山洪形成与雨量、雨强、降雨历时及土壤湿度关系密切,高强度的集中降雨是引发山洪的主要原因。目前国内外山洪预警指标主要采用临界雨量、水位和流量<sup>[6]</sup>。

在国内,山洪的预警指标多采用《国家防办山洪防御预案编制大纲》提出的基于“统计归纳法”的临界雨量<sup>[7]</sup>。该方法在国内应用较为广泛,指导思想是利用历史资料进行统计分析得出该地区发生山洪的降雨临界条件。通过天气预报和降水实际情况,以临界雨量为依据,确定山洪发生的可能性。陈桂亚等提出利用历史雨量资料分析计算地区的山洪灾害的临界雨量的方法<sup>[8]</sup>。叶勇等应用该方法分析浙江省小流域山洪灾害临界雨量<sup>[9]</sup>。另外江锦红等从河道安全泄量出发,提出最小临界雨量与临界雨力的概念和计算方法,并以此构建暴雨临界曲线作为山洪预警的标准<sup>[10]</sup>。谢会云等利用等流时线和 GIS 相结合,制作 GIS 专题图,实时展现了各等流时线上流量的大小,为预警决策提供了依据<sup>[11]</sup>。

在国外,山洪研究开展较早,方法较为成熟,预警指标常用动态临界雨量,典型代表为美国国家气象局水文研究中心研发的山洪预警指南系统(Flash Flood Guidance, FFG)<sup>[12-15]</sup>。其思路是以小流域上已发生的降雨量,通过水文模型计算分析,得到流域实时土壤湿度,并反推出流域出口断面洪峰流量要达到预先设定

的预警流量值所需的降雨量,这个降雨量称之为动态临界雨量值。当实时或预报降雨量达到该雨量值时,即发布山洪预警或警示。该方法被广泛的应用, Daniele Norbiato 等将该方法应用于意大利东北部山区<sup>[16]</sup>。Georgakakos 应用于美国以及中部美洲<sup>[13-14,17]</sup>。Pierre Javelle 等对土壤含水量及其饱和程度进行分析计算,考虑前期土壤含水量对山洪产流的影响,利用经验公式,并采用雷达测雨数据计算山洪的流量,进行山洪预警<sup>[18]</sup>。Efrat Morin 等在干旱的死海地区利用雷达测雨开展山洪预报预警研究<sup>[19]</sup>。

### 1.2 山洪预报预警模型研究

针对不同的地域条件,国际上已经开发和建立有不同的经验和数学模型,对山洪过程进行模拟,确定山洪的影响范围和规模,进行预报预警。山洪预报预警可以采用常规的水文气象模型,但由于山洪具有流速快、预见期短以及资料短缺的特点,所以山洪预报预警与常规水文预报的思路会有所不同。目前山洪预报使用较多的方法为临界雨量法。目前正在推广应用分布式水文模型,其基本思路是利用 GIS 生成的数字高程模型(DEM)来构建数字流域,通过对流域产汇流的计算得出预警断面的水位、流量、泥沙等过程,以此达到山洪预警预报的目的,其过程是动态的,易于掌握山洪爆发的时间和等级。此外,山洪多发生在山区,而山区大部分属于无资料地区,缺乏或者缺少监测资料,而分布式水文模型可以应用于无资料区,这也使得分布式水文模型在山洪预报中得以应用。

在国内,陈桂亚等对山洪灾害临界雨量分析计算方法进行了研究<sup>[8]</sup>。刘志雨等提出了以 GBHM 分布式水文模型为基础,以动态临界雨量为指标对中小河流山洪预警方法,并在江西遂川江流域进行应用<sup>[20]</sup>;郭良等提出建设基于分布式水文模型的山洪预警系统建设的思路<sup>[21]</sup>。叶金印等针对资料缺乏地区中小河流,

提出了采用降雨径流相关法进行产流计算,采用 Nash 汇流模型进行汇流计算的山洪预警方法<sup>[22]</sup>。王鑫等初步建立了基于水动力学的山洪数值模拟预报模型<sup>[23]</sup>。潘佳佳等比较了暴雨山洪水动力学、运动波模型、扩散波模型的效果<sup>[24]</sup>。杨阳等在阶梯坡面上分别进行了无加糙和用粘贴不同粒径的均匀沙定床加糙的 2 组系列试验,研究了阶梯河道中的山区洪水波运动特性<sup>[25]</sup>。

在国外,常用的山洪预警预报模型为流域水文模型。Seann Reed 等比较了 12 个分布式流域水文模型的山洪预报效果<sup>[26]</sup>。Gunter Bloschl 等在奥地利北部山区应用分布式水文模型预报山洪,使得预报精度上升约 10%~30%<sup>[27]</sup>。Isabelle Braud 等在法国东南部流域应用分布式水文模型分析了 2002 年的山洪过程<sup>[28]</sup>。Béatrice Vincendon 等将 ISBA 地表模式与 TOPMODEL 模型耦合应用<sup>[29]</sup>。Papanicolaou 等<sup>[30]</sup>开发了一个山区河流水沙动力学模型。

### 1.3 山洪灾害风险分析

由于山洪往往发生突然、空间尺度小、分布数量多、成灾迅速,如果预先对山洪风险度进行评估和分析,可以对山洪风险进行有效管理,预防损失的发生以及减少损失发生的影响程度,以保证获得最大的利益。进入 90 年代以来,学者们开始重视区域山洪灾害发生和分布规律的研究,在山洪灾害区域特征和评价方法取得了初步成果。由于山洪风险性评估与地理空间信息和属性信息关系密切,因此 GIS 在山洪风险性评估中得到了广泛的应用。此外,很多学者将各种新理论和新方法引入了山洪风险分析中,如 ANN、Bayesian 方法、灰色、模糊、集对分析等。张平仓等对中国山洪灾害进行了区划,将全国划分为 3 个山洪灾害防治一级区、12 个二级区和 33 个三级区<sup>[31]</sup>。唐川等借助于 GIS 将危险评价图与易损性图进行叠加分析,完成了红河流域的山洪灾害风险区划图<sup>[32]</sup>。吴燕华等利用集对分析方法对区域泥石流危险性进行了评价<sup>[33]</sup>。刘希林等提出了基于生态环境的风险价值的泥石流灾害综合风险分析方法,并以汶川地震区都江堰市八一沟泥石流灾害为例,对评估模型进行了初步检验<sup>[34]</sup>。

## 2 存在的问题及研究展望

### 2.1 山洪灾害水文气象数据的积累

目前山洪预警预报准确率低的主要原因之一就是缺乏足够的水文气象资料。由于山洪往往发生在

山区小流域,而山区大部分地区站网密度偏小,观测频率偏低,导致可用于山洪预报预警的数据严重不足。未来应针对山洪灾害的防治需求,充分考虑地理条件、受山洪灾害威胁的程度和社会经济发展水平,研究山洪灾害防治区水文气象站网布设的技术原则和技术指标,合理布设山洪灾害防治区水文气象站网,对山洪灾害进行有效监测,积累山洪灾害水文气象数据。

### 2.2 建立更为准确反映山洪动力特征的预报模型

山洪具有空间和时间尺度小的特征,是一个发生在小流域上的、短历时的、多过程的相互作用的复杂力学过程。目前大多数山洪预报都是采用分布式水文模型,但大多分布式水文模型是基于运动波和扩散波,虽然能够预报山洪区域的内部水位、流速过程,但由于忽略了流动的力学因子,往往难以准确描述山洪的形成与演化过程。这本质上是目前山洪灾害水文学预报可靠性很低的根源。并且诱发山洪的暴雨历时往往很短,降雨与径流之间不一定能在短时间内达到线性关系,因此基于单位线(或瞬时单位线)的水文学方法并不完全适用。同时山洪过程是水沙相互作用的过程,目前这方面的研究还比较少。目前虽然有学者已经开始研究基于水动力学及水沙动力学的山洪预报模型<sup>[20-22]</sup>,但目前水动力学山洪模型主要还在理论研究阶段,应用于实际山洪预报的还不多。

### 2.3 基于多种信息源的山洪实时预报预警

由于山洪的突发性,预见期短,导致即使在水文模型能有效报出山洪的情况下,也很难对发生山洪的区域进行预警。因此如果能结合其他数据,弥补地面观测资料在观测密度和时效性上的不足,可以提高山洪实时预报预警的准确性和及时性。气象卫星、天气雷达与地面雨量站点相结合,可以提高观测密度上的不足;数值气象模型可以相对准确地预测山洪易发区小尺度空间上的未来几个小时降雨,将数值气象模型与山洪预报模型耦合,可以有效提高山洪预报的预见期。因此,多元信息融合技术的应用可以有效提高山洪预报预警。

### 2.4 结合山洪特点和区划有针对性进行预报预警

山洪预报预警需把握不同区域山洪灾害的特点,采取因地制宜的技术方法,并结合山洪灾害区划有针对性进行。如对溪河性山洪频发区应加强暴雨预报研究和气象水文预报预警模型研究;泥石流滑坡频发区应重点加强水沙动力模型研究等。对于不同流域面

积、不同汇流时间和不同资料条件的山丘区河流,所采用的模型和方法也应有侧重性。如对资料较少,面积较小的流域宜采用简单实用的经验统计方法,对资料较全,面积较大的流域可以研发分布式水文模型进行预报预警。

### 3 结语

目前中小河流山洪预报预警技术研究还处于起步阶段,是实施山洪灾害防治的关键性技术障碍之一。本文对目前国内外山洪预报预警技术进行了总结,对山洪预警指标、山洪预报预警模型以及山洪灾害风险分析等方面的研究进展进行了总结和归纳,对存在问题和未来的研究方向进行了讨论,指出在山洪灾害监测、山洪预报模型研制、多元信息融合技术、结合山洪特点和区划有针对性进行预报预警等方面还有待于进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] Eve Grunfest, John Handmer. Coping with Flash Flood.[M]. The Netherlands:Kluwer Academic Publishers,1999.
- [2] 刘志雨. 山洪预警预报技术研究与应用[J]. 中国防汛抗旱,2012, 22(2):41-46. (LIU Zhiyu. Study and application of flash flood forecast and warning [J]. China Flood Drought Management,2012, 22(2): 41-46. (in Chinese))
- [3] Borga M., Anagnostou E. N., Bloschl G., et al. Flash flood forecasting, warning and risk management: the HYDRATE project [J]. Environmental Science & Policy, 2011, 14: 834-844.
- [4] 水利部水利信息中心. 中小河流突发性洪水监测与预警预报技术研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2010. (Water Resources Information Center of MWR. Study on Flash Flood Monitoring, Forecasting and Warning in Medium- and Small-sized Rivers [M]. Beijing: Science Press, 2010. (in Chinese))
- [5] 李胜常,曹志先. 欧盟洪水研究与启示[J]. 水利水电快报,2006, 27(3): 22-24.( LI Shengchang, CAO Zhixian. Flood studies of EU framework program [J]. Express Water Resources & Hydropower Information,2006, 27(3): 22-24. (in Chinese))
- [6] 李昌志,孙东亚. 山洪灾害预警指标确定方法 [J]. 中国水利, 2012:(9):54-56. (LI Changzhi, SUN Dongya. Determination of flood warning index for mountain flood [J]. China Water Resources, 2012:(9):54-56. (in Chinese))
- [7] 全国山洪灾害防治规划领导小组办公室. 山洪灾害临界雨量分析计算细则 [R]. 2003. (Leading Group Office of China Flash Flood Disaster Prevention Project. Details of critical rainfall analysis and calculation of flash flood [R]. 2003. (in Chinese))
- [8] 陈桂亚,袁雅鸣. 山洪灾害临界雨量分析计算方法研究[J]. 人民长江,2005,36(12):40-44.(CHEN Guiya, YUAN Yaming. Research on critical precipitation amount computation method of mountain torrential flood disaster [J]. Yangtze River,2005,36(12):40-44. (in Chinese))
- [9] 叶勇,王振宇,范波芹. 浙江省小流域山洪灾害临界雨量确定方法分析[J]. 水文,2008,28(1): 56-58. (YE Yong, WANG Zhenyu, FAN Boqin. An analysis method for ascertain critical rainfall of mountain flood disaster of small watershed in Zhejiang province [J]. Journal of China Hydrology,2008,28(1): 56-58. (in Chinese))
- [10] 江锦红,邵利萍. 基于降雨观测资料的山洪预警标准 [J]. 水利学报,2010,41(4):458-463.(JIANG Jinhong,SHAO Liping. Standard of mountain flood warning based on the precipitation observation data [J]. Journal of Hydraulic Engineering,2010, 41 (4):458-463. (in Chinese))
- [11] 谢会云,付忠良,徐燕,等. 基于GIS的等流时线法山洪汇流分析[J]. 计算机应用,2009, 29: 348-352. (XIE Huiyun, FU Zhongliang, XU Yan, et al. Runoff concentration calculation using isochrones and GIS [J]. Journal of Computer Applications,2009,29:348-352. (in Chinese))
- [12] Carpenter T. M., Sperflage J. A., Georgakakos K. P., et al. National threshold runoff estimation utilizing GIS in support of operational flash flood warning systems [J]. Journal of Hydrology, 1999,224:21-44.
- [13] Georgakakos K. P. Analytical results for operational flash flood guidance [J]. Journal of Hydrology, 2006,317:81-103.
- [14] Georgakakos K. P. Mitigating adverse hydrological impacts of storms on a global scale with high resolution, global flash flood guidance [A]. In: Abstracts Volume of International Conference on Storms/AMOS -MSNZ National Conference [C]. Australian Meteorological Society, Brisbane, Australia, 2004:23-30.
- [15] USACE. HEC-HMS hydrologic modeling system user's manual [Z]. US: Hydrologic Engineering Center, Davis, CA, 2001.
- [16] Daniele Norbiato, Marco Borga, Silvia Degli Esposti, et al. Flash flood warning based on rainfall thresholds and soil moisture conditions: An assessment for gauged and ungauged basins [J]. Journal of Hydrology, 2008,362:274-290.
- [17] Sperflage J. A., Georgakakos K. P., Carpenter T. M., et al. Central America Flash Flood Guidance (CAFFG) User's Guide. HRC Limited Distribution Report No.21 [Z]. Hydrologic Research Center, San Diego, CA, 2004:82.
- [18] Pierre Javelle, Catherine Fouchier, Patrick Arnaud, et al. Flash flood warning at ungauged locations using radar rainfall and antecedent soil moisture estimations [J]. Journal of Hydrology, 2010,394:267-274.
- [19] Efrat Morin, Yael Jacoby, Shilo Navon, Erez Bet-Halachmi. Towards flash-flood prediction in the dry Dead Sea region utilizing radar rainfall information [J]. Advances in Water Resources, 2009,32,1066-1076.
- [20] 刘志雨,杨大文,胡健伟. 基于动态临界雨量的中小河流山洪预警方法及其应用 [J]. 北京师范大学学报(自然科学版),2010,43(3): 317-321. (LIU Zhiyu, YANG Dawen, HU Jianwei. Dynamic critical rainfall-based torrential flood early warning for medium-

- and small-sized rivers [J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 2010, 43(3): 317–321. (in Chinese))
- [21] 郭良, 唐学哲, 孔凡哲. 基于分布式水文模型的山洪灾害预警预报系统研究及应用[J]. 中国水利, 2007, 14: 38–41. (GUO Liang, TANG Xuezhe, KONG Fanzhe. Studies on mountain flood warning system based on distributed hydrological model and its application [J]. China Water Resources, 2007, 14: 38–41. (in Chinese))
- [22] 叶金印, 李致家, 吴勇拓. 一种用于缺资料地区山洪预警方法研究与应用[J]. 水力发电学报, 2013, 32(3): 15–19. (YE Jinyin, LI Zhijia, WU Yongtuo. Study and application of flash flood warning method for ungauged basins [J]. Journal of Hydroelectric Engineering, 2013, 32(3): 15–19. (in Chinese))
- [23] 王鑫, 曹志先, 谈广鸣. 暴雨山洪水动力学模型及初步应用[J]. 武汉大学学报(工学版), 2009, 42(4): 413–416. (WANG Xin, CAO Zhixian, TAN Guangming. Shallow water hydrodynamic modeling of rainfall-induced flash flooding [J]. Journal of Wuhan University (Engineering Edition), 2009, 42(4): 413–416. (in Chinese))
- [24] 潘佳佳, 曹志先, 王协康, 等. 暴雨山洪水动力学模型及其简化模型的比较研究[J]. 四川大学大学学报(工学版), 2012, 44(1): 77–82. (PAN Jiajia, CAO Zhixian, WANG Xiekang, et al. Comparative study of simplified and full hydrodynamic models for flash floods [J]. Journal of Sichuan University (Engineering Science Edition), 2012, 44(1): 77–82. (in Chinese))
- [25] 杨阳, 曹叔尤, 杨奉广. 山区阶梯河道中洪水波运动特性研究[J]. 四川大学大学学报(工学版), 2011, 43(1): 31–36. (YANG Yang, CAO Shuyou, YANG Fengguang. Experimental study of flash flood wave down a stepped channel [J]. Journal of Sichuan University (Engineering Science Edition), 2011, 43(1): 31–36. (in Chinese))
- [26] Seann Reed, Victor Koren, Michael Smith, et al. Overall distributed model intercomparison project results [J]. Journal of Hydrology, 2004, 298: 27–60.
- [27] Gunter Blöschl, Christian Reszler, Jürgen Komma. A spatially distributed flash flood forecasting model [J]. Environmental Modelling & Software, 2008, 23: 464–478.
- [28] Isabelle Braud, Hélène Roux, Sandrine Anquetin, et al. The use of distributed hydrological models for the Gard 2002 flash flood event: Analysis of associated hydrological processes [J]. Journal of Hydrology, 2010, 394, 162–181.
- [29] Béatrice Vincendon, Véronique Ducrocq, Georges-Marie Saulnier, et al. Benefit of coupling the ISBA land surface model with a TOPMODEL hydrological model version dedicated to Mediterranean flash-flood [J]. Journal of Hydrology, 2010, 394: 256–266.
- [30] Papanicolaou, A. N., Bhour, A., Wicklein, E.. One-dimensional hydrodynamic/sediment transport model applicable to steep mountain streams [J]. Journal of Hydraulic Research, IAHR, 2004, 42(4): 357–375.
- [31] 张平仓, 赵健, 胡维忠, 等. 中国山洪灾害防治区划[M]. 武汉: 长江出版社, 2009. (ZHANG Pingcang, ZHAO Jian, HU Weizhong, et al. Regionalization of China's Flash Flood Disaster Prevention [M]. Wuhan: Changjiang Press, 2009. (in Chinese))
- [32] 唐川, 朱静. 基于 GIS 的山洪灾害风险区划[J]. 地理学报, 2005, 60(1): 87–94. (TANG Chuan, ZHU Jing. A GIS based regional torrent risk zonation [J]. Acta Geographica Sinica, 2005, 60(1): 87–94. (in Chinese))
- [33] 吴燕华, 曹叔尤, 杨奉广. 集对分析方法在区域泥石流危险性评价中的应用研究[J]. 四川大学大学学报(工学版), 2012, 44(1): 54–59. (WU Yanhua, CAO Shuyou, YANG Fengguang. A new approach to regional debris flow risk assessment based on set pair analysis [J]. Journal of Sichuan University (Engineering Science Edition), 2012, 44(1): 54–59. (in Chinese))
- [34] 刘希林, 尚志海. 泥石流灾害综合风险分析方法及其应用[J]. 地理与地理信息科学, 2012, 28(5): 86–89. (LIU Xilin, SHANG Zhihai. Integrated risk analysis methodology of debris flow disaster and the study case [J]. Geography and Geo-information Science, 2012, 28(5): 86–89. (in Chinese))

### Advances in Study on Flash Flood Forecast and Warning

LI Hongxia<sup>1,2</sup>, QIN Guanghua<sup>1,2</sup>, WANG Xin<sup>1,2</sup>, MIAO Ren<sup>1,2</sup>, LIU Yingfei<sup>3</sup>

(1. State Key Laboratory of Hydraulics and Mountain River Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China;

2. College of Water Resource & Hydropower, Sichuan University, Chengdu 610065, China;

3. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China)

**Abstract:** Effective flash flood warning and forecasting are quite important for disasters control and reduction. Recently, most studies on flash flood forecasting and warning technology focus on flash flood warning index, forecasting models, and risk assessment. This paper presented the progress and issues in flash flood forecasting and warning technology, and pointed that the suggests potentials in future studies will focus on flash flood monitoring, flash flood warning and forecasting models, multi-source information assimilation, and using different methods based on flash flood characteristics.

**Key words:** flash flood; disaster; warning; forecasting