

王娜,雷田旺,肖舜,等.基于FloodArea模型的暴雨洪涝灾害风险预评估技术及效果检验[J].中国沙漠,2022,42(6):25-32.

基于FloodArea模型的暴雨洪涝灾害 风险预评估技术及效果检验

王娜^{1,2},雷田旺³,肖舜⁴,雷杨娜^{1,2},毛明策^{1,2}

(1.陕西省气象局 秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室,陕西 西安 710014; 2.陕西省气候中心,陕西 西安 710015; 3.西安交通工程学院,陕西 西安 710065; 4.陕西师范大学 地理科学与旅游学院,陕西 西安 710119)

摘要:利用陕西气象站点逐小时降水实况、精细化格点预报、数字高程、土地利用、灾情等资料,应用水动力模型FloodArea对暴雨洪涝进行淹没模拟,在淹没水深和范围的基础上叠置承灾体属性,引入承灾体的灾损曲线,建立暴雨洪涝灾害风险预评估模型,并从数量占比和灾情占比两个角度,以县为单元进行验证,利用格点降水量预报对陕西6次大范围暴雨过程灾害风险进行预评估以及效果检验。结果表明:暴雨洪涝气象风险预评估结果与实际受灾地区分布基本吻合,正确预报率73.2%,模拟结果可信度高,对于降水区域集中暴雨的风险预评估性能较分散性暴雨较高,漏报率相对低,但是空报率较高;建立的暴雨洪涝灾害风险预评估及效果检验流程,提高了气象服务的针对性,可以用于洪涝风险预评估的实际业务中,对暴雨洪涝风险管理提供技术支撑。

关键词:暴雨洪涝; FloodArea; 风险预评估; 效果检验

文章编号: 1000-694X(2022)06-025-08

DOI: 10.7522/j.issn.1000-694X.2022.00038

中图分类号: P457

文献标志码: A

0 引言

暴雨洪涝灾害是陕西最严重的气象灾害,夏季受东亚夏季风向北推进影响,陕西出现集中降水,即陕西汛期,秋季易出现秋淋,其间陕西渭河流域、汉江流域降水强度大,时空分布极为不均,伴随暴雨、大暴雨等强降水天气,易诱发中小河流洪水、滑坡和泥石流等地质灾害,对人民生命财产造成严重的影响^[1-3]。而气象灾害风险评估,被认为是目前防灾、减灾和灾害管理较先进的措施和模式^[4-7]。因此,开展暴雨洪涝风险预评估和评估,尤其是预评估对于政府科学决策,发挥防灾减灾救灾第一道防线作用意义重大。美国、日本及欧洲等早在20世纪60年代就开展洪灾风险研究^[8],制作洪水灾害风险图谱^[9-12]。国内最早的暴雨洪涝风险区划研究大多采用多因子赋以一定的权重系数后叠加的方法来绘制区域或某一地区的暴雨洪涝灾害风险区划

图^[13],李军玲等^[14]、李茜等^[15]、袁祝香等^[16]构建了暴雨灾害风险评估模型,得出洪灾风险区划图,这些方法仍以多因子叠加的区划方法为主。由于暴雨灾害是复杂的地学多源信息综合过程,采用传统手段模拟很难实现,运用GIS(Geographic Information System)技术则可以较真实地再现空间地质实体^[17-18]。近年来,GIS与水动力模型结合的洪水淹没模拟研究与应用随着GIS技术的广泛运用得到快速发展^[19-21],美国利用HAZUS灾害评估、德国利用FLEMO模型、荷兰利用SSM模型、比利时利用Flemish模型^[22-24]针对居民居住区、基础设施、商业区等在不同情景下洪涝灾害造成的经济损失进行灾损评估。Gemmer^[25]应用FloodArea水文模型编制流域风险图,苏布达等^[26]、文明章等^[27]、谢五三等^[28]、刘晓冉等^[29]利用水文模型建立山洪灾害风险雨量评估技术。GIS与水动力模型结合的洪水淹没模拟为暴雨洪涝灾害风险评估的有效方法。

收稿日期:2022-02-12; 改回日期:2022-04-14

资助项目:陕西省科技厅自然科学基金基础研究计划项目(2021JQ-954);国家自然科学基金项目(41771220,42075017);陕西省科技厅社发领域重点研发计划项目(2021SF-435,2021SF-477)

作者简介:王娜(1984—),女,甘肃陇南人,硕士,高级工程师,主要从事气象灾害风险评估与气候变化研究。E-mail: wangna_na@163.com

通信作者:雷田旺(E-mail: 706901254@qq.com)

目前国内在气象灾害风险评估及区划上所做的工作较多,但是很少有关暴雨洪涝灾害风险评估工作,预评估主要指在暴雨发生之前基于气象预报对暴雨洪涝发生的区域以及风险等级进行事前评估,这是灾害应急防御的依据及关键,能够争取宝贵时间采取必要的防灾、减灾措施,降低洪涝灾害可能造成的损失,具有非常重要的意义。本文在GIS平台上,采用FloodArea模型对陕西2018、2019年几次典型的强降水过程引发的暴雨洪涝灾害进行淹没模拟,叠置承灾体属性,引入承灾体的灾损曲线,建立暴雨洪涝风险预评估模型,实现从降水预报到影响预报的转变,提高防灾减灾的应急响应能力。

1 研究区域与资料

陕西省位于中国西北地区东部的黄河中游地区,地势呈南北高、中间低,由北到南为陕北黄土高原、关中平原、陕南秦巴山地三大地貌类型。陕西从北到南纵跨温带、暖温带、北亚热带3个气候带,年降水量的分布由南向北递减,受山地地形影响比

较显著。全省年降水量320—1 258 mm,全省各地降水集中于7—9月,约占年降水量的55%—65%,夏季虽然降水集中,但降水变率也较大,形成易旱易涝的气候特点。

所使用的气象数据为陕西省气象局提供陕西省范围内99个国家气象站1961—2019年日降水资料及2018—2019年近1 800站(国家气象站和区域自动气象站)逐小时降水资料。预报数据为陕西省气象局提供的2018—2019年陕西省未来10天降水预报。陕西省气象局研发出一套经过检验的本地客观精细化格点预报产品,范围 31° — 40° N、 103° — 113° E,空间分辨率 $0.025^{\circ} \times 0.025^{\circ}$ (约3 km,14万余个格点),时间分辨率为0—48 h逐1 h,48—240 h逐3 h。地理信息数据包括美国NASA分辨率为30 m的DEM数据(<http://www.nasa.gov/home>),以及来源于国家基础地理信息中心土地利用数据(<http://www.globallandcover.com>),用于FloodArea模型模拟用。灾害资料来源于陕西省应急厅的2018—2019年核报数据,主要用于风险预估结果的对比验证(表1)。

表1 基础数据类型

Table 1 Basic data types

数据名称	来源	属性	作用
研究区及周边气象站降水量数据	陕西省气象局	逐小时气象站点降水观测资料	实况降水
格点降水量预报数据	陕西省气象局	约3 km×3 km逐小时格点降水预报	
DEM	美国NASA	30 m×30 m格点数据	
土地利用类型	国家基础地理信息中心	Shp矢量数据	
灾情数据	陕西省应急厅	受灾人口、直接经济损失	灾情验证

2 研究方法

基于精细化降水网格预报产品,采用德国Geomer公司开发的FloodArea二维非恒定流水动力模型,对受淹范围和水深分布进行模拟,随后叠加承灾体信息,利用灾损率曲线,计算每个乡镇出现洪涝灾害的风险,建立暴雨洪涝灾害风险预评估模型,最后结合实况降水、灾情等信息对风险预估结果进行检验评估(图1)。

2.1 区域性暴雨过程强度评估

根据陕西省气象局2017年印发的《陕西汛期、区域暴雨等4个气候监测评估业务规定》,按照相邻4个县(区)出现日降水量 ≥ 50 mm为陕西区域性暴

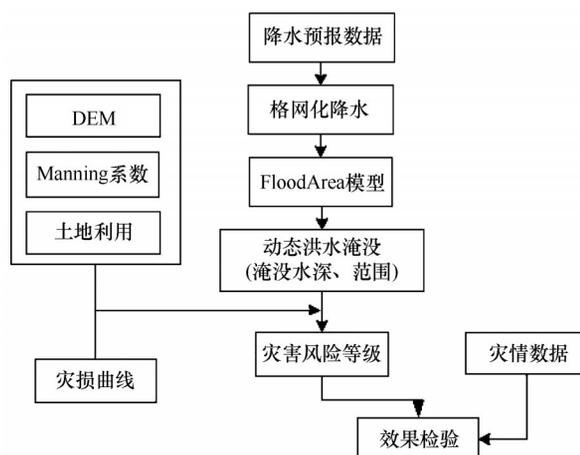


图1 暴雨洪涝风险预评估及效果检验技术流程
Fig.1 Technical flow chart for the risk assessment of rainstorm flood and its results verification

雨的客观识别方法,按照暴雨的平均强度、范围、持续时间综合确定强度 Z 。

$$Z=I_a \times A_a^{0.5} \times T^{0.5} \quad (1)$$

式中: I_a 为区域性暴雨过程的平均暴雨量,是该过程中平均每天暴雨站点的平均降水量; A_a 为区域性暴雨过程的平均范围,用平均暴雨站数占比代表; T 为持续时间为区域性暴雨过程的开始日至结束日之间的日数。按照最新气候时段区域性暴雨天气过程比例,将区域性暴雨天气过程综合强度划分为4级:一般区域性暴雨过程、较强区域性暴雨过程、强区域性暴雨过程、特强区域性暴雨过程。

2.2 模拟方法

FloodArea模型以模块组件形式嵌入于ArcGIS地理信息平台中,水文分析计算基于水动力学方法,具体的模拟演进以栅格为单位,同时考虑了一个栅格的周围8个单元,相邻单元的水流宽度被认为是相等的,位于对角线的单元,以不同的长度算法来计算;对邻近单元的泻入量由Manning-Stricker公式计算。水流方向由栅格间坡度决定,坡度由单元之间的最低水位和最高地形高程之间的差异决定,水流的淹没深度为淹没水位高程和地面高程间的差值^[30]。FloodArea模型可以准确反映洪水演进过程,实现GIS与水文-水动力学模型的数据融合,模型考虑了地形、坡度、降水情况和地表粗糙度对洪水形成的影响,可表达流向、流速和淹没水深等水文要素的时空物理场,被广泛应用于山洪灾害风险研究^[27-29]。本文基于FloodArea模型中的暴雨模式,将逐小时格点降水预报结果作为FloodArea的输入场,率定最大交换率参数,模拟受淹范围和水深分布,在此基础上叠加承灾体信息。吴先华等^[31]针对典型城镇,通过实地调研采集数据,详细计算不同承灾体的灾损率,绘制不同承灾体的灾损率散点图,拟合不同下垫面的灾损率曲线。本文利用此研究结果将研究区域主要划分为农业区和非农业区,从土地利用类型数据中提取下垫面信息,在受淹范围和水深基础上,计算农业区和非农业区灾损率:

$$y_a=0.1864x^{1.1714} \quad (2)$$

$$y_b=0.1634x^{1.1755} \quad (3)$$

式中: y_a 和 y_b 分别代表农业区和非农业区灾损率; x 为淹没深度。整合统计每个乡镇出现洪涝灾害的风险,确定灾损指数分界点,将洪涝灾害风险划分为低风险、中等风险、高风险3个等级。基于建立的

暴雨洪涝灾害风险预评估模型,针对强降水过程,评估暴雨洪涝灾害风险。

2.3 检验评估

基于逐小时格点降水预报数据,采用国内外常用的泰森多边形面积权重计算相应区域的小时雨量,代入DEM数据(30 m×30 m格点数据)、土地利用数据作为FloodArea模型的输入,模拟出暴雨洪涝淹没值,利用灾损率曲线计算洪涝灾害风险。结合降水资料、灾情等信息对风险预估结果进行检验评估,由于灾情资料最小单元为县,风险预估的最小单元为乡镇,在效果检验中,将风险预估的最小单元放大为县,将预估结果及灾情分布进行空间属性叠加,分“有危险有灾情(正确评估率)”“无危险有灾情(错误评估率)”“有危险无灾情(空报率)”3种结果,“有危险有灾情”预估风险为中等及以上风险,实际出现灾情;“无危险有灾情”预估风险为低风险,实际出现灾情;“有危险无灾情”预估风险为中等及以上风险,实际未出现灾情,并从数量占比和灾情占比两个角度,进行验证。

3 结果与分析

3.1 陕西区域性暴雨过程特征

1961—2019年,一般区域性暴雨过程占50%,较强区域性暴雨过程占30%,强区域性暴雨过程占15%,特强区域性暴雨过程占5%。陕西年均区域性暴雨过程6次,持续时间为1—6 d,其中持续时间1 d的占75%。陕西省首次区域性暴雨最早出现时间为4月1日,最晚出现时间为11月13日,最早和最晚出现时间相差7个多月。历史上1、2、3、12月未出现区域暴雨过程,4月、11月仅出现7次和1次,6—9月出现次数相对较多,所占比率为89.6%,其中7月次数出现最多,所占比率为34%,其次为8月(28.8%)、9月(15.9%)、6月(10.9%)。6月至8月上中旬,受东亚夏季风向北推进影响,陕西出现集中降水,8月下旬至9月底为秋淋降水集中时期,可见陕西区域性暴雨过程具有典型的季风特征,主要集中在6—9月(图2)。

3.2 暴雨洪涝灾害风险预估结果

陕西2018—2019年夏季共出现11次区域性暴雨过程,结合预报以及实际灾情的收集情况,本文以6次

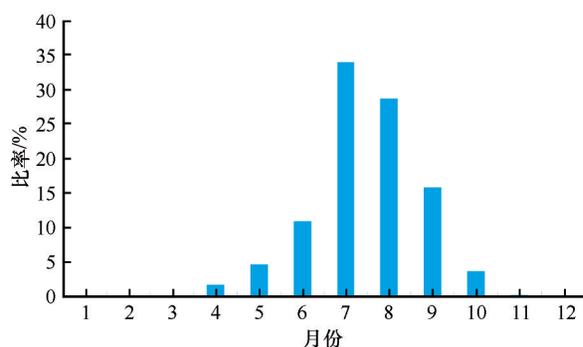


图2 1961—2019年平均各月陕西区域性暴雨过程出现比率

Fig.2 The average proportion of regional rainstorm event each month in Shaanxi Province from 1961 to 2019

区域性暴雨过程为例,强度等级为一般到强,平均日降水量60—93 mm,日最大降水量100—245 mm,强降水的持续时间为1 d,造成的灾害损失0.4—8亿元。

3.2.1 暴雨洪涝灾害风险预估结果

从灾情占比来看,有危险有灾情为73.2%,无危险有灾情为26.8%,数量占比来看,有危险有灾情为48.5%,无危险有灾情为51.6%,有危险无灾情为52.9%,预估结果与实际受灾地区分布基本吻合(表2)。模型能预评估出受灾严重的地区,可以反映实际的洪涝灾害风险,但存在预估数量占比正确率偏低并且空报率高。

表2 2018—2019年暴雨洪涝气象风险预估结果验证统计

Table 2 Statistics of rainstorm and flood hazard assessment result validation in 2018–2019

项 目	2018年 6月18日	2018年 7月2日	2018年 8月22日	2019年 6月27日	2019年 8月3日	2019年 8月9日	
暴雨等级	强	较强	一般	一般	较强	较强	
平均日降水量/mm	91	68.2	68.3	63.2	73.5	71.1	
最大日降水量/mm (出现站点)	204.3(汉中镇 巴星子山林场)	245.2(汉中 宁强广坪)	124.9(铜川 宜君南文兴)	121(汉中佛坪 西岔河)	221.2(商州商南 余家台滑坡)	143.3(汉中城 固莫爷庙)	
直接经济损失/万元	15 455	13 617	10 521	4 299	78 884	50 062	
有危险有灾情	灾情占比/%	96.3	56.8	64	63.7	79.9	78.6
	数量占比/%	71.4	39.1	35.3	50	71.4	23.5
无危险有灾情	灾情占比/%	3.7	43.2	36	36.3	20.1	21.4
	数量占比/%	28.6	60.9	64.7	50	28.6	76.5
有危险无灾情	数量占比/%	54.5	47.4	70	66.7	28.6	50

根据降水预报、洪涝灾害风险预估以及灾害分布相比,在降水预报准确率高的地方,预估的灾害风险与实际灾害分布吻合,6次暴雨过程中2018年6月18日、2018年7月2日、2019年6月27日强降水区域分布集中,时段主要集中在8—10 h,最大小时降水量出现在2018年7月2日宁强广坪51.6 mm;2018年8月22日、2019年8月3日、2019年8月9日强降水区域分布分散,时段集中在1—2 h,最大小时降水量出现在2019年8月3日商洛市商南县余家台98.2 mm。强降水区域分布集中的区域性暴雨有危险有灾情的数量占比较高,无危险有灾情数量占比较低,而有危险无灾情数量占比较高。由于降水区域分布集中的暴雨较分散性暴雨预报性能好,因此模型对于降水区域集中暴雨的风险预评估性能较分散性暴雨高,漏报率相对低,但是空报率较高。

3.2.2 个例分析

暴雨洪涝灾害风险预评估模型能预估出受灾

严重的地区,但空报率较高,因此挑选2018年6月18日、8月22日作为个例分析影响预估效果的因子。2018年6月18日暴雨主要出现在陕南的汉中、安康等地,强降水区域分布集中,平均日降水为91 mm,日最大降水量出现在汉中镇巴星子山林场204.3 mm,为强区域性暴雨过程,造成直接经济损失1.55亿元。预报暴雨出现在汉中、安康、商洛等地,预报与实况基本吻合,暴雨范围预报较实况大,晴雨预报准确率为90.3%,空报率5.7%,漏报率4.5%。从灾情占比来看“有危险有灾情”达96.3%，“无危险有灾情”为3.7%、“有危险无灾情”为54.5% (图3)。

2018年8月22日,暴雨主要出现在延安、关中西部、陕南局地,暴雨区域分散,平均日降水为68.3 mm,日最大降水量出现在铜川宜君南文兴(124.9 mm),为一般区域性暴雨过程,造成直接经济损失1.05亿元。预报榆林东部、延安大部、关中北部、汉

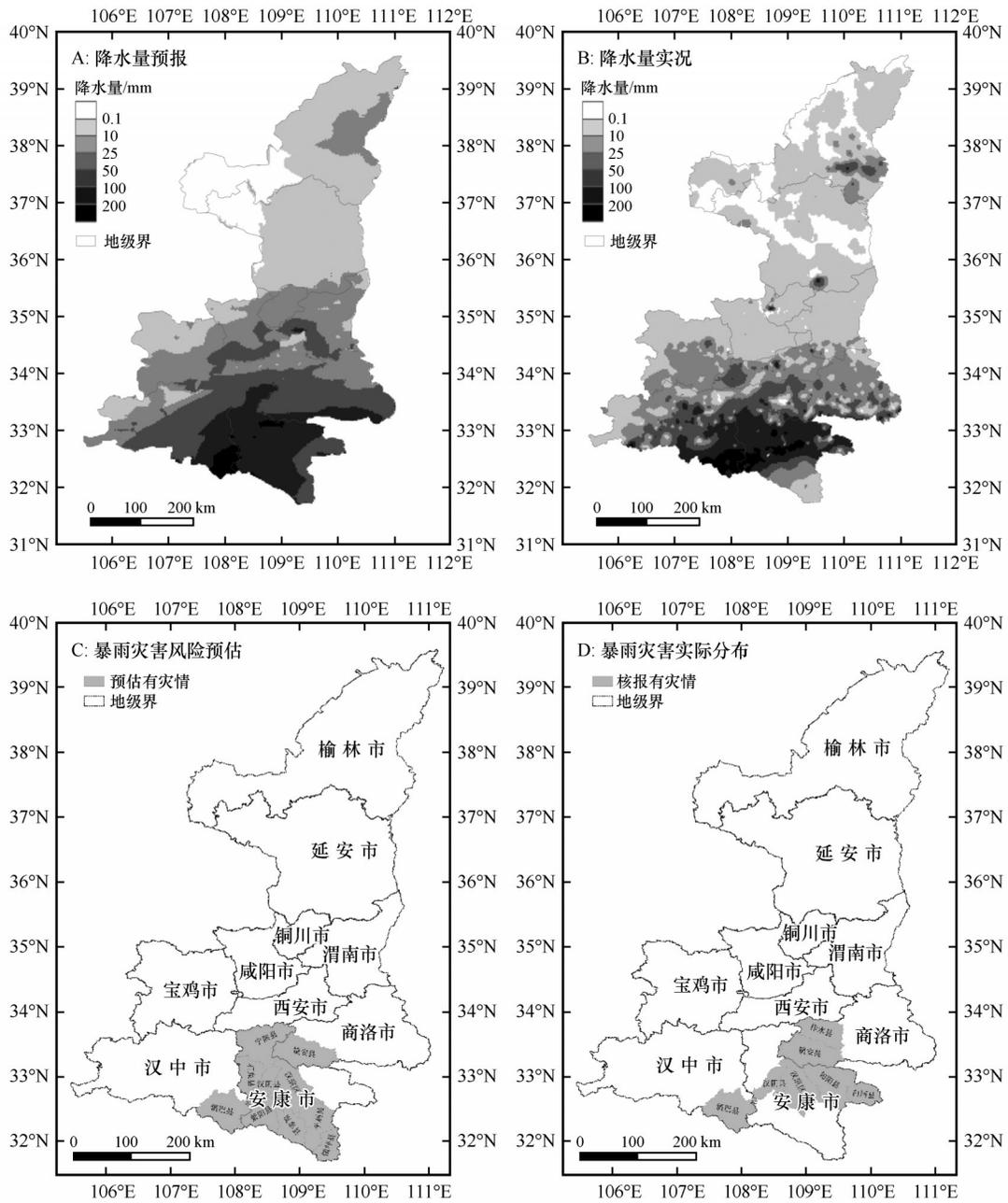


图3 陕西省2018年6月18日暴雨过程个例

Fig.3 A case study of rainstorm process in Shaanxi Province on June 18, 2018

中北部出现暴雨,预报与实况出现较大偏差,晴雨预报准确率为69%,空报率75.6%,漏报率69.4%。从灾情占比来看,“有危险有灾情”为64%，“无危险有灾情”为36%，“有危险无灾情”为70%。这次暴雨呈现强降水分散、小时雨强大特点,6月18日最大小时雨强为18日06时镇巴三元26.9 mm,而8月22日降水量最大小时雨强超过50 mm的有17个监测站,其中铜川市耀州区受灾严重,经济损失达4 579万元,灾情占比44%。以耀州区瑶曲镇为例,8月21日18时至22日0时,7 h降水量126.2 mm,降水量大且

集中以致灾情较重。由此可见在预报准确率较高的时候,暴雨洪涝气象风险预估结果与实际受灾地区分布基本吻合,模拟结果可信度高,如果降水预报出现偏差,会出现风险预估正确率偏低并且空报率高(图4)。

4 结论

利用水动力模型FloodArea对暴雨洪涝进行模拟,叠置承灾体属性,引入了承灾体的灾损曲线,基于FloodArea模型建立暴雨洪涝灾害风险预评估模

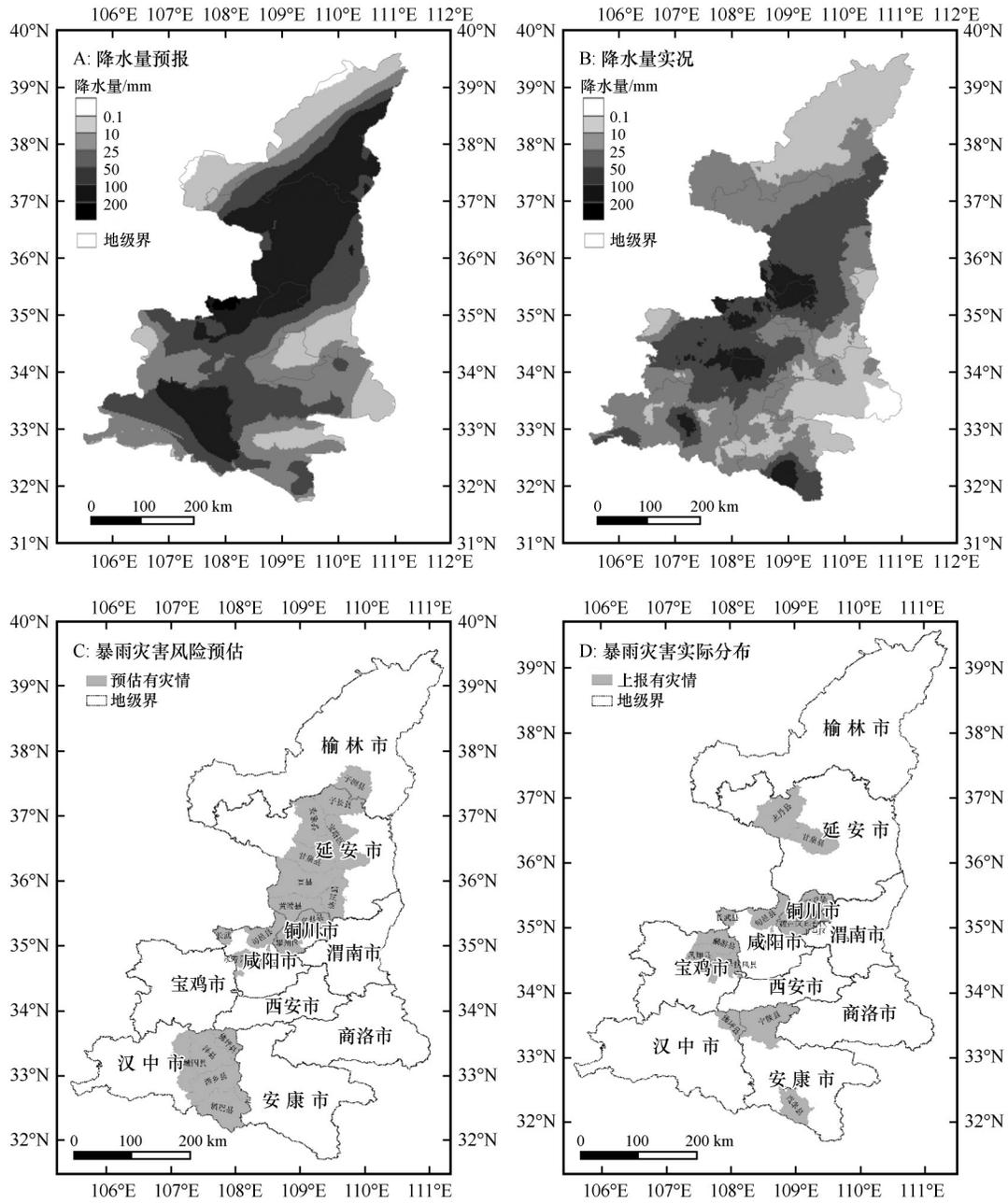


图4 陕西省2018年8月22日暴雨过程个例

Fig.4 A case study of rainstorm process in Shaanxi Province on August 22, 2018

型。利用建立的模型对陕西6次大范围暴雨过程进行风险预评估与检验,模型能预评估出受灾严重的地区,可以反映实际的洪涝灾害风险,此模型对于降水区域集中暴雨的风险预评估性能较分散性暴雨高,漏报率相对低,但是空报率较高。

基于精细化格点预报的暴雨洪涝灾害风险预评估方法,并依据实际灾情检验预估效果,建立暴雨洪涝灾害风险预评估及效果检验流程,可以提高气象服务的针对性。在重大暴雨过程发生之前,应用暴雨洪涝灾害风险预评估技术,制作风险预警产

品,对于预估中等及高风险地区加以防范,对于提高重大灾害应对能力以及防灾减灾能力有重要意义。

从降水预报到影响预报的转变是有益的尝试,但暴雨过程灾害损失的影响因素较多,根据暴雨洪涝风险预评估及效果检验结果,主要有两个因素决定预评估准确率:模型自身的区域适应性即模拟区域的地形地貌、产流情况等是否满足水动力模型;强降水的预报准确率,尤其是逐小时降水的预报性能,这个是预估的关键。暴雨的淹没过程非常复

杂,不同承灾体的灾损曲线随着经济的发展也在变化,在灾害风险评估研究中,可通过提高模型的模拟效果以及强降水预报准确率来降低空报率和漏报率,提升暴雨洪涝灾害风险预评估的准确性。

参考文献:

- [1] 刘引鸽,葛永刚,周旗.秦岭以南地区降水量变化及其灾害效应研究[J].干旱区地理,2008,31(1):50-55.
- [2] 毕宝贵,刘月巍,李泽椿.2002年6月8-9日陕南大暴雨系统的中尺度分析[J].大气科学,2004,28(5):747-761.
- [3] 彭艳,王钊,董妍,等.1960-2012年陕西降水变化特征及可能成因分析[J].高原气象,2016,35(4):1050-1059.
- [4] 韩兰英,张强,马鹏里,等.气候变暖背景下黄河流域干旱灾害风险空间特征[J].中国沙漠,2021,41(4):225-234.
- [5] 周波涛,於俐.管理气候灾害风险推进气候变化适应[J].中国减灾,2012(3):18-19.
- [6] 王玉竹,闫浩文,王小平.新疆风沙灾害风险评估[J].中国沙漠,2020,40(6):13-21.
- [7] 管梦鸾,张正德,董治宝.风沙灾害风险评估研究进展[J].中国沙漠,2018,38(5):978-988.
- [8] 黄大鹏,刘闯,彭顺风.洪灾风险评价与区划研究进展[J].地理科学进展,2007,26(4):11-22.
- [9] Yoshimatsu H, Abe S. A review of landslide hazards in Japan and assessment of their susceptibility using an analytical hierarchical process (AHP) method [J]. Landslides, 2006, 3 (2) : 149-158.
- [10] Rother K H. Flood action plan of the River Rhine: development and realization (In brief) [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2006, 15(5):620.
- [11] Hattermann F F, Post J, Krysanova V, 等. 气候变化背景下欧洲中部水资源供给的不稳定性评估:以易北河流域为例[J]. 气候变化研究进展,2009,5(2):63-70.
- [12] Begum S, Stive M J F, Hall J W. Flood Risk Management in Europe[M]. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2007.
- [13] 周月华,彭涛,史瑞琴.我国暴雨洪涝灾害风险评估研究进展[J].暴雨灾害,2019,38(5):494-501.
- [14] 李军玲,刘忠阳,邹春辉,等.基于GIS的河南省洪涝灾害风险评估与区划研究[J].气象,2010,36(2):87-92.
- [15] 李茜,蔡新玲,徐军昶,等.陕西省暴雨灾害风险实时评估技术研究[J].中国农学通报,2015,31(25):241-246.
- [16] 袭祝香,张晨琛,吕忠,等.吉林省重大暴雨过程灾害损失风险预评估[J].冰川冻土,2016,38(2):395-401.
- [17] 黄杏元,马劲松,汤勤.地理信息系统概论[M].北京:高等教育出版社,2001:2-4.
- [18] 吴信才. MAPGIS地理信息系统[M].北京:电子工业出版社,2006:2-6.
- [19] 姜彤.莱茵河流域水环境管理的经验对长江中下游综合治理的启示[J].水资源保护,2002(3):45-50.
- [20] Gemmer M, 王国杰,姜彤. 洪湖分蓄洪区洪水淹没风险动态识别与可能损失评估[J]. 湖泊科学,2006,18(5):464-469.
- [21] 谢五三,宋阿伟,田红. 中小河流域暴雨洪涝灾害风险评估及效果检验[J]. 气象科学,2018,38(2):264-270.
- [22] FEMA. HAZUS-MHMR4 Flood Model Technical Manual[M]. Washington, USA: Mitigation Division, Federal Emergency Management Agency, 2009.
- [23] Scawthorn C, Flores P, Blais N, et al. HAZUS-MH flood loss estimation methodology: II. damage and loss assessment [J]. Natural Hazards Review, 2006, 7:72-81.
- [24] Jongman B, Kreibich H, Apel H, et al. Comparative flood damage model assessment: towards a European approach [J]. Natural Hazards and Earth System Science, 2012, 12:3733-3752.
- [25] Gemmer M. Decision Support for Flood Risk Management at the Yangtze River by GIS/RS Based Flood Damage Estimation [R]. Giessen, Germany: Shaker, 2004: 108-127.
- [26] 苏布达,姜彤,郭业友,等. 基于GIS栅格数据的洪水风险动态模拟模型及应用[J]. 河海大学学报,2005,33(4):370-374.
- [27] 文明章,林昕,游立军,等. 山洪灾害风险雨量评估方法研究[J]. 气象,2013,39(10):1325-1330.
- [28] 谢五三,田红,卢燕宇. 基于FloodArea模型的大通河流域暴雨洪涝灾害风险评估[J]. 暴雨灾害,2015,34(4):384-387.
- [29] 刘晓冉,康俊,王颖,等. 基于GIS和FloodArea水动力模型的重庆市山洪灾害风险区划[J]. 水土保持通报,2019,39(2):206-211.
- [30] Geomer. Floodarea-ArcGIS Extension for Calculating Flooded Areas (User Manual Version 9.5) [Z]. Heidelberg, Germany: Geomer, 2008.
- [31] 吴先华,周蕾,高歌,等. 考虑防灾减灾能力的洪涝灾害灾损率曲线构建:以里下河地区的李中镇为例[J]. 地理科学进展,2016,35(2):223-231.

Pre-assessment and verification of rainstorm and flood disasters risk based on FloodArea model

Wang Na^{1,2}, Lei Tianwang³, Xiao Shun⁴, Lei Yangna^{1,2}, Mao Mingce^{1,2}

(1. Shaanxi Key Laboratory of Eco-Environment and Meteorology for the Qinling Mountains and Loess Plateau, Shaanxi Meteorological Bureau, Xi'an 710014, China; 2. Shaanxi Climate Center, Xi'an 710015, China; 3. Xi'an Traffic Engineering Institute, Xi'an 710065, China; 4. School of Geography and Tourism, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China)

Abstract: By using hourly rainfall data from the meteorological stations, grid forecast precipitation data, the digital elevation model, the land use data, and the disasters data, a pre-assessment method for rainstorm and flood impact is established over Shaanxi Province. Based on the inundation depth and scope, a refined rainstorm flood disaster risk pre-assessment model was established with overlaying the attributes of the disaster-bearing body and introducing the disaster loss curve of the disaster-bearing body, then verified from the perspectives of the proportion of the quantity and the proportion of the disaster. The results show that the prediction disaster areas of rainstorm and flood meteorological risk are basically consistent with the actual distribution of disaster areas, and the correct prediction rate is 73.2%, and the simulation results are highly reliable. The risk pre-assessment performance of concentrated rainstorm in precipitation area is higher than that of decentralized rainstorm, and the missing rate is relatively low, but the empty rate is high. According to the results of risk pre-assessment and effect inspection, it is found that the regional adaptability of the model itself and the accuracy of rainstorm forecast affect the accuracy of pre-assessment. The procedure of rainstorm and flood disaster risk pre-assessment and effect inspection can improve the pertinence of meteorological services, which can be used in the actual business of flood risk pre-assessment and provide technical support for storm and flood risk management.

Key words: rainstorm and flood; FloodArea model; risk pre-assessment; verification