

田光文. 南郑县暴雨灾害风险区划研究[J]. 陕西气象, 2018(3):10-14.

文章编号: 1006-4354(2018)03-0010-05

# 南郑县暴雨灾害风险区划研究

田光文

(南郑县气象局, 陕西汉中 723000)

**摘要:** 利用南郑县国家一般气象站 1971—2016 年、28 个区域自动气象站 2012—2016 年降雨资料, DEM 高程数据, 辖区内社会经济资料, 确定暴雨灾害的致灾因子、孕灾环境、承灾体易损性等区划因子, 并使用 ArcGIS 对各项因子进行模拟计算, 得到南郑县暴雨灾害风险区划图。区划结果表明: 低风险区和次低风险区基本分布在南郑县北部, 中等风险区基本分布在南郑县中部, 次高风险区和高风险区基本分布在南郑县南部、东南部。

**关键词:** 暴雨灾害; ArcGIS; 风险区划; 南郑

**中图分类号:** P426.616

**文献标识码:** A

暴雨灾害风险区划既可以为地区经济发展规划、农业产业结构优化和土地资源综合利用提供参考, 也是政府部门制定防灾减灾规划的依据。南郑县暴雨灾害频发, 查阅 1986—2016 年民政部门的灾情统计资料, 南郑县全县境内平均每年出现暴雨 4 次, 几乎每次暴雨过程都有乡镇发生泥石流、滑坡等次生灾害; 从经济损失上来看, 相比于其他气象灾害, 暴雨造成的灾害最为严重, 直接经济损失动辄上亿, 甚至经常发生人员伤亡。近

几年南郑县暴雨灾害越来越多。对于不同的区域, 往往一次暴雨过程的降雨量不尽相同, 有时相去甚远, 造成的灾害也不相同。因此在防灾减灾工作中迫切需要对暴雨灾害风险进行精细区划。

地理信息系统(Geographic Information System, 简称 GIS)作为获取、存储、分析和处理地理空间数据的重要工具和技术, 被广泛应用于各种规划设计和区划计算<sup>[1-5]</sup>。暴雨灾害评价是一个复杂的地学多源信息综合分析过程, 运用 GIS 技

**收稿日期:** 2018-01-22

**作者简介:** 田光文(1990—), 男, 陕西汉中, 汉族, 学士, 助理工程师, 从事综合观测业务工作。

(2) 强冰雹风暴单体雷达回波除了具有三体散射现象以及弱回波区、强回波悬垂结构、钩状回波等特征外, 基本径向速度图上的风暴顶辐散、中层径向辐合都显示了风暴发展的强烈程度, 特别是中气旋特征的出现可以进一步判断出产生大冰雹的对流风暴是一个超级单体强雹暴, 同时较高的 VIL 及其密度也预示了大冰雹的出现。

致谢: 感谢中国气象局干部培训学院熊廷南老师为本文提供了卫星资料。

**参考文献:**

[1] 李云静, 张建春, 王捷纯, 等. 一次冷涡背景下强对

流不稳定条件的成因分析[J]. 气象, 2013, 39(2): 210-217.

[2] 梁群, 张国林, 吴晓华. 辽宁西部冰雹时空分布特征分析[J]. 农业灾害研究, 2013, 3(6): 32-34.

[3] 杨贵名, 马学款, 宋志平. 华北地区降雹时空分布特征[J]. 气象, 2008, 29(8): 31-34.

[4] 张晶, 姚文, 孙丽红, 等. 营口地区 3 次连续致灾性冰雹过程对比分析[J]. 陕西气象, 2017(3): 6-11.

[5] 徐芬, 郑媛媛, 肖卉, 等. 江苏沿江地区一次强冰雹天气的中尺度特征分析[J]. 气象, 2016, 42(5): 567-577.

[6] 俞小鼎, 姚秀萍, 熊廷南, 等. 多普勒天气雷达原理与业务应用[M]. 北京: 气象出版社, 2006.

术可以较真实地再现空间地质实体,这也是 GIS 技术优于其它同类技术之处<sup>[6-7]</sup>。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料选取

资料分为三部分:降雨资料包括南郑国家一般气象站 1971—2016 年的降雨资料和南郑县辖区内 28 个区域自动站 2012—2016 年降雨资料;GIS 资料采用南郑县 1:25 万 DEM 高程数据和区域站、国家站的站点经纬度数据;社会经济资料采用 2016 年南郑县以镇为单位的土地面积、GDP、总人口以及耕地面积等数据。

### 1.2 方法

基于气象灾害风险形成机制<sup>[8]</sup>及暴雨灾害风险理论,由降雨资料得到暴雨致灾因子分布,由 GIS 资料得到孕灾环境敏感性因子分布,由社会经济资料得到承载体易损性因子分布,给这 3 个因子赋以不同权重,使用 Arcgis 对 3 个因子进行加权计算,绘制出暴雨灾害风险区划图。

## 2 结果分析

### 2.1 致灾因子危险性

暴雨灾害的强度和频次往往可以体现暴雨致灾的程度,因此,致灾因子危险性可用暴雨灾害的强度和发生频次来表征。

2.1.1 临界致灾雨量的确定 气象上对于暴雨的定义为:24 h 降雨量 $\geq 50$  mm。研究中涉及降

雨序列的时间较长,因此暴雨过程定义为:一次降雨过程至少持续一日以上,且至少有一日降雨量 $\geq 50$  mm,则认为该次降雨过程为一次暴雨过程;出现无降雨日或微量降雨日,则认为本次暴雨过程结束。该次过程的降雨量即为暴雨过程降雨量。

由于国家一般气象站的完整降雨序列较长,首先利用该站降雨资料确定不同暴雨等级的临界雨量。对南郑国家一般气象站 1971—2016 年的暴雨过程进行统计,剔除不合理数据。由于南郑暴雨过程最多持续 5 d,持续 6 d 及以上的过程几乎没有,故分级时只考虑统计 1~5 d 的暴雨过程降雨量。分别统计过程持续日数为 1、2、3、4、5 d(含 5 d 以上)的暴雨过程降雨量,根据暴雨过程持续日数,建立 5 个时间长度的暴雨过程序列。

暴雨分级使用百分位法。首先,分别查找出每个序列的 4 个百分位数(第 50 百分位数、第 80 百分位数、第 90 百分位数、第 95 百分位数)对应的降雨量和每个序列的最小降雨量,将其确定为临界致灾雨量;其次,将最小降雨量至第 50 百分位数对应的降雨量定为 1 级暴雨,第 50 百分位数对应的降雨量至第 80 百分位数对应的降雨量定为 2 级暴雨,依次类推确定其他 3 个暴雨等级,并得出南郑县各等级暴雨的临界雨量(表 1)。

表 1 南郑县各等级暴雨的临界雨量

降雨持续时间/d	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
1	51.2~56.7	56.8~62.7	62.8~73.5	73.6~84.8	>84.8
2	59.8~73.2	73.3~86.7	86.8~100.9	101.0~124.6	>124.6
3	65.6~89.5	89.6~110.5	110.6~140.5	140.6~148.0	>148.0
4	72.7~108.1	108.2~121.8	121.9~131.4	131.5~150.4	>150.4
$\geq 5$	89.5~123.8	123.9~141.5	141.6~170.6	170.7~241.8	>241.8

其次,利用全部降雨资料确定暴雨发生频次。根据表 1 确定的临界雨量,利用 2012—2016 年 28 个区域自动站降雨资料和 1971—2016 年南郑国家一般站的降雨资料,分别统计各站点不同等级暴雨的发生频次,得到南郑县各站点不同等级暴雨发生频次表(表 2)。近似认为 2012—2016

年各区域站年平均暴雨频次反映的是各区域站点的历史年平均暴雨频次。

2.1.2 暴雨致灾因子权重的确定 暴雨强度与洪涝的形成是正相关的关系,根据这个关系,确定暴雨致灾因子的权重<sup>[8]</sup>。1~5 级暴雨的权重分别考虑为 1/15、2/15、3/15、4/15、5/15。

表 2 南郑县各站点不同等级暴雨发生频次 次/a

站名	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
南郑	2.2	1.3	0.5	0.3	0.3
新集	2.1	1.2	0.6	0.1	0.2
喜神	1.8	1.4	0.8	0.2	0.4
大河坎	2.0	1.0	0.6	0.1	0.2
梁山	1.6	1.6	0.5	0.4	0.2
圣水	2.0	1.0	0.4	0.2	0.1
牟家坝	1.6	1.4	0.5	0.4	0.3
黄官	1.6	1.4	0.6	0.2	0.2
红庙	1.7	1.0	0.4	0.1	0.2
碑坝	1.3	1.7	0.8	0.2	0.4
阳春	1.8	1.2	0.4	0.1	0.2
湘水	2.1	1.2	0.4	0.1	0.2
忍水	2.0	1.5	0.6	0.1	0.3
两河	1.6	1.2	0.4	0.2	0.3
大坪	1.8	1.2	0.7	0.4	0.4
福成	1.5	1.6	1.0	0.6	0.2
法镇	1.8	1.4	0.8	0.4	0.4
胡家营	1.6	1.2	1.0	0.2	0.2
青树	2.3	0.8	0.4	0.1	0.2
回军坝	1.5	1.8	0.6	0.4	0.4
苇池村	1.6	1.2	1.0	0.2	0.2
西河	2.0	1.2	0.6	0.4	0.2
双地沟	1.8	1.0	0.8	0.2	0.4
五棵樹	1.6	1.4	0.7	0.2	0.4
冷坝堰	1.7	1.5	0.5	0.4	0.2
濂水	2.2	1.0	0.4	0.2	0.2
元坝	1.1	1.6	0.7	0.4	0.4
梨坪村	2.0	1.0	0.6	0.6	0.3
南路	1.7	1.4	0.4	0.3	0.2

2.1.3 暴雨致灾因子危险性区划 根据表 2,通过插值分别绘制出 1 至 5 级暴雨频次分布图,使用 ArcGIS 对各级暴雨频次分布图加权求和,得到暴雨致灾因子危险性分布图。利用自然断点分级法进行分级,得到暴雨致灾因子危险性区划图(图略)。

## 2.2 孕灾环境敏感性

孕灾环境是影响暴雨分布的重要指标之一。

因南郑县境内地形较为复杂(分为三种地形),同时水系并不发达,因此近似认为孕灾环境敏感性只受到地形影响,根据地形的高程差和高程标准差的组合赋值来对其进行研究。使用 1:25 万 DEM 高程数据,以每个像元为单位,用 ArcGIS 对每个像元进行邻域分析,计算高程差及高程标准差。因陡坡和低洼地带容易导致暴雨洪涝灾害而引发泥石流等灾害,因此根据高程差和高程标准差的组合(表 3),对每个像元赋值,得到孕灾环境敏感性分布图。利用自然断点分级法进行分级,得到孕灾环境敏感性区划图(图略)。

表 3 南郑县地形高程和高程标准差( $\sigma$ )组合赋值

地形高程/m	赋值		
	$\sigma \leq 1$ m	$1 \text{ m} < \sigma < 10 \text{ m}$	$\sigma \geq 10 \text{ m}$
$\leq 700$	0.9	0.8	0.7
(700,1 000]	0.8	0.7	0.6
(1 000,1 300]	0.7	0.6	0.5
$> 1 300$	0.6	0.5	0.4

## 2.3 承灾体易损性

暴雨灾害造成的危害往往与承受气象灾害的载体(即承灾体)也有密切关系,因此,利用各镇(办)的社会经济情况(经济、人口、耕地的分布等)来分析承灾体易损性。

2.3.1 承灾体易损性权重确定 社会资料中每个因子在不同地区受暴雨灾害的影响程度不同。根据南郑县 2016 年年鉴,南郑县大部分区域为山区丘陵,总人口 56 万人,而农耕人口达到了 31 万人,因此暴雨灾害的主要承灾体是耕地和人口。故将耕地比重因子的权重确定为 0.6,地均人口因子权重确定为 0.3,地均 GDP 因子权重确定为 0.1。

2.3.2 承灾体易损性区划 类似于暴雨致灾因子危险性的处理方法。通过插值分别绘制耕地比重、地均人口、地均 GDP 的分布图,使用 ArcGIS 对三者进行加权求和,得到承灾体易损性的分布图。利用自然断点分级法进行分级,得到承灾体易损性区划图(图略)。

## 2.4 暴雨灾害风险区划

暴雨灾害风险受孕灾环境敏感性、致灾因子

危险性和承载体易损性 3 个因子共同影响,因此,要得到暴雨灾害风险区划图,需要同时考虑这 3 个因子的影响。

首先,需要确定 3 个因子的权重。由于各风险评价因子所起的作用不同,权重的大小依据各因子对气象灾害的影响程度而定,综合考虑南郑常年降雨丰沛,地形复杂等实际情况,确定敏感性因子占 0.3,危险性因子占 0.5,易损性因子占 0.2。

其次,根据下面的加权计算公式求算气象灾害风险指数<sup>[8]</sup>

$$I = V_h W_h + V_e W_e + V_s W_s, \quad (1)$$

式中, $I$ 为暴雨灾害风险指数,用于表示风险程度,其值越大,表示暴雨灾害风险程度越大; $V_e$ 、 $V_h$ 、 $V_s$ 分别表示风险评价模型中的暴雨致灾因子的危险性、孕灾环境的敏感性和承灾体的易损性等评价因子; $W_e$ 、 $W_h$ 、 $W_s$ 是各评价因子的权重。

根据公式 1 计算得到暴雨灾害风险分布图,同样利用自然断点分级法进行分级,得到南郑县暴雨灾害风险区划图(图 1)。

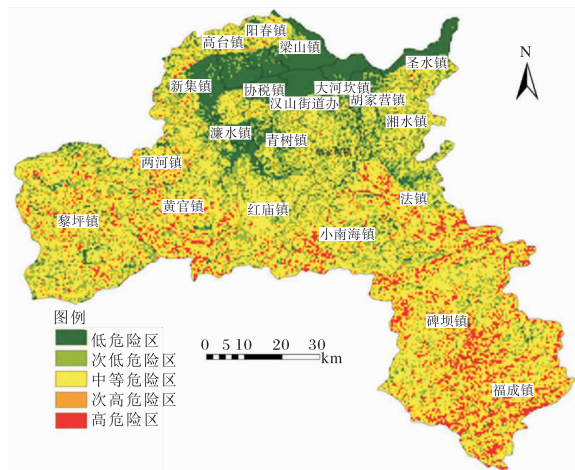


图 1 南郑县暴雨灾害风险区划

## 2.5 区划评述

从南郑县暴雨灾害风险区划图可见,南部、东南部主要为次高风险区和高风险区,中部主要为中等风险区,北部主要为低风险区和次低风险区。

2.5.1 高风险区和次高风险区 该区域暴雨灾

害风险指数在 59~295 之间,地处米仓山沿线及南郑县南部,主要分布在福成镇、碑坝镇、黎坪镇、黄官镇南部、小南海镇南部和法镇南部。这一区域暴雨出现频次最高,降雨强度最大,年均暴雨频次在 4.5~4.9 次之间。区域自动站资料显示,该区域最大暴雨过程降雨量超过 500 mm,但由于该区域以山区为主,人口稀少,因此,暴雨造成的灾害并不是非常严重。

2.5.2 中等风险区 该区域暴雨灾害风险指数在 6~59 之间,处于南郑县中部低山丘陵区,主要分布在牟家坝镇、湘水镇、圣水镇、高台镇,小南海镇北部、黄官镇北部。这一区域暴雨频次较高,降雨强度较强,年均暴雨频次在 3.7~4.0 次之间,区域自动站资料显示,该区域最大暴雨过程雨量超过 250 mm,该区暴雨强度虽然不是最高,但由于平原地区较多,暴雨对农业生产的影响较大,造成的灾害较为严重。

2.5.3 次低风险区和低风险区 该区域暴雨灾害风险指数较小,处于南郑县北部平原区,主要分布在梁山镇、协税镇、大河坎镇、濂水镇、青树镇、新集镇等北部乡镇。这一区域暴雨频次较低,降雨强度相对较小,年均暴雨频次 3.4~3.7 次之间。该区域自动站资料显示,该区域最大暴雨降雨过程超过 200 mm。该区域经济发展较好,有较健全的防灾减灾体系,但由于人口密集,有部分工业产业,因此暴雨仍会产生一定的灾害影响。

## 3 区划结果验证

将 1986—2016 年民政部门的灾情统计资料与暴雨灾害风险区划结果对比分析,南郑县暴雨风险区划图基本反映了南郑县暴雨灾害的分布特征,区划结果与暴雨灾害较为吻合,使用 GIS 技术所做的暴雨灾害风险区划充分体现了精细化的特点。

### 参考文献:

- [1] 张洪玲,宁丽华,刘赫男,等. 黑龙江省暴雨洪涝灾害风险区划[J]. 中国农业气象,2012,33(4):623-629.
- [2] 王慧,毛伟峰,李元鹏,等. 新疆易灾暴雨的风险区划[J]. 冰川冻土,2011,33(6):1407-1413.

- [3] 李楠,任颖,顾伟宗,等. 基于 GIS 的山东省暴雨洪涝灾害风险区划[J]. 中国农学通报,2010,26(20): 313-317.
- [4] 郭永芳,查良松. 安徽省洪涝灾害风险区划及成灾面积变化趋势分析[J]. 中国农业气象,2010,31(1):130-136.
- [5] 于飞,谷晓平,罗宇翔,等. 贵州农业气象灾害综合风险评价与区划[J]. 中国农业气象,2009,30(2): 267-270.
- [6] 黄杏元,马劲松,汤勤. 地理信息系统概论[M]. 修订版. 北京:高等教育出版社,2001:2-4.
- [7] 吴信才. MAPGIS 地理信息系统[M]. 北京:电子工业出版社,2006:2-6.

- [8] 章国材. 气象灾害风险评估与区划方法[M]. 北京:气象出版社,2010.

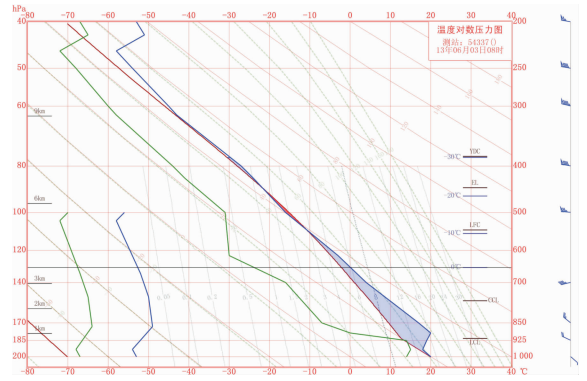


图2 2013-06-03T08 锦州探空图(文见第7页1.2)

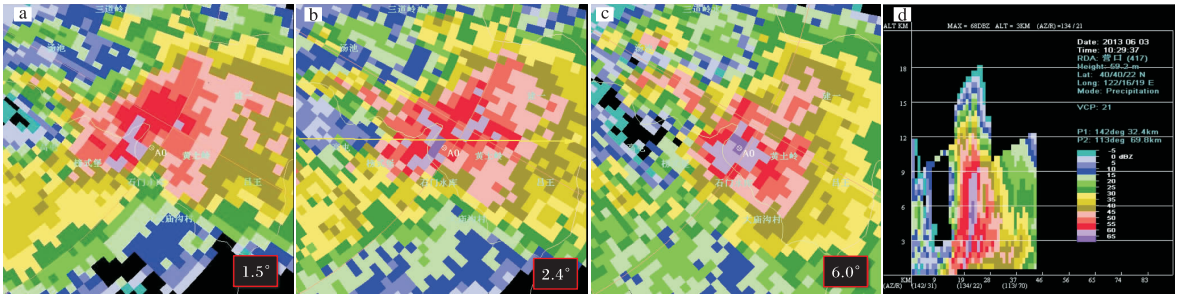


图4 营口雷达 2013-06-03T10:29 不同仰角反射率因子(a-c)及沿图4b 中黄线所示位置的反射率因子剖面图(d;文见第9页3.3)

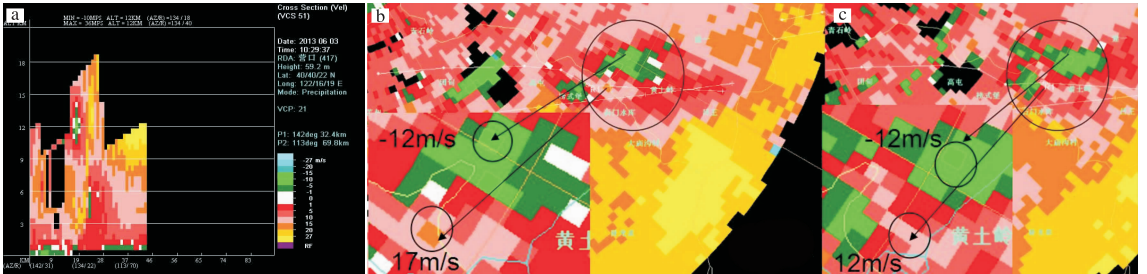


图5 2013-06-03 径向速度剖面(沿图4b 黄线所示位置;a:10:29)和 相对平均径向速度图(b :10:23;c:10:29;文见第9页3.4)

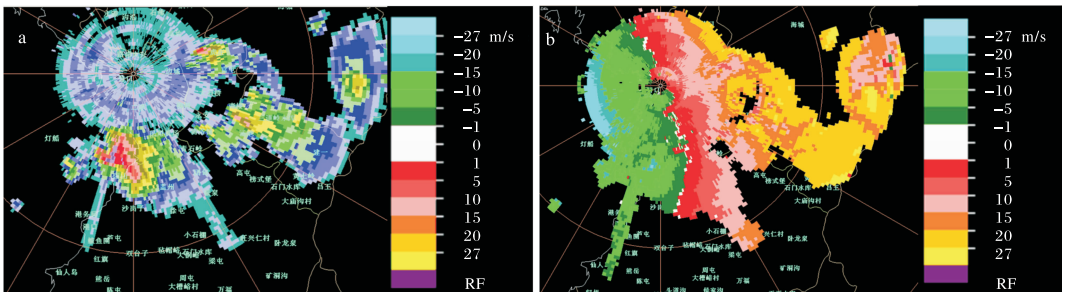


图6 2013-06-03T09:17 9.9°仰角反射率因子(a)和径向速度图(b)的三体散射特征(文见第9页3.5)