

# 关中东部暴雨灾害风险区划研究

张永红<sup>1</sup>, 葛徽衍<sup>1</sup>, 徐军昶<sup>2</sup>

(1. 渭南市气象局, 陕西渭南 714000; 2. 陕西省气象局, 西安 710014)

**摘要:** 利用关中东部 11 个气象站 1961—2007 年的逐日降水资料、同期暴雨洪涝灾害和经济发展资料, 在 ARCGIS 平台上, 从暴雨的孕灾环境敏感性、致灾因子危险性、承灾体易损性、防灾减灾能力等 4 方面综合分析, 形成关中东部暴雨风险灾害区划。结果表明: 关中东部孕灾环境的高敏感区主要在秦岭北部渭河支流较多的二华地区和沿黄河的韩城市; 韩城和潼关的雨涝致灾危险性最高, 蒲城、大荔致灾危险性相对较小; 临渭区为高易损区; 关中东部的临渭区、大荔、韩城对暴雨灾害防灾减灾能力最强, 其次为蒲城和华县。暴雨洪灾的高风险区在韩城和潼关。暴雨灾害风险区面积相对较小, 防灾减灾相对较强, 暴雨致灾危险性范围小, 但受地形和地貌影响, 孕灾环境敏感性较高。

**关键词:** 关中东部; 暴雨灾害; 风险区划

**中图分类号:** P426.616

**文献标识码:** A

国内不少学者在暴雨灾害风险评估方面进行了尝试。黄朝迎<sup>[1]</sup>建立了公路路基水毁长度与农田受涝统计模型; 解以扬等<sup>[2]</sup>利用内涝灾害仿真模型, 对降水过程进行了数值模拟, 并对暴雨引起内涝的风险量化评估; 徐向阳<sup>[3]</sup>等开发了水旱灾害损失评估系统; 唐川<sup>[4]</sup>进行了基于 GIS 的山洪灾害风险区划。关中东部是陕西省防汛重点区域之一, 基于 GIS 技术对关中东部暴雨灾害进行风险区划研究, 不仅可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, 也为政府部门制定防灾减灾规划提供依据。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料

采用关中东部 11 个气象站 1961—2007 年逐日降水资料、同期暴雨洪涝灾害资料、经济发展资料 (包括人口、年末耕地、GDP、人口密度、经济密度、耕地面积比、农作物播种面积、有效灌溉面积、旱涝保收面积等)。地理基础信息资料来源于中国测绘局 1:25 万资料。

### 1.2 方法

按照《陕西省精细化气象灾害风险区划技术规范》, 采用 ACCESS 建立暴雨灾害数据库, 在 ARCGIS9.2 系统支持下分析。

**1.2.1 自然断点分级法** 自然断点分级法用统计公式来确定属性值的自然聚类。公式的功能就是减少同一级中的差异、增加级间的差异。其公式为

$$S_{i-j} = \sum_{k=i}^j (A[k] - m_{i-j})^2 \quad (1 \leq i < j \leq N), \quad (1)$$

式中,  $A$  是一个数组 (数组长度为  $N$ ),  $m_{i-j}$  为每个等级中的平均值。

**1.2.2 规范化方法** 为了消除各指标的量纲和数量级的差异, 需对每一个指标值规范化处理。各个指标规范化计算公式为

$$D_{ij} = 0.5 + 0.5 \times \frac{A_{ij} - A_{i\min}}{A_{i\max} - A_{i\min}}, \quad (2)$$

式中  $D_{ij}$  是  $j$  区第  $i$  个指标的规范化值,  $A_{ij}$  是  $j$  区第  $i$  个指标值,  $A_{i\min}$  和  $A_{i\max}$  分别是第  $i$  个指标值

收稿日期: 2010-05-05

作者简介: 张永红 (1967—), 女, 汉族, 陕西凤翔人, 硕士, 高工, 主要从事应用气象和灾害研究。

中的最小值和最大值。

1.2.3 加权综合评价法 综合考虑各个指标对评价因子的影响程度,把各个具体指标的作用大小综合起来,用一个数量化指标加以集中,计算公式为

$$V = \sum_{i=1}^n W_i \cdot D_i, \quad (3)$$

式中  $V$  是评价因子的值,  $W_i$  是指标  $i$  的权重,  $D_i$  是指标  $i$  的规范化值,  $n$  是评价指标个数。权重  $W_i$  的确定可由各评价指标对所属评价因子的影响程度重要性,根据专家意见,结合当地实际情况讨论确定。

1.2.4 孕灾环境敏感性定义及计算方法 孕灾环境敏感性指受到气象灾害威胁的所在地区外部环境对灾害或损害的敏感程度。同等强度灾害情况下,敏感程度越高,气象灾害造成的损失越严重,气象灾害的风险也越大。计算方法是自然断点法分级,在 ARCGIS 中成图。孕灾环境敏感性指数区划图主要由地形、水系、植被覆盖要素采用规范化方法规一化后,分别给与权重 0.4、0.3、0.3,运用加权综合评价法合成、绘制。

1.2.5 致灾因子危险性定义及计算方法 致灾因子危险性指气象灾害异常程度,主要由气象致灾因子强度和活动频次(概率)决定。致灾因子强度越大,频次越高,气象灾害造成的损失越严重,气象灾害的风险也越大。计算方法是先确定临界致灾因子,采用百分位法,将暴雨强度分为 5 个等级,分级标准:60%~80%位数对应的降水量为 1 级,80%~90%位数为 2 级,90%~95%位数为 3 级,95%~98%位数为 4 级,大于等于 98%位数为 5 级。暴雨强度 5、4、3、2、1 级权重分别为 5/15、4/15、3/15、2/15、1/15。最后综合加权,绘制致灾因子危险性风险图。

1.2.6 承灾体易损性定义及计算方法 承灾体易损性指可能受到气象灾害威胁的所有人员和财产的伤害或损失程度。人口和财产越集中,易损性越高,可能遭受潜在的损失越大,气象灾害风险越大。由规一化的地均人口、地均 GDP、耕地比重合成承灾体易损性分布图,承灾体易损性指数按 5 个等级分区划分,绘制综合承灾体易损性

指数区划图。

1.2.7 防灾减灾能力定义及计算方法 防灾减灾能力指受灾区对气象灾害的抵御和恢复程度。包括应急管理能力和减灾投入等。防灾减灾能力越高,可能遭受的潜在损失越小,气象灾害风险越小。计算方法:根据自然断点分级法将人均 GDP、旱涝保收面积分成 5 个等级,在 ARCGIS 中成图,分别规范化处理,分别赋以权重 0.4 和 0.6 加权计算,按 5 个等级分区,绘制暴雨洪涝灾害防灾减灾能力区划图。

1.2.8 暴雨洪涝灾害风险区划定义及区划方法

暴雨洪涝灾害风险区划指在孕灾环境敏感性、致灾因子危险性、承灾体易损性、防灾减灾能力因子基础上,考虑各风险评价因子对风险的作用,对各风险因子分别赋予权重 0.3、0.3、0.4、0.4 合成分析,形成关中东部暴雨风险灾害区划图。划分标准为:0.5~0.69 为低风险区,0.70~0.75 次低风险区,0.76~0.81 中等风险区,0.82~0.89 次高风险区,0.90~1 高风险区。根据公式

$$I_{\text{FDR}} = (V_{\text{E}}^{W_{\text{E}}}) (V_{\text{H}}^{W_{\text{H}}}) (V_{\text{S}}^{W_{\text{S}}}) (10 - V_{\text{R}})^{W_{\text{R}}} \quad (4)$$

求算暴雨洪涝灾害风险指数。式中,  $I_{\text{FDR}}$  为暴雨洪涝灾害风险指数,用于表示风险程度,其值越大,则灾害风险程度越大。 $V_{\text{E}}$ 、 $V_{\text{H}}$ 、 $V_{\text{S}}$ 、 $V_{\text{R}}$  分别表示风险评价模型中的孕灾环境的敏感性、致灾因子的危险性、承灾体的易损性和防灾减灾能力等评价因子指数; $W_{\text{E}}$ 、 $W_{\text{H}}$ 、 $W_{\text{S}}$ 、 $W_{\text{R}}$  是各评价因子的权重。利用自然断点分级法将暴雨洪涝风险指数按 5 个等级分区,基于 GIS 绘制暴雨洪涝灾害风险区划图。

## 2 结果与分析

### 2.1 暴雨灾害孕灾环境敏感性分析

孕灾环境主要考虑地形、水系、植被等因子对洪涝灾害形成的综合影响。从地形来看,“二华(华阴、华县)夹槽”地带是敏感地带。二华地区地势南高北仰,形成“夹槽”地形,从图 1 可见 1 区为敏感区,也是渭河洪灾的直接受淹区,因此是重点防御区(335 m 高程以下),涉及关中东部沿渭河的临渭区、华县、华阴、潼关、大荔 5 个县市区的 250 km<sup>2</sup>,近 20 万人。关中东部河流主要为黄河小北干流、渭河和洛河。渭河的南山支

流有 10 余条, 这些支流水道短、山区河谷深, 山坡坡度多在  $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$  以上, 产汇流区河床比降大、产流快, 具有洪水发生突然、陡涨陡落的特点。从图 2 可以看出关中东部的孕灾环境的高敏感区主要在秦岭北部渭河支流比较多的二华地区以及沿黄河的韩城市。(图 1 为渭河及地形合成影响敏感分布图, 图 2 为综合因子合成后的影响敏感分布图)

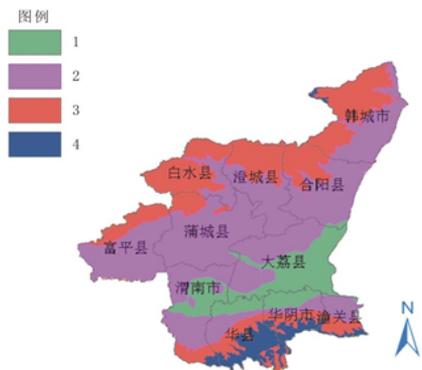


图 1 关中东部分汛敏感区分布图

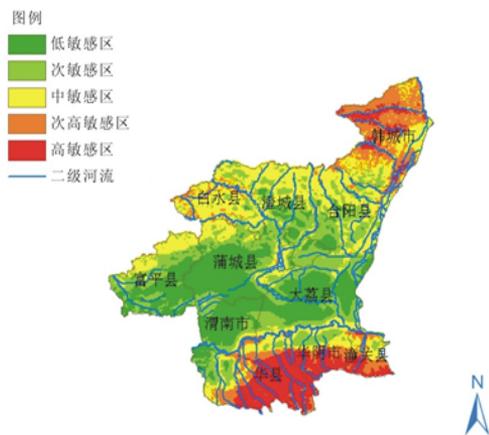


图 2 关中东部分汛孕灾环境敏感性区划图

## 2.2 致灾因子危险性分析

致灾暴雨的强度和频次从轻到重分为无涝、轻涝、中涝、重涝、特涝 5 个等级, 用 1~5 级表示。关中东部的暴雨 5 级 (特涝) 致灾的危害性由西向东风险性增加, 危险性高的区域有韩城和潼

关沿黄河的区域, 其次为合阳和大荔; 暴雨 4 级 (重涝) 致灾的高危险区主要在韩城, 白水、富平和临渭区, 由局地突发性暴雨和连阴雨引起。暴雨 3 级 (中涝) 高危险区和次高危险区均在华县, 主要由南部地形造成的局地暴雨引起。暴雨 2 级 (轻涝) 的高危险区在合阳县, 次高危险区在合阳与韩城、合阳与澄城交界地带。因此, 关中东部的韩城和潼关的致灾危险性最高, 蒲城、大荔致灾危险性相对较小 (见图 3)。

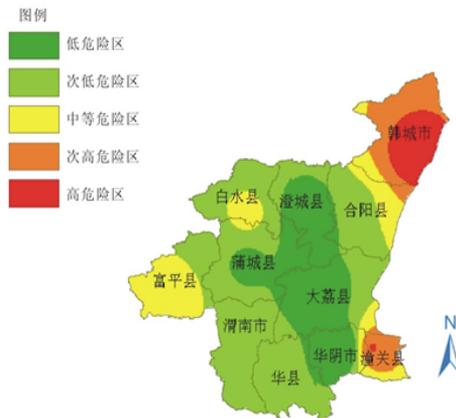


图 3 关中东部分汛暴雨致灾因子危险性区划图

## 2.3 承载体易损性分析

关中东部的承载体易损性主要从人均人口、耕地比重、人均 GDP 3 方面合成分析。关中东部人口密度最大的为富平和临渭区, 其次为蒲城。蒲城、富平、临渭区的耕地面积大, 韩城、白水、华县、华阴、潼关耕地比重较小。韩城和临渭区人均 GDP 值高, 其次为蒲城和华县。综合分析, 得到关中东部的暴雨灾害承载体易损性分布图 (图 4), 可以看出关中东部的临渭区为高易损区, 主要原因是其位于渭河在关中东部的入口处, 滩地人口 5 万, 易损性高; 其次为富平、蒲城, 均是粮食和经济作物种植的较好区域, 人口密度大, 地势平坦, 暴雨防御设防能力低。

## 2.4 防灾减灾能力分析

关中东部的暴雨灾害防灾减灾能力从人均 GDP 和旱涝保收面积两方面综合分析。关中东部人均 GDP 最高在韩城市, 其次为华县、临渭区和

华阴。大荔和临渭区的防灾减灾能力较强，其次为蒲城。大荔、蒲城和富平抗御旱涝的能力相对较强，华县、澄城次之。白水、合阳、韩城、华阴和潼关旱涝保收面积较小。综合上述二种因素，得到防灾减灾能力图(图5)，关中东部的临渭区、大荔、韩城对暴雨灾害防灾减灾能力最强，其次为蒲城和华县。

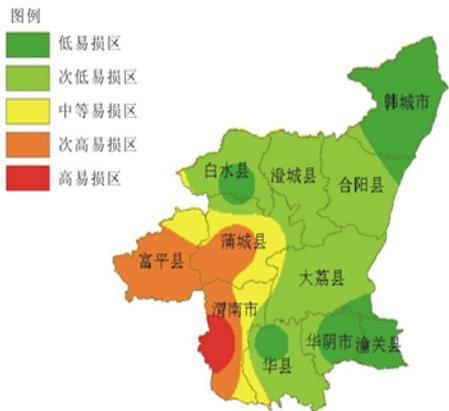


图4 关中东部暴雨载体易损性分布图

境内局地暴雨多；三是病险水库多，隐患多。潼关为三河口交汇地带。关中东部暴雨灾害风险区面积相对较小，防灾减灾能力相对较强，暴雨致灾危险性范围小，但受地形和地貌影响，孕灾环境敏感性较高。次高风险区在临渭区西南部，渭河于关中东部的入口处，地势低洼，容易致灾，富平的西南部和潼关，局地强降水易产生洪涝；中等风险区包括白水、合阳、华县、临渭区和富平的东部；次低风险区位于澄城、蒲城、大荔和华阴；低风险区位于澄城、大荔和华阴，主要是防灾减灾能力较强。

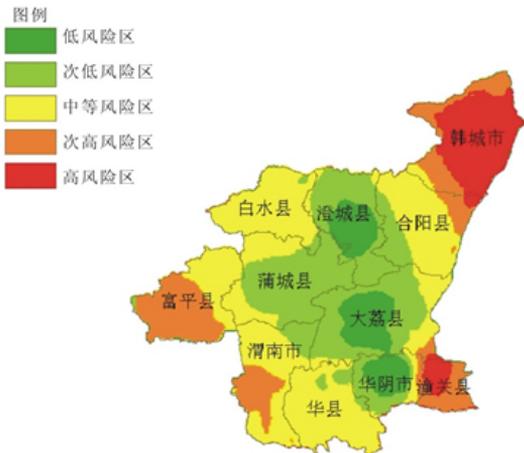


图6 关中东部暴雨灾害风险区划图

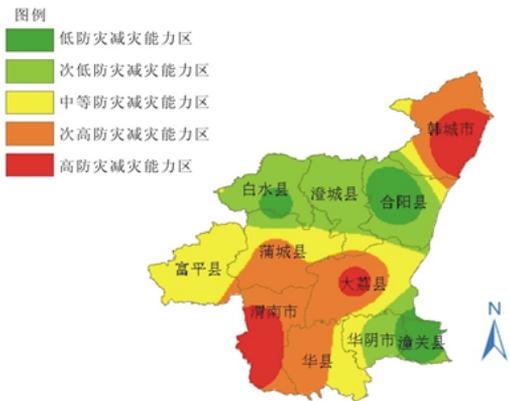


图5 关中东部防灾减灾能力区划图

### 3 结论与讨论

3.1 关中东部孕灾环境的高敏感区主要在二华地区以及沿黄河的韩城市；韩城和潼关的雨涝致灾危险性最高，蒲城、大荔致灾危险性相对较小；临渭区为高易损区；临渭区、大荔、韩城对暴雨灾害防灾减灾能力最强，蒲城和华县次之。

3.2 关中东部暴雨洪灾的高风险区在韩城和潼关。暴雨灾害风险区划面积相对较小，防灾减灾相对较强，暴雨致灾危险性范围小，但受地形和地貌影响，孕灾环境敏感性较高。

3.3 关中东部沿渭河的致灾敏感性由地形地貌引起，特别是“二华夹槽”和南山支流影响大。渭河干流设防能力高，但临渭区到潼关河段为地上河，是关中东部暴雨洪涝灾害影响的主要河段，洪涝风险较大。

#### 2.5 风险区划结果

在 ARCGIS 平台上，对孕灾环境敏感性、致灾因子危险性、承灾体易损性、防灾减灾能力风险合成分析，得到关中东部暴雨风险灾害区划图(图6)。可以看出，关中东部暴雨洪灾的高风险区在韩城和潼关。韩城一是受黄河涨水影响；二是

# 汉中市雷电特征分析及其防御

王小永

(汉中市气象局, 陕西汉中 723000)

中图分类号: P429

文献标识码: B

汉中市每年因雷灾直接损失在 300 万元以上, 间接损失更大。利用汉中市 11 个观测站 1971—2009 年雷电日数统计资料, 分析汉中雷电日数的时空分布特征, 为预防雷电灾害, 做好雷电的监测和预警预报工作提供参考。

## 1 资料来源及统计方法

雷电日统计资料采用 1971—2009 年汉中市 11 个县(区)地面观测资料。统计标准: 1 d 内(20 时—20 时)发生雷暴作为 1 个雷电日。

## 2 雷电时空分布特征

### 2.1 空间分布特征

汉中市年平均雷电日数 25.5 d, 佛坪、镇巴最多 30.5 d, 略阳最少 19.6 d, 南郑、西乡、宁强、镇巴、佛坪高于全市平均, 其余县区低于全市平均(见图 1)。年雷电日数最多 51 d (1977 年镇巴), 最少 8 d (2009 年略阳)。东部雷电多于西

部, 秦巴山区多于平川谷地。

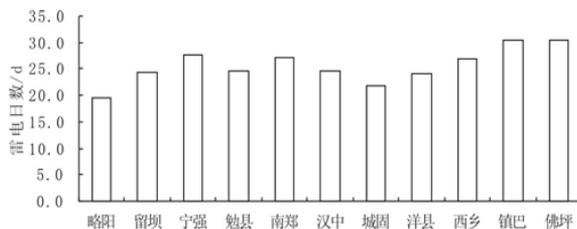


图 1 汉中年平均雷电日空间分布图

### 2.2 时间分布特征

2.2.1 年际变化 图 2 为汉中雷电日年际分布图。20 世纪 70 年代年雷电日数波动较大, 1973 年最多 38.1 d, 1980 年最少 18.1 d。80 年代到 90 年代年雷电日数波动不大, 变化较平稳。2001—2009 年年雷电日数波动显著, 并呈减少趋势, 2009 年出现最低值 15.2 d。

收稿日期: 2009-09-01

作者简介: 王小永 (1970—), 男, 陕西汉中人, 工程师, 从事防雷电检测工作。

3.4 关中东部暴雨风险区划的高风险区有韩城和潼关, 范围虽小, 但北部暴雨的致灾危险性较高, 主要由突发性暴雨和强降水引起。因此, 渭北高原和渭河以南秦岭北麓山区的暴雨灾害防御重点在局地突发暴雨和短时强降水上, 沿渭河的临渭区、华县、华阴和潼关要高度重视系统性暴雨引发的暴雨灾害。

3.5 沿黄河的暴雨灾害防御重点在韩城和潼关区域。泾河和洛河的降水大部分单独不构成灾害, 因此降水可以充分利用。

### 参考文献:

- [1] 黄朝迎, 张清. 暴雨洪水灾害对公路交通的影响 [J]. 气象, 2000, 26 (9): 12-15.
- [2] 解以扬, 韩素芹, 由立宏, 等. 天津市暴雨内涝灾害风险分析 [J]. 气象科学, 2004, 24 (3): 342-349.
- [3] 徐向阳, 刘俊冰. 水旱灾害损失评估系统 [J]. 灾害学, 1999, 14 (1): 1-5.
- [4] 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.