

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20190916

· 农业区划 ·

彭阳县玉米干旱风险评估与区划^{*}

李 阳^{1,2}, 马力文^{1,2*}, 赵金龙^{1,2}, 朱永宁^{1,2}, 杨 洋^{1,2}, 马国飞^{1,2}

(1. 中国气象局旱区特色农业气象灾害监测预警与风险管理重点实验室, 宁夏银川 750002;
2. 宁夏气象防灾减灾重点实验室, 银川 750002)

摘 要 [目的] 彭阳县玉米种植区域广泛, 但干旱灾害频发, 常造成玉米减产甚至绝收。因此加强彭阳县玉米干旱灾害风险评估与区划有着重要的现实意义。[方法] 利用彭阳县气象数据以及地形、土壤类型等数据, 基于灾害风险评估原理, 运用相关分析法、层次分析法, 结合 GIS 技术对彭阳县玉米干旱灾害进行风险评估与区划。[结果] 彭阳县北部及西部降水少, 玉米干旱危险性较高, 南部和东部降水多, 玉米干旱危险性较低; 草庙乡土壤保水性最差, 玉米干旱敏感性最高, 白阳镇、城阳乡土壤保水性最好, 玉米干旱敏感性最低; 新集乡、白阳镇、草庙乡耕地面积所占总面积最大, 玉米干旱暴露性最高, 小岔乡耕地面积所占总面积最小, 玉米干旱暴露性最低; 白阳镇灌溉田比例最高, 玉米防灾减灾能力最强, 彭阳北部 1 镇 3 乡都没有灌溉农田, 玉米防灾减灾能力最弱。综合来看, 彭阳县西北部玉米干旱综合风险较高, 西南部和东南部风险较低, 其余地区以中等风险为主。[结论] 玉米干旱灾害风险评估与区划是科学认识农业干旱的基础, 为科学管理以及制定合理有效的防灾减灾方案提供科学参考。

关键词 玉米 干旱灾害 灾害风险评估原理 风险评估与区划 ArcGIS

中图分类号: F304.5; S423; S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-9121[2019]09142-09

0 引言

玉米是我国乃至世界上种植最广泛的谷类农作物, 除了用于食用和饲料之外, 也广泛用于工业原料和医药原料。目前, 玉米逐步发展成为我国重要的食用作物、经济作物以及能源作物。我国粮食供求形势以及畜牧业发展形势一定程度上取决于玉米产量的高低^[1]。西北地区广泛种植玉米, 但干旱灾害作为西北地区最主要的气象灾害, 发生范围广、频率高、程度重, 对西北地区经济危害巨大, 尤其对农业危害最为明显。彭阳县地处宁夏回族自治区东南部, 盛产玉米、小麦、胡麻、荞麦、豆类等农作物, 素有“粮仓油盆”之称, 但由于降水不充分, 时空分布不均, 年际变化较大, 灌溉条件较差, 很大程度上仍然“靠天吃饭”。因此, 该地区农业季节性干旱频繁发生, 范围大且持久, 常造成作物减产甚至绝收, 成为制约彭阳县农业发展的主要气象灾害。

近年来, 随着自然灾害风险理论和方法的不断发展, 对农业干旱风险的研究也有了很大的进步。国内学者们通过系统分析干旱灾害的起因、发展以及防灾减灾能力等影响, 科学地评估农业干旱风险, 为干旱防灾减灾提供科学依据。田宏伟等^[2]在农业灾害风险评估理论上, 通过建立夏玉米水分亏缺为危险性指标、玉米种植面积为暴露度指标、平均减产率为脆弱性指标、社会经济条件为抗灾能力指标, 对河南省夏玉米干旱综合风险进行精细化区划, 为干旱灾害防御提供参考依据。杨平等^[3]利用黄淮海地区气象

收稿日期: 2018-06-07

作者简介: 李阳 (1992—), 女, 陕西咸阳人, 硕士、助理工程师。研究方向: 农业气候资源、应用气象与生态环境

※通讯作者: 马力文 (1964—), 女, 北京人, 正研级高级工程师。研究方向: 农业气候资源、特色作物农业气象、农作物气候品质评价。Email: ma_liwen@163.com

*资助项目: 中国气象局旱区特色农业气象灾害监测预警与风险管理重点实验室创新团队项目“特色农业气象预报技术研究”(CAMP-201804); 中国气象局 2019 年“三农”服务专项(宁夏)

数据、地形数据及土地利用类型等,基于灾害风险评估原理,运用信息扩散法、加权综合评价法和层次分析法,结合GIS技术对黄淮海地区夏玉米干旱灾害进行风险性评估与区划。其他学者在四川省^[4]、贵州省^[5-6]、东北地区^[7-9]、内蒙古^[10]等也做了相似的研究。对于旱灾发生频繁的西北地区,有关玉米干旱风险区划的研究也有很多。王有恒等^[11]通过上述方法对我国北方地区春玉米干旱灾害进行评估区划,结果表明:春玉米干旱高风险区主要集中在内蒙古中部、宁夏和甘肃等地。肖玮钰^[1]在西北地区春玉米种植适宜性分析的基础上,对干旱风险评估模型的4个要素进行系统分析,最终建立春玉米干旱综合风险评价指标模型,实现宁夏地区春玉米干旱风险区划,结果表明:宁夏春玉米干旱风险总体上由北向南逐步加重,发生干旱风险较低的区域主要集中在宁夏的引黄灌溉区,这些区域虽然降水量较少,但由于优越的灌溉条件对降低干旱风险起到了很大的作用;次低风险及中风险区位于宁夏中部干旱地带;宁夏南部山区是干旱发生的重灾区,除隆德发生风险较低以外,固原、泾源均为重风险区,西吉为特重风险区。也有学者对地处西北地区的陕西省^[12-13]和甘肃省^[14]玉米干旱风险做了相似的研究,但已有研究并未涉及到宁夏回族自治区彭阳县玉米干旱风险评估与区划,且主要针对大范围区域的干旱灾害风险区划,涉及县域的不多,特别是该研究考虑了社会资料,使得区划更加科学。

文章采用目前比较成熟的四因子理论,认为彭阳县玉米干旱风险主要由致灾因子危险性、孕灾环境脆弱性、承灾体暴露度、防灾减灾能力组成。在一个特定地理区域内,孕灾环境一般具有相对稳定性;致灾因子是自然变异的具体体现,对灾情的形成有着重要作用,是区划的核心。用彭阳县土壤类型表征该地区的孕灾环境脆弱性,玉米耕地面积占乡镇总面积的百分比表征承灾体暴露度、灌溉占比表征防灾减灾能力,致灾因子危险性由玉米发育关键期的降水量决定。基于灾害风险评估原理,运用相关分析法、层次分析法,结合GIS技术对彭阳县玉米干旱灾害进行风险区划,为科学认识农业干旱、管理以及制定合理有效的防灾减灾方案提供科学参考。

1 研究区与数据

1.1 研究区域

研究区为彭阳县,位于宁夏回族自治区东南部边缘,六盘山东麓,面积2 528.65 km²,介于106°32'E~106°58'E, 35°41'N~36°17'N之间,海拔1 248~2 418 m;年平均气温7.4~8.5℃,无霜期140~170 d,降雨分布不均,主要集中在6—9月,约为350~550 mm,属典型的温带半干旱大陆性季风气候;该地区土壤以黄绵土和黑垆土为主,暗灰褐土、典型新积土少量存在,地貌包括北部黄土丘陵区、中部河谷残塬区和西南部土石质山区3个自然类型区。

1.2 资料来源

该文所用的数据包括地理信息资料、气象资料、社会经济统计资料。

地理信息资料采用1:50 000宁夏全境地理信息数据,包括经纬度、DEM高程等基础数据,通过GIS中的掩膜法将彭阳县行政边界、经度、纬度、高程等地理信息资料从全区地理信息资料中提取出来,作为区划的基础资料。

气象资料包括彭阳县及周边区(县)103个区域自动站2008—2017年逐日降水资料,经质量控制,最终使用91个区域自动站降水数据,并将日数据统计为月数据。

社会经济统计资料包括各乡镇经纬度信息、海拔高度、土壤类型、耕地面积、总面积、耕地灌溉面积、玉米产量资料等。其中,玉米产量资料来自自治区统计年鉴,包括2008—2017年彭阳全县玉米单产资料,将实际单产进行分离,拟合得到趋势产量,进一步得到气象产量。为了便于不同量纲的数据进行叠加运算,气象数据和除玉米产量资料之外的社会数据均采用标准化方法消除量纲。

2 研究方法

2.1 农业气象灾害风险区划方法简述

农业气象灾害风险（ A 层）是孕灾环境脆弱性、致灾因子危险性、承灾体暴露度和防灾减灾能力 4 个因子（ B 层）综合作用的结果^[15]，考虑到各风险评价指标（ C 层）对风险的构成所起作用可能不同，因此对 B 、 C 层因子分别赋予权重。即：组织多名专家就 C 层因子对其相应 B 层因子的重要性、 B 层因子相对 A 层因子的重要性进行打分，采用层次分析法计算 C 层与 B 层每个因子的权重，并整理得出 A 、 B 、 C 层各因子的指数表达式（图 1）。

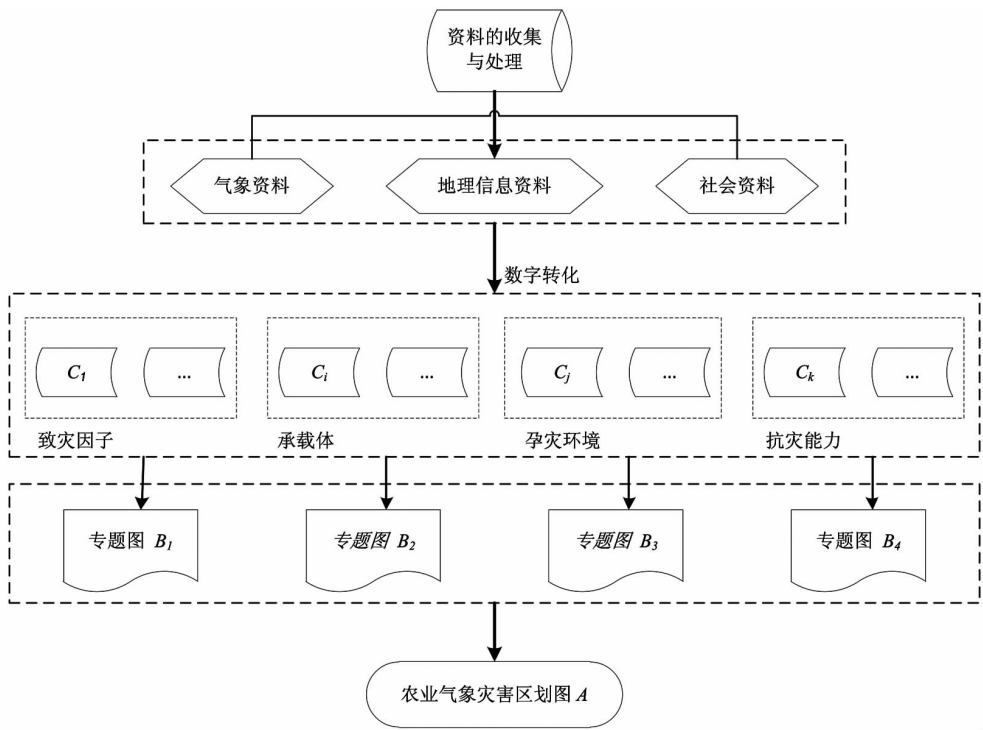


图 1 农业气象灾害风险区划

2.2 气象产量趋势分离

玉米产量取决于作物品种特性、农业科技水平、管理水平和土壤、气象条件。产量的时间序列可分为平稳变化项 Y_w 和显著波动项 Y_t 以及随机项 ε ^[16]。即：

$$Y = Y_w + Y_t + \varepsilon \tag{1}$$

式（1）中， Y 表示实际产量， Y_w 表示趋势产量， Y_t 表示气象产量， ε 表示随机产量（该文忽略不计）。

引起年际间玉米单产波动的主要原因是年际间气象条件的差异，研究气象因子对玉米产量所造成的影响，须剔除受品种特性、农科和管理水平等因子所决定的趋势产量。将历史单产看作时间的函数，可以发现彭阳县玉米单产随时间的变化呈对数递增（图 2）。

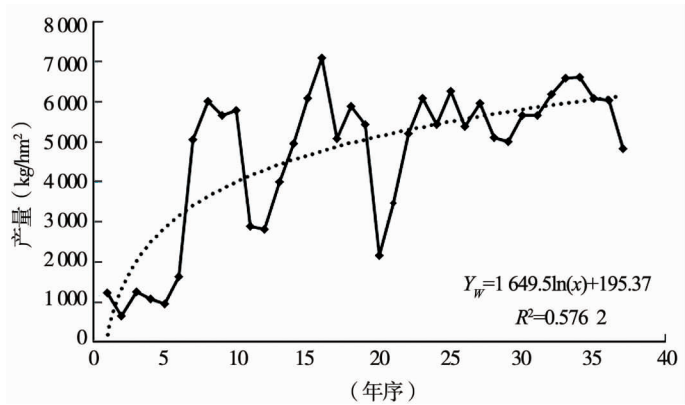


图 2 彭阳县玉米单产趋势产量分离

趋势产量分离公式为:

$$Y_w = 1\,649.5 \ln(x) + 195.37$$

(2)

式(2)中, Y_w 为趋势产量。 x 为年序,从1984年有气象资料开始,即1984年 $x=1$,1985年 $x=2$,以此类推。通过信度0.001的检验。

2.3 风险区划指标的选取

按照孕灾环境脆弱性、致灾因子危险性、承灾体暴露度和防灾减灾能力4个因子进行资料的选取。

2.3.1 孕灾环境脆弱性指标的选取

选取彭阳县土壤类型表征该地区的孕灾环境脆弱性。不同土壤类型保持水分的能力有所差异,土壤保水能力越弱,水分流失越快,易形成水分亏缺,土壤保水能力越强,水分流失越慢,对水分亏缺越不敏感。按照土壤渗水率高低将不同类型的土壤排序并由大到小赋值,如果某地存在2种及2种以上的土壤类型,则按照各种土壤所占的比例分配,将各地土壤类型数字化。

2.3.2 致灾因子危险性指标的选取

将气象产量与不同月份降水量做相关分析,发现5月降水量和7月降水量对彭阳玉米气象产量影响较大。

5月彭阳玉米处于苗期,期间的降水量与平均气象产量呈极显著线性相关, $R=0.370\,9$ ($P>R_{0.05}=0.312$, $n=38$)。苗期降水量决定了玉米营养生长阶段的质量,若遇水分胁迫,玉米幼苗生长速度缓慢,生长量严重降低,主要是由于水分胁迫影响玉米幼苗的各项生理指标,尤其是影响有机物的积累^[17]。因此,5月降水量是彭阳县玉米干旱风险的主要致灾因子之一。

7月彭阳玉米处于拔节至抽雄期,期间的降水量与平均气象产量也呈极显著线性相关, $R=0.375\,0$ ($P>R_{0.05}=0.312$, $n=38$)。拔节至抽雄期是玉米从营养生长向生殖生长过渡的重要时段,也是玉米产量形成的关键时期。周斌等^[18]通过研究发现宁夏中部干旱带玉米拔节至抽穗期间,水分满足率低,玉米植株偏矮,造成玉米减产或绝产。因此,7月降水量是彭阳县玉米干旱风险的又一主要致灾因子。

2.3.3 承灾体暴露度指标的选取

目前,玉米适宜种植区划研究多集中于较大尺度,较少涉及针对县域尺度的玉米适宜性研究。何奇瑾等^[19]通过无霜期、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、年降水以及最热月、最冷月平均气温等10个潜在气候因子,利用最大熵模型分析我国玉米种植的气候适宜性。贾超杰^[20]利用 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、4月、7月份平均气温、年降水量等气候数据和各地高程等地形数据以及土壤质地、土壤pH和田间持水量等土壤数据,通过多指标综合评价法,得到了我国玉米种植的气候适宜区。上述两项研究均把彭阳县划分为玉米气候适宜区,彭阳县多年气候资料也表明适宜种植玉米,但存在一定干旱风险。根据统计资料,玉米为彭阳县传统作物,所辖乡镇也均有玉米种植,可以发现彭阳县玉米适宜种植区与玉米种植现状基本吻合。可选取彭阳县各乡镇玉米耕地面积占乡镇总面积的百分比表征彭阳县玉米风险区划的承灾体暴露度指标。玉米耕地面积占比越大,干旱承灾体暴露度越高,玉米发生干旱的风险也越大;反之,耕地面积所占总面积比例越小,玉米干旱受灾风险也越小。

2.3.4 抗灾能力指标的选取

一个地区的抗灾能力是指对灾害进行防御,避免作物受灾的能力,灌溉条件对降低干旱风险起到了很大的作用。因此选定灌溉面积占耕地面积的百分比为抗灾能力指标。灌溉田比例越高,防灾减灾能力越强,玉米干旱发生风险低;灌溉田比例越低,防灾减灾能力越弱,干旱发生风险高。

2.4 资料的无量纲化

由于各指标间的量纲和数量纲都不同,为了消除差异,需要对各指标做标准化处理。该文采用比较普遍认可的归一化方法进行资料的无量纲化。按照式(3)、(4)式进行:

$$x_i = \frac{1}{2} \left[\frac{(x_{\max} - x) + (\bar{x} - x_{\min})}{x_{\max} - x_{\min}} \right]$$

(3)

$$x_i = \frac{1}{2} \left[\frac{(x_{\max} - \bar{x}) + (x - x_{\min})}{x_{\max} - x_{\min}} \right] \quad (4)$$

式(4)中, x_i 为归一化后的数据, x 为序列当前值, $x_{\max}$ 和 $x_{\min}$ 为序列中的最大值和最小值, $\bar{x}$ 为序列中的平均值。式(3)适用于数值越大, 干旱风险越低的因子, 如降水量和灌溉面积占比等。式(4)适用于数值越大, 干旱风险越高的因子, 如作物面积占比, 土壤渗水率等。

2.5 无资料地区资料推算

2.5.1 气象资料的推算

利用 GIS (地理信息系统) 采用小网格分析方法建立气候要素与站点经度、维度和海拔等地理信息的数学模型, 将宁夏彭阳气候资源数据推算到空间分辨率为 $250\text{m} \times 250\text{m}$ 的面上数据。

气候资源推算模型:

$$Y = f(\lambda, \varphi, h) + \varepsilon \quad (5)$$

式(5)中, Y 为区划气候因子, 该文指降水因子; λ 、 φ 、 h 分别代表经度、纬度、海拔高度等地理因子, ε 为残差, 消除小地形影响, 因彭阳县地理范围小, 该文可忽略不计。 λ 表示经度, φ 表示纬度, h 表示海拔由各个气象站的经度、纬度和海拔作为基本图层, 运用 GIS 栅格图层计算功能, 得到气候指标因子分布图层。借助回归方程, 采用 GIS 中的地图代数功能进行指标数据空间推算, 形成 5 月降水和 7 月降水的专题图层。

2.5.2 土壤、社会资料的推算

因土壤类型、玉米耕地面积占比、保灌率等 3 个因素是社会因子, 与所在地点的精度、纬度和海拔关系不明显, 故采用 GIS 软件自带的克里金推算法, 将社会因子推算到 $250\text{m} \times 250\text{m}$ 的面上, 形成土壤类型、玉米耕地面积占乡镇总面积的比例、灌溉面积占耕地面积的比例 3 个图层, 由于仅有 12 个乡镇资料, 推算结果精度不够理想。

2.6 权重系数的确定

按照孕灾环境脆弱性、致灾因子危险性、承灾体暴露度和抗灾能力 4 个方面, 进行专家打分, 将一层次元素两两比较的重要性进行定量描述, 计算判断矩阵的特征值和指标权重。决定玉米干旱风险的层次结构和经专家打分后的权重系数示见图 3 所示。

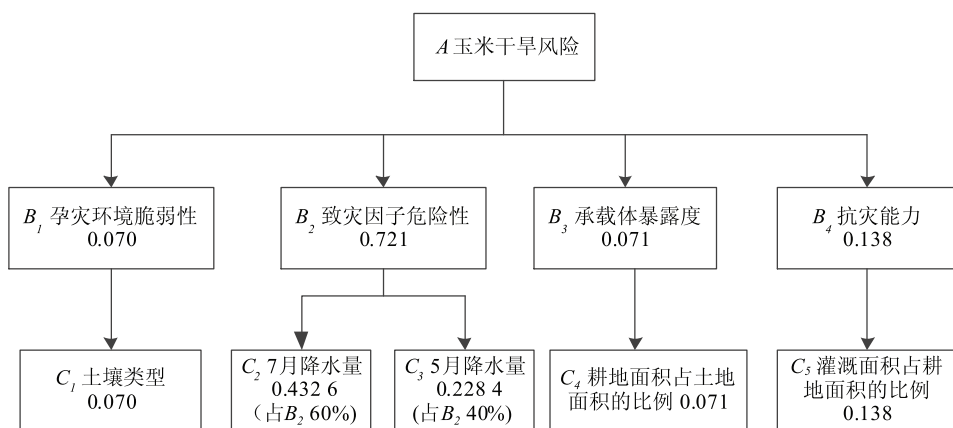


图3 玉米干旱灾害风险评估层次及权重

经过专家打分法后得到彭阳县玉米干旱灾害风险评估模型(式6)其层次结构图3。各因子按照权重大小依次为: 7月降水量、5月降水量、灌溉率、玉米耕地面积占比、土壤保水性。可以看出, 决定彭阳玉米干旱的主要因子是气象因子, 降水少的年份干旱风险大、灌溉面积占耕地面积比例越小风险越大、玉米耕地面积占总面积比例越大风险越大, 土壤保水能力越差风险越大。

$$A = 0.070 \times C_1 + 0.4326 \times C_2 + 0.2284 \times C_3 + 0.071 \times C_4 + 0.138 \times C_5$$

(6)

2.7 Arc-GIS 空间分析

利用 GIS 中地图栅格计算器将已经推算好的 $C_1 \sim C_5$ 图层，按照风险指数 A 层表达式 (6) 进行栅格运算，按照其对灾害风险的作用权重的不同进行叠加；叠加后的综合层 (A) 的取值范围 0.42 ~ 0.54 间，无量纲。采用 GIS 中分类功能，将风险区划图分为 4 类。其中， ≥ 0.52 为高风险区、0.51 ~ 0.52 之间为较高风险区、0.50 ~ 0.51 之间为中风险区、0.48 ~ 0.50 为较低风险区、 ≤ 0.48 为低风险区，最终生成农业气象灾害风险区划图。

3 结果与分析

3.1 玉米干旱危险性分析

根据前期研究，彭阳玉米干旱的致灾因子为 5 月降水量和 7 月降水量。采用无资料地区网格推算方法，得到彭阳 5 月降水和 7 月降水的单因子分布图 (图 4)。可看出，彭阳多年平均 5 月降水量从北向南递增，罗洼乡、小岔乡、冯庄乡降水量较少，部分区域月降水量小于 40mm；新集乡、古城镇、红河镇降水量相对较多，基本都在 50mm 以上；其余乡镇降水量介于 40 ~ 50mm 之间。多年平均 7 月降水量从西北向东南递增，最大值在彭阳县西南角窦家山庄附近以及孟塬乡、城阳乡部分地区。总的来看，彭阳北部及西部降水偏少，致灾因子危险性更大，更容易发生干旱，南部和东部降水相对较多，发生干旱的危险性较低。

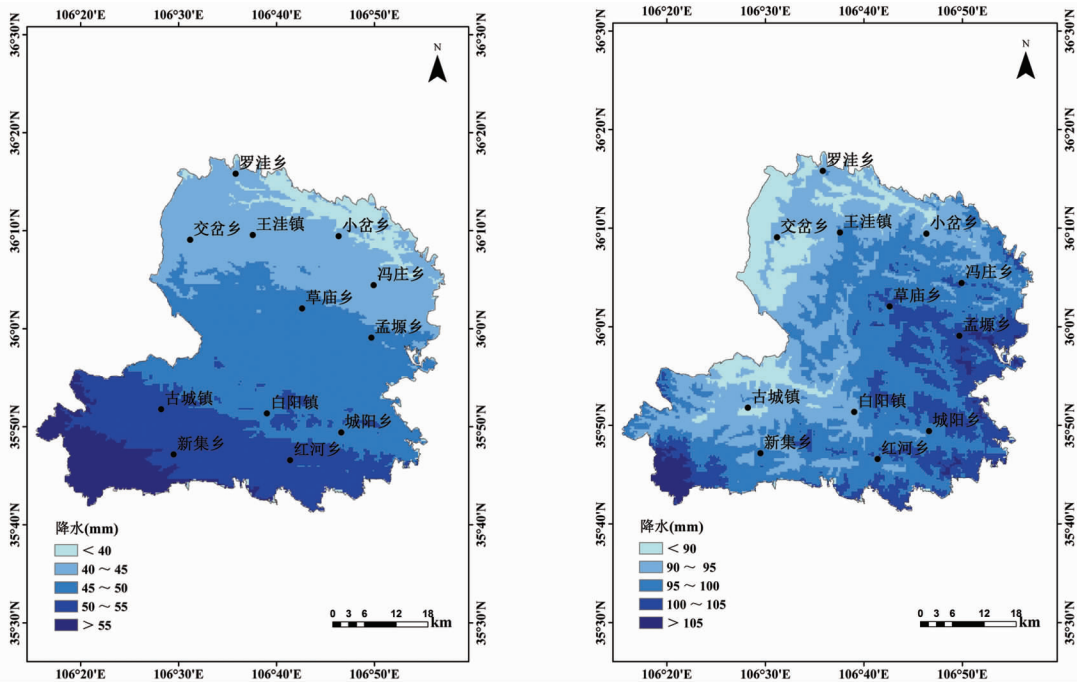


图 4 彭阳县多年平均降水量分布图 (左: 5 月; 右: 7 月)

3.2 玉米干旱脆弱性、暴露度及抗旱能力分析

将彭阳县土壤类型、总面积、玉米耕地面积和灌溉面积列于表 1。

通过计算，各乡镇土壤的保水性能顺序为白阳镇、城阳乡 > 古城镇 > 罗洼乡、交岔乡、小岔乡 > 新集乡、红河镇、冯庄乡 > 孟塬乡、王洼镇 > 草庙乡。可以发现，草庙乡土壤保水能力最差，生态最为脆弱，容易发生玉米干旱，白阳镇、城阳乡土壤保水能力最好，生态较为稳定，不容易发生玉米干旱，其他各乡镇介于中间。

表 1 彭阳县各乡镇土地类型及玉米种植情况

乡镇名称	土壤类型	总面积 (hm ²)	玉米耕地面积 (hm ²)	灌溉面积 (hm ²)
王洼镇	黄绵土和典型黑垆土	34 155.91	11 129.34	
白阳镇	黄绵土	26 696.90	10 805.01	2 826.67
新集乡	黑垆土为主, 黄绵土和新积土并存	22 291.46	9 335.54	1 840.00
古城镇	黄绵土为主, 暗灰褐土、典型新积土并存	32 246.92	9 307.07	1 073.33
草庙乡	典型黑垆土	18 077.05	7 358.74	200.00
孟塬乡	典型黑垆土和黄绵土	21 187.80	7 330.87	1 313.33
城阳乡	黄绵土为主, 典型黑垆土、和典型新积土并存	18 669.28	6 763.87	480.00
红河镇	典型黑垆土为主、黄绵土、新积土存在	16 425.16	6 543.00	1 053.33
冯庄乡	黄绵土为主, 黑垆土为辅	17 761.98	4 457.14	133.33
罗洼乡	黄绵土为主, 少量黑垆土	15 620.62	4 128.87	
交岔乡	黄绵土为主, 少量黑垆土	14.573.33	3 316.07	
小岔乡	黄绵土为主, 少量黑垆土	15 159.37	2 722.40	

统计彭阳县各乡镇玉米耕地面积所占总面积的比例发现, 新集乡、白阳镇、草庙乡所占比例超过 40%, 其中, 新集乡耕地面积所占比例最大, 为 41.88%; 红河镇、城阳乡、孟塬乡所占比例介于 30%~40%, 除小岔乡耕地面积所占比例最小, 为 17.96% 外, 其余乡镇介于 20%~30%。可以发现, 新集乡、白阳镇、草庙乡玉米干旱暴露度高, 发生干旱风险最高, 小岔乡玉米干旱暴露度低, 发生干旱风险最低。

统计彭阳县各乡镇灌溉面积所占耕地面积的比例, 可发现各乡镇比例也有较大差异, 其中, 白阳镇灌溉田比例最高, 为 26.16%; 新集乡、孟塬乡、红河镇、古城镇所占比例介于 10%~20%, 分别为 19.71%, 17.92%, 16.10%, 11.53%; 城阳乡、冯庄乡、草庙乡所占比例分别为 7.10%, 2.99%, 2.72%; 王洼镇、罗洼乡、交岔乡、小岔乡没有灌溉田, 全部为旱作农田。可以看出, 白阳镇玉米防灾减灾能力最强, 发生干旱风险最低, 而彭阳北部为黄土丘陵区, 1 镇 3 乡都没有灌溉农田, 则该区域玉米防灾减灾能力最弱, 最容易发生干旱风险。

3.3 玉米干旱综合风险评价与区划

根据上述分析对彭阳县玉米干旱风险等级进行划分, 分别为低风险区、较低风险区、中风险区、较高风险区和高风险区 (图 5)。总得来看, 彭阳县西北部玉米干旱综合风险较高, 西南部和东南部风险较低, 其余地区以中等风险为主。具体来看, 罗洼乡、交岔乡、王洼镇、白阳镇大部区域为高风险和较高风险区; 孟塬乡、城阳乡、红河镇大部区域为中风险和较低风险区; 草庙乡大部区域为中风险区, 少部区域为较低风险区; 新集乡大部区域为较低风险和低风险区; 冯庄乡、古城镇、小岔乡风险区划比较复杂, 包含多种风险等级。

4 结论与讨论

从致灾因子危险性来看, 彭阳县北部及西部降水偏少, 致灾因子危险性更大, 更容易发生干旱, 南部

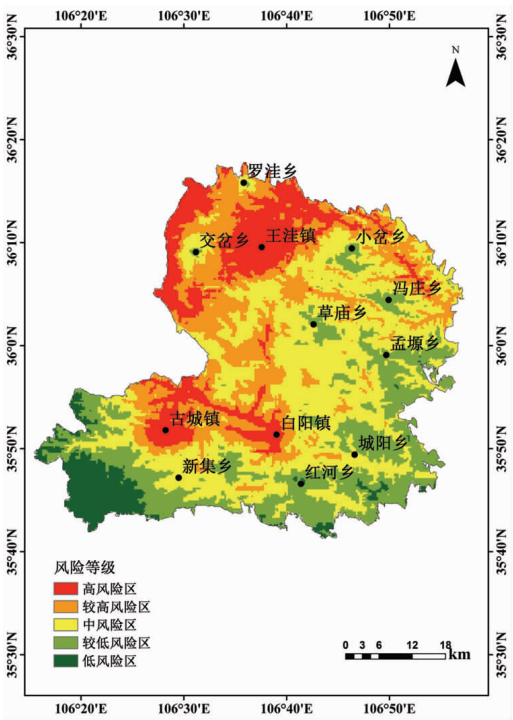


图 5 彭阳县玉米干旱综合风险区划分布

和东部降水相对较多,发生干旱的危险性较低;从孕灾环境脆弱性来看,草庙乡土壤保水能力差,生态最为脆弱,最容易发生玉米干旱,白阳镇、城阳乡土壤保水能力较好,生态较为稳定,不容易发生玉米干旱,其他各乡镇介于中间;从承灾体暴露度来看,新集乡、白阳镇、草庙乡玉米耕地面积所占总面积比例较大,干旱暴露度高,发生干旱风险也相对较高,小岔乡耕地面积所占比例最小,干旱暴露度低,发生干旱风险最低,其他各乡镇介于中间;从防灾减灾能力来看,白阳镇灌溉面积所占耕地面积比例最高,防灾减灾能力最强,干旱发生风险最低,而彭阳北部为黄土丘陵区,1镇3乡都没有灌溉农田,则该区域玉米防灾减灾能力最弱,也最容易发生干旱风险。总得来看,彭阳县西北部玉米干旱综合风险较高,西南部和东南部风险较低,其余地区以中等风险为主。

该研究利用地理信息数据、气象数据、社会经济统计数据等,分别求算与评估干旱灾害风险评估模型中的危险性、脆弱性、暴露度和防灾减灾能力,再通过层次分析法综合评价彭阳县玉米干旱风险。该文综合考虑了自然因素和社会因素,准确揭示了彭阳县玉米干旱风险区划,对彭阳县玉米干旱的防灾减灾有一定参考作用。但该研究也存在以下不足:(1)研究区域内自动站数据参差不齐,因此在统计多年平均降水时只能选取通过质量控制的数据,个别站点缺失数据较多,会影响最后计算精度;(2)各乡镇社会数据动态变化,且只有12个样点数据,将数据推到面上与实际吻合程度尚需验证,单因子图层精度不够;(3)由于干旱灾害风险评估模型由专家打分法确定,4个因子所占权重不同会影响干旱区划结果;此外,玉米旱灾区划应当以玉米适宜区划为基础,该文查阅前人研究得出宁夏彭阳县为玉米适宜种植区,并依据统计调查数据得出彭阳县玉米种植现状与适宜种植区基本吻合的结论,但文中没有开展彭阳县的玉米适宜性区划研究,而是使用了玉米种植现状并作为承灾体暴露度指标,这样容易出现一定偏差。后续还需要进一步加强研究,提高区划精度。

参考文献

- [1] 肖玮钰. 西北地区春玉米气候适宜性区划和干旱风险评估. 南京: 南京信息工程大学, 2013.
- [2] 田宏伟, 李树岩. 河南省夏玉米干旱综合风险精细化区划. 干旱气象, 2016, 34 (5): 852-859.
- [3] 杨平, 张丽娟, 赵艳霞, 等. 黄淮海地区夏玉米干旱风险评估与区划. 中国生态农业学报, 2015, 23 (1): 110-118.
- [4] 王明田, 张玉芳, 马均, 等. 四川省盆地玉米干旱灾害风险评估及区划. 应用生态学报, 2012, 23 (10): 2803-2811.
- [5] 李佳. 贵州省玉米干旱灾害风险评估. 郑州: 华北水利水电大学, 2016.
- [6] 张泽中, 李佳, 徐建新, 等. 基于GIS的贵州省玉米干旱灾害风险评估. 华北水利水电大学学报(自然科学版), 2016, 37 (2): 28-32.
- [7] 尹小刚. 气候变化背景下东北玉米生产的干旱风险与适应对策. 北京: 中国农业大学, 2015.
- [8] 蔡菁菁. 东北地区玉米干旱、冷害风险评价. 北京: 中国气象科学研究院, 2013.
- [9] 高晓容. 东北地区玉米主要气象灾害风险评估研究. 南京: 南京信息工程大学, 2012.
- [10] 张超, 吴瑞芬. 内蒙古玉米干旱风险区划方法研究. 中国农业资源与区划, 2015, 36 (7): 134-141.
- [11] 王有恒, 张存杰, 段居琦, 等. 中国北方春玉米干旱灾害风险评估. 干旱地区农业研究, 2018, 36 (2): 257-264, 272.
- [12] 边超钧. 陕西省玉米干旱风险评估及区划研究. 南京: 南京信息工程大学, 2014.
- [13] 徐桂珍. 基于自然灾害风险理论的陕西省典型作物干旱灾害风险评估与区划. 中国农村水利水电, 2017 (7): 179-184, 188.
- [14] 姚小英, 吴丽, 田广旭, 等. 甘肃旱作区玉米近40年干旱影响评估. 干旱区资源与环境, 2015, 29 (5): 192-196.
- [15] 姚玉璧, 张强, 李耀辉, 等. 干旱灾害风险评估技术及其科学问题与展望. 资源科学, 2013, 35 (9): 1884-1897.
- [16] 牛浩, 陈盛伟. 山东省玉米气象产量分离方法的多重比较分析. 山东农业科学, 2015, 47 (8): 95-99.
- [17] 杜长玉, 庞全国, 李东明. 缺水胁迫对玉米幼苗生长和生理指标的影响. 内蒙古草业, 2002, 14 (2): 46-48.
- [18] 周斌, 李凤霞. 宁夏中部干旱带玉米需水规律与节水补灌技术指标研究. 宁夏农林科技, 2013, 54 (9): 1-4, 8.
- [19] 何奇瑾, 周广胜. 我国玉米种植区分布的气候适宜性. 科学通报, 2012, 57 (4): 267-275.
- [20] 贾超杰. 基于GIS的中国玉米种植区适宜等级划分及未来变化趋势. 兰州: 兰州大学, 2011.

DROUGHT RISK ASSESSMENT AND REGIONALIZATION OF MAIZE IN PENGYANG COUNTY *

Li Yang^{1,2}, Ma Liwen^{1,2*}, Zhao Jinlong^{1,2}, Zhu Yongning^{1,2}, Yang Yang^{1,2}, Ma Guofei^{1,2}

(1. Key Laboratory for Meteorological Disaster Monitoring and Early Warning and Risk Management of Characteristic Agriculture
in Arid Regions, CMA, Yinchuan, Ningxia 750002, China;

2. Ningxia Key Lab of Meteorological Disaster Prevention and Reduction, Yinchuan, Ningxia 750002, China)

Abstract Pengyang county has extensive maize planting area, but it suffers a lot from frequent drought disasters. Therefore, it is of great practical significance to strengthen the study in drought risk assessment and zoning of maize in Pengyang county. Based on meteorological data, terrain data and soil types data, this research assessed and zoned drought risk for maize cultivated in Pengyang county by application of natural disaster risk assessment principles, correlation analysis method, analytic hierarchy process and Geographic Information System technic. The results showed that the drought risk of maize was higher in the northern and western parts of Pengyang county where there were few precipitations while it was much lower in the southern and eastern parts that with relatively more precipitations. The soil moisture retention in Caomiao township was the worst while its drought sensitivity of maize was the highest. The soil moisture retention in Baiyang town and Chengyang township was the best while their drought sensitivity of maize was the lowest. The total area of cultivated land in Xinji township, Baiyang town and Caomiao township was the largest, and their drought exposure of maize was the highest. The total area of cultivated land in Xiaocha township occupied the smallest area, and its drought exposure of maize was the lowest. It had the highest proportion of irrigated fields in Baiyang town, and its ability to minimize the risk of disasters and their damages was the best. There had no irrigated farmland in one town and three townships in the northern part of Pengyang county where the ability to minimize the risk of disasters and their damages was weakest. Overall, the comprehensive risk of drought of maize in northwestern Pengyang county was relatively high while the risk in the southwest and southeast was relatively low, and the remaining areas were mainly moderately risky. The risk assessment and zonation of maize drought is the basis for scientific understanding of agricultural drought, which would provide scientific references for scientific management and formulation of reasonable and effective disaster prevention and reduction programs.

Keywords maize; drought disaster; natural disaster risk assessment principle; risk assessment and zoning; ArcGIS