

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20210512

· 农业区划 ·

# 山西省干旱灾害风险评估与区划\*

李娜<sup>1</sup>, 霍治国<sup>2,3\*</sup>, 钱锦霞<sup>1</sup>, 周晓宇<sup>4</sup>, 史源香<sup>5</sup>

(1.山西省气象台, 太原 030006; 2.中国气象科学研究院, 北京 100081;

3.南京信息工程大学气象灾害预报预警与评估协同创新中心, 江苏南京 210044; 4.沈阳区域气候中心, 辽宁沈阳 110016;

5.山西省气象信息中心, 太原 030006)

**摘要** [目的] 分析山西省干旱灾害风险的关键作用因子, 并进行风险评估和区划, 对于提升该地干旱灾害风险管理和决策水平、减轻干旱损失具有重要指导意义。[方法] 文章利用改进的相对湿度指数、DEM资料、地形坡度资料和1990—2016年以县(市)为单元的行政区域的人口密度、GDP、人均GDP、耕地面积等社会经济数据来量化评价山西干旱风险, 从干旱灾害致灾因子的危险性、孕灾环境的脆弱性、承灾体的易损性和防灾减灾能力4个方面选取因子, 构建相应的指数模型并分析其空间分布状况, 在此基础上进一步构建山西省干旱灾害风险综合评估模型, 并基于GIS绘制山西省干旱灾害风险区划图。[结果] 山西省干旱致灾因子危险性呈北高南低的趋势, 大同、朔州、忻州北部和西部、太原南部的干旱致灾因子危险性最强; 孕灾环境脆弱性呈东西两侧高、中间低的趋势, 而承灾体易损性和防灾减灾能力均呈东西两侧低、中间高的趋势; 从干旱灾害风险区划图可以看出, 山西省干旱风险总体呈北高南低, 从西北向东南递减的趋势。高风险区主要分布在大同、朔州东部, 较高风险区包括朔州西部、忻州中西部、太原大部, 吕梁大部、晋中西部、临汾中部、运城西部为中风险区, 临汾西部、晋中北部、长治东北部为较低风险区, 临汾东部、运城东部、晋城大部、长治西部和南部风险最低。[结论] 山西省干旱灾害的精细化风险区划, 可为相关区域有效地开展抗旱活动提供量化依据, 增强干旱灾害防御的科学性、实用性和可操作性。

**关键词** 干旱 风险分析 区划 致灾因子 山西省

中图分类号:P429 文献标识码:A 文章编号:1005-9121[2021]05-0100-08

## 0 引言

干旱作为我国干旱半干旱区最普遍和最严重的自然灾害之一, 在气候变化的背景下愈加复杂<sup>[1-3]</sup>。山西地处黄土高原东部, 属中纬度大陆性季风气候区, 历史上旱灾频繁发生<sup>[4-6]</sup>, 开展山西省干旱灾害的风险分析对进行干旱监测预警和防灾减灾具有重要现实意义。

在国内外灾害研究中, 应用风险分析和区划理论来分析问题已成为一种新趋向。干旱风险分析主要是结合各种指标应用多种方法建立风险评估分析模型, 对干旱的强度、范围、影响等进行分析。近年来, 针对农业干旱进行风险评估和区划的研究较多。已有研究主要是在考虑特定农作物发育期的基础上建立农业干旱风险评估模型, 并利用具体作物减产率来构建灾损风险评估模型或脆弱性评价指标。如针对不同的农作物, 张存杰、张蕾、刘荣花、吴东丽、康西言、包阿茹汗等<sup>[7-12]</sup>分别针对北方不同区域的冬小麦干旱灾损风险和冬小麦综合风险进行区划; 薛昌颖、杨平、邱美娟、王明田、张建军等<sup>[13-17]</sup>针对黄淮海、吉林、四川、安徽的玉米干旱风险进行评估分析; 张蕾、白蕤等<sup>[18-19]</sup>分别针对海南瓜菜的干旱风险进行评

收稿日期: 2019-07-25

作者简介: 李娜(1985—), 女, 山西长治人, 硕士、高级工程师。研究方向: 农业气象灾害及气候变化

\*通讯作者: 霍治国(1965—), 男, 河南平舆人, 研究员。研究方向: 气候资源利用和农业气象灾害、病虫害预测与评估研究。

Email: huozg@cma.gov.cn

\*资助项目: 重大自然灾害监测预警与防范重点专项“林果水旱灾害监测预警与风险防范技术研究”(2017YFC1502801); 中国气象科学研究院科技发展基金项目“气候变化背景下粮油作物气象灾害指标构建及演变规律研究”(2018KJ012)

估与区划分析。为考虑干旱灾害对社会经济、环境等方面造成的影响以及由于社会经济因素变化对干旱防灾减灾能力的影响,李莉、姚玉璧、刘晓静等<sup>[20-22]</sup>基于气象、水文、社会经济等数据,从综合角度构建干旱风险分析的指标体系,实现旱灾的风险评估或区划。目前,有关山西干旱灾害风险分析与区划方面的研究鲜有报道,针对北方地区冬小麦或夏玉米干旱风险的研究仅有少量成果中包括了种植冬小麦的山西中南部,未包括山西全境,因此,迫切需要开展这方面的研究。为综合考虑山西省干旱灾害对农业、工业、社会经济、生态环境等方面造成的影响,文章在构建改进的相对湿润度指数作为干旱致灾因子的基础上,结合合理的数学建模方法,从致灾因子的危险性、孕灾环境的脆弱性、承灾体的易损性、地区的防灾减灾能力四个方面建立模型,再利用地理信息系统的空间分析优势,系统地针对气象、农业、工业、社会经济、生态环境等方面的指标进行联合分析,最终建立基于GIS的山西干旱灾害风险评估模型,并绘制风险区划图,以期干旱防灾减灾提供决策科技支撑。

## 1 数据来源与研究方法

### 1.1 数据来源

数据主要包括山西省境内较均匀分布、空间代表性好、资料年限长、中间缺测资料少的70个基本气象站57年(1960—2016年)的逐日降水量、气温、日照时数、相对湿度、风速、水汽压等气象资料,该资料来自山西省气象信息中心,经过了严格的质量控制,对于有迁站的站点已进行数据集的均一性检验和订正。研究范围及气象站如图1;根据山西省历年统计年鉴资料整理的1990—2016年以县(市)为单元的行政区域的人口密度、GDP(国民生产总值)、人均GDP、耕地面积、工业销售产值等社会经济数据;GIS中地理信息数据为山西1:25万数字高程模型(DEM)资料和坡度资料。空间分布图采用反距离权重插值方法进行插值,生成空间栅格数据,用ArcGIS软件表达。

### 1.2 研究方法

该研究首先划分出旱灾风险的组成要素,利用层次分析法计算各项因子权重,并针对各要素单项指标进行归一化处理,最终形成山西旱灾风险评估分析模型。

#### 1.2.1 层次分析法

层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)是一种定性和定量相结合、系统化、层次化的分析方法,可在一定程度上将定性问题量化<sup>[23]</sup>。其基本步骤为:建立由旱灾风险的组成要素所形成的层次结构,构造比较判断矩阵,计算权重向量以及检验一致性。根据比较判断矩阵,计算出要素*X*的各项影响指标*x<sub>i</sub>*的权重*w<sub>i</sub>*,公式为:

$$M_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n m_{ij}} \quad (1)$$

$$w_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (2)$$

$$i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, n$$

式(1)(2)中,*m<sub>ij</sub>*为比较判断矩阵第*i*行第*j*列的元素,*n*为比较判断矩阵维数,*M<sub>i</sub>*为*i*行元素的几何平均值,*w<sub>i</sub>*为经过层次分析法得到的指标权重。

#### 1.2.2 分项指标归一化

为了消除指标的量纲影响,使得评价具有统一性与可比性,需要对指标进行归一化处理。该研究利用离差标准化方法进行归一化处理,计算公式为:

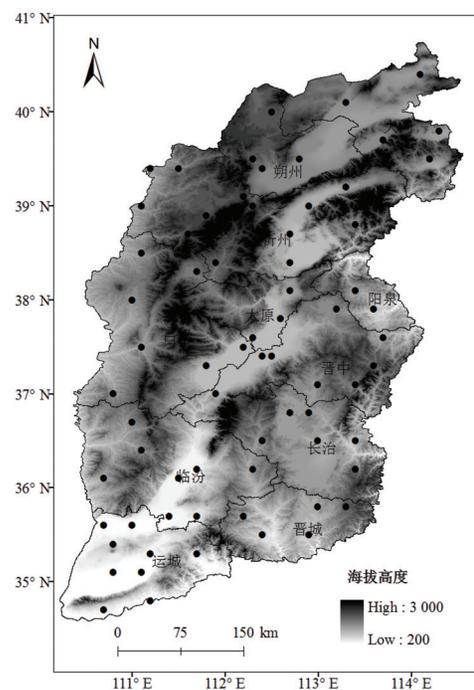


图1 代表站分布及海拔高程

$$s_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (3)$$

式(3)中,  $s_i$ 为指标  $x_i$  经过归一化后的值,  $x_i$ 为指标的实际数值,  $x_{\max}$ 与  $x_{\min}$ 分别为指标  $x_i$ 的最大值、最小值, 可在计算前确定, 最终各要素综合指标数值介于0~1之间。

### 1.2.3 各风险要素综合指标

针对孕灾环境脆弱性、承灾体易损性、防灾减灾能力, 其风险要素综合指标的计算公式为:

$$X = \sum_{i=1}^n w_i s_i \quad (4)$$

式(4)中,  $X$ 为旱灾风险要素值,  $s_i$ 为指标  $x_i$ 经过归一化后的值,  $w_i$ 为经过层次分析法得到的指标权重。

### 1.2.4 干旱风险综合评估指标

根据干旱灾害风险构成可将干旱灾害风险系统分解为致灾因子危险性、孕灾环境脆弱性、承灾体易损性和防灾减灾能力4部分, 即干旱灾害风险指数=危险性&脆弱性&易损度&防灾减灾能力, 据此构建干旱灾害风险的表达式为:

$$R_d = f(h, s, v, a) = f_1(h) \pm f_2(s) \pm f_3(v) \pm f_4(a) \quad (5)$$

式(5)中,  $R_d$ 为干旱风险综合评估指标,  $h$ 为致灾因子危险性指标,  $s$ 为孕灾环境脆弱性指标,  $v$ 为承灾体易损性指标,  $a$ 为防灾减灾能力指标。

决定干旱致灾因子危险性、孕灾环境脆弱性、承灾体易损性、防灾减灾能力的因子较多, 根据实际能获取的资料来构建干旱风险评估指标体系并利用层次分析法确定各因子权重。

## 2 结果与分析

### 2.1 致灾因子的危险性模型构建

干旱监测或评估分析首先需要确定干旱指标。根据《气象干旱等级》<sup>[24]</sup>, 相对湿度指数综合降水与需水信息, 是比较理想的区域范围内干旱监测指标。李娜等<sup>[25]</sup>在相对湿度指数计算基础上, 采用权重递减的思路进行干旱指标的优化, 构建了改进的相对湿度指数 ( $M_{10i}$ ) 作为干旱分析指标。针对单一站点, 利用该站某时段内的平均干旱强度  $T_j$  来表征干旱的致灾因子危险性。干旱致灾因子危险性分析模型为:

$$H_j = T_j = \frac{\sum_{i=1}^m M_{10i}}{m} \quad (6)$$

式(6)中,  $j$ 为区别不同站的代号,  $H_j$ 为第  $j$ 个测站干旱灾害致灾因子危险性指数;  $T_j$ 为该测站的某时段内的平均干旱强度,  $i$ 代表要计算的时间,  $m$ 为时间上限。

根据式(6)计算各站点的多年平均  $M_{10i}$ , 作为各站的干旱致灾因子危险性指数, 在GIS中利用自然断点分级法将危险性指数分为4级, 如图2所示。分析表明, 山西省干旱致灾因子危险性呈北高南低的趋势, 大同、朔州、忻州北部和西部、太原南部的干旱致灾因子危险性最强; 忻州中东部、吕梁大部、太原大部、晋中西部平川区、临汾中部、运城西部危险性较强; 阳泉和晋中的大部、长治东北部、临汾西部大部、运城中部致灾因子危险性较低; 长治西部和南部、晋城全区、临汾和运城的东部致灾因子危险性最低。

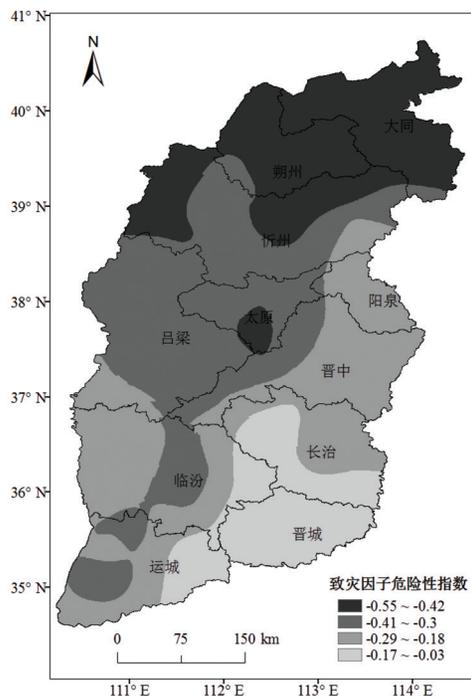


图2 山西省干旱灾害致灾因子危险性指数分布

### 2.2 孕灾环境脆弱性模型构建

孕灾环境脆弱性,指受到气象灾害威胁所在地区外部环境对灾害或损害的脆弱程度<sup>[20-21]</sup>。在同等强度灾害情况下,脆弱程度越高,破坏程度越严重。考虑到海拔高度、坡度对土壤蓄水能力的影响,选取海拔高度、坡度作为主要的孕灾环境脆弱性因子,根据层次分析法计算各项因子的权重,依据式(4)建立干旱灾害孕灾环境脆弱性分析模型为:

$$S_j = 0.285 \times S_a + 0.715 \times S_b \tag{7}$$

式(7)中, $j$ 为区别不同经纬度点的代号, $S_j$ 为第 $j$ 个经纬度点孕灾环境脆弱性指数, $S_a$ 为海拔高度归一化处理后的数值, $S_b$ 为坡度归一化处理后的数值。

应用 GIS 中空间分析的栅格运算方法计算获得山西不同区域的干旱灾害孕灾环境脆弱性指数,利用自然断点分级法将脆弱性指数分为 4 级,如图 3 所示。山西省干旱灾害孕灾环境脆弱性呈东西两侧高、中间低的趋势,大同东部、忻州东部和神五岢地区、长治西部和东部、运城东部脆弱性较强;大同中部、朔州东部、忻州的忻定盆地、太原东部、晋中西部、吕梁东部、临汾东部、长治南部、运城中西部等地脆弱性较低。

### 2.3 承灾体易损性模型构建

干旱承灾体的易损度主要指可能受到干旱缺水威胁的社会、经济和自然环境系统,具体包括农业、林业、牧业、工业、城市、人类和生态环境等<sup>[20-21]</sup>,它所造成的损害程度主要取决于发生地的社会经济发展、农业经济发展、人口密集程度等。人口密度越大,国民生产总值越高,耕地面积越多,可能承受干旱的范围越大,因旱导致的经济损失越大,则承灾体易损程度越高。山西省干旱灾害承灾体的易损度指标考虑农林牧业易损性、工业易损性、城市易损性、生态环境易损性四个方面,针对农林牧业方面考虑农林牧渔业总产值、农作物总播种面积、粮食总产量为易损度因子,工业方面考虑工业销售产值为易损度因子、城市和生态环境方面考虑人口密度、地区生产总值 GDP 为易损度因子,利用层次分析法计算各项因子的权重,依据式(4)建立干旱灾害承灾体易损性分析模型为:

$$V_j = 0.176 \times V_a + 0.131 \times V_b + 0.096 \times V_c + 0.253 \times V_d + 0.155 \times V_e + 0.189 \times V_f \tag{8}$$

式(8)中, $j$ 为区别不同站的代号, $V_j$ 为第 $j$ 个县(市)承灾体易损性指数, $V_a$ 为人口密度归一化处理后的数值, $V_b$ 为地区生产总值 GDP 归一化处理后的数值, $V_c$ 为工业销售产值归一化处理后的数值, $V_d$ 为农林牧渔业总产值归一化处理后的数值, $V_e$ 为粮食总产量归一化处理后的数值, $V_f$ 为农作物总播种面积归一化处理后的数值。

应用 GIS 中空间分析计算得到山西省不同区域的干旱灾害承灾体易损性指数,利用自然断点分级法将易损性指数分为 4 级,如图 4 所示。山西省干旱灾害承灾体易损性呈东西两侧低、中间高的趋势,大同西部、朔州南部、忻州中部、太原南部、晋中西部、吕梁北部和东部、长治南部、晋城中南部、临汾东部、运城中西部承灾体易损性较强;大同东部、忻州西部、吕梁南部、晋中东部、长治东部、临汾西部承灾体易损性较弱。

### 2.4 防灾减灾能力模型构建

防灾减灾能力指人类社会为了保障承灾体少受或免受灾害的威胁而采取的防御措施力度和受灾区的恢复能力的大小<sup>[20-21]</sup>。防灾减灾能力越低,承灾体遭受的潜在损失越大,

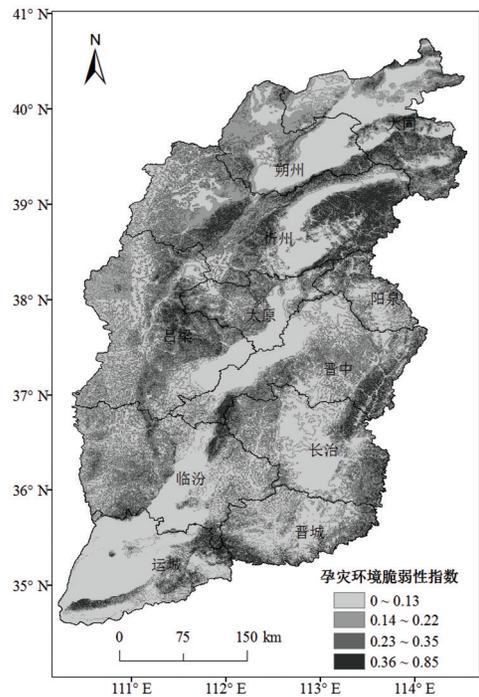


图 3 山西省干旱灾害孕灾环境脆弱性指数分布

灾害风险就越大。干旱防灾减灾能力包括抗旱减灾的水利工程、抗旱投入、管理等。选取人口密度、GDP、农业机械总动力作为山西省干旱灾害防灾减灾能力指标因子，建立干旱灾害防灾减灾能力评估模型，构建模型为：

$$A_j = 0.35 \times V_a + 0.439 \times V_b + 0.211 \times V_g \quad (9)$$

式(9)中， $j$ 为区别不同站的代号， $A_j$ 为第 $j$ 个县(市)的防灾减灾能力指数， $V_a$ 为人口密度归一化处理后的数值， $V_b$ 为地区生产总值GDP归一化处理后的数值， $V_g$ 为农业机械总动力归一化处理后的数值。

应用GIS中空间分析计算得到山西省不同区域的干旱灾害防灾减灾能力指数，利用自然断点分级法将防灾减灾能力指数分为4级，如图5所示。山西省干旱灾害防灾减灾能力也呈东西两侧低、中间高的趋势，大同西部、朔州中部、太原南部、阳泉中南部、临汾中部、运城西部、晋城中西部防灾减灾能力较强，其余地区防灾减灾能力较弱。

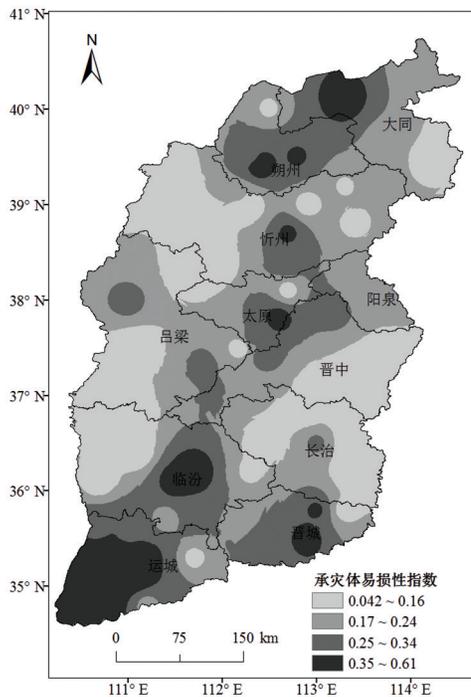


图4 山西省干旱灾害承灾体易损性指数分布

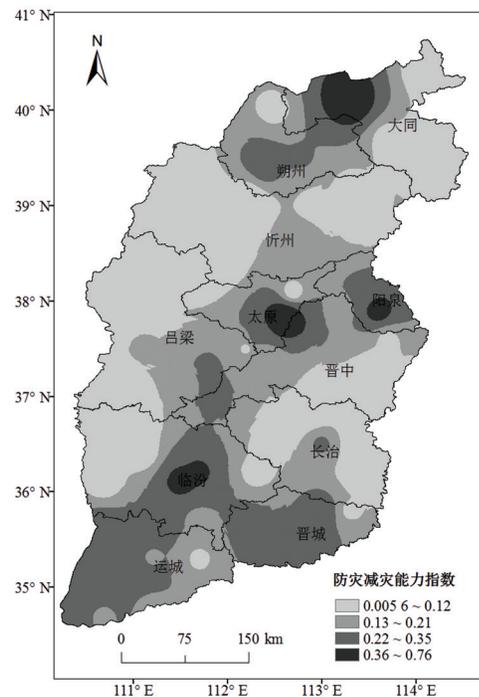


图5 山西省干旱灾害防灾减灾能力指数分布

## 2.5 山西省干旱灾害风险综合评估模型与干旱风险区划

根据以上构建的致灾因子危险性、孕灾环境脆弱性、承灾体易损度和防灾减灾能力模型，并针对各项指标对于干旱灾害的贡献大小，采用层次分析法分别赋予权重，构建山西省干旱灾害风险综合评估模型为：

$$R_j = -0.579 \times H_j + 0.141 \times S_j + 0.176 \times V_j - 0.104 \times A_j \quad (10)$$

式(10)中， $j$ 为区别不同站的代号， $R_j$ 为干旱灾害风险评估综合值； $H_j$ 为致灾因子危险性指数值(由于改进的相对湿润度指数表征干旱强度时为负值，指数越低时表示强度越强、危险性越大，故其权重系数前取负号)； $S_j$ 为孕灾环境脆弱性指数值； $V_j$ 为承灾体易损性指数值； $A_j$ 为防灾减灾能力指数值(由于防灾减灾能力指数值越大，旱灾风险越低，故其权重系数前取负号)。

采用以上模型，将干旱致灾因子危险性、孕灾环境脆弱性、承灾体易损性和防灾减灾能力结果进行尺度匹配，利用GIS中空间分析的栅格运算方法计算得到山西省干旱灾害风险指数，利用自然断点分级法，结合历史干旱灾情数据，将干旱灾害风险指数分为5级，绘制山西省干旱灾害风险区划图(图6)。分

析表明,山西省干旱风险总体呈北高南低,从西北向东南递减的趋势。高风险区主要分布在大同、朔州东部,较高风险区包括朔州西部、忻州中西部、太原大部、吕梁和运城的局部,吕梁大部、晋中西部、临汾中部、运城西部为中风险区,较低风险区主要位于临汾西部、晋中大部、长治东北部,临汾东部、运城东部、晋城大部、长治西部和南部风险最低。结合各地海拔高度进一步分析,山西北部,大同盆地、朔州东部低海拔地区的干旱风险明显高于同纬度其余地区,忻州大部分地区干旱风险较高;山西中部,太原大部分地区干旱风险明显高于同纬度其余地区,同时,太原南部低海拔地区比西北部较高海拔地区干旱风险高,吕梁东部和晋中西部的平川区干旱风险较同纬度山区高,阳泉中南部干旱风险较低;山西南部,临汾盆地和运城盆地、长治东北部的太行山段干旱风险较高,长治盆地以南、中条山以东的大部分地区干旱风险最低。

### 3 结论与讨论

该研究以改进的相对湿润度指数作为干旱致灾因子,以海拔高度、坡度作为孕灾环境脆弱性因子,在考虑农林牧业易损性、工业易损性、城市易损性、生态环境易损性基础上选取农林牧渔业总产值、农作物总播种面积、粮食总产量、工业销售产值、人口密度、地区生产总值GDP为承灾体易损性因子,以人口密度、GDP、农业机械总动力作为防灾减灾能力指标因子,结合层次分析法建立山西省干旱灾害风险综合评估模型,并应用地理信息系统的空间分析优势,绘制了山西省干旱灾害风险区划图,给出山西干旱高风险区、较高风险区、中风险区、较低风险区和低风险区,与安莉娟等<sup>[26]</sup>针对1961—2010年华北地区区域性气象干旱事件累积频率分布图中山西的分布状况一致;中南部的区划结果与张存杰、张蕾等<sup>[7-8]</sup>冬小麦全生育期干旱危险性区划结果吻合性较好。

干旱的形成和发展涉及诸多影响因子,该研究探索了以有限的数据实现对山西省干旱灾害的精细化风险区划。在选取孕灾环境脆弱性、承灾体易损度和防灾减灾能力模型因子时,以及通过层次分析法赋予因子权重方面均有一定的主观性和局限性。陈少丹、李莉等<sup>[27,20]</sup>研究指出,干旱受植被、土壤、水系条件等多种因素的影响,表明孕灾环境脆弱性的影响因子还需考虑植被、土壤、水系条件的代表性因子;李莉等<sup>[20]</sup>在构建广西秋旱灾害承灾体的易损性因子时,考虑到干旱经济损失的影响;秦越等<sup>[23]</sup>在研究承德市各县的农业干旱灾害风险时,构建的抗灾能力指标还考虑到农民人均纯收入、单位面积机井数量、单位面积兴利库容、单位面积农村劳动力等因子。因此,针对干旱风险分析中各分项模型构建时,不同因子的取舍以及如何获取到该类因素的更详细准确的数据,还需做更加深入细致、有针对性和指导意义的研究。

### 参考文献

- [1] Liu Z P, Wang Y Q, Shao M G, et al. Spatiotemporal analysis of multicolor drought characteristics across the Loess Plateau of China. *Journal of Hydrology*, 2016, 534: 281-299.
- [2] Schwalm C R, Anderegg W R L, Michalak A M, et al. Global patterns of drought recovery. *Nature*, 2017, 548(7666):202-205.
- [3] Sheffield J, Wood E F, Roderick M L. Little change in global drought over the past 60 years. *Nature*, 2012, 491(7424):435-438.
- [4] 李智才, 宋燕, 朱临洪, 等. 山西省夏季年际气候异常研究1. 山西省一致多雨或少雨型. *气象*, 2008, 34(1): 86-93.
- [5] 刘秀红, 李智才, 刘秀春, 等. 山西春季干旱的特征及成因分析. *干旱区资源与环境*, 2011, 25(9): 156-160.
- [6] 赵海燕, 侯美亭, 刘文平, 等. 干旱指数在山西逐日监测中的适用性研究. *干旱气象*, 2014, 32(4): 505-515.

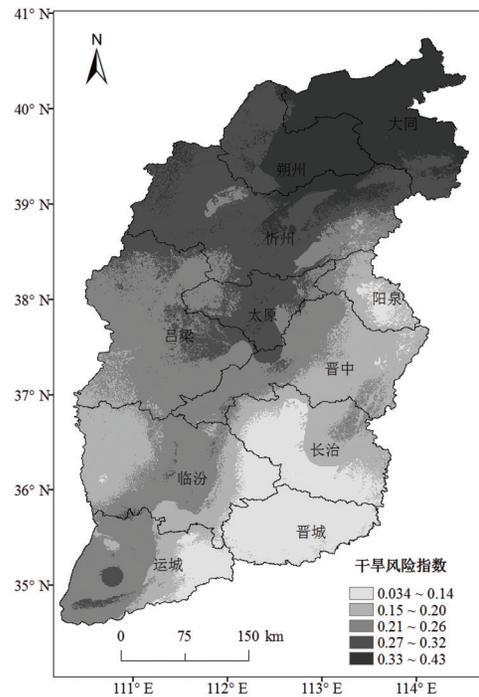


图6 山西省干旱灾害风险区划

- [7] 张存杰,王胜,宋艳玲,等.我国北方地区冬小麦干旱灾害风险评估.干旱气象,2014,32(6):883-893.
- [8] 张蕾,杨冰韵.北方冬小麦不同生育期干旱风险评估.干旱地区农业研究,2016,34(4):274-286.
- [9] 刘荣花,朱自玺,方文松,等.华北平原冬小麦干旱灾损风险区划.生态学杂志,2006,25(9):1068-1072.
- [10] 吴东丽,王春乙,薛红喜,等.华北地区冬小麦干旱风险区划.生态学报,2011,31(3):760-769.
- [11] 康西言,李春强,代立芹.河北省冬小麦生产干旱风险分析.干旱地区农业研究,2012,30(6):232-237.
- [12] 包阿茹汗,覃志豪,高懋芳,等.宁夏玉米和小麦干旱风险评估研究.中国农业资源与区划,2019,40(4):70-84.
- [13] 薛昌颖,张弘,刘荣花.黄淮海地区夏玉米生长季的干旱风险.应用生态学报,2016,27(5):1521-1529.
- [14] 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.
- [15] 邱美娟,郭春明,王冬妮,等.基于作物水分亏缺指数的吉林省玉米不同生育时段干旱特征分析.灾害学,2018,33(2):89-98.
- [16] 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.
- [17] 张建军,盛绍学,王晓东.安徽省夏玉米生长季干旱时空特征分析.干旱气象,2014,32(2):163-168.
- [18] 张蕾,霍治国,黄大鹏,等.海南瓜菜春季干旱风险分析与区划.生态学杂志,2014,33(9):2518-2527.
- [19] 白蓁,霍治国,姜会飞,等.海南冬种瓜菜干旱风险评估与区划.中国农业气象,2015,36(2):227-233.
- [20] 李莉,匡昭敏,莫建飞,等.基于AHP和GIS的广西秋旱灾害风险等级评估.农业工程学报,2013,29(19):193-201.
- [21] 姚玉璧,李耀辉,石界,等.基于GIS的石羊河流域干旱灾害风险评估与区划.干旱地区农业研究,2014,32(2):21-28.
- [22] 刘晓静,陈鹏,刘家福.辽西北地区农业干旱危险性评价与区划.中国农业资源与区划,2018,39(10):191-195.
- [23] 秦越,徐翔宇,许凯,等.农业干旱灾害风险模糊评价体系及其应用.农业工程学报,2013,29(10):83-91.
- [24] 中国国家标准化管理委员会.气象干旱等级:GB/T20481-2017.北京:中国标准出版社,2017.
- [25] 李娜,霍治国,钱锦霞,等.基于改进后相对湿度指数的山西省气象干旱时空特征.生态学杂志,2019,38(7):2249-2257.
- [26] 安莉娟,任福民,李韵婕,等.近50年华北区域性气象干旱事件的特征分析.气象,2014,40(9):1097-1105.
- [27] 陈少丹,张利平,汤柔馨,等.基于SPEI和TVDI的河南省干旱时空变化分析.农业工程学报,2017,33(24):126-132.

## RISK ANALYSIS AND ZONING OF DROUGHT DISASTER IN SHANXI \*

Li Na<sup>1</sup>, Huo Zhiguo<sup>2,3\*</sup>, Qian Jinxia<sup>1</sup>, Zhou Xiaoyu<sup>4</sup>, Shi Yuanxiang<sup>5</sup>

(1. Shanxi Meteorological Observatory, Taiyuan 030006, Shanxi, China;

2. Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China;

3. Collaborative Innovation Center on Forecast and Evaluation of Meteorological Disasters, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, Jiangsu, China;

4. Shenyang Regional Climate Center of Liaoning, Shenyang 110016, Liaoning, China;

5. Shanxi Meteorological Information Center, Taiyuan 030006, Shanxi, China)

**Abstract** This research is intended to explore the key factors of drought disaster and analyze hazard assessment and regionalization, which is of great guiding significance to improve the regional risk management and decision-making level, and to further reduce drought loss in Shanxi. To give a quantitative risk assessment of drought disaster in Shanxi, the drought risk assessment indicator system and models of drought risk were established from disaster-inducing factors, sensitivity of disaster environment, vulnerability of disaster bearing body, and ability of disaster prevention and reduction in this paper, by using of modified relative moisture index, which was based on the relative moisture index, digital elevation model(DEM), topographic slope data, and socio-economic data, such as population density, GDP, real GDP per capita and cultivated area from 1990 to 2016, taking the county as a unit. Furthermore, the assessment indicators for disaster-inducing factors, sensitivity of disaster environment, vulnerability of disaster bearing body, ability of disaster prevention and reduction were constructed and the spatial distribution were analyzed. Then the integrated assessment model for drought disaster was established. Based on this, the risk zoning of drought disaster in Shanxi were drawn by a geographical information system (GIS). The results showed that the assessment indicator for disaster-inducing factors of drought was higher in the north, lower in the south, and the most severe areas were mainly distributed in Datong, Shuozhou, the north and west part of Xinzhou, and the south of

Taiyuan. The assessment indicator for sensitivity of disaster environment in the east and west area was generally higher than that in the middle area, while the assessment indicators for vulnerability of disaster bearing body and ability of disaster prevention and reduction in the east and west area were generally lower than that in the middle area. The distribution of integrated risk indicators for drought disaster reflected that drought risk was more serious in the north than in the south, and decreasing from northwest to southeast. The extremely high risk areas were mainly distributed in Datong and the east of Shuozhou, and the western part of Shuozhou, the middle and the west of Xinzhou, the most areas of Taiyuan were high risk areas. The most areas of Lvliang, the west of Jinzhong and Yuncheng, the middle of Linfen were medium risk areas. The west of Linfen, the most areas of Jinzhong and the northeastern part of Changzhi were low risk areas. The east of Linfen and Yuncheng, the most areas of Jincheng, the west and south of Changzhi had the lowest level of risk. It concludes that the risk zoning of drought disaster in Shanxi could be used to provide quantitative basis for the development of effective drought resistance activities, and made drought prevention and disaster resistance more scientific, increasing practicability and maneuverability.

**Keywords** drought; risk analysis; regionalization; disaster-inducing factors; Shanxi province

---

(上接第92页)

梁漱溟先生认为,中国文化以乡村为本,以乡村为重。乡村文化不仅构成了中华民族的核心价值观,也为乡村振兴提供了强大的支撑力,因此文化振兴是乡村振兴的题中应有之义,而数字媒体具备的开放性、延展性恰恰能够在不改变乡村文化真实性的前提下,运用高科技强化乡村文化的内涵,并在传承的基础上实现乡村文化的生态创新,推动乡村文化创意产业的良性发展。在网络信息技术的调整下,传播介质开始细分,原有的乡村文化创意产业的发展模式受到冲击,数字媒体技术可以科学整合文化资源,发现各地优势,从而形成独特的乡村文创产业集群,并逐步将文化与消费进行有机结合。在数字媒体艺术的驱动下,语言、文字、图像能够在各类传播媒介的整合下完成制作、管理、运营及传播,可充分挖掘乡村文化的特色和艺术性,为乡村文化创意产业带来新的发展契机。同时,数字媒介产业的发展为数字媒体艺术拓展了制作和扩散空间,从乡村文化创意产业的角度来看,数字媒体艺术使得传播在更加便捷的同时极大降低了乡村文创产业的成本,提升了乡村文创产业的经济产能,实现了真正的乡村振兴。

乡村振兴战略提出以来,党和国家十分重视农村居住环境质量提高和乡村景观设计的发展。乡村景观是漫长的农业生产过程中乡村地区经济、

文化、社会的综合体现,数字媒体艺术介入到乡村景观设计中改善了农村居民居住环境的质量,提升了村民素质,加快了农业农村现代化的脚步。数字化时代促使设计从二维进入到三维状态,景观设计也随之在新技术的支持下探寻新灵感。数字媒体艺术实现了各个介质间的互动,并通过三维模型将不同空间与时间的设计效果构建出来,使得乡村景观更加形象化。同时,数字媒体艺术还能通过虚拟仿真技术快速呈现景观效果,模拟水利系统、照明系统,克服了传统设计仅停留在思维表现上的限制。除此之外,沙盘模拟、动画演示及智能控制均能通过数字媒体艺术为乡村景观设计提供技术支持,使得整个设计过程更加饱满、立体,既保护了乡村的文化和自然景观,也为乡村景观带来了全新的视觉感官体验。

在乡村振兴大背景下,数字媒体艺术从不同角度将先进的数字技术引入到乡村建设中,其展现出的发展力和生命力打通了乡村发展的“任督二脉”。尽管当前我国农业信息化进程较缓,农村社会化服务体系较薄弱,但数字媒体艺术发展潜力巨大,对乡村产业振兴与乡村环境的改善皆大有裨益。《数字媒体艺术的应用研究》一书理论知识深刻、针对性强,为数字媒体艺术更好地融入到乡村振兴中提供了有效方案。

文/周党华(江西传媒职业学院,副教授)