

# 昆明市东川区农业旱灾风险区识别研究\*

田敏, 聂素芬, 刘菲, 陈余萍, 柴钰祥

(云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091)

**摘要:** 昆明市东川区是云南省农业旱灾危害较为严重的区域之一。利用2000-2007年东川区各乡镇历史灾情等数据资料, 应用风险分析理论、效用理论、因子-成份分析方法等理论方法, 在分别研究致灾风险度、承灾体易损性及地域人群对农业旱灾心理反响等基础上, 构建了东川区农业旱灾风险评价模型。初步揭示出东川区农业旱灾风险度呈现出自南向北、自西向东逐渐增强的空间态势; 识别出极高风险区、高风险区、中风险区和低风险区等4个农业旱灾风险区; 发现东川区各地农业旱灾综合风险度、致灾风险度、承灾体易损度以及地域人群对旱灾的心理响应值等指数之间普遍存在着明显的正相关。

**关键词:** 农业旱灾; 致灾特征指数; 旱灾易损度; 心理响应值; 风险区; 东川区; 昆明市; 云南

**中图分类号:** S423   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1000-811X(2011)01-0036-07

## 0 引言

昆明市东川区位于云南高原北部, 全区面积1 858.79 km<sup>2</sup>, 辖7镇1乡, 即铜都镇、汤丹镇、因民镇、阿旺镇、乌龙镇、红土地镇、拖布卡镇、舍块乡。

一直以来, 频发的农业自然灾害对东川区农业生产及农村经济造成较为严重的危害。其中, 旱灾居东川区各种农业自然灾害的首要地位。资料显示, 2000-2007年间, 平均旱受灾面积占当年农作物总受灾面积41.97%, 平均旱成灾面积占当年农作物总成灾面积44.7%。以往研究也表明, 东川区是云南省内多干旱和农业旱灾影响较为严重的区域之一<sup>[1-2]</sup>。多年来有相当一部分研究者对云南省干旱或农业旱灾的研究给予高度关注, 从不同角度探讨了云南省干旱或旱灾气候特征及时空分布规律等, 取得不少成果<sup>[3-5]</sup>。然而, 对较小空间尺度的东川区农业旱灾所进行的专项研究却较为薄弱, 尤其缺乏对东川区内部农业旱灾地域分异规律的深入研究。

由于农业旱灾发生是一个不确定事件, 旱灾危害后果具有明显的风险特征。为此, 应用风险分析理论技术对农业旱灾进行研究, 已成为近年

来国内外学术界的一个热点。学者们采用多种方法和运用各种模型识别旱灾风险特征, 取得许多重要研究成果<sup>[6-11]</sup>。但是由于多种原因, 这些方法和模型并未获得一致的认可。此外, 尽管已有学者提出要测定国民对灾害的感知能力<sup>[12]</sup>, 但是当前研究中仍较普遍存在的一个问题就是未能恰当地反映地域人群对灾害的危机反应及所采取的行为响应<sup>[13]</sup>。

在广泛借鉴国内外学术研究成果的基础上, 利用2000-2007年东川区各乡镇历史灾情数据, 应用风险分析理论、效用理论、因子-成份分析方法等多种理论方法, 分别对致灾风险度和承灾体易损性等展开研究, 同时考虑地域人群对农业旱灾的心理响应, 构建东川区农业旱灾的风险评价模型。以乡(镇)为基本单元, 按区内相似性与区外差异性的基本原则, 识别出东川区农业旱灾现存的极高风险区、高风险区、中风险区和低风险区。发现东川区各地农业旱灾综合风险度、致灾风险度、承灾体易损度和地域人群对旱灾的心理响应值等指数之间普遍存在着明显的正相关。初步揭示东川区农业旱灾风险的地域特征。这将有利于东川区更好地开展防灾、减灾和救灾工作, 促进农业生产和农村经济的持续发展。同时也为农业旱灾风险理论研究提供一些参考。

\* 收稿日期: 2010-08-02

基金项目: 云南省科技计划项目社发(应基面上)(2007D016M)

作者简介: 田敏(1963-), 女, 贵州兴义市人, 副教授, 主要从事灾害地理学、灾害对区域经济影响等方向的研究工作. E-mail: tianmin@ynu.edu.cn

# 1 风险区识别方法

## 1.1 风险区识别研究框架

自然灾害的危害, 是区域自然灾害系统内一系列致灾自然力同社会经济系统及环境系统对灾害的应对力等相互作用的结果。基于国内外学者研究成果中的一些共识, 对东川区农业旱灾风险评价和风险区识别, 正是在对区域农业旱灾致灾自然力风险度和区域承灾体应对力易损度评价, 以及人群对灾害的心理响应及危机反应基础上集合而成(图 1)。

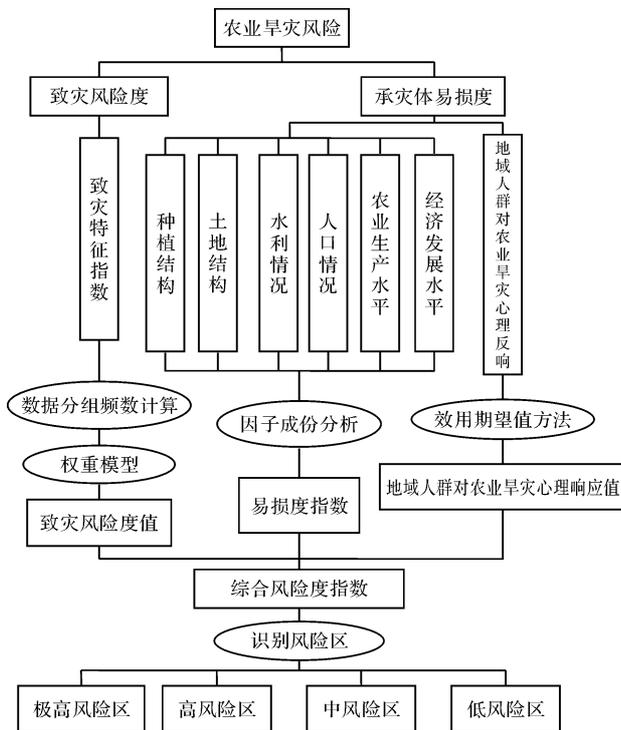


图 1 东川区农业旱灾风险区识别的方法体系

## 1.2 东川区农业旱灾致灾风险分析

### 1.2.1 区域旱灾致灾特征指数内涵

研究中采用致灾特征指数来表征从自然力角度导致旱灾发生的致灾力度大小。

在时间序列上, 旱灾的发生可分为受灾和成灾两个阶段。受灾是区域自然水源不足或与作物需求匹配不均所致, 主要是自然致灾力作用的结果, 为此使用农作物受灾面积资料作为基本数据。一般而言, 识别区域旱灾系统的自然致灾特征, 常常从其强度、频度、持续时间及空间范围等方面进行分析<sup>[14]</sup>。同时还考虑到东川区域旱灾系统具体情况和灾情数据的可获取性, 因而选取三个指标来计算致灾特征指数  $N_i$ 。

$$N_i = (a_1 \cdot R_i + a_2 \cdot S_i + a_3 \cdot C_i) \times 100, (i = 1,$$

$$2, \dots, 8), \quad (1)$$

式中:  $N_i$  为  $i$  年致灾特征指数,  $R_i$  为  $i$  年旱受灾率,  $S_i$  为  $i$  年旱受灾比重,  $C_i$  为  $i$  年大小春作物旱受灾最低范围。这里, 旱受灾率  $R_i = S_i' / B_i$  为某年农作物旱受灾面积与该年农作物总播种面积之比, 它表征单位播种面积内的农作物遭受旱灾打击的程度; 旱受灾比重  $S_i = S_i' / S_i''$  为  $i$  年农作物旱受灾面积与该年农作物总受灾面积之比, 由于在一定时段内区域常会遭受多种自然灾害的打击, 故用它来表征旱灾在当年所有农业自然灾害中的相对重要性地位; 大小春作物旱受灾最低范围  $C_i = \min(C_{i1}, C_{i2})$  是在  $i$  年大、小春作物旱受灾面积中取最小值, 它表示年内大、小春作物可能遭受旱受灾的最小空间范围, 可部分地反映出旱灾致灾力在时间上的持续效应(该区大部分耕地可多季种植, 平均复种指数为 1.84)。  $B_i$  为  $i$  年农作物总播种面积,  $S_i'$  为  $i$  年农作物旱受灾面积,  $S_i''$  为  $i$  年农作物总受灾面积,  $C_{i1}$  和  $C_{i2}$  分别为  $i$  年大春作物和小春作物的旱受灾面积。

$a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$  为三指标的权重, 是使用 Delphi 法, 由灾害学、农学等方面专家依据各指标的内涵和作用进行主观评判后得出初步权重值, 再经多次反复评议后取其平均值来确定的, 即  $a_1 = 0.6$ ,  $a_2 = 0.2$ ,  $a_3 = 0.2$ 。

### 1.2.2 东川区旱灾致灾风险度识别模型

目前, 大多数人基本认同风险是可测定的不确定性的观点。故在辨析东川区各地旱灾致灾风险度时, 利用东川区 8 个乡镇历史灾情资料, 揭示旱灾事件发生的频率特征, 参照风险分析技术中的期望损益值方法原理, 应用权重模型(即各因子乘以权重后相加的模型), 建立起东川区旱灾致灾风险度识别模型<sup>[15]</sup>。

$$E_i = \sum_{j=1}^6 p_{ij} \cdot V_{ij}, (i = 1, 2, \dots, 8; j = 1, 2, \dots, 6), \quad (2)$$

式中:  $E_i$  为第  $i$  个(乡)镇致灾风险度值;  $p_{ij}$  为第  $i$  个(乡)镇第  $j$  个致灾特征指数级组对应的频率;  $V_{ij}$  为第  $i$  个(乡)镇第  $j$  个致灾特征指数级组的组中值。

#### (1) 计算致灾特征指数的频率

采用以下方法步骤, 对 2000 - 2007 年东川区各乡镇旱灾事件致灾特征做定量分级测定, 计算不同致灾特征等级的旱灾事件发生的频率。

①依据 8 个乡镇历史灾情统计数据, 使用式(1)计算出东川区各乡镇的致灾特征指数。

②按等距分组方法将东川全区各乡镇致灾特

征指数值分为 6 级(组)。计算出组距, 确定各级(组)的组限及组中值  $V_{ij}$ (表 1)。

表 1 东川区 6 个级(组)的致灾特征指数值的组中值

	1 级组	2 级组	3 级组	4 级组	5 级组	6 级组
组中值 $V_{ij}$	10.12	30.35	50.58	70.81	91.04	111.27

表 2 东川区各乡镇 6 个级(组)致灾特征指数值的频率  $p_{ij}$

频率 $p_{ij}/\%$	乡 镇							
	拖布卡	汤丹	铜都	因民	阿旺	乌龙	红土地	舍块
1 级组	0.000 0	3.571 4	5.357 1	7.142 9	8.928 6	3.571 4	12.500	8.928 6
2 级组	3.571 4	5.357 1	7.142 9	1.785 7	3.571 4	8.928 6	0.000 0	1.785 7
3 级组	3.571 4	3.571 4	0.000 0	3.571 4	0.000 0	0.000 0	0.000 0	1.785 7
4 级组	3.571 4	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
5 级组	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
6 级组	1.785 7	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0

表 3 东川区各乡镇农业旱灾综合风险识别模型的指数值

指数值	乡 镇							
	拖布卡	汤丹	铜都	因民	阿旺	乌龙	红土地	舍块
致灾风险度指数 $E_i$	7.409	3.794	2.709	3.071	1.987	3.072	1.265	2.352
平均易损度指数 $\bar{I}_i$	358.83	103.38	92.10	24.98	75.43	-15.59	-116.16	-161.54
相对易损度指数 $\bar{I}_i'$	558.83	303.38	292.1	224.98	275.43	184.41	83.84	38.46
心理响应指数 $F_i$	0.645 2	0.199 1	0.476 8	0.321 7	0.208 1	0.362 4	0.089 6	0.122 5
旱灾综合风险度指数 $R_i$	0.060 4	0.021 0	0.012 6	0.011 9	0.009 9	0.009 6	0.002 0	0.001 7
$R_i$ 值排序	1	2	3	4	5	6	7	8
$R_i$ 值相对于标准差 $\sigma$ 的倍数	3.193 5	1.110 9	0.668 2	0.630 2	0.525 9	0.507	0.107 3	0.090 7

\*  $R_i$  值的标准差  $\sigma$  为 0.018 9。

### 1.3 东川区农业旱灾易损度分析

灾害损害后果的形成,除了与致灾力的打击程度相关外,还在很大程度上受制于孕灾环境的敏感性和社会经济系统对灾害的应对力。这里选用易损度概念来表示东川区孕灾环境和农业旱灾承灾体对于干旱威胁的响应。易损度值越大,表明系统受损的可能程度越高。研究中借助因子—成份分析方法构建东川区各乡镇易损度评价模型<sup>[16]</sup>。

#### 1.3.1 评价东川区农业旱灾易损度的指标体系

区域农业旱灾易损度受到一系列生态环境因素和社会经济因素的共同影响。结合资料的可取性,从六个方面选择 15 个指标来定量评价东川区 8 个乡镇农业旱灾易损度(表 4)。

表 4 东川区农业旱灾易损度评价的指标体系

一级指标	二级指标
种植结构	经粮比 $X_1$ ; 复种指数 $X_2$
土地结构	旱涝保收地面积 $X_3$ ; 耕地比 $X_4$
水资源与水利设施状况	年平均降水量 $X_5$ ; 年平均径流深 $X_6$ ; 排灌动力 $X_7$ ; 农用水泵拥有量 $X_8$
人口状况	人口密度 $X_9$ ; 种植业劳动力占乡村从业人员比例 $X_{10}$
农业生产水平	粮食作物单产 $X_{11}$ ; 化肥使用量 $X_{12}$
农村经济发展水平	种植业收入占农村经济总收入比例 $X_{13}$ ; 农民人均纯收入 $X_{14}$ ; 农村经济净收入 $X_{15}$

③统计各乡镇每一级组致灾特征指数值出现的频数,计算其相应的频率  $p_{ij}$ (表 2)。

#### (2) 区域农业旱灾致灾风险度估算

将东川区域各乡镇的  $p_{ij}$  和  $V_{ij}$  值代入式(2), 计算得到致灾风险度值  $E_i$ (表 3)。

每一个评价指标对于农业旱灾易损度目标的作用不同。其中指标  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_4$ 、 $X_9$ 、 $X_{12}$ 、 $X_{13}$  与农业旱灾易损度呈正相关,即指标值越大,易损度越高,成灾可能性越大; $X_3$ 、 $X_5$ 、 $X_6$ 、 $X_7$ 、 $X_8$ 、 $X_{10}$ 、 $X_{11}$ 、 $X_{14}$ 、 $X_{15}$  指标与农业旱灾易损度呈负相关,即指标值越大,易损度越低,成灾可能性越小。

#### 1.3.2 东川区农业旱灾易损度指数计算

将上述 15 个评价指标的原始数据<sup>[17]</sup>用极差标准化方法进行无量纲化处理后代入式(3), 分别计算出东川区 8 个乡镇易损度指数  $I_j$ 。

$$I_j = 100 \times \sum_{i=1}^n S_{ij} \cdot \lambda_{ij}, (j = 1, 2, \dots, 8), \quad (3)$$

式中:  $I_j$  是第  $j$  年易损度指数;  $S_{ij}$ 、 $\lambda_{ij}$  分别表示第  $j$  年第  $i$  个成份得分及其贡献率。

$S_{ij}$ 、 $\lambda_{ij}$  值的计算,是采用因子—成份分析模型,在 SPSS 统计软件中实现。步骤如下:

(1) 导入数据。

(2) 在分析菜单下,依次选择分析→数据缩减→因子分析。

在打开的因子分析对话框上,选择“抽取”项,在打开的提取选项卡上指定因子提取方法为主成

分分析, 使用变量的协方差矩阵进行因子提取分析, 在控制提取进程和提取结果的选择项中, 选择提取因子应该具有的特征值范围项, 并指定提取因子的特征值大于 1。

在打开的因子分析对话框上, 选择“旋转”项, 在打开的旋转对话框中选择方差最大旋转作为旋转方法, 这样使得每个因子上的最高载荷量最小, 从而简化对因子的解释。

在打开的因子分析对话框上, 选择“因子得分”项, 在打开的有关因子得分选择项上, 选择“将因子得分作为新变量保存在数据文件中”, 并选择“回归法”作为因子得分的方法, 并复选因子得分系数矩阵。

(3) 选择“确定”, 得到输出结果。

将东川区每个乡镇 2000 - 2007 年的易损度指数  $I_j$  代入式(4), 计算得到东川区各乡镇平均易损度指数  $\bar{I}_i$  (表 3), 以反映各地农业旱灾易损度的基本特征。

$$\bar{I}_i = \frac{1}{8} \left( \sum_{j=1}^8 I_j \right), (i = 1, 2, \dots, 8; j = 1, 2, \dots, 8), \quad (4)$$

式中:  $\bar{I}_i$  是第  $i$  个(乡)镇 2000 - 2007 年间平均易损度指数。

由于研究目的是揭示东川区域内部农业旱灾风险度的相对差异。上述易损度指数计算结果中含有负数, 不便代入农业旱灾综合风险度模型中进行计算, 所以需对其做简单数据处理。方法是每个指数都加上 200, 得到相对易损度指数  $\bar{I}_i'$  (表 3)。

#### 1.4 东川区地域人群对农业旱灾风险的心理反响

按行为地理学观点, 地域人群对灾害的认知或感应, 决定着其将采取的对策<sup>[18]</sup>。这对降低灾害风险有极大作用。研究中依据效用理论, 用“效用期望值”来反映地域人群对农业旱灾的心理认知。

根据冯·诺意曼(John Von Neumann)和摩根斯特恩(Oskar Morgenstern)提出的效用标准测定法, 将效用值取值为  $0 \leq \text{效用值} \leq 1$  (即如果该种结果是所有人都不希望的, 效用值为 1; 反之, 若是所有人都希望的结果, 效用值为  $0^{[19]}$ )。

##### 1.4.1 东川区地域人群的农业旱灾效用值估算

具体做法是: 在东川区各乡镇对几组特定类型人群进行访谈, 提出一系列问题, 根据他们的回答确定对应于东川区 6 级致灾特征指数值的分类组效用值  $u_{ij}$ ; 然后, 求各乡镇平均效用值, 得到

地域人群对各级组农业旱灾的综合效用值  $\bar{u}_{ij}$ 。

##### 1.4.2 东川区地域人群对农业旱灾的心理响应值

参照效用期望值原理, 构建地域人群对农业旱灾的心理响应值计算公式。

$$F_i = 10 \times \sum_{j=1}^6 f_{ij} \cdot \bar{u}_{ij}, (i = 1, 2, \dots, 8), \quad (5)$$

式中:  $F_i$  为东川区第  $i$  个乡镇地域人群对农业旱灾的心理响应值;  $f_{ij}$  为第  $i$  个(乡)镇第  $j$  个致灾特征指数级组对应的概率;  $\bar{u}_{ij}$  为第  $i$  个(乡)镇地域人群对第  $j$  个致灾特征指数级组的综合效用值。

由式(5)计算出东川区各乡镇地域人群对旱灾的心理响应值(表 3)。心理响应值越大, 一方面反映出该区目前旱灾较为严重, 对人们生产生活的影 响较大; 另一方面也预示着人们未来可能采取更多的措施或方法防范和抵御旱灾危害, 从而起到降低旱灾风险的作用。

#### 1.5 东川区农业旱灾风险区识别

##### 1.5.1 东川区农业旱灾综合风险区识别模型

参照联合国人道主义事务部 1992 年公布自然灾害风险定义时给出的“自然灾害风险度 = 危险度  $\times$  易损度”表达式<sup>[20]</sup>, 构建东川区农业旱灾风险度的综合评价模型。

$$R_i = E_i \cdot \bar{I}_i' \cdot (1 - F_i), (i = 1, 2, \dots, 8), \quad (6)$$

式中:  $R_i$  为东川区第  $i$  个乡镇农业旱灾综合风险度值;  $E_i$  为第  $i$  个(乡)镇致灾风险度值;  $\bar{I}_i'$  为第  $i$  个(乡)镇相对易损度指数;  $F_i$  为第  $i$  个乡镇地域人群对农业旱灾的心理响应值。

模型构建时强调了人类主观能动性在抵御旱灾威胁、降低未来旱灾风险中的作用。

将前面已计算的  $E_i$ 、 $\bar{I}_i'$ 、 $F_i$  值用总和标准化方法处理后代入式(6), 得到东川区 8 个乡镇的农业旱灾综合风险度值  $R_i$  (表 3)。

进一步对东川区农业旱灾致灾风险度值  $E_i$ 、相对易损度指数  $\bar{I}_i'$ 、心理响应值  $F_i$  以及旱灾综合风险度值  $R_i$  等指数值之间的相关程度做了测定(表 5)。

表 5 东川区各乡镇农业旱灾综合风险识别模型指数值的相关性

	$R_i$ 与 $E_i$	$R_i$ 与 $\bar{I}_i'$	$R_i$ 与 $F_i$	$E_i$ 与 $\bar{I}_i'$	$E_i$ 与 $F_i$	$\bar{I}_i'$ 与 $F_i$
相关系数 $r$	0.971 38	0.927 27	0.791 85	0.863 107	0.798 709	0.828 54
显著性检验 $>\alpha=0.001$	$>\alpha=0.001$	$>\alpha=0.001$	$>\alpha=0.02$	$>\alpha=0.01$	$>\alpha=0.02$	$>\alpha=0.02$

( $r_{0.001}=0.924\ 93$ ,  $r_{0.01}=0.834\ 3$ ,  $r_{0.02}=0.788\ 7$ )

##### 1.5.2 东川区农业旱灾风险区的划分

基于东川区各乡镇农业旱灾综合风险度值  $R_i$ , 依照相似性原则, 划分出 5 个风险等级区(根据对

区域实际情况的分析, 选用  $R_i$  值标准差  $\sigma$  的倍数 值来进行分级)(表6)。

表6 东川区农业旱灾风险区等级、分级标准、范围及区域特征

风险区等级	分级标准	乡镇	区域特征
极高风险区	$\geq 3\sigma$	拖布卡	本区位于东川区最北部, 面积为 193.36 km <sup>2</sup> , 人口密度为 161.53 人/km <sup>2</sup> 。该区致灾风险度、承灾体易损度和当地人群对农业旱灾的心理响应值都是最高的, 其综合风险度(0.060 4)是全区平均水平(0.016 1)的 3.73 倍。
较高风险区	$2\sigma \sim 3\sigma$	/	/
高风险区	$1\sigma \sim 2\sigma$	汤丹	本区位于东川区中部, 面积为 291.7 km <sup>2</sup> , 人口密度为 154.32 人/km <sup>2</sup> 。该区致灾风险度、承灾体易损度均排在第二位; 当地人群对农业旱灾的心理响应值较低, 这反而增大了未来旱灾发生的风险。其综合风险度(0.021 0)是全区平均水平的 1.3 倍。
中风险区	$0.5\sigma \sim 1\sigma$	铜都、因民、 乌龙、阿旺	本区中除因民位于东川区西北部外, 其余三镇都位于东川区东部和南部。面积为 882.06 km <sup>2</sup> 人口密度为 231.16 人/km <sup>2</sup> 。该区致灾风险度、承灾体易损度和当地人群对农业旱灾的心理响应值都为中等水平, 其综合风险度平均值 0.011, 只有全区平均水平的 0.68 倍。
低风险区	$\leq 0.5\sigma$	红土地、舍块	本区位于东川区西部, 面积为 492.32 km <sup>2</sup> , 人口密度为 62.12 人/km <sup>2</sup> 。该区自然致灾风险度、承灾体易损度和当地人群对农业旱灾的心理响应值基本都是最低的, 其综合风险度平均值为 0.009 5, 仅为全区平均水平的 0.59 倍。

使用 AutoCAD 软件将上述风险等级区划分的结果绘制成风险区等级分布示意图(图2)。

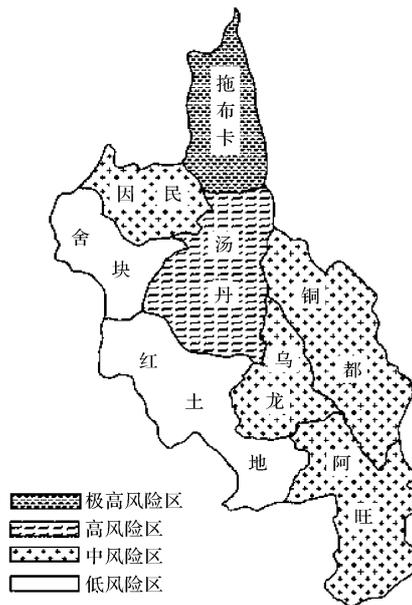


图2 东川区农业旱灾风险等级区示意图

### 1.5.3 结果分析

(1)表3中“ $R_i$  值与标准差  $\sigma$  的倍数”一栏清楚地表明东川区各乡镇农业旱灾综合风险度差异很大。综合风险度值  $R_i$  最大的是拖布卡镇, 其值是最小值舍块乡的 35.23 倍。按  $R_i$  值标准差  $\sigma$  的倍数进行分级时, 发现东川区缺失“较高风险区”等级的风险区(表6)。

从图2中看出, 东川区农业旱灾风险自南向北逐渐增强。极高风险区位于该区最北部, 向南依

次为高风险区、中风险区、低风险区。在区域中部, 自西向东由低风险区向高、中风险区过渡。各级风险区所占的地域范围呈“中间大, 两头小”的分化态势。极高风险区、高风险区和低风险区各自占据的地域范围较小, 中风险区占据的地域范围大。从东川区农业旱灾风险分布的地域范围看, 全区农业旱灾风险是比较大的。

(2)表5显示东川区农业旱灾致灾风险度值  $E_i$ 、相对易损度指数  $\bar{I}_i'$ 、心理响应值  $F_i$  以及旱灾综合风险度值  $R_i$  各指数值间有着较为明显的正相关关系。其中,  $R_i$  与  $E_i$ 、 $R_i$  与  $\bar{I}_i'$  之间高度相关, 显著性超过  $\alpha = 0.001$  水平;  $E_i$  与  $\bar{I}_i'$  之间的相关性超过  $\alpha = 0.01$  水平;  $R_i$  与  $F_i$ 、 $E_i$  与  $F_i$ 、 $\bar{I}_i'$  与  $F_i$  之间也有一定的相关性。这反映出东川区农业旱灾综合风险度高与农业旱灾致灾风险、承灾体易损性有着密切的关联。由于当地农业旱灾致灾风险与承灾体易损性之间存在着很强的正相关, 即是在致灾风险度高的地方, 承灾体易损度往往也高, 因而更加重了旱灾的综合风险。这一点在拖布卡镇表现最突出。

此外, 东川区地域人群对农业旱灾的心理响应值与当地农业旱灾综合风险度、致灾风险、承灾体易损性之间存在的正相关关系, 它既表明地域人群对农业旱灾的心理反响与其所遭受的旱灾危害程度有一定关系, 这种心理响应对加重或降低当地农业旱灾综合风险是有一定作用的; 又从一个侧面部分地反映出目前当地人群在降低农业

旱灾风险所做出的主观努力远远不够。

(3)东川区的自然环境极易诱发旱灾。东川区属深中切割的高、中山峡谷地貌。区内海拔高度在 2 400 m 以上的土地面积占全区总面积的 36.9%, 坡度 >25° 的陡坡耕地面积占全区耕地面积的 29%。该区域年平均降水量 693.1 mm, 干湿季节明显。年平均蒸发量 3 638.6 mm, 是降水量的 5.3 倍。地表径流较少, 年平均径流深为 493.55 mm, 比云南全省的年平均径流深偏少 4 个百分点。

另一方面, 东川区是云南省内经济基础较为薄弱, 农业人口占总人口的 76.95%。2008 年, 东川区人均 GDP 是 10 392 元/人, 不到云南全省平均水平(12 587 元/人); 该区的一、二、三产业比值为 9.71:63.34:24.95(云南省三次产业比例的平均

水平为 17.9:43.0:39.1)。以矿为主的单一经济结构, 使得经济长远发展困难重重的同时, 还引发了一系列生态环境安全问题。东川区的社会经济系统抵御旱灾的能力也不强。

东川区内各乡镇在地形、降雨量、径流量、区域经济结构和经济发展水平等方面有较大差异(表 7 中列举了东川区部分自然、社会经济指标值的空间差异情况), 从而使得各地受灾的状态、承灾和抗灾的能力等有所不同, 最终使得东川区农业旱灾风险的地域差异明显。从表 7 大致可以看出, 东川区各地农业旱灾综合风险度高低是自然和社会经济系统共同作用的结果, 拖布卡镇就是典型案例。比较而言, 东川区农业旱灾综合风险度与诱发旱灾自然原因的关联性可能更大一些。这方面还需要在今后做更深入的探讨。

表 7 东川区各乡镇部分自然、社会经济指标值的空间差异性

指数值	乡 镇							
	拖布卡	汤丹	铜都	因民	阿旺	乌龙	红土地	舍块
旱灾综合风险度值 $R_i$ 值排序	1	2	3	4	5	6	7	8
各地年平均降水量与平均值之比	0.705 6	0.929 1	0.914 6	0.932 8	1.015 8	0.819 4	1.247 8	1.073 4
排序	8	5	6	4	3	7	1	2
各地年平均径流深与平均值之比	0.274 7	0.955 4	0.628 8	0.792 7	0.830 4	0.531 2	1.592	1.467 2
排序	8	3	6	5	4	7	1	2
2007 年农民人均纯收入与平均值之比	0.821 5	1.063 7	1.178 5	0.927 7	1.048 2	1.105 6	0.983 9	0.869 1
排序	8	3	1	6	4	2	5	7

\* 各指标值下面的排序系指对该指标值按数值高低顺序进行的排列。

## 2 结论与讨论

通过研究, 可以得到如下结论。

(1)东川区农业旱灾风险整体水平较高, 农业旱灾风险的地域差异明显。表现为风险度自南向北、自西向东逐渐增强的空间态势; 区内存在着极高风险区、高风险区、中风险区、低风险区 4 个风险等级区。

(2)东川区各地农业旱灾综合风险度、自然致灾风险度、承灾体易损度和地域人群对旱灾的心理响应值相互之间, 普遍存在着显著的正相关关系。这充分表明农业旱灾风险的形成是自然属性和社会属性共同作用的结果。同时也增大了当地救灾、减灾和防灾工作的难度。

(3)在旱灾风险评价中应高度重视对当地人群在灾害认知或感应能力方面的评价, 这将极大地避免单纯依赖灾害发生概率评价未来风险的弊端。

由于农业旱灾的复杂性, 加上评价数据资料

时间系列不够长, 给全面准确定量分析和揭示农业旱灾风险造成一定困难, 今后应加强以下几个方面的研究。

(1)加强旱灾分布规律、形成机制和致灾机理的研究, 给风险评价奠定牢靠的基础。

(2)进一步探求合理的风险评价方法, 规范评价体系和流程, 完善风险评价模型, 提高旱灾风险评价的精度和可靠性。

## 参考文献:

- [1] 谢应齐, 黄华秋, 赵华柱. 云南干旱灾害初步研究[J]. 云南大学学报: 自然灾害学版, 1994, 16(S1): 69-73.
- [2] 谢应齐, 杨子生. 云南省农业自然灾害区划[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 8-35.
- [3] 彭贵芬, 刘瑜, 张一平. 云南干旱的气候特征及变化趋势研究[J]. 灾害学, 2009, 24(4): 40-44.
- [4] 彭贵芬, 张一平, 赵宁坤. 基于信息分配理论的云南干旱风险评估[J]. 气象, 2009, 35(7): 79-86.
- [5] 丁贤法, 李巧媛, 胡国贤. 云南省近 500 年旱涝灾害时间序

- 列的分形研究[J]. 灾害学, 2010, 25(2): 76-80.
- [6] 李世奎. 中国农业灾害风险评价与对策[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 3-6.
- [7] Committee of the international decade for nature disaster reduction. Final report of the international decade for natural disaster reduction(IDNDR)[EB/OL]. [2010-01-20]. <http://www.idndr.org/stcrep.html>.
- [8] 葛全胜, 邹铭, 郑景云, 等. 中国自然灾害风险综合评估初步研究[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 1-6, 156-177, 203-233.
- [9] 李世奎, 霍治国, 王素艳, 等. 农业气象灾害风险评估体系及模型研究[J]. 自然灾害学报, 2004, 13(1): 77-87.
- [10] 何斌, 武建军, 吕爱锋. 农业干旱风险研究进展[J]. 地理科学进展, 2010, 29(5): 557-564.
- [11] 马晓群, 姚筠, 许莹. 安徽省农作物干旱损失动态评估模型及其试用[J]. 灾害学, 2010, 25(1): 13-17.
- [12] 李景宜, 周旗, 严瑞. 国民灾害感知能力测评指标体系研究[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(4): 129-134.
- [13] 张斌, 赵前胜, 姜瑜君. 区域承灾体脆弱性指标体系与精细化模型研究[J]. 灾害学, 2010, 25(2): 36-40.
- [14] Hayes M J, Wilhelmi O V, Knutson C L. Reducing drought risk: bridging theory and practice[J]. *Natural Hazard Review*, 2004, 5(2): 106-113.
- [15] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2002: 19-27, 37-41, 69-71, 84-92, 204-222.
- [16] 薛薇. SPSS 统计分析方法及应用[M]. 2版. 北京: 电子工业出版社, 2009: 327-341.
- [17] 东川区统计局. 东川区国民经济统计年鉴[Z]. 北京: 中国统计出版社, 2000-2008.
- [18] 沃姆斯利 D J, 刘易斯 G J. 行为地理学导论[M]. 王兴中译. 西安: 陕西人民出版社, 1988: 128-130, 235-253.
- [19] 陆际恩, 谭宇胜, 彭波, 等. 效用理论与期望损益值理论在项目风险决策中的比较[J]. 施工技术, 2006, 35(4): 66-68.
- [20] 卢全中, 彭建兵, 赵发锁, 等. 地质灾害风险评估研究综述[J]. 灾害学, 2003, 18(4): 59-63.

## A Study on Identification of Risk Zones of Agriculture Drought Disaster in Dongchuan, Kunming

Tian Min, Nie Sufen, Liu Fei, Chen Yuping and Chai Yuxiang

(College of Resource, Environment and Earth Science, Yunnan University, Kunming 650091, China)

**Abstract:** Dongchuan is prone to agricultural drought disasters in Yunnan. According to the historical disaster data of the townships in Dongchuan from 2000 to 2007, application of risk analysis theory, the utility theory, factor-component analysis and other theoretical approaches, and based on detailed valuation of the agricultural drought hazard-formation risk degree, the agriculture hazard-affected bodies vulnerability and the psychological response of the local populace to agricultural drought disaster respectively, the comprehensive evaluation model of agriculture drought disaster risk in Dongchuan is setted up. This paper shows initially that the risk degrees of the agricultural drought disaster in Dongchuan District increase gradually from south to north, west to east. The four existing risk regions of the agricultural drought disaster are found. They are very high risk zone, high risk zone, medium risk zone and low risk zone. And there is an obviously positive correlation among the comprehensive risk degree index of the agricultural drought disaster, the natural hazard-formation risk degree index, the agriculture hazard-affected bodies vulnerability degree index and the psychological response value index of the local populace to agricultural drought disaster in Dongchuan.

**Key words:** agricultural drought; hazard-formation feature index; drought disaster vulnerability degree; psychological response value; risk zone; Dongchuan District; Kunming City; Yunnan Province