

# 阜新市农业旱灾风险决策方案研究

巩士群

(辽宁省阜新水文局, 辽宁 阜新 123000)

**摘要:** 农业旱灾风险评估是风险管理和减灾管理的基础, 可为农业生产和防灾减灾提供科学依据。针对研究区域现有的灾情数据资料时间序列短、数量少的特点, 建立了基于信息扩散理论的灾害风险估计模型, 对辽宁省阜新市进行了概率风险分析, 避免了分析结果的不稳定性。同时, 对所得的农业损失经验频率点进行 P-III 拟合, 并提出了阜新市的抗旱风险决策方案。

**关键词:** 农业旱灾; 风险评估; 信息扩散; 频率曲线

**中图分类号:** TV213.4      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1007-7839 (2017) 04-0069-04

## Research on risk decision making of agricultural drought in Fuxin city

GONG Shiqun

(Fuxin Hydrology Bureau of Liaoning, Fuxin 123000, Liaoning)

**Abstract:** Agricultural drought risk assessment, which can provide scientific basis for agricultural production and disaster mitigation, is the basis of risk management and disaster reduction management. For the small number of time series of the existing disaster data, the drought disaster assessment model was established with using the information diffusion theory, and the probability risk of Fuxin city, Liaoning province was calculated, which avoids the instability of analyzing results. Then, the agricultural loss empirical frequency was fitted by using the P-III curve. Finally, Fuxin drought risk decision scheme was proposed.

**Key words:** agricultural drought; risk assessment; information diffusion; frequency curve

## 1 农业旱灾

干旱与旱灾是两个不同的概念, 干旱是起因, 而由于干旱引起的不利影响, 也就是所谓的旱灾是后果。由于降雨量少, 日照时间长等自然现象引起的干旱不能称之为旱灾, 它们只是一种自然现象而已, 但是由于这些自然现象所导致的农作物减产等灾害才能称之为旱灾<sup>[1]</sup>。

## 2 阜新市水资源情况分析

### 2.1 降水量的分布

阜新市地处辽宁省西北部, 科尔沁沙地南部, 区域水资源较为贫乏。根据历年《阜新市水利志》及水文气象资料分析, 阜新市多年平均降水量为 515.7 mm, 历年最大降水量为 1959 年 824.7 mm, 历年最小降水量为 1980 年 284.9 mm, 受天气影响, 较大降水过程一般集中在三天内, 多以暴雨形式出

收稿日期: 2016-12-27

作者简介: 巩士群 (1991-), 男, 本科, 助理工程师, 主要从事水文水资源相关工作。

现。

## 2.2 地下水资源

阜新市位于丘陵地带与平原过渡地带,大部分丘陵山地基岩地区及坡积地层多不含水,该底层土壤较为坚硬,渗透性较差,而且地表高差有利于地表水排泄,导致地下水含水微弱。平原过渡地带,第四纪发育地段地下水丰富,含水层很厚,厚度一般在80~120 m,最厚可达190 m左右,均有较大的调蓄空间和调蓄能力。

## 3 阜新市农业旱灾风险评估

### 3.1 模糊信息扩散理论及其技术处理基本原理

由于阜新市现有的干旱灾情数据具有资料时间序列短、数量少的特点,所以利用信息扩散理论灾害风险估计模型,对阜新市进行概率风险分析,避免了分析结果的不稳定性。模糊信息扩散理论是一种数学处理方法,它将单个样本统一处理成含有多个样本的集值序列,最简单的模型是一维线性信息分配模型<sup>[2]</sup>。

本次研究阜新市的农业旱灾风险评估,采用正态扩散模型,下面是其基本原理。

设灾害指数论域为:

$$U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$$

按照式(1)可以把自身表达的内容扩散给集合里面的其他样本点。

$$f_j(u_i) = 1/(h\sqrt{2\pi}) \exp[-(y_j - u_i)^2 / (2h^2)] \quad (1)$$

$h$ 称为扩散系数,可根据所有样本中的最大值 $\max$ 和最小值 $\min$ 及样本个数 $n$ 来确定,其计算公式为:

$$h = \begin{cases} 1.7485(m-a)/(n-1) \\ 1.5685(b-a)/(n-1) \\ 1.4251(b-a)/(n-1) \\ 1.3254(b-a)/(n-1) \end{cases} \quad (2)$$

$$C_j = \sum_{i=1}^n f_j(u_i) \quad (3)$$

相应的基于样本模糊函数为:

$$\mu_{y_j}(u_i) = f_j(u_i) / C_j \quad (4)$$

对该函数进行数学求和处理:

$$q(u_i) = \sum_{j=1}^m \mu_{y_j}(u_i) \quad (5)$$

如果灾害观测值只能取样本中的一个,在将 $y_j$ 均看作是样本代表时,观测值为 $u_i$ 的样本个数为 $q(u_i)$ 个。显然, $q(u_i)$ 一定是一个不小于零的数。

$$Q = \sum_{i=1}^n q(u_i) \quad (6)$$

$$p(u_i) = q(u_i) / Q \quad (7)$$

样本落在 $u_i$ 处的频率值,可作为概率的估计值。

其中, $u_i$ 的概率值应为:

$$p(u_i) = \sum_{k=1}^n p(u_k) \quad (8)$$

### 3.2 基于信息扩散方法和成灾面积的阜新市农业旱灾风险评估

通过网络和辽宁省统计年鉴查阅阜新市历年的播种面积和成灾面积的统计数值,成灾面积除以播种面积得出历年受旱成灾率,按照降序排列。这些数据作为信息扩散法的集值观测样本 $y_j$ ,根据集值观测样本数量的多少,选择论域 $u_i$ ,论域 $u_i$ 中控制点的数量应比集值观测样本的数量稍大一些,但不能过大,20~50个均可,视具体情况而定。阜新市历年成灾率统计见表1。

表1 阜新市成灾面积及成灾率

阜新市合计			
年份 (年)	播种面积 (千hm <sup>2</sup> )	成灾面积 (千hm <sup>2</sup> )	成灾率 (%)
1998	272.23	5.47	2.01
1999	272.22	0.00	0.00
2000	272.26	0.00	0.00
2001	272.16	5.20	1.91
2002	272.23	5.54	2.04
2003	272.20	3.20	1.18
2004	272.10	2.89	1.06
2005	272.10	16.00	5.88
2006	271.69	2.07	0.76
2007	271.60	0.00	0.00
2008	271.30	49.87	18.38
2009	271.02	2.21	0.81
2010	276.62	26.95	9.74
2011	276.25	2.00	0.72
2012	275.45	2.95	1.07
2013	274.9	5.27	1.92
2014	274.43	0.75	0.27
2015	287.13	2.67	0.93

将阜新市历年成灾率作为集值观测样本点 $y_j$ ,找出最大值 $b$ 和最小值 $a$ ,按照式(2)计算出

信息扩散系数  $h$ ; 论域  $u_i$  的范围要包含  $y_j$ , 但不应过大, 控制点的个数比集值观测样本点的个数稍大一点即可, 按照式 (1)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7), 运用 Excel 表格处理数据。然后按照式 (8) 计算出每个控制点对应的超越概率, 即为经验频率, 将论域  $u_i$  中的控制点定为成灾率, 作为纵坐标, 将经验频率作为横坐标, 运用 Excel 画出基于信息扩散方法和受旱面积的受旱率与经验频率的散点图, 见图 1。

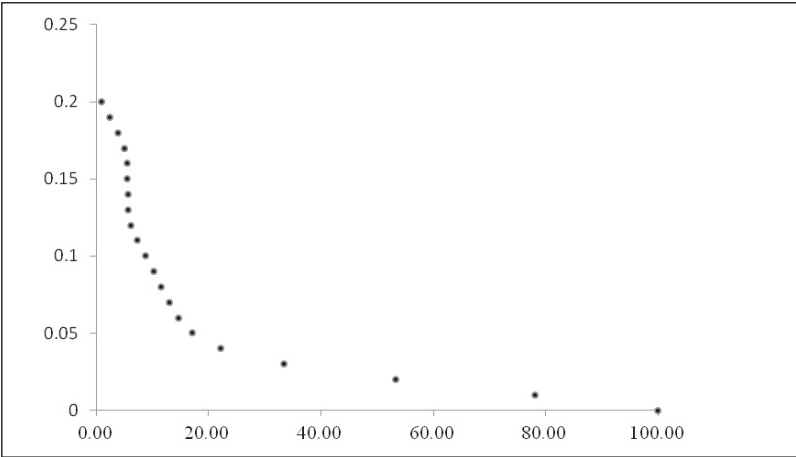


图1 阜新成灾率与经验频率散点图

4 旱灾损失频率曲线的拟合

4.1 拟合曲线的选择

连续型随机变量的分布是以概率密度曲线和分布曲线表示的, 这些分布在数学上有很多类型。在我国水文统计中应用最为广泛的是皮尔逊Ⅲ型 (以下简称 P-Ⅲ型) 分布。因此, 在研究农业旱灾风险评估时, 应选择 P-Ⅲ型曲线作为拟合曲线。

4.2 P-Ⅲ型分布

P-Ⅲ型曲线是水文水资源专业中经常用到的曲线, 其概率密度函数为:

$$f(x)=[\beta^\alpha/\Gamma(\alpha)](x-a_0)^{(\alpha-1)}e^{-\beta(x-a_0)} \quad (9)$$
式中:

$\Gamma(\alpha)$ — $\alpha$  的伽玛函数;  
 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $a_0$ —分别为 P-Ⅲ型分布的形状、尺度和位置参数。

显然,  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $a_0$  确定以后, 该密度函数也随之确定。可以推证, 这 3 个参数与总体的 3 个统计参数  $x$ 、 $C_v$ 、 $C_s$  具有下列关系:

$$\alpha=4/Cs_2 \quad (10)$$

$$\beta=2\bar{x}/Cv/Cs \quad (11)$$

$$a_0=\bar{x}(1-2Cv/Cs) \quad (12)$$

4.3 Excel 在 P-Ⅲ曲线拟合中的应用

P-Ⅲ频率曲线是绘制在特定纸张上的, 这种纸叫做频率格纸, 但是 Excel 图表中没有具备以上功能的格纸, 因此要对 Excel 进行一些设置。在绘制 P-Ⅲ频率曲线的同时, 也要将同一系列的经验频率数据点绘出, 以检验数据点的拟合情况<sup>[3]</sup>。用 NORMSINV 函数可以方便地求出线性横坐标, 如图 2 所示。

B2		fx =NORMSINV(A2%)			
A	B	C	D	E	F
频率 (%)	至P=50%处的水平距离	X	Y	Y轴起始刻度	Y轴终止刻度
0.01	-3.719	0.000	0	0	7000
0.01	-3.719	0.000	7000		
0.02	-3.540	0.179	7000		
0.02	-3.540	0.179	0		

图2 用 NORMSINV 函数求线性横坐标

在第二行第二列中输入“=NORMSINV(A2%)”, 在第二行第三列中输入“=-\$B\$2+B2”, 对于第二列和第三列其它单元格可通过鼠标拖动公式方法得出数值。

4.4 基于信息扩散和成灾面积的 P-Ⅲ拟合计算

首先制作出满足条件的频率格纸, 然后将阜新市的成灾率按由小到大排列出来, 由每个成灾率对应的频率按照式 (8) 计算出累积频率, 利用 NORMSINV 函数计算出每个受旱率对应的频率, 在频率格纸上画出受旱率的频率散点图, 由式 (17)、(18)、(19) 计算出  $C_v$ , 并取合适的  $C_s$ 。

$$P=P(x > xp)=(x/\beta)(x/\beta)(x-a_0)\alpha-1e-\beta(x-a x/\beta) \quad (13)$$

$$f(x, \alpha, \beta)=(x/\beta)x\alpha-1e-(x/\beta) \quad (14)$$

$$\alpha - \alpha; \beta - 1/\beta; x - a_0 - x \quad (15)$$

$$x_p = \text{GAMMAINV}(1-P, \alpha, 1/\beta) + a_0 \quad (16)$$

$$K = xi/\bar{x} \quad (17)$$

$$Cv = \sqrt{\{\sum_{i=1}^n [(ki-1)^2] / n\}} \quad (18)$$

$$Cs = nCv (n \text{ 取 } 2 \sim 3) \quad (19)$$

然后用式(14)、(15)、(16)分别算出 $\alpha$ 、 $\beta$ 和 $a_0$ 。最后利用式(8)和NORMSINV函数算出对应于每个 $P$ 的 $x_p$ 值和 $X$ 值,选择 $x_p$ 和 $X$ 的数据列画出的平滑曲线即为成灾率与频率的P-Ⅲ拟合曲线。阜新市成灾率与频率的P-Ⅲ拟合曲线见图3。

系数等<sup>[4]</sup>。农村的农业播种面积比较大,因此,农业旱灾是减灾、缓灾的主要针对对象。农业节水重点是灌区续建配套、喷灌、滴灌的采用与节水技术改造,按节水目标规划发展,以节水、增产、增效为动力,努力提高灌溉水利用率和生产效率。针对不同区域的受旱程度和苗情长势,要加强分类指导,做好田间管理。近期旱情缓解地区要抓住降雨的有利时机,及时开展耕种松土。此外,要适当修建小型农田输水工程、引水工程等水利工程,对陈旧设施进行检修翻新处理,以减缓农业旱灾。

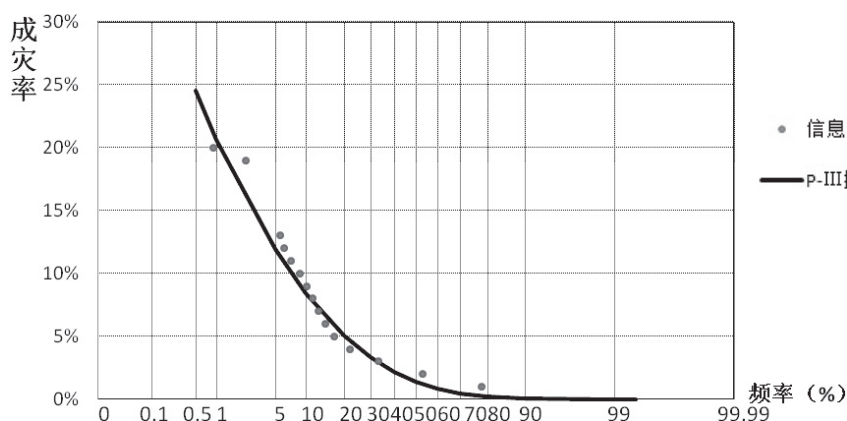


图3 阜新市农业干旱成灾率P-Ⅲ拟合

## 5 结论

根据图3可知,在干旱较严重时,阜新市成灾率曲线趋于平缓,说明阜新市在应对干旱较严重时所采取的措施不是特别得当,应进一步采取合理化措施。比如,在阜新市市区,减灾、缓灾的重点应放在居民生活节水与工业节水:生活节水的控制指标主要有生活用水定额、节水器具普及率、输水官网漏失率等,节水器具的推广应用是生活节水的重要措施;工业节水目标控制指标主要有工业用水定额、工业重复利用率和工业用水弹性

## 参考文献:

- [1] 孙荣强. 干旱定义及其指标评述[J]. 灾害学, 1994(1):17-21.
- [2] 景国勋, 刘冬华, 杨永菊. 基于信息扩散理论的河南省农业水旱灾害风险评估[J]. 应用基础与工程科学学报, 2006(14): 88-93.
- [3] 汪金英, 尚杰. 基于信息扩散理论的黑龙省农业旱灾风险分析[J]. 生态经济, 2009(6): 129-131.
- [4] 鄂竟平. 推进单一抗旱向全面抗旱转变[J]. 中国水利, 2004(6):16-18.

(责任编辑: 徐丽娜)