

doi:10.7522/j.issn.1000-0240.2013.0077

Liu Yihua, Li Lin, Yan Liangdong, *et al.* Risk Division of Pasture Drought in Qinghai Province Based on Loss Assessment [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2013, 35(3): 681–686. [刘义花, 李林, 颜亮东, 等. 基于灾损评估的青海省牧草干旱风险区划研究[J]. *冰川冻土*, 2013, 35(3): 681–686.]

# 基于灾损评估的青海省牧草干旱风险区划研究

刘义花<sup>1</sup>, 李林<sup>1</sup>, 颜亮东<sup>2</sup>, 李红梅<sup>1</sup>

(1. 青海省气候中心, 青海 西宁 810001; 2. 青海省气象科学研究所, 青海 西宁 810001)

**摘 要:** 在全球气候变暖的大背景下, 表现出温度升高、降水变率加大的区域响应, 造成极端天气气候事件、气象灾害加剧. 基于青海省 1961–2010 年 47 个气象站和 20 个农气站的气象资料、牧草的实际产量以及牧草的理论产量等资料, 采用相关分析、线性回归等方法, 在分析致灾因子危险性、牧草相对产量的基础上, 确定了青海省牧区牧草干旱风险评估的实际阈值. 通过海拔、经度、纬度、牧草旱灾发生频次的拟合方程, 结合 GIS 平台对青海省牧草干旱进行风险区划. 结果表明: 青南牧区西部、环青海湖地区、柴达木盆地东部边缘地区、祁连山地区为易受旱灾影响的特高风险或高风险区域; 青南牧区西南部为中风险区域; 低风险区域主要在青南牧区东南部, 区划结果基本上于历史旱灾的实际情况相吻合, 区划结果旨在为青海省牧区牧业良性发展提供科学依据.

**关键词:** 青海; 牧草; 干旱; 风险评估; 区划

**中图分类号:** S423 **文献标识码:** A

## 0 引言

在全球气候变暖的大背景下, 表现出温度升高、降水变率加大的区域响应, 造成极端天气气候事件、气象灾害加剧<sup>[1–5]</sup>. 因此, 加强对气象灾害发生、发展规律及其特征的精细化研究, 可提高对气象灾害、灾害风险意识, 提高灾害预测预报水平, 为政府和公众提供准确的预报和服务; 为制定农牧业发展战略, 进行正确的农牧业决策, 采取有效措施抵御自然灾害, 保持农牧业的高产和稳产提供理论依据. 据 1984–2006 年青海省气象灾情普查表统计: 全省气象灾害共发生 1 777 次, 其中旱灾共发生 123 次, 占全省气象灾害的 7%. 因此, 对旱灾的成因、发生发展规律及减灾新技术、综合减灾措施的研究对今后青海省农牧业的发展具有积极的意义.

基于信息扩散理论, 直接对灾害发生进行风险评估<sup>[6–8]</sup>, 祝新建等<sup>[9]</sup>利用气象资料对多种气象灾害致灾因子进行了分析, 从而提出研究区域地质灾

害的风险概率, 罗培等<sup>[10]</sup>分析重庆市干旱灾害的孕灾背景、灾害危险性、承灾体易损性, 得到干旱灾害的风险评估及其区划. 姜爱军等<sup>[11]</sup>分析了江苏省干旱、连阴雨、暴雨等七种重要气象灾害的定量指标, 考虑其共同影响和受灾区域的社会经济状况, 建立了气象灾害综合评估模型, 对重要气象灾害的严重程度及综合经济影响做出客观的评估. 李世奎等<sup>[12]</sup>探讨了农业自然灾害分析的理论、概念、方法和模型. 但是, 有关农业气象灾害风险评估理论的基础研究仍相当薄弱<sup>[13]</sup>.

目前, 关于青海省气象灾害风险评估与区划方面的研究处于起步阶段, 没有成熟、完善的研究成果用来借鉴, 而本研究通过受灾体的不同, 详细评估干旱对牧草的生长发育过程中的危害程度, 相关研究结果不仅可以为今后青海省农牧业的持续发展奠定基础, 而且可以为科学、合理地防灾减灾、决策服务提供科学依据.

收稿日期: 2013-01-07; 修订日期: 2013-04-21

基金项目: 中国气象局气象关键技术集成与应用(重点)项目“牧区主要气象灾害风险评估与综合区划技术应用”(CAMGJ2012M55)资助

作者简介: 刘义花(1979–), 女, 青海平安人, 2007 年在青海师范大学获硕士学位, 现主要从事气候应用服务.

E-mail: yihualiu12@126.com

## 1 研究区概况、资料及方法

### 1.1 研究区概况

青海省位于青藏高原东北部,行政区域面积  $72.12 \times 10^4 \text{ km}^2$ . 畜牧业人口为  $134.06 \times 10^4$  人, 占全省人口的 24.1%, 大牲畜  $102.88 \times 10^4$  头(只), 青南地区、环青海湖地区及祁连山地区是青海畜牧业生产的主要地区. 青海属大陆性干旱、半干旱高原气候,日照时数长,气温日较差大,降水地区差异大,东南部降水大,西北部降水少. 多年平均气温为  $2.0 \text{ }^\circ\text{C}$ , 年平均降水量  $373.5 \text{ mm}$ , 年平均降雨日数 104 d, 降雨集中在每年 6—9 月. 生长期年平均 171 d, 无霜期年平均 86 d, 最长达 245 d, 最短为 14 d.

### 1.2 资料

选取青海地区 1960—2012 年青海省 47 个气象站降水和 1990—2010 年历年青海省牧区牧草实际产量、牧草理论产量等数据进行分析. 气象资料考虑到台站迁徙和资料的稳定性, 本项目选取了青海省的西宁、民和、乐都、大通、湟源、湟中、化隆、循化、互助、门源、刚察、祁连、托勒、共和、贵德、贵南、同德、同仁、尖扎、泽库、河南、兴海、天峻、野牛沟、玛沁、达日、久治、玛多、玉树、囊谦、清

水河、曲麻莱、杂多、德令哈、乌兰、都兰、海晏、格尔木、大柴旦、冷湖、五道梁、沱沱河、茫崖、甘德、诺木洪、班玛、小灶火共 47 个气象台站 1961—2012 年气象资料进行分析; 牧草产量资料统计了牧区 1990—2010 年牧草实际产量; 其他数据: 采用了青海省基础地理信息数据及全省各地社会经济统计数据.

### 1.3 研究方法

自然灾害风险区划是反映社会若干年内可能达到的灾害风险程度, 即某地区可能发生灾害的概率或超越某一概率的灾害最大等级. 因此, 自然灾害风险系统必须存在风险源和风险载体. 牧区旱灾风险评估(SDRI)主要考虑致灾因子危险性(VH)和载体体易损性(VS)两个因子. 即:

$$SDRI = VH \times VS \quad (1)$$

本文基于式(1), 从致灾因子危险性和载体体易损性两方面评估牧区旱灾风险, 评估结果在 GIS 技术支撑下经矢量图层运算而成.

## 2 青海省主要气候特征分析

### 2.1 时间演变规律

图 1 为青海省降水量和降水日数的距平变化, 由图可以看出, 1961—2012 年青海省年降水量呈

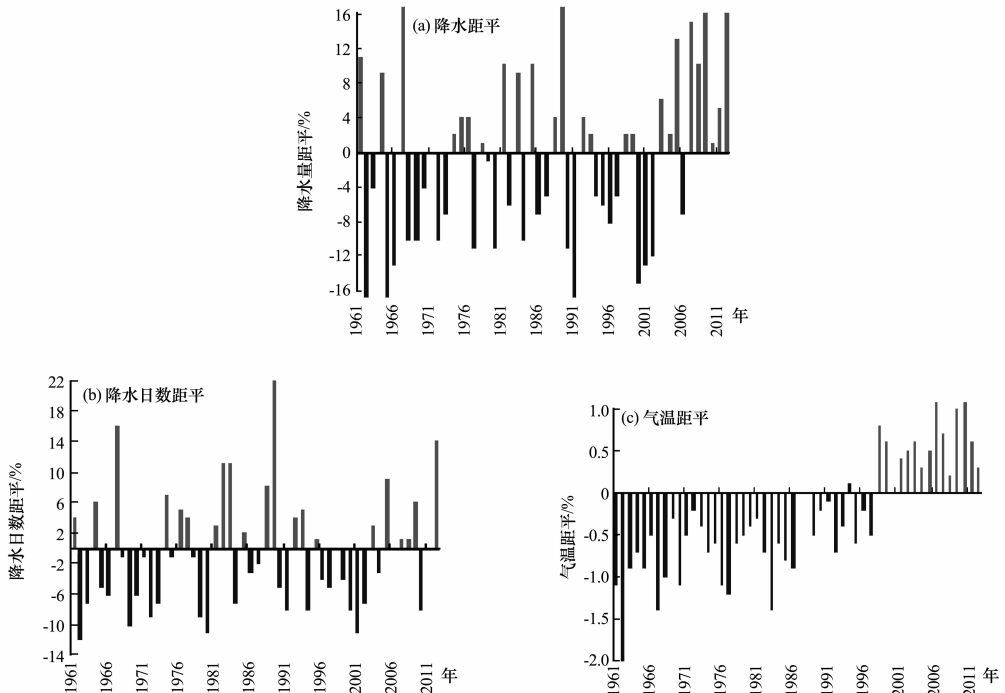


图 1 1961—2012 年青海省年降水距平(a)、降水日数距平(b)以及气温距平(c)变化

Fig. 1 Variation of precipitation anomaly (a), anomaly of number of precipitation days (b) and air temperature anomaly (c) over Qinghai Province from 1961 to 2012

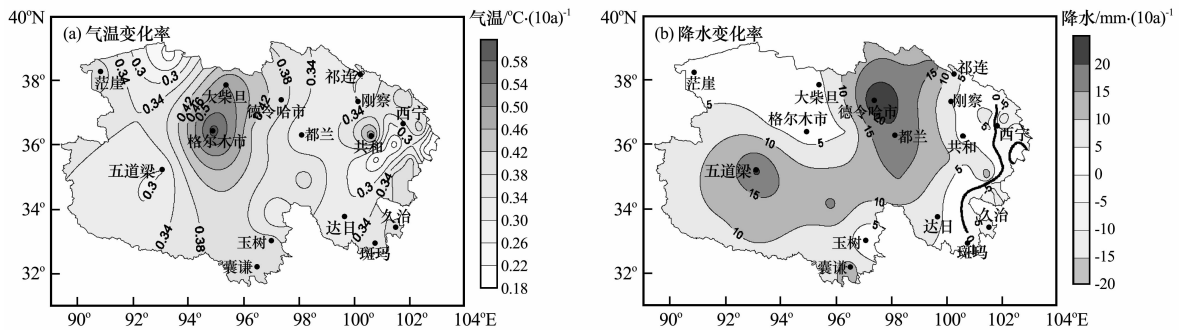


图 2 1961—2012 年青海省气温变化率(a)、降水变化率空间分布(b)

Fig. 2 Spatial distributions of air temperature changing rate (a) and precipitation changing rate (b) over Qinghai Province from 1961 to 2012

现出微弱增多趋势。年降水量的阶段性变化明显，20 世纪 60—70 年代初为少雨期，80 年代中后期为多雨期，90 年代明显偏少，进入 21 世纪以来有所增加。青海省多年平均降水日数为 101 d，全省降水日数呈现略增多趋势。1960 年代至 1970 年代降水日数偏少，1980 年代降水日数呈现明显增多趋势，21 世纪以来，降水日数呈现增多的趋势。虽然降水量和降水日数呈现增多的趋势，但是近 50 a 来青海省年平均气温升温率为  $0.37\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{a})^{-1}$  年，气温呈现明显的升高趋势，造成干旱的强度趋强，对农牧业生产的危害加重。

## 2.2 空间特征

从图 2 中可以看出，近 50 a 来，全省年平均气温升温率为  $0.37\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 。其中，东部农业区、三江源区、柴达木盆地、环青海湖区气温变化率分别为  $0.27\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 、 $0.36\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 、 $0.42\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 、 $0.36\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 。青海省降水量呈现微弱增加趋势，增加率为  $5\text{ mm}\cdot(10\text{a})^{-1}$ ，柴达木盆地的中东部、青南牧区大部增加明显，其中，德令哈增幅尤为显著，达  $25.1\text{ mm}\cdot(10\text{a})^{-1}$ ；环青海湖地区呈略微增加趋势；东部农业区、三江源地区东部有所减少，其中，互助减少最为明显，减幅为  $15.2\text{ mm}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 。虽然降水量有略微增加的趋势，尤其是青海牧区的气温升高幅度非常明显，造成旱灾的强度较大。

## 3 牧草干旱灾害风险评估

自然灾害风险区划是反映社会若干年内可能达到的灾害风险程度，即某地区可能发生灾害的概率或超越某一概率的灾害最大等级。旱灾风险评估主要考虑致灾因子危险性和承载体易损性两个因子。

### 3.1 致灾因子的危险性

致灾因子危险性指气象灾害异常程度，主要是

由气象致灾因子活动规模(强度)和活动频次(频率)决定的。一般致灾因子强度越大，频次越高，气象灾害所造成的破坏损失越严重，气象灾害的风险也越大。气象干旱是指因长期少雨、空气干燥，而引起土壤缺水的气候现象，最直观的表现在于降水量的减少，具有出现频率高、持续时间长、波及范围广的特点，本文初用 20 cm 土壤相对湿度与牧草相对产量拟合，因土壤相对湿度观测数据较少，没有通过显著性检验，因此本文致灾因子危险性的评估以降水距平百分率为主要依据。

### 3.2 承载体的易损性

干旱对不同作物的影响程度不一样，本研究讨论的是干旱灾害对牧区牧草的影响程度，最初想通过牧草的损失量来定量评价干旱对牧草的影响程度，但是没有牧草减产方面的数据，只能通过农气站牧草实际产量数据以及通过考虑牧区气温和降水，而计算得到的理论产量，最终以牧草实际产量与理论产量的比值来反映牧草的一个生产状况，以牧草的相对产量来确定不同等级易损性的阈值(根据表 1)。

表 1 不同等级灾害出现频率及其频率比重  
Table 1 Frequency and ratio of various disasters

等级	类型	出现频率%	频率比重%
1	无灾	68	
2	轻灾	15	50
3	中灾	10	30
4	重灾	5	15
5	特大灾	2	5

### 3.3 牧草相对产量与降水距平百分率的关系

通过 20 个农气台站牧草实际产量、理论产量与降水距平百分率的相关分析，分析了降水距平百

分率与牧区牧草相对产量的关系，并建立拟合方程：

$$y = 15.664 \times \ln(x) - 63.252 \quad (2)$$

式中： $y$  为牧草相对生产量； $x$  为降水距平百分率。方程通过 0.01 的显著性检验水平

### 3.4 降水距平百分率的阈值

通过牧草相对产量与降水距平百分率的拟合方程，得出降水距平百分率( $\Delta R$ )的阈值(表 2)。

表 2 干旱灾害风险评估等级指标

Table 2 The indicators of risk assessment and division into districts of the drought disaster

干旱灾害等级	降水距平百分率
轻 灾	$-15\% < \Delta R \leq -10\%$
中 灾	$-20\% < \Delta R \leq -15\%$
重 灾	$-30\% < \Delta R \leq -20\%$
特大旱灾	$\Delta R \leq -30\%$

## 4 牧区旱灾区划

选取降水距平百分率作为青海省牧区牧草干旱灾害的致灾因子。具体方法是：先统计青海省牧草生育期 1981—2010 年各气象台站各月降水量，然后按牧草生育期将全省气象台站 4—7 月的降水量

进行累加，计算各台站牧草生育期降水距平百分率。将降水距平百分率作为一个序列，按降水距平百分率的干旱指标阈值(表 1)计算出全省牧草不同指标等级下的干旱强度频次。应用 GIS 技术，加载经度、纬度及海拔 3 个矢量图层，建立回归方程，方程均通过 0.05 的显著性检验，画出风险区划图。最终将青海省划分为 4 个风险区(图 3)。

### 4.1 特高风险区

特旱易发生在柴达木大部分地区(图 3 a)，这些地区发生特旱的频率均在 6.5% 以上，果洛地区大部分及祁连山少数地区发生特旱的频率较低，频率在 2.0% 以下。

### 4.2 高风险区

重旱易发生在祁连山地区、环青海湖西南部少数地区、柴达木盆地东北部及南部边缘地区(图 3 b)，这些地区发生重旱的频率均在 2.6% 以上，其中乌兰为最大值中心，频率达到 5%。玉树地区南部及东部农业区少数发生重旱的频率较低，频率在 1.8% 以下。

### 4.3 中风险区

中旱易发生在青南牧区西南部(图 3c)，这些地区发生中旱的频率均在 3.0% 以上，其中曲麻莱、清水河为最大值中心，平均频率达到 5%。祁连山

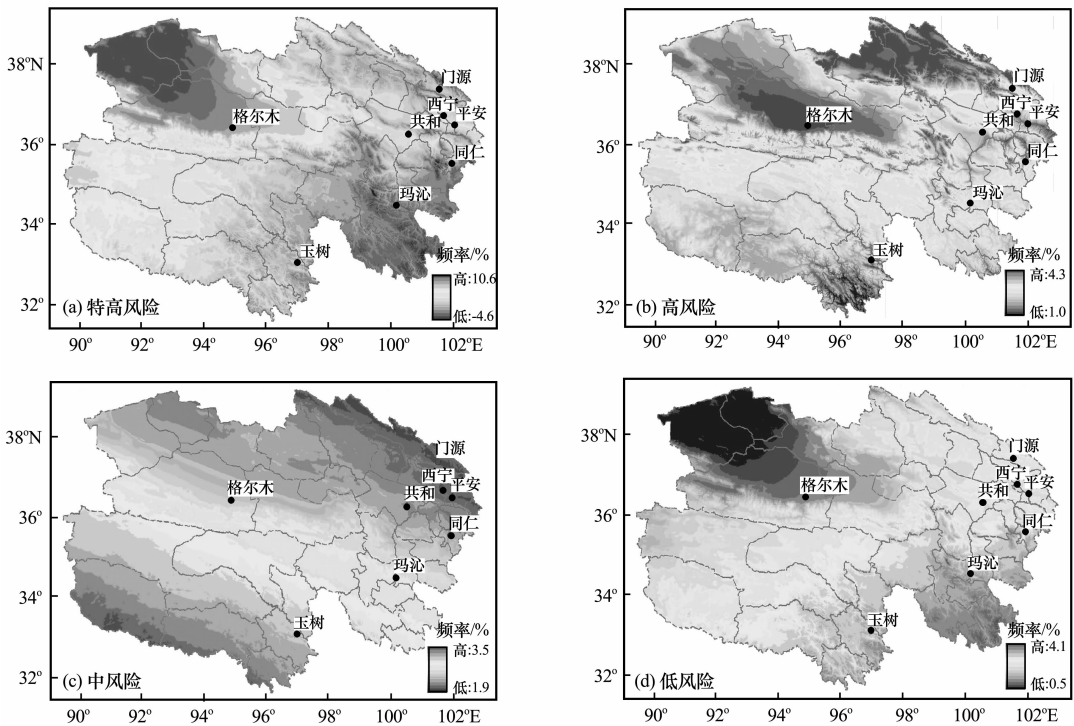


图 3 青海省牧区干旱灾害风险区划

Fig. 3 The division into districts of the drought disaster risk in Qinghai Province

地区、环青海湖地区及东部农业区大部发生中旱的频率较低, 频率在 2% 以下。

#### 4.4 低风险区

轻旱易发生在青南牧区东南部(图 3 d), 这些地区发生轻旱的频率均在 2.9% 以上, 其中玉树为最大值中心, 平均频率达到 10%。柴达木盆地大部发生轻旱的频率较低, 频率在 1.8% 以下。

### 5 干旱防治措施

为了减轻气象灾害的损失或影响程度, 而应采取相应的减灾对策。根据青海省牧区干旱灾害风险区划结果, 针对不同风险区提出了减灾防灾的合理建议:

(1) 特高风险区在柴达木盆地分布较为广泛, 气象部门应加强对干旱的滚动监测, 政府部门应在牧草生长季加强防旱、抗旱工作, 采取一系列有效措施, 提高自然水分利用率。

(2) 高风险区分布在柴达木盆地南部边缘、祁连山地区、环青海湖西南部少数地区, 应以抗旱为主, 除采取必要的保墒措施外, 应加强草场的水利基本建设, 改善灌溉条件, 提高该区抗御干旱的能力。

(3) 中低风险区主要分布在青南牧区, 而青南牧区是我省畜牧业发展的主要地区, 因此要根据牧草需水特点、土壤水分供应特征和降水情况的预报系统, 加强草场合理, 以免严重干旱给畜牧业生产带来严重损失, 其次要加强引导农牧民走持续发展畜牧业生产的道路。

### 6 小结

由于灾情资料的缺失以及准确性有偏差, 无法通过灾损率与气象条件结合划分有效的阈值, 所以, 通过降水距平百分率和农气代表站牧草相对产量建模型, 最终确定青海省牧区牧草干旱区划的阈值。针对青海省牧区干旱区划结果, 对特高风险区 and 高风险区应加大监测力度并采取相应措施减轻旱灾对畜牧业生产的影响; 对于一般风险区和低风险区应采取经济简易的防灾减灾方案, 旨在为青海省牧区牧业的良性发展提供科学依据。

#### 参考文献 (References):

[1] Qi Yuan, Liu Yong, Yang Zhenghua, *et al.* GIS-based analysis of landslide and debris flow hazard in Lanzhou [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2012, **34**(1): 96—104. [祁

元, 刘勇, 杨正华, 等. 基于 GIS 的兰州滑坡与泥石流灾害危险性分析[J]. *冰川冻土*, 2012, **34**(1): 96—104.]

- [2] Mansur Sabit. Analyzing the spatio-temporal variations of hail disasters in southern Xinjiang Region during recent 60 years [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2012, **34**(4): 795—801. [满苏尔·沙比提. 南疆近 60 a 来冰雹灾害时空变化特征分析[J]. *冰川冻土*, 2012, **34**(4): 795—801.]
- [3] Wang Hui, Mao Weiyi, Li Yuanpeng, *et al.* Risk zoning of torrential rain which easily causes damage in Xinjiang Region [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2011, **33**(6): 1407—1413. [王慧, 毛炜峰, 李元鹏, 等. 新疆易灾暴雨的风险区划[J]. *冰川冻土*, 2011, **33**(6): 1407—1413.]
- [4] Shen Hongyan, Ma Mingliang, Wang Ji, *et al.* Variation characteristics of extreme air temperature events in Qinghai Province [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2012, **34**(6): 1371—1379. [申红艳, 马明亮, 王冀, 等. 青海省极端气温事件的气候变化特征研究[J]. *冰川冻土*, 2012, **34**(6): 1371—1379.]
- [5] Zhang Guocai. Risk Assessment and Division of Meteorological Disasters [M]. Beijing: China Meteorological Press, 2009. [章国材. 气象灾害风险评估与区划方法[M]. 北京: 气象出版社, 2009.]
- [6] Huang Chongfu. Risk Assessment of Natural Disaster: Theory & Practice [M]. Beijing: Science Press, 2005. [黄崇福. 自然灾害风险评估: 理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2005.]
- [7] Zhang Lijuan, Li Wenliang, Zhang Dongyou. Meteorological disaster risk assessment method based on information diffusion theory [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2009, **29**(2): 250—254. [张丽娟, 李文亮, 张冬有. 基于信息扩散理论的气象灾害风险评估方法[J]. *地理科学*, 2009, **29**(2): 250—254.]
- [8] Huang Chongfu. Basic principles of risk analysis of natural disasters [J]. *Journal of Natural Disasters*, 1999, **8**(2): 21—30. [黄崇福. 自然灾害风险分析的基本原理[J]. *自然灾害学报*, 1999, **8**(2): 21—30.]
- [9] Zhu Xinjian, Zang Xinzhou, Duan Shiping. The study of meteorological disaster risk assessment system of northern Henan: Taking an example of Huixian [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2012, **28**(29): 285—291. [祝新建, 臧新洲, 段世萍. 豫北气象灾害风险评估系统研究——以辉县市为例[J]. *中国农学通报*, 2012, **28**(29): 285—291.]
- [10] Luo Pei. Risk assessment and division of drought hazard based on GIS in Chongqing City [J]. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 2007, **28**(1): 100—104. [罗培. 基于 GIS 的重庆市干旱灾害风险评估与区划[J]. *中国农业气象*, 2007, **28**(1): 100—104.]
- [11] Jiang Aijun, Zheng Min, Wang Bingmei. Study on the comprehensive evaluating model of meteorological disasters in Jiangsu Province [J]. *Scientia Meteorologica Sinica*, 1998, **18**(2): 196—202. [姜爱军, 郑敏, 王冰梅. 江苏省重要气象灾害综合评估方法的研究[J]. *气象科学*, 1998, **18**(2): 196—202.]
- [12] Li Shikui. Risk Evaluation and Strategy of Agriculture Disas-

ters in China[M]. Beijing: China Meteorological Press, 1999: 96—99. [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: 96—99.]

[13] Liu Xiaoyan, Sun Xian, Du Jiwen, *et al.* Research progress in

evaluation of meteorological disasters risk [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2009, **21**(8): 123—125. [刘小艳, 孙娴, 杜继稳, 等. 气象灾害风险评估研究进展[J]. *江西农业学报*, 2009, **21**(8): 123—125.]

## Risk Division of Pasture Drought in Qinghai Province Based on Loss Assessment

LIU Yi-hua<sup>1</sup>, LI Lin<sup>1</sup>, YAN Liang-dong<sup>2</sup>, LI Hong-mei<sup>1</sup>

(1. *Qinghai Climate Center, Xining Qinghai 810001, China*; 2. *Qinghai Institute of Meteorological Science, Xining Qinghai 810001, China*)

**Abstract:** Global warming results in temperature rise and precipitation variability become large. Thus, extreme weather events and meteorological disasters appear continuously. Based on the data from 47 meteorological stations and 20 agriculture representative stations, the actual and theory yields of pasture are analyzed in this paper by means of moving average and linear regression method, together with analyses of the vulnerability of hazard-affected bodies and the disaster prevention ability. Division of drought disaster in Qinghai Province is discussed. It is found that 1) the highest-risk areas are mainly in the west of Qingnan

Region, around the Qinghai Lake, Qaidam basin and Qilian Mountains; 2) the middle-risk areas are mainly in the southwest of Qingnan Region; 3) the lowest risk areas are mainly in the southeast of Qingnan Region. This division basically coincides with the history records of drought disaster, which is useful for prevention and mitigation of drought disaster in the province. Observations should be strengthened in the highest-risk and middle-risk areas so as to reduce drought disaster. The government should adopt good measures to disaster prevention and reduction. These are good for sustainable development of animal husbandry.

**Key words:** Qinghai Province; pasture; drought; risk assessment; division into districts