河北省冬小麦生产干旱风险分析

康西言,李春强,代立芹
(河北省气象与生态环境重点实验室/河北省气象科学研究所,河北 石家庄 050021)

摘 要:利用河北省冬麦区49个气象站1980—2010年的气象资料及其相应的冬小麦产量资料,选取三种干旱指数,根据自然灾害风险分析的基本原理,计算了气候干旱、作物干旱、产量灾损三种风险度,并进行了相应的风险区划,根据区划结果提出了不同风险区的减灾对策。结果表明:(1)冬麦区气候干旱风险以中风险或较高风险区域为主,作物干旱风险则以较高风险区为主,产量灾损低风险区域较大。(2)气候干旱、作物干旱、产量灾损各等级风险区分布无明显相关关系,产量灾损风险与各地的灌溉条件关系密切。(3)产量灾损各风险区应采取不同的减灾对策,高风险区应以防旱为主,采取一系列保墒措施,提高自然水分利用率;较高风险区应以抗旱防旱为主,加强农田水利基本建设,改善灌溉条件;中低风险区应以发展优化灌溉制度为主,实现节水高产。

关键词:冬小麦;干旱;风险分析;减灾对策
中图分类号:S166 **文献标志码**:A **文章编号**:1000-7601(2012)06-0232-06

干旱是影响河北省冬小麦生产的最主要的自然灾害。自然灾害风险分析是对风险区遭受不同强度自然灾害的可能性及其可能造成的后果进行定量的分析和评估[1]。由于自然灾害风险分析的结果正确与否通常不易被证实,在概率论和模糊系统理论被研究人员广泛接受之前,自然灾害风险分析的理论和方法发展十分缓慢,直至20世纪80年代中期,以美国为首的发达国家才把风险评价作为一个科学问题被系统地进行研究,William J. Petak 和 Arthur A. Atkisson 在《自然灾害风险评价与减灾对策》[2]一书中对美国主要自然灾害的风险分析进行了详细的论述。目前,风险技术已成为美国的一项核心技术[3]。

近年来,为提高自然灾害风险分析的水平,我国学者进行了不懈的努力。早期的研究主要是针对工程项目,比较重视自然灾害事件发生可能性的研究,自然灾害主要涉及地震、洪水、风暴潮、泥石流等[4-8]。有关农业气象灾害的风险分析研究起步较晚,大致可以2001年为界分为两个阶段,第一阶段以灾害风险分析技术方法探索研究为主的起步阶段,第二阶段以灾害影响评估的风险化、数量化技术方法为主的研究发展阶段[9];针对的农业气象灾害主要有北方地区冬小麦干旱、江淮地区冬小麦和油菜涝渍、东北地区玉米和水稻冷害、华南地区香蕉和荔枝寒害等;灾害风险分析的技术方法,主要包括:农业气象灾害与其他灾害、社会经济因素的影响分离,序列构建,风险估算,其中在灾害致灾信息的提取及其风险量化表征、估算方面取得重要进展[10-19],建立了包括致灾因子、致灾等级、致灾损失的相关灾害风险量化指标。

黄崇福[3]指出,自然灾害风险分析的主要内容通常包括:致灾因子风险分析、承灾体易损性评价、灾情损失评估、减灾对策4个方面,现有的风险分析对承灾体的研究甚少,很难称之为自然灾害系统的风险分析,多数只能称之为是自然致灾因子的风险分析。为了将风险分析方法应用于冬小麦干旱研究,本文以自然灾害风险分析的基本原理为依据,从风险分析的4个方面入手,进行河北省冬小麦生产干旱风险分析,以便为当地政府和生产部门制定防旱抗旱措施,防御或减轻干旱对冬小麦生产的影响提供技术支撑。

1 资料与方法

1.1 资料选取

选取河北省冬麦区49个县1980—2010年冬小麦产量资料,及其相应气象站冬小麦全生育期气温、降水、日照时数、风速等气象资料。为了计算方便,各站冬小麦全生育期均取10月1日—翌年6月10日。

1.2 研究方法

(1)降水量负距平百分率:冬小麦全生育阶段的降水量与常年同期气候平均降水量的差值占常年同期气候平均降水量的百分率的负值,能直观反映

收稿日期:2012-05-29
基金项目:河北省科学技术研究与发展计划项目(11220205D);国家科技支撑计划课题(2012BAD20B00)
作者简介:康西言(1963—),女,河北赵县人,高级工程师,主要从事农业气象干旱研究。E-mail:kangxiyan@163.com。

万方数据

降水异常引起的干旱,计算公式如下[20]:

$$P_a = \frac{P - \overline{P}}{\overline{P}} \times 100\% \quad (1)$$

式中,P_a 为冬小麦全生育期降水量负距平百分率(%);P 为冬小麦全生育期降水量(mm);$\overline{P}$ 为同期气候平均降水量(mm)。

(2) 作物水分亏缺率:冬小麦全生育期水分亏缺率为冬小麦全生育期自然供水量与需水量的差占需水量的百分比的负值,计算公式如下[20]:

$$G = \frac{W - E}{E} \times 100\% \quad (2)$$

式中,G 为冬小麦全生育期水分亏缺率(%);E 为冬小麦全生育期需水量(mm);W 为冬小麦全生育期自然供水量(mm),它包括两部分:播种前土壤有效储水量 W_1 和全生育期有效降水量 W_2(近似取实际降水量),计算公式如下:

$$W = W_1 + W_2 \quad (3)$$

W_1 = 播前 N 旬降水量总和 - K × 播前 N 旬可能蒸散量的总和

一般选播种以前 3 个旬来计算土壤有效储水量(即 $N = 3$),取 $K = 0.1$[21]。

$$E = K_c \times ET_0 \quad (4)$$

式中,K_c 为作物系数,全生育期取 0.85;ET_0 为可能蒸散量(mm),采用联合国粮农组织推荐的 FAO Penman Monteith 公式[22] 求得。

(3) 冬小麦减产率:采用逐年的实际产量偏离其趋势产量的相对气象产量的负值表示。计算公式[20] 为:

$$y_w = \frac{y - y_t}{y_t} \times 100\% \quad (5)$$

式中,y_w 为冬小麦减产率(%);y 为冬小麦实际产量(kg/hm²);y_t 为冬小麦趋势产量(kg/hm²),采用直线滑动平均模拟方法计算[20]。

(4) 正态性检验与偏态分布正态化:本研究采用偏度系数、峰度系数检验样本序列是否遵从正态分布[23],对于不遵从正态分布的样本序列,采用一种简化的方法对样本进行正态化处理,即"偏态分布正态化"[24-25],经"正态化"处理的样本序列就可以视为"正态序列",以新的均值和方差作为特征参数。

(5) 概率的估算:对"正态序列"选取正态分布模型的概率分布函数进行序列的风险概率估算[26]。

(6) 风险度:对风险的定量表达称为风险度。由于对自然灾害风险有不同的定义,相应风险度的表达也有一些差异[3],气象上对冬小麦生产干旱风险的评定常使用不同干旱强度与其出现概率的乘积的总和表示,表达式为:

$$I = \sum_{i=1}^{n} P_{ei} P_i \quad (6)$$

式中,I 为干旱风险度,其值越大干旱风险越高;P_{ei} 为以干旱指数划分的干旱等级;P_i 为不同等级干旱发生的概率;n 为干旱等级总数。

2 结果与分析

2.1 气候干旱风险分析

可能造成灾害的因素称为致灾因子,研究给定地理区域内一定时段内各种强度的致灾因子发生的可能性称为致灾因子风险分析[3]。对于冬小麦生产干旱风险分析而言,致灾因子即为气候干旱,致灾因子风险分析的任务就是估计各种强度的气候干旱发生的风险。

(1) 气候干旱风险度

气候干旱是指某时段内,由于蒸发量和降水量的收支不平衡,水分支出大于水分收入而造成的水分短缺现象。降水偏少是形成干旱的首要条件,因此这里选取能直观反映降水异常引起干旱的降水量负距平百分率表示气候干旱。首先应用(1)式计算各站逐年冬小麦全生育期 P_a,然后检验各站 P_a 序列是否遵从正态分布,对不符合正态分布站点的 P_a 序列进行正态化处理,最后根据正态分布密度函数计算各等级干旱出现的概率,代入(6)式即得到气候干旱风险度(干旱等级见表 1)。

表 1　冬小麦全生育期干旱等级指标

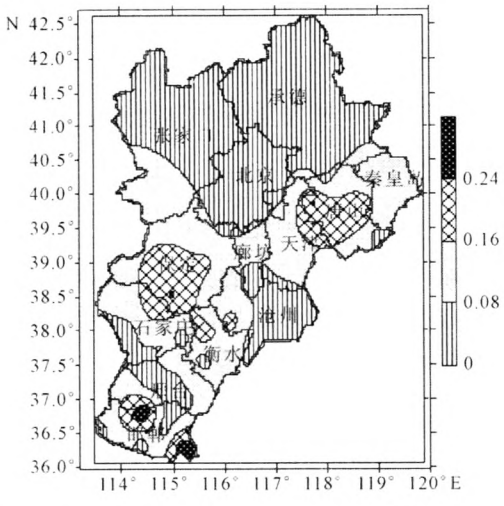
Table 1　The drought grade indexes during winter wheat's whole growth period

指标 Index	等级 Grade			
	轻旱 Light drought	中旱 Moderate drought	重旱 Heavy drought	严重干旱 Severe drought
作物水分亏缺率 G Rate of crop water deficit G/%	$G < 15$	$15 \leq G < 30$	$30 \leq G < 50$	$G \geq 50$
降水量负距平 P_a Percentage of precipitation negative anlmalies P_a/%	$P_a < 15$	$15 \leq P_a < 35$	$35 \leq P_a < 55$	$P_a \geq 55$
减产率 y_w Yield reduction rate y_w/%	$y_w < 10$	$10 \leq y_w < 20$	$20 \leq y_w < 30$	$y_w \geq 30$

万方数据

(2) 气候干旱风险区划

根据计算的气候干旱风险度的大小,将其划分为四个等级:0~0.08为低风险区,0.08~0.16为中风险区,0.16~0.24为较高风险区,>0.24为高风险区(见图1)。



注:张家口、承德不种植冬小麦,去除北京、天津。下同。

Note: Zhangjiakou and Chengde don't plant winter wheat, and Beijing and Tianjin is not included in Hebei. They are the same in the follows.

图1 河北省冬小麦气候干旱风险度分布

Fig.1 The distribution of climatic risk of winter wheat in Hebei

由图1可以看出,廊坊西北部和南部,沧州中东部,石家庄西南部和东南部的部分地区,邢台中部,以及唐山、衡水、邯郸三市的局部地区为气候干旱低风险区;高风险区主要分布在邯郸东南部和北部的个别站点;其它大部分地区为气候干旱中风险区或较高风险区。

2.2 作物干旱风险分析

承受灾害的对象称为承灾体,根据给定的致灾因子强度推算承灾体的破坏程度称为承灾体易损性评价。对于承灾体冬小麦而言,气候干旱风险的大小是外在条件,是否会造成灾害,还应从冬小麦供需水状况考虑,评价冬小麦的易损性,即探讨作物干旱风险度。

(1) 作物干旱风险度

作物干旱反映的是某一地区某一时段内降水与其多年平均值发生偏离的程度与所研究作物需水状况的不协调程度。作物水分亏缺率反映了土壤、植物、气象三方面因素的综合影响,能比较真实地反映出作物水分亏缺状况,是常用的作物干旱指数,因此应用作物水分亏缺率表示作物干旱强度。首先应用(2)式计算各站逐年冬小麦全生育期水分亏缺率,然后按照气候干旱风险度的计算步骤得到各站冬小麦全生育期作物干旱风险度(干旱等级见表1)。

(2) 作物干旱风险区划

依据作物干旱风险度的大小,将其划分为四个等级:0~0.15为低风险区,0.15~0.30为中风险区,0.30~0.45为较高风险区,>0.45为高风险区(见图2)。

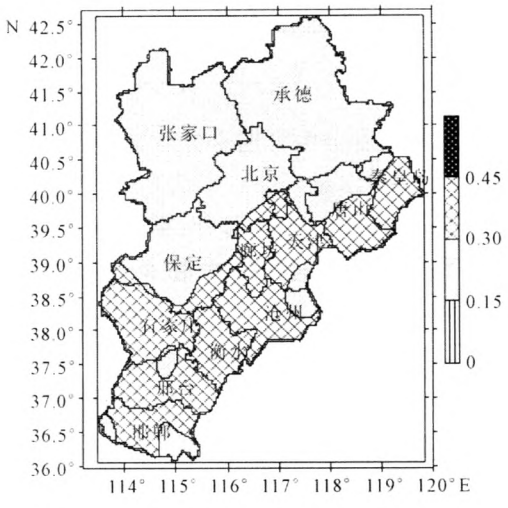


图2 河北省冬小麦作物干旱风险度分布

Fig.2 The distribution of crop drought risk of winter wheat in Hebei

由图2可以看出,保定除西南和东南部的小部分地区为作物干旱较高风险区外,其它大部分地区为中风险区,唐山北部、沧州东北部、石家庄和邢台两市的局部地区、邯郸的西南和东南部也为中风险区,其它大部分麦区为作物干旱较高风险区,河北省冬麦区未出现低风险和高风险区。

2.3 产量灾损风险分析

灾害损失评估是指评估风险区内一定时段可能发生的一系列不同强度自然灾害给风险区造成的可能后果。对冬小麦生产干旱损失评估而言,就是要探讨产量损失的风险大小,即产量灾损风险分析。

(1) 产量灾损风险度

严格来讲,没有损失,就无所谓风险,对冬小麦生产而言损失就是指产量的减少。由于干旱是造成河北省冬小麦减产的主要因素,因此以冬小麦减产率表示干旱强度。

首先,采用直线滑动平均模拟方法进行冬小麦趋势产量计算(该模拟方法的优点在于不必主观假定产量历史演变的曲线类型,也可不损失样本年序列的年数,是一种较好的趋势模拟方法),然后根据(5)式计算各站逐年冬小麦减产率,最后按照气候干

万方数据

旱风险度的计算步骤得到各站产量灾损风险度(干旱等级见表 1),产量灾损风险度反映了干旱造成冬小麦产量灾损风险的大小。

(2) 产量灾损风险区划

依据产量灾损风险度的大小,将其划分为四个等级:0.00 ~ 0.04 为低风险区,0.04 ~ 0.08 为中风险区,0.08 ~ 0.12 为较高风险区,> 0.12 为高风险区(见图 3)。

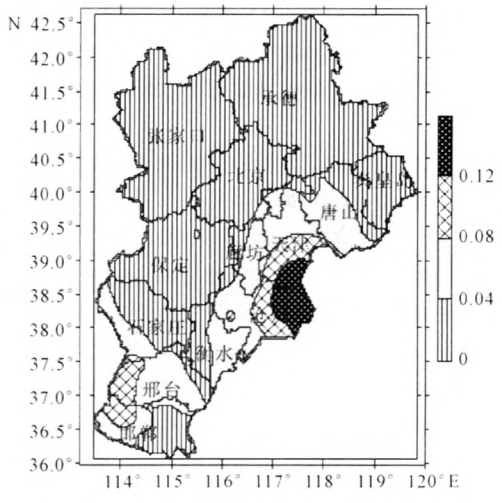


图 3　河北省冬小麦产量灾损风险度分布

Fig.3　The distribution of yield losses risk of winter wheat in Hebei

由图 3 可以看出,仅沧州东部为产量灾损高风险区,邢台西部、邯郸西北部、沧州中部为较高风险区,秦皇岛、唐山东北部、廊坊西北部、沧州西北部、保定、石家庄中东部的大部地区、衡水西部、邢台东北部小部分地区、邯郸中东部为低风险区,其它地区为中风险区。

由以上分析可以看出,气候干旱风险、作物干旱风险、产量灾损风险各等级风险区分布无明显相关关系,气候干旱的低风险区与作物干旱、产量灾损的低风险区并不一致,产量灾损的低风险区多对应气候干旱的较高风险区。

2.4　减灾决策分析

为减轻自然灾害的损失或影响程度而采取的对策称为减灾对策。对冬小麦而言,灌溉是防御、减轻干旱的主要农业生产措施,产量水平反映了一个地区农业生产水平和抗御灾害的综合能力。冬小麦减产率反映了气象条件年际间的差异对产量的影响,在大气候环境下,某一地区的光温资源是相对稳定的,降水的波动是影响气象产量的重要因素,但灌溉是河北省土壤水分的另一主要来源,其对减产率的影响很难与降水分离开来,因此以冬小麦减产率为干旱指数得到的产量灾损风险度,对各地的灌溉情况有一定的反映。下面依据河北省冬小麦产量灾损风险度分布讨论减灾对策。

高风险区:产量灾损高风险区位于沧州东部,范围较小。该区年降水量 540 ~ 570 mm,冬小麦全生育期降水量 132 ~ 136 mm(图略),是自然降水较多的区域,为气候干旱风险低值区;但自然降水远不能满足冬小麦生长需求,差额部分只能靠底墒和灌溉补充,为作物干旱风险的中风险或较高风险区;该区灌溉条件较差,水资源严重亏缺,有效灌溉面积不足 30%,主要依靠自然降水,因此该区产量低而不稳定,减产幅度大,是产量灾损的高风险区。

本区减灾对策应以防旱为主,采取一系列保墒措施,提高自然水分利用率,还可采用化学措施抗御干旱。

较高风险区:产量灾损较高风险区位于邢台西部、邯郸西北部、沧州中部,范围相对较小。该区年降水量 520 ~ 540 mm,冬小麦全生育期降水量 128 ~ 152 mm(图略),也是自然降水较多的区域,气候干旱为中低风险区;由于河北省冬小麦全生育期降水量大部地区为 110 ~ 162 mm,自然降水仅相当于冬小麦需水量的 1/4 ~ 1/5,均不能满足冬小麦生长需求,因此作物干旱风险大部冬麦区为较高风险区;该区有一定的灌溉条件,部分麦田为纯旱地,无灌溉条件,灌溉率一般 30% ~ 50%,因此该区产量受天气影响较大,干旱造成的产量损失在全省处于较高风险区。

本区减灾对策应以抗旱防旱为主,除采取必要的保墒措施外,应加强农田水利基本建设,改善灌溉条件,扩大保浇地面积,改造纯旱地为可浇地,提高该区抗御干旱的能力,保证冬小麦稳产高产。

中风险区:产量灾损中风险区位于唐山西南部、廊坊北部和南部的中东部、沧州中西部、衡水中东部、石家庄西部和西南部、邢台中部、邯郸西南部和中部的一部分地区。该区年降水量和冬小麦全生育期降水量分布差异较大,年降水量有的地区多达 680 mm,有的地区不足 500 mm,全生育期降水量多的地区 158 mm 左右,少的 128 mm 左右,包括气候干旱的各等级风险区;由于该区生产条件的改善,灌溉率一般达到 50% ~ 75%,增强了农业抗御干旱灾害的能力,是产量灾损的中风险区。

低风险区:产量灾损低风险区位于秦皇岛、唐山

万方数据

东北部、廊坊西北部、沧州西北部、保定、石家庄中东部的大部地区、衡水西部、邢台东北部小部分地区、邯郸中东部。该区除东北部麦区(唐山、秦皇岛)年降水量和冬小麦全生育期降水量相对较多外,其它大部地区均为河北省降水量较小的区域,气候干旱为中度以上风险区;但该区是河北省灌溉条件最好的地区,灌溉率一般在75%以上,部分县达到99.98%,这使该地区防旱抗旱能力大大增强,是产量灾损的低风险区。

中低风险区的减灾对策应以发展优化灌溉制度为主,建立根据冬小麦需水特点、土壤水分供应特征和降水情况的灌溉量预报系统,确定冬小麦适宜灌溉时期和灌溉量,并配合其它节水保墒综合技术,在提高冬小麦产量的同时,减少灌溉用水量,实现节水高产。

3 结 语

1) 河北省冬麦区气候干旱风险以中风险或较高风险为主,低风险和高风险区域相对较小;作物干旱风险以较高风险为主,无低风险和高风险区;产量灾损低风险区范围较大,其次为中风险区,较高和高风险区范围较小。

2) 气候干旱风险、作物干旱风险、产量灾损风险各等级风险区分布无明显相关关系,气候干旱的低风险区与作物干旱、产量灾损的低风险区并不一致,产量灾损风险与各地的灌溉条件关系密切。

3) 根据产量灾损风险区划结果,提出了不同风险区应采用的减灾对策。高风险区应以防旱为主,提高自然水分利用率,还可采用化学措施抗御干旱;较高风险区应以抗旱防旱为主,应加强农田水利基本建设,改善灌溉条件,提高该区抗御干旱的能力,保证冬小麦稳产高产;中低风险区的减灾对策应以发展优化灌溉制度为主,确定冬小麦适宜灌溉时期和灌溉量,并配合其它节水保墒综合技术,在提高冬小麦产量的同时,减少灌溉用水量,实现节水高产。

参 考 文 献:

[1] 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.

[2] William J Petak, Arthur A Atkisson. Natural Hazard Risk Assessment and Public Policy Anticipating: the Unexpected[M]. New York: Pringer-Verlag New York Inc, 1982.

[3] 黄崇福.自然灾害风险评价:理论与实践[M].北京:科学出版社,2005.

[4] 李新运,常 勇,李 望,等.重大工程项目灾害风险评估方法研究[J].自然灾害学报,1998,7(4):24-29.

[5] 刘希林.区域泥石流风险评价研究[J].自然灾害学报,2000,9(1):54-61.

[6] 任鲁川.区域自然灾害风险分析研究进展[J].地球科学进展,1999,14(3):242-246.

[7] 魏一鸣,范 英,金菊良.洪水灾害风险分析的系统理论[J].管理科学学报,2001,4(2):7-11.

[8] 周成虎,万 庆,黄诗峰,等.基于GIS的洪水灾害风险区划研究[J].地理学报,2000,55(1):15-24.

[9] 王春乙,王石立,霍治国,等.近10年来中国主要农业气象灾害监测预警与评估技术研究进展[J].气象学报,2005,63(5):659-671.

[10] 杜 鹏,李世奎.农业气象灾害风险评价模型及应用[J].气象学报,1997,55(1):95-102.

[11] 霍治国,李世奎,王素艳,等.主要农业气象灾害风险评估技术及其应用研究[J].自然资源学报,2003,18(6):692-703.

[12] 王素艳,霍治国,李世奎,等.干旱对北方冬小麦产量影响的风险评估[J].自然灾害学报,2003,12(3):118-125.

[13] 薛昌颖,霍治国,李世奎,等.华北北部冬小麦干旱和产量灾损的风险评估[J].自然灾害学报,2003,12(1):131-139.

[14] 盛绍学,马晓群,陈晓艺.江淮地区冬小麦、油菜涝渍灾害识别及其指标[J].自然灾害学报,2003,12(2):175-181.

[15] 马晓群,陈晓艺,盛绍学.安徽省冬小麦渍涝灾害损失评估模型研究[J].自然灾害学报,2003,12(1):158-162.

[16] 马树庆,裘祝香,王 琪.中国东北地区玉米低温冷害风险评估研究[J].自然灾害学报,2003,12(3):137-141.

[17] 康西言,乐章燕,车少静,等.河北省冬小麦干旱综合监测模型研究[J].中国农学通报,2012,28(30):16-21.

[18] 刘锦銮,杜尧东,毛慧勤.华南地区荔枝寒害风险分析与区划[J].自然灾害学报,2003,12(3):126-130.

[19] 薛昌颖,霍治国,李世奎,等.灌溉降低华北冬小麦干旱减产的风险评估研究[J].自然灾害学报,2003,12(3):131-136.

[20] 中国气象科学研究院.QX/T 81-2007.小麦干旱灾害等级[S].2007.

[21] Higgins C M, et al. Potential Population Supporting Capacities of land in the Developing World[M]. Rome: FAO. FPA/INT/153, 1982.

[22] 段永红,陶 澍,李本纲.北京市参考作物蒸散量的时空分布特征[J].中国农业气象,2004,25(2):22-25.

[23] 黄嘉佑.气象统计分析与预报方法(第二版)[M].北京:气象出版社,2000.

[24] 秦建侯,邓 勃,王小芹.分析测试数据统计处理中计算机的应用[M].北京:化学工业出版社,1990.

[25] 魏淑秋.农业气象统计[M].福州:福建科学技术出版社,1985.

[26] 屠其璞,王俊德,丁裕国,等.气象应用概率统计学[M].北京:气象出版社,1984.

[27] 朱自玺,刘荣花,方文松,等.华北地区冬小麦干旱评估指标研究[J].自然灾害学报,2003,12(1):145-150.

万方数据

Risk assessment of drought for winter wheat production in Hebei Province

KANG Xi-yan, LI Chun-qiang, DAI Li-qin

(*Hebei Key Lab for Meteorology and Eco-Environment/ Hebei Meteorological Science Institute*, *Shijiazhuang* 050021, *China*)

Abstract: Based on the risk analysis principle of natural disasters, both climatic data and yield data of winter wheat from 49 meteorological stations in winter wheat producing region of Hebei from 1980—2010 were used to calculate three risk indexes including climatic drought risk, crop drought risk and yield losses risk respectively, then risk zones were divided, and based on those the disaster reduction strategies for different risk zones were put forward. The results showed that there were mainly moderate risk or higher risk zones according to the climatic drought risk analysis in the province, and the higher risk zone was the main one according to crop drought risk analysis, but the main zone was the low risk zone according to yield loss risk analysis. There was no significant correlation within climatic drought, crop drought and yield loss, but there was significant correlation between yield loss risk and irrigation. Different strategies should be taken in different yield loss risk zones. In the highest risk zone, drought-prevention was the key measure, a series of measures of moisture-conservation must be taken so as to improve the use efficiency of rainfall. In higher risk zone, the main measure was drought-resistance and drought-prevention through strengthening water conservancy project and improving irrigation efficiency of farmland. Optimizing the irrigation system was the main measure to achieve high-yield with less-water in the medium and low risk zones.

Keywords: winter wheat; drought; risk assessment; measures for disaster reduction

(上接第 226 页)

Econometric analysis of relationship between quantity of cultivated land and agricultural economy in Changwu County in past 30 years

XU Jin-peng[1], ZHANG Xiao-ping[2], ZHANG Jian-jun[2], XIA Yan[3], SUN Yan-ping[1], CHEN Feng-juan[1]

(1. *College of Resources and Environment*, *Northwest A&F University*, *Yangling*, *Shaanxi* 712100, *China*;
2. *State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau*, *Institute of Soil and Water Conservation*, *Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources*, *Yangling*, *Shaanxi* 712100, *China*;
3. *Grassland Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences*, *Hohhot*, *Inner Mongolia* 010010, *China*)

Abstract: The agricultural economy of Changwu County has advanced rapidly over the past 30 years, while the area of agricultural land has declined at an amazing speed during the same period. In this study, an attempt was made to quantify the relationship between the amount of farmland and agricultural economy development in Changwu by establishing Vector Error Correction Model (VECM) and in combination with Impulse Response Function and Variance Decomposition. The results indicated that, a positive but slight effect of farmland reduction on agricultural development was identified. The average impulse response values were 0.4, 0.8 and 1.6 for the periods of 1980—1990, 1990—2000 and 2000—2010 respectively, and 0.8 for the entire 30 years. On the other hand, the effect of agricultural economy development on farmland amount was found negative, and tended to intensify with time. And the average impulse response values were −0.3, −0.9 and −2.8 respectively. The change of farmland resources did not seem to contribute significantly to the advancement of agricultural economy, with only a maximal 22% of the contribution from farmland change. While farmland decline was greatly influenced by agricultural development, and a peak 88.9% of total decrease in farmland was triggered by agricultural economy factor. Thus, it is urgent to find out other factors that could boost the local agricultural economy and preserve the limited farmland resource for the purpose of food security.

Keywords: farmland area; agricultural economy; mutual impact; impulse response function; Changwu County

万方数据