

引 用 格 式: Meng Jihua, Fu Wei, Xu Jin, *et al.* Remote Sensing Application in Insurance Loss Estimation of Farming Industry[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2017, 32(2): 238-246. [蒙继华, 付伟, 徐晋, 等. 遥感在种植业保险估损中的应用[J]. 遥感技术与应用, 2017, 32(2): 238-246.]
doi:10.11873/j.issn.1004-0323.2017.2.0238

遥感在种植业保险估损中的应用

蒙继华¹, 付伟², 徐晋¹, 程志强¹, 董文全¹, 李晓松¹, 赵俊峰², 李亚方³, 毛辉辉¹

- (1. 中国科学院遥感与数字地球研究所数字地球重点实验室, 北京 100101;
2. 中国人民财产保险内蒙古自治区分公司, 内蒙古 呼和浩特 010010;
3. 中国地质大学(北京), 北京 100083)

摘要: 农业保险是近年来国家为保障农户利益而颁布的一项政策, 在一定程度上增强了农民收入的稳定性, 特别是在农业灾害频发的地区, 减轻了灾害带来的经济损失。内蒙古地区属于干旱与半干旱区域, 降水量偏少, 常年遭受旱灾, 为国家首批农业保险试点。遥感作为一门新兴空间技术, 可以根据作物光谱特征实时监测作物生长状况, 可用于保险理赔中损失程度的科学客观评估, 减少理赔纠纷。以内蒙古旱灾较严重的库伦旗为例, 基于农作物分类与种植面积提取、干旱等级评估、作物长势监测及作物单产与产量评估 4 个方面综合评估开展 2015 年种植业方面的农业灾害损失评估, 为内蒙古农业保险理赔提供了空间数据支撑与科学的理论依据。实地采样点的数据验证显示, 损失程度综合遥感评估结果与实际的损失程度较为一致, 可以在更大范围内进行推广。

关 键 词: 种植业保险; 遥感; 旱情灾害监测

中图分类号: TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-0323(2017)02-0238-09

1 引 言

农业保险是国家对农业进行投入的一个重要渠道, 是国家扶持农业发展的一种重要方式^[1]。农业保险指的是大农业保险, 是农业保险公共性质的体现, 不以盈利为目的, 在赔付率较低的年际, 可以在一定程度上积累保险保障基金, 以备大灾之年使用, 是体现政府行为的政策性业务^[2]。农业保险基于风险转移机制, 增加了农民产出, 提高了农户的收益水平, 使农民收益最大化, 对区域经济, 特别是农业经济的发展有较强的促进作用^[3]。诸如欧盟、美国、日本等发达国家农业保险发展时间较长, 形成了各自的保险经营模式^[4]。我国农业保险自 2007 年开始快速发展, 也已经取得了巨大发展, 农业保险位居商业保险业务比重的第二位^[5]。依据中国保险监督管

理委员会的统计结果, 我国农业保险收益自 2007 年至 2014 年实现保费收入 325.7 亿元, 增长了 6.2%, 向 3 500 万户投保农户支付赔款 214.6 亿元, 同比增长 2.86%^[6]。

农业保险分为种植业保险、养殖业保险、农民财产保险、责任保险和人身保险。本文主要讨论农业保险中的种植业保险。内蒙古自治区(97°~126°E, 37°~53°N)地处北温带半干旱半湿润季风气候区, 降雨量相对较少, 属于气候敏感区, 自然灾害频繁发生, 旱灾是最主要的自然灾害, 常年遭受干旱的困扰^[7], 以家庭经营为主的单个农户很难抵抗自然灾害造成的损失^[8]。有统计结果显示, 内蒙古地区干旱年份占 70%~75%, 全年遭受灾害的年份达到 54%, 部分地区最长连续干旱时间达到 7 a^[9], 干旱造成的损失约占该地区气象灾害的 50%左右^[10], 成为内蒙古地区

收稿日期: 2016-03-27; 修订日期: 2016-06-10
基金项目: 企业委托项目“森林保险与种植业保险防灾体系平台卫星遥感项目”、“气象干旱灾害农作物产量评估”, 国家 863 计划项目“典型应用领域全球定量遥感产品生产体系”(2013AA12A302), 国家自然科学基金项目“基于 HJ-1 数据的作物成熟期遥感预测方法研究”(41171331)。
作者简介: 蒙继华(1977—), 男, 新疆石河子人, 研究员, 主要从事作物遥感监测及精准农业遥感应用研究。E-mail: mengjh@radi.ac.cn。

农业发展的主要制约因素之一,近 50 a 来,内蒙古地区遭受旱灾的耕地面积达到约 $6.410\times 10^7\text{ hm}^2$,年均旱灾损失近 2 亿元,受灾面积大,经济损失严重^[11]。其中,2003、2009 两年的旱灾最为严重,旱田由于缺水状况严重无法播种而绝收,其他种类农田因阶段性干旱而大范围减产^[12]。内蒙古自治区为农业大省,农村人口占多数,农业经济的发展与内蒙古国民经济的发展密切相关^[9]。为了减少农户在农业灾害中所受的损失,最大程度地保障农民的利益,政府颁布了有利于农耕者的相关政策。其中,内蒙古地区于 2007 年开始试点推广农业保险,2011 年内蒙古农业保险规模已经位居全国各省区首位^[4]。

随着农业保险规模的扩大,特别是灾情过后,对确定承包地块位置和面积的客观性、准确性提出了更高的要求。而遥感作为一门新兴学科,具有大面积、实时、动态采集地面数据的优势,大大减少了人为主观性造成的保险理赔方面的纠纷,根据获取的地面光谱数据建立相关参数模型,有效、实时、客观地评估农作物长势、受灾情况以及灾前灾后生长变化,可以从受灾面积、受灾程度等方面为农业保险理赔提供科学支撑。

2015 年内蒙古部分地区再次遭受严重的旱灾,本文以库伦旗为研究区,以卫星遥感数据(HJ-1 CCD、MODIS)和气象数据(美国 NOAA 发布)为主要数据源,从农作物分类及种植面积提取、农业干旱等级评估、作物长势评估、作物单产估算与产量评估 5 个方面对内蒙古库伦旗 2015 年遭受旱灾程度进行了综合监测与评价,为内蒙古种植业保险提供了一个应用卫星遥感技术进行科学、客观的损失评估

的案例。

2 研究区及数据源

2.1 研究区

库伦旗位于内蒙古自治区通辽市西南部,地处 $121^{\circ}09'\sim 122^{\circ}21'\text{ E}$, $42^{\circ}21'\sim 43^{\circ}14'\text{ N}$,总面积 $4\,716\text{ km}^2$,属大陆性气候。年平均气温 $6.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,年降水量 $400\sim 450\text{ mm}$,无霜期 $140\sim 150\text{ d}$ 。通辽市为内蒙古最大的玉米主产区^[2],而库伦是通辽市的玉米主产区。库伦旗耕地分布图及采样点的分布如图 1 所示,库伦旗属于农业大县,耕地面积较大,所占比例约为 50%,主要种植的农作物为玉米。库伦旗于 2015 年夏季发生较严重的旱灾,作物受灾严重,使用遥感技术开展了受灾损失程度的综合评估。为了评价遥感技术应用于农业估损中的有效性,在库伦旗布设了 21 个样地,开展了作物单产与受灾损失程度的地面观测,所有样点均布设在有较好代表性并且面积较大的玉米种植地块中。地面观测的时间为 2015 年 9 月 18 日~20 日,在玉米正常收获前约 5~7 d,其中单产的观测通过单产要素的测量来开展,测量要素包括种植密度、有效穗数、单穗平均产量等,受灾损失程度则通过随行开展地面调查的当地农业技术人员与种植户的综合评估来确定,分为轻微受灾、明显受灾、严重受灾和基本绝收 4 个等级。

2.2 数据源及预处理

2.2.1 遥感数据及预处理

本文使用的主要遥感数据为国产环境星数据和全球发布的 MODIS 数据,其中环境星数据由中国资源卫星应用中心网站(<http://www.cresda.com/>

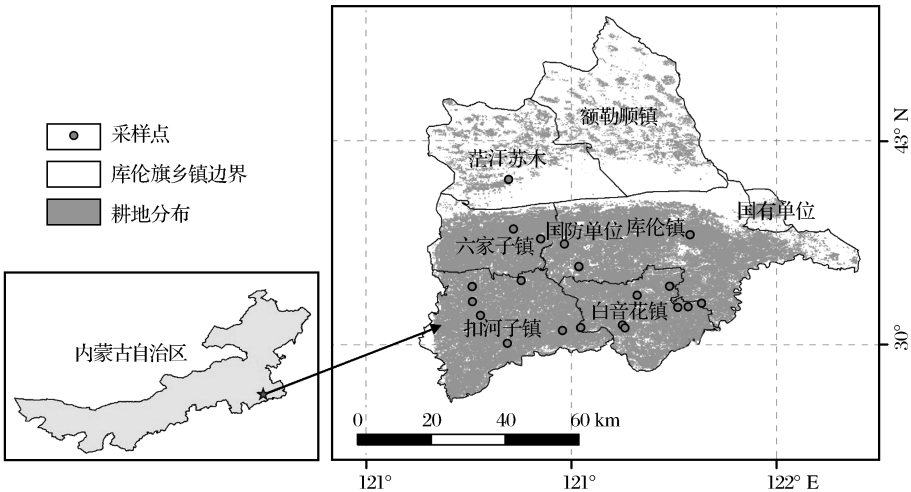


图 1 研究区分布图

Fig.1 The position of study area

n16/index.html)下载,主要用于作物种植面积提取和单产估算,MODIS 数据主要用于农作物长势评估。环境与灾害监测预报小卫星星座 A、B 星(HJ-1A /1B 星)于 2008 年 9 月 6 日上午 11 点 25 分成功发射,HJ-1A 和 HJ-1B 卫星联合完成对地刈幅宽度为700 km、地面像元分辨率为 30 m、4 个谱段

的推扫成像。其中,HJ-CCD 数据的卫星参数如表 1 所示,环境星数据下载后需要进行预处理,预处理流程如图 2 所示。MODIS 数据是 NASA 向全球免费发放的数据,载于 EOS 系列卫星 Terra 和 Aqua 上,本文使用的是 MODIS 数据产品 MOD13,MOD13数据为MODIS数据16d合成的NDVI(归

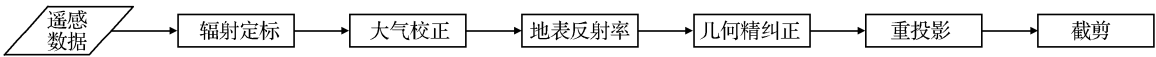


图 2 环境星预处理流程

Fig.2 The flowchart of HJ satellite preprocessing

一化植被指数)产品,空间分辨率为 250 m。

2.2.2 气象数据

实时降雨量数据与历史降雨量数据是由美国国家海洋和大气管理局(NOAA)网站下载,降水量数据以天为单位由中国天气网获取,基于日降雨量统计月度与年度降雨量(mm),并根据国家干旱等级标准评估库伦旗干旱等级。

3 监测流程及方法

3.1 总体技术路线

旱灾损失遥感综合评估的总体技术路线如图 3 所示,主要分为 4 个方面:作物面积提取、气象数据分析及干旱等级评估、作物长势监测、作物单产监测及产量评估,基于以上 4 个方面的分析结果,对受灾

情况进行总体评估。

3.2 种植面积监测

以 1 : 10 万全国土地利用覆盖数据为基础,提取库伦旗的农田分布。利用农田空间分布、作物物候特性及其在不同阶段的光谱特征,基于时间序列遥感影像使用决策树分类算法对库伦旗的主要玉米种植范围进行提取。

决策树分类作为一种基于空间数据挖掘和知识发现的监督分类方法充分利用各作物间最佳的光谱特征时间差异,有效解决作物生育期重叠而差异性较小的问题,逐步分层提取,设定分类规则实现遥感影像分类^[13]。基于专家知识的决策树分类总体上可以分为 4 个过程:定义分类规则、构建决策树、执行决策树和评价分类结果^[14-15]。决策树分类的主要

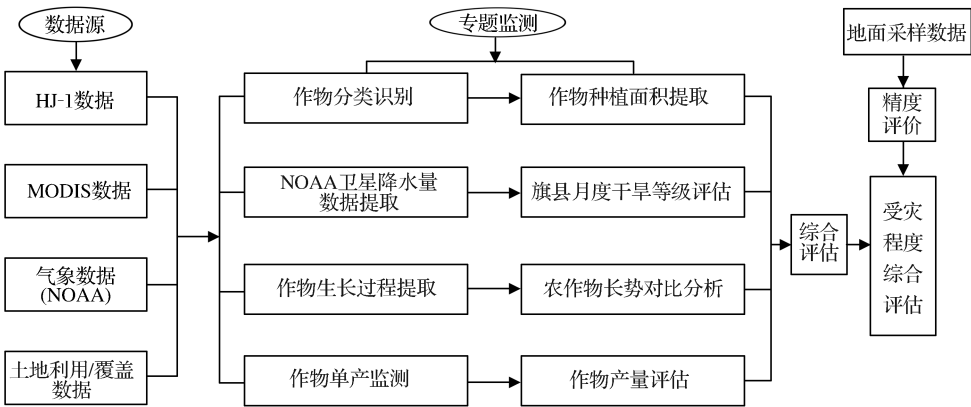


图 3 总体技术路线

Fig.3 The overall technology route

流程如图 4 所示。

3.3 气象数据分析及干旱等级评估

3.3.1 气象数据分析

研究区干旱严重程度与降水量紧密相关,降水量的多少对作物生长及光合作用、呼吸作用有重

要影响。本文将 NOAA 气象网站数据与中国天气网获取的气象数据相结合,统计库伦旗 2015 年及过去 5 a 平均月度与年度降水量,并以15 d为周期,对比分析 2015 年与过去 5 a 同一时间降水量的变化趋势。

3.3.2 干旱等级评估

基于 2008 年国家质量监督检验检疫总局发布的中华人民共和国国家标准《农业干旱等级》进行库伦旗的干旱等级评估。农业干旱等级标准划分为 5 个等级,分别为无旱、轻旱、中旱、重旱和特旱。根据造成干旱发生主要因素的分析,将农业干旱等级的主要

评估指标分为:降水量、土壤相对湿度、连续无有效降水或积雪日数等。本研究基于该旗县气象数据的获取结果,本次评估选用连续无有效降水作为干旱等级评估的监测指标。连续无有效降水或积雪日数是表征农田和北方牧区草原水分补给状况的重要指标之一,适用范围为尚未建立墒情监测点的雨养农业区。

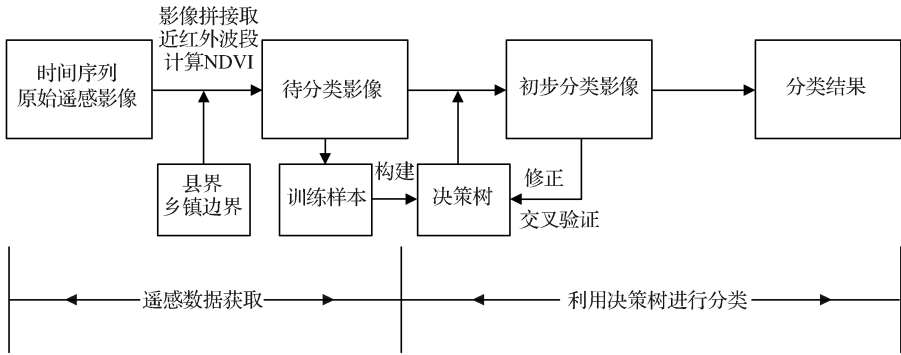


图 4 基于决策树方法的分类流程图

Fig.4 The classification flow chart based on decision tree

计算公式如下：

$$Dnp = \sum_{i=1}^n a \cdot Dnp_i \tag{1}$$

其中： Dnp 为连续无有效降水的日数， Dnp_i 为日降水量小于有效降水量的降水日， a 为季节调节系数，夏季设为 1.4。

$$Dnp_i = \begin{cases} 1, P < P_0 \\ 0, P \geq P_0 \end{cases} \tag{2}$$

其中： P 为日降水量（mm）， P_0 为日有效降水量临界值，在作物生长期设为 5 mm。根据《农业干旱等级》（见表 1）。

表 1 农业干旱等级

Table 1 The drought grade stbdsard of agricultural meterorology

等级	类型	连续无有效降水日数/d
0	无旱	<16
1	轻旱	16~25
2	中旱	25~40
3	重旱	40~60
4	特旱	>60

3.4 作物长势监测

作物产量的高低与作物生长过程中各个阶段的长势紧密相关，作物长势是指作物生长的状况与趋势^[16]。作物的外在表现总是具有独特的光谱特性，因此，作物的“苗情长势”可以通过光谱成分分析和

植被指数间接得到证实^[17]，反映作物生长过程中植株的发育形势及产量丰欠程度。基于时间序列的 MODIS 数据 16 d 合成的 NDVI 产品（MOD13），构建作物生长过程，通过生长过程中年际间对比来评估作物生长状况^[18]。作物长势监测流程图如图 5 所示。

3.5 作物单产及产量监测

玉米单产的估算，基于时间序列的遥感数据、日值气象数据、DEM、经纬度数据，结合 CASA 光能利用率模型与 WOFOST 作物模型部分模块实现作物单产的快速、精准估算，使其具备一定的灾害胁迫模拟能力，以满足对旱情损失进行评估的要求。

光能利用率模型基于植被第一净初级生产力（NPP）与作物的生物量累积量，通过收获指数估算作物单产及产量，CASA 模型是典型代表之一。作物模型是计算作物单产的另一类主要模型，其中，WOFOST 模型是由荷兰瓦赫宁根农业大学和世界粮食研究中心共同开发研制的作物生长模拟模型，模型在我国的东北和华北地区都做过验证，效果比较理想，是比较适合在国内进行推广的作物模型。与 LUE 模型相比，作物模型的最大优势在于其生态生理学基础，对于模拟极端天气条件下的胁迫产量有较大的优势。将 WOFOST 作物模型中干物质分配、呼吸作用、蒸腾作用等模块简化后与 CASA 模型相耦合^[19]，以增强模型对于干旱等极端气象条件的模拟能力，提高模拟精度。

4 结果与分析

4.1 结果分析

4.1.1 种植面积监测结果

基于库伦地区时间序列环境星遥感影像,对农作物进行分类及玉米种植面积提取,提取结果表明库伦旗主要种植农作物及遭受旱灾的农作物为玉米,种植面积为 $12\times 10^4\text{ hm}^2$,空间分布如图 6 所示,分布较广泛,属于玉米种植大县。

4.1.2 气象数据及干旱等级评估

利用库伦旗的气象站点降水量数据,以 15 d 为周期统计了 2015 年与过去 5 a 同一时间平均降水

量,并进行月度、年度降水量的统计,对比分析 2015 年与过去 5 a 同一时间平均降水量的变化趋势(图 7)及连续 5 a 年均降雨量状况(表 2)。

统计结果表明,库伦旗总降水量相对过去 5 年平均总降水量减少了约 1%,降雨量分布不均,特别是在作物拔节、抽穗等关键生长期降水量偏少。月度、年度及年均降雨量统计结果表明,库伦旗虽然为农业大县,但是降雨量数年以来都偏少,持续遭受旱灾困扰,使得旱灾对其玉米产量造成了较严重的影响。

根据农业干旱等级标准,对库伦旗进行干旱等级评估,评估结果如表 3 所示。干旱等级评估结果

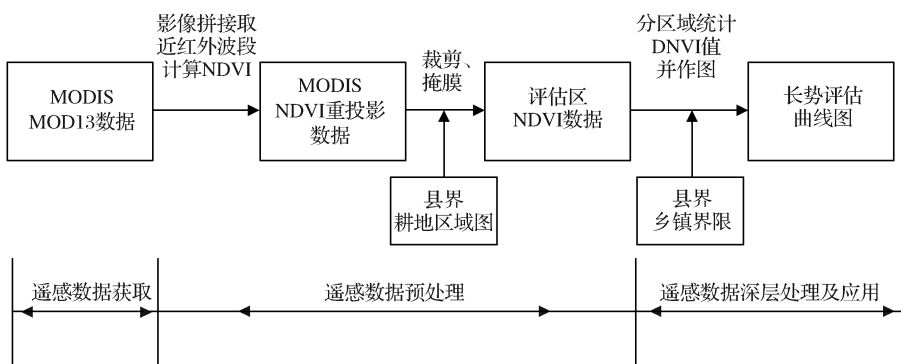


图 5 作物长势评估流程图

Fig.5 The flow chart of estimation for crop growth

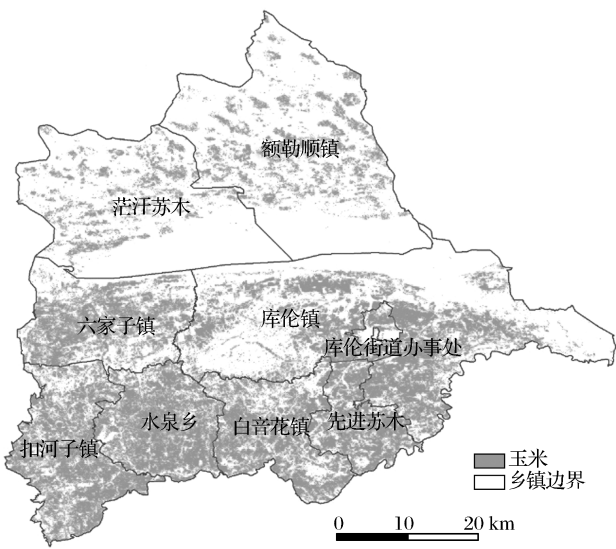


图 6 2015 年库伦旗的玉米种植面积遥感监测

Fig.6 Remote sensing monitoring of maize planting area of Kulunqi in 2015

表明,库伦旗在玉米生长期常年遭受旱灾,2015 年在玉米关键生长期旱灾较严重,对作物生长的负面影响更为突出。

表 2 连续 5 年年均降雨量统计结果

Table2 The statistic results of average precipitation for five consecutive years(mm)

市名	县名	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
通辽	库伦旗	331.7	393.9	418.1	305.9	359.6

表 3 库伦旗干旱等级

Table 3 The drought grade of Kulunqi

市名	县名	2015-06	2015-07	2015-08	2015-09
通辽	库伦旗	中旱	重旱	中旱	重旱

4.1.3 作物长势监测结果

利用归一化植被指数 NDVI 值的高低来描述 2015 年作物生长态势并与最好、最差、平均长势及上一年长势进行比较^[20],通过比较 2015 年与典型年曲线间的相似和差异,对当年作物长势进行评估。库伦旗的作物生长过程曲线如图 8 所示。

长势监测结果表明,库伦旗 2015 年作物在 6 月份以前长势和前 5 a 相比差别不大。从 7 月中旬开始,作物长势明显比正常年份差,分析其原因,由于

在玉米生长初期,即 4、5 月份的降水量严重偏少,导致后期降雨量有所提高时作物长势依然没有好转。

4.1.4 单产及产量监测结果

利用耦合模型模拟库伦旗的玉米单产,单产分

布如图 9 所示。
结合 2015 年单产与历年单产统计结果评估灾情,监测结果表明,库伦旗玉米平均单产约为 5 535 kg/hm²,较 5 年平均产量减少 37.8%,空间分

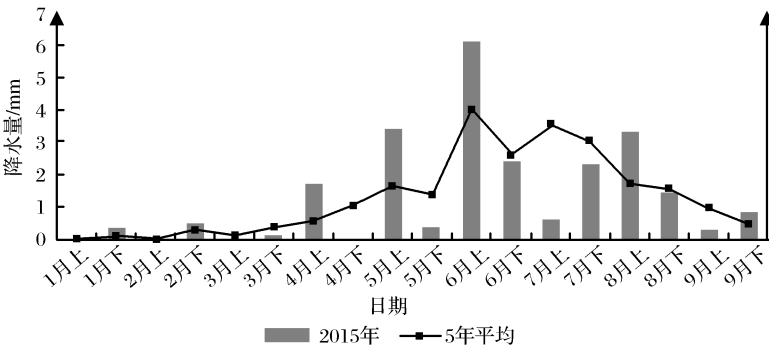


图 7 2015 年库伦旗降水量统计结果
Fig.7 The statistic results of precipitation in Kulunqi at 2015

表 4 样地受灾综合评估结果

Table 4 Comprehensive evaluation results of sample plots in disaster

受灾程度	样地代表性照片		
轻微受灾 (减产<30%,理赔点)			
明显受灾 (减产 30%~50%)			
严重受灾 (减产 50%~80%)			
基本绝收 (减产>80%)			

布上整体上北低南高,北部乡镇产量明显偏低,产量高低分布不均。根据干旱等级评估标准^[21],产量减产 10%以上,定为受灾农田;减产 30%以上,为成灾农田;80%以上为绝收,库伦旗 2015 年玉米播种地块受灾面积约占 37%,成灾地块面积约为 16%,接近绝收地块约 9%,部分受灾严重乡镇的绝收面积超过 18%。

4.2 结果验证

利用 21 个样地所获取的作物单产和受灾程度数据,开展了监测结果的验证。

4.2.1 单产估算验证

经实测样点的验证表明,单产的估算结果与实测单产之间的判定系数 R^2 为 0.54,散点图如图 10 所示,达到极显著水平相关,均方根误差为 811.53 kg/hm²,在模拟极端天气的情况下取得了较好的精度,有效地为种植业保险估损提供了数据支撑。

4.2.2 受灾损失程度

基于库伦地区 2015 年的玉米种植面积、干旱等级、长势和产量 4 个方面的旱情评估,根据遥感监测

与估算的结果,将干旱等级与产量估算结果作为主要评价指标综合评价受灾程度,并且结果表明,干旱等级较严重的地区产量也严重偏低,两者具有较好的一致性。

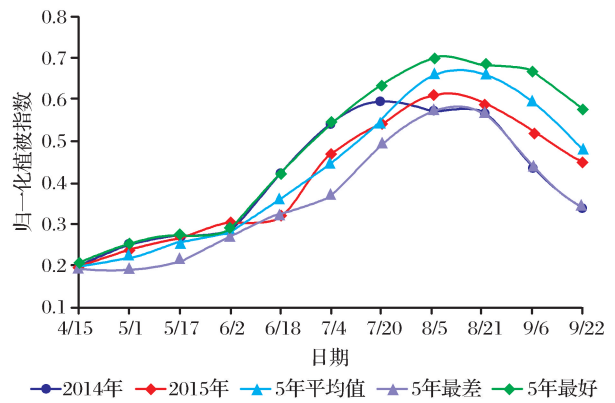


图 8 库伦旗作物长势过程分析图

Fig.8 The process analysis chart of crop growth in Kulunqi

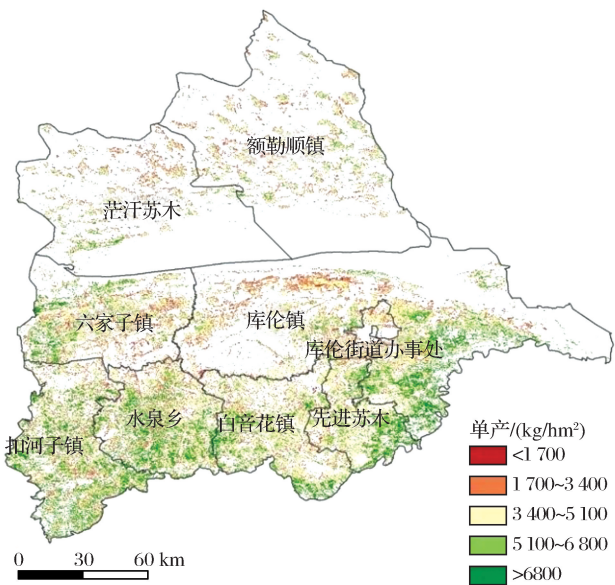


图 9 库伦旗 2015 年玉米单产监测分布图

Fig.9 Distribution map of corn yield monitoring in Kulunqi at 2015

地面调查的评估是基于作物的数个农情参数,在样地采样过程中调查了玉米的有效穗数、植株高度、疏密及粗细程度,同时采集了作物照片,采样工作由地方农业部门与种植户协助完成,根据样点的量化数据及采集照片,由采样团队成员讨论(种植户可提供往年的产量水平信息)确定受灾程度,分为轻微受灾、明显受灾、严重受灾和基本绝收 4 个等级,不同受灾等级的典型样地照片如表 4 所示。

根据地面调查的综合评价,21 个样地中 6 个为轻微受灾,4 个为明显受灾,9 个为严重受灾,两个地

块为基本绝收。将地面调查的样地受灾程度与遥感监测的受灾程度进行了对比,对比结果见表 5。

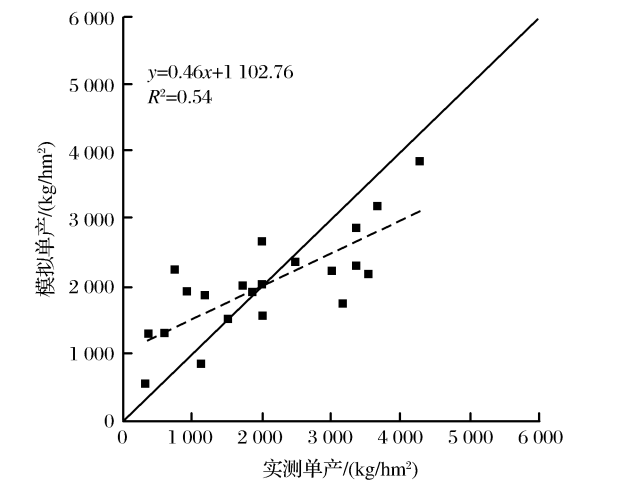


图 10 实测单产与模拟单产结果分析

Fig.10 Analysis of measured and simulated yield results

表 5 地面调查与遥感估算的受灾程度对比

Table 5 The comparison between the disaster extent of ground survey and remote sensing estimation

样点		受灾程度		样点		受灾程度	
编号	地面调查	遥感估算	编号	地面调查	遥感估算	编号	地面调查
1	轻微受灾	轻微受灾	12	轻微受灾	明显受灾		
2	明显受灾	严重受灾	13	轻微受灾	轻微受灾		
3	基本绝收	严重受灾	14	严重受灾	显受灾		
4	明显受灾	明显受灾	15	严重受灾	明显受灾		
5	明显受灾	严重受灾	16	严重受灾	严重受灾		
6	严重受灾	严重受灾	17	基本绝收	基本绝收		
7	严重受灾	严重受灾	18	轻微受灾	明显受灾		
8	明显受灾	轻微受灾	19	严重受灾	基本绝收		
9	轻微受灾	轻微受灾	20	严重受灾	严重受灾		
10	轻微受灾	轻微受灾	21	严重受灾	严重受灾		
11	严重受灾	严重受灾					

21 块样地中,有 12 块样地遥感估算的受灾程度与地面调查的受灾程度完全一致,另外 9 个地块中,有 4 个样地的遥感估算受灾程度比地面调查要轻,有 5 个样地的估算结果偏重。在 9 个有差异的样地中,估算受灾程度与地面调查受灾程度的差异均为 1 级,未出现跨级误差。总体而言,评估结果显示与地面调查评估结果较为一致,可以作为种植业保险的评价依据。

5 结 语

(1)本文分别从玉米种植面积、干旱等级、长势与产量 4 个方面分析与评价了内蒙古库伦地区的受

灾情况,并综合4个方面的分析结果进行了定性灾损评价,下一步的研究目标则是将各个指标进行定量归一化,进一步给出综合评价的定量化结果。

(2)随着遥感数据时空分辨率、光谱分辨率的提高,农情监测精度与精细度也会有一定的提高,监测精度的提高可以使灾情分析逐步细化到农田内部。精确到地块内部的评估需要基于地块属性的确定,遥感空间技术对空间定位的准确性,使得灾情分析可以落实到农户级别。

(3)气象数据分析与作物长势可以实现实时、动态监测,不仅可以作为灾情评估的参考,实时监测同时可以为农户提供信息,气象预报也可以使农户及时采取农业管理措施,做到“旱涝保收”。

(4)作物产量方面,估算精度有待进一步提高,优化模型参数,以受灾、成灾、绝收标准评估地块内部受灾情况,有待于在更广泛区域内的应用。

(5)农业的不断改革、农田的合并、面积的增大使得地面调查方式的灾情评估难以开展,遥感技术应用于农业保险的优势逐渐凸显,可以实现高效率高精度,有效解决农户与保险企业之间的信息不对称性、理赔成本和评估效率难题。推动农业保险经营模式转变,建立业务化平台将是未来灾情评估的一种趋势,逐步实现长期连续监测,灾种还应覆盖洪涝、冰雹、雨雪等,同时需要建立和完善灾情统计数据库,促进农业稳定发展,保障国家粮食安全。

参考文献(References):

- [1] Gao Wei. The Study on the Development Strategy of Agricultural Insurance in Inner Mongolia[D]. Hohhot: Inner Mongolia University, 2004. [高伟. 内蒙古农业保险发展战略研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2004.]
- [2] Shang Qiangmin. Mystery of Maize-investigation on Maize Marret of Tongliao[J]. China Grain Economy, 2015, 8: 28. [尚强民. 玉米之谜——通辽市玉米市场调查[J]. 中国粮食经济, 2015, 8: 28.]
- [3] Sai T, Wang Y, Hui X F. An Empirical Study of Agricultural Insurance-evidence from China[J]. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 2010, (1): 62-66.
- [4] Qin Haiwang. Study on the Development of Agricultural Insurance in Inner Mongolia[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2012. [秦海旺. 内蒙古农业保险发展研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.]
- [5] Tuo Guozhu. The Progress and Prospect of Agricultural Insurance in China[J]. Insurance Studies, 2013, (12): 21-29. [庾国柱. 我国农业保险的发展成就、障碍与前景[J]. 保险研究, 2013, (12): 21-29.]
- [6] Zhao Sijian, Zhang Qiao. Fine Management and Services of Agricultural Insurance under the Support of Technologies[J]. Agricultural Outlook, 2015, 11(11): 61-65. [赵思健, 张峭. 科技支撑下农业保险的精细化管理及服务[J]. 农业展望, 2015, 11(11): 61-65.]
- [7] Fu Lijuan, Gong Chunling. Drought Risk Assessment in Inner Mongolia[J]. Meteorology Journal of Inner Mongolia, 2012, (2): 11-16. [付丽娟, 宫春宁. 内蒙古地区干旱风险评估[J]. 内蒙古气象, 2012, (2): 11-16.]
- [8] Hou Lingling, Mu Yueying, Zeng Yuzhen. Empirical Analysis on the Farmers Willing of Buying Insurance Effects and Subsidies Policy of Agricultural Insurance[J]. Issues in Agricultural Economy, 2010, (4): 19-25, 110. [侯玲玲, 穆月英, 曾玉珍. 农业保险补贴政策及其对农户购买保险影响的实证分析[J]. 农业经济问题, 2010, (4): 19-25, 110.]
- [9] Liu Chunyan, Lü Ximoing. Status Analysis of Agricultural Insurance in Inner Mongolia[J]. Economic Forum, 2012, (2): 61-65. [刘春艳, 吕喜明. 内蒙古农业保险的发展状况分析[J]. 经济论坛, 2012, (2): 61-65.]
- [10] Feng Xiaojing, Gao Zhiguo, Ma Pu. Application of Weather Drought Index on Drought Monitor Evaluation in Inner Mongolia[J]. Meteorology Journal of Inner Mongolia, 2011, (5): 39-41. [冯晓晶, 高志国, 马朴. 气象干旱指标在内蒙古干旱监测评估中的应用[J]. 内蒙古气象, 2011, (5): 39-41.]
- [11] Bi Lige. Monitoring of Drought in Inner Mongolia based on MODIS[D]. Hohhot: Inner Mongolia Normal University, 2009. [毕力格. 基于 MODIS 数据的内蒙古干旱监测[D]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2009.]
- [12] Li Xinghua, Li Yunpeng, Yang Liping. Application and Evaluation of Integrated Drought Monitoring Method to Inner Mongolia[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2014, (3): 162-166. [李兴华, 李云鹏, 杨丽萍. 内蒙古干旱监测评估方法综合应用研究[J]. 干旱区资源与环境, 2014, (3): 162-166.]
- [13] Chen Xin. Application of Decision Tree Technology for Image Classification Using Remote Sensing Data[D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2006. [陈鑫. 基于决策树技术的遥感影像分类研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2006.]
- [14] Jia Kun. Research on Crop Classification with Remote Sensing Data[D]. Beijing: Institute of Remote Sensing Applications Chinese Academy of Sciences, 2011. [贾坤. 农作物遥感分类方法研究[D]. 北京: 中国科学院遥感应用研究所, 2011.]
- [15] Wang Yingjie, Liu Liangyun, Wang Zhihui. Land Covermapping based on Landsat Time-series Stacks in Sanjiang Plain[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2015, 30(5): 959-968. [王颖洁, 刘良云, 王志慧. 基于时序 Landsat 数据的三江平原植被地表类型变化遥感探测研究[J]. 遥感技术与应用, 2015, 30(5): 959-968.]
- [16] Yang Bangjie, Pei Zhiyuan. Definition of Crop Condition and Crop Monitoring Using Remote Sensing[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 1999, 15(3): 214-218. [杨邦杰, 裴志远. 农作物长势的定义与遥感监测[J]. 农业工程学报, 1999, 15(3): 214-218.]
- [17] Zou Shanghui. Some Theoretical Problems in the Estimation

of Plant Biomass and Crop Yield by Remote Sensing[J].Remote Sensing Information,1987,(4):19-20.[邹尚辉.植物生物量和作物产量遥感估算的若干理论问题[J].遥感信息,1987,(4):19-20.]

[18] Pei Zhiyuan, Yang Bangjie. Analysis of Multi-temporal and Multi-spatial Character of NDVI and Crop Condition Models Development[J].Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2000,16(5):20-22.[裴志远,杨邦杰.多时相归一化植被指数 NDVI 的时空特征提取与作物长势模型设计[J].农业工程学报,2000,16(5):20-22.]

[19] Cheng Zhiqiang, Meng Jihua. Research Advances and Perspectives on Crop Yield Estimation Models[J].Chinese Journal of Eco-Agriculture,2015,(4):402-415.[程志强,蒙继华.作物单产估算模型研究进展与展望[J].中国生态农业学报,2015,(4):402-415.]

[20] Meng Jihua. Research to Crop Growth Monitoring Indicators with Remote Sensing[D].Beijing:Institute of Remote Sensing Applications Chinese Academy of Sciences,2006.[蒙继华.农作物长势遥感监测指标研究[D].北京:中国科学院遥感应用研究所,2006.]

[21] Yang Fang. Classification of Agricultural Drought based on Historical Drought Data[D].Beijing:Chinese Academy of Agricultural Sciences,2014.[杨方.基于农业灾情的农业旱灾等级划分研究[D].北京:中国农业科学院,2014.]

Remote Sensing Application in Insurance
Loss Estimation of Farming Industry

Meng Jihua¹, Fu Wei², Xu Jin¹, Cheng Zhiqiang¹,
Dong Wenquan¹, Li Xiaosong¹, Zhao Junfeng², Li Yafang³, Mao Huihui¹
(1.Key Laboratory of Digital Earth Science, Institute of Remote Sensing and Digital Earth,
Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China ;
2.Branch of Property and Casualty Company Limited, The Inner Mongolia Autonomous Region ,
Hohhot 010010, China ; 3.China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Agricultural insurance is a policy implemented by the state in order to protect the interest of farmers, which can enhance the stability farmers' income, and mitigate the economic losses caused by disasters in areas with frequent agricultural disasters. Inner Mongolia belongs to arid and semi arid areas, which has less precipitation annually, and is subjected to drought all year round, thus it was selected as the first batch of national agricultural insurance experimental unit. As a new technology, remote sensing can monitor real-time crop growth based on crop spectrum, and it can help to provide scientific and objective evaluation of insurance claims as well as reducing claims dispute. Taking Kulunqi of Inner Mongolia, which suffered greatly to the drought, as study area, this article aim at providing support for agricultural insurance claims of Inner Mongolia based on comprehensive evaluation of four aspects. These four aspects are crop classification and planting area extraction, drought assessment, crop growth monitoring and evaluation of crop yield. The final agricultural disaster losses of planting industry at 2015 was estimated based on the combination of the four aspects. According to the validation with field sampling data, the loss estimation from remote sensing assessment is consistent with the actual degree of loss, which can be extended to other areas.

Key words: Insurance of farming industry; Remote sensing; Drought monitoring

引 用 格 式:Wang Zhenzhan,Dong Shuai,Yin Xiaobin,*et al.*Analysis of Active Microwave Cold Noise Source: Principles,and Applications[J].Remote Sensing Technology and Application,2017,32(2):247-254.[王振占,董帅,殷晓斌,等.有源微波冷噪声源的原理及其应用分析[J].遥感技术与应用,2017,32(2):247-254.]
doi:10.11873/j.issn.1004-0323.2017.2.0247

有源微波冷噪声源的原理及其应用分析

王振占¹,董 帅^{1,2},殷晓斌¹,陆 浩¹,李 彬¹

(1.中国科学院国家空间科学中心微波遥技术重点实验室,北京 100190;
2.中国科学院大学,北京 100190)

摘要:有源微波冷噪声源是一种新型微波噪声源部件,其以场效应管作为核心噪声发生元件,能够在常温环境下输出极低的噪声温度,是为微波辐射计提供低温定标参考点的理想装置。在介绍国内外有源微波冷噪声源技术发展现状和特点的基础上,分析了有源微波冷噪声源的工作原理和关键技术。提出了一种有源微波冷噪声源设计方法,重点分析了设计过程中的关键环节对噪声源性能产生的影响。采用 pHEMT 型场效应管研制了 L 波段有源微波冷噪声源器件,并给出了有源微波冷噪声源作为微波辐射计噪声源的应用方案。

关 键 词:有源微波冷噪声源;微波辐射计定标;低温噪声测量

中图分类号:TP732.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-0323(2017)02-0247-08

1 引 言

微波噪声源是一种可在特定频带内输出具有稳定的噪声功率和均匀的功率谱密度的装置,其可以作为微波测量的噪声参考标准向系统馈入精确已知的微波噪声,在辐射计天线系统及接收机定标、放大器参数测量、噪声检测及射电天文中有着不可缺少的作用。

现有微波噪声源主要分自然噪声源和人造噪声源两类。自然噪声源是自然界中的稳定辐射体,典型代表是宇宙微波背景辐射,这类自然噪声源受到大气辐射传输影响,多数情况下只适用于天基设备,而不适用于陆基和海基设备。另一方面,传统的人造微波噪声源,主要包括电阻性匹配负载、饱和二极管、固态二极管、气体放电管、雪崩二极管(IM-PATT)、微波黑体等^[1-2]。以上各类人造微波噪声源的问题是,其所提供的噪声温度均高于使用时的环境温度,因此,相对于环境,这些噪声源均为“高

温”噪声源。

由于上述传统微波噪声源的弊端,一种有源微波冷噪声源近年来引起了广泛的重视。这种新型微波噪声源在 20 世纪 80 年代由美国学者第一次提出,其以场效应管(FET)作为核心器件,能够向外部系统输出比其所在环境温度低多的噪声温度。在微波辐射计遥感、射电天文领域中,需要对低亮温目标进行高精度定量观测,因而需要在低温段对接收机系统精确定标。这种有源微波冷噪声源的出现大大降低了接收机系统获取“低温”噪声的难度,弥补了传统微波噪声源在低温段的使用弊端,可作为微波辐射计等设备的低温定标参考点。

2 有源微波冷噪声源技术发展历程及现状

对有源微波冷噪声源的研究最早始于 1981 年。根据 FET 的等效电路模型,FET 输入阻抗的表现

收稿日期:2015-10-28;修订日期:2017-02-23
基金项目:国家自然科学基金项目(61501433)。
作者简介:王振占(1969—),男,河北青龙人,研究员,主要从事微波遥感新技术及应用技术研究。E-mail:wangzhenzhan@mirslab.cn。
通讯作者:董 帅(1988—),男,山东烟台人,博士研究生,主要从事微波辐射计定标技术研究。E-mail:dongshuaihy@sina.com。