

李丹,李云鹏,刘朋涛. 内蒙古近30 a 气象灾害时空变化特征[J]. 干旱气象, 2016, 34(4): 663-669. [LI Dan, LI Yunpeng, LIU Pengtao. Temporal and Spatial Variation Characteristics of Meteorological Disasters in Inner Mongolia from 1983 to 2013[J]. Journal of Arid Meteorology, 2016, 34(4): 663-669], DOI:10.11755/j.issn.1006-7639(2016)-04-0663

内蒙古近30 a 气象灾害时空变化特征

李丹,李云鹏,刘朋涛

(内蒙古自治区生态与农业气象中心, 内蒙古 呼和浩特 010051)

摘要:利用内蒙古1983—2013年气象灾害资料,采用Mann-Kendall检验、线性倾向估计等统计方法对内蒙古气象灾害造成的损失及7种主要气象灾害发生频次的时空分布特征进行分析。结果表明:(1)灾害发生频次变化趋势具有上升性;(2)时间分布上具有重叠交错性;(3)突变特征具有不同步性;(4)空间分布上具有地域差异性。其中内蒙古东部的偏东地区是气象灾害发生频次最高也是直接经济损失最大的地区。

关键词:气象灾害;时空变化;内蒙古

文章编号:1006-7639(2016)-04-0663-07 DOI:10.11755/j.issn.1006-7639(2016)-04-0663

中图分类号:P429

文献标识码:A

引言

近年来,在全球气候变化背景下,各类极端天气事件逐渐增多,气象灾害的多样性、突发性、极端性日显突出,且多变性、关联性和难以预见性更加明显。据统计,我国每年因各种气象灾害造成的经济损失约占国民生产总值(GDP)的3%~6%^[1],占全部自然灾害损失的70%以上^[2]。内蒙古自治区地处东亚季风气候和中亚大陆性气候边缘地带,经常同时受到多种天气系统的影响,天气多变^[3]。干旱、雪灾、森林和草原火灾、沙尘暴、洪涝、低温冷害、病虫害、风雹等气象灾害频繁发生。分析内蒙古气象灾害时空分布特征是认识灾情,进行灾害区划,开展灾害预测,制定防治对策的基础,这对于防御农牧业气象灾害、提高防灾减灾能力,保障农牧业生产具有重要意义。

1 资料与方法

所用资料为内蒙古1983—2013年历史灾害灾情普查数据和《内蒙古统计年鉴》,灾情数据以旗(县)为统计单元,主要来源于民政局、畜牧局、气象局、旗(县)志、史志及《中国气象灾害大典:内蒙古

卷》。

气象灾害发生的频率和损失程度是表征其影响的2个关键维度。其中损失程度的大小采用直接经济损失和死亡人口的绝对值和相对值来表征。本文基于发生频次和损失程度2个指标,采用Mann-Kendall(M-K)检验、线性倾向估计等方法,统计分析了近31 a内蒙古气象灾害变化趋势、年内分布及突变特征,并在ArcGIS环境下,实现灾害发生频次的空间化特征。

2 内蒙古气象灾害概况

气象灾害普查涉及的有内蒙古自治区境内的洪涝、干旱、雪灾、沙尘暴、冰雹、高温热浪、低温冷害、森林草原火灾、大风、病虫害、雷电、凌汛、大雾等14大类。据统计,1983—2013年发生了5 811次气象灾害事件,共造成1 175人死亡(包括失踪人口)和1 652.42亿元(2013年的人民币价格)的直接经济损失。

2.1 气象灾害损失程度和发生频次的年代际变化

表1是1983—2013年内蒙古气象灾害灾情统计。可看出,内蒙古气象灾害造成的死亡人口逐年

收稿日期:2016-01-25;改回日期:2016-05-05

基金项目:内蒙古气象局青年科技项目“雪灾对内蒙古牧区草地畜牧业的影响”(nmqnx201513)、社会公益性行业(气象)科研专项“气候变化背景下北方主要旱地作物脆弱性及其评价技术”(GYHY201506016)和内蒙古科技厅计划项目“基于多源卫星遥感的内蒙古干旱监测预警研究”共同资助

作者简介:李丹(1982-),女,工程师,双硕士,主要从事生态学和公共气象服务等方面研究。E-mail:40342051@qq.com

代下降,年平均值从 1980 年代的 56 人下降至 1990 年代的 32 人,2000—2013 年再次下降到 27 人;百万人口死亡率也呈下降趋势,从 1980 年代的 3 人持续下降到 2000—2013 年的 1 人。气象灾害直接经济损失绝对值从 1980 年代的年平均 35.13 亿元持续上升至 2000—2013 年的 71.14 亿元,增长了 2.03 倍,但直接经济损失占 GDP 的比率却呈下降趋势,年平均值从 1980 年代的 16.8% 持续下降至 2000 年

以来的 1.1%。气象灾害发生频次呈逐年代上升,年均值从 1980 年代的 157 次持续上升至 1990 年代的 182 次,2000 年以来的 230 次,比 1980 年代增长了近 1.5 倍。可见,随着社会经济的快速发展,极端天气事件逐渐增多,但灾害造成的死亡人口数和直接经济损失占 GDP 的比率却持续减少,从侧面也反映出内蒙古人民和政府防灾、抗灾、减灾能力的增强。

表 1 1983—2013 年内蒙古气象灾害灾情统计

Tab. 1 Statistics of meteorological disasters in Inner Mongolia during 1983 - 2013

时段	损失程度				发生频次 年平均值/次
	死亡人数 平均值/人	百万人口死亡率 年平均值/人	直接经济损失 年平均值/亿元	GDP 损失率 年平均值/%	
1983—1990 年	56	3	35.13	16.8	157
1991—2000 年	32	2	44.65	4.8	182
2001—2013 年	27	1	71.14	1.1	230

注:直接经济损失折算为 2013 年价格

2.2 气象灾害损失程度和发生频次的空间分布

从气象灾害造成的直接经济损失空间分布来看(图 1a),内蒙古气象灾害经济损失存在很强的地域性,呼伦贝尔市东部、兴安盟南部、通辽、赤峰大部、巴彦淖尔市南部、鄂尔多斯市东北部最严重,累计经济损失达 16~55 亿元。上述区域大部分是内蒙古地区的主要农业种植区,而牧业区经济损失相对较小。从灾害发生频次看(图 1b),呼伦贝尔市境内大兴安岭东麓的农业种植区和西麓的 2 个牧业

旗、兴安盟南部的农牧交错带、赤峰北部的农牧交错带及南部的农业区是灾害的高发区,其中牧业区以干旱、雪灾为主,农业区以干旱、洪涝、低温冷害为主。结合图 1a 和图 1b 发现,灾害频发造成的直接经济损失严重的区域主要分布在内蒙古东部偏东地区,包括鄂伦春自治旗、莫力达瓦旗、科尔沁右翼中旗、阿鲁科尔沁旗、巴林左旗、巴林右旗、翁牛特旗、赤峰市、喀喇沁旗、敖汉旗等。

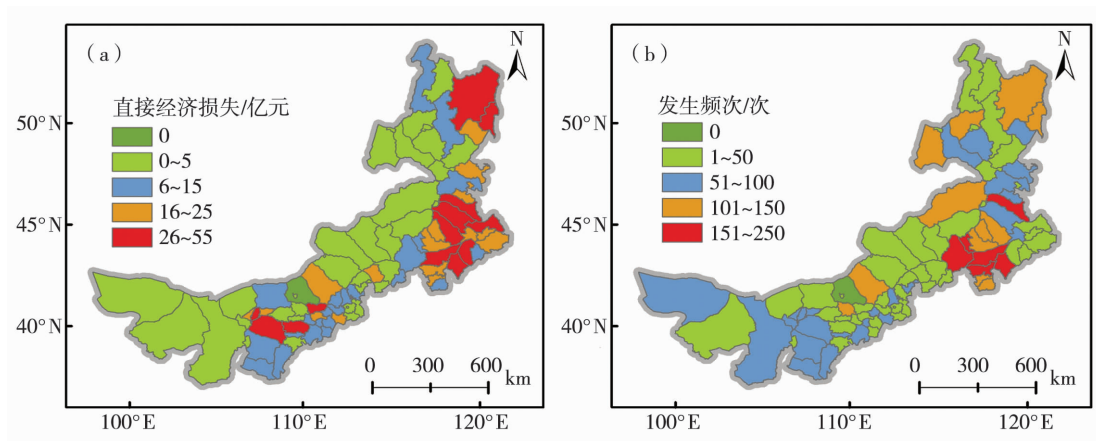


图 1 1983—2013 年内蒙古气象灾害直接经济损失 (a) 和发生频次 (b) 的空间分布

Fig. 1 The spatial distribution of direct economic losses (a) and occurrence frequency (b) of meteorological disasters in Inner Mongolia during 1983 - 2013

3 主要气象灾害的时空变化

经统计,1983—2013 年内蒙古自治区气象灾害发生频次前三位的是洪涝、冰雹和干旱,发生频率分别为 24.8%、23.3% 和 16.5%。干旱虽发生频次少于洪涝和冰雹,但造成的直接经济损失最重(431 万元),其比重是其他类农业气象灾害总和的近 2.5 倍,且仍有加重趋势^[4];洪涝和冰雹灾害造成的直接经济损失分别为 342 万元和 172 万元。造成死亡人口前三位的是洪涝、雷电和冰雹,31 a 来累计死亡人口分别为 796 人、112 人和 101 人。可见,内蒙古地区不同灾种的发生频率及造成的经济损失和死亡人口差异较大,故而统计分析 7 种主要的气象灾害 1983—2013 年发生频次的时

空分布及突变特征。

3.1 年内变化特征

对内蒙古自治区近 31 a 主要的气象灾害发生时段统计发现(图 2),各灾害发生频次年内各月分布特征差异明显。干旱作为内蒙古最常见的气象灾害全年各月都有发生,主要集中在 3—9 月,占全年发生总次数的 81.2% (图 2a)。此时正值农作物及牧草的生长季^[5],干旱使植株发育期推迟、发育不良甚至出现退化现象,造成粮食减产、牧草生物量降低,进而使生物多样性减少,草场载畜能力降低。持续干旱会使地下水位下降,湖泊、河流出现断流的现象。10 月—翌年 2 月的干旱易造成牲畜饮水困难,形成黑灾。

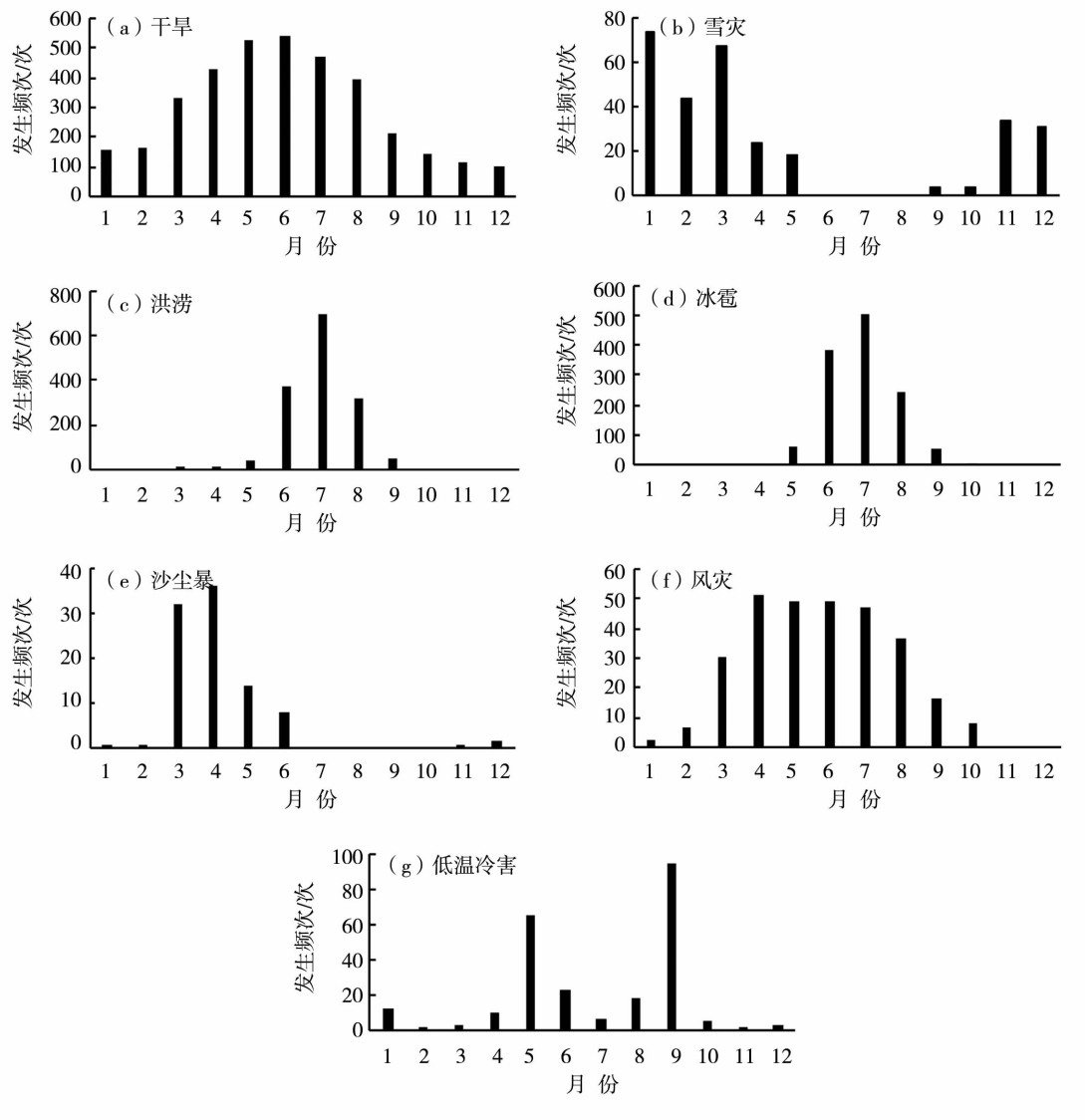


图2 1983—2013 年内蒙古主要气象灾害发生频次的月分布特征

Fig.2 The monthly distributions of occurrence frequency of main meteorological disasters in Inner Mongolia during 1983 - 2013

雪灾频发时段为当年 11 月—翌年 3 月(图 2b), 占全年的 83.3%, 是内蒙古牧区冬春季节最严重的气象灾害之一, 主要表现在雪灾发生时, 积雪掩埋草场, 牲畜得不到草料补充, 仔畜死亡率增高。农作物也因环境温度过低而受损以致减产。此外, 雪灾还妨碍交通、压损棚舍等^[6]。

洪涝和冰雹作为内蒙古发生频次最高的 2 种气象灾害的年内变化特征相近(图 2c、图 2d), 多发生在夏季 6—8 月主汛期, 占全年的 90% 以上。其中以 7 月发生频次最高, 对农区作物正常生长、牧区的接羔保育、家畜的膘情、饲养管理造成不利影响, 暴雨、洪涝还会引起交通阻塞。

沙尘暴主要发生在春季的 3—5 月(图 2e), 占全年的 86.3%。沙尘暴发生时, 大量沙尘覆盖在植株叶片上, 影响植物光合作用, 造成植物生物量降低。沙尘暴还会使土壤风蚀和荒漠化现象加剧, 甚至威胁牲畜和人类自身的健康和安全。

风灾年内主要发生在春季和夏季(图 2f), 春季大风相伴寒潮降温和暴雪, 对农作物及农业设施造成损害。大风会折断作物出苗期的幼苗, 影响花期授粉, 成熟前造成植株倒伏, 吹落果实, 造成粮食减产及利于病虫害的传播。

低温冷害以春末和初秋季节为主(图 2g), 春季低温冷害主要发生在 5 月, 对农牧业的影响相对较轻, 此时农作物正处于出苗期, 尚有再恢复的可能性, 以及可采取补种等一些补救措施; 秋季低温冷害集中发生在 9 月, 此时农作物尚未成熟, 遭遇霜冻将直接影响粮食产量, 灾害较重。

3.2 突变特征

用 Mann-Kendall 方法对内蒙古 7 种主要气象灾害 1983—2013 年发生频次的突变特征进行检验(图 3), 给定显著水平 $U_{0.05} = \pm 1.96$, $U_{0.01} = \pm 2.56$ 。可以看出, 干旱发生频次在 1983—1993 年间变化不明显(图 3a), 1994 年后有非常明显的增长趋势, 并在 2006 年通过了 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验; 雪灾发生频次在 1998 年以前波动变化, 之后呈明显上升趋势(图 3b), 并超过了 1.96 的信度线, UF 和 UB 曲线在 1998 年前后相交于 2 条信度线内, 说明这个时期发生突变; 洪涝灾害前期变化不明显, 2000 年以后呈明显上升趋势, 并在 2011 年发生突变(图 3c); 冰雹灾害发生频次前期变化不明显, 2008 年以后有极显著增加趋势, 并在 2009 年发生突变(图 3d); 沙尘暴发生频次总体呈上升趋势, 并达到极显著水平, 1995 年是突变点(图 3e); 风灾突变检验中(图略),

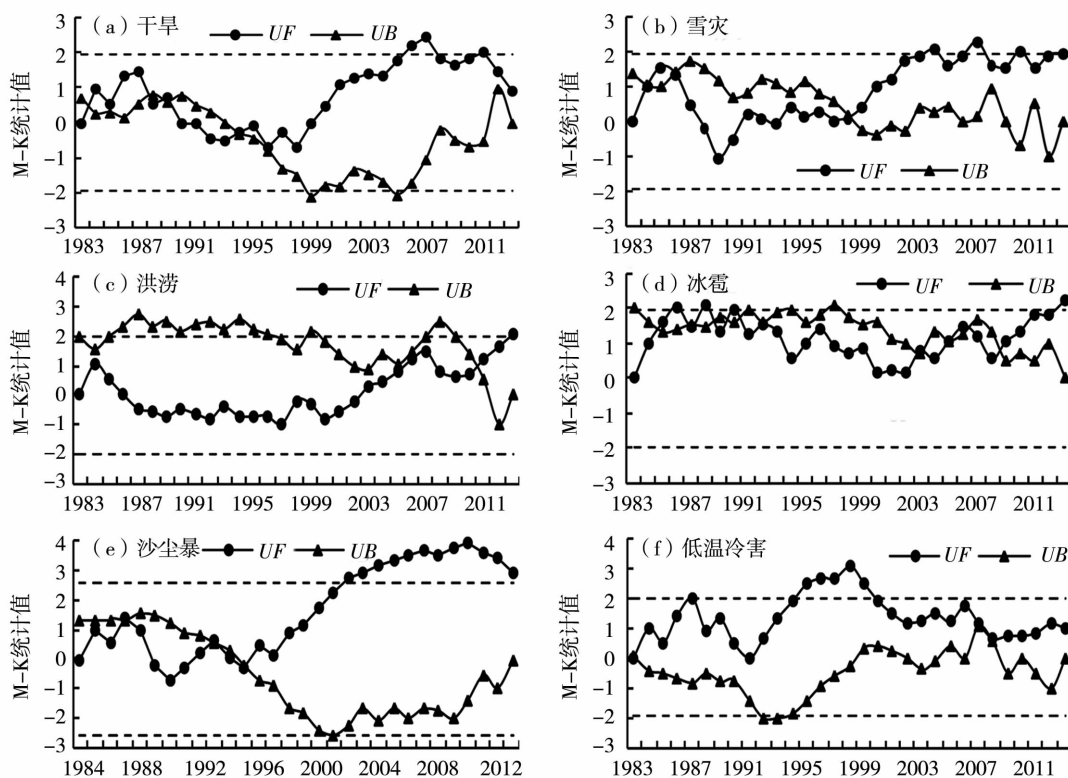


图 3 1983—2013 年内蒙古主要气象灾害发生频次的 M-K 检验

Fig. 3 The M-K test of main meteorological disasters frequency in Inner Mongolia during 1983-2013

UF 和 UB 曲线有交点,但交点之后的 UF 曲线未通过信度线,说明风灾发生次数变化趋势不明显;低温冷害发生次数除了在 1980 年代前期和 1990 年代表现明显上升,其余时段是下降趋势,无突变点(图 3f)。

3.3 空间分布特征

内蒙古自治区 7 种主要的气象灾害发生频次呈现明显的地域性差异(图 4)。干旱是内蒙古持续时间最长、发生较频繁、危害最重、影响范围最广的气

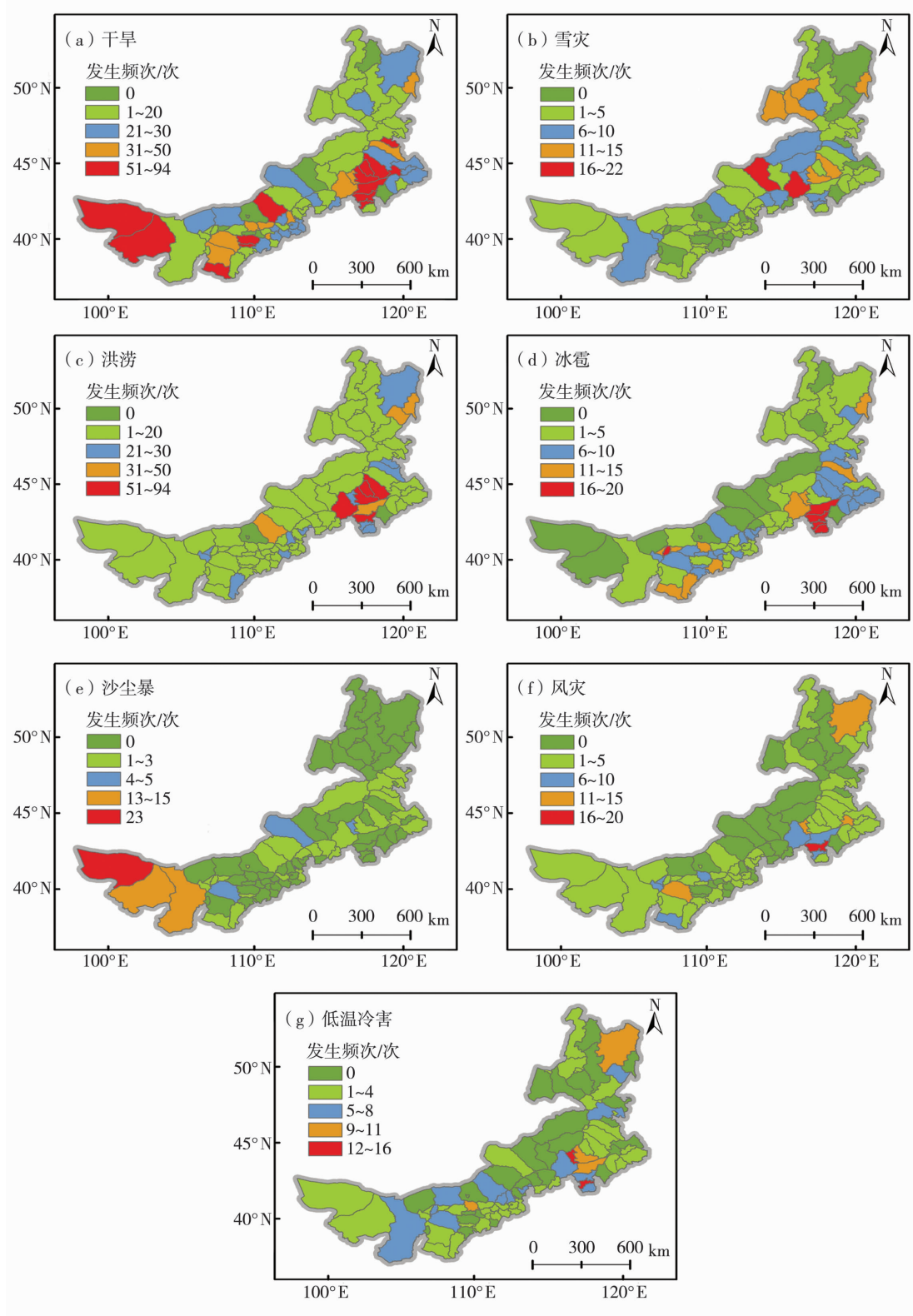


图4 1983—2013 年内蒙古主要气象灾害累计发生频次空间分布

Fig.4 The spatial distribution of main meteorological disasters frequency in Inner Mongolia during 1983 – 2013

象灾害^[7-8],在所有气象灾害造成的经济损失中位居第一^[9]。由图 4a 可知,近 31 a 来内蒙古的 91 个旗(县)中有 83 个发生过干旱,发生范围超过 91%,其中农区旱情发生概率为 94%,牧区旱情发生概率为 98%。其中干旱频发区(15 次以上)主要集中在呼伦贝尔市的莫力达瓦旗、兴安盟的突泉县和科尔沁右翼中旗、通辽市开鲁县、赤峰市大部、乌兰察布市的四子王旗和察哈尔右翼后旗、包头市的固阳县、呼和浩特市武川和托克托县、鄂尔多斯市大部、阿拉善盟中西部。那音太^[10]基于 SPI 指数对近 50 a 来内蒙古干旱特征分析发现,内蒙古东部和中部总体干旱强度增加,西部减少但不明显。干旱使内蒙古中东部农牧交错带植被退化明显,西部则属于永久性的干旱区,阿拉善盟全年平均降水量仅 113 mm,整个生长季都处于重旱以上^[11]。

雪灾发生范围相对于干旱小的多(图 4b),频发区主要集中在内蒙古东部区,包括呼伦贝尔市的陈巴尔虎旗、新巴尔虎左旗、新巴尔虎右旗、莫力达瓦达斡尔族自治旗,锡林郭勒盟的阿巴嘎旗和赤峰市的阿鲁科尔沁旗、巴林右旗、克什克腾旗等。其中,仅莫力达瓦达斡尔族自治旗以农为主,其他旗(县)均属于牧业旗(县),可见,雪灾对牧区的危害和影响更大。内蒙古牧区雪灾具有分布集中、发生频率高、季节性强、影响范围广等特点^[12-13],牧区雪灾影响冬季放牧,成为制约内蒙古牧区畜牧业持续发展的重要致灾因子^[14]。

洪涝是内蒙古地区夏季发生频次最高的气象灾害(图 4c),呼伦贝尔市东部、赤峰大部等农业区是洪涝灾害的频发区。夏季农、林区强对流天气过程频繁,部分地区雨量大而集中,造成农田积水、山洪爆发、河水泛滥、淹没农田、毁坏农舍和农业设施。农作物遭受涝灾主要表现为植株被淹、倒伏或被冲走,进而使其产量受损^[15]。

冰雹天气的出现受地形地貌影响很大,局地性很强(图 4d)。内蒙古雹灾空间分布规律比较明显,基本上都分布在内蒙古的东南部。落区主要在赤峰市中南部的冀北山地和巴彦淖尔市南部,即阴山山脉以南的河套平原,且“雹源地带”主要集中在赤峰市中南部的农区和巴彦淖尔市临河农区。雹灾具有突发性强、破坏性大的特点,对农牧业尤其农业生产危害很大,主要表现在植株叶片受损、折枝断穗、颗粒无收甚至打伤人畜。目前采取的人工防雹措施对承灾体免受、少受灾害威胁起到了积极作用^[16]。

沙尘暴的发生区域相对较小(图 4e)。沙尘暴的频发区主要集中在内蒙古中西部,其中阿拉善盟

是沙尘暴的高发区,且发生频次由东向西逐渐递增。由于内蒙古中西部地区特殊的下垫面条件,加之太阳辐射大,气温上升快,植被覆盖少且疏松的地表在遇到强冷空气引发的大风时就会产生沙尘暴。有学者研究表明沙尘暴的频发除了与风场、流场有关^[17],还与高空锋区的强度变化有关^[18]。

风灾和低温冷害相对前几种气象灾害发生频次较少(图 4f、图 4g),风灾主要发生在内蒙古东部的东南地区和西部地区,尤以鄂伦春自治旗、开鲁县、赤峰市部分地区和杭锦旗居多。低温冷害主要发生在鄂伦春自治旗、巴林右旗、林西县、翁牛特旗、喀喇沁旗、以及固阳县这 6 个以农为主的旗(县)。在农牧交错地带,低温冷害对东部地区的农牧业生产影响明显高于西部地区^[19]。

4 结 论

(1)变化趋势具有上升性。近 31 a 年内蒙古气象灾害造成的死亡人口绝对值和相对值均呈下降趋势;直接经济损失绝对值(相对值下降趋势)和灾害发生频次呈明显上升趋势。在单个灾种变化趋势研究中发现,干旱、雪灾、暴雨洪涝、冰雹、沙尘暴均有明显上升趋势。

(2)时间分布上具有重叠交错性。对主要气象灾害年内发生时段进行统计,发现内蒙古地区各月均有气象灾害发生,各种灾害的发生时段存在重叠交错性。气象灾害发生频次,洪涝 > 冰雹 > 干旱;灾害造成的直接经济损失,干旱 > 洪涝 > 冰雹;造成死亡人口,洪涝 > 雷电 > 冰雹。

(3)突变特征具有不同步性。干旱发生频次在 1994 年后有明显增长趋势,并在 2006 年通过了 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验,突变年份为 1994 年;雪灾发生频次呈现明显上升趋势,在 1998 年前后发生突变;洪涝 2000 年以后呈明显上升趋势,并在 2011 年发生突变;冰雹 2008 年以后有极显著的增加趋势,并在 2009 年发生突变;沙尘暴发生频次总体呈上升趋势,并在 1995 年发生突变;风灾和低温冻害发生频次变化趋势不明显,无突变点。

(4)空间分布上具有地域差异性。从气象灾害造成的直接经济损失空间分布来看,呼伦贝尔市东部、通辽、赤峰大部、鄂尔多斯市北部等农业区经济损失最严重。从灾害发生频次看,呼伦贝尔市境内大兴安岭东麓的农业区和西麓的牧业四旗、兴安盟的农牧交错带、赤峰北部的农牧交错带及南部的农业区是灾害的高发区。其中内蒙古东部的偏东地区是气象灾害发生频次最高也是直接经济损失最大的

地区。主要气象灾害中,干旱频发区主要集中在呼伦贝尔市局部、兴安盟南部、通辽市局部、赤峰市大部、乌兰察布市北部、包头市中部、呼和浩特市局部、鄂尔多斯市大部、阿拉善盟中西部;雪灾频发区主要集中在内蒙古东部区,包括呼伦贝尔市西部、锡林郭勒盟中部和赤峰市北部;呼伦贝尔市东部、赤峰大部等农业区是洪涝灾害的频发区;雹灾落区主要在赤峰市中南部的冀北山地和巴彦淖尔市南部;沙尘暴的频发区主要集中在内蒙古中西部,且发生频次由东向西逐渐递增;风灾主要发生在内蒙古东部的东南地区和西部地区;低温冷害主要发生在呼伦贝尔市东部、赤峰市大部和包头市西南部。

参考文献

- [1] 张倩,赵艳霞,王春乙. 我国主要农业气象灾害指标研究进展[J]. 自然灾害学报,2010,19(6):40-54.
- [2] 刘彤,闫天池. 我国的主要气象灾害及其经济损失[J]. 自然灾害学报,2011,20(2):90-95.
- [3] 宫春宁,付丽娟. 内蒙古气象灾害预警及灾情评估研究[A]. 第28届中国气象学会年会—S11 气象与现代农业[C]. 中国气象学会,2011.7.
- [4] 郝慧梅,任志远. 内蒙古自治区农牧业自然灾害特征分析[J]. 灾害学,2005,20(1):58-61.
- [5] 张建军,盛绍学,王晓东. 安徽省夏玉米生长季干旱时空特征分析[J]. 干旱气象,2014,32(2):163-168.
- [6] 李海红,李锡,福张海,等. 中国牧区雪灾等级指标研究[J]. 青海气象,2006(1):24-27,38.
- [7] 沈建国. 中国气象灾害大典·内蒙古卷[M]. 北京:气象出版社,2008.1-89.
- [8] 李曼,王跃红,王婷,等. 包头极端天气对农牧业的影响与对策[J]. 北京农业,2014(27):174-175.
- [9] Han P, Wang P X, Zhang S Y, et al. Drought forecasting based on the remote sensing data using ARIMA models[J]. Mathematical and Computer Modelling, 2009,51(11):1398-1403.
- [10] 那音太. 基于SPI指数的近50 a 内蒙古地区干旱特征分析[J]. 干旱区资源与环境,2015(5):161-166.
- [11] 胡琦,潘学标,邵长秀. 内蒙古作物生长季降水资源空间分布及月尺度旱情特征分析[J]. 干旱区资源与环境,2014(10):61-67.
- [12] 宫德吉,李彰俊. 内蒙古大(暴)雪与白灾的气候学特征[J]. 气象,2000(12):24-28.
- [13] 郝璐,高景民,杨春燕. 草地畜牧业雪灾灾害系统及减灾对策研究[J]. 草业科学,2006,23(6):48-54.
- [14] 郝璐,王静爱,史培军,等. 草地畜牧业雪灾脆弱性评价—以内蒙古牧区为例[J]. 自然灾害学报,2003,12(2):51-57.
- [15] 巨克英. 近27年来青海省气象灾害损失初步分析[J]. 青海气象,2012(3):2-5.
- [16] 董鹏捷,王建捷. 北京地区冰雹灾害风险评估模型及风险区划[J]. 暴雨灾害,2012,31(1):29-34.
- [17] 王伏村,付双喜,张德玉,等. 一次雷暴大风引发的强沙尘暴天气的中尺度系统分析[J]. 干旱气象,2014,32(6):954-961.
- [18] 曾淑玲,程一帆,王式功,等. 我国西北和内蒙古地区春季沙尘暴的年代际变化及原因探析[J]. 中国沙漠,2010(5):1200-1206.
- [19] 白美兰,郝润全,侯琼. 内蒙古典型农牧交错区孕灾环境特征及气象灾害风险辨识[J]. 干旱地区农业研究,2006,24(4):149-154.

Temporal and Spatial Variation Characteristics of Meteorological Disasters in Inner Mongolia from 1983 to 2013

LI Dan, LI Yunpeng, LIU Pengtao

(Inner Mongolia Ecological and Agricultural Meteorological Center, Hohhot 010051, China)

Abstract: Based on the meteorological disasters data in Inner Mongolia from 1983 to 2013, the spatial and temporal distribution characteristics of the losses caused by meteorological disasters and the main seven disasters occurrence frequency were analyzed by using Mann-Kendall test and linear tendency estimation method. The results are as follows: (1) The change trend of occurrence frequency of all meteorological disasters was rising in Inner Mongolia during 1983-2013. (2) The temporal distributions of main meteorological disasters were overlapping. (3) The mutations of main meteorological disasters were asynchrony. (4) The spatial distribution of main meteorological disasters in Inner Mongolia had obvious regional difference. The frequency of meteorological disasters in the east regions in eastern Inner Mongolia was the highest and the direct economic loss was the largest, which was closely related to the agricultural planting structure, sensitive crop development stage, complicate landform and terrain, changeable landuse type and unique atmospheric circulation.

Key words: meteorological disaster; temporal and spatial variation; Inner Mongolia