

阎琦,陈妮娜,田莉,等. 辽宁设施农业致灾暴雪时空分布及天气学模型[J]. 江苏农业科学,2016,44(1):373-376.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.01.108

辽宁设施农业致灾暴雪时空分布及天气学模型

阎琦¹,陈妮娜²,田莉¹,陆井龙¹,李爽¹,黄阁¹

(1. 沈阳中心气象台,辽宁沈阳 110166;2. 辽宁省气象灾害监测预警中心,辽宁沈阳 110166)

摘要:利用1960—2014年辽宁省50个气象站逐日降水、雪深资料和NCEP再分析资料,对辽宁省设施农业暴雪垮棚过程的时空分布特征及天气形势进行分析。结果表明,近55年辽宁单站暴雪垮棚过程总频次呈现自东向西减少的空间分布特征,东部的本溪、抚顺东部、丹东北部最多出现18次以上,辽宁西部在6次以下,中部地区在6~18次之间;暴雪垮棚过程中月频次2月最多,其次是3月和11月,最少的是12月和1月,暴雪垮棚过程年频次存在14、9、5、3年的变化周期;辽宁暴雪垮棚过程按照海平面气压场分为倒槽型、黄河气旋型和江淮气旋型3类天气学模型。

关键词:设施农业;暴雪垮棚过程;时空分布;天气学模型

中图分类号: S427;S165⁺.25 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)01-0373-04

辽宁地区设施农业发展迅速,以日光温室和塑料大棚为主,2011年辽宁设施农业面积已达50.53万hm²,2012年增长至66.67万hm²,占辽宁种植面积的1/6,居全国第一。设施农业已成为辽宁地区抗灾避灾、农业增效和农民增收的优势主导产业,所以设施农业气象预报已成为气象为农服务的重点之一。辽宁省地处欧亚大陆东岸,中纬度地带,属温带大陆季风气候,冬季寒冷期长,多暴风雪天气。近年来,辽宁地区频发暴雪极端事件,初春或秋末还会出现湿雪或雨夹雪等高影响天气,会造成暴雪垮棚事件,对设施农业生产影响显著。2007年3月3—5日暴雪垮棚过程中,辽宁省有448 536栋冷暖气大棚倒塌或严重受损,经济损失约为48.11亿元。几乎每年都有不同程度暴雪垮棚事件发生,因此加强暴雪垮棚预报技术研究、提高暴雪垮棚天气预报准确率,对气象为农服务提供科技支撑具有一定的经济效益。目前,关于天气条件对农业影响的分析较多^[1-5],但在暴雪垮棚方面的研究却比较少,因此加强暴雪垮棚方面的研究对适应辽宁地区设施农业发展的需求具有重要意义。本试验在前期研究的基础上,利用辽宁地区50个基准站1960—2014年逐日降水、雪深资料、NCEP再分析资料对暴雪垮棚天气过程的天气形势进行分型研究,建立短期预报的天气学模型,以期为暴雪垮棚预报提供参考依据,更好地为农业生产服务。

1 材料与方法

1.1 材料

选取辽宁50个基本气象站1960—2014年共55年10月至翌年4月的逐日降水、雪深资料,分析辽宁暴雪垮棚过程时

空分布特征。所用资料由辽宁省沈阳区域气候中心提供。应用NCEP(2.5°×2.5°)再分析资料对暴雪垮棚过程天气形势进行分型研究。

1.2 暴雪垮棚过程的标准

根据实际暴雪垮棚发生时的辽宁暴雪资料,中国气象局沈阳大气环境研究所通过试验确定暴雪垮棚指标,结果见表1。目前该指标也是沈阳中心气象台业务应用指标,将每年10月至翌年4月出现雪深大于温室坡度角小于30°垮棚的雪深指标的过程取作暴雪垮棚过程。按上述标准,统计各站的暴雪垮棚过程时间、频次资料。

表1 日光温室暴雪垮棚指标

温室坡度角	雪深(cm)	
	12月至翌年1月	10月、11月, 翌年2月、3月、4月
<30°	17	9
30°~<35°	22	11
35°~<40°	29	14
40°~<45°	43	22
>45°	87	43

2 结果与分析

2.1 设施农业致灾暴雪过程的时空分布特征

2.1.1 单站暴雪垮棚过程频次空间分布 对于某测站来讲,冬季12月至翌年1月出现雪深大于17 cm或10—11月和2—4月期间出现雪深大于9 cm的降雪时,就计该测站出现暴雪垮棚过程1次,统计出1960—2014年辽宁单站暴雪垮棚总频次,结果见图1。近55年辽宁单站暴雪垮棚频次时空变化情况是:11月总频次在辽宁东北部最大,达6~8次,其他大部分地区在2次以下;12月、1月总频次最多的海城、大石桥、东港出现2次暴雪垮棚过程,朝阳、锦州、葫芦岛大部分地区没有出现暴雪垮棚过程,其他地区为1次;2月总频次呈现自东向西减少的空间分布特征,东部的本溪、抚顺东部、丹东北部最多出现10次以上,辽宁西部在4次以下,中部地区在4~10次之间;3月总频次大值中心位于丹东北部,为6~8次,其他地区2~6次;10月、4月没有出现暴雪垮棚过程。

收稿日期:2014-12-30

基金项目:公益性行业(气象)科研专项(编号:GYHY201206024);中国气象局预报员专项(编号:CMAYBY2014-012);辽宁省科技厅农业攻关及成果产业化项目(编号:2014210003)。

作者简介:阎琦(1974—),女,辽宁法库人,高级工程师,主要从事短期天气预报及诊断分析。E-mail: yq_mete@163.com。

通信作者:陈妮娜,山东安丘人,博士,工程师,主要从事应用气象及灾害评估研究。E-mail: ninachen_yu@163.com。

近55年辽宁单站暴雪垮棚过程总频次呈现自东向西减少的空间分布特征,东部的本溪、抚顺东部、丹东北部最多出

现18次以上,辽宁西部在6次以下,中部地区在6~18次之间(图1)。

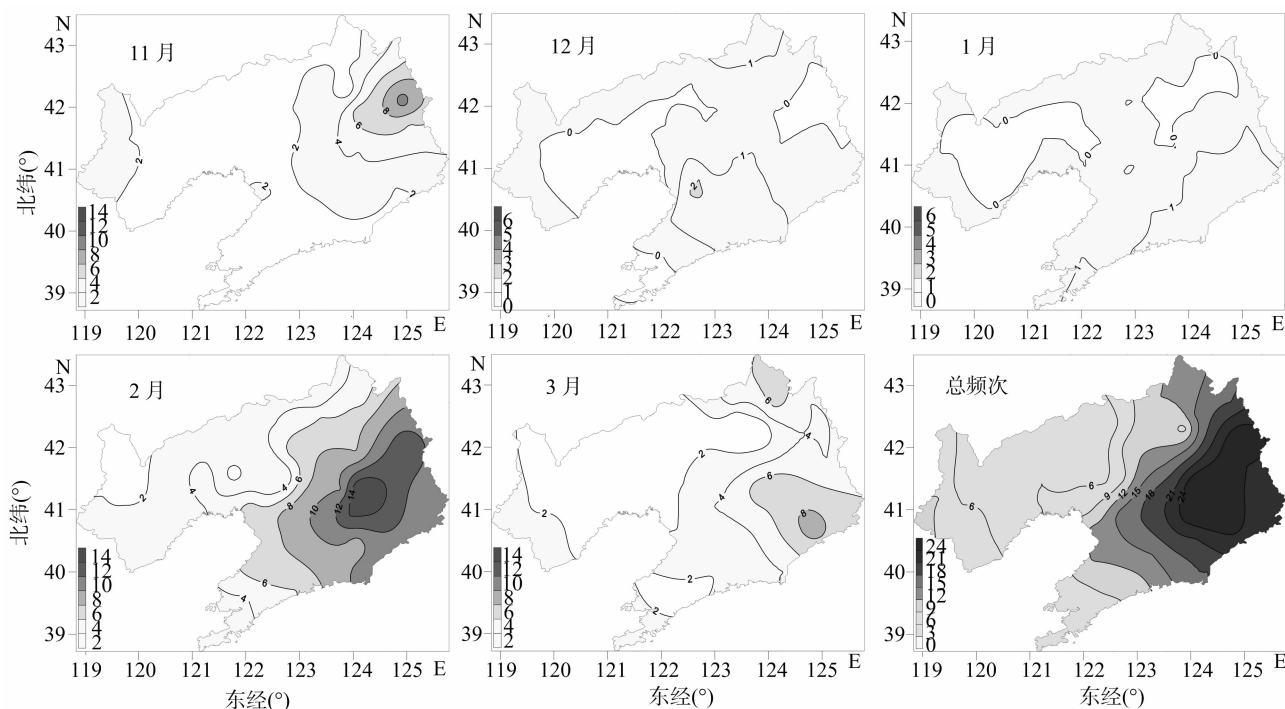
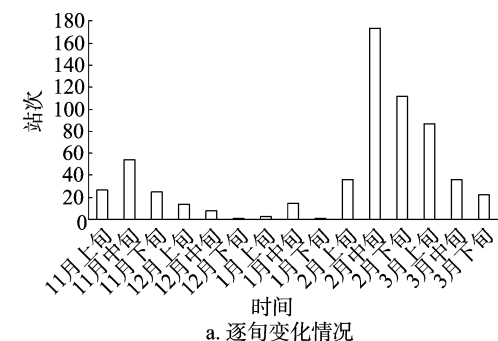


图1 1960—2014年单站暴雪垮棚总频次的空间分布情况

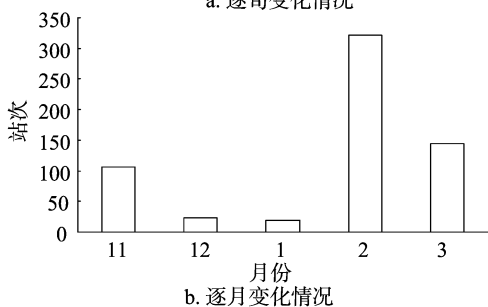
2.1.2 单站暴雪垮棚频次多时间尺度变化特征

2.1.2.1 逐月、逐旬的变化情况 单站暴雪垮棚频次旬变化特征(图2-a)是:11月上旬就开始出现,11月中旬是1个小高峰期,11月下旬开始进入偏少阶段;12月至翌年1月是暴雪垮棚过程出现最少的时期;2月上旬暴雪垮棚过程开始增多,2月中旬是暴雪垮棚过程最多的阶段;从2月下旬开始到3月下旬暴雪垮棚过程逐渐减少。单站暴雪垮棚频次逐月变化情况(图2-b)是:2月最多,其次是3月和11月,最少的是12月和1月。

2.1.2.2 年际变化情况 暴雪垮棚过程定义为某日有 ≥ 1 站次满足暴雪垮棚指标的过程即为1次暴雪垮棚过程。1960—2014年暴雪垮棚过程年频次多年变化情况(图3),近55年平均为3.3次,1962年最多(出现11次),其次是2010年(出现10次),最少的为0次。从3年滑动平均曲线^[6]分析可知,暴雪垮棚过程偏多的时段有1962—1964年、1971—1973年、2010—2013年;暴雪垮棚过程偏少的时段有1965—1970年、1984—1995年、2010—2013年。

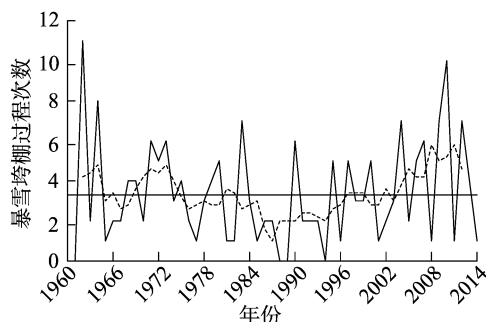


a. 逐旬变化情况



b. 逐月变化情况

图2 1960—2014年单站暴雪垮棚总频次逐旬、逐月变化情况



实曲线为次数年际变化情况; 直线为平均值

图3 1960—2014年暴雪垮棚过程次数年际变化情况

2.1.2.3 周期变化情况 采用标准 Morlet 小波^[7]变换分析1960—2014年辽宁年暴雪垮棚过程频次的周期变化,结果如图4所示。通过分析发现,辽宁暴雪垮棚过程年频次存在14、9、5、3年的变化周期。14年左右周期的变化信号从20世纪80年代中期开始且强度维持至今,目前处于14年周期偏少阶段;9年周期的变化信号强度在20世纪80年代后期开始逐渐减弱,直至消失;5年的变化信号一直存在,5年周期的变化在20世纪70—90年代表现明显,3年周期20世纪90年代和21世纪初表现显著。

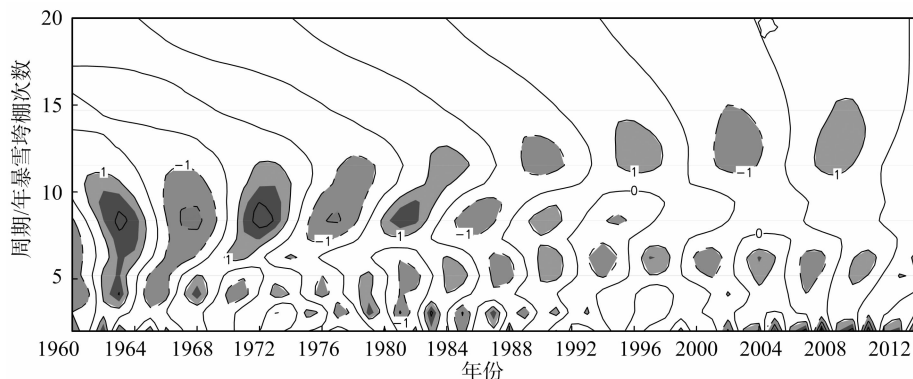


图4 1960—2014 年暴雪垮棚过程次数小波变换系数实部

2.2 暴雪垮棚过程天气形势特征

对近 55 年暴雪垮棚过程的海平面气压距平场进行 EOF 分型,前 3 个特征向量的累积方差贡献率达 86.5%,且每一个特征向量的方差贡献率均大于 1%,根据特征向量空间分布,可将暴雪垮棚过程的海平面气压场分为倒槽型、黄河气旋型和江淮气旋型。分别对各型暴雪垮棚过程对应强降雪时刻海平面气压场、高空形势进行合成分析,得到辽宁暴雪垮棚过程的天气学模型。

2.2.1 倒槽型暴雪垮棚过程天气学模型 500 hPa 中高纬度多为纬向环流(图 5-a),短波槽活动频繁,暴雪期间短波槽

位于贝加尔湖以南,槽前偏西急流将冷空气输送到辽宁;低纬度地区的南支槽位于 $15^{\circ} \sim 25^{\circ} \text{N}$ 之间,南支槽东移加强,逐渐北抬,南支槽前西南气流到达辽宁地区,与西路冷空气交汇形成强降雪天气。850 hPa(图略)中纬度环流表现为两高对峙的形势,黄海附近海域有高压稳定维持,另外在 110°E 以西存在 1 个大陆高压,南支槽前偏南急流在降雪天气发生前 24 h 内建立,急流主要从江淮地区延伸到渤海附近。地面天气系统特点(图 5-b)是:过程发生前倒槽位于河套地区,主体偏南;后期随着偏南气流与中纬度锋区汇合,形成大尺度辐合场使倒槽发展并东北上;强降雪发生在倒槽顶部辐合线附近。

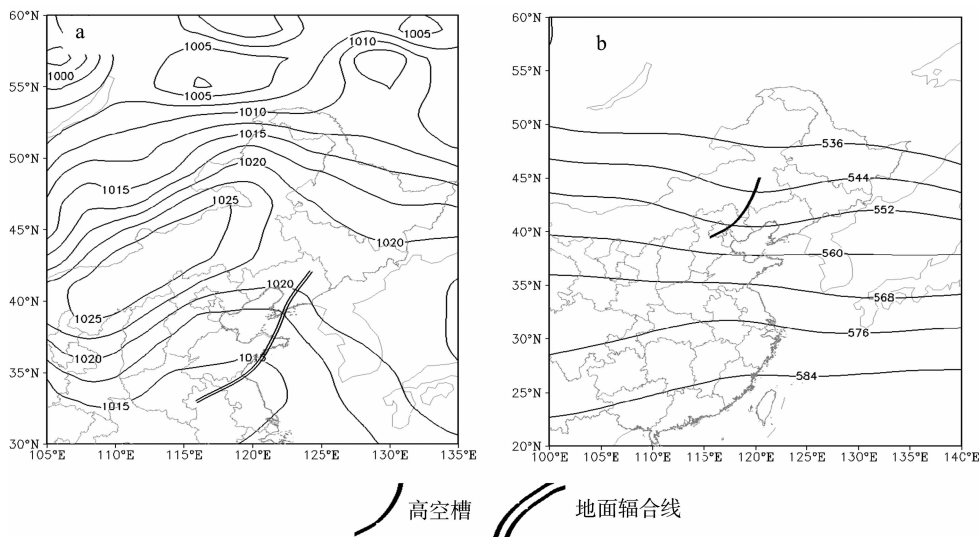


图5 倒槽型地面形势(a)、500 hPa高空环流形势(b)的天气学模型

2.2.2 黄河气旋型暴雪垮棚过程天气学模型 500 hPa 高空(图 6-a)亚欧中高纬多为倒“Ω”环流形势,高空急流呈西北—东南向,到达 35°N 附近;贝加尔湖附近为冷涡(或深槽),冷空气沿冷涡(或深槽)底部西北气流东南下。高空槽附近的锋区较强,中高纬度极锋锋区是辽宁强降雪天气发生的重要条件。低空(图略)偏南急流从山东半岛或渤海湾开始延伸到辽宁。地面天气系统特点(图 6-b)是:蒙古国低压或河套倒槽在中高纬度极锋锋区上强烈发展,在黄河流域下游加强为黄河气旋,并沿西北路径东移南下到渤海附近开始转向,沿东北路径北上东移,气旋在东北上过程中通常继续加强,辽宁强降雪通常受气旋的冷锋影响造成。

2.2.3 江淮气旋型暴雪垮棚过程天气学模型 500 hPa 高空

(图 7-a)西伯利亚附近为高压脊,脊前极地冷空气沿偏北气流南下, $45^{\circ} \sim 70^{\circ} \text{N}$, $90^{\circ} \sim 110^{\circ} \text{E}$ 范围内高空槽加强移动缓慢;南支槽位于 $15^{\circ} \sim 25^{\circ} \text{N}$ 之间,移动速度比北支槽快。降雪前,北支槽与南支槽同位相叠加,形成南北跨度大于 20 纬度的 1 个深槽,受高空槽和斜压锋区影响,造成辽宁强降雪。低空偏南急流从中国南海延伸到辽宁。地面天气系统特点(图 7-b)是:过程发生前江淮流域有气旋生成发展,沿着高空偏南急流北上,影响路径为偏东路径,辽宁强降雪落区多位于气旋顶部暖锋附近。

3 结论

近 55 年辽宁单站暴雪垮棚总频次呈现自东向西减少的

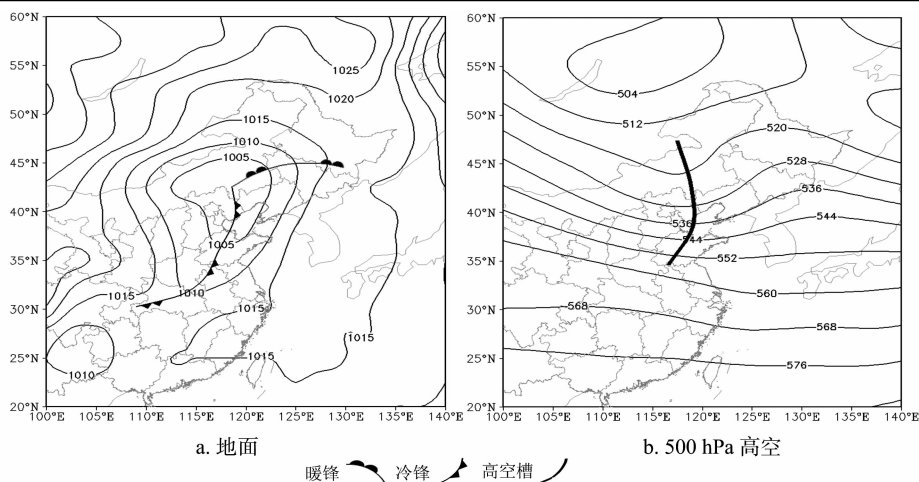


图6 黄河气旋型地面、500 hPa高空形势的天气学模型

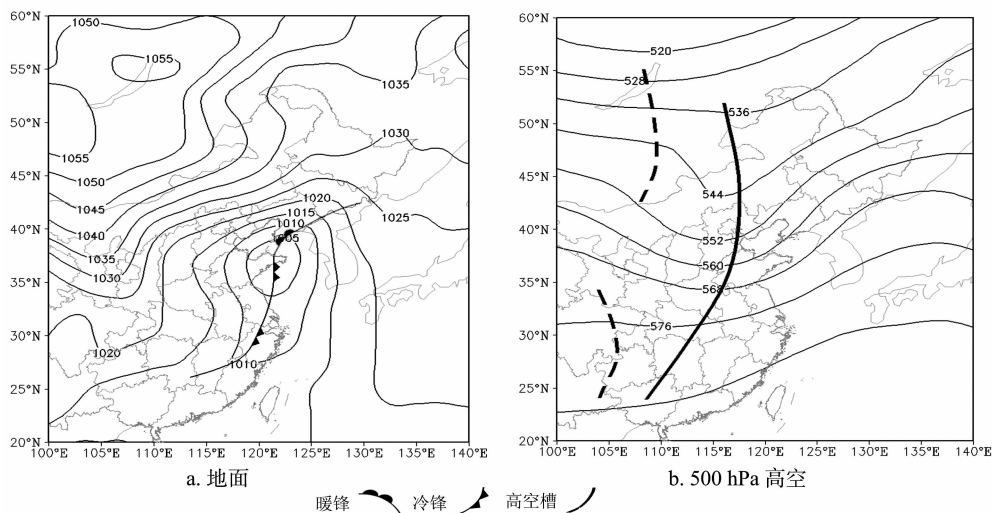


图7 江淮气旋型地面、500 hPa高空形势的天气学模型

空间分布特征,东部的本溪、抚顺东部、丹东北部最多出现18次以上,辽宁西部在6次以下,中部地区在6~18次之间。11月单站暴雪垮棚总频次在辽宁东北部最大,在6~8次之间,其他大部分地区在2次以下。2月单站暴雪垮棚总频次呈现自东向西减少的空间分布特征,即东部的本溪、抚顺东部、丹东北部最多出现10次以上,辽宁西部在4次以下,中部地区在4~10次之间。3月暴雪垮棚过程总频次大值中心位于丹东北部,为6~8次,其他地区2~6次之间。12月、1月单站暴雪垮棚总频次均在2次以下。

辽宁暴雪垮棚过程在11月上旬开始出现,11月中旬是1个小高峰期,11月下旬开始进入偏少阶段,12月到1月是暴雪垮棚过程出现最少的时期,2月上旬暴雪垮棚过程开始增多,2月中旬是暴雪垮棚过程最多的阶段,从2月下旬开始至3月下旬暴雪垮棚过程逐渐减少。暴雪垮棚频次逐月变化情况是:2月最多,其次是3月和11月,最少的是12月和1月。辽宁暴雪垮棚过程年频次存在14、9、5、3年的变化周期。

暴雪垮棚过程按照海平面气压场分为倒槽型、黄河气旋型和江淮气旋型。倒槽型天气学模型是倒槽顶部暖湿空气与西路短波槽中弱冷空气汇合形成强降雪,黄河气旋型是贝加尔湖附近的高压脊、东北冷涡和雅库茨克到鄂霍茨克海一带

阻塞高压共同组成倒“Ω”高空环流形势,冷涡东南象限的西南暖湿空气与西路、西北路冷空气长时间在辽宁作用形成强降雪;江淮气旋型在500 hPa上空南支槽东北方向移动与北支槽同位相叠加形成深槽,来自南方的强暖湿空气与西北路径冷空气长时间在辽宁作用,形成强降雪。

参考文献:

- [1] 钱永兰,吕厚荃. 2013年秋收作物生长季农业气象条件评价[J]. 中国农业气象,2014(1):116-118,115.
- [2] 沈玉敏,胡春丽,李菲,等. 辽宁春季透雨的环流背景及与海温相关分析[J]. 气象与环境学报,2012(4):28-32.
- [3] 纳丽,沈跃琴,丁永红,等. 宁夏春季首场透雨出现日期及环流背景分析[J]. 干旱区研究,2007(3):344-348.
- [4] 姚佩珍,张强. 北京地区春旱和春季第一场透雨指标的确定[J]. 气象,1999(5):50-54,39.
- [5] 张强,王有民,姚佩珍. 我国三北地区春季第一场透雨指标的确定[J]. 中国农业气象,2003(2):29-31,55.
- [6] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京:气象出版社,1999.
- [7] 尤卫红. 气候变化的多尺度诊断分析和预测的多种技术方法研究[M]. 北京:气象出版社,1998:9-20.