

## 本溪山区气候变化与主要农业气象灾害的响应

吉奇,邢刚

(本溪市气象局,辽宁本溪 117000)

**摘要:**利用本溪地区1953—2008年温度、降水和主要农业气象灾害资料,根据农业气象学原理和农业气象灾害指标,整理、统计、分析相应的气象要素。采用气候倾向率和Mann-kendall方法,对气象要素变化特征进行诊断分析。结果表明:本溪山区温度呈上升趋势、降水呈下降趋势变化,年平均气温线性倾向率为 $0.29\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ,四季中,冬季线性倾向率最大,为 $0.61\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ;年降水量的线性倾向率为 $-26.11\text{ mm}/10\text{a}$ ,春季线性倾向率为 $2.88\text{ mm}/10\text{a}$ ,其他各季呈减少趋势变化。暴雨日数呈现减少趋势变化,但是灾害损失呈现增加趋势,洪涝频率减少,干旱频率增加。通过对气候变化与主要气象灾害研究,为合理开发山区气候资源,调整产业结构提供科学的气象依据。

**关键词:**气候变化;农业气象灾害;本溪山区

中图分类号:S166

文献标志码:A

论文编号:2010-2498

### Climatic Change and Response of Main Agrometeorological Disaster in Benxi Mountainous Area

Ji Qi, Xing Gang

(Benxi Meteorological Bureau, Benxi Liaoning 117000)

**Abstract:** Based on the temperature, precipitation and the main agrometeorological disaster data from 1953 to 2008 in Benxi, according to the principle of agrometeorology and index of agrometeorological disaster, the meteorological elements were combined, statisticed and analyzed. The variability features were studied by applying the method of climate tendency rate and Mann-kendall. The result that the temperature changes presented increasing trend. Precipitation changes showed a decreasing trend. The tendency ratio of annual mean temperature was  $0.29^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ , The tendency ratio was biggest for  $0.61^{\circ}\text{C}/10\text{a}$  in winter. The tendency ratio of annual precipitation was  $-26.11\text{ mm}/10\text{a}$ , precipitation tendency ratio was  $2.88\text{ mm}/10\text{a}$  in spring, while it was decreasing in other seasons, and the tendency ratio of rainstorm was decreasing, but the disaster loses increases the tendency. The flooding frequency reduced, the arid frequency increased. Through studies to the climatic change and the main meteorological disaster, for the reasonable development climatic resource, the adjustment industrial structure provided the science the meteorological basis.

**Key words:** climate change; agrometeorological disaster; Benxi mountainous area

### 0 引言

随着大气中 $\text{CO}_2$ 等温室气体浓度的不断增加,全球气候变暖已成为国际社会所关注的重要问题。气候变化会引起气候资源和农业气象灾害的变化,导致较为适应以前气候状态的农业生产难以适应多变的气候。IPCC第3次评估报告(TAR, IPCC2001)中指出,自1986年以来,全球地表平均气温不断上升,20世纪的上升幅度为 $(0.6\pm 0.2)^{\circ}\text{C}$ 。中国地表年平均气温呈现

明显的上升趋势,1905—2005年间气温上升了 $0.95^{\circ}\text{C}$ ,略高于全球平均增温速率<sup>[1-7]</sup>。本溪年平均气温呈现明显的上升趋势<sup>[8]</sup>,平均增温速率为以 $0.29^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ,特别是90年代后升温明显,比50年代升高 $1.24^{\circ}\text{C}$ ,比气候值升高 $0.49^{\circ}\text{C}$ 。冬季变暖最为明显,春季次之,最小为夏季;本溪地区50多年来降水呈减少趋势。

文章研究了本溪地区最新的气候变化和主要农业气象灾害变化规律,所得结论对进一步认识本溪山区

**第一作者简介:**吉奇,男,1960年出生,河北武强人,高级工程师,主要从事应用气象、决策气象服务服务工作。通信地址:117000 辽宁省本溪市明山区明山山顶,本溪市气象局, Tel: 0414-4846440, E-mail: jiqi6001@sohu.com。

收稿日期:2010-08-19,修回日期:2010-11-29。

气候变化具有重要的意义。随着气候的变化,农业气象灾害也随之变化,通过揭示山区气候变化和主要农业气象灾害变化规律,对山区气候资源开发利用和农业产业结构调整以及科学的安排农业生产具有现实的指导作用。

1 资料与方法

1.1 资料

利用本溪地区4个气象观测站1953—2008年各季、年平均气温、降水量和暴雨、干旱、低温冷害等气象资料。由于4个站点起始年限不一,本溪市1953—1955年和本溪县1953—1957年资料利用序列回归进行拟合延长。4个站的平均值代表本溪地区气象要素值,气候值为1953—2008年56年平均值。

1.2 分析方法

根据农业气象灾害学原理和农业气象指标,整合、统计分析相应的气象要素。使用倾向率<sup>[9-11]</sup>来描述气象要素的定量变化程度。倾向率用一元线性回归方程拟合求得。

y=a0+a1t ..... (1)

式中:y:气象要素;t:时间(1953—2008年);a1:线性趋势项,将10a1作为变化倾向率。应用Mann-Kendall(简称M-K)方法<sup>[12-13]</sup>对年平均气温和降水量变化情况进行突变检测。

2 主要农业气象灾害及其指标

农业气象灾害<sup>[14-16]</sup>是指农业生产过程中发生的导致农业显著减产的不利天气或气候条件的总称。农业生产具有自然再生产和经济再生产相结合的特点。自然条件决定农业生产必须依赖于农业生态环境,受气候影响大,因此农业生产的自然风险也较大。各种自然灾害中以气象灾害危害居首位。

2.1 暴雨灾害

暴雨是重大气象灾害天气,它能引发严重的山洪、

泥石流、山体滑坡等次生气象灾害,给农业生产带来的经济损失是巨大的。中国气象部门规定24h降水量≥50mm称为暴雨;24h降水量≥100mm称为大暴雨;24h降水量≥200mm称为特大暴雨。

2.2 旱灾

旱灾是指某一年、季、月或旬降水量比多年平均降水量显著偏少对农业生产所产生危害。旱灾也称干旱。利用降水与蒸发量之差的Z指数,确定干旱程度。

2.3 低温冷害年

作物生长季(5—9月)≥10℃·天活动积温比常年偏少100℃·天以上,作为低温冷害年指标;比常年偏少200℃·天以上,作为严重低温冷害年指标。

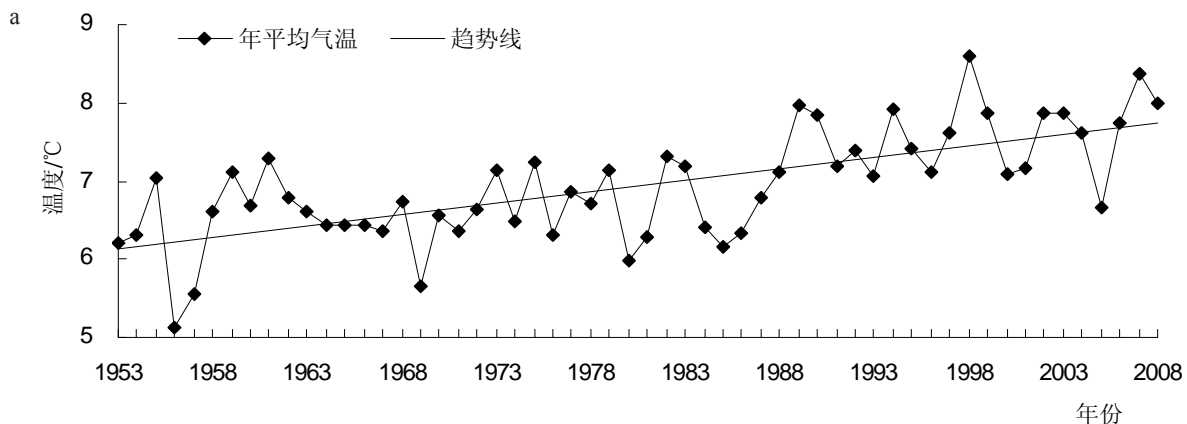
3 结果分析

3.1 气温变化分析

从本溪地区56年平均气温变化曲线来看(见图1),本溪山区气温变化总体呈上升趋势,但各季气温上升幅度有所不同。从计算气温倾向率(表1)分析,56年来年和各季平均气温均呈上升趋势,其中年平均气温倾向率为0.29℃/10年;各季气温变化趋势幅度不一致,表现出明显的非对称性;冬季平均气温升高最为明显,其倾向率为0.61℃/10年,是年平均气温上升速率的2.1倍;春季上升速率排第二,夏季气温上升速率最小,只是年平均气温0.3倍。利用Mann-Kendall方法对本溪地区年、各季平均气温进行了检测,根据UFk和UBk曲线交叉点的位置,可以确定本溪地区20世纪80年代后期有增温突变现象,具体是从1988年开始的。从各季的M-K检验来看,除了夏季外,无明显的突变,其他各季均有突变,且达到显著检验水准。春季突变年为1977年,秋季为2003年,冬季为1981年。

3.2 气温的年代际变化

从表2可以看出,56年来年平均气温20世纪70年代以前为负距平,80年代开始转为正距平,且随着年



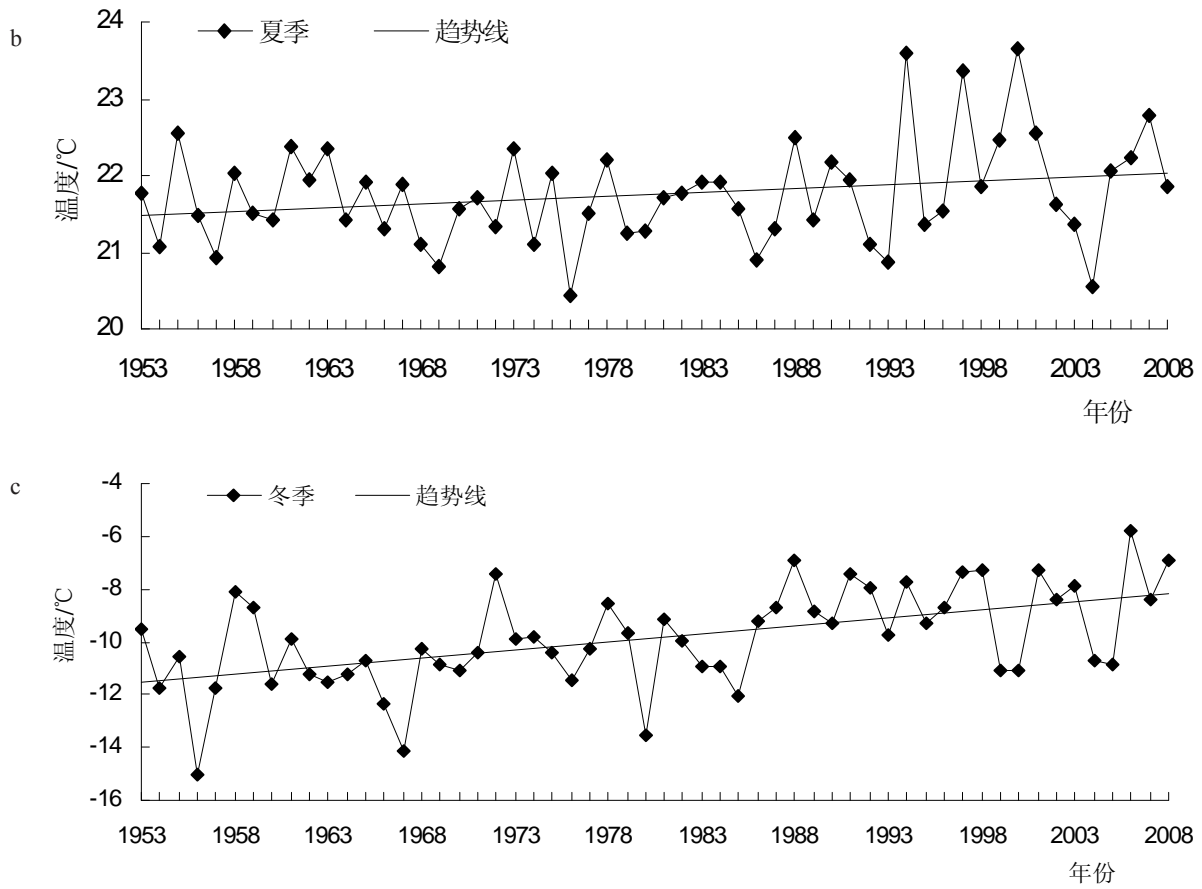


图1 1953—2008年本溪地区年(a)、夏季(b)和冬季(c)平均气温变化

表1 本溪市各季(年)平均气温、降水量线性倾向率

项目	春季	夏季	秋季	冬季	全年
气温/(°C/10a)	0.31***	0.10	0.17*	0.61***	0.29***
降水/(mm/10a)	2.88	-18.43	-10.27	-0.58	-26.11

注:\*\*\*为通过0.001检验水准,\*\*为通过0.05检验水准,\*为通过0.1检验水准。

表2 本溪年气温距平年代际变化

年代	春季	夏季	秋季	冬季	全年
20世纪50年代	-0.9	-0.2	-0.2	-1.0	-0.6
60年代	-0.1	-0.1	-0.1	-1.5	-0.4
70年代	-0.4	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3
80年代	0.1	0.0	-0.2	0.2	0.0
90年代	0.5	0.4	0.1	1.1	0.6
21世纪初	0.8	0.1	0.8	1.6	0.7

代变化,变暖幅度呈增大趋势。21世纪初比50年代升高了1.3°C。四季平均气温年代际变化70年代以前均为负距平,80年代春季、夏季、冬季转为正距平;只有秋季为负距平,80年代开始,四季升温明显,其中冬季、春季升温幅度较大,秋季21世纪初增温显著,21世纪初是56年来最暖的年代。

### 3.3 降水变化分析

56年来本溪地区年降水量呈下降趋势,除了春季呈增加趋势外,其他各季均呈减少趋势变化(图2)。其中年降水量以线性倾向率26.11 mm/10年在减少;夏季降水量以18.43 mm/10年在减少,占全年降水量减少71%。这主要是因为本溪山区属于大陆性季风气

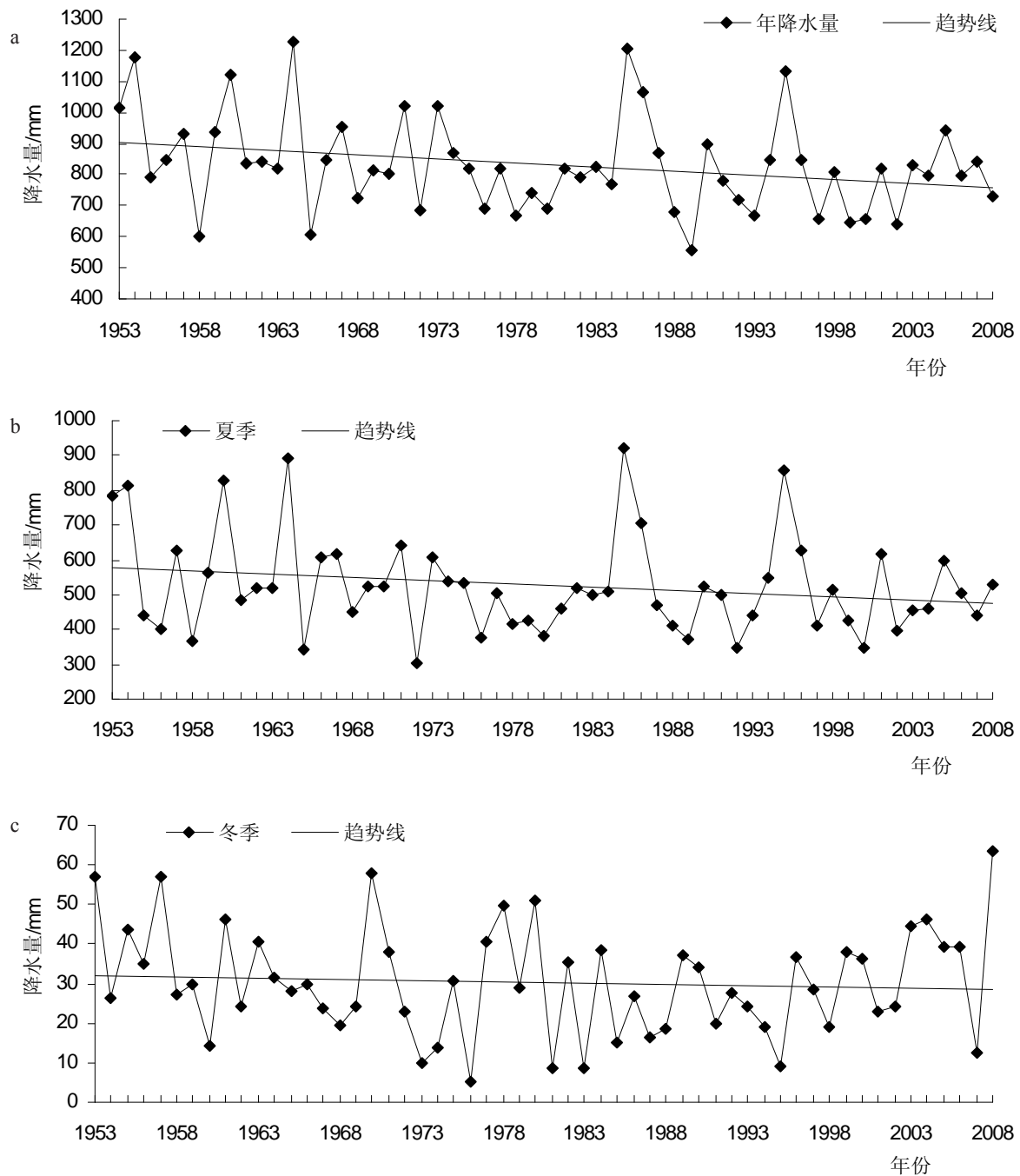


图2 1953—2008年本溪地区年(a)、夏季(b)和冬季(c)降水量的变化

候,降水主要集中在夏季,夏季降水占全年63%。除了春季呈略增加趋势变化外,其他各季均呈减少趋势。但是没有通过显著性检验。利用Mann-Kendall方法对本溪地区年和各季降水量进行突变检测分析,年、季降水量均没有突变现象发生。

### 3.4 降水量的年代际变化

通过表3分析可以看出,本溪地区56年来年降水量20世纪50、60、80年代为丰水期,70年代,90年代以后处于减少趋势。四季降水的年代际变化呈现非一致

性变化。夏季降水量的年代际变化与年降水量变化基本一致。春季50、90年代为缺水期,60—80年代正常,21世纪初处于丰水期;秋季50、70年代为丰水期,60、90和21世纪初为缺水期;冬季50、60、21世纪初为降水偏多期,70、80、90年代为降水偏少期。

## 4 主要农业气象灾害变化分析

### 4.1 暴雨洪涝

暴雨洪涝是由暴雨形成的洪涝。洪涝灾害是指因气象原因使水位异常升高,冲破堤岸,淹没田地、房屋、

表3 本溪地区56年降水距平年代际变化

年代	春季	夏季	秋季	冬季	全年
20世纪50年代	-12.2	77.2	28.9	6.0	96.6
60年代	0.3	22.7	-8.1	2.3	16.3
70年代	0.2	-52.5	22.9	-1.2	-28.5
80年代	6.4	13.4	-1.3	-6.4	15.3
90年代	-10.3	-24.3	-15.6	-4.4	-54.5
21世纪初	16.6	-26.4	-26.3	6.2	-32.3

淹死人畜并引发疾病等灾害现象<sup>[17]</sup>。利用暴雨日数来分析暴雨灾发生的频率。

本溪山区年平均暴雨日数为2.2天(图3);暴雨主要集中在夏季,约占暴雨总数的92.3%,春季和秋季暴雨较少,只占暴雨总数的4%。56年来本溪地区发生区域性水灾的年份是1954、1960、1964、1971、1985、1995年。呈现10年左右的周期变化。暴雨次数最多5.5次(1985年),最少为0.3次(1972、1980年)。

从暴雨次数的年代际变化来看,20世纪50年代最多,为2.7次,60、80、90、21世纪初为2.3次,70年代最小为1.7次,呈现多-少-多变化特点。56年来暴雨日数以0.03天/10年线性倾向率减少。

从本溪地区出现洪涝灾害年看,当出现洪涝灾害

时,多数年份为灾害发生前已连续出现较大降水天气过程,然后遭遇强降水天气,引发洪涝灾害。随着年代变化,灾害造成的损失也在逐年增加,1960年7月28日至8月3日,本溪境内连降暴雨,7天的降雨量达402.3 mm,市内3天降雨358.4 mm,最多一天降雨量达302.9 mm。8月4日出现特大洪水灾害。本溪城区、郊区及本溪、桓仁两县全部受灾,尤其太子河干流流域最重。全市淹没农田21520 hm<sup>2</sup>,17395间房屋被冲毁和倒塌,受灾户数18762户,受灾人口108433人,死亡1064人。全市损失折合人民币3亿多元。而2005年8月13日本溪县中部、北部地区普降大暴雨,清河城镇出现特大暴雨,降雨量为282.8 mm。此次大暴雨死亡3人,失踪5人,直接经济损失6.8亿元。

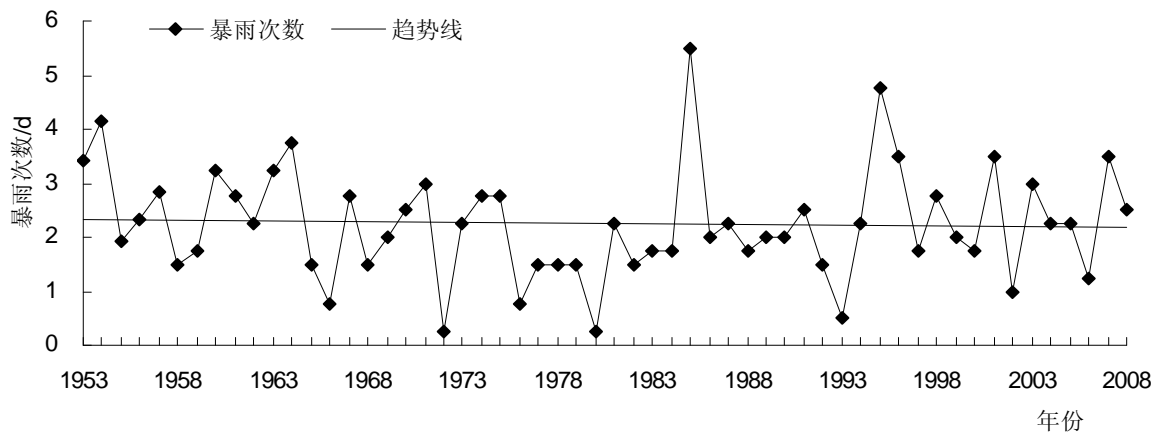


图3 1953—2008年本溪地区暴雨日数变化

### 4.2 干旱

4.2.1 干湿指数变化 本溪地区1953—2008年5—9月干湿指数呈现减小趋势变化(图4),1975年以前涝年较多,旱年较少;1997年以后出现持续偏旱年。年干湿指数的线性倾向率为-0.16/10年,本溪地区56年来呈干旱化发展<sup>[18]</sup>。

1953—2008年本溪地区出现大旱年9年,分别是1958、1965、1978、1988、1993、1997、1999、2000、2002

年;偏旱年3年,分别出现在1968、1976、1992年,旱年出现频率为23.2%。2000年干旱,本溪粮食每公顷减产273 kg;2002年干旱无雨,造成春季部分水田无水插秧。

4.2.2 干旱的年代际变化 由表4可见,本溪地区20世纪50年代旱年出现1次;90年代和21世纪初旱年出现6年。说明本溪地区随着年代变化涝年出现频率减少,而旱年出现频率呈增加趋势。

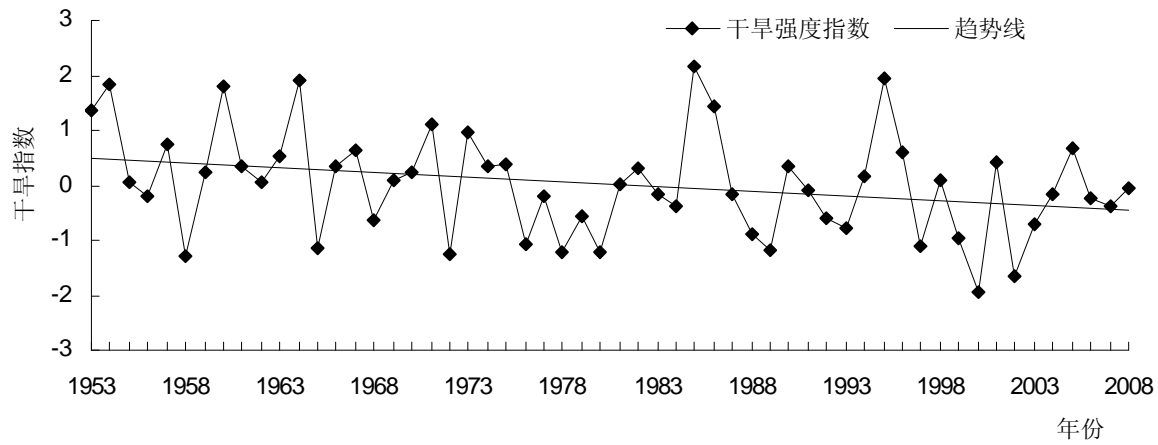


图4 1953—2008年本溪地区Z指数变化

表4 以Z指标划分本溪地区各年代、季旱年数统计

年

年代	春季	夏季	秋季	冬季	全年
20世纪50年代	1	2	1	1	1
60年代	2	1	3	1	2
70年代	2	4	1	3	2
80年代	0	2	1	5	2
90年代	3	3	4	2	4
21世纪初	1	1	2	1	2

### 4.3 低温冷害

农作物低温冷害是中国东北地区主要的气象灾害。1969、1972、1976年是严重的发生年。抗御低温冷害成为农业实现高产稳产的关键性问题<sup>[9]</sup>。本溪山区5—9月 $\geq 10^{\circ}\text{C}\cdot\text{天}$ 活动积温呈增加趋势变化(见图5),其线性倾向率为 $23.95^{\circ}\text{C}\cdot\text{天}/10\text{年}$ 。把本溪山区至少3个基本站符合低温冷害指标定为低温冷害年。56年来低温冷害年为:1954、1969、1972、1976、1986、1995和2005年。本溪山区发生轻度冷害年粮食减产1~2成,重度冷害年粮食减产3~4成<sup>[9]</sup>。随着气候变暖,出

现大范围或严重的低温冷害的频率呈减轻或成减少趋势变化。

### 5 结论

利用气候趋势倾向率和M-K检测方法对本溪地区温度、降水变化及主要暴雨洪涝、干旱和低温冷害等气象灾害变化规律进行分析,认为:

(1)56年来本溪地区的年及四季平均气温呈明显的升高趋势。年平均气温线性倾向率 $0.29^{\circ}\text{C}/10\text{年}$ ,四季变化中,冬季贡献率最大,线性倾向率为 $0.61^{\circ}\text{C}/10\text{年}$ ,春季次之,为 $0.31^{\circ}\text{C}/10\text{年}$ ,夏季最小。

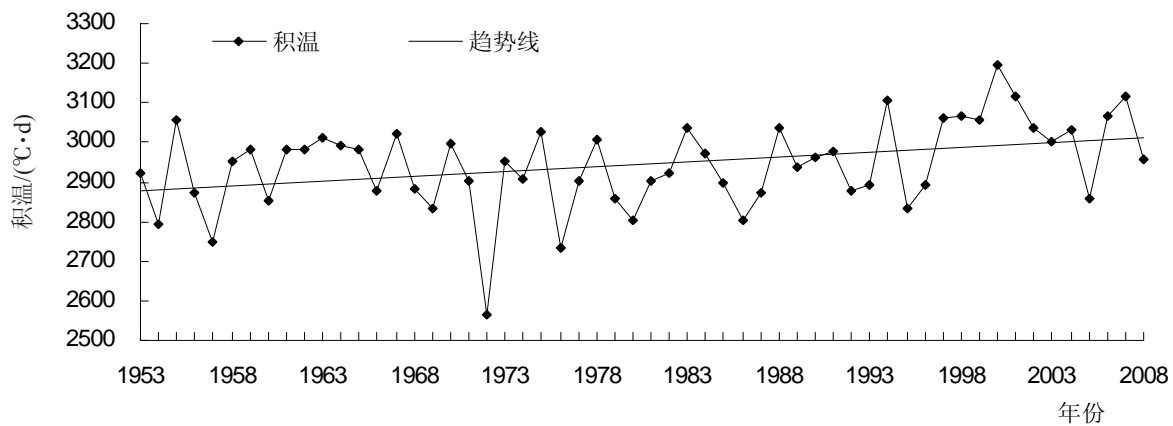


图5 1953—2008年本溪山区5—9月 $\geq 10^{\circ}\text{C}\cdot\text{天}$ 活动积温变化

(2)本溪地区年降水量以 18.43 mm/10 年线性倾向率呈减少趋势变化;春季降水量以 2.88 mm/10 年呈增加趋势,夏季、秋季和冬季分别以 18.43 mm/10 年、10.27 mm/10 年和 0.058 mm/10 年呈减少趋势变化。

(3)本溪地区暴雨日数 0.03 天/10 年呈减少趋势变化;20 世纪 60 年代以前涝年占 33%,旱灾则由 23%;90 年代以后涝年为 17%;旱年为 46%。随着气候变暖,洪涝和干旱造成的经济损失逐年增加。

(4)5—9 月  $\geq 10^{\circ}\text{C}$ ·天活动积温以  $24^{\circ}\text{C}$ ·天/10 年呈增加趋势变化,低温冷害出现的频率为 12.5%;伴随着气候变暖,出现大范围或严重的低温冷害几率在减小。

### 参考文献

- [1] 丁一汇,任国玉.中国气候变化科学概论[M].北京:气象出版社,2008:61-86.
- [2] 李帅,何清,李祥余,等.阿勒泰地区近 40a 气温变化分析及其灰色预测[J].干旱区资源与环境,2007,21(7):92-95.
- [3] 丁一汇,戴晓苏.中国近百年温度的变化[J].气象,1994,20(12):19-26.
- [4] 龚道溢,王绍武.近百年来中国最暖的一年[J].气象,1999,25(8):1-3.
- [5] 张山清,普宗朝,韩勇,等.近 47 年哈密地区气候变化[J].气象科技,2009,37(5):560-566.
- [6] 仁学慧,李元华.大连市近 50 年气温变化与城市化进度的关系[J].干旱区资源与环境,2007,21(1):64-67.
- [7] 王惠芳,张青珍,张明捷,等.豫东气温变化趋势及对冬小麦生长发育的影响[J].中国农学通报,2010,26(11):341-345.
- [8] 吉奇,吴英杰,黄作顺,等.本溪农业气候资源的变化特征分析[J].安徽农业科学,2009,37(18):8590-8594.
- [9] 钱锦霞,赵桂香,李芬,等.晋中市近 40 年气候变化特征及其对玉米生长的影响[J].中国农业气象,2006,27(2):125-129.
- [10] 孙凤华,杨修群,路爽,等.东北地区平均、最高、最低气温时空变化特征及对比分析[J].气象科学,2006,26(2):157-163.
- [11] 栾兆擎,章光新,邓伟,等.三江平原 50a 来气温及降水变化研究[J].干旱区资源与环境,2007,21(11):39-43.
- [12] 张玉书,纪瑞鹏,陈鹏狮,等.辽宁省农业气候资源精细化模拟与专题区划[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2006:4-5.
- [13] 刘爱民,涂小萍,胡春蕾,等.宁波气候与气候变化[M].北京:气象出版社,2009:4-12.
- [14] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].北京:气象出版社,2007:63-66.
- [15] 陆亚龙,肖功建.气象灾害及其防御[M].北京:气象出版社,2001:1-82.
- [16] 张廷治,于洪运.辽宁气象灾害[M].北京:气象出版社,1994:41-50.
- [17] 本溪市气象局.辽东山区农业气候[M].北京:气象出版社,1995:90-114.
- [18] 吉奇,黄作顺,魏军,等.本溪地区旱涝变化特征分析[J].江西农业大学学报,2010,32(S):200-204.
- [19] 潘铁夫,方展森.中国东北地区农作物冷害发生规律及防御途径[J].中国农业气象,1988,9(1):48-50.