

1368 – 1948 年山西霜雪灾害的特征与周期规律研究^{*}

孟万忠^{1,2}, 刘晓峰²

(1. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062; 2. 太原师范学院, 山西 太原 030012)

摘 要: 通过对山西 1368 – 1948 年历史文献资料的搜集、整理和数学分析, 对该区霜雪灾害等级、阶段、周期及其成因进行了研究。在这期间, 山西共发生霜雪灾害 419 次, 轻度 106 次、中度 228 次、重度 85 次。灾害变化可分为 4 个阶段, 1368 – 1579 年为第 1 阶段, 1580 – 1699 年为第 2 阶段, 1700 – 1819 年为第 3 阶段, 1820 – 1948 年为第 4 阶段。第 1、3 阶段距平值主要为负值, 灾害频次较低, 以轻、中度灾害为主。第 2、4 阶段距平值主要为正值, 灾害频次较高, 以中度和重度霜雪灾为主。小波分析表明, 灾害存在着 4 个明显的周期, 即 10 ~ 13 年、20 年左右、45 ~ 50 年和 120 年左右的周期。降雪或寒流引起的气温骤降至 0 °C 以下是造成山西霜雪灾害的主要原因。共发生 6 次寒冷气候事件, 分别出现在 1578 – 1588、1591 – 1607、1631 – 1642、1669 – 1672、1690 – 1699 和 1830 – 1836 年。出现 3 次异常寒冷灾害年, 分别是 1653、1892 和 1929 年。

关键词: 霜雪灾害; 1368 – 1948 年; 灾害等级; 周期规律; 寒冷气候事件; 山西

中图分类号: X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000 – 811X(2012)04 – 0080 – 05

凡是因地面气温急剧下降, 或因地面气温达到某一较低水平, 或因地面有一定积雪而造成的灾害都属于霜雪冻灾害^[1]。它们有一个共同的特点, 即致灾因子都是低温。本文所研究的霜雪灾害主要指 1368 – 1948 年山西发生的霜冻、低温和雪灾。已有的研究成果, 大多集中在霜冻方面。有的利用逐日最低气温分析探讨霜冻的变化特征和周期变化规律等^[2–7], 有的利用历史文献资料对古代的霜雪灾害的特点、演变趋势进行了分析^[8–9]。有的研究了霜冻对作物的危害, 提出了预防对策^[10–16]。对于历史时期山西霜雪灾害发生频次、产生原因及周期变化缺少深入研究, 更缺少霜雪灾害与气候事件关系的研究。本文试图探讨

1368 – 1948 年灾害发生等级、周期、原因和寒冷气候事件, 为山西霜雪灾害的预测和防治提供科学依据。

1 资料和方法

山西位于太行山以西, 黄土高原东部, 介于 34°34′58″ ~ 40°43′30″N, 110°14′42″ ~ 114°33′17″E 之间。地势东北高, 西南低。属温带大陆性季风气候, 年均温 4 ~ 14 °C, 年降水量 400 ~ 600 mm, 全年无霜期平均 80 ~ 220 d。

以《中国气象灾害大典·山西卷》^[17]、《中国

三千年气象记录总集》^[18]和《山西自然灾害史年表》^[19]等记载的山西 1368 – 1948 年的霜冻、低温、大雪灾害, 利用历史文献、数理统计与小波分析方法, 对其进行深入研究。

2 灾害等级划分

1368 – 1948 年山西共发生灾害 419 次, 其中霜冻 219 次, 低温 56 次, 雪灾 144 次。综合考虑灾害发生的季节、持续时间、强度、受灾范围、受害的农作物种类等因素, 将其划分为以下 3 个等级(表 1), 轻度 106 次, 占 25.3%; 中度 228 次, 占 54.4%; 重度 85 次, 占 20.3%。从不同等级灾害在时间上的变化(图 1)可知, 明代中晚期、清代早期和晚期灾害发生最频繁, 强度较大。

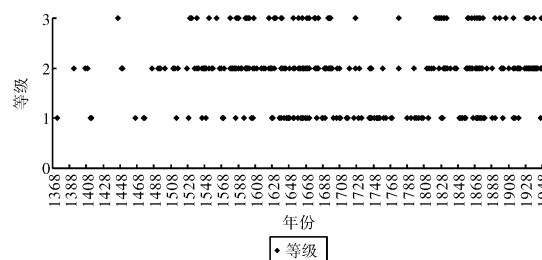


图 1 1368 – 1948 年山西霜雪灾害等级变化

^{*} 收稿日期: 2012 – 03 – 31 修订日期: 2012 – 05 – 01

基金项目: 中国博士后科学基金面上资助项目; 国家自然科学基金项目(41071335); 山西省高等学校哲学社会科学研究项目(2010320, 2011325)

作者简介: 孟万忠(1971 –), 男, 山西清徐人, 博士后, 副教授, 高级工程师, 研究方向为历史地理与环境变迁及 GIS。

E-mail: mwz66@163.com

表 1 1368 – 1948 年山西霜雪灾害等级划分表

| 等级 | 分级依据 | 文献记载 | 次数 |
|-------------|---|---|--|
| I 级 轻度 | 文献中有“霜”、“陨霜”、“寒”、“大雨雪”、“大雪”等记载, 但并未记载对人民生产、生活产生的影响 | 明嘉靖二十九年(1550), 夏, 广灵霜; 清顺治十年(1653), 春三月朔, 介休雨雪; 民国三年(1914)五月, 武乡大雪 ^[17] | 霜冻, 44 次 低温, 17 次 雪灾, 45 次 II 级 |
| 中度 | 文献中记载有“陨霜杀禾”、“杀稼”、“杀谷”、“杀麦”等对农作物造成比较严重的影响, 政府“诏免租”; “大雪数日, 深数尺”等霜雪持续时间较长、受灾范围较大、减免受灾地区赋税等 | 明弘治八年(1495), 四月庚申, 榆社、沁源、襄垣、长子、陵川陨霜, 杀麦、豆、桑; 清顺治六年(1649), 秋八月, 太原州县陨霜杀稼; 民国二十九年(1940)春, 永济黑霜伤麦 ^[17] | 霜冻, 156 次 低温, 23 次 雪灾, 49 次 |
| III 级 重度 | 文献中有“饿死人民甚众”、“饿殍载道”、“人畜多冻死”、“饥民流移相食”、“树木尽折、冻死”等描述了受灾范围较广, 大量民田绝收, 有人畜、树木死伤, 人民生命财产受到重大损失 | 明万历十四年(1586), 八月, 襄垣、长治、黎城、潞城遭恶霜伤禾, 庄稼冻死减收, 发生饥荒, 荒废并作, 死者不计其数。长治大饥疫作, 死三万人; 清道光十一年(1831), 十一月, 稷山大雪连日, 平地三尺, 十二月又大雪, 冬寒甚, 北乡数百年柿树尽被冻枯, 野兽饿死无数; 民国十八年(1929), 十一月, 临汾、汾西严寒, 树木、鸟兽多冻死 ^[17] | 霜冻, 19 次 低温, 16 次 雪灾, 50 次 |

3 灾害的时空变化特征

3.1 时空变化(以霜冻为例说明)

从表 2 可知, 1368 – 1948 年初霜日相继出现在 8 月 13 日 – 11 月 2 日, 静乐等北部高寒区和海

拔较高的和顺等地较早出现初霜; 绛县、运城等南部低海拔区较晚出现。终霜日出现在 3 月 9 日 – 6 月 12 日, 南部低海拔区较早, 北部高寒、高海拔区较晚。可见, 山西初霜日和终霜日与地理因素密切相关, 随着纬度增加、海拔高度抬升, 初霜日逐渐提前、终霜日推后。

表 2 1368 – 1948 年初霜冻与终霜冻发生日期

| 朝代 | 类别 | 发生时间(最早和最晚) | 发生地点 | 灾情 |
|----|-----|-------------------------------|------|-----------|
| 明代 | 初霜冻 | 永乐七年七月初三(1409 年 8 月 13 日) | 静乐 | 严霜杀禾殆尽 |
| | | 万历十六年八月二十三日(1588 年 10 月 13 日) | 绛县 | 大雪尺余 |
| | 终霜冻 | 万历十三年三月十三日(1585 年 4 月 12 日) | 洪洞 | 陨霜杀麦 |
| | | 万历十一年四月二十三日(1583 年 6 月 12 日) | 静乐 | 陨霜杀稼 |
| 清代 | 初霜冻 | 乾隆二十一年七月二十八日(1756 年 8 月 23 日) | 和顺 | 陨霜杀稼 |
| | | 道光十五年八月十六日(1835 年 10 月 7 日) | 沁县等 | 严霜, 秋禾全冻毁 |
| | 终霜冻 | 同治元年二月初九日(1862 年 3 月 9 日) | 运城 | 陨霜伤麦 |
| | | 乾隆二十八年五月初二日(1763 年 6 月 12 日) | 和顺 | 陨霜伤苗 |
| 民国 | 初霜冻 | 民国九年六月二十四日(1920 年 8 月 8 日) | 壶关 | 秋霜 |
| | | 民国三十六年九月二十日(1947 年 11 月 2 日) | 临县 | 早霜, 秋粮减产 |
| | 终霜冻 | 民国三十年三月十二日(1941 年 4 月 8 日) | 猗氏 | 霜冻 |
| | | 民国二十七年五月(1938 年 5 月 29 日) | 平鲁等地 | 冻灾 |

3.2 频次变化

以 15 年为单位, 统计出 1368 – 1948 年山西各时段灾害发生频次, 同时根据最小二乘法意义下 6 次多项式^[20]的拟合曲线(图 2), 可将灾害变化分为 4 个阶段: 1368 – 1579 年为第 1 阶段, 共 53 次, 频次较低。1580 – 1699 年为第 2 阶段, 共 147 次, 频次较高。1700 – 1819 年为第 3 阶段, 共 55 次, 频次较低。1820 – 1948 年为第 4 阶段, 共 164 次, 频次较高。根据灾害等级变化可知在第 1、3 阶段

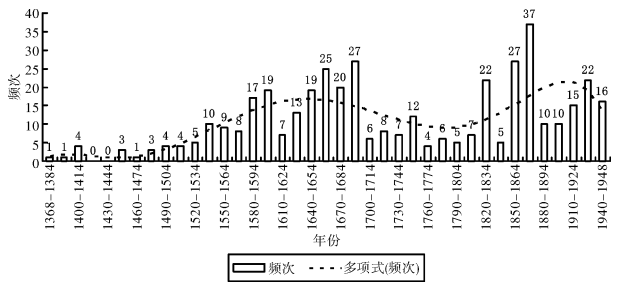


图 2 1368 – 1948 年山西霜雪灾害发生频次与六次多项式拟合曲线图

以轻、中度灾害为主,第2、4阶段以中度和重度霜雪灾为主。

每15年灾害发生的平均频次为10.8次,将每15年实际发生的频次与平均频次作差值,可以得出灾害频次的距平值(图3)。图3表明,第1、3阶段,以负距平值为主,低于平均频次,属低发期;第2、4阶段,以正距平值为主,高于平均频次,属高发期。

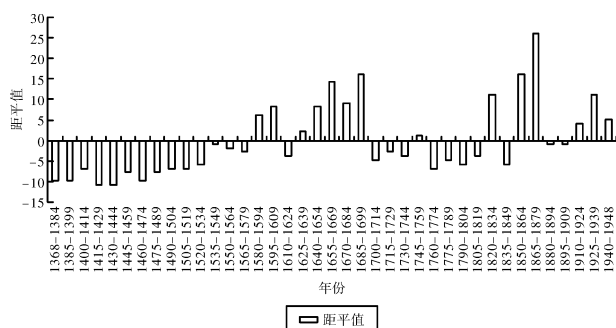


图3 1368-1948年山西霜雪灾害频次距平值变化

3.3 季节变化

按季节统计,春季(农历正月至三月)98次,占23.4%;夏季(农历四至六月)80次,占19.1%;秋季(农历七至九月)158次,占37.7%;冬季(农历十月十二月)83次,占19.8%(图4)。

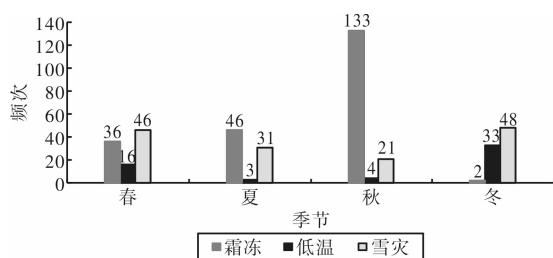


图4 1368-1948年山西霜雪灾害季节分布

从图4可知,秋季发生灾害的频次最高,春季次之,冬季和夏季持平。霜灾秋季最多,夏季次之;低温灾害主要发生在冬季和春季;雪灾多发生在冬季和春季。由此可见,在季节转换的秋冬和初夏之交,如果冬季风的势力过于强大,或者来得过早去得过早,就可能发生气候异常事件,导致地表和植物表面温度下降到足以使植物遭受伤害甚至死亡时,就容易发生灾害,这就使得灾害在秋季和春季发生的几率最高。

秋季下霜或雪过早,会使地面温度降到0℃以下,使正在发育的农作物受到危害甚至死亡,对秋季作物的收成产生重大影响,严重的造成饥荒发生。如,清康熙三十六年(1697)秋,和顺、保德、静乐、临县、汾阳、蒲县、沁州等地,严霜杀禾殆尽,致使人民大饥,四处流散,草根树皮食尽,甚至卖儿卖女,饿死的人不计其数。

春夏之交是冬季风与夏季风转换的时节,也是农作物萌芽、生长的季节,这一时段发生的霜雪灾害对刚出土的农作物、开花的果树、返青

的冬小麦危害严重。如,清道光二十六年(1846),四月二十六日,榆次、太谷陨霜杀蔬菜、花卉。冬春季的灾害,对冬小麦等农作物和家禽、家畜的越冬影响巨大。如,清光绪十八年(1892),冬,荣河雨雪三尺,牛羊、果树多冻死。

3.4 周期规律

气候变化存在一定的时间尺度和周期性。小波分析不但可以揭示气候变化在不同时间尺度下的周期特征,而且可以揭示各种周期信号随时间变化的强弱^[21-23]。利用Morlet小波对1368-1948年山西霜雪灾害等级、频次数据进行处理分析,得到时间序列与灾害强度变化的关系图(图5)。从图5可知,存在4个明显的集中区和4个明显的峰值,在低等级层次中存在10~13年频率,在中等层次中存在着20年左右的频率,在较高等级层次中存在45~50年左右的频率,在更高层次中存在120年左右的频率。这表明,1368-1948年灾害存在10~13年、20年左右、45~50年和120年左右的周期。第2和第4阶段周期信号特别明显,反映出这两个阶段灾害发生的频率较高。

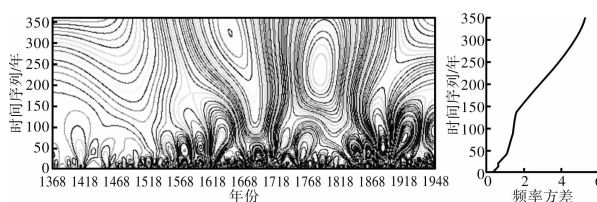


图5 1368-1948年山西霜雪灾害小波分析

4 灾害发生的原因

霜雪灾害发生的根本原因在于低温,或相对低温,或绝对低温^[1]。近代的霜雪灾害也有类似特征。如1953年3月下旬至4月下旬,山西南部冬麦区4月10-12日,最低气温降至-3~-5℃,小麦受冻、死苗^[17]。由此可知,偏暖月份降雪或寒流引起的气温的骤降至0℃以下是造成山西霜雪冻灾害发生的主要原因。

明清时期被称为小冰期,是中国近5000年的第4个寒冷期^[24],明末清初和清末是寒冷期中最具代表性的时期^[8],寒冷期恰恰也是明清山西霜雪灾害发生频次较多的年代。郭其蕴等对冬季风与El Nino的关系进行了研究,在El Nino发生前的冬季,冬季风偏强;El Nino发生当年的冬季,冬季风偏弱^[25]。冬季风高压的强度偏强则北方偏冷,偏弱则北方明显偏暖^[26]。可见,El Nino事件发生后,我国当年冬季温度偏高的几率较大,这与文献中记载山西霜雪冻灾害事件很少出现在El Nino年^[27]的史实是吻合的。

侵入山西的冷空气,主要有三条路径^[28]。西路,从西北方向由北疆沿天山、祁连山北侧入侵。中路,从北方经内蒙古高原,直接进入山西。西路和中路的强冷空气来势凶猛,易因强烈降温而

出现平流霜灾,是山西霜雪灾害的主要类型。东路,从东北方向而来,山西受其影响不大,发生次数较少,常伴有雨雪天气,多发生于早春,文献中记载的春季大雨雪皆因此而发生。

5 寒冷气候事件

根据历史文献资料的分析和判断可知,1368-1948年山西发生的气候事件对该地区中度和重度霜雪灾害的发生起到了决定作用。分析发现,连续3年以上出现严重寒冷气候,影响范围广泛,覆盖地区在10个县以上,我们把这样的极端气候阶段确定为寒冷气候事件。据统计山西共发生6次寒冷气候事件,分别出现在1578-1588、1591-1607、1631-1642、1669-1672、1690-1699和1830-1836年。1年之内连续多次出现霜雪灾害,并且特别寒冷,冻死人畜,称为异常寒冷灾害年,分别出现在1653、1892和1929年。

第1次寒冷气候事件在1578-1588年,发生17次灾害,重度6次、中度9次、轻度2次。涉及岳阳、临晋、猗氏、辽州、朔州、静乐、隰县、洪洞、赵城、翼城、解州、临汾、襄垣、长治、黎城、潞城、介休、岢岚、五寨、山阴、太谷、乡宁、绛县等几乎山西从南到北全境的州县,不仅“人畜冻死者甚众”,而且“发生饥荒,荒废并作,死者不计其数”^[17]。

第2次寒冷气候事件在1591-1607年,发生22次灾害,重度7次、中度12次、轻度3次。涉及曲沃、文水、榆次、沁源、高平、五台、泽州、保德、偏关、代县、辽州、临县、隰县、临汾、静乐、荣河、临晋、猗氏、山阴、黎城、蒲县、阳曲等几乎山西从南到北全境的州县。“人马多冻死”、“鬻妻儿女者甚众,僵尸载道”、“且瘟疫,民甚苦久”^[17]。

第3次寒冷气候事件在1631-1642年,发生13次灾害,重度5次、中度5次、轻度3次。涉及潞城、朔州右卫、永和、安邑、万泉、解州、神池、新绛、绛县、平鲁、介休、榆社、广灵、大宁等州县。“树多冻死”、“陨霜杀桑麦。秋无禾,人相食,死者无数。解州斗米九钱,安邑特灾”^[17]。

第4次寒冷气候事件在1669-1672年,发生14次灾害,重度4次、中度7次、轻度3次。涉及榆次、太谷、辽州、五寨、岢岚州、吉州、荣河、解州、芮城、永济、文水、长子等地,“辽州大风雪,树木压折,凛冽如冬,牛羊冻死”、“文水大雨雪,严寒,途人多冻死者”、“黄河坚冰,车马行其上如陆”^[17]。

第5次寒冷气候事件在1690-1699年,发生24次灾害,重度4次、中度17次、轻度1次。涉及山西全境,长治、襄垣、陵川、保德、蒲州、和顺、孟县、岚县、临县、永宁州、中阳、方山、永和、隰县、大宁、古县、静乐、辽州、沁源、

武乡、乐平、榆次、安泽、阳高、蒲县、绛县、垣曲、沁县、介休、平远卫等,特别是保德、和顺等地连年灾害,“严霜杀稼,黍、豆、谷、莽等农作物未熟冻枯”、“严霜杀稼,收成减半,民大饥”、“人民逃散,饿死者近半数”、“保德连岁霜旱”^[17]。这次极端寒冷气候事件,与1691-1692、1697-1698年的特大干旱重叠在一起,使得灾情更加严重。

第6次寒冷气候事件在1830-1836年,发生18次灾害,重度9次、中度8次、轻度1次。涉及阳城、高平、榆次、汾阳、文水、寿阳、浑源、崞县、孟县、隰州、岳阳、灵丘、怀仁、定襄、忻州、安泽、武乡、沁源、沁县、沁水、襄垣、潞城、壶关、沁源、泽州、陵川、朔州、解州、绛县、新绛、稷山、河津、万荣、曲沃、太平等地,“冻死树木无数”、“行旅人畜多冻毙者”、“野兽饿死无数”、“寿阳连岁蚤霜,本年又霜,斗米价至一千六百余”^[17]。

1653年出现6次灾害,重度3次、中度1次、轻度2次。范围涉及安泽、介休、广灵、阳高、灵丘等,时间为三月、九月、十一月和十二月,导致“大雪三月,居民不能樵采,拆毁庐舍一空,死亡枕藉”^[17],进而引发瘟疫。

1892年出现4次灾害,重度2次、轻度2次。涉及临县、方山、岳阳、浮山、临晋、芮城、偏关、长治、和顺、吉州、荣河等地,影响范围较大,灾情严重,“冬,临县大冻灾。方山特大冻灾”、“冬,临晋奇寒,黄河结冰,自龙门至于砥柱,行人车马履冰而渡,花木冻死甚多”、“冬,荣河雨雪三尺,严寒,牛羊果树多冻死”^[17]。

1929年是民国时期最严重的一次寒冷灾害年,发生7次灾害,重度6次,中度1次。涉及中南部17个县,降雪时间长,积雪厚度大;天气严寒,牛羊、树木、鸟兽多冻死;黄河自禹门至潼关冰冻成桥,七八尺深的水井结冰尺余。

6次寒冷气候事件和3次异常寒冷灾害年,均发生在霜雪灾害频繁的第2和第4阶段。

6 结论

综上,可得出如下结论。

(1)1368-1948年,共发生灾害419次,轻度占25.3%;中度占54.4%;重度占20.3%。

(2)灾害可分为4个阶段,1368-1579年为第1阶段,1580-1699年为第2阶段,1700-1819年为第3阶段,1820-1948年为第4阶段。第1、3阶段频次较低,第2、4阶段频次较高。

(3)小波分析表明,灾害存在着4个明显的周期,即10~13年、20年左右、45~50年和120年左右的周期。

(4)降雪或寒流引起的气温骤降至0℃以下是造成灾害的主要原因。

(5)共发生6次寒冷气候事件,分别出现在

1578 – 1588、1591 – 1607、1631 – 1642、1669 – 1672、1690 – 1699 和 1830 – 1836 年。出现 3 次异常寒冷灾害年, 分别是 1653、1892 和 1929 年。

参考文献:

- [1] 袁林. 西北灾荒史[M]. 兰州: 甘肃人民出版社, 1994: 145.
- [2] 钱锦霞, 张霞, 张建新, 等. 近 40 年山西省初终霜日的变化特征[J]. 地理学报, 2010, 65(7): 801 – 808.
- [3] 钱锦霞, 武捷, 班胜利. 1951 – 2008 年太原市霜冻发生特征分析[J]. 中国农学通报, 2009, 25(10): 287 – 289.
- [4] 郑斯中. 华北霜冻的气候特征[J]. 地理学报, 1958, 24(3): 307 – 317.
- [5] 何维勋, 冯玉香, 曹永华, 等. 北京近 50 年初、终霜冻日的变化[J]. 中国农业气象, 1992, 13(4): 33 – 36.
- [6] 马柱国. 中国北方地区霜冻日的变化与区域增暖相互关系[J]. 地理学报, 2003, 58: 31 – 37.
- [7] 陈乾金, 张永山. 华北异常初终霜冻气候特征的研究[J]. 自然灾害学报, 1995, 4(3): 33 – 39.
- [8] 张丕远, 龚高法. 十六世纪以来中国气候变化的若干特征[J]. 地理学报, 1979, 34(3): 238 – 247.
- [9] 李辉. 试论北朝时期霜雪冻等低温灾害发生的特点[J]. 长春师范学院学报, 2008, 27(2): 26 – 31.
- [10] 李茂松, 王道龙, 钟秀丽, 等. 冬小麦霜冻害研究现状与展望[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(4): 72 – 78.
- [11] 张霞, 钱锦霞, 靳宇. 山西北部初终霜冻日特征及其对农业的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(22): 348 – 351.
- [12] 张永山. 华北、江淮初、终霜气候特性及其对冬小麦的影响[R]. 北京: 国家气象中心, 1992.
- [13] 李艳丽, 王迎春, 孙忠富. 山西省霜冻灾害现状及其防御对策分析[J]. 中国农业资源与区划, 2006, 27(1): 57 – 59.
- [14] 晏振国, 纪文华, 孔令芝, 等. 郸城小麦霜冻的危害及预防措施[J]. 气象与环境科学, 2007, 30(S1): 126 – 128.
- [15] 史俊东, 张建诚, 许爱玲, 等. 晋南低温与霜冻发生规律及其对棉花生产的影响[J]. 山西农业科学, 2010, 38(3): 30 – 33.
- [16] 王振华, 郝寿昌, 韩普. 山西省终霜冻变化及其与春季北太平洋海温的 SVD 分析[J]. 中国农学通报, 2010, 26(7): 330 – 335.
- [17] 中国气象灾害大典编委会. 中国气象灾害大典(山西卷)[M]. 北京: 气象出版社, 2005: 697 – 701, 738 – 739, 837 – 840.
- [18] 张德二. 中国三千年气象记录总集[M]. 南京: 江苏教育出版社, 2004.
- [19] 张杰. 山西自然灾害史年表[R]. 太原: 山西省地方志编撰委员会办公室, 1988.
- [20] 封建湖, 车刚明, 聂玉峰. 数值分析原理[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 81 – 87.
- [21] 葛哲学, 沙威. 小波分析理论与 MATLAB2007 实现[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007: 42 – 43.
- [22] Lau K M, Weng Hengyi. Climate signal detection using wavelet transform: How to make a time series sing[J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 1995, 76: 2391 – 2402.
- [23] Torrence C, Compo G P. A Practical Guide to Wavelet Analysis[J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 1997, 79(1): 61 – 78.
- [24] 竺可桢. 中国近五千年来气候变迁的初步研究[J]. 中国科学, 1973(2): 168 – 189.
- [25] 郭其蕴, 王日昇. 东亚冬季风活动与厄·尼诺的关系[J]. 地理学报, 1990, 45(1): 68 – 77.
- [26] 郭其蕴. 东亚冬季风的变化与中国气温异常的关系[J]. 应用气象学报, 1994, 5(2): 218 – 224.
- [27] 张德二, 薛朝辉. 公元 1500 年以来 El Nino 事件与中国降水分布型的关系[J]. 应用气象学报, 1994, 5(2): 168 – 175.
- [28] 钱林清, 郑炎谋, 郭慕萍, 等. 山西气候[M]. 北京: 气象出版社, 1991: 199 – 200.

Characteristics and Periodic Regularity of Frost and Snow Disaster in Shanxi Province During 1368 to 1948

Meng Wanzhong^{1, 2} and Liu Xiaofeng²

(1. College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China;
2. Taiyuan Normal University, Taiyuan 030012, China)

Abstract: Based on collection, arrangement and mathematical analysis on historical documents and materials from 1368 to 1948 in Shanxi province, grades, stages, periods and their causes of frost and snow disasters in the area are researched. During this period 419 disasters had happened, the disaster grades are mild, moderate and severe, and the disaster occurrence probabilities are 106, 228 and 85 times. Disaster changes can be divided into four stages. The first stage is from 1368 to 1579, the second stage is from 1580 to 1699, the third stage is from 1700 to 1819 and the fourth stage is from 1820 to 1948. The first and third stages are the ones that the disasters happened occasionally, and most of them are mild and moderate ones. The second and forth stages are the ones that the disasters happened frequently, and most of them are moderate and the most serious. According to wavelet analysis, the disasters are mainly of 4 obvious periods as 10 ~ 13 years, about 20 years, 45 ~ 50 years and about 120 years. Sharp temperature dropping below 0 °C, which is caused by snowfall or cold current, is the main inducement of frost and snow disaster in Shanxi province. Six cold climate events happened in Shanxi province from 1368 to 1948, and they respectively happened from 1578 to 1588, 1591 to 1607, 1631 to 1642, 1669 to 1672, 1690 to 1699 and 1830 to 1836. There were three unusually cold disaster years in 1653, 1892 and 1929.

Key words: frost and snow disaster; from 1368 to 1948; the grade of disaster; periodic law; cold climate events; Shanxi province