

李婷, 孙玉龙, 陈笑娟, 等. 基于经济损失的河北省雪灾风险定量评估[J]. 灾害学, 2018, 33(4): 72–77. [LI Ting, SUN Yulong, CHEN Xiaojuan, et al. Quantitative risk assessment of snow disaster in hebei province based on economic loss[J]. Journal of Catastrophology, 2018, 33(4): 72–77. doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2018.04.014.]

## 基于经济损失的河北省雪灾风险定量评估<sup>\*</sup>

李 婷<sup>1</sup>, 孙玉龙<sup>1</sup>, 陈笑娟<sup>1</sup>, 俞海洋<sup>1</sup>, 刘庆爱<sup>1,2</sup>, 李 丹<sup>3</sup>

(1. 河北省气象灾害防御中心, 河北 石家庄 050021; 2. 北京师范大学 减灾与应急管理研究院, 北京 100875;  
3. 武安市气象局, 河北 武安 056300)

**摘 要:** 通过河北省 142 个国家气象站的逐日积雪深度和历史灾情资料, 运用概率分布理论对不同重现期下河北省雪灾致灾因子危险性进行评估, 并利用“致灾强度指数–经济损失率”反演法构建脆弱性曲线, 对承灾体损失风险进行定量评估。结果表明: 河北省的张家口、承德和唐山北部地区海拔较高, 雪灾致灾因子危险性高于其他地区。随着重现期的增加, 雪灾积雪深度也在增加。在承德、唐山交界以及唐山东南部地区, 30 年一遇雪深达 44 cm, 50 年一遇高达 66 cm。对于雪荷载敏感的结构, 承德与唐山交界处、唐山东部应满足 100 年一遇雪压 0.5 kN/m<sup>2</sup> 以上。承灾体的损失风险受到致灾因子、承灾体暴露度和脆弱性的综合影响。在同等致灾强度下, 雪灾经济损失风险与经济暴露度分布大体一致, 石家庄、保定、邢台、邯郸的市辖区附近以及唐山遵化县和曹妃甸区的雪灾经济损失高达 50 万元/km<sup>2</sup> 以上。

**关键词:** 经济损失; 致灾因子; 风险评估; 雪灾; 脆弱性曲线; 河北

**中图分类号:** X43; P429 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2018)04–0072–06

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2018.04.014

雪灾是影响河北省的主要气象灾害之一, 易导致能见度降低, 阻碍交通正常运行, 甚至损坏高压输电线, 压塌蔬菜棚室和民房<sup>[1]</sup>, 造成社会经济损失与人员伤亡。对于冀北地区, 雪灾大大影响农产品运输和销售<sup>[2]</sup>。2009 年 11 月 8–12 日河北出现全省范围的降雪天气, 47 个县市的最大积雪深度突破当地有气象记录以来的历史极值, 328.4 万人受灾, 162.7 km<sup>2</sup> 农作物受灾, 6 590 间房屋倒塌或损坏, 直接经济损失达 15.3 亿元。开展雪灾的危险性高低、强度大小及可能的损失评估, 已成为开展雪灾灾害风险管理的重要内容。

目前的雪灾研究已有很多, 主要涉及时空特征、暴雪天气过程和预报、致灾因子及灾情分析<sup>[3–5]</sup> 三方面, 多集中在青海、内蒙等高原牧区, 且局限于雪深大小、日数长短等致灾因子作为雪灾等级评价指标。李凡等<sup>[6]</sup> 基于 GIS 和 RS 工具, 通过层次分析和聚类分析法, 对果洛地区的积雪深度、持续天数、积雪面积比三个指标进行了危险性评估。以往研究中, 将承灾体脆弱性、暴露性和承灾体风险作为雪灾风险评估的研究相对较少<sup>[7]</sup>, 而致灾因子是风险评估的基础, 暴露度和脆弱性评价是灾情预估

的核心<sup>[7–8]</sup>。主要评估方法中, 指标评估法是通过建立多指标评估体系和已有雪灾标准来确定雪灾大小, 但要求动态更新的指标资料, 且仅可定性反映风险的相对大小, 而基于历史灾情的脆弱性曲线, 则可建立不同致灾强度与人口、经济等承灾体损失的定量化关系, 来反演期望损失值<sup>[9]</sup>。

本文针对河北省雪灾风险研究薄弱和实际业务需求的现状, 以致灾因子危险性、承灾体暴露度和脆弱性评估为基础, 通过建立承灾体脆弱性曲线, 利用灾害风险评估理论, 对不同重现期下雪灾经济损失风险进行定量研究, 为河北省开展雪灾定量化风险评估业务和防灾减灾决策提供技术支撑和理论依据。

### 1 资料来源

致灾因子数据为河北省 1951–2017 年 142 个国家地面气象站的逐日积雪深度资料, 来自河北省气象局。

灾情数据为 1984–2017 年河北省各县域雪灾灾情统计数据, 主要字段包括灾害开始时间、结

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2018–01–29 修回日期: 2018–04–12

基金项目: 河北省气象与生态环境重点实验室开放基金项目资助(Z201603H); 河北省科技厅科研项目(17275430)

第一作者简介: 李婷(1989–), 女, 河北衡水人, 硕士, 助理工程师, 主要从事气象灾害防御技术研究。

E-mail: liting29320@sina.com

通讯作者: 孙玉龙(1991–), 男, 河南许昌人, 硕士, 助理工程师, 主要从事气象灾害风险评估研究. E-mail: fengxuelone@163.com

束时间、发生地点、天气过程描述、损失数据、灾情描述等, 来自河北省气象局与《中国气象灾害大典(河北卷)(2008)》。

承灾体数据的各县域内逐年地区生产总值来自河北省统计局的经济年鉴资料(<http://www.hetj.gov.cn/>), 地均 GDP(单位面积内直接经济损失)空间分布数据来自中国科学院资源环境科学数据中心, 基于 2010 年分布数据, 通过查阅 2011–2015 年河北省年末总 GDP 数据, 计算年均 GDP 增长率, 计算得到河北省 2015 年地均 GDP 栅格数据, 分辨率为  $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 。地理信息基础数据来自河北省地理信息局。

## 2 研究方法

### 2.1 雪压计算方法

雪压为单位水平面积上的雪重, 根据积雪深度和积雪密度可计算得到雪压, 公式如下<sup>[10]</sup>:

$$s = h\rho g. \quad (1)$$

式中:  $h$  为积雪深度(m);  $\rho$  为华北地区积雪密度, 取值  $130\text{ kg/m}^3$ <sup>[10]</sup>;  $g$  为重力加速度, 取值  $9.8\text{ m/s}^2$ 。

### 2.2 致灾因子危险性评估方法

在概率论意义上, 气候概率分布模式是根据长时间历史实测资料的样本分布进行极值变化的推算, 利用极值理论, 计算极值概率分布函数和重现期, 这对于客观及定量评价气象灾害强度具有重要意义<sup>[11]</sup>。根据概率分布理论<sup>[12]</sup>, 假定  $X$  为连续性随机变量, 对于任意实数  $x$  而言,  $X < x$  的概率为:

$$F(X) = P(X < x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx. \quad (2)$$

式中:  $X$  代表积雪深度的极值变量,  $F(X)$  为其累计概率分布,  $f(x)$  为概率密度函数,  $x$  表示某一取值(年最大值), 则最大值的重现期  $T = \frac{1}{1 - F(x)}$ 。

根据历史逐日资料分别提取年最大日积雪深度和年最大日雪压, 构建致灾因子年极值数据(Annual Maximum, AM)序列。使用极值 I 型(Gumbel)、Weibull、Pearson – III 型、正态分布等 10 种常见分布函数对各站点序列进行分布拟合。由于最大似然法(Maximum Likelihood Estimation, MLE)能适应不同极值模型参数估计需求, 参数估计效果精确度高<sup>[13]</sup>, 因此选择该方法估计模型参数, 通过 Kolmogorov – Smirnov (KS) 检验法确定最优分布函数<sup>[14]</sup>, 然后计算不同重现期下雪灾对应的致灾因子强度, 通过 GIS 技术反距离权重插值法得到空间分布。

### 2.2 承灾体脆弱性评估方法

根据灾情统计和气象观测资料, 获取雪灾发生时的直接经济损失和致灾因子数据, 通过年鉴资料查询相应时间和地点的地区生产总值, 计算雪灾造

成的直接经济损失率; 通过致灾因子数据归一化得到致灾强度指数。基于 Matlab 2014a, 通过线性、多项式、指数、高斯等回归方法, 绘制致灾强度指数 – 因灾经济损失率拟合曲线, 根据拟合度检验结果, 得到河北省雪灾经济损失的脆弱性曲线。

### 2.3 承灾体损失风险评估方法

风险是致灾因子、承灾体暴露度和脆弱性共同作用的结果。根据自然灾害风险评估理论体系, 不同年遇型风险为由致灾因子作用而导致的承灾体损失的可能性, 即损失期望值<sup>[15]</sup>。对于经济损失风险而言, 计算公式如下:

$$R(t) = V(H(t)) \times E. \quad (3)$$

式中:  $R(t)$  为  $t$  年一遇的风险;  $H(t)$  为  $t$  年一遇的致灾因子强度,  $V$  为承灾体(经济)的脆弱性函数;  $E$  为承灾体(经济)的价值。

## 3 结果与分析

### 3.1 致灾因子危险性评估

雪灾致灾因子危险性是指积雪深度、降雪量等要素的强度、频率和变化规模, 一般情况下, 降雪强度越大, 积雪越深, 雪灾的致灾风险就越大<sup>[9]</sup>。本文选取积雪深度和日雪压作为雪灾致灾因子危险性评价指标。

图 1 为不同重现期下河北省雪灾年最大日积雪深度的危险性分布图。由图 1 可见, 随着重现期的增加, 积雪深度和范围逐渐增加。重现期为 5 年一遇时, 西部太行山区和张家口东北部、承德、唐山北部的致灾强度相对较高, 积雪深度在 10 cm 以上。10 年一遇时, 全省绝大部分地区积雪深度介于 11 ~ 15 cm 之间, 而张家口东北部、承德和唐山北部的积雪深度致灾强度相对更高, 达到 15 cm 以上。30 年一遇时, 高值区主要分布在石家庄西部山区、张家口东北部、承德以及唐山北部和南部, 积雪深度超过 20 cm, 而 50 年一遇时, 几乎整个太行山区和保定以北地区均在 20 cm 以上。而在承德、唐山交界处及唐山东南部, 致灾因子危险性更高, 30 年一遇积雪深度达 44 cm, 50 年一遇高达 66 cm。总体来说, 地势较高的河北西部山区和北部张承地区的雪灾致灾因子危险性较高, 这是由于相对平原而言, 山区或坝上等高海拔区气温相对偏低, 持续低温不利于积雪融化, 导致积雪深度更大, 致灾危险性较高。

基本雪压为雪荷载的基准压力, 是指结构试用期间, 在水平地面上根据气象记录资料经统计得到的可能受到的最大雪压值<sup>[16]</sup>。根据《GB50009 – 2012 建筑结构荷载规范》, 一般建筑结构的基本雪压采用 50 年重现期的雪压, 对雪荷载敏感的结构(主要指大跨、轻质层盖结构), 采用 100 年重现期的雪压<sup>[10]</sup>。

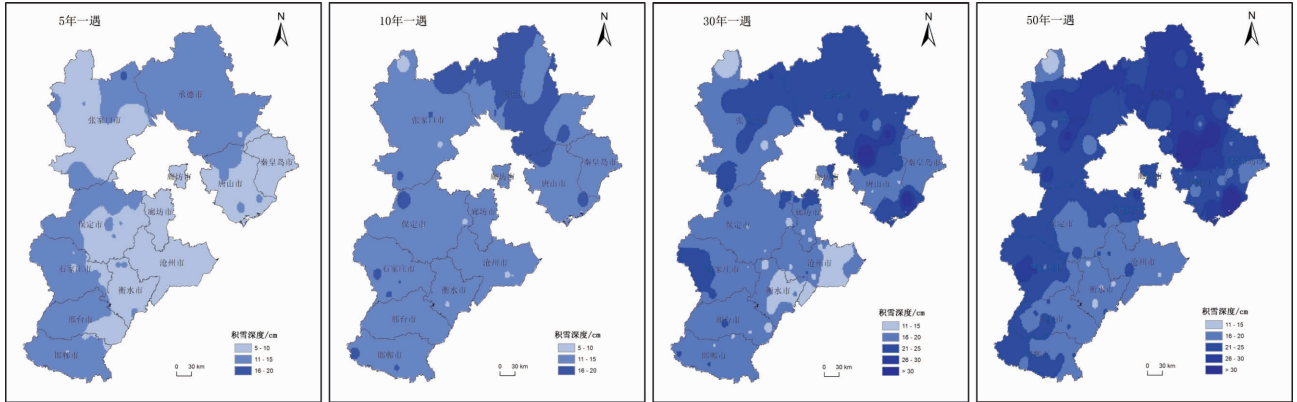


图1 不同重现期下河北省雪灾年最大日积雪深度致灾强度分布

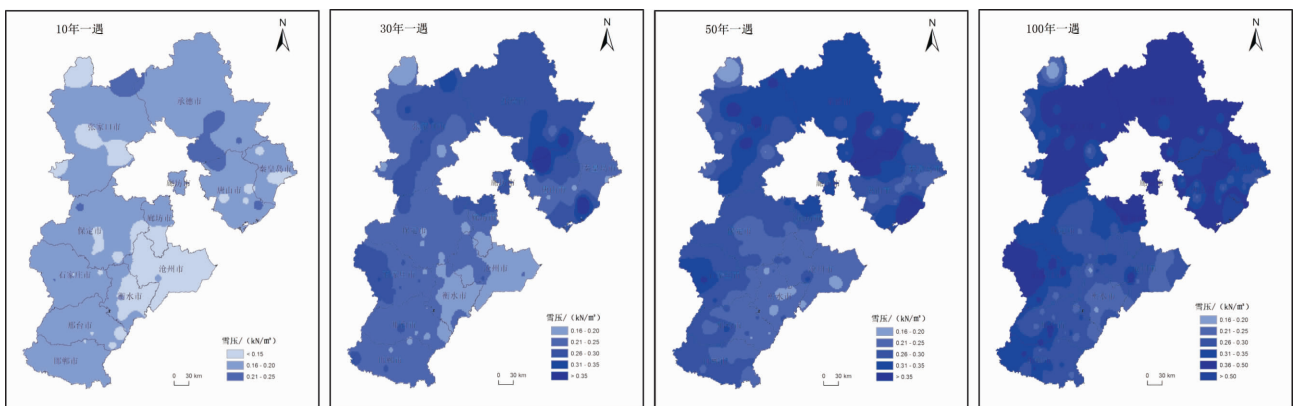


图2 不同重现期下河北省雪压致灾强度分布

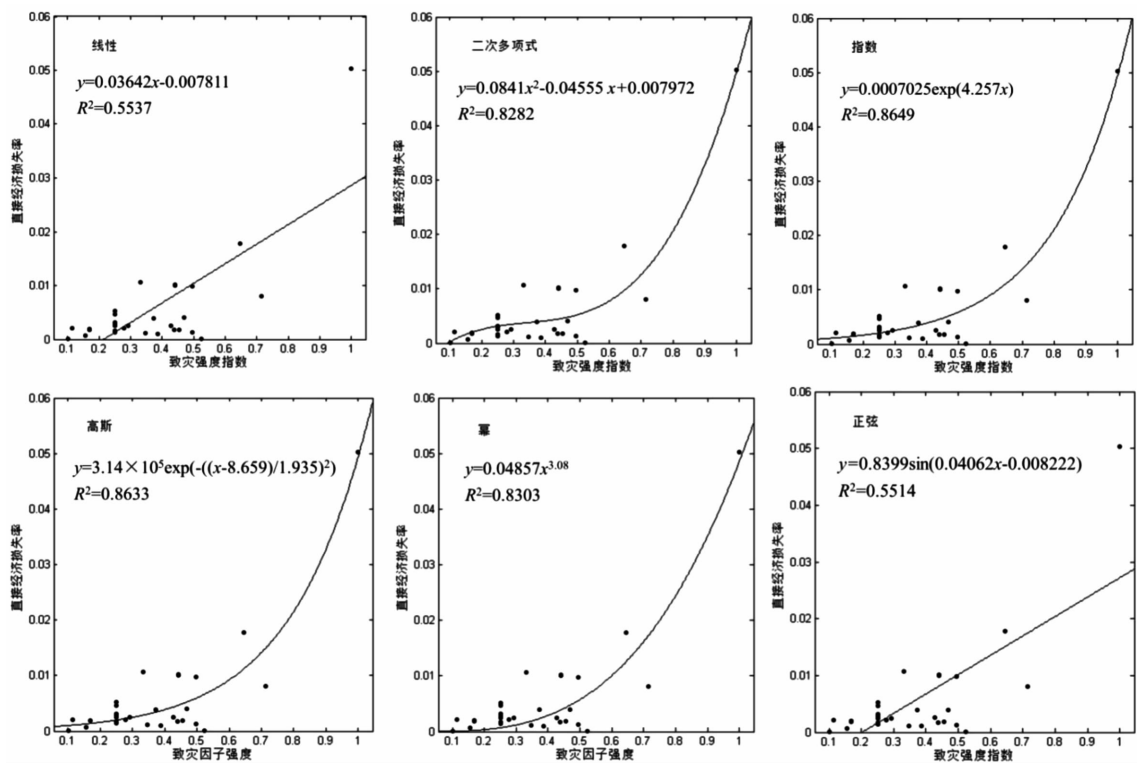


图3 河北省雪灾经济脆弱性曲线拟合

图2 为不同重现期河北省雪压致灾强度分布图。重现期为10年一遇时,除衡水和沧州地区,

其他大部分地区雪压在0.16~0.20 kN/m<sup>2</sup>之间。30年一遇时,石家庄西部、张家口、承德及唐山

南部和北部的雪压达  $0.20 \text{ kN/m}^2$  以上, 而张家口东北部的沽源县和承德南部兴隆县的雪压相对较高, 超过  $0.30 \text{ kN/m}^2$ 。根据 50 年一遇雪压分布, 河北西部山区和北部地区的基本雪压在  $0.25 \text{ kN/m}^2$  以上, 其中, 张家口中东部、承德以及唐山地区的北部和南部, 建筑结构荷载设计应满足基本雪压在  $0.30 \text{ kN/m}^2$  以上。而对于雪荷载敏感的结构, 石家庄西部和保定以北地区应满足  $0.36 \sim 0.50 \text{ kN/m}^2$ , 承德与唐山交界处、唐山东部乐亭县附近则应满足  $0.5 \text{ kN/m}^2$  以上的雪压。

### 3.2 承灾体脆弱性评估

承灾体脆弱性是承灾体在面对灾害威胁时的易受损性质, 受自然、社会、环境及人类活动等因素的作用<sup>[17]</sup>, 由内在易损性和应对抗灾能力等自身属性决定<sup>[18]</sup>。一般地, 某地区人口、经济越多越集中, 可能损失越大, 灾害风险也越大。基于河北省经济年鉴和雪灾灾情资料, 本文选取经济作为承灾体, 地均 GDP 作为暴露度指标, 以归一化的致灾因子强度指数为  $x$  轴, 直接经济损失率为  $y$  轴, 建立二者关系曲线来表征承灾体脆弱性(图 3)。对结果进行拟合优度检验, 确定系数( $R^2$ )越接近 1, 残差平方和( $SSE$ )和剩余标准差( $RMSE$ )的数值越小, 表明拟合程度越好。由表 1 可以看出, 指数函数的确定系数最大( $R^2 = 0.8649$ ), 对应的残差平方和( $SSE = 0.000344$ )和剩余标准差( $RMSE = 0.003505$ )均是较小, 拟合优度最佳, 高斯函数次之, 正弦函数最差, 因此选择指数函数来表达经济损失对于雪灾的脆弱性。

表 1 河北省雪灾经济脆弱性曲线拟合优度检验

|       | $R^2$  | $SSE$    | $RMSE$   |
|-------|--------|----------|----------|
| 线性函数  | 0.5537 | 0.001136 | 0.006370 |
| 二次多项式 | 0.8282 | 0.000437 | 0.004024 |
| 指数函数  | 0.8649 | 0.000344 | 0.003505 |
| 高斯函数  | 0.8633 | 0.000348 | 0.003590 |
| 幂指数函数 | 0.8303 | 0.000432 | 0.003928 |
| 正弦函数  | 0.5514 | 0.001142 | 0.006504 |

### 3.3 承灾体损失风险评估

承灾体的损失风险受致灾因子、承灾体暴露

度和脆弱性的综合影响。其中, 暴露度是指致灾因子影响范围内的承灾体(人口、经济等)数量或价值量及空间分布, 是风险存在的必要条件<sup>[19]</sup>。在同等致灾因子危险性下, 地均 GDP 水平越高, 范围越大, 受损风险越大。图 4 为河北省地均 GDP 的空间分布图, 总体呈现东南高、西北低的分布特征, 其中, 唐山、廊坊、保定、石家庄、沧州、邯郸等平原城市的地均 GDP 水平相对较高, 尤其保定、石家庄市辖区和唐山曹妃甸出现  $44\ 465.8$  万元/ $\text{km}^2$  以上的高值区, 而经济相对落后的保定西北部山区以及张家口、承德, 地均 GDP 水平较低, 大部分地区低于  $2\ 431.7$  万元/ $\text{km}^2$ 。

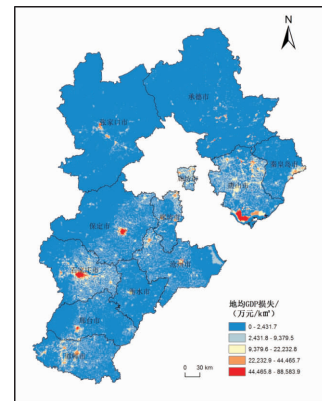


图 4 河北省地均 GDP 空间分布

图 5 展示了不同重现期河北省雪灾经济损失的风险分布。总体来看, 不同重现期的经济损失风险与地均 GDP 的空间分布大体一致, 高风险区主要分布在中南部和东北部地区。重现期越大, 地均 GDP 损失值越高, 范围越大。重现期为 5 年一遇时, 唐山、廊坊北部、石家庄、邯郸部分地区的地均 GDP 受灾损失在  $10 \sim 25$  万元/ $\text{km}^2$  之间, 而保定和石家庄市出现  $50$  万元/ $\text{km}^2$  以上。10 年一遇时, 唐山南部曹妃甸工业区的损失值也超过了  $50$  万元/ $\text{km}^2$ 。30 年一遇时, 自北向南, 唐山、廊坊及太行山脉以东的河北中南部地区, 经济损失较高, 以石家庄中东部、廊坊北部和唐山较为突出。30 年和 50 年一遇时, 中南部各市市辖

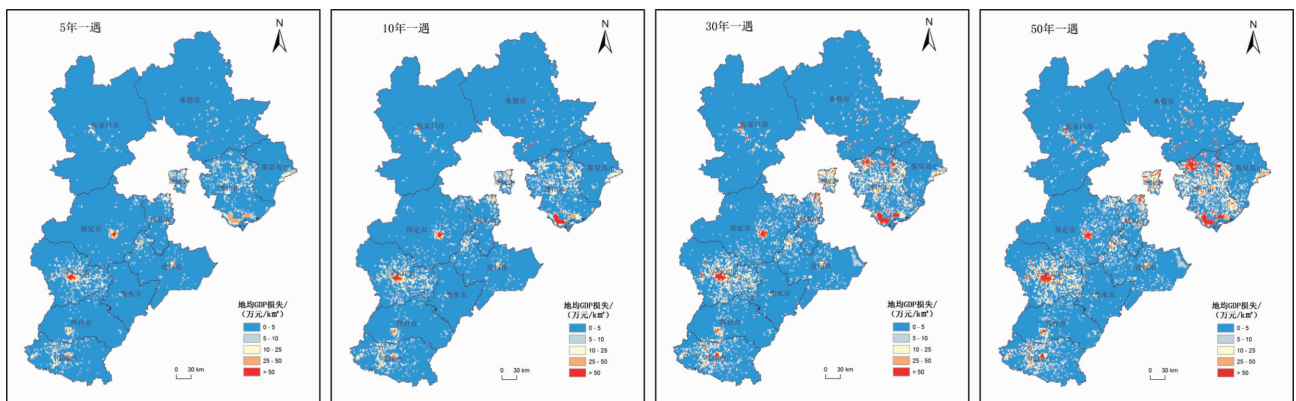


图 5 不同重现期下河北省雪灾经济损失风险分布

区附近,以及唐山北部遵化县和南部曹妃甸区均出现了 50 万元/km<sup>2</sup> 以上明显的损失高值中心。因此,在太行山脉以东、燕山山脉以南地区,虽然致灾因子强度较低,但其经济相对发达集中,受雪灾影响的损失风险相对较高,表明经济损失风险受到致灾因子和自身属性的共同作用。

## 4 结论与讨论

本文基于经济的雪灾风险评估主要包括两个关键技术:致灾因子重现期分布拟合和承灾体脆弱性曲线研究,将二者联系起来构建了致灾因子强度指数-承灾体损失率的脆弱性曲线,对承灾体的损失风险进行定量评估,得到以下结论。

(1)随着重现期的增加,积雪深度的致灾强度与影响范围逐渐变大。受地势影响,河北西部山区和北部张承地区的雪灾致灾因子危险性较高。在承德、唐山交界以及唐山的东南部,30 年一遇积雪深度达 44 cm,50 年一遇高达 66 cm。河北省北部地区建筑结构荷载的基本雪压设计标准(0.30 kN/m<sup>2</sup> 以上)高于其他地区,而对于雪荷载敏感的结构,承德与唐山交界处、唐山东部则应达到 0.5 kN/m<sup>2</sup> 以上。

(2)选取经济作为雪灾风险评估的承灾体,选择地均 GDP 作为暴露度指标,在同等的致灾因子危险性条件下,地均 GDP 水平越高,范围越大,受损的风险越大。通过建立经济损失率与积雪深度的曲线关系,选择了拟合效果最好的指数函数来表达经济损失对于雪灾的脆弱性。

(3)河北省经济分布总体呈现东南高、西北低,不同重现期的雪灾经济损失风险与地均 GDP 的空间分布大体一致,高风险区主要分布在经济相对发达集中的唐山、廊坊以及太行山脉以东的河北中南部地区,其中以中南部的各市区以及唐山遵化县和曹妃甸区更为突出,30 年和 50 年一遇经济损失超过 50 万元/km<sup>2</sup>。

河北省设施农业作为京津冀蔬菜的重要供应来源,是雪灾的重点承灾体之一,今后有必要进一步设施农业的雪灾风险预警与评估,为趋利避害提供重要参考<sup>[20]</sup>。本文采用的脆弱性曲线方法能够定量化建立雪灾致灾因子强度与承灾体损失的映射关系,但适用区域有限,对于地形地貌导致的气候差异性大的地区,需要进一步考虑孕灾环境、防灾减灾能力引起的灾损差异<sup>[21-22]</sup>。另外,此方法对灾情资料要求较高,对于各市县而言,需要有足够多的灾情损失记录以及与灾害发

生时间、地点相匹配的气象记录。

## 参考文献:

- [1] 张丽娟,陈红,刘栋,等. 黑龙江省暴雪时空分布特征与发生风险研究[J]. 冰川冻土, 2011, 33(4): 721-728.
- [2] 王琼,魏瑞江,王荣英,等. 河北日光温室气象灾害影响和气象服务评估[J]. 中国农业气象, 2014, 35(6): 682-689.
- [3] 赵春雨,王颖,李栋梁,等. 辽宁省冬半年降雪初终日的气候变化特征[J]. 高原气象, 2010, 29(3): 755-762.
- [4] 白人海,张志秀,高煜中. 东北区域暴雪天气分析及数值模拟[J]. 气象, 2008, 34(4): 22-29.
- [5] 葛徽衍,张永红,韩蓓蓓,等. 设施大棚生产中暴雪危害风险研究[J]. 陕西农业科学, 2017, 63(5): 55-59.
- [6] 李凡,侯光良,鄂崇毅,等. 基于乡镇单元的青海高原果洛地区雪灾致灾风险评估[J]. 自然灾害学报, 2014, 24(6): 141-148.
- [7] 王世金,魏彦强,方苗. 青海省三江源牧区雪灾综合风险评估[J]. 草业学报, 2014, 23(2): 108-116.
- [8] ESCAP/UNISDR. Reducing Vulnerability and Exposure to Disasters: The Asia-Pacific Disaster Report 2012[R]. United Nations, 2012.
- [9] 吴玮,秦其明,范一大,等. 中国雪灾评估研究综述[J]. 灾害学, 2013, 28(4): 152-158.
- [10] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB/T 50009-2012 建筑结构荷载规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [11] 李美荣,李星敏,柏秦凤,等. 苹果极端气象灾害气温极值的分布及重现期预测[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(3): 257-261.
- [12] 周波涛,於刚. 管理气候灾害风险推进气候变化适应[J]. 中国减灾, 2012, 3(174): 18-19.
- [13] 荣艳淑,王文,王鹏,等. 淮河流域极端降水特征及不同重现期降水量估计[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2012, 40(1): 1-8.
- [14] 苏布达,姜彤,董文杰. 长江流域极端强降水分布特征的统计拟合[J]. 气象科学, 2008, 28(6): 625-629.
- [15] International Strategy for Disaster Reduction. Living with risk: A global review of disaster reduction initiatives[M]. United Nations Publications, 2004.
- [16] 王笃利. 温室基本风压和雪压取值方法的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [17] 商彦蕊. 自然灾害综合研究的新进展-脆弱性研究[J]. 地域研究与开发, 2000, 19(2): 73-77.
- [18] 明晓东,徐伟,刘宝印,等. 多灾种风险评估研究进展[J]. 灾害学, 2013, 28(1): 126-132.
- [19] 侯光良,赵霞,李凡,等. 青海省果洛州乡级人口-牲畜雪灾风险评估[J]. 自然灾害学报, 2015, 24(5): 247-253.
- [20] 高浩,黎贞发,潘学标,等. 中国设施农业气象业务服务现状与对策[J]. 中国农业气象, 2010, 31(3): 402-406.
- [21] 苗爱梅,王洪霞,逯张禹. 基于 GIS 的山西省暴雪灾害风险区划研究[J]. 中国农学通报, 2016, 32(20): 133-140.
- [22] 张婧,郝立生,许晓光. 基于 GIS 技术的河北省洪涝灾害风险区划与分析[J]. 灾害学, 2009, 24(2): 51-56.



## Quantitative Risk Assessment of Snow Disaster in Hebei Province Based on Economic Loss

LI Ting<sup>1</sup>, SUN Yulong<sup>1</sup>, CHEN Xiaojuan<sup>1</sup>, YU Haiyang<sup>1</sup>, LIU Qingai<sup>1, 2</sup> and LI Dan<sup>3</sup>  
(1. *Hebei Meteorological Disaster Prevention Center, Shijiazhuang 050021, China*; 2. *Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Beijing Normal University, Beijing 100875, China*;  
3. *Wuan Meteorological Bureau, Wuan 056300, China*)

**Abstract:** Based on the daily snow depth and historical disaster data of 142 meteorological stations in Hebei Province, the probability distribution theory was applied to evaluate the risk of snow disaster-causing factors at different return periods. With the disaster intensity index-economic loss rate inversion method, vulnerability curves were established to assess the loss risk quantitatively. The results showed that, the disaster-causing factor risk in Zhangjiakou, Chengde and the north part of Tangshan with higher altitude, was higher than the other regions, relatively. With the increase of return periods, the intensity and impact range of snow hazard factors were greater. In the junction of Chengde and Tangshan, and the southeast part of Tangshan, the snow depth reached 44 centimeters in 30-year and 66 centimeters in 50-year return periods. With regard to the load-sensitive structures, the structural load designed values should meet the snow pressure above 0.5 kN/m<sup>2</sup> in the junction of Chengde and Tangshan, and the eastern part of Tangshan. The loss risk of hazard-bearing bodies was affected by the combined effects of disaster-causing factors, exposure and vulnerability. Under the same disaster-causing factor intensity, the distribution of economic loss risk was similar to that of the exposure roughly. In the urban cities like Shijiazhuang, Baoding, Xingtai and Handan, as well as in Zunhua and Caofeidian of Tangshan, the GDP loss was above 500, 000 yuan/km<sup>2</sup>.

**Key words:** economic loss; hazard factors; risk assessment; snow disaster; vulnerability curve; Hebei Province

(上接第 64 页)

## Comparison Analysis of Two Low Temperature Disasters and Physical Mechanism in Guangxi

LI Xianghong<sup>1</sup>, LU Hong<sup>2</sup>, WU Jing<sup>1</sup>, Zhen Chuanxin<sup>1</sup>, ZHOU Xiuhua<sup>2</sup> and YIN Chao<sup>1</sup>  
(1. *Guilin Meteorological Bureau, Guilin 541001, China*; 2. *Guangxi Climate Centre, Nanning 530022, China*)

**Abstract:** Based on the conventional observation data and the NCEP reanalysis data the low temperature disaster, circulation, dynamic mechanism and water vapor characteristics are investigated and compared between the strong cold air course in January 23-28, 2016 and the cold air course in January 13-February 5, 2008. The analysis results shows that the blocking high pressure in 2016 strong cold air process was abnormal stronger than that of cold air process in 2008. The middle-high latitude general circulation of cold air course in January 2016 belonged two troughs and one ridge pattern. The strong cold air moved south along the Westly road quickly, led to the most southerly snow line in the last 50 years in Guangxi. And the middle-high latitude general circulation of cold air course in January 2008 maintained stable East high-West low situation. The strong cold air moved south along the Eastly road quickly, led to the most prolonged freezing rain and freezing weather in Guangxi in the last 50 years. The transporting of negative vorticity continues to the eastern part of the Ural Mountains region supported the blocking high-pressure reconstruction and maintenance in 2008. Transporting water vapor from the Bay of Bengal led to long-term freezing rain and frozen weather in cold air course in 2008 in Guangxi. The lacking of water vapor in cold air course in 2016 resulted in a small amount snowfall and turned sunny quickly.

**Key words:** low temperature; frozen; cold high pressure; negative vorticity; water vapor