

李亚滨, 胡瑞卿. 基于灰色关联度的黑龙江省暴雨事件灾害评估和预评估模型研究[J]. 灾害学, 2016, 31(2): 78–83.
[Li Yabin and Hu Ruiqing. Disaster Evaluation and Pre-evaluation models on Rainstorm Events in Heilongjiang Province Based on Gray Correlation[J]. Journal of Catastrophology, 2016, 31(2): 78–83.]

基于灰色关联度的黑龙江省暴雨事件灾害 评估和预评估模型研究^{*}

李亚滨¹, 胡瑞卿²

(1. 黑龙江省气候中心, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 上海气象局中心气象台, 上海 200030)

摘 要: 通过对黑龙江省 1984–2013 年各台站历史暴雨灾害资料的统计分析, 采用灰色关联度方法进行灾害等级划分, 研究暴雨灾害与气象因子之间的关系, 建立了反映暴雨灾害程度的 5 项单指标及综合评估指数, 在此基础上建立了评估和预评估模型, 最终实现对暴雨灾害事件的快速评估。利用该评估模型方程对 2013–2014 年的明显暴雨灾害事件进行评估, 结果表明, 实况与评估结果基本相符, 可以满足决策服务需求。

关键词: 暴雨事件; 灾害等级; 灾害评估; 灾害预评估; 灰色关联度; 黑龙江

中图分类号: X43; P426.616 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2016)02–0078–06

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2016.02.016

近年来随着全球气候变暖, 极端灾害事件频发, 重大气象灾害日益引起人们的重视, 各种灾害应急预案及相应的响应机制不断出台, 灾害发生后政府部门对灾前、灾害、灾后的评估工作需求也不断增加。黑龙江省作为农业大省, 受全球气候变化影响增温明显, 极端灾害性天气频发, 其中暴雨引发的洪涝灾害占 30% 以上。而洪涝灾害对农作物的影响极大, 每年洪涝集中发生的 6–8 月正是农作物生长的关键期, 每次过程都会导致大面积农田受灾和绝产, 直接影响“千亿斤粮食工程”。根据 1984–2013 年发生的暴雨灾害统计, 近 10 年来发生暴雨灾害事件的频次呈现显著增加的趋势, 仅 2011 年由暴雨引发的洪涝直接经济损失达 23.7 亿元。因此进行暴雨过程定量评估对于提高应急服务能力及制定抢险救灾决策具有重要意义。

以往一些研究^[1–5]多是利用灾害损失资料根据有关方法进行暴雨洪涝灾害损失评估, 但利用灾害损失资料进行评估易受时间限制, 在应用于灾害预评估及灾后快速评估方面操作性不强。由于历史上每次暴雨过程的受灾损失资料的收集极为困难且不是十分准确, 无法满足实际工作中暴雨灾害预评估和灾害出现后快速评估的需求, 所以袁祝香等^[6]提出有必要建立一套以气象观测数据

为基础的评估指标。本文利用暴雨过程中的 24 h 最大降水量、1 h 最大降水量、过程合量、过程前 3 d 降水量和过程前 10 d 降水量等 5 方面因素来构建综合评估指标, 对暴雨灾害进行了评估模型研究。

1 黑龙江省暴雨灾害背景分析

黑龙江省位于我国东北部, 地处亚洲大陆东部中高纬度地区, 属大陆性季风气候, 冬季为冷高压所盘踞, 降水稀少, 夏季为亚洲大陆热低压所控制, 水汽主要来源是东南季风带来的暖湿空气, 降水较丰沛。全省年降水量总的分布趋势是: 山丘区大于平原区, 中东部大于西部, 南部大于北部。其中小兴安岭、张广才岭的迎风坡有较好的地形抬升条件, 加上各种天气系统多在此过境, 所以暴雨频繁, 形成了降水量的高值区。而松嫩平原因距副热带高压较远, 且无地形抬升条件, 不易形成较大降水, 因此三江平原地区降水量远大于松嫩平原地区^[7–8]。从暴雨发生次数的空间分布来看, 黑龙江省黑河南部、东部地区的三江平原大部及牡丹江等地的暴雨发生次数较多, 而中部地区的哈尔

^{*} 收稿日期: 2015–09–07

修回日期: 2015–11–02

基金项目: 黑龙江省气象局项目“黑龙江省洪涝灾害影响定量评估系统”(HQ2013012)

作者简介: 李亚滨(1974–), 女, 黑龙江哈尔滨人, 高级工程师, 主要从事气候影响评价和气象灾害监测评估方面研究。

E-mail: 113931077@qq.com

滨、绥化、伊春稍少, 北部的大兴安岭地区及松嫩平原西部市县暴雨发生次数最少(图 1)。

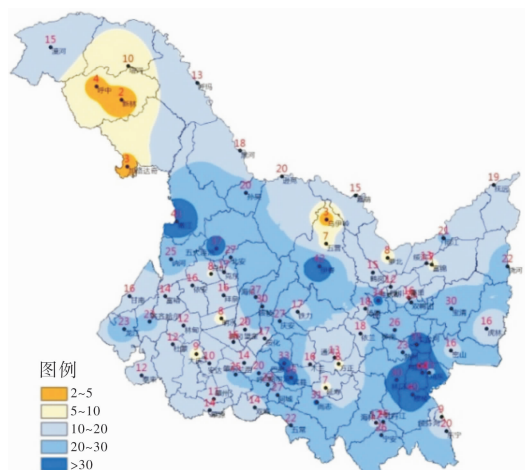


图 1 黑龙江省 1984 - 2013 年暴雨灾害发生频次空间分布图

暴雨是一种灾害性天气, 往往造成洪涝灾害和严重的水土流失, 导致工程失事、堤防溃决和农作物被淹等重大的经济损失。根据暴雨灾害发生造成的社会经济损失, 分析黑龙江省暴雨发生次数的历年变化, 可以看出 1984 - 2013 年黑龙江省发生的暴雨灾害频次呈现明显上升趋势, 1980 - 2000 年之间, 平均每年暴雨灾害发生次数在 30 次以内, 2000 年后显著增加, 其中以 2013 年为最多(图 2)。

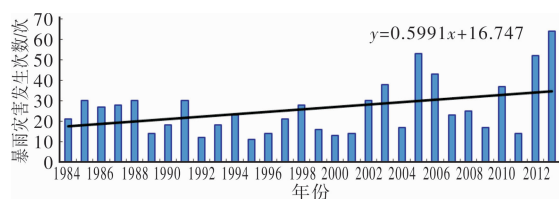


图 2 黑龙江省 1984 - 2013 年暴雨灾害发生次数曲线图

2 资料与代表站选取

2.1 资料选取

(1) 气象资料: 黑龙江省 83 个气象台站 1961 - 2013 年的逐日地面降水资料、2005 - 2013 年各台站逐小时降水资料; 过程降水量指一次连续降水过程(包括 1 d), 且其中必须有 1 d 降水量大于 50 mm, 大于 1 d 的过程其间不能出现降水量小于 0.1 mm 的日降水量, 如出现则认为该过程中断。

(2) 灾情资料: 灾情数据为 1984 - 2013 年黑龙江省以县为单位的历史洪涝灾情序列资料, 包括由暴雨洪涝而导致的直接经济损失、农作物受灾面积、与死亡人口等。

2.2 代表站选取

对收集到的 2 000 多个暴雨灾情个例进行统计分析, 从灾害发生的分布时段来看, 黑龙江省历年暴雨发生时段在 6 - 8 月之间, 其中 6 月发生频次最少仅占总数的 10%, 7 月暴雨发生次数最多, 占总数的 53%, 8 月稍少占 37%。

考虑到黑龙江省地形地貌的特点, 东西部土壤类型的不同直接影响到致灾因子临界值的差异, 因此利用统计分析方法中的主成分分析法, 分析黑龙江省 83 个气象站 1984 - 2013 年 7 - 8 月的降水量的各站对本地区的代表性: 按 13 个地区进行代表性主成分分析, 第一主成分对整体的贡献率最大, 表明第一主成分对降水情况的反应最接近实际, 由此选取第一主成分中站点系数最大的, 也就是对第一主成分贡献最大的站点作为代表站, 降水情况与本地区的降水情况具有最好的一致性, 根据此方法即可得出最能反映本地区降水情况的代表站。

在对历史暴雨灾害个例进行分析时, 发现存在灾害个例不全面、灾情不完整、灾害个例与实际降水不匹配等问题, 结合黑龙江省单站发生暴雨频次资料, 以单站暴雨发生频次最多、降水代表性最好为基本依据, 根据灾害损失特点, 分别选取每个区域里灾情资料相对较为全面、灾害个例较多且完整、可信度高、数据较为准确的站点作为代表站进行分析, 代表站分别为漠河、嫩江、龙江、伊春、肇源、宾县、宝清、鹤岗、桦南、海伦、勃利、鸡西、穆棱。

3 评估指标的选取

通过经验分析和统计相关等方法对历史暴雨事件灾害个例与降水量关系进行研究, 发现在发生暴雨灾害时除与当时短时降雨强度、过程合量关系较大外, 前期降水的背景条件也是导致灾害发生的诱因, 往往当日降水量不大, 但由于前期降水合量已达临界值, 后期稍有降水即导致灾情发生。因此综合分析, 同时也为便于对灾害开展预评估, 故从不同角度选择 24 h 最大降水量、1 h 最大降水量、暴雨过程合量、过程前 3 d 降水量、过程前 10 d 降水量 5 个指标作为要建立暴雨灾害评估和预评估模型的指标。

4 评估方法及等级标准的确定

4.1 评估方法

灰色关联度分析法 (Grey Relation Analysis,

GRA)是一种多因素统计分析方法,它以各因素的样本数据为依据,用灰色关联度来描述因素间关系的强弱、大小和次序,若样本数据反映出的两因素变化的态势(方向、大小和速度等)基本一致,则它们之间的关联度较大,反之,关联度较小。与传统的多因素分析方法相比,灰色关联度分析法对数据要求较低且计算量较小,因此该方法已广泛运用于社会和自然科学的各个领域,尤其在灾情评估和经济领域内取得了较好的应用效果^[9-11]。刘伟东等针对近20年北京地区发生的大风和暴雨灾害,应用灰色关联度方法,计算北京地区近20年的19个大风和暴雨灾例的灾隋评估指标与关联度,进行损失评估和比较^[12]。吴哲红等使用该方法对暴雨事件进行灾害评估和预评估方法研究,结果表明,该方法对灾情等级划分和灾情损失排序是合理的,比较符合实际对灾情的评价,能够对不同气象灾害和同一级别的气象灾害灾情差异尺度做比较,是能够应用于实际工作中的一种科学方法^[13]。

设有参考数列 $x_0 = \{x_0(1), x_0(2), x_0(3), \dots, x_0(n)\}$ 和比较数列 $x_i, i = 1, 2, \dots, n_0$ 。 $x_i = \{x_i(1), x_i(2), x_i(3), \dots, x_i(n)\}$, 关联系数为 $\xi_i(k)$ 即 k 点的关联系数为:

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|} \quad (1)$$

式中, $|x_0(k) - x_i(k)|$ 表示 x_0 数列与 x_i 数列在 k 点的绝对差值,用 $\Delta i(k)$ 来表示。 $\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)|$ 为二级最小差, $\min_k |x_0(k) - x_i(k)|$ 为一级最小差,表示 x_0 数列和 x_i 数列 k 点差值中的最小值。 $\max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|$ 为二级最大差,意义与二级最小值相似。

关联度(即等权关联度)用 ξ_0 表示:

$$\xi_0 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k) \quad (2)$$

按照关联度大小排序,关联度越大,对应的灾情越重。用此方法可以排列同一灾害等级中不同灾情的轻重顺序。

4.2 单站暴雨灾害等级标准的确定

选取1984-2009年单站暴雨灾害过程个例,依据灾情损失中的死亡人口、直接经济损失、农作物受灾面积作为计算灰色关联度的灾害指标,将各灾害指标进行归一化处理,消除量纲的影响,计算暴雨灾害的灰色关联度 ξ_0 ,利用灰色关联模型方法对13个代表站进行计算,分别得出每个代表站的关联度 ξ_0 。根据3个灾害评估因子指标计算出暴雨灾害个例的灰色关联度 ξ_0 ,为了便于比较,将 ξ_0 根据式(2)进行变换,得到新的灰色关联度 ξ :

$$\xi = \xi_0 \times 10 - 5 \quad (3)$$

以宝清县为例,将计算结果根据式(2)进行变换,得到宝清县历史暴雨灾害过程的灰色关联度。

根据表1灾情资料可以看出,2002年6月6日宝清县出现强降水过程,宝清县的8个乡镇116个村屯受灾,此次暴雨过程受灾人口126905人,农作物受灾面积达21333.3 hm²,绝收面积11816.53 hm²,依饶公路宝清段、依宝公路宝清段、3条地方公路和宝清县红兴隆转运站铁路专用线部分被水冲毁,农村输电线路、线杆以及附近受到损坏,断线23处,折断线杆54根,损失电量80.6 kw·h,总共造成直接经济损失4245万元。暴雨灾害的灰色关联度 ξ 最大为2.1,关联度 ξ 的结果可以比较客观地反映灾害等级。

选取1h最大降水、24h最大降水、暴雨过程合量、前3d降水量和前10d降水量5个气象因子为单站暴雨灾害气象指数的影响因子,如表2所示。

表1 宝清县历年暴雨灾情及 ξ_0 结果

| 开始时间 | 结束时间 | 死亡人口 | 直接经济损失/万元 | 农作物受灾面积/hm ² | ξ_0 | ξ |
|------------|------------|------|-----------|-------------------------|----------|-------|
| 1991-06-20 | 1991-06-21 | | | 45333.33 | 0.538729 | 0.4 |
| 2002-06-06 | 2002-06-06 | | 4000 | 21333.3 | 0.712976 | 2.1 |
| 2005-06-11 | 2005-06-11 | | 146 | 600 | 0.506483 | 0.1 |
| 2007-06-07 | 2007-06-07 | | 25 | 200 | 0.501822 | 0.0 |
| 2008-07-04 | 2008-07-04 | | 984 | 1128.7 | 0.52249 | 0.2 |
| 2008-07-16 | 2008-07-17 | | 342.5 | 10934 | 0.584365 | 0.8 |
| 2008-07-29 | 2008-07-29 | | 1582 | 2612 | 0.541943 | 0.4 |
| 2009-06-20 | 2009-06-21 | | 751 | 3639 | 0.537332 | 0.4 |
| 2009-07-16 | 2009-07-17 | | 1038 | 4625 | 0.548659 | 0.5 |
| 2009-07-18 | 2009-07-18 | | 1446.1 | 2264 | 0.537443 | 0.4 |

表2 宝清县灰色关联度 ξ 结果

| 开始时间 | 结束时间 | 24 h 最大 r | 1 h 最大 r | 过程合量 | 前 3 d r | 前 10 d r | ξ_0 | ξ |
|------------|------------|-------------|------------|------|-----------|------------|----------|-------|
| 1991-06-20 | 1991-06-21 | 42.1 | 11 | 82.7 | 18.4 | 55.9 | 0.538729 | 0.4 |
| 2002-06-06 | 2002-06-06 | 45.5 | 19.8 | 72.2 | 0 | 28 | 0.712976 | 2.1 |
| 2005-06-11 | 2005-06-11 | 21.3 | 11.3 | 27.8 | 4.4 | 5.1 | 0.506483 | 0.1 |
| 2007-06-07 | 2007-06-07 | 16.9 | 4 | 39 | 0 | 28.7 | 0.501822 | 0.0 |
| 2008-07-04 | 2008-07-04 | 17.2 | 7.5 | 29.2 | 0 | 0 | 0.52249 | 0.2 |
| 2008-07-16 | 2008-07-17 | 51.2 | 22.6 | 96.9 | 17.4 | 18.2 | 0.584365 | 0.8 |
| 2008-07-29 | 2008-07-29 | 9.2 | 3.4 | 9.2 | 0 | 5.8 | 0.541943 | 0.4 |
| 2009-06-20 | 2009-06-21 | 25.1 | 10.7 | 47.5 | 0 | 17.1 | 0.537332 | 0.4 |
| 2009-07-16 | 2009-07-17 | 36.2 | 17.1 | 36.2 | 18.1 | 49.8 | 0.548659 | 0.5 |
| 2009-07-18 | 2009-07-18 | 25.7 | 6.4 | 27.9 | 36.2 | 82.8 | 0.537443 | 0.4 |

表3 宝清县暴雨灾害等级

| 开始时间 | 结束时间 | ξ_0 | ξ | 单站暴雨灾害气象指数 Y |
|------------|------------|----------|-------|----------------|
| 1991-06-20 | 1991-06-21 | 0.538729 | 0.4 | 0.6 |
| 2002-06-06 | 2002-06-06 | 0.712976 | 2.1 | 1.0 |
| 2005-06-11 | 2005-06-11 | 0.506483 | 0.1 | 0.2 |
| 2007-06-07 | 2007-06-07 | 0.501822 | 0.0 | 0.3 |
| 2008-07-04 | 2008-07-04 | 0.52249 | 0.2 | 0.1 |
| 2008-07-16 | 2008-07-17 | 0.584365 | 0.8 | 0.7 |
| 2008-07-29 | 2008-07-29 | 0.541943 | 0.4 | -0.1 |
| 2009-06-20 | 2009-06-21 | 0.537332 | 0.4 | 0.5 |
| 2009-07-16 | 2009-07-17 | 0.548659 | 0.5 | 0.6 |
| 2009-07-18 | 2009-07-18 | 0.537443 | 0.4 | 0.2 |

由表2可以看出,综合3个灾害评估指标得到的灰色关联度各不相同,其中灰色关联度 ξ 最大的为2002年6月6日暴雨灾害过程,24 h降水量为45.5 mm,1 h最大降水量为19.8 mm,过程合量为72.2 mm,前10日降水量为28 mm,暴雨灾害的灰色关联度 ξ 最大为2.1,结合灾情资料,可以看出关联度 ξ 的结果可以比较客观地反映灾害等级。

利用已计算出的暴雨灾害关联度 ξ 与以上5个降水气象因子1984-2010年资料做回归分析,建立暴雨灾害评估模型方程,其中 Y 为单站暴雨灾害气象指数,公式如下:

$$Y = a \times r_{24 \max} + b \times R_{1 \max} + c \times R_{\text{sum}} + d \times R_{3 \text{sum}} + e \times R_{10 \text{sum}} + k \quad (4)$$

式中: X_1, X_2, X_3, X_4 和 X_5 分别为24 h最大降水量、1 h最大降水量、暴雨过程合量、暴雨过程前3 d降水量、暴雨过程前10 d降水量; a, b, c, d, e 为权重系数, k 为常数。

根据暴雨气象灾害评估模型方程,确定黑龙

江省单站暴雨灾害气象指数,以宝清为例,如表3所示。

为与中国局《气象灾情收集上报调查和评估规定》一致,将暴雨灾害等级划分为轻度暴雨灾害、中度暴雨灾害、重度暴雨灾害、特重暴雨灾害4类,如表4所示。

表4 单站暴雨灾害等级的划分标准

| 单站暴雨灾害气象指数 Y 范围 | <0.4 | 0.5~1.4 | 1.5~2.4 | ≥ 2.5 |
|-------------------|------|---------|---------|------------|
| 等级描述 | 轻度 | 中度 | 重度 | 特重 |
| 单站暴雨灾害气象等级 i | 4 | 3 | 2 | 1 |

4.3 评估模型回算检验

使用2010-2013年历史资料,对单站暴雨灾害气象指数 Y 进行显著性水平0.05的t检验,回归效果显著,计算结果平均误差为0.017,个别评估结果误差在一级左右,如宝清2011年8月23日的暴雨灾害过程评估结果与实况对照偏重一级(表5)。

表5 2011-2013年暴雨灾害个例等级检验

| 开始时间 | 结束时间 | 死亡人口 | 直接经济损失/万元 | 农作物受灾面积/hm ² | 24 h 最大 r | 1 h 最大 r | 过程合量 | 前 3 d r | 前 10 d r | 等级 Y |
|------------|------------|------|-----------|-------------------------|-------------|------------|------|-----------|------------|--------|
| 2010-08-05 | 2010-08-05 | | 1740 | 4955 | 41.5 | 22.5 | 50.5 | 0 | 3.4 | 0.7 |
| 2011-07-03 | 2011-07-03 | | 1400 | 885 | 18.5 | 13.9 | 42.4 | 0.7 | 9.5 | 0.6 |
| 2011-08-23 | 2011-08-23 | | 1350 | 876 | 29.6 | 21 | 43 | 0 | 10.4 | 0.9 |
| 2013-07-01 | 2013-07-02 | | 2100.8 | 14806.5 | 86.6 | 30.2 | 86.6 | 0.1 | 4.6 | 0.7 |
| 2013-07-04 | 2013-07-04 | | 203.8 | 1008 | 23.2 | 8 | 16.7 | 78.7 | 78.7 | -0.6 |
| 2013-07-25 | 2013-07-25 | | 571.35 | 5754 | 27.3 | 4 | 34.2 | 4.1 | 31.5 | 0.1 |

将评估结果与原评估标准(中国气象局《气象灾情收集上报调查和评估试行规定》)评定结果比较,相符率达到 90% 以上,个别评估结果相差一级。表明划分结果合理可用,并达到量化的目的。

4.4 黑龙江省暴雨灾害等级划分

依据单站暴雨灾害等级 $i(i=1, 2, 3, 4)$, 确定全省暴雨灾害气象指数 S_i , S_i 为暴雨灾害过程发生期间各灾害等级的台站个数, 其中 S_1 为发生特重暴雨灾害台站个数, S_2 为发生重度暴雨灾害台站个数, S_3 为发生中度暴雨灾害台站个数, S_4 为发生轻度暴雨灾害台站个数。

通过对黑龙江省历史暴雨灾害个例的统一分析, 全省暴雨灾害强度与单站暴雨灾害各等级台站个数有关, 依据全省暴雨灾害气象指数 S_i , 采用了统计学中聚类分析的方法对全省范围的暴雨灾害强度进行分析, 通过动态聚类分析计算划分为 4 类, 变换类的凝聚点最大次数为 10 次, 将全省暴雨灾害强度划分为 4 级; 结合各站暴雨灾害的轻重程度及经济损失情况等多种因素, 最终确定黑龙江省的暴雨气象灾害评估等级标准(表 6), 从而实现发生暴雨洪涝灾害时对黑龙江省全省的灾害评估。

表 6 黑龙江省暴雨灾害等级的划分标准

| 暴雨灾害 气象等级 | 等级描述 | 标准 |
|--------------|--------|---|
| I | 特重暴雨灾害 | $S_1 \geq 10$ 或 $S_1 + S_2 \geq 35$ 或 $S_1 + S_2 + S_3 \geq 75$ |
| II | 严重暴雨灾害 | $10 \leq S_1 + S_2 < 35$ 或 $50 \leq S_1 + S_2 + S_3 < 75$ |
| III | 中度暴雨灾害 | $1 \leq S_1 + S_2 < 10$ 或 $20 \leq S_3 < 50$ 或 $S_3 + S_4 \geq 40$ |
| IV | 轻度暴雨灾害 | $S_3 < 20$ 或 $S_4 < 40$ |

5 实例分析

5.1 单站评估实例分析

2013 年 6 月 15 日黑龙江省黑河市嫩江县遭受暴雨洪涝灾害, 5 个致灾因子要素值分别为: 日最大降水量 15.4 mm、1 h 最大降水 10.9 mm、过程合量 15.4 mm、前 3 d 降水合量 34.9 mm、前 10 d 降水合量 82.6 mm。通过致灾因子利用嫩江县的评估模型方程可以得出此次过程的 ξ 为 1.0, 属中灾级别。由黑龙江省民政厅得来的灾情资料, 此次暴雨洪涝受灾人口 11 270 人, 紧急转移安置 41 人, 农作物受灾面积 16 087 hm^2 , 绝收面积 4 869

hm^2 , 倒塌房屋 10 间, 损坏房屋 186 间, 直接经济损失 3 729 万元, 其中农业直接经济损失 3 551 万元。由灾情经济损失可以看出实况灾情与评估灾害级别相符。同时该个例中虽然 1h 降水和过程降水并不大, 但过程前 3 d 降水和前 10 d 降水量却非常大, 最终造成中等程度的灾害, 由此可见致灾因子的选取具有可信性。

5.2 全省评估实例分析

2014 年 6 月 26 - 28 日黑龙江省出现大范围降雨过程, 利用评估模型方程计算得出, 黑龙江省共有 38 个台站出现轻灾、33 个台站出现中灾、4 个台站出现重灾、1 个台站出现特大灾。据省民政厅得到的灾情信息, 此次暴雨致使佳木斯、双鸭山、绥化、哈尔滨、牡丹江、七台河等多个市县出现灾害, 直接经济损失达 1.3 亿元。由黑龙江省暴雨洪涝灾害评估等级标准可以得出, 此次暴雨过程黑龙江省灾情级别为中灾, 实况与评估结果相符。

6 结论与讨论

(1)1980 年至今, 黑龙江省暴雨灾害事件显著增多。7 月暴雨发生次数最多, 占总数的 43%, 8 月稍少占 31%, 5 月、9 月最少; 黑河南部、东部地区的三江平原大部及牡丹江等地的暴雨发生次数较多, 而中部地区的哈尔滨、绥化、伊春稍少, 北部的大兴安岭地区及松嫩平原西部市县暴雨发生次数最少。

(2)利用气象资料采用灰色关联分析方法对暴雨灾害过程进行评估和预评估, 方法实用可行, 可操作性强, 可以满足快速、及时评估等气象服务的需求, 对于提高决策气象服务的及时性意义重大。

(3)在用代表站建立评估模型方程后, 将其代入所在区域的所有台站使用, 其代表性是否合理还需在实践中对其进行进一步讨论; 同时在综合评估全省暴雨灾害事件等级标准时, 对各单站采用了权重分析方法, 权重系数的确定较依赖于主观经验, 因此应在实际工作中不断加入新的灾害个例, 在进行多次实验后对权重系统进行相应调整, 这样才能使模型更加稳定可靠, 评估结果更加合理。

参考文献:

[1] 李纪人, 丁志雄, 黄诗峰, 等. 基于空间展布式社经数据库的洪涝灾害损失评估模型研究[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2003, 1(2): 104 - 110.

- [2] 李观义. 基于 GIS 的洪灾损失评估技术及其应用[J]. 地理与地理信息科学, 2003, 19(4): 97-100.
- [3] 刘敏, 杨宏青. 湖北省雨涝灾情评估模式的研究[J]. 湖北气象, 2001(2): 16-18.
- [4] 扈海波, 张艳莉. 暴雨灾害人员损失风险快速预评估模型[J]. 灾害学, 2014, 29(1): 30-36.
- [5] 巫丽芸, 何东进, 洪伟, 等. 自然灾害风险评估与灾害易损性研究进展[J]. 灾害学, 2014, 29(4): 129-135.
- [6] 袭祝香. 吉林省重大暴雨过程评估方法研究[J]. 气象科技, 2008, 36(1): 78-81.
- [7] 韩玉梅. 黑龙江省年降水量时空分布分析[J]. 黑龙江水利科技, 2008, 36(3): 4-5.
- [8] 孙国敏. 黑龙江省年径流地区分布规律浅析[J]. 东北水利水电, 1994, 118(4): 13-17.
- [9] 傅立. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学技术出版社, 1992: 191-199.
- [10] 杨仕升. 自然灾害不同灾情的比较方法探讨[J]. 灾害学, 1996, 11(4): 35-38.
- [11] 冯利华. 灾害等级的灰色聚类分析[J]. 自然灾害学报, 1997, 6(1): 14-18.
- [12] 刘伟东, 扈海波, 程丛兰. 灰色关联度方法在大风和暴雨灾害损失评估中的应用[J]. 气象科技, 2005, 35(4): 563-566.
- [13] 吴哲红, 陈贞宏, 叶帮, 等. 基于灰色关联度的暴雨事件灾害评估和预评估方法[J]. 贵州气象, 2011, 35(6): 6-9.

Disaster Evaluation and Pre-evaluation models on Rainstorm Events in Heilongjiang Province Based on Gray Correlation

Li Yabin¹ and Hu Ruiqing²

(1. Climate Center of Heilongjiang Province, Harbin 150030, China;

2. Shanghai Meteorological Observatory Weather Service Center, Shanghai 200030, China)

Abstract: Based on analysis on historical rainstorm disaster data statistics of Heilongjiang Province during 1984-2013 of each station, using the method of grey correlation, degrees of disaster grades are divided. By studying the relationship between rainstorm disasters and meteorological factors, five single index and comprehensive assessment index reflecting the rainstorm disaster degrees are established. Evaluation and pre-evaluation models are established on the basis of all the above work, and ultimately achieve a quick assessment of rainstorm disaster events. Obvious rainstorm disaster events during 2013-2014 are evaluated by the evaluation model, and the results show that the evaluation results are basically consistent with actual situation; the service needs of the decision could be met in a certain degree.

Key words: rainstorm event; disaster grade; disaster evaluation; disaster pre-evaluation; grey correlation degree; Heilongjiang Province

(上接第 73 页)

Study on the Meteorological Early-warning Information System of Geological Disasters in Yanan City of Shaanxi Province

—Taking the Rainstorm of “7.3” as an Example

Li Zhengguo^{1,2,3}, Xue Qiang^{2,3}, Zhang Maosheng^{2,3} and Sui Lichun¹

(1. Chang'an University, Xi'an 710054, China; 2. Xi'an Center of Geological Survey, China Geology Survey, Xi'an 710054, China; 3. Key Laboratory for Geo-hazards in Loess Area, Ministry of Land and Resources, Xi'an 710054, China)

Abstract: Based on the key role of rainfall in the process of loess geological disasters, integrating the data of geology, geography, and real-time rainfall, a meteorological early-warning system of geological hazard in Yanan is designed and completed. The system framework is established with Client/Server and Browser/Server model, using the Information Model to evaluate the geological hazard susceptibility of Yanan, setting 3 types of rainfall warning indicators as Yanan geological hazard meteorological early-warning classification model, and through the early-warning module of software to determine the early-warning level and release information at last. By 2013, “7.3” continually heavy rain process of flood period geological hazard investigation results verified the early warning accuracy reached 94.3%, proved the reliability and accuracy of the system.

Key words: Yanan City; geological hazard; meteorological early-warning; “7.3” continually heavy rain