

夏兴生, 朱秀芳, 潘耀忠, 等. 基于历史案例的自然灾害灾情评估方法研究[J]. 灾害学, 2016, 31(1): 219–225. [Xia Xingsheng, Zhu Xiufang, Pan Yaozhong, et al. Study on Evaluation Method of Natural Disaster Based on Historical Cases[J]. Journal of Catastrophology, 2016, 31(1): 219–225.]

基于历史案例的自然灾害灾情评估方法研究^{*}

夏兴生, 朱秀芳, 潘耀忠, 张锦水

(北京师范大学 资源学院, 北京 100875)

摘 要: 当某一自然事件被确定为灾害时, 在获取有限的灾害数据情况下基于历史相似灾害案例进行快速的灾情评估, 是有效进行灾害、灾情分析和抗灾救灾决策的保障。以历史案例灾害的灾害、灾情指标和当前灾害的灾害指标为数据基础, 以最小距离法原理建立历史案例与当前灾害的相似度判断模型, 设计基于历史案例相似度的自然灾害灾情评估模型, 实现基于历史案例的自然灾害灾情评估方法与技术, 并且以河南 2001–2006 年的农业干旱历史数据为历史案例, 以其 2007 年农业干旱农作物受旱面积为评估指标, 随即选取了一个相似度评估方法对灾情评估方案进行了案例验证, 结果显示相对精度为 98.45%, 可信度较高。基于历史案例的灾情评估方法成本低、效率高、时效性强, 且方法简单、约束条件较少、容易实现, 在灾情评估方面具有一定的实用价值。

关键词: 自然灾害; 灾情评估; 历史案例; 最小距离原理

中图分类号: X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2016)01–0219–07

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2016.01.040

自然灾害是人类赖以生存和发展的地球表层系统所发生的异常现象, 包括干旱、洪涝、台风、冰雹、暴雪、沙尘暴等气象灾害, 火山、地震灾害, 山体崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害, 风暴潮、海啸等海洋灾害, 森林草原火灾和重大生物灾害等^[1]。自然灾害的发生常常造成人员伤亡、财产损失、社会失稳、资源破坏等现象, 即灾情, 这些现象(灾情)在不同程度上都会影响人类社会的进步与发展, 因此, 科学地认识这些灾害的发生、发展以及尽可能减小他们所造成的危害, 并对其可能造成的损失进行评估, 是国际社会共同关注的主题之一。

行业部门对自然灾害灾情评估按照灾害的发展过程和当前可获取的灾害数据来进行^[2], 一般按灾害发展的时间顺序分为三个阶段: ①当自然事件被确定为灾害时的初步灾情评估, 又称灾情预评估, 主要是指导灾害的初步定损定级, 为抗灾救灾对策制定提供前期参考; ②灾害发展过程中的监测评估, 主要是不断修正灾情等级, 灵活及时地调整抗灾救灾服务; ③灾害减弱后的灾情

评估, 亦称灾后评估, 主要是为灾后的恢复重建服务。目前, 针对上述三个阶段的灾情评估方法主要有传统的统计上报方法、现场勘察抽样定损评估方法、基于遥感和 GIS 技术的灾情评估方法、基于承灾体易损性的评估、基于历史案例的灾情评估以及针对经济财产损失评估的经济模型。

传统的统计上报方法和查勘抽样定损方法。一个是基层工作人员经过走访统计再通过政府或行业部门逐级上报来掌握各类自然灾害详细的损失情况, 另一个是组织专门的人员通过现场调查或抽样, 再同其他情况相结合, 从而对灾情的总体情况作出判断, 评估对象以人口伤亡、房屋、基础设施受破坏情况, 以及农作物受灾情况为主。但是, 受不同行业部门统计标准差异、统计调查人员的专业知识和技能差异、查勘环境差异等因素的影响, 这两种方法工作难度大、成本高、效率低、实时性差、报损情况的准确性无从考证^[2]。

基于遥感和 GIS 技术的灾情评估方法^[3–10]。近年来地理信息系统(GIS)与遥感技术迅猛发展, 产业不断壮大, 利用空间信息技术进行自然灾害

^{*} 收稿日期: 2015–05–20 修回日期: 2015–07–06

基金项目: 国家“高分辨率对地观测系统”重大专项; 国家青年自然科学基金“服务于快速理赔的农作物灾害损失遥感评估方法研究”(41401479)

作者简介: 夏兴生(1989–), 男, 甘肃庆阳人, 硕士, 主要从事遥感和 GIS 应用研究。E-mail: xiayuan1104@163.com

通讯作者: 朱秀芳(1982–), 女, 浙江天台人, 副教授, 主要从事农业监测、灾害监测、土地利用/覆盖与气候响应等方向的研究。

E-mail: zhuxiufang@bnu.edu.cn

指数的反演和基于遥感抽样评估灾情也逐渐纳入卫星技术业务应用的领域,通过遥感监测手段技术对灾情进行监测评估,包括对灾害发生范围的评估和受灾对象损失情况的评估。利用地理信息与遥感技术科学客观地对灾害灾情损失进行估计,不仅可以为地方政府抗灾减灾投入和种植效益分析提供数据支持,也可以为保险公司节约理赔成本,提高查勘定损精度,提升灾害保险的业务。但是对于空间化表现不是特别强烈的载体要素的评估还是难以做到遥感指数的反演,比如受灾人口、伤亡人口等,而且实效性仍然受自然条件的限制较多,比如灾害发生时的大气条件不理想时,则很难获得理想的遥感影像进行灾情评估。

基于承灾体易损性的灾情评估方法。该方法通过承载体的易损性特征、灾害的风险指数及历史灾害资料建立不同灾种、不同承灾体历史灾情损失与风险指数或致灾因子强度的拟合方程(易损性曲线)^[11-18],得出承载体的易损性参数或者曲线,从而对某一个致灾因子超越概率水平或者某一特定灾害场景进行模拟,得到某一地区可能受灾的情况。目前该方法的研究相对较多,但是因为灾害发生的诱因复杂而且多样,很难做到基于少量的灾害因子构建准确的承灾体易损性曲线,而且易损性曲线的适用条件限制较多,很难符合某一灾害发生时的环境条件。因此,其核心和难点是承灾体易损性曲线的构建。

基于历史案例的灾情评估方法。历史案例包涵真实而复杂的情境、典型的事件信息、典型的解决方法和经验教训等特点,因此,在灾害发生初期获取少量灾害信息的条件下,对应从历史案例中抽象出的少量灾害灾情信息,比较推算当前灾害将可能引起的灾情后果是快速有效的灾情评估方案。国内外基于历史案例的灾情评估研究方向目前仍然集中在针对某一灾害历史的一系列事件发生、发展规律的分析研究,并与现状作对比,预测未来灾害发生的可能性及可能造成的影响^[19-31],直接基于历史案例进行灾情评估的却比较鲜见。

综上所述,本研究同时考虑历史案例灾害的灾害、灾情指标和当前灾害可获取的灾害指标,以最小距离法为原理建立历史案例与当前灾害的相似度判断模型,设计基于历史案例相似度的自然灾害灾情评估模型,以期突破基于历史案例的自然灾害灾情评估技术,提高自然灾害灾情评估的时效性,为抗灾救灾及灾后恢复重建工作提供决策参考。

1 技术方案

基于历史案例的灾情评估是在当某一自然事件确定为灾害后,能够以少量的灾害监测数据,

以历史相似灾害案例为基础,对特定的灾情指标通过灾情评估模型快速评估可能的损失,为抗灾救灾工作的开展提供先期的参考。为此,本研究设计基于历史案例的灾情加权综合评估模型如下:

$$L_0 = \sum_{j=1}^n a_j b_{0j} W_j L_j \quad (1)$$

式中: L_0 为评估出的受灾情况; a_j 为当前灾害相比历史案例的抗灾能力修正系数, b_{0j} 为当前灾害与历史案例 j 的承灾体暴露数量修正系数, W_j 表示选定的历史案例的权重, L_j 为参与评估的相似历史案例 j 对应的实际受灾情况。

针对该模型,本研究通过历史案例库的构建,相似度判断指标的选取,基于最小距离的相似度评估模型构建,历史案例权重和模型修正系数的确定等一系列的步骤实现灾情的评估。具体技术路线如图1所示。

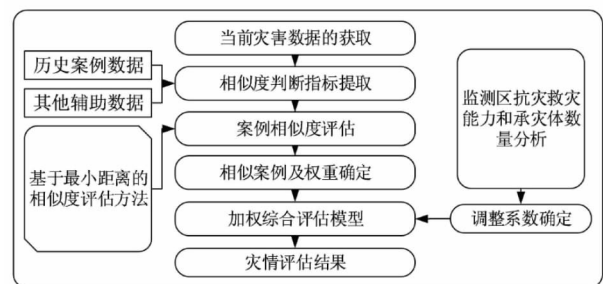


图1 基于历史案例知识的灾情研判技术流程图

1.1 历史案例库的构建

历史案例是指过去发生的、对未来事件的处置具有指导或借鉴意义的典型事件的描述,即历史案例存储的是以前发生过的突发事件处置知识和经验。历史自然灾害案例包括典型的灾害事件信息和典型的解决方法两大类信息。典型的灾害事件信息又包括灾害时间、灾害位置、灾害种类、灾害强度、致灾因子、孕灾环境和承灾体七大类信息。本研究中历史案例库构建内容亦是包括这七大类信息,具体可分为基础地理数据库、历史自然灾害案例数据库,其中历史自然灾害案例数据库又包括灾害数据库和灾情数据库。

整理普查收集到的灾区历史资料,分类建立灾害数据库。基础数据库包括气象数据、水文数据、行政区划、基础设施分布等基础地理数据,统计部门所提供的社会经济等统计数据;专题数据库包括了地震烈度分布、降水量、灾害强度及持续时间等致灾因子数据,坡度、坡向、高程等构成的孕灾环境数据,不同时期的人口数量及分布、农作物空间分布及播种面积、大牲口数量及分布等为代表的承灾体数据,历史灾害伤亡人口及分布、饮水困难人口及分布、受灾农作物分布及面积、绝收农作物分布及面积、受损房屋分布或间数等灾情数据,如表1所示为旱灾历史案例库字段设计。

表 1 旱灾历史案例库字段设计

字段名称	字段类型	说明
ID	Number	旱灾历史案例库的唯一标识符
灾种	Varchar2	受灾的类型
地点	Varchar2	灾害发生的地点
时间	Data	受灾发生的时间
Palmer 指数	Number	Palmer 指数
SPI 指数	Number	SPI 指数
人口密度/(m ² /人)	Number	人口密度
人均 GDP/万元	Number	人均 GDP
农作物播种面积/hm ²	Number	农作物播种的面积
大牲畜数量/头	Number	牲畜的数量
受灾人口/万人	Number	受灾的人口
农作物受灾面积/hm ²	Number	农作物受灾面积
饮水困难大牲畜/头	Number	饮水困难的大牲畜

表 2 干旱案例相似度评估指标体系

灾害指标	灾情指标
灾害开始时间、灾害历时、耕地 NDVI、palmer 指数、SPI 指数	农作物受灾面积

1.2 相似度判断指标的选取

相似度判断指标的选取是在灾害被确定后, 依据当前可获取的灾害数据, 抽象出一定灾害的指标, 之后与案例库中与灾情指标相关性较高的灾害指标进行匹配, 以此确定相似度判断的灾害指标(如表 2 所示的旱灾相似度评估指标体系), 其目的是用来判断当前灾害指标与历史案例灾害指标的相似程度, 再进行案例相似度的判断。

1.3 基于最小距离的案例相似度评估模型

在相似度指标体系建立的基础上, 构建相似度评估模型, 在灾害发生时, 对比历史案例数据库中的已有案例, 根据相似度指标体系和相似度评估模型快速检索出相似案例, 对灾情进行初步评估, 以供决策部门参考。本研究基于最小距离方法探索设计如下几种案例相似度评估模型。

(1) 基于欧氏距离 (Euclidean Distance) 的案例相似度模型

计算历史案例指标与当前灾害指标的绝对差, 公式如下:

$$D_{ij} = |x_{ij} - x_{i0}| \quad (2)$$

式中: D_{ij} 表示 j 历史案例的 i 指标与当前灾害的 i 指标的绝对差, 该值越小表示两个时期的指标越相似; x_{ij} 表示 j 历史案例的 i 指标, x_{i0} 表示当前灾害的 i 指标, i 表示指标编号, j 表示历史案例灾害编号, 0 表示当前灾害。

为消除多源数据单位量纲的影响, 需对绝对差数据进行标准化处理, 同时对绝对差进行逆向转换, 公式如下:

$$S_{ij} = \frac{\max(D_{ij}) - D_{ij}}{\max(D_{ij}) - \min(D_{ij})} \quad (3)$$

式中: S_{ij} 表示所有历史案例的 i 指标与当前灾害的 i 指标绝对差归一化后的值, 该值越大表示该指标与当前灾害对应的指标越相似; D_{ij} 表示 j 历史案例

的 i 指标与当前灾害的 i 指标的绝对差, i 表示指标编号, j 表示历史案例灾害编号。

最后, 将同一历史案例所有指标的 S_{ij} 按照欧式距离原理求得与当前灾害的总体相似度, 公式如下:

$$CS_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n S_{ij}^2} \quad (4)$$

式中: CS_j 表示编号为 j 的历史案例与当前灾害的综合相似度。

(2) 基于标准化欧氏距离 (Standardized Euclidean distance) 的案例相似度评估模型

计算历史案例指标与当前灾害指标的绝对差 (式 2), 为消除多源数据单位量纲的影响, 需对绝对差数据进行标准化处理, 同时对绝对差进行逆向转换 (式 3), 将同一历史案例所有指标的 S_{ij} 按标准化欧氏距离原理求得与当前灾害的总体相似度, 公式如下:

$$CS_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{S_{ij}}{SD_j}\right)^2} \quad (5)$$

式中: CS_j 表示编号为 j 的历史案例与当前灾害的综合相似度, SD_j 表示编号为 j 的历史案例所有指标 S_{ij} 的标准差。

(3) 基于曼哈顿距离 (Manhattan Distance) 的案例相似度评估模型 (一)

计算历史案例指标与当前灾害指标的绝对差 (式 2), 为消除多源数据单位量纲的影响, 对绝对差数据进行标准化处理, 同时对绝对差进行逆向转化 (式 3), 最后, 将同一历史案例所有指标的 S_{ij} 按曼哈顿距离原理求得与当前灾害的总体相似度, 公式如下:

$$CS_j = \sum_{i=1}^n S_{ij} \quad (6)$$

式中: CS_j 表示编号为 j 的历史案例与当前灾害的综合相似度。

(4) 基于曼哈顿距离 (Manhattan Distance) 的案例相似度评估模型 (二)

以曼哈顿距离原理计算历史案例指标与当前灾害指标的相似度, 公式如下:

$$S_{ij} = 1 - |x_{ij} - x_{i0}| / e_i \quad (7)$$

式中: S_{ij} 表示 j 历史案例的 i 指标与当前灾害的 i 指标的相似度, 该值越大, 表示两个时期的指标越相似, 如果 $S_{ij} < 0$, 则 $S_{ij} = 0$; x_{ij} 表示 j 历史案例的 i 指标, x_{i0} 表示当前灾害的 i 指标, i 表示指标编号, j 表示历史案例灾害编号, 0 表示当前灾害, e_i 表示 i 指标的计算基数, 为常数。

指标权重的确定, 采用历史案例灾害指标与历史案例灾情指标相关系数归一化得到指标的权重, 公式如下:

$$w_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^n C_i} \quad (8)$$

式中: w_i 表示 i 指标的权重, C_i 表示历史案例的 i 指标与历史案例的灾情指标的相关系数。

最后, 将同一历史案例所有指标的 S_{ij} 按曼哈顿距离原理并加权求得与当前灾害的总体相似度, 公式如下:

$$CS_j = \sum_{i=1}^n w_i S_{ij} \quad (9)$$

式中: CS_j 表示编号为 j 的历史案例与当前灾害的综合相似度。

(5) 基于夹角余弦 (Cosine) 的案例相似度评估模型

基于夹角余弦的案例相似度计算公式如下:

$$CS_j = \cos(\theta) = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij} x_{i0}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n x_{i0}^2}} \quad (10)$$

式中: $\cos(\theta)$ 表示历史案例 j 与当前灾害的相似度, 夹角余弦取值范围为 $[-1, 1]$ 。夹角余弦越大表示两个案例的相似度越大, 夹角余弦越小表示两个案例的相似度越小。当两个案例完全一样时夹角余弦取最大值 1, 当两个向完全不相干时夹角余弦取最小值 -1, 本方法中夹角余弦的基础阈值规定为 0, 即只有与当前灾害的夹角余弦大于 0 的历史案例才有资格参与下一步的灾情评估计算。

1.4 案例的确定及权重计算

将通过相似度评估模型得到的相似度按照大小排列取得一定数量相似案例参与灾情评估, 或通过阈值规则确定参与最终灾情计算的历史案例。其中, 按相似度大小取得的案例数量则需要对不同灾害的历史案例数据进行实验验证确定; 确定阈值则是规定一个相似度基数, 凡是案例相似度大于或等于该基数的案例均参与灾情评估计算, 该基数的确定同样需要案例的试验而确定。

选中案例权重的计算则基于相似度归一化得到, 公式如下:

$$W_j = \frac{CS_j^*}{\sum_{j=1}^n CS_j^*} \quad (11)$$

式中: W_j 表示选定的历史案例的权重, CS_j^* 表示选定的历史案例的相似度。

1.5 抗灾救灾能力和承灾体数量修正系数的确定

自然灾害抗灾救灾能力的表现主要是在经济、技术和生活物质资料的投入和分配上, 综合为社会经济发展水平, 而能够反映一地区社会经济发展水平的综合指标最为可信可靠的就是 GDP 总量, 因此, 本研究中以 GDP 总量的来确定当前灾害相比历史案例年份抗灾救灾能力系数基数, 公式如下:

$$a_0 = \frac{GDP_j}{GDP_0} \quad (12)$$

式中: a_0 为历史案例 j 与当前灾害的抗灾能力修正系数基数, GDP_j 为历史案例 j 对应年份受灾地域的 GDP 总量, GDP_0 为当前灾害受灾区域前一年的 GDP 总量。本方法的抗灾能力修正系数规定取 $a_0 \leq a_j \leq 1$, a_j 为参与灾情评估实际计算的抗灾能力修正系数。采用 GDP 比例系数作为抗灾能力修正系数的基数是由于 GDP 数据的公布常常滞后一年, 在实际应用中评估当此灾害事件灾情时, 使用的是前一年的 GDP 数据来确定此基数, 而且当前的抗灾救灾能力一般也是基于前一年的 GDP 来预算的, 所以本研究的做法是合理的。此外, 所有灾害的承灾体并不是一类事物, 例如旱灾的承灾体不仅包括农作物, 还有人和家禽家畜, 在实际应用中存在抗灾能力的分配问题, 因此该基数只能作为当前灾害年份相对于历史案例年份增长的抗灾能力, 在实际操作中还要根据抗灾能力的分配基于此系数作必要的调整。这就是规定抗灾能力修正系数取 $a_0 \leq a_j \leq 1$ 的原因。

承载体数量的修正则依据选定案例当年的承载体数量和当前灾害发生时段承载体数量比较确定承载体数量修正系数, 计算公式如下所示:

$$b_{0j} = \frac{Db_{0j}}{Db_j} \quad (13)$$

式中: b_{0j} 为当前灾害与历史案例 j 的承灾体暴露数量修正系数, Db_{0j} 为当前灾害受灾区域承灾体暴露数量, Db_j 为历史案例 j 对应受灾地域的承灾体暴露数量。

至此, 基于历史案例的灾情加权综合评估模型 (式 1) 的参数全部确定, 只要带入相应历史案例的灾害损失即可得到当前灾害可能造成的损失。

2 案例验证

2.1 研究区和数据

考虑数据的可获取性, 本研究通过查找整理文献及统计资料, 目前只有 2001 - 2007 年河南干旱历史案例的相关数据能比较全面地获取, 且河

表 3 数据来源及用途

数据	来源	用途
1950 - 2007 年河南省及周边气象站点数据(包括温度、湿度等)	气象数据共享网	计算灾害发生时段内的 Palmer 干旱指数 (Palmer Drought Index) 均值、标准化降水指数(SPI)均值，用于相似案例的判断
2001 - 2007 年植被指数数据	中国科学院计算机网络信息中心·科学数据中心·地理空间数据云	计算灾害发生时段的耕地内归一化植被指数 (NDVI) 平均值，用于相似案例的判断
2001 - 2007 年河南省旱灾发生的起讫时间	河南年鉴	获得旱灾开始时间并计算旱灾持续时间，用于相似案例的判断
2001 - 2007 年河南省旱灾受灾面积数据	河南统计年鉴	参与基于历史相似案例的灾情评估
2001 - 2007 年河南省农作物播种面积	河南统计年鉴	确定承灾体数量修正系数
2001 - 2007 年河南省总体 GDP	河南统计年鉴	确定抗灾减灾能力修正系数的基数

南恰好是我国典型的人口和农业大省，是全国主要的产粮区之一，但河南也是旱灾频发的省份，从统计数据^[32]来看，河南几乎每年均有不同程度的农业干旱发生，造成一定的人畜饮水困难和农作物减产。因此，本研究选取河南作为案例研究区，选用 2001 - 2006 年数据作为历史案例评估 2007 年的农作物受灾面积，以 2007 年统计公开的受灾面积来做对比验证本案例结果的可靠性。详细的数据来源及说明见表 3。

2.2 相似性指标的选取

本案例以灾害指标来判断与历史案例的相似性，因此，这里基于所获得数据构建旱灾案例相似度评估指标为：灾害开始时间和灾害历时(表 4)，

耕地 NDVI、palmer 指数、SPI 指数(表 5)。

表 4 河南干旱历史案例灾害时间

年份	开始日期	结束日期	历时/d
2001	03 - 01	06 - 15	106
2002	07 - 01	09 - 30	91
2003	04 - 01	06 - 10	70
2004	01 - 01	04 - 26	115
2005	01 - 01	05 - 20	139
2006	09 - 20	11 - 17	58
2007	03 - 01	05 - 30	90

数据来源：河南年鉴。

表 5 河南干旱历史案例致灾因子

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
耕地 NDVI	0.469418	0.619668	0.527091	0.427328	0.462293	0.401949	0.571504
palmer	0.487623	-3.28294	-0.12685	2.164578	0.617381	-0.44775	-0.18003
SPI	-1.28938	0.957825	-0.00591	-1.58543	-1.46808	0.409999	-0.50676

数据来源及说明：NDVI 来源 USGS，其他来源于气象数据共享网；各指标均取受灾时段全省的平均值。

表 6 相似度判别指标绝对差

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006
开始时间差	0	121	29	62	63	198
历时差	16	1	20	25	49	32
耕地 NDVI	0.102085	0.04816	0.044413	0.144176	0.109211	0.169555
palmer	0.66766	3.10291	0.05319	2.34461	0.79742	0.267716
SPI	0.782624	1.46458	0.50085	1.078677	0.961318	0.91676

表 7 相似度判别指标差值差值归一化

年份	开始时间差	历时差	耕地 NDVI	Palmer	SPI
2001	1	0.6875	0.690107	0.307838	0.883593
2002	0.388889	1	0	1	0
2003	0.853535	0.604167	0.425211	0.420636	0.378937
2004	0.686869	0.5	0.883432	0	1
2005	0.681818	0	0.722835	0.284018	0.953855
2006	0	0.354167	1	0.479544	0.215403

2.3 相似度及权重计算

本案例随机选取基于曼哈顿距离 (Manhattan Distance) 的案例相似度评估模型 (一) 计算案例的相似度。

(1) 根据式 2, 计算历史案例指标与当前灾害指标的绝对差, 结果见表 6。

(2) 根据式 3, 对上述所得绝对差进行归一化处理, 结果见表 7。

(3) 根据式 6, 对归一化数据进行相似度计算, 结果见表 8。

表 8 案例相似度结果及权重

年份	相似度	相似度权重
2001	1.680597	0.195819
2002	1.466709	0.170898
2003	1.262882	0.147148
2004	1.581847	0.184313
2005	1.406369	0.163867
2006	1.183974	0.137954

(4) 根据式 11, 对相似度进行权重转化, 结果见表 8。需要说明的是该验证案例的历史案例较少, 且相似度系数差异相对较小, 因此, 本案例跳过了案例选择的步骤, 将所有案例纳入灾情评估。

2.4 抗灾救灾能力和承灾体数量修正系数的确定

根据式 (12) 和式 (13), 得抗灾救灾能力系数基数和承灾体数量修正系数, 结果见表 9。

干旱灾害主要带来农作物干枯减产和人畜饮水问题, 通常后者的出现要滞后于前者, 因而抗灾救灾能力的分配一般也主要考虑这两方面情况。通过考察统计资料 (河南年鉴、河南统计年鉴等), 2007 年河南干旱并没有出现严重的人畜饮水困难问题, 因此, 河南省 2007 年相对于历史案例年份提高的抗灾救灾能力就全部投入到农作物抗旱方面, 因此, 其抗灾救灾能力系数直接取抗灾救灾能力基数即可。

2.5 结果及精度

根据基于历史案例的灾情加权综合评估模型 (式 1), 带入上文计算得到的历史案例权重 (表 8)、抗灾救灾能力和承灾体数量修正系数和历史案例受灾面积 (表 9), 评估计算得到 2007 年河南干旱受灾农作物面积为 742.975 km²。2007 年河

南实际旱灾农作物受灾面积为 754.652 km² (河南统计年鉴), 相对精度为 98.45%, 表明本案例的研究结果具有较高的可信度。

3 结论与讨论

本研究设计了基于历史案例的自然灾害灾情评估评估模型, 针对模型的应用介绍了较为详细的方案, 重点基于最小距离原理设计了 5 种案例相似度评估模型, 并且以河南 2001 - 2006 年的干旱案例为历史数据, 以 2007 年的农作物受旱面积作为灾情评估目标, 随机选取了一种相似度评估模型对本研究的方案进行了案例验证, 结果显示 2007 年河南的农作物受旱面积为 742.975 km², 而 2007 年河南实际的农作物受旱面积为 754.652 km², 案例验证的相对精度为 98.45%, 可信度较高。

与现有方法相比, 基于历史案例的灾情评估方法对于灾情损失评估的成本低、效率高、时效性强且方法简单、约束条件较少、容易实现, 可以为同一地区、同一灾种、不同时段灾情程度比较提供依据, 也可以为不同地区、同一灾种、不同时段灾情程度比较提供依据, 也可以为不同地区、同一灾种、同一时段灾情程度比较提供依据, 也可为不同灾种、不同地区、不同时段灾情程度的比较提供依据, 也可为抗灾救灾的决策提供依据。但是基于历史案例的灾情评估也生存难点或缺点: ①该方法的应用基础是历史案例, 但是, 目前我国的基础数据建设还不完善, 数据共享体制不健全, 各部门的数据统计口径也存在差异, 因此, 建设完善的自然灾害案例数据库是关键; ②在结果的精度方面, 除了案例库中完善的指标体系外, 抗灾救灾能力系数的具体取值方案也是重要的一环, 本研究中对此的讨论还不够深入和完善, 在未来的研究中还需要不断地探讨; ③本研究中设计了 5 种基于历史案例的灾害相似度评估方法, 但是只是随机选取一种模型进行了案例验证, 未来研究还需要不断地进行试验验证; ④本研究在方案设计和案例验证中均没有解决实际参与灾情评估的案例数量确定规则或阈值确定方法, 这也是未来研究的重要方向。

表 9 抗灾救灾能力修正系数和承灾体数量修正系数

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
农作物播种面积/km ²	13092	13247.3	13406.93	13540.45	13947.97	14263.55	-
承灾体修正系数	1.083416	1.070715	1.057966	1.047534	1.016928	0.994428	1
GDP/亿元	5533.01	6035.48	6867.7	8553.79	10587.42	12362.79	-
抗灾救灾能力基数	0.447554	0.488197	0.555514	0.691898	0.856394	1	-
实际受灾面积/km ²	4876.5	1127.2	244.219	470.523	410.5681	267.4274	754.652

参考文献:

- [1] 国家减灾委员会办公室, 民政部救灾司, 民政部国家减灾中心. GB/T 24438. 1-2009 自然灾害灾情统计, 第1部分: 基本指标[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [2] 袁艺. 自然灾害灾情评估研究与实践进展[J]. 地球科学进展, 2010, 25(1): 22-32.
- [3] 郭虎, 王瑛, 王芳. 旱灾灾情监测中的遥感应用综述[J]. 遥感技术与应用, 2008, 23(1): 111-116.
- [4] 丁志雄. 基于RS与GIS的洪涝灾害损失评估技术方法研究[D]. 北京: 中国水利水电科学研究院, 2004.
- [5] 盖永芹, 李晓兵, 李霞, 等. 基于TM与MODIS遥感数据的农业旱情监测——以河北省为例[J]. 自然灾害学报, 2008, 17(6): 91-95.
- [6] 李艳旗. 气象卫星遥感监测作物干旱的相似选择分析法[J]. 中国农业气象, 2000, 21(2): 53-54.
- [7] 刘凤仙. 基于3S的农业干旱监测方法综述[J]. 中国西部科技, 2010, 9(17): 12-13.
- [8] 刘丽, 刘清, 周颖, 等. 卫星遥感信息在贵州干旱监测中的应用[J]. 中国农业气象, 1999, (3): 43-47.
- [9] 齐述华. 干旱监测遥感模型和中国干旱时空分析[D]. 北京: 中国科学院研究生院(遥感应用研究所), 2004.
- [10] 张峰. 川渝地区农业气象干旱风险区划与损失评估研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [11] 董姝娜, 姜懿鹏, 张继权, 等. 基于“3S”技术的村镇住宅洪灾脆弱性曲线研究[J]. 灾害学, 2012, 27(2): 34-38.
- [12] 董姝娜, 庞泽源, 张继权, 等. 基于CERES-Maize模型的吉林西部玉米干旱脆弱性曲线研究[J]. 灾害学, 2014, 29(3): 115-119.
- [13] 石勇, 石纯, 孙阿丽. 中国南方城市居民建筑物洪灾脆弱性研究[J]. 人民长江, 2009(5): 19-21.
- [14] 石勇, 许世远, 石纯, 等. 城市居民建筑洪涝灾害脆弱性研究初探[J]. 华北水利水电学院学报, 2009, 30(1): 34-37.
- [15] 石勇, 许世远, 石纯, 等. 洪水灾害脆弱性研究进展[J]. 地理科学进展, 2009, 28(1): 41-46.
- [16] 王志强, 方伟华, 史培军, 等. 基于自然脆弱性的中国典型小麦旱灾风险评价[J]. 干旱区研究, 2010, 27(1): 6-12.
- [17] 周光全. 简易房屋的地震灾害经济损失评估[J]. 地震研究, 2007, 30(3): 265-270.
- [18] 周瑶, 王静爱. 自然灾害脆弱性曲线研究进展[J]. 地球科学进展, 2012, 27(4): 435-442.
- [19] 王家祁, 骆承政. 中国暴雨和洪水特性的研究[J]. 水文, 2006, 26(3): 33-36.
- [20] 邹朝望, 孙媛媛, 谢伯承. 湖南省洪涝灾害风险评估研究[J]. 人民长江, 2010, 41(11): 63-65.
- [21] 陈仕鸿, 隋广军, 唐丹玲. 一种台风灾情综合评估模型及应用[J]. 灾害学, 2012, 27(2): 87-91.
- [22] 徐国栋, 方伟华, 史培军, 等. 汶川地震损失快速评估[J]. 地震工程与工程振动, 2008, 28(6): 74-83.
- [23] 孙柏涛, 胡少卿, 王东明. 云南省乡镇农村地震灾害直接经济损失研究[J]. 地震工程与工程振动, 2007, 27(1): 153-158.
- [24] 袁一凡. 四川汶川8.0级地震损失评估及其教训[R]//中国科学技术协会2008防灾减灾论坛专题报告. 国家气象中心, 2008.
- [25] Aleotti P, Chowdhury R. Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives [J]. Bulletin of Engineering Geology and the Environment 1999, 58(1): 21-44.
- [26] Esteban M, Webersik C, Shibayama T. Methodology for the estimation of the increase in time loss due to future increase in tropical cyclone intensity in Japan [J]. Climatic Change, 2010, 102(3/4): 555-578.
- [27] Guzzetti F, Carrara A, Cardinali M, et al. Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy [M]. Geomorphology, 1999, 31(1), 181-216.
- [28] Kattelmann R. Flooding from Rain-on-Snow Events in the Sierra Nevada [C]// North American Water and Environment Congress & Destructive Water. ASCE, 2014.
- [29] Lee S, Choi U. Development of GIS-based geological hazard information system and its application for landslide analysis in Korea [J]. Geosciences Journal, 2003, 7(3): 243-252.
- [30] Panakatt A, Adeli H. Recent efforts in earthquake prediction (1990-2007) [J]. Natural Hazards Review, 2008, 9(2): 70-80.
- [31] Ramli M F, Yusof N, Yusoff M K, et al. Lineament mapping and its application in landslide hazard assessment: a review [J]. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 2010, 69(2): 215-233.
- [32] 中华人民共和国农业部. 中华人民共和国农业部种植业管理司[EB/OL]. [2015-04-30]. <http://zzys.agri.go-v.cn/nongqing.aspx>.

Study on Evaluation Method of Natural Disaster Based on Historical Cases

Xia Xingsheng, Zhu Xiufang, Pan Yaozhong and Zhang Jinshui

(College of Resources Science & Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: When a natural event was recognized as a disaster, damage assessment based on similarly historical cases rapidly in access to limited disaster data situation is effective support for analysis disaster and making disaster relief decision. In this paper, extracting indexes of historical and current disaster, establishing models of histories similarity judgment by the principle of minimum distance, and designing the assessment methods and technical processes based on disaster assessment model of historical case similarity. Then taking crops area affected drought of Henan Province as target, random selecting a similarity assessment model verified the feasibility of the technical scheme by using the historical drought disaster dataset of 2001-2006. The result showed that the relative accuracy is 98.45% and the credibility is higher. The plan of this paper is low cost, high efficiency, timeliness strong, simple, less constraints and easy to implement. It has certain practical value and promotion prospects in disaster assessment.

Key words: natural disaster; assessment; historical cases; the Principle of Minimum Distance