

陈香, 王瑞. 福建省滑坡灾害风险管理决策系统构建[J]. 灾害学, 2016, 31(2): 47–52. [Chen xiang and Wang Rui. Establishment of Landslide Hazard Risk Management and Decision-Making System in Fujian Province[J]. Journal of Catastrophology, 2016, 31(2): 47–52.]

# 福建省滑坡灾害风险管理决策系统构建<sup>\*</sup>

陈 香, 王 瑞

(莆田学院 环境与生物工程学院, 福建省新型污染物生态毒理效应与控制重点实验室, 福建 莆田 351100)

**摘 要:** 依据自然灾害风险管理理论, 结合致灾因子危险性和承灾体易损性构建简易的福建省滑坡灾害风险评估模型。利用 1990–2013 年福建省滑坡灾害的数据资料, 构建滑坡灾害的数据库, 编制以县域为单位的福建省滑坡灾害分布图、时间变化图和风险分布图。研究表明: 福建省滑坡灾害年内变化大、年际波动上升、地区差异大; 综合考虑致灾因子和承灾体的影响, 福建省滑坡灾害风险高值主要分布在沙县和漳平市等闽中地区, 与福建省滑坡灾害的空间分布相似。据此构建福建省滑坡灾害风险管理决策系统, 提出增强民众防灾减灾意识、合理规划布局、加强监控预警、完善工程措施和风险规避等风险管理模式。为福建省滑坡灾害风险的评价与管理提供依据和方法。

**关键词:** 滑坡灾害; 风险评估; 风险管理; 决策系统; 福建

**中图分类号:** X43; P694      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000–811X(2016)02–0047–06

**doi:** 10.3969/j.issn.1000–811X.2016.02.010

滑坡灾害风险管理是指应用各种理论方法、科学技术等, 从滑坡灾害的时间和空间等方面对滑坡灾害进行风险分析、评价和处置的管理过程<sup>[1]</sup>, 是目前地质灾害工程研究的一大难点, 也是一种可以有效减轻滑坡灾害造成损失的方法。福建省位于东南沿海地区, 受亚热带海洋性季风气候的影响, 地质环境复杂, 滑坡灾害频发。根据福建省地质灾害调查资料显示, 仅 2004 年福建省滑坡灾害点就达到 28 738 处, 占当年福建省地质灾害的 51%; 滑坡灾害的隐患点多达 24 898 处, 占当年地质灾害隐患点的 52%。随着经济的发展, 滑坡灾害的发生给当地造成的损失越来越大, 已经成为严重危害人类生命财产安全和阻碍地区发展的地质灾害。

近年来国内外学者从不同的侧重点对滑坡灾害进行大量的研究, 并取得了一定的进展。如殷志强等<sup>[2]</sup>对我国黄河上游的滑坡灾害进行时空特征研究; 马艳鲜等<sup>[3]</sup>对 1970–2006 年间西藏地区的泥石流、滑坡地质灾害的空间分布特征与降水量条件进行研究; 李少娜等<sup>[4]</sup>对我国西南地区特殊地质条件下的滑坡灾害的成灾机制进行研究; 段钊<sup>[5]</sup>对泾河两岸的滑坡灾害时空规律和致灾因素进行分析研究; 向喜琼等<sup>[6]</sup>对滑坡灾害的风险

管理进行研究; 张海涛等<sup>[7]</sup>运用基于负熵最大化的 Fast-ICA 算法对滑坡灾害进行研究; 宫清华等<sup>[8]</sup>以气象、水文、人文过程为主要参数, 构建气象–地形–水文–地质–人文耦合模型, 并通过历史数据对模型进行验证等。可见, 目前滑坡灾害的研究主要集中在时空分布特征与机制方法等方面, 对滑坡灾害的风险分析管理决策研究较少。本文根据风险管理的基本概念, 在研究福建省滑坡灾害致灾因子危险性和承灾体易损性的基础上, 对福建省滑坡灾害风险进行评价分析, 进一步构建福建省滑坡灾害风险管理决策系统, 为福建省滑坡灾害的防控提供科学依据。

## 1 数据来源及研究方法

### 1.1 数据来源

论文数据主要来自福建省地质灾害防治网灾情速递中的滑坡灾害数据和福建省国土厅提供的滑坡灾害数据库, 以及 1990–2013 的福建省气候公报, 通过 Excel 软件建立 1990–2013 年以县域为单位的福建滑坡灾害数据库。数据库中包括了滑坡灾害发生的时间、地点、威胁人数和经济损失等。

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2015–09–09      修回日期: 2015–11–05

基金项目: 福建省科技厅重点项目(2014Y0039)

作者简介: 陈香(1965–), 女, 福建莆田人, 教授, 主要从事自然灾害与环境地理研究. E-mail: ptxyhsx@163.com

## 1.2 研究思路与方法

根据福建省滑坡灾害风险管理研究的内容和目标以及福建省滑坡灾害数据库资料,对福建省滑坡灾害的时空分布特征和影响因素进行分析。参考县域滑坡灾害风险管理信息系统研发与应用<sup>[9]</sup>,综合运用统计分析、定量计算等方法对福建省滑坡灾害致灾因子危险性和承灾体易损性进行评价,基于自然灾害风险理论,构建福建省滑坡灾害风险评估模型,对福建省滑坡灾害进行风险分析和风险评价。在此基础上,结合福建省具体情况提出简略的滑坡灾害风险管理决策。详细研究路线如图1所示。

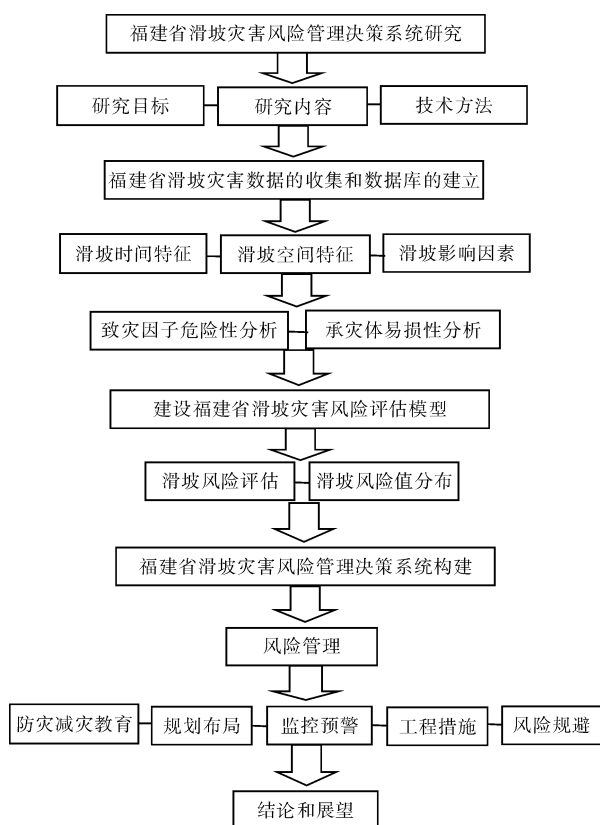


图1 研究思路框图

## 2 福建省滑坡灾害特征与影响因素研究

### 2.1 福建省滑坡灾害时间特征分析

根据福建省滑坡灾害数据库资料,绘制福建省滑坡灾害年内分布和年际变化图(图2)。

从图2可知,福建省滑坡灾害年内分布不均,主要集中在5-8月,特别是6月的滑坡发生次数占全年的47.6%,具有群发性强的特点。这与福建省梅雨暴雨(4-6月份)和台风暴雨(7-9月份)年内分布相吻合<sup>[10]</sup>。年际波动较大,特别是2002年、2005年和2010年,福建省滑坡灾害发生较为频繁,总体呈现波动上升的趋势。与福建省暴雨

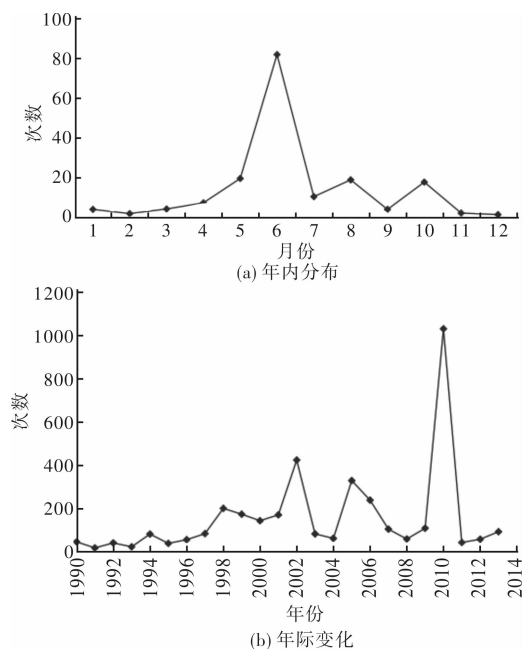


图2 1990-2013 福建省滑坡灾害年内分布和年际变化

洪涝灾害的年际分布对应,表明福建省滑坡灾害的发生与福建省暴雨、洪涝等灾害的发生有着密切的关系<sup>[11]</sup>。

### 2.2 福建省滑坡灾害空间特征分析

根据福建省滑坡灾害数据库资料统计,以县域为单元,以滑坡灾害发生次数为指标,借助 mapinfo 软件绘制福建省滑坡灾害空间分布图(图3)。

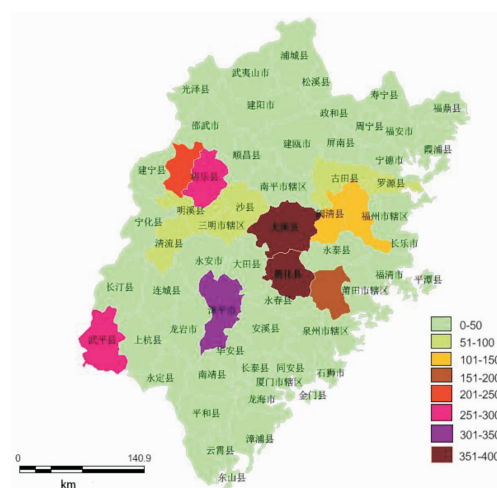


图3 福建省滑坡灾害空间分布图

图3表明,福建省滑坡灾害主要集中在福建省中部的尤溪县、德化县、漳平市等区域,体现空间不均匀、地域差异大的特点。主要因为这些地区地形较为破碎,平均坡度较大,年均降雨量较大。

### 2.3 福建省滑坡灾害主要影响因素分析

结合资料数据分析与前人相关研究,福建省滑坡灾害的发生与降雨量、地形特征等因素有着重要的关系。

表 1 滑坡数与降水量的关系表

年均降水量/mm	1300 ~ 1400	1400 ~ 1500	1500 ~ 1600	1600 ~ 1700	1700 ~ 1800	1800 ~ 1900	1900 ~ 2000	2000 ~ 2100	2100 ~ 2200
滑坡数	202	408	374	234	127	125	1036	97	5
占比/%	7.74	15.64	14.34	8.97	4.86	4.79	39.72	3.71	0.19

### 2.3.1 滑坡灾害的发生和坡体坡度的关系

根据 1990 - 2013 年福建省滑坡灾害数据库中各灾害点的坡度数据进行分区间统计, 借助 Excel 软件绘制福建省滑坡灾害与斜坡坡度关系图 (图 4)。

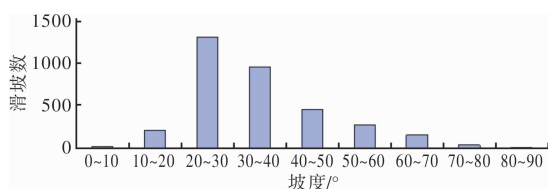


图 4 福建省滑坡灾害与坡度关系图

从图中可以得到福建省滑坡灾害主要集中在坡度  $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$  区域范围内。其中坡度  $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$  共发生滑坡 1 316 处, 占总滑坡数量的 38.2%; 其次为  $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 、 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$  区域, 分别占滑坡总数的 27.9%、13.4%。在较平缓地区和坡度较大地区发生滑坡灾害的概率都较小, 坡度在  $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$  区域是最易发生滑坡灾害的区域, 这和前人的研究结果一致<sup>[12]</sup>。研究表示斜坡都有一个小于  $40^{\circ}$  的自然休止角, 松散物质在沉积过程中大于这个角度就会向下滑动, 不会形成较厚的松散层, 使得斜坡松散层整体重度不够, 不易滑动, 因此坡度较大的斜坡发生滑坡灾害的概率反而更小。

### 2.3.2 滑坡灾害的发生与降雨量的关系

根据 1990 - 2013 年福建省滑坡灾害数据库中滑坡数和年均降水量的数据进行统计分析得到表 1。

表 1 可知, 随着降水量的增长滑坡发生的数量呈现上升的趋势, 特别是降水量达到 1 900 ~ 2 000 mm 之间时滑坡发生的数量急剧增大, 这区间的滑坡数量占到总滑坡统计数据的 39.72%。随着降水量的加大, 特别是达到 1 900 ~ 2 000 mm 时, 进入坡体的水量相应加大, 坡体容重加大, 抗滑力减小造成滑坡灾害发生, 可见降水量是福建省滑坡灾害发生的一个重要诱发因素。

## 3 福建省滑坡灾害风险评估

自然灾害风险评估是指通过风险分析的手段或观察外表法, 对尚未发生的自然灾害之致灾因子强度、受灾程度等进行评定和估计, 是风险分

析技术在自然灾害学中的应用<sup>[13]</sup>。本文所采用的滑坡灾害风险评估是在考虑福建省滑坡致灾因子危险性和福建省滑坡灾害承灾体易损性的基础上对福建省滑坡灾害风险进行的评估。

### 3.1 福建省滑坡灾害风险评估指标选取与模型建立

福建省滑坡灾害风险评估模型的初步构建是参照县域滑坡灾害风险管理信息系统研发与应用<sup>[9]</sup>, 利用风险等于危险性与易损性的乘积来评价福建省滑坡灾害风险值的大小, 其中致灾因子危险性指标选取坡度对滑坡灾害的影响。根据福建省滑坡灾害影响因素的研究分析, 当坡度在  $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$  的区间很容易发生滑坡灾害, 当坡度在  $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$  的区间发生滑坡灾害的可能性很大, 而其他的坡度发生滑坡灾害的可能性较小。因此本文选取坡度在  $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$  和坡度  $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$  两个指标作为评价福建省滑坡灾害的主要致灾因子危险性指标, 因为两个坡度区间对滑坡灾害的影响程度不同, 所以通过对不同坡度区间滑坡灾害的频次分布赋予  $Y_{20^{\circ} \sim 40^{\circ}}$  和  $Y_{40^{\circ} \sim 60^{\circ}}$  两个指标 0.65 和 0.21 的权重, 而其他坡度的则赋予 0.14 的权重; 所以考虑坡体坡度的福建省滑坡灾害致灾因子危险性表达为:

$$H_1 = Y_{20^{\circ} \sim 40^{\circ}} \times 0.65 + Y_{40^{\circ} \sim 60^{\circ}} \times 0.21 + Y_{其他} \times 0.14 \quad (1)$$

式中:  $H_1$  为考虑坡体坡度的福建省滑坡灾害致灾因子危险性;  $Y$  为县域的平均坡度。

再考虑降水量的影响, 根据福建省滑坡灾害致灾因子中降水量的研究, 当一地区年均降水量在 1 900 ~ 2 000 mm 时非常容易发生滑坡灾害, 所以赋予  $P_{1\,900 \sim 2\,000\,mm}$  这个指标 0.6 的权重, 而赋予  $P_{其他}$  指标 0.4 的权重, 从而构建考虑年均降水量的福建省滑坡灾害致灾因子危险性表达为:

$$H_2 = P_{1\,900 \sim 2\,000\,mm} \times 0.6 + P_{其他} \times 0.4 \quad (2)$$

式中:  $H_2$  为考虑降水量的福建省滑坡灾害致灾因子危险性;  $P$  为县域的年均降水量。

所以福建省滑坡灾害致灾因子危险性表达为:

$$H = H_1 + H_2 \quad (3)$$

对于福建省滑坡灾害承灾体易损性的评价由于滑坡造成的灾情主要是人员伤亡和财产损失, 本文选取的承灾体易损性评价指标有人口密度 ( $D$ ) 和人均财政收入 ( $R$ ) 以体现福建省滑坡灾害承灾体易损性的大小。并根据福建省滑坡危险程度标准对这两个指标进行权重赋值评价。构建福建省滑

坡灾害承灾体易损性表达为:

$$V = D \times 0.648 + P \times 0.352 \quad (4)$$

式中:  $V$  为福建省滑坡灾害承灾体易损性;  $D$  为区域人口密度(人/km<sup>2</sup>);  $P$  为人均财政收入。

在福建省滑坡灾害风险评估模型建立过程中,参考文献[9],福建省滑坡灾害风险 = 致灾因子危险性 × 承灾体易损性,从而构建出一个简单的福建省滑坡灾害风险评估模型,表达式为:

$$R = H \times V \quad (5)$$

式中:  $R$  为福建省滑坡灾害风险值;  $H$  为滑坡致灾因子危险性;  $V$  为滑坡灾害承灾体易损性。

### 3.2 福建省滑坡灾害风险评估

根据构建的福建省滑坡灾害风险评估模型,运用1990—2013年福建省滑坡灾害数据库中的数据和《福建统计年鉴—2014》的社会经济指标数据对各县域的滑坡灾害风险进行评估,并对风险值进行分区,分为极低风险区、低风险区、中风险区和高风险区四个等级的风险区。借助MapGis软件,编制以县域为单位的福建省滑坡灾害风险分布图(图5)。

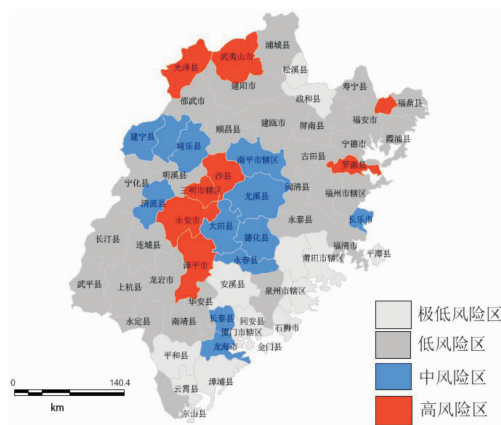


图5 福建省滑坡灾害风险分布图

图5表明:①福建省滑坡灾害高风险区主要分布在闽中的三明市沙县和永安、龙岩漳平市、南平武夷山等地,这些地区坡度较大,年均降水量都在1600 mm以上,加上人类工程活动影响,致灾因子危险性大;另这些地区人均收入和人口密度较高,承灾体易损性较大,滑坡灾害风险较高。②福建省滑坡灾害低风险区主要分布在沿海的厦门市、泉州市和莆田市等地,沿海地区坡体坡度较小,年均降水量较少,滑坡灾害危险性较小;虽然这些区域人口密度较大,但人均收入较高,对滑坡灾害的防控投入相应大,所以滑坡灾害风险较低。

## 4 福建省滑坡灾害风险管理决策系统构建与对策

### 4.1 福建省滑坡灾害风险管理决策系统构建

福建省滑坡灾害风险是在考虑了致灾因子危险性和承灾体易损性条件下的综合风险,所以福建省滑坡灾害的风险管理决策系统的构建要综合考虑福建省自然和社会等因素。根据福建省特殊的地理环境,参考文献[9],考虑从主动评价到被动规避的思路对滑坡灾害进行风险管理,构建福建省滑坡灾害风险管理决策系统,如图6所示。这样的管理思路进行风险管理既能够有效减少滑坡灾害造成的损失,降低风险,又能主动降低滑坡灾害发生的概率,减少滑坡灾害的发生。

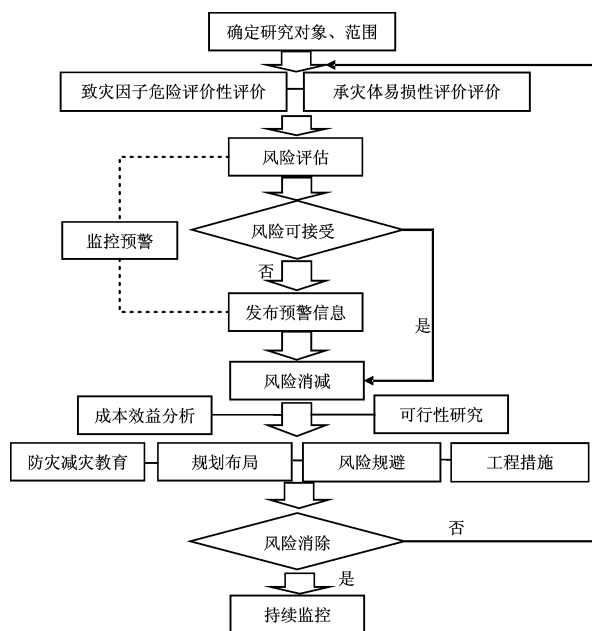


图6 福建省滑坡灾害风险管理决策系统构建

图6表明,在对滑坡灾害风险评价的基础上判断风险的可接受程度,如果风险在当前环境不能接受时要发布预警信息,可接受则直接进行风险的消减,这部分是风险的监控预警;在成本效益分析和可行性研究的基础上,采取防灾减灾教育、规划布局、风险规避、工程措施等对风险进行消减;风险消减之后应该判断风险是否消除,如果风险未消除要重新对风险进行评估,如果风险已消除则应对该区域滑坡灾害的风险持续监控。

### 4.2 福建省滑坡灾害风险管理对策

#### (1) 防灾减灾教育

教育是防灾减灾中非常重要的部分,由于滑坡灾害的突发性,不管所在地区的风险是高还是



低, 都应该加强防灾减灾意识。随着经济的日益发展, 应该加大宣传教育力度, 通过宣传防灾减灾知识增强民众的防灾减灾意识。如通过广播、电视、网络等方式宣传防灾减灾知识, 结合中小学教材从小做好防灾教育, 定期组织防灾演练, 做到灾害发生时能够及时躲避, 从而减少滑坡灾害发生时造成的损失尤其是人员的伤亡损失。

### (2) 规划布局

滑坡灾害具有突发性的特点, 合理规划布局对于减少滑坡灾害的发生和减小滑坡灾害造成的损失具有不可忽视的作用, 是一种事前防范的有效方法, 全省各地区都应该合理规划布局。对于风险值较高的区域更应合理规划、转变土地利用模式以应对突发的滑坡灾害。例如在风险较高、滑坡灾害发生频率高的地区要避免进行房建和隧道施工等破坏坡体结构的人类活动, 而应该从新规划土地的利用, 进行植树等加强坡体抗滑力的发展模式。

### (3) 监控预警

由于滑坡灾害的突发性和不确定性, 往往不能准确预测灾害的发生从而造成损失。随着经济的发展、技术的进步, 应该加大对地质灾害监测预警研究的投入, 加强与气象等相关部门合作, 进一步健全福建省地质灾害监控预警系统。特别是在滑坡灾害高风险的闽中地区, 要做好滑坡灾害的监控工作, 加强监测站建设, 在滑坡灾害高发的雨季要密切关注各区域的风险值变化, 一旦风险值超出可接受范围要立即发送预警信息给相关部门, 再通过短信、网络等渠道通知民众, 给防灾减灾工作争取更充裕的时间。

### (4) 工程措施

对于降低滑坡灾害的风险, 工程措施是一种最为直接且有效的方法。工程措施一方面从防护的角度修筑防护工程, 例如公路、铁路的防护墙等, 从而减小滑坡灾害发生时造成的损失; 另一方面, 可以修筑抗滑桩和挡墙以及增加排水来提高斜坡的抗滑力, 从而减少滑坡灾害的发生。修筑滑坡灾害工程的成本较为昂贵, 应该在进行效益分析和可行性研究的基础上再实施。特别是滑坡灾害风险值较高的闽中地区在效益高和可行性高的条件下应该主动采取相关的工程措施, 加快地质灾害防护系统的建设。例如可以在坡体外修筑截水沟, 在坡表修筑导水沟等, 将地表水和泉水引向坡外, 阻止其进入坡体; 在滑坡发展较快的区域可以修筑抗滑桩等支挡工程, 加强坡体的稳定性。

### (5) 风险规避

对于某些风险值很高的区域, 实施工程措施可行性低或工程措施成本远高于效益时不得不采取规避的措施。滑坡灾害风险规避的措施主要是将风险区内的人员和财产转移出风险区来躲避风险, 以达到避免滑坡灾害造成的损失, 是一种直接且安全的有效方法。在福建省滑坡灾害风险高值区域特别是一些偏远山区, 采取风险规避措施比采取工程措施来得更加经济。在滑坡灾害频发的闽中山区, 在采取工程措施条件不足的条件下, 应该主动考虑将人员和财产迁移出风险区。例如在人烟稀少但滑坡灾害多发的边远山区, 修筑大量的防灾减灾工事不够经济合理, 可以考虑将当地居民和牲畜等财产集中迁往风险较低的区域。

## 5 结论与讨论

(1) 根据福建滑坡灾害的有关数据资料, 构建了 1990 - 2013 年福建省滑坡灾害数据库, 信息有滑坡发生时间、地点、威胁人数和财产等; 构建了 2014 年福建省滑坡灾害各县域风险数据库, 信息有各县域人口密度、人均 GDP、年均降水量等。

(2) 根据福建省滑坡灾害数据库, 利用 Excel 软件绘制 1990 - 2013 年福建省滑坡灾害年内分布图和年际分布图, 得出福建省滑坡灾害年内变化大, 主要集中在 6 月; 年际变化大, 总体呈现波动上升的趋势, 与福建省暴雨洪涝灾害变化以及人类活动的加剧有着直接的关系。利用 Mapinfo 软件绘制 1990 - 2013 年福建省滑坡灾害空间分布图, 得出滑坡灾害重灾区主要分布在闽中的德化县、漳平市等地, 呈现地区差异大的地点。另外, 福建省滑坡灾害的发生与坡体的坡度、降水量等因素有关系, 当坡体坡度在  $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$  和年均降水量达到 1 900 ~ 2 000 mm 时易发生滑坡灾害。

(3) 利用风险等于危险性与易损性的乘积来评价福建省滑坡灾害风险值的大小, 选取坡体坡度 ( $Y$ ) 和年均降水量 ( $P$ ) 两个因素评价福建省致灾因子危险性 ( $H$ ), 选取人口密度 ( $D$ ) 和人均财政收入 ( $R$ ) 两个因素评价福建省滑坡灾害承灾体易损性 ( $V$ ), 从而构建简单的福建省滑坡灾害风险评估模型, 并对福建省滑坡灾害风险进行评估和分区, 利用 Mapinfo 软件绘制福建省滑坡灾害风险分布图。结果表明, 福建省滑坡灾害高风险区主要分布在坡体坡度较大的沙县和漳平市等闽中地区, 低风险区主要分布在坡体坡度小、人均收入高的厦门市、泉州市和莆田市等沿海地区, 这和福建

省滑坡灾害的空间分布相似。

(4)参照文献[9],从主动评价到被动规避的思路下,提出了福建省滑坡灾害风险管理决策系统和风险管理模式:提高民众的防灾减灾意识和提高民众的逃生技能;合理规划布局和土地利用模式以降低滑坡灾害发生的概率;结合成熟的技术加快健全滑坡灾害监测预警系统;在进行成本效益分析和可行性研究基础上采取风险规避措施或者工程措施对滑坡灾害风险进行管理。

引发滑坡灾害发生的因素有很多,由于资料获取的局限,本文在研究福建省滑坡灾害风险的致灾因子危险性时只考虑了坡体坡度和年均降雨量两个因素的影响,在研究承灾体易损性时只考虑了人口密度和人均收入两个因素的影响。在此基础上,提出了一些粗略的福建省滑坡风险管理决策,但是在针对具体县域滑坡灾害风险的研究上有待进一步的研究。

#### 参考文献:

- [1] 赵 洲. 陕南山区县域滑坡灾害风险管理研究[D]. 西安: 西安科技大学, 2012: 22.
- [2] 殷志强, 魏 刚, 祁小博. 黄河上游寺沟峡—拉干峡段滑坡时空特征及对气候变化的响应研究[J]. 工程地质学报, 2013, 21(1): 129–137.
- [3] 马艳鲜, 余忠水. 西藏泥石流、滑坡时空分布特征及其与降水条件的分析[J]. 高原山地气象研究, 2009, 29(1): 55–58.
- [4] 李少娜. 滑坡控制因素与动力学演化机制[D]. 长沙: 中南大学, 2013: 72–73.
- [5] 段 钊. 泾河两岸滑坡的时空分布规律及历史演化研究[D]. 西安: 长安大学, 2010.
- [6] 向喜琼. 区域滑坡地质灾害危险性评价与风险管理[D]. 成都: 成都理工大学, 2005: 114.
- [7] 张海涛, 程新文, 陈性义, 等. 基于ICA/MNF变换的高分影像滑坡灾害检测方法研究[J]. 灾害学, 2015, 30(1): 193–197.
- [8] 宫清华, 黄光庆. 基于气象—地形—水文—地质—人文耦合的滑坡灾害风险预警研究[J]. 灾害学, 2013, 28(3): 20–23.
- [9] 赵 洲, 侯恩科, 王建智, 等. 县域滑坡灾害风险管理信息系统研发与应用: 以陕西省宁强县为例[J]. 工程地质学报, 2012, 20(2): 170–182.
- [10] 陈 香. 福建省暴雨洪涝灾害风险评估与管理[J]. 水土保持研究, 2007, 14(4): 180–185.
- [11] 韩 勇. 三峡库区某滑坡成灾降雨过程的确切[J]. 水利与建筑工程学报, 2012, 10(1): 168–172.
- [12] 郭 果, 陈 筠, 李明惠, 等. 土质滑坡发育概率与坡度间关系研究[J]. 工程地质学报, 2013, 21(4): 607–612.
- [13] 赵 洲. 陕南山区县域滑坡灾害风险管理研究[D]. 西安: 西安科技大学, 2012: 22.

## Establishment of Landslide Hazard Risk Management and Decision-Making System in Fujian Province

Chen Xiang and Wang Rui

(Fujian Key Laboratory of Ecology-toxicological Effects & Control for Emerging Contaminants,  
College of Environmental and Biological Engineering, Putian University, Putian, Fujian, 351100, China)

**Abstract:** A simple risk assessment model of Fujian landslide is built based on natural disaster risk management theory combining with the risk of hazard factors and vulnerability of hazard bearing body. Using the data of landslide in Fujian province from 1990 to 2013, we built a database of landslide to compile maps of landslide distribution in the county as a unit with its temporal change and risk distribution. The results indicate that Fujian landslide disaster had characteristics of annual & inter-annual variation, large regional differences, considering the influence of hazard factor and hazard bearing body, the high-value areas of risk distributed mostly in the central of Fujian, like Shaxian and Zhangping, which are similar with the spatial distribution of landslides. Constructing the system of risk management and decision of landslide hazard in Fujian Province, some risk management model such as the public awareness improvement of disaster prevention and mitigation, reasonable layout, strengthen monitoring and early warning, engineering and risk aversion are proposed, which can provide basis for the assessment and management of landslides.

**Key words:** landslide hazard; risk assessment; risk management; decision-making system; Fujian province