

张文朋. 基于 GIS 的地震危险性分区评价方法初探[J]. 华北地震科学, 2018, 36(3): 52-58, 74.

基于 GIS 的地震危险性分区评价方法初探¹

张文朋

(天津市地震局, 天津 300201)

摘要:构建基于 GIS 的地震危险性分区评价模型,选取地震震级、地震频次、断层长度、断裂时代及断裂性质 5 个评价要素,依据各要素特征提出相应的量化处理方法,最后依据各评价要素权重,通过叠加分析获得评价结果;利用这一方法对西藏日喀则地区进行地震危险性分区评价,结果显示:日喀则地区的地震高风险区主要分布于谢通门—拉孜一带及南木林东北,地震危险区主要分布于高风险区外缘、日喀则市区及南木林县的小部分地区,其他地区属次较安全区、较安全区或安全区。其结果可为日喀则地区的国土规划提供参考依据。

关键词:GIS; 日喀则; 地震危险性; 分区评价

中图分类号: P315.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-1375(2018)03-0052-07

doi:10.3969/j.issn.1003-1375.2018.03.008

0 引言

地震危险性是指某一场地或某一区域、地区、国家在一定时期内可能遭受到的地震作用的大小和频次^[1]。通常进行地震危险性分析主要采用 2 种方法:一种是确定性地震危险性分析(DSHA),另一种是概率地震危险性分析(PSHA)。地震活动性及活动构造发育情况是对地震危险性最重要的影响因素,因此,这 2 种方法所依据的基础资料都是当地和所在区域的地震活动状况和地震构造环境;两者不同之处在于对地震危险性指标的表述上,DSHA 是以确定的数值来表达某一场点或区域未来遭遇的地震烈度水平,PSHA 则采用超越概率和平均重现期的概念来表达某一场点或区域的地震危险水平。这 2 种方法在对某一工程场点或场区的地震危险性评价分析应用广泛(一般工程仅采用 PSHA 即可),对某条断裂的地震危险性分析一般通过划分危险区段进而采用 PSHA 来分析其地震危险水平;对于大区域范围的地震危险性分析,不同地区的危险性分布不同,就需要用地震危险水平的区划来表述。如果继续采用这 2 种方法,工作量及成本会剧增。与之相对应的是,政府部门所需的正是其辖区内科学详细的地震危险性区划结果,用以服务地区规划建设,有必要寻求一种既科学简便又适用于大区域范围的地震危险性分区评价方法。

其他灾害(如滑坡、泥石流、暴雨等)也进行危险性评价,但其危险性不同于传统的地震危险性概念,而是指通俗意义上的灾害易发性及危险程度,不代表一个确定的物理量,没有时间概念;其评价方法普遍采用专家打分法、层次分析法、模糊综合评判法等。而且,随着近年来地理信息系统(GIS)技术飞速发展,GIS 的空间分析功能愈加强大,基于 GIS 技术对大区域的地质灾害(滑坡、泥石流等)^[2-5]、气象灾害(暴雨、沙尘暴等)^[6-7]及区域地壳稳定性等分区评价^[8-9]方面的研究陆续开展,取得了有益成果,为当地的灾害防御及国土规划提供了科学依据。尤其是区域地壳稳定性评价研究方面,经过探索,较为清晰的研究思路逐渐形成。一般是先将研究区进行网格划分,再利用点、线、区图层相应定量处理方法为网格评价因子(地震、构造、工程地质等)赋值,最后根据评价因子的权重综合分析计算出评价结果^[8]。笔者欲借鉴其他灾害危险性评价思路,以西藏日喀则地区为例探索适用于区域地震危险性分区评价的方法。需要指出,这里的地震危险性分析是指对某地地震易发性及危险程度的模糊分析。

1 评价方法简述

本研究方法本质是专家打分法,方法原理简单,就是通过选取评价要素,然后确定各要素权重(由专家打分确定),最后经综合计算评分来实现对目标的

收稿日期:2017-06-31

基金项目:天津市地震局青年基金项目(121007,20131023);日喀则市活动断层探测与地震危险性评价项目(藏震函[2011]77号)

作者简介:张文朋(1985-),男(汉),河北邢台人,工程师,主要从事活动构造方面的研究. E-mail:zwp19850119@163.com

评估。具体到本研究中,主要借用 GIS 空间分析的优势来实现,以断裂构造及地震为基础数据,先将研究区网格化,再利用地震震级、地震频次、断层长度、断裂时代及断裂性质等 5 个评价要素形成 5 个评价要素图层,最后依据评价要素的权重计算完成研究区的地震危险性分区评价。

第一,收集研究区地震活动特征及地震构造环境等基础资料,并将研究区域划分为一系列网格作为计算的基本单元。

第二,选定评价指标及确定权重。与常规的危险性分析方法相同,笔者采取对地震危险性影响最大的“地震”与“构造”2 个因子来评价每个网格的地震危险性,地震和构造因子的权重分别设为 0.45 和 0.55。对于地震因子来说,大震具有重复发生的特征、小震密集发生也表示该密集小震区地震危险性大,故地震因子细分为地震震级和地震频次 2 个评价要素。地震震级和地震频次 2 个要素对地震因子的影响系数分别为 0.6 和 0.4,故此 2 个要素对地震危险性的贡献权重分别为 0.27(0.45×0.6)和 0.18(0.45×0.4)。构造因子方面,本文主要考虑断裂的发育特征,断裂活动性(时代)、断裂规模(长度)及断裂性质(正断、逆冲或走滑)等要素对构造因子有不同程度影响,其中断裂活动性影响系数最大(为 0.6),断裂规模及断裂性质影响系数相当(均为 0.2)。因此,断裂时代、断裂长度及断裂性质对地震危险性的贡献权重分别为 0.33(0.55×0.6)、0.11(0.55×0.2)和 0.11(0.55×0.2)(表 1)。

表 1 评价要素权重分配表

序号	评价因子	因子权重	评价要素	要素权重
1	地震	0.45	地震震级	0.27
2			地震频次	0.18
3			断裂时代	0.33
4	构造	0.55	断裂长度	0.11
5			断裂性质	0.11
	合计	1.00		1.00

第三,依据不同要素特征给各网格赋值,形成各个评价要素图层。采用 10 分制评分的方法对评价

要素进行量化,分数越大,地震危险性越大。以地震震级为例,可按震级大小分类,不同震级类别评定相应分值。然后,依据每一网格与各要素间的空间关系,给每一网格赋予相应分值。每一网格与各要素间距离越大,该分值越小,反之亦然。

第四,依据不同评价要素图层及其权重计算生成研究区的地震危险性分区评价图。

2 日喀则地区地震危险性分区评价

2.1 研究区概况

2.1.1 断裂活动性

研究区范围为 98.5°~99.0°E、24.2°~24.9°N,其内主要发育 7 条断裂,其中 6 条断裂呈近 EW 向展布,1 条呈近 NS 向展布。这些断裂分别为同波—冬古拉断裂(F₁)、谢通门—南木林断裂(F₂)、拉堆—乃东断裂(F₃)、抓各罗断裂(F₄)、毕定—甲舍拉断裂(F₅)、昂仁—仁布断裂(F₆)及甲冈—谢通门断裂带(F₇)(图 1)。其中研究区西北部展布的甲冈—谢通门断裂带活动性最强,为全新世断裂,由多条 NS 向活动断裂组成的断裂带,多为走滑性质,呈 NNE 向,倾向西或东,倾角一般大于 50°;展布于研究区北部的同波—冬古拉断裂是一条近 EW 向的主边界断裂,逆冲性质,活动性最弱,为前第四纪断裂;谢通门—南木林断裂带其实为一韧性剪切带,呈舒缓波状近 EW 向展布,地震危险性低。其余几条断裂同属雅鲁藏布江缝合带,呈近 EW 向展布,倾向南或北,逆冲性质,最新活动时代为早中更新世(表 2)^①。

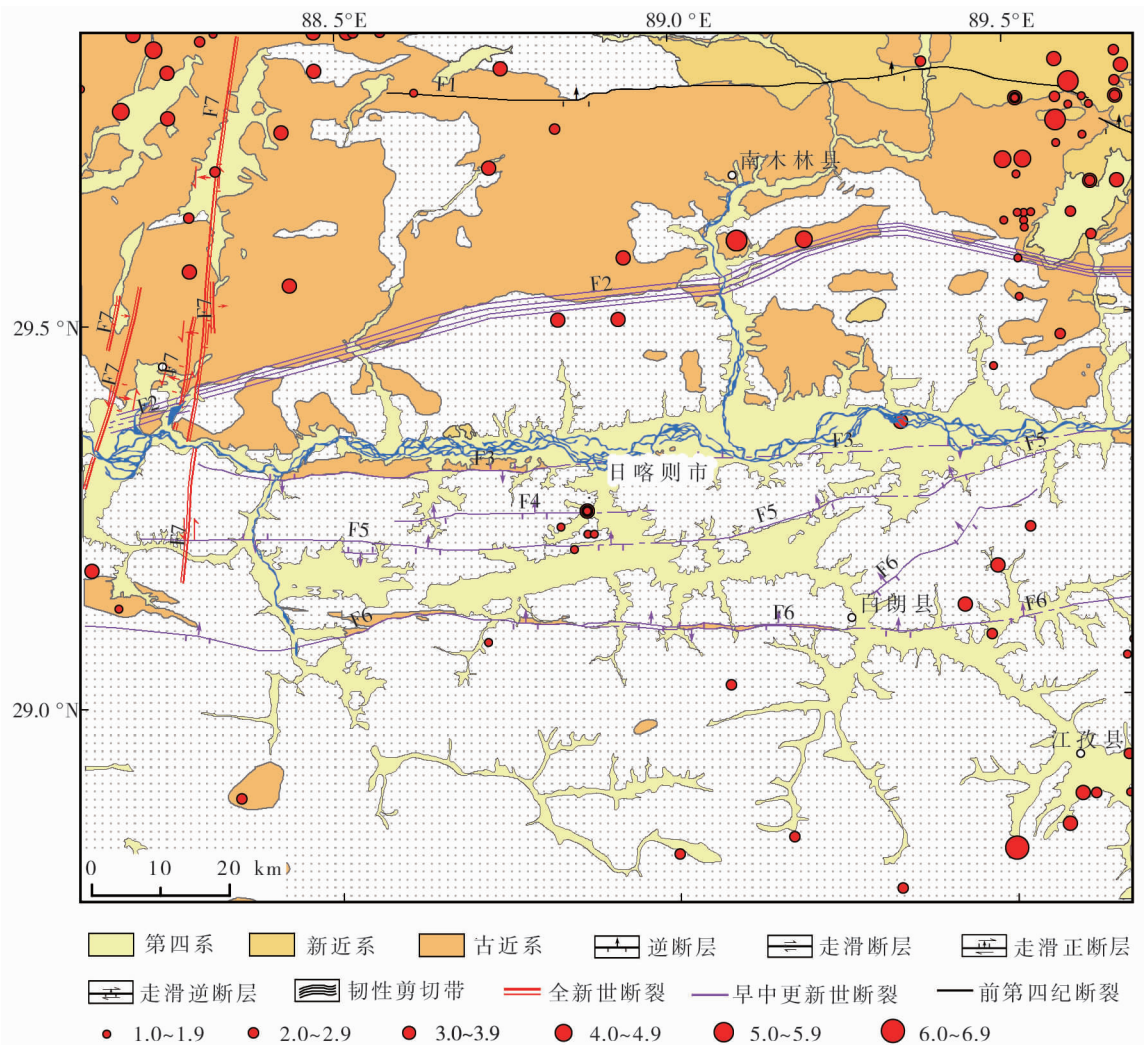
2.1.2 地震活动性

日喀则地区跨越青藏高原南部地震亚区的藏中地震带和喜马拉雅地震带。区内构造表现为近 EW 向雅鲁藏布江板块缝合带上的挤压运动和研区西北申扎一定结断陷带的 NNE 向走滑断裂活动。研究区内南部地区位于喜马拉雅地震带北部,地震活动相对较弱,6 级以上强震少。从地震分布走向看,与 NNE 向的走滑断裂带活动有关;小震呈 2 个小震密集团出现,位于南木林西北、当雄西南和谢通门等地;日喀则附近小震活动较弱。

① 天津市地震灾害防御中心. 日喀则市活动断层探测及地震危险性评价技术成果报告[R]. 2015.

表2 研究区断裂发育特征一览表

断裂名称	断裂长度/km	断裂性质	走向	倾向	倾角/(°)	活动时代
同波—冬古拉断裂	138	逆冲	EW	N	40~50	前Q
谢通门—南木林断裂	140	韧性剪切	EW			Q ₁₋₂
拉堆—乃东断裂	150	逆冲	EW	S	50~80	Q ₁₋₂
雅鲁藏布江缝合带						
抓各罗断裂	38	逆冲	EW	N	50~60	Q ₁₋₂
毕定—甲舍拉断裂	135	逆冲	EW	N	55~80	Q ₁₋₂
昂仁—仁布断裂	142	逆冲	EW	N/S	50~70	Q ₁₋₂
甲岗—谢通门断裂带						
甲马日断层	5	逆冲	NNE	E	60	Q ₁
且窝棍巴断层	36	走滑	NNE	E	75	Q ₁
当嘎棍断层	5	走滑	NNE	W	>50	Q ₁
南木切断层	47	走滑	NNE	W	55~70	Q ₁
胎温断层	5	逆冲	NNE	E	50	Q ₁



注：F₁同波—冬古拉断裂；F₂谢通门—南木林断裂；F₃拉堆—乃东断裂；F₄抓各罗断裂；
 F₅毕定—甲舍拉断裂；F₆昂仁—仁布断裂；F₇甲岗—谢通门断裂

图1 研究区构造地震图

有历史记载以来研究区共发生破坏性地震 5 次,其中 M_s 4.7~4.9 地震 2 次, M_s 5.0~5.9 地震 1 次, M_s 6.0~6.9 地震 1 次。影响较大的几次地震是:1935 年 5 月 21 日西藏江孜 6 $\frac{1}{4}$ 级地震;1976 年 9 月 14 日西藏南木林东 5.3 级地震。1970 年以来共发生 M_L 1.0~4.9 地震 71 次,其中 M_L 1.0~1.9 地震 28 次, M_L 2.0~2.9 地震 23 次, M_L 3.0~3.9 地震 17 次, M_L 4.0~4.9 地震 3 次。从时间进程来看,目前研究区地震活动正处于活跃期的相对平静阶段。近 30 年来,研究区仅发生一次 6 级以上地震,但 5 级左右的地震时有发生,这些地震虽然强度不大,却能显示地震活动仍在继续。从地震时间序列可看出,地震活动期也具有幕的特点,各幕的地震频度、能量释放不均匀,总的来看是一个从多到少、从强到弱的发展过程,地震活动呈起伏式衰减。但研究区西北展布有全新世活动断裂,东北距当雄地震区较近,区内构造受区域应力调整的影响较大,未来仍有发生中强地震的可能^①。

2.2 评价要素的技术处理

本文所需的基础数据为研究区内断裂数据和研究区及其周边的地震数据。其中,地震数据为研究区及周边 20 km 范围内有历史记载以来 $M_s \geq 4\frac{3}{4}$ 地震和 1970 年以来地震台网记录的地震,截止时间为 2015 年 12 月;断裂数据包括表 2 中所有断裂。首先,按照 2 km 间隔将整个区域划分为 4 914 个单元,把每一个网格单元看作是一个待评价的对象;然后根据数据特征对基础数据进行相应技术处理,对每一单元进行断裂、地震等影响因素提取,形成各评价要素图层。

2.2.1 地震数据

地震数据包括震级和频次 2 个评价要素,处理时要兼顾地震数据(点状数据)的特性及地震本身的活动规律。

1) 地震频次

已有研究认为,未来地震多发生在已发生过地震的位置周围^[10-12],故地震的空间上多密集呈带、簇状分布。有学者曾定义了一个称作“震中分布震级网格点密集值(简称密集值)”的参量^[11],来反映某区域的地震次数和疏密程度,密集值大小与该处地震危险性正相关。借鉴这一研究成果,此处定义一个参量:网格地震频次值(简称频次值)。该值的具体计算方法是:在研究区内,以一定的空间间隔

(Δ)划分网格,并以 j 网格中心点为圆心。假定在以 R 为半径的范围内所有地震的总数为 n ,则该点的频次值为

$$F_j = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\ln(D_i)} \quad (1)$$

式中: \ln 为自然对数, D_i 为第 i 个地震距 j 网格中心点的距离。频次值与密集值意义相同,只不过密集值统计口径是某一范围、某段时间、某一震级的地震,而这里的频次值是对某一范围所有地震的统计。对距离取自然对数,主要是考虑到我国目前地震震中定位精度的实际情况,适当降低距离因子的影响^[11]。我国目前地震观测精度最好的距离在 2~3 km,小于此数值已没有意义,因此规定当 $D_i < 3$ 时, $D_i = e$ 。本研究中,网格划分间隔 $\Delta = 2$ km,统计半径 $R = 20$ km。

按式(1),可计算出研究区内所有网格中心点的频次值,这一频次值离散性较大,对其进行归一化处理,并且鉴于各网格评价要素是按 10 分制进行评分,故将归一化值的 10 倍作为每个网格震级频次值(式(2)),得出研究区地震频次要素图层(图 2a):

$$V_j = 10 * (F_j - F_{\min}) / (F_{\max} - F_{\min}) \quad (2)$$

式中: F_j 为 j 格网中心点的频次值; F_{\max} 及 F_{\min} 分别为格网中心频次值中的最大值及最小值。

2) 地震震级

首先按震级大小对不同地震的危险性按 10 分值评分,8 级以上地震评分最大为 10 分,3 级以下地震评分最小为 2 分(表 3)。然后使用地震评分值这一参量描述地震震级的影响程度,每个网格的地震震级值用该网格中心方圆 20 km 内最大地震的分值与该地震与该网格中心间距离的自然对数之比来表示(式(3))。如此即可得出研究区地震震级要素图层(图 2b)。

表 3 地震震级要素评分表

序号	分类	分值
1	3 级以下地震	2
2	3~4 级地震	3
3	4~5 级地震	5
4	5~6 级地震	7
5	6~7 级地震	8
6	7~8 级地震	9
7	8 级以上地震	10

① 天津市地震灾害防御中心,日喀则市活动断层探测及地震危险性评价技术成果报告[R],2015。

$$U_j = \frac{M_{\max}}{\ln(D)} \quad (3)$$

式中： U_j 为 j 格网的地震震级评分值， M_{\max} 为 j 格网中心方圆 20 km 最大地震的评分值， D 为该最大地震与 j 格网中心的距离。当 $D_i < 3$ 时， $D_i = e$ 。

2.2.2 断裂数据

断裂数据包括断裂时代、断裂长度和断裂性质 3 个评价要素。

首先以断裂不同的活动时代、发育长度及活动性质为标准对其危险性按 10 分制评分(表 4~6)；

然后使用断裂时代值、断裂长度值及断裂性质值 3 个参量描述断裂时代、断裂长度及断裂性质的影响程度，研究区内每个网格的断裂时代值(断裂长度值或断裂性质值)用该网格中心方圆 20 km 内所有断裂的活动时代要素(断裂长度要素或断裂性质要素)评分值与该断裂与该网格中心间最近距离的自然对数之比的最大值来表示(式(4)~(6))。如此即可得出研究区断裂时代要素图层(图 2c)、断裂长度要素图层(图 2d)及断裂性质要素图层(图 2e)。

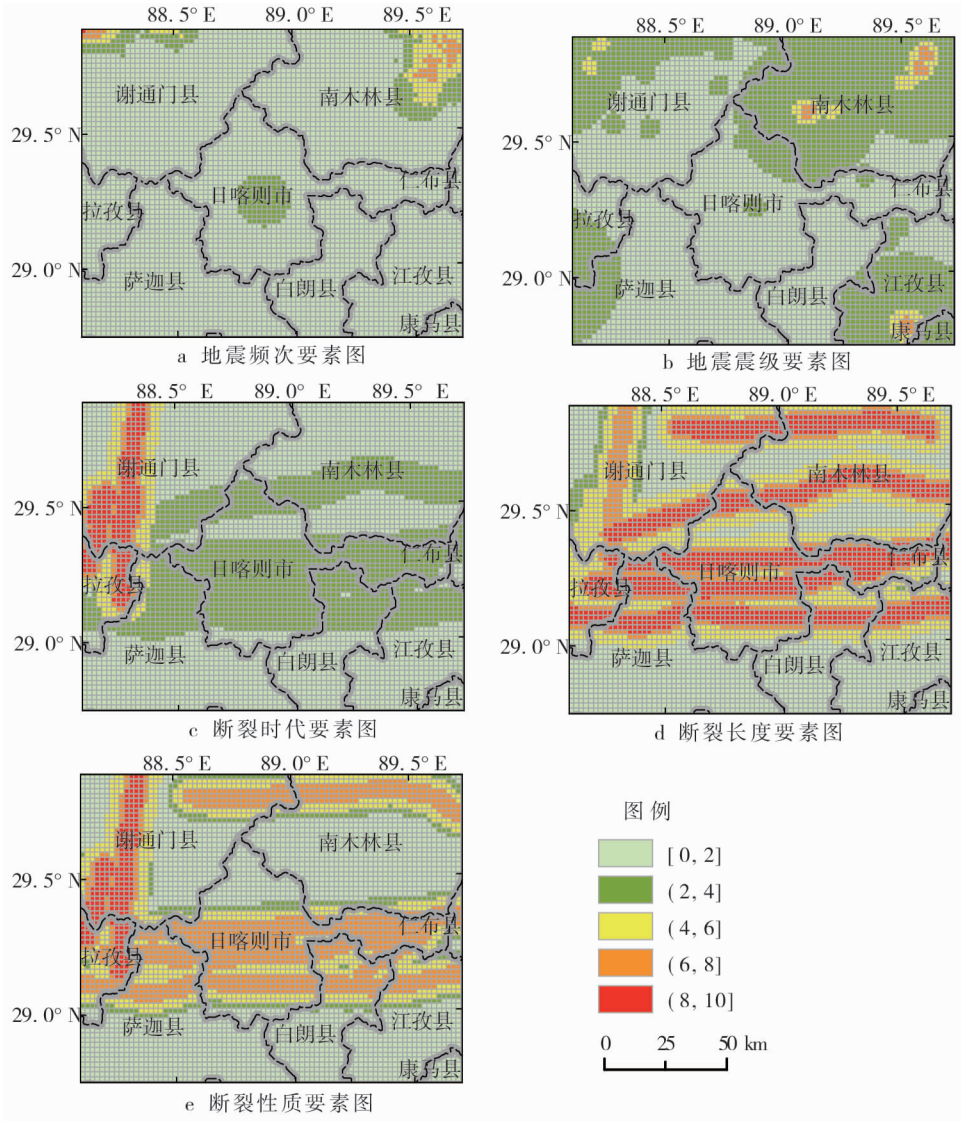


图 2 评价要素图

表 4 断裂时代要素评分表

序号	分类	分值
1	全新世	10
2	晚更新世	7
3	早—中更新世	4
4	前第四纪	2

表 5 断裂长度要素评分表

序号	分类	分值
1	>100 km	10
2	60~100	8
3	30~60	6
4	20~30	4
5	<20	2

表 6 断裂性质要素评分表

序号	分类	分值
1	走滑断裂	10
2	逆断裂	8
3	正断裂	5
4	韧性剪切带	1

$$X_j = \max\left(\frac{T_i}{\ln(D_i)}\right) \quad (4)$$

$$Y_j = \max\left(\frac{L_i}{\ln(D_i)}\right) \quad (5)$$

$$Z_j = \max\left(\frac{A_i}{\ln(D_i)}\right) \quad (6)$$

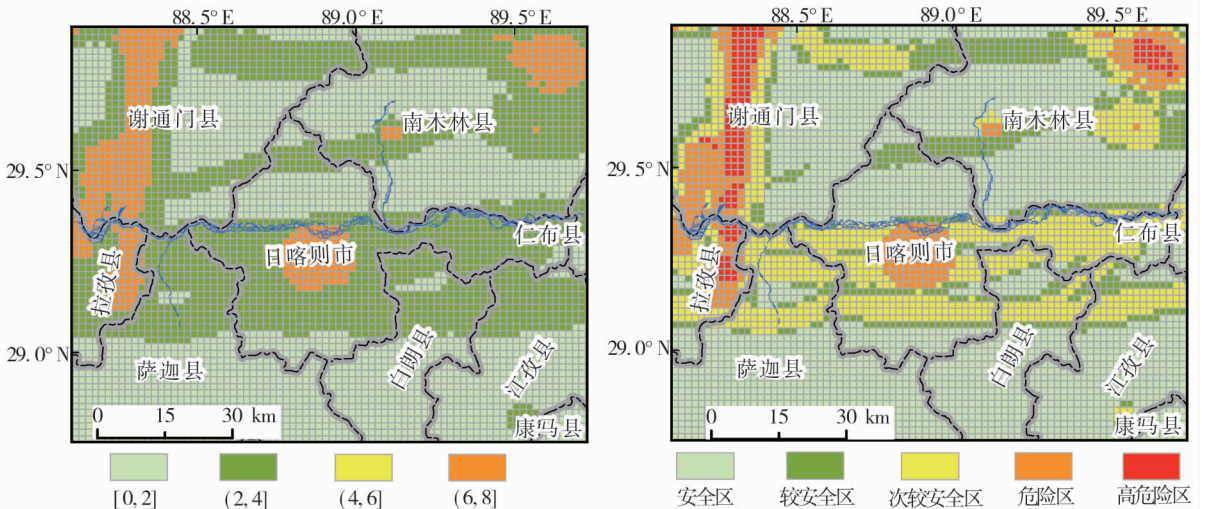
上述 3 式中, X_j 、 Y_j 及 Z_j 分别为 j 格网的断裂时代值、断裂长度值及断裂性质值; T_i 为 j 格网中心方圆 20 km 内 i 断裂的断裂时代要素分值; L_i 为

j 格网中心方圆 20 km 内 i 断裂的断裂长度要素分值; A_i 为 j 格网中心方圆 20 km 内 i 断裂的断裂时性质要素分值; D_i 为 i 断裂与 j 格网中心间最近距离。当 $D_i < 3$ 时, $D_i = e$ 。

2.3 日喀则地区地震危险性综合评价

评价要素图层生成后,依据表 1 所列要素权重可按式(7)直接计算各网格的地震危险性指数 E_j ,即可形成日喀则地区地震危险性分区评价图(图 3a)。图中各网格地震危险水平亦是以 10 分制表述,不同颜色代表不同的地震危险水平,这样各地地震危险性显示较为直观,谢通门—拉孜一带、日喀则市区、南木林县及其东北地震危险性相对较大,其他地区相对安全。

$$E_j = 0.27 * V_j + 0.18 * U_j + 0.33 * X_j + 0.11 * Y_j + 0.11 * Z_j \quad (7)$$



a 直接计算结果图

b 按标准分级结果图

图 3 研究区地震危险性分区评价图

上述对计算结果的划分过于随意,合理性也值得商榷,且仅能得出研究区内各地的地震危险性相对大小,在实际应用中尚有不足。笔者依据活动断裂特征、地震活动性与地震危险性的定性分析,对改进计算结果的合理性划分方面进行了探索,以更加科学地描述研究区各地的地震危险性。鉴于地质构造背景(断裂活动性)是判断地震危险性的基本途径,笔者将不同活动性断裂附近的地震危险水平及该处计算所得的地震危险性指数对比分析作为建立这一标准的突破口。

据表 1 及表 3~6 计算,规模在 100 km 以上的

全新世、晚更新世、早中更新世或前第四纪正断裂附近的网格的地震危险性指数分别为 4.95($10 \times 0.33 + 10 \times 0.11 + 5 \times 0.11$)、3.96($10 \times 0.33 + 7 \times 0.11 + 5 \times 0.11$)、2.97($10 \times 0.33 + 4 \times 0.11 + 5 \times 0.11$)及 2.31($10 \times 0.33 + 2 \times 0.11 + 5 \times 0.11$)。

依据我国西部地区断裂的发震能力,规模在 100 km 以上的全新世正断裂附近应属于地震危险性高风险区,规模在 100 km 以上的全新世的逆断裂或走滑断裂附近地震危险性更高,故可将地震危险性指数 4.95 以上的格网定为高风险区。依据我国西部地区断裂的发震能力,规模在 100 km 以上

的晚更新世、早中更新世或前第四纪正断裂附近分别属于地震危险性的危险区、次较安全区、较安全区及安全区。据此可划分各地震危险性指数区间的危险性程度(表 7),并形成研究区地震危险性分区评价图(图 3b)。从结果可以看出,谢通门—拉孜一带的走滑断裂带两侧及南木林东北的小震密集带属高危危险区;高危危险区外缘、日喀则市区及南木林县小部分地区属危险区;其他地区属次较安全区、较安全区或安全区,其地震危险性小。第五代地震动峰值加速度区划图中研究区中部为 0.15 cm/s^2 ,东北及西部为 0.2 cm/s^2 ;本文的地震危险性分区结果与其相比基本吻合,且更加精细。

表 7 地震危险性指数的危险性程度划分表

序号	地震危险性指数区间	危险性程度
1	[4.95, 10]	高危危险
2	[3.96, 4.95)	危险
3	[2.97, 3.96)	次较安全
4	[2.31, 2.97)	较安全
5	[0, 2.31)	安全

3 结论与讨论

本文以研究区内的断裂构造及地震为基础数据,借助 GIS 空间分析功能,初步建立了科学简便的地震危险性分区评价方法。日喀则地区的分区评价结果显示研究区内的地震高危危险区远离日喀则市区,主要分布于谢通门—拉孜一带及南木林东北,地震危险区主要分布高危危险区外缘、日喀则市区及南

木林县小部分地区,其他地区属次较安全区、较安全区或安全区。需要指出的是,本文提出地震危险性分区评价方法与传统的地震危险性评价及地震动区划的概念不同,其不具备时间概念,仅是依据专家经验赋予地震及断裂 2 个因素相应权重并进一步对危险性进行综合评价,评价结果受研究区地震及断裂的详实程度的影响。

目前 GIS 在区域地壳稳定性评价应用中逐渐成熟,但是其在评价要素的权重分配的合理性及计算结果与稳定性程度的合理划分等方面还存在问题,多受限于研究人员的主观认识。本文借鉴了区域地壳稳定性评价的研究思路,对评价要素的权重分配主要依据对地震活动规律的认识,同样存在主观性。但是在计算结果的合理划分方面,论文依据不同活动性断裂附近的活动性及该处的地震危险性指数对比建立了计算结果与危险性程度划分的客观标准,使计算结果的地震危险性划分更加科学。

基于 GIS 大区域的地震危险性分区评价是一个新的研究方向,本研究仅是对该方向的初步探索,系统、成熟的经验尚未形成,评价要素更加科学的处理方法、权重的合理分配以及更加科学的计算结果划分标准等方面是今后相关研究的重点。今后,还可以将场地条件考虑其中,探索评价因子更为合理的量化处理方法,逐步形成较为符合传统意义上的地震危险性评价体系,这样得出的评价结果对城市规划建设有更强的指导意义。如果将承灾体的易损性因素也考虑其中,不失为地震风险评估的一种实现途径。

参考文献:

- [1] 章在墉. 地震危险性分析及其应用[M]. 上海同济大学出版社, 1996. 139-144.
- [2] 陈晓利, 冉洪流, 王明明. 潜在地震滑坡危险区区划方法[J]. 地球物理学报, 2012, 55(4):1269-1277.
- [3] 宁娜, 马金珠, 张鹏, 等. 基于 GIS 和信息量法的甘肃南部白龙江流域泥石流灾害危险性评价[J]. 资源科学, 2013, 35(4):893-899.
- [4] 杨建成. 地质灾害易发性区划的系统分析模型简介与应用[J]. 防灾减灾学报, 2016, 32(2):46-51.
- [5] 王庆满, 王家鼎, 谷天峰, 等. GIS 和层次分析法在地震地质灾害小区划中的应用[J]. 长江大学学报(自然科学版), 2011, 11(8): 25-29.
- [6] 李锦荣. 基于 RS 和 GIS 的沙尘暴灾害风险评价研究——以内蒙古锡林郭勒盟为例[D]. 北京:北京林业大学. 2011. 42-123.
- [7] 李兰, 周月华, 叶丽梅, 等. 基于 GIS 淹没模型的流域暴雨洪涝风险区划方法[J]. 气象, 2013, 39(1):112-117.
- [8] 李萍, 相建华, 李同录, 等. 基于 GIS 的中国区域地壳稳定性评价[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2004, 34:113-117, 130.
- [9] 陈文杰. 基于 GIS 的地壳稳定性评价[J]. 城市地质, 2010, 5(1):27-32.
- [10] Frankel. Mapping seismic hazard in the central and eastern United States[J]. Seismological Research Letters, 1995, 66(4):8-21.
- [11] 王健. 地震活动性图象处理的网格点密集值计算方法[J]. 地震学报, 2001, 23(3):262-267.
- [12] 张力方, 吕悦军, 彭艳菊, 等. 基于中小地震应变能密度的地震活动图像分析[J]. 中国地震, 2008, 24(4):407-414.

[16] 中国地震局. 中震测发[2015]051 关于印发《地震速报技术管理规定(2015年修订版)》的通知[Z]. 2015-10-13.

Application of Hebei 2015 Crustal Velocity Model in Hebei Seismic Network For Cataloging and Quick Report

GUO Yao-jia, CHANG liang, MAO Guo-liang, WANG Li-chan, WANG Ning

(Hebei Earthquake Agency, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: Hebei 2015 crustal velocity model (hereinafter referred to as the new model) is a regional crustal double-layer velocity model, which was established based on the digital seismic data of Hebei province from 2009 to 2014 and geological conditions of Hebei province. To improve the quality of seismic quick report and cataloging, the simplex, Hyposat and Geiger methods were used to locate 90 significant earthquakes from 2009 to 2016 in ISDP and MSDP with the new model and old model. Through analyzing the location residuals, epicenter deviation and magnitude, it revealed that the location result from the new model is not far from the other two models. The differences between of them are meeting the specification of earthquake quick report and cataloging, and also more suitable for the location analysis of Hebei regional earthquake. All of the above works provided the reliability for the practical application of the new model in Hebei province.

Key words: Hebei 2015 model; earthquake cataloging; earthquake quick report; earthquake location

(上接第 58 页)

A Preliminary Study of Seismic Hazard Zoning Evaluation Based on GIS

ZHANG Wen-peng

(Earthquake Administration of Tianjin Municipality, Tianjin 300201, China)

Abstract: In this paper, a GIS-based method for seismic risk zoning evaluation is established. The paper selected five evaluation factors, such as earthquake magnitude, seismic frequency, fault length, fracture age and fracture properties, and put forward corresponding quantitative processing methods for these elements according to the characteristics of them, and finally, obtained evaluation results by overlay analysis according to the weight of evaluation elements. In this paper, this method is used to evaluate the seismic hazard zonation in Xigaze region. The results show that the high-risk areas in the Xigaze area are mainly distributed in the Xietongmen-Lazi area and the northeastern part of Nanmulin, the seismic hazard areas are mainly distributed in the outer edge of high-risk areas, Xigaze urban area and a small area of Nanmulin County, other regions are sub-safe, medium-level safe or safe areas, which can provide reference for land planning in Xigaze area.

Key words: GIS; Xigaze; seismic hazard; zoning evaluation