

中国地震区划

时振梁¹, 李裕澈²

(1. 中国地震局地球物理研究所, 北京 100081; 2. 中国地震局科技委, 北京 100036)

[摘要] 简要介绍编制中国地震区划图(1990)的技术途径。结合对我国地震活动时间和空间不均匀分布认识和我国地震预测方面的科研成果, 对地震危险性分析概率方法作出几点重要改进。

[关键词] 地震区划; 地震危险性分析; 地震风险水平

1 前言

中国是一个多地震的国家, 又是世界上遭受地震灾害最严重的国家之一, 大地震对于高楼林立和有各种生命线工程的城市破坏更是灾难性的。为了最大限度地减轻地震灾害, 减少经济建设和人民生命财产的损失, 就必须把地震工程、工程抗震和抗震设防工作结合起来。地震区划是为了贯彻地震工作以“预防为主”的方针, 提供全国各个地区未来一定时间内可能的地震危险性信息, 作为各级政府和建设部门的抗震设防依据。

2 编制地震区划图的技术思路

开始编制中国地震区划图^[1](1990)前, 国家地震局曾多次组织各方面专家进行方案论证, 确定编图工作的技术思路为:

2.1 采用地震危险性分析概率方法

地震区划说到底地震长期预测问题。它要回答未来一段时间内地震发生的地点和强度, 以及对周围场地的影响情况。然而, 目前我们对地震活动规律的认识还是很不够的, 远不能准确地进行预测, 在地震区划中采用概率方法描述地震危险性, 比较现实地反映客观情况。

工程抗震设防需要给出具有概率含义的设计地

震动参数。工程抗震设计要求在经济投入和风险水平之间进行优化选择, 在安全和经济两方面权衡得失, 以选取合理的风险水平进行抗震设计。地震危险性分析方法, 为多样化工程抗震设计提供了选择不同设防标准的余地。许多国家的抗震设计规范和我国新的建筑物抗震设计规范中, 对抗震设计采用的地震动参数也都赋予了概率的含义。地震区划图与规范相匹配, 作为抗震设计的重要基本依据。

2.2 反映我国地震活动时、空不均匀分布的特点

世界上一些多地震国家, 大地震多集中分布在板块边界的附近, 内陆地区则很少。而我国强震分布十分广泛, 破坏性地震几乎遍布全国, 而且地震的强度高、震源浅, 危害大。20世纪全球地震受灾最严重的两次大地震(死亡20万人以上)都在中国。然而, 大地震复发周期很长, $M \geq 7$ 级地震原地重复发生的时间, 通常都在千年以上, 因此, 在发生大地震的地区, 在一定时期内的地震危险性并不大。相反, 大地震往往发生在历史上没有记载大震的“新区”, 这给地震区划工作带来很大的难度, 按传统的编图原则和方法显然是不合适的, 要求新的区划图考虑这些特点, 使得区划结果更能反映中国地震活动的客观实际。

2.3 吸收地震预测方面的科研成果

地震区划要求回答各个地区在相当长时间(例

如50年或100年)内可能遭遇多大强度的地震的问题。为此,需要将地震区划建立在对该区地震活动规律性认识的基础上,需要对各个地区的地震活动特点和地震发生的地质条件有充分的认识。经过我国地震工作者几十年的努力,已经在这方面积累了相当丰富的科研成果,特别是1957年和1977年编制全国地震区划图的经验和方法,以及国家地震局在编制新的地震区划图前对华北、鲁南、琼北三个地区的编图工作方法和经验。

3 编制地震区划图的方法

编制地震区划图要受到结果的可靠性和使用的合理性两方面的制约。这就决定了编制区划图时,要将确定性方法和概率性方法有机地结合起来。编制区划图的方法^[2,3],可大致分为三大部分,如图1所示。

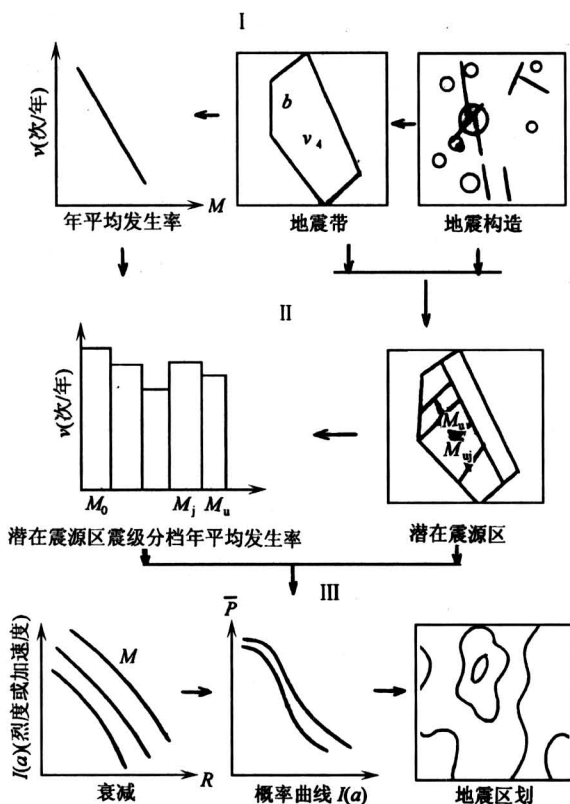


图1 地震区划技术途径

Fig.1 Technical approach of the seismic zonation

3.1 地震带

概率方法对地震危险性分析的基本假定,认为地震事件是平稳的随机过程,服从泊松分布,地震

的发生在各个时间段内的可能性均相等。这个假定与我国一些地区地震活动在时间分布的非平稳性,即强震活动在地震带内有明显的活跃期和平静期的认识是不相符的。概率方法对地震危险性分析的另一假定是地震事件的震级分布服从指数分布,这在地震学中被广泛接受和应用的统计规律,是对众多地震整体活动特征的描述。它需要有一定的数据量和空间条件,只有在相当大的空间范围内和相当长的时间内统计才有意义,由于潜在震源区小范围的地震数据少,不能满足确定地震活动性参数的统计的基本要求。为此,我们在确定潜在震源区前,增加了划分地震带这一重要环节。将以潜在震源区为基础的地震危险性分析,改为划分地震带和潜在震源区两个环节,并分别确定它们的地震活动性参数。划分地震带用以描述地震活动的群体规律性,反映地震活动时间分布的非平稳性,然后在地震带划分基础上进一步划分潜在震源区,以反映大地震发生的时空不均匀性。

地震带的划分主要是通过对区域的地震活动性、地球物理场和地震地质条件的分析,将地震频度、强度、空间分布和地震地质构造环境具有明显相关性和一致性较好的区域划分为不同的地震带。中国及其邻区共划分25个地震带。以地震带为基础,统计地震带内大小地震震级——频度关系;对各地震带内地震活动的时序分析,评估未来一定时间(如100年)的地震活动趋势,确定该带地震活动水平,统计地震带震级 $M \geq 4$ 以上的地震年平均发生率。

3.2 潜在震源区

潜在震源区划分及其地震活动性参数的确定,在地震区划中占有重要地位,它在一定程度上反映了区域地震危险性分布的轮廓。地震危险性分析的基本假定之一,是在潜在震源区内各个地点的地震活动性是均匀分布的,震级大小服从指数分布。按照常规的地震危险性分析方法,为使规定的潜在震源区保持一定的统计数据,需要将潜在震源区画得大一些,但是若将潜在震源区画得过大,其结果将造成高震级地震危险性被面积“稀释”。为了较可靠地反映地震发生地点的不均匀性特点,按各地震带内不同震级地震发生的构造条件,构造标志和地震活动图像(包括破坏性地震震中)的研究,将全国划分了近千个具有不同震级上限的潜在震源区。另一方面,地震发生地点的不均匀性也表现在对各

潜在地震源区实际可能的地震危险程度的不均匀。为此，我们引进了中国中长期地震预测方面的科研成果，对地震带内各潜在震源区的未来可能的地震危险程度，按震级间隔分档，分配地震带各震级档地震年平均发生率于相应的潜在震源区，评定各潜在震源区不同震级档的地震年平均发生率。

3.3 地震区划

在潜在震源区及其地震活动性参数确定后，还要考虑地震烈度的衰减特征，研究每一潜在震源区内的地震事件对周围场地的影响。从我国大量地震烈度等震线图中可以看出，无论是我国西部还是东部地区，其烈度等震线的形状多是不规则的，大致呈椭圆或近椭圆形，因此，我们采用了椭圆或共轭椭圆衰减模型计算地震烈度分布。同时，还应当看到，地震烈度等震线长轴分布方向往往与区域构造走向一致，具有区域性分布特征，我国东部地区，烈度等震线的长轴分布方向以北东或北北东向为主，而西部地区常表现为北西或北西西向。因此，采用椭圆衰减模型，考虑地震烈度分布的方向性，在一定程度上使区划结果更趋合理。

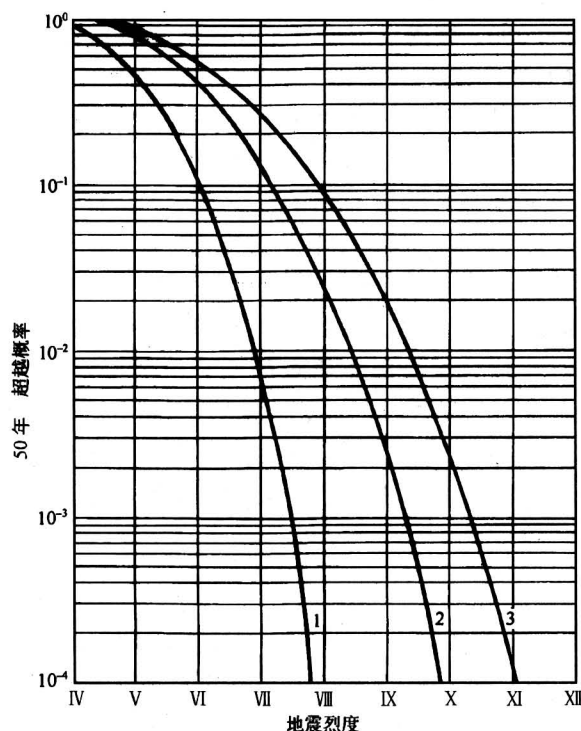
地震区划计算过程可概括为：**a.** 采用椭圆或其共轭椭圆模型，分区拟合地震烈度衰减关系式；**b.** 按各地区震源破裂方向分布特点，给出各潜在震源区的地震烈度衰减的方向性分布函数；**c.** 结合地震带和潜在震源区的地震活动性参数，全国选定近3万个场点作为计算控制点，计算全国各场点的地震烈度分布，图2示出了3个例子的地震危险性分布曲线；**d.** 通过对各地震活动敏感性分析和潜在震源、衰减关系等不确定性分析，对计算结果进行必要的 uncertainty 校正；**e.** 统一对各计算场点，按50年，10%超越概率的地震烈度值编制地震烈度区划图。

4 中国地震区划特点

4.1 新资料 新认识

编图工作中充分利用了我国在地震、地震地质、地球物理方面的最新资料和成果，特别是近20年发展起来的在古地震研究成果和大量区域台网的观测资料，延长了地震资料的可信时间域和可信震级域。这为正确划分地震带和潜在震源区，确定地震活动性参数，建立地震动衰减关系等，奠定了坚实的基础。所以，编图所依据的资料是丰富详实可靠的，和过去编制的区划图比较，新的区划图

在一定程度上表达了我国地震活动中表现的新生性、免疫性、重复性等方面的认识。



1—济南，2—天津，3—郯城

图2 控制点的地震危险性分布曲线

Fig.2 Curves of seismic hazard analysis at control points

4.2 新的分析处理方法

提出了新的分析处理方法：**a.** 地震带作为确定地震活动性的统计单元，既有明确的构造意义，又保证足够的样本量，使得所确定的地震活动性参数有较好的稳定性；**b.** 将地震趋势预测结果，应用到地震活动性参数中，使其参数更接近未来地震活动水平；**c.** 采用以震级档为条件概率的空间分布函数来分配地震年平均发生率，可以确保不低估高震级地震的影响，并能够较好地反映地震活动的时空不均匀性；**d.** 采用多因子综合评判的方法来确定空间分布函数，可以避免单一因子的片面性，符合当前研究认识水平；**e.** 采用椭圆模型来确定地震动衰减关系，比起国际上常用的等效圆或断层破裂模型更符合我国地震动衰减的实际情况。这些能反映地震活动时空不均匀性的地震危险性概率分析方法，在目前国际工程地震界处于领先水平。

5 应用

中国地震烈度区划图(1990)的比例尺为1:4 000 000,该图全面反映了我国各个地区地震活动的相对危险程度。图上所示的地震烈度值,系指在50年期限内,一般场地土条件下,可能遭遇的地震事件中,超越概率为10%所对应的烈度值。50年内超越概率为10%的风险水平,是目前国际上普遍采用的一般建筑物抗震设计标准。

在编制成中国地震烈度区划图后,曾在国内广泛地征求过意见,做过适当的调整和修改,于1991年通过国家科委组织的专家组的鉴定验收。鉴定认为,该图的科学技术思路和分析方法均处于国际领先地位,1992年经国务院批准由国家地震局和建设部联合颁布,供各级政府和建设部门使

用。

作为法规性文件,对于全国各地一般中小型工程建设和建筑物,工程师们可直接根据地震区划图上所示的地震烈度值进行抗震设计。该图也可为各级政府部门在经济建设规划、部署工程建设投资、土地利用和减轻地震灾害中,有一个比较全面、可靠的遵循依据。

参考文献

- [1] 国家地震局. 中国地震烈度区划图(比例尺1:4 000 000)及说明书[M]. 北京:地震出版社,1992
- [2] 时振梁, 鄢家全, 高孟潭. 地震区划原则和方法的研究——以华北地区为例[J]. 地震学报, 1991, 13(4):179~189
- [3] 国家地震局. 中国地震烈度区划图(1990)概论[M]. 北京:地震出版社, 1996

Seismic Zonation in China

Shi Zhenliang¹, Li Yuche²

(1. Institute of Geophysics, China Seismological Bureau, Beijing 100081, China;

2. S & T Commission, China seismological Bureau, Beijing 100036, China)

[Abstract] In this paper, the technical approach for compiling the map of the seismic zonation in China (1990) was briefly introduced. Based on the cognizance of the temporal-spatial inhomogeneity of seismicity in China and the research results of earthquake prediction in the past two decades, some improvements on the seismic hazard analysis were made.

[Key words] Seismic zonation; seismic hazard analysis; seismic risk level

从中草药中提取出最有效的抗癌药物

据台湾高雄医学大学郭国华教授称,他们从普遍生长于台湾及澎湖岛上的中草药植物中,用特殊的方法萃取获得一种抗癌物质 CCMP-100,此纯化成分是以注射方式进行动物实验,实验证明该药物可在短短2小时内使癌细胞死亡。

郭国华教授说,他是以矫正癌细胞基因的研究角度,从中草药中提取出 CCMP-100 的。他乐观地认为,这种药物可能是目前全球最有效的抗癌药物。