

中国地震学会团体标准

《全国尺度地震危险性图编制》编制说明

一、编制的必要性

新一代区划图以防风险为总体目标，以“多概率、宽频带、高精度、陆海一体”为主要特征。新一代的区划图编制将采用三维震源模型和配套的地震动模型，更加精准地评价活动断层附近的地震活动水平。随着新一代地震区划技术及抗震设计理念与方法的发展，地震区划图将形成双图模式，即地震危险性图与抗震设计图。

我国针对陆域，已先后编制了5版地震区划图，国家标准《海域地震动参数区划及编图要求》也在征求意见稿。但全国尺度地震动危险性图是国内第一次编制，地震危险性图是基于概率地震危险性分析方法，以等值线或分区图形式呈现编图范围内给定超越概率水平的地震动参数或给定地震动参数的年超越概率的空间分布专题图件，与抗震设计图具有明显的区别，可以更充分反映地震的危险性。

地震危险性图编制涉及的主要技术要素比较多，技术流程还未进行标准化，亟需总结地震危险性图新技术，制定适用于全国尺度地震危险性图的编制标准。

该标准是国家标准《中国地震动参数区划图》的有效补充，对新一代区划图的编制具有重要的指导意义。该标准可用于全国或区域性地震灾害风险评估、产业布局规划、地震应急准备、防灾减灾规划等工作，具有重要的应用价值。

二、国内外概况

地震危险图在减轻生命财产损失中发挥了关键作用，地震危险图的编制是国际上的研究热点和前沿。

1969年，美国USCGS首次发布地震危险性图（Seismic Hazard Map）。随着观测技术和跨学科研究的持续突破，地震危险图不断更新，2023年发布了新版地震危险图。在新版地震危险图首次整合阿拉斯加、夏威夷和本土48州数据，纳入GPS观测、三维地质模型和地震破裂预测模型，评估未来100年各概率水准的地震动风险。

全球地震模型基金会（GEM）致力于构建开源透明的地震风险量化评估框架，其编制的地震危险图在全球地震风险评估中具有重要意义。2023年6月13日，GEM发布了新版本的全球地震危险和风险模型、地图及数据库，纳入了来自美国、加拿大、新西兰和日本等合作伙伴的几个新模型，并在危险输出中添加了更多的强度测量类型，以提供更全面和详细的评估。GEM编制的地震危险图及相关地图旨在为全球地震风险评估、建筑抗震设计、城市规划等提供科学依据，帮助各国和地区更好地应对地震灾害风险。

日本地震危险图由日本地震研究推进总部（HERP）负责编制，旨在评估日本未来可能发生的地震所引发的强烈震动，并将评估结果绘制在地图上。2018年6月26日，日本政府地震调查委员会公布了2018年版《全国地震动预测地图》。日本地震危险图为日本的抗震设防、城市规划、灾害预防等提供了重要的科学依据。例如，政府可以根据地震危险图设定避难场所及防御措施，居民也可以参考地震危险图确定自己的避难方式。

我国已先后编制了5版地震区划图，但全国尺度地震动危险性图是国内第一次编制，地震危险性图编制涉及的主要技术要素比较多，技术流程还未进行标准化，亟需总结地震危险性图新技术，制定适用于全国尺度地震危险性图的编制标准。

三、编制主要过程

1、任务来源

本规程来源于国家重点研发计划项目“面向地震灾害风险评估的地震区划新技术研究（2022YFC3003500）”课题五“典型区域地震区划图编制示范与应用研究（2022YFC3003505）”之专题9“地震动优选技术及地震区划图编制规

程编制（2022YFC3003505-9）”。

2、起草单位和主要起草人

起草单位：中国地震灾害防御中心、中国地震局地球物理研究所、中国地震局地质研究所。

主要起草人：吴健、尤红兵、张效亮、俞言祥、李正芳、王珊、闫静茹、李伟。

3、主要工作过程

（1）调研阶段

资料收集：收集和研究与地震危险性图编制相关的文献资料，了解国内外相关标准、规范和研究成果。

需求分析：分析地震灾害风险评估、产业布局规划、地震应急准备、防灾减灾规划等工作中对地震危险性图的需求，识别存在的技术空白和挑战。

文献综述：整理国内外相关研究文献，对比分析，为标准制定提供科学依据。

（2）立项阶段

可行性分析：基于调研结果，分析标准编制的必要性和可行性，明确目标与预期效果。

方案制定：编制立项申请书，明确项目目标、任务分解、预期成果、实施计划等。

申报审批：向中国地震学会提交立项申请，进行项目审批流程。

（3）起草阶段

框架设计：确定标准的基本框架、章节设置、技术条款的逻辑结构。

内容编写：撰写各章节内容，明确总体要求、方法、参数、计算公式、技术要求等。

初步整合：整合各部分内容，形成标准初稿，确保内容完整性、规范性和一致性。

（4）内部讨论与修改阶段

专家研讨：组织内部会议和专家咨询会，邀请的业内专家包括高孟潭、李小军、俞言祥、赵凤新、王飞、李亚琦等，对初稿进行逐条讨论咨询，提出修

改意见。

修订完善：根据讨论结果，修正技术错误，优化表达，确保内容的准确性和实用性。

多轮审核：反复讨论与修订，直至内部达成共识，形成相对成熟的标准草案。

(5) 公开征求意见与修改

在前期修改论证基础上，编制组对标准草案进行进一步完善。2025 年 12 月 9 日组织召开了专家咨询会，邀请刘建达、张令心、陈国兴、赵凤新、黎益仕、周庆、吕悦军、谢俊举、吕晓健、胥广银、李亚琦等行业内专家对征求意见稿进行了咨询。修改后提交中国地震学会，拟将征求意见稿公开发布，广泛征求行业内外意见和建议。

四、条文说明

1 范围

本文件规定了全国尺度地震危险性图编制的总体要求、基础资料收集、地震动预测方程确定、概率地震危险性分析、场地地震动参数调整、图件编制和技术成果数据库与技术服务系统建设的技术要求。

本文件适用于全国尺度地震危险性图编制工作，区域和省级地震危险性图编制可参照使用。

本标准可用于全国或区域性地震灾害风险评估、产业布局规划、地震应急准备、防灾减灾规划等工作。

2 规范性引用文件

3 术语和定义

3.1 全国尺度 national scale

以全国陆域和海域为成图范围，概率地震危险性计算控制点按经纬度间隔 30" 确定的编图标准。

对“全国尺度”从范围和计算控制点方面进行了定义，成图范围和概率地震危险性计算控制点与《中国地震动参数区划图》GB18306 一致。采用经纬度

间隔 30"，对应比例尺为 1:100 万，主要是为了更清楚地反映地震动参数随三维断层源距离的变化。

4 总体要求

4.3.2 对加速度反应谱周期点进行了规定，根据峰值加速度和不少于 4 个周期点（0.2s、1.0s、3.0s 和 6.0s）可基本确定反应谱的形状，通过规准得到标准反应谱，4 个周期点是最低要求。

4.4.1 超越概率水平对应于《中国地震动参数区划图》规定的多遇地震、基本地震动、罕遇地震动、极罕遇地震动，可基本满足地震灾害风险评估、产业布局规划、地震应急准备、防灾减灾规划等工作。

4.5.1 地震危险性图编制工作是在区划图编制的基础上开展，潜源模型和地震动预测方程主要采用新区划图编制和依托项目的成果，并基于最新的资料进行更新，工作内容主要包括：基础资料收集、地震动预测方程确定、概率地震危险性分析、场地地震动参数调整、地震危险性图编制、技术成果数据库与技术服务系统建设。

5 基础资料收集

6 地震动预测方程确定

7 概率地震危险性分析

7.1.4 在 GB17741 和 T/SSC 1-2024 潜源划分相关条文的基础上，对三维断层源划分进行了更详细的要求。对三维断层源划分的条件进行了明确，震级上限 7.5 级及以上且满足三维建模条件的潜在震源，应建立三维断层源模型。

对三维断层源的几何参数、断层活动性参数进行了明确，三维断层源的几何参数包括走向、倾向、倾角和破裂深度等；断层活动性参数包括断层性质、活动时代、震级上限、古地震复发间隔、离逝时间、滑动速率和最大同震位移等。

对评估三维断层源的不确定性提出了要求，如采用逻辑树来量化处理三维断层源模型的不确定性，规定了逻辑树分支的构建、权重确定的原则。由于对深部结构的认知永远存在不确定性，美国地震区划图（2023）采用逻辑树来量化这种不确定性。对于同一条断层，可能会构建多个合理的三维几何模型作为分支，例如：分支 1（倾角变化模型）：断层上陡下缓的铲状模型；分支 2（固

定倾角模型)：采用恒定倾角的简单模型；分支 3 (深度模型)：采用不同的切割深度 (如莫霍面以上或脆韧性转换带以上)。每个分支都会被赋予一个权重 (Weight)，代表专家对其可信度的评估。最终的危险性计算结果是所有分支结果的加权平均。本项目借鉴了美国地震区划图的这种做法，并且在三维模型的不确定性处理上根据统计关系针对不同研究区的模型采用了断层模型平移化处理。

7.2.3 三维断层源最大震级确定。断层源最大地震往往代表其地震活动的特征震级，不同于概率法中的震级上限，它用于控制断层源产生的最大地震破裂尺度。断层源最大震级的确定偏重于依据古地震位错量的估计值、最大历史地震的震级。经验关系的估计值以及构造类比，是重要的参考依据。断层源往往叠加构造潜在震源区之上，其潜在震源区震级上限应连续衔接断层源考虑的震级范围。

7.2.4 三维断层源地震发生率可以通过 3 种方式确定：

方法 1：基于地质数据估计断层源地震发生率。

断层上记录发生过 2 次以上的历史大震级地震事件或地质调查揭示距今完整的 2 次以上的古地震事件，可以 2 次事件间时间间隔估计大震级地震发生率。

通过断层滑动速率估计地震发生率是当前比较常见的方法。地质方法通常采用对断层错断幅度的年代测定、地貌学的研究或断层探槽研究得出地质滑动速率。然而，地质滑动速率往往存在较大的不确定性，甚至会超过两倍，尤其是对于研究较少的断层而言，尽管如此，地质滑动速率和古地震复发观测结果还是可以对断层地震发生率的估计起到一定的约束。

方法 2：基于形变测量数据估计断层源地震发生率

当前利用全球卫星导航系统 (GNSS) 观测数据进行断层滑动速率的估计，成为现代地震学的重要技术手段，尤其是 GNSS 观测台网空间覆盖范围和台站密度都迅速发展的国家。这些数据能够以每年亚毫米级的精度记录最新的地壳运动情况，其精度往往高于地质研究提供的数据。当前主要以 GNSS 速度场结果为约束，基于块体模型的负位错理论，采用 DEFNODE 反演算法估计块体边界断层滑动速率。

基于断层滑动速率，可以估算断层源的地震发生率，当前在地震危险性评价中广泛应用的方法为地震矩平衡法。断层滑动引起两侧块体形变产生能量累积，假定积累的能量完全由地震来释放，以地震矩 M_0 来表示地震所释放出之能量，那么地震释放的地震矩应与断层积累的地震矩保持平衡。通过估算单位时间内断层累积的地震矩总量，结合断层地震震级分布模型以及地震矩与震级理论关系，由地震矩平衡关系估计出断层地震发生率。

在我国大震段地震矩采用 $\lg M_0 = 1.5M_s + 16.0$ 经验关系，震级分布为特征地震模型时，地震发生率为：

$$v_c = \mu SLW / M_0 c$$

式中 μ 是剪切模量， L 是断层长度， W 是断层宽度， S 为断层滑动速率， $M_0 c$ 为特征地震释放的地震矩。震级分布满足 G-R 关系时，地震矩平衡关系为：

$$\dot{M}_0 = \mu SLW = \sum_{m_{min}}^{m_{max}} 10^{a-bm} \cdot M_0(m)$$

式中 μ 是剪切模量， L 是断层长度， W 是断层宽度， S 为断层滑动速率。 b 值采用区域拟合结果，由矩平衡关系可以确定出 a 值，最终推算出 m 级地震年平均发生率 v_m 。

方法 3：基于潜在震源区地震发生率估计方法确定断层源地震发生率

根据区域地震活动水平以及局部断层构造条件，采用潜在震源区地震活动性参数评定技术来估计大震级地震发生率，对于断层活动性定量化研究程度不强，或断层特征性地震活动规律不显著的地区，是可应用的断层源发生率确定方法，也符合联合使用面状潜在震源区和断层源的概率法框架。该方法不仅能够兼容协调大区域整体地震活动水平和局部地震活动水平，也能够协调断层源所在地区中小震级地震活动水平与大震级段地震活动水平。

8 场地地震动参数调整

8.2.1 收集了新区划图编制场地影响系数的研究进展，吸收了工作组的最新成果，规定了场地调整系数确定方法：基于场地地震反应分析方法和基于强震动观测资料方法，通过多方案逻辑树方法综合确定。主要是考虑了场地地震反应分析方法的局限性和结果的不确定性，结合基于强震动观测资料方法综合确定。

场地影响系数确定的技术路线如下图所示。

区划图编制工作组收集了全国 1.9 万个钻孔资料，建立了等效线性化或时域非线性场地模型，通过场地地震反应分析，统计场地地震影响系数。

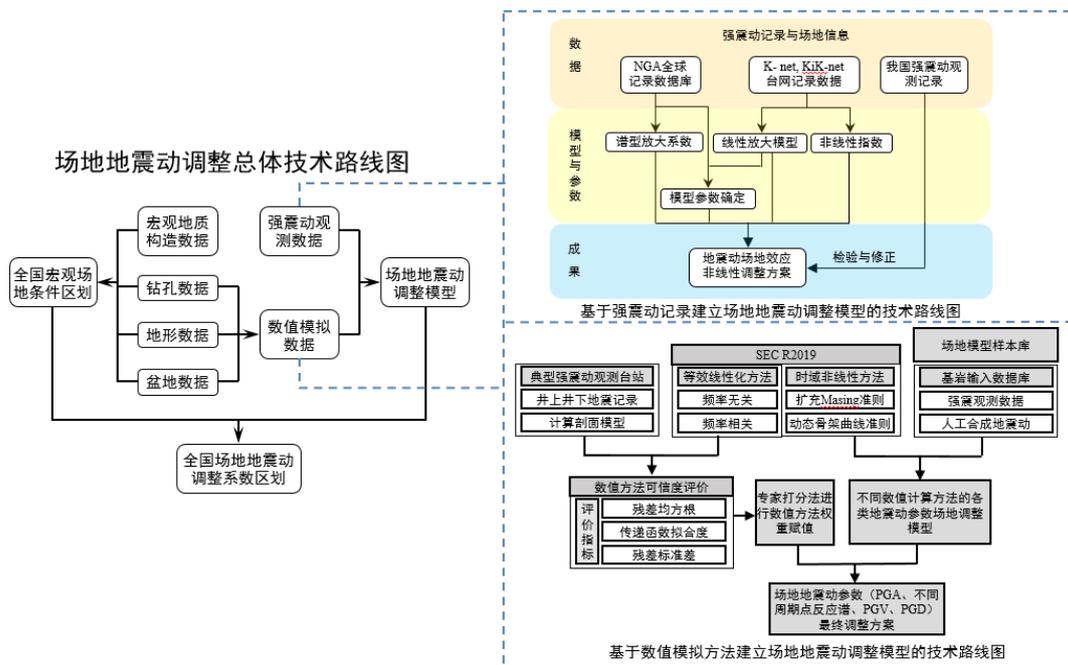


图 2.3-4 场地调整技术路线图

9 图件编制

9.1.2 对于地震灾害风险评估所使用的地震危险图，一般有 2 种呈现形式，除了常用的给定超越概率水平的地震动参数分布图，还需给出给定地震动参数的年超越概率分布图，本条文对此进行了要求。

五、其他需要说明的问题

无

标准编制工作组
2025 年 12 月 12 日