

地震团体标准

《中国大陆活动地块强震长期危险性预测技术规程》

（征求意见稿）编制说明

一、工作简况

1. 任务来源

本任务来源于国家重点研发计划专项“重大自然灾害监测预警与防范”所设项目“鄂尔多斯活动地块及边界带强震动力学模型与地震危险性研究”（2017YFC1500100）。2017年11月编写组提交了含规程编制工作的重点研发项目立项申请书，2018年4月重点研发项目获批立项并启动。2022年9月编写组向中国地震学会提交了团体标准立项申请，2022年11月经中国地震学会公示后，制定团体标准的项目启动。

2. 起草与参编单位

本规程由中国地震局地质研究所和中山大学牵头起草，参编单位有中国地震局第二监测中心、中国地震局兰州地震研究所、宁夏回族自治区地震局、应急管理部国家自然灾害防治研究院。

3. 主要起草人

本规程主要起草人来自多个与地震动力学密切相关的学科，包括活动构造、地壳形变、深部结构、地球动力学与数值模拟、地震活动性等，组成人员名单如下表所示。

表1 主要起草人信息

序号	姓名	单位	职称	编制角色
1	张竹琪	中国地震局地质所	副研究员	主编、执笔
2	郑文俊	中山大学	教授	主编
3	王庆良	中国地震局第二监测中心	研究员	参编
4	陈九辉	中国地震局地质研究所	研究员	参编
5	郝明	中国地震局第二监测中心	研究员	参编
6	王伟涛	中山大学	教授	参编

序号	姓名	单位	职称	编制角色
7	刘兴旺	中国地震局兰州地震所	研究员	参编
8	雷启云	宁夏回族自治区地震局	研究员	参编
9	朱守彪	应急管理部国家灾研院	研究员	参编
10	张冬丽	中山大学	副教授	参编
11	李传友	中国地震局地质研究所	研究员	参编
12	葛伟鹏	中国地震局兰州地震所	研究员	参编
13	沈旭章	中山大学	教授	参编

二、规程编制的背景、目的和意义

1. 编制背景

现今基础科学和应用技术快速发展，但地震预测理论和方法发展相对滞后，其症结在于地震孕育发生的物理机制尚不明确，仍需不断探索。在此过程中，开展大量实践是检验预测理论的必要环节，而这个环节面临一个必然问题：怎样将已有理论转化为可操作的预测方式？

目前虽然同时准确预测特定地震的时间、地点和震级三要素很困难，但对地震部分要素进行定性预测和概率预测相对容易，并具有防灾减灾的现实意义。近年来，国家和地方政府部门大力推进活动断层探测以及大地震震源调查工作，促进了社会对特定地区发震能力的认识，提升了公共规划布局和防灾政策制定的科学性。与此同时，公共资源有限的现实和大范围探查对大量投入的需求之间的矛盾日益凸显，聚焦高危险区开展精细调查和预测预防成为必然趋势，而这将面临一个必然问题：如何在较大区域范围内有效识别地震高危险的较小区域？

过去近一百年时间里，中国大陆地区几乎所有 8 级以上强震、超 80% 的 7 级以上强震都发生在占国土面积不到 20% 的活动地块边界带上。“活动地块”假说阐明了中国大陆及邻区现今构造变形的动力机制，提出强震活动空间分布受控于活动地块边界带。近数十年的大震活动不断验证了活动地块假说的科学性。活动地块假说为强震的地点预测提供了重要理论依据，但面向可操作性预测工作，仍面临现实问题：活动地块边界带的绝对空间范围依然很大，边界带上未来高危险地点在哪儿？

针对如何用活动地块假说指导强震长期危险性预测的问题，编写组在国家重点研发项目的支持下，选择地质、地球物理、大地测量数据相对丰富、活动构造与地震活

动研究相对深入的鄂尔多斯活动地块周缘为目标区，研究了活动地块及边界带强震孕震机制，并基于此开展了具有物理意义的强震长期危险性预测探索，积累了认识和经验。在此过程中，通过归纳总结已有地震预测理论方法和项目认识经验，编写组依据起草完成了中国大陆活动地块理论强震长期危险性预测技术规程（征求意见稿）。

2. 编制目的和意义

本规程的编制，旨在提出具有可操作性的工作流程，促进在强震长期危险性预测中整合活动地块理论在强震地点预测方面的优势，完善我国强震预测理论体系。

中国是强震频发、地震灾害广泛分布的国家，与此同时，大量城市人口密集区与地震带高度重合，夯实地震危险性长期预测的理论基础，促进理论在地震预测中的应用，提升地震设防布局的合理性，具有重要的社会意义。

本规程明确了基于多学科观测、计算和分析技术方法开展综合预测的途径，在推进有物理意义的地震预测方法应用的同时，拓展了基础研究成果的应用转化空间。本规程的编制，为聚焦强震重点危险区、进而针对重点区开展精细化强震震源探查和强震危险性预测提供了途径，对于提升社会经济资源在地震预测方面的投入产出比具有现实意义。

三、主要起草过程

1. 大纲

2018年1月—10月，编制组开展了地震预测文献及地震行业相关的标准的调研，梳理了国内外知名机构开展强震预测的工作流程和方法，形成了调研报告。

2018年10月24日召开咨询会，编制组介绍了编制规程的总体目标，汇报了地震标准调研的情况，专家对规程的结构内容设计提出了意见，建议加强规程内容与研发项目内容的结合。

2018年11月—2020年11月，研发项目开展了多次交流研讨，讨论规程的结构和内容设计，期间对活动地块细化与强震危险性长期预测等理论方法的发展趋势开展了总结综述，据此形成了规程的整体框架、重要概念定义和主要内容设计。2020年11月14日，编制组召开咨询会，在向专家汇报研发项目强震预测模型研究进展的基

础上，介绍了规程大纲，征询了专家意见。2020 年 12 月，编制组通过多次线上内部交流，对规程大纲达成一致。

2. 草稿

2020 年 12 月—2021 年 9 月，编写组对中国大陆活动地块强震中长期危险性理论预测技术规程的主要内容和编制方案形成初步一致，进行各章节内容草稿的编写。

2021 年 9 月—10 月，编写组整合规程草稿，该版规程稿提出了基于活动地块理论开展强震预测的基本原则，对活动地块相关的重要概念进行了定义说明，重点按基础学科工作对章节内容进行了安排，描述了主要流程的工作内容，包括活动地块断裂活动习性、现今三维地壳运动场、应变分配和重力场变化、深部结构、地震活动性和强震危险性中长期理论预测。

2021 年 10 月 11 日，编写组召开了咨询会，听取了专家意见，对草稿的名称和范围进行了合理调整，如“中长期”改为“长期”，增加了具有构造意义的量化概率，如“离逝率”等。

3. 初稿

2021 年 11 月—2022 年 8 月，编写组在草稿基础上，对规程稿的结构、流程、体例格式和产出形式等内容进行了调整，主要对工作方法手段的要求进行了弱化，加强了对数据成果的应用流程说明，突出了活动地块划分的流程内容，将活动地块划分及各环节衔接要素的一般要求抽离、合并为单独的“总则”章节，细化了概率预测的工作流程，针对地震活动性分析、预测方法进行了建议说明，对预测工作的产出内容的形式做出了初步定义和说明。

4. 征求意见稿

2022 年 9 月—11 月，编写组基于草稿内容向中国地震学会提出了团体标准编制立项申请并获批。梳理了立项专家意见，针对“预测理论方法尚不成熟”、“规程有可能限制了预测方法探索”等突出问题开展了多次内部讨论，并以书面形式征询了专家意见，进一步弱化了对概率预测方法的要求，形成了初步征求意见稿。

2023 年 2 月 26 日、2023 年 3 月 18 日，编写组分别以研发项目专题汇报和课题

汇报形式，介绍了征求意见稿形成过程和内容。专家组建议提交学会征询意见之前，围绕标准立项意见作进一步修改。

2023 年 4 月—2026 年 6 月，编写组多次内部讨论，并以交流研讨方式征询了专家意见，将基础工作流程以学科分类的结构整合转变为以开展活动地块及边界带划分方案细化和地块及边界带强震活动能力鉴定两个组成结构。

2026 年 7 月 11 日，编写组召开咨询会，邀请了地震预报、震害防御、构造地质等方面的专家对规程稿进行修改建议，经过编写组与专家组反复讨论，编写组对规程内容进行了精简和规范化，删去了对技术方法要求过多、结果不确定性较大、尚不宜用于应用实践的预测工作环节，进一步凝练了规程核心工作与原则，细化了活动地块边界带细化和强震震源识别等流程。

目前版本的征求意见稿为初次向中国地震学会的征求意见稿，正在进入征求意见的程序。

四、制定标准的原则和依据

本规程制定按 GB/T1.1《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写规则》要求进行。

规程编制遵循“科学性、实用性、统一性、规范性”的原则，突出规程的可操作性。编写组经多次讨论形成以下具体原则。

1. 规程定位

本规程明确了是对基于活动地块理论开展强震长期危险性预测的原则和流程的描述，是向从事地震预测相关研究和应用的人员提供借鉴活动地块理论的基本途径。本规程的设计确保数据结果均可用各学科已有的流行方法技术来实现，对观测、计算和分析的具体方法技术不做要求，为相关人员结合自身工作条件选择合适手段提供空间。本规程仅对必要数据、必要工作环节和步骤，以及必要产出进行要求。

2. 环节可衔接

本规程强调开展强震危险性预测工作，需基于多学科数据和资料的使用，因此设计可独立开展的步骤环节有利于使用者提高工作效率，保证流程的实用性，同时明确

各步骤环节之间的衔接变量，在体例设计方面充分考虑了条款相互的引用，保证流程的统一性。

本规程中单独设计了数据资料准备阶段，分学科描述了必要数据资料内容及其基本要求。后续步骤中各环节均涉及多学科数据资料的应用，使用者不必做重复的数据准备工作。同时，使用者可以根据前序工作进展，有针对性地开展补充数据工作。比如，应变分配分析时，可以根据增划次级地块结果，按照形变数据要求加密次级地块的形变观测。

本规程充分考虑不同地区工作条件的差异性，通过前序环节的必要产出，确保后续步骤的顺利进行。比如，强震危险源识别和危险性判定环节中均涉及发震构造的最大震级限定，而部分地区存在构造复杂情况，难以从单个构造上合理解决该问题，因此在边界带应变分配环节描述了应变分配主次单元的划分依据和流程，确保后续环节可以合理限定震级。强震危险源识别环节分情况约束了危险源及发震构造的强震活动参数确定流程，为开展强震危险源危险性判定提供了必要参数。

3. 流程可泛化

本规程的编制紧密吸取重点研发项目的研究经验，而研发项目的工作区域具有相对丰富的数据资料，以往地震构造的研究程度相对深入，并且研发项目涉及探索性研究内容。因此编写组以流程可广泛使用为原则，归纳和设计可操作、内容和意义明确的流程和产出。以下举例说明。

多学科数据资料准备方面，随着活动断层探察工作在全国的展开和完成，与活动地块理论发展之初相比，中国大陆地区主要活动构造的信息已近全面，规程中活动构造资料的获取以收集为主，使用者在此基础上只需针对后续步骤的要求，补充少量调查工作。类似地，只有当划分 III 级地块时，使用者才有可能按要求需要补充少量 GNSS 加密观测，同时广泛分布的 SAR 卫星数据现今已可方便地免费获取，处理方法完善，可以弥补 GNSS 台站空间密度的不足，实现对边界带变形特征的约束。

活动地块及边界带细化和边界带应变分配方面，重点研发项目开展了大量动力学和运动学模型的建立工作，为边界带细化和应变分配方案提供了重要依据，但涉及区域构造形变综合分析和动力学数值模拟等，对科研投入要求较高，同时存在探索性结

果，在其他地区开展相应工作存在较大不确定性。因此，规程中仅保留易于实现的区域地块运动学模式的建立与推演，用来验证结果的科学合理性。

边界带强震危险源方面，规程设计了危险源的多种识别标志，涉及活动构造、地壳形变和小震分布等方面内容，使用者可以选用其中一个或多个标志来识别危险源，并对其强震活动参数进行限定。规程还区分了强震危险源和具体发震构造，这为后续危险性预测能基本获得可用的预测结果提供了保障。

强震危险性预测方面，突出在区域活动地块的框架下判别各局部地区的相对危险性，而针对具体断层的概率预测计算方法在现有标准等文件中已作要求，并且概率预测模型还在科学探索中，因此本规程对概率预测方法不作具体要求。

五、与现行有关法律、法规和标准的关系

目前国内外均缺少专门针对活动地块及边界带强震长期危险性预测规范。国际上已知的地震危险性相关的标准规范集中在工程场地规划和工程抗震设计方面，其中与地震发生概率有一定关联的有美国的“地震危险性概率分析”（PSHA，ANSI/ANS-2.29-2020），其主要内容是针对核电工程类场地评价地震动的超越概率。国内已发布施行的标准规范中，有2项针对局域工程地震安全性评价的国标，包括GB 1774《工程场地地震安全性评价》和GB 21075《水库诱发地震危险性评价》；有1项针对中国行政区域的地震动参数的国标，即GB 18306《中国地震动参数区划图》，上述美国PSHA（ANSI/ANS-2.29-2020）与该标准相似；有1项包括地震长期危险性评价的国标，即GB/T 36072《活动断层探测》，该标准侧重于断层空间分布的限定和活动性的鉴定，以及工程规划要求的更长时间尺度危险性评价。

国内已建立地震预测所涉及探测和观测手段的技术标准和规范，包括例如GB/T 36072《活动断层探测》、GB 22021《国家大地测量基本技术规定》等。因此，本规程主要内容不涉及对数据、资料的具体获取方法和技术要求，重点在于如何应用已有各类型数据和资料开展预测工作。

六、标准主要内容说明

编写组在广泛调研、咨询和总结研发项目成果基础上，编制了规程内容。

1. 定义了关键概念和术语

依据活动地块理论提出人的科技文献和技术指导，定义了活动地块、活动地块边界带、活动地块类型、边界类型、边界带结构、边界带分段、活动地块地球物理场、活动地块运动学背景。其中，活动地块类型、边界类型、边界带结构、边界带分段和活动地块物理场和活动地块运动学背景是总结了重点研发项目成果后，综合给出。研发项目工作经验显示，以上活动地块相关概念是描述活动地块构造特征的基本变量，可以从不同维度对目标地块和边界进行识别和限定。

定义了地震破裂图像，用于强震空区识别，其科学原理是目前地震学界广为接受的弹性回跳、特征地震和地震空区理论。研发项目通过建立地震破裂图像，对鄂尔多斯活动地块周缘强震空区进行了综合识别，结果显示建立地震破裂图像可以方便地系统性总结大区域古地震、历史地震和仪器观测地震资料，从而全面地识别边界带空区范围。

提出了完整破裂率，这个概念来自活动地块强震活动的整体失稳现象，同时符合强震引起的应力变化对地震活动空间迁移的作用机制。研发项目通过系统梳理研究区强震数据和资料，以及补充野外调查和定量分析，系统建立了鄂尔多斯活动地块周缘边界带万年以上时间尺度的强震数据集，进而建立了区域地震破裂时空图像，结果验证了鄂尔多斯活动地块周缘强震活跃的地块边界带呈现交替出现的特点。对于单个边界带而言，较高完整破裂率对应了下次强震发生在该边界带上的可能性。这一点从其他地块区域的强震活动特征也得到印证，近数十年，巴颜喀拉地块边界带强震密集发生，从完整破裂率的角度，同期该地块边界带的完整破裂率显著高于其他地块边界带。研发项目还开展了针对鄂尔多斯活动地块西南缘的历史强震应力触发研究，结果也显示相同边界带分段内的强震活动有明显的应力触发现象，基于应力触发模型预测的鄂尔多斯西南缘潜在危险区与独立的空区预测结果相一致，验证了用完整破裂率描述边界带整体危险趋势的合理性。

定义了强震丛集，这个概念来自于活动地块理论的长期研究，与完整破裂率存在关联，也反映了强震活动在不同边界带上交替出现的特点，但主要描述强震活动的时间特征。早期研究对近百年尺度的中国大陆地区的强震时间特征进行了分析，结果显

示强震在时间上呈现活跃期-平静期交替的现象，活跃期内大震密集发生，平静期内大震稀少。研发项目的工作结果证实了在鄂尔多斯活动地块及邻区也存在强震丛集的现象，并且对于单个边界带也成立。

定义了离逝率，这个概念来自广为接受的弹性回跳和地震轮回理论，从全球尺度看，地震地质和断层地震动力学数值模拟研究均显示强震或大震发生后，断层需要重新累积应力和能量，前序最新地震的离逝时间越长，发生相似地震的可能性越高。由于不同断层的复发周期可能不同，直接使用离逝时间不便于在发震构造之间进行比较，因此根据咨询专家的意见，定义了该概念。

2. 提出了开展相关工作的一般原则

第一部分是关于地块精细划分工作的指导性原则。

第一条原则是对构造背景调研的要求，避免盲目开展活动地块精细划分，依据了研发项目的地块边界带构造模型、地震动力学模型建立的工作经验，有助于在其他数据和研究欠丰富的地区能开展工作，同时减少了使用者对研究的投入成本。

第二条原则是活动地块区的框架与分级不再作调整，主要依据是地块框架经过数十年的研究考证，已近完善，并且地块区边界带属于岩石圈尺度物质边界，对应的地质与地球物理学介质异常十分显著和宏观，现有的相关观测不支持有新的地块区。另一方面，约束划分方案不宜复杂，缺少新现象的地方不宜开展新地块划分，这一条的依据是已有研究显示，地块边界的地质与地球物理标志本身存在不确定性，导致地块边界划分具有一定主观性，过于复杂地划分地块相当于过分解读数据资料。

第二部分是关于本规程中用到的一般概念的说明，避免概念模糊。调研显示，这些概念在不同的语境下定义有所不同，比如强震危险性，在场地工程领域常指地震动的可能，而在活动断层探测领域可以指地震发生的可能性。另外，目标区这个概念在不同的标准要求中定义不同，本规程充分考虑各步骤开展基于活动地块的预测工作的需要，明确了目标区范围设计的基本要求。

第三部分是采用数据的原则，主要是将研发项目地区工作条件与中国大陆其他地区工作条件进行了对比调研，结果显示部分地区如西藏西部尚难获得同样多类型的数据，另外，包括团标立项专家意见和部分咨询意见也指出，地震预测方法尚在探索，

因此本规程流程设立此原则，避免了对具体方法的依赖，只强调输入数据类型、必要步骤和必要产出，同时对数据的可追溯性进行了简要提示。

3. 提出了结果导向的数据要求

基础资料准备部分对开展工作所需的基础数据类型、数据内容进行了约束，对数据规格的要求以结果导向为原则

这里一方面依据了研发项目经验：同样分辨率的地球物理探测数据要求，对识别地块结构特征有一定富余，而对于地块边界带交汇区域的结构可能反映不足，对后者可以根据初步结果开展加密的探测工作；研究经验还显示，介质属性或形变特征突变是重要标志，因此对相应的数据剖面长度进行了必要要求，即至少能反映边界带和地块的区别。

另一方面依据了相关方法的基本原理，比如新划分的次级地块可能范围不够大，其内部 GNSS 台站少于 3 个，而根据块体运动学计算原理，至少需要 3 个台站才能开展旋转矢量和应变场的反演计算，因此本规程对此进行了必要的要求。

4. 提出了递进聚焦的工作流程

本规程提出的地块细化、应变分配、危险源识别和危险性判别流程，在空间和内容上是递进聚焦的关系，有利于保证工作结果的全面性，同时使结果尽量精细化，主要依据了研发项目的工作流程，同时参考了 2021 年 10 月 11 日咨询会的专家意见。

调研和研发项目研究显示，活动地块边界带的构造变形呈现分段特点，在边界带交汇部位，构造转换导致其变形特征更加复杂，受控于构造变形的边界带强震震源机制类型、震级等也呈现相应的分段特征。

在开展边界带应变分配工作之前进行边界带分段，有利于识别局域构造变形的主控特征，避免模糊的判断，而边界带分段之前又需要将边界带以外的构造因素进行排除，因此规程前置了活动地块划分方案更新和边界带范围限定等工作。

应变分配的主要产出是边界带分段构造变形的主次单元判别，这为合理识别强震危险源和估计最大震级提供了基础。本规程的强震危险源以边界带分段为单位，主要依据也是上述研究认识到的边界带强震活动的分段特性，相比整条边界带，强震危险

源已将危险性判断聚焦到了较为局域的区域。

在应变分配和危险源识别的基础上，规程使用者可以根据数据条件和工作目标，进一步将危险性预测聚焦到具体的发震构造上。

5. 描述了追溯步骤

本规程在活动地块细化、应变分配等环节描述了追溯步骤，要求对构造变形等物理特征进行协调性验证，便于对相关的参数进行合理调整。同时，对采用本规程开展工作的产出进行了约束，方便对不同分析方法、不同目标区的工作结果进行比较。追溯步骤的设计参考了 2021 年 10 月 11 日咨询会的专家意见，依据了关于强震预测工作调研所获认识：与较小震级地震或板缘地震不同，大陆强震的复发周期偏长，对大陆强震预测结果进行直接回溯检验存在困难，而预测结果所基于的依据可以进行科学性检验。

七、分歧意见的处理过程、依据和结果

暂无分歧意见。

八、采用国际标准或国外先进标准情况

暂无采用情况。

九、贯彻标准的措施建议

本规程的实施不涉及技术改造、成本投入、相关产品退出等，建议本标准在发布之日起实施。

十、其他应予说明的事项

暂无其他需要说明的事项。