



地震大形势跟踪工作简要回顾

□ 邵志刚

长中短临渐进式预报是我国地震预报实践的整体工作思路，其中10年尺度预测为长期预测、1-2年为中期、3个月为短期、10天为临震。从预测时间尺度来讲，地震大形势跟踪工作作为中期预测，介于长期和短临之间。目前地震大形势跟踪工作主要包括3个方面内容：1) 中国大陆及其主要构造区趋势预测；2) 中国大陆强震主体活动区预测；3) 中国大陆长期地震危险区发震紧迫程度分析。

一、关于地震大形势业务发展与制度完善过程回顾：

1972年山西临汾地震科技讨论会。认识到中国及邻区强震活动时间上呈现平静段和高潮段相互交替出现的特征，正式提出了地震群体大形势预测的可能性。

1988年，(88)震发计字第347号文，关于搞好地震事业《中长期发展纲要》和“八五规划”编制工作的通知。明确由国家地震局分析预报中心负责，组织

相关单位给出2020年前（重点2000年前）我国大陆地震形势分析研究报告。并通过研讨，认为几十年时间尺度的全国主要地震危险区（带）的地震危险性判定研究涉及的主要科学问题包括：1) 探索几十年时间尺度的长期地震预测研究的内容、方法、手段和理论；2) 地质与地球物理的深部探测技术：地体地震构造、地壳结构、地球物理参数；3) 地震活动与形变等观测系统：板内小板块的构造运动、应力应变累积；4) 现代物理和统计学：时空不均匀的地震过程本质、演进方式和成因。

1989年，确定大地震形势研究目标为5-10年地震危险性判定研究；其主要工作内容：1) 地震时间序列中群体活动的动态分析（期幕活动）；2) 地震活动时空图像及其动力环境的研究（中等地震活动，震源区震前异常，强震时空演化特征）；3) 地球物理、地球化学前兆场的动态监测与分析（垂直地壳变形）。

1990年正式出版《中国地震大形势预测研究1》，

1993年正式出版《中国地震大形势预测研究2》，地震大形势工作重点是10年尺度趋势预测和重点地震危险区预测。地震大形势预测研究是链接百年尺度超长期预报和年尺度中短期预报的重要中间环节，它的任务是研究地震区（带）十年尺度强震群体活动的时空演进方式、地壳变形和天文因素等长期变化特征，及其在预报中的应用，地震大形势预测研究为中短期年度震情判定和危险点选择，提供重要背景和依据。涉及地震活动性、地震动力学、长期前兆变化和综合地震预报等方面。

1994年由地震局监测预报司组织全国18个单位开展地震大形势预测研究，为全国地震趋势会商会提交1-3年地震大形势预测报告，作为全国地震趋势会商会的主要材料之一。

1995年开始做全国10年尺度的地震重点监视防御区，至此长、中、短、临渐进式地震预报业务体系基本形成。10年或稍长时间的强震中长期危险区预测、1-3年地震大形势预测、年度以内至更短的中短甚至临震预测。

1994年开始把地震大形势预测作为全国地震分析预报的一项工作任务，开始设计地震大形势预测每3年做1次，在当年全国地震趋势会商会前召开地震大形势研讨会，全国地震趋势会商三年一大会（有地震大形势判定）、一年一小会（无地震大形势判定）。

从2006年底提交的2007~2009年地震大形势预测报告后，对预测目标做了调整，重点是做好未来1-3年地震趋势和强震活动主体区的预测，而不再给出未来1-3年地

震危险区预测；其中年尺度以下跟踪由短临业务牵头单位台网中心完成。

2007年大形势工作试图说清楚1年趋势问题。

从2013年开始，进一步明确做好未来3年和未来1年地震趋势和强震活动主体区的预测；2013年后，季度跟踪牵头单位由之前短临预报业务牵头单位调整为中长期预报业务牵头单位，季度跟踪目标是跟踪年度地震危险区短临危险性，而非长期危险区中短期强震危险性。

2016年开始，开展长期危险区发震紧迫程度判定，该工作弥补了长期预报减灾效益发挥不足的工作缺陷，也从业务上落实防震减灾法对重点监视防御区年度跟踪的法律要求。

2019年年中，明确地震大形势跟踪工作的年度目标为：未来1-2年中国大陆强震趋势（西7东6）和主体活动区、长期危险区发震紧迫程度判定；地震大形势跟踪工作的年中目标为：未来1-2年中国大陆强震趋势（西7东6）跟踪、下半年中国大陆强震趋势（西7东6）、长期危险区发震紧迫程度年度判定结果的动态跟踪；对于趋势和发震紧迫程度判定，除了重大震情外，季度动态跟踪并给出跟踪结果。

二、关于地震大形势业务的工作内容和关键科学问题：

针对地震大形势跟踪工作的年度目标，整体工作思路是通过多学科、多尺度动态跟踪资料结合地质构造背景，试图将“场源结合，以场求源”的地震预报思路落实到具体中长期预报业务工作中。

发展 场源结合-以场求源 科学思路

多学科、多尺度动态资料与构造背景结合



图1 地震大形势跟踪工作思路

1、中国大陆及主要构造区强震趋势分析

1) 工作目标是判定未来1-2年中国大陆强震趋势(西7东6)，工作内容包括：①强震活动状态动态跟踪的主要工作内容包括全球及中国大陆周边强震趋势及其对中国大陆的影响、中国大陆及主要构造区期幕活动分析；②1-2年中国大陆强震趋势分析工作内容主要包括周边显著强震影响、重点构造区动态资料跟踪、重点构造区中短期预测依据；③综合不同空间尺度、不同时间频段动态跟踪依据给出未来1-2年强震趋势判定。

2) 强震活动状态动态跟踪的关键科学问题主要涉及中国大陆强震孕育发生的动力源、强震活动状态变化物理机制和跟踪方法；强震趋势分析工作的关键科学问题涉及动力源突发调整作用及其影响、区域强震状态变化物理机制和判定方法。具体科学问题为区域断层系统强震时空演化过程，包括区域强震期幕活动的物理机制、板块对区域强震期幕活动的作用、区域强震期幕活动有效判定的物理方法。

2、10年尺度中国大陆重点地震危险区发震紧迫程度判定

1) 10年尺度发震紧迫程度判定工作目标为：①长期危险区判定结果的跟踪，依据进行跟踪，动态跟踪相关最新观测资料和研究成果是否对长期预报依据有不同结论，动态跟踪强震发生后相关长期预报依据是否会发生变化，如果有显著变化依据根据长期危险区判定规则对危险区判定结果进行修正或调整；②长期危险区中期危险性的判定，根据中短期动态跟踪资料，给出长期危险区发震紧迫程度判定。

2) 其关键核心科学问题为强震时间预测，具体为判定强震孕育阶段的有效物理方法和典型震源异常的物理机制。

中国大陆年度地震趋势预测的分析思路

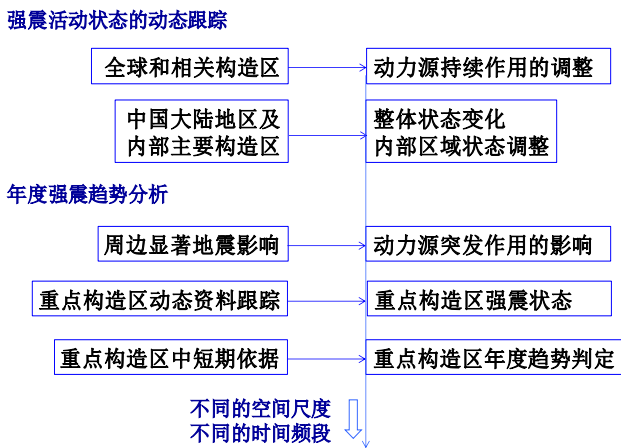


图2 区域强震趋势跟踪工作思路

长期重点地震危险区发震紧迫程度跟踪思路

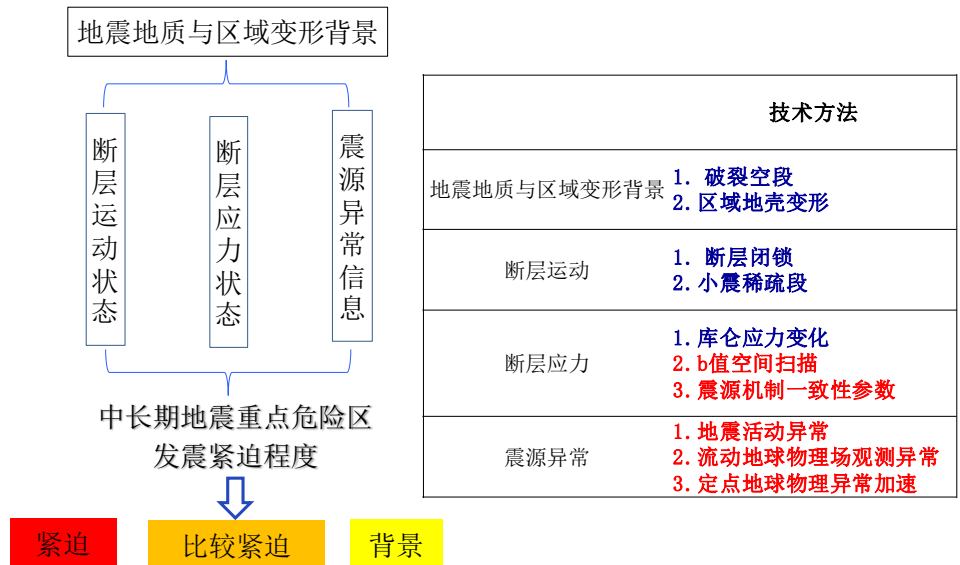


图3 长期地震危险区发震紧迫程度跟踪工作思路

3、中国大陆强震主体活动地区分析

1) 主体区是指一段时间内强震成组活动的区域,根据中国大陆西7东6的跟踪目标,主体区的时间尺度一般不会少于2年;另一方面,在长期预报工作中中期幕活动和主体区分别是时间和地点的判定,只不过时间精度和空间分辨率均较低,因此大形势的主体区判定也演化为确定强震趋势增强情况下的最可能的强震区域判定。

2) 关键科学问题是区域强震时空演化中壳幔物理或化学的变化过程、区域强震时空演化过程与单个断层段强震动力学过程之间关系。

三、地震中长期预报科技需求

中国大陆地区在周边印度板块、菲律宾海板块、太平洋板块共同作用下,经过漫长地震地质构造演化,形成了中国大陆强震孕育环境最显著的两个特点:纵向分层,横向分块。纵向分层的特点表明动力边界作用除了板块边界外可能还要考虑深部动力作用;同时,我国地震学家已经关注到横向分块的重要性,逐渐形成了以活动地块动力学假说为主线的地震监测预报科学思路,即“以场求源,场源结合”的大陆强震机理与预测科学思路。但目前日常地震预报仍然以统计经验性预报为主,缺乏物理预测方法、缺乏动力学过程分析、缺乏基于大陆型强震物理机制的综合定量预测方案。为弥补这些不足和缺陷,通过国内外现今强震中长期预测研究进展的调研,我们认识到当前我国地震中长期预报的关键科学问题涉及到认识我国大陆型强震孕育发生规律的4个关键科学问题:

1、从板块到断层的动力加载过程

科学目标是明确中国大陆强震孕育发生的动力源及其该动力源不同时间尺度(同震破裂过程、震后调整、板块作用动态调整、板块稳定加载、活动构造历史演化)的动态调整对中国大陆强震的影响。

涉及到的科学问题,按照空间尺度由大到小分别为:周边板块动力边界加载、活动地块运动调整、活动地块边界带的构造带变形机制、构造带内主要断裂带应力加载,基于上述4个动力学过程基础上,重点讨

论中国大陆地区在周边板块动力作用下的壳幔应力应变时空演化过程。

为认识中国大陆强震孕育发生提供大陆动力学背景,为强震中长期预测提供动力源及其动力源具体作用的基本科学认识,为强震趋势跟踪提供周边板块动力作用动态调整过程及其对中国大陆的影响。

2、大陆型强震震源物理模型

科学目标是明确中国大陆强震孕育发生的物理机制,尤其是大陆型走滑、逆冲、拉张等不同类型强震的物理机制。

按照中长期预报需求分为两类:1) 业务应用型基础模型,包括断层破裂模型、断层运动模型、断层应力模型、大地测量模型、强震复发模型等;2) 基础性的基础模型,包括介质模型、断层模型、结构模型、流变模型、热力学模型等。

为中长期预报中的震级预报和地点预报提供定量的工作基础,为认识大陆型活动断层的发展能力提供基本的科学认识。

3、大陆型强震动力学过程

科学目标是明确中国大陆强震原地复发过程中的同震破裂、震后调整、震间早期、震间中期、震间晚期、震前等不同时间段内,断层运动、断层应力、中小地震活动等时空演化特征,并以此分析相关物理观测的可能变化。

由于中国大陆强震原地复发周期较长,现代地震观测不能覆盖强震动力学的全过程,需要针对处于不同孕震阶段的断层段,以“空间换时间”的思路,构建大陆型强震动力学过程,需要分别构建走滑、逆冲、拉张等不同类型强震动力学过程。

为中长期预报中的时间预报和地点预报提供定量的工作基础,为认识大陆型强震的地表响应提供基本的科学认识。

4、区域强震时空演化过程

科学目标是明确构造区内断裂系统与区域强震时空演化之间关系,重点关注区域强震成组活动的物理机制。

针对中国大陆典型构造区，开展不同时间尺度和不同震级的强震时空演化特征研究，涉及边界条件、初始条件、壳幔介质时间力学参数、断层力学参数等数值预报相关的关键参数确定，基于数值模拟给出合成地震目录，分析不同构造和不同震级的复发频率、G-R关系等地震活动性特征。

为中长期预报中的主体地区预报提供定量的工作基础，为认识中国大陆及其内部重点构造区的强震时空演化提供基本的科学认识。

5、中国大陆强震物理长期预报原型业务体系构建

中国大陆强震孕育发生规律的认识是强震物理预报的基础，只有上述关键科学问题的进展才有可能建立我

国强震物理预报业务，在此过程中应注重研究与预报业务应用的深度结合。而基于上述科学问题可以给出相应中长期物理预报业务，例如，基于震源物理模型的概率预测、强震动力学概率预测、区域数值预测等。而中间的关键技术实现和关键问题明确不仅仅是地震中长期预报的业务需求，更是大陆型强震机理的研究需求。

针对基于强震震源物理模型的地点和震级物理预测方法、基于强震动力学过程的时间物理预测方法、基于区域强震成组时空演化物理机制的主体区物理预测方法，开展相关预测方法的适用性分析，构建中国大陆强震物理预测业务体系。