

中国地震区划文集

国家地震局震害防御司 编

地震出版社

北京)

5-53

PDG

编 者 的 话

编制《中国地震烈度区划图(1990)》是国家地震局“七.五”期间的重点科研项目之一。经过近四年艰苦细致的努力,业已顺利完成。该项目最终提供的成果有 1:400 万《中国地震烈度区划图》和一批相关的专业附图及相应的说明书和《中国地震烈度区划概论》专著一部。

为全面地反映我国近几年来在地震区划研究方面的进展,我们组织编辑了本文集,其中收录论文 31 篇,内容涉及地震统计单元分析、震源机制特征研究、潜在震源区划分原则和方法、地震活动性参数的确定、区域地震动衰减关系的建立、地震发生的统计模型分析、区划图概率水准的选取、区划结果对比分析及讨论等诸方面。对区划图说明书和《中国地震烈度区划概论》中的一些论点和论据又进行了详细的阐述。文集中还收集了一些不同的学术观点和见解,以供大家讨论。

本文集不但有助于了解地震区划与地震危险性分析方面的最新进展,而且对推进工程地震工作也很有意义。

1997.07.05

目 录

地震单元划分方案和原则讨论	汪良谋 刘培洵 孟勇琦 (1)
中国及邻区地震震源机制特征	汪素云 高阿甲 许忠淮 (10)
划分潜在震源区的原则和方法讨论	郭增建 秦保燕 (27)
潜在震源区范围的确定	张裕明 周本刚 (34)
中国大陆内部走滑型发震断层的长度与震级的关系	环文林 时振梁 (42)
强震构造标志的综合统计识别	许建东 董瑞树 张裕明 (49)
应用图象识别方法确定华北东部潜在震源区及震级上限	何淑韵 金小锋 (56)
用模式识别方法划分辽宁及其邻区的潜在震源区	蒋秀琴 王国新 李东春 (67)
山东中部地区地震区划中潜在震源区判定	王华林 (75)
四川潜在震源区划分中的地震构造标志研究	黄祖智 唐荣昌 (85)
图象识别及其在地震危险性分析中的应用	申爱国 (100)
相对应变及其在地震活动时间非平稳性研究中的应用	王 健 时振梁 (105)
华北地区大地震的减震作用	郝家全 贾素娟 (112)
现代中小地震在确定潜在震源区地震活动性参数上的应用	金学申 赵军 马桂华 戴英华 (126)
韦布尔分布在地震危险性分析中的应用	金学申 林金瑛 戴英华 赵军 (131)
地震带震级上限与最大历史地震的关系	高孟潭 (138)
用可信时段法统计 b 值	曹学锋 (144)
地震活动时空非均匀性的参数表示	黄玮琮 曹学锋 (150)
汾渭地震带及其渭河地震亚带的中长期地震趋势综合分析	袁志祥 丁继玉 (158)
中国东南沿海地区地震活动的韵律性及其在地震危险区预测中的应用	董瑞树 冉洪流 (164)
确定空间分布函数的原则和方法	郝家全 (172)
有感半径与震级的关系及其应用	汪素云 时振梁 (179)
华北地区地震烈度的衰减关系	汪素云 武宜英 (185)
中国华北地震动参数衰减规律及其应用	郭玉学 (192)
地震发生的局部泊松过程和区域泊松过程研究	高孟潭 (202)
地震危险性估计的多方案分析	章淮鲁 陈汉尧 (207)
确定性地震危险区估计的一种方法	董瑞树 冯荣梅 谷德贵 冉洪流 (215)
地震区划与可接受的危险性水准	周锡元 (227)
全国 52 个城市历史地震影响烈度分析	贾素娟 (236)
新编区划图与 1977 年版区划图结果的对比分析	李文香 (249)
关于新编区划图与 1977 年版区划图的“概率比较”	时振梁 王 健 (256)

地震单元划分方案和原则讨论

汪良谋 刘培洵 孟勇琦

(国家地震局地质研究所)

为了描述地震空间分布的地理地质特征, 早在本世纪初, 一些中外地质学家和地震学家就曾对中国地震单元做了划分^[1,2]。50年代以来, 由于地震区划和工程地震工作的广泛开展, 地震单元划分研究也得到相应的发展, 在许多著作和报告中可见到这方面的研究内容^[3-6]。

地震单元划分是一项综合性很强的研究课题, 它涉及到地震活动性、构造活动性、现今地球动力学以及它们之间相互关系的一些基本理论问题, 因此地震单元划分的合理性是建立在这些问题研究现状的基础上。

地震单元划分主要是为地震区划, 工程地震, 地震预报、对策提供背景和合理的统计单元, 同时也是为地震成因和现今地球动力学提供信息和研究途径。

本文试图对地震单元划分的方案和原则提出初步论证, 并以亚洲东部地区为例, 给出具体划分意见, 以增进对这一问题的认识和讨论。

一、地震单元划分方案

着眼于全球构造和地震分布, 建议全球地震单元做三级划分, 一级称地震系, 二级称地震区, 三级称地震带, 如需进一步细分, 可在系、区、带前冠以“亚”字, 即亚系、亚区、亚带。

马宗晋曾明确提出全球地震分为三大系统的观点^[7]。由于大洋边缘地震系、大洋中脊地震系和大陆地震系, 在地震活动性、地壳结构以及地球动力学状况均存在明显差异, 因此, 它们的次级单元划分也应该存在区别。所以, 本文提出的地震区、地震带只适用于大陆地震系。至于大洋边缘地震系和大洋中脊地震系的二、三级单元如何划分, 需要专门研究, 本文不做详细讨论。

1. 地震系

地震系是指地震具有全球规模连续分布, 并受控于全球构造运动和构造变形的地带。大洋边缘地震系和大洋中脊地震系, 由于地震分布集中、成带性明显、构造属性明确而划分为一个地震系(过去多称地震带), 似乎是理所当然的, 历来就没有什么争议。但是散布在大陆上的地震, 如何划分地震单元, 其划分方案则不尽相同。归纳起来大致有两种划分方案: 一种以板块构造为依据, 将大陆地震划分为板内和板缘两种地震单元^[5,9]; 另一种是把集中分布在北纬20—50°的, 并以浅源地震为主的绝大多数大陆地震划为一个系统, 称其为北半球纬向陆内地震系^[7]。前一种划分方案在

于,大陆内部的板块边界不像大洋边缘俯冲带和大洋中脊裂谷带那样明确、具体,大陆上的板块边界往往不是那么明确。特别是地震活动的强度和震源深度,从板缘到板内是逐渐过渡的,很难找到一条界线把两者截然分开。喜马拉雅碰撞带上的地震分布大致如此。后一种划分方案在于,由于大陆上地震分布比较分散,北纬 20° — 50° 的范围很难包括大陆上的所有地震,如非洲和澳洲的一些地震等。但绝大多数地震,尤其是6级以上强震,几乎都包括在纬向带内。这一方案的特点是把两种成因类型完全不同的大陆地震和大洋地震分开。

2. 地震区

地震区是指区域地震活动性、区域构造活动性、区域地壳结构及区域地球动力学环境相类似的地区。地震在形态上常表现为不具有典型长轴结构的不规则几何体,其范围介于地震系和地震带之间。一个范围较大的地震区还可进一步划分为若干个地震亚区,然后再进一步划分地震带。地震分区的依据往往是综合性的,仅凭单项依据进行地震分区是困难、也是不全面的。中国大陆及邻近地区的地震分区方案历来争议不大,首先划分为构造活动和地震活动差别显著的东、西部两大区,然后再进一步将这两部分分别划分为2—3个地震区。这一为大多数研究者所接受的划分方案是由中国大陆所处的构造环境,及由此环境所导致的现今构造格局所决定的。

3. 地震带

地震带是一个用得最广泛的术语。从小到受一条断裂带控制的地震带到大到受一个新造山带控制的地震带,以至到一个巨型构造带(如地中海—喜马拉雅带、环太平洋带)控制的地震带都称为地震带,显然是不合适的,并容易造成混乱。为此,作者定义地震带是指地震集中成带分布,并受一条活动构造带(如汾渭活动构造带),或最新造山带(如祁连山最新造山带),或地壳深部构造(或结构)变异带(如长江中下游—南黄海构造带)控制的地带。由于地震带属三级地震单元,它通常小于地震区和地震亚区。

根据地震带与断裂和地壳结构的关系,可将地震带分为断裂型地震带与结构型地震带两种类型^[10]。前者与断裂关系明显,后者主要受深部结构控制。另外,根据地震带的功能,可划分为统计地震带(作为统计单元)和预测地震带(作为预测单元,亦称潜在震源带)。前者为满足统计需要,要求地震带内包含一定数量的大小地震,因此统计地震带往往范围要大些。后者为提高预测的精度,尽可能把地震带划分小一些,并往往与某一构造直接联系。本文划分的地震带多属前者。

二、地震单元划分原则

地震单元的划分在很大程度上就是构造单元的划分。当然这里所说的构造单元已不是地槽、地台及其次级单元,而是指与地震活动有关的最新构造运动及其构造变形,如俯冲带、裂谷带、最新造山带、活动断裂带、断陷盆地等。地震活动,包括序列周期、重复间隔、强度、频度等,无不与构造活动强弱程度存在明显的对应关系。地球物理场,包括地壳—上地幔速度结构、电性结构、地壳增厚、减薄、热流值

高低等，也无不与构造活动强弱程度存在较好的一致性。因此可以认为，地震活动性、地球物理场状态，在很大程度上都是构造活动的结果和表现。由于地震活动的直观性和地球物理场所反映的深部构造、结构状况，所以它们是了解现代构造活动性的必不可少的补充，而且是相辅相成的。据此，初步拟定地震单元划分为三项基本原则，并给出各项原则的具体条文。

1. 构造活动性原则

- 区域地球动力学环境：板块运动及其边界构造属性、地幔流和地壳物质流、热力和重力作用；
- 区域构造应力场的性质、方向和强度；
- 区域新构造运动性质和强度；
- 最新造山带、断裂—断陷带展布方向、强度和性质。

2. 地震活动性原则

- 地震时序：周期、幕；
- 强震重复间隔；
- 地震强度：最大震级、年均发生率；
- 震源深度；
- 震源破裂类型、地震断层展布方向。

3. 地壳结构、构造原则

- 重力场、磁场分区特征；
- 地壳速度、电性结构分区特征；
- 地壳热结构分区特征；
- 地壳、岩石圈厚度分布；
- 基底构造、介质特性分区。

上述三项原则对地震系、地震区、地震带划分都是适用的。但不同级别地震单元划分依据各有侧重。地震系主要考虑全球规模的构造运动和构造变形，如板块构造及其边缘的构造属性：俯冲带、大洋裂谷带、挤压碰撞变形带（地中海—喜马拉雅构造带），以及相应的地震活动性和地壳结构、构造特点。地震区主要考虑区域地球动力学环境、区域构造应力场、区域构造活动性质和强度以及相应的区域地震活动性和区域地壳结构、构造特征。地震带主要考虑最新造山带、大陆裂谷带、断陷盆地、活动断裂带以及相应的地震带、地壳结构薄弱带和各种地球物理变异带。

根据上述地震单元划分方案和原则，亚洲东部地区可划分为大陆地震系和环太平洋地震系两大部分（实为大陆地震系和环太平洋地震系的一部分）。在大陆地震系中划分出5个地震区、11个地震亚区、25个地震带（图1、表1，图、表中序号相同）。并将本区活动构造图（图2）、地震震中分布图（图3）和地壳厚度分布图（图4）附在地震单元划分图之后，以供读者对照参阅。

亚洲东部地区地震单元划分

表 1

地震系	地震区		地震亚区		地震带		1900—1988 年的地震数			国内有记载 以来的地震数		
	序号	名称	序号	名称	序号	名称	6.0—6.9	7.0—7.9	>8.0	6.0—6.9	7.0—7.9	>8.0
大 陆 地 震 系	I	天山—贝加尔 地震区	I ₁	天山地震亚区	I ₁₋₁	北天山地震带	90	16	3	59	10	2
					I ₁₋₂	南天山地震带						
			I ₂	阿尔泰山地震亚区	I ₂₋₁	阿尔泰—戈壁阿尔泰山地震带	24	7	4	4	3	1
					I ₂₋₂	博尔奈地震带						
			I ₃	贝加尔地震亚区			7	0	0			
				合 计			121	23	7	63	13	3
	II	青藏高原 地震区	II ₁	祁连山—横断山 地震亚区	II ₁₋₁	祁连山地震带	107	29	3	166	56	6
					II ₁₋₂	巴颜喀拉山地震带						
					II ₁₋₃	金沙江地震带						
					II ₁₋₄	怒江—澜沧江地震带						
			II ₂	喜马拉雅 地震亚区	II ₂₋₁	喜马拉雅山地震带	188	41	3	33	7	2
					II ₂₋₂	基尔达尔地震带						
					II ₂₋₃	阿拉干山地震带						
			II ₃	昆仑山—冈底斯山 地震亚区	II ₃₋₁	阿尔金山地震带	94	7	1	96	11	2
					II ₃₋₂	柴达木地震带						
					II ₃₋₃	唐古拉山地震带						
					II ₃₋₄	冈底斯山地震带						
					II ₃₋₅	西昆仑地震带						
				合 计			389	77	1	295	74	10
	III	滨太平洋 地震区	III ₁	黑龙江地震亚区			4	0	0	6	0	0
			III ₂	华北地震亚区	III ₂₋₁	河套地震带	20	6	0	67	18	4
					III ₂₋₂	汾渭地震带						
					III ₂₋₃	华北平原地震带						
					III ₂₋₄	郑庐地震带						
			III ₃	华中地震亚区	III ₃₋₁	南黄海—长江中下游地震带	11	0	0	23	1	0
					III ₃₋₂	汉水—淮河地震带						
					III ₃₋₃	武陵山—雪峰山地震带						
			III ₄	华南地震亚区	III ₄₋₁	东南沿海地震带	15	1	0	34	3	1
					III ₄₋₂	红水河地震带						
			III ₅	鄂霍次克地震亚区			5	0	0			
				合 计			59	9	0	124	22	5
环 太 平 洋 地 震 系	IV	南海地震区					8	0	0			
	V	印度地震区					25	6	0			
	VI	西太平洋 地震亚系					1437	323	26			
	VII	印度尼西亚 地震亚系					377	65	4			

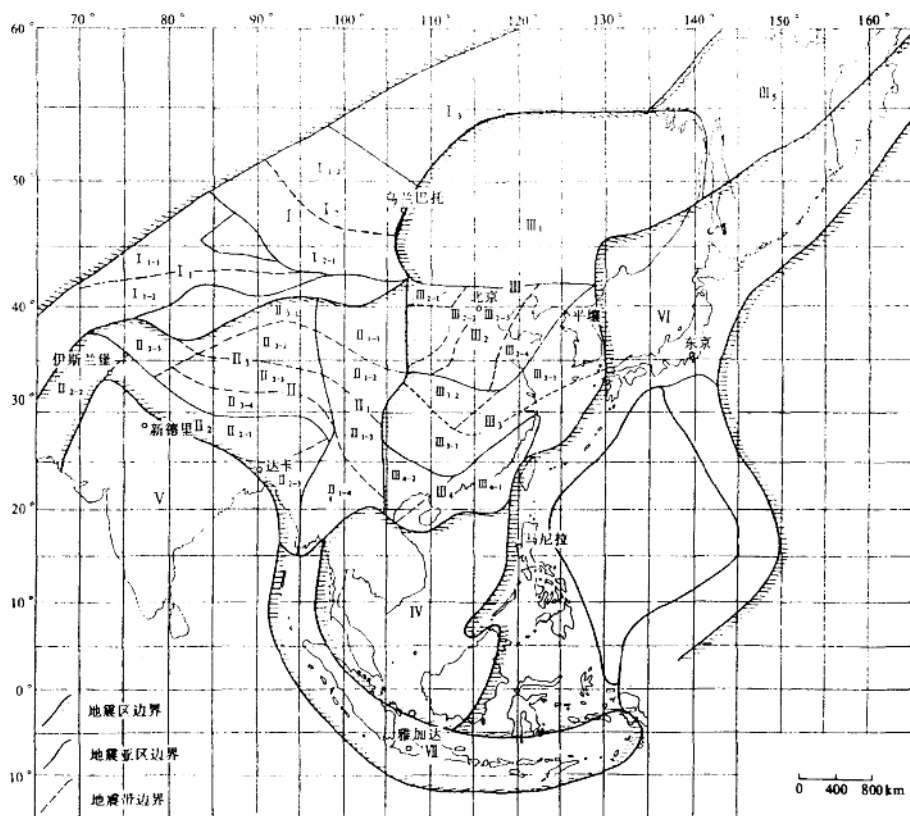


图 1 亚洲东部地区地震单元分布

三、讨 论

(1) 本文地震区的划分结果与传统划分方案大同小异。不同之处在于本方案将传统方案中的东北地震区、华北地震区和华南地震区等归为一个区，并命名为滨太平洋地震区。之所以采用这一划分方案，有以下几点理由：

① 本区存在中、新生代和现代统一的区域构造应力场。中生代以挤压为标志的燕山运动，到了新生代被引张应力场所代替，并在白垩纪一早第三纪或早第三纪达到高潮。虽然在不同地区其裂隙发生、发展和萎缩时间有早有晚，但其总过程是类似的。反映现代构造应力场的震源机制结果均表现为中等主应力轴直立、最大和最小应力轴近于水平。

② 本区存在从东北到华南，从早第三纪到第四纪的火山活动，广泛分布以玄武岩为主的火山类岩石，表明存在类似的深部构造环境。

③ 本区断裂活动以剪切-拉张性质为主，其滑动速率普遍较小，一般年平均滑动速率为几毫米到零点几个毫米。但多在 $5\text{mm}/\text{年}$ 以下，表明本区具有类似的断层滑动速率。

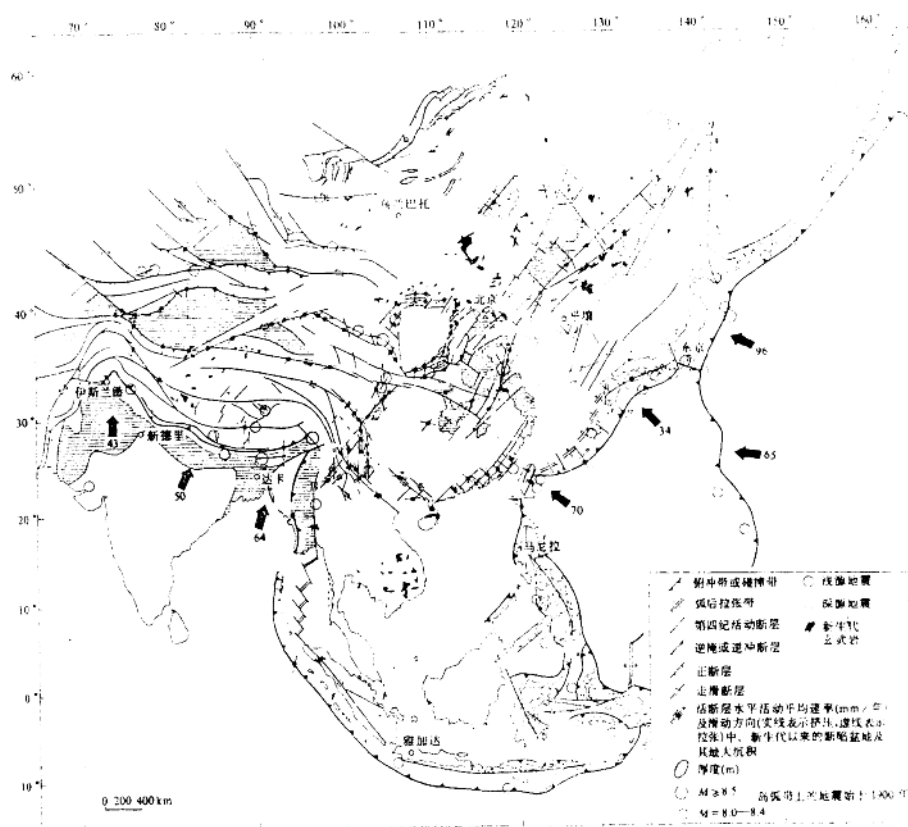


图 2 亚洲东部地区活动构造
[断层滑动速率资料引自丁国瑜等(1986)]

④ 本区地壳厚度为 30—40km, 为北北东走向, 向西逐渐增厚, 向东逐渐减薄, 地壳厚度分布比较稳定。

⑤ 本区从东北到华南, 均存在约 300 年的地震活动周期, 而且华北、华中和华南各周期的起点和终结时间也是相近的。表明各区应变积累、释放速率及其过程是相近的。

⑥ 从本区新生代以来的裂陷作用、岩浆活动、地壳厚度分布等方面分析, 本区深层次的构造作用及其过程可能更多受太平洋向亚洲大陆之下俯冲作用的影响。表明本区存在类似的地球动力学环境。

⑦ 如按传统方案划分, 滨太平洋地震区要划分出东北、华北、华南三个地震区。这样东部地震区和西部地震区相比其范围大小差别太大, 如划分为一个地震区, 其图面结构基本上是平衡的。

(2) 考虑到滨太平洋地震区内, 东北、华北、华中和华南在地震活动性、构造活动性、地壳结构等方面存在一定的差异, 故将本地震区进一步划分出 5 个亚区 (图 1)。

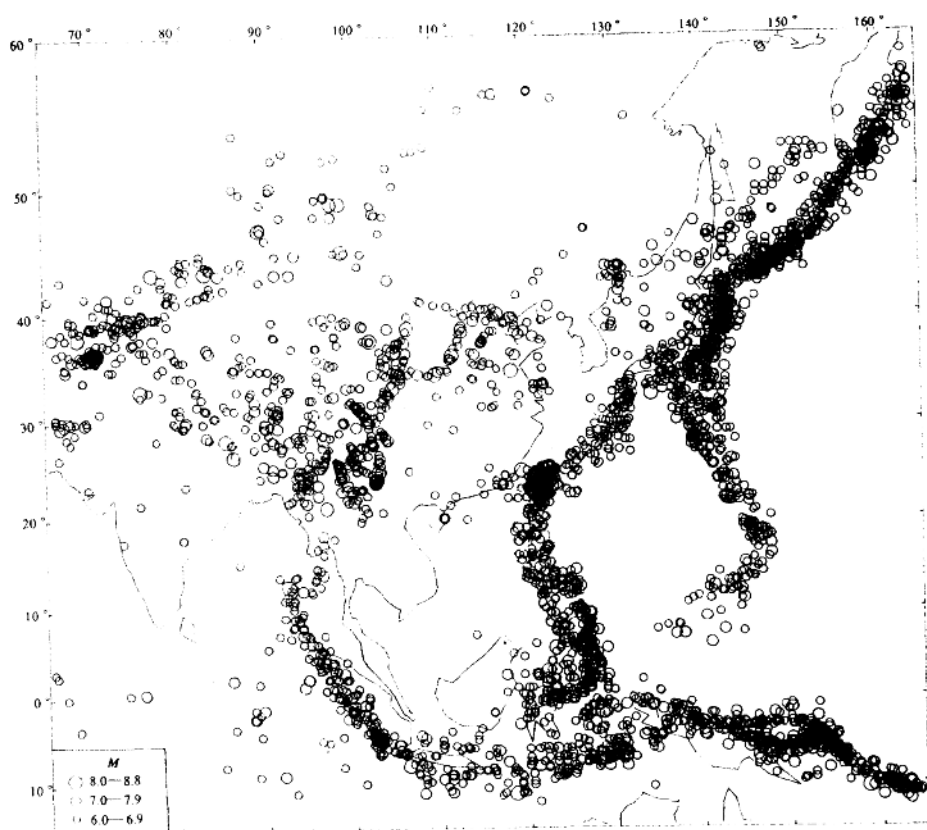


图3 亚洲东部地区强震震中分布

(国内: 公元前780—公元1988年; 国外: 公元1900—1980年)

值得指出的是, 本文划分出一个华中地震亚区。采用这一划分方案更多的是考虑到地震活动性因素。在滨太平洋地震区内, 存在两个强震区, 即华北地震亚区和华南地震亚区。这两个区均发生过 $M > 7$ 级地震 (其中包括8级地震)。位于这两个区之间的广大华中地区 (实际包括部分华南地区) 是一个地震活动很弱的地区, 以中强震活动为主, 历史上只在南黄海发生过一次7级地震, 本世纪以来未发生过 $M > 7$ 级地震。本区在构造活动性、地壳结构等方面与华北、华南地震亚区也存在一定差别, 因此划分出一个独立的华中地震亚区是合适的。特别是进行地震活动性统计分析时更应如此。

(3) 本文在滨太平洋地震区的最北部还划分出一个鄂霍次克地震亚区。这个亚区在构造上称“鄂霍次克板块”^[11,12]。它的北界以切尔斯基带为界, 与北美板块相邻接; 西以库页岛断裂为界, 与阿穆尔板块相邻接; 东与太平洋板块相邻接。地震主要发生在周边断裂带上, 内部除与西太平洋俯冲带有关的深源地震外, 地震活动一般较弱。

(4) 关于是否要划分出一条“南北地震带”一直存在争议。“南北地震带”确是一条强震活动带, 尤其是 $M > 7$ 级地震多沿此带集中分布。这是由于青藏高原受印度板块向北强烈

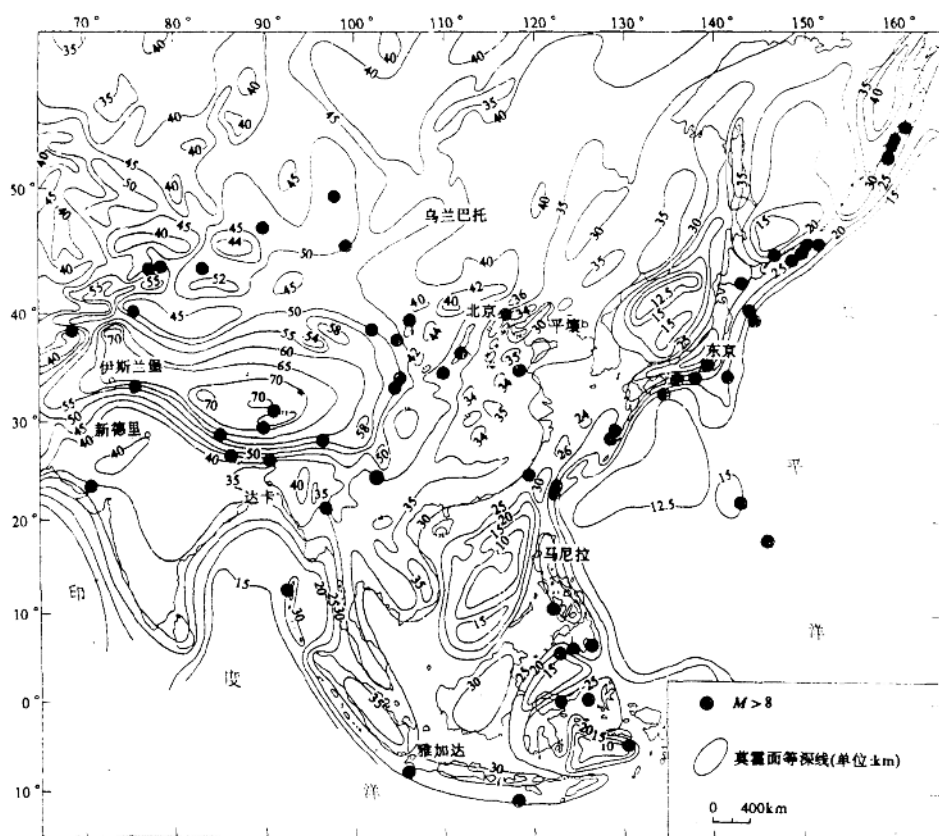


图4 亚洲东部地区地壳厚度分布图

本图据以下资料编制：1. 中国及邻近海域岩石圈动力学图（1/400万）（1986）；2. КАРТА РЕЛЬЕФА ПОВЕРХНОСТИ МАНТИИ ЕВРАЗИИ（1/1500万）（1957）；3. 亚欧地震构造图（1/800万）（1981）；4. 亚洲大陆地壳厚度分布图（1/4000万）（1982）

推挤作用，形成围绕阿萨姆楔分布的一系列弧形构造带，这些构造带沿左旋走滑断裂向南东东和南东方向运移，并在鄂尔多斯、四川盆地、川滇地轴刚性块体西缘受阻，形成高应变积累带，并以强烈、频繁的地震活动进行释放，形成一条近南北方向强震集中分布带。这个带的宽度并不大，大约200km左右。如把祁连山、鲜水河、红河地槽构造带也作为南北地震带的一部分，当然这个带的规模就十分可观了。但是，不管带的宽度多大，其西边的界线都是不确定的。

着眼于强震的分布，作者在划分南北带（本文称祁连山—横断山地震亚区）的同时，也划分出一系列弧形地震带（图1）。这些弧形带连续穿过Ⅱ₁、Ⅱ₃两个地震亚区。这样，在进行地震统计分析时，两种划分方案均可采用。

（5）关于各级地震单元边界确定依据，本文未作阐述。这是因为地震单元的边界不像构造单元边界那样确定。构造单元多以某一确定的构造线为其边界，如太平洋裂谷带、深

海沟、深大断裂等，而地震单元则多以构造带、断裂带等的外包线为边界。外包线的具体位置不是十分确定的，不同的作者画法不尽相同，因此地震单元边界的确定似乎也就不是什么原则问题，无需给出具体的划分原则。

本文是在新编中国地震区划图有关地震区、带划分研究基础上完成的。本划分方案和地震单元边界线的确定，虽然与新编中国地震区划图中的地震区、带划分结果有若干不同之处，但在新编中国地震区划图编委会的多次研讨中，曾给作者以启迪和帮助。在此，对参加新编地震区划图工作的同志表示谢意。

参 考 文 献

- [1] 翁文灏，中国地震区分布概况，中国地质会志(BGSC)，Vol. 2, No. 3—4, 1923
- [2] 翁文灏，中国地震区分布简说，科学，8卷，8期，1930
- [3] 李善邦，中国地震，地震出版社，1981
- [4] 国家地震局，中国地震裂度区划工作报告，地震出版社，1981
- [5] 国家地震局地质研究所，亚欧地震构造图(1/800万)及说明书，中国地图出版社，1981
- [6] 时振梁等，东亚、中亚大陆地震活动特征，大陆地震活动和地震预报学术讨论会论文集，地震出版社，1984
- [7] 马宗晋，地震与断裂关系讨论，中国活断裂，地震出版社，1982
- [8] 马宗晋，中国大陆地震分区及其动力学讨论，国际大陆岩石圈构造演化与动力学讨论会——第三届全国构造地质会议论文选集(II)，科学出版社，1990
- [9] 中国科学院地质研究所，中国地震地质概论，科学出版社，1974
- [10] 马宗晋等，亚欧地震系的地震构造特征，中国科学，4期，1980
- [11] L. M. Parfenov etc., Geodynamics of the Chersky Seismic Belt, Journal of Geodynamics, Vol. 9, No.1, 15—35, 1988
- [12] Laurent Jolivet etc., Mesozoic Evolution of Northeast Asia and the Collision of the Okhotsk Microcontinent, Tectonophysics, Vol.1, 49, 89—109, 1988

中国及邻区地震震源机制特征^①

汪素云 高阿甲 许忠淮

(国家地震局地球物理研究所)

一、引言

地震震源机制解分析是研究现代构造应力场和现代构造形变特征以及地球动力学的有效手段之一,在新的中国地震烈度区划图的编制中,震源机制解分布图是其基础图件之一,本文将对震源机制解分布图的编制作一说明,并讨论其分区特征。

二、编图说明

《中国及邻区地震震源机制分布图》共编入 1931—1988 年期间的 325 次地震的震源机制解,以中国境内地震为主,并补充引用了少量邻区大地震的结果。该图所编震源机制解来自 40 篇文献^[1-40],主要引自文献[12, 14]和“中国地震震源机制的研究”^②,也包括作者新测定的结果。选取原则是首先选用 $M > 6$ 以及精度为“A”、“B”类的地震机制解,其次在地震稀少地区也选有“C”类精度或 $M < 6$ 的地震结果,所选地震的震源机制解见附表。

1. 绘图说明

在附表中共编入 325 次地震,在绘制震源机制解分布图时,为使图面清晰,尽量不让节面解相互重迭,于是在地震较多地区仅选绘精度高震级大的地震,如图 1 所示。

2. 震源参数

在附表中所用震源参数作如下说明:

(1) 震级: 附表中震级除特指体波震级 M_b 外,均为面波震级 M_s 。编号 1—204 为 $M > 6.0$ 地震,编号 205—325 为 $M < 6$ 的地震。

(2) 断层面参数: 在所引用的文献中,断层面参数的表达方法不尽相同,本文统一转换为国际上普遍采用的 Aki 的表达方式^[41]。如图 2 所示,断层面的空间取向由走向 φ_s 、倾角 δ 决定,滑动方向指上盘相对于下盘的运动方向在下盘上的表示,为使走向确定起见,规定人沿走向看去,须保证断层上盘在右。走向 φ_s 从正北顺时针量度,断层面走向的右边下倾: $0 < \varphi_s < 360^\circ$ 。倾角 δ 是断层面和水平面所夹锐角: $0 < \delta < 90^\circ$ 。断层滑动角 λ 在断层面内测量,从走向反时针转至滑动方向为正,否则为负: $-180^\circ < \lambda < 180^\circ$ 。力轴 P、B 和 T 由方位角 A_2 和俯角 P_1 确定。 A_2 从正北顺时针量度: $0 < A_2 < 360^\circ$, P_1 指下垂力轴与水平面的夹角: $0 < P_1 < 90^\circ$ 。断层面解采用下半球乌尔夫网投影。

① 国家地震局地球物理研究所论著 93C0010

② 国家地震局震源机制研究小组,中国地震震源机制的研究, 1973

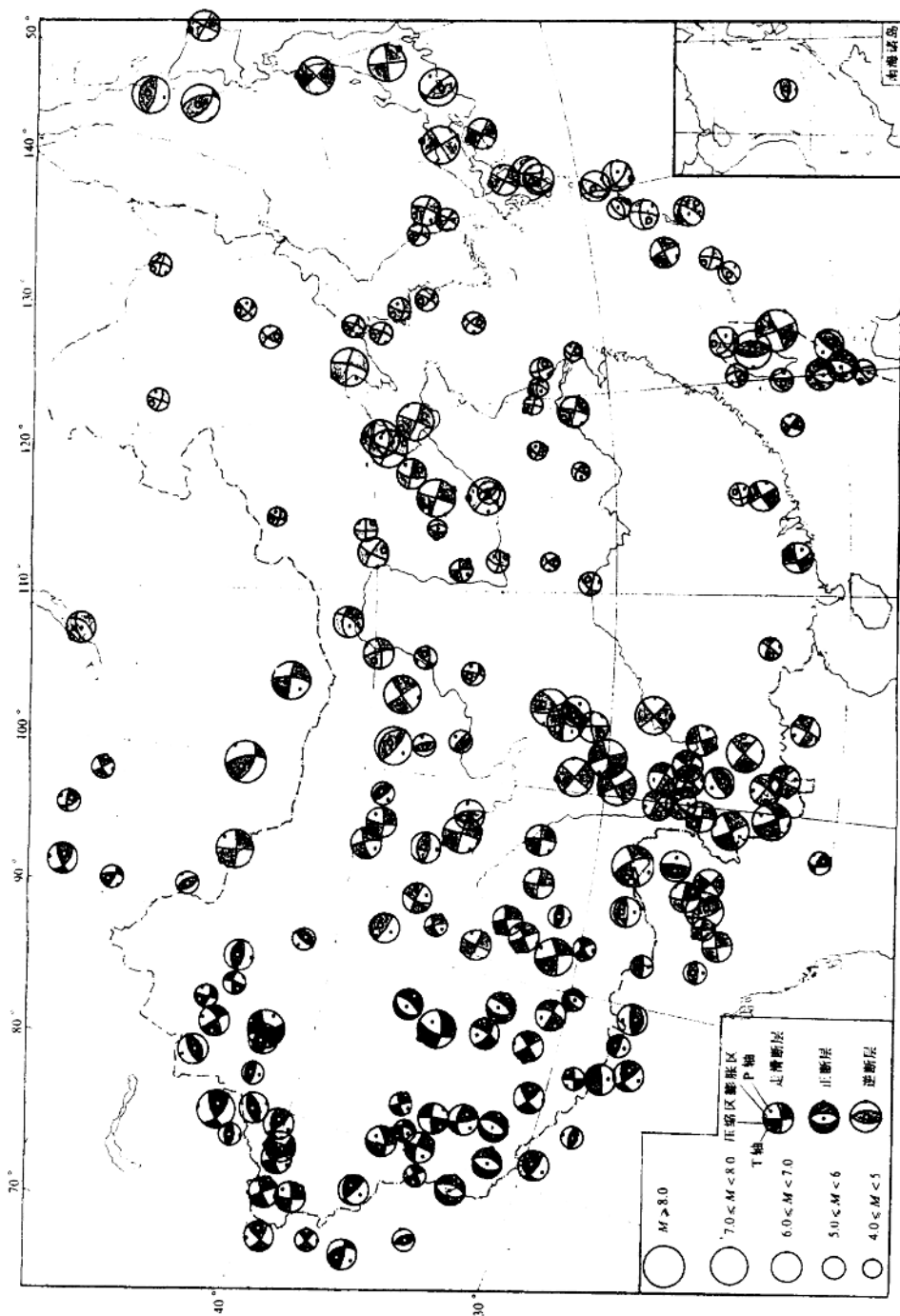


图1 中国及邻区地震震源机制解分布

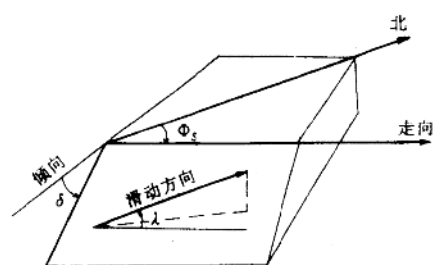


图2 断层面参数的定义(引自文献[41])

(3) 精度: 虽然各文献所用精度并非完全一致, 但只能按原文献给定的精度引用; 对未给出精度的结果, 若文中给出初动符号和节面解的, 则按文献[10]中的精度分类标准加上精度等级, 否则此项空缺。在 325 次地震中“*A*”类精度地震为 68 次, 占总数的 21%, “*B*”类的 168 次, 占 52%, “*C*”类的 21 次, 占 6%, 无精度者 68 次, 占 21%。

三、地震震源机制解特征

本文将震源机制解类型简单地分为三大类: *P* 轴俯角 $\theta_P > 45^\circ$ 为正断层型; *T* 轴俯角 $\theta_T > 45^\circ$ 为逆断层型; *P*、*T* 轴的俯角 θ_P 、 θ_T 均小于 45° 者为走滑型。对这三类解又可进一步细分: 走滑型分为纯走滑型 ($\theta_P < 30^\circ$, $\theta_T < 30^\circ$), 走滑兼有正断层分量 ($45^\circ > \theta_P > 30^\circ$) 和走滑兼有逆断层分量 ($45^\circ > \theta_T > 30^\circ$); 正断层型分为纯正断层型 ($\theta_P > 60^\circ$) 和正断层兼走滑分量 ($60^\circ > \theta_P > 45^\circ$); 逆断层型分为纯逆断层 ($\theta_T > 60^\circ$) 和逆断层带有走滑分量型 ($60^\circ > \theta_T > 45^\circ$)。按上述分类法对 325 次地震的震源机制解按震级作了地震类型的统计 (表 1)。

地震震源机制解类型统计

表 1

类型及定义		震 级 分 档										类型统计		
θ_P - <i>P</i> 轴俯角, θ_T - <i>T</i> 轴俯角		8.6	8.0	7.0-7.5	7.4-7.0	6.9-6.5	6.4-6.0	5.9-5.5	5.4-5.0	4.9-4.5	4.4-4.0	小计	比例	占总数比例
走滑型 $\theta_T < 45^\circ$ $\theta_P < 45^\circ$	纯走滑 ($\theta_P < 30^\circ$, $\theta_T < 30^\circ$)	1	1	8	22	20	48	17	14	2	1	134	74%	55.4%
	走滑兼正 ($45^\circ > \theta_P > 30^\circ$)					2	4	5	3	3	1	18	10%	
	走滑兼逆 ($45^\circ > \theta_T > 30^\circ$)				3	2	7	4	8	2	2	28	16%	
	小 计	1	1	8	25	24	59	26	25	7	4	180	100%	
正断层型 $\theta_P > 45^\circ$	纯正断层型 ($\theta_P > 60^\circ$)				1	10	7	3	3	2		26	65%	12.3%
	正兼走滑型 ($60^\circ > \theta_P > 45^\circ$)				1	3	5	2	1	2		14	35%	
	小 计				2	13	12	5	4	4		40	100%	
逆断层型 $\theta_T > 45^\circ$	纯逆断层型 ($\theta_T > 60^\circ$)			2	8	8	24	22	8			72	69%	32.3%
	逆兼走滑型 ($60^\circ > \theta_T > 45^\circ$)		1		5	2	9	5	10	1		33	31%	
	小 计		1	2	13	10	33	27	18	1		105	100%	
总 计		1	2	10	40	47	104	58	47	12	4	325		100%

在 325 次地震的震源机制解中, $M > 6$ 的有 204 次, 占总数的 63%, $M < 6$ 的为 121 次, 占 37%。在 325 次地震中, 走滑型地震共 180 次, 占总数的 55.4%, 逆断层型的 105

次，占 32.3%，正断层型的 40 次，占 12.3%。最大走滑型地震是 1950 年 8 月 15 日察隅 8.6 级地震；最大逆断层型地震是 1957 年 12 月 4 日蒙古 8.0 级地震，该震具有一定的走滑分量，属于逆兼走滑型的地震；最大正断层型的地震是 1973 年 7 月 14 日西藏亦基台错 7.3 级地震，该震也具有一定的走滑分量，是正兼走滑型地震。

为了直观地了解各类地震的总体分布特点，文中给出了震源机制类型分布图（图 3）。

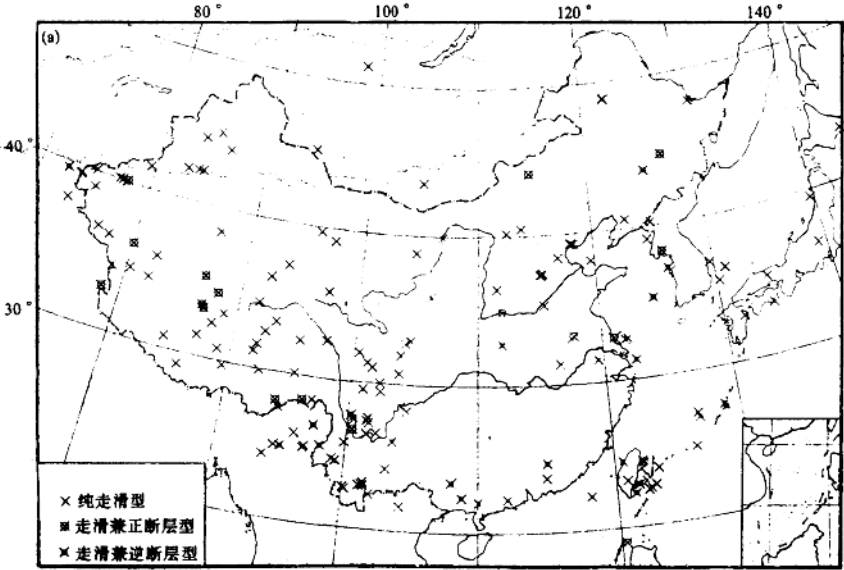


图 3(a) 地震震源机制类型分布——走滑型

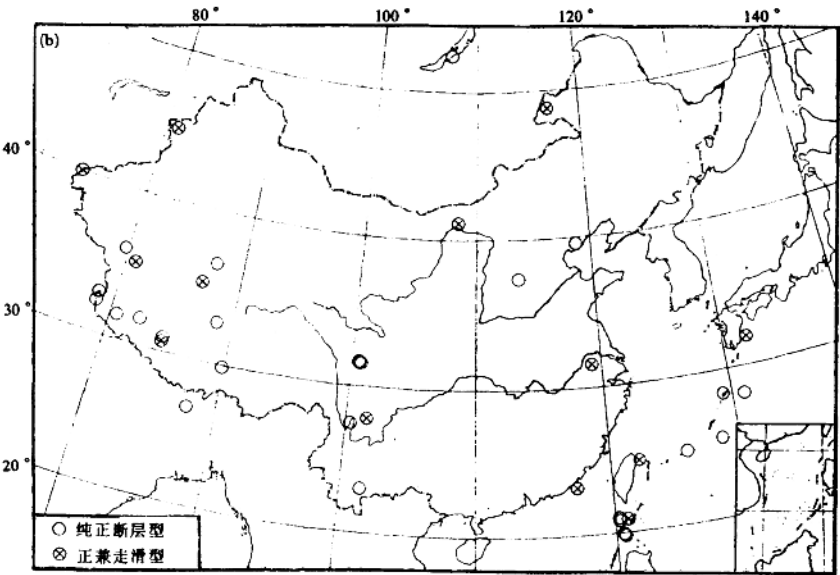


图 3(b) 地震震源机制类型分布——正断层型

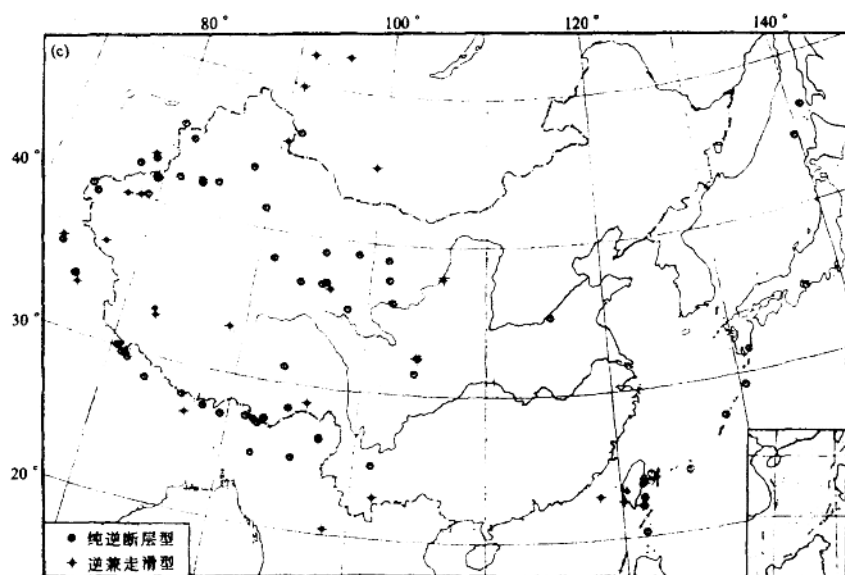


图 3(c) 地震震源机制类型分布——逆断层型

从图 3a 中可以看到走滑型地震广泛分布，主要集中在中国东部大陆、青藏高原内部及东南缘的川滇地区。图 3b 显示出正断层型的地震主要分布于青藏高原内部。图 3c 指出逆断层型地震主要分布在板块边界地带，如喜马拉雅、帕米尔及台湾东部，还分布于天山及青藏高原的北缘和东北缘一带。

除了上述总体特征外，文中选用 A、B 类精度的地震机制解来进一步讨论其分区特征，将全国粗略地划分为四大区；东北、东南、西北、西南。在新的中国地震区划图中，曾将全国划分为 26 个地震带。本文的东北区包括东北、营口—辽河、河北平原、汾渭、银川河套、大别山、下扬子—南黄海等 7 个地震带，另外还包括朝鲜、日本等邻近地区。东南区包括江汉、右江、东南沿海、台湾等 6 个地震带及琉球弧。西北区包括阿尔泰、北天山、南天山等三个地震带及邻近的前苏联、蒙古地区。西南区则包括帕米尔—西昆仑、阿尔金、祁连山—六盘山、西秦岭—龙门山、柴达木、昆仑山、川滇、腾冲—耿马、藏北高原、喜马拉雅等 10 个地震带及印度缅甸等邻近地区。A、B 精度的地震在各大区地震类型分布见表 2。

根据表 2 和图 3 可以粗略地看到各区地震断层活动特点：

(1) 东北区：该区地震以走滑断层活动为主，从表 2 可见有 79% 的地震为走滑型地震，也有个别逆断层和正断层型的地震，如 1976 年 7 月 28 日唐山地震的 7.1 级的强余震就是正断层型的地震活动。反映了该区走滑兼张性为主的构造形变特征。

(2) 东南区：在东南沿海地震带上的地震均为走滑断层活动，台湾地区较为复杂，逆断层和走滑断层活动兼有，逆断层活动主要发生在台湾东部纵谷一带——欧亚板块与菲律宾海板块碰撞地带。台湾南部巴士海峡中的地震主要是正断层型的地震断层活动，琉球岛弧三种类型的地震均有。

(3) 西北区：该区地震活动以逆断层活动为主，占总数的 63%，其余为走滑断层活