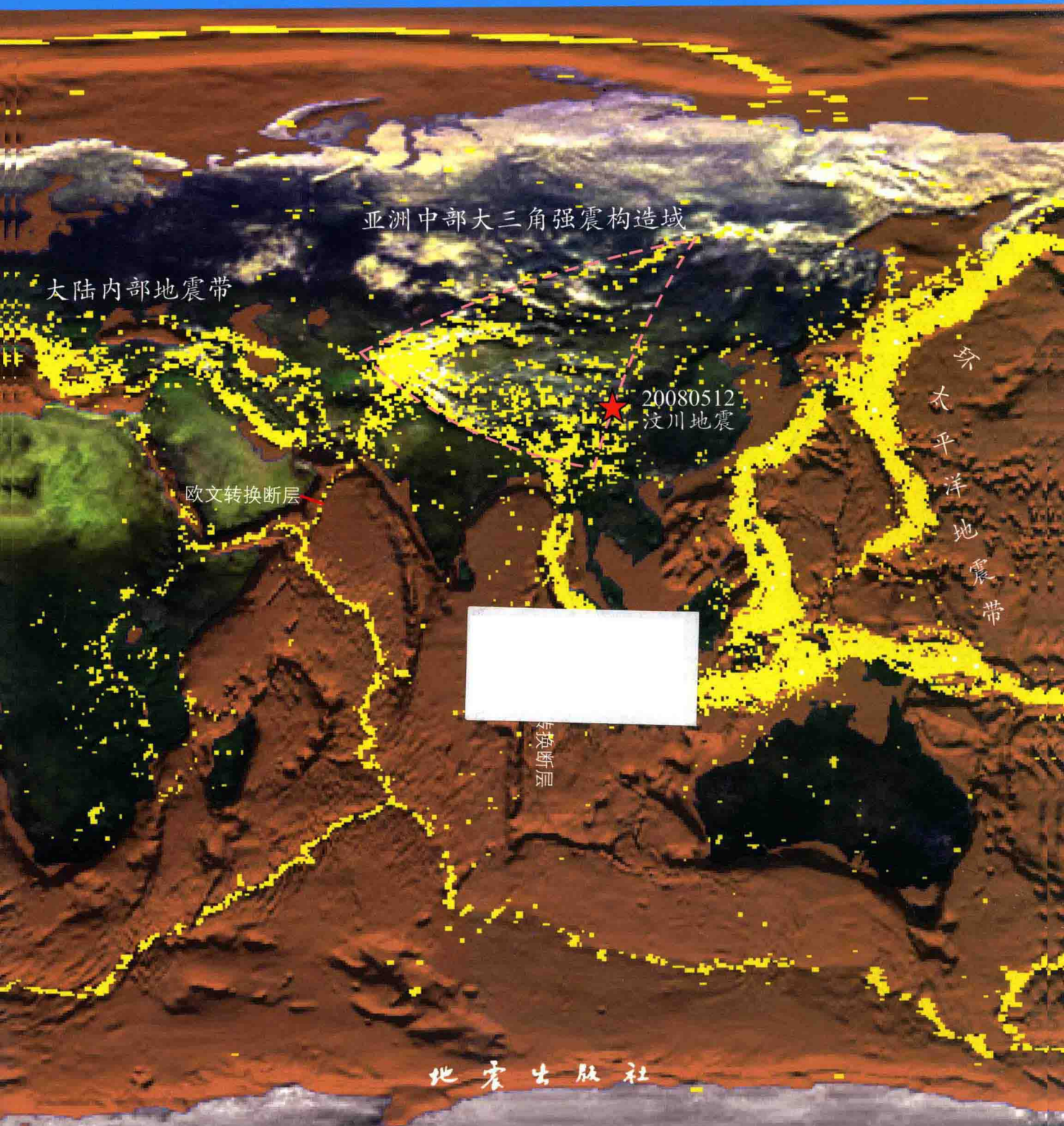


亚洲中部地震构造解析

Analysis of Seismotectonics in Central Asia

张家声 高祥林 黄雄南 主编



地震出版社

国家重点基础研究发展计划 (973) 项目第 3 课题 (2008CB425703):

汶川地震发生机理及其大区动力环境研究

科技部国际科技合作项目 (2008DFA20700):

亚欧大陆中生代构造变动及其与地震灾害和油气资源关系的研究

联合资助

亚洲中部地震构造解析

张家声 高祥林 黄雄南 主编

地震出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

亚洲中部地震构造解析/张家声, 高祥林, 黄雄南主编.
—北京: 地震出版社, 2014. 11

ISBN 978-7-5028-4447-9

I. ①亚… II. ①张… ②高… ③黄… III. ①地震构造-亚洲 IV. ①P316.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 147891 号

地震版 XM2356

亚洲中部地震构造解析

张家声 高祥林 黄雄南 主编

责任编辑: 张友联

责任校对: 凌 樱

出版发行: **地震出版社**

北京市海淀区民族大学南路9号

发行部: 68423031 68467993

门市部: 68467991

总编室: 68462709 68423029

专业部: 68467982 68721991

<http://www.dzpress.com.cn>

邮编: 100081

传真: 88421706

传真: 68467991

传真: 68455221

经销: 全国各地新华书店

印刷: 北京地大天成印务有限公司

版(印)次: 2014年11月第一版 2014年11月第一次印刷

开本: 889×1194 1/16

字数: 969千字

印张: 32

印数: 0001~1500

书号: ISBN 978-7-5028-4447-9/P (5137)

定价: 200.00元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

亚洲中部地震构造解析

项目及课题组主要成员：

973 计划项目首席科学家：马宗晋

第三课题负责人：张家声

主要成员：董彦芳 吕晓健 傅征祥 甘卫军 黄雄南
沈 军 高祥林

科技部国际科技合作项目：

项目负责人：马宗晋 张家声

主要成员：

中方：杨巍然 冯 锐 殷进垠 黄雄南 牛向龙 刘 峰
王小龙

俄方：P. M. Lobatskaya S. I. Sherman G. F. Ufimtsev
G. K. Tatyana K. G. Levi

依托单位：中国地震局地质研究所

前 言

亚洲大陆中部自喜马拉雅碰撞带东、西构造结向北至俄罗斯贝加尔裂谷的三角形区域 ($75^{\circ}\sim 110^{\circ}\text{E}$, $20^{\circ}\sim 55^{\circ}\text{N}$), 是全球大陆内部 5.0 级以上地震集中发生的地区之一。这一地区的地质构造和地球物理数据给出了三个时间尺度与地震活动密切相关的重要信息。包括: ①百年尺度: 1900 年以来的数字地震记录 (含历史地震)、卫星遥感影像解译, 以及近 20 余年的 GPS 观测结果等, 以海量数据聚焦了人类历史阶段的地震活动与正在进行的地壳变形; ②百万年尺度: 地形地貌改变、重力均衡调整、岩石温度传导等物理过程, 是通过百万年时间尺度才能实现的。大三角由青藏高原、蒙古西部高原、阿尔泰山—萨彦山地等处地壳加厚和隆升地貌, 体现了自印度—欧亚板块发生碰撞以来 (约 5.2 Ma) 持续发生的变形积累和应力应变显著增强, 代表这一地区地震频发的动力学条件; ③地质历史尺度: 不同地质历史时期、不同性质的先存岩石—构造单元 (前寒武纪结晶基地、不同时期的造山带, 不同规模的中新生代盆地等), 尤其是错综复杂的新、老断裂组合等, 是地震赖以发生的介质条件。它们在现今构造应力场中的变形响应方式和程度, 与地震成核和触发直接相关。

源自印度洋中脊的欧文转换断层经恰曼断裂登陆欧亚板块, 在帕米尔地区形成喜马拉雅西构造节的同时, 将 NE 方向的左行剪切位移分成内、外两支向大陆内部传递: 外带自帕米尔西经南天山到阿尔泰山, 第次改变一组先存的 NNW 向右行走滑断裂组合的受力状态, 产生不同程度的左行斜冲位移, 至少诱发了 7 个以上 8.0 级地震; 内带通过塔里木地块和柴达木地块之间阿尔金断裂系向蒙古中东部延伸; 而源自印度洋底 90° 线转换断层的走滑位移, 经缅甸实皆等断裂向欧亚大陆延伸, 在形成喜马拉雅东构造节之后, 受到大陆内部强硬地体和西太平洋板块俯冲的联合阻抗, 地震活动的构造联系具有明显的分段性。沿滇西、龙门山、鄂尔多斯西缘等断层系, 形成总体近 SN 向的地震构造带, 至少 5 个 8 级地震与东边界的构造变动有关。夹持于欧文转换断层—恰曼断裂 (西) 和 90° 线转换断层—实皆断裂 (东) 之间的印度次大陆, 向北推挤的速度显然滞后于东、西两侧, 但持续的位移积累致在导致高原隆升的同时, 喜马拉雅碰撞带及其北侧一系列近 EW 走向的先存冲断层逐渐增加侧向走滑位移, 实现高原物质向西、东两侧挤出。亚洲中部三角形强震构造域总体上表现为南边界推动、西边界从动和东边界被动的动力学特点。在

上述边界条件约束下, 亚洲中部强震构造域内部先存断裂分别发生挤压或拉张性质的剪切转换, 是现今地震活动的主要构造联系。2008年5月12日发生在四川汶川的8.0级地震, 位于这个强震构造域的东缘中段。

由地震出版社出版的《亚洲中部地震构造图集》, 生动地展示了亚洲中部地震活动的复杂构造联系。本书从①亚洲中部强震构造域的地质构造和动力学条件; ②卫星遥感影像的活动断层解译; ③地震活动特征; ④GPS数据对大三角区现今地壳运动和变形的定量研究; ⑤大三角东边界的构造分段性与强震机制; ⑥大三角西边界的地震构造性质; ⑦大三角区地震构造格局及典型地震构造分析等7个方面, 详细介绍《图集》中各类图件编制的科学思路、数据资源和研究方法。

本书是亚洲中部三角形强震构造域整体性研究的综合成果。依据多学科地震相关的海量信息资源, 解析地震活动的断裂构造联系、孕震环境条件和触发机制, 探索亚洲中部地震活动规律, 创建了数值化地震跟踪预测的新理论和新方法。



目 录

第 1 章 亚洲中部强震构造域的地质构造和动力学条件	(1)
1.1 中国-蒙古大陆地震构造及全球地壳运动背景	(1)
1.1.1 中蒙大陆构造区	(1)
1.1.2 构造区内部的区块、条块和地块	(1)
1.1.3 中蒙西部大三角形地震构造区	(4)
1.1.4 中蒙东部挤压型与伸展型大陆边缘地区	(4)
1.1.5 2001 年昆仑山口西 8.1 级地震发生在 GPS 矢量场中左旋剪切最高值区段	(5)
1.1.6 全球 GPS 矢量场显示了北-南半球间的不协调运动	(6)
1.2 亚洲大地构造及板内地震的动力学模型	(7)
1.2.1 亚洲大地构造格局与变形特征	(7)
1.2.2 板内地震构造	(12)
1.3 亚欧大陆的地貌构造	(24)
1.3.1 引言	(24)
1.3.2 欧亚的新构造	(24)
1.3.3 年轻的造山带	(26)
1.3.4 复活造山带	(27)
1.3.5 大陆裂谷	(30)
1.3.6 裂谷与穹窿-块体造山带	(31)
1.3.7 地台地区	(32)
1.3.8 地球动力系统	(32)
1.3.9 地貌构造与地质灾害	(35)
1.3.10 结论	(35)
1.4 亚欧大陆中生代构造变动与油气聚集	(36)
1.4.1 亚欧大陆构造格局及碳酸盐岩层系油气富集规律	(37)
1.4.2 中、新生代构造旋回与油气成藏	(42)
1.4.3 中生代构造变动与油气重聚	(45)
1.4.4 主要结论	(56)

1.5	欧亚大陆重力异常反演及天山-贝加尔构造带	(59)
1.5.1	矛盾的现象与观点	(60)
1.5.2	地震活动性	(63)
1.5.3	重力场与上地幔密度结构	(66)
1.5.4	上地幔的速度结构	(70)
1.5.5	讨论	(72)
1.5.6	结论	(75)
1.6	中国大陆航磁异常特征及其构造解释	(76)
1.6.1	概述	(76)
1.6.2	航磁异常的数据处理	(77)
1.6.3	磁性岩石学和航磁异常	(79)
1.6.4	区域和线性航磁异常的性质和构造分析	(84)
1.6.5	中-新生代盆-山联系和主要盆地基底构造的航磁异常解释	(90)
1.6.6	结论和讨论	(97)
1.7	亚洲大陆地震构造的板块动力环境	(99)
1.7.1	亚洲西南部陆-陆会聚边界	(101)
1.7.2	亚洲东部和南部的洋陆会聚边界	(103)
1.7.3	天山-贝加尔陆内构造边界	(104)
第2章	遥感数据和活动断层解译	(111)
2.1	遥感资料收集和遥感图像预处理	(111)
2.2	地质资料收集	(112)
2.3	活动断裂构造特征增强处理与判读标志研究	(112)
2.3.1	活动断裂构造特征增强处理	(113)
2.3.2	活动断裂遥感判断标志	(113)
2.4	活动断裂构造的提取和野外地质调查检验	(119)
2.4.1	岷江活动断裂遥感解译	(120)
2.4.2	玉树活动断裂与2010年玉树7.1级地震破裂遥感解译	(126)
2.4.3	野外地质调查检验	(138)
2.5	活动断裂构造遥感解译图编制	(138)
2.6	区域构造活动性与区域动力学环境研究	(141)
第3章	亚洲中部地震活动	(144)
3.1	大三角地震区地震目录和完整性分析	(144)
3.1.1	编制大三角地震目录	(144)
3.1.2	地震目录完整性分析	(144)
3.2	中国大陆西部及邻区活动地块边界带现代构造应力场	(148)

3.2.1	概述	(148)
3.2.2	构造应力场反演方法	(149)
3.2.3	中国大陆西部及邻区活动地块边界带及哈佛全球矩张量解数据	(149)
3.2.4	构造应力场反演结果	(152)
3.2.5	结论	(155)
3.3	东亚大陆大三角地震区的强震成组活动迁移图像分析	(156)
3.3.1	概述	(156)
3.3.2	资料	(157)
3.3.3	东亚大陆大三角地震区 7.5 级以上浅源成组地震活动的时空迁移图像	(159)
3.3.4	东亚大陆大三角地震区 7.5 级以上浅源地震活动的时间过程	(160)
3.3.5	成组地震活动迁移过程的力学机制分析	(161)
3.3.6	结论	(162)
3.4	汶川 8.0 级大地震活动断裂滑动速率异常低的比较讨论	(163)
3.4.1	资料和分析	(163)
3.4.2	东亚大三角地震区陆内逆冲型大地震孕震断层滑动速率和震级的关系	(166)
3.4.3	结果和讨论	(168)
3.5	南北地震带 8 级大地震对比研究	(170)
3.5.1	1654 年天水 8 级地震	(171)
3.5.2	1739 年平罗银川地震	(172)
3.5.3	1833 年嵩明 8 级地震	(174)
3.5.4	1879 年武都 8 级地震	(174)
3.5.5	1920 年海原 8½ 级地震	(177)
3.5.6	1927 年古浪地震	(177)
3.5.7	汶川地震地震前地震活动异常	(179)
3.6	大三角地震区活动地块地震活动参数及其力学含义	(181)
3.6.1	活动地块边界带预期的最大震级 M_1 的力学含义分析	(181)
3.6.2	活动地块边界带滑动速率和地震应变年释放率的统计关系	(183)
3.7	拉萨和羌塘地块地震活动和热前兆现象及其机理研究	(185)
3.7.1	地震活动	(185)
3.7.2	强地震前的热异常	(186)
3.7.3	构造和地震活动性背景	(187)
3.7.4	机理研究	(189)
3.7.5	结论和讨论	(190)
3.8	近期川滇块体库仑静破裂应力变化分布和汶川大地震	(191)
3.8.1	概述	(191)

3.8.2	库仑静破裂应力变化	(192)
3.8.3	川滇块体 1970 年以来 7 级以上大地震产生的库仑破裂应力变化图像	(192)
3.8.4	结论	(196)
3.9	东亚大陆、西亚大陆和东地中海地区地震活动性对比综述	(197)
3.9.1	欧亚大陆地震活动概要	(199)
3.9.2	地震活动图像比较	(200)
3.9.3	震源机制解比较	(207)
3.9.4	现代地壳水平运动速度比较	(211)
3.9.5	小结和讨论	(213)
第 4 章	由 GPS 观测得到的亚洲中部现今地壳运动	(216)
4.1	GPS 观测概况	(216)
4.1.1	中国地壳运动观测网络	(216)
4.1.2	2000 国家 GPS 控制网	(216)
4.1.3	川西地区的 GPS 加密观测网	(216)
4.1.4	天山地区 GPS 观测网	(218)
4.1.5	亚洲中部局部加密 GPS 观测	(218)
4.1.6	班公-怒江缝合带的 GPS 加密剖面	(218)
4.1.7	喜马拉雅东构造结地区的 GPS 加密观测	(220)
4.1.8	印度-欧亚板块碰撞带的 GPS 观测计划	(220)
4.1.9	中西部天山 GPS 观测	(222)
4.1.10	蒙古-贝加尔地区 GPS 观测网	(223)
4.2	多源 GPS 观测数据的融合	(223)
4.2.1	方法概述	(223)
4.2.2	中亚大三角地震构造域融合 GPS 速度场	(227)
4.3	亚洲中部的地壳运动	(229)
4.3.1	GPS 速度场	(229)
4.3.2	GPS 应变率场	(232)
4.4	地壳块体划分	(236)
4.4.1	刚性块体	(236)
4.4.2	变形块体	(238)
4.5	亚洲中部地壳形变的解释	(241)
4.5.1	半无限弹性空间的深断裂位错模型	(242)
4.5.2	刚性块体旋转模型	(243)
4.5.3	弹性块体应变与旋转模型	(245)
4.6	地壳变形与地震的关系	(245)

4.6.1	地震矩积累速率	(245)
4.6.2	地壳形变与地震分布	(246)
4.7	结 论	(249)
第5章	大三角区东边界的构造分段性与强震机制	(253)
5.1	大型走滑断层的构造组成、破裂机制	(253)
5.2	中亚大三角区东边界的构造分段	(256)
5.2.1	北段境外部分(贝加尔-蒙古段)	(256)
5.2.2	北段境内部分(内蒙古阿拉善段)	(260)
5.2.3	中亚大三角区东边界南段	(270)
5.3	大三角区东边界的强震及其机理	(286)
5.4	区域地震构造对比研究	(288)
5.4.1	中亚大三角东部边界北段地震活动分布特征	(288)
5.4.2	主要地震活动带的震源机制解与断裂运动学的对比	(291)
5.4.3	区域地壳变形特征与地震活动关系	(293)
5.4.4	小 结	(294)
5.5	大三角区东边界北段新构造变动的区域对比	(295)
5.5.1	东边界北段境内部分的新构造变动特征	(295)
5.5.2	蒙古国中部的新生代断裂	(304)
5.5.3	贝加尔裂谷的新生代构造演化及其与银川地堑的对比	(305)
5.5.4	小 结	(306)
5.6	中亚大三角东边界地震活动与活动断层关系	(306)
5.6.1	阿拉善地块地震分布与活动断裂的关系	(306)
5.6.2	西秦岭地震分布与活动断裂的关系	(307)
5.6.3	地震活动与活动断层关系讨论	(308)
5.7	中亚大三角东边界中新代构造演化及东边界形成机制	(308)
5.7.1	古亚洲洋和特提斯洋的闭合及其后的板块或地体边缘变形	(308)
5.7.2	东亚大陆侏罗纪的板内造山和早白垩末-晚白垩世的伸展作用	(310)
5.7.3	古新世-渐新世的印度-亚欧陆陆碰撞与东亚大陆的板内变形及动力学 边界条件	(313)
5.7.4	中新世-上新世东边界的构造演化——印度-亚欧陆陆碰撞的远场效应 与西太平洋边缘弧后扩张	(315)
5.7.5	早第四纪以来中亚大三角东边界大型走滑断裂性质的转变	(317)
5.7.6	中亚大三角东边界形成机制讨论	(320)
第6章	新疆地震构造及亚洲中部强震构造域西北边界的性质	(323)
6.1	新疆及邻区地震构造	(323)

6.1.1	大地构造环境	(323)
6.1.2	地球物理场及深部构造	(323)
6.1.3	新构造运动特征	(326)
6.1.4	地震活动性	(327)
6.1.5	主要的地震断层带	(329)
6.1.6	结论	(340)
6.2	阿尔金断裂的地震属性	(341)
6.2.1	几何学特征	(341)
6.2.2	运动学特征	(343)
6.2.3	地震及古地震	(345)
6.2.4	青藏高原西北缘其他断裂活动特征	(346)
6.2.5	讨论与结论	(348)
6.3	帕米尔弧形地震带	(349)
6.3.1	断裂构造	(349)
6.3.2	帕米尔应力场	(351)
6.3.3	研究方法和数据处理	(352)
6.3.4	帕米尔弧东北缘震源机制及应力场特征	(356)
6.3.5	讨论与结论	(358)
6.4	天山的挤压推覆构造和大型剪切走滑断裂	(358)
6.4.1	天山活动构造与地震构造分区	(358)
6.4.2	天山地区构造应力场研究	(361)
6.4.3	乌鲁木齐地区现今构造应力场综合分析	(365)
6.4.4	迈丹断裂东段晚第四纪活动特征	(369)
6.4.5	那拉提断裂晚第四纪活动证据	(375)
6.5	准噶尔西北界山北东向断裂晚第四纪活动现象	(376)
6.5.1	达尔布特断裂	(376)
6.5.2	托里断裂	(381)
6.5.3	老风口断裂	(382)
6.6	阿尔泰-萨彦-贝加尔地震构造	(384)
6.6.1	区域特征	(384)
6.6.2	阿尔泰地震构造	(386)
6.6.3	萨彦岭地震构造	(389)
6.6.4	贝加尔裂谷地震构造	(391)
6.6.5	主要结论	(391)
6.7	亚洲中部强震构造域西北边界性质及强震联系的认识	(393)

6.7.1	强变形和强地震带	(393)
6.7.2	挤压或拉伸剪切转换的变形方式	(394)
6.7.3	西北边界的性质和意义	(395)
6.7.4	主要认识	(395)
第7章	亚洲中部地震构造格局及某些典型地震构造分析	(401)
7.1	亚洲中部强震构造域的基本特征和动力学条件	(401)
7.1.1	地质和地球物理特征	(403)
7.1.2	边界性质及动力学	(403)
7.1.3	新构造和变形运动学	(405)
7.1.4	三维地震分布	(405)
7.2	数据资源和研究内容	(408)
7.2.1	数据资源	(408)
7.2.2	研究内容	(410)
7.3	亚洲中部地震构造格局	(413)
7.3.1	地震成核——震源过程的地质和实验研究	(413)
7.3.2	亚洲中部地壳断裂发育	(415)
7.3.3	地震断层及断层的地震属性	(415)
7.3.4	亚洲中部强震构造域的地震构造格局	(419)
7.4	数值化地震预测方案讨论	(425)
7.4.1	地震预报面临困境	(425)
7.4.2	地震与活动断层的关系	(426)
7.4.3	数值化地震预测途径	(427)
7.4.4	讨论	(428)
7.5	贝加尔裂谷系及邻区断层活动的实时 (real time) 变化和成因	(434)
7.5.1	研究现状	(434)
7.5.2	活动断层评价方法	(434)
7.5.3	数据处理结果	(435)
7.5.4	断层活动性时空变化的原因	(438)
7.5.5	结论	(442)
7.6	用 GIS 研究俄罗斯阿尔泰-萨彦地区构造与地震活动性的相关性	(443)
7.6.1	数据和方法	(444)
7.6.2	结果与讨论	(446)
7.6.3	结论	(451)
7.7	帕米尔地震构造: 斜向转换剪切和向南深俯冲模型	(453)
7.7.1	概述	(453)

7.7.2	地震记录 and 数据处理	(455)
7.7.3	地震活动性分析方法	(455)
7.7.4	中、深源地震活动的剖面投影、地震构造和俯冲大陆板块的三维几何学	(457)
7.7.5	恰曼断层左行走滑运动与帕米尔地震带的关系	(461)
7.7.6	后退的深俯冲和前进的反冲构造体系	(464)
7.7.7	大陆深俯冲作用	(464)
7.7.8	讨论和结论	(467)
7.8	川主寺-黄龙左行走滑剪切断层和松潘-平武剪切转换构造体制	(470)
7.8.1	概述	(470)
7.8.2	地质背景	(472)
7.8.3	川主寺-黄龙乡新构造变动特征、破裂几何学和运动学	(474)
7.8.4	松潘-平武地区现今地壳变动及其与川主寺-黄龙左行走滑断层的构造联系	(480)
7.8.5	讨论和结论	(486)
7.9	松潘-甘孜地区百年地震构造和现今动力学	(488)
7.9.1	地质构造背景	(489)
7.9.2	松潘-甘孜地区的百年地震断层	(490)
7.9.3	松潘-甘孜地震构造格局及其分时段变迁	(493)
7.9.4	松潘-甘孜现今地壳变形	(495)
7.9.5	讨论和结论	(497)

第 1 章 亚洲中部强震构造域的 地质构造和动力学条件

1.1 中国-蒙古大陆地震构造及全球地壳运动背景*

1.1.1 中蒙大陆构造区

中国大陆及邻区以帕米尔—贝加尔湖—斯塔诺夫山脉为北西界和北东界，喜马拉雅山和红河断裂为西南界，东南则以边缘海的外缘为界，该区是全球大陆地壳 GPS 水平位移量最大和境内变化最复杂的构造单元（图 1-1-1）；受多方位多种动力作用，是全球大陆内部变形最强的；就其现今构造运动在欧亚大陆板块内的相对独立性，可称为中蒙大陆构造区（或中蒙次板块）。

欧洲总体运动方向 NE，平均水平运动速率 30 mm/a，中亚运动由西向东，30 mm/a，中国大陆及邻区运动方向 SEE（40 mm/a）。欧亚大陆犹如一个大木筏，180 Ma 以来持续地由西向东的运动受控于北大西洋洋脊向东的地幔流。欧亚大陆南侧受非洲板块（NE，35 mm/a）、阿拉伯板块（NE，37 mm/a）和印度板块（NE，50 mm/a）几乎同方位的推挤，这是造成南欧山地和爱琴海、伊朗高原和青藏高原的直接侧动力。三股 NE 向的地幔流与 E 向的地幔主流线相汇合是作用于整个欧亚大陆的基本动力条件（马宗晋等，2002）（图 1-1-1（a））。

中国大陆及邻区处于欧亚大陆东南角区，正是大木筏东漂的前端，遭受西北太平洋板块的俯冲及其派生的深层地幔上涌动力，还有北极洋脊张裂 SE 向的微小推动（图 1-1-1（b）），这是造成中国大陆及邻区变动范围广、复杂而强烈的主要水平向动力因素。

1.1.2 构造区内部的区块、条块和地块

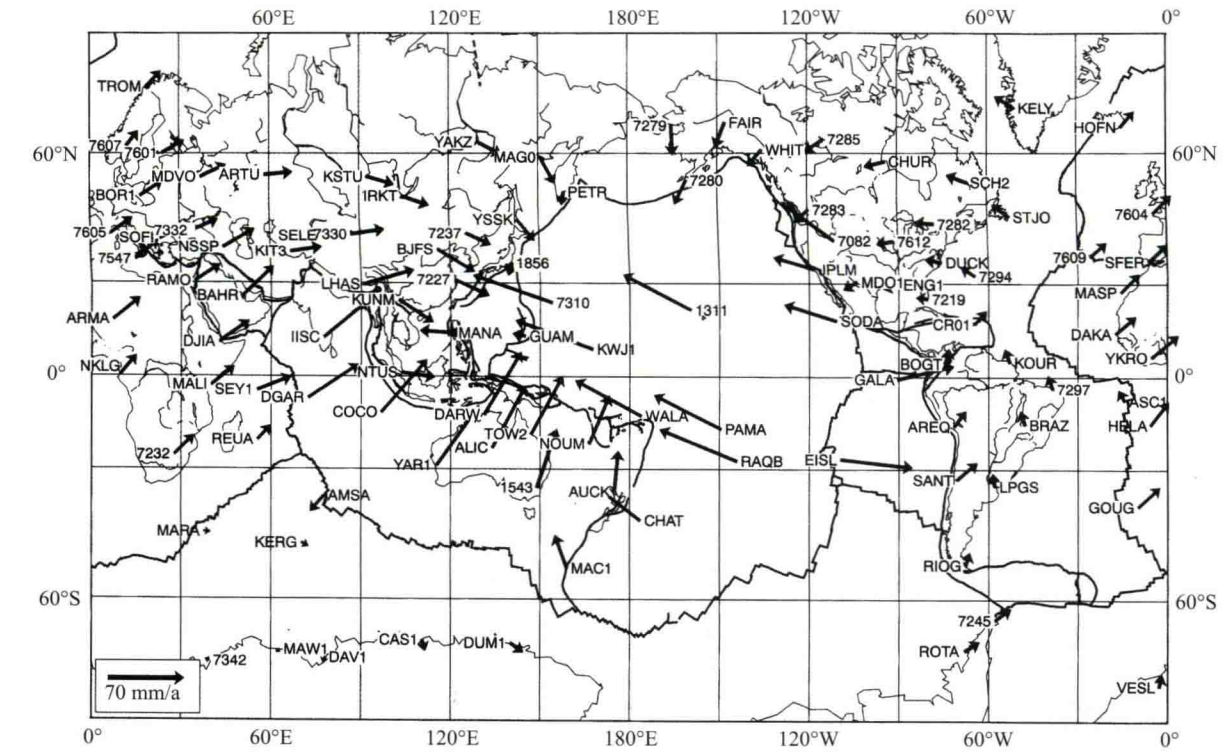
中蒙大陆构造区内部，可分出三个级别具有相对独立运动意义的构造区块、条块和地块（表 1-1-1）。根据重力、瑞利波群速度成像和地震活动性的研究，给出了这些构造区块在地壳结构和地震活动的相对独立特点（冯锐等，2002；Huang 等，2003），GPS 速度场则更进一步显示了它们现今相对独立水平运动的速率和态势（图 1-1-2）。

中蒙西部构造区块内，水平位移速率约是 25~5 mm/a，中蒙东部构造区块的中部和南部条块内 GPS 的水平位移速率约为 12~3 mm/a，它们都已超过误差，可据此进行区块平均位移场和相关视应力场的计算，文献（王琪等，2002；江在森等，2003；张培震等，2002）中已进行了相应的计算。东北部条块现有数据尚不足以用于视应力场计算。

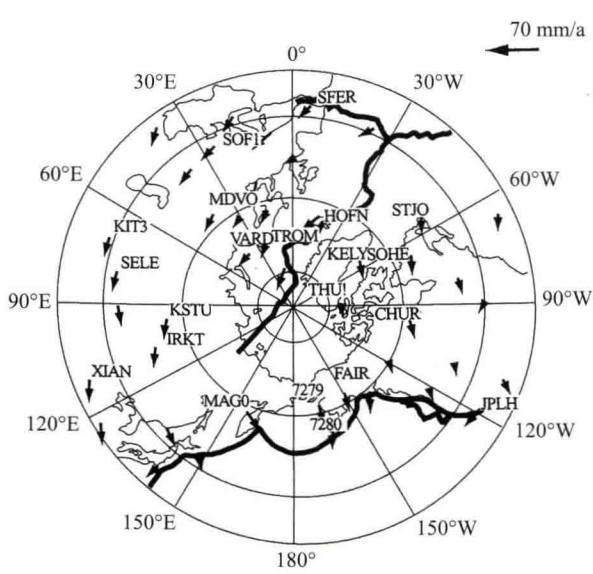
* 本节作者：马宗晋¹ 张培震¹ 任金卫¹ 冯锐² 张进¹

¹ 中国地震局地质研究所；² 中国地震局地球物理研究所

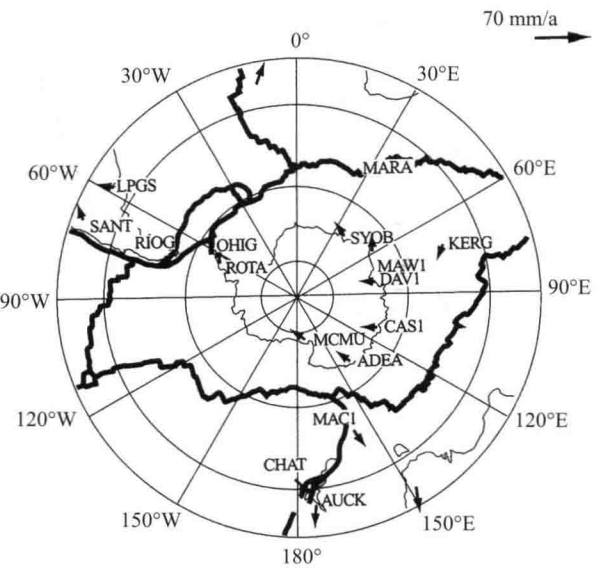
本节摘自论文《从 GPS 水平矢量场对中国及全球地壳运动的新认识》，地球科学进展，2003，18（1）：4~11。



(a)



(b)



(c)

图 1-1-1 ITRF2000 全球水平矢量图 (a)、北极矢量图 (b)、南极矢量图 (c)

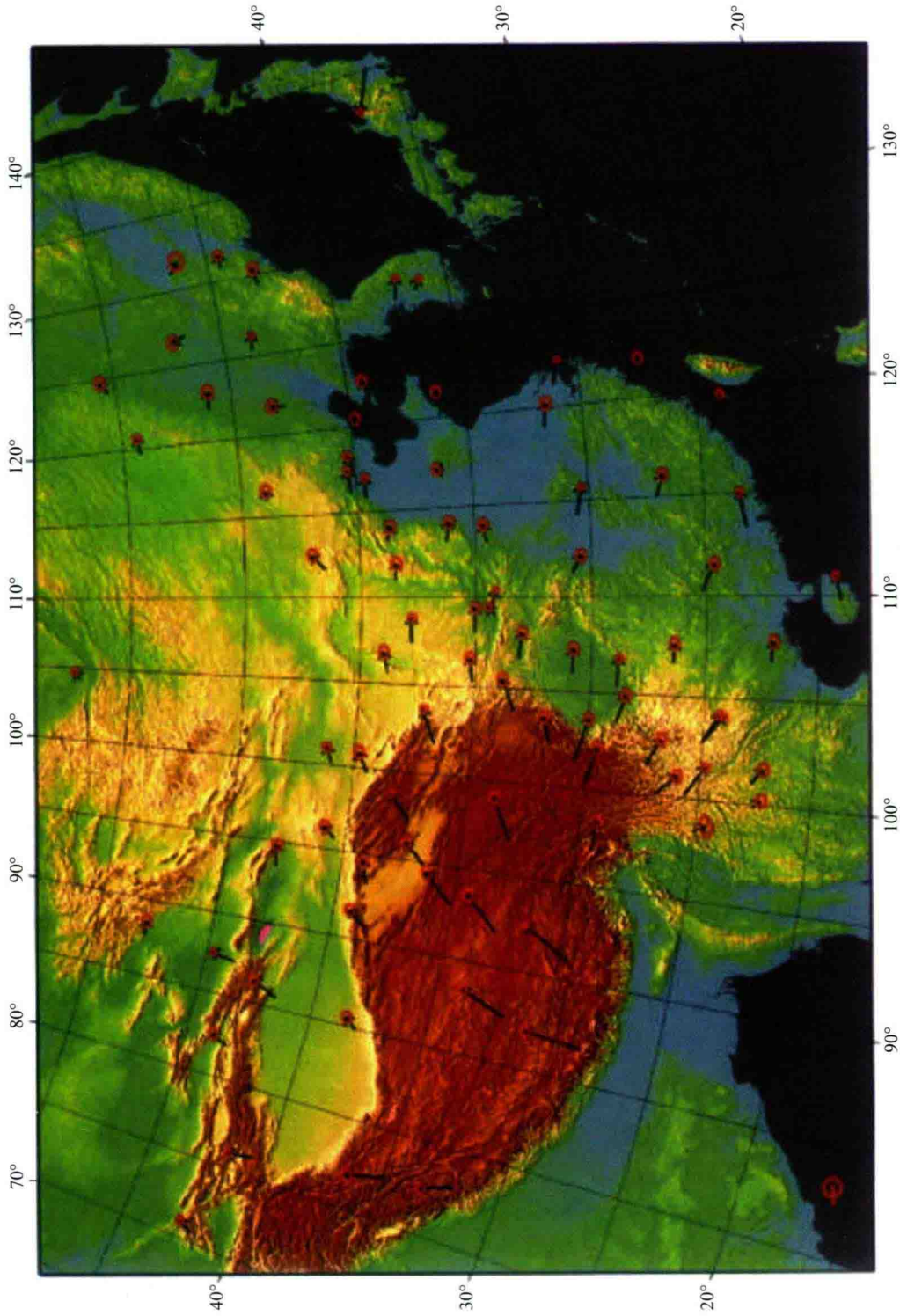


图 1-1-2 全国 GPS 水平矢量图 (1998 ~ 2000)