

一九五四年 山丹地震断裂带

The Fault Zone of 1954 Shandan Earthquake

董治平 编著



兰州大学出版社

地震科学联合基金会出版基金资助项目

一九五四年山丹地震断裂带

董治平 编著



兰州大学出版社

带裂震地山丹五九一

图书在版编目(CIP)数据

一九五四年山丹地震断裂带/董治平编著. —兰州:
兰州大学出版社, 2007.10
ISBN 978-7-311-03021-6

I. —… II. 董… III. 断裂带-地震活动性-研究-山
丹县-1954 IV.P316.424

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第155379号

出版人 陶炳海
责任编辑 张仁
封面设计 董治平

书 名 一九五四年山丹地震断裂带
作 者 董治平 编著
出版发行 兰州大学出版社(地址:兰州市天水南路222号 730000)
电 话 0931-8912613(总编办公室) 0931-8617156(营销中心)
0931-8914298(读者服务部)
网 址 <http://www.onbook.com.cn>
电子信箱 press@onbook.com.cn
印 刷 甘肃海通印务有限责任公司
开 本 787×1092 1/16
印 张 13.625(彩插4)
字 数 316千字
版 次 2007年10月第1版
印 次 2007年10月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-311-03021-6
定 价 30.00元

(图书若有破损、缺页、掉页可随时与本社联系)

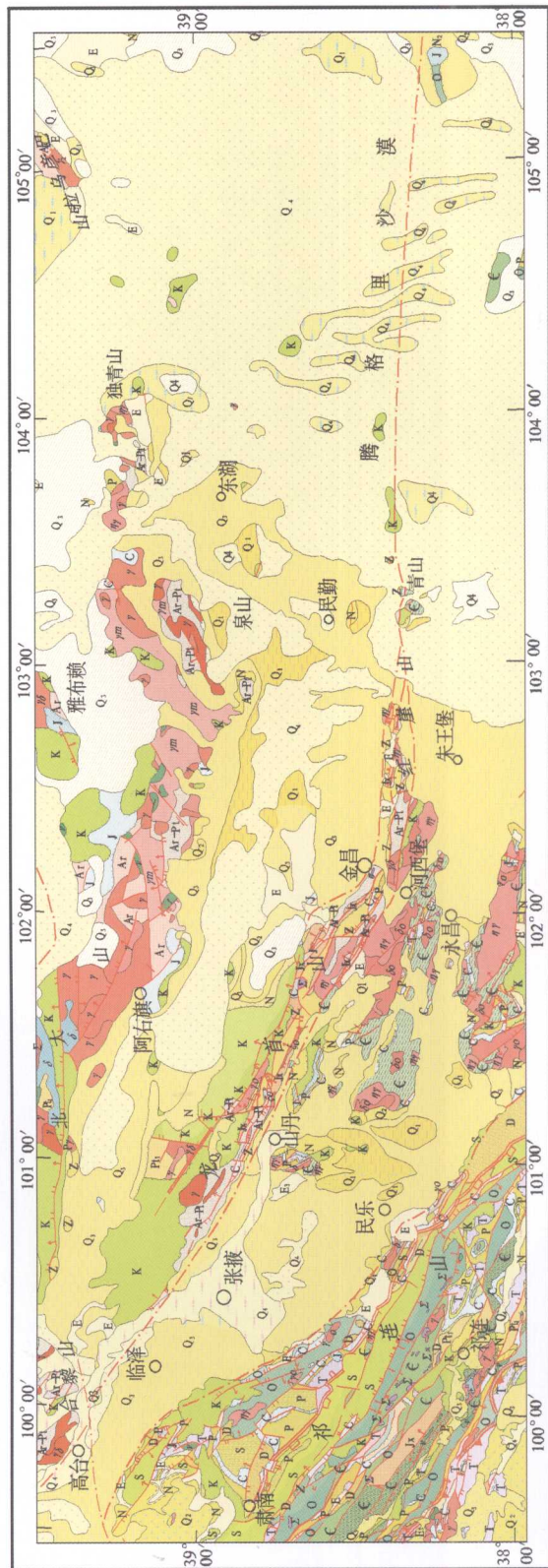


图 1-6 龙首山-阿拉善区域地质图

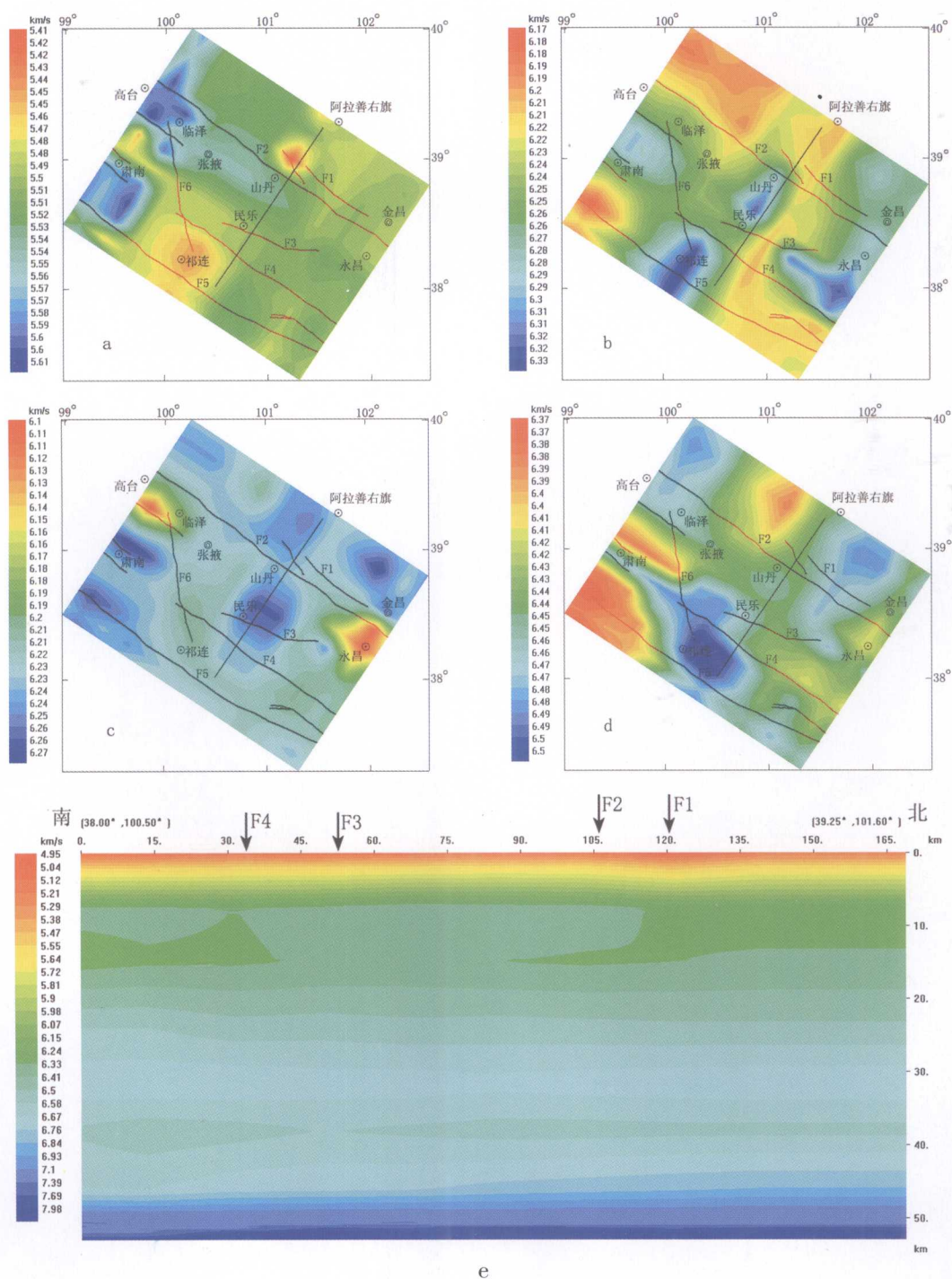


图 2-3 三维速度成像

a 0~4km 三维速度成像图; b 4~11km 三维速度成像图; c 11~19km 三维速度成像图;
d 19~29km 三维速度成像图; e 速度结构剖面图; F₁ 龙首山北缘断裂; F₂ 龙首山南缘断裂;
F₃ 祁连山北缘断裂; F₄ 昌马-俄博断裂; F₅ 门源-陶莱山断裂; F₆ 榆木山断裂



照片 1 小冲沟右旋错断 4 米. 境向北



照片 2 条形山脊右旋断错形成眉脊面地貌. 境向东北



照片 3 大峡河东断层三角面. 境向西北



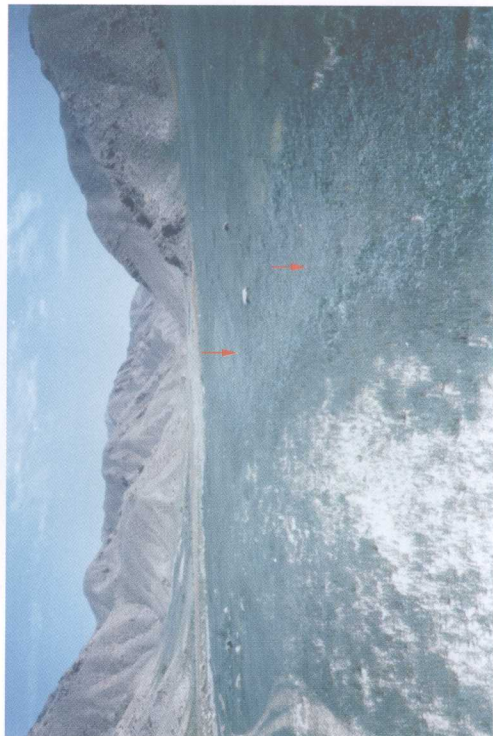
照片 4 断层谷(袞夺谷). 境向西北



照片 5 断层陡坎及小断塞塘(坑)。境向南东



照片 6 逆(反)坡向断层陡坎。境向北



照片 7 包代河地震断层沟槽。境向南东



照片 8 坡拉麻顶地震裂缝(远景)。境向南东

紀念碑

一九五四年二月十一日上午八時半，因受猛烈地震，房屋倒塌。經上級撥款群眾支援，重新修建房屋七十六間。於同年四月三十日開工，十月一日全部落成。特立此碑以茲紀念。

中共山丹縣委員會

公元一九五四年十月一日立

(此碑鑲嵌于原县委大門右側牆壁上)

紀念碑

山丹於一九五四年二月十一日上午八時半發生地震，部份建築被毀，壓死人五十名，壓傷人三百二十九名，並傷亡牲畜二百八十二頭，倒塌房屋七千二百七十七間，人民財產損失極大。本府房屋亦全部摧毀，遂於同年由甘肅省人民政府撥款，在山丹縣群眾的大力支援下，重建房屋八十八間，於同年四月三十日開工，十一月十日竣工，特此立碑以誌紀念。

山丹縣人民政府

公元一九五四年十一月十日

(此碑鑲嵌于原縣府大門右側牆壁上)

序

1954年山丹7.14级地震，是中华人民共和国成立以后，发生在西北地区，且有一定人口密度地区的第一个7级以上地震。该地震使甘肃省山丹县蒙受很大损失。大量房屋倒塌、损毁，50人死亡，300多人受伤，数万人无家可归。

地震的突然发生引起各级政府和领导的高度重视。中国科学院、甘肃省政府领导组织了中国科学院、地质部、铁道部及甘肃省工业厅等18个单位的联合考察队，奔赴地震灾区，对山丹地震开展了大规模的监测与考察，获得了大量第一手资料和珍贵图片，为山丹地震的继续研究以及后来大地震考察与研究奠定了基础，开创了大震宏观考察研究的先河。山丹大地震是建国以后第一个大型考察队进行过综合考察的地震，也是第一个在我国撤下地震现场考察知识种子的地震。地震后，中共山丹县委、山丹县人民政府为纪念罹难者、地震灾害及其损失立了纪念碑。这是我国解放以后第一次因地震立纪念碑。

1954年山丹7.14级地震过去五十余年，作为这次大地震第一现场的考察者和见证人，我亲眼目睹了山丹大地震造成的灾难，当时的一些场景仍历历在目。总想写点什么以志纪念。欣喜董治平所著《一九五四年山丹地震断裂带》一书即将出版，这是该书作者多年来潜心研究的积累和企盼，也了却了我想说点什么的心愿。回想过去的这50年，地震研究尽管取得了一些成绩和进展，但对大地震的成因及其预测研究仍处在探索阶段，也就是说，地震科学研究进展与实现地震预测的科学目标之间还存在很大距离。地震预测需要长期的科学探索和探索过程中的科学积累。地震预报的突破有赖于对地震孕育、发生规律的科学揭示，而加强基础研究和探测是揭示地震发生规律的基本途径。从这个意义上讲，《一九五四年山丹地震断裂带》一书的出版不仅是对1954年山丹地震的纪念，而且是对大地震成因探索的一种科学尝试和新积累。

《一九五四年山丹地震断裂带》有别于传统的活动断裂带研究，描述断裂带几何学、运动学特征的篇幅不多。因为地震断裂带本身太短，现存约5公里长的地震断层、裂缝带，不可能采集到更多的数据、资料，也很难有广阔的论述空间。就是按地震当年的考察结果，20公里长的地震破裂带也与西

北地区、中国西部七级以上地震破裂带的长度规模相差甚远。这正是山丹地震断裂带研究的难点。山丹地震的成因、山丹地震破裂带短且呈“面状”散布的形成机制则是山丹地震研究的焦点。本书就是围绕着这样一个难点和焦点，从多学科的角度来观察问题、提出问题、认识问题、分析问题，展开了系统研究和讨论。本书涵盖内容较广，涉及学科领域较宽，既有对前人资料的挖掘和整理，又有新的发现、新的收获和独到的思想见解，充分展示了新思维研究结果的集成。

《一九五四年山丹地震断裂带》不仅仅是山丹地震断裂带的研究，而是1954年山丹地震构造环境的综合研究，是龙首山构造带形成与演化的研究，是整个河西走廊中部地区、青藏高原北部地区构造活动与地震活动的研究。山丹地震断裂带古地震事件的揭露，使得龙首山地区历史地震、现代地震的存在与活动顺理成章。三维速度结构等地球物理资料的引入、应用与交叉研究，地表构造与深部构造的结合研究，使得对山丹地震成因的解释更趋合理，山丹地震地表破裂带的“面状”散布有了“归宿”。表明龙首山隆起构造带的现代地貌特征及其成因与山丹地震，以及长期以来龙首山地区的地震活动相辅相成。基于这些认识和研究积累，凭借几十年孜孜不倦的探索精神和经验，作者较成功地预测了2003年10月民乐—山丹6.1、5.8级地震（曾对1988年1月吴忠—灵武5.4、5.1级地震做出了准确的短期预测）。

《一九五四年山丹地震断裂带》一书的出版，是对山丹地震发生50年来的回顾、总结、研究和纪念；是对大地震成因独辟蹊径、另类研究的有益探索和大胆尝试；更是对大震预测基础研究的科学积累。对山丹地震成因的解释不惧权威，不拘已有观点、思想的束缚；有继承，有发展，有新意；博众家之长，立一己之言，是本书的一个显著特点。大陆地震成因、机理问题，大震成因、机理问题，应是地震预测基础研究永恒的主题。地质、地球物理交叉分析，地表构造与深部结构构造综合研究地震断裂带及大震成因，是揭示地震孕育、发生规律的创新思维，必将我国的大地震成因研究、大地震预测研究引向深入。

郭增建

2007年6月

（郭增建，原中国地震局兰州地震研究所所长、甘肃省地震局局长）

前 言

1954年2月11日甘肃省山丹县7¼级地震，是建国以来西北地区及青藏高原北缘的第一个强破坏性大地震。大震发生后，甘肃省人民政府立即组成山丹地震调查队，深入现场调查，开展抗震救灾。由中国科学院地球所和地质所、国家计委、地质部、铁道部、甘肃省工业厅等18个单位的有关专家、技术干部组成的调查队，于当年3月对地震灾害进行了综合调查；6~9月间又组织了一次补充调查。在先后多次地震、地质、测量等现场考察的基础上，写出了此次地震的考察研究报告。留存至今的有：①铁道部设计局西北分局“山丹县地震调查报告”；②山丹县委“山丹县地震灾害及救济情况报告”；③朱允明“山丹地震考察笔记”等。

国家地质部周光考察了山丹地震，并撰写了《甘肃省山丹地震的地质现象》论文，发表于1954年《地质学报》。谢毓寿、郭履灿《1954年2月11日甘肃省山丹县的地震》论文，发表于1957年《地球物理学报》。山丹地震的考察资料分别刊载于1956年《中国地震资料年表》（上册），1983年《中国地震目录》和《中国地震历史资料汇编》（第五卷），1985年《陕甘宁青四省区强地震目录》及1989年《甘肃省地震资料汇编》等书籍内。

1974~1975年，原兰州地震大队地震地质队，对此次地震进行了发震构造环境的考察，认为地震的发生与北西西、北北西向构造复合有关。1978~1980年，兰州地震研究所大震考察组，对山丹地震的构造背景进行了考察研究，并撰写了《1954年山丹地震构造的背景研究》。1985~1988年，国家地震局地质研究所和兰州地震研究所，1989~1990年，兰州地震研究所，分别对山丹地震构造进行了野外考察及相关研究。

因此，山丹地震的调查是中华人民共和国成立之后首次比较深入的大型地震现场调查，开创了大震宏观考察研究的先河，也是第一个在我国撒下地震现场考察知识种子的地震。前人的开创性工作积累了宝贵的资料和丰富的经验，为我们研究山丹地震断裂带打下了基础，也留下了一些不容回避的问题：如发震构造、地震破裂几何与性质、古地震等。关键问题和置疑点是对地震成因的解释，提出的地震破裂模式因停留在定性描述的层面上而缺乏说

服力，也很难对山丹地震残余变形的多样性及“无序”分布给出合理的、令人信服的解释。这正是山丹地震构造研究的焦点和难点，也是“1954年山丹地震断裂带研究”获准立项的重要依据。

青藏高原北缘、东北缘，自1920年海原8.5级地震以来，先后有1927年古浪8级、1932年昌马7.6级、1954年山丹7¼级和民勤7级大震相继发生。这一组在空间上大跳迁，在时间上相呼应，强度渐衰减的地震发生之规律是显然的，是青藏高原北缘、东北缘在特定时间段上大震成带丛集，迁移活跃的缩影。在这些大地震中，山丹、民勤地震没有做过系统的专题研究，所以，这一组地震为何以山丹、民勤地震划上句号将无从谈起。这不仅是“成串”地震活动规律研究的空白点，而且是青藏高原北缘、东北缘大震活跃带研究的缺憾。山丹地震破裂变形及破裂方式与海原、古浪、昌马地震差别很大，地震断层短且位移显著，表现为右旋走滑兼正倾滑，剖面显示正断层性质，大面积散布的主要是多组方向的地裂缝带及崩塌带。正因为这种复杂的面状残余形变现象，使得前人对该地震的成因有“两组构造交汇孕震”、“崩塌地震”等不同的解释，这就是山丹地震研究的切入点和诱人之处，也是“1954年山丹地震断裂带研究”的意义所在。

山丹地震发生在龙首山北缘，隶属于青藏地块与阿拉善地块的过渡带。所以，山丹地震断裂带研究将有助于了解该过渡带的现代构造运动及变形，地壳结构和地壳应力状况；有助于深入认识青藏高原北缘的形成和发展，以及大区域构造块体边缘和大陆内部地壳动力学的特征；更有助于龙首山断裂带及龙首山构造块体的成因及新活动研究。

1997年，“1954年山丹地震断裂带研究”课题，得到地震联合基金资助。我们紧扣山丹地震发震构造这一关键主题，从地质、地球物理两个方面，运用定性与定量相结合，地表与深部相结合，局部构造与区域构造相结合的研究思路，对山丹地震断裂带的几何学、运动学、古地震、主破裂方式及成因机制诸方面，进行了系统的野外考察和室内模拟研究。拍摄照片300多幅，并汇集成地震破裂带图集。对现存山丹地震地表破裂带进行了航片解译及概略填图。开挖古地震探槽一个，采集地层和古地震¹⁴C样品一个，热释光样品7个。测量陡坎剖面25条，冲沟、山脊位错28条，大平板仪测冲沟位错图两张。共获得水平、垂直位移数据60余个。取得的初步认识是：①现存山丹地震破裂带长约5km，主要由两段组成，一段是包代河地震断层，长2.5km，是地震的主破裂带，其破裂方式为顺扭兼正倾滑，它是一条张剪切断层；另一

段是坡拉麻顶裂缝带,长约 2km,由多条张裂缝和部分崩塌组成;②在包代河地震断层首次揭露出 3 次古地震事件,古地震重复间隔 350~700 年;③山丹地震的发震构造是包代河—黑山头断层,该断层是目前龙首山北缘断裂带最活跃的一段。为了对山丹地震断裂带、龙首山北缘断裂带及龙首山构造块体,现代活动和深部特征有更进一步的全面而系统的了解和认识,我们从三维速度结构成像、重力、航磁、电性结构及岩石学等方面研究了断裂带的深部性状。同时还分析了龙首山地区的古地震、历史地震及现代地震活动规律。认为龙首山北缘断裂带不仅是龙首山与潮水盆地的边界断裂带,而且是断错上地壳的深断裂带,更是一条正在活动的孕震、发震构造带。

“1954 年山丹地震断裂带研究”课题的亮点,是给山丹地震成因以全新的解释,即山丹地震是地幔物质上涌诱发的上地壳张应力环境的产物。这使得地震断层短、位移显著,裂缝、崩塌多且呈面状散布现象共存的解释更趋合理。这也是本书的最大看点之一。

2004 年,作者经过多年对山丹地震构造的研究积累和深入总结后,“1954 年山丹地震断裂带”被地震科学联合基金会批准,并立项为出版基金资助课题。也就是说,本书是在“1954 年山丹地震断裂带研究”课题的基础上完成的。作者及其同事几十年来在青藏高原北缘、河西走廊致力于地质、地球物理研究与探测、强破坏性地震考察等工作。在整理、归纳前人工作的基础上,补充我们自己的野外考察、测量资料和室内反演计算的新结果,从实际资料提炼升华,总结出龙首山地区的深、浅部基本变形特征,初步形成山丹地震孕育的力学模型,模拟该地震破裂过程,并对其进行构造地质解释,进而探讨山丹地震孕育的构造环境。这即是《一九五四年山丹地震断裂带》的核心思想和主题。本书的编写基于以下几方面的考虑:

1. 为地震和地球科学工作者提供研究区详尽、客观的地质、地震及地球物理资料。通过本书,读者可获取到目前为止本区活动构造资料的全貌和可供参阅的资料,既有丰富多样的信息和数据,也有更多的分析、探索和考证。

2. 揭示龙首山构造块体的演化过程及现代变形,重新认识其与青藏板块、阿拉善板块之间的相互作用及其关系,问鼎青藏高原北缘的地壳动力学问题。

3. 探讨山丹地震孕育构造环境,模拟和解释山丹地震及其地表形变破裂带的成因,扩展断层地震成因概念的内涵,企图就大地震的深浅部构造环境进行尝试性的探究和揭露。

4. 分析山丹 7^{1/4} 级与民勤 7 级地震的关系,论证 1920~1954 年青藏高原

北缘、东北缘海原 8.5 级、古浪 8 级、昌马 7.6 级、山丹 7.4 级和民勤 7 级地震相继发生的特征、成因，及其在大时空域跳迁、呼应、丛集的大背景。

本书的前言由董治平执笔。正文共九章。第一章为研究区地质构造，简要论述青藏高原北缘大地构造单元划分及其特征，地层、岩浆岩分布及特点，构造地貌单元与新构造，活动断裂与活动构造。第一节至第四节由董治平执笔，第五节由向光中执笔。第二章为区域深部构造环境研究，主要包括天然地震三维速度结构，区域重力场、航磁场特征及大地电磁测深反演结果。着重从深部探测资料的角度介绍和论述地球物理场反演及其构造解释。第一节由张元生执笔，第二、三节由李柏祥执笔。第三章是山丹地震概述，重点讨论 1954 年山丹地震的基本参数、地震烈度、地震灾害，以及山丹地区的历史与现代地震活动。董治平执笔。第四章论述 1954 年山丹地震断裂带。分别描述了龙首山北缘断裂带、包代河—黑山头断裂带、包代河—大峡河地震破裂带及裂缝带几何、位错及其地貌特征。何文贵执笔。第五章为山丹地震断裂带的古地震事件分析。主要包括包代河探槽剖面描述、构造位错测量，古地震事件测年、分期及其重复间隔计算，以及龙首山北缘断裂带古地震事件的初步分析。董治平执笔。第六章讨论研究区构造应力场。分析新构造应力场、现代构造应力场及龙首山区孕震构造应力场。董治平执笔。第七章在前六章的基础上综合研究了 1954 年山丹地震孕育、发生的构造环境。包括山丹地震孕育的构造应力环境、山丹地震破裂带力学模型及有限元模拟计算等。董治平执笔。第八章探讨龙首山断块的演化过程及现代变形。主要讨论阿拉善弧形构造带，龙首山古裂谷带，龙首山断块构造，龙首山活动构造，龙首山断块现代地貌变形等。董治平执笔。第九章分析山丹地震与民勤地震的相关性。第一节为民勤地震概况，由刘洪春执笔；第二节为山丹地震与民勤地震的相关性初步认识，由董治平执笔。全书由董治平最后修改定稿。

综览本书，有以下 6 个显著特点：

1. 给出了山丹地震孕育区域的地质、地球物理资料，地震活动资料，活动断层、活动构造、新构造及其构造应力场的资料。
2. 基于山丹地震孕育环境深层次的讨论，研究了山丹地震构造、龙首山块体的三维速度结构，重力场、航磁场及地壳上地幔电性结构，并获得了一些有价值的结果；首次发现龙首山在上地壳十几公里深度存在低速层，并显示阿拉善块体呈低速体下插河西走廊。
3. 视龙首山断块构造为山丹地震的母体构造，研究了其形成、演化过程

及最新变形特征;初步论证了龙首山断块构造可能是一个巨型推覆构造,应该是青藏块体和阿拉善块体碰撞作用的结果。试探性地提出了桃花拉山为龙首山裂离体的猜想。

4. 从认识山丹地震构造应力场环境入手,利用不同资料和方法,分析、计算了研究区不同时空域的构造应力场。

5. 讨论了山丹地震与东西向、南北向构造的关系,山丹地震与民勤地震的关系,以及山丹地震、民勤地震与青藏高原北缘大震迁移的相关性。

6. 详细描述了现存山丹地震破裂带的各种特征,并论证和建立了其可能的力学模型,模拟了地震孕育及其破裂过程。认为山丹地震是地幔物质上涌诱发的上地壳张应力环境的产物。这种破裂模型使得地震断裂带短、位移显著,裂缝、崩塌多且呈面状散布这些现象共存,客观合理。把山丹地震的孕育与龙首山现代隆升变形相联系,以上地幔热物质涌动的垂向力作为山丹地震过程的主动动力建立模型,是认识和解释山丹地震成因的有益尝试,也是一个有效的研究过程,其意义决不仅仅限于山丹地震。

本书是在众多科学家大量的研究积累的基础上写成的,特别是在与作者共同开展“1954年山丹地震断裂带研究”课题研究的同仁们的工作成果基础上完成的,其中有戴华光、张冬丽等,书中应用了他们的研究成果。在本书撰写过程中参阅了陈文彬的博士毕业论文。我们还参考、引用了一些相识和不相识的科学家已公开发表的文献资料。铁道部第一设计院资料室,中国地震局第二地形变监测中心张茜和王双绪,张掖地震局姚吉禄和朱子政,兰州地震研究所袁道阳、陈兰新、李旭升等为本书的编写提供了有关资料,他们的辛勤耕耘已浸透在本书的字里行间。

“1954年山丹地震断裂带研究”课题的申请和实施,曾先后得到了张培震、吕德徽、才树华、刘百麓等先生的关心和指导;“1954年山丹地震断裂带”出版基金的立项和实施,曾得到了邓起东、郭增建、向光中等先生的指点、支持和始终不渝的关心、帮助,本书的完成也倾注了他们的心血。

中国地震局地质研究所计凤桔、李建平,中国科学院兰州沙漠研究所胡智育等进行了年代样品的测定;甘肃省地震局刘小明协助进行了部分野外工作;野外考察中得到了内蒙古自治区阿拉善右旗蒙古族兄弟巴特尔一家的热情帮助;陆德章先生一家为我们提供了临时住所。

我们向上述各位专家、学者、同仁、朋友一并表示深深的谢意。

本书英文目录校对为吕太乙,部分电子图件由代炜、王平绘制,部分文

字录入编辑由陈瑶完成，在此对他（她）们的辛勤劳动也道一声谢谢。

在《一九五四年山丹地震断裂带》行将出版之际，我们谨向地震科学联合基金会表示衷心的感谢，没有他们的资助，则不可能有本书的问世。

历时数年的不懈努力，本书就山丹地震成因、山丹地震破裂带及山丹地震孕育环境的研究获得了新的宝贵资料，取得了一些初步的认识，也提出了一些不成熟的看法。我们的著述则是反映大地震构造研究现代认识水平的一次科学实践活动，可以说，本书集众多学者研究成果之大成，只是在前人研究基础上向前迈进了一小步，艰难而坚实的一小步。山丹地震及青藏高原东北缘大震研究的路还相当漫长，有许多问题有待进一步探索和考证。本书取得的认识还是肤浅的，讨论问题的深度也感不足；尽管作者殚精竭虑，终难免存在资料及所讨论问题的纰漏和谬误，敬请各位读者、专家点评、赐教。

作者

2007年6月

目 录

第一章 青藏高原北缘(龙首山地区)区域构造概况	(1)
第一节 构造分区及构造单元	(1)
第二节 主要地层和岩浆活动	(5)
第三节 地貌与新构造	(13)
第四节 活动断裂带	(19)
第五节 活动构造带	(30)
参考文献	(34)
第二章 区域深部构造环境	(36)
第一节 研究区三维速度结构	(36)
第二节 重力场与地壳结构	(44)
第三节 航磁场及地壳上地幔电性结构	(49)
参考文献	(54)
第三章 1954 年山丹 7 ¹ / ₄ 级地震概况	(56)
第一节 地震基本参数	(57)
第二节 地震烈度	(61)
第三节 地震灾害	(63)
第四节 历史地震与现代地震	(70)
参考文献	(79)
第四章 1954 年山丹地震断裂带	(81)
第一节 龙首山北缘断裂带几何及内部结构	(81)
第二节 包代河—黑山头断裂断错地貌及位移分布	(84)
第三节 包代河—大峡河地震破裂带几何和运动学特征	(86)
第四节 地裂缝带特征	(94)
参考文献	(99)
第五章 山丹地震断裂带的古地震	(100)