

中国活断层研究专辑

鄂尔多斯
周缘活动断裂系

地质出版社

中国活断层研究专辑

鄂尔多斯周缘活动断裂系

国家地震局《鄂尔多斯周缘活动断裂系》课题组

地震出版社

1988

鄂尔多斯周缘活动断裂系

国家地震局《鄂尔多斯周缘活动断裂系》课题组

责任编辑：蒋浩旋 李红杰

*

地震出版社 出版

北京复兴路63号

北京小红门印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

*

787×1092 1/16 21.75印张 8插页 554千字

1988年8月第一版 1988年8月第一次印刷

印数：001— 500

(精) ISBN 7-5028-0119-7/P·77

(521) 定价：11.50元

内 容 提 要

本书是我国活断层研究专辑的第一本，是国家地震局“七五”期间所取得的一项重大科研成果。

鄂尔多斯周缘活动断裂系是我国独具特色的主要活动断裂之一，又是著名的强震带。本书论述了该断裂系的形成与结构、晚第四纪至现代的断裂活动方式与强度，分析了强震区的发展构造条件与大地震重复间隔，探讨了鄂尔多斯地区的深部构造及岩石圈动力学特征。

本书内容广泛、材料丰富、论述深入，可供地质、地震和地球动力学等专业的科研、生产和教学人员参考。

序 言

对活断层的研究一直是地学中十分引人注目的一个课题。在我国,近些年来由于地震预报、地震危险区划和地震工程、工程区域稳定性评价、防治地质灾害以及地球科学理论研究等方面的需要,对活断层的研究有了长足的进展。对许多条活断层进行了系统的观察研究,加强了对活断层现代动态的仪器观测工作,包括对断层活动的各种形变测量、沿断层的地震活动观测和分析、地球化学成分变化等多方面的观测研究,特别是对一些工程建设重点地区、地震活跃地带的主要活断层,如二台-可可托海活断层、红河活断层、鲜水河活断层、祁连活断层、阿尔金活断层、海原活断层和鄂尔多斯周缘活断层等都进行了系统的深入研究。在许多重点地段开挖了探槽,对活断层的类型、分布组合、活动方式、滑动速率、断裂带上的古地震遗迹及有关年代学、强震复发间隔和应力状况等方面开展了广泛的探讨,为深入认识我国活断层的特点及解决有关的生产实际问题提供了大量的新资料和有价值的研究结果。

为了更全面和更广泛地交流这方面丰富的实际资料和在方法理论方面的研究成果,1983年国家地震局在武汉召开的有关中国活断层研究规划会议上决定,今后陆续将一些主要活断层研究的成果以一系列专著的方式出版。至今一些活断层的专题研究有的已经结束,有的也将陆续完成。这一系列专著的编辑出版将大大丰富活断层研究的理论,提高对活断层研究方法的认识,并将成为了解和研究中国活断层的一套重要参考文献。

《鄂尔多斯周缘活动断裂系》是这一系列专著中的一本。鄂尔多斯周缘的活断层在我国大陆内部自成一套系统,是一组十分具有活动特色的正断层系,而且这里是我国北方最明显的一个强震活动带,沿此带历史上发生过5次8级及8级以上强震,约占我国历史上有记载的8级及8级以上强震的四分之一。显然,深入地研究这一活动断裂系具有十分重要的理论和实际意义。本书是在以前工作的基础上,选择了有典型意义的活断层,从地质、地貌、地震、地形变、深部构造、实验模拟等多方面开展了大量实地考察与综合研究后撰写的。全书分十二章,是一本内容丰富、资料翔实、章节结构清晰、叙述流畅的著作。这是对鄂尔多斯周缘活断层研究的一个重要的阶段性总结。本书对系统研究和深入认识鄂尔多斯周缘活动断裂系以及我国板内的新构造应力场有重要的价值。

丁国瑜

1987. 12.

目 录

前 言	(1)
第一章 大地构造轮廓和新构造运动	(5)
第一节 大地构造和区域地质演化简史	(5)
第二节 中生代的沉积与地壳变动	(7)
第三节 新生代断陷带的形成与演化	(11)
第四节 鄂尔多斯块体周缘活动断裂系的分段	(17)
第二章 银川-吉兰泰断陷带第四纪活动特征	(20)
第一节 银川-吉兰泰断陷带的形成与演化	(20)
第二节 银川-吉兰泰断陷带的活动断裂	(22)
第三节 贺兰山东麓断裂带	(27)
第三章 河套断陷带第四纪活动特征	(39)
第一节 河套断陷带概述	(39)
第二节 大青山山前断裂带	(46)
第三节 乌拉山山前断裂带	(61)
第四节 狼山-色尔腾山山前断裂带	(65)
第五节 岱海断陷带	(71)
第四章 山西断陷带第四纪活动特征	(77)
第一节 断陷带的形成与演化	(77)
第二节 断陷带的第四纪断裂与断块运动	(84)
第三节 临汾盆地第四纪构造与断裂活动	(89)
第四节 忻定盆地第四纪断裂活动的一些证据	(108)
第五章 渭河断陷带第四纪活动特征	(114)
第一节 断陷带的形成演化与断块运动	(114)
第二节 华山山前断裂	(124)
第三节 骊山山前断裂	(130)
第四节 其他活动断裂概述	(136)
第六章 鄂尔多斯西南边缘弧形断裂束第四纪活动特征	(143)
第一节 鄂尔多斯西南边缘弧形断裂束概述	(143)
第二节 牛首山断裂带和天景山断裂带	(146)
第三节 海原断裂带	(152)
第七章 鄂尔多斯块体及周缘断陷带第四纪活动基本特征	(162)
第一节 断裂活动的继承性与新生性	(162)
第二节 活动断裂系的运动学特征	(163)
第三节 活动断裂系发展的阶段性	(168)

第四节	全新世活动期次及方式	(170)
第八章	鄂尔多斯周缘活动断裂系的现代地壳运动特征	(174)
第一节	区域垂直形变场	(174)
第二节	主要活动断裂的位移	(182)
第三节	地裂缝带及其与活动断裂的关系	(188)
第四节	地震活动与地震形变	(195)
第五节	活动断裂的地球化学场特征	(212)
第九章	大震的地表破坏与发震构造	(225)
第一节	1739年平罗大地震	(225)
第二节	1920年海原大地震	(232)
第三节	1303年洪洞大地震	(238)
第四节	1695年临汾大地震	(242)
第五节	1556年华县大地震	(247)
第六节	关于849年大地震	(251)
第十章	大地震重复间隔	(254)
第一节	大地震重复间隔的基本概念和研究方法	(254)
第二节	贺兰山东麓断裂带	(258)
第三节	海原断裂带	(270)
第四节	大青山山前断裂带	(274)
第五节	华山山前断裂带	(277)
第六节	用数值模拟方法研究大地震重复间隔	(281)
第七节	盆地体积变化与强震重复间隔	(285)
第十一章	鄂尔多斯块体及其周缘地区的深部构造	(290)
第一节	地壳上地幔热结构分析及莫霍面反演结果	(290)
第二节	临汾盆地、鄂尔多斯块体及其西缘地壳上地幔电性结构	(295)
第三节	震源深度范围内的物理力学状态	(306)
第十二章	鄂尔多斯块体及其周缘地区的岩石圈动力学特征	(312)
第一节	地质与地球物理的主要事实	(312)
第二节	鄂尔多斯地区动力学的模拟研究	(315)
第三节	动力学模式的探讨	(322)

Active Fault System around Ordos Massif

The Research Group on "Active Fault System around
Ordos Massif", State Seismological Bureau

Contents

Preface	(1)
Chapter 1 Geotectonic Framework and Neotectonism	(5)
1. Geotectonic Units and Geological Evolution of Ordos Region	(5)
2. Mesozoic Sedimentation and Crustal Deformation.....	(7)
3. Formation and Evolution of the Cenozoic Down-faulted Basin Belts.....	(11)
4. Division of Active Fault System around Ordos Massif	(17)
Chapter 2 Characteristics of Quaternary Movement of Yinchuan-Jilantai Down-faulted Basin Belt	(20)
1. Formation and Evolution of Yinchuan-Jilantai Down- faulted Basin Belt	(20)
2. Active Faults in Yinchuan-Jilantai Down-faulted Basin Belt.....	(22)
3. Eastern Piedmont Fault Zone of Helanshan Mountain	(27)
Chapter 3 Characteristics of Quaternary Movement of Hetao Down-faulted Basin Belt	(39)
1. A Brief Discription of Hetao Down-faulted Basin Belt	(39)
2. Piedmont Fault Zone of Daqingshan Mountain	(46)
3. Piedmont Fault Zone of Wulashan Mountain	(61)
4. Piedmont Fault Zone of Langshan-Sertengshan Mou- ntains.....	(65)
5. Characteristics of Quaternary Movement of Daihai Down-faulted Basin Belt	(71)
Chapter 4 Characteristics of Quaternary Movement of Shanxi Down-faulted Basin Belt.....	(77)
1. Formation and Evolution of the Down-faulted Basin Belt	(77)
2. Quaternary Faults and Block-faulting	(84)
3. Quaternary structures and Faulting in Linfen Basin	(89)

4. Some Evidences for Quaternary Faulting in Xinding Basin	(108)
Chapter 5 Characteristics of Quaternary Movement of Weihe Down-faulted Basin Belt	(114)
1. Formation and Evolution of Weihe Down-faulted Basin Belt	(114)
2. Piedmont Fault Zone of Huashan Mountain	(124)
3. Piedmont Fault Zone of Lishan Mountain	(130)
4. A Brief Discription of Other Active Faults	(136)
Chapter 6 Characteristics of Quaternary Movement along the Arcuate Fault Bundle on the South-western Border of Ordos Massif	(143)
1. A Breif Discription of the Arcuate Fault Bundle	(143)
2. Niushoushan and Tianjinshan Fault Zones	(146)
3. Haiyuan Fault Zone	(152)
Chapter 7 Main Characteristics of Quaternary Movement along the Active Fault System around Ordos Massif	(162)
1. Inheritance and New Initiation of the Fault Activity	(162)
2. Kinematic Characteristics of the Active Fault System	(163)
3. Evolution of the Active Fault System	(168)
4. Episodes and Patterns of the Fault Activity in the Holocene	(170)
Chapter 8 Characteristics of Recent Crustal Movement along the Active Fault System around Ordos Massif	(174)
1. Vertical Ground Deformation of the Ordos Region	(174)
2. Displacement along the Major Active Faults	(182)
3. Ground Fissure Zones and Their Relationship with the Active Faults	(188)
4. Seismicity and Earthquake-generated Ground Defo- rmation	(195)
5. Geochemical Anomalies on the Active Faults	(212)
Chapter 9 Deformation by Large Earthquakes and Seismogenic Structures	(225)
1. Pinluo Earthquake in 1739	(225)
2. Haiyuan Earthquake in 1920	(232)
3. Hongtong Earthquake in 1303	(238)

4. Linfen Earthquake in 1695.....	(242)
5. Huaxian Earthquake in 1556.....	(247)
6. Discussion on the Earthquake in 849.....	(251)
Chapter 10 Recurrence Interval of Large Earthquakes.....	(254)
1. Basic Concept and Methods of Study of Recurrence Interval of Large Earthquakes.....	(254)
2. Eastern Piedmont Fault Zone of Helanshan Mountain.....	(258)
3. Haiyuan Fault Zone.....	(270)
4. Piedmont Fault Zone of Daqingshan Mountain.....	(274)
5. Piedmont Fault Zone of Huashan Mountain.....	(277)
6. Digital Simulation Study of Recurrence Interval of Large Earthquakes.....	(281)
7. Relationship between Varied Volume of Basin and Re- currence Interval of Large Earthquakes.....	(285)
Chapter 11 Deep-seated Structures beneath Ordos Massif and Its Surrounding Areas.....	(290)
1. Analysis of the Thermal Structure of the Crustal and Upper Mantle and Result of Inversion for Moho-discon- tinuity	(290)
2. Electrical Structure of Crust and Upper Mantle in Linfen Basin, Ordos Massif and its Western Border Area	(295)
3. Physical and Mechanical State at Focal Depth beneath the Surrounding Areas.....	(306)
Chapter 12 Lithospheric Dynamics of Ordos Massif and its Surrounding Areas.....	(312)
1. Main Geological and Geophysical Evidences.....	(312)
2. Simulation Study of the Dynamics of Ordos Massif.....	(315)
3. Discussion on Dynamic Models.....	(322)

前言¹⁾

地理上的鄂尔多斯高原，原指被黄河河套包围着的内蒙古伊克昭盟地区。地质上的鄂尔多斯块体，所指范围更广，东起吕梁山脉，西抵桌子山、云雾山，南起渭北山地，北达黄河之滨，是中朝准地台上一个最为稳定而完整的次级构造单元。鄂尔多斯块体在地貌上是著名的黄土高原，受到不同程度的切割，海拔为1000至1700米。高原四周被众多盆地环绕，黄河及其支流汾、渭两河流经其间，海拔变化在400至1000米之间。盆地外侧，常有高峻的山地，南有秦岭及其支脉华山，西有贺兰山，北有阴山，东有五台山及霍山，海拔为2000至3500米不等。在盆地与高原、山地之间，以及盆地内分布着许多活动断裂，总起来构成一个近似矩形的“环”，我们称它为鄂尔多斯周缘活动断裂系。它规模宏大，组成复杂，包含了许多地堑式盆地，显著地不同于我国其他任何一条活动断裂带。

鄂尔多斯周缘活动断裂系地处黄河中游，是中华民族的发源地。围绕黄土高原的众多盆地土地膏沃，气候温和，自古以来农业发达，人口密集，曾长期是我国历代的经济、政治与文化中心。当前，它又以其丰富的煤炭、水力资源正被建设为我国重要的能源基地，然而与活动断裂有关的各种地质灾害在本区为害甚大，鄂尔多斯周缘活动断裂系同时也是强震活动带。据历史记载，自公元1000年以来，仅8级以上大地震就曾发生过5次，其中1556年关中大地震，史书记载死亡人数80多万，为历来地震灾害中最重的一次；1920年宁夏海原大地震，时值严冬，灾区人民死于地震和冻饿者23万余人。解放以来，大地震虽未爆发，但中小地震活动时高时低。对将来地震活动趋势作何估计？潜在震源区如何划分？历史强震区大地震重复间隔如何？对这些问题的回答有赖于对活动断裂的深入研究。近年来，在山西和陕西的许多盆地中屡屡发生地裂缝带，其中西安市区的地裂缝带破坏道路、厂房与其他设施，造成损失相当严重。此外，在黄土区滑坡也时有发生。这些灾害与活动断裂的关系均有待查明。尽管这些问题十分复杂，不能指望对鄂尔多斯周缘活动断裂系的研究去解决防止地质灾害中的种种具体问题，但努力揭示该活动断裂系的现今活动特征与规律性无疑为更好地回答这些问题提供了坚实的科学基础。

鄂尔多斯地区刚好在受挤压而强烈上升的青藏高原与经受地壳伸展而强烈下沉的华北平原之间，因而，鄂尔多斯地区既有华北陆缘盆地伸展构造区的基本属性，也具有青藏高原外缘剪切挤压带的特点。无疑，对鄂尔多斯块体及其周缘活动断裂系的研究将在探讨中国大陆岩石圈动力学中具有一定的理论意义。

鄂尔多斯地区的地质地貌研究开始于本世纪初叶。1920年12月16日宁夏海原大地震发生后4个月，翁文灏、谢家荣等6人曾到灾区实地调查，留下了一份具有很高科学价值的地震考察记录（翁文灏，1921，1922；谢家荣，1924）。30年代，一些学者对汾、渭流域的盆地性质曾有所探讨，提出了“山西地堑”，“渭河断谷”的概念（李连捷，1932；冯景兰，1933）。但直到解放后，才围绕着开发资源和工程建设在本区展开了大规模的地质测量、地球

1) 执笔：汪一鹏。

物理勘探与钻探工作,积累了系统、丰富的地质资料。在此基础上,对本地区新构造的研究形成了高潮(高振西,1954;徐煜坚,1957;马杏垣,1958;陈国达,1958;王乃梁等,1958;潘德杨,1958;曹家欣,1959;张尔道等,1959;张伯声,1964;杨景春,1965)。由于编制中国地震烈度区划图的推动,地震与地质相结合的研究得到加强(李善邦,1957;时振梁,1959),对南北地震带北段的地震地质特点第一次作了具体的分析(韩源,1960)。1965年中国科学院西北地震考察队实地调查并肯定了宁夏红果子沟明代长城被错断位移的现象。这是本区基础地质研究大发展、地震地质研究的起步时期。

1966年河北邢台地震发生之后,开辟了地震预报和研究的新阶段。在地震地质方面,围绕着历史强震区调查与地震构造图的编制开展了多方面的研究,如关于强震区地质构造条件分析(邓起东等,1973;刘光勋等,1979,1982;刘正荣等,1975;汪一鹏等,1982;宋方敏等,1983;雷姚琪等,1985)、历史大地震研究(国家地震局兰州地震研究所、宁夏回族自治区地震队,1980;王景明,1980;李永善等,1982;李孟奎等,1984;侯建军,1985)、深部构造研究(中国科学院地球物理研究所,1974a;中国科学院地球物理研究所,1974b;国家地震局兰州地震研究所电磁测深组,1976;顾群等,1980;张少泉等,1985)等。此外,对本地区地壳应力场及动力学方面也展开了不同观点的探讨(高名修,1979;张文佑等,1983;马杏垣等,1983;薛宏运等,1984;邓起东等,1979,1982,1985a;苏刚,1984;汪一鹏等,1986;卢演传,1986)。20多年来,鄂尔多斯地区的地震地质工作有了长足的进展,为地震预报与地震烈度区划提供了重要的材料与认识。

70年代晚期以来,我国的地震地质工作越来越重视第四纪晚期以来活动断裂的定量及半定量研究,同时积极开展了全新世古地震研究。1980年在宁夏召开的活动断裂与古地震学术讨论会对此起了很好的推动作用(丁国瑜,1982),国外在同时期大力开展的古地震及全新世大地震重复间隔的研究也给了我们以启示(Wallace, R. E., 1970, 1977; Солоненко, Б. П., 1979; Sims, L. D., 1973; Sieh, K. E., 1978)。1983年,国家地震局提出了在我国几条主要活动断裂上深入开展研究的具体计划。这标志着我国地震地质研究进入了一个以划分潜在震源区为目标、以定量研究活动断裂为主题的新阶段。鄂尔多斯周缘活动断裂系即是计划中重点研究的断裂之一。自1984年起,由国家地震局所属8个单位联合组成鄂尔多斯周缘活动断裂系课题组,开始了三年有统一计划与进度要求的协同研究。

本项工作是在前人研究成果的基础上,选择有典型意义的活动断裂或者其中一段,开展以地质地貌测量为中心的综合研究,仔细查明断裂的第四纪活动状况,尤其是晚更新世晚期(距今3万年左右)以来的活动性质和活动方式,获取不同时段中断层位移幅度与速率的定量数据,查清历史大地震的位移分布与全新世期间的古地震事件,估算活动断裂关键段落的大地震平均重复间隔并建立全新世大地震事件年代表。我们期望沿此方向的探索,能有助于对潜在震源区“空”、“强”、“时”三要素的确定,亦为地震地质工作如何在预防地震中发挥更大作用摸索一条途径。

在野外地质研究方面,三年来,本课题组40多人辗转于大河上下、高原内外,以辛勤劳动取得了一批宝贵的数据。地震地质队伍是本课题组的主体,为了取得扎实、系统、量化的基础材料,普遍采用了活动断裂大比例尺地质地貌填图、实测地质地貌剖面图、断层微地貌统计分析、大比例尺地形图和地形剖面精测、槽探等方法。参加银川盆地野外地质工作的有廖玉华、崔黎明、潘祖寿、王萍(宁夏回族自治区地震局)和宋方敏(国家地震局地质研究

所)；参加宁夏南部弧形断裂带地质研究的有张维歧、焦德成、柴炽章(宁夏回族自治区地震局)和邓起东、汪一鹏、宋方敏、张培震、陈社发¹⁾(国家地震局地质研究所)；参加河套盆地工作的有杨发、刘德简、吴景峰、郭文笙、郑燕滨、何福利、张建业(内蒙古自治区地震局)，李继成(内蒙古巴彦淖尔盟地震处)，聂宗笙、李克、陈健(国家地震局地壳应力研究所)和范福田、栾毅(国家地震局地质研究所)；参加山西断陷带工作的有苏宗正、贺明华、阎凤忠、赵文星、陈国顺、王国强、刘力强(山西省地震局)，孟宪梁、于慎鄂(国家地震局地壳应力研究所)和曹忠权、李建华、吴裕文、徐锡伟(国家地震局地质研究所)；参加渭河断陷带工作的有张安良、靳金泉、韩恒悦、米丰收、黄亦斌、种瑾、刘海云、金邓辉²⁾(陕西省地震局)。

在进行地质地貌调查的同时，还建立了若干专题组，分别从大地测量、地震活动分析、大地电磁测深和深部热状态计算、地球化学探测、光弹模拟实验及数值模拟等各个途径研究了鄂尔多斯块体及周缘活动断裂系的现代运动和深部构造特点。参加人数共有20多人，其中参加大地测量资料综合分析的有胡惠民、赵承坤、黄立人(国家地震局测量大队)和贾文山、张尊和、张晋魁(国家地震局第二测量大队)；参加地震分析工作的有蒋溥、戴丽思、梁小华(国家地震局地质研究所)和张开建(山西省地震局)；参加大地电磁测深及深部资料分析的有孙洁、史书林、徐常芳、何明、安平、赦书俭(国家地震局地质研究所)，国家地震局兰州地震研究所电磁测深组朱佐全等也参加了部分工作；参加活动断裂地球化学场测量的有胡玉台、高清武、范树全、金晓微、王亮(国家地震局地质研究所)；参与模拟研究的有王启鸣、杨桂枝、郝宇红、盛淑珍、潘秋叶(国家地震局地质研究所)。

本书是鄂尔多斯周缘活动断裂系三年研究的主要成果之一。撰写的指导思想是围绕这一条活动断裂系晚第四纪的活动和大地震重复间隔这个主题，着重反映我们得到的新材料及由此而来的新认识。为避免冗长繁琐，篇幅过大，对图件和材料凡属枝节次要者均予舍去。第一章简要介绍研究区前第四纪构造发展轮廓。第二章至第六章分段描述鄂尔多斯周缘活动断裂的第四纪活动特征，附有较多的基础图件、表格及有关实际资料，其中关于宁夏南部断裂错动水系研究、银川盆地洪积扇断层崖研究以及河套断陷带山前构造台地研究等都取得了较大进展。第七章从总体上归纳和概括了活动断裂系第四纪活动的基本特征。第八章从大地测量、地震分析、地裂缝研究及地球化学场测量几方面讨论了鄂尔多斯周缘活动断裂系的现代活动状况。其中，区域垂直形变速率图是对鄂尔多斯地区几十年来水准测量成果的总结，是一份重要的基础图件。第九章汇集了对研究区内5次8级及8级以上大地震进行新的调查所获得的新材料，研究的深度不尽相同，有的以地震形变现象为线索讨论发震构造，有的对地震中的断裂位移作了较深入的研究。第十章探讨了断裂系内几条主要活动断裂全新世以来大地震的平均重复间隔。这方面的研究在我国还是80年代以来才开始进行的，无论在理论和方法上都有待发展和开拓。所幸的是，在鄂尔多斯周缘活动断裂系中，既有象海原断裂带这样典型的走滑型断层，又有象贺兰山东麓断裂带及大青山山前断裂带这样清晰的倾滑型断层，使我们能通过断错水系及断层崖的仔细研究得到求取大地震重复间隔的必要数据。在三年工作中，曾经开挖了数十个探槽，其中一些揭露出了全新世古地震事件。在第十章中，还讨论了由古地震事件得到的实际大地震重复间隔并对平均大地震重复间隔进行了对比研究。第十一章研究了鄂尔多

1) 现在武汉地质学院。

2) 现在国家地震局地质研究所。

斯块体及其周缘地区的深部结构及地球物理场。其中，临汾盆地的大地电磁测深结果对于探讨活动断裂系的成因机制及大地震发生的深部条件是十分重要的。同样，关于鄂尔多斯地区居里面埋深及莫霍面温度的计算结果对研究本地区的地力学是不可忽视的。在第十二章中，综合地质、地球物理和模拟工作的成果，讨论了鄂尔多斯地区构造变动的可能的地力学模式。

本书是课题组全体同志的劳动结晶，也是三年研究工作中各方支援的结果。趁此书出版之际，对曾给予大力支持和热情帮助的国家地震局有关部门、各参加单位领导及工作地区各级地震部门深致谢忱。特别应当提到，国家地震局科技监测司李裕彻、朱世龙、肖庆达对本课题给予了指导和关心，对撰写本书给予了热诚帮助。

本书初稿写出后，承蒙丁国瑜、李坪、韩慕康、刘光勋和张裕明仔细审阅并提出了许多有价值的修改意见。国家地震局地质研究所高名修、方仲景等也提供了宝贵的修改建议，封里鄂尔多斯地区晕渲地势图是由中国科学院地理研究所施祖辉、刘冰绘制并提供的，在此一并表示感谢！

在本书撰写之初，成立了写书工作组，为构思大纲、组织撰写、修改书稿贡献了力量。写书工作组成员为汪一鹏、邓起东、范福田、聂宗笙、苏宗正、胡惠民、杨发、张安良、贾文山和崔黎明。初稿汇齐后，由汪一鹏、聂宗笙、苏宗正和吴裕文进行了全书统稿和定稿。书中图件由董兆匀、赵芹、张淑年和赵东芝清绘，植字工作由黄道弘和潘林声完成。

第一章 大地构造轮廓和新构造运动¹⁾

鄂尔多斯周缘活动断裂系所涉及的大地构造范围是中朝准地台的西半部，唯在西南缘属于祁连褶皱系。

在前中生代形成的构造格架基础上，中生代时期，鄂尔多斯成为大型内陆拗陷盆地。新生代以来，鄂尔多斯块体整体抬升，在它的周缘形成东西和北北东向的活动断裂系及其相伴的剪切拉张型断陷盆地带。在西南边界，由于受到青藏高原北东向的推挤与隆升作用，形成向北东凸出的压扭性弧形断裂束。

第一节 大地构造和区域地质演化简史

一、大地构造单元的划分

中朝准地台北邻内蒙—大兴安岭华力西褶皱系，南接秦岭古生代褶皱系，西南隅是祁连加里东褶皱系。鄂尔多斯块体及其周缘活动断裂系主体正位于上述三个褶皱系所围限的中朝准地台的西部，块体的西南缘弧形断裂束已属于祁连褶皱系。本书所涉及到的中朝准地台和祁连褶皱系两个一级大地构造单元内部，还可细分为若干个次级构造单元（图1·1），鄂尔多斯周缘活动断裂系受中朝准地台的鄂尔多斯台拗、鄂尔多斯台缘褶皱带、山西断隆以及祁连褶皱系的走廊过渡带中、新生代构造演化所控制。

上述大地构造单元往往以深断裂为分界，如中朝准地台北界和南界，分别为近东西走向的阿拉善北缘深断裂、内蒙地轴北缘深断裂和秦岭地轴北缘深断裂；中朝准地台与祁连褶皱系之间为龙首山深断裂。此外，在二级大地构造单元之间，亦为规模不等的大断裂带所控制。

二、区域地质演化简史

1. 结晶基底的形成

中朝准地台是中国最古老的地台，其形成与演化至少可追溯到35亿年前。在大约30—35亿年前左右，在冀东、伊克昭盟一线，形成了比较稳定的古老陆核，由古陆核到中国地台结晶基底的形成，其间经历了太古代、早元古代两个大的地质时期和多次构造变动。

晚太古时代，古陆核遭受剥蚀，在古陆核的两侧，形成以界河口群、滦水群为代表的陆缘碎屑沉积，以及乌拉山群为代表的超基性—基性、中基性、中酸性火山岩和碎屑沉积。由于经历迁西运动（距今约30亿年）和阜平运动（距今25亿年），大量花岗岩浆的侵入和混合岩化作用，古陆核进一步发展、扩大，在大青山至秦岭之间，形成了范围广阔的大陆型地壳。

进入元古代，在早元古代时（距今约25—17亿年）断块北部，仍以近东西向的断裂活动为主，形成二道洼群和马家店群；断块南部，发育北东向的断裂系，形成五台群（吕梁山区

1) 执笔：范福田。

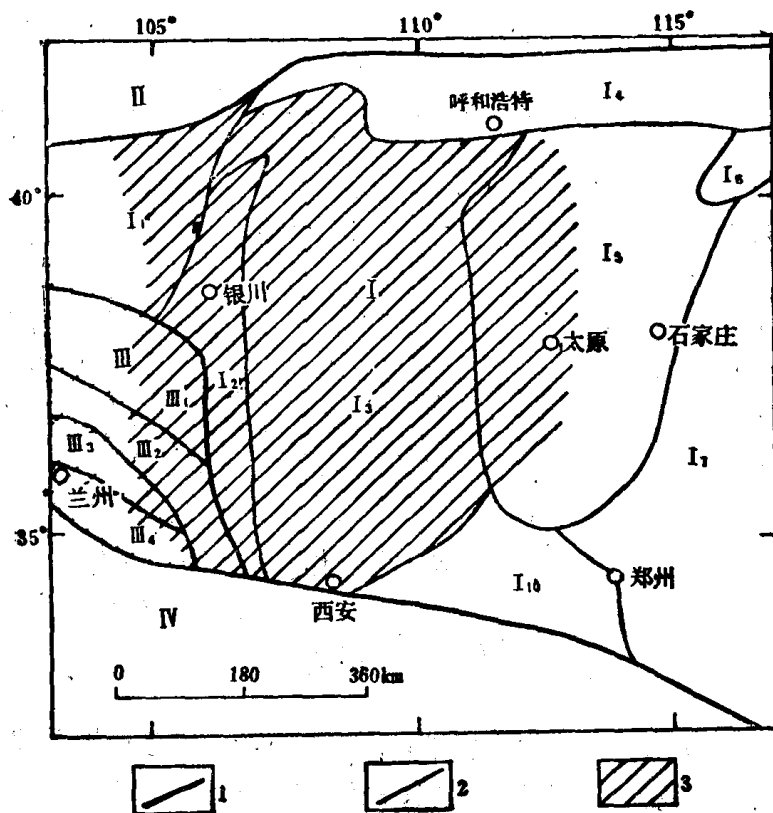


图1·1 大地构造单元划分图(据任纪舜等, 1983)

- 1.一级构造单元分区界线; 2.二级构造单元分区界线; 3.工作区所涉及的范围。
- I.中朝准地台: I₁.阿拉善台隆, I₂.鄂尔多斯台缘褶皱带, I₃.鄂尔多斯台拗, I₄.内蒙地轴, I₅.山西断隆, I₆.燕山台褶带, I₇.华北断拗, I₁₀.豫西断隆;
- II.内蒙-大兴安岭褶皱系;
- III.祁连褶皱系: III₁.走廊过渡带, III₂.北祁连优地槽褶皱系, III₃.祁连中间隆起带, III₄.南祁连褶皱带; IV.秦岭褶皱系

为吕梁群, 中条山区为绛县群), 中央细碧角斑岩建造。经历五台运动(距今20亿年)以后, 在低洼地区形成溁沱群地层, 在吕梁山地区有厚达1500米的基性火山岩。早元古代末期, 区内发生一次重要的构造运动, 曾命名为吕梁运动, 或称中岳运动。自此, 鄂尔多斯块体及其相邻地区的原始陆核和活动带连成一体, 地台的结晶基底最终固结形成。

2. 中晚元古代—古生代

经历了中岳运动, 在中晚元古代时(距今17—6亿年左右)在结晶基底之上开始接受盖层沉积, 由于受地形和构造活动控制, 岩相变化较大, 如断块内和断块东部有相当于长城系和蓟县系层位的沉积, 断块东南底部有从陆相变为海陆交互相的中基性火山喷发, 而东胜一带为隆起, 上元古界缺失, 但其北的阴山地区渣尔泰群, 什那干群则又为巨厚的沉积。晚元古代时期, 鄂尔多斯块体长期隆起, 大部分地区缺失青白口系和震旦系沉积, 由于全球性寒冷气候的来临, 形成大面积冰盖, 在鄂尔多斯块体的南缘与西缘, 堆积了厚度不等的罗圈组冰碛层。

寒武纪到中奥陶世, 中朝准地台经历了一次广泛的海侵过程。根据地层岩相和厚度的研究, 本区海水由西南向东北侵入, 沉积了一套分布广泛的碳酸盐建造, 显示当时北高南低、东

高西低的古地理面貌，地壳稳定。在地块的西南和南侧祁连山、秦岭地区，构造活动强烈，形成了巨厚的地槽型沉积。早古生代末的加里东运动影响强烈，秦岭、祁连地槽大部分转为褶皱带。与此同时，中朝准地台又一次稳定抬升，遭受剥蚀，缺失了晚奥陶世至早石炭世的沉积。晚古生代时，本区总体是一上升的过程，先后沉积了海相、海陆交互相和陆相的含煤碎屑建造。古生代末期，华力西运动在鄂尔多斯块体的南、北两侧表现强烈，北侧内蒙-大兴安岭地槽和南侧秦岭地槽褶皱封闭固结，与中朝准地台相连。

3. 中生代

中生代时期，阴山、秦岭地区构造活动仍较强烈，多次破裂解体、闭合，形成近东西向的褶皱和断裂。西侧银川地区，东侧山西境内，主要形成北北东向的褶皱和断裂。此时，鄂尔多斯块体为一稳定的地块相对周缘缓慢地作不均一沉降，形成西深东浅的大型拗陷盆地，广泛堆积了三叠纪至早白垩世的沉积。晚白垩世至古新世，全区普遍遭受剥蚀夷平。新生代时期，鄂尔多斯块体转变为以隆升运动为主，周缘形成一系列断陷带。

鄂尔多斯块体周缘断陷带区域地质演化简况列于表1·1中。

表1.1 鄂尔多斯周缘活动断裂系区域地质演化简表

地 质 时 代		时间 (百万年)	构造运动名称	地质演化主要特征	构造线方向
新 生 代	Q	2.40	喜 马 拉 雅	鄂尔多斯块体相对隆起，周缘裂陷	东西、北北东
	N				
	E				
中 生 代	K	65	燕 山	鄂尔多斯块体大面积拗陷，周缘隆起	东西、北北东
	J	144			
	T	213			
		248			
古 生 代	C ₂ —P	590	华力西	缓慢隆起	
	O ₃ —C ₁			隆起剥蚀	
	Є—O ₂			缓慢沉降海侵	
元 古 代	Pt ₃	850	加里东 兴 凯	隆起剥蚀	
	Pt ₂	1700		盖层沉积	
	Pt ₁	2500		结晶基底形成	东西、北东
	太 古 代	Ar ₂		3500	中五阜 迁 西
Ar ₁					

第二节 中生代的沉积与地壳变动

中生代时期，鄂尔多斯块体逐渐沉降成为一大型拗陷盆地，其中主要接受内陆河湖相沉积，构成了一个大的沉积旋回，沉积范围由东向西逐渐退缩，沉积中心在鄂尔多斯拗陷的西缘。由于鄂尔多斯为一稳定的块体，所以发生在中生代的印支运动和燕山运动，在块体内部