

内蒙古地震研究

主 编 曹 刚



地震出版社

内蒙古地震研究

主编 曹 刚

地震出版社

2001

图书在版编目(CIP)数据

内蒙古地震研究/曹刚主编. —北京:地震出版社, 2001. 11

ISBN 7-5028-1940-1

I. 内… II. 曹… III. 地震—研究—内蒙古

IV. P316. 226

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 053261 号

内 容 提 要

本书是研究内蒙古地区地震活动特征的综合性专著。内蒙古地区地震活动具有地震较多、分布较广、震源较浅、危害较大之特点,本书就内蒙古自治区特别是中西部地区的地震地质背景、地震活动特征、地震预报指标、震害特征与预测、防震减灾对策等方面进行了较详细论述,是研究我国西北、华北、东北地区地震活动的重要文献之一。

本书可供从事防震减灾工作的科技人员参考,也可供对内蒙古地区地震活动研究感兴趣的人们阅读。

内蒙古地震研究

主编 曹 刚

责任编辑:马 兰

责任校对:张晓梅

出版发行:地震出版社

北京民族学院南路9号 邮编:100081

发行部:68423031 68467993 传真:68423031

门市部:68467991 传真:68467972

总编室:68462709 68423029 传真:68467972

E-mail: seis@ht.rol.cn.net

经销:全国各地新华书店

印刷:北京地大彩印厂

版(印)次:2001年11月第一版 2001年11月第一次印刷

开本:787×1092 1/16

字数:295千字

印张:11.5

印数:001~800

书号:ISBN 7-5028-1940-1/P·1088 (2490)

定价:20.00元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题,本社负责调换)

编 委 会

主 编： 曹 刚
编 委： 曹井泉 郭文生 张建中
张建业 高立新 米生田

前 言

随着时代的前进和社会的进步,环境与发展已成为全人类共同关注的问题。减轻各种自然灾害正是为经济持续、快速、健康发展提供良好的环境和保障。地震监测预报、地震灾害预防、地震应急、震后救灾与重建四个环节的工作是《中华人民共和国防震减灾法》赋予地震工作者及其有关部门的主要职责。内蒙古自治区地域辽阔,横跨我国西北、华北、东北地区,地质构造复杂,地震活动较为强烈。自治区西部地区的地震活动与我国西北地区相同步,尤与阿拉善块体关系更为密切;中、东部地区地震活动则与华北、东北地区相关联。公元前7年河套大地震“坏城廓,凡杀415人”;公元849年包头西7级左右地震“坏军城庐舍,压死数千人”;公元1290年宁城 $6\frac{3}{4}$ 级地震“人死伤数万,武平尤甚,坏仓库局480间,民居不可胜计,压死官民7200人,大明塔顶崩,塔身裂。辽宁义县大奉国寺敬斜蹇崩,殆不可支”。这3次地震的记载在当时来说,损失可谓严重。20世纪以来,内蒙古自治区共发生 $M_s \geq 5.0$ 地震24次,其中6.0~6.9级地震8次,7级以上强震2次。特别是70年代以来,内蒙古地区地震活动周期明显缩短,强度、频度之高为历史所罕见。这些地震使震区遭受了高达60多亿元的灾害损失,同时也锻炼了内蒙古自治区地震工作队伍。

内蒙古自治区地震工作队伍组建于1972年,至今已近30年了。30年来,这支队伍本着“边观测、边预报、边研究”的原则。在地震监测预报、地震考察、震害评估以及地震科研等方面取得了丰硕的成果,但由于各种原因,这些成果一直未及时进行系统的研究清理。值自治区地震队伍成立30周年之际,我们在前人工作的基础上,就内蒙古自治区特别是中西部地区的地震地质背景、地震活动特征、地震预报指标、震害特征以及防震减灾对策等方面进行了归纳总结、研究升华,编辑出版了《内蒙古地震研究》专著。我们相信,本书的出版定能在推进内蒙古自治区的地震监测预报、地震科研和社会减灾方面发挥积极作用。

本书共分六章,第一章地震地质背景由郭文生、闫海滨、胡博、何福利执笔,较系统地介绍了构造环境、主要活动断裂和区域应力场特征等;第二章地震活动特征与危险性分析由曹井泉、常克贵执笔,对内蒙古地区长、中、短期地震活动时空强特征进行了系统研究;第三章地震序列特征由曹刚执笔,分析了20世纪以来内蒙古地区中强地震和震群序列特征;第四章地震预报指标体系由曹井泉、孙加林、高立新、米生田、燕志强、闫海滨、黄根喜、薛丁、张小

虎执笔，系统分析了地震成因机理，给出了短期预报震兆异常判据指标；第五章震害特征与震害预测由张建中、曹刚执笔，结合地震灾害特征，对重点地区进行了震害预测；第六章防震减灾对策由张建业、武恩夫、贾建齐、樊迎春执笔，依据自治区防震减灾目标，制定了相应的防震减灾对策。朱学健参加部分章节编写打印工作，郭兰英负责图件清绘。

本书是在自治区科委 1998 年项目《内蒙古中西部地区强震中短期预报及综合减灾研究》的基础上编写而成，并得到孙加林研究员的指导与审定。在此谨向关心支持本书编辑出版的有关单位和专家表示衷心感谢！限于时间与水平，书中定有不少疏漏之处，谨请读者批评指正。

编 者

2001 年 5 月 1 日

序

地震是地壳运动的一种形式，和刮风下雨一样是一种自然现象。千百年来，在一些国家和地区，地震灾害给人们生命财产造成了极大损失，这些国家和地区的人民群众也为减轻地震灾害进行了不懈的努力。

我国是一个多地震国家，也是地震灾害最重的国家。据 20 世纪的地震资料统计，我国共发生 6 级以上地震 825 次，7 级以上地震 121 次，8 级以上地震 9 次。期间发生在我国境内的 7 级以上浅源地震，约占全球的三分之一；8.5 级以上的巨大地震，约占全球的三分之二；一次地震死亡人数在 20 万人以上的大地震全都发生在我国。新中国成立以来，党中央、国务院一直非常重视防震减灾工作，特别是 1966 年邢台地震以后，设立了防震减灾工作专门机构，建成了全国地震监测台网，开展了地震监测预报研究工作，颁布了《中华人民共和国防震减灾法》，确定了减灾与经济建设一起抓的指导思想。

世界各国开展地震研究工作，就其内容分类分为四种，一是地震事件的调查；二是地震孕育发生机制的基础研究；三是建立地震预报实验场，开展地震预报的实验研究；四是边监测，边科研、边预报，全面开展地震监测预报工作。就某一个具体国家来讲，以上四个方面的研究内容，有的只开展一项，有的开展二三项，有的则全部开展。地震预报研究是地震研究中最基本、最重要、最具挑战性的内容，也是全社会最为关注的内容。

地震预报是当今世界科技难题之一。在国际上对地震可不可以预报，能不能预报，争论很大。总结我国 30 多年来边监测、边预报、边科研的实践说明：

1. 30 多年来我们成功地一定程度上预报了近 20 次 6 级以上破坏性地震，虽然与同期发生的 6 级以上破坏性地震相比还仅仅是一小部分，但它说明，在一些有利情况下，对一些破坏性地震，做出一定程度乃至成功的预报是可能的，一旦预报成功，减灾实效将是非常明显的。

2. 30 多年来，无论是那些预报过的地震，还是那些未能预报的地震都说明，一些大地震发生前是有前兆的，而且利用目前的观测方法和仪器在一些有利的条件下是能够观测到的。

3. 当代科学技术的发展为地震预报研究提供了广阔的发展空间；社会的进步和人类文明的发展为地震预报研究提供了强有力的发展动力。

4. 目前我们主张开展地震预报工作，并不说明我们认为地震预报在科学上已经过关，恰恰相反，我们同样认为，地震预报仍处于经验性预报阶段，准确率还很低，与天气预报相比，还有相当长一段路要走。但是我们对地震预报的

实现的可能性、发展余地的广阔性充满信心。

曹刚同志主编的这本《内蒙古地震研究》是一部重要的研究内蒙古地区地震活动特征的综合性专著，他以翔实的资料说明了我们在地震预报的上述四点认识。

内蒙古自治区是全国多震省区之一，20世纪70年代以来相继发生了一系列中强以上地震，特别是1996年包头西6.4级地震，备受国内外学者关注。内蒙古自治区狭长的区域，兼受我国东北、华北、西北地区地震活动的影响，频繁的地震活动是研究我国“三北”地区地震活动的重要资源。近30年来，内蒙古自治区地震工作者们以高度的事业心和责任感，在地震研究各个方面做了大量的工作，推出了一大批重要研究成果。《内蒙古地震研究》正是在这一基础上，进一步研究了内蒙古地区复杂的地震地质背景和地震活动性，分析了地震类型与震害特征，提出了防震减灾对策与目标，具有一定的学术价值。本书的出版对内蒙古地区乃至相邻地区的地震研究都将产生积极的影响。

岳 昭 生

2001年5月10日

编 委 会

主 编： 曹 刚
编 委： 曹井泉 郭文生 张建中
张建业 高立新 米生田

目 录

第一章 地震地质背景.....	(1)
§ 1.1 大地构造环境	(1)
§ 1.2 新构造运动特征	(3)
§ 1.3 主要活动断裂带与地震活动	(9)
§ 1.4 深部构造与地震活动的关系	(22)
§ 1.5 强震发生的地质构造条件	(26)
§ 1.6 区域应力场特征及错动方式	(28)
§ 1.7 潜在震源区的划分	(35)
第二章 地震活动特征与危险性分析.....	(41)
§ 2.1 地震大形势与长趋势判断	(41)
§ 2.2 地震活动期幕分析	(45)
§ 2.3 地震时空强演化特征	(49)
§ 2.4 短期地震危险性概率预测分析	(55)
第三章 地震序列特征.....	(60)
§ 3.1 中强地震序列	(60)
§ 3.2 震群序列	(64)
§ 3.3 内蒙古地震序列主要特征	(68)
§ 3.4 主震及强余震预报	(70)
第四章 地震预报指标体系.....	(75)
§ 4.1 地震成因与孕震模式	(75)
§ 4.2 台网监测能力	(77)
§ 4.3 地震活动图像演化及孕震阶段判定	(84)
§ 4.4 地震学指标异常及判定	(97)
§ 4.5 前兆异常指标及判定	(110)
§ 4.6 信息合成及综合预报决策	(136)
§ 4.7 地震短临预报追踪	(138)
第五章 震害特征与震害预测.....	(142)
§ 5.1 地震震害特征	(142)
§ 5.2 地震烈度概率危险性分析	(148)
§ 5.3 人口经济分布特征与发展	(151)

§ 5.4 建筑物与地震破坏等级分类	(152)
§ 5.5 地震灾害损失预测	(155)
第六章 内蒙古地区防震减灾对策.....	(160)
§ 6.1 内蒙古地区研究制定防震减灾对策具有重大意义	(160)
§ 6.2 城市地震灾害特点	(161)
§ 6.3 内蒙古防震减灾目标	(164)
§ 6.4 城市防震减灾的震前预防对策	(165)
§ 6.5 城市防震减灾中的地震应急对策	(169)
§ 6.6 城市地震救灾与重建对策	(171)
§ 6.7 政府在减轻地震灾害中的职能	(172)
主要参考文献.....	(173)

第一章 地震地质背景

地震是一种地质现象,是现代地壳运动的表现形式之一。地震地质背景研究是综合防震减灾的重要基础工作,也是制定抗震防灾对策的重要依据。我国是一个地震灾害十分严重的国家,而内蒙古自治区又是一个地震活动特别频繁的省份,中强地震大多数发生在自治区中西部人口较为集中的河套断陷盆地,因此,确定本次工作的研究区域其地理坐标为:北纬 $37^{\circ}20' \sim 42^{\circ}40'$;东经 $102^{\circ}00' \sim 116^{\circ}00'$ 。行政区划上主要包括内蒙古中西部、宁夏北部、陕西榆林、山西大同等地区。在地质构造上,主要涉及到天山-阴山隆起带、阿拉善隆起带、银川-河套裂陷带、岱海断陷带、鄂尔多斯隆起带等。

§ 1.1 大地构造环境

在大地构造上,研究区处于华北地台、西北地台、天山-兴蒙褶皱系衔接地带(图 1.1)。主要包括华北地台区的内蒙古隆、鄂尔多斯台向斜、贺兰山拗拉槽,西北地台区的阿拉善台隆,天山-兴蒙褶皱系的天山地槽褶皱带(华力西期)、阴山北地槽褶皱带(加里东-华力西期)。

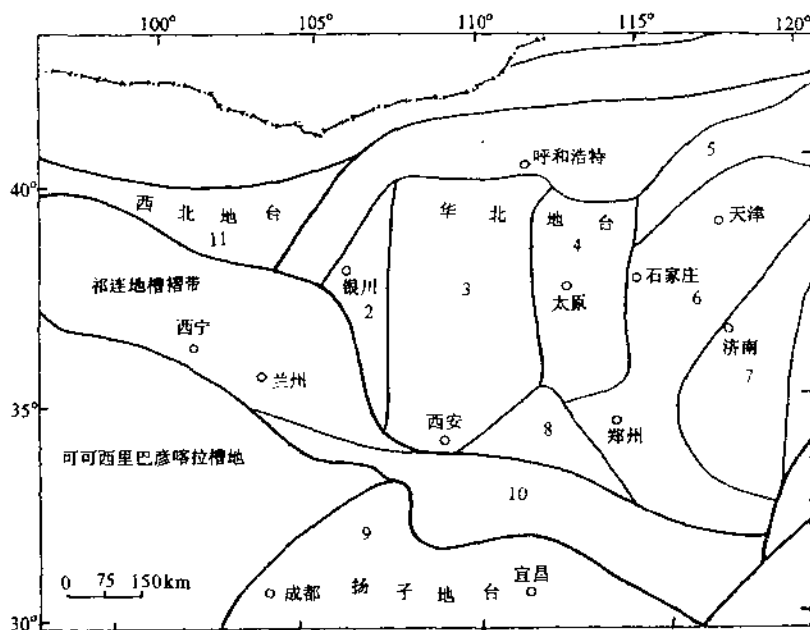


图 1.1 区域大地构造位置图

1. 内蒙古台隆; 2. 贺兰山褶皱带; 3. 鄂尔多斯台向斜; 4. 山西台背斜; 5. 燕山台褶皱带; 6. 黄淮海地陷; 7. 鲁西台背斜; 8. 豫西台褶皱带; 9. 龙门山台褶皱带; 10. 北秦岭槽地褶皱带; 11. 阿拉善台隆

1.1.1 地壳结构及发育简史

华北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。大约在 30~35 亿年前，在冀东、伊克昭盟一线，形成了比较稳定的古陆核。晚太古时代，古陆核遭受剥蚀，在其两侧发育了界河口群等陆缘碎屑沉积和乌拉山群火山岩及碎屑沉积。在距今约 30 亿年的迁西运动和距今约 25 亿年的阜平运动影响，使大量花岗岩浆侵入和混合岩化作用，使得古陆核进一步发展、扩大。在大青山至秦岭之间，形成了范围广阔的大陆型地壳。在早元古时代(距今约 25~17 亿年)华北地台北缘，沿狼山—色尔腾山一带发生强烈的大陆边缘裂陷作用，局部裂陷作用向南插入大陆内部。断裂活动以近东西向为主，阴山—天山纬向构造带形成雏形，形成二道洼群和马家店群。经历了吕梁运动后(距今约 17 亿年)，使鄂尔多斯块体及相邻的原始古陆和活动带连成一体，华北地台结晶基底最终固结形成。西北地台构造演化，兼有华北地台构造特征，但结晶基底最终形成的时间和构造活动的节律，则更明显受华北地台和南部的扬子地台构造活动的影响。中元古代早期，沿北祁连和西昆仑—阿尔金地段发生强烈的裂陷作用，使统一的中洲大陆分裂成塔里木、柴达木和阿拉善三个地块。在这些裂陷槽中堆积了巨厚的火山—碎屑沉积岩类，该沉积岩类经历了强烈变形变质作用的改造，成为该地区结晶基底的一部分。在柴达木、塔里木和阿拉善北部，经塔里木运动(距今约 8.5 亿年)，形成了结晶基底。华力西中晚期，阿拉善地块酸性岩浆活动强烈，并伴有区域变质及混合岩化作用，纬向构造发展成熟。由此可见，西北地台曾受中、晚元古代构造的影响，其结晶基底最后固结的时间明显晚于华北地台。西北地台至震旦纪才发育成稳定类型的地台盖层至此，西北地台、扬子地台与华北地台初步合并，形成一个统一的古中国大陆。

1.1.2 地壳变动概况

从大地构造发展旋回来划分，中生代属阿尔卑斯期，其中包括印支和燕山两次构造运动。印支、燕山运动在本区有强烈的表现，为新生代构造运动的演化奠定了基础。印支运动主要发生在中三叠—晚三叠世末期，在阴山和阿拉善地区发育了阿拉善弧形构造及南北向构造，并伴有酸性岩浆的侵入，在鄂尔多斯块体边缘地带有小断裂形成，地层发生挠曲致使侏罗系与二叠系呈角度不整合接触。燕山运动是本区一次重要的构造变动，一般划分为三期，包括五次构造幕(聂宗笙，1985)。由于燕山运动，华北地台与西北地台进入了一个崭新的活跃时期。鄂尔多斯块体与周缘的分异已十分明显，构造活动强烈。在其周缘形成一系列褶皱和压性断层，构造较为复杂。在阴山、河套和阿拉善地区，近东西向的褶皱和逆冲或逆掩断层活动加剧，并有酸性岩浆侵入。在吉兰泰—银川断陷带及其邻区，形成北北东—北东向的挤压构造带，其构造格局对新生代构造的形成、演化具有重要的控制作用。中生代末期区内隆升作用强烈，鄂尔多斯、阿拉善块体结束了内陆拗陷历史，全区以整体抬升为主。进入新生代初期区域构造活动相对稳定，以剥蚀夷平作用为主，形成较为广泛的夷平面。始新世至渐新世，阿拉善块体、鄂尔多斯块体明显抬升，银川—河套断陷带开始发育，与两侧地块的分异作用明显加强。东部华北平原区广泛发育盆岭构造；从上新世至第四纪时期，随着青藏高原的隆起，区内地壳分异继续进行，山西高原被北北东向雁行斜列的山西断陷盆地带分割为太行山和吕梁山两个隆起区，并持续抬升，而东部的华北平原区整体下沉，堆积了巨厚的上新统和第四系堆积物(徐杰等，1986)。河套平原区与阴山山区的差异升降幅度达万米。银

川断陷新生界厚度达 7 000m, 吉兰泰断陷新生界厚度达 2 000m。新生代的构造作用使本区地壳进一步解体, 进入强烈块断差异活动的构造演化时期。

§ 1.2 新构造运动特征

近年来, 利用卫星遥感图像研究地质构造, 解决地震地质问题已在国内外取得很大进展。实践表明这是地震地质研究的有效方法之一。本项研究所采用的是 1994 年美国陆地资源卫星遥感图像, 经计算机增强处理和彩色合成, 使卫星图像上的地质构造信息更加丰富和突出, 是当前所获得的最新资料。同时充分地吸收了我国近年来最新的地震地质研究成果, 综合分析研究了本区的地质构造与地震活动的特征。

卫星影像解译的目的是寻找不同地貌类型、地质体变动、扭曲、构造运动方式。在卫星图像上通过色调对比, 可划分出各类不同地貌单元。蜜汗山、大青山、乌拉山、色尔腾山、狼山等山地为红色至深红色, 盆地平原区为不均匀的浅褐色, 山前冲洪积扇为橘黄色。山地与平原有醒目的线性分界。它反映了山地和平原两个地貌单元强烈的差异运动。在平原区, 由于第四纪沉积物较厚, 图像一般反差小, 色调层次丰富而信息微弱, 离散度大。经彩色增强、密度分割、滤波等计算机处理, 抽取出大量的有用信息, 提高了卫星图像的利用率, 使盆地第四系覆盖区、地表难以看到构造形迹得到充分的显示。近年来地震活动比较频繁的地区, 线性体都有不同程度的突出, 为研究断陷盆地的形成及活动方式提供了较直观的构造轮廓。呼和浩特大黑河近东西走向及五原北北西向、东西向等线性构造都有不同程度的反映, 物探证实这些线性构造都是活动的隐伏断裂。1934 年五原 6 $\frac{1}{4}$ 级、1979 年五原 6.0 级地震均发生在五原北北西向线性构造上。卫星图像计算机处理, 对地貌形态的分析有极为突出的作用, 不同时期的地貌类型变化都有所显示。分析水系变化, 包括河流、沟谷的同步扭曲、水系的变迁是研究现代构造运动的显著标志之一。卫星图像上活动断裂特征基本分为三类:

1. 全新世活动明显的断裂

遥感图像上表现出清晰的线性影像, 而且控制第四纪最新地层发育; 流经断裂带上的一系列水系发生同步扭曲, 其中包括一些形成时代较新的小沟谷发生同步扭曲; 在卫星图像上松散沉积物覆盖区, 断层的形迹仍有显示。

2. 更新世活动明显的断裂

不同岩性地层、不同地貌相接, 显示出线性影像, 控制晚更新世地层发育, 但由于受到后期的侵蚀切割, 断裂的影像轮廓线不十分清晰; 流经断裂带上的一些较大沟谷发生同步扭曲, 而时代较新的小沟谷没有发生同步扭曲。

3. 第四纪活动不明显的断裂

地貌上没有明显的反映, 仅仅表现为一些沟谷或不同岩性的接触界面; 卫星影像上反映断裂的影像, 不能向第四系覆盖区延伸; 没有反映断裂新活动的水系同步扭曲特征。

本区构造格架是奠定在燕山运动的基础上, 受喜马拉雅运动强烈影响下所形成。第四纪时期, 大体上继承了晚第三纪的构造格局, 银川-河套断陷带间歇性强烈沉陷, 其沉陷深度最深达 2.4 km。与此同时, 断陷带西侧的巴彦乌拉山、贺兰山、狼山及北侧的色尔腾山、乌拉山、大青山山地间歇性抬升, 形成多级台地和河流阶地。阿拉善块体、鄂尔多斯块体相对隆起遭受剥蚀, 形成现今区域地质地貌景观。新构造运动分区的基本原则是考虑新构造运

动的升、降运动的性质和新构造活动的基本特点及发展阶段。其分区标志为：大的地貌单元分界；新生代盆地边界；规模较大断裂带和活动断裂带。根据上述原则，本区可划分Ⅶ个新构造区（图 1.2）。分别为阴山-燕山东向西向隆起区（Ⅰ）、银川-河套裂陷区（Ⅱ）、阿拉善隆起区（Ⅲ）、鄂尔多斯隆起区（Ⅳ）、岱海断陷带（Ⅴ）、山西断陷带（Ⅵ）、太行山隆起区（Ⅶ），各新构造分区均为活动断裂或构造活动带所分隔，其中近东西走向的河套断陷带为阴山东西向隆起区与鄂尔多斯隆起区的分界断裂带。

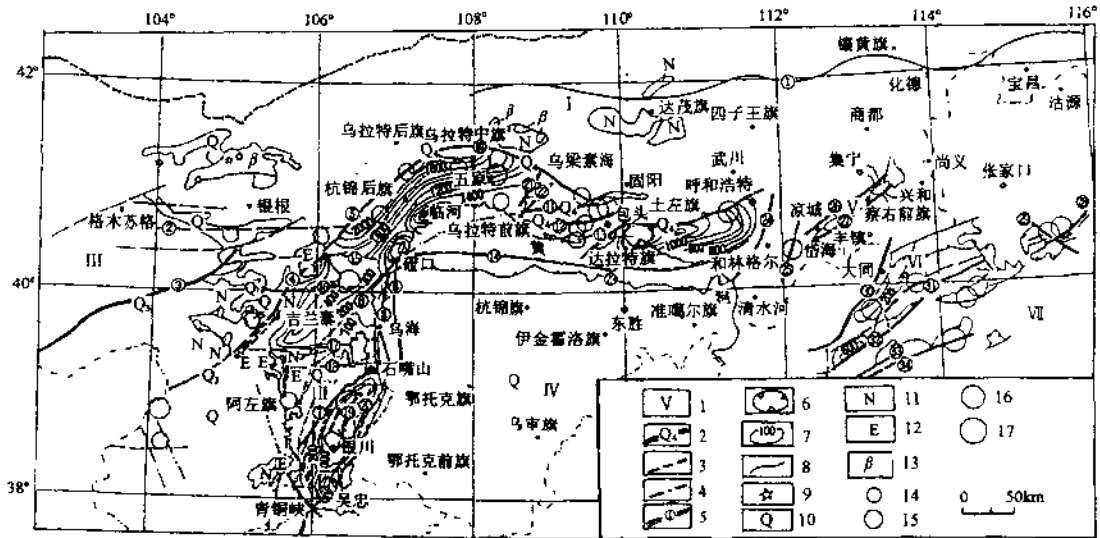


图 1.2 内蒙古中西部地区地震构造图

1. 新构造分区代号；2. 活动断层及活动时代；3. 隐状活动断层；4. 推测活动断层；5. 主要活动断裂编号；
6. 第四纪盆地边界；7. 第四系等厚线（单位：m）；8. 地质界线；9. 火山口；10. 第四系；11. 上第三系；
12. 下第三系；13. 新生代玄武岩；14. $M=8.0$ 地震震中；15. $M=7.0\sim7.9$ ；16. $M=6.0\sim6.9$ 地震震中；
17. $M=5.0\sim5.9$ 地震震中

①川井-赤峰断裂；②阿拉善北缘断裂；③雅布赖山山前断裂；④巴彦乌拉山断裂；⑤狼山山前断裂；⑥磴口-本并断裂；⑦贺兰山东缘断裂；⑧卓子山西缘断裂；⑨卓子山东缘断裂；⑩色尔腾山山前断裂；⑪乌拉山北缘断裂；⑫乌拉山山前断裂；⑬大青山山前断裂；⑭鄂尔多斯北缘断裂；⑮磴口-徐力斯特乌拉断裂；⑯巴音木仁断裂；⑰和电-本并断裂；⑱正谊关断裂；⑲银川-平罗断裂；⑳黄河断裂；㉑乌梁素海东缘断裂；㉒乌梁素海西缘断裂；㉓达拉特断裂；㉔和林格尔断裂；㉕盆地青-永新断裂；㉖岱海南缘断裂；㉗岱海北缘断裂；㉘桑园堡-黄伯寺断裂；㉙施庄断裂；㉚口泉断裂；㉛六棱山北麓断裂；㉜恒山北麓断裂；㉝恒山南麓断裂；㉞五台山北麓断裂。Ⅰ 阴山-燕山东向西向隆起区；Ⅱ 银川-河套裂陷区；Ⅲ 阿拉善隆起区；Ⅳ 鄂尔多斯隆起区；Ⅴ 岱海断陷带；Ⅵ 山西断陷带；Ⅶ 太行山隆起区

1.2.1 阴山-天山东向西向隆起带

阴山-天山东向西向隆起带内的主要构造线方向和山脉走向均为近东西，向东逐渐转成北东东至北东向。在研究区内主要包括阴山隆起。阴山隆起区在地质历史时期，经历了复杂的构造变动，基本构造格架为燕山运动形成。中生代时期，阴山地块破裂解体，早中侏罗世和晚侏罗世时，形成了近东西向的断陷盆地，接受巨厚的沉积。下中侏罗统含煤碎屑沉积，厚

度大于 3 175m；上侏罗统大青山组红色碎屑沉积，厚度达 4 757m，局部有火山喷发。由于燕山运动，受南北向的挤压应力作用，形成近东西向的褶皱及断裂构造，以及北东东和北西西向两组规模较大的断裂带，它们对后期构造活动具有重要控制作用。经历了燕山运动后，阴山隆起基本固结成一稳定的地块，晚白垩世时山地隆起遭受剥蚀。进入新生代时期，阴山隆起区南侧破裂解体，形成河套断裂带。由于受阴山山前活动断裂带控制，阴山山地相对间歇性抬升，遭受剥蚀作用，形成夷平面、剥蚀台地、深切沟谷、河流阶地和山前台地。山体与平原之间线性特征十分明显，山麓洪积扇裙极为发育。在地形上隆起区呈阶梯状上升趋势，总体上向北倾斜，大青山夷平面分布在大青山主峰以北，海拔标高为 1 600~2 200 m，南高北低，南部遭受强烈剥蚀作用，夷平面为深切沟谷分隔；北部保存连续、完整，由宽缓的谷地和浑圆的山丘组成。第四纪时期，隆起区除河谷中有阶地堆积外，广大地区遭受剥蚀。新构造时期是一个持续隆起的构造单元，其内部差异活动不明显，隆起区内部地震活动十分微弱，一般仅有 4.0 级左右的地震发生，无强震发生。

1.2.2 银川 河套断陷带

该区处于鄂尔多斯隆起区与阴山隆起、阿拉善隆起和贺兰山隆起之间，主要受隆起区两侧的活动断裂带控制。银川-河套断陷带主要由河套断陷盆地、吉兰泰断陷盆地、银川断陷盆地组成。它是银川-河套地震活动带的重要组成部分。

1. 河套断陷盆地带

位于阴山隆起区与鄂尔多斯隆起区之间，西界为狼山山前断裂，东界为和林格尔断裂，北界为色尔腾山、乌拉山和大青山山前断裂，南界为鄂尔多斯北缘断裂(图 1.2)。卫星图像上断陷带周围山地或丘陵沿边界断裂带抬升，特别是断陷北侧的狼山、色尔腾山、乌拉山、大青山抬升更为强烈，全新世冲洪积物反映为宽窄不一的浅黄色条带状沿断带分布。重力航磁和石油地震勘探资料表明，河套断陷盆地并非单一的构造盆地，其间存在两个次级隆起即西山咀凸起和包头凸起，它们将河套盆地分为三个拗陷，即临河拗陷、白彦花拗陷和呼包拗陷，其中临河拗陷新生界沉积厚度最大达 10 km 以上(表 1.1)。三个拗陷在横剖面上均呈北深南浅的箕状(图 1.3)，表明断陷北侧断裂活动速率远大于南侧断裂。在纵剖面上西深东浅，说明断陷带由西向东活动有所减弱。河套断陷带地理上与银川-吉兰泰断陷带相联，构成银川-河套地震带，是华北地区的一个主要强震活动带。

表 1.1 河套断陷盆地带新生代地层最大厚度与沉积速率

地 区 时 代	临河拗陷		白彦花拗陷		呼包拗陷	
	厚度/ m	沉降速率/ (mm/a)	厚度/ m	沉降速率/ (mm/a)	厚度/ m	沉降速率 (mm/a)
第四纪 (Q)	2 400	1.00	2 000	0.83	2 300	0.95
上新世 (N ₂)	6 000	2.14	900	0.32	1 800	0.64
中新世 (N ₁)	3 800	0.20	1 200	0.06	2 300	0.12
渐新世 (E ₃)	2 600	0.20	1 000	0.08	1 000	0.08
新生代 (Kz)	14 800	0.40	5 100	0.14	7 400	0.20

自公元 849 年以来，河套断陷带内曾发生过 5 次 6 级以上地震，即公元 849 年包头西

6.7级、1996年5月3日6.4级地震、1929年1月14日毕克齐6.0级地震、1934年1月21日五原6 $\frac{1}{4}$ 级地震、1979年8月25日6.0级地震。另外在70年代初和80年代,在该带发生了一系列4~5级地震,这些地震的频繁发生使河套断陷带成为华北地区十分引人注目的地震活动地段。河套断陷盆地从早第三纪晚期开始,逐渐由西向东发展。晚第三纪是河套断陷发育的重要阶段。上新世阶段,是河套断陷发育的鼎盛时期,其沉积范围西起狼山山前,东至和林格尔,向南扩展至乌兰格隆起一带。西部临河拗陷沉降幅度最大,其沉积厚度达6 000 m,白彦花拗陷为800 m,呼和拗陷为1 800 m,沉降中心都靠近山前断裂一侧。断陷横向呈北断南超的箕状形态,由于断陷北部强烈沉降,导致了盆地南界鄂尔多斯北缘断裂的形成。第四纪以来,断陷活动仍然保持晚第三纪的特点,其周边山地继续抬升,断陷继承性沉降。断陷北侧的山前断裂,普遍错断了第四纪全新世沉积物,山麓带广泛分布三级台地,山前冲洪积扇发育。虽然断陷的沉积范围较晚第三纪上新世有所缩小,但断陷的垂直差异运动和断裂活动仍然很强烈,并有明显的间歇性。河套断陷是内蒙古地震活动频繁的地区,该断陷带的地震活动主要受阴山山前断裂带控制。6.0级以上强震主要发生在阴山隆起区南侧的河套断陷带内。

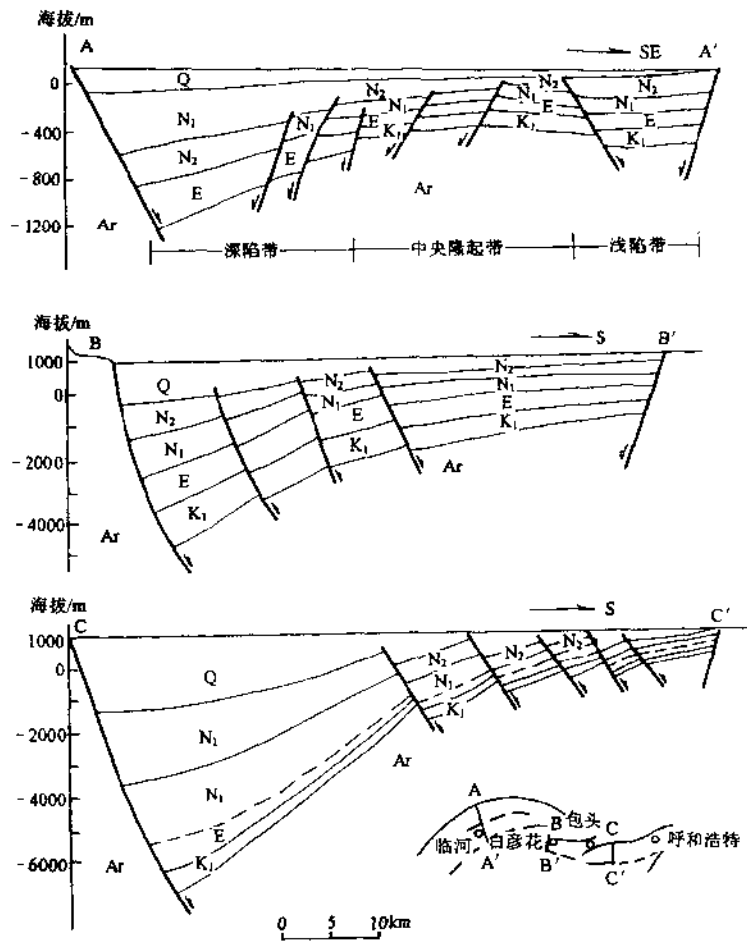


图 1.3 河套断陷带横剖面图