

高等学校博士学科点专项科研基金 资助
中国地质大学校友奖励基金

贺兰拗拉槽盆地充填演化分析

林畅松 杨起 李思田 著



北京)

243

01

地质出版社

贺兰拗拉槽 盆地充填演化分析

林畅松 杨起 李思田 著

地质出版社

· 北 京 ·

(京) 新登字 085 号

内 容 提 要

本书应用盆地分析、沉积学、层序地层学及煤地质学理论,系统地论述了贺兰拗拉槽从中元古代至古生代的盆地沉积演化、古构造条件及动力学背景,并阐述了晚古生代聚煤特征和富煤带的预测理论。本书共分五章,其中包括了沉积盆地分析理论和方法的总结。

本书可供从事煤地质学、石油地质学、沉积学及盆地分析的科研工作者、大专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

贺兰拗拉槽盆地充填演化分析 / 林畅松等著. — 北京:
地质出版社, 1995.6

I. 贺… II. 林… III. 拗拉槽—沉积盆地—沉积作用—地史
学—中国—宁夏 IV. P941.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 07679 号

地质出版社出版发行

(100013 北京和平里七区十楼)

责任编辑: 白 铁

*

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所发行

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ 印张: 9.375 字数: 228000

1995 年 6 月北京第一版 · 1995 年 6 月北京第一次印刷

印数: 1—600 册 定价: 11.00 元

ISBN7-116-01892-1

P · 1479

前 言

贺兰构造带位于我国鄂尔多斯盆地西缘,自南向北横跨 400 多公里,是我国西北部一个重要的煤炭基地和油气勘探开发区。从 50 年代开始,本区就开展了广泛的煤和油气等沉积矿床的勘探工作。区内的桌子山煤田、贺兰山煤田等含有多纪的含煤岩系(石炭系—二叠系和侏罗系),煤种多样,储量丰富,是我国西北部一个重要的炼焦煤基地。区内的汝箕沟还是我国出口优质的侏罗系无烟煤的重要产地。经过多年的油气勘探,在古生代和中生代地层中均已发现了油气和获得了工业油流。近年来,在早古生界中也找到了重要的油气藏。业已查明和证实,本区也是我国西北部的一个具有很大潜力的油气开发勘探区。因此,对本区的盆地充填进行系统研究具有重要的现实意义。

贺兰构造带在大地构造性质上具有过渡性早已为人们所认识。该构造带以往一直被称为“边缘拗陷”或“过渡带”,但与一般的边缘拗陷不同,它与南部的北祁连地槽褶皱带近直角相交,向北呈楔形夹于阿拉善地块和鄂尔多斯地块之间,具有典型的拗拉槽(Aulacogen)构造特征。70 年代以来,随着油气勘探等工作的开展,获得了大量资料,不少学者对该区中生代以来构造变形特征和演化进行了深入的研究,但对盆地性质和充填演化、不同构造演化阶段的沉积体系和沉积相的配置、尤其是构造与盆地充填过程的关系等方面的研究较少。该构造带上发育有厚达数千米的晚古生代含煤沉积,明显区别于东侧华北地台区内的同期沉积。但长期以来却缺少对盆地的性质、总体的充填特征和聚煤作用进行系统的分析。我国对拗拉槽的研究有不少成果,大都集中于元古宙的裂陷槽内,而对古生代拗拉槽的盆地充填演化和成矿作用的研究尚未见到典型的研究实例。

贺兰拗拉槽是我国一个较典型的拗拉槽盆地,从中元古代至古生代经历了长期的活动历史。本书应用盆地分析、沉积学、层序地层学及煤田地质学等学科的理论和方法,对贺兰拗拉槽从中元古代至古生代的盆地充填过程进行了较为系统的分析和研究。本研究从盆地整体出发,划分了复合盆地内各种级别的层序地层单元和构造充填阶段,重塑了各主要构造阶段的盆地充填样式,对早古生代深水盆地的沉积体系和盆地模式进行了深入探讨。同时,着重从拗拉槽演化背景上探讨了晚古生代再活动阶段含煤沉积盆地的形成、充填演化以及聚煤作用。结合构造和沉积史分析、结合层序地层和沉积体系分析等是本项研究方法上的特色之一。从拗拉槽的演化背景上探讨聚煤盆地的充填作用和聚煤特征,是一个新的角度和探索。从国内外的实例分析可知,古生代的拗拉槽在演化的晚期或再活动阶段常常发育重要的含煤或含煤气盆地,如前苏联的顿巴斯、美国的 Oklahoma 就是典型的例子。结合这一构造背景研究聚煤盆地的充填作用和聚煤规律,可能具有一定的普遍意义。

拗拉槽是前苏联地质学家沙斯基(H. C. Wamckuu)早在 1940 年就提出来的一种构造单元,指与地槽褶皱带呈高角相交的深裂陷褶皱带。拗拉槽的发展历史可追溯到与其相关的地槽发育时期。作为一种古老的破碎带,拗拉槽常具有多旋回的演化历史。国际上自 70 年代以来,由于 Dewey (1973) Burke (1980) 等从板块构造的角度对拗拉槽(译为“裂堑”、“裂陷槽”、“拗拉谷”或“奥拉槽”等)作了成因解释,认为拗拉槽实际上是大陆破裂时三叉裂谷系的一个衰亡支。这一观点引起了国际上广大裂谷研究者对拗拉槽重新产生了

浓厚兴趣。Burke 等还进一步强调,在现代板块内识别古老的“三叉裂谷系”是研究古板块的关键问题之一。Hoffmann(1974)等以贝努槽为现代例子,结合中、晚元古代和古生代的拗拉槽实例进行比较,提出了拗拉槽演化模式。近年来,关于拗拉槽内沉积体系和层序地层的研究已有开展。这些成果为本项研究提供了很好的参考。

贺兰山区地处于旱半干旱地带,具有完好的二维、甚至三维的出露条件,为沉积相分析提供了难得的研究条件。部分石油深钻和各煤矿区密集的钻井资料给砂体形态等研究和进行地下情况与野外露头对比分析提供了前提。研究者从 1986—1989 年先后到贺兰山区进行了多次的野外工作。实测剖面 2000 多米,并以大量的时间投入沉积相的横向追索和纵向观察分析。收集了 500 多个钻井资料,测量了三百多个古流向数据,编绘分析图件 300 多幅,薄片分析 300 个(其中 40 片进行粒度分析),并进行了微量元素、粘土矿物等的测试补充工作。这为本书的编写提供了丰富的素材和资料基础。本书是在林畅松的博士论文、杨起教授负责的博士科学基金项目报告以及地矿部项目“能源盆地沉积体系”的有关工作基础上进一步加工完成的。此项研究从 1985 年开始,至 1992 年完成。

在本项研究和本书编写过程中,得到了各有关部门和单位,包括宁夏地矿局、宁夏地质矿产调查所、乌达矿务局、石炭井矿务局、乌海市科协等单位的大力帮助。他们长期以来积累的大量资料和已获得的研究成果为本项研究的开展和本书的编写提供了不可缺少的基础。上述部门和单位还在交通工具、工作条件等方面给予了作者大力的支持。宁夏地调所的张韬高级工程师和候培林工程师、乌海科协的唐伟忠高级工程师、乌达矿务局的刘须强高级工程师、海勃湾矿务局的高双工程师、宁夏 164 煤田勘探队的庸于范工程师以及其他同志都曾给予过很大的支持和帮助。长庆油田的费安琪工程师等也提供了有关资料。岳希新院士、刘光鼎院士、何镜宇教授、冯福凯高级工程师、杨士恭教授等对本项研究成果进行了评议,并提出了许多宝贵的意见。岳希新院士还对本项研究给予过多次的具体指导。李桢教授为本项研究做了大量的事务工作并参与了部分科研工作。美国学者 Seimes 博士曾对本项研究的部分内容提出过许多宝贵的意见。李宝芳教授等也对本项研究给予了指导。此外,煤田教研室的苏玉春高级工程师、雒曾强讲师及其他同志亦给予了很多的帮助。寥泳萍、贾秋月等同志为本书做了部分录入和排版工作。王磊同志制作了本书的部分图片。中国地质大学(北京)制图室为本书的部分图件作了清绘。本项研究成果的完成和本书的最终出版是与上述同志的大力帮助分不开的。本书完稿后,获得了中国地质大学校友基金奖励,资助了部分出版费用。在此一并表示衷心的感谢。

作者

1994 年 6 月

目 录

第一章 区域地质背景	(1)
第一节 地层	(2)
第二节 构造特征	(7)
第三节 贺兰构造带及邻区地质演化史	(12)
第二章 盆地充填分析的基本思路和方法	(14)
第一节 盆地充填的层序级别和划分	(15)
第二节 沉积体系和沉积相分析	(21)
第三节 工作方法要点	(24)
第三章 中元古代—早古生代拗拉槽的充填特征和演化	(26)
第一节 中元古代拗拉槽的盆地充填特征	(27)
第二节 早古生代拗拉槽的主要充填特征	(31)
第三节 早古生代盆地的充填层序和构造—充填样式	(49)
第四章 晚古生代再活动阶段盆地充填特征和演化	(59)
第一节 盆地充填单元和岩相构成特征	(59)
第二节 中石炭世的沉积体系和盆地充填样式	(68)
第三节 晚石炭世—早二叠世陆表海盆地沉积体系和演化	(92)
第四节 盆地的构造格架和演化	(113)
第五章 晚古生代聚煤作用和控制因素	(116)
第一节 煤层分布的一般特征	(117)
第二节 古构造和海平面变化的控制作用	(120)
第三节 聚煤沉积模式	(123)
结 论	(135)
英文摘要	(138)
主要参考文献	(141)

CONTENTS

Chapter 1 Geological Setting	(1)
1 Stratigraphy	(2)
2 Structure	(7)
3 Geological Evolution of the Helan Structural Belt and Adjacent Districts	(12)
Chapter 2 Methods of Basin Fill Analysis	(14)
1 Basin Fill Sequence Analysis	(15)
2 Depositional and Facies Analysis	(21)
3 Key Points of Methods	(24)
Chapter 3 Filling Characteristics and Evolution of Middle Proterozoic—Early Paleozoic Helan Aulacogen	(26)
1 Middle Proterozoic Aulacogen Basin Fill	(27)
2 Early Paleozoic Helan Aulacogen Basin Fill	(31)
3 Basin Fill Sequences, Basin Structural Framework and Depositional Patterns	(49)
Chapter 4 Sedimentary Characteristics and Filling Evolution of Late Carboniferous and Lower Permian Basin	(59)
1 Sequence Stratigraphy and Lithofacies Composition of the Basin Fills	(59)
2 Middle Carboniferous Depositional Systems and Basin Fill Patterns	(68)
3 Depositional Systems and Filling Evolution of the Late Carboniferous —Early Permian Epeiric sea	(92)
4 Basin Structural Framework	(113)
Chapter 5 Coal Accumulation	(116)
1 Distribution of Coal Seames	(117)
2 Controll of Paleostucture and sea level change	(120)
3 Coal Accumulation Model	(123)
Conclution	(135)
Abstract	(138)
Reference	(141)

第一章 区域地质背景

贺兰构造带位于鄂尔多斯盆地西缘（东经 106° — 107° ；北纬 36° — 40° ），地跨内蒙古、宁夏和甘肃三省，主体部分位于宁夏回族自治区境内。该构造带形成一北北东向的长条形山地，北起内蒙古境内的乌达、桌子山区，向南经宁夏境内的贺兰山、银川地堑以及东侧鄂尔多斯盆地西缘逆冲断裂带延至河西走廊。其北窄（40—100km）南宽（200—300km，南北延伸约 400 多公里，面积约 2 万多平方公里，总体呈一楔形体从北祁连地槽褶皱带向北插入阿拉善地块与鄂尔多斯地块之间（图 1-1）。贺兰构造带是我国西北部的一个重要的煤炭基地和油气勘探开发区。

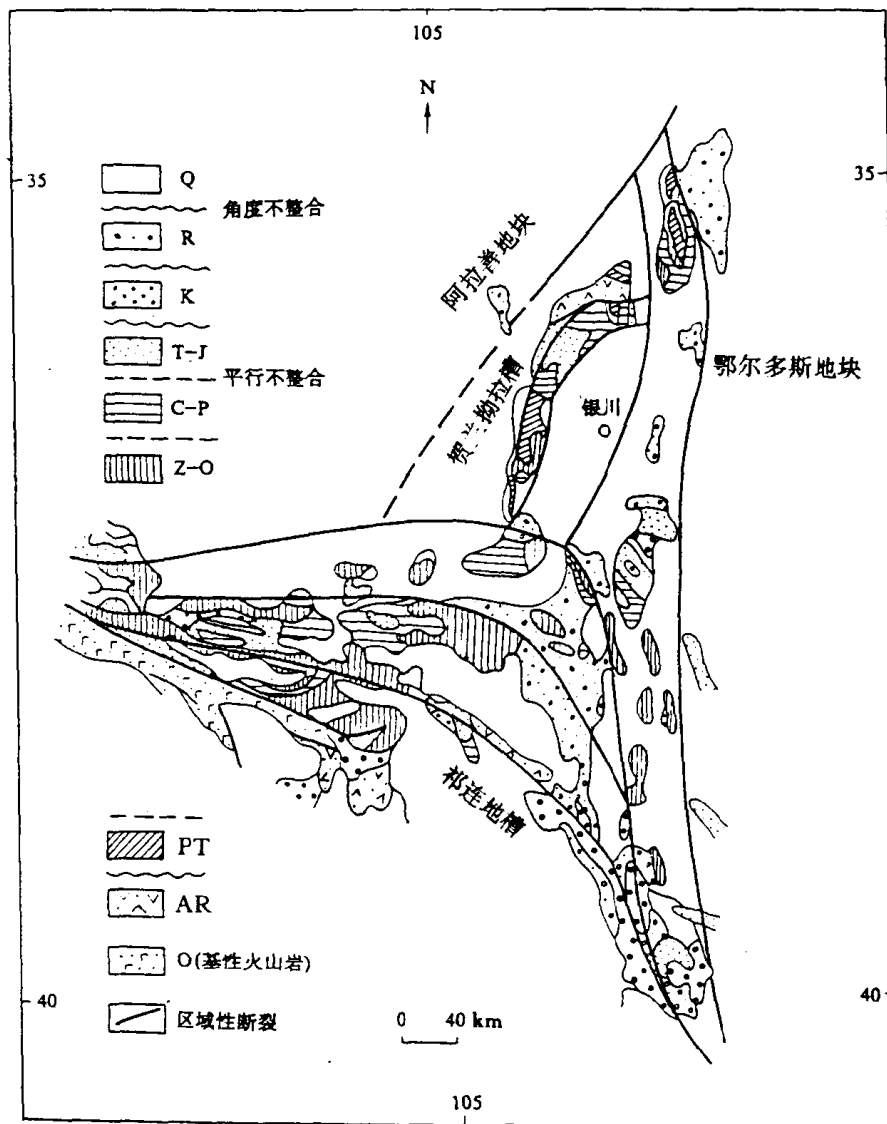


图 1—1 贺兰构造带及邻区的地质略图

贺兰构造带从中元古代到中、新生代经历了多阶段的沉积和构造演化。地层组合和构造特征极其复杂,是多阶段地壳活动和盆地演化的产物。区内的主要构造形迹是近南北向的强烈挤压断褶带,大部分为燕山期产物,其发育和展布受到前期构造格架和深大断裂的制约。区内发育的地层包括中元古界至新生界(表 1-1),沿山区有大面积出露。太古宇桑干群(贺兰山群)片麻岩和变粒岩构成盆地最古老的结晶基底。

第一节 地层

在研究区内,中新太古界的贺兰山群主要由中-深变质的夕线石榴黑云斜长片麻岩和黑云斜长片麻岩等组成,有明显的混合岩化和花岗岩化,形成各种类型的混合岩。厚约 1520m,同位素年龄(Rb-Sr)分别为 1947.6Ma 和 2056Ma(霍福臣等,1989)。贺兰山群属华北地台基底岩系的组成部分,构成本区中元古代贺兰初始裂陷的盆地基底。

一、中元古界

区内中元古代地层包括黄旗口群(相当长城系)和王全口群(相当蓟县系),不整合于太古宇的古老结晶基底或花岗岩之上,代表贺兰初始裂陷的盆地充填。缺失新元古界。上覆的古生界分布于贺兰山的三关口、黄旗口和王全口等地。黄旗口群和王全口群之间为平行不整合或区域性的冲刷面所分隔。

黄旗口群厚 300—600 多米,是区内著名的“贺兰石”及大型硅石、玻璃用砂岩矿床的赋存层位。主要由陆相和滨浅海相石英砂岩、板岩以及少量的白云岩组成。在黑色板岩中产有微古植物化石: *Leiominuscula* sp., *L. orientalis* Sin et Liu, *Trematosphaeridium* sp., *Trachysphaeridium* sp., 以及 *Taeniatum crassum* Sin et Liu 等。上覆的王全口群(蓟县群)厚 200—600 多米,为少量滨浅海相砂岩和厚层的白云岩组成。该群的石英砂岩含有较多的海绿石,同位素(K-Ar 法)年龄为 12.89 亿年。王全口群中富含叠层石,大多数为蓟县系中常见的分子,如 *Tielingella*, *Jacutophyton*, *Conophyton* 和 *Colonnella* 等。黄旗口群下伏(呈冲刷侵蚀关系)的花岗岩同位素年龄值为 1681—1839Ma,可推测黄旗口群的年代约为 1700—1400Ma。

黄旗口群主要分布于相对较窄的初始裂陷带内,而王全口群,尤其该群上部的地层明显上超到两侧的古老地台或地块之上。从北向南,总厚度明显增大。在南部据地震资料推测,厚度达 3000 多米。此外,在南部石油深钻中见有辉绿岩和安山岩夹层,在乌达一带也见到辉绿岩体侵入到黄旗口群的底部。在南部海原南华山一带的南华山群(相当于黄旗口群)为一套轻变质的地层,中基性火山岩发育。

二、震旦系—下古生界

震旦系—下古生界包括震旦系、寒武系、奥陶系、志留系和泥盆系。下伏和顶界均为角度或微角度不整合所限,内部也包括了多个次级构造层序或地层组合(表 1-1),构成早古生代贺兰拗拉槽的滨浅海和深海盆地充填。

底部震旦系正目观组厚 0—250 余米,分布于苏峪口及其以南局部地带。可分为上、下两段。下段为钙质砾岩、角砾岩和含砾砂岩,上段主要为板岩,属冰碛层,含有动物遗迹化石及微植物化石或藻化石,如 *Leiopsophosphaera*, *minor* Schep., *Laminarites* sp.

Trachysphaeridium sp., *Taeniatum* aff. 和 *crassum* Sin et liu 等。与下伏地层为角度不整合

表 1-1 盆地构造层序和地层组成

构造层序		地 层 组 成					
		系	统	组	岩 性 简 述	厚度(m)	
Ⅷ	第三系		上新统	干河沟组	灰绿色、杂色砂质泥岩、砂岩和砂砾岩，夹石膏层	300—2000	
			中新统	红柳沟组			
			渐新统	清水营组			
			始新统	寺口子组			
Ⅶ	白垩系		下统	志丹群	杂色砂砾岩、泥岩、夹石膏层	900—1800	
Ⅵ	侏罗系		上统	芬芳河组	紫红色泥岩、砂砾岩	600—1000	
Ⅴ		中统	安定组	灰黄色、灰绿色泥岩、砂质泥岩和砂岩	500—800		
			直罗组				
Ⅳ	三叠系		下统	延安组	砂岩、泥岩、夹煤层	250—350	
			上统	延长组	暗色泥岩、砂质泥岩和砂岩	900	
				中统	铜川组	砂岩、砂砾岩，夹杂色泥岩	800
					二马营组		
Ⅲ	Ⅲ ₂	二叠系	上统	石千峰组	灰色、紫色泥岩、砂砾岩	500—700	
				上石盒子组			
			下统	下石盒子组	灰色泥岩、砂质泥岩和砂岩、山西组含煤层	200—420	
				山西组			
	Ⅲ ₁	石炭系	上统	太原组	灰色泥岩、砂岩含煤层、含海相化石	70—400	
			中统	羊虎沟组	灰色、灰褐色或暗色泥岩、砂岩	500—3000	
靖远组							
下统			臭牛沟组	褐灰色、灰色砂质泥岩、砂岩含石膏层	200—500		
Ⅱ	Ⅱ ₅	泥盆系	上统	中宁组	紫红色泥岩、长石砂岩和砂砾岩	550—2100	
			中统	石峡沟组			
	Ⅱ ₄	志留系	上统	早峡沟组	紫色、灰色泥岩、砂岩、薄层灰岩、含海相化石	500—600	
			中、下统	照花井群			
		奥陶系	上统	姜家湾组	砂岩、泥岩和灰岩、含海相化石	300—500	
				背锅山组			
	Ⅱ ₃	中统	平凉组	灰绿色泥岩、砂岩、夹钙质砾岩、灰岩含笔石	2000—4000		
			米钵山组				
	Ⅱ ₂	寒武系	下统	天景山组	粉砂岩、白云质灰岩、含钙质砾岩	500—1000	
				上统	凤山组	薄层灰岩、生物碎屑灰岩、竹叶状灰岩、白云质灰岩和泥岩、含腕足化石	250—480
					长山组		
			崮山组				
			中统	张夏组	泥质条带灰岩、薄层状灰岩、鲕粒灰岩、砾状灰岩和页岩、含海相化石	450—950	
				徐庄组			
				毛庄组			
			下统	五道淌组	含磷砂砾岩、泥岩、白云岩和白云质灰岩、含海相化石	60—100	
	苏峪口组						
Ⅱ ₁	震旦系		罗圈组	泥岩、砾岩、冰碛层	0—350		
Ⅰ	Ⅰ ₂	蓟县系		王全口群	白云岩、白云质灰岩、含少量砂岩	200—600	
	Ⅰ ₁	长城系		黄旗口群	砂岩、砂质泥岩、薄层白云岩	300—600	
太古宙					变质岩		

关系，与上覆下古生界为平行不整合关系。

寒武系和下奥陶统主要为滨浅海碳酸盐岩沉积，是本区研究程度较详细的地层之一。含有丰富的三叶虫、腕足类和头足类化石。寒武系厚约 900—1500m，从南向北厚度变小，呈超覆关系。下统在区内贺兰山中段以南发育，北部缺失。包括五道淌组和苏峪口组，由深灰色厚层白云岩、白云质灰岩或灰岩以及钙质含磷砂岩或砂砾岩和磷块岩（苏峪口组底部）等组成，见有 *Bergeroniellus-Hsuaspis* 等的化石组合。中寒武统包括张夏组、徐庄组和毛庄组。由泥质条带灰岩、竹叶状灰岩、鲕粒灰岩或灰岩以及页岩等组成。在北部上覆于前寒武纪地层之上。向南至南部科学山和香山一带与香山群的层位大体相当。化石组合包括 *Taitzia-Poshnia*, *Crepicephalina*（张夏组）；*Bailiella*, *Poriagraulos*, *Metagraulos*, *Sunaspis*, *Ruichengaspis*（徐庄组）；*Shantungaspis*（毛庄组）等。上寒武统包括凤山组、长山组和崮山组，多为泥质条带灰岩、竹叶状灰岩和鲕粒灰岩，上部发育白云岩或白云质灰岩（凤山组）。化石组合有 *Cordylodus proavus*, *Tsinania-Calvinella*（凤山组）；*Chuangia*（长山组）；*Drepanura* 和 *Blackwelderia*（崮山组）等。下奥陶统主要出露于贺兰山中段，分为下岭南沟组、前中梁子组和中梁子组，主要由白云岩、白云质灰岩、泥质条带灰岩、灰岩以及薄层石英砂岩等组成。富含牙形石、头足类化石，如 *Wutinocerassp.*, *Pomphoceras sp.*, *Polydesmia* 和 *Selkirkoceras sp.*等，厚达 500—1000 多米。在桌子山区层位相当的地层为三道坎组和桌子山组，岩相组成相似，但厚度变小。

盆地南部的香山群可划分为五个亚群，厚达 900—1200 多米，为一套轻变质海相碎屑岩、碳酸盐岩、硅质岩及基性火山岩组合。其时代一直存在较多的争议。在灰岩透镜体中见到属中寒武世的海相化石，如 *Lnouyia capax*, *Metagraulos* 均为中寒武世的分子。香山第二亚群顶部发现的腕足化石，如 *Homotreta nitens*, *lingullella*, *Acrothele* 以及 *Obolus taianensis* 等。它们是寒武纪的常见属种。一些学者认为，产化石的灰岩透镜体是来自盆缘物源区的“漂砾”或砾石，但从我们的野外观察结果看，大都是盆内形成的。一般可观察到这些透镜体与上、下岩层间的整合关系。在横向上，断断续续分布，有时可追索很远的距离。一些混合滑塌变形层内的也是在斜坡带同沉积的变形。因此，本文认为香山群应归为寒武系，但其底部和顶部可能延至下寒武统和下奥陶统。

区内的中奥陶统主体是一套巨厚的含笔石页岩、砂岩、钙质砾岩及碳酸盐的复理石建造，包括贺兰山区的樱桃沟组（相当于中卫一带的米钵山组）、平凉组及银川组，分别厚 700—1500 余米。化石见有牙形石和笔石等，如 *Protopanderodus varicostatus*, *Cordylodus horridus*, *Climacograptus shihuigouensis*, *Amplexograptus cf. Pseudoclimacograptus*（樱桃沟组）；*Glyptograptus teretiusculus*, *Nemagraptus*（平凉组）；*Protopanderrtusinsculptus*（银川组）等。厚度由南向北变薄，在桌子山区大体与克力摩里组、拉什仲组以及拉力克组层位相等，其岩相组成相似，但厚仅 150—500 多米。上奥陶统在研究区的大部分地区缺失，只在南部固原一带有分布，主要为滨海相碳酸盐岩沉积。

中、上志留统和中、上泥盆统在区内大部分地带缺失，只在南端元子山以南至祁连山前有发育。中、上志留统为滨浅海碎屑沉积，与下伏地层为角度不整合接触；中、上泥盆统为紫红色或杂色的陆相碎屑岩沉积，厚 500—2000 多米，与下伏地层为角度不整合。

三、石炭系—二叠系

石炭系—二叠系与下伏上古生界为角度—平行不整合接触，系晚古生代拗拉槽再活动

阶段的产物。在区内广泛分布和出露,主要为海陆交互相的含煤岩系和陆相碎屑沉积。

下石炭统包括前黑山组和臭牛沟组,在研究区南部发育。前黑山组分布于卫宁北山、烟筒沟、香山、黑山等地。下部多为砂岩、泥岩、砂质泥岩组成,中上部含有较多的白云质灰岩或白云岩,含石青盐层。厚 150—200 多米。腕足化石有 *Schuchertella* cf., *Cleiothyridina hirsuta*, *Eochoristes* cf. 等,植物化石有 *Sublepidodendron*, *Lepidostrobophyllum*, *Lepidodendropsis hirmeri*, *Archaeopteris* cf. 等。介形类和孢粉也很丰富,见有 *Auroraspora-lophozono triletes* 的组合。前黑山组在时代上可与杜内阶对比。臭牛沟组厚约 200 多米,与下伏地层呈微角度或平行不整合接触。下段由灰白色砂岩、粉砂岩或泥岩、碳质泥岩等组成。上段以灰、深灰色海相泥岩、泥灰岩、生物碎屑灰岩、炭质泥岩等组成。在黑山、校育川等地碳酸盐岩发育。该组含有十分丰富的海相化石,计有珊瑚、腕足、菊石、海百合茎等。腕足类有 *Giganto productus* cf. *latissimus*, *Kansuella kansuensis*, *Neospirifer liangchowensis*, *Rhipidomella michelini* 等。珊瑚见有 *Yuanophyllum kansuense*, *Arachnolasma sinense*, *Aulina rotiformis*, *Lithostrotion asiaticum* 等。菊石有 *Girtyoceras* sp., *Goniatites orientalis* 等。臭牛沟组中植物化石也很丰富,主要属种有 *Archaeocalamites scrobiculatus*, *Cardiopteridium spetsbergense*, *Triphyllopteris collombiana* 等。在时代上,臭牛沟组大体上与维宪阶相同。

中石炭统包括靖远组和羊虎沟组,在贺兰山区和南部的广大地区都有发育。中统厚度大,在卫宁北山一带厚达 3000 多米,在贺兰山中、北段靖远组变薄,上覆于下古生界或更老的地层上。靖远组在南部一般厚 150—500 多米,可分为三段。下段由深灰色或褐灰色泥岩、薄层砂岩、白云质灰岩透镜体组成。底部有时可见含砾粗砂岩,并与下伏的臭牛沟组分开。底部 *Domberites* 等 E 带的出现是与下伏地层分界的重要化石标志。中段砂岩增多,其底常见一厚层的含砾砂岩层,具明显的下切冲刷面。上段以泥岩和灰岩为主,含较多的腕足、菊石和珊瑚等海相化石,顶部见有煤线。该组含有 *Eumorphoceras*, *Cravenoceras*, *Paracravenoceras*, *Gastrioceras*, *Cancelloceras*, *Bilinguites*, *Vereuilites* 和 *Reticuloceras* 等属纳缪尔期的菊石带组合。

羊虎沟组在区内广泛分布,厚 200—2000 多米。主要由泥岩、砂岩、灰岩薄层和煤层等组成。总体上可分为两段,每一段为一个大的沉积旋回。下段的底部砂岩较厚,与靖远组呈平行不整合或微角度不整合关系。中部泥岩增多,夹较深水的硅质灰岩层。上部砂岩增多,在顶部见煤层或薄煤层。上段主体是泥岩类生物碎屑灰岩,顶部见有数层石英砂岩、铁质石英砂岩,与上覆太原组分界。该组的菊石化石有 *Dimorphoceratoides* sp., 属维斯发 A 期的重要分子。瓣鳃类化石有 *Dunbarella papyraceus*, *D. subpapyraceus*, *Posidoniella sulcata* 和 *Parallelodo* aff. 等,均属维斯发期的化石组合。

上石炭统太原组厚 100—300 多米,是区内主要的含煤地层之一。由砂岩、泥岩、煤层和薄层生物碎屑灰岩组成,可分为三段。下段以褐灰色泥岩、薄层石英砂岩和薄煤层或煤线等为主;中段见厚层砂岩和煤层;上段由泥岩、砂岩和煤层组成,粒度相对较细。中段的顶部和上段的下部见有数层灰岩或泥灰岩层,含有丰富的筴类化石。本区的太原组的筴类化石主要有 *Schwagerina*, *Pseudoschwagerina*, *Quasifusulina*, *Rugosofusulina*, *Triticites* 等,腕足有 *Dictyoclostus taiyuanfuensis*, *Chonetes pygmaea* 等。植物化石呈现华夏植物群的特征,由 *Neuropteris ovata*, *Lepidodendron szeianum*, *L. oculus-felis*, *L. posthumii* 等。上

述化石组合可与华北区太原组的化石组合相比较。

下二叠统包括山西组和下石盒子组。山西组是区内另一主要的含煤地层,厚 100—150m,由灰色、灰白色砂岩、砂质泥岩和煤层组成。下部煤层较厚,上部主要为煤线,总体由几个向上变细的粒度旋回构成。在顶部的局部可见泥灰岩透镜体。本组的植物化石主要有 *Lobatannularia sinensis*, *Annularia stellata*, *Sphenophyllum minor*, *S. oblongifolium*, *Tingia* cf., *Pecopteris arcuata*, *Callipteridium koraiense*, *Cordaitea principalis* 等。与华北山西组所含的植物化石相似。下石盒子组粒度明显变粗,主要由粗砂岩、砂岩、砂质泥岩等组成,厚约 200 多米,只含煤线。化石有: *Sphenophyllum thonii*, *S. oblongifolium*, *S. coatae*, *S. rotundatum*, *S. neofimbriatum*, *Calamites suckowii*, *Annularia stellata*, *A. gracilescens*, *A. mucronata*, *Lobatannularia sinensis*, *Taeniopteris multinervis*, *T. nystroemii*, *T. tingii*, *T. serrulata* 等。这一时期的植物化石和早二叠世早期山西组相比较,楔叶目、栉羊齿类、带羊齿和瓢叶纲几乎没有什么变化,主要分子基本相同,共同组成了中期华夏植物群。但也有部分新种类出现。区内下石盒子组的带羊齿十分发育,如 *Taeniopteris tingii*, *T. shansiensis*, *T. cf. densissima*, *T. cf. norinii* 等,一般在山西太原,北京西山见于下石盒子组中。

上二叠统的上石盒子组和石千峰组为陆相的杂色或紫色砂岩和砂质泥岩沉积,分别厚 200m 和 400 多米。石千峰组化石有 *Trachytriletes* sp., *Cordaitina* sp., *Lycopodiumsporites* sp., *Perocauloidospora* sp., *Florinites* sp., *Pityosporites* sp., *Verrucosisporites* sp., *Cedripites* sp., *Classopollis classoides* 等,其中, *Florinites*, *Cordaitina* 两属的孢粉为二叠纪,特别是在晚二叠世,为常见分子; *Verrucosisporites*, *Trachytriletes*, *Lycopodiumsporites* 等气囊分化较好的花粉出现于二叠纪末期; *Cedripites*, *Pityosporites*, *Classopollis classoides* 虽繁盛于三叠纪,但在样品中仅零星可见。根据其孢粉总体面貌,本组时代应为二叠世晚期。

四、中生界

1. 三叠系

三叠系包括中统二马营组、铜川组和上统延长组,与下伏石千峰组呈平行不整合接触。在贺兰山大面积出露。二马营组和铜川组厚 900 多米,为粗碎屑组成的辫状河和扇沉积。上统延长组可划分为三个段,厚 1500 多米,是一套包括河流和湖泊三角洲的湖盆碎屑岩沉积。上部发育有厚层的暗色湖相泥岩。三叠系在本区形成一个异常加厚带,与鄂尔多斯西缘开始强烈向东逆冲,产生类前陆盆地的挠曲下沉有关。

2. 侏罗系

侏罗系包括富县组(下侏罗统)、延安组和直罗组(中侏罗统)、安定组和芬芳河组(上侏罗统)。它们均为平行或微角度不整合接触。富县组只在马家滩一带的钻井中见到,大部分地区缺失。延安组是区内主要的含煤岩系之一,产优质的无烟煤。延安组一般厚 250—300m,以河流、湖泊、三角洲沉积为主,中部湖相泥岩发育。直罗组多由黄褐色的砂岩和灰绿色泥岩等组成,厚约 300 多米。安定组由暗紫色、紫红色的砂岩和泥岩河、湖沉积组成,局部见泥灰岩夹层。在贺兰山西缘粒度变粗,见巨厚的砾岩层不整合于直罗组之上。反映了鄂尔多斯盆地西缘的逆冲作用又明显增强。芬芳河组在区内未见出露。在鄂尔多斯盆内的地震剖面上,可见上侏罗统与下伏地层呈明显的角度不整合接触。

3. 白垩系

在贺兰山区只发育有下白垩统庙山湖群（在东缘为志丹群）。其下部为冲积粗碎屑岩沉积，角度不整合于侏罗系或更老的地层之上。上部为杂色河流、湖泊沉积，富含介形虫、腹足类和瓣鳃类化石，厚 1500—2000m。从三叠纪、侏罗纪到早白垩世，沉积中心显示由西向东迁移，这可能与逐渐向东的逆冲作用有关。但白垩纪沉积阶段的盆地性质是否与逆冲作用有关还需探讨，也有学者认为已开始了裂陷作用。

五、第三系

第三系在银川地堑内发育，主要为冲积扇和河流沉积的杂色或红色粗碎屑岩，夹盐层。与下伏地层为角度不整合接触，顶部为第四系覆盖。

第二节 构造特征

一、次级构造单元

鄂尔多斯盆地西缘贺兰构造带可大体划分为“贺兰复式断褶带”、“鄂尔多斯西缘逆冲断裂带”、“银川地堑”，以及南部河西走廊的“卫宁北山断褶带”等次一级的构造单元（图 1-2）。

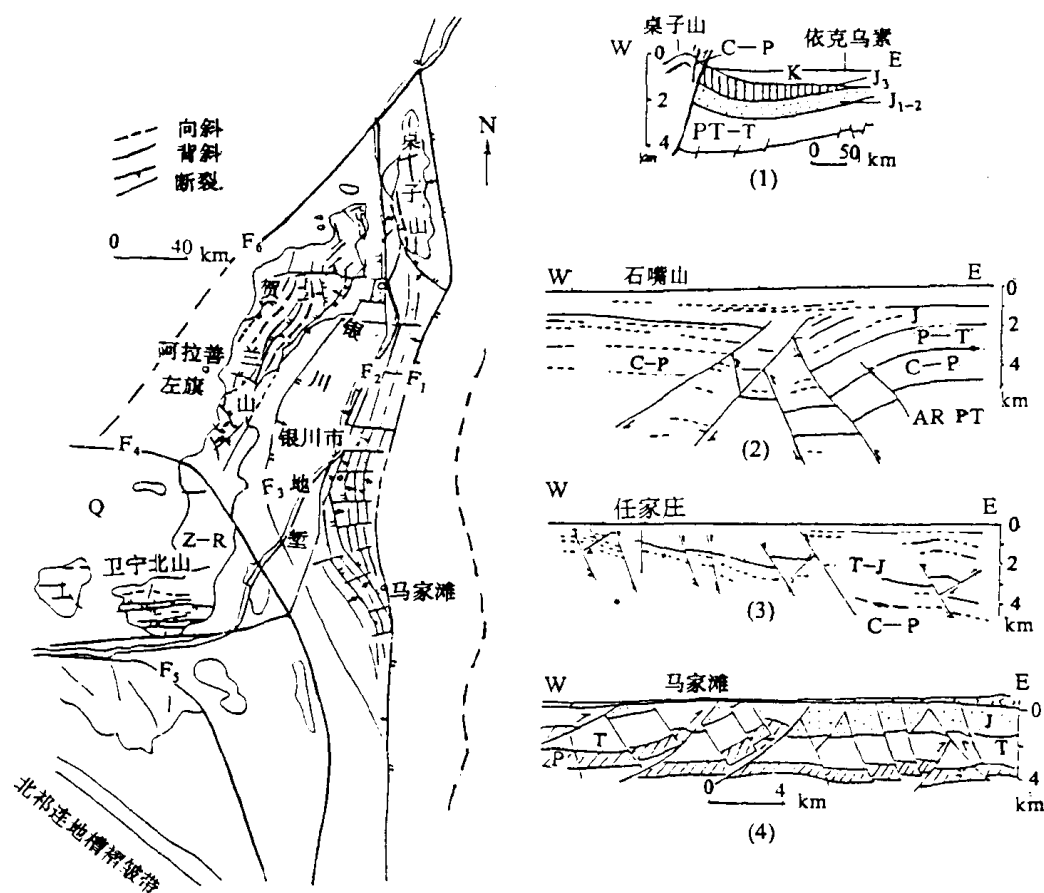


图 1-2 研究区构造纲要图

F₁: 阿色浪-车道断裂带; F₂: 本井大断裂; F₃: 贺兰山东麓大断裂; F₄: 银川地堑东侧断裂; F₅: 尤首山-六盘山大断裂; F₆: 岗得尔山-西来峰断裂; F₇: 卫宁北山南麓大断裂; (1)-(4): 地震剖面解译构造剖面示意

1. 贺兰复式断褶带

贺兰复式断褶带以贺兰山为主体，其东、西两侧均为断裂带所限。从南向北可分为南段、中段和北段三个部分。北段延至乌达的五虎山和桌子山等，断裂主体向东逆冲，地层为古生界或更老的地层（图 1-3）。中段的西侧发育向东逆掩的断裂，东侧则发育向西逆冲的逆断带，中部以规模较大的复式褶皱为特征（1-4）图。中段主体构造线呈北北东向，地层构成主要包括三叠系和侏罗系。贺兰山的北段和南段，尤其是南段的构造线却以北北西向为主，由向东逆冲为主的逆冲断裂带组成；地层组成比中段古老，包括下古生界至前震旦系。北段向北延伸时，被近东西向的、向南逆冲的正谊关断裂所截，而南段向南延部分与弧形的逆断带相交（图 1-2）。

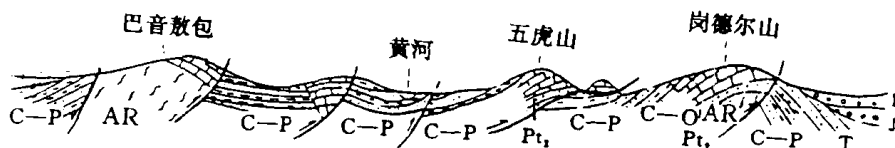


图 1-3 贺兰山北段的构造剖面

(引自汤锡元等, 1990)

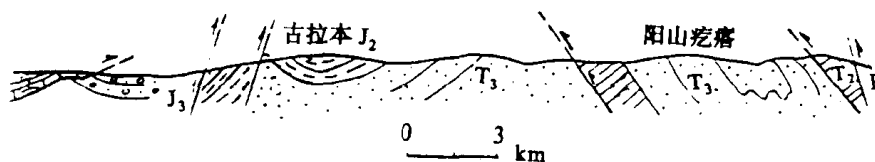


图 1-4 贺兰山中段的构造剖面

2. 鄂尔多斯盆地西缘逆冲断裂带

该带为一主体向东逆冲的密集断裂带，从南部的平凉至六盘山、马家滩、横山堡到北部的桌子山东麓，长达 500 多公里。其北段在岗得尔山和桌子山一带，由一系列北北西向的断裂所组成（图 1-2）。断裂面倾角陡，总体向东逆冲，出露地层老。在岗得尔山和桌子山东麓，分别可见前震旦系或寒武系和奥陶系推覆在二叠系之上。该断裂带向南延伸至横山堡转为北北东向，逆冲断裂面主体向东倾，断块向西逆冲（图 1-5）。这些向西逆冲的断裂在地震剖面上有清晰的显示。向南至马家滩一带及其南延部分的断裂线又转向以北北西向为主，主体向东逆冲（图 1-6）。地层构成包括古生界和中、新生界。整个逆断带近似于反“S”型。

3. 银川地堑

银川地堑位于本区中部，呈北北东向展布，东西两侧分别为大断裂所限。据地震解释和钻井资料，地堑内充填了巨厚的白垩系和第三系，其基底主要由奥陶系灰岩构成（图 1-7）。

4. 卫宁北山断褶带

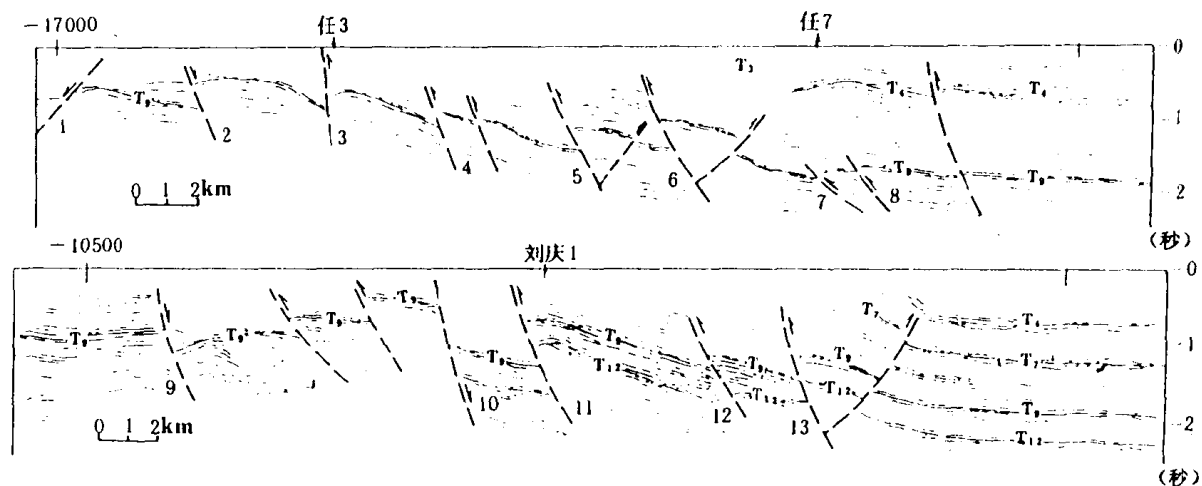


图 1-5 横山堡一带地震剖面解释构造剖面
(引自刘和浦等,1990)

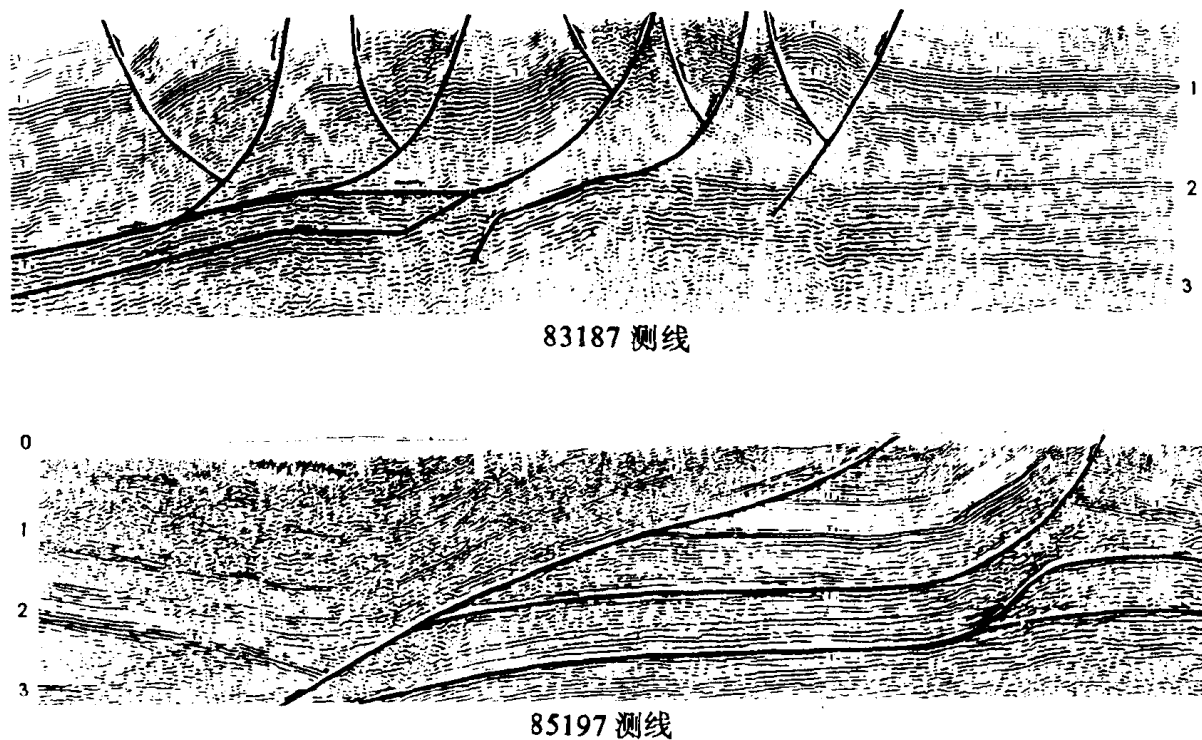


图 1-6 马家滩地震剖面的构造解释
(引自杨俊杰等, 1990)

该带由卫宁北山及其向西的延伸部分所构成，出露古生代（上古生界为主）地层。主

要的构造线近东西向，大体与南部的祁连地槽褶皱带平行，而与贺兰山断陷带近于垂直。断裂向北或向南逆冲，地层倾角较大，出现直立和倒转。

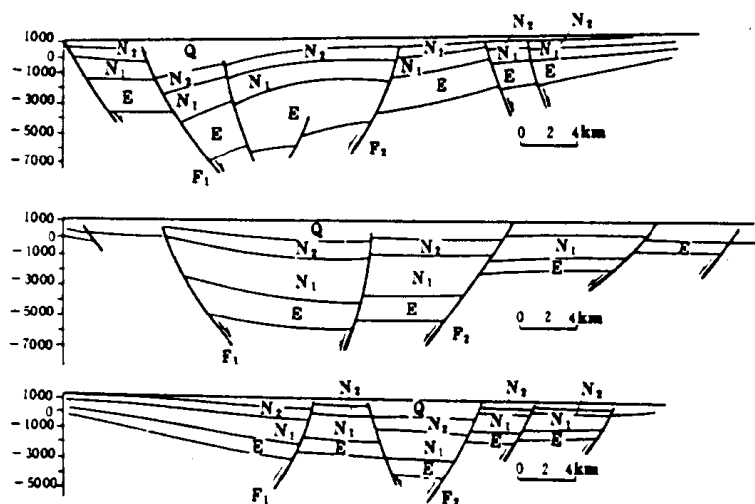


图 1-7 银川地堑结构简图

(引自刘和浦等,1990)

二、主要的区域性大断裂

区内发育了一系列规模较大的断裂和断裂带，这些在地表、地震剖面上都有显示，许多形成重力异常突变带（图 1-8）。

1. 车道-阿色浪断裂（图 1-2、8， F_1 ）

该断裂构成鄂尔多斯盆地西缘贺兰构造带与东侧地台的分界。该断裂北起桌子山东麓，向南延至铁克苏庙，经马家滩断裂带延伸至甘肃境内的车道大断裂，全长 500 多公里。断裂带上存在突变的重力梯度，可能属于深切地壳的大断裂或断裂带。中元古代以来长期活动。

2. 本井-阿拉善左旗西侧大断裂（图 1-2、8， F_2 ）

该断裂从磴口至本井一线呈北东向展布，向南延被掩盖，可能为贺兰构造带与阿拉善地块的分界。断裂在地震剖面上有很好显示，并造成明显的重力梯度突变和航磁力异常，在卫片上呈清晰的线状构造。全长大于 300km，具有长期活动性。

3. 贺兰山西麓和东麓大断裂（图 1-2、3， F_3 ）

该断裂呈北北东向沿贺兰山东、西麓展布。东麓逆冲断裂被银川地堑发育时追踪、利用，构成地堑西侧边缘同沉积断裂。这两条断裂向南延伸可能交于尤首山-六盘山大断裂，向北延伸至东西向的正宜关断裂。

4. 巴彦乌拉-狼山断裂

该断裂北起狼山，经吉兰泰以西向南延伸，呈北北东向展布。该断裂在卫星照片和重磁上都有显示，长 500 多公里，为吉兰泰构造的西部边缘，可能是贺兰拗拉槽沉积时最远的西部边界。

5. 银川地堑东侧大断裂（图 1-2、8， F_4 ）