

内蒙古根河盆地断裂构造特征及演化

范 超¹, 邹 帅¹, 唐大卿^{1,2}, 谢 强¹, 杨 敏¹

(1. 中国地质大学(武汉)资源学院石油地质系, 湖北 武汉 430074; 2. 构造与油气资源教育部重点实验室, 湖北 武汉 430074)

摘要:根河盆地是位于内蒙古-大兴安岭褶皱系内的中生代断拗盆地, 主要发育侏罗纪、白垩纪和新近纪地层。野外地质调查揭示, 根河盆地断裂构造比较发育, 断裂构造类型以伸展性质的犁状正断层为主, 此外在盆地西北侧还发育了少量挤压性质的逆断层和多期应力作用形成的反转断层。断裂走向主要为北东向和北西向, 北东向断裂控制盆地发育, 北西向断裂发育较晚并切割北东向断层。综合盆地断裂构造特征及区域地质背景分析认为, 晚古生代根河盆地形成拼合基底, 中-晚侏罗世时期根河盆地开始接受沉积。早白垩世时期, 火山活动加强, 盆地形成火山岩盖层, 早白垩世晚期盆地沉积火山碎屑岩。早白垩世之后, 盆地抬升接受剥蚀, 盆地内未发现晚白垩世地层。进入新生代, 喜山运动开始, 盆地处于拉张状态, 接受新近系沉积的同时盆地内形成大量玄武岩。喜山运动之后, 盆地终止沉降。

关键词:断裂构造; 火山活动; 构造演化; 构造类型; 断裂演化; 根河盆地

中图分类号: TE122 **文献标志码:** A

Features and evolution of fault structures in Genhe Basin, Inner Mongolia.

FAN Chao¹, ZOU Shuai¹, TANG Daqing^{1,2}, XIE Qiang¹, YANG Min¹

(1. Faculty of Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;

2. Key Laboratory of Tectonics and Petroleum Resources of Ministry of Education, Wuhan 430074, China)

Abstract: The Genhe Basin is a Mesozoic-Cenozoic faulted basin located in the inner Mongolia-Great Khingan fold system. It mainly developed Jurassic, Cretaceous and Neogene strata. Field geological surveys reveal that the Genhe Basin has relatively developed fault structures. The type of fault structure is dominated by extensional plow-shaped normal faults. In addition, a small number of compressional reverse faults and inversion faults formed by multi-stage stress have also developed on the northwest side of the basin. The fault strikes are mainly northeast and northwest. The northeast fault controls the development of the basin, and the northwest fault develops later and cuts the northeast fault. Based on the analysis of basin fault structure characteristics and regional geological background, it is concluded that the Genhe Basin formed a combined basement in the late Paleozoic, and the Genhe Basin began to accept sedimentation during the middle-late Jurassic. During the early Cretaceous period, volcanic activity strengthened and the basin formed volcanic caprocks. In the late early Cretaceous period, volcanic clastic rocks were deposited in the basin. After the early Cretaceous, the basin was uplifted and eroded, and no late Cretaceous strata were found in the basin. Entering the Cenozoic, the Himalayan movement began, and the basin was in a state of tension. A large amount of basalt was formed in the basin while accepting Neogene deposits. After the Himalayas, the basin stopped subsiding.

Key words: fault structure; volcanic activity; tectonic evolution; Genhe Basin

根河盆地位于内蒙古-大兴安岭褶皱系海拉尔-根河复向斜的北部, 是中新生代形成的断拗型盆地^[1]。盆地断拗样式有利于油气带的聚集^[2], 与其构造背景相似的漠河盆地、拉布达林盆地都有较好油气、天然气水合物勘探前景^[3-8], 相邻较近的海拉尔盆地则有工业油流出^[9-10]。但根河盆地勘探程度极低, 除进行区域地质调查外, 仅进行了大

地电磁等基础工作。

1993~1994年大庆石油管理局在盆地内完成

收稿日期: 2019-12-26; 改回日期: 2020-07-14。

第一作者简介: 范超(1990—), 硕士, 从事含油气盆地构造学研究。E-mail: fanchao1990@126.com。

基金项目: 中国地质调查局项目(编号: 1212011220756)资助。

35个点的大地电磁测深勘探工作。1997年长春市二道地质物探技术服务处对根河盆地南部进行了重磁普查工作,测点2 236个物理点。1999年盆地完成迄今为止唯一的油气地质浅井—GD1井。本文通过野外考察,对根河盆地断裂构造进行分析研究,归纳盆地演化规律,以期为根河盆地的基础地质研究及石油勘探提供基础资料。

1 地质概况

在大地构造位置上,根河盆地位于蒙古-兴安岭系大兴安岭中生代盆地群中部,额尔古纳-兴安地块之上^[11]。盆地东侧为大兴安岭西部深大断裂,西侧为德尔布干断裂^[12],南邻拉布达林盆地,北部与漠河盆地相望(图1)。

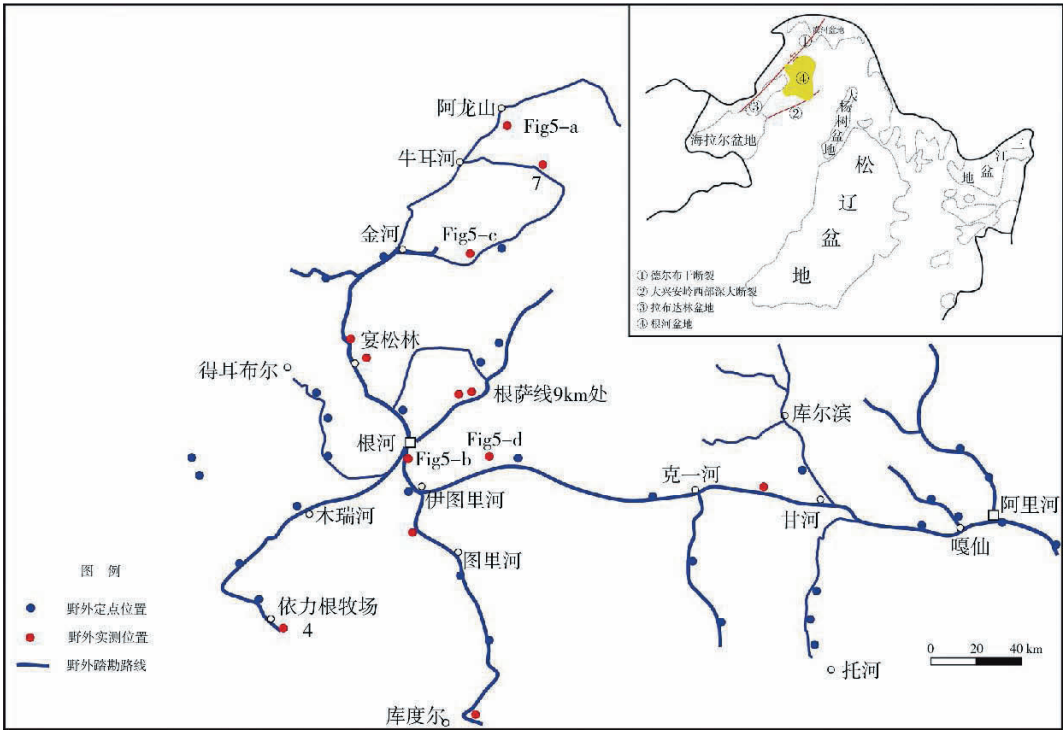


图1 根河盆地野外地质调查线路及观测点分布

根河盆地性质为发育在兴安岭褶皱上的中生代断拗盆地,盆地呈北东向展布,面积约为26 630 km²^[1]。根据重、磁、电勘探成果^[13]可初步确定盆地的隆拗格局,中间隆起,南北拗陷。

盆地基底主要为元古界及海西期、燕山期花岗岩。基底之上覆盖的沉积地层主要是中侏罗统

与上侏罗统的南平组、下白垩统的塔木兰沟组、吉祥峰组、光华组、木瑞组、上库力组、依列克得组和甘河组以及零星分布的新近系、第四系(表1)^[14-16]。根河盆地充填火山岩与碎屑岩呈不等厚间互的地层,以火山岩为主。盆地基底埋深在0.2~5.8 km^[1],南平组沉积厚度最大为1 500 m左右。

表1 根河盆地地层简表^[14-16]

界	系	统	组(符号)	厚度	主要岩性
新生界	新近系	上新统	五叉沟组(N _{2w})	不详	火山岩段,基本为黑色致密状玄武岩。
		中新统	(N ₁)	不详	碎屑岩段,主要为砂砾岩和砂岩。
			甘河组(K _{1g})	不详	气孔杏仁状、致密块状粗安岩、玄武粗安岩、安山质火山碎屑岩
			依列克得组(K _{1yl})	邻区厚度约600 m	中、基性火山岩段,主要为安山质——玄武质火山熔岩、玄武岩、粗安岩、粗面岩等。
中生界	白垩系	下统	上库力组(K _{1sn})	约1 018 m	酸性火山岩和火山碎屑岩段,有流纹岩、角砾岩、粗面岩夹凝灰岩、火山角砾岩、流纹质火山碎屑岩等。
			木瑞组(K _{1mr})	大于23 m	碎屑沉积岩段,主要为粉砂岩、泥质粉砂岩、砂砾岩和砂岩。
			光华组(K _{1gn})	大于2 600 m	灰白-灰黄色流纹质角砾凝灰岩、火山角砾岩、岩屑凝灰岩、熔结凝灰岩、沉凝灰岩夹薄层状凝灰质泥岩

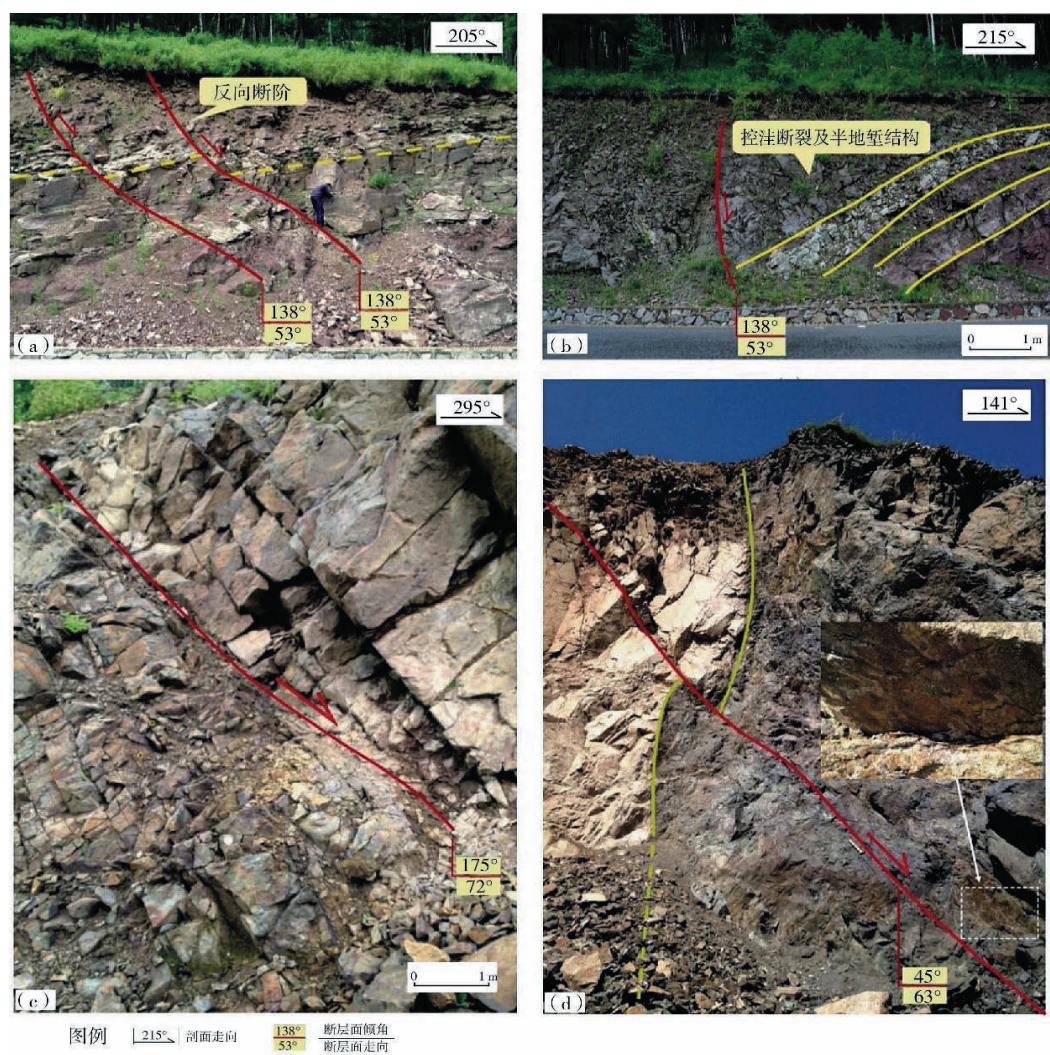
续表1 根河盆地地层简表 ^[14-16]					
界	系	统	组(符号)	厚度	主要岩性
中生界	白垩系	下统	吉祥峰组(K_1j)	约 300~600 m	凝灰质碎屑岩段,主要是凝灰质角砾岩、凝灰质砂砾岩等。
			塔木兰沟组(K_1tm)	350 m 左右	中基性火山岩段,主要由玄武岩、粗安岩夹玄武质火山碎屑岩组成。
	侏罗系	上统	南平组(万宝组)(J_3n)	厚 1 500 m	砾岩、砂岩、泥岩薄层,局部夹煤线与流纹质火山岩。
		中统		厚度不详	凝灰质砂、砾岩互层

2 断裂构造类型

2.1 正断层

地壳受到拉张应力的作用形成伸展构造样式。伸展构造是断拗盆地中最常见的构造类型,也是判断断拗盆地的依据。在沉积盆地中,张性应力下形成非旋转平面状正断层、旋转平面状正断层、犁状正断层及“地堑-地垒”构造样式、断裂坡折带

及断阶构造等组合样式^[17]。
伸展构造为根河盆地主要的构造样式组合,在野外出露的剖面上主要显示有犁状正断层、半地堑结构、断阶构造及低角度正断层等构造组合(图2)。根河盆地中,发育一些较小的犁状正断层组合。通过对根河盆地正断层分析,认为根河盆地具有张性断陷盆地的特征,主要伸展构造组合类型为犁状正断层及反向调节正断层。

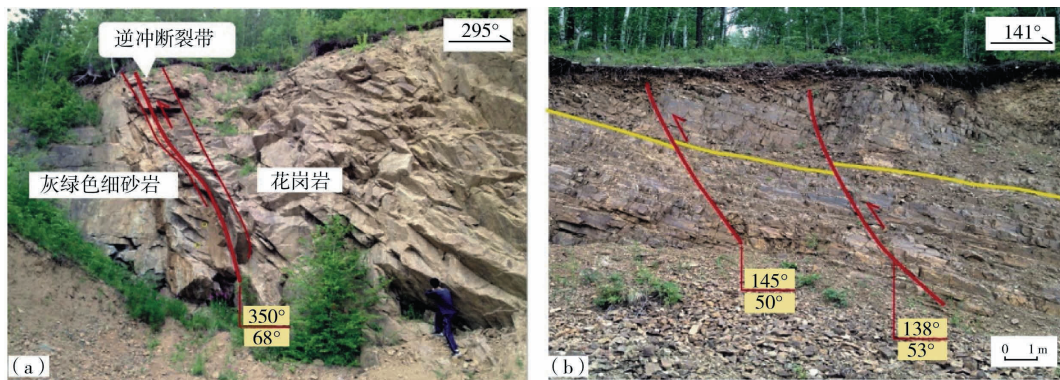


a、b.301国道433 km处断裂特征;c.根河北3 km处断裂特征;d.依里根牧场西北侧断裂特征
图2 根河盆地伸展构造样式

2.2 逆断层

压性构造是由于水平挤压作用使地壳发生变形所引起的。早白垩世,加蒙板块向西伯利亚板块俯冲,使东北地区处于挤压状态,形成以逆断层为主要表现形式的反转挤压构造。

在根河盆地中压性构造十分少见,仅在盆地西北侧阿龙山附近及金河镇、根萨线发现。阿龙山附近光华组逆断层较为发育,在金河镇南平组地层出露逆冲断裂带,根萨线光华组地层有少量逆断层发育(图3)。



a.金河镇西北侧逆冲断裂特征

b.阿龙山镇东南逆冲断裂特征

图3 根河盆地挤压构造样式

2.3 反转断层

正反转构造是伸展构造后期受到挤压产生反方向运动而产生的^[18-19]。在根河盆地金河镇东侧根萨线光华组地层发育正反转构造,地层前期受拉张作用发育正断层,后期由于挤压作用发生反转表现为逆断层。以根萨线金河东20 km处悬崖旁露头为例(图4),前期地层受到伸展作用,发育断阶状正断层组合样式,后期地层受到挤压作用,地层收缩,呈反方向运动。断层①上盘地层弯曲形成典型的断层褶皱,下盘破碎严重,说明原先形成的伸展构造后期经历过较强挤压作用,发生反转。

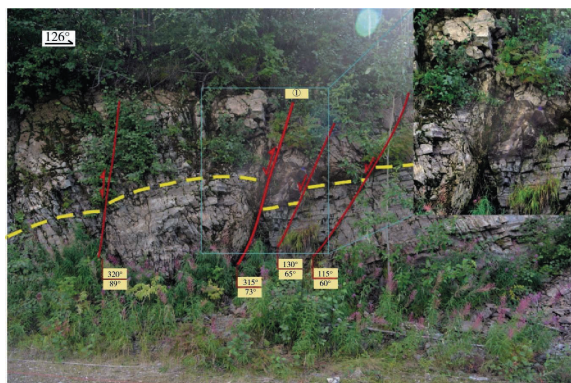


图4 金河镇东约20 km山崖公路旁反转构造

3 断裂发育特征

根河盆地断裂构造极其发育,断裂构造走向主要为北东向、北西向,倾向主要为北东向、南东

向、南西向(图5、图6、表2)。其中北东向构造为控盆构造,断裂规模较大,形成时期较早,在晚侏罗世南平组中可见。北西向断裂构造形成较晚,切割北东向构造,形成现今断拗盆地。

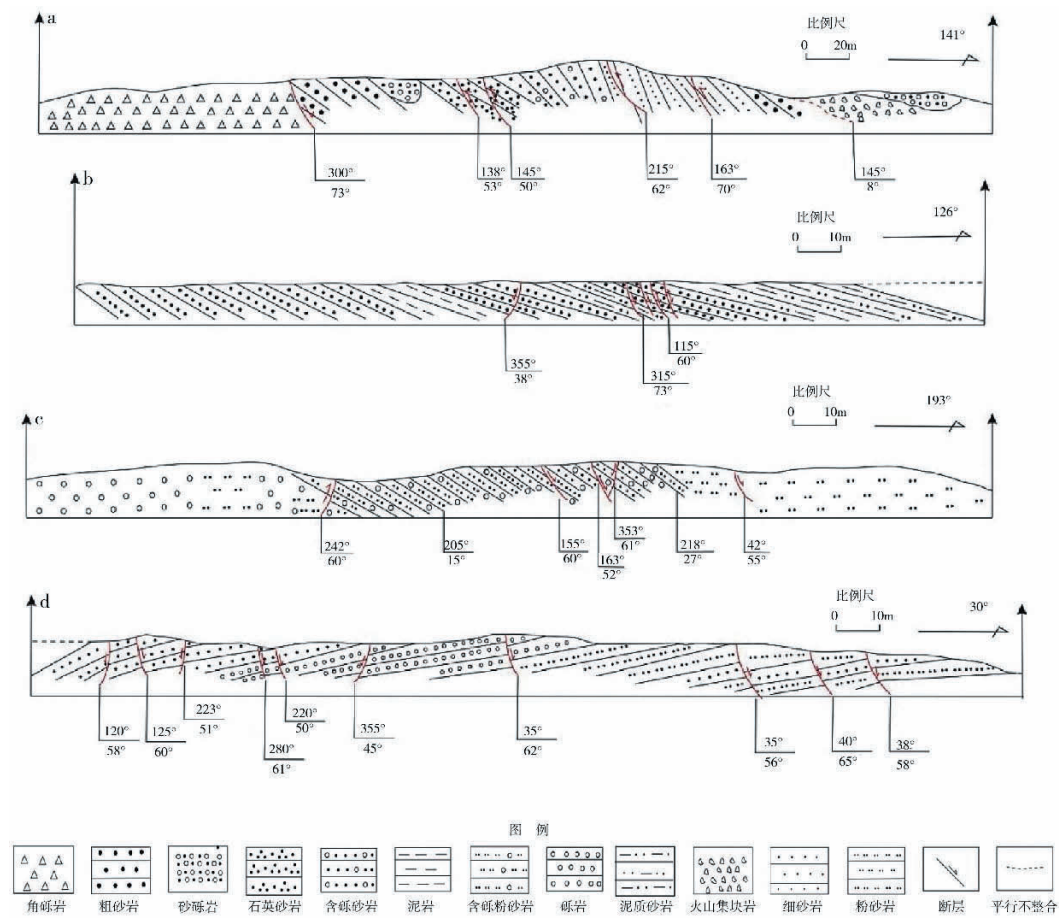
根河盆地正断层分布较广,白垩系塔木兰沟组、光华组、上库力组地层中均有发育;逆断层数量较少,仅在盆地西北侧的阿龙山镇附近光华组及金河镇附近南平组地层中有发现(图5、表2)。通过对根河盆地的野外考察,发现了包括正断层、逆断层、反转断层在内的三种构造形式。其中正断层在盆地中发育最为广布,逆断层少有发育,断层主要分布于盆地的西侧及西北侧,而东侧未发现断层。

4 断裂演化及其成因分析

根河盆地的形成、演化与蒙古-鄂霍茨克洋关闭密切相关^[20-21]。在早石炭世^[22],额尔古纳-兴安地块与松嫩地块焊合,形成黑龙江中小地块群;在晚二叠世—早三叠世^[23],黑龙江中小地块群拼贴、增生于华北板块上,形成古亚洲大陆,此时在古亚洲大陆与西伯利亚板块间还残存着蒙古-鄂霍茨克洋;晚三叠世开始,蒙古-鄂霍茨克洋由西向东逐渐关闭,洋壳向西伯利亚板块下俯冲,根河盆地基底形成。

由于晚古生代华力西运动和中生代早期的燕山运动,两个时期大面积的花岗岩侵入体充填了

整个盆地,使盆地的基底岩性发生了很大变化,由元古界、古生界的变质岩嵌入了华力西期和燕山期的花岗岩体,形成拼合基底。进入中—晚侏罗世以来,蒙古—鄂霍茨克洋逐渐关闭,挤压作用使地壳继续缩短,形成一系列的弧后前陆盆地,根河盆地在此时期形成^[24]。



a.阿龙山镇东南约4 km处光华组实测剖面;b.金河东约20 km处悬崖公路旁光华组实测剖面;c.好里堡实测剖面;
d.301国道觉苛西约2 km光华组实测剖面

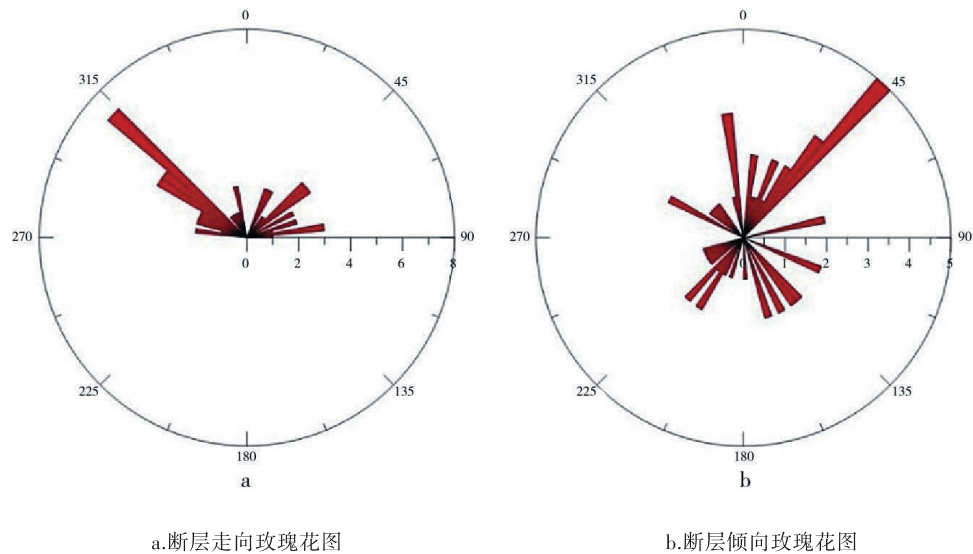


图6 根河盆地断层走向和倾向玫瑰花图

表2 根河盆地野外露头断层与不整合面统计表

位置	断层性质	倾向/(°)	倾角/(°)	位置	断层性质	倾向/(°)	倾角/(°)
伊图里河东 301 省道	正断层	40	65	省道 301~344 km 处	正断层	203	48
	正断层	38	58		正断层	155	88
	正断层	35	56		正断层	350	65
	正断层	35	62		正断层	18	65
	正断层	355	45		正断层	190	48
	正断层	22	50		正断层	240	65
	正断层	40	61		正断层	40	58
	正断层	223	51		正断层	242	90
	正断层	25	60		正断层	40	53
	正断层	210	58		正断层	220	74
	正断层	180	38		正断层	230	43
	正断层	20	50		正断层	155	79
	正断层	220	75		正断层	200	90
	正断层	15	60		逆断层	242	60
	正断层	30	51		正断层	155	60
502管护站	正断层	10	81	好里堡	正断层	163	52
	正断层	77	40	反向正断层	353	61	
	正断层	45	65	正断层	298	50	
	逆断层	240	60	正断层	42	55	
	正断层	215	88	刘少奇纪念林	正断层	112	11
	正断层	45	60		正断层	152	73
	逆断层	310	62	偃松林南 10 km 处	正断层	225	63
	逆断层	300	73	行阿南 3 km 处	正断层	324	28
	逆断层	145	50	三零三工地南	正断层	255	62
	阿龙山西南 4 km 处	逆断层	138	53	木瑞林场西侧 10 km 处	正断层	45
逆断层		140	69	新依根北 1.5 km 处	正断层	45	63
逆断层		215	62	金河镇西 1 km 处	逆断层	350	68
逆断层		163	70	偃松林	正断层	250	59
不整合面	145	8	正断层		225	63	
吉亚林场东 8 km 处	正断层	320	54	伊图里河西 3 km 处	正断层	233	52
金河东约 20 km 山崖公路旁	正断层	355	38	三车间旁	正断层	直立断层	
	逆断层	315	73		正断层	77	40
	正断层	115	60	乌力库玛林场西北 3 km	正断层	7	72

晚侏罗世至早白垩世,蒙古-鄂霍茨克洋俯冲于亚欧板块下的洋壳发生垮塌,根河盆地处于一种伸展状态^[23]。早白垩世早期,蒙古-鄂霍茨克洋伸展状态结束,与此同时燕山运动不断发展,盆地内火山活动逐渐加强,大量岩浆沿断裂带喷出地

表,形成了厚度相当大的流纹岩盖层。早白垩世中晚期,火山活动更为剧烈,盆地内堆积了巨厚的火山岩和火山碎屑岩层。早白垩世末期,太平洋板块开始向北西大幅度的俯冲^[9],根河盆地整体抬升,盆地处于剥蚀状态,因此在整个根河盆地中,迄今未

发现有晚白垩世的地层。进入新生代新近世,太平洋板块对欧亚板块俯冲结束开始后撤,整个中朝板块处于拉张状态^[11],喜山运动开始,盆地整体下降,于坳陷中部及其他低洼部位,接受了部分新近系的沉积。与此同时,喜山运动产生的大量基性喷发岩形成玄武岩盖层。喜山运动之后盆地萎缩,沉降中止。

5 结论

(1)根河盆地断裂构造十分发育,主要为北东向、北西向。盆地受北东向断裂控制,北西向断裂形成时间晚,对北东向断裂起改造作用。

(2)伸展构造是根河盆地的主要构造形式,伸展构造主要以犁状正断层为主要表现形式。除此之外,盆地内发育有逆断层为主的挤压构造样式和反转构造样式。

(3)根河盆地是中生代形成的断坳盆地,盆地主要经受了三个时期的改造。晚古生代根河盆地基底形成,晚三叠世时期盆地处于挤压状态;晚三叠世至中-晚侏罗世,盆地处于伸展状态并开始接受沉积;晚白垩世时期盆地整体抬升接受剥蚀;进入新生代,喜山运动开始盆地沉降并沉积新近系地层,喜山运动之后盆地沉降终止。

参考文献:

- [1] 江为为,涂广红,朱东英,等.大庆外围盆地地球物理场与盆地基底特征[J].地球物理学进展,2006,21(4):1064-1079.
- [2] 云金表,罗笃清,李玉喜.东北地区中生代断陷盆地群构造演化与成油关系探讨[J].石油勘探与开发,1994,21(6):40-45.
- [3] 吴河勇,王世辉,杨建国,等.大庆外围盆地勘探潜力[J].中国石油勘探,2004,9(4):23-30.
- [4] 曲希玉,刘立,彭晓蕾,等.内蒙古东北部拉布达林盆地上乌尔根软沥青的发现及其意义[J].地质通报,2007,26(5):567-573.
- [5] 高红梅,鲍志东,高福红.内蒙古东北拉布达林盆地上库力组烃源岩生烃潜力分析[J].科技导报,2010,28(16):52-56.
- [6] 吴河勇,辛仁臣,杨建国.漠河盆地中侏罗统沉积演化及含油气远景[J].石油实验地质,2003,25(2):116-121.
- [7] 张富贵,唐瑞玲,杨志斌,等.漠河盆地多年冻土区天然气水合物地球化学调查及远景评价[J].现代地质,2018,32(5):1003-1011.
- [8] 赵省民,邓坚,饶竹,等.漠河盆地多年冻土带生物气的发现及对陆域天然气水合物勘查的重要意义[J].石油学报,2015,36(8):954-965.
- [9] 李文学,李建民,谢朝阳.海拉尔复杂断陷盆地油气勘探与开发[M].北京:石油工业出版社,2006:3-111.
- [10] 张抗.东北地区油气领域接替形势展望(代序)[J].地质通报,2013,32(8):1141-1146.
- [11] 周建波,张兴洲,马志红,等.中国东北地区的构造格局与盆地演化[J].石油与天然气地质,2009,30(5):530-538.
- [12] 内蒙古自治区地质矿产局.中华人民共和国地质矿产部地质专报——第25号—区域地质,内蒙古自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1991.
- [13] 刘财,杨宝俊,王兆国,等.大兴安岭西北部中生代盆地群基底电性分带特征研究[J].地球物理学报,2011,54(2):415-421.
- [14] 丁秋红,陈树旺,张立君,等.松辽盆地外围油气新区中生代地层研究新进展[J].地质通报,2013,32(8):1159-1176.
- [15] 钟辉,韩彦东,付俊彧,等.大兴安岭北段早白垩世光华期火山地层格架控制因素及意义——以根河市库西火山构造洼地为例[J].地质与资源,2008,17(1):1-8.
- [16] 蒋国源,权恒.大兴安岭根河、海拉尔盆地中生代火山岩[J].中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊,1988(3):23-100.
- [17] 姚超.中国含油气构造样式[M].北京:石油工业出版社,2004.
- [18] MITRA S.Geometry and kinematic evolution of inversion structures [J].AAPG Bulletin,1993,77(7):1159-1191.
- [19] WILLIAMS G D,POWELL C M,COOPER M A. Geometry and kinematics of inversion tectonics [J]. Geological Society, London, Special Publication, 1989, 44(1):3-35.
- [20] 郝天珧,NEPROCHNOV Y I,江为为,等.鄂霍茨克海的地球物理场与地质构造[J].地球物理学进展,2001,16(1):1-10.
- [21] 王谦身,郝天珧,武传真.鄂霍茨克海地质,地球物理研究进展[J].地球物理学进展,1997,12(3):45-54.
- [22] 张贻侠,孙运生,张兴洲,等.中国满洲里-绥芬河地质断面 1:1000000说明书[M].北京:地质出版社,1998.
- [23] ISOZAKI Y,AOKI K,NAKAMA T,et al.New insight into a subduction-related orogen:a reappraisal of the geotectonic framework and evolution of the Japanese Islands[J].Gondwana Research,2010,18(1):82-105.
- [24] 刘文龙.大庆探区外围盆地构造演化与油气资源赋存方式[J].大庆石油地质与开发,2005,24(1):23-26.

(编辑 杨芝文)