

文章编号: 1006-6616 (2002) 01-0035-08

# 伊通地堑边界断裂的性质与演化

童亨茂

(石油大学 地球科学系, 北京昌平 102200)

**摘要:**与走滑有关的盆地一般比较复杂,其形成和演化主要取决于边界断裂的性质和活动演化历史。本文主要运用构造解析方法,综合地质、三维地震、遥感、重力和钻井资料,对伊通地堑边界断裂的性质和演化进行了详细的研究。结果表明,伊通地堑两边界断裂的性质和对盆地形成和演化的作用存在显著的差异,西北缘边界断裂是一走滑性质的断裂,始新世和渐新世分别表现为右旋张扭和右旋压扭作用,并对盆地的形成和演化起控制作用;东南缘边界断裂不同断段落性质存在差异,在盆地的形成和演化过程中起协调沉降的作用。新近纪都经受了WNW-ESE方向的挤压作用。

**关键词:**边界断裂;走滑;演化

中图分类号: P542+.32

文献标识码: A

## 0 引言

伊通地堑位于吉林省东部,是一第三系断陷盆地,为著名的依兰-伊通地堑的南段(图1),由近于平行的东、西两条边界断裂(即西北缘和东南缘边界断裂)控制。许多学者根据依兰-伊通地堑的窄长的形态及其大地构造位置(郯庐断裂的北延部分),认为依兰-伊通地堑是走滑性质的盆地<sup>[1]</sup>。

实际上,伊通地堑边界断裂(特别是西北缘边界断裂)比较复杂,其性质和展布至今还没有一个确定的认识<sup>①</sup>,主要存在以下几个方面的问题:①西北缘边界断层的性质,是以走滑为主还是以逆冲为主;②西北缘和东南缘边界断裂的关系,它们对盆地的形成和演化各起什么作用;③边界断裂活动和演化历史及其与油气分布的关系。

上述问题的解决既有理论意义,又有实用价值。一方面,对依兰-伊通盆地性质和类型的认定、郯庐断裂新生代以来活动历史的研究、以及中国东北部新生代以来应力场演化的研究有重要意义。另一方面,与伊通地堑油气的勘探紧密相关,如,西北缘边界性质和位置的

收稿日期: 2001-11-21

基金项目: 中国石油天然气集团公司重点勘探工程项目——伊通地堑含油气系统研究及有利区预测。

作者简介: 童亨茂(1967-),男,副教授,主要从事盆地构造解析、储层裂缝、构造应力场等方面的研究和教学工作。

① 伊通地堑石油地质特征。吉林油田研究院,2000,吉林油田研究院成果报告。

确定，直接关系到伊通地堑油气资源量的计算和盆地西北缘的勘探；伊通地堑的许多圈闭分布在东南缘边界断裂附近，边界断层活动和演化历史研究，直接关系到圈闭的评价。

### 1 区域地质背景

伊通地堑是依兰-伊通地堑的南段，是第三系的沉积盆地，其内沉积了巨厚的早第三纪地层，其中的岔路河断陷局部地区沉积厚度可达 6000m，地层组系的划分、厚度及反射地震界面名称见表 1。地堑呈北东 45°~55°方向展布，属于郯庐断裂带的北延部分<sup>[2]</sup>（图 2）。

郯庐断裂系是亚洲东部规模宏大的走滑断裂系<sup>[2]</sup>，与美国西部的圣安德列斯断裂相类似，它以 NNE 方向展布于中国东部，往北进入前苏联境内。郯庐断裂由数条近于平行的大断裂组成，这些断裂的活

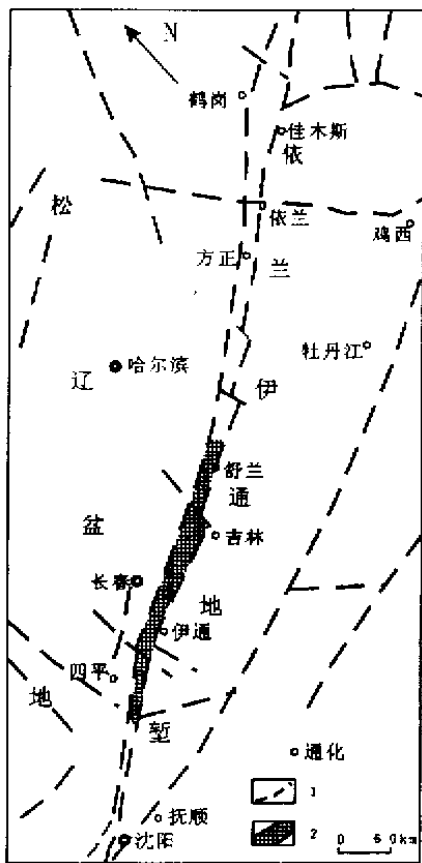


图 1 伊通地堑位置图

Fig.1 Tectonic position of Yitong graben  
1. 断裂；2. 伊通地堑位置

动主要受控于欧亚板块与西太平洋板块，菲律宾板块和印度板块的相对运动。郯庐断裂在北段分为两支，分别形成依兰-伊通地堑和抚顺-密山地堑。

依兰-伊通地堑全长约 810km，宽度各地不一。黑龙江省内鹤岗、尚志一带宽度可达 28km，吉林省岔路河一带宽度 20km，其余地段 5~20km，其长宽比例之悬殊为国内外所罕见。地堑发育横向断裂，控制着地堑内断陷和断隆相间出现，自北向南可分为汤源断陷、依兰断隆、方正断陷、尚志断隆、舒兰断陷、岔路河断陷、鹿乡断陷、莫里青断陷和叶赫断隆，伊通地堑包括其中的岔路河断陷、鹿乡断陷和莫里青断陷。

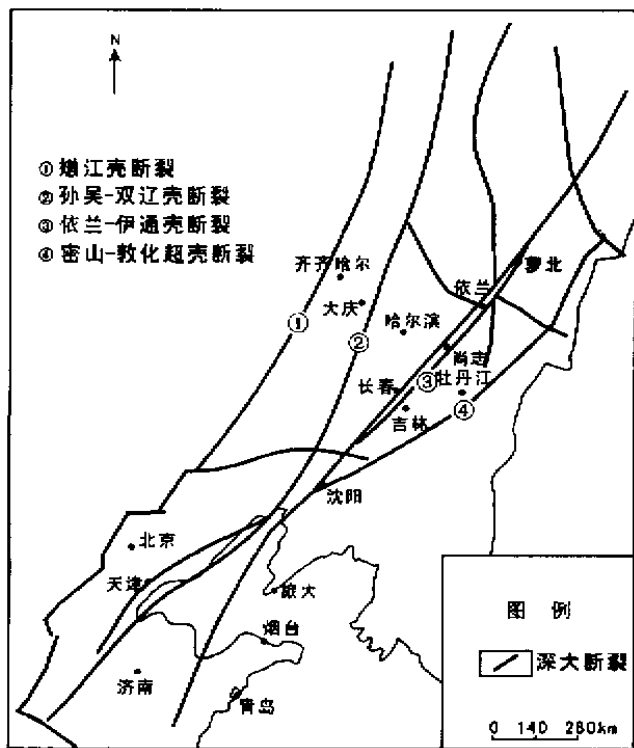


图 2 东北地区深大断裂分布图  
(据吉林省地质志简化)

Fig.2 Lithospheric faults of North-East China  
(simplified from Geological Memoirs of Jilin Province)

根据钻井资料，盆地的基底主要为古生界的变质岩系和印支、燕山期花岗岩，花岗岩年龄为 67 ~ 152Ma。根据露头地质资料，花岗岩的侵入使得变质岩残存不全（图 3）。

自 1985 年起，吉林油田对伊通地堑进行了大规模的勘探，并探明了长春油田和莫里青西油田，另外还发现多个工业油流区或构造，预示伊通地堑存在很大的油气勘探前景。

## 2 边界断层的性质

### 2.1 西北缘边界断层的性质

地质、地球物理资料的综合分析表明，西北缘边界断裂是一走滑性质的断裂，主要证据如下。

(1) 根据卫星假彩色合成图片和吉林省 1:50 万地质图综合解译出的地堑轮廓，盆地西北缘线性特征非常明显（图 4）。

在卫星影象图上，西北侧深暗色调的为大黑山隆起区，其东南侧浅暗色调的为盆地区，两种色调以直线分界，还有水系沿该线分布，且水体边界呈直线。这种平直的线性特征是走滑断层的重要标志。

(2) 重力异常标志明显。在布格重力异常图上，沿地堑两侧边界均表现为密集的重力梯度带，其中西北缘重力梯度带沿北东 55° 方向直线延伸（图 5）。这是规模较大的走滑断层所特有的现象。

(3) 平面上，断裂沿走向方向存在辫状组合形式。从图 4 可以看出，西边界断裂在西南端出现辫状组合形式。这种组合形式一般被认为是走滑断裂带特有的现象。

(4) 剖面上存在花状构造（图

表 1 伊通地堑第三系地层简表

Table 1 Tertiary strata in Yitong graben

年龄 /Ma	地 层			厚度 /m	地震 界面
	系	统	组		
2	第四系				
25	第 三 系	中新统	岔路河组	0 ~ 839	T <sub>N</sub>
37		渐 新 统	齐家组	420 ~ 600	
			万昌组	800 ~ 1100	
58		始 新 统	永吉组	800 ~ 1000	T <sub>B</sub>
			奢岭组	400 ~ 500	T <sub>D</sub>
			双阳组	500 ~ 1200	T <sub>F</sub>
		基岩			T <sub>C</sub>

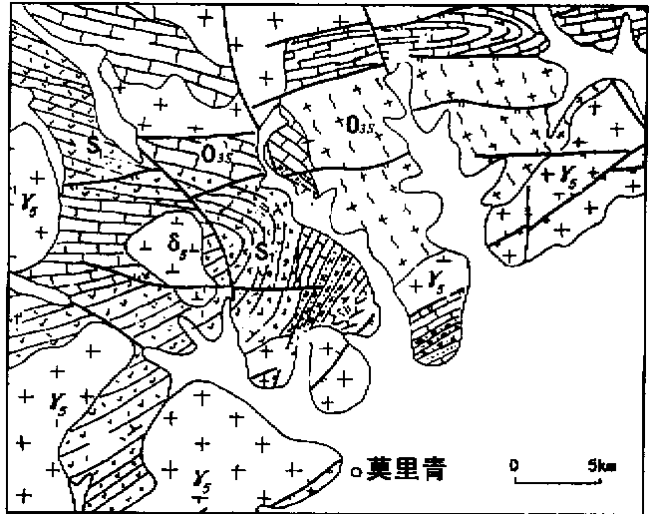


图 3 伊通地堑西北缘露头古生界变质岩地层被花岗岩侵入蚕食的现象

(据吉林省 1:50 万地质图简化, 1985)

Fig.3 Phenomenon of Paleozoic metamorphic outcrop rock intruded by granite in north-west boundary of Yitong graben.

(Simplified from Geological Map of Jilin province with scale of 1 to 500000, 1985)

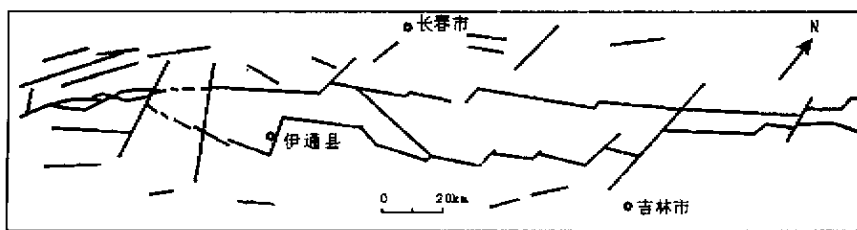


图4 伊通地堑及邻区线性构造图

Fig.4 Linear feature of Yitong graben and around area

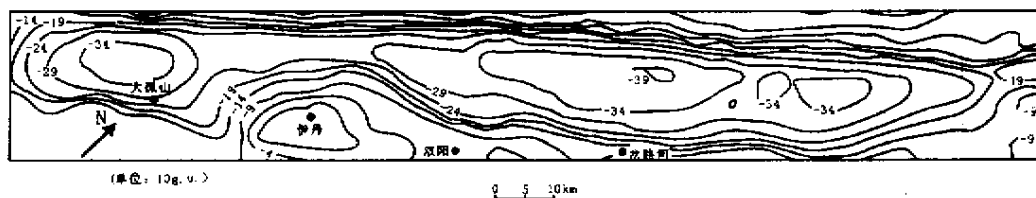


图5 伊通地堑布格重力异常分布图

Fig.5 Bouguer anomaly of Yitong graben

6), 这是典型走滑断裂带的构造样式。

(5) 断面倾角陡, 倾向常在南东和北西变化。电磁测深资料和地震剖面资料均表明, 西北缘边界断裂是高角度断层, 断面倾角均大于 70°。在岔路河断陷, 断面多直立或倾向东南; 而在莫里青断陷-鹿乡断陷, 断面多直立或倾向北西。

(6) 西北缘地面露头同方向 (NE50°走向) 的断层存在水平方向擦痕。靠山镇西北在盆地边缘的花岗岩露头中, 存在 NE50°走向的断层, 断面上水平擦痕十分清晰, 指示右旋的走滑活动。推测这一断层应和西北缘边界断层有共同的性质, 都为走滑断层。

### 2.2 东南缘边界断裂

已有的认识认为东南缘边界断层是张性正断层<sup>[1]</sup>, 但这一认识可能过于简单。通过对地震剖面的构造解释和平衡恢复, 表明东南缘边界断层在不同的断陷其性质存在一定的差异。

岔路河断陷区, 东南缘边界断层在三维地震剖面上存在非常清晰的断面波, 为典型的铲式正断层 (图7)。在第三系沉积期间, 断层

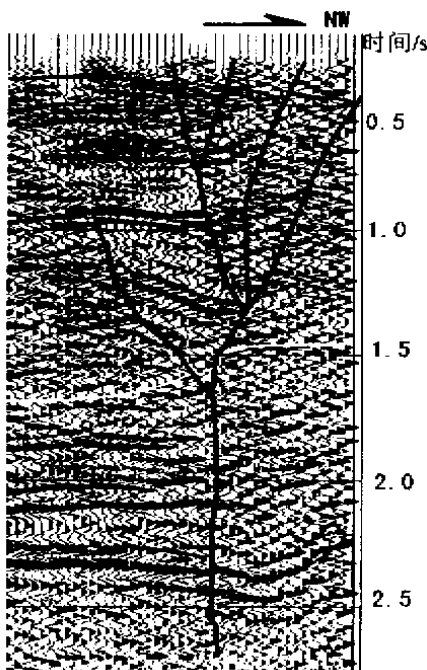


图6 西北缘边界断层所显示的花状构造现象 (莫里青三维地震剖面 inline 1001 西北端)  
Fig.6 Flower structure of north-west boundary fault (North-west part of seismic section inline 1001 of Moliqin)

的性质和形态基本上没有发生大的变化。只是在靠近地面的断层顶端附近，局部区段地层中发育挤压褶皱。

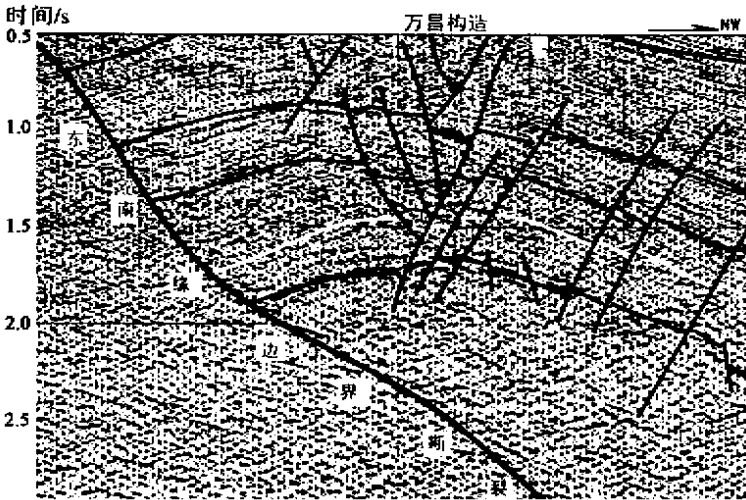


图 7 东南缘边界断层的铲式特征

(岔路河三维地震剖面 inline441)

Fig.7 Listric character of south-east boundary fault

(seismic section inline441 of Chaluhe)

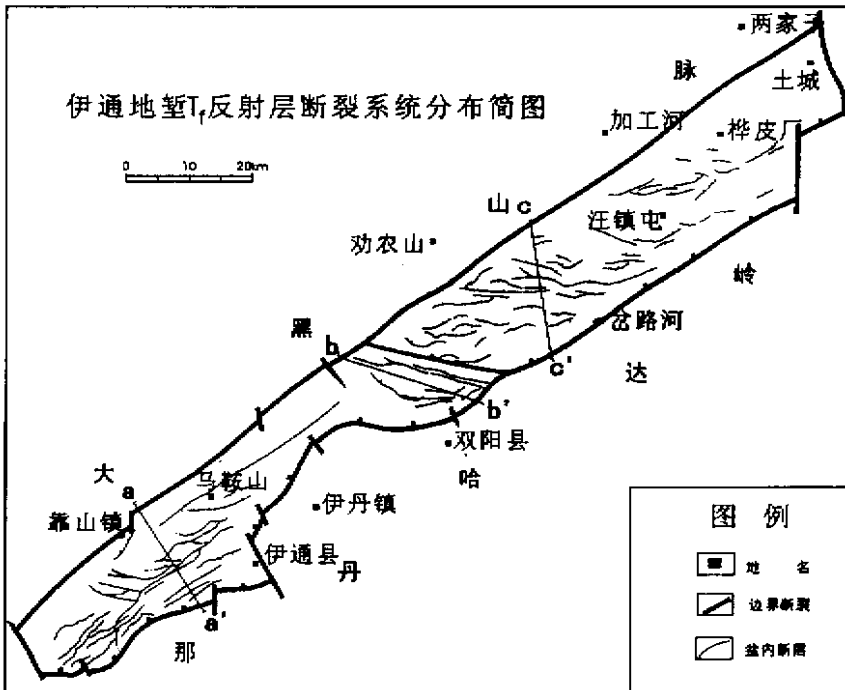


图 8 伊通地堇  $T_f$  反射层断裂分布简图

Fig.8 Faults distribution of  $T_f$  reflecting horizon in Yitong graben

鹿乡断陷区，东南缘边界断层表现为高角度的张扭性断层，不同段落断层的走向存在差异，断层性质可能存在一定的变化。

莫里青断陷区大部分区域地震测线未到东南缘边界。但从地层厚度变化趋势上分析，断层的规模和对沉积的控制作用相对较小，推测断层性质也是高角度的张扭性断层。

### 3 边界断裂的活动演化历史

根据前面的分析，西北缘边界断裂是一走滑性质为主导的断裂，但地史期间其力学性质发生过一定的变化。

盆内断层展布的构造解析表明，伊通地堇盖层断层系统在平面上主要由近 EW 向的张性正断层和 NE 走向的张扭性断层组成（图 8），反映了盆地右旋走滑的应力体制。西北缘边界断裂右旋走滑的活动方式和郟庐断裂新时代的活动方向是一致的。

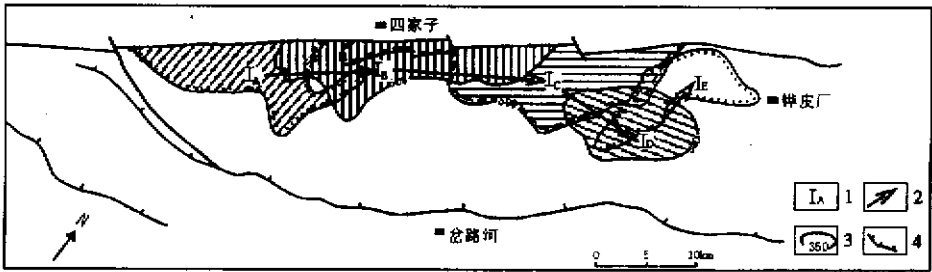


图 9 地堇形成扩张期岔路河断陷沉降中心的迁移

Fig.9 Migration of subsidence center at stage of graben formation and expanding in Chaluhe depression

- 1. 各地层层序沉降中心；2. 沉降中心迁移方向；3. 地层厚度等值线；4. 盆缘断裂
- I<sub>A</sub>. 双一段；I<sub>B</sub>. 双二三段；I<sub>C</sub>. 奢一段；I<sub>D</sub>. 奢二段；I<sub>E</sub>. 永一段

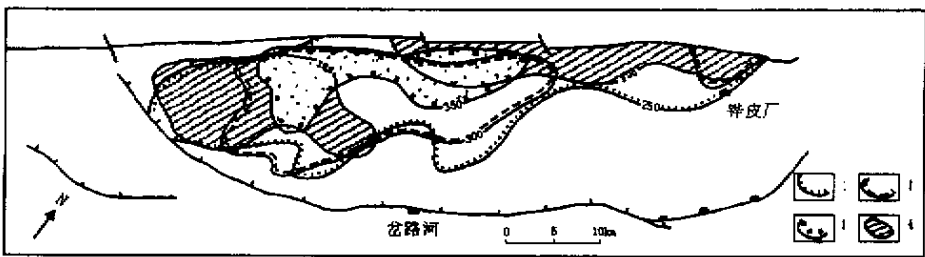


图 10 地堇差异沉降期（压扭作用期）岔路河断陷沉降中心的迁移

Fig.10 Migration of subsidence center at stage of difference subsidence in Chaluhe depression

- 1. 万昌组一、二段沉积期；2. 万昌组三、四段沉积期；3. 齐一段沉积期；4. 齐二段沉积期

始新世是伊通地堇形成和扩张阶段。盆内沉降中心的迁移特征说明，西北缘边界断裂在这一阶段表现为强烈的右旋张扭作用，这一阶段沉降中心基本上在地堇的西北缘附近移动，从西南逐渐沿西北缘边界断裂向北东方向迁移（图 9）。

渐新世则表现为右旋压扭作用，这一时期不同阶段沉降中心也都集中在西北缘边界断裂附近，但随着时间的迁移，沉降中心存在由东北向西南的迁移趋势（图 10），这与张扭作用时期正好相反。

进入新近纪后，地堇发育趋向萎缩。根据露头 and 三维地震资料分析，西北缘边界断层受到了北西-南东方向的挤压发生了逆冲作用。在南部莫里青地区盆地西北缘，经煤田 203 队钻探揭露，有三个钻孔穿过志留系片理化晶屑凝灰岩之后（50~70m）见到古近系，断裂倾向北西，倾角 70°。研究分析表明，这种逆冲作用与区域上大规模逆冲推覆带不同，它的逆冲作用规模小，倾角大，位移量十分有限，而且呈不连续的状态出现，是由于挤压作用顺走滑断层发生小规模逆冲的结果。

新近纪的挤压作用在其他地方也有表现。在东南缘边界断层和二号断层上均表现为在断层顶部附近出现小型背斜；在 2186 测线上，在西北缘边界断层附近，地层发生褶皱。

因此，西北缘边界断裂走滑作用占绝对主导地位，而逆冲作用的规模较小，影响不大。

根据西北缘边界断层的活动演化历史，表明郯庐断裂在新生代古新世和渐新世分别表现为右旋的走滑作用，进入新近纪后叠加近东西（北西-南东）方向的挤压作用。

## 4 边界断裂在盆地形成和演化中的作用

西北缘和东南缘边界断裂在伊通地堇形成和演化过程中所起的作用存在显著的差异，从以下两个方面来说明。

首先，伊通地堇结构的系统解剖表明，地堇基底都有向北西倾斜的特点（图 11），即在整个地堇中，西北缘边界断层附近地层厚度最大，向东南逐渐减小，表明西北缘边界断层控制着盆地基底的沉降，而东南缘边界断层主要起协调沉降的作用。

其次，根据我们的研究分析，确定伊通地堇是一走滑性质的盆地<sup>①</sup>，并具有拉分的性质，其中西北缘边界断裂是主控的走滑断裂，而东南缘边界断层在地堇形成和演化过程中起协调拉分的作用，推测是由于基底性质和边界条件的差异，不同段落具有不同的活动性质，包括张性正断层，和高角度的张扭张断层，这正是起协调作用的重要标志。

以上的分析表明，西北缘和东南缘边界断层在伊通地堇形成和演化过程中所起的作用存

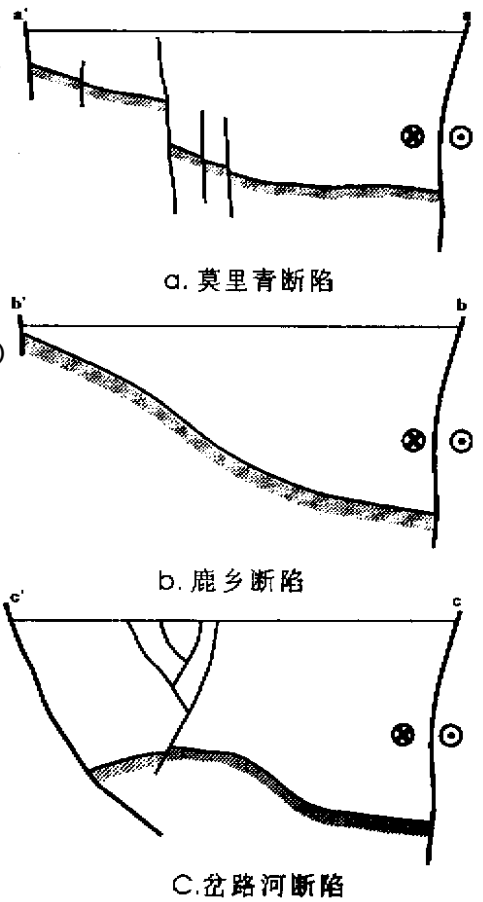


图 11 伊通地堇不同断陷剖面结构示意图

（剖面位置见图 8）

Fig. 11 Sketch map of section structure of different depression in Yitong graben  
(Section position is shown in figure 8)

① 伊通地堇含油气系统研究与有利区预测. 石油大学, 2001, 吉林油田成果报告。

在显著的差异,西北缘边界断层是控盆断层,控制着盆地的形成和演化,而东南缘边界断层主要起协调作用。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 刘茂强,杨丙中,邓俊国,周永辉. 伊通-舒兰地堑地质构造特征及其演化 [ M ]. 北京:地质出版社, 1993.  
[ 2 ] 徐嘉炜. 郟庐断裂带的平移运动及其地质意义. 国际交流地质学术论文集 [ M ]. 北京:地质出版社, 1980.

## THE PROPERTY AND EVOLUTION OF BOUNDARY FAULTS OF YITONG GRABEN

TONG Heng-mao

( Dept. Of earth science, University of Petroleum, Changping, Beijing, 102200 )

**Abstract** : Basins related to strike-slip faults are relatively complex, and mainly controlled by the property and evolution of boundary faults. In this paper, with application of structural analysis technology, the property and evolution of boundary faults are analyzed with geological, 3D seismic, remote sensing, gravity and drilling data. The result shows that there are great differences between the two boundary faults on the property and the influence on basin formation and evolution. The northwest boundary fault is a strike slip fault, controlling the basin formation and evolution, and experienced right-lateral transtension and tranpression in Eocene and Oligocene respectively, while the property of southeast boundary fault is different in different section and there is accommodation effect on basin subsidence. Both two boundary faults experienced compression in NWW-SEE direction in Neogene.

**Key words** : boundary fault ; strike-slip ; evolution