

文章编号:1672-9854(2008)-01-0045-06

新构造运动对藏北羌塘盆地油气保存条件的影响

南征兵^{1,2}, 李永铁³, 郭祖军³

(1 中国科学院广州地球化学研究所; 2 中国科学院研究生院(北京); 3 中国石油勘探开发研究院)



南征兵

摘要 羌塘盆地是一个中—新生代海相残留盆地, 泥盆系至侏罗系以海相沉积为主, 白垩系至第四系则以陆相沉积为主。分布最广的上三叠统和侏罗系是主要勘探目的层。喜马拉雅运动以来, 羌塘盆地的中生代变形格架受到改造。晚白垩世以来至少有过四次强烈活动, 走滑、逆冲与伸展三种构造变形形式共存, 以逆冲断层和扭压断层占主导, 正断层或扭张断层较少分布。断层发育程度是东、西两头强, 中间相对较弱, 在 E89°~E91°中间区块受新构造应力破坏较弱。青藏高原以整体升降为主, 羌塘盆地更是相对稳定, 其二级夷平面依然平整, 位于海拔 5 200~5 300 m 之间, 说明高原在隆升时保持着整体的稳定性。认为羌塘盆地受新生代动力作用的影响不大, 仍具有良好的油气勘探潜力。

关键词 新生代; 构造运动; 油气保存条件; 羌塘盆地; 青藏高原

中图分类号: TE111.2 **文献标识码**: A

南征兵 1980生, 2006年毕业于成都理工大学地球科学学院, 获硕士学位, 现在中国科学院广州地球化学研究所攻读博士学位, 从事石油地质综合研究。通讯地址: 100083 北京市海淀区学院路20号 中国石油勘探开发研究院地质所; 电话: (010) 62092164

羌塘盆地位于青藏高原的腹地, 属特提斯构造域东段中部, 三叠系和侏罗系在盆地内分布较广, 为盆地内主要勘探目的层。这是我国最大的中—新生代海相残留盆地, 面积近 $18 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。新生代以来, 随着印度大陆与欧亚大陆碰撞造山及之后的高原隆升, 高原内的盆地遭受强烈改造。羌塘盆地有良好的生储盖层, 1997年, 中国石油青藏项目经理部首次发现隆鄂尼古油藏带^[1], 肯定了羌塘盆地曾有过油气运移。但由于高原强烈隆升、新构造运动频繁作用、上侏罗统大片裸露, 以侏罗系为主要目的层的油气能否保存至今, 令人怀疑。面对隆鄂尼古油藏, 有人认为是“希望”的曙光, 也有人认为是油气破坏殆尽、找油“无望”的标志。羌塘盆地的油气保存条件已成为石油地质条件评价中一个十分突出的焦点问题。

羌塘盆地油气保存条件究竟如何? 各期新构造

运动到底有多大的破坏作用? 这些问题都有待深入的调查、研究。本文试图从新构造运动方面做一初步探讨。

1 新构造运动对中生代变形格架的改造

羌塘盆地内的地层自前泥盆系、泥盆系至第四系均有不同程度的出露, 地层总体呈近东西向展布, 沉积总厚度约 30 000 m (表 1)。其中前泥盆系为一套变质岩系, 泥盆纪及其以后的地层除极个别地区外均未变质。泥盆系至侏罗系以海相沉积为主, 间有海陆过渡相或陆相沉积以及火山岩系; 白垩系至第四系则以陆相沉积为主。其中分布最广的为上三叠统和侏罗系。中生代沉积地层的构造变形格架形成于早白垩世晚期阿布山组沉积的前后。由于班公湖—怒江洋的“闭合”—“进一步会聚”—

收稿日期: 2007-10-12

项目资助: 国土资源部“十五”重点科技项目“青藏高原重点沉积盆地油气资源潜力分析”(200102081)资助

“延续调整”，侏罗纪地层发生隆升、褶皱和逆冲推覆，形成了盆内沉积地层中生代构造变形格架的雏形^[2-7]。

白垩纪晚期，发生喜马拉雅运动，冈底斯南缘的雅江缝合带(特提斯洋)开始闭合,印度地块向北

与欧亚板块开始拼贴，尔后经过新生代的多次构造运动,直到现今,一直处于持续向北挤压的过程。这一挤压作用即成为羌塘盆地变形格架改造的动力学根源^[8-9]。晚白垩世以来,羌塘盆地至少有过四次强烈活动,构造上表现为地层不整合(表1),在各相对

表 1 羌塘盆地地层及构造事件表

地 层 系 统				厚 度 (m)	接触关系	运 动 阶 段	
界	系	统	组(段)				
新 生 界	第四系	全新统	振泉湖组(Qz)	20-200		青藏运动	
		更新统					
	第三系	上第三系	上新统	喷呐湖组(N ₂ s)	530-2000	喜马拉雅运动	
			中新统	康托组(N ₂ k)	500-1580		
		下第三系	渐新统	双湖组(E ₃ s)	>429-2250		
			古新统—始新统	牛堡组(E ₁₋₂ n)	3000		
中 生 界	白 垩 系	上 统	桑卡拉组(K ₂ s)	>357		燕山运动	
		下 统	阿布山组(K ₁ a)	二段			>919
				一段			332-601
	侏 罗 系	上 统	雪山组(J ₃ x)	600-1400			
			索瓦组(J ₃ s)	384-1137			
		中 统	夏里组(J ₂ x)	378-824			
			布曲组(J ₂ b)	142-1080			
			雀莫错组(J ₂ q)	200-1800			
	下 统	曲色组(J ₂ qs)	59-2122				
	三 叠 系	上 统	肖茶卡组(J ₃ x)	三段	135-2700		印支运动
				二段	142-657		
				一段	>400		
		中 统	康南组(T ₂ k)	200-540			
		下 统	康鲁组(T ₁ k)	二段	500-943		
一段				500-724			
古 生 界	二 叠 系	上 统	热觉茶卡组(P ₂ r)	二段	>570	华力西运动	
				一段	223		
	下 统	鲁谷组(P ₂ l)	二段	447-3225			
			一段	>563-4277			
	石 炭 系	上 统	里查组(C ₃ l)	>66			
		中 统	塔里来组(C ₃ t)	>250			
		下 统	日湾茶卡组(C ₁ r)	326-1250			
	泥 盆 系	上 统	拉竹龙组(D ₃ l)	170-667			
中 统		查桑组(D ₂ ch)	312-816				
下 统		达尔东组(D ₁ d)	>60-240				
前泥盆系		果干加年山组 AnDgm ⁴	>647	加里东运动			
		玛依岗日组 AnDgm ³	>1000				
		戈木日组 AnDgm ²	>2755				
		阿木岗组 AnDgm ¹	>1950				

稳定期,剥蚀与沉积并存。

新生代沉积地层的发育,赋予侏罗系目的层以更多的盖层,对后期保存起到了积极的作用。渐新统主要发育于 $E89^{\circ}$ 以东(图1);中新统康托组(N_k)则主要发育于 $E89^{\circ}$ 以西,但均为河湖相沉积,分布有一定的局限性;上新统喷呐湖组(N_s)、石坪顶组(N_{sh})沉积则更为零星。但不论如何,沉积地层中泥质岩及膏盐岩的发育,对下伏油气都能起到积极的作用。

表1所示的新生代四次不整合是喜马拉雅运动多期次激烈活动的反映,其动力来源主要是印度地块持续向北的挤压应力,其次是由该挤压应力派生

形成的“高原以西帕米尔结”与高原以东的巴颜喀拉地块持续向南楔入组成的一对强大的力偶,它所形成的左旋扭张应力,其影响更是深远^[8-11]。印度地块持续向北挤压导致羌塘盆地内部诸多近东西向的逆冲推覆。帕米尔结与巴颜喀拉地块构成的力偶使羌塘地体成为西部向北伸展,东部向南伸展的一个平卧S形地块,地块内部片体向东西两侧滑移,并形成一系列近南北向的伸展断裂和北东、北西向二组扭性断裂以及相应的地堑和拉分构造。多期次的推覆、断裂、断陷对中生代晚白垩世前后形成的变形格架产生了极大的改造作用,对油气保存必然会发生显著影响。

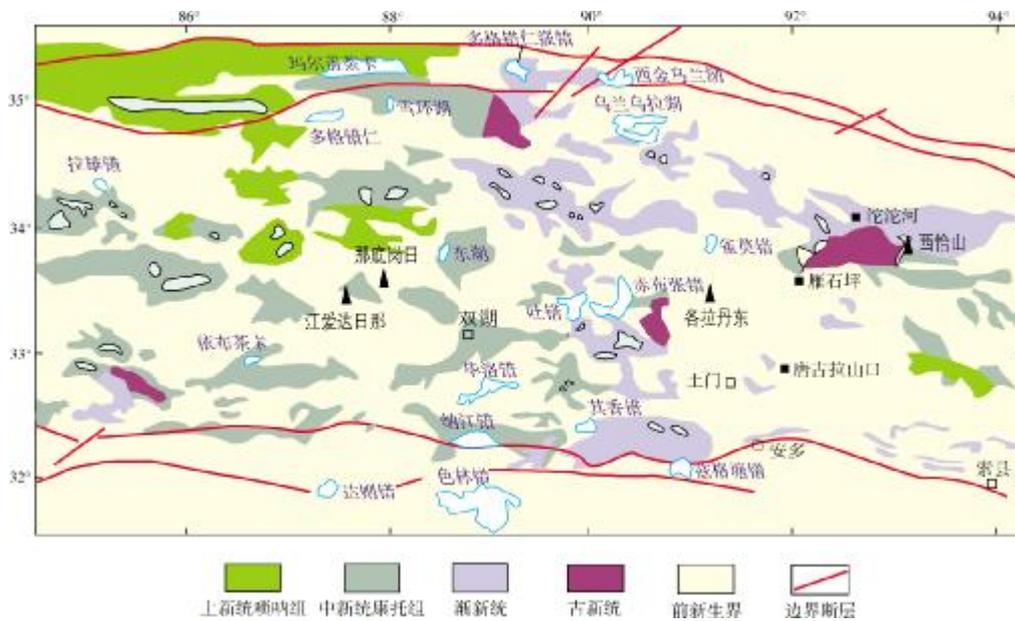


图1 羌塘盆地新生代出露地层分布^[9]

2 新生代断裂活动

青藏高原新构造运动的基本特点是走滑、逆冲与伸展三种构造变形形式共存,而且活动时间较长,强度大,整体隆升强烈。

羌塘盆地内断裂发育,依其走向可划分为近东西向、近南北向、北东—北东东向(简称北东向)及北西—北西西向(简称北西向)四组断裂系统,后两组断裂呈共轭分布(图2)。在每组断裂系统中实际均包含了不同期次、不同体系的构造成分,但由于研究程度较低,目前还不能够作更细致的探讨。因此,严格来讲,目前还只是一种对断裂现象的研

究,尚未真正涉及断裂体系的本质问题。下面仅对这些断裂的特征作一简略的、片断性的分析。

2.1 近南北向伸展断裂分布有局限性

青藏高原共分布有六条近南北(北北东)走向的伸展断裂带,约呈经度每间隔 2° 分布,大致位于 $E85^{\circ}$ 、 $E87^{\circ}$ 、 $E89^{\circ}$ 、 $E91^{\circ}$ 、 $E93^{\circ}$ 、 $E95^{\circ}$ 。这些断裂带是由多条呈首尾斜接状的右行断裂与其派生的变形构造共同组成的构造带,进入羌塘盆地强度减缓或消失。位于 $E89^{\circ}$ 和 $E91^{\circ}$ 的两条延伸到羌塘盆地北部后处在 $E88^{\circ}$ 和 $E90^{\circ}$ 的位置,继续往南则向东偏移(图2)。羌塘盆地在这两条断裂带之间的广大

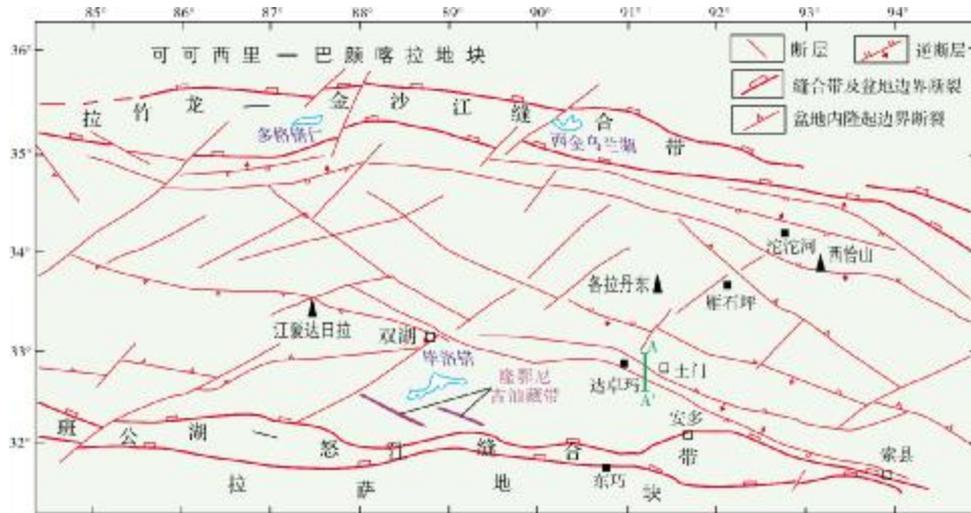


图2 羌塘盆地主要断裂分布

区间,未显拉伸特点,因此它们的影响不足以扩大为“面”,且在地面调查中,也未见到此类大的通天断层,因此该组断裂对油气保存的影响不大。

2.2 断层性质以压性为主

目前在羌塘盆地内已发现断层达2513条,其中具有一定规模且性质基本明确的断层有419条。笔者对这419条断层的走向和性质作了统计(表2),反映出如下一些特征。

(1) 近EW向断裂为主,占断层总数的43%;北西向断层次之,占35%;北东向断层最少,占22%。

(2) 断层性质以逆断层为主,占断层总数的50%;尤以近东西向逆断层为多,它占逆断层数的66%。盆地内正断层极少分布,只占断层总数的8%。

(3) 扭性平移断层占所统计的断层总数的42%。在扭性平移断层中,也以扭压断层为多,扭张断层相对较少。

表2 羌塘盆地主要断层的走向及性质统计表

走向	不同走向断层		不同走向、性质断层数(条)/比例(%)		
	断层数(条)/比例(%)	逆断层	扭性平移断层	正断层	
EW向	180/43	139/66	26/15	15/46	
NW向	148/35	59/28	77/43	12/38	
NE向	91/22	12/6	74/42	5/16	
合计/总比例(%)	419/100	210/50	177/42	32/8	

* 总比例指占全部断层总数(419条)的比例;

** 比例指占不同性质断层数的比例。

综上所述,盆内正断层和扭张性断层虽有一定数量的分布,但所占比例较小,而压扭性断层和占总数50%的逆断层对油气保存尚具有一定的有利价值。

2.3 逆冲推覆弊在上盘、利在下盘

据初步统计,羌塘盆地内逆断层约占50%,其推覆的上盘,往往造成地层重复,构造复杂化,这种因推覆而出现地层重复的现象在羌塘盆地可谓屡见不鲜。如达卓玛地表实测剖面,是中侏罗统、白垩系、第三系,乃至二叠系—三叠系等地层反复出现的地层结构,地表构造包括背斜、倒转同斜向斜及南倾北冲的逆冲断裂,地层比较破碎。但QT98-1095地震测线(图3)显示一个逆冲构造,即达卓玛断背斜,在逆冲断层F₁的下盘为一个中—上侏罗统、白垩系、第三系等地层保存完好的背斜。由此可见,逆冲推覆活动固然可以使其上盘的地表构造复杂化,但在其下盘则仍保存有完好的层系和构造。

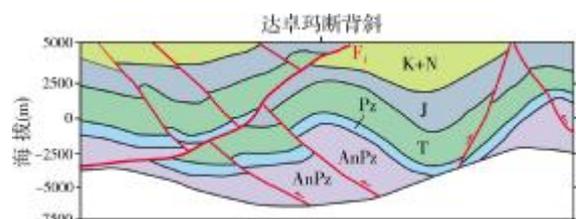


图3 羌塘盆地 QT98-1095 地震测线平衡地质剖面 (据青藏油气项目经理部, 1999)

剖面位置见图2中的A—A'

2.4 各区块断层发育不均衡

羌塘盆地断层发育程度在全区并不均衡,以断层密度 $25 \times 10^{-3} \text{ km/km}^2$ 、频度 15×10^{-3} 条/ km^2 为界^①,大致可以划分出 $E89^\circ$ 以西、 $E89^\circ \sim E91^\circ$ 之间以及 $E91^\circ$ 以东三个区块。 $E89^\circ$ 以西为断层发育区块,其断层密度大于 $25 \times 10^{-3} \text{ km/km}^2$,频度大于 15×10^{-3} 条/ km^2 ,频度最大值可达到 30×10^{-3} 条/ km^2 ; $E89^\circ \sim E91^\circ$ 区块其密度、频度都小于界限值,双湖以北的区域密度仅为 $5 \times 10^{-3} \text{ km/km}^2$,为断层弱发育区; $E91^\circ$ 以东为断层强弱相间发育区,密度一般都大于 $25 \times 10^{-3} \text{ km/km}^2$ 。由此可见,羌塘盆地断层发育程度是东、西两头强,中间相对较弱,在 $E89^\circ \sim E91^\circ$ 区块为受构造动力影响相对最小的区块,油气保存条件应该相对较好。尽管所确立的地区界限值不一定确实,但同一标准下反映出的相对差别仍是可信的。

3 高原隆升特征

3.1 高原隆升机制及时限

目前多数人认为,青藏高原的隆升是印度次大陆与塔里木—柴达木块体相向陆内俯冲的结果^[12-16]。大地水准测量所得印度板块至今仍以 50 mm/a 的速度向北推进,喜马拉雅山目前的上升速率为 10 mm/a ,羌塘盆地为 $3 \sim 4 \text{ mm/a}$,川西为 $3 \sim 7 \text{ mm/a}$,高原北部、昆仑山以北的柴达木盆地却为 $-5 \sim -6 \text{ mm/a}$ 。这一相向陆内俯冲至今仍在发展,青藏高原犹在抬升。究其抬升历史,从遍布高原的山原面分析,上新世末期,二级夷平面尚只处于千米之下,这是公认的资料。由此可见,青藏高原的剧烈抬升是第四纪以来发生的,进入全新世近一万年来隆升更是快速(表3)。

表3 根据二级夷平面推算的青藏高原隆升演变

地质时代		高原平均海拔(m)	构造运动	
第四纪	全新世(Q ₄)	4 700	喜马拉雅运动	
	更新世	晚(Q ₃)		4 000
		中(Q ₂)		3 000
		早(Q ₁)		2 000
晚第三纪	上新世末(N ₁)	1 000		

3.2 盆地相对稳定的佐证

青藏高原是喜马拉雅运动最强烈的地区,在南侧印度地块向北挤压和北侧一对力偶的作用下,应力释放集中于地块推挤和岩浆岩的弧、线分布区,位于最北的羌塘地块则相对最为稳定。羌塘地块相对稳定的整体性除地貌特征之外,尚有如下一些佐证资料。

(1) 地形上,北缘为昆仑山、可可西里山,东缘为各拉丹东、唐古拉山,南缘为冈底斯—念青唐古拉山,而居中的羌塘盆地则是一相对低洼、起伏不大的地区。

(2) 青藏高原二级夷平面依然相对平整,位于海拔 $5\ 200 \sim 5\ 300 \text{ m}$ 之间,因侵蚀而在平面上呈断续分布,但仍可恢复为一个完整的面状结构,这说明高原在隆升时保持着稳定的整体性。

(3) 发育典型的内流(陆)水系。除高原外围的沱沱河(高原东北部)、狮泉河(高原西部)与雅鲁藏布江之外,高原内的所有水系几乎都注入羌塘盆地中的大小湖泊,从而形成一个独立的封闭型内流(陆)系统,暗示了盆地中具有承压性的水动力条件。

(4) 重力场反映盆地具有平缓基底。在 $1:20$ 万重力资料上羌塘盆地表现为前泥盆系浅变质基底,为一个独立于外围重力场、起伏不大的平坦界面,而且磁场平静,未见剧烈变化,反映基底结构上也具有稳定性和整体性。

综上所述,进入新生代以来羌塘盆地随青藏高原的隆升而受到多次构造活动的影响,使其中生代变形格架发生了急剧改造,挤压、推覆活动及其相应的断裂作用较为激烈,对油气的破坏、外泄有一定的影响,但这并不足以使全盘受到破坏,盆地中仍然有受构造活动影响较小的地区,存在较为有利的油气保存条件。更新世后青藏高原急剧隆升,但羌塘地区具有整体上的稳定性,它除了剥蚀作用较显著外,几乎不存在强烈下切作用,因此关于羌塘盆地受到强烈改造作用之说尚待进一步的探讨分析。

4 结论

(1) 喜马拉雅运动使羌塘盆地至少经历了四次强烈构造活动,在各相对稳定期,剥蚀与沉积并存。

① 西北大学含油气盆地研究所. 羌塘盆地构造特征及其演化. 中国石油天然气总公司勘探局青藏项目经理部, 1999.

沉积地层中泥质岩及膏盐岩的发育,对下伏油气能起到积极的作用。

(2) 盆地内断裂发育,按走向可划分为四组:近东西向、近南北向、北东向及北西向。北东向与北西向两组断裂呈共轭形态,分布上占绝对优势。

(3) 盆地内正断层和扭张性断层分布较少,主要为逆断层和扭压性断层,对油气保存具有一定的有利价值。在逆冲断层下盘可能有保存完好的层系和构造。

(4) 断层发育具有不均衡性,东、西部区块相对发育,中部区块相对较弱,断裂规模较小,数量较少,更有利于油气保存。

(5) 盆地以整体隆升为主,内部构造变形相对较弱。

参考文献

- [1] 赵政璋,李永铁,叶和飞,等. 青藏高原羌塘盆地石油地质[M]. 北京:科学出版社,2000:351-352.
- [2] 常承法,福裕生,郑锡澜,等. 青藏高原地质构造[M]. 北京:科学出版社,1982:1-91.
- [3] 黄继钧. 藏北羌塘盆地构造特征及演化[J]. 中国区域地质. 2001,20(2):178-186.
- [4] 韩同林. 西藏的活动构造. 中华人民共和国地质矿产部地质专报[M]. 北京:地质出版社,1987:17-60.
- [5] 和钟铨,李才,杨得明,等. 西藏羌塘盆地的构造沉积特征及演化[J]. 长春科技大学学报,2000,30(4):347-348.
- [6] 雷振宇,李永铁,刘忠,等. 藏北羌塘盆地构造变形及其动力学背景[J]. 地质论评,2001:47(4):415.
- [7] 王岫岩,云金表,罗笃清,等. 西藏羌塘盆地动力学演化与油气前景探讨[J]. 石油学报,1999,20(3):38-39.
- [8] 赵政璋,李永铁,叶和飞,等. 青藏高原大地构造特征及盆地演化[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [9] 刘增乾,徐宪,潘桂棠. 青藏高原大地构造与形成演化[M]. 北京:地质出版社,1990.
- [10] 王成善,伊海生. 藏北高原地质演化及油气远景评价[J]. 地质科技情报,1998,(10):43-44.
- [11] 潘桂棠,王培生,徐耀荣,等. 青藏高原新生代构造演化[M]. 北京:地质出版社,1990.
- [12] 潘裕生. 青藏高原的形成与隆升[J]. 地学前缘,1999,6(3):153-163.
- [13] 孙鸿烈. 青藏高原的形成演化[M]. 上海:上海科学技术出版社,1996.
- [14] 谭富文,潘桂棠,徐强. 羌塘腹地新生代火山岩的地球化学特征与青藏高原隆升[J]. 岩石矿物学杂志,2000,19(2):121-130.
- [15] 滕吉文,张中杰. 青藏高原整体隆升与地壳短缩增厚的物理—力学机制研究(上)[J]. 高校地质学报,1996,2(2):121-133.
- [16] 钟大赉,丁林. 青藏高原的隆起过程及其机制探讨[J]. 中国科学D辑,1996,26(4):289-295.

编辑:吴厚松

Influence of Cenozoic Tectonic Dynamics on Conditions of Hydrocarbon Preservation in Qiangtang Basin, Northern Tibetan Plateau Tibet

Nan Zhengbing, Li Yongtie, Guo Zujun

Abstract: Qiangtang Basin is a Mesozoic-Neozoic marine residual one, in which marine sediments mainly deposited during Devonian-Jurassic period and continental sediments deposited during Cretaceous-Quaternary period. The widest distributing Upper Triassic and Jurassic rocks are the main targets of exploration. Since Himalayan orogeny, Mesozoic tectonic framework has been reshaped. At least four intensive tectonic activities has happened since Late Cretaceous so that tectonic deformations of strike slip, thrusting and extension coexisted. Thrust faults and wrench compression faults are common and normal faults or wress tension faults are less. These faults is intensive in developing extent in the east and west ends of the basin and relatively weak in the middle part. Qiangtang Basin has kept relatively stable under the background of whole uplifting Qinghai-Tibet plateau. It is deemed that Qiangtang Basin has affected less by Cenozoic tectonic dynamics and possesses of good potential of oil and gas exploration.

Key words: Cenozoic; Tectonic movement; Dynamics; Condition of hydrocarbon preservation; Qiangtang Basin; Qinghai-Tibet plateau

Nan Zhengbing: male. Doctor degree in progress at Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of sciences. Add: Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Beijing, 100083 China