

# 阿拉善弧形盆地系的构造迁移

王同和

(中国石油天然气总公司地球物理勘探局, 河北涿州)

本文据区内地质、地球物理等新的实际资料, 综合论述了阿拉善弧形盆地系的演化过程、形成特点、构造型式及展布规律。盆地断块的破裂与陷落及沉降与沉积中心随着时代的变新由弧顶向两翼依次迁移。据其石油地质条件, 认为位于弧顶及其紧邻的盆地是最有油气前景的地区。

阿拉善地区发育众多的中生代盆地, 但因被巴丹吉林和腾格里等沙漠覆盖, 致使勘探方法、手段受到一定限制。特别是本区经历了不同运动体制的强烈改造和重新建造, 其原型多不受现今构造轮廓和地貌制约。因此, 长期来, 对盆地组合特点、展布规律、构造演化、形成机制、应力场变化, 以及石油地质条件等, 众说纷云。近年来, 出于开拓新油区的需要, 作了大量地质、地球物理和钻井工作, 为认识盆地的组合展布、结构、构造特征和演化规律以及石油地质基本特征等, 创造了极为有利的条件。本文综合分析了地质、地球物理, 特别是重力、磁力、岩石电性及地震勘探信息等方面的新资料, 得知发育在阿拉善台隆上的中生代盆地组合, 具有轮廓清楚、形态完美、协调一致、自成一体的巨型弧形展布特征, 而且盆地系的断块破裂与陷落及沉积与沉降中心具有随着时代的变新由弧顶向两翼逐步迁移的规律。其石油地质条件以位于弧顶的潮水盆地及其紧邻的巴音浩特和花海盆地为最有油气前景的地区。

## 一、弧形盆地系的展布规律及构造迁移

阿拉善弧形盆地系是指夹峙在华北台块与塔里木台块之间的阿拉善台隆上, 中生代相继发育起来的一系列盆地(图1)。在此之前, 本区经历了长期、复杂的构造变动, 因而广泛存在不同方向、不同性质、不同规模、不同时期的构造形迹。其中最重要的构造事件是发生在晚古生代末期的华力西运动(黄汲清等, 1980), 它不仅使长期以蒙古海槽相隔的西伯利亚板块与阿拉善台块相连并塑造了更广泛的亚洲古陆(黄汲清等, 1980), 而且由于西伯利亚板块的南移所造成的强大挤压作用力, 致使阿拉善台块由元古界组成的断裂隆起和剥蚀状态更加显著, 表现强烈频繁的中酸性岩浆活动和与之伴生的大型层间滑脱断层, 并大量出现逆掩断层(图2)。正是这一时期的构造变动广泛改造了阿拉善台块南缘所形成的断裂弧形隆起带, 为中生代盆地的发生、发展和形成奠定了良好的地质构造基础。中生代以来, 经过三叠纪剥蚀、夷平之后, 构造面目为之一新。盆地构造在断裂隆起的背景上, 在引张应力场作用下, 沿袭原来地壳不稳定带的网络, 往往追踪或迁就北东、北东东和北西、北西西向断裂, 普遍发生断块破裂与陷

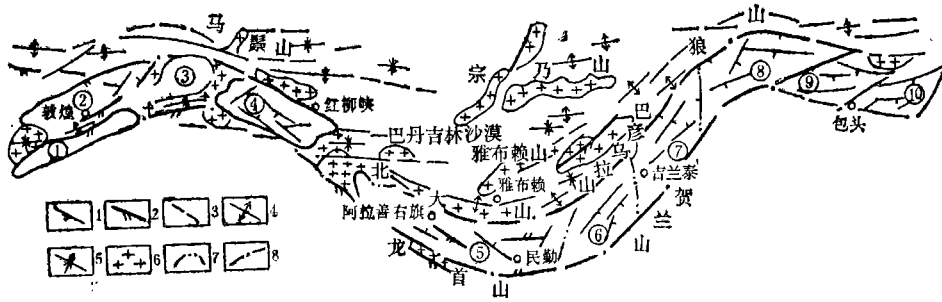


图1 阿拉善弧形盆地系地质构造略图

- 1.正断层; 2.逆断层; 3.性质不明断层; 4.背斜; 5.向斜; 6.花岗岩体(时代未分); 7.盆地界线;  
 8.弧形盆地系界线。  
 ①阿克赛盆地; ②敦煌盆地; ③踏实盆地; ④花海盆地; ⑤潮水盆地; ⑥巴音浩特盆地; ⑦吉兰泰盆地;  
 ⑧临河盆地; ⑨白彦花盆地; ⑩呼和盆地。

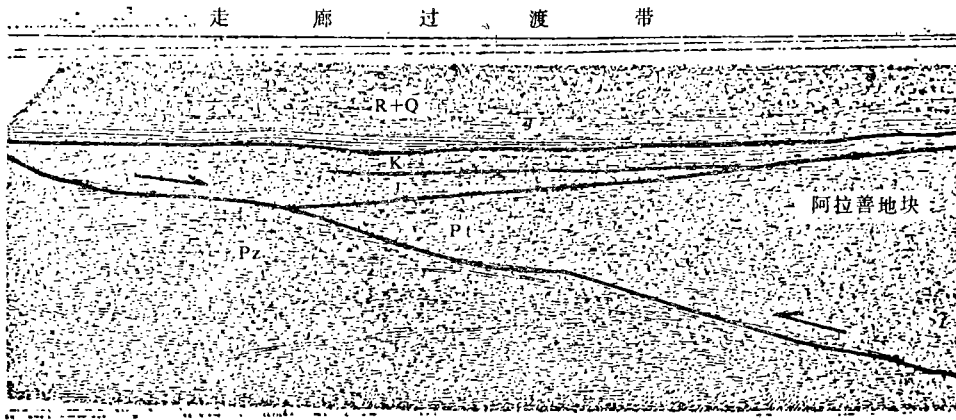


图2 河西走廊过渡带M83—576地震剖面图

落。断块翘起端形成隆起，倾伏端沦为凹陷，相继发育了一系列地堑、半地堑或由其组合而成的复式盆地。盆地系总体展布呈巨型弧形，其两侧被山岭所夹峙或围绕，东西绵亘15000km，展宽66-100km（图1）。

纵观阿拉善弧形盆地系的各盆地，它们并非一蹴而成，而是发育有先后之别，衰亡亦有早晚之分，加之受力状态和边界条件的变化，因而处于不同构造部位的盆地形态各异、规模不等，结构、构造及其发育时期和长短均不尽相同，显示出复杂、多变的构造形态。但就其边界力学性质、平面展布和沉积特点而言，彼此间却存在密切的内在联系，说明它们是在相同的构造背景上，统一应力场作用下的产物。因此，具有比较完美、协调的巨型弧形构造图案（图1）。据其形态特征和形成时期，可分为前弧、东翼和西翼三大部份。以南向突出的潮水盆地为其前弧部分，弧顶位于民勤附近；东翼自西至东由北东向的巴音浩特、吉兰泰盆地和北东东或近东西向的临河、白彦花和呼和盆地组成，反射弧位于杭锦后旗附近；西翼自东而西由北西向的花海盆地和北西西或近东西

向的踏实、敦煌及阿克赛盆地组成，反射弧位于安西附近。在平面上，以弧顶为中线，两翼盆地遥相对应，恰成对称型式。在剖面上，组成弧形盆地系的多数地堑或断陷横向不对称，以盆内凹凸相间、结构复杂的潮水盆地为中轴（图3），即东翼的盆地西断东超和北断南超；而西翼的盆地则多东断西超和北断南超，两翼盆地在内部结构上亦有遥相对应的构造格局。在断裂组合排列及性质方面，东翼反射弧及其以东的断裂，呈左行

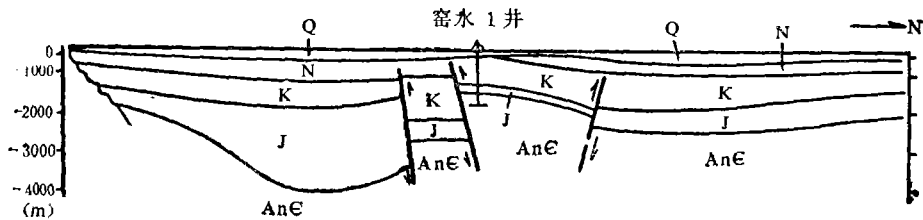


图3 潮水盆地地震地质解释剖面图

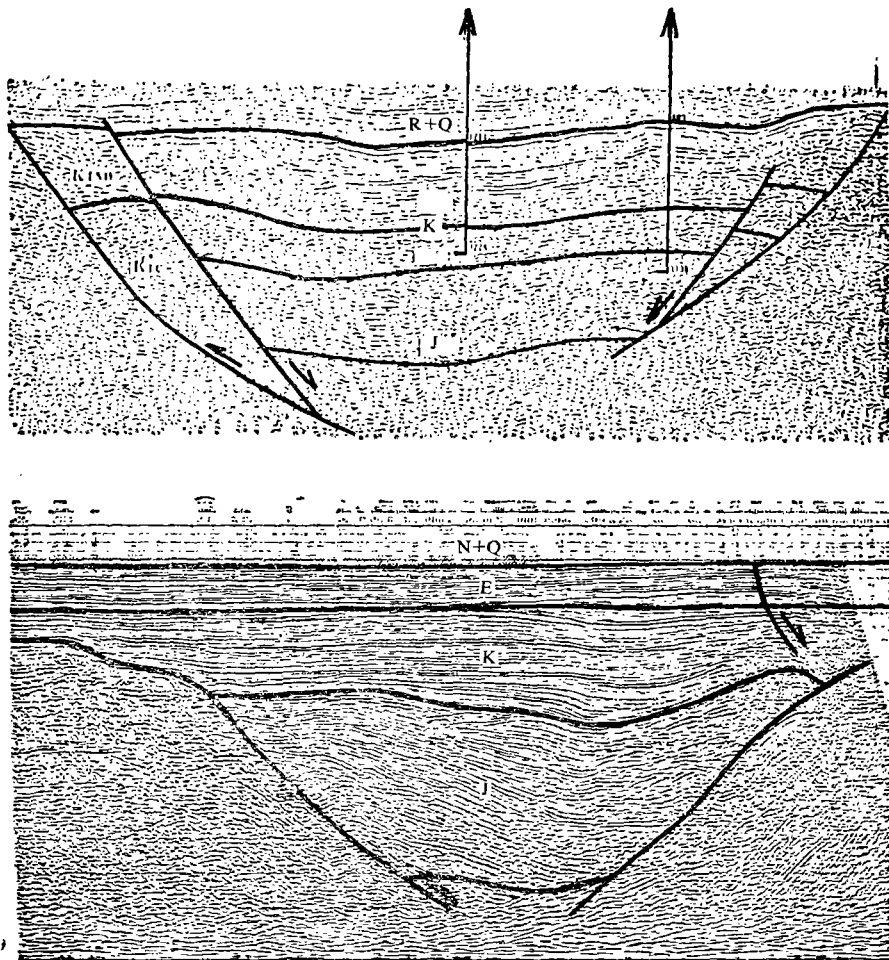


图4 花海盆地（上）、巴音浩特盆地（下）地震剖面图

斜列，具有左旋走滑特征；而西翼反射弧使其以西的断裂，则呈右行斜列，具有右旋走滑特征。特别值得提及的是，紧邻前弧两侧的巴音浩特和花海盆地中的个别少数断陷则以双断型式出现（图4），亦显示出张兼扭性某些特点。这种在断裂性质、组合展布和断陷类型上的对应性和相似性，充分说明阿拉善弧形盆地系是在统一应力场控制下，受统一成因机制作用而形成的完整的构造体制。

然而，以弧顶为中轴，两翼盆地在平面展布、结构、构造上的对称性又是 怎么 发生、发展和形成的？唯有各时代的沉积充填物才能真实地记录下它们的发展演化历史。在盆地发育初期，其张应力是由于出现伴生隆起的地形负载平衡上升而产生的（王同和，1988、1986）。因而，在前中生代挤压剧烈的前弧部位应力最容易释放，断块亦易于被肢解拉开。继之而来的断裂作用及受其控制的沉积充填作用则首先发生在潮水盆地和巴音浩特盆地南部。沉积了厚达3000~4000m的中下侏罗统，最大厚度可达4500m（表1），充分反映了盆地发育初期断块快速破裂与陷落的特点。由于快速裂陷，打破了原来的重力均衡，势必进行暂时的重力调整，以普遍缺失晚侏罗世沉积为其特征。紧随其后，断块破裂由弧顶向东西两翼迅速发展，相邻的巴音浩特和花海盆地相继裂陷并逐步成为白垩纪的主要沉降、沉积中心。这一时期的沉积厚度一般为1000~2000m，在巴音浩特盆地的伊和凹陷最大厚度可达3000m，而向东北方向则有逐渐变薄之势（图5、表1）。此时，位于弧顶的潮水盆地的断裂活动性不明显，原有的非补偿型断陷沉积逐步转化为补偿型拗陷沉积，沉积厚度仅数百米，最大不超过1000m，而且多以红色粗碎岩沉积为主（康玉柱，1984；甘肃地层表编写小组，1980）。

表1 阿拉善弧形盆地系沉积厚度统计表

时代	盆地名称 沉积厚度 (m)	弧形盆地西翼				弧 顶	弧形盆地东翼				
		阿克赛	敦 煌	踏 实	花 海	潮 水	巴音浩特	吉兰泰	临 河	白彦花	呼 和
第四系	800—	470—	150—	30—	10—	800—	500—	1000—	1500—	1700—	
	1000	600	200	150	200	240	1000	2400	2000	2390	
上第三系	800—	700—	600—	120—	100—	140—	600—	8000—	1000—	3000—	
	1400	1200	1000	800	800	250	900	10000	2200	4200	
下第三系	—	—	—	—	—	300—	700—	1000—	900—	800—	
	—	—	—	—	—	600	980	2600	1100	1000	
白 垩 系	500—	800—	1000—	1000—	180—	2500—	500—	100—	70—	50—	
	1000	2000	2500	900	900	3000	800	530	420	350	
侏 罗 系	1000	1600	900—	1800—	2500—	3000—	—	—	—	—	
	—	—	1800	2000	3100	4500	—	—	—	—	
中新生界	1000—	1600—	3000—	3000—	4000—	5000—	4000—	10000—	4000—	5000—	
	3000	3500	4000	5000	5500	8500	6500	15000	5100	7400	

（据物探局、大庆油田和玉门油田资料整理）

晚白垩世末或早第三纪初，印度板块与欧亚大陆地壳碰撞，致使本区产生不均一的隆起或停积，弧形盆地系两翼盆地的沉积作用亦暂时有过分异。早第三纪始新世始，东翼盆地又开始继承性发展，盆地断块犹如翘板式由巴音浩特盆地向吉兰泰盆地倾伏（图5），其沉降和沉积中心亦随之迁移。在吉兰泰盆地，该时期的沉积厚度可达千余米。

晚第三纪，印度板块以5cm/a速度向中国大陆推进（常承法等，1983），受其影响，使潮水盆地开始萎缩，并出现挤压、逆冲活动。相邻的花海和巴音浩特盆地也相继衰

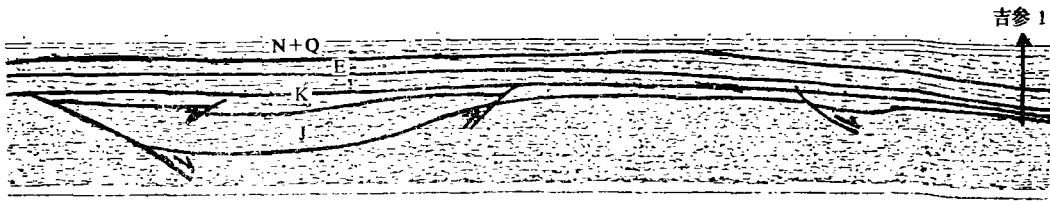


图5 巴音浩特盆地BY86-205N地震剖面图

减，沉积厚度明显减薄，并多以超补偿型沉积为主，而两翼反射弧及其以远的盆地裂陷作用，沉积作用则达到鼎盛期，并向两侧迅速发展，从而使早第三纪暂时两翼分异的现象又迅速恢复统一。特别是东翼的盆地，其裂陷作用、沉积作用十分引人注目。如临河盆地的断裂两侧的地层厚度仅晚第三纪就相差达10000m，反映了断陷沉积速率快（2.14mm/a）和厚度大等特点。这一数量级在中国中生代盆地中也是十分罕见的（王同和，1988、1986）。

第四纪以来，位于弧顶的潮水盆地和相邻的巴音浩特及花海等盆地已相继变形、抬升、萎缩和消亡，而位于两翼反射弧及其以远的敦煌、阿克赛盆地和临河、白彦花、呼和盆地的裂陷作用仍在继续加强，并显示出明显的构造迁移现象。如敦煌盆地的第四系松散沉积的170-220m，而以西的阿克赛盆地却增厚到300-800m；又如临河盆地的沉积速率由晚第三纪的2.14mm/a减到0.8mm/a，而以东的呼和盆地的沉积速率由晚第三纪的0.64mm/a却增大到0.92mm/a（邓起东等，1985）。这在地震时深转换的地质剖面上显得十分明显（图6）。这说明断裂作用及受其控制的沉降、沉积中心由弧顶向两翼仍在不断的迁移，亦标志着最新的裂陷作用。这在卫星影象上也显得非常清晰，而且有史以来的地震活动循断裂时常发生，有力佐证了这些断裂的活动至今尚未停止。

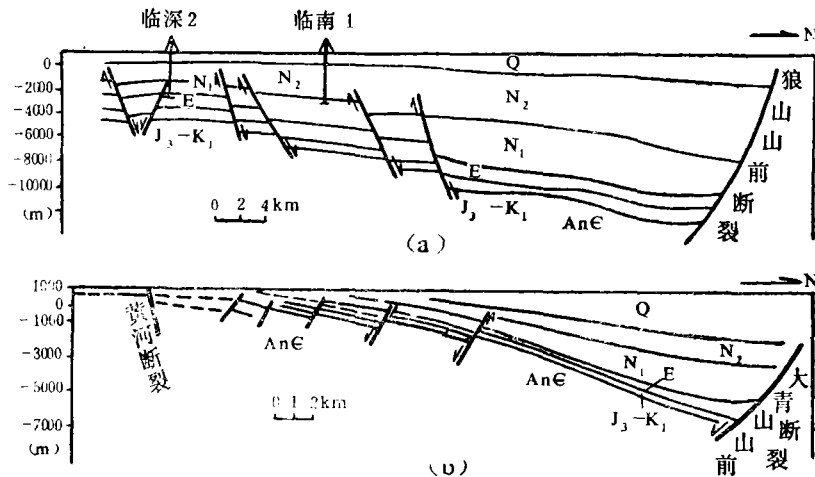


图6 临河盆地(a)、呼和盆地(b)地震地质解释剖面图

综上所述，不难看出，阿拉善弧形盆地系的发生、发展与衰亡具有明显阶段性和规律性。总的来看，随着时代的推移，断块破裂与陷落由弧顶向两翼依次发生、发展，同时沉积物依次变新与加厚。盆地的变形、衰减和消亡亦具有由弧顶向两翼依次发生、发展和演化的规律。这为分析、研究本区石油地质条件，特别是为在不同时代、不同类型盆地中寻找不同的生、储、盖层及其组合，以及不同类型的油气圈闭提供了极为有利的地质构造条件。

## 二、弧形盆地系的石油地质条件分析

油气的形成并不是孤立的现象，它与许多地质现象相伴生，除了与盆地的生油、储油、盖层条件有关外，还与烃类的转化和圈闭条件等密切相关。

据上述的断陷构造迁移和沉积中心迁移规律，弧顶的潮水盆地及其两侧的巴音浩特和花海盆地，不仅发育时间长、面积大、沉积厚，而且生油、储油、盖层既发育又齐全。特别是考虑到盆地的断裂活动时间长、断距大等特点，不仅相应的潜山断块、逆牵引背斜、地层岩性圈闭发育，而且有利于烃类转化、聚集与保存，现以盆地为单位，分别综合分析于后：

### 1. 潮水盆地

该盆地面积约30000km<sup>2</sup>，沉积岩厚度4000-5500m。其中侏罗系生油岩厚度500-1350m，有机碳含量一般为0.61-0.98%，最大为1.36%，氯仿沥青“A”为0.143%，总烃含量为310-548ppm（表2）。储集层为中下侏罗统砂岩，其孔隙度为5-22%，渗透率为210mD，因后期挤压变形砂岩裂隙亦较发育。以上石油地质条件，显然对油气藏形成较为有利。事实上，早在50年代已发现了青土井油藏。目前，本区进行过以地震方

表2 阿拉善弧形盆地系石油地质条件对比表

类别	盆地	阿克赛	敦 煌	踏 实	花 海	潮 水	巴音浩特	吉兰泰	临 河	白彦花	呼 和
生油层	时 代		J、K	K	J、K	J	J、K	K	E	N	N
	厚 度 (m)		100 -300	200 -600	700 -1000	500 -1350	3000 -6000	166 -300	200 -400		
	C%		2.5		2.86	1.36	1.1	1.3	1.2		
	“A” %		0.006		0.124	0.143		0.043	0.054		
	烃 (ppm)			139 -200	729 -1000	316 -548		586.09	415.4		
储油层	时 代	N	K、N	K	K	J	J、K	K、E	E	N	N
	孔隙度 (%)	5-10			25	5-22			13.5		
	渗透率 (mD)				5-1157	210			45.2		
盖层	时 代	N	K	K	K	J	J、K	K	E	N	N
	岩 性	泥岩		泥岩	泥岩和 泥灰岩	泥岩 泥质砂岩	泥岩	泥岩	泥岩		
圈闭类型		岩性	断块、 岩性	断层、 地层	逆牵引、 背斜	地层 岩性	断背斜				

（据玉门油田、大庆油田和物探局料整编）

法为主的地球物理勘探工作，但尚需提高对重力高和磁力高的认识，并做深入细致的地震解释工作，以判别与逆断层有关的正牵引背斜构造为主的圈闭。预料其工作还将有新的突破或发现。

## 2. 花海盆地

花海盆地沉积岩面积约10000km<sup>2</sup>，厚度约5000m，白垩系湖相黑色和灰黑色泥岩厚约1000m。据5口井统计，有机碳平均含量为2.86%，总烃含量高达1000ppm，氯仿沥青“A”平均为0.224%。由于白垩纪时，盆地处于稳定、持续下沉的环境，因此生油岩具备良好的还原环境与转化条件。据测试，还原硫平均含量为0.269%，铁还原系数k值平均为0.254。生油门限值为1800-2000m，而埋深大于1800m的暗色泥岩厚达1200—2200m，说明盆内有机质具有向石油转化的条件。据钻井资料统计，白垩系泥岩夹有数层砂层，一般单层厚2—5m，最厚7.2m，累计最大厚度可达22m，其孔隙度为25%，渗透率一般为8-100mD，最大为1157mD。此外，砂岩、粉砂质泥岩裂隙发育，亦可做为较理想的储集层，尤其引人瞩目的是花深1井油气显示井段长达1865.21m（1357.21—3222.42m）。其中622处见油及气泡，27处见沥青斑块，表明该盆地有过生油过程，而且含油还是较丰富的，问题的关键是要重视这些油气显示，在有油气显示的层位，要综合研究油气藏形成的条件，特别是应与研究程度较高的酒泉盆地对比。此外，地震资料要攻克深层关，判别与正断层有关的逆牵引背斜构造和岩性上倾尖灭圈闭等，精选井位，本区的找油工作将会有较大的进展。

## 3. 巴音浩特盆地

该盆地是近一、二年才发现且有油气远景的盆地，沉积岩面积约10000km<sup>2</sup>，中新界厚达9000—10000m，其中侏罗系厚5000—5500m，下白垩统厚2500-3000m。在地震剖面上，中下层为一套强振幅、连续性好的席状反射，初步推测为属于半深湖-深湖相沉积（参见图4、5）。在相邻的吉兰泰盆地吉参1井，已钻穿相同的白垩系层位，在该层的中下部见到166m暗色泥岩，其有机碳含量1.3%，氯仿沥青“A”为0.043%，还原硫为0.6%，属于较好生油岩范围。但从构造迁移论考虑，巴音浩特盆地与吉兰泰盆地的沉积环境有所差异，其白垩系是在块体不断翘起过程中沉积的，特别是北段，因此不能排除它为浅湖环境下的超补偿沉积。侏罗系与已见工业油流的潮水盆地侏罗系相比，该盆地地层厚度大、埋藏深，而且有利于烃类的热演化和油气的保存。值得提及的是，在勘探程度稍高的伊和凹陷中，已发现一批断鼻、断背斜、潜山和逆牵引背斜等有利的构造圈闭。此外，值得强调的是，随着沉积中心的不断迁移，前方地层逐渐超覆、叠加，后方地层依次减薄、尖灭。因此，地层岩性油气圈闭也可能是本盆地重要圈闭类型之一。综上分析来看，尽管巴音浩特盆地尚处于初勘阶段，资料还很欠缺，但就已有重、磁、电及地震资料综合分析，并与相邻已知盆地类比（常承法等，1983），笔者认为巴音浩特盆地是最有油气潜力的盆地之一。

此外，有关其他几个盆地石油地质条件问题，除了临河盆地的民族隆起上渐新统层位见少量油流外，由于勘探程度低，尤其是自身所处构造背景、沉积环境、有机质热演

化程度等因素,至今尚未发现可靠的生油岩系和油气显示。限于篇幅,不在此一一论述。不过,据以往研究(王同和,1984),其石油地质条件远不及潮水、花海和巴音浩特盆地优越。

综上所述可见,阿拉善弧形盆地系的构造迁移与盆地的石油地质条件存在着密切的相关联系,特别是沉积中心的迁移,明显制约着生油、储油和盖层及其组合,由弧顶向两翼依次变新的分布规律(表2),而对于成油期、运移期、聚集期等是否有相同的规律性,限于资料,尚难做出肯定结论。不过,就这一个石油普查勘探新区而言,从构造迁移角度进行有益的探讨,并结合其他石油地质条件,进而制定相应的勘探方法与勘探程序,势必会收到事半功倍的良好效果。

### 三、结论与建议

阿拉善弧形盆地系,规模宏大、轮廓清楚、形态完美、自成一体,它的弧顶位于民勤附近,其演化过程中的断块破裂与陷落及沉降与沉积中心随着时代推移,由弧顶向两翼依次迁移。

盆地系的石油地质条件,以发育早、面积大、沉积厚位于弧顶的潮水盆地及与其紧邻的巴音浩特和花海盆地为最有油气勘探前景。

阿拉善弧形盆地系石油勘探应加速进行,特别是对巴音浩特盆地的综合地球物理勘探。应重视对重力高、磁力高的认识,尤其是二者吻合的地区,再用地震工作验证。本区戈壁滩砾石层发育,还有沙丘覆盖,地震资料需要攻克深层关,力求做到精细采集、精确处理和准确解释,进而落实圈闭,精选井位。在钻探时,以揭穿深层为主,尽量打穿沉积岩,甚至基岩一定深度,弄清生、储、盖及其组合的类型及套数,以便尽快对盆地作出正确的预测与评价。

本文引用了玉门油田大量内部资料,在此深表谢意。

### 参 考 文 献

- [1] 黄汲清等,1980,中国大地构造及其演化,科学出版社。
- [2] 王同和,1988,中国东部含油气盆地的构造迁移,中国科学(B辑),第10期。
- [3] 王同和,1986,大兴安岭以西含油气盆地的构造迁移,石油学报,第7卷第3期。
- [4] 康玉柱,1984,西北地区石油地质特征及油气前景,石油实验地质,第6卷第3期。
- [5] 甘肃省地层表编写小组,1980,西北地区地层表甘肃省分册,地质出版社。
- [6] 常承法等,1983,青藏高原地质构造,科学出版社。



# TECTONIC MIGRATION IN ALASHAN ARC BASIN SYSTEM

Wang Tonghe

( Geophysical Prospecting Bureau, Ministry of Petroleum Industry )

## Abstract

Tectonic migration is important both in theory and practice in the course of researching for the formative features and evolving patterns of oil and gas basins, as well as for predicting the types of oil and gas pools, selecting favourable areas, estimating reserves, therefore, directing exploration, and finding the time-space distributive patterns of petroleum.

On the basis of the data of geology, geophysics, drilling and satellite image, the evolution process, formative features, tectonic types and distributive patterns for Alashan arc Basins are discussed. The top of the arc is located around Minqin County. The splitting and falldown of blocks in the basins and their subsidence and depositing centers were migrated from the top to the wings of the arc through the whole time. Finally, the conditions of petroleum geology of the basin system are discussed in the paper, pointing out that the areas around the top of the arc and Basins adjacent to it are most prospecting.