

冲积扇比较沉积学—— 地下水和油气的富集规律

任明达
(北京大学)

一、比较沉积学概述

沉积相是沉积物形成条件的物质表现。各种沉积环境受构造、气候等条件的控制，各自具有特殊的物理、化学和生物过程，从而产生具有各种沉积特征的沉积物。沉积相分析是对地层单元进行环境解释的基础。由于沉积岩都已脱离其形成时的环境条件，因此进行沉积岩相分析的前提是建立沉积特征与环境条件之间的联系。这一任务主要通过现代沉积相的研究来完成。这类研究的意义早在十九世纪就由Walther, J 提出，并命

沉积相

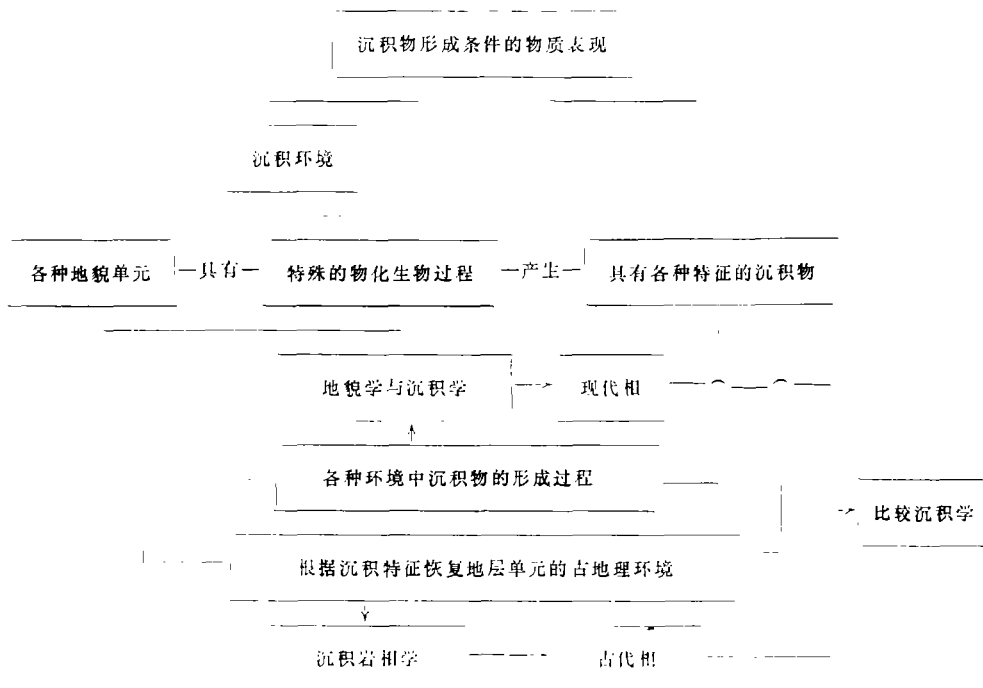


图1 比较沉积学的研究对象及其与相邻科学的关系

Fig. 1 Schematic diagram showing the objects of the study on comparative sedimentology and its relation with adjacent disciplines

名为《比较岩石学》(Comparative lithology), 苏联至今沿用此名, 西欧各国大多改称为《比较沉积学》(Comparative sedimentology)。比较沉积学的核心是利用现代沉积环境的比较资料对地层单元的古地理环境作综合解释, 它是在地貌学、沉积学和沉积岩石学基础上发展起来的一门边缘科学, 它的研究对象及其与相邻学科的关系可用图 1 表示。

近年来, 比较沉积学的方法在油田沉积相的研究中得到了广泛的应用。许多现代沉积模式已用于指导寻找油砂体和预测沉积岩体中油、气、水的富集规律。还可以根据现代沉积物中地下水的赋存规律来预测沉积岩中油气的富集规律。石油和地下水同属液态, 都需要有生、储、盖条件。除了油源和水源条件有本质不同外, 作为油田的储油层和地下水的富水层, 都取决于储层孔隙度、渗透率和盖层条件。

1978年, 北京大学地貌教研室部分教师与新疆克拉玛依油田研究院勘探室合作研究二叠系乌尔禾组的沉积岩相。这是一套冲积扇相的巨厚砾岩, 岩电关系不显著, 标志层不明显, 工作难度很大。为此, 我们与山西省水利系统协作开展“现代冲积扇的基底构造、沉积岩相与水文地质条件评价”课题的研究。本文是用比较的方法对上述两个研究课题的初步总结。

二、现代冲积扇沉积特征及地下水赋存规律

主要研究地区是山西省滹沱河流经的代县盆地、桑干河贯穿的大同盆地和新疆天山北麓精河县的托托河冲积扇。

1. 冲积扇堆积体的非均质性模式

代县盆地是个北东-南西向延长的断陷盆地, 北靠恒山, 南接五台山, 两侧山地河流注入盆地, 形成一系列冲积扇。在恒山南麓的北冲积扇群和五台山北麓的南冲积扇群之间布着滹沱河冲积平原(图 2)。经调查, 南、北冲积扇的性质有显著差异。

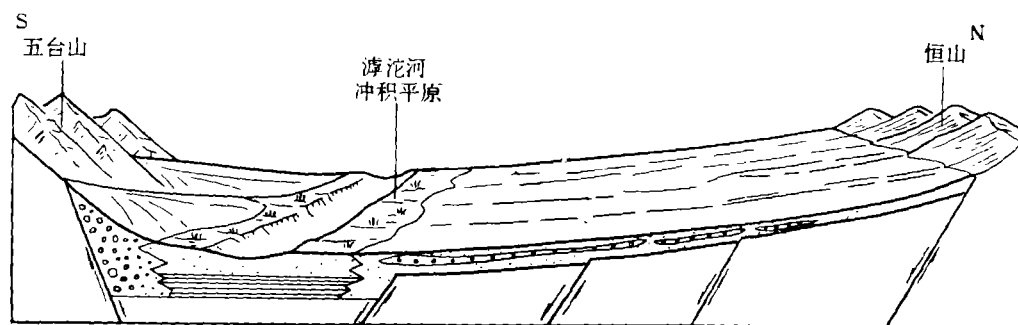


图 2 代县盆地基底构造、地貌类型与沉积岩相示意图

Fig. 2 Basement structure, geomorphological types, and sedimentary facies of the Daixian Basin

1) 扇面地貌 南冲积扇由扇顶至扇缘的纵比降小, 水平宽度也小。山地河流下切很深, 出山后进入平缓的冲积扇面, 河槽浅缓, 侧向频繁摆动, 形成放射状水系, 每条河槽的平面形态则呈辫状, 系辫状河型。北冲积扇的扇面纵比降大, 水平宽度也大。山

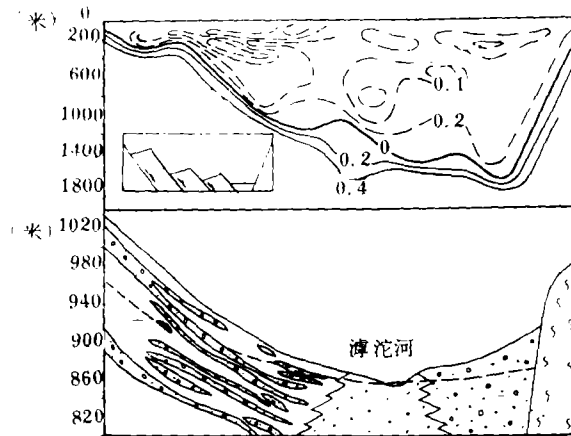
地河流下切较浅, 出山后切入扇面, 形成单一水系的辫状河槽。河槽的纵比降较扇面为小, 故在冲积扇的下部, 两者的纵剖面线相交, 形成交叉点。河槽在交叉点以下抬出扇面。

根据河流地貌的理论, 河流发生下切或者堆积, 取决于侵蚀基准面(河流注入的海面、湖面或河面)状况。侵蚀基准面长期相对稳定的条件下, 河流的纵剖面趋于均衡, 这时对每个河段来说, 上游来的冲积物与该段水流将冲积物搬走的能力相当, 河流既不侵蚀也不堆积。若侵蚀基准面抬升, 河流从河口起发生溯源堆积, 使河流纵剖面变缓。若侵蚀基准面下降, 河流近河口段的比降加大, 水流搬运能力增强, 河流发生下切。这种下切作用不断溯源进行, 使河流纵剖面的比降加大。

对于代县盆地两侧出山的冲积扇河流来说, 它们的侵蚀基准面都是漳沱河河面, 又为何南、北冲积扇河流出现堆积和下切的差异呢?

2) 基底构造 盆地基底构造活动性质会影响冲积扇沉积过程。为了查清盆地的基底构造, 开展了地面电法勘探, 用电测深法测量基岩的埋藏深度。测得的视电阻率曲线为H型($\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$), 其中顶层为冲积扇相的砂砾岩, 电阻率值约100欧姆米。中层为河湖相的砂泥岩, 电阻率值仅20—25欧姆米。底层为太古界片麻岩, 电阻率值在1000欧姆/米以上。因此, 基岩顶板是非常明显的电性界面, 若计算电反射系数K, 基岩顶板附近的K = 0, 电测深剖面上的K零值线就相当于基底起伏面。

在盆地短轴方向的电测深剖面上, 南、北冲积扇的下伏基底形态截然不同(图3)。南冲积扇的基底面向盆地方向急剧降落, 直至2000多米的沉降中心。造成这种基底形态的原因是盆地南侧发育一条继承性的深断裂, 属于高角度的正断裂。断层下盘的五台山岩体不断抬升, 作为断层上盘的南冲积扇下伏基底大幅度地整体陷落。北冲积扇的基底则



上: 电反射系数(K)等值线图, 左下角为基底构造示意图。

下: 沉积断面图

图3 代县盆地横断面图

Fig. 3 Cross section of the Daixian Basin

upper: isopleth map of electric-reflex coefficient (K).

lower: sedimentary cross-section

呈波状缓缓向盆地中心倾伏,这是由于北侧盆地发育一系列平行的轴向断裂,将基底分割成阶梯状之故。因此,从控制纵长断陷盆地性质的轴向断裂的差异性来看,代县盆地是个不对称的地堑盆地。

3) 河流过程 单一深断裂带的冲积扇,其下伏基底是整体陷落,扇面河流的纵比降保持不变,水流的搬运能力恒定。深断裂带另一侧的山地差异性抬升显著,河流下切能力强,将大量粗碎屑物带出山外。对于水流搬运能力恒定的扇面河流来说,上游来的碎屑物增加,必然引起快速堆积,从而导致扇面河流不断改道,形成放射状水系。阶梯状断裂带的冲积扇,其下伏基岩不均匀断陷,使扇面河流的纵比降增大,水流搬运能力增强,河流切入扇面形成单一的深槽。断阶带附近的山地相对抬升幅度小,河流下切的能力弱,带出山的碎屑物较细。

4) 非均质性 单一深断裂带的抬升山地中,河流深切,水流集中,出山的碎屑物较粗,以砾砂为主,含泥少。洪水季节,山地河流带出的粗碎屑沿冲积扇的辐射方向分散堆积,故沉积物粒径的横向变化不大,但在纵向上由扇顶向扇缘则迅速减小,粒径等值线绕扇顶呈圆弧状分布。整个冲积扇堆积体是一个巨大的块状砂砾岩体,孔隙度和渗透率的空间分布比较均匀,非均质性弱,缺乏理想的隔水层。断阶带的冲积扇受出山河流的切割,形成单一的河槽,它是洪流的主要通道。洪流发生时,首先在河槽中堆积大量粗碎屑物,形成槽洪亚相的带状砂砾岩体。但洪水漫出河槽时,流速迅速降低,形成漫洪亚相的片状砂泥岩体或泥砾岩体。洪峰过后,水流归槽,将河槽中的细粒物质带走。因此,断阶带冲积扇堆积体的非均质性强。其中,带状槽洪亚相的碎屑物粗,分选较好,含泥少,储层物性好,是地下水的主要通道。片状漫洪亚相的碎屑物较细,分选差,含泥多,可作为隔水层处理(图3)。

5) 地下水的分布 单一深断裂带冲积扇堆积体的含水层通常比较厚,含水层的空间分布比较均匀。在这种冲积扇上布置地下水井孔位置比较容易,几乎在冲积扇的各个地貌部位上都能打出水来,只是孔深要求不同而已。断阶带冲积扇堆积体的含水层比较薄,其空间分布很不均匀,井孔布置须十分谨慎,需要地面电法仔细勘测。若能找到槽洪亚相带,就能打出好水;若不慎把井孔布在漫洪亚相带,则会滴水不获。

2. 冲积扇堆积体的几何形态

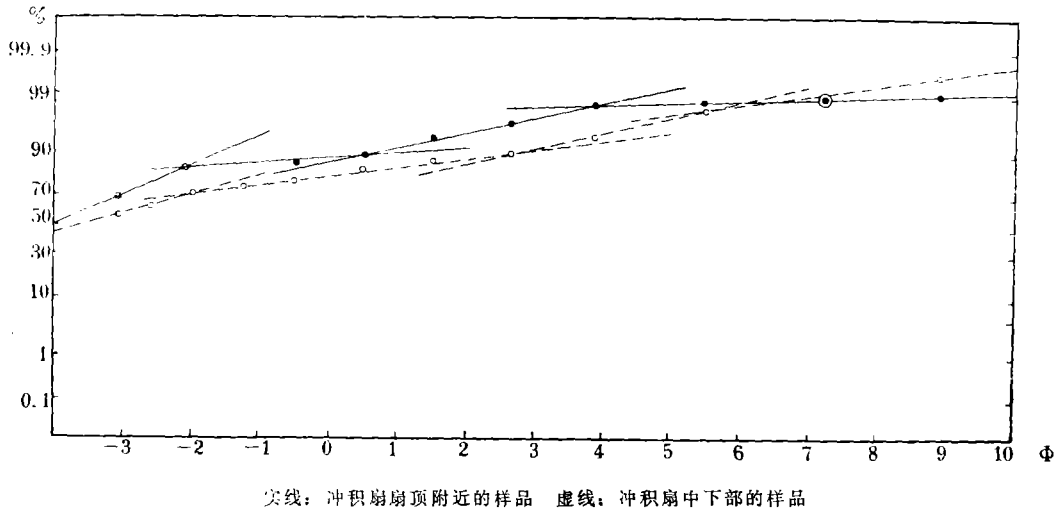
一个现代冲积扇往往具有凸形的横剖面,因此冲积扇堆积体的厚度分布,从横向上看,轴部较大,两侧较小,两者的厚度差可达几十米至百余米。从纵向上看,厚度的变化方式有两种,一种是向盆地方向逐渐加厚,呈楔形,它们多出现在阶梯状断裂带的冲积扇中。另一种是向盆地方向厚度分布均匀,或略为减薄呈透镜状,它们多出现在单一深断裂带的冲积扇中。从整体看,楔形冲积扇堆积体的厚度较小,从扇顶到扇缘的宽度较大;而透镜状冲积扇堆积体的厚度较大,宽度则较小(图2)。

3. 冲积扇沉积物的粒度特征

对于冲积扇沉积物的粒度特征,我们分别计算了粒度正态概率曲线和河槽最大砾石粒径的纵向分布。

1) 粒度正态概率曲线 在托托河冲积扇上采集了八个样品,每个样品重2—5公斤不等。在野外先用大于0.1毫米孔径的标准筛分级称重,小于0.1毫米的样品带回实验

室用移液管法分析。将粒度分析资料绘制成正态概率曲线，均呈平缓的四段型（图4）。其中，悬移组分占2—3%，跃移组分占9—8%，推移组分占89%。托托河冲积扇沉积的动力机制属于拖曳流性质的快速洪流堆积，拖曳流作用使沉积物兼有推移、跃移和悬移组分，而快速堆积过程使沉积物分选极差，曲线形态极为平缓。沉积物以推移和跃移为主，两者的百分含量占绝对优势。跃移组分的粗截点粒径和细截点粒径都较粗，分别为粗砂-细砂和中粉砂-极细砂。推移组分又以中-细砾为界分成两部分。采自扇顶附



实线：冲积扇扇顶附近的样品 虚线：冲积扇中下部的样品

图4 新疆托托河冲积扇沉积的正态概率曲线

Fig. 4 Normal-probability curves showing two types of sediment distribution of Tuotuo alluvial fan, Xinjian: solid-line; sample from top of alluvial fan, dash-line; sample from the mid-lower part of alluvial fan

近的样品，其截点粒径都比冲积扇中下部的样品粗，说明从扇顶到扇缘，洪流力量明显减弱。

2)河槽最大砾石粒径的纵向变化 对冲积扇的动力条件反应最敏感的碎屑颗粒是砾石。我们在托托河冲积扇扇顶至扇缘的现代河槽中，每隔600米布一个测点，每个测点在任意圈定的1平方米范围内选取50块最大的砾石，测量其b轴长度取作砾石的粒径，然后求出各测量点的平均粒径。若以测量点与扇顶的距离为横坐标，各测量点的平均粒

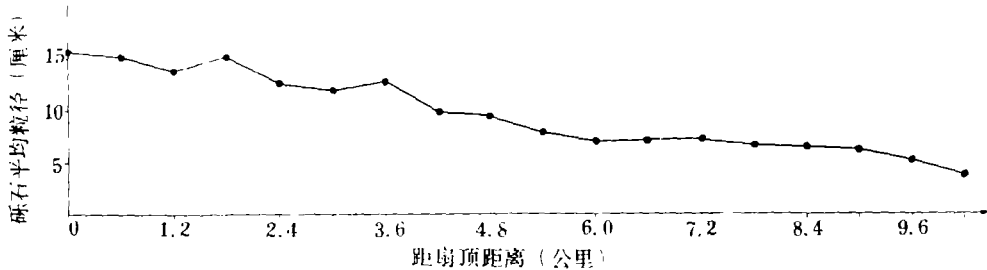


图5 托托河冲积扇河槽最大砾石平均粒径变化曲线

Fig. 5 Variation curve of mean grain size of the greatest gravels along the channel of Tuotuohe alluvial fan

径为纵坐标, 绘制河槽最大砾石平均粒径纵向变化曲线(图5), 可见, 砾石粒径由扇顶向扇缘逐渐减小。给这条曲线配一条最佳的直线, 它的回归方程为:

$$Y = 15.4 - 1.15X$$

其中Y是50块最大砾石的平均粒径, X是测量点与扇顶的距离, 系数a = 15.4是扇顶砾石的平均粒径, 系数b = -1.15反映了砾石粒径纵向变化的速率。Y与X呈负相关。系数a和b是冲积扇发育的环境指标, 若能大量收集和统计各种地质和地理条件下冲积扇河槽砾石粒径纵向变化拟合直线的回归系数, 找出这些系数与环境条件之间的内在联系, 定会有益于古冲积扇沉积岩相的研究。表1是我国和日本一部分冲积扇的统计资料。

表1 我国和日本部分冲积扇河槽砾石粒径纵向变化趋势的回归系数

Table 1 The regression coefficients of longitudinal variation trend of channel gravel size on some alluvial fans of China and Japan

地 点	冲 积 扇	回 归 系 数		基 底 构 造 类 型	山 地 基 岩	备 注
		a	b			
新疆天山北麓	托托河	15.40	1.15	断阶型	石炭纪变质砂岩	
大同盆地南侧	大王峪	10.79	1.38	单一深断裂型	太古代花岗岩	
日 本	Joganji	48.82	2.47			
日 本	Kurobe	37.69	1.50			
日 本	Tetori	38.26	1.67			
日 本	Oi	23.16	0.55			

* 日本的回归系数是作者根据原文所列的资料算得的。

4. 洪流沉积韵律

沉积韵律的测量工作是在托托河冲积扇的上部剖面中进行的。为了使测量工作能包括不同规模的韵律层, 测点密度分两种, 一种是垂向每隔5厘米布置一个测点, 测量其中最大50块砾石的b轴, 并求平均。另一种垂向测点间距为50厘米。图6可见, 规模较小的是一种正韵律, 砾石粒径由下向上逐渐变细, 无明显的纹层, 具有粒度递变的特征, 每个递变层的厚度为20—30厘米, 图7这种递变的正韵律层在剖面中重复出现, 反映了洪流作用周期性变化的性质。砾石粒径还具有较长周期变化的特征。在18米厚的测量剖面中, 出现许多1—2米厚的递变反韵律(旋回)层及个别6—7米厚的递变反韵律(旋回)层。这可能是冲积扇向盆地方向超复沉积的结果。

5. 冲积扇相组与相序

在冲积扇的纵剖面上可以分出三个亚相, 块状砾石层的扇顶亚相、砂砾互层的扇中亚相和沼泽化亚粘土层的扇缘亚相。随着冲积扇向盆地方向扩展, 这三个亚相在垂向上依次叠置, 构成一个反韵律(旋回)的相序。这种相组和相序在大同盆地南缘的冲积扇

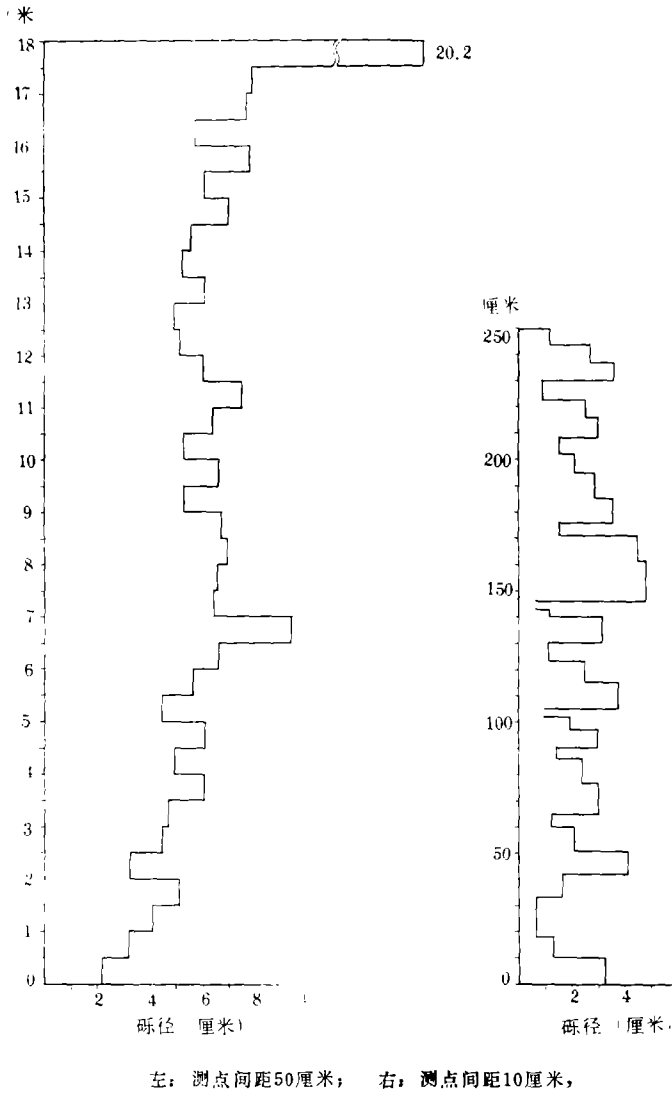
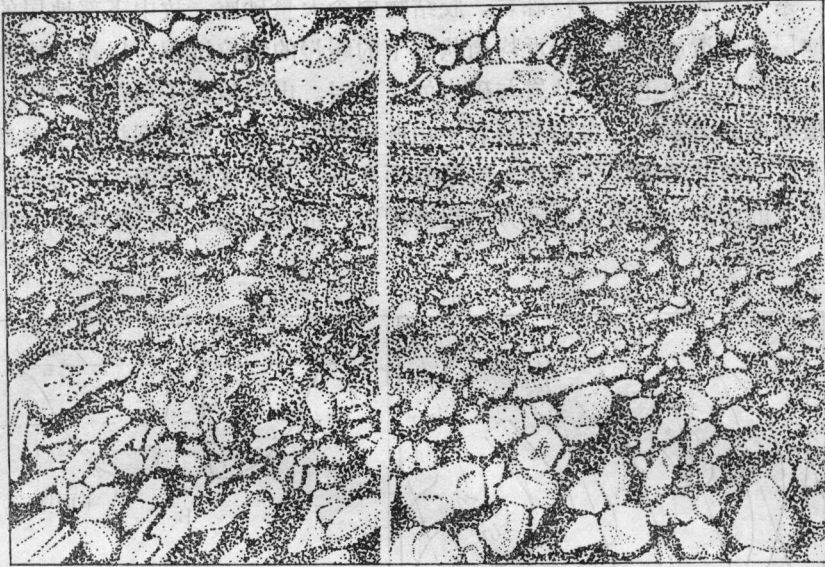


图6 托托河冲积扇砾石粒径垂向变化

Fig. 6 Vertical variation of gravel size in the channel of Tuotuohe alluvial fan

中清晰可见(图8)。这里的大王峪冲积扇前缘受桑干河河曲的侧蚀作用,切出一个高度约30米的冲积扇剖面。整个剖面以砾石透镜体和砂层为主,砾石的粒径往剖面下部明显变细,然后过渡为底部的亚粘土层。由于上部砂砾层的透水性强,底部的亚粘土层透水性差,因此在砂砾层的底部普遍有泉水出露。



中间为钢卷尺，长度50厘米

图7 新疆托托河冲积扇上具有粒度递变特征的洪水韵律层（据照片描绘）。

Fig.7 Flood rhythm reflected in graded bedding in Tuotuohe alluvial fan sediments. (drawing after a photograph) • The uppermost part of the photograph is a rhythm of a second flood. The steel tape hanging in the middle measures 50cm

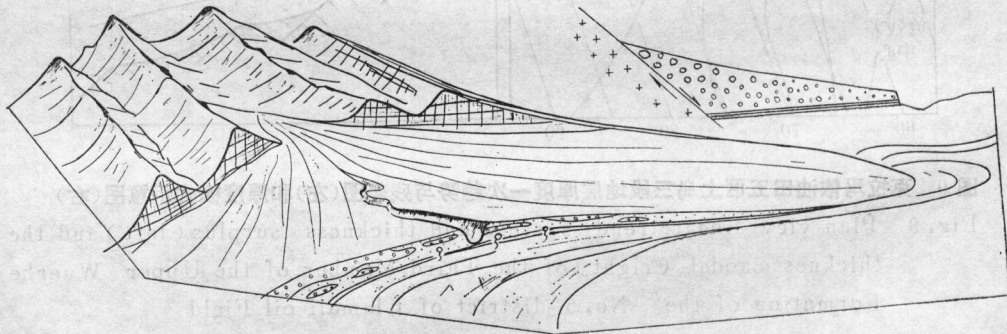


图8 大同盆地南缘的大王峪冲积扇
(右上角为纵剖面)

Fig.8 Diagram showing the alluvial fan of Dawang Valley in the Datong Basin. Radial section is shown in the upper-right corner

三、古冲积扇沉积岩相与油气的关系

新疆克拉玛依油田的二叠系乌尔禾组是厚层的冲积扇相砾岩，它是二叠系的主要含油层，具有区域性大面积含油和含油层厚度大的特点。为了研究冲积扇沉积模式对油气聚集的控制作用，我们重点分析了五区上乌三段的地层。

1. 克拉玛依五区沉积岩相及其与油气的关系

五区的上乌三段地层是一套完整的山麓冲积扇沉积旋回。中下部地层是旋回初期的

快速沉积,系一套灰绿色不等粒砾岩,胶结物中含大量砂质,故中下部地层的电阻特别高。上部地层是构造旋回末期接近均衡状态下的缓慢的细粒沉积,以褐色或灰黑色泥岩为主,电阻值最低。中上部是砂岩与砾岩的交互层,电阻值界于前两者之间。

1) **地层厚度的分布** 电测井资料中由低阻到高阻的深度区间构成了上乌三段的总厚度。将五区23口井的厚度资料作一次趋势面分析,从厚度趋势图(图9)看,沉积地层的厚度由西北的山地向东南的盆地方向逐渐增大。可见,在上乌三段沉积时期,冲积扇

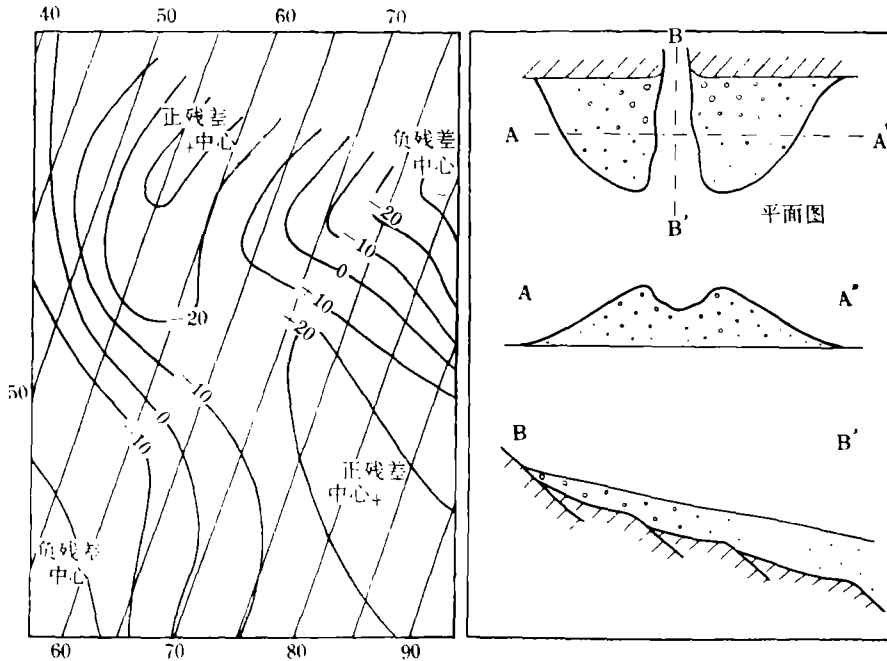


图9 克拉玛依油田五区上乌三段地层厚度一次趋势与残差图(左)和厚度模式示意图(右)

Fig. 9 Plan view linear-trend surface and thickness surplus (left) and the thickness model (right) of the Third Member of the Upper Wuerhe Formation of the No. 5 district of Klamaii oil Field

的基底呈不均匀沉降。这种沉积厚度模式(图9右)类似于前述的阶梯状断裂带的冲积扇。从厚度残差图看,存在一条北西-南东向的正残差带和两侧的负残差带,即五区上乌三段的沉积厚度除服从纵向由山地向盆地增大的变化趋势外,还具有横向由冲积扇轴部向两侧减薄的特征。因此,上乌三段的冲积扇形比较完整,与相邻的冲积扇之间有明显的扇间洼地。

此外,正残差带在10号井附近有一明显的转折,这里的厚度较小。再联系到两个负残差中心恰好在此转折点的两侧,推测在10号井附近有一条平行山地走向的断层通过。

2) **岩性特征** 根据电测井与取芯资料对比,分别统计区内各井上乌三段地层中的砾岩、砂岩、泥岩的累计厚度。若将每口井看作一个样品,则每口井的砾岩、砂岩、泥岩的累计厚度构成样品的三个特征值。根据特征值对样品进行分类的方法,在统计学上

叫做聚类分析。任何两个样品之间的亲疏关系可用距离系数D来描述：

$$D_{ji} = \sqrt{\sum_{t=1}^k (X_{it} - X_{jt})^2} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

其中 D_{ji} 是n个样品中第i个与第j个样品的距离系数，k是特征值的数目，X是特征值。用此公式求出所有样品对的距离系数，然后用 λ 分类法¹⁾将所有样品进行归类，编出分类谱系图和聚类分析岩相图(图10)。第一次聚类结果将25口井的上乌三段地层分成六

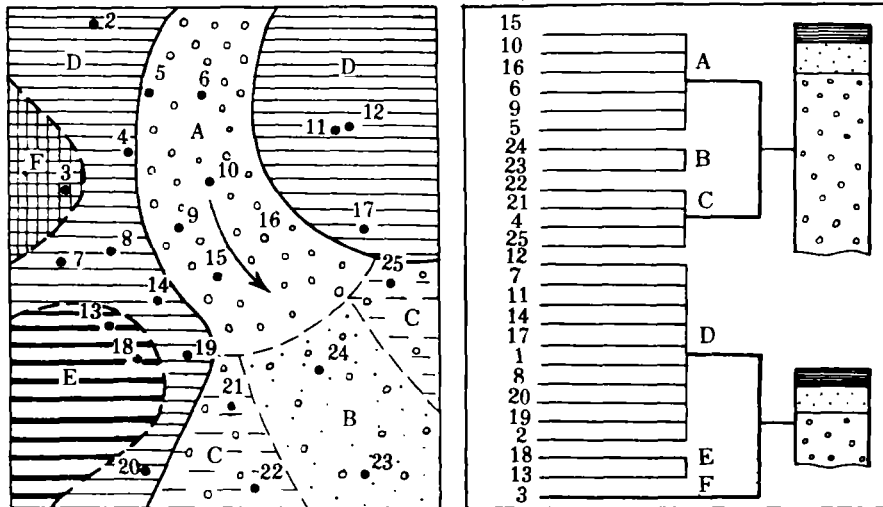


图10 克拉玛依油田五区二叠系上乌三段地层的岩性分类谱系图(右)和聚类分析岩相图(左)

Fig. 10 The lithological classification pedigree map(right) and the cluster-analysis lithofacies map(left) of the Third Member of the Upper Wuerhe Formation (Permian)

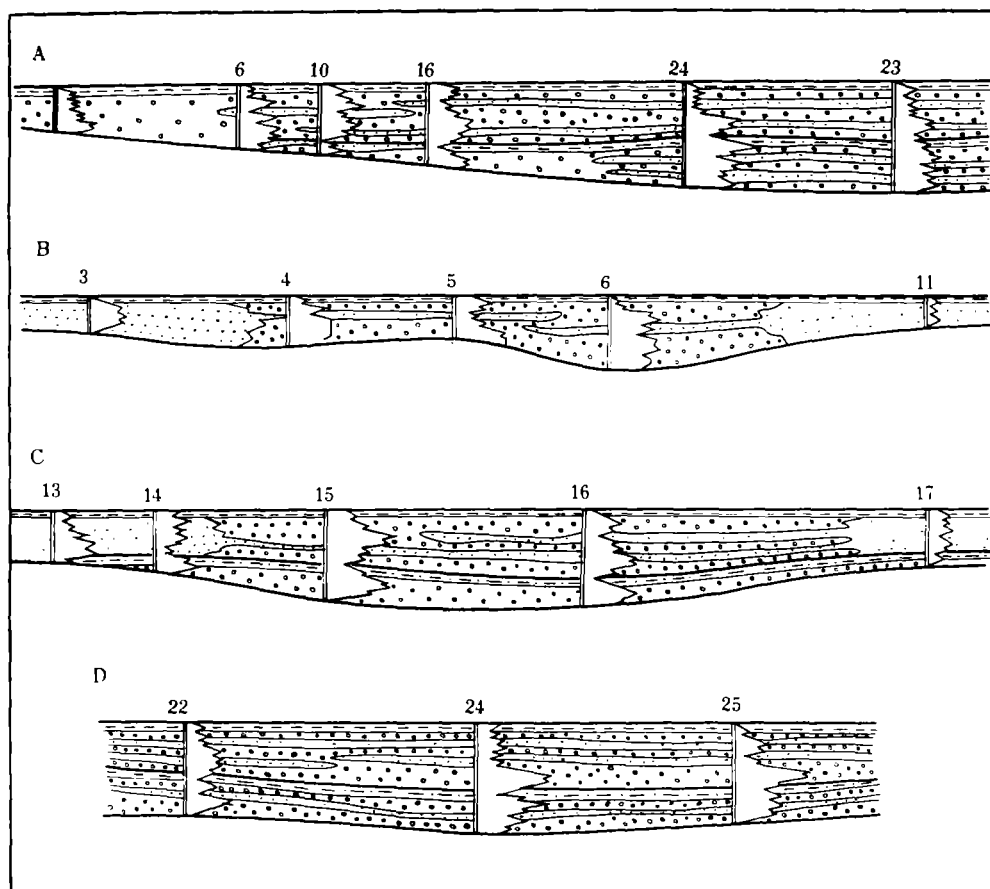
类，每类的砾岩、砂岩和泥岩的平均厚度见表2。将此结果再次聚类，整个五区上乌三段的冲积扇相分为两个亚相。中部是粗碎屑类的槽洪沉积亚相，这里是洪流的主要通道，砾岩和砂岩沉积占绝对优势，(砾岩+砂岩)/泥岩的厚度比值为26—10。这个亚相带的位置恰好与上述趋势面分析的正残差带一致，相当于冲积扇的轴部。通过实验室分析全部岩屑样品中的铁染泥质、绢云母泥质、绿泥石泥质等，并算出每口井的胶结物中泥质的平均含量，发现其低值带的位置与上述厚度正残差带及粗碎屑的槽洪亚相带基本一致。槽洪亚相带的两侧是洪水季节流水漫出河槽形成的漫洪沉积亚相，砾砂岩的厚度较小，泥岩较多，两者的厚度比值降为11—5。这个相带的位置与厚度趋势面分析的负残差带一致，相当于扇间的洼地。这里的岩屑胶结物的泥质含量明显增高，而且离河槽越远，含量越高，在扇间洼地的厚度低值区构成了胶结物泥质含量的高值中心。

上乌三段地层厚度和岩性的分布规律在古冲积扇的纵向和横向岩电剖面中也很清楚(图11)。在纵剖面中，厚度由上游向下游逐渐加大。但在10号井附近，厚度有明显的转

1) 任明达，沉积相的统计分析，北京大学地理学论文集(1981)。

表2 第一次聚类的各岩性地层厚度
Table 2 The thickness of different lithological beds after first classification

类别	平均厚度 (米)		
	砾岩	砂岩	泥岩
A	68.77	8.17	2.92
B	83.13	21.88	4.00
C	67.44	9.44	7.75
D	33.15	5.05	3.35
E	26.00	6.50	9.50
F	0	22.00	4.00



A.纵剖面; B—D.扇的上部、中部、部下的横剖面。

图11 新疆克拉玛依油田五区上乌三段地层的岩电剖面

Fig.11 The electro-lithological section of the Third Member of the Upper Wuerhe Formation

A.the longitudinal section

B—D..cross sections at the upper, middle, and lower parts of the alluvial fan

折。在厚度转折点上下, 岩性也有很大差别。10号井以上仅一套洪积层, 10号井以下则有两套, 每套地层的顶部都有比较稳定的泥岩或砂泥岩盖层。此外, 这两套洪积层的上游方向都是厚层砾岩, 向下游变为砾岩夹薄层砂岩。越往下游, 砂岩薄层越多。在横剖面中, 中部的河槽沉积带厚度最大, 砾岩也最多。两侧的漫洪沉积厚度显著减小, 砂泥岩层的成份增多。

纵剖面中厚度和岩性在10号井附近的突然变化决非偶然, 这里可能存在着横贯冲积扇的断裂, 这与根据地层厚度趋势面分析和岩性聚类分析得到的结论——五区上乌三段的古冲积扇系阶梯状断裂型是一致的。

3) 砾石粒径和沉积韵律 槽洪沉积亚相从扇顶至扇缘还有一些不同的特征。扇顶砾石的最大粒径在90毫米以上, 一般为30—50毫米, 筛滤作用明显, 胶结物中泥质含量低, 加以冲积扇形成时的堆积部位高, 地下水位深, 缺乏钙质胶结, 故扇顶砾岩的砂泥质胶结疏松, 取芯收获率一般都很低。扇顶砾岩为厚层块状, 单层厚度大, 一般为60厘米, 分选极差。扇中砾石的最大粒径为80毫米, 一般为20—30毫米, 分选较好, 出现致密的钙质胶结。单层厚度较小, 通常为30厘米, 相当于一个由砂砾岩构成的正韵律层。扇缘砾石的最大粒径和一般粒径都比上游小, 胶结物中泥质较多。漫洪沉积亚相的砾石分选极差, 砾岩中具有不明显的粒级递变层理。泥岩不纯, 含砂砾质, 呈暗紫红或褐红色, 说明扇面的强氧化环境。在扇间洼地中有时可以形成很纯的泥岩, 不含砾石, 局部含砂。泥岩的单层厚度可达2米多。

4) 油气藏 五区处于玛纳斯湖生油拗陷的西北缘。当生油中心的大量油气生成后, 它们在地静压力、压实成岩作用及表面张力的作用下运移到冲积扇的槽洪沉积带, 然

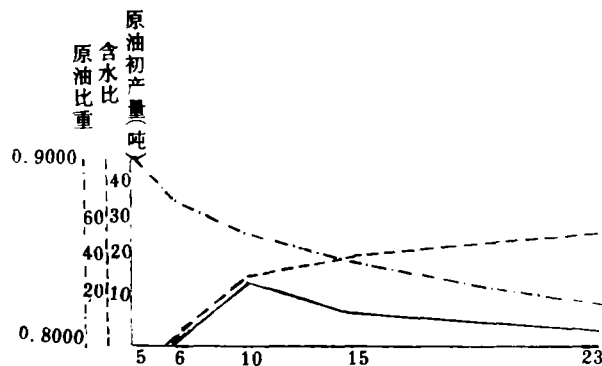


图12 原油比重, 含水比和原油初产量沿水流线的分布 (横坐标数字为井号)。

Fig.12 The distribution of crude-oil density, moisture content and first crude-oil output. The numbers on the abscissa are the numbers of wells.

后再作渗透性运移。后一过程与储层物性有密切关系。在冲积扇砾岩油田中, 扇中和扇缘的槽洪沉积带是油气主要储集带。这里的地层渗透率平均为300多千分达西, 原油产量最高, 原油的比重小, 含水百分比较高。槽洪带中的油气以渗透方式向上游的扇顶运

移。扇顶的槽洪沉积,渗透率可达400多千分达西。这里缺乏泥岩盖层,油气遭到氧化,原油比重增大,故多稠油而缺乏工业性油流,含水比最低(图12)。槽洪带中的油气还向两侧的漫洪沉积带运移。后者的地层渗透率仅几十一100多千分达西,油气在地层中以扩散运移方式为主。因此,漫洪沉积带的油层除产油少外,油质较槽洪带的稍轻,而且由于油气的扩散性比水强,远离槽洪带,含水比很快降低。当然,原生沉积特征对油气水分布规律的控制作用会在不同程度上受后生成岩等作用的影响而复杂化。

2. 继承性深断裂型冲积扇岩体的油气预测

这种冲积扇的堆积厚度大,从扇顶到扇缘的水平宽度较小,还由于继承性深断裂比较靠近构造盆地的沉降中心,作为油气储集层的冲积扇岩体接近生油的湖盆拗陷中心,因此这种冲积扇堆积体应该具有较好的油源条件。岩性空间分布的差异性与断阶型冲积扇的不同,以纵向的差异性比较明显,横向分布比较均匀。因此,油气的分布在横向上较广,而在纵向上变化较大。冲积扇堆积体的非均质性弱,岩性地层圈闭条件较差,会导致油气逸散,但在冲积扇的靠深断裂一侧,侧向运移的油气受断层的阻挡,可使油气富集。

本文经王乃梁教授审阅,谨此致谢。

(收稿日期:1982年8月14日)

参 考 文 献

- 任明达等,1982,山西代县不对称地堑盆地的基底构造、沉积岩相和水文地质条件,北京大学学报第1期, P.115—126
- 任明达、王乃梁,1981,现代沉积环境概论,科学出版社, P.92—93
- 大内俊二,1979,冲积扇扇面与现代河床之间微地形及粒径分布的差异,地理学评论,52卷第4期, P.190—198
- Rhodes W. Fairbridge and Joanne Bourgeois, 1978, The Encyclopedia of Sedimentology, P.324—325. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania.

COMPARATIVE SEDIMENTOLOGY OF ALLUVIAL FANS

—The Rule of Enrichment of Oil-Gas and Groundwater

Ren Mingda

(Peking University)

Abstract

The study of sedimentary facies and distribution of groundwater-bearing beds of modern alluvial fans may be applied to reconstruct the palaeogeographic environment and to estimate the rule of enrichment of oil-gas in a fan conglomerate oil field. In elongated fault basins, the types of faults along the two sides of the basin often differ; one is a single deep-penetrating fault, the other is a series of step-faults. As a result, the types of alluvial fans which are related to the activity of the faults

also differ. They differ distinctively in the thickness and width of the accumulated beds, and in the texture and heterogeneity of the deposits. The alluvial fans related to single deep-penetrating fault are characterized by greater thickness which decreases from fanhead to the rim, and by smaller width, coarser pebbles and less heterogeneity of granulometry. In such alluvial fans, the difference in lithological characters are mainly present among the subfacies of fanhead, midfan and fanrim. The groundwater is well-distributed in the form of plane. The alluvial fans related to step faults are characterized by minor thickness, which increases from fanhead to the rim; by greater width, finer grain size and greater heterogeneity of granulometry. The lithology varies across the fan as along its axis. There are channel-flood subfacies and sheetflood subfacies. The former consists of coarse-grains which contain little mud, thus presenting greater porosity and being more pervious, forming a belt of groundwater-bearing beds. The latter is fine-grained, less pervious and groundwater-poor. It is present as wide sheets on both sides of the channel-flood subfacies. Through the trend-surface analysis of the thickness, the clustered analysis of lithology, the size analysis of pebbles and the comparison of different electro-lithologic profiles. The Third Member of the Upper Wuerhe Formation (Permian) of the No. 5 District of Klamaii Oil Field, Xinjiang, are considered as the type of alluvial fan deposits related to step-faults. The concentration of oil-gas in these fan-lomerates conforms quite well to the distribution of groundwater in modern alluvial fans of the same type.