

下辽河平原周边冲积扇沉积模式的探讨

杨文才

(辽宁省地矿局第二水文地质工程地质大队)

提要 辽河、浑河、太子河、大凌河等河系从山区进入下辽河断陷盆地后,共同塑造了宽阔的下辽河平原;并在平原周边形成了一系列掩埋的第四纪冲积扇。本文就冲积扇形成的构造背景,扇体形态类型、扇体结构等进行了研究,对扇体沉积进一步划分为扇顶、扇中、扇缘亚相;通过对沉积物粒度分析、石英颗粒电镜扫描,表现了冲积扇碎屑沉积物的动力机制属于激流型强水动力条件所形成,具有供水意义。

主题词 基底构造 冲积扇形态 扇顶亚相 扇中亚相 扇缘亚相

作者简介 杨文才 男 49岁 高级工程师 水文地质与工程地质

一 下辽河平原的基底构造特征

下辽河平原是一个三面被低山丘陵地形环抱,西南向辽东湾敞开的北东—南西向的狭长平原,面积达3,200km²,属于一个中新世代沉降盆地。不但有巨厚的第三系(6000—8000m)陆源碎屑沉积,而且也是辽宁省第四系沉积的中心,平原内从山前到滨海分布着冲积相、冲湖积相、冲海积相地层,最厚达400余米,这些不同成因的第四纪沉积物的岩性特征、空间分布及沉积环境的演变直接受基底构造、地貌、气候条件以及新构造运动等因素所控制。

整个下辽河断陷盆地处于新华夏第二沉降带内,系中生代以来所发育的裂谷盆地。受板块构造的作用,上地幔的隆起引起地壳的扩张,进而表现为重力陷落,在原中生代形成的网格状断裂的基础上,断裂活动愈加发育,形成了北东向的营口—佟二堡断裂、二界沟断裂、台安—大洼等大断裂,以及与之伴生的次级东西向断裂系统;北东向与东西向构造线交迭,在裂谷区形成了隆洼起伏、垒堑相间的格局,大致成带状相间排列,即所称的西部斜坡带、盘山拗陷、西佛牛隆起、田庄台拗陷、大民屯凹陷、东部斜坡带等(图1)。隆起区一般无老第三系沉积,新第三系时构造运动表现为整体下沉,堆积了巨厚的上第三系与第四系地层。其中沉降盆地边缘的东部为西部斜坡带,是第四纪冲积扇发育的主要部位。

二 冲积扇的沉积特征

1. 冲积扇的类型与形态

一个完整的河流体系通常可以划分为侵蚀区、流通区与堆积区三部分。辽河、浑河、太子河、大凌河在入平原前于周边山区属于流通区与侵蚀区,而进入平原后成为堆积区,河流摆脱了山体的束缚,地形突然变宽,坡度骤然减小,整体水流分散成无数水流辐射开去,其

携带的大量碎屑物堆积下来,形成以山口为顶点的扇形堆积体,谓之冲积扇。

冲积扇的类型按照舒姆 (Schumm S.A, 1977) 可分为干旱型与湿润型两种,长年流水河往往形成湿润型的冲积扇。平原周边的大、中型冲积扇大都属于这种类型,从结构看新老冲积扇(中、晚更新世)叠置互相切割,形成了复合型的冲积扇。

冲积扇的规模以辽河扇、浑河扇、太子河扇与大凌河扇为最大,面积达 1000—1500km²,而海城河扇,绕阳河扇规模则较小,它与河流的长度、迳流强度、碎屑物质补给的丰富程度等有一定关系(表 1)。

从冲积扇的形态而言,扇体在平原周边表现为舌形状与扇形状二种平面形态。它主要取决于河流出口后的地貌与构造条件,若地形突然变开阔状,冲积扇则成较规则的半圆形(扇形)、太子河扇、大凌河扇、浑河扇就属于这种形态,而辽河从铁岭以南两侧成渐开阔的长廊状丘陵地形,受其限制冲积扇平面形态则成长舌状(图 2)。冲积扇的剖面形态,从大量的勘探资料可以看出,扇体的横剖面多是上凸形的,即扇轴部厚度大而两侧薄。从纵剖面形态来看较为复杂,它受基底构造、岩性、新构造运动条件等影响,大致可以归纳为透镜状、楔状与阶梯状三种类型。扇体纵向厚度变化向盆地方向厚度分布均匀或略为减薄,则呈透镜状扇体。若扇体向盆地方向逐渐加厚则呈楔形冲积扇,它多出现在山前单一断裂的冲积

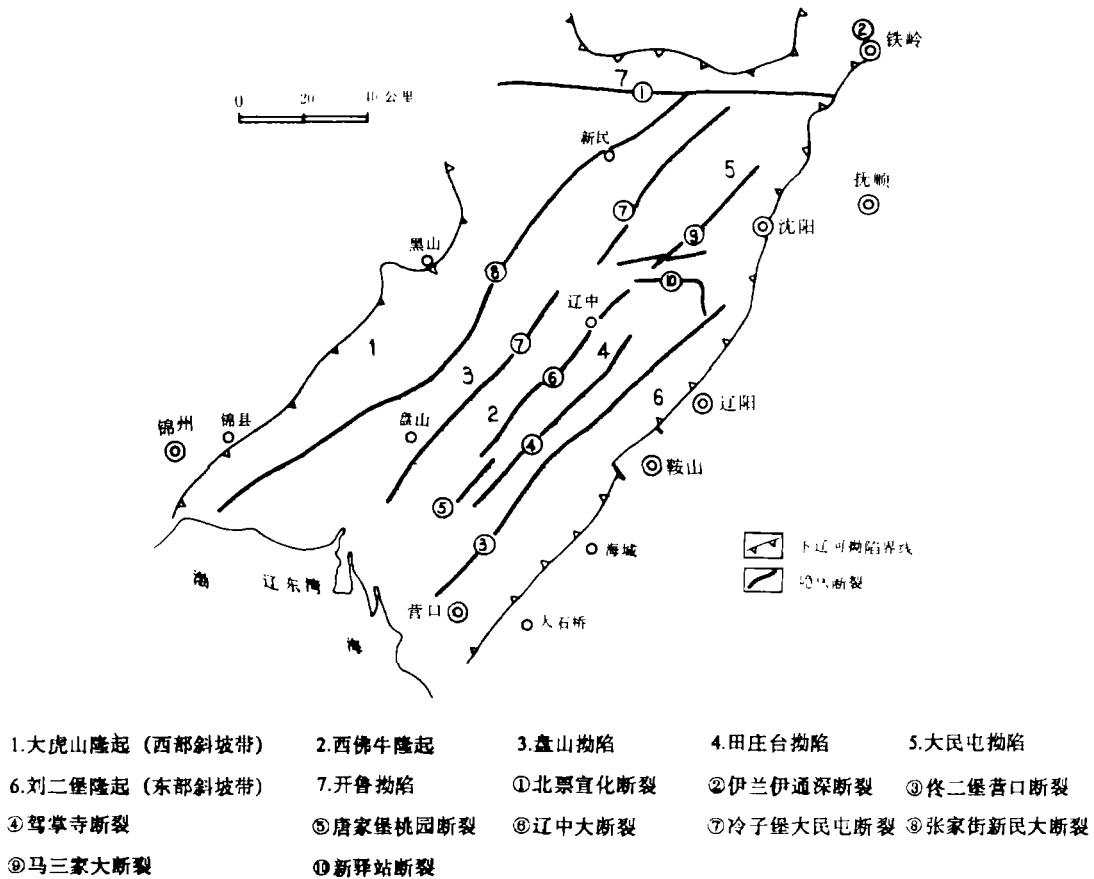
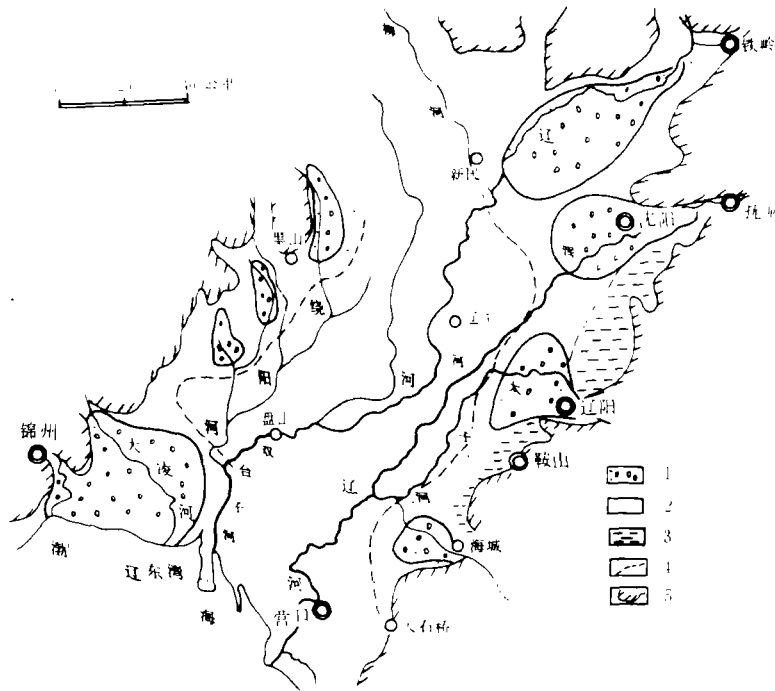


图 1 下辽河平原基底构造图

Fig. 1 Struction of base in the plain areas of the lower reaches of the Liao River

扇中。若山前地区存在着平行的断裂，新构造运动又活跃，则冲积扇体一般呈阶梯形，太子河扇受新构造间歇性上升的影响，以及佟二堡—营口断裂的影响表现了典型的阶梯冲积扇，辽河冲积扇受辽河裂谷盆地北部掀斜性抬升的影响，形成了明显的阶梯状扇体（图 3）。除此而外平原周边冲积扇一般呈楔状与透镜状。



1.扇顶、扇中部位砂砾石范围 2.扇缘中细砂区 3.扇缘粘土区 4.扇缘界线 5.剥蚀区

图 2 下辽河平原周边冲积扇分布图

Fig.2 Distribution of the periphery alluvial fan in the lower reaches of the Liao River

表 1 下辽河平原周边冲积扇类型基本特征

Table 1 Main characteristics of the periphery alluvial fan in the lower reaches plain of the Liao River

河系	河流长 公里	流域面积 平方公里	多年平均运流 量万吨/年	多年输土量 万吨/年	冲积扇面积 平方公里	扇体 时代	扇体形态	
							平面	纵向
辽河	1430	19200	46.91	2250	1500	Q ₂ —Q ₃	长舌状	阶梯状
浑河	415	11480	22.70	135	1200	Q ₂ —Q ₃	扇状	透镜状
太子河	413	13880	26.86	201	1150	Q ₂ —Q ₃	扇状	阶梯状
大凌河	897	23540	22.64	4190	450	Q ₂ —Q ₃	扇状	楔状
小凌河	206	5480	3.80	345	200	Q ₃ 为主	扇状	透镜状
海城河		1259	2.289	44.4	450	Q ₃ 为主	扇状	透镜状
绕阳河	283	9950	2.75	12.10	300	Q ₃ 为主	扇状	透镜状

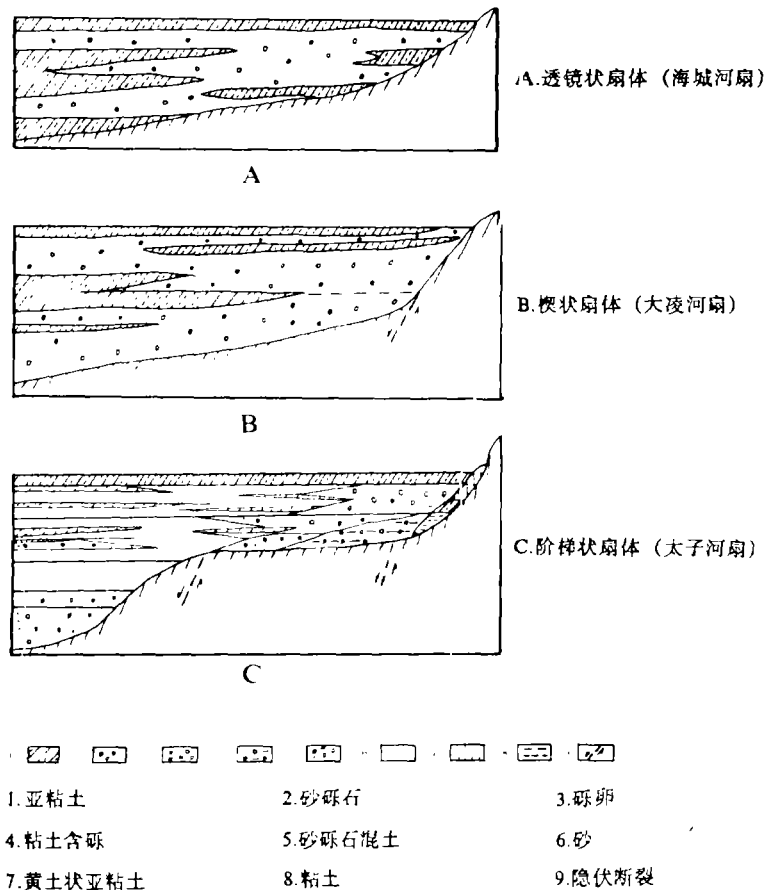


图3 冲积扇形态类型示意图

Fig.3 Sketch map of the formation and type of the alluvial fan

2. 冲积扇沉积亚相的划分

下辽河平原周边地区的冲积扇除了其具有扇体的形态特征外，最重要的特征是在岩相结构上具水平分带性，即扇体纵向由砾质沉积、砂质沉积和粘土质沉积物所组成。砾质沉积主要分布在扇的上部称扇顶亚相，砂质沉积构成了扇中亚相，而粘性土则构成了扇间与扇缘沉积。规模较大的冲积扇这种岩相水平分带十分明显，从而构成了水文地质条件的极大差异性，在扇顶与扇中部位储存地下水条件最为优越，故太子河扇、浑河扇等已被开发利用做为城市供水的水源，而扇缘部位则含水甚微。

(1) 砾质沉积——扇顶亚相 扇顶亚相的砾质沉积一般分布于河系的出山口部位，时代以晚更新世为主，近扇中部位其上叠于中更新世扇体之上。砾质沉积的厚度由薄到厚，并逐渐过渡到砂质沉积。岩性成分以补给区基岩类型为主，平原东部扇地砾卵石成分主要为石英岩、花岗岩、砂岩、角闪斑岩、长英岩等，呈棱角状与次棱角状。而西部扇地砾石成分除石英岩外，尚有中生代的火山岩，砾石的扁平系数多为 2—5，沉积物的搬运形式以推移质的为主。相对来看，平原东部扇体粗碎屑堆积的厚度与粒度都大于西部，其原因是东部山区处于辽东半岛受海洋性气候的影响，年降雨量远大于接近内蒙干旱气候的辽西山区（东西部

山区年平均降水量分别为 850 与 500mm)，东部的浑河、太子河之长度与流域面积远不及西部大凌河的一半，但其河水年迳流量却大于大凌河（表 1）。所以造成平原东部周边冲积扇的整体规模及扇顶亚相的范围也远远大于西部。西部除大小凌河扇体外，其余扇地富水性都不及东部。

表 2 下辽河平原周边部分冲积扇扇顶亚相粒度特征

Table 2 Characteristics of the fan apex grading in the periphery alluvial fan of the lower reaches plain of the Liao River

扇地名称	辽河扇	浑河扇	太子河扇	大凌河扇	小凌河扇
岩性	砂砾、中粗砂	砂砾、砾砂	砾卵、砂砾	砾卵、砂砾	砂砾
粒径 (cm)	1.5—3.0	1.5—4.0	2.0—5.0	1.5—4.0	1.0—3.0
厚度比%	4.0—60	65—80	66—87	66.7—89.7	75—86.6

(2) 砂质沉积——扇中亚相 砂质沉积在扇中部位为主要岩相，以砾砂、粗砂、中粗砂、细砂等构成扇中的主体岩相，其含量占 70—85%。在近扇顶部分以充填于砾石间为主，或呈薄的透镜体。而近扇缘部分则渐变细为细粉砂或粘土。扇中亚相的结构在平原周边往往呈叠置扇的形态出现，即晚更新世冲积扇叠置于中更新世扇体之上，几个扇体扇中亚相的厚度都大于扇顶亚相，其扇中砂质沉积的最大厚度可达 80—100m，一般达 40—60m。

①石英颗粒的电镜外形特征 在辽河、浑河、太子河冲积扇的扇顶、扇中部位数个代表性钻孔的不同深度采取石英颗粒样品（以粗、中砂为主），对其外部形态进行电镜扫描，它提供了沉积物的成因、搬运介质、水动力条件强弱等方面大量的信息；指明流水搬运的石英颗粒形态特征与水流强度、状态搬运距离有密切的关系，在近山前部位的砂粒呈棱角状，磨圆极差，因刚出山口受激流作用影响，颗粒间碰撞厉害，多为物理机械破碎，故石英粒表面见有贝壳状断口和阶梯状断口。

远离山前近扇中部位石英颗粒经一定距离的搬运，棱角渐被磨圆，在石英粒圆化的边棱上，见有大量的机械撞击痕迹，如“V”形坑、撞击沟、碟形撞击坑、上翻解理薄片等，在石英粒的突出部位密集，“V”形坑与撞击沟共生。石英颗粒表面干净，未见任何硅质沉淀。石英颗粒的表面形态特征充分反映了河水呈快速、恒定，属激流类型河水湍急的特征图版 I，1)。辽河、浑河、太子河冲积扇石英颗粒的外表机械碰撞特征无论从“V”形坑密度、深度以及其它撞击类型，太子河扇都多于其它二条河系，说明其水流强度大。

冲积扇的中部和前缘，随着水流的减弱，颗粒表面的化学作用逐渐增强，出现各种类型的溶蚀坑、网格状或其它形式的交织溶蚀现象，这也是石英砂粒与地下水长期化学作用的结果。另外，个别石英砂粒圆滑，砂粒表面见有麻坑，具有风的作用某些特点，其原因一是沉积物的来源可能为原来时代较老的风积砂粒经水再搬运的结果，或是河漫滩中砂粒经常暴露于大气之下，受风的搬运磨蚀而具备了风成砂的某些特征。

②粒度特征 据对冲积扇扇中亚相沉积物代表性钻孔不同深度取样，进行各种粒度参数（颗粒中值、分选系数、偏态、峰态等）计算结果，以及绘制粒度正态概率曲线，并对这些粒度特征参数的相互关系和垂直变化规律进行研究，可以了解沉积物与搬运营力之间的关系、水流状态以及沉积物随时空的变化。

扇中亚相砂质沉积的概率曲线较为复杂，多为四段型、三段型，二段型偶见（图 4）。

表明河水流量动态变化较大。四段型的概率曲线斜率较小，一般 30° 左右。其中推移组分占 10—30%，跃移组分占 60—80%，悬移组分占 10%，最多不超过 30%。粗端截点为 -4 — -1ϕ ，细端截点为 3.0 — 5.0ϕ 。沉积物粒度所跨区间较宽，一般从 -4ϕ 到 10ϕ 粒径间，这表

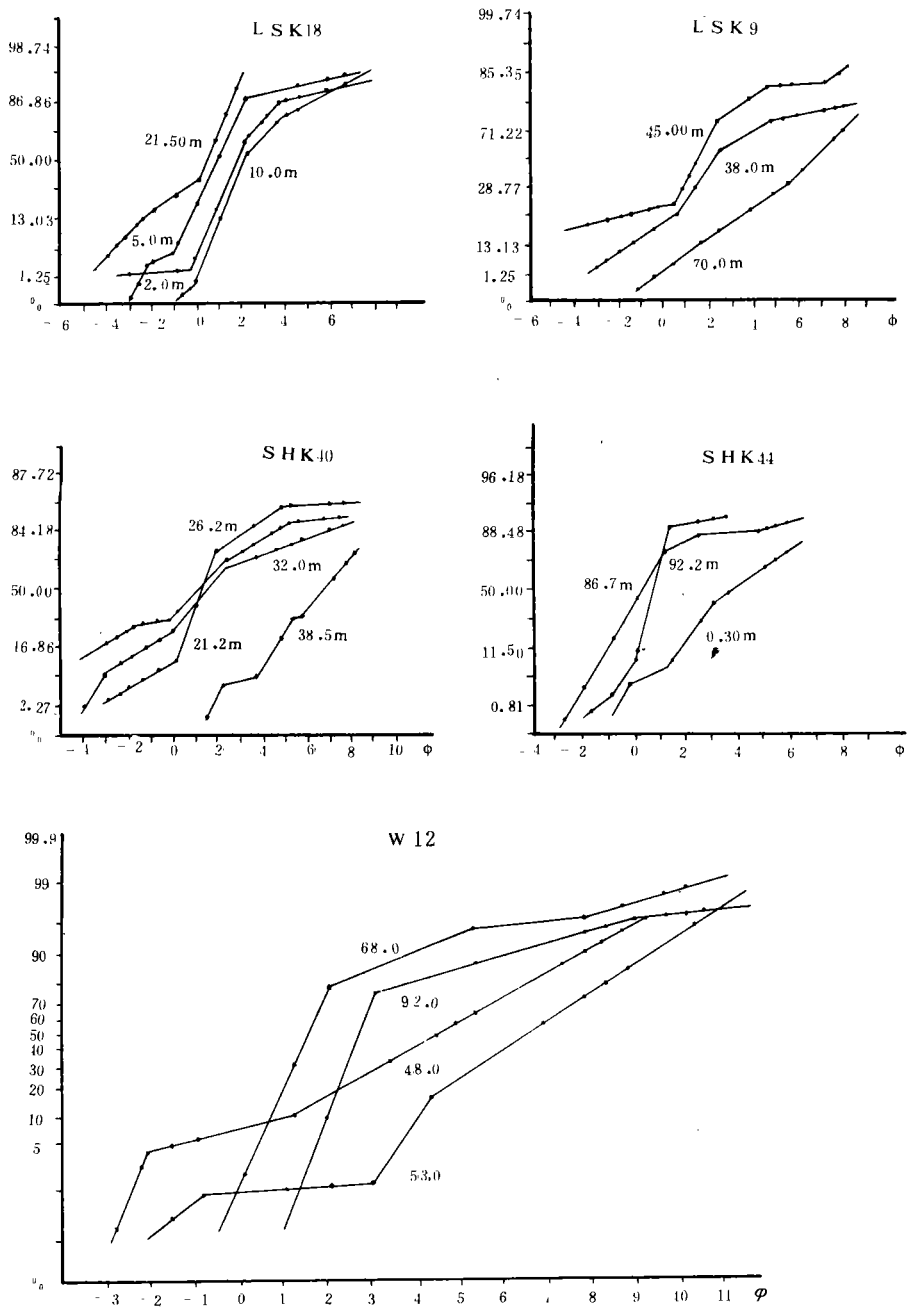


图 4 辽河、浑河、太子河冲积扇（扇中）粒度概率曲线图

Fig.4 Probability curve of grain size in the Liao and Taizhi River alluvial fan

明冲积扇的动力机制属于拖曳流性质的快速洪流堆积。这种拖曳流作用使沉积物兼有推移、跃移和悬移组分。而快速沉积过程使沉积物分选极差，故扇中亚相沉积物的搬运形式以跃移为主。其频率曲线以单峰型为主，兼有极少的双峰型。岩性为河床相细砾、中砂、细砂等。对冲积扇粒度参数综合的结果，表明多数扇体沉积物的分选性同中值成同步性变化，分选性在 2—3.5 之间，按弗里德曼（1962）的分选标准，属于分选差、极差类型。偏度多集中于 0—0.75 之间，属正偏或极正偏（福克和沃德，1957）。峰态介于 1—2.5 之间，属于窄的较低峰态类型。

通过对下辽河周边冲积扇粒度参数、概率曲线的研究，发现它与我国河北省的滦河冲积扇、山西省大同盆地冲积扇、新疆托托河冲积扇等的粒度概率曲线特征有可比性，即沉积物粒度所跨的区间较宽，从 -4ϕ 至 10ϕ 皆有，扇中砂质亚相同样以跃移为主，兼有少量的推移与悬移成分。

冲积扇体各种粒度参数的垂向变化，无疑可以反映河水动态和沉积环境随时间的变化，如太子河扇颗粒中值的平均数为 1.33ϕ 。晚更新世冲积扇颗粒中值远粗于中更新世颗粒中值，这在下辽河周边几个冲积扇表现都较明显，故成为沈阳、鞍山、锦州等地比较理想的第四系上部含水层。而曲线的变化又反映出中、晚更新世的早期堆积物颗粒成分往往小于晚期，间接的表明晚期气候温暖，洪水流量大的特点，它与孢粉、重砂资料所反映的气候特征是一致的。太子河扇颗粒中值在晚更新世 38m 和 45m 左右处为较大值，其它扇体相应的部位也有所变化，说明这些深度在当时河水流量为最大，属洪泛时期。其它部位的颗粒中值呈锯齿形变化，沉积物粒度呈粗细韵律性变化（图 5），反映了一系列不同的沉积旋回。

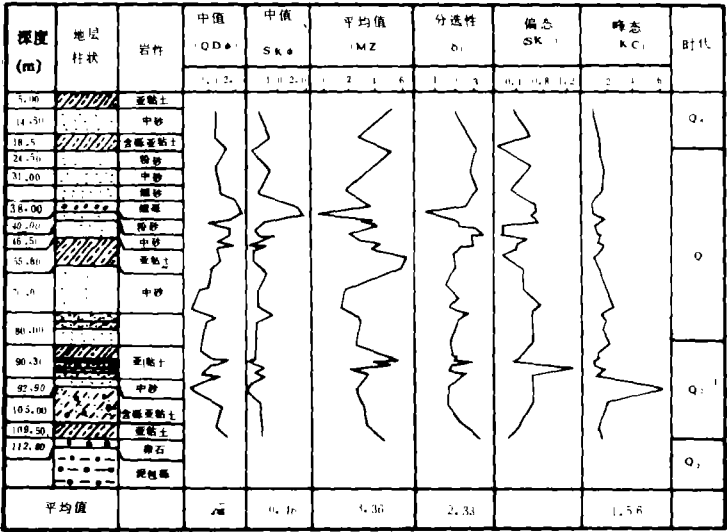


图 5 太子河冲积扇（扇中）钻孔粒度参数变化曲线

Fig.5 Variations of grading parameter in the Taizhi River alluvial fan (middle fan)

(3) 粘土质沉积——扇缘亚相 分布于冲积扇的前缘为扇间部位，浑河扇—太子河扇—海城河扇间沿山前呈条带状分布，属扇缘或扇间洼地细颗粒相堆积区。岩性以棕黄色的粘土或亚粘土层为主，约占 60—90%，而扇间部位几乎全是粘性土，并见有薄层淤泥质粘土的夹层，说明当时有积水洼地存在，或属于片状漫洪亚相细颗粒的堆积。

扇缘或扇间亚相含水甚微,几乎不具供水意义。太子河扇与浑河扇间最为明显。

收稿日期 1987年6月2日

参 考 文 献

- (1) H·G·里丁主编, 1985, 沉积环境和相, 科学出版社。
- (2) H·E·赖内克等, 1979, 陆源碎屑沉积环境, 石油出版社。
- (3) 任明达, 1983, 沉积学报, 1卷4期, 79—92页。
- (4) 杨文才, 1986, 辽宁地质, 10期 117—128页。
- (5) 陈丽华等, 1986, 扫描电镜在地质上的应用, 科学出版社。

APPROACH TO DEPOSITONAL MODEL OF ALLUVIAL FANS ON THE PERIPHERY OF LOWER LIAOHE PLAIN

Yang Wenchai

(Second Team of Hydrogeology and Engineering Geology, Bureau of
Geology and Mineral Resources of Liaoning)

Abstract

River system such as Liaohe River, Hunhe River, Taizi River Daling River etc. enters into Lower Liaohe Graben Basin from mountains, modeling the vast Lower Liaohe Plain and forming a series of buried Quaternary alluvial fans on periphery area of the plain which are perfect resources of supplying water for Shenyang, Anshan, Jinhou and other cities.

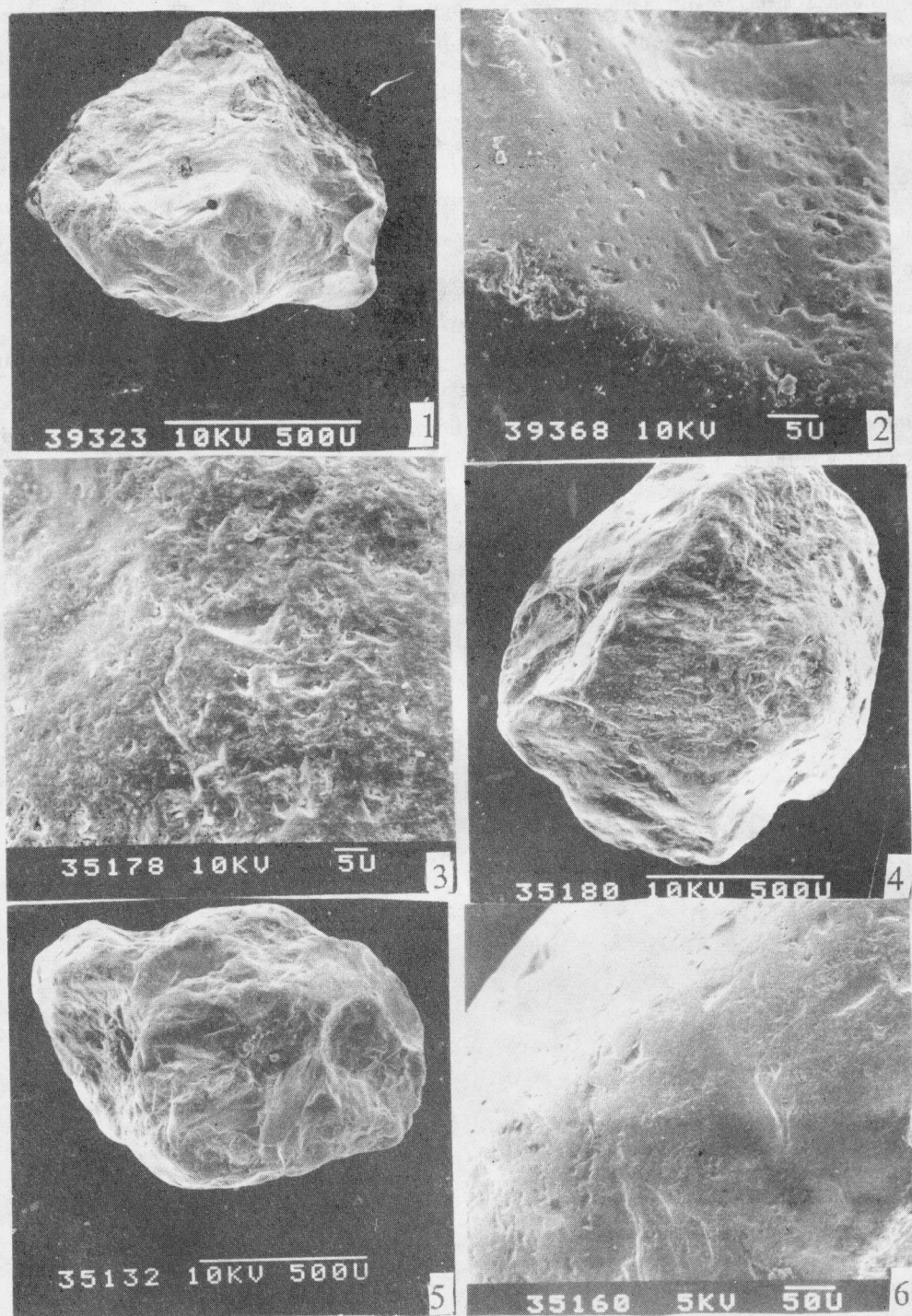
Lower Liaohe Plain is a rift basin in Middle Cenozoic. Since Quaternary neotectonic movement is inherited. The piedmont on periphery of the plain is strong place of tectonization. So the structural slope belt on the piedmont is the premise condition which buried alluvial fan is formed. The plain area not only has huge terrigenous elastic sediment (6000m—8000m) but also is the centre of Quaternary sediment in Liaoning province (more than 400m).

Flowing out of mountain gaps, rivers form a series of large Quaternary alluvial fans, there are Liaohe Fan, Hunhe Fan, Taizihe Fan, Dalinghe Fan. The area of only one fan is 1000 to 1500 square kilometres, belong to large or middle-type. The shape and plane distribution of the fans are controlled by landform conditions which rivers flow out of mountain gaps. They usually distribute in the form of regular fan of tongue. The vertical shape of the alluvial fans is controlled by structure of basement. If the mountain gap has deep fracture or step fracture, the form of alluvial fans is sphenoid or step; if the mountain gap is sagged slowly, the form is lens.

The lithofacies structure of the alluvial fans have obvious horizontal banding. The body of fans can be further divided into sedimentary subfacies of top, middle and edge of fans according to the lithological characters, thickness and its space position. The study on grain size of sediment and electron microscope scanning of quartz grain shows that dynamic mechanism of coarse clastic sediment on the top of fans is strong hydrodynamism of rapids—type. The lithological characters of the top are gravel, groyan and sand which content is about 60—80 percent. the greatest thickness is 100m, it is major place which water resources in city exploited recently. The edge of fan is clay which content is 60—90 percent. Water in it is very little, so it has no meaning of supplying water.

These superposed alluvial fans formed from Late Middle Pleistocene of Late Pleistocene.

The vertical variations of grain size data of the fans body reflects that dynamic state and sedimentary environment change with time, ϕ values of grain in Late Middle and Late Pleistocene is more coarse than in middle. It shows that the climate was warm and the flow of river is large, it is the characters of flood period, identical with the climate characters represented by data of spore—pollen and panning.



太子河冲积扇 1.H3 钻孔棱角状石英砂 2.W12 占孔具 V 型坑砂粒浑河冲积扇 3.SHK44 孔具 V 型撞击坑砂粒
4.SHK44 孔圆棱角状石英砂辽河冲积扇 5.LSK15 孔圆滑状石英粒 6.LSK28 孔具 V 型坑石英粒