

# 赣北大塘期地层中冲积相 粒度分布及其特征

王庆元

(江西地质调研大队)

1982年至1985年,在开展《江西北部石炭纪大塘期—威宁期地层岩相古地理及含矿性》研究专题中,对该区乐平至丰城石炭系下统大塘期冲积相地层进行了比较系统的粒度采样,并做了大量的室内分析工作。采用薄片粒度分析方法,在进行颗粒稳定性及仪器和人为误差试验之后,确定每个样品均统计400颗,用 $1/4\phi$ 的间距分组。使用“WJGT-1型微机光笔图象分析仪”便于粒度资料与筛析资料对比,将弗里德曼(Friedman, 1962)的薄片参数转换为筛析参数之回归方程输入计算机,直接换算。对测量分析的参数再除去杂基。

我们对该区东乡,小璜等5条地层剖面(图1)共采150个样品,根据室内分析数据,采用作图法对其沉积环境进行了初步分析。实践证明,运用粒度分析资料,并结合古生物化石与古生态、沉积结构、构造、指相矿物、薄片等资料,进行综合分析,对判断古代砂体沉积环境有重要意义。因笔者水平有限,不妥之处,敬请指正。

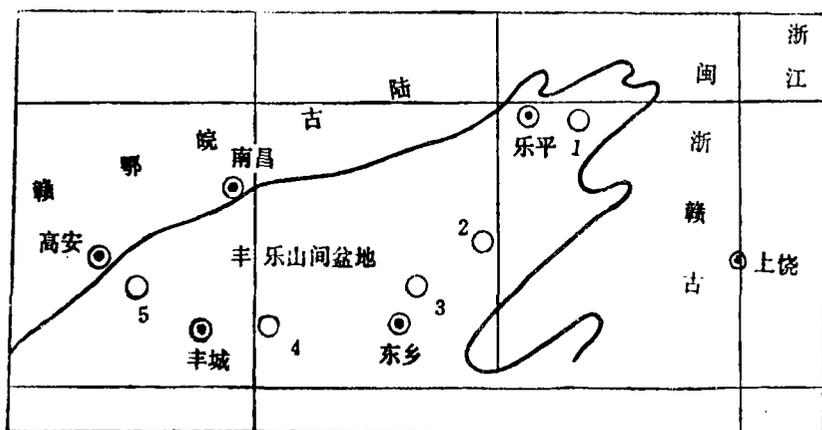


图1 剖面位置略图

- 1 乐平万山剖面;
- 2 余江巴脚岭剖面;
- 3 东乡小璜剖面;
- 4 丰城佛岭剖面;
- 6 丰城华山岭剖面。

## 一、区域古地理概况

江西北部早石炭世晚期（大塘期）继承和扩展了岩关期的海侵。大塘期早中时海水漫到莲花、吉安、安福一带，而丰城、东乡、乐平一带由于地势较高，海水未能到达，则形成一北东—南西向的山间盆地。盆地北侧为赣鄂皖古陆剥蚀区；东侧为闽浙赣古陆剥蚀区。盆地地势由北东向南西逐渐变低，发育有一系列的冲积扇、网状河、曲流河沉积。乐平至丰城一带的粗碎屑砂、砾岩是“古丰乐河”沉积的。

## 二、概率曲线类型

通过150个样品的粒度分布曲线，与已知环境的粒度曲线对比，可将本区的粒度曲线划分为下列几型：

### （一）冲积扇

其粒度概率曲线存在有扇根型、扇中型和扇端型。现分别叙述如下：

1. 扇根型：又有二种类型：扇根底部曲线坡度很低，由曲折的断折线所组成；毫无分选，各线段不具各总体意义。这些特点表明没有任何使粒度分异的机械搬运作用，重力是唯一能源。曲线可与加拿大波弗特白垩系及第三系泥石流沉积曲线相类比（图2）。

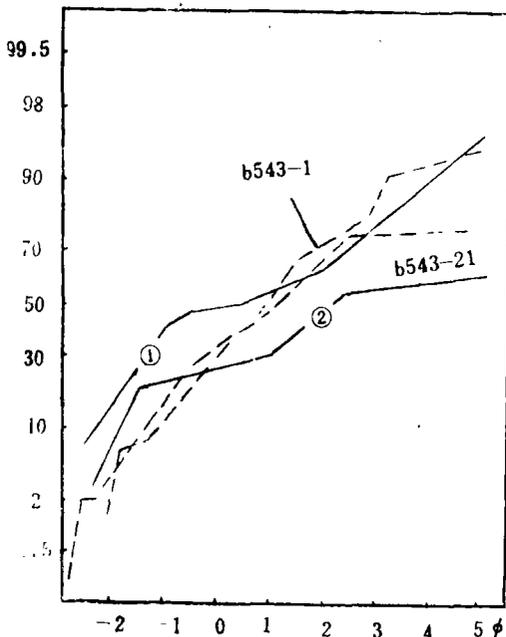


图2 扇根砂砾岩粒度概率曲线

①、②据郑浚茂 1982)

作出此类曲线的岩性为灰白色、紫红色、厚层状块状石英砾岩、岩屑砾岩及砂砾岩。

扇根上部为块状递变层理含砾不等粒砂岩，曲线由斜率很低的跳跃和悬浮总体组成；部分有牵引总体（图3），悬浮总体斜率 $6^{\circ}$ — $36^{\circ}$ ，分选很差至差，含量45—70%，粒度范围 $>1.5\phi$ 或 $>3\phi$ ；跳跃总体斜率 $45^{\circ}$ — $50^{\circ}$ ，分选中等，含量15—30%，粒度范围 $<3\phi$ 或 $0.5\sim 3\phi$ 。S截点 $3-3.5\phi$ ，多为渐变接触，混合度约 $1\phi$ ；牵引总体分选差，含量约15%，粒度范围 $<0.5\phi$ 或 $<1\phi$ ；T截点约 $1\phi$ 左右，多为突变接触。根据曲线截点较粗，跳跃总体分选中等，含量少，悬浮总体多于跳跃总体等特点，其密度流性质明显，可能是单向水流超过湍流，表示为一种高速密度流，即不稳定的洪水水流沉积。

此类曲线可与我国东部盆地水下冲积扇

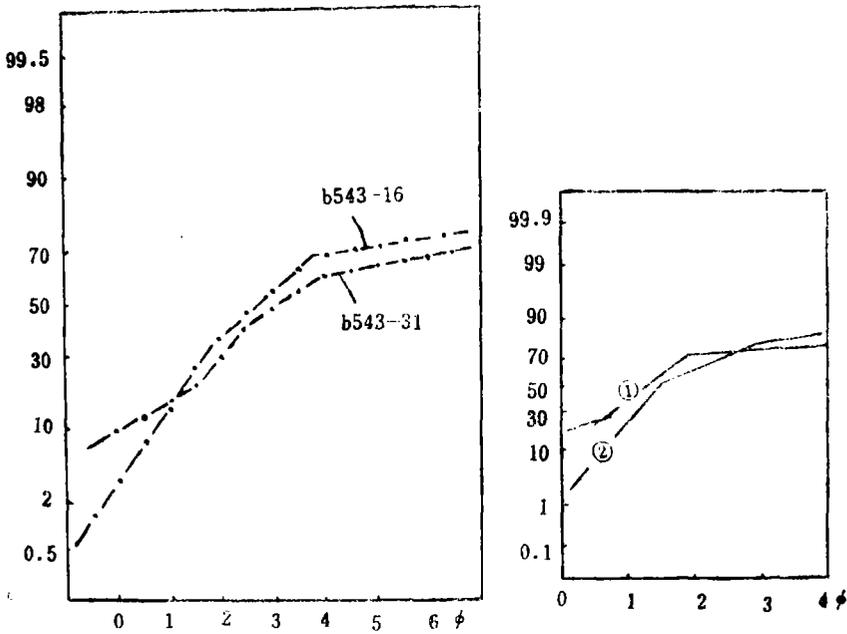


图3 扇根含砾岩屑石英砂岩概率曲线

(①、②据郑浚茂 1982)

2. 扇中型: 曲线由三段组成(图4); 可分为三个总体, 其中悬浮总体斜率为 $17^{\circ}$ — $38^{\circ}$ , 分选很差至差, 含量60—80%, 粒度范围 $>2\phi$ 或 $>2.3\phi$ 。跳跃总体斜率为 $62$ — $65\%$ , 分选较好, 含量19—39%, 粒度范围 $0.4$ — $2.3\phi$ 。S截点位于 $2$ — $2.3\phi$ 之间。牵引总体分选差至很差,

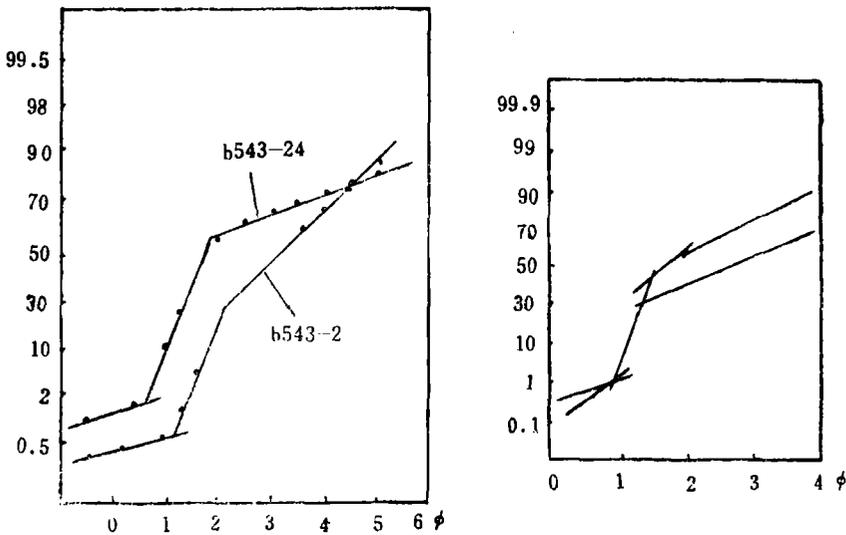


图4 扇中粗砂岩粒度概率曲线

(右图据郑浚茂 1982)

含量0.6—2%，粒度范围 $<0.4\phi$ 或 $<1\phi$ 。T截点位于 $0.4-1\phi$ 之间。S和T截点均为突变接触。上述曲线的特点是：细截点粗，悬浮总体占大部分。说明其搬运距离不远，沉降迅速，应为

扇上网状河沉积。此种曲线可与我国东部盆地水下冲积扇中概率曲线相类比(图4右)。

作出此类曲线的岩性为紫红色，中一厚层状中粗石英砂岩夹细砂岩及泥质砂岩。

3.扇端型：曲线主要由悬浮和跳跃总体组成(图5)；其中悬浮总体斜率 $28^{\circ}-30^{\circ}$ ，分选很差至差，含量达80—93%，粒度范围约 $>3.4\phi$ 。S截点位于 $3.4-3.7\phi$ 之间，均为突变接触。跳跃总体斜率 $48^{\circ}-60^{\circ}$ ，分选中等，含量7—20%，粒度范围 $<3.4\phi$ 或 $3.7\phi$ 。此类曲线与黄骅拗陷河流的河漫滩沉积粒度曲线相类似(图10)；不同的是跳跃总体含量相对偏高，粒度偏细；它应是洪水水流在其搬运的大量粗粒物质沉积后剩余的细粒部分在能量较低的环境中的产物。

作出此类曲线的岩性为：紫红色，薄层状粉砂岩、泥质粉砂岩，具水平层理。

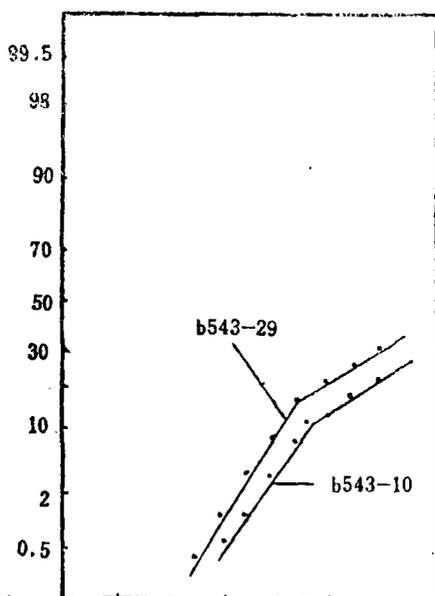


图5 扇端粉砂岩及泥质粉砂岩概率曲线

## (二) 河流

本区下石炭统梓山组河流沉积尤为发育，根据剖面的沉积特征和粒度分布概率曲线特征，可分为网状河和曲流河。

### 1. 网状河型

粒度分布曲线存在有三种类型。第一种表现为三个总体，其中悬浮总体斜率为 $15^{\circ}-58^{\circ}$ ，分选很差至中等，含量45%，粒度 $>1\phi$ 或 $>2\phi$ 。跳跃总体斜率 $45^{\circ}-52^{\circ}$ ，分选中等，含量25—30%，粒度范围 $-0.7\phi-2\phi$ 。S截点位于 $1-2\phi$ 之间。牵引总体斜率 $20^{\circ}-72^{\circ}$ ，分选很差至较好，含量15—30%，粒度范围 $<-0.7\phi-0.7\phi$ 。T截点位于 $-0.7\phi-0.7\phi$ 之间，S和T截点均为突变接触(图6A)。

作出此种曲线的岩性为灰白色厚层状石英砂砾岩。具槽状层理及块状层理。

第二种类型的曲线为悬浮和跳跃二个总体；其中悬浮总体斜率 $24^{\circ}-30^{\circ}$ ，分选很差至差，含量15—20%，粒度范围 $>3.5\phi$ 。跳跃总体斜率 $65^{\circ}-70^{\circ}$ ，分选较好，含量80—85%，粒度范围约 $<3.5\phi$ 。S截点在 $3.5\phi$ 处，多为渐变接触，混合度约 $1.5\phi$ ，部分突变(图6A的Ld26-2)。

作出此种曲线的岩性为灰白色中层状中粒石英砂岩。具平行层理。

第三种类型曲线为三个总体组成；其中悬浮总体斜率 $10^{\circ}-52^{\circ}$ ，分选很差至中等，含量15—50%，粒度范围 $>3\phi$ 或 $>4.5\phi$ 。跳跃总体斜率 $22^{\circ}-60^{\circ}$ ，分选很差至中等，含量15—

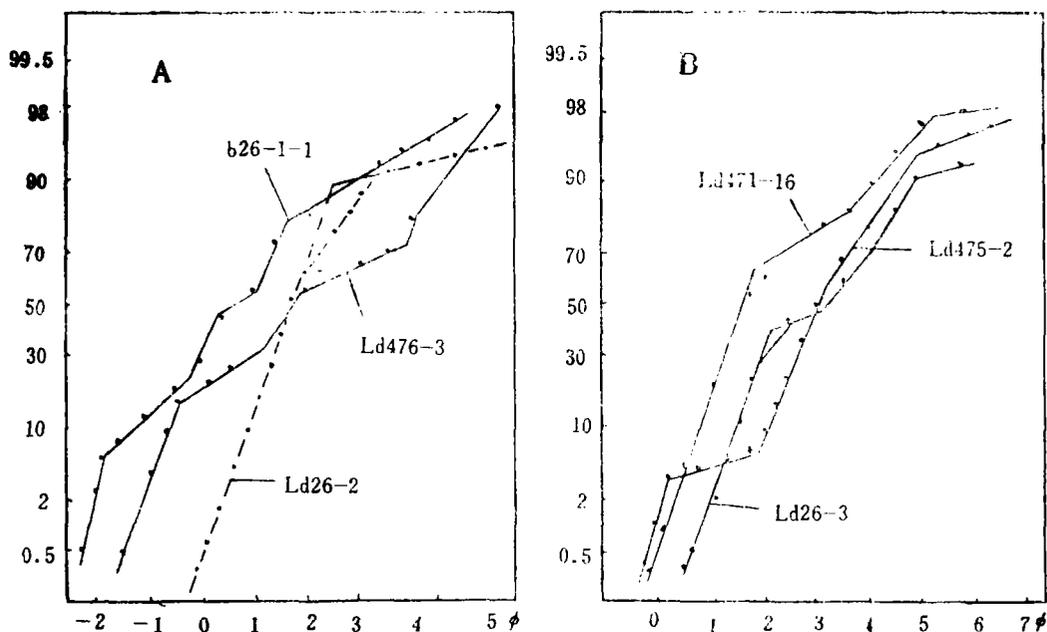


图6 网状河沉积概率曲线

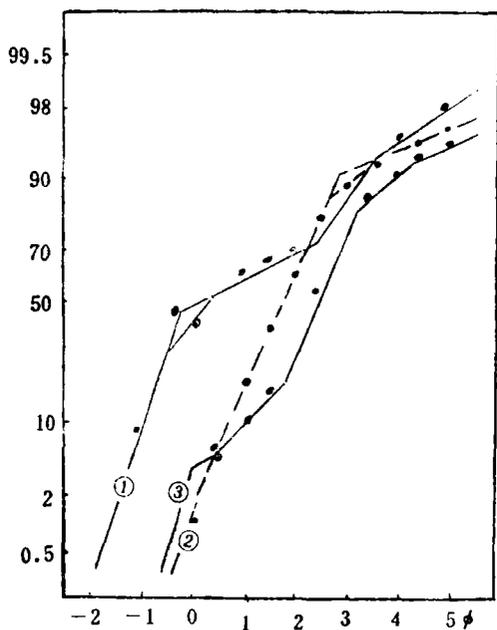


图7 阿尔伯塔米提松油田分枝河流沉积概率曲线(转引自郑浚茂1982)

截点为突变或渐变,混合度约 $0.7\phi$ (图6B)。

作出此种曲线的岩性为紫红色中至薄层状中一细粒石英砂岩。具小型斜层理、波状层理及水平微波层理。

以上曲线与加拿大阿尔伯塔米提松油田(Mitsu Field)的分枝河流沉积粒度曲线类似(图7)。第一、三种类型的曲线由于跳跃总体含量少,分选差,故具双峰的砾质砂及粗砂质粉砂是主要的,从图可以看出粒级 $0-3\phi$ 颗粒反映了它们搬运方式和最后沉积作用之间的复杂关系。第一种类型是反映这些颗粒在高洪期从上游带走而后沉积的。由分选较好的砂组成的跳跃总体在第二种类型曲线中是次要的,这反映这些颗粒是在洪水下降时以跳跃方式搬运沉积的。第三种类型则是当能量变低时,这些颗粒是沿底部牵引移动而沉积的。

## 2. 曲流河型

概率曲线存在有三种不同的类型。第一种是三段型,即由牵引、跳跃和悬浮三个总体组成。其中悬浮总体斜率 $12^{\circ}-45^{\circ}$ ,分选很差至中等,含量 $10-19\%$ ,粒度范围 $>3\phi$ 或 $>4.9\phi$ 。

跳跃总体斜率 $55^{\circ}$ — $70^{\circ}$ ，分选中等至较好；含量78—87%，粒度范围 $1-4.9\phi$ 。S截点在 $3-4.9\phi$ 之间。牵引总体分选很差，含量1—3%，粒度范围 $<1\phi$ 或 $<2\phi$ 。T截点在 $1-2\phi$ 之间。S和T截点均为突变接触。牵引组分的存在和粒度偏粗的现象，反映了沉积此类砂岩的水动力能量较强。因此它代表了更接近于主河位置的沉积。此种曲线可与四川资阳沱江现代边滩沉积的粒度曲线相类比（图8）。

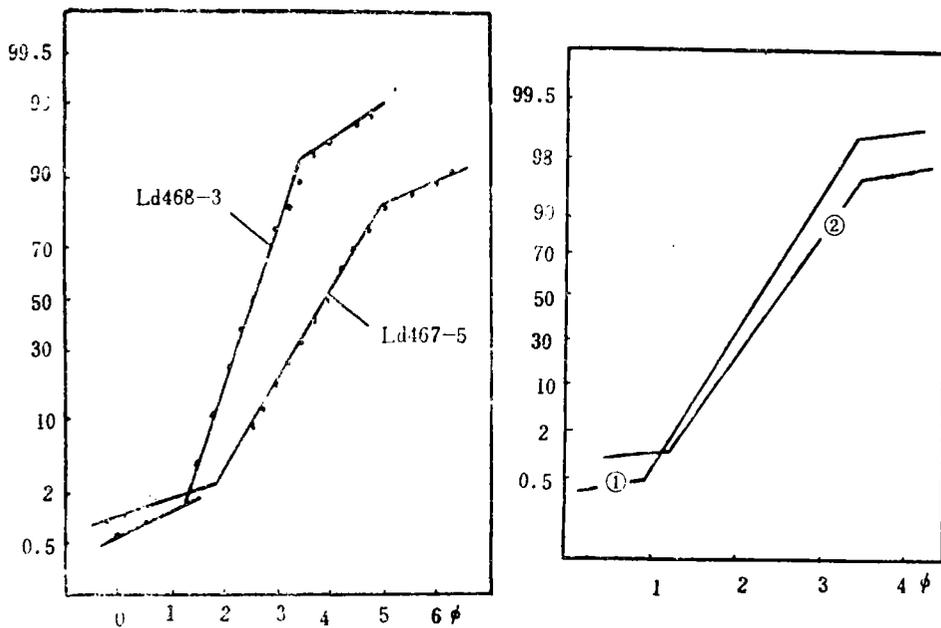


图8 曲流河沉积概率曲线  
(①②据刘宝珺 1980)

作出此类曲线的岩性为灰白色中至厚层状中细粒石英砂岩、细砂岩，具中至小型交错层理。

第二种曲线为二段型，即由跳跃和悬浮二个总体组成。其中悬浮总体斜率 $15^{\circ}$ — $32^{\circ}$ ，分选很差至差，含量8—15%，粒度范围 $>4.1\phi$ 或 $>4.7\phi$ 。跳跃总体斜率 $63^{\circ}$ — $74^{\circ}$ ，分选较好至好，含量85—92%，粒度范围 $<4.1\phi$ 或 $<4.7\phi$ 。S截点在 $4.2\phi$ — $4.8\phi$ 之间，接触关系多为突变的，部分为过渡的，混合度约 $1\phi$ 。由于曲线以跳跃总体为主，悬浮总体次之，牵引总体缺乏，表明是由具一定湍流的单向水流作用造成的。此种曲线可与维谢尔所作的古代河流沉积的粒度曲线相类比（图9）。

作出此类曲线的岩性为灰白色中至薄层状细粒石英砂岩、粗粉砂岩。具小型交错层理。

第三种类型的曲线也是呈二段型，与上述两段型不同的是悬浮组分的含量占有绝对优势，含量65—90%，斜率 $30^{\circ}$ — $35^{\circ}$ ，分选差，粒度范围 $>3.4\phi$ 或 $>3.8\phi$ ；跳跃总体斜率 $60^{\circ}$ — $70^{\circ}$ ，分选较好，含量10—35%，粒度范围 $<3.4\phi$ 或 $<3.8\phi$ 。S截点在 $3.4-3.8\phi$ 之间，为突变接触。此曲线应代表河漫滩沉积。乃洪水期间，泛滥的河水所携带的土量是浮物质在十河

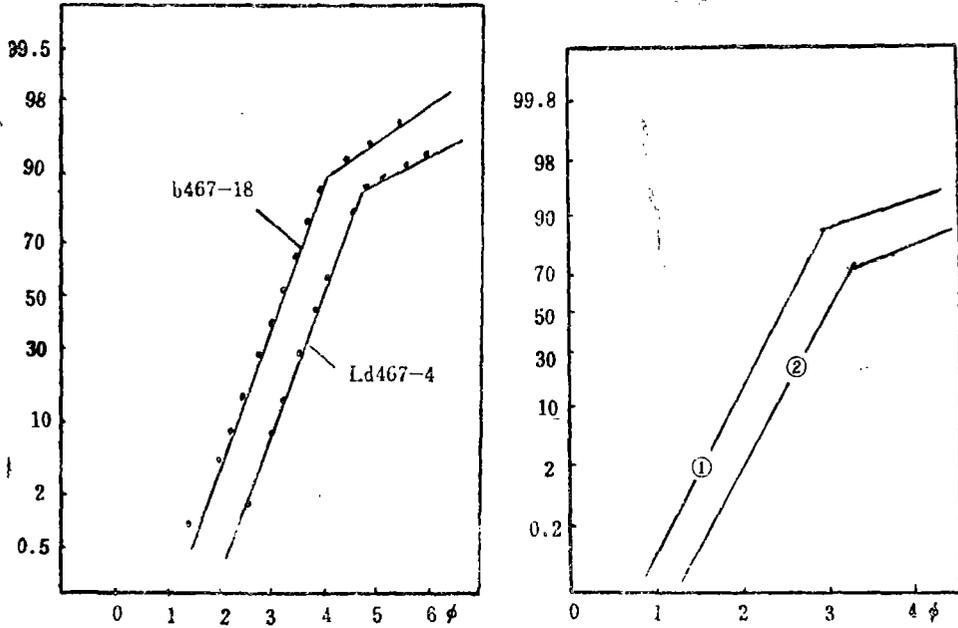


图9 曲流河沉积概率曲线  
 (①②转引自“沉积岩(物)粒度分析及其应用” 1978)

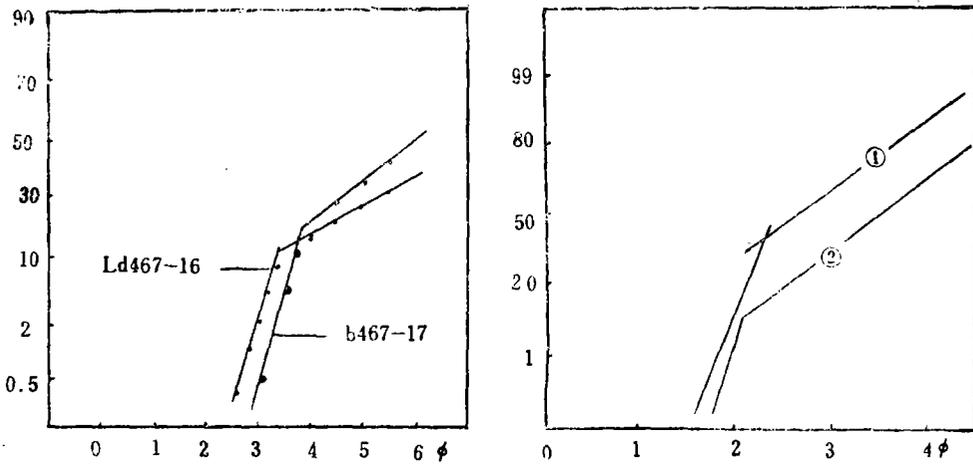


图10 曲流河河漫滩沉积概率曲线  
 (①①据郑浚茂, 1982)

作出此类曲线的岩性为浅灰色、深灰色中至薄层状粉砂岩、泥质粉砂岩。具水平及水平微波层理。

## 二、粒度结构参数及散布图

### 1. 粒度结构参数

粒度参数是以一定数值,定量地表示碎屑沉积物的粒度大小和分选好坏等特征的数值,对判断沉积物的搬运方式,介质的性质等水动力条件有一定的作用,因此是鉴别沉积环境的方法之一。本文使用的粒度参数有平均粒径(MZ),标准偏差( $\sigma_1$ ),偏度( $SK_1$ )和峰度( $Kg$ )。采用福克及沃德(Fold和Ward, 1957)的粒度参数公式计算,结果列表1。

表1 各沉积环境粒度参数表

环 境		参 数	平均粒径 MZ	标准偏差 $\sigma_1$	偏度 $KS_1$	峰度 $KE_1$
冲积扇	扇 根		<0.63或1.89—3.0	2.04—3.77	0.18—0.49	1.24—3.41
	扇 中		2.57—4.0	1.59—2.63	0.27—0.66	0.73—2.28
	扇 端		4.08—4.89	1.51—2.46	0.37—0.54	1.32—2.54
河 流	网状河	心 滩	<0.82或1.12—4.6	0.80—4.15	0.11—0.77少数 -0.08—0.1	0.57—3.97
		边 滩	1.59—4.0	0.56—1.58	0.1—0.57少数 -0.01—0.05	0.93—2.09
	曲流河	河漫滩	3.9—6.3	1.06—3.09	0.40—0.69	0.86—2.61

从上表可以看出本区冲积相粒度参数的特点:从冲积扇→上游网状河→下流曲流河,粒度逐渐变小,分选逐渐变好,偏度由极正偏到近对称,但峰度变化不理想。如冲积扇环境的峰度应是较平坦的,而实际峰度较窄,其原因可能是由于岩石分选很差,颗粒显现于荧光屏上放大倍数较大,使得粗颗粒被测的机会少,而中等颗粒被测的机会多,并测进了少量的(5—6.25 $\phi$ )杂基,造成中、细砂多,粗砂(砾)和粉砂少之故。

## 2. 结构参数散布图

根据上述粒度参数,用弗里德曼(G.M. Friedman, 1962)的 $SK_1-\sigma_1$ 图式作图(图11)。其结果,样点均落在河流区内;冲积扇样点在远离分界线的河流区内;网状河共14个样,有7个样点落在分界线附近的河流区,7个样远离分界线;曲流河除四个样远离分界线外,大多落在分界线附近的河流区,与岩相分析结果一致。

## 三、CM图解

CM图解是帕塞加(P. Passega, 1957)提出来的。它是一种综合性成因图解,是表示沉积结构与沉积作用关系的样品集合图形。一般地说,制作CM图的样品,要求是同一成因的岩层,即所采的样要包括该层的全部粒度结构类型。限于条件,本文只能将CM图的意义扩大到地层段或组为单位,即各段或组相同的环境分析样品,分别制作CM图。这样,CM图在判断沉积成因时,可靠程度相对要差一些,但对大范围内的沉积成因分析,依然是有益的。

对本区部分沉积环境的CM图分析如下。

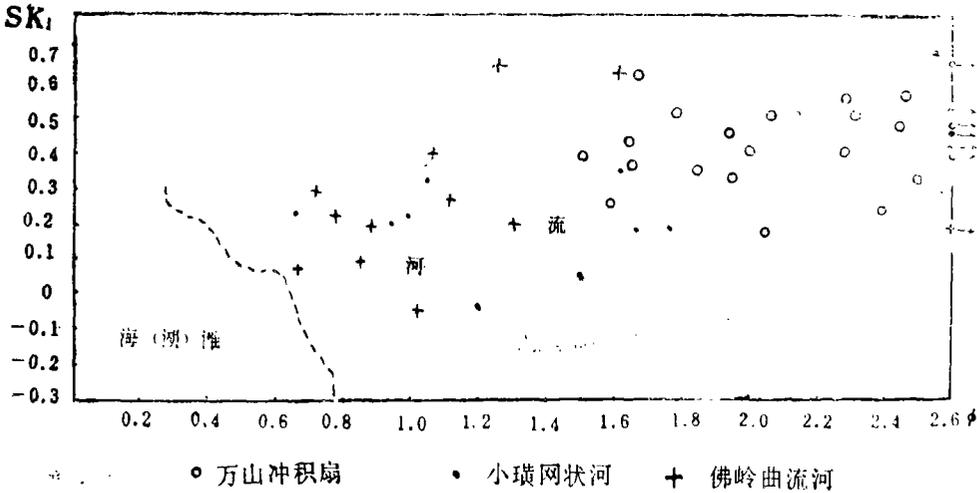


图11 图解偏度与图解标准偏差散布图  
(图式引自G.M.Friedman, 1962)

本区网状河反映在CM图上为PQ、QR、RS三段，其中PQ和QR段较发育，RS段较差或缺乏。余江巴脚岭梓山组中段的下部，其CM图由PQ和QR段组成(图12)，PQ段的 $C > 940\mu$ ， $M = 270-420\mu$ ，这反映它是水流速度快、牵引力大的河床底部沉积。QR段 $C = 300-820\mu$ ， $C_s$ 值约 $900\mu$ ； $C$ 与 $M$ 成比例变化，是为递变悬浮沉积， $C_s$ 值较大说明底部扰动大而使水流成湍流状态，并引起颗粒升举和跳跃造成递变悬浮，QR段代表河道砂坝沉积。由于湍流作用强，细粒悬浮难以下沉，因此RS段缺乏。此CM图与现代滦河上游网状河CM图类似(图12)。

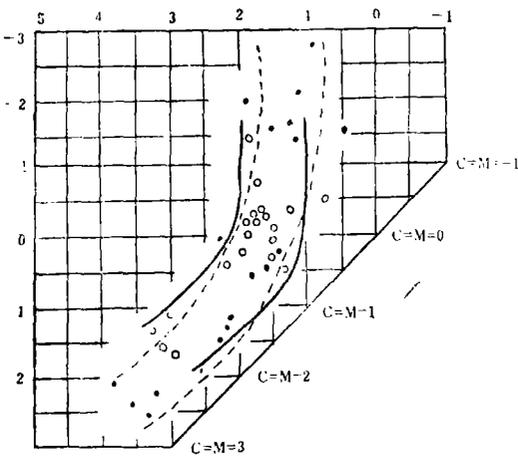


图12 余江县巴脚岭梓山组中段(C1Z1)下部网状河CM图(据郑浚茂1982)

东乡小潢梓山下段CM图，则由PQ、QR和发育很差的RS段组成(图13)。PQ段 $C > 460\mu$ ， $M = 86-162\mu$ ；QR段 $C = 210-354\mu$ ， $M = 60-177\mu$ ； $C_s$ 值约 $380\mu$ ，RS段 $C < 200\mu$ ， $M = 60\mu$ 。上述各 $C$ 和 $M$ 值均比巴脚岭要小，说明水流速度相对要弱些，故牵引力及底部扰动也要小。从而说明东乡小潢梓山组属中游网状河沉积。此种CM图与黄骠拗陷上第三系馆陶组CM图类似。

2. 曲流河CM图形

曲流河CM图表现为只有QR和RS段，其中又以QR段较发育，PQ段缺失，余江巴脚岭梓山组中段的下部CM图由QR和RS段组成(图14)，QR段 $C = 314-159\mu$ ， $M = 134-354\mu$ ，代表曲流河砂坝沉积，RS段 $C = 192-216\mu$ ， $M = 66-98\mu$ ， $C_u$ 值约 $290\mu$ ，代表河漫滩沉积。此种CM图与现代滦河曲

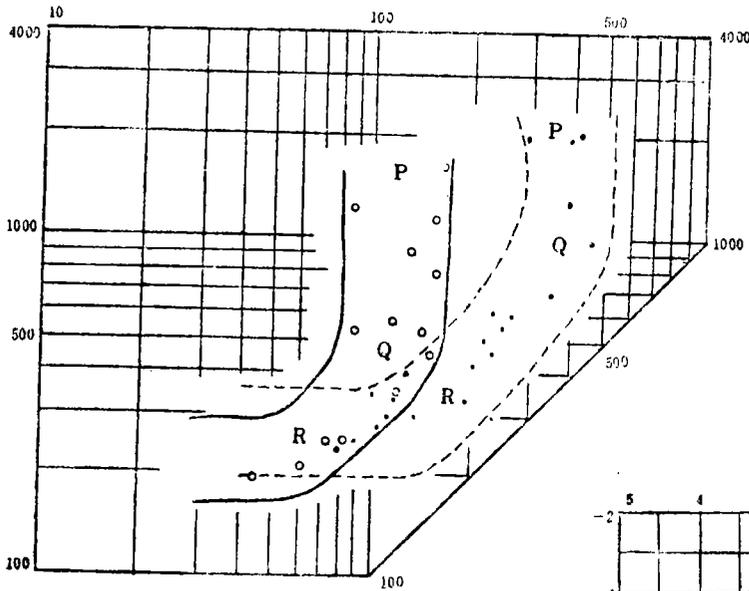
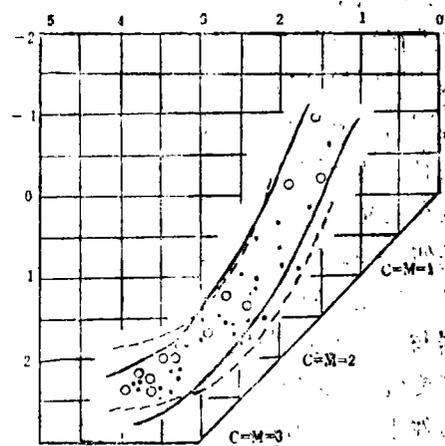


图13 东乡县小璜梓山组下段网状河CM图  
(黑点及虚线据郑浚茂)

图14 余江县巴脚岭梓山组中段上部曲流河CM图(黑点及虚线据郑浚茂)



流河段的CM图极为相似。

丰城佛岭梓山组中段。CM图也只有QR和RS段(图15)。QR段,  $C = 188 - 354\mu$ ,  $M = 64 - 102\mu$ , RS段,  $C = 127 - 195\mu$ ,  $M = 4 - 60\mu$ ;  $C_{\mu}$ 值约 $270\mu$ 。此CM图与黄骠渤陷明化镇

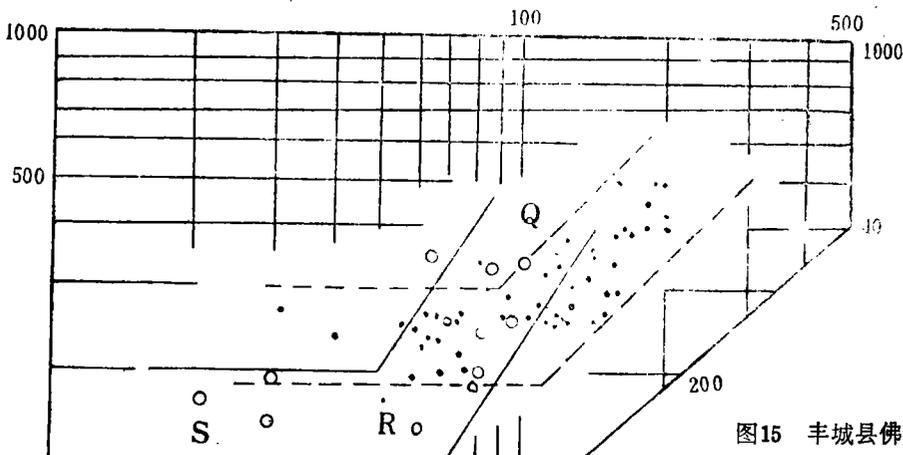


图15 丰城县佛岭梓山组中段曲流河

组CM图类似。

丰城佛岭梓山组中段与巴脚岭梓山组中段的上部、CM图基本相同，不同的是QR段没有巴脚岭的发育，QR和RS段CM值也较小。说明佛岭梓山组中段为扰动能量较低的中下游曲流河沉积。

## 四、几点说明及认识

1. 目前开展的薄片粒度分析，存在着似乎难以消除的误差，例如，(1) 岩石切片方位不同和岩石在沉积后经受了一系列的成岩—后生变化，这使颗粒改变原貌。(2) 使用图象分析仪进行薄片粒度分析，荧光屏上存在着随机选择及光笔亮点偏离的误差。由于这些误差的存在，所以个别样品出现数值异常，以及同层的两个分析样品相矛盾。对此，我们是在对分析样进行复查时，结合研究岩石内部结构和地层层序而予以消除的。

2. 使用图象分析仪进行粒度分析的效率较高，效果也较好，但有以下不足：(1) 其分析结果与国内、外所作的现代或古代的典型环境粒度资料相比较，跳跃组分偏高，平均粒径偏细。从概率曲线图上明显看出，跳跃组分含量偏高，S截点偏细。这可能是前面所说的，岩石颗粒在荧光屏上放大的倍数较大，造成粗大的颗粒被测的机会少，而较细的颗粒测的机会多，并使5—6.25 $\phi$ 的杂基也被测到了的缘故。(2) 对于粗颗粒的岩石，如砾岩、砂砾岩无法测量。为此，我们仅在显微镜下用线计法分析了个别较粗的样品。尽管有上述这些不足，但根据与已有的典型沉积环境的粒度资料对比结果来看，我们所作的分析还是较为成功的，说明粒度资料能较好地揭示沉积物与搬运营力之间的内在联系。不同地区和时代，在相似水动力条件下形成的沉积物，其粒度分析资料结果基本一致；而同一物源，同一时代，不同水动力条件下形成的沉积物，其粒度分析资料大体反映了颗粒沉积时的水动力条件。因此，运用粒度资料来判别沉积环境是一种较为有效的方法。可以作为识别和研究古、今各沉积相的借鉴。然而粒度分析资料有它的多解性，具体样品又有它的特殊性，因此粒度分析资料还必须考虑到他们的沉积相组合关系，特别是综合其它方法，这样相互补充、相互验证，取长补短，才能对各种沉积岩的粒度资料，作出合理的解释，从而正确地反映它们的沉积环境。

另外，我们在整理本区的粒度分析资料时，还出现少数曲线的形态比较奇特，与目前国内外已有的典型环境曲线图式难以对比，这可能属于特定环境的产物，或者沉积后又经不同条件改造的结果。

### 主要参考文献

- [1] 成都地质学院陕北队，1978，沉积岩(物)粒度分析及其应用。地质出版社。
- [2] 刘宝珺等，1980，沉积岩石学，地质出版社。
- [3] 郑浚茂，1980，黄骅凹陷几种砂岩体粒度分布特征及水动力条件初步分析。石油实验地质，第11卷，第2期。
- [4] 赵震飞，1983，华北W、W油田下第三系砂二、三段(Es<sup>2-3</sup>)泻湖—潮坪沉积，石油地质文集—沉积相7。地质出版社。