

# 太原西山煤田主要砂体的粒度分布 特征及沉积环境

李保庆

(煤炭科学院地质勘探分院)

## 概 述

太原西山煤田是华北石炭-二叠纪含煤沉积的典型剖面所在地。近年来,许多单位和个人在西山煤田作了大量的岩相古地理研究工作,但是,粒度研究尚无先例。笔者在参加太原西山煤田成煤环境的研究中,选择含煤岩系的主要砂体进行了粒度分析,对这些矿体的形成条件得到了进一步的认识。由于研究区内岩、煤层出露较好,可利用的成因标志较多,成煤环境研究采用了大面积、多手段、综合分析的方法,所以,不仅粒度研究结果对环境的综合分析进行了修正和补充,而且对粒度分析方法也进行了一次全面检验。

由于研究区碎屑沉积物经受了较强的成岩后生作用而难于松解,故全部样品采用薄片粒度分析法,共作三百余块,包括七里沟剖面和北岔沟剖面中含煤层段的全部砂岩体以及其它剖面中的一些主要砂体。

粒度概率累计曲线,对水动力条件的变化敏感,对各种信息都能得出比较清晰的结果。西山煤田的粒度研究,主要参照R·格拉斯特和H·纳尔逊(1974)共同发表的主要环境相的概率图进行分析和对比,同时也参考了国内外其它粒度研究的资料和成果。

## 研究区主要概率曲线的类型

本区主要砂体以滨海平原上发育的河流成因的概率曲线为多见,包括点砂坝、网状河、急流河床、分流河道、堤泛等。海岸及过渡带中的潮坪、潮渠、河口砂坝、支间海滩、成熟海滩、砂丘等成因类型的曲线也有反映。其中有八种概率曲线比较特征,能清楚地反映成因环境,可以作为西山煤田有代表性的粒度概率图,以供其它地区粒度研究进行对比。

### 点砂坝(图1-1)

主要由跳跃总体和悬浮总体组成,缺少牵引总体或其是很不重要的。悬浮总体含量为5—20%左右,具低的斜率,表明分选性差。跳跃总体含量为75—90%或更高,多为

一段型, 其中偏高的斜率, 分选性较好。S结合点是突然的。

本区所见的点砂坝型曲线都是比较具特征的, 完全可与格拉斯特的典型点砂坝曲线相对比, 与朱莲芳等(1980)的现代黄河点砂坝、酒泉  $K_1^3$  砂岩的点砂坝及维舍尔

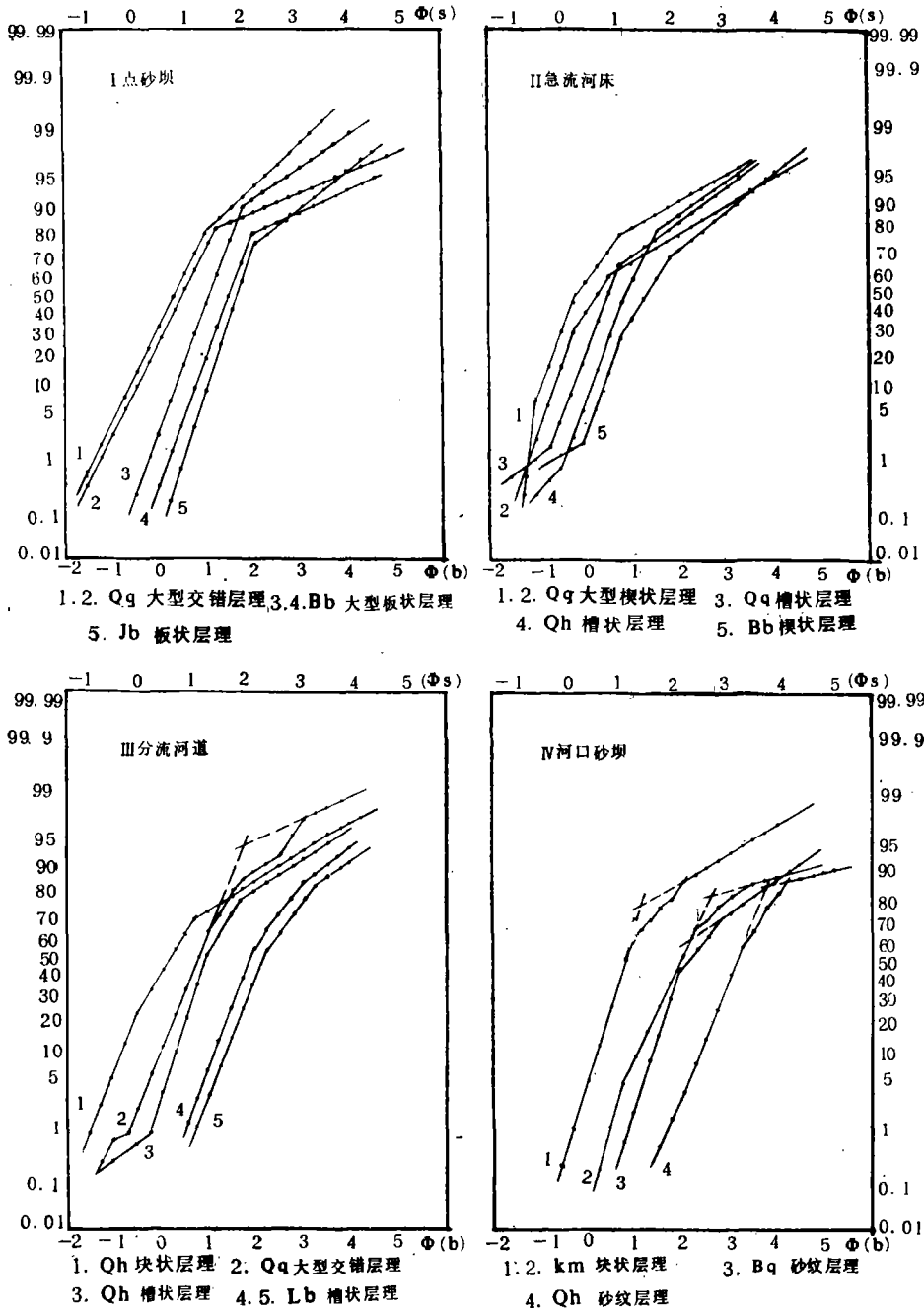


图1 河流和河口砂坝沉积

Fig. 1 Fluvial deposits and stream-mouth bar deposits

(1969)的古河流砂岩的点砂坝等概率曲线也符合得较好。

#### 急流河床(图1-I)

主要由跳跃总体和悬浮总体组成,相当一部分样品具有5%左右的牵引总体。悬浮总体含量达20—30%,低斜率。跳跃总体占60—80%,斜率中等到中偏高,常为多段型,反映分选性的变化。S和T结合点都是突然的,S点的位置一般在 $0-2\phi$ 之间。

与点砂坝比较,急流河床曲线反映的总体粒度粗,常含牵引总体,代表水动力较强,跳跃总体的多段型反映水动力条件的不稳定。

格拉斯特并未单独划出这一类型,只是把其作为水流急的点砂坝底部的常见曲线归入点砂坝型。朱莲芳等人在黄河现代沉积、鄂尔多斯和酒泉的中生代砂岩有过类似的河道砂岩的概率曲线报道。笔者认为,这类曲线所代表的砂体不仅具有粗粒点砂坝的沉积特征,并且反映了弯度较小、流速急而不稳定、携带物粗而分选较差的水动力性质,与水动力条件比较稳定的点砂坝和分流河道的概率曲线有一定差别,故单独划为一种曲线类型。

#### 分流河道(图1-II)

悬浮总体常占20—30%,斜率低。跳跃总体常为多段型,中或中偏低的斜率。少数样品含有1%左右的牵引总体。S结合点多是突然的,部分是渐变的,其跨度达 $1\phi$ 或以上。

总体粒度偏细,S结合点位于 $1.5-3\phi$ 左右,单元总体斜率较低,跳跃段分选性的变化和部分结合点具有过渡性质都是研究区此类曲线的特征,与格拉斯特以及滦河现代沉积所报道的分流河道曲线都很类似。

#### 河口沙坝(图1-IV)

悬浮总体可达30—40%,斜率低。跳跃总体斜率中偏高,一段型或基本为一段型。缺乏牵引总体。S结合点是渐变的,外推的S点的跨度为 $1-2\phi$ 单位的曲率。

S结合点渐变的性质,是鉴定河口沙坝曲线的主要特征,它是由于河流入海时,靠近河口直接放松、流速减慢而造成的。本区的河口沙坝曲线与格拉斯特和黄骅坳陷等河口曲线相对比是比较特征的。

#### 支间海滩(图2-V)

悬浮总体斜率中等,含量15—50%。跳跃总体具高斜率,由一个或斜率差异不大的几个次总体组成。不含牵引总体。S结合点是突然的。

研究区此类型的曲线与格拉斯特的支间海滩曲线相一致,反映河口沉积物在沉积过程中或沉积后,受波浪和潮汐作用重新改造。跳跃总体出现数个斜率相近的次总体说明其尚未完全被转化为潮坪而具过渡性质。本区西铭砂岩多数样品概率曲线形态的一致和S结合点的 $\phi$ 值近似说明了该砂岩物质来源和形成环境的稳定。

#### 海 滩(图2-VI)

悬浮总体一般为高斜率,分选充分。跳跃总体具中到高的斜率,由一个或两个斜率十分相近的次总体结构。基本不含牵引总体或是很不重要。S结合点是突变的。

分选好,特别是悬浮总体高斜率是成熟海滩的最特征的性质。研究区大多数曲线都可与格拉斯特、维舍尔及国内的成熟海滩曲线对比,少数曲线具有成熟海滩到支间海滩

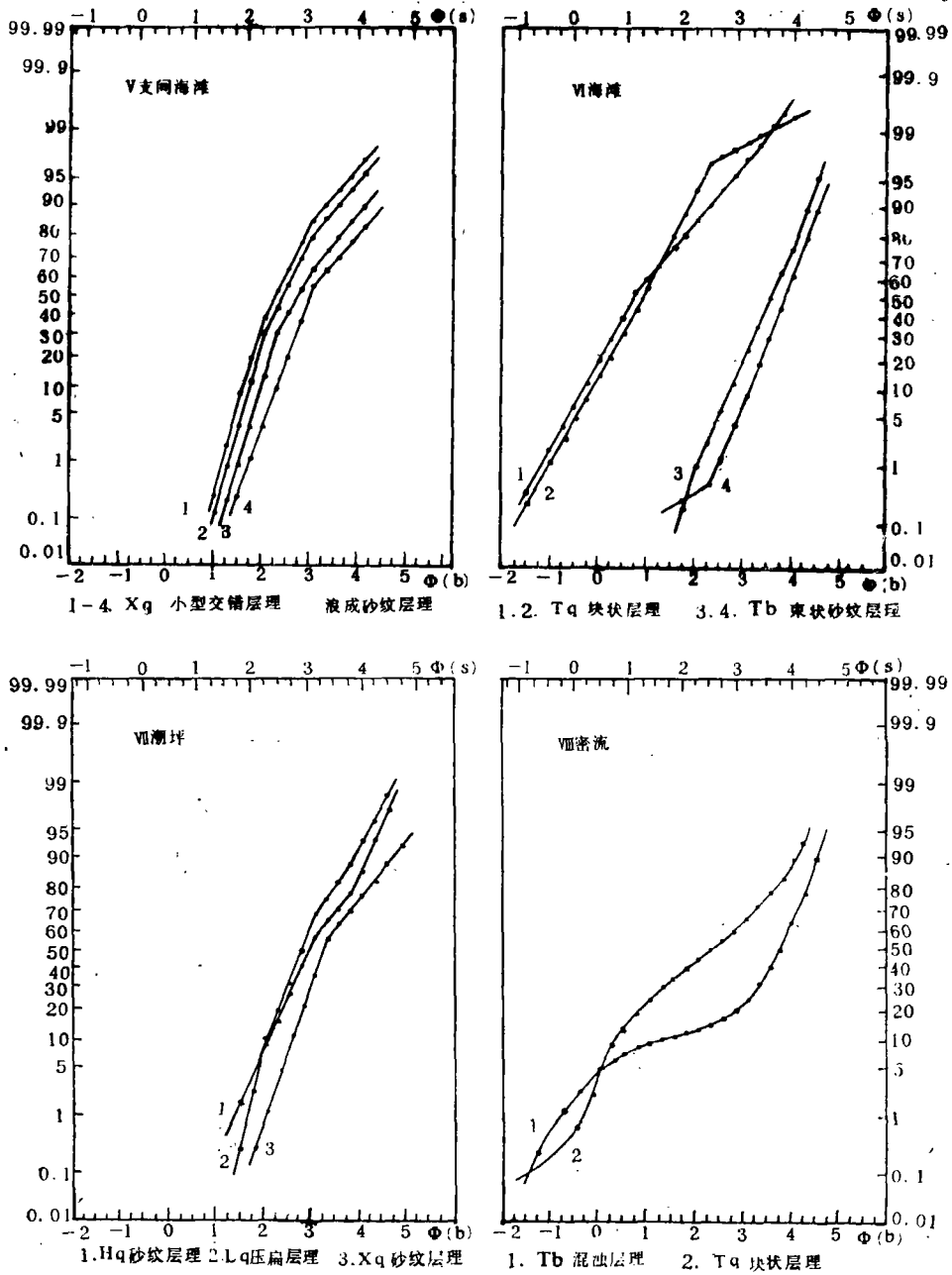


图2 近滨和密度流沉积

Fig. 2 Nearshore and density flow deposits

的过渡性质，有的也反映了海滩砂坝的一些特点。

潮 坪 (图2-VII)

悬浮总体含量可达50%，并具有相当高的斜率。跳跃总体分选性较好，具高斜率。

S结合点是突然的。

潮坪曲线总体斜率比河流明显高，但比成熟海滩相对要低，另外，粒度偏细和悬浮物含量高。本区的潮坪曲线与格拉斯特及黄仰洲等苏北老第三系的同类型曲线都可对比。

**密流 (图 2-Ⅷ)**

典型的密流曲线是悬浮总体构成大部或全部粒度频率分布，常表现为低到中等斜率的弧线，粒度可达粗砂级，不含或含少量的跳跃和牵引总体。

本区所见的密流型曲线特征明显，样品采自具混浊层理的砂岩，分选非常差，其形成是砂岩在沉积时或沉积后，受风暴浪或重力等引起不同粒级的细层中的颗粒滑动、混杂而造成，而不是浊流形成的。

**主要砂体的粒度分布特征及其沉积环境**

发育于西山煤田主要含煤地层的砂岩有冀家沟砂岩、北岔沟砂岩、七里沟砂岩、马兰砂岩、屯兰砂岩、西铭砂岩、含鲕砂岩、晋祠砂岩等 (图 3)。对成煤环境和煤层发育影响较大并在山西、河北、河南等地广泛分布的主要是七里沟和北岔沟砂岩。数十年来，对这两层砂岩进行过多次研究，但至今对其成因环境仍存在着较大的争论。受篇幅所限，本文仅从粒度研究成果，对它们的形成环境作一些讨论。

**1. 七里沟砂岩**

七里沟砂岩主要表现为几个巨大的扁平状的透镜体，沿倾斜方向长达300米以上，单个透镜体最厚处厚约8—10米，底面大致平整，下伏地层略有冲刷。垂直剖面常为1—3个透镜状砂体向流水方向叠覆，其间多夹有泥质岩或含碳泥岩及煤线 (图 4)。

砂岩透镜体底部常为含砾粗砂岩，含有大型树干化石，有时还可见下伏岩、煤层的不规则状包体，大一中型楔状层理。粒度概率曲线以急流河床型为主，少数为分流河道型。

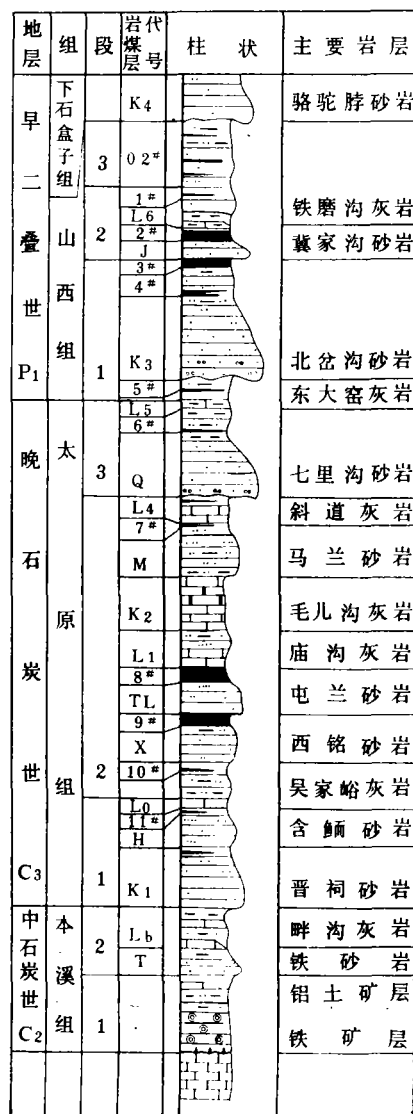


图 3 西山煤田煤系地层层序图

Fig. 3 Sedimentary sequences of coal-bearing strata in the Xishan Coal Field

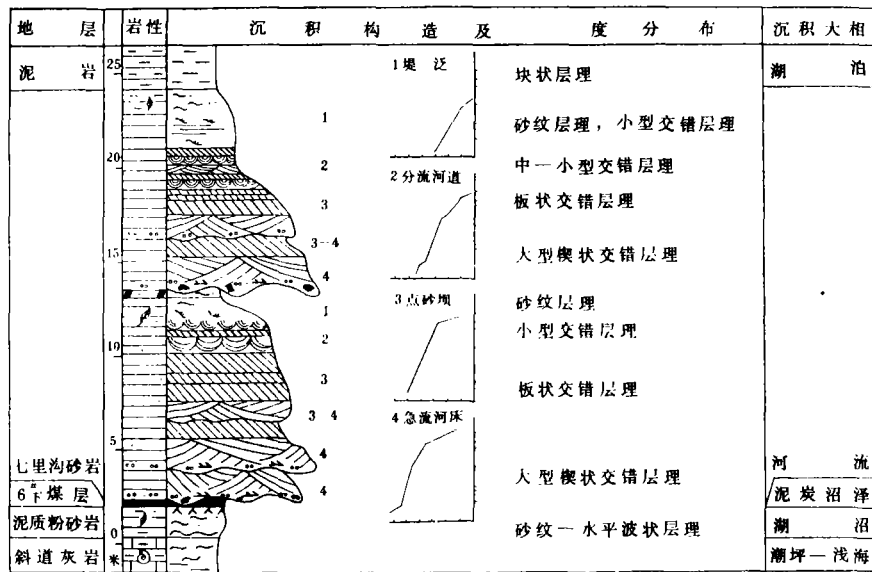


图4 七里沟砂岩沉积层序图

Fig. 4 Sedimentary sequences of Qiligou Sandstone

透镜体中部为厚—中厚层状中—粗粒砂岩, 以大—中型板状交错层理为主, 亦有槽状、楔状层理等。粒度曲线主要为点砂坝型。

透镜体上部为细砂岩, 常夹粉砂岩和泥岩薄层, 小型交错层理和砂纹层理。粒度曲线在下部多为分流河道型, 向上多为堤泛型, 堤泛曲线特征表明悬浮总体含量可迅速增加到50%以上。

七里沟砂岩透镜体的中上部常含较多植物化石碎片, 未见动物化石。砂体之上, 过渡为具有湖泊相沉积特征的泥岩和粉砂岩。

七里沟砂岩的C-M图(图5)与帕塞加(1957)制定的基本的C-M图形比较, 发育了代表河道沉积的PQ段和QR段, 缺少代表河道内隐蔽安静部分的RS段, 这除了与河流的性质有关外, 也可能与成岩作用的干扰或者与采样点的分布有关, 但总的来看, 七里沟地区的七里沟砂岩的C-M图反映了河流沉积类型。另外, 七里沟砂岩的各种粒度参数图也反映了该砂岩是陆相河流沉积并具有近海的性质。

通过上述粒度资料的综合分析, 可以认为, 七里沟地区的七里沟砂岩是发育在滨海平原上的分流河道的沉积, 而不应是一些教材和文献中所划定的水下三角洲前积层的沉积。

七里沟砂岩主要分布于西山煤田的北半部, 呈宽条带状, 并在煤田东部、东南部出现分叉, 其间可以见到岸后沉积和分流间湾的沉积。除煤田东南如磺冶沟可见到河口砂坝型的粒度曲线外, 其它地区的七里沟砂岩主要为分流河道—河流型的粒度曲线。其它成因标志和古流向分析资料, 亦反映了七里沟砂岩在西山煤田是发育在滨海平原上的分流河道为主的陆相河流沉积。

晚石炭世晚期, 陆源碎屑由西北部进入西山煤田, 形成了七里沟砂体——以分流河

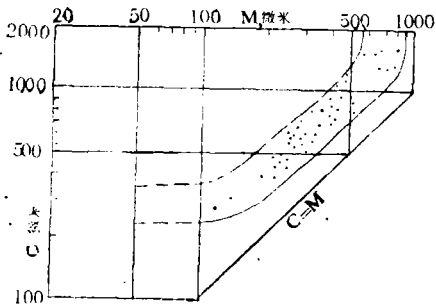


图5 七里沟砂岩的C-M图

Fig. 5 C-W graph of Qiligou Sandstone

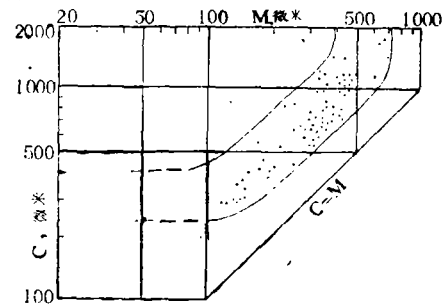


图7 北岔沟砂岩的C-M图

Fig. 7 C-M graph of Beichagou Sandstone

道为主体的三角洲沉积，6号煤层就发育在分流河道砂体的两侧泛滥盆地和分流间湾以及砂体与开阔的海湾之间，并严格受砂体的控制。在煤田北部，由于分流河道砂体迁移频繁，岸后沼泽的发育受到限制，故煤层薄而不稳定，多呈小透镜状，灰分高，多不可采。在煤田中部，七里沟砂体的变薄带和之间的泛滥盆地、分流间湾，广泛发育了中厚低灰的煤层，厚煤带呈东西向宽条带状，均稳定可采。煤田南部为广阔的泻湖或海湾，水较深而不利于泥炭沼泽发育，煤层变薄或者尖灭。

## 2. 北岔沟砂岩

在北岔沟砂岩比较发育的柳子沟-北岔沟剖面，砂岩累计厚度近38米，呈巨厚层状。其下与东大窑灰岩间夹有2米左右的泻湖-湖泊沼泽相的泥岩、粉砂岩沉积。砂岩底面对下伏地层略有冲刷，顶部逐渐过渡为湖泊沼泽相的粉砂岩、泥岩和煤层。

在该剖面，北岔沟砂岩大致可以分为三个大的层段，层段间夹有粉砂岩和含炭泥岩的不稳定薄层，局部还夹有薄煤线（图6）。

下层段厚约6米，底部为滞留砾石，向上从砂砾岩过渡为粗砂岩，块状一大型楔状交错层理，局部夹槽状、板状交错层理。粒度概率曲线主要为急流河床型。

中层段厚12米，主要为粗砂岩，上部为中粒砂岩，大型板状交错层理，粒度概率曲线主要为点砂坝型。

上层段厚约20米，下部多为含砾粗砂岩，向上逐渐变为中、细砂岩、顶部由砂、泥岩互层过渡为砂质泥岩。中、下部以大型楔状交错层理为主，粒度曲线多见急流河床型和网状河型。上部为中一小型交错层理、砂纹层理等，粒度曲线多见点砂坝和分流河道型，顶部常见堤泛型。

本区的北岔沟砂岩的C-M图（图7）也发育了代表河道沉积的PQ段和QR段，其它粒度参数图也反映了该砂岩的河流沉积特征。

北岔沟砂岩在西山煤田分布广泛，主要砂体发育在煤田的北半部和东部，砂体间多为湖泊沼泽相的沉积。在煤田南部，砂体下层段的两侧，局部可见海湾-泻湖相的沉积物。在大部分地区，砂体主要为近北西-南东向的带状展布。北岔沟砂岩的粒度概率曲

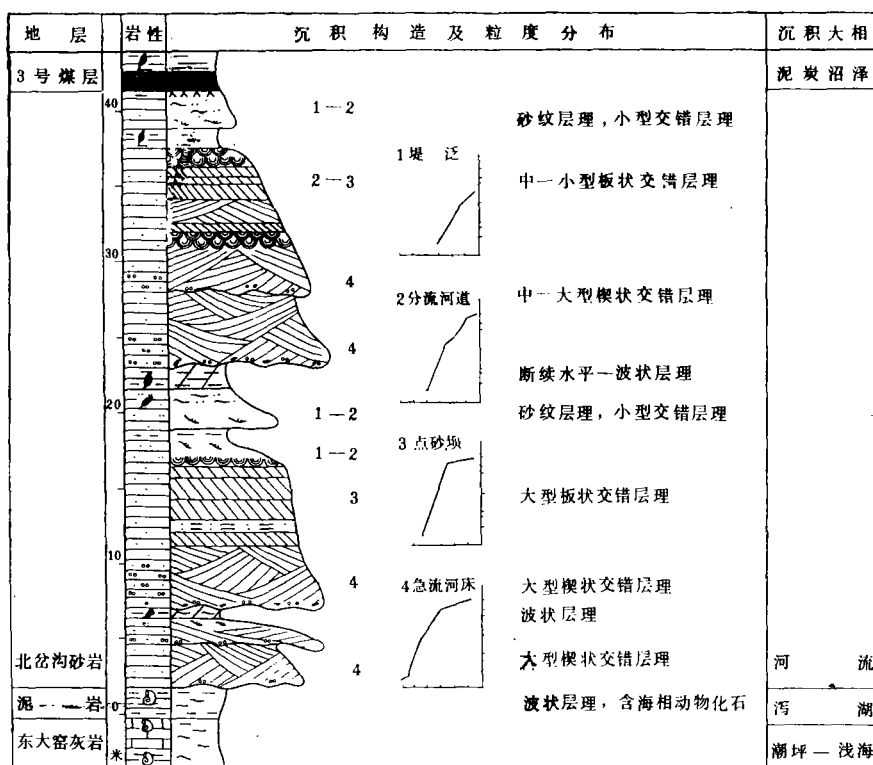


图6 北岔沟砂岩沉积层序图

Fig. 6 Sedimentary sequences of Beichagou Sandstone

线在大多数剖面均为河流型, 其它成因标志和古流向分析资料也显示了与上相同的沉积环境。

北岔沟砂岩的沉积后期, 在煤田北部河道砂体之间的岸后沼泽和煤田南部砂体外侧的河口坝和砂坝等过渡地带发育了泥炭沼泽, 形成了不稳定的4号煤层。4号煤灰分高, 与河流决口有关。古盐度分析证实, 煤层在北部为淡水沼泽, 南部为半咸水沼泽。4号煤常被河流冲刷并很快被上部砂岩层覆盖, 未能发育为厚煤层。此后, 由于地形趋于平坦, 在广阔的三角洲平原之上, 北岔沟砂岩上部层段呈东西两条带状河道砂体展布, 西山煤田全区发育了稳定可采的3号主煤层, 仅在上述河道砂体和决口扇附近变薄尖灭形成东西两条无煤带。愈接近砂体, 煤层灰分愈高。古盐度表明, 除煤田南部的部分地区为半咸水外, 多数为淡水沼泽环境, 古植物以陆生科达树等植物为主, 故煤层的硫分很低。

收稿日期: 1984年7月25日

### 参 考 文 献

- [1] 成都地质学院陕北科研队, 1978, 沉积物(岩)粒度分析及其应用, 地质出版社。  
[2] 刘宝珺主编, 1980, 沉积岩石学, 地质出版社。



- [ 3 ] Glaister, R.P. et al., 1974, Grain-size distribution, an aid in facies identification, Bull. Canadian Petroleum Geol., 22.
- [ 4 ] Visher, G.S., 1969, Grain size distributions and depositional processes, J. Sediment. Petrol., 39.

## GRAIN-SIZE DISTRIBUTION CHARACTERISTICS AND SEDIMENTARY ENVIRONMENTS OF THE MAJOR SANDBODIES IN THE XISHAN COAL FIELD IN TAIYUAN

Li Baoqing

(Institute of Geology & Exploration CCMRI, Coal Ministry)

### Abstract

The Xishan Coal Field is the seat of the Permo-Carboniferous stratotype in North China. Many geologists think highly of it. The author has systematically studied about 300 grain-size samples of its major sandbodies by using the thin-section method. The result of his study has proved that the sedimentary environments of the sandbodies are conformable with those made by other identification methods. And so the grain-size analyses are convincing.

According to the following main features; 1) the respective percentage of the traction, saltation and suspension populations; 2) the slope (sorting) displayed by these segments; 3) the place and nature of the junction between segments; and 4) the 1% value reflecting river competency, the log-probability plots of the major sandbodies can be divided into eight chief types: pointbar, torrential stream channel, distributary channel, stream-mouth bar, tidal flat, interdistributary beach, beach and density flow. They have their respective features and are easily distinguishable. Therefore, they can compare with the same types curves in other areas.

By studying these grain-size data, the author believes that the Qiligou sandstone is the deposit of the distributary channel in littoral plain. From bottom to top, its grain-size distribution curves mainly reflect torrential stream channel, point bar, distributary channel and overflow levee. Its C-M graph and grain-size parameter's plottings have features of fluvial deposit, too. In the most parts of the Xishan Coal Field, grain-size features of Qiligou Sandbodies reflect the deposit of distributary channel in littoral plain. They are deposits of stream-mouth bar only in a few localities.

Beichagou Sandstone is the fluvial deposit in littoral plain. From bottom to top, its grain-size distribution curves mainly reflect torrential stream channel, braided stream point bar, distributary channel and overflow levee. Its C-M graph and grain-size parameter's plottings reflect fluvial deposit, too. Grain-size features of Beichagou Sandbodies in the most parts of the Xishan Coal Field reflect the deposit of belted stream.

The grain-size analyses suggest that most of the major sandbodies be deposits of distributary channel in littoral plain, but Malan Sandbodies and Ooide-bearing Sandbodies be deposits of tidal flat. Iron-Sandbodies and Ximing Sandbodies are deposits of beach and interdistributary beach.