

# 论老地层石英颗粒表面特征 分析古沉积环境的可能性

缪昕

(石油部石油勘探开发研究院, 北京)

经国内外很多学者十几年的大量工作和努力, 运用扫描电子显微镜研究石英颗粒表面特征, 分析搬运机理和沉积环境的工作, 在现代沉积中已取得了成功, 并且已成为分析现代沉积的一个重要手段和方法。然而在分析古代沉积和重建老地层砂岩的沉积环境时, 由于在长期的地质时期中, 石英颗粒受成岩后生作用的影响, 沉积时的原始表面遭到破坏, 其搬运和沉积时留在表面的特征被掩盖, 使古环境的重建发生困难, 研究工作进展缓慢。并且使很多学者对用扫描电子显微镜研究石英颗粒表面特征重建古环境的可能性产生了不同的意见。

Pettijohn和Selley认为用扫描电子显微镜研究石英颗粒表面特征对古环境重建的作用是极其有限的, 甚至是无效的。Kransley认为石英颗粒表面特征分析只能局限在没有胶结成岩的现代和古代环境, 半固结和固结的沉积物不能用来作表面特征分析。Buu认为尽管很多古沉积岩中的石英颗粒表面特征分析是很困难的, 但是是可能的, 并在一些具体例子中获得了与用其它方法分析结论一致的古环境分析。国内这方面的研究工作也在开展, 有人曾对大庆油田白垩系姚家组地层的样品进行过研究, 但是没有成功。近年笔者对老地层中的石英颗粒表面特征开展了一些工作, 本文就辽河油田马41井第三系沙二段2719.00米砂岩中的石英颗粒表面特征分析, 提出笔者的认识。

## 一、样品处理

辽河盆地是郯-庐大断裂带北段(即营口-佟二堡断裂带)形成的中、新生代大陆裂谷型断陷盆地。西部凹陷是辽河裂谷中的大凹陷。样品取自西部凹陷马圈子构造上的马41井2719.00米砂岩。为下第三系沙河街组沙二段沉积。该砂岩段为本区的主要储油层。

老地层岩样都是固结和半固结状, 有些甚至很致密, 它和现代石英颗粒是不同的。处理老地层样品时, 除了采用现代石英颗粒的处理方法外, 必须首先洗油和分离。

### 1. 洗油

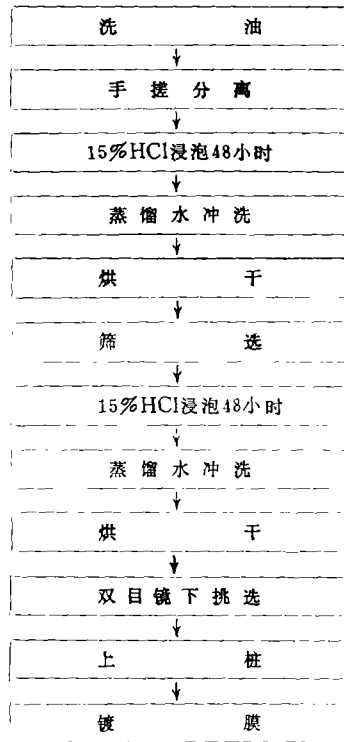
含油的样品(油砂岩、油侵砂岩等)应该首先洗油。可以采用索氏抽提法用脂肪抽提器洗油, 但是不能采用超声波洗油法和电磁搅拌快速抽提法, 以避免破坏石英颗粒表

面结构。少量的样品可以直接在试管中用有机溶剂浸泡洗油。溶剂可选用氯仿、四氯化碳、酒精加苯(1:1)、丙酮加苯加甲醇(15:15:70)等。

## 2. 分离

为避免破坏石英颗粒表面结构,分离样品是采用浸泡手搓的方法,绝不能用冲击的方式或硬接触研磨分离,只能用手指轻轻地研开,或者用两块橡皮夹住研开。针对砂岩的各种不同胶结物采用不同的溶剂反复浸泡、手搓、直至分离。采用这种方法处理样品时,尽管很谨慎,但是在石英颗粒表面总会产生一些细致的破损结构,尤其是固结较好,致密的样品。在分析时一定要充分意识到这一点,必须谨慎地区别分离过程中人为产生的机械破损特征和样品原有的结构特征。

这次分析马41井的样品是采用盐酸(HCl)浸泡,手搓的方法分离颗粒的。颗粒分离后分选是用20目和60目的筛子,选出粒级为0.3毫米到0.9毫米的颗粒,在双目镜下挑出30颗粒。整个处理流程如下:



## 二、扫描电镜观察分析

本样品在扫描电镜下观察时,为避免双目镜下挑样的错误,同时用X射线能谱仪作快速定性分析,确保样品颗粒无误。

首先对全部30个颗粒在不同放大倍数下作大致的观察。根据成岩后生作用对石英颗粒表面改造的程度,将颗粒分成以下三种类型:

1.成岩后生作用将颗粒表面全部改造。在这些颗粒上,搬运、沉积时留下的表面特

征全部被掩盖和破坏。整个颗粒表面都是次生加大的石英和溶蚀、沉淀(图版I,1—3),这种颗粒占全部颗粒的25%。

2.成岩后生作用将颗粒表面的大部分改造。这些颗粒搬运、沉积时留下的表面特征仅有一小部分没有被掩盖和破坏。在这些残留的原始表面上还可以看到搬运、沉积的痕迹(图版I 4—9),这种颗粒占全部颗粒的50%。

3.成岩后生作用仅将颗粒表面的一半改造。这些颗粒上,一半表面还残留着搬运、沉积时的特征和痕迹没有被掩盖和破坏(图版I、1—9),这种颗粒占全部颗粒的25%。

在对全部颗粒作观察和分类以后,用100到5000的不同放大倍数,着重对第2、3类颗粒的未改造表面进行观察分析。在这些面上有相当数量的小贝壳状断口(见图版I 5、6、8图版II, 2、3、5、6、8)。有些贝壳状断口尽管被沉淀层所复盖,但是还能看到(图版I, 9、图版II, 9)。有些颗粒表面上有半平行弧状解理台阶,(图版I, 6 图版II, 2)。在很多颗粒上可见到机械撞击形成的V形坑,这些V形坑不发育,不密集,并已被改造,重叠在贝壳状断口和其它一些断口上(如图版I, 5、6、9图版II, 2、6、9)。在图版II, 4上可以见到典型的、清晰的V形撞击坑。

以上这些特征均出现在颗粒的边缘和凸棱上。个别平面上也有小贝壳状断口和V形撞击坑。在所有未经成岩后生作用破坏的棱、角边缘上都能见到磨蚀作用的痕迹,但是这种磨蚀作用并不强烈。

由于成岩后生作用的影响,在全部颗粒上都有中等强度的次生加大现象和溶蚀、沉淀作用。这些化学作用的特征不能作为分析沉积环境的依据。

### 三、结 论

石英颗粒沉积后,经过长期的地质年代已被改造,但是马41井被分析的层位样品有75%的颗粒不同程度地残留了沉积时的原始表面或可辩认的原始表面。在这些表面上所呈现的特征是一致的。可以依据这些特征来分析古环境。

颗粒表面呈现V形撞击坑,说明颗粒是经水介质搬运的。

颗粒表面呈现大量小贝壳状断口和半平行弧状解理台阶,说明颗粒曾在较强的水动力条件下搬运。

V形撞击坑是叠加在小贝壳状断口和半平行解理台阶上的,说明颗粒经历了二次搬运沉积。颗粒棱、角边缘未经强烈的磨蚀作用改造,颗粒未经长距离的搬运。

综合分析所观察到的全部特征和特征组合,我们认为该地区的沉积物曾在强烈的外界作用力下脱离母岩,在很强的水动力条件下迅速搬运沉积,随后在较弱的水动力条件下搬运完成第一次沉积。而后又在较弱的水动力条件下作短距离搬运、沉积、埋藏,完成第二次沉积。最后的沉积相为河流三角洲沉积。

笔者通过扫描电镜分析石英颗粒表面特征得到的上述结论和通过其它方法分析得出的结论是一致的。

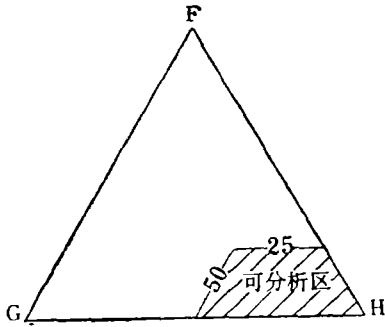
### 四、认 识

老地层中的石英颗粒是否能用作分析古沉积环境?笔者认为不能简单地从地层的新

老来区分, 而要从成岩后生作用对颗粒表面结构的影响来分析。首先在于样品的致密程度, 如果胶结得很致密, 分离不开, 或分离要破坏颗粒表面结构, 就不能分析。其次是成岩后生作用对颗粒表面改造程度。我们将石英颗粒表面受成岩后生作用改造程度分为三种类型:

1. 成岩后生作用将颗粒表面全部改造 (F);
2. 成岩后生作用将颗粒表面大部分改造 (G);
3. 成岩后生作用将颗粒表面一半改造 (H);

为了进一步说明可分析条件, 我们用 F、G、H 三端元图表示。在图中用斜线所表示的区域即为可分析区域, 当第一种类型 (F) 的颗粒占 25% 以下, 第三种类型 (H) 的颗粒占 50% 以上时, 我们认为是可以进行分析的, 分析结果是可信的。不满足上述条件时, 即使能分析, 其分析结果的可信度也是不够的。



F: 成岩后生作用将颗粒表面全部改造的颗粒占全部颗粒的百分比 G: 成岩后生作用将颗粒表面大部分改造的颗粒占全部颗粒的百分比 H: 成岩后生作用将颗粒表面一半改造的颗粒占全部颗粒的百分比。

图1 分析古沉积环境的三端元图

Fig. 1 The F. G. H. triangular diagram shows the discriminating paleoenvironment sedimentary conditions.

工作中得到应凤祥、陈丽华和康黎平的帮助, 在此表示感谢!

(收稿日期1982年10月27日)

### 参 考 文 献

- [1] Pettijohn, F. J. 1975, *Sedimentary Rocks*. Harper and Row, 3rd ed., New York, N. Y. P628.
- [2] Selley, R. C., 1976, *An Introduction to Sedimentology*. Academic Press, London. P408.
- [3] Kinsley, D. H., 1978, *The Present State and Future Prospects of Environmental Discrimination by Scanning Electron Microscopy*. Scanning Electron Microscopy in the Study of Sediments, Published 1978 by Geo. Abstracts, Norwich England, P 169-179.
- [4] Bull, P. A. and Culver, S. J, 1979, *An Application of Scanning Electron Microscope to the study of Ancient Sedimentary Rocks from the Saionia Scarp, Sierra Leone, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, Vol.26, P159-172.
- [5] 缪昕, 1981年, 石英颗粒表面“V”形撞击坑与化学溶蚀坑的鉴别、地质科学, 第三期, 291-293.

THE POSSIBILITY OF RECONSTRUCTING THE ANCIENT SEDIMENTARY ENVIRONMENT BY THE SURFACE CHARACTER OF QUARTZ GRAIN IN OLD STRATA

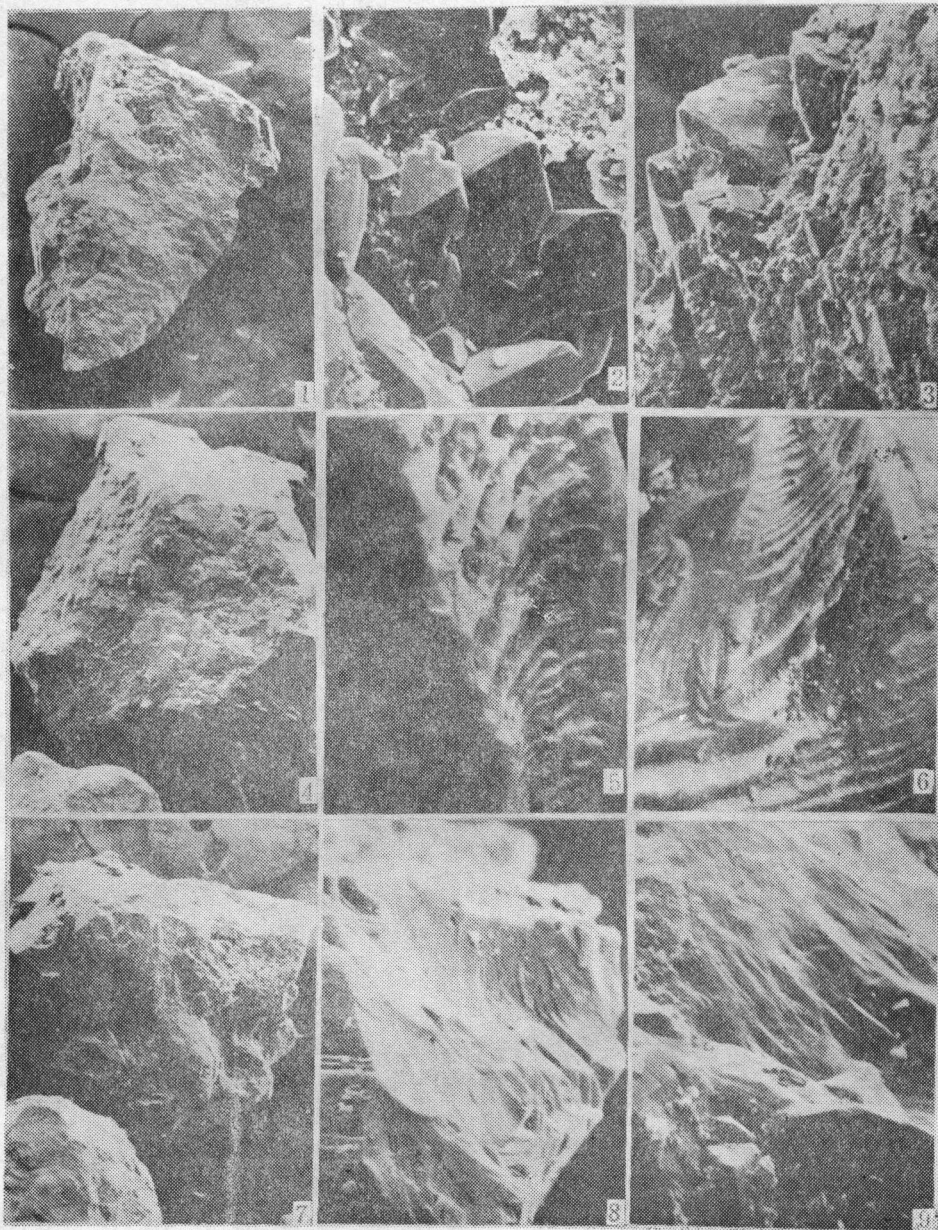
Miao Xin (缪昕)

(Scientific Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Beijing)

Abstract

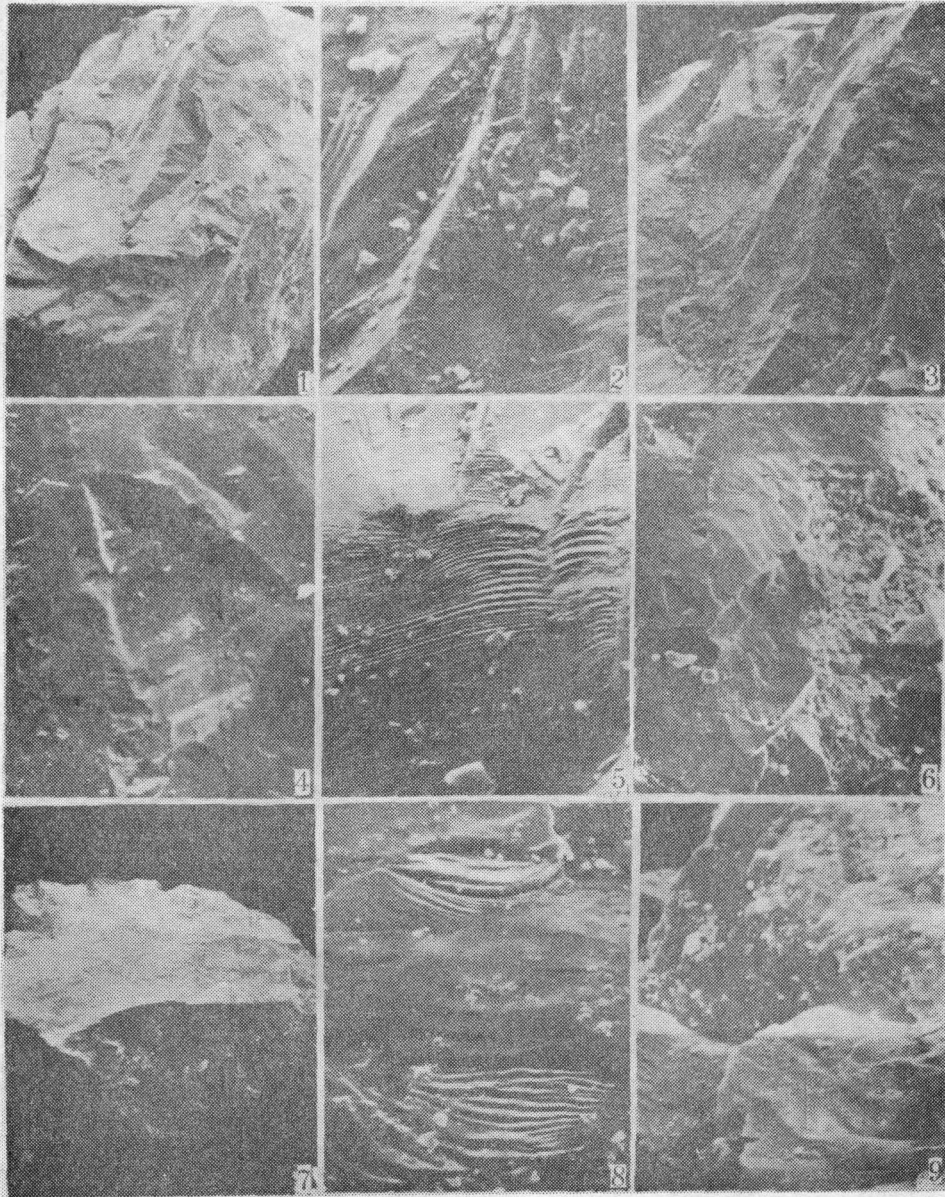
In this paper quartz grains of sandstone are taken as examples for the discussion of the possibility of reconstructing the ancient sedimentary environment by studying the textures of quartz grains with scanning electron microscope. The sandstone collected at the depth of 2719m from well Ma 41 in the Liaohe Oil Field belongs to the second unit of the Shahejie Formation of Lower Tertiary. Others consider that the key to the possibility lies in the condition of quartz grain surface reformed by diagenesis. The quartz grains in ancient sediments can be used for analyzing the ancient sedimentary environment provided over 75 per cent of quartz grain surface has not been fully reformed, and half of over 50 per cent of quartz grain surface has been reformed.

The discriminating conditions are explained further by F. G. H. triangular diagram.



1. 颗粒呈次棱状，表面全部为成岩后生作用改造，没有留下任何的特征残迹， $\times 31$  2. 晶体增长，溶蚀剥落， $\times 312$  3. 晶体增长，溶蚀、沉淀作用， $\times 312$  4. 颗粒全貌，呈次棱状，表面大部分为成岩后生作用所改造，棱上见残存的贝壳状断口，半平行阶梯状断口及“V”形撞击坑， $\times 57$  5. 棱上的小贝壳状断口，断口上有“V”形撞击坑，放大后见断口棱被轻度磨蚀，左侧为溶蚀剥落和沉淀， $\times 1140$  6. 小贝壳状断口和半平行阶梯状断口，断口上有“V”形撞击坑， $\times 1170$  7. 颗粒全貌，呈次棱状，颗粒表面大部份为成岩后生作用所改造，未改造部份见小贝壳状断口及“V”形撞击坑， $\times 60$  8. 小贝壳状断口，棱角边缘放大后见轻度磨蚀 9. 小贝壳状断口，断口上有“V”形撞击坑，左下侧为晶体增长， $\times 600$





1. 颗粒全貌，呈次棱状，颗粒表面约一半为成岩后生作用所改造，未改造部份见小贝壳状和半平行阶理断口，断口上有“V”形撞击坑， $\times 60$  2. 小贝壳状断口和半平行阶理断口，放大后棱上见轻度磨蚀， $\times 600$  3. 颗粒左上侧放大，棱、角放大后见轻度磨蚀、断面上见小贝壳状断口和“V”形撞击坑， $\times 120$  4. 图片3右侧局部放大，清晰，典型的“V”形撞击坑，切入方向清楚， $\times 600$  5. 断面上的半平行解理台阶， $\times 100$  6. 小贝壳状断口，右侧为晶体增长， $\times 300$  7. 颗粒全貌，呈次棱状，颗粒表面约一半为成岩后生作用所改造，未改造部份见小贝壳状断口和“V”形撞击坑， $\times 600$  8. 小贝壳断口， $\times 600$  9. 断面上见小贝壳状断口和“V”形撞击坑，左上侧为发育完好的晶体增长， $\times 600$