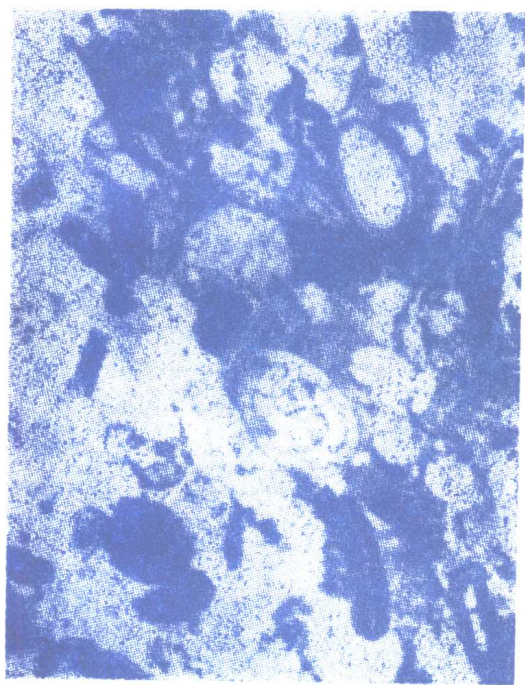


矿物学岩石学论丛

2



地质出版社

97年5月4日

矿物学岩石学论丛

(2)

武汉地质学院矿物学岩石学论丛编辑部 主编

地质出版社

矿物学岩石学论丛编委会

主 编: 彭志忠

副主编: 游振东 邱家骧 马志先

委 员 (以下按姓氏笔画为序)

王 濮	王文魁	王根元	王人镜
<u>马志先</u>	池际尚	苏良赫	李家振
李兆乃	何镜宇	沈今川	吴利仁
陈光远	邱家骧	曾永孚	周新民
<u>彭志忠</u>	游振东	穆克敏	潘兆椿
薛君治			

矿物学岩石学论丛

(2)

武汉地质学院矿物学岩石学论丛编辑部 主编

责任编辑: 马志先 王章俊

地质出版社出版

(北京西四)

蔚县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: $787 \times 1092^{1/4}$, 印张: $13^{1/4}$ 字数: 307,000

1986年12月北京第一版·1986年12月北京第一次印刷

印数: 1—1,895册 定价: 3.20元

统一书号: 13038·新280

目 录

黄骅拗陷中区下第三系砂岩的微相分析·····	何镜宇 余素玉 杨慕华 (1)
黄骅拗陷下第三系分散性固态有机质的显微镜研究·····	刘德猛 (18)
汉诺坝碱性玄武岩中深源包体的类型及成因·····	邱家骥 李昌年 (25)
山东临朐山旺一带新生代玄武岩的岩石学特征及地球化学特征 ·····	王方正 金隆裕 (43)
浙江嵊县一新昌碱性橄榄玄武岩中普通辉石和歪长石巨晶的矿 物学特征及其成因·····	王人镜 杨淑荣 (66)
玄武岩中的单斜辉石巨晶和歪长石巨晶·····	张德全 (82)
海南岛北部碱性玄武质岩石中的深源包体和巨晶矿物·····	曾广策 (98)
广东普宁麒麟幔源包体中角闪石及角闪石巨晶研究·····	赵海玲 (108)
湖南千里山花岗岩中黑云母特征及其岩石学意义 ·····	周珣若 吴国忠 白志民 (121)
脆硫锑铅矿晶体形态的初步研究·····	牛新喜 王文魁 (139)
湖北大冶山铁矿区钙铁石榴石系列的矿物学特征 ·····	赵爱醒 张学俊 朱宝华 李 岩 (150)
试用数学地质方法讨论山东金伯利岩岩石化学成分与含金刚石性 ·····	赵 磊 (163)
火山灰流岩浆作用——对北京延庆小张家口中生代熔结凝灰岩的研究 ·····	朱勤文 (172)
攀西裂谷带茨达和太和硷性花岗岩及其稀土分布型式的初步研究 ·····	叶振寰 施泽民 周伯第 (185)
闪锌矿—方铅矿镉分配系数地质温度计·····	童潜明 (197)

COLLECTION OF MINERALOGY AND PETROLOGY

Number 2

Contents

The Microfacies Analysis of the Lower Tertiary Sandstone in the Central Area of Huanghua Depression	<i>He Jingyu et al.</i> (16)
Microscopic Studies of Dispersed Solid Organic Matter of the Eogene System in Huanghua Depression	<i>Liu Deyi</i> (23)
Types and Origin of Deep-seated Inclusions in Hanoba Alkali-basalt	<i>Qiu Jiaxiang et al.</i> (42)
Petrologic and Geochemical Characteristics of Cainozoic Volcanic Rocks of Shanwang, Shandong	<i>Wang Fangzheng et al.</i> (65)
Mineralogical Characteristics and Origin of Augite and Anorthoclase Megacrysts in Alkaline Olivine-basalts from Xinchang-Chengxian of Zhejiang	<i>Wang Renjing et al.</i> (81)
Clinopyroxene and Anorthoclase Megacrysts in Basalts	<i>Zhang Dequan</i> (97)
The Mantle-derived Nodules and Megacrysts within the Alkaline Basaltic Rocks in the North of Hainan Island	<i>Zeng Guangce</i> (107)
Amphibole in the Upper Mantle Xenoliths and Amphibole Megacrysts from Qilin, Puning, Guangdong	<i>Zhao Hailing</i> (120)
The Characters and Petrological Significance of Biotite in Qianlishan Granite, Hunan Province	<i>Zhou Xunruo et al.</i> (138)
A Preliminary Study on Goniometry of Jamesonite	<i>Niu Xinxi et al.</i> (149)
A Study on the Mineralogical Features of Andradite Series from Tieshan Iron Mineral Deposit, Daye, Hubei	<i>Zhao Aixing et al.</i> (162)

- On the Relationship between Chemical Compositions of Shandong
Kimberlites and their Diamond Mineralization *Zhao Lei* (171)
- Ash-flow Magmatism-the Study for Mesozoic Ignimbrites Xiaozhang-
jiakou Yanqing Beijing..... *Zhu Qinwen* (184)
- A Preliminary Research on Petrochemical Features and REE Patterns
of Cida and Taihe Intrusions in Panzhihua-xichang Paleorift Zone
.....*Ye Zhenhuan et al.* (195)
- Geothermometer according to the Partition Coefficient of Cadmium
between Galena and Sphalerite.....*Tong Qianming* (204)

黄骅拗陷中区下第三系 砂岩的微相分析

何镜宇 余素玉 杨慕华

黄骅拗陷是在边沉积边断裂的过程中发展起来的断块式沉积盆地。下第三系沉积厚达3000—5000米，剖面由反映盆地发展的两大旋回层组成。第一旋回层为始新统孔店组—沙河街组四段组成，总厚1500—2000米；第二旋回为渐新统沙河街组三、二、一段—东营组，其底与沙四段是一沉积间断，顶为早第三纪末的区域不整合（图1）。下第三系主要的岩石类型是陆源碎屑岩，其中以砂岩、粉砂岩比较常见。

本文着重对黄骅拗陷中区（图2）下第三系几种已知沉积环境的砂岩作镜下微相分析。在研究区，通过大港地质研究所和我院王德发和孙永传等同志的长期工作，基本确定了该区下第三系的沉积相。我们除了参与部分相标志研究以外，1978年以来侧重对已知几种环境砂岩的微相和成岩特征进行了研究。我们所提的砂岩微相（Microfacies）特指砂岩中具有环境意义的微观特征的综合。本文成果建立了研究区下第三系几种已知环境砂岩的镜下微相模式，这些模式可作为区内下第三系砂岩比较直观的综合性的环境标志。

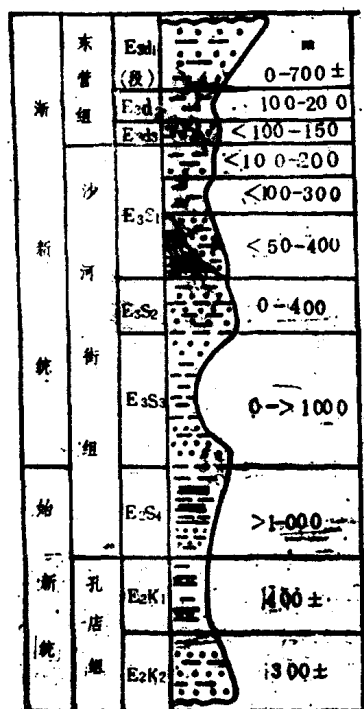


图1 研究区下第三系两个旋回层示意剖面图

（据大港地质研究所，1980 略修改）

Fig.1 Sketch profile of two cyclic formations of L. Tertiary System of the region.

(Modified from Dagang Geological Institute, 1980)

具有环境意义的微观特征的综合。本文成果建立了研究区下第三系几种已知环境砂岩的镜下微相模式，这些模式可作为区内下第三系砂岩比较直观的综合性的环境标志。

一、本区砂岩中砂屑 组分的环境意义

研究区下第三系砂岩的砂屑组分包括他生硅酸盐砂和自生碳酸盐砂。前者指石英、长石、岩屑以及云母等陆源碎屑；后者福克 (Folk, 1959) 称“异化粒” (“allochom”) [1]，包括骨骼碎屑、内碎屑、鲕粒、团粒以及其它凝聚粒。佩蒂庄 (F.J. Pettijohn, 1957b) 将这类砂级碎屑碳酸盐颗粒与碎屑石英混合称为“钙屑砂” (“Calcareous sand”) [2]。钙屑砂与陆屑砂一样作

为砂岩的骨架要素。随着钙屑砂比例增加逐渐变为砂质灰岩。本区下第三系砂岩中均见不同丰度的异化粒，主要类型是鲕粒、内碎屑和骨粒（图3，照片1.2.3）。这些颗粒在砂岩中出现，已成为水下沉积体系的一种有意义的标志。富含异化粒还是湖滨滩相的证据之一。例如，歧86井沙一下（ E_3S_1 下）和沙二上（ E_3S_2 上）砂岩中富含鲕粒，是含鲕砂滩沉积的特点，往西南横向变为鲕滩。

陆屑矿物在一定程度上反映了矿物成熟度，但和物源有密切关系。因此在单物源条件下，这些砂屑矿物是令人满意的微相标志。研究区砂岩主要由北源物质所供给，但南源影响也较大，通过各环境砂岩陆屑成分三角图对比，标志环境的作用不理想。

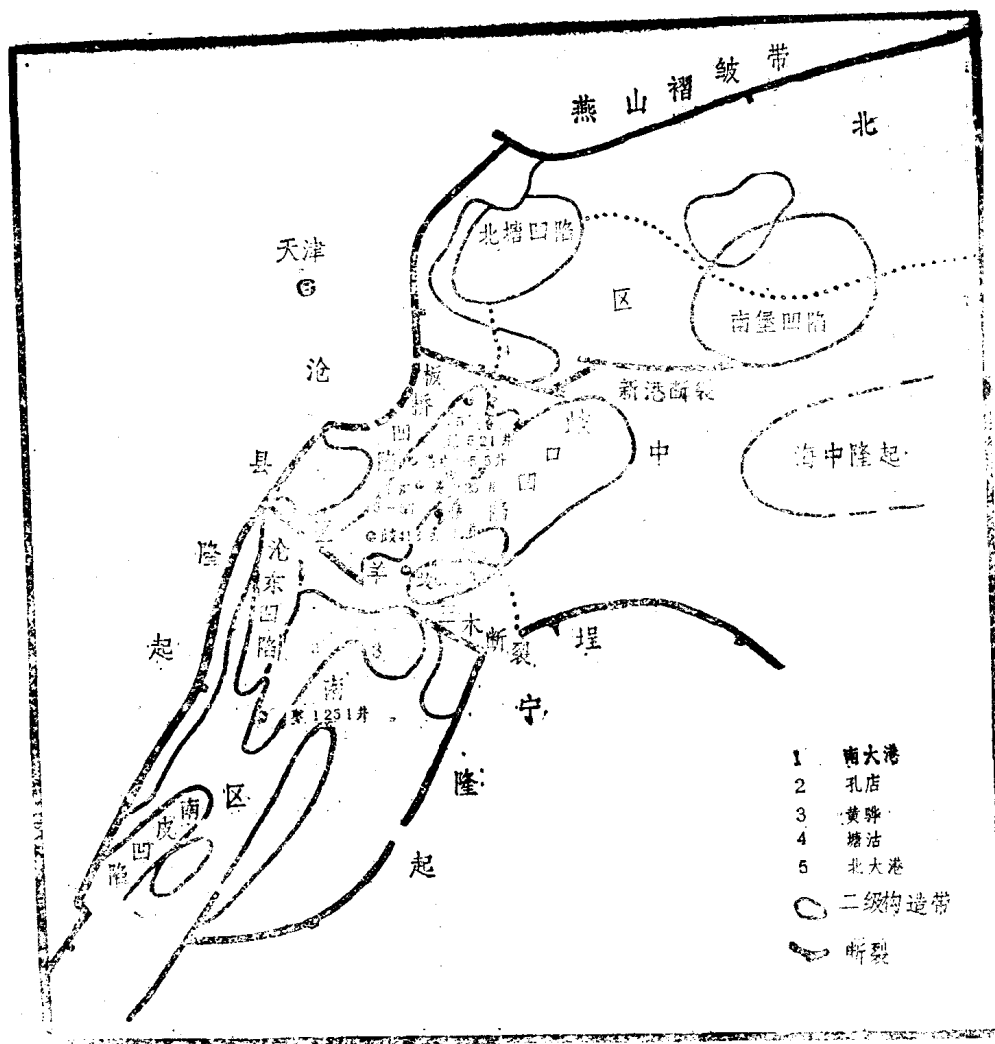


图 2 黄骅拗陷区划和研究区井位分布示意图

(据大港地质研究所, 1980, 略修改)

Fig.2 The division of Huanghua Depression and the distribution of drills.

(Modified from Dagang Geological Institute, 1980)

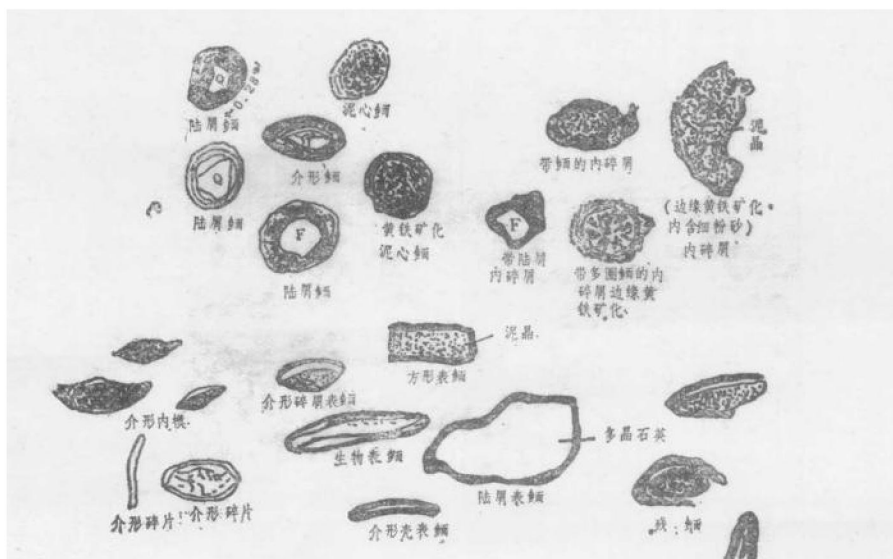


图 3 研究区下第三系砂岩中的异化粒类型

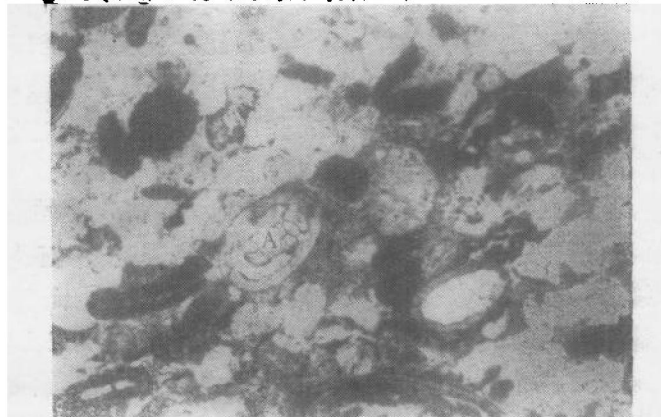
Fig.3 The allochem types of L.Tertiary sandstone in the region.



照片1 细砂岩中的螺内模颗粒, C为壳轴溶孔

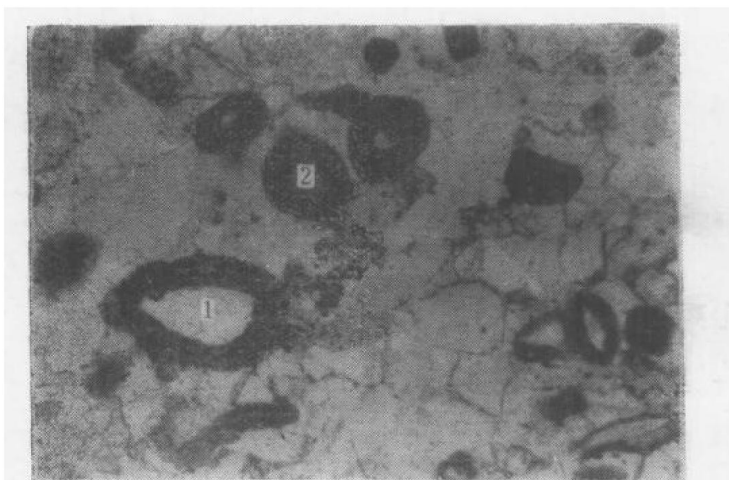
港9-65井 2532.78-84 砂坎砂岩 单偏光10×25

photo 1 An inner mold of a helix in fine grained sandstones c—the resolved hole of the shell axis. From Drill Gang S-65 2532.78-.84. sand bar sandstone PPL 10×25.



照片2 湖岸滩砂岩中的介形虫壳 (A) 歧86井 (90) 单偏光10×10

photo 2 The ostracoda (A) in sandstones from a lacustrine shorezone PPL 10×10



照片3 湖岸滩砂中的陆屑多圈鲕(1)和泥心鲕(2) 鲕粒大小与周围陆源碎屑粒径相当

歧86 (47) 2965.89m 单偏光 10×10

photo 3 Terrigenous multiple layered oolite (1) and mud-cored oolite (2). The grain size of the oolite is correspondent to that of the surrounding terrigenous fragments.

Drill Chi 86 (47) 2965.89 meters PPL 10×10.

二、与水流有关的砂岩填集性质——支撑型式

砂岩的结构和组构与沉积环境中水动力条件关系密切。砂岩组构指碎屑颗粒或矿物颗粒聚集成集合体的方式，包括颗粒的定向和填集 (packing)。填集是不定向的，按美国地质学会编“地质辞典” (1972) 的定义，填集是“矿物颗粒在岩石中的分布或聚集形象” [3]。一般可分为均一性填集和二分性填集。支撑类型 (Supported types) 为二分性填集，主要受水流冲洗作用的控制，而且在镜下观察又比较直观，故为建立本区镜下微相模式的重要依据。

(一) 支撑类型的划分及有关问题

邓哈姆 (Dunham, 1962) 曾提出，根据碳酸盐颗粒是彼此支撑还是分离，即呈颗粒支架 (或支撑) 还是泥支撑，将岩石分成四大类。两种支架类型界线并没有含量限制，注意的只是颗粒能否按“底盘间隙、隐蔽效应、港湾状接触、过分紧密的填集”等四条准则搭成格架，能够成格架的则为颗粒支撑 [4]。这是因为碳酸盐颗粒的类型较多，形状变化比较大，界限难于用一种含量标准来确定。而在砂岩中，碎屑颗粒形状变化不大，多数为近等轴粒状颗粒，故可以一定含量作为确定界线的标志。

我们曾根据研究区几十口井的资料，提出本区支撑类型划分的基质含量界线与胶结类型和水流能量关系的图解 (图4)。含量界线的确定主要考虑胶结类型与颗粒构成格架的关系，如薄膜式、接触式和孔隙式胶结砂岩多半呈颗粒支撑型式；而全部基底式则是泥基支撑型式。又据大量钻井剖面的砂岩特征资料，泥基质含量到25%以上，几乎全部是基底式胶结类型 (表1)。由于泥基质从零到25%范围较大，表明水流能量有明显差别。故可按泥基质含量进一步划分成以下三类：无泥颗粒支撑型 (泥基质0—2%)，少泥颗粒支撑型 (2—10%)，多泥颗粒支撑型 (10—25%)，依次水流能量由强到弱。

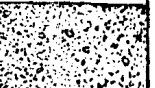
类 型		颗 粒 支 撑			泥 基 支 撑		
		无泥	少泥	多泥	多粒	少粒	粘土
							
鉴 别 标 志	泥含量(粘土泥)	<12%	2%—10%	10%—25%	25%—50%	50%—98%	>98%
	胶 结 类 型	薄膜式 接触式 连晶式 再生式	接触式 接触孔隙 薄膜—孔隙式孔隙	孔隙式 孔隙—基底式	基底式		
	成岩期化学沉淀胶结物	方解石连晶和亮晶白云石亮晶加大长石石英或无化学沉淀物	局部小—中型方解石连晶、	零星方解石亮晶偶见加大石英			
	孔隙性(相同紧密程度下的比较)	多孔隙(方解石—连晶除外)	少孔隙	极少孔隙	未见孔隙		
岩石类型		砾岩——砂岩				含砾或砂质(或含粉砂—粉砂质泥岩)	泥岩
碳酸盐泥(指白云石泥和方解石泥)			少白云石泥、颗粒少方解石泥、支撑	多白云石、颗粒多方解石、支撑	方解石泥基支撑白云石泥基支撑	含砾或砂质泥晶白云岩或灰岩	泥晶白云岩或灰岩
冲 洗 程 度		干净	较干净	较不干净	不干净		
水 流 能 量 级		强扰动水(高能)	中等扰动水(中等能量)	弱扰动水(低能)	静水(最低能)		

图 4 砂岩支撑类型和胶结类型与水流能量关系 [5]

Fig.4 The supported and cementing types of sandstone with relation to flow energy

表 1 港521 东营组各类岩石压固和胶结对比表

Table 1 A comparison of compacting and cementing of various rocks in Dongying Formation from Drill Gang-521

特征	岩石类型	细 砂 岩	粗 粉 砂 岩	细粉砂岩	泥岩
接触类型		颗粒点接触和线接触	颗粒点接触—不接触， 少见线接触	颗粒 不 接 触	/
胶结类型		接 触 式 孔隙—接触式	接触—孔隙式 孔隙—基底式 少见孔隙—接触式	基底式	/
胶结物含量		5—15%	10—25%	25—40%	
孔 隙 度		10—20%	5—10% 少见10—20%	5%	未见孔隙
胶结物成分和重结晶程度		高岭石和钙质，前者为 显微粒状，后者为亮晶 方解石，常呈嵌晶状。	泥钙及钙泥质，泥晶状， 少见显微粒状高岭石	水云母泥显微 鳞片状	主要成分水云 母泥显微鳞片 状
储集性质		较好—中等	中等—较差	差	极差

在本区，沙河街组沉积期碳酸盐沉积比较普遍，接近较封闭的深洼常见碳酸盐沉积。因此泥基质成分有两种：一是粘土泥，另一是碳酸盐泥（包括白云石泥和方解石泥）。粘土泥以水云母为主，但有的环境中，如河流沉积环境，粘土泥是水云母外加高岭石。这些粘土泥是与砂粒一同搬来的，杂有有机质或细粉砂，看上去“较脏”，与孔隙充填的无色透明的成岩高岭石明显不同（照片4.5）。在砂岩中出现较纯的白云石或方解石泥，说明冲洗掉粘土的陆源砂再一次进入碳酸盐盆地的低能环境。这是水下（湖盆以下）沉积的特征，而冲积环境砂岩中少量的方解石泥常混有明显的粘土泥，显“脏”。说明冲积环境水力变化较大，粘土泥不易簸选干净，后又与化学沉淀的方解石泥混在一起。仅以港521井东营组三角洲砂岩和粉砂岩的薄片描述为例（表1），碎屑颗粒越细，粘土泥基质的含量越高，越粗则较少（该表所列胶结物是广义的，包括主要为水云母的泥基质）。上述规律符合在牵引流沉积作用前提下的机械沉积分异顺序。也就是说，如果较粗粒的砂岩含较多的泥基质，这种异常情况很可能由于浊流或其它未分选的沉积作用（如冰川沉积）造成。因此划分支撑类型应采用同一类粒级大小，通常以粗粉—细砂，或常用细砂，这既可以排除粒度粗细的干扰，又可在大多数情况下有助于区别牵引流和浊流沉积，



照片 4 成岩期孔隙中沉淀的高岭石，自形好，集合体呈书册状
扫描电镜×2500
photo 4 kaolinite deposited in the pores in diagenesis, euhedral, booklike aggregates
SEM ×2500



照片 5 粘土泥基质，片状矿物为粘土矿物，其中混有细粉砂碎屑
扫描电镜×1000
photo 5 pelitic matrix, showing sheetlike clay minerals intermingled with silty fragments
SEM ×1000

（二）本区常见几种沉积相细粒砂岩的支撑型式

在研究区，我们先后对歧89井（滨Ⅰ—Ⅱ油组）的湖岸滩砂，歧643井（沙三段）的堡坝砂，港526井（东一段），港521井（东营组）和港68井（东三段）的三角洲前缘砂，港深5—5井（板Ⅱ油组）颗粒流砂以及港225井（明化镇和馆陶组）和枣1251井（沙4-孔，）冲积砂作了微相类型分析。发现堡坝和颗粒流细砂岩中有较多的无泥颗粒支撑型；浊积细砂岩出现较多少泥—多泥颗粒支撑甚至多粒泥基支撑型，其中泥基质主要为方解石和白云石泥。堡坝细砂岩是在高能牵引流条件下堆积的；颗粒流细砂岩多半是颗粒冲洗干净后，又以

重力流的方式进入低能环境,多见白云石泥。冲积细砂岩虽然也多见少泥—多泥颗粒支撑,但基质主要是粘土泥,说明是水上(指湖盆以上)沉积体系的产物。三角洲前缘细粒砂岩主要是无泥—少泥颗粒支撑,少见多泥颗粒支撑型式。说明该环境水流有一定的冲洗能力,但比堡坝环境的差,却比冲积时的能量稍强。湖岸滩细砂岩也常见无泥颗粒支撑型(图5)。

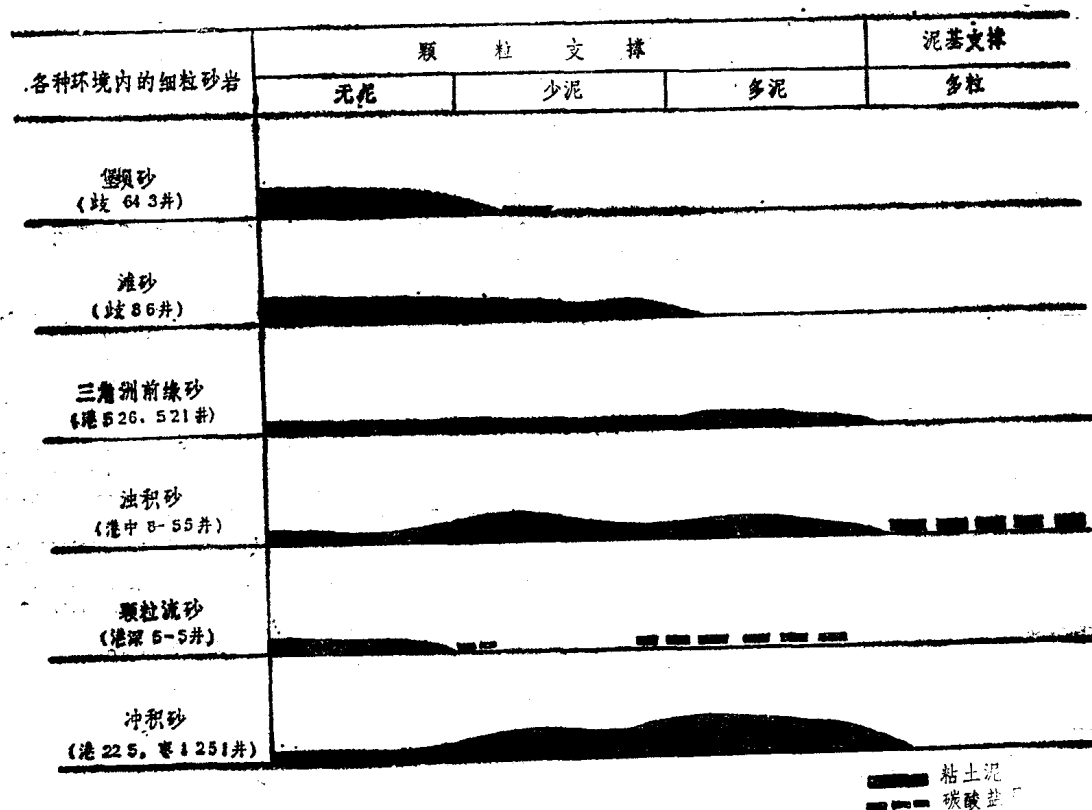


图 5 细砂岩几种沉积环境支撑类型对比图

Fig.5 A comparison of supported type of fine-grained sandstone from various environments

三、几种已知沉积相细砂岩的结构性质——含斑性

砂岩的原始沉积结构如粒度、磨圆度和分选性等可以直接反映沉积环境的水力学性质。砂岩含斑性是分选性的一种补充结构。所谓含斑性,指砂岩碎屑部分具有粗细较为悬殊的两部分:一群是细级碎屑部分,含量很高,大小比较均一或不均一(既分选好或中等到差),构成背景;另一群含量低,与较细级部分粒度相比明显大一级以上,称之为“跳级颗粒或斑屑,诸如细砂背景中具砾级或粗砂级斑屑,跳过了中砂级;中砂中有砾斑跳过了粗砂级等。含斑性与分选性不能混同,后者碎屑粒度连续变化,无斑屑(图6)。但是具含斑性的砂岩,其细级背景部分可以是分选好到中等,至甚较差。

据分析,碎屑在牵引流沉积作用下,其粗细分布的顺序受机械沉积分异作用的控制。由于分异不是一次完成,每次也不一定按完整顺序沉积(既砾—砂—粉砂—粘土顺序),所以在某一沉积地点上的碎屑沉积,其粒度常是依次变化的。值得提出的是,在牵引流沉积条件下,碎屑颗粒的粒度与分选性有一种有趣的关系,既粒度愈是向细粒变化,分选性愈好。

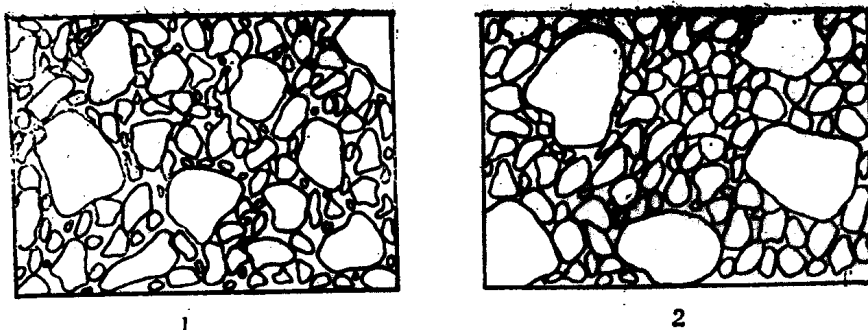


图 6 砂岩中两种结构特征示意图

1—分选性(差); 2—含斑性

Fig.6 Schematic pictures showing two kinds of textural features sandstone 1—Sorting (poor); 2—Insetiferous

故细砂岩分选性一般都比粗砂和中砂岩要好。这是因为细粒砂是最活跃的沉积物。通过水力学实验表明[6]，当流水的起动能力减小时，粗的颗粒最先沉积。粉砂和泥等悬浮载荷和细砂一起搬运时，随着流水起动能力和搬运能力的进一步降低，它们会同时沉积。而粉砂和泥因其起动流速与沉积临界流速值相差很大，一旦沉积下来便较难再呈悬浮状态进行搬运。细砂颗粒则较容易再次进行搬运，故分选愈好。在这种情况下，分选好的细砂岩都不具含斑性。但在重力流沉积作用下，较粗的碎屑常混入含悬浮状态泥砂的高密度流之中，又因重力影响被高速带入较低能环境。岩石的粒度分布既不服从机械沉积分异作用，又不会出现上述细砂级碎屑与分选性的相关关系，因此可能常见斑屑而具含斑性。

各种环境内的细粒砂岩	方解石连晶式	碳酸盐亮晶孔隙式	加大石英再生式	泥质块石
堡坝砂 (歧643井)				
滩砂 (歧86井)				
三角洲前缘砂 (港525, 521井)				
浊积砂 (港中8-55井)				
颗粒流砂 (深港5-5井)				
冲积砂 (港225, 1251井)				

图 7 本区几种常见环境细砂岩结构对比图

Fig.7 A comparison of textures in fine-grained sandstones from several common environments of the region concerned

按图7所示，浊积砂岩中的含斑性最为常见。因具洪积性质，斑屑是砾级和粗砂级，背景碎屑部分分选性较差—差(C—D级)，磨圆度次角为主，尚见次角—次圆。颗粒流细砂岩为重力流性质的岩石，也常见含斑性。这可能是再沉积型的产物，其背景部分分选中等—较好(B级为主)，磨圆度次圆为主，斑屑多见粗砂级。堡坝砂岩和冲积砂岩是比较

典型的牵引流沉积，未出现含斑性，但堡坝砂岩分选性好（以A级为主），次圆为主；而冲积砂岩分选性中等一较好（以B和C级为主），磨圆次角一次圆。在湖岸滩砂中也见斑屑，分选B-C级，次圆为主。可能与突然出现的强水流搬运有关，也可能是短时间风暴引起的重力性质的沉积。

四、本区几种沉积相砂岩的胶结物和其它自生矿物

砂岩的主要成岩历史，一方面是胶结历史或胶结物沉淀和转化的历史，另一方面也是碎屑颗粒紧密程度的变化历史。前者在胶结作用下进行，后者受机械压实作用控制。多数情况下胶结作用抑制机械压实作用，但在一定程度上机械压实因成为地下水流动的动力又会促进化学胶结作用的进行。

据研究，本区各种沉积环境的砂质沉积物在成岩过程中继续受环境因素的影响，但这种影响随着埋藏深度的加大越来越小。因此，这些沉积物早期的成岩标志往往与沉积环境关系更为密切。而沉积环境影响砂岩的成岩历史，主要是环境本身赋予该砂岩的支撑类型起作用。例如无泥和少泥颗粒支撑的砂岩，孔隙水活跃，溶解作用、沉淀作用以及各种交代转化是主要的成岩作用。而且碎屑颗粒经受压实作用由飘浮一点一线一凹凸接触，以及石英、长石的自生加大随深度加大越来越发育等成岩现象较显著。可以认为早期胶结物显示与沉积环境的直接关系：较晚期的胶结物可以间接指示沉积环境。至于多泥颗粒支撑以及多粒泥基支撑的砂岩，孔隙水流动受到限制，主要的成岩作用是重结晶和压实，只能根据泥基质的成分来分析沉积环境。

现以本区堡坝与颗粒流砂岩以及湖岸滩砂岩为例，说明其中各阶段沉淀的胶结物与沉积环境的关系（图8）。

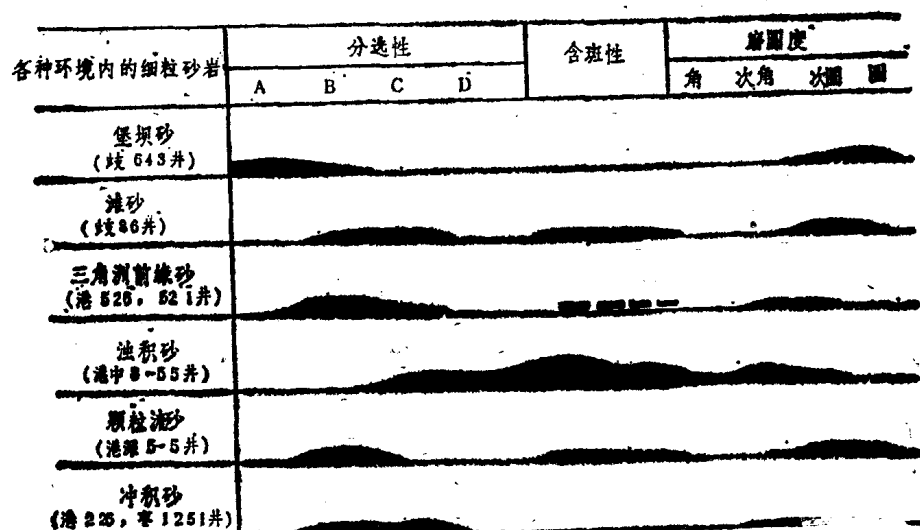


图8 本区几种沉积相细粒砂岩胶结物和胶结方式对比图

Fig.8 A comparison of cementing types and materials of fine-grained sandstones from several sedimentary environments in that region.

堡坝和颗粒流细砂岩几乎都呈无泥颗粒支撑型式，所以化学沉淀的胶结物占据大量的孔隙空间。但这两种砂岩的胶结物成分不同。堡坝砂岩（歧643井ES₃）深度2195.62—

2204.95米,胶结物有以下几种:(1)自生高岭石充填孔隙;(2)窄边加大的自生石英;(3)局部胶结的连晶方解石。颗粒流砂岩(港深5—5井,板Ⅲ油组),深度395.95—3947.36米。胶结物成分有:(1)中边一宽边甚至是自形的加大石英和长石;(2)亮晶方解石零散充填孔隙;(3)局部连晶方解石胶结。以上两种无泥颗粒支撑的细砂岩,胶结物发育,而且普遍见有加大的自生石英,颗粒流砂岩中还常出现自生长石。由于颗粒流砂岩深埋在3900米以下,而堡坝砂岩在2100米以下,自生石英发育特点不同,前者发育宽边甚至出现自形,后者仅是窄边加大。显然深埋的良好热力学条件也是重要的因素,无疑无泥的孔隙空间是首要条件。

又如本区湖岸滩环境的细砂岩,主要是无泥—少泥颗粒支撑型,其中泥基质为白云石。深度在2900米以下到3016米。有两种胶结物:一是大量的方解石连晶;另一是集块式加大石英被包围在连晶方解石之中,连晶方解石在无泥支撑型的砂岩中分布普遍,在少泥型中局部存在。我们认为这里大部分连晶方解石是成岩早期形成的,而且与沉积环境有比较密切的联系。砂岩中大部分连晶方解石的特点是颗粒边缘异常干净,未见原胶结物的残留痕迹。连晶较大一般在一毫米以上。同时常见一种有趣的现象,即加大石英较集中处成假紧密的集块状。由该岩石沉积时接近碳酸盐沉积环境,岩石堆积有钙质生物,主要是螺和介形虫,原生水中不乏碳酸根和钙离子。湖岸滩水流能量一般较高,反复冲洗砂粒,沉积物孔渗性较好。在成岩早期生物软体部分分解造成局部酸性条件,不断溶解生物钙质壳(特别是软体动物的文石质壳)提供 CaCO_3 ,源源不断进入已经有一定 CaCO_3 浓度的孔隙水中。这时溶液遂呈碱性

反应,而且 CaCO_3 溶液不断处于过饱和状态。砂质沉积物无泥孔渗性极好,在未压实前,就较缓慢结晶成一片片光性一致的方解石连晶。这些早期成岩阶段形成的连晶之中,还见加大石英集中的现象或加大石英基本上未被溶蚀现象(图9)。据观察,这些加大石英不可能晚于方解石连晶生成,因为周围完全被方解石连晶封闭,不存在孔隙水通道。而其生成早于方解石连晶也有很大难以解释之处,如为什么加大石英多数未被溶蚀而且有集中现象?我们认为这些加大石英差不多是在连晶生成同时或稍早时形成的。可能是 CaCO_3 在缓慢沉淀结晶成连晶过程中,大量溶蚀碎屑颗粒带出 SiO_2 ,在薄片可见这种溶蚀的证据。由于砂质沉积物中孔渗性不均匀, SiO_2 不能全部被水带走,局部富集在附近孔渗性较差

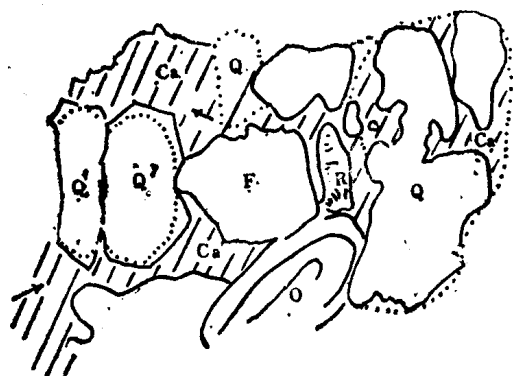


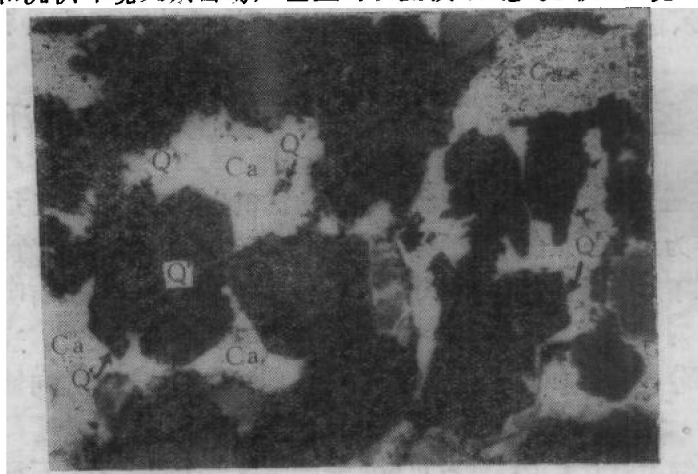
图9 方解石连晶(Ca)与自生加大石英(Q)的关系—方解石强烈溶蚀碎屑石英(Q),自生加大石英基本上不受影响

歧86井(滨Ⅰ—Ⅱ组,10×25,正交)

Fig.9 The relationship between poikilitic calcite (Ca) and the overgrown quartz (Q')—the quartz fragments (Q) are highly corroded by calcite, but the overgrown quartz grains are not affected. (Drill Chi-86, Bin I—I I formations 10×25 PXL)

的地方,在 $\text{pH} < 9$ 条件下,局部因 SiO_2 浓度增高而形成加大石英,而且出现集中现象。由于两者沉淀结晶近于同时,所以加大自生石英基本上未被溶蚀,少数在高倍镜下见微齿状。可能是稍早的证据。上述早期方解石连晶在湖岸滩相细砂岩中发育绝不是偶然的,正说明

其与原生沉积条件和沉积环境关系密切，甚至可以直接标志沉积环境（照片6）。在少

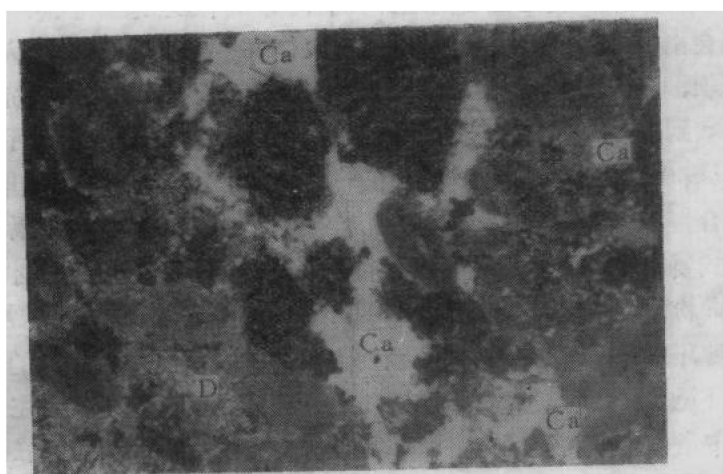


照片6 湖岸滩砂岩，方解石连晶式胶结，连晶强烈溶蚀碎屑石英（Q），但次生加大石英（Q'）较集中，其晶边却完好无缺。两者经常同时出现

歧86 (95) 2985.68m 正交10×10

photo 6 Lacustrine beach sandstone, calcite cements of pokilitic type, the calcite cements strongly corroding quartz fragments (Q), but the overgrown quartz (Q') is localized and the crystal edges of which are perfect. These two types often appear together.

Drill Chi-86 (95) 2985.68m XPL 10×10



照片7 湖岸滩砂岩，少泥型式中局部的方解石连晶（Ca），颗粒边缘有残留的白云石泥晶，说明白云石泥晶，（D）早于方解石连晶，且同时未见加大石英

歧89 (96) 2689.24m 正交 10×10

photo 7 Lacustrine beach sandstone, pokilitic calcite (Ca) of less muddy cement type, there are relic dolomite micrites (D) along the border of the grain, illustrating dolomite micrites are earlier than pokilitic calcite. No overgrown quartz is found.

Drill Chi-86 (96) 2986.24m. XPL 10×10

泥支撑型中局部连晶方解石，边缘有泥晶残留，显然是较晚期形成的，其中也未见集块式的加大石英（照片7），与环境关系不大。

除了胶结物以外，各种沉积相砂岩中还见有海绿石和黄铁矿等自生矿物。经研究，黄骅拗陷港字号和歧字号井中，下第三系沙河街组和东营组砂岩和粉砂岩中普遍见有微量海绿石，含量约0.01—0.1%。海绿石的形成一般认为是在海水作用下形成的，海绿石存在表明