

文章编号: 1000-0550(2003)03-0416-07

鄂尔多斯盆地白垩纪沙漠石英沙颗粒表面特征^①

江新胜^{1,2} 徐金沙² 潘忠习²

1(成都理工大学沉积地质研究所 成都 610059)

2(中国地质调查局成都地质矿产研究所 成都 610082)

摘要 沉积环境的判别是沉积盆地分析、古地理、古气候研究和储层评价的重要手段。石英具有较大的硬度和较高的化学稳定性,因而其沉积物颗粒表面特征能很好地反映沉积环境,而通过扫描电镜研究石英颗粒表面微细特征是分析沉积环境行之有效的方法。尽管鄂尔多斯盆地早白垩纪志丹群存在沙漠沉积已被广为接受,但石英颗粒表面微细特征分析还比较薄弱。对采自鄂尔多斯盆地白垩纪志丹群洛河组(K₁l)和罗汉洞组(K₁lh)的沙丘沙进行石英颗粒表面微细特征分析的结果表明,其石英沙颗粒表面特征具有明显的风成特征,及易与水成特征相区别。因此,本研究从石英沙颗粒表面特征方面进一步肯定了鄂尔多斯盆地白垩纪古沙漠的存在。

关键词 鄂尔多斯盆地 白垩纪沙漠 石英沙颗粒表面特征

第一作者简介 江新胜 男 1956年出生 博士 研究员 古生物学和地层学

中图分类号 P534.53 **文献标识码** A

石英具有较大的硬度和较高的化学稳定性,因而其沉积物颗粒表面特征能很好地反映沉积环境,而通过扫描电镜研究石英颗粒表面微细特征是分析沉积环境行之有效的方法。石英颗粒表面特征可分为机械成因、化学成因和附生物特征三大类^[1-3]。机械成因的特征是颗粒在搬运过程中受到机械作用而产生的痕迹。主要有磨圆度、贝壳状断口、V形撞击坑、直撞击沟和弯撞击沟、新月形撞击坑、碟形撞击坑、擦痕、平行解理台阶、平行解理面、上翻解理薄片等。化学成因的特征是石英颗粒受沉积环境化学作用而产生的特征。主要可分为SiO₂溶蚀作用、SiO₂沉淀作用和晶体生长三方面。常见的化学特征是鳞片状剥落、深邃的溶蚀坑和溶蚀沟、方向性溶蚀坑、SiO₂沉淀作用和晶体生长。表面附生物主要是生物、矿物和某些特定环境中的元素。

在风成环境中,由于沉积介质的低缓冲作用、颗粒运动的高速度以及强烈频繁的温度、湿度和pH值的变化,形成了高机械能和高化学能环境,所造成的颗粒表面特征也最丰富、最特征,且最具环境意义。本文对采自鄂尔多斯盆地白垩纪沙漠沉积洛河组(K₁l)和罗汉洞组(K₁lh)的样品进行了系统分析,其结果与前人总结的沙漠特征完全吻合。

1 地层系统与沉积环境

鄂尔多斯盆地是华北陆块西部的一个典型的大型

内陆盆地,白垩纪以来长期处于干旱环境之中。盆地中白垩纪地层分布广泛,约占盆地面积2/3,由河湖相夹风成砂岩组成,上与第三系不整合接触,下与侏罗系或更老地层不整合或假整合接触。白垩系下统志丹群自下而上分为宜君组、洛河组、环河华池组、罗汉洞组、泾川组及东胜组,上统缺失。沙漠相主要发育于洛河组和罗汉洞组。此外,在环河华池组及泾川组中均发育多层风成沙岩夹层^[4-14]。

宜君组:分布于盆地南部,呈从西南到东北减薄的楔状体(0~65 m),为一套紫灰、棕红色砾岩夹砂质泥岩条带或砂岩透镜体地层,属洪积扇沉积。

洛河组:为紫红、桔红、灰紫色块状中-细粒长石石英砂岩,大型板状交错层理发育。其厚度由西南向东北变厚(130~355 m)。在沮水以南与下伏宜君组为连续沉积,以北由于宜君组的缺失,直接覆于中侏罗统安定组之上。洛河组为全盆地主要风积层位。在盆地西南缘千阳草碧沟一带为冲积扇和沙漠过渡带,厚130 m,向西北则全为沙漠沙岩。

环河华池组:厚329~625 m。盆地北部的主要为黄绿、紫红色长石砂岩,中部及南部主要为灰绿、棕红色泥页岩与粉砂岩互层。厚度从北向中部及西南缘逐渐变薄,为一套河湖相沉积,在其下部夹有数层风成沙岩。

罗汉洞组:厚107~388 m,分布于盆地西部,上部为棕红色块状长石石英砂岩,大型板状交错层理发育;

① 国家自然科学基金项目(批准号:49572113)资助

收稿日期:2003-03-07 收修改稿日期:2003-06-11

下部为暗紫、浅灰色泥岩及粉砂岩。该套地层主要为风成沙丘沉积,其间所夹暗紫、灰绿色砂质岩或粉砂岩中见泥裂,为丘间沉积。

涇川组:地层厚 114~557 m,分布广泛,但盆地南北岩性变化较大。南部涇川一带为杂色泥页岩与粉砂岩互层;北部除与涇川一带岩性相同外,在其下部还多一套灰黄色长石石英砂岩,局部夹较多的薄层假鲕状灰岩透镜体。以湖相沉积为主,在局部发育有沙丘沉积。

通过野外和室内分析,其沙丘沉积特征是:以紫红色中一细砂岩为主,分选性和磨圆极好。岩性疏松,无杂基,特别是不含云母片和粘土。沙粒表毛玻璃化,并覆以铁、锰质薄膜。巨—大型楔状和板状交错层理发育,层组界面(风蚀面)平整^[8,9]。粒度分布以跃移组为主,无悬移组分,分布集中,分选极好。除沙丘沉积外,还夹有许多水成的或风成的丘间沉积。在盆地边缘则分布有作为物源的漠外冲积沉积。在沙漠沉积物中夹有多层河、湖沉积,说明当时气候发生多次变动,导致沙漠发生多期进退^[7]。就广义沙漠环境定义^[15]来看,上述水成沉积应属丘间沉积和漠外沉积。

2 机械作用产生的特征

2.1 磨圆度

据分析,研究区沙丘沙沉积普遍具有极高的磨圆度。粗沙级颗粒可达最高级别(Ⅳ级),全为浑圆状;中沙级颗粒可达Ⅲ级,为圆状颗粒;细沙级颗粒也在二级以上,为次圆状,其中少数颗粒达Ⅲ级,为圆状颗粒。与现代沙丘对比,反映出更高的磨圆度。这可能和成岩作用过程石英的溶蚀、沉淀和重结晶有关(图版 I-1, 3, 5, 8; 图版 II-1, 3, 6)。

2.2 碟形撞击坑和新月形撞击坑

碟形撞击坑为圆盘状撞击坑,是风成环境特有的标志。经研究,碟形撞击坑为磨圆度好的颗粒相互撞击的结果。由于颗粒磨圆度好,接触点作用力分散而均匀,所以尽管能量较高,也不能将沙粒击碎而成贝壳状断口,只能形成圆盘状撞击坑。这种撞击坑一般形成于强风暴中^[1-3]。在所分析的样品中,碟形坑非常标准,是最常见的表面特征(图版 I-3, 5, 8; 图版 II-3, 6),代表高能风成环境。新月形撞击坑也是风成环境特有,呈新月形,其成因与碟形坑相同。一般认为是碟形坑与 V 形坑的过渡类型。在所分析的样品中其常见程度仅次于碟形撞击坑(图版 I-3, 5, 8),也代表高能风成环境。

2.3 上翻解理薄片

在所分析的样品中常见,但并非风成环境所特有。

边缘有 SiO₂ 溶蚀沉淀加厚。一般认为上翻解理薄片在风成环境中最为发育。由于岩石的次生作用,此特征不太显著,但仍可见及(图版 II-1, 3)。

2.4 贝壳状断口

贝壳状断口形态一般呈圆盘状或扇形,见平行解理纹,在弧形面上极象贝壳同心纹,因而得名。贝壳状断口可在很多环境中产生,但在风成环境中少见,仅在刚进入风成环境不久的颗粒中可以见及,而在水成环境中则大量存在。在所分析的样品中没有见到,说明样品受到了强烈的风蚀作用,其风成沙已达风蚀的终极状态。

2.5 V 形撞击坑

主要发生于水下环境,在风成环境中也可见及,为机械碰撞、磨损的痕迹,代表高能机械环境。在所分析的沙丘沙样品所见的 V 形撞击坑已有不同程度的磨损和充填(图版 I-3, 5, 8)。本文认为风成沙中的 V 形撞击坑主要形成于水下高能环境,在风成沙中的出现可能反映该颗粒进入风成环境的时间较短,尚未完全被改造所致。

2.6 直撞击沟和弯撞击沟

在所分析的风成沙颗粒中尚未见及。主要出现在河湖环境中,代表中高能水下环境。进入风成环境后,由于深度较小,极易被磨蚀掉。

3 化学作用产生的特征

3.1 溶蚀作用

在所分析的样品中化学成因表面特征也相当典型,反映了高能化学环境。主要体现在石英颗粒的强烈溶蚀作用。鳞片状剥落、深邃不规则溶蚀坑、溶蚀沟以及方向性溶蚀坑均十分发育。现分述如下:

(1)鳞片状剥落 据研究,鳞片状剥落是石英晶面的解体现象,是由于原始石英颗粒晶体网格有严重缺陷,化学溶蚀沿这些缺陷发育而成的化学崩解现象^[1-3]。溶蚀作用首先沿着晶面缺陷、杂质或机械破损处开始,然后逐步扩大,解理被分割,形成厚度不等、大小不一的解理片,甚至进一步解体成鳞片。鳞片的轮廓为不规则的锯齿状或完全不规则的形态,并有明显的从载体上脱落的倾向(如图版 II-2)。

(2)深邃不规则溶蚀坑和溶蚀沟 晶面解体带和晶面非解体带之间存在着一个过渡带。当化学溶蚀作用深入到过渡带就形成了深邃的溶蚀沟和溶蚀坑。这个现象在分析样品中十分发育,往往形成蜂窝状溶蚀坑,坑中可见蚀遗残块或尚未脱落的盖状石英解理片(如图版 I-4, 6)。有些可沿微裂缝形成溶蚀沟(图版 II-1, 2)。

(3)方向性溶蚀坑 被认为是在晶面非解体带晶面上沿晶体结构产生的一种形态近等腰三角形溶蚀坑。其形态规则,无机械破裂的痕迹,有一定的方向性,且成簇出现。这种现象在研究样品中也可见及。研究认为^[1-3],在沙漠沙中,由于夏季的炎热,及夜间水的 pH 值因含有溶解的盐类而升高,使得沙粒表面有少量 SiO₂ 被溶解。白昼升温时,蒸发作用又使 SiO₂ 重新沉淀。并认为强烈的溶蚀是炎热气候之产物。应当说明的是,后期的表生风化作用也是导致强烈溶蚀的因素之一。可能由于次生作用过于强烈,样品未见此特征。

3.2 沉淀作用

强烈的溶蚀作用往往和显著的沉淀作用相伴随,尤其在风成环境中,干湿变化极为明显,但孔隙水不饱和,不易带走溶蚀的 SiO₂,仅在颗粒表面就近沉淀,因而沉淀现象极为明显,由于沉淀程度不同,形态也有一定的变化,大致可分为葡萄状 SiO₂ 沉淀、硅质球、凸起状硅质鳞片和硅质薄膜。现分述如下:

(1)葡萄状 SiO₂ 沉淀 这种形态的 SiO₂ 沉淀发育在颗粒凸出部位,相当局限(图版 I -2)。可能是 SiO₂ 溶液在重力作用下向颗粒下部集中而成悬滴状,蒸发作用使之过饱和而发生的沉淀,其形成作用同钟乳石。

(2)硅质球 为 SiO₂ 沉淀的初始作用。形状为圆球形或近圆球形,直径平均为 0.05 ~ 0.25 μm。是风成环境和成岩作用中常见的现象^[1-3],所分析的样品也很普遍(图版 I -4,6)。

(3)凸起的硅质鳞片 为 SiO₂ 进一步沉淀,硅质球相互集聚而成。形状似鳞片状或花瓣状,在分析样品也可见及(图版 I -9)。

(4)硅质薄膜 鳞片状 SiO₂ 沉淀进一步大面积扩展,甚至包裹整个颗粒而成。在分析样品普遍存在(图版 I -9)。

3.3 结晶作用

上述化学沉淀物以及一些外来物质在一定温度、压力条件下可发生晶体生长现象,如石英(图版 I -2,7)、长石、粘土(图版 I -9;图版 II-4,5,9)。这些特征仅反映次生作用特征,不反映沉积环境特征。

4 表面附生物特征

除上述机械与化学特征外,还可见到一些附生于石英颗粒表面的粘土、氧化物和生物化石。主要有沙漠漆、泥套和孢粉化石等。有些表面附生物既有化学作用,也有机械作用参与,因而在此进行单独讨论。

4.1 沙漠漆和泥套

沙漠沙和砾石,由于毛细管作用,地下水上升蒸发

后,在颗粒表面沉淀了一层氧化铁和氧化锰,呈黑色,酷似油漆,故称沙漠漆(desert vanish),在次生氧化作用下多变成红色,这就是为何古沙漠沉积多为紫红色的原因。据研究,有些颗粒表面的氧化铁可占颗粒重量的 0.4%,当然,造成紫红色的物质还有红色粘土^[16]。前面已经提到,沙丘沙颗粒表面实际上是被复杂的物质包裹,既有 SiO₂ 沉淀,又有铁、锰等氧化物沉淀。而且这些物质均以胶体溶液形式存在,在搬运过程中可粘附许多物质,其中以粉尘中的粘土为主,往往形成泥套(clay coast)。粘土一般不会在风成沙丘环境中沉积,而是以悬移载荷形式搬到漠外环境沉积。只有当颗粒表面有粘附力时(如露水、雨水、SiO₂ 胶体溶液等)才可将粘土紧紧地粘附在颗粒表面。由于颗粒不断滚动,故粘土形成了泥套,包裹了整个颗粒的表面,分布十分均匀。在次生作用下,往往重结晶,形成晶形完好的粘土矿物包壳(图版 II-9)。粘土矿物可以多种多样,有伊利石、蒙脱石、埃洛石等。由于篇幅有限,在此不一一展示。

4.2 孢粉化石

在前人的研究中,一般认为风成沙中不会出现孢粉。此次分析发现了少量的孢粉化石,为网纹孢化石(图版 II-7)。这一发现很有意义。一般来说,风成砂岩缺少气候和年代信息,孢粉的发现为了解当时的气候以及地层时代提供了新的途径。遗憾的是由于经费所限,本文没开展大量工作,有待将来进一步深入研究。

另外,本文还对确定为戈壁砾沉积^[17]的砾石表面进行了分析,也见大量风蚀作用的痕迹(图版 II-8)。

5 结语

通过上述的样品分析可以看出,采用电子显微镜观察石英沙颗粒表面微细结构,进而判别沉积环境尤其风成环境是非常有效的。沙漠存在的肯定,将对气候带的恢复、古大气环流的重建具有重大意义。同时对相关的成矿带的预测、储层的勘探和评价也有极大的意义。在国外的油气勘探中曾发现许多与沙漠有关的储层。遗憾的是,中国是以陆相成油为特色的国家,但至今仍未找到与沙漠有关的储层。所幸的是,随着古沙漠研究的深入,已经有了一些进展。如在鄂尔多斯白垩纪沙漠中已找到了地下水储层。笔者近年来的古沙漠研究表明,在陆相环境中风成沉积是普遍存在的,是我国今后油气(水)勘探的新领域,应当引起足够的重视。本研究希望能在提高我国的油气(水)勘探程度中起到一点抛砖引玉的作用。

致谢 在研究过程中始终得到了导师刘宝珺院

士和潘桂棠研究员的关心和帮助,在此表示衷心的感谢。

参考文献(References)

- 1 陈丽华, 缪昕, 于众. 扫描电镜在地质上的应用[M]. 北京: 科学出版社, 1986[Chen Lihua, Miao Xin, Yu Zhong. Application of scanning electron microscope on geology[M]. Beijing: Science Press, 1986]
- 2 陈丽华, 缪昕, 魏宝和. 扫描电镜在石油地质上的应用[M]. 北京: 科学出版社, 1990[Chen Lihua, Miao Xin, Wei Baohe. Application of scanning electron microscope on oil geology [M]. Beijing: Science Press, 1990]
- 3 谢又予. 中国石英砂表面结构特征图谱[M]. 北京: 海洋出版社, 1984[Xie Youyu. Atlas of quartz sand surface textural features of China micrographs[M]. Beijing: Oceanic Press, 1984]
- 4 江新胜, 李玉文. 中国中东部白垩纪沙漠的时空分布及其气候意义[J]. 岩相古地理, 1996, 16(2): 42~51[Jiang Xinsheng, Li Yuwen. Spatio-temporal distribution of the Cretaceous deserts in central and eastern China and its climatic significance. [J]. Sedimentary Facies and Palaeogeography, 1996, 16(2): 42~51]
- 5 Jiang Xinsheng, Li Yuwen, Fu Qingping. Temporal and spatial distribution of Cretaceous deserts in middle and eastern China and its climatic significance[C]. Proc 30th International Congress. No. 8. The Netherlands: VSP International Publishers, 1997, (8): 73~80
- 6 江新胜, 潘忠习, 付清平. 鄂尔多斯盆地早白垩世沙漠古风向变化规律及其气候意义[J]. 中国科学(D辑), 2000, 30(2): 195~201 [Jiang Xinsheng, Pan Zhongxi, Fu Qingping. Regularity of paleowind directions of the Early Cretaceous desert in Ordos Basin and climatic significance[J]. Science in China (Series D), 2000, 30(2): 195~201]
- 7 江新胜, 潘忠习, 付清平. 白垩纪时期东亚大气环流格局初探[J]. 中国科学(D辑), 2000, 30(5): 526~532[Primary study on pattern of General circulation of atmosphere before uplift of the Tibetan Plateau in eastern Asia[J]. Science in China (Series D), 2000, 30(5): 526~532]
- 8 齐骅, 李玉文, 李国栋. 鄂尔多斯盆地志丹群中的沙漠相[J]. 岩相古地理, 1993, 14(2): 64~65[Qi Hua, Li Yuwen, Li Guodong. Desert facies in the Zhidan Group in the Ordos Basin[J]. Sedimentary Facies and Palaeogeography, 1993, 14(2): 64~65]
- 9 齐骅, 李国栋. 鄂尔多斯盆地志丹群沉积时期的古沙漠盆地体系[J]. 西北地质科学, 1996, 17(1): 63~89[Qi Hua, Li Guodong. The systems of paleodesert basins in sedimentary period of Zhidan Group, Ordos Basin[J]. Northwest Geoscience, 1996, 17(1): 63~89]
- 10 李思田. 含能源盆地沉积体系—中国内陆和近海主要沉积体系类型的典型分析[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996[Li Sitian. The depositional systems of energy resource bearing basins—typical analyses for main inland and near shore depositional system types[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1996]
- 11 李孝泽, 董光荣, 靳鹤龄等. 鄂尔多斯白垩系沙丘岩的发现[J]. 科学通报, 1999, 44(8): 874~877[Li Xiaozhe, Dong Guangrong, Jin Heling *et al.* Discovery of Ordos Cretaceous dune rock and its significance[J]. Chinese Science Bulletin, 1999, 44(8): 874~877]
- 12 程守田, 刘星. 风成古沙漠沉积体系[J]. 地质前缘, 1999, 6(增刊): 80[Cheng Shoutian, Liu Xing. Eolian palaeo-desert depositional system[J]. Earth Science Frontiers, 1996, 6(Suppl.): 80]
- 13 程守田, 刘星, 郭秀蓉等. 古沙漠沉积及其层序单元—以鄂尔多斯盆地白垩系为例[J]. 地球科学, 2000, 25(6): 587~591[Cheng Shoutian, Liu Xing, Guo Xiurong *et al.* Paleodesert depositional and sequence stratigraphic units: An example from Cretaceous continental palaeo-desert basin in Ordos[J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2000, 25(6): 587~591]
- 14 刘星, 程守田, 郭秀蓉. 陆相干旱盆地充填的沙漠层序—以鄂尔多斯盆地白垩系为例[J]. 西北地质, 2000, 33(1): 50~55[Cheng Shoutian, Liu Xing, Guo Xiurong. The desert filling sequence of an arid continental basin: An example from Cretaceous in Ordos Basin[J]. Northwestern Geology, 2000, 33(1): 50~55]
- 15 江新胜, 陈乐尧, 李玉文. 西南区白垩纪第三纪沙漠及沉积学问题[J]. 岩相古地理, 1992, (5): 1~66[Jiang Xinsheng, Chen Leyao, Li Yuwen. Cretaceous-Tertiary deserts in southwestern China and desert sedimentology[J]. Sedimentary Facies and Palaeogeography, 1992, (5): 1~66]
- 16 Cooke R, Warren A, Goudie A. Desert Geomorphology. London: UCL Press, 1993
- 17 江新胜, 潘忠习. 中国白垩纪沙漠中的戈壁沉积[J]. 矿物岩石, 2001, 3: 74~80[Jiang Xinsheng, Pan Zhongxi. Gobi sediments in the Cretaceous desert of China[J]. Journal of Mineralogy and Petrology, 2001, 3: 74~80]

Microscopic Features on Quartz Sand Grain Surface in the Cretaceous Desert of Ordos Basin

JIANG Xin-sheng^{1, 2} XU Jin-sha² PAN Zhong-xi²

1(Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Science and Technology, Chengdu 610059)

2(Institute of Geology and Mineral Resources CGS, Chengdu 610082)

Abstract The determination of depositional environments is an effective means for basin analysis, palaeogeography and palaeoclimate study and oil reservoir judgement. Quartz has relative high hardness and chemical stability, therefore its sedimentary grain surface features can well reflect the depositional environments. And using electronic scan microscope to study quartz grain surface microscopic features is also an effective method to analyze

depositional environments. Although it has been widely accepted that there occurred desert sediments in the early Cretaceous Zhidan Group in the Ordos Basin, the systematic analysis of quartz sand grain surface microscopic features is lack. This paper shows the result of the quartz sand grain surface microscopic feature analysis from the Louhe Formation and Luohandong Formation of the early Cretaceous Zhidan Group in the Ordos Basin. It reaches that the microscopic features are of distinct eolian characteristics and the analysis can easily distinguish eolian from hydrogenic sediments. Therefore, our study confirms the existence of the Cretaceous desert in the Ordos Basin with the respect of quartz sand surface microscopic features.

Key words Ordos Basin, Cretaceous desert, quartz sand grain surface features

《中国古代深海沉积和遗迹化石群落》

新书简介

由中国科学院兰州地质所晋慧娟、李育慈研究员和方国庆副研究员共同撰写的《中国古代深海沉积和遗迹化石群落》一书,在中国科学院科学出版基金的资助下,已于2003年3月由科学出版社正式出版发行。对于该书的出版,我编辑部对作者表示衷心地祝贺,并愿在此将该书的主要内容和精华之处简要介绍给广大读者。

此书是作者近20年来坚持在该领域从事科研工作的积累和系统总结,也是他们连续执行六项国家自然科学基金项目的最终成果。书中内容翔实,资料丰富,图文并茂,观点新颖,沉积学和古遗迹学的综合研究是本书的最大特色。也是当今国内外在该领域不多见的一部学术专著。

书中主要对我国西部几个省区的早古生代、晚古生代和中生代的数个造山带的深海沉积、重点是浊流及其它重力流沉积,根据其相类型、相组合、相序特征,以及相组合在时空上的展布和古流向等多种要素的综合研究,概括出多种沉积模式类型。与此同时也十分注意深海牵引流沉积的研究,尤其对深海底流活动所形成的一系列原生沉积构造的综合研究,提出了除暴露沉积构造属滨、浅海所独具外,在传统上认为的仅形成于浅海环境的多种原生沉积构造同样在深海沉积中都有所发现。这一综合研究成果,再次提示人们,不能简单地运用原生沉积构造对沉积环境和相进行判别。

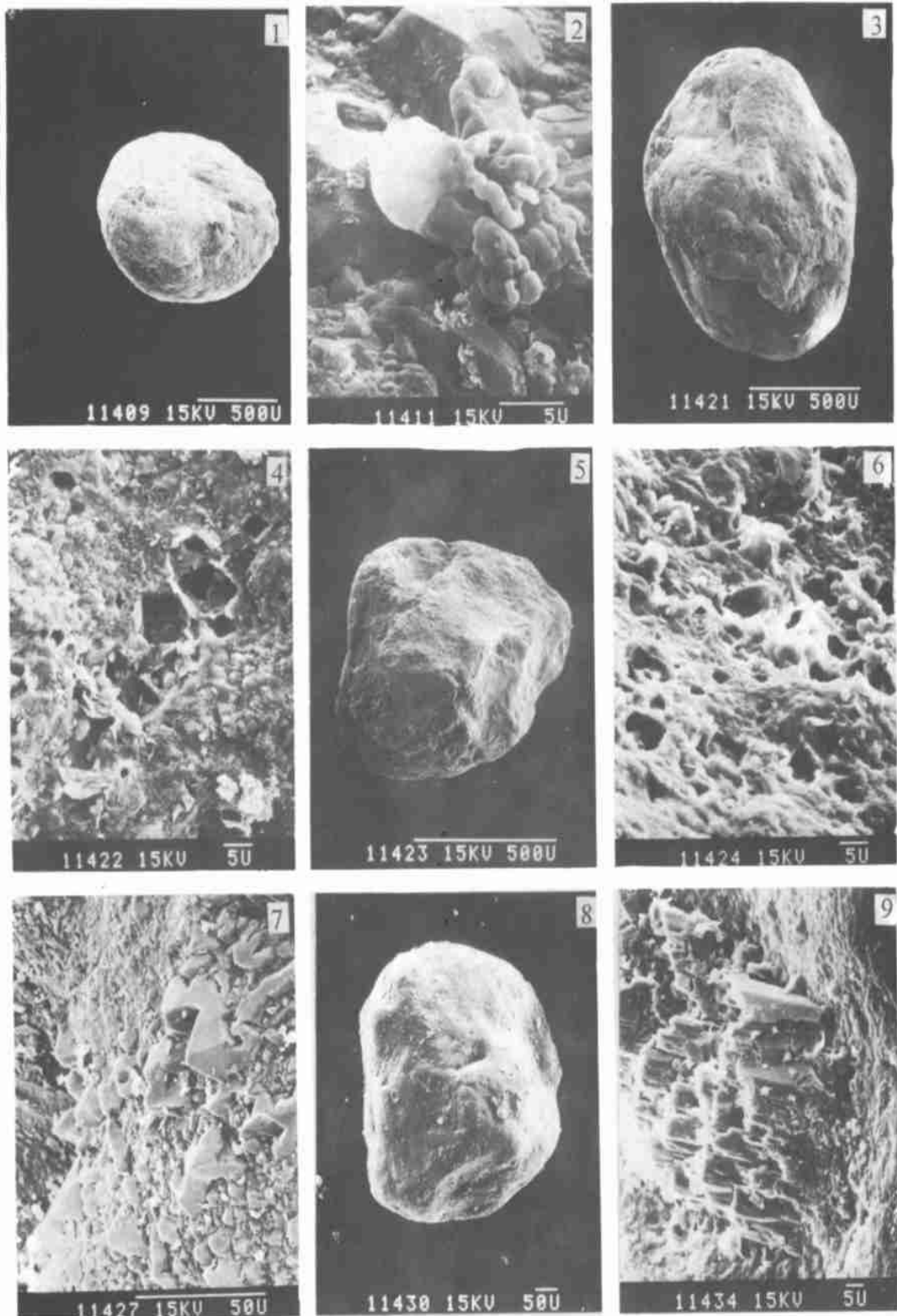
书中另一重点内容是深海遗迹化石群落的研究,作者通过对我国五省、区古代深海沉积的野外实地考察,共发现64个遗迹化石属。如此丰富遗迹化石属的发现,并附有精美的图版和描述,无疑极大地丰富了我国古代深海遗迹化石的实际资料。它们之中既有数量众多的深水型遗迹化石,又有部分浅水型和穿相型遗迹化石共生在同一浊流沉积体系内,构成独特的生态景观。并首次从沉积学的动态观点,对遗迹化石行为习性的混生现象进行了成因解释,这一成果是古遗迹学与沉积学相结合的突破。

此外,作者还通过古代深海遗迹石宿主岩系颜色与遗迹化石依存关系的对比研究,发现不同色调的宿主岩系所拥有的典型遗迹化石组合极不相同,且相互间具有鲜明的排它性,进而概括出遗迹化石组合与底质含氧量之间的关系。

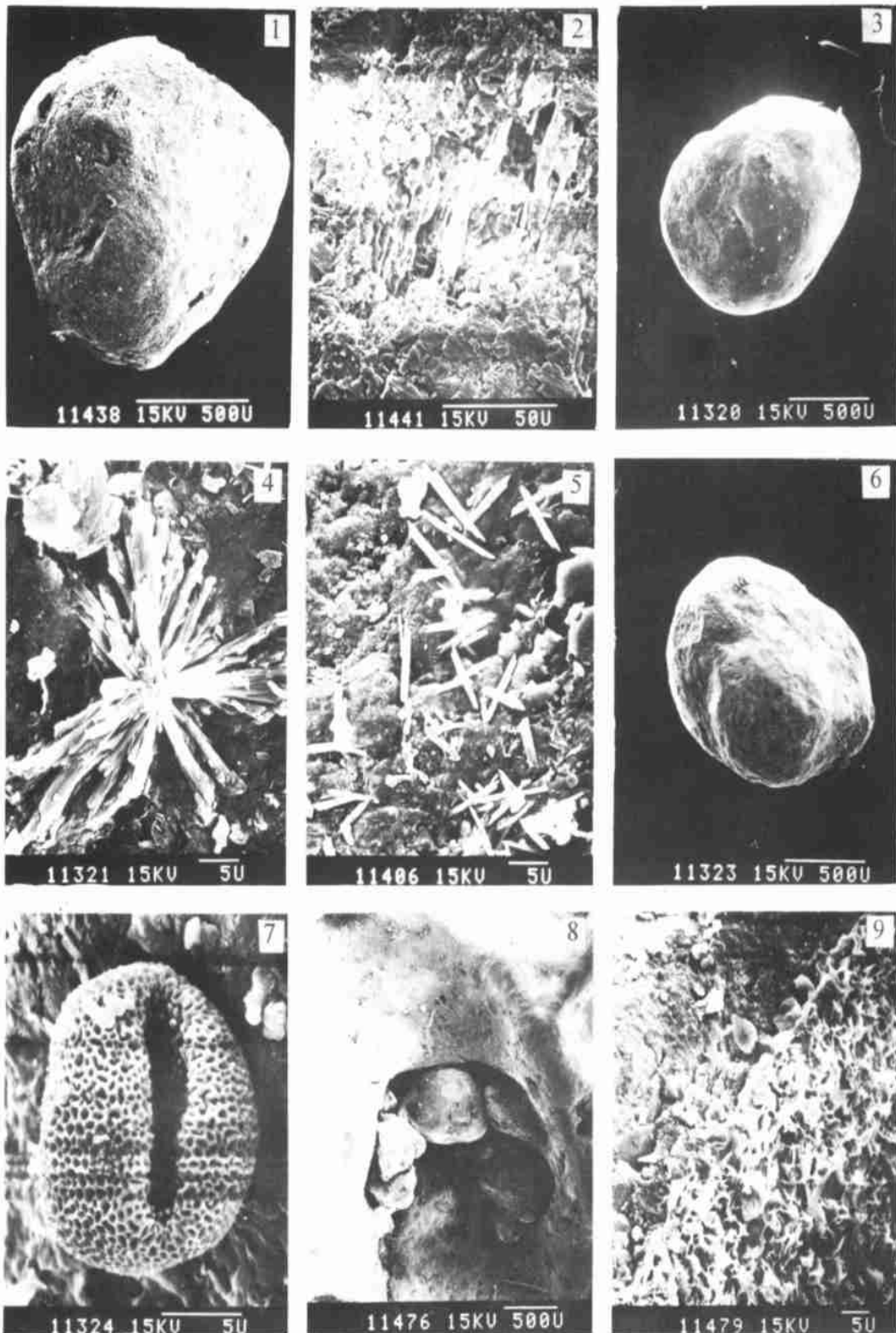
书中专辟一章,研究浊积岩系杂砂岩的常量元素组成与物源区和构造环境的相关性,首次提出用于推断浊积岩系形成的板块构造环境的新的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{K}_2\text{O}(\text{Na}_2\text{O} + \text{CaO})$ 双变量判别图。

总之该书在内容上是迄今为止我国古代深海沉积及其遗迹化石群落最为系统和全面论述的一本专著。全书34万余字,可供从事沉积学、古遗迹学和构造地质学及相关学科的科学工作者、大专院校师生和生产技术人员参考。

《沉积学报》编辑部



图版I 说明 1. 完全磨圆的沙丘沙石英颗粒。示颗粒形态。电子扫描照片: 11409, $\times 50$ 。甘肃镇源方山, 罗汉洞组(K_1lh)。2. 照片1的局部放大。示颗粒表面附生物。附生物可见极发育的 SiO_2 溶解和沉淀现象。照片所示为葡萄状 SiO_2 沉淀和重结晶的石英微晶。电子扫描照片: 11411, $\times 4.0k$ 。甘肃镇源方山, 罗汉洞组(K_1lh)。3. 完全磨圆的沙丘沙石英颗粒。示颗粒形态和表面结构。颗粒表面可见V形和碟形撞击坑。电子扫描照片: 11421, $\times 70$ 。甘肃镇源方山, 罗汉洞组(K_1lh)。4. 照片3的局部放大。示颗粒表面溶蚀现象。可见略带定向排列的蜂窝状溶蚀坑, 代表高能化学环境。电子扫描照片: 11422, $\times 1.7k$ 。甘肃镇源方山, 罗汉洞组(K_1lh)。5. 基本磨圆的沙丘沙石英颗粒。示颗粒形态和表面结构。可见碟形撞击坑和V形撞击坑, 代表高能风成环境。电子扫描照片: 11432, $\times 90$ 。甘肃镇源方山, 罗汉洞组(K_1lh)。6. 照片5的局部放大, 示颗粒表面结构。见蜂窝状溶孔及 SiO_2 沉淀现象, 代表高能化学环境。电子扫描照片: 11424, $\times 1.7k$ 。甘肃镇源方山, 罗汉洞组(K_1lh)。7. 沙丘沙石英颗粒。示颗粒表面附生物, 见微晶石英重结晶的现象。电子扫描照片: 11427, $\times 830$ 。甘肃镇源方山, 罗汉洞组(K_1lh)。8. 完全磨圆的沙丘沙石英颗粒。示颗粒形态及表面结构, 可见V形撞击坑和碟形撞击坑, 代表高能风成环境。电子扫描照片: 11430, $\times 130$ 。甘肃镇源方山, 罗汉洞组(K_1lh)。9. 沙丘沙石英颗粒, 示颗粒表面附生物。可见次生长石晶体及 SiO_2 沉淀薄膜。电子扫描照片: 11434, $\times 1.0k$ 。甘肃镇源方山, 罗汉洞组(K_1lh)。



图版II 说明 1. 完全磨圆的沙丘沙石英颗粒。示颗粒形态和表面结构, 见溶蚀沟。电子扫描照片: 11438, $\times 70$ 。甘肃镇源方山, 罗汉洞组(K_1lh)。2. 照片1的局部放大。示颗粒表面溶蚀现象。溶蚀沿解理面之间发育, 并可见鳞片状剥落现象。代表高能化学环境。电子扫描照片: 11441, $\times 710$ 。甘肃镇源方山, 罗汉洞组(K_1lh)。3. 完全磨圆的沙丘沙石英颗粒。示颗粒形态及表面结构。可见发育完好的碟形撞击坑和新月形撞击坑, 代表高能风成环境。电子扫描照片: 11320, $\times 50$ 。陕西彬县水帘洞, 洛河组(K_1l)。4. 照片3的局部放大。示颗粒表面附生物。见放射状窄片状矿物, 可能为埃洛石。陕西彬县水帘洞, 洛河组(K_1l)。5. 沙丘沙石英颗粒。示颗粒表面附生物, 见窄片状矿物, 可能为埃洛石。电子扫描照片: 11406, $\times 2.4k$ 。陕西彬县水帘洞, 洛河组(K_1l)。6. 完全磨圆的沙丘沙石英颗粒。示颗粒形态及表面结构。可见毛玻璃化表面和碟形、新月形撞击坑, 代表高能风成环境。电子扫描照片: 11323, $\times 50$ 。陕西彬县水帘洞, 洛河组(K_1l)。7. 照片6的局部放大。示颗粒表面附生物, 见网纹胞化石。电子扫描照片: 11324, $\times 5.0k$ 。陕西彬县水帘洞, 洛河组(K_1l)。8. 戈壁沉积中的风磨石。示表面结构。见风沙磨蚀坑, 坑中被风成沙充填。电子扫描照片: 11476, $\times 33$ 。陕西彬县水帘洞, 洛河组(K_1l)。9. 照片8的局部放大。示表面附生物, 见蒙脱石包壳, 由沙漠漆转化而成。电子扫描照片: 11479, $\times 1.7k$ 。陕西彬县水帘洞, 洛河组(K_1l)。