

扫描电镜下石英砂的表面结构特征 及其地质解译

谢又予 崔之久 李洪云

(中国科学院地理研究所) (北京大学) (四川省地质局)

概 述

岩石风化后,其石英砂在侵蚀、搬运和沉积过程中,受到特定的搬运营力、介质、气候以及沉积速度等影响,必然有各种次生表面形态产生。研究这些表面特征,特别是其组合特征,就能从一个侧面重塑其沉积环境及演变历史。

1968年以来,扫描电镜已广泛应用于颗粒形态观察。目前在研究源地物质、成岩作用、沉积环境和气候条件等方面,都已积累了比较系统的资料^[1]。

近年来,在扫描电镜上加用阴极发光(Cathode luminescence)的方法来研究石英砂的表面,可探索不同搬运营力的强度和持续时间^[2];而采用数学地质法对这些特征进行定量研究,则有助于判别成因类型^[3]。

我国运用扫描电镜研究石英砂的表面形态特征是近几年才开始的,在研究沉积物的形成环境、成因类型和气候特征等方面,已初见成效。

本文对我国第四纪冰碛、冰水、残坡积、湖泊、洪积、泥石流和风积等不同成因类型和不同气候条件下的石英砂的表面结构特征加以阐述。这对其它地质时代石英砂的研究亦可借鉴。

样品的制备方法如下:选取0.25毫米粒级的砂子约3克,置于稀盐酸中煮沸十分钟;或用草酸加铝片煮沸至砂子表面变白。然后用蒸馏水彻底清洗、烘干。当砂中富含有机质时,则可在强氧化溶液(如以重铬酸钾1.5克溶于15毫升的浓硫酸中制成的溶液)中除去。将烘干后的样品放在双目实体镜下任意挑选出15—25粒石英砂,粘放在透明胶纸上(用毛笔沾水均匀粘放)。再置于标准真空镀膜机中,使砂粒表面镀上一层金粉,便于导电,并将喷过金的样品贴在样品墩上,即可用扫描电镜观察。

一 不同沉积环境的石英砂粒表面结构特征

石英砂粒的表面结构特征有:贝壳状断口(图版Ⅳ—1),平整的解理面(图版Ⅳ—2)及其在颗粒边缘的表现,解理面或晶面上的翻卷薄片,各种形态的凹坑——碟形、三角形(图版Ⅳ—3)、圆形等,擦痕(图版Ⅳ—4),以及 SiO_2 的溶蚀与沉淀(图版Ⅳ—5)等等。

贝壳状断口是一系列贝壳状的呈阶梯出现的高脊,具有弯曲的凹坑,一般是因撞击破碎形成。

由解理形成的极平整的面,多出现在较小的(粒径 $<200\mu$)颗粒上,可能代表石英的r或z晶面,常呈阶梯出现,止于颗粒边缘。一系列平行薄片,代表同一方向的解理。上述特征也常是因砂粒遭受较强外力碰撞所形成。

凹坑有多种成因,碟形凹坑多因风力携带砂粒互相撞击所致;三角形凹坑一种是水下碰撞形成的,另一种是由化学溶蚀形成的,二者的区别是后者呈规则排列且坑较深;宽而深的锅形坑则是冰川内颗粒互相挤压研磨所致(图版Ⅳ—6)。

擦痕也有多种成因,有冰川运动时挤压磨擦形成的,也有水下环境造成的。前者粗而深,表面不平(图版Ⅳ—4);后者较细而浅,比较平滑(图版Ⅳ—7)。

SiO_2 遭溶蚀,则形成石英表面的各种溶蚀形态。如强烈的溶蚀形成鳞片状,较强时形成蜂窝状,也可形成溶沟、溶洞等。 SiO_2 的沉淀作用由于速度、温度、介质的不同,可以结晶充填和表面覆盖等形式出现。

此外,值得注意的是石英砂粒的大小关系极大,粒径小于 200μ 的主要限于平整的上、下解理面和颗粒边缘薄片终端的不规则形态;大于 200μ 的则多见贝壳状断口。

因而在鉴定沉积环境时,必须根据上述特征的组合、出现的频率并结合野外剖面的结构构造综合考虑,作出判断。在对比时最好选取同一粒级的砂粒,以避免因粒径不同造成的偏差。

还有,不同的放大倍数对于区分不同的关键性特征很重要。观察冰川砂,用1000倍就够了;研究砂丘沙,通常用2000—20000倍;而对某些溶蚀形态则用30000倍。

冰碛石英砂的表面结构特征

冰川环境下的石英砂粒通常是棱角尖锐的。脊和角形如刀刃(图版Ⅴ—1)。在较大的颗粒(大于 200μ)上具有典型的贝壳状断口,这是机械碰撞、压碎等作用造成的。这种作用在小颗粒上则多表现为平整的解理面和向上翻起的解理片与贝壳状断口同时存在。上述特征与刚从母岩分离来的未经风化的颗粒比较类似。但在大小的变异和贝壳状断口及解理片的多样性上不如冰川环境的砂粒。

总观原始的冰川石英砂粒表面特征主要是:(1)贝壳状断口和不规则的断块,(2)平整的解理面和翻卷薄片,(3)平坦的平行解理面组成一系列“阶梯”,(4)压碎和变形的解理薄片,(5)解理面上有粘附的平整的扁平石英颗粒。在我国,上述特征极好地反映在昆仑山冰川石英砂粒上。

贝壳状断口则在任何地方的冰川石英砂粒中皆有表现。特别值得指出的是,在我国藏东南海洋性冰川中,由于冰川作用能量大,在石英砂粒上形成很深的圆形深坑和清晰的擦痕,擦痕较短,延展性不好,其底及两侧皆粗糙不平。

冰水沉积石英砂表面结构特征

广义的冰水堆积包括“冰川—河流堆积”(狭义的“冰水堆积”)、“冰川—湖泊堆积”和“冰川—海洋堆积”。我们认为“冰川—河流堆积”的涵意有两点:首先其物质是由冰碛物改造而来的;其次,河流流量的大部分是冰川融水供给的。所以冰水—河流堆积应该明确地只限于离开冰川以下一定的距离内,绝不能无限地扩大,那样将既无意义又

造成混乱。一般冰水—河流堆积物多数只分布在距冰川几十公里的范围内。人们普遍认为,在山区冰水作用下颗粒的圆化速度是比较快的。一般石英砂粒在20公里距离内能见到部分棱角的圆化,而在50公里距离内则可达到很好的滚圆度并有良好的水下磨光面。此外,在冰川—湖泊堆积层中,由于有较好的供水条件,可以在石英砂粒表面上生长石英晶体和有较多的 SiO_2 沉淀。

总之,冰水石英砂是冰川石英砂被水下环境或其它作用改造过的砂粒,大多仍保持不规则的外形,但棱角多已逐渐圆化。这是由水下磨蚀和次生的溶解作用造成的(图版V—2)。此外,有时在被圆化或光滑化的面上又迭加了水下机械成因的“V”形或不规则形坑,或表现为在凹坑内比突起部分不规则。这种情况在海洋性冰川中由于冰川溶水比较活跃、化学风化比较强烈而表现尤为明显。在能量较大的海水作用下也具有类似特点。

残坡积石英砂的表面结构特征

残坡积物均未经长距离搬运,石英颗粒又绝大多数来自花岗岩与花岗片麻岩,因而这种环境下的石英砂粒在扫描电镜下显示出非常新鲜的样子,与母岩中的砂粒相差无几。如果完全未受风化,其中大颗粒有贝壳状断口,小颗粒可能有翻卷薄片与平整的上下面。外形多呈尖角状,少遭磨损。若母岩为石英砂岩,则具有沉积岩中石英砂的原有特征。残积物若经历了较长的风化过程,则有 SiO_2 的溶蚀与沉淀等现象。由于颗粒的所有面并非同时露出,因而一部分可能是未受化学作用的极为平整的面,另一部分却包含溶蚀与再沉淀形态,将贝壳状断口夷平;还有部分又可能以化学溶蚀为主。

冲积石英砂的表面结构特征

河流或浊流环境下的石英砂颗粒从整体来看磨圆度较高,其边棱角几乎完全圆化。最重要的特征是以机械成因形成的V形痕或凹坑以及水下磨光面等为主。它们初见于放大500倍时,但在1000—3000倍时看得最清楚。V形痕由凿切下伏的解理薄片形成。小凹坑(平均直径 0.5μ)可能只切开一层解理薄片,较大的(直径数微米)则不规则地切过好几个解理薄片,由颗粒表面向下渐窄(图版V—3)。V形痕的大小、深度和分布密度与所在环境的撞击力量有关,故可用来作定量分析。

在流水环境中,颗粒表面可能形成直的或弯曲的机械沟槽或V形坑连接而成的假擦痕,它们任意地切过石英解理薄片,可以任何角度与翻卷薄片相交。沟槽或假擦痕长度一般为 $1-25\mu$ 。

在同一砂粒上,可能同时出现机械V形痕或凹坑与溶蚀性V形坑痕。通常,流水缓慢形成的冲积砂上的溶蚀性痕迹比机械凹坑多,随着能量增加机械痕迹增多而溶蚀痕迹减少。

总观前面对河流石英砂粒表面特征的描述,主要是:(1)砂粒边棱角磨圆度较高(图版V—4);(2)有水下机械成因V形痕、凹坑及其形成的假擦痕;(3)水下机械成因的磨蚀光面。这些特征在我国长江、嘉陵江、岷江、沱江的冲积石英砂粒表面结构中均有明显的反映。冲积石英砂上的假擦痕不同于深而直、不平整的冰川擦痕,又与方向紊乱、无一定规律的洪积石英砂粒表面的假擦痕、沟槽有区别。作者观察了很多擦痕的形态,并与地层结构、构造特征相对比,发现这些假擦痕常见于水流方向和水动力条件

比较稳定, 动能不太大的水流条件下。在强大水动力的不稳定环境下, 表面常形成三角形凹坑、痕和拉长的不规则的细小刻痕或沟槽; 在水动力较稳定的条件下, 砂粒表面尚有清晰的水下光面和机械成因磨蚀的突起脊(图版V—5)。随着水流能量增大, 机械碰撞坑和翻卷薄片增多。

洪积石英砂的表面结构特征

洪积性河流环境下的石英颗粒一般滚圆度差。最重要特征是在强烈机械撞击下具不规则外形和锯齿形解理脊线。它们初见于放大500倍时, 但在2000倍时看得最清楚, 显示出尖角的外形、贝壳状断口与阶梯状锯齿形的石英解理脊线(图版V—6)。保留了泥石流和坡积物的部分特征, 但又因流水的机械作用致使边棱部分磨蚀, 而区别于泥石流和坡积物堆积。经流水磨蚀圆化的棱角不规则的外形、贝壳状断口、V形撞击坑及由撞击小坑组成的擦痕, 反映一定距离的流水搬运具有冲积石英砂粒的某些重要特征, 但又不同于冲积石英砂, 因为保留着新鲜的贝壳状断口、V形坑及解理薄片。经仔细观察, 洪积与冲积的擦痕有很大差异。洪积擦痕的小坑常成椭圆状, 而冲积擦痕是由三角形或丁字形小坑拉长成长条状, 组成弧形或弯曲形的擦痕。反映出两种沉积物水动力条件和搬运形式的差异。

泥石流石英砂的表面结构特征

泥石流大多是因暴雨携带大量的源地风化物质或洪积坡积物以较快的速度倾泄堆积而成, 含有大量的泥质与巨石。在细粒级的石英砂表面常留下了似冰川或源地物质的特征, 如多棱角, 具平整的解理面、擦痕及贝壳状断口等。泥石流石英砂粒与原始的冰川石英砂粒外形特征有类似之处, 如尖锐的外形和贝壳状断口等, 但两者的区别十分明显。首先, 泥石流石英砂粒的贝壳状断口远比冰川石英砂粒上发育, 断口十分密集, 在一个棱上有6—7个之多, 这是由于泥石流运动特征决定了石英砂粒之间有更多的、更为猛烈的碰撞机会。其次, 尖锐的外形并不伴生因冰川挤压而造成的平整解理面和翻翘薄片以致压碎和变形的解理薄片, 当然更不会有固定研压而造成的深坑。泥石流石英砂更类似于刚脱离母岩的风化碎屑, 保持光洁的平面和众多的贝壳状断口及断块, 形象地说, 非常象一个个微型的旧石器(砍砸和刮削器)。泥石流石英砂粒表面还独具平直而光滑的刮削面和平行弧状的刮痕, 是其它成因的石英砂所没有的。在这些似冰碛的堆积物中, 数量统计法是很重要的, 否则有时很难区分。

湖相沉积石英砂的表面结构特征

湖泊也象是一种“容器”, 它可以同时收集不同成因的沉积物。如河流、坡面流水沉积、风积, 甚至重力堆积等等。因此, 我们在湖相沉积石英砂粒表面看到的最大特征是两种环境特征的迭置现象, 如早期的坡积或重力堆积中保留有因风化或撞击而形成的贝壳状断口和原始解理面。它们在进入湖泊前经河流搬运或直接进入湖泊再经湖水磨蚀、碰撞, 都会对贝壳状断口和解理面以及原来尖锐的棱角进行改造。所以常见的现象是磨光面或经磨光的棱角与贝壳状断口同时存在。由于湖水波浪的能量远不及海浪, 所以湖相石英砂粒表面上因碰撞而形成的三角形坑也不及海相石英砂上那么普遍。

有时进入湖相沉积中还有原先受到湿热化的石英颗粒, 表明是从原先湿热的气下环境又被搬入水下环境, 也同时纪录着两种不同的环境。

风成石英砂的表面结构特征

风的磨蚀作用使颗粒夷平。大颗粒大多很圆,没有棱角(图版 V—7),常见球形颗粒,有些呈长条形,但也颇浑圆。在此球形背景上常在表面布满了浅的碟形坑,在扫描电镜下放大 2000—20000 倍时,这些碟形坑表现十分明显,而在一般双目实体镜下则是具有麻圆的特征,使石英砂表面似磨砂玻璃,显得不光洁,发乌,实为布满了由于在风力搬运过程中颗粒相碰撞形成的碟形坑。而在沙漠中,由于夏季的炎热,及夜间水的 PH 值因有溶解的盐类而升高,使得砂粒表面有少量的 SiO_2 被溶解;白昼升温时,蒸发作用又使 SiO_2 重新沉淀在颗粒表面成为不规则的蛋白石层或硅酸层,在这种环境中经历一定时间的小颗粒可能全被敷上一层,造成不规则的圆化。大颗粒上,沉淀作用主要是将风蚀凹坑夷平。

此外,在经受了磨蚀与风化作用的风成石英砂还显示出一系列的翻卷薄片(平行解理),和大的贝壳状断口,偶尔还有表面裂缝,这是受强烈的热胀冷缩而导致的。上述特征均受到后期化学作用的影响。

洞穴堆积石英砂的表面结构特征

洞穴堆积是由多种外营力作用造成的,既有重力崩塌及坡积,又有暗河流水沉积,此外 SiO_2 的溶解沉淀作用也很旺盛,因而洞穴堆积似乎是上述诸成因之综合。周口店北京猿人第一地点 40 余米厚的洞穴堆积就反映了上述特征。无论从轻、重碎屑矿物组合特征,还是从粒度分析的 CM 图,均反映出流水与重力、坡积作用之交替进行。且 SiO_2 的溶蚀与沉淀作用亦很强烈,既有强烈的溶蚀痕迹,亦有 SiO_2 的再沉淀、结晶,还有极新鲜的未风化的石英表面。

二 不同气候条件下石英砂的表面结构特征

石英砂粒的表面结构特征除了受搬运的动力条件影响之外,还取决于当时的气候条件。温度、湿度条件的差异必然造成 SiO_2 的不同程度的溶蚀与淀积,在石英砂表面留下各种痕迹。这就使我们有可能利用扫描电镜来观察这些特征,藉以恢复当时的古气候,为古气候的研究开辟了一条新的途径。

1. 三种不同气候条件下的石英砂

根据 SiO_2 的溶蚀与淀积程度,可将环境分为三大类:高能化学环境类、低能化学环境类和未溶蚀环境类。分别代表了湿热、温凉与寒冷的气候条件。

高能化学环境——气候湿热 沉积环境中富含氧化铝与腐植酸化合物,化学风化作用十分强烈,表现为形成石英砂表面沿构造较弱部位发展的溶蚀坑(图版 VI—1)、溶蚀裂缝(图版 VI—2)、定向 V 形坑、差别膨胀与块状构造,最后造成广泛的表面分解,形成蜂窝状(图版 VI—3)或鳞片状的表面形态。但需注意有一种原生的孔洞(图版 VI—4),不同于溶蚀的孔洞,它是结晶时形成的。

溶蚀坑的形状很不一致,最常见的是圆形、次圆形或延长成裂缝。在四川盆地的石英砂中,还有一种有微微掀起盖子的凹坑,盖子在凹坑一侧的边缘上与坑周围的 SiO_2 沉淀相联接,并倾斜成不同角度,它是气候炎热的产物。

溶蚀裂缝的边缘常由解理薄片组成, 这些薄片由裂缝向外翻卷。在解理或破裂面上形成定向排列的V形坑, 一般比在水下环境的砂粒上看到的因撞击而成的V形坑要密集得多。差别膨胀使解理片的边缘发生扭曲, 促使解理片崩解。块状构造密集在凹坑中, 由平坦的块状解理片组成, 排列不规则。它可能是快速风化与化学崩解作用的结果, 因为是在凹坑中, 所以不易被清除。

这种环境中的砂最突出的现象是表面先出现许多鳞片, 然后逐渐普遍发生崩解、剥落、 SiO_2 沉淀(图版Ⅵ—5)。

低能化学环境——气候温凉 石英砂表面开始溶蚀, 形成小坑、小沟等(图版Ⅵ—6)。 SiO_2 也可发生沉淀, 形成 SiO_2 薄膜层或个别新的石英晶体。见不到带盖的凹坑, 或蜂窝状及鳞剥状的形态。处于化学风化的低级阶段。

未溶蚀环境——气候寒冷 在冰碛砂、冰水砂、冰缘砂中常见此种未溶蚀的石英砂粒。表面极洁净、光滑, 无任何溶沟、溶坑等存在(图版Ⅵ—7), 由于 SiO_2 未遭溶蚀, 因而石英砂表面没有再沉淀薄膜而多呈新鲜的棱角状。在冰碛石英砂上倒常见石英碎块被挤压粘附在光洁的表面上。

用石英砂表面的溶蚀程度来确定当时的气候条件时, 必须注意两点: 一是应尽量将溶蚀的形态做定量的分析, 在对一样品观察时统计各种溶蚀形态出现的频率, 然后再结合其它分析结果综合得出古气候的结论。二是注意所谓溶蚀程度是相对的, 在进行比较时必须用同种成因类型的石英砂, 也就是说, 不要用不同成因类型的进行比较。例如, 不要用源地物质中的石英砂与经过长距离搬运后的石英砂进行比较, 因为即使是在湿热的气候条件下, 刚从母岩中解体出来的石英颗粒也会是较新鲜的, 与在温凉的气候条件下经过长距离搬运后的石英砂有可能具有相似的溶蚀程度。因而必须结合野外工作的综合分析才能得出较正确的结论。

2. 石英砂表面的后生变化

石英砂表面的后生变化, 是指发生在石英砂堆积之后, 成岩作用(或变质作用)之前的各种物理与化学过程。其中最突出的是 SiO_2 的溶蚀与再沉淀。

石英通过溶解作用可产生足够数量的 SiO_2 胶体, 在环境发生局部过饱和时即可导致沉淀。颗粒越细, 溶解速率增大的越快。可以在各地高坡上进入溶解, 而在谷底的石英砂上发生沉淀。也可能在一个颗粒的某一部分发生溶蚀, 而在另一部分发生沉淀。

SiO_2 的沉淀方式取决于沉淀速度。如果沉淀迅速, 则形成石英砂粒的夷平形态(图版Ⅵ—8); 中等速度的沉淀发生在翻翘薄片上, 或在解理面上产生一组新的翻翘薄片; 如果沉淀很慢, 则不但在颗粒棱角上产生沉淀, 在有足够空间的情况下, 还会生成一端“根植”在砂粒上的石英晶体。这些晶体可形成各种形态, 有六方锥体、柱状、球体等。

昆仑山及天山的冰水砂粒上就看到这种末端石英晶体的生长情况。从晶体特征和不溶于盐酸, 证明是新生的石英晶体, 一端固着在石英砂粒表面, 另一端则自由生长晶体。在碱性环境下和水分条件比较有利时, 即使气候比较寒冷, 水的PH值也会因有溶解盐类而升高, 使得砂粒表面有少量 SiO_2 被溶解; 当温度升高时, 蒸发作用又使 SiO_2 重新沉淀在一定的晶体部位而造成晶体的缓慢生长。这种过程在冰缘环境的夏季是可以频繁

进行的。因此,这种石英颗粒上生长良好的石英晶体就成了有冷暖变化、局部供水条件好、干冷、碱性环境的标志之一。但总的来看 SiO_2 的溶蚀与沉淀在湿热的气候条件下是比干寒的条件下有利得多。不过,在湿热环境下,由于 SiO_2 溶解与沉淀迅速,反而不利于形成新生的石英晶体。

3. 石英砂粒的表面特征是重建古气候的有效依据

现以成都平原西南龙泉山前缘第四纪地质剖面为例,说明根据石英砂的表面特征,可重塑地质历史时期古气候的变化。

该剖面共有八级阶地,分别代表了早更新世至全新世的沉积。将不同时代沉积的石英砂系统采样和用扫描电镜观察后发现:

全新世早期(Q_4^1):砂粒表面较洁净,少见溶蚀现象,有的有少许 SiO_2 沉淀物,但不见石英晶体生长,故反映为温和的气候环境。

晚更新世晚期(Q_3^2):砂粒表面洁净、光滑,无化学溶蚀现象,仅局部有 SiO_2 小晶芽开始生长,反映了干燥的气候状况。此层中孢粉组合反映为干凉的草原植物景观,并有牛亚科(*Bovinae*)化石。

晚更新世早期(Q_3^1):砂粒表面有轻微的化学溶蚀沟、槽和小坑,为低能的化学溶蚀环境,代表了较温暖的古气候特征。孢粉组合反映为温湿的森林草原型植被景观。

中更新世晚期(Q_2^3):石英砂表面有化学溶蚀沟、槽、裂隙、鳞剥、掀起盖子的凹坑和 SiO_2 沉淀,反映为湿热的高能化学环境,这与本层所产的东方剑齿象(*Stegodon orientalis* Owen)和真象属(*Elephas* sp.)化石,及热带—亚热带孢粉组合所反映的气候环境是完全一致的,绝非前人所认为的是冰川堆积。

中更新世早期(Q_2^1):石英砂表面化学溶蚀不甚强烈,仅见少许 SiO_2 沉淀,反映为较低能的化学溶蚀环境,气候偏凉。

早更新世(Q_1):样品采自褐红色的砂砾层中的石英砂,表面有溶蚀沟槽、坑孔、溶洞、鳞剥、裂隙和 SiO_2 沉淀,与孢粉组合一致反映了湿热的气候环境,亦非前人所谓的冰川堆积。

以上分析,表明在沉积时,气候环境的变化可以“记录”在石英砂表面的溶蚀和沉淀形态特征的组合之中。

结 语

看完本文以后,读者大概会留下一个印象,好象石英砂表面的上述特征如:贝壳状断口、翻卷薄片、擦痕、三角形坑、磨光面、 SiO_2 的溶蚀与沉淀等,对于不同成因的石英砂并无强烈的专属性,也就是说并非某一种特征一出现就一定是那种成因类型。的确如此。这一来说明自然界事物的复杂性,二来说明这种方法的局限性。但在我们进行扫描电镜观察时,却发现上述特征对于不同的成因类型出现的频率不同。例如,贝壳状断口在残坡积、冲洪积、冰积、泥石流堆积中均会出现,但在泥石流堆积中出现的频率最高,而翻卷薄片却在冰碛砂中出现最多,小碟形坑在风积砂中出现最多等等。这就在我们面前展现了另外一条途径来弥补上述不足之处,那就是运用统计学的方法进行定量研究,

就好像孢粉学一样，必须进行统计，才能说明环境和时代。

定量分析工作的具体步骤如下：将置备好的样品 20—30 粒砂，喷金后放在扫描镜下依次用 500 倍照象（依砂粒大小而定），每个砂粒分成上下两部分分别照象，在遇有特殊现象时可提高倍数照象，将上下两部分照片结合起来，这样就得到全部砂样的扫描照片，然后根据 P. A. Bull 划分的 22 类特征统计出百分比，画出曲线。依次将多种样品分别这样处理，其中包括已知成因的样品，然后采用聚群分析得到线性判别分析，最后做出复合判别分析图，将已知成因的与未知成因的样品通过电子计算机数据处理后得出不同的组，看未知成因的样品落入何成因的组合中，即可知该沉积物的成因类型。运用这种方法可避免人的主观选择性，以及看到各种现象出现后无所适从的感觉，此法值得推广。

（收稿日期 1980 年 10 月 27 日）

参 考 文 献

- [1] Krinsley, D. H., Doornkamp, J. C., 1973, Atlas of quartz sand surface textures. Cambridge university press.
- [2] Krinsley, D. H., Tovey, N. K., 1978, Cathodoluminescence in quartz sand grains. Scanning electron microscopy, Vol.1, P.887—894
- [3] Bull, P. A., Culver, S. J., 1979, An application of scanning electron microscopy to the study of ancient sedimentary rocks from the Saionia scarp, Sierra Leone. Palaeogeography · Palaeoclimatology · Palaeoecology, 26, 159—172.

QUARTZ GRAIN SURFACE TEXTURES AS REVEALED BY THE SCANNING ELECTRON MICROSCOPE AND THEIR GEOLOGICAL EXPLANATION

Xie Youyu

(Institute of Geography, Academia Sinica)

Cui Zhijiu

(Beijing University)

Li Hongyun

(Geological Bureau of Sichuan Province)

Abstract

After weathering of the rock, its quartz grains may be transported, abraded and deposited. These processes give rise to various secondary surface features. The study of these surface textural features, especially the features of their combination, may allow us to reconstruct the sedimen-

tary environment and evolutionary history from one aspect.

With the scanning electron microscope, the authors have studied the surface textural features of the Quaternary quartz grains of morainic, glaciofluvial, eluvial, alluvial, diluvial, mud-rock flow, lacustrine and eolian origin in Tibet, Sichuan, Xinjiang, North China, etc. This is of major importance for studying the quartz grains of other geological ages and reconstructing their sedimentary environments.

Under different climatic conditions, the degrees of solution-precipitation of silica on the surface of the quartz grains are different. On that basis, three types of paleoclimate may be recognized, high-energy chemical, low-energy chemical and non-solution environmental types, which represent wet-hot, warm-cool and cold climates respectively.

In this paper, according to the solution-precipitation features on the surfaces of the quartz grains, the authors reconstruct the paleoclimate with reference to the example of the Quaternary geological section of the front of Mt. Longquan, Sichuan, and thereby negate the concept of "glacial deposits" proposed by predecessors.

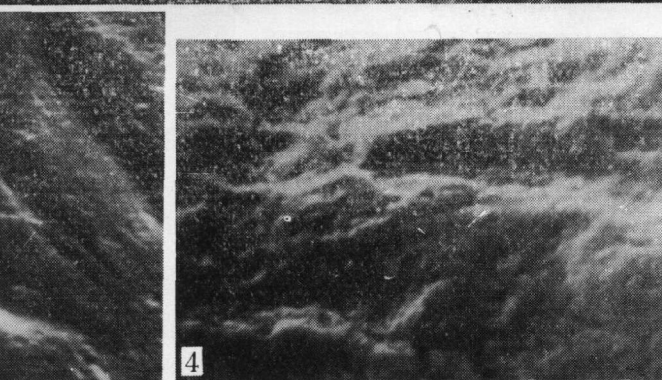
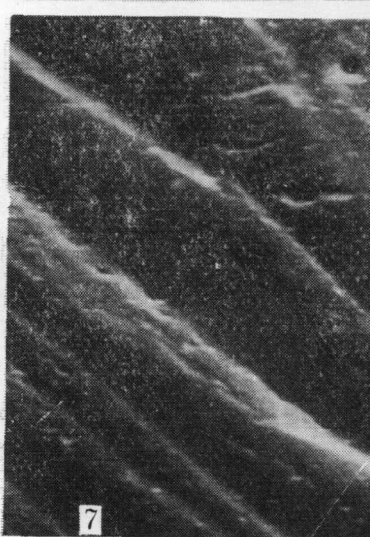
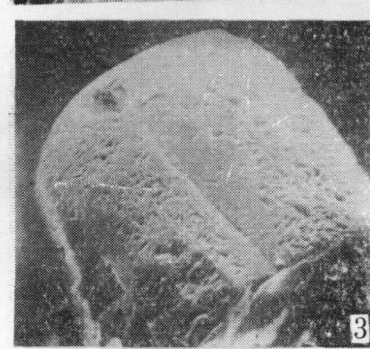
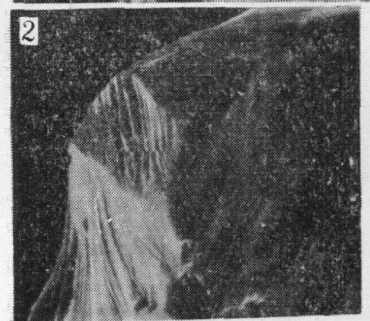
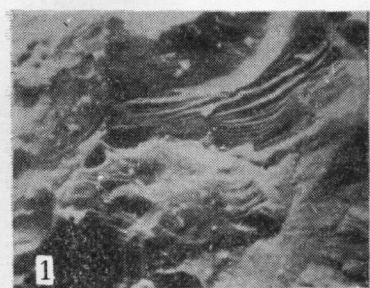
碳酸岩石油地球化学与生油潜力讨论会

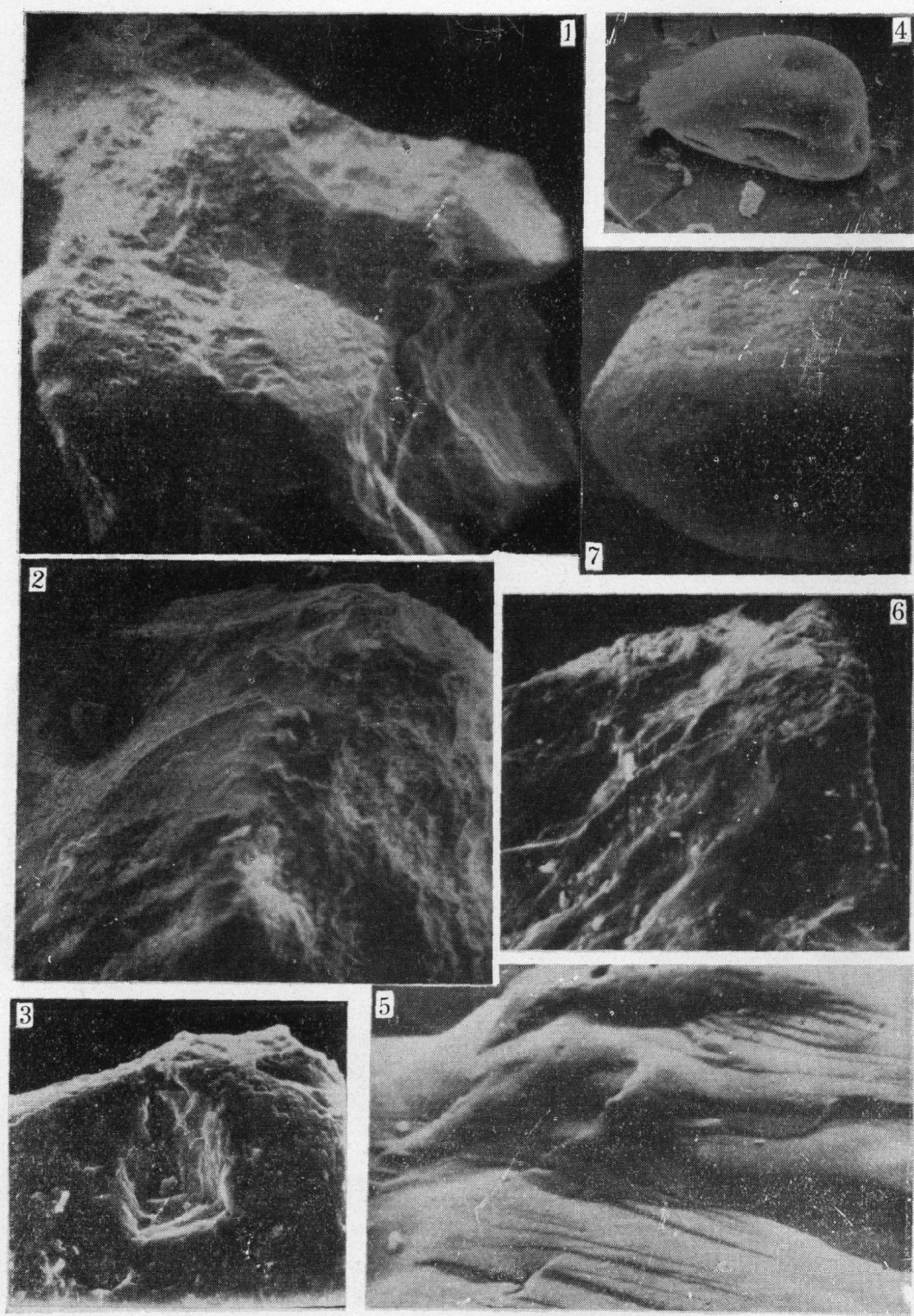
1980年11月17—20日,美国地质学会、地球化学会等八个组织于佐治亚州亚特兰大召开年会期间,由美国地球化学学会有机地球化学分会主办了碳酸岩石油地球化学与生油潜力讨论,会议进行了一天,有美、法、加、澳、中、英、日等国百余名科学家参加。中国科学院地球化学研究所傅家谟、贾蓉芬应邀出席。讨论会专题性强,十八个专题报告都是事先约请准备的,分别从沉积岩石学、地球化学与有机地化观点,探讨了某些碳酸岩油气田的生油岩、碳酸岩生油岩的岩相与地化特征、碳酸岩油气之特点,以及油源对比、生油机理研究等。我国代表在会上报告了中国东部碳酸岩地层油气藏的地化特征和可能的碳酸岩生油岩。会议所反映的碳酸岩生油研究主要成果表明:

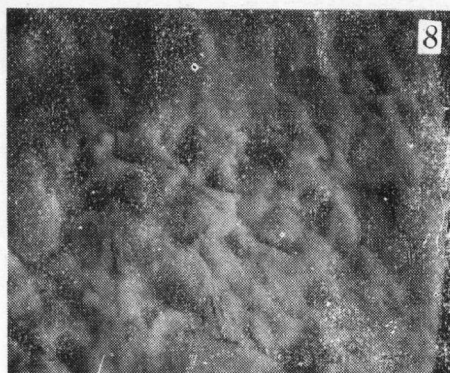
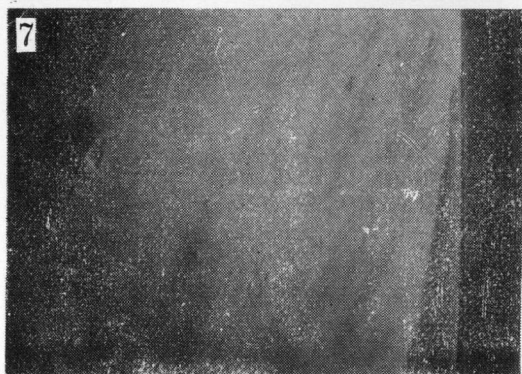
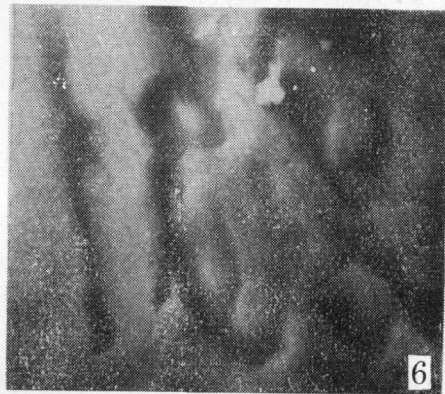
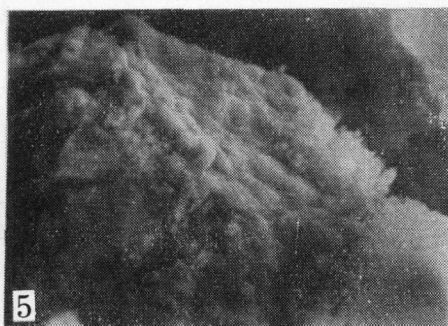
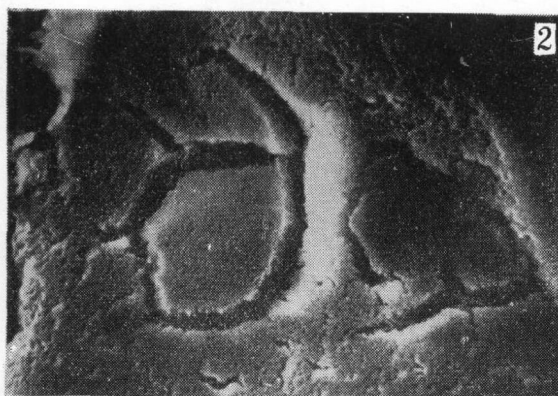
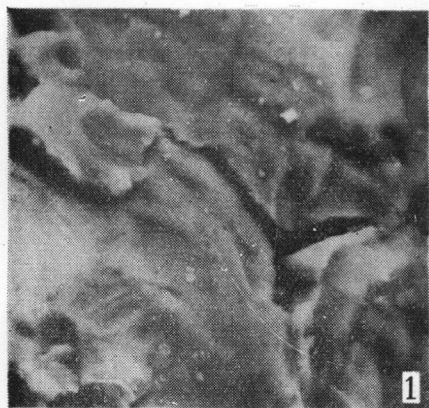
1. 碳酸岩有机质可以转化成油气并聚集形成工业油气藏。
2. 碳酸岩生油岩的基本特征包括了沉积岩相特征与地化特征两方面。
- 会议报告强调了(有机)相在碳酸岩生油岩研究中的重要意义。
3. 当前碳酸岩生油研究中的一些新方法与新动向。

例如采用高压液体色谱与色-质(C-GC-MS)技术研究芳烃化合物,采用带火焰分光鉴定器的高分辨色谱分析有机硫化物,进行模拟实验等。

(傅家谟)







谢又予等：扫描电镜下石英砂的表面结构特征及其地质解译

图 版 IV 说 明

1. 贝壳状断口。北京周口店。×900
2. 平行解理。四川成都平原。×900
3. 水下环境形成的三角形坑。北京周口店。×540
4. 冰川擦痕。西藏波密现代冰川终碛砂。×2070
5. 二氧化硅的溶蚀与沉淀。四川成都平原。×540
6. 锅形压坑。西藏波密现代冰川。×140
7. 流水作用造成的擦痕。四川成都平原射洪。×4200

图 版 V 说 明

1. 冰川石英砂的不规则外形。藏东南现代海洋性冰川。×744
2. 冰水石英砂，具冰碛砂的特征，但外形已被流水磨圆。新疆天山乌鲁木齐河源冰川。×500
3. 冲积石英砂表面的三角形坑，切穿数层解理薄片。四川成都平原。×540
4. 流水磨蚀造成的光滑、圆形的石英砂。北京周口店。×1000
5. 河流冲积石英砂的水下磨光面及机械成因磨蚀的突起脊。四川成都平原。×790
6. 洪积石英砂的尖角外形及不平整的表面。北京周口店下砾石层。×500
7. 风成石英砂磨圆的外形，表面具碟形小坑。四川成都平原双流县青台山。×2000

图 版 VI 说 明

1. 溶蚀坑。 ×900
2. 环状溶蚀裂缝。 ×6000
3. 蜂窝状溶蚀表面。 ×760
4. 原生的孔洞。 ×2000
5. SiO_2 沉淀。 ×900
6. 石英表面开始溶蚀，形成浅沟。×2000
7. 未溶蚀的石英表面。 ×780
8. SiO_2 溶蚀后，又发生沉淀，使颗粒夷平。×1000