

我国部分寒冷地区石英砂表面结构特征的研究

谢又予

(中国科学院地理研究所)

崔之久

(北京大学地理系)

寒冷气候环境中的外动力,在冰川区以冰川作用为主,在冰缘区则以冻融作用为主。在这些特定的外动力条件下,形成特定的堆积体。堆积物中的石英砂则遭受到特有的外动力作用,如冰川的挤压、碰撞作用,冰水搬运的磨圆作用,以及冰缘气候下的坡积与风的交互作用等。这些外动力作用及气候条件也必然在堆积的石英砂表面上留下痕迹。因而,我们通过对石英砂表面特征的扫描电镜观察,可重建当时的环境。选择砂的粒径为 0.18—0.25 毫米。

Krinsley 认为更新世冰碛砂粒通常被风化和成岩作用所改变,但有些颗粒仍象现代冰川砂粒一样新鲜,甚至第三纪的冰川颗粒仍然会保留原始的冰川作用特征^[1]。

一、冰川石英砂的表面特征

综观前人对原始的冰川石英砂粒表面特征的描述,主要是:(1)贝壳状断口和不规则的断块;(2)平正的解理面和翻卷薄片;(3)平坦的平行解理面组成的一系列“阶梯”;(4)压碎和变形的解理薄片;(5)解理面上有粘附的平正的扁平石英颗粒。上述特征主要来自于对阿尔卑斯山现代冰川石英砂的描述^[2,3]。显然未经明显的水下或化学作用的改造。在我国昆仑山冰川石英砂粒表面,上述特征也有很好的反映,如平正的解理面和翻卷薄片,以及平行解理的“阶梯”,解理面上有粘附的平正扁平石英颗粒等(图 1)。

而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,在我国西藏东南部海洋性冰川的终碛中*,由于“冰川作用能”大,侵蚀力强,故在石英砂粒上能形成很深的圆形深坑和清晰的擦痕(图 2)。这种深坑是由于一定时间内相对稳定在某一点上挤压研磨造成的,明显地区别于风力作用下因一次撞击而在石英砂粒上造成的浅平的碟形坑。即使有些深坑因后期颗粒的圆化作用而稍微变浅,但坑内的不规则和砂粒表面的基本特征仍清晰地保留着。更为重要的特征是石英砂粒上的擦痕。这两个特征都是较为罕见的。作者对比了很多石英砂粒上类似擦痕的形象,发现有些多条平行的类似擦痕的形象,实际上是被水下环境改造了的平行解理面的“阶梯”或贝壳状断口中的条纹。这种条纹状影象呈多条平行排列,延展性好,即使放大几千倍后仍呈光滑、平正状态。而由冰川造成的石英砂上的擦痕大多只有 1—2 条,擦痕底及两侧皆粗糙不平,较短,延展性不好。

原始的冰川石英砂粒的外形特征与稀性泥石流石英砂粒也有类似之处,如尖角的外形与贝壳状断口等,但两者的区别十分明显。首先,稀性泥石流石英砂粒的贝壳状断口远比前者发

本文 1981 年 6 月 19 日收到。

* 标本由牟昀智同志采集。



图1 冰碛石英砂表面的擦痕。×675
西藏东南阿扎冰川终碛

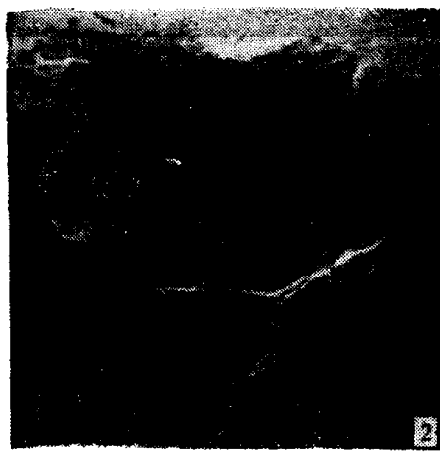


图2 冰碛石英砂表面的深坑。×666
同左

育,断口十分密集,在一个稜上有多个。这是由于稀性泥石流运动特征决定了石英砂粒之间有更多的、更猛烈的碰撞机会。其次,尖锐的外形并不伴生因冰川挤压而造成的平正解理面和翻卷薄片等,当然更不会有固定碾压而造成的深坑。泥石流石英砂粒更类似于刚脱离母岩的风化碎屑。

二、冰水石英砂表面特征

冰水堆积主要是“冰川-河流沉积”,我们有时甚至把狭义的“冰水堆积”就理解为此类堆积。我们认为其含意有两点,首先其物质是由冰碛物改造而来的,只有这种河段的堆积物才称冰水沉积。所以冰水堆积应该明确地只限于离冰川以下一定的距离内,绝不能像有些人那样,将凡是由冰雪融化的水,不管距离多远,均叫冰水沉积,这种无限扩大冰水“势力范围”的“泛冰水论”既无实际意义,又易造成混乱。一般冰水-河流堆积物多数只分布在距冰川几到几十公里的范围内。我们认为,在山区冰水作用下颗粒的圆化速度是比较快的,如东天山乌鲁木齐河源冰水石英砂,一般在20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。

总之,冰水石英砂是冰川石英砂被水下环境改造过的砂粒,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蚀作用造成的。此外,有时在被圆化或光滑化的面上又叠加了水下机械成因的“V”形或“不规则形”坑,或砂粒表面上的凹坑内部比突起部分不规则。

此外,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较多的 SiO_2 沉淀。昆仑山及天山的冰水砂粒上曾看到这种末端石英晶体的生长情况(图3)。从晶体特征和不溶于盐酸,证明是新生的石英晶体。它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,在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。但在湿热环境下,由于 SiO_2 溶解与沉淀迅速,反而不易形成新生的石英晶体。

三、冰缘石英砂的表面特征

在以冻融作用为主的冰缘条件下,岩石易风化形成大量岩屑,坡积作用极强烈。同时,气候干燥,风力作用强盛,因而在冰缘环境下可形成成层岩屑等堆积体。

成层岩屑是一种对划分第四纪气候阶段极有意义的沉积物。在昆仑山小南川所见的成层岩屑是由粗中砂与小砾石交互组成。在 1.51 米的露头上单层有 302 层,正好是 151 个韵律组合,细层主要是粗、中砂。在电子扫描镜下发现其中有约 40% 是风成磨圆砂粒,粗粒主要是 1—3 毫米的粗砂及细砾,它们皆来自当地山坡,即粗粒为片流堆积,细粒为风力堆积,是一种季节变化的产物。反映了片流与风力作用极强的干燥气候环境(图 4)。而原始的因冻融作用而风化的石英砂粒是非常新鲜而带棱角的。



图 3 冰缘区沙丘砂表面上的石英晶体,形成于常温下,缓慢地沉淀作用。×4250
东昆仑山西大滩



图 4 形成于冰缘环境的成层岩屑细粒层中的风成麻圆砂粒。×240
同左

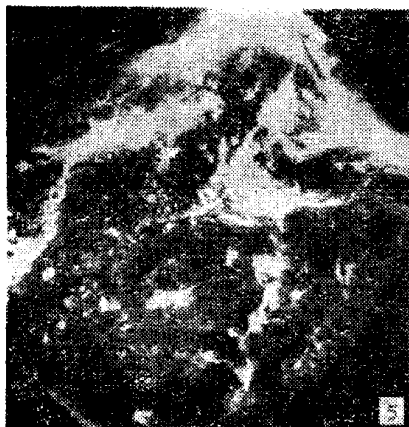


图 5 石英砂表面凹坑中 SiO_2 的溶解及再结晶现象。×456
东北大兴安岭主峰黄冈梁地区

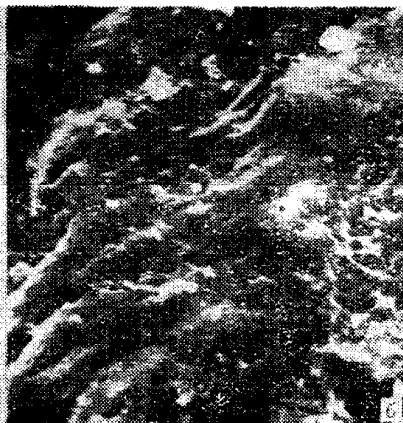


图 6 图 6 的局部放大,为 SiO_2 沉淀现象。×904
东北大兴安岭主峰黄冈梁地区



图 7 风成石英砂,浑圆的外形与表面的碟形坑。×176
同左

东北大兴安岭主峰黄冈梁地区(43°30'N, 117°30'E, 海拔 2029 米),在晚更新世时是处于冰缘环境下,从该区钻孔 ZK6 中的石英砂表面特征观察*,可见到两种类型的石英砂,一种

* 照片由张天刚同志拍摄。

为被流水磨圆的,外形呈次圆状,具有较光滑的表面(图5),但在凹坑处有 SiO_2 溶蚀及重新结晶的现象,这是反映了该石英颗粒堆积前期的特征,即在较温和的气候下, SiO_2 遭溶蚀,在有利的条件下 SiO_2 又重新结晶(图6)。推测这种现象是晚更新世以前石英所经历的环境的遗留现象。另一种石英颗粒外形浑圆,且表面布满碟形坑,是风力搬运形成的风成砂。此风成砂与流水冲积形成的砂交互出现,也是冰缘环境下的特定产物(图7)。

综上所述,不难看出石英砂的颗粒表面形态特征的确对其沉积环境及其演变的历史具有鉴定意义,是一种辅助野外宏观研究的有效方法之一。

参 考 文 献

- [1] Marglis, S. V. & Kennett, J. P., *American Journal of Science*, 271 (1971), 1—36.
- [2] Krinsley, D. H. & Doornkamp, J. C., *Atlas of Quartz Sand Surface Textures*, Cambridge University Press, 1973, 44—50.
- [3] Whalley, W. B. & Krinsley, D. H., *Sedimentology*, 21 (1974), 87—105.