

文章编号:1000-4734(2006)01-0001-07

# 不同前处理方法对红色风化壳粒度测试结果的影响

冯志刚<sup>1,2</sup>, 王世杰<sup>2</sup>, 罗维均<sup>2</sup>, 刘秀明<sup>2</sup>, 王清良<sup>1</sup>, 史文革<sup>1</sup>

(1. 南华大学 建筑工程与资源环境学院, 湖南 衡阳 421001;

2. 中国科学院 地球化学研究所 环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002)

**摘要:**对红色风化壳粒度分析的前处理方法,目前存在着很大差异,这在一定程度上影响了分析结果的可靠性。采用不同前处理方法对中国西南岩溶区红色风化壳样品进行了粒度测试,结果表明各方法对粒度数据有明显影响。对于富含三水铝石的样品,用盐酸溶液煮沸处理后,可以使游离铝氧化物的胶结作用解体,从而使颗粒充分分散,即方法 B 效果较好;而对于蒙脱石含量较高的红色风化壳,由于盐酸溶液处理后会破坏蒙脱石晶格及硅胶体的出溶,从而会对矿物产生胶结作用,用方法 A 较为适宜;其他粘土矿物对不同前处理方法没有明显的敏感性。当利用粘粒含量作为红色风化壳发育程度及红壤类型划分的指标时,不同前处理方法将影响到对成果的正确解释,因此选择合适的前处理方法是必需的。在碳酸盐岩上覆红色风化壳的成因研究方面,以粒度频率分布曲线作为指标时,前处理方法的不同不影响对物源指示的判读,但利用粘粒含量及粉砂/粘粒比等参数时,可能会对研究结果产生影响。

**关键词:**红色风化壳;粒度分析;前处理方法;中国西南岩溶区

**中图分类号:**P575;P588-24;S151.9 **文献标识码:**A

**作者简介:**冯志刚,男,1970年生,博士,副教授,从事表生地球化学、溶浸采矿及矿物加工方向研究。

粒度分布作为沉积物的重要结构特征,由于在风化成土过程中可预测的粒径变化行为,即风化程度愈强,粘粒含量愈高<sup>[1-2]</sup>,因此常作为红色风化壳发育程度及剖面对比<sup>[3-5]</sup>、红壤类型划分及发育特征<sup>[6-8]</sup>的指标。另外,在热带、亚热带湿热岩溶区,由于碳酸盐岩酸不溶物含量很低,对于其上覆红色风化壳的物质来源长期存在着争议,除了常规的地球化学和矿物学方法外,粒度分析也被一些作者用于这类风化壳成因的研究<sup>[9-14]</sup>。客观反映风化壳的粒度组成是对数据进行正确解释的基础,而分析结果的可靠性除了与测试方法有关,还强烈依赖于样品的前处理方法。红色风化壳由于风化作用强烈,成熟度高,大量次生粘土矿物及游离氧化物的生成会产生胶结作用,因此选择合适的前处理程序是使待测样品颗粒保持高度分散的前提。然而,由于各人的认识角度不同,对

样品的前处理方法还存在很大差异:如用双氧水和 pH=4 的盐酸溶液处理<sup>[9]</sup>;样品水溶液中加入六偏磷酸钠抗凝<sup>[10-11]</sup>;用水和超声波进行分散<sup>[12]</sup>;醋酸和双氧水溶液处理后用 10% 的六偏磷酸钠分散<sup>[13]</sup>;直接用水分散<sup>[14]</sup>等。这在一定程度上影响了对数据结果的正确解释和数据之间的可比性。对于黄土、第三纪红粘土、海滩及海洋沉积物的粒度分析,不同前处理方法对分析结果的影响已进行过实验研究<sup>[15-18]</sup>,而对红色风化壳,尚未开展过这方面的工作。由于不同类型沉积物的矿物组成和胶结类型存在着明显差异,所以在黄土等沉积物的实验成果并不一定适合于红色风化壳粒度分析的前处理。

本文选择中国西南岩溶地区不同风化强度的红色风化壳样品作为测试对象,通过不同前处理程序的实验,分析各方法对粒度分析结果的影响。结合 X 射线衍射分析(XRD)和透射电子显微镜(TEM)观察,探讨粒度分析结果产生差异的原因。针对不同研究目的,讨论各方法对成果解释的影响。

收稿日期:2005-09-27

基金项目:国家自然科学基金项目(批准号:90202003);中国科学院地球化学研究所领域前沿 A 类项目;中国科学院“西部之光”项目;南华大学科研启动基金

## 1 材料和方法

### 1.1 实验材料

样品采自中国西南岩溶区红色风化壳,选取了三个采样剖面,分别为:广西平果县下二叠统灰岩上覆红色风化壳,简称平果剖面;黔中平坝县下三叠统白云岩上覆红色风化壳,简称平坝剖面;黔北遵义市深溪镇三叠系灰岩上覆红色风化壳,简称深溪剖面。取各剖面全风化带两个样作为供试对象,平果剖面样品编号为 PG-12、PG-15,平坝剖面为 PB-11、PB-17,深溪剖面为 SM-2、SM-5。样品号由剖面底部向上顺次增大。

### 1.2 实验方法

在样品的前处理过程中,笔者发现,红色风化壳由于非常粘重,仅仅依靠水、超声波以及分散剂根本无法有效分散。同时,含有的有机质对细颗粒物产生的胶结现象,必须通过化学试剂处理,于是拟定了以下3种样品前处理方法:

方法 A: (0.175 ± 0.003) g 样品置于 200 mL 烧杯中,用 30% 的过氧化氢溶液氧化有机质,直到与样品不发生反应,加适量去离子水煮沸以去除残余 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>。加入 0.01 mol/L 的六偏磷酸钠分散剂 10 mL,用去离子水定容到 200 mL,加热沸腾后持续 5 min,冷却到常温后上机测试,加 1 min 超声波后记录数据。

方法 B: (0.175 ± 0.003) g 样品置于 200 mL 烧杯中,用 30% 的过氧化氢溶液氧化有机质,直到与样品不发生反应,加适量去离子水煮沸以去

除残余 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>。加入 10 mL 1:3 HCl 溶液,用去离子水定容至 150 mL,加热沸腾后,静置 24 h,用虹吸管抽去上清液。加入 0.01 mol/L 的六偏磷酸钠分散剂 10 mL,用去离子水定容到 200 mL,加热沸腾后持续 5 min,冷却到常温后上机测试,加 1 min 超声波后记录数据。

方法 C: (0.175 ± 0.003) g 样品置于 200 mL 烧杯中,用 30% 的过氧化氢溶液氧化有机质,直到与样品不发生反应,加适量去离子水煮沸以去除残余 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>。冷却到常温后,加入 10 mL 1:3 HCl 溶液,用去离子水定容至 150 mL,静置 24 h,用虹吸管抽去上清液。加入 0.01 mol/L 的六偏磷酸钠分散剂 10 mL,用去离子水定容到 200 mL,加热沸腾后持续 5 min,冷却到常温后上机测试,加 1 min 超声波后记录数据。

上述三种前处理方法的区别在于,方法 A 未用盐酸溶液处理,方法 B 和方法 C 均用盐酸溶液分解可能存在的残余碳酸盐和次生游离氧化物,以消除其对岩屑及矿物颗粒的胶结作用,而方法 B 在煮沸的条件下反应,方法 C 在常温条件下进行,在下文中简称 A、B、C。大量实验数据表明,1 min 的超声波不会导致单颗粒的破碎。

样品的粒度分析在北京大学城市与环境学系完成,测试仪器为英国 Malvern 公司生产的 Mastersizer 2000 型激光粒度分析仪,量程为 0.02 ~ 2000 μm。

## 2 粒度分布特征

表 1 列出了 3 种不同前处理方法处理后样品的部分粒度参数。从表 1 可知,不同前处理方法样品的粒度分析结果存在明显差异,分散效果愈好,粘粒含量愈高。

表 1 不同前处理方法对红色风化壳样品粒度参数的影响

Table 1. The influence of different pretreatment methods on the grain size parameters for red weathering crust samples

样品号	中值粒径/mm			粘粒/%			粉砂/%			粉砂/粘粒		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
PB-11	1.8	0.5	0.7	51.2	62.6	60.2	48.8	37.4	39.8	0.95	0.60	0.66
PB-17	0.5	0.4	0.6	67.1	70.2	63.1	32.9	29.8	36.9	0.49	0.42	0.58
SM-2	3.3	5.3	4.3	41.4	25.5	32.4	58.6	73.2	67.4	1.42	2.87	2.08
SM-5	7.2	7.3	7.5	21.0	15.6	15.7	69.8	79.1	78.5	3.32	5.07	5.0
PG-12	4.2	4.8	4.7	32.6	27.2	28.2	66.7	72.3	68.5	2.05	2.66	2.43
PG-15	3.7	4.7	4.8	37.4	30.9	30.8	61.2	68.1	65.2	1.64	2.20	2.12

注:粘粒为 < 2 mm,粉砂为 2 ~ 63 mm。

平坝剖面中 PB-11 的粘粒含量为 B > C > A,且 B 和 A 之间的含量差值达 11.4%,相应地,中

值粒径为 B < C < A,粉砂含量及粉粘比表现为 B < C < A,即方法 B 分散效果好,方法 C 居中,方法

A 差;PB-17 与 PB-11 有所区别,粘粒含量为  $B > A > C$ ,且 B 和 C 之间的差值为 7.1%,其它粒度参数呈现相应的变化趋势,即方法 B 的分散效果好,方法 A 居中,方法 C 差。深溪剖面中 SM-2 的粘粒含量为  $A > C > B$ ,A 与 B 的含量差值为 15.9%,相应地,中值粒径为  $A < C < B$ ,粉砂含量及粉粘比为  $A < C < B$ ;SM-5 的粘粒、粉砂含量及粉粘比具有与 SM-2 同样的变化趋势,仅中值粒径显示为  $A < B < C$  的微弱变化,A 与 B 的粘粒含量差为 5.4%。总体上,两个样品的前处理结果表现为,方法 A 的分散效果好,方法 C 居中,方法 B 差。平果剖面的 PG-12、PG-15 经 B 和 C 处理后,中值粒径及粘粒含量没有明显差异,而方法 A 的粘粒含量较高,中值粒径较细,粘粒含量的最大差值分别为 5.4% 和 6.6%,B 与 C 之间粉砂含量的明显差异主要由砂粒级的分散差异造成的。分散效果表现为方法 A 较好,方法 B 和 C 较差。

表 2 为上述不同前处理方法的分散效果汇总,以便更为直观了解各方法的分散情况。对于

平坝剖面,方法 B 的前处理效果较好,而方法 A 对深溪和平果剖面样品具有较好的分散作用,另外同一剖面不同样品之间的分散程度也存在着差异,如平坝剖面中 PB-11 和 PB-17 的方法 A 与 C。不同前处理方法导致粘粒含量的差别最大达 15.9%,成为不可忽略的问题。

表 2 不同前处理方法对红色风化壳样品的分散效果  
Table 2. The dispersion effect of different pretreatment methods on red weathering crust samples

样品号	分散效果			粘粒含量最大差异/%
	A	B	C	
PB-11	较差	较好	中等	11.4
PB-17	中等	较好	较差	7.1
SM-2	较好	较差	中等	15.9
SM-5	较好	较差	中等	5.4
PG-12	较好	较差	较差	5.4
PG-15	较好	较差	较差	6.6

粒度频率分布特征可以反映样品各粒组的分布情况,3 种不同前处理方法后的粒度频率分布曲线见图 1,图中横坐标以  $\phi$  值粒径表示,粒径组

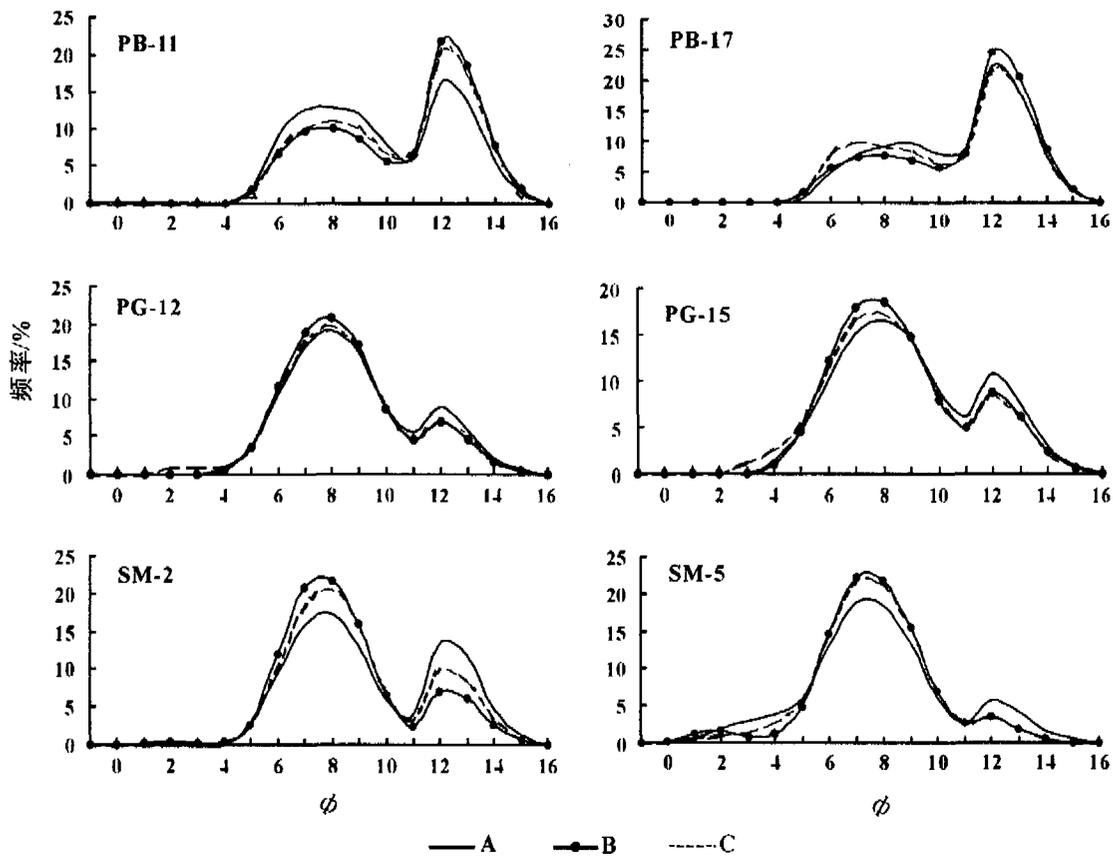


图 1 不同前处理方法对红色风化壳样品粒度频率分布曲线的影响

Fig. 1. The influence of different pretreatment methods on the grain size frequency distribution curves of red weathering crust samples.

间距为  $1/4\phi$ , 其中  $\phi = -\log_2 d$ ,  $d$  为粒径, 单位 mm, 即  $\phi$  值越大, 粒度越细。各样品的粒度频率分布曲线均呈双峰分布, 经不同前处理方法后, 偏态和众数值基本保持稳定, 而粗粒峰与细粒峰的相对峰高有所改变, 只有 PB-17 的粗粒峰出现一些异常。由于双峰众数值分别位于粉砂级 ( $\phi = 4 \sim 9$ ) 和粘粒级 ( $\phi > 9$ ) 范围内, 所以细粒峰的峰高与粘粒含量变化同步, 而粗粒峰的峰高与粉砂含量变化同步。以 PB-11 为例, 其粘粒含量的变化为  $B > C > A$ , 相应地, 细粒峰的峰高也具有  $B > C > A$  的变化趋势, 而粗粒峰的峰高变化情况相反, 其他样品也具有同样的变化规律。

### 3 不同前处理方法对粒度分析结果产生影响的原因

不同剖面(或样品)间分散效果的差异, 可能源于矿物组成的差异, 为了揭示这一现象, 用 Dmax/2200 型 X 射线衍射仪对上述样品进行了矿物组成的定性分析, 结果见表 3。从表中可以看出, 只有平坝剖面样品出现了三水铝石, 其他如粘土矿物蒙脱石、绿泥石、伊利石及氧化物锐钛矿、针铁矿等在各样品中普遍存在, 高岭石在深溪剖面没有出现, 指示了风化壳发育程度依次为平坝剖面 > 平果剖面 > 深溪剖面。

表 3 红色风化壳样品的矿物组成特征

Table 3. The mineral distribution characteristics of red weathering crust samples

样品号	Q	Ch	I	A	Or	S	K	Go	An	C	Gi
PB-T11	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
PB-T17	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
SM-T2	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-
SM-T5	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-
PG-T12	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-
PG-T15	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-

注: + 表示该矿物在样品中出现, - 表示该矿物在样品中不出现; Q-石英、Ch-绿泥石、I-伊利石、A-锐钛矿、Or-钾长石、S-蒙脱石、K-高岭石、Go-针铁矿(含赤铁矿)、An-斜长石、C-碳酸盐矿物、Gi-三水铝石

对 PB-11、PG-12 和 SM-2 三件样品分别通过方法 A 和方法 B 处理后, 取悬浮液数滴滴于样品铜网上, 喷碳后在 JEM-2000FXCX 型 TME 下观察。

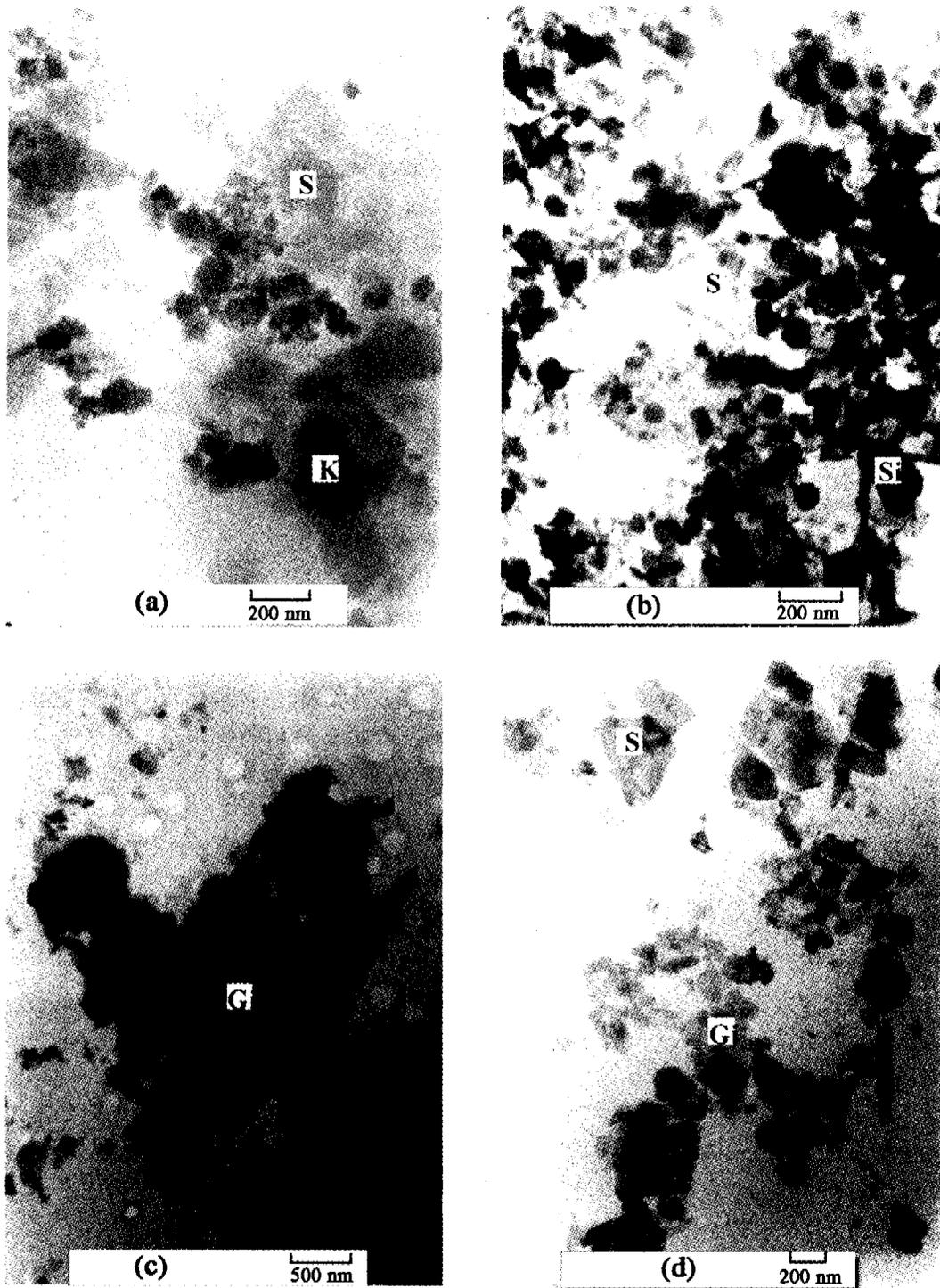
未经过盐酸溶液处理(方法 A)的 PB-11 样品, 在镜下有许多呈浅色鳞片状的三水铝石相互胶结并胶结其他矿物, 使矿物颗粒聚集增大, 而其他矿物基本呈分散状态。经盐酸溶液煮沸处理(方法 B)的 PB-11 样品, 整体上比较分散, 以三水铝石为主的粘土矿物的胶结现象少见, 个别呈胶结状态出现的矿物有溶蚀现象, 在镜下偶见蒙脱石颗粒, 呈不规则片状, 有溶蚀边。其他矿物未发现有明显的变化。

SM-2 经方法 A 处理后, 蒙脱石形态呈不规则细鳞片状, 轮廓不清楚, 含量高。高岭石呈六方片状, 针铁矿形态呈小针状、纳米颗粒状, 另外见有少量石英。粘土矿物以分散状态出现。经方法 B 处理后, 产生大量浑圆状和少量针状矿物, 胶结在一起, 浑圆状颗粒没有衍射斑点, 呈非晶态, 可能是出溶的硅胶体, 蒙脱石大部分被交代成残晶, 在

边缘和表面有许多溶蚀残余结构, 且被出溶物胶结。高岭石晶形无明显变化。

PG-12 经方法 A 处理后, 镜下粘土矿物以高岭石、伊利石居多, 含有一些铁氧化物的不透明矿物, 蒙脱石形态不规则, 和 SM-2 经方法 A 处理的结果相比, 视域内含量较低, 颗粒均呈分散状态。经方法 B 处理后, 蒙脱石被溶蚀, 并被出溶物胶结, 但可能是含量低的缘故, 未像方法 B 处理的 SM-2 有大量呈浑圆状的出溶体凝聚现象, 这也表现在图 1 中 SM-2 比 PG-12 的两种前处理方法的粒度频率分布曲线具有更大的差异性。

图 2 为部分样品经方法 A 和 B 处理的 TEM 图片, 其中图 2a 为经方法 A 处理的 SM-2, 矿物颗粒呈分散态, 蒙脱石为不规则粒状、高岭石呈规则六边形; 图 2b 为经方法 B 处理的 SM-2, 在蒙脱石表面和粒间出溶大量浑圆粒状硅胶体及少量针状矿物, 胶结被溶蚀成残晶的蒙脱石; 图 2c 为经方法 A 处理的 PB-11, 大量的鳞片状三水铝石胶结在一起; 图 2d 为经方法 B 处理的 PB-11, 三水铝石呈分散态出现。



S-蒙脱石 K-高岭石 Si-硅胶体 Gi-三水铝石

a. 经方法 A 处理的 SM-2 b. 经方法 B 处理的 SM-2 c. 经方法 A 处理的 PB-11 d. 经方法 B 处理的 PB-11

图 2 不同前处理方法的红色风化壳样品 TEM 图片

Fig. 2. TEM micrographs of red weathering crust samples treated by different pretreatment methods.

从上述研究看,不同前处理方法对红色风化壳粒度分布特征的影响,其本质是不同粘土矿物的性质决定的。

高度发育的风化壳,随着大量三水铝石的出

现,会对其他粘粒矿物产生胶结作用并且三水铝石自身也会产生凝聚,这样,呈团粒状的矿物颗粒使粒度变粗,用盐酸溶液处理能使这种胶结解体,从而使矿物颗粒分散,而且用盐酸溶液煮沸处理

的样品比在常温下用盐酸溶液处理的样品分散程度更好,而方法 A 最差。

对于富含蒙脱石的样品来说,由于用盐酸处理后会破坏蒙脱石晶格,导致矿物分解和硅胶体的出溶,从而会对矿物产生胶结现象,使矿物粒度变粗,而用方法 A 分散效果更好。王世杰等<sup>[19]</sup>对钙蒙脱石的酸化处理发现,随着酸化时间的延长(>4 h),会导致钙蒙脱石晶体结构彻底破坏。在酸化过程中,由于钙蒙脱石八面体中金属阳离子的溶出,造成局部的碱离子浓度增高,导致游离二氧化硅的形成,附着在颗粒的边缘,如果酸化时间过长,则会使新产生的二氧化硅产生凝聚和聚合化<sup>[20]</sup>。王德强等<sup>[21]</sup>也证实在酸化过程中,蒙脱石结构中有非晶态 SiO<sub>2</sub>溶出的现象。

不同前处理方法除对蒙脱石和三水铝石有强烈影响外,其他矿物没有明显的变化。

#### 4 不同前处理方法对成果解释的影响

前面已经提到,粘粒含量的高低在一定程度上指示了风化壳发育程度的强弱,因此对于富含粘土矿物的红色风化壳及其发育的红壤而言,利用粒度参数尤其是粘粒含量或粉粘比作为风化强度指标时,客观反映样品的粒度分布有助于正确理解风化壳的发育强度及剖面演化特征。从上述粒度分析结果可知,不同前处理方法对粒度数据产生明显影响,粘粒含量的最大差异可达 15.9%,因此选择合适的前处理方法是完全必要的。即使对于同一风化壳,由于不同风化阶段的粘土矿物组合不同,利用同一预处理方法对不同样品的分散效果可能会产生明显差异,如以富三水铝石的样品和富蒙脱石的样品之间,甚至会影响到剖面演化的正确判读。因此预先查明样品矿物组成再拟定前处理方法将有助于减小分析误差。

对于利用粒度分析进行碳酸盐岩上覆红色风

化壳的成因指示,笔者的研究表明<sup>[22-23]</sup>,由碳酸盐岩发育的风化壳继承了基岩酸不溶物的粒度分布特征,其中粒度频率分布曲线是直观有效的示踪指标,母岩一般为单峰,风化壳除具有与母岩的粗粒峰一致的偏态及众数值,由于风化作用,还出现了粘粒峰,体现出和母岩的一致性和渐变过渡性,二者之间的差异主要表现在峰高上的相对强弱。上述不同前处理方法的粒度频率分布曲线之间的偏态及众数值没有明显变化,只是相对峰高存在的差异,因此不影响对风化壳成因的指示。由于不同前处理方法后的粘粒含量及粉砂/粘粒比存在着明显差异,在利用这些参数作为碳酸盐岩上覆红色风化壳的成因指示时可能会受到影响<sup>[11,13-14]</sup>。

#### 5 结 语

不同前处理方法对红色风化壳粒度分析结果影响的实验表明,对于富含三水铝石的高度发育的红色风化壳,在去除有机质后,用盐酸溶液煮沸处理的方法,可以使游离铝氧化物的胶结作用解体,从而使颗粒充分分散,即用方法 B 效果较好;而对于蒙脱石含量较高的弱度风化的红色风化壳,由于盐酸溶液处理后会破坏蒙脱石晶格,产生矿物分解和硅胶体的出溶,从而会对矿物产生胶结现象,用方法 A 较为适宜;其他粘土矿物对不同前处理方法没有明显的敏感性。

在利用粘粒含量作为风化指标进行风化壳发育程度的判定、剖面演化及红壤类型划分等方面,不同前处理方法将会影响到对成果的正确解释,建议先做矿物成分分析,再确定前处理方法。利用粒度频率分布曲线进行碳酸盐岩上覆红色风化壳的成因指示而言,前处理方法的不同对物源的指示没有明显影响,但利用粘粒含量及粉砂/粘粒比等参数可能会对结果产生影响。

#### 参 考 文 献:

- [1] Ducloux J, Guero Y, Sardini P, et al. Xerolysis: a hypothetical process of clay particles weathering under Sahelian climate[J]. *Geoderma*, 2002, 105:93-110.
- [2] White F, Blum E, Schulz S, et al. Chemical weathering rates of a soil chronosequence on granitic alluvium: I. Quantification of mineralogical and surface area changes and calculation of primary silicate reaction rates[J]. *Geochim Cosmochim Acta*, 1996, 60(14):2533-2550.
- [3] 李德文,崔之久,刘耕年.湘桂黔滇藏红色岩溶风化壳的发育模式[J].*地理学报*, 2002, 57(3):293-300.
- [4] 黄英,符必昌,付君冀,等.昆明玄武岩红土物质组成的剖面特征[J].*昆明理工大学学报*, 2000, 25(4):88-92.
- [5] 黄振国,张伟强,陈俊鸿,等.中国南方红色风化壳[M].北京:海洋出版社,1996:56-57.

- [6] 王明珠,何园球.我国富铝化土的分类探讨[J].土壤学报,1990,27(2):219-227.
- [7] 王果,林景亮,庄卫民.福建红壤和砖红性红壤的发生和分类的探讨[J].土壤学报,1987,24(4):352-360.
- [8] 梁福源,宋林华,唐涛.石林地区土壤性质与喀斯特洼地发育[J].地理研究,2004,23(3):321-328.
- [9] Bronger A, Bruhn-Lobin N. Paleopedology of terrae rossae-rhodoxeralfs from Quaternary calcarenites in NW Morocco[J]. *Catena*, 1997, 28(3/4): 279-295.
- [10] Darwish T M, Zurayk R A. Distribution and nature of red Mediterranean soils in Lebanon along an altitudinal sequence[J]. *Catena*, 1997, 28(3/4):191-202.
- [11] Plaster R W, Sherwood W C. Bedrock weathering and residual soil formation in Central Virginia[J]. *Geological Society of America Bulletin*, 1971, 82:2813-2826.
- [12] Durn G, Ottner F and Slovenec D. Mineralogical and geochemical indicators of the polygenetic nature of terra rossa in Istria, Croatia[J]. *Geoderma*, 1999, 91:125-150.
- [13] Macleod D A. The origin of the red Mediterranean soils in Epirus, Greece[J]. *Journal of Soil Science*, 1980, 31:125-136.
- [14] Olson G G, Ruhe R V and Mausbach M J. The Terra Rossa Limestone Contact Phenomena in Karst, Southern Indiana[J]. *Soil Sci Soc Am J*, 1980, 44, 1075-1079.
- [15] 鹿化煜,安芷生.洛川黄土粒度组成的古气候意义[J].科学通报,1997,42(1):66-69.
- [16] 王德杰,范代读,李从先.不同预处理对沉积物粒度分析结果的影响[J].同济大学学报,2003,31(3):314-318.
- [17] 鹿化煜,苗晓东,孙有斌.前处理步骤与方法对风成红粘土粒度测量的影响[J].海洋地质与第四纪地质,2002,22(3):129-135.
- [18] 孙有斌,高抒,鹿化煜.前处理方法对北黄海沉积物粒度的影响[J].海洋与湖沼,2001,32(6):665-671.
- [19] 王世杰,陈丰.膨润土的酸化脱色机理研究[J].矿物学报,1993,13(4):325-330.
- [20] Novak I, Gergor M. Objective evaluation of the bleaching power of clays on plant oils[J]. *Clay and Clay Minerals*, 1969,17:851-857.
- [21] 王德强,郭九皋,王辅亚,等.酸化对蒙脱石成分和结构影响的研究[J].矿物学报,1998,18(2):189-193.
- [22] 冯志刚,王世杰,孙承兴,等.岩溶地区土状堆积物物质来源判别的实用指标——粒度分布特征[J].中国岩溶,2002,21(2):73-78.
- [23] 冯志刚,王世杰,孙承兴,等.岩溶地区缺失原岩残余结构红色风化壳的粒度分布特征及成因指示——以贵州平坝为例[J].矿物学报,2002,22(3):243-248.

## THE INFLUENCE OF DIFFERENT PRETREATMENT METHODS ON GRAIN SIZE DRISTRIBUTION OF RED WEATHERING CRUSTS

FENG Zhi-gang<sup>1,2</sup>, WANG Shi-jie<sup>2</sup>, LUO Wei-jun<sup>2</sup>, LIU Xiu-ming<sup>2</sup>  
WANG Qing-liang<sup>1</sup>, SHI Wen-ge<sup>1</sup>

(1. School of Architecture, Resource & Environment Engineering, Nanhua University, Hengyang 421001, China;

2. The State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, CAS, Guiyang 550002, China)

**Abstract:** As to the pretreatment methods of grain size analysis for red weathering crusts, at present there is a great discrepancy, and it influences the reliability of analytic results to some extent. This paper adopted different pretreatment methods to measure the grain size of red weathering crust samples in karst areas, southwestern China, and the results showed that they have apparent effects on the grain size data. As to samples rich in gibbsite, boiling with dilute HCl solution may disaggregate cementation of disassociative Al-oxide and enable grain size to be dispersed well, i. e., method B is good. However, as for samples rich in smectite, owing to destroying crystal structure of smectite and silicon-colloid unmixing through acting with HCl solution, it resulted in cementation of mineral particles, so method A is good. Other kinds of clay minerals have no obvious sensitivity for different pretreatment methods. When clay content is used as the index for weathering intensity of red weathering crusts and type deviation of red soils, different pretreatment methods will influence the accurate explanation of the results. Therefore, to select an appropriate pretreatment method is very necessary. With regard to genesis research on red weathering crusts underlying carbonatite, when grain size frequency distribution curves are used as indices, different pretreatment methods have no influence on source indication; but when clay content and ratio of silt to clay are used, the difference will likely effect research results.

**Key words:** red weathering crust; grain size analysis; pretreatment method; karst area in southwestern China