

魏东岚,田娜娜,李永化. 不同前处理方法对北方红色风化壳粒度测试影响的初步探讨[J]. 中国岩溶, 2016, 35(6): 706-711.
DOI:10.11932/karst20160613

不同前处理方法对北方红色风化壳粒度测试影响的初步探讨

魏东岚,田娜娜,李永化
(辽宁师范大学城市与环境学院,辽宁 大连 116029)

摘 要:选取中国北方岩溶区红色风化壳为研究对象,首先用浓度为 30% 的 H_2O_2 去除样品中的有机质,然后用 4 种不同的前处理方法分别进行处理,其中方法 A 未用盐酸溶液处理,方法 B、C、D 均用盐酸溶液分解可能存在的残余碳酸盐和次游离氧化物,以消除其对机械颗粒可能存在的胶结作用,此外方法 C 的 HCl 在煮沸的条件下反应,方法 B 的 HCl 在常温条件下进行,方法 D 则更改了超声波振荡的时间。本文样品采用 Beckman 公司生产的 LS13320 型激光衍射粒度测试仪进行测量。结果表明,样品前处理方法对中国北方红色风化壳粒度分析结果有影响,不同的前处理方法使样品的粒度值最大产生 5% 左右的变化;从实验的稳定性上考虑,4 种方法的平行试验标准偏差最大达到 6.78%。在现有的认识条件下,粒度测量结果的可重复性是最基本的要求。本文认为方法 C 的测量效果要好于其他方法。

关键词:红色风化壳;粒度分析;前处理方法;北方岩溶区

中图分类号:P512.13 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-4810(2016)06-0706-06

0 引 言

风化壳是地表岩石风化的产物,一定程度上客观反映了所在地区环境和气候的历史演变过程,而粒度组成作为风化壳等沉积物研究的一个重要参数,对古气候环境的重建具有重要的指示意义^[1-2]。因此,粒度分析作为一种地质学研究的重要手段被广泛应用。沉积环境不同,沉积物的粒度分布特征也不同。在红色风化壳的粒度分析过程中,样品中黏粒含量越大,表明该风化壳的风化发展阶段越高^[3-8],许多学者认为其是红色风化壳发育程度^[6-10]、红壤类型划分及成熟度判定^[7-8,11]的指标,而且粒度分析已在探讨风化壳的物质来源、风化成因及古气候环境的恢复等方面发挥了重要作用。南方红色风化壳有着分布广、类型全等特点,其研究体系较为完善,但北方红色风化壳的研究较为零散,尚有较大的研究空间,为进一步

了解北方风化壳的发育过程、发育状况,推测该地区古气候、古环境特征及北方风化壳成因^[1,2,6,16,26],有必要利用粒度分析手段进一步深化相关研究。

在粒度分析中,其结果的可靠性除与测试方法、仪器条件等因素直接相关外,样品的前处理方法也是不可忽视的影响因素^[1-25,27]。红色风化壳是母岩遭受强烈风化作用的产物,风化产物中存在的有机质、碳酸盐组分、游离氧化物和次生黏土矿物等可能会发生胶结作用;另外,黏粒级颗粒由于比表面积较大,具有一定的吸附作用。由于碎屑颗粒的高度分散性是粒度测试结果精确可靠的前提,粒度测试前要对样品中的有机质和碳酸盐进行去除,必要时还需加入分散剂和进行超声波振荡,以保证样品颗粒充分分散,消除絮凝现象。因此,样品的前处理是实验进行的基本要求。

目前众多学者对黄土^[16-18]、风成红黏土^[10,19]、

基金项目:基于年代学约束的阿尔泰山第四纪冰川演化过程研究(41271093)
第一作者简介:魏东岚(1972-),男,副教授,主要从事气候与环境灾害研究。E-mail:wei_dl@163.com。
收稿日期:2016-06-20

湖海沉积物^[1,20-24]的粒度分布特征进行了深入探讨,针对不同的研究对象和目的提出了相应的前处理方法。研究表明,沉积物类型、矿物组成、胶结类型不同,样品采取的前处理方法不同。对于北方红色风化壳,其风化成土过程、成因以及母岩特征等方面与上述沉积物存在差异^[2,6,9-10,12,28-29]。因此,黄土等沉积物和南方红色风化壳的粒度分析前处理方法并不一定适合北方红色风化壳。本文以辽东半岛石槽地区的风化壳作为北方红色风化壳的代表,采用不同前处理方法对样品进行粒度测试,分析各方法对粒度测量的影响,结合激光衍射粒度分析仪,探讨粒度分析结果产生差异的原因,推荐最优的前处理方法,以期为进一步开展该地区风化壳的粒度分析研究提供参考。

1 样品采集及实验方法

1.1 样品采集

采样点位于大连市金州区石槽村西侧(39°0′36″N,121°38′11″E)。采样剖面上层为厚约20 cm的棕红色土壤,质地较为疏松;剖面中部(即土壤下部)为深红色的沉积层,质地较黏重,呈半胶结状态;基岩为灰色石灰岩。本地区受强烈的燕山运动影响,褶皱、断层等地质构造发育,出露地层主要有上元古界青白口系,震旦纪和古生界,主要岩性有石英岩、石灰岩、白云岩等。选取一处较典型剖面,除去部分上覆土层,在上(S1)、中(S2)、下(S3)部各采集一个样品用于实验研究。

1.2 实验方法

自然风干的样品用胶棒轻轻碾碎,谨防力度过大使颗粒的原始粒度破坏,将过2 mm孔径筛后的样品放置于干净的白纸上,然后用四分法均匀取样。称取一定质量的样品放置于干净已编号容量为100 mL的烧杯中,每种处理方法同时进行5组平行实验,用来观察同组实验方法的稳定性。

冯志刚等^[5]在南方红色风化壳粒度分析中选取的样品质量为0.175 g,本文选用0.175 g、0.25 g及0.5 g的样品含量进行试验。样品质量为0.175 g时,样品溶液浓度偏低,测试时水槽注水基本在最低限,但遮光度仍然大部分保持在2%~4%,与实验要求的标准相比较低,达不到标准要求的最低限8%;样品质量为0.25 g时,样品的遮光度都能达到正常范围。从石槽村红色风化壳的情况判断辽东半岛红

色风化壳在进行粒度分析测试时选取0.25 g样品较为合适;样品质量为0.5 g时,样品溶液浓度偏大,大多数样品溶液在注满水槽时的遮光度仍大于12%,甚至有的达到22%,导致仪器无法正常测试。因此,北方红色风化壳在粒度测试时选取0.25 g的样品较为合理。

本次实验在辽宁师范大学城市与环境学院完成,测试仪器采用美国Beckman公司生产的LS13320型激光衍射粒度测试仪,仪器测量范围为0.02~2 000 μm。

以下是本实验中采用不同前处理方法的具体步骤:

方法A:加入10 mL浓度为30%的H₂O₂浸泡24 h以去除有机质,若烧杯中溶液未反应完全,则继续加适量H₂O₂直至完全反应,然后将烧杯定容至60 mL,用电热板加热并持续沸腾5 min,冷却。在已去除有机质的样品中加入10 mL浓度为0.02 mol/L的(NaPO₃)₆分散剂,用蒸馏水定容至60 mL,加热持续沸腾5 min。待其冷却后上机测试,测试过程中使用超声波清洗机振荡1 min。

方法B:在已去除有机质的样品中加入8 mL体积比为1:3的HCl,静置24 h以去除样品中的碳酸盐类和次生游离氧化物;将烧杯定容至90 mL,静置24 h,去除上清液。再次将烧杯定容至90 mL,静置24 h以上,去除上清液,并重复此操作过程,直至样品溶液pH值接近中性。最后加入10 mL浓度为0.02 mol/L的(NaPO₃)₆分散剂,用蒸馏水定容到60 mL,加热且沸腾5 min,待其温度达到常温后,加1 min超声波上机测试。

方法C:在已去除有机质的样品中加入8 mL体积比为1:3的HCl,浸泡24 h,用蒸馏水定容至60 mL,加热并沸腾5 min,浸泡24 h后去除上层清水。再次将烧杯定容至90 mL,静置24 h以上,去除上清液,并重复此操作过程,直至样品溶液pH值接近中性。加入浓度为0.02 mol/L的(NaPO₃)₆分散剂10 mL,再加蒸馏水至60 mL,加热并持续沸腾5 min,冷却后,加1 min超声波上机测试。

方法D:在已去除有机质的样品中加入8 mL体积比为1:3的HCl,浸泡24 h,加蒸馏水定容至60 mL,加热并持续沸腾5 min,浸泡24 h,抽去上清液。再次将烧杯定容至90 mL,浸泡24 h以上,抽去上清液,重复此操作过程,直至样品溶液pH值接近中性。加入浓度为0.02 mol/L的(NaPO₃)₆分散剂10 mL,将烧杯内溶液容量定容至60 mL,加热并持续沸腾5 min,冷却后,加5 min超声波上机测试。

以上 4 种前处理方法的不同之处是：除方法 A 外,其他 3 种方法均加入盐酸溶液以去除样品中的碳酸盐类,而方法 C 的 HCl 在沸腾条件下反应,方法 B 的 HCl 在常温条件下进行,方法 D 则是更改了超声波振荡的时间。以上方法中,加入 H₂O₂是为了去除样品中的有机质,加入 HCl 的目的是去除样品中的碳酸盐类和次生游离氧化物,加入(NaPO₃)₆分散剂是为了增强颗粒的分散效果,对样品进行振荡的目的也是加强颗粒的分散效果,消除凝聚现象。

样品的分散程度是影响粒度分析的重要因素,在粒度分析过程中,为了分析各种前处理方法和一些重要步骤对粒度测试结果的影响,本文用各种前处理方法得到的黏粒、粉砂、砂粒含量及平行试验的黏粒、粉砂、砂粒含量的标准偏差作为选取合适方法的指标。

2 结果与讨论

为了方便作图和运算,采用克鲁宾改进乌登—温德华的分级标准(黏粒:<2 μm,粉砂:2~63 μm,砂粒:63~2 000 μm),用 Φ 来表示粒级大小(黏粒:>9Φ,粉砂:9Φ~4Φ,砂粒:4Φ~—1Φ),Φ 与毫米表示的粒径 d 的转换关系为:Φ=—log₂d,Φ 本身无量纲。该分级标准的特点是颗粒愈小,粒级间隔愈小,反之间隔愈大。

表 1—表 3 列出了不同前处理方法对样品的黏粒、粉砂、砂粒分散效果的数值差异。由表可知,前处理方法不同,各粒组含量、标准偏差也不同。一般情况下,前处理方法对样品的分散程度越好,黏粒含量越高。

表 1 不同前处理方法对红色风化壳样品中黏粒含量的分散效果

Table 1 Dispersion effect of different pretreatment methods on the content of clay for red weathering crust samples

	A	B	C	D
S1(%)平均值	22.03	20.48	18.94	20.64
S2(%)平均值	9.25	9.75	8.72	9.48
S3(%)平均值	14.16	13.84	12.61	13.57
S1 标准偏差	1.96	0.62	0.15	1.32
S2 标准偏差	0.12	0.27	0.34	0.30
S3 标准偏差	0.21	0.38	0.69	0.80
标准偏差平均值	0.76	0.43	0.40	0.81

注:平均值为 5 组平行实验的平均值;标准偏差为 5 组平行实验的标准偏差。

表 2 不同前处理方法对红色风化壳样品中粉砂含量的分散效果

Table 2 Dispersion effect of different pretreatment methods on the content of silt for red weathering crust samples

	A	B	C	D
S1(%)平均值	64.80	63.71	64.68	65.58
S2(%)平均值	55.59	56.82	57.70	60.90
S3(%)平均值	64.15	64.87	64.44	67.61
S1 标准偏差	4.87	0.62	0.91	3.21
S2 标准偏差	1.61	1.54	1.11	1.53
S3 标准偏差	1.85	2.50	1.62	2.80
标准偏差平均值	2.78	1.56	1.21	2.51

注:平均值为 5 组平行实验的平均值;标准偏差为 5 组平行实验的标准偏差。

表 3 不同前处理方法对红色风化壳样品中砂粒含量的分散效果

Table 3 Dispersion effect of different pretreatment methods on the content of sand for red weathering crust samples

	A	B	C	D
S1(%)平均值	13.17	15.81	16.38	13.78
S2(%)平均值	35.15	33.43	33.57	29.62
S3(%)平均值	21.69	21.28	22.95	18.82
S1 标准偏差	6.78	1.16	0.99	4.20
S2 标准偏差	1.55	1.63	1.41	1.71
S3 标准偏差	1.94	2.86	2.16	3.58
标准偏差平均值	3.42	1.89	1.52	3.16

注:平均值为 5 组平行实验的平均值;标准偏差为 5 组平行实验的标准偏差。

石槽剖面 S1 样品黏粒含量为 A>D> B>C,黏粒含量的差别最大为 3.09%;S2 样品黏粒含量为 B>D>A>C,黏粒含量的差别最大为 1.03%;S3 样品黏粒含量为 A>B>D>C,黏粒含量的差别最大为 1.55%。S1 样品粉砂含量为 D>A>C>B,粉砂含量的差别最大为 1.87%;S2 样品粉砂含量为 D>C>B>A,粉砂含量的差别最大为 5.31%;S3 样品粉砂含量为 D>B>C>A,粉砂含量的差别最大为 3.46%。从黏粒含量看,S1 剖面与 S3 剖面的前处理方法 A 比其他方法稍好一些,S2 剖面用方法 B 稍好,从粉砂含量看则是 D 方法较好,但各种前处理方法得到的黏粒含量有一定的差距,不同方法导致黏粒含量的差别最大相差 3.09%。

粒度频率分布曲线以粒径大小为横坐标,百分比为纵坐标,客观反映样品颗粒分布和粗细状况,图 1 是不同前处理方法下样品的粒度频率分布曲线图。

由图可知,各样品的粒度频率分布曲线存在多个峰,不同前处理方法的样品偏态和众数值基本保持稳定。S1 砂粒和粉砂粒级变化不大,此部分粒度频率曲线基本重合,黏粒曲线变化较明显。S2、S3 黏粒和粉砂部分曲线变化不大,砂粒部分曲线变化明显。由此可以看出各层剖面土样对不同方法处理的敏感度不同,影响也不同。4 种不同前处理方法除对 S1 样品的黏粒含量有影响外,对 S2、S3 样品主要影响砂粒部分,实验数据清楚显示样品前处理步骤和方法对红色风化壳粒度测试结果具有影响,但总体差异不大。

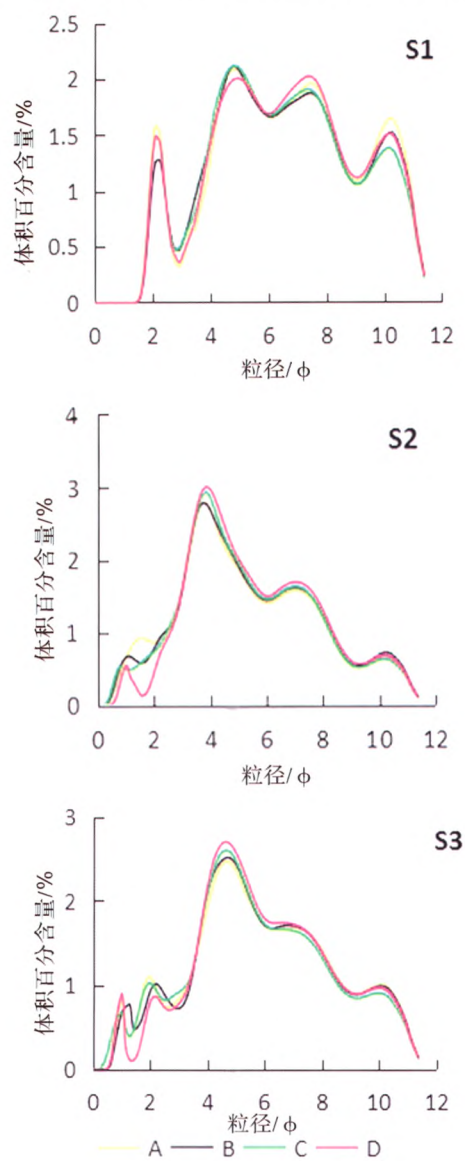


图 1 不同前处理方法对红色风化壳样品粒度频率分布曲线的影响

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

数据分布的离散程度以标准偏差为度量标准,反映了数值相对于算术平均值的偏离程度。标准偏差越小,偏离程度越小,反之亦然。本文采用 5 组平行实验的标准偏差来衡量各组实验的稳定性。石槽剖面 S1 样品黏粒含量的标准偏差最大的是方法 A,达到 1.96,最小的是 C,为 0.15;S2 样品黏粒含量的标准偏差最大的是方法 C,达到 0.34,最小的是 A,为 0.12;S3 样品黏粒含量的标准偏差最大的是方法 D,达到 0.80,最小的是 A,为 0.21。S1 样品粉砂含量的标准偏差最大的是方法 A,达到 4.87,最小的是 B,为 0.62;S2 样品粉砂含量的标准偏差最大的是方法 A,达到 1.61,最小的是 C,为 1.11;S3 样品粉砂含量的标准偏差最大的是方法 D,达到 2.80,最小的是 C,为 1.62。S1 样品砂粒含量的标准偏差最大的是方法 A,达到 6.78,最小的是 C,为 0.99;S2 样品砂粒含量的标准偏差最大的是方法 D,达到 1.71,最小的是 C,为 1.41;S3 样品砂粒含量的标准偏差最大的是方法 D,达到 3.58,最小的是 C,为 1.94。从标准偏差来看,方法 C 最稳定,方法 A 次之。本文通过 4 种方法对样品各粒级标准偏差的平均值进行计算,黏粒组标准偏差的平均值为 $D>A>B>C$,粉砂组标准偏差的平均值为 $A>D>B>C$,砂粒组标准偏差的平均值为 $A>D>B>C$ 。研究表明,对同一个样品的 5 次重复测量,前处理方法 C 得到的结果误差均最小。

从上述粒度分析结果可知,方法 A 在石槽剖面的上层和下层具有较好的分散作用,而方法 C 在中间层具有较好的分散作用。从各种方法 5 组平行试验的稳定性上看,方法 C 是最稳定的方法。方法 A 虽然有两次是误差最小的方法,但是还有 3 次是误差最大的方法且误差最大达到了 6.78%,而 C 方法没有一次是误差最大的,其误差最大为 2.16%且只有一次,其他都小于 2%,最小仅为 0.15%。

以上实验表明,北方红色风化壳的 4 种前处理方法对样品颗粒的分散有差异,但是其差异不大,这也说明是否添加 HCl 和改变超声波振荡时间对结果的影响并没有先前预估的那么大。但是从各种方法的 5 组平行试验的稳定性来看,方法 C 是最稳定的方法,其稳定性远超其他 3 种方法。由此看出,粒度分析结果的可重复性是最基本的要求。综上所述,本文推荐的方法是方法 C。

3 结 论

(1)前处理方法不同,风化壳各剖面的粒度分布特征表现不同,且不同的前处理方法使样品的粒度值最大产生 5%左右的变化,从实验的稳定性上考虑,本研究中 4 种方法的平行实验标准偏差最大达到 6.78%,因此粒度分析的平行实验是基本要求。

(2)本研究中方法 C 作为北方红色风化壳粒度分析的前处理方法最为合适,即先对已去除有机质的样品使用 HCl 去除碳酸盐类和次生游离氧化物,再使用 $(\text{NaPO}_3)_6$ 作为分散剂,最后采用超声波清洗仪振荡后上机测试。

(3)不同前处理方法下的分析结果反应了研究地区风化壳粒度分布的基本特征,本文提到的前处理方法适用于北方岩溶地区的风化壳,其他类型和地区的沉积物研究需结合实际情况进行合理优化选择,以取得更理想的测试效果。

参考文献

- [1] 胡宗杰,颜佳新,韩鸿印. 湖泊沉积物粒度分析前处理过程中絮凝现象的消除方法研究[J]. 湖泊科学,2013,25(2):243-249.
- [2] 孙有斌,周杰,鹿化煜,等. 风化成壤对原始粉尘粒度组成的改造证据[J]. 中国沙漠,2002,22(1):16-20.
- [3] Ducloux J, Guero Y, Sardini P, et al. Xerolysis: a hypothetical process of clay particles weathering under Sahelian climate [J]. Geoderma,2002,105(1-2):93-110.
- [4] White A F, Bium A E, Schulz M 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]. Geochimica et Cosmochimica Acta,1996,60(14):2533-2550.
- [5] 冯志刚,王世杰,罗维均,等. 不同前处理方法对红色风化壳粒度测试结果的影响[J]. 矿物学报,2006,26(1):1-7.
- [6] 冯志刚,王世杰,刘秀明,等. 碳酸盐岩风化壳母岩的不均一性:来自粒度分析的证据[J]. 成都理工大学学报(自然科学版),2003,30(6):635-643.
- [7] 王果,林景亮,庄卫民. 福建红壤和砖红壤性红壤的发生和分类的探讨[J]. 土壤学报,1987,24(4):352-360.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 黄英,符必昌,付君巢,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(理工版),2000,25(4):88-92.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 徐树建,杜忠花. 激光粒度仪测量风成堆积物粒度的实验研究[J]. 水土保持研究,2007,14(2):209-212.
- [14] 张红艳,鹿化煜,赵军,等. 超声波振荡对细颗粒黄土样品粒度测量影响的实验分析[J]. 沉积学报,2008,26(3):494-500.
- [15] 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(自然科学版),2003,31(3):314-318.
- [16] 刘冬雁,李巍然,彭莎莎,等. 粒度分析在中国第四纪黄土古气候研究中的应用现状[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版),2010,40(2):79-84.
- [17] 鹿化煜,安芷生. 前处理方法对黄土古土壤粒度测量的影响[J]. 科学通报,1997,42(23):2535-2538.
- [18] 鹿化煜. 洛川黄土粒度组成的古气候意义[J]. 科学通报,1997,42(1):66-69.
- [19] 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.
- [20] 蒲晓强,钟少军. 不同的前处理方法对南黄海沉积物粒度测试的影响[J]. 海洋地质动态,2009,25(5):15-18.
- [21] 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.
- [22] 王君波,朱立平. 不同前处理对湖泊沉积物粒度测量结果的影响[J]. 湖泊科学,2005,17(1):17-23.
- [23] 谢昕,郑洪波,陈国成,等. 古环境研究中深海沉积物粒度测试的预处理方法[J]. 沉积学报,2007,25(5):684-692.
- [24] 李华勇,潘安定,明庆忠. 不同预处理方法对杂海沉积物粒度测试的影响[J]. 干旱区地理,2011,34(4):621-628.
- [25] 刘海丽,韩志勇,李徐生,等. 不同前处理方法对南方红土粒度测量的影响:以安徽宣城第四纪红土剖面为例[J]. 海洋地质与第四纪地质,2012,32(2):161-167.
- [26] 梁水平,王维泰,赵春红,等. 中国北方岩溶水变化特征及其环境问题[J]. 中国岩溶,2013,32(1):34-42.
- [27] 庞奖励,乔晶,黄春长,等. 前处理过程对汉江上游谷地“古土壤”粒度测试结果的影响研究[J]. 地理科学,2013,33(6):748-754.
- [28] 熊平生,袁道先,谢世友. 我国南方岩溶山区石漠化基本问题进展[J]. 中国岩溶,2010,29(4):355-362.
- [29] 李景阳,朱立军. 论碳酸盐岩现代风化壳和古风化壳[J]. 中国岩溶,2010,29(4):349-354.

Effects of different pretreatment methods on grain-size measurement of the north red weathering crust

WEI Donglan, TIAN Nana, LI Yonghua

(College of Urban and Environmental, Liaoning Normal University, Dalian, Liaoning 116029, China)

Abstract Liaodong peninsula is located in the north of Sino-Korean paraplatform of which tectonics is relatively mature, an important part of Asian paraplatform. Due to the Yanshan movement, there developed lots of structures, such as folds and faults. The strata such as Cambrian is well exposed. Its main lithologies are limestone, quartzite, slate and sandstone. The Liaodong peninsula is located in the southern end of northeast China, surrounded by seas on three sides, and between the Yalu river and Liaohe river, mainly hilly and mountainous terrain. It belongs to the temperate continental monsoon climate, mean annual temperature is around 10 °C, and mean annual rainfall is 550—950 mm. Rainfall is mainly concentrated in July and August.

In this paper, the design of pretreatment methods is as follows. First of all, the samples are digested with 30% H_2O_2 to remove organic matter, and then four methods are used for preprocessing. Of them, the method A is not disposed by hydrochloric acid, methods B, C and D are all decomposed by hydrochloric acid solution to remove the residual carbonate and secondary free oxides in order to eliminate the cementation of debris and mineral particles. HCl of method C is in the boiling conditions of the reaction. HCl of method B is under normal temperature conditions, and method D changes the ultrasonic vibration time.

There are different pretreatment methods for the samples to test, the purpose of which is to analyze the influence of various methods on particle size measurement. Combined with the laser diffraction particle size analyzer, it can explore the analysis results of particle size and the reason for the difference to recommend the most optimal pretreatment method, which can facilitate further studying on weathering crust in the region of grain-size analysis.

The experimental results show that the pretreatment methods have a certain effect on the particle size measurement results of red weathering crust in northern China, and the different pretreatment methods make the grain size of the samples have about 5% rotates. Considering the stability of the experiment, the error of the parallel tests of the 4 methods reaches up to 6.78%. Under the existing recognized conditions, reproducibility of particle size measurement results is the most basic demand to experiments. In this paper method C is better than others (A, B and D). The results in different pretreatment methods reflect the basic characteristics of the weathering crust in particle size distribution. The method mentioned in the paper is suitable for the weathering crust of north China, the other types and regions should be combined with the actual situations in order to obtain a more ideal test result.

Key words red weathering crust, grain-size analysis, pretreatment methods, karst area in north China

(编辑 黄晨晖)