

稀土配分模式在确定西天山风积物 干扰粒级中的应用研究

张晶¹, 杨帆², 刘明义¹, 吕鹏瑞¹, 张华², 孙颜龙³

(1. 中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西 西安 710054; 2. 中国地质科学院
地球物理地球化学勘查研究所, 河北 廊坊 065000; 3. 陕西矿业开发工贸公
司, 陕西 西安 710054)

摘 要: 系统研究了西天山地区水系沉积物在不同粒级的主要元素分布特征和风积黄土的粒级、元素含量分布特点。应用稀土配分模式的方法证实了水系沉积物中有风积黄土掺入。同时发现了风积黄土掺入对水系沉积物中元素含量产生了干扰作用, 此种干扰作用随着采样粒级的变化而变化。通过对比, 认为水系沉积物采样应该大于 80 目才能有效避免风积黄土的干扰, 该研究为制定西天山地区水系沉积物测量的方法技术提供了重要依据。

关键词: 西天山; 水系沉积物; 风积黄土; 稀土配分

中图分类号: P588.2

文献标识码: A

文章编号: 1009-6248(2014)02-0126-06

Application of REE Assemblage in Determining the Interference Granularity of Aeolian Sediments in West Tianshan

ZHANG Jing¹, YANG Fan², Liu Ming-yi¹, Lü Pen-rui¹, ZHANG Hua², SUN Yan-long³

(1. Xi'an Center of Geological Survey, China Geological Survey, Xi'an 710054, China;

2. Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS, Langfang 065000, China

3. Industrial and Trading Mining Development Company, Xi'an 710054, China)

Abstract: The article systematically studied the primary elements distribution of different grades of stream sediments as well as the grain size and element content characteristics of aeolian loess. The REE partitioning method has confirmed the existence of aeolian loess in stream sediments, what's more, the involvement has disturbed the content of elements in the sediments, and the interference varies as the sample particle size changes. The study supply important gist for the method and technique of stream sediment measuring, and suggest that the best sample grade should be greater than 80 mesh to avoid the interference of aeolian loess.

Key words: west Tianshan, sediment deposit, aeolian deposit, REE assemblage

长期以来,西天山地区水系沉积物中是否掺入了风积物、以及风积物的掺入粒级等问题没有得到解决,直接影响了该区以水系沉积物测量为主的化探方法技术的确定。笔者通过对西天山地区尼勒克

县群吉铜矿区和精河县 3571 铜钼矿区水系沉积物粒级试验研究,应用稀土配分的方法确认水系沉积物中风积物的分布特点、掺入的粒级,为水系沉积物测量选择排除风积物干扰的采样粒级提供依据。

收稿日期: 2013-12-30; **修回日期:** 2014-04-25

基金项目: 中国农业生态地球化学评价体系研究与成果集成“西天山成矿带资源潜力地球化学评价”(1212 011011001)

作者简介: 张晶(1982-),女,2007 年毕业于长安大学,获地球化学硕士学位,现主要从事勘查地球化学研究,跨境或跨流域成矿带地球化学研究工作。E-mail:zhj884443@163.com

1 研究区概况

1.1 群吉铜钼矿试验区

该试验区位于尼勒克县内,西天山中西段北坡。地理坐标:东经 82°20′~82°40′,北纬 43°35′~43°50′。海拔 1 000~1 500 m,相对高差为 300~800 m,水系发育。

区内地层主要为中石炭统中、基性火山岩-火山碎屑岩及少量灰岩,下二叠统双峰式玄武质火山岩-火山碎屑岩建造,上二叠统碎屑岩建造。区内以发育海相-陆相中酸性、基性双峰式火山岩及部分陆源火山碎屑岩为特征,褶皱发育。分布群吉铜矿。富集元素主要有 Cu、Pb、Zn、Ag、Mo、Sn。

1.2 3571 铜钼矿试验区

该试验区位于西天山北支脉博罗科努山中西段北坡,在精河县内。海拔 1 400~3 800 m,相对高差为 500~2 000 m。水系发育。

出露地层主要有上奥陶统浅海相碳酸盐岩建造;上志留统火山-火山碎屑岩建造;中泥盆统中酸

性凝灰岩、凝灰粉砂岩、粉砂岩泥岩碎屑灰岩建造;中石炭统碳酸盐岩-碎屑岩建造(于海峰等,2011)。中酸性侵入岩发育,分布斑岩型矽卡岩型铜、铜钼矿(化)。主要异常元素有 Cu、Pb、Zn、Mo、Au、Ag、As、Sb、W。

2 水系沉积物元素分布特征

2.1 研究方案

在群吉矿区采集 QSL-1、QSL-2 和在 3571 矿区采集 JSL-1、JSL-6 等水系沉积物粒级大样。筛分的粒级为-4~+10 目,-10~+20 目,-20~+40 目,-40~+60 目,-60~+80 目,-80~+160 目和-160 目 7 个粒级。将上述样品送实验室分析测试 Cu、Pb、Zn、Ag、W、Mo、Bi、As、Sb、Hg、Fe 和 Ni 以及稀土元素含量。

2.2 水系沉积物各粒级元素分布特点

在群吉铜矿区采集 2 件样品:QSL-1 位于矿化体下游约 1.5 km,QSL-2 距矿化体约 3.5 km(图 1)。2 件样品各粒级元素具有明显的分布特点:①QSL-1距

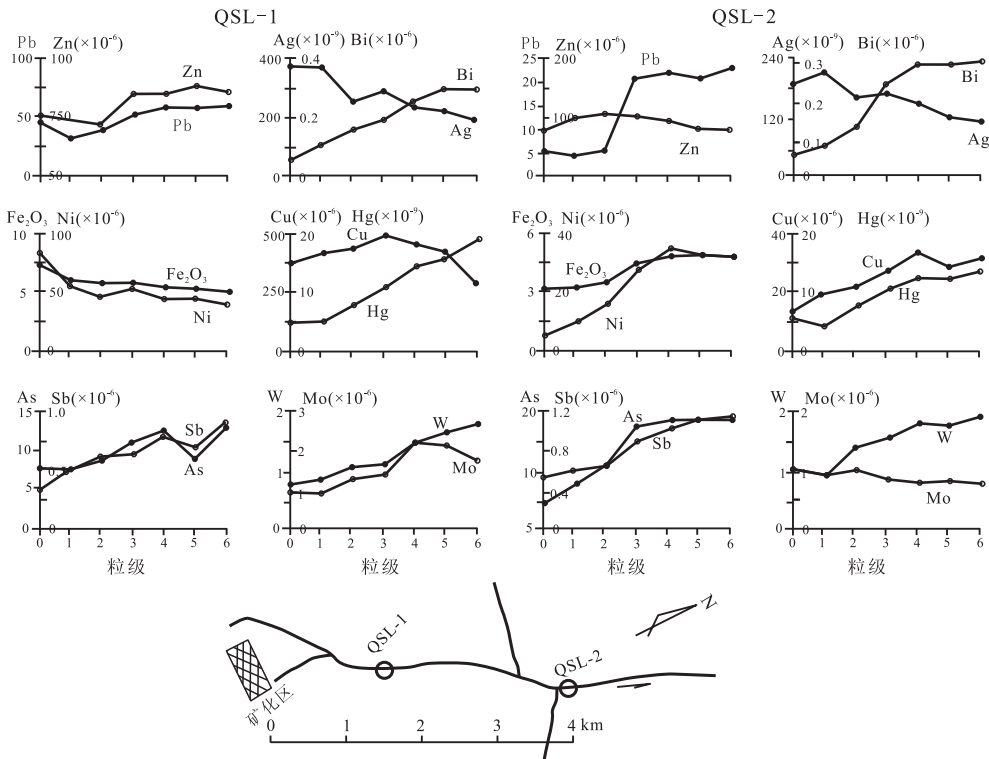


图1 群吉铜矿试验区水系沉积物各粒级元素分布图

Fig. 1 Element distribution diagram of stream sediment in Qunji copper test site
用 0~6 的数字表示不同粒级:0 为 4~+10 目;1 为 10~+20 目;2 为 20~+40 目;3 为 40~+60 目;
4 为 60~+80 目;5 为 80~+160 目;6 为 160 目

矿化体近,Cu、Ag、Pb 等元素具异常含量,Mo、As、Sb 等伴生元素具弱异常;QSL-2 受水系沉积物的背景影响,异常减弱或消失。从粗粒级向细粒级,多数元素含量逐渐升高,个别元素含量则逐渐降低。②通过仔细观察,发现 QSL-1 和 QSL-2 的多数元素随粒级变细有规律变化过程中,在-80 目粒级段出现了拐点式变化,几乎均呈含量降低的特点,虽然因元素的不同,含量降低的幅度具有差异性,但在-80 目粒级段含量降低的特点十分明显,出现与样品中元素含量从粗向细粒级变化总趋势不协调的现象。

3571 矿区水系沉积物各粒级元素分布特点(图 2)与群吉铜矿区具有明显的相似性。尽管 2 个研究区的地理位置差异明显,相距约近 1 000 千米,其元素含量在水系沉积物的从粗向细粒级的整体变化趋势几近相同。在-80 目粒级段,元素含量发生拐点式变化,出现与各粒级整体含量分布不协调的现象,与群吉矿区的水系沉积物中元素含量分布大同小异。

群吉和 3571 矿区水系沉积物-80 目细粒级元素含量发生拐点式降低的变化,推测与该区普遍分布的风积黄土的掺入有关(肖淳等,2012)。

2.3 西天山风积黄土分布特点

2.3.1 风积黄土粒级分布特点

在西天山随处可见风积黄土。在 2 个研究区山坡分别采集样品(FH01 和 FH02),筛分并分析元素含量(表 1)。风积黄土主要为-80 目细粒级,+80 目粒级重量<5%,只占很小部分。

2.3.2 风积黄土元素含量分布特点

表 1 所示的元素含量分布具有规律性(张小曳等,1996)。①普遍比黄土高原的马兰黄土含量偏高,表明黄土具有明显的地域性。②西天山两地黄土中元素含量具较明显差异,表明受近源物质影响较明显。③多数元素呈现从粗向细粒级含量降低的特点,个别元素含量基本持平或略有增高。④与图 1、2 中各元素含量相比较,风积黄土的元素含量显著偏低。当水系沉积物的细粒级掺入风积黄土后,会对水系沉积物产生明显的稀释作用,使元素含量发生降低的变化(Feng, J-L, 2011; Garzanti E et al., 2011; Harraz H Z et al., 2012; Ma L et al., 2011; Ma Y et al., 2011),各采样点风积黄土掺入的比例具有差异性。

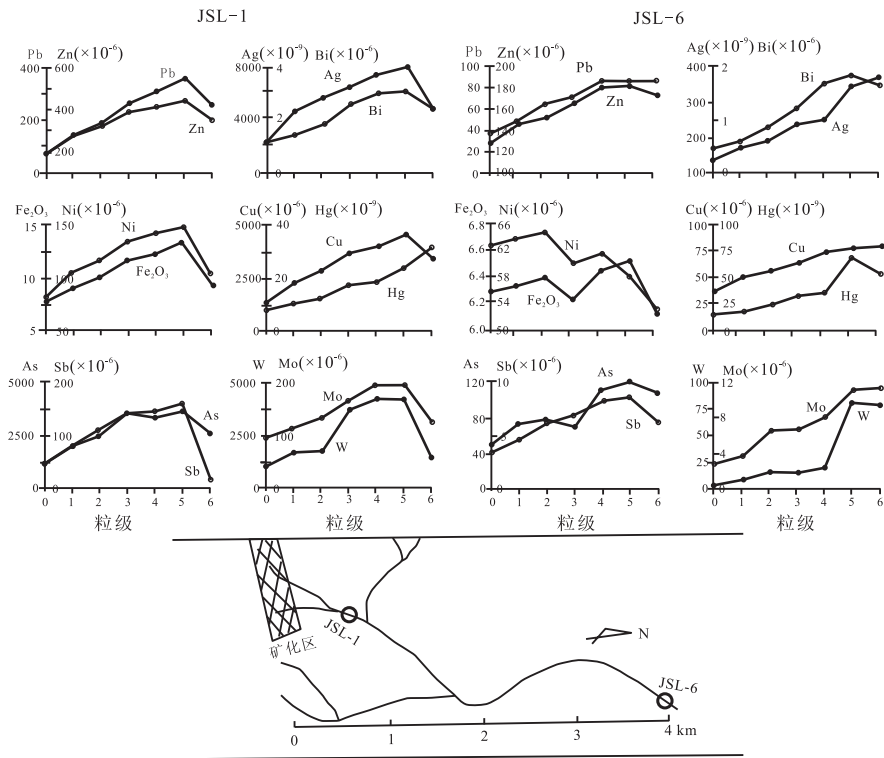


图 2 3571 铅铜矿试验区水系沉积物各粒级元素分布图

Fig. 2 Element distribution diagram of stream sediment in No. 3571 copper test site.
用 0~6 的数字表示不同粒级:0 为 4~+10 目;1 为 10~+20 目;2 为 20~+40 目;3 为 40~+60 目;
4 为 60~+80 目;5 为 80~+160 目;6 为 160 目

表 1 风积黄土元素含量表
Tab. 1 Element content of Aeolian deposit

元素	粒 级(<i>wt</i> %)			粒 级(<i>wt</i> %)			马兰黄土 (刘东升,1985)
	FH01			FH02			
	+80 目 4.9%	−80~+160 目 50%	−160 目 45.1%	+80 目 4.8%	−80~+160 目 54%	−160 目 40.2%	
Cu	46	43	30	36	35	32	24.2
Pb	39.1	37.1	27.0	23.2	20.4	18.6	30
Zn	104	120	93	92	86	76	65.8
Mo	1.01	0.98	0.90	1.12	1.08	1.01	0.72
As	12.2	15.5	12.1	13.6	12.4	9.0	2.1
Sb	0.90	0.82	0.71	0.91	0.82	0.73	
Hg	40	30	18	22	21	15	
W	1.04	1.42	1.01	1.42	1.31	1.32	
Ag	96	57	94	60	62	68	
Bi	0.7	0.8	0.75	0.5	0.5	0.8	
Ni	42	32	39	42	43	50	

3 标准化稀土配分的应用

为了证实西天山水系沉积物−80 目细粒级掺入了风积黄土,研究中对所采粒级样品测定了稀土元素含量并制作了水系沉积物各粒级样品标准化稀

土配分型式图(图 3)。其中稀土元素含量分析元素包括 Ge、Dy、Er 等 13 种,分析测试 40 件样品,分析测试方法主要包括 HG-AFS 和 ICP-MS。为方便研究与比较,列出了岩浆岩与地球表面物质平均球粒陨石标准化稀土配分型式图(图 4)。

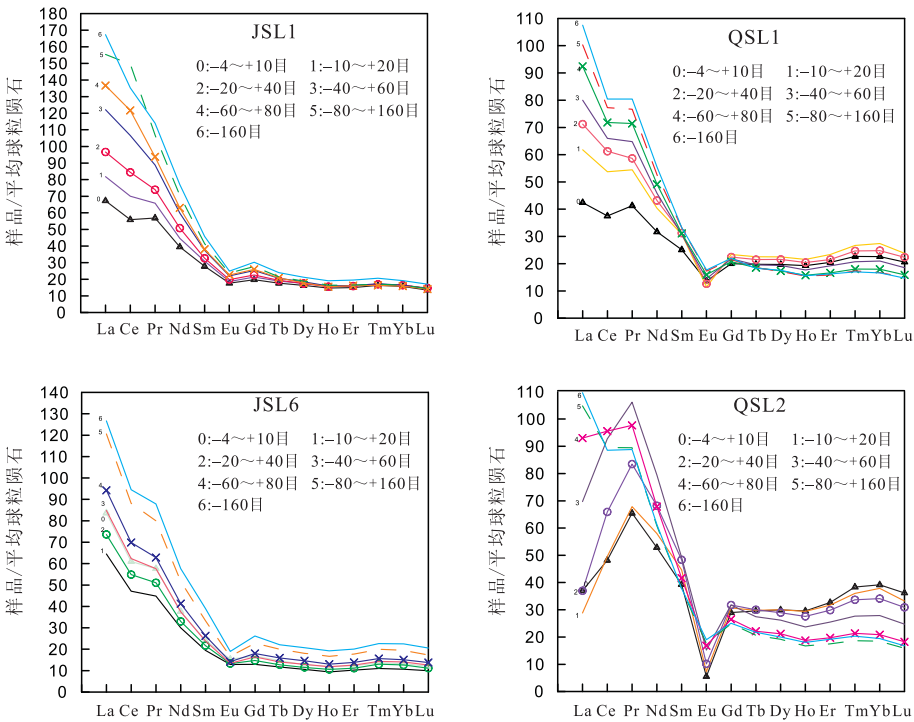


图 3 研究区水系沉积物各粒级样品标准化稀土配分型式图

Fig. 3 Standardization of rare earth distribution pattern of stream sediment of graded samples in the study area

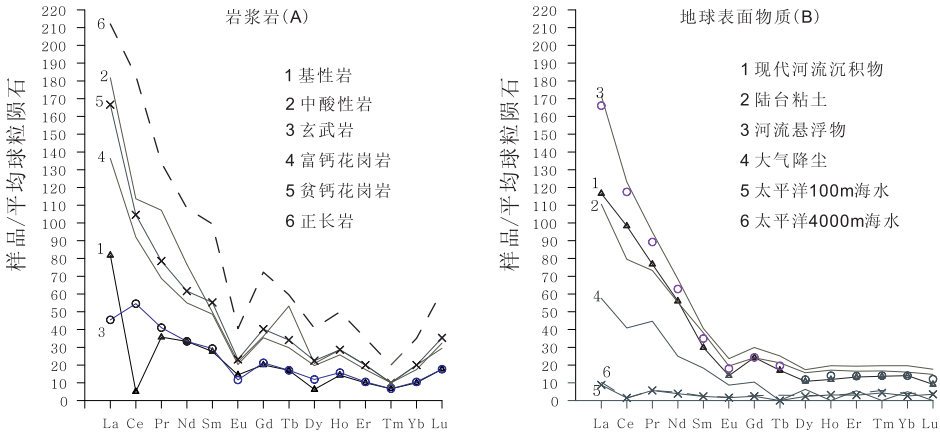


图 4 部分主要物质的平均球粒陨石标准化稀土配分型式图

Fig. 4. Standardization of rare earth distribution pattern of partly the main material of average chondrite

通常地质和地球化学工作者多利用稀土元素具有稳定的地球化学特性、Eu、Ce 的丰缺程度以及稀土在矿物中的配分类型等指标来划分岩石成因类型、矿化特点或研究采集的样品对原始成分的分异程度(余素华等,1982;刘英俊等,1979;黄荣辉,1998)。

图 3 是群吉与 3571 研究区样品中标准化稀土配分型式图。从图中可以看出,①2 个试验区样品的稀土成分对照平均球粒陨石稀土成分发生了较明显的分异,其表现为模式曲线右倾,且随粒级变细而倾斜度增加。②图中的 0、1、2、3 号曲线,即-4~+60 目粒级的 4 个粒级段曲线形态具明显的相似性,尽管在 La、Ce 部位有所发散,但相似性的总趋势未变。该类曲线在 Eu 部位显弱亏损(QSL-1、2)或不亏损(JSL1、6)。3、5、6 号曲线,即-80 目的 2 个细粒级曲线右向倾斜,明显与+60 目 4 个粒级段曲线分离。4 号曲线,即-60~+80 目曲线处在+60 目与-80 目 2 种粒级稀土配分型式的中间过渡地带。-60 目的 3 个粒级的 3 条曲线, Eu 处于凹明显或较明显,出现 Eu 亏损或较亏损,表明 5、6 号曲线与 0、1、2、3 号曲线代表的物质来源具明显的差异。

对照图 4 中岩浆岩(A)和地球表面物质(B)标准化稀土配分型式图可以看出,图 3 中各样品的 5、6 号曲线特点与地球表面物质(B)中的 2 具有相似性;与(B)中 1 的相似性较为模糊,清晰度不如 2。同时又似乎带有岩浆岩(A)2 稀土配分型式的趋势。众多的研究表明,风积黄土中大量存在的石英和长石,在一定程度上具有中酸性岩浆岩的特点(熊毅等,1958;刘东升,1985;张玉芬等,2013;张华等,

2001)。上述对比表明 4 个样品中 5、6 号粒级样品与陆台黏土较为接近或相似,与其他 4 个粒级样品具有不同源的明显特点,稀土配分型式与陆台黏土相似,推测是由于 4 个样品中掺入了较多风成黄土,使黏土质占有较大比例。当将 4 个样品稀土配分型式与岩浆岩(A)比较时,发现 QSL-2 号样品 0、1、2、3 号样品与岩浆岩(A)中的 3(玄武岩)相似。QSL-2 号样品上游分布较大面积玄武岩, QSL-2 粗粒级样品中保留较多玄武岩碎屑,使 QSL-2 号样品 4 种粗粒级样品稀土配分型式接近岩浆岩(A)中的 3 号曲线。QSL-2 中的 4 号样品粒级介于粗与细粒间,其稀土配分型式与粗粒级差异明显,有向 5、6 号曲线过渡的趋势。其他 3 个样品中 0、1、2、3 号稀土配分型式与岩浆岩(A)中的 2,即中酸性岩浆岩相似,且具有随粒级变细,相似度减弱的趋势。

通过与稀土配分型式图的比较,所采 4 件样品中 5、6 号粒级的物质成分和来源与其他 4 个粒级差异明显,推测其成分中石英、长石和黏土占有较大比例,是形成差异的主要原因,这些石英长石和部分黏土主要来自风积黄土的掺入(张华等,2001;张华等,2003)。

4 结论

通过研究,得出如下结论。

- (1)西天山地区水系沉积物中-80 目细粒级元素含量发生拐点式降低的变化。
- (2)该区广泛分布风积黄土,粒级组成主要为一 80 目细粒,元素含量显著低于同区的水系沉积物。

风积黄土的掺入将降低水系沉积物—80目粒级的元素含量。

(3)应用稀土配分型式区分出水系沉积物—80目的2个细粒级与其他粗粒级在物质来源等方面的差异,为—80目细粒级中掺入了外来运积风成黄土提供了佐证,由于风积黄土的掺入使水系沉积物—80目的元素含量发生拐点式变化,为在该区及该类景观制定水系沉积物测量的方法技术提供了重要依据。

参考文献(References):

- 张小曳,张光宇,陈拓. 青藏远源西风粉尘与黄土堆积 [J]. 中国科学, 1996, 26(2): 147-153.
- Zhang Xiaoye, Zhang Guangyu, Chen Tuo. Far west wind dust in qinghai-tibet plateau and the loess accumulation [J]. Science in China, 1996, 26(2): 147-153.
- 于海峰,王福君,潘明臣. 西天山造山带区域构造演化及其大陆动力学解析 [J]. 西北地质, 2011(总 178 期), 44(2): 25-40.
- Yu Haifeng, Wang Fujun, Pan Mingchen. Regional Tectonic Evolution and Continental Dynamic characteristics of Western Tianshan Orogenic Belt [J]. Northwestern Geology, 2011(Sum 178), 44(2): 25-40.
- 肖淳,于海涛,刘传朋. 稀土元素对鲁西铜石、铜井、龙宝山杂岩体的同源性制约 [J]. 西北地质, 2012, 45(3): 26-31.
- Xiao Chun, Yu Haitao, Liu Chuanpeng. Rare Earth Elements for the Homology Restriction of the Tongshi Tongjing and Longbaoshan Complex Body in Luxi [J]. Northwestern Geology, 2012, 45(3): 26-31.
- 余素华,文启忠,刁桂仪. 黄河中游地区马兰黄土及其上部土壤的平均化学成分 [J]. 环境科学, 1982, 3(4): 47-50.
- Yu Suhua, Wen Qizhong, Diao Guiyi. Area in the middle reaches of the Yellow River upper malan loess and the average chemical composition of the soil [J]. Environmental Science, 1982, 3(4): 47-50.
- 刘英俊,邱德同. 勘查地球化学 [M]. 上海: 科学出版社, 1987: 172-185.
- Liu Yingjun, Qiu Detong. Science of Exploration Geochemistry [M]. Science press, Shanghai, 1987: 172-185.
- 黄荣辉. 高等地球化学 [M]. 上海: 科学出版社, 1998: 159-194.
- Huang Ronghui. The Higher Geochemistry [M]. Science press, Shanghai, 1998: 159-194.
- 熊毅,许冀泉,蒋剑敏. 中国土壤胶体研究 I. 黄土胶体的矿物组成和性质 [J]. 土壤学报, 1958, 6(2): 89-98.
- Xiong Yi, Xu Jiquan, Jiang Jianmin. China's soil colloid research I. The mineral composition and nature of loess colloid [J]. Acta Pedologica Sinica, 1958, 6(2): 89-98.
- 刘东升. 黄土与环境 [M]. 上海: 科学出版社, 1985: 239.
- Liu Dongsheng. The loess and the environment [M]. Science press, Shanghai, 1985: 239.
- 张玉芬,李长安,邵磊,等. “巫山黄土”的稀土元素特征与成因 [J]. 地球科学-中国地质大学学报, 2013, 38(1): 181-187.
- Zhang Yufen, Li Changan, Shao Lei, et al. REE Compositions of the “Wushan Loess” and Its Origin [J]. Earth Science-Journal of China University of Geosciences, 2013, 38(1): 181-187.
- 张华,杨少平,刘应汉. 新疆西昆仑地区干旱荒漠景观区化探方法技术初步研究 [J]. 新疆地质, 2001, 19(3): 221-227.
- Zhang Hua, Yang Shaoping, Liu Yinghan. The Preliminary Study of Geochemical Explorational Methods in Dry Desert Landscape Region of the Western Kunlun, Xinjiang [J]. Xinjiang Geology, 2001, 19(3): 221-227.
- 张华,刘拓,孔牧. 新疆东天山地区地球化学勘查方法技术研究 [J]. 地质与勘探, 2003, 38(6): 99-102.
- Zhang Hua, Liu Tuo, Kong Mu. Supergene Geochemistry and Geochemical Exploration Technology in the Eastern Tianshan Area, Xinjiang [J]. Geology and Prospecting, 2003, 38(6): 99-102.
- Feng J-L, Hu Z-G, Ju J-T, Zhu L-P. Variations in trace element (including rare earth element) concentrations with grain sizes in loess and their implications for tracing the provenance of eolian deposits [J]. Quaternary International, 2011, 236: 116-126.
- Garzanti E, Andó S, France-Lanord C, Censi P, Vignola P, Galy V, Lupker M. Mineralogical and chemical variability of fluvial sediments 2. Suspended-load silt (Ganga-Brahmaputra, Bangladesh) [J]. Earth and Planetary Science Letters, 2011, 302: 107-120.
- Harraz H Z, Hamdy M M, El-Mamoney M H. Multi-element association analysis of stream sediment geochemistry data for predicting gold deposits in Barramiya gold mine, Eastern Desert, Egypt [J]. Journal of African Earth Sciences, 2012, 68: 1-14.
- Ma L, Jin L, Brantley S L. How mineralogy and slope aspect affect REE release and fractionation during shale weathering in the Susquehanna/Shale Hills Critical Zone Observatory. Chemical Geology, 2011a, 290: 31-49.
- Ma Y, Lu W, Lin C. Downstream patterns of bed sediment-borne metals, minerals and organic matter in a stream system receiving acidic mine effluent: A preliminary study [J]. Journal of Geochemical Exploration, 2011b, 110: 98-106.