

# 微量元素分析在判别沉积介质环境中的应用 ——以鄂尔多斯盆地西部中区晚三叠世为例

范玉海, 王辉, 张少鹏

中煤航测遥感局遥感应用研究院, 西安, 710054

沉积岩中的微量元素与其形成环境有密切关系(刘宝珺, 1985)。在沉积过程中, 沉积物与水介质之间有着复杂的地球化学平衡, 不同沉积环境的水介质有不同的物理化学条件, 元素的分散与聚集的规律也不相同, 这就为利用沉积物微量元素及其含量进行古环境分析提供了理论依据(匡耀求, 2004)。通过对沉积岩中微量元素含量及分布, 尤其是一些相关元素比值的研究, 可以推断当时的沉积环境, 反演沉积时期的地质条件(王益友, 1979; 苗建宇, 2007; 陶树, 2009)。

## 1 资料选取

针对鄂尔多斯盆地西部中区晚三叠世延长组沉积分布特点, 重点采集了研究区延长组两个最大湖泛期长9、长7油层组各3个, 长8油层组4个泥岩样品进行分析和研究, 所有样品微量元素地球化学测试在西北大学大陆动力学国家重点实验室用ICP-MS测试完成, 仪器精密度优于5%, 标样结果与推荐值相对误差小于10%。

本次微量元素分析的泥岩样品主要分布在长9、长8及长7期, 这段时期湖盆构造稳定沉降, 水域面积广泛, 泥岩较为发育, 对判别湖盆气候、盐度、氧化还原条件等沉积介质环境特征较为有利。分析测试的元素主要有: Li、Be、Sc、Cr、Ni、Cu、Zn、Ga、Ge、Rb、Sr、Y、Zr、Nb、Ba、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Hf、Ta、Pb、Th及U, 各种微量元素含量如表1所示。

## 2 研究区晚三叠世微量元素的沉积环境响应

针对鄂尔多斯盆地晚三叠世延长组 10 个泥质岩样品中的微量元素含量分析结果, 选用对沉积介质环境反映比较敏感的锶(Sr)、铜(Cu)、钡(Ba)、铀(U)、钛(Ti)、钒(V)、镍(Ni)等微量元素指标, 分析研究区地层中微量元素含量及其比值与沉积介质环境之间的对应关系, 进而探讨该地区晚三叠世延长组沉积期的湖盆气候、盐度、氧化还原条件等沉积介质环境特征。

### 2.1 微量元素对古气候的反应

本文选取了喜干型元素 Sr 和喜湿型元素 Cu 的比值作为对古气候的变化研究的参数。通常 Sr/Cu 比值介于 1~10 之间指示温湿气候, 而大于 10 指示干热气候(刘刚, 2007)。根据研究区各个样品中微量元素 Sr、Cu 含量可知, 研究区延长组 Sr/Cu 比值基本介于 1~10 之间, 说明该地区长 9、长 8 及长 7 期基本为温湿气候; 各层位 Sr/Cu 比值平均值呈现从长 9 到长 7 逐渐递减的趋势, 说明该地区从长 9 期到长 7 期气候越来越温暖潮湿。

### 2.2 微量元素对古盐度的反应

Sr/Ba 比值可作为古盐度判别的灵敏标志, 是依据溶液中锶的迁移能力及其硫酸盐化合物的溶度积远大于钡的地球化学性质(郑荣才, 1999)。本文利用微量元素测试数据(表 1)分析了 Sr/Ba 比值变化, 结果显示研究区从长 9 到长 7 期 Sr/Ba 比值都小于 0.6, 为微咸水相的淡水环境, 长 7 期 Sr/Ba 比值平均值为 0.497, 高于长 9、长 8 期, 揭

注: 本文为国家重点基础研究发展规划“973”项目(2009CB219400)、陕地勘金字[2013]40号项目(61201304159)及中国地调局科[2014]01-026-010号项目(12120113032300)资助的成果。

收稿日期: 2014-12-24; 改回日期: 2015-02-28; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 范玉海, 男, 1983年生, 硕士, 中煤航测遥感局工程师, 主要从事沉积盆地分析研究。Email: 170269854@qq.com。

示长 7 期水体盐度略有增加。

### 2.3 微量元素对环境氧化—还原性的反应

本文主要利用 &U 法; Th/U 比值法; V/(V+Ni) 比值法三种方法对研究区延长组氧化—还原条件做了分析。

#### 2.3.1 &U 法及 Th/U 比值法

结合微量元素测试结果(表1)做了&U值变化、Th/U比值变化,可知研究区长9—长8期&U<1,长7期&U值>1,说明研究区从长9、长8期的正常水体

环境过渡到长7期的厌氧环境。研究区延长组Th/U比值在0~4之间,趋向于还原环境;长9、长8期Th/U平均值在3.5左右为正常水体环境,长7期Th/U平均值为1.76,在0~2之间指示当时为厌氧环境。

#### 2.3.2 V/(V+Ni) 比值法

根据分析的微量元素测试结果(表1)得出V/(V+Ni)比值变化,结果显示研究区长9—长7期V/(V+Ni)的比值基本分布在0.6~0.8之间,说明该地区为水体分层不强的厌氧环境。

表1 研究区晚三叠世样品微量元素统计(μg/g)

样品号	定 1259	定 1787	定 3155	定 3605	定 4129	定 4814	定 5131	化 152	星 3	YCH
层位 元素	长 9	长 8	长 7	长 8	长 9	长 7	长 8	长 8	长 7	长 9
Li	86.7	37.7	77.4	162	71.0	42.6	43.0	26.6	59.7	24.5
Be	2.96	3.44	2.51	5.72	4.30	2.25	3.14	3.18	5.48	4.25
Sc	19.1	16.7	14.7	23.9	19.1	10.5	18.5	10.5	19.6	15.6
V	132	114	129	106	129	267	123	69.6	145	92.3
Cr	94.3	94.6	89.4	110	94.4	55.6	89.6	51.8	117	72.7
Co	24.5	24.6	25.0	20.4	29.5	32.3	22.8	60.0	32.0	21.7
Ni	37.8	40.6	45.0	54.5	49.8	57.0	39.8	24.4	80.8	26.0
Cu	19.9	30.0	63.0	88.4	33.9	193	42.2	45.9	73.0	45.1
Zn	62.0	105	104	157	141	103	90.7	59.3	112	128
Ga	29.6	25.2	24.3	32.2	26.4	18.0	23.7	22.7	29.8	26.5
Ge	1.58	1.74	1.99	1.62	1.80	1.18	1.86	1.45	1.79	1.48
Rb	106	149	97.7	167	168	82.3	152	151	166	267
Sr	420	248	522	373	329	521	205	464	347	322
Y	27.3	30.5	25.3	37.3	43.1	21.3	30.3	17.9	23.7	25.1
Zr	220	161	116	92.7	198	45.3	204	109	132	168
Nb	16.3	12.3	11.3	13.9	14.0	6.55	13.1	12.5	14.9	14.9
Cs	5.73	8.41	3.96	7.75	13.7	5.12	9.99	9.00	10.7	15.4
Ba	1038	660	1157	1645	1038	727	584	1180	1075	750
La	54.9	34.9	50.0	59.1	47.5	28.6	35.5	37.1	55.6	40.3
Ce	103	71.3	102	126	97.8	51.9	71.0	78.4	105	79.8
Pr	11.6	7.90	11.3	13.6	11.4	6.12	7.72	8.19	11.6	8.95
Nd	44.1	30.1	43.7	52.4	46.6	24.5	29.4	27.3	43.8	32.8
Sm	7.64	5.87	7.48	9.42	9.66	4.67	5.50	4.66	7.45	5.61
Eu	1.72	1.30	1.73	2.01	2.09	1.08	1.21	0.98	1.54	1.20
Gd	6.18	5.45	6.10	8.11	9.05	4.12	4.91	3.74	5.84	4.83
Tb	0.86	0.86	0.82	1.18	1.29	0.59	0.77	0.55	0.79	0.70
Dy	4.94	5.12	4.54	6.82	7.22	3.39	4.85	3.23	4.40	4.04
Ho	1.01	1.08	0.90	1.40	1.46	0.71	1.06	0.66	0.88	0.84
Er	2.78	2.94	2.39	3.77	3.85	1.90	3.05	1.86	2.44	2.33
Tm	0.43	0.45	0.35	0.57	0.57	0.29	0.48	0.30	0.38	0.36
Yb	2.82	2.90	2.23	3.71	3.60	1.85	3.17	1.93	2.55	2.42
Lu	0.42	0.44	0.33	0.54	0.54	0.28	0.47	0.29	0.39	0.37
Hf	5.61	4.25	3.07	2.62	5.14	1.19	5.22	2.87	3.47	4.36
Ta	1.02	0.86	0.69	0.89	0.94	0.37	0.91	0.71	0.86	0.96
Pb	29.9	31.3	13.6	34.6	33.8	33.5	23.1	24.6	32.1	35.4
Th	14.6	13.6	12.1	16.7	15.2	6.97	13.5	13.7	14.6	14.9
U	3.37	3.78	5.12	3.83	3.67	33.8	3.50	6.80	5.36	6.29

### 参 考 文 献 / References

- 刘宝珺, 曾允孚. 1985. 岩相古地理基础和工作方法. 北京:地质出版社, 23~28.
- 刘刚, 周东升. 2007. 微量元素分析在判别沉积环境中的应用—以江汉盆地潜江组为例. 石油实验地质, 29(3): 307~311.
- 匡耀求, 黄永祥, 钟和贤. 2004. 东太平洋海盆 CC 区沉积物因子分析揭示的沉积环境地球化学演化信息. 中国地质, 31(3): 325~331.
- 苗建宇, 赵建设, 刘池阳, 等. 2007. 鄂尔多斯盆地二叠系烃源岩地球化学特征与沉积环境的关系. 中国地质, 34(3): 430~435.
- 陶树, 汤达祯, 周传祎, 等. 2009. 川东南-黔中及其周边地区下组合烃源岩元素地球化学特征及沉积环境意义. 中国地质, 36(2): 397~403.
- 王益友, 郭文莹, 张国栋. 1979. 几种地球化学标志在金湖凹陷阜宁群沉积环境中的应用. 同济大学学报, 7(2): 51~60.
- 郑荣才, 柳梅青. 1999. 鄂尔多斯盆地长 6 油层组古盐度研究. 石油与天然气地质, 20(1): 20~25.