

黔北上二叠统底部发现 REY、Nb、Zr 和 Li 等关键金属异常富集层



Pre-pub. on line: www.
geojournals.cn/georev

谯文浪^{1,2)}, 杨瑞东¹⁾, 季国松²⁾, 龙建喜³⁾, 陈登²⁾

1) 贵州大学资源与环境工程学院, 贵阳, 550025;

2) 贵州省地矿局一〇二地质大队, 贵州遵义, 563000;

3) 贵州省地质调查院, 贵阳, 550081

内容提要: 在黔北上二叠统底部铁铝质黏土岩、下部煤层及其顶底板炭质黏土岩中发现其富集稀土、铌、锆和锂等关键金属元素, 其中铁铝质黏土岩 REY、Nb、Zr 和 Li 平均含量分别为 807×10^{-6} 、 143×10^{-6} 、 1107×10^{-6} 、 375×10^{-6} , 下部煤层及其顶底板炭质黏土岩中 REY、Nb、Zr 和 Li 平均含量为分别为 555×10^{-6} 、 104×10^{-6} 、 786×10^{-6} 、 116×10^{-6} 。显示出该区域该层位具有关键金属矿床良好的找矿前景。

关键词: 关键金属; 异常富集; 龙潭组底部; 黔北

关键金属是国际上最近提出的资源概念, 指的是现今社会必需、但安全供应存在高风险的一类矿产的总称, 主要包括稀有金属、稀土金属、稀散金属和部分稀贵金属, 这些金属对新材料、新能源、信息技术、航空航天、尖端武器等新兴产业十分关键, 对国民经济、国家安全和科技发展具有十分重要的战略意义(王登红, 2019)。

黔北地区位于扬子陆块西南缘, 广泛分布上二叠统煤系地层, 在煤系地层底部有一套厚 5–20m 的铁铝质黏土岩, 该黏土层分布广、厚度较稳定, 前人也报道黔北煤中富集关键金属元素(杨瑞东等, 2021)。通过对黔西、播州、湄潭、绥阳、桐梓等地对该铁铝质黏土岩层进行取样、分析测试, 发现其异常富集 REY、Nb、Zr 和 Li 关键金属元素。

1 研究方法

对黔西、播州、湄潭、绥阳、桐梓等地上二叠统龙潭组底部铁铝质黏土岩进行野外调查、剖面测量、钻孔和坑道编录及样品采集, 在澳实(广州)实验室开展元素分析测试, 重点测试该铁铝质黏土岩及其上覆煤层和围岩中 REY、Nb、Zr 和 Li 等关键金属元素的含量, 分析富集特征。

2 研究结果

通过对黔西、播州、湄潭、绥阳、桐梓等地区龙潭组底部铁铝质黏土岩开展剖面测制、钻孔编录、坑道编录及样品采集, 发现该层中异常富集稀土、铌、锆、锂等关键金属元素。富集金属元素岩石组合特征由下向上分别为碎屑状含粉砂质黏土岩, 具微-泥晶结构, 基本上由黏土矿物基底、褐铁矿和陆源碎屑共同组成(图 1a、a-1、a-2); 赭灰色鲕粒微-泥晶(微含铝质)含硫化铁质黏土岩, 鲕粒更多具有渗漏成因, 微量矿物成分, 不均匀污染状分布(图 1b、b-1、b-2); 灰色、灰白色含硫化铁质黏土岩, 矿物组分主要为黏土矿物、黄铁矿、硬水铝石(图 1c、c-1、c-2); 碎屑状鲕粒泥晶含硫化铁质黏土岩, 鲕粒更多具有渗漏成因, 矿物组分主要为黏土矿物、黄铁矿、硬水铝石(图 1d、d-1、d-2)。

本次在上述区域系统采集了 33 件样品, 其中龙潭组底部铁铝质黏土岩 11 件, 下部煤层及其顶底板炭质黏土岩 22 件。铁铝质黏土岩层厚 1.05 ~ 4.35m, 平均厚 2.68m, 其 REY 含量为 197×10^{-6} ~ 1882×10^{-6} , 平均 807×10^{-6} , Nb 含量为 90.2×10^{-6} ~ 210×10^{-6} , 平均 143×10^{-6} ; Zr 含量为 702×10^{-6} ~ 1535

注: 本文为贵州省地质矿产勘查开发局地质科研项目(编号: 黔地矿科合[2022]5号)、国家重点研发计划(编号: 2022YFF0800204)和国家自然科学基金资助项目(编号: U1812402)的成果。

收稿日期: 2023-03-15; 改回日期: 2023-05-09; 网络首发: 2023-05-20; 责任编辑: 章雨旭。Doi: 10.16509/j.georeview.2023.05.055

作者简介: 谯文浪, 男, 1980年生, 在读博士研究生, 研究员, 主要从事沉积矿床研究; Email: qiaowenlang@163.com。通讯作者: 杨瑞东, 男, 1963年生, 教授, 从事沉积矿床和沉积地球化学研究; Email: rdyang@gzu.edu.cn。

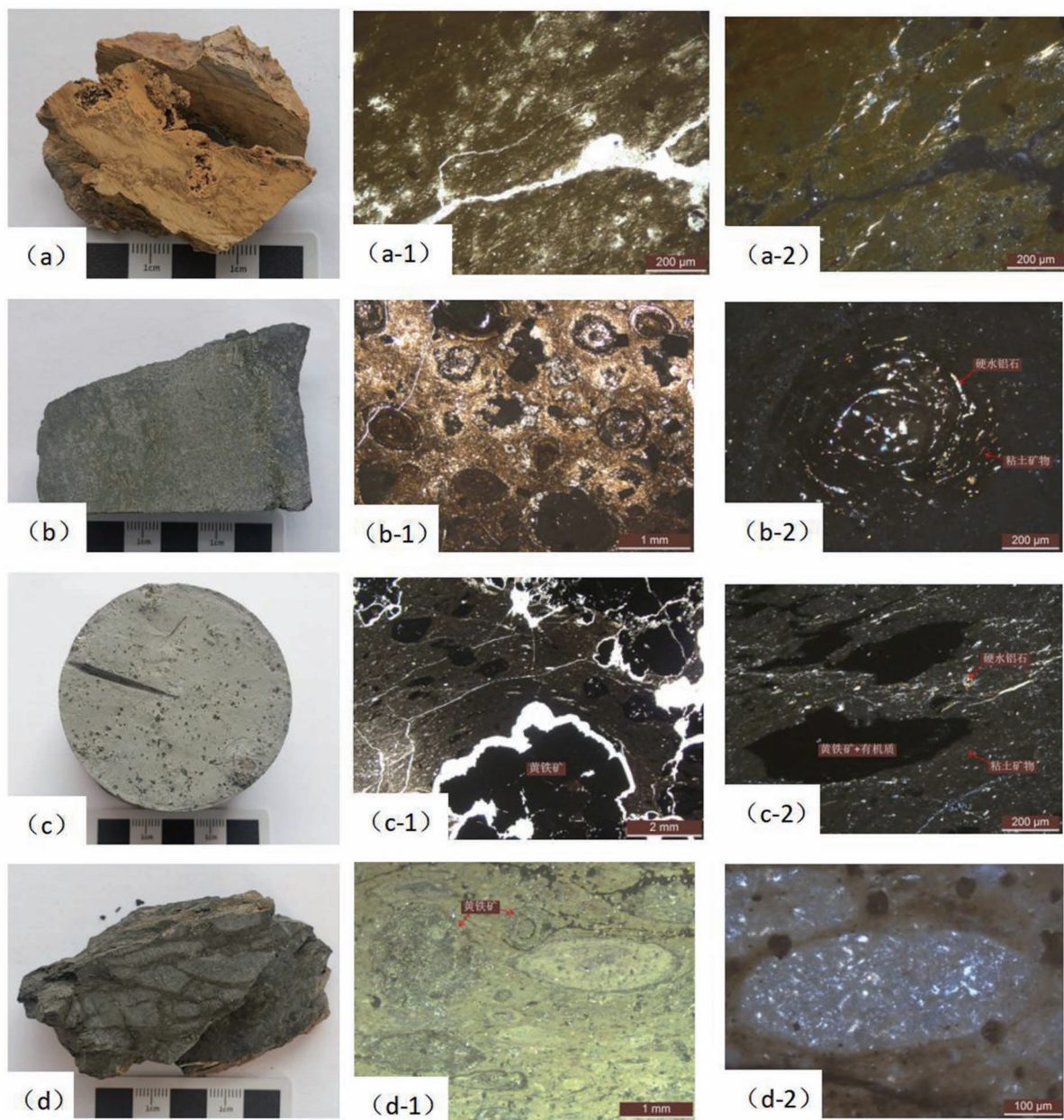


图 1 黔北上二叠统龙潭组底部铁铝质黏土岩结构特征

Fig. 1 Structural characteristics of ferro-aluminous clay rock at the bottom of the Upper Permian Longtan Formation in Northern Guizhou

ZK1601-1B: (a) hand specimen, (a-1) micro mud crystal structure, (a-2) fragmentation phenomenon; ZK1601-5B: (b) hand specimen, (b-1) pisolitic and oolitic micro mud crystal structure, (b-2) pisolitic and oolitic particles; J2101-2B: (c) hand specimen, (c-1), (c-2) micro mud crystal structure, pyrite and carbonaceous segregation; DL-1B: (d) hand specimen, (d-1) pisolitic and oolitic micro mud crystal structure, and fragmentation phenomenon; (d-2) pisolitic and oolitic composition. (a), (b), (c) and (d) are natural light; (a-1), (b-1) and (c-1) are single polarized light; (a-2), (b-2), (c-2), and (d-2) are orthogonal polarizers; (d-1) oblique light

ZK1601-1B: (a) hand specimen, (a-1) micro mud crystal structure, (a-2) fragmentation phenomenon; ZK1601-5B: (b) hand specimen, (b-1) pisolitic and oolitic micro mud crystal structure, (b-2) pisolitic and oolitic particles; J2101-2B: (c) hand specimen, (c-1), (c-2) micro mud crystal structure, pyrite and carbonaceous segregation; DL-1B: (d) hand specimen, (d-1) pisolitic and oolitic micro mud crystal structure, and fragmentation phenomenon; (d-2) pisolitic and oolitic composition. (a), (b), (c) and (d) are natural light; (a-1), (b-1) and (c-1) are single polarized light; (a-2), (b-2), (c-2), and (d-2) are orthogonal polarizers; (d-1) oblique light

表 1 黔北晚二叠世煤系地层底部铁铝质黏土岩中 REY、Nb、Zr 和 Li 含量(×10⁻⁶)

Table 1 Contents(×10⁻⁶) of REY, Nb, Zr and Li in ferro-aluminous clay rocks at the bottom of Late Permian coal measures in northern Guizhou

序号	编号	采样地点	岩性	REY	Nb	Zr	Li
1	J2101-2H	黔西县	灰白色铁质铝土质黏土岩	312	101.0	782	207
2	J2101-3H	黔西县	深灰色铁质铝土质黏土岩	547	115.5	988	429
3	J2101-4H	黔西县	灰、黑色含黄铁矿黏土岩	978	210	1360	315
4	XJB-1H	播州区	含黄铁矿黏土岩	197	90.2	702	89.8
5	DL-1H	湄潭县	含黄铁矿黏土岩	344	141.0	1030	760
6	ZK1601-1H	绥阳县	褐黄色含铁质黏土岩	601	125.0	1075	335
7	ZK1601-2H	绥阳县	深灰色铁质、铝土质黏土岩	400	136.5	1060	356
8	ZK1601-3H	绥阳县	灰白色铝、铁质黏土岩	557	170.0	1255	398
9	ZK1601-5H	绥阳县	豆鲕状铁质黏土岩	1882	181.5	1535	480
10	DLS-1H1	桐梓县	铝土质黏土岩	1829	148.0	1190	192.5
11	DLS-1H2	桐梓县	铝土岩	1228	153.0	1195	560
	平均值			807	143	1107	375
	最大值			1882	210	1535	760
	最小值			197	90.2	702	89.8

表 2 黔北晚二叠世底煤层及顶底炭质黏土岩中 REY、Nb、Zr 和 Li 含量(×10⁻⁶)

Table 2 Contents (×10⁻⁶) of REY, Nb, Zr and Li in Late Permian bottom coal seam and top, bottom carbonaceous clay rocks in northern Guizhou

序号	送样编号	采样地点	岩性	REY	Nb	Zr	Li
12	J2101-6H	黔西	深灰色炭质黏土岩	784	287	1765	76.7
13	J2101-8H	黔西	炭质黏土岩	293	126.0	837	19.0
14	J2101-10H	黔西	炭质粉砂质黏土岩	604	97.7	726	128.5
15	J2101-12H	黔西	炭质粉砂质黏土岩	435	67.2	465	44.2
16	XJB-2H	播州	炭质黏土岩	325	42.2	383	19.0
17	XJB-3H	播州	煤	1012	70.4	1115	69.9
18	XJB-4H	播州	炭质黏土岩	232	56.5	397	22.3
19	XJB-5H	播州	煤、粉煤	298	36.7	305	15.8
20	XJB-6H	播州	深灰色黏土岩	292	55.4	405	15.8
21	DL-2 H	湄潭	炭质黏土岩	259	127.0	787	930
22	DL-3 H	湄潭	煤	565	128.5	708	47.2
23	DL-4 H	湄潭	高炭质黏土岩	2472	363	3290	480
24	DL-5 H	湄潭	煤	725	143.0	1065	85.5
25	DL-6H	湄潭	深灰色含炭质黏土岩	596	30.5	160	15.8
26	ZK1601-7H	绥阳	炭质黏土岩	441	81.6	492	82.0
27	DLS-2H	桐梓	炭质黏土岩	934	43.2	861	51.5
28	DLS-3H	桐梓	灰黑色含黄铁矿含铝质、炭质黏土岩	217	165.5	1130	122.5
29	DLS-4H	桐梓	煤	306	123.0	632	103.5
30	DLS-5H	桐梓	高炭质黏土岩	423	79.1	639	14.8
31	DLS-7H	桐梓	灰黑色含铝质、炭质黄铁矿黏土岩	422	89.7	563	33.2
32	DLS-8H	桐梓	煤	109	11.8	106	60.0
33	DLS-9H	桐梓	深灰色炭质黏土岩含黄铁矿	460	65.1	458	117.0
	平均值			555	104	786	116
	最大值			2472	363	3290	930
	最小值			109	11.8	106	14.8

×10⁻⁶,平均 1107×10⁻⁶;Li 含量为 89.8×10⁻⁶~760×10⁻⁶,平均 375×10⁻⁶(表 1)。铁铝质黏土岩层之上的煤及炭质黏土层,厚 0.82 ~ 5.05m,平均厚 2.27m。其 REY 含量为 109×10⁻⁶~2472×10⁻⁶,平均 555×10⁻⁶;Nb 含量为 11.8×10⁻⁶~363×10⁻⁶,平均 104×10⁻⁶;Zr 含量为 106×10⁻⁶~3290×10⁻⁶,平均 786×10⁻⁶;Li 含量为 14.8×10⁻⁶~930×10⁻⁶,平均 116×10⁻⁶(表 2)。

我国煤中 REY 平均值(138μg/g)、Nb 平均值(9.44μg/g)、Zr 平均值 89.5μg/g 和 Li 平均值(31.8μg/g)(代世峰等,2020)。黔北龙潭组下部煤层及其顶底板炭质黏土岩层中稀土、铌、锆和锂平均量分别是中国煤中 4.0 倍、11 倍、8.8 倍和 3.6 倍;铁铝质黏土岩层中稀土、铌、锆和锂平均量分别达 5.8 倍、15.1 倍、12.4 倍和 11.8 倍,铁铝质黏土岩层中稀土、铌、锆、锂平均含量比龙潭组下部煤层及其顶底板炭质黏土岩层含量更高,其厚度也更为稳定,是重要的关键金属找矿层位。

3 结论

通过对黔北上二叠统底部铁铝质黏土岩系统采样、分析测试,发现其富集稀土、铌、锆和锂等关键金属元素,REY 平均含量为 807×10⁻⁶,Nb 平均含量为 143×10⁻⁶,Zr 平均含量为 1107×10⁻⁶;Li 平均含量为 375×10⁻⁶,其层位稳定,平均厚 2.68m。同时,在铁铝质黏土岩之上的煤层及其顶底板炭质黏土岩,也富集关键金属元素,

REY 平均含量为 555×10^{-6} , Nb 平均含量为 104×10^{-6} , Zr 平均含量为 786×10^{-6} , Li 平均含量为 116×10^{-6} 。显示出该区域该层位具有关键金属矿床良好的找矿前景。

致谢:感谢贵州省地矿局一〇二地质大队陈远兴高级工程师、肖林工程师和贵州大学资源与环境工程学院李鑫正博士研究生在本次调查综合研究过程中给予的帮助!

参 考 文 献 / References

(The literature whose publishing year followed by a “&” is in Chinese with English abstract; The literature whose publishing year followed by a “#” is in Chinese without English abstract)

代世峰, 赵蕾, 魏强, 宋晓林, 王文峰, 刘晶晶, 段飘飘. 2020. 中国煤系中关键金属资源: 富集类型与分布. 科学通报, 65(33): 3715~3729.

王登红. 2019. 关键矿产的研究意义、矿种厘定、资源属性、找矿进展、存在问题及主攻方向. 地质学报, 93(6): 1189~1209.

杨瑞东, 郑禄林, 程伟, 高军波, 陈军, 孙百川, 张衍. 2021. 黔北桐梓—金沙一带发现晚二叠世煤富集稀土、锂金属元素. 地质论评, 67(5): 1543~1544.

Dai Shifeng, Zhao Lei, Wei Qiang, Song Xiaolin, Wang Wenfeng, Liu Jingjing, Duan Piaopiao. 2020&. Resources of critical metals in coal-bearing sequences in China: Enrichment types and distribution. Chinese Science Bulletin, 65(33): 3715~3729.

Wang Denghong. 2019&. Study on critical mineral resources: significance of research, determination of types, attributes of resources, progress of prospecting, problems of utilization, and direction of exploitation. Acta Geologica Sinica, 93(6): 1189~1209.

Yang Ruidong, Zheng Lulin, Cheng Wei, Gao Junbo, Chen Jun, Sun Baichuan, Zhang Yan. 2021&. Rare earth and lithium elements enrichment found in Late Permian coals in Tongzi—Jinsha area, northern Guizhou Province. Geological Review, 67(5): 1543~1544.

Discovery of super enrichment critical metals REY, Nb, Zr and Li in the base of the Upper Permian in northern Guizhou

QIAO Wenlang^{1, 2)}, YANG Ruidong¹⁾, JI Guosong²⁾, Long Jianxi³⁾, CHEN Deng²⁾

1) College of Resources and Environmental Engineering, Guizhou University, Guiyang, 550025;

2) 102 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology & Mineral Exploration, Zunyi, Guizhou, 563000;

3) Guizhou Geological Survey, Guiyang, 550081

Abstract: In the Upper Permian base ferro-aluminous rocks, coal seams (C1) and the top and bottom carbonaceous clay rocks of the coal seam, the horizon of super enrichment critical metals REY, Nb, Zr and Li were found from northern Guizhou. The average contents of REY, Nb, Zr and Li are 807×10^{-6} , 143×10^{-6} , 1107×10^{-6} , 375×10^{-6} respectively, in ferro-aluminous rocks. The average contents of REY, Nb, Zr and Li are 555×10^{-6} , 104×10^{-6} , 786×10^{-6} , 116×10^{-6} respectively, in the top and bottom carbonaceous clay rocks of the coal seam. the discovery shows that the horizon has good prospecting prospects for critical metal deposits in this area.

Keywords: critical metals; super enrichment; Longtan Fm. ; northern Guizhou

Acknowledgements: This paper is the result of the geological research project of Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration and Development (No. Qiandikuangkehe[2022]5), the National Key Research and Development Program (No. 2022YFF0800204) and the National Natural Science Foundation of China (No. U1812402). CHEN Yuanxing senior engineer and XIAO Lin engineer from the 102 Geological Brigade of Guizhou Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources, as well as LI Xinzheng, Ph. D. candidate from the College of Resources and Environmental Engineering of Guizhou University, for their assistance in the comprehensive research process of this survey!

First author: : QIAO Wenlang, male, born in 1980, Ph. D. candidate, research fellow, is engaged in research on sedimentary deposits; Email: qiaowenlang@163.com

Corresponding author: YANG Ruidong, male, born in 1963, professor, is mainly engaged in research on sedimentary deposits and sedimentary geochemistry; Email: rdyang@gzu.edu.cn

Manuscript received on: 2023-03-15; Accepted on: 2023-05-09; Published online on: 2023-05-20

Doi: 10.16509/j.georeview.2023.05.055

Edited by: ZHANG Yuxu

