第69卷 第1期
2023年1月
地 质 论 评
GEOLOGICAL REVIEW
Vol. 69 No. 1
Jan., 2023

川南兴文地区上二叠统龙潭组下部发现 Li、Ga、Nb、REE 等关键金属富集层

郝雪峰[1)],彭宇[1)],唐屹[1)],白宪洲[1)],张彤[1)],何洋飘[2)],付小方[1)],梁斌[2)]
1)四川省地质调查院,成都,610081;2)西南科技大学环境与资源学院,绵阳,621000

www.geojournals.cn/georev

关键词:关键金属;二叠系;龙潭组;川南

关键金属是新能源、现代高科技产业及航空航天和国防军工等行业不可或缺的原料,对关键金属矿产的勘查和研究已上升为国家战略(陈骏,2019)。四川南部兴文地区位于扬子陆块西缘,峨眉山大火成岩省外带(图1a),区内广泛分布与二叠纪碳酸盐岩/峨眉山玄武岩风化有关的上二叠统龙潭组(P_3lt)黏土岩(图1b),具有形成锂等关键金属资源的地质背景和成矿条件。本次以川南兴文地区龙潭组(P_3lt)下部铝质黏土岩为调查研究对象,地质调查工作发现其为Li、Ga、Nb、REE等关键金属的富集层,具有很好的找矿前景。

1 研究方法

采用地质填图、剖面测量、样品采集与测试等方法,对上二叠统龙潭组(P_3lt)下部铝质黏土岩中Li、Ga、Nb、REE等关键金属元素的含量、矿体特征等进行分析研究。样品送成都综合岩矿测试中心分析测试。

2 研究结果

调查区位于兴文地区长宁背斜分布区,核部为寒武系、

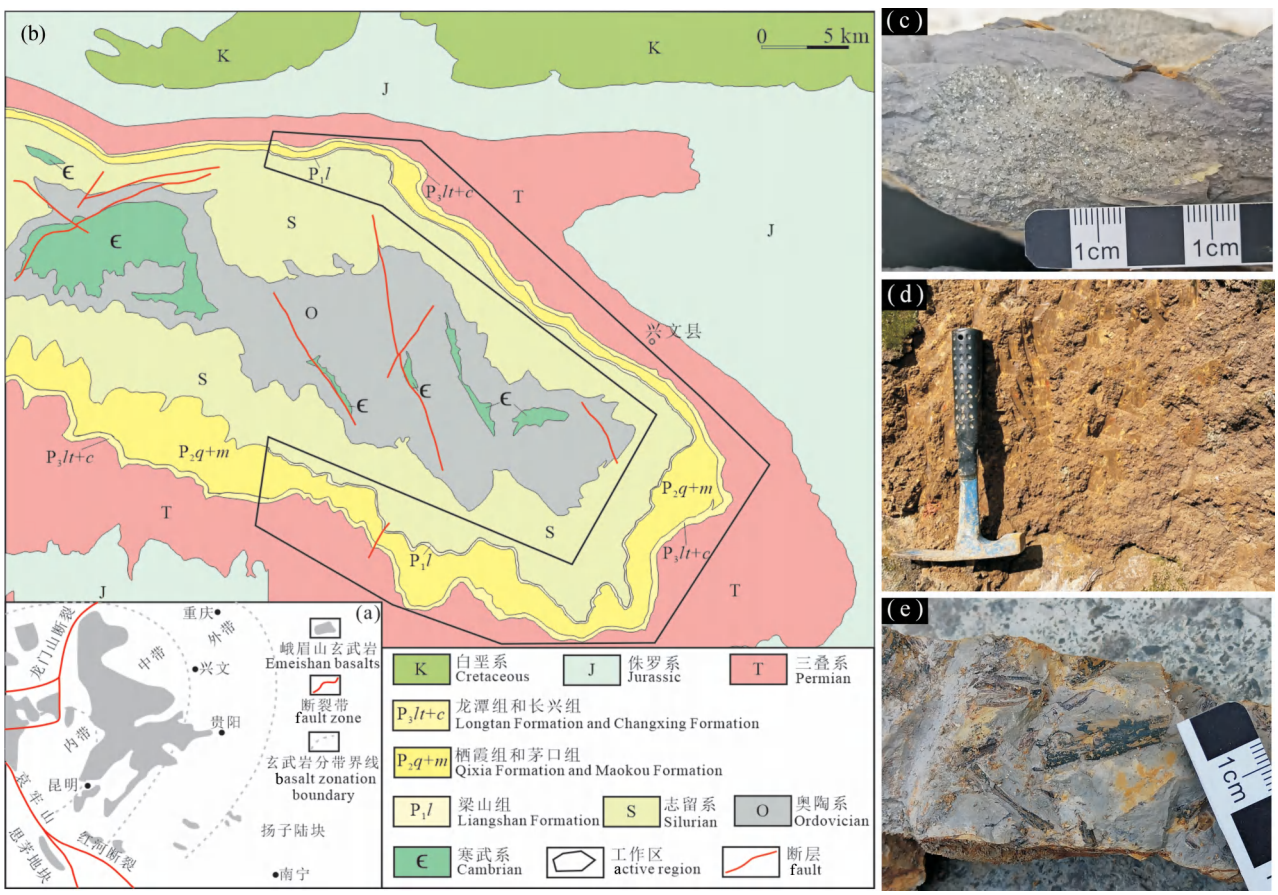

图1 峨眉山玄武岩分布示意图(a);研究区地质简图(b)及矿石照片——含黄铁矿高岭石黏土岩(c),褐铁矿化高岭石黏土岩(d)和碳质高岭石黏土岩(e)

Fig. 1 Simplified map showing distribution of the Emeishan Basalts(a); geological sketch map of the study area(b) and orephotos: pyrite-bearing kaolinite clay rock(c), limonite kaolinite clay rock(d), carbonaceous kaolinite clay rock(e)

注:本文为四川省自然资源厅"四川省矿产资源国情调查"项目(编号:DZ2021108)和宜宾市自然资源和规划局"四川省宜宾市地区黏土型锂矿综合调查评价"的成果。
收稿日期:2022-09-26;改回日期:2022-09-30;网络首发:2022-10-20;责任编辑:章雨旭。Doi: 10.16509/j.georeview.2022.10.075
作者简介:郝雪峰,男,1979年生,硕士,高级工程师,主要从事稀有稀土资源勘查与评价研究;Email: 87483931@qq.com。

奥陶系,两翼依次志留系、二叠系及三叠系,二叠系平行不整合于志留系之上,由下而上为下二叠统梁山组(P_1l)、中二叠统栖霞组(P_2q)和茅口组(P_2m)、上二叠统龙潭组(P_3lt)和长兴组 P_3c)(图 1b)。含矿地层为龙潭组(P_3lt),与下伏茅口组(P_2m)平行不整合接触,厚 120 m 左右,岩性主要为灰褐、灰黄、灰黑色砂岩及粉砂岩、页岩夹煤层及菱铁矿,偶夹灰岩薄层,下部为高岭石黏土岩,厚 5~20 m,Li、Ga、Nb、REE 等关键金属富集其中。黏土岩主要由高岭石及少量蒙脱石、水铝石、水云母等组成,岩(矿)石类型主要有灰色高岭石黏土岩、浅灰色含黄铁矿高岭石黏土岩(图 1c)(风化后为黄褐色褐铁矿化高岭石黏土岩(图 1d))、灰色—棕灰色碳质(植物化石)高岭石黏土岩(图 1e)。

在兴文地区长宁背斜两翼及转折端 40 余千米的长度范围内(图 1b),在龙潭组(P_3lt)下部 32 个地质调查点位上共采集 40 件黏土岩样品。分析结果表明(表 1),样品中 Li 含量变化大,为 $31.7\times10^{-6}\sim2053\times10^{-6}$,平均 218.1×10^{-6},有 8 件样品 Li 含量为 $232\times10^{-6}\sim2053\times10^{-6}$,达到了铝土矿中锂综合利用的指标($Li_2O\geqslant0.05\%$,$Li\geqslant232\times10^{-6}$)。Ga 含量 $26.5\times10^{-6}\sim73.2\times10^{-6}$,平均 52.9×10^{-6},仅有 2 件样品含量低于现行的镓矿资源工业指标要求(30×10^{-6})。Nb_2O_5 含量 $41\times10^{-6}\sim309\times10^{-6}$,平均 181×10^{-6},除 1 件样品外其余均达到风化壳型矿床一般工业指标(80×10^{-6})。稀土氧化物总量(TRE_2O_3)含量 0.031%~0.409%,平均 0.098%,34 件样品的 TRE_2O_3 达到了风化壳型矿床一般工业指标 0.05%,15 件样品 TRE_2O_3 在 0.1%及以上;轻重稀土比值(LREE/HREE)为 1.1~10.3,平均 4.3,其中 11 件样品(LREE/HREE)为 1.1~2.5,低于华南富含重稀土的离子吸附型稀土矿异常 LREE/HREE 比值(3.5)(王学求等,2020),表明这些样品相对富含重稀土。

最近在与四川南部邻接的贵州、云南等地,发现了产于碳酸盐岩风化形成的铝土质黏土岩中的新类型锂矿,称为碳酸盐黏土型锂矿(温汉捷等,2020),其中不仅富含 Li,而且也是 Ga、Nb、Sc、

表 1 川南兴文地区上二叠统龙潭组下部黏土岩中 Li、Ga、Nb、REE 等关键金属含量分析结果

Table 1 Analysis results of critical metal contents of Li, Ga, Nb and REE in clay rock of the lower Longtan Formation, Upper Permian, in Xingwen area, southern Sichuan

岩性	样号	Li	Ga	Nb_2O_5	TRE_2O_3	LREE	HREE	LREE/HREE
		($\times10^{-6}$)			(‰)	($\times10^{-6}$)		
高岭石黏土岩	CN01-1	133	64.0	309	0.75	332	289	1.15
	CN02-1	68	60.1	222	0.56	366	92	3.98
	CN04-1	32.5	50.2	169	0.86	605	109	5.55
	CN06-1	115	73.2	196	0.51	226	193	1.17
	CN07-1	77.4	68.2	222	1.21	798	208	3.83
	CN08-1	33.8	41.5	146	0.76	516	116	4.44
	CN19-1	147	46.8	176	1.67	1173	224	5.23
含黄铁矿高岭石黏土岩	CN03-1	145	56.2	239	0.67	393	161	2.44
	CN05-1	256	47.6	115	1.41	934	237	3.94
	CN05-2	186	52.2	177	0.68	440	122	3.61
	CN11-3	243	63.5	226	2.40	1817	192	9.44
	CN13-1	1482	37.6	139	0.41	243	99	2.46
	CN55-2	165	67.3	189	2.31	1675	263	6.37
	CN59-1	219	54.3	176	0.38	243	67	3.63
	CN76-1	79.4	26.5	89	0.52	372	58	6.37
	CN79-1	226	47.4	177	1.05	714	153	4.66
	CN80-1	235	45.7	134	0.38	246	69	3.55
褐铁矿化高岭石黏土岩	CN04-2	44.4	52.7	245	1.00	665	163	4.09
	CN06-2	46.9	43.9	140	0.61	398	107	3.73
	CN07-2	76.9	53.9	172	1.00	676	155	4.36
	CN09-2	513	27.4	93	0.30	180	72	2.49
	CN12-1	107	53.3	212	0.48	261	130	2.00
	CN14-1	224	73.0	245	1.76	1298	159	8.16
	CN15-1	42.2	52.6	166	0.98	656	153	4.29
	CN16-1	51.4	54.7	119	0.53	349	90	3.86
	CN19-2	115	69.2	217	1.27	861	194	4.44
	CN20-1	80.5	38.5	186	1.00	664	167	3.98
	CN52-2	2053	34.0	154	0.69	505	67	7.49
	CN56-1	31.7	52.5	115	0.89	639	103	6.19
	CN57-2	266	52.8	200	0.67	443	109	4.05
	CN58-2	177	60.6	172	0.36	184	116	1.59
	CN64-1	40.4	51.1	163	0.51	301	119	2.52
	CN68-1	84	66.6	197	0.56	333	131	2.54
	CN75-2	58.5	60.3	183	1.00	701	126	5.56
	CN77-1	439	43.9	41	4.09	3105	302	10.28
碳质高岭石黏土岩	CN02-3	143	61.6	269	0.64	358	168	2.13
	CN09-4	42.4	48.2	156	1.12	746	185	4.02
	CN17-2	76.6	57.4	263	0.95	553	231	2.40
	CN19-3	118	64.7	283	1.45	964	239	4.03
	CN53-2	51.3	42.3	146	0.75	507	115	4.42
最大值		2053	73.2	3089	4.09	3105	302	10.28
最小值		31.7	26.5	41	0.31	180	58	1.15
平均值		218.1	52.9	181	0.98	661	151	4.26

REE 等关键金属的富集层(温汉捷等,2020;杜蔺等,2022;金中国等,2019)。调查区龙潭组平行不整合于中二叠统栖霞组、茅口组灰岩之上,具有一定的碳酸盐黏土型锂矿特征;另外川南兴文地区位于峨眉山大火山省的外带,区内龙潭组(P_3lt)向西数十千米即相变为平行不整合于峨眉山玄武岩(P_3e)之上的宣威组(P_3x),推测其中 Li、Ga、Nb、REE 等关键金属可能来自于下伏二叠纪灰岩及峨眉山玄武岩的风化产物。广泛分布于川南的、与二叠纪碳酸盐岩/峨眉山玄武岩风化有关的龙潭组下部黏土岩是一个 Li、Ga、Nb、REE 等多种关键金属的富集层,该区具有极大的关键金属找矿潜力。

3　结论

(1)川南兴文地区上二叠统龙潭组下部高岭石黏土岩中富集 Li、Ga、Nb、REE 等关键金属,是一个多种关键金属的富集层。

(2)四川南部地区位于峨眉山大火山省的外带,广泛分布与二叠纪与碳酸盐岩/峨眉山玄武岩风化有关的龙潭组下部黏土岩,是一个极具 Li、Ga、Nb、REE 等多种关键金属找矿前景的地区。

参　考　文　献　/　References

陈骏. 2019. 关键金属超常富集成矿和高效利用. 科技导报, 37: 1.

温汉捷, 罗重光, 杜胜江, 于文修, 顾汉念, 凌坤跃, 崔燚, 李阳, 杨季华. 2020. 碳酸盐黏土型锂资源的发现及意义. 科学通报, 65(1): 53~59.

杜蔺, 唐永永, 张世帆, 李阳, 巩鑫, 向明坤, 文愿运. 2022. 贵州铝土矿含铝岩系中关键金属富集特征及资源潜力[J/OL]. 沉积学报, https://doi.org/10.14027/j.issn.1000-0550.2022.006

金中国, 刘玲, 黄智龙, 刘辰生, 郑明泓, 谷静, 邹林, 王林. 2019. 贵州务—正—道地区铝土矿含矿岩系中三稀元素赋存状态、富集机理及资源潜力. 地质学报, 93(11): 2847~2861.

王学求, 周建, 迟清华, 王玮, 张必敏, 聂兰仕, 刘东盛, 徐善法, 吴慧, 高燕芳. 2020. 中国稀土元素地球化学背景与远景区优选. 地球学报, 41(6): 747~758.

HAO Xuefeng, PENG Yu, TANG Yi, BAI Xianzhou, ZHANG Tong, HE Yangpiao, FU Xiaofang, LIANG Bin: Critical metal enrichment layers of Li, Ga, Nb, REE found in the lower part of Upper Permian Longtan Formation in Xingwen area, southern Sichuan

Keywords: critical metal; Permian; Longtan Formation; southern Sichuan

Doi: 10.16509/j.georeview.2022.10.075