

四川省雷波地区纤维用玄武岩找矿远景分析

阳伟¹, 化得钧¹, 曾令熙², 臧凯¹, 李剑南¹

(1. 四川省煤田地质工程勘察设计院, 四川 成都 610072;

2. 中国地质科学院矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041)

摘要: 四川省雷波地区位于康滇古陆东缘, 该区峨眉山玄武岩为典型陆相喷发玄武岩, 属喷溢-溢流相。根据峨眉山玄武岩的分布特征, 在全区选取 3 条具有代表性的地层剖面为研究对象, 通过剖面测量、样品测试及显微镜下观察, 对雷波地区纤维用玄武岩的找矿远景进行了初步分析, 认为: ①雷波地区峨眉山玄武岩岩石类型主要为致密块状玄武岩、杏仁状玄武岩及斑状玄武岩, 其中致密块状玄武岩是本区主要的纤维用玄武岩矿石类型; ②雷波地区致密块状玄武岩主量元素特征为: $w(\text{SiO}_2)=49.81\%$, $w(\text{Al}_2\text{O}_3)=13.15\%$, $w(\text{CaO})=7.71\%$, $w(\text{MgO})=4.32\%$, $w(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO})=12.66\%$, $w(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})=4.25\%$, $w(\text{TiO}_2)=3.93\%$; 与邻区同构造位置成功拉丝的纤维用玄武岩对比, 其岩石学及主量元素特征基本一致, 符合拟定工业指标, 能够进行连续纤维拉丝, 厚度 191.77~886.60 m, 具有较大的找矿远景, 对四川省尤其雷波地区玄武岩纤维产业发展起积极推动作用。

关键词: 雷波地区; 纤维用玄武岩; 峨眉山玄武岩; 主量元素

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2022.01.008

中图分类号: TD941 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2022) 01-0060-08

连续玄武岩纤维 (简称“CBF”) 为天然玄武岩石料破碎后加入熔窑中, 在 1450~1500℃ 熔融后, 通过铂铑合金拉丝漏板高速拉制而成的连续纤维, 是一种新型无机环保绿色高性能纤维材料, 具有突出的力学性能、耐高温、耐酸碱、抗腐蚀、抗燃烧等多种优异性能, 还有绝缘性好、绝热隔音性能优异、良好的透波性能等优点^[1-2]。峨眉山玄武岩在康滇古陆的攀枝花二滩、越西、雷波、马边、沐川、盐津等地开展过系统的岩石学和地球化学特征研究^[3] 针对四川省的纤维用玄武岩也开展过面积性的找矿远景评价^[4-6], 但大多工作未深入到偏远的雷波地区。依据峨眉山玄武岩在雷波地区的分布特征 (图 1), 本次在 3 个不同区块有代表性地段分别实测了 1 条 (P01、P02 和 P03) 玄武岩地质剖面, 对致密块状玄武岩采集了岩石学和地球化学样品 9 件, 以深入研究其岩石学及主量元素特征, 并总结分析雷波地区纤维用玄武岩矿找矿远景。

1 纤维用玄武岩工业指标

纤维用玄武岩的矿石评价工业指标目前主要来源于各玄武岩纤维相关企业 (表 1), 部分学者开展过局部地区的试验研究工作^[7-9], 针对纤维用玄武岩的矿石评价工业指标虽有一些研究, 但原矿石评价方面尚未统一认识, 形成行业规程规范。综合分析来看, 适合生产纤维的玄武岩必须是均质、细颗粒、无大的斑晶, 没有石英、玉髓、隧石及外来杂质等, 其主要化学成分是 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$ 、 $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ 、 TiO_2 , 生产过程中允许这些化学成分含量有较大的波动^[10]。另外, 部分企业或学者提出了酸度系数 $I_{\text{MK}}=w(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/w(\text{CaO}+\text{MgO})$ 的概念, 认为酸度系数应当在 3.5~5.0、3~6 等多种范围之内^[11-12], 但是根据《四川省纤维用玄武岩矿调查与评价项目》拉丝试验成果, 酸度系数不能根本性决定拉丝质量, 高酸度系数矿

收稿日期: 2021-03-23

基金项目: 四川省政府性投资地质勘查项目资助

作者简介: 阳伟 (1983-), 男, 博士研究生, 高级工程师, 主要从事地质调查与矿产勘查研究工作。

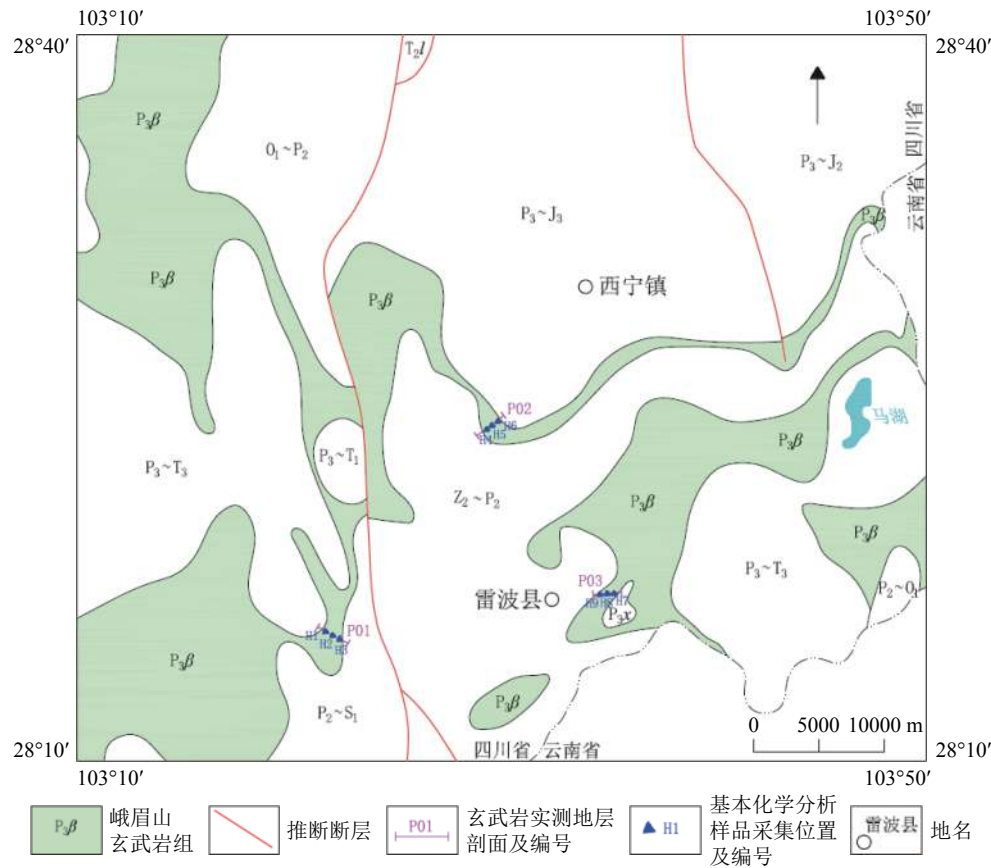


图 1 雷波地区峨眉山玄武岩分布及剖面测量、样品采集位置

Fig.1 Schematic diagram of the distribution of Emeishan basalts, profile measurement and sample collection location in Leibo area

表 1 部分生产企业玄武岩化学成分 /%

Table 1 Chemical composition standards of fiber-produced basalt for some domestic and foreign production enterprises and evaluation of this paper

名称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃ +FeO	Na ₂ O+K ₂ O
CBF (上海俄金)	51.02	16.25	7.99	4.28	1.07	11.37	7.17
CBF (成都拓鑫)	41.53	14.24	9.10	4.52	4.36	18.51	4.73
CBF (黑龙江宁安镜泊湖)	45.10	13.23	10.45	6.31	1.74	12.76	9.44
CBF (格鲁吉亚)	51.65	15.85	9.35	6.10	1.19	9.78	5.26
CBF (乌克兰)	52.43	18.33	7.68	4.04	1.19	10.53	3.95
CBF (四川点石公司)	48~53	14~19	5~9	3~6	0.5~2.5	8-14	3~6
CBF (贵州玄武岩产业公司)	51~54	14~19	3~6	3~6	0.5~2.5	8-14	3~6
谢尔盖等,2005	45~60	12~19	6~12	3~7	0.9~2.0	5-12	2.5~6.0
郭昌盛等,2014	51.6~53.9	14.6~18.3	5.9~9.4	3.5~5.3	0.8~2.25	9-14	3.6~5.2
王跃忠,2019	48~53	14~19	5~9	3~6	0.5~2.5	8-14	3~6
张明胜等,2019	3<Ma (酸度系数) <6; 2<Mv (黏度系数) <3; 50%<w(SiO ₂)<58%; w(Fe ₂ O ₃ +TiO ₂)≤11.5%; w(FeO)/w(Fe ₂ O ₃)≥0.5; w(CaO)<12%; w(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)≤78%						
论文评价标准	45-53	11-19	6-12	3-10	1-5	5-15	2.5-6

岩石学特征：致密块状玄武岩，隐晶质结构，块状构造

石仍然能够拉出连续玄武岩纤维。本次在综合研究前人成果基础上，结合研究区实际，初步

拟定了研究区纤维用玄武岩矿石评价工业指标（表 1）。

2 雷波地区玄武岩岩石学特征

2.1 致密块状玄武岩

灰绿色、灰黑色，隐晶质结构，块状构造，局部发育柱状节理（图 2a、2b）。显微镜下具间粒间隐结构（图 3a、3b），主要由微晶斜长石组成（约 64%），呈细小板状、针状杂乱交错分布，晶粒粒径在 $0.01 \times 0.03 \text{ mm} \sim 0.1 \times 0.42 \text{ mm}$ ，矿物较脏，普遍发生黏土化（高岭石化、绿泥石化）。其次为辉石（约 16%），呈细小粒状充填在斜长石矿物之间，晶粒粒径在 $0.02 \sim 0.05 \text{ mm}$ 之间，与斜长石形成间粒结构，且部分发生蚀变（绿泥石化）；少量隐晶质基质（约 12%），无光性特征，充填在斜长石晶粒之间，且部分发生绿泥石化。少量磁铁矿（约 2%），呈细小黑色粒状零散分布在斜长石晶粒状之间。蚀变矿物主要是绿泥石（约 6%），呈黄绿色微晶鳞片状集合体，主要是斜长石及隐晶质基质蚀变形成，少量绿泥石充填在岩石气孔中。

2.2 杏仁状玄武岩

灰绿色、浅灰色，斑状结构，杏仁状构造（图 2c）。杏仁体多呈黑色椭圆状、小圆点状，多由绿泥石、石英充填，直径 $1 \sim 4 \text{ mm}$ ，含量大多 5%~40%。显微镜下具间粒间隐结构（图 3c），

主要由微晶斜长石及隐晶质基质组成，其中斜长石（约 66%）主要呈细小板状、针状杂乱交错分布，晶粒粒径在 $0.02 \times 0.04 \text{ mm} \sim 0.06 \times 0.2 \text{ mm}$ ，矿物较脏，普遍发生黏土化（高岭石化、绿泥石化）。部分隐晶质基质（约 15%），无光性特征，且普遍发生黏土化（高岭石化、绿泥石化）。少量辉石（约 10%），呈细小粒状充填在斜长石矿物之间，晶粒粒径在 $0.02 \sim 0.05 \text{ mm}$ 之间；少量磁铁矿（约 2%），呈细小黑色粒状零散分布在斜长石晶粒状之间。蚀变矿物主要是绿泥石（约 5%），呈黄绿色微晶鳞片状集合体，主要是斜长石及隐晶质基质蚀变形成，少量充填在岩石气孔中，形成杏仁状构造。少量硅质组分（约 2%），呈细小粒状充填在岩石气孔中。

2.3 斑状玄武岩

灰绿色，斑状结构，块状构造（图 2d），斑晶为斜长石，呈板状自形晶，长 $0.5 \sim 3 \text{ cm}$ ，宽约 0.3 cm ，个别斜长石斑晶相互交叉在一起，整体呈星散状或“雪花状”特征，含量 5%~30%。显微镜下具间粒间隐结构（图 3d），主要由微晶斜长石组成（约 61%），主要呈细小板状杂乱交错分布，晶粒粒径在 $0.02 \times 0.05 \text{ mm} \sim 0.1 \times 0.6 \text{ mm}$ ，矿物较脏，普遍发生黏土化（高岭石化、绿泥石化）。部分辉石（约 10%），呈细小粒状、短柱

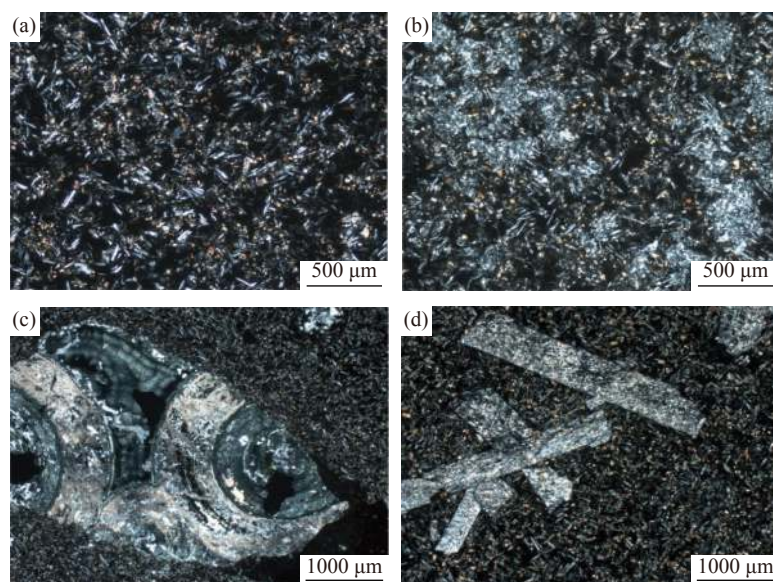


a.致密块状玄武岩中柱状节理；b.致密块状玄武岩；c.杏仁状玄武岩；d.斑状玄武岩

a-columnar joints in compact basalt; b-compact basalt; c-amygdaloidal basalt; d-porphyritic basalt.

图 2 雷波地区峨眉山玄武岩典型野外照片

Fig.2 Typical field photographs of Emeishan basalt in Leibo area



a. 致密块状玄武岩; b. 致密块状玄武岩; c. 杏仁状玄武岩; d. 斑状玄武岩
a—compact basalt; b—compact basalt; c—amygdaloidal basalt; d—porphyritic basalt.

图3 雷波地区峨眉山玄武岩显微镜下照片

Fig.3 Microscopic photographs of Emeishan basalt in Leibo area

状充填在斜长石矿物之间,晶粒粒径在0.02~0.1 mm之间,部分发生绿帘石化,与斜长石形成间粒结构。少量隐晶质基质(约10%),无光性特征,呈黑色团块状充填在斜长石矿物之间。少量磁铁矿(约1%),呈细小黑色粒状分布在斜长石晶粒之间。蚀变矿物主要是绿泥石(约13%),多呈黄绿色微晶鳞片状集合体,主要是斜长石等矿物组分蚀变的结果,部分充填岩石气孔中。少量绿帘石(约5%),主要充填在岩石气孔中,少量是辉石矿物蚀变的结果。

3 雷波地区纤维用玄武岩主量元素特征

雷波地区P01、P02及P03剖面分别分布于雷波县城的西部、北部和东部,均揭露了二叠系上统峨眉山玄武岩组($P_3\beta$)、宣威组(P_3x)及中统茅口组(P_2m),峨眉山玄武岩组与上覆宣威组、下伏茅口组分别为平行不整合、角度不整合接触;峨眉山玄武岩组总体表现为下部由斑状玄武岩与致密块状玄武岩组成的多个韵律旋回组成,上部由杏仁状玄武岩与致密块状玄武岩组成的多个韵律旋回组成。其中,P01剖面长度2.94 km,划分为14层,1层为宣威组细砂岩夹泥岩,厚度约214.40 m;2层为致密块状玄武岩,厚度约233.00 m;3层为杏仁状玄武岩,厚度约17.00 m;4层为致密块状玄武岩,厚度约63.60 m;5层为

杏仁状玄武岩,厚度约33.70 m;6层为致密块状玄武岩,厚度约38.20 m;7层为杏仁状玄武岩,厚度约68.30 m;8层为致密块状玄武岩,厚度约318.10 m;9层为斑状玄武岩,厚度约15.50 m;10层为致密块状玄武岩,厚度约100.80 m;11层为斑状玄武岩,厚度约43.80 m;12层为致密块状玄武岩,厚度约132.90 m;13层为斑状玄武岩,厚度约130.30 m;14层为茅口组灰岩,厚度约31.90 m;致密块状玄武岩总厚度约886.60 m。P02剖面长度1.28 km,划分为6层,1层为茅口组灰岩,厚度约100.60 m;2层为致密块状玄武岩,厚度约119.20 m;3层为斑状玄武岩,厚度约23.60 m;4层为致密块状玄武岩,厚度约334.70 m;5层为斑状、杏仁状玄武岩,厚度约107.70 m;6层为宣威组砂质泥岩,厚度约112.30 m;致密块状玄武岩总厚度约453.90 m。P03剖面长度0.56 km,划分为25层,1层为宣威组细砂岩,厚度约83.25 m;2~6层为致密块状玄武岩夹杏仁状玄武岩,厚度约79.54 m;7~13层为杏仁状玄武岩夹致密块状玄武岩,厚度约80.77 m;14层为致密块状玄武岩,厚度约83.80 m;15层为杏仁状玄武岩,厚度约25.89 m;16~18层为致密块状玄武岩夹杏仁状玄武岩,厚度约29.70 m;19层为杏仁状玄武岩,厚度约120.59 m;20层为致密块状玄武岩,厚度约9.43 m;21层为杏仁状玄武岩,厚

度约 26.63 m; 22 层为斑状、杏仁状玄武岩, 厚度约 18.22 m; 23 层为杏仁状玄武岩, 厚度约 20.95 m; 24 层为斑状、杏仁状玄武岩, 厚度约 25.50 m; 25 层为茅口组灰岩, 厚度约 87.98 m; 致密块状玄武岩总厚度约 191.77 m。

9 件样品测试分析结果表明(表 2): $w(\text{SiO}_2)$ = 48.15%~51.65%, 平均 49.81%; $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ = 12.12%~14.06%, 平均 13.15%, $w(\text{CaO})$ = 6.54%~8.80%, 平均 7.71%; $w(\text{MgO})$ = 3.59%~4.82%, 平均 4.32%; $w(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$ = 11.23%~13.76%, 平均 12.66%; $w(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ = 3.48%~5.24%, 平均 4.25%; $w(\text{TiO}_2)$ = 3.47%~4.46%, 平均 3.93%。9 件玄武岩样品化学成分均符合纤维用玄武岩工业指标, 具有一定的找矿远景。

4 与邻区拉丝成功的矿石特征对比

雷波地区与乐山金口河勘查区区域构造上均位于上扬子古陆南缘之四川前陆盆地叙永—筠连叠加褶皱带, 同位于康滇古陆东侧, 直线距离约 100 km。金口河勘查区 MZC-II 号矿体矿石类型为致密状玄武岩, 隐晶质结构, 块状构造, 其在四川航天拓鑫玄武岩实业有限公司开展了拉丝试验工作, 试验结果: 金口河勘查区 MZC-II 号矿体致密状玄武岩在生产纤维规格 17 μm 时能进行满

桶拉丝作业(3kg/桶), 成丝率 63%(图 4), 可进行连续纤维拉丝生产作业; 纤维断裂强度为 0.43 N/tex, 高于国家标准 0.4 N/tex; 熔融温度 1413℃, 析晶温度 1197℃; 酸度系数 4.72~4.99。乐山金口河勘查区该试验玄武岩样品的岩石学及主量元素特征与本次雷波地区纤维用玄武岩矿石的岩石学及主量元素特征基本一致(表 2), 均符合本次拟定的纤维用玄武岩矿石评价标准, 初步认为: 雷波地区纤维用玄武岩矿石能够进行连续纤维拉丝生产作业, 且拉丝质量较好。其中, SiO_2 和 Al_2O_3 同为纤维网络骨架, SiO_2 和 Al_2O_3 的含量决定了纤维的强度特性、温度及化学稳定性, 对比二者总体含量基本一致, 能够保证纤维具有较好的强度、热稳定性和化学稳定性; Fe_2O_3 和 FeO 影响熔化与拉丝温度、熔融物粘度以及纤维化学稳定性等纤维拉丝工艺参数, 雷波地区测试结果适当偏高, 在允许范围之内; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 含量影响熔化温度、熔融物的粘度及纤维的化学与热稳定性, 对比二者含量较为接近; CaO 和 MgO 均为成纤必不可少的成分, 其含量影响对打断力键和纤维成型, 并影响纤维防水性能和耐腐蚀性能, 雷波地区测试结果适当偏低, 在允许范围之内; TiO_2 含量相对较低, 对玄武岩纤维的热性能和化学性能有一定影响。

表 2 雷波地区及乐山金口河致密块状玄武岩主量元素特征										
Table 2 Major elements characteristics of compact basalt in Leibo area and Leshan Jinkouhe										
	剖面编号	样品编号	岩石名称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + FeO	K ₂ O+Na ₂ O	CaO	MgO	TiO ₂
雷波地区	P01	H-1	致密块状玄武岩	50.68	14.06	12.63	4.36	8.26	4.02	3.58
		H-2	致密块状玄武岩	51.65	13.26	12.96	4.85	7.18	3.59	3.47
		H-3	致密块状玄武岩	49.88	12.86	13.25	3.59	6.54	4.07	4.05
	P02	H-4	致密块状玄武岩	49.98	13.94	11.46	4.50	7.79	4.82	3.72
		H-5	致密块状玄武岩	49.61	13.88	11.48	5.19	6.75	4.79	3.69
		H-6	致密块状玄武岩	49.75	13.72	11.23	5.24	6.83	4.65	3.64
	P03	H-7	致密块状玄武岩	49.30	12.12	13.61	3.48	8.55	4.14	4.33
		H-8	致密块状玄武岩	49.30	12.12	13.58	3.36	8.80	4.37	4.39
		H-9	致密块状玄武岩	48.15	12.38	13.76	3.67	8.71	4.47	4.46
		最大		51.65	14.06	13.76	5.24	8.80	4.82	4.46
		最小		48.15	12.12	11.23	3.48	6.54	3.59	3.47
		平均		49.81	13.15	12.66	4.25	7.71	4.32	3.93
乐山金口河		最大	致密块状玄武岩	50.27	14.45	14.41	5.45	8.49	5.30	4.81
		最小	致密块状玄武岩	47.27	13.64	9.00	3.42	6.32	4.41	3.81
		平均	致密块状玄武岩	49.24	13.90	12.11	3.93	7.93	4.88	4.46
		评价标准		45-53	11-19	5-15	2.5-6	6-12	3-10	1-5



图4 乐山金口河 MZC-II 号矿体纤维加工试验样品成品及粘度-温度曲线

Fig.4 Fiber processing test sample products and viscosity-temperature curve of Leshan Jinkouhe MZC-II orebody

5 雷波地区纤维用玄武岩资源潜力分析

四川省雷波地区位于康滇古陆东侧,大地构造位置属上扬子古陆南缘之四川前陆盆地叙永—筠连叠加褶皱带。依据前人研究成果,峨眉山大火成岩省可分为内、中、外三个带,位于西部的云南宾川玄武岩厚度高达 5000 m 以上,中部厚度大于 1000 m,位于东部的玄武岩厚度大多小于 1000 m^[13-14]。雷波地区玄武岩厚约 800 m,位于中带。在区域上,沿康滇地区及周缘自西往东的金河—程海断裂、安宁河断裂及小江断裂等深大断裂形成一系列的喷发中心,峨眉山玄武岩厚度以该喷发中心向西由近及远逐渐减薄;由西向东玄武岩的喷发呈现海相-陆相,由基本未分异的苦橄岩到雷波地区具分异和混染的玄武岩,由爆发相玄武岩到宁静的喷溢-溢流相玄武岩等一系列明显的变化。雷波地区峨眉山玄武岩岩石类型主要为致密块状玄武岩、斑状玄武岩、杏仁状玄武岩,局部发育柱状节理,为典型陆相喷发玄武岩,为喷溢-溢流相;因此,致密块状玄武岩在本区大面积发育,且厚度巨大,是本区典型的纤维用玄武岩矿石类型,具备良好的成矿地质背景。

本次 3 条实测玄武岩地质剖面分布在雷波地区各玄武岩大面积分布区域,地层顶底出露完整,能够较好的揭露区域峨眉山玄武岩的地层层序、岩性及厚度发育特征,研究结果表明:致密块状玄武岩在剖面中大量出现,均质、细颗粒、无大的斑晶,累计厚度多达 886.60 m,厚度巨大;与同构造位置的乐山金口河勘查区成功获得

拉丝产品的玄武岩的岩石学及主量元素对比分析,其矿石岩石学及主量元素特征基本一致,且均符合初步拟定的矿石评价工业指标,预计拉丝质量较好,资源潜力较大。

雷波县是四川省凉山彝族自治州的国家级贫困县,区域大面积分布着储量巨大的纤维用玄武岩资源,矿石分布面积广、厚度大、交通便利,其有效的开发利用有着重大的经济和社会意义;但该区玄武岩相当一部分位于生态红线边缘,可以通过规划调整并开展系统的调查评价工作,圈定有利勘查靶区;在此基础上,引进有实力的国企、民企投入这个新兴行业,带动经济发展,同时对四川省玄武岩纤维产业的发展起积极推动作用。

参考文献:

- [1] 程文斌,董树义,金灿海,等. 四川省沐川地区峨眉山玄武岩元素地球化学特征与成因探讨[J]. 矿物岩石, 2019(4): 49-60. CHENG W B, DONG S Y, JIN C H, et al. Elementary geochemical characteristics and genesis of Emeishan basalt in Muchuan Area, Sichuan Province[J]. Mineral Petrology, 2019(4).
- [2] 郭昌盛,杨建忠,赵永旗. 连续玄武岩纤维性能及应用[J]. 高科技纤维与应用, 2014, 39(6):25-29. GUO C S, YANG J Z, ZHAO Y Q. Performance and application of continuous basalt fiber[J]. Hi-Tech Fiber and Application, 2014, 39(6):25-29.
- [3] 张凯军,霍冀川,黄阳,等. 攀西地区某用于制造纤维的玄武岩工艺矿物学[J]. 矿产综合利用, 2021(2):163-167. ZHANG K J, HUO J C, HUANG Y, et al. Research on process mineralogy of a basalt ore used to manufacturing fiber in Panxi[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources,

2021(2):163-167.

[4] 刘建清, 何利, 胡宇瀚, 等. 四川雷波峨眉山玄武岩岩石学及地球化学特征[J]. 地球学报, 2020, 41(3):325-336.

LIU J Q, HE L, HU Y H, et al. Petrology and geochemical characteristics of basalt in Leibo, Sichuan Province[J]. Acta Geosciences, 2020, 41(3):325-336.

[5] 王跃忠. 四川省纤维用玄武岩找矿远景分析[J]. 矿物学报, 2019, v.39(06):50-58.

WANG Y Z. Analysis of prospecting prospects of fiber-used basalt in Sichuan Province[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2019, v.39(06):50-58.

[6] 张剑, 徐小明, 刘作磊. 四川省峨眉山玄武岩组连续纤维用玄武岩矿特征分析[J]. 高科技纤维与应用, 2019(3):52-59.

ZHANG J, XU X M, LIU Z L. Analysis of characteristics of continuous fiber basalt deposits in Emeishan basalt group in Sichuan Province[J]. High-Tech Fibers & Applications, 2019(3):52-59.

[7] 谢尔盖, 李中郢. 玄武岩纤维材料的应用前景[J]. 纤维复合材料, 2003(3):17-20.

XIE E G, LI Z Y. Application prospects of basalt fiber materials[J]. Fiber Composite Materials, 2003(3):17-20.

[8] 尚宝月, 杨绍斌. 玄武岩纤维聚合物复合材料的研究进展[J]. 化工进展, 2011(08):1766-1771.

SHANG B Y, YANG S B. Research progress of basalt fiber polymer composites[J]. Progress in Chemical Industry, 2011(08):1766-1771.

[9] 黄毅, 潘启权. 贵州大方白龙村建筑用玄武岩矿转变为纤维用玄武岩的探讨[J]. 有色金属设计, 2018(1):18-20.

HUANG Y, PAN Q Q. Discussion on the transformation of basalt mines used for construction into basalt used for fibers in Bailong Village, Dafang, Guizhou[J]. Nonferrous Metal Design, 2018(1):18-20.

[10] 王跃忠. 四川省纤维用玄武岩找矿远景分析[J]. 矿物学报, 2019, 39(6):50-58.

WANG Y Z. Analysis of Prospecting Prospects of Fiber-Used Basalt in Sichuan Province[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2019, 39(6):50-58.

[11] 周晓东, 冯俊岭, 苏桂芬. 鸡西市小湾沟拉丝用玄武岩矿床地质特征及开发利用远景[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2003(3):44-45.

ZHOUX D, FENG J L, SU G F. Geological characteristics and development prospects of the basalt deposit for wire drawing in Xiaowangou, Jixi City[J]. China Non-Metallic Mineral Industry Guide, 2003(3):44-45.

[12] 张明胜, 许家斌, 费光春, 等. 四川省盐源县纤维用玄武岩开发利用前景[J]. 中国资源综合利用, 2019(12):51-54.

ZHANG M S, XU J B, FEI G C, et al. Development and Utilization Prospects of Fiber Basalt in Yanyuan County, Sichuan Province[J]. China Resources Comprehensive Utilization, 2019(12):51-54.

[13] 肖龙, 徐义刚, 梅厚钧, 等. 云南宾川地区峨眉山玄武岩地球化学特征: 岩石类型及随时间演化规律[J]. 地质科学, 2003, 38(4):478-494.

XIAO L, XU Y G, MEI H J, et al. Geochemical characteristics of Emeishan basalt in Binchuan area, Yunnan: rock types and their evolution with time[J]. Chinese Journal of Geology, 2003, 38(4):478-494.

[14] 李宏博. 峨眉山大火成岩省地幔柱动力学: 基性岩墙群, 地球化学及沉积地层学证据[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2012.

LI H B. Mantle plume dynamics in the Emeishan large igneous province: basic rock wall group, geochemical and sedimentary stratigraphic evidence[D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2012.

A Prospective Appraisal for the Exploration of Fiber-applied Basalts in Leibo Area, Sichuan Province

Yang Wei¹, Hua Dejun¹, Zeng Lingxi², Zang Kai¹, Li Jiannan¹

(1. Sichuan Provincial Engineering Survey and Design Research Institute of Coalfield Geology, Chengdu, Sichuan, China; 2. Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Research

Center of Multipurpose Utilization of Metal Mineral Resources of China Geological Survey, Chengdu, Sichuan, China)

Abstract: Leibo area is located in the eastern edge of KangDian palaeocontinent, Emeishan basalts in the area are formed probably by typical terrestrial eruption, effusive facies. According to the distribution

characteristics of Emeishan basalts, select 3 representative stratigraphic sections in the whole area as the research object, through profiling, sample test and microscope observation, the prospecting prospect of fiber basalt in Leibo area has been preliminary analyzed, It is suggested that: ①The rock types of Emeishan basalts in Leibo are mainly include compact basalt, amygdaloidal basalt and porphyritic basalt, the compact basalt is the main type of fiber-produced basalt in this area; ②The results show that major elements of compact basalt in Leibo area are composed of 49.81% SiO_2 , 13.15% Al_2O_3 , 7.71% CaO , 4.32% MgO , 12.66% $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$, 4.25% $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$, and 3.93% TiO_2 ; Compare with the fiber-produced basalt that has been successfully drawn in the same structural position and the neighboring area, the petrology and major element characteristics are basically the same, in line with the proposed industrial standard, they are capable of continuous fiber drawing, and the thickness: 191.77~886.60 m, It has a great prospecting potential, It will play an active role in promoting the development of basalt fiber industry in Sichuan Province, especially in Leibo area.

Keywords: Leibo area; Fiber-produced basalt; Emeishan basalt; Major elements

////////////////////////////////////

(上接第47页)

Geological Characteristics and Occurrence of Pianyanzi Au Deposit in Daduhe Basin, Sichuan

Zhang Yan¹, Li Yin¹, Yin Xin¹, Chen Cuihua¹, Wang Jiabin¹, Yang Yulong¹, Zou Fa²

(1.College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan, China; 2.Bureau of
Industry and Information Technology, Fuquan City, Qiannan Prefecture, Guizhou
Province, Fuquan, Guizhou, China)

Abstract: Pianyanzi gold deposit is located in the Daduhe metallogenic belt at the northern end of the Kangyan-Yunnan axis. It is a rare flummagnesite type gold deposit in the world. Produced in the upper sinian dengying formation, the mineral composition is relatively rich, up to 50 kinds of minerals have been identified. The ore type is mainly flummagnesite-quartz type, and the ore body is controlled by both strata and structure. By means of EPMA and SEM, it is found that the gold minerals are mainly fluobesite, pyrite, tetrahedrite and so on. According to the chemical state of gold, the occurrence state of gold can be divided into three categories: independent minerals, complex complexes and lattice gold. According to the distribution relationship between gold and carrier minerals, it can be divided into three categories: encapsulated gold, fissure gold and intergranular gold. The granularity of gold has a large span, mainly concentrated in 2 ~ 10 μm , and belongs to the crystallized gold and microscopic gold.

Keywords: Daduhe basin; Pianyanzi Au deposit; Gold bearing minerals; Mode of occurrence