

六盘水市淤泥河岩棉用玄武岩资源及开发意义

张胜泽¹, 赵 锋¹, 吕绍玉¹, 袁月琴¹, 张正荣¹, 韩颖平²

(1. 贵州省地质矿产勘查开发局 113 地质队, 贵州 六盘水 553000; 2. 贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550081)

[摘要]根据岩棉用玄武岩矿床地质勘查工业指标要求,开展了六盘水市淤泥河地区岩棉用玄武岩矿床整装勘查,采样分析了岩棉用玄武岩矿石 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 等化学成分,评价(332)+(333)内蕴经济资源量 93 亿吨。本文总结了研究区岩棉用玄武岩矿床地质特征及矿石加工技术性能指标要求,分析了玄武岩纤维产品性能和市场竞争优势,研究区岩棉用玄武岩资源市场潜力极大,指出了研究区玄武岩资源开发意义。

[关键词]玄武岩;岩棉;矿床地质特征;开发意义;六盘水市

[中图分类号]P588.14⁺5;P619.27 [文献标识码]A [文章编号]1000-5943(2018)01-0020-06

据统计,2014 年我国玄武岩纤维销售量约 4 500 t,玄武岩纤维及制品出口额 270 万美元,2015 年销量 6 000 t,玄武岩纤维需求呈上升趋势(王屹等,2017)。为满足六盘水地区玄武岩纤维生产对岩棉用玄武岩矿产的需求,贵州省地矿局 113 地质队开展了六盘水市淤泥河地区玄武岩整装勘查工作。整装勘查面积 70.69 km²,由 4 个玄武岩勘查区(洒基、老屋基、松河、蚂蚁地)组成,估算(332)+(333)内蕴经济资源量 93 亿吨,研究区为一特大型玄武岩矿产地,市场开发前景广阔。

1 矿床地质特征

1.1 区域构造

研究区位于扬子准地台黔北台隆六盘水断陷普安旋扭构造变形区北西侧,呈东西向带状展布,西抵盘州市洒基镇,东至水城县花戛乡,东西长约 25 km,南北宽约 3 km,隶属扬子成矿省(Ⅱ-15B)→上扬子中东部(台褶带)Pb-Zn-Cu-Ag-Fe-Mn-Hg-Sb-磷-铝土矿-硫铁矿-煤和煤成气成矿带(Ⅲ-77)→威宁-六盘水 Pb-Zn-Cu-Ag-Fe-Mn 成矿亚带(Ⅳ-1)→六盘水 Au-Cu-Mn-萤石-岩棉用玄武岩矿成矿区(V-5)。(见图 1)

1.2 地层

主要有石炭系、二叠系等。研究区玄武岩为大陆溢流玄武岩,产于二叠系阳新统茅口组灰岩古侵蚀面上,属海西期火山活动产物(何斌等,2003;张胜泽等,2012)。岩棉用玄武岩矿体主要产于峨眉山玄武岩组($P_3\beta$)第二段和第三段,本组岩性一般为灰绿色、深灰色块状状斑玄武岩、玄武质熔岩、熔岩集块岩,常具块状、杏仁状、气孔状构造(见图 2)。

1.3 矿体特征

研究区玄武岩沿深断裂带产出,呈面状分布,厚约数百米,岩棉用玄武岩矿床规模为特大型,各勘查区矿体形态、产状、规模(据贵州地矿 113 队成果报告)详见表 1。

1.4 矿石质量

1.4.1 矿石矿物成分

矿石组分及含量:斜长石:65%~70%;辉石:20%;磁铁矿:<5%;钛铁矿:1%;玄武玻璃(皂石、绿泥石):5%~7%;玉髓:2%~3%。

1.4.2 矿石化学成分

根据 SiO_2 、 TiO_2 含量划分玄武岩矿石类型,

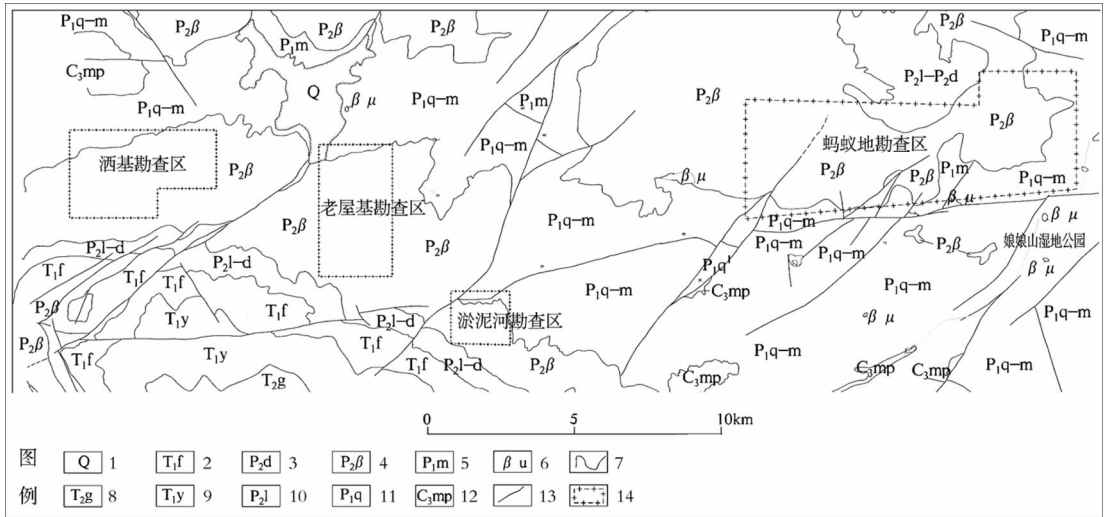


图 1 研究区区域地质略图

Fig. 1 Regional geological ketch of the target area

1—第四系;2—三叠系下统飞仙关组;3—二叠系上统大隆组;4—峨眉山玄武岩组;5—二叠系下统茅口组;6—辉绿岩;7—地层界线;
8—关岭组;9—三叠系下统夜郎组;10—二叠系上统龙潭组;11—二叠系下统栖霞组;12—石炭系上统马平组;13—断层;14—勘查区

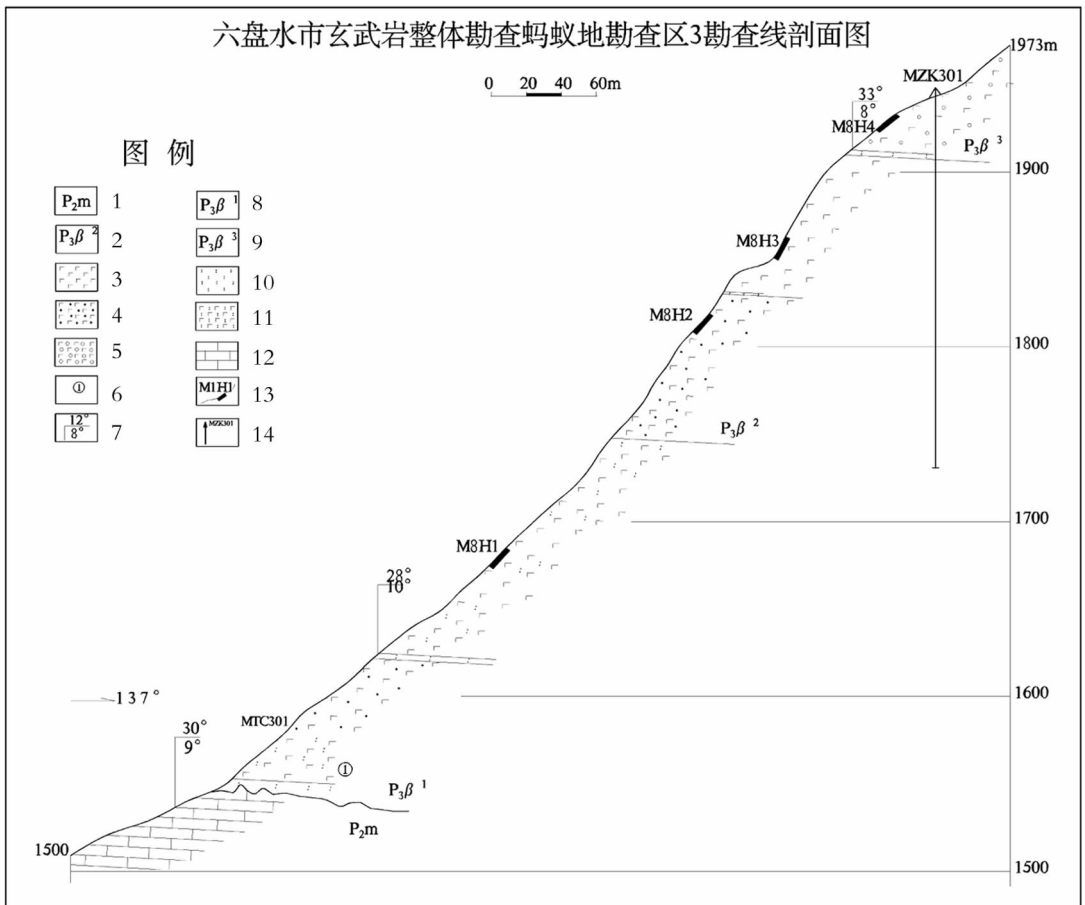


图 2 六盘水玄武岩整装勘查典型剖面图(据贵州地矿 113 队成果报告)

Fig. 2 Typical section of basalt full-equipped exploration in Liupanshui

1—二叠系中统茅口组;2—二叠系上统玄武岩组第二段;3—玄武岩;4—玄武质熔岩;5—砾状玄武岩;
6—分层号;7—产状(倾向 / 倾角);8—二叠系上统玄武岩组第一段;9—二叠系上统玄武岩组第三段;
10—凝灰岩;11—凝灰质玄武岩;12—灰岩;13—取样位置及编号;14—钻孔及编号

表1 研究区玄武岩矿床特征对比

Table 1 Characteristics comparison of basalt deposit in the target area

矿体名称	含矿层位	矿体形态	矿体产状倾向/倾角	矿厚(m)	走向长(km)	底界标高(m)	主要控制矿体的工程
蚂蚁地矿体	P ₃ β ¹⁻²	层状	10/13	466	8.8	1 700 1 800	MZK201, MZK301, MBT101 等
洒基矿体	P ₃ β ¹	层状	160/15	436	5.5	1 600- 1 800	SZK001, SBT102, SBT203 等
老屋基矿体	P ₃ β ¹	层状	180/17	409	4.3	1 950	LZK001, LBT001, LBT101 等
淤泥河矿体	P ₃ β ¹	层状	190/23	343	3.2	2 000	YZK001, YBT001, YBT401 等

研究区玄武岩矿石为钙碱性玄武岩,在研究区钻探及槽探工程中采集化学样 307 件,样品化学分析两极值、平均值统计结果见表 2。

表2 研究区玄武岩矿石化学分析两极值、平均值统计表

Table 2 Two extreme value and average value statistics of basalt chemical analyses in the target area

极值	分析统计结果(%)									
	SiO ₂	TiO ₂	TFe	FeO	MnO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
极大值	53.52	13.14	19.83	9.57	9.08	6.54	14.82	8.14	5.62	3.54
极小值	43.84	2.4	6.44	3.38	0.16	3.10	12.04	0.16	1.23	0.22
平均值	47.79	4.91	12.73	6.401	2.95	4.74	13.34	3.74	1.91	0.79

测试单位:贵州西部岩矿测试中心

对研究区与贵州省石鑫玄武岩科技有限公司(下称“石鑫公司”)岩棉用玄武岩工业指标要求进行对比,研究区岩棉用玄武岩工业指标基本符合石鑫公司指标要求,个别分子(如 CaO、MgO 等)会偶有偏低,但不影响其利用,工业生产中在添加配料时调整酸度系数。

1.4.3 矿石结构构造

矿石以拉斑玄武结构为主,次有斑状结构、间隐结构、玻基斑结构以及交织、全晶质、玻璃质结构等。具致密、块状、杏仁状、气孔状构造,有时还具斑杂状、流纹状构造。

岩石系由斜长石构成的无规则格架中充填他形粒状辉石及少量玄武玻璃而成。斜长石呈自形-半自形板柱状,粒度(长轴)多在 0.1~0.3 mm 之间,无章分布。辉石呈他形粒状,粒度多在 0.02~0.1 mm 之间。玄武玻璃多脱玻化为粘土矿物,如皂石、绿泥石等,保存其不规则状形态。磁铁矿呈半自形-他形粒状,粒度<0.05 mm,星散分布。钛铁矿呈针柱状,粒度 0.05~0.1 mm,星散分布。少量玉髓呈细小团块状分布,团块大小<0.5 mm。图 3 为淤泥河勘查区 ZK01 钻孔玄武岩矿体采样(YYK01)岩矿鉴定光片。

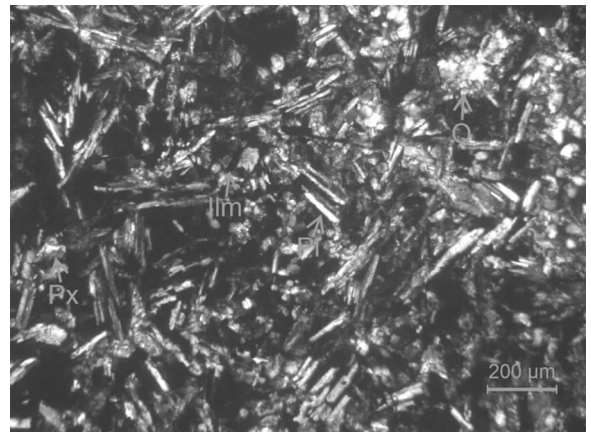


图3 淤泥河勘查区岩棉用玄武岩矿体中矿物在镜下的结构和形态

Fig. 3 Structure and form of mineral rock wool basalt deposit under scope in Yunihe exploration area

图中:Pl 为斜长石,呈自形-半自形板柱状;Px 为辉石,呈他形粒状;Ilm 为钛铁矿,Q 为硅质团块,透射光(+)10×10。(注:据贵州省地矿局中心实验室)

2 岩棉用玄武岩评价指标及估算资源量

研究区岩棉用玄武岩工业指标要求系根据地

质出版社出版《矿产资源工业要求手册》(2010) (332)+(333)为 93 亿吨。进行评价,共评价岩棉用玄武岩内蕴经济资源量

表 3 研究区岩棉用玄武岩评价工业指标

Table 3 Evaluation industrial index of rock wool basalt in the target area

矿石成分	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O+Na ₂ O (%)
矿棉用(玄武岩)	40~50	10~17	11~17	9~14	6~14	2~4
开采技术条件	可采厚度 1~2 m,夹石剔除厚度 0.5~1 m,剥采比<0.5:1,边坡角 55°~65°。					

注:1. 矿棉生产中允许原料的化学成分可以有较大的波动,但要求配料后的酸度系数:MK=(SiO₂+Al₂O₃)/(CaO+MgO)>1.2-1.3;
2. 要考虑原料矿物、岩石的机械性能,块度的机械强度、熔解温度及熔融状态下的粘结性,粘结性决定其拉长纤维的性能和质量,一般要求粘结度系数:Mb=(mSiO₂+2mAl₂O₃)/(2mFe₂O₃+mFeO+mCaO+mMgO+mK₂O+mNa₂O)>1.2-2.0 式中:m 为各氧化物的分子数。)

石鑫公司生产工艺指标要求:

表 4 贵州省石鑫玄武岩科技有限公司岩棉用玄武岩工业指标要求

Table 4 Industrial index requirement of rock wool basalt of Guizhou Shixin Basalt Scientific Co. Ltd

元素	SiO ₂	Al ₂ O ₃	T(Fe)	CaO	MgO	K ₂ O+Na ₂ O	TiO ₂	烧失量
指标	51-54	15-17	8-11	7-10	5-8	3-5	1-2	≤1

3 玄武岩纤维及矿石加工技术性能

3.1 玄武岩纤维

玄武岩纤维是一种纯天然的无机非金属材料,性能优异,其技术和应用飞速发展,它是以玄武岩为原材料,经电炉高温熔融,由高速喷吹法制成,玄武岩纤维包括普通棉、超细棉和连续玄武岩纤维三种,目前能够生产的有乌克兰、俄罗斯、美国、中国、加拿大等国(王屹等,2017)。它是玄武岩石料经熔融后,通过铂铑合金拉丝漏板高速拉制而成的连续纤维,类似于玻璃纤维,其性能介于高强度 S 玻璃纤维和无碱 E 玻璃纤维之间,纯天然玄武岩纤维的颜色一般为褐色或似金色。

玄武岩纤维是一种新发现的新型无机环保绿色高性能纤维材料,不仅稳定性好,而且还具有高强度、耐高温、抗腐蚀、绝缘等多种优异性能。此外,玄武岩纤维生产工艺产生的废弃物少,产品废弃后可直接转入生态环境中,是名副其实的绿色环保产业。

3.2 矿石加工技术性能

玄武岩是一种非金属矿石,主要用作岩棉(玄武岩纤维的一种)生产加工的原料。经采样分析,研究区岩棉用玄武岩矿石普遍存在钙镁偏

低的实际,但根据地质出版社出版《矿产资源工业要求手册》(2014),工业指标对相关化学成分指标要求较为宽泛,允许各成分指标有较大波动,但要求配料后的矿石酸度系数符合要求。

酸度系数是一个综合表达玄武岩熔体高温粘度、成纤性能和易熔性和化学稳定性的重要参数,只有酸度系数符合工业指标要求的玄武岩才能加工玄武岩连续纤维。从化验测试数据分析得知:研究区岩棉用玄武岩矿石酸度系数一般都符合工业指标要求。研究区各勘查区岩棉用玄武岩矿体酸度系数为:蚂蚁地 7.21,洒基 6.93,老屋基 6.55,淤泥河 6.45,均符合指标要求。

4 玄武岩纤维加工工艺及生产流程

4.1 玄武岩连续纤维(BF)生产工艺

玄武岩石料在 1 450℃~1 500℃ 熔融后,通过拉丝漏板(铂铑合金材料)高速拉制而成。BF 类似于玻璃纤维,其性能介于高强度 S 玻璃纤维和无碱 E 玻璃纤维之间(据贵州省石鑫玄武岩科技有限公司生产工艺)。

4.2 玄武岩棉生产工艺流程

玄武岩棉生产工艺流程(胡显齐等,2005)见图 4。

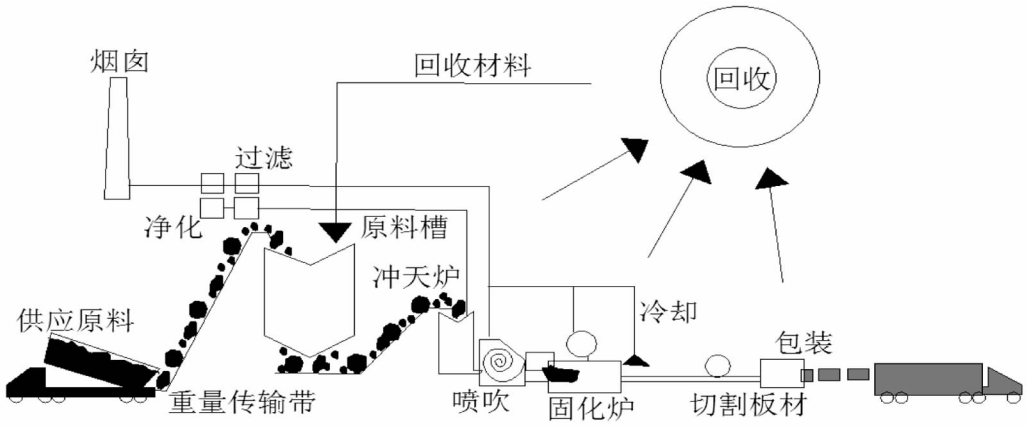


图4 玄武岩岩棉生产流程图

Fig. 4 Production diagram of basalt rock wool

(1) 成纤要求

玄武岩熔体对纤维成形具有确定的物理化学性能、粘度、结晶性能、表面张力与浸润性,这些性能决定了纤维成形方式。

(2) 熔化温度

熔化成纤温度范围在 1 300℃~1 450℃,根据原料不同略有不同:(超)碱性岩玄武岩等碱性岩在 1 150℃~1 380℃ 范围内熔化;含石英岩石在 1 450℃ 以上形成均匀熔体。

(3) 熔体特性

与玻璃熔体相比,玄武岩在 1 230℃~1 320℃ 范围内具有较高的结晶能力,透热性差,浸润角小,相比玻璃纤维生产较难控制。

5 产品性能及市场优势

玄武岩纤维拥有独特的力学性能,具有高强度、高模量、耐高低温、耐腐蚀、绝缘、绝热隔音、抗氧化、过滤性好等优异性能,广泛应用于环保、航空航天、复合材料等领域(王屹等,2017)。玄武岩纤维化学稳定性和耐热性方面优于玻璃纤维,玄武岩矿石广泛存在,价格较低,玄武岩纤维生产技术和设备的发展使其生产成本与 E 玻璃纤维相近,提高玄武岩纤维生产设备的产量和进一步降低生产成本有着良好的前景(叶鼎铨,2008)。它既是 21 世纪符合生态环境要求的绿色材料,又是一个在世界高技术纤维行业中可持续发展的有竞争力的新材料产业,是国家倡导的产业发展方向,具极大的市场潜力。

据调查,每吨玄武岩纤维需用玄武岩原矿 1.538 吨,吉林大学和华阳集团打造的吉林省长

春新区华阳玄武岩纤维项目生产的玄武岩纤维,主要应用于汽车工业,规模为年产 3 万吨,年产值约 15 亿元(《长春日报》2017 年 11 月 10 日),每吨玄武岩纤维产值达 5 万元左右。对比估算,研究区共估算岩棉用玄武岩(332)+(333)内蕴经济资源量 93 亿吨,考虑矿石开采回采率、回收率、贫化率等影响,研究区岩棉用玄武岩资源可生产玄武岩纤维 42 亿吨,可实现产值约 210 万亿元。研究区岩棉用玄武岩资源具有较高的开发利用价值。

6 玄武岩矿床开发意义

(1) 玄武岩纤维是一种新发现的新型无机环保绿色高性能纤维材料,不仅稳定性好,而且还具有高强度、耐高温、抗腐蚀、绝缘等多种优异性能。玄武岩纤维生产工艺产生的废弃物少,产品废弃后可直接转入生态环境中,是名副其实的绿色环保产业。

(2) 研究区玄武岩矿床规模为特大型,为玄武岩新材料的开发利用提供了资源保障,玄武岩纤维生产填补了当地区域空白,改变区域产业结构,推动了当地经济转型升级和经济社会可持续发展,具有显著的经济效益和社会效益。

[参考文献]

贵州省地矿局. 1987. 贵州省区域地质志[M]. 北京:地质出版社.

贵州省地矿局一一三地质大队. 2017. 贵州省六盘水市玄武岩整装勘查报告[R].

何斌,徐义刚,肖龙,等. 2003. 峨眉山大火成岩省的形成机制及空间展布[J]. 地质学报,77(2) 194-202.

胡显齐,申屠年. 2005. 连续玄武岩纤维在军工及民用领域的应用[J]. 高科技纤维与应用,30(6):7-9.

邵厥年,陶维屏. 2014. 矿产资源工业要求手册[M]. 北京:地质出版社,692-698.

王屹,余骁,张建军,等. 2017. 玄武岩纤维的开发及应用[J]. 玻

璃纤维,2017(4):28-31.

叶鼎铨. 2008. 玄武岩纤维发展动态[J]. 玻璃纤维,2008(1):39-41.

张胜泽,袁月琴,张正荣. 2012. 威宁-水城铅锌成矿带地质特征及深部找矿潜力研究[J]. 贵州地质,29(4):266-269.

Rock Wool Basalt Resource and Its Application Significance of Yunihe in Liupanshui City

ZHANG Sheng-ze, ZHAO Feng, Lü Shao-yu, YUAN Yue-qin,
ZHANG Zheng-rong, HAN Ying-ping

(1. 113 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development,
Liupanshui 553001, Guizhou, China; 2. Guizhou Geological Survey,
Guiyang 550018, Guizhou, China)

[Abstract] According to the geologic exploration industrial index requirement of rock wool basalt deposit, the full-equipped exploration of rock wool basalt deposit in Yunihe of Liupanshui city were done by 113 geological party, SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 and other chemical component of rock wool basalt deposit were sampling and analyzed, (332)+(333) 93 ton intrinsic economic resource were evaluated, the property and competitive advantage in market of basalt fibre product are studied, it's thought the market potential of rock wool basalt in the target area is great, the development significance of basalt in the target area is also pointed out.

[Key words] Basalt; Mineral deposit characteristics; Development significance; Yunihe Liupanshui