

doi:10.3969/j.issn.1007-3701.2015.03.006

湘南东风矿区硅灰石矿床地质特征及找矿方向

王方有, 侯茂松

WANG Fang-You, HOU Mao-Song

(湖南省湘南地质勘察院, 湖南 郴州 423000)

(South Hunan Institute of Geological Survey, Chenzhou 423000, Hunan)

摘要: 东风硅灰石矿是普查工作新发现的矿产地, 其矿物资源量已达大型规模。文章通过大量的野外第一手资料, 总结了东风硅灰石矿基本地质特征, 并对硅灰石矿物含量计算方法进行了较深入的探讨, 在现有勘查成果的基础上, 结合矿体空间产出特征和矿体赋存状态, 揭示了大东山岩体接触带硅灰石矿的产出特征和成矿规律, 进一步明确了湘南地区硅灰石矿的找矿方向。

关键词: 东风硅灰石矿床; 矿物含量计算方法; 矿体特征; 找矿方向; 湘南地区

中图分类号: P619.23+9

文献标识码: A

文章编号: 1007-3701(2015)03-268-06

Wang F Y and Hou M S. Geological characteristics and prospecting direction of Dongfeng wollastonite deposit in Southern Hunan Province. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2015, 31(3): 268-273.

Abstract: Dongfeng wollastonite deposit of Southern Hunan Province is a newly discovered one, its mineral resources has reached a large scale. Through a large number of field data, we summarize the basic geological characteristics of Dongfeng wollastonite deposit, and the computing method of wollastonite mineral content is discussed deeply. On the basis of the existing prospecting results, combined with ore body occurrence and ore body occurrence state, revealing the wollastonite ore bodies are mainly occurred in contact zone of Dadongshan pluton, which is the most prospecting potential area in Southern Hunan Province.

Key words: Dongfeng wollastonite deposit; Mineral content calculation method; ore body characteristics; prospecting direction; Southern Hunan Province

硅灰石是一种陶瓷工业的节能原料,也是高性能工程复合材料的增强填料。我国是硅灰石矿资源较丰富的国家,硅灰石地质找矿工作起步虽较晚,但近些年来已取得很大进展,保有矿石储量达 13265 万 t,位居世界前列^[1-2]。硅灰石按其成因分为接触热变质型、矽卡岩型(接触交代变质型)和区域变质型三种,以接触热变质型矿床为主。本区硅灰

石矿床就属于接触热变质型和矽卡岩型复合型矿床。2013 年湖南省湘南地质勘察院在开展矿产普查工作时,在湘南发现了东风硅灰石矿床,该矿床位于燕山第一期侵入体大东山岩体北部外接触带,通过勘查,新发现矿体 4 个,获得矿石量 191.7 万 t,硅灰石矿物量 137.78 万 t,平均品位 72.48%,突破大型规模。通过充分的调查研究和资料查阅,证

收稿日期:2015-04-17;修回日期:2015-06-30.

第一作者:王方有(1963—),男,高级工程师,长期从事一线地质找矿及科研工作,E-mail:598061079@qq.com.

实在湘南地区确认没有该类矿床的先例,实为首次发现。通过对矿床地质特征和成矿规律的研究,为湘南地区硅灰石矿勘查指明了方向,在相邻地区寻找同类型的硅灰石矿床大有可为。

1 地质背景

东风硅灰石矿床地处华南褶皱系(I)赣湘桂粤褶皱带(II)湘桂粤拗陷(III-2)中部,耒阳-临武南北向构造带与大东山成矿远景区的复合部位。区域地层主要有泥盆系和石炭系(图1)^[3-5]。上泥盆统

余田桥组(D₃S)主要岩性为灰岩、白云质灰岩,其地球化学性质活泼,易于在岩体接触带发生热变质及接触交代变质,形成接触变质型硅灰石矿床;区内构造活动强烈,从加里东期至印支-燕山期都有活动,印支-燕山期主要形成近南北向及北东向褶皱带及断裂构造,受东西向应力的影响,印支-燕山期形成的构造往往形成弧顶向西的弧形构造;燕山运动造成了大东山侏罗纪花岗岩的侵位,大东山岩体呈巨大的岩基产出,岩性主要为中粒斑状或细粒斑状黑云母花岗岩,接触面倾向围岩,倾角40°~55°,岩体由内向外,可划分中心相、过渡相、边缘相三个相带;本区岩石受变质作用较强,在大东山岩体外接触带,泥盆纪、石炭纪碳酸盐岩地层有大理岩化、矽卡岩化、硅化、角岩化、褪色化等接触变质作用,并伴随有不同程度的矿化现象。

2 矿区地质概况

矿区内出露的地层均为泥盆系及第四系。泥盆系上统余田桥组(D₃S)主要分布于矿区北部,为主要赋矿层位,其岩性为灰岩夹白云质灰岩,灰岩呈灰白色,隐晶结构,块状-厚层状构造,主要矿物成分为方解石,一般含量在90%以上,含少量白云石及其它矿物,未见有生物化石。岩层走向280°~295°,倾向北东,倾角16°~25°。余田桥组岩石的地球化学性质活泼,易于接触带发生热变质及接触交代变质,形成接触变质型矿床。

大东山岩体分布于本区南部,该岩体为燕山第一期侵入体。呈近东西向展布,围岩为泥盆纪灰岩,侵入时代为燕山早期,岩体由内向外,可划分中心相、过渡相、边缘相三个相带。普查区内以边缘相岩体为主,为细中粒斑状黑云母花岗岩。

区内褶皱构造不发育,所见地层整体为为宜章-梅田复式向斜之北东翼;区内未发现断裂构造,但层间裂隙破碎带较发育,层间裂隙及破碎带也成为了硅灰石矿化的重要生成条件,为矿化提供了便利的导矿通道及赋矿空间。

区内碳酸盐岩受大东山岩体影响,蚀变程度较高,区内围岩蚀变类型有:大理岩化、矽卡岩化、硅化及绿泥石化等。其中大理岩化在区内分布最为普遍,主要分布于花岗岩体接触带外侧泥盆纪碳酸盐岩中,以方解石大理岩、硅灰石大理岩最为发育,宽度不一,一般在300~800m,主要岩性为大理岩化

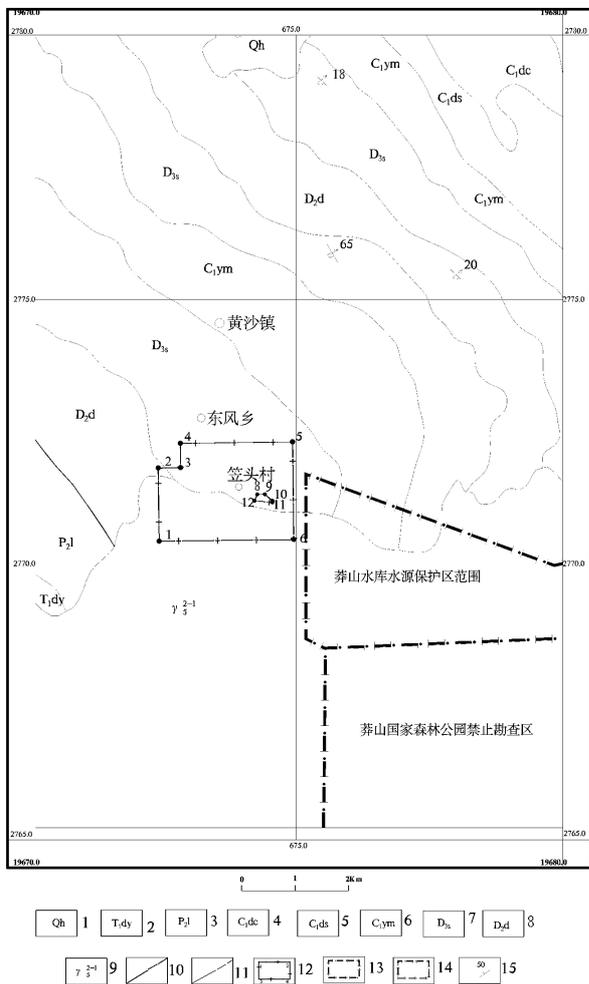


图1 东风硅灰石矿床区域地质矿产略图

Fig. 1 Sketch regional geological map of Dongfeng wollastonite deposit

- 1.第四纪冲积层;2.三叠纪下统大冶群;3.二叠纪上统龙潭组;4.石炭纪下统大塘阶测水段;5.石炭纪下统大塘阶石磴子段;6.石炭纪下统岩关阶孟公坳组;7.泥盆纪上统余田桥组;8.泥盆纪中统东岗岭组;
- 9.燕山早期花岗岩;10.断层;11.地质界线;12.探矿权范围(工作区);
- 13.禁止勘查区范围;14.莽山水库水源保护区范围;15.岩层产状。

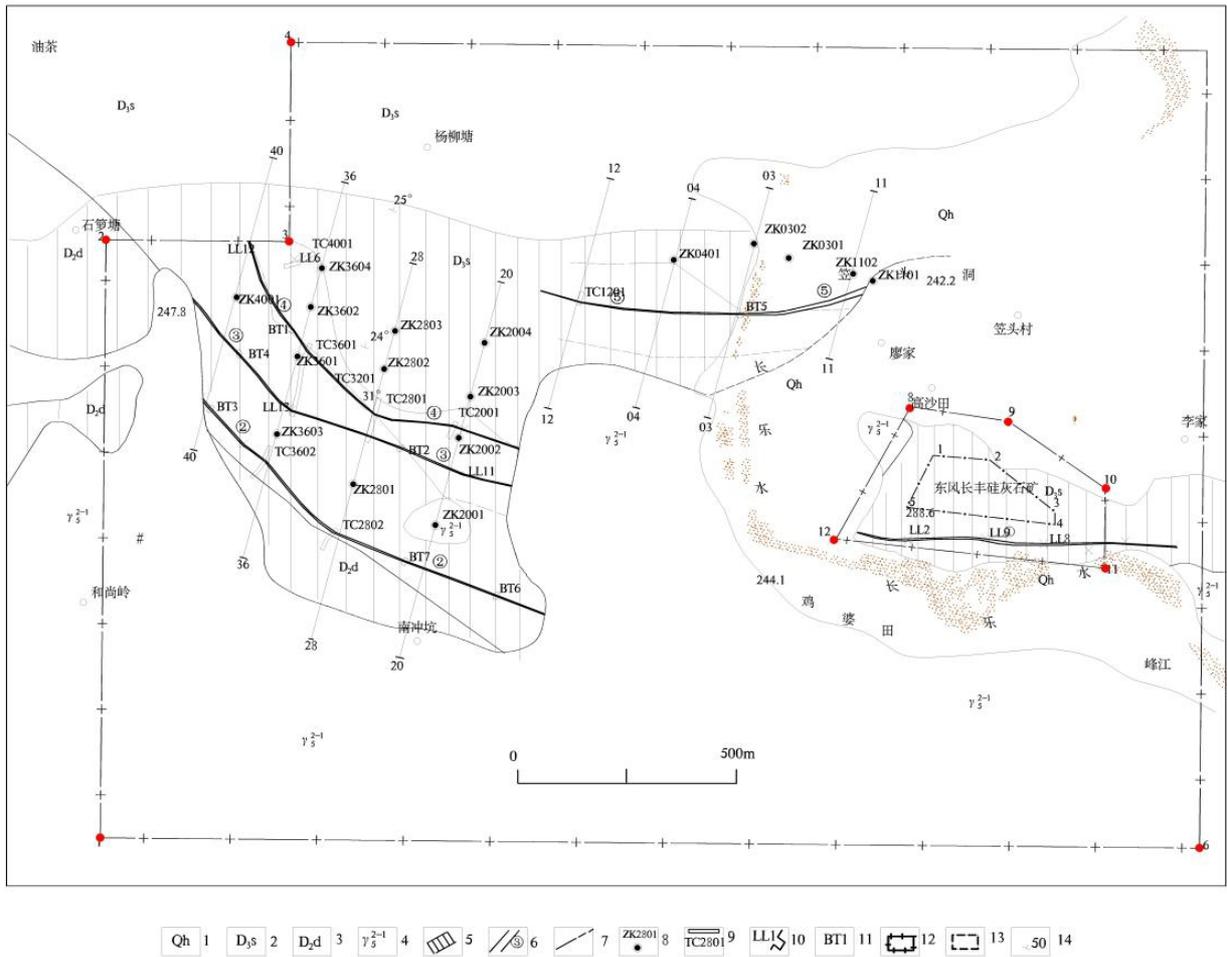


图2 东风硅灰石矿区地质略图

Fig. 2 Geological map of Dongfeng wollastonite mining area

1.第四纪;2.泥盆纪上统余田桥组白云岩、灰岩;3.泥盆纪中统东岗岭组灰岩、白云岩;4.燕山早期花岗岩;5.大理岩化带;6.硅灰石矿体及其编号;7.推测及实测地质界线;8.钻孔及其编号;9.探槽及其编号;10.老窿及其编号;11.剥土及其编号;12.勘查区(探矿权)范围;13.长丰硅灰石矿(采矿权)矿权范围;14.岩层产状。

灰岩、大理岩、白云质大理岩,因受热变质普遍具重结晶,大理岩局部有退色现象。大理岩一般呈纯白色,粗粒或细粒变晶结构,块状构造,主要矿物成分为方解石,靠近接触带位置粒径较粗大,以3~8 mm为主,离接触带位置越远,其粒径明显变小,以1~2 mm为主。该类型蚀变与区内硅灰石成矿关系密切。

3 矿体特征

3.1 矿体形态和产状

东风硅灰石矿床由一组大致平行的硅灰石矿脉带组成,空间上受大东山岩体接触带和地层走向

控制(图2、3)^[1]。矿体主要呈似层状、透镜状产于大东山岩体与泥盆系接触外带的大理岩或大理岩化灰岩层间破碎带或裂隙之中。矿体呈大致平行分布,走向北西,倾向东北,倾角一般为15°~33°。矿体间相距90~200 m,矿体走向长620~790 m,矿体平均厚1.94~3.93 m。单样硅灰石矿物量最高98.16%,最低40.63%,矿体平均硅灰石矿物量66.73%~85.90%。矿体特征如表1所示。

3.2 矿石特征及成因

矿石矿物组合较简单,为中-高温矿物组合。根据野外观察和镜下鉴定,矿石矿物为硅灰石;脉石矿物主要有方解石、石英、长石、透辉石、符山石、石榴石、绿帘石、钙铁辉石及褐铁矿等。

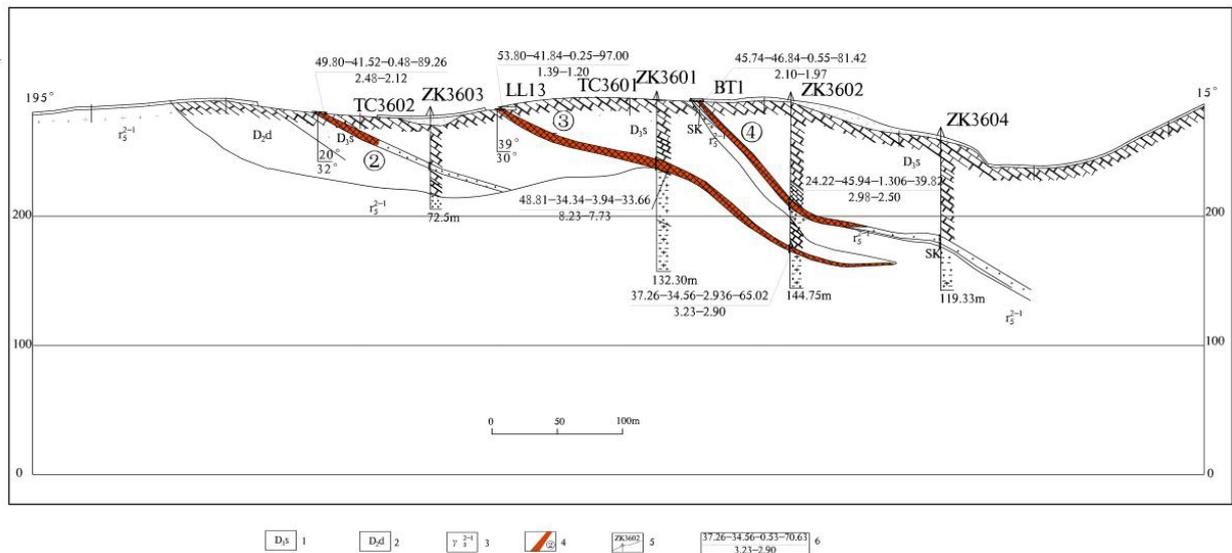


图3 东风硅灰石矿区36线地质剖面图

Fig. 3 Dongfeng wollastonite mining area geological section of line 36

1.泥盆纪上统余田桥组;2.泥盆纪中统东岗岭组;3.燕山早期花岗岩;4.硅灰石矿体及其编号;5.钻孔及其编号;6. $\frac{\text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{CaSiO}_3}{\text{垂直厚} - \text{真厚}} (\%)$

表1 东风硅灰石矿床主要矿体特征表

Table 1 Main orebody characteristics of Dongfeng wollastonite deposit

矿体号	控制长度 (m)	产状		平均厚度 (m)	硅灰石矿物含量 (%)
		倾向 (°)	倾角 (°)		
2	790	20-30	21-33	1.94	85.9
3	620	15-32	15-30	1.66	72.18
4	710	15-52	20-33	1.83	66.73
5	660	10-20	23-33	3.93	73.86

矿石的多项化学分析结果详见表 2,表 2 中化合物含量及矿石质量参数系矿区组合样分析结果平均值。从表 2 中可看出,2 号矿体矿石品质最好,3 号矿体矿石品质较差,而 1、5 号矿体矿石品质介于两者之间。2 号矿体 SiO₂ 和 CaO 总量超过 90%,说明了矿石品质较纯,从矿粉白度上也反映了这一点;3 号矿体 Fe₂O₃ 和 Al₂O₃ 含量偏高,以及 4、5 号矿体 MgO 含量偏高,都说明了矿体中含较多的矽卡岩矿物,从而影响了矿石质量。

矿石结构分为纤状变晶结构、粒状变晶结构、包含结构等。其中纤状变晶结构为矿区矿石基本结构。矿石的构造主要有条带状构造、透镜状构造、斑杂状构造及块状构造等。

东风矿区硅灰石矿主要有两种矿石类型:大理岩型硅灰石矿石和矽卡岩型硅灰石矿石。两种矿石类型在同一矿体乃至同一工程中可同时出现,这说明该区内硅灰石矿是多期次成矿作用的产物。大理岩型硅灰石矿石分布广泛,为区内最主要的矿石类型,矿石矿物主要为硅灰石,脉石矿物主要为方解石,次为石英、透辉石等;矽卡岩型硅灰石矿石分布在离岩体接触带较近的位置,矿石矿物主要为硅灰石,脉石矿物主要为透辉石、符山石、石榴石、钙铁辉石等,该类矿石中硅灰石含量较低,矿石品质相对稍差。

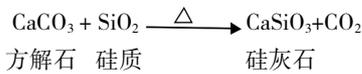
矿床成因是属于热力变质交代型矿床。在岩浆的热力作用下,富含硅质的 D_{3s} 灰岩变质而成,其

表2 东风硅灰石矿床矿石化学成份表

Table 2 Chemical composition of Dongfeng wollastonite deposit

矿体 编号	分析结果 (%)									矿石质量参数		
	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	CO ₂	白度	水溶物	pH值
2	46.92	44.72	0.52	0.25	0.46	0.02	0.05	0.04	5.53	82.15	1.04	9.85
3	50.36	32.56	2.54	4.88	0.81	0.09	0.83	0.13	5.14	63.97	1.22	9.23
4	37.14	36	0.95	0.63	7.65	0.02	0.08	0.11	14.01	81.2	0.86	9.69
5	44.7	32.81	0.83	0.89	9.84	0.07	0.21	0.07	9.02	79.85	1.23	10
平均	44.78	36.52	1.21	1.66	4.69	0.05	0.29	0.09	8.43	76.79	1.09	9.69

化学反应式为:



故矿床成因类型为接触热变质碳酸盐岩型硅灰石矿床。

4 矿床储量

4.1 计算方法

本次资源量估算方法采用地质块段法,在资源量估算水平投影图上进行矿体的圈定及资源量估算,其依据是:①硅灰石矿体呈似层状产出,形态较简单,沿走向及倾向延伸较稳定。②硅灰石矿产于大理岩化灰岩层间破碎带,与地层产状基本一致,倾角缓,一般在 15°~33°之间变化。③矿石类型较简单,有益组分较单一。

在计算硅灰石储量时,牵涉到矿石中硅灰石矿物含量的计算^[9],根据《玻璃硅质原料、饰面石材、石膏、温石棉、硅灰石、滑石、石墨矿产地质勘查规范》(DZ/T0207-2002)中硅灰石矿物含量计算方法的要求,当矿石中 SiO₂+1.3CaO 的总量大于 CaO+1.6MgO 的总量时,采用公式 A:

$$\omega(W_o)=1.933 \omega(\text{SiO}_2^*)\dots\dots\dots A$$

当矿石中 SiO₂+1.3CaO 的总量小于 CaO+1.6MgO 的总量时,采用公式 B:

$$\omega(W_o)=2.071 \omega(\text{CaO}^*)\dots\dots\dots B$$

上式中,ω(W_o)为硅灰石矿物含量,ω(SiO₂^{*})、ω(CaO^{*})分别为硅灰石所耗用的 SiO₂ 和 CaO 的量。

矿区硅灰石主要类型为大理岩型,根据矿区矿石化学成份统计结果,大理岩型硅灰石矿物含量用

A 公式计算,矽卡型硅灰石矿物含量用 B 公式计算。结合矿区实际情况,初拟如下方法计算。

(1)大理岩型硅灰石矿物含量的计算:

该类型硅灰石矿石产于大理岩化灰岩或大理岩中,矿石中的 SiO₂ 几乎全部来源于硅灰石,仅有少量的 SiO₂ 来自矿石中微量的透辉石和石英^[7-10]。因此,该类型硅灰石矿物含量(%)的计算公式为:

$$\text{CaSiO}_3=1.933 \times \text{SiO}_2-7$$

(2)矽卡岩型硅灰石矿物含量的计算:

该类型硅灰石矿石产于石榴石钙铁辉石矽卡岩或符山石矽卡岩中^[2,7-9],矿石中的 CaO 除了来源于硅灰石外,还来自矽卡岩矿物。据岩矿鉴定,矿石中主要矿物为硅灰石,次要矿物有方解石、石英、符山石、钙铁榴石、钙铝榴石、透辉石,微量矿物有绿帘石、黄铁矿等,微量矿物占矿物总量的 1%~2%,CaO 可能来源于方解石、钙铝榴石及透辉石。因此,该类型硅灰石矿物含量(%)的计算公式采用:

$$\text{CaSiO}_3=$$

$$2.071 \times (\text{CaO}-1.054\text{Fe}_2\text{O}-1.392\text{MgO}-1.650\text{Al}_2\text{O}_3-1.275\text{CO}_2)$$

4.2 计算结果

(1)矿石量估算公式:Q = V × D

式中:Q- 矿石量;V- 矿石体积;D- 矿石体重。

(2)矿物量估算公式:P = Q × C

式中:P- 矿物量;Q- 矿石量;C- 平均品位。

本次共估算 333 硅灰石矿物量 74.87 万 t,矿石量 105.8 万 t;334 硅灰石矿物量 62.91 万 t,矿石量 85.9 万 t。合计 333+334 硅灰石矿物量 137.78 万 t,矿石量 191.7 万 t。333 资源量占总资源量的 54.34%。

5 找矿方向

区域上看该区位于耒阳-临武南北向构造带与大东山成矿远景区的复合部位。矿区南部为燕山期大东山黑云母花岗岩岩体,北部的泥盆系余田桥组岩性以碳酸盐岩为主。较好的成矿环境为该区提供了足够的成矿背景,而区内化学性质活跃和含成矿物质的碳酸盐岩和黑云母花岗岩体也形成了相当有利的成矿内部条件,加上地层内层间裂隙及小破碎带的存在,又为成矿提供了运矿通道及容矿空间,因此可在该区形成具相当规模的硅灰石矿床。

该区成矿地质条件优越,本次普查对区内的 4 条矿脉控制程度虽然较低,但从目前所施工的工程见矿情况看,深部见矿情况良好。根据工程见矿情况及矿床成因分析,矿体走向上应当还有更加大的找矿潜力,因此该区找矿前景还是可观的。其找矿方向主要是寻找接触热变质碳酸盐岩型硅灰石矿床,本区大东山岩体接触带外带及其与富含硅质的 D_3s 灰岩区域是重要的找矿区段。

6 结论

(1)东风硅灰石矿床由一组大致平行的硅灰石矿脉带组成,空间上受大东山岩体接触带和泥盆纪地层层间破碎带双重控制,并与大理岩化、矽卡岩化蚀变密切相关。目前已发现矿脉 5 条,根据矿体空间展布规律、矿石矿物组合、控矿因素及围岩系

统差异,将其划分为大理岩型硅灰石矿石和矽卡岩型硅灰石矿石。初步估算其规模达大型。

(2)阐明了矿区成矿地质背景及矿体的形态、产状、规模、矿石质量等;针对矿区实际情况,推出了适合本矿区硅灰石含量的计算公式;并提出了该类型矿床的找矿方向。

(3)首次在湘南地区寻找到大型硅灰石矿床,实现了硅灰石找矿新的突破。

参考文献:

- [1] 刘逸成.硅灰石矿的工业要求[J].建材地质,1981,(2):23-25.
- [2] 代长禄,肖泽贵.硅灰石[M].中国建设工业出版社.1986.
- [3] 张济仁,等.湖南省常宁县水底下矿区硅灰石矿详细调查地质报告[R].湖南省地质矿产局.1984.
- [4] 湖南省地质矿产局.湖南省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社.1997.
- [5] 莫柱孙,叶伯丹,等.南岭花岗岩地质学[M].北京:地质出版社.1987.
- [6] 张大山.硅灰石中矿物量计算方法[J].建材地质,1981,(4):13-16.
- [7] 戴长禄,李幼琴.关于硅灰石高低温型相变的研究[J].岩石学报,1986,2(2):86-91.
- [8] 蒋志勇.关于硅灰石化学分析项目的研究[J].吉林地质,1983,(4):74-75.
- [9] 徐峰.硅灰石的性能与应用[J].化学建材,1989,5(2):33-36.
- [10] 贺昌城,任世荣.硅灰石对PP力学性能的影响[J].工程塑料应用,1999,27(4):9-11.