

硅灰石的矿床类型和用途

唐连江

王惠章

(中国地质科学院矿床地质研究所) (地矿部地矿司)

一、前言

硅灰石是具有多种变体的钙质偏硅酸盐(CaSiO_3)矿物^[1, 2]。在自然界常温常压下稳定的只有低温变体中的三斜和单斜硅灰石,而硅灰石的高温变体仅见于人工合成和煤层地下燃烧的产物中。

天然纯硅灰石($\text{CaO}48.3\%$ 和 $\text{SiO}_251.7\%$)甚为少见。由于它与钙蔷薇辉石的晶格相似,所以常受到Fe、Mn、Ti等杂质的混染、从而使其在工业上的应用受到很大的限制。

美国于本世纪三十年代曾首先使用硅灰石生产白色矿物棉。四十年代威斯康星州附近硅灰石的发现,为其开拓了更为广泛工业用途。

最近二十余年来,随着人们对硅灰石矿物的物理-机械性能的不断了解,硅灰石作为一种重要的工业矿物原料,业已渗透到国民经济的许多领域内,并且日益引起人们的重视^[5-7]。

然而,迄今为止,世界各国已查明的硅灰石储量仍然十分有限,估计约在二亿吨左右^[3, 4]。据不完全统计,目前硅灰石的生产量每年约为15万吨。今后,随着科学技术的发展,硅灰石的年产量可望以10%的速度持续增长。预计,今后不长的时间内,对硅灰石的需求量可能达到每年75万吨左右^[4, 7]。

就目前情况来看,不少国家的硅灰石资源情况不明。许多发达国家,如日本、西德、丹麦和法国,其硅灰石资源相当匮乏,常用人工合成来补充天然硅灰石的不足^[4, 8]。但是,人工合成硅灰石成本较高,通常要比天然硅灰石高出5—10倍左右^[6, 7]。

我国硅灰石丰富,现有硅灰石地质储量约占世界总储量的40%左右,许多地区具有寻找硅灰石矿床的潜在远景。因此,我国硅灰石很可能成为一种新的优势矿种,足以使我国成为屈指可数的重要硅灰石矿的资源大国之一。

二、矿床类型之评述

我国对硅灰石的应用和对硅灰石矿床的勘查起步

较晚。但是,随着国民经济的迅速发展,近几年来对硅灰石的勘探和开发工作进展较快。继湖北省大冶县下马林硅灰石矿床的发现之后,近年已相继在吉林、福建、湖南、安徽、江苏、浙江、江西、广西、青海、辽宁、内蒙古、河北、新疆和云南等省(自治区),先后发现了不少有重要远景的硅灰石产地(图1)。其中,经过勘查,规模在百万吨级以上者就有十余处。有些矿床,经过进一步工作,还可能成为世界上罕见的特大型硅灰石矿床之一。

在上述诸产地当中,吉林省硅灰石资源尤为丰富。无论在储量,产量方面,还是在质量和应用方面,该省都居领先地位。据曲元贵^[1](1981, 1983)报道,目前吉林省已发现具有重要经济价值的大型硅灰石矿床有盘石县长崴子、梨树县的大顶子和龙井县细鳞河硅灰石矿床。这些矿床大都产在吉林省海西褶皱带中段,受海西或燕山期岩浆活动的影响。作者将其定为层控接触变质矿床。据有关资料报道,除上述矿床外,相继又发现了一些具有重要经济意义的硅灰石矿床,如盘石县的孟家、南错草和呼兰镇北等,梨树县的铁质山和大顶山等,双阳县的马场和怀德县的井台等,均为中至大型硅灰石矿床。

具有代表性的长崴子硅灰石矿床的主岩是石炭系中、上统,由角岩,变质粉砂岩、硅质灰岩和大理岩组成。碳酸盐地层周围被燕山期正长-花岗岩类岩石所包围。就其地质背景而言,似可与芬兰东南部拉彭兰塔地区南侧变质灰岩中的硅灰石矿床及墨西哥“圣菲”硅灰石矿床类比。芬兰拉彭兰塔硅灰石矿床的主岩为椭圆状变质灰岩,其长为3 km,宽为1 km,周围是年轻的环斑花岗岩。灰岩内硅灰石矿化带的规模为 $650 \times 50 \text{ m}^2$ 。优质矿石中硅灰石含量为90%,石英4%,方解石4%,其它碳酸盐矿物约2%,而 Fe_2O_3 的平均含量约为0.2%左右^[2, 4]。

同世界各地一样,矽卡岩型硅灰石矿床也是我国重要矿床类型之一。1975年于湖北大冶首先发现的下

1) 曲元贵等:吉林省硅灰石的矿物特征及其工业应用, 1981, 吉林地质。

本文1985年5月收到, 9月改回, 沈晓毅编辑。

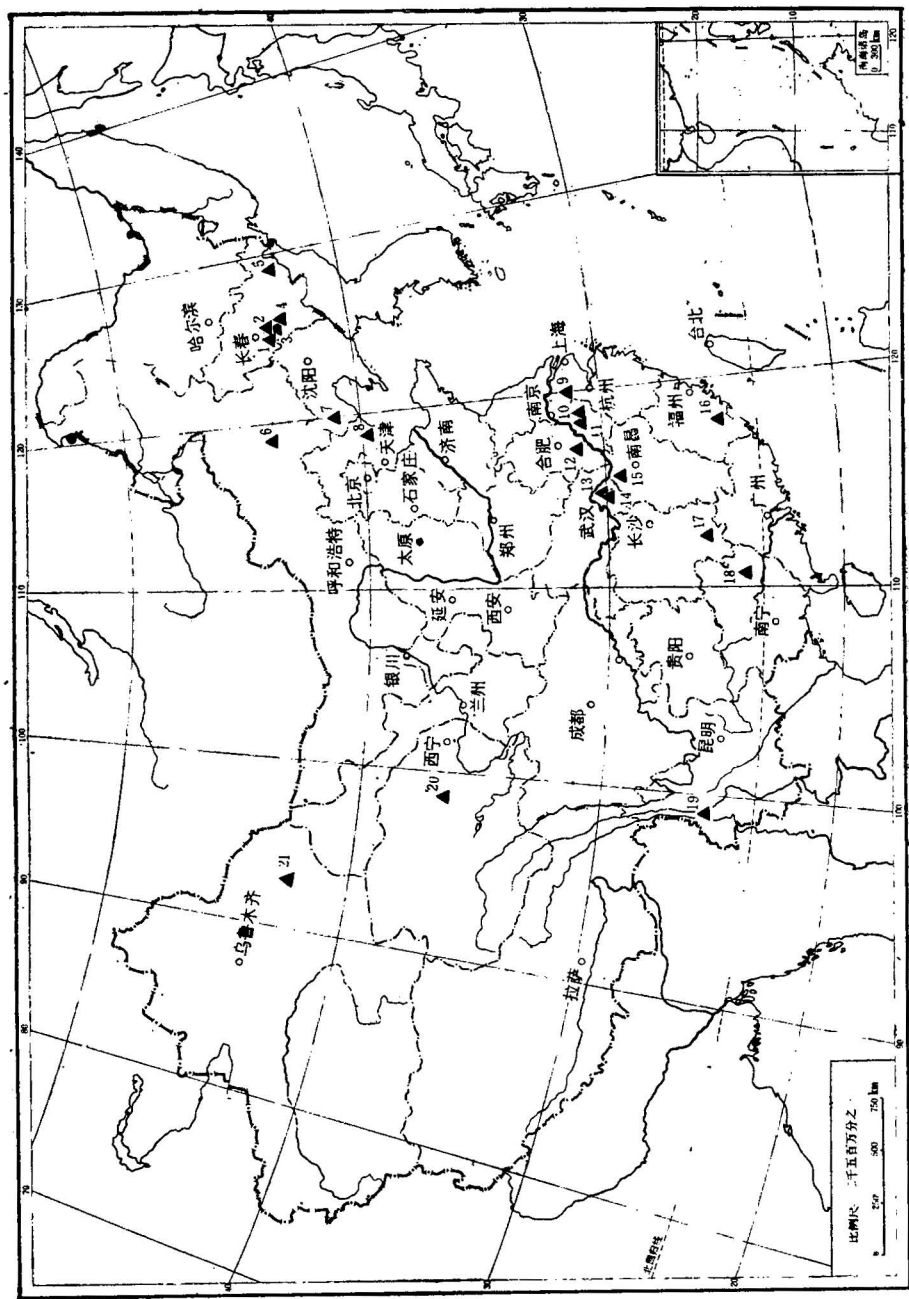


图 1 我国硅灰石矿床分布

图中数字1—5分别表示吉林省梨树县大顶子、大顶山、铁贡山、煤窑沟和密盖山硅灰石矿床，怀德县井台和沙贝屯硅灰石矿床，双阳县马场和桦木林子硅灰石矿床，盘山县长岭子、孟家、南错草、呼兰镇北、三泉西屯、北石嘴子和马哈拉硅灰石矿床，龙井县细鳞河和细鳞河西硅灰石矿床，6代表内蒙巴林左旗要尔亚硅灰石矿床，7代表辽宁省建平县富山硅灰石矿床，8代表李河河北省迁西高家店硅灰石矿床，9代表浙江省长兴县李家店硅灰石矿床，10—12分别代表安徽省泾县铜山硅灰石矿床，铜陵江家冲硅灰石矿床和怀宁县雷山硅灰石矿床，13、14分别代表湖北省大冶县下马林、叶花香、曹家湾和冯家山硅灰石矿床，以及阳新县封山洞、李家山和牛头山硅灰石矿床，15代表江西省上饶县日光山硅灰石矿床，16代表福建省长泰县科山硅灰石矿床，17代表湖南省常宁县张家冲、水底下、福利坑和大叉山硅灰石矿床，18代表广西平乐南源洞硅灰石矿床，19代表云南省腾冲县夹谷山硅灰石矿床，20代表青海省都兰县海寺、哲格日和察汗乌苏硅灰石矿床，21代表新疆哈密地区的硅灰石矿床。

马林硅灰石矿床即是典型的矽卡岩型硅灰石矿床^[10]。该矿床的规模虽然有限，但它的发现却推动了我国硅灰石矿床的普查、评价和将硅灰石作为工业矿物的应用的研究。

除了独立的矽卡岩类硅灰石矿床以外，和下马林硅灰石矿床一样，硅灰石矿化常与金属矿床相伴生，并且可能构成具有一定经济价值的硅灰石矿床。例如，在广西大厂地区拉么锡-锌-铜矿床内，与花岗岩体有关的矽卡岩化和大理岩化的中、上泥盆统泥质条带灰岩和扁豆状灰岩，广泛发育硅灰石矿化。因此，今后确有必要对此类多金属矿床给以综合评价，以提高矿床的经济效益。

在我国，迄今尚未看到有关区域变质硅灰石矿床的报道。然而，需要指出的是，这类矿床在国外具有相当重要的经济地位。例如，美国纽约州格林维尔组花岗片麻岩与大理岩接触带附近的Fox Knoll硅灰石矿床^[3,4]、苏联南贝加尔湖区、阿尔丹地盾、阿纳巴尔地盾、乌克兰地盾和远东海滨一带都有广泛的硅灰石矿化发育^[11,12]。在南贝加尔湖区共发现数十处硅灰石矿点。其中，储量、品级和远景最好的是斯留江卡型含硅灰石碳酸盐岩。这是一种白色和淡蓝色大理岩和斑花状大理岩。岩石成分简单，含硅灰石一般为15—65.5%，最高可达80—85%。主要矿物组合是硅灰石-方解石-透辉石和硅灰石-石英-透辉石。根据我国前寒武纪变质岩的具体情况，笔者认为，至少在川滇一带会理群或昆阳群内或辽-吉地区的辽河群等地层，有可能是此类硅灰石矿床的含矿岩系。因此，这种类型矿床颇值得注意。

另外，硅灰石常富集于碱性超基性岩和碳酸岩内，成为碱性杂岩体内特有矿物之一。在这类碱性杂岩体内，硅灰石主要见于岩体接触带边缘环带状霓长岩、霓辉正长岩混染岩、钠长岩和钠长-霓长岩内^[1,9]。这类矿床见于报道的实例较少。据现有资料，东非肯尼亚裂谷带西侧乌萨基和鲁里碱性杂岩体内与黑云碳酸岩有关的硅灰石矿床、苏联科拉半岛柯弗多尔碱性杂岩体内和加拿大魁北克省奥卡碱性杂岩体内与碳酸岩有关的硅灰石矿化都属于这一矿床类型。

我国碱性杂岩体也有相当广泛的分布。但是，与其它各类硅灰石相比，此类矿床的经济意义不大。不过，作为一种类型，其意义仍不容忽视。

硅灰石的形成方式主要有以下两种，一种是作为矽卡岩矿物形成于岩浆岩与灰岩的接触带上，另一种是饱和二氧化硅流体与钙碳酸盐的反应或饱和碳酸钙流体与富含硅质岩的反应产物。对低温硅灰石来说，流

体的参与应是硅灰石矿化的重要因素。但与碳酸岩有关的硅灰石可能属高温交代产物。

硅灰石中的杂质与围岩有密切联系。当然，岩浆岩的类型对硅灰石的成分和矿物组合亦有重要影响^[13]。

三、硅灰石的用途概况^[4,7,14]

硅灰石依其加工程度，可作为填料用于生产多种建材、高级水泥，釉面砖，彩陶、陶瓷复合材料、电子绝缘材料、助熔剂、工业和日用保温材料、耐火密封材料、优质电焊材料、磨具粘合材料、涂料、油漆、塑料、橡胶、造纸、农肥和农药等。

迄今为止，硅灰石的主要消费领域是陶瓷工业^[15-17]，在美国，陶瓷工业消费量约占硅灰石产量的60%。苏联的研究表明，在瓷器生产中用硅灰石作填料，可做到快速（5—6小时）、低温（1000℃）窑烧^[18]，既节省了燃料，又提高了产品质量。许多国家在炉料中加入硅灰石，都取得了较好的经济效益，能保证：1）坯体不变形；2）成品尺寸准确；3）光洁度好；4）不破损，不裂和无砂眼；5）成品的镶嵌性质好；6）提高产品的物理-机械强度；7）缩短焙烧时间；8）节约能源和提高成品率。而用硅灰石生产的瓷釉比用白云石和大理石生产的瓷釉具有更好的白度、光亮度、扩散性和耐热冲击性。

在水泥生产中，由于硅灰石不产生含水的胶体硅酸钙和铝酸钙，因而在水解和水化过程中析出的灰质便呈氢氧化钙集结在硅灰石颗粒周围，形成紧密的结晶连生体，起着改善混凝土的物理-化学性能的作用。所以，含硅灰石的水泥具有收缩性小、耐大气和耐寒稳定性高等特点。另外，用硅灰石生产的白色水泥具有较好的建筑工艺性能^[19,20]。

在塑料工业中，硅灰石可用于生产硫化橡胶、乙烯板、乙烯基树脂、聚酯树脂、环氧树脂、乙烯塑料溶胶以及苯酚成型材料。硅灰石填料的优点是能降低聚合物的吸水性和成品的介电常数，提高产品的抗压、抗弯曲和抗冲击强度，降低成本。

油漆颜料是硅灰石的重要消费领域。由于硅灰石具有白色、针状和吸油性低等特点，因此以硅灰石为填料的颜料颜色均匀，质量好，且可降低粘合剂的消耗。以硅灰石代替钛白粉，还可大大降低产品成本。

硅灰石在其它工业领域中也有着广泛的用途。譬如，在电子绝缘材料中加入硅灰石，可使其绝缘性能提高50—60%，并能大量降低成本；在钢铁工业中，硅灰石可代替石棉和其它矿物棉，作耐火炉衬和钢铸

模的保温材料，在焊接材料中，加入硅灰石可降低二氧化硅的活度，提高焊缝强度，而在美国和加拿大，超细 ($<1\mu\text{m}$) 的硅灰石材料则已成为纸浆的重要填充剂，等等。随着科学技术的发展，今后还会开拓出更多、更广泛的应用领域。

由于这种资源的短缺和在世界上分布的不均匀性，我国硅灰石矿完全可以发展成为优势矿种和重要的出口物资，为我国四个现代化筹集必要的外汇和资金。

参 考 文 献

- [1] Петров, В. П., 1982, Волластонит как минерал и полезное ископаемое, в Кн. 'Волластонит', Изд. 'Наука', М.
- [2] 郭竞雄, 1979, 工业矿物—硅灰石. 国外地质, 第6期.
- [3] Brown, C. E., 1973, Pigments and filler, in United States mineral resources, Geol Survey Professional Paper, 820.
- [4] Smyth, M., 1981, Wollastonite—production and consumption continue to climb, in Industrial Mineral, N. 197
- [5] Чистяков, Б. З., 1982, Перспектива использования волластонита, в Кн. 'Волластонит', Изд. 'Наука', М.
- [6] Козырёв, В. В., 1982, Сырьевая база волластонита и перспектива её развития, в Кн. 'Волластонит', Изд. 'Наука', М.
- [7] Козырёв, В. В., 1982, Перспективные области применения волластонитовых материалов, в Кн. 'Волластонит', Изд. 'Наука', Москва.
- [8] Elevatorski, F. A., 1975, Wollastonite, in Industrial Minerals and Rocks, 4th edition, by Stanley J. Lefond, American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, Inc.
- [9] Du Bois, C. G. B., 1970, Minerals of Kenya, Geol. Survey of Kenya.
- [10] 曲元贵, 1983, 我国硅灰石矿床成因类型及地质特征. 矿床地质, 第二卷, 第四期.
- [11] Лицарев, М. А., 1982, Месторождения волластонита в докембрийских гранито-гнейсовых комплексах, в Кн. 'Волластонит', Изд. 'Наука', М.
- [12] Вишняков, В. Н., и др., 1982, Слюдянская волластонитовая провинция в Юго-Западном Прибайкалье, в Кн. 'Волластонит', Изд. 'Наука', М.
- [13] Исмаилов, М. И., 1982, Генетические типы волластонитовых месторождений Узбекистана, в Кн. 'Волластонит', Изд. 'Наука', М.
- [14] Andrews, R. W., 1970, Wollastonite, Inst. Geol. Science, London.
- [15] Дегтярь, Е. П., 1982, Использование волластонитосодержащих масс в производстве облицовочных плиток, в Кн. 'Волластонит', Изд. 'Наука', М.
- [16] Нуруллаев, З. П., и др., 1982, Исследование вязкости волластовой керамики, в Кн. 'Волластонит', Изд. 'Наука', М.
- [17] Акрамова, Н. Н., и др., 1982, О возможности использования грубого концентрата в производстве облицовочных плиток и лицевого кирпича, в Кн. 'Волластонит', Изд. 'Наука', М.
- [18] Энглунд, А. Э., 1982, Исследование волластонитов месторождений СССР как сырья для производства фарфора, в Кн. 'Волластонит', Изд. 'Наука', М.
- [19] Гулямов, М. Г., и др., 1982, Волластонитовый цемент и его свойства, в Кн. 'Волластонит', Изд. 'Наука', М.
- [20] Гайдаш, Б. И., и др., 1982, Экспериментальные исследования возможности получения специальных марок бетона на основе волластонитового сырья, в Кн. 'Волластонит', Изд. 'Наука', М.