

(1) 高岭石类矿物：虽以高岭石为多数，但经常出现迪开石矿物。二者在电子显微镜下的形貌为大小不等的不规则板（片）状，甚至粒状，它们杂乱地堆垛在一起。迪开石的颗粒往往较大而稍厚，在透射电镜下往往对电子不透明。这与沉积的或裂隙充填的晶形完好的高岭石、迪开石等大不相同。这类矿物的内部结构特点为：大部分有序度高，但是存在着一部分高岭石向迪开石过渡的无序结构矿物。后者的特点是具强的（001）反射，这反映矿物具迪开石的特征。但是，（001）和（002）之间的反射线变弱甚至泯灭。24—40（2 θ ）间的两组三重峰向双重峰演化，介于高岭石和迪开石之间。红外光谱和差热曲线特征均具有过渡的特点。这些均表明蜡石中的高岭石生成温度比外生条件下要高，有的接近或达到迪开石的生成温度，因而形成了有序高岭石→无序高岭石→无序迪开石→有序迪开石的一系列矿物。以高岭石-迪开石为主的蜡石，比叶蜡石矿石坚硬致密，灰白色、玉色者为多。

(2) 蜡石中的水（绢）云母质矿石也为数不少。水云母的电子形貌亦成大小不等的片状，比高岭石类薄、大而弯曲，集合体常呈花瓣状。其有序程度一般高于外生成因的水云母，但不同矿区的二者数量比例不同，也反映了形成的温度。我们所测试的这类矿物尚未发现纯的2M1或1M型。由于这类矿物的脱羟温度较低，一般小于700℃，所以称水云母比较恰当。较纯的水云母质蜡石大多为黄白色和灰白色，比块状叶蜡石易碎，有时略显定向。

(3) 在蜡石中常出现绿泥石矿物。后者不是常见的镁铁质的三八面体绿泥石，而是铝的二八面体绿泥石（亦称片硅铝石）。著名的青田山口的淡绿色青田石即是叶蜡石与绿泥石的混合物。这种绿泥石颜色很淡，外貌与叶蜡石无差别，只是韧性较差，易产生裂纹。其电子显微图象为不规则的，往往带尖角的片状体。其鉴定特征是（002）的7Å反射峰很弱，而（003）的4.7Å的峰相当强。它往往含1—2%的Li₂O，Li在八面体中取代铝。差热曲线很类似高岭石，只不过放热峰的温度明显低于高岭石且较弱，脱羟温度也略低。因此，热分析时易被误认为高岭石。

(4) 蜡石中还有不少混层矿物，且都是规则型。它们可以成为蜡石中的主要矿物。其中有二八面体的绿泥石和蒙脱石的1:1规则混层矿物（羟硅铝石）、水云母和蒙脱石的1:1规则混层矿物，以及云母和绿泥石的规则混层矿物等。有人认为蜡石所以成为好的陶瓷原料，与其中的混层矿物有关。

我国东部侏罗纪火山碎屑岩系分布的地区，赋存着许多类型的蜡石矿。详细研究其矿物组成、蚀变特征、物化性能和用途，不仅具有巨大的经济意义，也有很大的矿物学和矿床学意义。

我国石墨矿物及其在工业中的应用

莫如爵

（国家建材局地质公司）

石墨虽然属于非金属矿物，但它又具有金属矿物的导电、导热以及有机塑料的可塑性等性

能。它耐高温，并有特殊的热性能和良好的化学稳定性，它还有润滑性和可涂敷在固体表面等性能。

实践说明：石墨的结晶程度愈好，片度愈大，碳的纯度愈高，杂质含量愈少，其矿物特性就愈显突出，工艺性能也就愈好。根据结晶程度，我国在工业应用中将石墨矿产品分为鳞片石墨与无定形石墨两大类。鳞片石墨是指天然晶质；无定形石墨又名土状石墨，是指晶体直径小于1微米，在一般显微镜下也难看到其晶形的致密状石墨集合体。鳞片石墨(晶质石墨)，在冶金工业中用来制造石墨坩埚和翻砂铸模面的涂料、炼钢炉衬里和保护渣等；在电气工业中，则用来制作电极、电刷、电池正极导电材料和碳管；在化学工业中，就用其制作耐酸碱制品和化肥工业用的催化剂材料以及耐高温、耐高压的密封件等。此外，还可用做润滑剂、防腐油漆、颜料、铅笔芯、火药、中子减速剂及宇航工业中的抗腐剂等。无定形石墨(隐晶质石墨)主要用于铸造涂料、电池碳棒、电极糊原料、电池正极导电材料、铅笔、焊条的配料及炼钢增碳或耐火材料方面。

石墨矿物的结晶程度与其成因有密切的关系。但一般认为，石墨是由于碳质得到集中并在适当的热力学条件下相结合而形成。天然石墨矿床主要是由于变质作用和内生作用，在碳质得到富集并在具有较高温度和压力的还原环境下形成的。我国开发利用的石墨矿床，以区域变质作用形成的晶质石墨为主，占80%以上。晶质石墨一般赋存于前寒武系变质岩系中；原始沉积多属浅海粘土，半粘土-碳酸盐岩-基性火山碎屑岩建造。南墅、柳毛等石墨矿床，矿物化学组分中的氢与碳的比值一般为0.006，石墨比重一般为2.32，X衍射分析 d_{002} 一般为3.363埃，晶胞参数 a_0 一般为2.466埃， C_0 为6.714埃，差热分析峰的起始温度一般为614℃。隐晶质石墨一般是印支—燕山期的岩体侵入于煤系地层中，碳质在热力作用下转变而成。鲁塘、盘石等石墨矿床概属此类，其矿物化学成分中，氢与碳的比值一般为0.035，石墨比重一般为2.25，X衍射分析 d_{002} 一般为3.378埃，晶胞参数 a_0 一般为2.467埃， C_0 为6.746埃，差热分析峰起始温度一般为588℃。总的来说，区域变质形成的晶质石墨，在性能和应用范围上，优于隐晶质石墨。此外，我国尚发现有岩浆同化含碳岩石而形成的细鳞片石墨矿床。

我国已发现的晶质石墨矿床按大鳞片石墨含量的多少，大体可分为三类：(1)灵宝、兴和等矿床，+100目(0.149毫米)石墨含量大于40—60%；(2)柳毛、三岔垭等矿床，+100目石墨含量为20—40%；(3)主要为—100目以下细鳞片的金溪等石墨矿床。一般说来，赋存于太古界结晶基底的古老变质岩系中的石墨，由于变质程度较深，达到高角闪岩相或麻粒岩相，具低中压相系，混合岩化发育，石墨的结晶较好，其片度较大；而赋存于寒武系等相对年轻的变质岩系中的石墨矿床，多处于地壳的活动带，变质程度相对较浅，多属绿片岩相或角闪岩相，石墨结晶的片度相对小一些。在同一类型矿床中，石墨的片度也和其所赋存的岩石中的脉石矿物颗粒粗细有一定的关系：透辉岩、大理岩及变粒岩中的石墨片度较大一些，多为0.1—1毫米，片麻岩中石墨的片度一般为0.1—0.5毫米，片岩中石墨的片度相对较小，一般多为0.1—0.2毫米，且不均一。石墨的片度随脉石矿物粒度而变化。此外，混合岩化作用可造成石墨重结晶，使片度增大，而断裂或褶皱等构造作用又往往使石墨鳞片遭到破坏。

石墨矿物的理论化学成分是单值碳， ^{12}C 占98.893%， ^{13}C 占1.107%，以及微量 ^3H 的

^{14}C 。自然界产出的石墨多不纯净，常含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 CaO 、 P_2O_5 、 CuO 、 V_2O_5 、 H_2O 、 S 、 FeO 、以及 H 、 N 、 CO_2 、 CH_4 、 NH_3 等，石英、黄铁矿、碳酸盐、沥青等矿物质含量多达10—20%。杂质含量影响石墨的用途。含硫、铁量高时，石墨的耐火性就降低。

晶质石墨在矿物中呈分散状嵌布于脉石颗粒之间，其排列方向与片状黑云母、拉长状石英一致，多沿片理、片麻理分布。矿石中以脉石矿物为主，石墨含量一般不高。石墨鳞片较易与脉石矿物分离，浮游选矿效果良好。我国晶质石墨矿床大体上可分为较高品位矿石和低品位矿石两类：前者碳含量一般为8—14%，后者一般为3—6%。一般说来，成矿时代较晚的寒武纪矿床的矿石品位多数较高，而太古代矿床多为低品位矿石。

隐晶质石墨是无烟煤变质形成的。矿石品位通常很高，品位取决于成矿前的煤质和接触变质作用的程度。固定碳含量一般为60—80%，但是，由于矿石颗粒细微，石墨与脉石矿物难以分离，选矿困难，所以多利用原矿石。煤层中夹的条带状粘土及浸染状粘土物质往往形成隐晶质石墨中的夹石并降低其质量。隐晶质石墨的质量不仅受成矿原煤中的含碳量的控制，还与变质程度的深浅等有关。

此外，在我国区域变质形成的晶质石墨矿床中，常见有黄铁矿、磁铁矿及钒、钛矿物（金红石或钛铁矿、钒云母或钒石榴石）与石墨共生。我国晶质石墨矿石中硫含量为0.04—3.51%， TiO_2 含量0.33—1.08%， V_2O_5 含量0.17—0.59%。在三岔坪矿床矿石中的黄铁矿、南墅矿床矿石中的金红石以及金溪矿床中的含钒白云母等，都具有综合回收的价值。

综上所述，石墨在工业中的应用价值，取决于结晶片度、自身纯度以及共生的有益组分的含量。我国的石墨矿产资源丰富，其中南墅、柳毛、兴和等晶质石墨产品和鲁塘等隐晶质石墨产品，质量优良，在国内外都享有盛名。但是，在我国已发现的矿床中，石墨鳞片大而又品位高的还不太多，石墨的高精产品也较少，这些都要求我们要加强石墨矿床、矿物以及工艺性能的研究，努力寻找优质矿床，生产出高精石墨产品。

蛇纹石矿物学研究现状

江绍英

（国家建材局地质研究所）

自Warren等在1941年确立纤蛇纹石属于层状结构和Whittaker等在1956年创立了纤蛇纹石的结构分类之后，随着测试技术和结晶矿物学理论的发展，蛇纹石矿物学研究在近二十年中获得了相当大的发展。

在加拿大矿物学会和1978年多伦多举行的年会上，比较全面地回顾和广泛讨论了蛇纹石矿物学等问题。现今蛇纹石矿物学研究基本上都采用Whittaker等在1956年创立并于1975年