

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

太行山西麓某地闪长岩中脉状冰洲石 矿床地质特征的初步研究

雍幼凯*

(宁夏地质矿产局)

一、概 述

由于冰洲石晶体的重屈折率和透明度很高,因此在现代光学工业上得到了广泛的应用。但目前国内对这方面矿床的研究和较系统的报道尚较少见。为此,笔者试图根据在太行山南段西麓某地发现的冰洲石矿床,对比已知有关矿床类型的地质特征加以阐述,为光学原料的普查找矿工作提供线索和标志。

从已知冰洲石矿床的工业类型来看,当前无论有价值或无价值者,似仍不外乎两种成因类型,即与暗色基性岩建造有关的矿床和碳酸盐类岩石中的矿床。前者与玄武岩的喷发覆盖层、辉绿岩的浅成侵入体及凝灰岩有着密切的关系,它们是基性岩浆火山期后衍生物——热水溶液形成的产物。该类型矿床以冰岛和南非两地为佳,国内赤峰那戈营子、内蒙和新疆等地的冰洲石矿床均系此一类型。碳酸盐类岩石中冰洲石矿床的形成,则往往与渗流水的活动及侧分泌作用有关,苏联的哈萨克斯坦、中亚细亚及天山等地的矿床均属此一类型。但碳酸盐类岩石中冰洲石晶体适用于光学材料的获得率颇低,一般约在千分之几、甚至万分之几,价值不大,与暗色岩建造中冰洲石的优裕获得率是不能比拟的。

本文述及与基性闪长岩有关的冰洲石矿床,是笔者六十年代初在太行山南段地质调查时,据群众报矿发现的。嗣后通过较详细的地质工作,才对该类型矿床地质特征有所认识。现将其矿床地质特征的初步分析总结成此文。

二、区域地质特征简述

本区位于太行山断隆南段。区内地层简单,主要有中、上寒武统灰岩,下奥陶统白云岩,中奥陶统灰岩,石炭系薄层灰岩及砂、页岩。区域地层走向为近南北向,呈一巨大的单斜状构造,向北西或微向南西缓缓倾伏。区内主要构造形式是以基底断裂所反映的表层挠曲,它不仅控制着个别次一级断裂、褶皱的形成和构式,而且还制约着闪长岩体的分布和赋存。

闪长岩体的分布与区域构造和挠曲的轴向基于一致,呈近南北—北北东向。当闪长岩与中奥陶统马家沟组灰岩接触时,除内外接触带蚀变现象显著外,接触带附近还常有矽卡岩型铁矿的形成。

本文1985年2月收到,沈晓毅编辑。

* 参加野外研究工作的有王振裕、刘文炳同志。

三、岩体地质及蚀变特征

(一) 岩体形态及分带特征 含冰洲石闪长岩体呈岩盖状产出，长约11000米，宽约1000米。岩体具有较明显的分带现象，由内向外分别为：含辉石黑云母角闪闪长岩——中央相带；黑云母角闪闪长岩——过渡相带；角闪闪长岩——边缘相带。岩体边缘与中奥陶统马家沟组灰岩或下奥陶统治里组白云岩接触处已蚀变成各种蚀变闪长岩，其中与马家沟组灰岩的接触带附近常有矽卡岩及磁铁矿的形成。冰洲石矿脉赋存于紧靠角闪闪长岩一侧的蚀变闪长岩中（图1）。

(二) 蚀变闪长岩及岩石化学成份^[1] 蚀变闪长岩在岩体边部分布宽度在0—200米间变化。岩石呈灰绿色，岩性较坚硬，呈块状，岩石以半自形粒状结构为主，部分呈似斑状结构，角闪石被交代后形成残余结构。矿物组成主要为斜长石，其中部分系交代角闪石而成，其含量（包括蚀变矿物）约为50—90%，角闪石10—50%，此外，尚有少量的石英、磷灰石及磁铁矿。

本区未受蚀变的角闪闪长岩，根据张铁林同志的研究^[1]，按其SiO₂均小于53%，Q值为负值等特征表明，区内不存在中性和偏酸性闪长岩，而是基性闪长岩类。岩体边缘蚀变较强，远离边缘则蚀变变弱并逐渐过渡为角闪闪长岩，但在有些地段蚀变闪长岩却不存在或很薄，角闪闪长岩与大理岩直接接触。此外，蚀变闪长岩中SiO₂、Na₂O含量比未蚀变闪长岩中的高，铁镁质成分减少（表1）。这是后期含硅钠溶液交代角闪闪长岩中铁镁矿物的结果。据上述特征确认，区内蚀变闪长岩系角闪闪长岩蚀变而来。

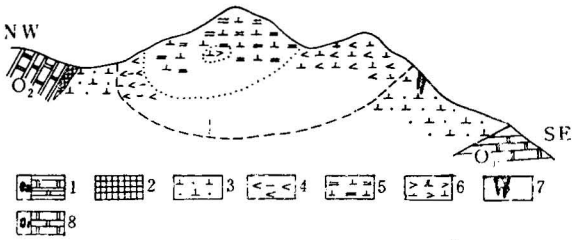


图 1 闪长岩岩相分带及冰洲石矿脉赋存位置示意图
1—大理岩；2—磁铁矿体；3—蚀变闪长岩；4—角闪闪长岩；5—黑云母角闪闪长岩；6—含辉石黑云母角闪闪长岩；7—冰洲石矿脉；8—白云岩

表 1 蚀变闪长岩与角闪闪长岩化学成分表（据张铁林）

岩石名称	样品数	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O
角闪闪长岩	2	50.88	0.55	17.16	8.74	2.76	0.10	8.88	6.63	2.04	3.30
蚀变闪长岩	8	56.91	0.24	19.85	5.74	1.71	0.02	2.22	6.70	1.02	4.36

由于蚀变矿物的组分含量不同，故形成的蚀变岩也各异。区内主要有绿泥石化闪长岩、钠长石化闪长岩、透闪石化闪长岩及绿帘石化闪长岩，而与冰洲石成矿有关的围岩蚀变则主要是钠长石化闪长岩及绿泥石化闪长岩两类。

四、矿床地质特征

(一) 含晶裂隙的性质及特征 含晶裂隙赋存于岩体边部，推测属原生张裂隙性质。主要特点为：1.岩体内部的长条状矿物——角闪石及角闪岩异离体的长轴方向呈北东—北东东的定向排列，与含晶裂隙北西345°的延伸方向基本垂直，表明裂隙系岩体凝固初期为保持继续伸展抑或因冷却体积收缩，岩石应力超过其抗张强度而形成的原生裂隙；2.含晶裂隙较宽，在0.1—0.5米间变化，产出形状为透镜状或微弯曲的蚯蚓状，沿走向和倾斜方向迅速尖灭；3.属剪切性质的“X”

型裂隙发育微弱,而近于平行含晶裂隙的侧列裂隙却此起彼伏。

含晶裂隙形成后,由于区域褶皱运动应力的迭加,使早期原生裂隙进一步扩大,促使较宽阔含晶裂隙空间的形成和完善,这对脉状冰洲石矿床的形成起着重要的控制作用。

(二) 冰洲石的产出特征 含晶裂隙呈透镜状或蚯蚓状产出,脉体走向为北西 345° ,脉体近于垂直或略向南西倾斜。脉的宽度可由数厘米至数十厘米不等,一般在 $0.25-0.5$ 米间变化。脉体的纵横延伸,从剥露所见,推测其最大延长不超过 10 米,延深不超过 7 米。含晶裂隙在局部地段内成群出现,且彼此平行。冰洲石个体的密集度虽不一致,但其长轴均显清晰的定向排列,与含晶裂隙北西 345° 的延伸方向完全吻合(图2)。冰洲石个体不具自然晶形,但微受锤击震动分裂后,

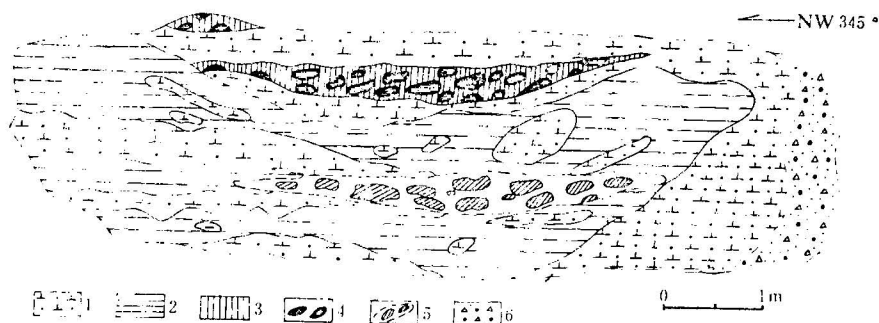
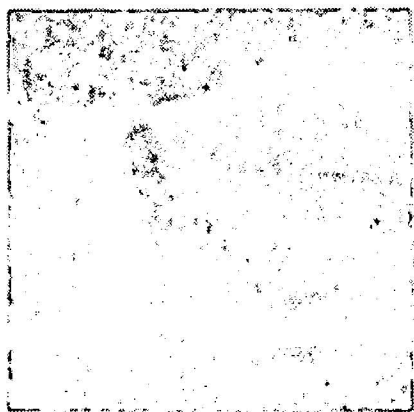


图2 冰洲石矿脉某采掘水平截面图

1—蚀变闪长岩; 2—浅色蚀变粘土; 3—杂色粘土; 4—冰洲石; 5—已采完傍侧上部冰洲石脉投影; 6—坡积物

即出现完整的菱面体。据已采掘的部分冰洲石,称得其中最大个体重达 10 公斤,一般约在 $3-7$ 公斤左右(照片1)。关于冰洲石的色调,从裸露地表的转石观之系无色透明,但从原生含矿带新近取出的冰洲石来看则显均匀的浅茶色。地表转石的这种退色作用,显然是受阳光中紫外线的照射的缘故。



照片1 冰洲石的个体形状及特征

在矿脉中,冰洲石呈大小不等扁平的块状、姜结仁状、结核状或它形充塞于质地松软的杂色粘土中。这些紧附于冰洲石个体间的粘土,推测是在冰洲石结晶过程中或稍后,由于热液和渗透水作用于闪长岩,使其中的粘土矿物沉淀形成的产物。它对晶体起着重要的保护作用,使其免受风化作用和后期构造应力的破坏。此外,在含晶裂隙旁侧尚见有较多的浅色粘土类物质,质地较含晶脉内的杂色粘土硬,其内残存有较多不规则状蚀变闪长岩小团块,因此这些粘土类物质可能是钠长石化闪长岩及绿泥石化闪长岩受热液和渗透水作用进一步蚀变和风化的产物。

在含晶脉中,伴生矿物罕见,如在暗色岩建造中常见的黄铁矿、黄铜矿、白铁矿及辉锑矿等硫化物,在该类型矿床中均未曾见及,仅在脉端北缘见有因硫化物氧化所引起的赭石化迹象。

(三) 冰洲石的透明度与粘土的关系 据有关单位鉴定¹⁾,认为本矿床冰洲石的透明度很高,较内蒙古和新疆等地所产者为佳。从鉴定的若干样品发现,冰洲石的透明度与其外缘粘土色调有若

1) 建工部非金属矿物原料研究所。

极密切的关系，即若冰洲石外缘粘土色调为褐红色时，透明度不好，且多呈混浊的劈状；反之，外缘粘土为浅黄白或褐黑色时，则冰洲石的透明度颇佳。粘土色调的差别与冰洲石透明度高低的这种依存关系，究竟是由于成矿后外部粘土含铁成份较高或其他染色物质对冰洲石的淋蚀造成的，还是由于冰洲石在结晶过程中本身就含有较多的染色物质所致，尚待研究。

（四）冰洲石的固态及液态包裹体 该类型冰洲石的固态包裹体主要是云母和绿泥石，一般说来它与液态包裹体分布的数量相比要少得多，而且它的出现一般都在晶体混浊或半透明的不良部位。在透明部分一般可见液相包体，固态包裹体极少出现。此外，在局部透明部分有时可见白雪般的针状固态物深深斜穿刺入晶体之中。这种固态物是否与暗色岩建造中冰洲石内常见的丝光沸石相当，尚待分析。冰洲石的液态包裹体除少数无规律分布或呈单一的液泡赋存在清晰的透明部分外，一般液态物皆与晶棱面呈平行分布，因此往往造成轻雾状及面纱状的轻薄混浊条带。根据 A. B. 舒布尼科夫的意见，这种特征是由于晶体在饱和溶液中迅速成长时所产生的一种十分细小包裹体的堆积。它对晶体质量及光学材料的获取率均有一定的影响。

（五）冰洲石的次生缺陷 在冰洲石的次生缺陷中，裂隙是一种最常见的缺陷，它的出现是由于冰洲石的脆性和完全的多组解理所决定的。该矿床冰洲石的裂隙主要是解理裂隙，贝壳状裂隙和彩虹裂隙较少见。由于冰洲石的晶形主要为菱面体 $(10\bar{1}1)$ 、 $(02\bar{2}1)$ ，因之在其他类型中，由于双晶面张力过大，沿平行扁平菱面体 $(01\bar{1}2)$ 和轴面体 (0001) 晶面的所谓次生解理方向形成的节理裂隙以及沿柱面 $(10\bar{1}0)$ 出现的节理裂隙均未曾见及。

根据从较深部位新近取出的冰洲石来看，裂隙一般不显著，但在采掘和保存过程中，往往由于温度急剧变化和震动的影响，冰洲石内部裂隙的发育和发展均有较显著的增加。因此，如果不注意对冰洲石的妥善保存，裂隙在冰洲石晶体内部的滋长就会破坏晶体的完整性和透明度，从而使冰洲石的价值降低。因此，对冰洲石的采掘、加工和保存，显然是一项极其重要的细致工作。此外，暴露地表的冰洲石，常具有明显的锈蚀象，角顶和晶棱浑圆，平行解理的锈蚀沟发育，聚片双晶发育尤甚，这是由于角顶和晶棱上的质点所受键力比其他任何部位所受键力都要小的缘故，而解理也就是原来的薄弱面。因此，晶体的这种次生变化是有规律可循的。

五、冰洲石的结晶学特点

（一）晶习及双晶律 本类型冰洲石之主要晶习为菱面体 $(01\bar{1}2)$ 、 $(02\bar{2}1)$ ，面角为 $74^\circ 30'$ ，个别大者可达 75° ，这可能系类质同象混入物导致晶体系数变化之故。属 $L_2^2:3L_2^2:PC$ 对称型，为三方晶系。测得其重屈折率 $N_m - N_p = 0.1692$ ， $N_m = 1.6578$ ； $N_p = 1.4886^{1)}$ 。

常见的双晶较单一，有以下二种：1. 原生轴面接触双晶，双晶具有三个凹角，双晶面 $\parallel (0001)$ ，双晶轴 $\perp (0001)$ ，与光轴夹角为 0° （图 3）；2. 次生机械聚片双晶，晶体被较密集的双晶纹分割为大致等厚的薄片，双晶面 $\parallel (01\bar{1}2)$ （图 4）。

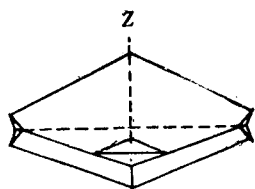


图 3 沿轴面 (0001) 形成之接触双晶 $(1:1)$

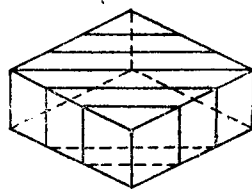


图 4 沿 $(01\bar{1}2)$ 形成之聚片双晶 $(1:1)$

1) 由新疆地质矿产局实验室孙佩贤测定。

矿床赋晶裂隙脉壁之粘土见有相对滑动的擦痕,推测成矿时或成矿后的构造应力可能是聚片双晶形成的原因之一。另者,暴露地表的晶体聚片双晶更常见,且双晶纹更密集,这无疑说明了温差会引起晶体内部不同方向面网中膨胀系数的不同,从而形成相对滑动的聚片双晶(图5)。此外,还见有晶体内部沿(0001)面的滑动现象,其滑动面二侧晶体相对移动达5毫米,而解理方向则完全一致。这进一步说明了晶体形成之后还受过较显著构造应力的影响(图6)。

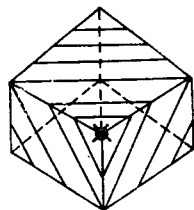


图5 沿(0001)面形成的聚片双晶(×Z轴)

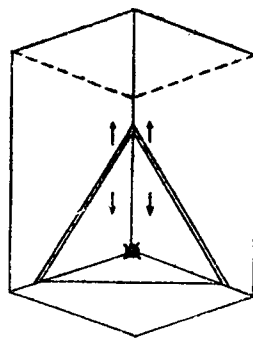


图6 晶体沿(0001)面滑动素描(×Z轴)

(二) 三角孔及三角锥 晶体中常见形状规则及不规则之孔洞,前者断面成三角形,空间成长三棱锥状,在晶体中形成自中心向外扩大之负晶,其三角形断面之长边平行一组解理,最短边大致平行菱面之短对角线,而中等边则大致平行长对角线。上述的规则孔称角孔(图7)。

形状不规则的孔洞往往分布在晶体的中心,孔壁形状不规则,孔洞内多为褐红色粘土所充填,但一般仅充填其空间的30—50%。其外为一层混浊的乳白色方解石包围,最外层过渡为透明的冰洲石。而三角孔往往发育在乳白色方解石圈中,使冰洲石形成三层构造(图7)。中间混浊圈为大量云雾状气泡包体引起。因此,不规则孔洞系晶体快速多头生长,致使其中的气液来不及逸出而成。

关于三角孔的形成问题,我们认为这是由于晶体在较迅速结晶过程中,包溶着成分接近纯净方解石的液体和气体,随着晶体的结晶,包体周围也按一定的结晶学特点结晶,直到结晶压力和内部包体的气压平衡为止,亦即包体被压缩到最小空间。因此,三角孔的三边长度分别和三个方向的面网密度相对应。

晶体中除负晶外,尚见有与之相反的三棱锥体突起,称三角锥。其棱面和附生主体尚未发现有固定关系。锥体的根部深深插入晶体之中,且向中心断面变小,最后消失(图8)。锥体之解理平行锥面,具有独立冰洲石晶体的特征,解理面和其附生主体的解理成角度相交。推测其是由于附生主体在结晶过程中俘获了不同方位的晶芽而成。

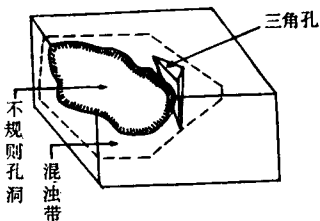


图7 冰洲石晶体中之孔洞、气泡混浊带、三角孔(1:2)



图8 主晶(1011)面网上俘获面网为(0001)之附生小晶芽而成之三角锥(1:1)

六、晶体与赋晶空间的关系

冰洲石的外形不仅取决于几何结晶学的特点，而且与其赋晶空间有着不可分割的联系，此一特征在本矿床中的表现尤为明显。矿床赋晶空间为一近直立的透镜状裂隙，在裂隙的上部和边缘，裂缝窄小，冰洲石个体呈扁平的饼状，近直立贴于裂隙的两壁。而在裂隙的中下部，由于裂隙空间较大，则形成了粗大的冰洲石个体，赋存部位亦多集中于含晶粘土脉的中部。冰洲石个体的长轴方向完全平行于裂隙的延伸方向。上部和边缘的冰洲石个体小而少，中下部个体则既大且多。由此可见，晶体的生长不仅与矿液分泌来源的丰度有关，而且裂隙空间的特征也起着颇大的制约作用。

七、结 语

综上所述，该冰洲石矿床有下述特点：

1. 矿床呈脉状赋存于蚀变闪长岩之原生张裂隙中。冰洲石的富集、形状大小严格受裂隙的扩张与收敛的制约。

2. 近矿围岩——蚀变闪长岩曾受过强烈的蚀变作用，产生了钠长石化及绿泥石化等粘土类蚀变矿物组合。

3. 冰洲石的晶习为菱面体。双晶律单一，均系轴面接触双晶。晶体中液态包裹体较多。晶体的结晶过程是复杂的。其生长速度自快而慢，晶体质量变好。晶体中之杂质大多是作为类质同像混入的。

4. 矿脉中硫化矿物罕见，这显然是由于上升的热水溶液中 S^{2-} 离子的含量殊少造成的。所以当溶液上升到表层裂隙中，即使在充分氧化和 $[Ca]^{2+}$ 离子大量存在的条件下，亦无重晶石等硫化矿物的析出和沉淀，仅在局部见有少量金属硫化物氧化所形成的铁华。

基于上述，初步确认该矿床冰洲石的成因，应属与基性闪长岩有关的低温热液作用下的产物。在含钙、碳酸氢根和碳酸根离子的热水溶液由下部上升贯入裂隙的过程中，由于热水溶液与闪长岩的蚀变交代作用使斜长石中的 Ca^{2+} 析出，这就使溶液中的钙离子得到富集，之后在温度逐渐降低，压力亦趋减小的情况下，迫使溶液中的 CO_2 大量逸出和消失，从而破坏了原有离子的平衡，造成了 $CaCO_3$ 的沉淀，晶出透明的冰洲石。

本文在写作中蒙周特生、任丰寿同志的帮助，于此顺致谢忱。

参 考 文 献

- 〔1〕 张铁林，1966，太行山西麓闪长岩的特征及砂卡岩型铁矿富集规律的探讨。地质论评，第24卷，第2期。
- 〔2〕 基耶夫连科，E. Я.，安德鲁先科，H. И.，1962，冰洲石矿床的普查与勘探。中国工业出版社。

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF AN ICELAND SPAR VEIN DEPOSIT IN DIORITES IN A CERTAIN AREA AT THE WESTERN FOOT OF THE TAIHANG MOUNTAINS

Yong Youkai

(Bureau of Geology and Mineral Resources of Ningxia Hui Autonomous Region)

Abstract

The iceland spar vein deposit under discussion occurs at the western side of the Taihang fault uplift. Sparbearing veins occur as earthworms or lenses in the primary tensional fissures of altered diorites. Iceland spars occur as nodules or gingers in loose and soft, variegated clays. The concentration, size and shape and orientation of arrangement of individual iceland spars are strictly controlled by expansion and convergence of the spar-bearing fissure space. Sulfides are rare in the ore veins and the wall rocks adjacent to ores have been intensely altered.

The iceland spars are light brown, highly transparent and mainly rhombohedral, and mainly show axial-plane contact twins. Birefringences $N_m - N_p = 0.1692$, $N_m = 1.6578$ and $N_p = 1.4886$. The primary defects in crystals are mainly liquid inclusions and less commonly solid-phase inclusions. The secondary defects in crystals are mainly cleavage fractures.

Iceland spars genetically should belong to the low-temperature hydrothermal product associated with diorites of basic composition. When calcium, carbonate and bicarbonate ion-bearing hydrothermal solutions ascend from below and penetrate into the fractures, alteration-metasomatism of diorites by hydrothermal solutions results in separation of Ca^{2+} from plagioclase and concentration of Ca ions in the solutions. Afterwards when the temperature and pressure fall, CO_2 in solutions escapes in large amounts and vanishes, thus destroying the original equilibrium between the ions and resulting in precipitation of $CaCO_3$. In the fractures, transparent iceland spars may crystallize out of the freely growing calcite after a period of cessation of growth.