

华北地台蓝晶石矽线石矿床 地质特征和控矿因素^①

赵秀德 罗相凤 井喜贵 金爱文

(冶金工业部天津地质研究院)

提 要 本文陈述了华北地台蓝晶石、矽线石矿床产出的地质特征,讨论了矿床的形成过程和控制因素。并根据矿种、矿床的原岩性质、成矿时的变质条件、矿石类型、矿物组合等划分了6个矿床类型,建立了(太古代)蓝晶石矽线石矿床的成矿模式。

根据成矿地质构造环境、变质作用类型、变质演化过程,以及成矿的主要控制条件划分了成矿区带和找矿远景预测区。

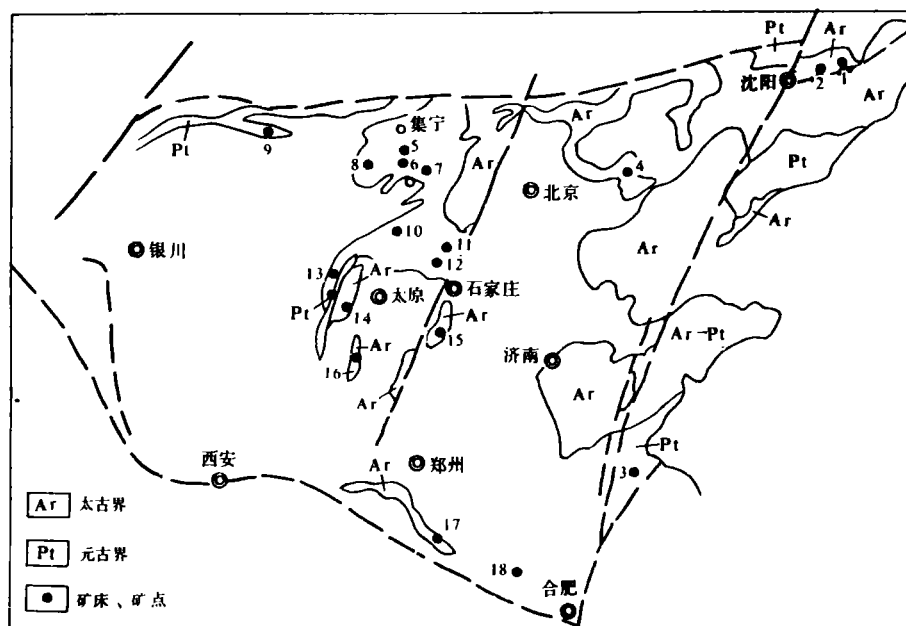
关键词 华北地台 蓝晶石 矽线石 变质作用 成矿区划

华北地台区蓝晶石矽线石分布十分广泛,有意义的矿床和矿点全部产在太古界和元古界地层中,其中已知太古界有14个岩群,30多个层位,元古界有5个岩群,7个层位。据不完全统计产于上述岩群中的主要矿点(含矿床)有81个,其中蓝晶石27个,矽线石54个(图1)。探明矿量占全国已获得储量的65%,已建和正在筹建的蓝晶石矽线石矿山占我国生产和筹建矿山的四分之三。上述情况表明,对华北地台蓝晶石、矽线石矿床成矿基本规律和找矿方向的研究是有一定意义的。

1 矿床地质特征

地台区蓝晶石矽线石矿床形成于区域变质作用条件下,变质相从绿片岩相—麻粒岩相,矿床形成过程主要经过铝的沉积富集与变质成矿两个大的阶段。在变质成矿过程中除了一些挥发分的逸散外没有明显的组分带出带入。根据矿床的基本地质特征、矿石矿物组合和结构构造可划分6个矿床类型,即刚玉矽线钾长片麻岩型矿床、矽线石榴黑云钾长片麻岩型矿床、黑云矽线伟晶岩型和蓝晶石榴黑云斜长(或二长)片麻岩型矿床、蓝晶云母片岩型矿床、蓝晶石英岩

^① 此文系《华北地台矽线石红柱石蓝晶石矿床成矿条件和找矿方向研究》课题总结报告的部分内容
(收稿日期:1993. 5. 8)



- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. 赋存于鞍山群大荒沟蓝晶石矿点 | 2. 赋存于鞍山群红透山矽线石矿点 |
| 3. 赋存于海州群韩山蓝晶石矿床 | 4. 赋存于迁西群杏山矽线石矿点 |
| 5. 赋存于集宁群沙渠村矽线石矿点 | 6. 赋存于集宁群东沟伟晶岩型矽线石矿床 |
| 7. 赋存于集宁群黄土窑矽线石矿点 | 8. 赋存于集宁群桃花沟矽线石矿点 |
| 9. 赋存于渣尔泰群点布斯庙蓝晶石矿床 | 10. 赋存于五台群高里蓝晶石矿点 |
| 11. 赋存于阜平群南洞含刚玉矽线石矿床 | 12. 赋存于阜平群含刚玉矽线石矿床 |
| 13. 赋存于界河口群会里矽线石矿点 | 14. 赋存于界河口群野则河矽线石矿床 |
| 15. 赋存于赞皇群卫鲁蓝晶石矿床 | 16. 赋存于霍县群峪里矽线石矿点 |
| 17. 赋存于太华群塘山沟矽线石矿点 | 18. 赋存于霍邱群周集蓝晶石矿点 |

图 1 华北地台蓝晶石矽线石矿床矿点分布略图

Fig. 1 The distribution map of sillimanite and kyanite deposits and occurrences in the North China Platform 型矿床。

1.1 刚玉矽线钾长片麻岩型矿床

矿床产于太行山北段,太古界阜平群地层中,已知产出层位有团泊口、宋家口(与阜平地区漫山组相当)两个地层组中富铝岩性段内。在南营组、温都河组(相当木厂,四道河组)也有一些矿点产出。矿体产在中—酸性变质火山岩建造中,变质相为矽线石—钾长角闪岩亚相,局部达到了麻粒岩相。

矿体产在钾长片麻岩石中,多呈不同规模的透镜体,规模较大者则呈似层状,在含矿层中多呈矿体群产出,往往由数个或数十个矿体组成一个含矿带,长达数百 m 到数 km(图 2)。矿体

一般长数 m 到数百 m, 最长 900 余 m。厚度小于 1m 到数 m, 少数达 10~20m^①。矿体厚度与长度具有正相关关系。矽线石含量一般在 30% 左右, 高达 50% 以上。部分矿体含刚玉 1%~3%, 最高者达 5%~10%^[1]。

矿石主要赋存在矽线钾长片麻岩、白云(或黑云)矽线钾长片麻岩、含刚玉矽线钾长片麻岩、含刚玉白云矽线石片岩等岩石中。含矿岩石的原岩形成于火山喷发活动间歇期中的富铝质沉积岩。 Al_2O_3 的富集与火山气液活动对长石质矿物的分解再沉积有关^[1]。

1.2 矽线石榴黑云钾长片麻岩型矿床

该类矿床主要产在内蒙古察右前旗、凉城、丰镇, 以及山西省阳高、天镇等地区的太古界集宁群地层中。含矿层位比较稳定, 主要含矿地层为集宁群第二岩组和第三岩组, 即黄土窑组和沙渠村组。在丰镇县黄其窑地区含矽线石榴钾长片麻岩与其他岩层构成互层带。凉城县桃花沟含矽线石岩层厚达 1000 余 m, 含量大于 10% 的地段连续厚度 30m 左右。察右前旗与丰镇县之间有的含矽线石岩层出露宽度达 2000 多 m, 多为条纹状矽线黑云钾长片麻岩, 断续延伸长度达 10 余 km。矽线石含量多在 10% 左右。在天皮山、红沙坝东沟局部地段矽线石含量达 15%~20%。含矽线石岩石还有石榴钾长(或二长)浅粒岩(天镇县前窑子)、矽线石榴钾长条带状或条纹状混合岩(卓资县刁窝贝)。含矽线石钾长片麻岩普遍含有石榴石, 有时含少量石墨。

含矽线石岩层变质相属麻粒岩相, 特征矿物为矽线石、石榴石、条纹长石, 与其共生的基性岩类以紫苏辉石为特征。

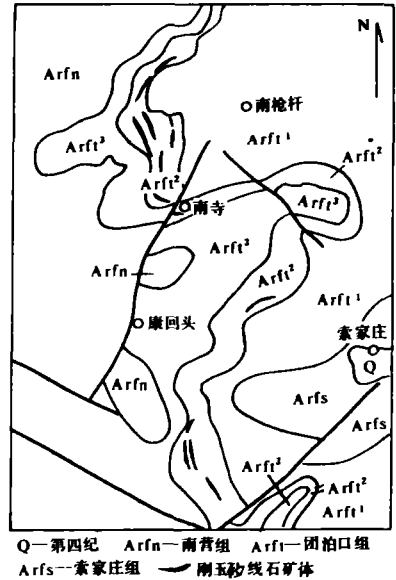
1.3 黑云矽线钾长伟晶岩型矿床

是由一条或数条黑云矽线钾长伟晶岩脉(体)组成的矿床。矿床产于丰镇县红沙坝东沟。矿床产出地区混合岩化作用强烈、伟晶岩十分发育。含矽线石伟晶岩脉长 300~400m, 脉体中矽线石含量不均匀, 局部地段可达 20%。矽线石巨大晶体, 呈放射状产出, 形状似菊花, 花心多接近脉壁, 花瓣向脉体中部伸延(图 3)。脉体侵入在矽线黑云钾长片麻岩层中。

矽线石主要产在黑云钾长伟晶岩中, 白云母钾长伟晶岩脉中尚未发现。据气液包体均一化测温, 其形成温度为 730℃。

1.4 蓝晶石榴黑云斜长片麻岩型矿床

矿床产于太行山南段太古界赞皇群放甲铺组第三岩性段中, 含蓝晶石岩类赋存在黑云斜长片麻岩及黑云变粒岩中。黑云斜长片麻岩与黑云变粒岩互相间夹、过渡。蓝晶石矿体围岩主



Q—第四纪 Arfn—南营组 Arft—团泊口组

Arfs—索家庄组 ~ 刚玉矽线石矿体

图2 南寺刚玉矽线石矿床地质略图

Fig. 2 Geological sketch of corundum sillimanite deposits

① 河北综合地质大队, 平山罗圈硅线石踏查简报, 1978

要是含蓝晶石榴黑云斜长片麻岩,其次为含蓝晶黑云斜长片麻岩。矿体与围岩的划分完全依据蓝晶石含量确定,两者呈渐变过渡关系。矿体呈似层状或透镜状,一般厚 10m 左右,最厚部位达 40 余 m。矿体最大长度 700m,一般 100~250m^①。

1.5 蓝晶石白云母片岩型矿床

矿床产于内蒙古渣尔泰主峰东侧的点布斯庙,地层为中元古界渣尔泰群书记沟组。据采自甲胜盘区第三岩组 U-Th-Pb 法测得同位素年

龄为 1516Ma、1623Ma、1662Ma^[2]。书记沟组分三个岩性段,下段为含长石砂砾岩、石英岩,有大型斜层理;中段由黑云绿帘石英片岩、白云石英片岩、片状白云石英岩组成;上段为石英岩。矿体赋存在中部岩性段白云石英片岩中,其中又可分为上、中、下三个含蓝晶石层。含矿层呈东西向展布,长 5000 余 m。矿体呈层状,似层状。最大长度达 3000m 以上,最大厚度达 90 多 m。蓝晶石含量 10%~20%,最高含量达 30%^②。

矿石分云母石英岩与云母石英片岩两种类型。矿石主要组成矿物有石英、绢云母、白云母、蓝晶石,偶尔有蓝线石、天蓝石。

1.6 蓝晶石石英岩型矿床

以江苏沐阳韩山蓝晶石矿床较为典型。矿床产于元古界海州群云台组。云台组地层厚达万米以上,划分三个岩性段。上段以白云斜长片麻岩为主,局部见有变质流纹岩;中段为磁铁钠长绿泥片岩、绿泥白云片岩;下段为白云斜长(或二长)浅粒岩夹白云石英片岩、石英岩。含蓝晶石层赋存在下段中,岩性由云母石英片岩和石英岩组成。蓝晶石主要产在白云石英片岩向石英岩过渡的偏于石英岩一侧(图 4)。从化学成分分析,原岩为不含 K₂O 或含微量 K₂O 的泥质砂岩。其间被厚层石英岩隔成上下两个含矿层。靠近矿体的石英岩多为条纹状,条纹由蓝晶石组成,与白云石英片岩接触的一侧,随着白云母含量增多蓝晶石逐渐减少。矿体多呈层状或似层状。矿体一般长度大于 500m,厚度 m 到 20 余 m。蓝晶石最高含量 27.91%。

石英岩型矿石为块状,石英含量占 70%~80%以上,蓝晶石含量小于 10%~20%。含有少

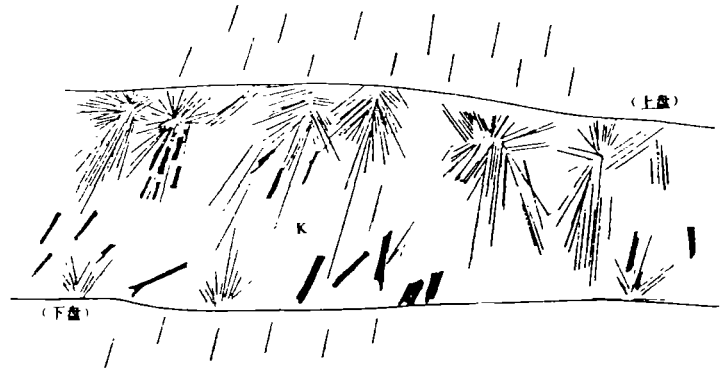


图 3 丰镇东沟砂线石伟晶岩素描

Fig. 3 Sketch of sillimanite pegmatite at Donggou, Fengzhen

① 河北省地矿局 11 地质队,河北邢台县卫鲁蓝晶石矿区详细普查地质报告,1984

② 内蒙古地质局 105 队,内蒙古乌拉特中旗点布斯庙蓝晶石地质普查总结报告,1983

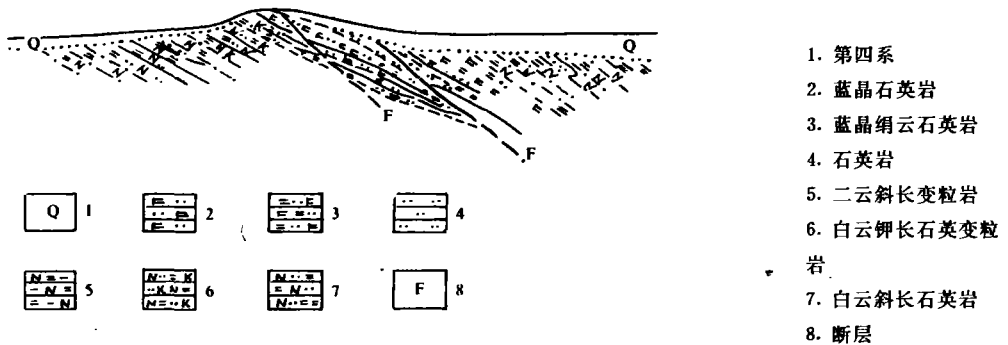


图4 韩山蓝晶石矿床地质剖面图(据江苏地质六队)

Fig. 4 Geological profile of Hanshan kyanite deposit

量的金红石、黄玉、铁矿物等^①。

各类矿床的基本地质特征综合列入表1。

2 成矿条件

2.1 原岩性质与成矿^②

原岩是矿床形成的物质基础,查明含矿岩类的原岩性质对找矿评价具有重要意义。已知地台区蓝晶石矽线石矿床(点)的原岩成分既有其富铝、贫钙、低钾、钠(一般 $K_2O > Na_2O$)、铁、镁的共性,也存在着某些组分的差异。按其原岩化学成分可分成四个类型。即:简单硅铝型,富钾低铁镁硅铝型,富钾钠铁镁硅铝型,铝过饱和型。

2.1.1 简单硅铝型 化学成分以 SiO_2 和 Al_2O_3 为主体, SiO_2 含量 59.00%~73.10%, Al_2O_3 含量 22.09%~33.65%, $SiO_2 + Al_2O_3$ 含量大于 92%。其次含有 $Fe_2O_3 + FeO$ 0.52%~3.79%, TiO_2 1%~2%, 其他成分常小于 1%。变质成矿后的矿石矿物组分简单,主要为石英和蓝晶石。矿石为石英蓝晶石岩或蓝晶石英岩。

2.1.2 富钾低铁镁硅铝型 岩石化学成分特征为: SiO_2 46.96%~52.99%, Al_2O_3 28.06%~33.53%, K_2O 6.92%~8.40%, $Fe_2O_3 + FeO$ 4.79%~6.28%, MgO 含量低于 0.5%。这种类型的原岩由于富含 K_2O ,所以变质成矿后形成大量的白云母(或钾长石),矿石矿物组分主要为蓝晶石(或矽线石),白云母(或钾长石)和石英。矿石为蓝晶云母石英片岩或云母蓝晶石英片岩,或矽线石钾长片麻岩等。

① 江苏地质局第六地质队。江苏省沭阳县韩山蓝晶石矿区勘探地质报告,1988

② 原岩性质对成矿的控制作用,拟将另文论述,此处仅述其概要

2.1.3 富钾钠铁镁硅铝型 岩石化学成分为: SiO_2 51.05% ~ 73.79%, Al_2O_3 13.37% ~ 25.51%, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ 5.67% ~ 10.70%, K_2O 2.45% ~ 4.82%, Na_2O 0.40% ~ 4.16%, MgO 0.87% ~ 17.68% (一般 2% ~ 3%)。其矿石矿物组分复杂。当富含钾钠时有利于白云母和钾长石的形成,富含铁镁时有利于黑云母、石榴石、十字石的形成。当铁含量过剩时则形成磁铁矿。其矿石为蓝晶石(或砂线石)石榴黑云片麻岩类。

表1 华北地台前寒武系蓝晶石砂线石矿床(点)的产出层位与地质特征

Table 1 Stratigraphic horizons of Precambrian kyanite and silimanite deposits and occurrences in the North China platform

矿种	赋矿地层	规 模	岩 性 特 征						代表矿床
			底 板		含 矿 层		顶 板		
			变 质 岩	原 岩	变 质 岩	原 岩	变 质 岩	原 岩	
蓝晶石	黄甲组	主矿体长 50~400m 厚数米~18.63m 蓝晶石平均含量: 12.22~14.25%	角闪斜长片麻岩 斜长角闪岩	基性火山岩— 基性火山凝灰岩	黑云斜长片麻岩 石榴重晶黑云斜长片麻岩 黑云二长浅粒岩 黑云变粒岩 含石墨石榴黑云斜长片麻岩 间夹数层斜长角闪岩	泥质砂岩 含碳泥质砂岩 中基性火山凝灰岩	二长片麻岩 黑云斜长片麻岩 间夹角闪斑状石英岩	中基性火山岩 含铁硅质岩	卫鲁
	鞍山群	长十几m~几十m 厚 1~5m 蓝晶石含量 5~22.34%	黑云变粒岩	中酸性火山岩 火山沉积岩	含碳黑云变粒岩 砂线黑云石英片岩 蓝晶石黄铁矿石英岩 二云石英片岩	泥质砂岩 凝灰质硬砂岩	角闪变粒岩 黑云变粒岩 斜长角闪岩	中酸性火山岩 夹基性火山岩	大荒沟
	五台群	矿体呈透镜状 长十m~百余m 厚 1~3m 蓝晶石含量 10%左右	石榴斜长黑云片岩 斜长角闪岩	基性—中基性火山岩 火山沉积岩	蓝晶石黑云石英片岩 石榴重晶黑云石英片岩	泥质砂岩	黑云角闪斜长片麻岩	中基性火山岩	高里
	海州群	工业矿体长 100~900m 厚 2~20.42m 蓝晶石平均含量 16.80%~19.43%	白云斜长变粒岩	含泥质长石砂岩	蓝晶石石英岩 蓝晶白云石英片岩	泥质砂岩	白云斜长变粒岩	含泥质长石砂岩	韩山
	淮尔泰群	工业矿体长数百m~3000余m 厚数m~90余m 蓝晶石平均含量 15.24%	石英岩 白云石英片岩	砂岩 泥质砂岩	蓝晶白云石英岩 蓝晶白云石英片岩	泥质砂岩	白云石英片岩 石英岩	泥质砂岩 砂岩	点布斯庙
砂线石	团柏口组	由矿体群组成 矿体长 20~300m 厚 1~11.6m 砂线石含量 20%~40%	钾长浅粒岩 黑云钾长变粒岩 黑云斜长片麻岩 角闪斜长片麻岩	流纹质火山岩—中 性火山岩	砂线黑云钾长变粒岩 刚玉砂线钾长片麻岩 砂线石英片岩	泥质—半泥质 岩 泥质长石砂岩 凝灰质硬砂岩	钾长浅粒岩 黑云钾长浅粒岩 白云质大理岩	流纹质火山岩 白云质灰岩	南寺
	鞍山群	长几十m~200m 砂线石含量多在 10%以下	黑云变粒岩	中酸性火山岩 火山沉积岩	含碳黑云变粒岩 砂线黑云石英片岩 蓝晶石黄铁矿石英岩 二云石英片岩	泥质砂岩 凝灰质硬砂岩	角闪变粒岩 黑云变粒岩 斜长角闪岩	中酸性火山岩 夹基性火山岩	红透山
	界河口群	厚 20~60m 长达十余m 砂线石含量 10%~25%	砂线石黑云母片岩、石榴砂线黑云母片岩与黑云变粒岩、大理岩构成互层带						野则河
	东沟村组	厚 30~50m	大理岩	灰 岩	砂线石榴黑云钾长片麻岩	泥质砂岩	黑云变粒岩 含碳钾长片麻岩	泥质砂岩	东沟村
石	黄土窑组	长 350m 左右 厚 1~3m 砂线石含量 10%~20%	矿体为黑云砂线钾长伟晶岩,侵入于含砂线黑云钾长片麻岩中						红砂坝东沟

2.1.4 铝过饱和型 化学成分和尼格里值的特征为: SiO_2 35.04% ~ 53.41%, Al_2O_3 25.53%

~43.46%, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ 3.75%~7.91%, K_2O 6.48%~9.48%。al 值大于 55, c 值小于 4.15, qz 值 -32.85~-57.64, 有刚玉产出的矿石 qz 值小于 -48。此类岩石经变质后矿石中除了蓝晶石或矽线石外, 还有刚玉产出。

地台区的蓝晶石、矽线石矿床均系沉积变成矿床。矿体的规模受富铝质岩石形成时的古地理环境的控制。一般地说, 形成于火山-沉积建造中的矿床, 规模较小, 多呈小的扁豆体群产出, 矿石品位变化较大。但产于酸性火山-沉积岩系建造中的矿床, 常有高品位矿产出, 具有小而富的特点。如产于太古界阜平群团泊口组长英质片麻岩中的刚玉矽线石矿床, 矿带由众多透镜状矿体群组成, 单个矿体长 10~100m, 最长约 300m, 厚小于 1~3m, 最厚 11.6m。矽线石含量 30%~50%, 刚玉含量 1%~10%。对 12 个矿体估算储量(矿体推深取走向长度二分之一)为 159.32 万吨^[1]。而产于沉积岩系建造中的矿床, 一般规模较大, 矿体呈层状或似层状, 厚度变化较小, 品位一般较低, 但比较稳定, 具有大而贫的特点。如产于中元古界海州群的蓝晶石矿床, 矿体呈层状或似层状, 矿体长 100~900m, 多数矿体长度大于 500m, 厚度 2~6m, 最大厚度 20.42m, 已知延深达 572m, 矿体蓝晶石平均含量 16.80%~19.43%。其顶底板岩石含蓝晶石 1%~5%, 最高 9.36%(10%为圈定矿体的边界品位)。矿体中的非矿夹层(据 12 个夹层)统计, 蓝晶石含量 3.34%~9.36%^①。

2.2 变质作用与成矿^②

变质作用是成矿的基本条件。红柱石、矽线石、蓝晶石是在不同的温度压力条件下形成的同质多形变体矿物。根据理查逊(Richardson, 1969)等人的资料, 这三个矿物相平衡图解中的三相点为 622℃/550MPa。红柱石为低压相, 蓝晶石形成压力较高, 矽线石则稳定于温度较高的条件下(一般应在 600℃以上)。本区蓝晶石、矽线石的形成条件, 据黑云母(11 个)、角闪石(15 个)的化学成分和石榴石端员分子数、晶胞参数等研究表明: 集宁群和阜平群矽线石形成于麻粒岩相和高角闪岩相; 鞍山群红透山矿区矽线石形成于角闪岩相, 大荒沟矿区蓝晶石形成于角闪岩相偏低区; 赞皇群卫鲁矿区蓝晶石形成于角闪岩相; 五台群高里矿区蓝晶石形成于绿帘角闪岩相。

采用矿物共生组合与人工模拟对比和包体测温取得的资料, 红透山矽线石形成温度为 550~660℃; 大荒沟蓝晶石形成温度为 550~600℃, 卫鲁蓝晶石形成温度为 600~690℃, 南寺刚玉矽线石形成温度为 550~750℃, 集宁地区矽线石形成温度 690~850℃。采用变质作用分类及其与 Al_2SiO_5 矿物以及硬玉的稳定区的关系图解, 据已确定的温度反推出成矿时的压力: 大荒沟蓝晶石为 500~600MPa, 卫鲁蓝晶石 600~650MPa 红透山矽线石为 500~520MPa, 南寺刚玉矽线石为 350~700MPa, 集宁地区矽线石为 380~650MPa。

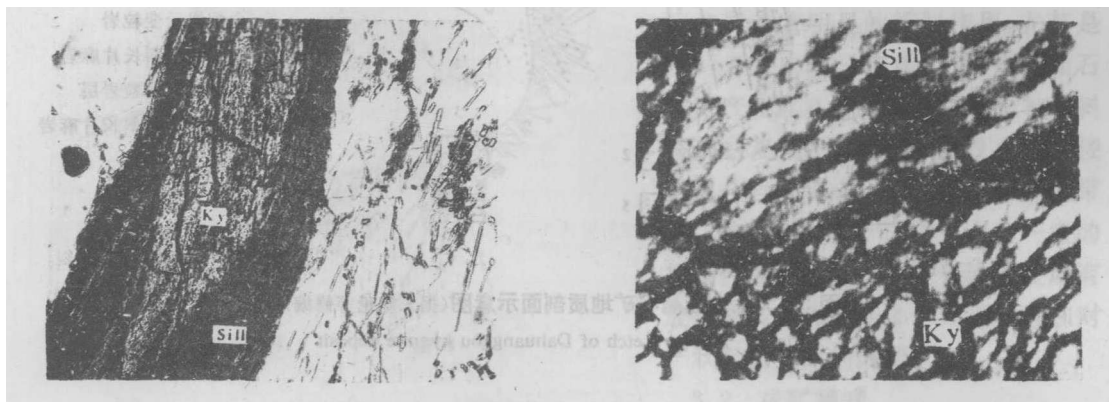
角闪岩相既有矽线石又有蓝晶石产出, 代表性矿床有南寺、罗圈、红透山矽线石矿床, 卫鲁、大荒沟、高里蓝晶石矿床。在南寺、红透山矽线石矿床中, 均见到矽线石晶体中有蓝晶石残留体, 说明该区变质作用达到蓝晶石形成的温压条件时, 温度继续升高, 当进入相当于矽线石稳定平衡的 $P-T$ 域时, 蓝晶石则转化为矽线石, 由于反应不彻底蓝晶石仍残留于矽线石中(照

① 江苏地质局第六地质队, 江苏省沭阳县韩山蓝晶石矿区勘探地质报告, 1988

② 变质作用的温度、压力及变质相的确定方法和有关图表将在另文中详述

片 1,2)。红透山与大荒沟两个矿区,产在同一个变质带内,其原岩建造和含矿岩基本相同,大荒沟矿区变质压力高,则形成蓝晶石,红透山矿区变质温度较高,则形成矽线石。

综上所述可以看出:(1)矽线石形成于麻粒岩相或角闪岩相较高温的变质条件下。(2)蓝晶石形成于角闪岩相或低角闪岩相较高压的变质条件下。(3)蓝晶石同矽线石共生主要在角闪岩相的变质条件下,随着变质作用的递进温度不断升高,当温度增高到超过蓝晶石 $P-T$ 稳定域时,则蓝晶石逐渐转化为矽线石,当变质相达到麻粒岩相时,蓝晶石则完全消失。



照片 1 矽线石(Sill)中的蓝晶石(ky)残留
单偏光 $\times 63$

照片 2 河北南寺矿区蓝晶石(ky)被矽线石(Sill)交代现象 正交 $\times 128$

2.3 构造与成矿

构造对成矿的作用有两个方面的涵义,一是原岩形成时的构造环境对原岩成份、规模的控制作用,二是原岩形成后构造变动对矿床产出空间位置,矿体形态和展布的影响。

原岩形成时的构造环境对矿床的控制作用,在原岩建造中已有叙述。

原岩形成后的构造对矿体产出的影响主要表现在产状形态上,成矿前和同成矿期的构造,多见于褶皱构造,它们形成于中—深区域变质作用条件下,形成了紧闭型和同倾复式褶皱,使矿体加厚或重复出现,如产于鞍山群通什村组的大荒沟蓝晶石矿床(图 5)和产于渣尔泰群书记沟组的点布斯庙蓝晶石矿床。

2.4 地质时代与成矿

地台区蓝晶石、矽线石的形成与地质时代有一定的关联。据统计具有工业价值的矽线石矿床全部产在太古界地层中;蓝晶石矿床产在太古界和中元古界地层中,其中产于元古界地层的矿床占总储量的 95% 以上。

出现上述情况的原因:(1)通常处在同一大地构造单元中,地层时代越老,遭受变质作用越复杂越深,导致矽线石矿床的形成。(2)地壳演化的总趋势是热流值逐渐降低,活动地区逐渐缩小,在新的构造旋回作用期间,遭受挤压应力相对集中,出现压力较高的变质条件,导致蓝晶石矿床的形成。

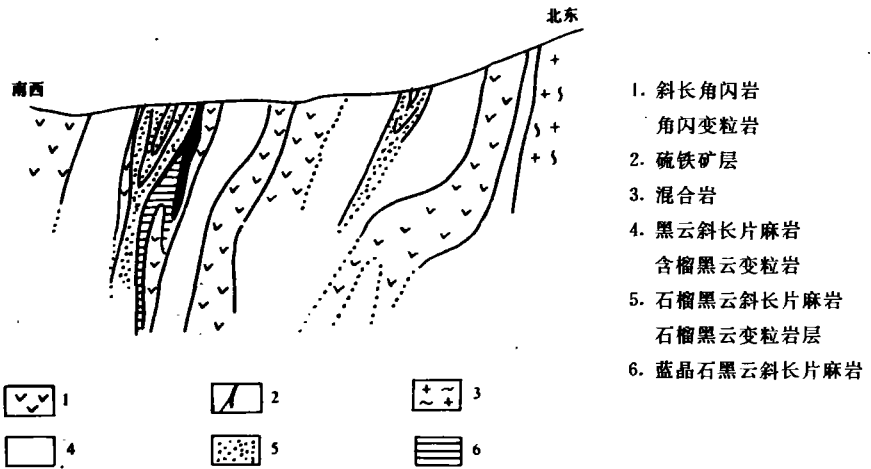


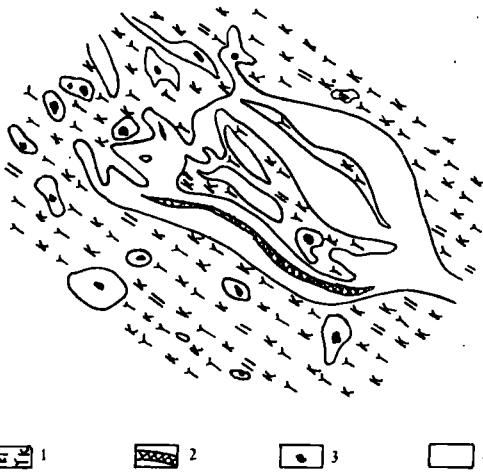
图 5 大荒沟蓝晶石矿地质剖面示意图(据王守伦等修编)

Fig. 5 Profile sketch of Dahuanggou kyanite deposit

3 成矿机理与成矿模式

3.1 成矿机理

矿床形成主要经历了沉积和进化变质两个阶段。各区含矿建造的沉积环境、铝质聚集过程、搬运沉积特点等都不完全相同。进化变质作用的条件决定着蓝晶石、矽线石某一矿种的产出,及其共生关系。在进变质作用成矿中,没有明显的物成分带出带入,在一些深变质的矿床中,变质高峰期往往伴随以钾长石化为特点的“混合岩化”。这一作用对已形成的矽线石矿床没有明显的破坏作用。主要表现在矽线石重结晶成粗大的晶体,由于白云母的钾长石化,使原来处于铝饱和和程度较高的岩石,出现铝过饱和,在钾长石块体中形成了粗大的刚玉晶体(长度可达 20 多 cm,横断面直径 2~3cm),钾长石环包其外,形成“红眼



1. 云母矽线钾长片麻岩 2. 磁铁矿 3. 刚玉 4. 钾长石

图 6 平山三道沟白云母矽线石钾长片麻岩中刚玉与钾长石关系

Fig. 6 Sketch showing relation of corundum and k-feldspar

in silimanite-bearing k-feldspar gneiss, Sandaogou, Ping-shan county, Hebei province

圈”结构(图 6)。也有的在钾长石块体的边部形成矽线石“镶边”(图 7)。有的地区处于较深部

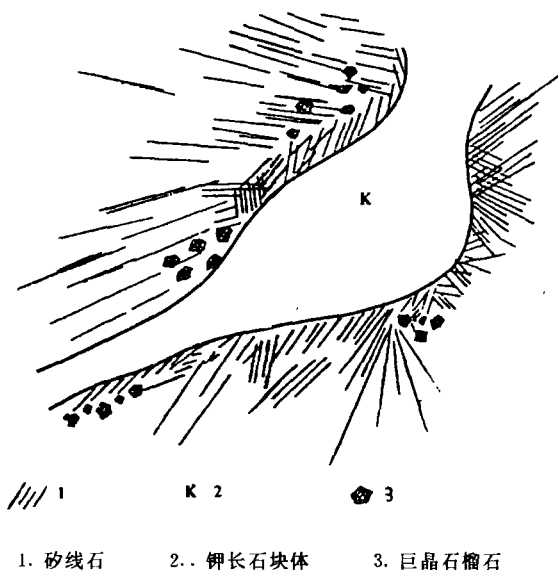


图7 土贵山石榴钾长片麻岩中矽线石沿着不规则钾长石脉体周边富集

Fig. 7 Sketch showing enrichment of sillimanite around a irregular k-feldspar vein

位铝饱和程度较高的岩石,原含有矽线石的岩石发生重熔,并沿着构造虚弱部位上升再就位,形成伟晶岩型矽线石矿床。伴随区域变质作用的构造变形(包括矿床形成前和同矿床形成期的)对蓝晶石、矽线石矿体产出的空间位置有着明显的控制作用,尤其是当两者产在同一变质相带内,蓝晶石矿床产在远离混合岩穹窿或短轴背斜鞍部的复褶皱向斜内,矽线石产在接近混合岩穹窿或短轴背斜顶部高温带内。构造对矿体产出形态也有一定的控制作用(图5)。构造变形可使原有成矿物质在构造变形中局部转移和对产状形态方面的改造。

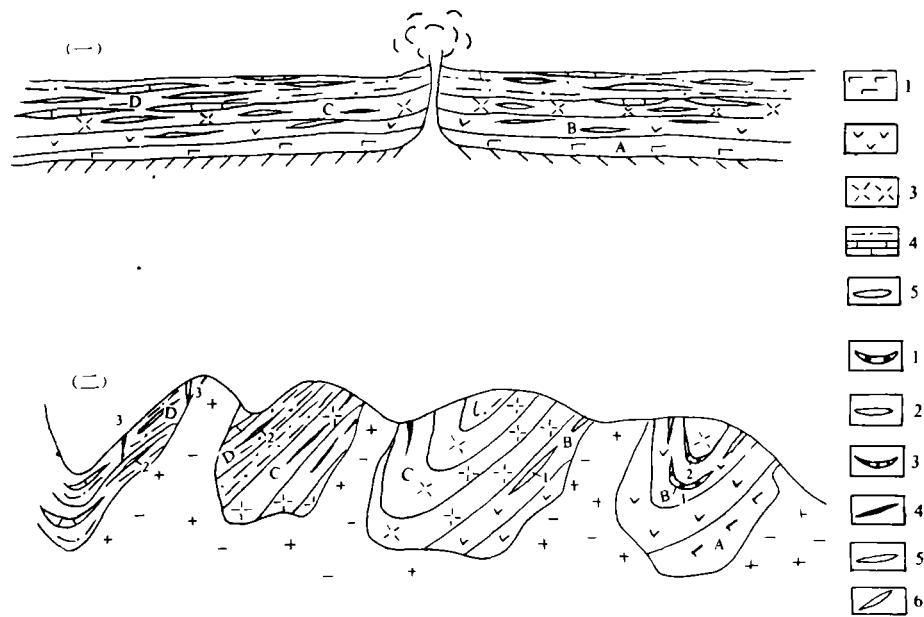
3.2 成矿模式

该类型矿床的成矿与空间分布受原岩建造性质和变质、变形作用的控制。

1. 华北地台形成过程的早期阶段(对太古界地层中的蓝晶石、矽线石矿床而言)可归纳为四个建造类型。即基性火山岩建造(A)、中性火山岩建造(B)、酸性火山岩建造(C)、沉积岩建造(D)。四个原岩建造中除了A建造中没有发现蓝晶石、矽线石矿床外,后三个建造中均有蓝晶石、矽线石矿床产出。矿床赋存在火山岩建造中的富铝质的火山沉积岩层或沉积岩建造中的泥质沉积岩层中。这些富铝质的沉积岩中铝的饱和程度较高,酸性火山岩中有的富铝沉积岩层铝含量达到过饱和程度,铝高饱和度的岩石为蓝晶石、矽线石以及刚玉的产出提供了物质基础。

2. 有关原岩建造中的富铝质沉积体在进化变质成矿作用中遭受到变质和变形的改造作用,进化变质作用是矿床形成的直接因素。变形作用控制矿床产出的空间位置和矿体的形态。蓝晶石、矽线石矿床的产出受变质作用强度和因变形所造成的构造形式所控制。如产于B建造中的大荒沟和卫鲁蓝晶石矿床赋存在向斜构造的槽部。产于C建造中的南寺刚玉矽线石矿床分布在索家庄穹窿构造接近顶部的高温区。产于D建造中的集宁地区的矽线石矿点群,皆分布在混合岩化强烈的高变质区内。在高变质区由于深部富铝质岩石发生重熔作用,其熔浆沿着构造裂隙上升形成东沟伟晶岩型矽线石矿床。

该区产于太古界岩群中蓝晶石、矽线石矿床的原岩建造性质,构造形态和空间位置以图8表示。



1. B 建造中富硫化物的蓝晶石矿床(如大荒沟矿床) 2. B 建造中富硫化物的矽线石矿床(如红透山矿床) 3. B 与 C 建造过渡带上的石榴黑云二长片麻岩型蓝晶石矿床(如卫鲁矿床) 4. C 建造中的刚玉矽线石矿床(如南寺矿床) 5. D 建造中的石榴黑云钾长片麻岩型矽线石矿床(如集宁地区众多的矿点) 6. D 建造中的黑云钾长伟晶岩型矽线石矿床(如丰镇东沟矿床)

图 8 区域变质型蓝晶石矽线石矿床成矿模式图

Fig. 8 Metallogenic model of regional metamorphic kyanite and Silimanite deposits

4 成矿区划与找矿远景区

成矿区划原则与找矿远景区圈定：
成矿区带划分原则：1. 处于同一地质构造环境，2. 成矿的变质作用类型相同，3. 成矿的主要控制条件相同；4. 具有近似的变质演化过程。根据上述原则划分出蓝晶石、矽线石 8 个成矿区带(表 2)。
成矿远景区的圈定是在成矿区带划分的基础上，根据原岩形成时的构造环境，原岩建造特点，富铝质岩石的发育程度，变质类型及强度、变质演化过程，矿床矿点丛集密度，控制因素等

地质参数进行综合性判别圈定的。据此划分出 14 个找矿远景区(表 2)。其中近期找矿值得重视的成矿区带有:郑城—赣榆—泗水—响水蓝晶石成矿区,太行山北段刚玉矽线石成矿带,界河口—野则河矽线石成矿带,集宁—大同一凉城矽线石成矿区。在四个重点成矿区带内有四个小区是当前找矿工作的重点地区:即苏北沭阳县的韩山—孤山—万山区;河北平山县与灵寿县之间的团泊口—白草坪—顺草沟—大堡岭区;山西文水县野则河区;内蒙察右前旗与丰镇县之间的红沙坝—圪臭沟区。

表 2 华北地台蓝晶石矽线石矿床成矿区划和找矿远景区

Table 2 Metallogenic division and targets for kyanite and sillimanite in the North China platform

区带号	区带名称	原岩建造	地质背景			主要矿床矿点	找矿远景区	
			地层时代	构造位置	变质相带		名 称	等级
1	红透山—大荒沟矽线石蓝晶石成矿带	中基性火山岩—沉积岩建造	太古代	胶辽台隆	角闪岩相 铁铝榴石—矽线石、蓝晶石带	红透山 大荒沟 树基沟 六家子 老大难 张胡沟	大荒沟—斗虎沟 树基沟—老大难 红透山—老拔地 香火地—顺山地	■
2	郑城—赣榆—泗水—响水蓝晶石成矿区	中酸性火山岩—沉积岩建造	元古代	胶辽台隆	中压低角闪岩相白云母蓝晶石带	韩山 孤山 万山 官墩 白虎山 蔡咀	韩山—孤山—万山	I
3	柳林—西皇村蓝晶石成矿带	中基性火山岩—沉积岩建造	太古代	山西断隆	中压高角闪岩相 铁铝榴石—蓝晶石带	卫鲁 皇寺 张安北 小河 崔家庄 树森	皇寺—张安北—树森—小河	■
4	太行山北段刚玉矽线石成矿带	基性—中酸性火山岩—沉积岩建造	太古代	山西断隆	中压高角闪岩相 辉长石—矽线石带	罗圈 团泊口 宋家口 普里 栏道石 三道沟 白草坪 桑树沟 沙子河 王家庄 中栏沟	团泊口—白草坪—顺草沟—大堡岭 宋家口—普里 上庄—梨元 南台—瓦房台—西渡沟	I I I ■
5	五台蓝晶石成矿区	中基性火山岩—沉积岩建造	太古代	山西断隆	中压绿帘角闪岩相 铁铝榴石—蓝晶石带	高里 安头 东湾 黑石头沟 御寒口	五台地区	■
6	界河口—野则河矽线石成矿带	中基性火山岩—沉积岩建造	太古代	山西断隆	中压高角闪岩相 铁铝榴石—矽线石带	会里 贺家湾 扬家沟 宋家湾 榆皮寺 小庙	会 里 贺家湾 野则河	I I I
7	霍山矽线石成矿带	中基性火山岩—沉积岩建造	太古代	山西断隆	中压高角闪岩相 铁铝榴石—矽线石带	峪里 小南坪 大南坪 下安头	大小南坪地层分布区	■
8	集宁—大同一凉城矽线石成矿区	砂、泥岩—碳酸盐岩建造	太古代	山西断隆	麻粒岩相 辉长—矽线石带	黄土窑 金石沟 三岔 榆树沟 东沟 桃花沟	红沙坝—圪臭沟 忙牛岭—九泉沟	I I

5 结论

华北地台蓝晶石、矽线石矿床系区域变质条件下形成的。矿床规模,矿石中蓝晶石、矽线石矿物含量,矿物的共生组合均受原岩形成时大地构造环境的影响。产于火山-沉积建造中的矿床,规模较小,矿石品位变化较大,某些酸性火山-沉积岩系建造中的矿床,常有高品位矿产出,具有小而富的特点。产于沉积岩系建造中的矿床,一般规模较大,品位较低,具有大而贫的特点。

蓝晶石矿床赋存在中压绿帘角闪岩相和中压角闪岩相变质相带内,矽线石矿床赋存在麻粒岩相带中和角闪岩相变质带中的较高温地段内。蓝晶石和矽线石共生只出现在角闪岩相带

内,当达到麻粒岩相时蓝晶石则全部转化为矽线石。

地台区蓝晶石、矽线石分布广泛,具有较好的成矿前景。从已探明的储量和找矿远景看,可能成为我国蓝晶石、矽线石重要的资源区。

参考文献

- 1 赵秀德,等.太行山太古界阜平群中刚玉矽线石型矿床的成因.《地质找矿论丛》,1987,2(4)
- 2 内蒙古105队,二机部三所.内蒙古阴山地区渣尔泰群同位素年龄.《内蒙地质》,1982,(2)

GEOLOGICAL FEATURE AND ORE—CONTROL FACTORS OF KYANITE AND SILIMANITE IN THE NORTH CHINA PLATFORM

Zhao Xiude

Luo Xiangfeng

Jing Xigui

Jin Aiwu

(Tianjin Geological Academy)

Abstract

This paper deals with geological characteristics of kyanite and silimanite deposits in the North China Platform and the metallogenic process as well as the ore—control factors. Six types of ore deposits and metallogenic model are established based on ores, natures of the original rocks, metamorphic condition during ore—forming process and mineral assembly of ores. Target prediction is made.