

吉林省 矿物研究专辑

地质出版社

吉林省矿物研究专辑

陈浩疏 于桂梅 等编

地 质 出 版 社

吉林省矿物研究专辑

陈浩璇 于桂梅 等编

*

责任编辑：王曙

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：14¹/₈ 字数：319,000

1984年8月北京第一版·1984年8月北京第一次印刷

印数：1—2,740册 定价：3.00元

统一书号：15038·新1050

前 言

在区域地质调查、矿产普查、矿床评价、矿产综合利用和矿床成因的探讨过程中，矿物的研究工作已成为必要的手段之一。我省地质系统的广大地质、岩矿人员，多年来在矿物研究工作中，积累了大量的实际资料和矿物样品，但都比较分散和缺乏系统的整理。为促进矿物研究工作的发展、交流经验，使广大地质、岩矿人员对我省矿物研究工作的现状和研究程度有较全面的了解，以及充分利用现有资料，为今后编写全国或地区性矿物志提供部分素材，把目前搜集到的我省矿物资料进行初步总结，并将搜集到的矿物样品摄制成图片，供广大地质、岩矿人员参考。

本专辑是在吉林省地质矿产局领导下，由吉林省地质科学研究所岩矿室主持，并组织区调、延边、吉林、通化、四平 and 第十地质大队等单位从事矿物分析工作的部分同志集体编写而成的。地质部青岛海洋地质研究所杨熊明工程师参加并指导了全部矿物图片的摄制和修版工作。

本专辑共分三部分。第一部分是我省（包括西部邻区^①）目前已搜集到的矿物共324种^②。由于这些矿物的研究程度和描述的详细程度差别较大，按目前通用的化学——晶体化学分类法进行系统描述尚有一定困难。因此，我们以矿区作为重点，着重介绍若干典型矿区中研究程度较详细的矿物，其它矿物只列入我省产出的矿物一览表中，供读者参考。这一部分介绍的矿物，其物理常数和光学常数是经过实测的，有的还补作了X射线粉晶分析、红外光谱分析和差热分析。第二部分是专题部分。对目前搜集到的有关矿物资料按金、锆石、铬尖晶石、多金属硫化物及磷灰石等专题进行了综合分析。对其中资料较全，研究程度较高的矿物专题作了较系统的论述，对资料尚不够完整，研究程度较低的矿物专题，只作了一般的综合整理，以便今后进一步加以充实。第三部分是矿物图版，共选拍了矿物135种，图片262张。对每种矿物的形态、产地、产状及放大倍数均作了简要说明。在样品的选择上，除考虑晶形的完整外，还考虑了同种矿物具有的不同形态。这一部分的内容基本上反映了我省大部分矿物的形态特征。最后还附有吉林陨石中的主要矿物图片，以供参考。

本专辑由吉林省地质科学研究所陈浩疏同志担任主编，于桂梅同志任副主编。第一部分由于桂梅同志编写。第二部分由于桂梅、于学信、冯水哲、车金烈、崔海、王礼训、何耀宗、马志伟完成。第三部分由于桂梅、孔晓芳完成。

在工作中，得到了各野外地质大队的领导以及广大地质、岩矿人员，特别是从事矿物分析工作的同志们的大力支持；地质部第二海洋研究所为矿物照相工作提供了方便；唐佐新、郭连田、王慧帼、臧堃安、具松竹、崔英顺、姚洪义等同志提供了大量的资料及样品；叶树枫、胡雅安同志协助完成了部分图片的洗印；李继珊、卢玉文同志承担了全书的出版校对工作；高湘青、许静华、金正爱、孙丽梅、胡雅安同志清绘了全部插图，特在此一并致谢。

编 者

一九八一年十月

① 西部邻区指现属内蒙过去曾划归我省的某些地区。

② 其中包括吉林陨石中的矿物28种。

目 录

第一部分 吉林省产出的矿物

一、自然元素与金属互化物·····	1
二、金属硫化物及硫盐矿物·····	4
三、稀有、稀土矿物及放射性矿物·····	4
四、多金属硫化物矿床氧化带中的矿物·····	23
五、锰的氧化物及氢氧化物·····	28
六、非金属矿物·····	31
七、火山岩中少见的矿物·····	39
八、盐碱湖中的矿物·····	44

〔附表〕 吉林省产出的矿物一览表

第二部分 吉林省矿物专题研究

吉林省金矿床中金的赋存状态及标型特征·····	55
吉林省各类岩石中副矿物锆石的初步研究·····	75
锆石的数学特征及其标型意义·····	101
吉林省铬尖晶石类矿物的初步研究·····	115
吉林省及西部邻区某些金属矿床中主要金属硫化物的标型特征与矿床成因联系 ·····	136
吉林省磷矿及含磷岩体的磷灰石特征·····	154

第三部分 吉林省砂矿物图版

金刚石、石墨·····	图版 1
自然金·····	图版 2
自然银·····	图版 3
自然银、自然铜、自然锌、 α -铁·····	图版 4
闪锌矿、斑铜矿·····	图版 5
螺状硫银矿、辉铜矿、黄铜矿·····	图版 6
辰砂、镍黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿·····	图版 7
辰砂、辉锑矿、雄黄、碲银矿、深红银矿·····	图版 8
辉钼矿、黄铁矿·····	图版 9
黄铁矿、斜方砷铁矿·····	图版 10
萤石、赤铜矿、刚玉、毒砂、黑铜矿·····	图版 11
假象赤铁矿、赤铁矿、白云母片状赤铁矿·····	图版 12

金红石、锡石·····	图版13
锐钛矿、板钛矿·····	图版14
软锰矿、钍石、铁钍石、铀钍矿·····	图版15
石英、 β -石英、晶质铀矿·····	图版16
铈铀钛铁矿、钛铁矿、含铈钛铁矿、钽钛铁矿·····	图版17
钙钛矿、铀钍矿、白钛石·····	图版18
尖晶石、钛磁铁矿、磁铁矿·····	图版19
铬铁矿、褐钨铌矿·····	图版20
褐钨铌矿、铌铁矿·····	图版21
易解石、复稀金矿·····	图版22
羟硅铍钨矿、硅铍钨矿、烧绿石、长白矿·····	图版23
长白矿·····	图版24
长白矿、星叶石·····	图版25
镜铁矿、褐铁矿、黑锌锰矿、硬锰矿·····	图版26
方解石、锰菱铁矿、菱锰矿、霏石·····	图版27
白铅矿、孔雀石、蓝铜矿·····	图版28
氟碳铈矿、重晶石、水胆矾·····	图版29
白钨矿、黑钨矿、彩钼铅矿·····	图版30
独居石、富钍独居石·····	图版31
磷钨矿、磷灰石·····	图版32
氟磷灰石、磷氯铅矿、铅铁矾、铈华·····	图版33
锆石·····	图版34
锆石·····	图版35
锆石、钇锆石、高铁铁橄榄石·····	图版36
橄榄石、红柱石、黑柱石、十字石·····	图版37
矽线石、石榴石、锌日光榴石、钙榴石·····	图版38
绿泥石、斜绿泥石、楣石、褐帘石、符山石·····	图版39
绿帘石、电气石、普通辉石、铬透辉石、顽火辉石、锰钙辉石·····	图版40
单斜钠钙石、霓石、透闪石、角闪石、富铁钠闪石、纤闪石、钠闪石、伊利石·····	图版41
三斜闪石、碳硅石、蔷薇辉石、蛇纹石、石棉·····	图版42
叶腊石、蛭石、钡白云母、钙霞石、琥珀、硼镁石、瓷土·····	图版43
吉林陨石中的矿物：锥纹石、陨硫铁、白磷钙石·····	图版44
吉林陨石中的矿物：橄榄石、橄榄石球、辉石、辉石球·····	图版45

一、自然元素与金属互化物

(一) 铂族矿物与碲化物

根据现有资料, 我省的铂族矿物主要产于通化地区的赤柏松硫化铜镍矿床中。矿床围岩为太古代鞍山群的混合变质岩。硫化铜镍矿石产于含矿辉长玢岩中。矿体形态与岩体基本一致, 由三个矿化期生成, 即岩浆熔离期, 晚期岩浆贯入期和热液期。铂族矿物见于含矿辉长玢岩破碎带晚期岩浆贯入阶段的铜镍矿石中。矿物有锑钼矿、砷铂矿和叶碲铋矿。

1. 锑钼矿 (Stibiopalladinite) Pd_3Sb

主要产于稠密浸染的铜、镍矿石中, 与黄铜矿及少量的镍黄铁矿, 黄铁矿、闪锌矿、方铅矿等共生。经X粉晶分析定名。

2. 砷铂矿 (Sperryite) PtAs_2

产于黄铁矿细脉中, 与黄铁矿、磁黄铁矿、镍黄铁矿及黄铜矿等共生。

3. 叶碲铋矿 (Wehrlite) $\text{Bi}_{2+x}\text{Te}_{3-x}$

该矿物产于含金品位较高的磁黄铁矿—石英—碳酸盐矿石中, 数量比自然金少, 并交代磁黄铁矿和自然金, 是结晶最晚的矿物, 与磁黄铁矿、自然金共生。上述矿物的特征见表 1

表 1 铂 族 矿 物 及 碲 化 物

性 质 矿 物	物 理 性 质		光 学 性 质			化 学 性 质
	形 态	粒 度	反 射 色	反 射 率	硬 度	
锑钼矿	圆粒状	最大为 0.002毫米	未测	未测	未测	未测
砷铂矿	自形立 方体	最大粒 度 0.028 毫米	白色, 稍带浅蓝色 (邻接黄铁矿时)	大致与 黄铁矿相 同, 均质 性	相对摩 擦硬度略 低于黄铁 矿	电子探针分析结果: $\text{Pt} \sim 56.09\%$ $\text{As} \sim 43.59\%$ 其分子式为: $\text{Pt}_{1.00}\text{As}_{2.03}$
叶碲铋 矿			纯白色, 双反射 微弱, 反射多色性 不明显, 具清楚的 非均质性, 偏光色 淡褐色至淡蓝灰色	绿光 60.9 橙光 55.9 红光 48.7	55.6~ 63.9公斤 /平方毫米	电子探针分析结果: $\text{Te} 40.01$, $\text{Bi} 60.82$ 总和: 100.83 原子数 $\text{Te}_{0.3135}\text{Bi}_{0.2910}$ 侵蚀反应 HNO_3 、 HCl 、 FeCl_3 使 矿物变黑

(二) 金、银、铋矿物

金在我省分布较广, 现已开采的有夹皮沟金矿床及小西南岔金铜矿床。金在自然重矿中也较常见。关于金在我省的区域分布, 矿床类型, 成矿条件, 赋存状态, 标型特征及共生矿物等, 将在本书第二部分金的专题中详细叙述。

4. 自然银 (Silver) Ag

自然银在我省东、西部地区均有产出, 而以西部地区孟恩套力盖铅、锌、银矿床为主。自然银常呈毛发状、晶簇状, 分布于石英晶洞内, 有时呈不规则薄膜状分布于矿脉的淋滤面上, 也有在方铅矿中呈包体存在, 在次生白铅矿内见有残留的毛发状自然银。还见

有自然银充填于黑硫银锡矿的次生微裂隙中。

自然银在反光镜下呈白色带乳白色调。实测显微硬度30.2~167.4公斤/平方毫米。电子探针分析Ag含量97%，Pb2.0%。

5. 自然铋 (Bismuth) Bi

自然铋见于延边小西南岔中温热液金铜矿床中，呈裂隙充填物产出，共生矿物有磁黄铁矿、胶黄铁矿、黄铜矿、自然金等。

自然铋为银白色，板状、片状。一组解理发育。具延展性。易溶于硝酸。反光镜下呈淡黄色，强非均质性，具简单双晶。粒度0.01~0.5毫米，断面0.024毫米×0.08毫米。反射率白光为64%；绿光为69%；红光为65.6%。实测平均比重9.546±。实测硬度VHN=26.6，H₀≈2.0，光谱分析含Fe、Pb等元素。X射线粉晶分析数据见表2。

表2 延边小西南岔铜矿床自然铋X射线粉晶分析数据

I/I ₀	10	9	9	3	5	8	8	3	7	10
d(Å)	3.23	2.34	2.25	2.015	1.955	1.850	1.625	1.545	1.483	1.432
I/I ₀	8	6	4	8	8	8	7	6	8	5
d(Å)	1.324	1.307	1.184	1.139	1.094	1.074	1.042	1.040	1.026	0.987

6. 碲铋矿 (Tellurbismuthite) Bi₂Te₃

该矿物比较少见，产于省内金厂沟金矿床的含金磁铁矿—石英碳酸盐矿石中，围岩为鞍山群的变质岩。

矿物的反射多色性不明显，在正交偏光下可见清楚的非均质性。反射率绿光为60.9%；橙光为55.9%；红光为48.7%，反射色纯白。偏光色呈淡褐色至淡蓝灰色。显微硬度55.6~63.9千克/平方毫米。

浸蚀反应：在HNO₃、HCl、FeCl₃作用下矿物迅速变黑，HgCl₂、KOH、KCN均无反应。

(三) 碳族矿物

在我省通化集安东明，脉状金伯利岩中曾发现过四粒金刚石（见矿物图版）。金刚石与铬镁铝榴石、铬透辉石、铬尖晶石、碳硅石、钛铁矿、磷灰石、蛇纹石、橄榄石、碳酸盐等矿物共生。

7. 金刚石 (Diamond) C

等轴晶系。呈八面体和菱形十二面体聚形，尖晶石律双晶。白色或无色，条痕无色。金刚光泽，硬度10，比重3.505，不溶于酸碱。

8. 石墨 (Graphite) α—C

吉林盘石烟筒山石墨矿，产在晚二叠纪泥岩、粉砂岩、角岩之间，已开采多年。据报道石墨中含有镓、铟、镉等稀散元素。

六方晶系，六方片状、块状、鳞片状。铁黑—暗钢灰色，条痕黑色。金属光泽。硬度1，比重2.09~2.23。无磁性，不溶于酸。

表 3 孟恩套力盖矿区银的硫化物及硫酸盐矿物特征

矿物总序号	特征 矿物名称	颜色	内反射	偏光性	反射率		显微硬度		电子探针分析结果(%)									
					比较	实测(%)	比较	实测	Ag	Sb	S	Cu	Fe	Pb	Sn	Zn	总合	
9	深红银矿	蓝灰色	深红色	明显	≈黝铜矿	28.1	>方铅矿	79~ 109.7	63.08 78	20.83 11.8	17.14 12						101.05 101.8	
10	黑硫银锡矿	灰带紫色调		弱	<黝铜矿 >闪锌矿	24.6	>方铅矿 >深红银矿	200.3	67.92		18.44				13.67		100.03	
11	银黝铜矿	橄棕色		—	≈黝铜矿	30.6	>方铅矿 ≪闪锌矿	252~ 345	28.5 33.51	21.0 25.34	17.0 22.3	23.0 14.44	5.7 1.02				95.2 99.71	
12	辉银矿	灰绿色	油中带棕	明显显颗粒	<黝铜矿	25.2	最低(擦痕多)	29.5~ 40.6	80 72.94		12 21.25						92 97.88	
13	锑银矿	白色(较自然银略暗)		弱	>黄铁矿 <自然银	未	>自然银	120.9 ~167.4										
14	脆银矿	灰带浅紫色调		强 灰绿—褐灰	≥黝铜矿	未	>银黝铜矿	未										
15	辉锑铅银矿	灰白色(似方铅矿)		强 蓝色—褐灰	≈方铅矿	35.4	>深红银矿	120.9 ~177.7	23.98 26.9		21.68			29.4			101.96	
16	火硫锑银矿	灰白色带草黄褐色		明显 蓝灰—褐灰	≤黝铜矿	22.4	>方铅矿 ≥深红银矿	200	60.5	11.0	15.6						87.1	

注：9号上格10号、11、12号下格15号桂林冶金所分析；13、14号未测，其他为北京三所分析

二、金属硫化物及硫盐矿物

这些矿物以我省西部邻区孟恩套力盖铅、锌、银矿床中产出的研究程度较高。矿床金属硫化物中含有分散元素。曾对分散元素作过较详细的工作。(详见《吉林省哲里木盟科右中旗孟恩套力盖铅、锌、银矿床一般地质特征与有益元素赋存状态及其分布规律》研究报告, 1976年7月)

关于金属硫化物矿物, 将在本书第二部分有关专题中加以叙述, 在此不多赘。兹将该矿区产出的银硫盐矿物及其特征列于表3。

银的硫化物及硫盐矿物除表3中所列者外, 在西部邻区“八〇一”矿床中还见有螺状硫银矿。

17. 螺状硫银矿 (Acanthite) Ag_2S

呈不规则的粒状, 黑色, 无光泽, 硬度小, 具展性, 可压成薄片。比重7。X射线粉晶主要谱线见表4。

表4 螺状硫银矿X射线粉晶数据

I	3	4	10	3	6	6	6
d(Å)	3.40	3.07	2.81	2.65	2.59	2.75	2.44
I	6	10	3	3	1	1	2
d(Å)	2.42	2.37	2.20	2.07	2.04	1.98	1.95

三、稀有、稀土矿物及放射性矿物

(一) 稀有、稀土矿物

这些矿物在我省通化地区及我省西部邻区产出, 研究程度较高, 并在研究过程中发现了两个新矿物, 即长白矿和羟硅铍钇矿。

稀有、稀土矿物产于碱性花岗岩体中。岩体化学成份特征: 为硅、碱过饱和、低铝贫钙镁, 含有较丰富的钇、铈、钍、钽、铌等稀有元素, 还含有少量的铍、钼、铀、铜、铅、锌、钛、银等多种元素。矿物已发现的有四十七种, 其中稀有稀土矿物有十一种, 矿物共生组合见表5

兹将主要的稀有、稀土矿物分述如下:

18. 羟硅铍钇矿 (yberisilite) $\text{Y}_2[\text{Be}_2\text{Si}_2\text{O}_8(\text{OH})_2]$

该矿物是岩体中含铈、钇、铍的主要稀有稀土矿物之一, 常呈不规则的粒状、少数为菱面体及柱状晶体, 粒度0.2~0.3毫米。浅灰绿色, 玻璃光泽, 具壳状断口, 断口具油脂光泽, 比重3.8~4.0。硬度中等, 具电磁性, 比磁化系数 $22.2\sim 24.5 \times 10^{-6} \text{C. G. S. M}$ 立方厘米/克。薄片下为二轴晶正光性, $2V=80^\circ$, $N_g=1.765$, $N_m=1.760$, $N_p=1.744$, $N_g - N_p=0.021$ 。X射线分析见图1

表 5 “八〇一” 矿区矿物共生组合

岩体	种类	稀有、稀土矿物	放射性矿物	金属矿物	硅酸盐矿物	其他矿物
七号花岗岩体		羟硅铍钇矿、复稀金矿、 铈日光榴石、烧绿石、独居 石、锆石、铌铁矿。	铈铀铋 铁矿、铁 钍石，	赤铁矿、钛铁矿、磁铁矿、 菱铁矿、褐铁矿、针铁矿、 镜铁矿、铅铅矿。	钾长石、钠长石、角闪 石、镁钠闪石、石英、钠 闪石、霓石。	萤石、 方解石。
四号花岗岩体		氟碳铈矿、独居石、复稀 金矿、烧绿石、铌铁矿、锆 石、铌铁金红石。	硅铈铀 矿、铁钍 石。	赤铁矿、磁铁矿、方铅 矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁 矿、螺状硫银矿、镜铁矿、 菱铁矿、银金矿。	条纹长石、石英、钠长 石、角闪石、星叶石、蒙 脱石、铝绿高岭土。	白铅矿、 金红石、萤 石、榍辉石。

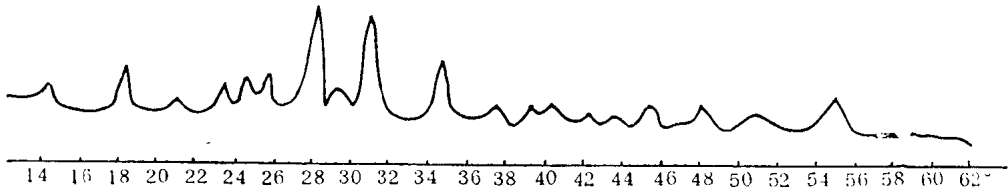


图 1 羟硅铍钇矿的X射线衍射图

实验条件：铜靶、镍滤波，DS=1°RS=0.3毫米，SS=1°；扫描速度 10/分，时间常数 2 秒；量程1K×4，纸速10毫米/分；40kV 20mA

表 6 羟硅铍钇矿X射线粉晶分析数据

I	4	6	2	4	4	5	10	2	2	10	7
d(Å)	6.06	4.77	4.19	3.75	3.59	3.44	3.14	3.06	2.97	2.88	2.56
hkl	110	001	210	111	120	201	211	220	021	121	311
I	3	2	3	1	3	4	3	4	5		
d(Å)	2.37	2.27	2.21	2.12	2.07	1.99	1.88	1.77	1.66		
hkl	410	112	321	411	111	$\bar{1}22$	$\bar{4}21$	141	412		

晶胞参数为： $c_0=4.823\text{ Å}$ ； $b_0=7.586\text{ Å}$ ； $a_0=870\text{ Å}$ （按 $\beta=90.3^\circ$ 计算）。X 射线粉晶数据见表 6

为确定羟硅铍钇矿中羟的存在,进行了粉末样品的核磁共振测定。测定在国产 KHC-66 型, 宽线NMR谱仪进行。所得共振吸收谱线见图 2

据X射线粉晶分析,羟硅铍钇矿与硅铍钇矿结构相似, 尤其与硅 硼钙石更相近。因此, 参考这些相近矿物的结构数据, 进行了羟硅铍钇矿中, 质子间相互作用的理论二次矩数计算。计算结果为 2.1G^2 , 与实验二次矩数值基本相合。由此可见, 羟硅铍钇矿中羟基的结构位置与硅硼钙石相似。这不仅肯定了该矿物中羟基的存在, 而且还得到羟基的结构占位资料。在羟硅铍钇矿中, 由其对称性可知氢原子将占据四个一般位置, 氢原子键合在羟基中距氧原子的分数坐标亦可求得。

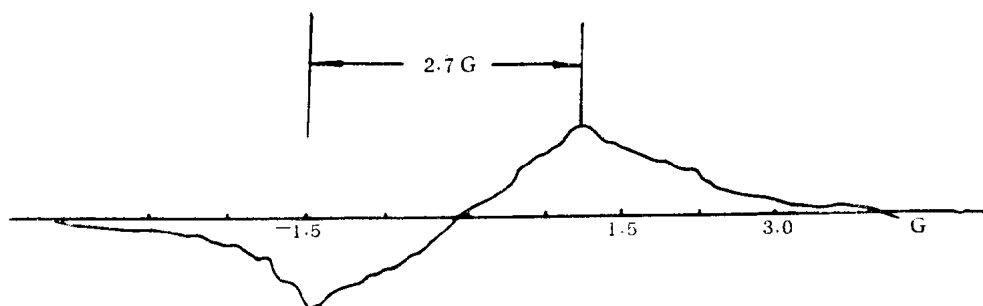


图 2 羟硅铍钇矿质子共振吸收谱

实验条件：粉末；室温；共振频率24.5MC；扫描10.5G；调场0.6G；积分10S。利用测得的谱线，计算了实验二次矩数值，计算结果约 $2.4G^2$

羟硅铍钇矿的红外光谱性质：从羟硅铍钇矿的红外光谱曲线上看，峰值多于硅铍钇矿，而在 3500cm^{-1} 处有明显的水峰，这些特点可能是该矿物铈族元素高于钇族元素，同时贫铁并有羟基存在所致。该矿物的红外吸收光谱见图3。

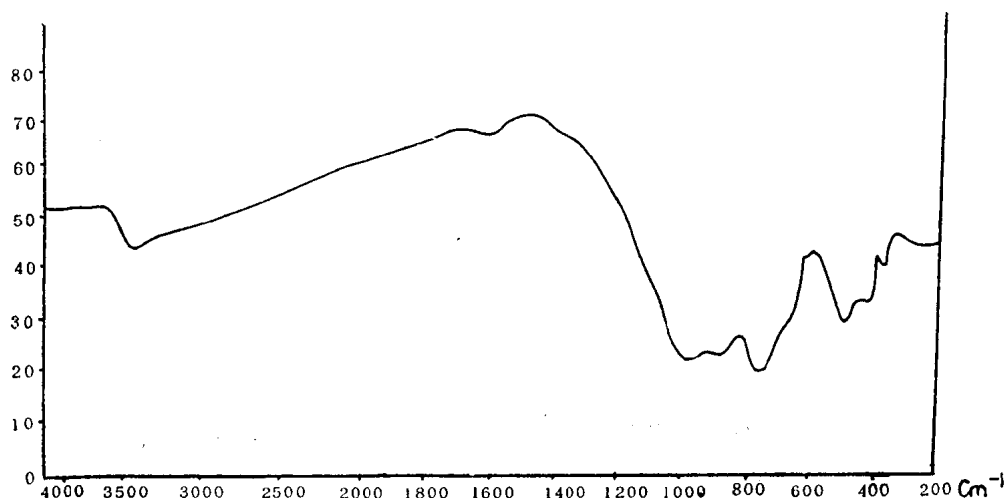


图 3 羟硅铍钇矿的红外光谱

羟硅铍钇矿的差热分析：从该矿物的差热分析图4可看出，失重分两个阶段，即200—690℃缓慢脱水为1.2%；780℃开始吸热，925℃失重0.15%，失重集中在200—690℃之间。

羟硅铍钇矿的化学性质与硅铍钇矿比较，羟硅铍钇矿主要富铈族稀土元素、贫铁元素、且有羟基存在，其化学成份及分子式的计算见表7。

根据上述计算结果得羟硅铍钇矿分子式为： $[\text{Ce}_{0.311}\text{La}_{0.703}\text{Y}_{0.88}\text{Zr}_{0.025}\text{Th}_{0.006}\text{Fe}_{0.148}\text{Ca}_{0.118}\text{Mg}_{0.021}]_{2.212}[\text{Be}_{1.948}\text{Al}_{0.051}]_{1.999}\text{Si}_{1.984}\text{H}_{1.428}\text{O}_{9.99}$

简化后得： $(\text{Ce}, \text{Y})_2\text{Be}_2\text{Si}_2\text{O}_8(\text{OH})_2$

据已有文献资料，硅铍钇矿族可用三个端元：硅铍钇矿($\text{Fe}^{2+}\text{Ln}_2^3+\text{Be}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$)—钙硅铍钇矿($\text{Fe}^{3+}\text{CaLn}^3+\text{Be}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$)—未命名矿物($\text{H}_2^2+\text{Ln}_2^3+\text{Be}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$)来表示。

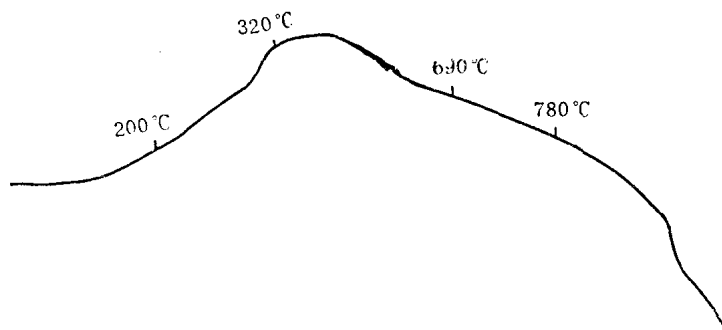


图 4 羟硅铍钇矿差热曲线

表 7 羟硅铍钇矿的分子式计算

成 份	含量(%)	重量(%)	分子数 × 10000	原 子 数		系 数	
				阴 离 子	阳 离 子	阴 离 子	阳 离 子
Ce ₂ O ₃	10.8	10.788	337.90	1013.7	675.8	0.467	0.311
La ₂ O ₃	24.2	24.172	762.77	2288.31	1525.52	1.054	0.703
Y ₂ O ₃	21.0	20.976	954.97	2864.91	1909.34	1.320	0.88
(Zr, Hf) O ₂	0.66	0.659	55.02	110.04	55.02	0.051	0.025
BeO	10.30	10.288	4229	4229	4229	1.948	1.948
ThO ₂	0.34	0.340	13.26	26.52	13.26	0.012	0.006
U ₃ O ₈	0.025	0.025	0.321	2.568	0.642	0.0012	0
SiO ₂	25.2	25.77	4307.04	8614.08	4307.00	3.969	1.984
Fe ₂ O ₃	2.5	2.497	160.80	482.4	321.6	0.222	0.148
Al ₂ O ₃	0.55	0.549	55.425	166.28	110.85	0.077	0.051
CaO	1.40	1.398	256.42	256.42	256.42	0.025	0.118
TiO ₂	0.21	0.21	27.03	54.06	27.03	0.025	0.012
MgO	0.18	0.18	45.883	45.883	45.883	0.021	0.012
H ₂ O ⁺	2.75	2.75	1550	1550	31.00	0.714	1.428
总和	100.115	100.00		21704.171		9.999	7.625

表 8 硅铍钇矿族的矿物成份相互关系

硅铍钙石 H ₂ Ca ₂ B ₂ Si ₂ O ₁₀	硅铍钙铁矿 ⁺ Fe ²⁺ Ca ₂ B ₂ Si ₂ O ₁₀	
未命名矿物 (苏联) H ₂ CaLn ³⁺ BeSi ₂ O ₁₀	杂铍铁稀土矿 ⁺ Fe ²⁺ Ln ³⁺ CaBSi ₂ O ₁₀	
未命名矿物 (苏联) H ₂ Ln ₂ ³⁺ Be ₂ Si ₂ O ₁₀	硅铍钇矿 ⁺ Fe ²⁺ Ln ₂ ³⁺ Be ₂ Si ₂ O ₁₀	钙硅铍钇矿 ⁺ Fe ³⁺ CaLn ³⁺ Be ₂ Si ₂ O ₁₀

从化学成分看, 可分两个矿物系列, 即缺铁元素的和含铁元素的矿物系列, 见表 8

研究结果发现, 羟硅铍钇矿的分子式基本上属于苏联未命名而推导的矿物 H₂Ln₂³⁺Be₂Si₂O₁₀ 的分子式, 将该矿物的单矿物化学分析资料投到伊藤三元组分三角图中, 恰好落在有(OH)无Fe元素的三角区内 (图5)。

羟硅铍钇矿与硅铍钇矿的主要区别是化学成分。硅铍钇矿富铁, 而羟硅铍钇矿贫铁,

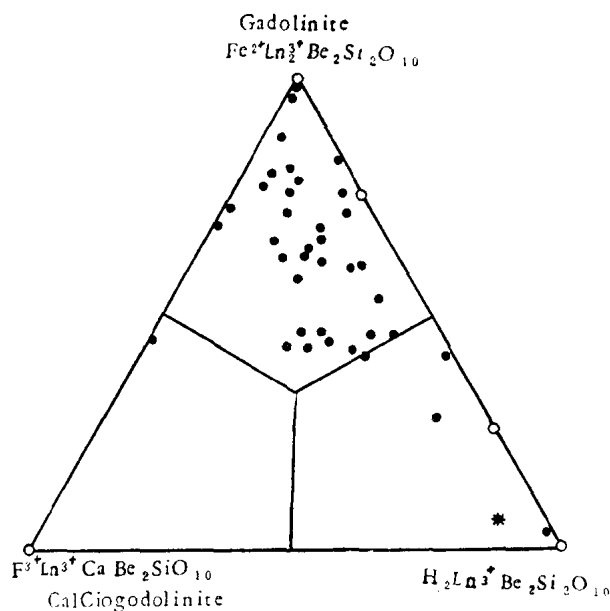


图 5 三元组分三角图

• 已知的硅铍钇矿；* 我省发现的羟硅铍钇矿

Fe^{2+} ，而我省产出的羟硅铍钇矿却贫铁，其中三价铁又高于二价铁，说明这是在氧化条件下形成的新矿物。

19. 硅铍钇矿 (Gadolinite) $\text{Y}_2\text{Be}_2\text{FeSi}_2\text{O}_{10}$

该矿物产于伟晶岩脉中，与长石、石英、石榴石、独居石、白云母共生。矿物特征如下：

单斜晶系。锥状或短柱状。绿色或带绿的褐色。条痕浅灰色。玻璃光泽。不平坦断口。性脆。无解理。半透明。红外光谱曲线见图 6

20. 氟碳铈矿 (Bastnaesite) $(\text{Ce}, \text{La})[\text{CO}_3](\text{FOH})$

常呈三方晶系的六方柱状晶体产出 (见图版 29—1.2)。灰白色，矿物从中心向边缘变

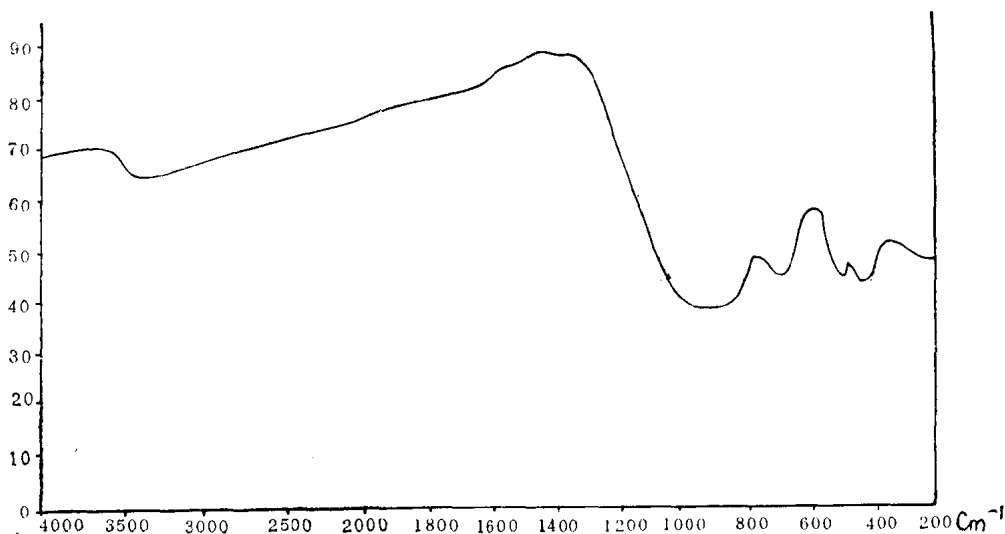
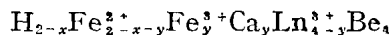


图 6 硅铍钇矿红外光谱曲线

且有羟基存在。

由于羟硅铍钇矿缺铁元素而改变了硅铍钇矿的分子式。

硅铍钇矿族用下列通式表示：



$$0 \leq y \leq 2; 0 \leq x \leq 2; 0 \leq x + y \leq 2$$

其中 Ln 表示镧系和钇。

在硅铍钇矿族中，三个端元组分具有两个特征：(a) Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 在八面体位置上有不同的占位；

(b) 具两个 OH 的空穴，由于羟硅铍钇矿中铁的位置缺席，而 OH 占据了铁的空穴。从而达到电价平衡，形成了新矿物——羟硅铍钇矿。

在自然界中，缺 Fe^{2+} 的硅铍钇矿很少见。从三角图上看一般都富含

成褐红色，形成一层砖红色或褐色薄膜。玻璃光泽。硬度低，比重4.44。具弱电磁性，折光率 $N_c=1.803$, $N_o=1.722$, $N_c-N_o=0.081$ 。X射线粉晶分析见表9。

表9 氟碳铈矿X射线粉晶数据

I	6	10	10	1	1	7	6
d(Å)	4.80	3.52	2.68	2.43	2.26	2.05	2.00
I	6	1	4	2	2	2	2
d(Å)	1.88	1.77	1.66	1.57	1.47	1.43	1.34

经化学分析， $Ce_2O_3=56.8\%$ ； $Y_2O_3=6.089\%$ （因样品少，只分析两项）。氟碳铈矿的红外吸收光谱见图7

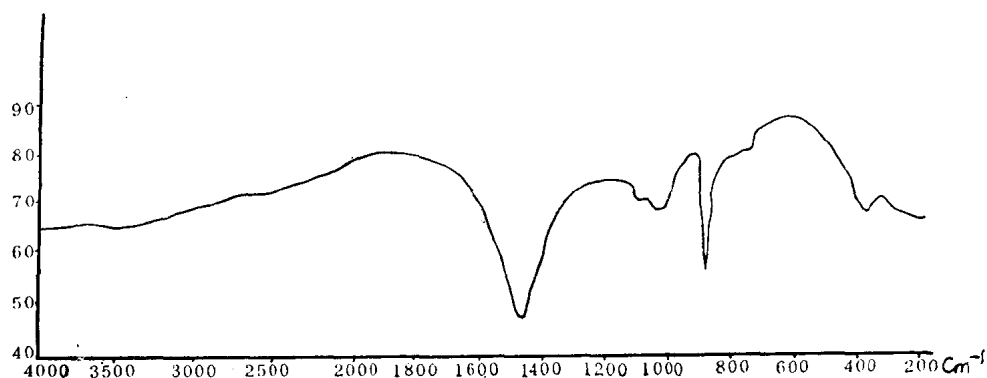


图7 氟碳铈矿的红外吸收光谱曲线

氟碳铈矿形成的地球化学条件：产地的氟碳铈矿集中处，含氟元素较高，铈元素高出其它地区2—2.5倍。因此，从化学成份上具备了形成氟碳铈矿的先决条件。

该矿物在弱碱性条件下形成。在 PO_4^{3-} 、 F^{-1} 、 CO_3^{2-} 与 Ce^{+3} 共同存在条件下，首先应形成独居石。本区独居石在生成阶段上早于氟碳铈矿，但磷含量低于克拉克值8—9倍，即在熔浆中 PO_4^{3-} 含量也极低，在形成独居石之后仍有一定的 Ce^{+3} 存在。 $TR-F-CO_3$ 之间又具有强的亲和力，稀土氟碳酸盐的电价补偿较简单，结合方式较稳定，有利于氟碳铈矿的形成，因此，本区氟碳铈矿含量较高。

该矿物与复稀金矿在空间上、时间上密切共生，常呈连生体在晶洞中产出，由此更进一步说明氟碳铈矿的形成条件是挥发组分大量释出，残浆中有大量的 Ce^{+3} ，在一个封闭的系统中形成的。

21. 复稀金矿 (Polycrase) $(Y, U)(Ti, Nb)_2O_6$

矿物形态基本上有两种：一种产于四号岩体内，为斜方晶系，多呈两端尖的纺锤状或哑铃状，少量呈扇形集合体，晶面上有纵纹；另一种产于七号岩体的深部，呈粒状。两种形态虽不一致，但都是贝壳状断口，新鲜断口处呈金属光泽或金刚光泽。具弱电磁性，硬度中等，比重4.75，浅褐色至褐黑色。在一个颗粒上色调分布不均。具变质性质，未经加

热的样品经X射线分析不显谱线，加热 750℃ 后有再结晶现象。复稀金矿X射线粉晶分析见表10

表 10 复稀金矿 X 射线粉晶数据

I	2	2	4	10	4	2	2	2	3	2
d(Å)	3.20	3.10	2.97	2.93	2.79	2.59	2.26	1.98	1.95	1.88
I	1	2	1	3	2	2	2	2	2	
d(Å)	1.85	1.78	1.72	1.68	1.58	1.56	1.52	1.20	1.17	

实验条件：FeK $\alpha\beta$ 靶，30kV、4mA、3小时， $\phi = 57.3\text{mm}$

复稀金矿的红外光谱曲线见图 8。

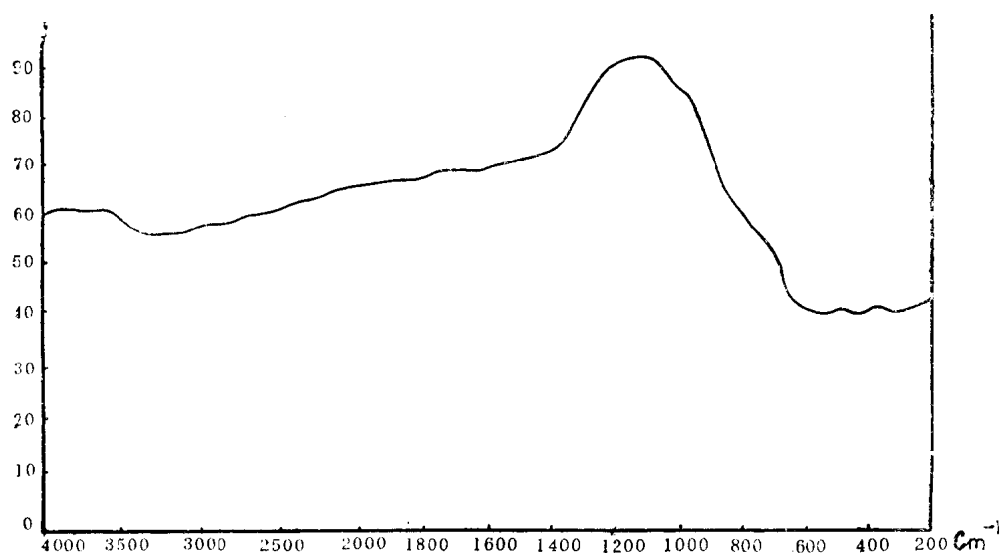


图 8 复稀金矿的红外光谱

22. 黑稀金矿 (Euxenite) (Y, U)(Nb, Ti)₂O₆

矿物产于含钽伟晶岩中。呈粒状，不透明。黑色，褐红色。条痕淡褐至灰白色。油脂光泽。硬度中等。贝壳状断口。性脆。无解理。在盐酸中部分分解。化学成分见表11。

23. 铍日光榴石 (Genthelvite) Zn₄[BeSiO₄]₃S

表 11 黑稀金矿的化学成份分析

化学成份	SiO ₂	RE ₂ O ₃	U ₃ O ₈	ThO	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	TiO ₂
分析值%	5.00	1.90	8.11	2.50	20.74	10.00	20.85

注：分析者：中国地质科学院

等轴晶系，多呈菱形十二面体的圆粒状，乳白色、白色微带浅黄色及无色透明，油脂光泽，也见有玻璃光泽的。粒度较小，一般在0.1毫米左右。比重3.2~3.5。比磁化系数 5.45×10^{-6} C. G. S. M立方厘米/克。锌日光榴石在紫外线下发鲜绿色光，阴极射线激发、发射光谱见图9。红外吸收光谱见图10；X射线粉晶分析见表12；激光光谱分析见表13；锌日光榴石的化学成份见表14。

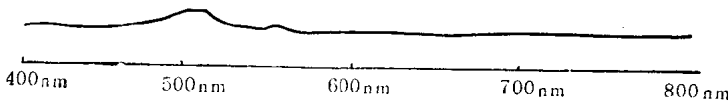


图 9 锌日光榴石阴极射线激发、发射光谱

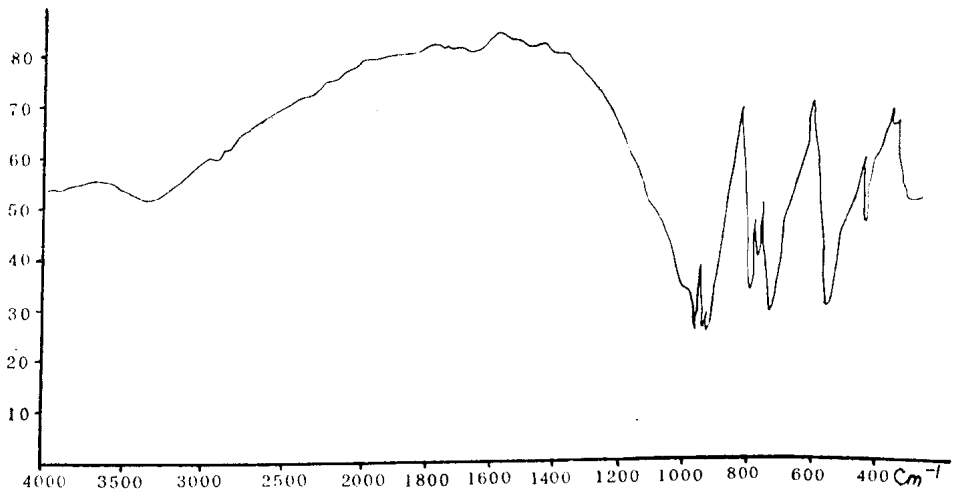


图 10 锌日光榴石红外吸收光谱曲线

表 12 锌日光榴石X射线粉晶数据

I	4	10	2	2	3	8	2	2	2	2	2	2	3	4	1
d(Å)	3.60	3.30	2.56	2.34	2.16	1.91	1.81	1.65	1.43	1.39	1.35	1.31	1.25	1.105	1.032

实验条件：FeK α β 靶，30kV、4mA、3小时， $\phi = 57.3\text{mm}$

表 13 锌日光榴石激光、光谱分析

元 素	Be	Si	Mg	Fe	Ca	Zn
含 量	1	35	2	5	3	10
分 析 者	广东九室					

表 14 锌日光榴石的化学成份

氧 化 物	ZnO	BeO	Al ₂ O ₃	MnO	TFe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	总 计
含 量 %	25.93	11.22	1.760	8.62	10.72	33.39	0.36	92.00
分 析 者	广东九室							