

稀有元素矿床地质

第 5 輯

鍮 矿 物 及 其 矿 床

A. И. 金兹堡等著

张遐齡 孙廷奎 合译

中国工业出版社

56.5715
552
55

苏联地质保矿部全苏矿物原料研究所

稀有元素矿床地质

第 5 輯

锺矿物及其矿床

А.И.金茲堡 Ф.Л.斯米尔諾夫
Л.В.契尔內舍娃 И.В.什曼林柯夫
Г.С.馬莫哲 В.М.格利高里耶夫
张退齡 孙廷奎合譯
周裕藩校

中国工业出版社

本輯主要是介紹鎢礦物及其性質；鎢的應用範圍及現代鎢工業的狀況；鎢礦床的地质情況及礦物成分特征，以及在礦床氧化帶中鎢的性狀等。

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ(ВИМС)

ГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Выпуск 5

МИНЕРАЛЫ ГЕРМАНИИ И ИХ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.И. Гинзбург, Ф.Л. Смирнов, Л.В. Чернышева,
И.В. Шматенков, Г.С. Мамджи, В.М. Григорьев,
ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ

МОСКВА 1959

* * *

稀有元素矿床地质

第 5 輯

鎢礦物及其矿床

張退齡 孫廷奎合譯

周裕藩校

*

地质部地质书刊編輯部編輯（北京西四羊市大街地质部院內）

中国工业出版社出版（北京佳園閣路西10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 · 各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ · 印张 $3^{11/16}$ · 字数86,000

1963年9月北京第一版 · 1963年9月北京第一次印刷

印数0001—1,675 · 定价(10-6)0.60元

*

統一書号：15165·1620(地质-161)

編輯委員會

А. И. 金茲堡 (主編)

И. И. 馬雷謝夫、Г. Г. 羅吉諾夫、И. С. 斯捷帕諾夫、

П. А. 特羅哈切夫、В. П. 法古托夫、Н. А. 赫魯紹夫、

Ю. Л. 切爾諾斯維托夫、И. В. 什曼年科夫、В. В. 謝爾賓納、

М. А. 埃依格列斯

本輯編輯 А. И. 金茲堡

目 录

前言	4
銻的主要用途和資本主义国家銻工业的現狀	
(И. В. 什曼年柯夫)	5
銻矿物 (Л. В. 契尔內舍娃)	10
富銻矿床 (Л. В. 契尔內舍娃)	37
促梅布矿床 (西南非洲)	37
利俄波耳德太子矿床 (刚果)	67
含硫銀銻矿和黑硫銀銻矿的玻利維亞矿床 (Ф. Л. 斯米尔諾夫)	79
銻石和硫銻鉄銅矿的黃鉄矿型矿床 (Ф. Л. 斯米尔諾夫)	82
銻的某些地球化学問題和富銻矿石的找矿标志 (А. И. 金茲堡)	91
鉄矿石中的銻 (Г. С. 馬莫哲, В. Г. 格利高里耶夫)	97
参考文献 (Л. В. 契尔內舍娃)	111

前 言

鍺在半导体技术上的絕无仅有的作用，以及由此推动起来的鍺生产的发展，都給苏联地质工作者提出一項重要任务——查明新的富鍺矿床和检查能否从所有已知的有色金属、煤、褐煤及鋁土矿床中順便提取出鍺。查明含有鍺含量达7—10%的鍺矿物（鍺石和硫鍺鉄銅矿）的硫化物矿石是有着特殊意义的。

几年以前認為鍺矿物是极其稀少的，只有矿物学意义。近年来对已知的促梅布（西南非洲）和利俄波耳德太子（刚果）的鍺矿物矿床已开始进行詳細研究和开采。

产生的问题是，这些矿物真是这样少見嗎？如果考虑到鍺石和硫鍺鉄銅矿在外貌上很象斑銅矿，而且长期以来在显微镜下观察时甚至把硫鍺鉄銅矿都当作斑銅矿的变种来描述，那么它們在很多情况下被地质工作者漏掉的可能性是不可避免的。对一些黃銅矿矿床和銅矿床所进行的詳細研究工作就說明了这一点，在这些矿床內发现的这些矿物均呈細小包裹体状态与斑銅矿共生。毫无疑問，鍺矿物的分布比假想的广泛得多，并且見于在有利于鍺富集度增高的条件下形成的一定类型的矿床中。

“稀有元素矿床地质”第五輯将向从事地质、找矿和勘探的广大人員介紹鍺矿物及其性质；鍺的应用范围及現代鍺工业的状况；已知的国外促梅布和利俄波耳德太子矿床的地质情况及矿物成分的特征，以及这些矿床的氧化带中鍺的性狀。結束語中則引述一些鍺的地球化学資料，并討論一下在溶液中可能使鍺富集度增加到形成独立的鍺矿物所需之极限的条件。

Г.С.馬莫哲和B.M.格利高里耶夫合著的闡述鉄矿石中鍺的某些性狀問題的“鉄矿中的鍺”的文章也收在本專輯內，这篇文章对于理解鍺的地球化学頗有好处。

編輯委员会認為，所提供的实际材料将有助于发现新的富鍺矿床。



鎳的主要用途和資本主义 国家鎳工业的現狀

在生产 and 消費鎳的科学、技术和經濟問題上，原料資源問題和以合理的技术經濟指标設計利用这种原料資源的工艺流程問題都是最复杂的問題。

1871年門捷列耶夫就預測了鎳的存在，并且認為它是未发现的金属中最有意义的一种。

門捷列耶夫的这一預測在周期律公布后15年就很快地得到了証实 [Винклер, 1886]。但是为了查明鎳的化学和物理性质却花費了整整60年的時間。在这段時間內曾經研究了鎳的地球化学特征，查清了它的原料資源，拟定了鎳的測定分析方法及其提取方法，确定了鎳的新的用途。

近十年来，利用了鎳的这样一些性质，如：可以炼制青銅、鋁和鎂合金；与金熔合可以形成适于制造精密鑄件的易熔合金；用二氧化鎳代替二氧化硅可以提高玻璃的折射率和色散性，可以加速化学过程（催化作用）。鎳与鉛、錫、鋁、鎂、銅、金、銀及其他金属的合金具有較高的耐蝕性、高度的可塑性、机械强度、良好的鑄造性能，因此适用于机械制造和仪表制造工业中，以及用于首飾和牙医方面。

鎳玻璃用于专门仪器（潛望鏡和測远器）中。搪瓷和釉中若加入二氧化鎳即可提高鉄制品瓷漆层的强度，若加入些鈮、鎢、鈦、鋯、鉍、鉻、硒、碲及其它元素的氧化物則可提高釉的裝飾效果。在制作无綫电工程用的敷过金属的制件时，若在陶器內加入4%的二氧化鎳則能更好地承受鎢、鈦、鎳或鋯的涂层。

鎳被用于光电元件，而它的化合物（鎳酸盐）則用于螢光灯上。在医疗事业上，鎳可用于治疗恶性貧血症。

由于对鎔的简单的和复杂的无机化合物、金属有机化合物及其合金的化学与物理化学特性进行研究的結果，取得了很大的成就。研究工作的方向主要是用鎔来代替一些元素，从而提高材料的质量，并使它們具有新的性质。但是，鎔的这种应用要求在比較廉价的条件下扩大它的生产规模。过去，鎔的地球化学特征和它在自然界中分布的規律性只使我們有可能利用有色金属和瓦斯生产的某些废品作为原料，但是它們数量不多，鎔含量不高，而且加工技术复杂。結果鎔的价格仍然很高（1 克大約10美元），因此曾設法用其它材料代替，而生产出的鎔只限于滿足科学技术研究工作的需要。已經进行过的工作是为了查明鎔的新的宝贵性质，了解它的应用范围，减低它的生产价格。結果这些研究工作获得了质的跃进，居然使鎔成为用于最新的和平技术和軍事技术上的最重要的金属之一。

研究鎔的不同性质及其在技术上应用領域的六十年，是以如此光輝的成就而过去的。虽然总共只有十年的時間，但是由于在鎔的原子物理方面所取得的成就及純单晶体鎔的特殊物理性质的发现，使鎔的命运发生了急剧的轉折。研究結果表明，在一亿个鎔原子当中，如果杂质原子不超过 1—2 个，則鎔的单晶体具有原来的导电性，它的电阻率为 50—60 欧姆/厘米。而熔有微量 (10^{-6} — $10^{-8}\%$) 杂质的鎔，則具有电子导电性(在有供体杂质——銻、砷和磷的情况下)和孔隙导电性(在有受体杂质——鎢、銱的情况下)。这时电阻率却有所降低。比如說，若在一亿个鎔原子中加入一个銻原子的話，那么电阻率便从 60 下降到16欧姆/厘米。如果把純单晶体的鎔或合金鎔的薄片夹在錫、銱和一些其它金属薄片之間的話，那么在它們相接触的地方就会生成一些薄层。这些薄层只允許同一个方向的电流通过，并产生巨大的反向电阻，即所謂交流电整流現象。

如果使鎔薄片与銱薄片相接触，那么在接触处就会由于扩散作用而形成含銱的鎔层。这个鎔层具有加强电流通过其自身的性

能。目前这些性能广泛地用于半导体技术中，来制造新的、比真空管更为有效的仪器(如用于整流的检波器,用于放大电流的晶体管),用于雷达装置中、电子计算机内、无线电广播、电视及其它无线电工程部门。

锗亦用来整强电流。锗仪器与汞、硒及其它整流器不同，它的电流利用率较高(达95%，而汞整流器只有65—70%，硒整流器只有75—80%)，外形尺寸小巧，操作简便，且经久耐用。

锗对热、光、放射性辐射、磁和电磁振荡的高度敏感性，为制造热力工程、冷藏装置、红外技术、剂量测定、温度测定及其它技术领域内使用的各种半导体仪器和装置开辟了广阔的道路。在其它有金刚石结构的半导体材料(其电导率介于 10^{-5} 到 10^{-10} 欧姆 $^{-1} \times$ 厘米 $^{-1}$ 范围之间)当中，锗就其电气特性而言仅次于单晶体的硅。但是所要求的硅的纯度却远较锗高(大约高10倍)。制取所需尺寸的纯硅单晶体的技术上的困难，给制取一定数量的硅造成了不可克服的障碍，因此必须加强锗的生产。在制取具有半导体性质的有色金属及稀有元素的各种不同的金属互化物、合金、氧化物和硫化物方面的研究工作，暂时还没有获得圆满的结果。因此尚不能广泛地用以代替锗。广泛分布在自然界中的天然半导体材料，早在无线电技术发展的初期，就用来作检波器使用(如方铅矿等)。但是由于其中有大量杂质存在，而且分布又不均匀，所以它们未能得到广泛的应用。另外，在应用这种天然半导体材料时所遇到的困难，曾使人们作出这样的结论：用半导体一般来说很难达到仪器工作所必需的稳定的工艺指数。稍晚些时候，这种意见就被实践中采用含有人工调节的杂质的单晶体锗这一事实所驳倒。

从1946年起，世界的锗产量有了显著的增长，并且有充分的依据认为，今后锗的生产和需求还要增加(表1)。

从表1可以看出，在过去十年当中，锗的产量增加了240倍，而在今后的十年里，将增加到1000倍。

表 1 資本主义国家的鋅生产量和需求量(吨)

年 份	生 产 量	需 求 量
1946	0.1	—
1948	0.4	—
1951	2.0—2.5	—
1953	10.5	—
1954	18.5	—
1955	23.0—24.0	20
1956	30.0	24—35
1957	—	40—45 (計劃)
1965	—	75—100(計劃)

在資本主义国家里，有色金属矿石和煤是鋅的原料来源，其中90%以上的鋅都是取自有色金属矿石。

美国的鋅产量主要是以密苏里，堪薩斯，俄克拉何馬三个州和伊利瑣-肯塔基地区所产的鋅矿石的綜合利用为基础的。选矿时得到的閃鋅矿精矿中，鋅的含量为60—150克/吨，即比原矿中的鋅含量高20—30倍。当冶炼这类精矿时，鋅主要是以氧化鋅的形式聚积在矿灰中，而后再以水冶法从其中提出鋅来。据现有資料估計，由这些矿石中提取的鋅儲量約为100吨。

美国还在大力研究其它有色金属以及煤、頁岩和褐煤的含鋅性。据美国矿业局的資料，某些煤中的平均鋅含量达10克/吨；有人設想将来有可能利用它們作为鋅原料的来源。可是，截至目前为止还没有見到将其用于工业方面的报导。

如果說美国主要是由鋅精矿中提取鋅的話，那末煤便是英国鋅原料的主要来源（虽然其中平均鋅含量只有7克/吨，也就是說比美国的低些）。但是，英国煤的特点是其中灰份的含量較低，而个别矿床的特点則是鋅和鎘的含量很高。如紐卡斯塔附近的霍尔利科尼金层中，鋅和鎘的含量大約都在100克/吨左右。目前英国就利用煤在气化和燃烧时所产生的煤灰来提取鋅和鎘。

在其它国家，特别是在日本、西德和印度，都在利用有色金属矿石和煤以工厂試驗性质进行鎔的生产。日本的鎔矿物原料主要是鎔含量达500克/吨的四国島矿床中的褐煤。

促梅布矿床的特点是其中見有大量的稀有鎔矿物——鎔石和硫鎔鉄銅矿。在选矿时，这两种矿物都分布在鉛-銅和鋅精矿之間。从1952年起开始掌握用浮选法将这些鎔矿物分成其中鎔含量由2到4.5公斤/吨的单独的精矿。

在剛果的利俄波耳德太子矿床的銅-鋅矿石中，鎔主要含于硫鎔鉄銅矿內，选矿时后者便落入銅精矿中。当这种精矿在鼓风机內熔成冰銅时，鎔便聚积在矿灰中。經過水法冶金以后，得到含70—80%公斤/吨的鎔和大量銅、鋅以及錳、砷及其它元素的滤渣。

根据对資本主义国家鎔资源的分析，使我們得出这样一个結論：这些国家目前多半都是利用煤来提取鎔。有趣的是，在英国从煤中每提出一公斤純鎔的价格是140英磅；在美国从有色金属中提取同量鎔的价格則为380—435美元；而在比利时則为159—200英磅。但是这并不意味着这个經濟指标就是将来选择鎔原料来源的因素。具有决定性意义的还是鎔生产增长的速度及規模。因为目前鎔还是作为順便組份来开采的，所以它的可能发展規模实际上是受着主要有用矿物开采規模的限制。如果根据鎔需求量增长情况而确定下来的发展速度能够得以保持，那末鎔生产的发展速度将比有色金属冶金的发展速度要快。那时，轉向新的鎔原料来源的趋势，将成为发展的必然結果。在这种情况下，無論从煤的开采規模，或是从煤的资源情况來說，它的作用都将得到显著的發揮。即使这样，也很难指望鎔的成本能够降低到可以使其利用于无綫电技术以外的其它技术領域中。因此必須加强富鎔矿床和富含鎔的有色金属矿床的普查工作。

改进加工技术以提高現有原料的鎔提取率，是增加鎔产量的极为可觀的潛力。为了解决这些任务，必須研究鎔在各种原料中的賦存形式，确定它在自然过程中的活动規律。

鍺 矿 物

在許多矿物中都含有呈分散状态的鍺，但是其中只有某些矿物的含鍺量高于1%，达到这个数值的矿物才能称为独立的鍺矿物。

目前已知有七种矿物含鍺較多：

鍺石 (germanite) — $\text{Cu}_3(\text{Fe, Ge, Ga, Zn})(\text{S, As})_4$ 或 $\text{Cu}_2(\text{Cu, Fe, Ge, Ga, Zn})_2(\text{S, As})_4$ ，鍺含量达10%。

硫鍺鉄銅矿 (reniérite) — $(\text{Cu, Fe})_3(\text{Fe, Ge, Ga, Zn})(\text{S, As})_4$ 或 $(\text{Cu, Fe})_2(\text{Fe, Ge, Ga, Zn})_2(\text{S, As})_4$ ，鍺含量达7.7%。

硫銀鍺矿 (argirodite) — Ag_8GeS_8 ，鍺含量达6.9%。

黑硫銀錫矿 (canfieldite) — Ag_8SnS_8 ，鍺含量达1.8%。

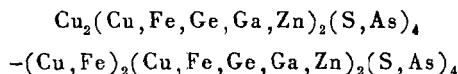
超基性矿 (ultrabasite) — $\text{Pb}_{28}\text{Ag}_{22}\text{Sb}_4\text{Ge}_3\text{S}_{51}$ ，鍺含量达2.2%。

施托特矿 (stottite) — $\text{FeH}_2[\text{GeO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，是一种含鍺最富的矿物，含鍺达29%。

未定名的矿物——鉛及鍺的基性硫酸盐，分子式： $(\text{Pb, Ge, Ga})_2(\text{SO}_4)(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，含GeO 达8.19%。

上面所列举的矿物中，目前以鍺石和硫鍺鉄銅矿的实际价值最大，而以硫銀鍺矿和黑硫銀錫矿的实际价值最小。其余矿物均不常見，而且数量不多。

鍺石-硫鍺鉄銅矿



鍺石和硫鍺鉄銅矿起初被列为等軸晶系 [de Jong, 1930; Waldo, 1935; Harcourt, 1942]，而后又被列入了假等軸晶系 [Lambot, 1950, Murdoch, 1953]。最近經研究工作者列維和普

罗沃[Lévy et Prouvost, 1957] 确定, 認為它們是正方晶系, 并且具有基本晶胞大小相同的黃銅矿-黃錫矿^① 型的晶格构造。

这两种矿物的化学成分彼此也很相近。鎳和鉄的含量不同(鎳石含的鎳比硫鎳鉄銅矿多, 含的鉄比硫鎳鉄銅矿少), 可能是由于在对鎳石进行化学分析时, 使用的材料不純的緣故。也可能象弗列舍尔[Fleischer, 1950] 所推断的那样, 硫鎳鉄銅矿是一种含鉄质的鎳石变种。

尽管鎳石和硫鎳鉄銅矿有着很相似的化学成份和结构, 但是在光学性质上彼此都有不同, 因此多数研究人員認為, 它們應該是两种各自独立的鎳矿物。

直到如今, 在矿物手册中鎳石仍然被列入硫砷銅矿(Cu_3AsS_4) 組內, 它的成分是用化学式 $\text{Cu}_3(\text{Fe}, \text{Ge}, \text{Ga}, \text{Zn})(\text{S}, \text{As})_4$ 或簡化式 $\text{Cu}_3(\text{Fe}, \text{Ge})\text{S}_4$ 来表示的。在丹納及其他等人的手册中[1946], 鎳石被列入 A_3BX_4 型矿物之內, 与硫銅矿(Cu_3VS_4) 一起共同組成一个特別的族。

根据列維和普罗沃最近研究的結果 [Levy et Prouvost, 1957], 鎳石和硫鎳鉄銅矿均应列为黃銅矿-黃錫矿族內, 它的成分可用一般化学式表示如下:



此族包括下列一些矿物:

	a_0	c_0	比重
黃銅矿 $\text{Cu}_2\text{Fe}_2\text{S}_4$	5.24	10.30	4.28
鎳石 $\text{Cu}_2(\text{Cu}, \text{Fe}, \text{Ge}, \text{Ga}, \text{Zn})_2(\text{S}, \text{As})_4$	5.32	10.46	4.30
硫鎳鉄銅矿 $(\text{Cu}, \text{Fe})_2(\text{Cu}, \text{Fe}, \text{Ge}, \text{Ga}, \text{Zn})_2(\text{S}, \text{As})_4$	5.32	10.46	4.31—4.4

① 众所周知, 黃銅矿和黃錫矿的构造是一种近于等軸晶系的简单的正方晶格。黃銅矿(黃錫矿)的基本晶胞好象是由高度增加一倍的閃鋅矿型的等軸晶胞組合而成, 也就是說黃銅矿(或黃錫矿)的 c_0 比 a_0 大一倍。

星云母① $\text{Cu}_2\text{Ga}_2\text{S}_4$	5.35	10.48	4.40
錫黝銅矿② $\text{Cu}_2(\text{Cu}, \text{Sn}, \text{V}, \text{Fe}, \text{Te})_2(\text{S}, \text{As})_4$	—	10.60	4.43
黃錫矿 $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$	5.46	10.72	4.44

現就鍺石和硫鍺鉄銅矿的性质描述如下。

鍺 石

施奈德洪于1915年在促梅布矿区首先发现了这种矿石，并于1920年〔Schneiderhöhn, 1920〕将其描述成为一种鉄和銅的未知硫化物，命名为“玫瑰矿石”(Rosaerz)。而在1922年普法尔〔Pufahl, 1922〕又把它描写成为 鍺的矿物，并且根据矿物中含的鍺元素定名为鍺石。

物理性质。按最新资料〔Lévy et Prouvost, 1955〕，矿物的晶系是正方晶系（带有假等軸晶系的基本細胞）。

鍺石晶胞的参数： $a_0 = 5.32$ ； $c_0 = 10.46$ KX； $\frac{1}{2}c_0 : a_0 = 0.984$ 。

鍺石的伦琴射綫分析結果見表2。

从表2中伦琴射綫分析数据的对比情况可以看出，鍺石的晶体构造与黃鉄矿或黃錫矿的构造相似。正如列維和普罗沃〔Lévy et Prouvost, 1957〕所認為的那样，它与黃錫矿晶格的區別在于，鍺石（和硫鍺鉄銅矿）的晶格中，錫的位置有一部分被鍺（以及鎳、鋅等）所占据，又有一部分被銅所占据（图1）。

- ① 星云母 $\text{Cu}_2\text{Ga}_2\text{S}_4$ ——就是不久以前在促梅布和利俄波耳德太子两个矿床的矿石中发现的第一个，也是唯一的鎳矿物〔Strunz, Geier, Seeliger, 1959〕。原先曾把它当作“灰色板状矿石”〔Schneiderhöhn, 1920—1921〕，矿物IV〔Moritz, 1933〕或者矿物“O”〔Strunz, Söhne, Geier, 1958〕描述过。
- ② 錫黝銅矿直到最近一个时期还被当作 $a_0 = 10.60 \text{ \AA}$ 的假等軸晶系矿物来描述。但是x光射綫研究〔Murdoch, 1953〕表明，它和鍺石及硫鍺鉄銅矿为均质结构。因此，如果認為鍺石和硫鍺鉄銅矿都是正方晶系时，則錫黝銅矿就應該列入黃銅矿—黃錫矿族之內。

鉻石通常都呈个别不规则的颗粒或致密的集合体。还没有发现过鉻石的晶体。矿物的颜色为浅红-灰色；金属光泽；条痕深灰-黑色；硬度4；比重4.46—4.59（计算值为4.30）；无磁性。这种矿石在外貌上很象斑铜矿，也很容易把它当成斑铜矿。

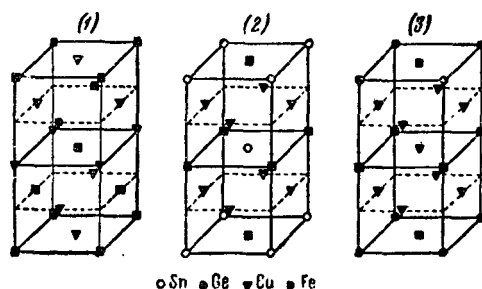


图1 黄铜矿(1)、黄锡矿(2)和硫铬铁铜矿或铬石(3)的晶体结构的比较图。据普罗沃和列维[Prouvost et Lévy, 1957]

光学性质。关于鉻石反射光的性质，托姆逊 [Thomson, 1942]、莫里茨 [Moritz, 1933]、施奈德洪和拉姆多尔 [Schneiderhöhn, 1920—1921; Schneiderhöhn和 Ramdohr, 1931; Ramdohr, 1955] 等都作过描述。

反射光下，鉻石呈深玫瑰色至带紫色色调的浅玫瑰灰色。矿物颜色仿佛介于硫砷铜矿与斑铜矿颜色之间，但无斑铜矿所特有的棕色色调。鉻石在形成锈色的初期阶段很象斑铜矿，但一般都比斑铜矿的色调浅些。

鉻石的反射率不高：绿色——22%，橘红色——21.5%，红色——21.5%。

这种矿物和与其相类似的硫铬铁铜矿、块状硫砷铜矿、脆硫砷铜矿、硫砷铜矿等不同，它在光学上为均质矿物。

没发现有内反射现象。

鉻石极易磨光，塔氏硬度属C级。根据条痕的情况，它属于

表 2 锗石、硫锗铁铜矿、“橙黄斑铜矿”的面间距离(d/n)和磨蚀强度(I)及其与黄铜矿、黄锡矿的对比

锗石 ¹		锗石 ²		硫锗铁铜矿 ³		硫锗铁铜矿 ⁴		橙黄斑铜矿 ⁵		黄铜矿 ⁶		黄锡矿 ⁷	
d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I
11.46	0.5			11.72	0.5								
10.13	0.5			10.25(τ)	0.5								
8.77(τ)	0.5			8.96(τ)	0.5								
7.50	1			7.50	1								
7.02(τ)	0.5												
6.25(τ)	0.5												
6.11	0.5			6.05	0.5								
5.31	1			5.30	0.5								
4.74	0.5			4.80	0.5								
4.32	2			4.31	2								
3.73	0.5			3.75	0.5			3.8					
				3.55	0.5								
3.42	0.5												
3.34	0.5			3.34	1			3.28	0.5				
3.054	10	3.06	很强	3.06	10	3.07	很强	3.08	6.0	3.03	10	3.12	10
2.96	0.5			2.96	0.5								
2.83	1			2.82	1			2.82	1.0				
2.64	4	2.65	弱	2.65	3	2.66	弱	2.68	1.0	2.61	6	2.71	6
				2.56	0.5								
2.40	0.5			2.50	0.5			2.49	1.0				
2.37	0.5			2.386	0.5			2.38	1.0				
2.255	1			2.255	0.5			2.22	0.3				
2.16	0.5			2.163	0.5								
				2.13	0.5			2.11	0.2			2.14	2
2.083	1			2.075	0.5								
				2.03	0.5			1.965	0.3				
								1.930	0.3				
1.87	8	1.87	很强	1.87	8	1.88	很强	1.890	4.0	1.855	10	1.911	10
				1.858	0.5								
				1.816	0.5								

軟矿物（中等硬度）。突起較砷黝銅矿、黝銅矿略低，而比閃鋅矿低得多，但較方鉛矿及斑銅矿为高。

鍺石在鏡下呈他形結構，常在方鉛矿、砷黝銅矿等矿物基质中呈分散的圓形顆粒及粒状集合体。最具有代表性的是鍺石被硫鍺鉄銅矿置換而形成的板状和格状結構；某些鍺石顆粒具帶状或斑点状結構。

标准試剂：HCl, KOH, KCN, HgCl_2 对鍺石均不起反应。 HNO_3 和 FeCl_3 （据施奈德洪和穆尔迭奇）对鍺石也不起反应。但根据其它資料， HNO_3 和 FeCl_3 能对鍺石起反应。受 HNO_3 作用时，呈現棕色。

矿物的內部結構是用 HNO_3 （加浓的）+ H_2O_2 （1:2）和少量等量的 KClO_3 及 KCl 查明的。

化学成分和性质。不同研究人員对促梅布的鍺石所进行的化

表 3 鍺石的化学分析（重量百分比）

分析号	Cu	Fe	Ge	Ga	Zn	Pb	As	S	SiO_2	不溶残渣	总和
1	42.12	7.80	10.19	1.85	3.93	0.96	1.37	31.27	—	—	99.49
2	45.39	4.56	8.70	0.76	2.58	0.66	4.13	30.65	0.23	1.89	99.55
3	45.40	7.22	6.20	—	2.61	0.69	5.03	31.34	0.75	—	99.24
4	39.44	10.70	7.04	—	3.56	0.26	4.86	31.44	1.68	—	98.99

附注：1, 2, 3, 4——采自促梅布（西南非洲）矿床的鍺石；1——克列姆所作的分析[1927]，載于莫里茨 [Moritz, 1933] 的著作。用近乎純材料进行的唯一的分析；2——克里泽尔 [Krisel, 1924] 所作的分析：样品重 50 克，其中可能含有砷黝銅矿和黄鉄矿，未被溶解的残渣有： Mo , 1.282%； WO_3 , 0.184%； CaO , 0.122%； C , 0.136%； Cd , 0.071%； MgO , 0.055%； Mn , 0.02%； Co , 0.013%； Ag 和 Au , 0.005%； TiO_2 , 0.004%； Ni , 0.001%；3——普法尔 [Pufahl, 1922] 所作的分析。被分析的样品中含砷黝銅矿达 20%；4——托达所作的分析，在托姆逊 [Thomson, 1924] 和莫里茨 [Moritz, 1933] 的著作中均有記載。被分析的样品中含黄鉄矿約 17%，含砷黝銅矿 5%，含其它杂质 1%。