

稀土矿物鉴定手册

地质科学研究院地质矿产所稀有组编

地质出版社

62
46

P 575-62

D 46

稀 土 矿 物 鉴 定 手 册

地质科学研究所地质矿产所稀有组

地 质 出 版 社

稀土矿物鉴定手册

地质科学研究所地质矿产所稀有组

*

地质局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

北京印刷八厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1973年5月北京第一版·1973年5月北京第一次印刷

统一书号：15038新18 定价0.75元

前言

稀土金属包括镧、铈、镨、钕、钷、钆、铽、镱、铀、钫、铯、钍、钒、铪、铋、镳及钇。由于稀土元素具特殊性能，混合稀土金属在冶金、玻璃、化工、石油及原子能工业方面得到广泛利用。单一稀土金属，如钇、铈、铉、钕、钐、钐、钐、钐等是原子能工业和电子工业的重要材料。含钕的钕铝石榴石和含钇的铁石榴石可用于雷达工业和激光材料。象镨、铈、铈、镳这些元素最近在工业利用上也有大的突破。随着生产上对单一稀土金属的分离工作不断改进，各种单一稀土金属在民用和国防方面的应用将更为广泛。

随着我国社会主义革命和社会主义建设事业的飞跃发展，特别是无产阶级文化大革命以来生产力的巨大发展，稀土金属在各方面的应用范围更大了，质量要求也更高了，因此要求寻找更多的新的稀土金属矿产资源，扩大已有的稀土矿物原料基地。与此相应，迫切要求提高稀土元素矿物的研究和鉴定工作。

目前，世界上已知的稀土矿物及其亚种约计 150 个，含稀土元素而不成独立稀土矿物的，当远不止此数。在工业利用上较为重要的矿物有独居石、氟碳铈矿、氟菱钙铈矿、烧绿石、磷钇矿、硅铈钇矿、褐钇铋矿等。

稀土矿物一般粒度细，成分复杂，鉴定起来比较困难。对稀土矿物的鉴定常常需要采用综合的方法。除本文提到的一些方法，如矿物分离、油浸法、比重测定、X光粉晶分析、

差热分析等方法外，常常还要借助于物相分析、各种仪器分析以及地质条件的研究等。本文提到几种方法，比较普通，适于目前野外地质队实验室使用。如果通过这些方法还不能准确鉴定矿物，则需将样品送有关专门实验室分析鉴定。

本手册收集了1972年第二季度以前国内外发表的稀土矿物鉴定资料，主要包括约150种独立稀土矿物和80种含稀土元素矿物。独立稀土矿物，分别详细列出其物理性质、化学成分、光学性质、稀土配分值、差热曲线及X光粉晶数据。含稀土元素矿物仅简要列出其稀土元素含量、晶系、晶形、颜色、硬度、比重、折光率、X光粉晶主要数据等几项资料。为了方便初学读者，本手册第一、二两章简要介绍稀土矿物的一般特征及鉴定方法。

稀土矿物译名，尽量采用已通用的名称，仅对少数明显不合理的做了修改。文后附有中、英、俄矿物名词对照表。某些矿物是本手册首次译名的，在对照表中以*表示。

由于资料来源不同，研究程度不一致，个别矿物的可靠性还有一定问题。加之我们水平不高，本手册肯定会有不少缺点和错误，请读者批评指正。

目 录

前言

第一章 稀土矿物的一般特征	1
一、稀土矿物分类	1
二、稀土矿物外表特征	1
三、稀土矿物的折光率	2
四、稀土矿物的似晶体化现象	3
第二章 稀土矿物鉴定方法简述	4
一、概述	4
二、矿物分离的基本方法	7
三、油浸法	10
四、比重测定	17
五、X光粉晶分析	21
六、差热分析	24
第三章 稀土矿物鉴定资料	27
一、稀土氟化物类	29
二、稀土碳酸盐类	33
三、稀土氧化物类	58
四、稀土硼酸盐类	97
五、稀土硫酸盐类	99
六、稀土矾酸盐类	101
七、稀土砷酸盐类	102
八、稀土磷酸盐类	105
九、稀土硅酸盐类	118
第四章 稀土矿物及含稀土元素矿物鉴定表	167
均质体和似晶体	168

一轴晶正光性.....	181
一轴晶负光性.....	187
二轴晶正光性.....	191
二轴晶负光性.....	197
轴性或光性不明.....	203
第五章 稀土矿物及含稀土元素矿物比重表.....	205
附录	210
某些矿物的稀土元素含量表.....	210
中、英、俄矿物名词对照表.....	212
主要参考文献	223

第一章 稀土矿物的一般特征

一、稀土矿物分类

稀土矿物大致可分九大类：（1）氟化物类，（2）碳酸盐及氟碳酸盐类，（3）氧化物类，（4）硼酸盐类，（5）硫酸盐类，（6）钒酸盐类，（7）砷酸盐类，（8）磷酸盐类，（9）硅酸盐类。其中硅酸盐和氧化物占大多数，其次是氟碳酸盐，碳酸盐，磷酸盐和氟化物。而硼酸盐，钒酸盐和砷酸盐矿物为数很少。稀土元素的工业矿物均属前五类。

由于类质同象作用广泛发育，稀土元素与钙、锶、钡、锰、锆、钍等呈类质同象置换，使许多造岩矿物、副矿物和稀有元素矿物含一定量稀土元素。

根据稀土矿物对稀土元素具有不同的选择性，可将稀土矿物分为：选择镧的——如铈铀钛铁矿；选择铈的——如氟碳铈矿；选择铈-钕的——如易解石；选择钐-钕的——如铈钐矿；选择镨-（铈）-钕的——如钐铀烧绿石等；无选择性的——如铈磷灰石等。

二、稀土矿物外表特征

颜色：稀土矿物颜色复杂，从浅色至深色，但其变化仍有一定规律性，稀土氧化物和硅酸盐矿物颜色最深，从黑色至不同色调的棕色，稀土碳酸盐和磷酸盐矿物通常由浅棕至浅黄色，含水的稀土碳酸盐和磷酸盐矿物颜色最浅，几乎呈白色。

晶形：也是鉴定矿物标志之一。某些稀土矿物晶形特殊，根据晶形就能正确鉴定，如褐钇铈矿、铈铈钙钛矿等。

光泽：稀土矿物折光率在1.6—1.7之间的常具玻璃光泽，有时为金刚光泽。氧化物类稀土矿物折光率很高 (>1.9)，呈金刚光泽和半金属光泽。水硅铈钛矿，水磷钇矿和其他表生矿物的集合体光泽暗淡。

硬度和比重：稀土矿物中硬度最大的是硅钛铈矿、硅铈钇矿、褐帘石、褐钇铈矿，其硬度 >6 。稀土硅酸盐和稀土氧化物矿物大部分硬度5—6。稀土氟碳酸盐和磷酸盐（氟碳铈矿，独居石，磷钇矿等）矿物硬度4—5，而镧石、水磷钇矿、水氟钙钇矾等含水矿物硬度最小，约2—3。

稀土矿物比重的变化幅度较大，从氟铈矿和方铈石的比重7到水氟钙钇矾的比重2.3。比重小于3的为数很少，主要是含水的碳酸盐，磷酸盐和硅酸盐矿物。大部分稀土矿物比重在3.5—5.5，主要是稀土氧化物和稀土硅酸盐。

三、稀土矿物的折光率

稀土矿物类的折光率占有很宽的范围，其中氟钙钠钇石，水氟钙钇矾和钇萤石折光率 (N) 小于1.5，镧石 $N < 1.6$ ，多数稀土矿物 $N = 1.6—1.8$ ，硅钛铈矿、独居石、铈磷灰石、钇榍石 $N = 1.8—2.0$ ，似晶体化的稀土氧化物，如钛稀金矿、铈钇矿、铈铈钛铁矿、钛钇钍矿折光率最高 $N > 2.0$ 。似晶体化稀土硅酸盐矿物（褐硅硼钇矿，淡红硅钇矿） $N > 1.6—1.7$ 。

借助光性、折光率和比重测定可鉴别稀土碳酸盐矿物。如一轴晶正光性矿物可测定 N_o 来鉴定；一轴晶负光性矿物测比重来鉴定；二轴晶负光性矿物测比重及 N_g 、 N_p 均能鉴别。

四、稀土矿物的似晶体化现象

似晶体化现象在稀土氧化物和稀土硅酸盐矿物中广泛发育，可视为这一类矿物特点之一。所谓似晶体就是矿物具晶体外形而没有晶体的性质。其现象是：

(1) 不论何种晶系都呈光性均质体，有时局部残留非均质性。(2) 无解理，贝状断口，一般是沥青光泽，有时玻璃光泽。(3) 矿物是X光非晶质，当加热到一定温度后，矿物恢复结晶状态。因而在做X光粉晶分析之前要先加温使矿物再结晶，然后才能照象。(4) 从似晶体化恢复到结晶状态的加温范围为400—900℃，同时在差热曲线上呈现放热反应。就同种似晶体化矿物而言，重结晶温度大体上是一致的。因此差热分析方法可用于鉴定矿物。

形成似晶体化的一个主要原因是稀土矿物中存在着铀钍等放射性元素，因而似晶体化矿物总具放射性。

第二章 稀土矿物鉴定方法简述

一、概 述

稀土矿物的鉴定方法和一般矿物的鉴定方法,大致类似。要准确鉴定稀土矿物,首先必须熟练地掌握一般矿物的鉴定方法。另外,有些稀土矿物粒度细小,比较罕见,而且成分复杂多变,因此在鉴定矿物时还要采用一些特殊的鉴定方法。

稀土矿物用肉眼常不易发觉,或者见到后不容易准确定名。这时了解稀土矿物产出的地质条件、矿物共生组合,对鉴定稀土矿物,有重要意义。比如,在花岗伟晶岩中,常见到铈钇矿、褐钇铈矿、硅铈钇矿、淡红硅钇矿等稀土矿物,而在与超基性—硷性岩有关的伟晶岩中,这些矿物却不易见到,常见的是铈铈钙钛矿、菱黑稀土矿、绿层硅铈钛矿、硅铈石等矿物。同样,在花岗伟晶岩中,如遇到由黑云母、斜长石、石英组成的文象或准文象构造伟晶岩,则可望见到褐帘石、易解石等稀土矿物,如遇到的是白云母、钠长石、石英交代伟晶岩,则上述矿物难于见到,常见到的是氟碳铈矿、稀土烧绿石等矿物。

稀土矿物,有时在普通光薄片上不易遇到。因此,鉴定前需对矿石进行破碎分离,再经重选、电选、电磁选等方法以获得较富集、较纯净的稀土重矿物。同时借以求得矿物的电磁性、比重、介电性等资料。通过上述方法得到的稀土重矿物,可直接供双目镜观察用或供其他分析鉴定用。

用双目镜观察矿物，是鉴定稀土矿物的基本方法，要充分重视；有些矿物，在双目镜下很快就能定名；有的矿物，双目镜下虽然不能准确定名，但也可查出其所属类别，供进一步选用鉴定方法时参考。

双目镜下观察，主要是研究矿物的外部特征，如晶形、颜色、条痕、光泽、晶纹、解理、断口、裂纹、透明度、表面薄膜、双晶与连晶等。因为根据晶形、颜色、光泽等特征很容易鉴定象褐钇铈矿、磷钇矿、独居石、稀土烧绿石、铈铌钙钛矿等矿物。另外根据晶形、颜色、透明度、光泽等还很容易判断所鉴定的矿物是稀土氟碳酸盐、稀土磷酸盐，还是稀土氧化物、稀土硅酸盐，从而根据不同类别的稀土矿物成分和构造特点，选用最适当的鉴定分析方法。区别稀土矿物与其它稀有元素矿物及一般造岩矿物时，其晶形、颜色、光泽、透明度、断口等外部特性，也是很重要的鉴定特征。

经过双目镜下观察，初步确定为稀土矿物后，便可进行各种物性、光性和化学性质的室内鉴定和分析。室内鉴定和分析，最常采用比重测定、油浸法、差热分析、X光粉晶分析、微化试验、化学分析、光谱分析、X光光谱分析，以及红外线光谱分析、“电子探针”等方法。

不同类的稀土矿物，最好选用不同的鉴定方法。比如稀土氟化物、碳酸盐和氟碳酸盐矿物，采用油浸法、比重测定及差热分析能收到良好效果；稀土磷酸盐采用微化试验、油浸法及比重测定较好。而稀土硅酸盐，特别是稀土氧化物，类质同象置换发育，成分复杂，比重不定，折光率高，采用油浸法和比重测定效果就较差。

X光粉晶分析，对各类稀土矿物都是重要而有效的鉴定

方法。X光粉晶分析不足之处，是它只能定出矿物族，定矿物种或亚种就比较困难。比如，经X光粉晶分析，定出矿物属易解石族，但矿物究竟为铌易解石或为钛易解石，则不能确定，还要辅以差热分析、化学分析等手段。

化学分析、X光光谱定量分析和光谱定量分析，是鉴定稀土矿物经常采用的重要方法。确定矿物中稀土元素总量或其中各稀土元素的分量，不但对矿物鉴定是必须的，而且对矿物的工业利用也是必须的。化学分析、X光谱定量分析和光谱定量分析可结合进行。根据元素性质，矿物中某几项元素用化学分析，另外几项元素用X光谱和光谱定量分析。

进行化学分析和X光谱定量分析前，最好先作矿物的光谱半定量分析。因光谱半定量分析所提供的资料，有时结合其他数据，就能确定矿物的名称，无须再作化学分析。同时，光谱半定量分析还可测定矿物中可能含有的元素，以供化学分析时选用最合理的流程。

X光光谱分析是目前对16个单一稀土元素准确定量的唯一有效方法，对研究矿物中稀土配分特点，是必不可少的。

近年来，日益广泛地采用“电子探针”和红外线光谱来鉴定稀土矿物。“电子探针”最大特点是用样品少，同时能定性和定量，并可了解元素在矿物中的分布，以及赋存状态。红外线光谱适用于矿物的晶体结构和晶体化学的研究，如矿物的有序-无序和类质同象，以及矿物中 H_2O 和 CO_2 的含量及其存在状态的研究等。

稀土矿物中常有不等量的铀、钍等放射性元素存在，使矿物具放射性。在包围稀土矿物的其他矿物或岩石上，常见由放射作用引起的放射状裂纹。含放射性元素的稀土矿物在地表受到氧化，常被覆有黄褐色薄膜。这些都可作为鉴定特

征。同时，由于放射性元素的影响，稀土矿物晶格受到破坏，成为似晶体，在进行热处理时矿物硬度、比重、折光率，常常随着温度的增高而增高。鉴定似晶体矿物，一般采用差热分析和X光粉晶分析。

下面主要就鉴定稀土矿物的方法，简略进行描述。

二、矿物分离的基本方法

1. 破碎与筛分方法

原生稀土矿石需先行破碎，解离出矿物单体。常用的破碎方法除手碎外，还可采用颚式碎矿机，对滚碎矿机和棒磨、球磨、盘磨碎矿机等。碎矿条件的选择，视矿物粒度而定，既要把矿物单体解离出来，又要尽可能保留矿物晶形的完整，避免过度粉碎，以便分离和鉴定。为此，在碎样之前应磨片测定矿物的颗粒度，了解稀土矿物的赋存状态，并边破碎边过筛。

此外，超声波技术已用于碎矿工作，效果较其它破碎方法好。

2. 矿物磁性分离方法

磁选：利用永久性磁铁可选出重砂样品中的强磁性矿物，属强磁性的矿物有磁铁矿、钛磁铁矿、磁黄铁矿、自然铁、磁性铂等。

电磁选：电磁选法用来分离磁性较弱、不能用永久磁铁分离的矿物。我国目前通常使用WCF₁-63型自动电磁分选仪，其特点是磁场强度大，能任意调节，加矿和分离过程均系自动控制，仪器的水平倾斜角和侧面倾斜角还可视分离样品的情况加以调节。

采用WCF₁-63型自动电磁分选仪，不仅大大提高分离效率，而且能提纯若干比磁化系数相差较小的矿物，如独居石

和磷钇矿，闪锌矿和黄铜矿等。

3. 按矿物比重分离方法

按比重分离矿物是最有效的分离方法之一，无论在工业选矿上或在矿物分离上均常使用。按比重分离矿物方法较多，这里只提及淘洗法，重液和重液离心分离。

淘洗：在野外和室内都可采用，熟练掌握淘洗技术既能分离轻矿物和重矿物，又能对重矿物进行分离，如铌铁矿和锡石，褐钇铌矿和独居石的分离等。

淘洗工作一般在水中进行，若样品细小可加少量水玻璃以防止矿物漂浮。在少量样品精淘时，可考虑用乙醇做淘洗液。

淘洗法具设备简单，效率高，成本低，对人体无害等其它方法所没有的优点。

重液分离和重液离心分离：重液分离是按矿物比重不同，选择适当重液，将砂矿样投入其中，比重小于重液的矿物浮于重液上部，大的沉于其底部，从而分成两部分。在重砂分离中通常使用的重液为：

三溴甲烷 (CHBr_3) ——比重2.9

四溴乙炔 ($\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4$) ——比重3.0

二碘甲烷 (CH_2I_2) ——比重3.3

前两种重液可与酒精溶合，后一种可溶于苯，这样就能根据其可溶性配出不同比重的重液，应用于矿物分离工作。

重液分离虽简便有效，但目前所生产的重液比重不高，使用范围受到限制。此外重液价格较高，有毒性，要在有通风设备的条件下工作。

目前最好的重液是克列里奇液，比重为4.27，化学性质稳定，能以任何比例与水混合，且无毒性，唯价格昂贵，很

少使用。

重液分离一般在淘洗、磁选、电磁选之后进行，以减少重液消耗。

重液离心分离一般应用于以下两种情况：（1）待分离样品中重砂矿物含量特别少，用一般分液漏斗分离时轻矿物常常阻碍重矿物下降；（2）样品粒度细小，重矿物不易突破重液表面张力和与轻矿物的粘附力。这时借助离心机的离心力能得到良好的分离效果，但效率较低。

4. 矿物电性的分离方法

近年来，我国矿物工作者研制了高频介电分离仪，根据矿物的电性，即利用矿物的不同介电常数分离矿物的新方法。

高频介电方法的原理，是将一个单一的高频电极插入装有矿物和介电液的分离容器中，电源接通后，便能在电极周围产生高频电场，由于它是一个不均匀的电场，场强自电极中央向周围逐渐减弱。所以被极化了的物质表面所形成的正和负的表面电荷中心，就处于不同场强的位置并受到不同大小作用力的作用。两种矿物，由于其介电常数不同，其中受作用力大的矿物就被拉向强电场方向，自周围向中央沿半径作直线移动，从而与受作用力小的矿物分开，也就是将不同介电常数的矿物分开。两种矿物在高频电场中的分离，除决定于介电常数外，电场梯度、矿物颗粒的大小等也有关系。

高频介电分离能分离脉石矿物，也能分离金属矿物，使用范围比低频介电分离大。实验证明，只要二种矿物介电常数大于2，分离效果就较好，效率比手挑矿物高数十倍以上。

目前高频介电分离方法用于分离比重大于3.3的无电磁性的重矿物组合。对以下矿物组合分离效果较好：

金红石和锆石；锡石—细晶石—锆石；
独居石—铌金红石—黑稀金矿—复稀金矿；
独居石和磷钇矿。

5. 化学处理

这种方法适用于有用矿物含量少、粒度极细、磁性比重等物性相近，但化学性质稳定的矿物样品。其原理是根据不同矿物具有不同的溶解度，经化学处理，使矿物分离。使用此法（同其它方法相配合）分离矿物有纯度高，流程简单的优点，但消耗化学试剂多，成本较高。

三 油 浸 法

油浸法是一种快速、简便鉴定稀土矿物的方法。

油浸法鉴定稀土矿物和鉴定其他矿物的原理完全相同。把要鉴定的矿物浸没在折光率为已知的浸油中，进行折光率观察对比，当矿物和浸油的折光率相近或相等时，根据浸油的折光率，即可推出所测矿物的折光率，从而确定矿物名称。

油浸法鉴定矿物，需先配备一套浸油。这套浸油的折光率用专门仪器测定，并按折光率的大小，依一定间距（通常间距为 0.003）排列，放在特制小瓶中，供鉴定矿物时对比折光率用。

油浸法一般适用于折光率中等或较小的矿物，对高折光率（ $N > 2.00$ ）的矿物，一般要用固体折光率指示剂。

浸油和固体折光率指示剂的折光率在使用时要经常检查，并视温度不同加以校正。

1. 油浸薄片的制备

分离出来的单矿物，如颗粒较大，可将其敲碎，用针尖挑出粒度相近的碎屑，放于载玻璃上，然后盖上盖玻璃。欲