

重砂矿物分析

(岩矿鑑定班用)

成都地质学院勘探教研室

一九七六年

毛主席语录

开发矿业

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

前 言

“无产阶级文化大革命是使我国社会生产力发展的一个强大的推动力”。随着我国社会主义建设的发展，对矿产资源的需要日益增长，相应的推动了地质普查，勘探和研究工作的发展。矿产的找寻、勘探及矿产的综合利用、综合评价广泛开展，促进了重砂矿物分析的迅速发展。为适应社会主义建设的需要，为适应教育革命形势的需要，为使教材紧密结合生产实际，反映我国重砂工作人员积累的丰富经验，我们走出校门，到一些省地质局、冶金勘探公司、设计院、地质队、区测队等有关重砂实验室，以及参加重砂分析经验交流会议学习调查，收集资料，随即着手编写了本教材。

《重砂矿物分析》共分三篇：重砂矿物分析方法一篇中介绍了重砂矿物的分离、鉴定及定量方法。其中对近年来的新技术、新方法尽可能予以介绍，对我国重砂矿物分析的生产，教学、科研实践的宝贵经验和成果尽可能汇集。为适应开门办学，为生产实际需要，在第二篇中将各种重砂样品的工作方法，概括的介绍了样品的采集、重砂样品的分析方法、资料整理等工作方法，并列举了 235 种矿物组合的精选方法和条件作为实例。第三篇我们按重砂矿物鉴定表为索引，编入近二百种常见的重砂矿物。

本书力争教学和生产实际相结合，力争反映我国、特别是无产阶级文化大革命以来的新技术、新方法；力争反映我国重砂人员在生产、教学、科研积累的丰富经验和研究成果；力争有利于重砂人员自学及实际工作需要的参考；有利于教学紧密结合生产、科研任务，开门办学，在三大革命斗争中培养重砂人员。

本书中吸取了各生产、教学、科研单位所积累的宝贵经验、资料和科研成果，中国科学院地球化学研究所周正同志为本书编写了单矿物精选实例一章。谨此，我们一并表示衷心地感谢。

本书除可供岩矿鉴定班教学外，亦可供生产、科研单位重砂人员作参考。

由于水平有限，收集资料不够，编写时间短，且原稿未能征求有关单位的意见，因而错误和缺点一定不少，希阅者批评指正。

《重砂矿物分析》编写组

一九七五年十二月

目 录

绪 论	(1)
(00一、重砂的概念	(1)
(00二、重砂矿物分析目的任务及内容	(1)
(00三、重砂矿物分析的地质意义	(2)
(00四、重砂矿物分析项目及要	(11)
(00五、重砂矿物分析的现状	(11)
第一篇 重砂矿物分析方法	(13)
(第一章 重砂矿物的分离方法	(13)
(101第一节 按矿物比重分离	(13)
(80一、淘洗法	(13)
(80二、机械水选	(16)
(80三、重液分离	(18)
(00四、固熔体分离	(20)
(00五、风力分离	(21)
(102第二节 按矿物磁性分离	(24)
(10一、磁选	(25)
(10二、电磁选	(25)
(10三、焙烧磁选	(34)
(10四、磁化法	(35)
(103第三节 电磁重液法	(36)
(10一、原理	(36)
(10二、电磁重液仪	(36)
(10三、分离介质	(37)
(10四、电磁重液分离方法	(38)
(10五、分选实例	(38)
(104第四节 按矿物电性分离	(39)
(10一、介电分离	(40)
(10二、静电分离	(57)
(10三、电化学法	(64)
(105第五节 按矿物的光热色等性质的分离	(69)
(10一、光学分离器	(69)
(10二、热粘着分离机	(70)

三、色度矿物分选机·····	(71)
第六节 按矿物形态分离·····	(72)
一、矿物形态分离·····	(72)
二、粒度分离·····	(75)
第七节 按矿物表面性能分离·····	(76)
一、浮选法·····	(76)
二、粒浮法·····	(81)
三、粘附面上离心分离·····	(83)
第八节 按矿物化学性质分离·····	(90)
一、选择性化学溶解分离·····	(90)
二、利用薄膜反应分离·····	(94)
三、氢氟酸冷溶分离·····	(95)
第九节 重砂矿物分离的辅助方法·····	(96)
一、称重·····	(96)
二、缩分·····	(97)
三、脱泥·····	(97)
四、烘干·····	(98)
五、碎样·····	(98)
第十节 重砂矿物的可选性质表·····	(98)
第二章 重砂矿物的鉴定方法·····	(100)
第一节 双目显微镜下的鉴定·····	(100)
一、晶形·····	(101)
二、颜色·····	(101)
三、条痕·····	(101)
四、光泽·····	(101)
五、透明度·····	(102)
六、解理和断口·····	(102)
七、硬度·····	(102)
八、延展性及脆性·····	(102)
九、浑圆度·····	(102)
十、粒度·····	(103)
十一、包裸体·····	(103)
十二、连生体·····	(103)
第二节 偏光显微镜下的鉴定·····	(103)
一、浸油的配制·····	(103)
二、矿物折射率的测定·····	(108)
三、偏光显微镜下矿物光性的观测·····	(112)
第三节 反光显微镜下的鉴定·····	(126)
一、反光显微镜的构造·····	(126)

二、吸收性矿物的晶体光学基本原理	(127)
三、矿物的反射率	(129)
四、矿物的反射色	(135)
五、矿物的内反射	(138)
六、矿物的双反射和反射多色性	(141)
七、矿物在直射相交偏光下的光学性质	(143)
八、聚敛相交偏光下的偏光图	(147)
第四节 重砂矿物化学鉴定法	(152)
一、化学鉴定法的方法概述	(152)
二、矿物的溶解和分解	(161)
三、重砂矿物中元素的化学鉴定	(163)
第五节 矿物比重的测定	(189)
一、重液悬浮法	(190)
二、比重瓶法	(192)
三、扭力天平法	(193)
四、显微比重法	(194)
五、矿物的比重	(195)
第六节 发光分析	(196)
一、原理	(196)
二、发光仪器及方法	(197)
三、矿物的发光性	(197)
第七节 矿物放射性的测定	(199)
一、放射性照相法	(199)
二、计数仪法	(199)
第八节 重砂矿物其它辅助鉴定方法	(199)
一、X光粉晶分析	(199)
二、差热分析	(200)
三、光谱分析	(200)
四、电子探针X射线显微分析	(200)
五、化学分析	(201)
第三章 重砂矿物的定量方法	(208)
一、定量方法	(208)
二、品位计算	(210)
三、体积百分数与重量百分数换算表	(210)
第三篇 各种重砂的工作方法	(216)
第一章 区域地质调查及矿产普查中自然重砂的工作方法	(216)
一、区测及普查中自然重砂的任务	(216)
二、重砂取样	(216)
三、自然重砂样品的分析方法	(221)

(72 四、资料综合整理	(223)
(第二章 砂矿详查和勘探中的重砂工作方法	(228)
(82 第一节 砂矿详查和勘探中自然重砂工作方法	(228)
(82 一、砂矿详查和勘探中重砂工作任务	(228)
(82 二、砂矿重砂取样	(229)
(82 三、砂矿样品的分析方法	(229)
(82 四、资料整理	(232)
(82 第二节 砂矿勘探中测定淘洗系数样品的工作方法	(233)
(82 一、测定淘洗系数样品分析的任务	(223)
(82 二、测定淘洗系数样品的采集	(223)
(82 三、淘洗系数的测定及计算方法	(233)
(82 第三节 砂矿勘探中矿物粒度分析的工作方法	(235)
(82 一、有用矿物粒度分析的目的	(235)
(82 二、粒度分析样品的采集	(235)
(82 三、有用矿物粒度分析方法	(235)
(82 四、资料整理	(235)
(82 第四节 砂矿床的重砂分析方法实例	(239)
(82 一、砂金矿的重砂分析方法	(239)
(82 二、钛铁矿、铅石、独居石、金红石滨海砂矿的重砂分析方法	(243)
(82 三、细晶石、铌—钽铁矿的重砂分析方法	(243)
(82 四、砂锡矿的重砂分析方法	(245)
(第三章 人工重砂工作方法	(247)
(80 第一节 付矿物对比的人工重砂工作方法	(247)
(80 一、付矿物研究的地质意义	(247)
(80 二、样品的采集	(250)
(80 三、样品的分析方法	(251)
(80 四、资料整理	(255)
(80 第二节 查明重砂有用矿物来源的人工重砂工作方法	(269)
(80 一、人工重砂分析目的	(269)
(80 二、样品的采集	(269)
(80 三、样品的分析方法	(269)
(80 四、资料整理	(270)
(第四章 配合选矿的重砂工作方法	(270)
(81 第一节 原矿分析	(271)
(81 一、原矿分析的目的	(271)
(81 二、原矿分析样品的采集	(271)
(81 三、原矿分析方法	(271)
(81 四、资料整理	(274)
(81 第二节 产品检查的重砂工作方法	(275)

一、产品检查的目的	(275)
二、产品检查的种类	(276)
三、产品检查的分析方法	(276)
四、资料整理	(278)
第三节 筛析分析	(278)
一、筛析分析的目的	(278)
二、有用矿物的粒度分析	(279)
三、有用矿物单体解离度测定	(279)
第五章 单矿物精选实例	(289)
第六章 重砂矿物分析质量检查	(313)
第一节 内检分析	(313)
一、区测、普查中自然重砂样品的内检分析	(313)
二、砂矿详查和勘探中自然重砂样品的内检分析	(315)
三、人工重砂样品的内检分析	(316)
四、配合选矿的重砂样品的内检分析	(316)
五、粒度分析样品的内检分析	(317)
六、内检分析结果的处理	(317)
第二节 外检分析	(318)
第三节 仲裁分析	(318)
第三篇 重砂矿物鉴定特征	(320)
一、重砂矿物鉴定特征描述	(324)
二、铂族矿物鉴定表	(391)
主要参考文献	(398)
重砂矿物名词索引	(399)

緒 論

一、重砂的概念

重砂是指淘洗疏松沉积物所获得的重矿物精砂，亦称自然重砂。

岩石或矿石经过破碎后淘洗所获得的重矿物精砂，称为人工重砂。

人们亦将半风化或风化露头取样淘洗所获得的重矿物精砂，称为自然人工重砂。

重砂的特点：是指颗粒细小，比重比较大，物理性质、化学性质比较稳定的那些矿物。

重砂矿物分析的对象，就是这些自然重砂、人工重砂、自然人工重砂。

二、重砂矿物分析目的任务及内容

重砂矿物分析目的，是研究自然重砂、人工重砂中矿物组合、矿物特征及其含量。

重砂矿物分析的任务，概括起来包括以下几方面：

（一）区域地质调查和矿产普查中的重砂矿物分析：

主要是了解区域性的矿产分布、矿物组合、重矿物的机械分散晕，为普查找矿提供可靠线索，指出找矿方向；亦可直接找到原生矿床及砂矿床；有时利用指示矿物寻找某些有用矿物，如金刚石、铂族矿物等，从而找到这些矿床。

（二）砂矿详查和勘探中重砂矿物分析：

主要在于查明砂矿中目的矿物的工业价值，并提供精确的品位数据，以作为圈定矿体、勘探施工、储量计算的依据。

（三）人工重砂分析：

人工重砂分析的目的：

1. 查明重砂有用矿物来源：主要是查明各类岩石或原生矿床中的有用矿物，以便查明形成重砂异常及砂矿床的各种有用矿物的来源，指导寻找原生矿床。

2. 付矿物对比：主要对各类岩石的付矿物进行对比和研究，为研究岩体成因、岩期、岩相的划分、岩体形成时代对比、岩石化学特点和矿化特点、地层对比、地质构造环境等提供资料。

3. 查明放射性和分散元素在岩石和矿石中的赋存状态和富集规律，为寻找和评价该类矿床提供依据。

（四）配合选矿的重砂矿物分析：

主要是提供矿石的矿物组合、目的矿物的粒径大小和嵌布特点及各粒级中间产品的矿物含量等资料，为确定选矿流程提供依据。

重砂矿物分析室内工作内容主要包括以下方面:

(一) 重砂矿物的分离 (包括单矿物分离):

主要根据重砂矿物的物理化学性质不同, 采用相应的方法, 将重砂矿物分成不同部分或单矿物。

(二) 重砂矿物的鉴定:

主要在双目镜下鉴定重砂矿物的物理性质, 并配合其他鉴定方法, 确定矿物组合及其特征。

(三) 有用矿物定量:

确定有用矿物或目的矿物的含量。

为了重砂矿物分析室内工作与野外工作结合, 重砂鉴定人员应参加野外的重砂取样、野外淘洗及编录, 以及重砂异常的圈定及检查。这不仅可加速找矿工作的进行, 而且有利于重砂矿物分析的质量和效率的提高。

三、重砂矿物分析的地质意义

重砂矿物分析可解决以下几方面的问题:

1. 根据重砂矿物分析结果, 圈出各种分散晕及异常区, 从而发现各种原生矿床和砂矿床。

2. 利用各种地质体 (岩浆岩、沉积岩、变质岩) 中付矿物研究, 提供地质体对比的资料。

3. 利用矿物的特性, 为矿物综合利用研究提供资料。

为此, 重砂矿物分析, 必须从以下几方面进行研究。

(一) 重砂矿物晶体形态的研究:

矿物的晶体形态常与形成条件有关, 所谓标型矿物或标型特征, 就是指这些矿物、这些特征, 可以作为一定形成条件的标志, 因为, 他们是与成矿作用条件相联系的。

我们就是利用这些矿物的晶体形态作为分析和判断成矿作用或各种地质作用的对比标志。

1. 重砂矿物的晶形可作为判断原生矿床成因类型的标志。而不同成因类型的矿床, 其工业评价是不同的。(表1)

表 1

矿物	矿床成因类型	标 型 特 征
锡 石	伟晶岩型	正方双锥发育, 正方柱不发育, 一般呈双锥状。
	石英锡石型	正方柱和正方双锥成聚形, 为短柱状。
	硫化物锡石型	沿 C 轴伸长, 为针状, 长柱状。
刚 玉	斜长石岩	锥状
	刚玉伟晶岩	厚板状
	兰晶石刚玉岩	
	红柱石刚玉岩	

闪 锌 矿	铅锌硫化物 矿床	负四面体(111)最发育, 其次正四面体 (111) 及立方体 (100)。
	菱铁矿铅锌 矿床	菱形十二面体(110)最发育, 其次为正负四面体 (111)
	萤石重晶石 铅锌矿床	(111) 及立方体 (100), 有时为三角四面体及四角三四面体。

2. 付矿物的晶体形态是析出时间的标志:

付矿物在它析出时间, 由于温度的降低, 碱和挥发分含量改变, 以及岩浆中一系列元素浓度的改变而形成不同的晶体形态。因此, 根据某些付矿物的晶体形态, 来判断其析出时间, 或该矿物在岩体中有几个世代。(表 2)

表 2

矿物	析出时间条件	晶 体 特 征
烧绿石	碳酸盐岩早期 碳酸盐岩晚期	八面体或十二面体晶形 八面体, 立方—八面体, 和立方体晶形
铌铁矿	花岗岩和伟晶岩中 钠长石化伟晶岩中 花岗岩中	通常为薄片状, 其次是板状晶体, 有时他们沿轴面(010) 相互平行连生。 柱状晶体 长的针状晶体
磷钇矿	花岗岩中 石英—锡石脉或阿尔卑斯型脉中	多呈双锥状 具有 (110) 和 (100) 柱面发育良好的柱状晶体。
锆石	早期的 晚期的	柱状至长柱状, 作为其他矿物的包裸体出现。 短柱状至双锥状, 它们有时成链状分布。
磷灰石	早期 晚期 石英—硫化物脉和阿尔卑斯型脉中较低温的	细柱状或针状晶体 短柱状或不规则颗粒 呈薄板状占优势, 这时轴面(0001)非常发育
萤石	花岗岩的晶洞和伟晶岩中 热液脉中	呈八面体 呈立方体

3. 矿物晶体形态是介质化学性质的标志:

根据个别矿物占优势的晶形, 作为判断他们形成时介质化学性质的标志。(表 3)

表 3

矿物	占优势的晶形	介质化学性质
刚玉	带双锥的长柱状晶体 成薄片状或板状晶体	贫含或没有 SiO_2 的岩石中 富含 SiO_2 的岩石中
石榴石	菱形十二面体 四角三八面体	富含钙、镁、铁的岩石中 富含氧化铝的岩石中
榍石	成扁平的信封状，在(001)面 特别发育时往往成板状 多见(110)柱面发育良好的晶 体	在酸性岩中 在碱性岩中
锆石	具复杂晶面的晶体，晶面非常 多有时使他们具有等轴状外形 呈柱状晶体 呈短柱状或双锥状晶体	闪长岩中 花岗岩中 碱性岩中
萤石	八面体 立方体	成矿溶液中 Ca^{2+} 与 F^{1-} 两组分含量相差 极大时形成 成矿溶液中 Ca^{2+} 与 F^{1-} 含量相等时形成
方解石	板状	形成于高温条件下，当溶液中 Ca^{2+} 与 CO_3^{2-} 过饱和时
重晶石	板状	低温热液条件下形成

4. 付矿物的晶形和结晶习性是冷却速度的标志。

某些付矿物的晶形是它们形成的物理化学条件的反映。因此，在岩石很快冷却条件下，常出现长柱状或针状晶体。

例如：锆石，在花岗岩岩体顶部，多半含有长柱状锆石晶体，因此，大量长柱状锆石晶体存在，可作为岩浆岩接近地表的形成条件、脉状产出的某种标志，亦反映了岩浆在很快的冷却速度下出现。

(二) 重砂矿物颜色的研究。

某些矿物的颜色，不仅能反映岩浆岩的地球化学特征，也能作为付矿物的成因标志。而且能帮助我们判断侵入体的含矿性。因此，我们利用矿物的颜色作为对比标志。

1. 付矿物的颜色是侵入体含矿性标志：

某些重砂矿物常具有几种不同的颜色，而不同颜色可作为侵入体含矿性标志。

以电气石为例：

兰色和绿色的电气石在成因上与锡矿化和铌钽矿化现象有关的钠长石化剧烈的花岗岩中广泛分布。玫瑰色的电气石（红电气石），常见于锂云母化作用发育广泛的含锂伟晶岩中。因此，根据电气石的颜色就可判断含有该电气石的伟晶岩是否含矿，以及在此种伟晶岩中具有何种矿化现象。

2. 矿物的颜色是其化学特点的标志：

许多情况下, 根据矿物的颜色, 能够确定矿物成分所发生的变化。(表4)。

表 4

矿物	颜 色	化 学 成 分 特 点	形 成 时 间
独居石	黄 色 红 褐 色	铈族稀土含量特别高 含大量钇族稀土	早期花岗岩 晚期花岗岩
锆石	浅 色 红 褐 色	铀、稀土和钍的含量高	较早期 较晚期
萤石	绿 色 暗 紫 色	由于存在二价钡的缘故 由于存在四价铀的缘故	较早期 较晚期

3. 矿物的颜色作为岩浆地球化学特征的标志:

根据某些矿物的颜色, 能反映介质的氧化—还原电位的不同。

例如

板钛矿

黄 色 是由于存在 Fe^{3+}

绿 色 是由于存在 Fe^{2+}

此外某些矿物的颜色是由于色素引起的。

例如

电气石

玫瑰色 含 Mn^{3+}

绿 色 含 Fe^{2+} , Cr^{3+}

兰 色 含 Fe^{2+} , Fe^{3+}

4. 颜色是付矿物的成因标志:

某些付矿物颜色可反映其成因标志。如: 深色、半透明的曲晶石型锆石, 作为碱质交代作用的标志。又如红色金红石产于蚀变最弱的花岗岩中, 而黑色金红石则产于交代蚀变的部分。因此认为红色金红石是原生的, 而黑色金红石是交代生成的。

(三) 矿物成分的研究

矿物成分的研究, 不仅可以查明其成因; 帮助判断侵入岩的含矿性; 也能反映岩浆源的地球化学特点。因此, 矿物成分可作为对比标志。

1. 矿物成分是其成因的标志。

付矿物由于本身成因特点的不同, 具有不同成分的微量元素。因此可利用它们查明其成因: (表5)。

表 5

矿物	成 因	微 量 元 素 特 点
锡石	伟晶岩脉 热液型 云英岩型 花岗岩中	铌、钽、锆含量高, 几乎不含钨 含铌、钽、锆低, 而钒、钨、锌、铅、砷、铟高 钨含量高 富含钛, 贫含钼、铈和钪

石榴石	花岗岩 伟晶岩 气成—热液	锆含量最高 镓含量最高 锗含量最高
独居石	热液脉 岩浆成因	钍含量非常低—0.9% 含 ThO_2 高3.0—9.0%
磷灰石	伟晶岩 花岗岩 交代作用形成	稀土和锰含量高 稀土和锰含量低 具有氯和 SO_3

2. 矿物成分是其析出时间的标志。

矿物中微量元素的成分和含量，按其地球化学性质取决于付矿物的析出时间而有规律的变化。因此，根据成分特点，不但可以确定岩石中具有几个世代的付矿物，而且可以判断其析出时间。（表6）。

表 6

矿物	析出时间	成分特点
铌铁矿	晚期世代	富含铌
电气石	早期世代 晚期世代	富含银、铍、铅 富含锂、镓、锗、锡、铋和钨
磁铁矿	早期世代 晚期世代	含有较多的钛、镍和镁 含有较多的锰、钒和锌
闪锌矿	晚期世代	含较多的铜
辉钼矿	晚期世代	含较多的铼
磷灰石 石榴石	晚期世代	含较多的锰
独居石	最早世代 晚期世代	通常不含重钷族元素、黄色 含钆族元素，褐红色
锆石	早期世代 晚期世代	含 TR_2O_3 和 HfO_2 少 色浅 含 TR_2O_3 和 HfO_2 高 色深

3. 矿物成分是侵入体含矿性的标志。

矿物成分可作为侵入体含矿性的标志是因为反映出产生它们的岩浆的地球化学特征。

含钼的花岗岩侵入体，其中付矿物榍石和钛铁矿往往钼的含量高，而不含钼的侵入体中这两种矿物通常不含钼。同样，含有磷铝石或锂辉石付矿物的含锂花岗岩类岩石中的电

气石和绿帘石总是含有数量较多的锂。由于形成锡矿化的岩浆期后作用而产生的黄铁矿和电气石，总是含有锡的微量元素。因此，侵入体与其有关的矿化的同名矿物中微量元素的相似，是侵入体含矿性的标志。

4. 在不同岩石中的同名矿物的成分有差异。如辉长岩中的铬铁矿与橄榄岩中的铬铁矿相比，其特点是 Al_2O_3 含量增高。辉绿岩中的磁铁矿具有 MgO 含量高的特点，而霞石正长岩中磁铁矿的特点是 Al_2O_3 和 MnO 含量高；混杂花岗岩类岩石中磁铁矿的特点是含钛量高，往往成钛磁铁矿。

（四）矿物环带、包体、晶体大小的研究。

付矿物的环带是反映岩石形成条件特点的标志。锆石晶体的环带是常见的，但并非普遍现象。锆石环带的产生，是由于温度有节奏的升降所造成。因此，侵入体边部锆石环带状晶体可见次数最多是有力的证明。此外，在花岗岩中可见到环带状石榴石、萤石、褐帘石矿物。各向异性的环带状石榴石是在比各向同性的石榴石温度低的条条下形成，而萤石的环带与其说是与温度降低有关，还不如是与溶液饱和程度有关。总之矿物的环带的形成与岩石形成条件有关。

付矿物包体的出现，可作为判断这些矿物或包含这些矿物岩石的成因。通常付矿物中，气—液包体可作为它们从富含挥发分介质中析出时间比较晚的标志。例如锡石中气—液包体的研究，已确定大部分锡矿床热液成因。云英岩化花岗岩的磷灰石，不同于岩浆型透明磷灰石，前者是具有白色且含有大量极小的气—液包体。石榴石中大量气泡表明它是伟晶岩成因。又如有工业意义地区的金刚石，其包体中金属矿物（主要是铬尖晶石）和紫红色石榴石较多（石榴石含 Cr ， Mg 高而 Ca 低），而无矿地区金刚石包体为石墨和铜黄色、奶油色石榴石比较多（石榴石 Fe ， Ca 含量高）。

付矿物晶体大小的研究也反映其形成条件。在脉岩中和在蚀变花岗岩部分，见到最大晶体比较多，认为挥发分（首先是水）浓度高，有助于生成巨大的晶体，因为挥发分降低了岩浆的粘度。两种对比的岩石中，那一种含有较大的同名付矿物，则那一种的挥发分含量就最高。花岗岩一般都含有数个世代的付矿物，如锆石、独居石，早期世代这些付矿物是细小的晶体，往往被晚期的独居石或锆石所包围，后者的特点是体积大，颜色深和具有另一种成分，使它们与伟晶岩中同名矿物极相似，证明它们是从富含挥发分的残余熔体中晶出的。与花岗岩相比，基性岩付矿物的特点，通常是比较细小的。

（五）重砂矿物共生组合的研究。

对重砂矿物共生组合的研究，可帮助解决以下方面问题：

1. 可利用重砂矿物组合，对有用矿物的找寻和发现提供重要线索，这对指导普查找矿有重要意义（表7）。
2. 根据重砂矿物共生组合的研究，可以判断原生矿床的成因类型，对评价矿床提供依据（表7）。
3. 根据重砂矿物共生组合，对原生含矿岩石类型的确定提供依据，特别是利用地质体的付矿物进行对比研究，可帮助解决某些地质问题（表8）。

某些主要有用矿物的共生组合

表 7

有用矿物	共生矿物	含矿岩石
金刚石	含铬镁铝榴石、镁橄榄石、镁铬尖晶石、含铬金红石、铬透辉石、钙钛矿、锐钛矿、碳化硅、铬铁矿、钛铁矿、铂、金、磁铁矿。	角砾云母橄榄岩
铂族矿物	铬铁矿、钛铁矿、磁铁矿、钛磁铁矿、橄榄石、镁铁尖晶石、紫苏辉石、铬尖晶石、磁黄铁矿、镍黄铁矿、蛇纹石。	超基性岩（纯橄榄岩，橄榄岩，蛇纹岩、辉石岩）基性岩（辉长岩、苏长岩）
铬铁矿	磁铁矿、铬尖晶石、橄榄石、辉石、铂族矿物。	超基性岩、基性岩
金	黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、石英、重晶石、方解石。	含金石英脉
锡石	铌铁矿、钽铁矿、电气石、锂云母、锂辉石、独居石、辉钼矿、黑钨矿。 黑钨矿、白钨矿、黄玉、电气石、萤石、绿柱石、泡铋矿、辉铋矿、毒砂。 电气石、铁绿泥石、磁铁矿、石榴石、褐铁矿、近矿体部分有黄铁矿、磁黄铁矿等硫化物	伟晶岩脉（伟晶岩型） 石英脉、云英岩（石英锡石型） 石英脉、矽卡岩及各种热液岩石（硫化物—锡石型）
铌钽矿物	绿柱石、锂辉石、铌钽矿、钽铁金红石、细晶石、蚀变锆石、独居石、铯榴石 蚀变锆石、锡石、钽石、黑钨矿、铁锂云母、黄玉、萤石、独居石、铌铁金红石、黑稀金矿、细晶石及其他铌钽酸盐，含铍矿物	花岗伟晶岩 钠长石化云英岩 化花岗岩
细晶石	铌铁矿、钽铁矿、黑稀金矿、铌钽矿、钽锰矿、锂辉石、锂云母、电气石、独居石、蚀变锆石。 钽锰矿、铌锰矿、蚀变锆石、钽铁金红石、锡石、黄玉、萤石、电气石、锂云母。 钽锰矿、电气石、黄玉、蚀变锆石。	钠长石化花岗伟晶岩 云英岩化钠长石化花岗岩 钠长石化细晶岩
黑钨矿	锡石、白钨矿、黄玉、电气石、萤石、磷灰石、黄铁矿、方铅矿、辉钼矿。	石英脉、方解石脉
白钨矿	金、电气石、黄玉、磷灰石、辉钼矿、原生矿附近有硫化物。 石榴石、辉石、石英、角闪石、符山石、辉钼矿、及其他硫化物。	石英脉 矽卡岩
辰砂	重晶石、萤石、方解石、石英、辉铋矿、黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、雄黄、金。	石英脉、碳酸盐岩、砂岩中矿染
独居石	褐帘石、锆石、稀土锆石、铌钽矿、磷钽矿、榍石、褐钨铌矿、铌铁金红石、钽石、铌铁矿。	花岗岩、花岗伟晶岩

绿柱石	萤石、黄玉、锂云母、锂辉石、电气石、刚玉、锡石、铌钽铁矿、黑钨矿、细晶石、辉钼矿、辉铋矿、金绿宝石。	伟晶岩、钠长石化云英岩 化花岗岩
烧绿石	易解石、铌钽铋矿、曲晶石、磷灰石、霓石、碱性角闪石。	正长伟晶岩、 霞石正长伟晶岩
褐钇铌矿	褐帘石、独居石、锆石、锡石、钽石、磷钇矿、钛铁矿、铌铁矿、硅铋钇矿、蚀变锆石。 独居石、铌钇矿、铌铁矿、黑希金矿、绿柱石、锆石。	黑云母花岗岩及蚀变 花岗岩 花岗伟晶岩
方钍石	萤石、锆石、独居石、金绿宝石、铀钍矿、晶质铀矿。	伟晶岩脉， 正长岩

各种岩石类型重砂矿物的共生组合

表 8

岩石类型	重砂矿物的共生组合
橄榄岩 辉纹蛇纹岩	磁铁矿、钛铁矿、铬尖晶石、镁铁尖晶石、橄榄石、古铜辉石、金刚石、铂、石榴石(常是镁铝榴石)铌钇矿、刚玉、铬铁矿。
辉长岩 苏长岩 苏长—辉长岩	钛铁矿、磷灰石、金红石、磁铁矿(常是钛磁铁矿)、普通辉石、透辉石、橄榄石、尖晶石、砷铂矿、铂、硫化物(黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、镍黄铁矿等)
闪长岩	磁铁矿、钛铁矿、赤铁矿、榍石、锆石、磷灰石、角闪石、硫化物(黄铁矿、黄铜矿)
正长岩 石英二长岩	榍石、磁铁矿、钛铁矿、赤铁矿、磷灰石、锆石、褐帘石、石榴石(钙铁榴石、常有黑榴石或钛榴石)、钙钛矿、刚玉、霓辉石或透辉石。
伟晶岩 气成花岗岩	萤石、锡石、钛铁矿、铌铁矿、白钨矿、黑钨矿、黄玉、绿柱石、电气石、锂辉石、[磷铝石]、硫化物(常是毒砂、黄铁矿)
花岗岩 花岗闪长岩	磁铁矿、钛铁矿、赤铁矿、黄铁矿、磷灰石、锆石、石榴石(常是铁铝榴石和锰铝榴石)、榍石、电气石、褐帘石、金红石、独居石、磷钇矿[锡石、刚玉]。
片麻岩 结晶片岩	矽线石、兰晶石、红柱石、堇青石、锆石、独居石、刚玉、电气石、十字石、石墨、磁铁矿、绿帘石、黝帘石、金红石、石榴石(铁铝榴石)
中酸性火成岩 与粘土类岩石 的接触带	堇青石、红柱石、电气石、金红石、石榴石(常是铁铝榴石)、尖晶石、刚玉、黄玉、赤铁矿、硫化物(磁黄铁矿、黄铁矿)。
中酸性火成岩 与碳酸岩的接 触带	石榴石(钙铁榴石、钙铝榴石)、符山石、磁铁矿、硅灰石、方柱石、辉石(镁铁辉石、透辉石)、透闪石、阳起石、绿帘石、黝帘石、白钨矿、辉钼矿、硫化物、萤石、尖晶石、刚玉[日光榴石、斧石、黑柱石、锡石]