

重砂测量是一种直接有效的地质矿产勘查方法，它以重砂取样为主要手段，以追索寻找砂矿和原生矿为主要目的。同时它还是基础地质研究的一种重要手段。

该方法以矿物分散晕为研究对象，圈定重砂异常。它不仅可以指明成矿远景区、成矿方向，甚至可以直接指示矿化所在位置，矿化类型并确定其形成和富集规律。在矿床学研究中，重砂矿物分析对于确定矿物组成，论证矿床成因，乃至探索成矿规律都提供了重要基础资料。

重砂测量与分析工作主要包括：重砂取样、重砂样品的淘洗、重砂矿物分离、重砂矿物鉴定、重砂资料整理和成果图的编制以及重砂异常区的检查与评价。

重砂机械分散晕的控制因素（矿源母体的性质和产状、矿物的性质、流水条件以及地貌因素。）矿源母体为重砂分散晕提供了物质来源；流水条件决定其动力情况；矿物性质与地貌因素则控制了重砂分散晕的形态和规模。

矿源母体的形态、产状与重砂分散晕形态的关系：等轴状矿体所形成的分散晕呈扇形；脉状及层状矿体顺地形等高线斜坡分布，形成梯形的重砂分散晕；与地形等高线垂直，则形成狭窄的扇形重砂分散晕。重砂矿物分散晕（流）中重砂矿物含量，距矿源母体较近，重砂矿物含量高，距矿源母体较远，则重砂矿物含量低。一般来讲重砂分散流中重砂矿物含量越高，指示的矿化就越强。重砂矿物分散晕（流）中重砂矿物的粒度及磨圆度，与其原始的物理性质及迁移距离有关。

例如对叙利亚南方的塔尔图斯海滩砂进行重矿物调查时发现重矿物大多来自于组成我们调查区南部腹地相当区域出露地表的火山岩，最多的矿物是磁铁矿和辉石，重矿物的形态学是棱角状和次棱角状。表明它们从源区搬运了不远的距离，控制重矿物分布的两个因素是风能和波浪（Bassam Kattaa ,2002）

配合 1:100 万至 1:50 万区域地质调查时，只要求在观测路线穿过的河谷中采样，间距较大。配合 1:20 万至 1:2.5 万区域地质调查时，要求在整个区调范围内的水系中全面取样，取样间距较小。在 1:1 万至 1:2000 的大比例尺地质调查和专门性砂矿普查工作中，要求加密水系中取样点，即沿河流进行较密的取样，然后再对低位阶地、坡积层和残积层按一定测网系统布置取样点。地形起伏大，河床坡度陡的地段，重砂矿物搬运条件好，但分布不均，应加密取样，反之则放稀取样。

重砂取样的部署方法有：水系法、水域法和测网法。

水系法要求对调查区二级以上河流进行系统取样，前辈工作的经验如下：大河稀，小河密，同一条水流则上游密下游稀，越近源头，取样密度越大；河床坡度大，跌水崖发育，流速大流量小的溪流应密，反之应较稀；主干溪流的两侧支沟发育且对称性好，则样点可放稀，反之应加密；垂直岩层主要走向的溪流应密，而平行岩层主要走向的溪流可放稀；对矿化、围岩蚀变发育地段，岩体接触带，岩性发生重大变化处的溪流冲积层应加密取样，工作中根据实际情况进行修正取样点。

水域法和测网法的部署方法在此不详述。

重砂取样位置的选择要选那些最容易富集重砂的位置。取样位置的选择是重砂取样的关键问题。一般幼年期的河流能量突然变小之处，最易富集重砂矿物。如河床由窄变宽处，支流与主流汇合处的上方，砂咀迎水部位，大砾石等障碍物的背后，跌水崖下边等。阶地和坡积层取样一般选择重砂来源的剖面上布置取样点。滨岸重砂取样线应垂直湖岸或海岸方向布置。

重砂取样方法一般可分为浅坑法、刻槽法、浅井法和砂钻法，具体取决于重砂取样的任务和对象。运用最广泛的浅坑法又可分为“单坑法”和“一点多坑法”。是旨在追索寻找原生矿床的表层取样。浅井法和砂钻法主要用于砂矿的勘查和评价中的深部取样。刻槽法在阶地取样中运用。

重砂矿物一般富集于分选不好，大小参杂的卵石、小砾石以及粗砂组成的砂砾层。故取样深度就必须根据不同沉积层的特征予以确定。河流冲积层重砂取样深度一般 20~50cm。残积层采样从地表开始，向下取至未风化的基岩顶部为止。重砂样品原始重量一般以保证获得 20 克灰砂为准，具体视情形而定。某些低含量的贵金属矿物（如铂、金、金刚石等）重量需加大，最高达 150kg。同一地区，原始样品重量应当一致，以便于含量对比。人工重砂视岩体类型而定。

为获得一定数量的灰砂，减少运输工作量，原始样品要野外粗淘。重砂样品淘洗程度要适当，不能过度。淘出的样品呈灰色即可，这就是“灰砂”的由来。有几点注意：粘土物质要完全洗净，如在淘洗过

程中有可疑（比重、颜色）不扔掉，放一旁。一般淘洗 3,4 次保证有用矿物的回收率大于 95%即可。在滨海砂矿勘查中，对非金属滨海砂矿进行预查和详查时，分别淘洗 3 次和 4 次可满足生产要求。（樊敬亮等，2007）。

重砂样品野外初步鉴定可以指导下一步取样工作的进行，主要看矿物种类和组合，有用矿物和伴生矿物的含量，矿物的晶形和粒度，矿物的滚圆度等，之后还要进行重砂取样的野外编录。

重砂测量的资料整理必须搞清重砂分布和富集规律，确定重砂异常的意义，指出寻找砂矿和原生矿床的方向。包括以下三个内容：重砂成果图的编制，综合报告编写，重砂异常的分析评价及检查。成果图的编制方法有圈式法和等值线法等，利用圈式法作图时，应注意当有用矿物来自两面山或几面冲刷山脊的河流冲积物时，则圈定的异常区范围不仅应包括河谷地段，而且一定包括分水岭，若干个连续集中地样品中只有个别样品未发现有用矿物时，不应将该点排除在异常区以外等。

重砂异常区的评价主要从有用矿物含量、矿物共生组合、矿物标型特征、重砂矿物搬运的可能距离，重砂矿物空间分布特征以及异常区地质地貌条件等方面进行。其中重砂矿物共生组合对指导找矿有着两个意义：第一可以分辨真假异常，第二作为稀有和贵重矿产的找矿标志。分辨真假异常如铬铁矿矿床的矿物组合主要是铬铁矿、橄榄石、辉石、含铬石榴子石等，而如果重砂样中只有铬铁矿一种矿物，周围又无基性岩、超基性岩出露，则可初步判断这是矿的“假异常”。而

对于找金刚石及铂族元素等这些稀有贵金属矿床,利用矿物共生组合就比直接寻找该种矿物效果好。另外矿物共生组合对判断原生矿的成因类型也有一定的意义,如在以锡石为主的重砂样品中还出现了铌铁矿、钽铁矿、锂云母、锂辉石等稀有元素矿物,则说明该异常是伟晶岩类型锡石矿所形成的机械分散晕。如晶形完好的锆石、电气石和磷灰石伴随少量黑云母的矿物组合指示源区为花岗岩;大量的石榴石、锆石、绿帘石、绿泥石组合为变质岩区;而磁铁矿、钛铁矿、锐钛矿、辉石及角闪石是基性火山岩存在的标志(钱一雄等, 2007)。重砂矿物评价的另一个对象——矿物标型特征(形态、成分、物化性质、晶体结构等)对于判定原生矿床的成因类型提供了可靠的依据。自然金相对密度虽大,但由于其特殊的稳定性和延展性,常呈片状或细分散状被搬运到距原生矿源体几百公里处,但有工业意义的砂金矿只富集在距原生矿床不远的地方。此外如果地形切割剧烈,河谷发育,金的搬运距离最大可达 10km 左右,而地形平坦,金的搬运距离相对短,一般 1-3km。判定搬运距离时还应判断重砂颗粒的磨圆度,这些对于确定原生矿的位置有重要意义,又如极易风化的辉石和角闪石能够大量保存下来,说明沉积区与物源区很近。

重砂异常的检查目的在于检查分析引起“异常”的原因,在异常区评价的基础上,采用必要的技术手段,进一步实地进行地质调查工作。具体可以对异常区加密重砂取样,也可以对异常区内的各种岩石和矿化蚀变等地质体,采取一定数量的人工重砂样品。当经过调查研究而判断是由矿体或矿产有关的地质体所引起的异常时,应对此有希

望地段实施钻探或坑探工程进行揭露、验证，查明有用矿物在垂直方向上的变化规律。在工作中应根据具体情况决定工作方法，尽力查出有用矿物与原生矿床的关系。

在镜下鉴定之前，样品必须按一定的流程进行分离，根据重砂矿物物化性质（密度、磁性、电性、矿物表面物理、化学性质、粒度、形态等性质）的差别，利用仪器、工具，将砂样中的矿物分为几个部分称为重砂矿物分离。常用的分离方法有人工淘洗、重液分离、重熔分离、浮选、吹扬等，其中人工淘洗是最基本的分离方法。其特点是成本低廉、方法简便。此外根据矿物的磁学性质可以对砂样进行磁性分离，利用矿物的电学性质分离的方法有介电分离、静电分离、电化分离等。利用矿物形态差异可以进行矿物形态分离。

对分离后的重砂矿物进行鉴定与定量其目的是获得重砂矿物的特征、含量及确定矿物名称。常用的方法有：双目显微镜鉴定、油浸法、微量矿物化学鉴定法、发光分析以及矿物相对密度、磁化率、介电常数、热电系数等物理常数的测定。对于疑难矿物、或矿物标型特征研究，常需进行红外光谱分析、电子探针分析和化学分析等，以期全面掌握重砂矿物特征及准确定名。

重砂找矿法是矿物学找矿法的一部分，配合各种找矿方法，提高了找矿效率。人工重砂配合自然重砂追索原生矿床是一种很有效直接的方法，配合物化探，对元素异常评价其矿物来源。利用副矿物的标型特征（形态、成分、结构、物性）在成矿深度及成矿类型上的不同这些前人总结的规律，可以对找矿起到一定的指示意义。再有就是利

用不同的矿化类型形成不同的矿物组合这一规律，我们可以利用人工重砂大致判定原生矿化类型甚至源岩类型。

此外人工重砂分析在基础地质研究中也有广泛的应用。例如金的成色（ $1000\% \text{Au 重量} / \text{Au+Ag 的重量和}$ ）就是金矿床成矿温压的重要标志。金的成色越高，一般形成温度越高，形成的深度越大。此外还可利用重砂矿物内的包裹体判定成岩成矿的温压条件。利用矿物中变价元素的价态可以判定岩石形成时的氧化还原条件。又如锆石的延长系数则可反映赋存岩石是基性还是碱性。再如同化混染作用对于岩浆岩的副矿物组合、副矿物外形特征及数量多少，甚至赋存状态等方面留下了一些痕迹。故可以这些推断混染的原岩成分岩浆分异作用使副矿物在岩体中从上到下，由表及里具有垂直分带的规律，根据这些规律可以通过副矿物的成分大致了解岩体剥蚀的相对深度。还有岩浆岩杂岩体或侵入的岩浆岩与喷出的火山岩如同出一源，其副矿物组合、含量及物化性质必定具有共同性。此外还可以根据副矿物的一系列标型特征，含量，微量元素种类来确定岩体生成的相对时代。在沉积岩及沉积矿床研究中人工重砂分析也有出色的表现，主要有三方面应用：地层对比来确定地层时代；查明物质来源，推断古地理、古气候特征；确定陆源区母岩的剥蚀顺序。重矿物分析在对比碎屑沉积序列方面是一种可靠且可行的技术手段。因为长期和大量的研究表明在沉积旋回中地质演变对改变源区特征有重要影响，比如水动力学和成岩作用，这项技术已经成功运用到了一系列碎屑储层中，从冲积物到深海沉积，从泥盆纪到第三纪，运用不同的参数组合（原生矿物比例、矿物化学

成分以及颗粒形态)。(Andrew Morton, 2002)

总之,重砂测量的操作方法应在实践中灵活运用,不可生搬硬套,对前人总结的规律和经验要和自己具体的工作任务相结合,才能发挥该方法最大的效益和作用。

Onsight