

叙谈矿产地质工作

**编者按:** 本刊于 2014 年开辟了“叙谈矿产地质工作”栏目,特邀吴良士研究员以地质填图、样品采集和综合评价 3 个方面为主题,将以往地质勘查工作中成功与失败的案例写成系列短文,希望对正在从事矿产地质工作的同行们有所启迪,能够从中吸取经验教训。地质填图篇的全部内容已经在 2014 年刊登完,从本期开始,本刊将陆续刊登样品采集篇中的各个章节,望感兴趣的读者们继续关注。

## 样品采集篇(1)

本篇共有 6 节,第一节为矿产地质样品采集工作的任务与意义,将分作 2 次刊登,本期刊登该节的前半部分。

### 第一节 矿产地质样品采集工作及其意义(上)

样品采集(俗称采样,下同)在矿产地质工作中有着十分重要的作用,因为,只有对矿体进行系统采样,获得分析化验的结果,才能确定矿石品位,圈定矿体范围,估算矿产资源储量;只有对矿石和与成矿有关的岩石进行采样,获得地球化学资料与信息,才能对矿床的生成及其形成机制进行深入探讨。因此,采样工作不论在地质勘查,还是在矿产地质探索与研究中都是不可或缺的一个重要工作。从表面上看,采样工作似乎就是从地质体上采掘几块石头,但是在实际工作中,采样对象是什么、在何处用什么方法采样、样品质量和数量多少等问题都与矿床学、岩石学、找矿勘探地质学、采矿学以及统计学等学科有着密切的关联,并需要认真的野外观察和周密的深思细究才能获得应有效果,而采样工作实施中又有其自身设备、技术方法和工作系统的问题,而且随着勘查程度的提高,研究的深入,对采样精度的要求也不断提高,促使采样技术方法需要做相应的变换与更新,同时采样工作量也与时俱增。采样工作在矿产地质工作中不是一件简单的工作,既有科学内涵又需繁重劳动。目前对于它的理论与方法的研究还存在不少问题,有待进一步深入探讨,加以解决,使采样工作能够建立在更加科学的理论基础上,采样技术方法更加先进高效。采样工作在计划经济年代是作为地质工作中的一项实物工作量,往往为了追求工作量而忽视了采样工作的合理性,得出了不切合实际甚至错误的结论,致使矿产地质工作蒙受了巨大损失,其经验和教训值得人们深思。

#### 1 矿产地质采样的核心问题——采样代表性

矿产地质采样工作的对象与其他地质工作有所不同。水文地质工作的采样对象是以水样及其土力学、土质学的样品为主。区域地质调查工作的采样对象是各类岩石以及地层中的化石等。矿产地质工作的采样则是以矿石及其有关的岩石为主要对象,也就是讲,矿产地质的采样工作基本上是围绕着矿体进行的。然而,组成矿体的主体部分是矿石,而矿石中的矿物组分、结构构造、颗粒大小、产出特点、嵌布情况等在不同类型矿床中,甚至在同一矿床中都不尽相同,并且有的变化很大。就矿石有用组分含量而言,有人曾做过这样的试验,在矿化相对均匀的同一矿体上每隔 0.5 m 采一个样品,化学分析结果表明,数十个样品中没有一个样品的有用组分品位是相同的,至于矿化不均匀的细脉状和浸染状矿体,其矿石有用组分的品位相差就更悬殊了。这个试验告诉我们,矿石组分分布是不均匀的;均匀只是相对的,于是,在矿区地质工作中如何采样才

能把握其总体品位,就成为采样工作中至关重要的问题。大量工作结果表明,在矿区勘查中不能够、也不可能对整个矿体的每个部分都进行采样、分析化验,求其总的品位特征。所以,尽管我们在矿区勘查中投入了很大的工作量,对矿体或矿化体进行施工揭露和较系统的采样,但对整个矿体或矿化体而言,所采样品在空间分布上仍然是局部的,所采样品的数量也是有限的。换句话说,人们只能通过局部而有限的样品去了解整个矿体的品位特征。在此情况下人们不禁要问:这些“局部而有限”的样品及其分析结果与矿体或矿化体实际品位能否一致?其间差异程度有多大?它能否代表整个矿体或矿化体的品位特征吗?这个问题的确也疑惑了人们一段时间,后来通过大量矿区的采样与勘探资料的对比以及数理统计分析方法的研究,最终得出结论:矿体或矿化体的实际品位与采样结果所获得的品位之间存在一定程度的差异,而且随着矿产地质工作程度的提高,其差异程度将逐渐缩小,但不能完全消除。因为,按照自然法则,这是人们对地质体认识上存在的局限性;从统计学观点来看,它是属于局部与总体关系的问题。所以这种差异是客观存在的。也正是因为这个原因,学者们将采样所查明的地质体的特点与采样对象的实际特点之间的差异程度称作为样品代表性。它的内涵无疑是体现采样质量的水平,说明样品反映地质体实际情况的程度;样品代表性愈高,就意味着样品查明的地质体的特征与采样对象实际情况的差异程度愈小,采样结果也比较接近地质体的真实情况,反之亦然。事实上,样品代表性问题在矿区地质工作中是普遍存在的问题,例如现在比较流行的岩体年代学研究,我们不可能不顾高昂的测试费用,对岩体的每个部位都采样,对每个样品都测年,而只能选择某些部位,采集有限的样品,进行同位素年龄值的测定。那么这些“某些部位”“有限”的样品所测定的年龄值能否代表岩体的产出年代呢?这里就有样品代表性的问题了,所以,样品代表性问题成为采样工作中的核心问题,同时也是采样工作中质量衡量的标准。过去在采样工作中所出现的问题绝大部分都出现在对采样代表性问题没有准确理解和把握上。

## 2 探讨中的两点共识

关于采样代表性问题,近年来许多学者进行了探讨,虽然有些问题目前仍在研究之中,但经过大量勘查资料的分析对比,以下2点基本上达到共识:

一是样品代表性程度与采样对象的变化情况密切相关。在矿体或矿化体中矿化程度愈均匀,其采样的样品代表性也愈好;反之,矿化程度愈不均匀,样品代表性则愈差。因此,在采样工作中对不同矿种、不同类型、不同规模的矿床及其主产与伴、共生的矿体,在采样点分布、采样密度、采样规格、样品质量以及加工要求上都应分别对待,用不同方法与规格处理,否则就难以保证采样的质量及其代表性。

二是从生产矿山获得的资料表明,一个矿床当它采样密度逐渐加密时,其矿石品位将呈正态分布或接近于正态分布,因而从统计学角度看,均匀、规则地采集样品可以反映出采样对象的总体特征。虽然地质勘查工作程度不是一蹴而就,而是渐进的提高过程,然而我们在地质勘查过程中都应掌握均匀、规则的布置采样工作的原则,为样品代表性随勘查程度提升而提升创造条件。切不能随心所欲,无序地布置采样点。例如有的矿区不遵守均匀规则的原则,将大量采样点集中布置在矿化富集中心附近,而矿化较弱的边缘地段仅稀疏布置或不布置,这种不均匀、无规则地采样,人为地影响了样品代表性,不可能获得矿体真实变化的特征。

## 3 保证样品代表性的几种措施

目前在矿产勘查中通常是用下列几种方法来保证样品的代表性:

一是在矿区矿床地质研究的基础上,以成矿规律作指导开展采样工作。这种方法最大的特点是采样目的性比较明确、灵活、针对性强,在矿床专题研究以及矿产预查和普查阶段前期,经常选用这种方法布置采样工作;

二是依据统计学原理:“不规则形体采用规则网度进行了解,其结果更接近于真实”,因而采用不同的网度对不同的矿体或矿化体进行采样。这种方法虽然较古板,但易于操作,并能获得较完整的资料,目前在矿产详查和勘探阶段普遍采用这种方法,用于保证样品代表性逐渐提升;

三是上述两种方法的结合。在矿区矿床特点得到初步了解的情况下,参照相似的矿床类型,采用其相应的采样密度与规格,开展矿区采样工作。这种方法目前比较流行,尤其在矿产普查中最常采用,并获得了较好的效果;

四是进行方法试验。主要是对一些不太常见而产出又不规则的矿产,如细脉状伟晶岩型和网脉状稀有、稀土金属矿床,共、伴生贵金属与分散元素矿床,为了正确掌握其样品代表性,便在矿区范围内划出一定的地段,进行不同规格的采样试验,最后通过对比研究与统计分析,选出最佳方案作为该区采样工作的蓝本。这种方法可靠性较大,但较为局限,仅对试验的矿床合适,不易推广,并且在试验中要耗费较大的人力和物力,成本比较高。

#### 4 矿产勘查中采集样品的类型及其意义

矿产勘查中为了找矿与评价,要从各个方面进行探索和阐述,因而需要采集各类样品进行分析研究,而社会经济对矿产要求也是多方面的,不但在量与质上,而且还应考虑经济技术与开发可行性等因素,因而也需要进行各种样品的采集,以便为经济社会发展提供较全面可靠的地质依据。总之,在矿区勘查中,采样工作种类繁多、任务繁重、工作量较大,并且几乎是贯穿始终,成为常态性工作。若按采样用途划分,在矿区勘查工作中采集的样品大致可分为如下几大类。

##### (1) 岩、矿石鉴定样品

采集的样品主要用于岩石和矿石的鉴定,少量为陈列标本,以便通过岩石学、矿物学和矿石学的方法对矿床的围岩性质、岩浆岩的侵入期、次以及矿石矿物成分及其结构、构造等进行研究,阐明矿床的基础地质特征,为矿床勘查与开发以及进一步研究提供基础性资料。这类样品在地质勘查的各个阶段都需要采集,特别是在大型矿床和典型矿床中则要采集系统和规范的样品和标本,因而其采样工作量往往比较大。

##### (2) 测定化学含量的样品

采样的对象有 2 种:一种主要是矿石,测定矿石中的有用组分、有害组分以及伴生组分的化学成分,有时也测定精矿、尾矿、矿渣、废石等化学成分。其中仅测定主要有用组分含量的样品俗称为基本分析样品或普通分析样品,相应地通称为化学采样。它主要用于固体矿产,尤其是在金属矿产勘查中,其目的是为了确定矿石品位,区分矿体与非矿体的界线,进行矿体圈定和资源储量估算,因而对矿区评价将起举足轻重的作用;另一种采样对象主要是水、水系沉积物、土壤和岩石样品,测量其中的某些元素或化合物的含量,编制地球化学图件,研究矿致异常的分布规律,以便指示矿产的寻找。这类样品往往是采样数量最大。

##### (3) 测定物理性能的样品

俗称为技术性能样品,通称为技术采样。它主要是用于化学成分还不足以确定其质量,而必须以其特定物理性能为标准的矿产,如石棉、云母、花岗岩、黏土等非金属矿产的耐热性、绝缘性、耐磨性、耐火度等。其目的是通过矿产的物理和技术性能的测定,确定其工业用途、质量与品级。此外,储量估算中的矿石密度、地

球物理探测中的岩、矿石物性样品也属其中。这类样品的测定项目随着矿产种类与用途而变化,比较繁杂。对于一些非金属矿产,由于矿石的物理技术性能的不确定性,因而它们将作为不同用途的矿产原料使用,而物理技术性能的差异又将它们划分成价值悬殊的不同工业品级。因此,这类样品的处理是十分细致和严密的。

#### (4) 经济技术加工样品

主要是获取矿石开采、选矿、冶炼及其他加工方法的技术性能与技术经济指标的数据,为矿区可行性评价提供资料。它包括实验室矿石可选性试验样品、半工业可选性试验样品、矿区岩石稳定性试验样品和工程地质土质学试验样品。这类样品所采集的件数不很多,一个矿区最多采集3~5个样品,但每件样品质量都较大,可达1~2吨,有的还要为采样而专门开凿坑道工程,十分耗费人力、物力和财力,通常只是在勘探阶段,个别在详查阶段,才采集这类样品进行试验。

#### (5) 矿床专题性研究的样品

这类样品包括为进行成矿年代的研究、矿石形成的物理化学条件研究、矿床形成的地球化学特征研究等样品,其目的在于探索矿床的生成机制。矿床专题性研究的样品数量不是很大,但样品的采集部位非常重要,必须精密筹划,样品的处理和分析测试都应细致和精确,而其资料综合研究更要结合矿区的实际情况,因此,样品采集工作必须建立在前期扎实的矿区地质工作的基础上,并且要有明确的工作目的和合乎实际的理念,否则难以获得有意义的成果。

(中国地质科学院矿产资源研究所 吴良士 供稿)