



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，2015 年刊登了样品采集篇中的前半部分，今年陆续刊登样品采集篇中的后半部分，望感兴趣的读者们继续关注。

样品采集篇(7)

样品采集篇中的第一节矿产地质样品采集工作的任务与意义、第二节矿产预查阶段的采样工作、第三节矿产普查阶段的采样工作，都已分作 2 次陆续刊登在《矿床地质》2015 年 1~6 期中。第四节为矿产详查阶段的采样工作，也将分作 2 次刊登，本期刊登该节的前半部分。

第四节 矿产详查阶段的采样工作(上)

依据国家标准 GB/T17766-1999 的规定：“详查，是对普查圈出的详查区通过大比例尺地质填图及各种勘查方法和手段，比普查阶段密的系统采样，基本查明地质、构造、主要矿体形态、产状、大小和矿石质量，基本确定矿体的连续性，基本查明矿床开采技术条件，对矿石的加工选冶性能进行类比或实验室流程试验研究，做出是否具有工业价值的评价。必要时，圈出勘探范围，并可供预可行性研究、矿山总体规划和作矿山项目建议书使用，对直接提供开发利用的矿区，其加工选冶性能试验程度，应达到可供矿山建设设计的要求。”从上述规定可以看出，矿产详查工作是在普查工作基础上对已确定具有工业意义的矿床上进行工作，目的是要“基本查明”矿区地质构造与矿体产出分布及其质量特征，以及矿床开发技术条件，为矿区开发设计提供资料。为此，要按照规范在地表与深部开展系统的工作，其中地表槽探、井探和深部钻探工作是主要的施工手段，同时可能还要为矿床开发利用的可行性论证而进行少量的坑探工作。这阶段的采样工作是相当繁重，除槽探、井探和钻探工程中采集测定化学含量样品、测定物理性能样品以及经济技术加样品外，还有大量为阐明矿石类型和共、伴生组分而开展的专题性研究的样品，以及为扩大矿区规模在矿区外围与深部开展地球化学岩石测量的样品，并且对采样要求也比较规范与严格。显而易见，详查工作是既全面系统又认真细致的矿产勘查和研究工作。其工作成果对该矿床今后发展的走向有着重要意义。

1 详查阶段大比例尺地质填图的意义及其采样工作要求

矿产详查工作初期，通常首先在矿区内开展大比例尺的地质填图，比例尺多为 1:1000 至 1:2000，个别矿种如伟晶岩型稀有金属矿床等，其比例尺可能为 1:500；而在矿区外围，通常配合矿区工作而开展 1:1 万至 1:2.5 万的中比例尺地质填图，将矿区内矿产地质研究程度提升，以便为后续的详查工作打好基础。有关地质填图的问题在“地质填图编”中已做了详述，此处不再重复。不过在此还要提醒大家注意的是，要明确详

查阶段中矿产地质填图的目的性。以往有些详查矿区,在进行大比例尺地质填图中没有理解它的意义与作用的,偏信钻探的作用,因而对大比例尺矿区填图工作不十分认真,有的只是在前人填图单元上做了进一步划分,以示差别;有的甚至就是将前人填的地质图进行放大,拿所谓的“放大版”交差,根本无法实现对矿区地质构造与矿体特征“基本查明”之目的。大量经验教训表明,详查阶段的大比例尺地质填图不仅仅是填图精度的提高,而更主要的是指导思想的提升。如果说普查阶段的地质填图着重于地质构造演化,以便从地质事件中去判断该区成矿的可能性及其规模,那么,详查阶段的地质填图就应该在较详细反映矿区地质构造概貌的基础上,着重于成矿控制条件的阐明,进而推断矿体的赋存部位及其形态,以便达到“基本查明”的目的。因此,我们在填图中必须针对不同矿床类型的主要控制条件开展专项工作,不论是受层位控制的、接触带控制的,还是受断裂控制的、褶皱构造控制的,都应该在填图过程中将它控制的基本要素展现出来,使所填的地质图成为详查工作的基础和依据。所以,在详查阶段的大比例尺矿区地质填图中,其采样工作要围绕着控矿因素进行,采集与控矿因素相关联的标本做进一步研究。例如:对受一组次级断裂构造控制的热液脉状矿床,在地质填图中要突出其断裂构造体系及其与成矿的关系,除对断裂构造进行分类、分级、判定、追踪等工作外,还要进行定向标本、构造岩标本等的采集工作,以便进行岩组图编制和应力场分析,判定控矿断裂的产出分布规律;又例如:对受接触带控制的矽卡岩型矿床,在填图中要突出接触带构造及其与成矿的关系,除追踪判定接触带构造形态外,还要对接触带进行系统的岩、矿石鉴定样品采样,以便对接触带上的交代岩进行分带,确定其与成矿的空间关系。

2 定向标本的采集

在矿区地质填图中断裂构造经常与成矿有着直接和间接的关系。为了研究断裂构造,人们进行了多方面的工作,其中定向标本的采集、制作以及相关的镜下研究、岩组图的分析和等工作,近年来有较大的拓展,为矿区构造乃至区域构造的研究提供了许多宝贵的信息。这其中定向标本的正确采集是十分关键的,以往发生过由于定向标本采集与制作不规范而未能获得满意成果的事例。

定向标本采集与制作是件十分细致而严谨的工作。首先要在露头上选择明显的定向面,如层面、片理面、断层面、与矿物定向排列直接有关的结构面,一般不选节理面,只有在不得已时才选节理面。然后测量定向面的产状,并用“→”符号准确地将产状标明在定向面上,称为定向线。其中箭头“→”表示测量走向时罗盘上N针所指的方向,短垂线及其数字表示定向面倾角。为保证质量,在定向面上可划出2~3条定向线,其精度误差不能大于1°,但在定向线划定之前不得锤击露头,使其位置发生移动;只有定向线划定后方可将标本采下,并详细记录下它的产出位置和地质特征,同时要标出标本的顶、底面。定向标本采集后要进行切片,而切片的方向要依据需要确定。通常切片方向要求垂直于岩组轴的b轴,或垂直于片理走向,或垂直于断层走向。切片方向确定后要用红笔画出来,推算出其产状,并用“→”符号标注上它的走向与倾角。然后将切片再送到磨片室制作薄片。磨制薄片时应要求磨片工人在薄片上也用“→”符号标注出产状,并说明哪一面粘在底玻璃片上,以便岩组图上的方位与薄片产状的记录取得一致。定向标本的研究不仅局限在岩组图上对面状和线状构造方位的定量图解,而且能从显微构造的形迹以及不同构造在时间、空间上的相对关系,去揭示构造变动的性质、控制成矿构造的演化序列及其有利的成矿空间和构造动力学环境,因而在矿石学、成矿构造学以及大地构造动力学上得到较大发展。

3 划分矿石类型的样品采集

矿石类型的划分是矿产详查工作中“基本查明矿体质量”的重要内容。它是建立在较为系统的矿床学、矿物学和矿石学工作基础上,依据矿石的矿物成分、结构、构造进行划分的。虽然矿石类型划分是循序渐进的过程,但在矿产详查阶段已完全具备详细划分条件,而且也必须进行详细划分,以满足资源储量估算、采矿、选矿方法的选择,以及矿床开发可行性评估的需要。一些矿区的成功经验表明,在划分时应注意如下问题:

(1) 矿石类型划分时要采集一定数量的矿石鉴定样品。这些样品必须是具有普遍意义的典型矿石样品,并且在空间上能覆盖全区,而不是个别地段的奇特样品。在矿石类型划分之前,要对上述样品进行显微镜下研究,注重于矿石成分生成状态的观察,其中包括矿石矿物的含量与平均粒度大小、不同世代矿石矿物相互穿插关系、不同矿石矿物及其集合体与脉石矿物之间相互关系及嵌布情况等,并且以矿石矿物与脉石矿物的生成关系及其产出分布特点作为分类基础,这样才能紧密地与采矿方法的选择和选矿流程的设计相衔接。

(2) 对主产的和共生有用的矿石矿物成分应给予全面的阐明,要分出种类,是硫化物、氧化物还是其他盐类。当出现非常态的矿石矿物或一时难于鉴定的矿物时,应采用多种技术方法进行详细工作。目前比较先进又简便的方法有电子探针显微分析(俗称电子探针)和拉曼探针分析。

电子探针分析一般是在镜下鉴定基础上提出分析对象,它既可定量分析,也可反映赋存状态和微观结构。样品可以是光片、薄片或单矿物颗粒,但样品不得大于试样座的内径,表面要光滑平坦,测试前应具备良好的导电性。用光片测定时应画上测定范围;薄片要去掉盖玻璃,洗净树脂,画上测定范围;单矿物颗粒可直接送样。

拉曼探针分析适用于固体、气体与液体样品,可鉴定矿物成分与结构,也可鉴定单个包裹体成分。固体样品最小粒径 $2\text{ }\mu\text{m}$,表面要新鲜、清洁、平滑。包裹体薄片的厚度一般为 $0.1\sim 0.3\text{ cm}$,为两面抛光薄片,抛光度要好,将抛光的一面用冷杉胶粘在载玻片上,卸下薄片要在 80°C 以下进行(防止包裹体被破坏),并将粘结剂用酒精或者有机试剂洗净。

在矿石类型划分中主产的矿石矿物及其类型认定是极其重要的,它不但关系到矿石的质量,而且直接关系到选矿方法与流程及其可利用性。曾经在华南某地发现一处中型锡矿床,但主产的锡矿物并非常见的锡石,其种类一时难以确定,于是对于矿床是否能利用就发生了争议。后采用多种技术方法,鉴定出该锡矿物为黄锡矿,属于硫化锡系列,于是重新划分了矿石类型,改变了选、冶方案,才使矿床勘查与开发得以继续。

(3) 矿石类型划分应以工业类型为主体,并充分考虑矿石类型的产出分布与采矿条件与选矿流程的关系,从矿床总体开发角度出发进行划分。过去有一些单位对矿床的矿石类型进行研究,工作也十分细致,曾将一个中型矿床的矿石类型划分了8个大类、12个亚类,有的还外加几个独立式。但所划分的矿石类型中有的虽然很独特,但它在矿体中分布局限,厚度很薄,在采矿中不可能单独开采,至于选矿,更不可能专门设计一个选矿流程。这种划分从成因角度看,对矿石进行研究是无可厚非的,但从矿床工业开发利用角度看,可能就不适宜了。因而在矿石类型划分中不要过于繁琐,一定要结合矿区采矿与选矿的实际情况进行划分。

矿石类型与矿床类型有密切关系,不同矿床类型,其矿石类型也不同,而相同矿床,其矿石类型往往都存

在一定的相似性 ,特别是在同一成矿带上的同一类型矿床 ,并且其中有部分矿床已被开发 ,在这情况下 ,详查矿区的矿石类型划分可借鉴其他已开发的矿区资料进行补充修改。

4 进行分段采样的必要性

在矿产详查中槽探是地表揭露的主要手段 ,并且往往是全面铺开 ,有的几乎沿着每条勘查线开挖“通天槽” ,其采样工作量相当大。有关探槽采样的问题在本篇第三节“矿产普查阶段的采样工作”(本刊 2015 年第 5 期)已有详细阐述 ,但在此必须强调的是一定要在矿体中分段采样 ,普查阶段中探槽采样的目的是追索矿化体、确认其是否是“矿石”的问题 ,因此一般很少甚至没有按矿石类型分段采样 ,而在详查工作中其目的是“基本查明”矿体形态与矿石质量等特征 ,以便为开发或可行性论证服务 ,因此 ,采样必须按矿石类型进行分段采样。所谓分段采样就是采样时按不同矿石类型布置采样 ,就是在采样工作中首先要对矿体中不同矿石类型进行划分 ,然后按规范规定的采样长度在不同矿石类型中布置采样工作 ,当矿体中某种矿石类型其厚度不足规定的采样长度时 ,仍按一个样品布置 ;当矿体中某种矿石类型其厚度超过采样长度时 ,可按多个样品布置。于是在同一矿体中将呈现出不同矿石类型的品位和厚度在空间上的分布状况 ,从而为矿产资源储量估算、矿床可行性论证以及矿山生产设计提供较为全面的基础资料。

(中国地质科学院矿产资源研究所 吴良士 供稿)