



样品采集篇(10)

上期刊登了样品采集篇第五节矿产勘探阶段的采样工作的上半部分,本期刊登其下半部分。

第五节 矿产勘探阶段的采样工作(下)

4 剥层法采样在坑道采样中的应用

在坑道中依据矿体特征和工作要求,有时还采用剥层法及全巷法进行采样。剥层法采样经常在沿脉坑道中采用,特别是在一些厚度比较薄的脉状热液型有色、稀有金属矿床中采用的比较多,其次是在薄层状沉积型黑色、稀有金属矿床中,因为刻槽法采样往往因其厚度薄,不能获得足够的样品,所以,采用剥层法采样可获得较好的效果。此外,剥层法采样还用于一些矿化极不均匀且矿石矿物粒度粗大的矿体,如矿石矿物呈粗颗粒的网脉状矿体,由于刻槽法采集的每个样品的刻槽横断面较小,样品量有限,极易受到不均匀的粗颗粒矿石矿物的影响,使样品品位发生偶然性变化,难于获得可靠的结果,而剥层法采样其采样面积大,样品量多,并可减少因个别粗颗粒矿石矿物的加入而引起的干扰,从而获得较为可靠的样品品位。

剥层法采样是沿着矿体出露部分,凿下一薄层的矿层或一小段细脉状矿脉作为样品。采样的长、宽规格一般没有严格规定,要视矿体厚度而定。当采样的矿体厚度较薄时,凿取矿层面积就要大些,反之亦然,一般以能获得一个样品规定的质量为准。在采样中,采样的范围均有较严格的控制,通常限定在层状矿体的顶、底板之间或脉状矿体的二侧围岩之间,不得超出边界,以免混入围岩,影响矿石品位。剥层法采样在沿脉坑道中也要按一定的间隔进行,因此在采样之前要预先考虑好采样间距问题。采样点最好布置在同一个水平面上,以便比照查对。若是矿体中存在不同的矿石类型,在剥层法采样时也应将它们区分开,分段采样,以便准确估算资源储量。

5 全巷法采样在坑道采样中的应用

全巷法采样是当坑道在矿体中掘进时采用的方法,是将坑道中挖掘出来的一定长度的矿石全部作为一个样品。显而易见,全巷法采样比其他采样方法获得的样品更多,但采样工作、样品收集、搬动、加工都比较繁重,有时还要专门挖掘坑道进行采样,并且采样成本也比较高,所以人们对全巷法采样工作的布置都较慎重。在一个矿区不经常采用全巷法采样,即便采用,样品数量也十分有限。目前对固体金属矿产而言,全巷法采样通常只在勘探阶段中采用,主要用于矿石经济技术试验,并且首先针对覆盖全区绝大部分的主要矿石类型进行采样。对以物理性能决定矿石工业用途的非金属矿产而言,采用全巷法采样的范围相对比固体金属矿产的范围大些,它不但用于矿石经济技术试验,而且还用于确定矿石工业性能及其品级,如云母、石棉等矿产在详查或普查工作中也采用全巷法采样,但通常也只是在主矿体上进行。此外,由于全巷法采样所获得的样品量大,受偶然因素影响相对较少,所以在矿产资源储量核查和勘探对比研究中也经常采用,以全巷法采样的样品为标准,将其分析化验结果与其他方法进行对比,检查其他采样方法的可靠程度。全巷法采样可

在沿脉坑道,也可在穿脉坑道中进行,但采样必须是在矿体中进行,最好是单一类型的矿石中,不能混入围岩与夹石。由于矿体在坑道掌子面上的分布情况不同,样品长度也不同,有的整个掌子面全为矿体,有的只占一部分,因此采样长度要依工作需要和矿体实际情况而定,以满足样品所需要的质量为原则。通常作为经济技术试验的样品,其采样长度比测定物理性能的样品长度长,前者要求样品质量均在数吨以上。样品在坑道中采集后要在现场及时包装,应尽量减少中间环节。过去有的单位将坑道中采集的矿石样品先用矿车推出来,存放在坑口,改日再装上汽车拉到山下,卸车后才组织人力用样品袋包装,送交实验室。经过这几次折腾,矿石品位无形中受到人为干扰,极大地影响了经济技术试验的正确性。

6 矿石经济技术试验样品的采集

矿石经济技术试验是一项十分重要的工作,关系到矿床开发利用等可行性问题。由于矿石经济技术试验所需矿石量大,代表性强,通常是在勘探阶段通过全巷法采样获得样品进行试验,但对于新的矿种和一些新的矿床类型,在详查阶段也要进行矿石经济技术试验,以便确定勘查工作的走向,其样品采集也要通过全巷法采样获得。对于矿石类型单一、分布稳定,并且无氧化问题的矿石,如金红石、石榴子石、刚玉等矿产,亦可在探槽或浅井中采样,进行经济技术试验。

在矿石经济技术试验中,采样工作十分关键,一定要采集矿区中具有代表性的矿石类型,或能覆盖全矿区的最主要矿石类型进行试验。矿石经济技术试验可分为选矿与冶炼两大部分,其中以矿石可选性试验最为重要,是矿床能否开发利用的决定性因素。因为,当矿石在现代工业技术水平上是不可选的或选矿回收率很低时,对它开发也就无从谈起了。矿石可选性试验在总体上可分为实验室试验、半工业性选矿试验和工业性选矿试验 3 个层次。其中工业性选矿试验主要是在选矿厂投产后进行,地质勘探阶段一般不采用,因而在矿产勘查中可选性试验主要是前两者,并以实验室试验为主。实验室试验有实验室流程式试验和实验室扩大连续试验之分。实验室流程式试验是在矿石物质组分、化学成分以及矿石矿物粒度大小、嵌布特征等研究基础上进行的选矿工艺性能研究,可大致确定精矿品位和尾矿品位及其回收率等选矿指标、选矿流程和伴生组分利用的可能性。实验室扩大连续试验是在实验室流程式试验的基础上,进一步检验选矿各项指标及其流程可靠性而进行的连续性稳定试验,以保证工艺流程的稳定性。半工业选矿试验只有在实验室试验结果存在疑点,或矿石选矿流程较复杂,或采用新设备、新流程时采用,需要模拟工业生产方式进行一定时间的连续性选矿试验,检验其实际效果;而对于工艺流程比较成熟的方法,一般不需要进行半工业选矿试验。这就是“规范”中所说的“必要时应进行半工业实验”的原因。对于矿石可选性试验结果,实验室要提交正规试验报告,在报告中必须注意 2 个问题:

(1) 关于选矿回收率问题。若是报告中的选矿回收率不十分理想,没有达到工业利用回收率 90% 的要求,这时勘查单位必须冷静分析,千万不要重蹈计划经济时代的旧辙,一轰而下,下马散伙。因为近年来的选冶技术发展很快,有资质的老牌实验室对成型的工艺流程有其成熟的经验,但未必都跟得上日新月异的新浪潮,而一些创新型企业比这些老牌企业能更快地占领技术高地。因此,在这种情况下,应多进行市场咨询,多找几家试验单位,以求突破,千万不要被一家实验室的试验结果钉死在十字架上。目前,不少过去因回收率达不到要求而一时无法利用的勘探矿床,经市场咨询后,找到创新企业,使矿床重新焕发了活力。这种例子已不是个别的了。

(2) 关于矿石品位问题。在选矿报告中将会提出“原矿的最低可采品位”的要求,其意思是当原矿品位达到这个标准时,才能获得合于工业要求的选矿回收率,否则是不可能的或要增加成本。然而,我们在矿产勘查中是依据行业规范标准确定的矿石工业品位来圈定矿体的,这就会出现矿石工业品位与“原矿的最低可采品位”未必一致的现象,因为前者是针对国家当前科学技术水平而设定的;后者是依据具体矿区技术经济条件而确定的。例如,目前行业规范中硫化物铜矿的工业品位是 0.4%,但大多数矿区依据经济技术条件,其“矿石的最低可采品位”均要在 0.6% 以上,才能维持生产;如铅锌矿的国家工业指标是 $w(\text{Pb} + \text{Zn}) = 2\%$,但实际上, $w(\text{Pb} + \text{Zn}) > 4\%$ 才能获利,否则无法开工。因此,在最终勘探报告中对此应有明确响应,通常是

在征得有关部门同意后,按经济技术指标和可行性论证的结论对矿体进行重新圈定,估算其资源储量,作为矿山建设设计的依据。

7 矿石物相分析样品的采集

在矿床勘探中必须在详查阶段对矿石类型划分的基础上,进行较系统的物相分析工作。其目的主要有 2 个方面:一是详细划分矿石自然类型及其空间分布;二是了解矿石中有害组分的赋存状态。前者是因为矿床受次生地质作用以及地下水的影响,特别是金属硫化物矿床,其矿石类型自地表至深部将呈现出由次生的氧化矿石变为混合矿石,再至原生的硫化矿石的自然分带现象;而次生的氧化带以及混合带的矿石,其组成特征以及矿石工业品位、选矿流程、冶炼方法等与原生的硫化物矿石迥然不同,具有不同的矿床可行性评价标准。有害组分的赋存状态更是直接影响矿石利用、炼炉寿命和终端产品质量的问题,因此,在矿床勘查中将矿石物相分析作为“详细查明”矿体基本特征的重要内容之一。

在确定矿石自然类型方面,物相分析方法是在矿石镜下鉴定和研究的基础上,对样品进行化学分析,确定矿石矿物的相态,并以不同相态的比例作为划分矿石自然类型的依据。物相分析的样品可以从勘查工程中直接采集,也可利用测定化学成分样品的副样,甚至也可以与化学成分样品的测定同时进行。样品采集后应立即送往实验室,尽量做到采样与分析及时进行。过去有的勘探队为保证物相分析的正确性,配备了专门的交通工具,样品采集后立即送去化验,以免样品氧化,影响结果。物相分析的项目主要是矿化主元素及其不同相态的含量,如硫化态、氧化态、硅酸态、硫酸盐态、自然态、胶状态等的含量及其分配值和分配率,但不同矿种对各种相态要求不同。如铜、铅、锌矿石,主要分析出硫化态和氧化态等相态含量;镍矿石主要分析硫化态和硅酸态等相态含量;锡矿石主要分析氧化态、硫化态、硅酸态和胶状态等相态含量;锑矿石主要分析氧化态、硫化态、硫酸盐态和自然态等相态含量;铁矿石一般将其中含铁矿物分为磁性铁、硅酸铁、碳酸铁、硫化铁和赤(褐)铁;锰矿石中需要分出碳酸锰、硅酸锰、氧化锰的含量。

物相分析通常是从主矿体的主剖面开始工作,然后从主矿体逐渐向外推进,并且在圈定矿石自然类型及其空间分布时,一定要参考矿区的水文地质资料,特别是潜水面水文地质资料,同时要充分考虑矿区断裂构造的影响,以便对矿石自然类型分布做出合理的解释,否则将会出现原则性错误。21 世纪初有一中资企业拟到海外收购一处铜矿床,派出人员在野外踏勘了几天,看到满山遍野的孔雀石、蓝铜矿,十分惊喜,认为矿化范围较广,矿石品位较高,于是按国内铜矿边界品位 0.3%,结合对方提供的矿区地质资料,在没有进行矿石物相分析,也没有详细了解氧化矿石利用现状的情况下,估算了该区铜的资源储量为 120 万吨,并报回国内。国内老总们看到矿床规模大、价位低,有点动心,因而要求立即编写报告,上报待批。但报告却没有通过评审,以没有提供矿石学及其物相分析资料,矿石相态不清;不能用原生硫化矿石工业品位圈定氧化矿石的矿体;氧化铜矿石开发利用的可行性没有得到论证 3 条意见将报告否定了。后来查阅有关资料,表明该地区断裂构造发育,氧化带深度可达数百米,而氧化铜矿石工业品位当地定为 15%~21%,经前人部分开发,现资源储量所剩无几。这位粗心的外派人员差点使该中资企业落入陷阱,教训深刻。关于有害组分问题,在物相分析中主要了解它在不同相态中的含量及其分配值,以便工业部门采取技术手段进行处理,因为微量的有害组分将可能破坏炉体以及产品的结构与质量,如铁矿石中的锡,在炼钢中能使炉顶结瘤,破坏炉体结构及其稳定性;铁矿石中的磷,在炼钢中能使钢铁产品变脆。因而产业部门在没有获得有效处理办法之前,绝不会贸然利用,如中国华北与华南各有一处锡铁矿床,由于在勘探期间物相分析没有及时跟进,虽然完成了勘探工作,然而却长眠于地下将近 30 年,直至现在才见端倪。中国北方有个磁铁矿矿床,矿石中的磷灰石呈极细小的毛发状,当今的技术水平还无法使之分离,该矿床只得成了“呆矿”。

8 矿石密度与湿度的样品采集

在矿床勘探后期,为进行资源储量估算,还要对矿区内所有类型的矿石进行系统的矿石密度(体重)测

定。它包括小质量密度与大质量密度测定。小质量密度测定依据阿基米德原理以矿石质量与用封蜡排水方法测的体积之比表示,但在计算中要减去所用的蜡的体积。由于封蜡测定中不包括矿石中较大的裂隙,所以,基本可代表矿石密度。大质量密度测定是以凿岩爆破后矿石质量与其空间体积之比确定的,代表矿石自然状态。小质量密度测定是以岩芯和露头标本为样品,大质量密度测定是用全巷法采样获得样品。通常以小质量密度测定为主,并且要求测定的样品要覆盖所有矿石类型,在空间上要包容各个资源储量估算的块段。大质量密度在矿区中测定数量有限,主要起检查作用,当小质量密度与大质量密度差异较大时,常用大质量密度校正小质量密度。此外,在一些矿区开展地球物理重力测量,以便追索矿体和寻找盲矿体时,岩、矿石的密度数据是重力异常解释的依据。

在矿床勘探中,除测定矿石密度外,还需测定矿石湿度。矿石湿度是指自然状态下单位质量矿石中所含的水分,以含水量与湿矿石的质量百分比表示。测定矿石湿度的样品也是以钻孔岩芯和露头标本采样为主,测定的目的是对矿石分析化验结果进行校正,因为在实验室测定的矿石品位是代表烘干后的干矿石品位,而不是自然状态下的湿矿石品位,特别是潮湿多雨的低纬度地区、水文地质复杂和构造发育地区,对矿石品位的影响尤其明显,因而矿石湿度的测定通常是定点,并按不同季节与深度连续进行测定,以保证资源储量估算的正确性。

在矿床勘探中,为了可行性评价,还要进行水文地质、工程地质和环境地质工作,并采集相应的样品。有关这方面的内容将在另处叙述。

(中国地质科学院矿产资源研究所 吴良士 供稿)