



矿产资源评价篇(13)

本刊从2018年第1期至2019年第1期刊登了矿产资源评价篇第三节矿区勘查阶段及其评价的全部内容。从本期开始,陆续刊登矿产资源评价篇的最后一节勘探矿区的评价,敬请关注。

第四节 勘探矿区的评价

勘探矿区都是从完成了详查评价的矿区中挑选出来的,而勘探矿区及其勘探范围的选定则与各个时期经济社会走向密切相关。在计划经济体制下经过详查评价的矿区除自然条件极差的地区外,几乎自然而然地转入勘探工作,其工作范围也与详查评价矿区大致相同。因为那个年代看重的是工作量和资源储量规模。完成的工作量越多,上交的资源储量规模越大,则单位的工作成绩越显著,对国家的贡献越大,可得到嘉奖,至于勘探后的矿区能否得到利用、能否创造更大价值,则是其他单位的事情。然而在市场经济体制下,矿区勘探是本着“谁投资,谁受益”的原则,强调的是勘探投资的经济效益与社会效益,因此,勘探矿区及其勘探范围的确定就不能像计划经济年代那样不计成本、不顾效益、盲目追求工作量与资源储量规模了。首先要考虑的是市场,也就是依据所勘探矿种的市场供需形势及其价格高低,即使市场上供不应求,而其价格较低时,也未必有人对该矿种的矿区投资,进行勘探工作,整个勘探评价工作受市场经济左右。例如上世纪80年代末至90年代初,微机技术应用在中国开始全面推广,冲击了许多行业的原有生产秩序,印刷行业首当其冲。近百年来用铅字模块打字、排版、印刷的技术方法被微机技术彻底替代了;数以亿计的铅字及其制板停止使用,铅的用量急剧下降,相应地,铅锭市场价格也一落千丈,由1800美元/吨降至200美元/吨,当时许多矿山因难以支撑而停产,铅矿勘探项目也无人问津。到了本世纪初,由于中国汽车工业的兴起,带动了其中必不可少的蓄电池生产,而铅锭是蓄电池生产中最重要原料之一,于是随着中国汽车年产量达到千万辆以上时,整个铅业市场被激活了,铅锭价格又攀升到2000美金/吨以上,铅矿勘查工作又恢复了生机。这样的实例近十年来并不鲜见,以市场经济为导向的矿产勘探工作已成为常态。然而地质勘探投资毕竟属于风险性投资,因而投资者在活跃的地质市场上虽然对探矿权与采矿权范围的申报都很积极、大胆,大块地圈定勘查范围,但在勘探矿区范围的确定上都很谨慎,不敢贸然冒进,以防资金链断裂。目前只有央企、国企以及大型矿业公司能将详查评价矿区整体或大部分转为勘探评价的矿区,而一般中、小型企业多是选取详查评价矿区中的部分区域,例如资源储量集中、矿石质量上乘以及地质条件较好的地段,先进行勘探评价工作,以便尽快地获利,还息还贷,保证资金链安全,然后再对其他地段进行勘探评价工作。这种操作模式是当今市场经济条件下矿区勘探评价工作的通行模式,但是,若是没有对矿区进行通盘的勘探评价工作规划,这种工作模式很可能就会陷入急功近利的深渊,并给后续工作带来无穷的麻烦和后患。

1 “详细查明”是勘探评价工作任务的核心内容

勘探矿区的评价工作按1999年版矿产地质勘查规范的规定,是“通过加密各种采样工程,其间距足以肯定矿体(层)的连续性,详细查明矿床地质特征,确定矿体的形态、产状、大小、空间位置和矿石质量特征,详细查明矿体开采技术条件,对矿石加工选冶性能进行实验室流程实验或实验室扩大连续试验,必要时进行半工业试验,为可行性研究或矿山建设设计提供依据”。该规定强调了3个方面重要内容:一是对矿床地质特征和

矿体地质特征在详查评价“基本查明”的基础上,通过各种勘查工程的加密揭露和采样,达到“详细查明”的水平,将地质特征的勘查程度提高一个档次,以便确定合理的开拓方案;二是对矿石加工选冶不停留在类比法研究上,必须依据矿石特征进行不同级别的选冶性能试验,以便为矿区开发选择最佳的选冶工艺流程;三是要充分考虑矿区地质、经济、工程、环保、法律以及政府政策等因素,对矿区开发的可行性进行论证,确定矿区必须拟建的各个项目及其如何建设的意见,为矿山开发设计及其投资规模提供依据。

这3个内容不但全面概括了矿区勘探评价工作的目的和任务,而且也彰显了在市场经济条件下矿区勘探评价工作与矿山开发工作的衔接,使勘查工作平稳地向开发工作过渡。在此可能有人要问,现今“规范”所规定的勘探评价工作和以往“规范”中哪一个勘查阶段相当。据对比,它相当于过去“规范”中详细勘探阶段,但其中技术经济部分远超过以往详细勘探阶段的要求,且更加强调对矿区开发可行性的调查研究。

2 大比例尺地质填图和加密采样工程是“详细查明”的常用办法

勘探矿区评价中最重要是“详细查明”矿床地质特征和矿体地质特征。在以往工作中,大比例尺地质填图和加密各种采样工程是其最常用的办法,而现今由于科学技术进步,许多勘探矿区运用了先进的探测手段和科学运算,构成有机的组合,在勘探评价中也获得一定效果。

2.1 阐明成矿期成矿地质环境是勘探矿区外围地质填图的重点

勘探矿区评价中地质填图是一项重要的工作内容,一般可分勘探矿区外围地质填图和勘探矿区范围内地质填图两部分。矿区外围地质填图比例尺通常为1:10 000~1:25 000,个别为1:50 000,但在执行中各个单位悬殊较大,有的能按规范要求,开展野外工作,进行实测;有的是实测几条剖面后收集区调资料,对区调图幅进行修编;有的甚至就是选取区调图件某部分经拼接后沿用。相对而言,大、中型矿区执行情况比小型矿区好,也较规范。矿区外围地质填图初衷是阐明区域地质背景,确保矿区评价的准确性,同时企望在外围寻找新的矿产地,以便扩大矿区前景。然而许多矿区,即便进行了野外实测的矿区,虽然在报告中地层、岩浆岩、构造以及区域矿产等内容样样俱全,但很少能达到上述目的或其中部分目的,最主要的原因是没有意识到区域地质背景的阐明对勘探矿区评价的意义,因而在收集或积累大量矿区外围区域地质资料后未能对它进行提升,停留在资料层面上。以往勘探评价较为成功的矿区经验表明,对矿区外围的区域地质资料必须要珍视,要下苦功研讨,方能取得效果。如某沉积型磷矿区,在勘探矿区外围地质填图中对区域地层的岩性、岩相、厚度、组分、粒度等做了详细划分,并在此基础上研究了各层序间接触关系和纵、横向岩性、岩相变化,勾画出不同时期沉积环境,并结合区域构造与含矿层赋存部位,阐明了该矿区成矿期成矿地质环境,指明了矿区外围找矿勘查方向,同时在矿区外围地质填图中找到数个不同规模的同类型的磷矿,使勘探矿区形成“众星捧月”的局面,为矿区今后规模化开发和构建龙头产业创造了有利的条件。他们的成功经验得到同仁们的认可,后来许多单位在矿区勘探评价中也加强了区域地质研究,并将阐明矿区成矿期成矿地质环境作为填图的重点,收到很好效果。在此有2个问题很值得我们思考与重视:一是矿区勘探评价固然是对勘探矿区的矿床地质与矿体地质进行“详细查明”,但勘探矿区外围区域地质研究应该达到什么程度?这个问题在历次规范中都没有明确,所以,很多勘探报告中将矿区外围地质填图成果停留在资料收集和基本事实表述上。大量事实表明,勘探矿区的矿体产出分布特征与该地区成矿期地质环境息息相关,而后者只有通过区域地质资料的研究才能得以阐明,所以矿区外围地质填图必须归结到矿区成矿期成矿地质环境研究上来,才能保证矿区勘探评价工作的准确性;二是矿区勘探评价是以勘探矿区的矿体为重点,但与外围找矿应处于什么关系?这个问题以往也不太明确。勘探团队专注于矿区的资源储量,而外围工作似乎是编外任务。然而在现今市场经济体制下,独个矿区除特大型矿床外很难将企业做大、做强,因此矿区内勘探工作与矿区外普查找矿工作不能分割,应该相互呼应,才能为今后矿山开发与企业发展开创更好的前景。

2.2 阐明控矿条件及其标志是勘探矿区范围内地质填图的重点

勘探矿区范围内地质填图的比例尺要视不同矿种及其类型而定,通常为1:2000~1:1000,必要时可

开展1:500地质填图。地形图必须符合同比例尺地形测量规范要求的精度,而所有地表地质观察点、地质剖面线以及各类工程位置都必须用仪器测量投注在图面上,因为勘探矿区大比例尺地形地质图不但是矿区可行性论证的主要资料,也是矿山设计与布局的基础图件。有的矿区在勘探评价中由于高程误差、工程漏测、地质界线不准确以及地物标记不全等原因,致使矿山设计出现不应该出现的错误。

矿区内大比例尺地质填图中地质内容要按规范执行,在执行中并非就是将原有地质图的观测线加密,将地质填图单元进一步细分,增加几条地质界线而已,而是要依据不同矿床类型的特点以及本矿区存在问题,有所侧重地开展。如某一蚀变型金矿区,金矿化沿着蚀变带呈浸染状分布,在详查中认为矿化体是受蚀变带控制的,并以蚀变带中矿石品位圈定矿体,而在勘探评价中当工程加密后,其矿体形态有的面目全非,有的出现孔孔见矿而孔孔不联的现象,后来在矿区内开展大比例尺地质填图,对蚀变带进行了详细划分,发现不同类型的围岩蚀变具有一定组合,并且与矿化强度密切相关,其中以绿泥石化为主的蚀变组合与矿化最密切,并且空间分布也比较稳定。于是在填图中将蚀变带详细地划分了不同蚀变组合,并以绿泥石化为主的蚀变组合作为基准,对矿体进行重新圈定,所圈定的矿体经开采验证基本都可靠。又如某铅锌矿区,矿体产于外接触带碳酸盐岩中,矿化范围较广,在详查评价中认为它是受地层控制的低品位矿床,后在勘探矿区地质填图中对地层做了详细研究,并结合钻孔资料进行了统计分析,结果发现矿化强度与岩性组构的关系十分密切;不同岩性组构与矿化的相关系数也有所不同,其中,细硅质条带状大理岩与铅锌矿化的相关系数最大,矿化强度最强,薄层状不纯大理岩次之,厚层状大理岩较差,于是按岩石组构特征详细划分岩性层,在不同岩性层中对矿体进行了重新圈定,划分出富矿体、贫矿体与表外矿体,并阐述了其产出与分布状况,从而进一步肯定了矿区价值,顺利完成了矿区勘探评价任务。上述实例表明,勘探矿区大比例尺地质填图中必须结合矿区存在的问题进行,才能有力地推动矿区勘探评价工作,这些问题中绝大部分都是矿体的控矿条件及其标志的问题,经常由于它未能解决或解决不好而成为矿区勘探评价的“钉子户”。矿区勘探评价中对矿区的控矿条件及其标志的许多矿区工作是一件十分系统而细致的工作,不能停留在通常的矿体“受地层控制”、“受构造控制”、“受蚀变带控制”等宏观层面上,而是要在宏观框架上通过矿物学、岩石学、矿床学、统计学以及地球化学工作,阐明其中直接控制矿化赋存和富集的具体相关地质因素,如上述2个实例。这种控矿因素的划分和厘定不但能将矿体特征的“详细查明”向更高层次引伸,而且也能为矿体圈定及其资源储量估算找到有力的地质依据。

3 准确厘定矿床勘探类型是详细查明矿体地质特征的前提

详细查明矿体地质特征是勘探评价的核心内容,要达到这个目的首先必须厘定矿床勘探类型。关于矿床勘探类型往往有人将它与矿床成因类型和矿床工业类型混为一谈,事实上这三者是互为联系又有区别的。矿床成因类型主要是以矿床形成机制划分的,矿床工业类型主要是以矿床工业利用划分的,而矿床勘探类型主要是以其勘查难易程度划分的,然而三者都脱离不了矿床和矿体地质特征。矿床勘探类型是勘探评价的矿区资料和生产矿山采矿资料两者综合对比的产物。由于矿床特征多样性以及勘探类型划分的局限性,曾经一度响起了取消矿床勘探类型的呼声,造成混乱局面。然而大量事实表明矿床勘探类型不能取消;2002年版的地质勘查规范再度重申了矿床勘探类型存在的必要性,并对其划分原则与应用方法也做了改进与详细表述。

3.1 矿床勘探类型划分的五大要素

目前各个矿种的矿床勘探类型划分基本上兼顾了矿体地质特征和矿山开发要求,主要由矿体规模、矿体形态、矿体厚度稳定程度、矿体矿石组分均匀程度、矿体完整程度等5个因素来确定。其中矿体规模包括了矿体空间规模和资源储量规模。矿体形态不仅是外表形态,而且要考虑矿体内部夹石、无矿地段以及不同矿石类型分布情况。矿体厚度稳定程度主要是指主矿体,包括走向、倾向以及倾角等稳定程度。矿体矿石组分均匀程度主要是指有用组分,同时要考虑伴生、有害组分的含量及其变化程度。矿体完整程度主要是指矿体受后期构造作用、岩浆作用以及变质作用而肢解、变态的程度,及由此引发的矿体周边岩石稳定程度。在矿床勘探类型划分中,上述5个因素都以其基本特征及其变化程度不同又划分为大、中、小,或简单、较复杂、复杂,或均匀、较均匀、不均匀,或稳定、较稳定、不稳定等3个级次,相应地将不同矿种的勘探类型也分为三大类型,并结合以往勘探评价经验和矿山开发要求,

给出了每一勘探类型控制的、探明的必要的工程间距。例如锰矿第一勘探类型探明的工程间距为 $(400\sim 600)\text{m}\times(200\sim 400)\text{m}$;铅锌矿第二勘探类型控制的工程间距为 $(80\sim 100)\text{m}\times(60\sim 100)\text{m}$,以便为野外作业时参考选用。

3.2 矿床勘探类型厘定方法

对矿床勘探类型的厘定方法各不相同。有的以规模最大矿体为依据进行厘定。如某黑色金属矿区其主矿体长达2500 m,呈似层状延伸,将其定为第一类型,以 $400\text{ m}\times 400\text{ m}$ 网度进行控制。也有人以上述5大要素中变化最大的因素为依据进行勘探类型厘定,如某个有色金属矿区其矿体规模大,形态简单、厚度稳定、矿体连续,唯矿石组分复杂且不太均匀,因而依据后者将其定为第三类型,以 $50\text{ m}\times 50\text{ m}$ 网度进行控制。由于上述厘定方法未能全面考虑矿体变化的各个因素,并且缺乏定量概念,于是人们便提出用统计方法进行厘定,将矿床勘探类型的5个要素按其不同变化程度给出不同类型系数,如规范中所定的铜矿有用组分均匀的(品位变化系数 $<60\%$)其类型系数为0.6,不均匀的(品位变化系数 $>150\%$)为0.2;铅锌矿厚度稳定的(厚度变化系数 $<50\%$)其类型系数为0.6,较稳定的(厚度变化系数 $50\%\sim 100\%$)为0.4,然后将其类型系数总和作为厘定依据。后来为了突出各个因素的差异性,便依据矿区实际情况对不同因素给予不同的权重,如上述某铅锌矿其矿石组分变化较大,于是将其权重定为30%,矿体规模、形态和厚度变化不大,其权重给予20%,而矿体基本没有遭受后期构造破坏,完整程度较高,仅给予10%的权重,然后将权重数值与类型系数乘积之和作为矿床勘探类型厘定的依据。

3.3 对勘探类型要从实际出发,灵法应用

上述厘定方法有所偏颇,因为矿床勘探类型厘定是以主矿体为主,但是,一个矿区很少就只有一个主矿体,而其他矿体的变化程度也不一定与主矿体相同,即便只有一个主矿体,经常在矿体接近尖灭端出现分叉、狭缩等变态;在中心部位出现膨胀、复合等现象,因而所定的矿床勘探类型不可能覆盖了全矿区所有矿体及其各部位,如上述某黑色金属矿区中除主矿体外,其上、下盘还有不少中、小型矿体,若是矿床以第一勘探类型的 $400\text{ m}\times 400\text{ m}$ 网度进行勘探,有些矿体得不到控制,因而,矿床勘探类型的厘定只是对矿床勘探难易程度的总体把握,而在具体细节掌握上必须从实际出发,灵活处理。根据以往经验,有2点值得注意:一是主矿以外的其他矿体以及主矿体边部、深部,可以不强求与主矿体勘探类型完全一致,也就是讲一个矿区在以主矿体为主的矿床勘探类型框架下,准许过渡性勘探类型或另一种勘探类型存在,对不同矿体以及同一矿体的不同地段或部位采用不同的勘探网度进行勘探;二是随着矿区勘探工作的进展,矿体地质特征可能发生变化,与原先设定的有所不同,在此情况下应及时修改矿床勘探类型,以适应矿区勘查评价工作的需要。

3.4 “矿体地质特征”和“获得最大效益”是选择最佳勘查网度的两大原则

矿床勘探类型与勘查网度是相呼应的,同时也是矿区勘探评价工作的依据,但历来勘查规范中对不同勘探类型的勘查网度都是只给出一个范围值,以供各矿区参考选用。到底应该怎么选择合适的网度?在上世纪五六十年代,勘探矿区和开采矿山相对比较少,为了“保险”起见,大多选取最小的间距进行工作,结果浪费了大量工作。后来由于勘探矿区和开发矿山渐多,积累了丰富的探、采资料,因而在上世纪90年代后类比法逐渐盛行,特别是在同一矿田或矿集区中,中、小型矿床大多是采用类比法确定勘查网度,而大型矿床往往在类比法的基础上,选择一个区段进行勘查网度试验、施工验证,进行各种测算,包括统计法、稀疏法、资源储量对比法以及经济核算法等等,以便确定最佳工程间距。这些研讨工作是十分必要的,以往的工作经验表明,不论采用什么方法确定最佳勘查网度,都必须将矿体地质特征与用最少投入、获取最大效益的原则有机结合起来,但矿区的矿体地质特征是主因,脱离它就会出现偏差。例如某中型黑色金属矿区,矿体呈似层状缓倾斜向下延伸,在勘探评价中便与相邻的勘探报告已获得上级储委批准的同类型矿区进行类比,也以 $200\text{ m}\times 100\text{ m}$ 的间距进行勘探,然而最终勘探报告由于“矿体没有得到有效控制”的原因而没有通过。因为相邻矿区的矿体向下延伸时厚度基本稳定,厚度变化系数 $<50\%$,采用 $200\text{ m}\times 100\text{ m}$ 的间距能够控制住,而该矿区的矿体是呈起伏波状向下延伸,厚度变化系数 $>50\%$,也采用同一网度就控制不住了,因而在同一矿集区或矿田内同类型矿区进行类比时,也不能脱离矿区的矿体地质特征,否则就会导致失误。