叙谈矿产地质工作

矿产资源评价篇（10）

上期刊登了第三节矿区勘查阶段及其评价的第二部分普查矿区评价的前6个小节，本期刊登其后的7个小节。

第三节 矿区勘查阶段及其评价

2 普查矿区评价

2.7 综合评价中需要探索的问题

上述(2.3~2.6节)是地质与物探相结合进行普查评价的较典型例子。当时全国还有不少相似的实例，有的成功或很成功；有的不成功。现在回过头来看，在技术层面上出现的问题对我们今后矿区普查评价工作仍有很高的参考和借鉴价值，也值得在工作中进一步探索，现初步梳理为如下几个方面。

（1）在工作布置上。地质与物化探工作不一定要强求同步，先后进行也未必不可，但地质与物、化探工作的测网应该保持基本一致。例如有一普查队在铁矿评价中认为L处具有十分有利的成矿条件，而物探队认为该处磁异常为低缓小异常，找铁矿意义不大，双方意见不一致。后来地质队开钻验证，发现了矿化体，这时物探队才发觉原先物探测网与地质勘查线相反，是沿着矿化体走向布置的，于是改变了测线方向，重新圈定了异带区，并经向上拓延，滤掉浅部不均匀干扰后，结果呈现出圆滑而规整的磁异常，矿化体与磁异常区基本对应，并处在零值线附近，从而为矿区评价指明了方向。

（2）在技术方法选择与设置上。在矿区普查评价中很少采用单一的物、化探方法，但在方法选择上关键在于要准确把握矿区的矿产地质特征，并及时与物、化探人员沟通，以便共同选定工作方法及其实施方案，做到有的放矢和因地制宜。例如S矿区的地表几乎没有矿化体出露，仅有一个当地群众报来的古采坑。普查队通过地质填图、古采坑清理以及局部土壤地球化学测量，初步认定该区可能有斑岩型铜矿。但对于斑岩体的规模及深部矿化情况不了解，经过多次与物探人员沟通，最后确定以地面高精度磁测方法，配合地质填图圈定斑岩体范围，用激电法寻找深部矿体，用土壤地球化学测量方法，寻找浅部矿，然后用钻探揭露矿体的方案，只采用了2种物探方法和较少工作量，在短时间内就圆满地完成了矿区普查评价工作，并很块地转入了详查阶段。

（3）在资料解释与判断上。普查评价中，各种物、化探成果往往会出现相互矛盾的情况。在这种情况下，不要忽视和掩盖它们之间的差异，而应充分发挥各自的技术特点，寻找原因，以求突破。例如L矿区在航磁图上为一平缓规则的等铀状磁异常，1000伽马等值线范围约5 km^2，当时认为是其地面火山岩或深部岩体的反映，未引起重视，予以搁置。十年后受邻区启发，对该区进行磁法、重力联测时，获得了重力与磁力叠加的异常，但重力异常中心与磁力异常中心不重合。当时并未介意，分别在重力异常中心、磁异常中心施钻验证。结果在磁异常中心附近距地表505 m处见49 m视厚度的磁（赤）铁矿矿体，在重力异常中心距地面500 m处仅见视厚度6 m的贫铁矿矿体。从表观看，该区重力异常、磁异常已得到验证。但是，主创人员吸取了以往教

训,不回避矛盾,针对重力、磁异常不重合以及6 m视厚度的贫铁矿不足以引起地面的大范围重力异常的事实,提出了质疑,并且提供了区域地质与构造资料,与物探人员一起对重力资料进行深入研究。后经过区域分析研究和二次导数计算后,将原L地区重力异常分解出2个异常,一个密度值为3.0~3.6 g/cm的高密度区,其位置与L地区磁异常中心重合,另一个密度值为2.9 g/cm的中密度区,位于L地区以南,名为D区。后在D区重力异常中心施一钻孔,见到视厚度60 m的赤铁矿、黄铁矿矿化体。随后又在L地区与D区之间布置钻孔,但均未发现工业矿体和矿化现象,表明D区是L矿区外围的另一个矿化区,故由1个矿区扩大为2个矿区,使普查评价工作迈出了可喜的一大步。

(4)*在物性测定与研究上*。物性研究在普查评价工作中的重要性已得到共识。物性研究中地质人员的参与十分关键。在物性标本采集时有地质人员参与才能保证采集到有代表性的标本。在物性研究时要充分发挥地质人员在宏观地质构造与微观显微镜下岩、矿石研究的优势,把数据统计与物质成分及其结构构造等微观现象结合起来,将异常解释提到一个新高度。例如某矿区地表矿化出露很差,只有零星赤铁矿化,物探资料表明为规模不大的低缓磁异常,并且其岩、矿石磁化率都很低,当时人们对该矿区都不看好。但地质人员在显微镜下发现该区岩、矿石氧化程度很高,并在褐铁矿、赤铁矿中均发现残留有细小的磁铁矿残核,具有明显的交代残余结构和网格状构造,于是他们对该区磁异常特征及其生成提出了质疑,后来终于在深部发现了磁铁矿矿体,使沉睡于地下深处的原生矿化体重见天日。

(5)*在深部工作上*。以往在矿产普查评价中深部工作主要靠少数钻孔资料,因而勘查深度及其深部工作总是有限的,往往构成普查评价中较薄弱的部分。即使个别地区开展了电测深工作,但由于仪器设备与解释技术方法的落后,也很难取得有效成果。近十几年由于技术方法的进步,应用瞬变电磁法(TEM)、可控源音频大地电磁法(CSAMT)测量,甚至反射地震法测量,对某些普查矿区进行深部工作,取得了很好的成果。例如某矿区属于矽卡岩型矿床,在普查评价后期开展了可控源音频大地电磁法(CSAMT)测量,并且依据高阻体与低阻体的分布,勾画出深部接触构造形态,同时结合地表已揭露的接触带构造形态以及矿化体产出分布情况,对矿化体向深延伸做了全面的刻画,后经钻孔验证,在相应部位见到接触带和矿化体,取得了满意的效果。显而易见,若这些先进的物探技术方法能与矿区普查评价后期的深部钻探相配合,则可将深部评价工作进一步提升。

除此之外,地质与物、化探相结合中的组织与管理工作也十分重要,以往由于部门间协调差、思想不统一,出现了许多矛盾与争执,以致无法正常开展工作。现在情况有所改变,但仍有很大改进的空间。

2.8 “找矿模式”要谨言慎行

有些学者将矿产普查评价中地质与物化探结合的问题进行归纳,并编制出“找矿模式”,试图成为指导性的样板,以便今后在相似矿床寻找中效法。他们的初衷是好的,若是对以往工作经验教训进行总结是无可厚非的,但要作为今后工作的样板未必恰当。因为不同矿区有不同的特质和问题,都用一个“找矿模式”的模板去套用,很容易走上歧途,使矿区普查评价工作中实际存在的问题无法对症下药,不能及时圆满的解决。何况目前技术手段的种类是有限的,怎么组合配套也难出新招。大量成功的普查评价矿区经验也表明,问题不在于用或不用哪一种“找矿模式”,而关键在于能否针对普查评价中出现的地质问题,有的放矢和因地制宜地采用有效的手段去解决。过去有一位地矿领导听了某专家对某矿区以化探为主的“找铁矿模式”介绍后,觉得既先进又新鲜,回去立即要在某普查矿区推广。当时一线人员再三向他表明,此普查矿区是沉积型铁矿,与某专家介绍的矽卡岩型磁铁矿的矿床类型与地质构造都不相同,两者无可比之处,这种“找矿模式”与技术方法难以奏效,但该领导执意要推行以化探为主的“找铁矿模式”,结果是劳民伤财,一无所获。

2.9 样品必须进行组合分析以防丢漏矿

在矿产普查评价中对于矿化体的工业评价无非是从矿化体内部特征和外部特征两方面入手。矿化体内部特征如矿石品位、组分、结构构造等,一定要按“规范”要求去做,其中特别要注意伴、共生组分。以往在地质勘查中综合评价意识很差,往往只对上级指令的找矿项目进行单项分析。如某铁矿区在勘查时只化验全

铁以及硫、磷等，后来进入矿区开发，发现富含铜，于是又将原来副样重新进行组合分析，但有的副样已丢失，这时只好到岩芯库翻找50年代施工的大口径钻孔岩芯，用6个壮汉搬岩芯箱、摊开岩芯，重新采样，采样后又搬回岩芯库保存，其艰辛、繁重程度可想而知，因此，后来在普查评价中都要求在单项分析基础上进行样品组合分析。当发现达到要求的有益伴、共生组分时，还要求结合岩、矿石镜下鉴定结果，大致查明伴、共生组分的赋存状态，以防丢矿与漏矿。关于矿石加工选冶性能问题，若是矿石组构与同一地区已开发的矿床的矿石组构完全相同，一般采用类比法研究即可；若是矿石组构与同一地区已开发的有较大差异，或矿床类型与该区已开发的矿床类型不同，则必须在实验室做选矿试验，为矿区普查评价提供必要的回收率数据。

2.10　矿化体产状是普查评价中的关键问题之一

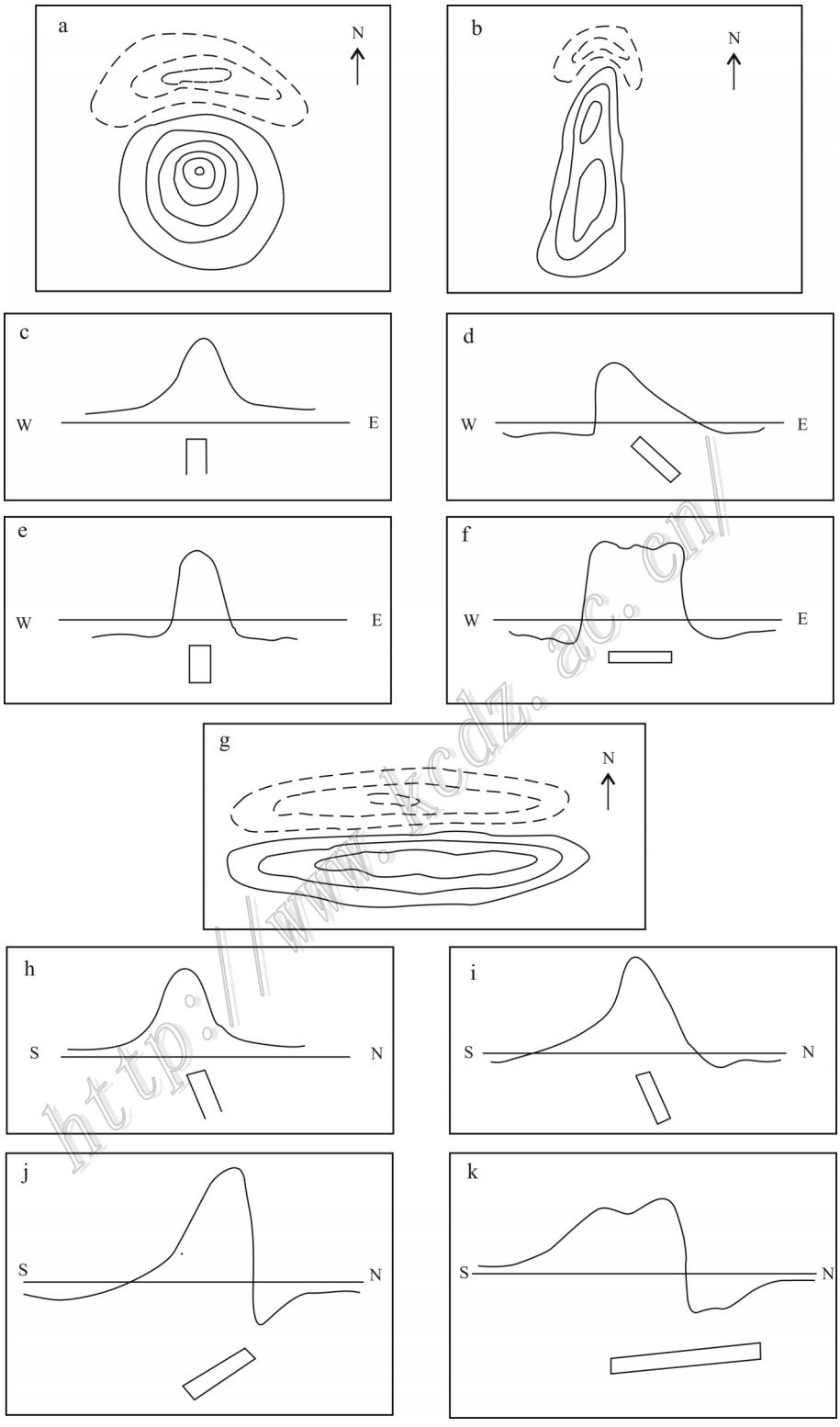
外部特征中矿化体产状是重点，产状不清，其形态与规模也无从谈起。而矿化体产状中的倾向是关键，往往成为普查评价中的“攻关”对象，尤其是与岩浆侵入活动有关的和部分与变质作用有关的矿床，经常由于产状问题使普查评价工作受阻。曾有一个普查队在某地对矽卡岩型矿床进行普查评价。该矿床在地表有2处长十几米的露头，经采样分析，样品均超过最低工业品位，随后为了追索矿化体连续性及其长度，便在2个矿化体露头区之间布置探槽与浅井，结果均没见到矿，后来又布置一个100 m深的浅钻，也没见到矿体，于是便对该矿区做出了规模太小，意义不大的结论。一年后另一部门的地质普查队到此处工作，认为该矿区矿化体倾向不明，便在露头的东侧施一钻孔，结果打到了厚大矿体，这样不但确定了接触带以及矿化体的倾向，而且也指明了该矿区今后普查评价的方向。大量的工作表明，该矿区为一个大型矽卡岩型铁铜矿床。这个事例当时也曾轰动一时，使人们认识到矿化体倾向判定的重要性。所以后来在普查评价中对矿化体的倾向判定都十分慎重，不敢轻易定论，生怕丢矿和漏矿，或者误判。例如某地经过区域成矿研究，认为某层位是主要赋矿层位，经过物、化探工作，在该层位上发现了磁异常和Cu、Pb、Zn化探异常，后来在物、化探异常对应较好的部位进行了钻探验证，结果在距地面50多米处见到40 m视厚度的铜矿化体。当时上下一片欢腾，有人认为预测成功，有人认为沿层找矿理论（当时层控矿床一词还未引进）成立。但是，普查评价的主创人员异常冷静，认为虽然该区地层产状较清楚，基本向南倾，但矿化体产状是否也向南倾还需进一步证实，于是便在见矿钻孔之南50 m处布一钻孔，钻进200多米未见矿化体，之后在见矿钻孔之北50 m处再布一钻孔，结果也没见到矿化体。随之又分别在见矿钻孔之东、西50 m处各打一个钻孔，结果都落空了。最后对该矿区做出了“存在一个小型直立柱状矿体”的评价，这场欢声雀跃的场面至此偃旗息鼓了。

为了弄清矿化体倾向，在普查评价中曾采用了多种方法。最初学习苏联经验，通常在矿化体上盘或下盘打一浅井，然后向矿化体方向打一平硐，直至打穿矿化体，以便全面了解矿化体倾向及其变化。当时将它俗称为“浅井拉岔子”，并取得了一定成效。这个方法由于工程量较大，并且常受地势与地下水位的影响，因而逐渐被大口径浅钻所替代。现在有的单位在低山丘陵地区勘查时，直接将掘土机开上山，开挖探槽，并在矿化体附近小面积加深至5~6 m，形成探槽加浅井的组合，对矿化体进行揭露，了解其倾向，也可以取得较好效果。但是，这些工作大多用在露头出露区或较浅的覆盖区，而对于隐伏地区，特别是隐伏的物探异常区就不适用了。在这情况下通常只能依靠物探磁异常特征进行初步的判别。

原冶金工业部矿产地质研究所熊光楚先生为野外人员初步判断矿化体产状做了许多工作，提供了另一种判别方法。

2.11　隐伏地区产状的判别

熊光楚先生依据中国国土是处于北半球，地磁场方向总是向北、向下，从而导致磁性体在地磁场中其南侧和上部为S极，而北侧和下部为N极；在磁法测量时其南侧和上部为正Za异常；北侧和下部为负Za异常的原理，设置了不同的磁性体形态模型，及其不同埋深、走向和倾角，进行理论运算，阐述不同形态、埋深、倾向与倾角的条件下地磁场与磁测剖面的特征。其中，磁异常呈等轴状、南北向椭圆状和东西向椭圆状的，对普查评价最实用，并且可据其磁测剖面曲线形状、正负值的相对位置及其变化梯度，初步判别磁性体的产状，确定其大体倾向。在此必须说明，磁性体与矿化体是物探和地质各自设置的探索对象，二者不一定完全重叠，



http://www.kcdz.ac.cn/

图1 不同形状磁异常所反映的磁性体产状图

a. 等轴状正磁异常，其平面图北伴有狭小椭圆形负异常，为等轴状透镜体的反映；b. 南北走向长椭圆形正磁异常，其平面图北有狭小负异常相伴，为南北延伸板状体的反映；c. 东西向剖面图中，磁异常曲线呈对称或近于对称的正态曲线，曲线顶端跨度不大，两侧没有出现负值，属于陡倾斜无限延伸板状体的反映；d. 东西向剖面图中，磁异常曲线呈不对称状，其西边急剧直立下降，并出现明显的负值，东边则缓幔平缓地下降，并在远处出现不明显的负值，为向东倾斜有限延伸板状体的反映；e. 东西向剖面图中，磁异常曲线呈对称状，并且正异常十分狭窄，两侧有负

值均匀分布，为有限延伸的直立板状体或柱状体反映；f. 东西向剖面图中，磁异常曲线呈对称状，并且正异常范围较宽，甚至还有波动，属于倾角较小的板状磁性体反映；g. 东西走向长椭圆形正磁异常，其平面图北伴有相似的负异常，为东西走向板状体的反映；h. 南北向剖面图中，磁异常曲线呈对称正态分布，且二侧均无负异常，属于向北倾斜无限延伸板状体的反映；i. 南北向剖面图中，磁异常曲线在极大值附近基本对称，北侧远处有负异常，但曲线下降梯度不大；南侧负异常不明显，为向北倾斜有限延伸板状体反映；j. 南北向剖面图中，磁异常曲线北侧急剧近垂直下降至负值，而南侧以45°坡度缓慢平缓下降，有时远处见负值，大多为向南倾斜的有限延伸板状体的反映；k. 南北向剖面图中，磁异常曲线北侧以较陡坡度下降至负值，而南侧曲线呈较平缓或波状下降，可能为向南缓倾斜或接近于水平的板状体反映

但在普查评价中未进行深部揭露之前，为了判定矿化体大体倾向时，可以将磁性体与矿化体作为一个组合体考虑，并且对磁性体倾角与磁场倾角之间的关系暂时不予考虑。现将普查评价中最常遇见的几种磁异常等值线形状及其可能所对应的地质体倾向简介如下（图1）：

（1）等轴状磁异常。在磁异常（Za）等值线图上其正异常呈圆形或似圆形，但不是同心圆，其北部的等值线密度大于南部，并且在圆形或似圆形正异常的北侧常相伴有一片负异常区，其等值线多呈椭圆形。这种形态的磁异常物探通常认为是三度空间相等的球状磁性体的反映，它基本上可与地质上球状、囊状、环状和透镜状矿化体相当，无明显倾向与倾角（图1a）。

（2）南北走向椭圆形磁异常。在Za等值线图上多呈南北向长条状，但其北端正异常范围比南端明显变窄，越靠北越窄；Za值北端也比南端降低快，致使北端Za等值线密度比南端大，往往形成南北走向不规则的近等腰三角形图象（图1b）。这类磁异常在判别产状时需结合磁测剖面曲线（剖面线为EW向）并有如下3种情况最为常见：① 磁测剖面曲线呈对称或近于对称的正态曲线，曲线顶端跨度不大，而两边没有出现负值。这种特征的曲线在物探解释上属于无限延伸板状体的反映，而在地质上则可与陡倾斜层状、板状、大脉状矿化体相当（图1c）；② 磁测剖面曲线呈不对称状，西边为急剧直立下降，并出现明显的负值，东边为平缓地下降，并在远处出现不明显的负值。这种特征的物探曲线常解释为是有限延伸板状体的反映，在地质上应归属于向东缓倾的层状、似层状地质体之列，其倾向明显地向平缓曲线一侧倾斜，其倾角大小大体亦可通过曲线平缓程度加以大体判断（图1d）；③ 磁测剖面曲线呈对称状，并且两侧有负值均匀分布。这种曲线很重要是要看正异常顶部形态，当正异常十分狭窄时，在物探理论演算中归属为有限延伸的直立板状体或柱状体，实际上相当于地质上陡倾斜的透镜状、柱状地质体（图1e）；当正异常范围较宽，甚至还有波动时则是倾角较小的板状磁性体的反映，相当于缓倾斜或近水平产出的层面有波伏的似层状或扁豆状矿化体（图1f）。

（3）东西走向长椭圆形磁异常。在Za等值线图上磁异常呈东西向椭圆状、长条状正异常，其北面或南面，或南北二侧均伴有一定规模的负异常（图1g）。这类异常在判别产状时也需结合磁性剖面曲线（剖面线为SN向），并常有如下3种情况值得注意：① Za曲线呈对称正态分布，且二侧均无负异常。这种曲线无疑地反映磁性体向北倾斜，在物探上大多将其列入无限延伸板状体范畴，与地质上板状、层状、似层状矿化体相当（图1h）；② Za曲线在极大值附近基本对称，但北侧曲线下降梯度不大，并且远处有负异常，而南侧曲线下降相对较快，负异常不常见。这种曲线反映了磁性体亦向北倾斜，在物探上属于有限延伸板状体反映，在地质上相当于小透镜状或长透镜状矿化体（图1i）；③ Za曲线北侧急剧下降至负值，而南侧缓慢平缓下降，有时远处见负值。用这种曲线判别产状时，要注意曲线南、北两侧下降幅度。当北侧曲线急剧近垂直下降，而南侧曲线以45°坡度下降，矿化体则向南倾斜（图1j）；当北侧曲线以较陡坡度下降至负值，而南侧曲线呈较平缓或波状下降，矿化体可能为向南缓倾斜或接近于水平的板状体（图1k）。

上述用物探资料判断矿化体倾向的方法，在以往很多地方矿产普查评价中都得到证实。重要的经验是要结合矿区地质构造特点进行判断，而不要生搬硬套。

2.12　普查评价要围绕“大致查明”进行，适度控制工作量

在矿区普查评价中勘查程度与深度也是一个必须认真考虑的问题。对于这个问题过去意见也不一致，其问题出在阶段划分上，而现今“规范”已明文规定，必须按规范要求，以“大致查明”为中心开展工作，为下一步工作“圈定出详查区范围”。成功的经验表明，在普查评查中当矿石品位得到确认，矿化体产状以及形状大致阐明后，就应该以“规范”规定的间距或比规定大一倍的间距向外追索，圈定矿区内矿化体分布范围，同时

开展深部物探测深工作,并配合个别钻孔资料了解其矿化深度,以便对矿区整体做出普查评价。再也不要象过去那样,为了追求工作量,对于勘查程度与深度没有给予一定尺度的节制,致使一个不复杂的小型矿区居然打了3~4排钻孔,钻探进尺数万米,深度控制近千米,然而矿区范围与矿化深度仍然是未知数,完全失去了普查评价的意义。普查评价工作要紧紧围绕规范所规定的"大致查明"进行,不能滥用工作量,在资源储量估算上应以内蕴经济的为主,其中333是主体,部分为332,地表出露部分有工程较系统控制的可求出少量331资源量,以便为下一步详查工作构建基础,使普查评查与详查工作有机而有序地衔接起来。

2.13 不要因为水文、工程、环境地质工作不到位而拖后腿

在矿区普查评价工作中在大致查明矿区地质情况同时,应对矿区水文地质、工程地质和环境地质进行工作。这项工作以往经常被忽视。其中原因很多,有的是重视不够,没有及时安排;有的是缺乏专业人员,无从下手;有的认为矿区水文、工程、环境地质条件简单,无需工作。从而使普查评价报告中只有矿床地质资料及其资源储量有关的数据,而没有或只有简单的矿区水文、工程、环境地质资料及其有关数据。我们应当认识到矿区水文、工程、环境地质是普查评价中不可缺少的工作内容,许多矿区由于水文、工程、环境地质工作不到位,而使工业矿体成为无法利用的"呆矿"。曾有人粗略统计过,过去每年有1/3到1/4的普查评价报告因矿区水文地质、工程地质和环境地质工作达不到要求,而未能通过,或被退回重新补充工作。这个教训亦应引以为戒。

矿产普查工作的内容极其丰富多样,不但要大致掌握矿区地质构造,而且也要了解矿区外围的地质构造特点;不但要认真确定和追索工业矿体,给予科学的评价,而且还要对可能出现的新矿化体部位做合理的预测,进行有效的工作;不但要正确使用和布置各种勘查手段,而且要合理解释其工作成果;不但要考虑矿区目前面临的技术、生活等各方面问题,而且也要考虑矿区发展的方向及其存在的问题。因此,在这诸多工作面前都需要各级领导的支持、关心与理解,也需要工作人员的智慧与勇气,而成功的团队之所以成功,往往就在于两者的有机结合。

(中国地质科学院矿产资源研究所 吴良士 供稿)

http://www.kcdz.ac.cn