

叙谈矿产地质工作

编者按:矿产资源是国家综合国力的标志之一。一个国家所占有的矿产资源种类及其储量将规定国家经济发展的走向,因此各个国家对于矿产地质工作都给予一定的重视,以求有所发现,有所发展,促使国民经济向布局更加合理的方向发展。

矿产地质工作包括矿产地质勘查与矿产地质研究,二者密不可分,前者是获得可靠的矿产资源储量的重要途径,也是后者的前提,后者则建立在前者的基础上并为之服务。矿产地质勘查经过百余年的实践,已经形成了一定的工作程序,从开始的矿点检查、踏勘剖面,随后的地质填图、工程布置、编录采样、分析化验,到综合研究、图件编制、储量估算、综合评价直至最终提供报告。对于这种常规的工作程序各个国家在其工作经验总结的基础上,依据各自的工业化程度,制定出不同矿种的国家或行业矿产地质工作规范,并且随着科学技术的进步和资源需求的程度而及时进行补充、修订和改编,以便统一标准、保证质量,更合理地进行矿产资源的勘查及其规划、保护和开发。1949年以前,我国的矿产地质勘查工作基本上比照西欧国家的规范执行;上世纪五六十年代,完全按照苏联“老大哥”的规范执行,1960年代虽作部分修改,但原则上仍以苏联规范为蓝本;1980年代后基本上参照欧、美规范,结合我国实际情况,力求符合以市场经济为目的的要求。回顾1949年以后的60多年矿产地质工作可以看出,不管如何变化,工作程序没有实质性改变,其中的地质填图、样品采集和综合评价始终处于矿产地质勘查工作中的重要地位,是矿产地质勘查工作中无法跨越的3个关键技术环节,而过去工作中许多失误或失败的案例往往就出在这3个环节上,以致事倍功半,甚至推倒重来,既耗费了财力,又浪费了人力与时间,教训实在沉重!究其原因,除连年不断的政治运动和以“钻探进尺为纲”的错误地质勘查工作指导思想外,还与不重视地质工作经验的总结、不吸收国外先进的思想有直接关系。因此,本刊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,谈谈以往地质勘查工作中成功与失败的案例。从本期开始,开辟“叙谈矿产地质工作”栏目,陆续刊登地质填图篇、样品采集篇和综合评价篇中的系列短文,望工作在矿产地质研究一线同仁及后辈在今后的工作中引以为戒,少走弯道。所谈之见,仅是个人经验,个人观点,不代表本刊观点。

## 地质填图篇(1)

本篇共有12节,第一节为矿产地质填图特点与意义,第二节至第五节为有关地质填图的地形图、典型剖面、地质观察点和地质界线连接等技术方法,第六节为地质环境与找矿,阐述地质找矿指导思想的变革,第七节至第十一节为沉积岩、岩浆岩、火山岩、变质岩和接触变质带等地区地质环境初步认定与找矿的讨论。第十二节为地质填图资料的整理工作。

### 第一节 矿产地质填图特点与意义

地质填图过去亦称地质测量、地质调查等。它是将地表或部分隐藏在地表下的地质现象,按精度要求如实地反映和表达在相应的地理图或地形图上。因此,按工作性质,它属于基础性的地质工作。目前虽然遥感影像技术有很大的发展,但它还不能完全取代野外地质填图的功能,也就是讲,地质填图工作仍然要靠人力,在野外一步一个脚印地进行,任何偷懒和取巧都不会达到应有的效果。地质填图工作按其工作目的和任务可分为区域地质填图、矿产地质填图、环境地质填图、水文地质填图、工程地质填图、灾害地质填图等等。矿产地质填图主要在成矿远景地区或有矿化显示的地区,如矿体露头、物、化探异常、古人开采遗迹等地区进行,因而俗称矿区地质填图。矿区地质填图的目的是阐明该区成矿地质环境,寻找所需的矿产资源,评价成矿前景与矿产资源利用可能性,因此,其涉及范围相对比较小,多局限在一个矿区或探矿权登记范围内,少数

涉及到成矿带的某一段,所以采用的比例尺都比较大,并且要求精度也比较高,一般为1:1000或1:2000,个别为1:500或1:5000。矿产地质填图与其他性质的地质填图,特别是与区域地质填图对比有如下特点:

(1)一切围绕找矿评价 矿产地质填图内容不但要依据并继承区域性地层、岩浆岩和构造单元等划分方案将其更进一步细化,把测区内地质构造特征全面而详细地反映出来,同时还要考虑所寻找矿产的种类及其矿床类型的不同,对有关的找矿和成矿的地质特征进行重点而细致的工作并给予准确的表达,其中不仅是野外观察、划分、对比,而且还要匹配相应的室内研究与测试。如寻找沉积型铁矿时,在地层组、段划分的基础上,对岩性、岩相变化要做重点的表示,而其他内容也应给予全面反映,以便对其成矿环境进行评价。因此,矿产地质填图不是区域地质填图的重复与放大,而始终是围绕找矿评价这个最终目的进行的。

(2)交互进行反复比照 在矿产地质勘查中矿产地质填图工作往往是中、大比例尺交替填图,相互印证,配套进行。当矿区或探矿权范围内大比例尺的地质填图工作完成或告一段落后,特别是其地质构造轮廓基本清楚以及矿体或含矿层被圈定后,将按实际需要与可能,开展外围地质填图工作,其范围一般比矿区填图范围大几倍,比例尺一般为1:10 000或1:25 000,以便从宏观尺度上,如从整个成矿带或构造体系上,阐明矿体或含矿层是否延伸出去、其成矿地质环境是否有利等问题,同时也对矿区内填图质量进行补充与修正,以便从更大的视野评价其成矿前景,以免错失矿床规模及其远景进一步扩大的良机。因此,在矿产地质填图中,科学探索和地质研究一直是不停地进行着。

(3)常态工作不断深化 在矿产地质勘查中,通常依据地表地质填图资料,开展相应的地球物理与地球化学勘查以及地表揭露和钻探工作。因此,在地质填图中经常由于地表覆盖、表层风化、岩石破碎等种种原因而留下一些地质现象不清或无法判定的悬念,也因上述工作的开展而获得大量新资料将这些悬念予以化解,增补了被掩盖的地质体,恢复了表层被风化原岩的面貌,纠正了原先错误的判断,对所测制的地质图能及时地进行必要的修改和补充,同时,随着勘查工作进展与深部地质资料的获得,地质填图工作也逐步由地表向深部,有的可向立体地质填图方向发展。因此,地质填图工作一直是处于常态化、立体化行进中,直到工作结束。

从上述矿产地质填图的工作特点可以看出,它不仅要将在矿区内地质构造正确反映出来,而且要正确判定该地区是否存在有利的成矿地质环境,是否可能产出有关矿产。在实施过程中经常会遇到各种与找矿有关的疑点和难点问题,并且需要现场研究解决,否则工作难以继续。也就是讲,不做认真的地质研究而应付差事式的填一张地质图是找不到矿的。矿产地质填图中,方法与研究相辅相成。上世纪50年代初,宋叔和先生主动请缨前往大西北白银厂找矿,当时该区一片荒凉,只有前人留下的几个为提炼硫酸而挖掘的黄铁矿老硐。宋叔和等地质前辈在极端困难的条件下首先开展地质填图,详细划分了火山岩地层及其与黄铁矿层之间的关系,同时发现后山的一些洼地经常流出浅绿色的地下水,在地表铁帽下面有灰色土,对此他们结合矿区地质特征开展了多学科研究。当时人们对含铜黄铁矿型铜矿还十分陌生或不认识。宋叔和先生根据研究成果断定,绿色地下水和灰色土是由铜矿引起的,并与黄铁矿有关,终于在白银厂发现了大型含铜黄铁矿矿床。显而易见,地质填图过程是对工作地区进行全面而系统的研究和探索的过程,同时也是全面培养与提高人们地质素质与教养及学识的过程。因此,地质填图工作一直受到重视。在国外,许多大学的地质系学生毕业前都要安排2~3个月的独立地质填图实习,训练学生的实际工作能力,并以填图成果作为毕业论文撰写的基础素材和学习成绩的主要考核指标。我国在上世纪90年代以前,地质院校学生在校期间都要进行6个星期的地质填图实习,开始是在教师指导下进行,而后过渡到由学生独立完成。90年代中期教改后,地质院校学生要交高额学费才能注册上学,而学校出于“经费紧张”和“学生安全”考虑,大幅度修改教学方案,野外教学实习改为参观实习,后来有的就干脆撤销实习,以参观陈列馆代之。本科生没有经过地质填图的基本功训练,在读硕士和博士研究生,由于专业限制等原因,更难接触到实际的地质填图工作。若是博士生毕业后当了大学教师,怎么能够指导学生进行地质填图?如此下去,地质填图几乎成为一个盲区了。数年前我曾遇见王鸿祯老师,谈起填图是地质工作的基本功时,他很感慨地说:“我不知说过多少次了。现在不但学生不会,老师的老师可能也不会。这还得了”。真是语重心长啊!

## 第二节 地形图

地质填图是要以地形图为底图进行的,其作用是准确标定矿区或探矿权登记范围坐标位置、工作区地势地貌、各地质体包括矿体露头产出标高及其空间位置,并在野外依据地形地势对观测点之间的地质界线进行合理而正确的连接,同时也为日后勘查工程布置和矿产资源储量估算做准备。因此,在地质填图之前必须了解以下几点,才能获得所需的正规地形图,以便开展矿区地质填图工作。

1. 图幅如何划分 要获得所需要地形图必须了解地形图的图幅是如何划分的。地形图的图幅划分是按1:100万为单元进行全球性划分的,具体是:以通过英国格林威治的经线0度为中轴,然后分别向东、西按经度每6°划分为一行,将全球分成60个行,并以阿拉伯数字序号为标记,东半球编号为31~60;同时以赤道为中心,分别向赤道南、北按纬度每4°划分为一列,将南、北半球各分成22个列,并以英文字母A~V顺序为标记。由于经线是向两极收敛的,在纬度60°以上,相同经差、纬差范围所包括的实际面积大大缩小,因此规定:在纬度60~76°范围内,每幅1:100万地图其纬度仍按4°而经度以每隔12°分幅,即经度范围比纬度60°以下的扩大一倍;在纬度76~88°范围内,每幅1:100万地图其纬度仍按4°而经度以每隔24°分幅,即经度范围比纬度60°以下的扩大了2倍。从而将全球分出1065个区间。每个区间就相当一幅1:100万地形图的范围,并且为了索取方便,规定对每幅图以双名命名,其中首个英文字母代表所划分的列数,其后的阿拉伯数字代表所划分的行数,二者之间用短线连接。为了区分南、北半球的图幅,特规定在南半球图幅在编号前面加上“S”,如SK-45则表示该图幅于南半球,其范围在K列A5行,相当纬度40~44,经度84~90之间。这就是全球地形图最基本的图幅划分的方案。大于1:100万比例尺地形图的图幅都是在1:100万地形图的图幅范围内再分割衍生的。如一幅1:100万图内按经度间隔1.5°、纬度间隔1°可划分出16幅1:25万的地形图,按经度间隔1°和纬度间隔40′可划分出36幅1:20万的地形图。一幅1:20万地形图内可再按经度每间隔30′,纬度每间隔20′分再划分出4幅1:10万的地形图。一幅1:10万地形图按经度15′,纬度10′将可分出4幅1:5万的地形图,如此类推。这样,一幅1:100万地形图将包括16幅1:25万、36幅1:20万、144幅1:10万、576幅1:5万的地形图。我国国土范围是处于东经72°至138°之间和北纬14°至53°之间,大体相当经度13~23行之间,经度在B~M列之间。这里有一个简单的计算公式,只要知道所勘查或工作地区的经、纬度,就可推算出该区所在的1:100万地形图的图幅编号。如某地经度为120°09′15″,纬度为30°20′18″。则列数=某地的纬度÷4(取商的整数)+1=30°20′18″÷4°+1=7+1=8(相当于H);行数=30+某地经度÷6°(取商的整数)+1=30+120°09′15″÷6°+1=30+20+1=51。该地区所在的1:100万地形图的图幅编号为H-51。因此,要索取工作地区地形图时,首先要根据图幅编排的规则确定工作区所在的1:100万图幅的编号,然后据上述划分规则就可以很快地找到所需要地形图的图号。在此必须指出,大于1:100万地形图的编号都是在1:100万地形图编号后面加上相应的序号,其中1:20万和1:10万地形图的编号是在1:100万地形图内,从西向东、从上至下分别用(1)(2)(3).....(35)(36)和1、2、3、.....143、144表示。如1:20万地形图编号K-50(5);1:10万地形图编号K-50(5)-3;大于1:10万的地形图将在其上一级次的地形图中,以北西、北东、南西和南东等4个象限进行编号。如1:5万地形图是在1:10万地图上,按上述4个象限分为A、B、C、D等4幅,其图号则为K-50(5)-3-A, K-50(5)-3-B, K-50(5)-3-C, K-50(5)-3-D。

2. 地形图如何选用 在矿产地质填图中所用的地形底图的范围应该比实际填图范围大,即要比矿区或探矿权登记范围大,以便在较大范围内依据地形和地物点准确地确定地质观察点的位置和地质界线,进而为追索矿体或地质体指示方向。地形图的比例尺要根据地质填图的要求而决定。在矿区内地质构造比较简单的情况下,地形底图的比例尺与矿产地质填图的比例尺可以一致,如1:1000比例尺地质填图用1:1000地形图,在矿区外围进行1:10000至1:25000比例尺地质填图时,一般亦可采用同比例尺地形图进行工作。但在地形条件复杂、地质构造复杂或地形底图精度不够的情况下,所用的地形图比例尺应比地质填图比例尺大,如用1:5000的地形底图进行1:10000比例尺的地质填图,然后将野外成果图缩小一倍后定稿,亦可取得较好效果。

我国测绘部门经过多年研发,已编制完成了全国1:50 000、部分地区1:10 000地形图的工作。这套图件是由航空照片判译后经地面复测或核对后编制成的,其线条清晰,标志详细,地物准确,精度较高,很适合于矿区的相应比例尺地质填图时使用。

矿产地质勘查初期阶段包括地质踏勘、预查和普查阶段,人们通常是依据工作地区的经、纬度及其图幅编码到各级测绘部门购买所需的地形图。若测绘部门没有工作所需要比例尺的地形图,亦可采用精度较高的、但比所需要比例尺小的地形图经复印放大后使用,例如可用全国公开出版的1:50 000地形图放大到1:25 000或1:10 000后使用。但由于复印机本身原因,复印放大的图件其中心部分较边缘部分变形少,因此,复印放大时最好采用按方格移动复印放大的方式,然后取其中心部分拼接成幅,以便保证地形图的准确性。

在普查后期以及详查和勘探阶段,特别是勘查工程开始施工时,一定要采用实测的地形图。在实测中必须按规范要求执行,并且在地形图测绘期间应同时完成勘查基线以及勘探线与剖面线的测量,使矿区测绘工作建立在同一精度与系统上,为日后勘查工程布置和资源储量估算打下基础。

有时在踏勘和预查时会遇见十分有价值的矿产、地质现象,必须将它们记录下来,但没有地形图或没有带地形图怎么办?若是在范围不十分大而地形又比较简单的地区,野外作业人员必须学会草测地形图。在草测中首先要用罗盘测定出各地物点如山头、小沟、陡坎等相对方位;用步测各地物点的相对距离;用目估最高地物点与最低地物点之间的高差以及其他各地物点间的高差(若有GPS定位仪则直接用它的高程数据),然后将这3组数据投入到图上,并依据地形走势,在野外即可勾画出地形草图,同时将矿产、地质现象反映在其上,以备参考。这种测图方法比较简便、实用,但图测完后一定要标注出与测区最近的地物标志点,最好是村庄农舍、水站、桥梁等,便于以后查找。曾发生过草测地形图忘记标出地物标志点,以致再赴现场时无法及时找到位置的事情。

3. 地形图质量如何保证 矿产地质勘查中地形图是基础图件之一。它的准确与否将直接影响矿产地质勘查的质量,否则后果是很严重的。我国的分幅地形图由国家专卖,任何单位未经国家有关部门的授权不得制作与出售地形图。购买分幅地形图必须到国家测绘总局及其下属有关部门申请认购,方能保证来路正道,质量可靠。现在有人从网上下载境外发布的地形图,不太可靠,因为这些地形图是用卫星影像编辑的,未经地面核对,错误很多,特别是国界标定和各行政区范围,具有很强的政治意义和行政管辖意义,切不可随意选取,导致出现政治性问题。在详查和勘探阶段需要进行矿区地形图实测时,担负矿区实测地形图任务的单位必须是有资质的专业测绘队伍,并且在签订合同时,除要求对方严格按有关规范履行外,还要依据矿区邻近的国家三级三角点坐标与高度厘定矿区的地理数据,以保证地形图的精度。目前矿区实测地形图的质量问题经常出现在坐标计算、高程测量以及控制点数量等问题上,因此,矿区地形图实测完成后,应请上级单位或第三方监理,以保证质量,否则由于上述误差超标,将使地质体和矿体在图面上的形态被歪曲,工程控制高程与部位失实,最终导致资源储量估算以及对矿区评价的错误。如某矿区在地质勘查期间对地形图的质量把关不严,当工作快结束时才发现地形图的精度不够,于是请来有资质的测绘队伍重新测绘矿区地形图,再重新进行地质填图、勘查剖面编制和资源储量估算等工作,前后又经历了2年时间,才完成了整个工作。又如某矿区在地形测量中没有进行规范的水准测量,而自立高程系统,当报告评审时发现矿体标高有误,资源储量估算严重失真,从而导致勘查报告无法通过,数年辛苦功亏一篑,只好返工,从头再来。由于地形图的错误导致的返工事件屡见不鲜,因此,在地质勘查中对地形图切不可忽视大意。

(中国地质科学院矿产资源研究所 吴良士 供稿)