



金属矿物探的现状

闫立克

国外金属矿物探

1. 概况 据报道, 西方国家金属和非金属矿物探的投资为5368.7万美元, 占勘探总投资的1.8%^[1]。其中地面物探投资2303.5万美元, 占金属和非金属矿物探总投资的42.9%, 航空物探为2736.9万美元, 占50.9%, 地下物探为328.3万美元, 占6.2%。

苏联的物探工作量占地质勘探总工作量的22~23%。地震方法占物探总工作量的48%, 测井占16%。电法占11%, 重力法占9%, 磁法占7%。有色与稀有金属矿物探占金属与非金属矿物探总工作量的78%, 黑色金属与非金属矿物探各占11%。苏联物探部门的工作人员约有10万人, 占整个地质队伍的五分之一, 其中从事金属矿物探的约1万人, 大专毕业生占一半。从事物探理论及方法装备研究的有7个研究所, 3个物探仪器设计局, 10多个工厂^[2]。

2. 航空物探 已成为大面积地质填图和普查找矿的重要手段之一。多种物化探仪器安装在同一架飞机上, 可获得多种参数。

(1) 航空磁法 是使用最早、最多, 工作量最大的一种航空物探方法。

苏联已编出1:1000万和1:250万全国航磁异常图, 正在编制1:100万的航磁异常图^[1]。苏联1:20万航磁工作已在六十年代完成, 目前正进行1:5万和1:2.5万及少量1:1万航磁测量, 每年完成60万平方公里工作量^[3]。

1971~1980年间, 苏联利用以磁测为主的航空物探发现了数十个矿床和数百个远景矿点, 不仅有铁矿, 还有锡、钨和有色金属矿床, 同时还填绘了辽阔地区的地质图^[4]。

美国已出版全国40%面积的区域航磁图, 20个州的磁力图: 1981年编测了1:25万临时航磁异常图, 计划1986年出版统一的高质量的全局航磁图。

加拿大于1981年出版了247幅航磁图, 其中211幅是1:5万总场航磁图, 32幅是1:25万总场航磁图。发行了第一批1:100万系列的4幅彩色磁异常图^[5]。

在仪器研制方面, 杰姆系统公司在为加拿大地质调查所研制一种高灵敏度的航空欧弗豪塞尔双磁共振磁力仪(GSM-11型), 预期灵敏度可达0.1伽马(每秒一个读数)^[5]。

美国地质测量公司将高灵敏度的G-813航空磁力仪广泛用于石油勘探。该仪器每秒1.3个读数, 灵敏度0.1伽马。

1981年, 先达利公司出售第一批MAP-5型质子旋进磁力仪, 主要用于航空物探, 最高灵敏度为0.1伽马。

苏联已开始推广光泵磁力仪, 逐步取代饱和式磁力仪。

(2) 航空重力 从五十年代开始, 美、苏、加等国就开始试验航空重力法。美国用的是重力梯度仪而不是重力仪, 测量的是力矩而不是重力。梯度仪可安装在飞机或海洋测量船上。海洋重力仪的动态精度为0.07毫伽(GSS-2型)。

苏联的航空重力仪的精度比美国低, 实测均方差达 $\pm 5 \sim 10$ 毫伽。他们认为, 该种仪器对研究区域性重力场仍有用处, 填补了卫星与地面重量之间的空白。苏联研究过的航空重力仪有弹簧式和振弦式两种。

(3) 航空电法 频率域和时间域航电系统目前都在应用。巴林查公司在继续研制Cotran系统,

1981年飞行了6500测线公里,效果令人满意。Cotran时间电磁系统的工作频率范围为70~100赫;RMS发射机的磁矩是73000安·米²。

据报道,迪吉赫公司1980年生产了第三台直升飞机载的迪吉赫Ⅲ系统。1981年生产了第四台。该系统的输出增加了一个新参数,即磁铁矿电磁道,可直接显示出共面线圈对电磁响应测出的磁铁矿等效百分数。磁铁矿电磁道补充磁力仪道,有助于岩性判别,从感应磁化强度中分出剩余磁化强度,探测出夕卡岩矿化中近地表的小磁铁矿体,迪吉赫Ⅲ系统的其他填图参数包括电阻率和电导率差。其应用范围已从有色金属矿扩大到地热勘察、金刚石勘探和地质填图。

苏联研究和应用过的航空电法有长导线法、旋转场法、偶极剖面法和过渡过程法,但都处于研究试验和改进完善阶段。长导线法研究得最早、最成熟,地质效果也较好。60~70年代,苏联在穆戈扎尔山区、诺里尔斯克、卡列累、外贝加尔、东萨彦岭及科拉半岛的工作表明,该法在构造填图(1:2.5万~1:10万)找矿中,很大程度上可代替地面中小比例尺的电法。它的最大弱点是须在地面铺设长导线,太费时;故只能算半航空法。

目前,苏联在着重发展航空过渡过程法。该法找致密良导矿体效果最好,有利条件下勘探深度可达250米。仪器装在Ka~2b直升飞机上。探头吊绳长35米,记录0.5~3毫秒间过渡过程的1个瞬时值;在好天气时,经补偿后剩余的噪音电平为10微伏,在坏天气时,增加2~3倍。飞行高度80~100米。该法曾在斯维尔德洛夫斯克矿区作过试验,经地面检查发现了900×500米的异常带,视电阻率为0.05欧姆·米;钻探结果在33~85米间发现浸染和致密状磁黄铁矿—黄铜矿矿石。

此外,苏、美、加等国已有航磁、航放(射性)、航电综合站用于生产试验。

3. 地面物探

国外物探找矿方法多、仪器设备种类繁杂,这里仅介绍一些常用的方法、仪器和地质效果。

(1) 磁法勘探 这种古老的找矿法除应用电算推断解释异常外,方法技术没有突破性发展,但以下几方法值得借鉴。

1 由于磁测仪器灵敏度提高,能用于弱磁性矿产普查,沉积岩区地质填图。但干扰信号增多,各国都在努力消除干扰因素以提高测量精度。

2 为提高工作效率,加快找矿周期,降低成本,而发展大比例尺航空磁测(1:1万),关键是建立更精确的定位手段。

3 重视区分矿与非矿异常。自60年代以来,苏联即坚持这项研究。据报道,实验的方法有人工磁化法、日变法和压磁法,值得注意。

1 广泛用于铁以外的矿产普查找矿。

(2) 重力勘探 推广了高精度重力仪,广泛采用立体摄影技术,减少了地形测量工作量,重力总成本大为降低。重力资料的整理解释实现了自动化。它在综合物探方法中的作用明显提高。苏联重力普查金属矿的工作量占全部重力工作量的27%。

只要有大批比例尺航空照片,应用立体摄影技术,通过立体坐标测量仪即可求出测点高程并进行地形改正。用普通测点定高程的精度可达0.7~1.0米。在苏联,它比传统方法便宜15~10%,工效成倍增长。

近年来,在重磁异常解释的理论和方法上有以下重大进展:

1 资料整理和解释自动化。全面利用电子计算机,建立了一系列数据处理和解释自动化系统,能解决复杂地形不规则测网的整理解释。

2 位场二度问题解析理论的研究有很大进展。应用复变函数论方法解位场的平面问题,并奠定了三度情况下的类似理论基础。

3 研究了将二度位场解析延拓到下半空间的一些理论问题,建立了一系列确定位场特殊点性质的非线性方法。

1 引进了不适定问题的思想,建立了以这种理论为基础的一系列解反演问题的有效算法。

(3) 电法勘探 在研究程度差的地区,电法主要布置在认为有远景的地段,追索和评价浅部硫化矿带,在工业发达地区,主要用于外围和深部找矿。

苏联激发极化法占金属矿电法工作量的首位,约占总工作量的30% (每年扫面1.5~2万平方公里),各种直流电法约占27%。目前过渡过程法已成

为一种基本的找矿方法,在金属矿电法中约占13% (每年扫面约7000平方公里)。各种交流电法约占工作量的30%。

关于电法勘探今后的发展方向,苏联人提出了以下几方面:

①加大勘探深度,近期目标是500米,进一步达到2000米。可能途径是利用大功率人工电源和输电线。

②建立电法仪器标准系列,实现数字磁带纪录,电法资料使用电子计算机解释。

③注意新参数的研究,如半导性和一些处于电磁、地震和热电效应等之间的现象。

④在方法技术方面,场法测深已在构造电法中广泛应用,效率高,探测深度大,逐步代替了直流电测深;过渡过程法已成为一种基本的生产方法。在寻找致密良导矿体的工作中发挥了重要作用;激发极化法发展相位测量已成为一种趋势;压电法已经成为寻找石英脉型和伟晶岩矿床的一种主要方法。

(4) 金属矿地震法 地震勘探用于寻找金属矿床的例子愈来愈多,尤其是苏联。1976~1980年苏联的金属矿地震工作进展较快。现已有10个地震队,每年完成1.6~2万公里地震剖面,用于铁、铜、铝、多金属、镍、锡、金和稀有金属等远景区的构造分区、基底填图、查明深部控矿构造和追索断层等。

在1:2.5万和1:5万的普查填图中,地震法用于研究已圈出有望地段的深部构造和矿床的构造位置,建立含矿构造模式、圈出控矿构造等。在1:1万和1:5千大比例尺工作中,用于确定含矿构造或含矿岩石在平面上的位置,对覆盖层下的基岩和风化层进行填图,确定地质体和矿体的形态和位置。

4. 井中(包括测井)及地下勘探

西方国家金属和非金属矿地下物探的投资为地面物探投资的1/7。使用的方法有磁法、电法、地震、重力、核测井和声测井等⁶。

苏联地下物探(包括测井)的成本在找矿物探方法中占第三位⁷。在各地质勘探阶段中应用的有十几种钻孔物化探方法,二十几种测井及派生方法。

最近,苏联总结出不同矿种、不同工作阶段、不同任务应使用的方法:

找矿评价阶段物探异常的远景评价,在无岩芯钻进和复杂地层钻进(低取芯率)时,查明孔中含矿带及其构造,测定化学成份及矿点评价。在硫化矿床上使用激发极化法、充电法、多频感应电测井、接触极化法、电极电位法、电磁法等。在磁铁矿床上使用磁测井、充电法、滑动接触法、电磁法和自然电位法。在石英脉型矿床上使用压电法和激发极化法。

初步勘探阶段 在硫化矿床上使用电阻率法、激发极化法、自然电位法、充电法、多频感应法、电极电位法、无线电波透视法。在磁铁矿床上使用电阻率法、磁化率测井、磁测井、电磁法、电极电位法。在石英脉型矿床上使用电阻率法、自然电位法、无线电波透视法、压电法。

详细勘探阶段 在硫化矿床上使用多频感应测井、无线电波透视法、接触极化法、激发极化法。在磁铁矿床上使用磁测井、磁化率测井、电磁法、无线电波透视法。在石英脉型矿床上使用压电法、无线电波透视法、磁化率测井、 γ 射线测井。在铝土矿床上使用磁测井、 γ 射线测井、磁化率测井。

另外,核物探测井在各地质阶段也能得到很好的地质效果。

井中和地下物探取样范围比钻孔岩芯和坑道大得多,取得的地质和物理信息也更多,并能大大节省地质勘探费用。苏联在200多个矿床上使用电化学方法(接触极化曲线法、非接触极化曲线法、部分提取金属法),查明其中150个是没有远景的,大大地节约了钻探工作量⁸。

又如,在一个多金属矿床上,用接触极化曲线法计算的储量与只用钻探资料计算的结果对比,钻探用了77个钻孔,接触极化曲线法只用了16个钻孔,结果完全相同。

苏联在1980~1985年,为提高金属矿井中物探方法的有效性,拟制定适合某些矿床类型的标准和有效的井中物探方法的综合模式,增加井中物探仪器生产,加强理论和方法技术研究,发展数字记录 and 数据处理,广泛应用小型和专用计算机做综合解释。在新的基本物性基础上,设计新的钻孔物探仪器。

5. 物探仪器的发展趋势

自70年代微处理机问世以来,在物探中使用与

日俱增,并导出了几种适于野外基地的计算机处理系统^[5]。例如 IPR—11 用适当的软件程序即可在野外直接处理数据,绘制等值线图,做出直接解释。这就大大节约了时间和成本,并可消除人为误差。

目前物探仪器的发展方向是:

(1)许多国家为加大地面物探的探测深度(尤其是电法)而努力。主要是增大仪器的发射功率和提高接收机的灵敏度。例如,Geomcs 公司生产的大功率、高分辨的瞬变电磁系统 EM—37,功率为 2000 瓦,可探测深度为 300 米的良导体。Grone 公司生产的 2000 瓦的 PEM 仪,可探测砂岩覆盖下 450~500 米的石墨。苏联生产的 ВПС—63 装在两辆汽车上,功率为 23 千瓦,最大电流为 50 安培。可见,仪器向大型化发展。

(2)为了开展山区物探工作,仪器向小而轻便方向发展。麦克费尔公司提出了一种新的轻型、精度为 1.0 γ 的磁力仪 GP—81,重量为 1.4 公斤。

目前地质工作对物探仪器的要求:一是高灵敏度、高分辨率、大功率的仪器,以适于强干扰背景的矿区附近及深部找矿工作;二是高灵敏度、高分辨率、自动化程度较高的小型轻便仪器,以适于山区及交通不便地区寻找浅部盲矿体。

国内金属矿物探

据报道,地质矿产部从事金属矿和非金属矿的物化探人员,占该部总人数的 8.1%^[9],其中金属矿物探人员约占 70%。冶金地质系统从事物化探工作的人员,占该系统总人数的 5.8%,物探人员占总人数的 4.8%,约为全国金属矿物化探人员总数的 1/7。

冶金地质系统物化探的总投资约占地质勘探总投资的 8%。

当前,我国,尤其是我部金属矿物探的方法比较单一,多限于磁法、化探和少量电法剖面。甚而近年使用的方法还没有五十年代多而全。30 年来,金属矿物探迄未形成适用于不同矿种、能解决不同地质任务的综合物探方法。

金属矿测井及井中物探开展得尚不普遍。

航空物探,地质矿产部航空物探大队可做航磁、航电测量。该部在全国十几个省有航测队,可使用航迹照像和非机载导航。

在科研方面,我们在地面磁测资料的推断解释和数据处理(各种滤波理论)上都具有与世界先进水平相当的水平。如复杂磁异常的 解释方法、低缓磁异常找矿、剩余磁异常找矿、井中三分量磁测井找深部盲矿体,重力地形改正,曲面延拓、变频激发极化法电磁感应耦合的改正等,都达到了国内外先进水平。但是,在手段上(电子计算机计算上),与国外还有差距。

我国物探仪器的制造,远不能满足地质找矿工作的需要,也落后于国外先进水平。对部分引进的设备,或因方法技术落后,或因组织管理不当,也未能充分发挥应有的作用,我们已掌握的方法技术,还缺乏较为适用的仪器。

在物探仪器的研制、设计上,以冶金地质系统而论,还具有一定的水平。例如,冶金部原北京地质研究所 60 年代研制的三分量测井仪、冶金部地质研究所(桂林)研制的多频振幅相位仪、地球物理探矿公司(保定)研制的数字式磁通门磁力仪、中南矿冶学院研制的双频激发极化仪等,都达到了国内先进水平。

目前,国外(尤其是美、加、苏等国)都十分重视岩石物性的研究,并建有相应的机构和研究室。我们只有一个磁法实验室,电性实验室还是空白。

参考文献

- [1] 崔霖沛,近期国外物探工作的一些情况(手稿),地矿部情报所
- [2] 苏联金属矿物探方法技术的近况,《地质科技动态》,1982, No 3
- [3] 苏联物探方法技术及其综合找矿实例,地矿部情报所,1982, 6
- [4] В. Ю. Запеченко, Разведка и Охрана недр, 1980, No 4
- [5] P. Hood, 1981 年矿产勘探的趋势和进展(物化探译丛), 1982, No 3
- [6] 内蒙古地质局,金属矿井中物探讨论
- [7] 阿·伏·福金等,苏联在找矿和勘探中的井中物探,《国外地质勘探专辑》, No 7
- [8] Y. S. Riss, Direct geoelectrochemical methods of prospecting for copper base metal and gold ore deposits, M. 1980
- [9] 赵文津,《物探与化探》, 1983, No 1