

国外地球物理最新动态

加拿大地球物理协会与勘探地球物理学会,于今年5月在多伦多联合召开了为期三天的学术年会。为及时了解国外地球物理的最新动态,下面发表了部分会议论文摘要。

本刊特向出席这次会议并提供会议资料的杨文彩同志致谢!

——编者

金属矿物探的最新进展与当前的倾向

——H. O. 赛格尔

金属矿物探是一个多学科领域,正同时向着许多技术方面推进。航空和地面仪器配备了微处理机,可以收集更多的数据,并使单个数据的成本大大降低。它又反过来孕育着一场真正的数据革命,促进了地球物理资料的计算机处理、显示、甚至推断解释,并大大地刺激在这方面计算机软件程序的发展。

在电磁法(航空和地面)与激发极化法的测量中,为了取得不同深度异常源的特征信息,或是从激发极化效应中分离出电磁耦合干扰,愈来愈普遍地在很宽的工作频带或瞬变时间范围内记录数据。时间域地面电磁系统,由于能够提供大量的信息,因而得到广泛的应用。

使用大检测系统的航空伽马射线测量,通常能记录256或更多道能谱,但是这些信息除长期以来所用的钾、铀和钍三个主要谱峰外,目前尚未全部被利用。

航磁的进展呈现出一种趋向,就是采用光泵磁力仪,不仅测量总场强度,而且还测量其垂直梯度,从中受益,使地质界线的推定得到改进,使埋深计算变得容易。新一代的配有微处理机的地面磁力仪也促使了垂直梯度和总场的同时测量。

钻孔测井方法,特别是电磁法测井和激电测井逐步得到普及。通过仪器设备的改进和解释方法的不断完善,得到产业部门更大的关注。

目前在加拿大,产业部门的注意力集中在增大航空和地面电磁系统的探测深度,提高勘探对象的信号与地质干扰的比率。在这里,这种推动力是为了在已建矿区发现新的埋藏较深的贱金属盲矿体。

为了进行基础地质填图和识别有远景矿产特征的地区,正在开展使用遥感技术的某些工作。

遗憾的是,由于加拿大矿业目前不景气的现状,人们对金属矿地球物理勘探新技术的发展一般缺乏热情和支持,这对我们这门学科的发展是一个障碍。

加拿大魁北克省阿毕梯比次火山岩带 综合物探的初步成果

——E·斯瓦茨等

阿毕梯比地区集中地开展地质研究工作已有好几年了。为了取得矿产丰富的绿岩带深部地质构造的直接证据,制定了综合地球物理研究计划。到目前为止,初步工作是采用可资利用的EPB及加拿大地质调查所的图件,对似是而非的一些地质模型进行二维的重、磁解释。计划在1982年夏进行深层折射地震和大地电磁测深工作,地质模型将用射线追踪法加以检验。

根据 Ar^{40}/Ar^{39} 年龄谱利用最小二乘法 估计形成年龄和变质年龄

——C·M·霍耳

在 t_0 百万年前形成的矿物,在后来某个时候(t_m)受热,部分去气,由于在受热过程中扩散而失去了部分放射成因的 Ar^{40} ,具有特殊的受过干扰的 Ar^{40}/Ar^{39} 年龄。作者提出的使模式年龄谱与室内测得的样品年龄谱拟合的简单最小二乘法只有三个拟合参数:形成年龄和变质年龄(即 t_f 和 t_m),再加上受热作用期间损失的 Ar^{40} 部分(f_0)。此法的独特之处在于利用与室内实验释放 Ar^{39} 完全一样的方式,用 Ar^{39} 这种释放方式的不连续模式年龄谱来进行拟合。因此,不论所选择的加热程序如何,任何 Ar^{40}/Ar^{39} 年龄谱都可以拟合。已用几个实际的 Ar^{40}/Ar^{39} 的年龄谱,包括对伊利石用连续的激光分段加热得到的年龄谱,证明该方法是有效的。

利用区域地球物理测量揭示南非 某些主要的构造特征

——C·V·里弗斯

蕴藏有大量矿产资源的南非前寒武纪地盾,在中部(大部分位于博茨瓦纳境内)叫作卡拉哈里的地区,为厚层的第三纪到近代的砂岩所覆盖。过去10年中开展的区域地球物理测量(重力法,接着又作

了航磁普查),已查明了区内的几个主要构造特征。

其中在地质上比较新的构造是其年代属于中生代的岩脉群,它可能是在冈瓦纳大陆最初分裂期间还在活动的三个构造交叉点失去的第三个构造臂。前寒武纪发生的特征说明地盾可划分成有不同地球物理特征的区域。这些区由重、磁场长几公里的线状特征分隔。在加拿大地盾也有相似的特征。

重、磁野外工作计划的目的,是想激起产业界为圈定潜在的金属矿和贮油区进行勘探。对某些主要物探异常,正在投入钻探验证。

薄层电磁感应二维和三维

数值模拟的新进展

——D·M·麦柯特等

为模拟均匀半空间覆盖下非均匀薄层中电磁感应,将现有求解积分方程的程序通用化,以便借助快速汉克尔变换组装程序,使其适用于层状半空间。

对于由一导电层和上覆的一个高阻层所组成的两个薄板问题,在二维情况下也可以包括进去。在求解B类极化问题时,将产生显著变化。

伽马射线能谱测井勘探

金矿的初步研究成果

——C·J·姆文尼孚姆波

金在矿床中的含量是如此之低,以致不可能显著地改变围岩的物理性质。所以物探方法不可能直接用于找这种元素。但是,大多数金矿床都有围岩蚀变特征(冰长石化和绢云母化),其中钾(包括放射性同位素K-40)相当富集。在加拿大安大略省拉德湖的穿过金矿化的几个钻孔中,试用伽马射线能谱测井来确定放射性元素(K, U, Th)的分布。该区的矿体有两种类型:碳酸盐岩类矿体由位于高度蚀变的角砾碳酸盐岩带中的石英网脉状不规则透镜体所组成;和由赋存在蚀变火山岩流和凝灰岩中的黄铁矿化和硅化带所组成的流状矿体。本文所介绍的是对流状矿体进行研究的结果。在这种类型的矿体中,金大都与黄铁矿共生。初步获得的伽马射线能谱测井资料说明:在黄铁矿化带中金含量与K-40有正相关关系;在硅化带中,金含量由K-40的低值带来表示。因此,在一定限度内,放射性元素K-40的分布可用作金富集带的标志。放射性元素Th/K、U/K、U/Th的比值,有时用作某种类型矿床周围晕圈的标志。由于在U和Th窗口计数统计不佳,不可以应用。目前为确定放射性元素与金-硫化物矿化之间的更精确关系,正在进行进一步的研究工作。

区别磁铁矿床磁异常的数学方法

——杨文彩

在矿床为厚的盖层或沉积层所掩盖的地区,识别磁异常源的问题,对于减少不必要的深部钻探工程具有实际意义。然而,含磁铁矿的矿床一般比象侵入岩这样的多数磁性构造,具有较明显的磁化强度和小的体积。这一事实提供一种方法可用来识别深部矿体所引起的异常。从数学上求解该问题,涉及一种估算异常源的磁化强度和几何形状的方法。磁场的某些频谱特征对于区别磁异常有很大用处。尤其是磁场垂直梯度的衰减速率,对估计场源形态极其敏感。已编制了一种计算机程序用来区分富含磁铁矿的矿体所产生的磁异常。矿体为薄板状、厚板状和透镜状,其磁化强度超过 10^{-2} CGS电磁单位,赋存在磁性较弱的层状构造中。某些物探实例表明方法在普查阶段具有较好的应用效果。

关于国家勘探技术发展计划的建议

——A·G·达恩莱

联邦能源、矿产和资源部最近发表了一份矿产政策讨论案,其中涉及需要发展新的勘探技术来支持加拿大的矿业。有鉴于此,现在正在编制国家勘探技术发展计划。

目前注意到以下四个方面:地表和近地表勘探方法;深部勘探方法;钻探技术;科学组织机构。

头三项是不解自明的。科学组织机构一项中包括:矿化区和非矿化区岩石物理及化学性质的系统测定;建立测量和校准标准;模拟设施以及与找矿有关的方法和现象的研究。

所提计划将考虑到加拿大勘探技术发展的现有能力。它将寻求协调、支持和扩展现有工业部门、大学和政府的人力和物力。该计划特别注意到长期的发展规划。这个规划需要较长时间的投资,数目可能比目前国家对各种项目的投资计划的总额还要大。目标集中在最近20年的主要勘探问题。对于全新的技术研究和开发,对于现有方法的重大改进,都给以支持。为新方法的检验及野外实验提供更多的机会,促使其在实际工作中应用。对推广示范性测量予以支持,以便证明新技术在各种地质条件下的使用价值。只要有条件,要寻找机会建立代表特殊矿化环境的三维研究区。勘探技术的发展必须是根据不同类型矿床所提出的实际问题进行。

关于此项计划的必要性,已与省级机关进行过磋商,有关总的目标在原则上已取得同意。殷切希望对所提计划书提出问题 and 进行批评。

REXHEM-3: 一种技术先进的直升 飞机携带的金属矿勘探系统

——C. 焦平

REXHEM (莱克斯哈姆)-3 是用于金属矿勘探的装在直升飞机上的技术先进的平台。其主要部件是一种新型的吊舱式电磁探测系统,其特点是:多频、多种线框组合方式,能提供更多有关导体的地质判断信息,因而增加发现块状硫化矿的机会。

在8米长的吊舱中安装了三对线框。两对呈标准的共轴排布(耦合最大),第三对按共平面排(耦合最小)。对共轴线框的发射频率为736和4150赫,对共平面的线框则为1800赫。

导体电磁参数由计算机解释系统求得。由于测区内的浮土厚度及导电性可能变化很大,航测系统的探测深度可能不够大,以致难以发现基岩中的导体,所以部分测区实际上仍然保留下来未能作过勘探。但是有了REXHEM-3取得的资料,现在可以标出这样的地区,交给能穿透浮土效应的地面物探方法作进一步探测。另外,由于采用了多种频率,可以激励各种不同情况下的基岩中的导体。

REXHEM-3有6个电磁信息道,大大扩展了探测和分辨导体的范围,比常用的航空电磁系统有着更大的探测能力,对导体的分辨力较强,因此可节约地面的检查费用。

加拿大西北地方亨尼伽湖用UTEM发现矿带

——J. C. 马克奈等

亨尼伽湖位于曼尼托巴省丘吉尔正北400公里处,1979年圈出了两个有经济价值的地区,当时估计有5~6百万吨矿石,其品位:铜为1.3%,锌为9%,金为0.03英两,银为2英两,是根据钻探结果估计的,但是由于钻探工作数量不足,难以提供确切的数据。

用常规的物探方法只圈定出浅部的矿化。后来用UTEM(多伦多大学的电磁法仪器)观测,目的在于探测深度较大的其他有希望的矿带。共发现了两个这种带:根据推断其中一个位于100至150米深处,由于有导电较好的覆盖层,所以以前未发现;另一个推断其顶端埋深约270米。钻探证实两个带都系块状硫化矿所引起。

深部导体的异常强度峰到峰约等于1%,并已接近UTEM-2系统的检测下限。异常强度较小是由于深部导体相对埋深而言和规模较小的缘故(估计走向长度和向下延深均为200米)。一个同样顶部埋深、长度“无限”的导体,其UTEM异常将为100%左右,要比在该区深部矿带上测得的值大两个级次。

导体倾角改变,异常过零点的位置在地表有很大的位移。确定深部导体的精确位置是有困难的。另外,异常值较小,使得难以根据异常形态精确地推断导体的产状。

安大略省金属矿的电性及其参数

——J. D. 克莱英和P. G. 哈罗夫

所研究的有经济意义的矿石包括火山成因的块状硫化物,含镍硫化物与含金、银的硫化物。此外,还研究了石墨、磁铁矿、粘土和低品位黄铁矿等可以极化但无经济价值的物质。

上述类型的矿石是用IPV-3型6道IP频谱接收机,在安大略省生产矿山实地测定的。使用中间梯度和偶极-偶极电极排列进行测量。为了避免电磁耦合效应,一般采用1米的电极距。在0.0156赫到4096赫的频率范围内测量振幅和相位,然后利用最小二乘法反演使观测的谱与科尔-科尔模型拟合。

详细的地质填图与薄片分析对各种矿石的体积百分数、粒度和成分提供定量的估计值。为了求得科尔-科尔参数与矿石特征之间的关系,对地质资料和地球物理数据组进行了各种统计检验。特别是要求得时间常数与粒度,以及充电率与体积百分数之间的依赖关系。

研究计划的主要目的是找到某些准则,来帮助评价可能有经济价值的IP频谱异常。具体目标是:

(1)从多频IP数据中分离出EM耦合效应;(2)从无经济价值的异常源中区分出各种有经济价值的矿化,例如区分石墨与块状硫化物,区分含镍磁铁矿与磁铁矿。

得到的第一批野外成果表明,科尔-科尔参数对描述各种类型矿石的电性具有较好的判断性。此外, R_0 、 m 、 τ 、 c 等参数看来对IP频谱异常来源物质进行分类是有用的。

用航磁梯度测量寻找黄金

——P. 胡德

加拿大魁北克省的Val d'or地区是著名的产金地区。利用航空磁梯度测量圈出地表沉积物覆盖的地层和构造特征,是该方法最重要的应用。1980年加拿大地质调查所在这个地区进行了飞行高度为150米的综合物探测量。1982年1月发表了所取得的结果。用Applicon(一种计算机自动绘图仪的商品型号——编者注)绘图器绘出总磁场强度、垂直磁力梯度、甚低频总场强和虚分量四幅彩色图。1948年用800米测线距圈定的总磁场强度的主要异常,与1980年圈定的异常很吻合,但漏掉了许多异常细节。

垂直磁力梯度图的分辨力非常高,容易识别出许多有金伴生的侵入岩颈(例如拉马舍、奴弗姆、

西格马以及东塞万等侵入岩颈)。比较大的卡迪拉克布里克岩颈在航磁图和甚低频图上都有表示。航磁梯度测量1982年第一次正式投入生产使用。这种大大改进了的填图工具,不久即可在探矿工业方面得到应用。

Ar⁴⁰/Ar³⁹法测定整个地史年代

——D. 约克

K-Ar法中的Ar⁴⁰/Ar³⁹年龄测定法近年来发展很快。它能测定年龄范围非常宽的各种岩石,可以成功地测定的年龄范围是由40000年到太阳系起源的年龄。

可用以下例子说明:(1)年轻的玄武岩(45000年);(2)科马提岩(3.3亿年);(3)月岩和陨石(40~45亿年);(4)硫化物;(5)化石;(6)类人类遗址。

在过去四年中,此法不仅用来测定年龄,而且还用来估计温度,从而能搞清楚造山带的冷却史。本文以加拿大、委内瑞拉和利比里亚地质为例,说明如何将Ar⁴⁰、Ar³⁹的测定结果与古地磁的测定结果结合起来,解释前寒武纪板块构造。

作者最后对激光-电子探针年龄测定系统的进展作了描述。

ISOTRACE 的进展情况与远景发展

——N. M. 伊文生等

ISOTRACE 串联的加速器/超灵敏质谱仪最近已运到多伦多大学。它在地质方面的初步应用,包括ppb级或更低丰度的铂族元素测量,与铂族成矿、硫化物硅酸盐配分有关的测量,以及其他需要测量很低丰度的问题(例如,白垩纪—第三纪可能的丰度异常);热液矿床和陨石金属相的Re-Os地质年代学和铂族矿石的Os起始年龄测定;以及利用短寿命宇宙射线产生的核素的近代年代学,如C¹⁴(考古学、更新世地质学),Cl³⁶(地下水文学)以及Al²⁶、Be¹⁰(冰核、陨石暴露年龄,深海沉积物)。使用核物理串联加速器的初步研究结果,已证明其中有几方面是有实效的,但是ISOTRACE具有独特的特点,它能够快速而精确地取得定量测定结果。

进一步的研究计划集中在设计构制一种离子探针源。把它与ISOTRACE连接起来,将比现在出售的仪器在灵敏度和有效分辨力方面有重大的改进。可在微米的标度上作元素丰度或同位素丰度测量,将为地球化学和宇宙化学开辟重要的新的研究领域。

安大略省西北吉利湖地区复合岩基中锆石与榍石的U-Pb地质年代学研究

——考夫 等

利用锆石和榍石的U-Pb分析结果,对复合岩基的主要相,以及所包围的较古老的奥长花岗片麻岩和年轻的构造活动后形成的深成岩体进行了研究。

测得两个奥长花岗片麻岩标本的锆石年龄为2950±5百万年,对先前发表的2910百万年的数据作了修正。形成岩基的深成岩活动始于2731.9(±1.8)百万年以前,有叶片状奥长花岗岩侵入,后来1.5

在2716±1.0百万年前,有强烈片理化致密闪长岩结晶,深成岩活动结束于2711±2.0百万年,有斑状花岗闪长岩侵入。构造活动后的花岗闪长岩的锆石年龄为2969±1.2百万年,可能是这个地区最晚的岩浆脉动年龄。

榍石的U-Pb年龄不能指出用锆石年龄所表示的地质事件的顺序。但是在2680±10百万年时有两个例外。在造山期后深成岩就位以后,这个地区才最后冷却。

岩基最年轻相的两个榍石标本给出的年龄与锆石年龄一致,为2711百万年。这种差异可能是由液相活动强度控制的,或是受地理和(或)构造因素控制的再凝结榍石的后期变质重结晶的缘故。

利用本地的VLF发射机 进行填图寻找裂隙

——A. K. 辛 哈等

甚低频(VLF)电磁法对寻找加拿大前寒武纪高阻地层中的不良导体(例如充水裂隙或剪切带)很有效。寻找这种浅至中等深度的裂隙带并进行分类,对选择埋置核废物的处所很重要。在加拿大,有几个美国海军发射电台可用作VLF测量的场源。但是用VLF测量找寻电裂隙时,只有当裂隙的走向与电磁波传播方向大致平行时才有效。当其走向与电磁波传播方向垂直时,由于耦合不好是不能找到导体的。所以为了在一个地区能找到所有的裂隙,要求有两个VLF发射场源。要求波的传播方向彼此正交。

在安大略省和曼尼托巴省西北部的许多地区,可利用的三个海军VLF电台的发射方向彼此靠得很近。为补救这种情况,加拿大地质调查所设计制造了便携式回线VLF发射台,可以放在任何适宜地点。回线中通以频率为16.55千赫、强度10安培的电流,在(下转第59页)

原始数据经分块平均,得到几百组数据,我们选取了Cu、Mn、Pb、Zn、Ni、Sn六个变量作了R型因子分析。计算后得到的特征值,列于表1。从表1可以看出,取三个因子已够用,其信息已占全部数据的76%。

求得的主因子解见表2,经方差极大旋转后的因子载荷见表3。依表3的数据作出了因子载荷图(图2、3、4)。现在的问题是选择一个合适的因子得分。从表2主因子解结合地质情况可以作出这样的分析:六个元素主要有两种组合,一是Cu、Zn、Ni、Sn、Pb组合,它们主要是热液活动的反映;二是Mn、Cu组合,他们反映了铁矿沉积的地质过程。显然,实质上现在分析出来的铜含量,应由两部分组成。一部分是与铁锰沉积同时形成的铜,一部分是热液活动富化矿体时带来的铜。如细分,可分为Mn-Cu、Cu-Zn和Pb-Ni-Sn组合,其中Cu-Zn组合,与富化铁矿的热液活动过程关系可能更密切些,Pb-Ni-Sn组合则不大密切。主因子解经方差极大旋转后的因子载荷图,就反映得更清楚了。旋转后各变量更贴近某个因子轴,所以各因子轴所代表的元素组合就一目了然了: F_1 因子主要是Pb-Ni-Sn组合的反映, F_2 因子基本上反映了Cu-Zn组合, F_3 因子主要与Mn有关。前已述及,而与矿体空间位置关系最密切的是锰异常,因此我们选择了 F_3 因子的因子得分作图(图5)。作图方法是,将所有因子3的得分点在工作点上,统计其异常下限,在异常下限(1.0)以上者,勾绘出等值线。

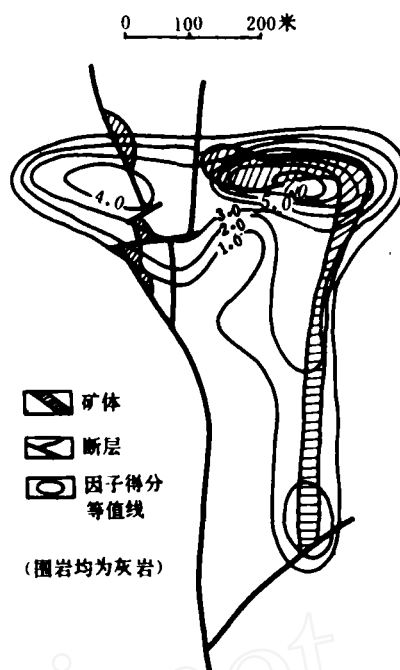


图5 某铁矿因子3得分等值线图

因子得分图和综合异常图相比,有三个好处。一是全区原有的十多个异常,除了矿异常外,全部消失。这些被筛掉的异常都是无意义的干扰异常,它们或由红土引起,或是由与成矿过程无关的热液活动引起。二是因子得分“异常”比单纯的锰异常范围大得多,更容易被发现,比铜等其他异常与矿体的空间关系更明确。三是图面清晰。

可以利用上述结果来进行较大范围的成矿预测。

(上接第51页)

距回线中心3~4公里处的电磁场与平面电磁波的特性一样,具有近乎水平的径向分量。在几个地方用这种回线做场源,进行野外实验,结果在这种回线场源的帮助下,找到了利用海军VLF场源测量所没有找到的裂隙。

重力地形改正的最优化

——J. A. R. 布拉伊思

重力测量的地形改正要求有合适精度和密度的

地形数据。这种情况显然与地形的平坦程度有关,还与地改要求的精度有关。根据最优化观点,对于这种计算问题曾进行过研究,并编好了重力测站周围的近带、中带和远带的计算机计算程序。

在加拿大西部用于不同目的的重力勘探地改工作中运用了这种方法,对试用结果作了讨论,并与其它计算方法得出的结果进行了对比。

(郭武林、贺长文译,吴奇石校)