

隐伏金矿勘探中的地震勘探方法

Application of Seismic Exploration Method in Prediction of Concealed Gold Deposits Summary

梁光河 蔡新平

华伟

(中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029) (吉林省地球物理勘查公司, 吉林 长春 130021)

Liang Guanghe and Cai Xinping

(Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China)

Hua Wei

(Geophysical Exploration Company of Jilin Province, Changchun 130021, Jilin, China)

摘要 地震勘探方法是石油、煤田勘探中的一种重要地球物理方法,但在金矿和其它金属矿床勘探中则有一系列的问题限制了它的应用。本文在分析石油地震与金属矿地震不同点的基础上,简单介绍了地震勘探方法的基本原理。指出在金矿和其它金属矿区应用地震勘探方法的过程中各个环节所应该注意的问题,并通过在黑龙江乌拉嘎金矿的实际应用例子,说明地震勘探方法为隐伏矿床的精确定位预测提供了十分重要的地球物理资料。

关键词 地震勘探 隐伏金矿 预测

地震勘探方法目前在石油、天然气、煤田勘探和工程地质中发挥了重要的作用,是地球物理勘探领域中的一种重要方法(陆基孟, 1990; 钱绍珊, 1998)。这种方法最大的优点是能够较好地反映地下的地质结构信息。但在金属矿床勘探,特别是隐伏金矿床的勘探中,由于受复杂地形和复杂地下反射结构的限制,在地震勘探已在其它领域得到广泛应用的今天,仍没有发挥其应有的重要作用。

研究表明,金矿的形成是和地下热流体的活动有关的,通过热流体的活动,将地下深处的含金物质活化,并通过热液的循环向上运动,在地下较浅处沉淀、富集形成金矿。金要从地下深处到达地表,必须有运移的通道,这些通道通常是大的断裂和破碎带。而且金的沉淀和富集也需要一定的存储空间,这种空间也能够由断裂和裂隙带提供。金在矿石中的含量是很低的(数量级为 10^{-6}),用地震勘探方法并不能直接反映地下的岩石中是否含金。但是,地震勘探特别是反射波法地震勘探是反映地下地质结构信息的非常有效的方法,通过该方法可以清楚地查明地下的断裂结构、破碎带、岩体接触带等的位置和特征,为金矿勘探提供重要资料。

从 2000 年 7 月在巴西举行的第 31 届世界地质大会看到,在金属矿勘探中,地震勘探方法还处于起步阶段。1999 年 9 月,笔者通过对美国地质调查局和几个特大型金矿的考察,发现美国在金矿勘探中对地震勘探方法的使用也处在起始阶段。当时世界著名的 PLACERDOME 黄金公司刚刚完成其第一次地震勘探,仍在进行资料处理,我们没能看到最终的剖面。最近通过因特网得知这次地震勘探取得了较好的效果,通过地震反射能够对矿层进行追踪。还有美国的 NEWMONT 黄金公司,在勘探中也曾尝试过这种方法,但效果不理想,其原因有二,一是地表地形条件复杂,难以象石油勘探那样,以直线形式布置测线,二是地下反射结构复杂,特别是陡倾角的反射界面,难以接受到有效反射。《Geophysics》期刊在 1998 年第 4 期也出版了浅层地震勘探的专集(Steeple et al., 1998),该专集收集了大量的文章,对浅层地震勘探的一些问题进行了研究,但其工作重点基本上限于工程地质和环境地质。

在我国,虽然一些研究机构和生产单位也在一些金属矿区进行了试验,但结果是效果欠佳。主要原因是:整个勘探方法和处理流程甚至解释方法都套用了石油地震勘探方法,石油和固体金属矿床无论从其成矿规律和所处的地质环境都有极大的差异,这样做显然是有问题的。事实上,地震勘探是一项系统工程,从野外地震资料的采集方法、仪器装备、资料处理和结合实际地质背景的地质解释,每一个环节都需要针对具体问题认真对待,都需要解决其中存在的与石油物探不同的新课题。中国科学院黄金办的祁凤茹研究员在“八五”期间极力倡导各种新方法新技术在金矿勘探中的应用,中国科学院地质与地球物理研究所的王妙月研究员和蔡新平研究员在此期间,都进行了地震勘探的试验研究,并在河北金厂峪金矿取得了显著的效果。这说明,地震勘探这一方法不但能在石油勘探中发挥重要作用,而且在条件适宜,使用方法得当的情况下,同样可以用于隐伏金矿的勘探。

1 地震勘探的基本原理

地震勘探是利用人工激发的弹性波在岩石中的传播来研究地下地质结构和岩性信息的一种方法。

地震波在地下传播过程中遇到不同介质的分界面时,在界面上将产生波的反射和透射。通过震源(炸药震源、锤击等)向地下发送地震波,径向传播的地震波在遇到波阻抗(即地震波速度与岩石密度之积)界面后被反射,反射波传播到地表时被检波器所接受。利用反射波来解决地质问题的方法称为反射波法。

在反射波法地震勘探中,最常用的观测系统是多次覆盖观测系统。多次覆盖观测系统是一种野外施工方法,其核心是共反射点(CRP)或共深度点(CDP)多次叠加。它是把不同点激发、不同接受点接受到的来自同一反射点的地震记录进行叠加,这样可以压制多次波和各种随机干扰波,从而大大提高了地震记录的信噪比和地震剖面的质量,并且可以提取速度等重要参数。

经过资料处理后得到的主要成果是作了水平叠加并经偏移以后的时间剖面或深度剖面,它是反射波法进行地质解释的基础。这种剖面反映的是地下不同岩性的分界面,在反射界面两侧,波阻抗差异越大,反射波越强,反之则越弱。在一般情况下,通过时间剖面上波的对比和识别,可以确定反射层的构造形态、接触关系以及断层的分布情况等。但是,这种地质解释的准确程度往往受多种因素的影响,如数据的采集质量、数据处理中方法与参数的选择等等。

2 金矿地震勘探的特殊性

金属矿通常所处的地质背景相对油气和煤田较为复杂,主要表现在:①地下地质结构复杂:在地质历史时期内多次发生大的构造运动和热事件,使得地下地质结构变得十分复杂;②地下的岩性变化复杂:在同一地区甚至同一剖面上岩浆岩、变质岩、沉积岩都有可能存在;③地形复杂:金属矿所处的地区大多为高山峻岭,使得地震勘探野外施工十分困难,有时不得不沿山沟或小道进行施工。这种施工必然是沿弯线进行,从而为资料处理提出了新的要求。

在金矿区施工,由于地形条件复杂多变,要求地震仪小型化。测线布置通常只能沿弯线进行。野外施工中存在钻炮井困难、接受条件不好等问题。在资料处理和地质解释方面,要有一套新的方法和观点。在资料处理方面,由于野外施工条件的限制所得到的资料一般覆盖次数较低、噪音较强,更重要的是勘探线很难是直线,因此,必须发展一套专门针对弯线的处理系统。而且由于地质结构复杂,因此适于陡倾角的处理流程也十分重要。在资料解释方面,必须结合工区的地质背景和已知矿区的特点进行。只有这样,才能得到较为理想的结果。

针对这些问题,笔者在近几年对金矿地震勘探方法进行了深入的研究。并取得了以下成果:

(1)在野外资料采集方面:探索了一套经济有效的适于金矿勘探的野外施工方法,包括野外测线的布置,震源和施工中的参数设置问题等(如炮井的深度、偏移距的大小、炸药量的大小、覆盖次数等)。目的是在原始记录上能够记录到强的反射信号,同时尽量压制其它类型的信号(如随机噪音、声波等)。

(2) 在地震资料处理方面: 在金矿区由于受野外施工条件的限制, 所得到的资料一般覆盖次数较低、噪音较强, 更重要的是勘探线很难是直线, 因此, 笔者研制了一套专门针对复杂地震地质条件下的地震资料处理方法, 特别是专门针对弯线地震资料的处理系统和处理流程。

(3) 在地震资料解释方面: 结合矿床结构模型进行地质解释, 在验证矿床结构模型的基础上, 主要依据地震反射的振幅强弱、振幅连续性、反射结构特征以及反射异常带的特征进行解释。同时参考其它物探方法, 如电法勘探的成果, 进行综合解释。依照笔者最近几年在多个矿区的经验, 发现在金矿区的地震反射剖面有一些特点。例如: 侵入体内部结构相对比较均匀, 因此侵入体通常反映出内部弱反射, 侵入体与其它岩体的边界就会出现较强反射。断层会使反射同相轴出现明显的错断。而且在金矿勘探中, 对岩体的接触带和断层带的解释是勘探的重点, 因为金矿的富集往往和断层、岩性接触带密切相关。

通过这些年的努力, 笔者在该领域形成了一套独具特色的方法, 主要体现在三个方面, 一是在资料采集方面, 所形成的一套野外采集方法, 可以使该方法适用于地形非常复杂的地区, 大大拓宽了地震勘探的应用范围, 完全可以适用于大多数金矿所处的地质地形环境; 二是在资料的处理阶段, 研制的一套针对复杂地震地质条件下的处理软件和方法流程可以得到地下较为清晰的反射剖面; 三是在资料的解释方面, 探索了结合矿床结构模型的地质解释方法, 并且在多个矿区尝试了利用多种方法(如电法、化探、地电提取)进行综合解释。利用该方法已经在黑龙江、云南、江西和胶东地区的多个金矿得到了很好的应用。在过去的工作中, 笔者已进行过多个地区的地震勘探。下面给出一个例子。

黑龙江乌拉嘎地区, 该区地下岩性复杂, 但通过地震勘探基本上查明了其地下地质结构特征和可能的岩性分布, 如图 1 所示, 这种地质结构和岩性特征为该区进行深部的金矿预测提供了重要的地球物理信息。

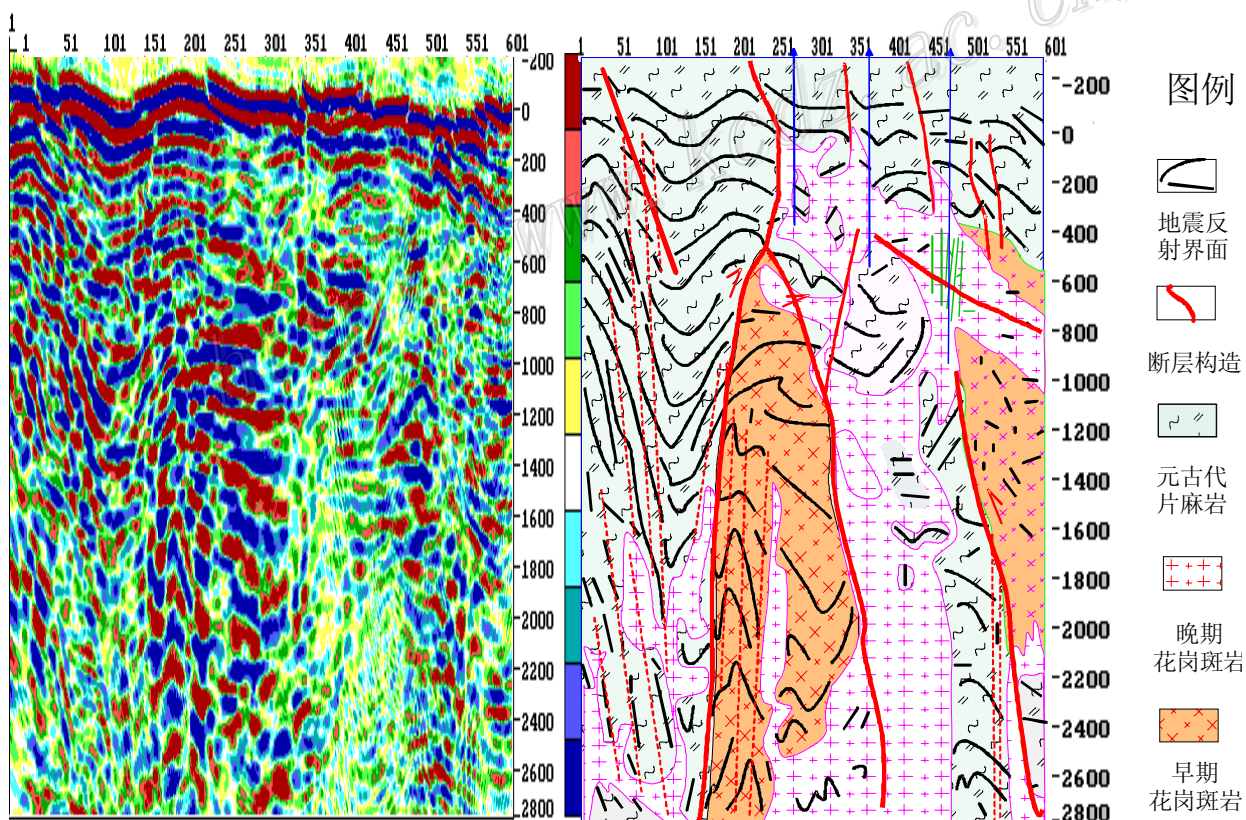


图 1 乌拉嘎变质岩-侵入岩-沉积岩环境地震勘探的地质解释

左图是地震剖面, 右图是地质解释

3 结 论

在金矿区和其它金属矿区，利用地震勘探方法，在大部分条件下是可以得到良好的地下反射结构信息的。但在施工过程中，要在野外采集、坐标测量、资料处理和地质解释几个方面都做到一丝不苟，以十分敬业的精神对待这项工作，只有这样才有可能得到较好的效果。对于金矿区的地震资料处理工作和野外施工方法，还有很多工作要做。笔者也在不断的完善这项工作，使之能够在我国的金矿和金属矿勘探中发挥应有的作用，为我国的资源勘探做出新的贡献。

参 考 文 献

陆基孟. 1990. 地震勘探原理. 北京：石油大学出版社.

钱绍珊. 1998. 实用高分辨率地震勘探数据采集技术. 北京：中国地质大学出版社.

Steeple D W and Miller R D. Avoiding pitfalls in shallow seismic reflection surveys. *Geophysics*, 63(4).

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