2001 年第 6 期
2001 年 12 月

矿 产 与 地 质
MINERAL RESOURCES AND GEOLOGY

第 15 卷
总第 87 期

地震勘探在山东蓬家夼金矿深部预测中的应用①

梁光河, 蔡新平
(中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029)

摘　要: 在分析了石油地震与金属矿地震不同点的基础上, 简介了地震勘探方法的基本原理。并通过在山东蓬家夼金矿的实际应用, 得到了理想的效果。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
中图分类号: P631. 425; P618. 51　　**文献标识码**: A　　**文章编号**: 1001- 5663(2001)06 - 0743- 06

地震勘探方法最初用于油气勘查, 在金属矿勘查方面地震勘探这一方法则没有发挥应有的作用, 国外在 1960～ 1970 年代即在金属矿区进行了地震勘探试验, 并在一些地区零星地进行了勘探, 但没有将这一方法推广开。在我国, 虽然一些研究机构和生产单位也在金属矿区进行了试验, 但效果欠佳。

陆基孟和钱绍瑚对地震勘探在石油物探中的应用进行了详细的探讨[3, 4], 覃政教和钟小群等对浅层地震勘探在工程地质特别是岩溶勘探中的应用做了一些有益的试验工作[1], 国际地球物理著名刊物 GEOPHYSICS 也以专刊形式对浅层地震勘探在工程地质中的应用进行了报道[6- 11]。这些研究内容虽然没有直接涉足金属矿勘探, 但都从不同的方面为我们提供了可以借鉴的经验。

我们知道, 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: 一是地下地质结构复杂, 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, 而且地下的岩性也变化较大, 火成岩、变质岩、沉积岩都有可能存在。二是地形复杂, 金属矿所处的地区大多为高山峻岭, 这就使得地震勘探野外施工十分困难, 有时不得不沿着山沟或小道进行施工。这种施工必然是沿弯线进行, 从而为后一步的资料处理提出了新的研究课题。

1　反射波法地震勘探的基本原理

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

① 收稿日期: 2001- 01- 15　作者简介: 梁光河(1965-), 男, 河南新野县人, 助理研究员, 从事地震勘探在金属矿床中的应用。
此项研究是在中科院知识创新工程 KZCX1- Y- 03 的支持下完成的

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.

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。

为了消除各种干扰波,得到可靠的反射地震剖面。反射波数据处理内容主要包括:(1)道编辑(即去除记录中干扰严重或无意义的记录或工作不正常的地震道);(2)静校正(对地形起伏和表层速度变化引起的时差的校正);(3)滤波和去噪(压制干扰、突出有效波);(4)速度分析;(5)抽道集(CDP 选排)、动校正、水平叠加;(6)偏移;(7)时深转换等等。地震资料处理是地震勘探中十分重要的一个环节,在金矿和金属矿区进行地震勘探,还要考虑针对弯线的处理方法。总之,在金属矿区的地震资料处理要强调三个环节:1、针对复杂地形的精校正;2、针对干扰记录的去噪方法;3、针对复杂构造的适于陡倾角的偏移方法。

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 在山东蓬家夼金矿的应用

2.1 矿区地震地质条件

工区位于山东省蓬家夼地区,地表地形为较平坦的丘陵,地震野外施工较为便利。地下岩性以花岗岩和变质岩为主。本次勘探的目的是调查该地区的地下地质结构。结合其它地质和物化探方法寻找新的储量。由于在花岗岩中难以形成可以连续追踪的标准反射层,地震反射条件较差,因此对资料的处理和解释都是一个难点。但优点是所布置的测线穿越了断裂构造带,在构造破碎带两侧,能够产生较大的波阻抗差异,因此完全可以产生强反射。这非常有利于地震波的接收。

2.2 野外施工及观测系统

本次施工野外采用多次覆盖的观测系统,根据地质需要共设计了四条测线,其中蓬家夼三条,发云夼一条。野外施工所采用的仪器为日本产的OYO—24 型地震仪,观测系统为单边放炮,偏移距为 20m,道间距 10m,每炮 24 道,炮间距 20m,记录长度为 1024 毫秒,采样率为 0.5 毫秒,满覆盖次数为 6 次。

2.3 数据处理流程和处理结果

在地震勘探中,覆盖次数只有 6 次是较低的,更何况还有许多废炮和废道,覆盖次数少的一个重要缺点是做速度分析十分困难。针对这种资料,我们采

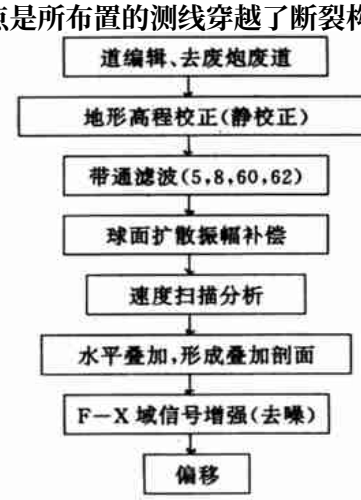


图 1 数据处理流程图

Fig 1 Data processing flow chart

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.

用的处理流程如图 1。其中关键点之一是进行了仔细的道编辑, 有效地去除了废炮废道并保留了有效信号。并进行了速度扫描和去噪处理。这里我们只给出蓬家夼 11 线和山西村 52 线的结果。如图 2 和图 6 所示。处理结果是深度剖面, 纵坐标是深度值, 刻度为米; 横坐标为 CDP 号, CDP 间距为 5m; 色标代表的是地震波的反射强度。从该处理结果看, 地下反射清晰, 信噪比较高。完全可以据此进行地质解释。

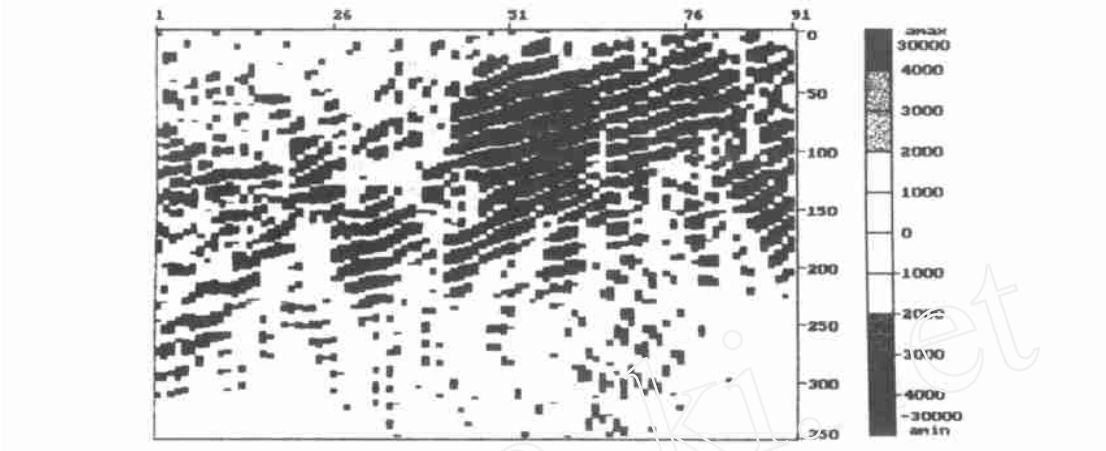


图 2　蓬家夼 11 线地震勘探深度剖面

Fig 2　The Seismic prospecting depth profile on line 11 in Pengjiakuang

(纵坐标为深度, 单位为 m, 横坐标为 CDP 号, CDP 间距为 5m)

2.4　地质解释

对所得到的地震处理结果我们给出了粗略的基于物探知识的地质解释, 这些解释完全根据地震波组的反射特征。图 2 是蓬家夼 11 线的地震反射深度剖面。从该条测线的地震反射记录看, 总体上反映为一套缓倾斜的反射。反射较为连续, 中间有若干小的断层。强反射波组两侧为弱的不连续反射。反射强度右强左弱, 右下侧可能存在侵入岩体。图 3 是其对应的物探解

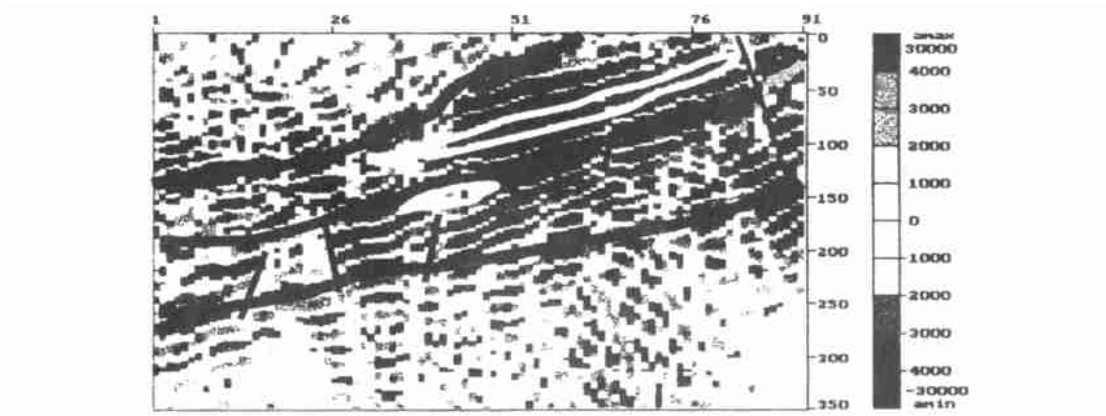


图 3　蓬家夼 11 线地震勘探深度剖面与物探解释

Fig 3　The Seismic prospecting depth profile on line 11 in Pengjiakuang and its geophysical explantion

(纵坐标为深度, 单位为 m, 横坐标为 CDP 号, CDP 间距为 5m)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.

释。为了验证该剖面的勘探效果,在我们得到处理结果后,长期在该区工作的中科院地质所杨金中博士提供了该测线的地质钻探剖面(图 4),图中的黑色条带是构造角砾岩型金矿体。由此我们看出,该剖面清楚地反映了构造破碎带的内部结构信息。将地震勘探剖面和地质钻探剖面进行了比较,结果如图 5 所示,从中可以看出,二者吻合很好。特别是位于 150m 左右的一个小的透镜体在地震反射剖面上十分明显。

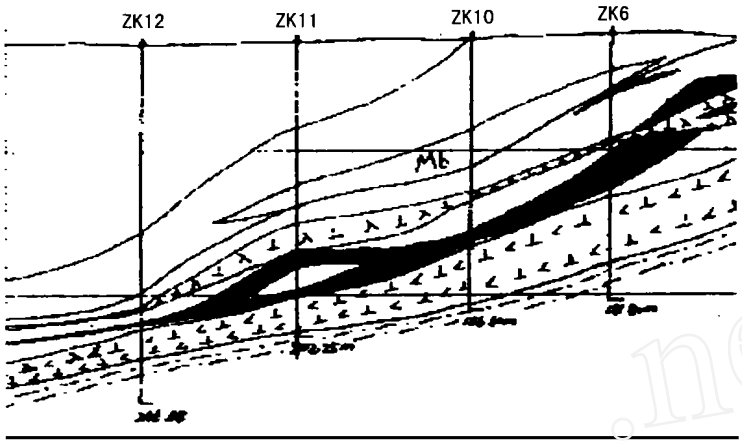


图 4　与蓬家夼 11 线地震勘探剖面所对应的由钻井控制的地质剖面

Fig 4　Drilling hole controlled geological profile corresponding to seismic prospecting depth profile on line 11 in Pengjiakuang

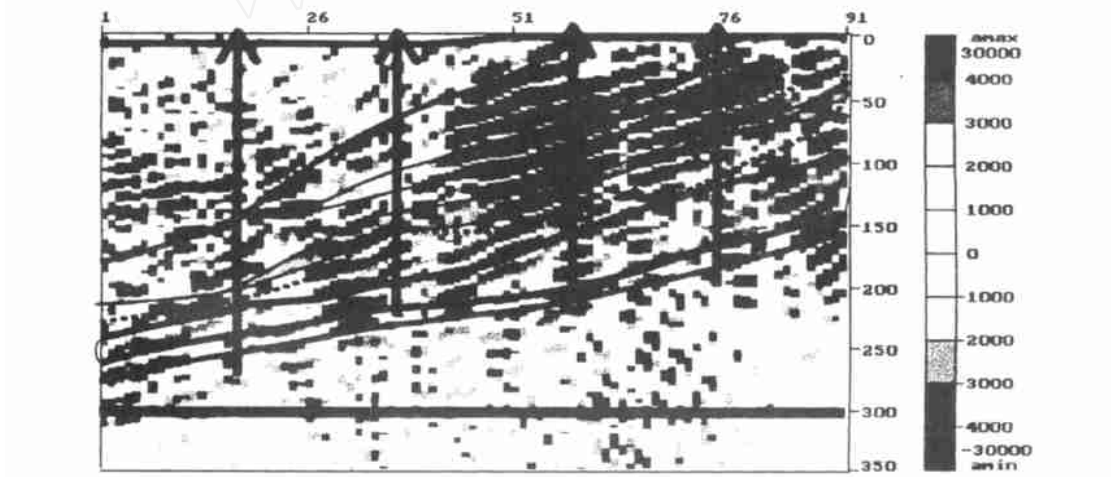


图 5　蓬家夼 11 线地震勘探深度剖面与地质剖面综合显示

Fig 5　The Comprehensive expression of the seismic prospecting depth profile and geological profile on line 11 in Pengjiakuang

另一条剖面是如图 6 所示的山西村 52 线,从处理结果看,该剖面强反射仍然集中在上部。总体上表现为两套较连续的反射,分别处于剖面的两侧,中间被一断层破碎带错断。右侧的反射基本上是一单斜,反射强度较大。在 250m 深度以下,该单斜的中间出现一弱反射带,推测为岩体的侵入。剖面左侧又分两套,左上角为弱反射,与其相邻的右边为一小背斜。中间被若干

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.

条断层错断, 图 7 为其对应的物探解释。

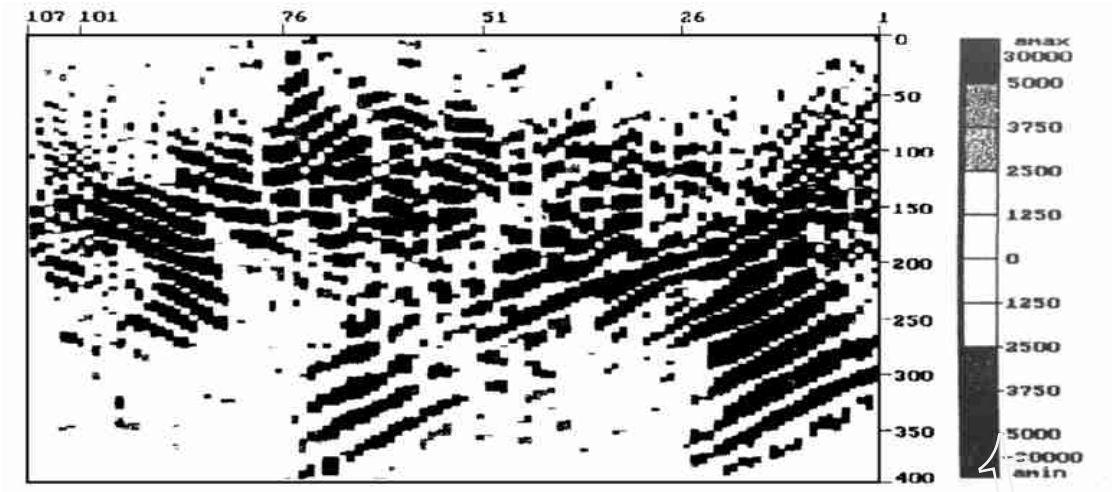


图 6　山西村 52 线地震勘探深度剖面

Fig 6　The Soismic prospecting depth profile on line 52 of Shanxi village

(纵坐标为深度, 单位为m, 横坐标为CDP 号, CDP 间距为 5m)

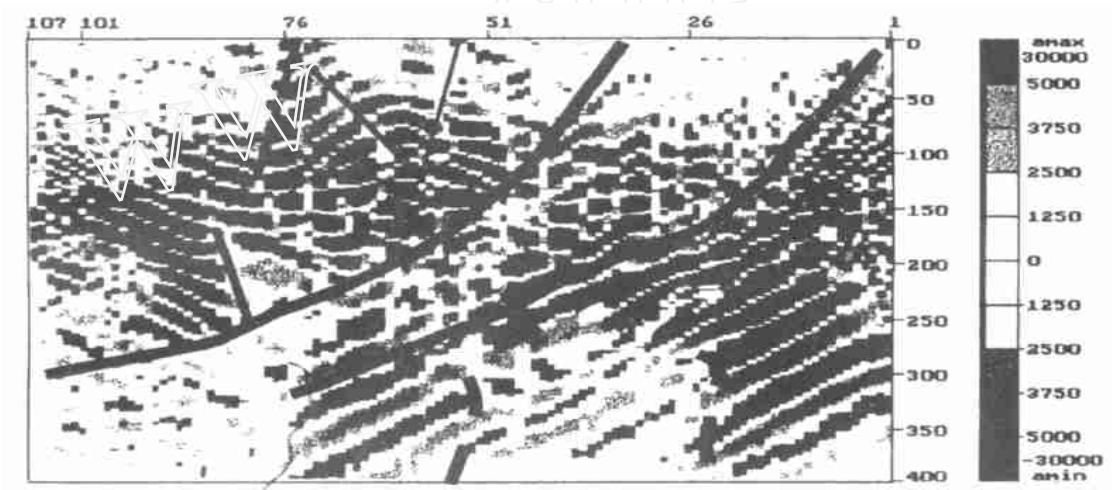


图 7　山西村 52 线地震勘探深度剖面与物探解释

Fig 7　The Soismic prospecting depth profile on line 52 and geophysical explanation

(纵坐标为深度, 单位为m, 横坐标为CDP 号, CDP 间距号 5m)

3　结论与建议

从总体来看, 本次地震勘探是成功的, 断层和破碎带清楚。这表明在条件适宜的情况下, 所得到的地震资料完全能够用于地质解释。通过这次工作发现, 有以下几个方面值得我们在以后的工作中加以注意:

(1) 在金矿区进行地震勘探时, 应在可能的条件下, 首先在已知矿的上部布置一条地震测

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.

线,目的是查明已知矿体在地震剖面上的反映特征,同时了解地下地质结构与成矿规律的关系。这对利用地震资料进行地质解释和金矿的深部预测极为重要。但往往已知矿床已被开采或正在开采,地表和地下结构已遭到不同程度的破坏。所以选取地震测线的位置十分重要,既要考虑到地下的地质目标,又要兼顾地表的施工条件。

(2)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。

感谢以沈远超为首的课题组在该文的撰写过程中给予的帮助。同时也衷心地感谢以刘洪臣为首的课题组辛勤的野外资料采集工作。

参考文献:

[1] 覃政教,钟小群,陈滋康,朱其光,刘文勉. 浅层地震反射法探测伏土、溶洞的初步效果[J]. 中国岩溶,1992,11(1):56-62.

[2] 傅旦丹,何樵登. 地形大起伏地区精校正[J]. 石油物探,1997,36(3).

[3] 陆基孟. 地震勘探原理[M]. 石油大学出版社,1990.

[4] 钱绍瑚. 实用高分辨率地震勘探数据采集技术[M]. 中国地质大学出版社,1998.

[5] R. D. Miler, and J. Xia W. E. Doll. A noninvasive shallow seismic source comparison on the Oak Ridge Reservation, Tennessee[J]. Geophysics, 1998, 3(4).

[6] D. W. Steeples and R. D. Miller. Avoiding pitfills in shallow seismic reflection surveys[J]. Geophysics, 1998, 63(4).

[7] Switzerland, J. Buhneman and K. Holligetr. Comparison of high-frequency seismic sources at the Grimsel test site, Central Alps[J]. Geophysics, 1998, (63)4.

[8] R. D. Jefferson, D. W. Steeples, R. A. Black, and T. Carr. Effects of soil-moisture content on shallow seismic data [J]. Geophysics, 1998, (63)4.

[9] H. Wielderhold, H. A. Buness, and K. Bram, Glacial structures in northern Germany revealed by a high-resolution reflection seismic survey[J]. Geophysics, 1998, (63)4.

[10] K. C. Miller, S. H. Harder, P. C. Adams and T. O'Donnell, Jr. Integrating high-resolution reflection data into near-surface seismic reflection data processing and interpretation[J]. Geophysics, 1998, (63)4.

[11] F. Buker, A. G. Green, and H. Horstmeyer. Shallow seismic reflection study of a glaciated vallay[J]. Geophysics, 1998, (63)4.

THE APPLICATION OF SEISMIC EXPLORATION METHOD IN DEEP PREDICTION OF PENJIAKUANG GOLD DEPOSITS

LIANG Guang-he, CAI Xin-ping

(*Geological and geophysical institute, academy of science, china Beijing* 100029)

Abstract: Based on a brief introduction of seismic prospecting method and the difference between seismic prospecting for petroleum and that for gold, the keypoints in every stage which should be paid attention to, was presented in applying seismic exploration in gold deposit and other metal mining area. Through actual application at Penjiakuang gold deposit in Shandong province, a perfect result was gotten. The final profiles provide us very important geological data for the accurate orientation of concealed deposits.

Key Words: Seismic prospecting; Concealed gold deposits; Prediction

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.