

胶莱盆地北缘遥感信息提取及解译分析

荆林海¹, 沈远超², 蔺启忠¹, 曾庆栋², 邹为雷²

(1. 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029)

[摘要] 胶莱盆地北缘是发育层间滑动角砾岩型金矿的有利部位, 盆地边缘新老地层的不整合接触带与断层的发育是形成金矿的有利条件。通过遥感手段可以将盆地北缘及附近构造解译出来; 局部地区的特征信息提取可以有效地区分岩性、提取第四系覆盖下的地层与隐伏构造信息, 有利于成矿分析和成矿远景预测区的圈定。

[关键词] 遥感 胶莱盆地北缘 信息提取 金矿

[中图分类号] P627 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2001)01-0091-04

矿床地质学研究表明, 构造是金矿形成的必要条件。胶东地区金矿的形成都与断裂系统有一定的成因关系, 断裂构造是矿床形成的导矿通道和容矿有利部位。因此, 更好地了解研究区内的构造格局、构造背景和沉积盆地边缘的地质状况有助于分析成矿地质条件, 总结成矿规律, 从而确定成矿有利部位, 圈定找矿靶区, 指导找矿和成矿预测工作。

遥感信息具有信息量大、宏观、快速的特点。遥感图像可以直观、逼真地反映各类地质要素的映像特征及其展布的规律性, 有效地揭示隐伏构造、显示活动构造, 尤其对与成矿关系密切的大量线性和环形构造的反映特别突出。遥感技术在地质上的应用研究表明, 遥感为分析局部构造与区域构造、成矿与构造和岩性的关系提供了有效帮助。

自 1996 年中国科学院地质与地球物理研究所研究人员在胶东乳山地区确立了一种新的金矿类型——层间滑动角砾岩型金矿^[1~3]以来, 到目前为止, 除在胶莱盆地北部边缘已发现的受层间滑动断裂构造控制的蓬家乔层间滑动角砾岩型金矿床外, 还在乳山市南地口、烟台市牟平区发云乔、辽上、海阳市郭城、平度市大庄子等地区相继发现或确认了同类型的金矿床(点)。上述层间滑动角砾岩型金矿床(点)的陆续发现和确认, 表明胶莱走滑拉分盆地北部边缘是一个重要的成矿远景区^[3]。因此, 准确地圈定出胶莱盆地北部边缘对于寻找该类型金矿具有重要的现实意义。

1 胶莱盆地及金矿地质概况

胶莱盆地位于郯庐断裂系中段(沂沭断裂)东

侧, 盆地近呈菱形展布, 其长轴为北东向, 面积达 12 000 km²。胶莱盆地是一个形成于中生代期间受郯庐断裂控制的陆相碎屑岩及火山岩走滑拉分盆地^[4], 盆地的形成和演化与中生代期间伊泽奈崎板块向欧亚板块的俯冲运动有密切关系。

胶莱盆地基底构造层以太古宙、元古宙变质岩系为主, 盆地内第四系比较发育, 其下主要发育河湖相莱阳组砂砾岩、青山组火山岩系和碎屑岩及王氏组红色碎屑岩等盖层地层^[4]。

盆地内断裂构造发育, 主要有 NNE、NE、EW 和晚期 NW 向断裂构造系统。

目前所发现的层间滑动角砾岩型金矿均产出在胶莱盆地边缘盖层地层与老地层的不整合接触带附近, 受层间滑动断层构造的控制。控矿构造均经历了走滑挤压—走滑拉张—走滑挤压的构造作用过程, 金矿化主要发生在断层构造带内的角砾岩和碎裂岩带内, 具有顺层的特点。

地质研究表明: 该类型金矿床往往分布在中生代拉分盆地的边缘及拉分边缘延长线方向上的小凹陷的周边; 矿床的产出主要受控于盆地边缘不整合接触带内的层间滑动断裂带(呈低角度铲式正断层状), 主构造是控矿容矿的主要场所; 盆地边缘走向上的转弯部位是矿体富集的有利地段; 盆地外侧老地层中大理岩及石墨片岩岩性段的存在对金矿床的形成最为有利; 发育于盆地内侧的中生代砂砾岩系中的层间滑动断层次级构造断裂、裂隙系统有时也是容矿构造; 矿体富矿段与层间滑动断层构造带中的黄铁矿化硅化角砾岩、碎裂岩有关, 硅化和黄铁矿化越强, 则金矿化程度越高。

[收稿日期] 2000-11-20; [修定日期] 2000-12-01; [责任编辑] 曲丽莉。

[基金项目] 中国科学院创新工程(项目编号: KZCX1-Y-03)和“九五”重大黄金项目(K2951-A1-404-02)资助。

2 胶莱盆地北缘遥感图像的制作

研究区范围较大,地质情况复杂,这决定了该地区的遥感图件要经过图像镶嵌和细致的直方图拉伸才能达到既反映大的区域岩性与构造状况,又最大程度区分局部各种岩性的目的。

盆地边缘遥感影像镶嵌图由四景 TM 原始影像组成: 1119/34, 1119/35, 120/34, 120/35。主体是 120/34, 其他三景位于镶嵌图的边缘。四景影像的时相均选在初春时节(表 1), 以利于排除植被干扰、提取岩性信息。镶嵌图中各景图像的位置关系如图 1 所示。

表 1 TM 影像时相表

景号(Path/ Row)	119/34	119/35	120/34	120/35
时间(年.月.日)	1988.04.09	1991.04.02	1995.03.19	1997.02.20

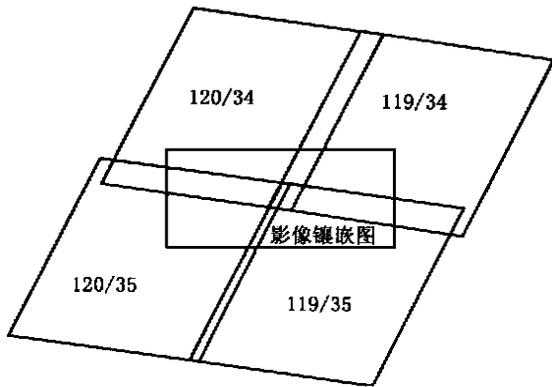


图 1 盆地边缘遥感影像镶嵌示意图

3 遥感解译标志

遥感解译标志分为直接解译标志和间接解译标志两种。地层的解译主要依据色调、影纹的变化: 首先将相同色调、影纹的面状、条带状地物划分为一个遥感影像地层单元, 之后参考现有的地质图件将遥感影像地层单元进行合并, 或根据地质单元界线对遥感影像地层单元再进行分解, 最后组合成传统的地质地层单元, 得到影像的遥感地层解译图。线性构造的直接解译标志主要是地层在平面上的错开及山脊、山谷的错开等; 间接标志包括特殊的河流形状(直线型河、顶头河、对头河及河流的直角拐弯、同步拐弯等)、地物(地层、植被、村庄等)有规律的线状或面状分布等。环型构造的解译标志是环形的影像特征及放射状、向心状、环状水系等。

依据上述的地层和构造的遥感解译标志, 将全区遥感影像镶嵌图解译得到胶莱盆地北缘的地层和构造解译图(图 2)。

4 存在问题和解决方法

在解译盆地边界的过程中, 主要解决了下列几个问题:

(1) 胶莱盆地中发育中生界莱阳组、青山组、王氏组和第四系等, 岩性主要为砂砾岩、砂岩、泥岩及其互层、砂、泥层。沉积物主要来源于周围山地的太古宙—元古宙老地层、燕山期花岗岩(s_2-s_3)。在

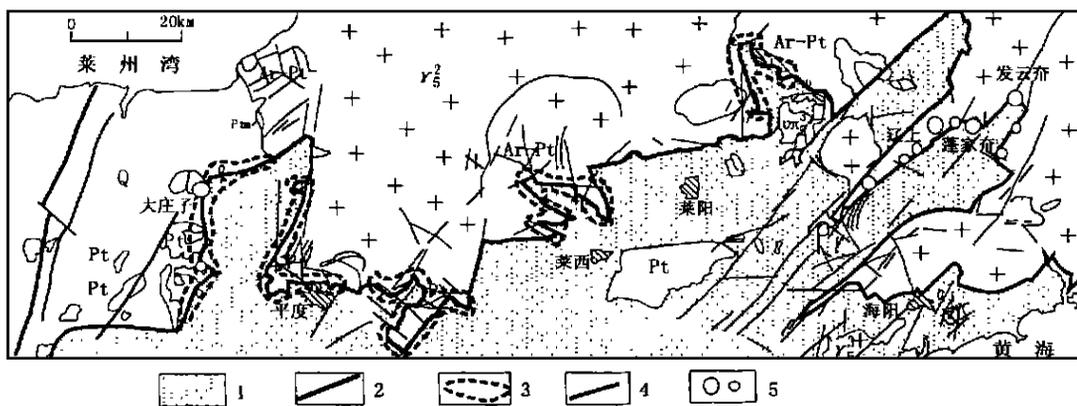


图 2 胶莱盆地北缘遥感综合解译图

Ar - Pt —古老变质岩地层; s_2 —燕山早期花岗岩; s_3 —燕山晚期花岗岩; s_4 —霏细岩; 1 —胶莱盆地; 2 —盆地边缘; 3 —成矿预测区; 4 —断裂; 5 —层间滑动金矿床(点)

平度—莱西—莱阳一线及发城北部等不整合接触带附近, 砾岩和老地层片麻岩、花岗岩的岩石组相

似, 光谱性质接近, 在遥感影像上色调也非常类似。通过纹理对比或将子区单独拉伸处理可将盆地沉积

地层与太古宙—元古宙、燕山期花岗侵入岩体区分开。若新老地层为断层接触,接触界线较直,同时界线两侧地层的成分差异也较大,影像上的色调差异较大,盆地的边界可以较精确地划分出来,如徐家店附近。

(2) 乳山境内莱阳组中砾石主要为花岗岩砾、角闪片麻岩砾,风化后形成粘土,含铁质成分较高,光谱特性与周围的老地层、侵入岩相似。新老地层上发育的植被类型及其茂密程度也相似,对地层光谱的差异起到了掩盖作用。本文通过选择植被还未发育的4月份TM数据来区分岩性,从而得到该地区的岩性界限和线性构造。

(3) 莱西市西侧、产芝水库附近,根据地物的模糊色调差别和近线性排列的植被等来推测断裂;盆地的边界定为河道附近,河道追踪断裂延伸,河道西侧为严重风化的老地层。

(4) 盆地西部第四系覆盖严重,第四系主要为黄色、黑色的细沙泥层,构成该区的主要耕作层,部分地区有老地层和燕山期侵入岩出露。钻井勘探得到部分地区的白垩系。下伏的老地层和中生代地层的界线难以在全区镶嵌图中直接解译确定,只能通过子区的特征信息提取来界定。

5 子区特征信息提取——以平度市大庄子地区为例

大庄子地区主要为耕地。受植被的影响,土壤在TM各个波段上的显露程度不同。岩石露头主要为下元古荆山群,风化严重,它和中新生代地层如白垩系及第四系的界线难以划分。

对TM影像1~5,7波段分析,沉积物在各个波段上的信息特征显露程度如表2所示。选择盆地信息较丰富的TM1、2、7分别赋予红、绿、蓝通道,得TM127RGB假彩色合成影像(图3—见封三)。为了尽量减少植被信息对盆地目标信息的干扰,只选择

表2 盆地在各个通道上的信息特征显露程度

波段	1	2	3	4	5	7
均方差	3.8377	2.8116	5.6001	—	11.1818	8.8132
盆地影像特征	略明显	略明显	略明显	不显	不显	不显
主成分	1	2	3	4	5	
盆地影像特征	不显	略明显	明显	不明显	不显	

含盆地特征信息的TM1~3,5,7参加主成分变换(KLT)^[5~8],得到5个主成分图像(特征向量矩阵见表3)。各主成分中盆地信息的显露程度不一(表2)。选择盆地信息显示程度较好的第三、第二主成分和各种地物信息都不甚明显的第四主成分分别赋予

红、绿、蓝颜色,得到PC324RGB假彩色合成图像(图4—见封三)。图4中红色、暗紫色的区域为新生代沉积盆地,盆地以北为元古宙老地层,以蓝色、暗红的斑杂色块显示,盆地西侧风化的燕山期花岗岩以绿色显示。

表3 大庄子地区TM1-3,5,7通道的主成分特征向量矩阵(按行排布)

TM通道	TM1	TM2	TM3	TM5	TM7
PC1	0.18447	0.15333	0.33067	0.71857	0.56283
PC2	-0.60587	-0.34167	-0.57730	0.41584	0.09992
PC3	-0.27392	-0.07642	0.06792	-0.55475	0.77895
PC4	0.71317	-0.20317	-0.62074	-0.04962	0.24964
PC5	-0.12350	0.90146	-0.40920	-0.02282	0.06444

对主成分变换的特征向量矩阵分析可以得到各个主成分中主要信息所代表的意义^[7,8]。如表3所示,PC1是5个原始波段的加权平均,代表地物的整体亮度信息;PC2代表地物近红外与可见光之间的光谱差异,主要反映植被的信息;PC3中TM5的系数为-0.55475,TM7的系数为+0.77895,反映的主要为粘土的信息;PC4主要反映Fe质的负信息(变暗);PC5为数据噪音。因此可以说:沉积盆地中中生代地层风化层与周围地层(元古宙、燕山期玲珑岩体)风化层的主要光谱差别表现为粘土、植被光谱上的差异,而这种分化层的光谱差异反映了下伏地层的成分差异,从而可以用来划分第四系覆盖下的地层和岩性。

从子区各个TM通道的统计数据(表2)可以看到,各个通道的均方差很小。说明该地区的地物类型相对单一,光谱信息主要为粘土的信息,其次是部分植被(春天的小麦、杂草)的信息。这也证明主成分通道PC2、PC3中显示的信息的确是粘土、植被的信息,不同部位的信息差异主要反映不同地区的粘土、植被的信息差异。

在胶莱盆地西侧第四系覆盖条件下,提取和分离不同分化层或沉积层的粘土、植被微弱光谱差异是在该区提取隐伏构造、划分隐伏岩性的主要遥感图像处理手段。按照这一思想,完成了盆地西侧与玲珑花岗岩体、太古宙、元古宙的边界划分。

6 盆地边缘成矿分析和预测

将胶莱盆地及其附近发现的金矿床(点)与盆地边缘遥感解译图按地理坐标位置叠合在一起(图2),可以发现下列规律:金矿床(点)主要分布于盆地的边缘,即中生代地层与老地层的不整合接触带附近,特别是盆地的西侧和北侧;盆地边缘的转折

部位,是成矿的最有利部位; 金矿床(点)附近往往有线性构造存在,线性构造的方向平行或斜切盆地边缘; 附近侵入岩体的存在是成矿的有利条件。已知金矿床(点)的这些遥感影像特点与该地区层间滑动角砾岩型金矿的典型矿床——蓬家乔金矿的遥感影像特点相近。野外地质工作说明,这些已知矿床(点)都具有层间滑动角砾岩型金矿的特点。

根据上述地层、构造与矿床(点)的关系,可以圈定出下列几个成矿预测远景区: 莱阳—莱西北部的盆地边缘,重点是盆地的转弯处; 栖霞市西部的中生代沉积盆地的周边,尤其是北边界和西边界,重点是北边界。该地区已有金矿矿床发现和开采;

莱西西部、产芝水库附近的盆地边缘。该地区的盆地边缘被大断层切割、错动较大,转折较多,有利于成矿,但受第四系覆盖严重,找矿的难度较大; 平度北部的盆地边缘。该边缘北侧的地层一部分是太古宙—元古宙,一部分是燕山期玲珑花岗岩体。NNE、NE、近 WE 向的构造切割该区的地层。复杂的构造、有利的岩性组合使该边界成为很有希望的找矿靶区。

[参考文献]

- [1] 沈远超,谢宏远,李光明,等. 山东蓬家乔金矿的基本特征及其找矿方向[J]. 地质与勘探,1998,34(5):3~7.
- [2] 杨金中,沈远超,刘铁兵,等. 胶东东部蓬家乔金矿成矿规律及两翼找矿方向研究[J]. 黄金科学技术,1998,6(5-6):29~33.
- [3] 曾庆栋,沈远超,刘铁兵,等. 胶东地区层间滑动角砾岩型金矿成矿远景[J]. 地质与勘探,2000,36(6):36~39.
- [4] 陆克政,戴俊生,陈书平,等主编. 胶莱盆地的形成和演化[M]. 东营:石油大学出版社,1994.
- [5] Robert O. Green and Ronald J P Lyon. Mapping Mineral Alteration With Airborne Thematic Mapping Imagery in the Ann - Mason Region , Yerington District , Nevada[M]. Presented at the International Symposium on Remote Sensing for Exploration Geology Colorado Spring , Colorado , 1984 ,775 ~ 784.
- [6] John D Nerman , Robert K. Vincent , Jett Huspeni. Landsat Exploration for Precious Metals and Molybdenum in East - Central Idaho , International Symposium on Remote Sensing of Environment Second Thematic Conference[J]. Remote Sensing for Exploration Geology East Worth Texas , 1982 ,965 ~ 972.
- [7] Marous X. Borengasser , Donald R. Brandshaft and James J. Taranik , Geological Application of Enhanced Landsat TM Imagery at south - central Nevada , Presented at the International Symposium on Remote Sensing of Environment Third Thematic Conference[J]. Remote Sensing for Exploration Geology , Colorado Spring , Colorado , 747 ~ 754.
- [8] Ashbinsu Singh and Andrew Harrison , standardized principal components [J]. International Journal of Remote sensing , 1985 , vol. 6 , 883 ~ 896.

[1] 沈远超,谢宏远,李光明,等. 山东蓬家乔金矿的基本特征及其

EXTRACTION AND INTERPERATION FOR THE NORTHERN MARGIN OF THE JIAOLAI BASIN WITH REMOTE SENSING

JING Lin - hai , SHEN Yuan - chao , LIN Qi - zhong , ZENG Qing - dong , ZOU Wei - lei

Abstract : The northern margin of the Jiaolai Basin is favorable to gold mineralization , especially the interface of the new and old stratum with fractures . The margin and fractures nearby may be shown clearly in the remote sensing images . With remote sensing technology , different rocks and structures , even covered with quaternary soil , may be shown in different colors in large scale .

Key words : remote sensing , northern margin of the Jiaolai Basin , information extraction , gold deposit

商机无限 欢迎参展 中国国际地质技术机械仪器展览会

时间:2001年3月21日

地点:上海光大会展中心

主办单位:中国矿业联合会

支持单位:上海市房屋土地资源管理局

协办单位:国家矿山机械质量监督检验中心

承办单位:上海新望族展览服务有限公司

参展范围:

- 1) 钻进、探矿设备(各类钻机)、掘进设备、非开挖设备、泵(泥浆泵、高压泵、砂石泵等)、钻头和冲击器、空气压缩机等。
- 2) 物化探仪器:重力仪、电法仪、磁力仪、地震仪、测井仪等。
- 3) 测绘仪器:测距仪、经纬仪、水准仪、全站仪等、压力计、测斜仪、位移计、静力触探仪等测试仪器。
- 4) 实验室分析仪器:光度计、光谱仪、质谱仪、极谱仪等。

大会组委会:

地址:上海市浦东大道2123号龙珠广场5D
邮编:200135
电话:021-58529068 68533975 68533594
68533363 68533847
传真:021-68533847 68533594
E-mail: xwzwtq@online.ash.cn
联系人:王建华

本期作者简介



沈远超(1943年-),男,研究员(博士生导师),岩石学及矿床学专业,主要从事成矿岩石学、矿床学及金矿成矿预测工作,现为中国科学院知识创新工程黄金项目首席科学家。



李光明(1964年-),男,博士,助研,1986年毕业于成都地质学院地勘系,1996年毕业于莫斯科地质勘探学院矿床学专业,获博士学位,现就职于中国科学院地质与地球物理研究所,主要从事矿床学及成矿预测方面的工作。



张连昌(1959年-),男,博士,副教授,1983年毕业于西安地质学院地质系,并于1988年获矿床专业硕士学位,1999年获中国地质大学地球化学专业博士学位,现在中国科学院地质与地球物理研究所博士后流动站工作,主要从事地球化学和矿床地质学的研究。



李厚民(1962年-),男,1983年毕业于西北大学地质系,1989年毕业于西安地质学院(现西安工程学院),获硕士学位,现为西安工程学院地球科学系副教授,中国科学院地质与地球物理研究所在读博士,主要从事矿床学的教学及科研工作。



刘铁兵(1950年-),男,1981年获中国科技大学硕士学位,1988年获美国辛辛那提大学博士学位,现为中国科学院地质与地球物理研究所副研究员,矿床学专业,主要从事金矿成矿预测工作。



张启锐(1939年-),男,研究员,1964年毕业于北京大学,1968年研究生毕业于中国科学院,专业为地层学、数学地质,目前从事金矿地质及震旦系冰川地层研究工作。



邹为雷(1971年-),男,1995年毕业于长春科技大学地球科学系,1998年获长春科技大学矿床地质学硕士学位,现为中国科学院地质与地球物理研究所博士生,主要从事岩浆岩石学及金矿成矿预测研究。



石昆法(1939年-),男,现任中国科学院地球物理研究所研究员,研究方向为浅层地球物理,研究专业为电法勘探。



杨金中(1970年-),男,1994年毕业于长春地质学院地质系,1997年在长春科技大学获矿床学硕士学位,现为中国科学院地质与地球物理研究所博士研究生,主要从事大地构造与成矿、矿体定位预测等方面的研究工作。



荆林海(1971年-),男,1994年7月毕业于山东矿业学院地质系,1997年7月在中国科学院遥感应用研究所获地图学与遥感专业硕士学位,现攻读博士学位,主要从事遥感图像处理及遥感地质应用研究。



曾庆栋(1964年-),男,1986年毕业于长春地质学院地质系,1989年、1997年在长春地质学院先后获得构造地质学硕士学位、矿床学专业博士学位,1997-1999年中国科学院地质研究所博士后,现为中国科学院地质与地球物理研究所助理研究员,主要从事金矿成矿预测工作。

通讯地址:北京德外祁家豁子
中国科学院地质与地球物理研究所
邮政编码:100029