基于地、物、化、遥多元信息成矿预测
——以山东省昌邑—平度地区为例

孔红杰　胡来龙
山东省地质测绘院　济南　250002

摘要 本文以昌邑 - 平度为例，运用地、物、化、遥多元信息成矿预测方法，在前人资料的基础上，系统分析研究区内地、物、化、遥及金矿资料，总结成矿规律，建立成矿概念模型，进行成矿预测，圈定成矿靶区,为进一步工作提供有利的找矿依据。

关键字 :金矿　地物化遥　多元信息　成矿预测

前言

基于地、物、化、遥的多元信息成矿预测是当前成矿预测的主流预测方法。以赵鹏大院士的地质异常理论、三联式预测体系和王世称教授的综合信息预测方法为代表[1]。他运用多种数据相互佐证，可以有效地提高预测找矿预测的精度。本文在山东省昌邑——平度地区（东经 119° 23′ 00″ ～119° 55′ 00″，北纬 36° 42′ 00″ ～37° 08′ 00″，面积约 1582km²）运用此法，在前人资料的基础上，系统分析内的地、物、化、遥及金矿资料，总结成矿规律，建立成矿概念模型，进行成矿预测，圈定成矿靶区,为进一步工作提供有利的找矿依据。

1．区域控矿地质特征

1.1 大地构造环境

研究区处于胶北隆起的西南缘、具有裂谷性质的区域性深大断裂沂沭断裂带东侧、胶莱盆地的西北边缘，属于招莱成矿带南延地带（图 1）。

区域上大地构造环境为金矿床的形成提供了有利的背景条件。区内荆山群原岩为一套泥砂质、硅铁质、碳酸盐为主夹有中基性火山岩的含金绿岩建造，这套含金建造经受了强烈的区域变质、混合岩化作用，使金等成矿元素发生了明显的活化转移和重新分布，为金矿床的富集提供了成矿物质；断裂构造和成矿流体又是矿床形成的重要因素，研究区东侧分布大规模出露的玲珑花岗岩复式岩体为成矿作用提供了热源驱动力；研究区西侧的沂沭断裂带及南侧 EW 走向控制断陷盆地边界的平度—莱西断裂带(胡受奚等，1998)均为区域性大断裂，切割深度大，贯通性好，有利于深部流体的运移。

1.2 水——岩反应

荆山群变质岩含石墨岩系发育，韧性剪切作用沿含石墨的软弱岩层发生（由此导致剪切断裂带与地层产状相似），形成糜棱岩带，为流体的运移起到了导流作用。成矿流体以渗滤的方式与构造岩及围岩发生着水——岩反应。随着剪切作用造成的压力差和渗透率的提高，大量的流体流经糜棱岩带，逐渐提高水——岩值，岩石中的硅质、碱质等成矿物质不断渗入成矿热液中，并向韧性剪切带中心汇集，形成透镜状、似层状绢英岩化蚀变及金的矿化。蚀变岩成为金的载体，硅化、黄铁矿化强的部位金的矿化程度高，并形成工业矿体。

在由韧性剪切转化为脆性破碎过程中，成矿环境由封闭体系转变为开放体系，压力急剧下降，形成低压空间，大量的流体迅速流经构造带，产生沸腾，挥发分逸出，成矿流体浓度增大。浅部流体向下对流并加入成矿热液中(胡文煊等，2001)，温度也迅速下降，并改变了流体的化学组分。流体中金的溶解度降低，从络合物中分离出来，发生了沉淀作用。

1.3 区域成矿时代

由于研究区被第四系覆盖严重，金矿床及矿(化)点在区内目前仅在工作区中部的基岩裸露区一带发现 4 处，主要为平度市大庄子金矿(大型)、平度市吉戈庄金矿(小型)等。均产于古元古代荆山群变质岩中，受北东向断裂构造控制。

邹为雷等(2002)对大庄子金矿Ⅰ-1 号矿体内普遍发育的成矿期烟灰色石英年龄测定表明，其 ^{39}Ar-^{40}Ar 等时年龄为 115Ma。国家地震局地质研究所(1993)对大庄子金矿Ⅰ-1 号矿体中及底板处穿插的煌斑岩脉中的样品进行的 K-Ar 法同位素测定，其年龄（127 士 1.2）Ma～(106 士 1.0)Ma，为燕山中晚期。综合胶东地区成岩、成矿背景，该时代与胶东众多金矿床(尽管矿化类型、产出空间、地质背景的不同)主要集中在(115 士 15)Ma 这一时段成矿是一致的(刘建明等，2001)[2]。

2．物化探特征及其对成矿指示性分析

为配合成矿预测工作，重点分析了区内物、化、遥特征及其对成矿的指示性。

2.1 地球化学特征

根据 1：20 万化探扫面资料，按金元素含量的高低可分为背景区、高背景区及异常区。该区处在地球化学的高背景区，区内共圈定了 7 个化探综合异常，异常套合好，Au 含量均较高，在平度市四甲村Ⅰ级 Au、Pb、Zn、Cd 综合异常内，已在大庄子发现金矿床 1 处，说明该区金矿化较好。

2.2 重砂异常特征

根据 1：20 万重砂测量资料，区内圈定了金重砂异常 3 个，主要分布在区内的东部和中南部一带基岩裸露区，均为III级异常，异常主要由金、铅、辰砂等重矿物组成。区内主要出露郭格庄岩组和粉子山群地层，并有小型金矿一处，说明该区有一定找矿远景。

2.3 地球物理特征

2.3.1 磁场特征：根据区内航磁资料，该区在区域上主要表现为变化较大的正磁场，异常总体呈北东向或北北东向展布，异常强度一般在 100～350nT。这与荆山群、粉子山群、胶东岩群的分布相对应。该区受北东向或北北东向构造控制，第四系覆盖层以下存在

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

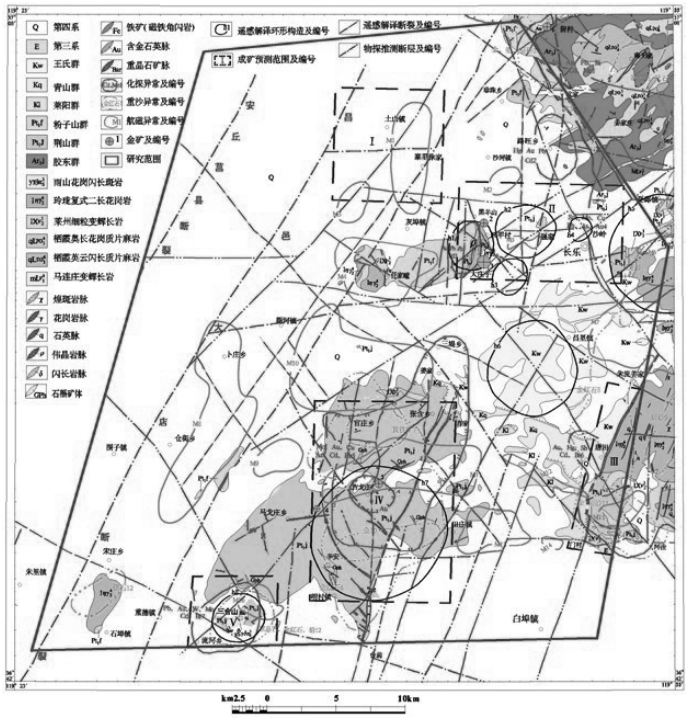


图 1 昌邑 - 平度地区金矿地物化遥综合信息成矿预测图

老基底富金地层胶东岩群，是赋存金矿的有利层位。

2.3.2 重力场特征 :该区内除西部为低缓的负异常外，其余为正异常分布，有渐变过渡特征。中东部的重力高异常区相对强度为 12× $10^{-5}m/s^2$，说明是由胶东变质基底凸起所致，主要分布有古元古代粉子山群和荆山群地层及其太古代、元古代变质岩体。

2.3.3 遥感解译构造特征

(l) 线性构造特征：

笔者主要利用遥感影像结合重磁资料，在研究区中解译出一个网格状断裂系统 (图 l) 。该断裂系统主要由 3 组断裂组成，其形成的先后序次大致是 EW 向、NE 向、NW 向断裂，控制了区内地层、岩体的展布特征。以 NE 向、NNE 向断裂为主，中南部以 EW 向断裂为主，是胶莱盆地控制性盆缘断裂，在地震时间剖面上清楚地反映出高角度、上陡下缓的铲式特点，向下多切穿元古宙地层，有的则沿基底界面滑脱，控制了岩体 (带) 的分布。这些深切基底的断裂是导岩、导矿的重要断裂[3]。

⑵ 环形构造特征：

该区环形影像较为发育，环形影像主要呈圆形或椭圆形影像特征，环形影像色调多样，其表现为不同背景色调中的浅色调或深色调影像环环内、环外的色调也不均一，大部分环形影像是由岩体和构造引起。

3．地、物、化、遥感金矿找矿模式

3.1 成矿地质条件

(1)区域性东西向岩浆岩带与北东向压扭性断裂的交汇部，三维空间构成有成生联系的多级导矿、容矿等的控矿断裂是矿床的重要控制因素。

(2)位于主干与次级导矿、容矿断裂之间，并与其沟通的更低级次的裂隙系统是矿床或矿体的直接定位空间。

(3)玲珑超单元的岩体边缘接触带及郭家岭超单元的晚期交代前接触带是矿床赋存的重要岩体条件。

(4)岩体边缘接触带中，太古代变质岩残留包体广泛分布，依附于断裂带附近的钾化、硅化、黄铁矿化，是指示矿床存在的直接标志。

3.2 地球物理找矿模式

(1)重力场中值区 (10- 25) × $10^{-5}m/s^2$ 和航磁正负缓变场中的相对低值区，是指示金矿床存在的宏观地球物理找矿标志。

(2)高激化率、高电阻、低磁场的“两高一低”的地球物理特点，是指示矿化蚀变带或金矿床存在的地球物理模式。

3.3 地球化学找矿模式

(1) 依附于断裂带分布的钾化、钠化面型蚀变带是指示金矿床存在的化学找矿标志。

(2) 地球化学场中，Au、Ag、W、Mo、Hg、As、Sb 等是金矿体存在的主要指示元素。

(3)自然重砂，金自然重砂能够提供最直接的找矿信息，是最直观的找矿标志之一。

3.4 遥感找矿模式

金矿的分布与线性和环形构造密切相关，目前已知的金矿区、带均密集分布有线性和环形构造。从遥感信息中，胶东地区金矿产出地，在 TM 影像图上 98％的金矿床都产在环形构造与线性构造交切部位上。

(1)大型的线性和环形构造控制了金成矿带，环形构造影像边缘、环带、环核与区域断裂构造交汇部位，与环缘在深切割过程中，断裂构造相互叠加干扰，为上地幔或地壳深部重熔岩浆及其热液运移创造了构造条件和存储空间，这一良好通道环境为内生金矿带的形成提供了极佳场所。

(2)几组线性构造交汇部位和中、小型环的环缘、环核往往控制矿田的展布，相当一部分内生金矿的成因可以认为是由金属组分丰度值较高的，有一定的矿源层或矿源体在经活化富集而形成的矿体。赋存于矿源层 (体) 中的金属硫化物在热液 (热水溶液、卤水热液、火山热液、岩浆热液等) 条件下释脱出来，从岩石中向压力减低方向运移，并在低自由能处沉淀聚集成矿。环的边缘、环核和几组断裂的交汇处正好是矿液运移的良好构造通道的位置。其旁侧的次级构造为矿体创造了良好的开放空间条件。

(3)小型环的寄生次级环密集处是内生矿产赋存的有力部位，内生金矿床一般与岩浆分异晚期的小岩株、岩枝或火山口有关。中小型侵入岩所形成的环，已知环缘的寄生次级环可能是岩基 (岩株) 边缘的小岩体影像所引起。因此，寄生次级环紧密部位是成矿的有力部位。

4．成矿预测

4.1 成矿预测的原则

在总结分析前人的地质资料的基础上，通过本次地质工作，尤其是物、化、遥感信息特征，结合控矿地质条件及区域矿产的分布规律提出成矿预测区原则如下 :①有金矿成矿的矿源层—胶东岩群、荆山群、粉子山群地层分布区；②有金矿成矿的内生热源热液载体—玲珑、郭家岭花岗岩体，

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

小岩体的内部、大岩体的边部[3]；③有化探异常、重砂异常分布密集区；化探、重砂异常汇水盆地的源头；金的指示元素异常区；④有物探异常及重力场、磁场梯度带、缓变带和场的变化复杂部位；⑤断裂构造发育地段，特别是NE向断裂与NW向断裂的交会部位；断裂构造蚀变、矿化好的金矿点（矿化点）密集区；⑥有线、环构造为矿液的疏通、储存开辟了良好的构造环境区。

4.2 成矿预测区的划分

根据上述原则，经过全面分析研究在本区圈出5个成矿预测区（图1），分别为：I 土山镇成矿预测区；II 大庄子东部成矿预测区；III 唐田成矿预测区；IV官庄至明村镇成矿预测区；V 三合山成矿预测区。

依据成矿远景优劣，将预测区划分为二级：A级预测区是指那些矿点、矿化点分布区或已知矿床分布区及其远景区段，既预测区的地质、物探、化探、遥感、重砂等资料均反映了较好的金矿成矿地质条件，局部蚀变和矿化强烈，化探异常、重砂异常分布集中，金组分局部富集明显，指示了良好的找金前景。B级预测区是指成矿条件较有利，不具备全部预测条件的区段或埋藏较深的远景区段。其中A级2个：II大庄子东部成矿预测区和IV官庄至明村镇成矿预测区，成矿条件相对较好，对该两个区进行了1∶1万重点遥感解译，在解译成果的基础上对大庄子东部成矿预测区进行了野外踏勘调查和物探测量工作；其余的三个为B级，分别是：I 土山镇成矿预测区、III 唐田成矿预测区和V三合山成矿预测区。

4.3 远景区的验证及评价

对本次圈定的5个成矿预测区，由于项目经费问题，通过分析，选择了大庄子东部成矿预测区进行重点解剖，主要进行了野外地质调查和物探测量工作，目的是对预测的成果进行检查，验证其可靠程度。

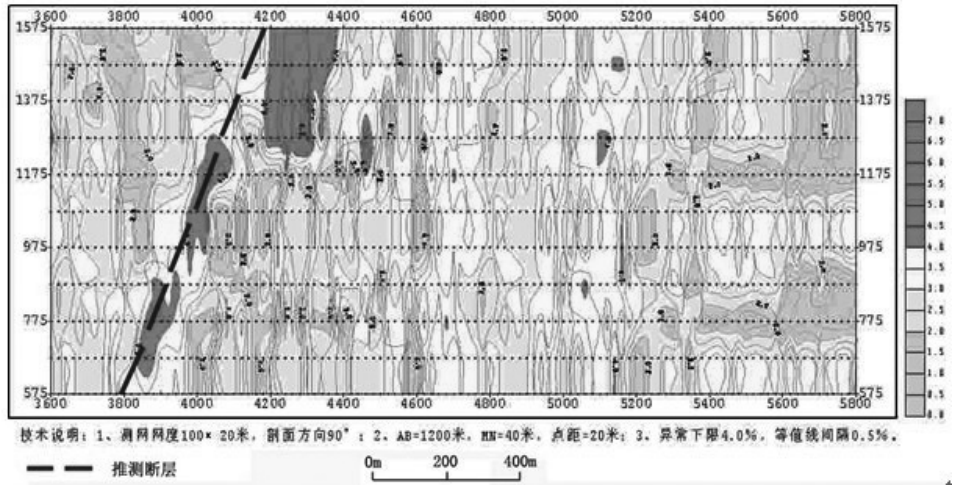


图2 山东省平度长乐地区激电中梯测量视极化率 η s 等值线平面图

该区地形较平坦，区内多被第四系覆盖，仅在西部平度市大庄子周围、中部强家村北部、预测区的东北角和东南角一带有基岩裸露，出露地层为新太古代胶东岩群苗家岩组、古元古代粉子山群和荆山群，岩体为莱州超单元西水夼单元和玲珑超单元。

经过野外调查验证和成矿信息资料综合分析，本次物探验证工作布置在平度市长乐镇沙岭村西至强家村东一带，进行激电中梯测量和激电测深。

本次物探工作结果，在测区西北部发现一条北东向的隐伏断层，断层控制长度为800m。在断层带内，有一较明显的低阻高极化异常，激电异常控制长度为800m，方向与断层一致，由于断层带影响，极化率异常连续性较差，经分析研究，该异常为含金硫化物富集体引起。建议进一步验证，有希望找到好的金矿（化）体（见图2）。

通过对大庄子东部成矿预测区野外调查验证，发现基于地、物、化、遥综合信息成矿预测研究，具有较高的可靠性。

5．结论及建议

⑴ 通过本次隐伏金矿物、化、遥感综合信息成矿预测研究工作，确定了综合信息成矿预测模式，同时圈定了成矿预测区5处，并选择了大庄子东部成矿预测区（II）成矿较好地段进行1∶1万地质调查重点分析解剖和电法测量验证。

⑵ 通过对物探测量结果解释分析，说明在该区强家村东一带北东向支断裂中有一较明显的低阻高极化异常，方向与断层一致，推测可能由断裂破碎带中的硫化物富集体引起，该处有进一步工作的价值，有望寻找到金矿（化）体。

⑶ 建议对本次圈定的大庄子东部成矿预测区（II），强家村东成矿最佳有利部位进一步进行工作，在确定该断裂破碎带具有一定的矿化蚀变时，进行深部钻探施工验证。

⑷ 对于其他成矿预测区，根据其地质条件都具有较大的成矿前景，由于没有进一步验证，建议对其有针对性地开展进一步工作，基岩裸露区建议开展基岩化探测量，隐伏区建议利用地球物理理论开展高磁测量或电法测量，以期在找矿方面有所突破。

参考文献：

[1] 陈勇.云南个旧锡矿东区隐伏矿体定位与定量预测研究[J].中国地质大学硕士论文，2009,6；146.

[2] 连建国.大庄子金矿床稳定同位素地球化学研究 [J].地质找矿论丛，2003,130-131.

[3] 刘玉强.再论胶莱盆地金矿的找矿方向 [J].中国地质，2001,11,；28(11).

[4] 顾留成.胶东破碎带蚀变岩型金矿床地质--地球物理--地球化学找矿模型评价指标研究及预测[R].济南：山东省物化探勘查院，1992-12.

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net