第 10 卷 第 4 期
2004 年 12 月

黄 金 地 质
GOLD GEOLOGY

Vol. 10 No. 4
Dec., 2004

河北金厂峪—金厂沟梁遥感信息与金矿

李长江[1]，张春华[1]，房继山[2]

(1. 天津华北地质勘查局 地勘总院，天津 300181；2. 冶金第三地质勘查院 二分院，山西 忻州 034000)

摘要：利用遥感地质方法对冀蒙辽毗邻地区的迁西—凌源—新惠地区的遥感信息进行综合研究。金矿与线-环构造关系密切，控矿断裂多为 NE—NNE，近 EW 向（深大断裂及韧性剪切带），环形构造多为燕山早期的中酸性岩体所致，金矿常产在岩体周边，构造复合部位往往有中—大型矿床产出。太古宙地层分布区的线性构造节点、色异常是找矿的重要遥感信息标志。按齐波夫定律进行找矿预测，长皋—金厂沟梁矿集区潜在金资源量近 100 $\times 10^3$ kg，金厂峪—柏杖子矿集区可达 500 $\times 10^3$ kg。

关键词：金矿；遥感；断裂控矿；找矿预测；河北

中图分类号：P618.51　　**文献标识码**：A　**文章编号**：1006-558X（2004）04-0075-06

冀蒙辽毗邻的迁西—凌源—新惠地区，位于华北地台北缘燕山台褶带。该区金矿众多，是我国北方重要的金矿成矿区。金矿主要类型为蚀变岩（含斑岩）和石英脉型；金矿床（点）具集中分布特点，形成北部的长皋—金厂沟梁和南部的金厂峪—柏杖子 2 个矿集区，共有小型以上金矿床四十多个，其中金厂峪、金厂沟梁、峪耳崖和柏杖子大型金矿床均产在上述 2 个矿集区内。

1 遥感信息分析

1）对美国陆地卫星数据图象进行亮度直方图统计分析，选择相关性小、独力性强和亮度分布范围大的波段进行假彩色合成。2）根据应用目的选择最佳响应波段（TM5，TM7 等）进行假彩色合成。3）对矿集区图象进行加密，提高图象对细微影像体的识别能力。4）用比值合成，KL 变换等方法对预测远景区进行蚀变矿化信息提取。

1.1 断 裂

断裂在遥感图象上多表现为各种线性构造或某些影像的线（带）状排布，通常表现为直线状山脊、谷地及水系，不同影像地貌单元的线状边界，直线状色线、色带、色界，水系、山脊等地貌元素的角状转折及非自然弯曲，地貌拐点的线状排布等特征影像。区域性深大断裂在图象上往往由多条线性构造平行或雁列带状排列构成，比较醒目壮观；一般断裂则往往由单一线性体表现出来；而某些挤压带或剪切带在图象上则显示为细而密的线性影纹的带状组合。区内共解译出断裂数百条之多。根据影像特征和各种资料[1~12]综合分析，规模较大的有 17 条（表 1），其中 14 条为新解译断裂[13]。它们对区域地质构造的发生发展、岩浆活动、沉积建造及成矿作用等均有较重要的控制作用。近 EW 向构造为区内最老的断裂，属基

收稿日期：2004-08-24。李杰美编辑。

作者简介：李长江（1958-），男，河北肃宁人，天津华北地质勘查局地勘总院高级工程师，大专，从事遥感地质、计算机技术研究。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1 解译主要断裂特征

编号	断 裂 名 称	走 向	长度/ km	备 注
F1	围场 —贝子府	近 EW	大于 150	Ⅰ级构造单元边界
F2	宽城 —兴城			解译大断裂
F3	喜峰口 —木头凳			重要控矿基底深断裂
F4	遵化 —义院口			解译控矿大断裂
F5	昌黎 —老哈河	近 SN		解译大断裂
F6	老哈河 —迁西	NNE	大于 280	嫩江断裂之南段
F7	青龙 —建平		大于 230	与 F6 平行的解译深断裂
F8	喜峰口 —贝子府	NE	300	解译控矿(剪切)大断裂
F9	宽城 —东五家子		295	解译重要控矿大断裂
F10	抚宁 —北票			解译大断裂
F11	撰山子 —杨家杖子	NW		解译大断裂
F12	锦山 —朝阳	NWW		解译大断裂
F13	宁城 —暖池塘	NW	大于 130	解译大断裂
F14	秦皇岛 —平泉		大于 155	解译(控盆)大断裂
F15	峪耳崖 —围场			解译大断裂
F16	秦皇岛 —隆化			解译大断裂
F17	秦皇岛 —寿王坟		大于 210	解译控岩控矿大断裂

底断裂，并具长期继承性活动特点[14]。NE 向构造方向变化大，常具扭曲现象，说明是在主应力方向稍有变化的应力场作用下断裂多期活动的结果，并具有明显的剪切特征。NW 向构造多显示张性特征，惟独冷口断裂带显示挤压剪切特征。

本区遥感图象断裂构造信息分析显示 1) 断裂的空间和方向分布不均匀：总的看来老基底出露区密度较大，时代越新的地质体中密度越小；不同时代地层（特别是太古宇与元古宇）接触界面附近断裂密度大，NE 向最为密集。2) 控矿断裂往往伴有色彩、色调异常。3) NNE，NE —EW 向构造最发育，在卫片上表现为 NE 向线性构造密集，其次为近 EW 向。2 组构造形成 NE 向延长的菱形块状影纹。

1.2 环形构造

工作区环形构造分布不均匀，集中分布在 2 个金矿密集区。根据环形构造与地质体关系的综合分析，多与岩浆活动有关，个别与塌陷盆地有关。其中与金矿分布较密切的主要为岩浆活动形成的环，包括岩浆穹隆、火山-潜火山构造等。环形构造可分为单体环和组合环两大类。前者通常反映比较简单的活动背景（小岩株、火山口等）。后者主要有同心、偏心式，包含式等。不同的分布形式反映不同的构造-岩浆活动背景和成因。同心和偏心式组合环多以某个小岩体或岩枝群（常为隐伏岩体）为中心形成双层或多层环的组合，同心式反映岩浆为竖直方向的侵位，偏心式则反映岩浆是侧斜方向侵位，侵位方向通常由大环中心所对应的深部指向小环中心所对应的浅部位置，岩体侧伏角的大小可由“偏心率”作定性地估计（遵化环形构造）。

包含式环反映同一岩浆活动中心或同一通道岩浆的多期次、多侵位点的以岩浆活动为背景的热液蚀变特点，对应地质图上通常是中心为大岩体和周边多个小岩株（枝）的侵入体群（都山环形构造），环形构造具有沿构造带成群成带分布的特点，较明显的有 EW 和 NE 向带，其中又以都山地区最为密集。都山环形构造群大环中心部位有都山、蛇盘兔 2 处较大岩体，周边有多个小岩株状岩体和岩脉群，再向外（边缘附近）则有多处火山岩盆地，反映由中心向外的深成 —浅

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

成 —喷出和侵入活动由强 —弱的岩浆活动特点, 证明该处为一较明显的岩浆活动中心。多层套环与辐射状影纹构成的特殊“蛛网”状构造反映具隐伏侵入体。

1.3　蚀变矿化

对区内重点地段和已知金矿作信息增强处理, 在某些部位出现色异常。经反复解译, 发现并确定明显的色异常十余处 (表 2), 分面型和线性 2 类。前者多反映与岩浆等热源体有关的面型蚀变, 后者通常为蚀变破碎带、挤压片理化带、剪切带等线 (带) 状蚀变的特征影像。含水较高的断裂破碎带、构造片理化带等也有色异常显示, 多与金矿化有关, 是重要的遥感地质找矿标志。

表 2　解译色异常特征

编号	位　置	遥 感 地 质 特 征	矿　化
S1	敖汉旗郭家店 —柳条沟	面状,为中生代岩体与二叠系、侏罗系接触带	有已知多金属矿点
S2	北票沙金沟 —鸡冠山	与 NE 向断层破碎带吻合,断层局部充填石英脉	有民采金矿点
S3	金厂沟梁 —牛虎头沟	不规则带状,与岩体和太古宇接触带吻合	有多金属矿化、分散流异常及金矿产出
S4	建平长皋 —五龙台	影像显示硅化特征,线性构造密集,出露太古宇	有长皋金矿及多处金-多金属矿点
S5	凌源红石砬子	NNW 向条带,位于元古宇岩层转弯处	有已知铜矿点
S6	迁西红石峪	NW 向不规则带状,与太古宇,元古宇接触部位的侏罗纪断陷相吻合	南东端有新近发现的青河沿金矿产出
S7	青龙邱杖子	与中生代中酸性小杂岩体吻合,异常呈面型	有已知铜矿床,并具斑岩矿床找矿前景
S8	青龙双山子 —大巫岚	NE 向带状分布,与挤压带吻合	西侧有金矿化
S9	宽城白庙	由 EW 向浅色条带和浅蓝色弧形带构成,前者位于太古宇与元古宇间断层接触部位,后者位于太古宇与元古宇不整合面附近	浅蓝色显示金矿露采范围
S10	青龙萧营子	面状,位于花岗岩体中,主要显示浅色调、低地貌,反映岩体的面型蚀变	花岗岩泥化普遍,发现 3 个金矿(化)点

2　控矿因素

2.1　地层与岩浆岩

区内出露地层主要有太古宇、元古宇, 中生界、少量古生界。金矿床 (点) 绝大多数产在太古宇, 太古宇作为矿源层为成矿提供物质来源, 对区内主要赋矿地层的岩石所作的痕量 Au 分析 (表 3)[13]显示太古宇岩石中 Au 的丰度值高于克拉克值的 n～10 n 倍。而元古宇岩石 Au 的丰度值与克拉克值相当, 因而太古宇岩石可为金矿的形成提供矿源, 应是区内 Au 的主要物源。

区内岩浆岩较发育, 但与金矿关系密切的绝大多数是燕山早期的中酸性岩体。在空间上, 金矿常产在燕山早期岩体周边, 有些还产在岩体内 (柏杖子、峪耳崖)。在时间上, 金矿大多与燕山早期岩体同时或稍晚形成, 如金厂峪金矿成矿年龄为 163.8 Ma, 而与成矿有关的矿区西侧青山口花岗岩的年龄为196 Ma[15]。岩浆岩为成矿提供热源和动力, 另外也可能为成矿提供部分矿质来源。

表 3　部分赋矿岩石中 Au 的分布

地 层	岩　性	样数	$w(Au)/10^{-9}$ 范 围	$w(Au)/10^{-9}$ 平均	浓度克拉克值
太古宇	角闪斜长片麻岩	5	13～89	41.2	10.300
	黑云角闪岩	1		24.0	6.000
	绿泥片岩	2	13～24	18.5	4.625
	混合岩化角闪岩	2	6.2～11.0	8.6	2.150
	混合岩化斜长角闪岩	3	1.4～9.6	5.1	1.375
元古宇	(蚀变)石英砂岩	2	4.0～4.0	4.0	1.000

2.2　线性与环形构造

区内金矿受断裂、韧-脆性剪切带控制, 也受构造复合部位控制。表现在深大断裂带、韧-脆性剪切带金矿床 (点) 密集分布, 构造复合部位则往往有中 —大型矿床出现。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

如沿凌源 —喜峰口韧-脆性剪切带有 3 个大型矿床和一系列中小型矿床。

断裂对金矿的形成主要有 3 个方面的控制作用：1) 在一定程度上控制着矿源层的分布，太古宇主要分布在由深大断裂所切割围限的断隆地（岩）块内；2) 区域性深大断裂切割深度大，且多具长期活动特点，是深部岩浆及流体运移循环的良好导通构造，而长期继承性活动有利于成矿作用的持续发展形成大矿；3) 为成矿提供沉淀场所，各种低序次断裂（裂隙）系统是良好的容矿构造，矿体往往沿这些构造产出。

区内金矿的空间分布受 NE —NNE，近 EW 向线性构造（深大断裂及韧-脆性剪切带）控制，同时也受构造复合部位控制。表现在沿深大断裂带、韧-脆性剪切带金矿密集分布，构造复合部位则往往有中大型金矿床分布。如沿凌源 —喜峰口韧-脆性构造带分布着区内所有大型和一系列中小型金矿床。本区控矿作用比较显著的线性构造（深大断裂）有 6 条（图 1），即 F1，F3，F4，F7，F8 和 F9。

区内金矿绝大多数产于环形构造内部或边缘，尤其是大型矿床，无一不产于环形构造内（图 1）。大型环（直径 *n* 10 km）控制金矿群体的分布，而中小型环常是单一矿床的就位构造，说明大环为矿田或成矿区构造，而小环则相当于矿床（区）构造。

2.3 构造扩容区

对本区遥感构造形迹与地质资料进行综合分析认为：柏杖子 —金厂峪存在 2 个明显的构造扩容区（图 2），表现在（平面上）金厂峪 —柏杖子剪切断裂带中段受都山岩体等刚性地块挤压，显示收敛特点，而向金厂峪及柏杖子两端均呈撒开状。根据力学分析，扩容区内与张力方向垂直的构造面，在引张过程中具泵吸效应，有利于物质（特别是流体）的贯入。同时由于张开空间大，亦有利于后期物质的充填，容易形成大矿。

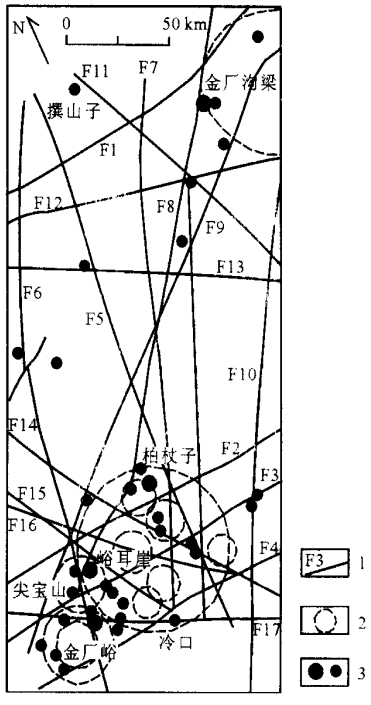

图 1 冀东 —辽西地区构造解译图

1 —推测断裂及编号；2 —环形构造；3 —金矿床、点

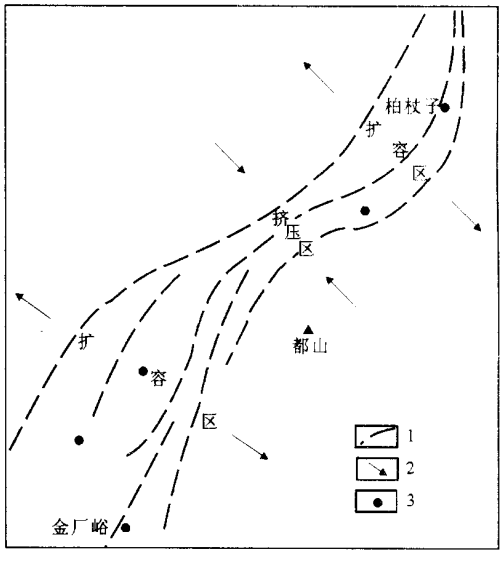

图 2 扩容构造示意图

1 —解译断裂；2 —应力方向；3 —金矿床（点）

从该地区金矿的空间分布看，扩容区明显控制着金矿床的分布。如在柏杖子扩容区有柏杖子大型和多处小型金矿床；金厂峪扩

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

容区有金厂峪和峪耳崖大型及多处中、小型金矿床；在处于压缩区的亮甲台一带，虽有金矿点等矿化显示，但尚无工业矿床。就全区金矿探明储量看，遵化—青龙金矿密集区的储量占全区的 5/6 强，而该密集区储量的主体便是由扩容区内大型金矿床形成，由此亦可证明该构造扩容区对金矿确有重要控制作用。基于这一认识，预测柏杖子扩容区李家窝铺—大黄土坡一带具有较大找矿潜力。在随后开展的遥感地质调查中，发现 2 处规模较大的金矿化带，使上述认识得到验证。

值得指出的是，一个矿床或一个地区控矿构造往往是多种构造的组合，如线-环、线-线、环-环组合等，而这些构造组合的复合结点也是最有利的成矿部位。

3　找矿预测

3.1　金矿分布规律

区内金矿在宏观上具成群成带集中分布的特点，主要分布在太古宇出露区及其附近；大型金矿具沿 NE—NNE，近 EW 向深大断裂和韧性剪切带分布的特点；金矿密集区分布在深大断裂交叉形成的断隆区；沿太古宇与元古宇接触带断裂——拆离构造分布；金矿（尤其是大型金矿床）多分布在大规模断裂带的弧形转弯部位或构造扩容区；有些与火山作用有关的金矿常分布在中生代火山岩断陷盆地的边缘；燕山早期中酸性岩体周边常有金矿分布；金矿分布与遥感线-环构造关系密切，常沿环形构造边缘及其内部地块分布。环与线的切点部位及不同方向线性构造（断裂）交汇处的节点往往有金矿产出。

3.2　找矿标志

1）地层，地台基底——太古宇出露区及其边缘。

2）断裂，NE—NNE，EW 向深大断裂及韧-脆性剪切构造带、断裂的弧形转弯部位、构造扩容区等；不同方向断裂交汇及其所夹锐角区、基底隆起构造及周边部位，岩浆穹隆及底辟构造等。

3）环形构造，主要有大型环的边缘（金厂沟梁）、大环边缘上相切的同心多层套环（金厂峪）、小型环的中心部位（楼子山）、大环边缘上的小寄生环等。

4）岩浆岩，燕山早期中酸性岩体内外，特别是多期次侵入的复式岩体及杂岩体内外是金矿找矿有望区。

5）矿化，含金属硫化物的石英脉、硅化带、蚀变破碎带是金矿找矿的直接目标物。

6）重砂异常，金矿物重砂异常是金矿找矿的直接标志。

7）化探异常，含 Au 的水系沉积物组合异常是金矿找矿的异常标志。

8）蚀变，破碎带及岩体内外的黄铁矿化、硅化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、钾长石化、钠长石化是金矿找矿的蚀变标志。

9）遥感色异常，是蚀变标志的特征影像，一般矿床（点）均伴有程度不同的色异常显示。

需要注意的是一个地区具有的找矿标志越多，找到金矿的可能性越大，而不能只凭具有一两种标志就断言有金矿存在。

3.3　潜力评估

区内的 2 个金矿密集区均分布在 NE—NNE，EW 向深大断裂交叉的锐角块隆上，并与 NE 向脆-韧性或脆性剪切带相联系。这 2 个密集区内燕山早期中酸性岩体分布较广，具有良好的成矿条件，区内的大、中型金矿均分布在这个密集区内。为可靠地评估 2 个金矿集中区的找矿潜力，采用便捷而公认的齐波夫定律进行找矿潜力的定量评估。

长皋—金厂沟梁矿集区已发现 1 个大型、1 个中型、5 个小型金矿，探明储量近 40×10^3 kg。按齐波夫定律预测还可找到 3～

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

4 个中型矿床，潜在金资源量近 100 $\times 10^3$ kg，具较大的找矿前景。金厂峪—柏杖子矿集区已发现 3 个大型，5 个中型，近 20 个小型矿床，已探明储量 250 $\times 10^3$ kg。按齐波夫定律预测还可找到 2～3 个大型、6～7 个中型矿床，其远景储量累计可达 500 $\times 10^3$ kg。

参考文献：

[1] 河北省地质矿产局. 河北省、北京市、天津市区域地质志 [M]. 北京：地质出版社，1989.

[2] 辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志 [M]. 北京：地质出版社，1989.

[3] 辽宁省地质局第二区域地质测量队. 敖汉旗幅 1∶20 万区域地质矿产报告书 [M]. 五四三厂印刷厂，1970.

[4] 内蒙古自治区地质局第二区域地质测量队. 下洼幅 1∶20 万区域地质矿产报告书 [M]. 中国地质图制印厂，1967.

[5] 内蒙古自治区地质局第二区域地质测量队. 喀喇沁旗幅 1∶20 万区域地质矿产报告书 [M]. 中国地质图制印厂，1967.

[6] 辽宁省地质局第二区域地质测量队. 建平县幅 1∶20 万地质图、矿产图说明书 [M]. 五四三厂印刷厂，1968.

[7] 辽宁省地质局第二区域地质测量队. 朝阳幅 1∶20 万地质图、矿产图说明书 [M]. 五四三厂印刷厂，1967.

[8] 河北省地质局第二区域地质测量大队. 平泉幅 1∶20 万区域地质调查报告（地质部分、矿产部分）[M]. 中国地质图印制厂，1967.

[9] 辽宁省地质局第二区域地质测量队. 凌源县幅 1∶20 万地质图、矿产图说明书 [M]. 五四三厂印刷厂，1965.

[10] 河北省地质局区域地质测量大队. 兴隆福 1∶20 万地质图、矿产图说明书 [M]. 中国地质图印制厂，1966.

[11] 河北省革命委员会基本建设局地质勘测总队区域地质测量大队. 青龙福 1∶20 万地质图、矿产图说明书 [M]. 中国地质图印制厂，1970.

[12] 河北省地质局第二区域地质测量大队. 山海关幅 1∶20万区域地质调查报告（地质部分、矿产部分）[M]. 中国地质图印制厂，1974.

[13] 李长江，林大富. 内蒙古敖汉旗—河北省迁安市一带金矿遥感地质找矿报告书 [R]. 河北 三河：有色地调中心，1998.

[14] 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区区域地质志 [M]. 北京：地质出版社，1989.

[15] 苗昌德. 国内外金银矿图册 [M]. 北京：冶金工业出版社，1993.

Remote information study for the Jinchangyu-Co-Jinchanggouliang gold area of Hebei

LI Chang-jiang[1], ZHANG Chun-hua[1], FANG Ji-shan[2]

(1. *General Institute of Geological Exploration of Tianjin North China Geological Exploration Bureau, Tianjin* 300181, *China*; 2. *No.*2 *Party of the Third Metallurgy Geological Exploration Institute, Xinzhou* 034000, *Shanxi*, *China*)

Abstract: By a comprehensive study of remote information to the Qianxi-Co-Lingyuan-Co-Xinhui district around the adjacent places of Hebei-Co-Inner Mogolia-Co-Liaoning by taking geological remote method, it's found that the gold deposit has close relationship with the line-ring structure, the ore-control faults are mainly of NE—NNE or nearly EW strike. The ring-structures were mostly formed by the acid rock bodies of early Yanshanian which had gold occurred around, and in the structure-complex area there usually had some middle-large size deposit occurred. The line-structure node and color anomaly of the Archoeozoic beds distribution area are the key signal of remote information for gold exploration. According to the prospect of gold exploration, the Changfu-Co-Jinchanggouliang mine district has gold resources of nearly 100 $\times 10^3$ kg, and the Jinchangyu-Co-Bozhangzi mine district has gold resources of 500 $\times 10^3$ kg.

Key words: gold deposit; remote; fault-control; prospect of gold exploration; Hebei

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net