

五台山地区铁建造金矿地质和成矿作用

骆辉* 陈志宏

(中国地质科学院天津地质矿产研究所, 天津)

提 要: 五台山地区铁建造金矿产于晚太古代绿岩带的条带状铁建造 (BIF) 中, 成矿作用主要发生在碳酸盐相铁建造和富碳酸盐或富硅酸盐的氧化物相铁建造中, 单一的氧化物铁建造成矿不好。韧性剪切带或褶皱构造为主要控矿构造。金矿物为自然金, 成色高, 金属硫化物为黄铁矿, 黄铜矿很少, 没有方铅矿。矿石金含量变化大, 矿床规模小。成矿温度低, 压力小, 具浅成低温热液成矿作用特征。

关键词: 五台山地区 铁建造金矿 浅成低温热液成矿

五台山地区是我国晚太古代绿岩带发育区之一。条带状铁建造 (BIF) 为绿岩带重要组成部分, 分布在五台群的金岗库组和柏枝岩组中。金岗库组经历角闪岩相的变质变形作用, 柏枝岩组经历绿片岩相的变质变形作用。条带状铁建造主要为氧化物相, 少数为碳酸盐相, 没有硫化物相铁建造。氧化物相铁建造有的富含硅酸盐矿物, 有的富含碳酸盐矿物。条带状铁建造呈多层产出, 一般与变基性火山熔岩呈互层。

铁建造金矿是指产在条带状铁建造中的金矿床或金矿化。五台山地区是我国重要的铁建造金矿产地, 近几年找矿工作又有新进展, 已发现铁建造金矿 20 余处, 具有一定的找矿潜力 (陈平等, 1996)。

1 条带状铁建造对铁建造金矿的制约

五台山地区所有铁建造金矿都产在条带状铁建造中, 金岗库组条带状铁建造发现有鳌子头、舜王寺和皇家庄 3 处金矿化, 柏枝岩组条带状铁建造中发现有小板峪、康家沟、殿头 3 个小型金矿床和张仙堡、麻黄沟、芦咀头、大明烟、阳坡道和柏枝岩等 10 余处金矿点或金矿化 (图 1)。

浅变质的柏枝岩组条带状铁建造成矿较好, 深变质的金岗库组条带状铁建造成矿较差, 贫铁的薄层铁建造成矿较好, 富铁的厚层铁建造成矿较差。成矿铁建造, 有的富含硅酸盐, 主要是镁铁闪石类矿物, 呈条纹或条带分布, 类似于硅酸盐相铁建造; 有的富含碳酸盐, 以铁白云石为主, 含少量方解石和菱铁矿, 与石英或磁铁矿呈连晶, 有如碳酸盐相铁建造的过渡类型; 有的为碳酸盐相铁建造, 由碳酸盐薄层夹贫磁铁矿的石英条带组成, 碳酸盐主要为铁白云石, 次为菱铁矿和方解石; 单一由磁铁石英岩组成的铁建造, 有的虽有金矿化, 但成矿不好。总的来看, 以富含碳酸盐的铁建造和碳酸盐相铁建造成矿最好, 富含硅酸盐的铁建造也有成矿意义。从化学成分上看, 成矿铁建造 Fe 的含量偏低, 而 Ca、Mg、Al 的含量相

* 骆辉, 男, 61岁, 研究员, 从事变质岩矿床地质研究。邮政编码: 300170

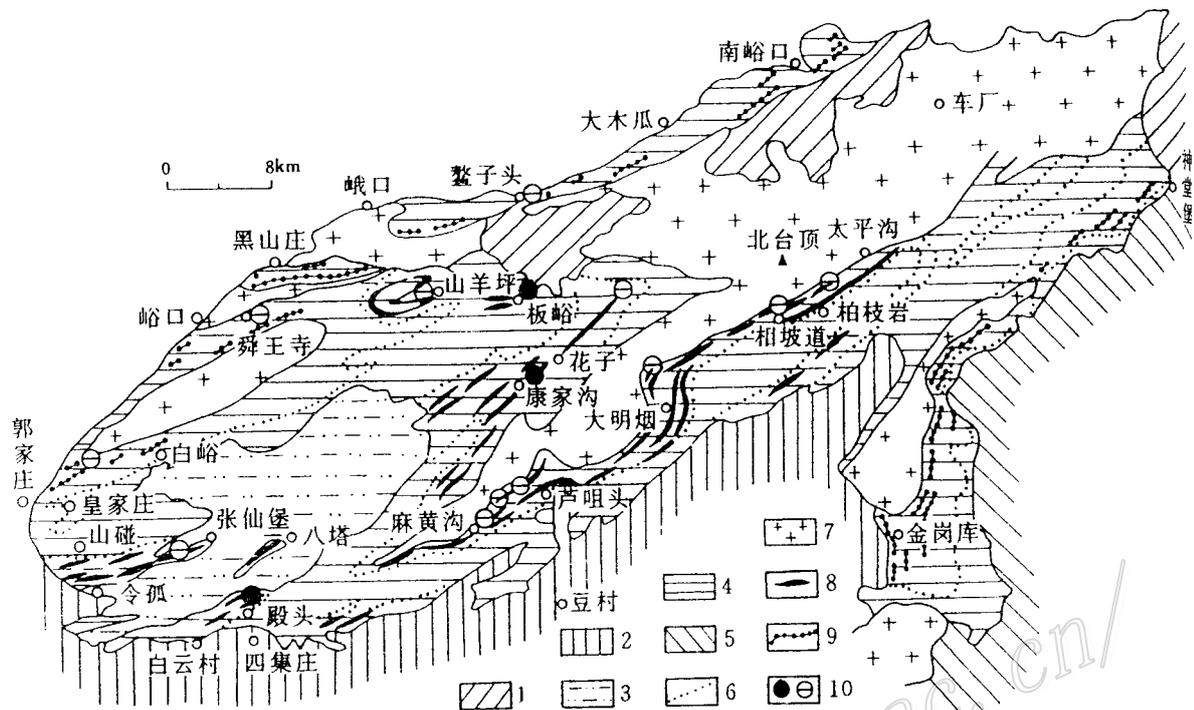


图1 五台山地区铁建造金矿分布略图

1—寒武-奥陶系；2—淳沱群；3—高凡亚群；4—石咀亚群；5—阜平群；6—地层组界线；7—花岗片麻岩类；8—柏枝岩组条带状铁建造；9—金岗库组条带状铁建造；10—铁建造金矿床和金矿点或金矿化

对偏高，非成矿铁建造则与此相反，可能与成矿铁建造形成时比较近于火山活动中心，受火山活动干扰，化学沉积分异作用不充分有关。

2 构造对铁建造金矿的控制

五台山地区的绿岩带经历了多期构造变形作用。褶皱构造和韧性剪切带最为发育。叠加在条带状铁建造上的不同规模的褶皱构造和韧性剪切带对铁建造金矿的形成起了重要作用，在控制铁建造金矿空间分布的同时，对铁建造金矿的矿化型式和富集程度产生了影响。

韧性剪切带（主要是韧-脆性剪切带）和褶皱构造，在宏观上控制了铁建造金矿的分布。如康家沟金矿床分布在区域性 NE 向韧性剪切带中，小板峪金矿床分布在地区性 EW 向韧性剪切带中，而殿头金矿床则与褶皱构造有明显关系。显然，韧性剪切作用和褶皱变形作用及其相应的变形构造，对成矿所必须的热液的活动和集中提供了动力和场所，引来了成矿流体的聚集，从而确定了成矿的定位空间，得以形成金矿床或金矿化。经过野外和室内详细观察和研究，发现铁建造金矿的微型变形特征不明显，基本保留了条带状铁建造的条带状构造和粒状结构特征。这可能是由于条带状铁建造为特殊的岩石类型，由成分不同的条带或薄层韵律式组成，在成分和构造上具有明显的不均一性，条带与条带之间，薄层与薄层之间，为力学上的薄弱环节，应力的构造效应比较明显，在剪切作用下，会产生剪切滑动和破碎，在褶

皱作用下，除滑动、破碎之外，在转折端形成虚脱空间，成为成矿热液分流、充填、交代的成矿场所。条带或薄层内部却保持相对稳定，构造效应不明显，显微构造不发育，对成矿流体起着阻挡作用，加强了成矿流体在条带或薄层之间的活动。含金硫化物沿条带状铁建造的条带分布，酷似条带构造；含金石英细脉（厚度1~10 cm）平行条带充填；含金硅质岩堆积在褶皱转折端形成富矿柱。可见，条带状铁建造的构造变形是控制铁建造金矿形成的重要地质因素之一。

3 铁建造金矿类型及特征

根据铁建造金矿中的特征矿物，铁建造金矿可分为碳酸盐型、富碳酸盐型、富硅酸盐型和磁铁矿型4种类型，以碳酸盐型和富碳酸盐型成矿最好，富硅酸盐型成矿次之，磁铁矿型成矿不好。

碳酸盐型铁建造金矿：代表性矿床为康家沟金矿床（骆辉等，1994），产于柏枝岩组的碳酸盐相铁建造中。碳酸盐相铁建造地表出露宽度50 m左右，由以铁白云石为主的碳酸盐薄层夹贫磁铁矿的石英条带组成。石英条带宽度5~10 cm者为多，磁铁矿在石英条带中呈稀疏的条纹分布。沿NE向韧性剪切带，在碳酸盐相铁建造中，形成碳酸盐化、硅化、黄铁矿化和褐铁矿化的矿化带。小型金矿矿体长50~200 m，厚度0.28~4.4 m，延伸150~200 m。矿石矿物组合主要是自然金、黄铜矿、黄铁矿、铁白云石、石英、方解石。浅部碳酸盐氧化析出大量铁质物，原生矿石即转变成赤铁矿矿石，晚期叠加镜铁矿化。在原生矿石中，自然金主要赋存在黄铜矿、黄铁矿和碳酸盐中，自然金成色高，平均973。

富碳酸盐型铁建造金矿：这是主要的铁建造金矿类型，典型矿床有小板峪和殿头2个小型金矿床，产在柏枝岩组富含碳酸盐的条带状铁建造中，即富含碳酸盐的磁铁石英岩中，磁铁矿含量偏低，约20%左右，碳酸盐含量较高，约10%~30%左右，以铁白云石为主。含少量菱铁矿和方解石，碳酸盐呈面型分布，很少构成单一的碳酸盐条纹条带。矿体就是黄铁矿化的富碳酸盐磁铁石英岩。小板峪金矿床矿体长338 m，平均厚度2.37 m，平均品位13.54 g/t（田永清，1991）。殿头金矿床，工程控制了3个矿体，矿体长度80~285 m，厚度0.4~8.5 m，矿石平均品位1~10 g/t。在褶皱转折端，矿体加厚、变富为富矿柱。矿化为硫化物浸染型和石英细脉型。硫化物浸染型是以黄铁矿为主的硫化物沿富碳酸盐磁铁石英岩条带间浸染，有的酷似同生的硫化物条纹条带。但从结构上看，黄铁矿包裹磁铁矿或石英，或嵌于磁铁矿或石英颗粒间，生成时间晚于磁铁矿和石英。石英细脉型金矿化即是含硫化物的石英细脉注入富碳酸盐的磁铁石英岩的条带间，脉宽1~15 cm，平行条带，有的小角度斜切条带或把条带挤压成弯曲状，脉中除石英、硫化物外，还含有磁铁矿和碳酸盐，磁铁矿可能是捕获的。石英细脉型金矿化在小板峪金矿床较多，是该矿床的主要矿石类型之一。金矿物为自然金，成色867~974，载金矿物主要为黄铁矿，含金 $18.98 \times 10^{-6} \sim 141.77 \times 10^{-6}$ ，石英和碳酸盐中也常见颗粒金。

富硅酸盐型铁建造金矿：该类型以柏枝岩金矿为代表（骆辉等，1994），产于柏枝岩组底部薄层条带状铁建造中，出露于花岗片麻岩体的外接触带，矿化带片理发育。容矿铁建造中的硅酸盐矿物主要是铁闪石，呈条纹条带分布，含量增加时则转变成硅酸盐相铁建造。矿

化带延长 1000 余米, 由 10 余个矿化体组成, 矿化体长 25~300 m 左右, 厚度平均 1.75 m, 矿石为含磁黄铁矿的硅酸盐磁铁石英岩和含黄铁矿的硅酸盐磁铁石英岩, 贫硫化物, 金含量低。

磁铁矿型铁建造金矿: 该类型金矿以舜王寺为代表, 产于金岗库组条带状铁建造中。矿化的条带状铁建造为氧化物相的条带状磁铁石英岩, 不含硅酸盐矿物, 碳酸盐矿物含量在 5% 以下, 围岩为斜长角闪岩。自然金呈粒状赋存在磁铁矿与石英颗粒之间。Au 的含量低, 矿化体规模小。

4 成矿作用

五台山地区众多的铁建造金矿, 产于不同特征的条带状铁建造中, 既有鲜明的共性, 又有显著的差异, 反映成矿作用既受到全区条带状铁建造这个统一因素的制约, 又受到各矿床或矿化产出部位的局部性因素的控制。局部因素在成矿过程中的有效作用, 可能与浅成成矿有关。根据流体包裹体研究, 成矿温度主要在 120~220 °C 之间, 成矿压力在 1.1~3.1 MPa 之间, 围岩蚀变普遍较弱, 为浅成低温热液成矿特征。不同矿床之间, 成矿的主要矿物自然金和黄铁矿的成分变化很大 (表 1), 表明各个矿床受到了其本身特殊成矿条件和特殊成矿过程的影响, 黄铁矿稀土 $Sm/Nd=0.16\sim0.23$, 也证明成矿物质可能直接来自围岩。流体的氢、氧同位素变化很大, 成矿流体具多成因特征, 明显受到了雨水的混合。由此看来, 五台山地区铁建造金矿的成矿作用主要是成矿物质直接来自围岩的浅成低温热液成矿作用。

表 1 小板峪和殿头金矿床自然金和黄铁矿的成分含量

成 矿 床 分	自然金		黄铁矿						
	Au/Ag	Au/ 10^{-6}	Ag/ 10^{-6}	As/ 10^{-6}	$\Sigma REE/10^{-6}$	δEu	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$
小板峪	4.63 (11)	32.05 (2)	6.74 (2)	6.62 (2)	3480 (2)	0.88 (2)	15.68 (2)	15.20 (2)	35.29 (2)
殿头	16.06 (7)	66.17 (4)	7.74 (4)	421.01 (4)	28892 (3)	1.12 (3)	14.60 (5)	14.79 (15)	3443 (5)

参 考 文 献

- 1 陈平, 陈俊明. 山西主要成矿区带成矿系列及成矿模式. 太原: 山西科学技术出版社. 1996, 103~109.
- 2 骆辉, 彭晓亮, 赵运起. 五台山绿岩带铁建造金矿. 北京: 地质出版社. 1994, 1~72.
- 3 田永清. 五台山—恒山绿岩带地质及金的成矿作用. 太原: 山西科学技术出版社. 1991, 169~219.