

文章编号: 1007-6956(2001)-0184-08

五台地区早前寒武纪金矿床 类型及其地质特征

陈志宏^{1,2}, 骆辉², 毛德宝², 沈保丰², 林源贤²

(1. 中国地质科学院, 北京, 100083; 2. 天津地质矿产研究所, 天津, 300170)

摘要: 综合对比不同矿床产出的基本地质地球化学特征, 五台地区典型早前寒武纪金矿床可划分出三种不同的类型, 即小板峪式铁建造型金矿床、东腰庄型金矿床和康家沟型金矿床。小板峪式铁建造型金矿床赋存于条带状铁建造中, 属后生叠加成因, 矿石矿物组成除继承原铁建造矿物磁铁矿、赤铁矿外, 主要为黄铁矿、少量黄铜矿和微量金、银, 矿体随铁建造一起遭受了两期褶皱变形作用的改造, 成矿时代早于 2.3 Ga。东腰庄型金矿床受控于韧-脆性剪切带构造, 具有复杂的矿物组成如黄铁矿、毒砂、黄铜矿、辉钼矿、电气石等, 矿化具多阶段性, 黄铁矿化、碳酸盐化、硅化围岩蚀变发育, 成矿时代为 2 451 Ma。康家沟型金矿床赋围岩主要为侵入成因碳酸岩, 矿化产物为含黄铁矿、黄铜矿的碳酸盐石英脉或石英脉, 成矿时代晚于 $(2\ 140 \pm 3)$ Ma。本区早前寒武纪多类型金矿床的形成, 表明了五台地区早前寒武纪金矿成矿作用的复杂性和矿床成因的多样性, 也为认识我国早前寒武纪金矿成矿作用特点创造了极为有利的条件。

关键词: 早前寒武纪; 金矿床; 地质地球化学; 山西五台地区

中图分类号: P584 **文献标识码:** A

1 引言

五台地区是华北陆块北缘一带较为典型的晚太古代花岗岩-绿岩带出露区之一, 该区以绿岩地层发育较完整、变质程度浅、构造变形强烈、岩浆活动较显著为特征, 因而一直是我国前寒武纪地质研究的经典地区之一。近年来, 在该地区的绿岩岩系中相继发现了一系列的金矿床和金矿点, 许多研究者已就其矿床地质学、成矿作用特点以及金矿(点)成矿与绿岩带形成和演化关系开展了卓有成效的研究工作^[1~11]。笔者在新一轮课题研究工作基础上, 紧紧围绕本区某些典型金矿床研究所获得的一些新资料、新发现, 将本区早前寒武纪金矿床区分为不同的类型, 并对其主要成矿地质地球化学特征作简要论述, 以期加深对本区早前寒武纪金矿床成矿作用特点和成矿规律的认识。

2 矿床类型划分及其分布

关于本区金矿床的分类问题, 田永清^[2]、沈保丰^[5]等都作过较为详尽的论述, 从不同的

* 收稿日期: 2001-07-21

基金项目: 国家自然科学基金项目(49703044)

作者简介: 陈志宏(1964), 男, 副研究员, 从事矿床地质学、地球化学研究工作

万方数据

角度提出了有关五台及外围地区金矿类型的划分方案,这些划分方案对加深本区金矿床成矿作用及成矿规律的认识具有重要指导意义。本文中所提出的矿床类型划分方案主要涉及五台地区具早前寒武纪成矿时代特征且成矿地质地球化学特点明显不同的金矿床,沈保丰等^[5]将其归为同构造晚期初生型金矿床。从某种意义上讲,本文中所提出的矿床类型划分方案是上述方案的进一步补充,且更加注重了不同类型矿床成矿地质地球化学条件的对比分析,并探索不同类型金矿床的成矿作用特点。综合考虑金矿床形成的赋矿围岩、控矿构造及变形作用、矿石矿物组成、矿床地球化学特点、成矿时代等诸要素,将本区早前寒武纪典型金矿床划分出三种不同的类型,分别为小板峪式铁建造型金矿床、东腰庄型金矿床和康家沟型金矿床。其中第一类型以小板峪、殿头金矿床为典型代表,也是五台地区最为特征的金矿床类型之一,该类型金矿分布范围较广。东腰庄型金矿床以五台县李家庄乡东腰庄金矿为代表,狐狸山金矿等具有与其相似的一些特征。康家沟型金矿床成矿地质背景条件较为特殊,目前仅有康家沟金矿一例。

3 各类型金矿床的地质地球化学特征

3.1 不同类型金矿床的基本地质特征

小板峪式铁建造型金矿床赋存于五台群条带状铁建造层中,其赋矿条带状铁建造岩石类型可以发生较大的变化,如小板峪、殿头金矿产于碳酸盐-氧化物混合相条带状铁建造层中,舜王寺金矿赋存于氧化物相铁建造中,而柏枝岩金矿则产于氧化物-硅酸盐相铁建造中,在某些小规模碳酸盐相或氧化物-碳酸盐混合相条带状铁建造层中亦有矿化点形成,这表明本区铁建造型金矿可以形成于不同类型条带状铁建造中。从某种意义上讲,铁建造型金矿可以形成于各种类型的铁建造岩石中,除有争议的金刚库硫铁矿层外,五台地区不存在典型的硫化物相铁建造,与国外典型铁建造金矿主要产于硫化物相、碳酸盐相铁建造中的特点相比差异较大。金矿矿体呈似层状,其空间展布常表现出与铁建造条带层一致的产状特点,呈现出良好的“层控”特征。而东腰庄金矿主要赋矿围岩为一套以角斑岩-石英角斑岩为主的中基性火山岩系;另有一些与中基性火山岩近于同期但具侵入岩产出特征的玢岩类,岩石组合归属五台群鸿门岩组,在矿带西侧还见有辉绿岩脉产出。与上述两种类型金矿床不同,康家沟金矿的主要赋矿围岩为碳酸岩,其走向延长在200 m以上,可观察到的最大出露宽度在40 m以上,空间上呈大透镜体产出,长轴方向与围岩(绢云绿泥片岩等)片理一致。该碳酸岩内多处见包裹围岩绢云绿泥片岩的角砾状岩块,并可见碳酸岩呈细脉状穿切之,在该碳酸岩与围岩接触带处可见其呈脉状穿入围岩中,而近接触带围岩碳酸盐化明显增强;该碳酸岩具中-中粗粒镶嵌结晶结构,局部见矿物呈定向排列,主要组成矿物为(含铁)白云石和铁白云石,另见少量的磷灰石、钾长石、金云母^[11]。另外,临近该碳酸岩还见含大量碳酸盐矿物的基性侵入岩产出,显示出碳酸岩的形成物源与本区基性岩浆侵入作用存在密切的成因联系。总体来看,该碳酸岩具有岩浆侵入成因碳酸岩的特点,含金石英脉主体即产于该岩石中。在康家沟矿区范围内的另一种特征岩石即为碳酸盐相条带状铁建造,其中碳酸盐条带层具细粒-微晶结构,硅质条带层则具微晶-隐晶结构,含矿石英脉可延伸至铁建造层中。

不同类型金矿床其矿化发育特点也呈现出较大的差异,铁建造型金矿床以浸染状矿化为主,黄铁矿等载金矿物多呈星散状产出,叠加交代原铁建造中的矿物,其中的硅质条带常由于矿化作用的叠加改造而发生重结晶作用,表现为其中的石英矿物粒径明显增大。另外在小万方数据

板峪、殿头金矿矿体中都可见规模很小的、呈断续状产出的含金石英脉状体,其走向产状基本与铁建造条带层一致,反映了矿化形成过程中富硅质热流体的活动。康家沟金矿则以含金石英脉型金矿化的形成为其特色,脉体宽从几厘米到几十厘米,走向延长从几米变化到几十米,其产状:一组呈北东50度左右,与围岩片理的总体走向基本一致;另一组呈近北向产出,两组脉体具共轭产出特征。而东腰庄金矿床中(细脉)浸染状和脉型矿化都较为发育,其中以前者为主,浸染状矿化以黄铁矿化和大量毒砂矿物的形成为主要特征,脉状矿化有含辉钼矿硫化物石英脉、电气石硫化物石英脉、含碳酸盐硫化物石英脉、含黄铜矿碳酸盐石英脉等,脉体宽从几厘米到几十厘米,走向延长从1米左右到几十米,充分显示出东腰庄金矿多期多阶段矿化的特点,两种类型矿化共同构成一条北东—北东东向延展的大矿带。

不同类型金矿床的控矿构造特征亦呈现出较大的差异。在小板峪金矿,矿体与围岩铁建造之间的界线一般都较为清楚,在局部还可见矿体边部已重结晶的硅质条带发生层内的塑性揉皱变形,说明成矿过程中,条带状铁建造遭受了顺层剪切变形的改造。野外明显可见矿体与围岩铁建造一起遭受了两期褶皱变形作用的叠加改造。参照白瑾^[1]对五台地区区域构造变形的研究成果,可以认为控矿构造的形成与五台群经历的最早期区域褶皱变形事件紧密相关,因此可以推断由于早期强烈的挤压变形作用,在平卧褶皱翼部一定部位的铁建造层中导致了顺层的剪切变形构造的形成,硅—铁条带状构造所导致的铁建造层的特殊的能干性特点为该剪切构造的形成创造了极为有利的条件。由于后期褶皱变形作用的叠加改造,矿体在褶皱转折端处明显增厚,并形成沿褶皱枢纽方向倾伏产出的似柱状矿体,这些特点在殿头金矿表现的也非常明显。而东腰庄金矿床矿带内S—C组构、糜棱岩化残斑结构以及近矿围岩的强片理化、剪切变形拉断形成的假角砾岩的出现,都表现出控矿构造所具有的韧—脆性变形特点,从浸染状矿化到脉状矿化的形成很形象地反映了控矿构造韧、脆性转化的特点,不同世代、不同矿物组成脉体的形成及其受变形改造强度的明显差异,表明了控矿构造多期次、长期活动的特点。康家沟金矿的控矿构造的发育相对简单,在野外明显可见近北向矿脉呈左现式侧列产出,同时还可见北东向矿脉与近北向矿脉呈共轭状,可以认为,康家沟金矿含金石英脉的形成受两组呈共轭状发育的断裂裂隙所控制。

围岩蚀变特征是矿床地质学研究的重要内容之一,对铁建造型金矿床而言,真正意义上的围岩蚀变是不发育的,硅化、黄铁矿化、褐铁矿化产物本身就是矿体的组成部分。康家沟金矿的围岩蚀变亦较简单,主要表现为由于热流体活动而导致的围岩碳酸岩的赤铁矿化和镜铁矿化,碳酸盐相条带状铁建造中某些地段出现的硅化、黄铁矿化与主矿化期无关。而东腰庄金矿围岩蚀变却非常特征,主要有黄铁矿化、绢云母化、碳酸盐化、硅化,其中黄铁矿化蚀变出现于近矿带处,黄铁矿的分布受片理构造的控制,绢云母化蚀变发育范围最宽,但是要想真正区分哪些是热液蚀变绢云母、哪些属构造变质变形过程中形成的绢云母是相当困难的;硅化则以细脉—弥散状隐晶质二氧化硅的形成为特征。

3.2 不同类型金矿床的矿石矿物组成特征

矿石矿物组成的变化同样也反映着成矿物源、成矿作用过程的差异。五台地区铁建造型金矿床矿石矿物组成普遍极为简单,除继承原铁建造组成矿物磁铁矿及少量的相应变成矿物赤铁矿、镜铁矿外,主要为黄铁矿,仅见很少量的黄铜矿、磁黄铁矿(柏枝岩金矿出现较多磁黄铁矿),富矿地段可见黄铁矿等呈条带状形式产出,具有明显的后生叠加富集特点;脉石矿物主要为石英和碳酸盐类矿物,其中较大部分继承了原铁建造矿物组分,部分为含矿热流体

结晶叠加的产物,未见铅、锌硫化物及毒砂等矿物。康家沟型金矿的矿石矿物也较为简单,主要有黄铁矿和黄铜矿,可见赤铁矿、镜铁矿、磁黄铁矿、斑铜矿和辉铜矿^[11],黄铜矿普遍含金^[11],赤铁矿和镜铁矿主要为围岩碳酸岩蚀变而来,含金石英脉的其它组成矿物主要为石英、不等量的(含铁)白云石及微量含铜矿物的蚀变产物孔雀石等。东腰庄矿床的矿石矿物组成最为复杂,金属矿物主要为黄铁矿,其次为毒砂、黄铜矿、辉钼矿、磁黄铁矿、磁铁矿及自然金等,其中辉钼矿为本次工作首次发现,并构成一独立的矿化阶段的特征矿物,而毒砂的存在也是五台地区所发现的金矿床中独一无二的。脉石矿物主要有绢云母、石英、钠长石、电气石、(铁)白云石、绿泥石等,电气石硫化物石英脉的出现也是其特色之一;该金矿物组成与国外一些早前寒武纪绿岩型金矿具有很大的相似性^[12]。

3.3 不同类型金矿床的地球化学特征

小板峪、殿头等铁建造型金矿矿石微量元素组成分析结果(表 1)表明,Pb(铅)、Zn(锌)、As(砷)元素含量普遍较低,一般低于或接近上陆壳相应元素的含量值,但铜元素的含量却相当高,这与该类型矿床中可见黄铜矿而无铅、锌硫化物及毒砂矿物的特征一致。除此之外,本区条带状铁建造和其它一些主要岩石类型的微量元素组成也呈显出相同的特点(表 2),显示出金矿成矿与铁建造等区域变质岩类之间在物源上的密切关联性。东腰庄金矿矿石中较低的 Pb、Zn 元素含量以及较高的 Cu(铜)含量与铁建造型金矿具有相似性,但 As(砷)元素的含量明显增高,其中含毒砂矿石的 As(砷)元素含量可高达 $6\ 226 \times 10^{-6}$,对于含辉钼矿硫化物石英脉而言,Mo(钼)元素含量可高达 $3\ 994 \times 10^{-6}$,而电气石硫化物石英脉的 B(硼)元素含量达 $1\ 000 \times 10^{-6}$,其成矿的多阶段性、矿石组分的复杂性是本区其它金矿床所无法比拟的。

表 1 五台地区主要类型金矿矿石微量元素组成(10^{-6})

Table 1 The compositions of trace elements of main gold deposits

地点	样号	样品类型	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Mo	B
小板峪	96w59	矿石	8.27	4.0	246.08	9.97	50.91	11.31		
	96w119		14.14	2.5	28.66	21.38	39.59	1.97		
	96w115		8.89	2.5	106.56	10.66	89.85	0.79		
	96w49		4.06	3.0	153.26	13.41	76.63	1.06		
殿头	96w93	矿石	6.07	1.99	22.96	5.55	53.58	41.06		
	96w95		29.68	2.5	234.34	6.10	35.45	317.85		
	98w104		2.73	1.50	101.68	23.21	44.21	38.94		
	98w106		14.93	1.0	137.43	3.23	22.23	258.34		
康家沟	99w101	黄铜石英脉	0.814	5.80	45 760	7.2	11.8	2.9	1.68	7.2
东腰庄	99w155	浸染状矿石	1.819	0.09	27.3	4.5	18.1	16.4	4.08	54.7
	99w156		0.408	0.03	62.5	20.8	27.3	16.3	1.02	29.8
	99w157		8.229	0.276	662.0	4.8	18.1	31.8	3.48	17.8
	99w158		9.081	0.170	25.8	4.0	19.7	41.7	13.48	46.3
	99w159		1.593	0.038	8.4	4.5	23.6	15.6	0.68	33.2
	99Mo	辉钼石英脉	2.094	0.150	65.8	14.7	17.6	156.0	3 994	16.5
	99D4	电气石脉	1.347	0.232	410.0	6.2	15.7	221.0	3.78	1 000
99w125	矿石	6.959	0.228	82.8	14.8	165.0	6 226	5.90	10.8	

分析单位:地质科学院地球物理地球化学勘查研究所(东腰庄一带样品);天津地质矿产研究所(其它样品)

表2 五台地区条带状铁建造微量元素组成

Table 2 Trace element composition of banded-iron formations

样号	Au($\times 10^{-6}$)	Ag($\times 10^{-6}$)	Cu($\times 10^{-6}$)	Pb($\times 10^{-6}$)	Zn($\times 10^{-6}$)	As($\times 10^{-6}$)
96w40	4.6	70	28.57	✓	43.16	0.9
Pb-4	12.3	120	39	2.9	64	1.6
97205A	5.6	100	96.18	✓	42.08	1
96w42	7	610	10.33	17.58	27.76	5
96w12	6.7	370	49.37	✓	67.08	7.1
97wD16	3.8	10	27.78	✓	58.67	1.3
97wD19	0.6	170	30	2.8	70	1.6
97404B	9.2	670	27.65	✓	119.2	1
96w41	4.4	510	64.63	✓	73.97	18.1
97404C	3.1	170	35.99	2.4	136.6	0.9
98-4	0.9	150	19	1.9	45	1.1
98-3	0.2	100	24	3.3	39	0.7
98w35	✓	38	38	1.4	67	2:1
98-7	1.4	140	20	2	44	0.6
98w64-1	1.2	120	218	4.2	61	4.6
98w65	✓	✓	37	4.9	89	1
98w68	✓	62	39	4.9	68	✓
98w69	0.9	140	24	1.8	54	1.1
98w31	2.6	200	54	4.2	89	0.4
98w28	13	13	30	7.7	57	0.3
98w30	✓	28	296	2.6	81	1.2
98w38	16	16	32	✓	46	0.4
上陆壳丰度值	1.8	50	25	20	71	1.5

测试单位: 国家地质实验测试中心; 上陆壳元素丰度值据 Taylor(1985); ✓表示无数据;

本次研究工作中, 对几个金矿床产出的黄铁矿作了 Fe(铁)、S(硫)、Cu(铜)、Co(钴)、Ni(镍)、Au(金)、As(砷)、Sb(锑)、Se(硒)、Te(碲)元素的化学分析。从分析结果表3中可以看出, 小板峪、殿头铁建造型金矿绝大多数黄铁矿的 S/Fe 含量比值小于 2, 相对贫硫富铁, 与形成于富铁环境有关。包括东腰庄金矿在内, 矿石矿物黄铁矿中普遍是金高银低, Au/Ag 比值大。Cu 在不同类型金矿的黄铁矿中的含量都较高, 这与矿石中常见黄铜矿、矿石中铜的含量常较高的特点相一致, 表明铜是指示金成矿的一个重要元素。从表3中还可以清楚地看出, 黄铁矿的 Co/Ni 比值变化较大, 表明其成因复杂。As 在不同金矿中的含量变化非常明显, 其中以东腰庄金矿黄铁矿的 As 含量为最高(大于 $1\ 500 \times 10^{-6}$), 与该矿床中特有的富毒砂矿物矿石的特点一样, 都反映了东腰庄金矿成矿流体明显富砷的特征。有意思的是, 同属铁建造型金矿的小板峪、殿头两个矿床的黄铁矿的 As 含量出现了明显差异, 说明金矿成矿可能受局部地质环境因素(如铁建造化学成分差异)的影响。

矿石流体包裹体的研究表明, 铁建造型金矿矿石富含水溶液包裹体, 流体主要来源于变质热液并受雨水混合^[9], 显示出成矿流体形成与区域变质作用的紧密关系。康家沟金矿含金(碳酸盐)石英脉中的石英相对富含液态 CO₂ 包裹体和纯 CO₂ 包裹体^[9], 显示流体形成与其赋矿围岩碳酸岩的形成演化具有一定的相关性, 其流体包裹体均一温度(306~385℃), 明显高于小板峪、殿头金矿(170~255℃)的均一温度, 且其盐度可高达 48.2 NaClwt%, 具有岩浆成因热液的特征^[9]。东腰庄金矿成矿流体则主要来自变质热液^[10], 成矿环境为弱碱性和弱还原条件^[10], 不同于康家沟金矿。

不同类型金矿床黄铁矿等矿石矿物铅同位素组成的研究结果(表 4)表明,小板峪金矿、殿头金矿、东腰庄金矿铅同位素比值普遍较低,其中 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值一般界于 14~16 之间,具古老铅同位素组成特点,而康家沟金矿黄铁矿的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值明显增高,介于 21.948~19.678 之间,明显受放射成因铅的影响,显然,碳酸岩的形成是一个重要的控制因素。

表 3 五台地区典型金矿床黄铁矿化学成分(10^{-6})

Table 3 Chemical composition of the pyrites in some gold deposits

采样位置	Fe	S	Au	Ag	As	Sb	Se	Te	Cu	Co	Ni	S/Fe	Au/Ag	Co/Ni
小板峪	45.47	50.92	45.12	6.99	4.63	0.20	0.00	0.57	350	110	50	1.96	6.45	22.0
	50.31	48.48	18.99	6.49	8.61	0.50	0.00	0.82	290	60	70	1.68	2.93	0.86
殿头	46.78	49.40	58.97	4.50	772.88	3.35	0.00	0.46	600	90	100	1.83	13.10	0.9
	46.39	52.30	141.77	11.48	534.36	2.45	0.00	0.37	620	310	50	1.97	12.35	6.2
	46.27	51.97	23.63	4.50	231.18	1.10	0.00	0.32	420	40	80	1.95	5.25	0.5
	42.66	51.18	40.72	10.49	146.60	0.05	1.22	0.26	420	80	40	2.10	3.84	2.0
东腰庄	45.35	50.52	54.25	7.99	1563.75	3.3	0.62	0.68	750	40	380	1.95	6.79	0.11
	✓	✓	31.8	<5	1 800	✓	✓	✓	361	338	92	✓	✓	3.67

测试单位:天津地质矿产研究所;✓表示无测试数据;Fe、S为%

表 4 五台地区典型矿床矿石硫化物铅同位素组成

Table 4 Lead isotope composition of the ore sulphides

位置	样号	矿物	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	误差(%)	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	误差(%)	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	误差(%)
小板峪	96w120	黄铁矿	15.554	0.064	15.176	0.066	35.253	0.070
	96w126	黄铁矿	15.814	0.030	15.230	0.026	39.334	0.020
	WD113	黄铁矿	15.709	✓	15.201	✓	35.219	✓
	WD115	黄铁矿	15.903	✓	15.187	✓	35.814	✓
殿头	96w94	黄铁矿	14.783	0.047	14.848	0.052	34.782	0.049
	96w95	黄铁矿	14.120	0.087	14.754	0.097	33.986	0.068
	97w163	黄铁矿	14.056	0.089	14.729	0.086	33.856	0.091
	97w164	黄铁矿	15.555	0.068	15.154	0.068	35.352	0.072
	97w166	黄铁矿	14.374	0.033	14.733	0.044	34.177	0.045
柏枝岩	89w44	黄铁矿	14.374	✓	14.958	✓	34.848	✓
	89w52	磁黄铁矿	14.532	✓	14.894	✓	34.342	✓
康家沟	97w97	黄铁矿	19.678	0.065	15.907	0.067	38.625	0.073
	98w491	黄铁矿	22.256	0.057	16.095	0.065	39.780	0.071
	98w492	黄铁矿	21.948	0.034	16.285	0.050	40.341	0.040
东腰庄	98w103	黄铁矿	16.295	0.030	15.163	0.029	35.847	0.025
	KTTCl	黄铁矿	15.590	✓	15.238	✓	35.516	✓
	Dy8-11	黄铁矿	16.492	✓	15.334	✓	36.727	✓
	Dy8-17	黄铁矿	15.716	✓	15.287	✓	35.957	✓

KTTCl、Dy8-1、D8-17 据许文良(1998);其它数据分析由天津地质矿产研究所完成;✓表示无数据

3.4 金矿成矿时代

万城群时代的确立是矿床成因研究中的重要问题之一,野外地质调查结果表明,小板峪、

殿头金矿成矿后遭受了两期褶皱变形作用的改造,其控矿构造的形成应是五台群最早期区域挤压褶皱变形过程中铁建造层内逆冲剪切变形改造的产物,金矿成矿与五台群经历的主期变质变形事件密切相关,同位素年代学的研究表明,其矿石石英的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素等时线年龄分别为 $(2\ 317\pm 63)\text{Ma}$ 和 $(2\ 416\pm 64)\text{Ma}$ ^[6],这一数值结果指示的成矿时代与矿床产出的地质特征是基本相符的。对于东腰庄金矿,本轮研究工作中,借助主矿化带内含金辉钼矿硫化物石英脉的发现,完成了辉钼矿 Re-Os 同位素体系的年代学测定工作,等时线年龄数值为 $2\ 451\ \text{Ma}$ (详细资料另文发表)。由于直接采用共生金属矿物进行同位素测年研究,因此该年龄数值更为有效可靠,代表了东腰庄金矿的成矿时代。康家沟金矿主体赋矿围岩为侵入成因碳酸岩,该岩石全岩 Sm-Nd 同位素等时线测年结果为 $(2\ 140\pm 3)\text{Ma}$,因此康家沟金矿的成矿时代应不早于该年龄值。

4 讨论

矿床地质、地球化学及同位素年代学的研究结果都表明,五台地区存在我国较为经典的早前寒武纪金矿床的成矿实例,小板峪式铁建造型金矿床和东腰庄型金矿床具有相似的流体来源、相似的铅同位素组成、相近的成矿时代,其成矿与五台群经历的早期区域变质变形事件紧密相关,但二者之间的差异也是显而易见的,仅仅依赋矿围岩的不同来解释显然是不够的,需要进一步探究其深层次的控矿因素。包括康家沟金矿在内多类型金矿床的形成反映了本区早前寒武纪金矿床成因的多样性、成矿作用的复杂性。

参 考 文 献

- [1] 白瑾. 五台山早前寒武纪地质[M]. 天津:天津科学技术出版社, 1986. 311-372.
- [2] 田永清. 五台山—恒山绿岩带地质及金的成矿作用[M]. 山西:山西科学技术出版社, 1991. 156-186.
- [3] 骆辉, 彭晓亮, 赵运起. 五台山绿岩带铁建造金矿[M]. 北京:地质出版社, 1994. 1-80.
- [4] 刘志宏, 王安建, 李晓峰. 五台山西部狐狸山含金韧性剪切带的地球化学研究[J]. 长春地质学院学报, 1996, 26(1):37-42.
- [5] 沈保丰, 孙继源, 田永清. 五台山—恒山绿岩带金矿床地质[M]. 北京:地质出版社, 1998. 63-103.
- [6] 骆辉, 陈志宏, 沈保丰. 五台山区太古宙铁建造金矿的成矿年龄[J]. 前寒武纪研究进展, 1999, 22(2):11-16.
- [7] 陈志宏, 骆辉, 毛德宝. 山西五台山地区太古宙条带状铁建造地球化学特征及成因[J]. 地质论评, 1999, 45(增刊): 503-507.
- [8] 陈志宏, 骆辉, 毛德宝. 山西五台山地区照山一带基岩地球化学异常特征研究[J]. 前寒武纪研究进展, 1999, 22(4):30-38.
- [9] 骆辉, 陈志宏, 沈保丰. 五台山区太古宙铁建造金矿成矿流体性质和成因[J]. 前寒武纪研究进展, 2000, 23(2):65-74.
- [10] 田永清, 余克忍, 苗培森. 五台山绿岩带东腰庄金矿成矿地质特征及控矿因素浅析[J]. 前寒武纪研究进展, 2000, 23(2):88-97.
- [11] 林枫, 曹国雄. 五台山康家沟金矿成矿地质特征[A]. 胡桂明, 等. 华北陆台北缘地体构造演化及其主要矿产[C]. 武汉:中国地质大学出版社, 1996, 135-144.
- [12] R Kerrich. 100 Ma timing paradox of Archean gold, Abitibi greenstone belt (Canada): New evidence from U-Pb and Pb-Pb evaporation ages of hydrothermal zircons[J]. Geology. 1994, 22:1131-1134.

The Types and Their Geological Characteristics of Early-Precambrian Gold Deposits in Wutai Area, China

CHEN Zhi-hong^{1,2}, LUO Hui², MAO De-bao², SHEN Bao-feng², LIN Yuan-xian²

(1. Chinese Academy of Geological Science, PhD., 100083;

2. Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170)

Abstract: There are different kinds of Early-Precambrian gold deposits within the Archean greenstone belt in Wutai area. The main gold deposits can be divided into three types: Xiaobanyu-type BIF-hosted gold deposit, Dongyaozhuang-type gold deposit and Kangjiagou-type gold deposit. Xiaobanyu-type BIF-hosted gold deposits were hosted in the banded-iron formation (BIF) that was formed in Archean. The main metal minerals of ore were pyrite, chalcopyrite with minor gold and silver, except magnetite and hematite which derived from the BIF. All the orebodies of BIF-hosted gold deposits were reworked by two stages of folding deformation. The mineralization era was ca. 2.3 Ga. Dongyaozhuang-type gold deposit was strongly restricted within the ductile-brittle shear zone. This kind of gold deposit contains complex mineral composition such as pyrite, chalcopyrite, arsenopyrite, molybdenite, tourmaline and so on. Re-Os isotopic age of molybdenite coming from the ore was $(2\,451 \pm 29)$ Ma, representing the ore-forming era. Kangjiagou-type gold deposit was characterized by the formation of quartz-vein with pyrite, chalcopyrite. The origin of this kind of gold deposit was closely related to the formation of carbonatite intruded in $(2\,140 \pm 3)$ Ma (Sm-Nd isochron curve dating). The variation of type of gold deposits in Wutai area shows complexities of ore-forming process in Early-Precambrian period.

Key words: Early-Precambrian era; gold deposit; geology and geochemistry; Wutai area of Shanxi Province, China

五台地区早前寒武纪金矿床类型及其地质特征

作者: [陈志宏](#), [骆辉](#), [毛德宝](#), [沈保丰](#), [林源贤](#), [CHEN Zhi-hong](#), [LUO Hui](#), [MAO De-bao](#), [SHEN Bao-feng](#), [LIN Yuan-xian](#)

作者单位: [陈志宏, CHEN Zhi-hong \(中国地质科学院, 北京, 100083; 天津地质矿产研究所, 天津, 300170\)](#), [骆辉, 毛德宝, 沈保丰, 林源贤, LUO Hui, MAO De-bao, SHEN Bao-feng, LIN Yuan-xian \(天津地质矿产研究所, 天津, 300170\)](#)

刊名: [前寒武纪研究进展](#)

英文刊名: [PROGRESS IN PRECAMBRIAN RESEARCH](#)

年, 卷(期): 2001, 24(3)

被引用次数: 0次

参考文献(12条)

1. 白瑾 [五台山早前寒武纪地质](#) 1986
2. 田永清 [五台山-恒山绿岩带地质及金的成矿作用](#) 1991
3. 骆辉, 彭晓亮, 赵运起 [五台山绿岩带铁建造金矿](#) 1994
4. 刘志宏, 王安建, 李晓峰 [五台山西部狐狸山含金韧性剪切带的地球化学研究](#) 1996(01)
5. 沈保丰, 孙继源, 田永清 [五台山-恒山绿岩带金矿床地质](#) 1998
6. 骆辉, 陈志宏, 沈保丰 [五台山区太古宙铁建造金矿的成矿年龄](#) 1999(02)
7. 陈志宏, 骆辉, 毛德宝 [山西五台山地区太古宙条带状铁建造地球化学特征及成因](#) [期刊论文]-[地质论评](#) 1999(ZK)
8. 陈志宏, 骆辉, 毛德宝 [山西五台山地区照山一带基岩地球化学异常特征研究](#) 1999(04)
9. 骆辉, 陈志宏, 沈保丰 [五台山区太古宙铁建造金矿成矿流体性质和成因](#) 2000(02)
10. 田永清, 余克忍, 苗培森 [五台山绿岩带东腰庄金矿成矿地质特征及控矿因素浅析](#) 2000(02)
11. 林枫, 曹国雄 [五台山康家沟金矿成矿地质特征](#) 1996
12. R Kerrich [100 Ma timing paradox of Archean gold, Abitibi greenstone belt \(Canada\): New evidence from U-Pb and Pb-Pb evaporation ages of hydrothermal zircons](#) 1994

相似文献(4条)

1. 会议论文 [关广岳](#) [第二矿源层与华北地台早前寒武纪脉金矿床](#) 1989
2. 会议论文 [程玉明](#) [试论中国早前寒武纪金矿的成矿规律](#)
3. 期刊论文 [宋明春](#), [崔书学](#), [杨之利](#), [姜洪利](#), [杨承海](#), [焦秀美](#), [SONG Ming-chun](#), [CUI Shu-xue](#), [YANG Zhi-li](#), [JIANG Hong-li](#), [YANG Cheng-hai](#), [JIAO Xiu-mei](#) [山东焦家金矿带深部找矿的重大突破及其意义 -地质与勘探2008, 44\(1\)](#)
 通过5年时间对山东焦家金矿带深部的地质找矿工作, 发现了位于莱州寺庄矿床深部的特大型破碎带蚀变岩型金矿。该矿床与产于焦家断裂第一矿化富集带中的寺庄矿床浅部金矿床之间有100~250m垂深的无矿间隔, 构成第二矿化富集带。认为胶西北地区3务主要金矿控矿断裂—三仓断裂、焦家断裂、招平断裂具有明显的相似性, 形成上陡下缓的铲状断层, 构成了沿玲珑花岗岩与早前寒武纪地质体边界分布的大型伸展构造带。建立了焦家式金矿新的成矿模式: 在伸展构造主断面附近的岩石受到强烈的伸展剪切应力, 产生倾向与伸展滑动方向一致的一系列伸展断层, 构造岩为变形均匀的碎粒岩和糜棱岩, 形成浸染状蚀变岩型矿石; 主断面之下, 由伸展引起的剪切应力, 产生了具共轭节理性质的网状裂隙带, 形成网脉状矿石; 远离主断面, 岩体上拱造成的引张作用产生近直立的裂隙带, 形成脉状矿石。指出焦家金矿带深部成矿远景区在该断裂平面位置的西侧, 而非其东侧的玲珑花岗岩分布区。
4. 学位论文 [刘玉宝](#) [安徽省蚌埠—五河地区构造变形特征及金矿控矿构造分析](#) 2000
 蚌埠—五河地区位于安徽省东部, 在大地构造位置上处于华北地台的南东缘, 同时又地秦岭纬向构造带与纵贯全区东部的郯庐断裂带的复合部位。它以近东西向太和—刘府断裂为界, 以北的早前寒武纪地层分布区属蚌埠拱, 以南的定远凤阳山区属淮南陷褶断带。在建立区内构造变形序列的基础上, 分析了区内金矿床(点)的矿化及构造控矿特征。通过综合研究发现, 区内金矿(点)的矿化类型主要包括含金石英脉型和破碎蚀变岩型两大类。含金硫化物石英脉主要受NNE向、EW向断裂构造控制; 构造破碎蚀变带方向主要为NNE(近SN)向和NNW向。由此可看出, 区内金矿床(点)的主要控矿构造。研究表明, 郯庐断裂带本身常常并不具有明显的控矿作用, 而金成矿作用主要是受其次级断裂构造所控制, 最后, 结合区内地球物理、地球化学资料, 圈定出五河荣渡—大巩山地区、凤阳大溪河—板桥地区以及怀远涂山—蚌埠陶山地区3个金成矿远景区。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_qhwjyjjz200103006.aspx
 授权使用: 西北大学(xaxbdx), 授权号: 23a94574-ccd0-48a6-b9ce-9dfe009e61db

下载时间: 2010年9月27日