

冀东“长城式”金矿地质特征及成因

张艳春^{1,2}, 吴继承²

(1. 中国地质大学, 武汉 430074; 2. 武警黄金技术学校, 襄樊 441002)

[摘要]在总结冷口断裂带内产出的南沟、小井沟、军屯等“长城式”金矿地质特征的基础上,从矿床的成矿物质来源、含矿热液来源、成矿物理化学环境及成矿时代等方面探讨了矿床的成因。认为“长城式”金矿是与中生代构造—岩浆活动有关,产于中元古界碳酸岩地层中的微细浸染型金矿床。

[关键词]金矿床 地质特征 矿床成因 冀东

[中图分类号]P618.51 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2003)04-0031-04

20世纪90年代,人们在河北省东部地区的青龙、迁安、迁西、宽城一带先后发现产出中元古界碳酸岩地层中的南沟、小井沟、军屯等多处特征相似的微细浸染型金矿床(点),其赋矿层位和矿化类型特殊,被称为“长城式”金矿^①。

1 成矿地质背景

“长城式”金矿分布于华北陆块燕山褶皱带马兰峪—青龙复背斜东段南翼的冷口断裂带内。太古宇—古元古界变质岩系构成区域结晶基底。厚度达4073m^[1]的中—新元古界海相碎屑岩—碳酸盐岩建造与沿冷口断裂带南缘分布的寒武—奥陶系沉积岩、侏罗系火山岩构成“冷口断陷盆地”^②。燕山早期肖营子复式花岗岩基(面积约310 km²,岩体内部相为斑状花岗岩,边缘相为中—细粒花岗岩)侵位于冷口盆地及其北部地区,盆地南部出露花岗岩、次石英斑岩小岩体,沿冷口断裂带出露石英正长斑岩、闪长岩、正长斑岩、花岗细晶岩、闪长玢岩、煌斑岩等岩枝、岩脉(图1)^[2]。

2 矿床地质特征

2.1 典型矿区地质特征简述

冷口断裂带内目前经勘探并投入生产的“长城式”金矿床主要有青龙县的南沟、小井沟和迁安县的军屯3个矿床,其基本地质特征如下。

2.1.1 南沟矿区

赋矿岩性主要为蓟县系雾迷山组一、二段与三、四段过渡带的薄层夹中厚层燧石条带白云岩。构造以断裂为主,分为NW向和NE向2组。前者属层间断裂,其分布基本与层理一致,区内规模较大的控矿断裂倾向210°,倾角70°,长约2000 m,属压扭性,控制了主矿体的展布。后者切割其他方向的断裂,交汇处形成角砾岩体。区内仅见2条厚度小于2 m的细晶岩脉和闪长岩脉,地质意义不大。

2.1.2 小井沟矿区

矿体赋存于长城系高于庄组第三、第四岩段。构造亦以断裂为主,并分为NW和NE向2组。NW向断裂规模较大,走向与岩层产状基本一致,受其影响,矿区内形成规模较大的NW向构造角砾岩带。NE向断裂切割NW向断裂。两组断裂交汇处,岩石破碎强烈,矿化作用加强,可形成富矿体。区内岩浆活动较弱,未见岩体或岩脉出露。

2.1.3 军屯矿区

矿体主要赋存于蓟县系杨庄组紫色含砂泥质白云岩中。构造以褶皱和断裂为主。褶皱主要为大岔沟—尖咀楼倾伏背斜,背斜倾伏端及其临近部位,有多条金矿体分布,是金矿的重要储矿部位。NW向冷口断裂带在该区表现明显,带内见有不同倾角、不同破碎蚀变形式的多组断层,并出露有角砾岩、片理化碎裂岩、蚀变岩及煌斑岩等,产有金矿体。野外研究表明,该断裂带具多期活动特征,是主要的导矿、

[收稿日期]2003-01-08; **[修订日期]**2003-03-31; **[责任编辑]**曲丽莉。

①杨文思,袁有守. 河北省青龙县冷口断裂带金矿成矿预测. 冶金部天津地质研究院, 1998.

②李再禄,王 郁,王金贤,等. 河北省长城式金矿成矿规律及找矿远景研究, 河北省地矿厅, 1998.

[第一作者简介]张艳春(1968年—),女,1991年毕业于中国地质大学,获学士学位,在读硕士生,讲师,现主要从事地质教学和金矿地质科研工作。

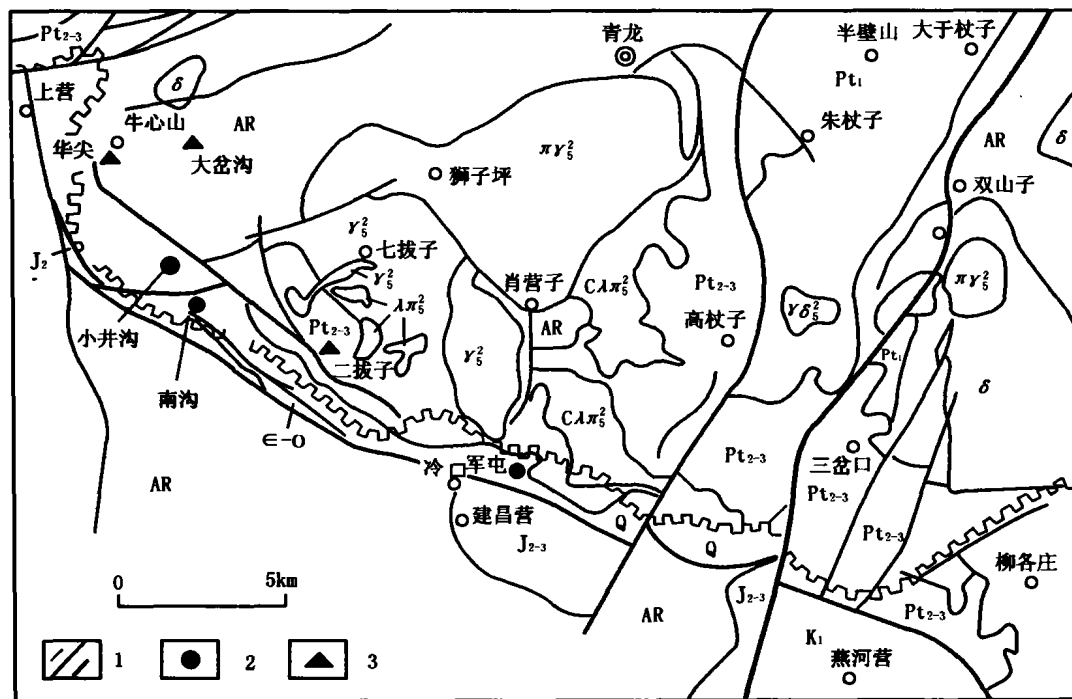


图1 冷口盆地地质矿产简图

Q—第四纪黄土、砂砾;K₁—早白垩世沉积岩;J₂₋₃—中—晚侏罗世酸性/酸性火山岩;ε-O—寒武—奥陶纪沉积岩;Pt₂₋₃—中—新元古代沉积岩;Pt₁—古元古代变质岩;AR—太古宙中深变质岩;γδ₃²—燕山早期花岗闪长岩;πγ₃²—燕山早期斑状花岗岩;CAπ₃²—燕山早期次石英斑岩;γ₃²—燕山早期花岗岩;δ—元古宙闪长岩;1—一般断裂/大断裂/深断裂;2—“长城式”金矿床(点);3—非“长城式”金矿床(点)(据董建乐等改编,2002)

表1 典型矿床矿体特征

金矿床	矿体号	赋存标高/m	矿体规模/m		矿体形态	矿体产状/°		平均品位 ω _B /10 ⁻⁶
			地表长	平均厚		倾向	倾角	
南沟	I-4	325~460	170	2.36	透镜状、扁豆状	220	59	4.08
	II	316~375	103	17.45	透镜状、团块状	NE	80	5.70
小井沟	I	266~353	135	2.33	蝌蚪状、囊状	200	79	5.92
军屯	I-2		56	2.45	似脉状	250	75	17.55

储矿构造。矿区岩浆活动主要表现为中侏罗统火山喷发岩及燕山期末侵入的煌斑岩,金矿化与煌斑岩关系密切。

2.2 矿体地质特征

“长城式”金矿床主要矿体的地质特征见表1。

2.3 矿石特征

2.3.1 矿石类型

原生矿石为青灰色,多呈残留体存在于氧化矿石内,金属矿物主要为黄铁矿,少量磁黄铁矿和黄铜矿,呈细粒浸染状产出,Au品位 $3 \times 10^{-6} \sim 8 \times 10^{-6}$ 。氧化矿石是“长城式”金矿的主要矿石类型,分为3类:(1)角砾岩型矿石。占矿石总量的85%左右,由碳酸盐岩角砾和泥灰质胶结物组成,Au品位一般 $1 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6}$,局部可达 10×10^{-6} ;(2)松散泥

砂状矿石。由松散的泥砂和岩石碎块组成,占矿石总量的5%左右,Au品位 20×10^{-6} 以上,最高可达 140×10^{-6} ;(3)蚀变薄层泥灰岩矿石。由薄层状白云岩、泥灰岩组成,具泥化和弱硅化,Au品位 $0.5 \times 10^{-6} \sim 2 \times 10^{-6}$ 。

2.3.2 矿物成分

原生矿石中金属矿物主要有黄铁矿、赤铁矿、纤铁矿、针铁矿等,含少量的黄铜矿、磁黄铁矿,分布于胶结物中;非金属矿物主要有白云石、方解石、石英、燧石等,含少量的重晶石、黑云母、绿泥石、绢云母及粘土矿物等。

2.3.3 化学成分

部分氧化矿石和原生矿石多元素分析结果见表2。Au在氧化矿石中的含量高于原生矿石,据野外

调查分析, Au 存在一定程度的次生富集; Ag、Cu、Pb、Zn、As 等在本生矿石及氧化矿石中的含量基本相当, 表明氧化矿石中的金属元素相对于本生矿石的继承性。

表2 金矿石多元素分析结果

序号	样号	矿石类型	$\omega_B/10^{-6}$		$\omega_B/\%$			
			Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As
1	B-5	氧化矿	147.1	6.1	0.030	0.004	0.004	
2	B-4		6.79	0.12	0.002	0.003	0.001	0.002
3	B-53		17.4	1.37	0.005	0.006	0.002	0.006
4	B-64	原生矿	3.54	1.50	0.002	0.007	0.006	0.020
5	B-65		3.16	0.50	0.002	0.013	0.010	0.013

注:由原地质矿产部地质研究所分析,1998年。

2.3.4 结构构造

原生矿石主要有半自形—他形粒状、交代溶蚀、填隙、压碎等结构;氧化矿石主要有交代残余、交代假象等结构。构造主要有角砾状、浸染状、块状、胶状、梳状等。

2.4 金的赋存状态

矿床自然金粒度较细,分为显微金和超显微金2种类型。据中国地质大学(北京)陈先兵对载金黄铁矿进行微区透射电镜和电子探针研究成果^①,显微金粒径为0.002~0.025 mm,有3种赋存状态,(1)裂隙金:自然金产在矿物或岩石的裂隙或微裂隙中;(2)晶隙金:自然金主要赋存于由碳酸盐、硅质及铁质矿物组成的胶结物中,矿物晶粒之间;(3)包裹金:自然金被包裹在褐铁矿(原为黄铁矿)、碳酸盐矿物、燧石(石英)等矿物的晶粒内。超显微金粒径为5~20 nm,赋存状态有2种。一种是Au和As以固溶体的形式存在于黄铁矿中;另一种是存在于黄铁矿中的超微粒自然金,这是由上述固溶体金受外界物理化学条件变化的影响,导致固溶体分溶,从而在黄铁矿边缘形成超微粒金。

2.5 围岩蚀变

主要为碳酸盐化、褐铁矿化、硅化、黄铁矿化、黄钾铁矾化等,原生矿石中尚可见到少量的黄铜矿化和磁黄铁矿化。其中以碳酸盐化(主要为铁白云石化)最为发育;黄铁矿化、硅化、褐铁矿化、黄钾铁矾化与金矿化关系最为密切。

3 矿床成因

3.1 成矿物质来源

3.1.1 微量元素特征

“长城式”金矿的赋矿围岩高于庄组、雾迷山组

和杨庄组地层原始金的丰度均值远高于大陆地壳Au克拉克值(4.0×10^{-6} ,黎彤,1976)(表3)。结合其他成矿条件分析,可以认为上述地层为金矿的成矿提供了直接矿源。

表3 中元古界赋矿地层微

层位	样品数/件	Au 分析结果		$\omega(Au)/10^{-6}$
		极大值	极小值	
高于庄组	12	34.90	0.13	12.882
雾迷山组	19	56.10	0.95	14.483
杨庄组	9	58.00	0.62	10.597

3.1.2 硫同位素特征

军屯矿区围岩(白云岩)中黄铁矿的 $\delta^{34}S$ (CDT)为15.89‰,显示海水硫的特点;矿化白云岩中黄铁矿的 $\delta^{34}S$ 为11.59‰,与围岩相比,降幅达4.3‰,向深源硫靠近。推测矿石中的硫是围岩硫与岩浆硫的混合物。

3.2 含矿热液来源

小井沟矿区3件矿石H、O同位素样品测试结果^①见表4,在Taylor氢氧同位素座标图上,其中一个点落入岩浆水和变质水的混合区,另两个点偏于大气降水,说明成矿流体中的水可能是以大气降水为主,有岩浆水、变质水和古海水参与的混合水。

表4 小井沟矿区矿石氢、氧同位素组成

样品号	测定矿物	$\delta^{18}O(SMOW)/\%$	$\delta^{18}O_{H_2O}/\%$	$\delta D/\%$
QB-196	石英	21.56	9.66	-62.7
QB-197	石英	25.89	13.99	-80.8
QB-235	石英	24.69	12.79	-69.7

注:由中国地质大学(北京)测试中心分析,1996年。

3.3 成矿物理化学环境

军屯矿区矿石包裹体均一温度为204℃~295℃^②;小井沟矿区矿石为230℃~296℃,平均271℃。成矿压力为 880×10^5 Pa,换算成成矿时的深度,约为3.2 km^③。

3.4 金的迁移与沉淀

金的赋存状态研究表明^③, Au主要以Au(HS)₂⁻形式迁移, $2Au + 4H_2S = 2Au(HS)_2^- + 2H^+ + H_2$,属还原环境。另外,包裹体成分分析结果显

① 陈先兵,燕山某地卡林型金矿金的赋存状态研究,“长城式”金矿研讨会论文,1997。

② 门春茂,章 晔,赵云龙,等.燕山地区微细浸染型金矿找矿方向研究.武警黄金第八支队,1996。

③ 李再禄,王 郁,王金贤,等.河北省长城式金矿成矿规律及找矿远景研究,河北省地矿厅,1998。

示,成矿热液中富含 CO_2 ($23.8 \times 10^{-6} \sim 36.5 \times 10^{-6}$) 和 SO_4^{2-} ($2.99 \times 10^{-6} \sim 3.72 \times 10^{-6}$), 结合“长城式”金矿的构造控矿条件及矿石品位变化大,并含有较多的角砾状矿石等因素,认为成矿过程中明显存在沸腾或泡腾现象^①。因为沸腾或泡腾可最大限度地降低还原硫的活度,有利于 Au 的沉淀,形成贫富不均的浅部矿体。如南沟的 II 号矿体,其成矿方式可能即以沸腾为主。

3.5 成矿时代

矿床的产出部位受冷口断陷盆地的控制,断陷的形成与燕山期强烈的褶皱、断裂及岩浆活动相伴,综合研究表明,“长城式”金矿不仅形成于燕山期,而且其热能主要来自燕山期岩浆岩。根据同位素测试结果,肖营子岩基中的斑状花岗岩和沙岭子花岗岩年龄分别为 $(179.5 \pm 19) \text{ Ma}$ (Rb - Sr 法) 和 $(164.53 \pm 2.76) \text{ Ma}$ (K - Ar 法)^[3], 推测“长城式”金矿的形成时代为 198.50 ~ 161.77 Ma。

3.6 结论

1) “长城式”金矿是与中生代构造—岩浆活动有关,产于中元古界碳酸盐岩中的微细、超微细浸染

型金矿床。

2) 金矿床的成矿物质主要来源于长城系高于庄组、蓟县系雾迷山组及杨庄组地层;矿床的空间就位直接受冷口断陷盆地及其内的一系列次级断裂控制;断陷盆地之外广泛分布的燕山期岩浆岩为金的活化迁移提供了热能^[4,5]。

3) “长城式”金矿床存在大量角砾状、疏松多孔状、梳状矿石,浅部形成贫富不均、形态不规则的矿体,个别矿体呈巢状、漏斗状,推测其成矿过程中可能存在沸腾或泡腾现象。

[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] 董建乐,左文赫,刘荫春,等. 冀东“长城式”金矿地质特征及成矿预测 [J]. 矿产与地质,2002,16(3 总 90):142 ~ 146.
- [3] 王季亮,李丙泽. 河北省中酸性岩体地质特征及其与成矿的关系 [M]. 北京:地质出版社,1994.
- [4] 梅友松,汪东波,黄浩,等. 同位成矿概论 [J]. 地质与勘探,1995,31,(5):3 ~ 14.
- [5] 梅友松,汪东波,金俊,等. 再论同位成矿与找矿 [J]. 地质与勘探,2000,36,(5):5 ~ 10.

GEOLOGICAL CHARACTERS AND GENESIS OF “GREAT WALL” TYPE GOLD DEPOSITS IN EASTERN HEBEI

ZHANG Yan - chun^{1,2}, WU Ji - cheng²

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430074; 2. Gold Technical College of CAPF, Xiangfan 441002)

Abstract: After summarizing “Great Wall” type Nangou, Ciojingou and Juntun gold deposits in the Lengkou fault zone, this paper discussed ore genesis from of metallogenetic source, ore - bearing fluid source, metallogenetic physicochemical environment and metallogenetic epoch. It is considered that “Great Wall” type gold deposits are microscopic disseminated gold deposits related to Mesozoic tectonic - magmatic activity, and occur in middle Proterozoic carbonate rocks.

Key words: gold deposit, geological character, genesis of deposit, eastern Hebei

云南找到超大规模铜矿

据网讯 云南省地调院将与中国科学院合作,对位于滇东北的玄武岩进行钻探,深入勘查一个具有大规模前景的铜矿。日前,有关方面在被认为不能生存大型金属矿藏的玄武岩中,找到具有超大规模前景的铜矿,在找矿理论和实践两方面都实现了重大突破。该含铜矿带分布面积大,而且有一个比较稳定的含铜层位。地质专家普遍对滇东北玄武岩铜矿前景看好,预测这个地区铜矿远景储量可达几百万吨甚至上千万吨。

① 李再禄,王郁,王金贤,等. 河北省长城式金矿成矿规律及找矿远景研究,河北省地矿厅,1998.