

吉林省珲春东部地区金矿区域成矿模式

谢贵明

(吉林有色金属地质勘查局, 吉林 长春 130021)

摘要:首次系统深入研究了吉林省珲春东部金矿区的成矿地质背景、区域控矿条件和控矿规律,建立了金矿区域成矿模式。

关键词:吉林省珲春东部地区;金矿;成矿地质背景;区域控矿规律;区域成矿模式

中图分类号:P612/P618.51 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-2518(2000)06-0016-12

研究区属吉林省东部延边朝鲜族自治州珲春市马滴达乡和春化乡所管辖,面积约1 000 km²,位于中朝俄三国接壤部位,为吉林省地质工作和研究工作投入相对较多的地区。总体看本区所处地质环境复杂,金矿成矿条件良好,是一个金(铜)矿化集中区,也是金矿找矿的重点区域。

20世纪80年代后期以来,该区金矿找矿为国内外不同投资主体看好,但找矿却未能取得重大突破,其中一个重要原因是找矿与科研结合不够,对区域成矿条件研究缺乏整体性、深入性、综合性和应用性。我们从找矿与研究相结合的角度,首次系统深入研究了该区的成矿地质背景,金矿区域控矿条件和控矿规律,建立了金矿的区域成矿规律,取得了一些新的发现和成果。

1 区域成矿地质背景的新认识

1.1 区域成矿地质背景概况

该区的大地构造位置为天山—兴安地槽褶皱区吉黑地槽褶皱系延边优地槽褶皱带的东端。

区内最古老的地层为下古生界五道沟群。寒武纪至早中三叠世经历了地槽发展阶段,晚三叠世至新生代经历了滨太平洋大陆边缘发展阶段。

地槽发展阶段的加里东晚期—海西早期构造旋回和海西晚期—印支早期构造旋回,该区分别受到古蒙古洋板块向中朝板块俯冲和西伯利亚古板块与中朝板块碰撞的强烈影响,一直处于强烈的活动环境,形成了经过强烈变形变质的早、晚古生代地层和面积分布的海西期花岗岩,以及复杂的构造格架。

滨太平洋大陆边缘发展阶段,受太平洋板块与欧亚板块碰撞作用的影响,发生了多期次岩浆侵入和火山喷发—侵入作用和构造活动,形成大陆边缘发展阶段的构造岩浆活化区。

• 收稿日期:2000-07-31;修订日期:2000-09-20

作者简介:谢贵明(1964-),男,博士,高级工程师、从事矿产资源勘查评价等工作。

珲春东部地区就是在这种区域成矿地质背景下形成的一个金多金属成矿区,为明了清晰,将该区成矿地质背景主要特征归纳于表1。

表1 吉林珲春东部地区成矿地质背景主要特征

地质发展阶段	构造旋回	主要地质作用	构造环境
地槽发展阶段	加里东晚期—海西早期构造旋回	①火山—沉积作用,形成五道沟群原岩 ②东西向褶皱作用、断裂活动 ③含金矿源层形成	古蒙古洋板块向中朝板块俯冲
	海西晚期—印支早期构造旋回	①火山沉积作用,形成下二叠统寺洞沟组原岩 ②弧形Ⅰ级构造体系,东西向和南北向Ⅱ级构造体系强烈活动 ③区域变质作用形成古生界变质地层 ④大规模的岩浆侵入活动($\text{Al}^{(1)}$ 、 $\delta\text{I}^{(1)}$ 、 $\delta\text{O}_2^{(1)}$ 、 $\gamma\text{O}_2^{(2)}$ 、 $\delta\text{O}_2^{(3)}$ 、 $\gamma\text{O}_1^{(3)}$ 、 $\gamma\delta^{(3)}$) ⑤金矿区域成矿作用(金的活化、迁移、调整和初步富集)——第一次成矿作用 ⑥大规模的面状蚀变作用	西伯利亚古板块与中朝板块碰撞
滨太平洋大陆边缘发展阶段	印支晚期—燕山期构造旋回	①火山—沉积作用,形成上三叠统托盘沟组 ②多阶段多期中性—酸性岩基、岩株频繁活动 ③东西向和南北向Ⅱ级构造体系继续活动,北北东向、北西—北北西向、北东向、岩株边部等Ⅲ级构造体系强烈活动 ④燕山期岩浆及热液作用带来深部金源 ⑤燕山期次火山岩岩浆热液成矿作用(金的再活化、迁移、定位成矿)——本区第二次即最重要的成矿作用 ⑥小规模的面状蚀变作用和线状蚀变作用强烈	库拉—太平洋板块向欧亚板块俯冲

1.2 区域地层

该区出露地层有下古生界五道沟群;上古生界二叠系下统寺洞沟组;中生界三叠系上统托盘沟组;新生界下第三系始新—渐新统珲春组;上第三系中新统土门子组,上新统船底山玄武岩;第四系更新统二级阶地堆积及全新统河流堆积。为明了清晰,将这些地层归纳于表2和图1。

1.3 区域岩浆活动

该区岩浆活动时间经历了古生代加里东期至新生代喜山期。岩浆活动方式有侵入作用和喷发作用2种方式。

岩浆侵入作用包括了海西晚期、印支期和燕山早期3个旋回。其中海西晚期形成的花岗岩类占主要比例,印支期中等,燕山早期岩浆侵入作用相对弱但活动频繁。

岩浆喷发作用包括了古生代、中生代和新生代3个地质时代。各时期形成的火山岩构成了相应时代的地层单元。古生代火山活动频繁,并经历了区域变质作用。中生代、新生代火山岩在区内分布局限,它们与相应的各时期侵入活动共同构成喷发—侵入岩浆旋回。

区内侵入岩分布十分广泛,综观全区均有出露,约占该区面积的70%。岩石类型主要为斜

表2 珲春东部地区地层简表

界	系	统	群	组	段	代号	厚度(m)	岩性描述
新生界	第四系	全新统				Q ₄	1~5	现代河床沉积,河漫滩一级阶地,砂砾岩、亚砂土
		更新统				Q ₃	5~15	二级阶地,砂砾岩、亚砂土、亚粘土
	第三系	上新统	船玄底武山岩	上段		βN_2ch^2	36	气孔状橄榄玄武岩、致密块状玄武岩
				下段		βN_2ch^1	66	气孔状玄武岩、致密块状玄武岩
		中新统	土子门组			N _{3t}	2~7	砾岩
		渐始新统	珲春组			E _{2-3h}	55.66	砾岩、砂岩、页岩夹薄层煤
中生界	三叠系	上统	托盘沟组	上段		T _{3t} ²	>680.4	安山岩、气孔状安山岩、安山质含角砾凝灰质熔岩
				下段		T _{3t} ¹	>122.08	砾岩、含砾杂砂岩夹薄层中粒杂砂岩及粉砂岩。产: Neocalamites? sp. Pllyophyllum sp. , Glos-sophyllum? sp.
古生界	上古生界	二叠系	下统	寺洞沟组		P _{1s}	>1 197.5	轻变质的细砾岩、粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质板岩及板岩。具明显的粒序性、旋回性、发育扰动层理及平行纹层、具典型的浊积岩特点。产: Parasalamites. sp.
	下古生界	未分	五道沟群	三段		P _{2,wd} ³	>1 225.6	上部为红柱石黑云片岩、红柱石二云片岩、黑云石英片岩及墓育石红柱石、二云片岩夹变质粉砂岩、角闪石英片岩,下部为含石榴石板状红柱石黑云母片岩
				二段		P _{2,wd} ²	612	上部为黑云石英片岩、角闪石英片岩夹变质粉砂岩。下部为灰绿色的角闪片岩夹大理岩透镜体
				一段		P _{2,wd} ¹	>505.9	上部为变质中粒硬砂岩、中粒硬砂质长石砂岩、变质细砂岩、粉砂岩、长英角岩夹变质英安岩下部为含石榴石变质细砂岩、粉砂岩夹石英砂岩、流纹岩及薄层红柱石板岩

长花岗岩、花岗闪长岩和二长花岗岩等,其次为闪长岩、辉长岩、次安山岩、石英闪长玢岩等。岩体多呈岩基和岩株产出,脉岩也较发育。岩浆活动由基性开始,至酸性结束。

该区岩浆活动特征、侵入岩特征和侵入岩分布分别归纳于表3、表4和图2。

1.4 变质作用和变质岩

该区变质岩分布面积约为 142 km², 占总面积的 20%, 主要是古生代地层, 在大面积的岩浆岩体中呈孤岛状残留。

按成因可将变质岩划分为区域变质岩、接触变质岩和动力变质岩。其中区域变质岩较为发育; 接触变质岩主要发生在大岩体周围; 而动力变质岩则呈线形分布于断裂两侧, 其中南北向和北西向居多。

区内的区域变质作用主要由于海西晚期及印支期构造运动, 使古生代地层普遍遭受了低—中级变质作用。下古生界五道沟群、上古生界二叠系下统寺洞沟组遭受区域变质作用, 形成的岩石类型有: 变质火山岩、变质火山碎屑岩, 黑色粉砂质板岩, 含榴二云石英片岩、黑色石英片岩、角闪片岩、斜长角闪片岩、绢云石英片岩、绿泥片岩、透闪绿帘片岩、变质粉砂岩, 变质凝灰质细砂岩、变质石英砂岩、变质长石杂砂质细砂岩, 以及片理化条带状大理岩等。

1.5 区域构造

该区构造类型多样, 构造格架较复杂。构造类型包括褶皱构造、断裂构造和岩体边部构造。该区构造格架可划分为三级构造体系: 弧形 I 级构造体系, 东西向、南北向 II 级构造体系, 北北东向、北西向—北北西向、岩株边部、北东向 II 级构造体系。

(1) 构造类型。该区褶皱构造出露不完整, 多被岩浆作用侵蚀。包括五道沟向斜、东南岔背斜、马滴达向斜和农坪向斜, 其中以五道沟向斜规模最大。各褶皱构造主要特征见表 5。

该区断裂构造发育, 包括东西向断裂带、南北向断裂带、北北东向断裂带、北西向断裂带以及北北西和北东向断裂带。东西向断裂带由北向南包括 4 条: 大西南岔—香房子断裂带、东南岔—六道沟断裂带、雪带山—四道沟断裂带、马滴达断裂带。南北向断裂构造以五道沟断裂带最为发育、宽度大, 走向长。其次为杨金沟—四道沟断层。北北东向断裂带包括 3 条: 四道沟—小梨树沟—六道沟断裂带、东南岔—小西南岔断裂带以及桃源洞—高家炉断裂带。北西向断裂带较为发育, 规模亦较大。从北向南依次划分为 3 条断裂带: 小西南岔北西向断裂带, 西北

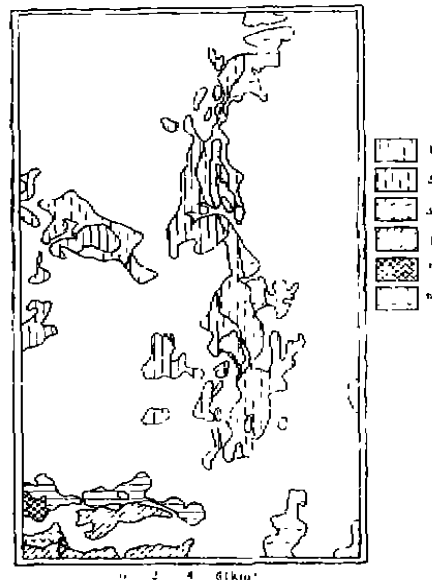


图1 地层分布简图

1. 下古生界五道沟群一段 (Pz_1wd^1); 2. 下古生界五道沟群二段 (Pz_1wd^2); 3. 下古生界五道沟群三段 (Pz_1wd^3); 4. 下二叠统寺洞沟组 (P_2s); 5. 上三叠统托盘沟组下段 (T_3t); 6. 上三叠统托盘沟组上段 (T_3t)

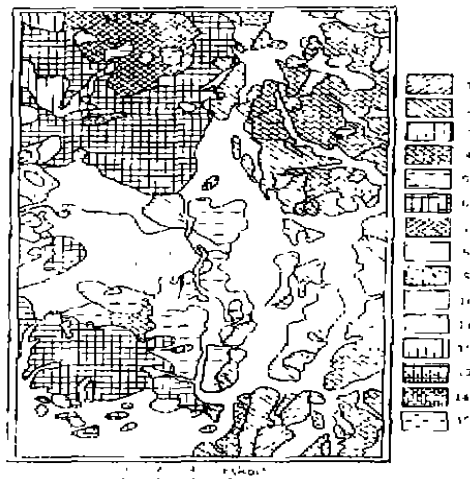


图2 侵入岩分布图

1. 辉长岩 ($\text{mg}^{(1)}$); 2. 闪长岩 ($\text{df}^{(1)}$); 3. 石英闪长岩 ($\text{dsf}^{(1)}$); 4. 斜长花岗岩 ($\text{YOs}^{(2)}$); 5. 石英闪长岩 ($\text{dsf}^{(3)}$); 6. 斜长花岗岩 ($\text{YOs}^{(3)}$); 7. 花岗闪长岩 ($\text{Yds}^{(3)}$); 8. 二长花岗岩 ($\text{Yyl}^{(2)}$); 9. 闪长岩 ($\text{df}^{(1)}$); 10. 斜长花岗岩 ($\text{YOs}^{(2)}$); 11. 次安山岩 ($\text{ap}^{(3-1)}$); 12. 闪长玢岩 ($\text{dsf}^{(3-2)}$); 13. 石英闪长玢岩 ($\text{dsf}^{(3-3)}$); 14. 花岗斑岩 ($\text{Ymg}^{(3-2)}$); 15. 花岗岩 ($\text{Yg}^{(3-2)}$)

表3 吉林珲春东部地区岩浆活动特征简表

地质发展 阶段	时代	代号	岩浆活 动形式	岩浆化 学成分	产状	地质体名称	主要岩性
地槽 发展 阶段	加里东期	Pzw	喷发	中性	层状	五道沟群	变质安山岩、变质英安岩
	海西晚期	P _{1s}	喷发	中酸性	层状	寺洞沟组	变质安山岩、中酸性熔岩
	海西晚期第一阶段	$\delta_1^{(1)}$ $\delta O_3^{(1)}$	侵入	中基性	岩株	前山、杨金沟、 小梨树沟、小西 南岔等	辉长岩、闪长岩、石英闪长岩
	海西晚期第二阶段	$\gamma O_3^{(2)}$ $\gamma \delta_1^{(2)}$	侵入	中酸性	岩基	大六道沟	黑云母斜长花岗岩
	海西晚期第三阶段	$\gamma O_3^{(3)}$ $\delta O_3^{(3)}$	侵入	酸性	岩基	小西南岔	花岗闪长岩、斜长花岗岩、 石英闪长岩
	印支期	$\eta \gamma_1^1$	侵入	酸性	岩基	雪带山	二长花岗岩
	印支期	T _{3t}	喷发	中酸	层状	托盘沟组	安山岩
滨太平洋 大陆边缘 发展阶段	燕山早期第一阶段	$\delta_2^{(1)}$	侵入	中性	岩株	闸枝沟	闪长岩
	燕山早期第二阶段	$\gamma O_3^{(2)}$	侵入	酸性	岩基	东南岔、四道沟	斜长花岗岩
	燕山早期第三阶段第一次	$\alpha \mu_3^{(3-1)}$	侵入	中性	岩株	大西南岔	次安山岩
	燕山早期第三阶段第二次	$\delta \mu_3^{(3-2)}$ $\delta O \mu_3^{(3-2)}$ $\gamma \kappa_3^{(3-2)}$	侵入	中酸性	岩株	杜北山、农坪	闪长玢岩、石英闪长玢岩 花岗斑岩
	燕山早期第三阶段第三次	$\gamma_3^{(3-3)}$	侵入	酸性	岩株	四道沟、农坪	花岗岩
	喜山期	BNC	喷发	基性	层状	船底山组	玄武岩

表4 吉林珲春东部地区侵入岩特征简表

地质发 展阶段	时 代	代 号	地质体岩性名称	地质体主要产地名称
地槽 发展 阶段	海西晚期第一阶段	$\delta_1^{(1)}$ $\delta_1^{(1)}$ $\delta O_3^{(1)}$	辉长岩 闪长岩 石英闪长岩	前山、小梨树沟 河东屯、杨金沟、 小西南岔
	海西晚期第二阶段	$\gamma O_3^{(2)}$ $\delta O_3^{(2)}$	斜长花岗岩 石英闪长岩	大六道沟 小西南岔
	海西晚期第三阶段	$\gamma O_3^{(3)}$ $\gamma \delta_1^{(3)}$	斜长花岗岩 花岗闪长岩	三部落
	印支期	$\eta \gamma_1^1$	二长花岗岩	雪带山
	燕山早期第一阶段	$\delta_2^{(1)}$	闪长岩	闸枝沟
	燕山早期第二阶段	$\gamma O_3^{(2)}$	斜长花岗岩	东南岔、四道沟
滨太平洋 大陆 边缘 发展 阶段	燕山早期第三阶段第一次	$\alpha \mu_3^{(3-1)}$	次安山岩	大西南岔
	燕山早期第三阶段第二次	$\delta \mu_3^{(3-2)}$ $\delta O \mu_3^{(3-2)}$	闪长玢岩 石英闪长玢岩	杜北山 农坪
	燕山早期第三阶段第三次	$\gamma_3^{(3-3)}$	花岗斑岩 花岗岩	四道沟、农坪

沟北西向断裂带和马滴达北西向断裂带。北北西向断裂表现为一系列的裂隙和褐铁矿化石英脉,以及矿化闪长岩脉。北东向断裂不发育,仅零星出露。

该区岩体边部构造是指由于不同时代岩浆侵入作用所控制的,由岩体边部的岩体与断裂、褶皱、地层等地质体共同构成的一种地质构造方式。根据岩浆作用时代、岩体产状和规模,以

表5 褶皱构造主要特征表

褶皱名称	编号	主要特征
东南岔背斜	(1)	轴线长4 km,组成地层 Pz_1wd^{1-2} ,北翼地层倾向 $340^{\circ}-360^{\circ}$,南翼地层倾向 $160^{\circ}-180^{\circ}$,轴面走向 70° ,形成于加里东至海西早期。北翼出现次一级褶皱
马滴达向斜	(3)	轴线长4 km,组成地层 P_{1s} ,北翼地层倾向 170° ,南翼地层倾向 360° ,轴面走向 85° ,形成于海西晚期。向斜轴被珲春河所占据
农平向斜	(4)	轴线长3 km,组成地层 T_3t^{1-2} ,北翼地层倾向 220° ,南翼地层倾向 290° ,轴面走向 80° ,形成于印支晚期至燕山早期
五道沟向斜	(2)	轴线长29 km,组成地层 Pz_1wd^{1-2} ,西翼倾向东,东翼倾向西,轴面走向南北,倾向东,形成于海西晚期。东翼被海西岩浆侵蚀,出露不完整

及地质构造方式的形态等特征,该区岩体边部构造可划分为3种类型。①海西晚期第三阶段—印支期岩基弧形边部构造。该构造主要受印支期雪带山二长花岗岩基,以及海西晚期第三阶段三部落斜长花岗岩基、小西南岔斜长花岗岩和花岗闪长岩岩基的南、东边部控制。是由岩基的边部岩体、地层、断裂和褶皱共同构成的一弧形边部构造。分布范围南起该区南西角的农平向东经四道沟再往北到小西南岔和大西南岔。

②海西晚期第二阶段斜长花岗岩基南北向岩体边部构造。该构造受海西晚期第二阶段斜长花岗岩基西部边部控制。由岩基边部岩体、地层、其它小岩株边部和断裂等构成的一南北向边部构造。

③岩株边部构造。该边部构造指其它时代形成的小岩体边部构造,如海西晚期第一阶段形成的闪长岩体、石英闪长岩体边部构造,以及燕山早期各种岩体边部构造。

(2) 构造格架。该区可建立由三级构造体系组成的构造格架。各级构造体系的类型、组成、分级和组成的构造名称归纳于图3和表6。

(3) 构造体系的形成期次。各构造体系各构造的形成期次归纳于表7,总的规律如下:①东西向Ⅰ级构造体系发育时间最早,活动的时间最长。如东西向断褶带活动始于加里东晚期,经海西晚期—印支期的强烈活动,到燕山期再次强烈活动而延至喜山期结束。②南北向Ⅱ级构造体系主要活动于海西晚期,而其中的断裂带活动延至印支期和燕山早期。③弧形Ⅰ级构造体系主要形成和强烈活动于海西晚期—印支期。④各种Ⅲ级构造体系主要形成和活动于印支晚期至燕山期。⑤北西—北北西向断裂带形成时间晚于北东和南北向断裂带。

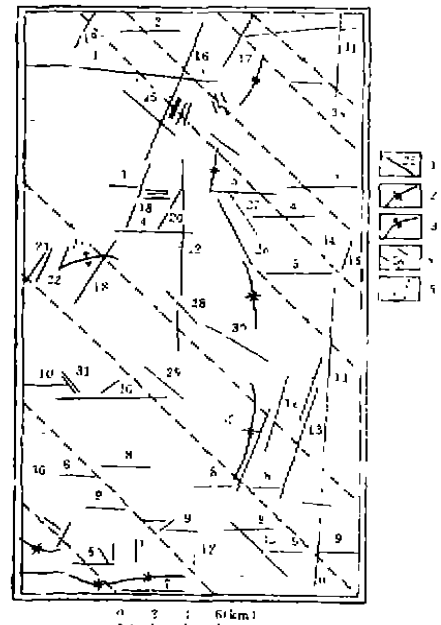


图3 构造简图

1. 断裂及编号; 2. 向斜轴; 3. 背斜轴;
4. 航磁推测断裂及编号; 5. 弧形构造区界线

2 金矿成矿的区域控矿规律

2.1 地层控矿规律

(1) 地层与金矿的空间分布。本区已知的金矿床(点),主要分布在五道沟群分布区及其附近。

表6 构造体系划分表

分级	体系名称	体系组成	构造名称
I级	弧形I级构造体系		海西晚期第三阶段—印支期岩基弧形边部构造
II级	东西向II级构造体系	大西南岔—香房子断裂带	①大西南岔—小西南岔断层(1号);②香房子断层(2号)
		东南岔—六道沟断褶带	①东南岔背斜(1号);②东南岔断层(4号);③900高地断层(3号);④杨金沟断层(5号)
		雪带山—四道沟断裂带	①雪带山断层(2条,10号)
		农坪—塔子沟断褶带	①马滴达向斜(3号);②农坪向斜(4号);③马滴达—塔子沟断层(6号);④环春河南岸断层(7号);⑤四道沟断层(8号);⑥西北沟断层(9号)
	南北向II级构造体系		①五道沟向斜(2号);②五道沟断层(11号);③杨金沟—四道沟断层(12号);④海西晚期第二阶段斜长花岗岩基岩体边部构造
III级	北北东向III级构造体系	四道沟—小梨树沟—六道沟断裂带	①慎安岭—河东屯断层(13号);②畜牧场—上四道沟断层(14号);③五道沟—六道沟断层(15号)
		东南岔—小西南岔断裂带	①小西南岔断层(16号);②香房子477高地断层(17号);③东南岔断层(18号);④东南岔东部断层(20号);⑤东南岔西侧3条断层(21、22、23号);⑥大西南岔断层(19号)
		桃源洞—高家炉断裂带	①24号断层(2条)
	北西—北北西向III级构造体系	小西南岔北西向断裂带	①大西南岔—小西南岔矿区断层(25号);②杨金沟断层(26号);③27号断层;④小西南岔北西向断层带(34号)
		西北沟北西向断裂带	①四道沟北西向断层(28、29、30号);②雪带山东南侧断层(31号);③轻心湖断层(33号);④西北沟北西向断层带(35号)
		马滴达北西向断裂带	①农坪—柳树河子断层(32号);②马滴达北西向断层带(36号)
	北东向III级构造体系	北北西向断裂带	①为一系列北北西向裂隙和脉体
	岩株边部III级构造体系		①为零星的北东向断层 ②为岩株边部构造

据48处金矿床(点)的统计,有30处金矿床(点)直接分布于五道沟群,有1处金矿点直接分布于下二叠统寺洞沟组,有2处金矿点直接分布于上三叠统托盘沟组。

(2) 各地层单元的含金性。各地层单元的含金性统计见表8和表9。古生界地层岩石的金元素含量普遍较高。剖面岩石地球化学金的比色分析结果表明下古生界五道沟群含金值高,变异性大;一段金含量为 $0.1 \times 10^{-6} \sim 0.04 \times 10^{-6}$,平均为 0.02×10^{-6} ,高者达 0.06×10^{-6} ;二段含金为 $0.02 \times 10^{-6} \sim 0.04 \times 10^{-6}$,平均为 0.03×10^{-6} ;三段含金为 $0.01 \times 10^{-6} \sim 0.02 \times 10^{-6}$,平均为 0.01×10^{-6} 。寺洞沟组含金量低,侵入到寺洞沟组中的石英脉有金矿化显示。上三叠统托盘沟组下部砾岩段中的细碎屑及胶结物普遍含金,有含金 0.07×10^{-6} 、 0.27×10^{-6} 、 0.18×10^{-6} 和 16.99×10^{-6} 的样

表 7 构造体系形成期次

构造体系	构 造	加里东期	海西期	印支期	燕山期	喜山期
弧形 I 级构造体系	海西晚期第三阶段—印支期岩基弧形边部构造					
东西向 I 级构造体系	大西南岔—香房子东西向断裂带					
	东南岔—六道沟东西向断裂带					
	雪带山—四道沟东西向断裂带					
	农坪—塔子沟东西向断裂带					
南北向 I 级构造体系	五道沟向斜					
	杨金沟—四道沟断层					
	五道沟断层					
	海西晚期第二阶段岩基边部构造					
北北东向 II 级构造体系	四道沟—小梨树沟—六道沟断裂带					
	东南岔—小西南岔断裂带					
	桃源洞—高家炉断裂带					
北西—北北西向 II 级构造体系	北西向断裂带					
	北北西向断裂					
北东向 III 级构造体系	北东向断裂带					
岩株边部 III 级构造体系	燕山期岩株边部构造					

表 8 古生界地层单元各岩性含金量

地层单元	五道沟群一段 (P ₂ wd ¹)	五道沟群二段 (P ₂ wd ²)	五道沟群三段 (P ₂ wd ³)	二叠系寺洞沟组 (P ₁ s)
岩性及含金量 (10 ⁻⁹)	变质流纹岩 1.2	角闪片岩 2.4	红柱石板岩 1.9	粉砂质板岩 6.7
	变质砂岩 14.7	角闪片岩 1.2	红柱石板岩 1.3	粉砂岩板岩 3.2
	变质砂岩 19.2	变质砂岩 1.5	红柱石板岩 1.5	
	变质流纹岩 7.8	变质砂岩 1.3	红柱石板岩 0.9	
	变质砂岩 1.0			
	变质流纹岩 6.2			
	二云母片岩 1.1			
	变质砂岩 1.1			
	二云母片岩 3.6			

注:10⁻⁹级化学光谱分析

表 9 各地层单元岩石地球化学含金量统计

地 层 单 元	样 品 数	金平均含量($\times 10^{-6}$)	备 注
下古生界五道沟群(P ₂ wd)	440	0.0155	比色分析
下二叠统寺洞沟组(P ₁ s)	95	0.003	
上三叠统托盘沟组(T ₃ t)	141	0.0027	

品;上部安山岩段有零星黄铁矿化、黄铜矿化。

(3) 地层控矿规律。①金矿的成矿物质来源和金矿的空间分布受下古生界五道沟群控制。

②下二叠统寺洞沟组和三叠统托盘沟组对金矿成矿物质来源基本没有控制作用;其对金矿的空间关系,即其中少量的金矿化存在是由于其后的燕山早期次火山岩浆热液成矿作用对其部分地段的改造所致。

2.2 侵入岩控矿规律

(1) 侵入岩与金矿的空间分布。绝大多数金矿床(点)的空间分布受海期晚期—印支期侵入岩基的控制。据48处金矿床(点)的统计表明,有41处金矿床(点)分布于海西晚期第三阶段小西南岔斜长花岗岩—花岗闪长岩岩基($\gamma O_3^{(1)}$ 、 $\gamma \delta_1^{(1)}$)、三部落斜长花岗岩岩基($\gamma O_4^{(1)}$)和印支期雪带山二长花岗岩岩基($\eta \gamma_2^{(1)}$)的北、东、南三面边界的内外接触带。另外7处金矿床(点)亦分布在这三大岩基的西部接触带或岩基之中。

根据48处金矿床(点)的统计,直接产于海西晚期第三阶段侵入岩体中的金矿床(点)最丰富,达33处;产于燕山早期第三阶段小侵入体中金矿(床)点9处,产于海期晚期第一阶段闪长岩体中金矿(床)点6处,产于燕山早期第二阶段侵入体中的金矿床(点)6处。

已知的典型金矿床的矿体产出和成因皆与燕山早期脉岩关系密切。矿体或产于脉岩附近、或产于脉岩边部、或产于脉岩之中、或穿切脉岩产出

(2) 侵入岩的含金性。各侵入体的剖面岩石地化化学金的比色分析结果统计见表10。海西晚期第一阶段闪长岩

表10 各侵入体岩石地球化学含金性统计

侵入岩体	代号	样品数	金平均含量 ($\times 10^{-6}$)	备注
海西晚期第一阶段辉长岩	$\eta_1^{(1)}$	10	0.003	比色分析
海西晚期第一阶段闪长岩	$\delta_1^{(1)}$	150	0.031	
海西晚期第二阶段斜长花岗岩	$\gamma O_4^{(1)}$	510	0.0142	
海西晚期第三阶段石英闪长岩、花岗闪长岩、斜长花岗岩	$\delta O_1^{(2)}$ 、 $\gamma O_3^{(3)}$ 、 $\gamma \delta_3^{(3)}$	188	0.0105	
印支期二长花岗岩	$\eta \gamma_2^{(1)}$	117	0.0056	
燕山早期第一阶段闪长岩	$\delta_1^{(1)}$	30	0.000~0.005	
燕山早期第二阶段斜长花岗岩	$\gamma O_2^{(2)}$	50	0.012	
燕山早期第三阶段第一次安山岩	$\alpha \mu_2^{(3-1)}$	64	0.01	
燕山早期第三阶段第二次石英闪长岩等	$\delta O_2^{(3-2)}$	20	0.013	
燕山早期第三阶段第三次花岗岩	$\gamma_2^{(3-3)}$	21	0.0055	

体,第二阶段和第三阶段花岗质岩体,印支期二长花岗岩体,以及燕山早期岩体微量金显示皆较好。海西晚期第一阶段侵入岩:辉长岩含金量低。闪长岩矿化、蚀变普遍、比色分析平均含金 0.031×10^{-6} ,最大的小西南岔金矿就产于该闪长岩中。海西晚期第二阶段斜长花岗岩含金量较高,平均含金 0.0142×10^{-6} 。海西晚期第三阶段侵入岩含金量亦较高,平均含金 0.0105×10^{-6} ,矿化普遍。印支期二长花岗岩含金量不高,平均含金 0.0056×10^{-6} ,局部有金铜矿化。燕

山早期侵入岩:第一阶段闪长岩无矿化,含金低 $0\sim 0.005\times 10^{-6}$ 。第二阶段斜长花岗岩含金较高,平均 0.012×10^{-6} ,有金矿化和矿床产出。第三阶段的第一次和第二次侵入体含金量较高,与金矿空间和成因上关系密切;第三次侵入体含金量低。

(3) 侵入岩的控矿规律。岩浆侵入作用是本区金矿物质活化、迁移、富集和就位的热源和介质,同时也是金矿成矿物质的部分来源。海西晚期第三阶段一印支期岩基侵入作用是本区第一次金矿的重要成矿作用。这次成矿作用主要表现为对五道沟群矿源层的重熔作用,使金发生第一次区域性的活化、迁移、调整和富集。燕山早期岩浆作用,尤其是第二阶段和第三阶段的第一次及第二次岩浆作用,是本区第二次、也是最重要的金矿成矿作用。主要表现为不仅带来深部金矿源,而且在第一次成矿作用的基础上,在其岩浆热液作用下,使金进一步活化、迁移、重富集、最终就位成矿。

2.3 变质作用控矿规律

发生于海西晚期一印支期的区域变质作用,使古生界地层转化形成为区域变质岩。区域变质作用为古生界五道沟群矿源层提供了较高的热流、层间压力和形成了具 F^- 、 Cl^- 离子活度的热液,这为其后第一次金的活化、迁移和富集起了有利作用。下古生界五道沟群中的接触变质作用部位,尤其是在与海西晚期第三阶段一印支期和燕山期岩浆作用相关的部位,是金矿成矿的有利部位。动力变质岩带是金矿成矿的有利部位。

2.4 构造控矿规律

(1) 构造与地层。下古生界五道沟群主要受弧形Ⅰ级构造体系、南北向Ⅱ级构造体系和东西向Ⅲ级构造体系控制。

五道沟群变质杂岩不仅经历了区域变质作用,而且经历了长期的构造—岩浆作用。尤其是受弧形Ⅰ级构造体系控制的变质杂岩,经历了加里东晚期到燕山期多级构造体系的多期次构造作用,本身就是一套变质构造岩。

(2) 构造与侵入岩。弧形Ⅰ级构造体系和南北向Ⅱ级构造体系主要控制海西晚期第一阶段辉长岩($\delta_1^{(1)}$)、闪长岩($\delta_1^{(1)}$)、石英闪长岩($\delta O_1^{(1)}$)以及第二阶段的斜长花岗岩($\gamma O_2^{(2)}$)岩体分布。其次是控制燕山早期第一阶段闪长岩($\delta_2^{(1)}$)岩体以及闪长玢岩和花岗斑岩脉的分布。东西向Ⅲ级构造体系主要控制海西晚期第三阶段一印支期的斜长花岗岩($\gamma O_3^{(3)}$)、花岗闪长岩($\gamma \delta_3^{(3)}$)和二长花岗岩($\eta \gamma_3^{(3)}$)岩体。北北东—北东和北北西—北西向Ⅱ级构造体系主要控制燕山期中酸性岩体和脉岩。如闪长岩($\delta_5^{(1)}$)、斜长花岗岩($\gamma O_5^{(2)}$)、次安山岩($\alpha \mu_5^{(2(3-1))}$)、 $\alpha \mu_5^{(2(3-3))}$ 以及花岗岩($\gamma_5^{(3-3)}$)等。

(3) 构造体系与金矿分布。①弧形Ⅰ级构造体系。该区弧形Ⅰ级构造体系是由于海西晚期第三阶段一印支期岩基侵入作用而形成,时间上与第一次成矿作用大致相吻合。因此该区48处金矿床(点)中有近40处产于弧形Ⅰ级构造体系中。②东西向Ⅲ级构造体系:该区东西向构造体系形成时间最早,大约加里东晚期就开始形成,活动时间最长,一直延续到燕山期和喜山期初,经历了多次构造岩浆活动,对金矿成矿作用控制明显。

据48处金矿床(点)的产出统计,有20处产于大西南岔—香房子东西向断裂带中,有4处产于东南岔—六道沟东西向断裂带中,有4处产于雪带山—四道沟东西向断裂带中,有8处产于农坪—塔子沟东西向断裂带中。其余金矿床(点)亦皆分布在东西向Ⅲ级构造体系的断裂(褶)带两侧附近(图3)。③南北向Ⅱ级构造体系:南北向Ⅱ级构造体系形成于海西晚期一印支期、延续到燕山期,控制了金矿床(点)的分布。

据统计,48处金矿床(点)中有20余处产于南北向Ⅰ级构造体系中,受其中的五道沟向斜和杨金沟—四道沟断层控制尤为明显。④Ⅱ级构造体系:该区Ⅱ级构造体系形成于燕山期,与燕山期岩浆活动密切相关,控制了燕山期金矿成矿作用,尤其是矿体的定位作用。Ⅱ级构造体系主要表现为对矿体的控制作用,是明显的容矿构造。北西—北北西向断裂、北东向断裂、北北东向断裂以及岩株边部构造皆直接控制矿体产出。

(4)构造控矿规律。控矿构造类型有弧型Ⅰ级构造体系、东西向Ⅰ级构造体系和南北向Ⅰ级构造体系。其控矿组合形式有两种:

弧形Ⅰ级构造体系+东西向Ⅱ级构造体系+南北向Ⅱ级构造体系

弧形Ⅰ级构造体系+东西向Ⅰ级构造体系。

容矿构造主要为Ⅱ级构造体系,其次为东西向Ⅱ级构造体系和南北向Ⅱ级构造体系的局部地段。具体容矿构造有:北北西向断裂;北西向断裂;北北东向断裂;北东向断裂;南北向断裂局部地段(燕山期再活动地段);东西向断裂局部地段(燕山期再活动地段);燕山期岩株边部构造。金矿区域成矿模式。金矿的形成是区域地质作用的结果。金矿形成于什么时间、位于什么空间位置,是由区域成矿地质条件组合和演化所决定的。

建立由成矿作用系统、成矿物质来源系统、成矿热源热液系统和成矿就位系统等4个系统有机组成的该区金矿区域成矿模式见表11。

表11 金矿区域成矿模式

成矿作用系统	成矿物质来源系统	成矿热源热液系统	成矿就位系统
海西晚期第三阶段—印支期成矿作用(金矿的第一次活化、迁移、调整、富集)	①下古生界五道沟群(Pz ₁ wd)	1. 区域变质作用热源热液; ②海西晚期第三阶段—印支期岩浆活动热源热液(YO ₂ ³⁺ , Yδ ₂ ³⁺ , η ₂ ¹)	①弧形Ⅰ级构造体系; ②东西向Ⅰ级构造体系; ③南北向Ⅰ级构造体系
燕山期次火山岩浆热液成矿作用	①下古生界五道沟群(Pz ₁ wd); ②第一次成矿作用富集区; ③本期岩浆热液带来的深部成矿物质	①燕山早期岩浆热源热液,尤其是第二阶段、第三阶段第一次和第二期岩浆作用热源和热液	①控矿构造+容矿构造) ②控矿构造:弧形Ⅰ级构造体系+东西向Ⅰ级构造体系+南北向Ⅰ级构造体系; ③容矿构造:北北西向断裂、北西向断裂、北北东向断裂、北东向断裂、燕山期岩株边部构造、南北向断裂局部地段、东西向断裂局部地段

该模式反映了区域成矿地质条件的组合和演化。成矿作用系统反映金矿成矿作用条件和类型的演化;成矿物质来源系统反映金来源的条件、类型及其组合的演化;成矿热源热液系统反映成矿的热液和介质条件、类型及其组合的演化;成矿就位系统反映了成矿定位空间条件及其组合的演化。

参考文献

- [1] 谢贵明. 吉林东部金矿成矿地质环境和找矿方向[J]. 黄金科学技术, 1998, 6(2): 34—41.

[2] 王世称,成秋明,范继璋.金矿资源综合信息评价方法[M].长春:吉林科学技术出版社,1990.

The regional metallogenetic model of gold deposits in East Hunchun District of Jilin Province

XIE Gui-ming

(Jilin Geologic Exploration Bureau of Nonferrous Metals, Jilin, Changchun 130021, China)

Abstract: The paper comprehensively and deeply study and deal with regional geological setting, regional ore-controlling conditions and rules in East Hunchun District of Jilin Province for the first time. Author set up the regional metallogenetic model of gold deposits finally.

Key words: East Hunchun District of Jilin Province; gold deposits; the geological background; regional ore-controlling rules; the regional metallogenetic model

武警黄金十四支队在丁家林金矿区发现新的含矿层

据中国黄金信息网报道:6月上旬,在被列为国家大型勘查项目和黄金指挥部重点项目的丁家林矿区传来捷报,武警黄金十四支队在该区开展金矿地质普查时,对“废石”围岩进行化验过程中,发现金品位高达30多克。

围岩竟是富矿体,这是一个偶然是现象,还是标志着新的矿化类型——微细浸染型金矿的发现?为此,黄金指挥部组建了一个由地质、构造、沉积、岩矿和地球化学等多名地质专家、博士组成的调研组,进驻丁家林,对矿区地质特征、控矿构造、成矿规律等进行全面分析与实地调研。经过半个月的调研和艰苦细致的工作,调研组得出结论,丁家林矿区存在着微细浸染金矿良好的成矿地质条件。

丁家林金矿区处在陕甘川三省交界的勉略宁地区“金三角”地带,由于长期受到找矿理论的制约,该区找矿对象只限于石英脉,因此虽有多家技术力量雄厚的地勘单位在此开展过工作,但都没有大的突破。武警黄金十四支队经过科学论证、化探、遥感等先进技术,在前人工作的基础上,特别是运用“蚀变的浅变质岩也能成矿”的新理论,在丁家林矿区一举获得了成功,打破了该区10多年找不到金矿的僵局。