

吉林夹皮沟断裂带动力系统碰撞、叠加及金矿床形成

孙忠实¹, 邓 军², 翟裕生², 冯本智¹

(1. 吉林大学, 长春 130061; 2. 中国地质大学, 北京 100083)

[摘 要] 动力系统是金成矿作用研究的关键, 它控制金矿床产生的始终。运用成矿动力系统思想把夹皮沟地区地壳演化和金成矿分为三大阶段和三大构造带。(1) 太古—元古宙克拉通隆—滑动力系统边缘矿化带, 太古宙克拉通隆起、元古宙沉积物拉伸滑断, 成矿动力系统在克拉通周边形成韧性剪切带, 金受到初步富集; (2) 海西俯冲动力系统南缘矿化带, 西伯利亚板块与中朝板块间大陆拉张和碰撞, 正反动力系统产生超壳断裂和金矿化; (3) 中生代叠加构造岩浆动力系统成矿带, 中生代太平洋板块俯冲、郯庐断裂滑移及区域 NNE 与 NW 向共轭控矿等多级动力系统叠加, 岩浆活动和幔源流体上升及金元素进一步富集等夹皮沟金矿床最终形成。成矿预测范围由原变质岩区进入夹皮沟断裂带上及两侧附近中生代花岗岩区。

[关键词] 动力系统 碰撞 叠加 金矿床 吉林

[中图分类号] P618.51 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2001)02-0023-05

成矿作用动力学是矿床地质研究的新方向之一^[1], 在此基础上进行动力系统^[2~6]分析, 加深对成矿作用的整体认识。吉林夹皮沟金矿是中国主要大型矿山之一, 许多生产和科研单位在这里进行过大量工作并取得了一系列研究成果。但夹皮沟金矿是否为太古宙韧性剪切带控矿; 在海西期花岗岩体内为什么迄今未找到海西期工业矿体; 金矿区很少有燕山期花岗岩分布, 但许多成矿信息却与中生代有关等, 使夹皮沟金矿成因和控矿构造背景一直处于多解。随着碰撞造山带的深入研究, 印度科拉金矿带、西澳诺斯曼—维卢纳金矿带实属两个地体碰撞形成^[7,8]的认识被提出以来, 人们便加强区域构造动力背景与金成矿作用间的联系。通过金矿化特征与构造带分区的对应关系, 运用成矿动力系统思想来讨论夹皮沟断裂带拉伸、碰撞和叠加过程中各自对金矿床的控制作用, 从中给予综合评价并提出新的认识。

1 成矿构造背景与构造带分区

夹皮沟金矿床位于西伯利亚古板块东部布列亚—佳木斯地块南部, 中朝古板块北缘东段。太古宙多期次岩浆上侵, 古陆核不断增厚加大形成中朝古板块。古生代末西伯利亚古板块与中朝古板块碰撞, 结束了游离板块生涯和内蒙海槽的频繁活动。印支期布列亚—佳木斯地块、中朝和扬子—华南古板块三者相继碰撞、拼合构成古东亚大陆主体。燕山早、中期古东亚大陆受毗邻库拉洋壳板块的俯冲, 在中

国东部出现大型 NE 向左行剪切(郯庐)断裂带。大规模分布的岩浆岩带、斑岩 Cu-Mo 和金矿带与环太平洋构造-岩浆-成矿带连为一体。

吉林辉发河断裂是郯庐断裂带向北延伸的一个分支, 与夹皮沟断裂构成本区古老克拉通和海西地槽区主要分界线(图 1A)。它由不同期次构造组成, 依不同期次构造动力系统与金矿化特征的对应关系, 把夹皮沟地区划分三大构造带: 太古—元古宙克拉通隆滑动力系统边缘矿化带; 海西俯冲动力系统南缘矿化带和中生代叠加构造岩浆动力系统成矿带(图 1B)。

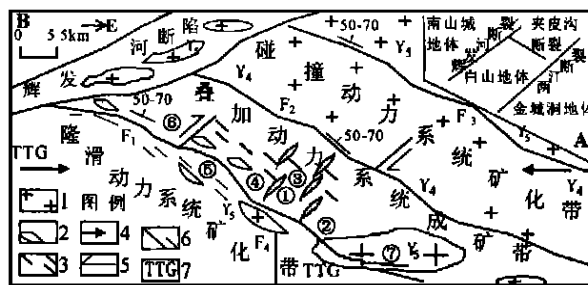


图 1 夹皮沟金矿带地质简图

1—花岗岩; 2—金矿脉; 3—韧性剪切带; 4—主压应力方位; 5—断裂运动指向; 6—断层及产状; 7—TTG 岩系; F₁—夹皮沟断裂; F₂—清茶馆断裂; F₃—富尔河断裂; F₄—西北岔断裂; —夹皮沟金矿; —八家子金矿; —三道岔金矿; —老牛沟金矿; —菜呛子金矿; —板庙子金矿; —五道溜河岩体

2 太古—元古宙克拉通隆滑动力系统边缘矿化带

[收稿日期] 1999-09-16; [修定日期] 1999-10-01; [责任编辑] 曲丽莉。

[基金项目] 国家攀登计划(编号 95-预-25)和国土资源部变质动力开放实验室联合资助项目部分成果。

太古宙克拉通隆起与元古宙沉积物拉伸滑断,二者组成隆滑动力系统在克拉通周边形成金矿化韧性剪切带。

1) 克拉通边缘太古代绿片岩相韧性剪切带。依 1:5 万地质调查^[9],太古宙不同地区、不同方向分布的韧性剪切带(表 1)并不是多期变形,而是同期变形的产物。主要证据是:(1)各地糜棱岩尽管变形原岩不同,但各自矿物退变为绿片岩相矿物组合和石英拉长构成片理却完全类同;(2)剪应变值介于 2.45~3.16 之间,古应力值达 29 MPa,变形机制都

以单剪为主;(3)几乎都分布在太古宙基底周边,构成克拉通边缘韧性剪切带,各自运动方向都为左型滑动,难以见到它们相互切割的露头;(4)基于克拉通南边缘韧性剪切带没有切入老岭群地层,东边缘夹皮沟韧性剪切带被元古宙钾长花岗岩侵入以及北边缘韧性剪切带被辉发河断裂所截等,表明克拉通边缘韧性剪切带形成时期为太古宙末;(5)各地韧性剪切带形成环境与龙岗陆核不断增厚抬升并逐渐向稳定演化阶段相对应,是克拉通隆升时受统一应力场作用的结果。

表 1 吉林克拉通边缘金矿化点和韧性剪切带分布表

类别	分布位置、地质点号及产状	资料来源
金矿化	NW 边缘—578,579,696,689,693,589,591,588,586,602;N 边缘—466,469,470,473,476,475,477,471;E 边缘—501,500;SW 边缘—862,856,863,869	吉林地矿局 1988
	S 边缘—728,3621,2276,2256,2253;NE 边缘—夹皮沟金矿化点略	
绿片岩相韧性剪切带	S 边缘—兴华,高丽沟,板石,浑江等地,带产状 185° 45°,135° 25°,120° 42°,135° 50°;线理产状 42°,120°,47°,107°	本文
	SW—边缘通化市西,光华,带产状 160° 40°;E 边缘—大顶子,带产状 106° 55°	孙春岩,1992
	NW 边缘—柳河,带产状 340° 40°;线理产状 35°,310°	贾克石,1991
	N 边缘—四高顶子,带产状 323° 45°;线理产状 45°,323°;那尔轰北产状 350° 52°	毕守业,1990
	NE 边缘—夹皮沟,带产状 60°~120° 10°~75°	孙胜龙,1990

2) 克拉通边缘元古宙绿片岩相韧性剪切带。在克拉通周边韧性剪切带基础上,形成拉伸断陷槽使色洛河群和老岭群地层堆积,沿沉积层间发生滑动形成绿片岩相韧性剪切带。各地间滑动方向与太古宙克拉通边缘韧性剪切带一样都具左型运动,二者在空间上紧密共生,形成时间间隔较短,共同组成隆滑动力系统及克拉通边缘韧性剪切带。

3) 隆滑动力系统金矿化。隆滑动力系统内韧性剪切作用能使绿岩带内镁铁质和超镁铁质岩石发生强烈蚀变,使分散的金元素活化、迁移和进一步富集并围绕克拉通形成边缘金矿化(表 1),金矿化沿韧性剪切片理面同步分布。经对板石和四方山绿岩带内 15 块糜棱岩含金量测定,全部介于 $0.5 \times 10^{-6} \sim 0.004 \times 10^{-6}$ 。通过区域航磁上、下延拓图和遥感解释资料分析,吉林克拉通南边缘无深大断裂存在,深部含金热液和幔源脉体无法进入变形带内,这就是板石、四方山和大荒沟等地韧性剪切带内为什么只显矿化而无工业金矿体存在主要原因所在。基于上述事实推测,当时夹皮沟地区也无深大断裂存在,与韧性剪切面理同步分布的金矿化点应归属隆滑动力系统克拉通边缘韧性剪切带的产物,该矿化为后期大型金矿形成提供矿质预富集和导矿构造空间等方面,创造极为有利的成矿条件。

3 海西俯冲动力系统南缘矿化带

该动力系统是指古生代西伯利亚板块与塔里木

—中朝板块之间的碰撞,经工作表明,吉林地槽区与天山—阴山地槽区相比,形成构造环境有区别。

1) 花岗岩所处俯冲、碰撞环境不同。吉林地槽区古生代花岗岩主要属火山弧型和消减活动板块边缘型花岗岩(表 2;图 2),而天山—阴山地槽区古生代花岗岩主要为消减活动板块边缘型花岗岩和部分洋脊型花岗岩,表明两地板块俯冲、碰撞的深度和规模有差别。

2) 花岗岩所处扩张构造环境不同。从地层和古生物形成与缺失来看,大洋板块俯冲时限仅在寒武—中奥陶纪之间^[10],表明整个古生代期间以扩张为主。天山—阴山地槽区出露有数十条长达上千千米蛇绿岩,无疑为大洋扩张阶段的产物。吉林古生代褶皱区的形成和演化是在中朝和佳木斯—兴凯两种不同性质不同时代基底之上进行,基于吉林古生代花岗岩岩石成分没有落入洋脊和幔源花岗岩区(图 2)以及中朝古陆英云闪长岩和北侧大面积晚海西期黄泥河子岩体二者初始锆同位素比值(分别为 0.701~0.703,0.707)相一致,证实被断陷的基底地壳受来自深部岩汁交代而形成古生代花岗岩。依蛇绿岩出露极少(仅在红旗岭镇零星分布)、黄泥岭岩体最初就位机制向外扩张和加里东期泉眼沟岩体、海西期小梨河岩体属非造山产物(图 2B,C)并与裂谷环境相吻合等,表明吉林古生代花岗岩属大陆扩张阶段的产物。

表 2 吉林古生代花岗岩主要氧化物和部分微量元素含量

岩石时代 及类型	主要氧化物含量变化范围(%)									微量元素(10^{-6})			样品个数	
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Rb	Y	Nb	氧化	微量
加里东期 花岗岩	68.39~ 70.86	0.21~ 0.30	13.75~ 14.35	0.59~ 0.69	1.94~ 2.86	0.24~ 0.80	1.45~ 2.6	1.30~ 3.47	2.65~ 3.65	90~ 110	10	29	31	23
海西第一期 花岗闪长岩	62.16	0.840.99	15.73~ 16.79	2.88~ 4.65	3.62~ 5.93	2.53~ 5.86	4.22~ 7.13	3.7~ 4.3	1.21~ 2.36	60~ 90	8	40	65	5
海西第二期 花岗岩	66.23~ 73.39	0.19~ 0.42	13.15~ 15.80	0.75~ 5.13	1.46~ 2.96	0.34~ 1.74	1.68~ 3.52	3.81~ 4.26	2.65~ 4.02	30~ 60	10	20	203	88
海西第三期 花岗岩	8.39~ 76.29	0.11~ 0.47	12.38~ 15.44	0.54~ 1.36	1.02~ 2.40	0.25~ 1.55	0.52~ 2.92	3.52~ 4.48	2.85~ 4.32	10~ 30	10	30	33	59

样品测定:吉林省地矿局地质研究所。

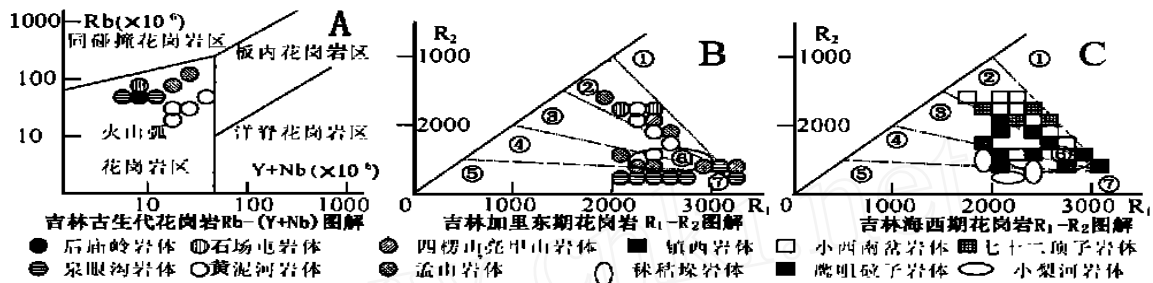


图 2 吉林古生代花岗岩 Rb- (Y+Nb)和 R₁- R₂ 图解

$R_1 = 4Si - 11(Na + K) - 2(Fe + Ti)$; $R_2 = 6Ca + 2Mg + Al$; —慢源花岗岩; —消减的活动板块边缘花岗岩; —板块碰撞后隆起花岗岩; —造山晚期—晚造山期花岗岩; —非造山区 A 型花岗岩; —同造山—同碰撞花岗岩; —造山期后 A 型花岗岩

3)海西晚期扩张环境减弱,挤压作用加强。因吉林地区处于侧向挤压,所以在青龙村群、黄泥岭和孟山等海西花岗岩体均发生由北西依次向南东逆冲(面产状 192°~245° 40°~50°;线产状 20°~30°,SE),同时有板块碰撞后和造山晚期林秸垛和鹰咀砬子等部分花岗岩形成(图 2C)。天山—阴山地区属南北向正向挤压,形成数十条近东西向推覆断裂带和同造山同碰撞型花岗岩,原存在蛇绿岩带、岛弧和边缘海盆都会发生块体的迁移、叠置和拼贴。

4)海西俯冲带南缘矿化带的形成。据板块构造与矿床类型对应分布关系,以扩张为主的构造环境不利于金矿产出^[11,12],但客观上在内蒙古海槽区确有同时代金矿出露。这可从两方面考虑:一是随海西晚期大陆间挤压和碰撞,使原不同间距、不同时代和不同成因类型矿床被挤入或叠置到同一构造带内,出现矿化分段。自西向东将元古宙—海西期间中、大型矿床共划分为三大成矿段:(1)天山山脉海西期铜—镍硫化物、铁、金成矿段;(2)阴山山脉海西期铁和元古宙铜—铅—锌成矿段;(3)内蒙集宁至吉林延吉元古宙—加里东期铁和海西期镍、铅、锌成矿段,形成海西俯冲带南缘矿化带。至于珲春市小西南岔金矿应划归与俄罗斯接壤的成矿段。二是在大陆间碰撞过程中能使天山地槽区蛇绿岩中金发生活化、

迁移和富集,为天山矿段大型金矿的形成提供足量的成矿物源。吉林地槽区属贫矿源大陆张裂区,这就是为什么说在其他矿化地段有工业金矿体存在,而本区迄今未找到加里东—海西期工业金矿体的主要原因所在。但古生代大陆间碰撞形成夹皮沟—海沟超壳断裂为后期大型金矿的形成提供必备的控矿和导矿条件。

4 中生代叠加构造岩浆动力系统成矿带

夹皮沟—海沟长达 80 km 宽约 10 km 范围内是由克拉通边缘矿化带和海西俯冲带南缘矿化带构成一个拼合地带,该带之上有中生代岩浆造成矿动力系统叠加,主要特征如下:

1)区域中生代东北、北西和北北东向构造动力系统叠加。基于东北向辉发河断裂两侧海西期花岗岩和中侏罗统帽儿山组中岩石挤压破碎、构造透镜发育、断面擦痕以及断裂南侧“入”字形分枝断裂锐角指向南西方向等,表明该断裂具左行剪切、属压扭性质,形成于三叠纪—晚侏罗世。区域北西向断裂主要有三条(图 1):大砬子—夹皮沟断裂带,清茶馆—金银别断裂带,富尔河断裂带。它们相互平行,产状一致(都为 45° 50°~70°),都属左型剪切压扭性断裂叠加在早期压性构造带上,又都被辉发河断裂

所截。显然,三者是中生代辉发河断裂所派生出来的低序次“入”字状构造。北北东向断裂在本区分布较多,全部直交在北西向断裂带上,具右型剪切呈共轭状态,是中生代统一应力场条件下的产物。

2) 中生代花岗岩、脉岩和金矿石间具密切时空关系。在工作区北部大朝阳沟、仁义河子和东兴屯等地,海西期花岗岩重定为燕山期花岗岩并与辉发河断陷内花岗岩相连构成右型排列,总体呈 NEE 向分布(图 1B)。在南侧太古宙变质岩系大庙、二道沟口、二道河和西北岔等地,所出露的燕山期花岗岩与五道溜河岩体构成左型排列总体呈 NW 向分布。夹皮沟金矿带正好位于中生代花岗岩左、右型排列交汇部位。该部位脉岩广泛发育,大小脉岩 200 多条。岩石类型主要有八家子石英正长斑岩和二长斑岩,二道沟和三道岔闪长玢岩、花岗闪长岩,板庙子辉绿岩和煌斑岩等。脉岩岩石类型由 SE 至 NW 依次为酸—中—基性变化,与矿带外围中生代岩浆岩岩石类型(SE 端五道溜河白岗岩、矿带中段北侧花岗闪长岩和 NW 端闪长岩)有对应关系。北东和北西向脆性断裂控制脉岩分布,矿脉沿脉岩上、下盘及脉体内贯入。不同类型脉岩与脉岩、脉岩与矿脉在统一构造系统内相互穿切,属同一构造期产物。经对 43 条脉岩 K—Ar 年龄统计和含金石英脉石英流体包裹体 Rb—Sr 同位素测定,夹皮沟金矿主成矿时代为燕山期^[13]。煌斑岩脉和基性脉岩是中生代幔源成因,而中酸性脉岩是燕山期岩浆岩演化的产物,通过

它们与金矿石间微量和稀土元素追踪以及金矿石 C、H、O、Si、Pb 等稳定同位素测定,三者间既反映出连续演化的同源性又显示出 C—H—O 流体幔源特征^[14]。

3) 主要金属元素和岩石类型对应分带特征。在吉林省与俄罗斯和朝鲜边界、集安沿北东方向到珲春北十里坪一带,主要有 Cu 矿化带、花岗斑岩和爆发相安山岩类分布;辉南—夹皮沟—海沟—和龙和珲春所经地区主要为 Au—Ag 矿化带,红旗岭—敦化市南牡丹岭—延吉市南平顶山一带主要有碱长花岗岩出露;双阳—永吉—敦化东—安图北和伊通—天宝山等地分别有花岗岩和 Pb—Zn 矿化带分布。主要岩石类型和金属元素对应关系又都受 NE 向分布的伊通、敦化(浑—珲)、两江和夹皮沟—和龙等断裂的控制,主要沿断裂带及两侧分布。

5 夹皮沟金矿床的形成与地壳演化

太古代早期(>2900 Ma),夹皮沟地区普遍发育火山—沉积作用形成初始层状上壳岩系。由于地壳较薄,地幔对流上涌活跃,闪长岩类岩浆向上侵位形成古陆核。太古宙中晚期(2900 Ma~2557 Ma),陆核不断加厚和隆起,元古宙地层发生滑脱形成克拉通隆滑动力系统边缘绿片岩相韧—脆性剪切带,依韧性剪切对绿岩内金元素的萃取,形成克拉通边缘金矿化带(图 3A)。

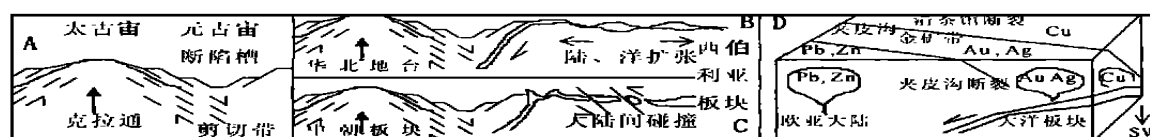


图 3 夹皮沟金矿带地壳演化图

古生代早期(610 Ma~300 Ma),随地壳固化程度增加和水平运动逐渐变为主导地位,吉黑地槽区产生大陆张裂(图 3B)。海西晚期西伯利亚板块与中朝板块动力系统间发生大陆碰撞,大面积古生代岩浆体上侵,东西向海龙—和龙超岩石圈断裂形成,原扩张环境形成的不同类型矿床与蛇绿岩带、岛弧带一起发生迁移和叠置(图 3C),沿内蒙集宁—吉林延吉断裂带形成大、中型铁、镍、钼和铅锌矿段。

中生代期间(230 Ma~80 Ma),大洋板块向欧亚大陆俯冲(图 3D),胶东地块向北北东方向移动,诱发一套叠加动力系统形成左型滑动的郯庐断裂和吉

林省辉发河断裂。在辉发河断裂南侧形成次一级北西向和北北东向共轭断裂,近东西向构造应力场使夹皮沟金矿带一直处于拉张状态。此时库拉板块位于大陆边缘之下,随俯冲深度和环境的不同,地幔流体、不同成份的岩浆和成矿物质沿夹皮沟拉张空间上侵。由大洋向大陆方向,上侵物质依次由钙碱性系列的花岗斑岩、安山岩;碱长花岗岩和花岗岩以及相对应有 Cu—Au, Ag—Pb, Zn 等共同构成侧向分带,夹皮沟地区则构成 Au、Ag 侧向分带的重要组成部分,一个中生代叠加构造岩浆动力系统内夹皮沟金成矿带形成。

6 结语

金矿床的形成并不是某一期构造运动所致,而是具多期性和整体性,即动力系统性。隆滑成对动力系统产生克拉通边缘金矿化带,挤压碰撞和不同性质(大洋、大陆)拉张正反动力系统形成超壳断裂和金矿化,太平洋板块俯冲、郿庐断裂滑移及区域NNE与NW向共轭控矿等多级动力系统叠加、岩浆活动、幔源流体加入形成吉林夹皮沟金矿床,成矿预测范围由原变质岩区可进入到夹皮沟断裂带上及两侧附近中生代花岗岩区。

[参考文献]

- [1] 於崇文,岑况,鲍征宇,等.成矿作用动力学[M].北京:地质出版社,1998,1~23.
- [2] 李人澍,朱华平.成矿系统的结构与聚矿功能[J].地学前缘:1999,6(1):103~113.
- [3] 翟裕生.论成矿系统[J].地学前缘,1999,6(1):13~27.
- [4] 陈毓川,裴荣富,宋天锐.中国矿床成矿系列初论[M].北京:地质出版社,1998.1,3,63~75.
- [5] Ю. Г. Сафонов 热液金矿床在独联体国家的分布及成矿系统的

产矿力[J].地质科学译丛,1998.15(1):26~31.

- [6] 邓军,翟裕生,杨立强,等.剪切带构造-流体-成矿系统动力学模拟[J].地学前缘(中国地质大学,北京),1999,6(1):115~127.
- [7] Groves D I. Metallogenic controls on Archean orogenic gold deposits worldwide and their significance to exploration[M]. Materials of 'Metallogeny, Fuel Resources, and Geodynamics of the North Asian Craton and Framing Orogenic belts' International Metallogenic Conference in Irkutsk, Russia, 1998. 95~96.
- [8] 李上森,于华.矿床地质研究的一些进展与问题[J].前寒武纪研究进展,1998,21(2):1~12.
- [9] 孙忠实,冯亚民,杨晓东,等.吉南板石沟地区前寒武纪构造韧变序列及地壳演化[J].中国区域地质,1999,18(4):383~390.
- [10] 王东方.中朝陆台北缘大陆构造地质[M].北京:地震出版社,1992,237,238,253.
- [11] A H G 米契尔, M S 加森.矿床与全球构造[M].北京:地质出版社,1986,225,83.
- [12] 查赫奇逊.矿床及其构造背景[M].北京:地质出版社,1990,162~180.
- [13] 孙忠实,冯亚民.吉林夹皮沟金矿床主成矿时代的确定及找矿方向[J].地球学报,1997,18(4):367~372.
- [14] 孙忠实,冯本智,青晓.吉林夹皮沟金矿稳定同位素地质及找矿方向[J].长春科技大学学报,1998,28(2):142~147.

DYNAMIC SYSTEM COLLISION, SUPERIMPOSING AND GOLD DEPOSIT FORMING IN JIAPIGOU FAULT BELT, JILIN PROVINCE

SUN Zhong-shi, DENG Jun, ZHAI Yu-sheng, FENG Ben-zhi

Abstract: Dynamic system is the studying key in gold metallization. It controls gold deposit forming all the time. Earth evolution and gold metallization in Jiapigou area are divided into three stages and three kinds of tectonic belts with the help of metallogenic dynamic system theory. The first one is the marginal gold mineralizing belt of rising-slipping dynamic system in the Archean-Proterozoic craton. A pair of dynamic system between uplifting Archean craton and extending or slipping Proterozoic sediments formed gold mineralizing ductile shear belts of the craton margin and then gold enriched initially. Dynamic system of the Hercynian subduction is the second kind of the south margin mineralizing belt. Continental rift and collision took place between Siberia plate and Chinese-Korea plate. The positive-negative dynamic system formed over earth crust-fault and gold mineralizes. The Mesozoic superimposing tectono-magmatic dynamic system forms the third kind of metallogenic belt. The Mesozoic Pacific plate subduction, TanLu fault slipping, NNE and NW struck conjugate ore-controlling structure form poly-level dynamic system superimposing. Magma activities and mantle origin fluid go up. Gold further enrich. Finally form Jiapigou gold deposit. The limits of metallogenic prognosis are that original metamorphic rock's area enter Jiapigou fault belt and the Mesozoic granite area by both sides of Jiapigou fault.

Key words: dynamic system, collision and superimposing, gold deposit, Jilin

[第一作者简介]



孙忠实(1952年-),男,1980年毕业于长春地质学院地质系普查专业并留校任教,1988年获构造硕士学位,1995年获矿床博士学位。现任吉林大学地球科学学院副教授,从事矿床学和构造学科研和教学工作。

通讯地址:吉林省长春市建设街79号 吉林大学地球科学学院矿床教研室 邮政编码:130061