



吉林省金矿成矿系列及区域成矿谱系

李斌¹, 孙伟国¹, 臧兴运¹, 陶传忠², 张明杨¹, 王福亮¹

1. 吉林省地质调查院, 吉林 长春 130000; 2. 中国地质调查局 沈阳地质调查中心, 辽宁 沈阳 110034

摘要: 通过对吉林省金矿的成矿规律总结, 为吉林省金矿找矿勘查提供新的参考。采用矿床的成矿系列理论和方法, 将吉林省主要金矿床厘定为 6 个矿床成矿系列、11 个矿床成矿亚系列、19 个矿床式。并结合吉林省区域地质构造发展史, 总结了吉林省金成矿作用的时空演化规律, 建立了金矿床区域成矿谱系。研究表明, 吉林省金矿床的形成具有时空不均衡性, 最重要的金成矿期为燕山期, 其次为五台期、中条期、华力西期、印支期; 最重要的金成矿带为夹皮沟成矿带, 其次为集安-老岭金成矿带、吉中地区金成矿带、延边地区金成矿带。

关键词: 金矿床; 矿床式; 矿床成矿系列; 成矿谱系; 吉林省

METALLOGENIC SERIES AND REGIONAL METALLOGENIC PEDIGREE OF GOLD DEPOSITS IN JILIN PROVINCE

LI Bin¹, SUN Wei-guo¹, ZANG Xing-yun¹, TAO Chuan-zhong², ZHANG Ming-yang¹, WANG Fu-liang¹

1. Jilin Institute of Geological Survey, Changchun 130000, China; 2. Shenyang Center of China Geological Survey, Shenyang 110034, China

Abstract: By summarizing the metallogenic regularity of gold deposits in Jilin Province, the study provides a new reference for gold prospecting in the area. Based on the metallogenic series theory and method, the main gold deposits in Jilin are assigned to 6 metallogenic series, including 11 metallogenic subseries with 19 deposit types. Combined with the development history of regional tectonics in Jilin, the paper discusses the spatiotemporal evolution rule of gold metallogenesis, and establishes the regional metallogenic pedigree of gold deposits. The results show that the formation of gold deposits in Jilin is unbalanced in time and space, with the most important gold mineralization period in Yanshanian, followed by Wutaian, Zhongtiao, Variscan and Indosinian periods, and the most significant gold metallogenic belt of Jiapigou metallogenic belt, followed by Ji'an-Laoling, central Jilin, and Yanbian metallogenic belts.

Key words: gold deposit; deposit type; metallogenic series; metallogenic pedigree; Jilin Province

0 引言

吉林省金矿资源丰富, 截至 2018 年, 吉林省共发

现金矿产地 275 处(岩金 230 处、砂金 45 处), 其中大

型矿床 7 个、中型矿床 26 个、小型矿床 109 个、矿点

收稿日期: 2023-03-22; 修回日期: 2024-04-11. 编辑: 张哲.

基金项目: 中国地质调查局项目“中国矿产地质志·吉林卷”(DD20190379).

作者简介: 李斌(1988—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事区域地质、成矿规律与预测等方面的研究, 通信地址 吉林省长春市高新北区明溪路 961 号, E-mail//53791239@qq.com

通信作者: 孙伟国(1988—), 男, 工程师, 主要从事区域地质及成矿规律研究, 通信地址 吉林省长春市高新北区明溪路 961 号, E-mail//464538234@qq.com

133个,累计查明资源储量排名居全国第15位^①。

本文在前人研究成果^[1-8]基础之上,采用矿床的成矿系列理论,通过对金矿床成矿系列和成矿谱系的厘定和建立,对吉林省金矿床成矿规律再做探索,以期为新一轮找矿突破战略行动提供有益参考。

1 吉林省金矿床成矿系列划分要素

矿床的成矿系列理论是以板块构造理论为基础,在空间、时间、成因上研究成矿规律的一种有效的理论方法^[2,9]。矿床成矿系列概念包括划分矿床成矿系列的要素:1)时间(同一构造阶段内);2)空间(相同地质环境);3)相同的地质成矿作用;4)矿床组合(有成因联系)。4个要素缺一不可^[10-11]。

1)时间:根据吉林省实际情况,以五台旋回(新太古代)、中条旋回(古元古代)、兴凯旋回(新元古代—始寒武世)、加里东旋回(早寒武世—晚志留世)、华力西旋回(末志留世—晚二叠世)、印支旋回(早三叠世—中三叠世)、燕山旋回(晚三叠世—早白垩世)、喜马拉雅旋回(晚白垩世至今)为基本时间单元。

2)空间:不同的演化阶段,Ⅲ级构造单元划分有所不同。五台旋回—四堡旋回(新太古代—中元古代),吉南龙岗地块为一个Ⅲ级构造单元;兴凯旋回—印支旋回(新元古代—中三叠世),可分为龙岗地块、龙岗地块北部陆缘活动带、松(嫩)佳(木斯)兴(凯)地块南部陆缘活动带3个Ⅲ级构造单元;燕山旋回—喜马拉雅旋回(晚三叠世至今),可划分为大兴安岭东部构造岩浆带、松嫩盆地、黑东—吉北构造岩浆带、辽东—吉南构造岩浆带4个Ⅲ级构造单元。

4)地质成矿包括5类矿床成矿作用:①岩浆成矿作用;②沉积成矿作用;③变质成矿作用;④表生成矿作用;⑤非岩浆、变质流体成矿作用。一些矿床成因不明,暂列入最后一类中^[12]。吉林省发现的矿床绝大多数属于前三类成矿作用。

5)矿床是成矿系列最基础的组成单位。一个矿床成矿系列应包括两个或以上有成因联系的矿床,且矿床规模至少有一个应为中型。本文以中型以上金矿床为主,特殊情况下也考虑小型、矿点以及少量银矿床。

2 吉林省金矿床成矿系列主要特征

在吉林省已发现的岩金矿床中,挑选出有代表性的33个金矿床。以此为基础,将金矿床厘定为6个矿床成矿系列、11个矿床成矿亚系列、19个矿床式(图1,表1)。

2.1 吉南地区与新太古代壳岩变质作用有关的金矿床成矿系列

本矿床成矿系列分布于吉南夹皮沟成矿带中段夹皮沟地区,矿床式为夹皮沟式 Au1,代表性矿床即夹皮沟金矿床。成矿作用与夹皮沟岩群新太古代末区域变质作用有关,矿石类型为含金石英脉型。矿体赋存于表壳岩中,并与表壳岩同步褶曲、同遭受破碎吞蚀、同呈缓倾角波浪起伏漂浮残留于大面积出露的TTG岩系上面^[12-13]。

年代学研究表明,围岩介于2 950~2 640 Ma之间,矿石介于2 475~2 452 Ma,即本成矿系列代表的夹皮沟金成矿带第一次成矿作用为新太古代晚期^[14-16]。

2.2 夹皮沟式 Au2

研究表明,夹皮沟地区矿石铅同位素模式年龄求得两阶段或三阶段模式年龄为:矿源层3 100~2 800 Ma,主成矿期2 600~2 500 Ma或(和)1 900~1 800 Ma,叠加成矿期250~150 Ma^[17-18]。其中1 900~1 800 Ma时段,夹皮沟成矿带上还没有相应的成矿事件相对应。

除含金石英脉型矿体外,夹皮沟成矿带上还发育蚀变糜棱岩型金矿体,自成矿带西部板庙子金矿床出现,沿成矿带断续分布于援朝沟、三道沟、老牛沟、小北沟、夹皮沟金矿床,一般不构成工业矿体,但在大架子金矿床比较发育,成为该矿床主要矿石类型之一^[19-21]。

该类矿体可见黄铁矿、黄铜矿、硅化石英等蚀变矿物沿糜棱叶理(C面理)分布,其空间展布随着叶理的变化而变化,十分协调,与围岩糜棱岩无明显界线,表现为中深构造层次特点^[22-24]。

研究表明,蚀变糜棱岩型金矿体可能形成于1 900~1 800 Ma左右,即古元古代末,是夹皮沟金成矿带第二次金成矿作用^[25-27]。

由于目前具有工业价值的矿床仅发现大架子金矿床一个,无法建立矿床成矿系列,而该期成矿作用在夹皮沟成矿带中又十分重要,故暂建立独立的矿床

①松权衡,等.吉林省矿产资源潜力评价成果报告.吉林省地质调查院,2013.

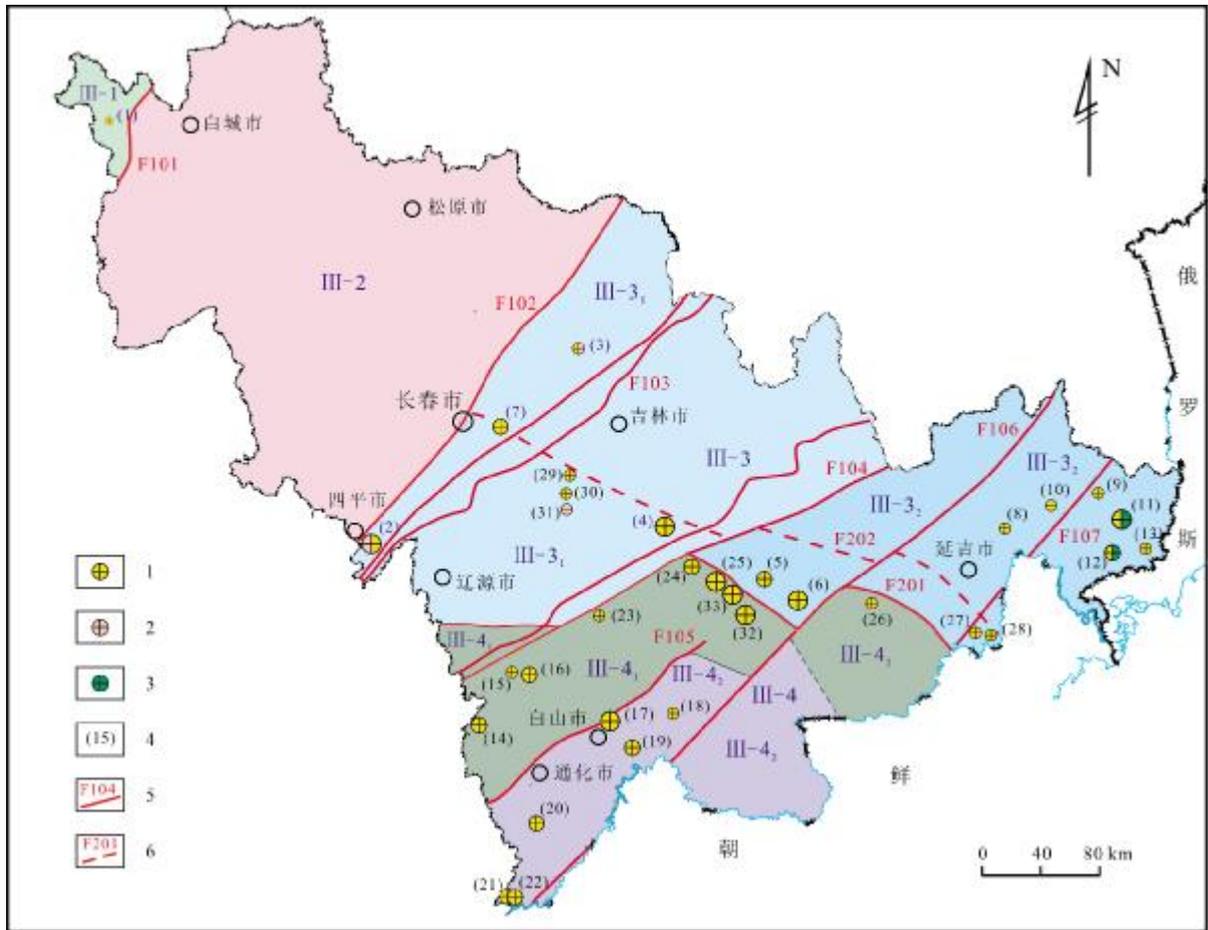


图 1 吉林省大地构造及主要金矿床分布简图

Fig. 1 Tectonic sketch map of Jilin Province with distribution of main gold deposits

I—滨太平洋构造域 (marginal-Pacific tectonic domain); II-1—东北构造岩浆省 (Northeast China tectonomagmatic province); II-2—华北构造岩浆省 (North China tectonomagmatic province); III-1—大兴安岭东部构造岩浆带 (East Daxinganling Mountains tectonic magma belt); III-2—松嫩盆地 (Songnen Basin); III-3—黑东-吉北构造岩浆带 (East Heilongjiang-North Jilin tectonomagma belt); III-3₁—吉中地区构造岩浆带 (Central Jilin tectonomagma belt); III-3₂—延边地区构造岩浆带 (Yanbian tectonomagma belt); III-4—辽东-吉南构造岩浆带 (East Liaoning-South Jilin tectonomagma belt); III-4₁—龙岗隆起 (Longgang uplift); III-4₂—辽吉古元古代构造带 (Liao-Ji Paleoproterozoic tectonic belt); 1—金矿床 (gold deposit); 2—银矿床 (silver deposit); 3—铜矿床 (copper deposit); 4—矿床编号 (矿床名称见表 1) (deposit number [names shown in Table 1]); 5—断裂带 (fault zone); 6—长春-延吉古亚洲洋对接带 (Changchun-Yanji Pale-Asian Ocean junction belt)

式——夹皮沟式 Au₂, 以表达古元古代末夹皮沟成矿带金成矿事件, 代表夹皮沟金成矿带第二次金成矿作用。

2.3 吉中-延边地区与华力西期海相火山岩建造有关的金矿床成矿系列

分布于吉中地区, 以永吉县头道川金矿床为代表, 此外还有磐石市小梨河金矿床、磐石市民主屯银矿床, 矿床式为头道川式, 含金石英脉与围岩接触界线清楚, 少数呈渐变过渡。赋矿围岩为石炭系下统余富屯组细碧角斑岩及大理岩, 为一套海相火山-沉积岩系。成矿作用与火山热液作用有关, 矿床类型为海相火山

岩型。

余富屯组细碧角斑岩全岩 Rb-Sr 等时年龄为 301±27 Ma^[28], 即华力西中期 (晚石炭世)。

2.4 吉中-延边地区与印支期陆相火山岩建造有关的金矿床成矿系列

分布于延边地区, 以龙井市开山屯寺洞金矿床为代表, 此外还有龙井市开山屯金谷山-后底洞金矿床, 矿床式为金谷山式, 矿石类型为低硫化物石英脉型、低硫化物蚀变岩型, 赋存于早三叠世的柯岛群凝灰质砾岩和含砾凝灰岩中^①。

①周晓东, 等. 吉林省区域地质志 (第二版). 出版中.

表 1 吉林省金矿床成矿系列划分表

Table 1 Metallogenic series of gold deposits in Jilin Province

矿床成矿系列	矿床亚系列	矿床式	主要矿床及编号	规模	
万宝-那金地区与燕山期岩浆活动有关的金矿床成矿系列	吉中地区与燕山晚期岩浆作用有关的金矿床成矿亚系列	牛栏山式	(1)洮南市牛栏山金银矿点	矿点	
		山门式	(2)四平市山门银金矿床 (3)吉林市八台岭金银矿床	大型 小型	
		二道甸子式	(4)桦甸市二道甸子金矿床	大型	
	吉中-延边地区与燕山期岩浆活动有关的金矿床成矿系列	吉中地区与燕山早期岩浆活动有关的金矿床成矿亚系列	松江河式	(5)敦化市松江河金矿床	中型
			海沟式	(6)吉林省安图县海沟金矿床	大型
		延边地区与燕山晚期岩浆作用有关的金矿床成矿亚系列	兰家式	(7)长春市二道区兰家金矿床	中型
			九三沟式	(8)汪清县闹枝沟金矿床 (9)汪清县九三沟金矿床	小型 小型
			刺猥沟式	(10)汪清县刺猥沟金矿床	小型
			小西南岔式	(11)珲春市小西南岔金矿床 (12)珲春市马滴达北山金铜矿床	大型 中型
	吉南地区与燕山期岩浆作用有关的金矿床成矿系列	与燕山晚期火山一次火山岩有关的金矿床成矿亚系列	前山式	(13)珲春市前山金矿床	小型
			香炉碗子式	(14)柳河县金厂沟金矿床 (15)梅河口市张家沟金矿床 (16)梅河口市香炉碗子金矿床	中型 小型 中型
		与燕山晚期中酸性侵入岩有关的金矿床成矿亚系列	金英式	(17)白山市江源区金英金矿床	大型
			荒沟山式	(18)白山市江源区小四平金矿床 (19)临江市荒沟山金矿床	小型 中型
金厂沟式			(20)集安市金厂沟金矿床 (21)集安市古马岭金矿床 (22)集安市门坎哨金矿床	中型 中型 中型	
夹皮沟式 Au3			(23)辉南县石棚沟金矿床 (24)桦甸市夹皮沟镇板庙子金矿床 (25)桦甸市老金厂金铁矿床 (26)和龙市金城洞金矿床	小型 中型 大型 小型	
			金谷山式	(27)龙井市开山屯金谷山-后底洞金矿床 (28)龙井市开山屯寺洞金矿床	小型 小型
吉中-延边地区与印支期陆相火山岩建造有关的金矿床成矿系列	头道川式	(29)永吉县头道川金矿床 (30)磐石市小梨河金矿床 (31)磐石市民主屯银矿床	小型 小型 小型		
		夹皮沟式 Au2	(32)夹皮沟金成矿带大架子金矿床	大型	
		夹皮沟式 Au1	(33)桦甸市夹皮沟金矿床	大型	
吉南地区与新太古代壳岩变质作用有关的金矿床成矿系列					

注:矿床编号同图 1.

柯岛组是以陆相火山喷发-沉积作用为主的富含 Au 的中酸性火山岩系,成矿作用与火山热液有关,矿床类型为陆相火山岩型^[29].

2.5 吉南地区与燕山期岩浆作用有关的金矿床成矿系列分布于吉南地区,可分为 3 个矿床成矿亚系列.

1)与燕山早期侵入岩、新太古代壳岩、韧脆性剪

切带有关金矿床成矿亚系列

本亚系列包括夹皮沟金成矿带上绝大多数矿床,矿床式为夹皮沟 Au3,以夹皮沟成矿带西部板庙子金矿床为代表.矿体为含金石英脉型,受脆性剪切裂隙控制.矿体与糜棱叶理有小角度交角,表现为中浅构造层次的特点.成矿作用是表壳岩、燕山期岩浆活动、

大砬子-夹皮沟断裂带构造活动综合作用的结果^[30-31]。

据统计,在夹皮沟成矿带,各种脉岩、金矿体等各类同位素测年数据,绝大多数位于 230~170 Ma^[32],显示夹皮沟金成矿带本次(第三次)成矿作用十分强烈。

2)与燕山晚期中酸性侵入岩有关的金矿床成矿亚系列

本亚系列分布于吉南地区辽吉裂谷分布区,亦称为集安-老岭金成矿带。其主要特点是成矿物质来源于围岩(老岭岩群或集安岩群),燕山晚期(主要为早白垩世)中酸性侵入岩主要提供成矿所需的气水热液^[33-37]。

包括3个矿床式:①金英式,以白山市江源区金英金矿床为代表;②荒沟山式,以临江市荒沟山金矿床为代表;③金厂沟式,以集安市金厂沟金矿床为代表。

3)与燕山晚期火山-次火山岩有关的金矿床成矿亚系列

本亚系列主要分布于吉南地区龙岗花岗岩基底隆起上燕山晚期火山-沉积盆地分布区,主要特点是成矿作用与火山-次火山岩活动有关,成矿物质与火山-次火山岩具有相同的来源^[38]。包括一个矿床式,即香炉碗子式,代表性矿床为梅河口市香炉碗子金矿床。

2.6 吉中-延边地区与燕山期岩浆活动有关的金矿床成矿系列

吉中-延边地区燕山期构造岩浆活动十分强烈,与之相关的成岩成矿作用时空差异明显。金矿床(点)可分为4个亚系列,9个矿床式。

1)延边地区与燕山早期岩浆活动有关的金矿床成矿亚系列

燕山早期(晚三叠世-早侏罗世),根据前人研究成果,发育珲春市前山金矿床,为该亚系列代表性矿床,即前山式。成矿作用与岩株状早侏罗世闪长岩侵入有关^[39]。

2)延边地区与燕山晚期岩浆活动有关的金矿床成矿亚系列

燕山晚期(晚侏罗世-早白垩世),延边地区火山-次火山岩及其有关的金矿床十分发育,形成独具特色的延边中生代火山-次火山岩金及多金属成矿带。该亚系列突出的特点是成岩成矿物质同源,可分为3个矿床式:①斑岩型,小西南岔式,以小西南岔金铜矿床为代表;②高硫化型,九三沟式,以汪清县九三沟金

矿床为代表;③低硫化型,刺猬沟式,以汪清县刺猬沟金矿床为代表。

3)吉中地区与燕山早期岩浆活动有关的金矿床成矿亚系列

吉中地区燕山早期岩浆活动强烈,可将长春市二道区兰家金矿床做为典型代表,即兰家式。兰家金矿床围岩为一套富含金、银等成矿元素的海相火山岩-碎屑岩-硅质建造(二叠统范家屯组),起矿源层作用。南泉眼岩体年龄为 211.5 Ma,提供成矿所需的气水热液^[40]。

4)吉中地区与燕山晚期岩浆活动有关的金矿床成矿亚系列

燕山晚期,吉中地区构造岩浆活动十分强烈,形成众多与岩浆作用有关的金(银)矿床。其共同特征是,以前中生代变质岩系为主要矿源层,岩浆活动提供成矿所需的气水热液^[5,41]。

共包括4个矿床式:①山门式,以四平市山门银金矿床为代表;②二道甸子式,以桦甸市二道甸子金矿床为代表;③松江河式,以敦化市松江河金矿床为代表;④海沟式,以安图县海沟金矿床为代表。

2.7 万宝-那金地区与燕山期岩浆活动有关的金矿床成矿系列

万宝-那金地区位于吉林省西部,燕山期成矿构造环境为大陆边缘火山-岩浆弧挤压造山环境。晚侏罗-早白垩世钙碱性中酸性岩浆活动强烈,成矿作用为与石英闪长岩有关的岩浆热液型矿床,矿床式为牛栏山式,代表性矿床为洮南市牛栏山金银矿点。

3 吉林省金矿床区域成矿谱系

将成矿单元作为横坐标,成矿旋回的历史顺序和成矿地质环境变化顺序做纵坐标(分列两侧),中间列出与成矿旋回和成矿地质环境相对应出现的金矿床成矿系列,构建金矿床成矿谱系图(图2)。

将大中小不同规模的矿床(点)分别赋值,大型20,中型5,小型1。则各矿床成矿(亚)系列综合得分为其所包含的各矿床赋值之和,大致可反映各成矿(亚)系列的成矿强度。

3.1 吉南克拉通成矿域

指吉林省南部龙岗地块,前新元古代克拉通基底演化阶段的成矿作用。

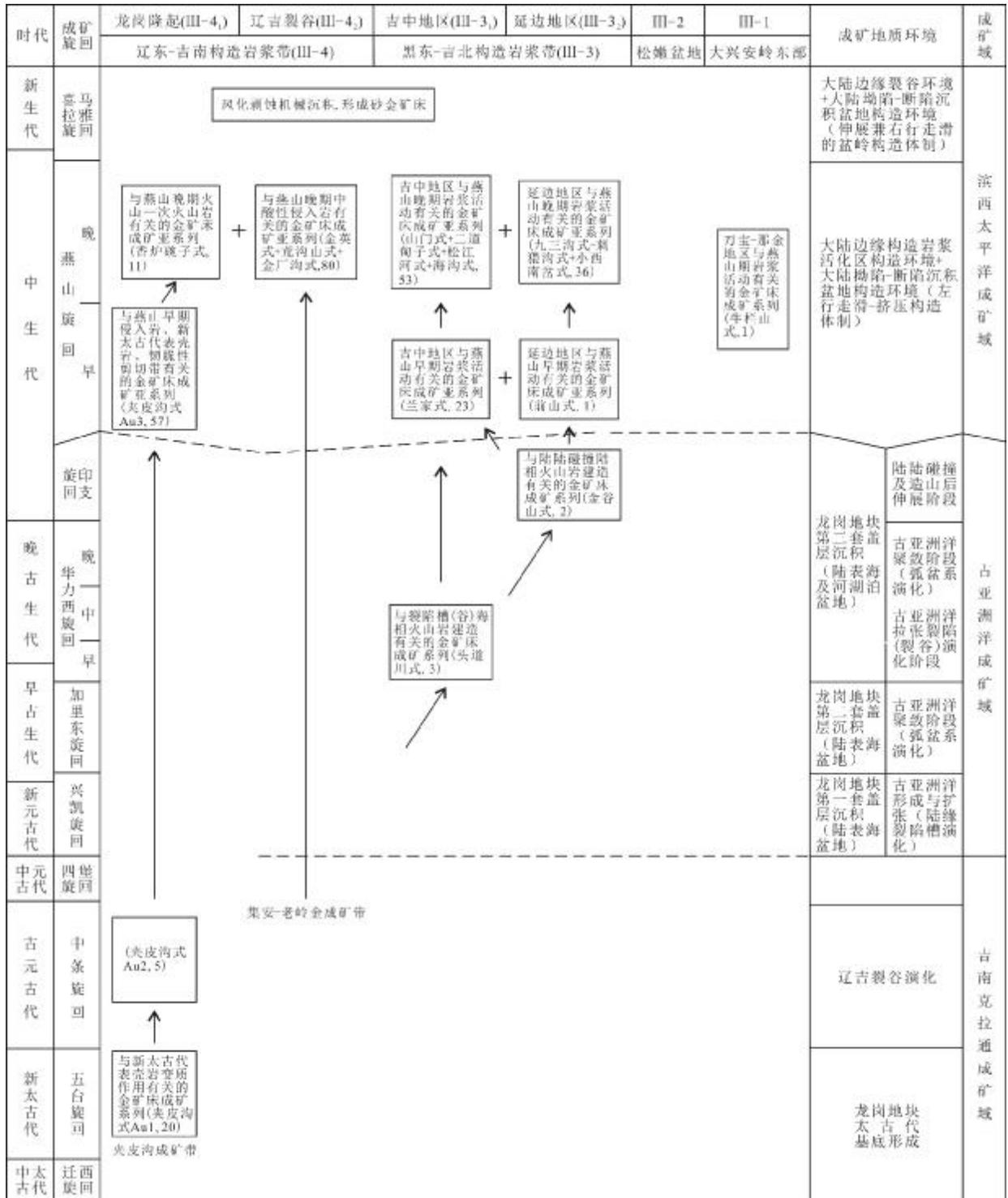


图 2 吉林省金矿床成矿谱系图

Fig. 2 Metallogenetic pedigree of gold deposits in Jilin Province

3.1.1 五台成矿旋回(新太古代)

龙岗地块初始克拉通化阶段. 新太古代初辽吉古陆核裂解, 在微陆块边缘及洋盆间形成富含金元素的基性火山-沉积硅铁建造. 新太古代末各微陆块拼合

造山期后区域变质作用形成夹皮沟式 Au1.

该成矿旋回形成 1 个矿床成矿系列即吉南地区与新太古代壳岩变质作用有关的金矿床成矿系列, 1 个矿床式即夹皮沟式 Au1 (如图 1、表 1 所示), 包括一

个大型金矿床夹皮沟金矿床. 综合分值 20.

3.1.2 中条成矿旋回(古元古代)

龙岗地块成熟克拉通化阶段, 吉南地区以辽吉古元古代裂谷演化为特征.

该成矿旋回形成 1 个独立的矿床式, 即夹皮沟式 Au₂(如图 1、表 1 所示), 包括一个中型金矿床即桦甸市大架子金矿床. 综合分值为 5.

3.1.3 四堡成矿旋回(中元古代)

龙岗地块上的二道白河岩群成岩成矿作用正在讨论中.

3.2 古亚洲洋成矿域

指吉林省全境, 新元古代至中三叠世成岩成矿作用, 包括兴凯、加里东、华力西、印支 4 个成矿旋回. 兴凯成矿旋回、加里东成矿旋回暂未发现金矿床.

3.2.1 海西成矿旋回(末志留世—晚二叠世)

海西早中期(末志留世—晚石炭世), 古亚洲洋处于晚志留世未闭合后的拉伸裂陷状态, 形成吉中—延边地区与华力西期海相火山岩建造有关的金矿床成矿系列(如图 1、表 1 所示), 包括 3 个小型金(银)矿床. 综合得分为 3.

3.2.2 印支成矿旋回(早—中三叠世)

印支期古亚洲洋处于陆陆碰撞及造山后伸展构造演化阶段, 形成延边地区与印支期陆相火山岩建造有关的金矿床成矿系列(如图 1、表 1 所示), 包括 2 个小型矿床. 综合分值 2.

3.3 滨西太平洋成矿域

3.3.1 燕山成矿旋回(晚三叠世—早白垩世)

1) 吉南地区与燕山期岩浆作用有关的金矿床成矿系列

该矿床成矿系列包括 3 个亚系列, 5 个矿床式.

与燕山早期侵入岩、新太古代壳岩、韧性剪切带有关的金矿床成矿亚系列, 矿床式为夹皮沟式 Au₃. 除图 1、表 1 所示矿床外, 还有桦甸市三道沟援朝沟—菜抢子金矿床(中型)、桦甸市大线沟金矿床(中型)、和龙市和安金矿床(中型)、和龙市沙金沟金矿床(中型)、桦甸市二道岔金矿床(小型)、桦甸市小北沟东山金矿床(小型)、桦甸市马家店金矿床(小型)、桦甸市金峰金矿床(小型)、安图县旭阳屯金矿床(小型)、安图县金星金矿床(小型)、和龙市金城洞金矿床(小型)、和龙市积水洞金矿床(小型)等, 共计包括 1 个大型、5 个中型、

12 个小型金矿床. 综合分值 57.

与燕山晚期(晚侏罗世—早白垩世)中酸性侵入岩有关的金矿床成矿亚系列, 矿床式为金厂沟式、荒沟山式、金英式. 除图 1、表 1 所示矿床外, 还有集安市金厂沟西岔金矿床(中型)、白山市刘家堡子—狼洞沟金银矿床(中型)、通化县南岔金矿床(中型)、临江市八里沟金矿床(小型)、白山市双顶沟岭金矿床(小型)、通化县复兴村金矿床(小型)、集安市活龙金矿床(小型)等, 共计 1 个大型、7 个中型、25 个小型矿床. 综合分值 80.

与燕山晚期(晚侏罗世—早白垩世)火山—次火山岩有关的金矿床成矿亚系列, 矿床式为香炉碗子式(如图 1、表 1 所示), 包括 2 个中型、1 个小型金矿床. 综合分值 11.

综上, 本矿床成矿系列综合分值为 148.

2) 吉中—延边地区与燕山期岩浆活动有关的金矿床成矿系列

该矿床成矿系列包括 4 个亚系列, 9 个矿床式.

延边地区与燕山早期岩浆活动有关的金矿床成矿亚系列, 矿床式为前山式(如图 1、表 1 所示), 包括 1 个小型金矿床. 综合分值 1.

延边地区与燕山晚期岩浆作用有关的金矿床成矿亚系列, 矿床式为小西南岔式、刺猬沟式、九三沟式. 除图 1、表 1 所示外, 还有汪清县杜荒岭金矿床(小型)、珲春市农坪金矿床(小型)、珲春市杨金沟金矿床(小型)、珲春市六道沟金铜矿床(小型)、龙井市石井金银矿床(小型)等, 计 1 个大型、1 个中型、11 个小型矿床. 综合分值 36.

吉中地区与燕山早期岩浆活动有关的金矿床成矿亚系列, 矿床式为兰家式. 除图 1、表 1 所示外, 还有磐石市粗榆金矿床(中型)、桦甸市桦树金铋矿床(中型)、桦甸市大秃顶子金铋矿床(中型)、磐石市兴隆沟金银矿床(小型)、桦甸市横道河子金矿床(小型)等, 计 4 个中型、3 个小型矿床. 综合分值 23.

吉中地区与燕山晚期岩浆作用有关的金矿床成矿亚系列, 矿床式为海沟式、松江河式、二道甸子式、山门式, 除图 1、表 1 所示外, 还有长春市山河金矿床(小型), 计 2 个大型、2 个中型、3 个小型金矿床. 综合分值 53.

综上, 本矿床成矿系列综合分值为 113.

3) 万宝—那金地区与燕山期岩浆活动有关的金矿

床成矿系列

该矿床成矿系列,矿床式为牛栏山式,包括一个金银矿点,综合分值暂为1.

3.3.2 喜马拉雅成矿旋回(晚白垩世至今)

喜马拉雅期,金的成矿作用主要为风化剥蚀搬运沉积.在沟谷中形成砂金矿床.

4 吉林省金成矿作用时空演化规律

如图2,燕山期(晚三叠世—早白垩世)是吉林省最重要的金成矿期,综合分值为262;其次是五台期(新太古代),综合分值20;再次是中条期(古元古代),综合分值5.华力西期(末志留世—晚二叠世)、印支期(三叠纪)金成矿作用较弱.

吉南龙岗地块,即辽东—吉南构造岩浆带(Ⅲ-4).龙岗隆起(Ⅲ-4₁)区夹皮沟成矿带包括五台期(新太古代)、中条期(古元古代)、燕山期(晚三叠世—早白垩世)金成矿作用,综合分值为82;龙岗隆起上中生代火山—次火山沉积盆地燕山期金成矿作用发育,综合分值为11;辽吉裂谷(Ⅲ-4₂)区集安—老岭金成矿带燕山期金成矿作用发育,综合分值为80.整个辽东—吉南构造岩浆带综合分值为174.

吉林省境内金成矿作用主要集中于黑东—吉北构造岩浆带(Ⅲ-3).吉中地区(Ⅲ-3₁)华力西期金成矿作用较弱,综合分值为3;燕山期金成矿作用较强,综合分值为76.吉中地区总分为79.延边地区(Ⅲ-3₂)印支期金成矿作用较弱,综合分值为2;燕山期金成矿作用较强,综合分值为37.延边地区总分为39.整个黑东—吉北构造岩浆带综合分值为118.

由此可以大致确定,吉林省境内夹皮沟成矿带金成矿作用较强,综合分值为82.其他依次为集安—老岭金成矿带(80)、吉中地区金成矿带(79)、延边地区金成矿带(39).

时空演化交汇处,应为重要的金成矿作用和找矿方向.由图2可知,夹皮沟金成矿带重要成矿期为燕山期、五台期,则夹皮沟式 Au₃、夹皮沟式 Au₁ 为主要找矿方向;集安—老岭成矿带金成矿作用集中于燕山期,则金英式、荒沟山式、金厂沟式为主要找矿方向.类似地,吉中地区则应以山门式、二道甸子式、松江河式、海沟式为主要找矿方向,延边地区则应以九三沟式、刺猬沟式、小西南岔式为主要找矿方向.

5 结论

1) 吉林省金矿床可划分为6个矿床成矿系列,11个矿床成矿亚系列,19个矿床式.

2) 吉林省最重要的金成矿期为燕山期,其后依次为五台期、中条期、华力西期、印支期.

3) 吉林省最重要的金成矿带为夹皮沟成矿带(找矿方向应为夹皮沟式 Au₃、夹皮沟式 Au₁),其后依次为集安—老岭金成矿带(找矿方向应为金英式、荒沟山式、金厂沟式),吉中地区金成矿带(找矿方向应为山门式、二道甸子式、松江河式、海沟式),延边地区金成矿带(找矿方向应为九三沟式、刺猬沟式、小西南岔式).

参考文献(References):

- [1] 陈毓川,王登红,陈郑辉.重要矿产和区域成矿规律研究技术要求[M].北京:地质出版社,2010:1-183.
Chen Y C, Wang D H, Chen Z H. Technical requirements for research of national important minerals and regional metallogenic regularity[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2010: 1-183. (in Chinese)
- [2] 陈毓川,王登红,朱裕生,等.中国成矿体系与区域成矿评价[M].北京:地质出版社,2007:1-1005.
Chen Y C, Wang D H, Zhu Y S, et al. Chinese mineralization system and assessment of regional mineralization[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007: 1-1005.
- [3] 王登红,徐志刚,盛继福,等.全国重要矿产和区域成矿规律研究进展综述[J].地质学报,2014,88(12):2176-2191.
Wang D H, Xue Z G, Sheng J F, et al. Progress on the study of regularity of major mineral resources and regional metallogenic regularity in China: A review[J]. Acta Geologica Sinica, 2014, 88(12): 2176-2191.
- [4] 彭玉鲸,陈尔臻,张宁克.成矿地质事件浅析[J].吉林地质,2003,22(3):1-11.
Peng Y J, Chen E Z, Zhang N K. A preliminary study on the ore-forming geologic events[J]. Jilin Geology, 2003, 22(3): 1-11.
- [5] 彭玉鲸,翟玉春,张鹤鹤.吉林省晚印支期—燕山期成矿事件年谱的拟建及特征[J].吉林地质,2009,28(3):1-5,14.
Peng Y J, Zhai Y C, Zhang H H. Age determination and characteristics of the Late Indosinian-Yanshanian metallogenic events of Jilin Province[J]. Jilin Geology, 2009, 28(3): 1-5, 14.
- [6] 齐成栋,张永焕,彭玉鲸,等.吉林省成矿规律与预测的新认识[J].世界地质,2017,36(3):850-861.
Qi C D, Zhang Y H, Peng Y J, et al. New understanding of metallogenic regularities and prediction of Jilin Province[J]. Global Geology, 2017, 36(3): 850-861.
- [7] 刘兴桥,彭玉鲸,殷长建,等.吉林省晚三叠世—早白垩世花岗岩

- 类三大成因构造类型及其地质找矿意义[J]. 吉林地质, 2010, 29(1): 1-4, 8.
- Liu X Q, Peng Y J, Yin C J, et al. Three genetic-tectonic types and their mineral prospecting significances of Late Triassic-Early Cretaceous granites in Jilin Province[J]. Jilin Geology, 2010, 29(1): 1-4, 8.
- [8]曹丽华, 曹会, 张廷秀. 吉林省夹皮沟金铁找矿远景区遥感地质特征及找矿预测[J]. 地质与资源, 2014, 23(6): 535-538.
- Cao L H, Cao H, Zhang T X. Remote sensing geology and prospecting guide of the Jiapigou gold-iron prospective area in Jilin Province. Geology and Resources, 2014, 23(6): 535-538.
- [9]陈毓川. 矿床的成矿系列[J]. 地学前缘, 1994, 1(3/4): 90-94.
- Chen Y C. Metallogenic series of ore deposits [J]. Earth Sciences Frontiers, 1994, 1(3/4): 90-94.
- [10]陈毓川, 裴荣富, 王登红, 等. 矿床成矿系列——五论矿床的成矿系列问题[J]. 地球学报, 2016, 37(5): 519-527.
- Chen Y C, Pei R F, Wang D H, et al. Minerogenetic series for mineral deposits: Discussion on minerogenetic series (V) [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2016, 37(5): 519-527.
- [11]杨明桂, 姚星堂, 黄永泉, 等. 中国矿产地质志省级矿产地质志编技术要求[M]. 北京: 中国矿产地质志项目办公室, 2015: 1-232.
- Yang M G, Yao X T, Hang Y Q, et al. Technical requirements for the research and compilation of Mineral Geology of China at provincial level[M]. Beijing: China Mineral Geology Project Office, 2015: 1-232. (in Chinese)
- [12]董第光, 尤彬, 薄继荣. 夹皮沟金矿集中区构造演化及其控矿作用[J]. 黄金, 2000, 21(10): 1-7.
- Dong G D, Kang B, Bo J R. The structural evolution of Jiapigou gold deposit concentration area and its ore-controlling process [J]. Gold, 2000, 21(10): 1-7.
- [13]孙胜龙. 夹皮沟剪切带化学成分演化研究[J]. 长春地质学院学报, 1992, 22(4): 378-385.
- Sun S L. Shear zones and their composition variation in Jiapigou gold deposits, Jilin Province[J]. Journal of Changchun University of Earth Sciences, 1992, 22(4): 378-385.
- [14]赵明洲, 孙武. 吉林省桦甸县苇厦子-老牛沟一带上太古界三道沟群的划分[J]. 吉林地质, 1983(4): 31-41.
- Zhao M Z, Sun W. Division of the Late Archean Sandaogou Group in Weishazi-Laoniugou of Huadian County, Jilin Province[J]. Jilin Geology, 1983(4): 31-41.
- [15]戴新义, 刘建民, 陈洪江. 华北地台北缘东段晚太古—早元古宙地质特征[J]. 吉林地质, 1986(3): 11-21.
- Dai X Y, Liu J M, Chen H J. The geological features of the Late Achaean-Early Proterozoic in the east section of the northern edge of the North China Platform[J]. Jilin Geology, 1986(3): 11-21.
- [16]李俊建, 沈保丰, 毛德宝, 等. 吉林夹皮沟金矿成矿时代的研究[J]. 地质学报, 1996, 70(4): 335-341.
- Li J J, Shen B F, Mao D B, et al. Metallogenic epochs of the Jiapigou gold deposit, Jilin[J]. Acta Geologica Sinica, 1996, 70(4): 335-341.
- [17]王义文. 夹皮沟金矿床同位素地质学研究[J]. 地球科学——武汉地质学院学报, 1984, 27(4): 25-36.
- Wang Y W. A study of isotopic geology of Jiapigou gold deposits[J]. Earth Science, 1984, 27(4): 25-36.
- [18]王义文. 我国主要类型金矿床同位素地质学研究[J]. 地质论评, 1982, 28(2): 108-117.
- Wang Y W. The isotopic study of major types of gold deposits of China[J]. Geological Review, 1982, 28(2): 108-117.
- [19]侯树恒. 吉林六批叶沟金矿床的发现及其地质意义[J]. 吉林地质, 2005, 24(1): 34-38, 50.
- Hou S H. The discovery of the Liupiyegou gold deposit and its geological significance[J]. Jilin Geology, 2005, 24(1): 34-38, 50.
- [20]贺云鹏. 吉林省夹皮沟矿集区六批叶田金成矿作用研究[D]. 长春: 吉林大学, 2018: 1-143.
- He Y P. Research on gold metallogenesis of the Liupiyegou orefield of the Jiapigou gold ore district in Jilin Province[D]. Changchun: Jilin University, 2018: 1-143.
- [21]侯树恒. 吉林六批叶沟含金剪切带地质特征[J]. 矿产与地质, 2003, 17(5): 589-593.
- Hou S H. Geologic features of the Liupiyegou gold-bearing shear zone, Jilin[J]. Mineral Resources and Geology, 2003, 17(5): 589-593.
- [22]臧兴运. 吉林省桦甸市板庙子金矿及外围控矿地质条件与靶区预测[D]. 长春: 吉林大学, 2007: 1-144.
- Zang X Y. The ore-controlling conditions and target prognosis of Banmiaozhi gold district and its periphery in Huadian City of Jilin Province[D]. Changchun: Jilin University, 2007: 1-144.
- [23]姜建军, 胡朗, 孙萍, 等. 吉林省溜河地区金矿成矿规律探讨[J]. 黄金, 2009, 30(8): 15-18.
- Jiang J J, Hu L, Sun P, et al. Discussion on the rules of gold mineralization in Liuhe district, Jilin Province[J]. Gold, 2009, 30(8): 15-18.
- [24]臧兴运, 姜建军, 李德洪, 等. 夹皮沟金成矿带成矿模式讨论[J]. 吉林地质, 2020, 39(3): 1-14, 28.
- Zang X Y, Jiang J J, Li D H, et al. Discussion on metallogenic model of Jiapigou gold metallogenic belt[J]. Jilin Geology, 2020, 39(3): 1-14, 28.
- [25]孙晓明, 徐克勤, 任启江. 吉林夹皮沟金矿区北西向韧性剪切带构造变形特征研究[J]. 南京大学学报(地科版), 1992, 4(1): 41-49.
- Sun X M, Xu K Q, Ren Q J. Study on structural deformation characteristics of NW ductile shear zone in Jiapigou Gold mining area, Jilin Province[J]. Journal of Nanjing University (Geomatics), 1992, 4(1): 41-49.
- [26]孙晓明, 徐克勤, 任启江. 吉南夹皮沟金矿带鞍山群的解体及主要地质事件序列的建立[J]. 地层学杂志, 1995, 19(3): 229-236.

- Sun X M, Xu K Q, Ren Q J. Disintegration of the Archaean "Anshan Group" and establishment of major geological event succession in Jiapigou gold metallogenic belt, S. Jilin[J]. *Journal of Stratigraphy*, 1995, 19(3): 229-236.
- [27] 刘大瞻, 曲森, 刘跃文, 等. 五道溜河序列的建立及其地质意义[J]. *吉林地质*, 1994, 13(1): 51-59.
- Liu D Z, Qu S, Liu Y W, et al. Establishment of the Wudaoliuhe stratigraphic sequence and its geological significance [J]. *Jilin Geology*, 1994, 13(1): 51-59.
- [28] 李之彤, 李长庚, 赵春荆, 等. 吉林省磐石-双阳地区金银多金属矿床地质特征、成矿条件和找矿方向[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1994: 1-56.
- Li Z T, Li C G, Zhao C J, et al. Geological characteristics, metallogenic conditions and prospecting direction of the Au-Ag polymetallic deposit in Panshi-Shuangyang area, Jilin Province[M]. Changchun: Jilin Science and Technology Press, 1994: 1-56. (in Chinese)
- [29] 秦务真. 吉林省延边金谷山金矿床成矿地质条件及找矿方向研究[D]. 长春: 吉林大学, 2004: 1-68.
- Qin W Z. The geological condition of ore-forming and direction of exploration study for Jingushan Au-deposit in Yanbian area, Jilin Province[D]. Changchun: Jilin University, 2004: 1-68.
- [30] 于景山. 吉林板庙子金矿地质特征及隐伏矿体预测[D]. 长春: 吉林大学, 2018: 1-112.
- Yu J S. Geological characteristics and prospecting on blinded ore bodes of Banmiaozhi Gold deposit, Jilin province [D]. Changchun: Jilin University, 2003: 1-68.
- [31] 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.
- Sun Z S, Feng B Z, Qing X. The stable isotopic geology and exploration direction of the Jiapigou gold ore deposit, Jilin Province [J]. *Journal of Changchun University of Science and Technology*, 1998, 28(2): 142-147.
- [32] 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——中国地质科学院院报*, 1997, 18(4): 367-372.
- Sun Z S, Feng Y M. Main minerogenetic epoch, determine and exploratory direction of Jiapigou gold deposit, Jilin[J]. *Acta Geoscientia Sinica: Bulletin of the Chinese Academy of Geological Sciences*, 1997, 18(4): 367-372.
- [33] 刘文香, 满永路, 王兴昌. 吉林省白山市金英金矿床地质特征及成因探讨[J]. *地质与资源*, 2009, 18(4): 279-283.
- Liu W X, Man Y L, Wang X C. Geology and genesis of the Jinying gold deposit in Jilin Province[J]. *Geology and Resources*, 2009, 18(4): 279-283.
- [34] 邢延安, 朱航, 杨静, 等. 金英金矿成矿阶段化分初探[J]. *吉林地质*, 2012, 31(1): 33-34.
- Xing Y A, Zhu H, Yang J, et al. Metallogenic stages division of Jinying gold deposit[J]. *Jilin Geology*, 2012, 31(1): 33-34.
- [35] 刘劲鸿. 对老岭群花山组与珍珠门组接触带和荒沟山金矿成因新认识[J]. *长春地质学院学报*, 1994, 24(1): 21.
- Liu J H. A new understanding to the contact zone between Huashan Formation and Zhenmen Formation of Laoling Group and the genesis of Huanggoushan gold deposit[J]. *Journal of Changchun University of Earth Sciences*, 1994, 24(1): 21. (in Chinese)
- [36] 刘金龙, 孙丰月, 王力, 等. 吉林省老岭成矿带南岔和荒沟山金矿床成因[J]. *成都理工大学学报(自然科学版)*, 2019, 46(6): 722-733.
- Liu J L, Sun F Y, Wang L, et al. Genesis of Nancha and Huanggoushan gold deposits in the Laoling metallogenic belt, Jilin, China [J]. *Journal of Chengdu University of technology (science & Technology Edition)*, 2019, 46(6): 722-733.
- [37] 冯守忠. 西岔、金厂沟金矿床地质特征及成矿机理[J]. *黄金科学技术*, 2000, 8(3): 29-35.
- Feng S Z. The geological character and metallogenic mechanism of the Xicha Ginchangou gold deposit[J]. *Gold Science and Technology*, 2000, 8(3): 29-35.
- [38] 李长顺, 于文卿. 香炉碗子金矿床稳定同位素特征[J]. *吉林地质*, 1996, 15(1): 46-53.
- Li C S, Yu W Q. Stable isotope characteristics of the Xiangluwanzi gold deposit[J]. *Jilin Geology*, 1996, 15(1): 46-53.
- [39] 赵华伟, 李德洪, 臧兴运, 等. 吉中-延边地区燕山期岩浆作用与矿床成矿系列研究[J]. *地质学报*, 2020, 94(1): 241-254.
- Zhao H W, Li D H, Zang X Y, et al. A study of magmatism and ore deposit series of Yanshanian magmatism in the Central Jilin-Yanbian area[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2020, 94(1): 241-254.
- [40] 张文博. 吉林省兰家金矿床地质特征及控矿地质条件[J]. *有色金属矿产与勘查*, 1998, 7(1): 11-16.
- Zhang W B. Geology and metallogenic condition of the Lanjia gold deposit, Jilin [J]. *Geological Exploration for Non-Ferrous Metals*, 1998, 7(1): 11-16.
- [41] 赵明. 吉林省四平山门银矿床地质特征及深部、外围成矿预测[D]. 长春: 吉林大学, 2005: 1-112.
- Zhao M. Geological characteristics and metallogenic prognosis in deep and periphery in Shanmen silver deposit of Siping City, Jilin Province [D]. Changchun: Jilin University, 2005: 1-112.