辽宁早前寒武纪金、铜、铅、锌(银)矿床的变质成矿系列研究*

王和胜
(辽宁地质矿产研究院,沈阳,110032)

摘 要 金、铜、铅、锌(银)矿是辽宁地区的优势矿种,过去和现在都曾从多个不同角度或多个方面予以研究论述,但从成矿系列理论研究则是作者(1994)在Ⅱ轮区划工作中所做的一种新的尝试。根据程裕淇先生的成矿系列理论,辽宁地区早前寒武纪变质岩系中的金、铜、铅、锌(银)矿床属变质成矿系列组合,可进一步划分为三个成矿系列,六个成矿亚系列,九个矿床(种)类型和十二个矿床式。成矿系列特征表明:成矿物质与原岩的含矿性关系非常密切,成矿物质或元素具有随原岩建造时空演化而演化的特点,成矿具有鲜明的专属性和层控性,是典型或比较典型的层控变质矿床。金矿床的形成和分布均与韧性剪切带及其糜棱岩有关,表明辽宁前寒武纪金矿床的形成不仅与变质作用有关,而且韧性剪切作用也是极其重要的成矿条件;铜、锌(银)和铅、锌(银)矿床以块状硫化物型为主,其成矿多与火山作用关系十分密切,变质作用过程中,发生重就位或再富集,或热液交代富集成矿。由太古宙至早元古代不同成矿系列或成矿亚系列中的矿床具有自下而上有序的空间分布规律。

关键词 辽宁 成矿系列 金、铜、铅、锌(银)矿床

1 成矿系列的概念及其划分原则

成矿系列理论是由我国著名地质学家程裕淇先生(1979)提出并加以系统论述的[1,2]。

程裕淇先生早在50—70年代研究我国铁矿成矿作用时发现:"在一定地质单元内铁矿以及其它矿产的一些成因类型,虽往往形成于同一成矿期,并受相同的主要地质作用的制约而产生的,但由于形成的具体地质背景的不同及其所反映的空间或时间上的一定差别,实质上是形成条件有所不同而在区域成矿的发生、发展上又有内在联系的一组矿床类型,因此,它们构成一定的矿床类型组或类型组合。"在这一研究成果基础上,进一步由铁矿拓展到许多其它地质背景中形成的不同矿产的成矿分析,发现它们也是适应的,从而引伸出成矿系列的概念①。

* 收稿日期:1998-08-13
作者简介:王和胜,男,1958年生,高级工程师,从事成矿预测研究

① 铁矿"类型组"、"类型组合"、"成矿地质组合"等名词,系程裕淇于1975年6月—7月在长春绥化、谢尔塔拉、鞍山等地的几次报告会上提出,同年12月程裕淇、赵一鸣、陆松年在"中国几组主要铁矿类型"初稿中,提出了"铁矿成矿系列"概念,"成矿系列"系根据陶思亮建议,从"类型组合"修改而来。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

由于成矿系列概念的理论基础包括两个主要方面：一是在同一成矿期、同一地区由于具体地质背景的差异，可以形成一系列有内在联系的矿床类型组合；二是不同成矿期、不同地区，但具有相似的地质背景时，这种矿床类型组合可以大致重复出现。因此，应用成矿系列概念，在充分了解一个地区区域地质背景和成矿特征前提下，矿床类型组合中每个单一的矿床类型常可作为其它矿床类型的区域性或一个矿区内的找矿标志，从而提高了找矿工作的科学预见性，这对开展普查找矿、寻找隐伏矿床及区域成矿预测，无疑是有益处的。

辽宁地区金、铜、铅、锌(银)矿床变质成矿系列研究是以程裕淇先生等(1991)《矿床的成矿系列问题》[①]为理论基础，遵循"矿床成矿系列是根据综合地质条件来划分的，但区分不同级别的成矿系列，其着重点有所不同，主要决定于各自的共同特征"的基本原则，同时结合辽宁地区矿床发育状况和整体研究水平，充分反映和着重体现本地区矿床特色，将辽宁早前寒武纪变质岩地区金、铜、铅、锌(银)矿床划分为成矿系列组合、成矿系列、成矿亚系列、矿床(种)类型、矿床式和矿床等六个级别。

成矿系列组合：是以三大岩类(沉积岩、岩浆岩、变质岩)生成环境所具有的各自地质特征、物理和化学条件，使一定时间(成岩、成矿时期)、一定空间(大地构造背景、古构造环境)和一定的物质(成矿元素)得以富集成一定矿床，并具有一定的基本共同特性。该富集过程是矿床形成的关键环节，其特征反映了不同的地质背景。因此，将它们作为划分成矿系列组合的依据。成矿系列组合的名称分别与三大成岩作用相对应。因此，有三个组合，即与沉积作用相关的称沉积成矿系列组合，与岩浆作用相关的称岩浆成矿系列组合，与变质作用相关的称变质成矿系列组合。

成矿系列：是成矿系列组合的再划分，其划分原则是以具体成岩、成矿地质条件为依据，进一步考虑成矿时间、地质背景、构造环境、成矿作用特点等。

成矿亚系列：划分依据是在一定构造单元内，各种具有内在联系的地质因素间相互作用下，形成一定的矿床类型组合，并控制了成矿物质(元素组合)在时空展布上的演化。因此，成矿亚系列的划分更着重于在一定地区同一成矿期的地质背景条件和成矿物质特征，突出或强调了含矿或成矿建造的成矿专属性，成矿作用的过程和方式及标志矿床成因的特征等，成矿亚系列的名称较成矿系列更具体。

矿床(种)类型：是指在同一成矿系列或亚系列内特定的矿床(种)组合。**矿床式**是指在同一成矿系列、亚系列或矿床(种)类型内具有相似矿床特征的代表性矿田、矿区或矿床。**矿床**是成矿系列最基本的成员单位。

根据矿床成矿背景、地质构造环境、含矿岩系及其原岩建造、成矿时代、矿床类型及其组合，将辽宁地区与早前寒武纪变质岩系或变质作用有关的金、铜、铅、锌(银)及相关矿床分为三个成矿系列、六个成矿亚系列、九个矿床(种)类型、十二个矿床式，见表1、表2、图1。

限于本文的研究内容及篇幅，以下仅就变质成矿系列组合中与早前寒武纪变质岩系有关的金、铜、铅、锌(银)及其相关矿床的成矿系列、成矿亚系列或矿床(种)类型特征、时空演化规

① 中国地质科学院成矿远景区划室编印(1991). 地质技术人员培训教材《矿床的成矿系列问题》. 程裕淇，陈毓川，赵一鸣，宋天锐

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

律和相互间的内在联系等予以论述。

表1 辽宁早前寒武纪金、铜、铅、锌(银)矿床变质成矿系列划分表

Table 1 Devision of Early Precambrian Au Cu Pb Zn(Ag) ore deposits from metamorphic metallogenic series in Liaoning

成矿系列	成矿亚系列	矿床(种)类型	矿床式及代号
受变质沉积成矿系列	早元古代碳酸盐岩浊积岩系中的层控铅锌矿床成矿亚系列		张家堡子式(Zj)
	早元古代碳酸盐岩－碎屑岩(浊积岩系)中的金矿床成矿亚系列	浊积岩型金矿床	白云式(By)
		碎屑岩型金矿床	猫岭式(Ml)
受变质火山－沉积成矿系列	晚太古代金、铅锌、硫、铁矿床成矿亚系列	块状硫化物型铜锌硫矿床	红透山式(Ht)
			大荒沟式(Dh)
		绿岩带型金矿床	南龙王庙式(Nl)
	早元古代铅、硫(钴)、铁、稀有元素矿床成矿亚系列		四平街式(Sp)
			上华岩寺式(Sh)
变质热液(－交代)成矿系列	晚太古代金、铁矿床成矿亚系列	韧性剪切带糜棱岩型金矿床	排山楼式(Ps)
			王蛮沟式(Wm)
		硅铁建造型金矿床	棉花堡子式(Mh)
	早元古代铅锌矿床成矿亚系列		北瓦沟坨沟式(Bw)

2 成矿系列特征

2.1 受变质沉积成矿系列

该成矿系列仅发育于辽东南早元古代辽河群中，分布于中朝准地台基底隆起区营口－宽甸台拱范围内，成矿物质与原岩的含矿性关系非常密切。成矿物质或元素具有随原岩建造时空演化而演化的特点，显示了成矿具有鲜明的专属性和层控性。

该成矿系列包括两个成矿亚系列，即早元古代碳酸盐岩浊积岩系中的层控铅锌矿床成矿亚系列和早元古代碳酸盐岩－碎屑岩(浊积岩系)中的金矿床成矿亚系列，它们反映在地层层序上有自下而上的有序性。

2.1.1 早元古代碳酸盐岩浊积岩系中的层控铅锌矿床成矿亚系列

早元古代碳酸盐岩浊积岩系中的层控铅锌矿床成矿亚系列，集中发育在营口－凤(城)北－宽(甸)北早元古代碳酸盐岩分布区。该碳酸盐岩形成于早元古代拗槽内优－冒双相地槽交接带上，且在优地槽相一侧，呈近东西向楔状沟槽地带。下部形成火山岩－碎屑岩－碳酸盐岩组合，岩石类型有长石石英砂岩、基性火山岩、层凝灰岩、粘土质页岩、白云岩及杂质碳酸盐岩等。上部形成碎屑岩－碳酸盐岩组合，岩石类型有白云岩、长石石英砂岩、粘土岩、粘土质页岩、粉砂岩、硅质泥灰岩、灰岩等。两套组合均属类复理石、复理石沉积建造。经绿片岩相－高绿片岩相、局部低角闪岩相区域变质作用，形成了上部的变质长石石英砂岩、细粒斜长角闪岩、方解长英变粒岩、斜长石英片岩、含石墨白云质大理岩、钙硅酸盐岩等变质岩组合；下部为

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2 辽宁早前寒武纪金、铜、铅、锌(银)矿床变质成矿系列特征表

Table 2 Feature of Early Precambrian Au Cu Pb Zn(Ag) ore deposits from metamorphic metallogenic series in Liaoning

成矿系列	成矿亚系列	成矿类型	大地构造背景	古构造环境	岩浆建造	原岩沉积建造	变质作用与变质建造	成矿时代	典型矿床
受变质沉积成矿系列	早元古代碳酸盐岩浊积岩系中的层控铅锌矿床成矿亚系列	受变质型沉积铅锌(银)组合	中朝准地台基底隆起区(营口－宽甸台拱)	太古宙雏地台张应力作用下早元古代天折裂谷晚期		由泥砂质、粘土质、白云岩、杂质碳酸岩、火山凝灰岩构成的沉积岩	经早元古代早期区域动力－热液角闪岩相－绿片岩相变质作用及区域变形作用	早元古代早期	宽甸张家堡子铅锌矿床
	早元古代碳酸盐岩－碎屑岩(浊积岩系)中的金矿床成矿亚系列	受变质型沉积金(银)组合	中朝准地台基底隆起区	早元古代天折裂谷晚期		基本同上 部分同下	基本同上 部分同下	同上	风城白云金矿床
				早元古代天折裂谷末期隆起		粘土岩、泥质砂岩及少量石英砂岩和薄层碳酸盐岩等陆源碎屑岩粘土建造	经早元古代晚期区域低温变质作用，形成类复理石－千枚岩建造	早元古代晚期	盖州猫岭金矿床
受变质火山－沉积成矿系列	晚太古代金、铜锌、硫、铁矿床成矿亚系列	受变质型铜锌(金、银)组合	中朝准地台基底隆起区(太古宙克拉通)铁岭－靖宇台拱	晚太古代萌地槽的发生演化环境	表现为基性火山岩与中酸性火山岩构成双模式火山建造	由拉斑玄武岩、橄榄玄武岩、安山岩、流纹岩及其碎屑岩组成的火山－沉积岩建造	经区域中温－低温变质作用和晚太古代区域变形作用形成绿岩建造	晚太古代	清原红透山铜锌矿床
		受变质型铁、金组合							清原大荒沟硫铁矿矿床
									清原南龙王庙金矿床
	早元古代铜、硫(钴)、铁、稀有元素矿床成矿亚系列	受变质型硫(钴)、铜、铁组合	中朝准地台基底营口－宽甸台拱英落－草河口复向斜的南翼	太古宙雏地台在拉张应力作用下形成裂谷(相当优地槽构造环境)	表现为基性和中酸性火山岩的喷发和超基性岩底部侵入活动	中酸性火山岩为主少量拉斑玄武岩间夹泥砂质岩石及碳酸岩透镜体即富钠硼火山－沉积建造	经早元古代早期区域动力－热液角闪岩相－绿片岩相变质作用及区域变形作用形成火山岩－碳酸盐岩建造	早元古代早期	辽阳上华岩寺含铜(钴)硫铁矿矿床
		受变质型铁、铌、钽、(铀)独居石组合							宽甸四平街含铜、稀有元素、硫铁矿矿床
变质热液(交代)成矿系列	晚太古代金、铁矿床成矿亚系列	变质热液－交代型金、铁组合	中朝准地台(太古宙克拉通)	晚太古代萌地槽发生演化环境	表现为基性火山岩的喷发	由拉斑玄武岩、安山岩夹杂砂岩、粘土岩、含铁硅质岩组成的火山－沉积岩	经区域中温－低温变质作用和晚太古代区域变形作用形成斜长角闪岩－硅铁建造	晚太古代晚期	阜新排山楼金矿床
									锦州王蛮沟金矿床
									辽阳棉花堡子金矿床
	早元古代铅锌矿床成矿亚系列	变质热液－交代型铅锌(银)组合	中朝准地台基底隆起区(营口－宽甸台拱)	早元古代裂谷天折转向陆表海环境(优地槽转冒地槽)		由泥砂质、粘土质、白云岩、杂质碳酸岩、火山凝灰岩	经早元古代早期区域动力－热液角闪岩相－绿片岩相变质作用及区域变形作用形成	早元古代早期	风城青城子铅锌矿床

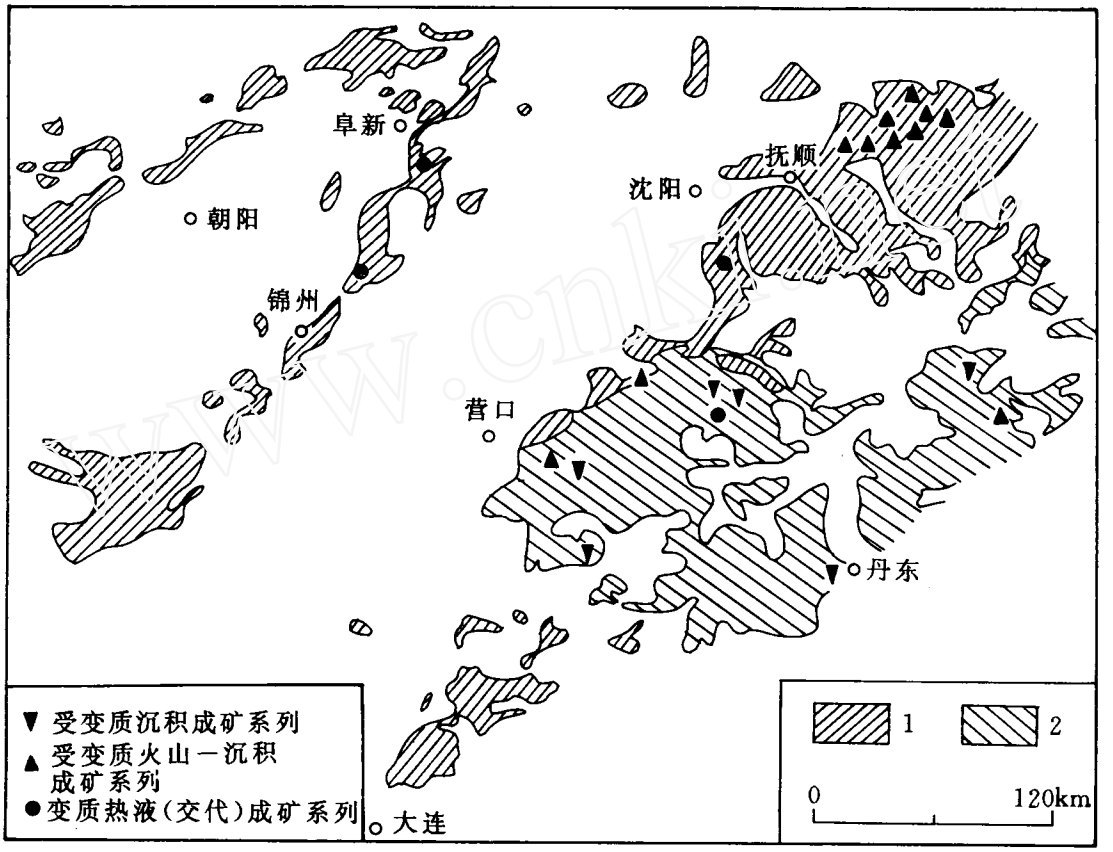


图1 辽宁早前寒武纪金、铜、铅、锌(银)矿床变质成矿系列分布图

Fig.1 Distribution of Early Precambrian Au Cu Pb Zn(Ag) ore deposits from metamorphic metallogenic series in Liaoning

1.太古宇；2.下元古界

各类大理岩夹薄层状变质长石石英砂岩、石英片岩、千糜岩、片岩及简单钙硅酸盐岩等变质岩组合。上下两套岩石组合的共同特点是变余层理、微层理等韵律性沉积构造清晰，韵律性层理由粒级或粒序层理和成分层理组成。微层理中尚有未成熟的微斜长石和较高含量的有机碳，为还原环境的沉积特征。从地质环境和岩石组合及其特征来看，这两套岩石组合为浊流相沉积产物。已故著名地质学家张秋生教授(1984)提出：南辽河群高家峪岩组和大石桥岩组一、二段为一套浊积岩系[3]。刘永达(1989)在北里尔峪岩组变质中酸性火山碎屑岩、含泥碳质粉砂岩中发现了发育十分完整的鲍马层序，高家峪岩组和大石桥岩组变质泥砂质碎屑岩及碳酸盐岩中也发现了发育十分完整的鲍马层序，这就是说南、北辽河群都有浊积岩系。

早元古代碳酸盐岩浊积岩系中的层控铅锌矿床成矿亚系列，即同生沉积层控型铅锌矿床受控于南大石桥岩组，主要是该岩组的一、二段含矿层。含矿岩系岩石组合为：条带石墨大理岩、斜长角闪岩、含石墨大理岩、变粒岩、透闪岩等含火山物质和有机质碳的不纯钙镁－钙镁碳酸盐岩，互层状厚层大理岩、镁橄榄石大理岩、透辉岩、厚层大理岩等，铅锌矿化普遍，而且有多层矿化，矿体呈层状、似层状，与围岩产状平行一致。一般有较稳定的顶、底板岩石组合，直接容矿围岩主要有条带状白云石大理岩、条带状镁橄白云石大理岩、透闪透辉石岩、含石墨

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

大理岩等。一般无蚀变和交代现象，有的矿体与含矿层同步褶皱，并在其核部附近增厚变富。矿物组成较简单，以黄铁矿、磁黄铁矿、闪锌矿、方铅矿为主，非金属或脉石矿物与含矿围岩完全相似。该亚系列以张家堡子和青城子沟矿段铅锌矿为代表，称之为张家堡子式。

2.1.2　早元古代碳酸盐岩－碎屑岩(浊积岩系)中的金矿床成矿亚系列

早元古代碳酸盐岩－碎屑岩(浊积岩系)中的金矿床成矿亚系列，根据其含矿建造或含矿岩系又分为浊积岩型金矿床和碎屑岩型金矿床两种类型。

浊积岩型金矿床主要分布在大石桥－草河城一带，与早元古代碳酸盐岩浊积岩系中的层控铅锌矿床成矿亚系列的分布空间基本一致，但位于产铅锌矿的碳酸盐岩之上，含矿层位为大石桥岩组上部岩段和盖县岩组下部或底部岩段，属早元古代浊积岩系的上端成员。

含矿岩系为黑云石英片岩、黑云变粒岩、浅粒岩、白云石大理岩、矽线二云片岩、二云片岩、片岩、千枚岩、板岩、变质石英砂岩夹变粒岩等变质岩石组合。变质相为低角闪岩相，局部为绿片岩相。原岩为一套优地槽晚期、冒地槽早期或优－冒地槽过渡带的沟槽、大陆架边缘等特殊环境下堆积形成的复矿砂岩、复矿粉砂岩、粉砂岩、泥砂质页岩、粘土岩夹硅质泥灰岩、灰岩、白云岩等浊积岩系，其特点是含一定的火山物质和有机碳等。

矿体呈似层状、透镜状、扁豆状，少数为细脉状、条带状，与围岩产状基本一致，位于大石桥岩组上部岩段碳酸盐岩夹碎屑岩向盖县岩组下部岩段碎屑岩过渡部位，容矿围岩为黑云变粒岩、浅粒岩、含石墨大理岩、片岩等。矿化类型为浸染型，还有条带状、揉曲状、角砾斑点状等，受控于背斜轴部，褶皱两翼、层间破碎带、构造破碎蚀变带，主要受韧性剪切带及其千枚理、片理化带、糜棱岩控制。矿区侵入岩比较少见，主要为成矿前的花岗质或隐晶花岗质小侵入体和成矿后的中酸性脉状侵入体，当有成矿期或成矿稍后期的岩体存在时，有脉状或条带状矿化叠加，使金矿品位变富。该类型的金矿床有白云、桃园、马家堡子金矿床，以及六道河子、大安口、王家东沟等矿点，邻省吉林通化地区有荒沟山、错草沟等矿床。该类型的金矿床以白云金矿床为代表，称为白云式。

碎屑岩型金矿床空间分布比浊积岩型金矿床更往南，产于盖县岩组地层分布区，含矿岩系为片岩、千枚岩、变质石英砂岩、粉砂岩及变粒岩、板岩、石英岩等，变质相为(高－低)绿片岩相，原岩为一套冒地槽浅海相泥砂质、粘土质、半粘土质沉积岩。

含矿层位有两个，第一含矿层为盖县岩组底部，岩石组合为黑云变粒岩、矽线石片岩、变质石英岩等；第二含矿层为盖县岩组二段下部，岩石组合为绢云片岩、千枚岩、变质石英砂岩、粉砂岩。受含矿层控制，矿体呈似层状、透镜状等，与围岩产状吻合或一致，二者呈渐变过渡关系，矿体除受层位、层理和层面构造控制外，还受韧性剪切带及其糜棱岩控制。矿体集中于片理化带、千枚理带、揉曲带、膝折带或背斜褶皱核部两翼层间破碎带发育部位。具有定向拉长、似流动构造、扭动、碾滚、弯曲等塑性变形构造。矿区内侵入体一般不发育，当附近有花岗质岩体侵入时，形成脉冲矿体，并叠加于层状矿体之上，构成复合型矿体，从而金的品位变富。该类型的金矿床以猫岭金矿床、四道沟金矿床为代表，称之为猫岭式。

2.2　受变质火山－沉积成矿系列

该成矿系列是省内较为重要、较为发育的成矿系列，分布范围较广泛，在中朝准地台结晶基底上多有出现，其中主要集中在铁岭－靖宇台拱和营口－宽甸台拱正向构造单元区。与赋矿岩系时代相同，成矿时代有晚太古代和早元古代两个时期，据此，分为晚太古代金、铜、锌、硫、铁矿床成矿亚系列和早元古代铜、硫(钴)、铁、稀有元素矿床成矿亚系列。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.2.1 晚太古代金、铜、锌、硫、铁矿床成矿亚系列

该成矿亚系列又分为块状硫化物型铜、锌、硫、铁矿床和绿岩带型金矿床，集中分布于浑北绿岩带内。

关于浑北绿岩带，我国前寒武纪地质工作者普遍认为：它是中国最为典型、最具代表性的绿岩带地区。这是因为：本地区绿岩带某些基本特征与国外太古宙绿岩带相似，具有可比性。此外，还有本地区的独特性，正如沈保丰[4]、李俊建[5]等人所总结的那样：绿岩带地层厚度较薄；分布面积较小；科马提岩不甚发育；变质程度高；超镁铁质火山岩厚度小；主要呈大小不等的长条状、卯状、包体状等残体，被花岗质岩石所包围，二者共同组成了本区的花岗岩－绿岩带。

绿岩带地层为清原群，上部红透山岩组，下部金凤岭岩组，其形成于晚太古代。沈保丰(1994)测得金凤岭岩组斜长角闪岩的 Sm－Nd 等时线年龄为 2884±48Ma，Rb－Sr 等时线年龄为 2624±48Ma。原岩为一套海底喷发的钙碱性火山岩－沉积岩系，底部为厚层镁铁质岩石夹超镁铁质岩；中部为安山岩、英安岩、流纹岩及其火山碎屑岩；上部为泥砂质沉积岩及条带状硅铁建造。由于遭受角闪岩相区域变质作用，形成了以黑云变粒岩、角闪变粒岩、石英变粒岩、浅粒岩、斜长角闪岩、磁铁石英岩等为主的变质岩组合，其中变粒岩、浅粒岩、斜长角闪岩常呈薄层互层状产出，故人们通常称之为“薄层互层带”，著名的红透山块状硫化物铜锌矿床和南龙王庙金矿床就产于此带内。

块状硫化物型铜、锌、硫、铁矿床，产于红透山岩组，受控于“薄层互层带”，空间上呈北东向(2条)、北西向(1条)带状展布，各矿带均由若干个矿床(点)组成。矿体呈层状，也有分枝复合、膨胀收缩现象，形成矿柱，顺层或斜切围岩[6]，但矿体多与容矿围岩一致，基本固定于变粒岩和浅粒岩层之间。矿体的围岩蚀变发育，近矿蚀变有透闪石化、硅化、金云母化、绢云母化、绿泥石化、滑石化和碳酸盐化等。矿化程度、矿体富集程度、矿床规模与围岩蚀变强度、容矿岩石的发育程度有关。容矿围岩厚、蚀变强、矿化度高、矿体厚。矿柱或富矿部位常常是塑性构造或韧性剪切带发育的地段，在变质和强烈塑性变形过程中，矿体发生紧密褶皱或重就位，形成复杂的矿脉、矿柱等矿体。矿石矿物成分简单，主要为黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿。主成矿元素为 Cu、Zn，伴生元素以 Au、Ag、S 为主，还有 Bi、Co、Ni、Cd、Se 等，其中 Au、Ag 分别达中型、大型规模，主矿种铜、锌上下比例变化不大，矿床垂直分带不明显，矿体顶部常有条带状磁铁石英岩与之相伴，可作为一找矿标志。

由于主矿种或主成矿元素的差异，将矿床分为红透山式和大荒沟式。前者是以铜、锌为主，称之为铜、锌型块状硫化物矿床，包括红透山、树基沟、稷子沟、张胡子沟、华家沟、跳石背等矿床；后者以硫为主，称之为含铜、锌的块状硫铁矿矿床。红透山式和大荒沟式矿床其它特征基本相似。

绿岩带型金矿床的成矿地质背景、构造环境与块状硫化物型铜、锌、硫、铁矿床相似或基本相同，都产于红透山岩组的上部岩段“薄层互层带”内，但矿床地质特征有所不同，绿岩带型金矿床的产出层位与块状硫化物型铜、锌、铁矿床的含矿层位大体一致或基本相当，但略往上，主要产于火山喷发旋回即将结束的长英质火山岩与沉积岩过渡带，但二者不产于同一绿岩残体中。矿体呈透镜状、似层状、薄板状和脉状，与容矿围岩呈渐变过渡关系，严格受韧性剪切带控制[7]，且不超过其范围。矿化类型有两种：一为细脉－浸染状，以黄铁矿和磁黄铁矿为主的金属硫化物呈细脉－星散状产于绿岩变晶糜棱岩中；另一为含细脉－浸染状金属硫

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

化物硅质脉或石英脉，石英脉呈细小的条带状产于长英质糜棱岩中。这两种矿化，可以独立产出，也可以一起出现，但无论那种矿化类型，矿体的规模都很小，矿化高度分散。本类型的金矿床目前仅发现南龙王庙小型金矿床，故称之为南龙庙式。

2.2.2　早元古代铜、硫(钴)、铁、稀有元素矿床成矿亚系列

该成矿系列发育于辽东地区，集中分布于石棚峪－上华岩寺－草河口一带，东西延长100余公里。继续向东到宽甸四平街，丹东四道沟和凤城王家大沟也有产出。

含矿岩系主要为北辽河群里尔峪岩组磁铁－阳起钠长浅粒岩、变粒岩、电气黑云变粒岩、浅粒岩、黑云片岩、(白云石)大理岩。原岩为一套海底喷发的石英角斑质火山熔岩－火山碎屑岩等富钠火山岩和碳酸盐岩组合[8]，普遍遭受了绿片岩相－绿帘角闪岩相区域变质作用，同位素年龄为2040±72Ma～2167Ma(Rb－Sr)，属早元古代。

含矿岩系中有多个含矿层位，主要集中在每一火山喷发旋回间歇期由火山碎屑岩向正常沉积的碳酸盐岩过渡部位，即变粒岩、浅粒岩与大理岩之间的过渡带。同时受古火山构造控制，在火山穹丘的中心形成扁豆状、漏斗状、脉状火山喷气－热液型矿床；在其边坡洼地形成似层状、透镜状火山－沉积型矿床。总体上，矿体与围岩整合接触，少数穿切岩层。空间上矿床赋存在碎裂－滑坡－崩塌角砾岩和后期褶皱(群)发育部位[9]，褶皱构造对含矿层起到改造和富集作用。

早元古代铜、硫(钴)、铁、稀有元素矿床成矿亚系列，以产于北里尔峪岩组的上华岩寺含铜、硫(钴)、铁矿床为代表，称之为上华岩寺式。此外，还包括周家(于家保子)和产于南北里尔峪岩组的(四道沟)榨树沟、王家大沟等矿床，以及宽甸四平街含铜、钴、硫铁矿、稀有元素矿床，将后者称为四平街式。

2.3　变质热液(－交代)成矿系列

该成矿系列产于太古宙变质表壳岩中。所谓变质表壳岩是指除浑北绿岩带以外，广泛分布的建平群、鞍山群变质层状岩系，也有人泛称之为绿岩带，但这些层状岩系与浑北或世界其它各地典型的绿岩带有较大的差异，比如三位一体的绿岩组合不够连续，变质程度较高，原生构造多已遭受破坏，空间分布上多以残片状、包体状散布于大面积出露的花岗质岩石中等。因此，将其称之为表壳岩型或上壳岩型，以示区别。

该成矿系列根据含矿岩系的时代及含矿岩系又分为晚太古代金、铁矿床成矿亚系列和早元古代铅锌矿床成矿亚系列。

2.3.1　晚太古代金、铁矿床成矿亚系列

该成矿亚系列根据含矿岩系或含矿建造特点又分为韧性剪切带糜棱岩型金矿床和硅铁建造型金、铁矿床两种类型。

韧性剪切带糜棱岩型金矿床，主要分布于辽西锦州－哈尔套一带，出露地层主要为太古宙建平群大营子岩组和瓦子峪岩组。需要指出的是：这里花岗质岩石，即TTG岩系也比较发育。含矿岩系为斜长角闪岩、角闪变粒岩、二云斜长片岩、绢云石英片岩、绿泥阳起石片岩、绢云千枚岩及磁铁石英岩等变质表壳岩组合。但近来区调填图则把该地区除磁铁石英岩以外的表壳岩均填为不同的片麻岩，即TTG岩系，笔者认为这未免太扩大化了。这套变质表壳岩的原岩为长英质钙碱性火山岩、火山碎屑岩、泥砂质沉积岩夹磁铁矿石英岩等，普遍遭受了绿帘角闪岩相－角闪岩相，局部达高角闪岩相的区域变质作用，后期又广泛地叠加了低绿片岩相区域动力退变质作用，形成了大巴－瓦子峪－后三角山北东向动力变质带，即韧性剪切带。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

受其影响，大营子岩组和瓦子峪岩组变质表壳岩普遍不同程度的糜棱岩化，形成了角闪质－长英质糜棱岩化岩石－糜棱岩－超糜棱岩。目前，有一种比较流行的观点，即认为瓦子峪岩组是一套构造岩，为韧性剪切变形的产物。但对其原岩看法不一。

矿床位于近东西向韧性剪切带内糜棱岩中，并严格受其限制。野外观察近东西向韧性剪切带早于大巴－瓦子峪－后三角山北东向韧性剪切带，并被其改造、叠加或切割、或再度卷入。因此，锦州－哈尔套一带的中南部北镇凸起上一系列近东西向韧性剪切带，多出现不完整或不连续现象。矿化类型有两种：一为浸染状，以不规则状黄铁矿为主的金属硫化物沿糜棱叶理星散分布于长英质－角闪质糜棱岩中。矿体呈层状、似层状、透镜状产出，与围岩界线不清，为渐变过渡关系。矿体规模比较大，三维空间比较稳定，品位较低，但变化不大；另一种为含硫化物的硅质脉或石英脉，由于遭受韧性剪切变形作用，矿体形态变化十分复杂，大的呈似层状、透镜状，小的呈石香肠状、杆状、板状、蝌蚪状、慧星状、钩状、勺状等，但无论何种形态，与围岩界线十分清楚，二者产状基本吻合一致。以上两种矿化一般不一起产出，分别为两种独立的矿化类型。无论那种矿化，矿石成分都比较简单，含金矿物为它形或不规则的黄铁矿和石英。成矿元素也比较简单，基本以金为主，仅石英脉型伴生银。围岩蚀变非常发育，最突出的特点是分布广，表现为大面积的绿泥石化、绢云母化、黄铁矿化。近矿围岩蚀变以黄铁矿化、黑云母化、碳酸盐化(以铁白云石化为特征)、硅化为主[10]。

浸染状矿化以排山楼金矿床为代表，称为排山楼式。包括新民、双山子、靳家店、两家子、马家荒等一系列金矿产地；石英脉型矿化以王蛮沟金矿床为代表，称为王蛮沟式，包括赵泉沟、青山沟以及大樱桃沟金矿产地。

硅铁建造型金、铁矿床，其中的铁矿分布十分广泛，在此不作叙述。而金矿主要发育在鞍(山)－本(溪)一带的歪头山地区，含矿岩系为鞍山群茨沟岩组，岩石类型或岩石组合为磁铁石英岩、黑云变粒岩、大理岩、石榴阳起石岩、石英云母片岩、斜长角闪岩、条带状角闪磁铁石英岩或磁铁矿。变质相为绿片岩相－高绿片岩相，形成时代为晚太古代。

歪头山－北台一带的棉花堡子铁矿区，贫铁矿中角闪质磁铁石英岩或磁铁矿中含金比较好，矿化受一定的层位、岩性和构造控制。王修政认为(1990)，含矿层是第二铁矿层，矿化体为蚀变石英岩、大理岩、变粒岩、阳起石岩、磁铁石英岩等。矿化体呈层状、似层状、透镜状产出，与围岩界线不清，为渐变过渡关系。受不同岩石层面、层间裂隙、片理化带、褶皱构造核部的虚脱部位等早期塑性变形过程中所形成的不同形式的构造控制。载金矿物黄铁矿呈浸染状、细脉状、星散状分布于硅化、碳酸盐化、绿泥石化、阳起石化和毒砂化的蚀变岩中。

棉花堡子铁矿区，金矿化带多集中在第二铁矿层的顶部或底部，或含铁的层状岩系与花岗质岩石接触带附近，矿化具有一定的规模，矿化面积大，分布广泛，属低品位金矿化类型。由于工作程度和研究水平较低，对这一带的金矿化未作详细工作和系统评价，但其构造背景、成矿地质环境以及含矿岩系、容矿围岩等特征，都与豫西杨寨峪、文峪、大湖峪－灵湖矿带等小秦岭地区金矿，以及美国霍姆斯塔克金矿床相似，具有广阔的找矿前景。因此，将其称为棉花堡子式。

2.3.2 早元古代铅锌矿床成矿亚系列

早元古代铅锌矿床成矿亚系列受控于南高家峪岩组，含矿岩系岩石组合为：含石墨大理岩、含矽线石榴黑云片岩、变粒岩、白云石大理岩、透闪透辉变粒岩等。该含矿层具有多层矿化，矿体呈似层状、透镜状，产状比较稳定，与容矿围岩基本一致，直接容矿围岩为透闪石条

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

带状白云石大理岩。含矿层中的矿质或层状矿体在区域变质作用过程中活化、迁移、富集和重就位。含矿层内单一矿体呈钩状体、透镜体，雁行排列，塑性构造变形特征明显，在层状矿体上、下盘附近有时形成单矿物型金属硫化物矿脉。矿石组构既有变余组构，又有变生组构，常见角砾状构造。该成矿亚系列以北瓦沟铅锌矿床鸵沟矿段和青城子铅锌矿床喜鹊沟矿段为代表，称之为北瓦沟鸵沟式。

3　小结

辽宁地区与早前寒武纪变质岩或变质作用有关的变质成矿系列组合的金、铜、铅、锌(银)矿床的共同特点是：矿床受一定的层位、岩性或岩石组合控制，反映了该地区前寒武纪矿床的层控性这一基本特点。受变质沉积成矿系列，虽然在成矿过程中伴有变质热液及其交代作用，但起主导作用的是原岩成分或含矿性，以及区域变质的动热环境。因此，该成矿系列的矿床均属典型的层控变质矿床；受变质火山－沉积成矿系列的两个成矿亚系列虽然成矿时代不同，但构造环境相似，成矿元素(矿物)组合相近，根据成矿系列的概念，基本上可把早元古代铜、硫(钴)、铁、稀有元素矿床成矿亚系列视为晚太古代金、铜、锌、硫铁矿床成矿亚系列在早元古代的重现。但由于成矿时代、形成环境的差异和物质成分的演化又各具独自特征。晚太古代金、铜、锌、硫、铁矿床成矿亚系列的矿床除具有火山－沉积变质特征外，并具有明显的重就位和再富集特征，成矿物质以金、铜、锌、铁为主。早元古代铜、硫(钴)、铁、稀有元素矿床成矿亚系列的矿床除具有沉积变质特征外，还具有明显的变质热液交代现象，成矿物质以硫、铁、稀有元素为主；变质热液(－交代)成矿系列其成矿作用与区域变质作用及其同时发生或伴随的变形作用关系极为密切，成矿作用主要沿挤压应力带或韧性剪切带发育。在三个成矿系列的矿床成矿过程中，均伴有不同程度的变质热液及其交代作用，但以变质热液交代为主的成矿作用，主要发生在变质热液(－交代)成矿系列。

变质成矿系列组合中无论哪一成矿亚系列的金矿床的形成和分布均与韧性剪切带及其糜棱岩有关，成矿受韧性剪切作用控制，矿床受韧性剪切带限制，矿体不超过糜棱岩分布范围，表明韧性剪切作用对辽宁前寒武纪金矿床的形成是极端重要的。矿体主要为似层状、透镜状，与容矿围岩产状基本一致，二者平行产出，通常表现为界线不清，呈渐变过渡关系。金矿化以浸染状或细脉浸染状为主，含金矿物以它形或不规则状黄铁矿为主，星散于蚀变糜棱岩中。

变质成矿系列组合中的铜锌(银)和铅锌(银)矿床以块状硫化物为主，矿体与围岩界线清晰可辨，其成因类型为火山型，或火山热液－喷气型，或火山－沉积型及沉积型。总之，多与火山作用关系密切，变质作用过程中矿床或含矿层中的成矿物质(元素)受到改造，发生重就位或再富集，使矿床变富，或通过热液沉淀，或热液交代富集成矿。

致谢

作者曾得到方如恒教授级高级工程师的热情关怀和支持，沈保丰研究员审阅了本文，并提出了宝贵意见，特此致谢。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参考文献

1 程裕淇等. 初论矿床的成矿系列问题. 中国地质科学院院报, 1979, (1)
2 程裕淇等. 再论矿床的成矿系列问题. 中国地质科学院院报, 1983, (6)
3 张秋生等. 中国早前寒武纪地质及成矿作用. 长春: 吉林人民出版社, 1984
4 沈保丰等. 辽北－吉南太古宙地质与成矿. 北京: 地质出版社, 1994
5 李俊建等. 清原－夹皮沟绿岩带地质及金的成矿作用. 天津: 天津科学技术出版社, 1994
6 方如恒. 辽北太古宙块状硫化物矿床. 辽宁地质, 1992, (1)
7 张贻侠等. 中国早前寒武纪矿床和构造. 北京: 地震出版社, 1994
8 辽宁省地质矿产局. 辽宁区域地质志. 第一版. 北京: 地质出版社, 1989
9 王有嚼等. 辽宁东部元古宙碳酸盐岩中铅锌矿床. 北京: 地质出版社, 1993
10 曲亚军等. 排山楼金矿地质特征及金质来源. 辽宁地质, 1990, (4)

STUDY OF EARLY PRECAMBRIAN Au Cu Pb Zn (Ag) ORE DEPOSITS FROM METAMORPHIC METALLOGENIC SERIRS IN LIAONING

Wang Hesheng

(*Liaoning Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang, 110032, China*)

Abstract Au, Cu, Pb, Zn (Ag) ore, the superior kinds of ore in Liaoning, have been studied and discussed in the past and now from various different sides. To study its metallogenic serious is a new way that was tried by the author (1944) during the second regional programme of metallogenic prospect. According to the Cheng Yuqi's theory of metallogenic serious, Au Cu Pb Zn (Ag) deposits, from Early Precambrian metamorphic rocks in Liaoning area, belong to metallogenic serious association of metamorphic ore deposit. They are devided into three metallogenic serious, six metallogenic subserious, nine types of ore deposit, twelve models of ore deposit. Features of metallogenic serious indicate that metallogenic substances are closely related to the propertes of their protolith. Metallogenic substances or elements evolve with the evolution of the protolithic assemblages in time and space. Metallogenesis has metallogenic specialization and layer-bound property. It is typical layer-bound metamorphic ore deposits. The formation and distribution of gold deposits are related to ductile shear zones and mylonites. Which indicates that the formation of Precambrian gold deposits in Liaoning is related to not only metamorphosis, but also ductile shearing belt. Main type of Cu-Zn and Pb-Zn-(Ag) ore deposits are massive sulphide deposits, and the formation of ore deposits are mainly relatred to volcanism, and during the metamorphic process, ore deposits took their place again, re-accumulated or formed new ore deposits. Ore deposits from different metallogenic serious or metallogenic sub-serious of Archean and Paleoproterozoic distribute regularly in the place from bottom to top.

Key words Liaoning, metallogenic serious, Au Cu Pb Zn(Ag) ore deposit

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net