辽吉古裂谷地质演化与成矿

翟安民,沈保丰,杨春亮,胡小蝶,曹秀兰,宫晓华
(天津地质矿产研究所,天津　300170)

摘　要:华北太古宙大陆内 2.3 Ga 开始裂解的辽吉古元古代裂谷,于 2.2 ～ 1.7 Ga 期间完成拉伸裂陷、沉积堆积、底辟侵入、挤压褶皱、隆升拆离、逐渐消亡的全部演化过程。辽吉古裂谷的矿产丰富,其成矿作用与裂谷的地质演化紧密相关。裂谷拉张裂陷堆积阶段为成矿作用提供了成矿物源,在不同的古构造和古地理环境下形成不同的含矿建造(矿源层);裂谷构造体制转换的挤压造山阶段,在变质、变形、岩浆活动等构造热事件影响下,由不同矿源的物质基础或在不同的成矿就位场所,形成不同成因的矿床类型组合;在非造山岩浆活动阶段,岩浆和热液的作用可使某些矿床进一步富集。在裂谷演化结束稳定之后,由于中生代的濒西太平洋构造带横跨辽吉古裂谷,印支－燕山期的构造岩浆活动对裂谷的成矿作用不可忽视,古元古代的含矿建造或已形成的矿床都有不同程度的印支－燕山构造岩浆活动热事件的叠加改造。此外,印支－燕山构造岩浆活动也在早期成矿物质的基础上新生成一些金(银)矿床。

关键词:古元古代;辽吉古裂谷;地质演化;成矿作用
中图分类号:P547; P612　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1672 - 4135(2005)04 - 213 - 08

1　前言

在太古宙末统一的华北古大陆上,于古元古代早期约 23 亿年左右开始裂解,形成辽吉古元古代陆内裂谷(简称辽吉古裂谷)。该裂谷西起渤海湾,自辽宁省的营口、盖县,向东经岫岩、凤城、宽城、桓仁,经吉林省的集安、临江,过鸭绿江延伸至朝鲜境内,再经检德向东止于日本海,整个裂谷延伸约 500 km,宽 40 ～ 80 km(图 1)。

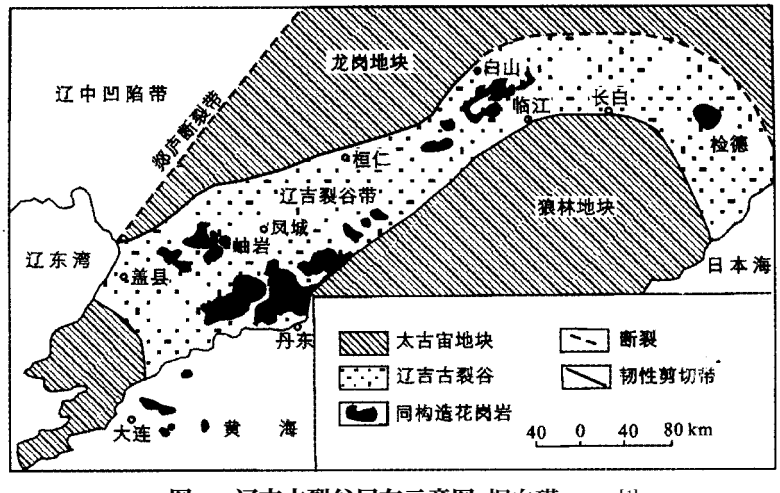

图 1　辽吉古裂谷展布示意图(据白瑾,1993[1])

Fig. 1　Sketch map showing the distribution of the Paleoproterozoic Liaoning－Jilin rift

辽吉古元古代裂谷带是我国的一条重要的成矿带,带内的各种矿产以其矿种多、规模大、层控性和复式成因等特征闻名于世。特别是一些具有重要经济价值的矿产,如菱镁矿、滑石、铅锌、硼、钴、铁、金、铀等形成许多还是大型或超大型矿床,在我国矿产总储量中占有相当大

收稿日期:2005 - 11 - 15
基金项目:地质大调查综合研究项目中国成矿体系与区域成矿评价(K1.4 - 3 - 1)
作者简介:翟安民(1938 -),男,研究员,从事岩石学和前寒武纪构造研究。

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

比重。例如优质菱镁矿的大型、超大型矿床就达5个,探明矿石储量25亿吨,占全国总储量的85.62 %,其中仅一个海城菱镁矿床的储量就达8.61亿吨,成为超大型矿床的世界之最。再如凤城翁泉沟硼矿,除了储量2.8亿吨共生的铁矿石外,其B_2O_3的储量2 185万吨占全国总储量的45.5 %[2],也是一超大型矿床。

由于辽吉古裂谷的丰富矿产,本文拟在前人研究成果和资料的基础上,结合作者个人的实际资料,对辽吉古裂谷的地质演化与区域成矿作用的关系作一讨论,以探索辽吉古裂谷的构造环境对带内矿床的时空分布、成矿特征及成矿规律的制约。

2 辽吉古裂谷的组成和演化

辽吉古裂谷主要由厚度达万米的古元古代辽河群(老岭群、集安群)和裂谷不同演化阶段的岩浆岩组合组成。裂谷在横向上可分为北缘斜坡区、中央凹陷区和南缘浅台区[3]:北缘斜坡区位于隆昌—通化—临江一带,北部与太古宙基底不整合接触,南部与中央凹陷区以深断裂为界,基底自北向南加深,"北辽河群"最发育;中央凹陷区以广泛发育里尔峪组含硼岩系为特征,基底主要为古元古代花岗岩;南缘浅台区太古宙基底大量出露,古元古代沉积物厚度小,火山物质减少,未见古元古代花岗岩。

辽吉古裂谷是在太古宙克拉通基底之上的裂谷,时限为2.2 ～ 1.7 Ga期间,经历了拉伸裂陷、沉积、底辟侵入、挤压褶皱、隆升拆离、消亡的演化全过程。古裂谷拉伸裂陷早期,地幔上涌,地壳减薄下陷,沉积了陆源成熟度高的浪子山组碎屑岩-粘土岩建造。幔源基性岩浆沿同生深断裂侵入。中期,随着地幔的继续上涌,地壳继续拉张裂陷,发生了大规模双峰式火山喷发,并伴有正常的海相泥岩—碳酸盐岩—火山碎屑岩沉积,形成了里尔峪组和高家峪组。随着地壳裂解下陷减慢至逐渐停止,地壳相对稳定,火山活动减弱,海侵范围扩大,沉积浅海相的大石桥组和盖县组的同时,发生有偏酸性岩浆(辽吉花岗岩)的底侵。晚期,裂谷海侵范围扩大,地壳裂开减弱,地壳相对稳定,形成大石桥组和盖县组的浅海相富镁碳酸盐岩和粘土-碎屑岩建造。结束沉积后,裂谷进入了造山前伸展阶段(2 200 ～ 2 100 Ma),收缩挤压—变质变形同碰撞造山阶段(1 900 ～ 1 750 Ma)—晚造山挤压—造山后伸展隆升阶段(1 750 ～ 1 600 Ma)。辽河群经历了四个阶段的中低级区域变质作用:区域埋藏变质作用(M_1)—区域动热变质作用(M_2 - M_3)—区域动力退变质作用(M_4)和伸展-挤压的三幕变形[4,5]。裂解了的地壳发生碰撞造山,宣告辽吉古裂谷的消亡。之后造山带出现不均匀的隆升,北部在重力均衡作用下隆升较早较快,风化剥蚀,而南部成为榆树砬子组或永宁群(1 660 Ma)磨拉石建造的沉积中心[6]。在裂谷发生演化进程中的岩浆岩事件[7]有造山前伸展阶段的2 100 Ma基性岩墙侵位,2 075 Ma的裂谷底部大面积片麻状二长花岗岩底垫式侵位,同碰撞造山阶段的花岗闪长岩侵位(1 899 Ma),造山后伸展隆升阶段的斑状花岗岩(1 749 Ma)侵位以及大量伟晶岩侵位。

3 裂谷的成矿阶段

辽吉古裂谷带的铅锌矿、菱镁矿、硼铁矿及铜矿、钴矿、金、银等不同规模的矿床系列组合,空间上展布在裂谷内的不同构造部位(图2),时间上与裂谷的不同演化阶段有关。带内除了已采和已知的许多著名矿床外,近些年来还新发现了大型猫岭金矿床、青城子铅锌矿田外围的大型金矿床和银矿床、吉林荒沟山金矿床、吉林大横路铜-钴矿床等,显示该成矿带还有较大的找矿潜力。

总体说来,成矿作用演化的基本模式是,首先于裂谷拉张裂陷阶段由火山-沉积作用在不同的古地理构造环境下堆积后期成矿所需的矿源层;于回返挤压收缩上隆-拆沉阶段,由构造体制的转换,并在区域变质、变形、同构造的岩浆活动等构造热事件作用下,视不同矿源的物质基础或成矿就位场所的不同,形成不同成因的矿床类型组合;最后则出现与非造山岩浆活动地质作用有关的成矿作用。下面本文将详述裂谷的系列成矿过程。

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

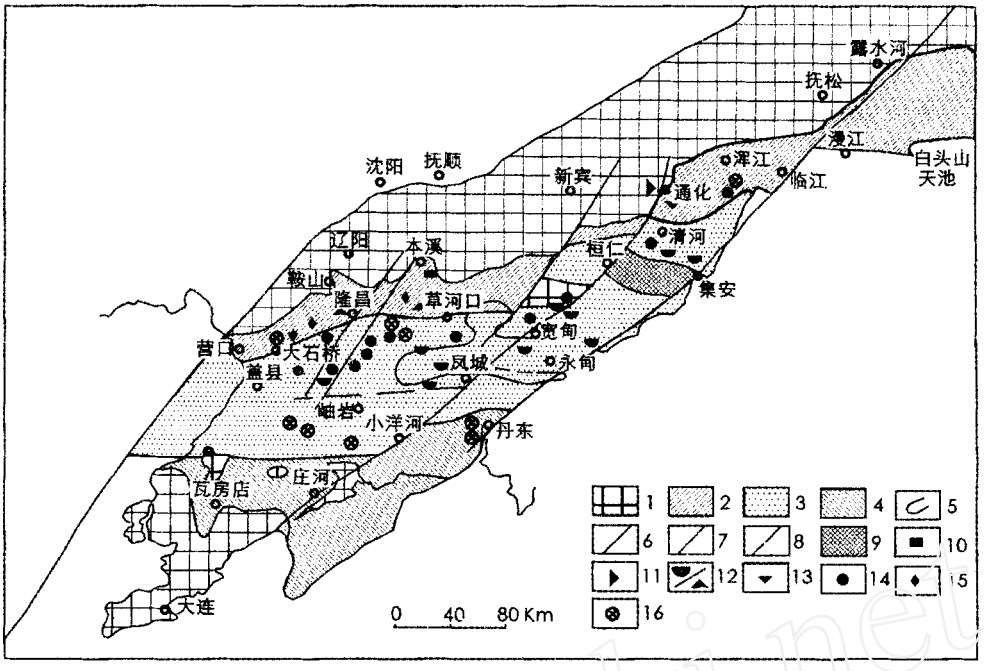

图 2　辽吉古元古代裂谷构造分带及矿床分布略图(据陈荣度等[2]修改)

Fig. 2　Tectonic zoning of the Liaoning - Jilin rift and distribution of mineral resources in it

1. 太古宙古陆;2. 北缘斜坡区;3. 中央凹陷区;4. 南缘浅台区;5. 地幔隆起区;6. 构造带分界线(深断裂带);7. 剪切断裂;8. 拉张断裂;9. 推断的隆起;10. 铀;11. 铜、镍;12. 硼、铁(铀)/硫(铜、钴);13. 铜、钴;14. 铅锌;15. 菱镁矿、滑石、岫玉;16. 金、银

3.1　裂谷拉张裂陷初期阶段的成矿作用

在辽吉古裂谷北缘东端,受控于近东西向本溪—浑江深断裂带的基性岩浆岩带内产出有岩浆型铜、镍矿床,根据与成矿有关的赤柏松基性岩体的同位素年龄(2 184 Ma,K-Ar 法)①,结合地质产状分析该岩体形成年龄应早于2 200 Ma,属古元古代早期。因此,在古裂谷拉张裂陷初期,有与非造山幔源基性—超基性岩浆侵入活动有关的铜、镍成矿作用。

以吉林通化赤柏松大型铜、镍矿床为代表,容矿的赤柏松基性岩群受裂谷边缘基底褶皱及断裂构造联合控制,侵位于基底鞍山岩群的四道砬子岩组。含矿的赤柏松岩体为同源岩浆多次侵入的基性-超基性复合杂岩体,它由主侵入体(辉绿辉长岩—橄榄苏长辉长岩—斜长二辉橄榄岩)与附加侵入体(细粒苏长辉长岩)及含矿辉长玢岩体组成,呈岩墙(脉)状产出。赤柏松硫化铜镍矿床是由似层状矿体、细粒苏长辉长岩矿体、含矿辉长玢岩矿体及硫化物脉矿体组成,其中以含矿辉长玢岩矿体是主要矿体,且品位富。

3.2　拉张裂解沉降阶段的堆积成矿作用

在辽吉古裂谷裂解沉降建造阶段,形成了快速沉降火山喷发堆积—慢速沉积堆积,与此有关形成了铀,硼、铁、铀、黄铁矿(铜、钴),铜、钴,铅、锌,菱镁矿、滑石、水镁石、岫玉,金、银等矿源层(含矿建造)和矿床。裂谷建造阶段所形成的诸矿源层的分布具有明显的层序性(时序性),严格受到辽吉古裂谷内地层层序控制的含矿建造,为裂谷后期发展阶段的不同构造环境下发生的成矿作用,奠定了成矿的物质基础。因此本区产出的矿床大多具有层控和岩控的特点。

在辽吉古裂谷的北部边缘,位于太古宙连山关花岗岩与古元古代浪子山组浅变质碎屑岩的接触带内,产出一系列单铀矿床。主要含矿围岩为石英岩、云母石英片岩及蚀变花岗岩。铀矿体呈透镜状、扁豆状赋存在隐伏短轴背斜核部的石英岩、云母石英片岩中,近矿围岩发育

① 吉林省地质局第四地质调查所. 吉林省通化县赤柏松硫化铜镍矿床研究报告. 1982,1-35.

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

绢云母化、硅化、钠长石化和少量碳酸盐化、萤石化。主要工业铀矿物为沥青铀矿、晶质铀矿及少量铀石。铀矿物以微粒状包裹出现在石榴石和黑云母等矿物中。与铀矿物共生的黄铁矿 $\delta^{34}S$ 平均值为 6.3 ‰,矿石铀 - 铅年龄 2 114 Ma。从矿体产于一定的层位,矿石结构构造以及矿石同位素年龄来判断,这是一种沉积变质型矿化。还有一种矿化,矿体分布于各种蚀变岩内,严格受断裂构造控制,矿石矿物以沥青铀矿为主,与绢云母、钠长石、石英共生。矿石中铀 - 铅一致线同位素年龄为 1 891 Ma,与碱交代岩形成的同位素年龄(1 919 Ma)相近,表明成因上碱交代作用使矿源层铀活化、迁移、富集。在早期形成的钠交代岩,又遭受构造作用并伴随碱性热液再次叠加而富集成矿。它是一种热液改造型铀矿化[8]。

本区著名的硼矿床产于古元古代岩层(辽东的辽河群、吉南的集安群)下部,以里尔峪岩组为主,其原岩由富硼的双峰式火山岩组成,并夹有粘土质岩、高镁碳酸盐岩与热水沉积岩,形成了含硼岩系。岩系的下部赋存硼镁石、硼镁铁矿矿床,上部有磁铁矿矿床、黄铁矿矿床[9]。近年来在已知磁铁矿、硫铁矿床基础上,发现了铜钴矿化构成东西到北东向分布的著名元古宙硼矿带,全长约 400 km,宽近 16 km。

铅锌矿床是辽吉裂谷区内分布最广的有色金属矿产之一,其产出空间受辽河群、老岭群多个层位的控制,主要有辽河群的高家峪组上部、大石桥组的一段和三段、老岭群的珍珠门组,均以碳酸盐岩为容矿岩石,具有明显的层控和岩控的特点。

区内又一著名的菱镁矿、滑石矿床主要赋存于古元古代辽河群大石桥组镁质碳酸盐岩中,其次是高家峪组镁质碳酸盐岩中。矿体呈层状产出。菱镁矿床是以沉积方式形成的,它发生在辽吉古裂谷拉张碳酸盐岩建造阶段,是在海湾潮间带的古地理环境中,原始沉积物经成岩作用而形成的沉积菱镁矿层。

3.3 裂谷挤压造山改造阶段的成矿作用

盖县组沉积以后,裂谷进入挤压造山改造阶段,含矿地层发生区域变质、变形及岩浆侵入作用,在此过程中发生了一系列成矿作用。

3.3.1 裂谷建造阶段形成的沉积矿床受到变质变形改造

具有层控与岩控特点的硼铁矿床,明显受到区域变质和变形改造。含硼岩系受挤压作用而表现出强烈变形,形成大面积紧密褶皱。在褶皱核部,辽吉花岗岩或活化重就位,或以剪切带形式与上复含硼岩系接触,表现为花岗岩的局部侵位和蚀变交代作用及韧性断裂带。另有些韧性断裂带可远离花岗岩体,构成区域带状“镁矽卡岩”组合的“交代岩”带。与透镜状镁质大理岩伴生硼镁铁矿体,明显卷入变形。这种变形除与围岩具有同步性之外,在某些部位还出现了硼矿体的塑态差异迁移现象,从而导致硼矿体的重就位,可以形成复杂变形构造中的相对稳定型:如残留在辽吉花岗岩顶部向形构造中的硼矿体,呈简单的向形体,并且储量巨大,如翁泉沟、杨木杆子超大型、中型矿床。另一种是不规则型,往往处于强烈褶皱地段。花岗岩以底辟方式侵位,常常造成局部含硼岩系层序的倒转和推覆,因此硼铁矿体多赋存在岩体边缘的低压带中或倒转构造的花岗岩体下部。刘俊来等[10]认为上述核部岩浆杂岩(辽吉花岗岩)、外部的滑覆体壳(含硼岩系)及其层间韧性剪切带(交代岩带)在空间上及构造成因上密切相伴,三者构成一种特殊的“岩浆核杂岩构造”。这种构造发生在古裂谷盆地形成后的进一步区域伸展过程中,成为硼矿田(矿集区)的控矿构造。

菱镁矿床是以沉积方式形成的。它的沉积作用发生在辽吉古裂谷拉张碳酸盐岩建造阶段,是在海湾潮间带这样一个特殊的古地理环境,原始沉积物经成岩作用而形成沉积菱镁矿层。后在 1.9 Ga 左右的裂谷挤压改造阶段,沉积菱镁矿层经受了绿片岩相—角闪岩相区域变质和变形作用的改造,发生重结晶,形成粗晶菱镁矿、白云石大理岩。形变作用使含矿层产生褶皱,并在褶皱转折部位使矿层加厚,矿石变富。以后由于南北向的强应力作用,发生区域性热动力变质,在矿带内形成扇形构造,而菱镁矿层处在直立带部位并再次重结晶,矿石形成粗晶、巨晶、菊化状构造、梳状构造。

3.3.2 沉积-变质热液再造型、沉积变质-岩浆

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

热液叠加改造型成矿作用

裂谷内产出的铅、锌矿床表现出三种不同成因类型:变质同生沉积型、沉积 - 变质热液再造型、沉积变质 - 岩浆热液叠加改造型。它们之间的主要区别在于矿体的形态产状有层状、似层状、脉状、囊状之分,围岩蚀变有无及发育程度的不同。该系列矿床的形成是随裂谷演化而进行的,在下陷沉积阶段成矿作用与火山 - 沉积作用比较密切,主要是喷流 - 沉积作用,形成了以碳酸盐岩容矿的层状矿体;在其上隆拉伸与挤压褶皱阶段,发生"变质重就位",形成层状矿体衍生的脉状矿体、囊状矿体。

滑石矿床的区域分布与菱镁矿床的分布范围几乎一致,只要有菱镁矿(岩)产出地段就有滑石矿床出现,但是具有工业意义的滑石矿床与菱镁矿矿床在空间上的分布上有一定的规律,即沿矿带的走向二者基本上是相间出现的。具有一定规模的滑石矿床,大部分都出现在菱镁矿层与白云石大理岩层的接触带,形成挤压透镜状矿体。根据野外产状、滑石脉的相互关系及产出的地质条件不同,本地区滑石矿的形成是多期次、多成因的,大致可以划分为三期[6],其中第二期是区域热动力变质作用形成的滑石矿床,也是本区滑石矿床形成的主要时期。滑石矿床与扇形构造密切有关,主要产在扇形构造的直立带中强应力部位。滑石一般都沿着破劈理方向分布,尤其是在菱镁矿层与白云石大理岩层的接触带内,滑石矿层往往呈透镜状、扁豆状、团块状,有时形成的就是一条由滑石构成的挤压破碎带。第三期是脉状滑石。在范家堡子滑石矿中可见到脉状滑石穿插煌斑岩脉的现象,也可见到红色滑石呈不规则脉状穿切白色或淡绿色滑石,所以这种脉状滑石是由岩浆期后热液作用形成的。

辽河群大石桥组含石英菱镁大理岩为玉石矿的矿源层,蛇纹石化菱镁大理岩为其含矿带,矿带明显受矿源层控制[11]。大部分玉石矿带与矿源层平行,部分斜交。大石桥组蛇纹石化菱镁大理岩中层间压扭性断裂系统,是岫玉控矿和储矿构造。矿带呈似层状,矿体呈透镜状、扁豆状。一般单个矿体长 1 ～ 10 m,厚 0.1 ～ 1.5 m。玉石矿带矿体沿阳沟岭复式深成黑云母二长花岗岩呈环形带状展布,似斑状黑云母二长花岗岩与大石桥组含石英菱镁大理岩接触带以及侵入围岩中顺层滑脱剪切带为玉石矿体成矿的最佳地段。另外在三家子朱家沟,在黑云母二长花岗岩派生的钾长花岗伟晶岩与含石英菱镁大理岩的接触带,形成含透闪石的蛇纹石软玉。玉石矿带产于一定矿源层,是与产出菱镁矿、滑石的含矿建造紧密相关的,但是该矿源层分布是广泛的,而玉石矿仅集中产出在一定的构造部位。这个部位是由于片麻状黑云母二长花岗岩的底辟侵入,造成顶部的矿源层内的拆离断裂系统,加之岩浆热源的作用而成为玉石矿的局部成矿系统。至于黑云母二长花岗岩的生成时代,据陈树良等[7]研究,其锆石 U - Pb 年龄大于 1.8 Ga,应为古元古代辽吉裂谷造山期挤压阶段的沉积变质-岩浆热液叠加型成矿作用的产物。

4　印支-燕山构造岩浆活动的叠加成矿作用

新元古代的细河统和永宁组不整合在辽河群之上,标志着辽吉古裂谷演化的结束。经过古生代的短暂稳定,随后出现的濒西太平洋构造带横跨辽吉古裂谷,使得印支-燕山期的构造岩浆活动踪迹在辽吉古裂谷范围内到处可见。特别是成矿带内的各种矿化集中产出,空间上与印支 - 燕山构造岩浆活动区联系密切,矿床成矿作用又普遍与热液活动有关,所以很自然地会将热液来源与印支 - 燕山期的岩浆活动联系起来。然而由于目前还缺少有效的方法获取精确的热液形成年龄,因此对热液的成因认识分歧。

本文认为,印支-燕山构造岩浆活动是辽吉古裂谷演化后期不可忽视的热事件,古元古代形成的含矿建造或矿床都不同程度地受到该期岩浆热活动的叠加改造,金(银)矿床的出现也与该期岩浆活动事件密不可分。在辽吉古元古代成矿带中,研究叠加的中生代构造-岩浆活动的成矿作用,既有一定的理论意义,更有十分重要的实际意义。现以产于裂谷内的金矿为例,介绍这方面的资料。

上世纪 80 年代以来,在辽吉古裂谷范围内

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

先后发现了一批大中型金矿床,不完全统计有辽宁的四道沟、白云、隈子、猫岭、王家崴子、沙窝沟、小佟家堡子、桃园、林家等金矿和吉林的荒沟山、错草沟、南岔等金矿,此外还有辽宁高家堡子大型银矿床。随着对这批矿床的勘查和区域基础地质研究的深入[12～16],认为它们是古元古代地层层位、岩性、韧性剪切变形及中生代构造-岩浆活动等因素复合控制的结果。这些矿床在分布上具有明显的层控性,但各矿体又具不同的成因,彼此又有成因联系。它们在主要成矿时期、矿床的空间分布、成矿系统等方面,表现为有一个与辽吉古裂谷上部碎屑岩-碳酸盐建造有关 金、银成矿组合。该成矿组合的特点是:

(1)具有明显的层控性。金矿主要产于盖县组中下部及大石桥组(珍珠门组)顶部的碎屑岩-碳酸盐岩建造中,主要岩石组合为千枚岩、二云片岩、硅质岩、变粒岩及碳酸盐岩。

(2)受韧-脆性断裂构造控制。区域性韧-脆性断裂是带内金矿的重要导矿、赋矿构造,也是中生代花岗岩形成和就位主要构造。

(3)矿体多呈透镜状、似层状顺构造面理产出。部分矿体与赋矿围岩界线需靠化学分析圈定,少数为脉状斜切构造面理。

(4)矿床围岩蚀变发育。主要为硅化,次为绢云母化、绿泥石化和碳酸盐化。一般具明显的分带性,由围岩到中心,硅化增强,从细脉硅化带 →强硅化带 →硅化岩带。碳酸盐化普遍,绢云母化和绿泥石化视围岩成分而变。

(5)矿石成分一般较简单,局部较复杂。金属矿物一般以黄铁矿为主,次为黄铜矿、闪锌矿、毒砂等;脉石矿物主要为石英、长石、绢云母、绿泥石、石墨,以及碳酸盐矿物等。当受到岩浆热液作用叠加时,矿石矿物成分变得复杂,矿石富含毒砂和磁黄铁矿。

(6)矿石组构以稠密浸染状、细脉浸染状、揉曲构造为主,其次为团块状、角砾状,既有变质变形组构,又具交代组构。

(7)金、银的赋存状态上,金矿物多以银金矿为主,金的粒度变化较大,金矿物呈粒状、片状及不规则状,主要分布于毒砂、磁黄铁矿和石英裂隙之中。

(8)矿床分布既具有层控性,又具有明显的不均衡性,从而形成一定范围的矿化集中区。在辽宁主要集中在青城子、猫岭、丹东三个矿化集中区,在吉林主要集中在南岔—大横路—荒沟山—小四平成矿带。这些地区在地质构造上属于裂谷内不同构造单元的交界部位,也是超壳以上深大断裂通过的部位,因此是构造岩浆事件多发地区,许多大型的构造-岩浆带、韧性剪切带多分布于其中,深部构造多显示为幔隆与幔坳过渡的梯度带、陡变带等部位。此外容矿地层中的矿体常位于两种或多种不同岩性的接触界面,其间多存在由于物理化学性质差异而形成的地球化学、地球物理障的岩石,因此有利流体的汇聚与矿质沉淀。

(9)古元古代含金碎屑岩系,有两个突出特点。第一,具有较高的砷元素背景含量,形成毒砂矿物。由于富含砷,使金的活动性增强而易于区域变质作用过程中成矿。第二,富含碳质、硫化物及粘土矿物。有机碳的存在有利于金的吸附作用。

(10)成矿时期具多期性。该成矿亚系列的成矿期受辽吉古裂谷的建造期的沉积作用、改造期的变质变形作用和中生代构造-岩浆复合成矿作用控制,许多矿床具有叠加成矿作用特征,因此严格地确定矿床的成矿时期难度较大,对某一具体矿床的成矿时期、成矿作用类型认识上往往出现分歧。

归结其分歧,不外乎是以古元古代成矿为主,还是中生代为主?是区域变质热液成矿作用,还是构造-岩浆热液作用?根据上述矿体的产出及矿床地质特征,我们认为本区主成矿期为古元古代,但具体矿床的主成矿期有所不同。综合起来认为,裂谷的建造阶段奠定了成矿的物质基础及空间,主成矿期是裂谷发生区域变质作用、变形作用的改造阶段形成以变质热液改造为主的矿床,同时裂谷的组成制约了中生代构造-岩浆热液成矿作用发生的空间。

5 结论

(1)产于辽吉古裂谷内的矿种、矿床类型及组合,均以裂谷发生的建造阶段形成的各含矿建造为物质基础,历经沉积作用、岩浆作用、区

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

域变质变形作用不同阶段成矿作用的产物所组成。所组成的矿种、类型因含矿建造类型的不同、与裂谷演化不同阶段耦合的主成矿事件不同而不同。例如,与基性和超基性侵入岩建造有关的铜、镍矿床,与区域变质作用有关并受变质火山构造环境中的喷气沉积的硼、铁、铀、铜、钴、硫矿床,与沉积作用有关的富镁碳酸盐建造中的菱镁矿、滑石、岫玉矿床,就是以三个不同含矿建造为物质基础,裂谷发展不同阶段的不同构造环境下的成矿作用产物。

(2)辽吉古裂谷内产出的大型、超大型矿床,都是在多元构造环境(伸展环境、挤压环境)下发生的复成因、多阶段成矿作用的叠加产物。单一成因类型的矿体有之,如沉积变质成因的层状矿体、热液作用成因的脉状矿,但大型 - 超大型矿床都是由不同成因类型矿体组合而成,例如青城子大型铅锌矿床、后仙峪大型硼矿床就是例证。这种矿床是古裂谷发生发展长期演化的结果,很难将某一矿床严格区分为裂谷某一阶段的产物。许多矿床都是在伸展构造环境下形成的含矿建造或同生的沉积矿床,后经挤压构造环境下改造完成矿床的(物理的、化学的)重就位、矿石品位变富、矿石储量集中化而成。

(3)矿床的时空分布具有规律性。矿床分布的层序性(时序性)基本上受裂谷地层层位的控制,具明显的层控性。在时间上,矿种由老到新的演化规律为 U →Cu、Ni →B、Fe、U、Cu、Co、S →Pb、Zn →菱镁矿(滑石、岫玉) →Au、Ag。矿床呈矿化集中区分布,上下不重叠,矿化集中区的分布与裂谷内的构造环境有关。例如与基性 - 超基性侵入杂岩有关的铜、镍矿床仅产出在古裂谷边缘深断裂带内;沿裂谷边缘斜坡带与中央凹陷区交界处形成以碳酸盐岩为主岩的受变质非火山环境中的喷气沉积铅锌矿床;以火山 - 碎屑岩建造的含硼岩系为主岩的受变质火山环境中的热卤水沉积硼铁矿床则发育在裂谷中央凹陷带内。

(4)成矿物质大多来自深部(地幔、深部地壳),在不同的成矿作用叠加时,成矿物质表现出继承性。古元古代裂谷的形成与区域性的地幔上侵和太古宙大陆壳的拉伸有关。在裂谷构造演化过程中,边缘及轴部开始出现同生深断裂带,深部壳幔相互作用带出成矿物质上升形成不同的含矿建造(矿源层),为裂谷不同演化阶段奠定其成矿物质基础。

(5)辽吉古裂谷内的矿床共同特点是在分布和成因上明显受含矿建造特定层位控制,但又受中生代构造岩浆热液的叠加改造,从而形成不同成因、不同产状矿体组合一起的矿床,这一事实已逐渐被大家公认。但是对成矿热液作用的性质、产生的机制和形成时代,在对某一具体矿床的成因上往往意见不一。因此,在辽吉古元代成矿带中,研究中生代构造 - 岩浆活动的叠加,对本区成矿作用既有理论意义,又有十分重要的实际意义。

参考文献:

[1]白瑾. 华北陆台北缘前寒武纪地质及铅锌成矿作用[M]. 北京:地质出版社,1993,1-132.

[2]《中国矿床发现史 ·综合卷》编委会. 中国矿床发现史综合卷[M]. 北京:地质出版社,2001,1-801.

[3]陈荣度,王有爵. 辽东吉南早元古代裂谷演化与成矿作用[A]. 张贻侠,刘连登. 中国前寒武纪矿床和构造[C]. 北京:地震出版社,1994,186-200.

[4]李三忠,扬振升. 辽东早元古代造山带隆滑构造解析[J]. 长春地质学院学报,1996,26(3):305-309.

[5]李三忠,韩宗珠,刘永江,等. 辽河群区域变质特征及其大陆动力学意义[J]. 地质论评,2001,47(1):9-18.

[6]张秋生. 辽东半岛早期地壳与矿床[M]. 北京:地质出版社,1988,1-552.

[7]陈树良. 辽宁元古宙侵入岩石谱系单位[J]. 国土资源,2000,17(3):206-211.

[8]钟家蓉,董春林,于宝山. 鞍-本地区早元古宙铀成矿作用与构造[A]. 张贻侠,刘连登主编. 中国前寒武纪矿床和构造[C]. 北京:地震出版社,1994,172-185.

[9]冯本智,卢静文,邹日,等. 中国辽吉早元古代大型-超大型硼矿床的形成条件[J]. 长春科技大学学报,1998,28(1):1-15.

[10]刘俊来,关会梅,崔迎春. 辽吉元古宙褶皱带构造分区与构造演化[J]. 前寒武纪研究进展,2002,25(3～4):214-219.

[11]孟宪家,付维忠,曲永峰,等. 辽宁岫玉矿床地质特征及找矿方向[J]. 辽宁地质,2000,17(4):245-248.

[12]姜瑛,刘先利. 青城子矿田高家堡子大型金银多金属矿床成因机制[J]. 辽宁地质,1998,59(3):205-213.

[13]姜瑛,刘先利,刘志远. 青城子矿田石英脉-硅质岩与金银成矿关系讨论[J]. 辽宁地质,1999,16(3):194-

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

202.
[14]陈江. 辽宁青城子矿田浊积岩型金银多金属矿床[J]. 辽宁地质,2000,17(4):241-245.
[15]王文清,曲亚军. 辽东古元古宙金矿地质特征及成矿模式[J]. 辽宁地质,2000,17(3):161-171.
[16]刘先利,姜瑛,刘志远,等. 青城子矿田高家堡子大型金银多金属矿床成因机制[J]. 辽宁地质,2000,17(2):12-127.

Geological Evolvement and Ore-Forming of the Liaoning-Jilin Paleoproterozoic Rift

ZHAI An-min, SHEN Bao-feng, YANG Chun-liang, HU Xiao-die, CAO Xiu-lan, GONG Xiao-hua

(Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170)

Abstract: The Archean North China Craton began to split at ~2.3 Ga and shaped an intracraton rift, named Liaoning-Jilin Paleoproterozoic rift. In a span of 2.2-1.7 Ga, this paleorift experienced such complicated growth history as stretching sink, volcano-sediment accumulation, diapir intrusion, buckle folding, uplift detachment till extinction. Liaoning-Jilin rift is rich in mineral resources that has closevy relation to the evolvement process. In the stage of stretching sink, abundance of volcano-sediment materials accumulated first as the source of the ores and formed different mineralizing formations (ore-source beds) in distinct tectonic and geographical setting. And then a series of ore emplacements occurred to form different types of ore deposits with various genesis under thermo-tectonic events of metamorphism, deformation and magmatism etc. The next ore-forming process was the mineral concen by hydro-thermal fluids in non-orogenic magma activity. During the Mesozoic, the Liaoning-Jilin palaeo-rift was in the structural belt on the brink of the western Pacific Ocean and influenced by the thermal event from the Indosinian-Yanshanian tectonic-magma activity, which increased the ore-forming and ore-concentration in the rift. Actually the Paleoproterozoic ore-forming formations or deposits in the rift were mostly overprinted or reconstructed by the Indosinian-Yanshanian thermo-tectonic event. Some gold (silver) deposits in the rift may be inseparable with the Indosinian-Yanshanian thermal-tectonic event.

Key words: Paleoproterozoic; Liao-Jilin Paleoproterozoicrift; geological evolvement; mineralizing process

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net