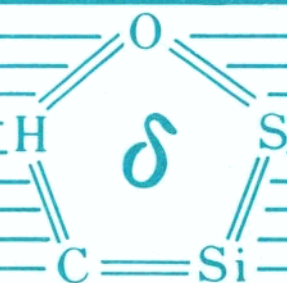
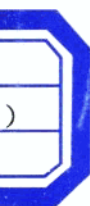


华北元古宙铅锌成矿带 稳定同位素研究

■ 丁悌平 蒋少涌等 著

STABLE ISOTOPE STUDIES ON THE
PROTEROZOIC Pb-Zn MINERAL
BELT OF NORTHERN CHINA



■ 北京科学技术出版社

华北元古宙铅锌成矿带 稳定同位素研究

丁悌平 蒋少涌 万德芳 著
李金城 宋 彪 赵敦敏

北京科学技术出版社

(京) 新登字 207 号

内 容 简 介

本书对华北元古宙铅锌成矿带进行了系统深入的稳定同位素研究。

根据获得的新数据和以往积累的数据, 对华北元古宙铅锌成矿带若干典型矿床的同位素地质特征进行了深入的分析, 结合地质情况和其他方面资料对这些典型矿床的成矿地质作用, 成矿物质来源, 成矿的地质和物化条件进行细致的讨论。将带内主要矿床划分出四种成因类型, 建立了相应的成矿模式。最后本书对成矿带内不同类型矿床的稳定同位素特征和同位素找矿标志进行了系统的归纳。本书可作为矿床地质研究人员、普查找矿地质工作者的重要参考文献, 也可供同位素地质、矿床学师生参考。

华北元古宙铅锌成矿带稳定同位素研究

丁悌平 蒋少涌 万德芳 著
李金城 宋 彪 赵敦敏

北京科学技术出版社出版
(北京西直门南大街 16 号)
邮政编码 100035

北京市海淀区三环快速印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 8.25 印张 200 千字
1992 年 8 月第一版 1992 年 8 月第一次印刷
印数 1—1000 册

ISBN7-5304-1143-8 / T · 244 定价: 7.00 元

目 录

绪言	(1)
第一章 华北元古宙铅锌成矿带地质概况	(2)
第一节 太古宙基底地质	(3)
第二节 元古宙含矿地层	(3)
第三节 中生代构造岩浆活动	(7)
第四节 铅锌矿床的种类及分布	(7)
第二章 狼山硫多金属成矿区稳定同位素研究	(9)
第一节 地质背景	(9)
第二节 铅同位素地球化学	(12)
第三节 硫同位素地球化学	(17)
第四节 碳酸盐的碳、氧同位素地球化学	(23)
第五节 石英及硅酸盐矿物的氧、硅同位素研究	(28)
第六节 氢同位素研究	(31)
第七节 小结	(34)
第三章 青城子铅锌矿稳定同位素研究	(36)
第一节 地质背景	(36)
第二节 铅同位素地球化学	(38)
第三节 硫同位素地球化学	(42)
第四节 氢、氧同位素地球化学	(46)
第五节 碳、氧同位素地球化学	(51)
第六节 硅同位素地球化学	(58)
第七节 小结	(59)
第四章 八家子铅锌矿稳定同位素研究	(61)
第一节 地质背景	(61)
第二节 铅同位素地球化学	(64)
第三节 硫同位素地球化学	(69)
第四节 氢、氧、碳、硅同位素地球化学	(77)
第五节 小结	(84)
第五章 关门山铅锌矿稳定同位素研究	(86)
第一节 地质背景	(86)
第二节 铅同位素地球化学	(88)
第三节 硫同位素地球化学	(91)
第四节 碳酸盐的碳、氧同位素地球化学	(99)
第五节 氢、氧同位素地球化学	(102)
第六节 小结	(104)

第六章 各类矿床的稳定同位素特征及其找矿评价意义 (105)

 第一节 沉积岩中的喷气沉积矿床 (107)

 第二节 喷气沉积热液改造矿床 (110)

 第三节 接触交代矿床 (112)

 第四节 碳酸盐古岩溶中的热卤水充填交代矿床 (113)

 第五节 稳定同位素特征的找矿评价意义 (114)

结束语 (116)

参考文献 (117)

英文摘要 (121)

Contents

Introduction	(1)
Chapter 1 The general geological conditions of the Proterozoic Pb-Zn Mineral Belt, Northern China	(2)
Section 1 The geology of Achean basement	(3)
Section 2 The Proterozoic mineralization stranta	(3)
Section 3 The tectonic and magmatic activities of the Mesozoic period	(7)
Section 4 The types of Pb-Zn ore deposits and their distributions	(7)
Chapter 2 The stable isotope studies on the Langshan polymetal mineral district	(9)
Section 1 The geological background	(9)
Section 2 The lead isotope geochemistry	(12)
Section 3 The sulfur isotope geochemistry	(17)
Section 4 The carbon and oxygen isotope geochemistry of carbonates	(23)
Section 5 The oxygen and silicon isotope studies of quartz and silicates	(28)
Section 6 The hydrogen isotope study	(31)
Section 7 Summary	(34)
Chapter 3 The stable isotope studies of the Qingchengzi Pb-Zn deposit	(36)
Section 1 The geological background	(36)
Section 2 The lead isotope geochemistry	(38)
Section 3 The sulfur isotope geochemistry	(42)
Section 4 The hydrogen and oxygen isotope geochemistry	(46)
Section 5 The carbon and oxygen isotope geochemistry	(51)
Section 6 The silicon isotope geochemistry	(58)
Section 7 Summary	(59)
Chapter 4 The stable isotope studies of the Bajiazi Pb-Zn deposit	(61)
Section 1 The geological background	(61)
Section 2 The lead isotope geochemistry	(64)
Section 3 The sulfur isotope geochemistry	(69)
Section 4 The hydrogen, oxygen, carbon and silicon isotope geochemistry	(77)
Section 5 Summary	(84)
Chapter 5 The stable isotope studies of the Guanmenshan Pb-Zn deposit	(86)
Section 1 The geological background	(86)
Section 2 The lead isotope geochemistry	(88)
Section 3 The sulfur isotope geochemistry	(91)
Section 4 The carbon and oxygen isotope geochemistry of carbonates	(99)
Section 5 The hydrogen and oxygen isotope geochemistry	(102)

Section 6	Summary	(104)
Chapter 6	The stable isotope characteristics of various types of deposits and their significance in mineral exploration and assessment	(105)
Section 1	The sedimentary hosted exhalative ore deposits (SEDEX)	(107)
Section 2	The hydrothermally altered sedimentary hosted exhalative ore deposits	(110)
Section 3	The metasomatic ore deposits	(112)
Section 4	The filling and replacement ore deposits of hot brine in ancient karst of carbonates	(113)
Section 5	The significance of stable isotope characteristics in mineral exploration and assessment	(114)
Conclusion		(116)
References		(117)
English abstract		(121)

绪 言

华北元古宙地层中产有为数众多、储量巨大的铅锌矿床，形成一个重要的多金属成矿带，是华北地台北缘金属成矿省的一个主要组成部分。

“七五”期间，国家设立科技攻关项目“我国东部隐伏矿床研究”，华北地台北缘被定为重点工作地区之一。在华北地台北缘区域成矿规律及隐伏矿床预测的研究中，这个铅锌成矿带又占有重要地位。

我们参加这一国家攻关项目的研究工作，承担了“华北地台北缘某些典型矿床的稳定同位素地球化学研究”的课题。同时，我们得到地质行业科学技术发展基金资助，开展了“稳定同位素找矿方法在华北元古宙铅锌成矿带的应用”的课题研究，本书是对这两项研究的一个总结。

我们研究的成矿带分布于西起内蒙临河，东至辽宁凤城，长约 2000km，宽约 300km 的范围内。已发现的大型铅锌矿床有 8 处，中型铅锌矿床 10 多处，小型矿床和矿点上百处。工作地区范围大，任务十分繁重。根据实际情况，对于面上的工作我们尽量利用前人的数据，对于重点矿床的工作则主要依据自己采样和分析的结果。

在此次研究中，新获得的稳定同位素数据共 509 个。其中铅同位素数据 56 个，硫同位素数据 138 个，碳酸盐碳、氧同位素数据 91 个，氧化物和硅酸盐氧同位素数据 116 个，流体包裹体和羟基矿物氢同位素数据 56 个，矿物和岩石硅同位素数据 52 个。除铅同位素分析由地矿部地质研究所同位素实验室完成外，其余分析均由地矿部矿床地质研究所同位素实验室完成。其中硅同位素分析在国内外层控矿床研究中是第一次。

结合野外地质研究和其它地球化学研究，本研究对成矿带内几个重要典型矿床的稳定同位素进行了较深入的分析，为建立这些矿床的成矿模式提供了可靠的依据。在此基础上并提出了成矿带内各种成因类型的矿床的稳定同位素特征及同位素找矿标志。这些研究提高了对成矿规律的认识，对本地区的矿床普查评价工作将有一定好处。

本书分为六章，第一章叙述成矿带地质概况，第二至五章叙述几个典型矿床的稳定同位素研究成果，第六章综合成矿带各类矿床的稳定同位素特征及找矿评价意义。其中第三至五章由蒋少涌编写，其余各章由丁悌平执笔。

在研究过程中得到内蒙 105 队王桂林同志，辽宁五队余日升、刘培梧同志及炭窑口矿区、八家子矿区、青城子矿区许多地质人员的大力协助，在此深表感谢。与芮宗瑞、黄典豪、魏菊英、Sangster 和 Goodfellow 等的讨论对本研究大有裨益，宋鹤彬、刘志坚、白瑞梅、孙利、刘敦一、张巧大等在同位素分析方面给予了很多帮助。本书编写过程中，余澄宇同志、韩景仪同志、周国蓉同志、姚晓梅同志在编排、打印、绘图、校对方面做了大量工作，在此一并致谢。

第一章 华北元古宙铅锌成矿带地质概况

在华北地台北缘元古宙地层中，蕴藏着数量巨大、种类繁多的金属和非金属矿产。其中铅锌矿产占有重要地位。内蒙的霍各气、炭窑口、东升庙、甲生盘，河北的高板河，辽宁的青城子、八家子、关门山，都是这些矿床中人所熟知的代表。朝鲜的检德矿床更是以超大型铅锌矿床而闻名于世。这些矿床，加上数以百计的中小型矿床和矿化点，构成了华北元古宙铅锌成矿带。这个成矿带西起内蒙中部，东至朝鲜北部，东西长达 2000 多 km，南北宽约 300km，范围相当广袤（图 1）。

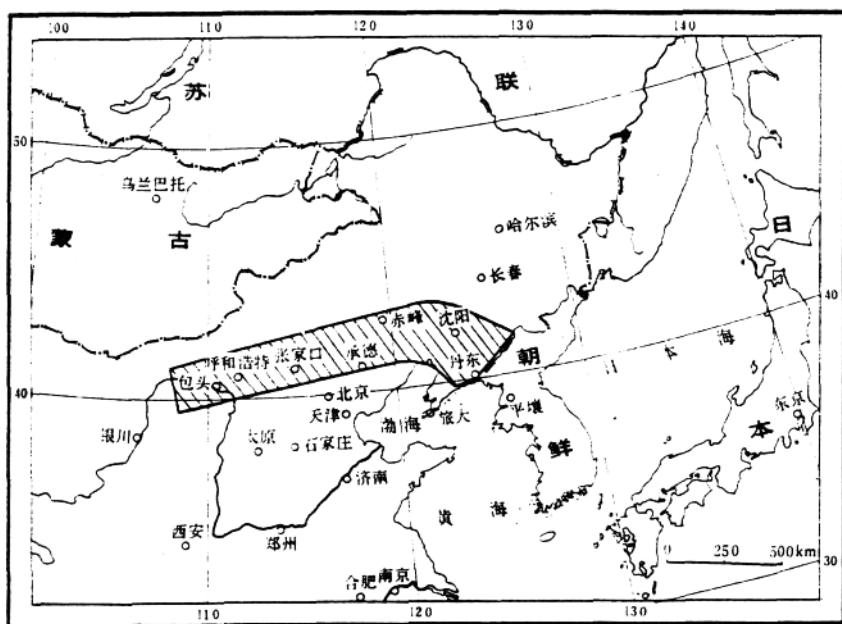


图 1 华北元古宙铅锌成矿带分布范围

Fig. 1 Distribution field of Proterozoic Pb-Zn Mineralization belt of Northern China

这个成矿带叫做元古宙成矿带，并不意味着其中矿床都在元古宙时期成矿。它们可以在元古宙形成，也可以在以后的不同时期形成。但是这些矿床都产在元古宙地层中，对此，我们不能不引起特别注意。因此，我们在叙述成矿带地质情况时，将按照太古宙基底、元古宙含矿地层和中生代岩浆活动及矿产情况加以讨论。

第一节 太古宙基底地质

在整个成矿带范围内，广泛发育着太古宙基底岩石。这些岩石普遍经受了麻粒岩相或

高级角闪岩相的变质作用，其原岩多为中基性火山岩和火山碎屑沉积岩，不少地段发育磁铁石英岩层。根据同位素年龄测定结果，可以将其划分为中太古代和晚太古代岩石。

I. 中太古代岩石

中太古代岩石在许多地点出露，如吉南桦甸的龙岗群（或老金厂群），辽北清原的清原群，冀东迁安的迁西群和冀北平泉的建平群下段。这些岩石主要为高级变质的麻粒岩、片麻岩，并有紫苏花岗岩侵入。在迁西群中还发现辉石岩、角闪岩、磁铁石英岩及透镜状大理岩。

这些岩石的同位素地质年龄多在 30 亿年左右（孙家树，1982；姜春潮，1987；刘长安，1983；肖宗洋，1978），有的岩石年龄高到 32—35 亿年（江溥明等，1987；黄萱等，1986；乔广生等，1987）。最近，刘敦一等又在迁西和辽北地区发现了年龄为 37 和 38 亿年的锆石。

II. 晚太古代岩石

成矿带内晚太古代岩石更为发育，主要为各种高级角闪岩相的片麻岩和花岗质岩石，局部也出现麻粒岩。不同地区在岩石组合上表现出明显的差别，可以划分出吉南—辽北的花岗岩、绿岩地体，辽东的花岗岩、片麻岩地体，冀东—辽西的花岗岩、绿岩地体和阴山花岗岩、片麻岩地体。

对晚太古代岩石的同位素地质年龄已有多处报道，结果均在 25 亿到 28 亿年之间（据芮宗瑶等 1990 年归纳）

III. 太古宙岩石含矿情况

在中太古代的麻粒岩—紫苏花岗岩地体中暂时还未找到大的有色金属矿床。仅在清原景家沟的变质基性火山岩中发现有小型金矿。

在晚太古代的花岗岩—绿岩地体中藏有丰富的铁、铜、金和锌矿。

第二节 元古宙含矿地层

大约在 25 亿年前，华北地区的阜平运动使太古宙地层强烈变形变质并产生普遍的混合岩化，形成初步稳定的华北太古宙克拉通。随之在克拉通基础上发生大规模断裂作用，形成一些裂陷槽及陆缘断陷，堆积起一套厚度巨大的元古宙火山—沉积岩系。这一套岩系含有许多大大小小的铅锌矿床，是本研究的主要对象。元古宙沉积在华北地台北缘断续分布，分散在不同的裂陷和断陷盆地中。在不同盆地中的沉积岩系有不同的特征和含矿性。下面仅就与铅锌矿化有密切关系的三个盆地的情况作比较详细的描述。

I. 狼山—渣尔泰山地区

在成矿带西端，在狼山—色尔腾山—渣尔泰山一带，是元古宙的活动带，沉积了元古宙的巨厚沉积。这里也是元古宙铅锌成矿带的一个重要成矿区。

一、早元古代岩层

内蒙中部狼山—色尔腾山一带曾经是华北地台北缘早元古代时的陆缘活动带。在这个活动带发育着色尔腾山群和二道洼群等早元古代沉积岩。

色尔腾山群主要出露于色尔腾山、石哈河及狼山山前地区，是一套由绿泥石片岩、绿泥石石英片岩、斜长角闪片岩及磁铁石英岩组成的绿片岩系，其厚度可达 4000—

6000m。这套沉积物被锆石铀铅年龄为 24 亿年的英云闪长岩侵入。绿岩带中含金量较高,有可能作为金的矿源层。

二道洼群覆于色尔腾山群之上,是一套中低变质的沉积岩系。其下部红山沟组由含砾云母片岩、含碳绢云石英片岩、斜长片麻岩、角闪片麻岩、磁铁石英岩和大理岩构成,厚度为 834—7000m。上部哈拉沁组由黑云石英片岩、二长石英片岩、绿帘角闪片岩、大理岩及磁铁石英岩组成。其厚度为 1000—3000m。根据锆石铀铅年龄测定,其年龄为 19—23.5 亿年。

二、中元古代岩层

进入中元古代,在狼山—色尔腾山裂陷槽的基础上进一步发展,形成了狼山—渣尔泰山裂陷槽,沉积了中元古界渣尔泰群地层。这一裂陷槽的分布范围如图 4 所示。

渣尔泰群地层东起固阳,西至阿贵庙、霍各气,在广大地区断续分布。根据谢贤俊(1990)的意见,其层序如表 1 所示。

表 1 中元古界渣尔泰群层序、岩性及含矿层位简表(据谢贤俊,1990)

Table 1 Stratigraphy of Middle Proterozoic Zhaertai group (after Xie, 1990)

上覆地层: 什那干群(燧石条带灰岩、砂岩、页岩、全岩 Pb 法年龄 1554Ma)				
阿古鲁沟组	第三岩段	> 210m	灰黑色炭质粉砂岩、板岩、夹灰岩, 含叠层石, 有石盐假晶和石膏层	Ⅳ. 硫多金属矿化(炭窑口、东升庙、对门山、甲生盘)
	第二岩段	895	灰黑色含泥质微晶灰岩、钙质板岩	
	第一岩段	419	灰黑色含炭千枚岩	
增隆昌组	第二岩段	181	黑灰色灰岩、条带状硅质灰岩、含炭质白云质灰岩, 含叠层石	Ⅲ. 硫多金属矿化(霍各气、东升庙)
	第一岩段	113	灰-黑灰色炭质粉砂质板岩夹白云质灰岩	
书记沟组	第三岩段	295	灰白色绢云石英岩、长石石英砂岩	Ⅱ. 硫多金属矿化(对门山、甲生盘) Ⅰ. 铜矿化(霍各气、炭窑口、东升庙)
	第二岩段	197	灰白色绢云石英岩、白色石英岩, 含火山岩 (67m)	
	第一岩段	471	灰白色砂砾岩、长石石英砂岩	
下伏地层、下元古界(二云石英片岩、绿泥石英片岩、混合岩、锆石 U-Pb 年龄 1972-2415Ma)				

在渣尔泰群中, 产有储量可观的层状多金属硫化物矿床。已探明的有大型矿床 5 处(霍各气、炭窑口、东升庙、山片沟、甲生盘), 中型矿床 3 处, 小型矿床 4 处。

在渣尔泰群上, 覆有中元古代晚期形成的什那干群沉积地层。

II. 燕辽地区

燕辽地区在元古宙时是华北地台北缘中段的一个沉降带。在这个盆地中堆积了巨厚的元古宙沉积, 其中也产有丰富的多金属矿床。

一、早元古代岩层

在元古宙早期, 在冀东一带已发育着青龙裂陷槽, 在其中堆积了双山子群变质火山

岩、沉积岩系和青龙河群沉积岩系。

双山子群下部茨榆山组由角闪黑云斜长变粒岩、黑云斜长变粒岩、含石榴石黑云片岩和角闪磁铁矿石岩组成，其原岩可能为砂质、粉砂质泥岩夹硅铁质岩，厚度 882m。

中部鲁杖子组由斜长角闪岩、黑云斜长角闪岩、绢云片岩及黑云斜长变粒岩组成，原岩可能为玄武岩、安山岩、英安岩和流纹岩，其厚度为 1626m。

上部地层为下白成组变粒岩夹片岩，可能由砂页岩变来，厚度 879m。

根据铷锶年龄测定，双山子群的年龄为 22 亿年左右。

青龙河群覆于双山子群之上，为一套浊积岩沉积，由砂泥质沉积岩夹硅铁质岩组成，底部有砾岩，经变质后形成变质砾岩、黑云斜长变粒岩、云母片岩、镁铁闪石磁铁矿石岩等。岩石变质年龄为 20.8 亿年（孙大中等，1984）。

在这套地层中迄今只发现有小型金矿。

二、中晚元古代岩石

到中元古代，燕山地区构造运动进一步发展，形成了燕山裂陷槽，在其中堆积了中、晚元古代的巨厚沉积。

燕山裂陷槽分布范围如图 2 所示，呈 NEE 向分布，西起山西太原，东到辽西。

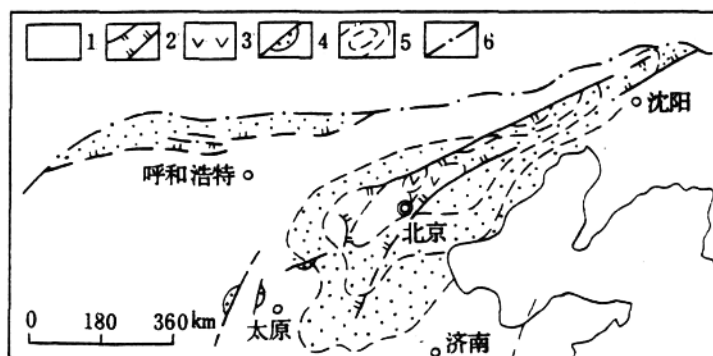


图 2 燕山裂陷槽分布范围

Fig. 2 Distribution field of the Yanshan rifting basin

1—古陆；2—同生新层；3—火山岩；4—裂陷槽；5—等深线；6—断裂

这套地层的下部为长城系，它由常州沟组砾砂岩、杂砂岩和石英砂岩，串岭沟组粉砂质页岩、黑色页岩、白云岩和钠质基性火山岩及团山子组砂质白云岩和凝灰质白云岩组成。其厚度为 2266m。

中部的南口系沉积时，裂陷槽沉陷达到高潮，结果形成了大红峪组火山沉积岩系和高庄组厚达 1596m 的白云岩沉积。

蓟县系沉积时，海盆范围缩小，但沉陷速度仍然较快，形成雾迷山组厚达 3336m 的白云岩沉积。后期沉降幅度减小，形成较薄的洪水庄组粉砂岩、页岩和铁岭组的白云岩、砂岩和灰岩。

上部青白口系沉积时，地壳升降频繁，结果形成了砂砾岩、页岩夹灰岩的沉积，厚度为 371m。

燕山裂陷槽中的这套中、晚元古代沉积是各种形态的铅锌矿体的重要含矿层。其中南口系的高于庄组是重要的层状铅锌矿含矿层，其典型代表有河北兴隆的高板河铅锌矿床。在辽宁凡河群中的长城系和蓟县系的白云岩中也产有铅锌矿体，如辽宁关门山铅锌矿床。

Ⅲ. 辽吉地区

辽吉地区是成矿带东端的重要成矿区。这里，主要由于早元古代辽东-吉南裂陷槽的出现而产生了辽河群和集安群、老岭群堆积。辽东-吉南裂陷槽的分布范围如图3所示。这个裂陷槽在我国境内延长达400km，宽60—80km，向东进入朝鲜北部。

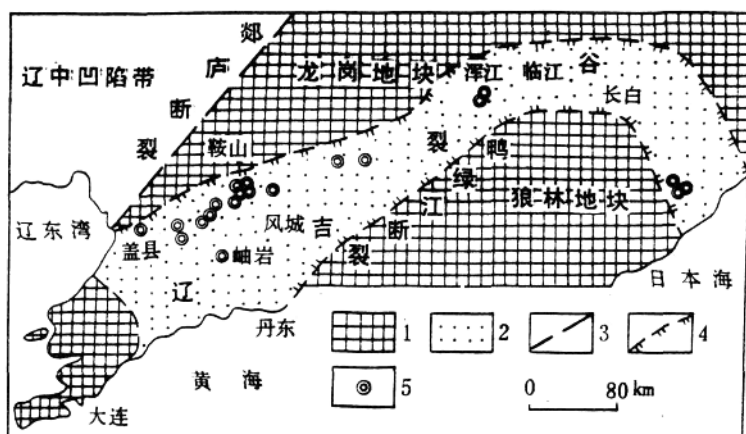


图3 辽东-吉南裂陷槽分布图

Fig. 3 Distribution field of eastern Liaoning-southern Jilin rifting basin

1-古陆；2-裂陷槽；3-断层；4-同生断层；5-矿区

在早元古代早期，在裂陷槽中心偏南部位沉积了集安群（吉林）和下辽河群（辽宁）地层。这套地层由黑云变粒岩、电气变粒岩、斜长角闪岩、镁橄榄石金云母大理岩组成。其下部为富钠硼变粒岩段，上部为富钾含硼浅粒岩段。这套地层厚度为270—2000m。在裂陷槽中心偏北部位发育下辽河群浪子山组碎屑岩和里尔峪组火山-沉积建造，其厚度为230—1300m。

在早元古代晚期，裂陷槽进一步扩展。在中央拗陷带及两侧形成了老岭群（吉林）和上辽河群地层。上辽河群下部的盖县组为一套海相泥砂质沉积，只含少量碳酸盐岩石，经变质成为云母片岩、千枚岩、变质砂质、浅粒岩和大理岩。其厚度达5000m。老岭群下部的花山组、临江组及达台山组则由二云母石英片岩、石英岩及大理岩组成，厚度也达5000m。上辽河群中上部沉积，在裂陷槽中心部位以白云质灰岩、泥灰岩和泥岩为主，夹有火山岩。其厚度为350—1500m。在裂陷槽北缘部位则为含碳碎屑粘土岩（300—5600m）和碳酸盐岩夹泥质岩。其中高家峪组为石墨条带白云质大理岩、斜长角闪岩及石墨变粒岩。上覆的大石桥组为中厚层白云质大理岩夹层状铅锌矿和菱镁矿。

在裂陷槽中心有许多早元古代均质混合花岗岩出现于含硼岩系的底部。这些岩体与地层呈似整合接触，且与围岩一道受到构造变形，有时显条痕状、片麻状构造。王有爵

(1990) 等将其定为 A 型花岗岩。

在辽吉地区的早元古代沉积物中,发育有硼、铁、铅锌、菱铁矿、滑石、硫铁矿和金等矿产,其经济价值举世瞩目。单就铅锌矿而言,该地区已发现的矿床就有 27 处,其中包括大型矿床一处(青城子)和中小型矿床 26 处。另外,特别要指出,在同一裂隙槽的东端,在朝鲜发育有超大型的检德矿床。

这些铅锌矿的主要矿体呈层状似层状产出,但也有不少呈脉状产出。主要含矿层位有南高家峪组二段(青城子榛子沟矿),南大石桥组三段(青城子喜鹊沟、北瓦沟和检德)及老岭群珍珠门组(荒沟山、天湖沟)。

第三节 中生代构造岩浆活动

元古宙之后,在古生代时期,成矿带所在地区有寒武、奥陶、石炭和二叠系地层沉积,并有加里东期和华力西期的构造岩浆活动。但是,这些对成矿带内的成矿作用关系不大。

中生代以来,中国东部经受了印支和燕山运动的强烈影响,华北地台北缘也不例外。中生代的构造活动,在成矿带所在地区形成各类构造隆起和盆地,并伴有强烈的火山喷发和岩浆活动^①。

在吉南-辽东地区,中生代岩浆活动大致有三期。第一期为印支期,形成了年龄为 200—240Ma 的花岗岩侵入体,如在临江东北方的闹枝-蚂蚁河花岗岩-闪长岩岩体和通化南边的香磨闪长岩体,以及青城子的新岭花岗岩体和双顶沟花岗岩体。第二期为燕山早期的侵入岩,其侵位年龄为 136—153Ma,其例子有和龙西南的荒沟碱长花岗岩和通化以南的香磨花岗岩体。这一期侵入岩比较发育。第三期为燕山晚期的侵入岩,侵位年龄为 97—104Ma,如通化-集安地区的某些岩体。

在燕山地区,岩浆活动可分为二期四阶段。燕山早期第一阶段的侵入岩侵位于 190—170Ma,第二阶段岩体侵位于 160—145Ma。燕山晚期第一阶段的岩体侵位于 140—125Ma,第二阶段岩体侵位于 125—105Ma。

在狼山地区,印支期花岗岩在中西部地区出露,呈不规则岩基和岩株产出,侵位年龄为 183—208Ma。燕山期早期的花岗岩在地区西部及东南部出现。

在成矿带范围内的侵入岩有的属 S 型,有的属 I 型,也有少数属 A 型。

中生代的构造岩浆活动与成矿带内的矿化作用有密切的联系。在许多矿区,晚期的岩浆热液活动对已形成的矿床产生了明显的改造作用。在有的地区,这些活动导致新的矿床的形成。

第四节 铅锌矿床的种类及分布

在华北元古宙铅锌矿成矿带内,已发现的大型铅锌矿床有 6 处(霍各气、炭窑口、东

^①地质矿产部矿床地质研究所,1990,华北地台北缘区域成矿规律、找矿靶区优选及综合找矿模型研究

升庙、山片沟、甲生盘和青城子)，中型矿床有关门山、高板河、八家子等 20 多处，小型矿床和矿化点则有上百处。

所有这些矿床均产在元古宙地层中。大型矿床多呈层状、似层状，如甲生盘、东升庙、炭窑口和霍各气矿床的矿体。中小型矿床的形态则比较复杂，有的呈层状、透镜状，也有的呈囊状（关门山）或不规则脉状（八家子）。也有的矿床（如青城子）有脉状矿体产出。

对于矿床成因已有过长期的研究。根据现有的资料，可以将成矿带内的矿床分为不同的成因类型，即：

一、沉积岩中的喷气沉积矿床，即 SEDEX 矿床：其典型代表为内蒙狼山地区的炭窑口、东升庙和甲生盘矿床。

二、喷气沉积热液改造的矿床：其典型代表为辽宁青城子铅锌矿床。

三、接触交代矿床：其典型代表为辽宁八家子铅锌矿床。

四、碳酸盐古岩溶中的热卤水充填交代矿床：其典型代表为辽宁关门山铅锌矿床。

下面在第二至第五章中将对上述四类矿床中典型矿床的地质情况和稳定同位素研究结果作详细的讨论。在第六章中将对各类矿床的稳定同位素地质特征及其找矿评价意义进行归纳。

第二章 狼山硫多金属成矿区稳定同位素研究

内蒙中部的狼山地区是华北元古宙铅锌成矿带的重要组成部分。该地区的炭窑口、东升庙和甲生盘等矿床规模巨大，为地质矿产界所瞩目。自 50 年代以来，该地区的找矿勘探和地质研究工作一直十分活跃。对狼山地区硫多金属矿床的稳定同位素组成已有多次研究。施林道 (1974)①、王可南 (1984)、李兆龙 (1986)、郎殿有和张兴俊 (1987)、杨兵 (1988)②及缪远兴 (1988)③均有报导。这些研究为认识成矿区内矿床的成因提供了重要依据。这次，我们在前人工作的基础上对区内重要矿床进行了铅、硫、碳、氢、氧和硅同位素的综合研究，结合地质背景和其它资料，对矿床成因进行了较深入的分析，并对有关地质问题进行了讨论。

第一节 地质背景

狼山硫多金属成矿区西起阿贵庙、东至固阳，东西长 300km，南北宽 30—40km。其基本地质情况为④ (图 4)：

I. 地层

成矿区地层出露相当完整，除志留、泥盆和三叠系外，从太古宇到第四系均有出露。这里仅按基底地层、含矿岩系和上复地层三部分对地层作详细程度不同的介绍。

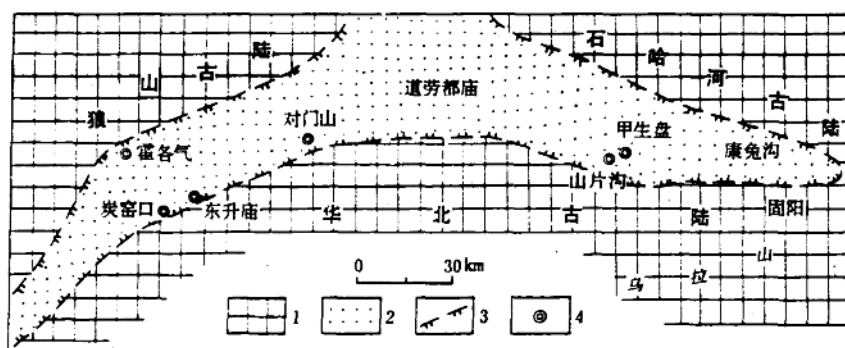


图 4 狼山-渣尔泰山裂陷槽地质简图

Fig. 4 A sketch geological map for Langshan-Zhaertaishan rift basin

1-古陆；2-裂陷槽；3-同生断层；4-矿区

①施林道，1974，内蒙狼山地区变质岩铜矿某些地质问题的探讨，桂林冶金地质研究所

②杨兵，1988，中南工业大学研究生论文

③缪远兴，1988，昆明工学院研究生论文

④内蒙古自治区地质研究队，1990，内蒙古狼山地区渣尔泰群硫多金属成矿规律及隐伏矿床成矿预测研究

一、基底地层

指先于含矿岩系形成的各时代地层，包括太古宇乌拉山群，下元古界色尔腾山群和二道洼群地层。

乌拉山群由变粒岩、紫苏麻粒岩、条痕及条带状混合岩、片麻岩、石英岩、含铁石英岩及大理岩组成，为一套高级角闪岩相的变质岩组合。该层总厚度逾万米，同位素地质年龄为 2350—2650Ma。

色尔腾山群以绿色片岩为主，夹磁铁石英岩透镜体，厚度达 6038m，铀-铅同位素年龄为 2420—2427Ma。

二道洼群为绿泥片岩、绢云片岩、角闪斜长片岩夹磁铁石英岩，最大出露厚度 2019m，同位素年龄 2228Ma。

二、含矿岩系

狼山成矿区的矿床产在一套中元古界地层之中。这套地层在不同矿区有不同名称，在炭窑口和东升庙称之为狼山群，在甲生盘称之为渣尔泰群。对于这两个群之间的关系及其地层划分曾有过长期争论。这里我们采用内蒙古自治区地质研究队（1990）的意见，将其统称为渣尔泰群。

渣尔泰群为一套浅变质的碎屑岩-碳酸盐岩-泥质岩系，在成矿区内由东到西断续呈带状分布。地层厚度变化明显，在东部的固阳地区可厚达 4000m，而中部仅数百米。按照岩性组合，该群可进一步分为：

1. 书记沟组 该组为渣尔泰群底部地层，由碎屑岩组成。在地区东部固阳至渣尔泰山一带为含砾长石石英砂岩，长石石英砂岩为主，地层中交错层理及波痕发育。中西部对门山至阿贵庙一带以纯石英岩为主，含少量泥质，也有波痕。层内夹中基性火山岩夹层，在霍各气矿区，此层有铜矿化。地层最大厚度 1030m。

2. 增隆昌组 为渣尔泰群中部地层。该组按岩性可进而划分为两段。下段以含炭粉砂质板岩和千枚岩为主，夹薄层灰岩。上段以白云岩、白云质灰岩及结晶灰岩为主。增隆昌组在地区东部含镁较高，而在西部含镁较低。该组厚度为 400—250m。在霍各气矿区，该组下段含条带状石英岩，为含铜矿层。在东升庙矿区，该组上段为硫多金属矿含矿层。

3. 阿古鲁沟组 为渣尔泰群上部地层。该组为硫多金属矿床的主要含矿层位。据内蒙地矿局地质研究队，该组可划分为三个岩性段。

下段以炭质粉砂质板岩、炭质板岩为主，含星点状黄铁矿。该段厚度变化大，在对门山为 120m，而在固阳为 1525m。该段在东升庙矿区为主要含矿层。

中段为砂质白云岩及砂质灰岩。最大厚度为 419m。该段在甲生盘地区为重要含矿层。

上段为炭质粉砂质板岩和炭质板岩，局部为含炭质石英岩。该段厚度不详。

三、上覆地层

覆盖含矿层之上的地层包括中元古代晚期什那干群燧石条带灰岩、泥灰岩、砂岩和页岩；寒武系泥灰岩、泥质条带灰岩；奥陶系灰岩、白云质灰岩及含燧石条带微晶灰岩、砂砾岩和凝灰岩。此外，石炭系、二叠系、侏罗系、白垩系、新第三系和第四系地层也有出露。由于这些地层与多金属成矿关系不大，在此不加评述。