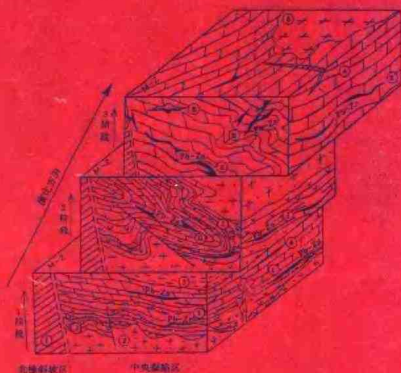




辽宁东部 元古宙碳酸盐岩中铅锌矿床

王有爵 刘 晖 方如恒 等著



地质出版社

P
406
141-1
31

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

四 矿床与矿产 第31号

辽宁东部
元古宙碳酸盐岩中铅锌矿床

王有爵 刘 晖 方如恒 等著

地质出版社

(京)新登字085号

内 容 提 要

本书重点论述了辽东早元古代古裂谷及辽北辽河中晚元古代拗拉谷碳酸盐岩中层控铅、锌矿床的控矿条件和区域地质背景,并对其中的典型矿床进行了系统研究,总结了成矿规律,重建了区内铅、锌矿床的成矿模式及找矿模式,为寻找隐伏矿体指出了方向。

本书可供矿床地质研究人员、矿产勘查人员及地质院校师生参考。

中华人民共和国地质矿产部 地质专报
四 矿床与矿产 第81号
辽宁东部元古宙碳酸盐岩中层控铅、锌矿床
王有爵 刘 晖 方如恒 等著

责任编辑:张新元
地质出版社出版发行
(北京和平里)
北京地质印刷厂印刷
(北京海淀区学院路29号)
新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092¹/₃₂ 印张: 8 字数: 182000
1993年9月北京第一版·1993年9月北京第一次印刷
印数: 1—600册 定价: 5.80元
ISBN 7-116-01355-5/P·1121

前 言

本书是国家“七五”期间重点科技攻关项目“75-55中国东部隐伏矿床研究”下设二级课题“75-55-03华北地台北缘铜铅锌矿成矿规律及隐伏矿床预测的研究”的三级专题之一,即“75-55-03-03辽东—吉南铅锌多金属成矿条件及隐伏矿床预测”在辽宁省内的成果及“辽宁东部元古宙碳酸盐岩中铅锌矿成矿条件及隐伏矿预测”两个专题主要研究成果的总结。该专题由辽宁省地质矿产局(以下简称地矿局)负责,“七五”期间省地矿局组织局属五队、八队、九队三个四级专题研究组开展研究工作。参加研究的人员有:王有爵、刘晖、方如恒、张万魁、何永昌、余日生、熊兰生、许来祯、肖玉章(以上为高级工程师)、张宝玉、金祥书、刘培梧、张述发、高承业、阎再峰、李荣、王德绵、王海治、王汝其、刘树仁、林登举(以上为工程师)、赵彬、曲永峰、李林青、高文姝、张晶(以上为助理工程师)。聘请前省地矿局总工程师马元韬高级工程师为技术顾问。

辽北关门山—业尔兴和辽南营口—凤北—宽北是辽宁省重要的铅锌矿成矿带,著名的开原县关门山、凤城县青城子大型铅锌矿床即分别产于这两个成矿带内,为元古宙碳酸盐岩中层控铅锌矿床的典型代表。这两个矿床已有百余年的开发历史,但系统的地质研究工作是在建国后开始的。本区先后完成了1:20万区调,1:20万重力、航磁、化探扫面及矿带上的1:5万地质测量、航空遥感测量等工作,积累了丰富的基础资料;与此同时辽宁省地质系统及冶金、有色地勘部门在区内开展了铅锌矿床普查勘探,有关科研单位、大专院校的专家、教授对铅锌矿床进行了大量的专题研究。

50至60年代,多数地质工作者都认为区内铅锌矿床为岩浆热液型脉状矿床;而70年代以后,许多研究者经过系统的研究后提出,区内铅锌矿床为古—中元古代碳酸盐岩中多成因、多来源的层控铅锌矿床。在这些研究中,综合性的重大成果有:①1973年长春地质学院张贻侠教授在他主持的“关门山铅锌矿床地质特征的研究”中提出了地下水—古岩溶成矿的新观点;②1982—1986年辽宁地矿局第九地质大队肖玉章等在对关门山铅锌矿床典型矿床的研究中提出的铅锌成矿元素主要来源于基底老地层,并建立了地下水成矿模式;③1980—1986年长春地质学院张秋生教授与辽宁地矿局合作,在对辽东半岛早寒武纪地质与矿产的系统研究中提出辽南古元古界辽河群分布区为优冒地槽双相共存的拗拉槽、古元古界碳酸盐岩中的层控铅锌矿赋存于辽吉岩套上部浊积岩系内,且受优冒地槽交接活动带近优地槽一侧控制;④1982—1986年辽宁地矿局第五、第八地质大队提交的区内古元古界辽河群碳酸盐岩中铅锌矿成矿地质条件及找矿方向的研究报告,对上、下两个含矿层位的确定,为寻找捻德式、青城子式铅锌矿指出了方向。此外,“七五”期间长春地质学院张秋生和杨振声教授、朱永正副教授等在本区开展过古元古代铅锌矿床成矿条件和隐伏矿预测专题研究。上述成果为这次专题研究打下了坚实基础。

4年来“75-55-03-03”专题全体研究人员按照国家科技攻关要求和课题设计的总体部署,在前人工作的基础上比较系统地收集综合整理了区内有关的基础地质、矿床地质、地球物理、地球化学等资料,并到野外补测了地质剖面,修测了地质构造图,进行了典

型矿床研究。专题研究人员以野外队第一线技术骨干为主体，做到了科研和生产紧密结合，科研工作及时指导了生产，而普查找矿又进一步验证了科研成果。专题组在大量的实际资料的基础上，运用新的地质成矿理论进行地质、构造、矿床、地球物理、地球化学等多学科综合性研究和隐伏矿床预测，圆满地完成了设计任务，于1990年4月提交了该专题的研究报告（辽宁省部分）；同年12月通过国家评审验收。在此基础上，作者将这些成果编写成《辽宁东部元古宙碳酸盐岩中铅锌矿床》一书。

本书前言、第一篇第一章、结束语由王有爵完成；第二章由刘晖、余日生、金祥书、刘培梧、高承业、张书发完成；第三章由刘晖、张万魁、何永昌完成；第二篇由方如恒、张宝如、王海治完成。最后由刘晖、刘培梧进行统稿。此外还有李忠、王文清、曲亚军参加了图件编制。英文摘要的中文稿由王有爵、刘培梧撰写，英文摘要由毕立君翻译。图件绘制由于敏、张淑萍、马玲、李宝华、秦丽英、程秀敏、张淑新等完成，部分正式出版图件由王清新清绘。

目 录

第一篇 辽南古元古代碳酸盐岩中铅锌矿床	1
第一章 区域地质背景	1
一、辽东古元古代古裂谷概述	1
二、辽东古裂谷的构造分区	1
三、辽东古裂谷内外带堆积物特征及其含矿性	3
四、辽东古裂谷内带的辽-吉花岗岩及火山岩系	6
五、内外带分界线(M—Z线)的确定及辽东古裂谷性质的讨论	9
六、辽东古裂谷构造样式及变质变形构造特征	11
七、后期叠加地质事件	12
八、辽东古裂谷的形成与演化	13
第二章 铅锌矿床地质	15
一、矿床成因类型的划分及特征	15
二、张家堡子铅锌矿床	16
三、北瓦沟铅锌矿床	28
四、青城子铅锌矿床	39
五、东胜铅锌矿床	48
六、成矿模式	56
第三章 铅锌矿控矿条件、找矿模式及找矿方向	58
一、古构造活动带次级盆地对含矿岩系的控制作用	58
二、含铅锌碳酸盐岩系对铅锌矿床的控制作用	58
三、变质变形作用对铅锌矿床的控制作用	59
四、岩浆作用与成矿的关系	60
五、铅锌矿床找矿模式及找矿方向	60
第二篇 辽北泛河地区中元古代碳酸盐岩中铅锌矿床	62
第一章 区域地质背景	62
一、地层	63
二、沉积相	67
三、沉积盆地	69
四、火山岩	71
五、构造环境	76
六、构造变形	77
七、后期叠加地质事件	77
第二章 关门山铅锌矿床	79
一、概述	79
二、矿区地质特征	80
三、矿床地质特征	84
四、矿床地球化学特征	90

五、成矿时代	97
六、矿床成因讨论	98
第三章 成矿条件、找矿模式及找矿方向	102
一、成矿条件	102
二、找矿标志	104
三、找矿模式与找矿方向	104
结束语	109
参考文献	111
英文摘要	112

CONTENTS

Section 1 Palaeo-Proterozoic Lead-Zinc Deposits in Carbonate

Rock, Southern Liaoning..... 1

Chapter 1 Regional Geological Setting..... 1

1. Brief Introduction to Liaodong Palaeo-Proterozoic Palaeorift 1

2. Tectonic Division of Liaodong Palaeorift 1

3. Accumulation and Ore Potentiality of Internal and External Belts of Liaodong Palaeorift 3

4. Liao-Ji Granite and Volcanics in Internal Belt of Liaodong Palaeorift 6

5. Identification of M-Z Separating Line and Discussion on Liaodong Palaeorift..... 9

6. Structural Styles, Metamorphism and Deformation of Liaodong Palaeorift 11

7. Palaeo-Postly-Superimposed Geological Events 12

8. Formation and Evolution of the Palaeorift 13

Chapter 2 Geology of Lead-Zinc Deposits..... 15

1. Genetic Types and Characteristics of the Deposits 15

2. Zhangjiapuzi Lead-Zinc Deposit 16

3. Beiwagon Lead-Zinc Deposit..... 28

4. Qingchengzi Lead-Zinc Deposit..... 39

5. Dongsheng Lead-Zinc Deposit 48

6. Metallogenic Model 56

Chapter 3 Control Factors, Prospecting Pattern and Ore-hunting

Guide of Lead-Zinc Deposits..... 58

1. Control of Secondary Basins Over Ore-bearing Rock Series in Mobile

Palaeo-tectonic Belt 58

2. Control of Pb-Zn-bearing Carbonate Rocks Over Lead-Zinc Deposit..... 58

3. Influence of Metamorphism and Deformation on Lead-Zinc Deposit 59

4. Relationship of Magmatism and Metallogeny..... 60

5. Prospecting Pattern and Ore-hunting Guide 60

Section 2 Palaeo-to Meso-Proterozoic Lead-Zinc Deposits in Carbonate Rock, Northern Liaoning

..... 62

Chapter 1 Regional Geological Setting..... 62

1. Stratigraphy 63

2. Sedimentary Facies 67

3. Sedimentary Basins 69

4. Volcanic Rocks 71

5. Tectonic Environment 76

6. Structural Deformation.....	77
7. Palaeo-structurally-Superimposed Geological Events.....	77
Chapter 2 Guanmenshan Lead-Zinc Deposit	79
1. Brief Introduction	79
2. Geology of Mining Area	80
3. Geology of Ore Deposit	84
4. Geochemistry of Ore Deposit.....	90
5. Metallogenic Epochs.....	97
6. Discussion on Metallogeny	98
Chapter 3 Mineralizing Factors, Prospecting Pattern and Ore- hunting Guide.....	102
1. Mineralizing Factors	102
2. Prospecting Criteria.....	104
3. Prospecting Pattern and Ore-hunting Guide	104
Conclusions	109
References	111
English Abstract	112

第一篇 辽南古元古代碳酸盐岩 中铅锌矿床

第一章 区域地质背景

一、辽东古元古代古裂谷概述

处于华北地台北缘上的辽东古元古代古裂谷,系指辽东半岛南部古元古代辽河群岩层分布地区。其西侧以郑庐断裂为界,向东由营口、盖县经岫岩、凤城、丹东、宽甸延至吉林南部及朝鲜半岛北部,构成了近东西向的辽东—古南—朝北古元古代古裂谷。辽东古裂谷位于该裂谷带的西段。辽东古裂谷由辽宁省地矿局方如恒(1980年)和陈荣度(1981年)首先提出,之后长春地质学院张秋生教授等提出了辽—吉拗拉槽的观点。近几年有的研究者又提出辽东裂陷槽、拗拉谷的新观点。本文在前人工作的基础上,依据最新资料,仍采用“辽东古裂谷”的提法,论述区内成矿地质背景。

辽东古裂谷的南、北两侧分别为太古宙克拉通。北侧的太古宙片麻岩卵形构造区,由15—30%的上壳岩(鞍山群含铁岩系)和85—70%的花岗质岩石组成。南侧的太古宙灰色片麻岩区,以片麻状英云闪长岩—花岗闪长岩—花岗岩系为主,并含有各种不同形式的上壳岩包体。介于南北两侧太古宙基底之间的古元古代裂谷边界线,多被中新元古界—古生界地层所覆盖,或因印支—燕山期花岗岩侵入,致使古裂谷的边界不易准确确定。但根据辽河群岩层的分布及深部资料,裂谷的北界处于太子河—浑江台陷内中心线位置,西侧被郑庐断裂所载,南界沿永宁断凸南缘—复州凹陷东侧—辽南太古宙灰色片麻岩的北界至东沟县大孤山进入黄海并围绕长山列岛的南端,呈近东西向似阶梯状展布。整个裂谷西窄东宽,东西长250 km,南北宽170—200 km(图1-1)。

二、辽东古裂谷的构造分区

辽东古裂谷是古元古代时期发育的一种克拉通裂谷。依据其岩石组合、原岩建造、岩浆活动以及变质变形构造演化的差异,可将该古裂谷进一步划分为:内带——中央裂陷区(I)、外带——北缘斜坡区(II-1)及南缘浅台区(II-2)。

外带具有冒地槽相建造的特点;而内带却具有优地槽相建造的某些特征。前者直接与太古宙克拉通毗邻,不整合覆盖于太古宙基底岩系之上;二者之间可以见到明显的不整合接触关系;在南缘浅台区基底变浅,并被冒地槽相上部岩系超覆。后者远离太古宙克拉通边缘,处于裂谷中心地带,即中央裂陷区内,至今尚未发现其与下伏太古宙基底间的直接

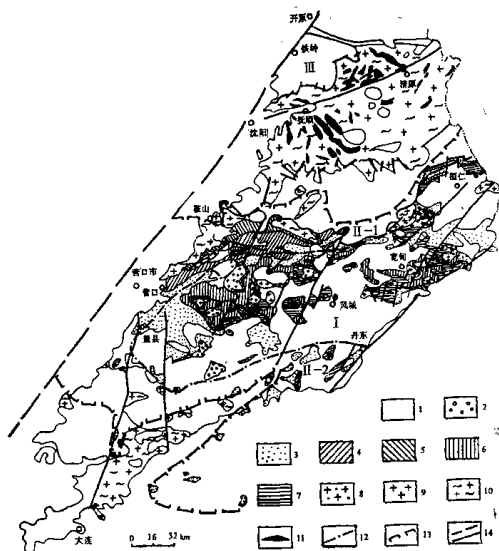


图 1-1 辽宁省东部构造分区图

1—新元古界—显生宇；2—榆树砬子群；3—盖县岩组；4—古裂谷外带上辽河群；5—古裂谷外带下辽河群；6—古裂谷内带含铅锌碳酸盐岩；7—古裂谷内带含硼岩系；8—环斑花岗岩；9—辽-吉花岗岩；10—太古宙花岗岩；11—绿岩包体；12—M—Z线；13—古裂谷边界；14—推测、实测断层

I—古裂谷中央裂陷区；II-1—古裂谷北缘斜坡区；II-2—古裂谷南缘浅台区；III—辽北辽河拗拉谷

关系。一般情况下，其下伏均为辽吉花岗岩系，而且二者构成似披盖片麻岩穹窿的镶边构造形式。此外，内外带的分界线即“M—Z线”附近（张秋生、王有舜，1982年）确定为长期活动的近东西向、开口向东的“U”字形构造活动带，或者为一条规模巨大的韧性剪切-逆冲推覆构造带（杨振声等，1987年）。这条重要的构造活动带不仅控制古裂谷的形成和发展，而且还控制着区内硼铁矿、硫铁矿、铅锌矿、菱镁矿、滑石矿以及金矿等多种金属、非金属矿产的分布。其中辽南古元古代碳酸盐岩中的层控铅锌矿明显地受内带北侧的边缘构造活动带（M—Z线）控制。

三、辽东古裂谷内外带堆积物特征及其含矿性

古元古代时期辽东古裂谷内外带的建造具有明显的差异。早期首先出现了内外带并存的局面（即以辽宁地矿局区调队称为南北辽河群），实质上为相互平行的同时异相的成对的沟谷槽相，此即裂谷内外带主体。之后，相当于上辽河群盖县岩组的浅海相泥砂质沉积几乎遍及全区。晚期以浅海相向陆相过渡的陆源碎屑物（榆树砬子群）堆积而结束。据此，参照《辽宁省区域地质志》及长春地质学院张秋生等（1984年）所建立的地层层序和命名，本书将本区古元古界辽河群层状岩系在裂谷各区带中划分如表 1-1。

表 1-1 古元古界古裂谷区内层状岩系的划分

区带		外 带	内 带		外 带
地层单位		北缘斜坡区 (II-1)	中央裂陷区 (I)		南缘浅台区 (II-2)
榆树砬子群 (Pt ₁ ys)					
辽 河 群 (Pt ₁)	上 辽 河 群 (Pt ₁ sh)	盖县岩组 (Pt ₁ gx)	盖县岩组 (Pt ₁ gx)		盖县岩组 (Pt ₁ gx)
		大石桥岩组 (Pt ₁ d)	含铅锌 碳酸盐岩系	南大石桥岩组 (Pt ₁ d)	大石桥岩组 (Pt ₁ d)
		高家峪岩组 (Pt ₁ g)		南高家峪岩组 (Pt ₁ n)	高家峪岩组 (Pt ₁ g)
	下 辽 河 群 (Pt ₁ lh)	里尔峪岩组 (Pt ₁ lr)	含硼岩系		里尔峪岩组 (Pt ₁ lr)
		浪子山岩组 (Pt ₁ l)	辽-吉花岗岩 (γ ₂)		

分布在裂谷外带的下辽河群（浪子山组—里尔峪岩组）为一套厚度巨大的砂质粘土岩、薄层碳酸盐岩组成的堆积，主要分布在北缘斜坡区内。上辽河群下部（高家峪岩组）为富含碳质的碎屑岩、粘土质岩；中部（大石桥岩组）为厚层碳酸盐岩；上部（盖县岩组）为泥砂质粘土岩堆积物，在外带广为分布。内带的辽河群可分为上、下两套独特的含矿岩系：下部为富硼的水下火山沉积岩建造（南里尔峪岩组）——含硼岩系；上部为含火山物质的碳酸盐岩建造（南高家峪岩组—南大石桥岩组）——含铅锌碳酸盐岩系。在该岩系之上为上辽河群盖县岩组，而含硼岩系之下为长英质深成岩（辽-吉花岗岩）。

1. 外带——辽河群

1) 下辽河群：主要分布于北缘斜坡区英洛-革河复向斜的北翼。下辽河群明显地构成一个规模巨大的沉积旋回，为绿片岩相-绿帘角闪岩相变质碎屑建造及火山-沉积建造，其中含有铜、硫、磷及铀等矿产。按区调队的意见，由下而上为浪子山岩组、里尔峪岩组，两者为整合接触，而与下伏鞍山群为不整合接触。下辽河群在南缘浅台区出露不全，仅零星分布有里尔峪岩组上部层位，且厚度明显变薄。

浪子山岩组 该岩组为一套变质的陆源碎屑岩-粘土岩建造,仅分布在北缘斜坡区的北部边缘,出露局限,不整合覆盖于太古宙克拉通之上,厚度80—1278m,沿走向变化大。由下而上可分为变质的粗碎屑沉积、泥质沉积、碳酸盐岩泥质沉积三个岩性段,即厚层石英岩、云母片岩、片岩夹大理岩段。

里尔峪岩组 主要分布在北缘斜坡区,原岩建造为一套以大陆架海底火山喷发-沉积作用为主,伴有陆源物质混入的火山-沉积建造,厚度230—1300m。该岩组的上部和下部各为一套石英角砾质凝灰岩夹角砾岩、砂岩、粘土岩、碳酸盐岩所构成的上、下火山岩段。上火山岩段含层状黄铁矿层。值得提出的是,在内外带分界线(M—Z线)附近的隆昌及其以西地区,经区调填图证实南、北里尔峪岩组相变过渡较为明显,且在北里尔峪岩组下部的镁质碳酸盐岩层中发现内带含硼岩系所特有的硼矿化。在南缘浅台区零星出露的里尔峪岩组为浅粒岩夹变粒岩,厚度小于200m。

2) 上辽河群:在裂谷带内广泛分布,下部含炭的碎屑粘土岩(南高家峪岩组)、中部厚层碳酸盐岩(南大石桥岩组)及上覆的巨厚层泥质粘土岩(盖县岩组)三者为整合接触。但辽宁地矿局八队(1989年)在宽北八河川地区区调填图中发现,大石桥组大理岩层底部存在底砾岩,且不整合于太古宙花岗岩之上。其区域意义有待进一步研究。

高家峪岩组 主要出露在北缘斜坡区,原岩为一套富含炭质的陆源碎屑粘土岩,一般厚度300—560m,岩性比较单一。下部为含炭的泥砂质岩石,中部为碳酸盐岩夹泥质岩石,上部为富含炭质的泥砂质岩石夹碳酸盐岩石。变质后构成了云母片岩、千枚岩,含黑大理岩夹板岩,炭质板岩夹浅(变)粒岩三个岩性段。该岩组以厚度稳定,富含炭质,且赋存磷矿床为主要特征。在南缘浅台区仅见有相当于中段的含石墨黑云母变粒岩透闪大理岩零星分布。

大石桥岩组 本文所称的大石桥岩组,是指整合于上述高家峪岩组之上的厚层碳酸盐岩,惯称“北大石桥岩组”,该岩组为一套产于大陆架中的碳酸盐岩夹半粘土-粘土岩,很少见有火山碎屑岩,厚度变化大,最薄处十几米,甚至尖灭,最厚达4000m,从下至上一般可划分三个岩性段:一段为薄层灰岩夹钙质页岩(条带状大理岩夹透闪岩段);二段以页岩为主,夹砂岩灰岩(片岩夹变粒岩大理岩段);三段为厚层白云岩(白云石大理岩段),赋存有巨厚层菱镁矿及滑石矿。至今为止,尚未在大石桥岩组内发现层状铅锌矿化,仅有脉状铅锌矿分布。南缘浅台区大石桥岩组为白云石大理岩夹片岩,最大厚度500m。

盖县岩组 该岩组是辽河群最上部的一个岩组,在内、外带广为分布,主要出露于英洛—草河、盖县—岫岩、宽甸太平哨复向斜的轴部。本岩组整合覆盖于外带大石桥岩组及内带含铅锌碳酸盐岩系之上。盖县岩组是一套浅海相的粘土岩-半粘土岩建造,夹有少量碎屑岩和碳酸盐岩,岩性稳定,厚度巨大,总厚度大于5000m。该岩组下部为云母片岩夹浅(变)粒岩及大理岩薄层,上部为云母片岩、千枚岩夹变质砂岩,在岩组内有脉状铅锌矿分布。

2. 内带——南辽河群

分布于古裂谷内带即中央裂陷区的南辽河群,由两大岩系(上部含铅锌矿碳酸盐岩系、下部含硼岩系)所组成,且分别赋存有上下两个火山岩系,从而构成了规模巨大的火山-沉积及沉积-火山两大建造,两者整合过渡。岩系普遍遭受角闪岩相区域变质作用,层控铅锌矿、硼铁矿为两大岩系的独特矿产。

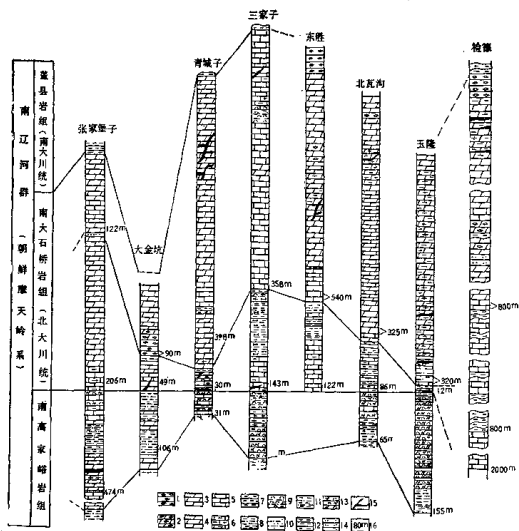


图 1-2 营口至宽甸地区铅锌矿区含矿岩系柱状对比图

1—菱铁矿; 2—菱铁矿化白云石大理岩; 3—白云石大理岩; 4—条带状白云石大理岩; 5—大理岩; 6—含石墨大理岩; 7—黑云片岩; 8—黑云变粒岩; 9—角闪变粒岩; 10—浅粒岩; 11—透闪透辉变粒岩; 12—透闪透辉岩; 13—石英岩; 14—斜长角闪岩; 15—钼铀矿体(层); 16—岩组厚度

镁矿滑石(磷)矿带及下辽河群的辽阳-草河黄铁(铜)矿带。此外在内外带分界线(M—乙线)附近盖县岩组及其与大石桥岩组韧性剪切带中,往往有蚀变破碎岩型脉状金矿,从而构成了盖县-析木-白云金矿带。上述这些矿带从中央裂陷区向北缘斜坡区,在M—乙线两侧由南而北有规律地分布着近东西向的硼镁矿带—铅锌矿带—菱镁矿滑石矿带—黄铁矿矿带。

四、辽东古裂谷内带的辽-吉花岗岩及火山岩系

1. 辽-吉花岗岩

辽-吉花岗岩是指分布于含硼岩系底部的花岗质杂岩。程裕淇(1964)称为均质混合花岗岩, 辽宁地矿局有关处称为条痕状混合岩, 1984年张秋生等命名为辽-吉岩套中的辽-吉花岗岩(等时线年龄 2073 Ma)。经过多年的调查证实, 凡是含硼岩系分布的地方, 其

底部几乎总有辽-吉花岗岩质岩石存在,它与含硼岩系为“似整合”接触,在营口—凤北—宽北一带含硼岩系不发育地区,辽-吉花岗岩可与含铅锌矿碳酸岩系直接接触,在其接触带往往出现韧性剪切带或宽度不大的碱性混合交代带。

辽-吉花岗岩一般出现在穹状或短轴背形所构成的正向构造的核部,它与围岩一同卷入构造形变并同步褶皱,在其边缘条痕状、片麻理构造明显。辽-吉花岗岩主要由微斜长石、条纹长石、钠-更长石及石英组成;其中长石含量约占55—65%,石英含量32—35%。岩石中含有少量普通角闪石和黑云母,副矿物以磁铁矿、锆石、磷灰石为主,并有少量的独居石、绿帘石、锐钛矿、金红石等。经大量的岩石地球化学的图式判别,辽-吉花岗岩属岩浆型碱性花岗岩(图1-3),辽-吉花岗岩的平均化学成分(表1-2)与A型花岗岩相似。

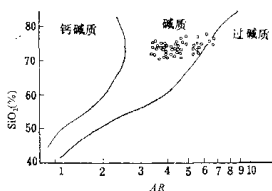


图 1-3 辽-吉花岗岩的 $\text{SiO}_2(\%)$ 对 AR 变异图

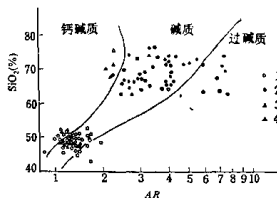


图 1-4 上、下火山岩系 $\text{SiO}_2(\%)$ 对 AR 变异图

1—2为下火山岩系(1—基性火山岩;2—酸性火山岩);
3—4为上火山岩系(3—碱性火山岩;4—酸性火山岩)

表 1-2 本区各种类型花岗岩的平均化学成分(%)表

类 型	样品数	SiO_2	TiO_2	$\Delta\text{I}_2\text{O}_5$	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5
辽-吉花岗岩	49	73.28	0.27	12.22	1.77	2.81	0.03	0.43	0.76	3.29	4.80	0.05
A-型	148	73.81	0.26	12.40	1.24	1.58	0.06	0.20	0.75	4.07	4.65	0.04
长英质 S-型	205	73.39	0.28	13.45	0.36	1.73	0.04	0.58	1.28	2.81	4.56	0.14
长英质 I-型	421	73.39	0.26	13.43	0.60	1.32	0.05	0.55	1.71	3.33	4.13	0.07
S-型	578	70.27	0.48	14.10	0.56	2.87	0.06	1.42	2.03	2.41	2.96	0.15
I-型	991	69.17	0.43	14.33	1.04	2.29	0.07	1.42	3.20	3.13	3.40	0.11
M-型	17	67.24	0.49	15.18	1.91	2.35	0.11	1.73	4.27	3.97	1.26	0.09

根据岩石化学成分计算的标准矿物显示出辽-吉花岗岩具有成岩温度高、压力低的特点。稀土元素模式为向右倾斜的平滑曲线(图1-5),铈无明显异常(δEu 平均为1.07),与幔源岩石的稀土元素分布曲线非常相似。主元素化学准则判别表明,辽-吉花岗岩在古裂谷内带形成于张裂型构造环境(李守义,1989),它与上覆的双峰式火山岩有着密切的

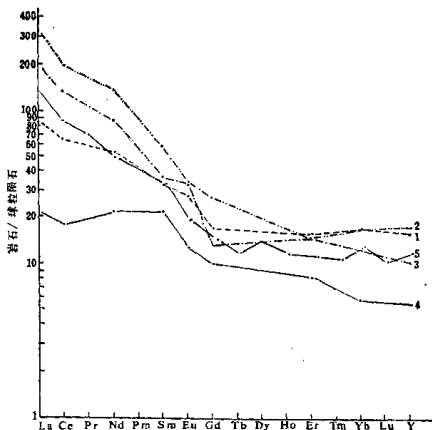


图 1-5 内带土、下火山岩系及辽-吉花岗岩的稀土配分模式
1—辽-吉花岗岩；2—磁铁矿粒岩；3—电气变粒岩；4—斜长角闪岩；5—浅粒岩

成因联系。

2. 火山岩系

在裂谷内带含铅锌碳酸盐岩系火山-沉积建造及含硼岩系沉积-火山建造中，伴随着上、下两个海底喷发形成的偏酸性-基性火山岩系，其变质岩石组合均为变粒岩、浅粒岩及斜长角闪岩、角闪岩组成。下火山岩构成含硼岩系的主体，而上、下火山岩在含铅锌碳酸盐岩系中呈夹层产出，在宽北张家堡子地区发现具气孔杏仁构造的斜长角闪岩呈层状分布于下含矿层的顶部。在玉隆—北瓦沟地区发现微斜浅粒岩、变粒岩呈层状或条带状夹于上含矿层的透闪石条带白云石大理岩内。采用多种方法进行原岩恢复，上述角闪岩的原岩为基性火山岩、拉斑玄武岩类，少量属超基性熔岩；各种变粒岩、浅粒岩的原岩为中—偏酸性火山岩（英安岩—流纹岩类）。将这些火山岩的岩石化学数据投入赖特（Wright, 1969）的 SiO_2 -AR 变异图中（图 1-4），除少量样品属钙碱质外，绝大多数属碱性火山岩。从整体来看，上、下两个火山岩系均缺少中性成分，而具有酸性、基性并存的双峰式碱性系列火山岩系。

上、下两个火山岩系的基性火山岩和酸性火山岩的稀土分布曲线总体上与辽-吉花岗岩的曲线十分相似，各元素呈大体同步变化（图 1-5），显示出同源性。

上、下火山岩系的区别是：形成下火山岩系的火山活动强烈，以富硼富钠为主要特征；而形成上火山岩系的火山活动逐渐减弱，其间伴有与其有关的火山凝灰岩夹层，赋存于含铅锌碳酸盐岩岩层中。