

中国东北部 陆缘有色、贵金属 矿床的地质、地球化学

孙景贵 邢树文 郑庆道 著



吉林大学出版社

中国东北部陆缘有色、贵金属矿床 的地质、地球化学

孙景贵 邢树文 郑庆道 黄永卫

殷嘉飞 刘洪文 王长峰 葛正林

李光辉 陈军强 著

吉林大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国东北部陆缘有色、贵金属矿床的地质、地球化学/
孙景贵等著. —长春: 吉林大学出版社, 2006.10

ISBN 7-5601-3533-1

I. 中… II. 孙… III. ①贵金属矿床-成矿作用-东北地
区②有色金属矿床-成矿作用-东北地区 IV. P618-501

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 127430 号

书 名: 中国东北部陆缘有色、贵金属矿床的地质、地球化学
编著者: 孙景贵 邢树文 郑庆道 著

责任编辑、责任校对: 陈颂琴

吉林大学出版社出版、发行

开本: 850×1230 毫米 1/16

印张: 8.625 字数: 222 千字

ISBN 7-5601-3533-1

封面设计: 创意广告

长春市日升印业有限公司 印刷

2006 年 12 月 第 1 版

2006 年 12 月 第 1 次印刷

定价: 18.00 元

版权所有 翻印必究

社址: 长春市明德路 421 号 邮编: 130021

发行部电话: 0431-88499826

网址: <http://jlup.jlu.edu.cn>

E-mail: jlup@mail.jlu.edu.cn

内 容 提 要

《中国东北部陆缘有色、贵金属矿床的地质、地球化学》一书是作者近年来在从事东北部矿产资源调查与研究过程中取得的阶段性成果。该书内容主要依据东北部陆缘成矿地质背景和有色—贵金属矿床的成矿地质条件、主要矿床类型、矿床地质和地球化学特征，将传统矿床地质学与现代区域成矿学结合，对辽吉黑东部陆缘有色—贵金属成矿作用进行了较为全面、系统地归纳、总结；并从各类典型矿床的地质、地球化学特征角度出发，概括了不同成矿系统的成矿动力学行为以及相应的成矿动力学模式，其成果必将对该区今后的成矿理论研究以及找矿起到一定的推动作用，同时对相邻地区乃至整个东北亚的地质矿产研究具有借鉴意义。该书内容丰富，观点新颖，可供广大从事矿床地质工作者、矿山地质工作者、地质院校师生、地质系统的技术领导干部阅读和参考。

前言

中国东北部陆缘系指辽宁南部、吉林南部和东部以及黑龙江省东部地区，是东北三省重要的贵金属—有色金属矿成矿区域。

有关该区的基础地质与矿产资源研究历史悠久，曾有许多著名的中外地质学家，在此进行过基础地质研究和矿产资源普查；日本侵占东北时期（1931—1945）曾进行过包括地层、古生物、构造、矿产等方面在内的调查，对东北地区地质演化与成矿关系进行了初步探讨，并对铜、铅、锌、铁、金、铂等二十余种有色、贵金属矿产进行了地质勘查和掠夺性开采。新中国成立后，以地质部门为主体，包括冶金、煤炭、石油、建材、化工、核工业部等部门和单位，以及相关院校、研究机构的地质工作者和专家在该区进行了卓有成效的系统工作。通过“七五”、“八五”及“九五”的基础地质、矿产资源调查和科技攻关项目等课题的研究，特别是地质矿产、地球化学、地球物理、遥感信息等方面的调查与研究，目前已确立了多个重要的金及多金属矿化集中区。已初步查明了区域内地质体的组成、分布、形成的相对时代和主要构造特征以及矿产类型、产出状态和分布规律及其与区域构造、岩浆、变质作用之间的关系，并初步厘定了金、铜多金属矿化远景区（带）。

但是，有关该区有色—贵金属矿床的成矿地质背景、矿床类型、成矿条件、富集规律及找矿方向等方面的理论研究还显得薄弱。具体问题和研究进展概括如下：

1. 区域成矿动力学背景

从区域地质背景角度来看，研究区是一个由不同性质的地质构造单元组成的复合构造、岩浆、成矿区。包括太古宙克拉通区、元古宙裂谷区、晚古生代变质核杂岩区，中生代隶属于大陆边缘构造区。它们的形成和演化极为复杂，其地球动力学过程铸就了该区成为大型有色—贵金属矿集区；但是，涉及到具体制约成矿的地质背景还有待深化。为此，本书运用活动论观点，系统总结了区内不同时代的沉积建造、变质变形、岩浆作用特征，并结合对区域构造格架的综合分析，系统建立了区域构造热事件的演化时序，即：区域构造演化经历了太古宙成核、元古宙裂谷、古生代古亚洲洋形成与封闭和中生代洋—陆俯冲四个重要阶段。

2. 区域成矿体系建立

目前，有关中国东部陆缘内生有色、贵金属矿床的研究揭示，内生金、铜和铅锌等矿床的成矿作用极为复杂，成矿具有明显的多期性。在矿化类型方面，作为独立的矿化类型较少，多数矿床的矿化存在明显的叠加或复合矿化特征，在一个矿化集中可发育几种金属矿化；在含矿流体方面，内生有色、贵金属矿床的含矿流体几乎均属于混合流体，而成矿物质的来源也具有多源性。在成矿时代上，研究区有太古代、元古代、古生代和中生代四个主要成矿期，但除了中生代的岩浆热液和火山热液金、铜等矿床外，绝大多数多金属矿床都具有明显的叠加或复合成矿特征。因此，本书应用现代成矿学理论，从矿集区典型矿床的地质特征研究角度出发，系统总结了该区有色—贵金属矿床的不同矿集区之间和同一矿集区不同性质的矿化和蚀变的地质特征，结合矿床成矿时代、地球化学特征的研究，建立了与成矿系统（简单、复合）相应的亚系统；并在高度概括各类典型矿床的地质、地球化学特征的基础上，阐述了各自的成矿动力学特征，这项成果对于深入认识东北部陆缘区内生

有色—贵金属矿产的成矿规律和找矿具有重要的指导意义。

3. 区域成矿规律和热动力学模式

矿床是在特定的构造环境下的产物，中国东北部陆缘成矿的地质条件和构造环境是复杂多样的，有许多独特的特征。以往的研究成果分散，多种观点林立，尚需从区域成矿学角度以及成矿动力学高度全面系统地总结区域有色—贵金属成矿规律。为此，本书立足于国内外对矿床研究的成果和现状，从“源、运、储”三个主要环节与时空分布相结合角度，系统研究了中国东北部陆缘岩石圈演化与成矿的关系，从地球动力学角度，深入论证了各成矿系统的时空格架、矿化热事件与区域构造、岩浆作用之间的关系，从大规模流体聚集、爆发或沸腾成矿角度，探讨成矿物质的来源、活化迁移和富集规律，确立了不同成矿系统的形成条件和时空演化的成矿动力学特征（太古宙地幔柱、元古宙幔隆—裂谷、古生代和中生代俯冲—循环），系统建立了区域热动力学成矿模式。

此外，对区域岩石圈结构及演化与矿集区（带）的内在关系，特别是深部构造对中生代热液矿床的制约性做了初步探讨。

以上研究，如果能为本区乃至中国东部有色—贵金属矿床的成矿理论研究提供借鉴，将不胜荣幸。

致谢：本书是在完成《黑龙江完达山—太平岭地区有色、贵金属成矿特征与辽吉地区成矿对比研究》横向课题和《辽吉裂谷区金（银）与贱金属矿床的复合成矿作用研究》中国科学院地质与地球物理研究所矿产资源研究重点实验室基金等相关课题后改撰写的，参加本项工作的有吉林大学地球科学院孙景贵、陈军强、赵俊康、梁树能、陈雷、门兰静等，黑龙江省地质矿产局的第一地质勘察院的黄永伟、李光辉、葛正林；在资料收集和野外调研过程中得到了沈阳地质矿产研究所、黑龙江省地勘局、吉林省地勘局、辽宁省地勘局、辽宁省有色地勘局、吉林大学地球科学学院等单位的大力支持，尤其是得到马德有、郭文秀、曲亚军、田豫才、张允平、邵志波等领导 and 同志们的真诚帮助；本书编写过程还得到中国地质大学李东旭教授的指导，并与唐克东先生、郭盛哲先生、张允平研究员、邵俭波教授级高工、李景春教授级高工、刘彬研究员等专家进行了有益的讨论和交流，同时提供了正在工作中的最新资料，在此一并表示衷心的感谢！

由于作者学识水平有限，加之研究经费不足，对一些重要的基础地质与成矿理论等问题的认识深度不够，论文错漏难免，敬请批评指正。

目 录

第一章 区域成矿地质背景与资源概况	1
第一节 区域地层发育概况	1
第二节 侵入岩—火山岩发育概况	7
第三节 区域构造发育概况	10
第四节 有色、贵金属矿产资源概况	12
第二章 区域地质构造格架和岩石圈结构与演化	13
第一节 区域地质格架	13
第二节 地球物理特征与岩石圈结构	15
第三节 地壳演化与形成	22
第三章 区域成矿体制与典型矿床地质、地球化学	27
第一节 区域成矿体制的建立	27
第二节 复合热动力成矿系统	32
第三节 简单热动力成矿系统	64
第四章 区域成矿热动力学模式	107
第一节 矿床的时、空分布格局	107
第二节 区域成矿热动力学条件分析	110
第三节 区域成矿热动力学模式	114
结论	125
参考文献	126

第一章 区域成矿地质背景与资源概况

辽吉黑东部陆缘位于中国东部，地处大连—沈阳—长春—哈尔滨—佳木斯以东，南、北分别与朝鲜北部、俄罗斯远东地区相毗邻，是一个由古陆、造山带、微陆块组成的构造区（图 1-1），面积约 30 万 km²（图 1-2b）。在构造环境上，地处华北地台东部、中亚造山带东端（图 1-2a），中生代隶属西太平洋大陆边缘的北端。从地壳演化角度而言：前早三叠世或中三叠世主体为华北地台的龙岗—和龙复合陆块及其北部陆缘活动带与松嫩陆块、佳木斯陆块和其南部陆缘活动带、兴凯地块和其西部陆缘活动带（东北亚微联板块及其南部陆缘活动带或松—佳—兴微联陆块及其南部陆缘活动带），晚三叠世进入古太平洋大陆边缘构造体系；整体经历了太古代陆核、元古代裂谷形成、演化和古亚洲洋打开、封闭，以及古太平洋板块俯冲作用。多期、复杂的地质作用过程使得该区成为中国最具潜力的有色、贵金属成矿远景区。

第一节 区域地层发育概况

研究区地层发育较为齐全，在地台区发育着太古宇、元古宇和古生界、中生界、新生界地层，在吉黑造山带区分布着古生界、中生界以及新生界地层。

一、太古宙表壳岩

太古宙表壳岩主要分布在鞍本—辽北—龙岗隆起区，多呈大小不等的残块（片）分布在太古宙英云闪长质、花岗闪长质、奥长花岗质片麻岩以及钾长花岗质片麻岩岩体内。在鞍本、吉南、夹皮沟等地主要是新太古代表壳岩，而辽北、龙岗地区则是古太古代表壳岩，中太古代表壳岩仅在吉林的板石沟等地有局部出露（图 1-2b）。

从表壳岩的岩石类型、原岩建造、变质作用和形成时代角度来看（表 1-1）：古太古代表壳岩的岩石类型主要是麻粒岩、斜长角闪岩、黑云/角闪变粒岩、长英质片麻岩等，麻粒岩相变质作用为主，其原岩从以拉斑玄武质火山岩为主、夹中酸性火山岩，到以中基性—中酸性火山岩夹正常海相碎屑沉积岩的一套火山—沉积岩系；中太古代表壳岩的岩石类型主要是角闪岩相—麻粒岩相的斜长角闪岩、黑云变粒岩、长英质片麻岩夹磁铁石英岩及大理岩等，

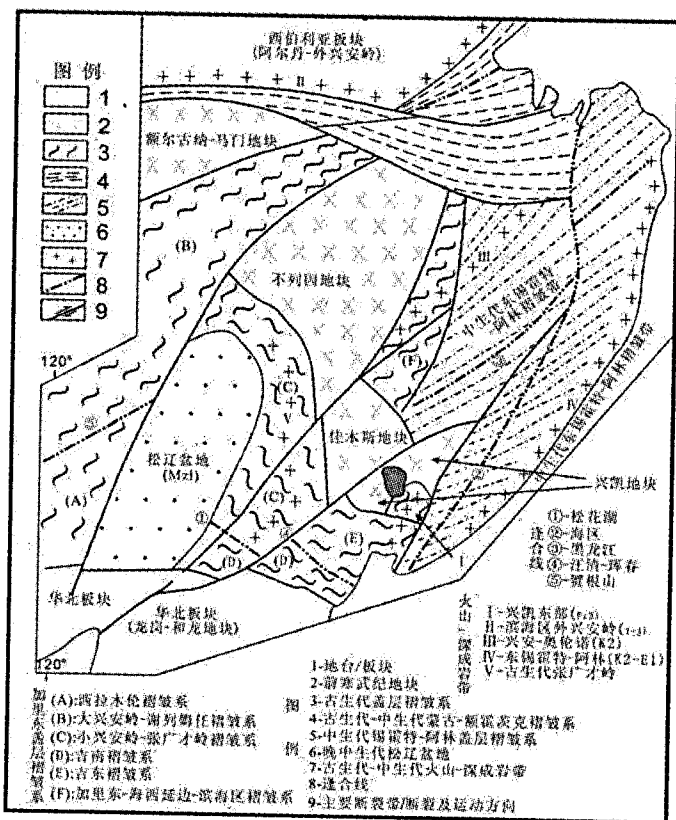


图 1-1 中国东北部大地构造分区简图

（引自 A. A. 弗鲁列夫斯基等, 1995）

角闪岩相变质作用为主、局部可达麻粒岩相，原岩为拉斑玄武质火山岩、中酸性火山熔岩及火山

表 1-1 区域太古宙地层划分简表

地区	辽东—南地区			吉南地区	辽南地区
界	群	组	岩性	群	组
新太古界	鞍山群	樱桃园组	主要是绢云绿泥片岩、白云绿泥片岩、绿泥片岩二云片岩、千枚岩、夹巨厚层磁铁石英岩	夹皮沟群	三道沟组
		大峪沟组	主要是黑云变粒岩、云母斜长片麻岩、二云矽线石英片岩、含黑云变粒岩、二云变粒岩，夹含电气浅粒岩、黑云斜长片岩、斜长角闪岩及磁铁石英岩，局部夹大理岩和透闪绿帘透辉变粒岩透镜体		老牛沟组
中太古界		茨沟组	主要斜长角闪岩、黑云变粒岩、长英片麻岩、夹磁铁石英岩，局部夹大理岩	龙岗群	杨家店组
古太古界		通什村组	主要为黑云/角闪变粒岩、斜长角闪岩及浅粒岩等		四道沟组
古太古界		石榴组	麻粒岩、长英质片麻岩-变粒岩以及斜长角闪岩等		董家沟组 城子坦组

据东北三省区域地质志（1988）以及全国地层多重划分对比研究—东北区区域地层研究（1997）

表 1-2 研究区元古代地层对比表

辽东地区				吉南地区			黑龙江东部			
群	组	段	主要岩性	群	岩组	主要岩性	群	岩组	主要岩性	
辽河群	盖县组	II	矽线十字二云片岩、硬绿泥石绢云千枚岩、板岩、变质砂岩	老岭群	大东岔/临江组	含榴堇青矽线斜长片麻岩及含榴变粒岩，石英砂岩与二云片岩互层	兴东群	建堂组	石英片岩、黑云片岩、变粒岩、混合岩夹大理岩	
		I	矽线二云片岩、黑云变粒岩夹透闪变粒岩及浅粒岩		大栗子/花山组	二云片岩、千枚岩夹大理岩、石英岩		大盘道组	石墨矽线片岩-大理岩夹角闪片岩、磁铁石英岩	
	大石桥组	III	厚层状白云石大理岩，夹少量千枚岩、板岩及变质粉砂岩		珍珠门组	块状、条带状、角砾状白云质大理岩		大马河组	石墨大理岩、含矽线石黑云斜长变粒岩、矽线片岩、混合岩、斜长角闪岩	
		II	黑云变粒岩、石榴十字二云石英片岩、石榴—透闪变粒岩为主，少量白云大理岩及条带状大理岩		板房沟组	钙硅酸盐岩、大理岩、碳质板岩				
		I	条带状大理岩、透闪岩、透闪大理岩，顶部为透闪岩及透闪变粒岩		新农村组	上部为浅粒岩、变粒岩夹大理岩，底部为石英岩				
	高家峪组	条带状大理岩、透闪岩、透闪大理岩，顶部为透闪岩及透闪变粒岩	集安群	荒岔沟组	含墨变粒岩、含墨大理岩及斜长角闪岩	麻山群	于庆组	紫苏麻粒岩、斜长透辉变粒岩、大理岩、黑云斜长片麻岩、石墨片岩		
	里尔峪岩组	碳质板岩、含碳透闪大理岩、浅粒岩，白云石大理岩，黑云变粒岩		蚂蚁河组	斜长角闪岩、蛇纹石化大理岩、电气石变粒岩					
	浪子山组	上部为石榴二云石英片岩，底部为含砾石英岩		达台山组	含砾石英岩为主	西麻山组	黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、变粒岩			
	据东北三省区域地质志（1988）以及全国地层多重划分对比研究—东北区区域地层研究（1997）等论著									

碎屑岩夹粘土岩及硅质沉积岩等，局部夹橄榄质或辉石质科马提岩，Sm—Nd 等时线年龄 3032Ma；

新太古代表壳岩集中分布在夹皮沟地块、鞍本等地，岩石类型主要是黑云变粒岩、云母斜长片麻岩、黑云斜长片麻岩、绢云绿泥片岩、斜长角闪岩及磁铁石英岩等，以发育 BIF 为特征（鞍山式铁矿床），变质程度为绿片岩相到低角闪岩相，原岩为中酸性火山熔岩及火山碎屑岩、碎屑岩、粘土岩，不同岩相中夹硅铁质沉积岩、长石砂岩、基性火山岩等（锆石 U-Pb 年龄 2639Ma）（李俊建等，1996）。

二、古元古代地层

古元古代地层主要分布在辽—吉古裂谷区及黑龙江中东部地区，主要岩石地层单元是辽河群、老岭群，它们以不整合覆盖在太古宙陆块之上。本文从沉积建造的时、空、建造角度，对其进行了区段划分清理，其岩相特征见（表 1-2）。其中：古元古代变质地层的底部为石英岩，原岩为含碳富铝陆缘碎屑岩建造和碳酸盐建造；向上为绿片岩相—低角闪岩相的斜长角闪岩、电气石变粒岩、含石墨变粒岩、蛇纹石化大理岩等，原岩为拉斑玄武岩建造、中酸性火山岩建造、陆源碎屑岩—碳酸盐建造；顶部为绿片岩相的浅粒岩、变粒岩、长英质片麻岩夹大理岩。在黑龙江中东部地区，早元古代地层呈孤

表 1-3 研究区中、新元古代地层对比表

辽东南地区			吉南地区		
群	岩组和岩性		群	岩组和岩性	
金县群	兴民村组	下部砂岩、页岩，上部泥晶灰岩	浑江群	青沟子组	泻湖页岩
	崔家屯组	砂岩、页岩		八道江组	藻礁碳酸盐岩
	马家屯组	泥灰岩			
	十三里台组	石灰岩、上部泥灰岩、页岩		万隆组	异地碳酸盐岩
	营城子组	灰岩为主，上部夹页岩			
五行山群	甘井子组	白云岩夹石英砂岩、硅质岩	细河群	桥头组	陆屑岩
	南关岭组	碎屑岩、碎屑灰岩		南芬组	含铜、含膏杂色泥质岩
	长岭子组	页岩、砂岩、泥晶灰岩		钓鱼台组	海绿石英砂岩
细河群	桥头组	砂岩夹页岩、粉砂岩		白房子组	含铁红色陆屑岩
	南芬组	含铜、含膏杂色泥质岩	色洛河群	达连沟组	灰黑色变质砂板岩，浊积岩
	钓鱼台组	海绿石英砂岩		红旗沟岩组	变质砂砾岩，白云质大理岩
	永宁组	含铁红色陆屑岩			
蓟县群	铁岭组	含锰白云岩、砂岩、页岩			
	洪水庄组	伊利石页岩夹白云岩、砂岩			
	雾迷山组	含燧石条带泥质-沥青质白云岩			
	杨庄组	粉砂质白云岩、白云岩夹白云质灰岩			
长城群	高于庄组	白云岩、砂质页岩			
	大红峪组	石英砂岩、夹粉砂岩、含砂白云岩			
据东北三省区域地质志（1988）以及全国地层多重划分对比研究—东北区区域地层研究（1997）等论著					

立深变质地体产出；兴东群和麻山群的黑云斜长片麻岩中锆石的年龄为 527.4Ma，它们的主期变质年龄为 527Ma（Wilde et al., 2001），但考虑到其原岩为中酸性火山岩—粘土质的特点，并与胶东荆山群相似，本文暂将其原岩沉积时代归为早元古代。

此外，发育在吉南地区的“细河岩群”，属于绿色片岩系，局部达角闪岩相，其原岩为变质中基性火山岩，锆石铀—铅不一致曲线的上交点年龄为 359±72Ma，下交点年龄为 2359±71Ma；铅模式年龄为 2030Ma，二阶段等时线年龄为 2390 或 2406Ma（彭玉鲸等，1997）；鉴于该岩群变形强和区域上的可比性极差等特征，暂作为古元古代沉积的地质体。

三、中—新元古代地层（岩群/岩片）

中—新元古代地层与早元古代地层分布基本一致，即主要分布在辽东、吉南地区以及黑龙江中东

部地区。在辽东南地区发育有长城系、蓟县系、细河群、五行山群、金县群,在吉林南部地区发育有色洛河群、细河群和浑江群,其地层发育简况见(表 1-3)。黑龙江东部地区中、新元古代的地层层序研究程度较低,且尚缺乏精确的年代学资料。目前被认为是中元古代的地层仅有跃进山群,岩石类型主要是由千枚岩、变粒岩、碳质砂板岩、粉砂岩、变质中酸性—酸性火山岩、凝灰岩等,为一套浅变质岩系。属于新元古代地层,包括有黄松群和张广才岭群,其中:黄松群杨木组(Pt_3)是一套中深变质岩系,由含石榴二云钠长片岩、黑云斜长片岩、石英片岩、变粒岩、角闪片岩和大理岩夹磁铁矿石岩等组成;黄松群阎王殿组(Pt_3)为浅变质岩系,由千枚状含石榴碳质绢云片岩等组成;它们的原岩为钙碱性火山岩→陆源碎屑岩,属于火山—类复理石建造。张广才岭群是由千枚岩、片岩、斜长角闪岩、大理岩、变粒岩等组成,原岩为粉砂岩、泥岩、硅质岩、灰岩及中酸性—中基性火山岩,具活动陆缘火山—复理石建造类型。

四、古生代地层(岩片/岩群)

具有古生代典型特征的地层主要发育在辽东—吉南台区,时代为寒武系、中下奥陶统、中上石炭统、二叠系,岩相古地理环境依次为浅海碳酸盐、陆源碳酸盐岩及海陆交互相的含煤、含铝土矿建造,为陆缘浅—表海环境下的沉积产物(表 1-4);而在吉林中东部及黑龙江东部古生代陷及陆缘增生环境产出的古生代地层,岩石地层较为复杂,下古生界为一套变质碎屑岩夹火山岩及碳酸盐岩,上古生界为碳酸盐岩—火山碎屑岩和陆源碎屑岩等海陆交互相沉积,但由于它们已经受到较强的变形和不同程度的变质作用,原始沉积层序已经被破坏,而是呈构造核杂岩或岩片形式产出,包括呼兰岩群、头道沟岩片/群和五道沟岩群,现简单描述如下:

1. 呼兰岩群

主要分布在吉林磐石县呼兰镇—红旗岭以及漂河川一带,在呼兰镇—红旗岭地区,岩石类型主要为斜长角闪片岩、电气石二云片岩、黑云斜长片麻岩、黑云变粒岩及石墨大理岩、硅质条带大理岩等,原岩建造类型为碱性玄武岩—粗安岩和玄武岩—流纹岩,其具双峰式火山岩和伴生碎屑岩的特征,显示其原岩形成环境为古裂陷作用的产物,具有被动大陆边缘又有大陆岛弧的双重性。而在漂河川地区的呼兰岩群,岩石组合可分为上下两部分,下部为一套双模式火山岩(玄武岩—流纹岩)、片麻岩及片岩系(局部夹碎屑碳酸盐),上部为一套富碳复理石沉积,岩性为变质砂岩、粉砂岩与泥质板岩、碳质板岩、红柱石板岩等。

有关呼兰群的形成时代一直有较大争议,根据全岩—白云母 Rb-Sr 等时线年龄为 $237 \pm Ma$ (张广良, 2001), 本文暂定其原岩形成时代为早寒武纪, 变质作用发生在海西期末。

2. 头道沟岩片/群

分布于吉中永吉头道沟地区,其岩石组合为:下部由斜长阳起石岩夹变质安山岩和凝灰质砂岩组成,上部为变质砂岩、阳起石岩夹千枚状板岩和大理岩等,其中分布有镁铁—超镁铁质岩(头道沟含铬基性—超基性岩群)、并发育块状硫化物矿床。根据原岩出现拉斑玄武岩及硅质岩类,有的学者认为该套岩石是“蛇绿岩残片”或被“肢解了的蛇绿岩体”,可作为“失踪了的古大洋”或“隐匿”或“隐秘”缝合线的标志(彭玉鲸等, 1997)。

有关头道沟岩组的地质时代,长期以来亦无统一认识,近期获得“头道沟 I 号岩体”的 Sm-Nd 等时线年龄为 $418.4 \pm 24.1 Ma$ (陈毓川, 2001), 时代与北部的黑龙江群接近,可暂定头道沟岩组时代为早寒武世。

3. 黑龙江岩片/群

分布于黑龙江东部的牡丹江穆陵一带,佳木斯地块边缘。下部为云英钠长糜棱片岩、黑硬绿泥钠

长糜棱片岩、蓝闪片岩、变粒岩、石英岩、斜长角闪岩夹大理岩、蛇纹辉石橄榄岩外来岩块，具强烈的韧性变形；上部为二云钠长糜棱片岩、石英片岩、斜长角闪岩、黑云斜长变粒岩、角闪片岩、石墨大理岩、混合岩等。原岩为火山硅质岩→粘土页岩→碳酸盐岩类，显示早期裂隙(槽)到晚期俯冲碰撞的发展历史的绿岩建造特点。具有残留火山角砾构造的一套钠质火山岩和放射虫硅质岩，张兴洲等(1991)认为依兰附近构造定位时间应为415—445M，变质年龄白云母的³⁹Ar/⁴⁰Ar坪年龄为166-176Ma(李锦轶等，1998)。因此，原岩的形成时代尚有待进一步研究。

表 1-4 古生代地层发育状况对比简表

陆台区			陆缘活动区											
时代	辽、吉东南地区		夹皮沟北缘		和龙北部		佳木斯南缘		兴凯西部陆缘					
	群组	岩性建造	群组	岩性建造	群组	岩性建造	群组	岩性建造	群组	岩性建造				
P ₂	孙家沟组	红色建造	—	—	寺洞沟组	碎屑-碳酸盐岩	红山组	陆相碎屑-火山岩	大东沟组	陆屑				
	石盒子组	铝土质页岩	—	—			土门组	海陆交互碎屑碳酸盐	解放村组	海陆交互				
P ₁	山西组	含煤建造	双胜屯组	复理石油积岩			大蒜沟组	粗陆屑	庙岭组	海相陆屑碳酸盐岩	满河组	中酸性火山屑夹碳酸盐		
			暖木条子组	火山碎屑碳酸盐	红太平岩组	中酸性火山屑-碳酸盐岩			亮子川组	陆屑				
			寿山沟组	陆屑碳酸盐岩	扬木岗组	陆相碎屑岩			塔头河组	陆屑				
C ₃	太原组	碎屑碳酸盐岩					唐家屯组	陆相中酸性火山碎屑岩	珍子山组	陆屑				
C ₂	本溪组	含铁碎屑岩	窝瓜地组	中酸性火山碎屑碳酸盐	山秀岭组	碳酸盐岩								
C ₁	—		石咀组	陆屑夹灰岩透镜体	天宝山组	陆屑碳酸盐岩	—	—	—	—				
			磨盘山组	碳酸盐岩										
			鹿圈屯组	陆屑夹灰岩透镜体										
D			弯月组	中性火山碎屑-碳酸盐岩	伊泉岩组	变质酸性火山碎屑-碳酸盐岩	老秃顶组	中酸性火山碎屑岩	科尔顿金组	陆屑局部夹火山岩				
S			石缝组	陆屑碳酸盐岩			黑台组	陆屑						
							大青山组	中酸性火山碎屑岩						
O ₂	马家沟组	富镁碳酸盐岩	下二台岩群	变质火山碎屑-碳酸盐岩	万宝群	变质火山碎屑-碳酸盐岩	小金沟组	陆屑碳酸盐岩,局部夹中酸性熔岩	五道沟岩群	变质中性岛弧火山碎屑-碳酸盐岩				
O ₁	亮甲山组	碳酸盐岩												
Q ₁	冶里组	碎屑—碳酸盐岩												
Є ₂	炒米店组	台地碳酸盐岩	呼兰岩群	变质中酸性火山碎屑-碳酸盐岩										
	崮山组	风暴碳酸盐岩												
	张夏组	滩型碳酸盐岩												
Є ₁	馒头组	碎屑岩、膏盐	头道沟岩群	类蛇绿岩套									黑龙江岩群	片岩、糜棱片岩、粒岩、石英岩等
	昌平组	黑色碳酸盐岩												
	水洞组	含磷陆屑												
P ₀	金县/浑江		西保安岩组	变质火山碎屑-碳酸盐岩	青龙村群	同前	张广才岭群	变质火山碎屑-碳酸盐岩	张广才岭群	同上				

据东北三省区域地质志（1988）以及全国地层多重划分对比研究—东北区区域地层研究（1997）等论著

据东北三省区域地质志(1988)以及全国地层多重划分对比研究—东北区区域地层研究(1997)等论著

4. 五道沟岩群

分布在兴凯地块南部及西南部的珲春小西南岔—五道沟一带。下部为一套变质杂砂岩、红柱石绢

云母板岩夹变质中酸性火山岩；中部为绿泥角闪片岩、角闪石英片岩、黑云石英片岩夹少量变质砂岩及大理岩透镜体，变质火山岩原岩为玄武岩、流纹岩及少量安山岩；上部为黑云石英片岩、二云石英片岩、红柱石二云石英片岩及变质粉砂岩、黑色板岩，具复理石沉积和双模式火山岩的特征，其形成环境为陆缘活动带裂陷槽。尚无确切的年代学资料，暂认为其原岩于古生代形成。

表 1-5 中生代地层和火山岩发育状况对比简表

统	辽北地区		吉南地区		吉中地区		延边地区		黑龙江东部		
	组	建造	组	建造	组	建造	组	建造	建 造		
K ₂	—	—	三棵榆树组	陆相偏碱火山岩	明水组	杂色陆屑	龙井组	红色碎屑膏盐	裂谷盆地型含油气碎屑岩		
					四方组	深色泥岩					
					嫩江组	含油页岩					
	大峪组	红色碎屑	小南沟	红色碎屑	姚家组	红色碎屑					
K ₁	梨树沟组	陆屑	复兴火山岩组	陆相中基火山岩	青山口组	含油页岩	大砬组	陆相磨拉石，含铀	为陆相中酸性火山岩、含煤碎屑岩建造		
					泉头组	红色碎屑					
					登楼组	杂陆屑					
	小岭组	陆相火山-碎屑	麻线组	同前	金家屯组	同前	东山组	同吉南地区			
J ₃	小东沟组	杂色砂页岩	石人组	陆相碎屑含煤	长安组	陆相碎屑含煤	长财组	陆相碎屑含煤	小兴安岭-张广才岭为山间盆地型火山-碎屑岩建造；佳木斯隆起以东为海陆交互相和陆相含煤碎屑岩建造		
	—	—	林子头组	陆相酸性火山岩	安民组	陆相中酸火山-碎屑含煤	屯田营组	陆相火山-碎屑含煤			
			鹿咀砬子组	陆屑	久大组	陆屑含煤					
J ₂	三个岭组	陆屑含煤	果松组	陆相中性火山岩	德仁组	陆相中性火山岩				—	—
	大堡组	陆屑含煤					小东沟组	杂陆屑			
	转山子组	陆屑含煤线					抚松组	陆相中性火山岩			
J ₁			抚松组	陆相中性火山岩	王新组	陆相火山、碎屑	—	—			
											长岭子组
	T ₃	—	—	长白组	陆相中性火山岩	小蜂蜜顶子组					陆相火山碎屑含煤
小营子组				火山碎屑含煤碎屑	马鹿沟组		陆碎含煤				
小河口组				陆屑含煤	大蒿缸组		陆屑含煤	托盘沟组	中性火山岩		
T ₂	林家组	杂色砾-砂-页岩	—	—	—	—	—	—	佳木斯地块以东主要为海相、上部海陆交互相硅泥质-碎屑岩；下部为陆相火山岩-河湖相碎屑岩		
T ₁	郑家组	紫红色交错层砂岩	—	—	—	—	—	—			
据东北三省区域地质志以（1988）及全国地层多重划分对比研究—东北区区域地层研究（1997）等论著											

5. 塔东岩群

曾被归入青龙村岩群或呼兰岩群。但考虑其位于佳木斯地块南部陆缘活动带，原岩为火山—碎屑碳酸盐岩建造，地球化学特征显示该火山岩系属细碧角斑岩系，并兼具火山岛弧型拉斑玄武岩的特点（吉林省地质志，1988），且赋存有独特的铁、钒、钴、磷成矿特征，初步认为是早古生代的海相沉积。

五、中生代地层

中生代地层主要发育在中生代以来形成的大小不等的盆地内，为陆相火山岩和碎屑岩沉积（表

1-5)。其中：辽东—吉南地区三叠系主要为杂色碎屑岩、钙碱性火山岩和含煤碎屑岩；下、中侏罗系主要为火山岩—碎屑岩—含煤碎屑岩沉积；上侏罗统—下白垩统为中酸性火山岩和碎屑岩、含煤（油、油页岩）陆源碎屑岩以及杂色碎屑岩。

黑龙江完达山地区三叠系大住河组为深海相硅质岩、硅质板岩、碧玉岩夹粉砂岩和板岩，该组赋存有沉积型锰矿；下白垩统穆棱组主要分布于东宁县、宁安县，岩性为粉砂岩、泥岩、凝灰砂岩等。而四平山组上部为灰色、红褐色硅质岩、硅质角砾岩，下部为砾岩、粗砂岩、细砂岩。大塔山林场组分布于虎林市神顶山、四千山、东方红镇附近，上部为流纹岩夹流纹质凝灰熔岩，下部为流纹质火山集块岩、角砾岩等。

火山岩的岩相学和地球化学特征研究表明，其岩石为粗面玄武岩—玄武粗安岩—粗安岩—粗面岩—粗面英安岩（碱性流纹岩）和玄武安山岩—安山岩—英安岩—流纹岩两类，或可称之为“安粗岩系—安山岩系”。岩石化学特征表现为富碱（ $K_2O+Na_2O>5\%$ ）、贫钙（ $CaO<Na_2O+K_2O$ ）、富钾，普遍出现 $Fe_2O_3>FeO$ ；相关指数计算及岩石化学图解，均表现出钙碱性岩系的属性，从成因系列与形成时代的关系角度来看，从晚三叠世至白垩纪，安粗岩系发展趋势增强，钙碱性岩系向高钾钙碱性岩系演化，这种特征与目前西太平洋大陆边缘火山岩的性质基本一致。

六、新生代地层

发育在新生代以来的断陷盆地内。其中：辽吉地区第三系主要为含煤有机岩建造、硅藻土建造和基性火山岩建造；黑龙江第三系富锦组分布于排南、饶河、鸡东等地，以陆相细碎屑岩为主。第四系为玄武岩和河流相沉积，基性火山岩（第四纪玄武岩）喷发主要沿敦—密断裂带、依—舒断裂带发育。

第二节 侵入岩—火山岩发育概况

已有资料显示，辽—吉—黑陆缘侵入岩—火山岩发育（图 1-1），且不同程度制约着内生矿床的形成。因此，加强岩浆侵入—火山活动特征的研究，将有助于区域成矿动力学背景的研究（表 1-6）。

一、太古宙深成岩—火山岩

太古宙岩浆作用主要发育在辽南、辽北—靖宇古陆块、和龙古陆区，发育的岩浆组合主要是“TTG”、基性—超基性岩以及钾长花岗片麻岩（表 1-6）。岩石普遍经历了区域中高级变质作用，局部叠加韧—脆性构造作用。地球化学特征具有奥长和钙碱性双重演化系列性质（方文昌，1992）；火山作用以拉斑玄武质为主，伴生钙碱性火山作用。

二、元古宙侵入岩—火山岩

元古宙侵入岩以花岗岩为主，主要分布在辽东南—吉东南地区的通化、桦甸以及黑龙江鸡西等地，空间上多与元古宙地层紧密共生，显示为裂谷拉张或陆缘张性环境下壳、幔部分熔融形成的产物。各地质时期地质发育状况简述如下：

五台期：侵入岩主要是同混合型混合花岗岩—片麻状花岗岩、壳幔混合型花岗闪长质—花岗片麻岩及幔源型角闪石岩—辉石岩三类；火山岩早期以拉斑玄武质火山作用为主，晚期以钙碱性玄武岩—安山岩浆作用为主。

吕梁期：侵入岩有幔源型基性岩墙或超基性—基性岩、同熔型巨斑状花岗岩等。中条期为环斑石英闪长岩—花岗岩等。

晋宁期：侵入岩主要是混合型片麻状花岗岩—混合花岗岩，晚期发育的是壳源型二云母花岗岩；

火山作用主要是拉斑玄武岩、碱性玄武岩及少量酸性火山岩。

表 1-6 研究区前寒武纪侵入岩简表

宙	代	期	侵入岩	火山岩	构造位置	年龄 (Ma) *	成因类型
元古宙	新	张广才岭期	①白云母花岗-钾长花岗岩	中酸性火山岩为主	①兴凯地块西及南部陆缘活动带	①529-520	①S 型
		晋宁期	①二云母花岗岩 ②片麻状花岗岩-混合花岗岩	拉斑玄武、碱性玄武岩及少量酸性火山岩	①兴凯地块西缘；②夹皮沟	①908 ②946	①S 型 ②混合型
	中	四堡期	①石英闪长岩-花岗闪长岩 ②英云闪长岩	玄武岩、流纹岩	辽南地块、珲春扬木桥子沟、杨树河子	①1179 ②1456	①M 型 ②I 型
		中条期	①环斑石英闪长岩-花岗岩 ②石英闪长岩-斜长花岗岩	—	主要发育在辽-吉裂谷带	①1776-1793 ②1883	①A 型 ②I 型
	古	吕梁期	①基性岩墙或超基性-基性岩 ②巨斑状花岗岩	中基性、中酸性火山岩为主	①-②辽-吉裂谷带；①佳木斯地块	①>1900 ②1773	①M 型 ②同熔型
		五台期	①角闪石岩-辉石岩 ②花岗闪长质-花岗片麻岩	钙碱性玄武岩-安山岩等	麻山陆块、辽南陆块内		①M 型 ②壳幔混合型
			①混合花岗岩-片麻状花岗岩	拉斑玄武质火山岩为主	辽吉裂谷带	①2390	①混合型
太古宙	新	阜平期	①基性岩墙群 ②奥长花岗岩为主的“TTG” ③钾质花岗岩 ④辉石-紫苏花岗岩	以拉斑玄武质为主，伴生钙碱性火山作用	陆块微陆块之间拼贴，如：和龙、夹皮沟绿岩地块、辽北红透山岩带等以及辽南微陆块雏形	①2766 ②2511-2605 ③2457-2575 ④2440-2492	①M 型 ②壳重熔型 ③交代熔型 ④交代重熔型
	中	迁西期	①橄榄岩-辉石岩-角闪岩 ②英云闪长岩为主“TTG”岩系	拉斑玄武岩为主	①瓦房店-庄河、抚顺-清原带；②岛状古陆块边缘拼贴（白山、夹皮沟、板石沟、辽北等）	①>2700 ②2700-2972	①地幔分异 ②不成熟陆壳重熔型

*据东北三省区域地质志（1988）和孙德有等（2001）及彭玉鲸等（2002）

张广才岭期：主要是壳源型白云母花岗—钾长花岗岩等。

需要指出的是：元古宙时期的岩浆形成环境在辽—吉地区是裂谷拉张环境，而在鸡西、太平岭一带可能是陆缘张性环境。

三、古生代侵入岩—火山岩

主要发育在吉—黑古生代凹陷内。目前的精细同位素年代学显示，古生代花岗岩在研究区并不发育，原厘定的古生代花岗岩大多是中生代形成，属于加里东期的侵入岩只有伴生早古生代地层的橄榄岩—辉石岩—辉长岩（417Ma）、碱性花岗岩（418Ma）类；华力西期也只是晚二叠世有少量橄榄岩—辉长岩（260Ma）、闪长岩—花岗闪长—二长花岗岩和偏碱性花岗岩，局限于佳木斯以及张广才岭东侧（孙德有等，2001）。

吉—黑古生代海相火山作用发育，分布在吉林四平—伊通—磐石一带，早古生代为一套拉斑玄武质火山岩系，晚古生代二叠纪早期为海相高铝、富碱中基性火山—中酸性火山岩作用，晚期出现陆相火山作用（表 1-7）。

表 1-7 古生代-中生代侵入岩分类及火山岩类型简表

年代	期	侵入岩石组合	火山组合	分布	时代(Ma)	成因类型
中生代	燕山期	K ₂ ①二长花岗岩 ②碱长花岗岩-钾长花岗岩	陆相偏碱火山岩	发育在区域北东断裂带上	90-65	①I 型 ②A 型
		J ₃ -K ₁ ①中酸性花岗杂岩 ②碱性花岗岩	陆相基性-中性火山岩以及酸性火山作用	①典型岩体有三股流、海沟等;分布较少,如白石砬子	①130-125 ②123-120	①壳幔混合型 ②A 型
		J ₂ ①石英闪长岩-花岗闪长岩 ②二长花岗岩		①研究区广泛分布 ②五龙、海沟为代表	①180-160 ②160-158	①壳幔混合型 ②壳型
		J ₁ ①石英闪长岩-花岗闪长岩-二长花岗岩		①辽南、吉南东以及黑龙江东部广大地区;	①190-180	①I-A 型
	印支期(晚期)	①橄榄岩-辉石岩-辉长岩 ②花岗闪长岩-二长花岗岩 ③碱长花岗岩-碱性花岗岩 ④碱性辉长岩-碱性岩		陆陆对接及南北陆缘带一侧。①红旗岭-漂河川、鸡东五星-饶河;②-④张广才岭和延边等地以及辽南等地	①220-205 ②-④215-200	①M 型 ②I 型 ③A-I 型 ④A 型
古生代	华力西期	①橄榄岩-橄辉岩-辉长岩 ②闪长岩-花岗闪长-二长花岗岩 ③碱性花岗岩	海相富碱中基性火山岩为主	①吉林中部六棵松岩体 ②东部延边、张广才岭东侧、佳木斯等;③邻区吉中部四楞山	①260 ②262-247 ③-310	①M 型 ②壳幔混合型 ③A-I 型
	加里东期	①橄榄岩-辉石岩-辉长岩 ②碱性花岗岩	海相火山作用为主	①与吉-黑古生代凹陷早古生代地层伴生;②张广才岭北段	①418.4 ②417	①M 型 ②壳型
据孙德有等(2001)、彭玉鲸等(2002)和张艳斌(2002)						

四、中生代侵入岩-火山岩

1. 印支期的侵入岩和火山岩

印支期侵入岩分布在辽东太子河—浑江台陷南部边缘,通化、延边、吉林等地。岩石类型较多,有橄榄岩—辉石岩—辉长岩、花岗闪长岩—二长花岗岩、碱长花岗岩—碱性花岗岩以及碱性辉长岩—碱性岩,多为印支晚期就位形成。橄榄岩—辉石岩—辉长岩为幔源岩浆在张性环境就位,而花岗闪长岩—二长花岗岩是壳幔混合岩浆在挤压造山环境形成,碱长花岗岩—碱性花岗岩以及碱性辉长岩—碱性岩属 A-I 型花岗岩,指示地球动力学环境是减薄→挤压过程。

印支期晚期火山岩为陆内中酸性火山岩,由流纹岩、英安岩及火山碎屑岩组成,为大陆边缘活动带环境。在完达山地区发育海相火山岩,枕状熔岩与放射虫硅质岩、镁铁岩、超镁铁岩共生,细碧岩、橄榄拉斑玄武岩发育,属“蛇绿岩套”的一部分。

2. 燕山期侵入岩和火山岩

燕山期岩浆侵入作用十分频繁,主要是各种类型的花岗质岩岩浆或钙碱性岩浆活动,常形成一些较大的复式岩体,以中侏罗世最为发育。早、中侏罗世为石英闪长岩—花岗闪长岩—二长花岗岩,晚侏罗世—早白垩世为中酸性花岗杂岩和碱性花岗岩,晚白垩世为二长花岗岩和碱长花岗岩—钾长花岗岩。此外,沿某些断裂带尚见有少量的超基性、基性及碱性岩类出现。这一时期的岩浆活动对区内内生金属成矿意义极大。

火山作用与燕山期侵入岩伴生,以钾玄质—高钾钙碱性为特征,与之有关的浅成岩对区内重要金、铜、钼矿具有重要意义。

五、新生代侵入岩—火山岩

新生代侵入岩的空间展布,以桦甸永胜屯为代表的石英正长岩—霓霞正长岩岩体带,明显受控于敦—密断裂带的磐石—桦甸段。基性火山岩(第四纪玄武岩)喷发主要沿敦—密断裂带、依—舒断裂带发育,著名的火山岩有黑龙江五大连池、吉林长白山天池等。

第三节 区域构造发育概况

研究区构造作用十分复杂,是一个经历多期构造作用的复合构造区。不同时代、不同环境以及叠加的程度不同,其构造形式和特征有明显的差异。

1. 太古宙构造特征

发育在鞍山、辽北、龙岗以及板石沟一带(Sm—Nd等时线年龄为3032Ma)的古、中太古代表壳岩和灰色片麻岩,总体构造形态呈片麻状穹形隆起—卵形构造,新太古代以线形构造型式展布(图1-2),具体表现如下。

(1) 太古宙早期(>2800Ma)

在3000Ma前,辽宁清原、吉林龙岗地区是以基性火山岩和火山—沉积作用为主,大体沿东西向展布。在距今2800Ma前后,发生强烈的变质变形作用—鞍山运动,导致了鞍山群下部或龙岗群的强烈变质变形,形成各种类型的褶皱构造、穹状隆起或卵形构造,并发生混合岩化—花岗岩浆(TTG)作用,致使太古宙早期地层呈孤立的残留体出现,形成古老陆壳。

(2) 太古宙晚期(2800-2500Ma)

以鞍山、夹皮沟地区最为典型,以中酸性火山岩与基性火山岩和火山—沉积作用为主;鞍山运动使其褶皱变质并遭受混合岩化作用,形成同斜倒转乃至扇形褶皱,褶皱叠加式样复杂多变,面理置换显著,结果形成卵—线形构造(如:夹皮沟地区),局部混合岩化作用产生混合岩构造之卵圆形穹窿(如海城卵圆形穹窿等);晚期出现二长(钾质)混合花岗岩,同时使太古宙地质体固结。

2. 元古宙构造特征

古元古代时期克拉通化逐渐扩大,但成核面积相对较小。在裂谷区形成了巨厚的碎屑沉积,随后封闭发生强烈变形和角闪岩相或低于角闪岩相的变质作用,以小型多期叠加褶皱的线形构造为主。鞍山古陆的变质程度高达麻粒岩相,构造形态与太古宙特征相似。

中—新元古代变质变形程度较古元古代为次之,主要展布在辽—吉陆间的盆地或裂谷(张秋生,1986)和佳木斯—牡丹江—兴凯陆间盆地内,为绿片岩相变质变形的陆间盆地型建造,构造上多为大型褶皱构造以及韧性剪切带及大型逆冲推覆构造,且后两者多发育在与太古宙陆块的接触部位,动力变质作用较显著。

3. 古生代构造特征

如前所述,研究区古生代地层主要分布在铁岭—靖宇古陆、和龙古陆内部及其北缘与佳木斯—牡丹江—兴凯陆块间的盆地之间。在古陆内部盆地变形较弱,地层发育较连续完整;但发育在古陆边缘或地体之间(吉中—延边)的古生代地层多为不同层次的构造混杂岩,显示是俯冲推覆作用过程堆积而成的增生楔特征。作者认为辽北—龙岗陆核北部的古生代地层以及黑龙江东部地区的古生代杂岩是西伯利亚板块向南俯冲过程,海盆内沉积的古生代地层被运移最终形成增生楔、混杂岩等(磐石—桦甸一带),并于海西期末回返抬升结束北部的造山运动,转入环太平洋构造体系。