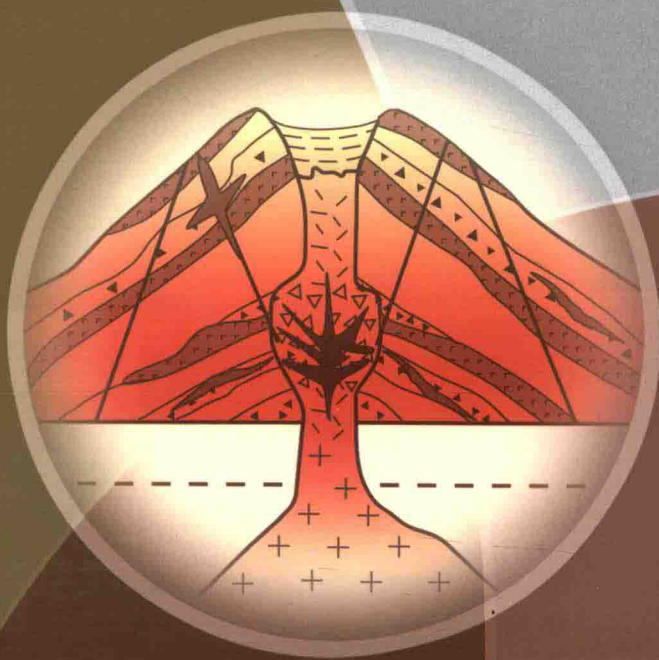


华北地台北缘 地质特征与成矿规律

◆ 王立峰 等著



地质出版社

华北地台北缘地质特征 与成矿规律

王立峰 于延秋 张敏杰 张素梅 王对兴 著
李 伟 张腾蛟 武晓静 于灵艳 付芳芳

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书在总结华北地台北缘正镶白旗—赤峰一带相关矿产地质调查资料及前人研究成果基础上,对研究区成矿规律及找矿模式进行了探讨与研究。全书共分9章,分别从地层、沉积相、火山岩、岩浆岩、构造地质和区域矿产等方面予以简述,并总结归纳了华北地台北缘在有利地质环境下形成斑岩型、热液石英脉型及火山岩型等矿产的规律。

本书可作为高等院校地质学、地球化学、资源勘查工程等专业研究生、本科生参考用书,也可供从事矿床地质、矿产勘查和矿山地质工作的专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

华北地台北缘地质特征与成矿规律 / 王立峰等著.

—北京:地质出版社,2017.4

ISBN 978-7-116-09904-3

I. ①华… II. ①王… III. ①华北地台-成矿地质-地质特征-研究②华北地台-成矿规律-研究 IV.

①P612

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 199492 号

责任编辑:徐 洋 程 静

责任校对:张 冬

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

咨询电话:(010)66554646(邮购部);(010)66554579(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

传 真:(010)66554582

印 刷:保定五四三印刷厂

开 本:787mm×1092mm $\frac{1}{16}$

印 张:13.75

字 数:350千字

版 次:2017年4月北京第1版

印 次:2017年4月河北第1次印刷

定 价:58.00元

书 号:ISBN 978-7-116-09904-3

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

本书是在 1:5 万区域矿产地质调查及矿产研究的基础上, 经过综合研究完成的。研究区位于华北古陆北缘正镶白旗—赤峰一带, 属于早古生代造山带。元古宙期间, 沿华北地台北缘断裂带(赤峰—多伦断裂)兴蒙古洋壳向华北板块发生俯冲造山, 导致华北古陆内部隆起, 使华北地台北缘缺失元古宙和古生代地层, 中生代火山岩直接覆盖在太古宙变质基底之上, 在兴蒙海槽沉积元古宙和古生代寒武纪、奥陶纪、志留纪地层, 以及辉长岩和基性岩墙侵入。

在加里东运动末期发生一次重要的增生事件, 缝合线大致沿西拉木伦河断裂分布, 在增生边缘缺少泥盆系的沉积, 到石炭系开始结束沉积。缝合线北侧为被动陆缘环境, 沉积泥盆系、石炭系等。早古生代晚期的弧陆碰撞造山, 发育比较强烈的钙碱系列岩浆活动, 表明该区可能转化为类似现今安第斯山的活动大陆边缘。

晚石炭世造山作用卷入中朝古板块与北亚联合古陆(西伯利亚古板块和布列亚—佳木斯古板块)活动陆缘之间, 在增生—碰撞杂岩的南侧, 发育流纹岩、英安岩、安山岩和玄武岩等火山—沉积岩系, 并伴随富钾同碰撞花岗岩等岩浆活动。岩石组合和岩石化学特征揭示它们属于活动陆缘钙碱系列岩浆活动的产物。

二叠纪华北地台北缘表现出大规模的隆升和裂陷盆地的形成。在海侵初期, 海水逐渐淹没裂谷基底, 发育冷水和暖水混合型生物组合, 沉积寿山沟组和三面井组的河流—三角洲—滨浅海沉积序列; 额里图组与大石寨组仍为统一盆地, 由于陆壳变薄, 地幔物质上涌发育了大陆岛弧的火山岩组合; 于家北沟期火山—沉积盆地北火山岛弧分隔, 形成挠曲盆地—弧后沉积盆地的海陆交互的沉积岩—火山岩沉积组合, 主要发育辫状河、三角洲、扇三角洲、滨岸及浅海相沉积, 哲斯期裂陷槽—弧前盆地海相沉积岩—火山岩沉积组合; 晚二叠世沉积盆地萎缩, 在华北地台北缘发育暖水型生物群(华夏植物群), 发育河流、三角洲、湖泊沉积组合。

三叠纪—侏罗纪时期, 太平洋板块相对欧亚板块运动, 太平洋伊泽奈崎(Izanagi)板块向 NW—N 方向亚洲大陆下斜冲, 华北陆块东部主要受到 NE 方向压扭性剪切分力, 由近 EW 向构造体制转向 NE—NNE 向构造体制, 形成隆起带和坳陷盆地相间的构造格局。伴随着构造体制的变化, 发生地幔上涌和岩石圈减薄, 同时中生代爆发了大规模的火山弧岩浆活动, 发育大面积的火山岩和花岗岩类侵入, 同时也是金属矿床成矿作用的

大爆发期,大规模的岩浆活动后期是大型-超大型矿床形成的高峰时期。

同位素测年研究表明,研究区内主要成矿年龄在 138 ~ 154 Ma,发育斑岩型钼矿,热液石英脉型钼矿及铜-铅-锌-银多金属矿,火山型钼矿及铜-铅-锌-银等矿产。在空间上,巴林-克什克腾旗-赤峰钼矿成矿区、正镶白旗-翁牛特旗铜-铅-锌多金属成矿区、赤峰-康保一带的斑岩型-石英脉金矿成矿区、赤峰南部鞍山式铁矿及古生代沉积型矿产、多伦铁-钨-锡成矿区,主要与斑状花岗岩、二长花岗岩等 I 型和 A 型花岗岩关系密切。

本书由河北地质大学出版基金资助出版,编写分工如下:第 1 章由武晓静编写;第 2 章由于灵艳、王立峰编写;第 3 章由张素梅、王立峰编写;第 4 章由王对兴、付芳芳编写;第 5 章由张敏杰编写;第 6 章由李伟、王立峰编写;第 7 章由张腾蛟编写;第 8 章由于延秋编写;第 9 章由王立峰编写。最后由王立峰统稿、定稿。2009 ~ 2014 级硕士研究生郭守玉、卢宝玉、梅杨、卢观送、刘垚、王腾飞、师明元、武兴龙、习亚坤、刘莎、宋凌云、张新博、兰晓峰、李振、赵振荃、周杰、崔元春、胡兵凯等和近 100 名本科生参加了野外和室内工作,在此一并表示感谢。最后,特别感谢内蒙古自治区地质勘查基金管理中心和内蒙古自治区矿产实验研究所,对野外工作提供的经费资助。

由于作者水平有限,书中难免存在不当之处,望广大读者提出宝贵意见。

王立峰

2015 年 11 月于石家庄

目 录

前 言

第1章 绪论	(1)
1.1 研究区位置	(1)
1.2 华北地台北缘研究历史	(4)
1.2.1 基础地质工作	(4)
1.2.2 矿产研究	(5)
1.2.3 沉积地质研究	(6)
1.3 完成工作量	(7)
第2章 地层	(9)
2.1 地层划分	(9)
2.1.1 古生代地层划分依据	(9)
2.1.2 中、新生代地层划分依据	(12)
2.2 地层概述	(14)
2.2.1 古生界	(14)
2.2.2 中生界	(31)
2.2.3 新生界	(39)
2.3 地层对比	(40)
2.3.1 古生代地层对比	(40)
2.3.2 中生代地层对比	(44)
第3章 晚古生代沉积相分析	(48)
3.1 古生代构造环境	(48)
3.2 早二叠世火山-沉积相	(50)
3.3 早-中二叠世火山-沉积相	(53)
3.4 中二叠世沉积相	(55)
3.5 晚二叠世沉积相	(58)
3.6 古生代地层格架	(59)
第4章 火山岩	(63)
4.1 火山岩旋回特征	(63)
4.1.1 火山旋回的划分	(63)
4.1.2 火山旋回单元的地质含义	(65)
4.1.3 岩相序列分析	(69)
4.2 古生代火山岩	(69)
4.2.1 火山岩岩石类型	(69)

4.2.2	火山岩地球化学特征	(72)
4.2.3	火山岩相及火山机构	(76)
4.3	中、新生代火山岩	(77)
4.3.1	火山岩岩石类型	(77)
4.3.2	火山岩地球化学特征	(81)
4.3.3	火山岩相	(86)
4.3.4	火山旋回	(87)
4.3.5	火山机构	(90)
4.4	火山作用与成矿的关系	(94)
4.4.1	与火山穹隆相关的矿产	(94)
4.4.2	与破火山口相关的矿产	(95)
4.4.3	与线状火山构造相关的矿产	(96)
4.4.4	与爆发岩筒区相关的矿产	(96)
第5章	岩浆岩	(97)
5.1	岩浆岩分类	(97)
5.2	二叠纪侵入岩	(98)
5.2.1	岩石学特征	(98)
5.2.2	岩石地球化学特征	(101)
5.3	侏罗纪侵入岩	(106)
5.3.1	岩石学特征	(106)
5.3.2	岩石地球化学特征	(110)
5.4	白垩纪侵入岩	(115)
5.4.1	岩石学特征	(115)
5.4.2	岩石地球化学特征	(118)
5.5	脉岩类	(122)
第6章	构造地质	(126)
6.1	区域地质构造背景	(126)
6.2	构造单元划分及特征	(126)
6.3	断裂构造	(128)
6.4	褶皱构造	(129)
6.5	多伦环形构造	(132)
6.6	构造与岩浆活动和矿产的关系	(134)
6.7	区域构造地质发展史	(135)
第7章	区域矿产	(137)
7.1	概况	(137)
7.2	主要矿产	(138)
7.2.1	钼多金属矿	(138)
7.2.2	银-铅-锌多金属矿	(144)
7.2.3	铜多金属矿	(153)
7.2.4	铅-锌-铌矿	(174)

第 8 章 成矿规律与找矿模式 (180)

8.1 成矿规律 (180)

8.1.1 矿床（点）空间展布特征 (180)

8.1.2 成矿时间演化规律 (180)

8.1.3 成矿区（带）的划分 (181)

8.2 主要矿种找矿模型 (182)

8.2.1 控矿地质因素分析 (182)

8.2.2 找矿标志分析 (199)

8.2.3 找矿模型建立 (199)

第 9 章 结束语 (205)

参考文献及参考资料 (207)

第1章 绪 论

1.1 研究区位置

研究区位于内蒙古自治区东南部，行政区划隶属锡林郭勒盟正镶白旗及赤峰市克什克腾旗管辖。区内交通以公路为主，省际通道（白银查干—阿荣旗）一级公路及多伦—正镶白旗的308省道从研究区通过，各乡村之间有简易公路相连。研究区内有集通铁路通过。总体交通条件便利，工作区位置如图1.1所示。

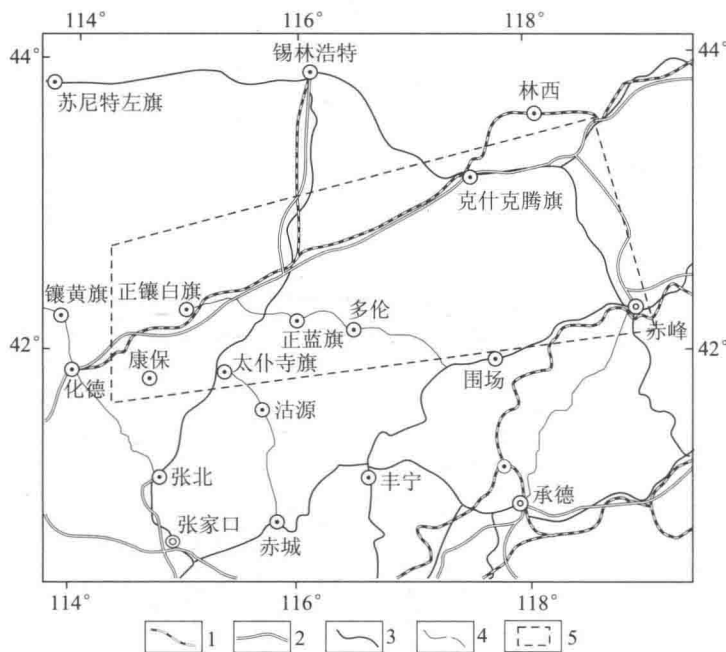


图 1.1 研究区位置

1—铁路；2—高速公路；3—国道；4—省道；5—研究区范围

研究区位于内蒙古高原南部，锡林郭勒盟草原南端，地理坐标为 $114^{\circ}10'$ — $118^{\circ}30'$ 。地势总体较平缓，东高西低，海拔 $1200 \sim 2000 \text{ m}$ ，相对高差较小，多在 $60 \sim 300 \text{ m}$ 之间，主体属低山—丘陵地貌区。山脉多呈北东—北东东向展布。区内上新世沉积岩及第四纪沉积覆盖物较多，以剥蚀堆积地貌为主，侵蚀地貌次之，中部为沙地，呈现出沙地草原的自然风光。

研究区大地构造位置位于华北地台北缘，北邻兴蒙造山带，南为华北克拉通。自 1.35 Ga 以前，自南向北为华北板块、古亚洲洋、西伯利亚板块。一般认为，华北克拉通北缘大陆边缘的演化始于 1.35 Ga 以后。早古生代时期，在华北克拉通以北的兴蒙造山带南部发育了白乃庙岛弧岩带，该岛弧岩带在早古生代末期通过弧—陆碰撞形式增生到华北克拉通北部边缘



(图 1.2)。早—中泥盆世期间 (410 ~ 380 Ma)，在华北克拉通北缘发育了与弧陆碰撞后的伸展有关的碱性杂岩。从晚石炭世 (~ 320 Ma) 开始，华北克拉通北缘发展为安第斯型活动大陆边缘，古亚洲洋向南俯冲在华北克拉通之下，同时古亚洲洋向北的俯冲 (图 1.3)，形成了白音宝力道岛弧岩带。在二叠纪末—三叠纪初期，古亚洲洋沿乌兰浩特—二连浩特缝合带最终闭合，华北克拉通北缘大量的 250 Ma 以来的后碰撞岩浆活动记录了这一拼合过程。在缝合线以南记录了华北地台北缘早古生代增生造山带和大兴安岭南段晚古生代增生造山带。研究区主要为华北地台北缘早古生代增生造山带的范围。

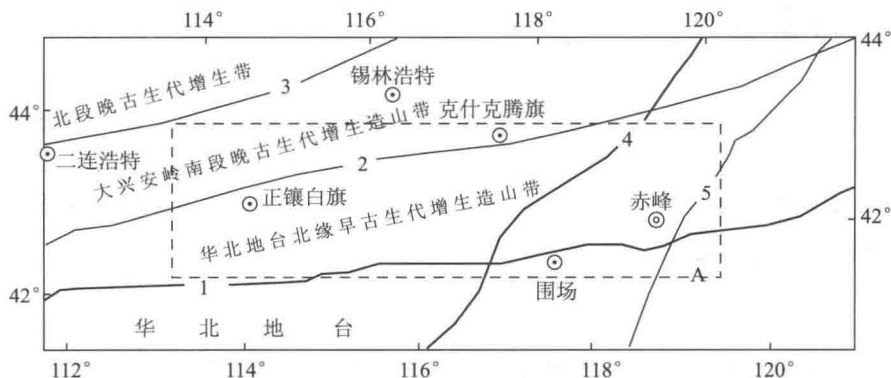


图 1.2 研究区大地构造位置

1—华北地台北缘断裂；2—西拉木伦河断裂；3—二连—贺根山断裂；4—大兴安岭主脊断裂；5—嫩江断裂。[---A]——研究区

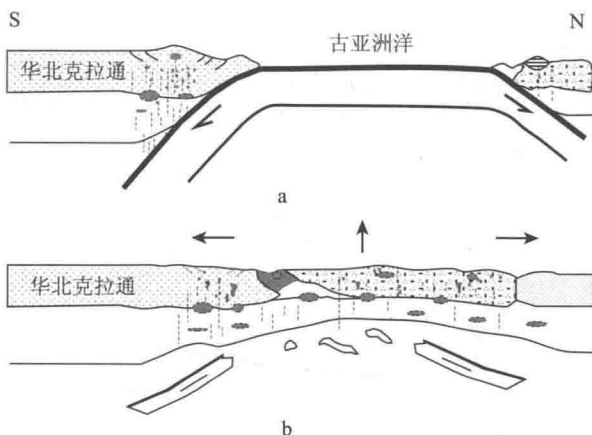


图 1.3 华北地台北缘晚泥盆世—早二叠世构造演化示意图

a—晚泥盆世—石炭纪活动大陆边缘俯冲阶段；b—早二叠世弧陆碰撞伸展阶段

华北克拉通北部造山带地区 SSZ 型蛇绿岩生命周期形成的系列岩浆岩和克拉通北缘地区俯冲—碰撞—伸展造山过程形成的系列岩浆岩也表明，华北北部古生代时期经历了多种方式的地壳增生作用，大致可以分为 3 个阶段，即大洋岛弧与大陆岛弧侧向增生共存的早期阶段、大陆岛弧侧向增生与再造主导的中期阶段和大陆内部垂向增生与再造为主的晚期阶段 (张晓晖等, 2010)。

在古生代通过大洋岩石圈的俯冲和陆块间的碰撞拼贴作用，于古生代末—中生代初形成亚洲大陆。古生代末统一的亚洲大陆形成以后，便开始向环太平洋构造域的转变，经历了由被动大陆边缘转换为主动大陆边缘的地球动力学过程。区内中生代火山岩是这一构造域转换

时期壳-幔相互作用的产物。

洋底地磁条带的年代学研究表明,自三叠纪至中侏罗世,东亚大陆与古太平洋板块的边界处于离散构造环境,即被动大陆边缘(林强等,1998)。由于拼贴后的东北地体群向北运移的速度(平均约 1.0 cm/a)明显大于华北板块北移的速度(0.4 cm/a)(邵济安等,1995),导致北西向水平扩散作用,在华北板块北缘形成一条主要以拉张环境为特征的构造变形带(图1.4),即印支-早燕山构造变形带。位于这一构造变形带东端的北东东向南部火山岩带,是三叠纪至早白垩世构造域转换时期伴随大陆离散作用而发生的岩石圈拉张作用的产物。

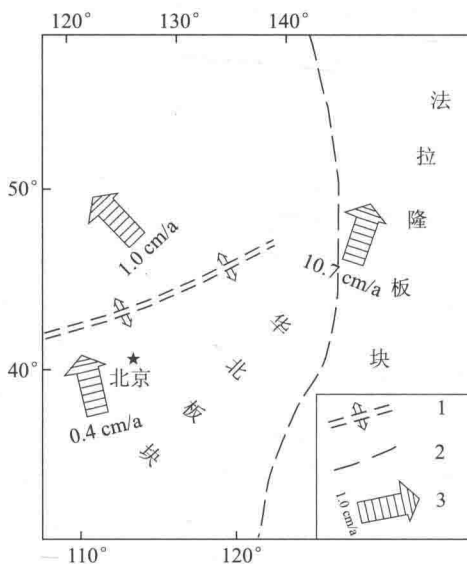


图 1.4 东亚晚三叠世—中侏罗世板块运动方向

1—拉张构造变形带;2—推测板块界线;3—根据古地磁资料推测的板块运动方向

受古亚洲洋的俯冲造山作用和中生代东亚大陆与古太平洋板块的边界处于离散构造环境的影响,形成北东向的构造形迹,区域重力场、磁力场、地壳等厚线(图1.5)方向及均衡重力异常走向也以北东向为主,重力异常变化平缓,均衡异常值小,基本处于地壳均衡状态;从西向东,地壳厚度逐渐变薄,上地幔高导层埋深缓慢增加。北北东向重力梯度带北起扎兰屯—赤峰—围场,并经太行山直抵武陵山,规模巨大,西侧地壳厚度和上地幔高导层埋深都有明显差异。

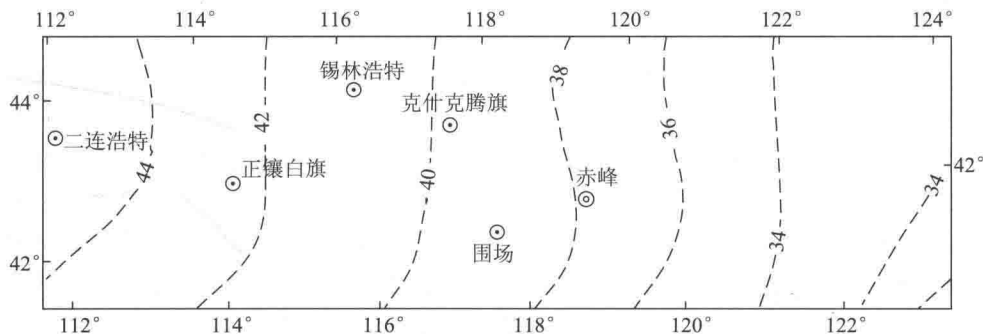


图 1.5 研究区地壳等厚线示意图 (km)



中国大陆地壳具有明显的三层结构或多层结构。上地壳由沉积盖层和结晶基底组成,中地壳主要为花岗质岩层,下地壳为玄武质岩层,各块体地壳厚度、速度分层互有差异。研究区出现低速层,平均地壳厚度 34 ~ 44 km,自东向西增厚。

从大陆地壳增生不同阶段与成矿作用的联系来看,洋壳俯冲作用通常有利于形成矿床;而同碰撞阶段岩浆作用较弱,一般很少伴随有矿化作用;后碰撞-后造山阶段壳幔相互作用最为强烈,形成的矿产也极为丰富(张晓晖等,2010)。大洋板块俯冲引发岛弧或陆缘弧岩浆活动,大洋板片直接熔融或其所释放流体交代地幔楔形区发生部分熔融所产生的熔体通过一系列的结晶分异与同化混染过程,形成岛弧钙碱性系列含矿斑岩。侯增谦等(2003)认为:碰撞造山带也可孕育世界级的斑岩铜矿,后碰撞伸展背景下的岩石圈拆沉或板片断离诱发的熔融是形成这种斑岩铜矿的主要动力学机制。

如前所述,华北地台北部古生代时期经历了多阶段地壳增生作用,其中不乏洋脊俯冲和后碰撞岩石圈拆沉地球动力学过程驱动下发育的丰富岩浆建造,它们应该为铜金等多金属成矿元素的选择性富集提供了有利背景。但矿床的形成除受益于契合的宏观地球动力学环境和岩浆作用之外,高效的成矿流体体系、有利的导矿和控矿构造、适宜的抬升剥蚀等因素也都不可或缺。

华北地台北缘是我国黑色金属、有色金属和贵金属的重要成矿区。从而引起了众多地质工作者的关注,取得了丰富的成果。发现了丰富的铁、金、银、铅锌、铜、钼(铜)、硫等矿产。主要矿床类型:斑岩型、斑岩-矽卡岩型、矽卡岩型、含金石英脉型、构造破碎蚀变岩型、岩浆热液脉型、低温热液型金矿床等。火山岩型钼铜矿是值得注意的新型矿产类型。随着近年内蒙古国土资源厅开展的 1:5 万区域矿产地质调查工作取得了丰富的成果,如华北地台北缘发现了小东沟钼矿、柳条沟钼矿、岗子钼矿、红山子钼铜矿、车户沟钼铜矿、碾子沟钼矿、元宝山钼矿、鸡冠石钼矿、库里吐钼铜矿等近 10 个钼矿组成的成矿带以及大量的矿产地和靶区,为国民经济的可持续发展提供了丰富的后备资源。

1.2 华北地台北缘研究历史

华北地台北缘研究程度较高,特别是近年来,取得了大量的成果。按研究性质可以划分为两个阶段,其一是 20 世纪 90 年代以前,主要为围绕找矿为目的的基础地质工作;其二是 20 世纪 90 年代以来,主要为成矿理论的研究,具体如下。

1.2.1 基础地质工作

研究区内基础地质工作始于解放初期,内蒙古自治区工业厅地质局 706 普查队于 1956 年进行矿产普查工作,并著有普查报告及图件;1959 ~ 1960 年,原内蒙古地质矿产局察哈尔盟地质队进行地质矿产普查工作,编有 1:10 万地质草图、部分矿点检查草图及文字报告;1957 ~ 1964 年,原河北省地质局区域地质测量大队完成张家口市幅 1:100 万区域地质调查和修测工作,著有 K-50 幅地质报告及一套附图,首次对区内地层、岩浆岩、构造及矿产进行系统划分和较全面论述,是有关研究区较重要的区域地质参考资料;1960 ~ 1964 年,原地质部航空物探大队进行 1:100 万航空重力测量,编制 1:100 万航空重力测量报告及图件。这些工作成果对本区矿产工作和深部构造分析提供了重要基础资料;1961 年内蒙古地



质矿产局锡林郭勒盟地质队进行锡林郭勒盟多伦—太仆寺旗一带 1:10 万区域地质普查工作,著有锡林郭勒盟多伦—太仆寺旗一带区域地质普查报告及图件;1961 年地质部航空物探大队 906 队进行 1:20 万航空物探测量,著有内蒙古锡林郭勒盟南部地区航空物探工作、结果报告;1963 年内蒙古地质局 208 队进行矿产普查工作,编制 1:10 万地质草图及相应的文字报告,对区内的重要钨矿点均做了普查检查,地质划分较为详细,有较为重要的参考价值;1967 年冶金工业部地球物理探矿公司航空测量队进行 1:5 万航空磁法测量,著有内蒙古多伦—太仆寺旗一带 1967 年航磁工作报告及图件;1970 年和近年在研究区外围附近开展的额里图铁矿和羊蹄子山—磨盘山锐钛矿矿区地质勘查和一些多金属矿点检查工作所积累的资料,对认识研究区成矿地质条件、成矿规律、找矿标志等具有重要的参考价值;1971 年,内蒙古煤田地质勘探队地质二队测有 1:5 万电测深度图,编写内蒙古锡林郭勒盟正镶白旗找煤电测深报告;1971 年辽宁省第二区域地质测量队在研究区进行 K-50-X (克什克腾旗幅) 1:20 万区域地质测量,并著有报告;1971~1974 年内蒙古地质局区域测量大队完成 1:20 万正镶白旗幅和正蓝旗幅区域地质调查工作,著有 1:20 万正镶白旗幅、正蓝旗幅区域地质调查报告及地质图与矿产图,提供了一套较为完整的区域地质资料;1989~1992 年由内蒙古自治区第一地球物理地球化学勘查院完成 1:20 万正蓝旗等幅水系沉积物测量,并对个别化探异常进行初步检查,著有 1:20 万正蓝旗等幅水系沉积物测量报告及图件,并对个别化探异常进行初步检查;1991 年地质矿产部第二物探大队在研究区进行 K-50-(10) 1:20 万化探测量工作,并著有报告;1994~1997 年内蒙古第二地球物理地球化学勘查院开展 1:20 万正镶白旗等幅水系沉积物测量,著有 1:20 万正镶白旗幅水系沉积物测量报告及图件;1994~1998 年内蒙古第二区域地质调查院在姜营子幅、广兴源幅进行 1:5 万区域地质调查,并著有报告。

1.2.2 矿产研究

华北地台北缘是我国黑色金属、有色金属和贵金属的重要成矿区。从而引起众多地质工作者的关注,同时也取得丰富的成果。华北地台北缘以内蒙地轴深断裂、西拉木伦河深断裂和大洞河深断裂为北界,在西伯利亚板块和华北板块这两个构造单元夹持的构造活动带,具备形成大型成矿带的有利条件(王世称等,1986)。邵济安等(1995)、林强等(1998)、张晓晖等(2010)分别从不同角度讨论了华北北部古生代大陆地壳增生过程及其与成矿的联系。陈守武等(1996)认为:华北地台北缘的金成矿带,成矿作用主要受控于前寒武纪的结晶基底、区域性的深大断裂带和火山-岩浆活动,主要为低温热液型金矿床,与花岗斑岩有关;斑岩型金矿床,矿体赋存于花岗斑岩和花岗质侵入岩中;以及与碱性岩有关的金矿床。1991~1993 年内蒙古地质研究队进行锡林郭勒盟南五旗—赤峰地区与冀北地区金银多金属矿床成矿地质条件的对比研究,著有《内蒙古锡林郭勒盟南五旗及乌盟东南边缘地带与冀北地区金银多金属矿床成矿地质条件的对比研究》及相应的图件。裴荣富等(1999)认为:华北地台北缘金属成矿省(区、带)是随时间而演化的。邵和明等(2001)总结了内蒙古自治区主要成矿区(带)和成矿系列,对内蒙古地区的成矿区带和成矿规律进行划分与研究总结,其成果对本书中的研究工作具有重要指导意义。代军治等(2006)认为:华北地台北缘是中国重要的多金属成矿带,中段部位钼(铜)矿床的分布受区域 EW 向、NE 向、NNE 向断裂的联合控制。成矿带东端辽西地区以钼矿为主,西端冀北地区以铜(钼)矿为主。钼矿床的形成与燕山期中酸性小侵入体关系密切,矿床多产于花岗斑岩体之



中或内外接触带中,矿床类型以斑岩型、斑岩-矽卡岩型、矽卡岩型为主。黄建军等(2007)认为:华北地台北缘与内蒙古大兴安岭地槽褶皱系的交会部位,构造复杂,EW向古基底构造中的深大断裂间形成了金、铜、铅锌、银多金属矿带。主要类型为含金石英脉型、构造破碎蚀变岩型、岩浆热液脉型。孙兴国等(2008)在西拉木伦河南岸新发现一条由大小10多个矿床(点)组成的铝多金属成矿带,东西延伸200 km,有望成为我国继小秦岭铝多金属成矿带、燕辽钼金属成矿带之后的又一重要钼多金属成矿带。杜俐等(2012)发现华北地台北缘火山岩型铀钼矿,并建立了华北地台北缘火山岩型铀钼矿床找矿模型。

1.2.3 沉积地质研究

内蒙古自治区地质矿产局1991编写的《内蒙古自治区区域地质志》,系统总结了全区地层系统,在侵入岩、火山岩、构造等方面均进行了研究和论述;1996年编写的《内蒙古自治区岩石地层》,对内蒙古地区所有地层单位进行清理研究,重新确立了内蒙古地区地层区划和岩石地层单位序列。

近年来,学者们对华北地台北缘及其以北地区晚古生代地层进行了广泛研究,王成文等(2008)提出,晚古生代内蒙古等广大地区发育一个统一的地块——佳蒙地块。但是,有关佳蒙地块,尤其是其南部陆缘的大地构造属性和沉积环境,不同学者间认识差异较大,王成文等(2008)认为晚古生代的沉积类型具有大陆边缘沉积的特征,区域延伸相对稳定;李锦轶等(2007)、陈斌等(2001)、刘建峰等(2009)认为研究区晚古生代具有活动陆缘或大洋岛弧的构造背景。此外,在兴蒙造山带内有两条重要的缝合线通过,即西拉木伦河—长春—延吉缝合线和锡林浩特北—二连浩特缝合线或贺根山缝合线。由此出现两种观点:一种观点将西拉木伦河碰撞带作为华北板块与西伯利亚板块的缝合线(王鸿祯,1981;李春星等,1983);另一种观点则认为华北板块与西伯利亚板块的最终缝合线沿二连浩特南—锡林浩特北一线或贺根山一线展布(谢同伦,1980;苏养正,1996)。

研究区的岩相古地理研究始于20世纪80年代初期,黄本宏于1982年编制东北北部石炭纪、早二叠世、晚二叠世古地理略图。在早二叠世,南部赤峰—长春地区以滨海、浅海沉积环境为主,在海陆交互相沉积环境的岩层中发现丰富的华夏型大羽羊齿植物群。南部边缘区早期主要是以内陆盆地、少许山间盆地及河流沉积环境为主,华夏型植物群繁盛。晚二叠世晚期由于该区火山岩发育,很少发现植物化石。

朱如凯等(2007)编制中国北方早、中、晚二叠世岩相古地理图。华北地台北缘为内蒙—阴山古陆。在早二叠世,图们、长春—磐石、林西—乌兰浩特和孙吴—哈尔滨等地区发育滨浅海相沉积,西拉木伦河碰撞带以南的赤峰地区发育滨海相沉积和陆相河流沉积。在中二叠世,长春—磐石、图们、林西—乌兰浩特、孙吴—哈尔滨、伊春—尚志等地发育浅海相沉积,同时伴随大石寨组海相火山岩的发育;赤峰地区为陆相、海陆交互相和滨浅海相沉积,以于家北沟组和额里图组为代表。在晚二叠世,林西—乌兰浩特、呼玛—东乌东南侧、孙吴—哈尔滨等地区以浅湖相沉积为主,以林西组为代表,产淡水双壳类和植物化石。

王成文等(2009)认为:晚古生代地层围绕佳蒙地块核心呈环带状分布,属于明显的大陆边缘沉积。在晚石炭世—早二叠世,佳蒙古陆南缘为陆相沉积,该组向南逐步过渡为海陆交互相沉积。在中二叠世,佳蒙地块北缘主要为古陆剥蚀区,南缘海相地层十分发育。

田树刚等(2012)认为:到晚二叠世,两大板块之间又有裂开的迹象。除残留海槽外,又出现两个大型的裂陷槽。其一可称为林西—九台裂陷槽,沿西拉木伦河北侧楔状展布;其

二是扎赉特—嫩江裂陷槽，沿内蒙古扎赉特旗北部—扎兰屯市—黑龙江省嫩江县—黑河市一线延伸。

综上所述，研究区位于华北板块北缘内蒙古兴安岭华力西期碰撞造山带，以及中生代滨太平洋板块边缘火山弧的接合部位。华力西期区内发育二叠纪沉积—火山岩沉积组合，为火山型被动陆缘的板块边缘，地壳运动强烈，沉积厚度达千米，为典型的前弧盆地及火山弧沉积。经华力西晚期构造运动板块边缘的演化，使古生代地层形成宽缓的褶皱，伴随有大规模低绿片岩相的变质作用。燕山早期受太平洋板块与欧亚板块间的联合作用，沿北东向断裂构造形成一系列的中生代构造盆地，发育了盆岭构造形式，发生强烈的火山—侵入作用；燕山中晚期火山盆地进一步扩大，伴有大量的酸性、中基性岩浆喷发和多次岩浆侵入，侏罗系火山岩建造，并经历了多期次的构造运动，地质构造较为复杂，褶皱断裂均较发育。新生代沉积发育在燕山期断陷盆地及带状洼地中。

1.3 完成工作量

本书资料主要来源于内蒙古自治区1:5万区域矿产地质调查项目，自2006年开始，完成8个图幅的区域地质调查、水系沉积物及土壤测量、高精磁法测量和矿产普查等工作。主要设计工作量包括1:5万区域地质调查(30478 km²)、1:5万高精磁法测量(30478 km²)

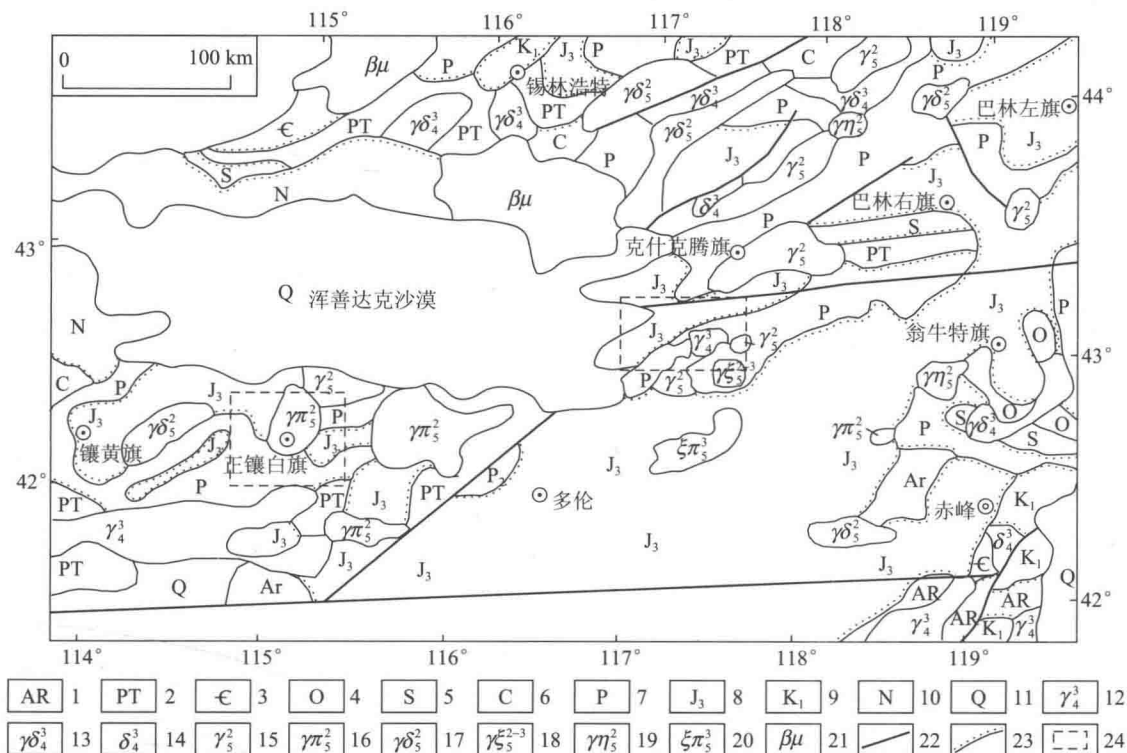


图 1.6 研究区地质略图

1—太古宇；2—元古宇；3—寒武系；4—奥陶系；5—志留系；6—石炭系；7—二叠系；8—上侏罗统；9—下白垩统；10—新近系；11—第四系；12—二叠纪花岗岩；13—二叠纪花岗闪长岩；14—二叠纪闪长岩；15—侏罗纪花岗岩；16—侏罗纪花岗斑岩；17—侏罗纪花岗闪长岩；18—侏罗纪—白垩纪正长花岗岩；19—侏罗纪二长花岗岩；20—白垩纪正长斑岩；21—辉绿岩；22—断裂；23—不整合界线；24—主要研究区



和 1:5 万地球化学测量 (30478 km²)。

进一步对新发现的 150 多个物探及化探异常进行检查,完成矿产地质调查 30478 km²,路线总长度 4540 km; 1:1 万地质测量 203 km²; 1:1 万高精磁法测量 60 km²; 1:1 万电法测量 83 km²; 1:1 万土壤测量 97 km²; 1:1 万综合剖面 40 km; 1:5000 综合剖面 30 km; 1:5000 地质剖面 151.9 km; 探槽约 11956 m³。对研究区的地层、岩浆岩、火山岩、构造等(图 1.6)进行系统的研究,实测地层剖面及岩浆岩剖面,采集与成矿相关的岩体、地层中的样品。测试分析薄片 611 件、光片 66 件、硅酸盐和稀土样品 33 件、基岩光谱样品 1489 件、同位素年龄样品 10 件、地球化学样品 1398 件。发现一批靶区和矿产地。

具体完成实物工作量如下:

1) 花岗岩剖面 14 条,包括花岗岩、正长花岗岩、黑云母角闪花岗岩、黑云母花岗岩、花岗闪长岩、斑状花岗岩、花岗斑岩、辉绿玢岩、石英二长岩和正长岩等岩体。形成时代分别为二叠纪、侏罗纪和白垩纪。

2) 地层剖面包括二叠系三面井组 2 条、额里图组 7 条、于家北沟组 2 条、铁营子组 2 条;侏罗系满克头鄂博组 3 条、玛尼吐组 5 条、白音高老组 2 条;古近系汉诺坝组 3 条。

3) 硅酸盐、稀土分析样品主要为二叠纪花岗岩、花岗闪长岩、黑云母花岗岩、正长花岗岩、闪长岩、闪长玢岩;侏罗纪二长花岗岩、花岗闪长岩、似斑状花岗岩、黑云母花岗岩、正长花岗岩、花岗斑岩、闪长玢岩;白垩纪正长花岗岩、正长斑岩、似斑状花岗岩。

4) 同位素年龄测定样品采自似斑状花岗岩、二长花岗岩、正长花岗岩、石英二长斑岩、黑云母花岗岩等岩体。其中额里图组 2 个、玛尼吐组 4 个,其他 1 个。

5) 基岩光谱样品主要采自岩体和地层剖面,化学样品主要为探槽样。

第2章 地 层

2.1 地层划分

2.1.1 古生代地层划分依据

国际二叠系的研究从19世纪40年代开始,以皮尔姆(Perm)命名,开始只包括空谷期(Kungurian)、卡赞期(Kazanian)至鞑靼期(Tatarian)的海退沉积序列。1940年,Dunbar详细地介绍了乌拉尔地区的二叠系层序后,该地区的二叠纪地层被广泛应用,成为当时二叠系对比的标准。但其中一部分地层以陆相为主,难以成为国际性对比的全球层型。另外,由于选取的各个标准剖面相距较远,它们之间的层位关系难以确定,所以这种划分的方案没有推广开。到了20世纪末,国际上拟定出一套新的二叠系划分方案,建议采用乌拉尔、美国西南部和中国华南的完整层序作为统的标准,自上而下分别是乌拉尔统、瓜德鲁普统和乐平统(Jin et al., 1994, 1997; 金玉玕等, 2000; Remane, 2000)。

2000年国际地质科学联合会(简称“国际地科联”)国际地层委员会正式将二叠系三分,并将三个统分别命名为:乌拉尔统——以俄罗斯和哈萨克斯坦交界的乌拉尔山南部地层为标准;瓜德鲁普统——以美国得克萨斯州与新墨西哥州接壤的瓜德鲁普山的地层为标准;乐平统——以中国华南的乐平统为标准(Remane et al., 2000; 金玉玕等, 2000; 沈树忠等, 2005)。在国际二叠系三分方案确立后,以海相地层为主的华南、青藏和台湾等地区,与国际标准地层的沉积环境接近,其划分和对比与国际基本接轨,成为我国年代地层划分和对比的标准。

到目前为止,内蒙古大兴安岭地区及华北地台北缘年代地层的划分仍以岩石地层为主,尽管有人探讨了生物地层(王玉净等, 1997; 高德臻等, 1998; 路跃军等, 2013)和同位素年龄,但仍然缺乏充分的依据,以岩石组合特征为依据划分的地层单位仍存在着穿时现象。因此,在二叠系对比时存在着不同的方案。

李守军(1998)介绍了通过基础、基本和主导3个层次学科来进行地层的研究和对比。基础层次是指岩石地层学;基本层次包括磁性地层学、层序地层学、沉积地层学、生态地层学、火山地层学、事件地层学、构造地层学、测井地层学、地震地层学、定量地层学、矿物地层学和化学地层学等;主导层次包括生物地层学和同位素年龄地层学(姚华舟等, 1994)。这样既可以提高地层的分辨率和对比精度,还可以提高地层界线的可识别性,可以作为大兴安岭和华北地台北缘地层进一步研究的新思路和新手段。

内蒙古大兴安岭地区及华北地台北缘古生代地层按《内蒙古自治区岩石地层》隶属于华北地层大区(V)—内蒙古草原地层区(V_3)。以西拉木伦河断裂为界,北部为锡林浩特—磐石地层分区(V_3^1),南部为赤峰地层分区(V_3^2)(图2.1)。北部主要出露下二叠统