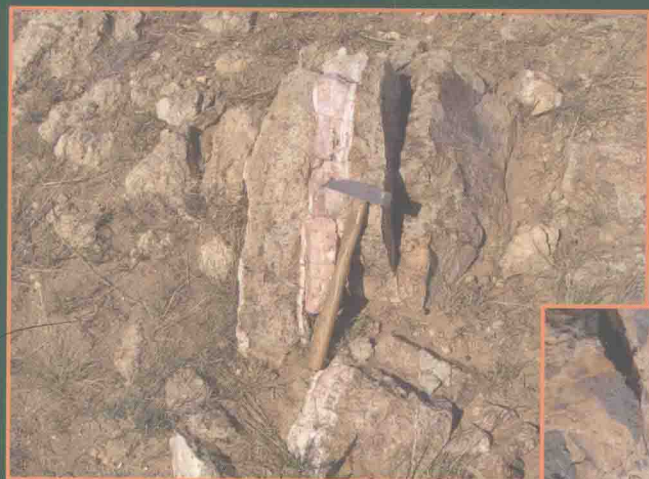


内蒙古中东部中生代 岩浆活动与银多金属成矿作用

● 聂凤军 江思宏 刘翼飞 白大明 童英 著



地质出版社

内蒙古中东部中生代岩浆 活动与银多金属成矿作用

聂凤军 江思宏 刘翼飞 白大明 童 英 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

该书立足于现代成矿学最新理论和采用找矿学最新技术方法,在大量野外地质调查基础上,通过室内综合性研究,通过对内蒙古中东部地区岩(层)体的变质作用、岩浆活动和构造运动以及以银为主的多金属元素活化、迁移、聚集过程和成矿作用的关系进行了深入细致研究,探讨了古大陆板块相互碰撞、对接和造山作用过程,厘定了各大地构造单元的边界,阐述了区域性银多金属矿床成矿作用动力学机理,划分了成矿区带、矿田和找矿预查区,论证了花岗岩类岩浆侵位方式和成因,阐明了构造-岩浆活动对银多金属矿床的控制作用;总结了重要银多金属矿床(点)找矿标志,提出了不同类型银多金属矿床的成矿模式,指出了找矿方向和圈定了找矿远景区。上述成果的取得,无疑对深化本区基础地质与银多金属矿床成矿理论认识,指导本区银多金属矿床的找矿勘查工作具有重要意义。本书对从事相关专业的生产、教学和科研人员具有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

内蒙古中东部中生代岩浆活动与银多金属成矿作用/
聂凤军等著. —北京:地质出版社, 2016. 4

ISBN 978-7-116-09362-1

I. ①内… II. ①聂… III. ①岩浆活动—关系—银矿
床—多金属矿床—成矿作用—研究—内蒙古IV.

①P588.11②P618.520.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第189399号

责任编辑:白铁李佳李华

责任校对:王洪强

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京市海淀区学院路31号,100083

电 话:(010) 66554528(邮购部);(010) 66554625(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

传 真:(010) 66554686

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本:889 mm×1194 mm ¹/₁₆

印 张:20.25

字 数:400千字

版 次:2016年4月北京第1版

印 次:2016年4月北京第1次印刷

定 价:50.00元

书 号:ISBN 978-7-116-09362-1

(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)

绪 论

银是自然界中延展性、可塑性、反射性、导电性和导热性最好的金属元素。鉴于银具有独特的物理和化学性质,因此,银被广泛应用于工业原料、硬币奖章、银器珠宝、摄影胶片和生物医药的使用和制造。2010年统计数据显示,世界上已探明银的储量为40万t,其中排在前10位的国家分别是智利(银储量7万t)、秘鲁(5.9万t)、波兰(5.5万t)、墨西哥(3.7万t)、中国(3.4万t)、澳大利亚(3.1万t)、美国(2.5万t)、玻利维亚(1.8万t)、加拿大(1.6万t)和俄罗斯(1.6万t),占全部银储量的90%(Brooks, 2007, 2010)。根据美国地质调查局2011年的数据,2010年全球共产白银22785 t(7.4亿盎司),其中排在前10位的产银大国分别为墨西哥(3987 t)、秘鲁(3599 t)、中国(3085 t)、澳大利亚(1857 t)、智利(1271 t)、玻利维亚(1271 t)、美国(1197 t)、波兰(1169 t)、俄罗斯(1141 t)和阿根廷(639 t),以上10个国家银的产量之合为19206 t,占世界全部产量的84.3%(Brooks, 2007, 2010)。需要指出的是,在自然界中银常与其他金属元素共生或伴生,因此,作为副产品回收的银在全球银产量中占有很高的比例。统计数据显示,从铅-锌矿床中回收的银产量占总产量的32%,铜矿床为28%,金矿床为10%,单一银矿床(Silver-only)为30%。从单个矿床来看,全球十大产银矿山分别是澳大利亚的坎宁顿(Cannington, 1197 t)、墨西哥的弗里思尼罗(Fresnillo, 1113 t)、土耳其的古穆斯库(Gumuskoy, 355 t)、俄罗斯的杜卡特(Dukat, 344 t)、秘鲁的帕兰卡特(Pallancata, 314 t)、秘鲁的乌楚查库(Uchucchacua, 287 t)、秘鲁的阿卡诺(Arcata, 251 t)、美国的格里斯-柯里克(Greens-Creek, 234 t)、摩洛哥的埃米特尔(Imiter, 223 t)和玻利维亚萨巴图罗米(San Bartolome, 208 t)。从我国银矿床找矿勘查情况来看,新中国成立60余年来,我国地质工作者在全国范围内先后发现和圈定各类银矿床(点)598处,它们分别产出在5大成矿域和25处矿化富集区内(聂凤军等, 2007; 黄崇轲等, 2002)。代表性银多金属矿床有额仁陶勒盖、查干布拉根、甲乌拉、孟恩陶勒盖、白音诺尔、大井、浩布高、莲花山、蔡家营、牛圈、拜仁达坝、白音查干、破山、银洞子、银洞沟、凡口、冷水坑、白秧坪、富湾、夏塞、白牛、呷村、白果园、山门、土屋和迪彦庆阿木。在所有上述成矿域和矿集区中,内蒙古中东部(涵盖大兴安岭中段矿化富集区及邻区)一带是找矿勘查成果最为显著的地区之一,同时也是成矿理论和找矿勘查的重点地域之一。

本书所涉及的地域正是内蒙古中东部,该区北起中蒙边境-索伦-巴音高勒一带,南到红山子-乌丹-甘旗卡一线,东部以白城市-开通-吉尔嘎朗为界,西到阿拉坦合力-锡林浩特一带。行政区划属内蒙古阿巴嘎旗、锡林浩特市、西乌珠穆沁旗、东乌珠穆沁旗、克什克腾旗、林西县、巴林左旗、科尔沁右翼中旗和突泉县等旗(县、市)管辖,地理坐标为东经116°00'00"至123°00'00",北纬43°00'00"至46°30'00",东西长556 km,南北宽280~388 km,面积为22万km²(图0-1,图0-2)。从自然地理条件看,项目工作地区地处草原覆盖区,海拔介于800~1500 m之间,属典型的大陆性气候,夏季酷热干燥,冬季严寒风大。往年气象资料数据显示,工作区年平均气温为2.5℃,最高气温为38℃,最低气温为-37℃,每个年度气温最高时间段为6~8月,最低时间段为12月到次年2月,无霜期为5月到9月中旬。一般情况下,工作区内为多风少雨天气,年平均降水量为209 mm,年降水量最大为322 mm,年降水量最小为122 mm,年蒸发量高达2564 mm,为降水量的12倍。风向以西和西北风为主,平均风速为3级(15 m/s),冬春季多6级以上大风。平均地温4.8℃,极高63℃,极低-45℃,冻土层在2m以内。从整体上看,工作区范围内人烟相对较少,经济、社会发展水平相对落后,野外地质调查工作和生活条件较为艰难困苦。

从大地构造位置上看,内蒙古中东部地区位于西伯利亚板块、蒙古-兴安岭联合陆块、华北陆台

和西太平洋板块汇聚与叠加改造处（图 0-1）。受古板块多期次俯冲、碰撞和对接作用影响，工作区范围内前寒武纪、古生代和中生代地层出露广泛，构造形迹复杂，岩浆岩发育和金属矿床（点）星罗棋布，不仅是中亚巨型金属成矿带的重要组成部分，同时，也是了解中亚造山带构造演化历史的重要窗口，因此，工作区内基础地质和矿产地质科学理论研究和找矿勘查工作历来为国内外地质学家所关注。

内蒙古中东部地区系统的地质调查和找矿勘查工作始于 20 世纪 50 年代中晚期，半个多世纪以来，我国地质工作者先后在这一个地区开展过不同比例尺的野外地质调查和不同尺度的科学研究工作，并且发现有一系列金、铜、铅-锌-银、铁、钼、钨、铬和其他金属矿床（点）及一大批矿化异常区。在已经找到的近百处矿产地中，代表性铜矿床有闹牛山、好来宝、乌兰哈达、敖尔盖、莲花山、布敦花、敖伦花、道伦大坝、奥尤特、毛登和小坝梁；金矿床有撰山子、红花沟、金厂沟梁、安家营子、白音宝力道和巴彦哈尔；单-银矿床为吉林宝力格和孟恩陶勒盖；钨-锡矿床有黄岗、大井子、查木罕、东山湾和沙麦；钼矿床为乌日尼图、准苏吉花、乌兰德勒、宝格达乌拉、迪彦钦阿木和南兴安；铁矿床有朝不楞、宝盖沟、巴尔哈达、马鞍山、神山、苏呼河三号沟和腰岭子；铬矿床为赫格敖拉；稀有金属矿床为巴尔哲；铅-锌-银矿床为大韭菜沟、白音诺尔、浩布高、敖瑙达巴、长春岭、小营子、洞子、敖包山、中段、阿尔哈达和查干敖包。近年来，随着基础地质调查和找矿预测评价工作的深入进行，在这一地区又先后发现和探明银多金属矿床（点）几十处，其中拜仁达坝、维拉斯托、花敖包特和白音查干矿床以规模大、品位高、埋藏浅和易采选为特征。拜仁达坝矿床银的储量为 4598 t，铅-锌为 155 万 t；维拉斯托矿床银储量为 470 t，铅-锌-铜储量为 52 万余吨；白音查

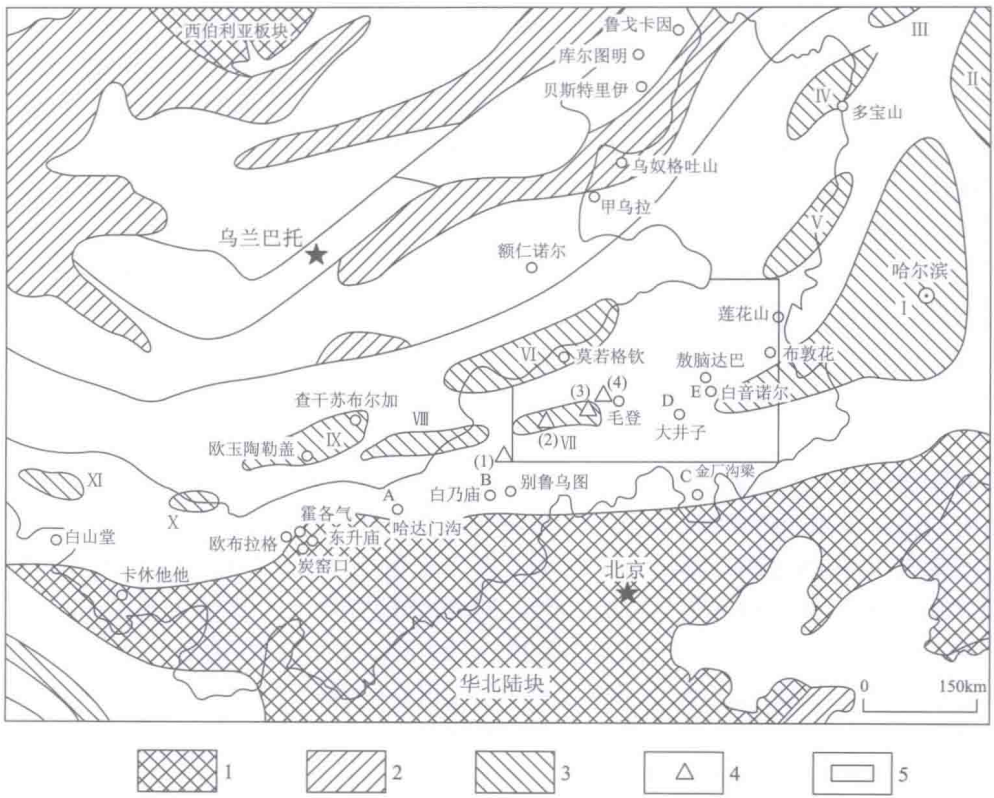


图 0-1 内蒙古中东部特大型银多金属矿化集中区位置

（据任纪舜等，1999；洪大卫等，2003；Perello et al., 2001，资料数据改编）

1—古大陆；2—亲西伯利亚陆块；3—亲古中华陆块；4—前寒武纪变质岩块体；5—工作区位置。变质岩块体：I—松花江；II—布列亚—佳木斯；III—结雅；IV—鄂伦春；V—扎兰屯；VI—达里甘嘎；VII—锡林浩特；VIII—托托尚；IX—巴嘎；X—雅干；XI—汗山。图中（1）—白银都西变质岩块体；（2）—乌华敖包变质岩块体；（3）—白音塔拉变质岩块体；（4）—巴音高勒变质岩块体

干矿床的银储量为 6000 t, 铅-锌储量为 200 万 t。除此之外, 莫若格钦和吉林宝力格银多金属矿化区的找矿勘查也获重要进展。综合性对比分析结果表明, 内蒙古中东部地区银和多金属的潜在资源量分别大于 5 万 t 和 1000 万 t, 为亚洲乃至全球范围内最重要的银多金属资源基地之一(图 0-1)。

随着拜仁达坝、维拉斯托、花敖包特和白音查干大型银多金属矿床的发现, 同时在其外围也陆续圈定出一大批物化探异常和矿(化)点, 这一地区找矿勘查工作已进入一个新的阶段。各级政府部门、有关地质勘查队伍和矿业公司急需了解这一地区银多金属矿床的形成环境、地质特征、成因机制、成矿潜力和找矿方向, 并且为下一步综合性找矿评价提供科学依据, 因此, 在内蒙古中东部开展银多金属矿床成矿规律、找矿方向和评价技术研究是完全必要的和十分及时的。

在区域地质调查方面, 自 20 世纪 60 年代初期开展 1:100 万地质调查以来, 到 20 世纪 80 年代中期, 已全部完成 1:20 万区域地质调查、1:50 万~1:20 万区域航空磁测和重力测量工作, 局部地区已完成 1:20 万化探扫面和 1:5 万区调工作。另外, 在一些重要成矿区(带)还进行过大中比例尺物探(磁法、激电、瞬变电磁法等)和化探(1:5 万和 1:1 万岩石地球化学)测量, 为开展金属矿床地质理论研究和隐伏矿床找矿勘查工作奠定了基础。

地质科学研究方面, 地质学家们从不同侧面对该区的地质演化历史和金属成矿作用进行了深刻剖析, 取得了令人瞩目的成就, 代表性科研成果有《中国北方板块构造文集》(沈阳地质矿产研究所, 1986), 《中国华夏与安拉古陆间的板块构造》(王荃等, 1991), 《中朝板块北缘中段地壳演化》(邵济安, 1991), 《Pro-Jurassic Geology of Inner Mongolia, China》(Ishii Ken-ichi et al., 1991), 《内蒙古自治区区域矿产总结》(内蒙古自治区地质矿产局, 1993), 《华北克拉通北缘及邻区有色金属矿床》(芮宗瑶等, 1994), 《全国地层多重划分对比研究: 内蒙古自治区岩石地层》(内蒙古自治区地质矿产局, 1996), 《大兴安岭及其邻区铜多金属矿床成矿规律与远景评价》(赵一鸣等, 1997), 《华北地块北缘及其北侧金属矿床成矿系列与勘查》(裴荣富等, 1997), 《Resource Geology》(Shihua Sun et al., 2001), 《大兴安岭的隆起与地球动力学背景》(邵济安等, 2010), 《中蒙边境中东段金属矿床成矿规律和找矿方向》(聂凤军等, 2007)。在区域矿产成矿远景区划工作方面, 1979~1985 年, 原内蒙古自治区地质矿产局在开展第一轮固体矿产成矿远景区划工作时, 对工作区范围内分布的铁、铜、金、钨和铁-铜-铋多金属矿床及非金属和燃料矿床(点)地质特征进行过较系统总结; 1992~2010 年: 原内蒙古自治区地质矿产局在开展第二轮固体矿产成矿远景区划和全国矿产资源潜力调查评价工作时, 再次对工作区范围内的各类金属和非金属及燃料矿床(点)的时空分布规律和综合性找矿标志进行过总结, 并且建立有成矿模式和找矿模型。所有上述区域地质调查和科研成果均极大地丰富了该区的区域地质研究内容, 为后续的基础地质研究和隐伏金属矿床找矿勘查工作提供了理论依据和信息。

综观已获各类地、物、化、遥和基础地质研究资料数据, 我们不难看出, 以往的矿产地质调查多局限于一般性矿床(点)地质描述, 而对各类矿床成矿环境、时空分布规律与找矿方向缺少全面和系统的综合性研究, 对金属矿床(点)、矿田、矿区和矿带的时空分布关系缺少深入的讨论, 对各类矿床(点)控矿条件和成矿物质富集过程缺少全面的和历史的认识。而且, 矿产地质理论与找矿预测存在着一定程度的脱节现象。另外, 内蒙古中东部地区 1:20 万化探扫面和 1:5 万矿产地质调查工作尚未全面完成。最关键的问题是工作区范围内新生代地层覆盖较为严重, 一些矿化露头基本上是异地堆积物, 并且大多数被第四系风成砂和坡积物所覆盖, 给地质理论研究和矿产普查工作带来较大的难度。另外, 研究区地处戈壁荒漠, 野外工作条件极为艰苦, 以上种种因素严重制约着本区成矿理论研究水平的提高和找矿勘查工作的深入进行。我们确信, 随着现代成矿理论研究水平的不断提高和找矿新技术方法的相继问世, 特别是国内外物探设备的不断更新和数据处理技术的不断改进, 完全能够克服上述存在的各种难题。随着对内蒙古中东部区域地质和矿产地质资料数据的挖掘, 大批地、物、化、遥异常区(带)的查证和已有矿产地质理论的深化, 在本区实现矿产地质理论研究和找矿勘查工作的“双突破”是完全有可能的。

为了加速查明内蒙古中东部一带银多金属矿床(点)的成矿环境, 地质特征, 时空分布规律和

找矿潜力,进而确定隐伏金属矿床(体)的找矿方向和厘定新的找矿预查区,最终为该区的矿业开发提供科学依据,中国地质调查局于2009年3月在其计划项目“中国大陆地壳结构及其对成矿的制约研究”中设置了“内蒙古中东部特大型银多金属矿化集中区成矿规律、找矿方向和评价技术研究”工作项目,其任务书编号为科[2009]01-10-09号,项目编号为1212010911029,起止时间为2009年1月至2010年12月,该工作项目的实施单位为中国地质科学院矿产资源研究所,负责人为聂凤军和江思宏,科技骨干有白大明、刘翼飞、刘妍、潘懋、李振清、路彦明、云飞、沙俊生、许东青和侯万荣。

根据中国地质调查局的统一部署和工作项目评审专家组的意见,本工作项目的主要目的和任务是:采用最新成矿理论和最新找矿技术方法,以拜仁达坝银矿床、维拉斯托银矿床、白音查干银矿床、孟恩陶勒盖银-铅-锌矿床、大井银-锡-铜矿床、敖瑙达坝银-锡-铜矿床和阿尔哈达银-铅-锌矿床及莫若格钦和吉林宝力格银多金属矿化区为主要调查和评价对象,深入剖析内蒙古中东部地区银多金属矿床成矿地质背景、地质特征、控矿要素配置、示矿信息显示和时空分布规律,创建本区综合性成矿模式和找矿模型。总结适合工作区的找矿和快速评价的最佳方法技术组合,为部署下一步矿产资源调查和勘查评价工作提供科学依据。收集研究区及邻区银多金属矿床资料,编制该类型矿床时空分布图,了解成矿规律。

在工作项目实施过程中,项目组全体科研人员始终围绕上述工作目标,采用野外地质调查与室内综合性研究相结合,物化探测量与收集处理前人资料数据相结合,典型金属矿床(点)解剖研究与矿化点或致矿异常查证相结合,传统地、物、化、遥数据分析方法与计算机GIS技术相结合,大与中比例尺成矿预测相结合方法,顺利完成各项科研任务。二年来的成矿理论研究和找矿勘查实践结果表明,这是一套行之有效的办法,在全面提升本区银多金属矿床成矿理论研究水平和推进隐伏金属矿床找矿勘查工作深入进行过程中发挥了重要作用。

三年来,工作项目组科研人员冒酷暑、斗严寒、战风沙,克服许多难以想象的困难,在野外作业过程中,大家团结一致,奋力拼搏,多次使“水荒”“粮荒”和“汽油荒”等险情转危为安,提前和超额完成各项科研任务。

在大量野外地质调查基础上,通过室内综合性研究,项目组成员对内蒙古中东部地区岩(层)体的变质作用、岩浆活动和构造运动及金属元素活化、迁移、聚集过程和成矿作用的关系进行了深入细致研究;探讨了古大陆板块相互碰撞、对接和造山作用过程;厘定了各大地构造单元的边界;阐述了区域性银多金属矿床成矿作用动力学机制;划分了成矿区带、矿田和找矿预查区;论证了花岗岩类岩浆侵位方式和成因;阐明了构造-岩浆活动对银多金属矿床的控制作用;总结了重要银多金属矿床(点)找矿标志,提出了不同类型银多金属矿床的成矿模式,指出了找矿方向和圈定出了找矿远景区,所获主要进展可概述为以下几个方面:

1) 对研究区构造格局进行了重新厘定:通过系统野外地质调查和详细的室内研究工作,将内蒙古中东部地区划分为2大构造域和5个构造-地层单元,即华北克拉通:I-华北克拉通北缘;II-温都尔庙-翁牛特旗前寒武纪-早古生代构造-岩浆岩带;III-苏尼特右旗-乌兰浩特构造-岩浆岩带(由艾力格庙-锡林浩特前寒武纪中间地块群、阿尔善图-查干淖尔晚古生代侵入岩带和黄冈-甘珠尔庙中生代侵入岩区所构成);西伯利亚板块:IV-二连浩特-贺根山晚古生代蛇绿混杂岩带;V-洪格尔-乌力雅斯台古生代构造-岩浆岩带(由阿巴嘎旗-东乌珠穆沁旗晚古生代构造岩浆岩带和查干敖包-奥尤特-朝不楞早古生代构造-岩浆岩带所构成)。在此基础上,对各构造-地层单元的结构特征、构造式样、边界断裂性质、含矿性特点和形成过程进行了全方位分析,阐明了断裂形成作用与岩浆活动、沉积作用和成矿事件的耦合关系,为建立区域性金属矿床成矿模式提供了理论依据。需要指出的是,我们的研究结果证明,在贺根山到西拉木伦之间的确存在有前寒武纪变质岩块体(锡林郭勒杂岩),主要证据有:①部分加里东期和华力西期早期花岗岩类侵入岩中包含有同位素年龄大于800 Ma的锆石颗粒,与中亚地区古老地块产出环境大体相同;②大多数侵入岩体代表性样品的 ε_{Nd} 值均为负值,与中亚地区古老地块的性质相一致;③地震反射剖面测制显示,在二连浩特

与化德之间的地壳深部的确存在有一个与典型造山带岩体(层)不同的块体(高锐, 2010)。正如一些学者所指出的那样, 尽管部分学者在锡林郭勒杂岩体的局部地段获得了 450 Ma 到 300 Ma 的数值, 但是考虑到这一杂岩分布广泛(从艾力格庙到锡林郭勒, 面积可达数千平方千米), 其这些数值的代表性值得进一步商榷, 因此, 在现阶段, 还不能认为锡林郭勒杂岩体就是古生代构造-岩浆活动的产物。

2) 花岗岩类侵入岩研究获初步进展: 首次对内蒙古中东部地区代表性花岗岩类侵入岩体开展了系统岩石学和地球化学研究, 对各代表性侵入岩体的成岩环境、形成时代和含矿性特征进行了深入讨论。尽管在研究区范围内, 从前寒武纪到中生代印支期, 各时代的花岗岩类侵入岩均有出露, 但是印支期和燕山期花岗岩以分布范围广、出露面积大和含矿性好为特点。绝大多数花岗岩类属碰撞造山构造环境内形成的花岗岩。研究表明, 本区大多数花岗岩类侵入岩的成岩作用与深源岩浆活动有关。鉴于研究区范围内各构造-地层单元在形成环境、岩性组合和结构构造上各不相同, 各代表性花岗岩岩体无论在岩相学和矿物学特征方面, 还是在元素地球化学, 同位素组成和壳-幔物质比值上既存在有一定的相似性, 又存在某些明显差别, 由此来看, 花岗岩类侵入岩体是区域地壳不同演化阶段混源岩浆活动的产物。

3) 成矿规律研究获初步进展: 中生代构造格局是控制银多金属矿床分布的主导因素。矿床主要沿中生代断隆区和断陷区交接带(边界)附近分布, 大多数矿床(点)分布于靠近交接带的断隆区内, 部分矿床(点)产于断陷带的边部、特别是坳中隆的位置上。含锡的银多金属矿床主要分布在断隆区, 铅-锌含量较多的银矿床主要分布在断陷区中的局部隆起(坳中隆)部位, 含铜的银矿床主要分布在断隆和断陷交接部位。研究表明, 无论在断隆区, 还是在断陷区出现的银多金属矿床, 其产出深度一般在侏罗系一二叠系不整合面附近 0.5~1.0 km 范围内, 并且主要在该不整合面之下。需要指出的是, 侏罗纪时期形成的北东-北北东、东西和北西西向格子状断裂系统具有明显的等间距分布特点。北东走向大断裂大都具有走滑和冲断裂性质, 各断裂间隔 40~60 km。东西走向断裂源于前中生代基底断裂, 在侏罗纪发展为穿透性断裂, 各断裂同样间隔 40~60 km。这种格子状断裂系统不仅控制了侏罗纪断陷盆地的边界, 而且也控制了银多金属矿床的分布格局。北东-北北东向分布的成矿带与同方向展布的断隆和断陷带吻合, 北东向与东西向断裂交汇部位控制了银多金属矿化集中区的几何形态, 因此, 本区银多金属矿床具有北东成行和东西成列及交汇集中产出的空间分布规律。

4) 对银多金属矿床的类型进行了划分: 以容矿围岩岩相学为基础, 同时结合矿床(点)空间几何分布形态和成矿作用特征, 首次对内蒙古中东部重要银多金属矿床(点)类型进行了初步划分, 并对其地质特征进行了系统总结。研究表明, 本区银多金属矿床大体可划分为以下 4 种类型: ①斑岩型矿床: 如敖瑙达巴银-锡-铜矿床、莲花山铜-银矿床和布敦花银-铜矿床; ②矽卡岩型矿床: 如白音诺尔银-铅-锌矿床、朝不楞银铁多金属矿床和浩布高银-铅-锌矿床; ③与深成侵入岩有关矿床: 如拜仁达坝银-铅-锌矿床、孟恩陶勒盖银矿床和大井银-铜-锡-铅-锌矿床; ④沉积岩为容矿围岩金属矿床, 如阿尔哈达铅-锌-银矿床、吉林宝格银-金矿床和莫若格钦银-铅-锌矿床。上述金属矿床的分类为厘清隐伏金属矿床的找矿思路, 确定主要矿床类型和进行找矿评价提供了科学依据。

5) 白音查干银多金属矿床研究获进展: 对白音查干银多金属矿床进行了野外地质调查和室内研究工作, 所获初步结论可概述为以下 4 点: ①白音查干银多金属矿化区范围内, 早二叠世火山-沉积岩分布广泛、构造形迹复杂、中酸性侵入岩发育和物化探异常星罗棋布, 是寻找银多金属矿床的最佳地段; ②银多金属矿石黄铁矿、方铅矿和闪锌矿样品 $\delta^{34}\text{S}$ 值与岩浆热液型金属矿床同种硫化物相似, 由此推断, 岩浆热液活动为银多金属矿化带的形成提供了物质、流体和动力来源; ③野外地质调查和室内综合性研究结果表明, 白音查干地区银多金属矿化带是多期次构造-岩浆活动的产物, 矿化体兼具层控型和构造-蚀变岩型金属矿床的双重特征; ④根据我们对控矿因素的认识, 激电异常、银多金属元素异常、泥质粉砂岩和构造破碎带相互叠加的部位常常是银多金属矿化体产出的有利部位, 白音查

干地区具有找到大中型银多金属矿床的成矿条件。

6) 拜仁大坝和维拉斯托银多金属矿床成矿理论研究获初步进展: ①拜仁达坝闪长岩体锆石 SHRIMP U-Pb 测年结果为 $326.5 \pm 1.6\text{Ma}$ ($\text{MSWD} = 1.7$), 显示其侵入时代为早石炭世, 华力西期。②拜仁达坝闪长岩体为准铝质到弱过铝质闪长岩, 具有钙碱性岩浆演化趋势, 岩体地球化学特征据显示, 拜仁达坝闪长岩体具有火山弧岩浆作用成因的特点, 同时受到古老地壳岩石 (锡林浩特杂岩) 的混染作用, 与区域内的宝力道岩体相比, 拜仁达坝闪长岩体受到古老地壳混染的程度明显更高。③结合区域内其他华力西期岩体年代学及地球化学特征, 显示该区华力西期经历了一次较为强烈的构造岩浆事件, 同时预示该火山弧环境可能从苏尼特地区一直向东延伸至克什克腾旗的北部地区。④拜仁达坝脉状铅-锌-银多金属矿床中矿体主要以断裂系统为赋矿空间, 沿着矿体的走向方向显示出明显的矿化分带特征, 矿床中锌铜矿石、锌矿石及铅锌银矿石依次从矿化中心向外侧产出, 主要矿体中成矿元素的块段金属量、块段平均品位及其元素比值沿着矿体的走向显示出系统的变化规律。⑤拜仁达坝脉状铅-锌-银多金属矿床沿矿体走向方向所显示出的矿化分带性是成矿流体从矿化中心向外侧运移及由中偏高温向低温演化的过程中, 成矿物质沿着矿体走向方向在矿体不同位置有选择地从成矿热液中卸载的结果。成矿热液在断裂系统内与不同比例大气水的混合则可能是成矿系统内温度梯度形成的重要原因。矿床中不同位置的矿物组合记录了成矿流体中硫逸度由高向低, pH 由低向高的演化过程。⑥拜仁达坝脉状铅-锌-银多金属矿床与维拉斯托脉状锌-铜-钨矿床组成了一个由中偏高温向低温逐渐演化的以断裂为赋矿空间的具有明显矿化分带现象的低硫化脉状贱金属成矿系统。⑦拜仁大坝银多金属矿床矿石中硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $-4\text{‰} \sim 1.6\text{‰}$, 维拉斯托银多金属矿床矿石中硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $-0.8\text{‰} \sim 2\text{‰}$, 与岩浆热液型矿床的硫同位素值接近, 表明这两个矿床中的硫主要来自岩浆。⑧拜仁达坝东矿区矿石中的铅同位素组成与维拉斯托矿区相似, 变化范围要小, 相对贫放射性铅同位素, 并且均为混合铅。赋矿围岩可能提供了高 u 值的铅, 但是低 u 值铅的来源尚不清楚, 可能来自深部岩浆。

7) 大井子银多金属矿化区成矿规律与找矿方向研究: 大井子铜银锡多金属矿床是大兴安岭金属成矿省南段的一个大型矿床, 其赋矿围岩为上二叠统林西组碎屑岩。LA-MC-ICP-MS 锆石测年结果表明, 大井子矿区外围马鞍子二长花岗岩体年龄为 $279.7 \pm 1.3\text{Ma}$, 花岗闪长斑岩的年龄为 $242.8 \pm 1.7\text{Ma}$, 安山玢岩的年龄为 $252.0 \pm 1.8\text{Ma}$, 矿区内的流纹岩锆石年龄为 $170.7 \pm 1.4\text{Ma}$ 和 $170.7 \pm 1.1\text{Ma}$, 矿区外围的石英斑岩年龄为 $146.1 \pm 0.9\text{Ma}$ 和 $143.5 \pm 0.7\text{Ma}$, 安山玢岩年龄为 $133.2 \pm 0.7\text{Ma}$, 喷发形成流纹质火山角砾熔岩年龄为 $144.3 \pm 0.7\text{Ma}$, 晶屑凝灰岩年龄为 $145.3 \pm 1.0\text{Ma}$ 。由此可见, 本区的岩浆活动从晚古生代到中生代早白垩世, 一共发生了四期岩浆侵入活动。根据对区内及外围侵入岩与火山岩的年代学研究, 结合矿区地质和前人研究成果, 认为成矿主要与晚侏罗世—早白垩世岩浆活动有关, 成矿是在区域伸展构造背景下岩浆活动的产物。

8) 敖瑙达坝银多金属矿化区成矿规律与找矿方向研究: 敖瑙达坝矿床位于内蒙古阿鲁科尔沁旗境内, 是内蒙古中东部地区典型的斑岩锡多金属矿床。项目执行期间, 对该矿床进行了业务地质调查和室内研究工作。成矿岩体侵入于晶屑凝灰板岩之中, 其锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄为 $302.9 \pm 0.62\text{Ma}$ ($\text{MSWD} = 3.3$), 反映晶屑凝灰板岩形成于晚石炭世期间。成矿斑岩体为花岗斑岩, 岩体顶部常见隐爆角砾岩, 具有火山岩特点, 显示岩体侵位较浅。从元素测试结果可以看出, 含矿斑岩具贫钙、富铝、高碱的特点。通过锆石 LA-ICP-MS 方法, 测定成矿岩体中锆石 U-Pb 年龄为 $138.4 \pm 1\text{Ma}$ ($\text{MSWD} = 2.3$), 因此该矿床为早白垩世构造岩浆活动的产物。结合前人的研究成果显示, 该矿床成矿物质主要来源于下地壳和上地幔区域, 是燕山期区域伸展构造背景下的产物。

9) 孟恩陶勒盖银多金属矿床成矿理论研究获初步进展: ①LA-MC-ICP-MS 锆石测年结果表明, 孟恩陶勒盖岩基中黑云母斜长花岗岩的锆石年龄为 $240.5 \pm 1.2\text{Ma}$, $\text{MSWD} = 0.48$; 白云母斜长花岗岩的锆石年龄为 $234.3 \pm 3.2\text{Ma}$, $\text{MSWD} = 0.21$; 矿区外围杜尔基岩基中的黑云母正长花岗岩的锆石年龄为 $154.5 \pm 0.5\text{Ma}$, $\text{MSWD} = 0.41$; 矿区外围安山玢岩的锆石年龄为 $127.5 \pm 0.7\text{Ma}$, $\text{MSWD} = 1.3$, 分别代表了中三叠世、晚侏罗世和早白垩世的三期岩浆活动。②孟恩陶勒盖岩基的黑云母斜长花岗岩

和白云母斜长花岗岩与杜尔基岩基的黑云母正长花岗岩均为富 SiO_2 、富碱、准铝的钙碱性岩石,具有轻稀土分异明显、富集大离子亲石元素 (LILE) 为特征,其中 Ba, Nb, La, Sr, P, Ti 相对亏损,而 Rb, Th, K, Ta, Ce, Nd, Hf, Sm, Y 和 Yb 相对富集。结合岩体年代学研究结果,孟恩陶勒盖岩基和杜尔基岩基分别形成于印支期的碰撞造山和燕山期的伸展构造环境。③根据获得的侵入岩的测年数据与孟恩陶勒盖银铅锌矿与成矿有关的蚀变白云母的 Ar-Ar 年龄 $179.0 \pm 1.5 \text{ Ma}$ 对比显示,这些侵入岩的侵位年龄与成矿年龄之间差别较大,说明这些岩体不太可能是孟恩陶勒盖银铅锌矿床的成矿母岩。成矿岩体可能在深部尚未出露,或者已被杜尔基岩体改造。

10) 阿尔哈达银多金属矿化区找矿方向研究获重要进展:位于东乌珠穆沁旗人民政府所在地——乌里雅斯太镇东北方向 185 km 处,西北距朝不楞铁多金属矿床 26 km。从大地构造位置上看,该区地处西伯利亚板块东南缘古生代构造-岩浆岩带内,其东南侧 80 km 处既是西伯利亚板块与华北陆台的碰撞对接带(贺根山-索伦山深大断裂)。银多金属矿化主要在下泥盆统安格尔音乌拉组细砂岩、泥质板岩、安山质凝灰岩、安山岩和流纹质凝灰岩中呈条带状、透镜体状和似层状产出。尽管阿尔哈达及邻区各类花岗岩类侵入岩分布广泛,并且与部分铅-锌-银和金矿床(点)具有密切空间分布关系,但是阿尔哈达矿床是否与岩体具有一定的成因联系不是十分清楚。近几年来,我们对矿区及旁侧的花岗岩进行系统的野外地质调查和详细的室内研究,并且取得了重要进展。研究结果表明,阿尔哈达似斑状黑云母花岗岩与铅-锌-银矿床具有密切成因联系,属印支期富碱岩浆作用及相关流体活动的产物:主要证据有:①阿尔哈达矿床各主要矿体大多沿似斑状黑云母花岗岩体与地层的外接触带分布;②容矿围岩地层内各类角岩分布广泛;③各类矿石中高温热液蚀变矿物(石英、绢云母等)比较发育;④似斑状黑云母花岗岩主、微量元素分布特征与兴蒙造山带内碱性花岗岩相似;⑤代表性岩石样品 $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值变化范围为 $-0.1 \sim 4.7$, 平均值 3.05;⑥锆石 SHRIMP 铀-铅年龄值为 $218 \pm 5 \text{ Ma}$, MSDW 值为 1.7。根据上述数据和认识,完全可以确定阿尔哈达矿床是一处于富碱花岗岩体有关的中-高温热液型铅-锌-银矿床,而不是沉积岩型矿床,因此,找矿工作应该围绕印支期富碱花岗岩体来展开。

11) 拜仁达坝银多金属矿床深部及外围找矿工作获新认识:通过详细的实地调查及室内研究工作,该矿床成矿理论研究获初步进展:①矿区及外围各类变质岩和侵入岩分布广泛,并且受到北东向断裂及其次级构造控制。研究区范围内化探异常明显,银、铅和锌浓集中心明显,套合性好,是寻找银多金属矿床的有利地段;②该矿床是一个明显受构造控制的后生脉状充填交代矿床,矿体大多在以断裂构造内呈脉状和透镜体状产出,并且明显与岩浆热液活动有关;③拜仁达坝矿区东部的 1 号矿体与矿区西部的 3 号矿体可能原先是一条矿体,只是后来被左行断裂平移,造成如今看似两条矿脉。矿脉明显受压扭性构造控制,沿走向和倾向矿体均呈舒缓波状;④矿体中的成矿元素也有一定分带现象,矿体东西两端,尤其是东端相对比较富铅和银,其他部位相对富锌和铜;在西矿区,靠近矿体上部为锌-铜组合,往深部铜比较富集,形成单一铜矿体。矿区内矿石中含有大量的磁黄铁矿,与闪锌矿密切伴生。

12) 莫若格钦地区找矿方向研究获重要进展:莫若格钦地区地处二连-东乌珠穆沁旗多金属成矿带的核心部位。区内古生代地层分布广泛,中生代花岗岩十分发育,北东向断裂构造十分复杂和各类物化探异常星罗棋布,是寻找铅-锌矿床的理想地域。野外地质调查和室内研究结果表明,铅-锌矿化主要在奥陶纪沉积岩地层中呈脉状、透镜状和条带状产出,但是与古生代花岗岩类侵入岩具有密切空间分布关系,个别岩体内见有含方铅矿和闪锌矿石英脉。究竟是哪种类型和哪个时期的花岗岩类侵入岩与铅-锌矿化带具有成因上的联系?一直是找矿地质人员十分关注的问题。我们对莫若格钦花岗岩类侵入岩进行了详细的岩相学和同位素年代学研究,并且获得一系列进展。莫若格钦岩体主要有中细粒黑云母花岗闪长岩、中粗粒黑云母花岗岩和似斑状钾长花岗岩所组成,其中后者内部见有含铅-锌石英脉。中细粒黑云母花岗闪长岩锆石 SHRIMP 铀-铅同位素年龄值为 $313 \pm 4 \text{ Ma}$ 和 $309 \pm 4 \text{ Ma}$ 、中粗粒黑云母花岗岩为 $298 \pm 6 \text{ Ma}$ 和似斑状钾长花岗岩为 $287 \pm 7 \text{ Ma}$ 和 $287 \pm 6 \text{ Ma}$ 。尽管各个不同侵入期次花岗岩类侵入岩之间似乎存在有一定的演化关系,但是唯有似斑状钾长花岗岩体内部及

外围见有含铅-锌石英脉或网脉带。根据野外地质证据,同时结合同位素年代数据,可以认为莫若格钦地区的铅-锌矿床(点)的成矿作用与华力西期晚期构造-岩浆活动具有密切成因关系。需要指出的是,在本区的下一步找矿勘查工作中,应该将晚石炭世和早二叠世富碱花岗岩类侵入岩列为重要调查和评价对象。

13) 银多金属矿床综合性成矿模式:古生代末期,随着古亚洲洋的消失,华北克拉通、蒙古联合块体与西伯利亚板块“焊接”为一个整体,在此之后,研究区进入到一个全新的地壳演化阶段。无论是斑岩型和矽卡岩型矿床,还是热液脉型矿床,它们绝大多数均与印支期或燕山期钙-碱性(或碱性)侵入岩体具有密切成因联系。强烈的地壳拉张作用及岩石圈的减薄效应可使洋(或陆)壳岩层(体)发生重熔(或同熔)作用,并且形成含矿岩浆。这种岩浆在上侵运移过程中一方面自身发生结晶分异演化,另一方面遭受早期岩层(体)同化混染,进一步富集成矿组分。在含矿熔浆侵入到地壳之前,随着岩浆体系物理-化学条件改变(如降温、降压),熔体与富含水和挥发性组分(CO_2 , Cl^- , F^- , H_2S)的流体发生分离,进而形成含银多金属成矿流体,并且形成早期银多金属矿石。与此同时,岩浆体系造成的负压环境引起大气降水参与对流循环,致使含矿热液系统具有混合流体特征。在此期间,由于容矿围岩静岩压力和热液系统静水压力的更替变化,使岩石发生破裂和成矿流体脉动沉淀,便形成了纵横交错的银多金属脉。随着时间推移,大多数岩浆热液系统可进一步演化进入低温混合热液阶段,由于前期成矿组分的大量沉淀,此时含矿流体中的成矿物质几乎耗尽,故在青磐岩化蚀变带仅见微弱的银多金属矿化,至内生成矿作用过程全部结束。在此之后,银多金属矿床进入表生作用阶段,风化淋滤作用可使银和金及其他成矿组分进一步富集。因此,富金或银的铁帽和淋滤氧化带均是地表找矿的直接标志。

14) 提出银多金属矿床找矿模型:为了从根本上解决成矿理论与找矿实践相结合的难题,多快好省地在草原覆盖区进行隐伏矿床综合性预测评价工作,在工作项目实施过程中,以阿巴嘎旗的莫若格钦银多金属矿化区为主要调查对象,进行找矿勘查示范研究,并且提出了一整套新的找矿技术方法组合:根据这一地区的地质构造特征、自然地理条件和矿(化)体覆盖层厚度及不同找矿技术方法的探测能力,并且本着准确、可靠、快速和经济的原则,在本次工作过程中,将便携式红外光谱技术(Protable Infrared Mineral Analyzer,简称PIMA),高密度电法和EH4方法应用于该地区的找矿评价预测工作,并且提出了新的找矿技术方法组合,即“PIMA扫面,高密度电法跟进和EH4法定位”。采用上述找矿技术组合,在莫若格钦银-铅-锌矿化区内发现多处高品位(铅1.63%,锌2.82%和银 392×10^{-6})矿化体,极大地提升了该区的综合性找矿评价与预测水平,推动了隐伏金属矿床找矿工作的进展。

本专著是“内蒙古中东部特大型银多金属矿化集中区成矿规律、找矿方向和评价技术研究”(编号为:1212010911029)工作项目的研究总结,同时也是工作项目组全体科研人员集体劳动的结晶。本专著由八章组成,编写工作具体分工如下:

绪论(聂凤军)^①

第一章 第一节至第三节(聂凤军),第四节、第五节(白大明),第六节(聂凤军)

第二章 第一节至第三节(童英、江思宏)

第三章 第一节(江思宏),第二节(刘翼飞),第三节、第四节(江思宏),第五节(刘翼飞)

第四章 第一节至第四节(聂凤军)

第五章 第一节至第三节(聂凤军)

第六章 第一节至第三节(白大明)

第七章 第一节、第二节(江思宏)

第八章(聂凤军)

本专著图版说明和图版编排分别由聂凤军编撰和整理。专著初稿完成后由聂凤军对所有章节进行

^① 括号内人员为本专著各章节的编写人。

了修改与补充，最后由聂凤军统筹定稿。

在本工作项目实施和专著编写过程中，陈毓川院士、裴荣富院士、叶天竺研究员、白万成总工程师、肖荣阁教授和秦克章研究员、赵一鸣研究员和朱裕生研究员曾给予多方面指导，中国地质调查局连长云主任和刘凤山处长曾给多次指示。中国地质调查局科外部和中国地质科学院矿产资源研究所和地质研究部科技处曾给予大力支持。此外，项目组野外地质调查工作过程中得到内蒙古自治区国土资源厅、内蒙古兴业集团、内蒙古地勘局、内蒙古第九地勘院和赤峰地勘院、武警黄金地质研究所、西北有色地勘局和内蒙古赤峰市国土资源局等单位的大力支持和协助，没有上述领导、专家和有关部门的指导与支持，完成本工作项目的各项研究工作是不可能的，国家地质实验测试中心，国土资源部同位素实验室、天津地质矿产研究所同位素室、核工业地质研究院测试中心和内蒙古地质实验中心承担了大部分岩（矿）石样品测试工作，专著中的大多数插图和文字编排由常慧玲完成，显微照片由沙俊生先生帮助拍摄。另外，本专著还引用了各兄弟科研单位、大专院校和地质勘查部门未公开发表的各类文献。项目组全体科研人员对上述各位专家，地质同行和各有关单位及本专著所引用文献的作者们表示最诚挚的感谢。

鉴于本工作项目研究工作所涉及的区域面积较大，工作内容较多和工作时间较短，又限于我们的科学研究水平和文字表达能力，深感这一专著还存有不少问题，敬请有关专家和地质同行给予批评指正。

目 录

绪 论	
第一章 成矿环境	(1)
第一节 地层	(1)
第二节 侵入岩	(8)
第三节 构造	(12)
第四节 地球物理特征	(16)
第五节 地球化学特征	(28)
第六节 矿产分布特征	(34)
第二章 花岗岩类侵入岩	(44)
第一节 地质背景及研究现状	(44)
第二节 同位素年代学研究	(47)
第三节 时空分布特征及构造环境探讨	(56)
第三章 大兴安岭南段南坡银多金属矿床	(66)
第一节 拜仁达坝银多金属矿床	(66)
第二节 维拉斯托银多金属矿床	(92)
第三节 孟恩陶勒盖银多金属矿床	(99)
第四节 大井银多金属矿床	(118)
第五节 敖瑙达坝银锡多金属矿床	(145)
第四章 大兴安岭南段北坡银多金属矿床	(152)
第一节 白音查干银多金属矿床	(152)
第二节 阿尔哈达银多金属矿床	(164)
第三节 莫若格钦银多金属矿化区	(189)
第四节 吉林宝力格银多金属矿床	(216)
第五章 区域地壳演化与银多金属成矿作用	(242)
第一节 概述	(242)
第二节 银多金属矿床时空分布特点	(243)
第三节 区域地壳演化与银多金属成矿作用	(251)
第六章 综合性找矿方法和模型	(260)
第一节 矽卡岩型多金属矿床综合找矿模式	(260)
第二节 热液脉型矿床	(267)
第三节 斑岩型矿床	(278)
第七章 金属矿床控矿因素和找矿标志	(282)
第一节 控矿因素	(282)
第二节 找矿标志及综合找矿方法	(283)
第八章 结论	(287)
参考文献及资料	(291)
图版及说明	(305)

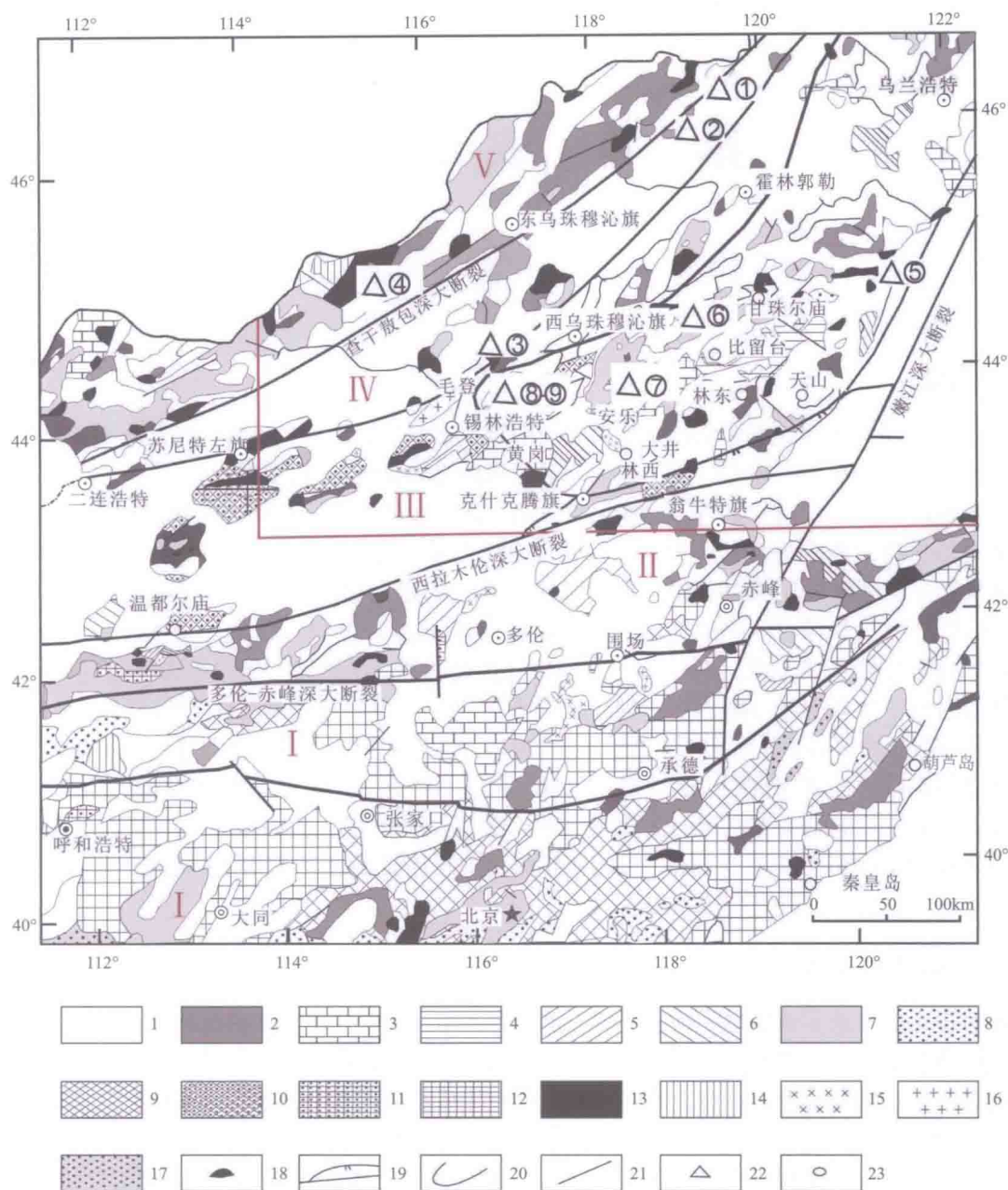


图 1-1 内蒙古中东部及邻区大地构造位置

(据 Sun et al., 2001; 赵一鸣等, 1997, 资料改编)

1—上白垩统一第三系；2—上侏罗统一白垩系；3—下、中侏罗统；4—上二叠统；5—下二叠统；6—石炭系；7—奥陶系—泥盆系（兴蒙造山带）；8—寒武系—奥陶系（华北克拉通）；9—中—新元古代变质岩（华北克拉通）；10—元古宙变质岩（兴蒙造山带）；11—古元古代变质岩；12—太古宙变质岩；13—侏罗纪到早白垩世侵入岩；14—三叠纪侵入岩；15—晚古生代侵入岩；16—新元古代到早古生代侵入岩；17—中—新元古代侵入岩（华北克拉通）；18—超镁铁质侵入岩；19—主要断裂和推覆断层；20—银多金属成矿带（SMB—南部成矿区；NMB—北部成矿区）；21—局部断层；22—重点研究矿床：（1）—阿尔哈达银—铅—锌矿床；（2）—吉林宝力格金—银矿床；（3）—暗查干金—银—铅—锌矿床；（4）—莫若格钦银—铅—锌矿床；（5）—孟恩陶勒盖银矿床；（6）—敖瑞达坝银—锡—铜矿床；（7）—大井锡—铜—铅—锌—银矿床；（8）—科仁达坝/维拉斯托银—铅—锌矿床；23—城、镇。大地构造单元：I—华北克拉通；II—温都尔庙—翁牛特旗前寒武纪—早古生代构造—岩浆岩带；III—苏尼特右旗—乌兰浩特构造—岩浆岩带（由艾力格庙—锡林浩特前寒武纪中间地块群、阿尔善图—查干淖尔晚古生代侵入岩带和黄冈—甘珠尔庙中生代侵入岩区所构成）；IV—二连浩特—贺根山晚古生代蛇绿混杂岩带；V—洪格尔—乌力雅斯台古生代构造—岩浆岩带（由阿巴嘎旗—东乌珠穆沁旗晚古生代构造岩浆岩带和查干敖包—奥尤特—朝不楞早古生代构造—岩浆岩带所构成）

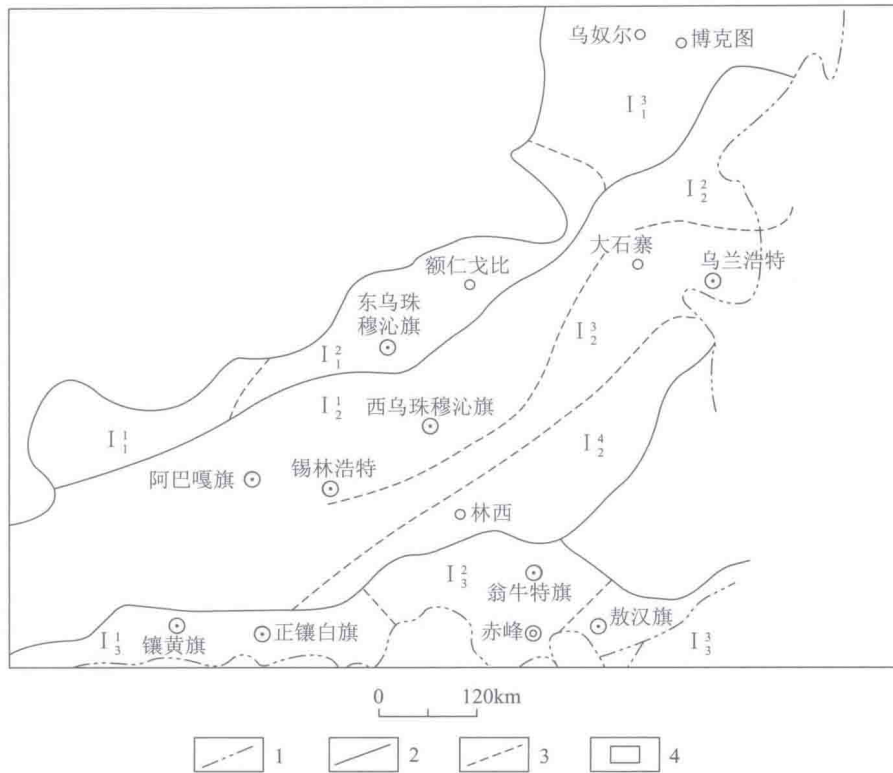


图 1-2 内蒙古中东部及邻区地层分区

(据内蒙古自治区地质矿产局, 1991, 资料改编)

1—地层区界线; 2—地层分区界线; 3—地层小区界线; 4—工作区位置

I—准噶尔—兴安区; I_1 —东乌珠穆沁旗—博克图分区: I_1^1 —达拉小区; I_1^2 —额仁戈比小区; I_1^3 —乌奴尔小区;
 I_2 —赛汉塔拉—乌兰浩特分区: I_2^1 —阿巴嘎小区; I_2^2 —神山小区; I_2^3 —大石寨小区; I_2^4 —林西小区; I_3 —正镶
 白旗—赤峰分区: I_3^1 —镶黄旗小区; I_3^2 —翁牛特小区; I_3^3 —敖汉小区

外, 其余各地质时期地层均有出露, 其中以古生界火山—沉积岩地层最为发育, 并且与各类银多金属矿床(点)具有密切时空分布关系。需要提及的是, 在这一由前中生代和中新生代岩(体)层构成的东西向造山带内, 除了产出有大量的古生代火山—沉积岩地层、华力西期、印支期和燕山期花岗岩类侵入岩体外, 还分布有一系列规模大小不同和形态各异的前寒武纪变质岩块体, 它们与周缘的古生代地质体完全不同, 并且呈断层接触关系。尽管从内蒙古中东部北侧的二连浩特到东北部的东乌珠穆沁旗, 这些变质岩块体在数量上多达几十处, 但是产出规模较大和最具有代表性的块体有巴音杭盖块体、艾力格庙块体、乌华敖包块体、锡林郭勒块体和巴音宝力格块体。认真研究这些前寒武纪变质岩块体的产出环境、形成时代和岩石化学特征不仅可为阐明本区地壳演化过程提供理论依据, 而且对了解银多金属矿床的成矿机制和指导此类矿床的找矿勘查均具重要参考价值。

(一) 中元古界

受本书篇幅所限, 这里仅对内蒙古中东部及邻区最具有代表性的 3 处前寒武纪变质岩地块进行简要论述。

白银都西变质岩块体: 主要呈不规则状分布在满都拉图西南和南部广大地区, 出露面积有百余平方千米, 其周边分别与下二叠统的格根敖包组(或哲斯组)火山—沉积岩和新元古界温都尔庙群绿片岩呈断层接触关系。依据野外地质调查和室内综合性研究结果, 这套变质岩地层从上到下大体可以划分为 3 个岩性段: 上部主要为矽线石黑云石英片岩、浅粒岩和变质石英砂岩, 局部地段见有片麻状石英闪长岩; 中部为混合质矽线黑云石英片岩、黑云石英片岩和斜长角闪岩; 下部为黑云变粒岩, 条

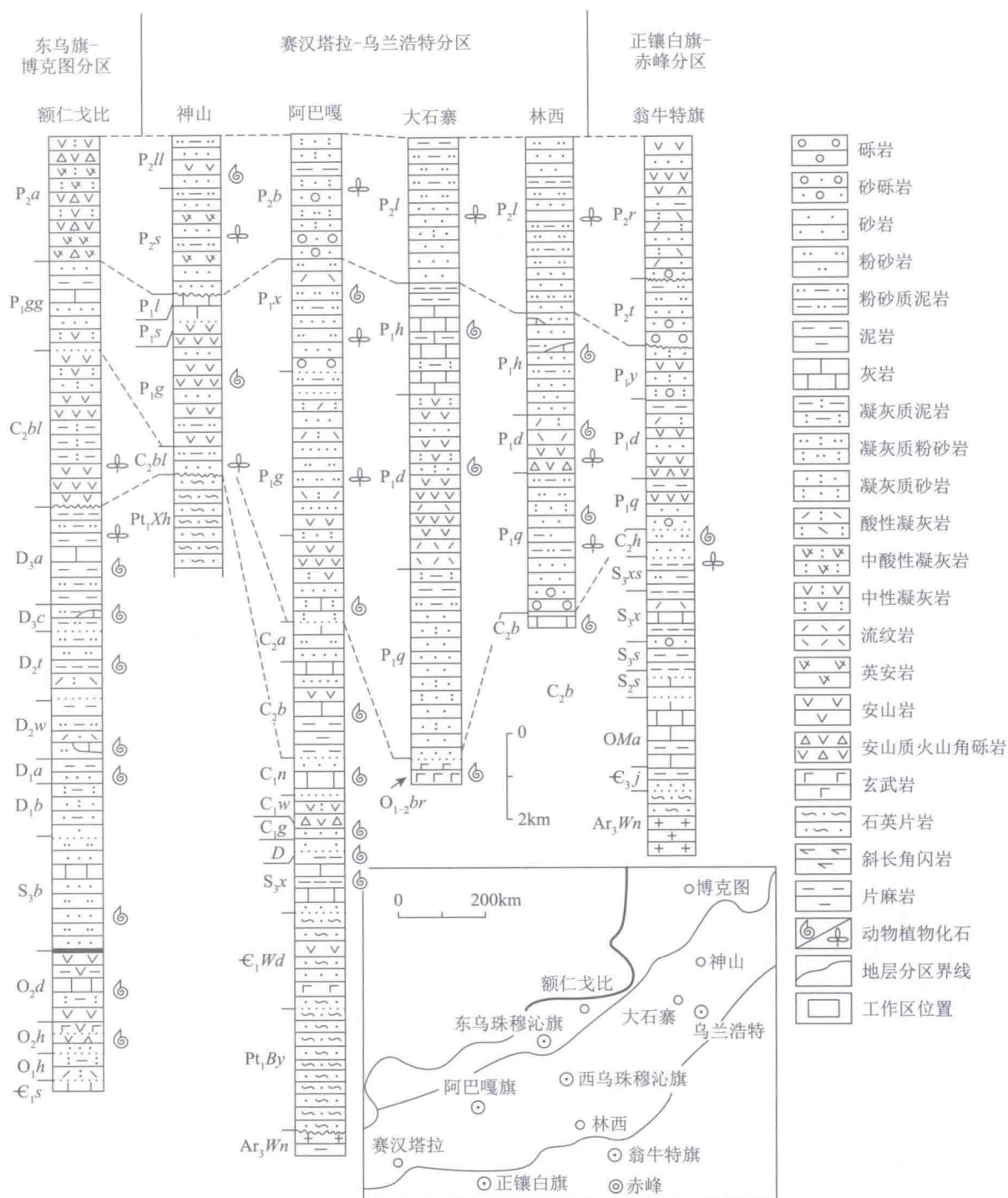


图 1-3 内蒙古中东部及邻区前中生代地层

(据内蒙古自治区地质矿产局, 1991, 资料改编)

P_{2a}—阿尔陶勒盖组; P_{2ll}—老龙头组; P_{2s}—孙家坟组; P_{2b}—包尔敖包组; P_{2l}—林西组; P_{2r}—染房地组; P_{2t}—铁营子组; P_{1g}—格根敖包组; P_{1l}—柳条沟组; P_{1s}—四甲山组; P_{1g}—高家窝棚组; P_{1h}—黄岗梁组; P_{1d}—大石寨组; P_{1q}—青风山组; P_{1y}—于家北沟组; C_{2bl}—宝力格庙组; C_{2a}—阿木山组; C_{2b}—本巴图组; C_{2h}—黄家沟组; C_{1n}—敖木根呼都格组; C_{1w}—乌兰呼都格组; C_{1g}—沟呼都格组; D_{3a}—安格勒音乌拉组; D_{3c}—才伦郭少组; D_{2t}—塔尔巴格特组; D_{2w}—温都尔敖包组; D_{1a}—敖包亨浑迪组; D_{1b}—巴润特花组; S_{3b}—巴润德勒组; S_{3x}—西别河组; S_{3xs}—下石碑组; S_{3x}—杏树洼组; S_{3s}—四道杖房组; S_{2s}—晒勿苏组; O_{2d}—多宝山组; O_{2h}—汗布贝敖台组; O_{1h}—汗乌拉组; O_{1-2br}—包尔汉图群; OMa—明安山群; ε_{3j}—锦山组; ε_{1Wd}—温都尔庙群; PtBy—宝音图群; PtXh—兴华渡口群; Ar_{3Wn}—翁牛特群