

ZHONGMENGBIANJING XIDUAN JI LINQU
JINSHU KUANGCHUANG CHENGKUANG GUILU
YU ZHAOKUANG FANGXIANG

中蒙边境西段及邻区金属矿床 成矿规律与找矿方向

● 聂凤军 江思宏 白大明 等著

地质出版社

中蒙边境西段及邻区金属 矿床成矿规律与找矿方向

聂凤军 江思宏 白大明 路彦明
张 栋 侯万荣 刘翼飞 章文忠
张新元 王 军 刘 妍 张 可
云 飞 肖 伟 刘 勇

著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本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,结合室内综合性研究,对中蒙边境西段及邻区(中国新疆东准噶尔和蒙古国西南部)的成矿地质背景、成矿条件、成矿时代、控矿因素、成矿机制和成矿系统的时空演化规律进行了深入研究,探讨了成矿带及其成矿亚带在境内外的分布和对接问题;对区内重要典型矿床开展了解剖研究,建立了斑岩型铜矿床、矽卡岩型铜矿床、与基性岩-超基性岩有关的铜-镍硫化物矿床和热液型金矿床的成矿模式及找矿模型,开展了成矿预测,优选和圈定了大型矿床找矿靶区;通过重要矿床、找矿靶区的隐伏矿预测和勘查评价示范研究,建立了相应成矿类型有效勘查技术方法组合。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

中蒙边境西段及邻区金属矿床成矿规律与找矿方向/
聂风军等著. —北京:地质出版社, 2016. 7

ISBN 978-7-116-09650-9

I. ①中… II. ①聂… III. ①金属矿床—成矿规律—
研究—中国、蒙古②金属矿床—找矿—研究—中国、蒙古
IV. ①P618.201

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 027166 号

责任编辑:吕 静 白 铁

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) 66554685

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本:889 mm × 1194 mm ¹/₁₆

印 张:29

字 数:800 千字

版 次:2016 年 7 月北京第 1 版

印 次:2016 年 7 月北京第 1 次印刷

审图号:GS (2016) 1808 号

定 价:100.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-09650-9

(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

本专著所涉及的地域位于我国新疆东准噶尔和蒙古国西南部(图1),属于中蒙边境西段及邻区,行政区属蒙古巴彦乌列盖(Bayan-Olgii)省,科布多(Hovd)省、戈壁阿尔泰(Govi-Altay)省、巴彦洪戈尔(Bayanhongor)省和南戈壁(Omno Govi)省以及我国青河县、富蕴县、奇台县、巴里坤县和伊吾县管辖,东西长800 km,南北宽280~300 km,分布面积 $23 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。工作区具体地理拐点坐标为:①东经 $86^\circ 30'$,北纬 $46^\circ 50'$;②东经 $90^\circ 30'$,北纬 $47^\circ 00'$;③东经 $96^\circ 30'$,北纬 $45^\circ 00'$;④东经 $96^\circ 30'$,北纬 $42^\circ 40'$;⑤东经 $94^\circ 50'$,北纬 $42^\circ 40'$;⑥东经 $90^\circ 50'$,北纬 $44^\circ 25'$;⑦东经 $86^\circ 40'$,北纬 $44^\circ 15'$ 。从自然地理条件上看,除个别区段地处高山峻岭中外,其余大部分地域属荒漠戈壁、丘陵低山和草原覆盖区。海拔800~1500 m,最高处为6995 m。工作区为典型的大陆性气候,夏季酷热干燥,冬季寒冷风烈,年平均气温 25°C ,最高和最低气温值分别为 45°C 和 -37°C 。年降水量平均值为209 mm,最高值为322 mm,最低值为122 mm,年蒸发量为2564 mm,为降水量的12倍。工作区范围内广大地域人烟稀少,工矿业不发达,经济和社会发展相对落后,野外地质工作条件极为艰险困苦。

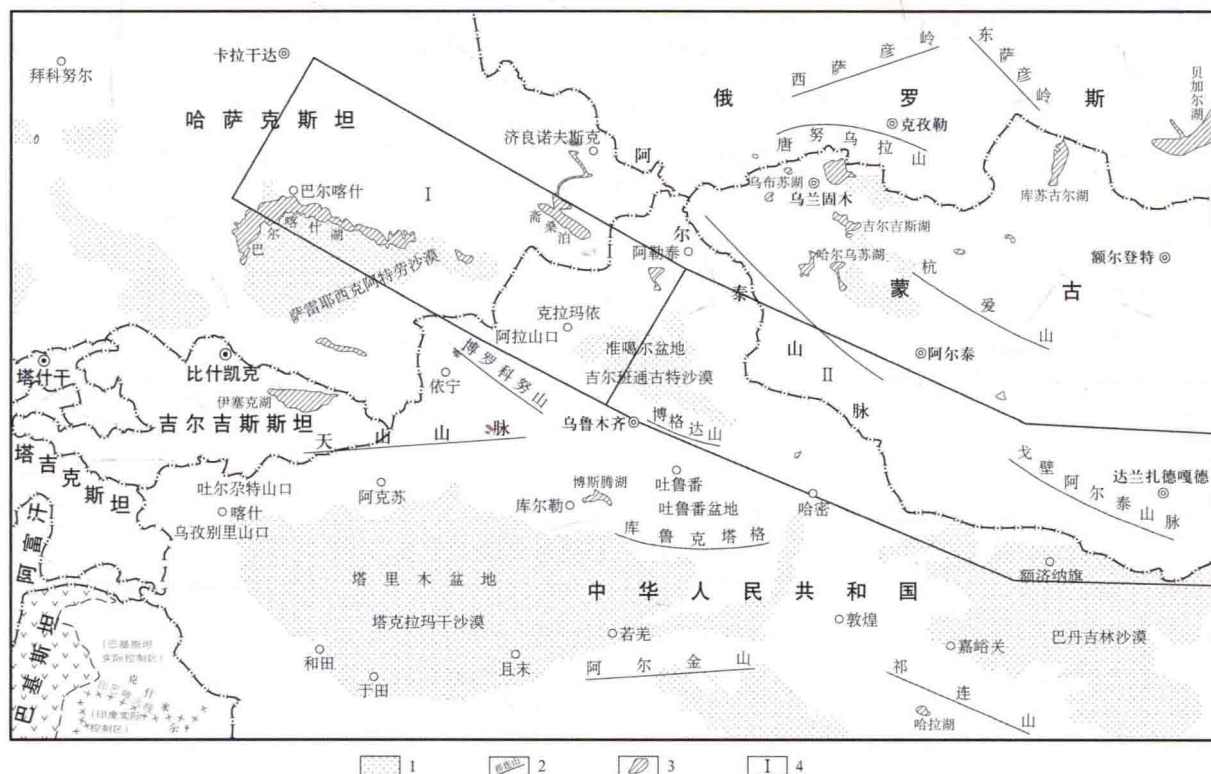


图1 中蒙边境西段及邻区地理位置示意图

(据中国地图出版社2010资料改编)

1—沙漠;2—主要山脉;3—主要湖泊;4—重点工作区及编号(I—巴尔喀什—西准噶尔工作区;II—东准噶尔—西南蒙古(中蒙边境西段及邻区)工作区)

众所周知,中亚地区不仅是欧洲与亚洲两个大陆的结合地域,而且是世界地缘政治体系的关键部位,同时也是最为重要的矿产资源供给基地。大部分学者认为,在目前这个世界上,谁能控制中亚地区,谁就拥有了整个地球。从大地构造位置上看,东准噶尔-西南蒙古工作区横跨西伯利亚板块和哈萨克斯坦-准噶尔板块。受古板块多期次俯冲、碰撞和对接作用以及板内构造活动影响,工作区范围内前寒武纪和古生代地层出露广泛,构造形迹复杂,岩浆岩发育和金属矿床(点)星罗棋布,该区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以及找矿勘查工作历来为国内外地质学家所关注。

东准噶尔-西南蒙古及邻区系统的地质调查和找矿勘查工作始于20世纪20年代中晚期,近一个世纪以来,地质工作者先后在这两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、铜-镍、铅-锌-银、铁、钼、钨和其他金属矿床(点)以及一大批矿化异常区。在已经找到的数百处矿产地中,代表性铜(钼、金)矿床有蒙古的欧玉陶勒盖(Oyu Tolgoi)、查干苏布尔加(Tsagaan Suvarga)和卡马戈泰(Kharmagtai)矿床以及我国的索尔库都克、希勒克特哈腊苏、卡拉先格尔,玉肯哈腊苏、哈腊苏、哈腊萨依、希勒库都克、蒙西-桑德乌兰、和尔赛、绿石沟、琼河坝矿床;代表性铜-镍矿床有我国的喀拉通克矿床;代表性铜-锌矿床有蒙古国的白山(White Hill)矿床;代表性氧化铁型(IOCG)铜-金矿床有我国的老山口、乔夏哈拉和加马特;代表性铁矿床有我国的宝山、琼河坝和灰西沟矿床;代表性金矿床有蒙古的塔林么特斯乌拉(Talin Mettes Uul)矿床、我国的双泉、南明水、金山沟、索尔巴斯套、野马泉、库布苏、北山、哈图、齐I、齐II、齐III、宝贝、阿希、宝贝、萨尔托海、铬门沟和伊尔曼德矿床。除了欧玉陶勒盖、查干苏布尔加、杨庄、白山、喀拉通克、阿希和双泉为大型矿床外,其余各类矿床(点)的基本特点可概括为分布广泛、类型齐全、规模较小、品位较低和可采储量较低。

在区域地质调查方面,自20世纪30年代初期开展1:100万区域地质调查以来,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,为后续金属矿床成矿理论研究和隐伏矿床找矿勘查工作奠定了基础。

为了加快我国边疆少数民族地区经济和社会发展速度,极大提高矿产资源找矿勘查工作的科技含量,寻找到一系列大型矿产资源勘查与开发基地,尽快将矿产资源转化为经济效益,国家各有关部门历来都十分重视我国新疆及邻区的矿产地质研究工作。自“六五”以来,针对我国新疆及邻区矿产资源研究而设立的国家科技攻关和科技支撑项目多达50余项,其中代表性国家重点基础研究(973)项目有“大规模成矿作用及大型矿集区预测”(1999~2004)、“中国西部中亚型造山与成矿”(2001~2005)、“印度与亚洲大陆碰撞带成矿作用”(2002~2007)和“中亚造山带大陆动力学过程与成矿作用”(2007~2011)。另外,自1999年以来,国家地质大调查项目和有关省或自治区政府矿产地质项目的实施也为我国新疆及邻区的矿产地质研究与找矿评价工作注入了新的活力。通过上述各类矿产地质调查与研究工作而出版的各类专著多达百余部,在国内外学术刊物上发表的论文更是比比皆是。

自20世纪80年代以来,为了进一步拓展成矿理论研究空间,并且多快好省地进行找矿勘查工作,我国矿产地质学家在从事国内矿产地质研究的同时,也充分地认识到开展跨境成矿带地质对比研究工作的重要性。有关科研单位和地勘部门陆续开展了周边矿产地质对比研究工作,试图解决找矿工作中存在的困惑,并且从整体上把握成矿带构造特征和分布规律。代表性科研成果有《中国新疆周边国家矿产地质特征及成矿规律情报调研报告》(新疆维吾尔自治区地质矿产局地质矿产研究所、地质矿产部情报所,1986)、《中哈准噶尔阿拉套-博罗科努一带斑岩铜矿、铅锌矿成矿地质特征对比报告》(新疆维吾尔自治区地质矿产局中哈联合工作队,1992)、《新疆周边国家(地区)铜矿产资源及其成矿地质特征》与《新疆及其周边国家铜矿床分布图(1:250万)》(新疆维吾尔自治区地质矿产局地质矿产研究所,1993)、《中亚地区航空磁力异常图、构造纲要及矿化带分布图说明书(1:250万)》(中国有色金属工业总公司新疆地质勘查局,1995)、《中国周边国家毗邻地区火山岩与金

属矿产》(西安地矿所, 1995)、《中国新疆北部及邻区构造-建造图及说明(1:150万)》与《中国新疆北部及邻区贵重有色金属矿产成矿图说明及说明图(1:150万)》(新疆国家305项目办公室, 1996)、《中国西部和毗邻国家铜、金找矿潜力的对比研究》(中国地质调查局、中国地质矿产信息研究院, 1998)、《中亚大型金属矿床特征与成矿环境》(陈哲夫等, 1999)、《周边国家矿产资源现状对比研究》(连长云等, 2004)、《应对全球化: 全球矿产资源信息系统建设》(连长云等, 2004)、《中国新疆及邻区大地构造图》(1:2500000, 附说明书)(何国琦等, 2004)、《中国新疆战略性固体矿产大型矿集区研究》(陈毓川等, 2007)、《中国天山矿产及成矿体系》(陈毓川等, 2008)和《新疆北部主要斑岩铜矿带》(吴淦国等, 2008)以及何国琦等(2006)和朱永峰等(2007)等关于中国新疆及其邻区地质矿产对比及中亚成矿域核心地区地质演化与成矿规律等研究成果。另外, 中国地质调查局开展了较系统的周边国家矿产地质数据库建设工作, 目前已建立起基于GIS技术的全球矿产资源信息系统信息框架, 完成了全球10余万条矿产地质数据和周边国家近3000条矿产地质资料 and 数据的整理和录入工作, 并正在开展进一步的信息收集和补充完善工作。所有上述区域地质调查和科研成果均极大地丰富了跨境成矿带区域地质研究内容, 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奠定了良好基础。

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, 在境内矿产地质调查与研究方面, 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。在跨境成矿带研究方面, 尽管通过若干年的努力也取得了一些成绩, 但是与当前找矿勘查的紧迫形势比较起来, 与先进国家的同类工作程度比较起来, 尚存在有一定的差距。这些差距主要表现在以下三个方面: 其一, 数据库建设和编图工作多, 实地野外地质调查和科学研究工作少, 如何将已有的资料数据应用于跨境成矿带的找矿实践仍然是还没有解决好的问题, 所有这些均或多或少地制约了跨境成矿区(带)找矿评价工作的顺利进行; 其二, 中小比例尺矿产地质调查工作多, 大比例尺矿产地质调查工作少, 区域成矿理论研究及找矿勘查工作结合程度不够, 数字化找矿模型研究工作还未全部开始, 研究手段相对单一, 往往只从资料数据收集和中小比例尺编图角度开展工作; 其三, 资料数据收集工作多, 综合性分析对比工作少: 所获资料数据处理成本高、周期长, 信息提取和综合分析技术方法比较落后, 资料利用和开发水平相对较低, 直接影响了跨境成矿带地质调查和综合性研究成果的可靠程度。尽管存在这样或那样的问题, 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, 随着对跨境成矿带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, 在跨境成矿带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。

为了加速查明巴尔喀什-准噶尔-西南蒙古及邻区铜、金和铜-镍矿床(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, 最终为跨境成矿带我国一侧矿业的开发提供科学依据, 科技部于2007年12月在其“十一五”国家科技支撑计划重点项目“中国新疆和中亚邻国矿产资源对比研究与高效勘查技术集成”(编号2007BAB25B00)中设置了“巴尔喀什-准噶尔-南蒙古成矿带整体研究与勘查技术集成”课题(2007BAB25B02)。项目的组织单位为新疆维吾尔自治区科学技术厅, 课题的实施单位为中国地质科学院矿产资源研究所和地质力学研究所, 参加单位有武警黄金地质研究所和中国有色金属建设股份有限公司。课题负责人为聂凤军和陈宣华, 科技骨干有白大明、杨农、江思宏、韩淑琴、路彦明、侯万荣、杨屹、叶宝莹、范俊杰、王军、章文忠、刘翼飞、刘妍、张玉杰、张万益、云飞、马金平、陈正海、张可、刘勇、王平安、李会军、马天林、朱自强、彭冬菊、陈正乐、王津、许东青、施炜、张栋、王世新和杨子江。课题工作起止时间为2007年12月至2010年12月。

根据项目组织单位——新疆维吾尔自治区科学技术厅的统一部署和课题设计评审专家组的意见, 本课题的研究目标是: 通过对巴尔喀什-准噶尔-南蒙古成矿地质背景、成矿条件、成矿时代、控矿

因素、成矿机制和成矿系统的时空演化规律的研究,解决成矿带及其成矿亚带在境内外的分布和对接问题;对区内重要典型矿床解剖研究,建立斑岩型铜矿床、矽卡岩型铜矿床、与基性岩-超基性岩有关的铜-镍硫化物矿床和热液型金矿床的成矿模式及找矿模型,开展成矿预测,优选和圈定大型矿床找矿靶区;通过重要矿床、找矿靶区的隐伏矿预测和勘查评价示范研究,建立相应成矿类型有效勘查技术方法组合;与企业结合进行野外验证,发现新的矿产地或矿床。

在整个课题实施过程中,课题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,大比例尺与中比例尺成矿预测相结合方法,顺利完成各项科研任务。三年多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。

三年多来,课题组科研人员冒酷暑、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。特别需要提及的是,为了实现跨境成矿带成矿理论研究和找矿勘查工作的“双突破”,课题组成员均付出了艰辛的劳动,甚至生命,杨农研究员因劳累过度倒在他所热爱的工作岗位上,以 48 岁的生命诠释了什么是地质人的奉献精神。

在大量野外地质调查基础上,通过室内综合性研究,课题组成员对中蒙边境西段及邻区岩(层)体的变质作用、岩浆活动和构造运动以及金属元素活化、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入方式和成因;阐明了构造-岩浆活动对金属矿床的控制作用;总结了重要金属矿床(点)找矿标志,提出了不同类型矿床的成矿模式,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. 对内蒙古地区矿产勘查与利用现状进行了调查研究

蒙古国是我国的近邻,同时也是“上海合作组织”观察员国之一。蒙古国各类矿产资源十分丰富,是落实“两个市场、两种资源”构思的理想地域,也是实现矿产资源评价勘查与开发利用“走出去”战略构想的最佳选区。随着蒙古国南部地区一系列大型和特大型铜多金属矿床的发现,该地区矿产资源的成矿理论研究和找矿勘查工作倍受国际矿业界关注,并且取得了令人瞩目的进展。在整个课题实施过程中,科研人员通过野外实地考察、资料分析整理和具体矿山地质解剖等手段对蒙古国矿产资源分布特征和新修改矿业法要点进行了总结;对各类矿产资源的地质勘查程度和存在问题进行了剖析;对重要矿山开发现状和矿业未来发展趋势进行了讨论。所用上述成果为提升我国与蒙古接壤地区成矿理论研究水平奠定了基础,为推动这一地区矿产资源潜力评价工作的进行和实施“走出去”资源战略提供科学依据。

2. 对跨境构造单元进行了对比研究

通过系统野外地质调查和详细的室内研究工作,分别对巴尔喀什-西准噶尔和东准噶尔-西南蒙古地区跨境大地构造单元进行了对比分析。工作区自北向南大体可以划分为以下几个构造单元,西伯利亚板块西蒙微板块和阿尔泰微板块及其陆缘活动带、额尔齐斯-玛因鄂博-图尔根缝合带、哈萨克斯坦-准噶尔板块巴尔喀什-准噶尔微板块及其陆缘活动带。陆缘活动带可以进一步划分为中间地块、岩浆弧、火山岩带、裂陷槽、弧前(后)盆地和上叠盆地。境内外地质对比结果表明,额尔齐斯-玛因鄂博-图尔根缝合带向东延伸到蒙古境内,并且与蒙古主线性断裂(MML)相衔接,其北侧为西伯利亚板块及相关的构造-岩浆岩带,南侧分别为哈萨克斯坦-准噶尔板块和华北板块及相关的构造-岩浆岩带。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。

3. 对有关花岗岩类侵入岩进行了系统研究

对东准噶尔-西南蒙古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。尽管在工作区范围内, 从前寒武纪到中生代, 各时代的花岗岩类侵入岩均有出露, 但是华力西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古大陆边缘活动带或碰撞造山构造环境内形成的 I 型或碱性花岗岩。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。鉴于工作区范围内各构造-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。

4. 对金属矿床类型进行了划分

以容矿围岩的岩相学为基础, 同时结合金属矿床(点)空间几何分布形态和成矿作用特征, 首次对巴尔喀什-准噶尔-西南蒙古地区的重要金属矿床(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, 本区金属矿床(点)大体可划分为以下 7 种类型: ①斑岩型金属矿床(点): 如哈腊苏铜矿床和蒙西铜矿床、欧玉陶勒盖铜(金)矿床、额尔登特铜(钼)矿床和查干苏布尔加铜(钼)矿床; ②矽卡岩型金属矿床(点): 如索尔库都克铜(钼)矿床、宝山铁矿床、图木尔廷敖包锌矿床、哈尔陶勒盖银多金属矿床和洪戈赫尔铁多金属矿床; ③与镁铁质侵入岩有关金属矿床(点), 如喀拉通克铜-镍矿床、达干德尔镍矿点、哈尔阿扎金-诺仁镍矿点和查干郭勒钴矿点; ④与长英质侵入岩有关的金属矿床(点): 如双泉金矿床、库布苏金矿床、贝勒库都克锡矿床、阿斯嘎特银多金属矿床和阿林诺尔钼矿床; ⑤火山岩为容矿围岩金属矿床(点): 萨尔托海金矿床、北山金矿床、金山沟金矿床、白山铜-锌矿床和达吾克-柯哈尔金矿点; ⑥氧化铁型铜-金(IOCG)矿床(点): 如老山口铁-铜-金矿床、乔夏哈拉铁-铜-金矿床和加马特铁-铜-金-钴矿床以及托斯巴斯陶铁-铜矿床; ⑦砂金矿床(点): 如巴尔雷格郭勒金矿床和乌赫础鲁金-铂矿床。上述金属矿床(点)的分类为理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. 铜多金属矿床(点)成矿理论研究获重要进展

东准噶尔-西南蒙古地区铜多金属矿床(点)星罗棋布, 其中以欧玉陶勒盖、额尔登特、查干苏布尔加、喀拉通克、索尔库都克、哈腊苏和蒙西矿床最为重要, 其成矿机理研究和找矿评价预测工作作为国内外矿床地质学家所关注。本次工作过程中, 我们对上述 7 处铜多金属矿床成矿环境、形成时代、元素地球化学和同位素组成特征开展了全方位和系统的研究。研究表明, 欧玉陶勒盖、额尔登特、查干苏布尔加、哈腊苏和蒙西矿床分别是古大陆边缘或内部古生代或中生代构造-岩浆活动的产物, 成矿物质具有明显混源(壳-幔源)特征, 其中壳源组分所占比例略大于幔源组分, 属斑岩型金属矿床。需要指出的是, 索尔库都克矿床沿古生代火山-沉积岩地层与深成侵入岩体接触带产出, 并且与各类矽卡岩具有密切空间分布关系, 是华力西期中酸性岩浆活动的产物, 属矽卡岩型铜多金属矿床。相比之下, 喀拉通克铜-镍矿床是工作区范围内唯一一处与镁铁质到超镁铁质侵入岩有关的大型铜-镍矿床, 其成矿作用与幔源岩浆活动有关。

6. 金和银矿床成矿理论研究获重要进展

从成矿地质背景研究入手, 结合矿体地质、矿石结构构造和同位素地球化学特征, 详细地论证了双泉、库布苏和北山金矿床以及阿斯嘎特超大型银多金属矿田地质与地球化学特征, 探讨了贵重金属成矿作用与各构造-地层单元变形变质效应和中酸性岩浆侵入活动的关系, 阐明了成矿作用时空演化规律和成矿组分的富集过程。研究表明, 双泉、库布苏和北山金矿床大都在古生界变质火山-沉积岩地层内产出, 并且与华力西期花岗岩体具密切空间分布关系, 属华力西期岩浆活动对古生界火山-沉积岩地层进行叠加改造的产物。相比之下, 尽管阿斯嘎特超大型银多金属矿田的容矿围岩主要为泥盆系沉积岩, 但是其成矿作用与印支期碱性岩浆活动有关。

7. 首次对火山岩型铜-锌矿床开展了系统研究

白山铜-锌矿床是继欧玉陶盖特大型铜(金)矿床发现以来,在蒙古西南部找到的又一处特大型铜-锌矿床,矿体以产出规模大、矿石品位高和矿体埋藏浅为特点,迄今为止,已控制的铜和锌金属量分别为 $101 \times 10^4 \text{t}$ 和 $93 \times 10^4 \text{t}$,铜和锌的平均品位分别为1.4%和1.5%。铜-锌矿化呈似层状、板状和透镜体状在早、中泥盆统流纹岩、凝灰岩、灰岩和片岩以及闪长质侵入岩体中产出。初步研究结果表明,白山矿床的产出环境和地质特征与乌拉尔式火山成因块状硫化物矿床相似,是早-中泥盆世时期岛弧环境中构造-岩浆活动及相关热液活动的产物,其成因类型应该属黑矿型(Kuroko)铜矿床。统计数据表明,南蒙古地区产出的几处大、中型铜-锌和锌矿床大都在蒙古主线性构造带(MML)南、北两侧产出,并且构成一条南凸的弧型金属成矿带。该成矿带向西延入到我国新疆准噶尔盆地东北缘(富蕴县和青河县一带),向东插入到我国内蒙古的东北部,具有巨大的找矿潜力。

8. 提出了一整套新的找矿技术方法组合

根据东准噶尔-西南蒙古及邻区的地质构造特征、自然地理条件和矿(化)体覆盖层厚度以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,我们采用多种找矿技术方法对斑岩型铜多金属矿床、矽卡岩型铜金属矿床、与镁铁质侵入岩有关铜-镍硫化物矿床和与长英质侵入岩有关热液脉型金矿床进行了找矿评价预测工作,同时提出了相应的找矿技术方法组合,即“遥感雷达技术选区、两种化探方法扫面、两类填图技术跟进、多种物探方法定位和槽探钻探工程验证”。所谓的两种化探方法主要指传统的化探方法和低密度深穿透方法,两类地质填图技术指传统地质填图和热液蚀变填图技术。根据上述找矿评价预测程序。课题组科研人员与其合作单位地质人员先后在苏吉泉东金矿区、金水泉金矿化区、库布苏金矿区、黄羊山西金矿化区和清水泉铜矿化区对前人圈定的物化探异常进行了再次筛选,明确了找矿方向,确定了主攻矿化地段,通过槽探和钻探发现和圈定一系列隐伏金和铜矿(化)体。

9. 提出综合性成矿模式

研究结果表明,尽管东准噶尔-西南蒙古及邻区各类金属矿床在成矿环境、地质特征、成因类型、形成环境和成矿方式等方面存在有一定的差异,但是其成矿物质来源和成矿作用均与壳-幔源岩浆活动有关,岩浆活动对各类金属矿床成矿作用影响的强度和规模主要取决于矿床形成的时间和所处的大地构造部位。金属矿床(点)的形成过程大体可划分为下述3个阶段,即造山期前,同造山期和造山期后阶段:①造山期前阶段,新元古代和早生代时期的构造-岩浆活动可在古大陆内部及边缘海盆地内形成一系列含矿火山-沉积岩建造,如工作区范围内的含金前寒武系变质岩以及早古生代含铜火山-沉积岩;②同造山阶段:自晚泥盆世开始,受西伯利亚板块、古洋壳和哈萨克斯坦板块之间多期次俯冲、碰撞和对接作用的影响,强烈的构造-岩浆活动可沿古大陆边缘形成一系列铜、铜(钼)、铁-钴-金、金、镍和铅-锌-银矿床,各类金属成矿作用在华力西期达到“顶峰”;③造山期后阶段:古大陆内部强烈的张裂构造作用可诱发大规模富碱中酸性岩浆活动,并且在构造有利部位形成铁-铜-铋、锡-铜、铜-金和钨矿床。各类金属成矿作用在印支期达到另外一个高潮,工作区范围内40%以上的金属矿床(点)就是此期构造-岩浆活动的产物。

10. 圈定了一批具有良好找矿潜力的金、铜和金(银)找矿靶区

通过区域矿产地质调查、物化探异常查证、成矿环境和控矿条件研究,在西南蒙古圈定找矿有利矿化区6处,并且得到我国矿山企业的认可,它们分别是:①呼勒德金(银)找矿靶区;②戈壁-阿尔泰铁-锰找矿靶区;③额尔德仁铜-锌、锰和铁找矿靶区;④巴彦戈壁金找矿靶区;⑤哈陶勒盖金-银、银-铅和汞-锑找矿靶区;⑥乌勒兹特银多金属找矿靶区。在东准噶尔地区发现和圈定可供开展面积性找矿普查工作的金、铜和金(银)找矿靶区4处,它们分别是①松喀尔苏铜找矿靶区;②卡拉麦里大沙沟金矿找矿靶区;③托库吐拜-恰库尔图铜找矿靶区;④结尔得嘎拉铜找矿靶区。尽管上述各矿化区所处的大地构造环境和地理位置各不相同,但是它们也存在有许多相似之处,主要表现在:①矿化区范围内含矿岩(体)层各种类型热液蚀变强烈;②位于不同方

向断裂构造的交汇部位；③各类物化探异常套合性较好；④个别金属元素含量大都接近或超过工业品位。

11. 首次在松喀尔苏铜矿化区内发现新的铜（金）矿体

松喀尔苏矿化带位于卡拉麦里构造带南部的松喀尔苏一带，巴塔玛依内山—松喀尔苏北西向背斜的核部。该铜矿化蚀变带与一古火山机构具有密切空间分布关系，火山颈中主要为石英斑岩体，向四周有放射状支脉产出。石英斑岩体西部和南部分布有闪长玢岩脉，其规模远小于石英斑岩体。石英斑岩体东西长度为220 m，南北宽160~200 m，出露面积0.04 km²，其外围产出有中泥盆统卡拉麦里组安山岩和粉砂岩以及含砾长石砂岩。铜（金、银）矿化主要在石英斑岩体旁侧沿闪长玢岩脉与安山岩接触带呈条带状分布，地表出露长度为800 m，宽3~30 m。尽管该矿化带的主体呈北西西向延伸，但是受岩体影响东段向北北西向分支，走向上呈弓形弯曲。黄铁矿、黄铜矿、褐铁矿和孔雀石在蚀变带内呈浸染状分布。2009年度，我们的合作单位对该矿化带以80~160 m间距施工探槽9条，所取样品分析显示，该矿化带以铜矿化为主，金和银矿化次之，铜含量最高值为1.09%，金为 0.48×10^{-6} ，银为 18.50×10^{-6} 。松喀尔苏铜矿化区找矿结果表明，化探扫面、蚀变填图、激电和磁法测量相结合，是在该区寻找铜（金）矿体，进行矿体定位预测的行之有效技术方法组合。化探扫面和蚀变填图可快速圈定热液蚀变带和成矿有利地段，激电和磁法测量有助于准确锁定深部隐伏矿体的位置。巴尔喀什—准噶尔—西南蒙古及邻区综合性找矿实践表明，多种找矿技术方法集成是在特定矿化区范围内实现找矿突破的关键所在。

本专著是“巴尔喀什—准噶尔—南蒙古成矿带整体研究与勘查技术集成”课题（编号：2007BAB25B02）课题研究工作总结报告的一部分，同时也是课题组全体科研人员集体劳动的结晶。本专著共九章，编写工作具体分工如下：

绪论（聂凤军）^①

第一章 第一节至第五节（聂凤军，江思宏）

第二章 第一节至第四节（白大明）

第三章 第一节至第四节（张栋，路彦明，江思宏）

第四章 第一节（江思宏）、第二节（侯万荣）、第三节（张新元）、第四节（江思宏、陈正海）、第五节（刘翼飞、陈正海）、第六节（张可，云飞）、第七节（肖伟）

第五章 第一节（江思宏）、第二节（侯万荣）、第三节（路彦明，聂凤军）、第四节（刘翼飞）、第五节（王军）、第六节（王军）、第七节（刘勇）第八节（侯万荣）

第六章 第一节（聂凤军）、第二节至第四节（路彦明，章文忠，聂凤军）

第七章 第一节至第四节（聂凤军，江思宏）

第八章 第一节至第六节（白大明）

第九章 第一节至第三节（江思宏）、第四节（路彦明，章文忠，聂凤军）

图版说明和图版编排由刘妍编撰和整理。该专著初稿完成后由聂凤军和江思宏对所有章节进行了修改与补充，最后由聂凤军统筹定稿。

在本研究课题实施和专著编写过程中，孙枢院士、陈毓川院士、裴荣富院士、何国琦教授、马映军研究员、董树文研究员、刘秉光研究员、叶天竺总工程师和董连慧总工程师曾给予多方面指导；王京彬主任、杨有明局长、赵凤鸣研究员、黄世杰研究员、尚彬处长、冯京高级工程师、刘国平高级工程师、尚晓飞处长和方维萱处长为课题的顺利实施提出过许多建设性意见；新疆国家305项目办公室王宝林主任、李月臣副主任、潘成泽副主任、颜启明处长、刘拓处长和中国地质调查局刘凤山处长曾给予多次指示。中国地质科学院矿产资源研究所科技处和地质力学研究所科技处曾给予大力支持。此外，课题组野外地质调查工作过程中得到新疆维吾尔自治区地勘局、中国有色矿业集团、新疆有色金属（集团）公司、武警黄金第八支队、喀拉通克铜—镍矿山和库尔索都克铜矿等单位的大力支持和

① 括号内人员为本专著各章节的编写人。

协助，没有上述领导、专家和有关部门的指导与支持，完成本课题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和核工业地质研究院测试中心和承担了大部分岩（矿）石样品测试工作，专著中的各类插图由肖伟和常慧玲清绘，文字编排由贾秀敏女士完成，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。课题组全体科研人员对上述各位专家，地质同行和有关单位以及本专著所引用文献的作者们表示最诚挚的感谢。

鉴于本专著研究工作所涉及的研究区面积较大，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，深感本专著中还存有不少问题，敬请有关专家和地质同行给予批评指正。

目 录

绪 论

第一章 区域地质背景	(1)
第一节 构造单元划分	(1)
第二节 区域地层特征	(6)
第三节 区域岩浆岩特征	(12)
第四节 区域构造特征	(18)
第五节 区域矿产地质特征	(23)
第二章 区域地球物理和地球化学特征	(42)
第一节 岩(体)层物性特征	(42)
第二节 区域地球物理特征	(44)
第三节 区域地球化学特征	(46)
第四节 矿化区地球物理和地球化学特征	(64)
第三章 东准噶尔及邻区花岗岩	(81)
第一节 卡拉麦里及邻区花岗岩类	(81)
第二节 阿尔曼泰及邻区花岗岩类	(100)
第三节 卡拉先格尔及邻区花岗岩类	(109)
第四节 岩浆活动与成矿作用	(119)
第四章 西南蒙古及邻区代表性金属矿床	(122)
第一节 额尔登特铜(钼)矿床	(122)
第二节 查干苏布尔加铜(钼)矿床	(142)
第三节 欧玉陶勒盖铜(金)矿床	(154)
第四节 图木尔廷敖包锌矿床	(164)
第五节 阿林诺尔钼矿床	(175)
第六节 白山铜-锌矿床	(185)
第七节 阿斯嘎特银多金属矿床	(192)
第五章 东准噶尔及邻区代表性金属矿床	(198)
第一节 索尔库都克铜(钼)矿床	(198)
第二节 希勒克特哈腊苏铜矿床	(205)
第三节 双泉金矿床	(229)
第四节 卡拉先格尔地区铁-铜-金矿床	(251)
第五节 蒙西铜(钼)矿床	(263)
第六节 北山金矿床	(273)
第七节 库布苏金矿床	(283)
第八节 贝勒库都克锡矿床	(292)
第六章 西南蒙古-东准噶尔地区综合性找矿评价	(301)
第一节 呼勒德金(银)矿化区	(301)

第二节 金矿化区找矿进展	(311)
第三节 黄羊山西金矿化区	(324)
第四节 铜矿化区找矿进展	(331)
第七章 区域地壳演化与金属成矿作用	(341)
第一节 概述	(341)
第二节 金属矿床(点)空间分布特点	(344)
第三节 金属矿床时间分布规律	(353)
第四节 区域地壳演化与金属成矿作用	(359)
第八章 综合性找矿技术方法	(363)
第一节 概述	(363)
第二节 斑岩型铜多金属矿床	(363)
第三节 矽卡岩型铜多金属矿床	(372)
第四节 铜-镍硫化物矿床	(378)
第五节 热液脉型金矿床	(381)
第六节 代表性矿化区遥感找矿技术	(385)
第九章 金属矿床控矿因素、找矿标志和靶区选择	(395)
第一节 控矿因素	(395)
第二节 找矿标志	(399)
第三节 综合性评价方法	(403)
第四节 找矿靶区选择	(407)
结 论	(417)
参考文献	(420)
内部资料	(435)
图版及说明	(436)

第一章 区域地质背景

第一节 构造单元划分

一、概述

东准噶尔-西南蒙古及邻区地处西伯利亚板块和哈萨克斯坦-准噶尔板块的接壤地带。受两大古板块多期次俯冲,碰撞和对接作用以及板内构造-岩浆活动影响,工作区范围内前寒武系和古生代地层出露广泛、岩浆岩十分发育、构造形迹极为复杂、金属矿床(点)星罗棋布,为中亚造山带和成矿域的重要组成部分,其基础地质调查,专项科学研究和找矿勘查评价历来为国内外地质学界所关注(聂凤军等,2010;董连慧等,2009; Vassallo et al., 2007; Windley et al., 2007; 何国琦等,2004, 1994; 李锦轶等,2004; Sengör et al., 2004; Xiao et al., 2003; Badarch et al., 2002; Ren et al., 1999; 胡霁琴等,1997; 王广瑞等,1996; 吴振寰等,1993; 肖序常等,1992; 王作勋等,1990)。

尽管20世纪30~40年代,西方国家个别地质学家在东准噶尔-西南蒙古及邻区进行过零星路线地质调查,但是系统的地质调查,科学研究和找矿勘查工作始于20世纪50年代。20世纪50年代初期,苏联地质学家谢维洛夫曾编写有《富蕴-青河一带1:20万地质调查报告》(1952~1954),我国地质学家袁复礼编著有《新疆准噶尔东部地质报告》(1956)。20世纪60到70年代,原新疆地质局所属地质队在东准噶尔地区开展过1:100万和1:20万区域地质测量以及找矿勘查评价工作,并且编(绘)写有相应的文字报告和图件(新疆维吾尔自治区地质矿产局,1993)。20世纪80年代,任纪舜等(1980)、李春昱等(1982)和成守德等(1986)比较系统地论述了东准噶尔地区板块构造特征,并且对大地构造单元进行了初步划分,认为卡拉麦里蛇绿岩带为古板块缝合带。进入20世纪90年代,随着大量基础地质资料和地球物理数据的积累、挖掘和再分析,地质学家对东准噶尔-西南蒙古及邻区的地质构造特征及形成机理有了比较深入的理解,并且出版和发表了一批重要的学术论著。代表性论著有《新疆北部及邻区大地构造》(肖序常等,1992)、《新疆维吾尔自治区地质志》(新疆维吾尔自治区地质矿产局,1993)、《东天山构造格架及地壳演化》(马瑞士等,1993)、《新疆开合构造与成矿》(陈哲夫等,1997)、《中国及邻区大地构造图》(任纪舜等,1999)、《新疆北部及邻区构造-建造图说明书》(王广瑞等,1996)、《中国新疆古生代地壳演化及矿产》(何国琦等,1994)、《中国新疆及邻区大地构造图1:250万说明书》(何国琦等,2004)。在所有上述有关大地构造的研究课题中,何国琦等(2004)首次将我国新疆全境,甘肃、青海、内蒙古和西藏部分地域以及哈萨克斯坦、蒙古、吉尔吉斯斯坦、巴基斯坦、印度和克什米尔等国家或地区看作为一个整体,编制了北纬32°至50°和东经72°至98°(面积370万平方千米)范围的1:250万大地构造图,并且对这一范围内的大地构造单元进行了详细的划分,为后续跨境成矿带基础地质研究和找矿勘查评价工作奠定了坚实基础。

根据何国琦等(2004)的大地构造单元划分方案,并且结合蒙古学者巴达尔其等(Badarch et al., 2002)的研究成果,东准噶尔-西南蒙古及邻区大体可以划分为3个1级构造单元,5个2级构造单元和16个3级构造单元(图1-1)。工作区范围的1级构造单元分别是北部和东北部西伯利亚板块(I)南侧西蒙微板块(I_1)和阿尔泰微板块(I_2)以及南部和西南部哈萨克斯坦-准噶尔板块(II),北侧的巴尔喀什-准噶尔微板块(II_1),其中后二者之间的界线为北西-南东向分布的额尔齐斯-图尔根深大断裂带(EBT)(部分文献也称额尔齐斯-玛因鄂博-图尔根深大断裂带)(图1-1)。

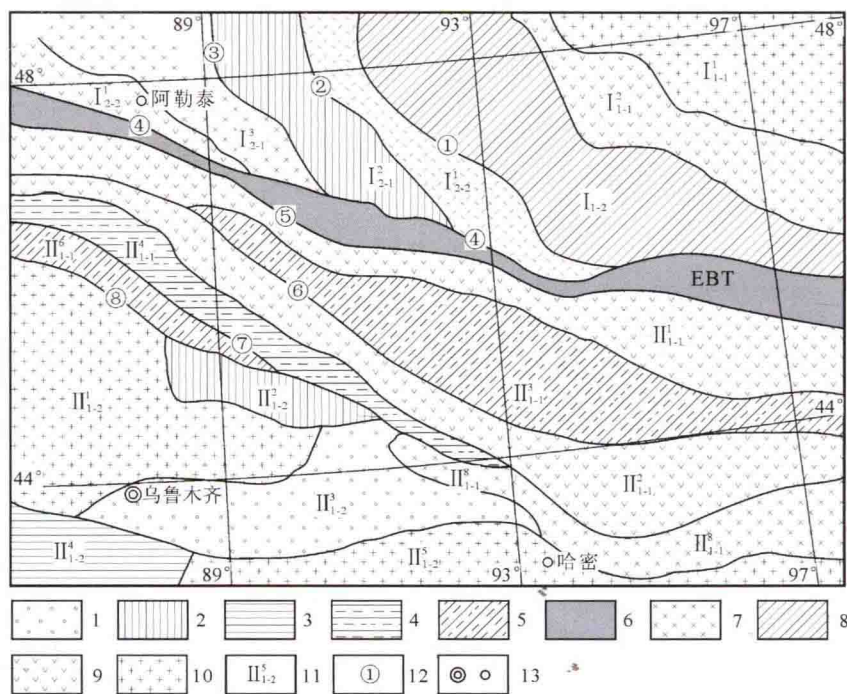


图 1-1 东准噶尔-西南蒙古及邻区构造单元划分图

(据何国琦等, 2004)

1—裂陷槽; 2—上叠火山—沉积盆地; 3—残余洋盆地; 4—陆缘火山岩带; 5—弧间盆地; 6—缝合带; 7—岩浆弧; 8—洋盆;
9—岛弧; 10—地块 (克拉通块体); 11—构造单元及编号; 12—深大断裂及编号; 13—城市。

I_1 —西伯利亚板块西蒙微板块; I_{1-1} —图瓦-巴彦乌拉震旦纪—寒武纪活动陆缘; I_{1-1}^1 —图瓦-桑吉诺地块; I_{1-1}^2 —巴颜乌拉震旦纪—寒武纪岛弧—边缘海; I_{1-2} —蒙古湖震旦纪—寒武纪洋盆; I_2 —西伯利亚板块阿尔泰微板块; I_{2-1} —北阿尔泰早古生代陆缘活动带; I_{2-1}^1 —哈尔锡林寒武纪—奥陶纪岩浆弧; I_{2-1}^2 —诺尔特-乌列盖盆地纪—石炭纪上叠火山—沉积盆地; I_{2-1}^3 —喀纳斯-可可托海古生代岩浆弧; I_{2-2} —南阿尔泰早古生代陆缘活动带; I_{2-2}^1 —矿山阿尔泰岛弧; EBT—额尔齐斯-布尔根缝合带; II_1 —哈萨克斯坦-准噶尔板块巴尔喀什-准噶尔微板块; II_{1-1} —准噶尔北缘古生代活动陆缘; II_{1-1}^1 —萨吾尔晚古生代岛弧; II_{1-1}^2 —塔尔巴哈台-阿尔曼泰早古生代岛弧; II_{1-1}^3 —三塘湖晚古生代弧间盆地; II_{1-1}^4 —谢米斯台-库兰卡孜泥盆纪陆缘火山岩带; II_{1-1}^5 —达拉布特-卡拉麦里泥盆纪—石炭纪残余洋盆; II_{1-1}^6 —哈尔里克古生代岩浆弧; II_{1-2} —巴尔喀什-准噶尔-吐哈古陆; II_{1-2}^1 —准噶尔中央地块; II_{1-2}^2 —巴塔玛依内山石炭纪上叠火山—沉积盆地; II_{1-2}^3 —博格达晚古生代裂陷槽; II_{1-2}^4 —伊连哈比尔杂晚古生代残余洋盆; II_{1-2}^5 —吐哈地块。

①察干锡贝图深大断裂; ②科布多深大断裂; ③可可托海-二台深大断裂; ④额尔齐斯-玛因鄂博-图尔根深大断裂; ⑤卡拉先格尔-加马特-哈旦孙深大断裂; ⑥乌伦古-阿尔曼泰深大断裂带; ⑦苏吉泉-清水断裂; ⑧卡拉麦里深大断裂

二、西伯利亚板块 (I)

在东准噶尔-西南蒙古及邻区, 西伯利亚板块主要由西蒙微板块 (I_1) 和阿尔泰微板块 (I_2) 所组成, 其中前者可进一步划分为 2 个 2 级构造单元和 2 个 3 级构造单元, 同样, 后者也可进一步划分为 2 个 2 级构造单元和 4 个 3 级构造单元 (表 1-1 和图 1-1)。各构造单元地质特征简述如下:

(一) 西蒙微板块 (I_1)

1. 图瓦-巴彦乌拉震旦-寒武纪活动陆缘 (I_{1-1})

主要由 2 个 3 级构造单元所构成: ①图瓦-桑吉诺 (又称图瓦-蒙古) 地块 (I_{1-1}^1): 全部位于蒙古国中北部, 与蒙古中北部地区的塔瓦嘎泰 (Tarvaga tay) 克拉通块体分布范围相当 (图 1-1) (何国琦等, 2004; Badarch et al., 2002)。整个地区为巨厚的中、新生界沉积岩层所掩盖, 局部地段出露有早前寒武纪变质岩。早前寒武纪变质岩主要由拜达力克岩系和布姆布格岩系所构成, 岩性组合

为片麻岩、片岩、大理岩和石英岩。上述2套岩系均为新元古界沉积岩不整合覆盖,并且为花岗岩类侵入岩所切割。片麻岩和侵入岩的锆石铀-铅同位素年龄值分别为2620~2680 Ma和2346~494 Ma,个别全岩样品的铅-铅同位素年龄为3050 Ma;②巴彦乌拉震旦纪-寒武纪岛弧-边缘海(I_{1-1}^2):全部位于蒙古国境内,地处图瓦-桑吉诺地块与吉尔吉斯湖之间,与蒙古境内扎罕(Zavhan)克拉通块体、阿塔斯博格达(Atasbogd)前弧盆地和巴偌衣塔格(Baytag)岛弧地体东南端分布范围大体相当,大部分地段为查干奥洛姆(Tsagaanolom)盆地所覆盖(图1-1)(Badarch et al., 2002)。岩石类型主要为震旦纪到寒武纪碎屑岩、碳酸盐岩和页岩以及安山质和英安质火山岩,局部地段见有寒武纪花岗岩类侵入岩、异地构造岩块和古陆壳残片。

表 1-1 东准噶尔-西南蒙古及邻区大地构造单元划分方案

构造单元	一级构造单元	二级构造单元	三级构造单元	蒙古境内对应的构造单元
西伯利亚板 块 (I)	西蒙微板 块(I ₁)	图瓦-巴彦乌拉震旦纪— 寒武纪活动陆缘 (I ₁₋₁)	图瓦-桑吉诺地块 (I ₁₋₁ ¹)	塔瓦嘎泰(Tarvagatay)、扎罕(Zavhan) 和巴依德拉格 (Baydrag) 克拉通块体
			巴彦乌拉震旦纪—寒武纪岛弧- 边缘海 (I ₁₋₁ ²)	科布多 (Hovd) 增生地楔、莱克 (Lake) 岛弧地体和扎罕克拉通块体
		蒙古湖区震旦纪—寒武纪洋盆 (I ₁₋₂)		莱克 (Lake) 岛弧地体
	阿尔泰微 板块 (I ₂)	北阿尔泰早古生代陆缘活 动带 (I ₂₋₁)	哈尔锡林寒武纪—奥陶纪岩浆弧 (I ₂₋₁ ¹)	科布多增生地楔和莱克岛弧地体
			诺尔特-乌列盖泥盆-石炭纪上 叠火山-沉积盆地 (I ₂₋₁ ²)	阿尔泰 (Altai) 弧盆地和图尔根 (Turgen) 增生地楔
			喀纳斯-可可托海古生代岩浆弧 (I ₂₋₁ ³)	阿尔泰弧盆地
		南阿尔泰晚古生代陆缘活 动带 (I ₂₋₂)	矿山阿尔泰岛弧 (I ₂₋₂ ¹)	
额尔齐斯-玛因鄂博-图尔根板块缝合带 (EBT) - 蒙古境内为特色勒 (Tseel) 变质岩和比德兹 (Bidz) 蛇绿岩块体				
哈萨克 斯坦-准噶 尔板 块 (II)	巴尔喀什-准 噶尔微板 块 (II ₁)	准噶尔北缘古生代陆缘活 动带 (II ₁₋₁)	萨吾尔晚古生代岛弧 (II ₁₋₁ ¹)	巴莱 (Baaran) 弧盆地
			塔尔巴哈台-阿尔曼泰早古生代 岛弧 (II ₁₋₁ ²)	巴依塔格 (Baytag) 岛弧地体
			三塘湖晚古生代弧间盆地 (II ₁₋₁ ³)	巴依塔格岛弧地体和阿塔斯博格达 (Atasbogd) 弧盆地
			谢米斯台-库兰卡孜干泥盆纪陆 缘火山岩带 (II ₁₋₁ ⁴)	
			达拉布特-卡拉麦里泥盆纪—石 炭纪残余洋盆 (II ₁₋₁ ⁶)	
			哈尔里克古生代岩浆弧(II ₁₋₁ ⁸)	阿塔斯博格达弧盆地
		巴尔喀什-准噶尔-吐哈 古陆 (II ₁₋₂)	准噶尔中央地块 (II ₁₋₂ ¹)	
			巴塔玛依内山石炭纪上叠火山- 沉积盆地 (II ₁₋₂ ²)	
			博格达晚古生代裂陷槽 (II ₁₋₂ ³)	
			伊连哈比尔尕晚古生代残余洋盆 (II ₁₋₂ ⁴)	
			吐-哈地块 (II ₁₋₂ ⁵)	

(据何国琦等, 2004; Badarch et al., 2002 资料修编)

2. 蒙古湖区震旦纪—寒武纪洋盆 (I_{1-2})

该洋盆全部位于蒙古国境内,西侧以察干锡贝图大断裂与阿尔泰微板块(I_2)的哈尔锡林寒武纪—奥陶纪岩浆弧相连接,并且与蒙古境内莱克(Lake)岛弧地体相对应,是在新元古代洋壳基底上发育形成的岛弧地体(何国琦等,2004;Badarch et al.,2002)。岩体(层)主要是震旦纪—寒武纪蛇绿岩、混杂岩和岛弧带火山—沉积岩,其中蛇绿岩同位素年龄值为570~520 Ma,碎屑锆石铀—铅同位素年龄为 479.1 ± 1.0 Ma,另外,局部地段见有碳酸盐岩和安山质火山岩。

(二) 阿尔泰微板块 (I_2)

1. 北阿尔泰早古生代陆缘活动带 (I_{2-1})

该陆缘活动带横跨中国、蒙古、俄罗斯和哈萨克斯坦等国,分布范围比较广泛,主体是一套遭受到绿片岩相变质作用的类复理石建造,其上为中、晚奥陶世火山—沉积岩所不整合覆盖(图1-1)。鉴于在这一陆缘活动带内存在有年龄大于1100 Ma的基底,有学者将其划属为古陆之间的碰撞造山带,而不是前人所认定的陆缘增生带(何国琦等,2004)。该陆缘活动带由3个3级构造单元所构成:①哈尔锡林寒武纪—奥陶纪岩浆弧(I_{2-1}^1):全部位于蒙古国西北部,介于察干锡贝图与科布多深大断裂之间,与蒙古境内科布多(Hovd)增生地楔分布范围大体一致。该岩浆弧范围内出露的主要岩层为寒武系沉积岩和奥陶系火山—沉积岩,局部地段见有志留纪磨拉石堆积。侵入岩主要有加里东期和华力西期花岗岩类;②诺尔特—乌列盖泥盆纪—石炭纪上叠火山—沉积岩盆地(I_{2-1}^2):该盆地横跨中蒙边境,介于科布多与可可托海—二台断裂之间,与蒙古境内阿尔泰(Altai)后弧/前弧盆地和图尔根(Turgen)增生地楔分布范围大体相同(Badarch et al.,2002)。盆地范围内出露的岩层主要为泥盆系和石炭系火山—沉积岩,侵入岩为华力西期钙—碱性花岗岩,局部地段见有碱性花岗岩;③喀纳斯—可可托海古生代岩浆弧(I_{2-1}^3):大部分地段位于我国境内,地处可可托海—二台和额尔齐斯—玛因鄂博—图尔根大断裂所挟持地带。该岩浆弧的主体是加里东期和华力西期片麻状花岗岩—黑云母花岗岩(S型系列)和斜长花岗岩—花岗闪长岩—石英闪长岩(I型系列)(何国琦等,2004;新疆维吾尔自治区地质矿产局,1993)。

2. 南阿尔泰晚古生代活动陆缘 (I_{2-2})

该活动陆缘横跨中国、俄罗斯和哈萨克斯坦边境,地处额尔齐斯—玛因鄂博—图尔根缝合带(EBT)和喀纳斯—可可托海古生代岩浆弧(I_{2-1}^3)之间(图1-1)。在我国新疆境内,代表性构造单元为矿山阿尔泰(I_{2-2}^1)古生代岛弧带。

三、额尔齐斯—玛因鄂博—图尔根缝合带 (EBT)

额尔齐斯—玛因鄂博—图尔根缝合带所处地域为西伯利亚板块与哈萨克斯坦—准噶尔板块接合部位。整个缝合带在北西方向上延伸到俄罗斯和哈萨克斯坦的卡尔巴、克兹加尔和锡伯渡等地,在东南方向上进入到蒙古的图尔根和外阿尔泰一带,与蒙古境内特色勒(Tseel)变质岩块体和比德兹(Bidte)蛇绿岩地体的分布范围大体相当,并且与蒙古主线性断裂(MML)相衔接,是一条具有混杂岩带特色的高应变带和重力梯度带(何国琦等,2004;Badarch et al.,2002;新疆维吾尔自治区地质矿产局,1993)。整个缝合带向北倾斜,南、北边界不是十分清晰,叠瓦逆掩断层发育、韧性剪切变形特点明显和岩(体)层类型复杂。从岩体(层)空间分布特征看,其主体为下石炭统混杂堆积岩和中石炭统陆相磨拉石建造以及晚石炭世到二叠纪花岗岩类侵入岩。在这些岩体(层)中,既有代表洋壳残片的镁铁质—超镁铁质火成岩和蛇绿岩,也有反映古陆块的片麻岩和片岩,更有各种类型的糜棱岩和构造片岩,为一典型的构造混杂岩带。前人研究结果表明,该混杂岩带的形成时间为泥盆纪—石炭纪,之后发生过多期构造活化,众多脆性变形构造线的存在即是很好的例证(新疆地质调查院,2008)。

四、哈萨克斯坦—准噶尔板块 (II)

工作区范围内出现的仅是该板块的一部分,即巴尔喀什—准噶尔微板块(II_1)。该微板块主要